浙江省开化县开化水库工程

环 境 影 响 报 告 书

建设单位：　开化县开化水库开发有限公司

编制单位：　中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

二〇一九年四月

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	浙江省开化县开化水库工程
环境影响评价文件类型	环境影响报告书
一、建设单位情况	
建设单位（签章）	开化县开化水库开发有限公司
法定代表人或主要负责人（签字）	
主管人员及联系电话	郑　灵　0570-6669905
二、编制单位情况	
主持编制单位名称（签章）	中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司
社会信用代码	91330000142920718C
法定代表人（签字）	
三、编制人员情况	
编制主持人及联系电话	周　武　0571-56622564[illegible]

1.编制主持人

姓名	职业资格证书编号	签字
周　武	20170353303500000003512330384	

2.主要编制人员

姓名	职业资格证书编号	主要编写内容	签字
周　武	20170353303500000003512330384	总则、工程概况、工程分析、陆生生态等相关内容，报告统稿	
黄　滨	00016700	水生生态、环境管理与环境监测等相关内容	
李冬晓	20170353303520133327040000232	水资源、水文情势、水温回顾分析、影响预测等相关内容	
张　焜	0011656	生态敏感区影响分析及制图等相关内容	
汤优敏	00016191	水质相关环境影响和保护措施等相关内容	
郭江泓	00016715	环境质量、大气和声环境影响、移民安置等相关内容	
郁关明	00016714	自然环境、环境风险、人群健康等相关内容	

四、参与编制单位和人员情况

1.天津农学院和四川大学王旭、脱友才、王鑫、王飞龙、李妍、余萍等参与水温专题编制工作；

2.武汉市伊美净科技发展有限公司桂柳柳、王海燕、郑丽、龚婷、郭骏等参与陆生生态专题编制工作；

3.武汉中科瑞华生态科技股份有限公司祝坐满、仝路路、印江平、王齐、罗青、李红涛、陶敏等参与水生生态专题编制工作；

4.浙江鼎清环境检测技术有限公司李建芳、叶美君等参与水质、声环境、环境空气等现状监测工作。

前 言

马金溪属钱塘江源头衢江流域，发源于安徽省休宁县坂仓青芝埭，经江田、浯田岭、南田、玉石潭、桃林，在西坑口由西北向东南注入齐溪水库，出库后经霞山、马金、底本、音坑、城关、华埠，与池淮溪汇合后称常山港。马金溪全长 104km，河道平均坡降 5.92‰，流域面积 1011km^2，主要支流有何田溪、村头溪和中村溪。马金溪以下常山港继续纳池淮溪、龙山溪、马尪溪(蚂蟥溪)三条支流，在长风水库库尾出开化县界，进入常山县。

衢江流域属山溪性河流，源短流急，河床比降大，是浙江省洪水灾害最为严重的地区之一，洪水陡涨陡落，峰高量大，洪量集中。衢江流域沿岸的城镇防洪基础设施薄弱，急需完善堤库结合的防洪工程体系。马金溪径流年内变化大，遇枯水年和枯水时段，从马金溪河道取水的居民生产生活受到严重影响。随着地区城镇化进程的加快和经济社会的快速发展，对水资源的需求将不断增加，流域现有水源工程已难以满足区域日益增长的用水需求，亟需兴建骨干水源工程。

为解决衢江流域防洪及水资源利用问题，2015 年 2 月，浙江省人民政府以“浙政函[2015]12 号”批复了《钱塘江流域综合规划》(2011-2020)，该规划报告对钱塘江上游马金溪防洪水库方案进行了比较论证，推荐“钱江源水库(0.62 亿 m^3 防洪库容)+中密赛水库(0.86 亿 m^3 防洪库容)”方案，并提出钱江源水库可设置 2～3 亿 m^3 总库容，补充下游 50km 马金溪枯水期生态环境流量，并为开化县生态旅游发展创造条件。规划在开发时序上提出近期实施钱江源水库，即开化水库。

为加强开化县马金溪流域水资源的有序开发、合理利用和有效保护，开化县委托浙江省水利水电勘测设计院(以下简称“浙江省院”)组织开展开化县马金溪流域综合规划的编制工作。2018 年 4 月，浙江省院编制完成《开化县马金溪流域综合规划》(送审稿)，规划范围上至齐溪镇、下至长风水库坝址，规划任务包括防洪、水资源配置、节约用水、供水、灌溉、水力发电、水资源保护、水生态系统保护与修复、水土保持、水利管理等，其中近期规划主要工程为开化水库。规划环境影响评价工作与规划编制工作同步进行，2017 年 11 月，开化县人民政府委托中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（以下简称“我院”）承担马金溪流域综合规划环境影响评价工作。2018 年 6 月，衢州市环境保护局在开化县主持召开了《开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书》审查会；同年 8 月，出具了《关于开化县马金溪流域综合规划的环保意见》(衢环函[2018]105 号)。

2013 年 6 月，开化县水利局委托浙江省院开展开化水库的勘测设计工作。2015 年

12 月，浙江省院编制完成了该工程项目建议书。2018 年 2 月，编制完成了《浙江省开化县开化水库工程可行性研究报告》(送审稿)。根据设计资料，开化水库位于钱塘江源头衢江流域马金溪干流上，距离开化县城区 25km，距离常山县城区 52km。工程任务为以防洪、供水为主，结合灌溉、改善下游河道生态环境和备用，兼顾发电等综合利用。开化水库主要由水库工程、供水工程组成，水库工程包括砼面板堆石坝、溢洪道、引水发电系统等，水库正常蓄水位 251m，汛期限制水位 245m，死水位 205m，总库容 1.84 亿 m^3，防洪库容 0.58 亿 m^3，死库容 0.0944 亿 m^3，调节库容 1.36 亿 m^3，拦河坝最大坝高 85m，装机容量 13.4MW；供水工程主要由右岸 3 层岸塔式取水口和 46.2km 供水管线工程组成。

工程建成后，可将开化县马金镇的防洪标准由 10 年一遇提高到 20 年一遇，与规划的密赛水库联合调度，堤库结合，可将开化县城区防洪标准由 20 年一遇提高至 50 年一遇，常山城区和衢州城区的防洪标准由 20 年一遇提高至 50 年一遇。开化水库多年平均供水量 6392 万 m^3，其中城镇供水 4874 万 m^3，灌溉供水 1518 万 m^3，池淮农业园区供水 231 万 m^3。工程建成后，可向开化县城区、工业园区、周边乡镇及农村供水，提高城镇生活及工业供水保证率、下游灌区的灌溉保证率，并利用水能资源进行发电。开化水库工程建设对保障受水区防洪安全和供水安全、促进区域经济社会协调可持续发展具有重要作用。

受建设单位开化县开化水库开发有限公司委托，我院于 2018 年 2 月正式开展开化水库工程环境影响评价工作。接受委托后，我院即派项目组成员赴现场开展踏勘、资料收集等工作，并组织开展了水环境、水生生态、陆生生态、环境现状监测等专题调查和研究工作。在以上工作基础上，编制完成本报告。

本次环评得到了水利水电规划设计总院、多位技术评估专家的精心指导和帮助；四川大学、武汉市伊美净科技发展有限公司、武汉中科瑞华生态科技股份有限公司、浙江鼎清环境检测技术有限公司等多家单位参与了专题研究和调查工作；建设单位开化县开化水库开发有限公司、设计单位浙江省水利水电勘测设计院提供了多方面的协助和支持；在基础资料收集、现场查勘和专题工作过程中，得到了衢州市、开化县水利、环保、林业、住建、国土、统计、农业等部门及浙江省环境科技有限公司的大力协助。在此，一并表示衷心的感谢！

目 录

1 总则 1
1.1 编制目的和指导思想 1
1.2 编制依据 2
1.3 评价标准 7
1.4 环境影响识别及评价重点 11
1.5 评价等级 12
1.6 评价范围 14
1.7 评价时段 16
1.8 环境保护目标和要求 16
1.9 环境影响评价程序 21
2 工程概况 22
2.1 流域概况 22
2.2 流域规划及规划环评 23
2.3 工程地理位置 37
2.4 工程建设的必要性 37
2.5 工程组成 44
2.6 工程任务、等级、设计标准及建设规模 45
2.7 工程布置及建筑物 51
2.8 施工规划 53
2.9 建设征地及移民安置 62
2.10 工程投资 63
3 工程分析 64
3.1 工程环境合理性分析 64
3.2 工程设计方案环境合理性分析 77
3.3 施工期工程分析 92
3.4 水库征占地及移民安置 101
3.5 运行期工程分析 102
4 环境现状 109
4.1 自然环境 109

4.2 陆生生态 112
4.3 水生生态 145
4.4 生态敏感区 172
4.5 水土流失现状 182
4.6 社会环境 182
4.7 环境质量及主要环境问题 192
5 马金溪流域开发环境影响回顾性评价 205
5.1 流域开发现状 205
5.2 水环境影响回顾性评价 213
5.3 水生生态影响回顾性评价 220
5.4 陆生生态影响回顾性评价 224
5.5 流域已有环境保护措施 228
5.6 存在问题及对策措施 229
6 环境影响预测和评价 231
6.1 流域水资源影响 231
6.2 水库下泄生态流量及保障程度分析 256
6.3 水文情势与泥沙情势影响分析 290
6.4 地表水环境影响 316
6.5 地下水环境影响 374
6.6 生态敏感区的影响 378
6.7 陆生生态影响 389
6.8 水生生态影响 403
6.9 水土流失影响 409
6.10 环境空气影响 413
6.11 声环境影响 414
6.12 固体废物影响 416
6.13 移民环境影响 416
6.14 人群健康影响 425
7 环境保护对策措施 427
7.1 水环境保护措施 427

7.2 地下水环境保护措施 464
7.3 水生生态保护措施 464
7.4 陆生生态保护措施 520
7.5 生态敏感区保护措施 532
7.6 水土保持措施 532
7.7 环境空气保护措施 543
7.8 声环境保护措施 544
7.9 固体废物处理措施 546
7.10 移民安置区环保措施 548
7.11 人群健康保护措施 551
8 环境风险分析 554
8.1 评价目的 554
8.2 风险识别与源项分析 554
8.3 风险评价 555
8.4 环境风险管理 558
9 环境管理与监控计划 566
9.1 环境管理计划 566
9.2 环境监理计划 571
9.3 环境监测计划 575
9.4 环境保护竣工验收 585
10 环境保护投资估算与经济损益分析 589
10.1 编制依据 589
10.2 编制原则 589
10.3 费用构成 589
10.4 环境影响经济损益分析 600
11 结论和建议 602
11.1 工程简况 602
11.2 工程方案合理性分析 602
11.3 环境影响评价与环保对策措施 603
11.4 结论 607

11.5 建议 608

1 总则

1.1 编制目的和指导思想

1.1.1 编制目的

根据浙江省开化县开化水库工程的工程特性、区域和流域环境特点以及国家有关法律法规要求，编制环境影响报告书的目的在于：

(1) 详细调查工程涉及区域的水资源综合利用规划、环境保护规划和各类专项规划以及国家、地方有关环境保护的政策法规，分析工程建设的必要性和环境合理性，对工程规模、坝址及线路布置、工程设计与相关规划保持一致提出建议；

(2) 调查工程涉及区域的水环境、环境空气、声环境、生态环境和社会环境的现状，重点关注环境保护目标分布，掌握区域环境功能区划及其执行标准，了解区域存在的环境问题；针对工程所在地环境现状，重点论证工程选址及施工总布置的合理性，从设计角度对工程布置提出优化建议；

(3) 分析工程建设、运行、移民安置等活动的特征，预测工程活动对评价区域环境造成的各种影响，重点评价工程建设与运行对区域生态环境的影响；

(4) 针对工程可能带来的不利影响及区域环境保护要求，制定技术经济可行的环境保护对策措施，对施工期和运行期的污染防治及风险防范措施进行系统考虑，使区域环境质量达到功能区划要求，生态系统、生物多样性得到有效保护，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程区域的可持续发展；

(5) 针对性地制定工程施工期和运行期的环境监测计划，以便掌握工程对环境的实际影响程度，为工程的环境管理提供科学依据；制定工程环境管理计划，明确各方的环境保护任务和职责，为环境保护措施的实施提供制度保证；

(6) 提出环境保护投资概算，为环境保护措施的实施提供资金保障，对工程采取的环境保护措施和工程带来的环境影响进行经济损益分析；

(7) 综合分析，从环境保护的角度论证工程建设的可行性，从而为工程的方案论证和项目决策提供科学依据。

1.1.2 指导思想

根据评价区环境功能要求，并结合工程建设涉及的主要环境敏感目标，确定本工程环境影响评价指导思想如下：

(1) 符合相关规划与产业政策

工程建设应符合马金溪流域综合规划、浙江省国民经济计划发展纲要的总体战略要求和国家相关产业政策要求，合理开发利用水资源，使环境保护与水资源开发协调发展。

(2) 可持续发展原则

工程建设会对当地生态环境产生一定影响，也将占用部分土地资源，但工程建设应充分考虑到生态环境保护与当地社会经济发展的需要，实现区域社会、经济与环境的可持续发展。

(3) 有利于保护和促进工程涉及区域的生态环境建设

工程建设应避免造成重大的生态环境影响问题，在工程建设过程中应尽量避免和减少工程建设对生态环境造成明显的破坏和影响；切实做好评价区生物多样性的保护，避免影响珍稀濒危物种，保护区域生态系统的完整性和维持河道生态健康。

(4) 合理选择布置施工场地，尽量减少施工期环境影响

结合评价区的环境功能要求，从环境保护角度出发，对各类施工用地选择的环境合理性进行分析评价，优化不合理的施工布置方案，将施工活动对区域环境的影响及破坏降低到最低程度。高度重视移民安置工作带来的环境问题，确保因工程导致的生产移民得到妥善安置的同时尽量避免或减少不利环境影响。

(5) 环保措施具有针对性和可操作性

施工期产生废水、废气、废渣及噪声等，将对周边环境造成一定程度影响，因此，针对施工期各类污染物的产生及排放情况，结合区域的环境功能要求，提出污染控制和预防措施，减免或降低不利影响。环保措施的拟定，应具有针对性和可操作性，做到经济实用、技术可靠，便于环保部门进行监督和管理。

(6) 马金溪流域由于开发历史较久，开发强度大，本报告统筹分析下游水环境、水生生态可能存在的累积性问题，统筹提出减缓措施。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2019 年 1 月 1 日；

(3) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日；

(4) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2016 年 1 月 1 日；

(5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2019 年 1 月 1 日；

(6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2016 年 11 月 7 日；

(7) 《中华人民共和国土地管理法》，2004 年 8 月 28 日；

(8) 《中华人民共和国水土保持法》，2011 年 3 月 1 日；

(9) 《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月 2 日；

(10) 《中华人民共和国防洪法》，2015 年 4 月 24 日；

(11) 《中华人民共和国传染病防治法》，2004 年 8 月 28 日；

(12) 《中华人民共和国森林法》，2017 年 11 月 4 日；

(13) 《中华人民共和国森林法实施条例》，2018 年 3 月 19 日；

(14) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2018 年 10 月 26 日；

(15) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013 年 12 月 7 日；

(16) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，2017 年 10 月 7 日；

(17) 《中华人民共和国陆生野生动物保护条例》，2016 年 2 月 6 日；

(18) 《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日；

(19)《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日；

(20)《风景名胜区管理条例》，2006 年 12 月 1 日；

(21) 《中华人民共和国文物保护法》，2017 年 11 月 4 日；

(22)《建立国家公园体制总体方案》，2017 年 9 月

(23)《基本农田保护条例》，1999 年 1 月 1 日；

(24)《浙江省环境保护条例》，2012 年 7 月 17 日；

(25)《浙江省水资源管理条例》，2018 年 1 月 15 日；

(26)《浙江省饮用水水源保护条例》，2012 年 1 月 1 日；

(27)《浙江省大气污染防治条例》，2016 年 7 月 1 日；

(28)《浙江省固体废物污染环境防治条例》，2017 年 9 月 30 日；

(29)《浙江省水污染防治条例》，2018 年 1 月 1 日；

(30)《浙江省森林管理条例》，2017 年 11 月 30 日；

(31)《浙江省公益林和森林公园条例》，2018 年 3 月 12 日；

(32)《浙江省风景名胜区条例》，2012 年 1 月 1 日；

(33)《浙江省建设项目环境保护管理规定》，2018 年 1 月 22 日；

(34)《生态保护红线管理办法(暂行)》(征求意见稿)，2018 年 5 月；

(35) 《浙江省人民政府关于发布浙江省生态保护红线的通知》，2018 年 7 月 20 日。

1.2.2 规章制度

(1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2018 年 4 月 28 日；

(2) 《国家重点保护野生动物名录》，原国家林业局令第 7 号，2003 年 2 月 1 日；

(3) 《国家重点保护野生植物名录(第一批)》，原农业部、国家林业局第 53 号令，2001 年 8 月 4 日；

(4) 《国务院关于印发全国生态环境建设规划的通知》，国发[1998]36 号，1998 年 11 月 7 日；

(5) 《全国主体功能区规划》，国发[2010]46 号，2010 年 12 月 21 日；

(6) 《全国生态功能区划(修编版)》，公告 2015 年第 61 号，2015 年 11 月；

(7) 《全国生态环境保护纲要》，国发[2000]38 号，2000 年 12 月 20 日；

(8) 《水电建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境评价技术指南(试行)》，环评函[2006]4 号，2006 年 1 月 13 日；

(9) 《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》，环办函[2006]11 号，2006 年 1 月 9 日；

(10)《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》，环发[2013]86 号，2013 年 8 月 5 日；

(11)《关于印发水泥制造等七个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》，环办环评[2016]114 号，2016 年 12 月 24 日；

(12)《关于加强资源环境生态红线管控的指导意见》，发改环资[2016]1162 号，国家发展改革委等 9 部委，2016 年 5 月 30 日；

(13)《环境影响评价公众参与办法》，2019 年 1 月 1 日；

(14)《森林公园管理办法》，原国家林业局令第 42 号，2016 年 9 月 22 日；

(15)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，环发[2012]98 号，2012 年 8 月 8 日；

(16)《关于进一步推进建设项目环境监理试点工作的通知》，环办[2012]5 号，2012 年 1 月 10 日；

(17)《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》，国发[2012]3 号，2012 年 2 月 16 日；

(18)《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)>的通知》，环办[2013]103 号，2013 年 11 月 14 日；

(19)《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》，国发[2015]17 号，2015 年 5

月 4 日；

(20)《国家林业局关于进一步加强国家级森林公园管理的通知》，林场发[2018]4 号，2018 年 1 月 12 日；

(21)《环境保护部、国家发展改革委关于贯彻实施国家主体功能区环境政策的若干意见》，环发[2015]92 号，2015 年 7 月 29 日；

(22)《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》(环发[2015]178 号)，2015 年 12 月 30 日；

(23)《关于加强农村饮用水水源保护工作的指导意见》(环办[2015]53 号)，原环境保护部、水利部，2015 年 6 月 4 日；

(24)《水利部 环境保护部关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》(水规计[2017]315 号)，2017 年 9 月 29 日；

(25)《水利部 国家发展改革委 生态环境部 国家能源局关于开展长江经济带小水电清理整改工作的意见》(水电[2018]312 号)，2018 年 12 月 6 日；

(26)《生态保护红线管理办法(暂行)》(征求意见稿)，2018 年 5 月；

(27)《关于取消建设项目环境影响评价资质行政许可事项后续相关工作要求的公告（暂行）》，生态环境部公告 2019 年第 2 号，2019 年 1 月 19 日；

(28)《浙江省人民政府办公厅关于印发浙江省实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》，浙政办发[2013]80 号，2013 年 6 月 16 日；

(29)《关于印发浙江省“五水共治”(河长制)碧水行动实施方案的通知》，浙治水办发[2018]31 号，2018 年 6 月。

1.2.3 导则、规范、标准

(1) 《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；

(2) 《环境影响评价技术导则 地表水环境)》(HJ2.3-2018)；

(3) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)；

(4) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；

(5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)；

(6) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003)；

(7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)；

(8) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)；

(9) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)；

(10) 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002)；

(11) 《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004)；

(12) 《环境空气质量监测规范(试行)》(原国家环保总局公告 2007 年第 4 号)，2007 年 1 月 19 日；

(13) 《环境噪声监测技术规范 城市声环境常规监测》(HJ 640-2012)；

(14) 《水域纳污能力计算规程》(GB/T25173-2010)；

(15) 《水库渔业资源调查规范》(SL167-2014)。

1.2.4 相关规划、技术文件

(1) 《浙江省开化县开化水库工程可行性研究报告》，浙江省水利水电勘测设计院，2018 年 12 月；

(2) 《浙江省开化县开化水库工程水污染防治规划》，中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司，2018 年 4 月；

(3) 《开化县人民政府关于同意浙江省开化县开化水库工程水污染防治规划的批复》，开政发[2018]70 号，2018 年 6 月；

(4) 《浙江省开化县开化水库工程建设征地移民安置规划大纲》浙江省水利水电勘测设计院，2018 年 6 月；

(5) 《开化县马金溪流域综合规划报告》，浙江省水利水电勘测设计院，2018 年 6 月；

(6) 《衢州市人民政府关于开化县马金溪流域综合规划的批复》，衢政发[2018]26 号，2018 年 8 月；

(7) 《开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书》，中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司，2018 年 7 月；

(8) 《关于开化县马金溪流域综合规划的环保意见》，衢环函[2018]105 号，2018 年 8 月；

(9) 《205 国道开化齐溪大坝至石川段(开化水库淹没段)复建工程工程可行性研究报告》，衢州市交通设计有限公司，2018 年 7 月；

(10)《开化县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，2016 年 1 月；

(11)《浙江省水功能区水环境功能区划分方案》(2015)，浙江省环境保护厅、浙江省水利厅，2016 年 2 月；

(12)《浙江省主体功能区规划》，浙江省人民政府，2013 年 8 月；

(13)《浙江省环境功能区划》，浙江省人民政府，2016 年 7 月；

(14)《浙江古田山国家级自然保护区总体规划(2012-2021 年)》，2012 年 10 月；

(15)《钱江源国家公园体制试点区体制试点区试点实施方案》，2017 年 4 月；

(16)《钱江源森林公园总体规划(2016-2025 年)》；

(17)《钱江源风景名胜区总体规划(2013-2030 年)》，2014 年 12 月；

(18)《开化县生态红线区划》，2018 年 6 月；

(19)《开展重点生态功能区示范区建设 打造国家东部公园五年(2013-2017 年)行动方案》，2014 年 1 月；

(20)《开化钱江源旅游度假区总体规划(2014-2025 年)》，2014 年 7 月；

(21)《钱塘江流域综合规划(2011-2020)》，浙政函[2015]12 号文，2015 年 2 月。

1.3 评价标准

1.3.1 水环境

(1) 环境质量标准

根据《浙江省水功能区水环境功能区划分方案(2015 年)》，工程库区及坝址位于“马金溪开化源头水保护区”，该河段地表水执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) Ⅱ类水质标准。坝址下游“马金溪开化工业用水区”(马金至底本)、“马金溪开化农业用水区 2”(龙潭大坝至新下大桥)、“马金溪开化工业、农业用水区”（新下大桥至高园村）、“常山港开化农业用水区”（华民取水口下游 100 米至开化常山交界）均执行Ⅲ类水质标准，其他马金溪、常山港干流河段均执行Ⅱ类水质标准。评价区地表水功能区水环境功能区划分方案见表 1.3-1。

地下水执行《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-2017)Ⅲ类水质标准。

(2) 排放标准

本工程枢纽区所在区域执行地表水Ⅱ类标准，施工期和运行期污废水禁止排放。主要标准值见表 1.3-2。

水功能区水环境功能区划分方案

表 1.3-1

新序号	县(市、区)	水功能区	水环境功能区	水系	河流(湖、库)	范围						长度面积(km/km²)	现状水质	目标水质
		名称	名称			起始断面	地理坐标		终止断面	地理坐标				
							东经	北纬		东经	北纬			
钱塘 2	开化	马金溪开化源头水保护区	保留区	钱塘江	马金溪	齐溪水库大坝	118°20′54″	29°24′00″	马金	118°24′21.89″	29°17′57.02″	23.87	II	II
钱塘 3	开化	马金溪开化工业用水区	工业用水区	钱塘江	马金溪	马金	118°24′21.89″	29°17′57.02″	底本	118°26′2.00″	29°15′55.00″	5.05	III	III
钱塘 4	开化	马金溪开化农业用水区 1	农业用水区	钱塘江	马金溪	底本	118°26′2.00″	29°15′55.00″	密赛水文站	118°23′54.50″	29°10′25.37″	13.4	II	II
钱塘 5	开化	马金溪开化饮用水源区	饮用水水源保护区	钱塘江	马金溪	密赛水文站	118°23′54.50″	29°10′25.37″	龙潭大坝	118°24′46.18″	29° 9′5.30″	3.96/0.41	II	II
			饮用水水源二级保护区			密赛水文站	118°23′54.50″	29°10′25.37″	江头山人口渡	118°24′46.19″	29° 9′57.30″	2.2/0.22		II
						陆域：以江头山和钟山的分水岭为界(5.16km²)								
			饮用水水源一级保护区			江头山人口渡	118°24′46.19″	29° 9′57.30″	龙潭大坝	118°24′46.18″	29° 9′5.30″	1.76/0.19		II
						陆域：以江头山和钟山的分水岭为界(1.59km²)								
钱塘 6	开化	马金溪开化农业用水区 2	农业用水区	钱塘江	马金溪	龙潭大坝	118°24′46.18″	29° 9′5.30″	新下大桥	118°22′47.31″	29° 4′9.55″	12.09	III	III
钱塘 7	开化	马金溪开化工业、农业用水区	工业、农业用水区	钱塘江	马金溪	新下大桥	118°22′47.31″	29° 4′9.55″	华民取水口下游 100 米	118°21′11.16″	29° 1′39.42″	6.07	II	II
						新下大桥	118°22′47.31″	29°4′9.55″	高园村	118°21′39.42″	29° 2′31.14″	4.3	II	III
						高园村	118°21′39.42″	29° 2′31.14″	华民取水口下游 100 米	118°21′11.16″	29° 1′39.42″	1.77	II	II

钱塘 8	开化	常山港开化农业用水区	农业用水区	钱塘江	常山港	华民取水口下游 100 米	118°21′11.16″	29° 1′39.42″	开化常山交界	118°23′20″	28°59′00″	7.5	II	III
钱塘 9	常山	常山港常山农业用水区 1	农业用水区	钱塘江	常山港	开化常山交界	118°23′20″	28°59′ 00″	湖东上埠	118°29′6.06″	28°55′31.00″	17.74	II	III
钱塘 26	开化	何田溪开化源头水保护区	保留区	钱塘江	何田溪	白桠尖	118°12′39.08″	29°21′47.16″	马金	118°24′16.47″	29°17′49.87″	30.91	II	II
钱塘 27	开化	村头溪开化源头水保护区	保留区	钱塘江	村头溪	黄谷	118°34′16.16″	29°16′11.78″	底本	118°26′7.39″	29°15′52.71″	23.71	II	II
钱塘 30	开化	池淮溪开化保留区	保留区	钱塘江	池淮溪	坳头	118°10′17.67″	29°17′49.72″	华埠	118°20′45″	29°01′20″	49.17	II	II
						坳头	118°10′17.67″	29°17′49.72″	长岸桥	118°16′43″	29°7′29″	32.58	II	II
						长岸桥	118°16′43″	29°7′29″	白渡村桥	118°18′20.42″	29° 4′16.24″	8.57	II	III
						白渡村桥	118°18′20.42″	29° 4′16.24″	华埠	118°20′45″	29°01′20″	8.02	II	II

水环境评价标准(摘录)

表 1.3-2 单位：mg/L

标 准	名 称	标准等级	指标及限值	
GB 3838-2002	地表水环境质量标准	Ⅱ类	指 标	Ⅱ
			pH	6～9
			DO(≥mg/L)	6
			BOD_5(≤mg/L)	3
			高锰酸盐指数(≤mg/L)	4
			COD_{Cr}(≤mg/L)	15
			总氮(≤mg/L)	0.5
			总磷(≤mg/L)	0.1(湖、库 0.025)
			氨氮(≤mg/L)	0.5
			石油类	0.05
GB/T 14848-2017	地下水质量标准	Ⅲ类	pH(无量纲)	6.5～8.5
			总硬度(以 $CaCO^3$ 计，≤mg/L)	450
			溶解性总固体(≤mg/L)	1000
			硫酸盐(≤mg/L)	250
			氯化物(≤mg/L)	250

1.3.2 环境空气

(1) 工程所处地区主要为农村地区，区域工业发展水平不高，环境空气质量总体较好，工程库尾有钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园体制试点区等生态敏感区。本工程按照所在区域，生态敏感区执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)一级标准，其他地区执行二级标准。

(2) 工程施工期和运行期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)无组织排放监控浓度限值。

主要标准值见表 1.3-3。

环境空气评价标准(摘录)

表 1.3-3 单位：mg/m^3

标准类别	标准名称	标准等级		指标		
				TSP	PM_{10}	NO_2
环境质量标准	《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)	一级标准	年平均	0.08	0.04	0.04
			24 小时平均	0.12	0.05	0.08
			1 小时平均	/	/	0.2
		二级	年平均	0.2	0.07	0.04

		标准	24 小时平均	0.3	0.15	0.08
			1 小时平均	/	/	0.2
污染物排放标准	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)	无组织排放监控浓度限值(监控点为周界外浓度最高点)		1	/	/

1.3.3 声环境

(1) 本工程属于农村地区，水库枢纽工程区有 205 国道沿马金溪布置，工程施工区以及周围声环境质量评价执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1 类、4a 类标准。

(2) 工程施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)标准。运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)1 类标准。

主要标准值见表 1.3-4。

声环境评价标准(摘录)

表 1.3-4 单位：dB(A)

标准类别	标准名称	标准等级	指标
环境质量标准	《声环境质量标准》(GB 3096-2008)	1 类	昼间 55、夜间 45
		4a 类	昼间 70、夜间 55
污染物排放标准	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)	/	昼间 70、夜间 55
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)	1 类	昼间 55、夜间 45

1.4 环境影响识别及评价重点

(1) 环境影响识别

在全面深入开展工程区环境现状调查、发展规划资料搜集等工作基础上，根据工程区环境保护要求和保护目标特点，结合本工程的工程任务、影响范围以及开发方式等基本情况，并参考国内外同类项目环境影响及环境保护的实践经验，采用矩阵法对工程各环境因素可能产生的影响进行初步识别分析，结果见表 1.4-1。

由表 1.4-1 可见，经筛选、识别确定本项目的主要环境要素是水环境、生态环境。其中主要环境影响因子是水文情势、水温、水质、陆生生态、水生生态；影响较小的环境因子主要是噪声、环境空气、人群健康和地下水等。

开化水库工程环境影响识别表

表 1.4-1

环境要素	环境因子	影响源				识别结果
		工程施工	水库淹没	工程运行	移民安置	
地表水环境	水质	-1L	-1L	±3L	-1L	-3L
	水文情势	-1L	-2L	-3L	0	-3L
	水温	0	0	-3L	0	-3L

地下水环境	水质	-1L	-1L	-1L	0	-1L
	地下水位	-1L	-1L	-2L	0	-2L
	环境地质	-1L	-2L	-1L	0	-2L
声环境	噪声	-2R	0	0	0	-2R
大气环境	环境空气	-1R	0	0	0	-1R
生态环境	水生生态	-1L	-3L	-3L	0	-3L
	陆生生态	-2L	-3L	±1L	-1L	-3L
	水土流失	-2R	0	±1L	-1L	-2L
社会环境	人群健康	-1L	0	0	±1L	±1L

注：+、-分别表示有利影响和不利影响；0、1、2、3 分别表示影响的程度忽略不计、小、中、大；R、L 分别表示可逆和不可逆影响。

(2) 评价因子筛选

根据环境影响识别，本次评价提出了环境影响评价现状评价因子和预测评价因子，详见表 1.4-2。

评价因子一览表

表 1.4-2

环境要素	现状评价因子	预测评价因子
水环境	水质、水温、水资源	水资源、水文情势、水质、水温
声环境	噪声	噪声
大气环境	环境空气	环境空气
生态环境	陆生生态、水生生态、水土流失	陆生生态、水生生态、水土流失
社会环境	人群健康	人群健康

(3) 评价重点

本工程建成后基本不产生污染物，但具有工程等级高、影响范围大等特征，对水环境、水生生态、陆生生态等环境要素均会产生一定影响，且影响可能也较为深远，如拦河闸坝建成后破坏河流的连通性、蓄水后库区河段形成河道型水库、水库淹没大量陆地、改变下游河道的水文情势和水环境容量、下泄低温水、退水对水质的影响等。因此，本报告以上述主要环境要素为重点开展评价工作。

1.5 评价等级

1.5.1 水环境

(1) 地表水

工程施工期生产废水和生活污水产生量小于 20000m^3/d，污染物性质较简单，主要为 SS、COD 和石油类等。建成运行后污废水主要为工作人员的生活污水、机组检修时产生的少量油污水和厂房地面冲洗废水，污废水产生量不大，小于 200m^3/d，污染物性

质简单。施工期砂石料冲洗废水、混凝土系统废水经处理后回用，生活污水经处理后回用；运行期工程生产废水和生活污水处理后回用，均不外排。本工程水库库容系数为0.46%，α 为 2.0，水库具有多年调节能力。工程建成运行后大坝上下游河道水文情势发生重大变化，进而造成水温、水动力、水体污染稀释降解特征等发生改变。因此，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，施工期地表水环境影响评价工作等级为三级，运行期评价等级为一级。

(2) 地下水

本工程属于生态影响类项目，工程施工期和运行期生产废水和生活污水均经处理后回用，不会对地下水水质造成污染。本工程对地下水的影响主要为施工期坝址处开挖，运行期水库淹没、渗漏对地下水位的影响，故本项目属《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)中附录 A 地下水环境影响评价行业分类表中的Ⅲ类。按照建设项目地下水环境影响评价工作等级划分，本工程地下水环境影响评价等级确定为三级。

1.5.2 生态环境

工程建设占地包括水库库区、工程枢纽区和各类施工临时设施占地区，总占地面积594.26hm^2，水库回水长度为 14.2km；工程水库库尾涉及钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园体制试点区等生态敏感区；工程建设将对河道水文情势产生显著影响，对库区及坝下游河道的水生生物及其生境产生一定的影响，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)评价等级分级依据，确定生态环境影响评价等级为一级。

1.5.3 环境空气

根据水利项目特点，本工程建成后正常情况下不排放基本污染物和其他污染物，各污染物占标率 Pi 均为 0；工程施工期主要大气污染物为 TSP，但其排放量及排放浓度均具有不稳定性，且影响范围主要在属于二类区的施工场界内。因此，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)，大气环境影响评价等级定为三级。

1.5.4 声环境

本工程噪声主要是施工机械噪声和交通运输噪声，由于本工程建设区执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类、4a 类，工程建设产生的噪声集中在施工期，工程建成前后噪声级基本无显著变化，工程 200m 范围内居民点数量较少。因此，根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)评价等级划分依据，本工程的声环境影响评价工作等级定为二级。

各环境要素评价等级及依据见表 1.5-1。

评价等级及依据

表 1.5-1

环境要素	依 据	评价等级
地表水环境	施工期污水总排放量<1000m^3/d，污水水质简单，排放水域规模主要为小～中，地表水水质要求为Ⅱ类。运行期主要为维护人员生活污水，污水水质简单，但工程运行后大坝上下游河道水文情势发生重大变化，进而造成水温、水动力、水体污染稀释降解特征等发生改变。	一级
地下水环境	本工程为水库工程，属于非污染类项目，工程建设不涉及集中供水水源地等地下水敏感保护目标。	三级
声环境	工程建设产生的噪声集中在施工期，主要为施工机械等产生噪声对周边居民点等声环境敏感对象产生影响。工程运行期不产生噪声。	二级
环境空气	工程建设产生的环境空气污染物集中在施工期，主要大气污染物为 TSP，排放量及排放浓度均具有不稳定性，影响范围相对较小。本工程建成后正常情况下不产生大气污染物，各污染物占标率 Pi 均为 0。	三级
生态环境	工程总占地面积 594.26hm^2，工程占地区内以林地为主，水库库尾涉及钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园体制试点区。工程淹没河段无集中鱼类产卵地。	一级

1.6 评价范围

1.6.1 地表水

(1) 施工期

根据《环境影响评价技术导则 地面水环境》(HJ/T2.3-93)中水环境影响评价范围的确定原则，以及工程环境影响特点，施工期地表水环境影响评价范围为施工区上游 1km 至马金溪与池淮溪汇合口，包括约 24km 马金溪干流及 13km 池淮溪干流。

(2) 运行期

开化水库具有多年调节特性，坝下各水利水电库容较小，调节性能差。因此，考虑到本工程对水资源和水文情势的影响特征、供水灌溉区的分布特征，运行期地表水环境影响评价范围为齐溪水库坝址(本工程库尾)至开化县出境断面约 72km 的马金溪和下游常山港干流，以及 23km 的池淮溪干流和区间主要支流。

1.6.2 地下水

本工程所在区域地下水类型主要为孔隙潜水和裂隙潜水两种。孔隙潜水主要赋存于第四系地层中、裂隙潜水主要赋存于断裂带中。地下水受大气降水补给，向河流冲沟排泄。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)中评价范围确定原则，地下水评价范围应包括工程建设、运行和服务期满后三个阶段地下水位变化影响区域，本工程对地下水影响主要为工程建设和运行期，其中建设期主要为枢纽区开挖过程中，可能造成局部地下水水位发生变化；工程运行期，主要为开化水库渗漏或者浸没影响可能对区域地下水产生影响。

评价范围主要为：建设期主要为枢纽区、供水隧洞两侧各 500m 范围内；运行期为开化水库淹没区涉及的水文地质单元。

1.6.3 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)中噪声环境影响评价范围的确定原则，确定本工程声环境影响评价范围为各施工工区及周围 200m 范围，场内临时施工道路中心线两侧 200m 范围内。

1.6.4 环境空气

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)中环境空气影响评价范围确定原则，本工程环境空气评价范围为各施工工区周边 200m 居民区。

1.6.5 生态环境

陆生生态：据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ/T19-2011)中评价范围的确定原则，以及工程环境影响特点，确定本工程生态环境评价范围应包括可能受工程建设影响的陆生生态单元，即齐溪水库以下至开化水库坝址工程两侧第一重山脊线范围内以及料场区、弃渣场、施工临时设施占地区、移民安置区周边约 1km 范围。本工程水库库尾涉及钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园体制试点区，评价范围包括 3 处生态敏感区。

水生生态：考虑到本工程水温影响、水文情势与下游已建拦河闸坝的累积影响以及流域鱼类栖息生境保护要求，水生生态调查评价范围进行延伸，其中现状调查包括整个马金溪流域干流及主要支流，影响分析范围同运行期地表水环境。

上述各环境要素的评价范围如表 1.6-1。

环境影响评价范围一览表

表 1.6-1

环境要素	评价范围	
地表水环境	施工期	施工区上游 1km 至马金溪与池淮溪汇合口，包括约 24km 马金溪干流及 12.6km 池淮溪干流。

		运行期	齐溪水库坝址(本工程库尾)至开化县出境断面约 72km 的马金溪和下游常山港干流，以及 23km 的池淮溪干流和区间主要支流
地下水环境		建设期主要为枢纽区两侧各 500m 范围内；运行期为开化水库淹没区涉及的水文地质单元。	
环境空气和声环境		环境空气为各施工工区周边居民区；声环境为各施工工区及周围 200m 范围，场内临时施工道路中心线两侧 200m 范围内。	
生态环境	陆生生态	包括可能受工程建设影响的陆生生态单元，即齐溪水库以下至开化水库坝址工程两侧第一重山脊线范围内，以及水库工程土料场区、弃渣场和施工临时设施占地区周边 1km 范围；包括库尾淹没涉及钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园体制试点区。	
	水生生态	考虑到本工程水温影响、水文情势与下游已建拦河闸坝的累积影响以及流域鱼类栖息生境保护要求，水生生态调查评价范围进行延伸，其中现状调查包括整个流域干流及主要支流，影响分析范围同运行期地表水环境。	

1.7 评价时段

1.7.1 现状水平年

本工程环境现状评价水平年为 2017 年，有关污染源、水环境质量、陆生、水生动植物多样性等以现状监测与调查时段为准，辅以部分历史调查成果。

1.7.2 预测水平年

工程设计水平年为 2030 年。结合工程设计水平年，本项目环评施工期预测水平年为工程施工高峰年，即 2022 年；运行期预测水平年为工程设计水平年，即 2030 年。

1.8 环境保护目标和要求

1.8.1 环境功能区保护目标

根据工程所在区域的环境现状、环境功能区划要求和环境敏感目标分布，以及工程施工、运行特点，对本次评价的环境保护目标提出相关要求。

(1) 水环境

主要保护目标为工程所涉及马金溪和下游常山港干流及区间池淮溪支流河段，使工程所在的河段水质满足水功能和水环境功能区目标水质要求。加强施工期和运行期各类污废水的处理，各种污废水经处理后回用，禁止排放。加强库周污染源管控、受水区污染防治，保护库区和下游影响河段水质。水库初期蓄水和运行期，水库需下泄生态流量，保障水库下游的生态环境用水要求。

工程施工和运行期间，采取有效措施防止或减缓工程建设对地下水水位的影响。

(2) 环境空气和声环境

加强施工管理和污染控制，使大气污染物排放强度满足《大气污染物综合排放标准》

(GB 16297-1996)的无组织排放浓度限值，建筑施工场界噪声排放满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的排放限值，同时使敏感点和周边的环境空气符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)一级标准，声环境满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类、4a 类声环境功能区标准。

(3) 生态环境

保护工程所在区域陆生生态系统的完整性，加强施工期管理，避免扰动施工管理区范围外的动植物，尽量避免伤及野生动物。采取有效、可行的工程措施和植物措施，对于水库淹没区的珍稀植物和古树采取移栽保护措施，对各类临时施工场地实施植被恢复。加强对水生生物的保护，初期蓄水期和运行期保障大坝下游河段内生态环境用水的需要；采取工程措施，减缓工程下泄低温水的影响；对马金溪流域干支流栖息地进行生态修复；采取过鱼设施、鱼类增殖放流等工程措施，保护工程所在区域和流域鱼类资源，维持鱼类种群的稳定和生物多样性。

1.8.2 环境敏感目标

(1) 水环境

本工程库区内无集中式饮用水源，坝址下游马金溪干流现状分布有马金溪开化饮用水水源保护区、马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区；支流池淮溪上分布有池淮镇立江村地下水农村饮用水水源保护区。

开化水库淹没区、工程枢纽区、施工区、移民安置区均不涉及各水源保护区和取水口，供水隧洞支线有 0.36km 下穿马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区二级保护区。水库运行对马金溪水资源时空分配产生影响，须采取措施对各敏感目标进行保护。

(2) 生态环境

本工程的陆生生态环境敏感目标主要为库尾涉及的钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园体制试点区等生态敏感区，以及水库淹没区、施工占地区和移民安置区野生珍稀保护动植物、古树名木等。水生生态环境敏感目标为生态系统。

(3) 环境空气和声环境

根据现场实地调查，声环境和环境空气敏感目标主要为本工程施工区附近的居民点。

(4) 社会环境

建设征地涉及的规划搬迁总人口为 4721 人等。

工程环境敏感目标一览表

表 1.8-1

序号	环境要素	主要环境保护对象	与工程位置关系	保护对象概况	环境保护要求
1	水环境	主要为工程所在马金溪和下游常山港干流及区间池淮溪支流河段，1 处集中式饮用水水源保护区和 2 处农村饮用水水源保护区。	水库淹没马金溪干流以及支流，建坝蓄水后坝前水位抬高约 69m，水库长 14.2km，水库具有年调节性能，改变库区河段水文情势以及水温结构。并对下游河段水文情势、水资源、水质和水温产生影响。供水隧洞支线有 0.36km 下穿马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区二级保护区。	工程库区干流全长 14.2km，坝址处控制流域面积 233km^2，多年平均流量 9.33m^3/s，库区有河等支流。工程库区所在马金溪河段不涉及饮用水水源保护区，水环境功能区划为Ⅱ类，现状水质良好。坝下已建成多座水电站，马金溪干流有 1 处马金溪开化饮用水水源保护区，马金溪干流、池淮溪各分布 1 处农村饮用水源保护区，分别为马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区、池淮镇立江村地下水农村饮用水水源保护区。	加强施工期和运行期各类污废水的处理，各种污废水经处理后回用，禁止排放。加强水库周围水污染源管理和控制，保护水库水质，使工程所在的河段水质满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)Ⅱ类标准。水库初期蓄水和运行期下泄生态流量，保障水库下游的生态环境用水要求。
2	环境空气和声环境	石柱村	与最近施工区水平距离约 120m	施工区 200m 范围内石柱村约 20 户	加强施工管理和污染控制，使大气污染物排放强度满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)的无组织排放浓度限值，建筑施工场界噪声排放满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的排放限值，同时使敏感点和周边的环境空气符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)一级标准，声环境执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1 类
		高岭村	与岩潭弃渣场最近距离约 120m	弃渣场 200m 范围内高岭村约 25 户	
		读经畈村	与读经畈弃渣场最近距离约 100m	弃渣场 200m 范围内读经畈村约 1 户	
		登丰村	最近户与供水管线水平距离约 30m。	供水管线中心线两侧 200m 范围内登丰村约 20 户	
		后山村	最近户与供水管线水平距离约 25m	供水管线中心线两侧 200m 范围内后山村约 100 户	
		忻岸村	最近户与供水管线水平距离约 50m	供水管线中心线两侧 200m 范围内忻岸村约 100 户	
		高山村	最近户与供水管线水平距离约 120m	供水管线中心线两侧 200m 范围内高山村约 50 户	
		读经畈	最近户与供水管线水平距离约 60m	供水管线中心线两侧 200m 范围内高山村约 50 户	
		芹阳街道	最近户与供水管线水平距离约 10m	供水管线中心线两侧 200m 范围内上溪村、花石坛、田底村等约 60 户	
		岙滩村	最近户与供水管线水平距离约 100m	供水管线中心线两侧 200m 范围内岙滩村约 30 户	
		高窑村	最近户与供水管线水平距离约 160m	供水管线中心线两侧 200m 范围内高窑村约 10 户	
		低窑村	最近户与供水管线水平距离约 20m	供水管线中心线两侧 200m 范围内低窑村约 15 户	
		杨邵村	最近户与供水管线水平距离约 85m	供水管线中心线两侧 200m 范围内杨邵村约 30 户	
		农场村	最近户与供水管线水平距离约 5m	供水管线中心线两侧 200m 范围内农场村约 25 户	

		窑棚边	最近户与供水管线水平距离约 20m	供水管线中心线两侧 200m 范围内农场村约 25 户	功能区标准。
		十里铺	最近户与供水管线水平距离约 35m	供水管线中心线两侧 200m 范围内十里铺村约 30 户	
		大路边	最近户与供水管线水平距离约 15m	供水管线中心线两侧 200m 范围内大路边村约 20 户	
		七棚	最近户与供水管线水平距离约 100m	供水管线中心线两侧 200m 范围内大路边村约 6 户	
		黄屋底	最近户与供水管线水平距离约 20m	供水管线中心线两侧 200m 范围内黄屋底村约 20 户	
		翁村	最近户与供水管线水平距离约 20m	供水管线中心线两侧 200m 范围内翁村约 30 户	
		寺桥	最近户与供水管线水平距离约 30m	供水管线中心线两侧 200m 范围内寺桥村约 10 户	
		方家庄	最近户与供水管线水平距离约 10m	供水管线中心线两侧 200m 范围内方家庄村约 20 户	
		池淮镇	最近户与供水管线水平距离约 10m	供水管线中心线两侧 200m 范围内星新社区、后垄畈等约 200 户	
		米墩	最近户与供水管线水平距离约 10m	供水管线中心线两侧 200m 范围内米墩村约 50 户	
3	陆生生态	评价范围内钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园体制试点区等生态敏感区，以及陆生生态系统和陆生动植物，尤其为珍稀保护动植物。	工程水库库尾回水淹没钱江源国家公园生态保育区面积 8.95hm^2(涉及河道长度 1.14km)；淹没涉及钱江源省级风景名胜区风景游览区(二级保护区)面积 8.95hm^2(涉及河道长度 1.14km)、外围保护地带面积 16hm^2(涉及河道长度 1.75km)；淹没涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)约 27.18hm^2（涉及相应河道长度 3.64km）；复建 G205 国道有 1.1km 涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)。 工程占地及水库淹没影响的自然林生态系统，包括植被、植物、珍稀濒危保护动物和栖息生境、古大树等。	工程涉及钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园体制试点区等生态敏感区。工程区域以人工林、次生林为主；评价范围内专题调查发现有 6 株古树。评价区分布有国家珍稀保护动物 8 种，省级保护动物 26 种，以鸟类为主。	保护工程所在区域陆生生态系统的完整性，加强施工期管理，避免扰动施工管理区范围外的动植物，尽量避免伤及野生动物。严格控制施工占地，尽可能减少植被破坏面积，采取有效、可行的工程措施和植物措施，减少工程建设中新增水土流失量，施工结束后，对各类临时施工场地实施植被恢复。对受影响的珍稀保护植物和古树采取保护措施。

4	水生生态	流域特有鱼类和珍稀保护鱼类，以及鱼类产卵场等重要栖息生境。	水库建成后，改变库区水文情势，对流水性鱼类栖息生境产生一定影响；大坝阻隔影响鱼类洄游通道以及种群交流。	马金溪流域分布有宽鳍鱲、马口鱼、高体鳑鲏和革条副鰕等土著鱼类，无珍稀濒危特有鱼类，坝址下游分布有 2 处鱼类产卵场。	加强对水生生物的保护，运行期保障大坝下游河段内生态环境用水的需要；采取工程措施，减缓工程泄放低温水的影响；对干、支流栖息地进行生态修复；采取过鱼设施、鱼类增殖放流等保护措施，恢复鱼类资源，维持鱼类种群的稳定和生物多样性。
5	社会环境	移民安置	基准年工程建设征地涉及搬迁总人口为 4536 人，至规划水平年搬迁总人口 4721 人，规划马金镇星田区块、开化县上茨区块两处地点。移民安置专项工程涉及交通工程复建、通信工程、防护工程等。		保证移民原有居民的生活水平不低于原有标准，并尽可能提高其生活质量。对集中移民安置点污废水处理后进行回用，生活垃圾收集后集中处置，并对安置区进行植物景观绿化。

1.9 环境影响评价程序

按照《建设项目环境保护管理条例》和《环境影响评价技术导则 总纲》的要求，本工程环境影响评价工作分为准备、正式工作、报告书编制三个阶段。环境影响评价程序见图 1.9-1 所示。

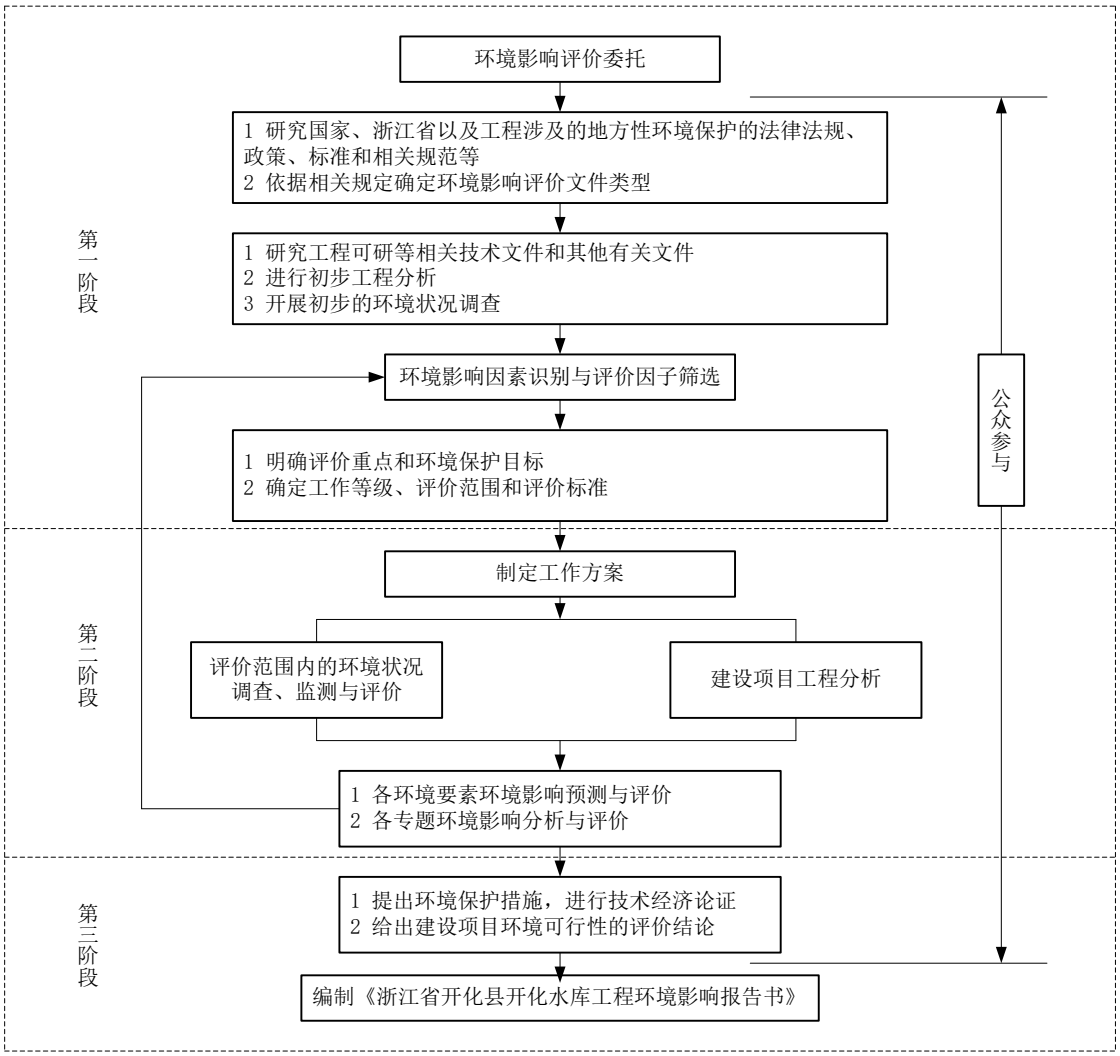


图 1.9-1 本工程环境影响评价工作程序

2 工程概况

2.1 流域概况

钱塘江是浙江省第一大河，位于浙江省西部，流域面积 55558km^2，主流长 688km，其中浙江省面积 35500km^2。流域中上游为金衢盆地，河口两岸有杭嘉湖平原和萧绍宁平原，是浙江省人口及经济要素集聚地。

马金溪为钱塘江南源，发源于安徽省休宁县坂仓青芝埭，经江田、浯田岭、南田、玉石潭、桃林，在西坑口由西北向东南注入齐溪水库，出库后经霞山、马金、底本、音坑、城关、华埠，与池淮溪汇合后称常山港。常山港自下界首入境后流向南，经何家、辉埠、湖东，西岸有龙绕溪水汇入，东南流经天马镇，在三里滩有南门溪水汇入，流经狮子口、青石、阁底，北岸有虹桥溪水汇入，东流经五里，北岸有芳村溪水汇入。经招贤镇后，在官庄村下游进入柯城沟溪。经河东、航埠、万川、汪村，在双港口汇入衢江。

马金溪全长 104km，河道平均坡降 5.92‰，流域面积 1011km^2，开化县境内 975km^2。该溪流经齐溪、马金、村头、音坑、城关和华埠，主要支流有何田溪、村头溪、中村溪和金村溪。其中何田溪河长 32.6km，流域面积 147km^2，河口处多年平均流量 4.39m^3/s；村头溪河长 30km，流域面积 159km^2，河口处多年平均流量 4.75m^3/s；中村溪河长 33km，流域面积 139km^2，河口处多年平均流量 4.62m^3/s；金村溪河长 25km，流域面积 77km^2，河口处多年平均流量 1.16m^3/s。

池淮溪：发源于江西省婺源县的大鳙岭，全长 54km，河道平均坡降 9.72‰，流域面积 413km^2，流经长虹、池淮，与马金溪、龙山溪汇合后注入常山港，河口处多年平均流量 16.2m^3/s。流域境内多高山峻岭、林木茂盛，溪水长流，水量充沛，含沙量比其他河流少，冲积现象不明显。

龙山溪：源出浙赣两省交界的杨林镇，河长 40km，河道平均坡降 14.91‰，流域面积 333km^2，开化县境内 287km^2，流经杨林、桐村、华埠，与马金溪、池淮溪汇合后注入开化港、常山港，河口处多年平均流量 13.0m^3/s。支流有裴源溪、王坂溪和严村溪。流域境内多高山峻岭、林木茂盛，土地肥沃，水力资源丰富；但河道多为卵石夹沙，河床不稳定，断面狭小，水流受阻，遇山洪暴发，淹没农田、损坏庄稼。

马尪溪(蚂蟥溪)：发源于大溪边乡，流域面积 279km^2，河长 57km，河道平均坡降 6.26‰，流经大溪边(黄谷)、林山和华埠，到华埠下界首流入常山港，河口处多年平均流量 10.9m^3/s。

2.2 流域规划及规划环评

2.2.1 钱塘江流域综合规划

1999 年，经浙江省人民政府(浙政发[2000]23 号文)批准的《钱塘江流域综合规划》(也称“99 综规”)是流域历史上涉水建设管理的依据。随着浙江省城镇化和经济快速发展，对流域保护、治理、开发和管理提出了新的更高的要求。2008 年 10 月，浙江省水利厅着手开展新时期的钱塘江流域综合规划的编制工作。2014 年 12 月，完成了《钱塘江流域综合规划》(2011-2020)。规划构筑了流域防洪减灾、水资源保障、水资源保护与水生态修复、流域综合管理四大体系，确定了流域综合治理格局，制定了规划主要控制指标，对全流域系统治理进行了全面的部署和安排，是规划期内流域保护、治理、开发和管理的基本依据。

2015 年 2 月，浙江省人民政府以“浙政函[2015]12 号”批复了《钱塘江流域综合规划》(2011～2020)。针对常山港防洪规划及规划水库方面，规划报告提出在马金溪建防洪水库，经过水库调节后，使开化、常山、衢州、龙游城区达到 50 年一遇防洪标准，相应提高各农防保护区防洪能力。规划报告对马金溪防洪水库方案进行了比较，推荐采用“钱江源水库(即“开化水库”)+中密赛水库”方案，总防洪库容 1.48 亿 m^3。其中钱江源水库总库容 2.22 亿 m^3，防洪库容 0.62 亿 m^3，正常蓄水位 256m，钱江源水库可以直接保护马金镇及下游音坑、开化县城等地区；又能蓄存水资源，解决开化县水资源“留不住”的问题，改善下游马金镇河段、七里垅峡谷、开化县城区段、华埠段等约 50km 河段水环境，常年保持较大水流，对开化县打造钱江源生态休闲旅游、国家东部公园提供绝佳平台和条件。中密赛水库防洪库容 0.86 亿 m^3，能够满足流域规划对开化县、常山县的防洪能力提升要求，衢州市和龙游县城市防洪工程基本达到 50 年一遇标准。

规划实施建议方面，规划提出，2020 年优先新建干流防洪、改善水生态环境为主结合供水、灌溉、发电的综合利用工程 1 座：开化钱江源水库（即开化水库）。

另据调查，《钱塘江流域综合规划》(2011～2020)未同步开展规划环评编制工作。

2.2.2 马金溪流域综合规划

2013 年，浙江省打响了“五水共治”攻坚战，通过治污水、防洪水、排涝水、保供水、抓节水实现生态文明建设。为加强开化县马金溪流域水资源的有序开发、合理利用和有效保护，受开化县水务局委托，2018 年 4 月，浙江省水利水电勘测设计院编制完成了《开化县马金溪流域综合规划》。

2.2.2.1 规划范围

开化县马金溪流域综合规划范围主要为马金溪流域，上至齐溪镇，下至长风水库坝址，流域面积约 2082km^2。

2.2.2.2 规划目标和任务

(1) 通过水文水利分析，提出防洪堤线规划。

(2) 提出流域上游防洪控制性工程方案，论证其建设防洪水库的必要性及其综合开发利用的工程规模。

(3) 调查规划研究范围内工业、生活用水、灌溉用水，预测该区域不同水平年的需水量，进行规划水量供需平衡分析，提出供水规划和灌溉规划。

(4) 调查分析流域水土流失成因，提出水土保持规划意见。

(5) 调查水质情况，提出水资源保护措施意见。

2.2.2.3 主要规划内容

(1) 防洪工程

① 防洪保护范围及标准

防洪保护范围为齐溪镇镇区段～长风水库坝址的沿岸地势低洼地带。根据《防洪标准》(GB50201-2014)及保护对象，结合当地实际情况确定其防洪标准如下：马金镇防洪标准 20 年一遇；开化县城关镇～华埠镇段近期防洪标准为 20 年一遇，2030 年防洪标准达到 50 年一遇。沿岸农村及农田区域，防洪标准为 10 年一遇。

② 防洪规划思路

山区性流域洪水治理需遵循“全面规划、综合治理、蓄泄兼筹、切实可行”的治理原则，通常采用“上蓄、中疏、分片设防”的治理方式。针对流域洪涝灾害成因，并结合流域内地形气候特点及存在问题，防洪规划思路主要采用上游建开化水库和密赛水库拦蓄洪水、水库下游重点地区修建堤防挡洪，并结合城镇建设疏浚河道加大泄洪能力等主要工程措施，构成流域的防洪工程体系。

③ 规划水库工程

现状常山港干流总体防洪能力在 10 年一遇左右。规划兴建钱江源水库和干流堤防，局部设开口堤，使常山港干流防洪能力由 10 年一遇提高到 20 年一遇以上，开化、常山城区基本达到 50 年一遇，衢江干流农村及大片农田达到 10 年一遇以上。远期兴建密赛水库后，常山港流域总体防洪能力达标。

防洪库容成果汇总表

表 2.2-1 单位：万 m^3

工况组合	20 年一遇		50 年一遇		备注
	开化水库防洪库容	密赛水库防洪库容	开化水库防洪库容	密赛水库防洪库容	
开化水库单独调度	2500		5800		20 年一遇采用马金断面控制洪水，50 年一遇采用密赛断面控制洪水
密赛水库单独调度		11000		15000	常山控制洪水
联合调度		8200	5800	11000	常山控制洪水

④ 河道整治及防洪堤

分别针对马金溪的齐溪支流段、石柱左岸、石柱右岸、扁石段、霞山一村上游段护岸、一村～下田段护脚、太阳岛段护岸、月亮岛段、姚家～杨家、星田段、上园村～上底本桥、溪口段、福洲段、山底段、青山头段、姚家段、考坑溪支流回水堤、上湖田段、杨家坝段、明廉电站段、高山段、上音坑～音坑乡政府、下淤段、大路段、下淤林区段、龙潭水电站段和支流杨和溪等共计 27 个河段开展河道整治和防洪堤工程建设。

(2) 水资源规划

① 总体格局

开化县本地水资源丰富，但由于时空分布不均，现阶段水资源供需矛盾基本属于工程性缺水。同时根据现状分析，开化县乡镇供水除了镇区有乡镇水厂外，大部分行政村都是采用分散饮用水工程供水，供水规模较小，供水保障程度不高。因此整个供水区现状都急需要量质保证的水源工程。根据《钱塘江流域综合规划》(2011～2020)，干流规划新建开化水库和密赛水库，作为流域骨干调蓄工程，向开化县城供水，同时可解决干流两岸灌溉缺水和乡镇生活用水。

本流域综合规划供水工程干流为开化水库，密赛水库作为备用水源。支流近期规划供水工程为小(1)型水库 4 座，远期水库功能调整为水环境用水。

② 规划工程

1) 开化水库

开化水库坝址位于马金溪高岭村下游约 1.2km 处，以防洪为主，结合改善水环境、供水、灌溉，兼顾发电等综合利用。水库集水面积 233km^2，多年平均径流总量 2.92 亿 m^3，正常库容 14546 万 m^3，供水库容约 8200 万 m^3。可满足本次规划范围的用水需求，且富余量大。

2) 黄连坑水库

坝址位于马金镇黄连坑支流上，坝址以上控制集水面积 4.9km^2，坝址多年平均入库径流量为 630 万 m^3。水库主要任务以供水为主，结合改善水环境等综合利用。水库总库容 25 万 m^3，正常库容 20 万 m^3，死库容 2 万 m^3，水库多年平均年供水量 30 万 m^3。

3) 大黄山水库

坝址位于村头镇村头溪上的一条支流上，坝址位于大黄山水电站上游 2.4km 处，控制集水面积 159km^2，坝址多年平均入库径流量为 871 万 m^3。水库主要任务以供水灌溉、防洪为主，结合改善水环境、发电等综合利用。水库总库容 50 万 m^3，兴利库容 30 万 m^3，防洪库容 10 万 m^3，死库容 2 万 m^3。水库多年平均年供水量 600 万 m^3。

4) 下坑源水库

坝址位于音坑乡下坑源支流上，坝址以上控制集水面积 2.40km^2，坝址多年平均入库径流量为 311 万 m^3。水库主要任务以供水为主，结合改善水环境等综合利用。水库总库容 60 万 m^3，正常库容 45 万 m^3，死库容 5 万 m^3，水库多年平均年供水量 100 万 m^3。

5) 塘坑源水库

坝址位于音坑乡塘坑源支流上，坝址以上控制集水面积 0.40km^2，坝址多年平均入库径流量为 47 万 m^3。水库主要任务以供水为主，结合改善水环境等综合利用。水库总库容 25 万 m^3，正常库容 20 万 m^3，死库容 2 万 m^3，水库多年平均年供水量 30 万 m^3。

(3) 节约用水规划

① 农业节水工程

1) 渠道防渗

根据开化县的实际，山丘区应大力推广渠道防渗技术，做到先干支，后斗农，水稻灌溉区，农渠不防渗。

2) 喷微滴灌

在开化县的经济园区应大力推广喷微灌技术。根据开化县的实际，结合经济发展的可行性，规划在“滩头村黄土丘陵开发项目”推行节水灌溉技术，在项目区内推广微、滴灌修建节水灌溉渠道。

3) 高标准农业节水示范园区规划

规划在“青联茶叶示范园”对 500 亩龙顶茶进行节水灌溉设施配套，进一步提高齐溪水库灌区、碧家河水库灌区等五大灌区的灌溉条件，针对灌区现有的灌溉渠系配套不

完善、水利工程老化失修等实际问题，有效解决“有水引不进”的问题，规划对五大灌区进行节水工程改造。

② 工业和城市生活节水

工业和城市生活节水主要包括推广应用节水器具和设备，如节水型水龙头、淋浴节水器具等。为了减少城市供水系统中难以计量的损失，将其控制到最低限度，除了采取加强运营管理、加强维修，提高人们的节水意识，培养良好的用水习惯等措施外，当首推保持合理的供水水压。水泵装置变频调速运行，是现代调节并保持给水系统合理供水水压—定压供水是节能节水的有效途径之一。

③ 节水生产工艺的应用

近期规划期间争取对开化县 30%经济效益比较好但污染严重的企业推广应用节水排污量小的定型的节水型生产工艺。规划期间争取对上述 80%～100%企业推广应用节水型生产工艺。

④ 减污工程

1) 污水处理厂

开化县现有废水排放的企业主要分布在城关镇、华埠镇和马金镇，污水集中处理的重点在城关镇，规划期内建设开化污水处理厂。

2) 分流制排水系统

中心城区在规划时必须采用雨水管网和废污水管网分开的分流制排水系统，同时老城区逐步改为雨、废污分流制排水系统。所有工业污染源必须建立标准化排污口，统一排污口标志。明确排放标准类别和级别，县级以上重点污染源及废水日排放量超过 100t 或排放一类有毒污染物质的企业，须配备流量计并实行流量在线监控。

3) 废污水回用工程

在开化县城区人口相对集中的居宅小区及经济比较发达的乡镇内实施废污水回用工程，回用水主要用于附近广场的景观、绿化、降尘。污水处理厂处理后的水量，通过配套的给水管网回用于周围农田的灌溉用水和附近的工业补充水以替代新水作为冷却水、各种生产过程用水和锅炉补给水等。提倡推广应用“厂际串联用水”。

(4) 城乡供水规划

开化县中心城区规划范围内现有水厂三座：开化自来水厂、华埠自来水厂和岙滩净水厂。规划总体布局为：以开化水厂、马金水厂、金井水厂为核心，向外延伸供水管网到周边乡镇；以 20～200m^3/d 供水工程为主体，打造具有开化山区特色的农村饮水安全

巩固提升体系。

开化县“十三五”期间规划重大水源工程开化水库，实施后可作为开化县城乡供水一体化主水源；马金镇、中村乡、村头镇、音坑乡、华埠镇、城区周边村庄均可纳入城乡供水一体化管网。

规划阶段主要工程包括：扩建岙滩原水厂(位于城关镇)和马金镇水厂，新建岙滩原水厂二区和音坑-中村乡水厂。其中岙滩原水厂及其二区负责开化中心城区及下游的池淮镇与桐村镇的供水，马金镇水厂负责马金、村头两镇及马金镇至音坑乡沿马金溪两岸村庄的供水，音坑-中村乡水厂规模相对较小，负责水厂附近音坑、中村乡的供水。

开化水库输水系统受水水厂规模(2030 水平年)

表 2.2-2

序号	水厂名称	最大供水规模(万 m^3/d)	设计流量(m^3/s)	供水区域
1	岙滩原水厂及其二区	17.45	2.02	城区、池淮镇、桐村镇
2	马金镇水厂	2.94	0.34	马金、村头镇及音坑乡部分村庄
3	音坑-中村乡水厂	0.29	0.03	中村乡及音坑乡部分村庄
	总计	20.68	2.39	

(5) 灌溉规划

① 总体布局

农田水利工程建设以灌区的渠系续建配套与节水改造，小型水源工程建设以及喷微灌建设为建设重点，兼顾农田排水，为提高评价区灌溉保证率，拟建开化水库作为灌溉大型水源工程。工程布局上，主要是新建开化水库，用以补充马金溪干流下游左右岸的马金镇、音坑乡、城关镇、华埠镇及池淮镇省级现代农业园区的灌溉用水；基于农田水利工程分布现状，对现有的已老化或者不能满足农业发展要求的水利工程设施，包括灌溉设施、排水设施等进行改造或扩建；在缺少灌溉水源的地区，新建山塘、堰坝、泵站等小型水源工程；在排水困难，缺少排水设施的地区，改造或新建排水设施；同时，根据社会发展需要，在特色高效农业区，发展喷、微灌等高效节水灌溉技术。

② 规划工程

1) 大型水源工程建设

新建大型水库开化水库可提高水库下游 8.32 万亩农田灌溉保证率。补充下游灌溉的农田范围主要是位于马金溪干流下游左右岸的马金镇、音坑乡、城关镇、华埠镇及池淮

镇省级现代农业园区。开化水库下游农田灌溉首先利用水库坝址以下区间的天然径流，灌溉水量不足时开化水库补足。灌溉补水的方式采用水库根据灌溉需求放水至下游河道，再通过堰坝引水灌溉，农灌保证率达到 85%。

根据农灌供需平衡计算，2030 年供水区农灌多年平均毛需水量为 3127 万 m^3，扣除区间河道需要开化水库补水 1219 万 m^3。开化水库设计供水库容约 8200 万 m^3。可满足本次规划范围的灌溉用水需求。

2) 小型水源工程建设

本流域改造或新建设小型水源 263(座)，其中改造小型水源工程 233 处(座)，新建 30 处(座)。新增加库容 55.8 万 m^3，引水流量 2.23m^3/s。

3) 灌溉工程建设

本流域改造灌区 61 处，有效灌溉面积 3.11 万亩，改造渠道长度 243.2km，改造或新建水闸、涵洞等配套建筑物 183 座，改善灌溉面积 2.32 万亩，增加受益面积 0.84 万亩。渠系改造应达到《渠道防渗工程技术规范》和《灌溉与排水工程设计规范》技术要求。渠道配套改造中，应注意保持人与自然环境的和谐相处，渠道衬砌过程中尽量采用一些生态措施，如在渠道壁上设置生态坎等便于小型爬行动物出入设施，多设置人行桥、涵洞等方便渠道两边人来往。

4) 喷微灌工程建设

规划 2016～2020 年流域内建设喷微灌 13750 亩，其中喷灌 12050 亩、微喷 400 亩、滴灌 1300 亩，以露地喷灌为主。喷微灌建设应达到《微灌工程技术规范》(GB/T50485-2009)和《喷灌工程技术规范》(GB/T50085-2007)的技术要求。

(6) 水力发电规划

结合《开化县水电规划》，马金溪流域规划范围内规划电站 6 座，见表 2.2-3。

马金溪流域规划范围规划电站开发方案

表 2.2-3

序号	名称	水头(m)	集雨面积(km^2)	装机容量(kW)	所处河流
1	开化水库	59.5	233	15600	马金溪
2	密赛水库	14	797	20000	马金溪
3	溪上电站	5	195	500	马尪溪
4	上苏电站	5	246	640	马尪溪
5	碧家河四级	16.1	75.7	500	池淮溪
6	十里坑(辛田)电站	80	8	500	池淮溪

合计				37740	

(7) 水资源保护规划

① 水源地保护

全面开展饮用水水源保护区的划定，大力推进城乡饮用水源保护区生态环境保护规范建设和保护。积极推进城乡统筹的区域一体化供水，县以上城市要按照城市供水突发事故应急预案的要求，加快建设饮用水第二水源或备用水源。马金溪上游规划开化水库实施后划定饮用水水源保护区。

② 污染控制与治理

针对工业污废水进行处理，建设马金镇、音坑乡规划污水处理厂各一座，一般乡镇采用乡镇集中型处理、村庄分散型处理以及农户分散型处理三种污水处理模式。收集生活垃圾，开展集约化畜禽养殖污染治理，整治农业面源污染。

(8) 其他规划

其他规划还包括水生态保护与修复规划、水土保持规划等，如开展亲水绿道工程、滩地修复和湿地建设工程、水土流失治理工程等。

2.2.2.4 控制性工程及近期工程实施意见

(1) 规划控制性工程

本流域综合规划控制性工程为 2 座大型水库：开化水库和密赛水库。

开化水库以防洪为主，结合改善水景观与水环境、供水、灌溉，兼顾发电等综合利用。开化水库建成后，开化县城防洪能力由现状 20 年一遇提高到 50 年一遇防洪标准，并能够满足马金镇、音坑乡防洪要求；也能够较大程度的提高常山的防洪能力；同时可提高下游供水区的供水保证率和灌溉保证率。

密赛水库建成后，能够满足流域规划对常山县防洪能力提升的要求，衢州市和龙游县城市防洪工程基本达到 50 年一遇防洪标准。

(2) 规划近期实施意见

① 防洪规划

完成开化水库建设，提高开化县防洪标准。

完成马金溪龙潭堰坝以上段，建设堤防护岸 39.56km，其中新建提防 7.05 km，加固提防 12.41km，新建护岸 3.60km，加固护岸 16.50km。完成马金溪龙潭堰坝以下段，建设堤防护岸 23.69km，老堤景观改造 8.22km。形成完整的防洪保护圈。

② 供水工程

新建开化水库、大黄山水库、塘坑源水库三座水源工程。扩建岙滩原水厂(位于城关镇)和马金镇水厂，新建岙滩原水厂二区和音坑-中村乡水厂。

③ 灌溉工程

完成大型水源工程开化水库的建设，改造小型水源工程 233 处(座)，新建 30 处(座)。改造灌区 61 处，有效灌溉面积 3.11 万亩，改造渠道长度 243.2km，改造或新建水闸、涵洞等配套建筑物 183 座，改善灌溉面积 2.32 万亩，增加受益面积 0.84 万亩。建设喷微灌 13750 亩，以露地喷灌为主。

④ 水资源保护工程

开展流域内城市生活饮用水水源保护区的水源地规范化达标建设；开展流域内污染控制与治理，马金镇、音坑乡规划建设污水处理厂各一座。

2.2.3 马金溪流域综合规划环评

2.2.3.1 规划环评工作过程

2017 年 11 月，受开化县人民政府委托，我院承担《马金溪流域综合规划环境影响报告书》编制工作。2018 年 5 月，完成了规划环评报告的送审稿。

2.2.3.2 规划环评主要结论

(1) 规划分析

① 规划协调性

规划符合相关法律法规要求，马金溪干流的防洪、供水水库开化水库库尾淹没涉及钱江源国家公园、钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区，防洪规划的密赛水库可能涉及马金溪开化饮用水水源保护区二级保护区，这些工程在项目可研设计阶段均应开展相关论证并征询敏感区主管部门意见。

规划实施不涉及新增污染源和污染物排放，规划实施后将提高流域防洪减灾能力，促进流域经济社会可持续发展，规划符合《全国主体功能区规划》、《全国生态功能区划》、《钱塘江流域综合规划》等上层规划的要求，与《开化县域总体规划》、《开化县空间规划》、《开化县水资源综合规划》是协调一致的。

② 生态环境制约因素

根据环境现状调查结果综合分析，钱江源国家公园体制试点区、钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区、马金溪开化饮用水水源保护区，以及规划河段两岸分布的珍稀保护动植物是本次规划的环境限制性因素。

(2) 主要环境影响分析结论

① 水文水资源

1) 水资源

马金溪流域综合规划各专业规划实施后，到 2030 年马金溪流域水资源开发利用率为 23.3%。各城镇用水保证率均有所提高，灌溉用水有效利用系数提高到 0.6 以上。

马金溪流域城乡供水规划、灌溉规划实施后，就水资源空间分布来说，水资源均在流域内调配，2030 年新增耗水量所占比例较小，总体上不会影响马金溪干流和主要支流河道内生态的环境需水，新增库容对流域水资源时空分配将产生一定影响。丰水期与灌溉期重合，因此丰水期水资源量有所减少，枯水期受水库调蓄影响，河道径流量较规划前有所增加。

规划实施后，马金溪流域干、支流梯级对流域的水资源时间分配的改变较小，有利于提高流域供水条件，优化水资源的配置，提高水资源利用率。

2) 水文情势

马金溪干流上游已建控制性工程齐溪水库具有年调节性能，规划的开化水库和密赛水库均为年调节，干流其余规划拟建水电工程为日调节或无调节。规划实施后，开化水库以下河段汛期流量将有所减少，枯水期流量将有所增加，已建齐溪水库以及规划开化、密赛等水库联合运行，有利于削减洪峰流量、降低洪水水位。

自上世纪 60 年代以来，流域内水利工程对流域年内径流分配产生了一定的影响，变化趋势与水库的调蓄方式较为一致，表现为丰水期水量减少，枯水期水量增加，但年径流量没有出现显著变化。在已建和规划梯级的共同影响下，马金溪干流的年内径流过程将进一步坦化，但规划实施对规划水平年马金溪的年径流总量影响不大。

② 水环境

1) 水温

现状年齐溪水库表现为过渡型水库水温特征。开化水库对径流和热量调节作用明显，库区水温呈现弱分层的特征。与上游水库联合运行下，密赛水库水温分层结构表现为混合型特征，水库具有下泄低温水现象。马金溪支流汇入和水气热交换对梯级电站下泄水温影响具有明显的恢复作用。

2) 水质

马金溪流域现状水质状况良好，随着规划的实施，流域用水量和排水量不断增加，可能使流域污染负荷在一定时期内有所增加，同时污染源控制与污染治理水平也不断提

高，流域污染物入河量并未明显增加，总体来说规划实施过程对流域水质影响不大。规划实施后，马金溪流域枯水期下游河道流量增加，纳污能力有所增大；库区段水体水流减缓，自净能力将有所降低，但由于水量显著增加，水体稀释能力增大，纳污能力不会显著降低。

③ 生态环境

1) 陆生生态影响

马金溪流域规划对生态系统及其完整性产生影响的规划主要为灌溉、水力发电及水土保持规划，其次为防洪和供水规划。其中灌溉、水土保持规划有利于控制水土流失、提高流域内森林覆盖率，有利影响较为显著。规划工程占地、水库蓄水淹没等也将使部分森林、灌草丛和农田植被等地表植被受损，对生态完整性有不利影响，但受影响的地表植被面积总体较小，对生态系统的结构和功能影响小，规划实施后森林生态系统仍然是流域最主要的生态系统类型，其次为农业生态系统。

规划实施后对植物的影响主要包括水库蓄水淹没的影响。淹没线以下的植物种类均为区域常见种，分布较为广泛，不存在因局部植物物种损失而导致物种多样性减少或种群消失或灭绝的情况，且本规划实施产生的淹没面积也较小，因此，本规划实施后对植物和植被的影响较小。马金溪流域综合规划的实施，尤其是开化水库的建设，会对陆生动物及其栖息生境产生一定影响。

2) 水生生态影响

马金溪流域水库建设和梯级开发已对流域生态产生了一定累积性影响，主要表现为鱼类种群结构变化、鱼类洄游及遗传交流受到阻隔，鱼类多样性降低等。本规划实施对马金溪流域水生生态尤其是重要鱼类生境存在累积性影响，但各规划建设项目的影响均在可控程度内，通过强化梯级的生态调度、注重施工方式、采取生态修复性措施，能减缓规划实施后的累积性影响。

④ 生态敏感区

规划开化水库库尾回水淹没涉及钱江源国家公园体制试点区游憩展示区以及钱江源国家森林公园的游憩展示区，水库淹没对象主要是天然河道、河滩地、常绿灌丛植被。水库淹没面积较小，且仅涉及国家公园和国家森林公园边缘，因此对两个敏感区的生态系统完整性影响较小。

规划开化水库库尾回水淹没涉及钱江源风景名胜区的风景游览区(二级保护区)，不涉及钱江源风景名胜区特级保护区、一级保护区(核心景区)。规划工程开化水库枢纽建

筑物位于风景名胜区外，仅库尾汇回水淹没涉及景区，在风景名胜区范围内均不开展建设施工活动，基本不会对风景名胜区内的动植物资源等产生明显的不利影响。

⑤ 社会环境

防洪规划的实施对提高马金溪流域防洪安全，保障了城镇供水和农村供水安全，提高了灌溉用水利用效率，提高土壤保土、保水能力，减少疾病的发生。

(3) 规划方案的优化调整建议

供水规划中近期实施开发的黄连坑水库坝址位于生态保护红线内，且该水库社会效益、经济效益不显著，建议取消。

由于水电开发，马金溪干流河段纵向连通性被阻隔，对水生生态环境产生了破坏。本次水电规划的 4 座小水电将进一步破坏流域内河流的连通性，且开化县目前已经不再对马金溪流域内的小水电进行审批。因此，建议取消规划的 4 座小水电的开发。针对已建电站应完成整改并妥善解决现有水电站开发造成的水生生态破坏等环境问题。

防洪规划远期建设的密赛水库，需结合衢江流域其他工程，才可提高衢江的防洪能力。密赛水库坝址位于开化县城上游密赛村，淹没影响居民和农田较多，淹没人口达一万多人，工程实施难度很大；密赛水库坝址紧邻马金溪开化饮用水源二级保护区上游，工程建设过程中对水源保护区的水质会带来一定影响，工程建成运行后对下游水文情势、水温、水环境等均带来一定的累积影响；同时马金溪干流较大的鱼类集中产卵场位于密赛水库库尾，工程建成后水库淹没和水库回水对鱼类产卵场将造成影响。因此密赛水库远期需进一步论证工程建设的必要性和环境可行性。

供水规划拟建的大黄山水库、塘坑源水库、下坑源水库近期功能为供水，待开化水库建成后功能转变为改善水环境。水库建设对河流有阻隔作用，影响河流的连通性，对水生生态环境破坏较大，因此并无明显改善水环境作用。开化县现状枯水年缺水率为 1.6%，水库的供水作用也不显著。从环境保护角度考虑，建议大黄山水库、塘坑源水库、下坑源水库远期进一步论证。

防洪规划、供水规划和灌溉规划拟建的开化水库库尾淹没涉及钱江源国家公园、钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区。因开化水库建设是提升流域防洪抗旱能力、提高区域供水保障程度的需要，建设非常必要。建议在项目可行性研究阶段确定工程具体位置、规模、淹没范围后，通过专题论证，进一步分析工程对环境敏感区的影响，提出保护措施，并取得主管部门的意见。

(4) 规划主要环境保护对策措施

① 水环境保护

加强饮用水源地保护，开展流域水资源保护联防联治工作。强化控制断面水质监测，建立集中供水水源地水质自动监测和远程监控系统。加快经济结构调整，优化产业布局。大力推行清洁生产和发展循环经济。加强马金溪骨干水利水电工程联合调度，统筹好防洪、供水与生态的关系，协调好上游与下游生态环境需水的关系，保障河流生态环境需水。落实水土保持规划，加强生态环境建设。加强农业面源污染防治。加强流域生态补偿机制建设。

② 生态保护

1) 陆生生态

优化项目设计方案尽量减缓生态影响，尽量避免占用林地、耕地；尽量避让影响珍稀濒危植物和古树名木，对无法避让的采取迁地或就地保护措施。加强规划工程施工期间的环境管理与监理工作，规划工程完工后，应及时对施工临时占地区进行生态修复和耕地复垦。

2) 水生生态

加强栖息地的建设。将池淮溪汇口至长风水库坝址的常山港干流(约 11.65km)作为干流栖息地进行保护，选择双河电站坝址以下池淮溪(约 17km)和利平电站坝址以下的马尪溪(约 19km)作为本流域支流鱼类栖息地进行保护，列为马金溪流域土著鱼类的重要保护河段。优化水库调度，确保下游生态需水量，并通过水库调度形成人造涨水过程，以利于鱼类产卵。

规划未建水电工程开展建设过鱼设施研究；对于流域内已建成但未修建过鱼设施的水库工程，开展工程过鱼设施恢复的可行性等方面研究，逐步恢复鱼类洄游通道。

开展河岸带和河道水生态保护与修复；依托规划梯级，开展鱼类增殖站建设，促进鱼类资源增殖。加强渔业水域生态环境监测工作；加强渔业保护，实行禁渔期制度；加强重点保护鱼类的生物学和人工繁殖研究。

③ 环境敏感区

对涉及国家公园、风景名胜区、森林公园等生态敏感区的水资源开发利用活动，应进一步分析工程对环境敏感区的影响，并取得主管部门的意见。

④ 社会环境

合理规划施工场地和移民安置方式，控制工程占地规模，尽量不占、少占耕地。工程完工后，对工程临时占用耕地，进行复耕和土壤改良。发展循环和生态农业、集约农

业，优化土地利用结构与布局。

移民安置区应避开生态敏感区，选择基础条件较好的区域进行安置。做好移民安置规划和后期扶持。对移民安置区采取适宜的污水收集、处理方案。集中安置区应设置垃圾收集池收集生活垃圾并进行无害化处理。专业项目复改建工程施工期间的生产废水和生活污水应进行处理，并采取适宜的降尘和降噪措施。

认真贯彻落实党和国家的民族政策，尊重少数民族移民群众的风俗习惯；注重文物保护，减少文物古迹的淹没损失和施工破坏。

2.2.3.3 规划环评审查意见

2018 年 6 月，该规划环评报告通过了衢州市环境保护局组织的审查。审查结论认为，报告书经进一步修改完善后，可作为规划优化调整和实施的依据。2018 年 8 月，衢州市环境保护局出具了《关于开化县马金溪流域综合规划的环保意见》(衢环函[2018]105 号)，主要内容包括：

(1) 在规划实施过程中应重点关注的问题

① 以节约优先、保护优先、自然恢复为目标，明确环境目标以及“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”管理要求。严守生态保护红线，严控流域污染物排放总量，优化水力发电、供水、灌溉等各开发任务规划、推进流域生态环境质量改善。

② 严格保护生态空间。进一步优化《规划》空间布局。落实优先保护自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园、国家公园、饮用水水源保护区等重点保护水域、陆域生态空间的保护与管控要求。规划拟建的开化水库在流域防洪抗旱、区域供水保障等方面具有重要作用，库尾淹没涉及钱江源国家公园、钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区，建议在项目可行性研究阶段深入论证工程对各环境敏感区的影响，并提出相应的减缓措施。

③ 严格限制流域开发强度，优化开发方案。水资源开发利用应优先保证流域控制断面的生态用水需求，保障生态保护目标的需水量和径流过程，确保不造成河道脱水，避免对鱼类重要生境、重要取水目标等产生不良生态环境影响。落实环境准入负面清单，严格落实禁止和限制开发要求。

④ 加强干支流水生态保护，加强流域水生态修复。对鱼类资源进行分段保护，对生态流量下泄、栖息地保护、建设过鱼设施、增殖放流等保护措施合理规划和布局，结合生境修复、生态调度等辅助措施，对马金溪流域水生生态实施系统管理，以维持良好

的水生生态环境。提出解决现有水利水电工程存在生态环境问题的具体工程措施。

⑤ 强化流域水环境综合整治，切实保障饮用水安全，改善流域水环境质量。加强饮用水水源地保护，加大实施工业废水治理工程，加快推进工业企业污水纳管及园区管网建设，加快产业转型升级；加快城镇污水处理工程建设，完善配套污水收集管网建设。

⑥ 加强流域综合管理，健全长效机制。落实干支流生境保护、污染治理任务，建立健全水文、水环境、生态流量、水陆生生态等监测体系，根据动态监测情况，落实和完善环境保护对策措施。

(2) 其他建议

建议规划实施每隔 5 年或视规划调整变化情况及时进行环境影响跟踪评价。规划包含的近期建设项目在开展环境影响评价时，应深入论证项目建设可能产生的水生态、水环境影响及其对环境敏感区的影响，关注工程实施可能对流域生态安全的影响及环境风险，制定切合实际的水污染防治措施和生态保护措施；规划符合性分析等内容可适当简化。

2.3 工程地理位置

开化水库工程位于浙江省衢州市开化县，拦河坝坝址位于高岭村下游约 1.85km 处，水库库尾回水至上游齐溪水库坝下。供水工程自坝前至下游分别涉及马金镇、音坑乡、芹阳办事处、池淮镇，共计 4 个乡(镇、办事处)。

2.4 工程建设的必要性

2.4.1 项目建设提升钱塘江源头流域防洪抗旱能力、保障群众生命财产安全的需要

(1) 开化县境内洪水灾害

开化县境内河流属山溪性河流，源短流急，河床比降大，水量充沛，洪枯水位变化明显，含沙量少。由于长期受水流侵蚀的影响，河床两岸陡峭、谷底狭窄、河床深切，多数呈“V”型。特定的地理位置、复杂的气候因素注定了开化是历史上小灾不断，每隔 20 年左右就必发一次较大洪灾，洪水暴涨暴落，流速快，冲击力大。1949 年以后马金溪流域内发生较大洪涝灾害的时间主要有 1966 年 4 月 3 日、1967 年 6 月 19 日、1971 年 6 月 2 日、1995 年 5 月 31 日、1997 年 7 月 7 日、1998 年 6 月 12 日、2011 年 6 月 15 日、2017 年 6 月 24 日等，洪水造成水利、交通、通信线路等公共设施损毁，同时极易造成城镇进水、山体滑坡，给人民群众生命财产造成很大威胁。

2011 年 6 月 15 日～19 日，开化县普降暴雨和大暴雨。其中 6 月 15 日 0 时至 16 日

0 时，全县 40 个观测站有 37 个站点将于 100mm 以上，其中华埠站降雨量达到 285mm。19 日 0 时至 17 时，全县所有站点降雨超过 50mm，其中降雨量在 100mm 以上有 16 个站，桐村上花山站点达到 208mm，6 小时最大降雨量达到 135mm。“6.15”洪灾中，龙山溪桐村段超保证水位 1.9m；常山港华埠段超保证水位 2.02m，老城区被淹，水深 1.7m；池淮溪航头段超保证水位 0.4m；县城芹江段超警戒水位 0.98m，县城西区受淹。“6.15”洪灾中，龙山港桐村段超保证水位 1.2m，华埠镇超警戒水位 0.88m。洪水造成全县 18 个乡镇 220 个行政村 18 万人口受灾，倒塌房屋 402 间，转移群众 1.6 万人次，抢救被洪水围困群众 620 人；400 间工矿企业停工停产；15 所学校停课；公路中断 50 条次，供电中断 41 条次，通讯中断 114 条次。损坏堤防 695 处，冲毁塘坝 141 座，损坏灌溉设施 710 处，损坏机电泵站 60 座，损坏水电站 17 座。农作物受灾面积 10.256 千公顷，成灾面积 6.163 千公顷，农作物绝收面积 1.954 千公顷，水产养殖损失 0.226 千公顷。直接经济损失 5.545 亿元。其中水利损失 1.64 亿元。

2017 年 6 月，开化县连续发生多轮大到暴雨降雨过程，6 月 9 日 0 时至 6 月 25 日 8 时，全县面雨量 569mm，位居全省第一，为常年同期的 232%，最大华埠镇旭日站达 633.5mm。6 月 23 日 15 时至 24 日 15 时，全县平均降雨量 164mm，24 小时累计总降雨量 3.66 亿 m^3。受“6.13”“6.22”两次强降雨影响，马金溪、村头溪、何田溪、长虹溪、龙山溪等河道多处河段超警戒水位或保证水位。开化站 6 月 24 日 16 时 50 分最高洪水位 125.81m(超保证水位 0.81 m)，洪峰流量 2300m^3/s，洪峰水位及流量为开化站设站以来最高值。其中齐溪水库 1000 m^3/s 以上入库流量持续时间近 3 小时，属建库以来首次。齐溪水库于 24 日 8 时 20 分开闸泄洪，最大下泄流量 1002 m^3/s，累计泄水量达 3341 万 m^3。洪灾造成沿河大量村庄进水，农田受淹，电力、通讯中断，道路塌方、损毁，民房倒塌，山体滑坡。损坏堤防 843 处，85.36km，损坏护岸 247 处，损坏水闸 2 座，损坏机电泵站 15 座，城区及华埠、桐村、何田等乡镇 30 个村饮用水设施受损。农作物受灾面积 11.29 万亩，成灾面积 3.27 万亩，绝收面积 1.21 万亩，减产粮食 0.33 万吨，经济作物损失 9263.24 万元，水产养殖损失 0.05 万吨；林道塌方 70km，苗木受淹 2500 亩。205 国道、17 省道等主要干道局部受损、中断，县乡道 31 条城乡线路、100 余条乡、村路段路面被淹，道路中断。损坏土地开发在建项目 150hm^2，新发生地质灾害点 46 个。城区 100 处地下商场、车库，华埠集镇老街店铺大面积进水。全县 1.5 万户城乡居民供电中断。损坏通讯线路 26.36km，11 家工矿企业停工停产。华埠、马金、音坑等乡镇的 60 余个村进水，最深进水 2.5m，倒塌房屋 224 间，进水 2.9 万间。全县受灾人口 14.7

万人，转移人口 1.1 万人，直接经济损失 2.44 亿元。

(2) 流域洪水灾害

近年来钱塘江流域较大洪水为 2011 年 6 月的梅汛期洪水，钱塘江流域遭遇了四次较强降水过程，平均累计降水量为 518.2mm，超过常年梅雨期平均降雨量，钱塘江衢州以上的平均降雨量均超过 1954 年以来历史同期最高记录；流域内最大点降雨量为安徽五城站 858mm(省内最大为开化县徐家村站 816mm)。

第一次降雨过程较大降雨主要集中在衢江上游江山港和新安江库区，钱塘江出现流域性的降雨过程，流域面雨量 119mm，新安江库区 172mm，土壤含水量基本达到饱和，缓解了旱情；第二次降雨主要集中在新安江库区和衢江上游江山港等，流域面雨量 65mm，新安江库区 147mm，解除了旱情，中小型水库逐步蓄满；第三次降雨过程强度强、累计雨量大，较强降雨主要集中在衢江上游常山港及新安江库区，流域面雨量 133mm，其中新安江库区 261mm、衢州断面以上 171mm、兰溪断面以上 123mm，本次较强降雨过程地域分布基本与前两次重叠，钱塘江出现流域性的洪水。第四次降雨过程降雨中心在灵山港和乌溪江下游一带的衢江南部地区，流域面雨量 108mm，其中新安江库区 96.3mm、衢州断面以上 152mm、兰溪断面以上 119mm；同时，金华江流域也有较大降雨。第三、第四次强降雨区域基本重叠，主要集中在钱塘江中上游衢江、新安江库区等流域，形成干流双峰型洪水过程。

受强降雨影响，引发了流域内洪水、山洪和山体滑坡、泥石流等地质灾害，钱塘江干流兰江和支流灵山港等地低标准农村堤防、山区溪流堤防漫顶或缺口；大片即将成熟的早稻被淹绝收，大批鱼塘、大棚设施损毁；衢州市区和兰溪、桐庐、龙游、开化等县城局部分受涝；大量房屋受淹受损、倒塌；杭新景高速公路千岛湖支线因路基塌方被关闭，一些国省道一度中断，不少山区道路因塌方中断，一些供电通信等线路倒杆。据统计，钱塘江流域(不含浦阳江流域)17 个县市区受灾，受灾人口 274 万余人；倒塌房屋 1.05 万间；农作物受灾面积 200 万亩，其中成灾面积 122 万亩、绝收面积 34 万亩；2790 家企业停产；损坏小水库 5 座、堤防 4424 处 892km、损坏护岸 4431 处。因灾死亡 3 人，造成直接经济损失 84.1 亿元，其中水利工程水毁损失 18.9 亿元。

(3) 堤防工程防洪标准不一，流域整体防洪能力不高

常山港、江山港多数仍以农村堤防为主，现状堤防防洪能力在 5～10 年一遇为主，开化、常山、衢州和龙游县城的城市防洪堤现状防洪能力达到了 20 年一遇但不足 50 年一遇，干流整体的防洪能力普遍不高，即便是衢江中下游加固的堤防，多数是开口堤、

未形成防洪闭合圈，受洪水淹没也在所难免。由于常山港上游原规划的密赛水库未建，下游沿岸的开化、常山、衢州和龙游四座城市防洪能力均不达标，城市防洪能力在省内处于中下水平。衢江流域整体防洪能力依然薄弱，与流域的经济布局、社会发展水平还不相适应。

(4) 开化水库是《钱塘江流域综合规划》中防洪体系建设的重要组成部分

随着经济社会的发展，灾害造成的经济损失有逐渐增长的趋势。频繁发生的洪涝灾害是长期以来制约开化县以及钱塘江流域上游区经济社会发展的重要瓶颈之一。

《钱塘江流域综合规划》提出流域综合治理要遵循“立足保障、突出保护、强化重点、面向现代”的原则，进一步完善“资源保障、除害兴利、河流健康、人水和谐”的流域综合治理总体布局，健全“上蓄下挡、蓄泄兼筹、分级设防、保弃有序”的流域防洪减灾体系”。

常山港干流目前无控制性大型工程，且沿江两岸防洪标准普遍不高，故通常年份洪水一来，也会受到不同程度灾害。开化、常山、衢州、龙游等城市防洪工程目前按 20 年一遇标准设计建造，现状城市实际防洪能力在省内处于中下水平，防洪能力亟待提高。《钱塘江流域综合规划修编》提出规划新建开化水库和密赛水库。作为流域骨干调蓄工程，“开化水库+中密赛水库”总防洪库容 1.48 亿 m^3，可以使常山港干流防洪能力由 10 年一遇提高到 20 年一遇以上，使衢州和龙游达到 50 年一遇，使衢江干流农村堤防达到 10～20 年一遇。

开化水库工程建成后，开化县城防防洪标准能够达到 50 年一遇；同时能够满足马金镇、音坑乡 20 年一遇的防洪要求。

2.4.2 项目建设是合理开发利用水资源，提高区域城乡供水保障程度的需要

(1) 降雨与径流

开化县地处亚热带季风气候区，降水主要集中在春季和夏季。3、4 月为春雨阶段，梅雨季节（一般 5 月下旬到 7 月上旬）雨日多，降水量大，一般年份都将出现一个较为明显的降雨集中期。梅雨季节结束后即进入盛夏季节，降水明显减少，气温高，蒸发量大，容易发生干旱。7-9 月也有可能受台风外围影响，带来暴雨。根据各雨量站实测资料年内分配情况，大部分降雨集中在 4-10 月，其降雨量占全年总量的 75%左右，7-9 月降雨量占年总量的 25%左右。

径流的年内分配受降水和下垫面条件在空间分布上不均匀性的共同影响，不均匀性更为明显。但径流在年内各月之间的分配与降雨量相似，开化县多年平均汛期（4～10

月）径流量占全年径流量的 76.7%，多年平均 5～6 月径流量占全年径流量的 39.3%，多年平均最大月径流量占全年径流量的 20%左右。

(2) 供水现状及存在问题

开化县马金溪供水工程现状较为分散，基本上以自然村为单位形成自来水供应，范围小，保证率低，有的甚至还采用原始的取水方式如压水机、井提水、挑水等，全县有一定规模的供水企业仅开化水厂与华埠水厂两家，日供水能力合计 5 万吨，水厂取水方式基本为直接在马金溪河道内取水。其余马金镇、音坑乡、池淮镇、桐村镇已建或规划建设的水厂规模均在 1 万吨以下，都是就近河道或溪涧取水。部分山区城镇供水设施建设滞后、自来水站建设标准低、制水工艺设施参差不齐，部分供水管网严重老化，农村饮用自来水普及率较低，合格率较低。且乡镇小供水站处理工艺落后，水质无法保证。

开化县中心城区及大部分乡镇仍取用马金溪河道水，但由于受降水和下垫面条件在时空分布不均的影响，来水量往往集中出现在几次大的暴雨中，大量来水以洪水形式排泄，马金溪上又缺乏足够的拦蓄工程，径流得不到有效拦蓄利用，水资源未能得到有效利用。通过供水区长系列径流统计分析，存在枯水年枯水期连续好几个月天然来水很小，碰到特枯年份，生活用水都要挤占生态用水。以开化水厂为例，2015 年开化水厂城镇用水量为 947 万 m^3，进行现状工况水量供需平衡后，现状用水保证率可以达到 95%，缺水月份基本集中在 7~10 月；在规划水平年的需水工况下，开化水厂若仍从马金溪河道取水，则基本上每年存有不同程度缺水，缺水月份集中在每年干旱期 7~9 月，月保证率降到 75%，碰到枯水年 1967 年 9~10 月、78 年的 8~9 月基本上都是天天缺水。因此整个供水区现状遇枯水年份或枯水期供水不能得到保障，并存在安全风险，急需要水量和水质得到保证的水源工程。

开化水库成库条件好，具备条件建设成为多年调节能力的大型水库工程，通过水库的兴利调度，对河道径流调峰补枯，解决坝址下游河道沿线乡镇与开化城区的干旱缺水及发展用水，向开化中心城区及域内主要乡镇提供优质水源，规划供水人口 31.02 万人，占全县总人口的 83.2%。既可以提高供水保证率，同时也能够提升供水水质安全。

综上，兴建开化水库可以有效提高马金溪下游城乡生活、生产的供水保证率，进一步提高地区经济社会发展的水资源保障支撑能力。

2.4.3 项目建设是提高水库下游农田灌溉保证率的需求

开化县地处浙江省西部，浙皖赣三省七县交接处，为纯山区县，素有“九山半水半分田”之称。绝大部分村庄、农田主要分布在马金溪等河流两岸的河谷平原内，如马金

镇的大於村河谷平原、池淮畈平原、华埠平原等。

由于开化县降雨与径流的年际与年内分配分配不均，降雨多集中在 4 月至 6 月，山区河流源短流急，江河满溢；7 月至 9 月常晴热少雨，日照强，溪流很快枯竭，常发生夏秋旱灾。根据历史文献，早在汉代就有灾异的记录，开化县旱期畅游连续二年或三年，甚至连续四年。气象站与水文站设立后，根据 1959 年～2004 年气象资料统计，46 年间，受旱面积在 5 万亩以上的有 22 次，平均 2 年一次，全县出现夏秋旱的年份频率为 30%。

其中 2013 年 7～11 月遭遇了 60 年一遇的大旱（开化县平均累计降水量 223.1mm，比常年同期偏少 62.4%，为开化有水文观测资料的 1959 年以来最低值），作物受旱面积达 16.38 千公顷，其中轻旱 7.10 千公顷、重旱 6.85 千公顷、干枯 2.43 千公顷，山地作物基本绝收，农业直接经济损失 1.13 亿元。全县 17 个乡镇 58 个村 1.44 万人、0.56 万头大牲畜饮水困难，0.35 千公顷水产养殖受旱。10 月下旬~11 月，又出现大范围旱情，农村农民饮水困难突显，全县 13 个乡镇 39 个行政村 2.42 万人饮水极度困难，需另寻水源或提水饮用；17 个乡镇 86 个行政村 7.66 万人饮水短缺，限时限量供水。

20 世纪 50~90 年代，开化县相继建成了茅岗、王山、齐溪水库等一些水利工程，低产田的改造、机埠和水轮泵的应用使得农业水利化程度得到提升，主干流马金溪沿岸的农田灌溉得到改善，抗旱能力得到加强，因旱损失明显减小。但随着经济的发展，城乡生活用水与工业用水剧增，并与农业用水同在马金溪内取水，遭遇旱季时生活用水与灌溉用水出现矛盾，工业损失所占比重越来越大，旱灾损失出现了新的趋势，生活用水也受到影响，且呈日趋恶劣的态势。

开化水库的兴建，可以通过水库的兴利调度，补充旱期下游河道的径流，对水库下游马金溪两岸农田以及支流池淮溪现代农业园区共计 7.92 万亩农田补充灌溉用水，使下游灌区灌溉保证率由现状的 55%～70%保证率提高到 85%。其中池淮现代农业园区是浙江省第二批省级现代农业综合区创建点之一，正是由于受到灌溉水源不足的影响，农业结构调整乏力，无法发挥现代农业的示范效应。开化水库建成后，可以提供充足的水源保证，积极推动农业结构调整，积极培育高产量的单季稻，重点抓茶叶、蚕桑发展，大力发展效益农业，推动农业园区的创新升级。

2.4.4 项目建设是调节河道径流、改善河流生境的需要

开化县地处钱塘江发源地，浙江人民的母亲河钱塘江发源于此。根据全国生态功能区划、浙江省主体功能区规划，开化县是浙闽赣交界山地生物多样性保护重要区组成部分、钱塘江上游森林与湿地水源涵养三级功能区、省级重点生态功能区，地表水质常年

能达到国家地表水Ⅱ类水质标准。

开化县素有“九山半水半分田”之称，境内山多林多，但河床坡降大，河谷狭窄，水面不足，水景观少，河道内天然流量丰枯变化剧烈，枯水期水流量甚至难以满足河道生态要求，且水面狭窄、河床袒露，存在生态环境用水短缺及水景观差的问题。

开化水库是水利服务生态文明建设的重要工程，水库建成后，通过库容调节，基本可以实现 50 年一遇以下洪水全部拦蓄，实现了洪水资源化。通过水库调峰补枯，可以保障坝址处与下游马金溪、常山港枯水期河道水量，满足河道生态用水，为改善生态环境质量、提高生物多样性创造良好条件，从而促进区域生态产业转型升级。

因此，为了进一步保护马金溪、常山港河道生态环境，宜加快上游调蓄水库建设。

2.4.5 项目建设是应对突发性水污染事件的需要

突发性水污染事件是威胁人们生命财产安全的重大问题，污染的对象是人们不可或缺的水资源，这些污染事件已经敲响了城市水安全与危机管理的警钟。浙江省省在过去的 10 多年中曾陆续发生多起水污染突发事件：如 2005 年 7 月，嘉兴市新塍镇发生水污染事件，3 万人的饮用水厂被迫停止供水；2011 年 6 月，新安江建德市苯酚泄漏事故，事发地新安江为杭州市重要饮用水源地上游，造成富春江沿线桐庐自来水厂、桐庐七里陇水厂与富阳市江北水厂、江南水厂、东梓自来水停止取水，停供水长达 24 个小时左右，新安江电厂增开六台发电机组，水库下泄流量从每秒 268m^3 增至 1230m^3，增加下泄水量 8300 万 m^3，加速水体更新，稀释受污染水体并加快下泄；2014 年 5 月，富春江桐庐县槽罐车四氯乙烷泄漏事故，迫使富春江沿线各取水单位暂停取水，停止一切渔事活动，并速加大富春江大坝泄下洪水量，促使水体更新，加上分水江支流流量，总计达 4650m^3/s，是平时流量的数倍；2016 年 3 月，四氯乙烷槽罐车在 205 国道开化县境内侧翻，造成部分河段鱼类因中毒而出现活力减弱和死亡的情况。

钱塘江流域沿江有十多个县（市），上游衢州市、龙游县都是以造纸产业为主导产业，兰溪市是老工业基地，桐庐县与富阳市都是造纸印染企业聚集区，各县市的发展均会增加钱塘江流域突发水污染事件的发生几率。再者钱塘江还是我省重要的航道，随着中上游航运梯级的实施，航道将延伸至开化县下游的常山，亦存在运输事故导致危化物品泄漏至江道的污染风险。

总体而言，突发重大水质污染事件的其时间、地点、范围、程度都难以预测和控制。因此，开化水库处于流域源头，放水受益范围广，水库应急备用有助于提高处理流域突发水污染事件的能力。

2.5 工程组成

开化水库工程由水库工程、供水工程、水库淹没占地以及移民安置等项目组成，详见表 2.5-1。

开化水库工程项目组成一览表

表 2.5-1

工程项目			工程主要组成
水库工程	永久工程	挡水建筑物	拦河主坝采用砼面板堆石坝，最大坝高 85.0m；拦河副坝采用常态混凝土重力坝，位于溢洪道两侧。
		泄洪及消能建筑物	为开敞式溢洪道和泄洪洞组合的方式，溢洪道位于左坝肩，为开敞式岸边溢洪道，利用左岸垭口处副坝进行布置；泄洪放空洞位于左岸，由泄洪隧洞、竖井、出口闸室、消力池和出水渠道等组成。
		引水建筑物	发电引水系统位于大坝右岸，由分层取水口、引水隧洞、压力管道等组成。
		发电厂房	布置 2 台 700kW 卧式混流式水轮发电机组和 2 台 6000kW 立式混流式水轮发电机组。
		场内交通	场内共需临时施工道路约 8.5km、5 座钢栈桥。
	临时工程	施工工厂、仓库及生活福利设施和办公区	砂石加工系统、混凝土系统、辅企工厂仓库、施工供水、供电设施及办公、生活福利设施等等。
水库淹没			水库淹没及影响区永久征收土地面积 4.89km^2，淹没区人口 4536 人。
供水工程		供水建筑物	供水工程采用岸塔式分层取水结构，取水口位于开化水库右岸、大坝上游 250m 处。
		供水线路	沿马金溪隧洞方案线路总长 46.2km，包括干线隧洞 26.1km、DN1400 的管道 5.2km；马金水厂支线长 0.4km；池淮灌溉供水线路隧洞 1.1km，管径 DN800 的管道 13.4km。3 座流量调节阀。
		临时工程	临时施工道路约 36km，2 个碎石加工系统、混凝土系统、辅企工厂仓库、施工供水、供电设施及办公、生活福利设施等等。
移民安置工程			采取外迁宅基地安置及公寓房安置方式，安置点初步规划在马金镇星田区块与开化县上茨区块，安置用地面积 50.11hm^2。
环境保护工程		鱼类保护工程	采用集运鱼系统方式过鱼，建设 1 座鱼类增殖放流站，开展马金溪干流及齐溪、池淮溪及马尪溪等支流的鱼类栖息地保护措施。
		陆生生态保护工程	对石料场、施工临时占地区等实施生态修复工程，针对古树和重点保护植物实施移栽保护工程。
		施工污废水处理工程	包括砂石料和混凝土废水处理系统、含油废水处理系统、生活污水处理系统等。
		运行期水环境保护工程	厂房设置油水分离装置和成套生活污水处理设备，库区水质在线监测、污染防治等。
		下泄流量保证措施	设置 2 台生态泄流小机组，同时布置一条生态流量泄放管，生态流量在线监测系统等。
		环境空气和声环境保护工程	配置 1 辆洒水车在无雨日每天洒水 4～5 次。居民点设置隔声窗，施工沿线设置拦挡围护隔声。
		水土保持工程	划分 7 个分区，采取植物、工程等措施分区防治。
		移民安置环保工程	集中安置点建设生活污水纳管、扩建污水处理站进行处理；生活垃圾统一收集，定期外运处置。

2.6 工程任务、等级、设计标准及建设规模

2.6.1 工程任务

开化水库的工程任务为：以防洪、供水为主，结合灌溉、改善下游河道生态环境和备用，兼顾发电等综合利用。

(1) 防洪

开化水库需承担马金溪和常山港沿河两岸城镇、村庄及农田防洪任务，并缓解衢江干流两岸的防洪压力。直接保护开化、常山县城及两县的马金镇、村头镇、音坑乡、何家乡、青石镇、招贤镇等乡镇，保护人口 34.69 万人，农田 13.45 万亩；间接保护衢州市、龙游县城及衢江干流沿岸的乡镇等。

(2) 供水

开化水库承担开化县城及 5 个乡镇的居民生活及工业用水，供水总人口 31.02 万人。开化县城 2030 年供水人口 21.91 万人，其中城镇人口 18 万人，农村人口 3.91 万人。马金镇、音坑乡、村头镇、池淮镇、桐村镇等 5 个乡镇 2030 年供水人口 9.11 万人，其中集镇 4.5 万人、农村人口 4.61 万人。

(3) 灌溉

承担水库下游马金溪沿河及池淮片现代农业园区农业灌溉补充用水，灌溉总面积 7.92 万亩。

(4) 下游河道生态环境和备用

马金溪沿线分布 5 个乡镇，近 20 万人口，是开化人口集中区、产业发展轴、生态景观带。通过开化水库调峰补枯，可为马金溪干流提供生态环境用水，改善水生态环境。同时亦为保障水库下游马金溪、常山港、衢江等沿河两岸用水安全，应对突发水污染事件。

(5) 发电

工程的建设还可以开发利用一定水能资源，通过建设坝后电站，既可消能，又可一水多用，提高资源利用效益。

2.6.2 工程等级、建筑物级别和洪水标准

(1) 工程等别及建筑物级别

本工程水库工程等别为Ⅱ等，工程规模为大(2)型。永久性水工建筑物根据其重要性分为主要建筑物和次要建筑物，水库工程部分拦河坝、溢洪道、泄洪放空洞、发电引水系统、发电厂房等为主要建筑物，下游防护和枢纽区道路等为次要建筑物；供水工程

部分取水口、输水隧洞、输水管道、检修、排水、排气阀和出口流量调节阀等为主要建筑物，交通道路等为次要建筑物。主要建筑物级别 2 级，次要建筑物级别为 3 级，泄洪放空洞和发电引水隧洞进出口边坡等为 4 级。

(2) 洪水设计标准

根据《防洪标准》GB(50201-2014)，拦河坝设计洪水标准取 500 年一遇，校核洪水标准砼面板堆石坝 5000 年一遇、砼重力坝 2000 年一遇；泄水建筑物和发电引水建筑物进水口洪水标准同相应的挡水建筑物。发电引水隧洞洪水标准按电站厂房的洪水标准采用，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 200 年一遇；泄水建筑物的消能防冲设计洪水标准为 50 年一遇。供水工程设计洪水标准为 20 年一遇，校核标准为 50 年一遇。

开化水库工程主要建筑物及洪水标准

表 2.6-1

方案	建筑物	级别	正常运用洪水重现期(年)	非常运用洪水重现期(年)
主体枢纽工程	拦河主坝(砼面板堆石坝)	2	500	5000
	拦河副坝(砼重力坝)	2	500	2000
	泄水、引水建筑物进水口	2	同相应挡水建筑物	
	发电厂房、过鱼设施	3	50	200
	水库泄水建筑物消能防冲		50	
供水工程	分层取水口、管道，隧洞，出口流量调节阀，排水、排气、检修阀门	3	20	50

(3) 抗震设计标准

根据《水工建筑物抗震设计规范》(SL203-97)，拦河坝、溢洪道为 2 级壅水建筑物，场地基本烈度为 6 度，抗震设防类别为乙类，地震设计烈度为 6 度；泄洪放空洞、发电引水系统进水口为 2 级非壅水建筑物，发电洞、发电站厂房和供水工程建筑物为 4 级建筑物，场地基本烈度为 6 度，抗震设防类别为不设防。

2.6.3 工程规模和主要特性

开化水库主要由水库工程、供水工程组成，水库工程包括砼面板堆石坝、溢洪道、坝后式发电厂房等，水库正常蓄水位 251m，汛期限制水位 245m，死水位 205m，总库容 1.84 亿 m^3，防洪库容 0.58 亿 m^3，死库容 0.0944 亿 m^3，调节库容 1.36 亿 m^3，拦河

坝最大坝高 85m，装机容量 13.4MW；供水工程主要由右岸 3 层岸塔式取水口和 46.2m 供水管线工程组成。本工程主要特性见表 2.6-2 所示。

开化水库工程主要特性表

表 2.6-2

序号	名 称	单位	数 量	备 注
一	水文			
1	流域面积			
	坝址以上流域面积	km^2	233	
	马金溪流域面积	km^2	1011	
2	利用的水文系列年限	年	54	1962～2015
3	多年平均年径流量	亿 m^3	2.945	
4	代表性流量			
	多年平均流量	m^3/s	9.33	
	校核洪水洪峰流量	m^3/s	3865	P=0.02%
	设计洪水洪峰流量	m^3/s	2956	P=0.2%
	施工导流洪峰流量	m^3/s	376	非汛期 P=10%
	施工度汛最大洪峰流量	m^3/s	1083	台汛期 P=1%
5	洪量			
	校核洪水相应洪量	亿 m^3	1.39	三日
	设计洪水相应洪量	亿 m^3	1.08	三日
6	泥沙			
	多年平均含沙量	kg/m^3	0.16	
	多年平均输沙量	万 t	4.72	
二	水库			
1	水库水位			
	校核洪水位	m	258.51	P=0.02%
	设计洪水位	m	257.40	P=0.2%
	防洪高水位	m	257.07	P=2%
	正常蓄水位	m	251	
	汛期限制水位	m	245	
	供水死水位	m	205	
2	淤积高程	m	196.00	
3	回水长度	km	14.2	
4	水库容积			
	总库容	万 m^3	18366	
	正常蓄水位以下库容	万 m^3	14549	
	汛期限制水位以下库容	万 m^3	11803	
	防洪库容	万 m^3	5800	
	调节库容	万 m^3	13605	
	死库容	万 m^3	944	
6	库容系数	%	0.46	
7	调节特性			多年调节
三	下泄流量及相应下游水位			
1	校核洪水位时最大泄量	m^3/s	2616	P=0.02%
	相应下游水位	m	188.44	
2	设计洪水位时最大泄量	m^3/s	2359	P=0.2%
	相应下游水位	m	188.11	

四	工程效益指标			
1	防洪效益			
	防洪标准			50 年一遇
	保护农田面积	万亩	13.45	P=2%
	保护人口	万人	34.69	
2	供水效益			
	供水人口	万人	31.02	2030 年
	城乡生活供水量	万 m^3	4874	95%保证率
3	灌溉效益			
	农灌面积	万亩	7.92	2030 年
	多年平均农灌补水量	万 m^3	1518	2030 年
4	发电效益			
	装机容量	MW	13.4	
	多年平均发电量	万 kW ħ	2582	
	年利用小时数	h	1889	
五	淹没损失及工程永久占地			
1	征地范围永久占地	亩	7937.42	
	耕地	亩	3958.92	
	园地	亩	213.65	
	林地	亩	1497.83	
	住宅用地	亩	406.44	
	水域及水利设施用地	亩	1366.93	
2	搬迁人口	人	4536	现状年
3	淹没房屋	万 m^2	30.97	
4	淹没公路	km	17.74	二级、三级公路
六	主要建筑物及设备			
1	挡水建筑物			
	型式			砼面板堆石坝
	地基特征			凝灰岩、泥质板岩、硅质泥岩
	坝顶高程	m	260	
	最大坝高	m	85	
	坝顶长度	m	385	
	坝顶宽度	m	10	
	上、下游坝坡		1:1.4	
2	溢洪道			
	型式			岸边开敞式溢洪道
	堰顶高程	m	242	
	溢流孔数/总净宽	孔/m	3/36.00	
	设计泄洪流量	m^3/s	2359	P=0.2%
	校核泄洪流量	m^3/s	2616	P=0.02%
	消能方式			底流消能
	消力池长/深	m	50.0/3.0	
	工作闸门型式及数量	扇	3	露顶式弧形钢闸门
3	泄洪放空洞型式			闸门尾部式有压洞
	进口底高程	m	198	
	隧洞长度	m	160	
	最大流量	m^3/s	425	
4	发电系统	m^3/s		
	设计引用流量		31.18	

	进水口型式	m		岸塔式分层取水口
	长度	m	16	
	底槛高程	扇	198	
	工作闸门型式及数量		3	平面定轮钢闸门
	闸门尺寸(宽×高)	m×m		4.2×4.2
5	供水建筑物			
	设计流量	m^3/s	2.55	
	进水口型式			岸塔式分层取水口
	底槛高程	m	200.0	
	事故检修门型式及数量	扇	1	平面定轮钢闸门
	检修闸门尺寸(宽×高)	m×m		2.0×2.0
	隧洞长度	km	25.5	
	洞径(衬后)	m	2.00	
	衬砌型式			钢筋砼衬砌
	管道长度	km	5.2/13.4	
	管径	mm	1000/800	
6	厂房			2×7000+2×800kW
	型式			地面式
	主厂房尺寸(长×宽)	m×m		60.75×16.00
	水轮机安装高程	m	183.7/181.0	
	发电机层地面高程	m	189.0	
7	升压站			
	型式			户外式
	面积(长×宽)	m×m		11.00×23.00
8	主要机电设备			
	主机水轮机型号及台数		2	HL-WJ-149
	生态水轮机型号及台数		2	HL-WJ-53
	额定水头	m	57	55(生态机组)
	额定流量	m^3/s	13.87	1.72(生态机组)
七	施工			
1	主要建筑材料			
	水泥	万 t	15.30	
	钢筋	t	16353	
	钢材	t	10002	
2	所需劳动力			
	总工日	万工日	96	
	高峰工人数	人/d	1110	
3	施工动力及来源			电网电
4	对外交通			公路
5	施工导流			
	导流方式			围堰一次断流、导流洞导流
	导流洞尺寸(衬后)	m×m	14m×14m	2 条导流洞
6	施工临时占地	亩	1265.3	428+837.3
7	总工期	年	3	
八	经济指标			
1	静态总投资	万元	483530	
2	总投资	万元	490209	

2.6.4 调度运行方式

2.6.4.1 调度原则

以生态流量优先，在满足生态流量刚性约束的前提下，进行水库防洪调度及供水、灌溉等兴利调度。

2.6.4.2 生态调度

(1) 开化水库坝址处按照表 2.6-3 所示的生态流量要求，优先保障水库运行过程的生态流量泄放要求。

开化水库坝址处下泄生态流量要求

表 2.6-3

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
生态流量(m^3/s)	0.933	1.27	4.95	8.52	8.08	10.6	5.88	1.89	1.00	0.933	0.933	0.933

(2) 4 月～7 月开化水库结合来水通过水库调度措施，适时各制造一次涨水过程。

2.6.4.3 防洪调度

(1) 起调水位：主汛期（梅汛期 4 月 16 日至 7 月 15 日）245m，台汛期（7 月 16～10 月 15 日）起调水位 251m。

(2) 在水库涨水期，当入库流量小于 400m^3/s、马金断面洪水流量小于 1000m^3/s 且开化县城断面洪水流量小于 1000m^3/s 时，水库来多少泄多少。

(3) 在水库涨水期，当水库水位低于 250.48m（20 年一遇防洪库容对应的水位）时，若入库洪水流量大于 400m^3/s，则水库控制下泄流量不大于 400m^3/s；若马金断面洪水流量超过 1000m^3/s，水库控制下泄流量至 100m^3/s，若开化县城洪水流量超过 1000m^3/s，水库关闸蓄洪；当水库水位高于 250.48m（20 年一遇防洪库容对应的水位）时，若开化县城断面洪水流量小于 1000m^3/s，水库控制下泄流量不大于 400m^3/s，若开化县城断面洪水流量大于 1000m^3/s，水库关闸蓄洪。

(4) 在水库退水期，当入库洪水流量小于 400m^3/s 且开化县城区间洪水流量低于 1000m^3/s 时，水库按照不小于 400m^3/s 流量下泄，逐渐降低水库水位，腾空防洪库容。

(5) 当水库水位超过 257.07m（防洪高水位）时，水库转入保坝调度，视水库来水情况，逐步开启全部泄洪闸加大泄量，确保大坝安全，但控制下泄流量不超过入库洪峰流量。

2.6.4.4 兴利调度

开化水库的供水调度原则如下：

(1) 优先满足水库坝址下泄生态流量。

(2) 水库在满足生态流量的前提下，优先满足城镇需水，供水保证率达到 95%。

(3) 水库在满足生态流量和城镇需水的前提下，补充农灌用水。下游农田灌溉首先利用水库坝址以下区间的天然径流，灌溉水量不足时可由开化水库补充。灌溉补水的方式采用水库根据灌溉需求放水至下游河道，再通过堰坝引水灌溉，农灌保证率达到 85%。

(4) 在满足上述生态流量、城镇需水和补充农灌用水的前提下，水库富余水量可以补充马金溪河道生态景观用水或备用应急流域突发水污染事件。

(5) 在满足上述任务要求的基础上，兼顾发电，最大限度地发挥水库的综合利用效益。

2.7 工程布置及建筑物

2.7.1 主坝挡水建筑物

拦河主坝采用砼面板堆石坝，按 500 年一遇洪水设计，5000 年一遇校核，水库正常蓄水位 251m，汛期限制水位 245m，设计洪水位为 257.41m，校核洪水位为 258.51m。坝顶高程为 260.00m，最低建基面 175.0m，最大坝高 85.0m，坝顶长度 385.0m，坝顶宽度 10m。上游坝坡为 1:1.4；下游综合坝坡坡比为 1:1.5，设平行坝轴线的马道和垂直坝轴线人行踏步，马道宽 2m，道路间坝坡坡比为 1:1.4。

拦河副坝采用常态混凝土重力坝，最大坝高为 32.00m，坝顶总长 130.20m，由非溢流段和溢流段两部分组成，非溢流段位于左右两侧，左岸非溢流坝段长 66.00m，右岸非溢流坝段长 28.50m；溢流段位于中间河床段，长 42.00m。坝体设横缝，共分 7 个坝段，其中非溢流坝段 5 个，溢流坝段 2 个。

2.7.2 溢洪道

溢洪道利用左岸垭口处的副坝进行布置，副坝溢流坝段兼做溢洪道。溢洪道由闸室段、泄槽段、消力池和出水渠等组成。泄洪闸为 3 孔正堰，每孔净宽 12.00m，总净宽 36.00m，采用 WES 实用堰，堰顶高程 242.00m，设 12.0m×15.5m（宽×高）的弧形钢闸门。闸室下游为陡槽，宽度为 43.00m，水平投影长度为 120m，底坡为 1:2.2。陡槽末端接消力池，宽度为 43.00m，池深 3.0m，池长 50.0m。后接出水渠至原河道。

2.7.3 发电引水建筑物

发电引水系统位于大坝左岸，由分层进水口、隧洞、压力管道、生态旁通管等组成。

进水口采用岸塔式分层取水方式。由于发电引水系统兼顾泄放生态流量和水库放空。进水口底高程 198.0m，孔口宽 4.0m，在取水口上游设一道直立式活动拦污栅。拦

污栅后为分层取水口。分层取水口设有 3 层，下层取水口底高程 198.0m，中层取水口底高程为 220.0m，上层取水口底高程为 235.0m，孔口尺寸均为 4.0m×4.0m，每个孔口设 1 扇 4.0m×4.0m 的叠梁门。进水口检修平台高程 260.0m，启闭平台高程 266.0m，检修平台设便桥与公路相连。

进水口后接引水隧洞，隧洞总长（水平投影）约 200m。引隧洞开挖断面为直径 5.0m 的马蹄形，衬后断面为直径 4.0m 的圆形，C25W6 砼衬砌厚度 0.5m。隧洞中心高程由 200.00m 到 181.90m。

在桩号引 0+105.56 处开始钢衬，桩号引 0+105.56m～0+115.56m 钢管直径由 4.0m 渐变为 3.5m，桩号引 0+185.56m 处采用三岔型钢岔管分为 3 条直径 2.2m 的支管，其中两条通往大机组，另一条采用卜型岔分出两条直径 0.9m 的小支管通往小机组。

发电厂生态旁通管管径 1.2m，通过出口阀门控制下泄流量，旁通管长度 75m，中心高程 181m，正常蓄水位 251m 时最大泄流为 19.45m^3/s，死水位时最大泄流为 11.39m^3/s。

2.7.4 发电厂房

开化水库工程发电厂房位于拦河坝下游主河槽内，由发电厂主厂房、副厂房、升压站、尾水渠、进厂公路等组成，电站形式为地面引水式，厂区地坪高程为 188.85m。根据当地地形条件，主副厂房为前后布置，主厂房位于副厂房的下游侧，主副厂房朝东偏南。

主厂房长 60.75m，宽 16.00m，厂内布置两台 700kW 卧式混流式水轮发电机组和两台 6000kW 立式混流式水轮发电机组。两台 700kW 卧式机组装机高程为 183.70m，两台 6000kW 立式机组装机高程为 181.00m。立式机组发电机层高程为 189.00m，主要布置两台 SF7000-16/3250 发电机、调速器、机旁屏和吊物孔等，厂内安装一台跨度为 13.00m，起吊重量为 40/10t 的电动双梁慢速桥式起重机。卧式机组运行层高程 182.80m，与立式机组水轮机层同高，该层布置两台 HL-WJ-53 型水轮机、两台 SFW800-6/1180 型发电机、调速器及机旁屏和两台 HL-LJ-149 水轮机等。

装配场位于主厂房的左端，地坪高程 189.00m，主要作为机组安装检修场地，进厂大门位于装配场的左侧。副厂房位于主厂房上游侧，长 60.75m，宽 10.00m，自下而上分为三层，地面以下一层地坪高程 185.00m 为电缆层，地面以上两层，主要布置 6.3kV 开关室、35kV 开关室、仪表室、会议室、资料室、卫生间、楼梯等。

2.7.5 供水建筑物

(1) 取水构筑物

供水工程采用岸塔式分层取水结构，取水口位于开化水库右岸、大坝上游 250m 处。分层取水口采用岸塔式分层取水口，进口底板高程 200m，进水塔内设 1 道拦污栅、3 道取水钢闸门，上、中、下层取水口的底高程分别为 235m、220m、200m，孔口尺寸均为 2m×2m。事故检修钢闸门位于进水塔的后部，孔口尺寸为 2m×2m。进水口检修平台高程 263m，启闭平台高程 270m。

(2) 供水线路工程

供水线路总体走向为南北向，线路基本沿马金溪布置，在大流坑附近山体与京台高速保持一定垂直距离并穿越，线路下游近市区段以隧洞为主，以减少对城区的影响。沿马金溪隧洞方案线路总长 46.2km。干线总长 31.3km，包含衬后洞径 2.6m~2m 的隧洞 26.1km，管径 2DN1000 的管道 5.2km；马金水厂支线长 0.4km，为衬后洞径 2.6m~2m 的隧洞；池淮灌溉供水线路长 14.5km，包含衬后洞径 2.6m~2m 的隧洞 1.1km，管径 DN800 的管道 13.4km。线路全程重力自流，供水隧洞为有压隧洞，采用开挖马蹄形、衬后洞径 2m 的圆形的断面形式。供水管线干线埋管短而分散，管材选用钢管，双管布置，管径 2DN1000；池淮灌溉引水支线管道段长而集中，选用球墨铸铁管，单管布置，管径 DN800。埋管主要采用放坡开挖和钢板桩支护开槽开挖两种断面形式。

3 座流量调节阀分别位于干线末端岙滩净水厂前、马金水厂支线末端和池淮灌溉引水支线末端。岙滩净水厂流量调节阀设计流量 1.75m^3/s，阀室为地下式结构，地下结构长 16.5m，宽 14m，阀室底板顶高程 146m，室内布置 2 台 DN1000 活塞式流量调节阀，一用一备，每台流量调节阀前后均设置 DN1000 电磁流量计和 DN1000 偏心半球检修阀。流量调节阀前设检修阀井，内设 DN1000 偏心半球检修阀。

马金镇水厂流量调节阀设计流量 0.4m^3/s，阀室为地下式结构，地下结构长 16m，宽 11.25m，阀室底板顶高程 192.2m。阀室内布置 2 台 DN500 活塞式流量调节阀，一用一备，每台流量调节阀前均设置 DN500 电磁流量计，流量计前和调流阀后分别设置 DN500 偏心半球检修阀。

池淮引水流量调节阀设计流量 0.4m^3/s。阀室为地下式结构，地下结构长 16m，宽 11.25m，阀室底板顶高程 119.2m。阀室内布置 2 台 DN500 活塞式流量调节阀，一用一备，每台流量调节阀前均设置 DN500 电磁流量计，流量计前和调流阀后分别设置 DN500 偏心半球检修阀。

2.8 施工规划

2.8.1 交通工程

(1) 对外交通

本工程坝址左岸目前有 G205 国道通过，坝址沿 G205 国道走 8.5km 即可到黄衢南高速公路(G3)，对外交通十分方便。

(2) 场内交通

水库工程，结合对外交通运输道路修建的场内施工道路，主要有上坝施工道路、下基坑道路、出渣道路、料场道路以及为沟通生活区、辅助企业、工厂、仓库等设施而修建的临时简易施工道路。场内共需临时施工道路约 8.5km，路面宽 6m，采用泥结石路面。为连接块石料场，需对 1 座桥梁进行加固(原齐溪电站进厂道路)。进料道路经过趾板时，需采用钢栈桥架空进行保护，场内还需修建跨越砼趾板的钢栈桥共计 5 座。

供水工程共需临时施工道路约 36km，路面宽 4.5m，采用泥结石路面。

主要场内施工道路规划一览表

表 2.8-1

名 称	起点	终点	作用	长度(m)	路宽	备注
1#施工道路	齐溪电站进厂道路	1#石料场	1#石料场进场道路	600	6	新建临时
料场内部道路			石料场内部运输	2000	6	新建临时
205m 高程进料道路	坝址左岸沿河现有道路	大坝 205m 高程填筑面	大坝填筑以及其他材料运输	250	6	新建临时
210m 高程进料道路	上游围堰堰顶	大坝 210m 高程填筑面	大坝填筑以及其他材料运输	200	6	新建临时
220m 高程进料道路	坝址左岸沿河现有道路	大坝 220m 高程填筑面	大坝填筑以及其他材料运输	400	6	新建临时
235m 高程进料道路	坝址左岸沿河现有道路	大坝 235m 高程填筑面	大坝填筑以及其他材料运输	600	6	新建临时
250m 高程进料道路	235m 高程进料道路	大坝 250m 高程填筑面	大坝填筑以及其他材料运输	200	6	新建临时
至坝顶运输道路	235m 高程进料道路	溢洪道及管理房连接道路	大坝填筑以及其他材料运输	500	6	新建临时
至发电引水隧洞进口运输道路	至坝顶运输道路	发电引水隧洞进口	发电引水隧洞施工道路	250	6	新建临时
下基坑道路			基坑开挖运输及大坝填筑	1500	6	新建临时
其余零星道路			通向零星工区	2000	6	新建临时
合 计				8500		

2.8.2 料场规划

(1) 土料场

本工程土料用量 1 万 m^3，粘土首先由岩潭村 1#土料场开采，不足部分由举林村附近位于水库淹没线高程以下补充开采土料。岩潭村 1#土料场为III类土料场，主要成分为含碎石粉质粘土，层厚约 0.5m～2.5m，储量约 0.3 万 m^3。料场现状为农田，距坝址约 1.8km，有公路通达。

(2) 石料场

开化水库枢纽工程所需砂石料总量约 51.50 万 m^3，其中碎石 35.87 万 m^3，砂 15.63 万 m^3。石料场位于齐溪二级水电站拦水闸坝右岸山坡，上覆无用层厚约 3m～8m，储量约 310 万 m^3，正常蓄水位以下储量约 80 万 m^3。料场距坝址约 0.8km，有局部公路通达。

2.8.3 施工总布置

2.8.3.1 施工布置分区规划

本工程施工总布置本着有利于生产、方便生活、快速安全、经济可靠、易于管理的原则进行。根据工程建筑物布置情况，施工场地采用集中和分散相结合的方式布置。

坝址施工区主要布置在管理区至拦河坝接线公路附近以及上游齐溪二级电站管理区和坝址下游左岸 900m 处的坡地上，变电所、空压站等零星设施则按需求进行分散布置。

供水工程主要在各隧洞口和埋管沿线(每 5km 设置一个施工区)设置施工区。各施工区设有必要的辅企工厂(场)、仓库及办公、生活福利设施等。各类建筑的面积及占地见表 2.8-2。

施工区各类建筑面积表

表 2.8-2

序号	项 目 名 称	单 位	建筑面积	备注
1	施工辅企工厂(场)	m^2	24000	
2	仓 库	m^2	6000	
3	办公、生活福利设施	m^2	5500	
合 计		m^2	35500	

2.8.3.2 土石方平衡

水库工程总计土石方开挖量 299.70 万 m^3，其中土方开挖 58.26m^3，石方明挖 238.75 万 m^3，石方洞挖 2.69 万 m^3。土石方利用 262.45 万 m^3，施工弃渣量 37.25 万 m^3，折算成松方 54.85 万 m^3。

供水工程总计土石方开挖量 60.72 万 m^3，其中土方开挖 33.01m^3，石方明挖 4.20 万 m^3，石方洞挖 23.51 万 m^3。土石方利用 42.29 万 m^3，施工弃渣量 18.43 万 m^3，折算成

松方 27.80 万 m^3。

2.8.3.3 弃渣规划

本工程弃方中水库工程和输水工程产生的部分弃渣在库区设置弃渣场弃置；大部分的输水隧洞弃渣新征临时占地设置弃渣场弃置；表土余方主要是库区清表土方，除少量用于弃渣场绿化、临时占地恢复外，其它全部运至马金镇等低产田改造工程区。工程共设置 3 个弃渣场，其中库区 2 个，分别为坝前弃渣场、岩潭弃渣场；供水工程沿线布置 1 个读经畈弃渣场。

(1) 坝前弃渣场

利用水库淹没范围内（施工围堰、现状齐溪二级电站引水堰之间的河段）的马金溪河滩地进行堆渣。本工程导流洞下游至上游围堰之间的河段，现状地面高程 182.8m～191.7m，河床宽度 42m~76m。设计弃渣数量 36.07 万 m^3，最大回填厚度 14.4m。弃渣主要来自大坝、溢洪道弃渣、进水口、部分供水隧洞弃渣等。其中河道平整后的堆渣顶高程 191.1m~190.5m，渣顶比降自下游至上游 0.1%。而后，弃渣平整后预留支流的过流断面，堆渣至 193.1m~192.5m。

(2) 岩潭弃渣场

岩潭弃渣场位于本工程库区内，地处齐溪一级电站对岸。弃渣场占地 2.57hm^2。现状地势较为平坦，土地利用类型为耕地，地面高程 193.6m～195.8m，外侧邻河修有河堤，相对外侧滩地堤高 5m～6m，堤顶相对内侧田面高差 1m～2m。G205 国道横穿弃渣场中部，渣场段路面高程 199m～203.6m。该弃渣场设计堆渣量 8.23 万 m^3，最大堆渣高度 6.5m。弃渣主要来自供水口弃渣、部分供水隧洞工程弃渣、石料场无用层弃渣等。弃渣场交通便利，距离坝区施工区仅 0.7km。

(3) 读经畈弃渣场

读经畈弃渣场属于沟道型弃渣场，沟底较为平坦。弃渣场占地 1.43hm^2。现状高程 151m~163m。堆置马金隧道 k17+345 以南的全部隧洞弃渣和阀室弃渣。根据弃渣场实际情况，渣场底端需建 120m 长的挡墙。墙址处现状土地利用类型为耕地，根据现场查勘情况来看，表层为壤土、碎石土，从周边地势情况来看，地下水位较低，地质条件较好。

规划弃渣场概况

表 2.8-3

名称	岩潭弃渣场	坝前弃渣场	读经畈弃渣场	小计
渣场类型	库区型	库区型	沟道型	
现状高程(m)	193.6～195.8	182.8～191.7	151～163	

现状地貌	耕地	林地、耕地、滩地	耕地、滩地	
用地性质	库区永久占地			
占地面积(hm^2)	2.57	7.53	1.43	11.53
容量(万 m^3)	17	36.07	10	63.07
最大堆高(m)	6.5	14.4	4.5	

2.8.4 施工工厂设施

2.8.4.1 碎石加工系统

(1) 水库工程碎石加工系统

开化水库工程设置 1 个碎石加工系统，布置在坝址上游右岸，齐溪电站管理区(经平整后)内。系统处理能力 185t/h，成品生产能力 140t/h，系统采用湿法生产。

(2) 供水工程碎石加工系统

供水工程共设置 2 个碎石加工系统，分别布置在马金镇三合村附近和音坑乡密赛附近。2 个碎石加工系统规模一致，处理能力 115t/h，成品生产能力 86t/h。系统采用湿法生产。

2.8.4.2 混凝土拌和系统

(1) 坝址施工区

本工程砼总量约 23.33 万 m^3，砼浇筑高峰时段平均强度为 2.59 万 m^3/月，在拦河坝管理区连接道路附近布置砼拌和站，内设 2×0.8m^3 砼拌和站一座，生产能力为 30～50m^3/h，供应拦河坝面板及坝顶砼浇筑；在发电引水隧洞进口布置 1 台 0.4m^3 砼拌和机，供发电引水隧洞进口段砼浇筑；在发电厂房布置 1 台 0.8m^3 砼拌和机，供应大坝趾板、发电厂房、发电引水隧洞出口段和泄洪放空洞的砼浇筑。

(2) 供水工程施工区

在每段隧洞的出露口设置 1 台 0.4m^3 砼拌和机，在埋管段每隔 5km 设置 1 台移动式 0.4m^3 砼拌和机，共 9 台。

2.8.4.3 风、水、电系统

(1) 水库枢纽工程

施工用风：在拦河坝施工区及石料场各开挖工作面附近分别布置空压站。拦河坝施工区空压站主要用于大坝坝基、导流洞、溢洪道、泄洪放空洞、发电引水系统等石方开挖，左岸空压站布置 4L-20/8 型空压机 1 台，右岸空压站布置 4L-20/8 型空压机 1 台和 3L-10/8 型空压机 1 台，料场区布置 4L-20/8 型空压机 3 台。

施工用水：坝址施工区施工生产用水水源取自马金溪溪水，计划在大坝左岸布置 1 台型号为 5DA-8×7 的水泵(Q=108m^3/h，H=140m，P=75kW)，并修建水池抽水解决。石料场布置 3 台 5DA-8×4 型水泵。施工生活用水利用自来水。

施工用电：本工程拦河坝附近设置 1 台 1000kVA 的变压器，在发电厂附近设置 1 台 800kVA 的变压器，在料场和碎石加工系统区共布置 2 台 800kVA 的变压器。

(2) 供水工程施工区

施工用风：在每个隧洞施工区布置 1 台 3L-10/8 型空压机。

施工用水：供水工程各施工区施工生产用水利用水泵抽区小溪水解决，生活用水利用自来水。

施工用电：在每个隧洞施工区布置 1 台 400kVA 的变压器；在埋管施工区每隔 1km 设置 1 台 50kVA 变压器。

2.8.5 施工导流

2.8.5.1 水库枢纽区施工导流

本工程拦河坝为 2 级建筑物，围堰使用年限小于 3 年，高度在 15m～50m 之间，围堰工程的挡水库容<0.1 亿 m^3 之间，本工程围堰采用土石结构，设计洪水标准取台汛期 10 年一遇，相应洪峰流量 545m^3/s。

本工程大坝采用“一次围堰断流，隧洞导流”的施工导流方式。上、下游围堰采用土石结构。导流隧洞拟利用现状齐溪二级电站发电引水隧洞以及 G205 国道交通洞，考虑到溢洪道泄槽段施工时需封堵齐溪二级电站发电引水隧洞，为确保 G205 国道交通洞仍具有通行功能（避免常年过水），需在左岸另外设置 1 条导流洞，洞径为 7×7m，城门洞型。发电厂房位于拦河坝上、下游围堰内，由围堰挡水。

水库工程枢纽区设计截流标准拟采用 7 月份 5 年一遇月平均流量 26.9m^3/s。采用单向立堵进占方式。开化水库枢纽工程需进行封堵的建筑物有：1#导流洞、2#导流洞、G205 国道交通洞、齐溪二级电站发电引水隧洞。下闸蓄水期间，生态流量由导流洞预埋涵管放水，涵管直径 1.0m，共设 2 根，底高程 186.50m。

2.8.5.2 供水工程施工导流

供水工程主要建筑物为 3 级建筑物，导流建筑物级别为 5 级，拟采用土石围堰结构型式。本工程需进行施工导流的建筑物主要为取水口和过河埋管，导流建筑物的设计洪水标准为非汛期 5 年一遇。

供水工程取水口位于库区内，其度汛标准采用 20 年一遇，相应洪峰流量 1674m^3/s。

供水工程隧洞的施工支洞及出露口度汛标准采用 5 年一遇。供水工程过河埋管度汛标准采用 5 年一遇。

供水工程取水口底高程较高，为 200.00m，高于导流标准上游水位 192.30m，不需采用工程措施导流。穿马金溪埋管采用分期导流方案；穿小河埋管采用“一次围堰断流，导流明渠导流”方案。

2.8.6 施工方法

(1) 拦河坝工程施工

开挖按自上而下开挖顺序施工，坝体堆石填筑应尽量利用开挖石碴直接或间接上坝，直接上坝的石碴由各开挖区自卸汽车运输到坝体填筑工作面，其余坝体垫层料和堆石填筑所需石料由石料场提供。坝体堆石填筑采用进占法铺料，并按规范规定洒水，边角部分采用小型振动碾压实。

砼趾板和岸墙部分由大坝上游左岸 0.4m^3 砼拌和机拌制，部分由溢洪道连接道路附近设置 2×0.8m^3 砼拌和机拌制，10t 自卸汽车运输，溜槽入仓，振捣器震实。

面板砼浇筑待坝体堆石填筑至坝顶“L”型挡墙底部高程后进行，坝面上设置移动式台车、作业台车及滑模，砼采用由设在溢洪道连接道路附近的 2×0.8m^3 砼拌和站拌制，10t 自卸汽车运送，经溜槽入仓浇筑。

坝基进行固结灌浆和帷幕灌浆处理，库周进行帷幕灌浆防渗处理。待砼趾板强度达到 70%后进行固结灌浆和帷幕灌浆。固结灌浆：在趾板中设预留孔，钻孔的次序应逐渐加密；帷幕灌浆：采用“地质-100 型”岩芯钻机造孔，灌浆机灌浆。

砼挡墙和坝顶路面砼采用 2×0.8m^3 砼拌和站拌制，8t 自卸汽车运送入仓，人工立模，振捣器震实。

砂浆固坡砂浆由灰浆搅拌机制浆，砂浆垫层采用 1t 机动翻斗车运送摊铺，砂浆固坡采用小型砂浆泵送喷射施工。

(2) 泄洪放空洞和发电引水隧洞工程施工

土方采用 2m^3 挖掘机挖、装 15t 自卸汽车运输用于坝后杂填土回填；石方采用风钻造孔，炸药爆破，2m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车直接或间接运输用作围堰填筑。

石方洞挖采用液压凿岩台车钻孔，陡坡段需采用人工风钻钻孔炸药光面爆破，1m^3 装载机装 10t 自卸汽车运输至堆渣场堆放。

洞身砼衬砌采用钢模台车立模，由进口附近的 0.4m^3 拌和机和发电厂房 0.8m^3 拌和站拌制，8t 自卸汽车运输至洞内后，经砼泵输送入仓浇筑。

在隧洞砼衬砌后，灌浆按先回填、后固结顺序进行。回填灌浆待衬砌砼达到70%设计强度后，按分序加密法进行，分两个次序施工，各序灌浆的间隔时间为48小时；固结灌浆在回填灌浆结束7天后进行，按环间分序，环内加密法施工，用孔内循环式全孔一次灌浆的方法。

(3) 溢洪道工程施工

土方采用挖土机挖装；石方开挖采用手风钻配合型潜孔钻造孔，炸药爆破，自上而下成台阶形开挖，开挖石碴经推土机集料后，由挖土机装，自卸汽车运，部分运输作为围堰填筑料，其余部分运至弃土场堆放。

由拌和站拌制砼，机动翻斗车运输入仓浇筑。泄槽以前部分采用满堂脚手架的方式进行，泄槽以后部分由砼泵输送入仓浇筑。

(4) 发电厂房工程施工

发电厂房土石方开挖按先岸坡后厂基的顺序进行。土方采用挖掘机挖装，石方用手风钻造孔，炸药爆破，边坡采用预裂爆破，挖土机装，自卸车运输出渣。回填料采用开挖料，推土机压实。

混凝土浇筑由拌和机拌制砼，机动翻斗车运输，厂区地坪高程以下部分直接入仓，以上部分用卷扬机提升后入仓浇筑。

(5) 金属结构安装

金属结构安装主要有泄洪放空洞事故检修门和工作门、发电引水系统进水口事故检修门、拦污栅及其埋件和启闭机等。

闸门安装前进行门槽一期砼的凿毛，调整预埋插筋或基础螺栓，清除门槽内渣土与积水后再进行埋件安装。埋件安装和二期砼采用搭设脚手架进行施工，按先埋设底槛，后埋设主轨、反轨、侧轨及门楣的顺序进行，同时在组装场进行门叶组装，待埋件和门叶检查、测量合格后，分别由启闭机或扒杆将闸门吊入门槽内进行启闭试验。

(6) 机电设备安装

机电设备安装主要有4台水轮机、4台发电机、2台主变压器和1台桥式起重机。水轮机和发电机的安装主要在发电厂房结顶后进行，先在装配厂进行大件预装，然后由厂房内的桥机将预装好的大件按顺序分别吊入机坑进行总装。水轮机与发电机安装采用平行交叉作业。升压站主变压器安装在砼基础及构架施工完毕，并达到允许安装强度后，由汽车吊就位安装。

(7) 供水工程

进水口等采用 2m^3 挖土机、15t 自卸汽车进行土方开挖，手风钻造孔、炸药爆破进行石方开挖，利用基础开挖料进行土石方回填并振动碾压实。

隧洞洞挖采用钻爆法施工，全断面衬砌。石方洞挖采用潜孔钻造孔，炸药光面爆破，洞渣由电动爬渣机装 15t 轨道车，由电瓶车牵引出洞，转 15t 自卸汽车平均运 5km 弃渣。卧轨式搅拌机洞内搅拌后用砼喷射机喷砼护壁，然后用钢模台车立模衬砌。

管道工程利用挖掘机进行开挖，砂垫层和碎石垫层采用自卸汽车运输填筑，挖掘机辅助人工平整，砼用 0.4m^3 移动式拌和机拌，机动翻斗车运 50m，人工入仓浇筑。

2.8.7 水库蓄水计划

根据施工进度，水库计划大坝完建后的第 1 年 6 月开始下闸蓄水。选取偏枯年（P=75%）、平水年（P=50%）及丰水年（P=25%）入库流量计算水库蓄水过程，水库蓄水期间生态流量按照“6.2 水库下泄流量”章节计算确定的生态流量下泄过程泄放，当来水少于生态流量时，按照来水下泄，蓄水期不考虑供水需求。

各典型年蓄水过程计算结果见表 2.8-4，丰水年（P=25%）水库至第一年的 9 月 5 日蓄至汛限水位 245m，第二年的 2 月 17 日蓄至正常蓄水位 251m；平水年（P=50%）水库至第二年的 4 月 21 日蓄至汛限水位 245m，由于汛期最高水位只能维持在 245m，因此一个蓄水年度内没有蓄至正常蓄水位；枯水年（P=75%）水库至第二年的 5 月 17 日蓄至汛限水位 245m，由于汛期最高水位只能维持在 245m，因此一个蓄水年度内没有蓄至正常蓄水位。

下闸蓄水过程及泄水建筑物情况一览表

表 2.8-4

高 程	蓄水量	库容	蓄水历时(d)			蓄至计划水位日期		
	(万 m^3)	(万 m^3)	P=25%	P=50%	P=75%	P=25%	P=50%	P=75%
186.5m 蓄至生态机组进水口(198m)	314	331	16	2	18	6 月 16 日	6 月 2 日	6 月 18 日
198m 蓄至死水位(205m)	613	944	16	18	8	6 月 16 日	6 月 20 日	6 月 20 日
死水位(205m)蓄至汛限水位(245m)	10859	11803	81	305	325	9 月 5 日	次年 4 月 21 日	次年 5 月 17 日
汛限水位(245m)蓄至正常蓄水位(251)	2746	14549	165			次年 2 月 17 日		
合计	14532							

2.8.8 施工总进度及总人数

本工程施工进度可分为 4 期，即工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期及工程

完建期。不计工程筹建期，安排施工总工期为 36 个月。

本工程劳动力估计高峰出工人数 1110 人，平均出工人数 855 人，施工总工日数约 96 万工日。

2.9 建设征地及移民安置

2.9.1 工程征占地

2.9.1.1 涉及行政区域

本工程建设征地范围涉及开化县齐溪镇岭里村，马金镇石柱村、举林村、岩潭村、高岭村、金溪村、徐塘村、姚家源村、龙村村，芹阳办事处岙滩村、龙潭村、小桥头村、金丰村、十里铺村、翁村村、高坑坞村，音坑乡儒山村、华联村、明廉村、下淤村、三早坂村，池淮镇池淮村、星口村共计 1 个县 5 个乡(镇、办事处)23 个行政村。

2.9.1.2 实物指标

工程建设征地范围永久占地总面积 7937.42 亩(水库区 7332.06 亩，枢纽工程建设区 469.24 亩，供水线路建设区 136.12 亩)，其中国有土地 1810.22 亩，包括林地 1.56 亩，水域及水利设施用地 1338.57 亩、交通运输用地 264.83 亩、公共管理与公共服务用地 14.15 亩、工矿仓储用地 130.15 亩、住宅用地 60.96 亩；集体土地 6127.20 亩，包括耕地 3958.92 亩、园地 213.65 亩、林地 1496.27 亩、住宅用地 345.48 亩、工矿仓储用地 0.36 亩、水域及水利设施用地 28.36 亩、交通用地 76.89 亩、公共管理与公共服务用地 5.43 亩、特殊用地 1.84 亩。

工程临时占用土地 976.47 亩(枢纽工程建设区 139.18 亩，供水线路建设区 837.29 亩)，按照地类划分，其中耕地 800.29 亩、林地 176.18 亩。

工程涉及人口 1393 户 4536 人，涉及拆迁各类房屋 30.97 万 m^2，坟墓 2558 穴，个体工商户 18 家。影响二级公路(G205)8.45km，三级公路(X620)9.29km，桥梁 8 座，隧道 4 座，公路管理站房 2 处；影响输变电设施 35kV 高压线路 1.30km，10kV 高压线路 13.90km；影响县级文物保护单位 3 处、文保点 2 处、不可移动文物普查登录点 6 处，影响水电站 4 家，影响其他通信设施及广播电视设施若干。工程建设征地范围内有探矿权一处，暂未发现重要可供开发利用的矿产资源。

2.9.2 移民安置规划

2.9.2.1 生产安置规划

本工程基本生活保障安置人口为 3000 人。结合本工程移民现状生产特征和工程建设征地影响情况，考虑移民安置意愿，综合确定本工程移民采取以基本生活保障为主，

辅以农村集体经济发展资金的生产安置方式，对符合条件的移民，在自愿的前提下，也可采用自谋职业、投亲靠友等其他安置方式，参加基本生活保障的移民按照浙江省及开化县相关政策可自愿衔接转入城镇职工养老保障体系。

2.9.2.2 搬迁安置规划

至规划设计水平年，本工程搬迁安置人口共计 1393 户 4721 人，搬迁安置人口均位于水库淹没区，涉及齐溪镇岭里村，马金镇高岭村、举林村、岩潭村共 1 个县 2 个乡(镇)4 个行政村。结合移民意愿、开化县总体规划及环境容量分析结果，拟在开化县上茨区块安置 974 户 3305 人，在马金镇星田区块安置 419 户 1416 人。

2.9.3 专业项目处理

为保证开化县交通贯通，规划对淹没影响的 205 国道改复建。初步规划县道并线，公路等级为二级，预留一级，沥青混凝土路面，路基宽 12 米，路面宽 9 米，恢复长度 9.25km，桥梁 10 座共 2280m，隧道 3 座共 1500m，需新征土地 249.61 亩。同时，规划新建一条等外库区生产道路，用于恢复库区生产，总长约 35km。

其他涉及的电力、通讯、广电、水利水电设施、自来水管线、文物古迹、探矿权等专业项目，根据产权单位意见，本阶段以实物调查成果为基础，按现状实物量给予合理补偿，由产权单位自行处理和复建。

2.10 工程投资

工程静态总投资 483530.07 万元，资金筹措按 14.75%贷款，85.25%资本金考虑，银行同期贷款利率 4.9%，贷款利息 6679 万元，工程总投资 490209.07 万元。

3 工程分析

3.1 工程环境合理性分析

3.1.1 与相关法规政策符合性分析

3.1.1.1 与钱江源国家公园相关法规政策符合性分析

根据《钱江源国家公园体制试点区试点实施方案》和《钱江源国家公园体制试点区总体规划(2016～2025)》，本工程水库库尾回水淹没钱江源国家公园生态保育区面积8.95hm^2(涉及河道长度 1.14km)，工程不涉及钱江源国家公园体制试点区核心保护区。

(1) 《钱江源国家公园体制试点区试点实施方案》相关要求

钱江源国家公园生态保育区范围内维持较大的原生生境或已经遭到不同程度破坏而需要自然恢复的区域，为核心保护区的生态屏障。生态保育区内不得建设污染环境，破坏资源或者景观的生产设施；加强对保护区的原生生境和已经遭到不同程度破坏而需要自然恢复的区域的控制和管理，对重点保护植物种质资源视情况开展迁地保护，以恢复和扩大其种群数量。建设项目污染物排放不得超过国家和地方规定的排放标准。

(2) 《钱江源国家公园体制试点区总体规划(2016～2025)》相关要求

本工程水库库尾回水淹没涉及《钱江源国家公园体制试点区总体规划(2016～2025)》生态保育区，生态保育区主要功能及管理目标如下：

主要功能：保育资源和生态环境恢复，开展沿生态小道小规模低密度的线性科研教育活动，为国家公园内的科学考察、环境教育、生态体验等活动提供空间。

管理目标：试点区范围内维持较大的原生生境或已遭到不同程度破坏而需要自然恢复的区域，作为核心保护区的生态屏障。不断优化、恢复森林生态系统发育环境。不得建设污染环境，破坏资源或者景观的生产设施。

(3) 符合性分析

开化水库仅库尾回水淹没涉及钱江源国家公园生态保育区，工程枢纽建设区、供水工程等土建施工区均不涉及钱江源国家公园保护范围，因此工程施工期及运行期均没有污染物排入国家公园地表水体。水库淹没涉及国家公园区域占用植被类型为国家公园所在区域分布广泛的针叶林、灌丛等植被，开化水库工程的建设不会对国家公园植被资源产生显著影响。开化水库库尾回水至齐溪水库大坝坝下，库尾回水淹没区不涉及现有及规划景点，水库建成后库尾水位抬升约 4～5m，所形成的湖面景观与齐溪水库所在的湖库景观类型相协调，该片区与“生态体验”的功能定位，对景区内现有及规划的景观资

源基本不产生影响。

本工程已取得钱江源国家公园主管部门钱江源国家公园管理委员会的同意意见，原浙江省林业局以“浙林便[2018]665 号”文同意开化水库在钱江源国家公园试点区开展可研等前期工作，开化水库工程的建设符合《钱江源国家公园体制试点区试点实施方案》、《钱江源国家公园体制试点区总体规划(2016～2025)》的相关规定要求。

3.1.1.2 与钱江源省级风景名胜区相关法规政策符合性分析

本工程水库库尾回水淹没区涉及钱江源省级风景名胜区风景游览区(二级保护区)面积 8.95hm^2(涉及河道长度 1.14km)、外围保护地带面积 16hm^2(涉及河道长度 1.75km)，水库淹没区不涉及钱江源风景名胜区特级保护区、一级保护区(核心景区)。本工程枢纽建设区、供水工程及各类施工区均不涉及风景名胜区保护范围及外围保护地带。

(1) 《风景名胜区条例》相关要求

根据《风景名胜区条例》(中华人民共和国国务院令第 474 号令，2006 年 12 月 1 日)第二十六条，在风景名胜区内禁止进行下列活动：

(一) 开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；

(二) 修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；

(三) 在景物或者设施上刻划、涂污；

(四) 乱扔垃圾。

第二十七条 禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，逐步迁出。

第二十八条 在风景名胜区内从事本条例第二十六条、第二十七条禁止范围以外的建设活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规办理审批手续。

在国家级风景名胜区内修建缆车、索道等重大建设工程，项目的选址方案应当报国务院建设主管部门核准。

第三十条 风景名胜区内的建设项目应当符合风景名胜区规划，并与景观相协调，不得破坏景观、污染环境、妨碍游览。

在风景名胜区内进行建设活动的，建设单位、施工单位应当制定污染防治和水土保持方案，并采取有效措施，保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌。

(2) 《浙江省风景名胜区条例》相关要求

第二十二条 风景名胜区内的各项建设应当符合风景名胜区规划。风景名胜区内建筑物、构筑物的选址、布局及其造型、风格、色调、高度、体量等，应当与周围景物和环境相协调，并避免对主要景观造成观赏障碍和游览线路阻断。

第二十四条 风景名胜区及其外围保护地带不得建设污染环境的工业生产设施。

第二十六条 风景名胜区内的建设项目，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照本条例和有关法律、法规的规定办理规划、用地、环境影响评价等审批手续。

第三十三条 风景名胜区内禁止进行下列行为：

(一) 开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被、地形地貌的活动；

(二) 修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；

(三) 在景物或者设施上刻划、涂污；

(四) 乱扔垃圾；

(五) 在明令禁止的区域游泳、游玩、攀爬；

(六) 在核心景区和其他景区违反规定饲养家畜家禽；

(七) 其他破坏景观、危害安全的行为。

(3) 《钱江源风景名胜区总体规划(2013～2030)》相关要求

① 在风景游览区内，可以进行适度的资源利用行为，适宜安排各种游览活动项目。保护和优化水源环境，保护一类水体水质。

② 在二级保护区内，必须限制与风景建设无关的建设，可以安排少量旅宿设施，配置必要的步行游览和安全防护设施，限制机动车交通工具进入本区。区内以步行为主，个别游览线路较长可鼓励游客乘坐景区内部低污染、低能耗的交通工具。保护和优化水源环境，保护水体水质。

③ 风景区外围保护地带严禁发展和布局对风景名胜区造成环境污染或景观污染的生产项目，控制已对风景区保护培育、游览利用和生态环境有不良影响的生活、生产的项目和内容。

(4) 本工程符合性分析

钱江源省级风景名胜区是一处以“钱江源头、幽谷秀溪、飞瀑叠水、森林景观、源头茶乡为特色，以水源涵养、生态科普、休闲养生度假”为主要功能的山水生态型省级风景名胜区。开化水库工程不属于《风景名胜区条例》第二十六条、第二十七条及《浙江省风景名胜区条例》第三十三条禁止范围以内的建设活动。本工程仅库尾回水部分淹没区涉及风景游览区，不涉及现有及规划景点。在风景名胜区保护范围及外围保护地带

内均不开展建设施工活动，无污染物排入风景名胜区内地表水体，对风景名胜区内水源环境及水体水质基本不产生影响。

2018 年 8 月，建设单位委托浙江远卓科技有限公司编制完成了《浙江省开化县开化水库工程规划选址论证暨风景名胜区影响分析报告》，同月浙江省住房和城乡建设厅核发了本工程的建设项目选址意见书，工程建设符合风景名胜区条例、总体规划的相关规定要求。

3.1.1.3 与钱江源国家森林公园相关法规政策符合性分析

本工程开化水库库尾回水淹没涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)约 27.18hm^2（涉及相应河道长度 3.64km）；复建 G205 国道有 1.1km 涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)。本工程枢纽建设区、供水工程及施工区均不涉及国家森林公园保护范围。

(1) 《森林公园管理办法》(国家林业局令第 42 号，2016 年 9 月 22 日修订)相关要求

第十条 森林公园的设施和景点建设，必须按照总体规划设计进行。

在珍贵景物、重要景点和核心景区，除必要的保护和附属设施外，不得建设宾馆、招待所、疗养院和其他工程设施。

第十一条 禁止在森林公园毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为。

采伐森林公园的林木，必须遵守有关林业法规、经营方案和技术规程的规定。

第十二条 占用、征收、征用或者转让森林公园经营范围内的林地，必须征得森林公园经营管理机构同意，并按《中华人民共和国森林法》及其实施细则等有关规定，办理占用、征收、征用或者转让手续，按法定审批权限报人民政府批准，交纳有关费用。

依前款规定占用、征收、征用或者转让国有林地的，必须经省级林业主管部门审核同意。

(2) 《国家级森林公园管理办法》(国家林业局令第 27 号，2011 年 8 月 1 日)相关要求

第十三条 国家级森林公园内的建设项目应当符合总体规划的要求，其选址、规模、风格和色彩等应当与周边景观与环境相协调，相应的废水、废物处理和防火设施应当同时设计、同时施工、同时使用。

国家级森林公园内已建或者在建的建设项目不符合总体规划要求的，应当按照总体规划逐步进行改造、拆除或者迁出。

在国家级森林公园内进行建设活动的，应当采取措施保护景观和环境；施工结束后，应当及时整理场地，美化绿化环境。

第十五条 严格控制建设项目使用国家级森林公园林地，但是因保护森林及其他风景资源、建设森林防火设施和林业生态文化示范基地、保障游客安全等直接为林业生产服务的工程设施除外。

建设项目确需使用国家级森林公园林地的，应当避免或者减少对森林景观、生态以及旅游活动的影响，并依法办理林地占用、征收审核审批手续。建设项目可能对森林公园景观和生态造成较大影响或者导致森林风景资源质量明显降低的，应当在取得国家级森林公园撤销或者改变经营范围的行政许可后，依法办理林地占用、征收审核审批手续。

第十八条 在国家级森林公园内禁止从事下列活动：

(一) 擅自采折、采挖花草、树木、药材等植物；

(二) 非法猎捕、杀害野生动物；

(三) 刻划、污损树木、岩石和文物古迹及葬坟；

(四) 损毁或者擅自移动园内设施；

(五) 未经处理直接排放生活污水和超标准的废水、废气，乱倒垃圾、废渣、废物及其他污染物；

(六) 在非指定的吸烟区吸烟和在非指定区域野外用火、焚烧香蜡纸烛、燃放烟花爆竹；

(七) 擅自摆摊设点、兜售物品；

(八) 擅自围、填、堵、截自然水系；

(九) 法律、法规、规章禁止的其他活动。

(3) 《浙江省公益林和森林公园条例》(2017 年 11 月 30 日)相关要求

第二十三条，森林公园内除法律、法规禁止的行为外，禁止下列行为：

(一) 新建、改建坟墓；

(二) 擅自围、填、堵、截自然水系；

(三) 擅自建设建筑物、构筑物和工程设施。

(4) 《钱江源国家级森林公园总体规划(2016～2025)》相关要求

开化水库库尾回水淹没区约有 3.64km 河道及 27.18hm^2 淹没区涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)，根据《钱江源国家级森利公园总体规划(2016～2025)》，相关管控措施及保护要求如下：

二级保护区是一级保护区的生态屏障，主要功能为保育资源和生态环境恢复，开展沿生态小道小规模、低密度的线性专业生态教育活动，为公园内的科学考察、环境教育、生态体验等活动提供空间；保护利用要求为实行严格保护，促进自然生态系统的恢复与更新，禁止开展经营性活动。一律禁止随意改变用途；已经改变用途的，应采取措施限期恢复。

(5) 本工程符合性分析

开化水库库尾回水淹没涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)约 27.18hm^2（涉及河道长度 3.64km），不涉及森林公园核心景区、珍贵景物及重要景点，工程枢纽建设区、供水工程及施工区均不涉及国家森林公园保护范围。本工程在森林公园内不设置施工区和管理营地，不存在直接排放生活污水和超标准的废水、废气，乱倒垃圾、废渣、废物及其他污染物的活动；通过加强施工管理，也不会产生毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为。在森林公园内的河道不设置水工构筑物，水库运行后库区水面符合水湖景区已库区湖面水景为主的景观类型要求，基本不会对森林景观、生态以及旅游活动产生影响。

开化水库工程建设符合《森林公园管理办法》、《国家级森林公园管理办法》和《浙江省公益林和森林公园条例》相关规定要求，工程在开工建设前必须征得森林公园经营管理机构同意，并按《中华人民共和国森林法》及其实施细则等有关规定，办理占用、征收、征用或者转让手续，按法定审批权限报人民政府批准，交纳有关费用。

2018 年 10 月，浙江省林业厅以“浙林便[2018]612 号”文提出，本工程符合《国家林业和草原局委托实施行政许可事项委托协议》规定的国家级森林公园改变经营范围的审批范围和条件。开化水库项目经国家有关部门正式审批立项后，按照相关规定办理钱江源国家森林公园改变经营范围审批手续。

因此，工程建设符合森林公园相关法规、规章、总体规划的规定要求，工程建设前应按照相关手续办理经营范围审批手续。

3.1.1.4 与生态红线符合性分析

2018 年 7 月，浙江省人民政府发布《浙江省生态保护红线》（浙政发[2018]30 号）。浙江省生态保护红线基本格局呈“三区一带多点”：“三区”为浙西南山地丘陵生物多样性维护和水源涵养区、浙西北丘陵山地水源涵养和生物多样性维护区、浙中东丘陵水土保持和水源涵养区，主要生态功能为生物多样性维护、水源涵养和水土保持。“一带”为浙东近海生物多样性维护与海岸生态稳定带，主要生态功能为生物多样性维护。“多

点”为部分省级以上禁止开发区域及其他保护地，具有水源涵养和生物多样性维护等功能。

本工程所在区域为“浙西北丘陵山地水源涵养生态保护红线区”，划定面积6821.52km^2，工程周边以为主。通过叠图分析，本工程水库支流的淹没区涉及到面积约9.5hm^{2}生态保护红线范围，其余淹没区均处于红线范围之外；枢纽区不涉及生态保护红线范围；供水管线在马金镇、音坑乡等区域下穿水源涵养生态保护红线，下穿管线总长3.56km；库区生产道路涉及生态保护红线 14.08km，右岸涉及 8.66km，右岸 5.42km；205 国道复建工程隧道下穿水源涵养生态保护红线 1.80km。

根据《生态保护红线管理办法(暂行)》(征求意见稿)相关管控要求，“生态保护红线内禁止城镇化和工业化活动，严禁不符合主体功能定位的各类开发活动”。“第十八条【允许类活动】在不违背法律法规和规章的前提下，生态保护红线内允许开展以下人类活动：……（六）必要的河道、堤防、岸线整治等活动，以及防洪设施和供水设施建设、修缮和改造活动”。按照“第十九条【人类活动审批】……（二）对属于本办法十八条规定的允许进入人类活动或建设项目，按照相关规定进行审批”。

本工程水库淹没区涉及的水源涵养生态保护区红线 9.5hm^2，占“浙西北丘陵山地水源涵养生态保护红线区”的 0.14%，所占比例极小。开化水库建成后，库区范围原有居民均搬迁至马金镇、开化县城，库区集水范围内人为干扰将显著减少，有利于天然林水源涵养功能的恢复。供水管线、205 国道复建工程仅下穿水源涵养生态保护红线，不破坏地表水源涵养林，对水源涵养功能基本无影响。

总体来看，本工程水库淹没、供水管线、205 国道复建工程涉及水源涵养生态保护红线范围，但本工程任务为以防洪、供水为主，属于“防洪设施和供水设施建设”，符合生态保护红线内允许开展的活动，工程建设对生态保护红线水源涵养功能影响较小。建议工程建设前按照相关规定进行审批。

3.1.1.5 与《中华人民共和国水污染防治法》符合性分析

本工程任务包含向马金镇水厂供水，马金镇水厂位于马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区内，因此供水隧洞有 360m 支线须下穿该农村饮用水水源保护区的二级保护区（陆域）。

根据《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日），第六十六条要求“禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目”。本工程供水隧洞属于供水设施，且下穿饮用水水源保护区陆域部分，不在饮用水水源保护区内设置施

工场地、施工支洞等，不排放污染物。因此，本工程建设符合《中华人民共和国水污染防治法》的相关要求。

3.1.2 与国家产业政策符合性分析

3.1.2.1 与产业政策符合性分析

开化水库为马金溪流域综合规划的工程之一，其开发任务是以防洪、供水为主，结合灌溉、改善下游河道生态环境和备用，兼顾发电等综合利用。根据《产业结构调整指导目录(2013 年修正版)》，本工程属鼓励类中水利项目第 12 项“综合利用水利枢纽工程”，其建设符合国家产业政策。

3.1.2.2 与国家水利发展改革政策符合性分析

根据《中共中央国务院关于加强水利改革发展的决定》要求，力争通过 5 年到 10 年努力，从根本上扭转水利建设明显滞后的局面。到 2020 年，基本建成防洪抗旱减灾体系，重点城市和防洪保护区防洪能力明显提高，抗旱能力显著增强。本工程建成后，通过开化水库设置防洪库容、削减下游河道洪峰，可使水库下游开化县城防洪能力由现状 20 年一遇提高到 50 年一遇防洪标准；满足马金镇、音坑乡 20 年一遇防洪要求；降低常山县城、衢州市区、龙游县城的洪水位，缓解防洪压力，减少洪灾损失。工程建设符合国家关于水利改革发展的要求。

3.1.2.3 水利改革发展“十三五”规划

2016 年 12 月，国家发展改革委、水利部、住房城乡建设部联合印发了《水利改革发展“十三五”规划》。规划指出，加快列入规划的流域面积 3000 平方公里以上的中小河流治理，使治理河段基本达到规划确定的防洪标准。在完成原有规划任务的基础上，扩大流域面积 200—3000 平方公里中小河流治理实施范围。在规划中，已将开化水库列入了“十三五”规划大型水库项目库。

2016 年 7 月，浙江省发展改革委、水利厅《关于印发浙江省水利发展“十三五”规划》，规划提出，按照‘多建水库’的要求，推进一批位于重要江河和重点中小流域上游的大中型水库工程建设，建成一批、开工一批、储备一批。……开工建设永嘉南岸、开化钱江源(即开化水库)等 10 座大中型水库。

因此，工程建设符合国家及浙江省水利发展“十三五”规划的要求。

3.1.3 与社会经济及地方相关规划的符合性分析

3.1.3.1 与国民经济和社会发展规划的符合性分析

(1) 与国家社会经济相关规划的符合性

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出“加快完善水利基础设施网络，推进水资源科学开发、合理调配、节约使用、高效利用，全面提升水安全保障能力”。“科学论证、稳步推进一批重大引调水工程、河湖水系连通骨干工程和重点水源等工程建设，统筹加强中小型水利设施建设，加快构筑多水源互联互调、安全可靠的城乡区域用水保障网。因地制宜实施抗旱水源工程，加强城市应急和备用水源建设。科学开发利用地表水及各类非常规水源，严格控制地下水开采。推进江河流域系统整治，维持基本生态用水需求，增强保水储水能力。”

开化水库工程是浙江省重点水利工程，科学开展本工程建设对提高下游供水保证率、完善开化县用水保障网具有重要作用。工程建设的同时已考虑下泄生态流量，用于保障下游河道生态用水要求。可见，本工程建设符合我国“十三五”国民经济和社会发展规划纲要。

(2) 与浙江省十三五规划纲要的符合性

《浙江省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》在打造现代化水利基础设施的要求中指出“积极推进‘十库八引’工程。以进一步提升城乡水资源保障水平为中心，加快重点水源和引调水工程建设，全省设区市主城区形成多源共济、联调互补的供水格局，90%县级以上城市建立‘一源一备’的供水体系。力争新昌钦寸、台州朱溪、台州方溪、诸暨永宁等十座大中型水库建成蓄水或具备蓄水条件，开工建设永嘉南岸、开化钱江源、缙云潜明等 10 座大中型水库，进一步增加流域水资源供给能力。”其中开工建设的钱江源水库即开化水库。可见，本工程已经纳入浙江省国民经济和社会发展十三五规划。

(3) 与衢州市十三五规划纲要的符合性

《衢州市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》中指出“加强水利基础设施建设，实施中小流域地段堤防加固工程。……至 2020 年，农业“两区”旱涝保收面积率达 90%以上，农田灌溉水有效利用系数达 0.6 以上。十三五期间，统筹防洪、水资源利用、水生态环境改善等需求，重点推进一批位于重点中小流域上游的水库工程建设，提高洪水防御能力”。“统筹建设防洪减灾、水资源保障、水生态环境改善等水利设施。加快水源水库建设，保障城乡居民饮用水供给，推动实施衢州市应急备用水源、钱江源水库、高坪桥水库等项目，继续实施农民饮用水和灌区节水续建配套、小型水库除险加固等工程。”

钱江源水库（即开化水库）为“十三五”期间衢州市的生态基础设施工程，可见，

本工程已经纳入衢州市国民经济和社会发展十三五规划。

(4) 与开化县十三五规划纲要的符合性

《开化县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》中指出“构建水利设施网。提升防洪减灾综合能力，……提高水资源保障能力，深入实施水资源保障工程，新建钱江源(开化)、横坑、大王山等 5 座水库，……加强水生态环境保护，……开展河道水域环境综合修复工程，加强重点水域保护工作，争取水质达标率 100%。抓好水利控制性骨干工程及配套设施建设，增强生态涵养能力。”

可见，本工程已经纳入开化县国民经济和社会发展十三五规划。

3.1.3.2 与相关区划符合性分析

(1) 与全国主体功能区规划的符合性分析

根据《全国主体功能区规划》，本工程所在的马金溪流域主要属于重要生态功能区的天目山－怀玉山区水源涵养与生物多样性保护重要区和禁止开发区域。天目山－怀玉山区水源涵养与生物多样性保护重要区的生态保护措施为：加强自然保护区的建设；坚持自然恢复，扩大常绿阔叶林面积；加强花岗岩等矿产资源开发监管力度以及水土流失综合治理；加强林业经营区可持续的集约化丰产林的管理；改变农村能源结构，降低农村居民能源使用对森林的依赖。发展生态农业与生态旅游。禁止开发区域的管制原则为：依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护，严格控制人为因素对自然生态和文化自然遗产原真性、完整性的干扰，严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，引导人口逐步有序转移，实现污染物“零排放”，提高环境质量。

本工程建成后，能够提高流域防洪减灾能力，提高农业有效灌溉率；水资源保护、水生态保护和水土保持等规划实施，对马金溪生态走廊的建设和生态格局的构建具有重要意义，与《全国主体功能区规划》确定的区域发展方向是协调一致的。

本工程涉及钱江源国家公园体制试点区、钱江源国家森林公园，根据国家相关的管理规定，经国家批准的重点建设项目，因自然条件限制，确需通过或占用生态敏感区的，必须按照相关规定，履行有关调整的论证、报批程序。因此，在征得相关主管部门同意的条件下，工程建设符合相关管理政策要求。

(2) 与全国生态功能区划的符合性分析

根据《全国生态功能区划》(2015 修编版)，本工程涉及 1 个生态功能区，即天目山－怀玉山区水源涵养与生物多样性保护重要区。

本工程建成运行后，将提高流域防洪能力，提高农业有效灌溉率，有利于减少自然

灾害对生态环境的不利影响；通过泄放生态流量、建设水生生态保护措施、开展水污染防治规划等，有利于保障马金溪水环境，维持流域生态系统完整性，防止生态功能退化；配套的实施有利于清洁能源的供应，减少化石燃料燃烧带来的污染。可见，本工程建设总体上符合《全国生态功能区划》的相关要求。

(3) 与浙江省主体功能区划符合性分析

根据《浙江省主体功能区规划》(浙江省人民政府，2013 年)，本工程主要涉及省级重点生态功能区(浙西山地丘陵重点生态功能区)和禁止开发区域。

浙西山地丘陵重点生态功能区的开发导向为加强森林抚育和管护，调整林业结构，加快生态公益林建设，提高森林生态系统的整体功能。保护生物多样性，重点开展珍稀物种、濒危物种的抢救工作，禁止猎杀、采伐珍稀或濒危的物种，加大外来入侵物种的防范和管理。加强水系源头水源涵养，开展流域综合治理，控制水土流失，延缓山溪河道的淤积变迁。合理开发自然景观资源，适度开展生态旅游。发展高效生态农业，采取措施控制农业面源污染。

本工程主要涉及禁止开发区中的风景名胜区、森林公园。

风景名胜区按照国务院《风景名胜区条例》、《浙江省风景名胜区管理条例》实行管理。严格保护风景名胜区内一切景物和自然环境，不得破坏或随意改变。严格控制人工景观建设。禁止在风景名胜区从事与风景名胜资源无关的生产建设活动。建设旅游设施及其他基础设施等必须符合风景名胜区规划，逐步拆除违反规划建设的设施。根据资源状况和环境容量对旅游规模进行有效控制，不得对景物、水体、植被及其他野生动植物资源等造成损害。

森林公园按照《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国森林法实施条例》、《中华人民共和国野生植物保护条例》、《森林公园管理办法》和《浙江省森林管理条例》实行管理。除必要的保护设施和附属设施外，禁止从事与资源保护无关的任何生产建设活动。在森林公园内以及可能对森林公园造成影响的周边地区，禁止进行采石、取土、开矿、放牧以及非抚育和更新性采伐等活动。建设旅游设施及其他基础设施等必须符合森林公园规划，逐步拆除违反规划建设的设施。根据资源状况和环境容量对旅游规模进行有效控制，不得对森林及其他野生动植物资源等造成损害。不得随意占用、征用和转让林地。

本工程能够提高流域防洪减灾能力，提高农业有效灌溉率；通过采取泄放生态流量、建设水生生态保护措施、开展水污染防治规划等措施对马金溪生态走廊的建设和生态格

局的构建具有重要意义，与《浙江省主体功能区规划》确定的区域功能定位和发展方向是基本一致的。工程涉及禁止开发区域中的国家森林公园、省级风景名胜区，在征得相关主管部门同意的条件下，工程建设符合相关管理政策要求。

(4) 与开化县环境功能区划符合性分析

根据《开化县环境功能区划》(2015 年 5 月)，本工程涉及自然生态红线区的钱江源国家森林公园、钱江源水源保留区等 2 个小区，生态功能保障区的钱江源水源涵养区。工程与开化县环境功能区划符合性分析详见表 4.1-1。

与开化县环境功能区关系一览表

表 4.1-1

编号及名称	主导功能及目标	管控措施	规划布局与功能区关系及符合性
0824-Ⅰ-3-01 钱江源国家森林公园	主导环境功能：森林生态系统和生物多样性保护，水源涵养。 主导环境功能目标：增强水源涵养功能，维护生态系统结构完整。 环境质量目标： 齐溪上游地表水达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅰ类标准 其余区域内地表水达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类标准。 空气环境达到《环境空气质量标准》(GB3095—2012)一级标准。 土壤环境达到《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)一级标准。	该区域按森林公园特级保护区和高度敏感区分类管理。禁止一切工业项目进入，现有的要限期关闭搬迁。禁止畜禽养殖(特级保护区外的红线区禁止经营性畜禽养殖)。禁止建设其它不符合保护区法律法规和规划的项目，现有的应限期改正或关闭。 ① 国家森林公园特级保护区。依据《国家级森林公园管理办法》、《风景名胜区管理条例》进行管控。对森林公园特级保护区和风景名胜区核心景区实施最严格的保护。 ② 高度敏感区。区域内禁止毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为。采伐森林公园的林木，必须遵守有关林业法规、经营方案和技术规程的规定。齐溪镇建成区在高度敏感区范围，不在特级保护区内。乡镇建设需严格控制发展规模，基础设施建设要符合风情小镇要求。允许镇区相关配套基础设施建设。镇区及旅游服务业建设生活污水处理设施，要按生活污水排放达到一级 A 标准设计，确保达标排放。实施生态敏感及生态脆弱区域的生态移民。	开化水库工程库尾部分淹没该区，属非工业项目，严格执行相关措施后，对环境影响较小。在取得相关主管部门意见后，符合该功能区要求。
0824-Ⅰ-6-01 钱江源水源保留区	主导环境功能：水源地保留。 主导环境功能目标： 强制保护水源地水环境，以水源供给、调节、涵养为主要环境保护目标，保障水质安全。 环境质量目标： 地表水达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类标准。 土壤环境达到《土壤环境质	禁止一切工业项目进入，现有的要限期关闭搬迁。 禁止经营性畜禽养殖。 禁止建设其它不符合保护区法律法规和规划的项目，现有的应限期改正或关闭。 加强水库周边水源涵养林的建设和保护，加强水库地区农业农村面源污染治理，以及库区周边城镇、农村的生活污水、生活垃圾处理。	符合。 开化水库涉及该区，属非工业项目，严格执行相关措施后，对环境影响较小。

	量标准》(GB15618-1995)一级标准。		

3.1.4 与流域相关规划的符合性分析

3.1.4.1 与流域综合规划的符合性分析

(1) 本工程任务定位的符合性分析

《钱塘江流域综合规划》(2011～2020)提出，开化钱江源水库（即开化水库）的任务为以防洪、供水为主，结合灌溉与发电等综合利用。《开化县马金溪流域综合规划》提出，开化水库任务以防洪为主，结合改善水景观与水环境、供水、灌溉，兼顾发电等综合利用。本工程可行性研究阶段提出，工程开发任务为以防洪、供水为主，结合灌溉、改善下游河道生态环境和备用，兼顾发电等综合利用。可见，本工程任务基本符合钱塘江流域及马金溪流域综合规划要求。

(2) 本工程布局和规模的符合性分析

《钱塘江流域综合规划》(2011～2020)提出，开化水库布置于马金溪干流上，总库容 2.22 亿 m^3，防洪库容 0.62 亿 m^3，正常蓄水位 256m；《开化县马金溪流域综合规划》提出的开化水库布置于马金镇上游马金溪干流上，总库容 2.1 亿 m^3，兴利库容 1.46 亿 m^3，水库可供水量为 20.5 万 m^3/d。本工程可研阶段，水库坝址位于马金溪干流上，总库容 1.84 亿 m^3，防洪库容 0.58 亿 m^3，正常蓄水位 251m。可见，本工程布置及规模总体上符合流域相关规划要求。

3.1.4.2 与流域规划环评的符合性分析

根据《马金溪流域综合规划环境影响报告书》，近期在马金溪干流上规划建设开化水库，加固干流堤防、开展中小河流治理，提出工程与非工程措施相结合的防洪规划布局总体上是合理的。开化水库库尾涉及钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区，工程建设对敏感区内的地表植被和景观资源将会产生影响。应在项目建议书、可行性研究阶段确定工程具体位置、规模、淹没范围后，通过专题论证，进一步分析工程对环境敏感区的影响，并提出保护措施。

规划环评审查意见(衢环函[2018]105 号)提出，规划拟建的开化水库在流域防洪抗旱、区域供水保障等方面具有重要作用，库尾淹没涉及钱江源国家公园、钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区，建议在项目可行性研究阶段深入论证工程对各环境敏感区的影响，并提出相应的减缓措施。

因此，开化水库工程在建设前取得各敏感区主管部门的同意意见后，工程符合流域

规划环境影响评价的推荐方案。

3.2 工程设计方案环境合理性分析

3.2.1 水资源配置环境合理性

3.2.1.1 最严格水资源管理制度符合性分析

(1) 管理要求

2012 年 1 月，国务院发布了《关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发[2012]3 号)。2016 年 9 月，衢州市水利局发布了关于下达 2020 年实行最严格水资源管理制度考核指标的函，提出开化县 2020 年用水总量指标 1.685 亿 m^3，其中生活和工业 0.69 亿 m^3；万元工业增加值用水量指标不得超过 46m^3/万元，农田灌溉水有效利用系数 0.535；江河湖水功能区水质达标率 100%。

(2) 总量符合性分析

根据本工程可行性研究报告预测，2030 年开化县生活和工业需水预测的 5112 万 m^3，低于开化县 2020 年生活和工业用水总量控制(6900 万 m^3)要求。

(3) 用水效率符合性分析

开化县 2015 年万元工业增加值用水量为 61m^3/万元，2020 年万元工业增加值用水量指标不超过 46m^3/万元。本工程设计时考虑 2020 年后工业节水降低的空间只会越来越小，万元工业增加值用水量指标下降幅度也会减缓，2021～2030 年按年递减率 5.7%考虑，到设计水平年 2030 年万元工业增加值用水量取 25m^3/万元，低于浙江省现状平均水平 26.9m^3/万元、全国平均水平 52.8m^3/万元。马金溪流域现状渠系大多为砌石、土渠，渠系水利用系数较低，现状只有 0.55；随着水利建设不断加强，建设及管理水平提高，设计水平年 2030 年农田灌溉亩均用水量不超过 420m^3，渠系水利用系数可达到 0.6。

可见，本工程设计时已按照最严格水资源管理制度要求进行需水量预测，所采用的万元工业增加值用水量与农田灌溉水有效利用系数均满足相关要求。

(4) 水功能区限制纳污符合性分析

根据《浙江省水功能区水环境功能区划分方案(2015 年)》，工程库区及坝址位于“马金溪开化源头水保护区”，该河段地表水执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) Ⅱ类水质标准。坝址下游“马金溪开化工业用水区”(马金至底本)、“马金溪开化农业用水区 2”(龙潭大坝至新下大桥)、“马金溪开化工业、农业用水区”(新下大桥至高园村)、“常山港开化农业用水区”(华民取水口下游 100 米至开化常山交界)以及出开化县界后“常山港常山农业用水区 1”(开化常山交界至湖东上埠)、“常山港常山农业用水区 2”

(紫港至常山衢州分界线)、“常山港衢州农业用水区”(常山衢州分界线至双港口)均执行Ⅲ类水质标准，其他马金溪、常山港干流河段均执行Ⅱ类水质标准。

根据水质现状监测结果，开化县境内水环境质量好，主要超标因子为粪大肠杆菌，个别断面化学需氧量出现超标现象。

针对本工程库区及受水区水污染防治需求，建设单位委托我院编制完成了《浙江省开化县开化水库工程水污染防治规划》。该规划的目标满足国家《水污染防治行动计划》对本工程评价区各类水体水质考核目标要求。规划报告统筹已发布的浙江省及开化县社会经济发展规划、水务发展规划、水资源保护规划、农业发展规划、生活污水治理规划(本报告统称“上位规划”)等相关水污染防治要求和内容，将位于本规划范围内的“上位规划”的落实情况作为至规划水平年水环境预测、分析的情景之一。综合考虑工业、城乡生活、农业等多方面因素对水环境的影响趋势，结合开化水库工程建设后对水环境的影响程度，补充提出水污染防治规划和具体的污染防治项目，包括水源地保护工程、城镇节水工程、工厂企业污染防治项目、污水处理厂改造项目、畜禽养殖污染控制项目、面源污染防治项目等。经污染物消减和规划水环境目标可达性分析结论，采取各项措施后，水环境质量将保持稳定并有所好转，使得相关水质因子浓度均能达到环境功能要求。因此，通过落实本工程水污染防治规划措施，可以有效控制受水区退水水质状况，减轻对受纳水体的不利影响。

综上所述，本工程建设符合最严格水资源管理制度的相关要求。

3.2.1.2 水资源配置“三先三后”原则符合性

根据规划的水资源配置方案，参考国家要求引调水工程遵守“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的“三先三后”原则进行符合性分析。

(1) 先节水后调水原则符合性

根据《浙江省开化县开化水库水资源论证报告》(2018 年 3 月)，针对本工程提出的节水措施包括：

① 城乡生活综合用水

根据《开化县水资源综合规划》，城乡生活节水的重点是减少水的损失和浪费，主要体现在通过提高水价，普及节水器具、增强节水意识等方面。生活用水节水主要依靠供水管网的改造，通过逐步降低管网漏损率来达到节约用水的目的。

② 工业、农业畜牧业用水

根据《开化县水资源综合规划》，具有节水潜力的行业有化工、纺织、水泥、食品

等；规划期内在工业产值增加情况下，通过产业结构战略调整和企业技术改造，控制取用水量的增长。现状全县工业用水重复利用率大约 35%左右，至 2020 年工业用水重复利用率达到 76%，间接冷却水循环利用率达 90%以上；至 2030 年，工业用水重复利用率达到约 85%。节水措施主要包括产业结构调整、用水设施的更新换代、生产工艺的改进、管理水平的提高等方面。

③ 水库运行调度

水库本身除水面蒸发外耗水量极小，开化水库的节水措施主要就是合理调度，处理好工程用水过程和水量平衡问题，提高水资源利用率：采取一定的工程措施，通过选择合理的输水管道、输水路线及其他工程措施减少渗漏水量，从而使相同水量发挥更大效益；开化水库建成后，通过非工程措施，对水库的合理调度(包括洪水调度)，合理调配供水、灌溉及环境用水，提高水资源利用率。

采取上述措施，提高用水效率，符合先节水后调水的原则。

(2) 先治污后通水原则符合性

马金溪流域综合规划和流域规划环境影响评价报告均提出大力开展流域点源、面源污染综合治理，流域沿线规划范围内工业污染源全部实现废水达标排放、建设污水处理设施、污水处理厂提标升级改造、生活垃圾治理、集约化养殖污染治理、农业面源污染治理等措施和要求。本工程也编制了《浙江省开化水库工程水污染防治规划报告》，并取得了开化县政府的批复。

因此，在本工程运行前落实地方水污染防治规划提出的各项措施，符合先治污后通水原则。

(3) 先环保后用水原则符合性

在充分考虑了开化水库坝址下游生态用水刚性需求的前提下，本工程提出了开化水库运行调度优先保障生态流量的要求，按照自然水文节律下泄生态流量。

在水库建设和运行期间实施各项生态避让、减缓、恢复和补偿措施，尽量降低对减水区域的生态影响，项目符合先环保后用水原则。

3.2.1.3 水污染防治行动计划协调性分析

(1) 水污染防治行动计划要求

2015 年 4 月，《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发[2015]17 号，以下称“水十条”)提出控制用水总量、提高用水效率、科学保护水资源等要求，工程建设要充分考虑水资源、水环境承载能力，以水定城、以水定地、以水定人、以水定产。

本工程供水区和受水区全部位于浙江省衢州市开化县境内，浙江省、衢州市均响应国务院“水十条”要求，出台了《浙江省水污染防治行动计划》(浙政发[2016]12 号)、《衢州市水污染防治行动计划》(衢政发[2016]52 号)等文件，提出了加强流域和湖库水质、保障饮用水安全、治理生活污染、防治农村污染源、控制农业种植业面源污染、防治工业污染源等方案和要求。

(2) 区域水污染治理情况

根据开化县住建局提供统计资料，本工程受水区范围内已有多座集镇污水厂建成运行，出水水质均可达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准。开化县城建有城市污水处理厂，设计处理规模 20000t/d，实际处理规模 12000t/d，采用 CAST+砂滤池处理工艺；华埠镇建有华埠污水处理厂，设计处理规模 10000 t/d，实际处理规模 1200t/d，采用 A2O+滤池处理工艺；马金镇建有马金集镇污水处理站，设计处理规模 1000t/d，采用 A2O+人工湿地+深度处理工艺，目前已满负荷运行；村头镇、池淮镇分别建有村头集镇污水处理站、池淮集镇污水处理站，设计处理规模分别为 150t/d、250t/d，均采用 A2O+人工湿地处理工艺，目前均已满负荷运行。

(3) 退水新增水污染分析

本工程受水区退水包括城乡供水的退水和灌溉退水，其中前者包括城区和集镇生活集中退水以及农村生活分散退水；灌溉退水主要包括灌溉回归水退水、渠道输水渗漏及灌溉渗漏退水。城乡供水的退水可纳入各受水区已建的污水处理设施处理后达标排放。灌溉回归水退水量较大，污染物主要为总磷、总氮等，排放量与农作物生产期施用化肥、农药量大小有关。从灌区的分布情况来看，大部分退水将主要以面源的形式重新进入马金溪下游和常山港，经预测，工程建成后下游河道水质均可达标。

(4) 治污需求变化分析

本工程具有供水功能，工程建成后需要划分水源保护区，保证库区水质达标。目前工程库区所在地方水污染防治规划受规划水平年限制，未考虑该情形，因此需要进一步强化库区水质保护和污染治理要求。

综上所述，本工程受水区已按照国务院“水十条”的要求分别制定相关的行动计划或方案，受水区均已建污水处理设施，本工程建设基本与“水十条”相协调。后续地方政府应根据本工程建设任务要求，完善库区污染防治措施。

3.2.2 坝址及供水线路选择环境合理性

3.2.2.1 坝址选择环境合理性

工程可研阶段重点对上、下 2 个坝址方案进行了比选，其中上坝址位于马金溪高岭村下游约 1.2km 处一“S”弯河谷，下坝址位于下坝址位于上坝址下游 650m 处。上、下坝址按照等效益进行坝址比较，上坝址正常蓄水位 254m，下坝址正常蓄水位 251m。2 个坝址方案环境影响比较见表 3.2-1 所示。

上坝址方案较下坝址正常蓄水位高 3m，虽然从淹没耕地、林地、园地来看下坝址淹没略多，但由于水库水位增加导致对库尾钱江源国家森林公园、省级风景名胜区和国家公园的淹没面积增加，因此带来的环境影响也相应增加；各坝址的对外交通公路均连接至坝址，建设方案相差不大，因此对外交通公路的影响基本没有区别；由于占地面积不同，工程建设对植被的破坏及对陆生动物、景观的影响略有差别。

上、下坝址方案的环境影响区别主要体现在正常蓄水位高程、水库淹没面积以及由于施工布置、施工规模不同引起对施工区的水环境、环境空气、声环境和陆生植物等方面影响的差异。2 个坝址方案在环境敏感目标(如水功能区划、取水口情况)和河道特征等方面一致。从地形、地质方面来看，相差甚微。

上、下坝址方案在对水生生态、对社会环境、环境敏感目标等方面环境影响区别不大或者无显著影响，但上坝址方案由于正常蓄水位更高，水库淹没对库尾 3 个生态敏感区淹没影响更大。从水库淹没影响、地形地质条件、工程枢纽布置、施工布置等工程角度及经济性方面综合考虑，下坝址方案优于上坝址方案。

不同坝址方案环境影响比较一览表

表 3.2-1

项　目		上坝址	下坝址	差　异
位　置		高岭村下游约 1.2km 处	位于上坝址下游 650m	相距 0.65km
坝址以上流域面积(km^2)		228	233	相差 5km^2
正常蓄水位(m)		254	251	上坝址高 3m
水库主要特性	总库容(万 m^3)	20590	18366	下坝址大 145 万 m^3
	兴利库容(万 m^3)	13588	13605	差别很小
	防洪库容(万 m^3)	5800	5800	
最大坝高(m)		90	85	上坝址＞下坝址
淹没及占地	征用耕地(亩)	3539	3809	上坝址相对较小
	征用园地(亩)	78	83	
	征用林地(亩)	1024	1289	
	迁移人口(人)	4536	4536	相同

3.2.2.2 供水线路选择环境合理性

主体工程对开化水库的供水工程线路方案进行了沿国道方案、沿马金溪隧洞方案、沿马金溪管道方案的比选。

(1) 不同供水线路方案

① 方案一：沿国道方案

线路基本沿 205 国道布置，在马金镇秧畈村穿越京台高速，该方案线路总长 46.7km。

② 方案二：沿马金溪隧洞方案

沿马金溪隧洞方案线路总体走向为南北向，线路基本沿马金溪布置，在大流坑附近山体与京台高速保持一定垂直距离并穿越，线路下游近市区段以隧洞为主，减少对城区的影响。该方案线路总长 46.2km。

③ 方案三：沿马金溪管道方案

沿马金溪管道方案，主要目的是比较隧洞和管道的特性，与沿马金溪隧洞方案相比只有局部有差异，差异段位于大淤至音坑乡马金溪段。该方案线路总长 47.0km。

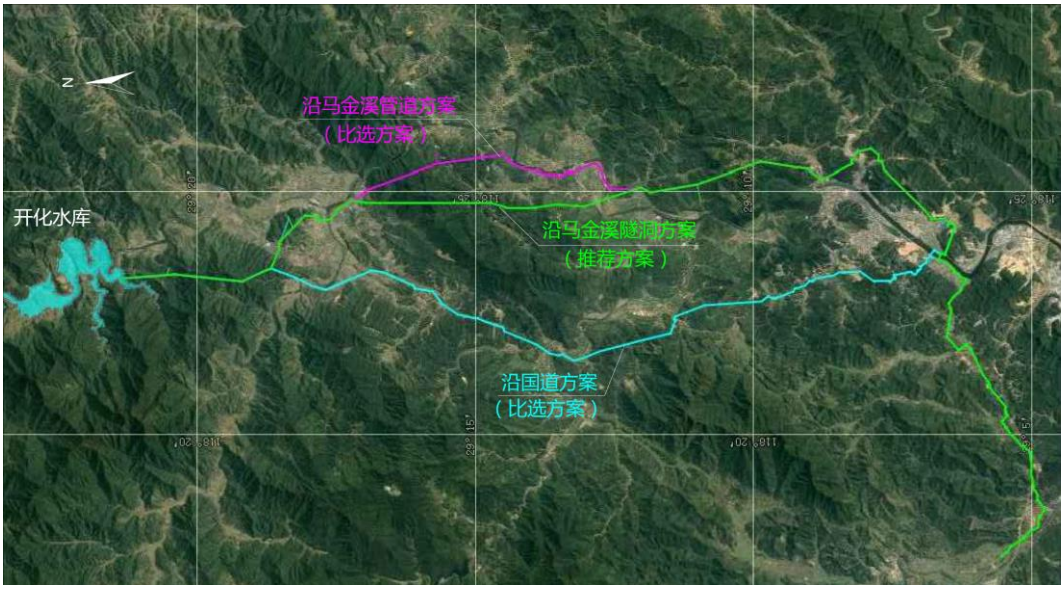


图 3.2-1 3 条供水线路方案

(2) 合理性分析

三方案线路长度相差不大，其中国道方案、马金溪管道方案管道所占比例略高。

① 从对生态敏感区影响来看，各方案均不涉及生态敏感区。

② 各线路方案均下穿涉及“浙西北丘陵山地水源涵养生态保护红线区”，其中以沿国道方案最长（3.64km），其次为沿马金溪管道方案（3.60km），马金溪隧洞方案最短（3.56km）。

③ 从工程影响范围来看，沿国道方案、马金溪管道方案由于线路较长，要大于沿马金溪隧洞方案，增加的占地范围以耕地为主。

④ 从施工期影响范围来看，沿国道或马金溪施工，涉及周边居民点相对较多，施工噪声、扬尘影响相对较大，其中沿马金溪方案施工污废水可能进入马金溪，影响相对较大。

⑤ 从植被影响角度，沿国道方案弃渣量较少，临时占地较少，但总线路最长，永久占地相对较多，以占用耕地为主；沿马金溪管道方案马金溪两侧植被茂密，沿线开挖破坏植被较多；沿马金溪隧洞方案线路最短，工程影响范围最小，对地表植被影响最小。

因此，综合工程及环境影响考虑，沿马金溪隧洞方案相对较合理。

供水工程线位比选方案主要指标比较

表 3.2-2

项目		沿国道方案	沿马金溪隧洞方案	沿马金溪管道方案
线路特征	供水线路全长(km)	46.7	46.2	47.0
	隧洞段长(km)/衬后洞径(m)	19.5/2.6~2m	27.6/2.6~2m	25.3/2.6~2m
	埋管段长(km)/管径(m)/管材	7.8/2DN1200，5.7/2DN10000.4/DN600，13.3/DN800	5.2/2DN1400，13.4/DN800	8.3/2DN1400，13.4/DN800
	施工支洞个数	1	2	2
	施工支洞长度(km)	0.229	0.772	1.161
	永久征地(hm^2)	10.49	11.20	10.18
	弃渣(万 m^3)	6.82	10.12	8.50
方案比较	涉及生态敏感区	均不涉及		
	涉及生态红线长度	3.64km	3.56km	3.60km
	施工期影响	沿国道施工，周边居民点较多，施工噪声、扬尘影响相对较大。	隧洞最长，沿线居民点最少，对居民点的影响最小。	沿马金溪施工，周边居民点较多，施工污废水可能进入马金溪，影响相对较大。
	植被影响	弃渣量较少，临时占地较少；但总线路最长，永久占地相对较多，以占用耕地为主。	线路最短，工程影响范围最小，对地表植被影响最小。	马金溪两侧植被茂密，沿线开挖破坏植被较多。

3.2.3 正常蓄水位方案环境合理性

3.2.3.1 正常蓄水位涉及重要生态敏感区的必要性

(1) 必须库容

通过需水分析，开化水库供水区设计水平年 2030 年城乡综合毛需水 4874 万 m^3；下游多年平均灌溉总毛需水量 2962 万 m^3，开化水库灌溉补水 1518 万 m^3，其中池淮镇现代农业园区农灌补水 231 万 m^3。

以满足开化水库供水区远期 2030 年水平年综合用水、农业灌溉补水、坝址处生态需水为目标，试算水库供水必需库容。通过计算分析，统计长系列多年月保证率开化水库满足城镇用水 95%保证率、补充农业灌溉用水达到 85%保证率，必需库容在 8000 万 m^3 左右。

(2) 不影响重要生态敏感区的正常蓄水位

根据开化水库库区测量地形图（1/2000），钱江源国家森林公园下边界与现状河道相交处的河床高程为 227m，钱江源国家公园试点区（钱江源省级风景名胜区）下边界与现状河道相交处的河床高程为 235m。

(3) 以钱江源国家森林公园为边界方案

以森林公园为边界方案正常蓄水位 227m，对应正常蓄水位库容为 5336 万 m^3；总库容 11898 万 m^3。从水库满足兴利要求角度分析，供水调节库容为 4392 万 m^3，小于水库的必需库容 8000 万 m^3，在水库全年泄放生态水量的基础上，多年平均城乡供水量为 2927 万 m^3，不能满足规划水平年的城乡用水需求。

(4) 以钱江源国家公园试点区(钱江源省级风景名胜区)为边界方案

以钱江源国家公园试点区(钱江源省级风景名胜区)为边界方案正常蓄水位为 235m，对应正常蓄水位库容为 7883 万 m^3，总库容 13683 万 m^3。从水库满足兴利要求角度分析，供水调节库容 6939 万 m^3，小于水库的必需库容 8000 万 m^3，且无法满足生态流量泄放要求。

方案主要工程特性表

表 3.2-3

项目	单位	以森林公园为边界	钱江源国家公园试点区(钱江源省级风景名胜区)
正常蓄水位	m	227	235
正常蓄水位相应库容	万 m^3	5336	7883
正常蓄水位水库面积	km^2	2.85	3.53
梅汛期汛限水位（4.16～7.15）	m	227	235
防洪高水位（P=2%）	m	243.43	249.17

防洪高水位相应库容	万 m^3	11136	13683
防洪库容	万 m^3	5800	5800
校核洪水位（P=0.02%）	m	245.22	250.78
设计洪水位（P=0.2%）	m	243.85	249.55
20 年一遇洪水位（P=5%）	m	234.86	241.60
5 年一遇洪水位（P=20%）	m	230.83	238.15
总库容	万 m^3	11898	14445
最大坝高	m	71	77
供水死水位	m	205	205
供水死库容	万 m^3	944	944
供水调节库容	万 m^3	4392	6939
库容系数		0.15	0.24
多年平均城乡供水量	万 m^3	2927	4874
农灌补水量	万 m^3	1518	1518
迁移人口	人	4306	4473
淹没耕地	亩	1780	2660
淹没林地	亩	480	860
淹没园地	亩	265	335
征用房屋	万 m^2	29.81	30.61
未利用地（20 年一遇水位以下）	亩	775	900
可比投资（不含供水工程）	亿元	30.22	32.66
其中：工程部分投资	亿元	3.19	3.65
其中：淹没补偿投资	亿元	27.03	29.01
其中：淹没补偿投资（不含税费）	亿元	25.03	26.66

(5) 小结

从以上分析可见，如不涉及 3 处生态敏感区，本工程供水调节库容分别为 4392 万 m^3，6939 万 m^3，均无法满足必须库容 8000 万 m^3 的基本要求。

3.2.3.2 环境保护角度对可行性研究报告提出的正常蓄水位比选

本工程可行性研究阶段正常蓄水位选择研究过程中，拟定了 241m、251m 和 253m 共 3 个正常蓄水位方案进行比选，不同正常蓄水位方案主要环境要素的比选情况见表 3.2-4。

(1) 水文情势

建库前坝址处多年平均流量 9.33m^3/s，相应天然水位为 182m，建库后库区水位将抬升 59m～71m，水体体积和水面面积均将有所增加，库区内的流速将减缓，库区江段由急流河道转变为河道型水库，从上游至坝前流速逐渐减小。运行期水库水位在正常蓄水位和死水位之间变动，变幅为 36m～48m。正常蓄水位越高，其所带来的水文情势变

化越大，包括水位抬升、消落高度、库容等变化均相应增大。

(2) 水温及水质

开化坝址天然多年平均年径流量为 2.95 亿 m^3，采用 α 法判别开化水库水温结构，各正常蓄水位方案的 α 值分别为 1.82、1.42、1.35，均低于 10。因此，各蓄水位方案水库均属于分层型水库，下泄水温可能与天然水温有差别。

工程运行后，水库水体流速较天然水体有所减缓、污染物降解能力及污染物输出能力有所降低，但水库上游水质负荷现状水平较低，从区域负荷及社会发展规划分析，污染负荷近期不会有大的增加，且各蓄水位方案入库污染源基本一致，各方案水库淹没产生的库区和支流库湾污染的可能性基本相同，因此各蓄水方案对水质的影响差别不大。

(3) 生态环境

回水均到栖息水库坝址，均涉及钱江源国家公园、钱江源国家森林公园和钱江源省级风景名胜区，影响性质相同；随着水位抬升，淹没面积增加。受影响植被类型均为马金溪中上游河段较为常见的植被类型，各蓄水方案水库淹没对植物生物量、区域的陆生生态系统产生一定的影响，但各方案间影响差别很小。水库蓄水后，陆生动物的活动范围有所减小，但陆生动物大多具有活动范围广泛的特点，随着库区水位的抬升，将向周边转移。本工程各方案对鱼类生境及其他水生生物的影响基本相同。

(4) 移民及社会影响

3 个正常蓄水位方案水库淹没均涉及一定数量的移民和专项设施迁复建，其中搬迁安置移民均为 4536 人，随着水位抬高，移民安置人口不变，影响相同；随着正常蓄水位的增加淹没影响土地数量有所增加，增加的土地主要为耕地和林地；移民安置点不涉及重要环境保护敏感区，移民安置及社会影响随正常蓄水位的抬高基本无差异。

(5) 小结

从上述分析来看可研阶段拟定的 241m、251m 和 253m 三个方案，随着正常蓄水位的增加，水文情势、水温、陆生生态、水库淹没和移民等方面的影响也将增加，水质、鱼类生境及其他水生生物、人群健康等方面的影响基本相同，钱江源国家公园、钱江源国家森林公园和钱江源省级风景名胜区，影响性质相同，影响面积增加。随着水库正常蓄水位增加，实际调度时防洪效益、供水能力会相应增加，但更高的正常蓄水位会长时间淹没齐溪水库大坝挑流鼻坎。综合考虑开化水库的作用及其供水要求、水库淹没、经济指标和工程安全等方面，拟定的 251m 方案基本合理。

正常蓄水位方案主要环境要素比选一览表

表 3.2-4

环境要素	项 目	正常蓄水位方案		
		248m	251m	253m
水文	死水位(m)	205	205	205
	最大消落高度(m)	43	46	48
	坝前水位抬升(m)	66	69	71
	防洪库容(亿 m^3)	0.58	0.58	0.58
	非汛期供水调节库容(亿 m^3)	1.22	1.36	1.46
	正常蓄水位相应库容(亿 m^3)	1.31	1.45	2.18
	城乡供水量(亿 m^3)	0.49	0.49	0.51
水温	α 值(α-β 法)	1.82	1.42	1.35
水质	总体水质	各方案水库建成后对水质影响基本相同		
	库湾水质	各方案水库淹没产生支流库湾污染的可能性基本相同		
陆生生态	生物量损失	随着水位的抬高，生物量损失有所增加		
	淹没植物种类	基本一致		
	淹没珍稀保护植物	根据调查，淹没区均涉及珍稀保护植物和未登记的古大树，淹没保护植物金荞麦的数量可能增加		
	陆生保护动物及其栖息地	随着水位的抬高，对野生动物活动区域的压占有所增加		
鱼类		对鱼类的影响差别不明显，对鱼类生境的影响基本一致		
水库淹没和移民	淹没人口(人)	4536	4536	4536
	移民安置环境影响	随着水位抬高，移民安置人口不变，无显著差异		
	淹没耕地(亩)	3061	3809	3961
	淹没林地(亩)	989	1289	1381
	淹没园地(亩)	70	83	85
	对土地利用的影响	随着正常蓄水位的增加淹没影响土地数量有所增加，增加的土地主要为耕地和林地		
人群健康		不同方案对人群健康的影响差别不明显		
重大环境敏感对象		回水均到齐溪水库坝址，均涉及钱江源国家公园体制试点区、钱江源国家森林公园和钱江源省级风景名胜区，影响性质相同；随着水位抬升，淹没面积增加		

3.2.4 施工规划方案环境合理性

(1) 料场选取环境合理性分析

① 料场选取原则

料场选择的原则包括不得压占自然保护区、风景名胜区、森林公园、珍稀动植物集中分布区、文物、水源保护区等环境敏感目标，尽量不占或少占耕地、林地。

② 料场选取环境合理性分析

本工程料场均位于库区，现状为耕园地和少量次生林地，与临建施工工程布置区相结合的原则，满足粘土料、砂砾料开采质量及储量要求，同时便于运输，减少增加施工

便道占地。按上述环境保护、就近开采原则，本工程共布置 1 个土料场，其位于坝址上游约 1.8km 处的岩潭村。土料场主要成分为粘土，层厚约 0.5m～2.5m，储量约 0.3 万 m^3。另外设置 1 个石料场，位于位于齐溪二级水电站拦水闸坝右岸山坡。石料场储量约 310 万 m^3，正常蓄水位以下储量约 80 万 m^3。

本工程所设施的土料场和石料场不涉及钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园、钱江源国家森林公园、可开发矿产、文物和珍稀动植物集中分布区等环境敏感目标。移民搬迁后，土料场距离最近的岩潭村居民点 0.45km。石料场距离最近的石柱村约 0.77km，相隔一道山脊，200m 范围内无集中居民点。土石料场均以占用耕园地为主，未发现珍稀保护植物，料场开挖结束后将进行迹地恢复。综上所述，从环境保护的角度分析，本工程土石料场选址较为合理。

土料运输基本在施工场地内沿施工道路运输，不涉及重大生态敏感区、可开发矿产、文物、珍稀动植物集中分布区、集中居民点等敏感目标，运输方案较合理。石料场开采石料后，考虑到运输方式的经济性，拟采用公路运输成品骨料，即从石料场就近运至人工砂石加工系统方案，不经过村庄，汽车等机械噪声不会对居民点产生影响。砂石加工系统加工后的成品骨料由装车仓转自卸汽车经场内道路运输至拦河坝管理区连接道路附近混凝土拌合系统，沿线不涉及自然保护区、风景名胜区、可开发矿产、文物和珍稀动植物集中分布区等环境敏感目标。因此，从环境保护的角度分析，运输方案较为合理。

(2) 弃渣场方案环境合理性分析

① 弃渣场方案选择原则

本工程弃渣 55.68 万 m^3，集中堆放在选定的弃渣场内，渣场面积 11.74hm^2。弃渣场方案选择原则同料场的选取，即不得压占自然保护区、风景名胜区、森林公园、珍稀动植物集中分布区、文物、水源保护区等环境敏感目标，不压占本区域代表性的植被类型，同时考虑地质稳定性及居民点安全、行洪、弃渣运输与利用等因素。

② 弃渣场合理性分析

1) 压占环境敏感目标

根据施工规划，本工程设置 3 个渣场，其中 2 个弃渣场位于库区永久占地内，另有 1 个临时弃渣场。各弃渣场占地均不涉及自然保护区、风景名胜区、可开发矿产、文物和珍稀动植物集中分布区、集中居民点等环境敏感目标。

2) 占用土地

本工程渣场位于库区，现状地类主要为耕地、滩地以及少量林地，不涉及原始林等

重要的植被类型，弃渣场区无珍稀保护植物。

3) 地质稳定性及居民点安全

根据渣场区初步地质勘察分析，渣场地形坡度约 10°～30°，覆盖层主要为残坡积层，场地及周边未见明显不良地质现象，其稳定性较好。渣场选址区域不属于泥石流易发区、崩塌滑坡危险区或生态脆弱区。移民搬迁后，库区 2 个弃渣场周边无居民点分布，供水工程也距离集中的居民点超过 150m，且采取了拦挡措施，工程各弃渣场建成后均不会对居民点安全构成危险。

4) 行洪

工程设计已考虑采取修建挡渣墙、截排水沟等工程措施来引排各弃渣场上游汇水，以避免对弃渣场稳定构成危险。

5) 弃渣运输与利用

从工程区分区、弃渣流向等方面看，根据施工区布置、道路布置情况，将水库工程弃渣在库区堆存，供水工程弃渣场设置 1 处弃渣场，可减少弃渣运输距离和渣料倒运。从运距看，水库工程弃渣场位于库区范围内、供水工程弃渣场位于隧洞附近，各渣场距离现有道路较近，施工交通便利，运距适中。同时筹建期工程填筑量全部利用开挖量，无借方，以尽可能减少弃渣量。工程弃渣场的设置与主体工程施工组织紧密结合、统筹合理。

综上所述，从环境保护的角度分析各弃渣场选址较为合理。

弃渣场主要环境特征一览表

表 3.2-5

序号	渣场名称	占地面积 (hm^2)	容渣量 (万 m^3)	居民点分布	植被特征	备注
1	岩潭弃渣场	2.57	17	水库工程弃渣场移民搬迁后渣场周边 500m 范围内无居民分布	耕地	水库淹没区内
2	坝前弃渣场	7.53	36.07		耕地、林地	
3	读经畈弃渣场	1.43	10		耕地	
	合计	11.53	63.07			

(3) 施工工厂布置环境合理性分析

① 施工工厂布置原则

施工工厂除不得压占国家公园、风景名胜区、森林公园、珍稀动植物集中分布区、文物、水源保护区等环境敏感目标，不压占本区域原始林。

② 施工工厂布置合理性

本工程施工区分为主体枢纽区和供水工程区两处，均不涉及国家公园、风景名胜区、森林公园等各类生态敏感区。本工程主体枢纽区两岸为当地农村，均有道路可达，分布有农田、园地。供水管线较长，临时施工场地面积要求较小，基本沿马金溪岸边公路及隧道布置，不涉及各类生态敏感区。因此，从环境保护角度看，本工程施工工厂布置较为合理。

3.2.5 移民安置规划方案环境合理性

3.2.5.1 移民安置区规划方案环境合理性分析

(1) 环境敏感性

根据实地调查，本工程设置的马金镇星田区块、开化县上茨区块，前者位于马金镇镇区，后者位于华埠镇(芹阳办事处)北部。移民安置区域不涉及自然保护区、风名胜区等环境敏感区，占地以耕地和灌草地为主，无敏感或特殊植被类型。安置点选择不存在生态环境方面的限制因素。

(2) 地质和地形条件

马金镇星田区块和上茨区块场地平坦开阔、地质较稳定，对地基采取处理措施后，均适合建房。两个安置区分别位于镇区和城区，受自然灾害影响小。

(3) 供水、供电和交通条件

马金镇生活用水来自马金自来水厂，根据马金镇总体规划，将对马金自来水进行扩建，规划远期马金水厂规模 1.2 万 m^3/d，供水能力提高，星田区块安置点用水足以得到保障。安置点周边现有供电、通讯、广电等其他基础设施完善，方便移民安置点基础设施配套建设。

开化县城区现状供水能力 8.1 万 m^3/d，已投产的位于岙滩的开化自来水厂一期规模 5 万 m^3/d，厂址位于上茨地块的北侧。上茨地块内现状基本无供水设施与管道。根据《开化县中心城区近期建设规划》，开化自来水厂近期原址扩建二期 5 万 m^3/d，供水能力达到 10 万 m^3/d，近期规划城区供水管网的两根 DN300 管道分别从马金溪南北两岸向上茨地块的西南部供水，因此开化县上茨区块安置点用水需求可以得到保障。安置点周边现有供电、通讯、广电等其他基础设施完善，方便移民安置点基础设施配套建设。

(4) 污水处理及垃圾处置措施

根据本工程移民安置排水规划，集中居民点采用雨污分流制。污水拟采用纳入当地污水处理厂的方式对移民生活污水进行处理。雨水经区内盖板排水沟收集后，经沉砂井后接入市政排水管网或利用地形就近排入附近水体。各居民点规划集中布置垃圾池，并

安排专人定时清运至附近垃圾转运站，再由当地环卫部门定期外运至开化县垃圾处理场最终处置。

(5) 其他环境影响

根据移民安置规划大纲，本工程集中安置点居民均为本村或邻村移民。搬迁后生产生活环境没有发生一定变化，但通过移民安置可以改善其原有的基础设施条件。安置点均按照国家及地方相关法律法规等规定进行规划设计，移民文化、医疗等生活条件均能得到保证。移民安置工程建设过程中不可避免会对周边环境造成一定不利影响，通过采取合理有效的环境保护措施后可以得到减免。

因此，集中居民点不涉及自然保护区等环境敏感目标，水源、电力等有保障。原移民的生活污水主要为无组织排放，居民点将配套建设污水处理、垃圾收集设施、文体娱乐设施等，将改善村庄原来的卫生环境，满足安置点的文化娱乐需求。因此，从环境保护角度，本工程移民安置区规划基本合理。

3.2.5.2 205 国道复建方案环境合理性分析

(1) 复建方案概况

205 国道是开化县重要的干线公路之一，承担着开化县整个地区集散公路功能，同时具有有承载过境车辆的干线公路功能，具有重要的战略地位。开化水库建成蓄水后原 205 国道水库路段处于淹没区，淹没里程约 8.3km。需要在开化水库建成之前完成本段 205 国道复建。

205 国道复建推荐方案起点位于钱江源 3 号隧道出口处，路线利用现状 205 国道 750m（含钱江源 4 号隧道），经过钱江源 4 号隧道后由西向东走，设钱江源 1 号、2 号、3 号大桥、钱江源 5 号隧道后路线向东南拐设钱江源 6 号隧道、钱江源 4 号至 9 号桥、钱江源 7 号、8 号、9 号、10 号隧道从拟建开化水库东北侧经过后，绕过岩潭北侧的滑坡区后路线向南拐，直至麻埂村附近，沿麻埂村山坳穿出后直至本项目终点石柱村附近的 205 国道上，终点桩号 K9+250(对应 205 国道桩号 K1698+840)，路线总长 9.250km，其中完全利用段 0.75km，新建段 8.5km。

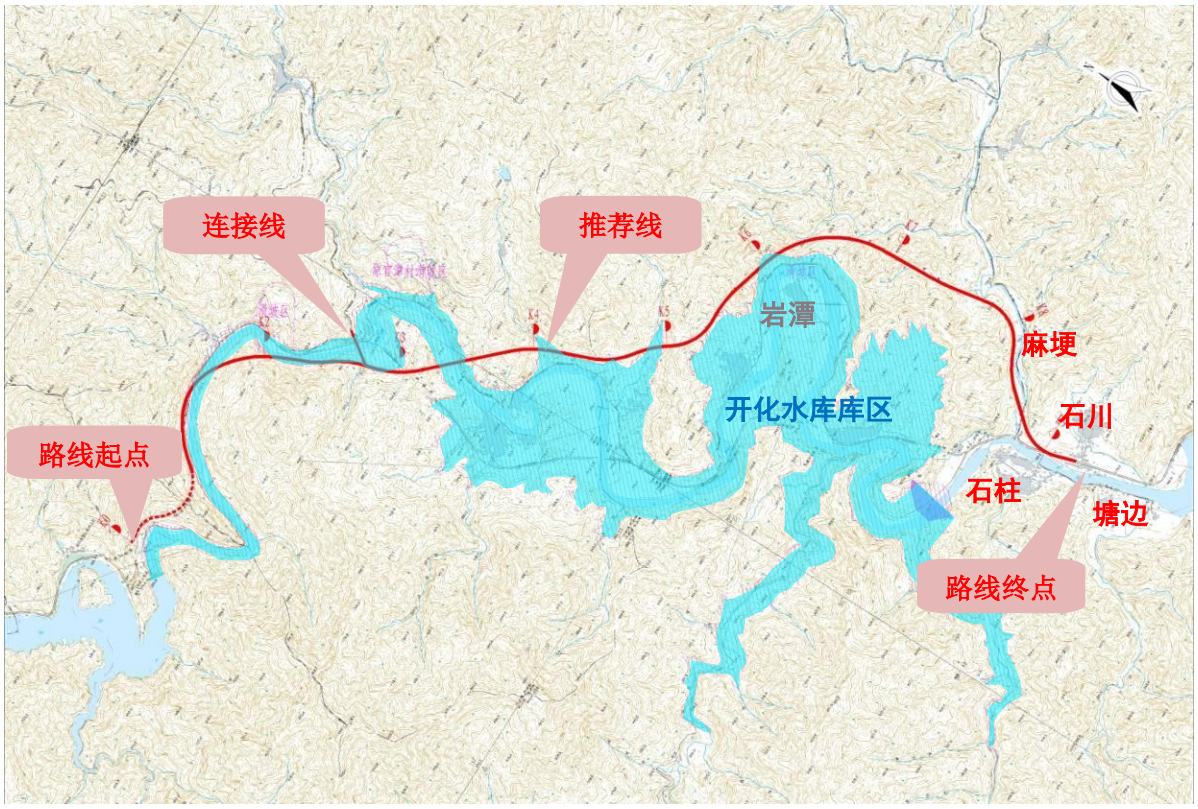


图 3.2-2 205 国道复建方案平面布置示意图

(2) 环境合理性分析

开化水库工程主要任务之一为向开化中部地区提供优质水源，提高坝址下游河道沿线乡镇与开化城区的供水保障程度，将是开化县重要的集中式饮用水水源地。205 国道复建方案线路沿库布置，且多次跨越开化水库库湾及库尾段，从环境风险角度来看，若运输有毒有害的化学品和危险物品车辆经过水库跨越段和沿库段时发生泄露事故，将严重影响开化水库库区水质，危及供水安全。本工程可研设计报告提出，采取提高防护等级、局部路段设置相关标志标线降低车速、对跨水库桥梁均采用桥面径流收集和排水系统、成立专门的应急机构等措施降低环境风险。

根据《浙江省饮用水水源保护条例》（2012 年 1 月 1 日）要求，禁止在饮用水水源保护区内“运输剧毒物品、危险废物以及国家规定禁止通过内河运输的其他危险化学品”。因此，该复建方案运行期应强化管理，结合水库水源保护区的划分及相关管理要求，禁止运输剧毒物品、危险废物的车辆通过该路段。

3.3 施工期工程分析

3.3.1 水环境影响源

(1) 生产废水

生产废水主要来源于碎石加工系统、混凝土生产系统、机械修配厂、施工机械停放

场等，其中碎石加工系统是最大的污染源。

① 碎石加工系统废水

本工程设人工碎石加工系统 3 处，其中水库枢纽区 1 处，供水工程区 2 处。

开化水库枢纽工程设置 1 个碎石加工系统，布置在坝址上游右岸，齐溪电站管理区(经平整后)内。系统处理能力 185t/h，成品生产能力 140t/h。设计用水量 210m^3/h，碎石加工废水来自骨料清洗工序，根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》，废水排放系数取 0.8，废水排放量约为 168m^3/h。

供水工程共设置 2 个碎石加工系统，分别布置在马金镇三合村附近和音坑乡密赛附近。处理能力均为 115t/h，成品生产能力均为 86t/h。2 处碎石加工系统设计用水量均为 130m^3/h，废水排放系数取 0.8，废水排放量分别为 104m^3/h。

本工程砂石料源为花岗岩，根据同类项目类比，砂石料加工厂废水主要污染物为 SS，浓度约 50000mg/L。

② 混凝土拌和系统冲洗废水

本工程设置混凝土拌和站 1 处，布置于拦河坝管理区连接道路附近，内设 2×0.8m^3 砼拌和站一座，生产能力为 30～50m^3/h。参考国内同类型工程混凝土拌和站排水情况，每天三班制生产，按每班冲洗一次，每座拌和站一次冲洗量约 6m^3 计算，该拌和站日产生废水量约 18m^3/d。

本工程同时还在发电引水隧洞进口布置 1 台 0.4m^3 砼拌和机，在发电厂房布置 1 台 0.8m^3 砼拌和机；在供水工程每段隧洞的出露口设置 1 台 0.4m^3 砼拌和机，在埋管段每隔 5km 设置 1 台移动式 0.4m^3 砼拌和机，共 9 台。各处砼拌和机每次冲洗废水约 2m^3，按照每天冲洗三次计算，各处砼拌和机日产生废水量约 6m^3/d，废水总量约 60m^3/d。

根据同类工程施工监测资料，该类废水悬浮物和 pH 值浓度较高(SS 约为 5000mg/L，pH 约值为 11.6)，需处理达标后回用。

③ 含油废水

工程含油废水主要来自机械修配厂机修废水和施工机械设备停放场的洗车废水。由于本工程枢纽工区距开化县城约 30km，开化县城具有较强的修配和加工能力，因此工程机械修配、汽车修配与保养联合设置，机械与汽车的大修任务主要依托开化县城的社会修配能力。枢纽区和供水工区设置简易机械修配及保养厂，设备停放场同修配厂相邻布置。含油废水主要污染物为石油类和 SS，根据类似工程实测结果，其浓度分别约为 100mg/L 和 1000mg/L。

根据施工组织设计，本工程有 162 辆(台)机械设备，枢纽区和供水施工区机械设备数量按 3:2 估算，即枢纽区 100 辆(台)和供水施工区 62 辆(台)，按照每辆每年维修 5 次计算，维修废水量约 0.15m^3/辆·次；按每辆每日冲洗 1 次计算，冲洗用水量为 100L/辆·次，产污率取 90%，则冲洗废水量约 0.09m^3/辆·次。主体工程施工期 36 个月，则施工期含油废水总产生量约 16329.6m^3(枢纽区 10080m^3，供水工程施工区 6249.6m^3)，供水管线共设置 24 个施工区，枢纽区和各供水施工区日均废水产生量约为 9.20m^3/d 和 0.24m^3/d。

④ 基坑排水

基坑排水包括初期排水和经常性排水。初期排水包括围堰闭气后基础及围堰渗水、基坑积水等。经常性排水包括施工期降水、基础和围堰渗水、施工弃水等。初期排水水质与河流水质基本相似，经常性排水包含了大量的渗水及降水，导致含有 SS 和少量石油类等物质。

本工程大坝枢纽建筑物(含导流工程)混凝土总量约 23.33 万 m^3，根据有关资料，养护 1m^3 混凝土约 0.35m^3 碱性废水，则基坑废水中碱性废水产生量 8.16 万 m^3。此外枢纽工程施工期 28 个月，则平均每日基坑废水排放强度为 97.21m^3/d。根据已建水利水电工程监测资料，由混凝土浇筑和养护等形成的碱性水，使基坑废水 pH 值达 11～12，悬浮物浓度约 2000mg/L。

(2) 生活污水

本工程施工期生活污水集中在施工区和施工生活用房。根据工程可研，枢纽工程设 1 个施工生产生活区，供水管线施工过程中布设 24 个施工生活区。工程施工高峰期人数 1110 人，其中枢纽施工区高峰人数 500 人，供水工程施工区高峰人数 610 人；平均人数 855 人，其中枢纽施工区平均人数 400 人，供水工程施工区平均人数 455 人。

施工期生活用水定额取 120L/人·d，排放系数按 0.8 计，则施工区生活污水高峰产生量为 106.56m^3/d，其中枢纽施工区生活污水高峰产生量约为 48.0m^3/d，供水工程施工区生活污水高峰产生量 58.56m^3/d(各供水施工区约 2.44m^3/d)，主要污染物为 BOD_5、COD、氨氮。根据我国典型生活污水水质指标，正常情况下生活污水中 BOD_5 浓度在 200mg/L 左右，COD 浓度在 400mg/L 左右，氨氮浓度在 35mg/L 左右。

此外，大坝施工区设置临时厕所，结合施工区当地实际情况，临时厕所采用移动型厕所，不需要水冲，施工人员的粪便由专人负责人工清运至开化县污水处理厂统一处理。

(3) 地下水

工程施工期间，生产废水和生活污水均经处理后回用，基本不会对地下水水质造成

污染。

本工程不涉及地下工程，坝址处开挖和导流隧洞开挖对枢纽区局部地段地下水位和地下水渗流场产生一定影响。

3.3.2 声环境影响源

施工噪声主要来自施工开挖、钻孔、爆破、砂石料加工、混凝土拌和、辅助企业生产和交通运输等活动。

(1) 交通运输

交通噪声源强与车辆载重类型、行车速度密切相关。本工程主要采用自卸汽车(20t)运输，行车速度根据施工规交通噪声源强与运输车辆载重类型、汽车流量和行驶速度密切相关，本工程噪声强度为 70～90dB(A)。

(2) 爆破作业

本工程需要进行大规模爆破作业的有枢纽施工区和料场，爆破噪声强度与爆破点岩性、爆破方法及单孔装药量密切相关，最高爆破噪声强度可达到 125～132dB(A)。类比同类工程，工程爆破噪声源强将达到 125dB(A)。

(3) 砂石料加工

本工程设有 3 处砂石料加工系统，为固定、连续式噪声污染源。参照已建工程砂石料加工设备噪声实测资料，砂石料加工点声源源强均大于 90dB(A)，其中棒磨机和筛分楼噪声高达 115dB(A)。根据施工组织设计，粗骨料三班制生产，细骨料二班生产，因此，夜间细骨料不生产，噪声源强相对较低，为 100dB(A)。

(4) 施工区噪声

施工区施工工厂噪声源主要来自于混凝土拌和系统、各类加工厂等施工工厂企业以及作业区施工机械噪声。

根据对同类工程施工期的实际监测数据，其中机械及汽车修理厂、转轮及金属结构拼装厂等施工工厂噪声源强一般在 70dB(A)以下；噪声源强较大的施工工厂主要为综合加工厂(包括钢筋加工和木板加工)、混凝土生产系统等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在 90～110dB(A)之间。

3.3.3 环境空气影响源

根据目前国内外同类工程施工监测成果，各施工区环境空气污染较大的主要有施工爆破活动、施工机械排放的含 TSP、NOx、CO、THC 及 SO_2 的尾气、交通运输扬尘等。根据本工程特点，工程施工期环境空气污染主要来自爆破、施工机械、渣场堆渣作业及

运输车辆尾气等过程。

(1) 施工爆破及开挖

工程开挖前需进行爆破，爆破过程将产生一定量的粉尘(TSP)、NO_x、CO 等污染物，会对施工区环境空气质量产生一定影响。主要产生部位为坝基开挖施工，对工程附近的环境空气质量产生一定影响。类比同类工程，施工期爆破产生的粉尘、NOx 排放系数分别取 47.49(kg 粉尘/t 炸药)和 3.508(kgNO_x/t 炸药)。开化水库工程施工所需炸药共计约 759t，炸药类型主要采用乳化炸药。本工程施工爆破产生的污染物总量见表 3.3-1。

本工程施工爆破产生的污染物总量

表 3.3-1 单位：t

项 目	炸药用量	粉尘	NO_2
工程消耗总量	759	36	2.7

*注：根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2008)模式中相关参数的选取，在计算小时或日平均质量浓度时，可取 $Q(NO_2)/Q(NOx)=0.9$，表中 NO_2 产生量由 NOx 折算得出。

(2) 施工机械燃油

工程施工过程中需使用大量的大型燃油机械设备及运输车辆，因此在使用过程中会产生 NO_x、CO 等废气。机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布。本工程施工期燃料总量为 6437t，主要为柴油(5992t)。根据《环境保护实用数据手册》，柴油发动机大气污染物排放系数 NO_x 为 21.9g/L、CO 为 33.3g/L，高峰年施工期燃料用量为 2146t/a，柴油密度按 840g/L，则施工期高峰期燃油产生 NO_x 约 5.3kg/h，产生 CO 约 8.05kg/h。

(3) 渣场堆渣作业

工程施工期渣场堆渣作业易产生扬尘。渣场堆渣作业扬尘排放量参照建筑工地施工粉尘排放速率，为 19.44×10^{-5}g/s ㎡t。

(4) 交通运输系统

交通运输系统污染源以筹建期及准备期第 1 年道路开挖、填筑、毛路运输时粉尘污染、弃渣场进出运输车辆导致的交通运输扬尘和尾气以及泥结石路面的交通粉尘对施工区的空气质量及施工人员影响最为严重。

本处以公路修建完毕后施工交通运输扬尘、尾气中的 CO、THC、NOx 等排放污染为分析重点。

① 运输扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。根据资料显示，施工过程中车辆行驶产生的扬

尘约占施工总扬尘量的 60%以上。一般情况，车辆行驶产生的扬尘，在同样路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏扬尘量越大。根据施工规划，本工程场内施工道路均为泥结石路面。本工程场内外公路两侧 200m 范围内有存在敏感目标的公路为 G205 国道，其他场内公路两侧 200m 范围内均不存在敏感目标。

G205 国道路面宽 10m，车流量约 30 辆/h，为混凝土路面，在车速为 40km/h 的情况下，类比同类工程泥结石路面场内道路运行期扬尘监测成果，在不考虑洒水降尘等措施的情况下，粉尘排放量约为 0.5kg/km•辆，粉尘产生量约为 15kg/km•h。本工程场内施工道路总长约 8.5km，则施工道路产生粉尘量为 127.5kg/h。

② 运输车辆尾气

施工期运输车辆取大型车，车速取 40km/h，交通量取枢纽工程区施工期最大交通量 30 辆/h。得出开化水库公路交通运输车辆尾气污染物排放源强见表 3.3-2。

枢纽工程区公路施工期交通运输车辆尾气排放源强

表 3.3-2

污染物	CO	THC	NO_2
单位公里排放源强(kg/h・km)	0.42	0.17	0.84
排放源强(kg/h)	6.07	2.46	12.14

(5) 砂石料加工

工程水库工程采用的砂石料加工系统成品生产能力 140t/h，供水工程共设置 2 个碎石加工系统，成品生产能力均为 86t/h。根据刘天齐主编的《三废处理工程技术手册•废气卷》中给出的参数，结合类比工程资料，确定砂石料加工系统粉尘排放系数以 0.05kg 粉尘/t 产品计算，得到施工期砂石料加工系统粉尘排放总量为 16.85t。根据工程施工期工程分析，砂石加工系统施工高峰期污染物(TSP)排放量为 15.6kg/h。在采取先进、低尘破碎工艺和环境保护措施的条件下，除尘率将达到 99.9%以上，则 TSP 排放强度为 0.016kg/h。

3.3.4 固体废物

(1) 生活垃圾

① 生活垃圾成分及特性

生活垃圾成分受生活水平、生活习惯和能源结构等因素的影响，工程施工区生活垃圾成分有其自身的特点。生活垃圾以有机厨余为主，此外塑料包装袋、纸类、草木、砖

渣相对含量较高。

② 生活垃圾产生量

根据施工规划，本工程的总工期约 36 个月，施工高峰期人数 1110 人，平均人数 855 人。人均垃圾产生量约 1.0kg/d，估算施工期日平均垃圾产生量 0.86t/d，日最大垃圾产生量 1.11t/d，施工期共产生垃圾 936t，容重率以 0.45t/m^3 计，共产生垃圾 2080m^3。

(2) 建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块、弃土等。这些建筑垃圾的来源主要是场平、道路铺设和其它施工现场。施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材、蓄电池等。

(3) 工程弃渣

水库工程总计土石方开挖量 299.70 万 m^3，本工程弃渣总计 37.25 万 m^3，运至库区设置的 2 处弃渣场。供水工程总计土石方开挖量 60.72 万 m^3，施工弃渣量 18.43 万 m^3，设计拟考虑社会化资源利用，设置 1 个临时弃渣场。

3.3.5 生态影响源

(1) 施工占地、扰动

工程所在区域植被以农业植被、马尾松林、杉木林和毛竹林为主，生态环境较为脆弱。工程施工开挖、回填、工程场平、占地等均将扰动占地区植被，本工程施工期临时占地扰动原地貌、破坏土地的面积为 65.10hm^2。工程占地将使区域植被面积减少，植被面积的减少和各类施工活动干扰影响工程区原有野生动物的正常活动，对其造成一定影响。

(2) 土石方开挖、弃渣

各类施工活动将扰动占地区的地表，损坏部分水土保持设施，增加水土流失强度。工区场地各类建筑材料和土石方堆放，容易引发新的水土流失。

工程总弃渣量弃渣 55.68 万 m^3，除利用外其余运至工程设置的 3 处弃渣场。弃渣和表土堆置将损坏现有植被，雨水冲刷下易造成水土流失。

3.3.6 人群健康影响源

工程施工期间施工人员骤增，居住集中，临时生活区居住环境及卫生设施条件较差，对施工人员及当地居民人群健康可能产生一定的影响。

3.3.7 施工期污染源汇总

综合以上分析，施工期各类污染源、主要污染物、污染源强、污染源位置及排放规律等汇总至表 3.3-3。

施工期污染物排放汇总表

表 3.3-3

类型	污染源	主要污染物	排放源强	污染源位置	排放规律
水污染	砂石料加工系统废水	SS,50000mg/L	376m^3/d	水库枢纽施工区、供水工程施工区	点源，连续排放
	混凝土拌和废水	SS,5000mg/L;pH>10	60m^3/d	水库枢纽施工区、供水工程施工区	点源，不连续排放
	汽车冲洗含油废水	SS,1000mg/L;石油类,100mg/L	9.20m^3/d	水库枢纽施工区	点源，不连续排放
			0.24m^3/d	供水工程施工区	
	基坑废水	SS,2000mg/L; pH>10	97.21m^3/d	大坝枢纽建筑物(含导流工程)	点源，不连续排放
	生活办公区生活污水	BOD,200mg/L；COD,400mg/L；	48.0m^3/d	水库枢纽施工区	点源，不连续排放
			58.56m^3/d	供水工程施工区	
大气污染	施工场地扬尘	粉尘	15.6kg/h(砂石加工系统)	砂石加工系统破碎车间	无组织排放，面源
	施工道路	粉尘	127.5kg/h	场内交通段	无组织排放，线源
		CO、THC、NO_2	CO 为 6.07kg/h ŀkm，THC 为 2.46kg/h ŀkm，NO_2 为 12.14kg/h ŀkm		
	燃油废气	CO 和 NO_X 等废气	NO_x 约 5.3kg/h、CO 约 8.05kg/h	施工区	无组织排放，面源
	爆破粉尘	TSP	粉尘 36t，NO_2 约 2.7t	施工区	无组织排放，面源
噪声污染	施工区噪声	L_{Aeq}	90～110dB(A)	施工场地	面源
	交通噪声	L_{Aeq}	70～90dB(A)	进场道路两侧	线源
	施工爆破	L_{Aeq}	125dB(A)	石料场开采作业面、大坝施工作业区	间歇点源
	砂石料加工	L_{Aeq}	100～115dB(A)	砂石料加工系统	面源
固体废弃物	生活办公区	生活垃圾	平均 0.86t/d，共 936t	生活营地	间歇性排放
	主体工程	弃渣	无	导流工程、土石料场开采	/

3.4 水库征占地及移民安置

3.4.1 工程征占地

本工程永久占地总面积 7937.40 亩，临时占用土地 976.47 亩。水库淹没将使部分土地资源永久性丧失，造成一定生物量和动物栖息地的损失，并产生移民，占压部分专项设施。水库淹没及工程占地对当地土地资源造成一定的压力，影响当地居民的生活质量和生活方式。

枢纽工程永久占地将使局部范围内的原有植被和土壤环境彻底丧失或严重受损，受损数量相对较少。临时占地在停止使用后，可逐步得到恢复。

3.4.2 移民安置

(1) 生产安置

本工程规划基本生活保障安置人口为 3000 人，对符合条件的移民，在自愿的前提下，也可采用自谋职业、投亲靠友等其他安置方式，参加基本生活保障的移民按照浙江省及开化县相关政策可自愿衔接转入城镇职工养老保障体系。无需新开垦耕园地和土地开发整理，可避免对生态环境造成影响。生产安置可能对移民原有经济水平及社会生活产生一定影响。

(2) 搬迁安置

水库淹没影响涉及搬迁安置人口共计 1393 户 4721 人，涉及开化县 2 个乡(镇)4 个行政村，拟在开化县上茨区块安置 974 户 3305 人，在马金镇星田区块安置 419 户 1416 人。

移民安置区的房屋以及相关基础设施的建设过程中，需实施土石方工程，土石方的开挖、填筑以及移民房建过程中，将产生扬尘、固废等污染物，并不可避免地扰动地表，存在水土流失的隐患。

移民安置区建成后，居民生活用水定额按 150L/人•d，污水排放系数 0.9 计，移民集中安置点的日生活污水排放总量为 637.34m^3/d。污水成分比较简单，主要为 COD、BOD_5、氨氮和 SS 等，其排放的浓度分别约为：400mg/L、200mg/L、35mg/L、200mg/L。

移民人均日生活垃圾产生量以 1kg/人•d 计算，则移民集中安置点每日垃圾产生量为 4.72t/d，以容重 0.6t/m^3 计，垃圾产生量移民集中安置点约 2.83m^3/d。移民安置点生活污水产生量和生活垃圾产生量见表 4.4-1。

移民集中安置点生活污水及垃圾产生量表

表 3.4-1

序号	安置点	规模(人)	生活污水产生量(m^3/d)	生活垃圾产生量	
				重量(t/d)	容积(m^3/d)
1	开化县上茨安置点	3305	446.18	3.31	1.98
2	马金镇星田安置点	1416	191.16	1.42	0.85
合计		4721	637.34	4.72	2.83

(3) 专业项目复建

开化水库专项复建工程主要包括交通工程、通信工程、有线电视网络线路、输变电设施的复建。

本工程需恢复 205 国道 9.25km。规划新建一条库区生产道路，总长约 35km。同时，对受淹没影响的通信工程、有线电视网络线路、输变电设施进行补偿，由产权单位自行处理和复建。

专项复建工程以线性工程为主，占地相对较少。专业复建过程中，将产生污废水、扬尘、固废等污染物，并不可避免地扰动地表，对周边生态环境产生一定影响。

3.5 运行期工程分析

3.5.1 水库初期蓄水

根据施工总进度安排，工程计划水库大坝完建后的 6 月，封堵导流洞开始下闸蓄水。对长系列 6 月至次年 5 月的蓄水期进行流量排频，选取偏枯年（P=75%）、平水年（P=50%）及丰水年（P=25%）的流量作为入库径流推算，水库水位蓄至生态机组进水口(198m)总历时为 2d~18d；水库水位蓄至生态机组进水口水位后，生态机组旁通管具备了向下游泄放生态流量的条件；水库水位蓄至死水位(205m)总历时为 16d~20d；水库水位蓄至死水位后，具备了向下游供水的条件；继续蓄水至防洪限制水位(245m)总历时为 81d～325d。初期蓄水期间通过预埋钢管或生态机组旁通管向下游泄放生态流量，因此，初期蓄水期间坝址下游不会出现脱水现象。水库初期蓄水后将在坝址以上河段形成库区，库区干支流河段的水位、水面面积、流速、水深等水文情势发生变化。

3.5.2 水库运行调度

3.5.2.1 水库水位变化

开化水库运行后，水库水位在正常蓄水位 251m 和死水位 205m 之间变动，水位最大变幅 46m。台汛期 4 月中旬~汛末(7 月中旬)水库水位基本控制在防洪限制水位 245m 附近运行。水位变化对库区水文情势、水温、水质等水环境产生一定影响。

开化水库具有多年调节性能，多年平均水库水位变化较小，不同来水条件下水库水位年内变化幅度较大，见图 4.5-1，在各典型年仅枯水年最大消落 26m，各典型年水库调度可形成最大高差 33m 的消落带和最长约 3.5km 的消落河段，将对该区域生态环境产生一定影响。

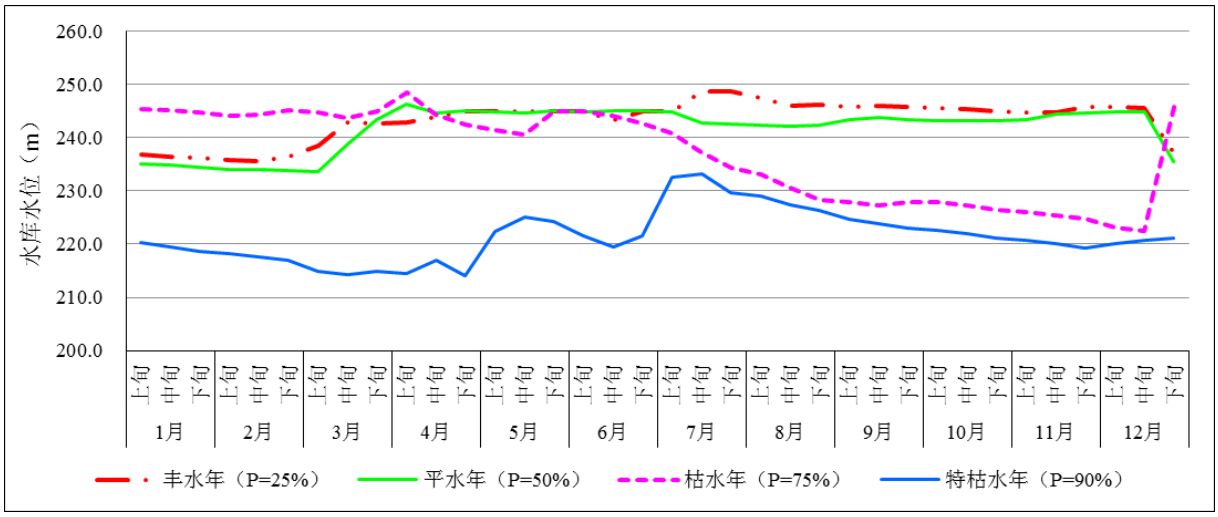


图 3.5-1 各典型年来水条件下开化水库库区逐旬旬末水位过程图

3.5.2.2 水资源变化

(1) 水资源开发利用率

开化水库具有多年调节性能，总库容 1.84 亿 m^3，调节库容 1.36 亿 m^3，工程建设将改变马金溪水资源的时空分布。开化坝址断面受库区引水及水库多年调节调峰补枯作用，丰水年、平水年、特枯水年坝址处下泄水量较天然径流均有所减少，减少比例分别为 26.2%、30.7%、27.4%；枯水年坝址处下泄水量较天然径流有所增加，增加比例为 12.5%。

但由于现状开化坝址断面减脱水现象明显，开化坝址处现状径流仅占天然径流量的 21%；开化水库建成运行后，现状减脱水河段基本成为开化水库库区，同时开化水库考虑下泄生态流量，各典型年坝址处下泄水量占天然水量的比例达 69.3%~112.5%，较现状均有大幅度提升，提升比例 47.8%~91.1%。

(2) 水资源时间变化

开化水库具有多年调节性能，总库容 1.84 亿 m^3，调节库容 1.36 亿 m^3，工程建设将改变马金溪水资源的时空分布。开化坝址断面受库区引水及水库多年调节调峰补枯作用，丰水年、平水年、特枯水年坝址处下泄水量较天然径流均有所减少，减少比例分别为 26.2%、30.7%、27.4%；枯水年坝址处下泄水量较天然径流有所增加，增加比例为

12.5%。

但由于现状开化坝址断面减脱水现象明显，开化坝址处现状径流仅占天然径流量的21%；开化水库建成运行后，现状减脱水河段基本成为开化水库库区，同时开化水库考虑下泄生态流量，各典型年坝址处下泄水量占天然水量的比例达 69.3%~112.5%，较现状均有大幅度提升，提升比例 47.8%~91.1%。

(3) 水资源空间变化

开化水库建成运行后，由于水库的调丰补枯作用，下游密赛断面（2#）、马金溪断面（3#）和县界断面（5#）丰水年、平水年、特枯水年年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 3.5%~10.1%，枯水年年径流量和天然径流基本保持一致。干流下游各断面径流量减小比例相比现状略有增大，增大幅度为 1.5%~8.0%。

池淮溪断面(4#)现状年径流量经灌溉取水后较天然年径流量有所减少，减少比例为1.0%~1.9%。为提高现代农业园的灌溉保证率，开化水库建成运行后向池淮溪引水，池淮溪断面(4#)年径流量较天然径流有所减少，但减少很小，减少比例为 0.4%~1.7%，和现状相比减小比例略有减少，减小幅度为 0.2%~0.6%。

平水年来水条件下，开化坝址以下河段控制断面沿程水平衡分布情况见图 4.5-2。

3.5.2.3 水量调节

根据长系列调算，在满足开化坝址下游河道生态流量需求条件下，各典型断面的水量将发生变化。

(1) 年均水量变化

开化坝址断面丰水年、平水年、特枯水年坝址处下泄水量较天然径流均有所减少，枯水年坝址处下泄水量较天然径流有所增加，增加 2711.7 万 m^3。但由于现状上游已建齐溪水库，齐溪坝址下游为引水式电站，现状情况下开化坝址断面减脱水现象明显，开化坝址处现状径流仅为齐溪坝址到开化坝址的区间汇流；工程建成后，开化坝址断面受水库的调节作用，长系列下泄年径流量较现状均有大幅度提升，各典型年下泄水量均较现状有大大提升。

开化水库坝址下游密赛断面（2#）、马金溪断面（3#）和县界断面（5#）丰水年、平水年、特枯水年年径流量较天然径流均有所减少，枯水年年径流量和天然径流基本一致。丰水年、平水年、特枯水年下泄年径流量较现状也均有所减少，枯水年年径流量较现状各断面均有略微增加。

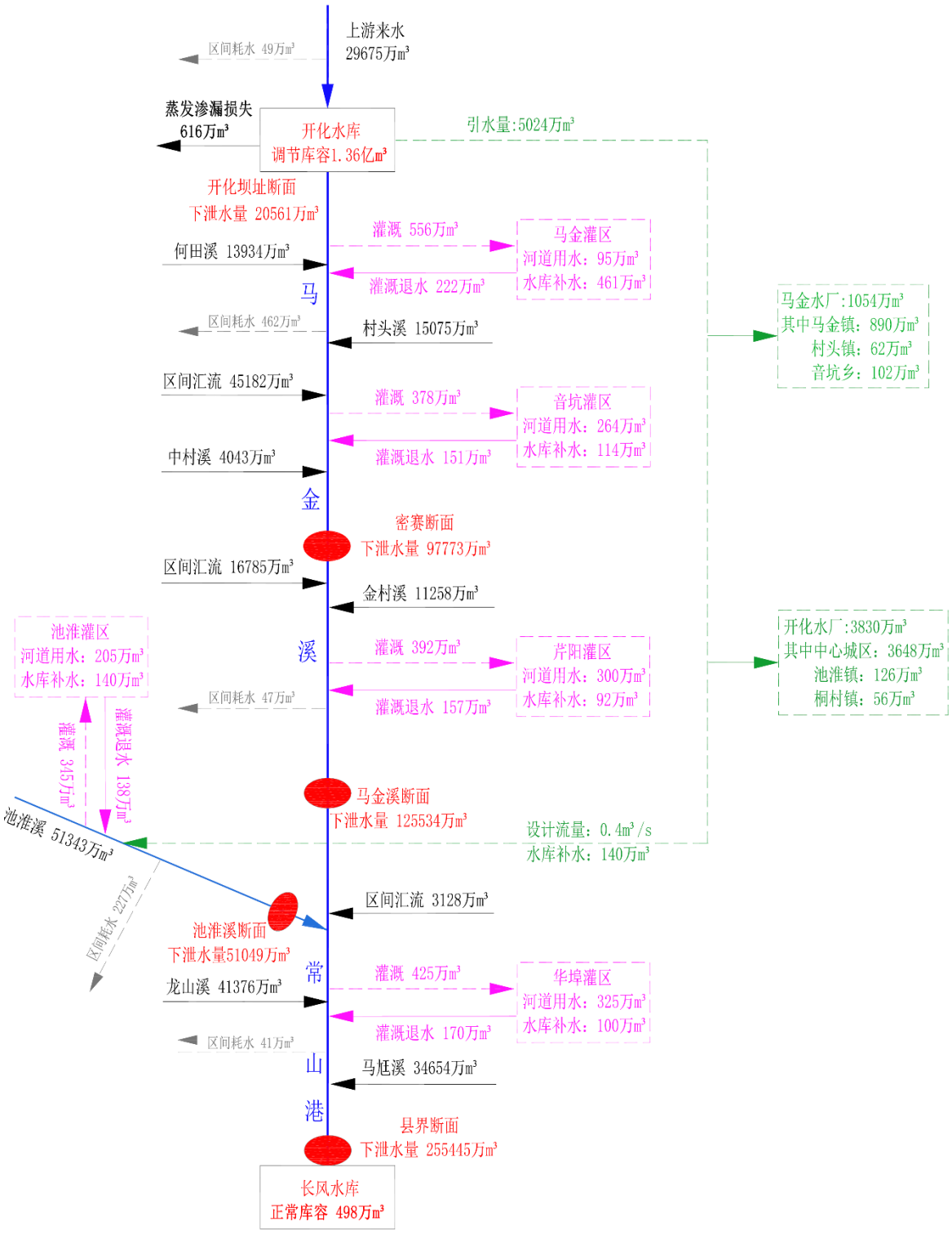


图 3.5-2 平水年开化坝址以下河段水量平衡图（P=50%）

开化水库运行后下游干流各断面各典型年来水、下泄水量变化情况一览表

表 3.5-1 单位：万 m^3

控制断面	水资源分析项	丰水年	平水年	枯水年	特枯水年
		(P=25%)	(P=50%)	(P=75%)	(P=90%)
开化水库坝址	天然来水量	34184.5	29674.9	21696.0	18805.5
	现状水量	7338.0	6363.5	4639.3	4014.7
	水库供水及调节水量	5020.7	5023.7	5373.6	5143.7
	运行后坝址下泄	25212.7	20561.5	24407.7	13644.4
	建库前、后较天然水量变化	-8971.8	-9113.4	2711.7	-5161.1
	建库前、后较现状水量变化	17874.7	14198.0	19768.4	9629.7
密赛水文站	天然来水量	113957.4	107908.8	75598.3	65639.3
	现状水量	112445.1	106396.5	74086.0	64127.0
	开化运行后下泄	104017.8	97773.0	76393.8	58998.0
	建库前、后较天然水量变化	-9939.6	-10135.8	795.5	-6641.3
	建库前、后较现状水量变化	-8427.3	-8623.5	2307.8	-5129.0
池淮溪汇合口	天然来水量	156612.0	135951.6	99397.6	86155.1
	现状水量	152160.6	131500.3	94946.3	81703.8
	开化运行后下泄	146439.5	125534.0	99683.2	78995.9
	建库前、后较天然水量变化	-10172.5	-10417.7	285.6	-7159.2
	建库前、后较现状水量变化	-5721.2	-5966.3	4736.9	-2707.9
县界	天然来水量	306944.5	266452.2	194809.9	168855.8
	现状水量	301290.5	260798.2	189155.9	163201.8
	开化运行后下泄	296292.1	255444.6	194080.4	160604.6
	建库前、后较天然水量变化	-10652.4	-11007.6	-729.5	-8251.1
	建库前、后较现状水量变化	-4998.4	-5353.6	4924.5	-2597.1

(2) 典型水期水量变化

丰水期开化坝址处现状径流仅占天然径流量的 21%；开化水库建成运行后，开化坝址处下泄水量丰、平、特枯水年均小于天然径流，分别减少 16.3%、15.0%和 29.2%，特枯水年减少较为明显，水库运行对坝址下游的水量有一定的削减影响，由于水库的调蓄作用，较现状均有大幅度提升，提升比例 49.5%~95.8%；枯水年坝址处下泄水量大于天然径流，增加比例为 17.2%。

丰水期属于开化县的灌溉时期，干流下游（2#）、马金溪断面（3#）和县界断面（5#）各典型年丰水期现状年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 1.4%~3.2%。开化水库运行后，干流下游 2#、3#和 5#断面处径流量丰、平和特枯水年均小于天然径流，减小比例不大，减少幅度为 2.5%~11.1%，减少比例比现状略有增大，分别增加 0.3%~8.5%；但枯水年下泄水量较天然径流和现状径流量基本保持不变或略有增加，增加幅度为 1.1%~3.8%。

池淮溪断面现状丰水期径流量经灌溉取水后较天然径流量有所减少，减少比例为

1.3%~2.3%。开化水库建成运行后向池淮溪引水，池淮溪断面年径流量较天然径流有所减少，减少比例仅 0.5%~2.0%，和现状相比减小比例略有降低，减小比例为 0.3%~0.9%。

枯水期 10 月～翌年 3 月，开化坝址处现状径流仅占天然径流量的 21.6%；开化水库建成运行后，开化坝址处下泄水量各典型年均小于天然径流，减少幅度 12.3% ~67.3%，较现状均有一定提升，提升比例 11.1%~66.1%。干流下游 2#、3#和 5#断面各典型年现状年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 0.3%~9.2%。开化水库运行后，各典型年 2#断面处径流量均小于天然径流，减少比例 5.0%~19.0%，减少比例比现状略有增大，增加比例 4.2%~18.7%；3#和 5#断面径流量各典型年均小于天然径流，减少比例 2.3%~15.1%，丰水年、平水年减少比例比现状略有增大，增加幅度 4.8%~11.7%，但枯水年、特枯水年减少比例比现状略有降低，降低幅度 2.4%~4.9%。池淮溪断面各典型年下泄水量较天然径流和现状径流量基本无变化。

3.5.3 水污染源

工程运行期生活污水主要产生于业主营地和发电厂房。运行期按 47 人估算，包括单位负责类、行政管理类、财务与资产管理类、工程管理类、水政监察类和辅助类等 6 大类，人均日用水量按 250L/d 计算，污水排放系数取 0.8，时变系数取 2.0，则业主营地生活污水排放量约为 9.4m^3/d(3431m^3/a)，高峰时排放量为 0.78m^3/h。生活污水主要污染物为 BOD_5、COD，根据类似工程监测资料，BOD_5、COD 浓度分别约为 200mg/L、400mg/L。

本工程进入马金溪流域的退水主要为农业灌溉的退水，退水去向主要为池淮溪和马金溪干流，近期规划水平年 2030 年供水平均年退水量 3377.6 万 m^3/年，主要污染物为 COD、NH_3-N 等。

3.5.4 生态影响

(1) 景观生态系统影响

随着水库蓄水淹没，库区生态景观也随之发生变化，景观斑块数量将减少，原生景观斑块的数量将减少，水体景观将增加。开化水库规模较大，可能对局地气候、环境地质产生一定影响。

(2) 水库水位消落影响

本工程受防洪、灌溉、供水、发电等调度运行影响，水库水位理论上在死水位 205m～正常蓄水位 251m 之间波动，最大消落幅度达 46m，将产生最大面积超过 128.8hm^2 的消落区。为更好地发挥供水、灌溉作用，水库一般维持在较高水位运行，水库年内水位变

幅一般小于 46m，各典型年(丰、平、枯、特枯水年)年内水位变幅分别为 13m、13m、26m、19m，特枯水年消落带出露相对较多。水库产生水库消落带，对该区域内生态产生一定不利影响。

(3) 水资源和水文情势影响

开化水库工程建成后，库区河段水流变缓、水深增加、急流生境萎缩，河流的水动力学过程将发生较大的变化，淹没改变河道鱼类产卵、栖息条件，可能改变该河段鱼类种类组成。

水库向灌区供水导致下游河道水资源减少，防洪、供水调度改变下游水量和水文情势，可能影响下游河段鱼类生长、繁殖和资源量等。

(4) 水生生境条件变化影响

水库库容较大，库区水温将出现分层现象。水文情势和水温的变化将对库区的水生生境、浮游动植物和底栖动物带来影响。由于大坝的阻隔，鱼类生境的片段化和破碎化，可能导致种群间基因难以交流，使水生生物种群将受到不同程度的影响。

3.5.5 固体废物

工程运行期产生的固体废物主要为管理区的生活垃圾，管理人员共计约 47 人。生活垃圾以每人每天产生垃圾 1.0kg 计，则工程生活办公区日产生生活垃圾约为 47kg/d。

4 环境现状

4.1 自然环境

4.1.1 气候

开化县地处亚热带季风气候区，降水主要集中在春季和夏季。3、4 月为春雨阶段，梅雨季节(一般 5 月下旬到七月上旬)雨日多，降水量大，一般年份都将出现一个较为明显的降雨集中期。梅雨季节结束后即进入盛夏季节，降水明显减少，气温高，蒸发量大，容易发生干旱。7-9 月也有可能受台风外围影响，带来暴雨。根据各雨量站实测资料年内分配情况，大部分降雨集中在 4～10 月，其降雨量占全年总量的 75%左右，7～9 月降雨量占年总量的 25%左右。多年平均降水量 1908mm，年际变化幅度比较大，全县多年平均径流深为 1223.7mm。开化县气象站历年特征值统计成果见表 4.1-1。

开化站气象特征值统计

表 4.1-1

要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温(℃)	4.5	5.9	10.1	16.0	20.7	24.0	27.5	27.3	23.4	17.7	11.8	6.2	16.3
极端最高气温(℃)	26.3	28.6	33.2	35.1	36.0	38.3	40.7	41.3	41.3	35.2	31.4	26.9	41.3
极端最低气温(℃)	-11.2	-8.9	-5.8	-0.4	5.4	11.8	16.8	13.6	6.8	-0.3	-5.5	-10.5	-11.2
平均水汽压(hpa)	6.7	7.6	10.3	15.1	20.2	25.2	29.4	28.1	23.0	16.3	11.2	7.5	16.7
平均蒸发量(mm)	43.3	47.3	72.4	100.9	132.0	139.3	204.1	208.9	150.4	110.1	72.1	52.7	1333.4
平均相对湿度(%)	79	81	82	83	83	85	81	80	81	81	80	78	81
平均日照时数(h)	106.8	86.0	97.5	115.7	136.7	144.1	229.8	235.1	170.7	144.7	127.6	131.1	1725.8
平均风速(m/s)	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	1.1	1.2	1.0	0.9	0.9	1.0
最大风速(m/s)	7.7	8.3	13.0	11.3	10.3	17.0	10.0	15.0	8.3	7.0	6.3	7.3	17.0
及相应风向	NNW	W	WSW	WSW	W	NNE	SSW	2G	W	ENE	NW	WSW	NNE

据流域降水特性，全年大致可分为梅汛、台汛和非汛期。

梅汛期是一年中连续性降水日数最多的时期，春末夏初(4 月 16 日至 7 月 15 日)副热带高压逐渐加强，与北方冷空气交绥，静止锋徘徊，造成长时间连绵阴雨高温天气，降水量较大。夏秋季节(7 月 16 日～10 月 15 日)受太平洋副热带高压控制，天气以晴热为主，有局部雷阵雨，容易发生伏旱或夏秋连旱；同时，太平洋上台风和热带风暴活动频繁并影响本流域，其挟带的大量水汽遇冷空气常造成短历时大暴雨，形成特大洪水，此期间为台汛期。每年 10 月 16 日至次年 4 月 15 日为非汛期，本期的天气受冷高压控

制，干燥少雨，除有北方冷空气南下时会出现雨雪天气外，天气以晴好为主。

根据本流域发生的洪灾情况统计表明，梅汛期暴雨是本流域洪灾发生的主要成因。

4.1.2 水文

4.1.2.1 径流

受季风交替变化导致降雨年内变化显著，开化水库流域年内主要降雨量集中在 4 至 10 月，约占年降雨量的 72.7%，最大月降雨量一般出现在 4 月和 6 月，约占年降雨量的 45.1%左右，最小月一般出现在 12 月份，约占年降雨量的 3.03%，最大月与最小月降雨量比值约 6.19 倍。

本流域径流主要由降水形成，径流与降水的年际、年内变化基本同步。开化水库流域年降雨量最大出现在 1973 年，年降雨量为 2972.4mm，降雨量最小年份出现在 1978 年，年降雨量 1110.8mm，最大值与最小值之比为 2.68 倍。根据流域 1962～2013 年计算的径流资料统计，多年平均径流深 1248.1mm，年内水量分配，通常呈现单峰型。水量主峰位于 6 月份，该月份发生较大洪涝灾害频率较多，一般由梅雨形成，从统计情况看该流域受台风影响较小。枯水期大多为 11 月至翌年 2 月，这四个月合计径流量仅占年总量的 14%。其中最枯月为 12 月份，其月径流仅占年径流的 2.2%。

开化水库坝址以上多年平均径流月分配表

表 4.1-2

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年平均
平均流量(m^3/s)	3.43	7.24	12.19	15.46	17.34	24.63	13.71	5.14	3.68	2.69	2.79	2.44	9.33
径流深(mm)	39.4	75.7	140.1	172.0	199.3	274.0	157.6	59.1	40.9	30.9	31.0	28.0	1248.1
径流量(万 m^3)	918.0	1763.8	3264.3	4007.6	4643.7	6384.2	3672.1	1377.0	953.0	720.0	722.3	652.4	29080.7
百分数(%)	3.2	6.1	11.2	13.8	16.0	21.9	12.6	4.7	3.3	2.5	2.5	2.2	1

4.1.2.2 洪水

据流域降水特性，全年大致可分为梅汛、台汛和非汛期。根据本流域发生的洪灾情况统计表明，梅汛期暴雨是本流域洪灾发生的主要成因。流域洪水由暴雨所形成，大洪水大多为梅雨造成，多发生在 4～7 月间，由于山区性河道坡降陡，集流快，洪水猛涨猛落，洪水历时一般为 5～7 天左右。

开化水库年最大设计洪水成果表

表 4.1-3

项目	单位	各频率（%）设计值									
		0.02	0.05	0.2	0.5	1	2	3.33	5	10	20
Q_m	m^3/s	3865	3486	2956	2590	2311	2055	1849	1674	1364	1062
Q_m/F	$m^3/s/km^2$	16.6	15.0	12.7	11.1	9.9	8.8	7.9	7.2	5.9	4.6
$W_{三}$	亿 m^3	1.39	1.27	1.09	0.97	0.87	0.77	0.70	0.64	0.54	0.43

4.1.2.3 泥沙

本流域有长风水文站，自 1956 年开始悬移质泥沙观测(内有间断)，1970 年后泥沙项目停止观测，经该站 15 年资料统计分析，多年平均悬移质含沙量 0.133kg/m^3，推移质按悬移质的 20%计，多年平均总含沙量为 0.160kg/m^3。查阅《浙江省水资源图集(附图)》，该地区悬移质多年平均含沙量为 0.15 kg/m^3，与实测值较为接近。

若考虑本工程上游已建齐溪水库拦蓄的泥沙后，由此推算开化水库的泥沙，齐溪水库至开化水库坝址区间年来水量 0.63 亿 m^3，年输沙量约为 1.0 万 t。若不考虑齐溪水库则根据开化水库坝址来水量为 2.91 亿 m^3，年输沙量约为 4.66 万 t。

4.1.3 **地形、地貌**

开化县地势受新地质构造运动影响，具有典型的江南古陆强烈上升山地的地貌特征。由于受下古生界、加里东旋回的影响，出现焦坑口—阴山坝、薛家岭——华埠、里洪丘——泉坑三条斜交断层，控制龙山港、池淮港和马金溪三条水系，形成山河相间的地形特点。境内除沿河分布小面积的马金、池淮、华埠，杨林，村头等河谷平原外。其余地区群山连绵。由于外营力的切割作用明显，谷狭坡陡，山脊脉络清晰。

开化县整个地势西北高而东南低。西北部的齐溪、何田两乡的绝大部分，长虹、中村、苏庄三乡的北半部为地势最高的中山地区；位于东部的白石尖附近的黄谷、林山等乡，西南部的南华山、王山一带的杨林、桐村等是另外两个中山地区，中部和东南部逐渐由中山向低山、高丘、低丘、河谷小盆地过渡。

库区以中等切割中山斜坡地貌及侵蚀堆积中山河谷地貌为主。总体地形切割中等，山脉连绵，沟壑纵横。山前多发育坡积裙、洪积扇。干、支流河谷侵蚀切割较弱，河流纵比降较小，断面多呈不对称“U”字型，近河岸坡以斜坡为主，地形坡度多在 35°左右。近坝岸坡地表覆盖层厚度较薄，基岩出露条件较好。

水库区发育的阶地主要有二级，位于主干河流两侧，一级阶地高出河谷底 2m～4m，具二元结构；二级阶地比河水高 10m～20m，长数十米到百余米不等。

根据地貌的成因类型，可将本区地貌划分为：构造剥蚀地貌和侵蚀堆积地貌，现简述如下：

(1) 构造剥蚀地貌：依切割深度的不同，可分为中等切割中山斜坡地貌、浅切割低山缓坡地貌。

中等切割中山斜坡地貌：分布于主干河及其支流两岸山体中部，以斜坡地貌为主。河谷呈不对称“V”字型，河流溯源侵蚀强烈，多发于长流水冲沟，沟谷中常见陡坎和跌水。

浅切割低山缓坡地貌：分布于主干河及其支流两岸山体山麓地带，山势较平缓。岗丘起伏，宽谷发育，以缓坡、斜坡地貌为主，切割深度小于 50m，山坡坡度 10°～25°。

(2) 侵蚀堆积地貌：主要包括主干河及其支流两岸冲洪积堆积台地，及山麓重力、流水搬运堆积坡积裙地貌，高程变化范围较大。

4.1.4 地质

工程区夹持于皖浙赣深断裂带和江绍深断裂带之间，地质构造较为复杂，可见各种构造形迹，为多次构造运动所形成，各构造层经过多期褶皱变形，发育韧性剪切带和大量的断裂构造，其中断裂构造主要为北东向、北西向、北北东向及东西向。

库区整体位于高岭逆掩的上盘，该断裂延伸长，使库区主体的元古界地层推覆于古生界和上元古界地层之上。库区总体构造行迹为北东，至下坝址一般折为东西向为主。

4.1.5 土壤

根据普查，开化县土壤分五个土类、九个亚类、二十一个土属，四十三个土种，以黄壤向红壤过渡的红壤土类、黄红壤亚类为主。红壤多分布在海拔 650m 以下的山丘地带，面积 15.98 万 hm^2，占全县土壤面积的 72.9%。黄壤多分布于 650m 以上的中低山地带，面积 2.18 万 hm^2，占 9.9%。县境中部有两条自东北至西南向带状的岩性土，面积 2.08 万 hm^2，占全县土壤面积的 9.5%。土壤层厚度薄至中，质地为轻壤至重壤，pH 值平均 7.5，有机质含量 2.25～2.49%。

4.2 陆生生态

受我院委托，武汉市伊美净科技发展有限公司分别于 2017 年 12 月、2018 年 3 月对开化水库工程评价区开展了 2 次现场调查。

4.2.1 调查方法

4.2.1.1 基础资料收集

收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料，包括开化县林业、环保、住建等部门

提供的相关资料，并参考了《浙江植物志》、《浙江珍稀濒危保护植物的地理分布及其区系特征》、《浙江省国家重点保护野生植物资源研究》、《浙江农业野生植物资源状况及其保护对策》、《浙江动物志》、《浙江省古田山国家级自然保护区两栖爬行动物资源现状》等。

4.2.1.2 陆生生物资源调查

(1) GPS 地面类型及植被调查取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：测点的海拔值和经纬度、样点植被类型、坡向、坡度、样点优势植物、动物活动情况、典型植被外貌与结构特征。

(2) 植被和陆生植物调查

在对评价区陆生生物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程方案确定调查路线及调查时间，进行现场调查。实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法，确定评价区的植物种类、植被类型等，对珍稀濒危植物调查采取野外调查、民间访问和市场调查相结合的方法进行。对有疑问植物和经济植物采集凭证标本并拍摄照片。

样方调查采用典型样方调查法，乔木林样方面积为 20m×20m，灌丛样方为 5m×5m，灌草丛样方面积为 1m×1m，记录样方的调查时间、调查及记录人、位置(GPS 坐标)、群落类型、面积、编号、地形地貌特征、干扰状况、群落高度、结构、层次及各自的总盖度等信息，再详细调查群落的各层次。根据评价区土地利用现状及植被类型图，结合工程布置情况，在 2017 年 12 月和 2018 年 3 月两次在不同季节对评价区进行调查设置调查点位共 72 个，具体设置情况见表 4.2-1。

植被调查点位情况一览表

表 4.2-1

工程区域	点位个数	备注
齐溪水库	4	敏感区、类比齐溪水库植被影响分析
淹没区	30	淹没涉及敏感区、3 个弃渣场、1 个石料场、1 个土料场、1 个碎石加工及堆料场等，并选择 2 处设置垂直带
枢纽工程区	10	坝址、电站、施工道路、管理区、施工区等，在坝址区进行垂直样带调查
供水线路及灌区	28	施工生产生活区、供水隧洞进出口、弃渣场等
总计	72	以工程直接影响区、植被较好地段为重点

(3) 陆生动物调查

2017 年 12 月和 2018 年 3 月专业技术人员到评价现场进行实地调查，调查开化水库工程评价区的各种主要生境，主要以样线法和样点法对各种生境中的动物进行统计调查。两栖类、爬行类的调查主要以样线法为主，辅以样方法。在湿地或灌丛生态系统中采用 500～1000m 样线，在森林生态系统中则采用 20～100m 多条短样线。鸟类主要采用样线法与样点法，一般样线长度在 3km～5km。兽类的调查方法主要为总体计数法和样方法，观测样方内兽类或者其活动痕迹如粪便、卧迹、足迹链、尿迹等。

通过对项目评价区及其周边地区有野外经验的村民进行访问和座谈，与当地林业部门的相关人员进行交谈，了解当地动物的分布及数量情况。

4.2.1.3 主要评价方法

(1) 生态制图

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，进行景观质量和生态质量的定性和定量评价。选用 SPOT5 数据，地面精度为 4m。对监督分类产生的植被初图，结合地面的 GPS 样点和等高线、坡度、坡向等信息，对植被图进行目视解译校正。遥感处理分析的软件采用 ERDAS Imagine10.4；制图、空间分析软件采用 ArcGIS9.3、CorelDraWX4。

(2) 生物量的测定与估算

本次森林生物量的估算采取借用中国科学院生态环境研究中心专家建立的我国森林生物量的基本参数，结合《我国森林植被的生物量和净生产量》(方精云等，1996)，并根据当地的实际情况作适当调查，推算浙江森林的平均生物量作为本次森林生物量估算的基础。灌丛和灌草生物量采用收获法测定。对本区内两种类型的灌丛进行生物量测定，并将部分鲜样称重后带回实验室内于恒温箱中 80℃烘干至恒重，计算含水量及干物质重量，将生物量鲜重换算成干重，得到灌丛及灌草丛平均生物量。

4.2.2 评价区生态系统现状评价

根据对评价区土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，对评价区的陆生生态进行生态系统划分，可分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农业生态系统和城镇/村落生态系统。评价区内各生态系统面积见表 4.2-2，结果表明，评价区以森林生态系统为主。

评价区各生态系统面积

表 4.2-2

区域	生态系统类型	森林生态系统	灌丛生态系统	湿地生态系统	农业生态系统	城镇/村落生态系统
水库工程评价区	面积(hm^2)	953.53	96.59	91.33	276.03	181.46
	所占百分比(%)	59.64	6.04	5.71	17.26	11.35
供水工程评价区	面积(hm^2)	1645.58	135.12	67.46	392.02	589.95
	所占百分比	58.15	4.77	2.38	13.85	20.85
合计	面积(hm^2)	2599.11	231.71	158.79	668.05	771.41
	所占百分比(%)	58.68	5.23	3.59	15.08	17.42

4.2.2.1 森林生态系统

(1) 植被现状

根据《浙江开化森林植被的区系特点及开发》(刘鹏等，1998)，项目区地带性植被为常绿阔叶林，根据现场调查可知，评价区海拔介于 100～1000m，该区域内的森林生态系统的主要植被为青冈林、马尾松林、杉木林和毛竹林，多为次生林及人工林，人为干扰较为明显，仅淹没区内的钱江源国家森林公园及钱江源风景名胜区处植被较好。

评价区内森林生态系统分布广泛，主要分布在水库工程评价区齐溪大坝～岭里村段以及供水工程评价区供水管道沿线。其植被类型以低山针叶林、落叶阔叶林、常绿阔叶林、竹林为主。其中低山针叶林主要有马尾松林(Form. *Pinus massoniana*)、杉木林(Form. *Cunninghamia lanceolata*)和柏木林(Form.*Cupressus funebris*)；常绿落叶阔叶混交林主要有青冈、枫香林(Form. *Cyclobalanopsis glauca* , *Liguidambar fomrosana*)；常绿阔叶林主要有青冈林(Form. *Cyclobalanopsis glauca*)；竹林主要为毛竹林(Form. *Phyllostachys edulis*)。

(2) 动物现状

森林不仅为动物提供了大量食物，也是防御天敌的良好避难所，因此森林生态系统中分布着丰富的动物类群。评价区森林生态系统中分布的物种主要有：树栖型两栖类如斑腿泛树蛙(*Polypedates megacephalus*)，陆栖-静水型两栖类如镇海林蛙(*Rana zhenhaiensis*)等；林栖傍水型爬行类如黄链蛇(*Lycodon flavozonatum*)、玉斑蛇(*Euprepiophis mandarinus*)、紫灰蛇(*Oreocryptophis porphyraceus*)、黑头剑蛇(*Sibynophis chinensis*)、翠青蛇(*Cyclophiops major*)、横纹斜鳞蛇(*Pseudoxenodon bambusicola*)、舟山眼镜蛇(*Naja atra*)和福建绿蝮(*Viridovipera stejnegeri*)等；鸟类中的猛禽如赤腹鹰

(*Accipiter soloensis*)、东方草鸮(*Tyto longimembris*)、斑头鸺鹠(*Glaucidium cuculoides*)，陆禽如白鹇(*Lophura nycthemera*)、山斑鸠(*Streptopelia orientalis*)，攀禽如四声杜鹃(*Cuculus micropterus*)、大拟啄木鸟(*Megalaima virens*)、大斑啄木鸟(*Dendrocopos major*)、灰头绿啄木鸟(*Picus canus*)、星头啄木鸟(*Dendrocopos canicapillus*)和普通夜鹰(*Caprimulgus indicus*)等，以及大多数鸣禽如暗绿绣眼鸟(*Zosterops japonica*)、燕雀(*Fringilla montifringilla*)、红头长尾山雀(*Aegithalos concinnus*)、绿翅短脚鹎(*Hypsipetes mcclellandii*)等；兽类中的半地下生活型种类如灰麝鼩(*Crocidura attenuata*)、中国豪猪(*Hystrix hodgsoni*)、黄腹鼬(*Mustela kathiah*)、鼬獾(*Melogale moschata*)、亚洲狗獾(*Meles leucurus*)，地面生活型种类如小灵猫(*Viverricula indica*)、果子狸(*Paguma larvata*)、豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、野猪(*Sus scrofa*)、小鹿(*Muntiacus reevesi*)等，树栖型种类如赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)、珀氏长吻松鼠(*Dremomys pernyi*)、隐纹花松鼠(*Tamiops swinhoei*)等。

4.2.2.2 灌丛生态系统

(1) 植被现状

评价区内农耕历史悠久，区域灌草地生长地段多被开垦为耕地，区域灌丛生态系统零星分布，但植被类型较为多样。植被型包括灌丛及灌草丛，其中灌丛主要有檵木灌丛(Form. *Loropetalum chinense*)、山胡椒灌丛(Form. *Lindera glauca*)、高粱泡灌丛(Form. *Rubus lambertianus*)、石岩枫灌丛(Form. *Mallotus repandus*)和小叶蚊母灌丛(Form. *Distylium buxifolium*)；灌草丛主要有五节芒灌草丛(Form. *Miscanthus floridulus*)、芒萁灌草丛(Form. *Dicranopteris pedata*)、白茅灌草丛(Form. *Imperata cylindrica*)、野菊灌草丛(Form. *Dendranthema indicum*)等。

(2) 动物现状

灌丛与灌草丛生态系统为小型动物提供食物和栖息的场所，因而此种生态系统中分布的动物也较为多样。评价区内分布于此生态系统中的常见动物有陆栖-静水型两栖类如中华蟾蜍(*Bufo gargarizans*)；灌丛石隙型爬行类如蓝尾石龙子(*Plestiodon elegans*)、北草蜥(*Takydromus septentrionalis*)、白头蝰(*Azemiops kharini*)、尖吻蝮(*Deinagkistrodon acutus*)；鸟类中的陆禽如环颈雉(*Phasianus colchicus*)、灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracicus*)；鸣禽类的画眉(*Garrulax canorus*)、灰眶雀鹛(*Alcippe morrisonia*)、黑脸噪鹛(*Garrulax perspicillatus*)、棕头鸦雀(*Paradoxornis webbianus*)、红嘴蓝鹊(*Cissa erythrorhyncha*)、领雀嘴鹎(*Spizixos semitorques*)等；攀禽如斑姬啄木鸟(*Picumnus innominatus*)等。

4.2.2.3 湿地生态系统

(1) 植被现状

评价区内的湿地生态系统主要包括水库工程评价区马金溪及其支流以及供水工程评价区的河流、池塘、水田等。植被型以水生植物、湿地植物为主，包括挺水植物群落及沼泽植被、漂浮植物群落、沉水植物群落。马金溪沿河流滩涂大面积分布有斑茅灌草丛(Form. *Saccharum arundinaceum*)、芦苇灌草丛(Form.*Phragmites australis*)、水蓼灌草丛(Form. *Polygonum hydropiper*)等，伴生有薹草(*Carex sp.*)、青葙(*Celosia argentea*)、小鱼仙草(*Mosla dianthera*)等；河流两岸主要有毛竹林、枫杨林等；部分区域河流滩涂被开垦种植农作物，如油菜、稻(*Oryza sativa*)等。供水工程评价区主要湿地类型还有水田和池塘，水田主要种植有水稻等，主要伴生有节节菜(*Rotala indica*)、爵床(*Rostellularia procumbens*)、牛筋草(*Eleusine indica*)等；池塘中主要进行养殖等。

(2) 动物现状

湿地生态系统是多种两栖类和爬行类的栖息地，也是游禽和涉禽的重要栖息场所。分布其中的动物种类主要有静水型两栖类如黑斑侧褶蛙(*Pelophylax nigromaculatus*)、弹琴蛙(*Nidirana adenopleura*)等，流水型两栖类如中国瘰螈(*Paramesotriton chinensis*)、秉志肥螈(*Pachytriton granulosus*)、花臭蛙(*Odorrana schmackeri*)、华南湍蛙(*Amolops ricketti*)、棘胸蛙(*Quasipaa spinosa*)等，陆栖-静水型两栖类如泽陆蛙(*Fejervarya multistriata*)、饰纹姬蛙(*Microhyla fissipes*)和小弧斑姬蛙(*Microhyla heymonsi*)等；林栖傍水型爬行类如赤链蛇(*Lycodon rufozonatum*)、锈链腹链蛇(*Hebius craspedogaster*)、银环蛇(*Bungarus multicinctus*)等，水栖型爬行类如中华鳖(*Pelodiscus sinensis*)；鸟类中的游禽如小䴙䴘(*Tachybaptus ruficollis*)，涉禽如白鹭(*Egretta garzetta*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)、红脚苦恶鸟(*Amaurornis akool*)、黑水鸡(*Gallinula chloropus*)、白腰草鹬(*Tringa ochropus*)，傍水型的攀禽及鸣禽如普通翠鸟(*Alcedo atthis*)、褐河乌(*Cinclus pallasii*)等。

4.2.2.4 农业生态系统

(1) 植被现状

评价区的农业生态系统在整个评价区均有分布。其植被均为人工植被，类型简单，为栽培种植的经济作物、油料作物、粮食作物、蔬菜及果木林等。主要的经济作物有甘蔗(*Saccharum sinensis*)；油料作物有油菜(*Brassica chinensis*var.*oleifera*)；粮食作物水稻(*Oryza sativa*)；蔬菜有萝卜(*Raphanus sativus*)、白菜等时令蔬菜；果木林有杨梅(*Myrica rubra*)等。水库工程评价区岭里村、举林村、岩潭村及供水工程评价区马金镇、村头镇、

音坑乡，主要种植农作物要以水稻、玉米(*Zea mays*)、小麦(*Triticum aestivum*)及蔬菜等为主；供水工程评价区华埠镇、池淮镇和桐村镇兼有农作物和经济果木林，经济果木种类主要有紫薇(*Lagerstroemia indica*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、茶(*Camellia sinensis*)、板栗(*Castanea mollissima*)等。

(2) 动物现状

由于农业生态系统中植被类型较为单一，距离居民区较近而易受人为干扰，因此该生态系统中动物种类不甚丰富。与人类伴居的动物多活动于此，如鸟类中的涉禽池鹭、白鹭和常见鸣禽如丝光椋鸟(*Sturnus sericeus*)、白腰文鸟(*Lonchura striata*)、斑文鸟(*Lonchura punctulata*)、金翅雀(*Carduelis sinica*)、树鹨(*Anthus hodgsoni*)、灰头鹀(*Emberiza spodocephala*)等，及兽类中的部分半地下生活型种类如小家鼠(*Mus musculus*)、北社鼠(*Niviventer confucianus*)等。

4.2.2.5 城镇/村落生态系统

(1) 植被现状

城镇/村落生态系统内的植被多为栽培植被，种类组成较为简单，且主要作为房前屋后的四旁树，零星分布果树和花卉植物。常见的绿化植被有樟(*Cinnamomum camphora*)、法国梧桐(*Platanus orientalis*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、楝(*Melia azedarach*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)、海桐(*Pittosporum tobira*)、黄秋英(*Cosmos sulphureus*)等。

(2) 动物现状

城镇/村落系统中人类活动频繁，野生动物种类少，主要分布有喜与人类伴居的鸟类如白鹡鸰(*Motacilla alba*)、棕背伯劳(*Lanius schach*)、红嘴蓝鹊(*Cissa erythrorhyncha*)、[树]麻雀(*Passer montanus*)、家燕(*Hirundo rustica*)、金腰燕(*Cecropis daurica*)等；灌丛石隙型爬行类如多疣壁虎(*Gekko japonicus*)等；兽类主要有半地下生活型中的小家鼠、黄胸鼠(*Rattus tanezumi*)和褐家鼠(*Rattus norvegicus*)等。

4.2.3 工程区生态现状

(1) 水库淹没区和坝址区

开化水库淹没区的土地类型主要为耕地、林地及建设用地，还有少量园地、特殊用地等，覆盖的植被类型主要以低山针叶林、落叶阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、竹林、灌丛和灌草丛为主。坝址区的土地类型主要为林地及少量耕地，植被类型主要以低山针叶林和竹林为主。常见的植物种类有杨梅、板栗、枹栎、山胡椒、插田泡、山莓、千里光、野菊、芒萁、蕨、斑茅、狗尾草等。坝址附近的陆生动物主要为静水型两栖类（如

黑斑侧褶蛙、弹琴蛙等）、陆栖-静水型两栖类（如中华蟾蜍、泽陆蛙等）；灌丛石隙型爬行类（如北草蜥、蓝尾石龙子等）、林栖傍水型爬行类（如黑眉晨蛇、玉斑蛇等）；鸟类中的游禽、陆禽（如环颈雉、山斑鸠等）、鸣禽（如白头鹎、黄臀鹎、白鹡鸰、大山雀、红头长尾山雀等）；半地下生活型的兽类（如东北刺猬、华南兔等）。

(2) 施工区

该区土地利用现状为林地还有谁少量耕地，主要为经济树种杨梅，农作物为各类蔬菜，常见植物有五节芒、藿香蓟、苎麻、野茼蒿等。砂石加工系统主要植被为园林绿化树种，有水杉、法国梧桐、广玉兰、桂花、黄杨等。坝前弃渣场、岩潭弃渣场主要植被有檵木灌丛、芦苇灌草丛、农业植被等。土料场林地上植被类型以针叶林为主，主要为杉木林等，常见植物种类有柏木、檵木、油茶、五节芒、千里光等。石料场占地植被类型以灌草丛为主，主要为五节芒灌草丛等。

(3) 供水管线区

该区主要植被类型为林地，常见的群系有马尾松林、杉木林等，常见的植物有柏木、枫香、杜鹃、山莓、乌药、五节芒、白茅等。



库区举林村



库区岩潭村



坝址左岸



坝址右岸



上游围堰



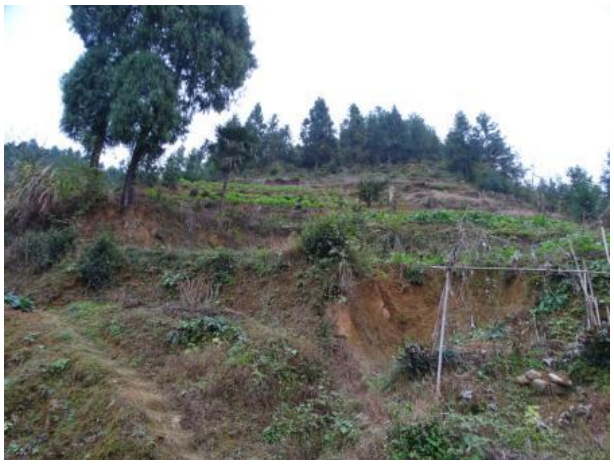
下游围堰



砂石加工系统



坝下施工区



岩潭土料场



石料场



三早畈隧洞口



施家塘至岙滩水厂段隧洞上方

图 4.2-1 工程区陆生生态现状

4.2.4 陆生植物

4.2.4.1 植物区系

评价区属浙西山地丘陵区，地势四周高，中间低。西北部以中低山为主，东部为低山区，中部自北往南由低山向丘陵过渡。根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒等，2011 年)，评价区属于东亚植物区—中国-日本植物亚区—华东地区—浙南山地亚地区。

(1) 植物区系组成成分数量统计分析

通过对开化水库评价区现场调查采集的植物标本鉴定，以及对历年积累的植物区系资料系统的整理，蕨类植物分类按照秦仁昌分类系统(1978 年)、裸子植物按照郑万钧分类系统(1978 年)、被子植物科按照哈钦松植物分类系统(1934 年)，得出评价区维管植物共有 142 科 422 属 639 种(含种下分类等级，下同)，评价区维管植物名录见附表 2。评价区野生维管植物 131 科 378 属 570 种，包括蕨类植物 14 科 21 属 27 种，种子植物 117 科 357 属 543 种(其中裸子植物 4 科 5 属 7 种，被子植物 113 科 352 属 536 种)，评价区野生维管植物科、属、种数量分别占浙江省维管植物总科数、总属数和总种数的 56.71%、27.65%和 14.70%，占全国野生维管植物总科数的 31.19%、总属数的 10.96%、总种数的 1.82%。

评价区野生维管植物统计表

表 4.2-3

项目	蕨类植物			种子植物						维管植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	14	21	27	4	5	7	113	352	536	131	378	570
浙江省	49	116	499	9	34	60	173	1217	3319	231	1367	3878
全国	63	224	2600	11	41	283	346	3184	28500	420	3449	31383
占浙江省(%)	28.57	18.10	5.41	44.44	14.71	11.67	65.32	28.92	16.15	56.71	27.65	14.70

占全国(%)	22.22	9.38	1.04	36.36	12.20	2.47	32.66	11.06	1.88	31.19	10.96	1.82

(2) 植物区系地理成分数量统计分析

评价区野生维管植物中蕨类植物属按照《中国植物志》(第一卷)陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型(2004 年)，种子植物属按照吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型系统(1993 年)，将评价区野生维管植物 378 属划分为 14 个分布区类型。

将评价区 378 属野生维管植物的分布区类型归并为世界分布、热带分布(第 2～7 类)、温带分布(第 8～14 类)和中国特有分布 4 个大类。从上表统计结果可知：热带分布属、温带分布属分别有 147 属、161 属，分别占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 47.42%、51.94%。在热带分布型中，以泛热带分布属最多，其次是热带亚洲分布属，其他的热带属所含比例相对较少；在温带分布型中，北温带分布属居首位，其次是东亚分布属。

评价区野生维管植物属的分布区类型

表 4.2-4

属的分布区类型	评级区内属数	占评价区非世界分布属数百分比%
1.世界分布	68	--
2.泛热带分布	53	17.10
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	15	4.84
4.旧世界热带分布	23	7.42
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	16	5.16
6.热带亚洲至热带非洲分布	12	3.87
7.热带亚洲分布	28	9.03
第 2-7 项热带分布	147	47.42
8.北温带分布	64	20.65
9.东亚和北美洲间断分布	28	9.03
10.旧世界温带分布	20	6.45
11.温带亚洲分布	3	0.97
12.地中海、西亚至中亚分布	1	0.32
13.中亚分布	0	0.00
14.东亚分布	45	14.52
第 8-14 项温带分布	161	51.94
15.中国特有分布	2	0.65
合计	378	100.00

(3) 植物区系特征

① 植物种类较为丰富

评价区野生或逸为野生的维管植物有 131 科 378 属 570 种，分别占评价区维管植物科、属、种的 92.25%、85.57%和 89.20%，占浙江省野生维管植物科、属、种的 56.71%、

27.65%和 14.70%。评价区野生维管植物在浙江省内所占比重较大，评价区比较小的面积内，占有一定比例的种类，可见，评价区植物种类较为丰富。

② 具有较多的古老植物种类

评价区自中生代晚期以来，长期处于相对稳定的亚热带气候控制下，基本上保持温暖湿润的气候，加之受第四纪冰川影响不大，因而残留着一大批系统演化上原始的科、属及古老的孑遗植物。古老科如木兰科、胡桃科、忍冬科、金缕梅科、山茱萸科等。古老的属如侏罗纪的松属、栗属、榆属和葡萄属等；第三纪现存的卫矛属、桑属、木通属、花椒属和野桐属等。

③ 地理成分较为复杂

从属的分布型来看，评价区维管植物区系的地理成分是较为复杂的，评价区野生维管植物中蕨类植物属按照《中国植物志》(第一卷)陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型(2004 年)，种子植物属按照吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型系统(1991 年、1993 年)，将评价区野生维管植物 378 属划分为 14 个分布区类型，植物属的分布区类型包含世界分布、热带分布、温带分布、中国特有分布 4 个大类，评价区维管植物的区系地理成分较复杂。

④ 植物区系过渡性显著

评价区地处中亚热带，在地质历史上无长期孤立时期，一直与周围地区保持着密切的地理联系和植物区系的交流，华东、华中和华南植物区系的相互交汇和过渡构成了本区植物区系的基本特征。其中有许多热带、亚热带植物以本区和邻近地区为其分布的北界，如深山含笑、无患子等；不少温带植物以本区和邻近地区为其分布的南界，如胡枝子、刺榆等。另外，从属的分布型统计结果看，在 378 属中，热带分布属、温带分布属分别有 147 属、161 属，分别占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 47.42%、51.94%。显示出温带和亚热带(热带)的双重性，而又以温带成分为主，呈现出亚热带向温带过渡性。

4.2.4.2 植被类型

(1) 主要植被类型

根据《中国植被区划》亚热带东部湿润常绿阔叶林区域—中亚热带常绿阔叶林地带—浙皖山区青冈苦槠植被区。评价区属亚热带常绿阔叶林北部亚地带，植物区系较丰富，具有南北交汇过渡带的特色。

经过实地调查，根据区内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外貌，以及群落

的环境生态与地理分布特征，按照《中国植被》可将评价区的自然植被划分为 3 个植被型组、7 个植被型、21 个群系，评价区内的主要植被类型及其分布见表 4.2-5。

评价区主要植被类型及分布

表 4.2-5

植被型组	植被型	群系中文名	群系拉丁名	水库工程评价区	供水工程评价区
自然植被					
针叶林	低山针叶林	1.马尾松林	Form. *Pinus massoniana*	√	√
		2.杉木林	Form. *Cunninghamia lanceolata*	√	√
		3.柏木林	Form. *Cupressus funebris*		√
阔叶林	落叶阔叶林	4.化香林	Form. *Platycarya strobilacea*	√	
	常绿阔叶林	5.青冈林	Form. *Cyclobalanopsis glauca*	√	√
	常绿落叶阔叶混交林	6.青冈、枫香林	Form. *Cyclobalanopsis glauca* , *Liguidambar fomrosana*	√	
	竹林	7.毛竹林	Form. *Phyllostachys edulis*	√	√
灌丛和灌草丛	灌丛	8.檵木灌丛	Form. *Loropetalum chinense*	√	√
		9.山胡椒灌丛	*Form. Lindera glauca*	√	√
		10.小叶蚊母灌丛	Form. *Distylium buxifolium*	√	
		11.高粱泡灌丛	Form. *Rubus lambertianus*	√	√
		12.苎麻灌丛	From. *Boehmeria nivea*	√	√
		13.石岩枫灌丛	Form. *Mallotus repandus*	√	
	灌草丛	14.五节芒灌草丛	Form. *Miscanthus floridulus*	√	√
		15.芒萁灌草丛	Form. *Dicranopteris pedata*	√	√
		16.斑茅灌草丛	Form. *Saccharum arundinaceum*	√	
		17.芦苇灌草丛	Form.*Phragmites australis*	√	√
		18.白茅灌草丛	Form. *Imperata cylindrica*	√	√
		19.野菊灌草丛	Form. *Dendranthema indicum*	√	√
		20.水蓼灌草丛	Form. *Polygonum hydropiper*		√
		21.阿拉伯婆婆纳灌草丛	Form. *Veronica persica*	√	√
人工植被					
人工林	用材林	毛竹林	Form. *Phyllostachys edulis*	√	
		杉木林	Form. *Cunninghamia lanceolata*	√	
	经济果木林	杨梅林	Form. *Myrica rubra*	√	
		栗林	Form. *Castanea mollissima*	√	
		银杏林	Form. *Ginkgo biloba*	√	√
农作物	粮食作物	水稻、小麦、玉米、薯类(红薯)等		√	√
	经济作物	茶、油菜、蔬菜等		√	√

(3) 主要植被类型描述

① 针叶林

针叶林是以针叶树为建群种所组成的各种森林植物群落的总称，其中包括针叶纯林

或以针叶树为主的针阔叶混交林。评价区主要为低山针叶林，常见的有马尾松林、杉木林和柏木林。

1) 马尾松林

马尾松林是评价区内分布最为广泛、最为重要的针叶林之一，在水库工程评价区的齐溪大坝～岭里村两岸山地分布较多，群落林冠整齐，外貌呈翠绿色，一般林内伴有少量落叶阔叶树种和灌木，群系结构较为简单，物种组成较为单纯。

乔木层郁闭度 0.3，层均高 5m，优势种为马尾松，主要伴生种有杉木、山矾、木姜子、青冈等；灌木层盖度 20%，层均高 1.5m，优势种为乌药(*Lindera aggregata*)，高 1.5～2m，盖度 10%，主要伴生种有胡颓子(*Elaeagnus pungens*)、山茶、蓬藟(*Rubus hirsutus*)等；草本层盖度 25%，层均高 0.25m，优势种为五节芒(*Miscanthus floridulus*)，高 0.3～0.5m，盖度 10%，主要伴生种有鼠麴草(*Gnaphalium affine*)、蕺菜(*Houttuynia cordata*)、紫花地丁(*Viola philippica*)等。

样方地点：齐溪水库管理处附近，N：29°23'59.10"；E：118°21'21.88"，海拔 287m。

2) 杉木林

杉木林是评价区内分布最为广泛、最为重要的针叶林之一，在河流两岸山地集中分布。群落林冠整齐，外貌呈深绿色林冠较整齐，群系内物种种类组成简单。

乔木层郁闭度 0.75，层均高 10m，优势种为杉木，高 7～13m，胸径 5～10cm，盖度 65%，主要伴生种为枫香(*Liquidambar formosana*)、马尾松、油桐(*Vernicia fordii*)等；灌木层层盖度 20%，层均高 1.5m，无明显优势种，常见伴生种为野蔷薇(*Rosa multiflora*)、格药柃(*Eurya muricata*)、山胡椒、尖连蕊茶(*Camellia* cuspidata)、马银花(*Rhododendron ovatum*)等；草本层层盖度 25%，层均高 0.6m，优势种为芒萁，高 0.4～1.0m，盖度 15%，主要伴生种为贯众(*Cyrtomium fortune*)、五节芒、紫萁(*Osmunda japonica*)、乌蕨等；层间植物有紫藤(*Wisteria sinensis*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、木通(*Akebia quinata*)等。

样方地点：钱江源风景名胜区，N：29°24'19.13"；E：118°20'39.32"，海拔：315m。

3) 柏木林

在岭里村、大淤村等村落附近常有片状分布，群落外貌呈绿色，林相整齐。

乔木层郁闭度 0.65，层均高 9m，优势种为柏木(*Cupressus funebris*)，高 7～11m，胸径 7～12cm，盖度 50%，主要伴生种为杉木、毛竹(*Phyllostachys heterocycla* '*Pubescens*')等；灌木层层盖度 30%，层均高 1.5m，无明显优势种，常见种类有檵木、胡颓子(*Elaeagnus pungens*)、格药柃、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)等；草本层层盖度 30%，层均高 0.7m，优势

种为五节芒，高 0.5～1.2m，盖度 20%，主要伴生种为博落回(*Macleaya cordata*)、野菊(*Dendranthema indicum*)、千里光(*Senecio scandens*)、通泉草(*Mazus japonicus*)等。

样方地点：马金镇大淤村，N：29°17'9.42"；E：118°24'28.24"，海拔：266m。

② 阔叶林

评价区阔叶林植被型主要有落叶阔叶林、常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林和竹林 4 类。落叶阔叶林主要有化香林，常绿阔叶林有青冈林，常绿落叶阔叶混交林有青冈—枫香林，竹林主要为毛竹林。

1) 化香林

化香生长在向阳山坡及杂木林中。现场调查的化香林主要分布在岭里村附近 G205 国道边。

乔木层郁闭度 0.6，层均高约 8m，优势种为化香(*Platycarya strobilacea*)，高 6～12m，胸径 10～18cm，盖度 40%，主要伴生种有乌桕(*Sapium sebiferum*)、苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)、枫香、马尾松等；灌木层盖度 30%，层均高 1.5m，优势种为山鸡椒，高 1～1.5m，盖度 25%，主要伴生种有胡颓子、山胡椒、格药柃、老鸦糊(*Callicarpa giraldii*)等；草本层盖度 50%，层均高 1m，优势种为五节芒，高 0.4～1.2m，盖度 40%，主要伴生种有芒萁、乌蕨、爵床、蒲儿根(*Sinosenecio oldhamianus*)等。

样方地点：草香园农庄附近，N：29°24'17.31"，E：118°21'55.44"，海拔：282m。

2) 青冈林

青冈生于海拔 60～2600m 的山坡或沟谷，组成常绿阔叶林或常绿阔叶与落叶阔叶混交林。青冈林主要分布于评价区钱江源森林公园内，其他地方也有零星分布，群落外貌呈深绿色，林冠整齐。

乔木层郁闭度 0.4，层均高 6m，优势种为青冈，高 4～6m，胸径 4cm，主要伴生种有山橿、木荷、杉木等；灌木层盖度 25%，层均高 1.5m，优势种为檵木，高 1～2m，盖度 15%，主要伴生种有乌药、宜昌荚蒾(*Viburnum erosum*)；草本层盖度 15%，层均高 0.8m，优势种为五节芒，高 1～1.5m，盖度 10%，主要伴生种有通泉草(*Mazus pumilus*)、乌蕨、石松(*Lycopodium japonicum*)、贯众等；层间植物有金银花等。

样方地点：茅岗水库库尾，N：29°15'53.48"；E：118°16'52.32"，海拔：332m。

3) 青冈—枫香林

现场调查发现评价区内常绿落叶阔叶混交林主要分布于齐溪水库、茅岗水库附近。

乔木层郁闭度 0.75，层均高约 9m，优势种为青冈和枫香，高 8～12m，胸径 8～12cm，

盖度 60%，主要伴生种为杉木、木荷(*Schima superba*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)等；灌木层层盖度 35%，层均高约 1.8m，优势种为盐肤木(*Rhus chinensis*)，高 1.2～2.5m，盖度 20%，常见伴生种为檵木、马银花、小蜡(*Ligustrum sinense*)、山鸡椒等；草本层层盖度 30%，层均高约 0.5m，优势种为芒萁，高约 0.4～0.8m，盖度 20%，主要伴生种为阔鳞鳞毛蕨(*Dryopteris championii*)、乌蕨、三脉紫菀、薹草等。

样方地点：规划开化水库坝址上游淹没区，N：29°23'51.02"；E：118°21'6.91"，海拔 297m。

4) 毛竹林

毛竹适应性，抗逆性强，无性繁殖力强，是评价区内低山丘陵区最为常见的竹类之一。毛竹林在评价区内斑块状分布于河流两岸及村落附近，群落外貌翠绿色，林冠整齐，林下土壤为黄棕壤，枯枝落叶层稀薄，植物种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.65，层均高约 7m，优势种为毛竹，高 6～12m，秆径 5～8cm，盖度 50%，主要伴生种为马尾松、柏木、杉木等；灌木层层盖度 25%，层均高约 1.5m，无明显优势种，常见种类为檵木、山胡椒、短柄枹栎(*Quercus serrata var. Brevipetiolata*)、杜鹃(*Rhododendron simsii*)等。草本层层盖度 20%，层均高约 1.2m，优势种为五节芒，高 0.6～1.5m，盖度 15%，主要伴生种有斑茅(*Saccharum arundinaceum*)、青葙、反枝苋(*Amaranthus retroflexus*)等。

样方地点：岭里村，N：29°24'14.83"；E：118°20'45.67"，海拔：304m。

③ 灌丛

灌丛包括一切以灌木占优势种类所组成的植被类型。群落高度一般在 5m 以下，盖度大于 30%-40%。它和森林的区别不仅高度不同，更主要的是灌丛建群种多为簇生的灌木生活型。评价区内的灌丛类型主要有 6 种：檵木灌丛、山胡椒灌丛、小叶蚊母灌丛、高粱泡灌丛、苎麻灌丛、石岩枫灌丛。

1) 檵木灌丛

檵木多生于山野及丘陵灌丛中，产长江中下游及其以南、北回归线以北地区，在印度北部也有分布。檵木灌丛在评价区内广泛分布，多见于林下。群落外貌绿色，群落下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 55%，层均高约 1.8m，优势种为檵木，高 1.2～2.2m，盖度 30%，主要伴生种为山莓、乌药(*Lindera aggregata*)、野鸦椿(*Euscaphis japonica*)、空心泡(*Rubus rosaefolius*)等；草本层 盖度 40%，层均高约 1.0m，优势种为五节芒，高 0.8～1.2m，

盖度 30%，主要伴生种为野古草、芒萁、酢浆草(*Oxalis corniculata*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)等。

样方地点：水库坝址支流汇入口附近，N：29°24'10.70"；E：118°20'51.47"，海拔：314m

2) 山胡椒灌丛(Form. *Lindera glauca*)

山胡椒生于海拔 900m 左右以下山坡、林缘、路旁。山胡椒灌丛在评价区分布较多，多见于林下，群落外貌呈枯黄色。

该群系灌木层盖度 55%，层均高约 2.0m，优势种为山胡椒，高 1.5～2.5m，盖度 45%，主要伴生种为檵木、山鸡椒、小果蔷薇、蜡莲绣球(*Hydrangea strigosa*)等；草本层盖度 30%，层均高约 0.5m，优势种为芒萁，高 0.4～0.8m，盖度 25%，主要伴生种为五节芒、三脉紫菀、狗尾草(*Setaria viridis*)、叶下珠(*Phyllanthus urinaria*)等。

样方地点：G205 国道北侧，N：29°23'52.88"；E：118°22'16.07"，海拔：275m

3) 小叶蚊母树灌丛(Form. *Distylium buxifolium*)

小叶蚊母树生于海拔 500m 以下溪边谷地旁，河边灌丛中，山谷，山谷溪边低洼地，山坡河滩，山坡溪边，石边，石上，溪边。现场调查小叶蚊母树灌丛分布于规划开化水库规划开化水库坝址上游马金溪河岸滩涂。

灌木层盖度 65%，层均高约 1.8m，优势种为小叶蚊母树(*Distylium buxifolium*)，高 1.2～2.5m，盖度 50%，主要伴生种为腺柳(*Salix chaenomeloides*)、细叶水团花(*Adina rubella*)、野山楂(*Crataegus cuneata*)等；草本层盖度 20%，层均高约 0.4m，无明显优势种，常见种类有野茼蒿(*Crassocephalum crepidioides*)、斑茅、一年蓬(*Erigeron annuus*)、蟛蜞菊(*Wedelia chinensis*)等。

样方地点：坝址上游淹没区，N：29°24'7.61"；E：118°21'29.57"，海拔：264m。

4) 苎麻灌丛(Form. *Boehmeria nivea*)

苎麻生于海拔 200～1700m 的山谷林边或草坡，现场调查苎麻灌丛主要分布于道路两侧及林缘处。

灌木层盖度 60%，层均高约 0.6m，优势种为苎麻(*Boehmeria nivea*)，高 0.4～1.0m，盖度 55%，主要伴生种为麻叶绣线菊(*Spiraea cantoniensis*)、山胡椒、钩藤(*Uncaria rhynchophylla*)、湖北算盘子(*Glochidion wilsonii*)等；草本层盖度 20%，层均高约 0.4m，无明显优势种，常见种类有三脉紫菀、野菊、龙葵(*Solanum nigrum*)、一年蓬等。

样方地点：规划开化水库坝址上游淹没区，N：29°24'5.43"；E：118°21'6.61"，海拔：

268m。

5) 高粱泡灌丛(Form. *Rosa lambertianus*)

高粱泡生于低海拔山坡、山谷或路旁灌木丛中阴湿处或生于林缘及草坪。评价区内高粱泡灌丛分布较为广泛。

灌木层盖度 65%，层均高约 1.0m，优势种为高粱泡(*Rubus lambertianus*)，高 0.6～1.5m，盖度 50%，主要伴生种为野蔷薇、苎麻等；草本层盖度 35%，层均高约 0.4m，优势种为牛筋草，高 0.3～0.8m，盖度 20%，主要伴生种为藿香蓟(*Ageratum conyzoides*)、狗尾草、鬼针草、青葙等。

样方地点：村头镇牙田村，N：29°16'12.57"；E：118°27'1.72"，海拔：167m。

6) 石岩枫灌丛(Form. *Mallotus repandus*)

石岩枫生于海拔 300-600m 山地疏林中或林缘。石岩枫灌丛在评价区山坡林缘常有分布。

灌木层盖度 65%，层均高约 1.6m，优势种为石岩枫(*Mallotus repandus*)，高 1.0～2.0m，盖度 50%，主要伴生种为盐肤木、檵木、山胡椒、小果蔷薇等；草本层盖度 25%，层均高约 0.8m，优势种为五节芒，高 0.6～1.2m，盖度 20%，主要伴生种为野菊、三脉紫菀、狗尾草等。

样方地点：岭里村，N：29°23'24.49"；E：118°22'26.63"，海拔 234m。

④ 灌草丛

评价区灌草丛类型有 7 种，为五节芒灌草丛、芒萁灌草丛、斑茅灌草丛、芦苇灌草丛、白茅灌草丛、野菊灌草丛、水蓼灌草丛。

1) 五节芒灌草丛(Form. *Miscanthus floridulus*)

五节芒灌草丛在评价区广泛分布，该群系草本层层盖度 70%，层均高约 0.7m，优势种为五节芒，高 0.6～1.4m，盖度 50%，主要伴生种为藿香蓟、紫苏、小蓬草(*Conyza canadensis*)、狗尾草等。

样方地点：枢纽 2#辅助企业区碎石加工系统及堆料场附近，N：29°21'49.65"；E：118°22'59.91"，海拔：219m。

2) 芒萁灌草丛(Form. *Dicranopteris pedata*)

评价区芒萁多生长在林下、坡地，为评价区常见的植物种类之一。草本层层盖度 75%，层均高约 0.5m，优势种为芒萁，高 0.3～0.8m，盖度 60%，主要伴生种为藿香蓟、五节芒、蕨(*Pteridium aquilinum var. latiusculum*)、蛇莓(*Duchesnea indica*)、乌蕨等。

样方地点：溢洪道附近，N：29°21'36.20"；E：118°23'16.42"，海拔：227m。

3) 斑茅灌草丛(Form. *Saccharum arundinaceum*)

评价区斑茅在河岸滩涂分布广泛，为评价区常见的植物种类之一，群落外貌枯黄色，群落结构及物种组成较简单。草本层层盖度 65%，层均高约 1.0m，优势种为斑茅，高 0.6～1.4m，盖度 50%，主要伴生种为节节草(*Commelina diffusa*)、鬼针草、薹草等。

样方地点：岩潭村，N：29°22'30.93"；E：118°23'27.89"，海拔：218m。

4) 芦苇灌草丛(Form. *Phragmites australis*)

芦苇是多年水生或湿生的高大禾草，生长在灌溉沟渠旁、河堤沼泽地等。评价区芦苇灌草丛在规划开化水库规划开化水库水库工程评价区分布较多。草本层层盖度 65%，层均高约 1.2m，优势种为芦苇(*Phragmites australis*)，高 0.5～1.5m，盖度 55%，主要伴生种为青葙、野茼蒿、蟛蜞菊、金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)等。

样方地点：枢纽工程区，N：29°21'36.35"；E：118°22'55.72"，海拔 203m。

5) 白茅灌草丛(Form. *Imperata cylindrica*)

评价区内白茅在路边、山顶、荒地广泛分布。该群落草本层层盖度 70%，层均高约 0.6m，优势种为白茅(Imperata *cylindrica*)，高 0.5～1.2m，盖度 60%，主要伴生种为芒萁、堇菜(*Viola verecunda*)、爵床、野艾蒿(*Artemisia lavandulaefolia*)等。

样方地点：3#石料厂，N：29°22'23.08"；E：118°22'36.31"，海拔：248m。

6) 野菊灌草丛(Form.*Dendranthema indicum*)

评价区内野菊多生于林下、林缘、荒地、山坡、路边等地，群落外貌枯黄色，结构及物种组成较简单。草本层层盖度 45%，层均高约 1.0m，优势种为野菊，高 0.5～1.2m，盖度 30%，主要伴生种为狗尾草、千里光、苍耳(*Xanthium sibiricum*)、五节芒等。

样方地点：下梗 G205 国道旁，N：29°20'48.16"；E：118°23'59.49"，海拔：208m。

7) 水蓼灌草丛(Form. *Polygonum hydropiper*)

水蓼生长于湿地、水边或水中。评价区内水蓼灌草丛多分布于水田周边。草本层层盖度 70%，层均高约 0.5m，优势种为水蓼(*Polygonum hydropiper*)，高 0.3～1.0m，盖度 60%，主要伴生种为鬼针草、牛筋草、苍耳、水芹(*Oenanthe javanica*)等。

样方地点：环碧村，N：29°8'44.64"；E：118°22'52.87"，海拔：208m。

8) 阿拉伯婆婆纳灌草丛(Form. *Veronica persica*)

阿拉伯婆婆纳为华东地区路边及荒野常见杂草。评价区内阿拉伯婆婆纳灌草丛多分布于评价区农田周边。草本层层盖度 65%，层均高约 0.2m，优势种为阿拉伯婆婆纳

(*Veronica persica*)，高 0.2～0.3m，盖度 50%，主要伴生种为救荒野豌豆(*Vicia sativa*)、猪殃殃、风轮菜(*Clinopodium chinense*)堇菜属(*Viola* sp.)等。

样方地点：举林村弃渣场，N：29°22'23.48"；E：118°22'59.32"，海拔：212m。

⑤ 人工植被

在评价区内存在较多经济用材林，主要有杉木林、毛竹林。村落附近常有经济果木林分布，主要有杨梅林、银杏林、板栗林、红叶石楠林等。粮食作物主要有水水稻、小麦、玉米、薯类等；经济作物主要有茶、蔬菜、油菜等。

(3) 植被分布特征

① 水平分布

水库工程评价区包括坝址区域及库区，该区域为中山丘陵地，坝址～岭里村段居民分布较多，受人为干扰影响，其植被类型大多为农业植被，附近山体分布针叶林、竹林、灌丛和灌草丛；岭里村～齐溪水库段人为活动相对较少，其植被类型主要为常绿阔叶林、针叶林、常绿落叶阔叶混交林以及灌草丛。供水工程评价区主要为农耕区，多为平原和低山丘陵，人为干扰明显，其植被类型以农业植被为主，在供水管道沿线分布有稀疏的针叶林、阔叶林以及灌丛、灌草丛等。

② 垂直分布

评价区属低山丘陵区，区内海拔 100～1000m，山脊地势较为平坦，山体坡度 15～30°，总体上光照、温度及气候等生态因子在垂直分布上差异性不大，评价区内植被的垂直分布主要受水分、土壤等因素影响。根据现场调查，评价区的山体上部主要是马尾松、杉木、毛竹、青冈等，中部以灌丛为主，主要为檵木灌丛、山胡椒灌丛等；山底主要以农作物及灌草丛为主，如五节芒灌草丛、野菊灌草丛、五节芒灌草丛等，沿河流分布有较多的斑茅灌草丛等。

4.2.4.3 重点保护野生植物和古树名木

(1) 国家重点保护野生植物

结合现场调查，在工程评价区发现《国家重点保护野生植物名录》(第一批)中国家重点保护植物 7 种，其中，国家I级重点保护野生植物 3 种：银杏(*Ginkgo biloba*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)和南方红豆杉(*Taxus chinensis*)，在评价区均未见天然分布，全部为人工栽培，且植株个体较小。国家II级重点保护野生植物 4 种，为闽楠(*Phoebe bournei*)、金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)、鹅掌楸(*Liriodendron chinensis*)和樟(*Cinnamomum camphora*)，其中金荞麦为野生分布在评价区分布较多，主要分布于马金溪岸边的阴湿

处；鹅掌楸、樟未见天然分布，全为人工栽培。根据《开化县官台闽楠群落特征调查研究》(程清明等，2007 年)，在评价区齐溪镇官台村有一片闽楠古树群，树龄约 900 年，位于海拔 450m 左右的中坡，位于本工程淹没范围以外（本工程正常蓄水位为 251m，校核洪水位为 262.1m）。

评价区重点保护野生植物统计表

表 4.2-6

序号	名称	保护级别	分布情况
1	银杏	国家Ⅰ级	在评价区分布较多，均为人工栽培，或单株种植或成片种植苗木
2	水杉	国家Ⅰ级	分布较多，绿化树种，水库工程评价区齐溪二级电站有人工种植水杉林，供水工程评价区亦有分布，常用于行道树
3	南方红豆杉	国家Ⅰ级	分布于水库工程评价区岙滩水厂附近人工种植
4	闽楠	国家Ⅱ级	官台村有闽楠古树群，淹没线以上
5	樟	国家Ⅱ级	园林绿化树种，在评价区分布较多，常作为行道树
6	鹅掌楸	国家Ⅱ级	园林绿化树种，见于齐溪水库大坝附近，开化中心城区行道树
7	金荞麦	国家Ⅱ级	在评价区分布较广泛





银杏(*Ginkgo biloba*)

钱江源风景名胜区，N：29°24'19.57"，E：118°20'40.42"，海拔：316m

池淮镇池淮村，N：29°5'45.22"，E：118°17'15.43"，海拔：128m





水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)

砂石加工系统及堆渣场，N：29°21'47.62"，E：118°23'8.50"，海拔：198m

音坑乡 X619 行道树，N：29°10'4.02"，E：118°23'40.57"，海拔：134m



南方红豆杉(*Taxus chinensis*)
岙滩水厂附近，N：29°6'54.72"，E：118°24'0.43"，海拔：131m



鹅掌楸(*Liriodendron chinensis*)
开化县开元路行道树，N：29°7'18.54"，E：118°24'4.22"，海拔：135m





金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)
齐溪水库大坝下游，N：29°24'6.64"，E：118°21'2.12"，海拔：273m

金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)
岩潭村附近，N：29°22'24.37"，E：118°23'39.12"，海拔：206m





金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)
坝址附近，N：29°21'32.57"，E：118°22'58.03"，海拔：198m

金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)
高岭村弃渣场东北侧马金溪岸边，N：29°22'10.11"，E：118°23'21.29"，海拔：208m

图 4.2-2　现场调查的重点保护植物

(2)　浙江省级重点保护野生植物

根据《浙江省人民政府关于公布省重点保护野生植物名录(第一批)的通知》（浙政发[2012]30 号），参考《钱江源国家森林公园总体规划(2016～2015 年)》、《钱江源国家级森林公园森林资源和生物多样性调查报告》等本工程所在行政区内关于重点保护野生植

物的相关资料，评价区内可能分布的浙江省级重点保护野生植物有圆柏、蜡梅、薏苡等3种。圆柏、蜡梅均为园林栽培种，常用园林绿化在评价区较为常见；薏苡在评价区多生于屋旁、池塘、河沟、山谷、溪涧或易受涝的农田等地方，分布广泛。

(3) 古树名木

参考《浙江省古树名木现状及管护建议》、《开化县第二批古树名木目录》、《开化县保护古树名木措施得力》等评价区内关于古树名木及其分布资料，同时对项目所在区域的林业局及附近村民进行访问调查，并进行现场实际调查核实，开化县古树名木较多。水库工程评价区有古树名木73株，其中受淹没影响的有6株，67株位于淹没线以上基本不受影响；供水工程评价区古树名木共有66株（仅统计供水管道沿线300m范围）。

① 水源工程评价区古树名木

在水库工程评价区有古树名木 73 株，本次主要以受淹没影响的古树名木为重点。受淹没影响的6株均为樟树，现场调查记录见表4.2-7。

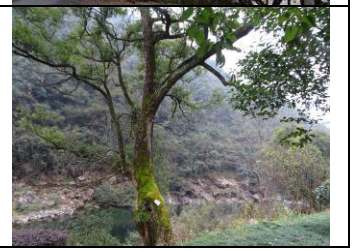
② 供水工程评价区古树名木

在供水工程评价区供水管道沿线300m范围的古树名木共有66株，主要分布在马金镇、音坑乡、城关镇等村落周边。

淹没区内古树名木资源分布

表 4.2-7

序号	树种名称	分布位置	GPS 点位	海拔(m)	生长势	编号	树龄	保护级别	现场照片
1	樟树 *Cinnamomum camphora*	马金镇举林村青冈林旁	N：29°22'24" E：118°22'48"	224	正常株	082431500085	200	三级	
2	樟树 *Cinnamomum camphora*	马金镇举林村水轮泵旁	N：29°22′23″ E：118°23′11″	204	正常株	082431500086	170	三级	
3	樟树 *Cinnamomum camphora*	马金镇举林村司马岭宅旁	N：29°22'13" E：118°23'01"	252	正常株	082411500087	620	一级	

序号	树种名称	分布位置	GPS 点位	海拔(m)	生长势	编号	树龄	保护级别	现场照片
4	樟树 *Cinnamomum camphora*	马金镇岭里村后边山	N：29°23′12″ E：118°22′18″	233	正常株	082411800054	520	一级	
5	樟树 *Cinnamomum camphora*	马金镇岭里村后溪公路旁	N：29°23′10″ E：118°22′32″	248	正常株	082411800055	620	一级	
6	樟树 *Cinnamomum camphora*	马金镇岭里村205 国道边	N：29°24′16″ E：118°21′52″	258	正常株	082411800056	215	三级	

供水工程沿线古树名木资源分布

表 4.2-8

序号	中名	地点	等级	海拔	经度	纬度	树龄	树高	生长势
1	樟树	马金外徐塘村田畈中	三级	153	118.40113333	29.297	170	18	正常株
2	樟树	马金外徐塘村田畈	三级	154	118.40110000000	29.29698333	220	21	正常株
3	樟树	马金后山村田畈	三级	154	118.40211667	29.29723333	110	16	正常株
4	枫杨	马金外徐塘村宅旁	三级	154	118.40211667	29.29721667	120	0	死亡株
5	樟树	马金后山村田畈	三级	158	118.40266667	29.29735	100	12	正常株
6	樟树	马金后山村田畈	三级	161	118.40275	29.29738333	100	15	正常株
7	樟树	马金后山村田畈	三级	161	118.40286667	29.29738333	100	16	正常株
8	樟树	马金后山村田畈	三级	159	118.40336667	29.29753333	150	21	正常株
9	樟树	马金后山村宅旁	二级	161	118.40483333	29.29895	320	22	正常株
10	樟树	马金后山村背后山	三级	171	118.4028	29.30146667	140	18	正常株
11	樟树	马金后山村背后山	三级	177	118.40281667	29.30145	120	0	死亡株
12	樟树	马金忻岸村田畈	二级	166	118.39915	29.29461667	370	15	濒危株
13	樟树	马金忻岸村田畈	三级	161	118.39916667	29.29463333	220	13	正常株
14	樟树	马金忻岸村田畈	三级	161	118.39918333	29.29463333	170	7	衰弱株
15	樟树	马金忻岸村河边	三级	156	118.39906667	29.29588333	120	10	正常株
16	樟树	马金忻岸村河边	三级	157	118.40001667	29.2961	115	15	正常株
17	樟树	马金忻岸村河边	三级	156	118.39993333	29.29606667	115	14	正常株
18	樟树	马金忻岸村河边	三级	158	118.40038333	29.29613333	115	13	正常株
19	樟树	马金忻岸村河边	三级	156	118.40063333	29.29615	115	15	正常株
20	樟树	马金忻岸村河边	三级	153	118.40171667	29.29628333	120	15	正常株
21	樟树	马金忻岸村河边	三级	154	118.40201667	29.29621667	100	12	正常株
22	樟树	马金忻岸村河边	三级	154	118.40236667	29.29625	100	13	正常株
23	樟树	马金忻岸村河边	三级	154	118.4026	29.29626667	100	11	正常株
24	樟树	马金忻岸村河边	三级	157	118.4027	29.29631667	100	13	正常株
25	樟树	马金忻岸村河边	二级	148	118.40308333	29.2963	320	17	正常株
26	樟树	马金忻岸村河边	三级	155	118.40343333	29.2963	120	16	正常株
27	樟树	马金忻岸村村中间	二级	156	118.40245000000	29.29486667000	320	22	正常株
28	樟树	马金忻岸村村中间	三级	157	118.40235	29.29486667	220	13	死亡株
29	樟树	马金忻岸村村中间	一级	155	118.40326667	29.29438333	520	21	正常株
30	樟树	马金忻岸村村中间	一级	161	118.40331667	29.29428333	520	22	正常株
31	樟树	马金忻岸村河边	三级	162	118.40598333	29.29426667	150	16	正常株
32	樟树	马金忻岸村河边	三级	157	118.40611667	29.29405	120	12	正常株
33	樟树	马金忻岸村河边	三级	162	118.40613333	29.294	120	11	正常株
34	樟树	马金忻岸村河边	三级	160	118.40713333	29.29266667	100	11	正常株
35	樟树	马金忻岸村河边	三级	159	118.40835	29.29105	120	15	正常株
36	樟树	马金忻岸村金溪文化广场边	一级	160	118.40495	29.2926	620	19	正常株
37	女贞	马金忻岸村大会堂边	二级	162	118.40493333	29.29256667	320	0	死亡株
38	樟树	马金忻岸村村中	三级	162	118.40483333	29.29251667	220	0	死亡株
39	柏木	马金下龙底胡家坞宅旁	三级	185	118.39193333	29.31448333	145	25	正常株

40	樟树	马金下龙底胡家坞宅旁	三级	185	118.39198333	29.31453333	140	18	正常株
41	樟树	马金下龙底胡家坞宅旁	三级	185	118.392	29.31465	120	16	正常株
42	樟树	马金下龙胡家坞宅旁	三级	185	118.392	29.31466667	140	17	正常株
43	樟树	马金下龙底胡家坞宅旁	三级	185	118.39201667	29.31473333	120	13	正常株
44	樟树	马金下龙底胡家坞宅旁	三级	185	118.39205	29.31476667	120	8	正常株
45	樟树	马金下龙底宅	三级	212	118.3914	29.31233333	150	20	正常株
46	樟树	音坑下明廉河门底	一级	151	118.4121	29.21645	520	21	正常株
47	枫香	音坑高山大地坝	三级	151	118.40895	29.209833	140	26	正常株
48	樟树	音坑高山大地坝	三级	152	118.40895	29.209833	270	27	正常株
49	樟树	音坑高山田旁	一级	140	118.408283	29.2071	1020	25	正常株
50	樟树	音坑读经源枫树底	三级	140	118.4121	29.20285	170	21	正常株
51	樟树	音坑下淤奇峰寨	二级	163	118.407283	29.185167	350	10	正常株
52	樟树	城关蟠桃山山谷林	三级	299	118.41861667	29.17208333	250	0	死亡株
53	樟树	城关蟠桃山南农底	三级	314	118.41753333	29.17215	220	19	正常株
54	樟树	城关蟠桃山坞弄岭路边山	三级	194	118.41936667	29.16633333	100	16	正常株
55	樟树	城关上溪河边宅旁	一级	139	118.41401667	29.14616667	520	17	正常株
56	枫杨	城关上溪河边宅旁	三级	138	118.41393333	29.14978333	200	10	正常株
57	樟树	城关上溪河边宅旁	三级	129	118.41371667	29.15065	170	14	正常株
58	樟树	城关上溪河边宅旁	一级	129	118.41365	29.15108333	620	15	正常株
59	樟树	城关上溪河边宅旁	三级	129	118.41361667000	29.15121667	220	15	正常株
60	樟树	城关上溪河边宅旁	三级	129	118.4136	29.15135	140	11	正常株
61	樟树	城关岙滩岙滩新村村口	二级	136	118.3992	29.11601667	370	25	正常株
62	樟树	城关十里铺宅旁	三级	128	118.361983	29.1068	220	18	正常株
63	朴树	林山俭口下俭口河边	三级	197	118.35715	29.1104	100	19	正常株
64	樟树	池淮星口天心庙旁	三级	122	118.29965	29.081467	100	11	正常株
65	朴树	池淮星口天心庙旁	三级	143	118.298667	29.081633	120	11	正常株
66	樟树	池淮星口天心庙旁	三级	128	118.29885	29.081867	100	10	正常株

4.2.4.4 外来入侵种

根据《中国外来入侵物种名单》(第一批，2003 年)、《中国外来入侵物种名单》(第二批，2010 年)、《中国外来入侵物种名单》(第三批，2014 年)、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》(第四批，2016 年)，参考本工程所在行政区内关于外来入侵植物的相关资料，通过现场实地调查，评价区发现的外来入侵物种共 3 种，分别为凤眼蓝(*Eichhornia crassipes*)、藿香蓟(*Ageratum conyzoides*)、小蓬草(*Conyza canadensis*)。凤眼蓝分布于齐溪水库大坝下养殖场水塘内。藿香蓟和小蓬草在评价区较为常见，主要分布于荒地、田边。

4.2.5 陆生动物

4.2.5.1 动物区系及种类组成

根据实地调查及对相关资料的综合分析，评价区共记录陆生脊椎动物 4 纲 24 目 62 科 158 种。评价区未记录到国家Ⅰ级重点保护野生动物分布，共记录国家Ⅱ级重点保护野生动物 8 种；浙江省级重点保护野生动物 26 种。评价区两栖类、爬行类、鸟类、兽类各纲的种类组成、区系、保护等级等参见表 4.2-9。

从陆生动物区系成分分析，评价区陆生脊椎动物以东洋种为主，共 110 种，占评价区总种数的 69.62%；古北种 24 种，占评价区总种数的 15.19%；广布种 24 种，占评价区总种数的 15.19%。评价区陆生动物区系特征以东洋种占明显优势，这与评价区地处东洋界—华中区—东部丘陵平原亚区的地理位置相吻合。评价区所属动物地理省为江南丘陵省——亚热带林灌农田动物群(VIA3)，其中两栖类和爬行类以东洋种为主；由于鸟类和兽类的迁徙能力较强，出现了古北界成分向东洋界渗透的趋势，此结果与各纲动物的迁移能力显著相关。

评价区陆生脊椎动物数量、区系及保护情况

表 4.2-9

种类组成				动物区系			保护动物		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家Ⅰ级	国家Ⅱ级	浙江省级
两栖纲	2	7	15	13	0	2	0	1	4
爬行纲	2	7	31	26	0	5	0	0	7
鸟纲	13	35	84	51	18	15	0	5	10
兽纲	7	13	28	20	6	2	0	2	5
合计	24	62	158	110	24	24	0	8	26

4.2.5.2 陆生动物多样性现状

(1) 两栖类

① 物种组成

评价区内共记录两栖动物2目7科15种，有国家II级重点保护两栖动物1种，即虎纹蛙(*Hoplobatrachus chinensis*)，分布于供水工程评价区的稻田、水塘及沟渠内；浙江省级重点保护两栖动物4种，即中国瘰螈、秉志肥螈、棘胸蛙、斑腿泛树蛙。其中中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙和饰纹姬蛙等为评价区常见种。

② 区系型

按区系类型分，评价区两栖类分为东洋种和广布种，无古北界物种。其中东洋种13种，广布种2种，以东洋种占绝对优势。评价区地理位置处于东洋界，两栖类的迁移能

力不强，因此古北界成分很难跨越地理阻障而向东洋界渗透。

③ 生态类型

依据两栖类成体的主要栖息地，综合考虑产卵、蝌蚪及其幼体生活的水域状态，评价区内的两栖类可分为静水型、流水型、陆栖-静水型、陆栖-流水型和树栖型等 5 种生态类型。

(2) 爬行类

① 物种组成

评价区内共记录爬行类 2 目 7 科 31 种，其中游蛇科的种类最多，有 22 种，占评价区爬行类总种数的 70.97%。评价区未记录到国家重点保护爬行动物，共记录浙江省级重点保护爬行动物 7 种，即王锦蛇、玉斑蛇、黑眉晨蛇(*Orthriophis taeniurus*)、滑鼠蛇(*Ptyas mucosa*)、舟山眼镜蛇、白头蝰和尖吻蝮。其中，王锦蛇、黑眉晨蛇、乌梢蛇等为评价区内常见种。

② 区系型

按照爬行动物的区系类型分，评价区共记录东洋种 26 种，占 83.87%；广布种 5 种，占 16.13%。与两栖类类似，爬行类的迁移能力也较差，古北界成分难以跨越地理阻障向东洋界渗透，故东洋种在评价区爬行类物种的区系组成中占绝对优势。

③ 生态类型

根据评价范围内爬行动物生活习性的不同，可将其分为住宅型、灌丛石隙型、林栖傍水型、水栖型和土栖型共 5 种生态类型。

(3) 鸟类

① 物种组成

评价区内共记录鸟类 84 种，隶属于 13 目 35 科。其中，雀形目鸟类最多，共 54 种，占评价区鸟类总种数的 64.29%。评价区内未发现国家I级重点保护鸟类分布；共记录国家II级重点保护鸟类 5 种，即赤腹鹰、红隼、白鹇、东方草鸮、斑头鸺鹠。共记录浙江省级重点保护鸟类 10 种，即四声杜鹃(*Cuculus micropterus*)、大杜鹃(*Cuculus caorus*)、大斑啄木鸟、斑姬啄木鸟、灰头绿啄木鸟、星头啄木鸟、棕背伯劳、牛头伯劳、画眉(*Garrulax canorus*)和红嘴相思鸟(*Leiothrix lutea*)。

② 区系型

在评价区内的鸟类中，东洋种有 51 种，占评价区鸟类总种数的 60.71%；古北种有 18 种，占 21.43%；广布种有 15 种，占 17.86%。评价区地处东洋界，因此鸟类区系组

成以东洋界成分占显著优势。此外，由于鸟类的迁移能力很强，加之有季节性迁徙的习性，因而评价区内鸟类区系组成中古北界成分也占一定比例。因鸟类古北界向东洋界渗透的趋势较强，故其区系组成中东洋种占优势的程度不如两栖类和爬行类明显。

③ 居留型

根据居留型划分，评价区内共记录留鸟 58 种，占评价区鸟类总种数 69.05%；夏候鸟 14 种，占 16.67%；冬候鸟 12 种，占 14.29%。

④ 生态类型及分布

按生活习性的不同，可将评价区内的鸟类分为游禽、涉禽、陆禽、猛禽、攀和鸣禽等共 6 类。

(4) 兽类

① 物种组成

评价区兽类共有 7 目 13 科 28 种，发现国家II级重点保护兽类 2 种，即穿山甲和小灵猫；浙江省级重点保护兽类 5 种，即中国豪猪、黄鼬(*Mustela sibirica*)、黄腹鼬、果子狸、豹猫。

② 区系型

根据区系类型，评价区内记录的兽类分为以下 3 类：东洋种 20 种，占评价区兽类总种数的 71.43%；古北种 6 种，占 21.43%；广布种 2 种，占 7.14%。与鸟类类似，兽类的迁移能力也较强，能穿越地理阻障，因此其区系组成也呈现出古北界成分向东洋界渗透的现象。

③ 生态类型及分布

根据评价区内兽类生活习性的不同，可将上述种类分为半地下生活型、地面生活型、岩洞栖息型和树栖型和半树栖型等 4 种生态类型。

4.2.5.3 重点保护动物

根据现场调查，结合评价区及周边区域已发表的相关著作、文献资料和访问调查发现，工程评价区未记录到国家I级重点保护野生动物，共记录国家II级重点保护野生动物 8 种，即虎纹蛙、赤腹鹰、红隼、白鹇、东方草鸮、斑头鸺鹠、穿山甲和小灵猫。其中虎纹蛙主要分布于供水工程评价区的稻田、水塘及沟渠；白鹇主要分布于水库工程评价区内属于钱江源风景名胜区范围的山林地带，较少见；穿山甲主要分布于供水工程评价区内丘陵山地的灌草丛，在石柱村等地的访问调查中有记录。据村民反映十几年前较常

见，后由于人们的大量捕捉而导致种群数量锐减，现在几乎难以见到；2017 年 7 月，有市民于根博园附近路段捡到穿山甲并送至开化县森林公安局救护，这是开化县生活区近十年来的首次发现。小灵猫为文献资料记录物种，分布于评价区内的丘陵地区和半山区的灌丛，白天隐居于靠近居民点的石隙、土洞、墓穴和桥墩中，营独栖穴居生活。剩余物种均属猛禽类，活动范围较广。其中东方草鸮和斑头鸺鹠主要分布于评价区的林地和灌丛，多在夜间活动。而斑头鸺鹠也常光顾村落和庭院，访问调查时有村民反映斑头鸺鹠误闯入房屋的记录。赤腹鹰主要栖息于水库工程评价区内的开阔山体，红隼则主要分布于供水工程评价区内输水管线周边的山地、村落及郊野一带，常在城郊、乡镇附近有疏林或灌木的旷野、公路近旁的耕地以及林缘处活动。

评价区共记录浙江省级重点保护野生动物 26 种，其中浙江省级重点保护两栖类有 4 种，包括中国瘰螈、秉志肥螈、棘胸蛙、斑腿泛树蛙；爬行类有 7 种，包括王锦蛇、玉斑蛇、黑眉晨蛇、滑鼠蛇、舟山眼镜蛇、白头蝰和尖吻蝮；鸟类有 10 种，包括四声杜鹃、大杜鹃、大斑啄木鸟、斑姬啄木鸟、灰头绿啄木鸟、星头啄木鸟、棕背伯劳、牛头伯劳(*Lanius bucephalus*)、画眉和红嘴相思鸟；兽类有 5 种，即中国豪猪、黄鼬、黄腹鼬、果子狸和豹猫。其中中国瘰螈为目击物种：2017 年 12 月 4 日的访问调查过程中，在当地村民的协助下，利用地笼于石柱村的马金溪段捕获中国瘰螈 1 只(发现点坐标：29°20'43.14"N；118°23'44.32"E)，并于拍照鉴定后放生。

评价区内国家重点保护野生动物

表 4.2-10

中文名、 拉丁名	生境描述	区系 类型	居留 型	数量 级	级别 保护	分布
虎纹蛙 *Hoplobatrachus chinensis*	生活于海拔 20～1120m 的山区、平原、丘陵地带的稻田、鱼塘、水坑和沟渠内。	东洋种	\	+	Ⅱ级	供水工程评价区的稻田、水塘及沟渠
赤腹鹰 *Accipiter soloensis*	栖息于开阔林区。	东洋种	夏候鸟	+	Ⅱ级	水库工程评价区内的开阔山体
红隼 *Falco tinnunculus*	栖息于森林、丘陵、草原、旷野和村庄附近。	广布种	留鸟	+	Ⅱ级	供水工程评价区内输水管线周边的山地、村落及郊野一带
白鹇 *Lophura nycthemera*	栖息于多林的山地，尤喜在山林下层的浓密竹丛间活动。	东洋种	留鸟	+	Ⅱ级	钱江源风景名胜区的山地竹丛
东方草鸮 *Tyto longimembris*	栖息于山麓、丘陵地带灌草丛生的林地间。	东洋种	留鸟	+	Ⅱ级	评价区内林地和灌丛

斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	栖息于山地森林和灌丛地带。见于低地及丘陵的小片林地中，常光顾庭园、村庄、原始林及次生林。	东洋种	留鸟	+	Ⅱ级	评价区内林地灌丛、村落庭院
穿山甲 *Manis pentadactyla*	栖息在丘陵山地的灌林、草丛中较潮湿的地方。	东洋种	\	+	Ⅱ级	供水工程评价区内丘陵山地的灌草丛
小灵猫 *Viverricula indica*	栖息于丘陵地区和半山区的灌木丛中。白天隐居墓穴、石隙、土洞和桥墩下，靠近居民点。	东洋种	\	+	Ⅱ级	评价区内的丘陵地区和半山区的灌丛

4.2.6 生态质量现状

4.2.6.1 自然体系生物量现状

根据现场调查可知，评价区内的水库工程评价区和供水工程评价区的地表植被覆盖现状及植被立地情况差异很大，因此，本报告将评价区分为水库工程评价区和供水工程评价区分别计算自然体系生物量现状。

(1) 水库工程评价区生物量现状

根据现场调查和卫片解译，结合水库工程评价区地表植被覆盖现状和植被立地情况，将水库工程评价区植被类型划分为 6 类。水库工程评价区自然体系生物量现状见表 4.2-11。

水库工程评价区自然体系生物量现状

表 4.2-11

生态类型	代表植物	面积(hm^2)	占评价区总面积(%)	平均生物量(t/hm^2)	生物量(t)	占总生物量(%)
针叶林	杉木、马尾松	476.98	29.83	34.73	16565.52	24.99
阔叶林	青冈、枫香、毛竹	476.55	29.80	96.54	46006.14	69.41
灌丛及灌草丛	檵木、山胡椒、五节芒	96.59	6.04	20.1	1941.46	2.93
农作物	水稻、油菜	276.03	17.26	6	1656.18	2.50
河流水域	水生植被、淡水藻类	91.33	5.71	1.2	109.60	0.17
总计		1548.94	1598.94	88.65	41.45	66278.89

注：1) 表中未包括建设用地面积 181.46hm^2，占评价区面积的 11.72%。

2) 各植被类型平均生物量数据来源于：方精云，刘国华，徐嵩龄．我国森林植被的生物量和净生产量[J]．生态学报，1996，16(5)：497～508．

3) 各植被类型平均净生产力数据来源于：冯宗炜，王效科，吴刚．中国森林生态系统的生物量和生产力[M]．北京：科学出版社，1999．

经计算，水库工程评价区总生物量 66278.89t，每公顷的生物量为 41.45t。水库工程评价区陆生植被类型以针叶林、阔叶林和耕地为主，灌丛及灌草丛和河流水域占比较小。阔叶林的总生物量最大，为 46006.14t，占水库工程评价区总生物量的 69.41%；其他类型所占比例依次是针叶林、灌丛及灌草丛、农作物和河流水域。

从自然体系生产力数值看，林地为水库工程评价区的主要类型，对生态系统的稳定和变化起到很重要的作用。

(2) 供水工程评价区生物量现状

根据现场调查和卫片解译，结合供水工程评价区地表植被覆盖现状和植被立地情况，将供水工程评价区植被类型划分为 6 类。供水工程评价区自然体系生物量现状见表 4.2-12。

供水工程评价区自然体系生物量现状

表 4.2-12

生态类型	代表植物	面积(hm^2)	占评价区总面积(%)	平均生物量(t/hm^2)	生物量(t)	占总生物量(%)
针叶林	马尾松、杉木	778.50	27.51	34.73	27037.31	23.33
阔叶林	青冈、枫香	867.08	30.64	96.54	83707.90	72.23
灌丛及灌草丛	高粱泡、五节芒	135.12	4.77	20.10	2715.91	2.34
农作物	水稻、油菜	392.02	13.85	6.00	2352.12	2.03
河流水域	水生植被、淡水藻类	67.46	2.38	1.20	80.95	0.07
总计		2830.13	79.15	40.95	115894.19	100.00

注：1) 表中未包括建设用地面积 589.95hm^2，占评价区面积的 20.85%。

2) 各植被类型平均生物量数据来源于：方精云，刘国华，徐嵩龄．我国森林植被的生物量和净生产量[J]．生态学报，1996，16(5)：497～508；冯宗炜，王效科，吴刚．中国森林生态系统的生物量和生产力[M]．北京：科学出版社，1999；张茂震，王广兴，刘安兴．基于森林资源连续清查资料估算的浙江省森林生物量及生产力[J]．林业科学，2009，45(09)：:13～17．

经计算，供水工程评价区内总生物量 115894.19t，每公顷的生物量为 40.95t。供水工程评价区内陆生植被类型以针叶林、阔叶林为主，其次是农业植被、灌丛及灌草丛。阔叶林的总生物量最大，为 83707.90t，其生物量占总生物量的 72.23%；其他类型所占比例较小。

从自然体系生产力数值看，耕地为供水工程评价区的主要类型，对生态系统的稳定和变化起到很重要的作用。

4.2.6.2 自然体系生态稳定性分析

(1) 水库工程评价区自然体系生态稳定性分析

枢纽工程建设前组成景观的各斑块类型中，林地和耕地是环境资源斑块中对生态质量调控能力最强的高亚稳定性元素类型。林地的优势度 Do 最高，达 52.83%，其密度 42.21%，频度 49.85%，景观比例 59.64%，均高于其他斑块类型。说明林地是该地区的模地，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分，所以区域景观生态体系具有较强的生产能力和抗干扰能力，系统调控环境质量能力较强。

水库工程评价区各类斑块优势度值表

表 4.2-13

斑块类型	R_d(%)	R_f(%)	L_p(%)	D_o(%)
林地	42.21	49.85	59.64	52.83
灌草地	24.2	21.43	6.04	14.43
耕地	13.79	18.89	17.26	16.80
水域	3.45	2.67	5.71	4.39
建设用地	16.35	8.15	11.35	11.80

(2) 供水工程评价区自然体系生态稳定性分析

在供水工程评价区内各斑块的优势度值中，林地的优势度 Do 最高为 50.91%，说明林地是供水工程评价区内的模地。其次是建设用地和耕地表明，灌区内人为作用对景观具有较强的控制作用，人为干扰相对较大。

供水工程评价区各类斑块优势度值表

表 4.2-14

斑块类型	R_d(%)	R_f(%)	L_p(%)	D_o(%)
林地	42.02	45.33	58.15	50.91
灌草地	21.41	15.41	4.77	11.59
耕地	16.79	23.98	13.85	17.12
水域	0.36	2.05	2.38	1.79
建设用地	19.42	13.53	20.85	18.66

4.3 水生生态

受我院委托，武汉中科瑞华生态科技股份有限公司分别于 2017 年 12 月(枯水期)和 2018 年 4 月(丰水期)对马金溪流域进行了现场调查。

4.3.1 调查方法

4.3.1.1 浮游生物

(1) 浮游植物

浮游植物定量样品用2500mL有机玻璃采水器取上、中、下层水样，混合后取2000mL用鲁哥氏液进行固定，室内沉淀24小时，浓缩后保存待检。室内先将样品定量为30mL，摇匀后吸取0.1mL样品置于0.1mL计数框内，在显微镜下按视野法计数，数量特别少时全片计数，每个样品计数2次，取其平均值，每次计数结果与平均值之差应在15%以内，否则增加计数次数。

浮游植物生物量的计算采用体积换算法。根据浮游植物的体形，按最近似的几何形测量其体积，形状特殊的种类分解为几个部分测量，然后结果相加。

(2) 浮游动物

浮游动物定量样品用采水器取水样 20L，用 25#浮游生物网过滤后，甲醛溶液固定待检。

浮游动物的计数对原生动物、轮虫、枝角类和桡足类进行分别计数。原生动物和轮虫利用浮游植物定量样品进行计数，原生动物计数是从浓缩的30mL样品中取0.1mL，置于0.1mL的计数框中，全片计数，每个样品计数2片；轮虫则是从浓缩的30mL样品中取1ml，置于1mL的计数框中，全片计数，每个样品计数2片。同一样品的计数结果与均值之差不得高于15%，否则增加计数次数。枝角类和桡足类的计数是用1mL计数框，将20L过滤出的浮游动物定量样品分若干次全部计数。

显微镜下检测各类浮游动物的种类、数量、大小，分别计算其密度、生物量，浮游动物现存量根据各类浮游动物现存量之和求得。

4.3.1.2 底栖动物

底栖动物采集依据断面长度布设采样点，用索伯网采集定量样品，每个采样点采集2～3个重复。将采集的样品，用60目分样筛筛洗，然后装入封口塑料袋中，室内进行挑拣，把底栖动物标本拣入标本瓶中，用7%的福尔马林溶液保存待检。软体动物定性样品用D形踢网进行采集，水生昆虫、寡毛类定性样品采集同定量样品。室内用解剖镜和显微镜对底栖动物定性样品进行分类鉴定；定量样品按不同种类统计个体数，根据采泥器面积计算种群数量，样品用滤纸吸去多余水分后用钮力天平称出湿重，计算底栖动物的数量和生物量。

4.3.1.3 水生维管束植物

首先测量或估计各类大型水生植物带区的面积，然后选择密集区、一般区和稀疏区

布设采样断面和点。采样断面应平行排列，亦可为“之”字形。采样断面的间距一般为50～100m。采样断面上采样点的间距一般为 100～200m。没有大型水生植物分布的区域不设采样点。记录采样点各环境因子数据。

在样地中部及边缘进行随机取样，视样地的大小、外形、环境不同，每块样地调查若干个。采集水生高等维管束植物标本，借助相关资料进行分类鉴定，最后对物种组成、群落结构及生物量进行统计和分析。

挺水植物用手采集；浮叶植物和沉水植物用水草采集耙采集；漂浮植物直接用手或带柄手抄网采集。

4.3.1.4 鱼类

(1) 鱼类区系组成

根据鱼类区系研究方法，在不同河段设置站点，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用福尔马林固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。

(2) 鱼类资源现状

鱼类资源量的调查采取社会捕捞渔获物统计分析结合现场调查取样进行。采用访问调查和统计表调查方法，调查资源量和渔获量。向沿河各地方政府、渔业主管部门、渔政管理部门及渔民调查了解渔业资源现状以及鱼类资源管理中存在的问题。对资料进行整理分析，以判断鱼类资源状况。

(3) 鱼类重要生境

走访沿河居民、渔业部门和主要捕捞人员，并结合沿河鱼类产卵的历史记录，了解不同季节鱼类主要集中地和种类组成，结合鱼类生物学特性和水文学特征，分析鱼类“三场”分布情况，并通过有经验的捕捞人员进行验证。

4.3.2 **调查时间、范围和采样点设置**

(1) 调查时间

专业调查人员分别于 2017 年 12 月(枯水期)和 2018 年 4 月(丰水期)对马金溪流域进行现场调查。调查范围包括马金溪流域齐溪镇至长风水库坝址的干流段和 8 条支流，调查内容为水生态环境、水生生物(浮游生物、底栖动物和鱼类)资源现状和鱼类重要生境分布。

(2) 调查范围

水生生态调查范围为长风水库以上流域，重点为长风水库以上马金溪干流、何田溪、村头溪、中村溪、池淮溪、龙山溪、马尪溪、常山港干流等。

(3) 采样点设置

根据控制性、代表性和整体性的原则，调查共设置 12 个断面，包括干流 4 个，马金溪支流 5 个，常山港支流 3 个，具体断面见表 4.3-1。

水生生态调查采样点位置一览表

表 4.3-1

序号	流域	采样点	经度	纬度	位置	底质
1	干流	齐溪水库	118°19′47.16"	29°25′5.68"	齐溪田村	沙石、砾石
2		高岭村	118°23′4.49"	29°21′59.79"	拟建开化水库坝址	砾石
3		密赛水库	118°23′51.07"	29°10′16.99"	密赛村	泥、砾石
4		长风水库	118°24′2.66"	28 °57′35.79"	长风村	泥
5	马金溪支流	何田溪	118°23′4.93"	29°17′38.21"	三合村	泥沙、砾石
6		村头溪	118°26′34.72"	29°16′8.83"	汪前坞	泥、砾石
7		中村溪	118°23′45.33"	29°11′50.27"	音坑乡	砾石
8		齐溪支流	118 °17'40.51"	29 °24'39.91"	村上	沙石
9		金村溪	118 °27'32.46"	29 °8'52.16"	金村乡	沙石
10	常山港支流	池淮溪	118°20′0.51"	29°1′44.36"	苏坞口	砾石
11		龙山溪	118°20′38.79"	29°0′43.23"	华埠镇	砾石
12		马尪溪	118°23′14.83"	28°59′24.3"	溪口村	砾石

注：齐溪支流和金村溪调查一期，其他断面调查调查两期。





齐溪水库




高岭村




何田溪




村头溪




中村溪




密赛村




池淮溪




龙山溪




马尪溪




长风水库

图 4.3-1 各调查断面水生生态现场采样工作

4.3.3 浮游生物现状

4.3.3.1 浮游植物

(1) 浮游植物种类分析

调查水域 2017 年 12 月和 2018 年 4 月两期调查共检出浮游植物 202 种(属)，隶属于 7 门，其中硅藻门 92 种，占总种数的 45.5%，其次为绿藻门 65 种，占总种数的 32.2%；蓝藻门 25 种，占总种数的 12.4%；甲藻门 5 种，占总种数的 2.5%，金藻门 6 种，占总种数的 3%，隐藻门 6 种，占总种数的 3%，裸藻门 3 种，占总种数的 1.5%。

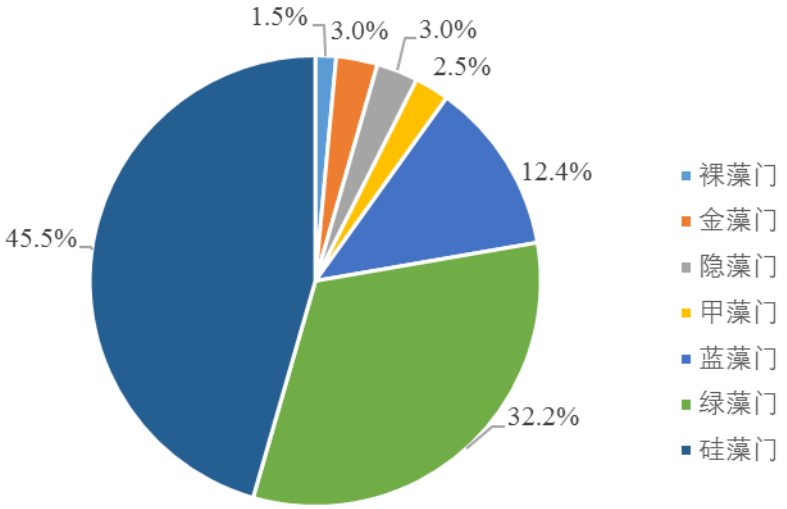


图 4.3-2 浮游植物种类组成比例

(2) 浮游植物密度

调查水域 2017 年 12 月浮游植物密度范围为 0.27×10^6～5.565×10^6ind./L，平均密

度分别为 2.343×10^6 ind./L，高岭村断面密度最高，齐溪水库断面最低，其中，硅藻门种类占据绝对优势，达总密度的 75.2%；2018 年 4 月浮游植物密度范围为 4.66×10^6～2.44×10^6ind./L，平均密度为 9.02×10^5ind./L，金村溪断面密度最高，何田溪断面最低，硅藻门和隐藻门种类占优势，分别占总密度的 44.8%和 31.0%。流域内浮游植物密度的分布情况为：干流>支流，干流上游>下游>中游，枯水期的密度明显大于丰水期。各调查点密度情况如表 4.3-2 所示。

马金溪流域浮游植物密度

表 4.3-2 ×10^6ind./L

采样时间	采样点	蓝藻门	金藻门	硅藻门	隐藻门	甲藻门	裸藻门	绿藻门	总计
2017 年 12 月	齐溪水库	0.373	0	2.703	0.45	0.009	0	2.029	5.565
	高岭村	0.114	0	0.541	0.03	0	0	0.587	1.272
	密赛村	0.089	0.002	0.157	0.016	0	0	0.02	0.284
	长风水库	0.592	0.016	1.154	0.353	0.005	0	0.134	2.252
	何田溪	0.03	0.011	0.162	0.021	0	0	0.046	0.27
	村头溪	0.039	0.011	0.572	0.006	0.003	0	0.02	0.651
	中村溪	0.421	0	0.767	0.114	0	0	0.057	1.376
	池淮溪	0.273	0.036	0.516	0.046	0	0.007	0.086	0.965
	龙山溪	0.221	0	0.221	0.011	0	0	0.111	0.564
	马尪溪	0.129	0.015	0.102	0.011	0.003	0	0.056	0.315
2018 年 4 月	齐溪水库	2.703	2.029	0.373	0.45	0.009	0	0	5.565
	高岭村	0.541	0.587	0.114	0.03	0	0	0	1.272
	密赛村	0.157	0.02	0.089	0.016	0	0.002	0	0.284
	长风水库	1.154	0.134	0.592	0.353	0.005	0.016	0	2.252
	何田溪	0.162	0.046	0.03	0.021	0	0.011	0	0.27
	村头溪	0.572	0.02	0.039	0.006	0.003	0.011	0	0.651
	中村溪	0.767	0.057	0.421	0.114	0	0	0	1.376
	池淮溪	0.516	0.086	0.273	0.046	0	0.036	0.007	0.965
	龙山溪	0.221	0.111	0.221	0.011	0	0	0	0.564
	马尪溪	0.102	0.056	0.129	0.011	0.003	0.015	0	0.315
	齐溪支流	0	0.01	12.6	0.18	0	0	0.28	13.07
	金村溪	0	0.01	6.14	13.31	0.04	0	0.81	20.31

(3) 浮游植物生物量

调查水域 2017 年 12 月浮游植物生物量范围为 0.090～3.032mg/L，平均生物量分别为 0.697mg/L，齐溪水库断面生物量最高，何田溪断面最低，硅藻门的生物量最高，占总生物量的 51.0%，绿藻门和蓝藻门次之，分别占总生物量的 23.28%和 16.87%；2018 年 4 月浮游植物总生物量范围为 0.216～7.925mg/L，平均生物量为 1.526mg/L，高岭村断面生物量最高，中村溪断面最低，硅藻门的生物量占据据对优势，达到总生物量的

92.1%。马金溪流域的浮游植物的生物量变化和密度相似，表现为：干流>支流，干流上游>下游>中游。各调查断面浮游动物生物量组成如表 4.3-3 所示。

各点位浮游植物生物量

表 4.3-3 mg/L

采样时间	采样点	蓝藻门	金藻门	硅藻门	隐藻门	甲藻门	裸藻门	绿藻门	总计
2017 年 12 月	齐溪水库	0.004	0	2.513	0.25	0.008	0	0.255	3.03
	高岭村	0.012	0	0.392	0.035	0	0	0.295	0.734
	密赛水库	0.002	0.001	0.066	0.014	0	0	0.007	0.09
	长风水库	0.009	0.028	0.487	0.392	0.004	0	0.017	0.937
	何田溪	0	0.004	0.068	0.015	0	0	0.004	0.091
	村头溪	0.001	0.005	0.473	0.009	0.005	0	0.001	0.494
	中村溪	0.006	0	0.65	0.108	0	0	0.043	0.807
	池淮溪	0.003	0.036	0.317	0.038	0	0.012	0.008	0.414
	龙山溪	0.011	0	0.181	0.005	0	0	0.039	0.236
	马尪溪	0.016	0.023	0.072	0.012	0.003	0	0.009	0.135
2018 年 4 月	齐溪水库	0	0	0.188	0.012	0.015	0	0.001	0.216
	高岭村	0	0.004	7.302	0.572	0	0.001	0.047	7.926
	密赛水库	0	0.005	0.444	0.109	0.012	0	0.005	0.575
	长风水库	0.004	0	1.503	0.025	0.012	0	0.23	1.774
	何田溪	0.002	0	1.599	0.009	0	0.008	0.029	1.647
	村头溪	0.005	0	1.751	0.106	0	0	0.009	1.871
	中村溪	0	0	0.242	0.014	0	0	0.001	0.257
	池淮溪	0	0	1.008	0.031	0	0	0.003	1.042
	龙山溪	0.001	0	0.722	0.02	0	0.005	0.014	0.762
	马尪溪	0	0.011	1.471	0.017	0	0.001	0.001	1.501
	齐溪支流	0.004	0	2.513	0.25	0.008	0	0.255	3.03
	金村溪	0.012	0	0.392	0.035	0	0	0.295	0.734

(4) 浮游植物多样性分析

调查水域 2017 年 12 月浮游植物生物多样性指数(Shannon-Winner 指数)变化范围为 2.18～2.89nat，平均值为 2.70nat，多样性指数最低的调查断面为村头溪；2018 年 4 月浮游植物生物多样性指数变化范围为 1.53-2.88 nat，平均值为 2.33 nat，多样性指数最低的调查断面为长风水库。马金溪流域内枯水期的物种多样性要较丰水期好，这主要是因为马金溪流域内小型水坝和水电库区分布较多，枯水期调查期间水位稳定，透明度较高，河滩缓流生境较多，对浮游植物的生长和繁殖较为有利。

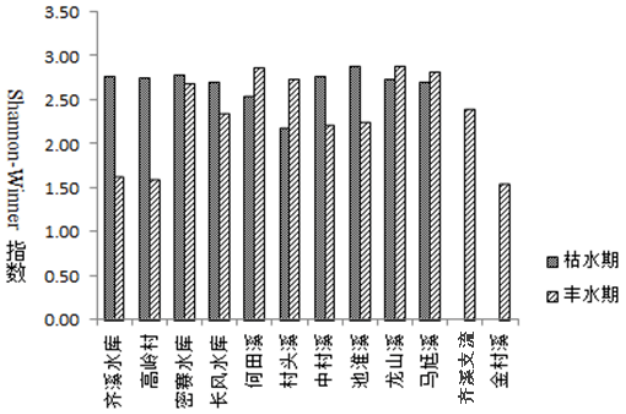


图 4.3-3 各调查断面物种多样性指数图

4.3.3.2 浮游动物

(1) 浮游动物种类分析

马金溪流域 2017 年 12 月和 2018 年 4 月共检出浮游动物 96 种(属)，种类组成以轮虫类和原生动物为主，分别检出 41 种和 36 种，占总种数的 42.7%和 37.5%，枝角类共检出 10 种，占总种数的 10.4%；桡足类共检出 9 种，占总种数的 9.4%。整体来看，马金溪流域干流的浮游动物种类数高于支流，齐溪水库和村头溪调查断面种类数最高。

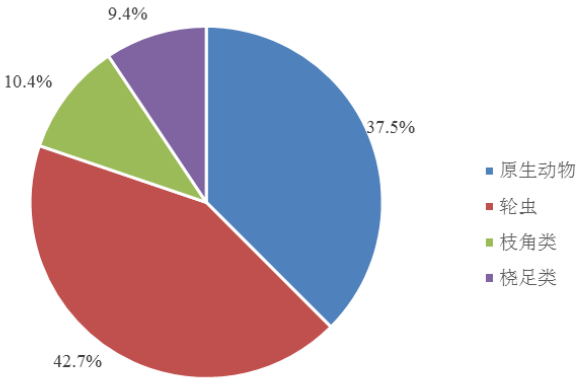


图 4.3-3 浮游动物种类组成占比

(2) 浮游动物密度

马金溪流域 2017 年 12 月浮游动物的总密度范围为 82.06～900.18ind./L，平均密度为 307.94ind/L；支流断面中，中村溪断面密度最高，其次是池淮溪；干流断面中，长风水库和齐溪水库断面较高，高岭村断面最低；2018 年 4 月浮游动物总密度范围为 5.1～3192.8ind./L，平均为 273.4ind/L，齐溪水库断面密度最高，其次是村头溪断面。原生动

物和轮虫在 2017 年 12 月和 2018 年 4 月均为优势类群，枝角类和桡足类密度较低。2017 年 12 月支流浮游动物密度远高于干流，2018 年 4 月干流浮游动物密度远高于支流但是 2017 年 12 月整体的密度大于 2018 年 4 月。各调查点密度情况如表 4.3-4 所示。

马金溪流域浮游动物密度

表 4.3-4 ind./L

采样时间	采样点	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	密度总计
2017 年 12 月	齐溪水库	136.36	95.45	0	7.7	239.52
	高岭村	0	54.55	0.9	27	82.45
	密赛水库	0	95.45	0.12	0.24	95.81
	长风水库	0	286.36	2.4	11.2	299.96
	何田溪	272.73	54.55	0	0	327.27
	村头溪	136.36	245.45	0.02	0.04	381.88
	中村溪	136.36	763.64	0.08	0.1	900.18
	池淮溪	136.36	340.91	0.08	0.22	477.57
	龙山溪	0	81.82	0.02	0.22	82.06
	马尪溪	136.36	54.55	0.07	1.69	192.67
2018 年 4 月	齐溪水库	50	5	0.1	0	55.1
	高岭村	2625	525	0.2	42.6	3192.8
	密赛水库	400	10	0.3	5.4	415.7
	长风水库	300	10	0.2	1.2	311.4
	何田溪	100	5	0.1	0	105.1
	村头溪	400	35	0.1	0.2	435.3
	中村溪	100	10	0.1	0	110.1
	池淮溪	25	5	0	0	30
	龙山溪	5	0	0	0.1	5.1
	马尪溪	10	5	0	0.2	15.3
	齐溪支流	5	5	0	0.1	10.1
	金村溪	200	10	0.2	0.8	211

(3) 浮游动物生物量

马金溪流域 2017 年 12 月浮游动物的生物量范围为 5.26～238.64mg/L，平均生物量为 93.24mg/L，总生物量最高的调查断面为干流长风水库，其次为中村溪，总生物量最低的调查断面为高岭村；2018 年 4 月浮游动物总生物量范围为 0.001～1.623mg/L，平均生物量为 0.186mg/L，总生物量最高的调查断面为干流高岭村，其次为密赛水库，总生物量最低的为龙山溪。干流的浮游动物生物量整体上高于支流，2017 年 12 月的生物量明显高于 2018 年 4 月。

马金溪浮游动物生物量

表 4.3-5 mg/L

采样时间	采样点	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	生物量总计
2017 年 12 月	齐溪水库	3.179	118.91	0	0.036	122.13
	高岭村	0	5.12	0.0051	0.1353	5.26
	密赛水库	0	21.81	0.0007	0.0012	21.81
	长风水库	0	238.57	0.0137	0.0586	238.64
	何田溪	15.96	25.73	0	0	41.69
	村头溪	8.424	56.11	0.0001	0.0001	64.53
	中村溪	3.17925	146.58	0.0005	0.0005	149.76
	池淮溪	8.424	130.56	0.0005	0.0012	138.99
	龙山溪	0	24.42	0.0001	0.0013	24.42
	马尪溪	112.047	13.1	0.0004	0.0104	125.16
2018 年 4 月	齐溪水库	0.003	0.003	0.001	0	0.006
	高岭村	0.131	1.094	0.002	0.395	1.623
	密赛水库	0.02	0.085	0.01	0.33	0.445
	长风水库	0.015	0.008	0.003	0.022	0.048
	何田溪	0.005	0.004	0.002	0	0.011
	村头溪	0.02	0.014	0.001	0.005	0.04
	中村溪	0.005	0.003	0.001	0	0.008
	池淮溪	0.001	0.005	0	0	0.006
	龙山溪	0	0	0	0	0.001
	马尪溪	0.001	0.002	0	0.005	0.007
	齐溪支流	0	0.003	0	0	0.003
	金村溪	0.01	0.006	0.003	0.018	0.037

(4) 浮游动物多样性分析

马金溪流域 2017 年 12 月浮游动物生物多样性指数(Shannon-Winner 指数)变化范围为 1.57～2.18nat，生物多样性指数最低的调查断面为中村溪，最高的调查断面为何田溪；2018 年 4 月浮游动物生物多样性指数范围为 1.00～2.01nat，平均为 1.47nat，生物多样性指数最低的调查断面为金村溪，最高的调查断面为高岭村。马金溪浮游动物的多样性整体较差，浮游动物的结构简单，主要以轮虫和原生动物为主，枝角类和桡足类较少。

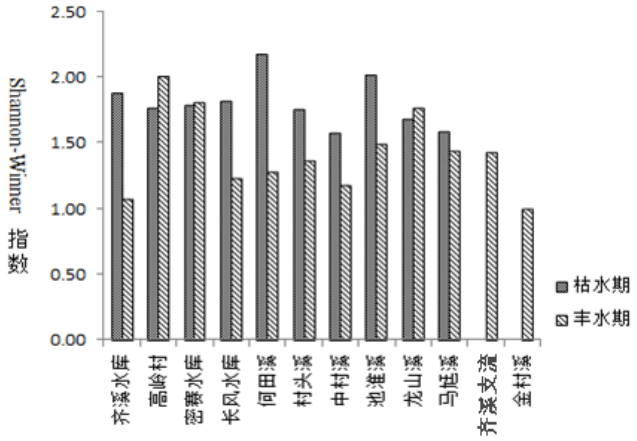


图 4.3-4 浮游动物多样性指数图

4.3.3.3 浮游生物综合分析

马金溪流域内浮游生物的种类丰富，干流的生物量高于支流，干流上游和下游明显高于中游，枯水期较丰水期的情况好。这主要是因为马金溪流域内农业较发达，干流上游和下游河段农田较密集，水库较多，营养盐累积高，水域浮游生物现存量高；中游河段虽然有许多滚水坝，但是大多为流水环境，水体营养盐累积少，浮游生物的现存量较低；支流除部分水电库区外其它均为流水环境，河流生态环境保持良好，浮游生物现存量整体不高。

4.3.4 底栖动物

4.3.4.1 底栖动物种类分析

马金溪流域 2017 年 12 月和 2018 年 4 月两期调查共检出底栖动物 4 门 16 目 51 种（属），其中，软体动物门 25 种，占总种数的 49%；节肢动物门 18 种，占总种数的 35.3%；环节动物门 7 种，占总种数的 13.7%；扁形动物门 1 种，占总种数的 2.0%。密赛水库和何田溪调查断面底栖动物种类数最高，池淮溪调查断面种类数最少。

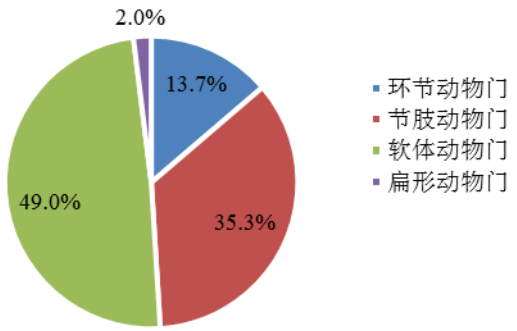


图 4.3-5 底栖动物种类组成

4.3.4.2 底栖动物现存量

(1) 密度

2018 年 4 月底栖动物密度范围为 22.22～181.4 ind./m^2，平均为 100.61 ind./m^2，底栖动物密度最高的调查断面为马尪溪，其次为村头溪，最低的调查断面为高岭村。

2018 年 4 月底栖动物密度

表 4.3-6 单位：ind./m^2

地点	齐溪水库	高岭村	密赛水库	长风水库	何田溪	村头溪	中村溪	池淮溪	龙山溪	马尪溪	齐溪支流	金村溪
密度	44.44	22.22	100.0	100.0	138.9	174.1	77.78	83.3	129.6	181.4	88.89	66.67

(2) 生物量

2018 年 4 月底栖动物总生物量范围 1.41～108.2g/m^2，平均生物量为 28.74g/m^2，各调查断面底栖动物生物量组成如表 4.3-7 所示，生物量最高的调查断面为干流高岭村，其次为中村溪，最低断面金村溪。

各断面底栖动物生物量

表 4.3-7 单位：g/m^2

地点	齐溪水库	高岭村	密赛水库	长风水库	何田溪	村头溪	中村溪	池淮溪	龙山溪	马尪溪	齐溪支流	金村溪
生物量	19.2	108.2	6.16	1.01	4.05	24.54	62.92	18.83	31.14	32.63	34.78	1.41

4.3.4.3 底栖动物现状综合分析

马金溪干流中上游河段农业较发达，两岸多开垦为农田，居民区分布密集，水体外源性营养丰富，上游河段为山谷性溪流生境，建有齐溪水电站和许多滚水坝等水利设施，齐溪坝下至岭里村呈现减水、断流现象，还有部分河段呈现库区化现象，加之生活、农业污水的排放、河道施工等，上游河段受到人类活动影响较大，马金溪干流中下游河段检出的底栖动物种类较上游河段多。马金溪支流流经的农田和村庄较多，水体流速缓慢，调查过程中发现池淮溪、马尪溪和中村溪均检出耐污底栖物种萝卜螺。

4.3.5 水生维管束植物

马金溪流域内共检出水生维管束植物 2 门 13 科 15 属 15 种。被子植物门中单子叶植物纲检出 9 种，双子叶植物纲检出 5 种，蕨类植物门检出 1 种。现场调查显示，干流长风水库断面水生维管束植物种类较多，主要包括苦草、满江红、金鱼藻、黑藻、紫萍、穗花狐尾藻和竹叶眼子菜等；支流村头溪和龙山溪水生维管束植物较多。从整个调查水域看，马金溪流域内河滩植被生长繁茂，植被覆盖率较高。

水生维管束植物名录

表 4.3-8

门	纲	科	属	种
被子植物门	单子叶植物纲	禾本科	芦苇属	芦苇 *Phragmites australias*
			甘蔗属	斑茅 *Saccharum arundinaceum*
		水鳖科	苦草属	苦草 *Vallisneria natans*
		眼子菜科	眼子菜属	竹叶眼子菜 *Potamogeton Malaianus*
		水鳖科	黑藻属	黑藻 *Hydrilla verticillata*
		浮萍科	紫萍属	紫萍 *Spirodela polyrhiza*
			浮萍属	浮萍 *Lemna minor*
		茨藻科	茨藻属	小茨藻 *Najas minor All.*
		禾本科	禾本属	李氏禾 *Leersiahexandra Swartz*
	双子叶植物纲	金鱼藻科	金鱼藻属	金鱼藻 *Ceratophyllum demersum*
		小二仙草科	狐尾藻属	穗花狐尾藻 *Myriophyllum spicatum*
		唇形科	石荠苎属	小鱼仙草 *Mosla dianthera*
		苋科	青葙属	青葙 *Celosia argentea*
		伞形科	水芹菜属	水芹 *Oenanthe javanica*
蕨类植物门		满江红科	满江红属	满江红 *Azolla imbricate*

4.3.6 鱼类资源

4.3.6.1 区域鱼类种类组成

(1) 历史记录

马金溪鱼类资源调查的历史记录较少，目前可查的历史文献记录仅有 1983 年和 2017 年开化县渔政管理部门编制的《开化县渔业资源普查报告》。

据 1983 年《开化县渔业资源普查报告》，开化县分布有鱼类 83 种，隶属 9 目 15 科，其中鲤科 51 种、鮠科 7 种、鳅科 6 种、鲇科 1 种、鳗鲡科 2 种、颌针鱼科 1 种、丽鱼科 1 种、合鳃鱼科 1 种、鲿科 5 种、鳉科 1 种、鳢科 1 种、塘鳢科 2 种、鰕虎鱼科 2 种、刺鳅科 1 种。开化县溪流中主要的鱼类有棒花鱼、花鲭、黄鳝、马口鱼、彩石鲋、长麦穗鱼、鳜、宽鳍鱲、草鱼、赤眼鳟、倒刺鲃、刺鳅、华鲮、黄颡鱼、黄尾密鲴、鲤、鲫、麦穗鱼、鳗鲡、鲇、泥鳅、唇鲭、乌鳢、圆吻鲴、细鳞斜颌鲴、鳑鲏等 30 余种。2017

《开化县渔业资源普查报告》显示，2016 年-2017 年开化县境内水体共调查到鱼类 4 目 13 科 51 属 73 种，鲤形目 55 种(占 75.3%)，其中鲤科鱼类 49 种，占总数的 67.1%，鲈形目 10 种，占总数的 13.7%，鲇形目 7 种，合鳃目 1 种，分别占 9.6%和 1.4%。

根据开化县环保局调查资料，多年来，受违法捕鱼、涉水工程施工建设和厂矿污水偷排等人为活动破坏影响，导致开化县境内水体鱼类栖息环境质量下降，鱼类资源衰退严重，部分鱼类在开化县境内水体已绝迹(如鳗鲡)或种群数量锐减。据不完全统计和调查走访了解，马金溪华埠段水域鱼类资源已由上世纪七八十年代的 80 余种锐减到目前的 20～30 种，主要原因为拦河坝等水电设施对鱼类生境的破坏和对鱼类迁移的阻隔，以及捕捞等对鱼类资源的破坏。

(2) 现状

2017 年 12 月和 2018 年 4 月对调查水域进行了 2 次鱼类资源调查。两次调查采集鱼类共计 52 种，隶属于 4 目 11 科 39 属。其中鲤形目最多，有 40 种，占总物种数的 75.5%，鲇形目和鲈形目分别 6 种和 7 种，分别占总种类数的 11.3%和 13.2%。两次现场调查结果显示，开化县马金溪流域内干流分布鱼类 33 种，主要以急缓流性鱼类为主，支流分布鱼类 45 种，主要以小型流水性鱼类为主，具体鱼类名录详见附表 7。

4.3.6.2 渔获物

(1) 2017 年 12 月渔获物分析

2017 年 12 月利用丝网和地笼共调查到鱼类 3 目 6 科 31 属 36 种，共计 1592 尾，总重 41222.4g。干流分布 21 种鱼类，其中干流上游采集到 15 种鱼类，中游采集到 6 种，下游采集到 12 种。支流分布 35 种鱼类。

各点位鱼类资源情况汇总表

表 4.3-9

河段	点位	种类数	尾数	鱼类
干流	齐溪水库	5	71	马口鱼、温州光唇鱼、银鲴、浙江拟鲿、宽鳍鱲
	高岭村	12	325	唇鲹、麦穗鱼、光唇鱼、温州光唇鱼、浙江拟鲿、点纹银鮈、高体鳑鲏、短须鱊、鲫鱼、子陵吻鰕虎鱼、黄颡鱼、盎堂拟鲿
	密赛水库	6	79	大眼鳜、光唇鱼、草鱼、伍氏华鳊、银鲴、圆尾拟鲿
	长风水库	12	159	鳙、黄颡鱼、高体鳑鲏、大眼鳜、银鲴、宽鳍鱲、圆吻鲴、草鱼、鲫鱼、唇鲹、光唇鱼、伍氏华鳊
支流	何田溪	12	140	点纹银鮈、麦穗鱼、高体鳑鲏、花鲹、鲫鱼、黄颡鱼、唇鲹、圆吻鲴、马口鱼、短须鱊、宽鳍鱲、光唇鱼
	村头溪	9	128	鲤、鲫鱼、黄颡鱼、银鲴、高体鳑鲏、大鳞副泥鳅、马口鱼、宽鳍鱲、温州光唇鱼
	中村溪	10	335	短鳍鲹、鲫鱼、小鳔、马口鱼、宽鳍鱲、点纹银鮈、黄颡鱼、

				麦穗、浙江拟鲚、光唇鱼
	金村溪	18	72	鲫鱼、麦穗、餐条、宽鳍鱲、革条副鱊、高体鳑鲏、点纹银鮈、光唇鱼、鳙、原缨口鳅、胡鮈、棒花、小鳀、大眼鳜、沙塘鳢、圆尾拟鲿、黄颡鱼、花鳡
	池淮溪	12	141	高体鳑鲏、麦穗、浙江拟鲚、点纹银鮈、马口鱼、鲫鱼、唇鳡、宽鳍鱲、光唇鱼、赤眼鳟、银鲴、伍氏华鳊
	龙山溪	8	82	点纹银鮈、麦穗、唇鳡、黄颡鱼、光唇鱼、鲫鱼、盎堂拟鲿、大鳞副泥鳅
	马尪溪	15	53	马口鱼、光唇鱼、鳙、兴凯鱊、伍氏半鲚、大眼鳜、鲫鱼、赤眼鳟、点纹银鮈、黄颡鱼、宽鳍鱲、圆吻鲴、盎堂拟鲿、草鱼、唇鳡

本次调查渔获物各物种的相对重要性指数如 4.3-10 所示。马金溪流域的优势种有鲫、宽鳍鱲，相对重要种有马口鱼、点纹银鮈、麦穗鱼、光唇鱼、海南拟鲚、伍氏华鳊、高体鳑鲏、唇鳡、圆吻鲴和黄颡鱼。

渔获物各物种相对重要性指数

表 4.3-10

种类	尾数比	体重比	占位比	相对重要性指数 IRI
鲫鱼	0.214	0.235	0.82	3672.6
小鳀	0.008	0.001	0.18	16.2
马口鱼	0.061	0.045	0.55	577.3
宽鳍鱲	0.096	0.045	0.73	1031.9
短鳍鳡	0.001	0.015	0.18	30. 3
点纹银鮈	0.130	0.019	0.64	946.9
麦穗鱼	0.018	0.010	0.55	152.2
光唇鱼	0.045	0.032	0.82	631.6
海南拟鲚	0.015	0.031	0.36	164.3
草鱼	0.008	0.022	0.27	81.3
伍氏华鳊	0.112	0.152	0.27	719.3
银鲴	0.021	0.157	0.45	809
鲚	0.001	0.000	0.09	0.8
革条副鱊	0.003	0.000	0.09	2.7
高体鳑鲏	0.117	0.010	0.55	692.8
鳙	0.006	0.007	0.45	61.1
原缨口鳅	0.002	0.001	0.09	2.2
胡鮈	0.002	0.000	0.09	2.1
棒花	0.009	0.002	0.09	10.2
唇鳡	0.015	0.026	0.55	220.707
兴凯鱊	0.001	0.001	0.09	1.399
伍氏半鲚	0.001	0.002	0.09	2.064
赤眼鳟	0.001	0.019	0.18	36.576
圆吻鲴	0.015	0.107	0.27	332.788
鲤	0.001	0.010	0.09	9.610
大鳞副泥鳅	0.003	0.001	0.18	7.022

花鲭	0.013	0.010	0.09	20.422
短须鱊	0.008	0.002	0.18	17.732
温州光唇鱼	0.021	0.004	0.27	69.780
似鮈	0.001	0.000	0.09	0.819
大眼鳜	0.004	0.005	0.36	34.104
沙塘鳢	0.003	0.002	0.09	4.295
子陵吻鰕虎鱼	0.013	0.002	0.09	13.284
黄颡鱼	0.026	0.016	0.73	308.633
圆尾拟鲿	0.003	0.003	0.18	10.805
盎堂拟鲿	0.006	0.004	0.27	27.792

(2) 2018 年 4 月渔获物分析

2018 年 4 月共调查到鱼类 45 种，共计 1077 尾，总重共计 27340.7g。

各点位鱼类资源情况汇总表

表 4.3-11

河段	点位	种类数	尾数	鱼类
干流	齐溪水库	8	147	宽鳍鱲、马口鱼、光唇鱼、细尾拟鲿、浙江拟鲿、鲇、唇鲭、鲿
	高岭村	9	138	点纹银鮈、高体鳑鲏、大鳞副泥鳅、鲫、小鳔、细尾拟鲿、黄颡鱼、光唇鱼、子陵吻鰕虎鱼
	密赛水库	11	43	大眼鳜、光唇鱼、温州光唇鱼、大眼华鳊、圆吻鲴、黄尾鲴、鲫、银鮈
	长风水库	20	184	光倒刺鲃、鳜、黄颡鱼、马口鱼、南方拟鲿、似鮈、黄尾鲴、银鮈、草鱼、鲫、唇鲭、厚唇光唇鱼、温州光唇鱼、光唇鱼、大眼华鳊、点纹银鮈、华鳔、小鳔、中华鳑鲏、细尾拟鲿
支流	何田溪	17	114	点纹银鮈、麦穗鱼、稀有花鳅、鲫、黄颡鱼、唇鲭、圆吻鲴、马口鱼、赤眼鳟、宽鳍鱲、温州光唇鱼、大鳞副泥鳅、鲤、原缨口鳅、兴凯鱊、子陵吻鰕虎鱼、切尾拟鲿
	村头溪	10	142	麦穗鱼、鲫、黄颡鱼、圆吻鲴、点纹银鮈、沙塘鳢、革条副鱊、马口鱼、宽鳍鱲、光唇鱼
	中村溪	9	135	点纹银鮈、黄颡鱼、子陵吻鰕虎鱼、大鳞副泥鳅、鲫、温州光唇鱼、高体鳑鲏、银鮈、黄鳝
	池淮溪	6	45	沙塘鳢、黄颡鱼、乌鳢、鲫、圆吻鲴、大眼华鳊
	龙山溪	10	90	点纹银鮈、刺鳅、兴凯鱊、黄颡鱼、温州光唇鱼、鲫、盎堂拟鲿、大鳞副泥鳅、泥鳅、子陵吻鰕虎鱼
	马尪溪	12	39	大眼鳜、鲫、南方拟鲿、大眼华鳊、华鳊、唇鲭、花鲭、黄颡鱼、圆吻鲴、温州光唇鱼、银鮈、似鮈

本次调查渔获物各物种的相对重要性指数如 4.3-12 所示。马金溪流域的优势种有鲫、黄颡鱼，相对重要种有圆吻鲴、温州光唇鱼、马口鱼、宽鳍鱲、大鳞副泥鳅、唇鲭、点纹银鮈、子陵吻鰕虎鱼、大眼华鳊、银鮈、光唇鱼和黄尾鲴。

渔获物各物种相对重要性指数

表 4.3-12

种类	尾数比	重量比	占位比	相对重要性指数 IRI
黄颡鱼	8.70%	4.99%	0.8	1095
温州光唇鱼	1.29%	1.51%	0.6	168
圆吻鲴	1.19%	8.04%	0.5	462
马口鱼	1.68%	1.13%	0.4	112
宽鳍鱲	3.66%	1.77%	0.3	163
大鳞副泥鳅	5.14%	2.68%	0.3	235
鲫	22.85%	30.33%	0.9	4786
赤眼鳟	1.09%	1.15%	0.1	22
鲤	0.59%	0.73%	0.1	13
唇鲹	0.89%	3.78%	0.4	187
原缨口鳅	0.20%	0.04%	0.1	2
兴凯鱊	0.59%	0.03%	0.1	6
麦穗鱼	1.09%	0.41%	0.2	30
稀有花鳅	0.79%	0.19%	0.1	10
点纹银鮈	5.44%	0.73%	0.6	370
子陵吻鰕虎鱼	5.74%	0.86%	0.4	264
切尾拟鲿	0.49%	0.08%	0.1	6
南方拟鲿	0.20%	0.29%	0.2	10
大眼鳜	0.30%	0.22%	0.2	10
大眼华鳊	2.87%	1.36%	0.4	169
华鳊	0.99%	0.91%	0.1	19
花鲹	0.10%	0.15%	0.1	3
银鮈	6.92%	3.44%	0.4	414
似鮈	1.29%	2.24%	0.1	35
沙塘鳢	0.49%	0.36%	0.2	17
乌鳢	0.10%	1.03%	0.1	11
光倒刺鲃	0.10%	3.80%	0.1	39
鳜	0.20%	0.65%	0.1	9
华鲿	1.19%	0.53%	0.1	17
盎堂拟鲿	0.59%	0.29%	0.1	9
泥鳅	0.30%	0.23%	0.1	5
刺鳅	0.10%	0.04%	0.1	1
革条副鱊	0.89%	0.17%	0.1	11
大鳍鱊	1.09%	0.87%	0.1	20
小鲿	1.09%	0.13%	0.2	24
光唇鱼	3.86%	2.20%	0.5	303
高体鳑鲏	3.46%	0.22%	0.1	37
海南拟鲿	4.35%	4.13%	0.1	85
鲇	0.40%	2.89%	0.1	33
鲿	4.15%	2.27%	0.1	64
草鱼	0.10%	0.25%	0.1	4
黄尾鲴	1.19%	10.54%	0.2	235
中华鳑鲏	0.10%	0.02%	0.1	1
厚唇光唇鱼	2.08%	2.26%	0.1	43
黄鳝	0.10%	0.10%	0.1	2

4.3.6.3 鱼类区系组成

根据开化县历史资料鱼类共计 83 种，可分为 5 种区系成分，其中中国江河平原鱼类区系是本区域鱼类主体，占调查区域渔获物的绝大部分。

(1) 中国江河平原区系复合体

该区系为新生代第三纪由热带平原迁入我国长江、黄河流域的平原地区，并在特殊自然气候条件下演化为一些我国特有的地区性鱼类，成为我国淡水鱼类区系的主要组成部分。该区系鱼类种类繁多，马金溪流域主要分布有鲤科中的鲢亚科、鳊亚科、鲴亚科、鱊亚科、鮈亚科、雅罗鱼亚科的青鱼、草鱼、赤眼鳟、尖头大吻鱲和鲈形目鳜属的鳜、大眼鳜、斑鳜、波纹鳜等。

(2) 南方热带平原区系复合体

南方热带区系复合体又称为印度平原区系复合体，该区系复合体是在第三纪始从印度平原迁移来中国的。我国原产于南岭以南各水系中，后向长江流域伸展。该复合体鱼类大多不善于游泳，因水中氧气不足，故许多种类形成了辅助呼吸器官。这类鱼常具有伪装能力，体表多花纹，多为肉食性，营底栖生活，个体较小。为适应凶猛鱼类的侵袭，有些种类生有鳍棘。有些种类有特化吸附构造，适应于南方山区急流的河流中生活。调查区域分布有鲇形目的鲿科、鲈形目塘鳢科、鰕虎鱼科、鳢科、刺鳅科、大眼华鳊、黄鳝等。

(3) 上第三纪早期区系复合体

该复合体的鱼类适应性强，分布广泛，适应静水或缓流水环境，产粘性卵于水草或石砾上，部分种类产卵于软体动物外套膜中。这些鱼类具有较大的资源量，调查区域分布有麦穗鱼、鲇、泥鳅和大鳞副泥鳅等。

(4) 中印山区鱼类区系复合体

该复合体的鱼类一般分布在南方热带、亚热带山区急流生活的鱼类，分布于印度及我国南部热带及亚热带山区激流中。该复合体鱼类分布范围窄，生活在石砾底质、含氧量高、水流湍急、水质清澈的环境中，身体具有能适应急流生活环境的特殊结构。调查区域分布有原缨口鳅、白缘鮡等。

(5) 北方平原鱼类区系复合体

北方平原鱼类区系复合体起源于北半球北部亚寒带平原地区，向南分布残留下来的种类。调查区域内分布有中华花鳅、稀有花鳅、侧斑后鳍花鳅等。

4.3.6.4 经济鱼类及保护性鱼类

经调查，马金溪流域未发现列入国家重点保护野生动物名录、红皮书和红色名录的保护鱼类，现场鱼类资源调查结果显示，调查水域的主要经济鱼类有黄颡鱼、圆吻鲴、黄尾鲴、大眼华鳊、光唇鱼和光倒刺鲃等，土著鱼类有光唇鱼、厚唇光唇鱼、温州光唇鱼、马口鱼、革条副鱊等。

4.3.6.5 生态习性

(1) 栖息习性

由于开化县小型农田水利的建设，马金溪干流部分河段受水利工程的影响呈库区化趋势，上游河段齐溪坝下至岭里村减水严重，甚至部分地方断流。中下游河段库区化较为严重，上游河段水量较中下游河段小。支流内灌溉用滚水坝分布较多，水坝大部分是较低矮的生态型堰坝。

根据栖息水层的不同，马金溪流域内鱼类可分为上层、中上层、中下层和底层 4 个类群。

① 上层鱼类

包括鲚、浙江拟鲚、南方拟鲚、伍氏半鲚等 4 种，占本地区鱼类种类数量的 7.55%。

② 中上层鱼类

生活于潭、沱等水体中上层水域身体侧扁的鱼类，包括鳙、马口鱼、宽鳍鱲、鱊亚科等 8 种，占本地区鱼类种类数量的 15.09%。

③ 中下层鱼类

草鱼、赤眼鳟、伍氏华鳊、大眼华鳊、鱖、大眼鳜、鲃亚科、鮈亚科等 21 种，占本地区鱼类种类数量的 39.62%。

④ 底栖性鱼类

包括乌鳢、鲤、鲫、刺鳅、鲇、沙塘鳢、子陵吻鰕虎、黄鳝、鳅科、鲿科、鲴亚科等 20 种，占本地区鱼类种类数量的 37.74%。

(2) 食性

调查水域鱼类根据主要摄食对象可分为以下 4 类：

① 肉食性鱼类

主要以浮游动物、虾、水生昆虫及其他无脊椎动物为食，有的也兼食部分着生藻类，如鱖、大眼鳜、圆尾拟鲿、马口鱼、乌鳢、黄鳝和黄颡鱼等。

② 杂食性鱼类

该类群鱼类随生境食物组成不同存在差异，摄食水生昆虫、小鱼、虾、软体动物等动物性饵料，也摄食藻类和高等植物碎屑等，如鲤、鲫、鲴、浙江拟鲴、光唇鱼、厚唇光唇鱼和温州光唇鱼等。

③ 植食性鱼类

主要以固着藻类、水生维管束植物和高等植物碎屑等为主要食物，如草鱼等。

④ 滤食性鱼类

主要以浮游生物为主要的食物，如鳙。

(3) 繁殖习性

调查水域鱼类根据产卵类型可分为 4 类：

① 产漂流性卵鱼类

该类型鱼类在静水环境下性腺一般不能完全成熟，需流水刺激，繁殖季节由湖入江上溯，或由下游上溯到上游适宜场所繁殖。鱼卵比重稍大于水，但卵膜可吸水膨胀，可借助流水随水漂流发育，如草鱼、鳙等。

② 产粘沉性卵鱼类

该类型鱼类产的卵具黏性，卵产出后可粘附于水草、砾石发育，调查水域多为产粘沉性卵鱼类。根据产卵条件可将该类型鱼类分为两类，一种是在生殖季节需在一定的水流刺激，如鲇类；一种是能在静水或缓流水条件下繁殖，如鲤、鲫、麦穗鱼等。

③ 产浮性卵类群

该类型鱼类在产卵前均有筑巢的行为，一般产卵前雄鱼吐出大量的泡沫，形成浮于水面的“泡沫巢”，雌鱼产卵在泡沫巢内，受精卵在泡沫堆中发育并借助泡沫的浮力浮在水面，如黄鳝。

④ 共生类群

该类型鱼类主要为产卵于软体动物外套腔中的鱊亚科鱼类，如高体鳑鲏、中华鳑鲏、革条副鱊、兴凯鱊、短须鱊等。

4.3.6.6 渔业资源现状

2014 年起，开化县全流域禁渔制的推行，同时逐年加大人工增殖的力度，鱼类资源正得以逐步恢复。2015 年已实现溪流禁渔全覆盖，随着国家公园体制试点和国家主体功能区建设试点的深入推进，禁渔工作步入常态化管理阶段。部分村庄通过发布禁渔公告、村规民约等，村民的禁渔自觉性有了很大的提高。根据区域划分原则，并结合开化县渔业十三五规划，将马金溪、池淮溪、马尪溪、龙山溪和齐溪水库、茅岗水库设为禁养区。

另一方面，截至 2017 年，开化县已连续 30 年开展增殖放流，共投放各类鱼苗超 2 亿尾(只)。

目前开化县渔业实现转产转值，建设生态县，发展休闲农庄，主要以养殖清水鱼产业为主，形成了完善且成熟的供应链体系。截至 2016 年底从事清水鱼养殖的农户有 5200 多户，主要集中在有传统养殖习惯的何田、长虹、苏庄、中村、齐溪等乡镇。2015 年全年实现水产品总量 4740 吨，全县流水坑塘 5300 多口、1750 亩，有一家一塘的“庭院式”，也有相对集中的规模化养殖基地，产量 1800 吨。2016 年全年实现水产品总量 4993 吨，渔业经济总产出 23951 万元，分别较上年增长 5.3%、8.2%。

通过对市场渔民的走访调查和查阅资料，干流有水库养鱼养殖模式，没有河沟养殖，中下游主要是稻田养鱼和池塘养鱼的水产养殖方式。调查区域渔获物捕捞方式主要为网捕，所使用的网具多为丝网和地笼，专业渔民较少，渔获量较小。

4.3.6.7 鱼类重要生境调查

(1) 马金溪干流鱼类生境

两次调查期间，现场调查了马金溪干流河道约 120km(不包括支流)。马金溪干流上游河段已建有齐溪水库，枯水期齐溪水库无下泄流量，从齐溪水库坝下到岭里村存在一段减水较为严重的河段，该河段河床裸露，有些地方甚至出现断流。从减水河段往下到开化坝址，水量稍增，水体较浅，主要为峡谷溪流类型。石柱村下游有齐溪二级和三级电站，随着厂房发电泄水，河段的水流量增大。霞山段人为破坏严重，河道内施工，采石现象严重，河道拦断建坝，河滩裸露约 90%，水体混浊，几乎断流。霞山下游建有小型坝后式电站。整个河段建有多座小型滚水坝，进入开化县后河面宽度逐渐增加，河流流量加大，河流逐渐呈现库区化趋势，现场观察并捕获到较多小型鱼类与幼鱼。

何田溪在马金镇汇入后，干流生境较为多样，河道水草丰茂，水中藻类较多。星田村水质富营养化，出现污染现象。随着村头溪的汇入，水量增加，河宽加大，前洲村水量增加。中村溪在音坑乡汇入后直至开化县，河流深度增加，水质清澈，生态情况均较好。密赛橡皮坝上水量较大，坝下流量较小，几乎无流动。开化县城芹江大坝泄水对坝上河段水位影响较大。该河段鱼类多为适应库区生境的鱼类，如点纹银鮈、黄颡鱼、马口鱼、宽鳍鱲和光唇鱼等。

开化县下游罗坞口村建有罗坞口水电站，下游新建村水体富营养化，皂角村开始水面宽阔，水量大增，华埠镇河道加宽 1/3，加宽部分河底硬化。池淮溪汇入口上游建有华民水电站，池淮溪和龙山溪的汇入使得河流水面开阔。开化站上游建有华埠水电站。

开化火车站的建设占用河道 80%，河道遭到破坏，开化站下游 0.5km 后至长风水库，水草丰茂，水量增大，长风水库无下泄生态流量，坝下河滩裸露，减水严重。长风水库回水长度大约抵达开化站附近。

(2) 马金溪主要支流鱼类生境

① 何田溪

何田溪于马金溪干流上游马金镇河段汇入，河流长度较长、流量较干流小。水生生态环境较好，底质以砾石和泥沙为主，水深较浅，水草丰茂，水中固着藻类较多。河道上目前建有 4 座引水式水电站，并有多座灌溉用小型滚水坝。

② 村头溪

支流村头溪在干流底本村汇入，河流长度较何田溪小，干流上建有大溪垄电站，库区截流，坝下减水河段水流较小，但水体中水生高等植物生长茂盛，底质以卵石为主，固着藻类较多，采样过程中发现光唇鱼幼鱼。

③ 中村溪

中村溪在音坑乡汇入干流，河流长度较村头溪大，枯水季流量稍小，河流底质以砾石和泥沙为主。自然河段水环境情况较好，清澈见底，河道内高等水生植物丰茂。中村溪水电开发较多，共有 4 个级梯级电站，上游的 3 个梯级电站发电用水均来自上游的茅岗水库，最下游的电站引水库区的坝为生态堰坝，对河流阻隔影响较小。

④ 金村溪

金村溪在开化县城汇入马金溪，整体水流量较小，水深较浅，底质以卵石为主，高等水生植物生长茂盛，河道固化较多，属于小型河流，滩涂较少。

⑤ 池淮溪

池淮溪在华埠镇上游汇入干流，河流长度长，底质以岩石、砾石和泥沙为主，水深较浅，滩居多，河滩植被生长茂盛，可见光唇鱼的幼苗。汇入口段调查点位鸭后村上游有制药厂，此段水体颜色较深，受工厂影响水体受到污染，且池淮溪上游开发相对较多，目前已建设 10 座水电站，部分水电库区采用活动坝蓄水，坝下河段减水严重，河流生境片段化。

⑥ 龙山溪

支流龙山溪在华埠镇汇入，水流量较大，水面较宽，河流长度长，上游河段河段固化严重，但未固化区域河滩植被生长茂盛，底质以岩石、砾石和泥沙为主，滩居多。龙山溪目前已建水电站 7 座，天王山一级、二级水电站的库区较大，但减水河段较短。在

调查过程中发现有岸边有宽鳍鱲的死鱼苗，附近疑似有产卵场分布。

⑦ 马尪溪

马尪溪在下界首村汇入干流，水流量较大，水面较宽，河流地址主要以砾石和卵石为主，河流浅滩深潭分布较多，枯水季节部分河滩裸露，河滩植被较多，存在多处产卵场和索饵场。目前已建水电站 4 座，整体环境较好。

⑧ 齐溪支流

位于齐溪水库库尾右岸汇入，整个河段开发较少，有少量小型灌溉用滚水坝，自然河段较多，生境原始，上游落差较大，属典型的山涧溪流，底质为砾石，河滩较多，两岸植被生长繁茂。

(3) 产卵场

在渔获物调查中，产漂流性卵鱼类有草鱼、鳙、赤眼鳟、光倒刺鲃等。这些鱼类在水温上升到一定程度，在伴着涨水的刺激条件下进行产卵繁殖，主要的产卵季节在每年的 4～7 月涨水季节。其中鲢、草、鳙为江湖洄游性鱼类，马金溪干流建有多座水电站已造成这些鱼类洄游通道受阻，因此马金溪干流已不具备草鱼、鳙等鱼类的产卵条件。渔获物中的草鱼、鳙应来自为当地养殖逃逸个体或为当地政府每年增殖放流群体活动。调查水域如马尪溪、池淮溪等部分河段仍存在流水生境，可满足赤眼鳟、光倒刺鲃产卵条件。调查未发现集中产漂流性卵鱼类产卵场。

调查水域的鱼类多为产粘沉性卵鱼类，如宽鳍鱲、温州光唇鱼、厚唇光唇鱼、麦穗鱼、黄颡鱼、鲤、鲫等。它们对产卵场的环境要求不严格，需要砾石、沙石底质和水草环境，鱼类产卵后，受精卵或入砾石缝中，或粘附砂砾上，或粘附水生高等植物体上，在河水良好的溶氧环境中顺利孵化。其产卵活动对水位涨落、流速改变没有特别需求。马金溪符合其产卵条件的水域分布广泛，河道中的江心滩、卵石滩均是其比较理想产卵场。马金溪干流、支流河段均有零星有产卵场分布。其中马金溪干流相对集中的鱼类产卵场主要分布在马金镇和华埠镇，支流主要是中村溪源口村和池淮溪白渡村。

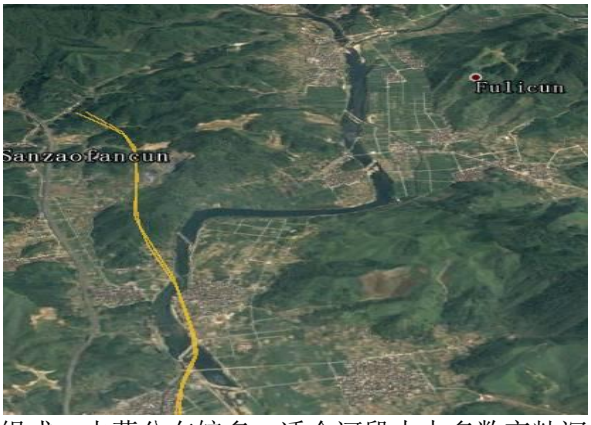
相对集中鱼类产卵场位置

表 4.3-13

河流名称	位置	起点	终点	距离	主要产卵鱼类
马金溪干流	马金镇产卵场	29°16'21.90" 118°25'35.7"	29°14'18.45" 118°25'12.2"	3km	点纹银鮈、黄颡鱼、马口鱼、宽鳍鱲、光唇鱼
马金溪干流	华埠镇产卵场	28°59'58.38"1 18°21'24.0"	29°1'27.61" 118°21'2.64"	3km	点纹银鮈、黄颡鱼、马口鱼、宽鳍鱲、光唇鱼、鲤、鲫

池淮溪	白渡村产卵场	29°15'10.52"118°17'11.4"	29°15'13.10"118°17'28.3"	0.5km	光唇鱼、厚唇光唇鱼、温州光唇鱼、马口鱼、宽鳍鱲、鲤、鲫
中村溪	源口产卵场	29°13'58.00"118°18'40.8"	29°13'55.04"118°18'47.1"	0.5km	光唇鱼、厚唇光唇鱼、温州光唇鱼、马口鱼、宽鳍鱲、鲤、鲫





马金镇产卵场：沙石底质，由连续多个卵石长滩组成，水草分布较多，适合河段内大多数产粘沉性卵鱼类产卵和育苗。2018 年 4 月调查期间在浅滩发现有光唇鱼仔鱼的存在。





华埠镇产卵场：沙石底质，由华埠水电站洄水区构成，浅滩和沙洲水草分布较多，2018 年 4 月调查期间，近水岸有仔鱼活动。





池淮溪白渡村产卵场：沙石底质，由连续滩、沱构成，金鱼藻分布较多，满足池淮溪大不多产粘沉性卵鱼类繁殖条件。



中村溪源口产卵场：沙石底质，该产卵场由生态堰坝构成，水中苦草、金鱼藻分布较多，2018 年 4 月调查期间近岸有仔鱼活动。

图 4.3-6 相对集中鱼类产卵场现状

(4) 索饵场

调查区域鱼类多以底栖动物、固着藻类和高等植物碎屑等为主要食物，浅水区光照条件好，砾石底质适宜着生藻类生长，底栖动物、固着藻类等饵料生物丰富的河段往往为鱼类主要索饵场所。随着雨季的到来，水温逐渐升高，来水量逐渐增大，鱼类开始“上滩”索饵。调查区域索饵场主要分布在马金镇及上游河段和村头溪、池淮溪、龙山溪、马尪溪等支流河段，这些河段水体较浅，流速较为平缓，固着藻类和底栖生物密度和生物量较高，河滩植被生长茂盛，鱼类索饵场分布广泛。

(5) 越冬场

鱼类越冬场主要分布在马金溪河道水体较深的深潭，一般水深 3～4m，最大水深 8～20m，多为湾沱、洄水、微流水或流水，一般距离索饵场较近。另外，水库水深较大，冬季水温较高，也可为鱼类提供较好的越冬场所，如齐溪水库，密赛水库和长风水库等。整体来说，马金溪流域鱼类越冬场分布广泛。

(6) 鱼类洄游通道

开化县内已建电站均没有建设过鱼设施，因此鱼类洄游通道已经被已建大坝阻断。流域内马金溪干流上梯级电站共有 15 座，各级支流主要梯级电站共有 42 座，这些电站或水库的建设使得境内河流片段化。

4.3.6.8 鱼类资源现状综合评价

本次调查在开化马金溪流域内共采集到鱼类 52 种，隶属于 4 目 11 科 39 属，主要以鲤形目鱼类为主，种类数明显少于流域内的历史纪录。主要渔获对象为鲃亚科和鮈亚科鱼类，这些种类多为适应流水生境的小型鱼类，调查区域内未发现有珍稀保护和濒危鱼类分布。马金溪流域内有诸多小型滚水坝，枯水季节仍具有流水条件，水电站分布多

为中上游引水发电，河流内的土著鱼类基本能够完成生活史。部分村庄和农田趋于存在河道固化情况，但流域内岸滩较多，能够满足小型鱼类的生活要求。

4.4 生态敏感区

4.4.1 钱江源国家公园体制试点区

4.4.1.1 生态敏感区概况

2016 年 6 月 17 日，国家发改委正式批复《钱江源国家公园体制试点区试点实施方案》，是全国第四个获得正式批复的国家公园体制试点地区。2017 年 7 月由浙江省发展和改革委员会组织编制完成《浙江省开化钱江源国家公园试点区总体规划(2016-2025)》。

钱江源国家公园体制试点区位于浙江省西部边境(东经 118°01'～118°37'，北纬 28°54'～29°30')，属于浙皖赣三省交界处，西与江西省婺源县毗邻、北接安徽省休宁县。试点区包括古田山国家级自然保护区、钱江源国家级森林公园、钱江源省级风景名胜区等范围，面积约 252km^2，涉及苏庄、长虹、何田、齐溪共 4 个乡镇，包括 19 个行政村(包括横中、余村、唐头、溪西、毛坦、苏庄、古田、霞川、真子坑、库坑、高升、陆联、田畈、龙坑、里秧田、仁宗坑、上村、齐溪支流、齐溪)、72 个自然村。

试点区空间范围的具体界线为：西部以浙江省开化县与安徽、江西的省界为界线；南部保持原有古田山国家级自然保护地范围不变，以古田山国家级自然保护区的试验区外围河流为界；东部以桃源、真子坑、高升、田畈等行政村的西侧山脊线为界；北部以钱江源省级风景名胜区的北部界线为界。

4.4.1.2 试点区保护对象

(1) 自然生态资源的保护对象：保护试点区内的原始森林生态系统；保护兼具南北特点以及兼有华南成分及北温带成分、日本植物成分、东亚北美植物成分、印度—马来西亚植物成分、大洋洲植物成分和泛热带成分，具有明显的过渡特征的天然植被；重点保护试点区内的各种珍稀植物，主要为高等野生木本植物，其中国家一级重点保护植物 1 种，二级重点保护植物 20 种，省级珍稀濒危植物 14 种；保护脊椎动物、爬行类、鸟类、兽类、昆虫类珍稀动物，重点保护 6 个新属 164 种动物。重点保护该区域生活的 34 种国家级重点保护野生动物，32 种省级重点保护野生动物。

(2) 河湖资源的保护对象：保护试点区内有两大水系，即钱塘江水系、长江水系，保护钱江源头区域数十条溪流山泉，保护流经古田山的长江水系乐安江支流，保护以裂隙水为主的地下水源。

(3) 人文资源的保护对象：保护试点区民风民俗，包括民间工艺、民间节庆、民间演艺、农耕文化、地方风俗等。

(4) 游憩资源的保护对象：保护以低海拔中亚热带常绿阔叶林及其生态系统为主的典型植被景观和珍稀植物群落、以白颈长尾雉和黑麂等国家级重点保护野生动物栖息地为代表的生物景观、以钱江源大峡谷和古田山为代表的地文景观、以古田山飞瀑及钱塘江发源地莲花塘等为代表的水域风光景观，以及以日出云海、日落丹霞和避暑胜地为代表的天象与气候景观。

(5) 地质地貌的保护对象：保护具有典型江南古陆强烈上升特征的地质地貌。

4.4.1.3 试点区功能分区

依据试点区保护对象的敏感度、濒危度、分布特征和遗产展示的必要性，结合居民生产、生活和社会发展的需要，将试点区划分为核心保护区、生态保育区、游憩展示区和传统利用区。严格按照《自然保护区条例》、《风景名胜区条例》等相关规定强化保护，确保保护面积不减少、保护强度不降低。各个功能区的范围、面积及占试点区的比例详见表 4.4-1。

钱江源国家公园体制试点区功能分区概况

表 4.4-1

功能区名称	规模		保护利用要求
	面积(km^2)	比例(%)	
核心保护区	71.79	28.49	实行最严格的保护，保持生态系统的自然过程，禁止建设任何生成设施。
生态保育区	123.08	48.84	实行严格保护，促进自然生态系统的恢复与更新，禁止开展经营性活动
游憩展示区	15.80	6.27	在保护的前提下适度开展生态旅游、环境教育
传统利用区	41.33	16.40	在保护前提下引导现有社区的传统产业可持续发展
合计	252.16	100	

(1) 核心保护区

核心保护区包括古田山国家级自然保护区核心区和缓冲区、钱江源国家森林公园的特级和一级保护区，面积为 71.79km^2，占 28.49%。试点区范围内保存完整的自然生态系统和生物栖息地、空间连续的核心分布区，自然环境脆弱的地域。禁止新建、改建、扩建任何与防洪、保障供水和保护水源等无关的建设项目。禁止从事可能污染饮用水水体的活动。杜绝任何对亚热带阔叶林生态系统有干扰和破坏的人为活动。严禁任何单位和个人非法采摘、挖掘、移植、引种、出卖和收购区内珍稀濒危物种。除经批准的科研

活动外禁止任何单位和个人进入，也不得开展旅游和生产经营活动。定期开展对森林、湿地等生态系统和野生生物的影响评估工作。

(2) 生态保育区

生态保育区包括古田山国家级自然保护区的实验区、钱江源国家森林公园二级和三级保护区以及连接两处保护地的有林地，面积为 123.08km^2，占 48.84%。试点区范围内维持较大的原生生境或已经遭到不同程度破坏而需要自然恢复的区域，为核心保护区的生态屏障。不得建设污染环境，破坏资源或者景观的生产设施；加强对保护区的原生生境和已经遭到不同程度破坏而需要自然恢复的区域的控制和管理，对重点保护植物种质资源视情况开展迁地保护，以恢复和扩大其种群数量。建设项目污染物排放不得超过国家和地方规定的排放标准。

(3) 游憩展示区

游憩展示区包括古田山庄，齐溪、长虹、田畈居民点集中的区域，面积为 1580km^2，占 6.27%。试点区范围内景观优美，开展与国家公园保护目标相协调的游憩活动，展示大自然风光和人文景观的区域。保护自然生态系统完整性、风景名胜资源、地方文化遗产资源，控制游客容量，不改变原有自然景观与文化遗产原真性；建设不与自然环境相冲突的自然与文化遗产参观、体验、宣教、解说设施。游憩展示区作为承担国家公园集中游憩、展示、教育功能的区域，具有观光游憩、科普教育、社区引导等功能。对于拟开展的基础设施建设，严格执行环境影响评价制度。

(4) 传统利用区

传统利用区的范围包括长虹、齐溪东部区域，面积为 41.33km^2，占 16.40%。试点区范围内现有社区生产、生活及开展多种经营的区域。保存特有文化及其遗存物，保障原住民利用传统自然资源的权益。保护古村落及古建筑，在修缮和保护利用古建筑民居时，禁止与周边环境相冲突，在不影响自然资源、文化遗产和主要保护对象的前提下，可开展生态林业、生态农业、传统文化展示等利用活动。

4.4.1.4 与本工程相对位置关系

钱江源国家公园体制试点区包括古田山国家级自然保护区、钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区以及上述自然保护地之间的生态区域(大部分为生态公益林)。本工程开化水库库尾回水淹没区约 1.14km 河道及 8.95hm^2 淹没区涉及钱江源国家公园生态保育区，不涉及钱江源国家公园体制试点区核心保护区。本工程枢纽建设区、供水工程等土建施工区均不涉及钱江源国家公园保护范围。

4.4.2 钱江源省级风景名胜区

4.4.2.1 风景名胜区概况

钱江源风景区位于浙江西部的开化县，东经 118°11′15″～118°22′30″，北纬 29°22′30″～29°26′00″，乃浙、赣、皖三省交界处，距开化县城 57km。

钱江源风景名胜区范围北以浙皖分界线及 205 国道以北 1000 米为界，西以浙赣分界线为界，南至何田乡行政范围，东以水湖大坝以东第二道山脊线为界，总面积约 72.692km^2。

风景区外围保护地带的划定原则上以风景区范围以外 1～2km 为界。由于风景区西、北外侧为邻省，且多为山地，对风景区保护不会形成大的影响，从规划的可操作性考虑，不予划定外围保护地带。而在风景区东、南外侧 1-2 千米范围内，以重要的山脊、峡谷、溪流、道路等地标为依据，划定外围保护地带，总面积约为 48.30 km^2。

将莲花尖钱江源发源地、现状大峡谷景点东面长柄双花木林、戏猴台、卓马坑黄山松分布区域、黄檀坑蛇类等动物栖息地、红军棚、红军洞、嫁妆桥等区域划入核心景区，面积约 27.143km^2，核心景区范围内应按照国家关于核心景区相关规定进行保护。

4.4.2.2 功能分区

规划范围内根据不同保护要求和功能设置划分为四类功能分区：特别保护区、风景游赏区、旅游服务区、发展控制区。

(1) 特别保护区

特别保护区包括莲花尖钱江源发源地、现状大峡谷景区东面长柄双花木林、戏猴台、卓马坑黄山松分布区域、黄檀坑蛇类等动物栖息地、红军棚、红军洞、嫁妆桥等区域，范围包括了保护培育规划中的“特级保护区”和“一级保护区”，并与核心景区范围重合，面积约 27.143km^2。特别对具有较高生态价值、自然景观价值和历史文化价值的资源进行保护，按照核心景区的保护要求进行保护。

(2) 风景游赏区

在风景区范围内依托风景点划出一定的范围与空间作为风景游赏区，主要有莲花塘——大峡谷——莲花溪主要游览空间、水湖、枫楼峡谷、卓马坑及周边山林。面积共计约 42.264km^2。

在风景游览区内，可以进行适度的资源利用行为，适宜安排各种游览活动项目。区内以步行为主，个别游览线路较长可鼓励游客乘坐景区内部低污染、低能耗的交通工具。保护和优化水源环境，保护水体水质。

(3) 旅游服务区

将齐溪镇、水湖山庄片区、齐溪支流片区、枫楼坑及枫楼田片区、中山片区划入旅游服务区，面积 2.368km^2。依托现有乡镇和基础设施，可以安排同风景区性质与容量相一致的各项旅游设施及基地。

(4) 发展控制区

在风景区范围内，对上述各类功能区以外的用地与水面及其他各项用地，均应划为发展控制区。区内主要是规划的居民社会用地、保留的耕地、园地等。共计 2.792km^2。

在发展控制区内，可以准许原有土地利用方式与形态，可以安排与风景相协调的生产、经营管理等设施，应分别控制各项设施的规模与内容。对于发展控制区内的建筑及功能设施的风貌，应进行统一的研究和系统的规划，做到先规划后实施，防止盲目无序的整治和建设造成杂乱的建筑外观。在发展控制区内应严禁化工等污染严重企业的生产活动。

4.4.2.3 保护培育规划

根据保护对象的价值和级别特征，结合土地利用方式，规划按照规范要求以分级保护的方式进行保护，主要包括特级保护区、一级保护区、二级保护区、三级保护区四级内容。

(1) 特级保护区

风景区内的自然保护核心区以及其他不应进入游人的区域为特级保护区。规划将现状大峡谷景区东面长柄双花木林、戏猴台周边部分区域、卓马坑黄山松分布区域、黄檀坑蛇类等动物栖息地划定特级保护区，共计约 21.706km^2，范围划定详见“保护培育规划图”。

在特级保护区范围内，禁止采种、挖石、采沙、建房等各类占用林地行为。可以配置必要的研究和安全防护性设施，除科研考察外，应禁止游人进入，不得搞任何建筑设施，严禁机动交通及其设施进入。

(2) 一级保护区

在价值较高的景点和景物周围，划出一定的范围与空间作为一级保护区。将莲花塘景区钱江发源地、卓马坑景区部分可进入游人的黄山松林及周边区域、枫楼湿地部分区域以及红军棚、红军洞、嫁妆桥等史迹景点划入一级保护区，面积约 5.437km^2，范围划定详见“保护培育规划图”。

在一级保护区范围内，禁止采种、挖石、采沙、建房等各类占用林地行为。可以安

置必要的步行游览和安全防护设施，宜控制游人进入，不得安排旅宿床位，严禁增设与其无关的人为设施，严禁机动交通及其设施进入，严禁任何不利于保护的因素进入。

(3) 二级保护区

在景区范围内，将游人可正常进入游览的范围作为二级保护区，面积约 39.125km^2，范围划定详见“保护培育规划图”。

在二级保护区内，必须限制与风景建设无关的建设，可以安排少量旅宿设施，配置必要的步行游览和安全防护设施，限制机动车交通工具进入本区。区内以步行为主，个别游览线路较长可鼓励游客乘坐景区内部低污染、低能耗的交通工具。保护和优化水源环境，保护水体水质。各景点建设要求详见风景游赏规划。

(4) 三级保护区

在风景区范围内，对以上各级保护区之外的地区应划为三级保护区，面积共计约 6.424 km^2。

在三级保护区内，可以进行适度的资源利用行为，适宜安排各种游览活动项目，有序控制各项建设与设施，并与风景环境相协调。

(5) 核心景区

将以上的特级保护区、一级保护区作为核心景区，范围包括莲花尖钱江源发源地、现状大峡谷景点东面长柄双花木林、戏猴台、卓马坑黄山松分布区域、黄檀坑蛇类等动物栖息地、红军棚、红军洞、嫁妆桥等区域，面积约 27.143 km^2，核心景区范围内除符合以上相应分级保护区的保护要求外，还应按照国家关于核心景区相关规定进行保护。

(6) 外围保护地带

外围保护地带总面积约为 48.30 km^2。作为风景区与周边村镇用地的缓冲地带，虽然保护要求不如风景分区内部高，但从风景区的整体保护考虑，仍需要进行规划控制。

风景区外围保护地带严禁发展和布局对风景名胜区造成环境污染或景观污染的生产项目，控制已对风景区保护培育、游览利用和生态环境有不良影响的生活、生产的项目和内容，对严重者应整治或取缔。

注重外围保护地带内对于城镇整体风貌的协调和统一，规划及建设宜突出自然生态特色和原生态的乡村文化，避免与风景及文化特色的冲突。建筑景观风貌应与风景相协调，统一建筑形式，形成具有地方特色的传统民居建筑风貌，应尽量避免现代建筑风格的引入。城镇绿地系统也应在服务于当地居民的基础上，可适当考虑结合风景区服务功能，提高资源利用率，并体现钱江源特有的特色与文化。

4.4.2.4 与本工程相对位置关系

本工程水库库尾回水淹没区涉及钱江源省级风景名胜区风景游览区(二级保护区)面积 8.95hm^2(涉及相应河道长度 1.14km)、外围保护地带面积 16hm^2(涉及相应河道长度 1.75km)，水库淹没区不涉及钱江源风景名胜区特级保护区、一级保护区(核心景区)。本工程枢纽建设区、供水工程及各类施工区均不涉及风景名胜区保护范围及外围保护地带。

4.4.3 钱江源国家森林公园

4.4.3.1 森林公园概况

钱江源国家森林公园位于齐溪镇、马金镇、何田乡等乡镇范围。1992 年经原国家林业部批准，开化县林场在齐溪分场基础上建立了钱江源森林公园，1999 年经国家林业局批准，升格为钱江源国家森林公园。

浙江钱江源国家森林公园位于浙江母亲河－钱塘江的源头－开化县齐溪镇，钱江源风景名胜地处浙，皖，赣三省交界的开化县北部，在千岛湖-黄山-三清山黄金旅游线上。地理位置为东径 118º 24'，北纬 29º 01'。截至 2014 年，公园总面积 4500 hm^2，其中山林面积 4250 hm^2，水面 220 hm^2。

国家森林公园有木本植物 720 种、98 科、287 属，有鸟类 84 种、兽类 40 余种，其中红嘴相思鸟和红嘴蓝鹊等有较大数量的分布。

钱江源国家森林公园建有四大景区(莲花塘景区、卓马坑景区、水湖景区和枫楼景区)，由枫楼坑、水湖和齐溪水库组成的东部景区，莲花塘、卓马坑、广潮元和里秧田组成的西部景区，并由一条经年不断的莲花溪串连，31 处景点。境内峰峦叠障、谷狭坡陡，岩崖嶙峋；飞泉瀑布、潺潺溪流、云雾变幻；古木参天、山高林茂、山青水秀、珍禽异兽，自然、人文资源丰富。公园集旅游观光、避暑度假、休闲健身、科学考察、生态环境及生物多样性保护于一体，为国内外所罕见，是华东地区森林生态旅游胜地之一。

规划范围以开化县林场齐溪分场为主体，并包括齐溪水库库区、齐溪镇的部分行政村，东西长约 19.2km，总面积约为 45.0km^2。

4.4.3.2 森林公园保护目标

(1) 资源保护目标

大力完善资源和环境保护设施，保护钱江源国家森林公园内的森林风景资源、生物多样性和现有森林植被不受破坏,河湖水系达到国家 I 类水标准;饮用水质达标率 100%，废水处理率达 100%。大气达到国家 I 级标准，噪音达标覆盖率达 100%以上。

(2) 旅游发展目标

建设各类科普宣教设施，合理组织旅游活动，展示和传播生态文化知识，增强自然体验。完善基础设施，为旅游接待提供可靠的保障。完善管理，使钱江源国家森林公园的各项管理科学化、规范化。

(3) 社会发展目标

充分体现公园服务社会公众的公益性特征，为社会创造生态服务、生态休闲游憩等福利。结合国家公园试点区体制建设、生态文明理念的传播、相应活动的开展，塑造爱护自然、人地和谐、绿水青山就是金山银山等社会核心价值观念。

4.4.3.3 功能分区

根据公园内不同地区的保护要求和功能设置划分为四类功能区块：核心景观区、一般游憩区、管理服务区、生态保育区。该四类功能区块与国家公园的功能区相对应的是：核心景观区为国家公园的生态保育区、一般游憩区包含了国家公园的部分游憩展示区、管理服务区包含国家公园的传统利用区和部分游憩展示区、生态保育区为国家公园的核心保护区。

(1) 核心景观区

核心景观区是指拥有特别珍贵的森林风景资源，必须进行严格保护的区域。包括莲花塘景区和枫楼景区的部分区域，面积共计 851.22hm^2，其中林地面积 850.01 hm^2。

核心景观区以资源保育和生态环境恢复为主，实行严格保护，促进自然生态系统的恢复与更新，禁止开展经营性活动。除了必要的保护、解说、游览、休憩、安全、环卫、景区管护站等设施外，不得规划建设住宿、餐饮、购物、娱乐等设施。开展沿生态小道小规模、低密度的线性专业生态教育活动，为国家公园内的科学考察、环境教育、生态体验等活动提供空间。

(2) 一般游憩区

在森林风景资源相对平常，且方便开展旅游活动的区域划出一定的范围与空间作为一般游憩区，包括莲花塘景区、莲花溪景区、水湖景区部分地区，面积约 1288.32 hm^2，其中林地面积 769.28 hm^2。

一般游憩区承担集中游憩、展示、教育的功能，可开展与森林公园保护目标相协调的游憩活动，展示大自然风光和人文景观。在保护前提下适度开展生态旅游、环境教育，在不影响当地居民正常生活方式和经济活动的条件下为公众提供公共娱乐，合理科学安排建设用地。

(3) 管理服务区

管理服务区是指满足森林公园管理和旅游接待服务需要而划定的区域。规划在现有旅游接待服务设施基础上，依托景点设置和旅游活动的需求，各景区划出一定区域作为管理服务区，包括一级、二级、三级访客中心，如钱江源生态科普宣教中心(钱江源社区服务站)、换乘中心、莲花塘生态体验中心、天子湖驿站(森林智慧流水屋)、双岗森林人家、各民俗旅游村等，面积 34.06 hm^2，其中林地面积 11.6 hm^2(包括国有林地 4.3 hm^2，集体林 7.3 hm^2)。

管理服务区内应当根据实际情况，规划访客中心、停车场和一定数量的住宿、餐饮、购物、娱乐等接待服务设施及必要的管理和职工生活用房。

(4) 生态保育区

生态保育区是指在规划内容内以生态保护修复为主，基本不进行开发建设、不对游客开放的区域。规划的生态保育区包含了广潮元生态保育区、卓马坑生态保育区和水湖景区、莲花塘景区的部分区域，区内拥有大面积的原始次生林和丰富野生动物资源。面积约 2388.1 hm^2，其中林地面积 2385.5 hm^2(包括国有林 2102.83 hm^2、集体林 282.67 hm^2)。

生态保育区内严禁任何单位和个人非法采摘、挖掘、移植、引种、出卖和收购区内珍稀濒危物种。除经批准的科研活动外禁止任何单位和个人进入，也不得开展旅游和生产经营活动。

4.4.3.4 保护区划

根据森林公园总体规划要求及现有森林旅游资源和土地利用状况，突出重点，方便管理，最大限度地发挥森林公园多种功能和效益，把森林公园分为一级保护区、二级保护区和游憩展示区。

(1) 一级保护区(对应于国家公园的核心保护区)

包括卓马坑生态保育区和广潮元生态保护区的全部范围以及莲花塘景区的部分范围。面积 1748.3hm^2。指公园内自然生态系统和生物栖息地、空间连续的核心分布区、自然环境脆弱的地域。禁止新建、改建、扩建任何与防洪、保障供水和保护水源等无关的建设项目。禁止从事可能污染饮用水水体的活动。杜绝任何对亚热带阔叶林生态系统有干扰和破坏的人为活动。严禁任何单位和个人非法采摘、挖掘、移植、引种、出卖和收购区内珍稀濒危物种。除经批准的科研活动外禁止任何单位和个人进入，也不得开展旅游和生产经营活动。定期开展对森林、湿地等生态系统和野生生物的影响评估工作。

(2) 二级保护区(对应于国家公园的生态保育区)

包括水湖景区和枫楼景区的全部区域，莲花塘景区和莲花溪景区的部分区域，面积2593hm^2。是一级保护区的生态屏障，主要功能：保育资源和生态环境恢复，开展沿生态小道小规模、低密度的线性专业生态教育活动，为公园内的科学考察、环境教育、生态体验等活动提供空间；保护利用要求：实行严格保护，促进自然生态系统的恢复与更新，禁止开展经营性活动。一律禁止随意改变用途；已经改变用途的，应采取措施限期恢复。

(3) 游憩展示区(对应于国家公园的游憩展示区)

包括莲花塘景区和莲花溪景区的部分区域，面积 239.7hm^2。可开展与保护目标相协调的游憩活动，展示大自然风光和人文景观，承担集中游憩、展示、教育功能的区域，具有观光游憩、科普教育、社区引导等功能。在保护前提下适度开展生态旅游、环境教育，在不影响当地居民正常生活方式和经济活动的条件下为公众提供公共娱乐；合理科学安排建设用地，总指标不突破 5%，使用环保材料。

4.4.3.5 与本工程相对位置关系

根据《钱江源国家森林公园总体规划(2016～2025)》及开化水库库区淹没范围(正常蓄水位 251m)和工程布置，开化水库库尾回水至齐溪水库大坝坝下，约有 3.64km 河道及 27.18hm^2 淹没区涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)。另外，复建 G205 国道有 1.1km 涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)。本工程枢纽建设区、供水工程及施工区等土建施工区均不涉及国家森林公园保护范围。

4.4.4 钱江源省级湿地公园

4.4.4.1 湿地公园概况

2011 年，浙江省林业厅以浙林资函(2011)4 号批复同意建立开化钱江源省级湿地公园。

钱江源省级湿地公园位于开化县西北部，钱塘江源头。范围从齐溪水库大坝起至莲花尖与江西、安徽交界处，包括齐溪水库人工湖泊及主要支流上的湿地、河滩、林带，以及水库第一层山脊线以内部分山体、村庄等。钱江源省级湿地公园总面积约 800hm^2，其中湿地面积约 318hm^2 钱江源湿地公园突出钱塘江源头水资源保护，在实施人工湖泊生态系统修复工程、保护湿地生态系统完整性、维护湿地生态过程和生态服务功能的基础上，充分发挥钱江源头湿地的多种功能效益，合理、适度地开展湿地的综合开发和利用，为公众提供了一个适合度假、旅游的休闲场所。

4.4.4.2 与本工程相对位置关系

钱江源省级湿地公园下边界为齐溪水库大坝，本工程回水至齐溪水库大坝坝下。开化水库淹没区、枢纽区及供水管线均不涉及钱江源省级湿地公园。

4.5 水土流失现状

按全国水土流失类型区的划分，开化县属于水力侵蚀为主的类型区——南方丘陵红壤区，水土流失类型主要为水力侵蚀，其表现形式以坡面面蚀为主，同时部分地区还分布着一定数量的沟蚀，由于地面坡度大，降雨多，也存在着少量以滑坡、崩塌为表现形式的重力侵蚀。

根据《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》(办水保[2013]188 号)，开化县不属于国家级的水土流失重点防治区。根据《关于公布省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(公告[2015]2 号)，工程区涉及浙江省钱江源水土流失重点预防区。

经调查及项目区其它生产建设项目的水土保持监测，区域内平均土壤侵蚀模数背景值约 300t/km^2.a。

4.6 社会环境

4.6.1 行政区划及人口

衢州位于浙江省西部，钱塘江上游，金衢盆地西端，辖柯城区、衢江区、江山市、龙游县、常山县和开化县。

开化县位于浙江省西部、浙皖赣三省交界处。地理坐标为北纬 28°54′30″至 29°29′59″、东经 118°1′15″至 37′50″之间。东北邻淳安县，东南连常山县，西与西北分别与江西的玉山县、德兴市、婺源县相依，北接安徽休宁县。县境周长 297.73km，南北长 66km，东西宽 59.2km，县域总面积 2236.61km^2。现辖 8 镇 6 乡，255 个行政村。现有总人口 359868 人，其中城镇人口 94791 人。

4.6.2 水源保护区及取用水

4.6.2.1 水源保护区

评价范围内开化县境内的集中式饮用水水源保护区有马金溪开化饮用水源保护区；另外，在马金溪干流上有 1 处马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区，池淮溪干流上分布 1 处池淮镇立江村地下水农村饮用水水源保护区。

(1) 马金溪开化饮用水源保护区

马金溪饮用水源保护区始于密赛水文站，终于龙潭大坝，全长 3.96km。保护区内设一级保护区和二级保护区。

其中一级保护区范围：水域范围为龙潭大坝至江头山人口渡(一级保护区水域面积为 0.19km^2)，河道长度为 1.76km；陆域保护区范围为以江头山和钟山的分水岭为界(河道两侧第一山脊线集雨区范围)，陆域面积为 1.59km^2。

二级保护区范围为江头山人口渡至密赛水文站，二级保护区水域面积为 0.22km^2，河道长度为 2.2km；陆域保护区范围为以江头山和钟山的分水岭为界，陆域面积为 5.16km^2。整个保护区水质目标执行Ⅱ类标准。

本工程坝址距离马金溪开化饮用水源保护区上边界 28.3km。



图 4.6-1 马金溪开化饮用水水源保护区

(2) 马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区

马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区位于马金溪干流上，通过马金自来水厂供水至附近村镇生活使用。该保护区分为一级保护区和二级保护区，又各分为陆域和水域部分，其中涉及马金溪河道长度约 3.3km。

本工程坝址距离马金镇姚家源村马金溪农村饮用水源保护区上边界 4.8km，供水隧洞下穿该饮用水水源保护区的二级保护区（陆域）0.36km。



图 4.6-2 马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区

(3) 池淮镇立江村地下水农村饮用水水源保护区

池淮镇立江村地下水农村饮用水水源保护区位于池淮溪干流上，通过立江村自来水厂供水至该村生活使用。该保护区分为陆域和水域部分，保护区外边界范围控制坐标点为 118°15′27.3″，29°09′52.9″；118°15′17.7″，29°09′31.8″；118°15′35.7″，29°09′31.6″；118°15′34.8″，29°09′37.2″；118°15′33.2″，29°09′50.9″，涉及池淮溪河道长度约 750m。

本工程向池淮溪供水，供水管道出口位于该饮用水源水源保护区下边界以下 10.9km，本工程建设不涉及该农村饮用水水源保护区。

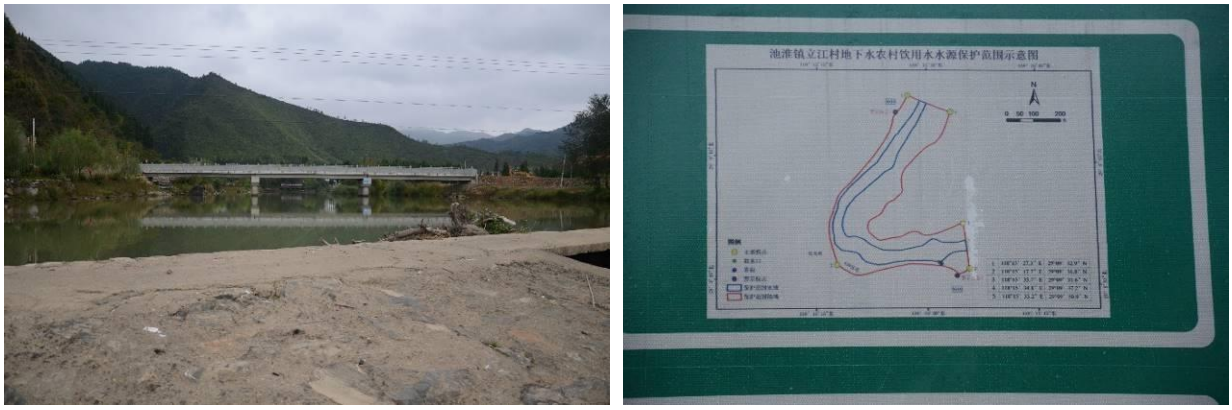


图 4.6-3 立江村地下水农村饮用水水源保护区

4.6.2.2 取用水

(1) 区域供水现状

乡镇供水除了镇区有乡镇水厂外，大部分行政村都是采用分散饮用水工程供水，供水规模较小，供水保障程度不高，具体见“2.1.2.3 供水现状”。

(2) 区域供水规划

根据《开化县水资源综合规划》，开化县供水规划采用集中与分散相结合供水体制，城区、乡镇和村庄采用不同的供水方式。

① 建设路城区供水一体化体系，即城(关)华(埠)一体化供水。扩建城关水厂工程，实行城华供水统一供水，近期供水规模达到 5 万 t/d，远期供水规模达到 10 万 t/d。现状一期工程已经建成。

② 建立城镇集约化供水系统，以镇政府驻地为中心建立水厂，向城镇及周边乡村统一供水；

③ 建立村级供水系统，对地处偏远山区的村庄，以行政村为单位，建设小型供水系统。具体供水工程规划详见表 4.6-1。

开化县供水工程及 2020 年水源地规划

表 4.6-1

水厂类别	水厂名称	2020 年规划能力(万 t/d)	供水区域	水源地	备注
城华一体化供水	城关净水厂	10	城关、华埠镇、池淮镇	马金溪(龙潭大坝上游)	近期扩建到 5 万 t/d，向硅电子工业园区、华埠镇及沿线村庄供水
乡镇及村供水	马金镇水厂	1.20	马金镇	马金溪	
	村头镇水厂	0.25	村头镇	村头溪	
	杨林镇水厂	0.25	杨林镇	龙山溪	
	苏庄镇水厂	0.08	苏庄镇	苏庄溪	
	齐溪镇水厂	0.15	齐溪镇	齐溪水库	
	桐村镇水厂	0.15	桐村镇	龙山溪	
	林山乡水厂	0.15	林山乡	蚂蟥溪	
	音坑乡水厂	0.23	音坑乡	中村溪	
	大溪边水厂	0.15	大溪边乡	村头溪	

目前开化水库正在筹建过程中，根据马金溪流域综合规划，在开化水库建成后，通过水源工程与水厂工程建设，将马金镇、音坑乡、村头镇、中村乡、池淮镇、桐村镇纳入城乡一体化供水，主要工程包括：扩建岙滩原水厂(位于城关镇)和马金镇水厂，新建岙滩原水厂二区和音坑-中村乡水厂。开化水库供水工程取水口位于水库大坝溢洪道下游 120m 处，通过设置输水堰坝形成。其中岙滩原水厂及其二区负责开化中心城区及下游的池淮镇与桐村镇的供水，马金镇水厂负责马金、村头两镇及马金镇至音坑乡沿马金溪两岸村庄的供水，音坑-中村乡水厂规模相对较小，负责水厂附近音坑、中村乡的供水。

开化水库输水系统受水水厂规模(2030 水平年)

表 4.6-2

序号	水厂名称	最大供水规模(万 m^3/d)	设计流量(m^3/s)	供水区域
1	岙滩原水厂及其二区	17.45	2.02	开化县城城区、池淮镇、桐村镇
2	马金镇水厂	2.94	0.34	马金、村头镇及音坑乡部分村庄
3	音坑-中村乡水厂	0.29	0.03	中村乡及音坑乡部分村庄
	总计	20.68	2.39	

(3) 水源地及备用水源地

① 现状水源地

开化县目前唯一的城区供水水源为马金溪龙潭大坝处，是开化县自来水厂的饮用水源。马金溪龙潭大坝上游水量充足，水质良好，为开化城区仅有供水水源，目前水质为

II 类水。

② 应急备用水源

马金溪支流中村溪的茅岗水库规划作为开化县备用水源，《浙江省水功能区水环境功能区划》(2015 版)对其划分了饮用水源保护区划分方案。茅岗水库是一座以发电为主，结合灌溉、养殖综合利用的中型水库。水库控制集水面积 30km^2，总库容 0.1125 亿 m^3，正常库容 0.0875 亿 m^3，兴利库容 0.0845 亿 m^3。

4.6.3 人群健康

2017 年末，开化县卫生计生系统共有医疗卫生机构 199 家，其中综合性医院 2 家、中医院 1 家、妇幼保健院 1 家、临床检验检测中心 1 家、乡镇卫生院及村卫生站室 141 家。拥有床位 1477 张，卫生技术人员 1417 人。分级诊疗制度全面实施，国家卫生县城成功获评，9 个省级卫生乡镇、3 个市级卫生乡镇创建成功，入选全国健康促进试点县。

4.6.4 污染源

4.6.4.1 工业污染源

根据开化县环境统计数据，纳入环境统计口径的工业企业共计 64 家，其中废水处理达标未纳管排放的工业企业见图 4.6-5，总计 41 家，废水年排放量约 486.7 万 t，其中 COD 436.64t、氨氮 54.96t、总氮 106.45t、总磷 4.5t。由图可见企业主要位于马金溪流域华埠工业功能区块。



图 4.6-4 开化境内主要废水排放工业企业分布图

开化境内主要工业企业污染源情况一览表

表 4.6-3

序号	企业名称	受纳水体	废水排入(吨)	COD(t/a)	氨氮(t/a)	总氮(t/a)	总磷(t/a)
1	开化家家红炭业有限公司	华埠镇马尪溪	500	2.80	0.40	0.50	
2	浙江欧瑞焊材制造有限公司	华埠镇马金溪	80000	7.25	0.23	4.23	0.00
3	浙江泰明光伏有限公司	华埠镇马金溪	250000	23.60	0.36	0.86	0.15
4	浙江开化元通硅业有限公司	华埠镇马金溪	80000	7.50	0.80	1.80	
5	浙江华康药业股份有限公司	华埠镇池淮溪	386975	31.68	1.70	6.80	0.05
6	浙江金西园科技有限公司	华埠镇马金溪	170000	16.80	0.80	3.50	
7	浙江开化建科电子科技有限公司	华埠镇马金溪	180000	15.70	0.20	1.20	
8	浙江能河电子科技有限公司	华埠镇马金溪	97000	10.65	0.52	2.85	
9	浙江旭盛电子有限公司	华埠镇马金溪	50000	4.30	0.50	0.50	
10	浙江优立环境科技有限公司	华埠镇马金溪	1800	0.28	0.00	0.01	
11	开化金箭电子科技有限公司	池淮镇池维溪	140500	12.60	2.00	2.00	2.80
12	浙江星宇能源科技有限公司	华埠镇马金溪	65000	6.10	0.48	0.88	1.50
13	浙江明峰电子科技有限公司	马金镇马金溪支流上游	71000	6.57	0.18	2.00	
14	浙江矽友电子有限公司	华埠镇马金溪	200000	16.23	0.25	5.36	
15	开化国邦化工有限公司	池淮镇池维溪	50000	4.80	0.75	1.20	
16	开化天目硅科技有限公司	音坑乡马金溪	95000	8.80	1.50	2.80	
17	开化瑞达塑胶科技有限公司	桐村镇龙山溪	130000	12.00	0.60	3.00	
18	浙江正荣香料有限公司	华埠镇马金溪	105000	8.95	3.88	6.35	
19	浙江胡涂硅有限公司	华埠镇马金溪	135000	10.60	1.20	2.00	
20	浙江凯盛压缩机有限公司	华埠镇马金溪	55000	5.20	0.70	1.20	
21	浙江省开化县华德食品有限公司	芳村溪	90000	8.56			
22	浙江海宇润滑油有限公司	华埠镇龙山溪	85000	7.86	4.80	4.80	
23	开化县屠宰场	华埠镇马金溪	220000	18.67	6.56	6.56	
24	衢州三成照明电器有	华埠镇马金溪	94300	8.56	0.00	0.00	0.00

	限公司						
25	浙江泰康药业集团有限公司	华埠镇马金溪	95000	8.80	1.20	2.00	
26	浙江天童食品有限公司	马金镇马金溪小支流汇入口上游	220000	20.60	2.00	3.50	
27	浙江龙鼎电子有限公司	华埠镇马金溪	80000	7.02	3.85	4.30	
28	浙江华和五金制品有限公司	华埠镇马金溪	95000	8.95			
29	浙江普康化工有限公司	华埠镇龙山溪	110000	10.01	1.60	3.00	
30	开化前沿防水材料有限公司	华埠镇马金溪	86000	7.80	4.80	4.80	
31	衢州凯瑞科技有限公司	华埠镇马尪溪	90000	5.63	0.00	0.00	
32	浙江硅宏电子科技有限公司	华埠镇马尪溪	200000	18.55	2.12	3.50	
33	开化衢盛化工厂	池淮镇池维溪	50000	4.50	0.45	0.70	
34	浙江华友电子有限公司	华埠镇马金溪	180000	16.00	0.01	3.50	
35	浙江矽盛电子有限公司	华埠镇马金溪	223000	20.40	1.80	3.10	
36	开化县亿普信电子有限公司	华埠镇马金溪	60000	4.90	0.70	1.20	
37	衢州莱特烟具有限公司	桐村镇龙山溪	100000	9.50	0.42	1.30	
38	浙江香乡门业有限公司	华埠镇马金溪	80000	6.20	0.80	5.25	
39	开化县同欣硅业有限公司	华埠镇马金溪	185000	17.80	1.01	3.50	
40	开化河星鞋业有限公司	华埠镇马金溪	90000	5.80	4.58	5.20	
41	浙江诚泰电子科技有限公司	华埠镇马金溪	91000	8.12	1.20	1.20	
总计			4867075	436.641	436.64	54.96	4.50

4.6.4.2 集镇污水厂集中污染源

据开化县住建局提供统计资料，开化境内共有 7 座集镇污水厂建成运行，均采用生化+深度处理工艺，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准，最终均汇入马金溪。7 座集镇污水厂中，除城市污水厂和华埠污水厂接纳一定比例的工业废水外，其余 5 座污水厂收集污水均以城镇生活污水为主。总设计规模 31790t/d，实际处理规模 14830t/d。集镇污水厂污染物排放量分别为污水量 541.3 万 t/a、COD 270.65t/a、氨氮 39.24 t/a、总氮 81.19t/a、总磷 2.71t/a。污染源排放情况详见表 4.6-4。

开化境内集镇污水厂集中污染源排放现状统计表

表 4.6-4

序号	乡镇名称	污水处理厂/处理站名称	现状排放量(t/a)				
			污水量(万 t/a)	COD (t/a)	氨氮 (t/a)	总氮 (t/a)	总磷 (t/a)
1	华埠镇(含县城)	城市污水处理厂	438.00	219.00	31.76	65.70	2.19
2		华埠污水处理厂	43.80	21.90	3.18	6.57	0.22
3	马金镇	马金集镇污水处理站	36.50	18.25	2.65	5.48	0.18
4	村头镇	村头集镇污水处理站	5.50	2.74	0.40	0.82	0.03
5	池淮镇	池淮集镇污水处理站	9.10	4.56	0.66	1.37	0.05
6	杨林镇	杨林集镇污水处理站	5.50	2.74	0.40	0.82	0.03
7	齐溪镇	齐溪集镇污水处理站	2.90	1.46	0.21	0.44	0.01
合计			541.3	270.65	541.30	270.65	2.71

4.6.4.3 城镇生活面源

城镇生活污水部分经收集后纳入污水厂处理达标排放，未收集部分均考虑以面源形式排放。开化县城镇生活污染面源排放量分别为污水量 93.18 万 t/a、COD 186.35 t/a、氨氮 19.38 t/a、总氮 24.23t/a、总磷 2.19t/a，面源污染排放量主要集中在华埠镇(含县城)，污染物排放量占比约 45.3%，其次为马金镇、池淮镇、桐村镇，占比分别为 15.8%、15.3%、13.8%。污染源排放情况详见表 4.6-5。

开化境内城镇生活污染面源排放现状统计表

表 4.6-5

序号	乡镇名称	集镇人口(人)	城镇游客规模(万人次/年)	城镇生活分散污染源现状排放量				
				污水量(万 t/a)	COD (t/a)	氨氮 (t/a)	总氮 (t/a)	总磷 (t/a)
1	华埠镇(含县城)	64532	457.41	42.19	84.38	8.78	10.97	0.99
2	马金镇	13894	/	14.71	29.41	3.06	3.82	0.35
3	村头镇	3752	/	8.22	16.43	1.71	2.14	0.19
4	池淮镇	6413	/	14.28	28.56	2.97	3.71	0.34
5	桐村镇	3514	/	12.83	25.65	2.67	3.33	0.30
6	杨林镇	1359	/	0.74	1.49	0.15	0.19	0.02
7	齐溪镇	289	/	0.21	0.42	0.04	0.05	0.00
合计		93753	457.41	93.18	186.35	19.38	24.23	2.19

4.6.4.4 农村生活面源

据开化县农办资料统计，截止 2016 年底，开化境内已建成农村生活污水处理设施共计 745 套，设计处理规模 12054 t/d，受益户数 49088 户，农村生活污水处理设施出水标准分别执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准、一级 B 标准，《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中二级标准，农田灌溉水质标准(GB5084-2005)。开化境内农村生活污染源排放量分别为污水量 740.7 万 t/a、COD 996.57 t/a、氨氮 227.22 t/a、总氮 324.38 t/a、总磷 24.05t/a，其中华埠镇排放量相对较大，占比约 16.7%，其次为马金镇、音坑乡，占比分别为 12.2%、11.8%。排放情况详见表 4.6-6。

开化境内农村生活污染面源排放现状统计表

表 4.6-6

序号	乡镇名称	农村人口(人)	乡村游客规模(万人次/年)	农村生活污染源现状排放量				
				污水量(万t/a)	COD (t/a)	氨氮 (t/a)	总氮 (t/a)	总磷 (t/a)
1	华埠镇(含县城)	42273	/	123.44	168.24	40.36	62.14	3.54
2	马金镇	29747	42.353	90.25	107.03	23.14	33.30	2.54
3	村头镇	14214	/	41.50	47.55	10.16	14.72	1.13
4	池淮镇	25466	42.353	77.75	98.76	22.81	35.25	2.33
5	桐村镇	14760	/	43.10	77.24	18.52	24.16	2.06
6	杨林镇	15004	25.4118	45.84	60.09	13.40	18.69	1.55
7	齐溪镇	6925	84.706	27.00	38.09	8.61	11.65	0.93
8	林山乡	18629	/	54.40	80.57	18.60	25.19	2.09
9	音坑乡	28073	67.7648	87.39	98.86	21.16	31.11	2.30
10	中村乡	9491	/	27.71	39.42	8.98	12.47	1.02
11	长虹乡	14179	84.706	48.18	80.13	18.86	24.69	2.08
12	何田乡	11599	/	33.87	54.41	12.67	16.60	1.38
13	大溪边乡	13789	/	40.26	46.17	9.94	14.41	1.10
合计		244149	347.29	740.70	996.57	227.22	324.38	24.05

4.6.4.5 畜禽养殖面源

根据开化县农业局统计资料，全县分布有 61 家规模化生猪养殖场(年出栏量≥规 0 头)、15 家规模化家禽养殖场(年出栏量≥规模化家羽)，养殖场清粪工艺以干清粪为主，现状畜禽养殖排泄物综合利用率为 96%。开华境内畜禽养殖污染源排放量分别为 COD 583.93t/a、总氮 139.84 t/a、氨氮 53.34t/a、总磷 20.71t/a，其中华埠镇排放量相对较大，COD、总氮、氨氮、总磷排放量占比分别为 30.7%、32.1%、30.4%、35.4%，其次为马金镇、池淮镇。排放情况详见表 4.6-7。

开化县各乡镇现状畜禽养殖污染源

表 4.6-7

序号	乡镇	牛(kg/年)				猪(kg/年)				家禽(kg/年)				合计(t/a)			
		COD	总氮	氨氮	总磷	COD	总氮	氨氮	总磷	COD	总氮	氨氮	总磷	COD	总氮	氨氮	总磷
1	华埠镇(含县城)	6335.88	1536.44	385.74	108.07	85469.11	18115.25	8584.73	2248.55	87261.07	25215.53	7231.81	4980.93	179.07	44.87	16.20	7.34
2	马金镇	181.03	43.90	11.02	3.09	69554.08	14742.05	6986.19	1829.85	17195.60	4968.95	1425.10	981.54	86.93	19.75	8.42	2.81
3	村头镇	1810.25	438.98	110.21	30.88	10666.73	2260.82	1071.39	280.62	3982.82	1150.90	330.08	227.34	16.46	3.85	1.51	0.54
4	池淮镇	135.77	32.92	8.27	2.32	43343.15	9186.62	4353.49	1140.28	29506.53	8526.40	2445.37	1684.26	72.99	17.75	6.81	2.83
5	桐村镇	4027.81	976.73	245.22	68.70	31629.37	6703.87	3176.93	832.11	8455.84	2443.46	700.78	482.67	44.11	10.12	4.12	1.38
6	杨林镇	4978.20	1207.20	303.08	84.91	8267.26	1752.25	830.38	217.50	3104.25	897.02	257.27	177.19	16.35	3.86	1.39	0.48
7	齐溪镇	271.54	65.85	16.53	4.63	4506.64	955.19	452.66	118.56	1517.52	438.51	125.77	86.62	6.30	1.46	0.59	0.21
8	林山乡	16201.76	3928.88	986.39	276.36	15312.98	3245.60	1538.07	402.86	7495.79	2166.03	621.22	427.87	39.01	9.34	3.15	1.11
9	音坑乡	5747.55	1393.77	349.92	98.04	32920.72	6977.57	3306.64	866.09	11426.87	3301.98	947.01	652.25	50.10	11.67	4.60	1.62
10	中村乡	0.00	0.00	0.00	0.00	7983.69	1692.15	801.90	210.04	2480.49	716.78	205.57	141.59	10.46	2.41	1.01	0.35
11	长虹乡	5249.73	1273.05	319.61	89.55	15190.82	3219.71	1525.80	399.64	10285.73	2972.23	852.44	587.12	30.73	7.46	2.70	1.08
12	何田乡	5113.96	1240.12	311.35	87.23	10902.32	2310.76	1095.06	286.82	3479.67	1005.51	288.38	198.62	19.50	4.56	1.69	0.57
13	大溪边乡	271.54	65.85	16.53	4.63	9074.36	1923.32	911.45	238.73	2586.87	747.52	214.39	147.66	11.93	2.74	1.14	0.39
合计		50325.03	12203.69	3063.86	858.40	344821.23	73085.15	34634.71	9071.65	188779.04	54550.83	15645.18	10775.66	583.93	139.84	53.34	20.71

4.6.4.6 农田面源

根据研究范围内各乡镇农业种植面积，结合当地氮肥、磷肥施用水平，参考《浙江省水环境容量及其技术支持系统研究》中流失系数，得到开化县各乡镇农田径流污染源排放现状。开化境内污染源排放量分别为总氮 582.35t/a、氨氮 76.86 t/a、总磷 17.89t/a，其中华埠镇排放量相对较大，总氮、氨氮、总磷排放量占比分别为 21.5%、21.5%、21.5%，其次为马金镇、池淮镇。污染源排放情况详见表 4.6-8。

研究范围内各乡镇农业种植面积统计一览表

表 4.6-8

序号	乡镇	水田 (公顷)	旱地 (公顷)	茶园 (公顷)	桑园 (公顷)	柑桔园 (公顷)
1	华埠镇(含县城)	3092.80	1272.27	1529.53	33.33	19.00
2	马金镇	1756.18	1067.46	370.47	63.00	218.07
3	村头镇	662.25	407.86	206.87	0.00	14.53
4	池淮镇	2126.75	617.08	547.60	31.60	8.07
5	桐村镇	799.56	384.43	142.00	65.40	0.00
6	杨林镇	1009.09	306.81	76.87	2.00	1.33
7	齐溪镇	299.11	199.57	480.33	0.00	47.73
8	林山乡	486.14	450.69	503.67	160.80	49.33
9	音坑乡	1391.94	402.93	442.33	1.80	101.00
10	中村乡	626.49	276.35	136.53	59.67	0.00
11	长虹乡	1014.27	312.85	87.33	19.33	0.00
12	何田乡	422.79	678.12	1006.67	0.00	0.00
13	大溪边乡	480.71	393.47	252.67	80.00	199.13
合计		14168.08	6769.89	5782.87	516.93	658.20

4.7 环境质量及主要环境问题

4.7.1 环境质量现状评价

4.7.1.1 地表水环境

(1) 监测点位

为了解工程所在区域地表水环境质量现状，我院委托浙江鼎清环境检测技术有限公司于 2017 年 11 月下旬及 2018 年 4 月上旬对齐溪库区、开化水库坝址、八甲坝、底本、龙潭大坝、高源村、17 省道 s317 桥、文图村、山坑、后山村、615 县道、开马线、615 县道金村溪桥、白渡桥村、叶家村、杨村、长虹溪、张湾溪各设至了 1 处地表水监测点位。监测因子包括地表水监测常规监测因子。

(2) 采样时间、频率及分析方法

浙江鼎清环境检测技术有限公司于2017年11月下旬及2018年4月上旬对进行了2期监测，各采样点监测3天，每天各采样1次。分析方法按《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)中有关规定进行。

(3) 监测项目

监测项目按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)规定的基本项目并根据本工程特点确定，监测项目包括：pH、水温、DO、COD、BOD_5、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、高锰酸盐指数、硫酸盐、挥发酚、硝酸盐氮、氯化物、氟化物、石油类、氰化物、硫化物、LAS、总砷、总汞、硒、铜、锌、铅、镉、总铬、铁、锰、粪大肠菌群等30项。

(4) 监测结果

监测单位对各地表水监测点位分三天采样1次，采用极值法选出较差的监测数据，用单因子指数法进行分析，2017年11月监测结果见表4.7-1，2018年4月监测结果见表4.7-2。

本次监测结果表明：2017年11月22日～24日各断面粪大肠菌群超标，17省道s317桥氨氮超标，其余各断面主要监测因子均能满足II类标准。2018年4月9日～11日监测期间，各断面粪大肠菌群、底本与高源村断面出现COD超标的情况外，其余各断面主要监测因子均能满足Ⅱ类标准。总体来看，本次监测的河流水质整体较好。

2017年11月各断面水质监测结果一览表

表4.7-1

项目	齐溪库区	开化水库坝址	八甲坝	龙潭大坝
pH值	7.11	7.12	7.12	7.14
水温(℃)	14.4	14.4	14.2	14.5
DO	8.1	8.3	8.1	8.1
COD	13.0	7.29	＜4	＜4
BOD_5	2.76	＜0.5	＜0.5	＜0.5
氨氮	0.120	0.100	0.115	0.133
总氮	0.210	1.45	0.566	0.546
总磷	0.010	0.021	0.010	0.010
悬浮物	21	20	20	21
高锰酸盐指数	1.65	1.28	1.23	1.44
硫酸盐	<2	2.10	<2	5.22
挥发酚	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
硝酸盐氮	0.348	0.983	0.361	0.343
氯化物	<3.0	＜3.0	<3.0	<3.0
氟化物	0.052	0.060	0.062	0.100
石油类	<0.02	＜0.02	<0.02	<0.02
氰化物	<0.004	＜0.004	<0.004	<0.004

硫化物	<0.005	＜0.005	<0.005	<0.005
LAS	<0.05	＜0.05	<0.05	<0.05
总砷	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	4.61×10^{-4}	$<1.0\times10^{-4}$
总汞	5.0×10^{-6}	$<1.5\times10^{-6}$	1.49×10^{-5}	1.96×10^{-5}
硒	1.07×10^{-3}	1.09×10^{-3}	1.10×10^{-3}	1.11×10^{-3}
铜	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
锌	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
铅	6.87×10^{-4}	2.99×10^{-3}	1.47×10^{-3}	8.52×10^{-4}
镉	2.75×10^{-3}	3.88×10^{-3}	1.02×10^{-3}	2.17×10^{-3}
总铬	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
铁	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰	2.13×10^{-2}	1.46×10^{-2}	<0.01	<0.01
粪大肠菌群(MPN/L)	**5400**	**5400**	**5400**	**9200**

注：字体加粗表示超标。

2018 年 4 月各断面水质监测结果一览表

表 4.7-1

项目	齐溪库区	开化水库坝址	八甲坝	龙潭大坝
pH 值	7.20	7.33	7.41	7.39
水温	20.5	20.6	20.6	20.9
DO	6.1	6.4	6.5	6.9
COD	11.2	5.80	7.05	8.71
BOD_5	2.87	＜0.5	＜0.5	1.74
氨氮	0.364	0.180	0.033	＜0.025
总氮	0.319	0.504	0.722	0.799
总磷	0.015	＜0.01	0.016	＜0.01
悬浮物	16	16	15	17
高锰酸盐指数	2.55	1.42	1.55	1.65
硫酸盐	10.1	13.7	11.1	14.9
挥发酚	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
硝酸盐氮	0.349	0.504	0.290	0.750
氯化物	12.7	14.7	14.7	13.7
氟化物	0.118	0.101	0.097	0.137
石油类	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
硫化物	0.010	0.011	0.006	0.021
LAS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
总砷	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
总汞	4.38×10^{-5}	4.77×10^{-5}	3.57×10^{-5}	5.47×10^{-5}
硒	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
铜	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
锌	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
铅	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$
镉	2.64×10^{-5}	$<2.5\times10^{-5}$	0.213	9.83×10^{-5}
总铬	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
铁	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰	<0.01	<0.01	<0.01	1.07×10^{-2}
粪大肠菌群*	**5400**	**3500**	**3500**	**2400**

注：字体加粗表示超标。

2017 年 11 月各断面水质监测结果一览表

续表 4.7-1

项目	底本	高源村	17 省道 s317 桥	文图村	山坑	后山村	615 县道	开马线	615 县道金村溪桥	白渡桥村	叶家村	杨村	长虹溪	张湾溪
pH 值	7.19	7.20	7.11	7.07	7.15	7.08	7.15	7.14	7.05	7.13	7.21	7.15	7.11	7.18
水温	14.3	14.1	14.5	14.5	14.3	14.4	13.8	14.1	14.3	14.1	14.5	14.3	13.8	14.5
DO	8.1	7.8	7.8	8.0	8.2	8.1	7.9	7.8	8.0	8.1	8.1	8.0	8.1	7.9
COD	7.29	＜4	＜4	＜4	4.05	＜4	＜4	＜4	＜4	＜4	＜4	14.2	13.0	12.6
BOD5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	2.74	2.68	0.62
氨氮	0.143	0.168	**0.571**	0.188	0.063	0.491	0.170	0.195	0.100	0.145	0.354	0.143	0.170	0.193
总氮	0.776	0.536	1.36	0.896	0.616	0.836	0.696	0.596	0.636	0.516	1.22	0.596	0.526	0.426
总磷	0.011	0.010	0.030	0.011	＜0.01	0.026	0.010	0.010	＜0.01	0.010	0.037	0.011	＜0.01	0.010
悬浮物	20	20	20	18	19	19	20	20	19	20	20	20	20	20
高锰酸盐指数	1.63	1.45	1.73	1.64	1.25	1.72	0.785	1.18	1.57	1.24	0.560	1.33	1.25	1.42
挥发酚	＜0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
氟化物	0.092	0.109	0.643	0.549	0.057	0.096	0.210	0.228	0.202	0.134	0.119	0.088	0.096	0.085
六价铬	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
石油类	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
硫化物	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
LAS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
总砷	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	8.10×10^{-4}	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$	$<1.0\times10^{-4}$
总汞	$<1.5\times10^{-6}$	4.42×10^{-5}	$<1.5\times10^{-6}$	2.82×10^{-5}	3.53×10^{-5}	2.64×10^{-5}	$<1.5\times10^{-6}$	3.68×10^{-5}	1.51×10^{-5}	$<1.5\times10^{-6}$	$<1.5\times10^{-6}$	$<1.5\times10^{-6}$	$<1.5\times10^{-6}$	$<1.5\times10^{-6}$
硒	1.11×10^{-3}	1.11×10^{-3}	1.09×10^{-3}	1.08×10^{-3}	1.04×10^{-3}	1.07×10^{-3}	1.15×10^{-3}	1.12×10^{-3}	1.15×10^{-3}	1.09×10^{-3}	1.09×10^{-3}	1.06×10^{-3}	1.10×10^{-3}	1.10×10^{-3}
铜	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
锌	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
铅	6.49×10^{-4}	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	8.81×10^{-3}	4.98×10^{-4}	5.53×10^{-4}	4.09×10^{-4}	1.28×10^{-3}	$<2.5\times10^{-4}$	1.84×10^{-3}	1.39×10^{-3}	7.00×10^{-4}
镉	8.19×10^{-3}	6.60×10^{-3}	7.83×10^{-4}	1.40×10^{-3}	7.16×10^{-3}	8.18×10^{-4}	6.31×10^{-4}	9.71×10^{-4}	1.16×10^{-3}	1.38×10^{-3}	2.15×10^{-3}	1.17×10^{-3}	1.23×10^{-3}	6.85×10^{-3}
粪大肠菌群*	**3500**	**5400**	**5400**	**9200**	**3500**	**2400**	**5400**	**3500**	**5400**	**3500**	**3500**	**5400**	**9200**	**5400**

注：字体加粗表示超标。

2018 年 4 月各断面水质监测结果一览表

续表 4.7-2

项目	底本	高源村	17 省道 s317 桥	文图村	山坑	后山村	615 县道	开马线	615 县道金村溪桥	白渡桥村	叶家村	杨村	长虹溪	张湾溪
pH 值	7.52	7.45	7.35	7.50	7.51	7.45	7.48	7.20	7.10	7.16	7.37	7.24	7.38	7.20
水温	20.8	21.0	20.8	20.8	20.4	20.5	20.7	20.9	20.8	20.9	20.7	20.8	21.1	21.1
DO	7.7	7.1	7.2	7.5	7.9	7.0	7.4	7.0	6.7	6.5	6.9	7.2	6.9	7.1
COD	**17.4**	**19.5**	9.54	13.7	21.6	14.1	7.05	＜4	12.0	12.9	11.2	17.0	12.9	15.8
BOD5	4.40	4.74	2.73	2.823	5.44	3.44	＜0.5	＜0.5	3.11	3.40	2.74	4.22	3.32	3.83
氨氮	＜0.025	0.027	0.130	0.033	0.033	0.059	0.030	0.086	0.296	0.036	0.027	0.030	0.042	0.045
总氮	0.760	1.53	1.16	0.427	0.427	0.465	0.594	0.965	0.555	0.136	1.08	0.427	0.465	0.568
总磷	0.016	＜0.01	0.016	＜0.01	＜0.01	0.028	＜0.01	0.012	0.033	0.028	＜0.01	0.015	＜0.01	＜0.01
悬浮物	16	17	17	17	17	15	17	15	17	17	15	16	16	16
高锰酸盐指数	1.37	1.37	1.19	1.14	1.37	1.18	1.63	1.29	1.15	1.11	1.21	1.80	0.85	1.54
挥发酚	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
氟化物	0.143	0.243	0.262	0.262	0.122	0.071	0.179	0.160	0.118	0.109	0.101	0.101	0.101	0.109
六价铬	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
石油类	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
硫化物	0.014	0.018	0.017	0.011	0.009	0.021	0.013	0.010	0.009	0.003	0.011	0.013	0.006	0.009
LAS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
总砷	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
总汞	4.94×10^{-5}	4.22×10^{-5}	4.80×10^{-5}	3.44×10^{-6}	5.19×10^{-5}	3.21×10^{-6}	8.59×10^{-6}	9.96×10^{-6}	1.43×10^{-5}	1.58×10^{-5}	7.07×10^{-6}	2.08×10^{-5}	1.63×10^{-5}	2.80×10^{-5}
硒	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
铜	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
锌	3.48×10^{-2}	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
铅	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	6.51×10^{-4}	$<2.5\times10^{-4}$	8.59×10^{-4}	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-4}$
镉	1.48	$<2.5\times10^{-5}$	4.75×10^{-5}	$<2.5\times10^{-5}$	$<2.5\times10^{-5}$	$<2.5\times10^{-5}$	8.89×10^{-5}	6.08×10^{-4}	$<2.5\times10^{-4}$	$<2.5\times10^{-5}$	2.76×10^{-5}	$<2.5\times10^{-5}$	5.17×10^{-5}	$<2.5\times10^{-5}$
总铬	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
粪大肠菌群*	**5400**	**3500**	**2400**	**2800**	**5400**	**3500**	**5400**	**2800**	**2800**	**5400**	**3500**	**3500**	**2400**	**5400**

注：字体加粗表示超标。

4.7.1.2 地下水环境

(1) 监测点位

为了解工程所在区域地下水环境质量现状，我院委托浙江鼎清环境检测技术有限公司于 2017 年 11 月下旬对开化水库坝址右岸、发电引水隧洞进水口、隧洞引水终点池淮村、池淮镇、马金镇、桐村镇、华埠镇、音坑乡、村头镇各设至了 1 处地下水监测点位，监测因子包括地下水监测常规监测因子。

(2) 采样时间、频率及分析方法

浙江鼎清环境检测技术有限公司于 2017 年 11 月下旬进行了 1 期监测，各采样点监测 1 天，每天上午、下午各采样 1 次。分析方法按 GB5750《生活饮用水标准检验方法》中有关规定进行。

(3) 监测项目

监测项目按照《地下水环境质量标准》(GB/T14848-2017)规定的基本项目并根据本工程特点确定。监测项目包括：pH、高锰酸盐指数、硝酸盐氮、总硬度、氨氮、氟化物、氰化物、六价铬、总砷、总汞、铜、锌、铅、镉等 14 项。

(4) 监测结果

监测单位对各个地下水监测点位分上午和下午各采样 1 次，采用极值法选出较差的监测数据，用单因子指数法进行分析，分析结果见表 4.7-3。

从单因子指数分析结果可知，工程区域的地下水水质均满足Ⅲ类水水质要求。

地下水单因子分析结果一览表

表 4.7-3

指标	开化水库坝址右岸	发电引水隧洞进水口	池淮村	池淮镇	马金镇	桐村镇	华埠镇	音坑乡	村头镇
高锰酸盐指数	0.40	0.40	0.22	0.19	0.51	0.25	0.34	0.44	0.30
硝酸盐氮	0.33	0.36	0.17	0.16	0.37	0.17	0.01	0.09	0.16
总硬度	0.16	0.15	0.50	0.49	0.17	0.49	0.57	0.59	0.49
氨氮	0.14	0.19	0.12	0.09	0.39	0.29	0.34	0.38	0.25
氟化物	0.06	0.10	0.09	0.088	0.065	0.12	0.13	0.13	0.19
氰化物	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
六价铬	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
总砷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
总汞	ND	0.02	0.04	0.01	0.01	ND	0.02	0.01	0.08
铜	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
锌	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.31	0.32	ND
铅	0.09	ND	ND	0.03	ND	ND	0.04	0.11	ND
镉	0.12	0.14	0.09	0.12	0.16	0.03	0.07	0.30	0.23

注：ND 表示低于检出限。

4.7.1.3 环境空气

为了解工程所在区域环境空气质量现状，我院委托浙江鼎清环境检测技术有限公司于 2017 年 11 月下旬对工程区进行了监测，共布设 2 个点位，为主坝下游石柱村和隧洞引水终点池淮村。监测结果见表 4.7-4 和表 4.7-5。

由监测结果可知，主坝下游石柱村和隧洞引水终点池淮村现状除 TSP、PM_{10}(日均值外)，其余指标监测结果均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的一级标准。

环境空气现状评价结果一览表(日均值)

表 4.7-4 浓度单位：mg/m^3，污染指数无量纲

监测点位	CO			NO_2			TSP			PM_{10}		
	最大日均浓度	污染指数	超标率	最大日均浓度	污染指数	超标率	最大日均浓度	污染指数	超标率	最大日均浓度	污染指数	超标率
石柱村	1.2	0.3	/	0.010	0.125	/	0.312	2.6	160%	0.099	1.98	98%
池淮村	1.3	0.325	/	0.012	0.15	/	0.311	2.59	159%	0.094	1.88	88%

环境空气现状评价结果一览表(小时值)

表 4.7-5 浓度单位：mg/m^3，污染指数无量纲

监测点位	CO			NO_2		
	最大小时浓度	污染指数	超标率	最大小时浓度	污染指数	超标率
石柱村	1.3	0.13	/	0.014	0.07	/
池淮村	1.3	0.13	/	0.014	0.07	/

4.7.1.4 声环境

为了解工程所在区域声环境质量现状，我院委托浙江鼎清环境检测技术有限公司于 2017 年 11 月下旬对工程区进行了监测，共布设 6 个噪声监测点，即坝址下游石柱村、隧洞引水沿线的后山村、大淤村、高山村、城关镇和隧洞引水终点池淮村。监测结果见表 4.7-6。

由监测结果可知，各监测点位现状声环境质量均符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准。

声环境现状监测成果一览表

表 4.7-6 单位：dB(A)

监测点位	监测日期	监测时段	监测结果	1 类标准
坝址下游石柱村	2017-11-22	昼间	45.1	55
		夜间	42.8	45

隧洞引水沿线后山村	2017-11-22	昼间	45.5	55
		夜间	43.3	45
隧洞引水沿线大淤村	2017-11-22	昼间	47.2	55
		夜间	42.9	45
隧洞引水沿线高山村	2017-11-22	昼间	43.1	55
		夜间	43.3	45
隧洞引水沿线城关镇	2017-11-22	昼间	45.7	55
		夜间	41.2	45
隧洞引水终点池淮村	2017-11-22	昼间	47.9	55
		夜间	42.8	45

4.7.1.5 水温观测

(1) 观测范围

本工程研究的观测范围为齐溪库尾至华埠(马金村溪与池淮溪交汇前)，重点关注齐溪水库库区及入出库水温、开化水库、原规划密赛水库坝址处，以及研究河段的典型支流(金村溪、何田溪)。

(2) 观测位置及时段

为了能反映研究河段水温的变化规律及特征，拟对研究河段进行为期 1 年的水温观测，观测时段为 2017 年 12 月至 2018 年 11 月。

齐溪水库库区垂线水温观测：分别于降温期（12 月）、升温期（3 月和 5 月）和降温期（9 月）对齐溪水库进行 4 次的全库区沿程水温观测。每期观测在 1 日内完成。

干、支流河道水温观测：主要以选择研究河段已建水库的入库和出库、拟建梯级坝址、典型干支流断面为原则，共布置 6 处，分别为齐溪水库库尾入库马金溪河段、齐溪电站尾水（开化坝址处）、规划密赛坝址处、马金村溪与池淮溪汇口前（华埠镇），以及何田溪和金村溪两个典型支流。

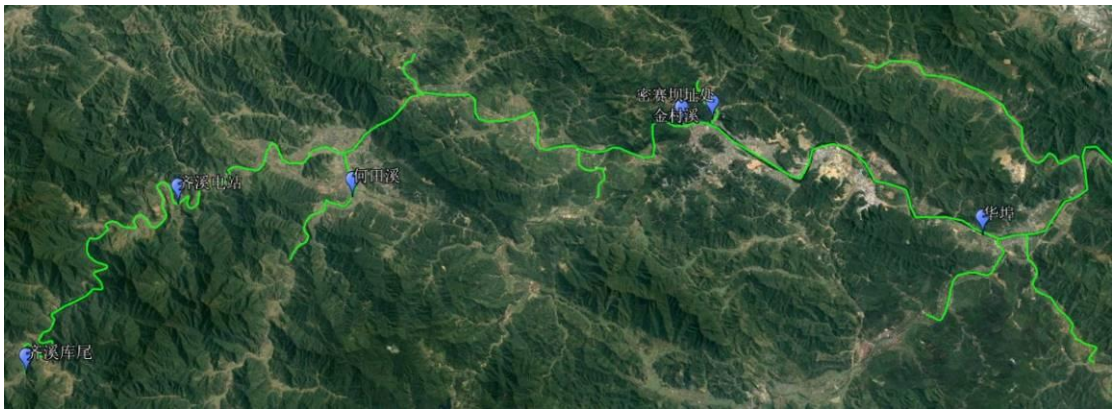


图 4.7-1 观测点位位置示意图

布设观测点位信息一览表

表 4.7-7

编号	点位名称	纬度	经度	现场调查与仪器布设时间	备注
1	齐溪库尾	29°25.7′	118°18.3′	11 月 30 日	干流
2	齐溪电站尾水	29°22′	118°23′	11 月 30 日	干流
3	和田溪	29°17.6′	118°23′	11 月 30 日	支流
4	密赛	29°09.2′	118°24.8′	11 月 30 日	干流
5	金村溪	29°08.3′	118°24.9′	11 月 29 日	支流
6	华埠	29°01.8′	118°21.1′	11 月 30 日	干流

(3) 水温观测成果分析

表 4.7-8 为研究河段各在线点位 2017 年 12 月～2018 年 11 月各月月均水温情况。

干流各点位最低水温出现在 1 月、2 月，沿程平均水温均在 10.0℃以下， 2 月~5 月为升温期，月均升温 4.3℃，各点位随时间的增温趋势一致。8 月水温最高，月均水温为 28.4～30.7℃，而后水温开始下降，10 月水温下降最为明显，相较 9 月最大温降 6.4℃。具体来看：

齐溪入库河段为山区天然河道，受海拔和局地气候影响，气温和水温均较低。由于水库的蓄热作用影响，齐溪电站尾水 12 月~2 月较上游库尾点位水温明显升高，12 月、1 月升温幅度分别达到 6.9℃、4.2℃，而在 6 月~9 月受水库水温分层和滞留影响而下泄水温又有所降低，7 月、8 月分别降低 3.8℃、5.8℃。

齐溪电站尾水~规划密赛坝址处，长约 30km，中间有何田溪、村头溪、中村溪等支流汇入，齐溪电站的水温影响在该河段内得到恢复，12 月~1 月两点位沿程降温 2.7℃，表现出较大的温将率（约 1℃/10km），6 月~9 月两点位沿程升温 5.1℃，其中 8 月最大升温 8.1℃。规划密赛坝址~华埠，长约 20km，沿程变化较小，最大变幅为 1.0℃（12 月），平均变幅为 0.6℃，表明该河段的水气基本趋向热平衡状态。

支流何田溪、金溪的水温过程与干流水温过程基本一致，其中何田溪较为接近干流规划密赛坝址处，而金溪与开化县城较近，水温较何田溪有所升温，与华埠过程接近。

研究河段各在线点位观测水温月均值

表 4.7-8

月份	马金溪干流				典型支流	
	齐溪入库	齐溪电站尾水	密赛	华埠	何田溪	金溪
2017 年 12 月	7.8	14.7	10.9	11.9	9.7	11.6
2018 年 1 月	6.5	10.7	9.0	9.5	8.1	10.0

2018 年 2 月	6.6	8.5	9.3	9.5	8.6	10.1
2018 年 3 月	11.7	/	13.6	14.1	13.5	14.3
2018 年 4 月	15.7	/	17.8	18.1	17.8	18.2
2018 年 5 月	19.6	/	21.6	22.5	21.4	21.8
2018 年 6 月	22.0	21.3	23.7	24.2	23.5	23.0
2018 年 7 月	25.7	21.9	27.4	28.2	27.3	26.6
2018 年 8 月	28.4	22.6	30.7	/	30.2	29.4
2018 年 9 月	25.3	23.4	27.7	/	26.8	26.8
2018 年 10 月	19.6	23.3	21.2	/	21.0	20.7
2018 年 11 月	/	19.5	16.6	17.6	15.7	16.9

备注：11 月数据截止 11 月 20 日，/表示数据缺失。

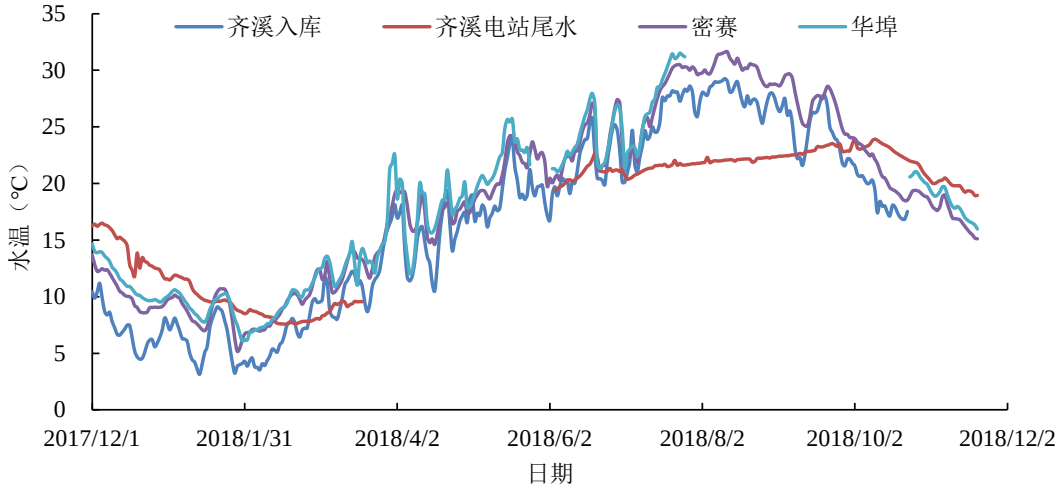


图 4.7-2 马金溪干流水温观测点位的日均水温过程

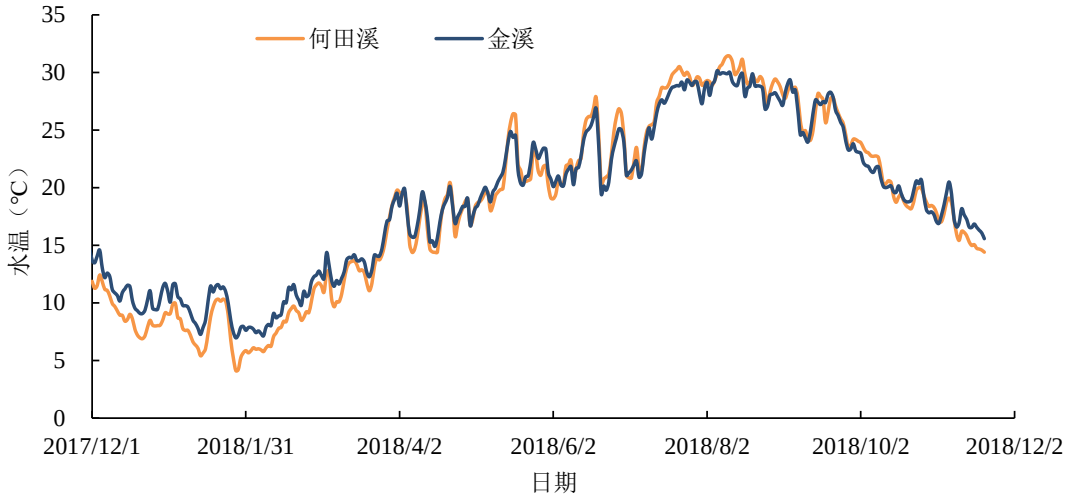


图 4.7-3 马金溪支流水温观测点位的日均水温过程

(5) 库区水温观测成果分析

为研究齐溪库区水温在纵垂向的分布规律，结合垂线观测结果（水温、水深及空间位置）及库区地形、水库运行调度资料，通过插值得到 4 期全库区二维水温分布，见图 4.7-4。

① 低温期 2017 年 12 月

2017 年 12 月 1 日，当日库区的运行水位为 279.93m，入库流量为 4.2m^3/s，出库流量 4.4m^3/s，入库水温 10.9℃，电站尾水水温 16.7℃。

12 月为低温期，气温较低，太阳辐射较弱，表层水体失热降温，表层水体密度增大而在垂向上发生密度掺混作用，进而使得库区段 30m 水深范围内水温为同温分布状态，但由于同温时间不足影响深度有限，坝前仍存在约 10m 厚度的滞温冷水层。入库水温低于水库库区水温，进入库区后在库尾区域由于密度作用呈现入流低温水沿库底的下潜、爬行现象。库尾至坝前，表层水温沿程基本保持不变，但库底水温变化明显，最大垂向温差出现在坝前为 5.4℃。

② 升温期 2018 年 3 月

2018 年 3 月 18 日，当日库区的运行水位为 278.81m，入库流量为 17.4m^3/s，出库流量 11.0m^3/s，入库水温 10.0℃。

3 月为升温期初期，气温及太阳辐射有所增强，但表层水体受冬季影响，初期热量较小，库区水温处于弱分层状态。受局部时段气象影响，表层水深 8m 内垂向混合比较均匀，水下 9m～20m 范围存在温跃层，温度梯度为 0.26℃/m，库底水温范围为 7.2℃～7.8℃，表底温差平均为 5.3℃。

③ 升温期 2018 年 6 月

2018 年 6 月 3 日，当日库区的运行水位为 279.19m，入库流量为 10.6m^3/s，出库流量 21.0m^3/s，入库水温 19.0℃，电站尾水水温 19.5℃。

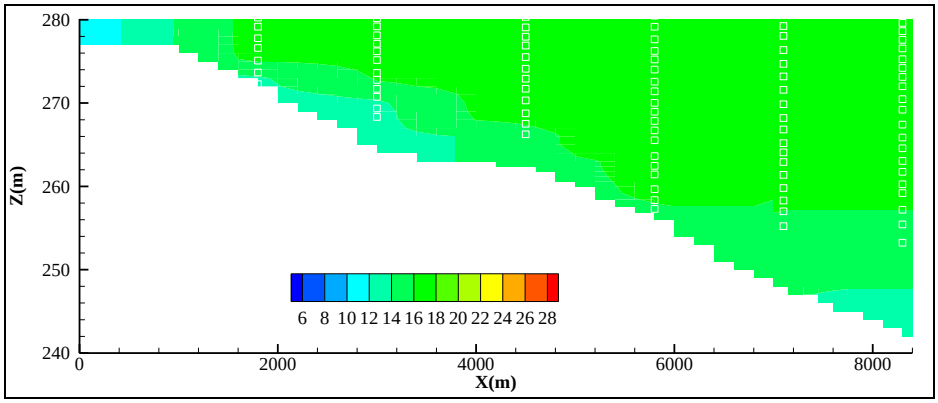
6 月为升温期末期，气温及太阳辐射较强，库区形成明显的分层状态。坝前表层水温为 23.6℃，库底水温为 8.0℃，垂向温差达到 15.6℃，垂向平均水温为 15.7℃。坝前主要垂向温差分布在表层至水下 30m，水深 22m 温度梯度分布较为均匀，平均为 0.29℃/m。取水口下方 5m 范围温度梯度为坝前垂向最大处，平均达 1.65℃/m。

④ 降温期 2018 年 9 月

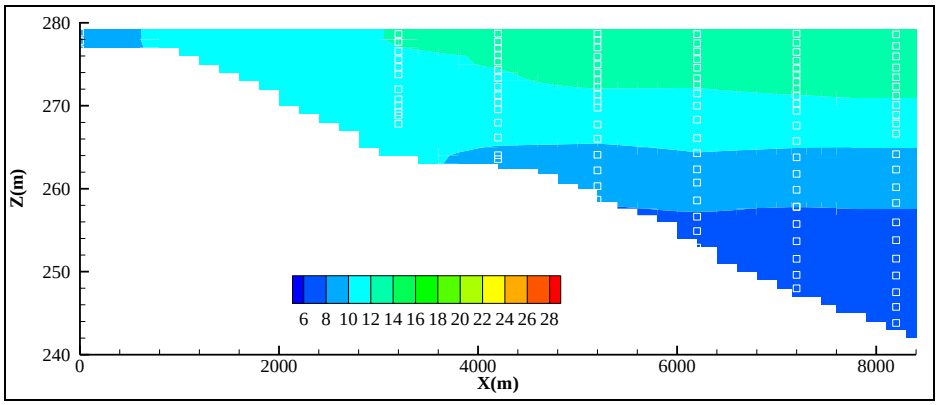
2018 年 9 月 10 日，当日库区的运行水位为 282.05m，入库流量为 0.2m^3/s，出库流量 0.2m^3/s，入库水温 22.0℃，电站尾水水温 22.7℃。

9 月为降温期初期，气温及太阳辐射较高温期有所降低，但受夏季的影响，水库水

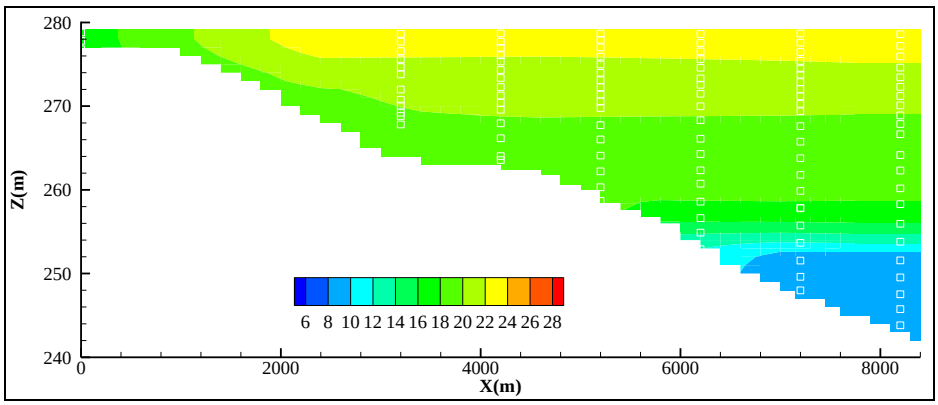
温处于全年较高状态，坝前仍保持较强的分层状态状态，但斜温层明显下移。坝前表层水温为 27.8℃，库底水温为 19.1℃，垂向温差达到 8.7℃，表层 10m 水体水温较高且基本同温，同温层以下为斜温层，斜温层的温度梯度约为 0.5℃/m。



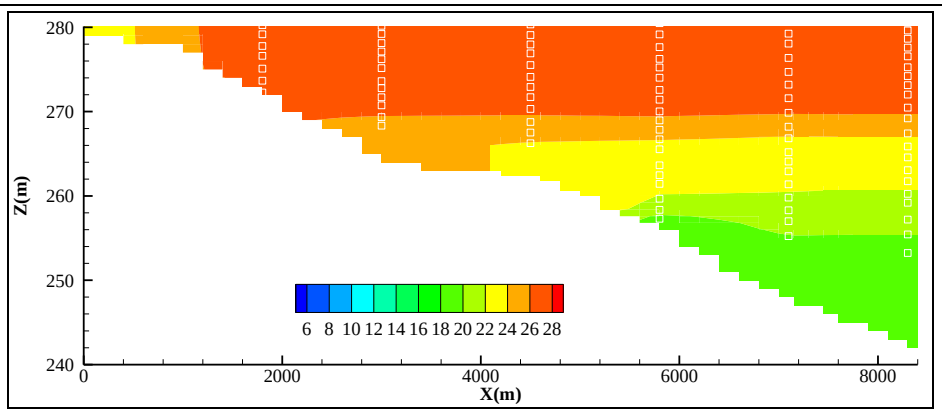
2017 年 12 月



2018 年 3 月



2018 年 6 月



2018 年 9 月

图 4.7-4 2017 年 12 月~2018 年 9 月齐溪库区水温分布图(□为实测点)

4.7.2 主要环境问题

(1) 水环境

从水环境角度来看，流域已开发工程使河段形成部分库区及坝下减脱水河段，其中以马金溪开发强度大，最为显著，河道形态变化较明显，但目前总体上流域库区及坝下减脱水河段长度较短，占河段总长比例较小。同时，流域已开发工程规模较小，对河段水文情势、水质、水温等水环境要素的影响相对较小。

(2) 水生生态

马金溪流域干支流梯级、水库的建设，导致库区河段水文条件变化，对流域水生态产生了累积影响。另外，工程建设带动了沿江地区的发展，随着工业化、城市化建设的不断加快，污染物排量上升，也给水生生态保护带来一定压力；历史上受高强度捕鱼、涉水工程施工和建筑、污水排放等影响，鱼类栖息环境变化大，资源衰退严重。

5　马金溪流域开发环境影响回顾性评价

5.1　流域开发现状

5.1.1　防洪现状

根据调查，位于汪家、霞山电站、上溪、姚家源等重要村庄的堤防基本可以达到 5 年一遇，马金镇镇区、上底本、下底本、前洲村、福州村、青山头村、姚家村、音坑乡乡镇等重要乡镇、村庄的堤防能达到 20 年一遇的防洪，其他大部分地区基本达不到 5 年一遇。位于城关镇的龙潭大坝～高窑段右岸堤防、岙滩开发区左岸堤防、上甸段牛栏坞～上甸山体、华埠金星大桥～大坝头大桥段右岸堤防、华埠镇东岸大桥～华埠大桥左岸堤防均已达到了 20 年一遇的防洪标准要求。

青山底段挂榜山～张家村段、毛力坑段南淤～下星口段右岸现状堤防已达到 10 年一遇，远期可通过加固加高达到 20 年一遇的设防要求；华埠镇东岸村～茅棚段左岸堤防已有 20 年一遇的防洪能力。

其余地段，如五里圩新区段上窑～下游山体段、下茨村～独山、渔梁大桥～界首村等地段基本无防冲堤，缺少防洪挡水的屏障，防洪能力多低于 5 年一遇，甚至遭遇 2 年一遇洪水就要受淹，与开化县的社会经济发展需求不适应。

马金溪～常山港干流两侧为开化县域发展核心，现状仅开化县城老城区堤防设计防洪标准达到 20 年一遇，其余乡镇现状防洪标准基本为 5～10 年一遇。特别是华埠镇老城区，位于三溪汇流处，由于地势低洼，防洪能力仅 5 年一遇，是开化县的重灾区。

5.1.2　水资源开发利用现状

(1)　水资源概况

根据《开化县水资源综合规划》，开化县马金溪流域多年平均总水资源量为 24.22 亿 m^3，多年平均水资源可利用量约为 8.2 亿 m^3，人均水资源可利用量约为 3346 万 m^3/人；开化县本地水资源丰富，总体上能够满足国民经济和生态环境各方面的用水需求，现状年基本不缺水。但由于时空分布不均，调蓄工程不足，来水量往往集中出现在几次大的暴雨中，大量来水以洪水形式排泄，得不到有效拦蓄利用，水资源未能得到有效利用，存在部分地区特殊需水时段上缺水的矛盾。

(2)　水资源开发利用现状

开化县已建的主要水利设施包括：中型水库 2 座，为齐溪水库和茅岗水库，总库容 5700 万 m^3；库容 100～1000 万 m^3 的小(一)型水库 8 座，库容 10～100 万 m^3 的小(二)

型水库 19 座，库容 1～10 万 m^3 的山塘 66 座，共计小型水库和山塘 93 座，总库容 2619 万 m^3；1 万立米以下山塘 268 处。开化县的水资源开发利用程度仍然较低，现状水资源供需矛盾基本属于工程性缺水。

齐溪水库：水库坝址以上流域面积 182.65km^2，总库容 4575 万 m^3，设计正常水位 290m，正常库容 3800 万 m^3。

茅岗水库：水库集雨面积 30km^2，总库容 1125 万 m^3，设计正常水位 300.98m，相应库容 875 万 m^3。

流域内水力资源比较丰富，理论蕴藏量 10 万 kW，可开发利用的为 4 万 kW。马金溪流域已建各类水电站 57 座，干流上已建梯级电站共有 15 座，各级支流主要梯级电站共有 42 座。流域规划范围主要梯级电站见表 5.1-1。

流域开化境内已建水电站一览表

表 5.1-1

序号	河流	电站名称	站址	集水面积	水头	装机容量	开发形式	项目审批情况	投产时间	环评报告批文	备注
				(km^2)	m	kW					
1	马金溪	齐溪电站(齐溪增容)	高岭村	182.65	76	12500	混合式	开计经技[1996]16 号	1991.09	/	开化水库淹没
2	马金溪	齐溪坝后	水湖村	182.65	36.2	500	坝后式	开发改可研[2011]19 号	2012.12 更新改造	/	开化水库淹没
3	马金溪	齐溪二级	石柱村	222.7	10	1890	引水式	开计经技[1996]16 号	1998.12	/	开化水库淹没
4	马金溪	齐溪三级	下山村	248.2	6.9	1200	引水式	衢市经资源[2002]341 号	2004.04	开环建〔2004〕55 号	
5	马金溪	齐溪四级(霞山)	霞山村	253.2	4.1	750	坝后式	开发改核准〔2011〕4 号	2013.01	开环建〔2011〕56 号	
6	马金溪	马金电站	马金村	419	5.5	1000	引水式	开发改核准〔2011〕5 号	1996.05	开环建〔2011〕55 号	
7	马金溪	金溪电站	大淤村	419	5.2	1000	引水式	开计经基[1993]4 号	1997.05 扩建	/	
8	马金溪	青山电站	山底村	625	4.5	900	引水式	开计经技[1996]14 号	1997.05 扩建	/	
9	马金溪	明廉电站	明廉村	657.1	6	1280	引水式	开计经基[1993]3 号	1997.05 扩建	/	
10	马金溪	龙潭电站	密赛村	797	5	1500	引水式	/	1997.04	/	
11	马金溪	前山(城关)电站	城关镇	826	6	1050	引水式	开政发[1983]34 号	1987.04	/	
12	马金溪	挂榜山(青河)电站	张家村	946.7	5	1600	坝后式	衢市经资源[2003]315 号	2004.09	开环建〔2005〕35 号	
13	马金溪	罗坞口电站	新安村	1002.3	3.8	1500	坝后式	开计投〔2004〕52 号	2006.07	开环建〔2006〕13 号	
14	马金溪	欣欣电站	华民村	1026.7	4.5	1500	坝后式	开计经技	1999.05	/	

序号	河流	电站名称	站址	集水面积	水头	装机容量	开发形式	项目审批情况	投产时间	环评报告批文	备注
				(km^2)	m	kW					
								[1997]5 号			
15	马金溪	华埠电站	华峰村	1776	1.94	975	坝后式	开发改投〔2009〕10 号	2011.04	开环建〔2009〕17 号	
16	马金溪支沟	齐溪林场	里秧田村	22.5	29	180	混合式	开发改核准[2016]10 号	1979.12	/	报废拟重建，尚未实施
17	马金溪支沟	钱江源电站	大龙村	7.7	149	320	引水式	开水利〔2013〕84 号	1984.05	/	开化水库淹没
18	村头溪	士谷电站	村头	41	30	485	坝后式	开发改核准[2016]6 号	2016 年报废重建	开环建〔2018〕9 号	
19	村头溪	孔山电站	孔山村	41	32	400	引水式	开经贸[2004]83 号	2005.06 扩建	/	
20	村头溪	金开电站	村头	6.8	147	320	引水式	开发改核准[2016]5 号	2016 年报废重建	开环建〔2018〕8 号	
21	村头溪	东坑二级电站	黄谷村	5.3	80	250	引水式	开发改核准[2016]8 号	2016 年报废重建	开环建〔2018〕5 号	
22	何田溪	杏枫(璜田)	杏枫村	106	15	400	引水式	开计经技[1999]10 号	1999.05	/	
23	何田溪	何田一级	卫枫村	6	90	200	引水式	开发改核准[2013]6 号	2014.05	/	
24	何田溪	何田二级	卫枫村	10.3	29	160	引水式	开发改核准[2013]6 号	2014.05	/	
25	何田溪	新朋	田畈村	7.5	85.5	400	混合式	开经贸能[2002]56 号	2004.04	/	
26	何田溪	福岭山	柴家村	2	127	160	混合式	开水电[1997]47 号	1998.05	/	
27	何田溪	禾丰	禾丰村	56.24	13.8	160	引水式	开水利[2002]57 号	1980.12	开环建〔2009〕15 号	

序号	河流	电站名称	站址	集水面积	水头	装机容量	开发形式	项目审批情况	投产时间	环评报告批文	备注
				(km^2)	m	kW					
28	中村溪	茅岗一级电站	茅岗村	30	28	640	坝后式	开发改投[2008]8 号	2009 年改造	/	
29	中村溪	茅岗二级电站	树范村	30	72	1380	引水式	开发改投[2008]10 号	2009 年改造	/	
30	中村溪	中村电站	中村村	45	20	640	引水式	开发改核准[2013]3 号	2014 年报废重建	/	
31	中村溪	坑口电站	坑口村	74.4	5.7	260	引水式	开发改核准[2013]4 号	2014 年报废重建	/	
32	中村溪支沟	百丈际	西畈村	3	205	400	混合式	/	2000.01	/	
33	中村溪	音坑电站	音坑村	110	21.7	800	引水式	开发改核准[2011]6 号	2012.12 报废重建	/	
34	池淮溪	碧家河一级	霞川村	227.78	56	1260	混合式	衢市经资源[2002]261 号	2004.07	开环建〔2002〕35 号	
35	池淮溪	碧家河二级	桃源村	53.78	32.2	1000	引水式	衢市经资源[2004]183 号	2006.05	开环建〔2004〕14 号	
36	池淮溪	碧家河三级	田坑村	72.67	23.9	1000	引水式	开发改投[2006]39 号	2007.11	开环建〔2006〕20 号	
37	池淮溪	双河电站	坝头村	295.72	/	840	坝后式	开发改核准[2011]7 号）号	2013.05	开环建〔2011〕53 号	
38	池淮溪支沟	田里	汶山村	5	18	75	坝后式	/	1979.09	/	
39	池淮溪	大石垄	霞川村	14	50	150	引水式	开发改核准[2016]4 号	1978.12	/	
40	池淮溪	池淮	池淮村	310	7.5	150	引水式	/	1968.10	开环建〔2018〕4 号	
41	池淮溪	白渡	白渡村	3.5	16	75	坝后式	/	1977.01	/	
42	张湾溪	茹山	塘林村	6.5	146	320	混合	开发改核准[2016]13 号	/	/	报废重建，尚未实施

序号	河流	电站名称	站址	集水面积	水头	装机容量	开发形式	项目审批情况	投产时间	环评报告批文	备注
				(km^2)	m	kW					
43	张湾溪	际头山	路口村	1.7	150	150	混合	开水利[2013]84 号	1984.08	/	
44	长虹溪	库坑	库坑村	5.17	95	400	混合	开计投[2004]13 号	2006.08	开环建〔2004〕28 号	
45	长虹溪	茅山	真子坑村	4	81	125	引水	/	1970.06	/	
46	长虹溪	呈坑	北源村	3	60	100	引水	开水利[2014]23 号	1978.04	/	
47	马尪溪	东川	林山村	/	/	/	引水	开计经技[1996]7	1997.02	/	
48	马尪溪	昙华寺电站	林源村	10.5	140	400	混合式	开经贸能[2002]73 号	2004.04	/	
49	马尪溪	林溪(溪口)电站	詹村村	64	28.5	325	引水	开经贸能[2003]16 号	1978.10	/	
50	马尪溪	林源(利平扩容)电站	林源村	183	13	1250	引水式	/	/	/	
51	马尪溪	林山电站	利平村	183	10	375	引水	开发改核准[2016]11 号	2014 年迁建	开环建〔2018〕6 号	
52	龙山溪	溪东电站	溪东村	241	4	475	引水式	开发改核准[2016]12 号	1964.12 2012 年技改	/	
53	龙山溪	旭日电站	塘林村	200	5	439	引水式	开发改核准[2011]1 号	1986.06 2018 年技改	开环建〔2018〕10 号	
54	龙山溪	友好	友好村	100.6	11.2	400	引水	开经贸能[2003]123 号	2005.05	/	
55	龙山溪	杨川(王山水库)	川南村	12.4	18	180	坝后	开经贸[2006]15 号	1970.05 2007 年技改	/	
56	龙山溪	平龙岗	桐村村	20	13	100	引水	开发改核准[2013]1 号	1972.05	/	

序号	河流	电站名称	站址	集水面积	水头	装机容量	开发形式	项目审批情况	投产时间	环评报告批文	备注
				(km^2)	m	kW					
57	龙山溪	银庐	王畈村	20	17	225	引水	开计经基[1998]26 号	2000.02	/	

5.1.3　供水现状

流域内马金镇、村头镇、池淮镇、桐村镇、开化县中心城区等均建有集中供水设施，分布情况见表 5.1-2。

目前流域供水仍存在较多问题，开化县城城市供水工程现有供水水源和备用水厂水源都是马金溪（开化关片区、工业园区、华埠片区都由岙滩净水厂统一供水，开化自来水厂、华埠水厂保留备用），一旦马金溪上游水质突发水污染事故，城区供水将受较大影响；同时现状城乡供水管网还未全覆盖，边远行政村仍然就近取溪涧水，供水原水安全性较差。池淮镇自来水除镇区、坝头篁岸片以及一些大的中心村外，其余村庄的用水还没有覆盖；现有供水设施在高峰时段已经满负荷运行，不能满足池淮镇的用水量增长需求。桐村镇建有桐村水厂管路漏水与损坏多达 7 处，水量仅满足供水区一半人数的要求，并存在不同程度的季节性缺水，同时水源无有效防护措施，水质难以满足相关标准要求。

除以上供水设施，其余乡镇供水多采用分散的农村集中饮用水工程供水，供水规模较小，供水保障程度不高。20～200 m^3/d 以上集中供水工程 371 处，设计总供水规模 3.3 万 m^3/d，日实际供水量 2.7 万 m^3/d，受益人口 20.6 万人，其中地表水供水工程 358 处，设计总供水规模 3.2 万 m^3/d，实际供水量 2.6 万 m^3/d，受益人口 19.65 万人，水质状况良好，供水保证率在 80%以上占 80.2%，管网漏损率在 15%以内占 68.2%。20m^3/d 以下集中供水工程 162 处，水源水量可靠工程 121 处，受益人口 2.2 万人，净化消毒设施不完善，供水水质达标率低。

马金溪流域主要供水设施现状一览表

表 5.1-2

行政区划	水厂名称	建设时间	供水规模(m^3/d)	水源	备注
马金镇	马金水厂	2006 年	5000	马金溪河道取水	供水水源保证率 95%
村头镇	前山水厂	2006 年	400	青山山塘	到 2030 年设计水平年需水量 1260m^3/d
开化县中心城区	开化自来水厂	1990 年扩建	20000	马金溪(龙潭大坝下游)	
	华埠自来水厂		5000	马金溪大口径浅层水	保留备用
	岙滩净水厂	2010 年	50000	马金溪(龙潭大坝上游)	
池淮镇	星口乡水厂		1000	深井取水	

	池淮镇水厂		1200	深井取水	
	白渡村供水点			山溪水	自流引入农户，用水人口约 400～500 人
桐村镇	桐村水厂	1993 年	650	溪涧地表水	供水水源保证率 70%

5.2　水环境影响回顾性评价

5.2.1　对水资源量的影响

根据《开化水资源综合规划》，马金溪流域多年平均总水资源量为 24.22 亿 m^3，多年平均水资源可利用量约为 8.2 亿 m^3。

根据《衢州市水资源公报(2015)》，2015 年开化县马金溪流域总用水量为 1.4184 亿 m^3，其中农田灌溉用水 0.9738 亿 m^3，林牧渔畜用水量 0.0513 亿 m^3，工业用水量 0.1447 亿 m^3，城镇公共用水量 0.0955 亿 m^3，居民生活用水量 0.0993 亿 m^3，生态环境用水量 0.0538 亿 m^3。其中农田灌溉用水比例最高，占总用水量的 68.65%。

2015 年开化县马金溪流域总耗水量为 0.8124 亿 m^3，其中农田灌溉耗水量 0.5947 亿 m^3，林牧渔畜耗水量 0.0385 亿 m^3，工业耗水量 0.042 亿 m^3，城镇公共耗水量 0.0467 亿 m^3，居民生活耗水量 0.056 亿 m^3，生态环境耗水量 0.0347 亿 m^3。其中农田耗水比例最高，占总耗水量的 73.20%。

综上数据分析，2015 年开化县马金溪流域水资源开发利用率仅 5.86%，耗水量占多年平均水资源可利用量的比例仅 9.91%。

5.2.2　对水文情势影响

5.2.2.1　对流域河道形态影响

马金溪流域梯级电站的运行将天然连续河段切割成河、库交错水系，库区河段水深增加、水域面积增加、流速减缓，与天然河段时差异较大。各已建梯级电站大部分为引水式开发，建设年代较久远，基本未设置生态流量泄放措施，坝下形成减脱水河段。库区及坝下减脱水河段情况见表 5.2-1。

随着各梯级的逐步建成，库区及坝下减脱水河段的长度增加，天然河段长度减少，且该影响是持久性的，短期内难以逆转。现状条件下，马金溪干流库区河段长约 34.6km，占河段总长(102.2km)的 33.8%，减脱水河段长约 20.8km，占河段总长的 20.4%；中村溪干流库区河段长约 8.0km，占河段总长(32.8km)的 24.4%，减脱水河段长约 3.8km，占河段总长的 11.6%；池淮溪干流库区河段长约 4.2km，占河段总长(53.8km)的 7.8%，减脱水河段长约 1.8km，占河段总长的 3.3%；龙山溪干流库区河段长约 3.0km，占河段总长

(45.7km)的 6.6%，减脱水河段长约 3.6km，占河段总长的 7.9%；马尪溪干流库区河段长约 2.4km，占河段总长(57.4km)的 4.2%，减脱水河段长约 3.6km，占河段总长的 6.3%。

马金溪流域已建梯级电站库区及减脱水河段情况一览表

表 5.2-1

河段	已建梯级	库区段长(km)	库区段合计(km)	减脱水段长(km)	减脱水段合计(km)	说明
马金溪	齐溪坝后	8.3	34.6	0.0	20.8	齐溪水库
	齐溪	2.6		12.0		混合
	齐溪二级	1.0		1.5		混合
	齐溪三级	1.7		0.4		混合
	霞山	1.2		0.0		坝后
	马金	1.4		0.0		引水
	七里泷	0.8		1.3		引水
	金溪	1.2		1.3		引水
	明廉	1.2		3.2		引水
	龙潭	2.9		0.3		混合
	前山	1.6		0.9		引水
	青河	3.4		0.0		坝后
	罗坞口	3.3		0.0		坝后
	欣欣	1.6		0.0		河床式
	华埠	2.2		0.0		坝后
何田溪	杏枫	0.5		0.3	0.3	引水
村头溪	孔山	0.8		0.5	0.5	引水
中村溪	茅岗一级	1.8	8.0	0.0	3.8	坝后
	茅岗二级	1.8		0.0		引水
	中村	1.4		1.4		引水
	坑口	1.4		1.4		引水
	音坑	1.8		1.1		引水
池淮溪	碧家河一级	1.4	4.2	1.7	6.3	混合
	碧家河二级	1.4		3.4		引水
	碧家河三级	1.0		1.2		引水
	双河	2.4		0.0		坝后
龙山溪	友好	1.6	3.0	2.0	5.6	引水
	旭日	1.5		2.2		引水
	溪东	1.5		1.4		引水
马尪溪	昙华寺	0.8	2.4	1.9	3.6	混合
	林山	1.6		1.7		引水
合　计		52.3		40.9		

5.2.2.2　对流域年际分配的影响

图 5.2-1 显示了密赛水文站 1962~2015 年径流量变化曲线。从趋势线可以看出，密赛站径流量基本呈平稳趋势，说明流域水利工程建设对马金溪流域年际间径流过程无显著影响。

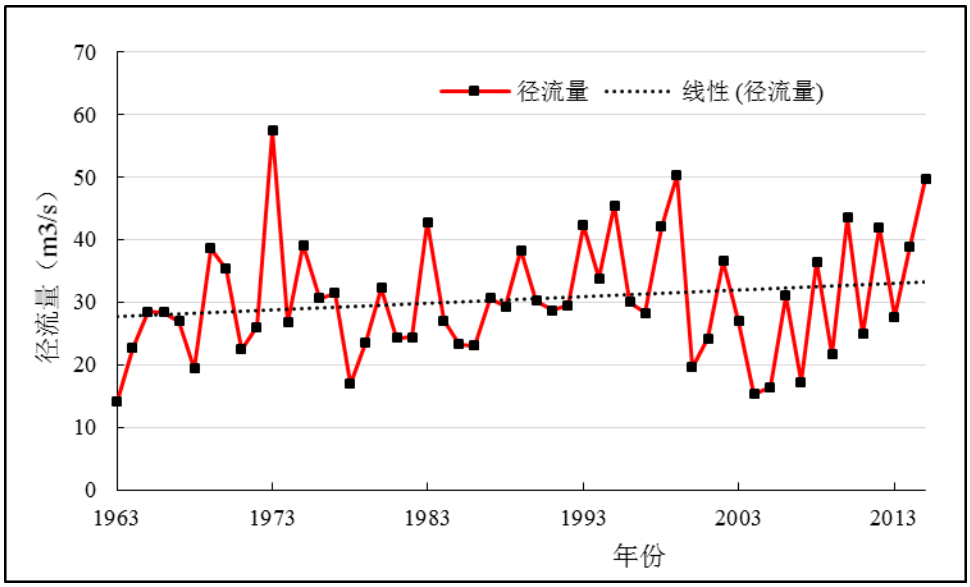
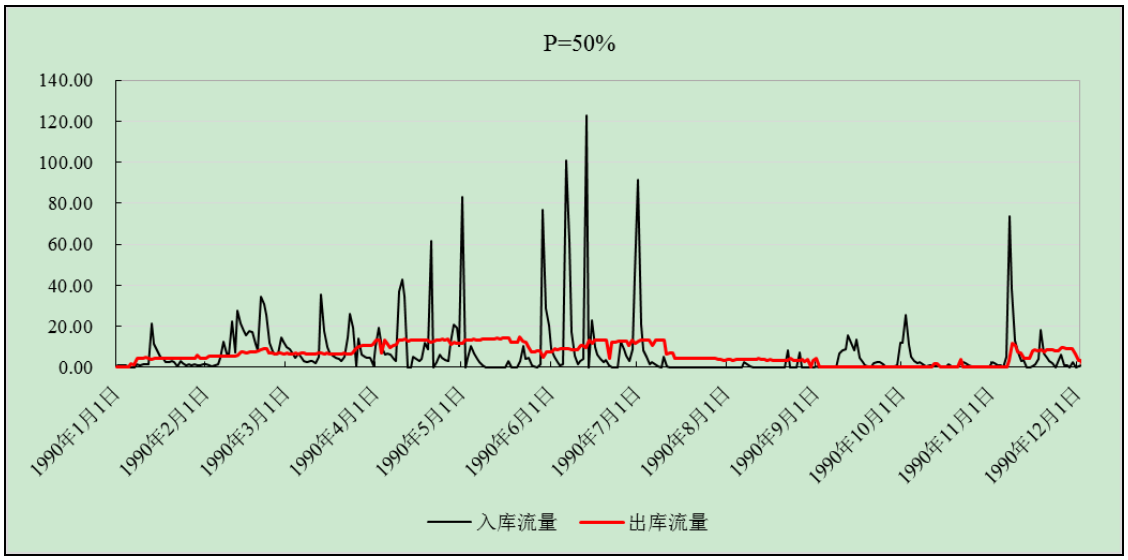


图 5.2-1　密赛水文站 1962--2015 年径流量变化

5.2.2.3　对流域年内分配的影响

马金溪干流具有调节性能的水库仅齐溪水库，分析齐溪水库运行后齐溪二级厂房断面各典型年年内径流量变化曲线，变化曲线见图 5.2-2。从趋势线可以看出，各典型年年内水库调峰补枯作用明显，年内齐溪水库下泄水量趋于平坦，说明流域水利工程建设对马金溪流域年内径流过程有明显坦化作用。



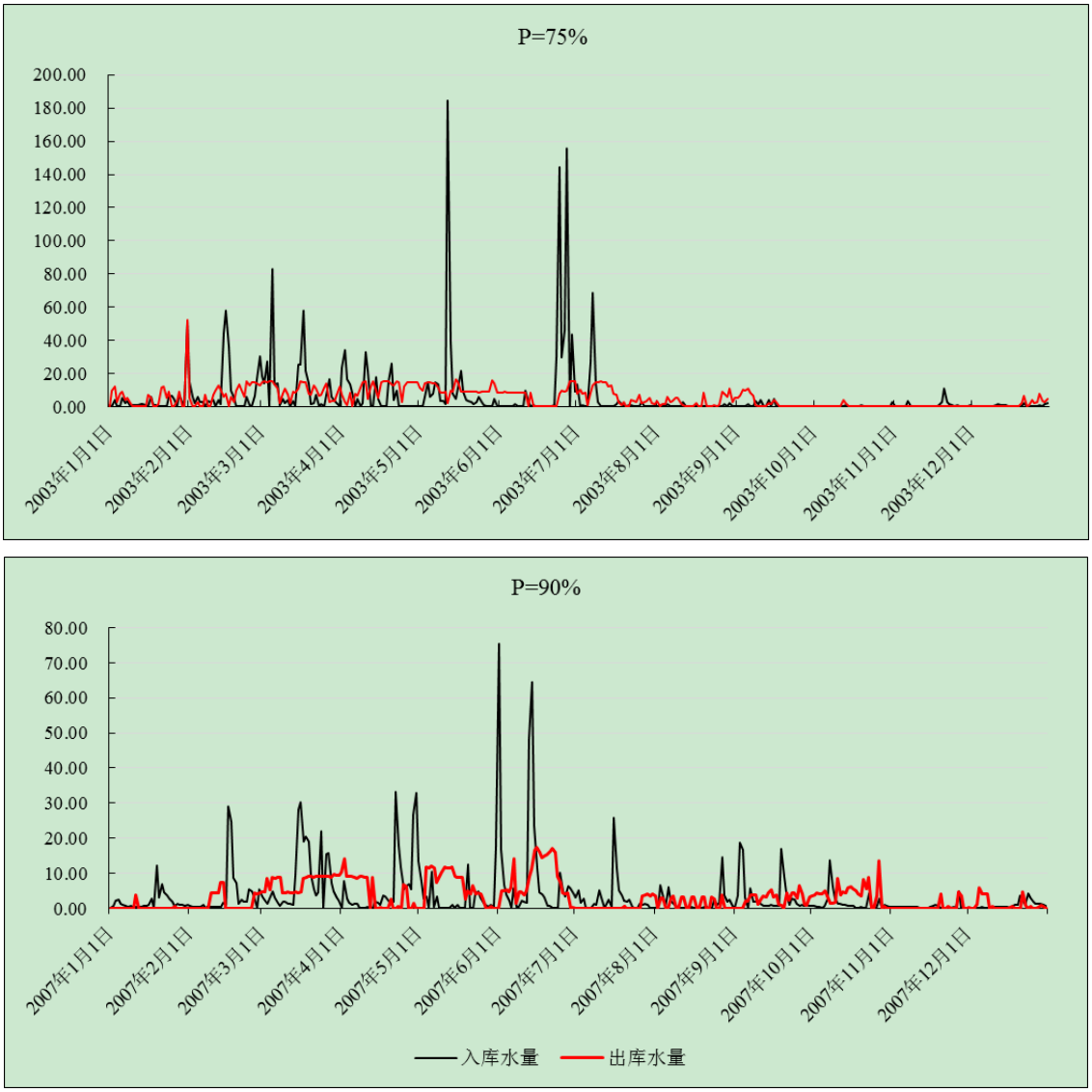


图 5.2-2　齐溪水库运行后各典型年年内径流变化过程图

5.2.3　水质

开化县监测站 2015~2017 年马金溪干流的常规水质监测结果，从上游到下游，共计有常规监测断面 5 个，分别为霞山、八甲坝、龙潭、华民、界首，监测频率为每月一次。此外，为分析龙山溪、马尪溪、池淮溪水质，选择性收集了 2015~2017 年有关乡镇交界断面考核水质监测结果，监测断面共计 6 个，具体见表 5.3-2，监测因子为 3 项(高锰酸盐指数、氨氮、总磷)，监测频率为每月一次。

马金溪流域常规监测断面点位情况

表 5.2-2

河流	监测站名	所处功能区	区划方案水质目标	本规划水质目标	资料收集情况	监测频率
马金	霞山	齐溪水库大坝—马金	II	II	2015~2017	每月一

溪	八甲坝				年	次
	龙潭	龙潭大坝—新下大桥	III	II		
	华民	高源村—华民取水口下游 100 米	II	II		
	界首	华民取水口下游 100 米—开化常山交界	III	**II**		
池淮溪	虹光村	坳头—长岸桥	II	II		
	毛家大桥	白渡村桥—华埠	II	II		
龙山溪	友好村	王山水库源头—华埠	II	II		
	学门村					
马尪溪	多利平村	黄谷林场—原封家镇政府外桥	II	II		
	杨村口	杨村—下界首	II	II		

注：加粗项为开化县执行的更严格的水质目标

采用单因子评价法对马金溪各断面的监测成果进行评价表明，马金溪现状水质良好，各断面 2015~2017 年逐月水质主要水质因子高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮均满足 II 类水质标准要求。

马金溪各断面 2015~2017 水质监测评价统计结果

表 5.2-3

河流	监测站名	水质目标	评价结果			超标因子
			2015	2016	2017	无
马金溪	霞山	II	达标	达标	达标	无
	八甲坝	II	达标	达标	达标	无
	龙潭	II	达标	达标	达标	无
	华民	II	达标	达标	达标	无
	界首	II	达标	达标	达标	无

马金溪各断面 2015~2017 水质特征统计

表 5.2-4　　单位：mg/L

河流	监测站名	水质评价	高锰酸盐指数年均值			氨氮年均值			总磷年均值			总氮年均值		
			2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
马金溪	霞山	II 类	1.46	1.31	1.25	0.10	0.11	0.11	0.027	0.027	0.020	0.34	0.60	0.54
	八甲坝	II 类	1.41	1.34	1.26	0.18	0.14	0.11	0.030	0.023	0.024	0.33	0.63	0.56
	龙潭	II 类	1.34	1.44	1.26	0.13	0.11	0.10	0.031	0.025	0.023	0.33	0.37	0.63
	华民	II 类	1.50	1.43	1.34	0.23	0.12	0.17	0.035	0.033	0.030	0.37	0.84	0.76
	界首	II 类	1.52	1.44	1.38	0.135	0.13	0.13	0.031	0.030	0.037	0.36	0.77	0.81

5.2.4　水温

5.2.4.1　历史水温回顾

马金溪流域及下游常山港主要有开化水文站、常山水文站。开化水文站位于开化县城，但无实测水温观测资料。研究河段下游设有常山(长风)水文站，1958 年 5 月增测水温，但 1960 年停测，现收集到长风水文站 1959 年逐月水温过程，如表 3.3-5 和图 3.2-3。

1959 年研究河段上游无水利设施(水库或小水坝)，干支流主要以天然河道为主。长风水文站 1959 年实测年均水温 18.9℃，1 月水温最低为 7.1℃，8 月水温最高为 30.4℃，年温差达到 23.1℃。月均水温高于 18℃的月份有 7 个月，自 4 月至 10 月。与开化县 1981-2010 多年平均气温过程相比，长风水文站 5 月、6 月水温较气温略低外(平均低 0.7℃)，其他月份均较气温高，范围为 1.7℃(4 月)~5.3℃(12 月)，年均高 2.3℃。

长风水文站实测水温(1959)与开化多年平均气温过程(1981-2010)

表 5.2-5

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年平均
长风月均水温	7.1	10.4	14.3	18	20.4	23.6	28	30.4	26	20.9	16	11.9	18.9
开化多年平均气温	5.0	6.9	10.6	16.3	21.1	24.2	27.6	27.3	23.6	18.2	12.2	6.6	18.7
水气温差	2.1	3.5	3.7	1.7	-0.7	-0.6	0.4	3.1	2.4	2.7	3.8	5.3	2.3

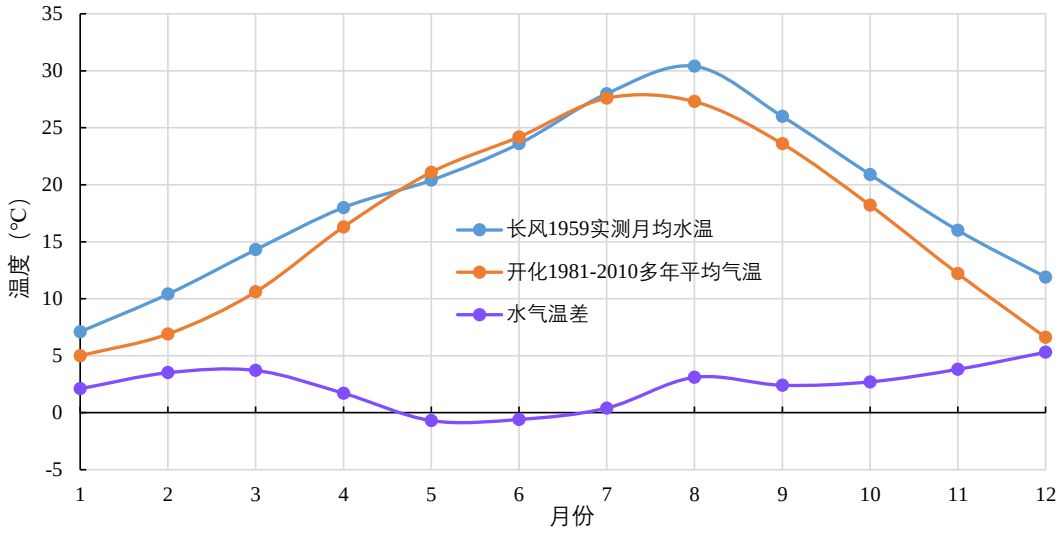


图 5.2-3　长风水文站实测水温(1959)与开化多年平均气温过程(1981-2010)对比图

5.2.4.2　水温影响回顾性分析

(1)　马金溪干、支流水温分析

为了解和掌握研究河段的水温规律和影响因素，对研究河段已建齐溪水库水温、马金溪干流河道以及主要支流水温进行了必要的补充监测。

根据表 5.7-8 观测数据分析可知，齐溪库尾入库河段为山区天然河道，受海拔和局地气候影响，气温和水温均较低。由于水库的蓄热作用影响，齐溪电站发电尾水 10 月~2 月较上游库尾入库河段点位水温明显升高，而在 6 月~9 月受水库水温分层和滞留影响而下泄水温又有所降低，7 月、8 月分别降低 3.8℃、5.8℃。和长风水文站历史水温相比较基本也具有同样的变化趋势。

齐溪电站发电尾水~规划密赛坝址处，长约 30km，中间有何田溪、村头溪、中村溪等支流汇入，齐溪电站的水温影响在该河段内得到恢复，12 月~1 月两点位沿程降温 2.7℃，6 月~9 月两点位沿程升温 5.1℃。该段河流主要为齐溪水库下泄水温的恢复河段。

规划密赛坝址~华埠，长约 20km，沿程变化较小，最大变幅为 1.0℃（12 月），平均变幅为 0.6℃，表明该河段的水气基本趋向热平衡状态。支流何田溪、金村溪的水温过程与干流水温过程基本一致。

与历史水温相比，密赛坝址以下马金溪干流河段和支流河段水温变化过程与历史水温变化过程基本一致，说明该段河流受上游齐溪水库的水温影响很小。

(2)　齐溪水库水温分析

分别于降温期（12 月）、升温期（3 月和 5 月）和降温期（9 月）对齐溪水库进行 4 次的全库区沿程水温观测。

①　低温期 2017 年 12 月

12 月为低温期，表层水体失热降温，表层水体密度增大而在垂向上发生密度掺混作用，使得库区段 30m 水深范围内水温为同温分布状态，但由于同温时间不足影响深度有限，坝前仍存在约 10m 厚度的滞温冷水层。入库水温低于水库库区水温，进入库区后在库尾区域呈现入流低温水沿库底的下潜、爬行现象。库尾至坝前，表层水温沿程基本保持不变，但库底水温变化明显，最大垂向温差出现在坝前为 5.4℃。

②　升温期 2018 年 3 月

3 月为升温期初期，气温及太阳辐射有所增强，但表层水体受冬季影响，初期热量较小，库区水温处于弱分层状态。受局部时段气象影响，表层水深 8m 内垂向混合比较均匀，水下 9m～20m 范围存在温跃层，温度梯度为 0.26℃/m，库底水温范围为 7.2℃～7.8℃，表底温差平均为 5.3℃。

③　升温期 2018 年 6 月

6 月为升温期后期，气温及太阳辐射较强，库区已形成明显的分层状态。坝前表层水温为 23.6℃，库底水温为 8.0℃，垂向温差达到 15.6℃，垂向平均水温为 15.7℃。坝前主要垂向温差分布在表层至水下 30m，水深 22m 温度梯度分布较为均匀，平均为 0.29℃/m。取水口下方 5m 范围温度梯度为坝前垂向最大处，平均达 1.65℃/m。

④　降温期 2018 年 9 月

9 月为降温期初期，气温及太阳辐射较高温期有所降低，但受夏季的影响，水库水温处于全年较高状态，坝前仍保持较强的分层状态，但斜温层明显下移。坝前表层水温为 27.8℃，库底水温为 19.1℃，垂向温差达到 8.7℃，表层 10m 水体水温较高且基本同温，同温层以下为斜温层，斜温层的温度梯度约为 0.5℃/m。

综上分析得知齐溪水库存在季节性分层结构及特征，12 月～次年 2 月库区水温表现为同温状态，其余月份垂向均有不同程度的水温分层，其中 5～9 月分层显著。

5.3　水生生态影响回顾性评价

5.3.1　对河流生境影响

马金溪干流上目前已建梯级电站 15 座，各级支流已建电站 42 座。马金溪的主要阻隔包括各梯级水电站、水库的闸坝以及各取水、景观堰坝。经统计，马金溪干流开化境内已建的拦河堰坝共计 39 个，其中水电站闸坝 15 个（齐溪水库包括齐溪坝后、齐溪水电站共 2 个电站），各类取水、景观堰坝 24 个。马金溪上众多的水利、水电设施，尤其是拦河闸坝工程的建设，影响河流“连续统一体”，导致水生生境的破碎化。

开化境内马金溪干流拦河堰坝一览表

表 5.3-1

序号	性质	坝型	任务	坝高(m)	开发方式	附近村庄	备注
1	齐溪水库大坝	混凝土重力坝	发电	56	引水式	水湖村	
2	取水堰		灌溉	0.8		岭里村	
3	取水堰		灌溉	1		官台新村	
4	取水堰		灌溉	1		举林村	
5	取水堰		灌溉	0.7		举林村	
6	取水堰		灌溉	1.2		岩潭村	
7	取水堰		灌溉	0.8		岩潭村	
8	齐石二级水电站	翻板坝	发电、灌溉	3	引水式	石柱村	
9	取水堰		灌溉	1.6		石柱村	
10	齐溪三级水电站	翻板坝	发电	4.5	引水式	石川村	
11	取水堰		灌溉	1.2		石川村	
12	取水堰		灌溉	1.5		霞山村	
13	霞山水电站	翻板坝	发电、灌溉、景观	4.5	坝后式	霞山村	

14	取水堰		灌溉	1.2		下龙村	已有过鱼口
15	取水堰		灌溉	0.8		湖头村	
16	堰		灌溉、景观	1		姚家二村	跌水式
17	堰		景观	0.4		上街村	水毁，未修复
18	马金水电站	橡胶坝	发电、灌溉	2	引水式	马金村	
19	七里龙水电站	砌石坝	发电、灌溉	3.66	引水式	大淤村	已有过鱼口
20	取水堰		灌溉	1		大淤村	
21	取水堰		灌溉	1.5		上园村	已有过鱼口
22	取水堰		灌溉	0.5		上底本村	水毁，未修复
23	金溪水电站	土石坝	灌溉	3.7	引水式	山底村	
24	取水堰		灌溉	0.5		福洲村	水毁，未修复
25	取水堰		灌溉	1.3		青山头村	已有过鱼口
26	取水堰		灌溉	1		姚家村	已有过鱼口
27	明廉水电站	土石坝	灌溉	2	引水式	明廉村	
28	取水堰		灌溉	1.2		明廉村	
29	取水堰		灌溉	1		明廉村	水毁，未修复
30	取水堰		灌溉	0.7		读经畈村	水毁，未修复
31	取水堰		灌溉	1.6		下淤村	已有过鱼口
32	龙潭水电站	橡胶坝	发电	3	引水式	密赛村	
33	取水堰		灌溉	1		密赛村	
34	前山水电站，龙潭大坝	土石坝	饮用水、发电、景观	3	引水式	城关镇	跌水式
35	四坝景观坝	翻板坝	景观	4		岙滩村	有船闸
36	青河水电站	翻板坝	发电、景观、灌溉	4	坝后式	张家村	
37	罗坞口水电站	翻板坝	发电、景观	3.5	坝后式	新安村	
38	欣欣水电站	翻板坝	发电、景观、灌溉	4	坝后式	华民村	
39	华埠水电站	翻板坝	发电、景观、灌溉	2.5	坝后式	华峰村	


齐溪三级水电站坝址


石川村取水堰


湖头村取水堰


七里龙水电站坝址


姚家村取水堰


龙潭水电站坝址


四坝景观坝


欣欣水电站坝址

图 5.3-1　干流部分拦河堰坝现状

另外，马金溪流域下游至衢江干流已建闸坝 8 级，以及衢江下游的富春江水库，这些水利工程已形成逐级阻隔，对干流的水生生态环境造成了一定影响。

5.3.2　流域已建工程对水生生态的影响

马金溪流域目前已建的工程主要包括蓄水工程、堤防及护岸工程、水电站、供水工程等，其中堤防及护岸工程仅改变局部河段的水动力学特征，基本不改变马金溪流域的

水文情势、水资源分配、下泄水温、水质等，对河流生态系统也不产生破碎化影响，总体的环境和生态影响较小；而各水库、水电站的建设虽然工程建成后基本不产生污染物，但常具有工程等级较高、影响范围大等特征，对水环境、生态等环境要素均会产生一定影响，产生的环境影响也较为深远，如拦河闸坝建成后破坏河流的连通性、蓄水后库区河段形成河道型水库、水库淹没大量陆地、改变下游河道的水文情势和水环境容量、下泄低温水等，可能导致流域生态系统的剧烈变化。

马金溪流域已建中型水库 2 座，小型水库 27 座，已建各类水电站 57 座（干流上已建梯级电站共有 15 座，各级支流主要梯级电站共有 42 座）。从齐溪水库、下游常山港长风水库等已建成的中小型水库来看，由于大坝阻隔，自然的河流演变成半流水性水库，浮游生物优势类群从流水性、着生性、寡污性演变成静水性、浮游性、中污性类群，底栖动物优势种也由急流性、流水型演变成静水型。库区和坝下一定河段浮游植物的种类数量存在一定增加；坝上浮游甲壳动物及轮虫的数量和种类随着藻类的数量变化而变化。底栖动物群落结构的变化具体表现为：以腐败碎屑作为营养的水栖寡毛类的数量增加；随着泥沙沉积，水库底质泥化，库区底栖动物的种类有所增多，螺类、蛭类、双壳类的生物量有所增加。水库库尾、库周底栖动物的生物量增加。

梯级水库建设后，由于大坝阻隔、水文情势变化，简化了原溪流多样性的水生生态系统，缩小了对原河道流水生境有特殊需求鱼类的栖息空间，分布在马金溪的一些土著鱼类受到影响。具体表现在梯级大坝的兴建基本阻断了产漂流性卵鱼类的洄游通道，导致产漂流性卵鱼类的种群数量减少；大坝阻隔造成鱼类生境片断化，鱼类资源交流减少，导致鱼类遗传多样性降低、种群分化的加剧；库区部分喜流水生境种类，如光唇鱼、光倒刺鲃、原缨口鳅等，由于生态环境的改变，其在库区种群逐渐减少，主要上溯到库区流水河段或支流。梯级电站建成后库区鱼类区系的演变已证明，一些喜激流、产漂流性卵的种类趋于减少，而喜静水、产粘性卵的定居型鱼类种群逐渐壮大。另外，由于马金溪流域已建成的梯级在建设中均未采取专门的过鱼措施，使一些洄游性、产漂流性卵的鱼类受大坝阻隔，生长繁殖已受到较大影响。

从马金溪流域鱼类资源变化分析，在 1983 年鱼类资源普查中记录开化县共有鱼类 9 目 15 科 83 种（包括亚种），截止到 2016 年-2017 年开化县渔业资源调查的 73 种，以及本次规划评价两次现场调查共捕获鱼类 52 种。

总之，马金溪流域干支流梯级、水库的建设，导致库区河段水文条件变化，对流域水生态产生了累积影响。另外，工程建设带动了沿江地区的发展，随着工业化、城市化

建设的不断加快，污染物排量大幅度上升，也给水生生态保护带来一定压力；受违法捕鱼行为的破坏、涉水工程施工和建筑等影响，鱼类栖息环境变化大，资源衰退严重。

5.3.3 典型工程对水生生态影响回顾分析

齐溪电站位于马金溪上游齐溪镇，水库形态为河道型水库，坝址以上集水面积182.65km^2，水库正常库容3800万m^3，总库容4517万m^3，灌溉面积6.5万亩，装机容量为13000kW，是一座以发电为主，结合灌溉、渔业养殖等综合利用的中型水库。

齐溪水库建成前，参考库尾河段调查成果，浮游植物共有6门57种，以适应流水生境的硅藻门绿藻门为优势种；浮游动物有4类14种，以轮虫为优势种；底栖动物8种，以节肢动物门居多。河道内水流湍急、水位涨落较快，水生生物主要以适应流水生境种类为主。

齐溪水电站建成后，水面扩大，水位加深，流速减缓，悬浮物沉降，透明度增加。浮游植物种类和生物量有所减少，以寡污性硅藻、绿藻为主，出现了甲藻门。浮游动物种类以适应缓流水生境种类为主，生物量增加幅度较低，建成前以轮虫类为主，建成后以原生动物为主。底栖动物建成前以节肢动物门、软体动物门和扁形动物门为主，建成后只检出软体动物门，蜉蝣目种类主要在库周流水区域分布。

建坝前，在齐溪电站记录的鱼类有鲃亚科、[鱼丹]亚科、鲌亚科、鮈亚科、鲤亚科、鲿科和鲇科，共3目7科12种，其中鲤科鱼类占83.3%，鲈形目和鲇形目各占8.3%；建坝后，采到的鱼类有鲃亚科、[鱼丹]亚科、鲌亚科、鮈亚科、鲇科、鲿科种类，共计有2目6科8种，其中鲤科鱼类占到75%，鲇形目占25%。

齐溪电站建成后，库区水面扩大，水位加深，流速减慢，悬浮物沉降，透明度增加，库区饵料生物生物量增加，经济鱼类数量较建坝前有所增加，鱼类主要以适应库区缓流水生境种类为主，鲤、[鱼丹]、鲌类产量较大。开化县境内的产卵场不在齐溪水库淹没区内，故齐溪水库建设对其附近的产卵场未造成明显影响。

5.4 陆生生态影响回顾性评价

5.4.1 土地利用类型变化回顾性分析

(1) 土地利用类型变化情况

为对比分析项目建设前后不同土地利用类型面积的变化，通过遥感技术分析 2004年和2017年马金溪流域土地利用情况。根据表5.4-1可知，马金溪流域从2004年至2017年土地利用类型的变化主要体现在建设用地及未利用地、林地、水域面积的增加以及灌草地、耕地的减少。其中建设用地及未利用地增加的幅度最大，为 13.86%，灌草地减

少的幅度最大，为 22.01%。

流域土地利用类型变化情况表

表 5.4-1

年份 / 类型	2004 年(hm^2)	2017 年(hm^2)	变化值(hm^2)	变化百分比(%)
林地	148511.22	153655.89	+5144.67	3.46
灌草地	25655.79	20008.99	-5646.80	-22.01
耕地	16607.77	14774.17	-1833.60	-11.04
水域	921.33	969.75	+48.42	5.26
建设用地及未利用地	16503.89	18791.20	+2287.31	13.86

(2)　土地利用类型变化分析

①　建设用地及未利用地

对比 2004 年与 2017 年的卫星影像图片及相关解译数据，马金溪流域范围内建设用地及未利用地面积增加了约 13.86%。建设用地的增加，与马金溪流域范围内的城镇建设及各类建设项目的开发有关。

②　林地

对比 2004 年与 2017 年的卫星影像图片及相关解译数据，马金溪流域范围内林地面积增加了 5144.67hm^2，增幅约 3.46%。林地面积增加的主要原因一方面是开化县高度重视林业发展，多年来施行封山育林以及退耕还林措施，加强林权制度改革，加快兴林富民工程建设。另一方面，大量灌草地被重新利用，进行人工造林，增加了林地的面积。虽然水利水电项目及交通运输用地等会减少林地面积，但各类项目建设的同时会进行植被恢复，对林地面积的影响较小，因此评价区内林地面积总体呈上升趋势。

③　水域

对比 2004 年与 2017 年的卫星影像图片及相关解译数据，马金溪流域范围内水域面积增加了 48.42hm^2，增幅较小，约 5.26%。水域面积的增加与是各类中小型水库的兴建有关。

④　灌草地

对比 2004 年与 2017 年的卫星影像图片及相关解译数据，马金溪流域范围内灌草地面积大幅度减少，减少约 22.01%。灌草地面积的大幅降低与开化县兴林工程的推进有关。大面积的灌草地被用于人工造林，其次一小部分灌草地被农民利用起来进行粮食耕种，另外还有一小部分面积变成建设用地，供居民居住。

⑤　耕地

对比 2004 年与 2017 年的卫星影像图片及相关解译数据，马金溪流域范围内耕地面积减少了 1833.60hm^2，减少约 11.04%。耕地的减少主要与公路建设以及其他建设项目开发占用有关；另外，由于农业技术的提高，涌现出更多适应性更强，品质更优的农作物，由于新品种对于土壤环境的适应性更好，农民耕作重点从数量为主转向质量为主，对耕地的需求减少，故而耕地面积紧缩。

5.4.2　景观生态体系变化回顾性分析

为对马金溪流域的景观生态体系进行回顾性评价，根据 2004 年和 2017 年卫星影像解译数据，计算马金溪流域各景观类型优势度值。结果表明，林地、水域、建设用地及未利用地面积上升。灌草地、水域斑块的数量出现一定程度的下降，连通程度提高。建设用地及未利用地、耕地斑块面积比例上升，其他的景观类型由于水库的淹没、占地等原因有所减少。从 2004 年到 2017 年，评价范围内的模地没有发生变化。由于林地中的人工林比例较大，而人工林、灌草地的生境质量调控能力较差，因此，评价范围内生态完整性和环境质量没有发生显著变化，景观生态体系稳定性较好。

马金溪流域各景观类型变化表

表 5.4-2

景观类型	斑块数(块)		面积(hm^2)	
	2004 年	2017 年	2004 年	2017 年
林地	53388	53664	148511.22	153655.89
灌草地	36924	31775	25655.79	20008.99
耕地	5918	20802	16607.77	14774.17
水域	125	106	921.33	969.75
建设用地及未利用地	15377	24867	16503.89	18791.20

马金溪流域各景观类型优势度变化表

表 5.4-3

景观类型	密度 Rd(%)		频率 Rf(%)		景观比例 Lp(%)		景观优势度 Do(%)		
	2004	2017	2004	2017	2004	2017	2004	2017	变化值
林地	47.78	40.90	75.51	82.38	71.33	73.80	66.49	67.72	+1.23
灌草地	33.05	24.22	16.84	7.29	12.32	9.60	18.63	12.68	-5.95
耕地	5.30	15.85	4.87	2.99	7.98	7.10	6.53	8.26	+1.73
水域	0.11	0.08	0.52	0.55	0.44	0.47	0.38	0.39	+0.01
建设用地及未利用地	13.76	18.95	5.93	7.24	7.93	9.03	8.89	11.06	+2.17

5.4.3　对陆生植物、植被影响的回顾性分析

(1)　植被类型的变化

由于马金溪流域水电项目开发时间较早，关于陆生生态影响的资料较少，本次回顾性评价主要通过各类文献进行分析。

现场调查发现齐溪水库、茅岗水库位于淹没线以上的针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛由于基本未受到电站修建和淹没的影响，其生长情况依然保持其较自然的情况；在消落带区域由于水位变化频繁，较难有植被出现，这个现象在齐溪水库较明显；在齐溪电站靠近淹没线及库区浅水区则依据新的生态环境，迅速生长出诸如斑茅灌草丛、水蓼灌草丛等湿生植被，以及如五节芒灌草丛、紫云英灌草丛等杂草丛；在各个水利水电工程完成建设后，生态护坡、临时场地的生态恢复物种则主要选择樟树、红叶石楠、毛竹、五节芒、狗牙根等种类。

通过对比分析可知，虽然流域的开发建设对区域的植被造成破坏，导致了植被面积的短暂下降，但是影响范围主要为水陆交汇区域，对两岸山坡的林地影响有限，而水陆交汇区域又是湿生植被的适宜生境，植被的自然恢复情况良好，由于建设单位在施工结束后及时进行了植被恢复，同时避免了植物的生物入侵危害。在水库及各个水电站开发前后，评价区域内的植被类型多样性基本未发生变化。

(2)　植被类型面积的变化

根据 2004 年和 2017 年卫片解译对比以及野外实地调查结果分析，流域内农业植被、人工林及灌草丛面积变化较大，其他植被类型变化不明显。农业植被有所减少，这主要是由于各种建设项目占用耕地。人工经济林木面积有所增加，增加的人工经济林主要为杉木林及毛竹林。灌草地减少的面积被开发利用或用于人工造林。马金溪流域已建水利水电工程形成导致水域面积有所增加。

流域各种建设产生的水库淹没、工程占地等会破坏一定面积的植被，但评价范围内主要的植被类型未因其建设而产生明显变化。林地面积呈增加的趋势，这一方面得益于各建设项目环保措施的实施，另一方面也由于地方上生态公益林管护、退耕还林、防护林建设等生态工程的实施。另外，评价范围灌草丛、灌丛面积相应减少，植被资源得到有效恢复，区域内分布的珍稀植物目前均得到较好的保护。

5.4.4　对陆生动物影响的回顾性分析

根据文献资料，开化县早期生物资源已较为丰富，区域内豹、白颈长尾雉、黑麂等珍惜物种在 20 世纪 80 年代就有记载，但并无准确的野生动物物种种类和数量记录。根据《浙江开化县森林资源结构动态变化分析及经营决策评价》(浙江省开化县林业局，1991.02)及近期开化县林地资料记录，开化县林地面积从 1973 年到 1989 年以及近期均

呈现增长趋势，原因可能是水库等工程建设后，随着灌区、供水、水土保持、蓄水和周边水汽环境的改善，改善了周边的环境生态质量，以及当地采取的相关还林政策，使林地面积得以增加，而野生动物生境也会因此有所改善。

流域开发可能会在短期内破坏流域周边环境，淹没野生动物生境，但随着工程的运行，相关生态措施以及当地政策的实施和落实，区域内森林资源增加，野生动物的生活环境得以改善，野生动物资源可以得到恢复和提高，且由于水库、电站蓄水后，水域面积增加，还会吸引更多的亲水性动物如静水型两栖类，傍水型爬行类，鸟类中的鹭科、鸻科、鹬科、翠鸟科等种类前往水域周边生活，从而增加物种种类和数量。

根据近些年开化县野生动物资源记载和报道，开化县野生动物资源十分丰富，在钱江源国家公园、南华山、古田山等地发现有白颈长尾雉、黑鹿、黑熊、白鹇等珍稀物种的稳定种群，另外还有较多的猛禽及大中型兽类分布，只有豹和云豹已没有记载，可能原因是大范围内豹的种群数量呈现较大程度的减少，与流域工程建设无直接关系。整体来看，由于工程建设后监管力度的增强，当地自然资源恢复措施的实施，以及各类自然保护区、湿地公园、森林公园等生态敏感区的建设，规划范围内生态环境不断改善，动物生境质量稳定，形成较为稳定的人工林、灌草丛、湿地等动物群落，野生动物资源呈现较为稳定的发展趋势，形成了流域范围内国家级和省级重点保护物种丰富，常见种类分布范围广、数量多的局面。

5.5 流域已有环境保护措施

5.5.1 水环境保护措施

根据现场调查和资料收集分析，马金溪流域共有 6 座电站没有生态泄放措施，分别是齐石二级、华埠、福岭山、孔山、茅岗二级、茅山等电站，其中引水式电站有 4 家（孔山、茅岗二级、茅山）。

齐溪水库无低温水减缓措施。开化县高度重视流域水质保护，禁止在齐溪水库中开展网箱养殖，结合浙江省“五水共治”、水污染防治行动计划等，对流域污染源进行了整治，总体上对流域的水质起到显著的保护作用。





图 5.5-1　马金溪两岸农村污水处理设施

5.5.2　生态保护措施

马金溪干流已开发的水利水电工程建成时间较早，水生生态保护主要采用管理措施，渔政管理部门定期进行增殖放流，不定期巡逻检查，组织宣教活动，设立保护禁捕界牌。

已建水利水电工程的水生态保护措施主要从渔业增殖方面考虑，在维护区域鱼类资源量方面具有一定的优越性，但由于放养鱼类的比例增加，加剧了库区鱼类种类结构的改变，原河段特有鱼类、适应流水环境鱼类种群减少速度加快。水库运行多年以后库区鱼类种群结构已发生较显著变化，在渔获物中缓流态鱼类种类及资源量均占绝对优势，原河段分布的流水性鱼类已较少捕获。

5.6　存在问题及对策措施

5.6.1　流域主要环境问题

(1)　高强度开发改变河流形态

马金溪流域开化县境内已建小水电 57 座，其中马金溪干流上 15 个，另外还建有众多取水堰和少量的景观堰坝，总体上开发强度大。

马金溪流域众多水利、水电等工程的建设运行使原长 102.2km 的连续天然河段被划分为多段天然河段、减水河段及河道型水库，其中干流中上游的引水式发电产生的减脱水河段长约 14.1km，占干流河段的 13.8%。上游齐溪水库形成较大的水面，下游从前山水电站至华埠水电站，组成一个相互衔接的水库群。数量众多的取水堰和少量的景观堰也形成局部河段水位抬高、水面面积增加。

(2)　年内水文情势发生变化

根据回顾分析结果，各典型年年内水库调峰补枯作用明显，年内齐溪水库下泄水量趋于平坦，流域水利工程建设对马金溪流域径流过程产生坦化作用。

(3)　水库改变鱼类生境，影响鱼类种类组成和资源量

以齐溪水库作为典型工程，回顾分析了水库形成后饵料生物和鱼类的影响。水库的建成，营养物质富集，有利于浮游动、植物的生长繁衍，但也导致流水性鱼类生境压缩，基本在库区消失，适应静缓流水体的种类在水库中比例较高，总体的物种多样性降低。水库不仅淹没原库区河段分布的产卵场，水域生境呈破碎化也导致鱼类生存空间呈不连续的片断化分布。流域总体开发强度较大，在开发的同时缺乏对水生生态系统保护体系，未统筹考虑干、支流的开发与保护的关系，基本无保留的支流鱼类栖息地。

(4)　拦河闸坝对鱼类洄游产生阻隔影响

本流域所有的拦河闸坝均未配套减水过鱼设施，结合现状调查，本流域已不存在长距离洄游性鱼类。此外，大坝的阻隔也影响各河段鱼类的交流以及短距离的索饵或生殖洄游。马金溪流域和下游常山港、衢江等已建的水利水电工程均未建设过鱼设施，流域内历史记录分布的鳗鲡等洄游性鱼类已基本退出干支流河段分布。流域内江河洄游性鱼类如四大家鱼，由于洄游通道受阻，种群资源量下降。

5.6.2　需采取的修复和保护措施

(1)　统筹马金溪流域的水资源开发，根据流域水生生态对水资源的要求，开展开化水库生态流量调度研究，制定切实可行的生态流量及下泄调度方案。

(2)　马金溪流域已实施的水生生态保护措施在促进流域鱼类增殖，保护流域渔业资源等方面具有一定效果，但由于未采用过鱼措施及栖息地保护措施，流域内鱼类种群结构发生一定变化，物种和生态系统多样性下降明显，因此有必要对已建工程采取生态修复措施。主要措施包括：有计划开展开化县境内马金溪流域的水生生态修复工作；统筹干支流的鱼类栖息地保护工作，针对流域已建拦河闸坝的阻隔影响，在开化水库蓄水前，应采取工程和管理措施贯通河道；针对流域鱼类资源减少的问题，采取统一建设鱼类增殖放流站予以减缓。

(3)　开化水库建设应进一步考虑低温水的影响，采取合理的低温水减缓措施，降低低温水的不利影响。

6 环境影响预测和评价

6.1 流域水资源影响

6.1.1 水资源供需平衡分析

6.1.1.1 现状供需平衡分析

(1) 水资源分区

根据流域自然地理特性、行政区划和规划工程的可能布局，开化县马金溪流域水资源分区拟定如下 3 个分区：

① 中部区：范围包括马金镇、村头镇、音坑乡、中心城区（芹阳办事处+华埠镇）、池淮镇、桐村镇以及齐溪镇。

② 西部区：范围包括杨林镇、长虹乡以及中村乡。

③ 东部区：范围包括林山乡、何田乡以及大溪边乡。

(2) 开化县现状可供水量

开化县供水系统包括蓄水工程、引水工程、提水工程多种。引水工程是小型堰坝引水，流域内为数众多，这些堰坝工程对径流的调节性能差，但是它们是那些无水库水源供应的农村、农业生产用水的主要来源。提水工程可供水量不考虑蓄、引、提相结合的供水方式。根据有关资料调查分析，现状各类供水工程可供水量如表 6.1-1。

现状可供水量汇总表

表 6.1-1 单位：万 m^3

水资源分区	保证率（%）	蓄水	提水	引水	合计
中部区	50	6585	6808	1326	14719
	75	5302	6323	1061	12685
	90	4380	5766	866	11012
	95	3895	5196	773	9864
西部区	50	832	920	120	1872
	75	674	836	96	1606
	90	569	799	78	1446
	95	494	775	70	1339
东部区	50	1320	1265	336	2921
	75	1059	1102	269	2430
	90	885	1001	220	2106
	95	761	912	196	1869
合计	50	8737	8993	1782	19512
	75	7035	8261	1426	16721
	90	5834	7566	1164	14564
	95	5150	6883	1039	13072

(3) 开化县现状供需平衡分析

根据《衢州市水资源公报》（2015）统计数据，开化县 2015 年城镇生活用水指标为 110L/人.d，农村生活用水指标为 97L/人.d，万元工业增加值用水量为 61m^3/万元，第三产业增加值用水量定额为 2.6m^3/万元；供水管网损失率在 16%左右，开化县水田以种植单季稻为主，各分区渠系利用系数在 0.5～0.6 之间。2015 年总需水量为 1.48 亿 m^3，现状供水能力基本可以满足县域内现状的用水需求，50%、75%频率下不缺水，90%、95%频率下缺水率分别为 1.60%、11.68%。

6.1.1.2 设计水平年及供水保证率

本工程设计基准年为 2015 年，设计水平年 2030 年，城镇综合供水保证率 95%，灌溉供水保证率 85%。

6.1.1.3 供水区需水预测分析

(1) 供水范围

根据《马金溪流域综合规划》，开化水库的主要供水功能是作为开化县城镇生活与工业用水的水源，并补充下游农田的灌溉用水。开化水库的主要供水范围为水库坝址以下马金溪沿线乡镇，基本与《开化县水资源综合规划》中的中部区范围基本一致。根据下游乡镇的自然地势与人口的分布特点，开化水库城镇供水范围可以覆盖到下游的马金镇、音坑乡、中村乡、村头镇、芹阳办事处、池淮镇、华埠镇、桐村镇，其中中村乡位于中村溪支流上，支流上游有一座中型茅岗水库，考虑中村乡镇用水量少，供水就近原则，中村乡就不列入本次开化水库供水范畴中。

结合开化县的规划水厂供水范围，本工程供水区分马金镇供水区、中心城区供水区和其他乡镇供水区。供水区的各个乡镇人口情况见下表。

供水区人口汇总表

表 6.1-2 单位:万人

乡镇名	2015 年				2030 年		
	户籍人口	常住人口	城镇	农村	常住人口	城镇	农村
马金镇	3.34	2.25	1.39	0.86	3.43	2.5	0.93
村头镇	1.39	0.7	0.38	0.32	0.79	0.45	0.34
音坑乡	2.53	1.49	0.05	1.44	1.66	0.1	1.56
中心城区	10.92	11.35	7.74	3.61	21.91	18	3.91
池淮镇	2.27	1.69	0.66	1.03	2.37	1.25	1.12
桐村镇	1.27	0.74	0.13	0.61	0.86	0.2	0.66
合计	21.72	18.22	10.35	7.87	31.02	22.5	8.52

(2) 供水区需水预测

至 2030 年供水区优质需水量为 4874 万 m^3，需水量增幅比较大的主要是马金镇和中心城区两个供水区。该两个供水区至 2030 年优质毛需水量为 4528 万 m^3，较之 2015 年毛需水量 3056 万 m^3，年增长率为 2.6%（考虑配水管网漏损量、净水厂自用水量）。

开化水库 2030 年水平年供水区需水预测汇总表

表 6.1-3 单位：万 m^3

乡镇名	净需水量				配水管网漏损量	净水厂自用水量	毛需水量合计
	生活	第三产业	工业	合计			
中心城区	1354	347	1457	3158	316	174	3648
马金镇	169	305	289	762	76	42	880
池淮镇	79	31	/	109	11	6	126
桐村镇	34	15	/	49	5	3	56
村头镇	38	15	/	53	5	3	61
音坑乡	73	15	/	89	9	5	102
合计	1746	367	1745	4220	422	232	4874

开化水库 2030 年水平年供水区用水指标汇总表

表 6.1-4

供水区	用水指标	单位	取值	备注
中心城区	城镇居民人均综合生活用水量指标	L/（人 d）	234	包括居民生活、市政、绿化。
马金镇、村头镇、音坑乡、池淮镇、桐村镇	城镇居民人均综合生活用水量指标	L/（人 d）	180	包括居民生活、市政、绿化、第三产业。
本次联网供水区范围	农村居民人均综合生活用水量指标	L/（人 d）	156	
中心城区	万元工业增加值用水量	m^3/万元	25	
中心城区	万元第三产业增加值用水量	m^3/万元	2.8	

至规划 2030 水平年，中心城区人均综合生活用水指标为 234L/人 d，预测值是基于现状用水定额 194 L/人 d，增长率取近 5 年平均增长率 5%的 25%，即 1.3%预测。

马金镇规划水平年 2030 年人均综合生活用水指标为 180L/人 d，村头镇、音坑乡、池淮镇及桐村镇等其他乡镇人均综合生活用水指标是直接参考马金镇的指标。

本次联网供水区范围的农村居民 2030 年人均综合生活用水量指标取为 156L/人.d，该指标值位于《浙江省地方标准农业用水定额》第一档的中间值，比较符合浙江省联网

供水区农村用水的趋向，综合体现了村民生活水平提高与节水措施。

中心城区 2030 年万元工业增加值用水量 25m^3/万元，较现状万元工业增加值用水量 61 m^3/万元，年递减率为 5.7%。

中心城区万元第三产业增加值用水量 2030 年设计水平年指标为 2.8m^3/万元，较现状万元第三产业增加值用水量指标 6.2m^3/万元，年递减率为 5.2%。

6.1.1.4 灌溉需水预测分析

补充下游灌溉的农田范围主要是位于马金溪干流下游左右岸的马金镇、音坑乡、芹阳办事处、华埠镇及池淮镇省级现代农业园区。现状耕地面积是以《2015 年开化县统计年鉴》数据为准，参考《开化县土地利用总体规划（2006-2020）》2020 规划水平年基本农田的预测与现状维持不变，因此本次可研预测 2030 设计水平年基本农田面积不减少，即与现状一致。供水区各乡镇现状和设计水平年耕地面积分别见下表 6.1-5、表 6.1-6。

开化水库供水区现状耕地面积汇总表

表 6.1-5

片区名称	农灌分区	灌溉面积	现有水利工程灌面	河道堰坝灌面	需开化水库补水灌面
马金溪沿河片	马金镇	26795	1117	25678	25678
	音坑乡	14486	879	13607	13607
	芹阳办事处	14476	2400	12067	12067
	华埠镇	15193	2100	13093	13093
池淮片	池淮现代农业园	30986	16200	14786	14786
合计		101927	22696	79231	79231

开化水库供水区 2030 年耕地面积汇总表

表 6.1-6

片区名称	农灌分区	水田	其中		旱地	耕地面积
			双季稻	单季稻		
马金溪沿河片	马金镇	18572	2062	16510	7106	25678
	音坑乡	11320	584	10736	2287	13607
	芹阳办事处	8277	797	7480	3790	12067
	华埠镇	10329	0	10329	2764	13093
池淮片	池淮现代农业园	6300	/	6300	8486	14786
合计		54798	3443	51355	24433	79231

(2) 灌溉需水预测

2030 年供水区农灌多年平均毛需水量为 2962 万 m^3，扣除区间河道需要开化水库补

水 1518 万 m^3。

设计水平年供水区多年平均农灌供需平衡表

表 6.1-7 单位：万 m^3

供水区	需水量	河道区间用水	需水库补水
马金镇	890	115	775
音坑乡	512	321	191
华埠镇（含芹阳办事处）	1081	759	322
池淮现代农业园区为主	479	249	231
合计	2962	1444	1518

(3) 需水预测合计

根据需水预测，设计水平年供水区多年平均需水量 7836 万 m^3，其中需开化水库供水量为 6392 m^3。

设计水平年供水区多年平均需水预测表

表 6.1-8 单位：万 m^3

乡镇名	生活、工业需水量	灌溉需水量	其中开化水库灌溉补水量	需水合计	需开化水库供水合计
中心城区	3648	1081	322	4729	3970
马金镇	880	890	775	1770	1655
音坑乡	102	512	191	614	293
桐村镇	56	/	/	56	56
村头镇	61	/	/	61	61
池淮镇	126	479	231	605	357
合计	4874	2962	1518	7836	6392

(4) 设计水平年供需平衡

规划水平年需水情况下，对供水区域进行供需平衡分析。P=25%、50%、75%保证率下，开化水库建成后供水区域均不缺水；P=90%保证率下 4 月中下旬、6 月上中旬、10 月下旬均存在灌溉缺水的现象，缺水率为 11.7%~55.4%，其中 10 月下旬灌溉缺水率最高。

供水区域水量供需平衡表

表 6.1-9

典型年	月	旬	入库水量	生态需水量	需水量			河道供水	水库供水量				缺水量				缺水率（%）	弃水量
					城镇	农灌	池淮农业园区	农灌	城镇	农灌	池淮农业园区	总供水量（不含生态）	城镇	农灌	池淮农业园区	总缺水量		
25% (1970 年)	1	上	76.5	80.6	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	82.0	80.6	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	131.9	88.7	133.6	0.0	0.0	0.0	133.6	0.0	0.0	133.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	2	上	107.2	109.7	102.8	0.0	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	108.0	109.7	102.8	0.0	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	402.9	87.8	82.2	0.0	0.0	0.0	82.2	0.0	0.0	82.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	3	上	1323.7	427.7	117.5	0.0	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	2392.3	427.7	117.5	0.0	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	519.7	470.4	129.2	0.0	0.0	0.0	129.2	0.0	0.0	129.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	4	上	979.2	736.1	112.1	0.0	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	1178.0	736.1	112.1	0.0	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	1583.6	736.1	112.1	92.6	26.5	81.6	112.1	11.0	3.1	123.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	104.2
	5	上	4145.4	698.1	128.2	0.0	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	3300.3
		中	1462.1	698.1	128.2	0.0	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	617.0
		下	2342.1	767.9	141.0	337.1	41.4	248.4	141.0	88.7	10.9	229.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1323.7
	6	上	2231.0	915.8	122.8	0.0	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1173.4
		中	419.7	915.8	122.8	79.4	22.7	61.5	122.8	17.9	5.1	140.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	8.2
		下	5728.8	915.8	122.8	0.0	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4008.1
	7	上	744.0	508.0	164.2	0.0	0.0	0.0	164.2	0.0	0.0	164.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	149.4
		中	3743.6	508.0	164.2	21.1	2.6	21.1	164.2	0.0	0.0	164.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1548.2
		下	1079.8	558.8	180.6	30.4	0.0	21.1	180.6	9.3	0.0	189.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	8	上	108.0	163.3	173.5	705.6	103.7	326.3	173.5	379.3	57.8	552.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	129.1	163.3	173.5	521.3	81.0	145.0	173.5	376.3	60.1	549.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	444.9	179.6	190.9	0.0	0.0	0.0	190.9	0.0	0.0	190.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	9	上	136.0	86.4	160.2	23.3	0.0	13.6	160.2	9.7	0.0	169.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	264.3	86.4	160.2	0.0	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	265.0	86.4	160.2	0.0	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	10	上	85.2	80.6	157.5	7.1	0.0	4.4	157.5	2.7	0.0	160.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	197.9	80.6	157.5	0.0	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	151.3	88.7	173.3	0.0	0.0	0.0	173.3	0.0	0.0	173.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	11	上	77.2	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	197.2	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	661.3	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	12	上	305.2	80.7	120.2	0.0	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	78.5	80.7	120.2	0.0	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	302.2	88.8	132.2	0.0	0.0	0.0	132.2	0.0	0.0	132.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	合计		34184.5	12085.1	4883.7	1817.9	277.8	923.0	4883.7	894.9	137.0	5778.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	12232.7
50% (1987 年)	1	上	72.4	80.6	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	99.4	80.6	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	128.8	88.7	133.6	0.0	0.0	0.0	133.6	0.0	0.0	133.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	2	上	50.7	109.7	102.8	0.0	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	190.7	109.7	102.8	0.0	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	160.4	87.8	82.2	0.0	0.0	0.0	82.2	0.0	0.0	82.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	3	上	361.0	427.7	117.5	0.0	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0

		中	2531.8	427.7	117.5	0.0	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	2341.0	470.4	129.2	0.0	0.0	0.0	129.2	0.0	0.0	129.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	4	上	1984.4	736.1	112.1	0.0	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	1374.7	736.1	112.1	0.0	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	964.6
		下	1148.3	736.1	112.1	76.8	21.9	76.8	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	140.1
	5	上	1265.8	698.1	128.2	0.0	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	447.9
		中	728.9	698.1	128.2	0.0	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	1200.1	767.9	141.0	463.5	56.9	311.3	141.0	152.2	18.7	293.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	6	上	1957.4	915.8	122.8	0.0	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	869.8
		中	968.8	915.8	122.8	76.8	21.9	74.7	122.8	2.1	0.6	124.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	5650.6	915.8	122.8	0.0	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4490.9
	7	上	1306.5	508.0	164.2	0.0	0.0	0.0	164.2	0.0	0.0	164.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	659.3
		中	181.2	508.0	164.2	770.9	111.5	476.5	164.2	294.4	42.7	458.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	610.7	558.8	180.6	21.2	0.0	21.2	180.6	0.0	0.0	180.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	8	上	259.7	163.3	173.5	9.2	0.0	6.2	173.5	3.0	0.0	176.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	335.9	163.3	173.5	327.2	58.1	170.0	173.5	157.2	27.9	330.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	520.2	179.6	190.9	0.0	0.0	0.0	190.9	0.0	0.0	190.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	9	上	560.2	86.4	160.2	22.6	0.0	16.6	160.2	6.0	0.0	166.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	584.2	86.4	160.2	0.0	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	136.6	86.4	160.2	0.0	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	10	上	424.6	80.6	157.5	325.0	56.4	36.4	157.5	288.6	50.1	446.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	264.0	80.6	157.5	0.0	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	206.1	88.7	173.3	0.0	0.0	0.0	173.3	0.0	0.0	173.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	11	上	384.5	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	579.3	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	386.6	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	12	上	305.3	80.7	120.2	0.0	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	198.8	80.7	120.2	0.0	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	215.4	88.8	132.2	0.0	0.0	0.0	132.2	0.0	0.0	132.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	合计		29674.9	12085.1	4883.7	2093.1	326.7	1189.6	4883.7	903.5	140.0	5787.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	7572.8
75% (1971 年)	1	上	98.7	80.6	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	102.0	80.6	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	114.7	88.7	133.6	0.0	0.0	0.0	133.6	0.0	0.0	133.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	2	上	80.6	109.7	102.8	198.3	35.2	46.1	102.8	152.2	27.0	255.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	233.7	109.7	102.8	0.0	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	574.6	87.8	82.2	0.0	0.0	0.0	82.2	0.0	0.0	82.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	3	上	423.2	427.7	117.5	0.0	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	129.3	427.7	117.5	0.0	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	1028.7	470.4	129.2	0.0	0.0	0.0	129.2	0.0	0.0	129.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	4	上	2528.7	736.1	112.1	0.0	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	632.6	736.1	112.1	0.0	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1483.7
		下	151.1	736.1	112.1	161.5	46.1	79.7	112.1	81.7	23.3	193.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	5	上	384.0	698.1	128.2	0.0	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	535.8	698.1	128.2	0.0	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	3557.5	767.9	141.0	305.5	37.5	234.3	141.0	71.2	8.7	212.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	791.4
	6	上	7930.3	915.8	122.8	0.0	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	6872.8
		中	963.3	915.8	122.8	84.7	24.2	76.5	122.8	8.2	2.3	131.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	248.4
		下	483.6	915.8	122.8	126.4	15.5	87.0	122.8	39.4	4.8	162.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	7	上	128.4	508.0	164.2	314.0	58.6	174.8	164.2	139.2	25.5	303.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0

		中	105.6	508.0	164.2	1193.5	199.7	405.0	164.2	788.5	124.5	952.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	102.0	558.8	180.6	678.7	94.8	230.4	180.6	448.3	64.5	628.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	8	上	36.8	163.3	173.5	166.5	19.4	40.0	173.5	126.5	14.7	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	37.4	163.3	173.5	602.4	127.2	134.4	173.5	468.0	94.2	641.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	39.3	179.6	190.9	438.2	69.3	84.3	190.9	353.8	57.5	544.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	9	上	97.5	86.4	160.2	19.8	0.0	10.3	160.2	9.5	0.0	169.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	105.1	86.4	160.2	0.0	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	436.0	86.4	160.2	0.0	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	10	上	216.3	80.6	157.5	0.0	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	62.6	80.6	157.5	0.0	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	82.1	88.7	173.3	0.0	0.0	0.0	173.3	0.0	0.0	173.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	11	上	51.3	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	45.2	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	44.5	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	12	上	40.9	80.7	120.2	267.7	47.6	27.8	120.2	239.9	42.6	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	40.8	80.7	120.2	0.0	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	71.7	88.8	132.2	0.0	0.0	0.0	132.2	0.0	0.0	132.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	合计		21696.0	12085.1	4883.7	4557.1	775.2	1630.7	4883.7	2926.3	489.9	7810.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	9396.3
90% (1968 年)	1	上	32.7	80.6	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	32.5	80.6	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	40.8	88.7	133.6	0.0	0.0	0.0	133.6	0.0	0.0	133.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	2	上	91.4	109.7	102.8	0.0	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	99.5	109.7	102.8	0.0	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	66.8	98.8	92.5	0.0	0.0	0.0	92.5	0.0	0.0	92.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	3	上	146.3	427.7	117.5	0.0	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	361.2	427.7	117.5	0.0	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	117.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	818.8	470.4	129.2	0.0	0.0	0.0	129.2	0.0	0.0	129.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	4	上	571.7	736.1	112.1	0.0	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	1496.7	736.1	112.1	421.4	74.9	358.9	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	62.5	11.1	73.5	12.1	0
		下	315.1	736.1	112.1	124.4	35.5	84.0	112.1	0.0	0.0	112.1	0.0	40.4	11.6	52.0	19.1	0
	5	上	2393.2	698.1	128.2	0.0	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	1749.9	698.1	128.2	0.0	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	128.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	835.0	767.9	141.0	263.4	32.3	206.1	141.0	57.3	7.0	198.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	6	上	352.6	915.8	122.8	274.0	38.8	171.5	122.8	44.4	7.1	167.2	0.0	58.1	7.1	65.2	15.0	0
		中	573.4	915.8	122.8	92.6	26.5	70.6	122.8	0.0	0.0	122.8	0.0	22.0	6.3	28.3	11.7	0
		下	1413.6	915.8	122.8	0.0	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	122.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	7	上	3514.1	508.0	164.2	0.0	0.0	0.0	164.2	0.0	0.0	164.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	1511.4	508.0	164.2	687.2	100.7	555.5	164.2	131.7	21.2	295.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	119.6	558.8	180.6	998.2	168.6	391.1	180.6	607.2	104.3	787.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	8	上	229.2	163.3	173.5	172.8	19.4	66.5	173.5	106.4	12.2	279.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	152.4	163.3	173.5	330.0	57.3	110.0	173.5	220.0	38.7	393.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	135.8	179.6	190.9	147.2	16.2	83.0	190.9	64.3	7.1	255.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	9	上	54.6	86.4	160.2	371.7	61.7	62.9	160.2	308.8	52.2	469.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	87.7	86.4	160.2	0.0	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	160.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	46.6	86.4	160.2	17.0	0.0	8.6	160.2	8.3	0.0	168.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	10	上	103.1	80.6	157.5	0.0	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	123.1	80.6	157.5	0.0	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	75.4	88.7	173.3	322.2	57.3	62.4	173.3	0.0	0.0	173.3	0.0	259.8	46.2	306.0	55.4	0
	11	上	66.1	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0

		中	62.2	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	56.9	80.7	121.5	0.0	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	121.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	12	上	304.5	80.7	120.2	0.0	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		中	396.6	80.7	120.2	0.0	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
		下	374.9	88.8	132.2	0.0	0.0	0.0	132.2	0.0	0.0	132.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	合计		18805.5	12096.1	4894.0	4222.3	688.9	2231.2	4894.0	1548.3	249.7	6442.3	0.0	442.8	82.2	525.1	5.4	0.0

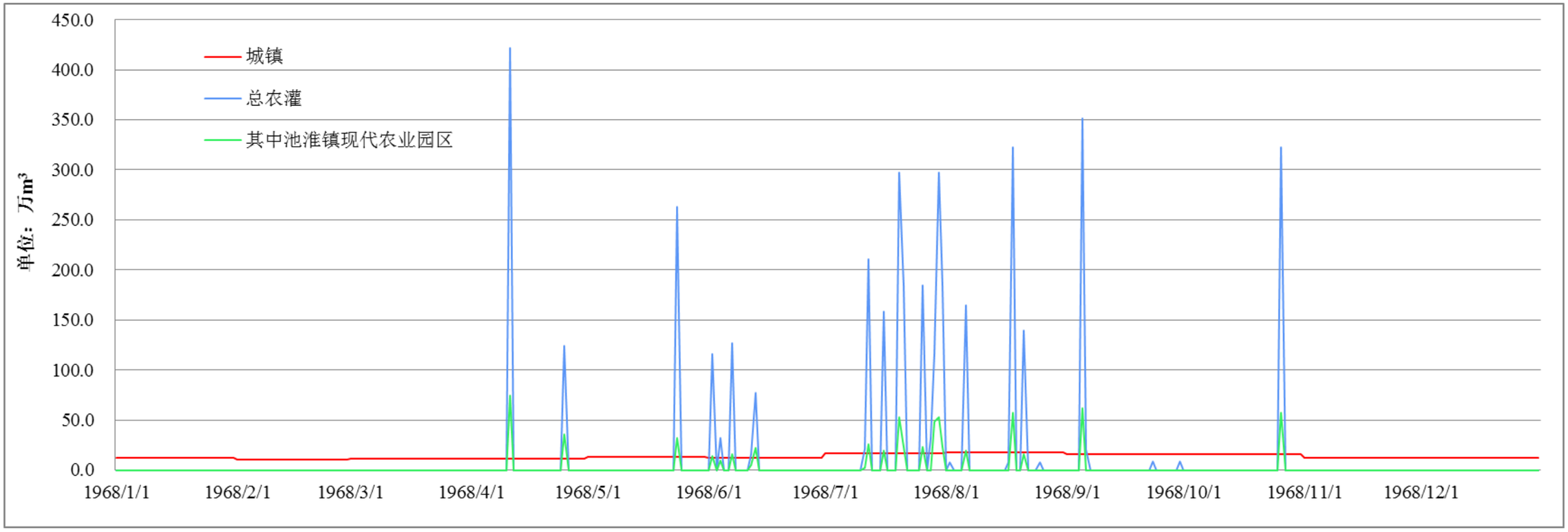


图 6.1-1　工程区域灌溉需水过程线(P=90%)

6.1.2 流域水资源开发利用率的影响

根据《开化水资源综合规划》，开化县马金溪流域多年平均地表总水资源量为 24.22 亿 m^3，多年平均水资源可利用量约为 8.2 亿 m^3，其中地表水资源可利用量为 8.2 亿 m^3，地下水可利用量为 0.8 亿 m^3，重复量为 0.8 亿 m^3。2015 年评价范围内用水量为 1.4293 亿 m^3，2015 年水资源开发利用率为 5.90%(占流域多年平均资源总量的比例)，占多年平均水资源可利用量的比例为 17.43%。规划水平年 2030 年，本工程将投入运行，流域范围内总需水量为 1.49 亿 m^3，规划年水资源开发利用率为 6.15%(占流域多年平均水资源总量的比例)，占多年平均水资源可利用量的比例为 18.17%，较现状利用水平提高了 0.25%。分析可知，流域内水资源量开发利用强度仍然较低。

6.1.3 对流域水资源时空分配的影响

开化水库具有多年调节性能，总库容 1.84 亿 m^3，兴利库容 1.36 亿 m^3，工程建设将改变马金溪流域水资源的时空分布。

本次分析选取 5 个断面进行水资源量影响分析，分别为开化水库坝址（1#，以下简称开化断面）、密赛水文站（2#，以下简称密赛断面）、马金溪汇合口以上（3#，以下简称马金溪断面）、池淮溪汇合口以上（4#，以下简称池淮溪断面）、开化常山交界处（5#，以下简称县界断面）。

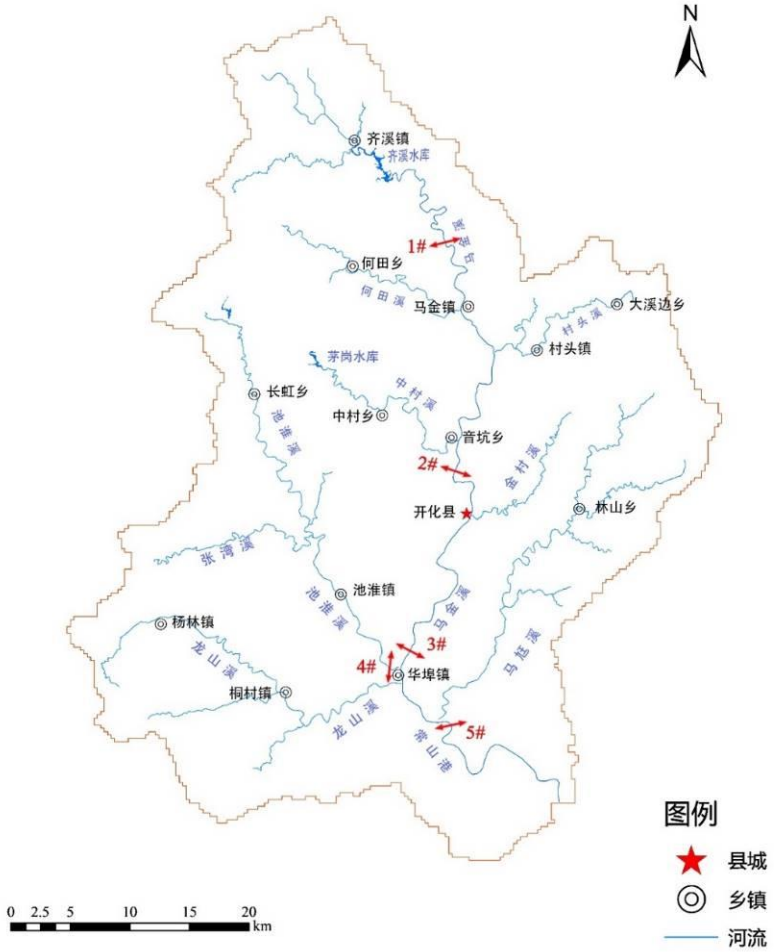


图 6.1-1 水资源分析断面位置示意图

6.1.3.1 水资源量年际变化

开化坝址断面受库区引水及水库多年调节调峰补枯作用，丰水年、平水年、特枯水年坝址处下泄水量较天然径流均有所减少，减少比例分别为 26.2%、30.7%、27.4%；枯水年坝址处下泄水量较天然径流有所增加，增加比例为 12.5%。

但由于现状上游已建齐溪水库，齐溪坝址下游为引水式电站，现状情况下开化坝址断面减脱水现象明显，开化坝址处现状径流仅为齐溪坝址到开化坝址的区间汇流，仅占天然径流量的 21%；开化水库建成运行后，齐溪水库引水式电站报废，齐溪水库仅保持风景区所需水面，多余来水通过自由溢流形式进入开化库区，同时开化水库考虑了一定的下泄生态流量，现状减脱水河段基本成为开化水库库区，各典型年坝址处下泄水量占天然水量的比例达 69.3%~112.5%，较现状均有大幅度提升，提升比例 47.8%~91.1%。

开化县域现状生活、生产和灌溉用水基本取自马金溪流域各河流，干流下游密赛断面（2#）、马金溪断面（3#）和县界断面（5#）各典型年现状年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 1.3%~5.2%。开化水库建成运行后，由于水库的调丰补枯作用，下

游密赛断面（2#）、马金溪断面（3#）和县界断面（5#）丰水年、平水年、特枯水年年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 3.5%~10.1%，枯水年年径流量和天然径流基本保持一致。干流下游各断面径流量减小比例丰水年、平水年、特枯水年相比现状略有增大，分别为 1.5%~8.0%，各断面枯水年年径流量较现状有所增加，增加比例分别为 3.1%、4.8%、2.5%。

池淮现代农业园区位于池淮溪池淮镇。池淮溪小流域内农田基本分布于池淮溪左右岸，以池淮溪为干渠，溪水经引水堰坝、提水泵站等设施引提水后通过引水渠道进入两岸农田进行灌溉。池淮溪断面(4#)现状年径流量经灌溉取水后较天然年径流量有所减少，减少比例为 1.0%~1.9%。由于溪流来水灌溉保证率不高，为提高现代农业园的灌溉保证率，开化水库通过引水隧洞向池淮溪引水补充灌溉，多年平均引水量为 231 万 m^3。开化水库建成运行后向池淮溪引水，池淮溪断面(4#)年径流量较天然径流有所减少，但减少很小，减少比例为 0.4%~1.7%，和现状相比减小比例略有减少，减小幅度为 0.2%~0.6%。

开化水库运行后，各典型年各控制断面水资源配置利用成果见表 6.1-10 和图 6.1-2。

各典型年各计算断面水资源配置利用成果

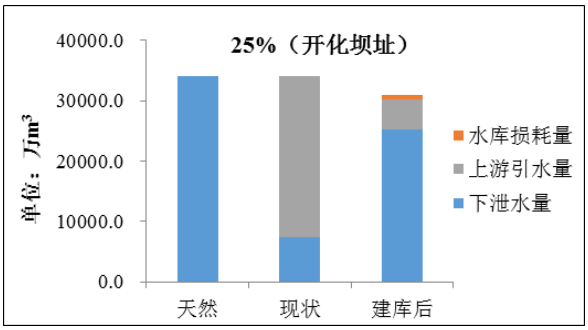
表 6.1-10 单位：万 m^3

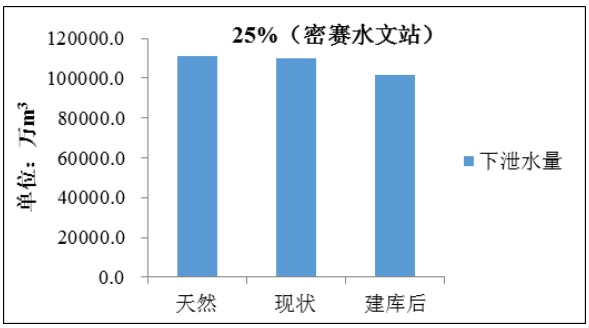
典型年	控制断面	水资源利用项	天然	现状	建库后	现状/天然	建库后下泄/天然	建库后下泄/现状
1970 年，P=25%	1#(开化)	天然来水量	34184.5	34184.5	34184.5	/	/	/
		上游需水量	/	81.8	81.8	/	/	/
		上游退水量	/	32.7	32.7	/	/	/
		上游引水量	/	26797.4	5020.7	/	/	/
		损失水量	/	/	655.1	/	/	/
		下泄水量	34184.5	7338	25212.7	21.50%	73.80%	343.60%
	2#（密赛）	天然来水量	113957	113957	113957	/	/	/
		区间需水量	/	2318.1	1613	/	/	/
		区间退水量	/	854.8	645.2	/	/	/
		年径流量	113957	112445	104018	98.70%	91.30%	92.50%
	3#（马金溪）	天然来水量	156612	156612	156612	/	/	/
		区间需水量	/	3195	388.1	/	/	/
		区间退水量	/	256	155.2	/	/	/
		年径流量	156612	152161	146440	97.20%	93.50%	96.20%
	4#（池淮溪）	天然来水量	59180.4	59180.4	59180.4	/	/	/
		上游需水量	/	1028.1	620.5	/	/	/
		上游退水量	/	411.3	248.2	/	/	/
		引入水量	/	/	137	/	/	/
		年径流量	59180.4	58563.5	58945	99.00%	99.60%	100.70%
	5#（县界）	天然来水量	306945	306945	306945	/	/	/
		区间需水量	/	854.6	407.6	/	/	/
		区间退水量	/	268.9	163	/	/	/
		年径流量	306945	301291	296292	98.20%	96.50%	98.30%
1987 年，P=50%	1#(开化)	天然来水量	29674.9	29674.9	29674.9	/	/	/

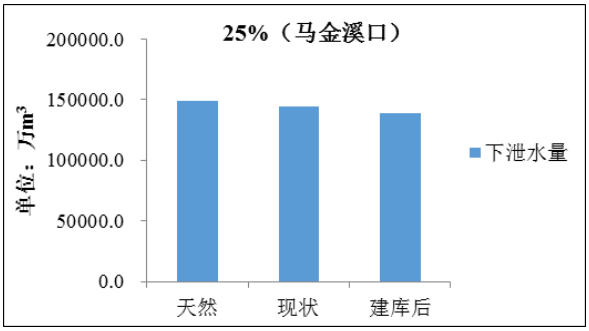
		上游需水量	/	81.8	81.8	/	/	/
		上游退水量	/	32.7	32.7	/	/	/
		上游引水量	/	23262.3	5023.7	/	/	/
		损失水量	/	/	615.9	/	/	/
		下泄水量	29674.9	6363.5	20561.5	21.40%	69.30%	323.10%
	2#（密赛）	天然来水量	107909	107909	107909	/	/	/
		区间需水量	/	2318.1	1704	/	/	/
		区间退水量	/	854.8	681.6	/	/	/
		年径流量	107909	106397	97773	98.60%	90.60%	91.90%
	3#（马金溪）	天然来水量	135952	135952	135952	/	/	/
		区间需水量	/	3195	469.7	/	/	/
		区间退水量	/	256	187.9	/	/	/
		年径流量	135952	131500	125534	96.70%	92.30%	95.50%
	4#（池淮溪）	天然来水量	51342.6	51342.6	51342.6	/	/	/
		上游需水量	/	1028.1	723.2	/	/	/
		上游退水量	/	411.3	289.3	/	/	/
		引入水量	/	/	140	/	/	/
		年径流量	51342.6	50725.7	51048.7	98.80%	99.40%	100.60%
	5#（县界）	天然来水量	266452	266452	266452	/	/	/
		区间需水量	/	854.6	493.3	/	/	/
		区间退水量	/	268.9	197.3	/	/	/
		年径流量	266452	260798	255445	97.90%	95.90%	97.90%
1971 年，P=75%	1#(开化)	天然来水量	21696	21696	21696	/	/	/
		上游需水量	/	81.8	81.8	/	/	/
		上游退水量	/	32.7	32.7	/	/	/
		上游引水量	/	17007.7	5373.6	/	/	/
		损失水量	/	/	512.9	/	/	/

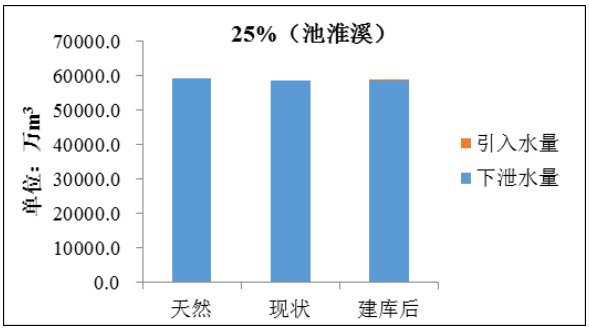
		下泄水量	21696	4639.3	24407.7	21.40%	112.50%	526.10%
	2#（密赛）	天然来水量	75598.3	75598.3	75598.3	/	/	/
		区间需水量	/	2318.1	3193.7	/	/	/
		区间退水量	/	854.8	1277.5	/	/	/
		年径流量	75598.3	74086	76393.8	98.00%	101.10%	103.10%
	3#（马金溪）	天然来水量	99397.6	99397.6	99397.6	/	/	/
		区间需水量	/	3195	849.8	/	/	/
		区间退水量	/	256	339.9	/	/	/
		年径流量	99397.6	94946.3	99683.2	95.50%	100.30%	105.00%
	4#（池淮溪）	天然来水量	37567	37567	37567	/	/	/
		上游需水量	/	1028.1	1615.9	/	/	/
		上游退水量	/	411.3	646.4	/	/	/
		引入水量	/	/	489.9	/	/	/
		年径流量	37567	36950.1	37087.4	98.40%	98.70%	100.40%
	5#（县界）	天然来水量	194810	194810	194810	/	/	/
		区间需水量	/	854.6	892.4	/	/	/
		区间退水量	/	268.9	357	/	/	/
		年径流量	194810	189156	194080	97.10%	99.60%	102.60%
1968 年，P=90%	1#(开化)	天然来水量	18805.5	18805.5	18805.5	/	/	/
		上游需水量	/	81.8	81.8	/	/	/
		上游退水量	/	32.7	32.7	/	/	/
		上游引水量	/	14741.8	5143.7	/	/	/
		损失水量	/	/	232.1	/	/	/
		下泄水量	18805.5	4014.7	13644.4	21.30%	72.60%	339.90%
	2#（密赛）	天然来水量	65639.3	65639.3	65639.3	/	/	/
		区间需水量	/	2318.1	2467	/	/	/
		区间退水量	/	854.8	986.8	/	/	/

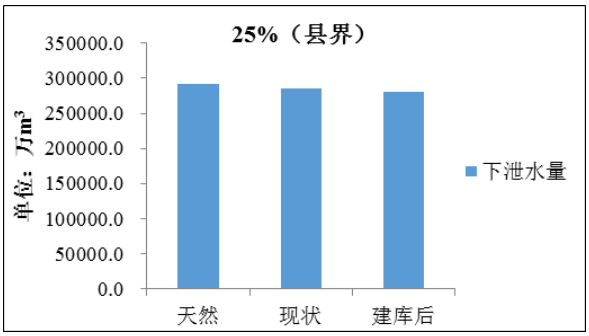
		年径流量	65639.3	64127	58998	97.70%	89.90%	92.00%
	3#（马金溪）	天然来水量	86155.1	86155.1	86155.1	/	/	/
		区间需水量	/	3195	863.2	/	/	/
		区间退水量	/	256	345.3	/	/	/
		年径流量	86155.1	81703.8	78995.9	94.80%	91.70%	96.70%
	4#（池淮溪）	天然来水量	32530.8	32530.8	32530.8	/	/	/
		上游需水量	/	1028.1	1329.6	/	/	/
		上游退水量	/	411.3	531.8	/	/	/
		引入水量	/	/	249.7	/	/	/
		年径流量	32530.8	31913.9	31982.8	98.10%	98.30%	100.20%
	5#（县界）	天然来水量	168856	168856	168856	/	/	/
		区间需水量	/	854.6	906.5	/	/	/
		区间退水量	/	268.9	362.6	/	/	/
		年径流量	168856	163202	160605	96.70%	95.10%	98.40%

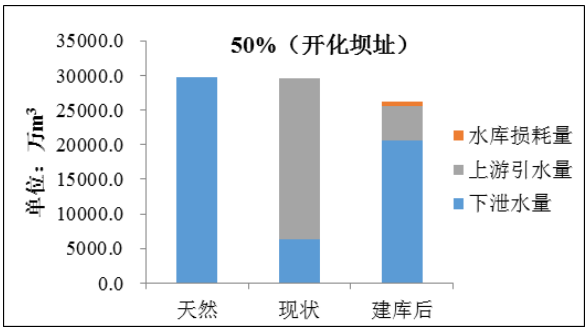

25%（开化坝址）
单位：万m³
40000.0
30000.0
20000.0
10000.0
0.0
天然
现状
建库后
水库损耗量
上游引水量
下泄水量

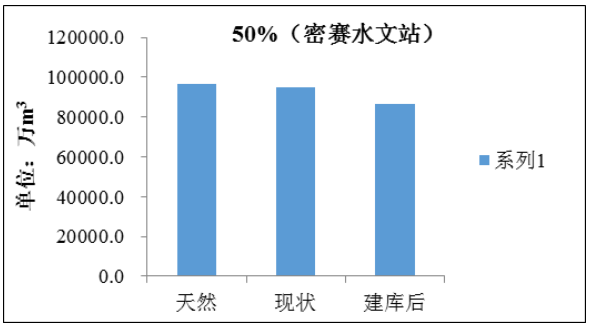

25%（密赛水文站）
单位：万m³
120000.0
100000.0
80000.0
60000.0
40000.0
20000.0
0.0
天然
现状
建库后
下泄水量

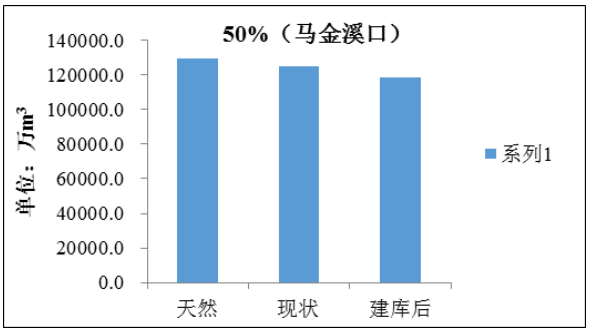

25%（马金溪口）
单位：万m³
200000.0
150000.0
100000.0
50000.0
0.0
天然
现状
建库后
下泄水量

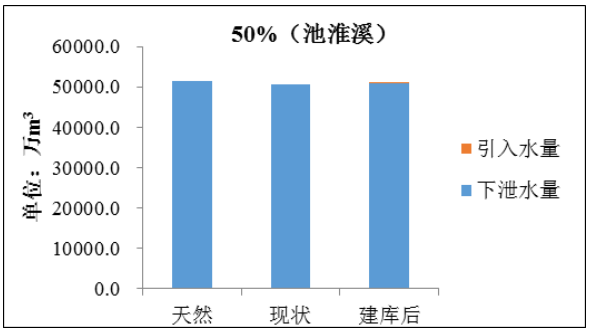

25%（池淮溪）
单位：万m³
70000.0
60000.0
50000.0
40000.0
30000.0
20000.0
10000.0
0.0
天然
现状
建库后
引入水量
下泄水量

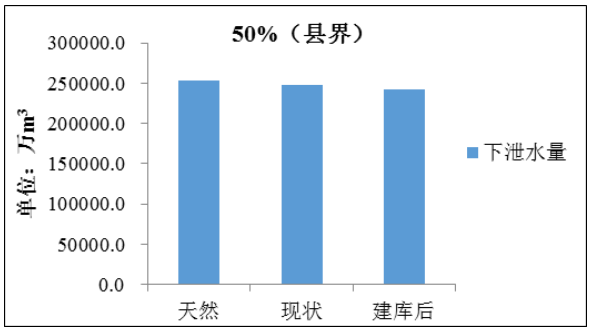

25%（县界）
单位：万m³
350000.0
300000.0
250000.0
200000.0
150000.0
100000.0
50000.0
0.0
天然
现状
建库后
下泄水量

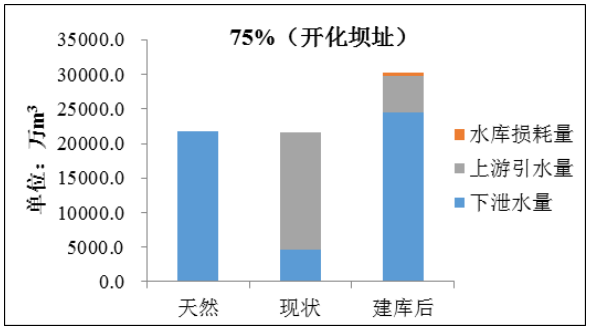

50%（开化坝址）
单位：万m³
35000.0
30000.0
25000.0
20000.0
15000.0
10000.0
5000.0
0.0
天然
现状
建库后
水库损耗量
上游引水量
下泄水量

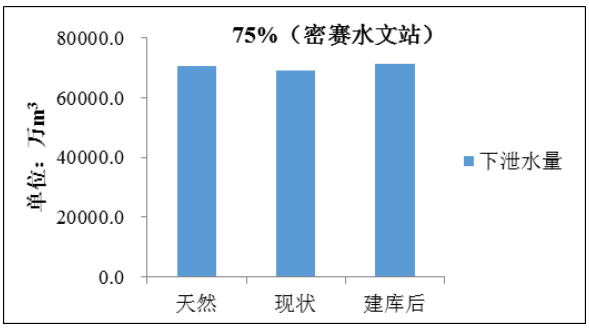

50%（密赛水文站）
单位：万m³
120000.0
100000.0
80000.0
60000.0
40000.0
20000.0
0.0
天然
现状
建库后
系列1

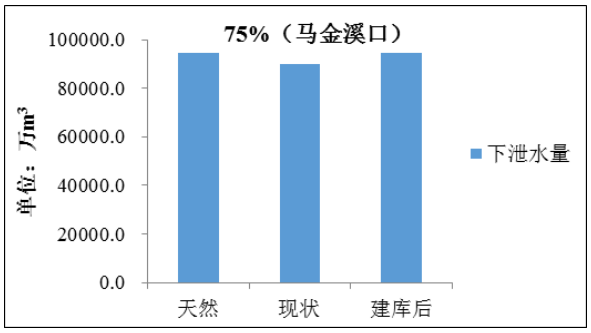

50%（马金溪口）
单位：万m³
140000.0
120000.0
100000.0
80000.0
60000.0
40000.0
20000.0
0.0
天然
现状
建库后
系列1

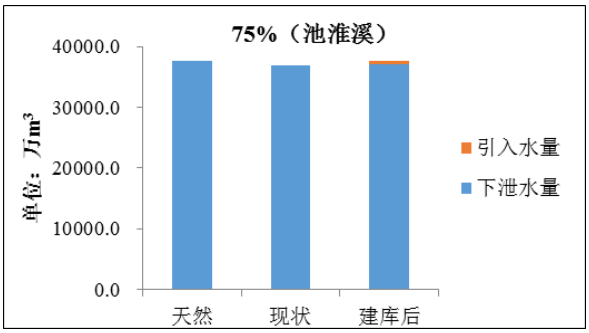

50%（池淮溪）
单位：万m³
60000.0
50000.0
40000.0
30000.0
20000.0
10000.0
0.0
天然
现状
建库后
引入水量
下泄水量

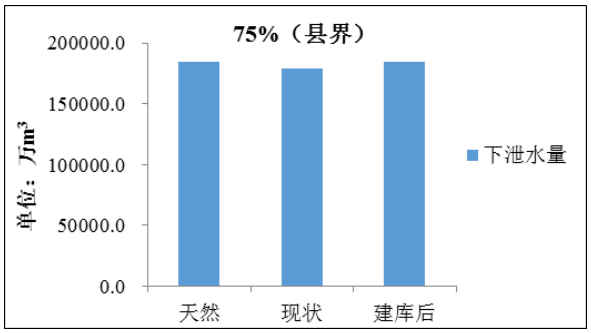

50%（县界）
单位：万m³
300000.0
250000.0
200000.0
150000.0
100000.0
50000.0
0.0
天然
现状
建库后
下泄水量

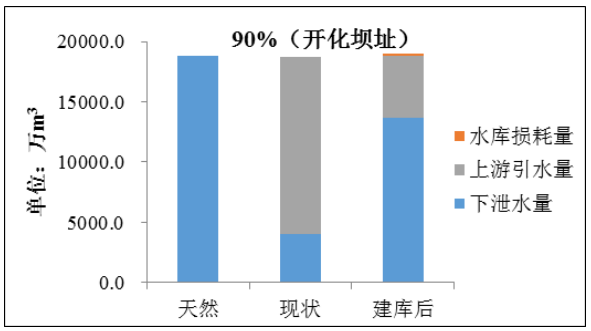

75%（开化坝址）
单位：万m³
35000.0
30000.0
25000.0
20000.0
15000.0
10000.0
5000.0
0.0
天然
现状
建库后
水库损耗量
上游引水量
下泄水量

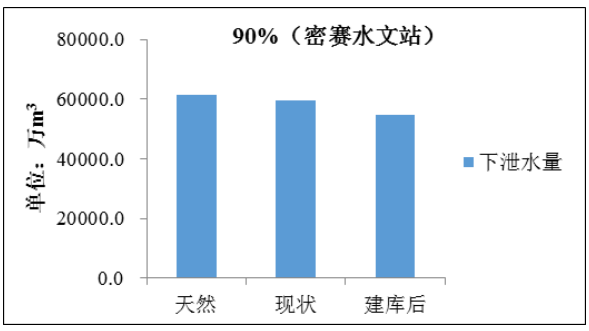

75%（密赛水文站）
单位：万m³
80000.0
60000.0
40000.0
20000.0
0.0
天然
现状
建库后
下泄水量


75%（马金溪口）
单位：万m³
100000.0
80000.0
60000.0
40000.0
20000.0
0.0
天然
现状
建库后
下泄水量


75%（池淮溪）
单位：万m³
40000.0
30000.0
20000.0
10000.0
0.0
天然
现状
建库后
引入水量
下泄水量


75%（县界）
单位：万m³
200000.0
150000.0
100000.0
50000.0
0.0
天然
现状
建库后
下泄水量


90%（开化坝址）
单位：万m³
20000.0
15000.0
10000.0
5000.0
0.0
天然
现状
建库后
水库损耗量
上游引水量
下泄水量


90%（密赛水文站）
单位：万m³
80000.0
60000.0
40000.0
20000.0
0.0
天然
现状
建库后
下泄水量

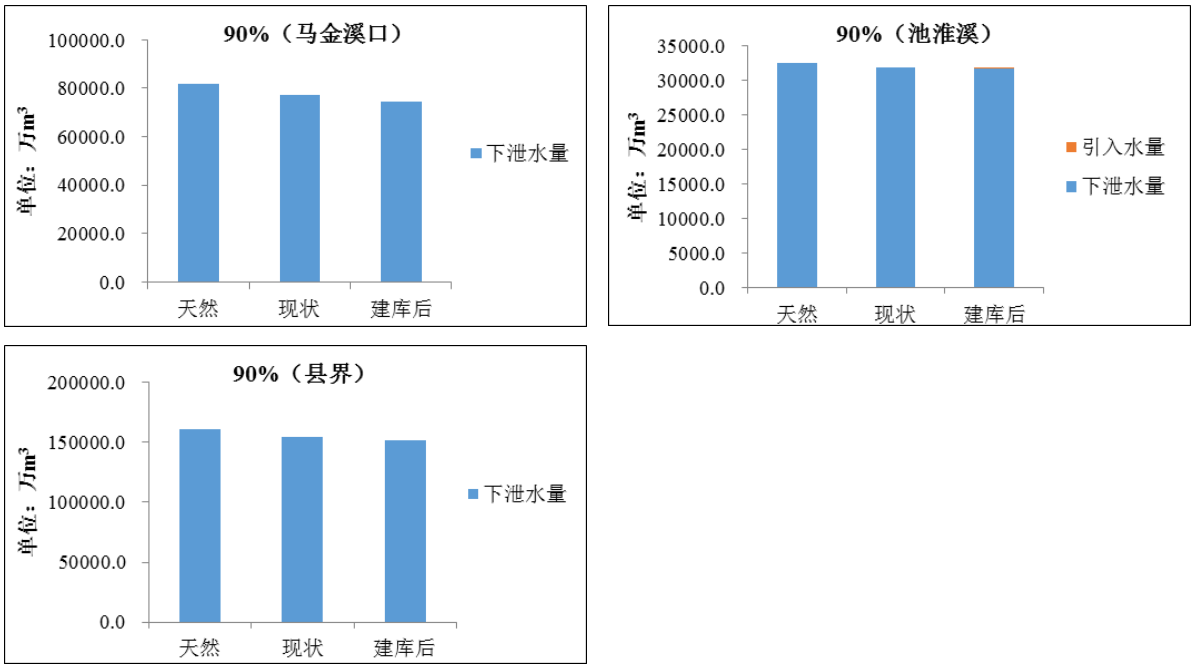


图 6.1-2　各典型年各计算断面水资源配置利用成果

6.1.3.2　水资源量年内变化

受开化水库多年调节和年内调峰补枯作用，开化水库运行前后，马金溪流域控制断面各典型年（丰水年、平水年、枯水年和特枯水年）年内水量时空发生一定变化。

(1)　丰水期 4～9 月

开化坝址上游已建齐溪水库，齐溪坝址下游为引水式电站，现状情况下齐溪水库坝址下游河道减脱水现象明显，开化坝址处现状径流仅为齐溪坝址到开化坝址的区间汇流，仅占天然径流量的 21%；开化水库建成运行后，现状减脱水河段基本成为开化水库库区，同时开化水库考虑了一定的下泄生态流量，丰水期开化坝址处下泄水量丰水年、平水年和特枯水年均小于天然径流，分别减少 16.3%、15.0%和 29.2%，特枯水年减少较为明显，水库运行对坝址下游的水量有一定的削减影响，枯水年坝址处下泄水量大于天然径流，增加比例为 17.2%；较现状均有大幅度提升，提升比例 49.5%~95.8%。

丰水期属于开化县的灌溉时期，干流下游密赛断面（2#）、马金溪断面（3#）和县界断面（5#）各典型年丰水期现状年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 1.4%~3.2%。开化水库运行后，密赛水文站断面处径流量丰水年、平水年和特枯水年均小于天然径流，减小比例不大，分别减少 6.0%~11.1%，减少比例比现状略有增大，分别增加 3.5%~8.5%；但枯水年下泄水量较天然径流和现状径流量均略有增加，增加比例分别为 2.2%和 3.6%。开化水库运行后，马金溪断面径流量丰水年、平水年和特枯水年均小于天然径流，减小比例不大，分别减少 4.5%~9.1%，减少比例比现状略有增大，分

别增加 1.3%~4.8%；但枯水年径流量较天然径流和现状径流量均略有增加，增加比例分别为 1.1%和 3.8%。开化水库运行后，县界断面径流量丰水年、平水年和特枯水年均小于天然径流量，减小比例不大，分别减少 2.5%~5.4%，减小比例比现状略有增大，分别增加 0.3%~2.4%；枯水年径流量与天然径流基本一致，较现状径流量略有增加，增加比例为 1.9%。

池淮溪断面(4#)现状丰水期径流量经灌溉取水后较天然径流量有所减少，减少比例为 1.3%~2.3%。开化水库建成运行后向池淮溪引水，丰水期池淮溪断面(4#)年径流量较天然径流有所减少，但减少很小，减少比例为 0.5%~2.0%，和现状相比减小比例略有降低，变化比例为 0.3%~0.9%。

(2) 鱼类生态敏感期 4～7 月

开化坝址处现状径流仅为齐溪坝址到开化坝址的区间汇流，仅占天然径流量的 21.6%；开化水库建成运行后，现状减脱水河段基本成为开化水库库区，同时开化水库考虑了一定的下泄生态流量，鱼类生态敏感期开化坝址处下泄水量丰水年、平水年和特枯水年均小于天然径流，分别减少 117.9%、9.0%和 35.8%，特枯水年减少较为明显，水库运行对坝址下游的水量有一定的削减影响，枯水年坝址处下泄水量大于天然径流，增加比例为 12.4%；较现状均有大幅度提升，提升比例 42.7%~90.8%。

鱼类生态敏感期也属于开化县的灌溉时期，干流下游密赛断面（2#）、马金溪断面（3#）和县界断面（5#）各典型年鱼类生态敏感期现状年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 0.5%~2.1%。开化水库运行后，密赛水文站断面处径流量丰水年、平水年和特枯水年均小于天然径流，减小比例不大，分别减少 3.3% ~11.9%，减少比例比现状略有增大，分别增加 2.6%~11.0%；但枯水年下泄水量较天然径流和现状径流量均略有增加，增加比例分别为 1.9%和 2.6%。开化水库运行后，马金溪断面径流量丰水年、平水年和特枯水年均小于天然径流，减小比例不大，分别减少 2.8%~9.6%，减少比例比现状略有增大，分别增加 1.1%~7.5%；但枯水年径流量较天然径流和现状径流量均略有增加，增加比例分别为 1.0%和 2.8%。开化水库运行后，县界断面径流量丰水年、平水年和特枯水年均小于天然径流量，减小比例不大，分别减少 1.7%~5.5%，减小比例比现状略有增大，分别增加 0.6%~4.2%；枯水年径流量与天然径流基本一致，较现状径流量略有增加，增加比例为 1.2%。

池淮溪断面(4#)现状鱼类生态敏感期径流量经灌溉取水后较天然径流量有所减少，减少比例为 0.4%~0.8%。开化水库建成运行后向池淮溪引水，鱼类生态敏感期池淮溪断

面(4#)年径流量较天然径流有所减少，但减少很小，减少比例为 0.3%~1.7%，和现状径流量比较基本无变化。

(3) 枯水期 10 月～翌年 3 月

枯水期开化坝址处现状径流仅占天然径流量的 21.6%；开化水库建成运行后，现状减脱水河段基本成为开化水库库区，同时开化水库考虑了一定的下泄生态流量，枯水期开化坝址处下泄水量各典型年均小于天然径流，分别减少 63.5%、67.3%、12.3%和 19.0%，丰水年和平水年减少较为明显，水库运行对坝址下游的水量有一定的削减影响；较现状均有一定提升，提升比例 11.1%~66.1%。

枯水期干流下游密赛断面（2#）、马金溪断面（3#）和县界断面（5#）各典型年现状年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 0.3%~9.2%。开化水库运行后，密赛水文站断面处径流量各典型年均小于天然径流，减少比例 5.0%~19.0%，减少比例比现状略有增大，增加比例 4.2%~18.7%。开化水库运行后，马金溪断面径流量各典型年均小于天然径流，减少比例 4.1%~15.1%，丰水年、平水年减少比例比现状略有增大，分别增加 9.7%、11.7%，但枯水年、特枯水年减少比例比现状略有降低，分别降低 4.7%、4.9%。开化水库运行后，县界断面径流量各典型年均小于天然径流，减少比例 2.3%~7.7%，丰水年、平水年减少比例比现状略有增大，分别增加 4.8%、5.9%，但枯水年、特枯水年减少比例比现状略有降低，分别降低 2.4%、2.7%。池淮溪断面各典型年下泄水量较天然径流和现状径流量基本无变化。

各典型年各计算断面年内水量变化

表 6.1-11 单位：万 m^3

断面	典型年	入、出库水量	枯水期（10-3 月）	丰水期（4-9 月）	鱼类敏感期（4-7 月）
断面 1(开化)	丰水年（1970 年，P=25%）	天然水量	7200.0	26984.5	25637.3
		现状水量	1555.7	5782.3	5530.9
		运行后下泄水量	2627.7	22585.0	21054.3
		现状/天然	21.6%	21.4%	21.6%
		下泄/天然	36.5%	83.7%	82.1%
		下泄/现状	168.9%	390.6%	380.7%
	平水年（1987 年，P=50%）	天然水量	8900.8	20774.1	18377.3
		现状水量	1923.2	4440.3	3962.0
		运行后下泄水量	2913.6	17647.8	16716.3
		现状/天然	21.6%	21.4%	21.6%
		下泄/天然	32.7%	85.0%	91.0%
		下泄/现状	151.5%	397.5%	421.9%

	枯水年（1971年，P=75%）	天然水量	3440.8	18255.2	17503.0
		现状水量	743.4	3910.6	3773.1
		运行后下泄水量	3017.1	21390.6	19667.5
		现状/天然	21.6%	21.4%	21.6%
		下泄/天然	87.7%	117.2%	112.4%
		下泄/现状	405.9%	547.0%	521.3%
	特枯年（1968年，P=90%）	天然水量	3252.9	15552.7	14846.4
		现状水量	702.8	3311.9	3199.0
		运行后下泄水量	2636.0	11008.4	9535.2
		现状/天然	21.6%	21.3%	21.5%
		下泄/天然	81.0%	70.8%	64.2%
		下泄/现状	375.1%	332.4%	298.1%
断面2（密赛）	丰水年（1970年，P=25%）	天然水量	24021.9	89935.5	85449.4
		现状水量	23926.4	88518.8	85007.8
		运行后径流量	19445.9	84571.9	80539.1
		现状/天然	99.6%	98.4%	99.5%
		运行后/天然	81.0%	94.0%	94.3%
		运行后/现状	81.3%	95.5%	94.7%
	平水年（1987年，P=50%）	天然水量	32376.5	75532.4	66809.9
		现状水量	32280.9	74115.6	66368.3
		运行后径流量	26265.1	71507.9	64632.1
		现状/天然	99.7%	98.1%	99.3%
		运行后/天然	81.1%	94.7%	96.7%
		运行后/现状	81.4%	96.5%	97.4%
	枯水年（1971年，P=75%）	天然水量	11977.4	63620.9	60995.6
		现状水量	11881.9	62751.5	60554.0
		运行后径流量	11380.8	65012.9	62129.4
		现状/天然	99.2%	98.6%	99.3%
		运行后/天然	95.0%	102.2%	101.9%
		运行后/现状	95.8%	103.6%	102.6%
	特枯年（1968年，P=90%）	天然水量	11360.5	54278.8	51812.7
		现状水量	11265.0	52862.0	51371.1
		运行后径流量	10729.8	48268.2	45659.6
		现状/天然	99.2%	97.4%	99.1%
		运行后/天然	94.4%	88.9%	88.1%
		运行后/现状	95.2%	91.3%	88.9%
断面3（马金溪）	丰水年（1970年，P=25%）	天然水量	32985.7	123626.2	117453.9
		现状水量	31611.1	120549.5	116015.6
		运行后径流量	28408.7	118030.7	112432.2
		现状/天然	95.8%	97.5%	98.8%
		运行后/天然	86.1%	95.5%	95.7%
		运行后/现状	89.9%	97.9%	96.9%

	平水年（1987年，P=50%）	天然水量	40777.8	95173.9	84193.4
		现状水量	39403.1	92097.2	82755.1
		运行后径流量	34638.6	90895.3	81808.6
		现状/天然	96.6%	96.8%	98.3%
		运行后/天然	84.9%	95.5%	97.2%
		运行后/现状	87.9%	98.7%	98.9%
	枯水年（1971年，P=75%）	天然水量	15763.7	83634.0	80187.9
		现状水量	14389.0	81425.4	78749.6
		运行后径流量	15125.0	84558.2	80972.7
		现状/天然	91.3%	97.4%	98.2%
		运行后/天然	95.9%	101.1%	101.0%
		运行后/现状	105.1%	103.8%	102.8%
	特枯年（1968年，P=90%）	天然水量	14902.6	71252.5	68017.1
		现状水量	13527.9	68175.8	66578.8
		运行后径流量	14260.6	64735.3	61469.3
		现状/天然	90.8%	95.7%	97.9%
		运行后/天然	95.7%	90.9%	90.4%
		运行后/现状	105.4%	95.0%	92.3%
断面4（池淮溪）	丰水年（1970年，P=25%）	天然水量	12473.1	46707.2	44377.0
		现状水量	12471.6	46091.9	44181.3
		运行后径流量	12472.2	46472.8	44246.8
		现状/天然	100.0%	98.7%	99.6%
		运行后/天然	100.0%	99.5%	99.7%
		运行后/现状	100.0%	100.8%	100.1%
	平水年（1987年，P=50%）	天然水量	15402.6	35940.0	31789.4
		现状水量	15401.1	35324.7	31593.7
		运行后径流量	15381.9	35666.8	31565.2
		现状/天然	100.0%	98.3%	99.4%
		运行后/天然	99.9%	99.2%	99.3%
		运行后/现状	99.9%	101.0%	99.9%
	枯水年（1971年，P=75%）	天然水量	5955.0	31612.0	30307.5
		现状水量	5953.4	31214.7	30111.9
		运行后径流量	5921.0	31166.3	29963.0
		现状/天然	100.0%	98.7%	99.4%
		运行后/天然	99.4%	98.6%	98.9%
		运行后/现状	99.5%	99.8%	99.5%
	特枯年（1968年，P=90%）	天然水量	5631.5	26899.3	25675.7
		现状水量	5630.0	26284.0	25480.1
		运行后径流量	5618.0	26364.8	25241.3
		现状/天然	100.0%	97.7%	99.2%
		运行后/天然	99.8%	98.0%	98.3%
		运行后/现状	99.8%	100.3%	99.1%

断面5（县界）	丰水年（1970年，P=25%）	天然水量	64648.9	242295.6	230198.4
		现状水量	63179.7	238110.8	228351.3
		运行后径流量	60069.9	236222.2	224929.5
		现状/天然	97.7%	98.3%	99.2%
		运行后/天然	92.9%	97.5%	97.7%
		运行后/现状	95.1%	99.2%	98.5%
	平水年（1987年，P=50%）	天然水量	79920.5	186531.7	165011.1
		现状水量	78451.3	182346.9	163164.0
		运行后径流量	73731.5	181713.1	162184.7
		现状/天然	98.2%	97.8%	98.9%
		运行后/天然	92.3%	97.4%	98.3%
		运行后/现状	94.0%	99.7%	99.4%
	枯水年（1971年，P=75%）	天然水量	30895.3	163914.6	157160.6
		现状水量	29426.1	160772.3	155313.5
		运行后径流量	30178.5	163901.9	157234.5
		现状/天然	95.2%	98.1%	98.8%
		运行后/天然	97.7%	100.0%	100.0%
		运行后/现状	102.6%	101.9%	101.2%
	特枯年（1968年，P=90%）	天然水量	29207.7	139648.1	133307.1
		现状水量	27738.4	135463.3	131460.0
		运行后径流量	28540.3	132064.4	125910.3
		现状/天然	95.0%	97.0%	98.6%
		运行后/天然	97.7%	94.6%	94.5%
		运行后/现状	102.9%	97.5%	95.8%

6.1.4 小结

(1) 至规划水平年 2030 年，本工程将投入运行，流域范围内总需水量为 1.49 亿 m^3，规划年水资源开发利用率为 6.15%(占流域多年平均水资源总量的比例)，占多年平均水资源可利用量的比例为 18.17%，较现状利用水平提高了 0.25%。

(2) 开化水库具有多年调节性能，总库容 1.84 亿 m^3，调节库容 1.36 亿 m^3，工程建设将改变马金溪水资源的时空分布。开化坝址断面受库区引水及水库多年调节调峰补枯作用，丰水年、平水年、特枯水年坝址处下泄水量较天然径流均有所减少，减少比例分别为 26.2%、30.7%、27.4%；枯水年坝址处下泄水量较天然径流有所增加，增加比例为 12.5%。

但由于现状开化坝址断面减脱水现象明显，开化坝址处现状径流仅占天然径流量的 21%；开化水库建成运行后，现状减脱水河段基本成为开化水库库区，同时开化水库考虑下泄生态流量，各典型年坝址处下泄水量占天然水量的比例达 69.3%~112.5%，较现

状均有大幅度提升，提升比例 47.8%~91.1%。

(3) 开化水库建成运行后，由于水库的调丰补枯作用，下游密赛断面（2#）、马金溪断面（3#）和县界断面（5#）丰水年、平水年、特枯水年年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 3.5%~10.1%，枯水年年径流量和天然径流基本保持一致。干流下游各断面径流量减小比例相比现状略有增大，增大幅度为 1.5%~8.0%。

(4) 池淮溪断面(4#)现状年径流量经灌溉取水后较天然年径流量有所减少，减少比例为 1.0%~1.9%。为提高现代农业园的灌溉保证率，开化水库建成运行后向池淮溪引水，池淮溪断面(4#)年径流量较天然径流有所减少，但减少很小，减少比例为 0.4%~1.7%，和现状相比减小比例略有减少，减小幅度为 0.2%~0.6%。

(5) 丰水期开化坝址处现状径流仅占天然径流量的 21%；开化水库建成运行后，开化坝址处下泄水量丰、平、特枯水年均小于天然径流，分别减少 16.3%、15.0%和 29.2%，特枯水年减少较为明显，水库运行对坝址下游的水量有一定的削减影响，由于水库的调蓄作用，较现状均有大幅度提升，提升比例 49.5%~95.8%；枯水年坝址处下泄水量大于天然径流，增加比例为 17.2%。

丰水期属于开化县的灌溉时期，干流下游 2#、3#和 5#断面各典型年丰水期现状年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 1.4%~3.2%。开化水库运行后，干流下游 2#、3#和 5#断面处径流量丰、平和特枯水年均小于天然径流，减小比例不大，减少幅度为 2.5%~11.1%，减少比例比现状略有增大，分别增加 0.3%~8.5%；但枯水年下泄水量较天然径流和现状径流量基本保持不变或略有增加，增加幅度为 1.1%~3.8%。

池淮溪断面现状丰水期径流量经灌溉取水后较天然径流量有所减少，减少比例为 1.3%~2.3%。开化水库建成运行后向池淮溪引水，池淮溪断面年径流量较天然径流有所减少，减少比例仅 0.5%~2.0%，和现状相比减小比例略有降低，减小比例为 0.3%~0.9%。

(6) 鱼类生态敏感期 4～7 月，开化坝址处现状径流仅占天然径流量的 21.6%；开化水库建成运行后，开化坝址处下泄水量丰水年、平水年和特枯水年均小于天然径流，分别减少 117.9%、9.0%和 35.8%，枯水年坝址处下泄水量大于天然径流，增加比例为 12.4%；较现状均有大幅度提升，提升比例 42.7%~90.8%。

鱼类生态敏感期也属于开化县的灌溉时期，干流下游 2#、3#和 5#断面各典型年鱼类生态敏感期现状年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 0.5%~2.1%。开化水库运行后，干流下游 2#、3#和 5#断面处径流量丰、平和特枯水年均小于天然径流，减小比例不大，减少幅度为 1.7%~11.9%，减少比例比现状略有增大，分别增加 0.6%~11.0%；

但枯水年下泄水量较天然径流和现状径流量基本保持不变或略有增加，增加幅度为1.0~2.8%。

池淮溪断面现状鱼类生态敏感期径流量经灌溉取水后较天然径流量有所减少，减少比例为 0.4%~0.8%。开化水库建成运行后向池淮溪引水，池淮溪断面年径流量较天然径流有所减少，但减少很小，减少比例为 0.3%~1.7%，和现状径流量比较基本无变化。

(7) 枯水期 10 月～翌年 3 月，开化坝址处现状径流仅占天然径流量的 21.6%；开化水库建成运行后，开化坝址处下泄水量各典型年均小于天然径流，减少幅度 12.3%~67.3%，较现状均有一定提升，提升比例 11.1%~66.1%。干流下游 2#、3#和 5#断面各典型年现状年径流量较天然径流均有所减少，减少比例为 0.3%~9.2%。开化水库运行后，各典型年 2#断面处径流量均小于天然径流，减少比例 5.0%~19.0%，减少比例比现状略有增大，增加比例 4.2%~18.7%；3#和 5#断面径流量各典型年均小于天然径流，减少比例 2.3%~15.1%，丰水年、平水年减少比例比现状略有增大，增加幅度 4.8%~11.7%，但枯水年、特枯水年减少比例比现状略有降低，降低幅度 2.4%~4.9%。池淮溪断面各典型年下泄水量较天然径流和现状径流量基本无变化。

6.2 水库下泄生态流量及保障程度分析

6.2.1 水库下泄流量目的和需求

6.2.1.1 下泄流量的目的

根据流域地形地貌特点，考虑到开化水库具有多年调节能力，将改变其下游河道的径流时空分布。因此，开化水库坝址处需下泄一定的流量满足坝下河道内用水需求。

6.2.1.2 坝址下游河道用水需求分析

根据《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会议纪要》的函(环办函[2006]11 号文)和“关于印发《水电水利建设项目生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》的函”(环评函[2006]4 号文)，为维护河段水生生态系统稳定，水利水电工程必须下泄一定的生态流量，将其纳入工程水资源综合配置中统筹考虑。生态流量需要考虑以下因素：① 工农业生产及生活需水量；② 维持水生生态系统稳定所需水量；③ 维持河道水质的最小稀释净化水量；④ 维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量；⑤ 水面蒸发量；⑥ 维持地下水位动态平衡补给需水；⑦ 航运、景观和水上娱乐环境需水量；⑧ 河道外生态需水量。对于不同的河流，其需水对象的主要功能存在差异，相应生态用水应根据其具体的主要功能而定，其考虑的对象和重点也应有所区别。上述 8 个方面水量相互重叠、互相补充。

(1) 工农业生产及生活需水量

根据开化水库工程任务，水库建成后，下游生活和工业用水全部由开化水库供水管道进行供给，不再从马金溪河道取水。下游沿岸的灌溉用水，调算时首先考虑河道取水灌溉，缺水部分由水库下泄至河道后补充灌溉。因此，开化坝址下泄生态流量需要考虑叠加下游从河道取用的灌溉需水量，不考虑生活及工业生产需水量。

(2) 维持水生生态系统稳定所需水量

马金溪上游现状已建成中型水库齐溪水库，马金溪干流上已建有较多的拦河堰坝，已对河道径流的时空分布产生一定影响。开化水库具有多年调节能力，将进一步改变其下游河道的径流时空分布。

根据调查，开化水库坝址下游马金溪中下游河段主要分布有黄颡鱼、圆吻鲴、黄尾鲴、大眼华鳊、光唇鱼、宽鳍鱲、马口鱼、高体鳑鲏和革条副鳞等经济和土著鱼类。要保证这些鱼类正常的生存、产卵繁殖等栖息条件，维持水生生态系统稳定，就必须提供一定的水量。

因此，开化坝址下泄流量需考虑下游河段维持水生生态系统稳定所需水量。

(3) 维持河道水质的最小稀释净化水量

开化县工业不发达，污染源总体较少。水质现状结果表明，开化坝址断面、下游马金溪干流现状水质达标，干流水质总体较好。根据开化县总体规划，工业污水需全部处理后回用，禁止排放；城镇污水全部纳管进入污水处理厂处理，农村污水通过建设村级污水处理站进行处理，规划水平年入河污染源将会进一步减少，马金溪干流水质将会进一步提高。因此，开化坝址下泄流量不需考虑维持下游河段河道水质的最小稀释净化水量。

(4) 维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量

开化水库坝址位于钱塘江源头，不涉及河口区。因此，本工程不需考虑维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量。

(5) 水面蒸发量

本工程所在开化县气候温和，多年平均降水量 1908mm，多年平均径流深为 1223.7mm，多年平均年蒸发量为 932.8mm，经估算，开化坝址下游干流水面年蒸发水量约 1567 万 m^3，仅占下游年总径流量(266452 万 m^3)的 0.59%，水面蒸发所损耗的水量相对河道水量而言很少，故本工程不考虑水面蒸发量。

(6) 维持地下水位动态平衡补给需水

根据坝址下游马金溪两岸地形地貌和地下水赋存特征，区内地下水主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。马金溪为流域地表、地下水最低排泄基准面，为补给性河谷，两岸地下分水岭远高出河道正常水位，且两岸山体雄厚，地形封闭条件良好，因此，不存在维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

(7) 航运、景观和水上娱乐环境需水量

对于河流，要保持航运、景观和水上娱乐活动功能，必须有一定的水面面积及流量。具有航运要求的河流必须保持足够的水面宽度和水深以保证船舶的航行，其所需水量可根据航道等级和河道地形确定。从景观价值角度，河流可以分为以下三种类型，一种是既不具备观赏，也不具备娱乐的河流，相应的景观娱乐需水量为零；一种是具备观赏，不具备娱乐的河流，相应的景观娱乐需水量即为观赏需水量；还有一种是即具备观赏，又具备娱乐的河流，相应的景观娱乐需水量为观赏需水量与娱乐需水量中较大值。

经过调查，开化坝址下游河段已建较多的堰坝，其中沿岸开化县城、华弹镇、马金镇等城镇区域建成的堰坝，已形成一定的景观水面。目前河道无划船、垂钓、游泳等水上娱乐需要，评价范围内无航运规划，旅游发展规划也未对干流河段提出明确的水量要求。考虑到开化县旅游业近几年发展较迅速，游客和居民对河面景观已有一定的观赏需求，因此，河道在保证维持水生态稳定水量的同时可保证已建堰坝所形成的景观水面，本报告不单独考虑航运、景观和水上娱乐环境需水量。

(8) 河道外生态需水量

开化水库所在的马金溪流域具有典型的山区型河流特征，中上游河谷狭窄深切，坡降较大；下游两岸城镇、村庄密布，两岸大部分已建堤防，河道内无河谷植被。河道两岸植被需水往往通过地表径流、地下水、降水补给，由于马金溪流域降雨充沛，地下水分水岭高出河道正常水位，且河道内具有一定水量维持水生生态系统稳定，河岸相连湿地补给需水也相应得到满足，因此，无需单独考虑河道外生态需水量。

(9) 用水需求综合分析

综上所述，本工程坝址下游评价范围河段内无航运用水要求，无需考虑河水补给地下水量、水面蒸发所损耗的水量、维持河流水环境功能的最小稀释净化水量、景观用水量等，最小生态环境需水量考虑范围主要为维持水生生物生态系统稳定所需要的水量和坝址下游河道灌溉取用水。

6.2.2 生态流量计算分析

6.2.2.1 研究方法选择

维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法主要有水文学法、水力学法、组合法、生境模拟法、综合法及生态水力学法。

(1) 水文学法

水文学法又称作标准设定法或快速评价法。它是以历史流量为基础，根据简单的水文指标确定河道生态需水或环境需水，该法虽然没有明确考虑食物、栖息地、水质和水温等因素，但由于这是河流实际存在或发生的情况，故认为该流量能维持现存的生命形式或保障河流的水质。

水文学法适合于对河流进行最初目标管理，作为战略性管理方法而使用，一般用于设定河流低流量，没有考虑到对高流量的要求。最常用的代表方法有 7Q10 法、Tennant 法、NGPRP 法、基本流量法(BasicFlow)、最小月平均径流法等。

① 7Q10 法

7Q10 法采用 90%保证率最枯连续 7 天的平均流量作为河流最小流量设计值，由于该法是从控制污染源排放的角度出发，不适用于本次生态环境需水量的确定。

② Tennant 法

Tennant 法根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态，详见表 6.2-1。该法是在对美国东部、西部和中西部许多河流进行广泛现场调查的基础上提出的。保护目标为鱼、水鸟、长毛皮的动物、爬行动物、两栖动物、软体动物、水生无脊动物和相关的所有与人类争水的生命形式。

保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况

表 6.2-1

流量状况描述	推荐的基流(平均流量的分数)（10~3 月）/%	推荐的基流(平均流量的分数)（4~9 月）/%
泛滥或最大	/	200(48～72/小时)
最佳范围	60～100	60～100
很好	40	60
好	30	50
良好	20	40
一般或较差	10	30
差或最小	10	10
极差	0～10	0～10

该法认为，河流水生生物生产量与水体水量之间关系如下：

A 河道内径流为多年平均河道流量的 60%(即 40%为河道外耗水)，大多数水生生

物在主要生长期具有优良至极好的栖息条件。在这种流量条件下，河宽、水深及流速将为水生生物提供优良的生长环境，大部分河道，包括许多急流浅滩区将被淹没，通常可输水的边槽也出现水流，大部分河岸滩地将成为鱼类所能游及的地带，也将成为野生动物安全的穴居区，大部分漩涡、急流和浅滩将适中地没于水中，提供鱼类优良的繁殖和生长环境，岸边植物将有充裕的水量，在任何浅滩区，鱼类的洄游将不成问题。

B 河道内径流为多年平均河道流量的 30%(即 70%为河道外耗水)，这是保持大多数水生动物有良好的栖息条件所需要的水量。在这种流量条件下，除极宽浅滩外，大部分河道将没于水中，大部分边槽将有水流。许多河岸将成为鱼类的活动区，也可成为野生动物穴居的场所。河流的许多聚流和大部分漩涡区的深度将足以作为鱼类的活动场所。无脊椎动物将有所减少，但预计不会成为鱼类种群数量的控制因素。

C 河道内径流为多年平均河道流量的 10%(即 90%为河道外耗水)，是大多数水生生物生存所需的最小水量。在这种流量条件下，河宽、水深和流速将显著减少，水生生态环境质量下降，河道或正常湿周近一半露出水面，宽浅滩露出部分将会更多。边槽将大部分干涸，卵石、沙坝也基本干涸无水，作为鱼类及皮毛动物的岸边穴居场所将有所消失。部分浅水区水深更浅，以至鱼类不能在此活动而一般只能集中于主槽中，岸边植物将会缺水，体型较大的鱼遇到浅滩处将可能存在洄游困难。

法律规定河流最低环境流量不应小于多年平均流量的 10%，但对于流量较大的河流(多年平均流量大于 80m^3/s)，可进行调整和重新规定，但不低于多年平均流量的 5%。

但该方法的缺点是未考虑流量的季节变化，没有区分枯水年、丰水年和平水年的差异，也没有考虑河流形状。

③ NGPRP 法

NGPRP 法是将年份分为干旱年、湿润年、标准年，取标准年组 90%保证率流量作为最小流量。其优点是考虑了干旱年、湿润年和标准年的差别，此方法综合了气候状况以及频率因素，但缺乏生物学依据。

④ 基本流量法

基本流量法是根据河流流量变化状况确定所需流量，具体方法是根据平均年的 1、2、……100 天的最小流量系列，计算 1 和 2、2 和 3、……99 和 100 点之间的流量变化情况，将相对流量变化最大处点的流量设定为河流所需基本流量。该法能反映出年平均流量相同的季节性河流和非季节性河流在生态环境需水量上的差别，而且计算容易，但缺乏生物学资料证明。

⑤ 最小月平均径流法

最小月平均径流法是以最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流基本生态环境需水量。在该水量下，可满足下游需水要求，保证河道不断流，适合于干旱、半干旱区域及生态环境目标复杂的河流，对生态环境目标相对单一地区计算结果偏大。本工程减水河段属钱塘江源头，流域丰枯分明，工程区库尾涉及环境敏感目标，可以考虑采用最小月平均径流法。

⑥ 90%保证率法

90%保证率法是以百分之九十保证率最枯月平均流量作为河流基本生态环境需水量。在该水量下可满足下游需水要求，保证河道不断流。适合于水资源量小，且开发利用程度已经较高的河流，要求拥有长序列水文资料。

水文学方法的最大优点是不需要进行现场测量，在有水文资料和无水文资料的河流都可以应用。但在将水文学方法应用到某个地区时，需要分析其流量标准是否符合当地河流情况，并结合当地河流管理目标，对流量标准进行调整。

(2) 水力学法

① 湿周法

湿周法属于栖息地保护类型的标准设定方法。该方法是基于这样的一种假设，即保护好临界区域的水生物栖息地的湿周，也将对非临界区域的栖息地提供足够的保护。采用湿周(见图 6.2-1)作为栖息地的质量指标，通过绘制临界栖息地区域(通常大部分是浅滩)湿周与流量的关系曲线，根据湿周流量关系图中的转折点(见图 6.2-2)确定河道推荐流量值。

湿周法受河道形状影响较大，三角形河道的湿周流量曲线的增长变化点表现不明显，难以判别；而宽浅矩形渠道和抛物线型河道都具有明显的湿周流量关系增长变化点，所以该法适用于这两种河道，同时要求河床形状稳定且不随时间变化，否则没有稳定的湿周流量关系曲线，也没有固定的增长变化点。

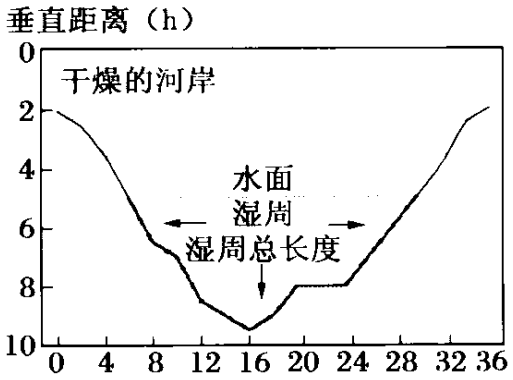


图 6.2-1　湿周的定义

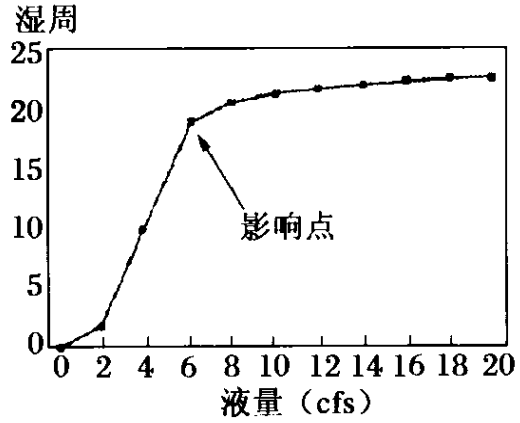


图 6.2-2　湿周流量关系

② R2-Cross 法

R2-Cross 法是以栖息地保持类型的标准设定的模型，由美国科罗拉多州水利局的专家开发应用。R2-Cross 法认为河流流量的主要生态功能是维持河流栖息地，尤其是浅滩栖息地，其采用河流宽度、平均水深、平均流速以及平摊湿周率(湿周长与平滩水位对应的湿周长的百分比，由于河段平滩流量和平滩湿周长难以确定，国内通常采用多年平均流量下的湿周率来代替平滩湿周率)等指标来评估河流栖息地的保护水平，从而确定河流目标流量。其河流目标流量推荐值是基于这样的假设，即认为浅滩是最临界的河流栖息地类型，如能保护浅滩栖息地也将足以保护其它(如水潭和正常河道处)的水生生境。

开始时，河流流量推荐值是按年控制的，后来，生物学家又根据鱼的生物学需要和河流的季节性变化分季节研究制订相应的标准，见表 6.2-2。

R2-Cross 法是以曼宁方程为基础，根据一个河流断面的实测资料，确定相关参数，并将其代表整条河流。该法比水文学方法相对复杂，但用一个河道断面水力参数代表整条河流，容易产生误差。

采用 R2-Cross 法单断面法确定最小流量的标准

表 6.2-2

河宽(m)	平均水深(m)	湿周率(%)	平均流速(m/s)
0.3～6.3	0.06	50	0.3
6.3～12.3	0.06～0.12	50	0.3
12.3～18.3	0.12～0.18	50～60	0.3
18.3～30.5	0.18～0.3	≥70	0.3

水力学法的优点是只需要进行简单的现场测量，不需要详细的物种～生境关系数据，数据容易获得。其缺点是体现不出季节变化因素，通常不能用于确定季节性河流的流量，但它能为其它方法提供水力学依据，所以可与其它方法相结合使用。

(3)　组合法(水文—生物分析法)

这种方法是从河流流量与生物量或种群变化关系直接入手，判断生物对河流流量的需求，以及流量变化对生物种群的影响，研究对象通常是鱼、无脊椎动物(昆虫、甲壳纲动物、软体动物等)和大型植物(高等植物)。通常采用多变量回归统计方法，建立初始生物数据(物种生物量或多样性)与环境条件(流量、流速、水深、化学、温度)的关系，代表方法有 RCHARC 法、Basque 法、Stromberg 与 Patten 法、Gregor 与 Friedman 法，但这些方法均是针对具体河流进行研究的结果，不具有很好的推广性，对本工程参考意义不大，故不再介绍。

(4)　生境模拟法

生境模拟法的基本原理是根据指示物种所需的水力条件的模拟，确定河流流量。假设水深、流速、基质和覆盖物是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要因素。调查分析指示物种对水深、流速等的适宜要求，绘制水深、流速等环境参数与喜好度(被表示为0～1之间的值)之间的适宜性曲线。将河道横断面分隔成间隔为W的n个部分单元，根据适宜性曲线确定每个分隔部分的环境喜好度，即水位喜好度(Sh)、流速喜好度(Sv)、基质喜好度(Ss)、河面覆盖喜好度(Sc)。计算每个断面、每个指示物种的权重可利用面积(WUA)，其中 Ai 为宽度为 w，长度为两个相邻断面距离的阴影部分的水平面积。计算不同流量下的 WUA，绘制流量与 WUA 曲线，WUA 越大，表明生物在该流量下对生境越适宜。生境模拟法适用于主要生态功能为保护某些生物物种的河流。

$$WUA = \sum_{i=1}^{n} A_i\left(S_h, S_v, S_s, S_c\right)$$

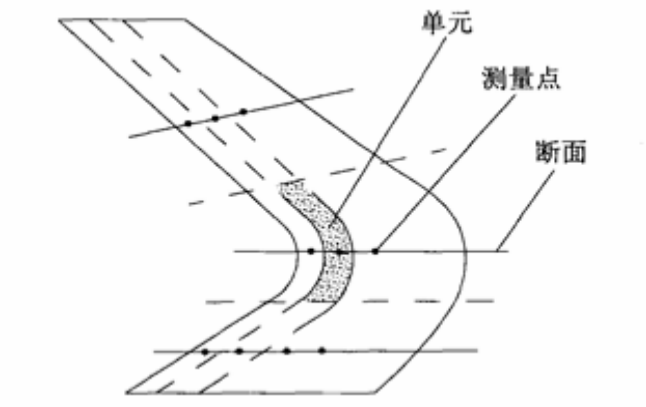


图 6.2-3　生境模拟法中河道断面分隔图

本工程坝址下游河段分布的主要为宽鳍鱲、马口鱼、高体鳑鲏和革条副鳞等土著或经济鱼类，无珍稀保护特有鱼类。流域分布的这些鱼类体型一般较小，对栖息生境的要

求不甚严格，且坝下 10km 即有何田溪等较大支流汇入，故本工程拟不采用该方法。

(5)　综合法

综合法从河流生态系统整体出发，根据专家意见综合研究流量、泥沙运输、河床形状与河岸带群落之间的关系，以 BBM 法为代表。该方法适用于综合性、大流域生态需水研究，本工程所在马金溪为山区型河流，中上游为峡谷型河道，下游河道也较窄，基本无显著的河岸带群落，故本工程不采用该方法。

(6)　生态水力学法

生态水力学法通过水生生物适应的水力生境确定合适的流量，属于生境模拟法。假设水深、流速、湿周、水面宽、过水断面的面积、水面面积、水温时流量变化对物种数量和分布造成影响的主要水力生境参数；急流、缓流、浅滩及深潭是流量变化对物种变化造成影响的主要水力形态。模型分三大块，一是河道水生生境描述，该模块调查分析水生生物对水深、流速等水力生境参数的最基本生存要求；二是河道水力模拟，利用水力学模型对研究河段进行一维至三维水力模拟，制定水力生境指标体系；三是河道水生生态基流量的决策，由水文水资源、水利、环评、水生生态工作者依据水力生境指标体系，结合河道的来水过程、当地的社会经济发展状况及政策综合确定河道生态基流量。

生态水力学法确定最小流量的水力生境参数标准见表 6.2-3，表中指标体系为枯水期指标体系，即统计不同流量情况下水深、流速、水面面积等水力生境参数以及急流、缓流等水力形态占枯水期多年平均流量情况下的百分比。

生态水力学法适用于大中型河流内的水生生物所需生态流量的计算。对于中型河流，上述标准适当降低。马金溪属于小型河流，故本工程不采用该方法。

生态水力学法确定大型河流最小流量的水力生境参数标准

表 6.2-3

生境参数指标	最低标准	累计河段长度的百分比/%
最大水深	鱼类体长的 2～3 倍	95
平均水深	≥0.3m	95
平均流速	≥0.3m/s	95
水面宽度	≥30m	95
湿周率	≥50%	95
过水断面面积	≥30m^2	95
水面面积	≥70%	
水温	适宜鱼类生存、繁殖	
生境形态指标	概念界定	
急流	≥1m/s	段数无较大变化，急流、较急流段累计河段长度减少<20
较急流	0.5～1m/s	
较缓流	0.3～0.5m/s	

缓流	≤0.3m/s	
深潭	最大水深≥10m	个数无较大变化
浅滩	河岸边坡≤10°，5m 范围内水深≤0.5m	

(7)　小结

根据以上介绍的各类计算方法，本工程主要采用 Tennant 法、最小月平均径流法、90%保证率法、湿周法、R2-Cross 法，并结合坝址处实测最小流量综合比较后确定减水河段维持水生生态系统稳定所需水量。

6.2.2.2　计算结果分析

(1)　Tennant 法

马金溪干流上已建梯级电站共有 15 座，由于大坝阻隔，破坏了原溪流多样性的水生生态系统，大坝阻隔造成鱼类生境片断化，自然河流演变成半流水性水库，原始天然的水生生境受到显著的不利影响。

由 Tennant 法的标准可以看出，当一般水期河道内流量为多年平均流量的 10%，对应鱼类敏感期为多年平均流量的 30%时，是大多数水生生物生存所需的最小水量。

对开化水库坝址处 54 年长系列（1962~2015 年）天然流量数据进行统计分析，分析结果见表 6.2-4。

开化水库坝址处天然流量统计分析结果

表 6.2-4

分析项 \ 月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
流量＜0.93m³/s	个数	12	3	1	1	0	0	0	6	6	12	17	19
	占比(%)	22	6	2	2	0	0	0	11	11	22	31	35
流量＜1.87m³/s	个数	31	8	1	1	0	0	4	11	15	24	33	34
	占比(%)	57	15	2	2	0	0	7	20	28	44	61	63
流量＜2.80m³/s	个数	33	14	2	1	0	0	6	24	26	36	37	44
	占比(%)	61	26	4	2	0	0	11	44	48	67	69	81

注：开化水库坝址处多年平均流量为 9.33 m³/s，多年平均流量的 10%为 0.933 m³/s，多年平均流量的 20%为 1.87 m³/s，多年平均流量的 30%为 2.80m³/s。

根据表 6.2-4 的统计结果，可以分析得出，开化水库坝址处枯水期（10 月~翌年 2 月）天然流量较小；尤其是 10 月~翌年 1 月，月均流量长系列数据中超 20%均小于坝址处多年平均流量的 10%，超 44%均小于坝址处多年平均流量的 20%，超 60%均小于坝址处多年平均流量的 30%。3 月份进入汛初期，4~7 月进入梅汛期，梅汛期是一年中连

续性降水日数最多的时期，春末夏初（4 月 16 日至 7 月 15 日）副热带高压逐渐加强，与北方冷空气交绥，静止锋徘徊，造成长时间连绵阴雨高温天气，降水量较大，河道流量明显增大，长系列流量资料显示 3~7 月天然流量基本能保持在坝址处多年平均流量的 30%以上；8、9 月份进入台汛期，开化县位于山区，受太平洋副热带高压控制，夏秋季节（7 月 16 日～10 月 15 日）天气以晴热为主，有局部雷阵雨，容易发生伏旱或夏秋连旱，因此 8、9 月份流量明显降低，长系列流量资料显示 8、9 月天然流量约 50%在坝址处多年平均流量的 30%以下。

结合 Tennant 法标准和开化坝址所在河段天然水文特征，并综合考虑《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会议纪要的函》(环办函[2006]11 号)的指导意见“维持水生生态系统稳定所需水量一般不应小于河道控制断面多年平均流量的 10%，在生态系统有更多更高需要时应加大流量”。因此，选取开化水库坝址处多年平均流量的 10%(即 0.933m^3/s)作为坝下河段 Tennant 法推荐的最小下泄生态流量。

(2)　最小月平均径流法

根据开化坝址断面 54 年长系列逐年径流统计数据，分析得出逐年最小月平均流量过程见图 6.2-4，其多年平均值为 0.923 m^3/s(多年平均流量的 9.89%)，作为最小月平均径流法的推荐流量。

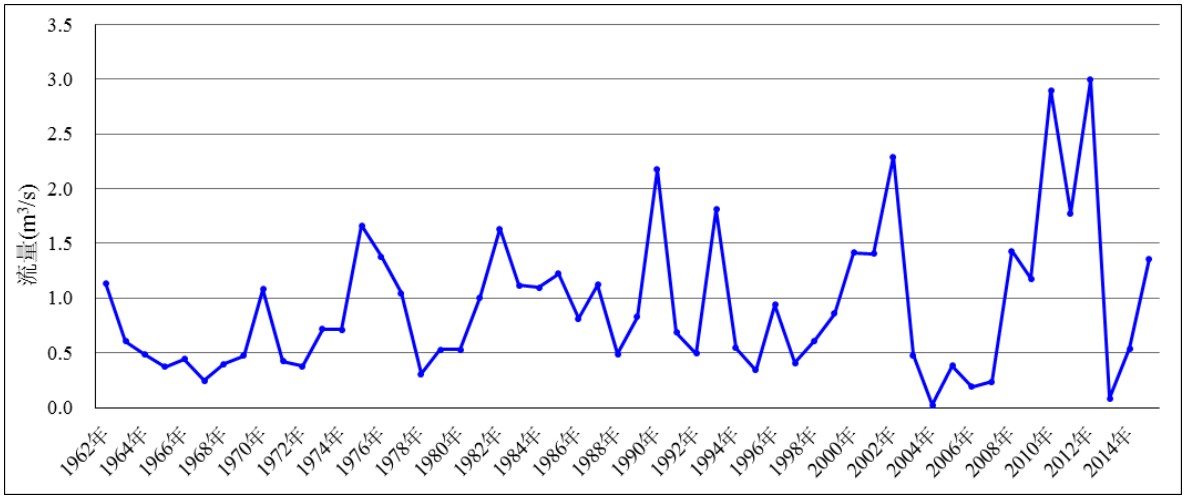


图 6.2-4　1962～2015 年开化断面逐年流量过程

(3)　90%保证率法

开化坝址断面 1962 年～2015 年共 54 年长系列逐年流量过程见图 6.2-5，P=90%频率年对应的最枯月平均流量为 0.40m^3/s(多年平均流量的 4.28%)，作为保证率法的推荐流量。

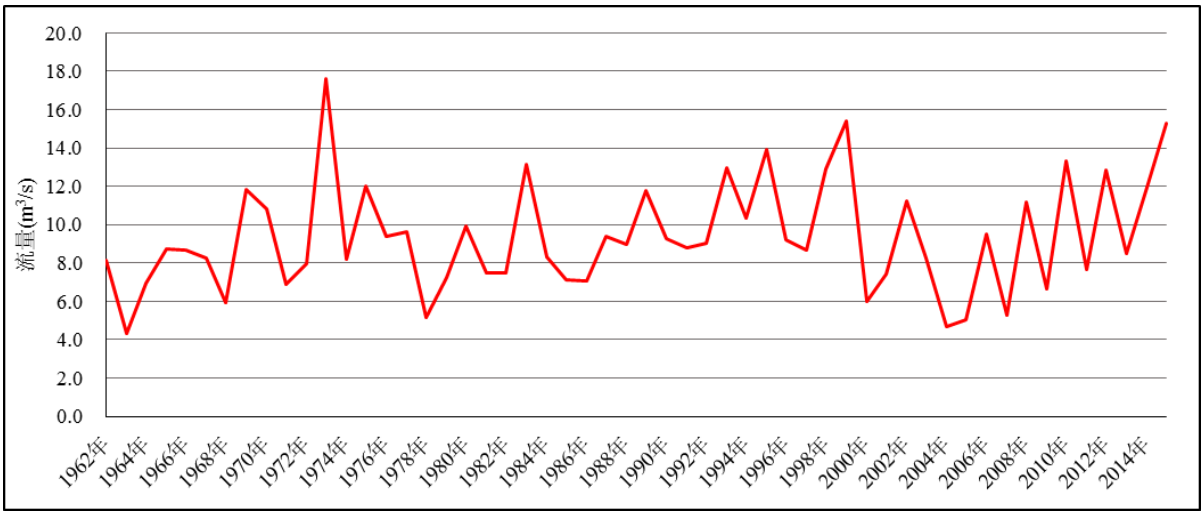


图 6.2-5　1962～2015 年开化断面逐年流量过程

(4)　湿周法

采用湿周法分析时，湿周、流量一般采用相对于多年平均流量下的相对值表示，即：

相对流量 $_x$=100×流量/多年平均流量(%)　　6.2-(1)

相对湿周长 $_y$=100×湿周长/多年平均流量下湿周长(%)　　6.2-(2)

湿周法以浅滩断面湿周-流量曲线上的拐点对应的流量作为生态需水量建议值，但由于河流实际断面的湿周-流量曲线往往很少只有一个拐点，多数有多个拐点或者没有明显的拐点，人为确定拐点往往会有较大的偏差。Gippel 等(1998)对湿周法作了改进，采用数学方法来确定流量拐点并提出了两种方式来确定拐点：设定斜率对应点(斜率法)或最大曲率对应点(曲率法)，认为采用斜率法较为合适，一般情况下可选择斜率为 1 的点作为拐点。本报告中采用斜率为 1 法判定。采用斜率法判定时，需先对湿周-流量曲线采用函数曲线方程拟合，一般情况下，湿周-流量曲线方程可采用幂函数形式或对数函数形式。

幂函数形式如下：

$$y = ax^b \qquad 6.2\text{-}(3)$$

式中，a,b 为待定系数，按方差最小通过拟合确定。

$$y' = abx^{b-1} \qquad 6.2\text{-}(4)$$

$$\text{当 } y' = 1 \text{ 时，} \quad x = (\frac{1}{ab})^{1/(b-1)} \qquad 6.2\text{-}(5)$$

对数函数形式如下：

$$y = a\ln(x) + b \qquad 6.2\text{-}(6)$$

式中，a,b 为待定系数，按方差最小通过拟合确定。

$$y'=\frac{a}{x} \tag{6.2-(7)}$$

$$当\ y'=1\ 时，\quad x = a \tag{6.2-(8)}$$

① 计算断面选择

由水力学分析可知，在相同流量情况下，“V”型河道与宽浅型河道达到相同的流速特征时，“V”型河道水面宽、水深比宽浅型河道大得多，即在满足相同鱼类生境适应性条件下，“V”型河道比宽浅型河道所需水量小。因此，从水生生态保护角度出发，宜选择宽浅型河道断面开展生态基流量计算。因此，湿周法的分析断面一般应选在浅滩断面上。

目前关于深潭、浅滩等河道水流类型尚无明确的分类标准。参考由 Richards(1976)提出深泓线线性回归法进行深潭、浅滩断面判断的方法，该方法要求沿河道深泓线等间距进行河床高程测量，然后采用线性回归方程对河床高程点进行拟合，根据拟合结果（见图 6.2-6），河床实测高程高于拟合曲线的为浅滩，低于拟合曲线的为深潭。

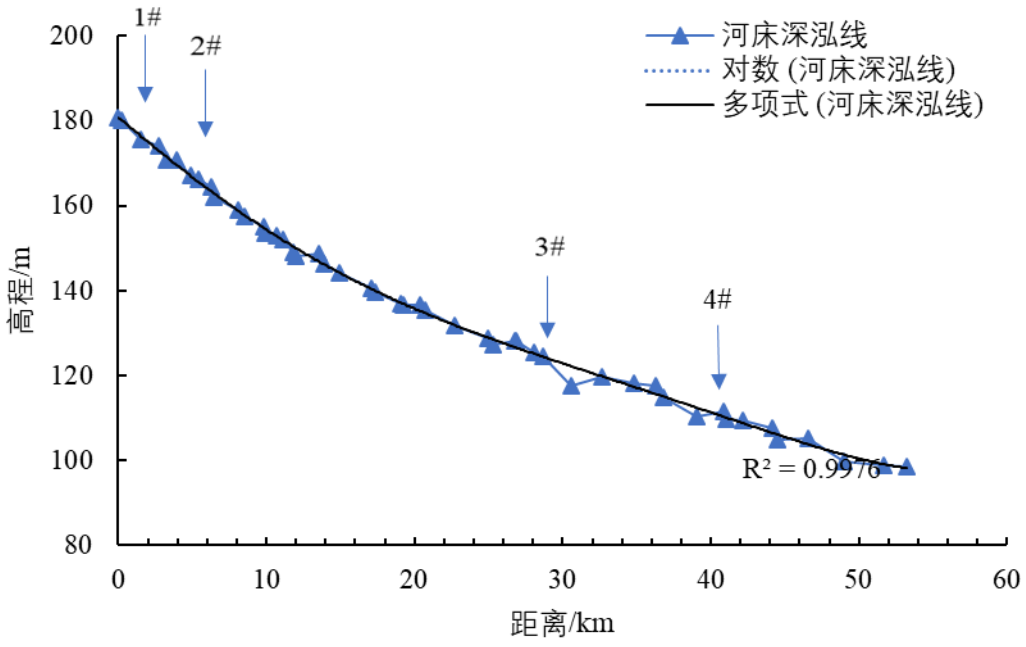


图 6.2-6　马金溪鱼类产卵场附近纵向深泓线变化与典型断面位置分布图

图 6.2-6　开化坝址下游纵向深泓线变化与典型断面位置分布图

根据上述浅滩断面的判定原则，结合拟合线以上河段断面形状以及区间支流汇入情况，在坝下干流河段内选择 1#、2#、3#、4#共 4 个断面作为典型断面进行生态需水量的

湿周法分析，断面位置和深泓线拟合情况见图 6.2-6。其中，1#和 2#断面位于何田溪汇合口以上，3#断面位于密塞坝址上游，4#断面位于开化县城下游。各典型断面的选取综合考虑了浅滩断面、宽浅型断面形状及支流汇入情况，具有较好的代表性。

② 计算结果分析

根据计算结果，1#～4#断面的相对湿周-相对流量关系线见图 6.2-6。采用曲线中斜率为 1 的位置作为拐点判定依据，其对应的流量作为所在断面推荐流量，计算结果见表 6.2-5 和图 6.2-7。

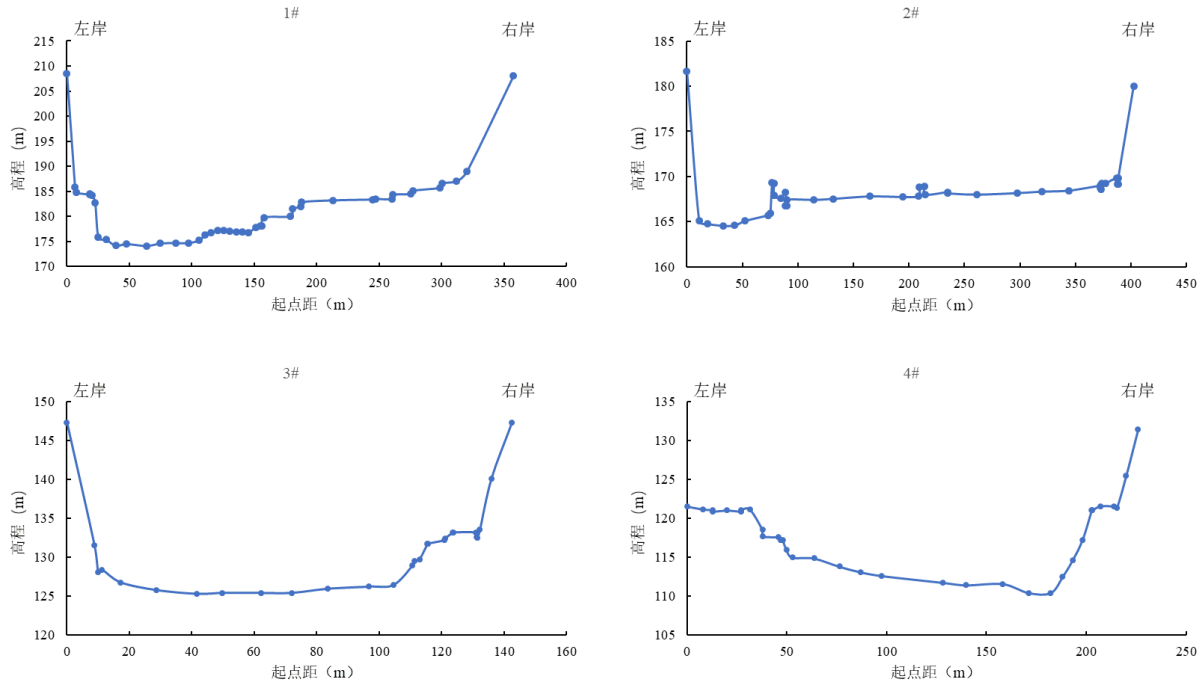
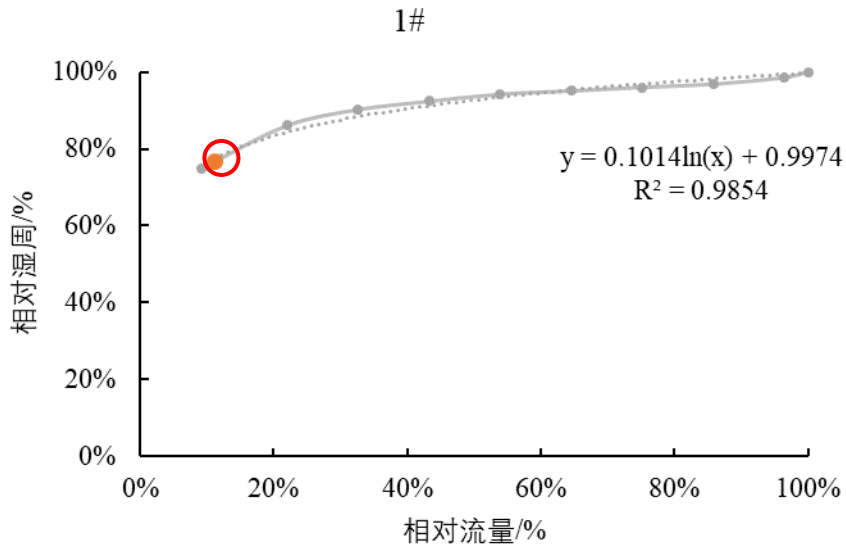
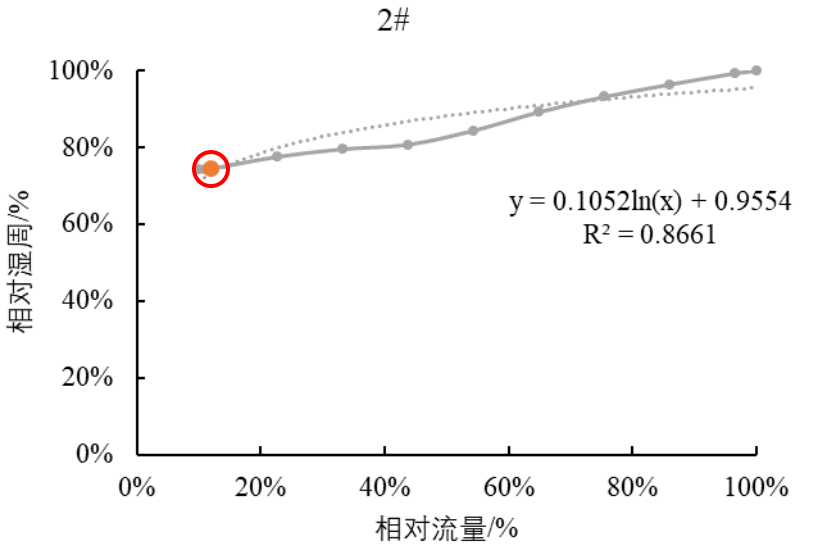
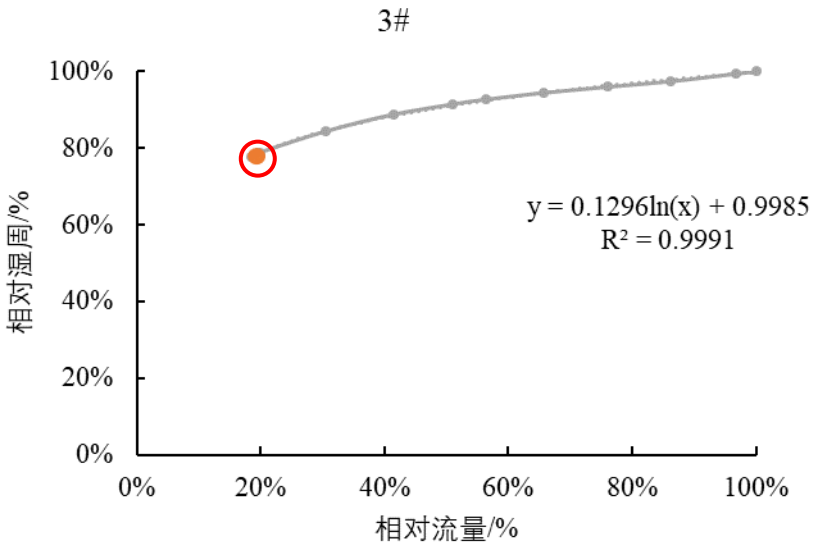


图 6.2-7　各浅滩断面横断面图




2#
100%
80%
60%
40%
20%
0%
相对湿周/%
y = 0.1052ln(x) + 0.9554
R² = 0.8661
0%
20%
40%
60%
80%
100%
相对流量/%


3#
100%
80%
60%
40%
20%
0%
相对湿周/%
y = 0.1296ln(x) + 0.9985
R² = 0.9991
0%
20%
40%
60%
80%
100%
相对流量/%

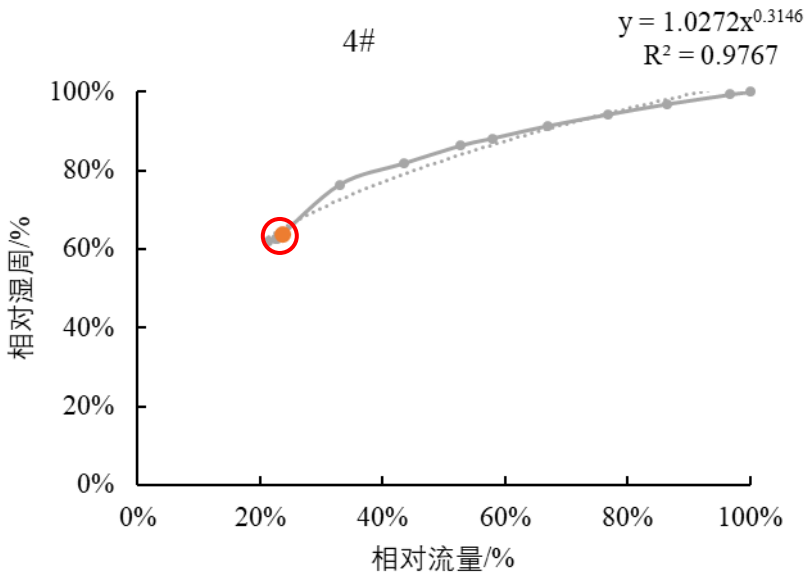


图 6.2-8　开化坝址下游各典型断面相对湿周-相对流量关系曲线

各典型断面湿周法拐点及其对应推荐最小下泄流量成果表

表 6.2-5

断面编号	断面拐点处相对湿周(%)	断面拐点处最小下泄流量(m^3/s)	对应坝址最小下泄流量(m^3/s)	占多年平均流量的比例(%)
1#	76.53	0.96	0.8~0.9	<9.65%
2#	71.85	1.03	0.8~0.9	<9.65%
3#	73.37	1.45	<0.8	<8.57%
4#	61.16	2.23	<0.8	<8.57%

(5)　R2-Cross 法

①　计算断面

R2-Cross 法分单断面和多断面法，单断面法以一个代表性断面为研究对象，代表一条河的特征，而多断面法认为一个断面代表整条河流的特征信息容易产生误差，故选用多断面的最大值，其计算结果更接近河流的真实情况。R2-Cross 法计算断面采用同湿周法的 4 个断面。

②　计算结果分析

12m 水面宽度能为水生植物提供足够的生存空间并为鱼类等水生动物提供的宽阔活动范围和捕食场所。平均水深不小于评价河段内最大个体鱼类平均体长的 1/2，结合实地观测调查和水生生物学专家的推荐，认为0.12m的平均水深是鱼类生长的最低限值。考虑到河流对两岸侵润带的补给作用，湿周率采用 55%。故适宜于马金溪鱼类生存的水力标准如下表 6.2-6 所示。

表 6.2-7 为 R2-Cross 法计算得到各断面生态基流量计算结果。从表中可以看出，R2-Cross 法各断面所需生态基流量在 0.8m^3/s～0.9m^3/s 之间，不同断面生态基流量的制约参数不同，取最大值 0.9m^3/s 作为 R2-Cross 法坝址下游减水河段生态基流量的推荐结果，占坝址处多年平均流量的 9.65%。

马金溪鱼类产卵场河段 R2-Cross 法水力参数标准

表 6.2-6

平均水深(m)	平均流速(m/s)	湿周率(%)
≥0.12	≥0.3	≥55

R2-Cross 法生态基流量计算结果

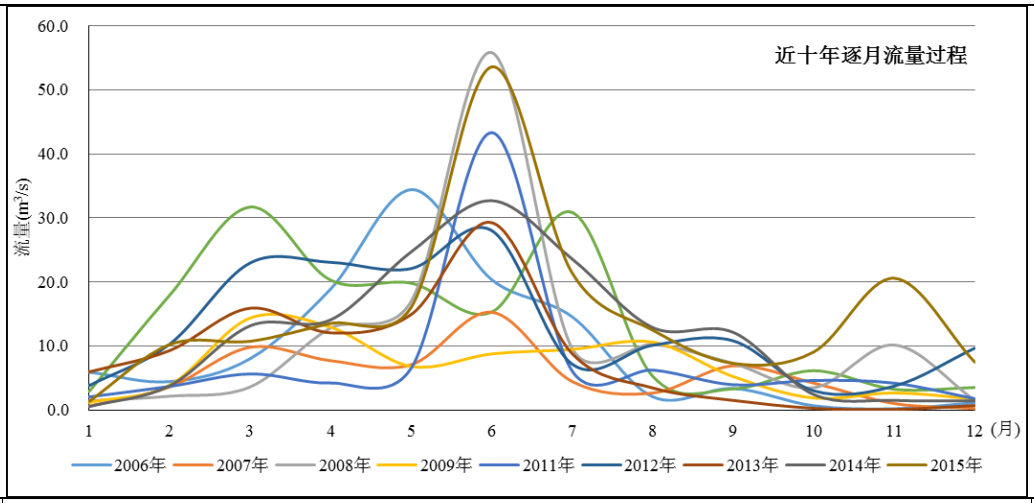
表 6.2-7

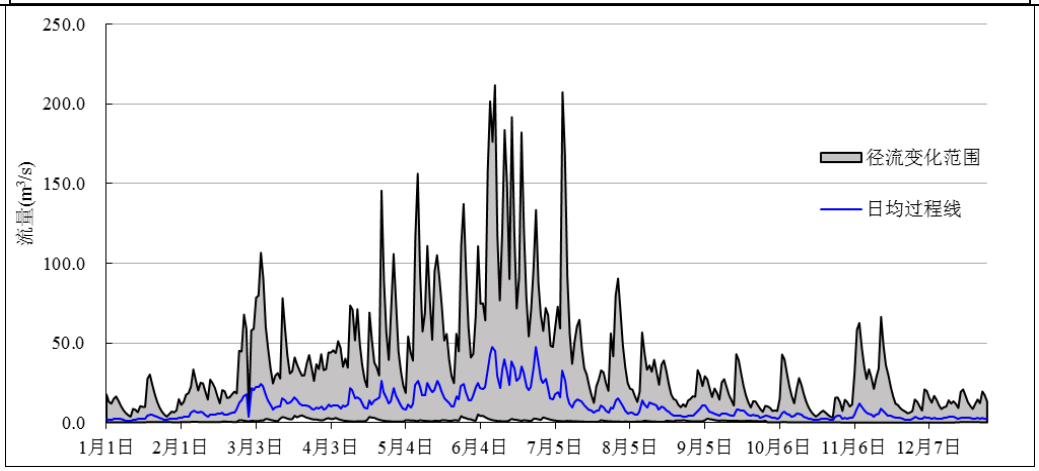
断面编号	断面处满足相应水力条件时的生态流量(m^3/s)			坝址所需最小下泄流量(m^3/s)	占坝址处多年平均流量的比例(%)
	平均水深 0.12m	平均流速 0.3m/s	湿周率 55%		
1#	0.86	0.86	0.86	0.93	9.97
2#	1.04	0.94	0.94	0.9	9.65
3#	2.06	2.06	2.06	0.8	8.57
4#	2.61	2.61	2.48	0.9	9.65

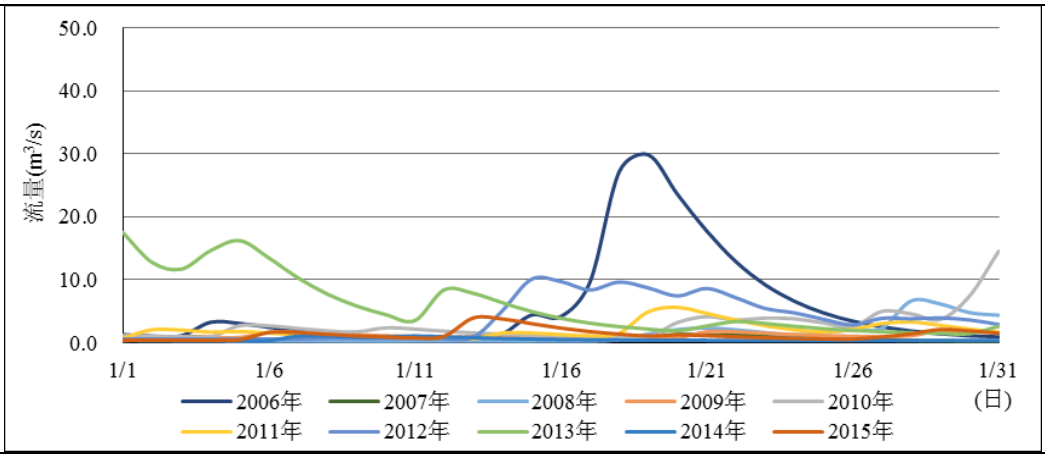
6.2.3 开化坝址下游河段维持天然水文节律需求

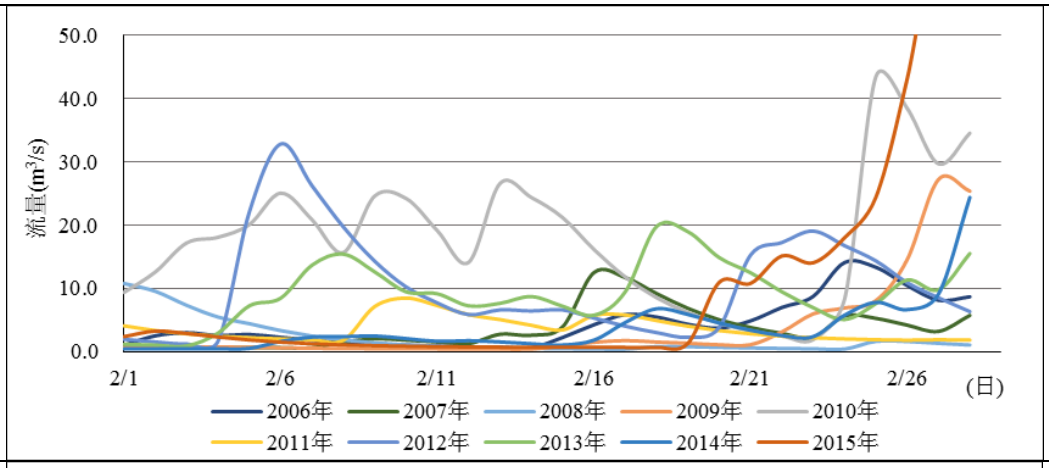
6.2.3.1 马金溪流域的水文节律特征

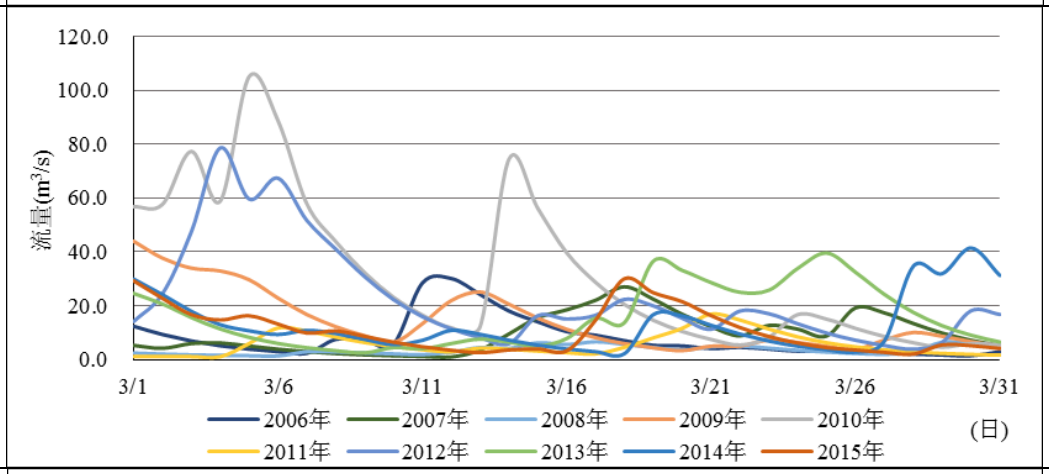
分析开化水库坝址处近 10 年各月天然流量过程，从每年的 3 月初开始，马金溪流域进入汛初期，河道内流量缓慢增加，整个 4 月份马金溪流量呈缓慢增加趋势，在 4 月下旬~7 月上旬，马金溪流域进入梅汛期，降水发生时，河道内流量会出现较明显的峰值，在 5 月和 6 月，随着全流域降水量的增加，洪峰出现的频率和峰值明显加大；大多数年份，6 月出现较大规模和较高频率的涨水过程，因马金溪位于山区源头区，洪水过程陡涨陡落，日涨幅高达 100%。梅汛期结束进入 7 月下旬~10 月的台汛期，夏秋季节受太平洋副热带高压控制，天气以晴热为主，仅有局部雷阵雨，容易发生伏旱或夏秋连旱。流量开始显著减低，台汛期各月流量均较小，基本在丰水年才会出现台汛小洪水峰值。11 月~次年 2 月，随着雨季的结束，河道内流量逐渐减少，进入枯水期，部分年份枯水期还会出现冬汛小洪水。近十年开化坝址处逐月流量过程见图 6.2-9。

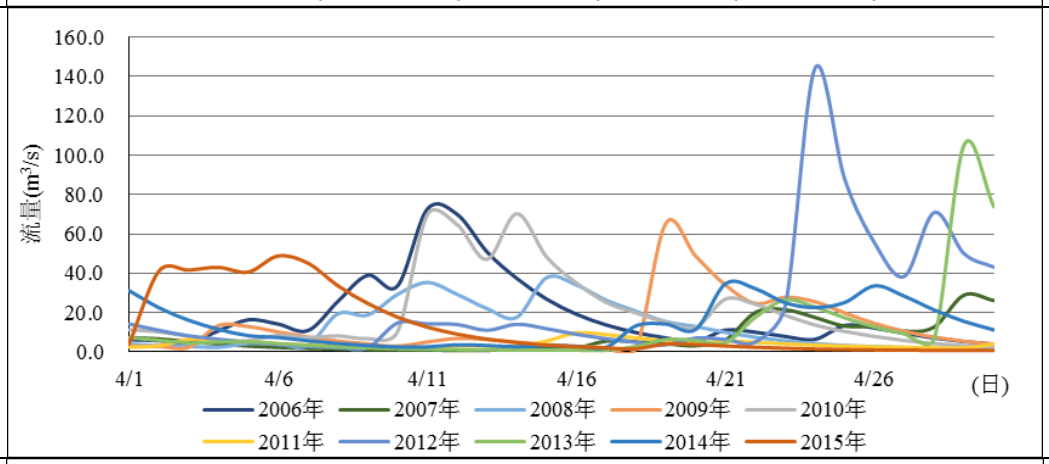

近十年逐月流量过程
流量(m³/s)
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12 (月)
2006年
2007年
2008年
2009年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年

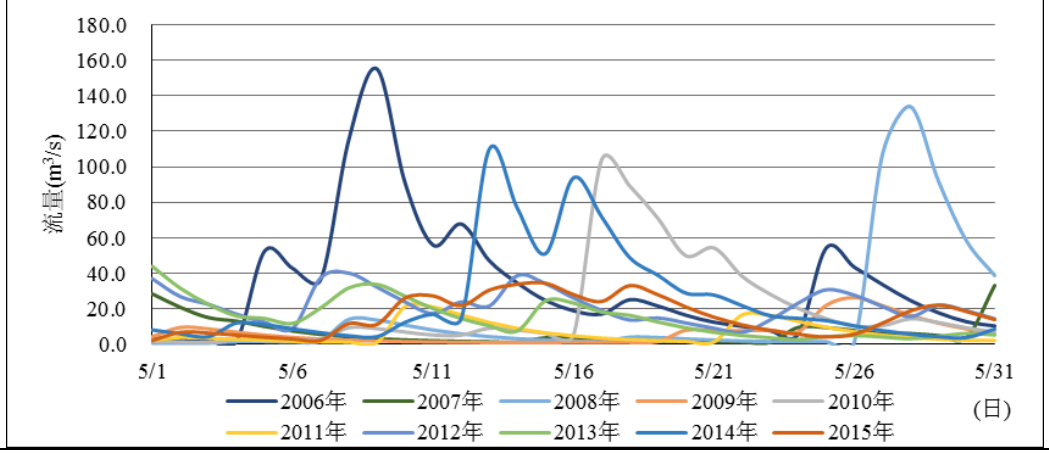

流量(m³/s)
250.0
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
径流变化范围
日均过程线
1月1日
2月1日
3月3日
4月3日
5月4日
6月4日
7月5日
8月5日
9月5日
10月6日
11月6日
12月7日

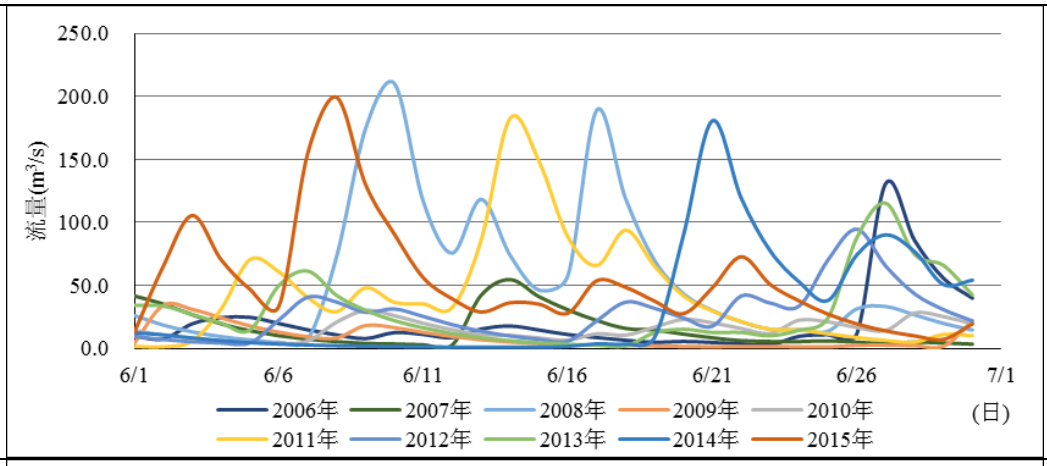

流量(m³/s)
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
1/1
1/6
1/11
1/16
1/21
1/26
1/31
(日)
2006年
2007年
2008年
2009年
2010年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年

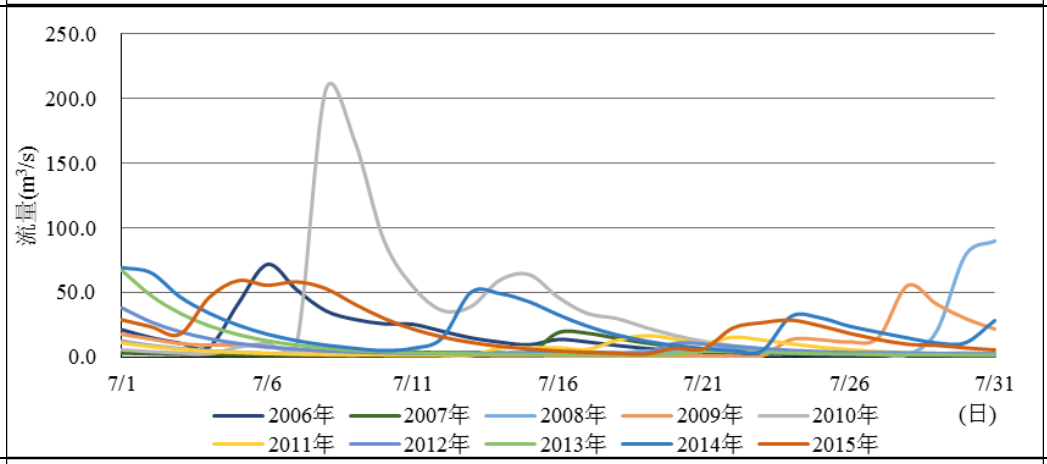

50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
流量(m³/s)
2/1
2/6
2/11
2/16
2/21
2/26
(日)
2006年
2007年
2008年
2009年
2010年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年

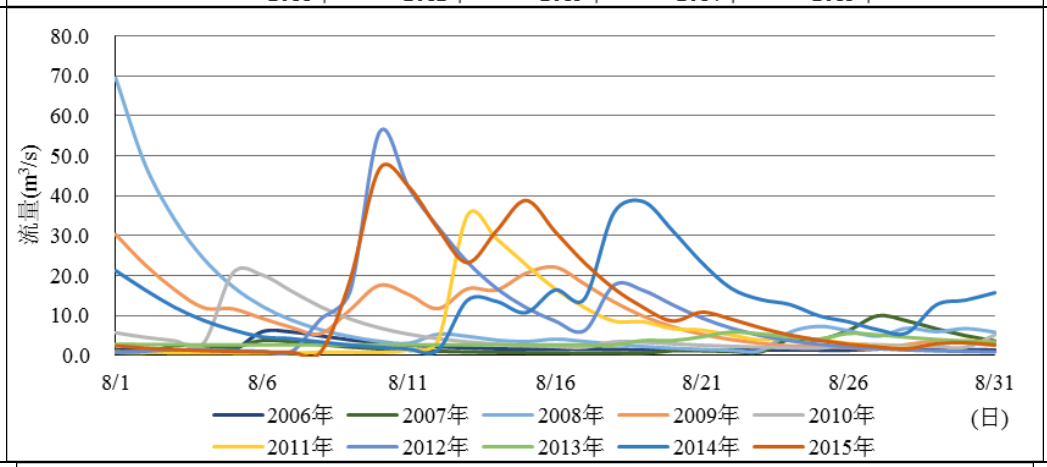

120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
流量(m³/s)
3/1
3/6
3/11
3/16
3/21
3/26
3/31
(日)
2006年
2007年
2008年
2009年
2010年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年

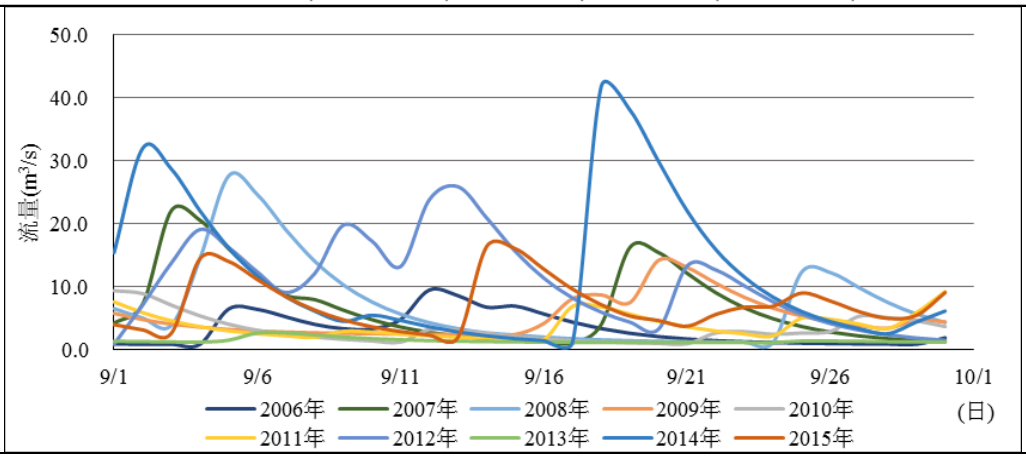

160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
流量(m³/s)
4/1
4/6
4/11
4/16
4/21
4/26
(日)
2006年
2007年
2008年
2009年
2010年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年


180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
流量(m³/s)
5/1
5/6
5/11
5/16
5/21
5/26
5/31
(日)
2006年
2007年
2008年
2009年
2010年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年


250.0
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
流量(m³/s)
6/1
6/6
6/11
6/16
6/21
6/26
7/1
(日)
2006年
2007年
2008年
2009年
2010年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年


250.0
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
流量(m³/s)
7/1
7/6
7/11
7/16
7/21
7/26
7/31
(日)
2006年
2007年
2008年
2009年
2010年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年


80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
流量(m³/s)
8/1
8/6
8/11
8/16
8/21
8/26
8/31
(日)
2006年
2007年
2008年
2009年
2010年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年


50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
流量(m³/s)
9/1
9/6
9/11
9/16
9/21
9/26
10/1
(日)
2006年
2007年
2008年
2009年
2010年
2011年
2012年
2013年
2014年
2015年

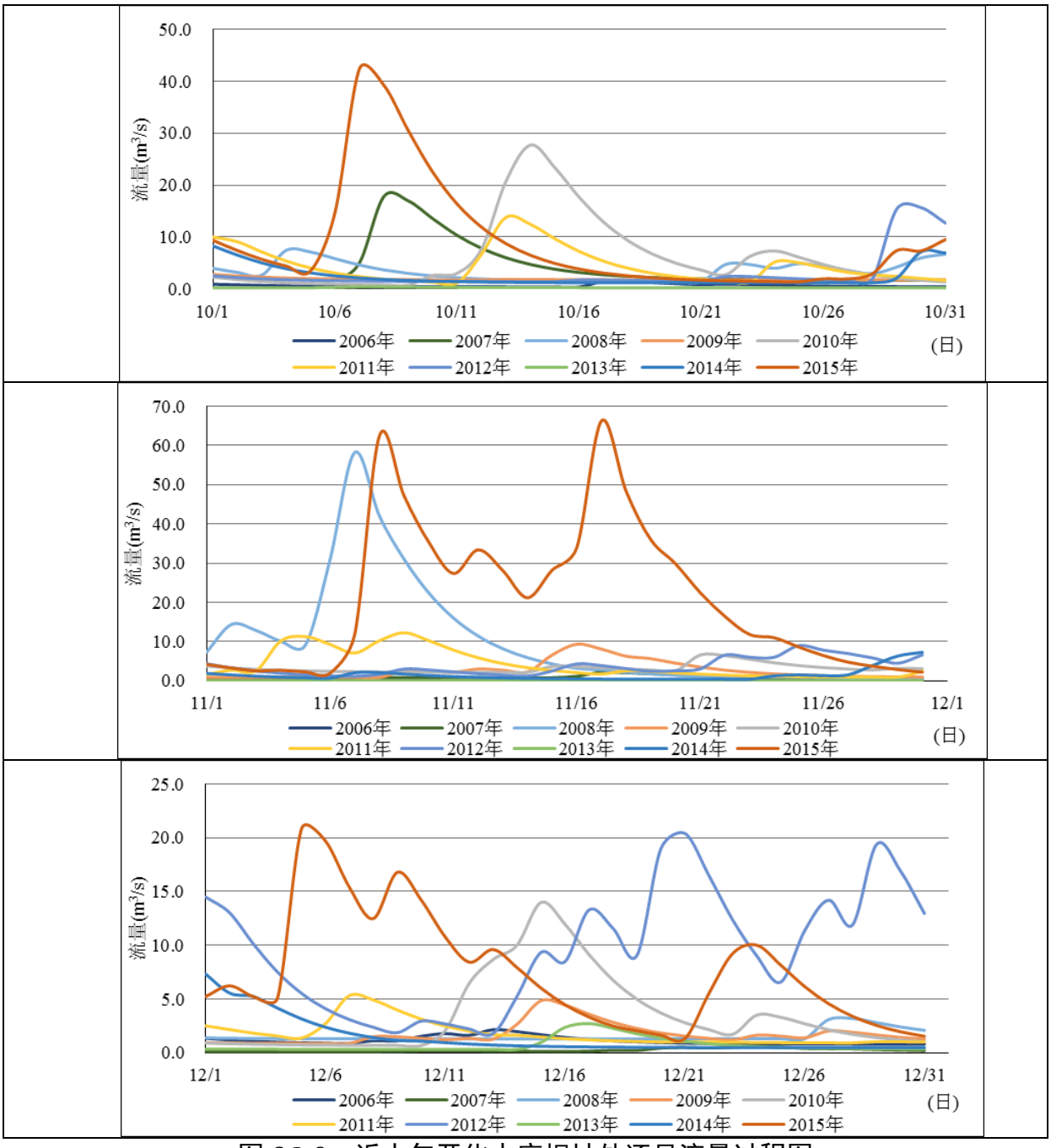


图 6.2-9　近十年开化水库坝址处逐月流量过程图

6.2.3.2　坝下河段模拟天然水文节律特征的意义

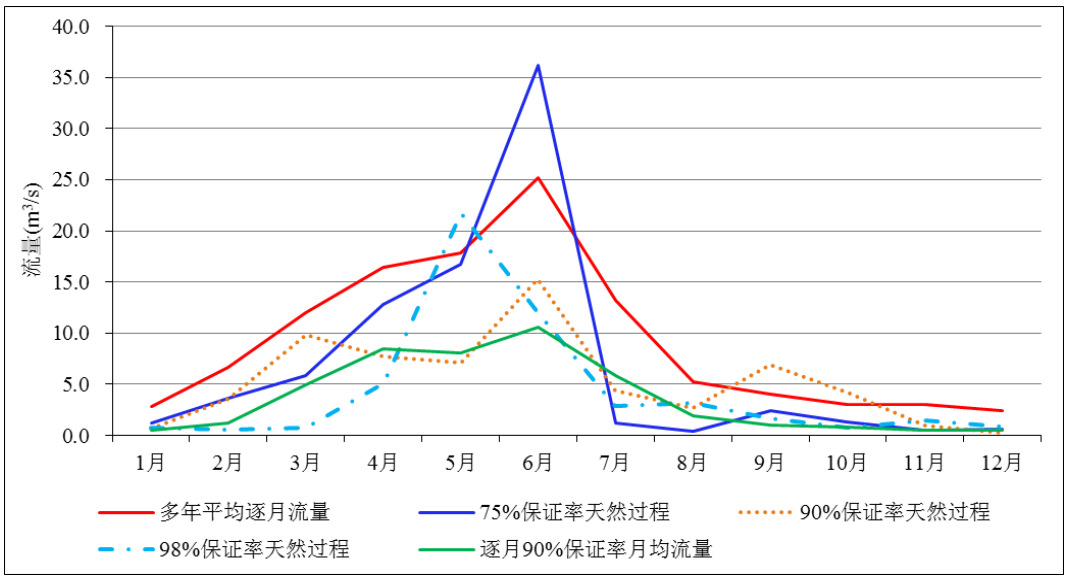
开化水库位于马金溪上游钱塘江源头区，根据开化水库坝址处天然水文过程分析，整个水文年分为较为明显的枯水期、梅汛期和台汛期，枯水期偶尔会出现冬汛现象，具有较明显的天然水文节律。根据现场调查，马金溪干流已建多级小水电，水生生态环境破碎化严重、鱼类资源严重下降，但根据水生生态调查及历史资料研究，2017 年~2018 年流域内共采集到鱼类 52 种，虽未发现有珍稀保护和濒危鱼类分布，但分布有黄颡鱼、圆吻鲴、黄尾鲴、大眼华鳊、光唇鱼、宽鳍鱲、马口鱼、高体鳑鲏和革条副鳞等多种经

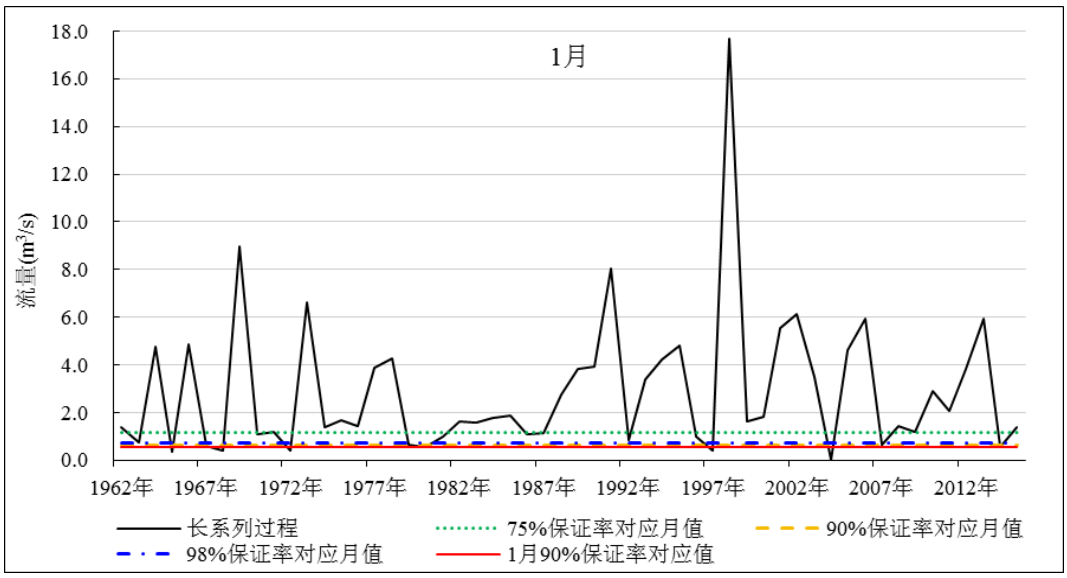
济和土著鱼类，马金溪流域鱼类产卵时间主要为 4~7 月，与该时段天然水文过程吻合一致（4~7 月出现了明显的流量上涨现象），涨水发生时刺激鱼类的产卵。

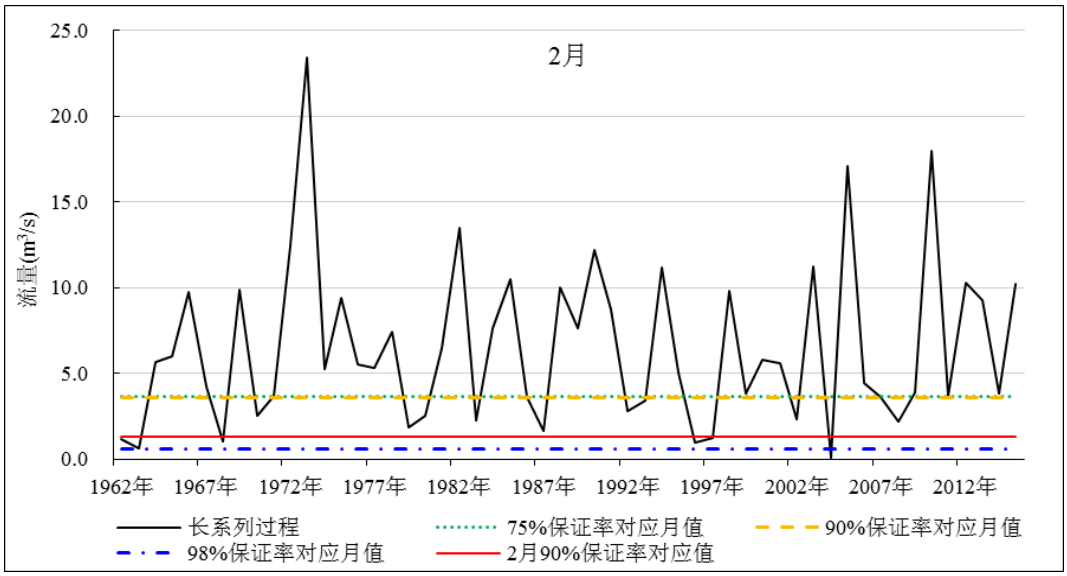
因此，为开化水库坝址下游提供良好的水生生态栖息环境，尽可能营造近自然的生态水文过程，本报告提出开化水库坝址下泄生态流量尽可能模拟近自然的天然水文过程。

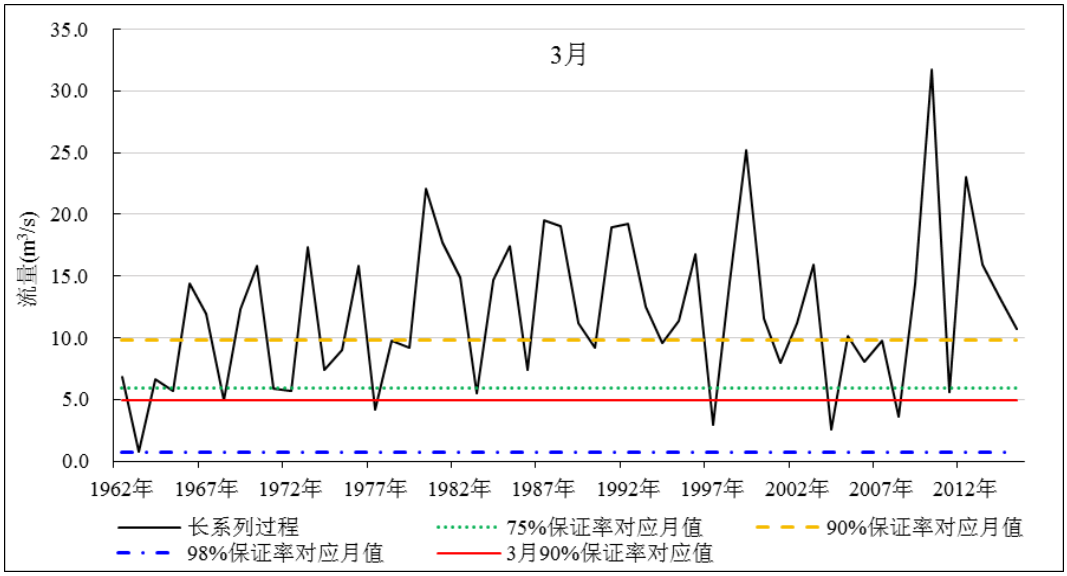
6.2.3.3　近自然水文过程的选择

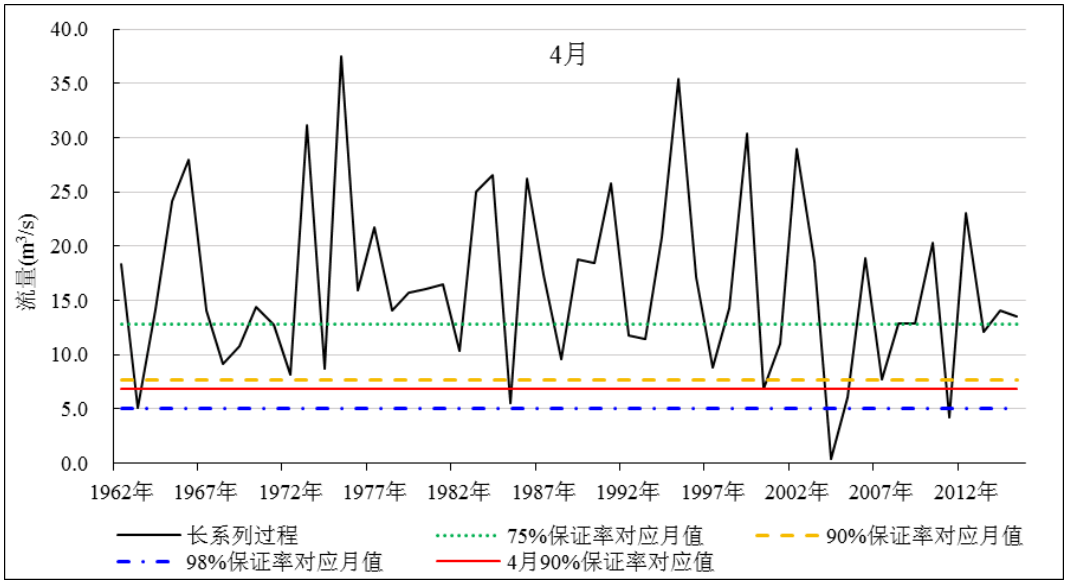
为了改善马金溪水生生态环境，模拟近自然生态水文过程，分别对逐月长系列径流过程、75%、90%、98%保证率年来水天然过程和逐月 90%保证率的月均流量过程（见图 6.2-9）进行对比分析。

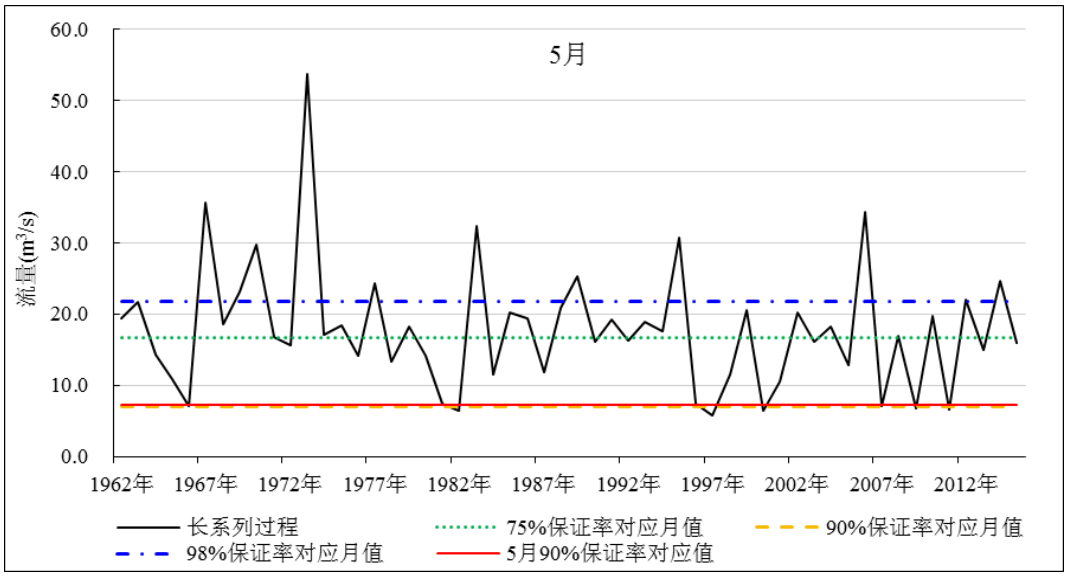


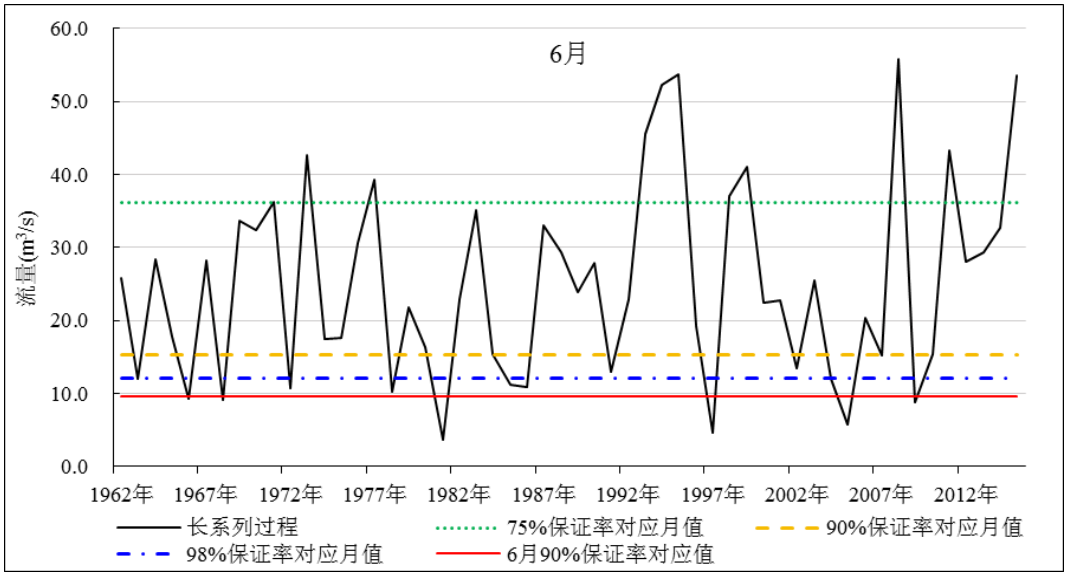


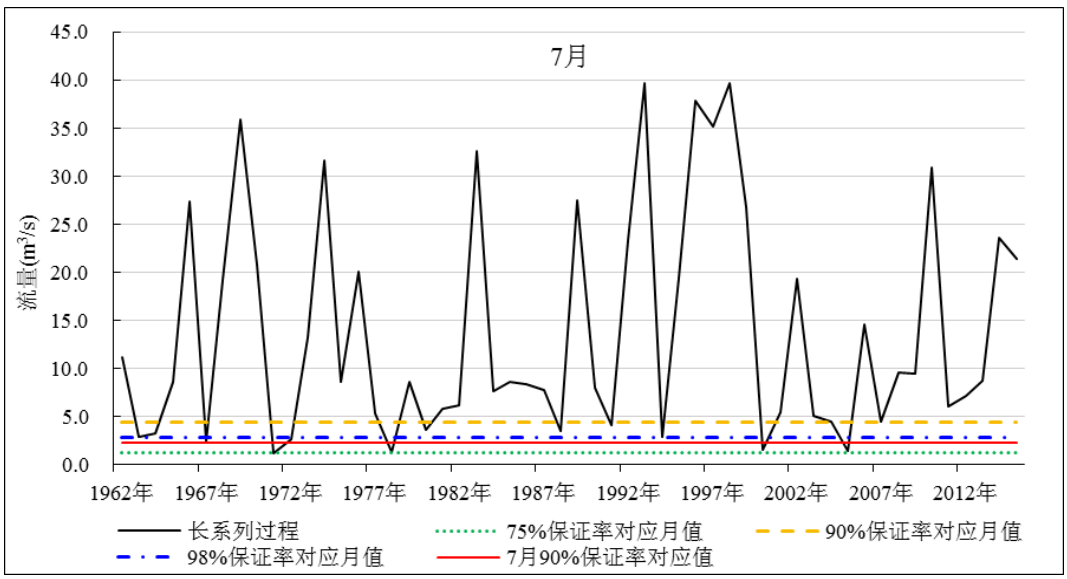

2月
流量(m³/s)
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
1962年 1967年 1972年 1977年 1982年 1987年 1992年 1997年 2002年 2007年 2012年
长系列过程
75%保证率对应月值
90%保证率对应月值
98%保证率对应月值
2月90%保证率对应值

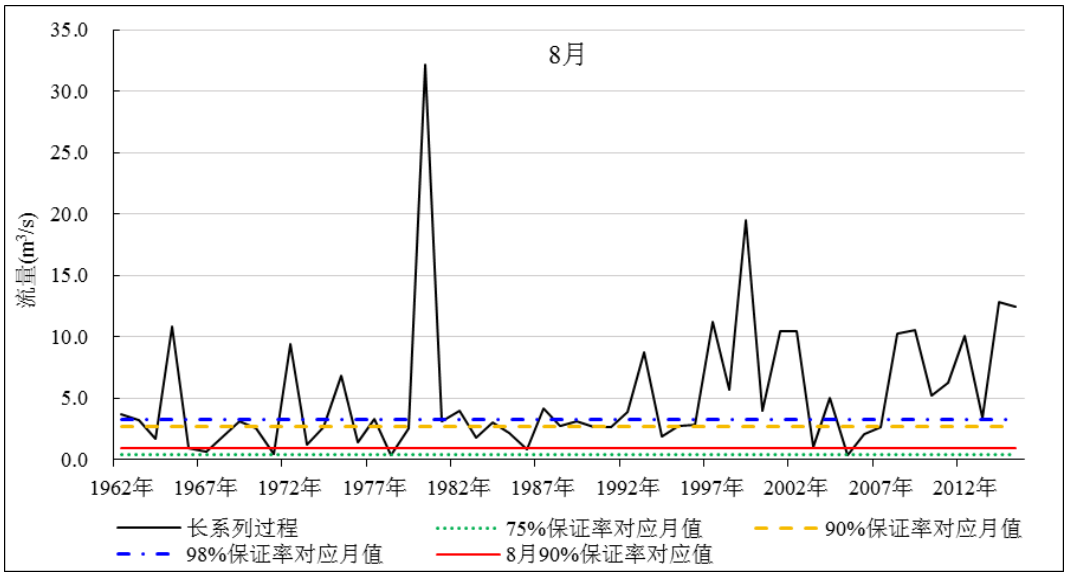

3月
流量(m³/s)
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
1962年 1967年 1972年 1977年 1982年 1987年 1992年 1997年 2002年 2007年 2012年
长系列过程
75%保证率对应月值
90%保证率对应月值
98%保证率对应月值
3月90%保证率对应值

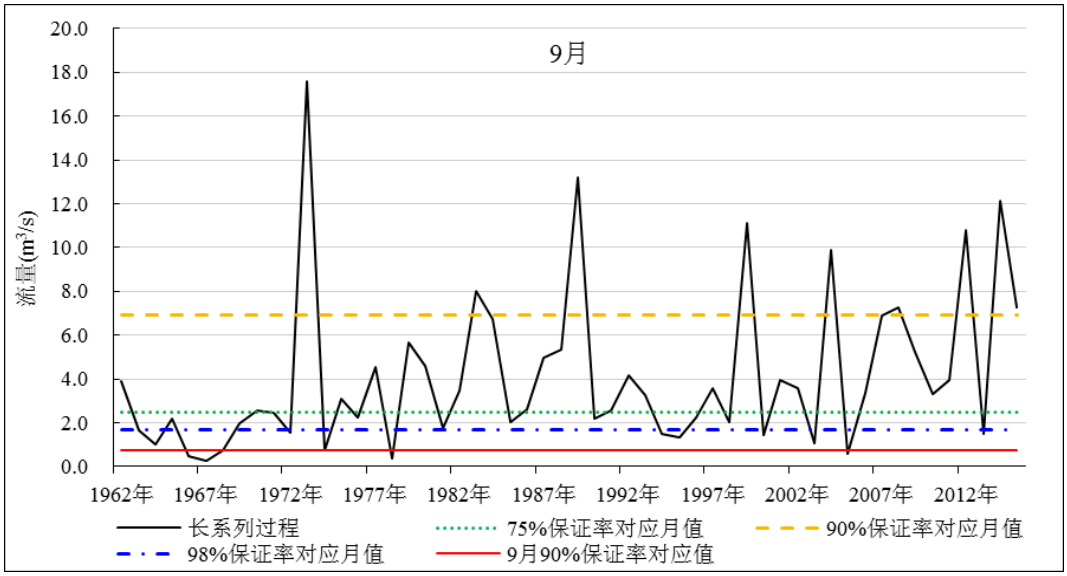

4月
流量(m³/s)
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
1962年 1967年 1972年 1977年 1982年 1987年 1992年 1997年 2002年 2007年 2012年
长系列过程
75%保证率对应月值
90%保证率对应月值
98%保证率对应月值
4月90%保证率对应值

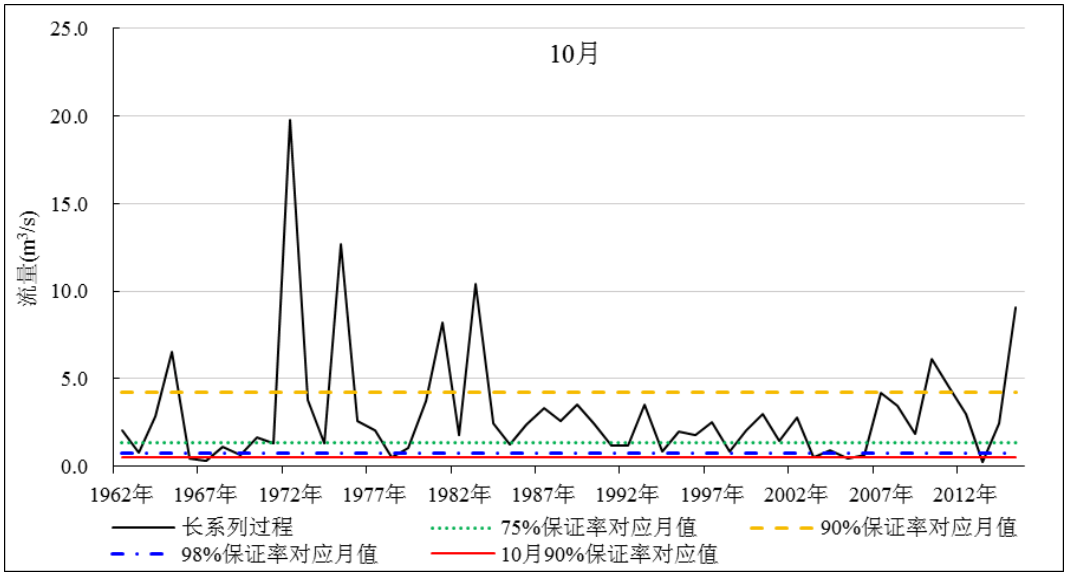

5月
流量(m³/s)
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
1962年 1967年 1972年 1977年 1982年 1987年 1992年 1997年 2002年 2007年 2012年
长系列过程
75%保证率对应月值
90%保证率对应月值
98%保证率对应月值
5月90%保证率对应值


6月
流量(m³/s)
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
1962年 1967年 1972年 1977年 1982年 1987年 1992年 1997年 2002年 2007年 2012年
长系列过程
75%保证率对应月值
90%保证率对应月值
98%保证率对应月值
6月90%保证率对应值


7月
流量(m³/s)
45.0
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
1962年 1967年 1972年 1977年 1982年 1987年 1992年 1997年 2002年 2007年 2012年
长系列过程
75%保证率对应月值
90%保证率对应月值
98%保证率对应月值
7月90%保证率对应值


8月
流量(m³/s)
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
1962年 1967年 1972年 1977年 1982年 1987年 1992年 1997年 2002年 2007年 2012年
长系列过程
75%保证率对应月值
90%保证率对应月值
98%保证率对应月值
8月90%保证率对应值


9月
流量(m³/s)
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
1962年 1967年 1972年 1977年 1982年 1987年 1992年 1997年 2002年 2007年 2012年
长系列过程
75%保证率对应月值
90%保证率对应月值
98%保证率对应月值
9月90%保证率对应值


10月
流量(m³/s)
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
1962年 1967年 1972年 1977年 1982年 1987年 1992年 1997年 2002年 2007年 2012年
长系列过程
75%保证率对应月值
90%保证率对应月值
98%保证率对应月值
10月90%保证率对应值

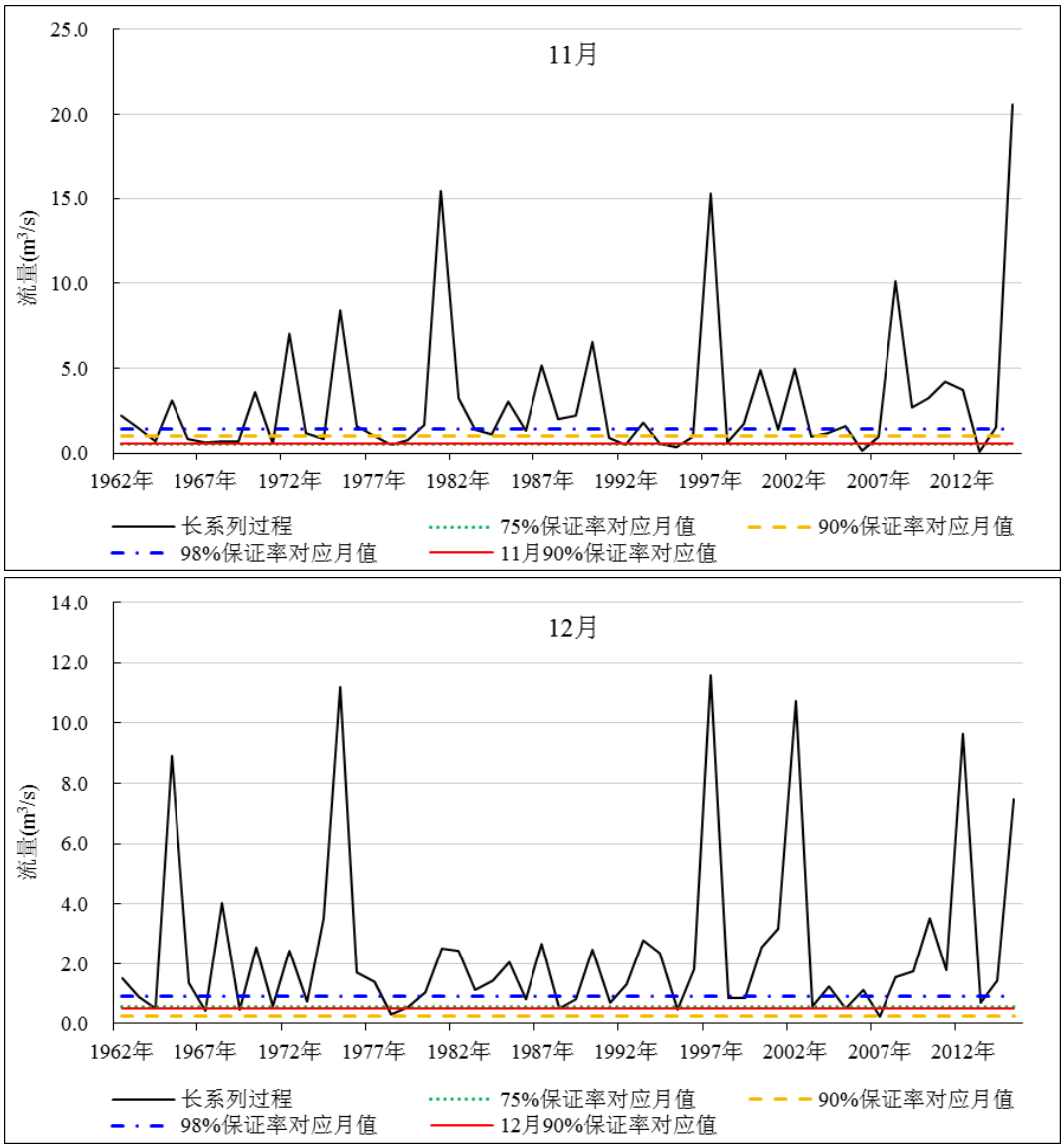


图 6.2-9　近自然生态水文过程生态流量方案过程图

由于开化水库位于山区型河流的源头区，每年 4.15~7.15 为梅汛期，7.15~10.15 为台汛期，年内径流过程波动较大，某些月份流量会出现陡涨现象。

根据图 6.2-9 可知，75%、90%、98%保证率年来水天然过程均存在某些月份流量增大很多。75%保证率下由于梅汛期，6 月份流量大于多年平均 6 月流量，达到多年平均 6 月流量的 144%；90%保证率下由于台汛期，9 月和 10 月流量大于多年平均 9 月、10 月流量，分别达到多年平均 9 月、10 月流量的 171%和 138%；98%保证率 5 月份流量大于多年平均 5 月流量，达到多年平均 5 月流量的 122%。如果按照 75%、90%、98%保证率年来水天然过程作为下泄生态流量过程，要满足梅汛期和台汛期月份的流量，将会挤占过多的库容，较为不合理。

分析逐月 90%保证率月均流量过程，与坝址处天然水文节律相似，也未出现汛期流

量陡涨现象，因此本次选取逐月 90%保证率月均流量作为各月的最小下泄生态流量，同时考虑补充下泄下游河道灌溉取水量。

6.2.3.4 计算结果

(1) 逐月 90%保证率月均流量过程

对坝址处 1962~2015 年 54 年的长系列数据进行整理，逐月 90%保证率月均流量过程见表 6.2-8。

开化坝址处逐月 90%保证率月均流量过程

表 6.2-8 单位：m^3/s

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
逐月 90%保证率月均流量	0.531	1.27	4.95	6.81	7.31	9.65	2.34	0.926	0.729	0.542	0.536	0.484

(2) 下游河道灌溉用水

本本工程农田灌溉用水首先考虑从下游河道取水灌溉，不足部分由开化水库补给。因此生态流量还需同时考虑补充下泄下游河道灌溉取水过程。

根据本工程灌溉需水预测，选取 90%保证率来水条件下下游河道灌溉取水过程作为开化水库需补充下泄的水量过程。见表 6.2-9。

90%来水保证率下游河道灌溉取水过程

表 6.2-9 单位：m^3/s

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
河道灌溉取水过程	0.00	0.00	0.00	1.71	0.769	0.934	3.53	0.969	0.276	0.233	0.00	0.00

综合可得出开化坝址处模拟近天然生态水文过程的下泄生态流量过程见表 6.2-10。

开化水库坝址处模拟近天然生态水文过程的下泄生态流量过程

表 6.2-10 单位：m^3/s

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
下泄生态流量	0.531	1.27	4.95	8.52	8.08	10.6	5.88	1.89	1.00	0.775	0.536	0.484

6.2.1 鱼类生态敏感期涨水过程

根据马金溪流域水生生态现状调查的成果，开化坝下河段存在 2 处相对集中的产卵场，从上游至下游分别为马金溪干流的马金镇产卵场、华埠镇产卵场。流域鱼类产卵特性主要为产沉性卵或粘沉性卵，鱼类产卵期主要为 4 月～7 月，4 月鱼类开始进入产卵期，考虑到鱼类产卵期宜尽量可能维持其较好的生境条件，满足鱼类生态敏感期生态用水需求，4~7 月模拟制造涨水过程。根据密赛水文站近 54 年（1962~2015 年）历史中小

洪水分布情况，4~7 月份出现中小洪水的年份概率分别为 37.0%、33.3%、42.6%和 40.7%。根据开化水库调度运行方式，除特枯水年外，4 月 15 日~7 月 15 日水库基本按汛限水位 245m 控制运行，来水基本按照防洪调度规则下泄，开化水库调度运行对发生在 4~7 月的中小洪水峰值和涨水过程影响总体不明显。而特枯年份水库水位相对较低，水库根据来水情况基本将水蓄至库内，因此，特枯年份水库调度运行对发生在 4~7 月的中小洪水有一定的削减作用。

因此，在 4~7 月各月分别制造 1 次涨水过程，参照开化坝址处 P=50%保证率来水径流过程同期涨落进行模拟，即涨水过程持续 10 天，其中涨水持续约 4～6 天，峰值流量不小于 4 月 2 年一遇分期设计洪水的平均值(27.6m^3/s)，模拟涨水过程见图 6.2-10。

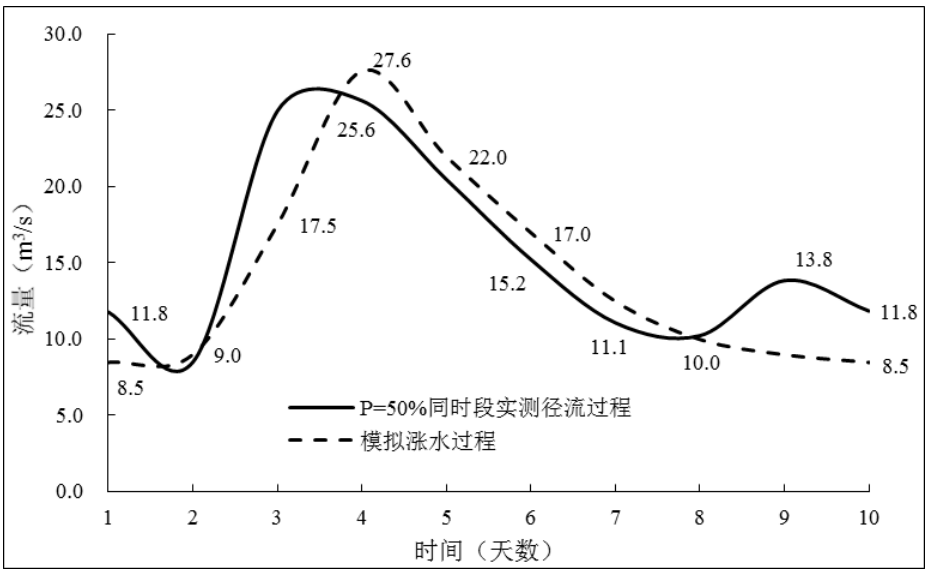


图 6.2-10　开化坝址处 4~7 月模拟涨水过程

6.2.2　本工程下泄流量总结

本次生态流量计算采用 Tennant 法、最小月平均径流法、90%保证率法、湿周法、R2-Cross 法等，同时考虑鱼类生态敏感期的产卵要求和维持河道天然水文过程的需求，结合规划环评提出的生态流量的要求，综合确定开化水库坝址生态需水要求。

各方法计算最小生态流量结果见表 6.2-11。各算法计算结果采用包络线法取最大值，得出开化坝址处下泄生态流量过程见表 6.2-12。

开化坝址生态流量计算结果表

表 6.2-11

时段	计算方法	计算值	占坝址多年平均流量比例
一般水期（8月～次年3月）	Tennant 法	0.933m^3/s	10%
	最小月平均径流法	0.923 m^3/s	9.89%

	90%保证率法	0.4 m^3/s	4.28%
	湿周法	0.93 m^3/s	9.95%
	R2-Cross	0.90 m^3/s	9.64%
	规划环评	0.933m^3/s	10%
	模拟天然水文过程	0.484~4.95 m^3/s	5.18%~53.07%
鱼类敏感期（4 月～7 月）	Tennant 法	2.80m^3/s	30%
	最小月平均径流法	0.923 m^3/s	9.89%
	90%保证率法	0.4 m^3/s	4.28%
	湿周法	0.93 m^3/s	9.95%
	R2-Cross	0.90 m^3/s	9.64%
	规划环评	0.933m^3/s	10%
	模拟天然水文过程	1.00~10.6 m^3/s	10.77%~113.4%

开化水库坝址处需下泄生态流量过程

表 6.2-12

月份	坝址处下泄生态流量(m^3/s)	占坝址多年平均流量比例(%)	逐月多年平均流量(m^3/s)	占逐月多年平均流量比例(%)
1	0.933	10	2.87	32.5
2	1.27	13.6	6.5	19.5
3	4.95	53.1	12.02	41.2
4	8.52	91.3	16.32	52.2
5	8.08	86.6	17.78	45.5
6	10.6	113.4	24.93	42.5
7	5.88	63	13.83	42.5
8	1.89	20.3	5.24	36.1
9	1.00	10.8	4.11	24.4
10	0.933	10	3.04	30.7
11	0.933	10	3.04	30.7
12	0.933	10	2.44	38.3

6.2.3 下游河道生态环境改善程度分析

报告选取了三段连续 2 年枯水年份（分别为 1978 年和 1979 年、2004 年和 2005 年、2013 年和 2014 年）进行分析，设定三种分析工况，分别为连续枯水年现状供水水平水量平衡分析、连续枯水年未建设开化水库规划年（2030 年）水量平衡分析、连续枯水年开化水库建成运行后规划年（2030 年）水量平衡分析。

开化水库建设前马金溪流域基本为沿马金溪河道取水，选取开化县城龙潭坝址断面（县城主要供水处）作为典型分析断面。各个工况分析计算结果见表 6.2-13~6.2-16。根据分析结果，连续枯水年现状供水水平下，1978 年和 1979 年典型断面河道断流 16 天，均为农业灌溉缺水，2004 年和 2005 年典型断面河道断流 143 天，其中有 128 天为城镇

供水水厂缺水，2013 年和 2014 年典型断面河道断流 65 天，其中有 55 天为城镇供水水厂缺水；连续枯水年未建设开化水库规划年（2030 年）需水条件下，，1978 年和 1979 年典型断面河道断流 127 天，其中有 92 天为城镇供水水厂缺水，2004 年和 2005 年典型断面河道断流 200 天，其中有 152 天为城镇供水水厂缺水，2013 年和 2014 年典型断面河道断流 111 天，其中有 97 天为城镇供水水厂缺水；连续枯水年开化水库建成运行后规划年（2030 年）需水条件下，满足了开化水库改善下游生态环境条件的工程任务，生态流量得到 100%保证。因此，开化水库建成运行后，马金溪河道的生态流量得到了大大提高和改善，典型断面的生态流量满足程度最大可提高 27.4%。

连续枯水年现状供水水平水量平衡分析表

表 6.2-13　　单位：万 m^3

连续枯水年	天然水量	现状年供水		缺水量		缺水天数		弃水量
		城镇	农灌	城镇	农灌	城镇	农灌	
1978 年 1 月	3661	232	0	0	0	/	/	3185
1978 年 2 月	5730	210	0	0	0	/	/	5146
1978 年 3 月	8339	232	0	0	0	/	/	7558
1978 年 4 月	11597	225	106	0	0	/	/	10506
1978 年 5 月	11403	232	400	0	379	/	1	10399
1978 年 6 月	8513	225	93	0	0	/	/	7635
1978 年 7 月	1163	232	60	0	9	/	/	802
1978 年 8 月	319	232	1586	0	1572	/	6	51
1978 年 9 月	311	225	29	0	25	/	2	63
1978 年 10 月	466	232	9	0	2	/	/	195
1978 年 11 月	392	225	0	0	0	/	/	139
1978 年 12 月	262	232	0	0	0	/	/	12
1979 年 1 月	463	232	0	0	0	/	/	297
1979 年 2 月	1145	210	0	0	0	/	/	1106
1979 年 3 月	6370	232	0	0	0	/	/	7077
1979 年 4 月	10592	225	106	0	0	/	/	11832
1979 年 5 月	12640	232	400	0	353	/	1	14232
1979 年 6 月	14697	225	93	0	58	/	1	16609
1979 年 7 月	5979	232	60	0	0	/	/	6568
1979 年 8 月	1766	232	1586	0	1258	/	5	1465
1979 年 9 月	3788	225	29	0	0	/	/	4096
1979 年 10 月	754	232	9	0	0	/	/	620
1979 年 11 月	532	225	0	0	0	/	/	383
1979 年 12 月	370	232	0	0	0	/	/	191
2004 年 1 月	19	232	0	212	0	31	/	0
2004 年 2 月	65	217	0	152	0	28	/	5
2004 年 3 月	1911	232	0	0	0	/	/	1819
2004 年 4 月	311	224	106	18	88	11	1	109
2004 年 5 月	13569	232	400	0	323	/	1	14233
2004 年 6 月	8654	224	93	0	66	/	1	9019
2004 年 7 月	3371	232	60	0	10	/	1	3333

2004 年 8 月	3707	232	1586	0	955	/	4	3110
2004 年 9 月	7138	224	29	0	0	/	/	7396
2004 年 10 月	703	232	9	0	0	/	/	515
2004 年 11 月	859	224	0	0	0	/	/	694
2004 年 12 月	917	232	0	0	0	/	/	748
2005 年 1 月	4075	232	0	0	0	/	/	3454
2005 年 2 月	13614	210	0	0	0	/	/	12113
2005 年 3 月	8980	232	0	0	0	/	/	7895
2005 年 4 月	5138	225	106	0	42	/	1	4364
2005 年 5 月	11242	232	400	0	0	/	/	9543
2005 年 6 月	4893	225	93	0	0	/	/	4118
2005 年 7 月	1242	232	60	0	20	/	2	855
2005 年 8 月	340	232	1586	32	1577	19	5	98
2005 年 9 月	474	225	29	8	20	9	2	203
2005 年 10 月	372	232	9	9	4	17	1	108
2005 年 11 月	1359	225	0	0	0	/	/	1006
2005 年 12 月	436	232	0	29	0	13	/	192
2013 年 1 月	4817	232	0	0	0	/	/	4516
2013 年 2 月	6795	210	0	0	0	/	/	6481
2013 年 3 月	12873	232	0	0	0	/	/	12446
2013 年 4 月	9438	225	106	0	0	/	/	8967
2013 年 5 月	12074	232	400	0	294	/	1	11557
2013 年 6 月	22929	225	93	0	0	/	/	22264
2013 年 7 月	7115	232	60	0	0	/	/	6715
2013 年 8 月	2779	232	1586	0	1238	/	5	2172
2013 年 9 月	1177	225	29	0	0	/	/	907
2013 年 10 月	220	232	9	26	6	25	/	7
2013 年 11 月	65	225	0	161	0	30	/	0
2013 年 12 月	567	232	0	0	0	/	/	328
2014 年 1 月	362	232	0	0	0	/	/	200
2014 年 2 月	2286	210	0	0	0	/	/	2526
2014 年 3 月	8775	232	0	0	0	/	/	10259
2014 年 4 月	9095	225	106	0	0	/	/	10544
2014 年 5 月	16467	232	400	0	62	/	1	19118
2014 年 6 月	21096	225	93	0	69	/	1	24982
2014 年 7 月	15725	232	60	0	0	/	/	18509
2014 年 8 月	8586	232	1586	0	376	/	2	8828
2014 年 9 月	7833	225	29	0	0	/	/	9115
2014 年 10 月	1613	232	9	0	0	/	/	1690
2014 年 11 月	972	225	0	0	0	/	/	937
2014 年 12 月	964	232	0	0	0	/	/	921

连续枯水年未建设开化水库规划年水量平衡分析

表 6.2-14　　单位：万 m^3

连续枯水年	天然水量	需水量		供水量		缺水量		缺水天数		弃水量
		城镇	农灌	城镇	农灌	城镇	农灌	城镇	农灌	
1978 年 1 月	3661	281	0	281	0	0	0	/	/	3380
1978 年 2 月	5730	215	0	215	0	0	0	/	/	5515

1978 年 3 月	8339	272	0	272	0	0	0	/	/	8067
1978 年 4 月	11597	251	3	251	3	0	0	/	/	11343
1978 年 5 月	11403	297	6	297	6	0	0	/	/	11100
1978 年 6 月	8513	275	100	275	100	0	0	/	/	8138
1978 年 7 月	1163	380	445	380	362	0	83	/	8	421
1978 年 8 月	319	402	765	319	0	83	765	31	31	0
1978 年 9 月	311	359	287	311	0	48	287	30	18	0
1978 年 10 月	466	365	124	365	29	0	94	/	9	72
1978 年 11 月	392	272	0	272	0	0	0	/	/	120
1978 年 12 月	262	278	0	262	0	16	0	31	/	0
1979 年 1 月	463	281	0	281	0	0	0	/	/	181
1979 年 2 月	1145	215	0	215	0	0	0	/	/	930
1979 年 3 月	6370	272	0	272	0	0	0	/	/	6098
1979 年 4 月	10592	251	3	251	3	0	0	/	/	10338
1979 年 5 月	12640	297	7	297	7	0	0	/	/	12336
1979 年 6 月	14697	275	33	275	33	0	0	/	/	14389
1979 年 7 月	5979	380	267	380	267	0	0	/	/	5332
1979 年 8 月	1766	402	707	402	547	0	160	/	11	816
1979 年 9 月	3788	359	167	359	149	0	17	/	3	3279
1979 年 10 月	754	365	186	365	130	0	56	/	4	259
1979 年 11 月	532	272	0	272	0	0	0	/	/	260
1979 年 12 月	370	278	0	278	0	0	0	/	/	92
2004 年 1 月	19	281	0	19	0	262	0	31	/	0
2004 年 2 月	65	223	0	61	0	161	0	28	/	4
2004 年 3 月	1911	272	0	272	0	0	0	/	/	1639
2004 年 4 月	311	251	4	215	2	37	1	18	3	94
2004 年 5 月	13569	297	7	297	7	0	0	/	/	13265
2004 年 6 月	8654	275	65	275	65	0	0	/	/	8313
2004 年 7 月	3371	380	442	380	298	0	144	/	7	2693
2004 年 8 月	3707	402	307	402	260	0	47	/	4	3046
2004 年 9 月	7138	359	113	359	86	0	26	/	1	6693
2004 年 10 月	703	365	189	365	118	0	72	/	6	221
2004 年 11 月	859	272	0	272	0	0	0	/	/	586
2004 年 12 月	917	278	0	278	0	0	0	/	/	639
2005 年 1 月	4075	281	0	281	0	0	0	/	/	3794
2005 年 2 月	13614	215	0	215	0	0	0	/	/	13399
2005 年 3 月	8980	272	0	272	0	0	0	/	/	8708
2005 年 4 月	5138	251	4	251	4	0	0	/	/	4883
2005 年 5 月	11242	297	1	297	1	0	0	/	/	10944
2005 年 6 月	4893	275	72	275	72	0	0	/	/	4546
2005 年 7 月	1242	380	326	380	172	0	154	/	11	691
2005 年 8 月	340	402	508	272	19	130	489	22	23	49
2005 年 9 月	474	359	421	301	53	58	368	17	22	120
2005 年 10 月	372	365	87	288	0	77	87	22	10	85
2005 年 11 月	1359	272	0	272	0	0	0	/	/	1086

2005 年 12 月	436	278	0	237	0	41	0	14	/	199
2013 年 1 月	4817	281	0	281	0	0	0	/	/	4536
2013 年 2 月	6795	215	0	215	0	0	0	/	/	6580
2013 年 3 月	12873	272	0	272	0	0	0	/	/	12601
2013 年 4 月	9438	251	3	251	3	0	0	/	/	9184
2013 年 5 月	12074	297	3	297	3	0	0	/	/	11774
2013 年 6 月	22929	275	36	275	36	0	0	/	/	22618
2013 年 7 月	7115	380	519	380	475	0	45	/	4	6260
2013 年 8 月	2779	402	537	402	537	0	0	/	/	1840
2013 年 9 月	1177	359	348	359	307	0	41	/	5	511
2013 年 10 月	220	365	77	220	0	145	77	31	9	0
2013 年 11 月	65	272	0	65	0	207	0	30	/	0
2013 年 12 月	567	278	0	272	0	6	0	15	/	296
2014 年 1 月	362	281	0	266	0	15	0	18	/	95
2014 年 2 月	2286	215	0	215	0	0	0	/	/	2071
2014 年 3 月	8775	272	0	272	0	0	0	/	/	8503
2014 年 4 月	9095	251	3	251	3	0	0	/	/	8841
2014 年 5 月	16467	297	1	297	1	0	0	/	/	16170
2014 年 6 月	21096	275	38	275	38	0	0	/	/	20783
2014 年 7 月	15725	380	167	380	167	0	0	/	/	15178
2014 年 8 月	8586	402	184	402	168	0	16	/	2	8016
2014 年 9 月	7833	359	141	359	126	0	15	/	2	7348
2014 年 10 月	1613	365	72	365	63	0	9	/	1	1186
2014 年 11 月	972	272	0	272	0	1	0	3	/	700
2014 年 12 月	964	278	0	278	0	0	0	/	/	686

连续枯水年开化水库建成运行后规划年水量平衡分析

表 6.2-15 单位：万 m^3

连续枯水年	天然水量	需水量		河道供水农灌	水库供水量			缺水量	
		城镇	农灌		生态水量	城镇	农灌	城镇	农灌
1978 年 1 月	3661	281	0	0	250	281	0	0	0
1978 年 2 月	5730	215	0	0	307	215	0	0	0
1978 年 3 月	8339	272	0	0	1326	272	0	0	0
1978 年 4 月	11597	251	3	3	2208	251	0	0	0
1978 年 5 月	11403	297	6	6	2164	297	0	0	0
1978 年 6 月	8513	275	100	100	2747	275	0	0	0
1978 年 7 月	1163	380	445	445	1575	380	0	0	0
1978 年 8 月	319	402	765	384	506	402	381	0	0
1978 年 9 月	311	359	287	219	259	359	68	0	0
1978 年 10 月	466	365	124	118	250	365	6	0	0
1978 年 11 月	392	272	0	0	242	272	0	0	0
1978 年 12 月	262	278	0	0	250	278	0	0	0
1979 年 1 月	463	281	0	0	250	281	0	0	0
1979 年 2 月	1145	215	0	0	307	215	0	0	0

1979 年 3 月	6370	272	0	0	1326	272	0	0	0
1979 年 4 月	10592	251	3	3	2208	251	0	0	0
1979 年 5 月	12640	297	7	7	2164	297	0	0	0
1979 年 6 月	14697	275	33	33	2747	275	0	0	0
1979 年 7 月	5979	380	267	261	1575	380	6	0	0
1979 年 8 月	1766	402	707	648	506	402	59	0	0
1979 年 9 月	3788	359	167	167	259	359	0	0	0
1979 年 10 月	754	365	186	184	250	365	2	0	0
1979 年 11 月	532	272	0	0	242	272	0	0	0
1979 年 12 月	370	278	0	0	250	278	0	0	0
2004 年 1 月	19	281	0	0	250	281	0	0	0
2004 年 2 月	65	223	0	0	318	223	0	0	0
2004 年 3 月	1911	272	0	0	1326	272	0	0	0
2004 年 4 月	311	251	4	4	2208	251	0	0	0
2004 年 5 月	13569	297	7	7	2164	297	0	0	0
2004 年 6 月	8654	275	65	65	2747	275	0	0	0
2004 年 7 月	3371	380	442	430	1575	380	12	0	0
2004 年 8 月	3707	402	307	240	506	402	66	0	0
2004 年 9 月	7138	359	113	113	259	359	0	0	0
2004 年 10 月	703	365	189	184	250	365	6	0	0
2004 年 11 月	859	272	0	0	242	272	0	0	0
2004 年 12 月	917	278	0	0	250	278	0	0	0
2005 年 1 月	4075	281	0	0	250	281	0	0	0
2005 年 2 月	13614	215	0	0	307	215	0	0	0
2005 年 3 月	8980	272	0	0	1326	272	0	0	0
2005 年 4 月	5138	251	4	4	2208	251	0	0	0
2005 年 5 月	11242	297	1	1	2164	297	0	0	0
2005 年 6 月	4893	275	72	72	2747	275	0	0	0
2005 年 7 月	1242	380	326	310	1575	380	16	0	0
2005 年 8 月	340	402	508	312	506	402	196	0	0
2005 年 9 月	474	359	421	307	259	359	114	0	0
2005 年 10 月	372	365	87	69	250	365	17	0	0
2005 年 11 月	1359	272	0	0	242	272	0	0	0
2005 年 12 月	436	278	0	0	250	278	0	0	0
2013 年 1 月	4817	281	0	0	250	281	0	0	0
2013 年 2 月	6795	215	0	0	307	215	0	0	0
2013 年 3 月	12873	272	0	0	1326	272	0	0	0
2013 年 4 月	9438	251	3	3	2208	251	0	0	0
2013 年 5 月	12074	297	3	3	2164	297	0	0	0
2013 年 6 月	22929	275	36	36	2747	275	0	0	0
2013 年 7 月	7115	380	519	493	1575	380	26	0	0
2013 年 8 月	2779	402	537	537	506	402	0	0	0
2013 年 9 月	1177	359	348	340	259	359	7	0	0
2013 年 10 月	220	365	77	65	250	365	12	0	0
2013 年 11 月	65	272	0	0	242	272	0	0	0

2013 年 12 月	567	278	0	0	250	278	0	0	0
2014 年 1 月	362	281	0	0	250	281	0	0	0
2014 年 2 月	2286	215	0	0	307	215	0	0	0
2014 年 3 月	8775	272	0	0	1326	272	0	0	0
2014 年 4 月	9095	251	3	3	2208	251	0	0	0
2014 年 5 月	16467	297	1	1	2164	297	0	0	0
2014 年 6 月	21096	275	38	38	2747	275	0	0	0
2014 年 7 月	15725	380	167	167	1575	380	0	0	0
2014 年 8 月	8586	402	184	184	506	402	0	0	0
2014 年 9 月	7833	359	141	141	259	359	0	0	0
2014 年 10 月	1613	365	72	72	250	365	0	0	0
2014 年 11 月	972	272	0	0	242	272	0	0	0
2014 年 12 月	964	278	0	0	250	278	0	0	0

开化水库运行前后主要控制断面连续枯水年生态流量满足程度对比

表 6.2-16

典型断面	连续枯水年	分析工况	缺水天数	河道生态水量满足率	备注
开化县城龙潭坝址断面	1978 年、1979 年	现状供水水平	16	97.8%	存在河道断流现象
		未建设开化水库	127	82.6%	河道断流现象严重
		开化水库建成运行	0	100%	满足报告提出的生态流量
	2004 年、2005 年	现状供水水平	143	80.4%	河道断流现象严重
		未建设开化水库	200	72.6%	河道断流现象严重
		开化水库建成运行	0	100%	满足报告提出的生态流量
	2013 年、2014 年	现状供水水平	65	91.1%	存在河道断流现象
		未建设开化水库	111	84.8%	河道断流现象严重
		开化水库建成运行	0	100%	满足报告提出的生态流量

6.3 水文情势与泥沙情势影响分析

6.3.1 水文情势影响分析

6.3.1.1 库区水文情势变化

(1) 库区干流河段水文情势分析

① 库区水位年内变化

开化水库投入运行后，将改变工程所在河段的水文情势，库区河段的水位、水面面积、流速、水深等水文情势较天然河段发生较大变化。兴利调节时水库水位在正常蓄水位 251m 和死水位 205m 之间变动，水位最大变幅 46m。为更好地发挥供水、灌溉作用，水库一般维持在较高水位运行，水库年内水位变幅小于 33m。各典型年(丰、平、枯、

特枯水年)年内水位变幅分别为 13m、13m、26m、19m。开化水库各典型年水库水位变化情况见图 6.3-1。

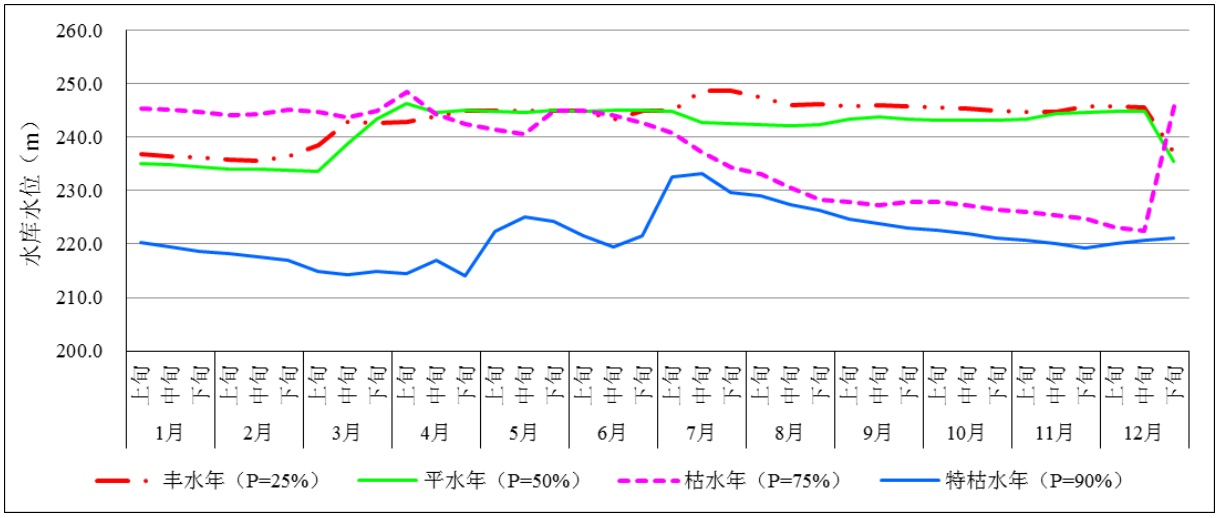


图 6.3-1　开化水库各典型年库区水位过程图(逐旬旬末)

②　水力参数沿程变化

开化水库投入运行后正常蓄水位时，水库回水长度约 14.2km（与齐溪坝址衔接），死水位时回水长度约 6.6km，水库消落河段约 7.6km；库区河段水面面积由现状时的约 0.3hm^2 增加至死水位时的 113.8hm^2 和正常蓄水位时的 480.2hm^2，分别增加了约 378.33 倍和 1599.67 倍，水域面积增加明显；库区水位出现不同程度的抬升，越靠近坝址抬升越明显，正常蓄水位时坝前水位抬升了约 69m，库区坝前最大水深约 70m，死水位坝前水深也抬升了约 23m。回水范围内沿程各断面水面宽均有增加，其中坝址上游约 3.2km 处增加最明显，正常蓄水位时该断面水面宽达 1240.71m，约是天然时(55.76m)的 22 倍。回水范围内各断面流速均有所减缓，正常蓄水位时库区流速范围从坝址至库尾在 0.001m/s～0.324m/s 逐渐增加，均为缓流状态，而天然时库区河段流速在 0.082m/s～2.534m/s 之间交错出现，流态复杂多样。

总体来说，水库运行使库区水深增加明显，水面宽度和水域面积大幅增加，流速减缓，变化幅度从坝址至库尾呈逐步减小趋势。

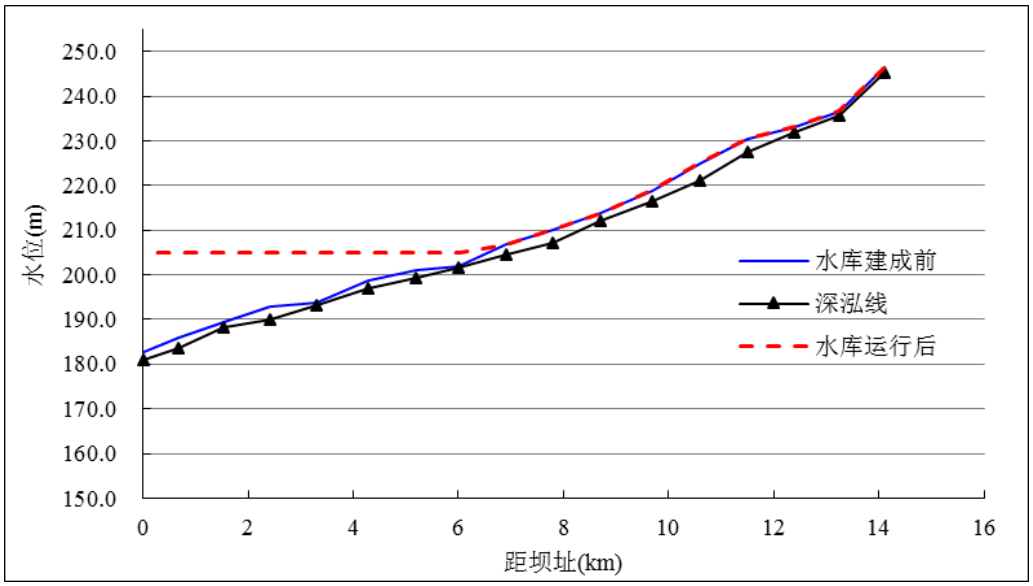


图 6.3-2　死水位 205m 运行时水库运行前后沿程水位变化对比

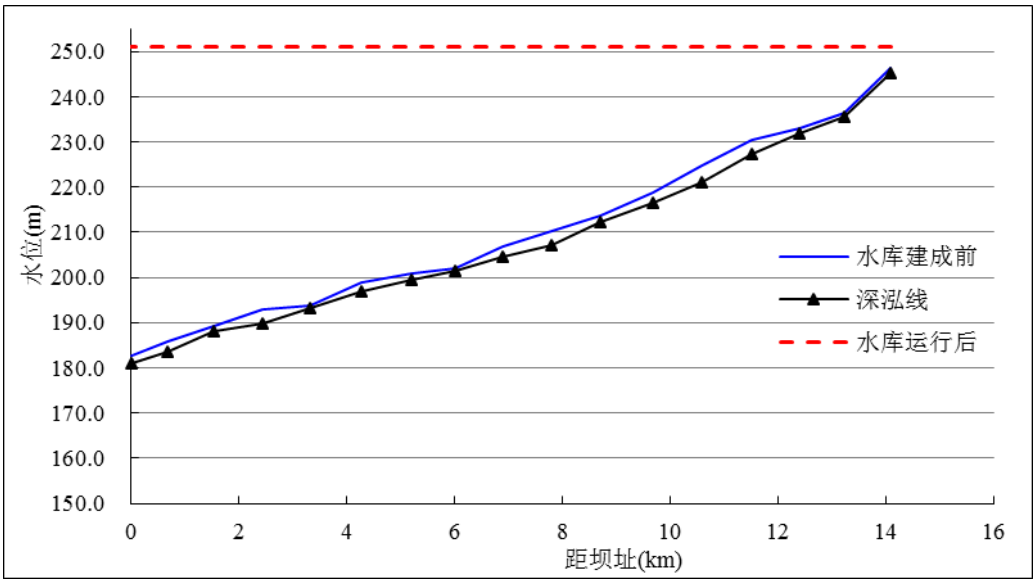


图 6.3-3　正常蓄水位 251m 运行时水库运行前后沿程水位变化对比

(2)　库区支流河段

开化水库淹没范围内主要涉及 2 条较大支流，自上游至下游分别为山坑溪、黄连坑溪，受开化水库淹没影响，各支流库区水文情势将发生较大变化。库区各主要支流在开化水库正常蓄水位运行时的回水情况见表 6.3-1。

从表中可以看出，正常蓄水位运行时，库区两条主要支流山坑溪和黄连坑溪的淹没长度分别为 3.62km、2.23km，淹没河长占各支流总长的比例分别为 45.96%、50.03%，山坑溪受开化水库运行影响范围最长；两条支流距离开化坝址较近，河床高程相对较低，水文情势变化较为明显。

开化水库运行后库区主要支流河段回水情况表

表 6.3-1

库区支流	河长(km)	汇河口距坝址距离(km)	回水长度(km)	淹没河长比例(%)
山坑溪	7.88	1.60	3.62	45.96
黄连坑溪	4.46	0.21	2.23	50.03

6.3.1.2　坝址下游水文情势影响

(1) 评价断面的选取

根据马金溪干流水流特性及现有资料情况，结合开化水库工程任务，同时考虑坝下干流河段鱼类重要生境等环境敏感因素，本次评价典型断面自上而下分别选取开化水库坝下(1#)、马金镇鱼类产卵场(2#)、密赛水文站(3#)、马金溪汇合口以上(4#)、县界(5#)等 5 个断面，见图 6.3-4。其中坝下断面主要分析流量变化，其余各断面分析基准年和 2030 年的流量、流速、水位、水面宽等水文情势要素进行变化。

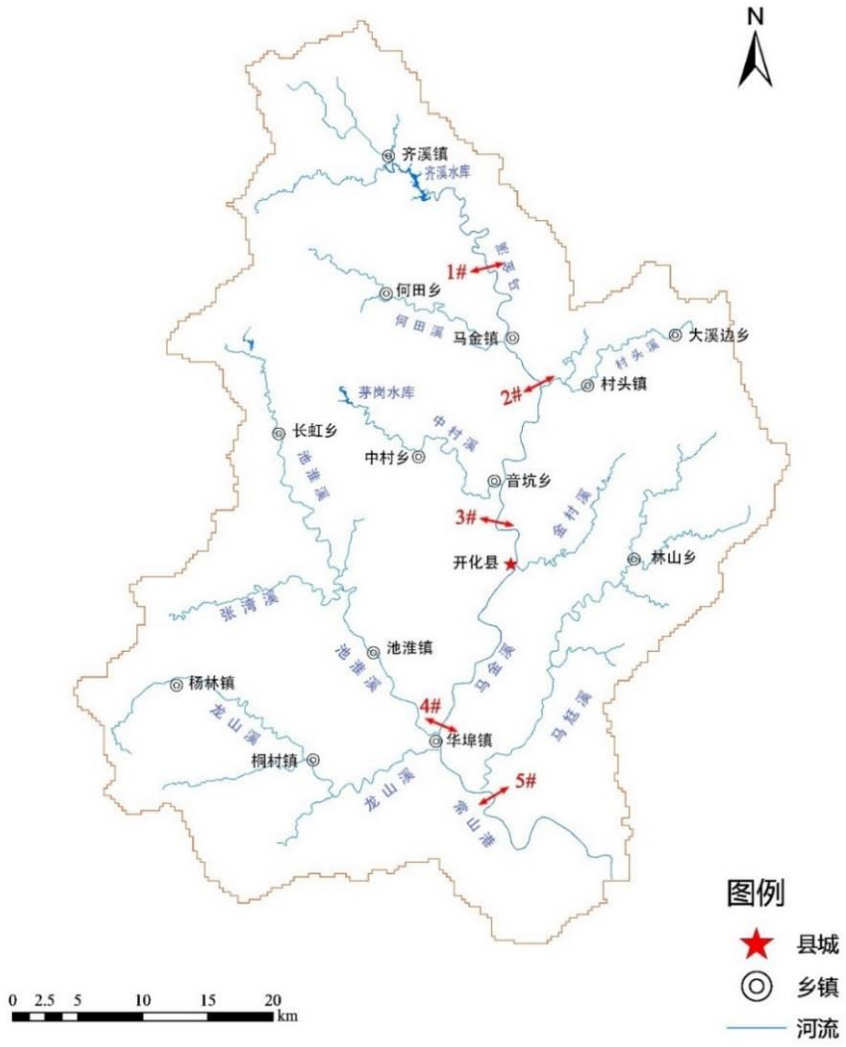


图 6.3-4　水文情势分析断面位置示意图

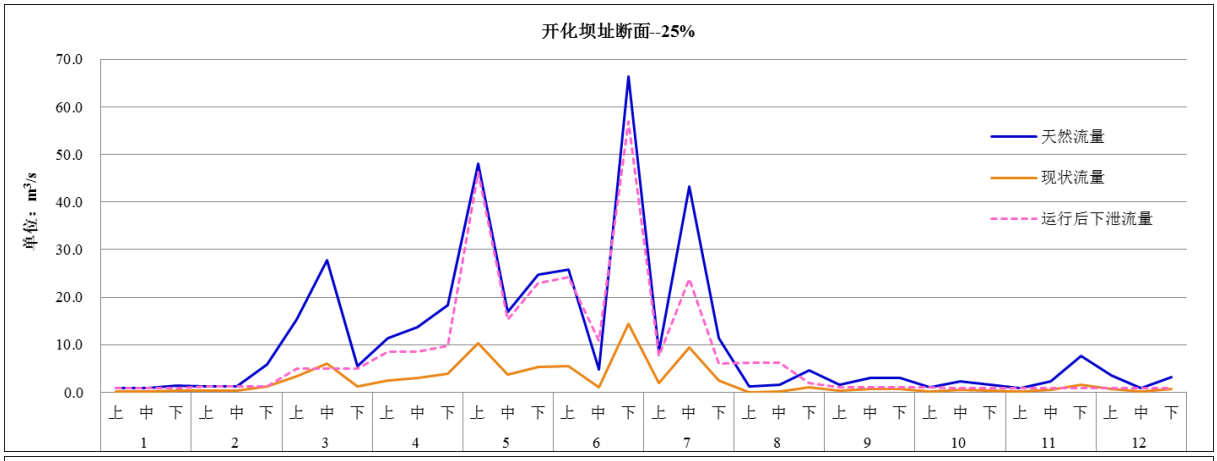
(2) 典型年的选取

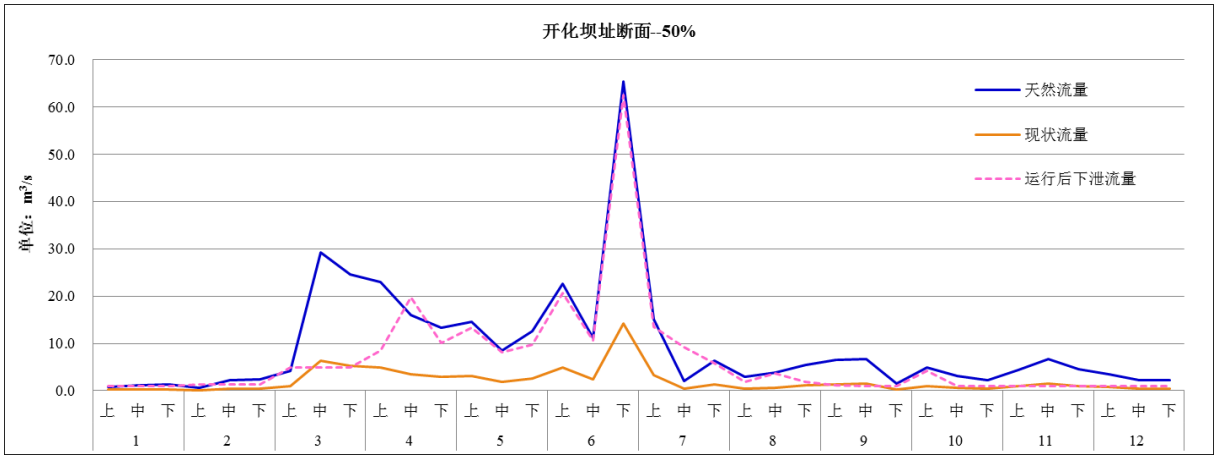
本次评价工作分别选取丰水年（P=25%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=75%）、特枯水年（P=90%）等作为典型年进行水文情势影响分析。

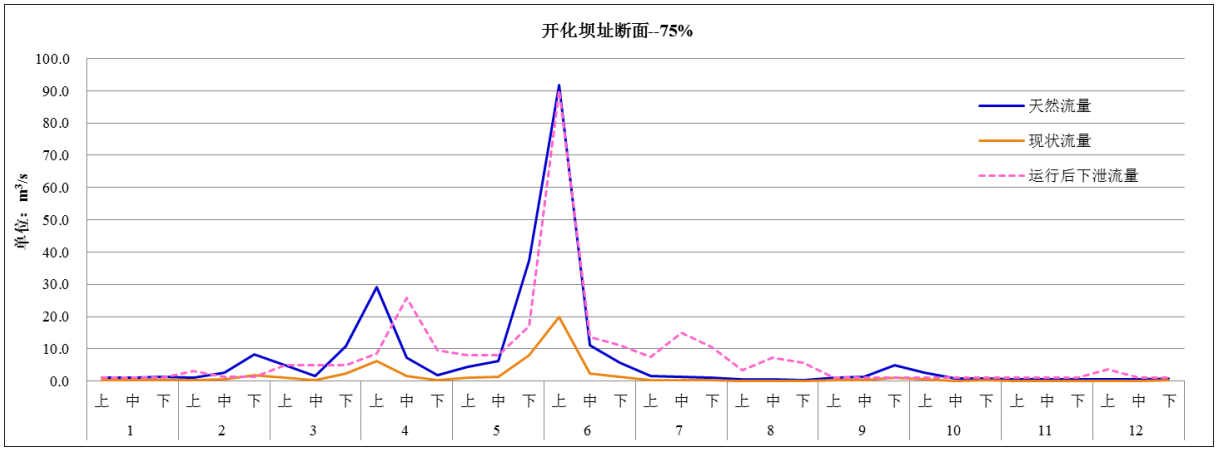
(3) 开化水库坝下断面流量变化

开化水库运行前后开化水库坝下断面逐旬流量变化情况见图 6.3-5 及表 6.3-2。

开化水库运行后，丰水年（P=25%）条件下，坝下断面逐旬流量较天然流量变化范围为-22.74～6.04m^3/s，变幅为-87.8%～402.6%，其中 1 月上旬、2 月上中旬、6 月中旬、8 月上中旬、10 月下旬和 12 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 3 月中旬和 11 月下旬流量略有减小外（-3.7%，-9.4%），其他各旬流量均增加（0.2%～499.8%）；平水年（P=50%）条件下，开化水库坝下断面逐旬流量较天然流量变化范围为-24.35～7.19m^3/s，变幅为-86.1%～342.9%，其中 1 月上旬、2 月上旬、3 月上旬、4 月中旬、7 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 3 月中下旬、9 月上中旬和 11 月流量略有减小外（-0.6%~-7.7%），其他各旬流量均增加（4.8%～421.4%）；枯水年（P=75%）条件下，开化水库坝下断面逐旬流量较天然流量变化范围为-20.75～18.37m^3/s，变幅为-84.7%～1587.2%，其中 2 月上旬、3 月上中旬、4 月中下旬、5 月上中旬、6 月中下旬、7 月、8 月、10 月中下旬、11 月和 12 月较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 2 月下旬、9 月下旬流量略有减小外（-1.8%，-6.3%），其他各旬流量均增加（7.5%～1687.2%）；特枯水年（P=90%）条件下，开化水库坝下断面逐旬流量较天然流量变化范围为-34.79～7.03m^3/s，变幅为-79.7%～874.9%，其中 3 月下旬、4 月中旬、5 月、6 月下旬、7 月上中旬、9 月中旬、10 月上中旬、12 月较天然流量减小，其他各旬较天然流量均增大；和现状（开化水库运行前）相比，除 7 月上旬、12 月中旬流量略有减小外（-1.3%，-7.2%），其他各旬流量均增加（2.1%～953.8%）。因此，工程建设运行对下游河道水文情势有一定的改善。







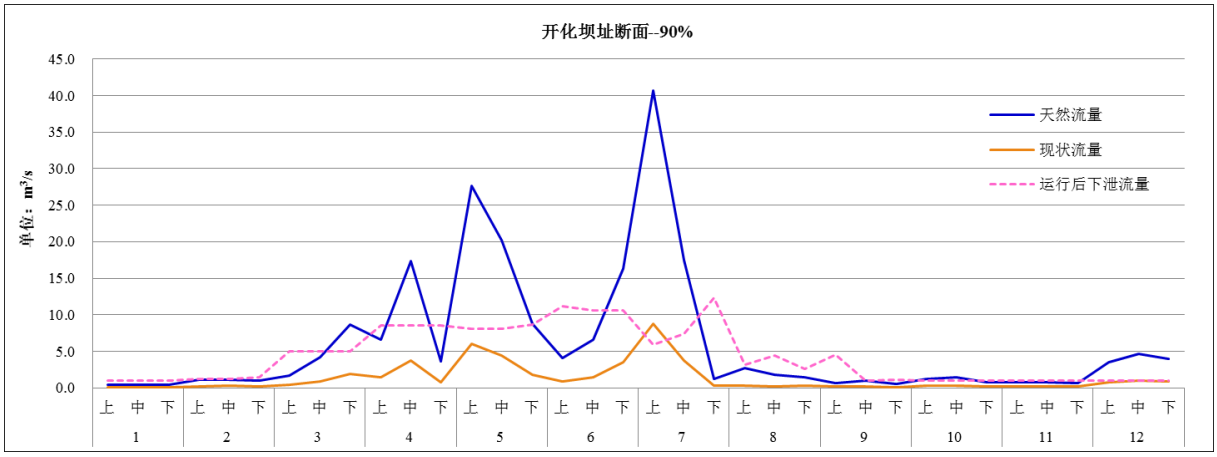


图 6.3-5　开化水库坝下断面建库前后流量对比图

开化水库运行前后坝下断面变化分析表

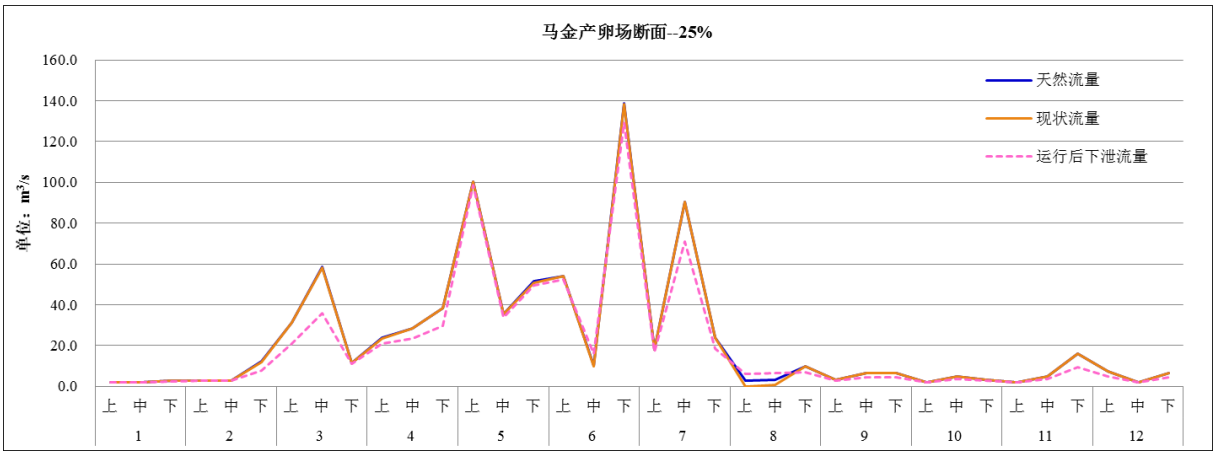
表 6.3-2　　单位：m^3/s

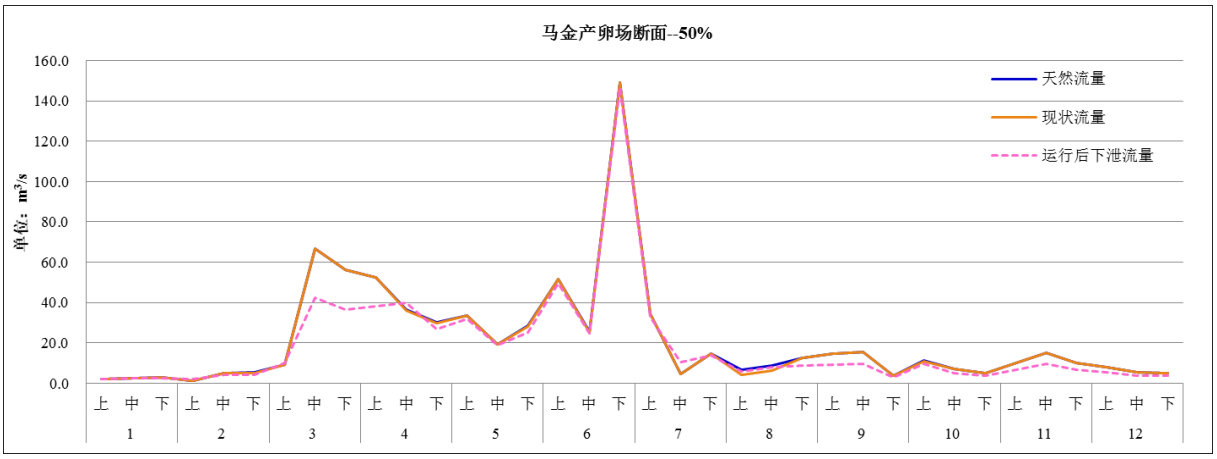
典型年		25%						50%						75%						90%					
		天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)
1 月	上	0.89	0.19	0.93	-78.4	5.4	387.5	0.84	0.18	0.93	-78.4	11.3	415.2	1.14	0.25	0.93	-78.4	-18.3	278.1	0.38	0.08	0.93	-78.4	146.8	1042.2
	中	0.95	0.21	0.93	-78.4	-1.7	355	1.15	0.25	0.93	-78.4	-18.9	275.4	1.18	0.26	0.93	-78.4	-21	265.6	0.38	0.08	0.93	-78.4	147.7	1046.5
	下	1.39	0.3	0.93	-78.4	-32.8	211.2	1.36	0.29	0.93	-78.4	-31.2	218.5	1.21	0.26	0.93	-78.4	-22.7	257.9	0.43	0.09	0.93	-78.4	117.2	904.9
2 月	上	1.24	0.27	1.27	-78.4	2.4	373.8	0.59	0.13	1.27	-78.4	116.6	902.3	0.93	0.2	3.03	-78.4	225.1	1404.4	1.06	0.23	1.27	-78.4	20	455.3
	中	1.25	0.27	1.27	-78.4	1.6	370.4	2.21	0.48	1.27	-78.4	-42.5	166.2	2.71	0.58	1.27	-78.4	-53.1	117.3	1.15	0.25	1.27	-78.4	10.2	410.1
	下	5.83	1.26	1.27	-78.4	-78.2	0.8	2.32	0.5	1.27	-78.4	-45.3	153.2	8.31	1.8	1.27	-78.4	-84.7	-29.3	0.97	0.21	1.43	-78.4	47.8	584
3 月	上	15.32	3.31	4.95	-78.4	-67.7	49.5	4.18	0.9	4.95	-78.4	18.5	448.3	4.9	1.06	4.95	-78.4	1.1	367.6	1.69	0.37	4.95	-78.4	192.3	1252.9
	中	27.69	5.98	4.95	-78.4	-82.1	-17.3	29.3	6.33	4.95	-78.4	-83.1	-21.8	1.5	0.32	4.95	-78.4	230.8	1430.9	4.18	0.9	4.95	-78.4	18.4	448
	下	5.47	1.18	4.95	-78.4	-9.5	318.9	24.63	5.32	4.95	-78.4	-79.9	-7	10.82	2.34	4.95	-78.4	-54.3	111.6	8.61	1.86	4.95	-78.4	-42.5	165.9
4 月	上	11.33	2.45	8.52	-78.4	-24.8	247.9	22.97	4.96	8.52	-78.4	-62.9	71.7	29.27	6.32	8.52	-78.4	-70.9	34.7	6.62	1.43	8.52	-78.4	28.8	495.8
	中	13.63	2.95	8.52	-78.4	-37.5	189.2	15.91	3.44	19.68	-78.4	23.7	472.5	7.32	1.58	25.69	-78.4	250.9	1523.9	17.32	3.74	8.52	-78.4	-50.8	127.6
	下	18.33	3.95	9.85	-78.5	-46.2	149.6	13.29	2.86	10.14	-78.5	-23.7	254.7	1.75	0.36	9.47	-79.1	441.3	2494	3.65	0.78	8.52	-78.7	133.6	999
5 月	上	47.98	10.37	46.28	-78.4	-3.5	346.3	14.65	3.17	13.26	-78.4	-9.5	319	4.44	0.96	8.08	-78.4	81.8	741.3	27.7	5.99	8.08	-78.4	-70.8	35
	中	16.92	3.66	15.22	-78.4	-10.1	316.2	8.44	1.82	8.08	-78.4	-4.2	343.2	6.2	1.34	8.08	-78.4	30.3	502.9	20.25	4.38	8.08	-78.4	-60.1	84.6
	下	24.64	5.26	22.94	-78.6	-6.9	336	12.63	2.67	9.68	-78.9	-23.3	263.2	37.43	8.03	17.16	-78.6	-54.2	113.8	8.79	1.84	8.68	-79.1	-1.2	373.1
6 月	上	25.82	5.58	24.18	-78.4	-6.4	333.4	22.66	4.9	20.67	-78.4	-8.8	322.2	91.79	19.83	90.15	-78.4	-1.8	354.5	4.08	0.88	11.11	-78.4	172.3	1160.1
	中	4.86	1.03	10.9	-78.7	124.4	953.6	11.21	2.41	10.62	-78.5	-5.3	341.2	11.15	2.39	13.57	-78.5	21.7	466.8	6.64	1.42	10.6	-78.6	59.7	646.9
	下	66.31	14.33	56.99	-78.4	-14.1	297.7	65.4	14.13	62.58	-78.4	-4.3	342.8	5.6	1.21	11.06	-78.4	97.5	814.1	16.36	3.54	10.6	-78.4	-35.2	199.8
7 月	上	8.61	1.86	7.61	-78.4	-11.6	309	15.12	3.27	13.51	-78.4	-10.7	313.5	1.49	0.32	7.49	-78.4	403.9	2231.8	40.67	8.79	5.88	-78.4	-85.5	-33.1
	中	43.33	9.36	23.8	-78.4	-45.1	154.2	2.1	0.45	9.29	-78.5	342.9	1957.8	1.22	0.26	15.01	-78.5	1127.5	5619.2	17.49	3.78	7.4	-78.4	-57.7	95.9
	下	11.36	2.45	5.98	-78.4	-47.4	144.1	6.43	1.38	5.88	-78.5	-8.5	325.3	1.07	0.23	10.6	-79	886.9	4593.3	1.26	0.27	12.27	-78.9	874.9	4517.6
8 月	上	1.25	0.03	6.28	-97.2	402.6	17896.9	3.01	0.41	1.92	-86.2	-36	364.4	0.43	0	3.35	-100	687.2	/	2.65	0.34	3.12	-87.3	17.7	823.2
	中	1.49	0.1	6.25	-93	317.8	5847.8	3.89	0.62	3.71	-84	-4.6	496.3	0.43	0	7.31	-100	1587.2	/	1.76	0.16	4.44	-90.8	151.6	2620.3
	下	4.68	1.01	1.89	-78.4	-59.6	86.8	5.47	1.18	1.89	-78.4	-65.5	59.8	0.41	0.09	5.61	-78.4	1256.2	6175.7	1.43	0.31	2.57	-78.4	79.6	731
9 月	上	1.57	0.33	1.11	-78.8	-29.3	233.5	6.48	1.39	1.07	-78.5	-83.5	-23.3	1.13	0.24	1.11	-79	-1.7	367.4	0.63	0.13	4.57	-79.4	623.5	3414.9
	中	3.06	0.66	1	-78.4	-67.3	51.3	6.76	1.46	1	-78.4	-85.2	-31.6	1.22	0.26	1	-78.4	-17.8	280.4	1.01	0.22	1	-78.4	-1.4	356.1
	下	3.07	0.66	1	-78.4	-67.4	50.9	1.58	0.34	1	-78.4	-36.7	192.7	5.05	1.09	1	-78.4	-80.2	-8.3	0.54	0.12	1.1	-78.4	103.5	841.8
10 月	上	0.99	0.21	0.96	-78.6	-2.2	356.5	4.91	1.06	4.27	-78.4	-13	303.1	2.5	0.54	0.93	-78.5	-62.7	73.1	1.19	0.26	0.93	-78.5	-21.8	264.4
	中	2.29	0.5	0.93	-78.4	-59.3	88.5	3.06	0.66	0.93	-78.4	-69.5	41.3	0.72	0.16	0.93	-78.4	28.7	495.7	1.43	0.31	0.93	-78.4	-34.5	202.9
	下	1.59	0.34	0.93	-78.4	-41.4	171.2	2.17	0.47	0.93	-78.4	-57	99.1	0.86	0.19	0.93	-78.4	8	399.9	0.79	0.17	0.93	-78.4	17.6	444.4
11 月	上	0.89	0.19	0.93	-78.4	4.5	383.6	4.45	0.96	0.93	-78.4	-79	-2.9	0.59	0.13	0.93	-78.4	57.4	628.3	0.77	0.17	0.93	-78.4	22	464.8
	中	2.28	0.49	0.93	-78.4	-59.1	89.4	6.7	1.45	0.93	-78.4	-86.1	-35.5	0.52	0.11	0.93	-78.4	78.3	725.3	0.72	0.16	0.93	-78.4	29.8	500.5
	下	7.65	1.65	0.93	-78.4	-87.8	-43.5	4.47	0.97	0.93	-78.4	-79.1	-3.4	0.52	0.11	0.93	-78.4	81.2	738.6	0.66	0.14	0.93	-78.4	41.7	555.7
12 月	上	3.53	0.76	0.93	-78.4	-73.6	22.4	3.53	0.76	0.93	-78.4	-73.6	22.3	0.47	0.1	3.71	-78.4	684.5	3530.5	3.52	0.76	0.93	-78.4	-73.5	22.6
	中	0.91	0.2	0.93	-78.4	2.8	375.5	2.3	0.5	0.93	-78.4	-59.4	87.8	0.47	0.1	0.93	-78.4	97.7	815.1	4.59	0.99	0.93	-78.4	-79.7	-5.9
	下	3.18	0.69	0.93	-78.4	-70.6	35.9	2.27	0.49	0.93	-78.4	-58.8	90.7	0.75	0.16	0.93	-78.4	23.7	472.5	3.94	0.85	0.93	-78.4	-76.3	9.6

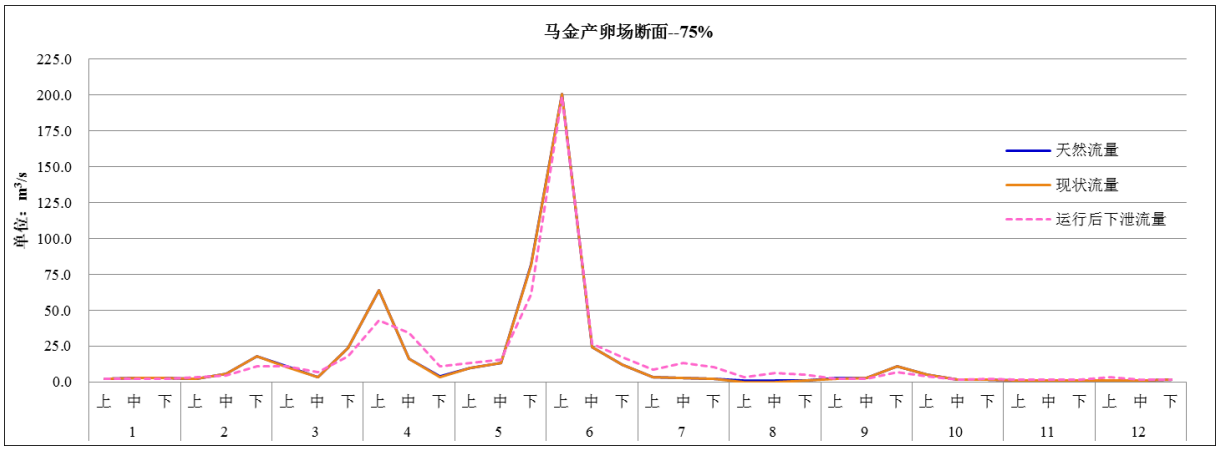
(4) 马金镇鱼类产卵场断面流量变化

开化水库运行前后马金镇鱼类产卵场断面逐旬流量变化情况见图 6.3-6 及表 6.3-3。

开化水库运行后，丰水年（P=25%）条件下，马金镇鱼类产卵场断面逐旬流量较天然流量变幅为-38.9%～130.2%，其中 1 月上旬、2 月上中旬、6 月中旬、8 月上中旬、11 月上旬和 12 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1~2 月上中旬、6 月中旬、8 月上中旬、10 月和 11 月上旬、12 月中旬流量有增加外（1.9%~229.8%），其他各旬流量均减小（-1.6%～-41.8%）；平水年（P=50%）条件下，马金镇鱼类产卵场断面逐旬流量较天然流量变幅为-37.8%～121.4%，其中 1~3 月上旬、4 月中旬、7 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1~3 月上旬、4 月中旬、7 月中旬和 8 月上中旬流量有增加外（1.8%~122.9%），其他各旬流量均减小（-1.6%～-37.5%）；枯水年（P=75%）条件下，马金镇鱼类产卵场断面逐旬流量较天然流量变幅为-39.0%～535.4%，其中 2 月上旬、3 月上中旬、4 月中下旬、5 月上中旬、6 月中下旬、7 月、8 月、10 月中下旬、11 月和 12 月较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1 月、2 月中下旬、3 月下旬、4 月上旬、5 月下旬、6 月上旬、9 月中下旬和 10 月上旬流量有减小外（-0.8%~-38.6%），其他各旬流量均增加（1.0%～635.4%）；特枯水年（P=90%）条件下，马金镇鱼类产卵场断面逐旬流量较天然流量变幅为-39.2%～316.1%，其中 3 月下旬、4 月中旬、5 月、6 月下旬、7 月上中旬、9 月中旬、10 月上中旬、12 月较天然流量减小，其他各旬较天然流量均增大；和现状（开化水库运行前）相比，除 3 月下旬、4 月中旬、5 月上中旬、6 月下旬、7 月上中旬、10 月上中旬和 12 月流量有减小外（-7.2%~-39.1%），其他各旬流量均增加（1.8%～320.4%）。因此，工程建设运行对下游河道枯水期水文情势有一定的改善。







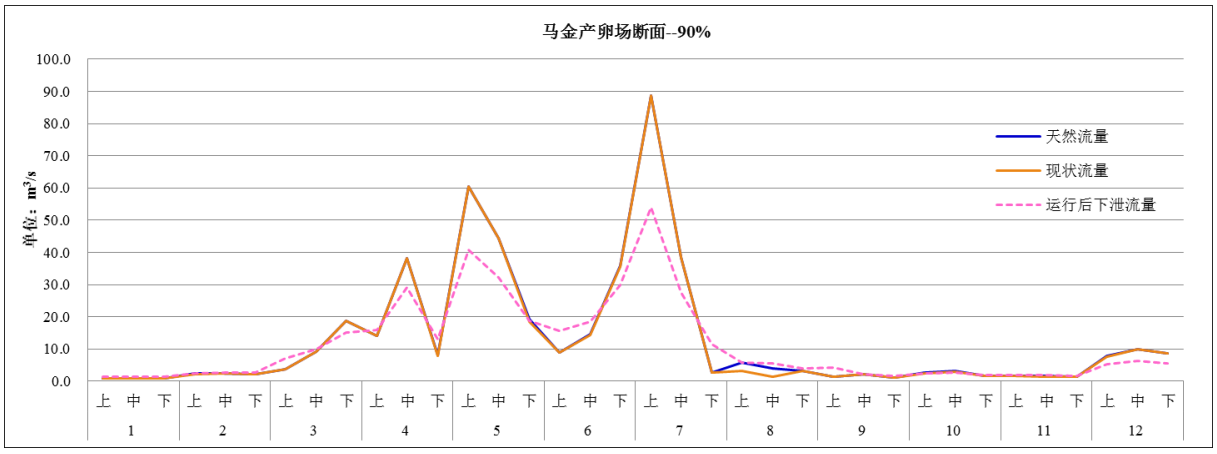


图 6.3-6　开化水库运行前后马金镇鱼类产卵场断面流量对比图

开化水库运行前后马金镇鱼类产卵场断面流量变化分析表

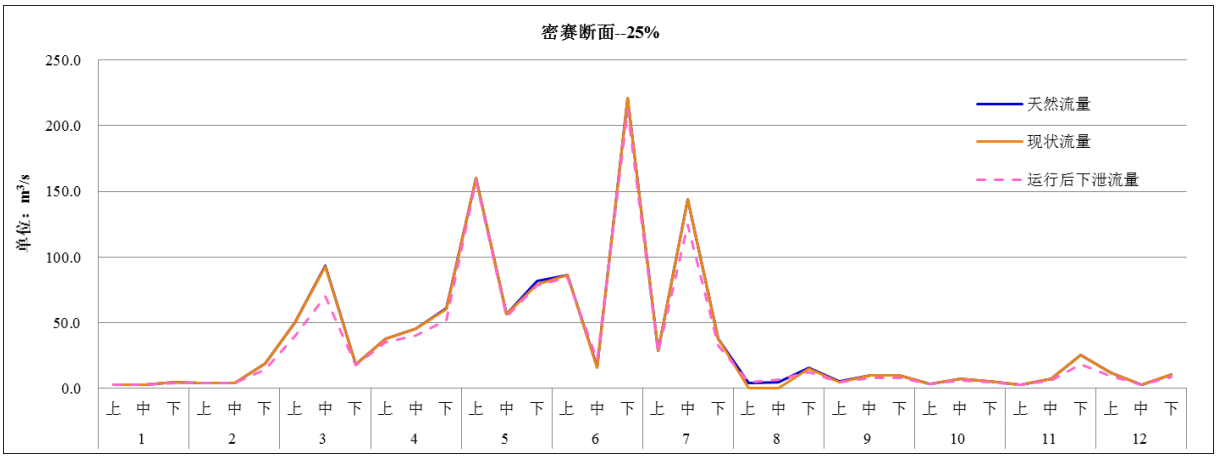
表 6.3-3　　单位：m^3/s

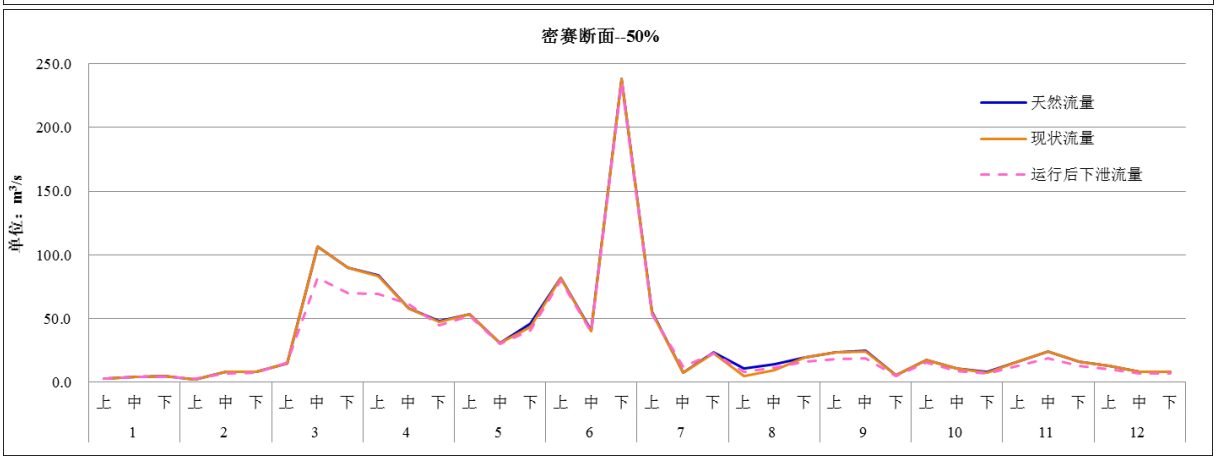
典型年		25%						50%						75%						90%					
		天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)
1 月	上	1.86	1.81	1.91	-2.9	2.5	5.6	1.92	1.86	2.01	-2.8	4.9	8	2.49	2.43	2.28	-2.2	-8.4	-6.4	0.83	0.78	1.39	-6.5	66.5	78.1
	中	1.99	1.94	1.98	-2.7	-0.8	2	2.62	2.57	2.41	-2.1	-8.3	-6.4	2.57	2.52	2.32	-2.1	-9.6	-7.7	0.83	0.78	1.39	-6.5	66.9	78.5
	下	2.89	2.84	2.44	-1.7	-15.7	-14.3	3.09	3.04	2.66	-1.6	-13.7	-12.3	2.63	2.58	2.35	-1.9	-10.4	-8.7	0.94	0.9	1.45	-5.2	53.3	61.7
2 月	上	2.63	2.58	2.66	-2.1	1.1	3.2	1.36	1.31	2.04	-4	50.2	56.4	2.08	2.02	3.59	-2.6	72.7	77.3	2.31	2.26	2.53	-2.3	9.1	11.8
	中	2.65	2.59	2.67	-2	0.8	2.9	5.04	4.98	4.1	-1.1	-18.6	-17.7	5.93	5.87	4.49	-0.9	-24.2	-23.5	2.52	2.46	2.64	-2.1	4.7	7
	下	12.12	12.06	7.57	-0.6	-37.6	-37.3	5.29	5.22	4.23	-1.3	-19.9	-18.8	18.05	17.98	11.01	-0.4	-39	-38.8	2.16	2.1	2.63	-3.1	21.4	25.3
3 月	上	31.43	31.38	21.06	-0.2	-33	-32.9	9.39	9.34	10.17	-0.6	8.2	8.8	10.69	10.64	10.74	-0.5	0.5	1	3.84	3.78	7.09	-1.4	84.9	87.5
	中	58.4	58.34	35.66	-0.1	-38.9	-38.9	66.7	66.64	42.34	-0.1	-36.5	-36.5	3.32	3.27	6.78	-1.6	104	107.3	9.13	9.08	9.9	-0.6	8.4	9.1
	下	11.5	11.45	10.98	-0.4	-4.5	-4.1	56.39	56.34	36.7	-0.1	-34.9	-34.8	23.58	23.53	17.71	-0.2	-24.9	-24.7	18.79	18.74	15.12	-0.3	-19.5	-19.3
4 月	上	23.65	23.59	20.83	-0.2	-11.9	-11.7	52.46	52.4	38.01	-0.1	-27.5	-27.5	63.92	63.87	43.17	-0.1	-32.5	-32.4	14.12	14.06	16.02	-0.4	13.5	13.9
	中	28.49	28.43	23.37	-0.2	-18	-17.8	36.31	36.25	40.08	-0.1	10.4	10.6	16.03	15.98	34.4	-0.3	114.6	115.3	38.13	38.07	29.12	-0.1	-23.6	-23.5
	下	38.35	38.15	29.79	-0.5	-22.3	-21.9	30.15	29.96	26.96	-0.7	-10.6	-10	3.83	3.63	11.2	-5.1	192.4	208.2	8.12	7.93	12.95	-2.4	59.4	63.3
5 月	上	100.24	100.19	98.54	-0.1	-1.7	-1.6	33.42	33.37	32.04	-0.2	-4.1	-4	9.71	9.66	13.35	-0.6	37.4	38.2	60.52	60.47	40.9	-0.1	-32.4	-32.4
	中	35.46	35.4	33.76	-0.2	-4.8	-4.7	19.24	19.18	18.88	-0.3	-1.9	-1.6	13.5	13.45	15.38	-0.4	13.9	14.4	44.46	44.4	32.28	-0.1	-27.4	-27.3
	下	51.43	50.68	49.3	-1.4	-4.1	-2.7	28.72	27.97	25.1	-2.6	-12.6	-10.3	81.79	81.05	61.15	-0.9	-25.2	-24.5	19.19	18.45	18.79	-3.9	-2.1	1.8
6 月	上	54.02	53.96	52.38	-0.1	-3	-2.9	51.54	51.48	49.55	-0.1	-3.9	-3.8	200.59	200.53	198.95	0	-0.8	-0.8	8.96	8.91	15.73	-0.6	75.5	76.6
	中	10.14	9.92	16.08	-2.2	58.6	62.1	25.48	25.26	24.84	-0.9	-2.5	-1.7	24.39	24.18	26.74	-0.9	9.6	10.6	14.51	14.29	18.43	-1.5	27	29
	下	138.55	138.5	129.24	0	-6.7	-6.7	149.25	149.2	146.43	0	-1.9	-1.9	12.14	12.09	17.41	-0.4	43.3	44	35.77	35.72	30.01	-0.2	-16.1	-16
7 月	上	18.02	17.97	17.02	-0.3	-5.6	-5.3	34.56	34.5	32.94	-0.2	-4.7	-4.5	3.26	3.2	8.65	-1.7	165.4	169.8	88.84	88.79	54.05	-0.1	-39.2	-39.1
	中	90.4	90.32	70.86	-0.1	-21.6	-21.6	4.8	4.73	10.63	-1.5	121.4	124.9	2.68	2.61	13.31	-2.7	396.5	410.5	38.42	38.35	27.52	-0.2	-28.4	-28.2
	下	23.84	23.72	18.41	-0.5	-22.8	-22.4	14.59	14.47	14.03	-0.8	-3.8	-3	2.37	2.25	10.26	-5	333.3	355.9	2.77	2.65	11.53	-4.2	316.1	334.5
8 月	上	2.64	0.01	6.08	-99.7	130.2	/	6.89	4.25	5.79	-38.2	-15.9	36.1	0.93	0	3.37	-100	261.6	/	5.79	3.16	5.83	-45.5	0.6	84.6
	中	3.14	0.7	6.42	-77.8	104.2	818.9	8.88	6.43	8.02	-27.5	-9.7	24.7	0.95	0	6.01	-100	535.4	/	3.86	1.42	5.66	-63.3	46.5	299.1
	下	9.73	9.68	6.94	-0.5	-28.7	-28.3	12.44	12.39	8.86	-0.4	-28.8	-28.5	0.91	0.86	4.87	-5.4	437.6	468.4	3.13	3.09	4.01	-1.6	28	30
9 月	上	3.31	3.19	2.81	-3.8	-15.3	-11.9	14.82	14.69	9.37	-0.8	-36.8	-36.2	2.52	2.4	2.46	-5	-2.4	2.7	1.39	1.27	4.16	-9	198.3	227.7
	中	6.38	6.32	4.32	-0.8	-32.3	-31.7	15.41	15.35	9.65	-0.4	-37.4	-37.2	2.72	2.66	2.5	-2	-8	-6.1	2.21	2.16	2.2	-2.4	-0.7	1.8
	下	6.38	6.33	4.31	-0.8	-32.4	-31.8	3.63	3.57	3.05	-1.5	-16	-14.7	10.94	10.88	6.89	-0.5	-37	-36.7	1.19	1.14	1.71	-4.5	43.8	50.6
10 月	上	2.08	2.01	2.05	-3.6	-1.6	2	11.17	11.09	9.44	-0.7	-15.5	-14.9	5.42	5.34	3.85	-1.4	-29	-28	2.6	2.52	2.34	-2.9	-10	-7.4
	中	4.78	4.72	3.42	-1.1	-28.4	-27.6	6.96	6.91	4.84	-0.8	-30.5	-29.9	1.61	1.55	1.82	-3.4	12.9	16.9	3.09	3.04	2.6	-1.7	-15.9	-14.4
	下	3.33	3.29	2.68	-1.5	-19.8	-18.6	4.97	4.92	3.73	-1	-24.9	-24.1	1.9	1.85	1.97	-2.6	3.7	6.4	1.75	1.7	1.86	-2.8	6.1	9.2
11 月	上	1.91	1.86	1.95	-2.8	2.1	5.1	10.15	10.1	6.64	-0.5	-34.6	-34.3	1.29	1.24	1.63	-4.2	26.4	31.9	1.67	1.62	1.84	-3.2	10.1	13.8
	中	4.81	4.75	3.46	-1.1	-28.1	-27.2	15.25	15.2	9.48	-0.4	-37.8	-37.6	1.15	1.09	1.56	-4.7	35.7	42.4	1.57	1.52	1.79	-3.4	13.6	17.6
	下	15.95	15.9	9.23	-0.3	-42.1	-41.9	10.24	10.18	6.7	-0.5	-34.6	-34.2	1.13	1.08	1.55	-4.8	37	43.9	1.45	1.39	1.72	-3.7	19	23.6
12 月	上	7.35	7.3	4.76	-0.7	-35.3	-34.9	8.04	7.99	5.44	-0.7	-32.3	-31.9	1.05	1	3.39	-5.1	221.5	238.9	7.75	7.69	5.16	-0.7	-33.4	-33
	中	1.94	1.88	1.96	-2.8	1.3	4.2	5.28	5.23	3.91	-1	-25.9	-25.1	1.05	1	1.51	-5.1	43.9	51.6	10.05	10	6.4	-0.5	-36.4	-36
	下	6.67	6.62	4.42	-0.7	-33.7	-33.2	5.2	5.15	3.87	-0.9	-25.6	-24.9	1.62	1.57	1.8	-3	11	14.5	8.06	8.02	6.17	-0.6	-23.4	-23.1

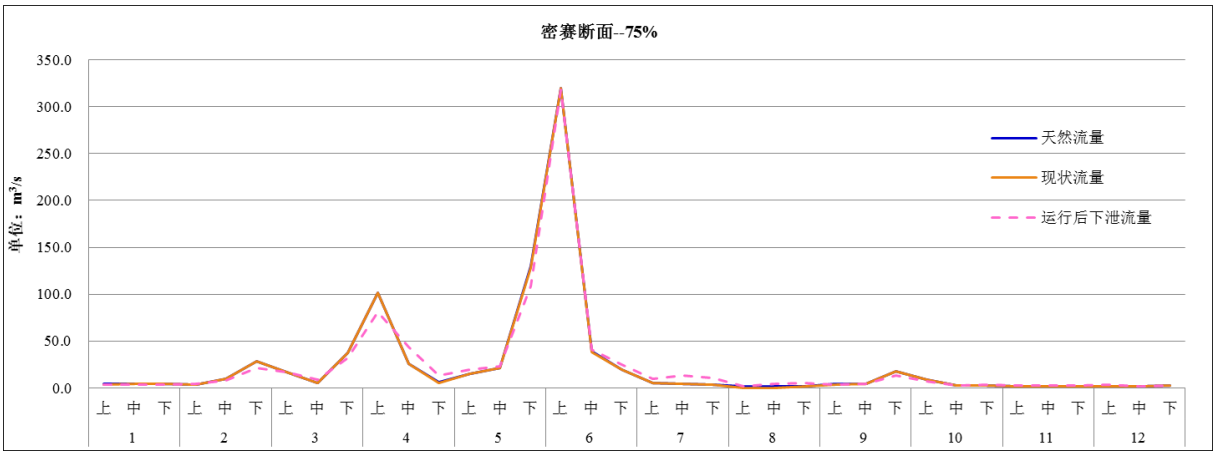
(5) 密赛水文站断面流量变化

开化水库运行前后密赛水文站断面逐旬流量变化情况见图 6.3-7 及表 6.3-4。

开化水库运行后，丰水年（P=25%）条件下，密赛水文站断面逐旬流量较天然流量变幅为-26.4%～34.5%，其中 1 月上旬、2 月上中旬、6 月中旬、8 月上中旬、11 月上旬和 12 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1~2 月上中旬、6 月中旬、8 月上中旬、10~11 月上旬、12 月中旬流量有增加外（1.3%~123.3%），其他各旬流量均减小（-1.0%～-26.2%）；平水年（P=50%）条件下，密赛水文站断面逐旬流量较天然流量变幅为-27.4%～61.3%，其中 1~3 月上旬、4 月中旬、7 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1~3 月上旬、4 月中旬、7 月中旬和 8 月上中旬流量有增加外（5.0%~64.1%），其他各旬流量均减小（-0.8%～-23.5%）；枯水年（P=75%）条件下，密赛水文站断面逐旬流量较天然流量变幅为-24.5%～245.0%，其中 2 月上旬、3 月上中旬、4 月中下旬、5 月上中旬、6 月中下旬、7 月、8 月、10 月中下旬、11 月和 12 月较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1 月、2 月中下旬、3 月下旬、4 月上旬、5 月下旬、6 月上旬、9 月中下旬和 10 月上旬流量有减小外（-0.5%~-24.2%），其他各旬流量均增加（0.6%～309.1%）；特枯水年（P=90%）条件下，密赛水文站断面逐旬流量较天然流量变幅为-22.8%～171.5%，其中 3 月下旬、4 月中旬、5 月、6 月下旬、7 月上中旬、8 月上旬、9 月中旬、10 月上中旬、12 月较天然流量减小，其他各旬较天然流量均增大；和现状（开化水库运行前）相比，除 3 月下旬、4 月中旬、5 月上中旬、6 月下旬、7 月上中旬、10 月上中旬和 12 月流量有减小外（-4.0%~24.5%），其他各旬流量均增加（1.2%～177.7%）。因此，工程建设运行对下游河道枯水期水文情势有一定的改善。







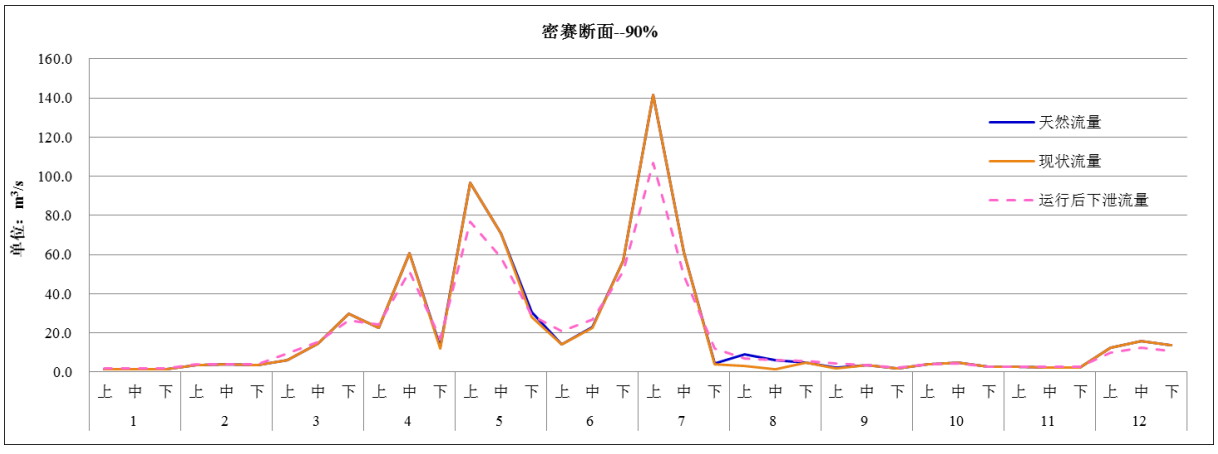


图 6.3-7　开化水库运行前后密赛水文站断面流量对比图

建库前后密赛水文站断面流量变化分析表

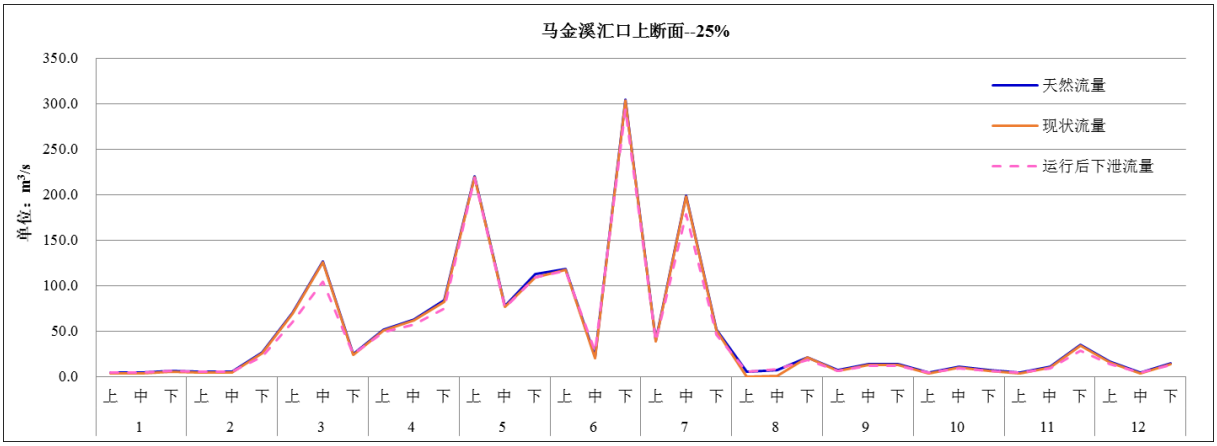
表 6.3-4　　单位：m^3/s

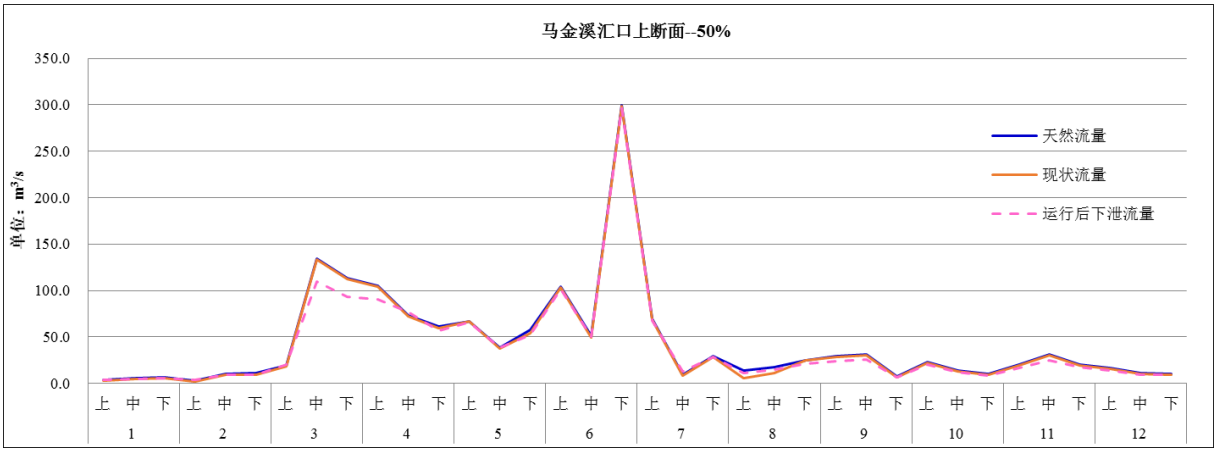
典型年		25%						50%						75%						90%					
		天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)
1 月	上	2.97	2.92	3.02	-2	1.6	3.6	3.06	3	3.15	-1.9	3.1	5.1	3.96	3.91	3.76	-1.5	-5.3	-3.9	1.33	1.27	1.89	-4.4	41.7	48.2
	中	3.18	3.12	3.17	-1.8	-0.5	1.4	4.18	4.13	3.97	-1.4	-5.2	-3.9	4.1	4.04	3.85	-1.4	-6	-4.7	1.33	1.27	1.88	-4.4	42	48.5
	下	4.61	4.56	4.16	-1.1	-9.8	-8.8	4.92	4.87	4.5	-1.1	-8.6	-7.6	4.19	4.14	3.92	-1.3	-6.5	-5.3	1.51	1.45	2.01	-3.5	33.4	38.3
2 月	上	4.2	4.14	4.23	-1.4	0.7	2.1	2.17	2.11	2.85	-2.7	31.5	35.1	3.31	3.25	4.6	-1.8	39	41.5	3.69	3.63	3.9	-1.6	5.7	7.4
	中	4.22	4.16	4.24	-1.4	0.5	1.9	8.03	7.98	7.1	-0.7	-11.7	-11	9.45	9.39	8.02	-0.6	-15.2	-14.7	4.02	3.96	4.14	-1.4	2.9	4.4
	下	19.34	19.27	14.78	-0.4	-23.6	-23.3	8.43	8.36	7.38	-0.9	-12.5	-11.7	28.79	28.72	21.75	-0.3	-24.5	-24.3	3.45	3.38	3.91	-2.1	13.4	15.8
3 月	上	50.13	50.07	39.76	-0.1	-20.7	-20.6	14.98	14.92	15.76	-0.4	5.2	5.6	17.05	16.99	17.1	-0.3	0.3	0.6	6.12	6.06	9.38	-1	53.2	54.7
	中	93.14	93.08	70.4	-0.1	-24.4	-24.4	106.37	106.32	82.02	-0.1	-22.9	-22.9	5.3	5.24	8.75	-1.1	65.2	67	14.56	14.5	15.33	-0.4	5.3	5.7
	下	18.33	18.28	17.82	-0.3	-2.8	-2.5	89.93	89.88	70.25	-0.1	-21.9	-21.8	37.61	37.56	31.74	-0.1	-15.6	-15.5	29.97	29.91	26.3	-0.2	-12.2	-12.1
4 月	上	37.71	37.65	34.9	-0.2	-7.5	-7.3	83.66	83.61	69.22	-0.1	-17.3	-17.2	101.95	101.89	81.2	-0.1	-20.4	-20.3	22.51	22.46	24.42	-0.3	8.5	8.7
	中	45.43	45.37	40.32	-0.1	-11.3	-11.1	57.91	57.85	61.68	-0.1	6.5	6.6	25.57	25.51	43.94	-0.2	71.8	72.2	60.81	60.75	51.21	-0.1	-15.8	-15.7
	下	61.17	60.4	52.15	-1.3	-14.7	-13.7	48.09	47.33	44.46	-1.6	-7.5	-6	6.11	5.34	12.96	-12.5	112.2	142.6	12.95	12.19	17.33	-5.9	33.8	42.2
5 月	上	159.88	159.82	158.17	0	-1.1	-1	53.31	53.25	51.92	-0.1	-2.6	-2.5	15.49	15.43	19.13	-0.4	23.5	23.9	96.53	96.47	76.91	-0.1	-20.3	-20.3
	中	56.55	56.49	54.85	-0.1	-3	-2.9	30.68	30.62	30.33	-0.2	-1.2	-1	21.54	21.48	23.41	-0.3	8.7	9	70.9	70.84	58.73	-0.1	-17.2	-17.1
	下	82.02	79.53	78.49	-3	-4.3	-1.3	45.8	43.31	40.63	-5.4	-11.3	-6.2	130.45	127.96	108.45	-1.9	-16.9	-15.2	30.61	28.12	28.9	-8.1	-5.6	2.8
6 月	上	86.15	86.09	84.51	-0.1	-1.9	-1.8	82.2	82.14	80.21	-0.1	-2.4	-2.3	319.92	319.86	318.28	0	-0.5	-0.5	14.29	14.23	20.74	-0.4	45.1	45.7
	中	16.17	15.49	21.75	-4.2	34.5	40.4	40.63	39.95	39.62	-1.7	-2.5	-0.8	38.91	38.22	40.87	-1.8	5	6.9	23.14	22.46	26.69	-3	15.4	18.9
	下	220.98	220.92	211.66	0	-4.2	-4.2	238.04	237.98	235.22	0	-1.2	-1.2	19.37	19.31	24.45	-0.3	26.2	26.6	57.05	56.99	51.29	-0.1	-10.1	-10
7 月	上	28.74	28.68	27.74	-0.2	-3.5	-3.3	55.11	55.05	53.5	-0.1	-2.9	-2.8	5.2	5.14	10.17	-1.1	95.7	97.9	141.69	141.63	106.9	0	-24.6	-24.5
	中	144.17	143.96	124.52	-0.1	-13.6	-13.5	7.65	7.44	12.35	-2.8	61.3	66	4.28	4.06	13.44	-5	214.1	230.6	61.27	61.06	49.27	-0.3	-19.6	-19.3
	下	38.02	37.74	32.47	-0.7	-14.6	-14	23.27	22.99	22.6	-1.2	-2.9	-1.7	3.78	3.5	10.86	-7.3	187.6	210.2	4.42	4.15	12	-6.2	171.5	189.5
8 月	上	4.21	0	4.87	-100	15.5	/	10.98	4.87	7.98	-55.6	-27.4	63.8	1.49	0	1.84	-100	24.1	/	9.23	3.12	7.17	-66.2	-22.4	129.6
	中	5.01	0.27	6.45	-94.7	28.6	2330.1	14.16	9.41	11.62	-33.5	-17.9	23.5	1.51	0	4.66	-100	209.1	/	6.16	1.41	6.32	-77.1	2.5	347.2
	下	15.51	15.46	12.72	-0.3	-18	-17.7	19.84	19.79	16.26	-0.3	-18.1	-17.8	1.44	1.39	4.98	-3.7	245	258.1	5	4.95	5.7	-1.1	14	15.2
9 月	上	5.28	5.03	4.68	-4.8	-11.4	-7	23.63	23.38	18.08	-1.1	-23.5	-22.6	4.03	3.77	3.87	-6.3	-3.8	2.6	2.22	1.97	4.53	-11.3	103.7	129.8
	中	10.17	10.11	8.11	-0.6	-20.2	-19.8	24.57	24.51	18.81	-0.2	-23.4	-23.3	4.33	4.27	4.11	-1.3	-5	-3.7	3.53	3.47	3.51	-1.7	-0.4	1.3
	下	10.18	10.12	8.11	-0.6	-20.3	-19.9	5.78	5.73	5.2	-1	-10	-9.1	17.44	17.39	13.4	-0.3	-23.2	-22.9	1.9	1.84	2.4	-3.1	26.3	30.3
10 月	上	3.32	3.21	3.26	-3.5	-1.9	1.6	17.81	17.69	15.73	-0.7	-11.7	-11.1	8.64	8.52	7.05	-1.3	-18.4	-17.3	4.14	4.02	3.86	-2.8	-6.8	-4.1
	中	7.62	7.56	6.26	-0.8	-17.8	-17.2	11.11	11.05	8.98	-0.5	-19.1	-18.7	2.57	2.51	2.77	-2.3	8.1	10.6	4.93	4.87	4.44	-1.2	-10	-8.9
	下	5.32	5.26	4.66	-1	-12.4	-11.5	7.92	7.87	6.69	-0.7	-15.6	-15	3.03	2.97	3.1	-1.7	2.3	4.1	2.79	2.74	2.81	-1.9	0.5	2.4
11 月	上	3.05	3	3.09	-1.9	1.3	3.3	16.2	16.14	12.68	-0.4	-21.7	-21.4	2.06	2	2.4	-2.8	16.5	19.9	2.67	2.61	2.84	-2.2	6.3	8.7
	中	7.67	7.61	6.32	-0.8	-17.6	-17	24.32	24.27	18.55	-0.2	-23.7	-23.5	1.83	1.77	2.24	-3.2	22.4	26.4	2.51	2.45	2.73	-2.3	8.5	11.1
	下	25.44	25.38	18.72	-0.2	-26.4	-26.2	16.33	16.27	12.79	-0.4	-21.7	-21.4	1.8	1.75	2.22	-3.2	23.2	27.3	2.31	2.25	2.58	-2.5	11.9	14.8
12 月	上	11.73	11.67	9.13	-0.5	-22.2	-21.8	12.82	12.76	10.22	-0.5	-20.3	-19.9	1.68	1.62	3.75	-3.5	122.9	130.9	12.35	12.29	9.76	-0.5	-21	-20.6
	中	3.09	3.03	3.12	-1.9	0.8	2.7	8.42	8.36	7.05	-0.7	-16.2	-15.7	1.68	1.62	2.14	-3.5	27.5	32.1	16.03	15.97	12.38	-0.4	-22.8	-22.5
	下	10.64	10.58	8.39	-0.5	-21.1	-20.7	8.3	8.24	6.96	-0.6	-16.1	-15.5	2.59	2.54	2.77	-2	6.9	9.1	13.68	13.62	10.67	-0.4	-22	-21.7

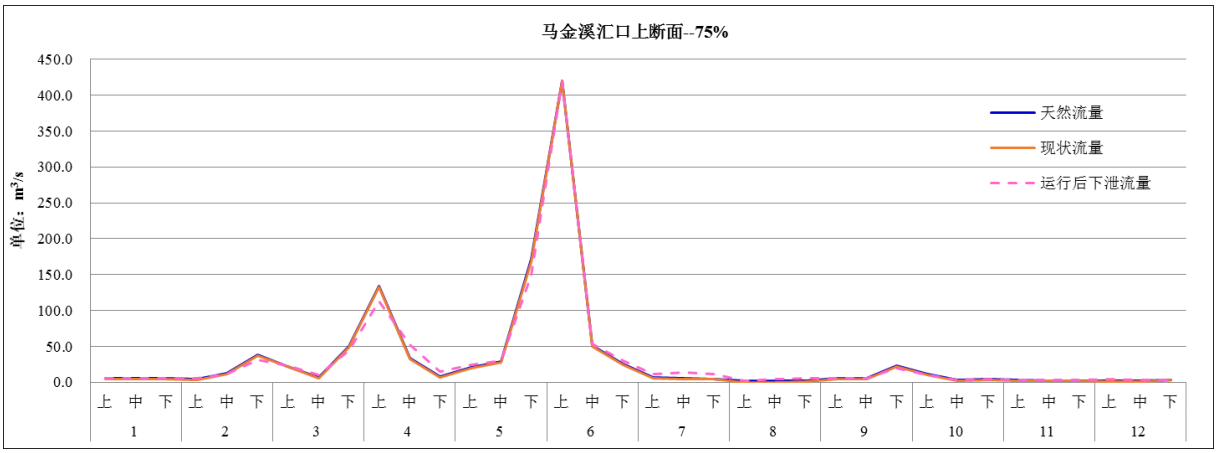
(6) 马金溪汇合口以上断面流量变化

开化水库运行前后马金溪汇合口以上断面逐旬流量变化情况见图 6.3-8 及表 6.3-5。

开化水库运行后，丰水年（P=25%）条件下，马金溪汇合口以上断面逐旬流量较天然流量变幅为-19.2%～24.4%，其中 1 月上旬、2 月上中旬、6 月中旬、8 月中旬、11 月上旬和 12 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1 月、2 月上中旬、3 月和 5 月下旬、6 月中旬、8 月上中旬、9 月上旬、10 月上下旬、11 月上旬、12 月中旬流量有增加外（0.1%~108.2%），其他各旬流量均减小（-0.3%～-17.2%）；平水年（P=50%）条件下，马金溪汇合口以上断面逐旬流量较天然流量变幅为-18.8%～35.9%，其中 1~3 月上旬、4 月中旬、7 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1 月、2 月 3 月上旬、4~6 月中旬、7 月中下旬、8 月上中旬、9 月下旬流量有增加外（0.5%~58.2%），其他各旬流量均减小（-0.6%～-17.5%）；枯水年（P=75%）条件下，马金溪汇合口以上断面逐旬流量较天然流量变幅为-18.5%～163.8%，其中 2 月中下旬、3 月下旬、4 月上旬、5 月下旬、6 月上旬、7 月、8 月、10 月中下旬、11 月和 12 月较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1 月、2 月中下旬、3 月下旬、4 月上旬、5 月下旬、6 月上旬、9 月下旬和 10 月上旬流量有减小外（-0.2%~-15.6%），其他各旬流量均增加（4.2%～224.8%）；特枯水年（P=90%）条件下，马金溪汇合口以上断面逐旬流量较天然流量变幅为-18.9%～110.4%，其中 3 月下旬、4 月中旬、5 月、6 月下旬、7~8 月上中旬、9 月中旬、10 月、12 月较天然流量减小，其他各旬较天然流量均增大；和现状（开化水库运行前）相比，除 3 月下旬、4 月中旬、5 月上中旬、6 月下旬、7 月上中旬和 12 月流量有减小外（-6.5%~-18.2%），其他各旬流量均增加（4.9%～129.5%）。因此，工程建设运行对下游河道枯水期水文情势有一定的改善。







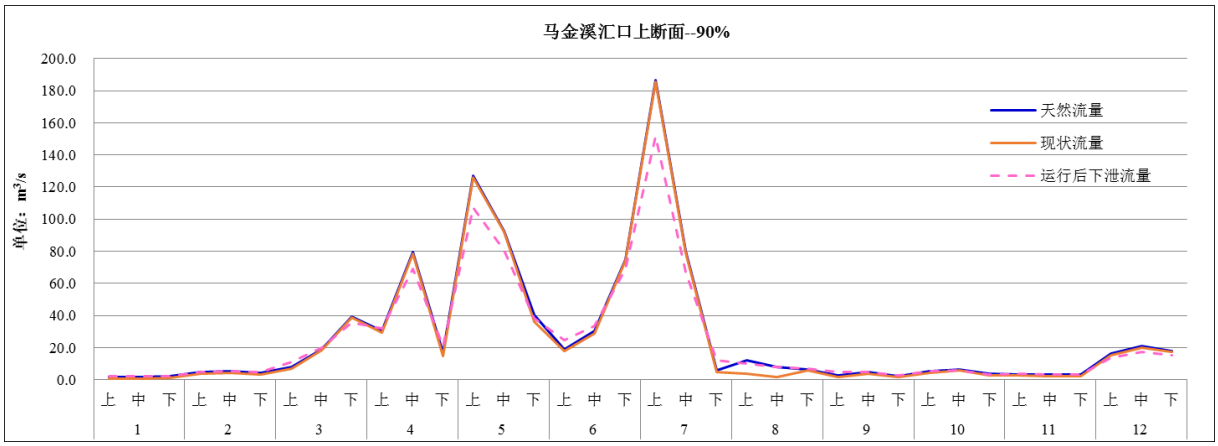


图 6.3-8　开化水库运行前后马金溪汇合口以上断面流量对比图

开化水库运行前后马金溪汇合口以上断面流量变化分析表

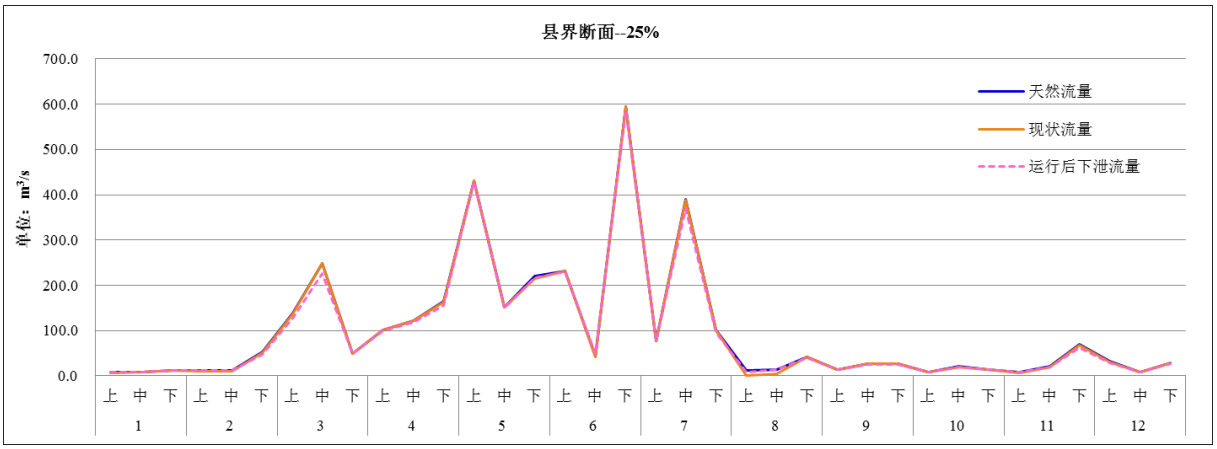
表 6.3-5　　单位：m^3/s

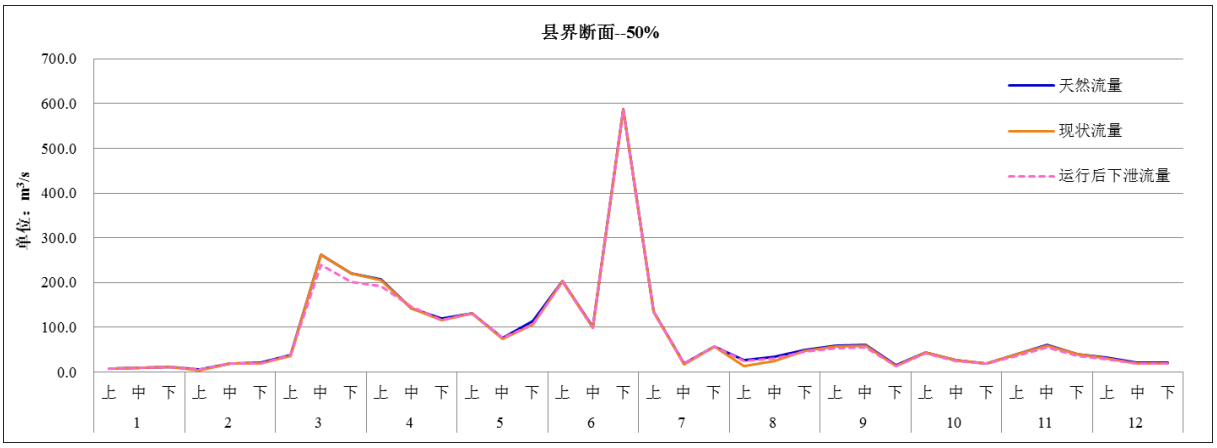
典型年		25%						50%						75%						90%					
		天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)
1 月	上	4.06	3.18	4.1	-21.7	1.2	29.2	3.84	2.96	3.93	-22.9	2.5	32.9	5.23	4.35	5.02	-16.8	-4	15.4	1.73	0.85	2.29	-50.8	32	168.4
	中	4.35	3.47	4.33	-20.2	-0.4	24.9	5.27	4.39	5.05	-16.7	-4.1	15.1	5.41	4.53	5.16	-16.3	-4.6	13.9	1.73	0.85	2.28	-51	32.2	169.8
	下	6.36	5.56	5.9	-12.6	-7.1	6.2	6.21	5.41	5.79	-12.9	-6.8	7	5.53	4.73	5.25	-14.5	-4.9	11.1	1.97	1.17	2.47	-40.6	25.6	111.5
2 月	上	5.68	4.8	5.71	-15.5	0.5	18.9	2.69	1.81	3.37	-32.7	25.5	86.5	4.27	3.39	5.34	-20.6	25	57.4	4.85	3.97	5.06	-18.1	4.4	27.5
	中	5.72	4.84	5.74	-15.4	0.4	18.6	10.11	9.23	9.18	-8.7	-9.3	-0.6	12.39	11.51	10.96	-7.1	-11.6	-4.8	5.28	4.4	5.4	-16.7	2.2	22.7
	下	26.71	25.61	22.15	-4.1	-17.1	-13.5	10.63	9.53	9.58	-10.3	-9.9	0.5	38.09	36.99	31.04	-2.9	-18.5	-16.1	4.43	3.33	4.89	-24.8	10.4	46.9
3 月	上	70.19	69.31	59.82	-1.3	-14.8	-13.7	19.14	18.26	19.91	-4.6	4	9	22.44	21.56	22.49	-3.9	0.2	4.3	7.76	6.88	11.01	-11.3	42	60.1
	中	126.85	125.97	104.11	-0.7	-17.9	-17.4	134.25	133.37	109.89	-0.7	-18.1	-17.6	6.85	5.98	10.31	-12.8	50.4	72.5	19.15	18.27	19.92	-4.6	4	9
	下	25.05	24.25	24.53	-3.2	-2.1	1.2	112.85	112.05	93.17	-0.7	-17.4	-16.9	49.59	48.79	43.71	-1.6	-11.8	-10.4	39.47	38.67	35.8	-2	-9.3	-7.4
4 月	上	51.92	51.04	49.11	-1.7	-5.4	-3.8	105.22	104.34	90.78	-0.8	-13.7	-13	134.09	133.21	113.34	-0.7	-15.5	-14.9	30.32	29.44	32.22	-2.9	6.3	9.5
	中	62.46	61.58	57.35	-1.4	-8.2	-6.9	72.89	72.02	76.67	-1.2	5.2	6.5	33.54	32.66	51.91	-2.6	54.8	58.9	79.36	78.48	69.01	-1.1	-13	-12.1
	下	83.97	82.09	74.78	-2.2	-11	-8.9	60.89	59	57.1	-3.1	-6.2	-3.2	8.01	6.13	14.63	-23.5	82.6	138.7	16.71	14.83	20.91	-11.3	25.1	41
5 月	上	219.81	218.93	218.11	-0.4	-0.8	-0.4	67.12	66.24	65.73	-1.3	-2.1	-0.8	20.36	19.48	24	-4.3	17.9	23.2	126.9	126.02	107.28	-0.7	-15.5	-14.9
	中	77.53	76.65	75.83	-1.1	-2.2	-1.1	38.65	37.77	38.29	-2.3	-0.9	1.4	28.41	27.53	30.29	-3.1	6.6	10	92.79	91.91	80.62	-0.9	-13.1	-12.3
	下	112.9	108.77	108.83	-3.7	-3.6	0.1	57.85	53.72	51.97	-7.1	-10.2	-3.2	171.49	167.36	148.99	-2.4	-13.1	-11	40.25	36.12	38.1	-10.3	-5.3	5.5
6 月	上	118.3	117.42	116.66	-0.7	-1.4	-0.6	103.79	102.91	101.8	-0.8	-1.9	-1.1	420.51	419.63	418.87	-0.2	-0.4	-0.2	18.7	17.82	24.75	-4.7	32.3	38.9
	中	22.26	20.51	27.68	-7.8	24.4	35	51.37	49.63	50.2	-3.4	-2.3	1.1	51.08	49.34	52.87	-3.4	3.5	7.2	30.41	28.66	33.81	-5.7	11.2	18
	下	303.77	302.89	294.45	-0.3	-3.1	-2.8	299.62	298.75	296.8	-0.3	-0.9	-0.7	25.64	24.76	30.51	-3.4	19	23.2	74.96	74.08	69.2	-1.2	-7.7	-6.6
7 月	上	39.45	38.57	38.45	-2.2	-2.5	-0.3	69.28	68.4	67.67	-1.3	-2.3	-1.1	6.81	5.93	11.3	-12.9	65.9	90.5	186.34	185.46	151.54	-0.5	-18.7	-18.3
	中	198.5	197.4	178.81	-0.6	-9.9	-9.4	9.61	8.5	13.05	-11.5	35.9	53.6	5.6	4.49	13.24	-19.8	136.4	194.7	80.14	79.04	66.86	-1.4	-16.6	-15.4
	下	52.05	50.95	46.45	-2.1	-10.8	-8.8	29.44	28.34	28.73	-3.7	-2.4	1.4	4.92	3.82	11.22	-22.4	128.1	193.8	5.77	4.66	12.13	-19.1	110.4	160.1
8 月	上	5.72	0	5.37	-100	-6.1	/	13.77	5.18	10.75	-62.4	-21.9	107.6	1.95	0	2.12	-100	8.5	/	12.15	3.56	9.85	-70.7	-18.9	176.9
	中	6.85	0.25	7.66	-96.3	11.8	2954.9	17.81	11.21	14.78	-37	-17	31.8	1.98	0	4.46	-100	124.8	/	8.08	1.48	7.82	-81.7	-3.2	427.5
	下	21.45	20.65	18.66	-3.7	-13	-9.6	25.08	24.28	21.49	-3.2	-14.3	-11.5	1.9	1.1	5	-42.2	163.8	356.2	6.55	5.75	7.04	-12.2	7.5	22.5
9 月	上	7.21	6.08	6.57	-15.7	-8.9	8.1	29.71	28.57	24.12	-3.8	-18.8	-15.6	5.17	4.04	4.99	-21.9	-3.5	23.6	2.9	1.76	4.81	-39.2	66	172.8
	中	14.01	13.13	11.95	-6.3	-14.7	-9	30.97	30.1	25.21	-2.8	-18.6	-16.2	5.57	4.69	5.36	-15.8	-3.9	14.1	4.65	3.77	4.63	-18.9	-0.3	22.9
	下	14.05	13.17	11.99	-6.3	-14.7	-9	7.24	6.36	6.66	-12.1	-8	4.7	23.12	22.24	19.07	-3.8	-17.5	-14.2	2.47	1.59	2.94	-35.6	19.2	85.3
10 月	上	4.52	3.56	4.44	-21.2	-1.7	24.7	22.51	21.56	20.11	-4.2	-10.7	-6.7	11.47	10.51	9.88	-8.3	-13.9	-6	5.47	4.51	5.19	-17.5	-5.1	15
	中	10.5	9.62	9.14	-8.4	-12.9	-5	14	13.12	11.88	-6.3	-15.2	-9.5	3.32	2.44	3.53	-26.5	6.3	44.6	6.53	5.65	6.04	-13.5	-7.5	6.9
	下	7.29	6.49	6.64	-11	-9	2.2	9.94	9.14	8.7	-8	-12.4	-4.8	3.96	3.16	4.03	-20.2	1.8	27.5	3.63	2.83	3.53	-22	-2.9	24.5
11 月	上	4.09	3.21	4.13	-21.5	1	28.6	20.39	19.51	16.87	-4.3	-17.2	-13.5	2.72	1.84	3.06	-32.4	12.5	66.4	3.51	2.63	3.67	-25.1	4.8	39.9
	中	10.46	9.58	9.11	-8.4	-12.9	-4.9	30.72	29.84	24.95	-2.9	-18.8	-16.4	2.4	1.52	2.81	-36.7	17.1	84.9	3.3	2.42	3.51	-26.7	6.5	45.2
	下	35.06	34.18	28.34	-2.5	-19.2	-17.1	20.5	19.62	16.96	-4.3	-17.3	-13.6	2.36	1.48	2.78	-37.3	17.7	87.6	3.02	2.14	3.29	-29.1	9.1	53.9
12 月	上	16.18	15.3	13.58	-5.4	-16.1	-11.2	16.19	15.31	13.59	-5.4	-16.1	-11.2	2.17	1.29	3.97	-40.6	83.2	208.5	16.14	15.26	13.55	-5.4	-16	-11.2
	中	4.16	3.28	4.19	-21.1	0.6	27.6	10.54	9.66	9.18	-8.3	-13	-5	2.16	1.28	2.63	-40.7	21.3	104.5	21.03	20.15	17.37	-4.2	-17.4	-13.8
	下	14.57	13.77	12.32	-5.5	-15.4	-10.5	10.38	9.58	9.05	-7.7	-12.8	-5.6	3.46	2.66	3.64	-23.1	5.2	36.8	18.07	17.27	15.06	-4.4	-16.7	-12.8

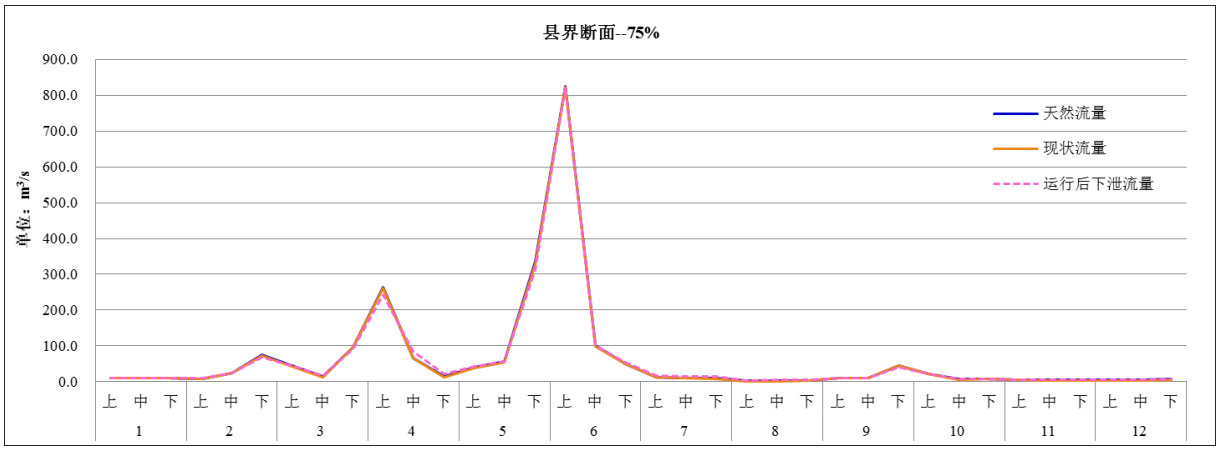
(7) 县界断面流量变化

开化水库建成前后县界断面逐旬流量变化情况见图 6.3-9 及表 6.3-6。

开化水库运行后，丰水年（P=25%）条件下，县界断面逐旬流量较天然流量变幅为-21.4%～11.7%，其中 1 月上旬、2 月上中旬、6 月中旬、11 月上旬和 12 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1 月、2 月上中旬、3 月和 5 月下旬、6 月中旬、8 月上中旬、9 月上旬、10 月上下旬、11 月上旬、12 月中旬流量有增加外（0.5%~78.6%），其他各旬流量均减小（-0.1%～-8.8%）；平水年（P=50%）条件下，县界断面逐旬流量较天然流量变幅为-11.6%～13.0%，其中 1~3 月上旬、4 月中旬、7 月中旬较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1 月、2 月 3 月上旬、4~6 月中旬、7 月中下旬、8 月上中旬、9 月下旬流量有增加外（0.6%~37.4%），其他各旬流量均减小（-0.3%～-8.9%）；枯水年（P=75%）条件下，县界断面逐旬流量较天然流量变幅为-8.9%～62.0%，其中 2 月上旬、3 月上中旬、4 月中下旬、5 月上中旬、6 月中下旬、7 月、8 月中下旬、10 月中下旬、11 月和 12 月较天然流量增大，其他各旬较天然流量减小；和现状（开化水库运行前）相比，除 1 月、2 月中下旬、3 月下旬、4 月上旬、5 月下旬、6 月上旬、9 月下旬和 10 月上旬流量有减小外（-0.1%~-7.9%），其他各旬流量均增加（2.3%～129.4%）；特枯水年（P=90%）条件下，县界断面逐旬流量较天然流量变幅为-11.5%～34.7%，其中 3 月下旬、4 月中旬、5 月、6 月下旬、7~8 月上中旬、9 月中旬、10 月、12 月较天然流量减小，其他各旬较天然流量均增大；和现状（开化水库运行前）相比，除 3 月下旬、4 月中旬、5 月上中旬、6 月下旬、7 月上中旬和 12 月流量有减小外（-3.3%~-9.4%），其他各旬流量均增加（3.5%～54.9%）。因此，工程建设运行对下游河道枯水期水文情势有一定的改善。







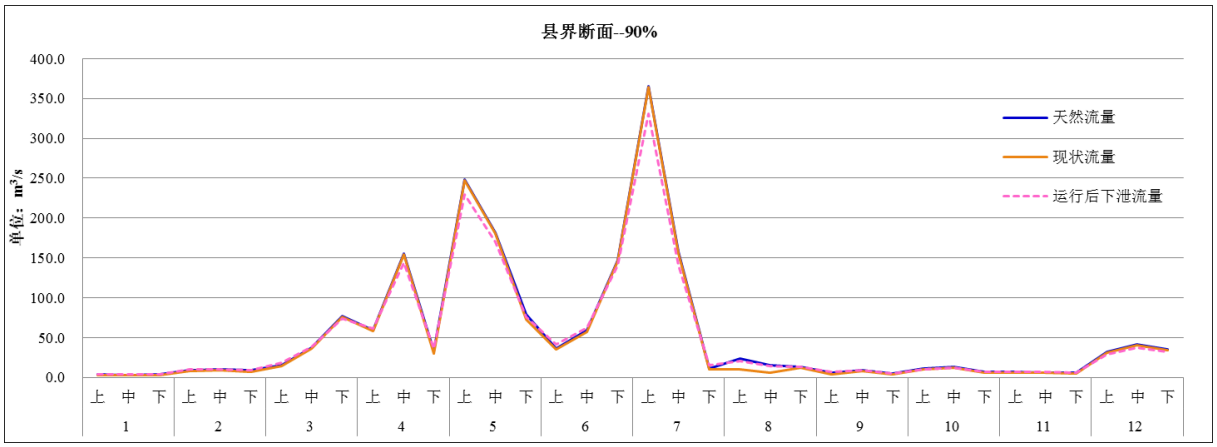


图 6.3-9　开化水库运行前后县界断面流量对比图

开化水库运行前后县界断面流量变化分析表

表 6.3-6　　单位：m^3/s

典型年		25%						50%						75%						90%					
		天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)	天然	现状	运行后	变幅(现状/天然)	变幅(运行/天然)	变幅(运行/现状)
1月	上	7.95	7.01	8	-11.8	0.6	14.1	7.52	6.59	7.62	-12.5	1.3	15.7	10.25	9.31	10.04	-9.2	-2	7.8	3.39	2.46	3.95	-27.6	16.4	60.8
	中	8.52	7.58	8.5	-11	-0.2	12.2	10.33	9.39	10.11	-9.1	-2.1	7.7	10.6	9.66	10.36	-8.8	-2.3	7.1	3.38	2.44	3.94	-27.7	16.5	61.2
	下	12.46	11.6	12	-6.8	-3.6	3.4	12.17	11.32	11.75	-7	-3.5	3.8	10.83	9.98	10.56	-7.9	-2.5	5.8	3.86	3	4.36	-22.1	13	45.1
2月	上	11.14	10.2	11.17	-8.4	0.3	9.5	5.26	4.33	5.95	-17.8	13	37.5	8.37	7.43	9.01	-11.2	7.6	21.1	9.5	8.56	9.71	-9.9	2.2	13.4
	中	11.22	10.28	11.24	-8.4	0.2	9.3	19.82	18.88	18.88	-4.7	-4.7	0	24.29	23.35	22.85	-3.9	-5.9	-2.1	10.34	9.41	10.46	-9.1	1.1	11.2
	下	52.34	51.17	47.78	-2.2	-8.7	-6.6	20.84	19.67	19.79	-5.6	-5	0.6	74.64	73.47	67.6	-1.6	-9.4	-8	8.68	7.51	9.14	-13.5	5.3	21.8
3月	上	137.56	136.62	127.19	-0.7	-7.5	-6.9	37.51	36.57	38.28	-2.5	2.1	4.7	43.98	43.04	44.03	-2.1	0.1	2.3	15.2	14.26	18.46	-6.2	21.4	29.4
	中	248.62	247.68	225.88	-0.4	-9.1	-8.8	263.11	262.17	238.76	-0.4	-9.3	-8.9	13.43	12.5	16.89	-7	25.7	35.1	37.53	36.6	38.3	-2.5	2.1	4.7
	下	49.1	48.24	48.58	-1.7	-1.1	0.7	221.17	220.32	201.49	-0.4	-8.9	-8.5	97.19	96.33	91.31	-0.9	-6	-5.2	77.35	76.5	73.69	-1.1	-4.7	-3.7
4月	上	101.76	100.83	98.95	-0.9	-2.8	-1.9	206.23	205.29	191.78	-0.5	-7	-6.6	262.8	261.86	242.05	-0.4	-7.9	-7.6	59.42	58.48	61.32	-1.6	3.2	4.9
	中	122.42	121.48	117.31	-0.8	-4.2	-3.4	142.87	141.93	146.64	-0.7	2.6	3.3	65.74	64.8	84.11	-1.4	27.9	29.8	155.54	154.6	143.49	-0.6	-7.7	-7.2
	下	164.58	161.91	154.98	-1.6	-5.8	-4.3	119.33	116.66	115.18	-2.2	-3.5	-1.3	15.7	13.03	21.8	-17	38.8	67.3	32.75	30.08	36.56	-8.2	11.6	21.5
5月	上	430.81	429.87	429.11	-0.2	-0.4	-0.2	131.54	130.6	130.16	-0.7	-1.1	-0.3	39.91	38.97	43.54	-2.4	9.1	11.7	248.71	247.77	229.09	-0.4	-7.9	-7.5
	中	151.95	151.01	150.25	-0.6	-1.1	-0.5	75.75	74.81	75.39	-1.2	-0.5	0.8	55.69	54.75	57.56	-1.7	3.4	5.1	181.86	180.92	169.69	-0.5	-6.7	-6.2
	下	221.27	214.97	216.04	-2.8	-2.4	0.5	113.38	107.08	105.99	-5.6	-6.5	-1	336.1	329.8	312.51	-1.9	-7	-5.2	78.88	72.58	75.79	-8	-3.9	4.4
6月	上	231.85	230.91	230.21	-0.4	-0.7	-0.3	203.42	202.48	201.44	-0.5	-1	-0.5	824.15	823.21	822.51	-0.1	-0.2	-0.1	36.65	35.71	41.83	-2.6	14.1	17.1
	中	43.62	41.19	48.73	-5.6	11.7	18.3	100.68	98.25	99.15	-2.4	-1.5	0.9	100.11	97.68	101.53	-2.4	1.4	3.9	59.59	57.16	62.67	-4.1	5.2	9.6
	下	595.36	594.42	586.05	-0.2	-1.6	-1.4	587.24	586.3	584.41	-0.2	-0.5	-0.3	50.26	49.32	54.66	-1.9	8.8	10.8	146.91	145.97	141.15	-0.6	-3.9	-3.3
7月	上	77.32	76.38	76.31	-1.2	-1.3	-0.1	135.78	134.84	134.17	-0.7	-1.2	-0.5	13.35	12.41	16.81	-7	25.9	35.5	365.2	364.26	330.41	-0.3	-9.5	-9.3
	中	389.05	387.72	369.25	-0.3	-5.1	-4.8	18.83	17.5	19.64	-7.1	4.3	12.2	10.98	9.65	15.64	-12.1	42.5	62.1	157.08	155.75	140.99	-0.8	-10.2	-9.5
	下	102.01	100.7	96.32	-1.3	-5.6	-4.3	57.7	56.38	56.9	-2.3	-1.4	0.9	9.64	8.33	14.42	-13.6	49.6	73.2	11.3	9.98	15.22	-11.6	34.7	52.4
8月	上	11.22	0	8.82	-100	-21.4	/	26.99	13.84	23.93	-48.7	-11.3	72.9	3.83	0	3.65	-100	-4.7	/	23.82	10.67	21.07	-55.2	-11.5	97.5
	中	13.42	3.64	13.03	-72.9	-2.9	258.5	34.9	25.12	30.85	-28	-11.6	22.8	3.89	0	5.03	-100	29.4	/	15.84	6.05	14.74	-61.8	-6.9	143.7
	下	42.03	41.18	39.24	-2	-6.6	-4.7	49.15	48.3	45.57	-1.7	-7.3	-5.7	3.72	2.86	6.02	-23	62	110.2	12.83	11.98	12.9	-6.6	0.5	7.7
9月	上	14.13	12.82	13.42	-9.3	-5	4.7	58.22	56.91	52.55	-2.3	-9.7	-7.7	10.14	8.82	9.9	-13	-2.4	12.2	5.68	4.36	6.86	-23.1	20.9	57.2
	中	27.46	26.53	25.41	-3.4	-7.5	-4.2	60.71	59.77	54.95	-1.5	-9.5	-8.1	10.92	9.99	10.71	-8.6	-2	7.2	9.11	8.17	9.1	-10.3	-0.2	11.3
	下	27.54	26.6	25.47	-3.4	-7.5	-4.2	14.2	13.26	13.61	-6.6	-4.1	2.7	45.31	44.37	41.26	-2.1	-8.9	-7	4.84	3.9	5.26	-19.4	8.8	35
10月	上	8.85	7.8	8.75	-11.9	-1.1	12.2	44.12	43.07	41.15	-2.4	-6.7	-4.5	22.48	21.42	20.88	-4.7	-7.1	-2.5	10.72	9.66	10.44	-9.8	-2.6	8
	中	20.57	19.63	19.21	-4.6	-6.6	-2.1	27.43	26.5	25.31	-3.4	-7.7	-4.5	6.51	5.57	6.72	-14.4	3.2	20.6	12.8	11.86	12.3	-7.3	-3.8	3.8
	下	14.3	13.44	13.64	-6	-4.6	1.4	19.47	18.62	18.24	-4.4	-6.3	-2.1	7.75	6.9	7.82	-11	0.9	13.4	7.12	6.27	6.75	-12	-5.2	7.7
11月	上	8.02	7.09	8.06	-11.7	0.5	13.8	39.96	39.02	36.44	-2.3	-8.8	-6.6	5.33	4.39	5.67	-17.6	6.4	29.1	6.87	5.93	7.04	-13.7	2.5	18.7
	中	20.49	19.55	19.14	-4.6	-6.6	-2.1	60.2	59.26	54.43	-1.6	-9.6	-8.2	4.7	3.76	5.11	-20	8.7	35.8	6.46	5.52	6.68	-14.5	3.3	20.9
	下	68.72	67.78	62	-1.4	-9.8	-8.5	40.18	39.24	36.64	-2.3	-8.8	-6.6	4.63	3.69	5.05	-20.3	9	36.8	5.92	4.98	6.19	-15.9	4.6	24.4
12月	上	31.72	30.78	29.12	-3	-8.2	-5.4	31.73	30.79	29.13	-3	-8.2	-5.4	4.25	3.31	5.58	-22.1	31.4	68.6	31.64	30.7	29.05	-3	-8.2	-5.4
	中	8.16	7.22	8.19	-11.5	0.3	13.3	20.66	19.73	19.3	-4.5	-6.6	-2.2	4.24	3.3	4.7	-22.1	10.9	42.4	41.22	40.28	37.56	-2.3	-8.9	-6.7
	下	28.55	27.69	26.3	-3	-7.9	-5	20.35	19.49	19.01	-4.2	-6.5	-2.5	6.78	5.92	6.96	-12.6	2.6	17.4	35.42	34.56	32.41	-2.4	-8.5	-6.2

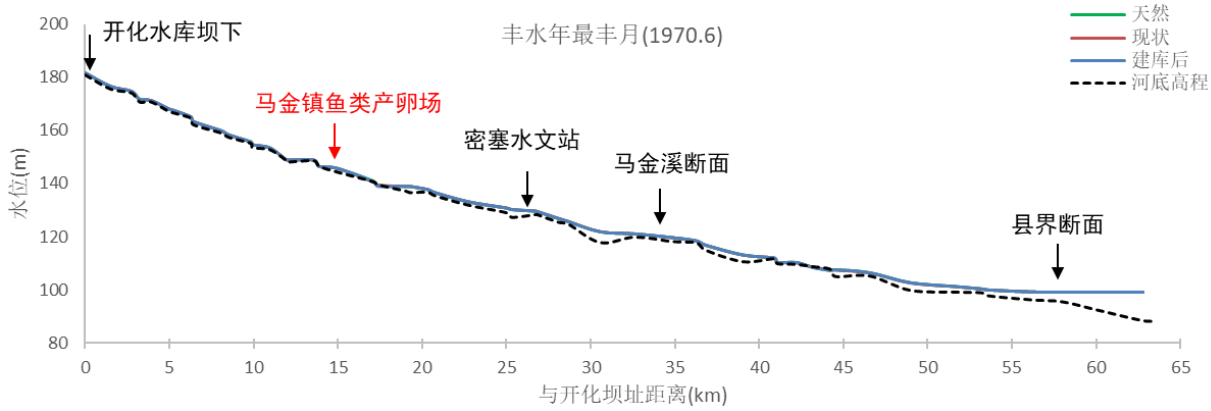
(8) 坝下沿程水位、流速、水面宽等水文要素变化情况

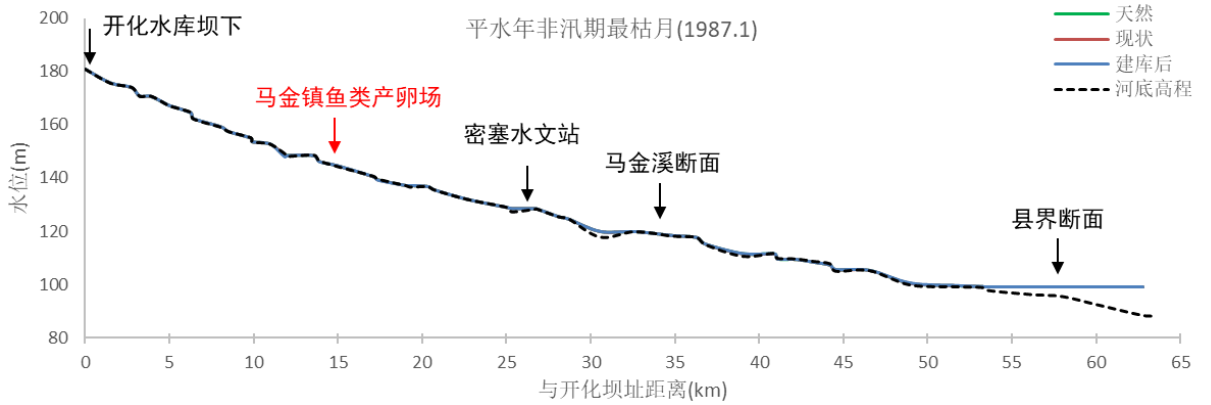
开化水库坝址下游河道在天然、现状、建库后三种工况下沿程典型年典型月（丰水年汛期最丰月、特枯水年非汛期最枯月、平水年汛期最丰月、汛期最枯月、非汛期最枯月）水位变化情况对比见图 6.3-10。由图可知三种不同工况下的坝址下游河道沿程水位较接近，无较大差异。在距开化坝址约 54km 处，各典型年典型月的河道沿程水位 z 基本不变，主要是由于此处的河道已位于长风水库库区内，而长风水库为日调节水库，因此水位基本保持为水库的正常蓄水位。

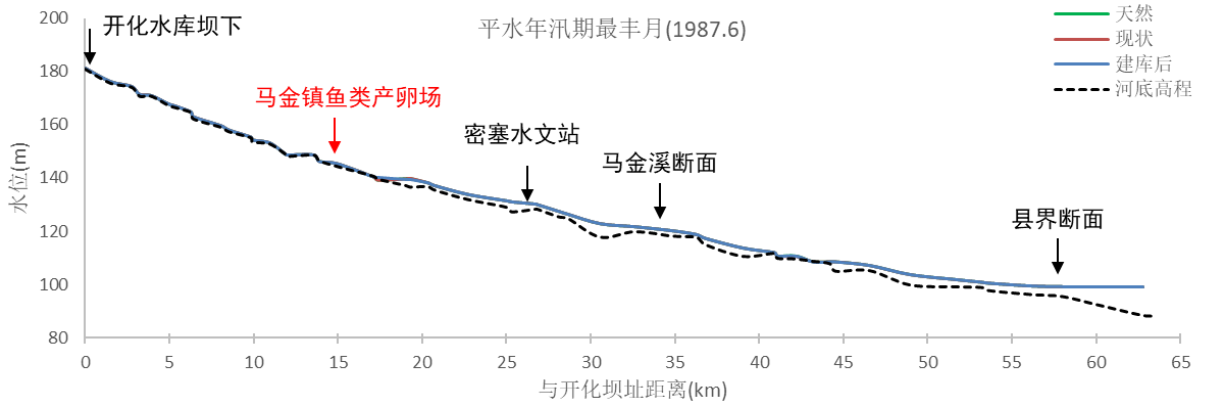
开化水库坝址下游河道在天然、现状、建库后三种工况下沿程典型年典型月（丰水年汛期最丰月、特枯水年非汛期最枯月、平水年汛期最丰月、汛期最枯月、非汛期最枯月）水深变化情况对比见图 6.3-11。由图可知三种不同工况下的坝址下游河道沿程水深较接近，无较大差异。在距开化坝址约 54km 处，各典型年典型月的河道沿程水深变化趋势线变陡，主要是由于此处河道已位于长风水库库区内，从库尾开始水深逐渐增大。

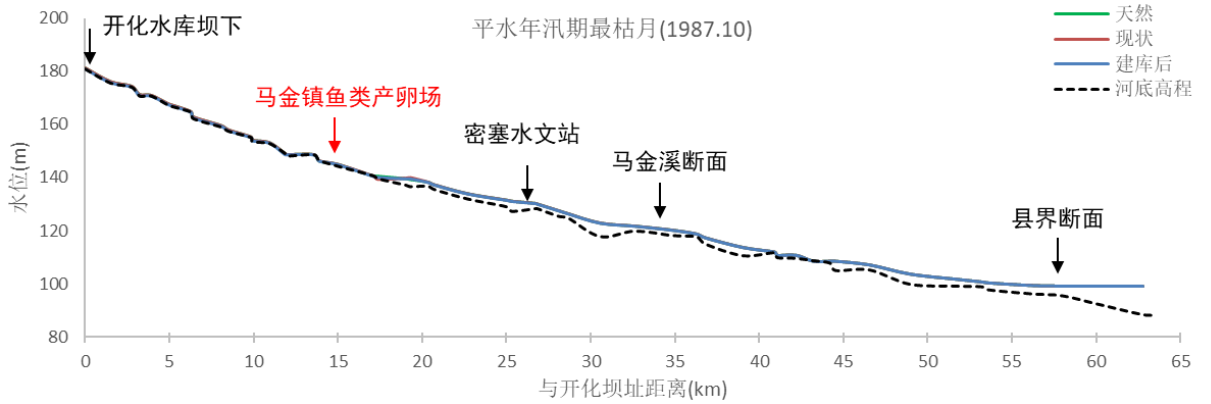
开化水库坝址下游河道在天然、现状、建库后三种工况下沿程典型年典型月（丰水年汛期最丰月、特枯水年非汛期最枯月、平水年汛期最丰月、汛期最枯月、非汛期最枯月）水面宽变化情况对比见图 6.3-12。总体而言，三种不同工况下的坝址下游河道沿程水面宽较接近，无较大差异。从马金溪断面以后，河道水域相对变宽，上游来水量的变化对水文情势的影响作用进一步减弱。

开化水库坝址下游河道在天然、现状、建库后三种工况下沿程典型年典型月（丰水年汛期最丰月、特枯水年非汛期最枯月、平水年汛期最丰月、汛期最枯月、非汛期最枯月）流速变化情况对比见图 6.3-13。由图可知三种不同工况下的坝址下游河道沿程流速变化规律基本保持一致，仅在个别断面处流速变化存在一定的差异，比如丰水年最丰月以及平水年汛期最枯月马金镇鱼类产卵场处(2#)。此外可以注意到现状条件下，开化水库坝址附近流速较小，可能是因为现状条件下齐溪水库蓄水并引水发电，导致齐溪水库坝址至齐石二级电站之间的河段流量较小，流速较小。


丰水年最丰月(1970.6)
开化水库坝下
马金镇鱼类产卵场
密塞水文站
马金溪断面
县界断面
天然
现状
建库后
河底高程
水位(m)
与开化坝址距离(km)


平水年非汛期最枯月(1987.1)
开化水库坝下
马金镇鱼类产卵场
密塞水文站
马金溪断面
县界断面
天然
现状
建库后
河底高程
水位(m)
与开化坝址距离(km)


平水年汛期最丰月(1987.6)
开化水库坝下
马金镇鱼类产卵场
密塞水文站
马金溪断面
县界断面
天然
现状
建库后
河底高程
水位(m)
与开化坝址距离(km)


平水年汛期最枯月(1987.10)
开化水库坝下
马金镇鱼类产卵场
密塞水文站
马金溪断面
县界断面
天然
现状
建库后
河底高程
水位(m)
与开化坝址距离(km)

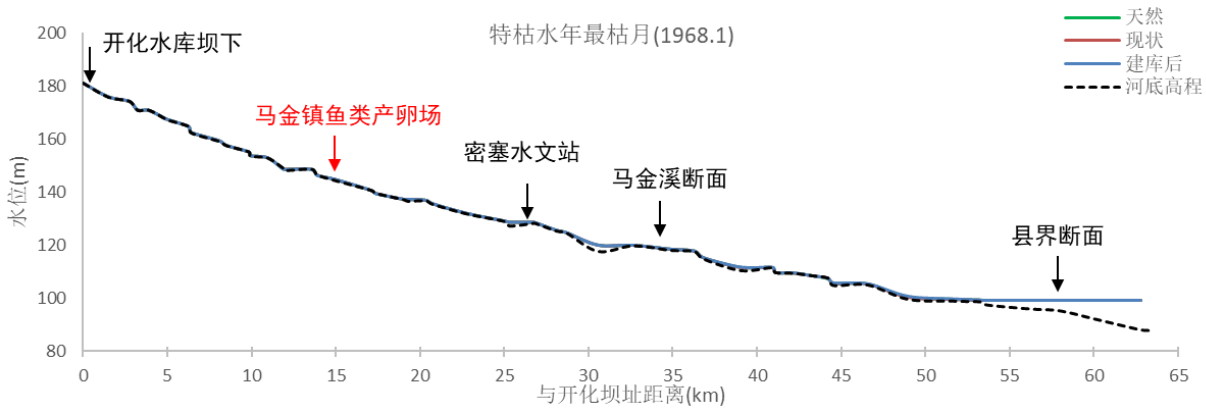
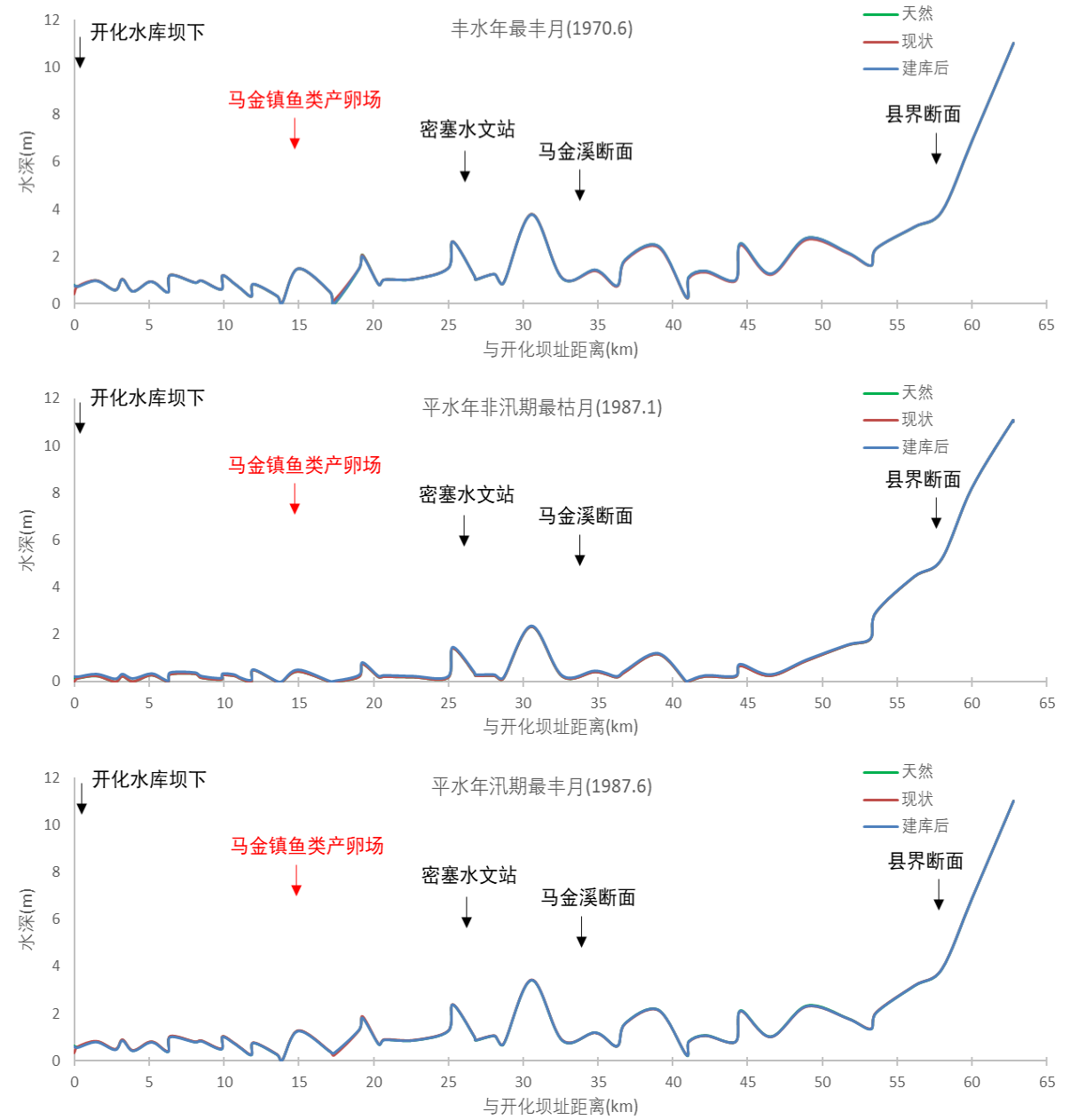


图 6.3-10　坝下河道天然、现状、建库后沿程典型年典型月水位变化情况对比图



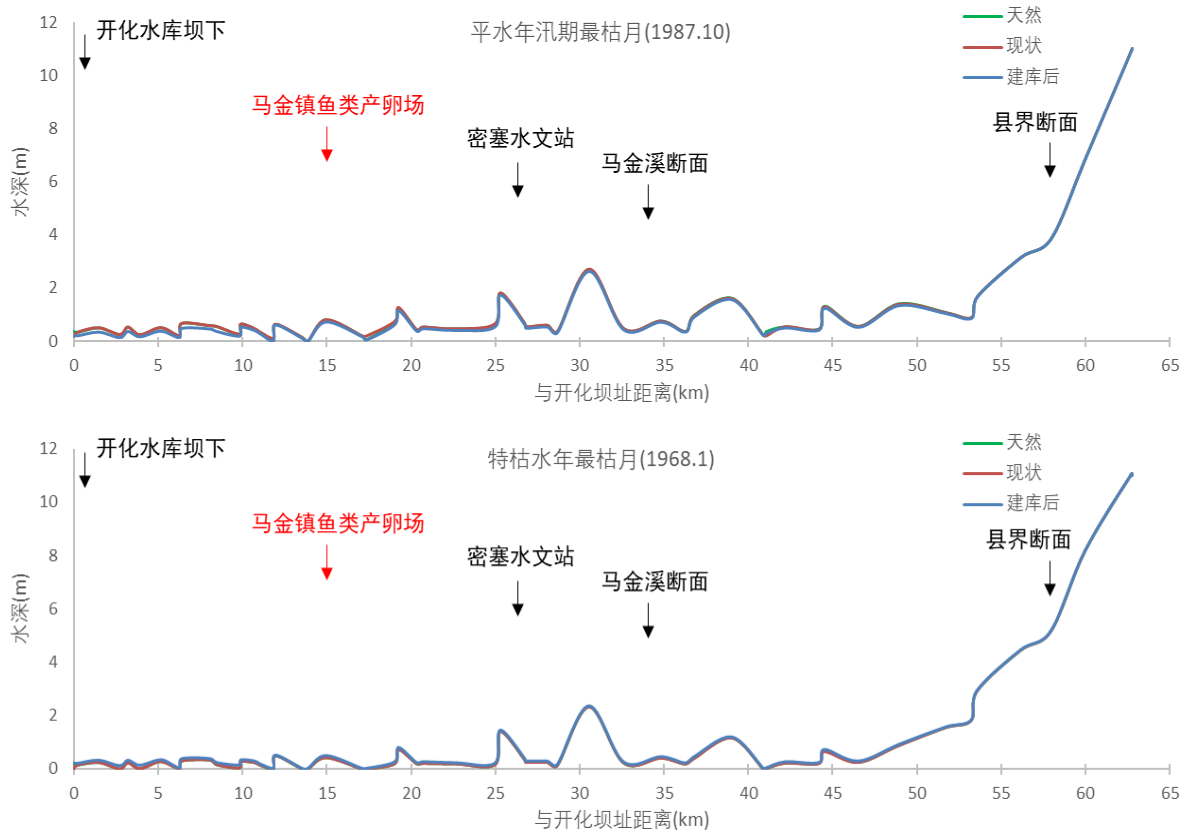
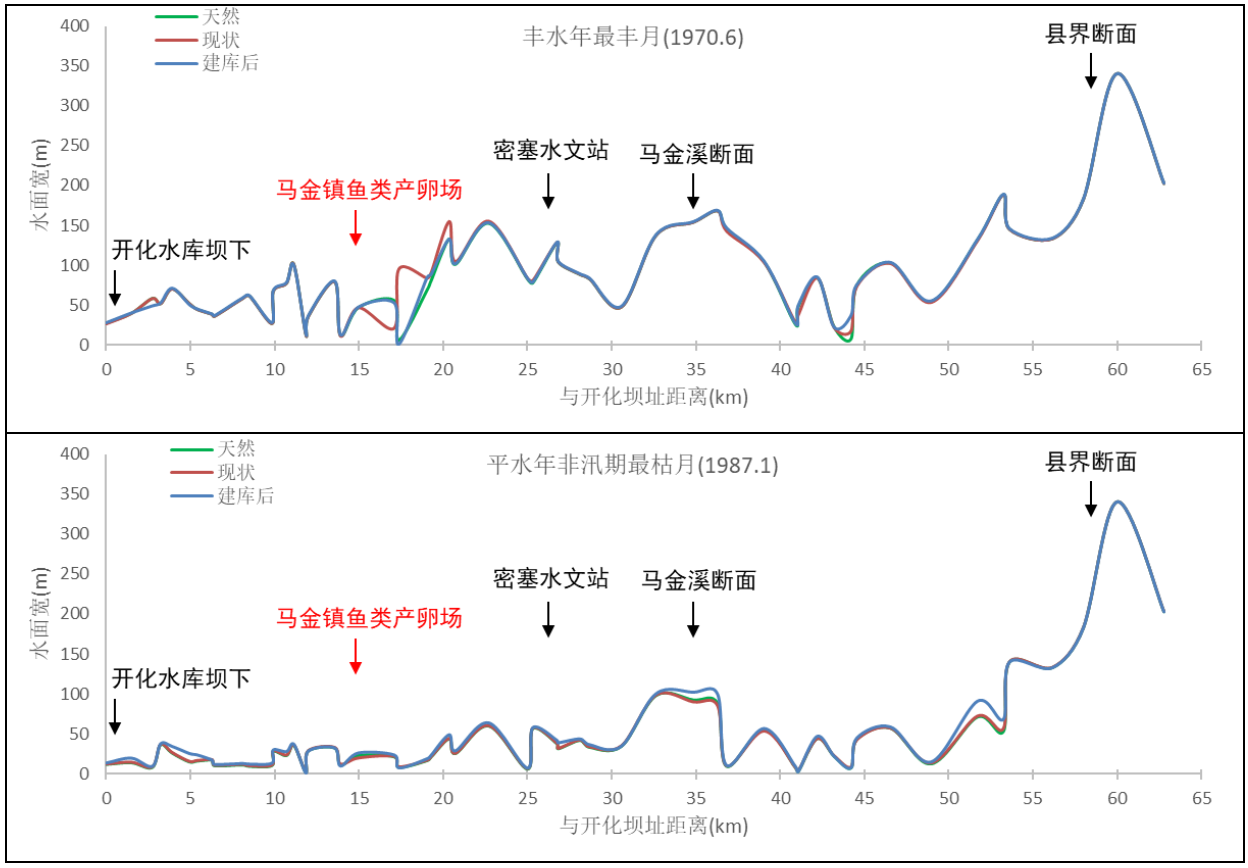


图 6.3-11　坝下河道天然、现状、建库后沿程典型年典型月水深变化情况对比图



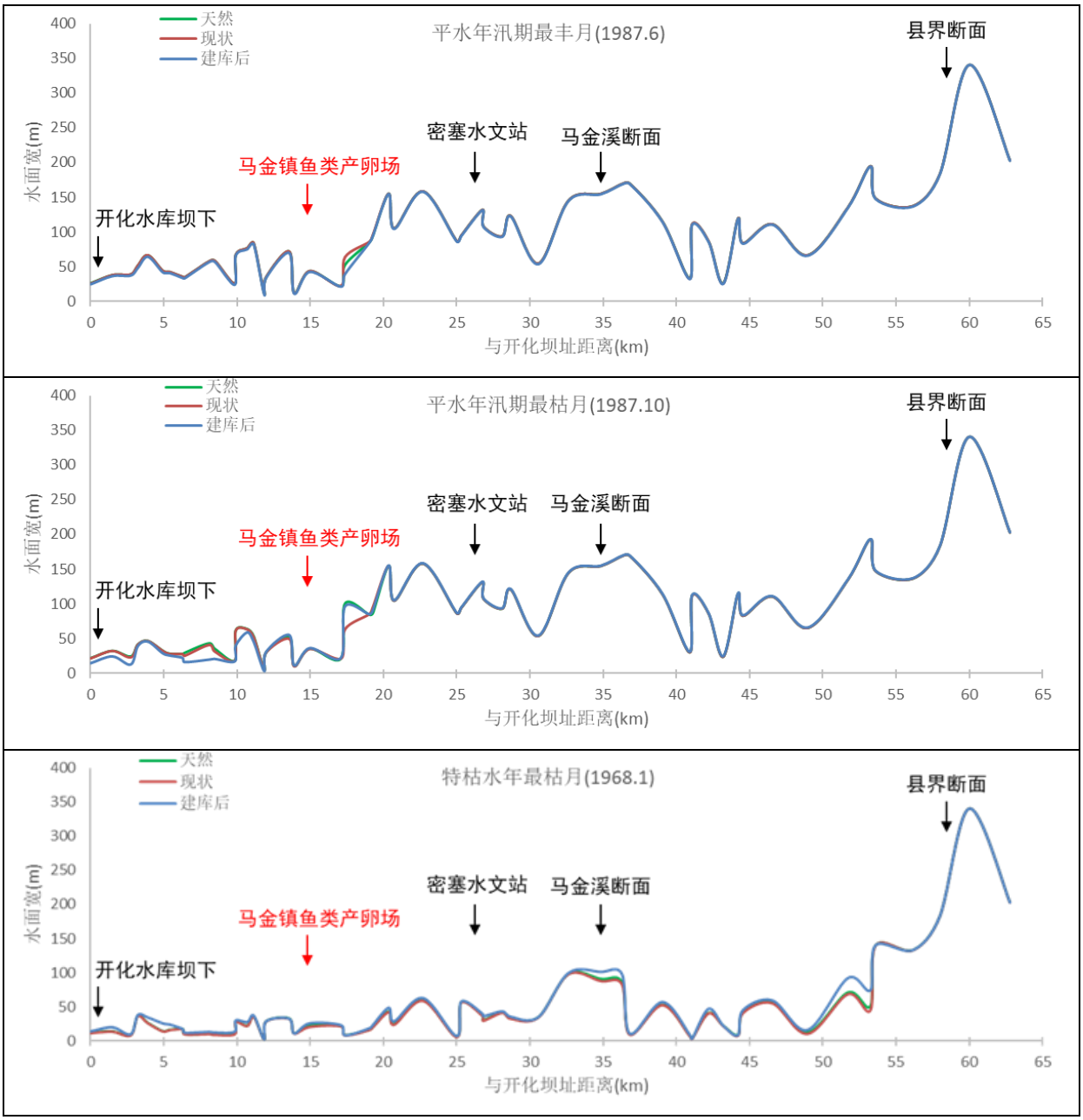
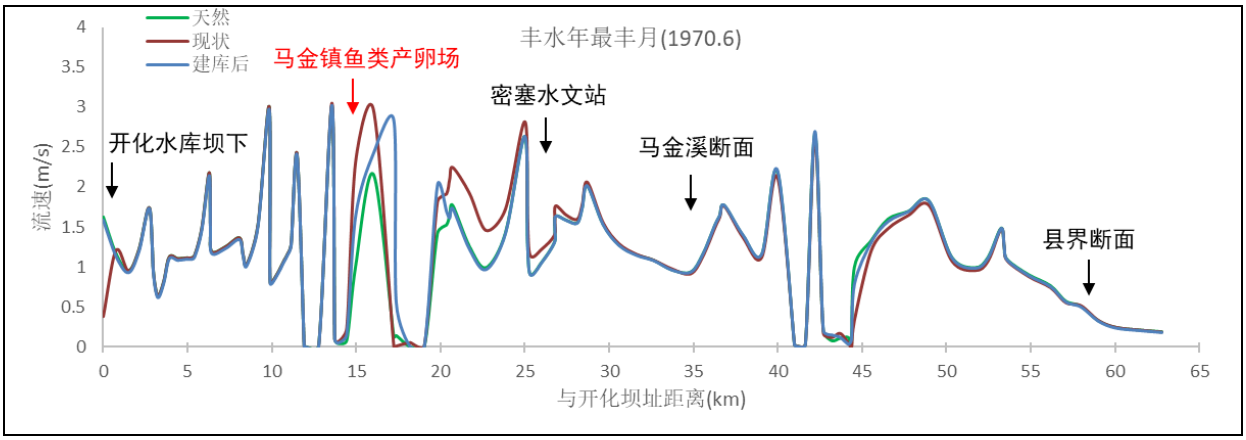


图 6.3-11　坝下河道天然、现状、建库后沿程典型年典型月水面宽变化情况对比图



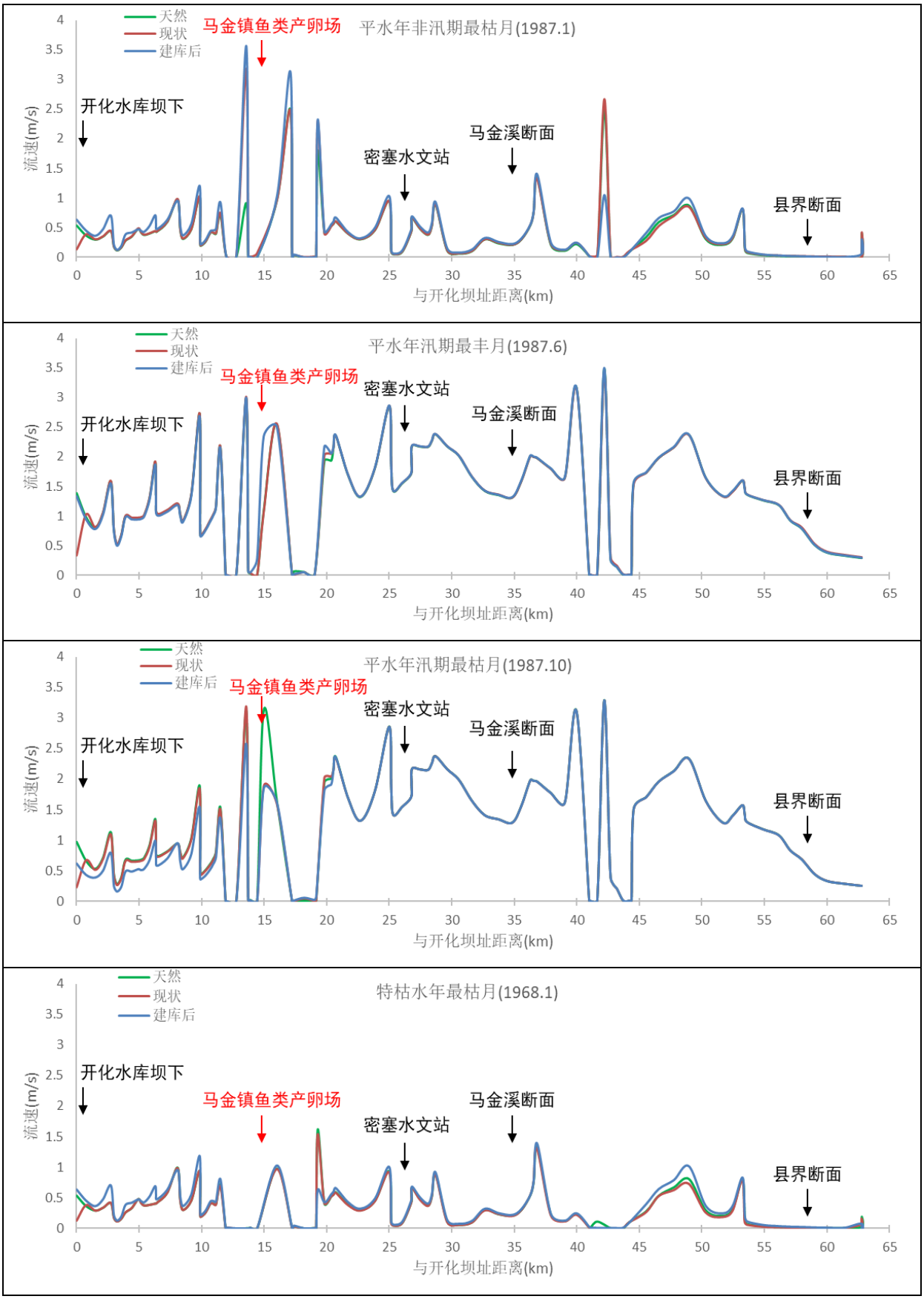


图 6.3-12　坝下河道天然、现状、建库后沿程典型年典型月流速变化情况对比图

(9) 常山港断面水文情势变化

根据《钱塘江流域规划》，常山港流域面积约 3176.1km^2，多年平均流量为 112.4m^3/s，多年平均径流量为 35.5 亿 m^3；江山港和常山港汇合后衢江断面流域面积约 5424km^2，多年平均流量为 194.9m^3/s，多年平均径流量为 61.5 亿 m^3。

开化水库坝址处集水面积 233km^2，仅占常山港流域面积的 7.3%，占江山港和常山港汇合后衢江断面流域面积的 4.3%；开化坝址处多年平均流量为 9.33 m^3/s，仅占常山港断面多年平均流量的 8.3%，占江山港和常山港汇合后衢江断面多年平均流量的 4.8%。

根据以上分析，开化水库坝址处径流所占常山港和衢江的比例不到 10%，占比较小，同时常山港目前已建水利水电工程共 6 座，本工程建设对下游常山港和衢江的水文情势影响较小。

6.3.1.3 小结

(1) 开化水库工程具有多年调节性能，水库投入运行后，将改变工程所在河段的水文情势。丰水期开化库区河段的总体变化趋势为水面宽增加、水深增加、水域面积增大、流速减缓，枯水期总体变化趋势则相反。

(2) 开化水库运行后，开化坝址断面径流的年内年际分配将发生改变，各典型年年均流量和丰水期平均流量均小于开化建成前，平水年的枯水期流量减小，但特枯水年枯水期由于保证下泄最小生态流量和向下游河道补水，坝址断面流量有所增加。

(3) 随着区间汇流和灌区退水的进入，开化水库运行后导致的流量变化逐步缩小。池淮溪、龙山溪、马尪溪的汇入对改善开化水库导致水量减少的作用非常明显。

6.3.2 泥沙情势影响分析

开化水库所在马金溪泥沙的主要来源是流域地表的侵蚀和河床的冲刷等。本流域山地植被较好，水土流失相对较少，属少沙河流。库区径流区地形坡度较陡，植被发育良好，局部地段有小型崩塌、滑坡、泥石流等地质现象发育，但规模均较小，固体径流来源有限，淤积量小。马金溪流域多年平均悬移质含沙量 0.133kg/m^3，推移质按悬移质的 20%计，多年平均总含沙量为 0.160kg/m^3。

开化水库多年平均悬移质输沙量 3.93 万 t，推移质按其悬移质的 20%，年总输沙量 4.72 万 t。按 50 年计算年限计算，输沙量为 236 万 t，按 1.2t/m^3 计，淤积库容为 196.7 万 m^3，相应淤积高程为 196m。水库供水死水位拟定为 205m，相应死库容为 944 万 m^3。淤积高程远低于水库死水位，因此，泥沙淤积对水库影响很小，水库可长期保持有效库容正常使用。

开化水库发电进水口底板高程(198m)和供水进水口底板高程(200m)高于 50 年坝前淤积高程(196m)，水库运行后，水库的拦沙效应导致下游河段来沙减少，基本表现为清水下泄。但坝下河段河床为白云岩与含炭硅质泥岩，具有较强的抗冲性，清水下泄基本不会对坝址下游河床的形态造成影响。综上上述，开化水库运行后对下游河道的冲刷作用总体较小。

6.4 地表水环境影响

6.4.1 水温影响预测评价

6.4.1.1 水库水温结构判别及模型选取

为了快速简易地判断水库是否分层及分层强度，我国现行的水库环境影响评价中普遍采用两种经验公式方法——*α-β* 法和密度佛汝德数法。其中 *α-β* 法又称为库水交换次数法，其判别指标为：

$$\alpha = \frac{w}{v}, \quad \beta = \frac{w_c}{v} \tag{6.4-1}$$

其中：*w* 为年均径流量，*v* 为水库总库容，w_c 为一次入库洪量，*α*、*β* 为指数，*β* 用于判断洪水对稳定分层型水库水温的影响。当 α≤10 时，为水温稳定分层型；α≥20 时，为混合型；10<α<20 时，为过渡型。若 β>1，则水库水温为临时混合型；若 β<0.5，则水库仍为稳定分层型；0.5<β <1，则洪水的影响介于前二者之间。

根据 *α-β* 法，计算得到开化水库的 α 值为 2.0，据此初步判断水库的水温结构为稳定分层型。

开化水库特性及库水交换次数

表 6.4-1

工程名称	单位	开化水库（可研）
多年平均径流量	万 m^3	29108
正常蓄水位	m	251
正常库容	万 m^3	14549
最大坝高	m	85
回水长度	km	14.2
库水年交换次数	次	2.0

实际上，水库水温是否分层及分层强度，与水库所处地理位置、径流特性、水深、气候条件、库容、面积等有关。经验公式考虑了水库库容、径流对水温结构的影响，能一定程度对水温结构做简单判断，但往往存在一定的失真，而且不能获得水温的时空变

化过程。除经验公式法外，数学模型法是目前研究水库水温结构的主要手段和方法，水库水温数学模型基于热量平衡原理建立起来的，在理论上比较严密，综合考虑了气象、水文、地形等因素的影响，更能较好地反映水库水温状况。

根据《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》和《水电工程水温计算规范》（NB/T 35094-2017），水库垂向水温数学模拟方法包括水库垂向一维水温数学模型、立面二维水库温度模型、三维模型等，其中河道分层或过渡型水库水温宜采用立面二维数值模型计算。该模型在水库水温预测中较为成熟。模型可将支流形成的支库库容和水面面积概化进入主库，并计入了支库水面热交换和流场对水温计算的影响，可模拟出水库在纵向和垂向上的水温时空分布，而且率定参数少、计算稳定，在垂向上的水温分层的模拟保持较高的精度。

四川大学自主开发的立面二维水库水温数学模型已得到二滩、丰满、紫坪铺等水库实测资料的验证，但模型的相关参数与区域气候、水文和水库特征形态相关。研究河段地处亚热带季风气候区，降水主要集中在春季和夏季，还受到台汛的影响，其水文、气象条件与我国西南、东北地区有很大的不同，这些差异将对水温数学模型参数产生影响，故选用本工程上游的已建齐溪水库水温实测资料对模型进行参数率定。

6.4.1.2 数学模型及求解方法

(1) 水库立面二维水温模型

1) 模型基本方程

① 状态方程

对于常态下的水体，可忽略压力变化对密度的影响，密度与温度的关系可表示为：

$$\frac{\rho-\rho_s}{\rho_s}=-\beta(T-T_s)=-\beta\Delta T \qquad 6.4\text{-}(2)$$

式中：β [1/℃]为等压膨胀系数；ρ [kg/m^3]为密度；T [℃]为温度；ρ_s[kg/m^3]、T_s[℃]为参考状态的密度和温度。

② 水动力学及温度方程组

在笛卡儿直角坐标系下水动力学方程和紊流方程分别为：

$$\frac{\partial Bu}{\partial x}+\frac{\partial Bw}{\partial z}=0 \qquad 6.4\text{-}(3)$$

$$\frac{\partial Bu}{\partial t}+u\frac{\partial Bu}{\partial x}+w\frac{\partial Bu}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(B\nu_e\frac{\partial u}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(B\nu_e\frac{\partial u}{\partial z}\right)-\frac{1}{\rho}\frac{\partial Bp}{\partial z}+\frac{\partial}{\partial x}\left(B\nu_t\frac{\partial u}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(B\nu_t\frac{\partial w}{\partial x}\right) \quad 6.4\text{-}(4)$$

$$\frac{\partial Bw}{\partial t}+u\frac{\partial Bw}{\partial x}+w\frac{\partial Bw}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(B\nu_e\frac{\partial w}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(B\nu_e\frac{\partial w}{\partial z}\right)-\frac{1}{\rho}\frac{\partial Bp}{\partial z}+\frac{\partial}{\partial x}\left(B\nu_t\frac{\partial u}{\partial z}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(B\nu_t\frac{\partial w}{\partial z}\right)+\beta B\Delta Tg \quad 6.4\text{-}(5)$$

$$\frac{\partial Bk}{\partial t}+u\frac{\partial Bk}{\partial x}+w\frac{\partial Bk}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left[B\left(\frac{\nu_t}{\sigma_k}+\nu\right)\frac{\partial k}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial z}\left[B\left(\frac{\nu_t}{\sigma_k}+\nu\right)\frac{\partial k}{\partial z}\right]+B\left(G_k+G_b-\varepsilon\right) \quad 6.4\text{-}(6)$$

$$\frac{\partial B\varepsilon}{\partial t}+u\frac{\partial B\varepsilon}{\partial x}+w\frac{\partial B\varepsilon}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left[B\left(\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon}+\nu\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial z}\left[B\left(\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon}+\nu\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial z}\right]+BC_{\varepsilon 1}\frac{\varepsilon}{k}\left(G_k+C_{\varepsilon 3}G_b\right)-BC_{\varepsilon 2}\frac{\varepsilon^2}{k} \quad 6.4\text{-}(7)$$

式中：$G_k=\nu_t\left[2\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2+2\left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2+\left(\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2\right]$为紊动动能生成项；$G_b=-\beta g\frac{\nu_t}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial z}$为浮力生成项，该浮力项在稳定分层时可抑制紊动动能的生成，削弱热量向下的传递，是水库能保持稳定分层的重要因素；ν_e[m²/s]是分子粘性系数 ν 与紊动涡粘系数 ν_t 之和，$\nu_t=\rho C_\mu\frac{k^2}{\varepsilon}$；$u$、$w$[m/s]为纵向和垂向流速；$p$[Pa]为压强；$T$[℃]为水温；$B$[m]为水体宽度，为高程的函数；$k$[m²/s²]为紊动动能；$\varepsilon$[m²/s³]为紊动动能耗散率；$\sigma_k$、$\sigma_\varepsilon$分别为紊动动能和耗散率的普朗特数，一般取 1.0 和 1.3。其它模型常数 C_μ、$C_{1\varepsilon}$、$C_{2\varepsilon}$的取值分别为 0.09、1.44、1.92。

温度方程为：

$$\frac{\partial BT}{\partial t}+u\frac{\partial BT}{\partial x}+w\frac{\partial BT}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left[B\left(\frac{\lambda}{\rho C_p}+\frac{\nu_t}{\sigma_T}\right)\frac{\partial T}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial z}\left[B\left(\frac{\lambda}{\rho C_p}+\frac{\nu_t}{\sigma_T}\right)\frac{\partial T}{\partial z}\right]+\frac{1}{\rho C_p}\frac{\partial B\varphi_z}{\partial z} \quad 6.4\text{-}(8)$$

式中：σ_T 是温度普朗特数，取 0.9；C_p [J/kg·℃]为水的比热容；φ_Z [W/m²]为穿过 z 平面的太阳辐射通量。

2) 边界条件及求解方法

进口边界的水温采用库尾实测水温或给定水温，速度假定为均匀流速，k、ε 可分别

由入流速度近似计算：

$$k=0.00375u^2,\ \varepsilon=k^{1.5}/(0.4H_0) \qquad 6.4\text{-}(9)$$

式中：H_0[m]为进口断面水深。

假定出口断面为充分发展的湍流，有 $\frac{\partial u}{\partial x}=\frac{\partial p}{\partial x}=\frac{\partial k}{\partial x}=\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}=\frac{\partial T}{\partial x}=0$，$w=0$。

水面表层单元计入水气热交换。库底和坝体表面采用无滑移边界条件，且为绝热边界。水面采用“刚盖假定”，即 $\frac{\partial u}{\partial z}=\frac{\partial p}{\partial z}=\frac{\partial k}{\partial z}=\frac{\partial \varepsilon}{\partial z}=0$。

具体求解时，水动力方程与温度方程相耦合，计算中首先根据入、出库流量差计算该时刻运行水位，依次求解 u、w 动量方程和 k、ε 方程，再求解温度方程，然后用新的温度值修正 w 和 k 方程的源项，重新计算水动力学方程，直到各方程的误差余量小于容许值。对于水库年过程的模拟，模型可选择一年中的任意一个时刻作为起始计算时间，计算 365 天之后，与一年前的当前时刻水温、流场进行对比，如果水温、流场的误差值大于设定误差，继续进行迭代计算；如果小于设定误差，则认为迭代收敛，取最近一年的下泄水温、温度场与流场作为预测结果。

3) 水面热交换

水气界面的热交换是水体的主要热量来源，也是引起水库温度分层的主要原因。水面热交换主要包括辐射、蒸发和传导三部分，通过水面而进入水体的热通量为：

$$\varphi_n=\varphi_{sn}+\varphi_{an}-\varphi_{br}-\varphi_e-\varphi_c \qquad 6.4\text{-}(10)$$

其中：太阳短波辐射，φ_{sn}

大气长波辐射，φ_{an}

水体长波的返回辐射，φ_{br}

水面蒸发热损失，φ_e

热传导通量，φ_c

4) 模型验证

采用 2017 年 12 月～2018 年 9 月的齐溪水库的实测资料对立面二维水温模型进行参数率定和模型验证。气象边界条件见表 6.4-1。其中，太阳辐射根据云量计算得到。

2017 年 12 月-2018 年 9 月齐溪库区气象

表 6.4-1

月份	气温（℃）	风速（m/s）	云量（成）	相对湿度（%）	太阳辐射（W/m^2）
2017 年 12 月	5.4	1.0	0.5	77.3	108.0
2018 年 1 月	4.0	1.1	0.7	82.1	101.1
2018 年 2 月	5.2	1.1	0.7	76.9	121.6
2018 年 3 月	11.8	1.1	0.8	79.2	151.8
2018 年 3 月	17.0	1.1	0.7	77.1	189.9
2018 年 4 月	22.2	1.1	0.7	82.8	221.7
2018 年 5 月	23.6	1.2	0.8	81.1	208.6
2018 年 6 月	23.7	1.2	0.8	81.6	208.4
2018 年 7 月	27.2	1.2	0.6	77.7	241.7
2018 年 8 月	27.3	1.3	0.6	74.2	237.0
2018 年 9 月上旬	23.8	1.1	0.6	77.5	215.1

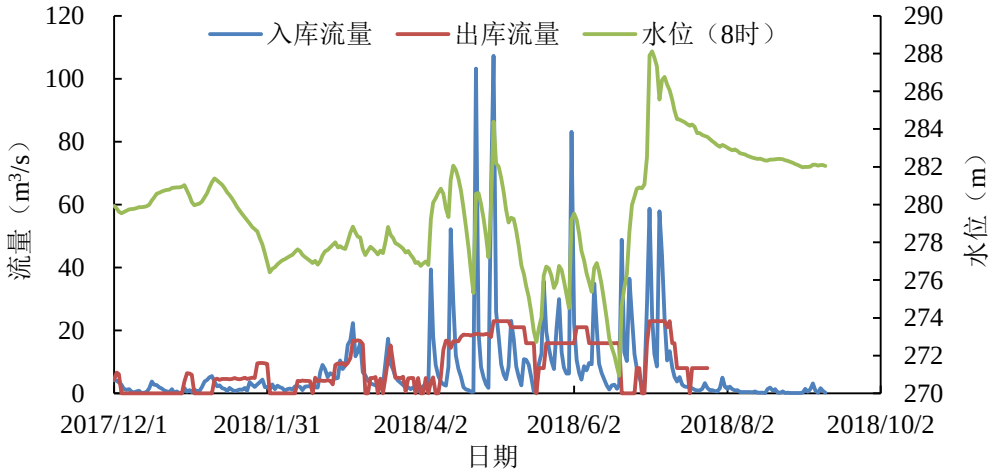


图 6.4-1　观测期齐溪水库调度过程

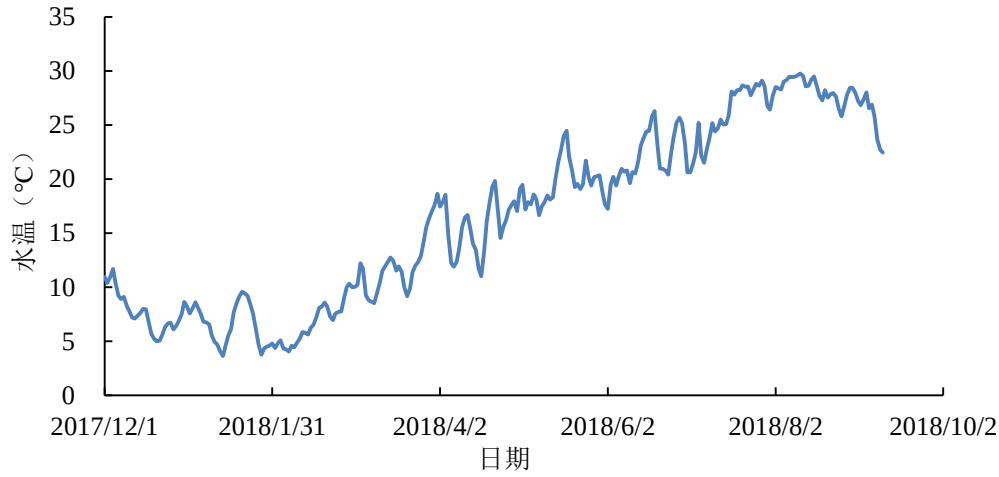


图 6.4-2　验证期间入库水温过程

模型中需要率定的参数主要是太阳辐射相关参数，其它参数一般具有普遍适用性而不需率定。在热通量计算方法确定的条件下，热通量计算需要率定的参数只有太阳辐射的水体表面吸收系数 β 和太阳辐射在水体中的衰减系数 η，它们与水体的色度和浊度有关。一般 β 的取值范围为 0.4~0.7，η 为 0~1。通过采用实测水温资料对齐溪水库水温进行多次反演，确定齐溪水库的太阳辐射表面吸收系数 β、太阳辐射在水体中的衰减系数 η 分别取值为 0.5 和 0.5。

图 6.4-3 比较了 2018 年 3 月 20 日、2018 年 6 月 3 日、2018 年 9 月 10 日库区沿程断面水温的计算值与实测值。2018 年 3 月 20 日各断面实测垂向平均水温分别为 9.8℃（BQ）、10.4℃（Q1）、10.7℃（Q2）、11.0℃（Q3），模拟值分别为 9.9℃、10.3℃、11.1℃、11.5℃，垂向平均水温差异较小，最大约 0.4℃。受气温和太阳辐射升高的影响，3 月库表水体水温逐渐升高，并形成温跃层，模型较好地模拟了这一过程的变化，但表层水温模拟效果略差，表层水温最大差异在 1.0℃左右，原因可能为气象条件（风速、降雨过程）造成的局部时段同温所致。2018 年 6 月 3 日齐溪水库实测数据显示垂向有明显的水温分层现象，且取水口附近存在温跃层，模拟结果也较好地反映了这一特征，模拟的垂向水温与实测值吻合较好，同高程水温最大差异在 1.0℃以内。2018 年 9 月 10 日库区垂向水温呈现出表层 10m 内掺混均匀，为同温状态，而表层 10m 以下则是斜温层，模拟结果很好的重现了这一水温结构，表层水温最大差异在 0.4℃以内，但斜温层的水温模拟值与实测值存在较大的差异，最大在 1.5℃左右。

图 6.4-4 比较了齐溪水库下泄水温的模拟值与实测值，其中 2018 年 3 月 20 日～6 月 3 日以后齐溪电站尾水处监测仪器故障，水温数据缺失。实测下泄水温 7.6℃～22.6℃，模拟下泄水温 7.1℃～22.8℃，尽管监测数据有缺失，但是计算得到的下泄水温与尾水实测水温值吻合总体较好，其中 3 月 20 日之前模拟值与实测值最大差异在 1.0℃以内，6 月 3 日以后模拟水温与实测水温过程基本吻合。

总体而言，本次建立的立面二维水温模型对齐溪水库库区的垂向水温结构以及下泄水温过程均具有较好的模拟效果，可以运用该模型来预测开化水库修建后的库区水温分布及下泄水温过程，但由于齐溪水库库容较小，库区水温分层和下泄水温过程较易受到入流和气象条件的影响，而模拟中不能获取精确的边界条件，使得局部时段的模拟效果略差。通过上述的模型验证工作，获取了适合马金溪流域和气候条件的水温模型参数。

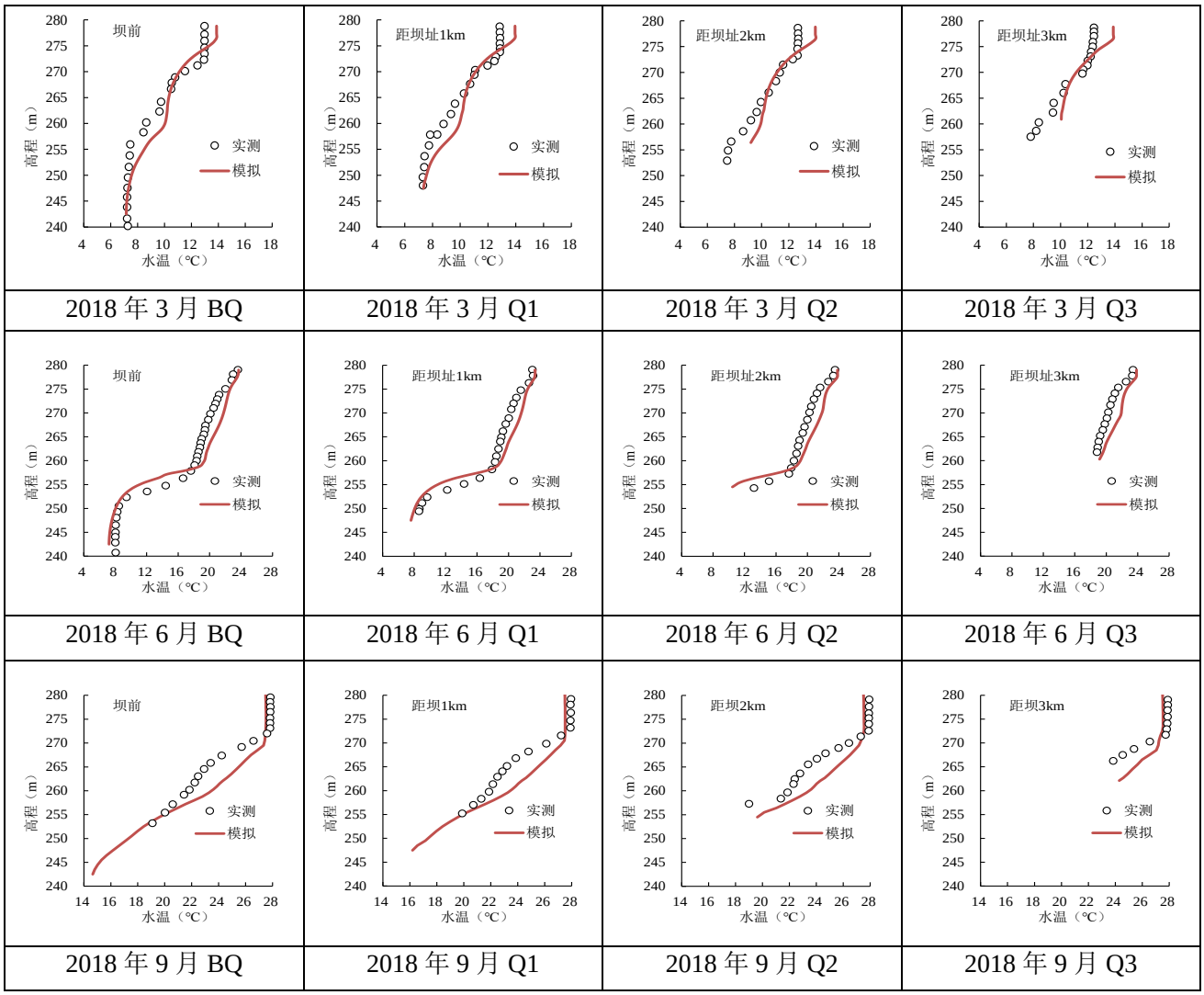


图 6.4-3　齐溪水库库区沿程断面水温的计算值与实测值对比图

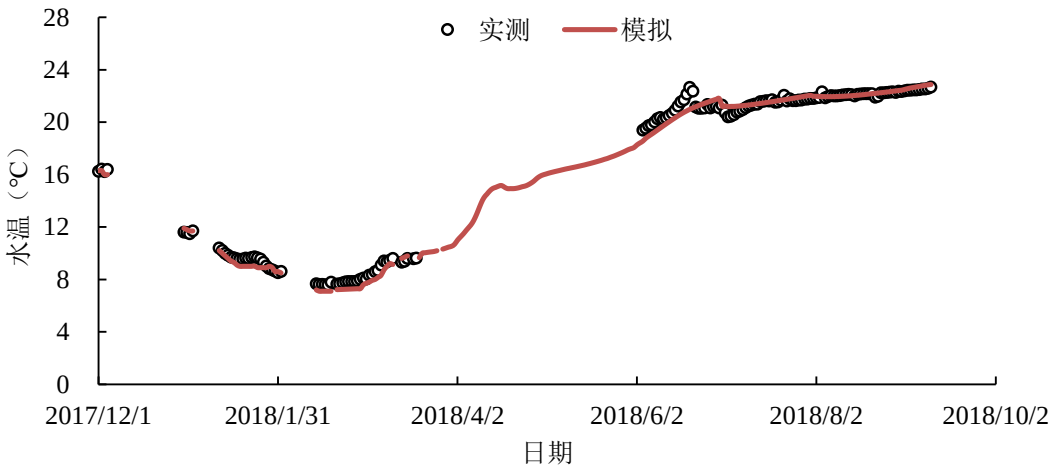


图 6.4-4　齐溪水库下泄水温模拟值与实测值对比图

(2) 纵向一维水温模型

河道纵向一维水温模型主要由一维非恒定流方程(即圣维南方程组)与河道一维温度对流—扩散方程组成。

1) 一维非恒定流水动力学模型

连续方程：

$$\frac{\partial Z}{\partial t}+\frac{1}{B}\frac{\partial Q}{\partial x}=\frac{1}{B}L_q \qquad 6.4\text{-}(11)$$

动量方程：

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(\frac{Q^2}{A})+gA(\frac{\partial Z}{\partial x}+S_f)=0 \qquad 6.4\text{-}(12)$$

其中：Z[m]为水位；Q[m^3/s]为流量；u[m/s]为流速；A[m^2]为过水断面面积；B[m]水面宽；L_q[m^2/s]为单位河长的旁侧入流量，流入为正，流出为负；g[m/s^2]为重力加速度；x[m]为沿河距离；S_f 为水力比降，$S_f=\frac{n^2Q|Q|}{A^2R^{4/3}}$ 或$S_f=\frac{Q|Q|}{K^2}$；R[m]为水力半径；n为糙率系数；K 为流量模数。

2) 一维水温对流-扩散方程

$$A\frac{\partial T}{\partial t}+\frac{\partial(QT)}{\partial x}=\frac{\partial}{\partial x}(AD_L\frac{\partial T}{\partial x})+\frac{BS}{\rho C_p}+\frac{S_\phi}{\rho C_p} \qquad 6.4\text{-}(13)$$

式中，D_L[m^2/s]为纵向弥散系数，ρ [kg/m^3]为水的密度，C_p[J/(kg·℃)]为水的比热，B[m]为河宽，S[W/m^2]为单位表面积净热交换通量，表示水流与外界(太阳、空气、河道边界)之间热交换量，S_Φ[W/m^3]为单位时间单位体积水体机械能转换为内能的量。方程中$\partial(QT)/\partial x$为移流产生的热变化率，$\partial(AD_L\partial T/\partial x)/\partial x$为离散产生的热变化率，$BS/\rho C_P$为表面热交换率。

3) 水气热交换

纵向一维水温模型的热交换计算与立面二维模型的热交换一致。

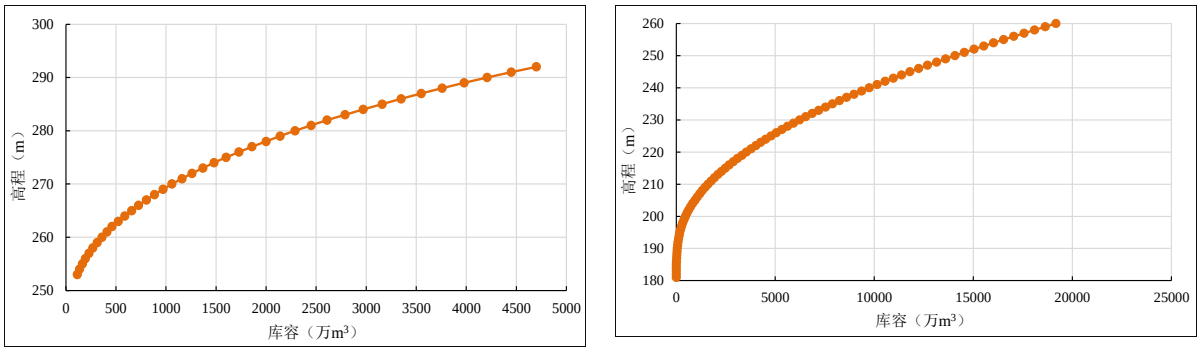
4) 模型求解

运用稳定性好的四点加权隐格式离散水流方程组，采用有限体积法对纵向一维温度方程式进行离散。运用 TDMA (Tridiagonal Matrix Algorithm) 法，即追赶法求解。

6.4.1.3 计算条件设置

(1) 地形

收集到研究河道马金溪干流河段齐溪库尾至华埠镇约 96km、共 83 个大断面地形资料，包括齐溪库区 8 个断面、开化库区 16 个断面及上游河道 37 个断面。数值模拟中根据干流地形进行主库建模，将支库、库汊库容概化进主库，并根据水位～库容～面积曲线进行对计算体修正，以保证各水位下地形的库容和面积与设计资料一致。



齐溪水库　　开化水库

图 6.4-6　两座水库水位-库容曲线

(2)　气象

收集到开化气象站 1981-2010 累年月均气象资料，包括平均气温、平均风速、相对湿度，以及衢州站多年平均云量。由于研究河段范围距离开化气象站距离在 50km 范围内，且高程差在 150m 范围，处于同一气候区，因此本次模拟采用开化站的多年气象数据。开化县城与研究河段的相对位置见图 6.4-7，预测中采用的各气象要素月均统计值见表 6.4-5，其中太阳辐射采用云量计算得到，各电站库区采用的气温采用高程差进行修正。

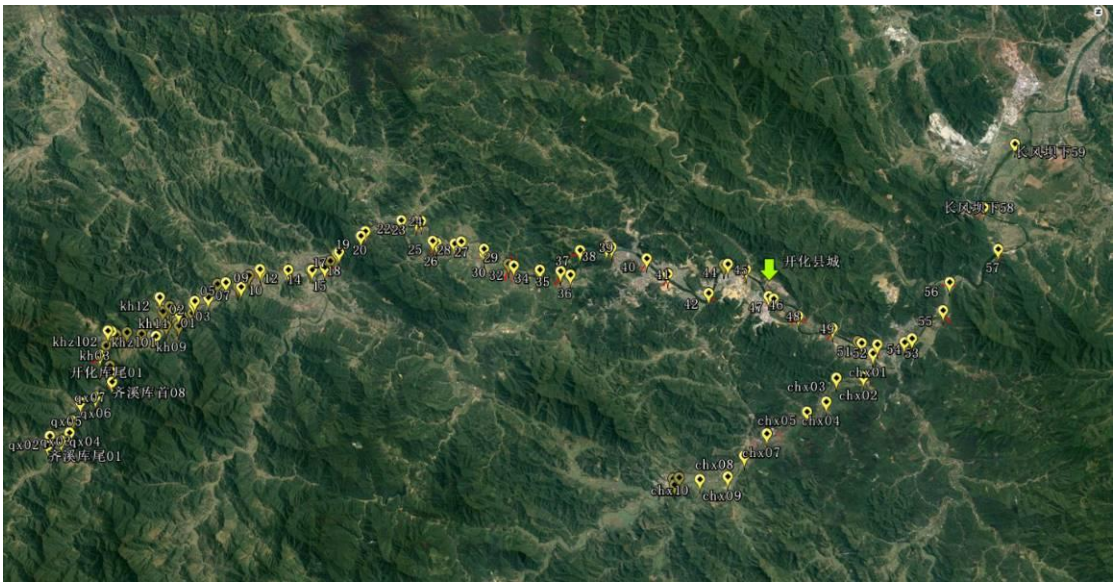


图 6.4-7　开化县城与研究河段之间的位置关系

预测采用的月均气象数据统计表

表 6.4-3

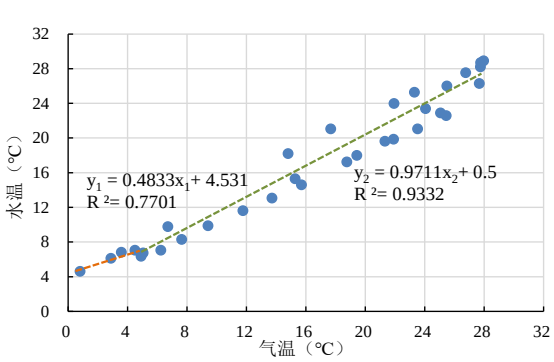
项目	气温（℃）	平均风速（m/s）	太阳辐射（w/m^2）	云量（成）	相对湿度(%)
1 月	5.0	0.8	101.1	6.7	82.0
2 月	6.9	0.9	121.6	7.3	82.0
3 月	10.6	0.9	151.8	7.6	83.0
4 月	16.3	0.9	189.9	7.4	82.0
5 月	21.1	0.9	221.7	7.0	82.0
6 月	24.2	0.8	208.6	7.6	85.0
7 月	27.6	1.0	241.7	6.4	82.0
8 月	27.3	1.1	237.0	5.9	81.0
9 月	23.6	1.0	202.5	5.9	81.0
10 月	18.2	0.9	162.3	5.6	80.0
11 月	12.2	0.8	121.8	5.6	81.0
12 月	6.6	0.8	108.0	5.1	79.0
年均	16.6	0.9	172.3	6.5	81.7

(3) 水温

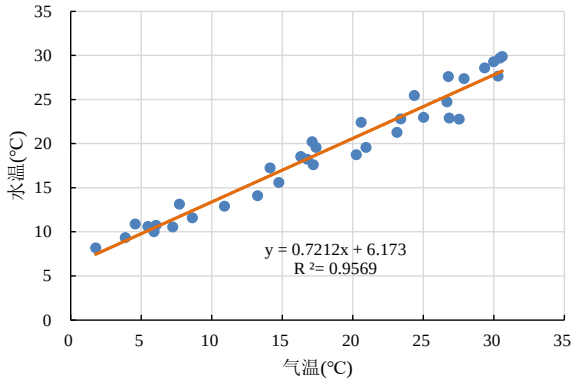
根据调查，研究河段仅有长风水文站在 1959 年一年的水温监测资料，距今有 60 年。由于长风水文站实测水温过程历史久远，且随着气候的变化，水温和气象过程也相应发生变化，而且上游齐溪水库的修建一定程度上改变了下游河道的水温过程，更为重要的是，研究河段内存在多条支流额多个小水坝，使得其水温过程较为复杂，因此长风水文站 1959 年的实测水温不能反映马金溪河段的现状水温及过程。

由于无法直接确定研究河道的现状多年水温过程，项目组于 2017 年 12 月至 2018 年 11 月对研究河段的水温进行了补充观测，观测结果基本可以反映出研究河段水温的年内过程。考虑到齐溪水库对下游河道的水流和温度调节影响，以及气象条件与水温的响应关系，因此在本次观测成果的基础上，拟合观测期间重要断面现状水温-气温的相关关系，进而获取多年平均气温条件下研究河段的现状水温过程。具体方法为，首先建立观测期间齐溪库尾、典型支流的水温-气温的相关关系，进而通过多年平均气温过程推求齐溪库尾的多年平均入流水温过程、典型支流的多年平均水温过程。

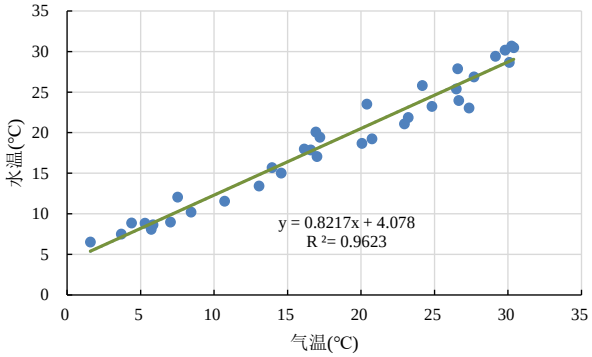
齐溪库尾水温与气温的关系进行分段拟合，以气温 6℃为界，见图 6.4-8，相关系数 R 分别为 0.88、0.96，相关性较好。典型支流何田溪、金村溪的水温与气温的关系，如图 6.4-8，相关系数 R 为 0.98、0.98。由此可见，可通过研究河段的气温过程直接反映水温过程的变化。



齐溪水库库尾



金村溪支流



何田溪支流

图 6.4-8　水温与气温的相关关系

因此，根据上述建立的水温-气温相关关系，采用开化气象站 1981-2010 多年月均气温，拟合出齐溪库尾的多年平均水温过程，以及研究河段支流多年平均水温过程，见表 6.4-4。

推求的齐溪库尾入流及支流水温多年平均过程(℃)

表 6.4-4

月份	齐溪入库	金溪水温	何田溪水温
1 月	6.9	9.8	8.0
2 月	7.0	11.1	9.6
3 月	10.6	13.8	12.6
4 月	16.1	17.9	17.3
5 月	20.8	21.4	21.3
6 月	23.8	23.6	23.8
7 月	27.1	26.1	26.6
8 月	26.8	25.9	26.3
9 月	23.2	23.2	23.3
10 月	18.0	19.3	18.9
11 月	12.2	15.0	13.9
12 月	6.7	10.9	9.3
年均	16.6	18.2	17.6

(4) 调度

齐溪水库的现状水温模拟采用水库建成后 1990 年（P=50%）水文条件的调度过程。1990 年，齐溪水库年均水位过程为 281.42m，平均入库流量为 6.6m^3/s，出库流量为 6.1m^3/s，调度过程见表 6.4-5。

开化水库建成后，齐溪水库无调蓄功能且电站废弃，其来水主要通过溢洪道下泄，水库全年水位变动较小（按不变水位 279m 计算），入、出流流量过程与开化水库的入库流量过程一致。

齐溪水库现状运行平水年（1990 年）调度过程

表 6.4-5

月份	入库流量(m^3/s)	出库流量(m^3/s)	平均水位(m)
1 月	2.7	3.4	279.41
2 月	12.2	6.5	280.47
3 月	8.5	7.4	287.01
4 月	11.7	12.5	286.66
5 月	8.2	12.1	279.60
6 月	14.8	10.7	283.55
7 月	5.9	7.5	284.43
8 月	0.6	3.5	275.87
9 月	3.1	0.3	273.21
10 月	3.0	0.2	280.79
11 月	6.8	6.0	284.46
12 月	1.3	2.7	281.63

研究河段现状水温模拟（工况 1）中，主要支流流量采用多年平均流量过程，其根据各支流所在的集水面积与开化坝址所占集水面积之比换算得到，其中干流部分的集水面积计入下一级支流。

6.4.1.4 河道现状水温模拟

由于研究河段缺乏长系列的历史水温资料，且本次水温原型观测时间较短（现阶段水温只能反映 2017-2018 年度河道水温状况），而研究河段各年水文特征也存在较大的差异，已有监测水温存在代表性不足。因此，为反映开化水库未建之前河道的多年平均水温特征和状况，本节采用数值模拟法来还原齐溪水库以及干流河段的现状水温过程，齐溪水库采用运行后典型平水年（1990 年）的调度过程，下游河道支流流量采用多年平均过程。

(1) 齐溪水库水温模拟

从库区水温预测结果来看，现状年齐溪水库为季节性分层结构，12 月～次年 2 月库区水温表现为同温状态，其余月份垂向均有不同程度的水温分层，其中 5～9 月分层显著，与 2017-2018 监测的库区水温结构一致。

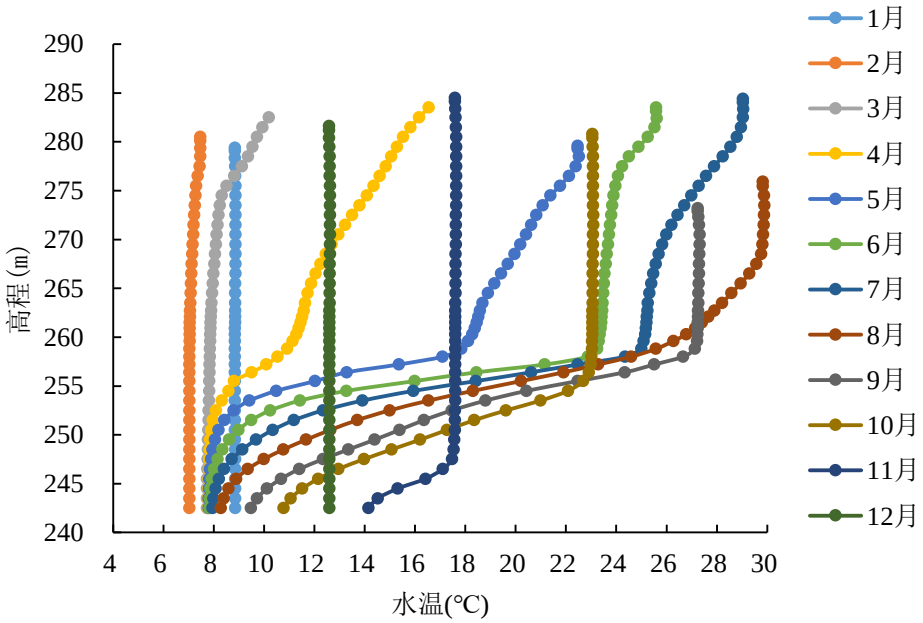


图 6.4-11　齐溪水库现状各月坝前垂向水温

齐溪水库现状各月库表库底水温及温差

表 6.4-6

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
库表水温	8.8	7.5	10.8	17.2	22.5	25.6	29.0	29.8	27.2	23.1	17.6	12.6
库底水温	8.8	7.0	7.7	7.8	7.8	7.8	8.0	8.3	9.5	10.8	14.2	12.6
垂向温差	0.0	0.4	3.1	9.4	14.7	17.7	21.1	21.5	17.8	12.3	3.4	0.0
垂向平均	8.9	7.1	8.4	11.8	15.9	19.4	21.7	22.2	22.1	20.8	17.4	12.6

现状年齐溪水库月均模拟下泄水温为 7.3℃（2 月）～26.8℃（9 月），3～9 月、10 月～翌年 2 月分别为水温升温期和降温期下降。与 2017 年 12 月-2018 年 11 月的发电尾水水温实测数据相比，模拟得到的现状年齐溪电站下泄水温与实测水温趋势相同，存在一定差异主要是现状年和实测年的水库运行调度、来流和气候不同的综合作用。

齐溪水库模拟下泄水温及现场监测水温对比（开化水库建成前）

表 6.4-7

月份	模拟下泄水温	2017 年~2018 年监测下泄水温	差值
1 月	8.9	10.7	-1.8
2 月	7.3	8.5	-1.2

月份	模拟下泄水温	2017 年~2018 年监测下泄水温	差值
3 月	7.9	9.5	-1.6
4 月	11.3	14.1	-2.8
5 月	17.9	16.8	1.1
6 月	23.1	21.3	1.8
7 月	25.0	21.9	3.1
8 月	26.0	22.6	3.4
9 月	26.8	23.4	3.4
10 月	22.9	23.3	-0.4
11 月	17.4	19.5	-2.1
12 月	12.7	14.7	-2.0

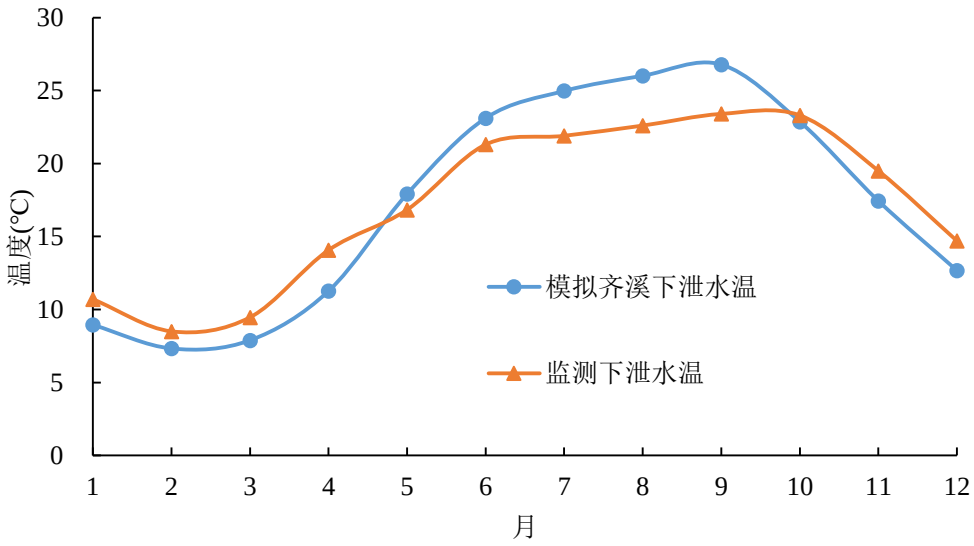


图 6.4-12　齐溪水库现状下泄水温及 2017-2018 现场监测水温对比（开化水库建成前）

(2) 下游河道水温模拟

由于马金溪干流上沿程无多年平均历史水温监测资料，因此本阶段采用现状齐溪水库的下泄水温作为齐溪下游河道的入流水温，采用纵向一维模型，计入水气热交换和沿程支流的影响，模拟得到马金溪干流河段的沿程水温过程，以此作为马金溪干流的现状水温。现状年下，齐溪出库年均流量为 6.13 m^3/s，长风水利枢纽处为 77.1 m3/s，齐溪下泄流量比例年均为 9%，11 月年内最高为 23%，而在 9 月~10 月最小约为 1%。

1 月水温沿程变化较小，2 月~8 月沿程增温，增幅范围为 1.6℃～7.1℃，9 月-12 月则为沿程降温，降温范围为 0.9℃-2.7℃。由于支流的汇入，干流水温在汇口前后出现一定程度的突变，并对干流水温过程产生明显的影响。沿程主要温变段集中在齐溪电站~

密赛坝址处，该段（约 31km）的沿程温变占整个研究河段（约 72km）的 90%。

总之，现状干流水温处于沿程增温状态，支流流量的入汇对干流水温影响显著，干流水温基本上在密赛坝址附近达到水气热平衡状态。

河道各典型断面现状水温

表 6.4-8

距离 km	断面名称	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
0.0	齐溪入库	6.9	6.5	9.8	14.9	19.2	21.9	25.0	24.7	21.4	16.6	11.2	6.2
8.0	齐溪坝址	8.8	7.1	7.5	10.5	16.8	21.9	23.4	24.2	25.9	22.3	16.9	12.3
21.4	齐溪电站/开化坝址	8.8	7.1	7.5	10.5	16.8	21.9	23.4	24.3	25.9	22.3	16.9	12.3
31.2	何田溪汇前	8.3	7.3	8.5	12.0	18.2	22.8	25.2	27.3	27.0	22.3	16.3	11.1
31.6	何田溪汇后	8.2	8.5	10.4	14.2	19.0	22.3	24.8	25.6	24.1	19.8	14.7	10.1
36.3	村头溪汇前	8.1	8.7	10.9	14.9	19.4	22.5	25.1	26.1	24.1	19.7	14.5	9.9
36.7	村头溪汇后	8.1	8.7	10.9	14.9	19.4	22.5	25.1	26.1	24.2	19.8	14.5	9.8
46.7	中村溪汇前	7.9	8.6	11.3	15.6	20.2	23.1	26.2	27.7	25.3	20.5	14.7	9.7
47.2	中村溪汇后	8.3	9.1	11.8	15.9	20.1	22.8	25.8	26.9	24.6	20.0	14.6	9.9
52.0	密赛水文站	8.2	9.1	11.9	16.1	20.4	23.0	26.1	27.6	25.1	20.3	14.7	9.8
54.9	金村溪汇前	8.2	9.1	12.0	16.2	20.6	23.2	26.4	28.0	25.4	20.6	14.7	9.7
55.4	金村溪汇后	8.3	9.3	12.1	16.3	20.5	23.1	26.2	27.6	25.1	20.3	14.7	9.8
71.8	池淮溪汇前	8.0	9.1	12.5	17.1	21.4	23.8	27.4	29.5	26.5	21.2	14.9	9.6
72.3	池淮溪汇后	8.7	9.9	12.9	17.0	20.8	23.0	26.1	27.2	24.5	20.0	14.7	10.1
74.3	龙山溪汇前	8.7	9.9	12.9	17.1	20.9	23.1	26.2	27.4	24.7	20.1	14.7	10.0
74.7	龙山溪汇后	8.9	10.1	13.0	17.1	20.8	22.9	25.8	26.8	24.2	19.8	14.7	10.2
79.0	马尪溪汇前	8.8	10.0	13.0	17.2	20.9	23.0	26.1	27.2	24.5	20.0	14.7	10.1
79.5	马尪溪汇后	8.9	10.2	13.1	17.2	20.8	22.9	25.8	26.8	24.1	19.7	14.7	10.2
93.2	长风水利枢纽	8.7	10.1	13.2	17.5	21.2	23.2	26.4	27.8	25.0	20.3	14.8	10.0

6.4.1.5 开化水库水温预测及分析

(1) 入库水温预测

开化水库建成运行后，齐溪水库将采用溢洪道表层溢流（溢流堰顶高程为 278.2m）的出流方式给开化水库供水，即遵循“来多少走多少”的原则，从而失去调节性能。由于在预测开化水库水温时，不能忽略齐溪水库的影响，因此，采用数学模型对齐溪水库下泄水温及出库水温进行模拟预测，进而获取开化水库的入库水温。

由于开化水库建成后齐溪水库采取表层溢流的方式，其出库水温过程与现状采用底层发电取水口的下泄水温相比发生了较大改变。

平水年各月平均下泄水温 7.7℃～28.4℃，由于水库采用表面溢流的出流方式，因此下泄水体主要是库表高温水体，下泄水温受气象影响较大。与现状年下泄水温相比，主要表现为升温期及高温期高于现状年，其中 3～8 月下泄水温平均高 3.6℃，其中 8 月下泄水温高于现状年 5.8℃。降温期期及低温期低于现状年，其中 11 月～翌年 1 月下泄水温平均低 3.0℃，其中 12 月低于现状年 3.3℃。

由于表层溢流的出库水温主要与气温有关，对水库入出流并不敏感，因此丰水年、枯水年、特枯水年的出库水温过程与平水年基本类似，月均出库水温最大差异为 1.7℃。

总的来看，采用表层溢流方式后，冬季水库热量减少，其热效应减弱，而在夏季取得表层温水，因而与现状相比，出现“冬季低温水、夏季高温水”的特异现象。

各典型年齐溪水库出库水温

表 6.4-9

月份	平水年	丰水年	枯水年	特枯水年
1 月	8.2	8.4	9.4	8.3
2 月	7.7	7.8	8.1	7.9
3 月	10.5	10.5	10.8	10.9
4 月	16.2	16.2	16.2	16.5
5 月	21.4	20.9	21.1	21.1
6 月	24.0	24.1	24.0	24.9
7 月	27.1	27.0	27.1	26.8
8 月	28.4	28.0	28.6	28.5
9 月	25.8	26.2	26.2	26.3
10 月	21.9	22.7	22.4	22.6
11 月	16.5	17.6	17.8	17.9
12 月	11.4	12.0	13.1	12.3

（2）开化水库库区水温预测及分析

①平水年库区水温预测及分析

平水年库区水温预测见图 6.4-17，总体来看，开化水库平水年库区水温在 4～9 月分层较强，其余月份分层较弱，基本为垂向同温状态。

1 月气温、太阳辐射均为全年最低，来流水温比库区水温低约 6.9℃，但入库流量仅为 1.1 m3/s，进入库区后与库区水体迅速混合均匀，对库区水温影响较小，库区水温在来流和气象的共同作用下，基本保持同温状态，坝前平均水温约 15.0℃。

2 月入库流量仍然较小，月均入库流量为 1.7m3/s，月均入库水温 7.6℃，在低温来流水及气象的影响下，库表库底水温均有所下降，但全库区近乎为同温状态，仅库尾受低温水入流下潜的影响，水温略低于坝前。

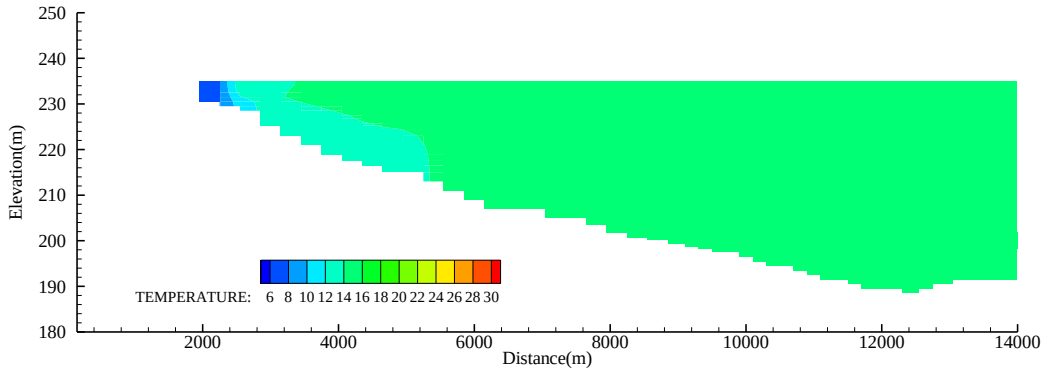
3 月开始进入升温期，入流水温、气温均有所升高，表层水温受气象影响升高明显，库表水温 12.3℃，受 2 月持续低温入流的影响，库底水温则出现一定的延迟，库底水温 11.4℃，水温在垂向上逐渐有所分层，坝前垂向温差为 0.9℃。

4 月受气象条件和来流水温影响库区水温上升较快，水面温度达 18.2℃。同时入出库流量的加大，增强了库区底部的掺混，整体上库区垂向热量传递增大，中上层水体水温增温较快，库底为约 40m 的低温层，水温较低且稳定，平均水温约 11.6℃。

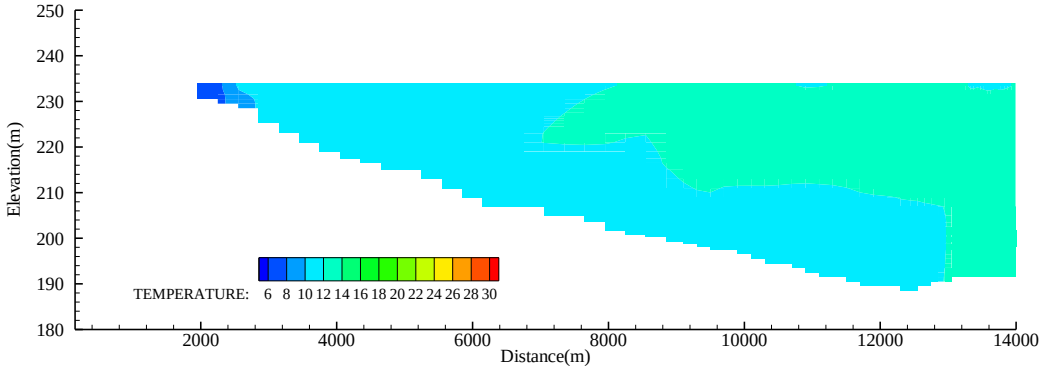
5 月~8 月，来流水温和气温、太阳辐射等大幅提升，库区水温也大幅提高。5~6 月入库流量较大，库区也保持较高水位运行，库面面积增大使得热量易于蓄积，表层水温上升明显，由 5 月的 23.2℃升至 8 月的 30.0℃，5 月坝前垂向温差达到 11.8℃。6 月水库有较大流量泄洪过程，由于泄洪的影响，表层高温水被下泄，热量向中下层传递受到限制，6 月坝前垂向温差达到 13.8℃。7 月的气温和太阳辐射均为全年最高，但入出库流量较 6 月大幅减小，表底温差仍保持在 14.0℃左右，为全年最大，底层的发电取水口和供水取水口引水流量较小，垂向上温度梯度比较均匀，平均温度梯度约 0.3℃/m。8 月的气温、太阳辐射仍然保持较高水平，入出库流量较 7 月大幅度降低，库区流速相对减缓，热量易于蓄集，使该月表层水温达到全年最高的 30.0℃，库底水温也上升明显，较 7 月升高 4.4℃，坝前垂向平均温度为 24.4℃。

9 月库区水温分层仍然十分明显，但表层水温较 8 月有所下降，而垂向热传导使得库底水温有所升高，坝前垂向平均水温 25.4℃，为全年最高。10 月气温、太阳辐射的下降，使得库表水温也有所下降，垂向温差不断缩小。但出库流量较小，库区流速较小，垂向热传导作用使得中下层水体水温不断升高，并在表层形成一定厚度的同温层，10 月库表同温层厚度约 35m，同温层平均水温约 25.6℃。

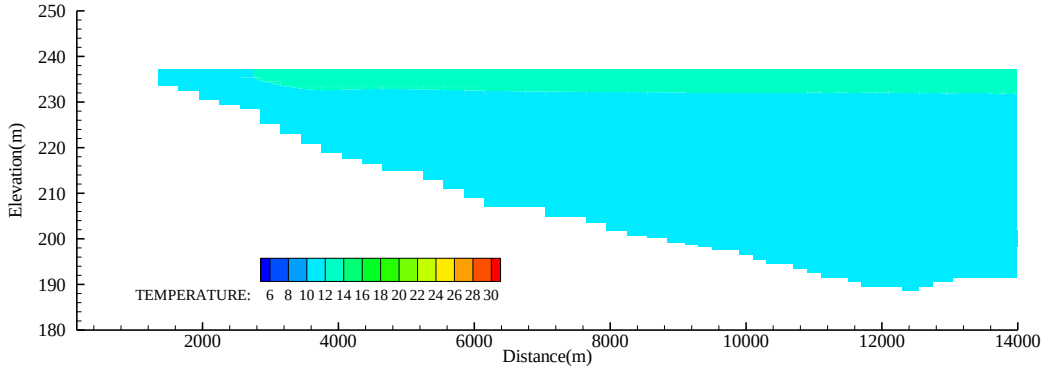
11～12 月水库仍保持较高水位运行，蓄热作用明显，气温及太阳辐射的降低使得库表水温不断降低，温差缩小，垂向趋于同温。11 月流低温水在库尾下潜并向坝前推进，靠近坝前区域水体接近同温且水温较高，水温约 22.6℃。12 月库区仍保持同温状态，平均水温 18.7℃。



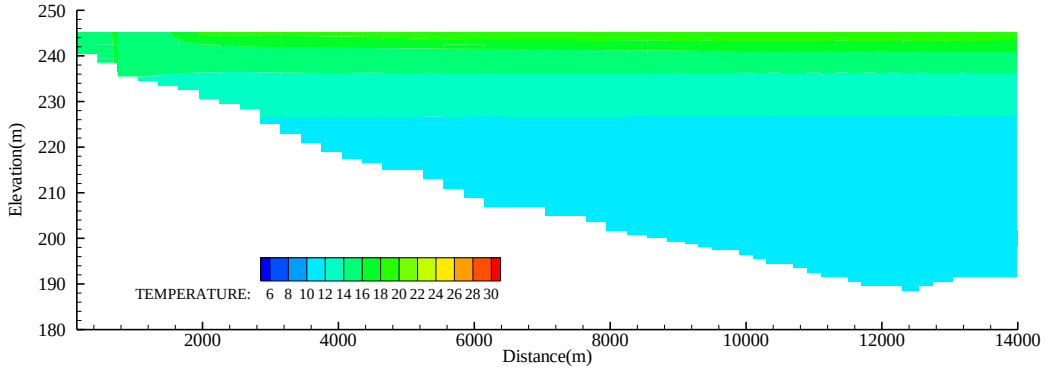
1 月



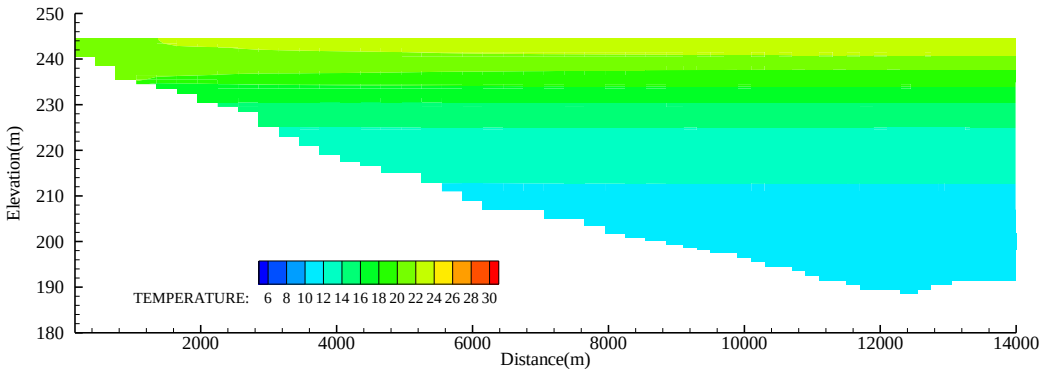
2 月



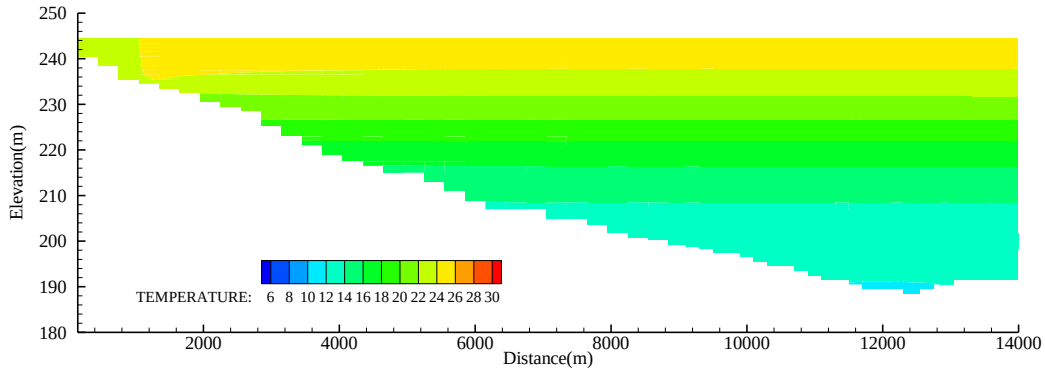
3 月



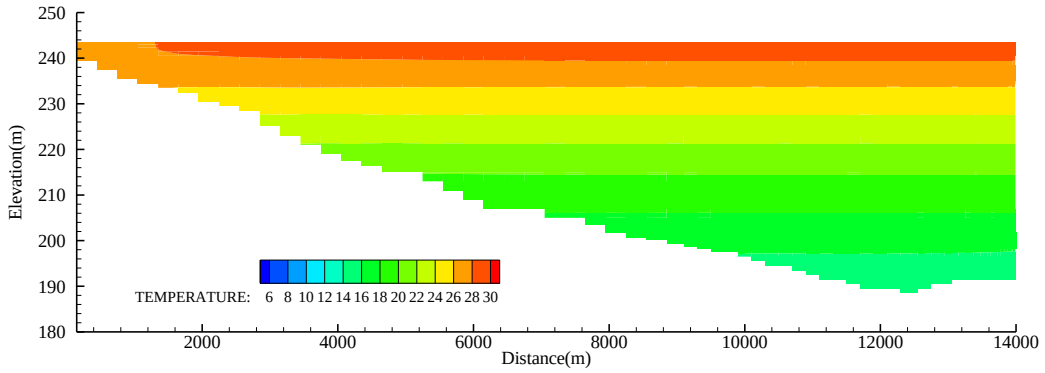
4 月


Elevation(m)
250
240
230
220
210
200
190
180
TEMPERATURE: 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
2000
4000
6000
8000
10000
12000
14000
Distance(m)

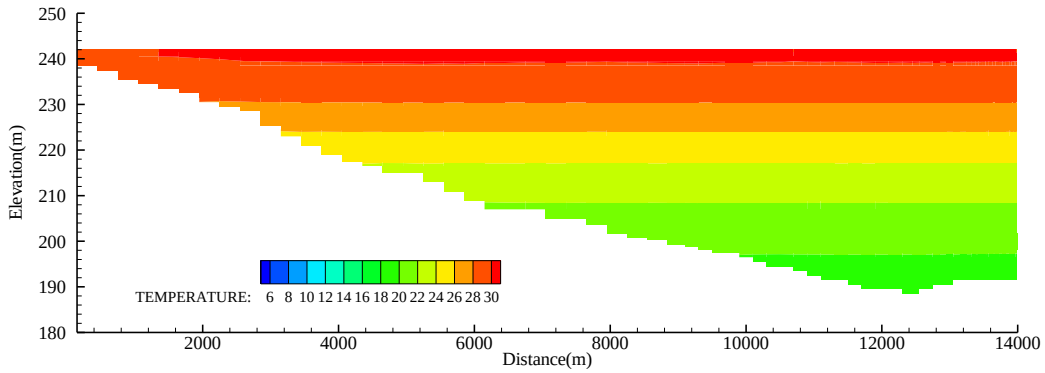
5 月


Elevation(m)
250
240
230
220
210
200
190
180
TEMPERATURE: 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
2000
4000
6000
8000
10000
12000
14000
Distance(m)

6 月


Elevation(m)
250
240
230
220
210
200
190
180
TEMPERATURE: 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
2000
4000
6000
8000
10000
12000
14000
Distance(m)

7 月


Elevation(m)
250
240
230
220
210
200
190
180
TEMPERATURE: 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
2000
4000
6000
8000
10000
12000
14000
Distance(m)

8 月

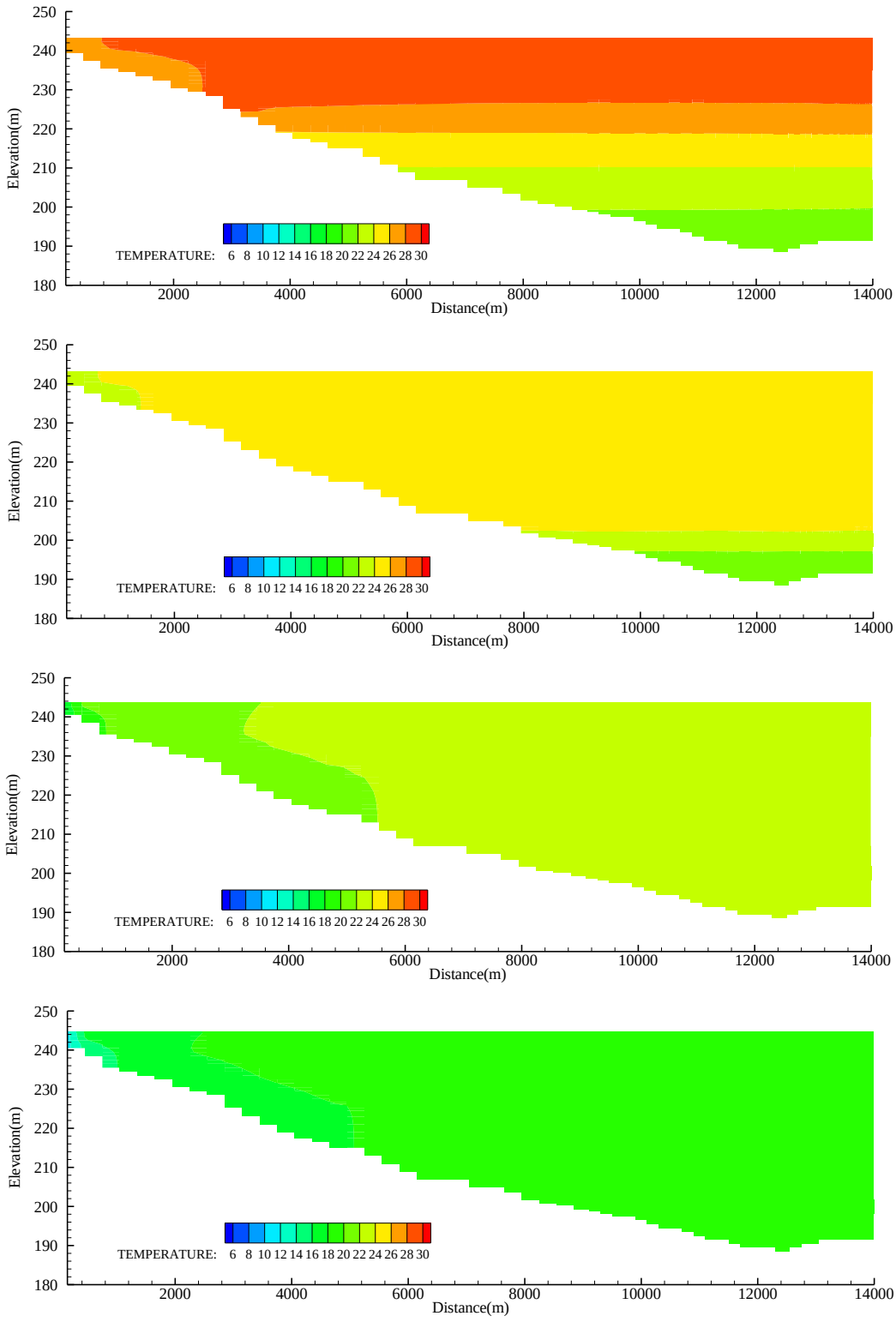


图 6.4-17 平水年开化水库库区二维水温

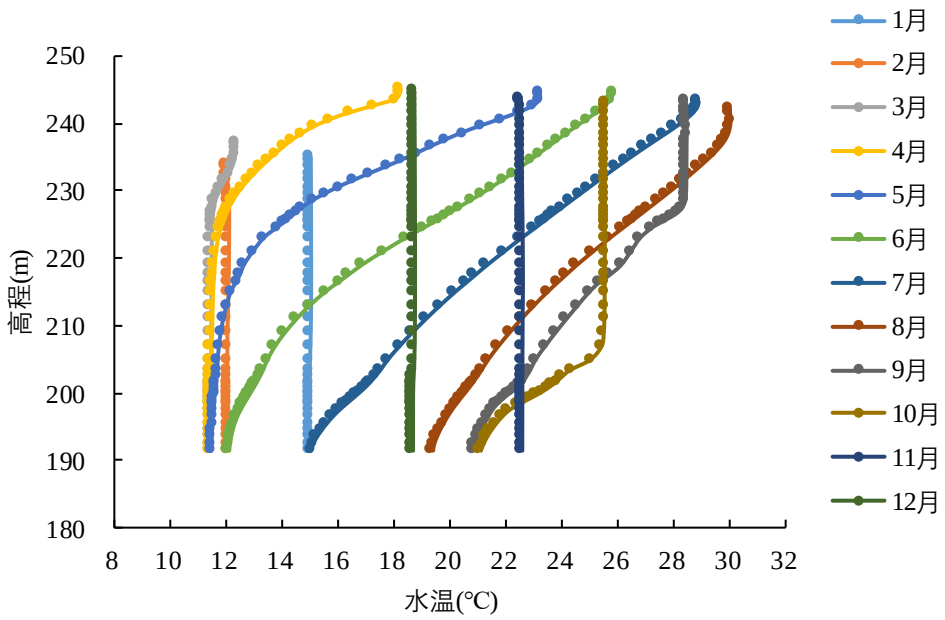


图 6.4-18　平水年开化水库坝前垂向水温

平水年开化水库表底水温及温差

表 6.4-10

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
库表水温	15.0	12.1	12.3	18.2	23.2	25.8	28.9	30.0	28.5	25.6	22.6	18.7
库底水温	15.0	12.0	11.4	11.4	11.5	12.1	15.0	19.4	20.8	21.1	22.6	18.7
垂向温差	0.0	0.0	0.9	6.8	11.8	13.8	13.9	10.7	7.6	4.5	0.0	0.0
垂向平均	15.0	12.1	12.3	18.2	23.2	25.8	28.9	30.0	28.5	25.6	22.6	18.7

② 丰水年库区水温预测及分析

开化水库丰水年年均入库流量 10.8m3/s，平均运行水位 243.5m，尽管入库流量及运行水位与平水年略有差异，但丰水年的水温结构及年内演变规律与平水年十分相似，库表水温受气象影响变幅较大，为 12.3℃～29.9℃，库底水温相对稳定，但秋季水温结构翻转时水温也较高，范围为 11.7℃～22.5℃。1～2 月库区受低气温、低入流的影响，库区水温逐渐下降，库尾低温水密度较小，以浮力流的方式向坝前推进，由于入库流量较小，进入库区的低温水很快被混合均匀，库中及坝前基本为同温状态。3 月气温、太阳辐射开始回升，上层水体逐渐升温，库表水温有所升高。随后 4 月～8 月，随着气温、入流水温不断攀升，入库流量也保持较高水平，库区水温不断升高，库区垂向开始形成分层。在外界气温等逐渐增强的环境下，库区水温分层强度不断增加，至 7 月垂向温差扩大至 15.6℃，但库底水温增长缓慢，垂向最大温度梯度约 0.3℃/m。9 月库区水温仍

然分层明显，但是表层水温已开始下降，但垂向热对流使得库底水温开始升高，垂向平均水温上升至全年最高。10～12 月，气温、入流水温急转直下，库区水温逐渐过渡为同温状态，至 11 月中旬全库基本同温，同时库底水温也上升至 22.5℃，为全年最高。随后在低气温、低入流水温的影响下，同温状态一直维持至次年 2 月。

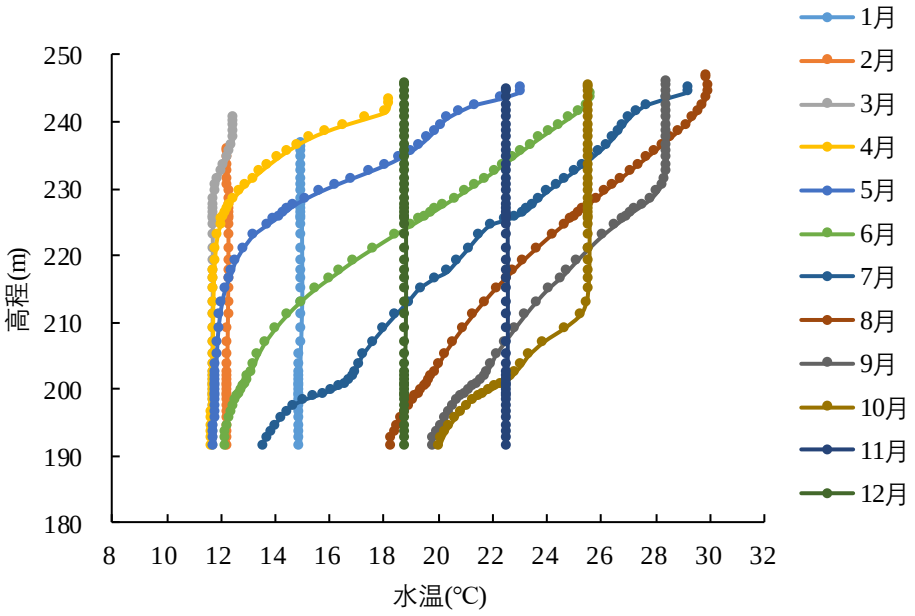


图 6.4-20　丰水年开化水库坝前垂向水温

丰水年开化水库表底水温及温差

表 6.4-11

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
库表水温	14.9	12.3	12.5	18.2	23.0	25.6	29.2	29.9	28.4	25.5	22.5	18.8
库底水温	14.9	12.3	11.7	11.7	11.8	12.1	13.6	18.2	19.8	20.0	22.5	18.8
垂向温差	0.0	0.0	0.8	6.5	11.3	13.5	15.6	11.7	8.7	5.5	0.0	0.0
垂向平均	14.9	12.3	11.8	12.8	14.7	17.6	20.8	23.8	24.9	24.1	22.5	18.8

③ 枯水年库区水温预测及分析

枯水年开化水库年均入库流量 6.9m3/s，平均运行水位 236.7m，且年内水位呈不断下降的趋势，水位下降导致水库蓄水减少，水库对热量的蓄积能力也相应降低。总的来看，4～9 月库区水温分层明显，1～3 月、10～12 月库区水温均呈同温状态，库表水温与平水年变化基本相似，为 12.7～30.3℃，而库底水温因水库的蓄热能力下降而出现较大的变幅，为 12.1～25.9℃。1～3 月入库水温较低，入库水体下潜至库底，但由于入库流量较小，进入水库后很快被混合，并未影响到水库的同温状态，1～3 月库区水温分别

为 15.1℃、12.8℃、12.3℃。4～8 月随着气温和太阳辐射的升高，库区水温在垂向上逐渐分层，最大垂向温差 15.5℃（7 月），且入流水体进入库区后沿着相同温度的水层行进，呈现出明显的密度流现象，由于垂向热扩散，库底水温缓慢上升，低温水层的厚度逐渐减小。9 月库表水体水温有所下降，入流水体密度大于库内高温水体，在库尾沿着库底行进。10 月以后由于气温和太阳辐射的下降以及低温水的下潜，库区水温逐渐向同温状态过渡。

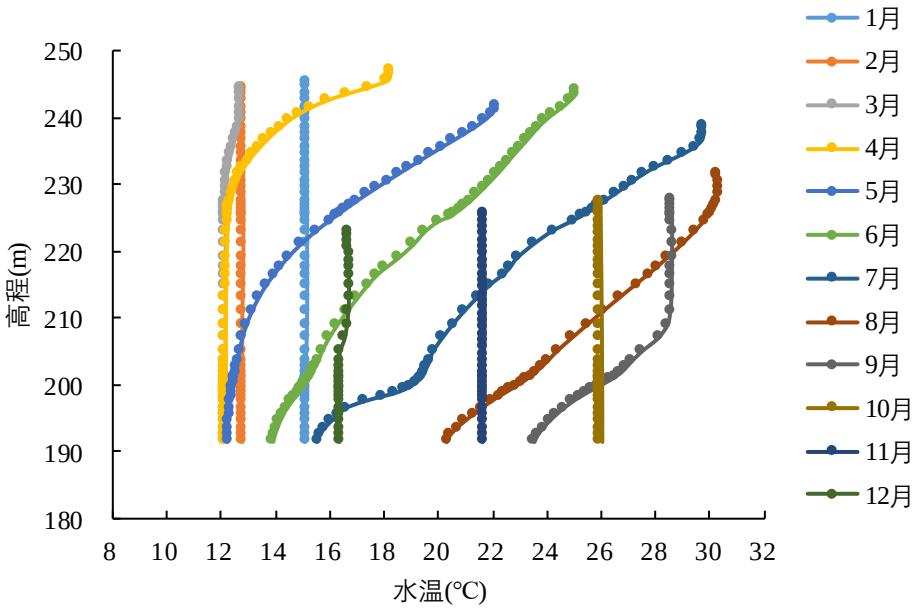


图 6.4-22　枯水年开化水库坝前垂向水温

枯水年开化水库表底水温及温差

表 6.4-12

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
库表水温	15.1	12.8	12.7	18.2	22.1	25.0	29.8	30.3	28.6	25.9	21.7	16.7
库底水温	15.1	12.8	12.1	12.1	12.2	13.9	15.5	20.3	23.5	25.9	21.6	16.4
垂向温差	0.0	0.0	0.6	6.1	9.8	11.1	14.2	10.0	5.1	0.0	0.1	0.4
垂向平均	15.1	12.8	12.3	13.1	15.5	18.8	22.6	25.8	27.0	25.9	21.7	16.5

④ 特枯水年库区水温预测及分析

枯水年开化水库年均入库流量 5.9m3/s，平均运行水位 221.4m，全年均保持较低水位运行，水库的蓄热能力较其他典型年低，但是由于入出库流量的减小，水库仍然存在较为明显的水温分层现象，且水温演变过程与其他典型年也极为相似。总的来看，4～9 月库区水温分层明显，1～3 月、10～12 月库区水温均呈同温状态，库表水温与平水年

变化基本相似，为 9.3～30.6℃，由于水库对热量的调节能力有所减弱，最大垂向温差降低至 13.6℃，且升温期库底水温受大流量入库的影响较大，升温较快，如 5 月到 7 月，在 1 个月之内库底水温升高了 13.1℃，降温期水温下降的速率也较其他典型年快。

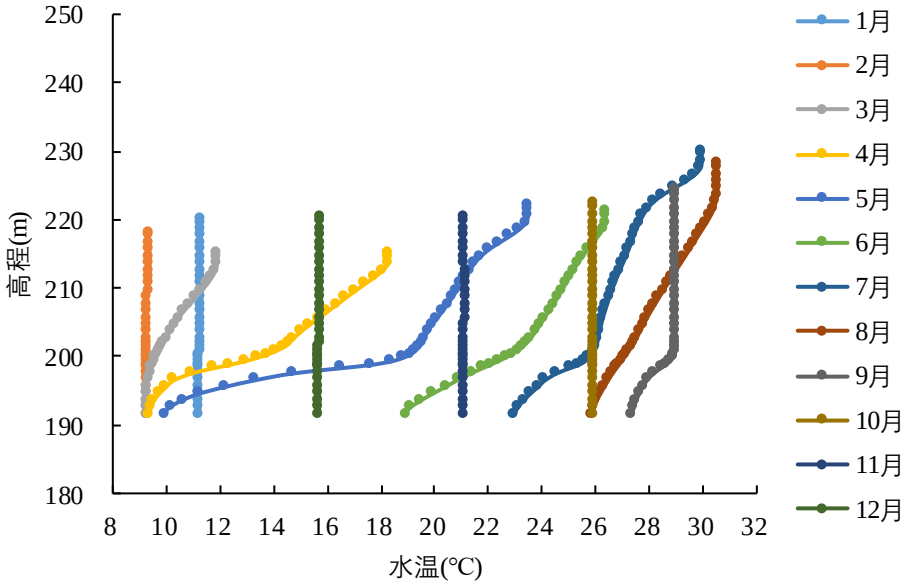


图 6.4-24　特枯水年开化水库坝前垂向水温

特枯水年开化水库表底水温及温差

表 6.4-13

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
库表水温	11.2	9.3	11.8	18.2	23.5	26.4	30.0	30.6	29.0	25.9	21.1	15.7
库底水温	11.2	9.2	9.2	9.3	9.9	18.9	23.0	25.9	27.4	25.9	21.1	15.7
垂向温差	0.0	0.1	2.6	8.9	13.6	7.5	7.0	4.7	1.6	0.0	0.1	0.0
垂向平均	11.2	9.3	10.2	14.1	18.9	23.5	26.6	28.4	28.7	25.9	21.1	15.7

⑤ 各典型年库区水温对比分析

平水年开化水库的月均库水替换次为 0.2 次，年库水替换次数 2.4 次。由于开化水库库容大，对径流的调节能力较强，其坝前水温分层较为稳定，除 3 月、6 月库水月替换次数较大，分别为 0.6 次、0.7 次，其余各月月均库水替换次数均较小。丰水年、枯水年开化水库的月均库水替换次均为 0.2 次，年库水替换次数 2.4 次，丰水年、枯水年的库水替换状况跟平水年基本相似，因此丰、平、枯水年水库水温分层特征也基本相同。

特枯水年开化水库运行水位较低，蓄水大大减少，年平均库容仅为平水年的 37%，而入库径流为平水年的 62%，因此特枯水年开化水库的水库替换次数较大，年库水替换次数 4.8 次，水库对径流和热量的调节能力有所较弱，但在升高温期仍存在明显的水温

分层现象。

对比各年的库表水温可知，各典型年库表水温过程基本一致，最高水温出现在 8 月，最低水温出现在 2 月，主要原因是库表水温受气象影响较大，而特枯水年由于蓄水较少，水库蓄热能力减小，对气象的反应更加敏感，冬季表层水温较其他典型年低，夏季各典型年库表水温基本已达到水气热平衡状态，差异不大。

库底水温则主要受水库的入出库的影响，各典型年的库底水温既有共性又有特异性，平水年和丰水年库底水温过程基本相同，枯水年年末由于水位持续降低，水库垂向水温在 10 月发生全深度的翻转，与平、丰水年相比存在较大的突变，而特枯水年由于调节性能变小，受入流水温的影响较大，库底水温的变幅也较其他年大。

开化水库各典型年月均库水替换次数

表 6.4-14

项目	平水年			丰水年			枯水年			特枯水年		
月份	入库径流量（万 m^3）	平均库容（万 m^3）	月替换次数	入库径流量（万 m^3）	平均库容（万 m^3）	月替换次数	入库径流量（万 m^3）	平均库容（万 m^3）	月替换次数	入库径流量（万 m^3）	平均库容（万 m^3）	月替换次数
1 月	300.6	7883.0	0.0	290.4	8458.4	0.0	315.3	11890.8	0.0	106.0	3520.3	0.0
2 月	401.8	7535.0	0.1	618.0	8168.6	0.1	888.9	11546.8	0.1	250.6	3096.0	0.1
3 月	5233.7	8715.6	0.6	4235.6	9942.5	0.4	1581.2	11504.1	0.1	1326.2	2478.0	0.5
4 月	4507.4	11803.0	0.4	3740.8	11166.5	0.3	3312.4	12066.4	0.3	2383.5	2497.8	1.0
5 月	3194.7	11674.9	0.3	7949.7	11803.0	0.7	4477.3	10504.6	0.4	4978.1	3994.0	1.2
6 月	8576.8	11760.3	0.7	8379.5	11632.2	0.7	9377.2	11546.8	0.8	2339.7	3778.0	0.6
7 月	2098.4	11292.2	0.2	5567.3	12554.2	0.4	336.1	9280.0	0.0	5145.1	6352.2	0.8
8 月	1115.8	10668.6	0.1	682.0	12688.0	0.1	113.6	6733.8	0.0	517.4	5653.8	0.1
9 月	1281.0	11082.7	0.1	665.3	12198.1	0.1	638.6	5566.4	0.1	188.8	4623.2	0.0
10 月	894.7	10998.9	0.1	434.4	11978.6	0.0	361.0	5451.2	0.1	301.6	4067.2	0.1
11 月	1350.4	11292.2	0.1	935.7	11760.3	0.1	141.0	4972.1	0.0	185.2	3613.5	0.1
12 月	719.5	11717.6	0.1	685.9	12110.3	0.1	153.4	4239.4	0.0	1076.0	3590.0	0.3
平均	2472.9	10535.3	0.2	2848.7	11205.1	0.2	1808.0	8775.2	0.2	1566.5	3938.7	0.4

开化水库各月库表水温对比

表 6.4-15

典型年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平水年	15.0	12.1	12.3	18.2	23.2	25.8	28.9	30.0	28.5	25.6	22.6	18.7
丰水年	14.9	12.3	12.5	18.2	23.0	25.6	29.2	29.9	28.4	25.5	22.5	18.8
枯水年	15.1	12.8	12.7	18.2	22.1	25.0	29.8	30.3	28.6	25.9	21.7	16.7
特枯水年	11.3	9.3	11.8	18.2	23.4	26.4	29.9	30.5	29.0	25.9	21.1	15.7

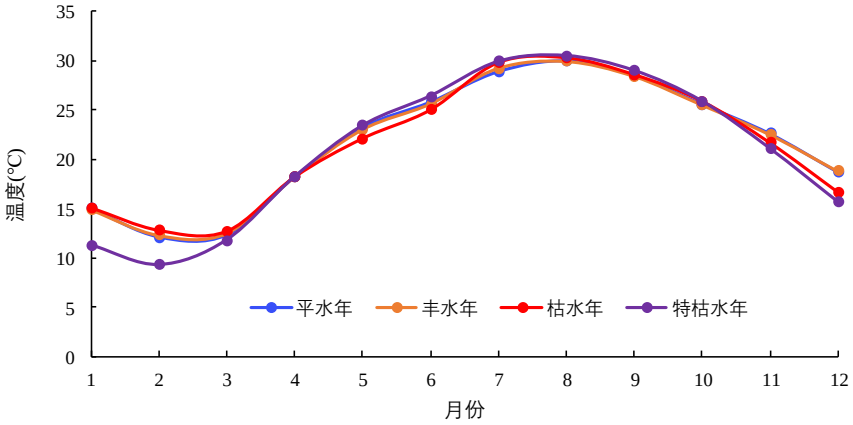


图 6.4-25　开化水库各月库表水温对比

开化水库各月库底水温对比

表 6.4-16

典型年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平水年	15.0	12.0	11.4	11.4	11.5	12.1	15.0	19.4	20.8	21.1	22.6	18.7
丰水年	14.9	12.3	11.7	11.7	11.8	12.1	13.6	18.2	19.8	20.0	22.5	18.8
枯水年	15.1	12.8	12.1	12.1	12.2	13.9	15.5	20.3	23.5	25.9	21.6	16.4
特枯水年	11.2	9.2	9.2	9.3	9.9	18.9	23.0	25.9	27.4	25.9	21.1	15.7

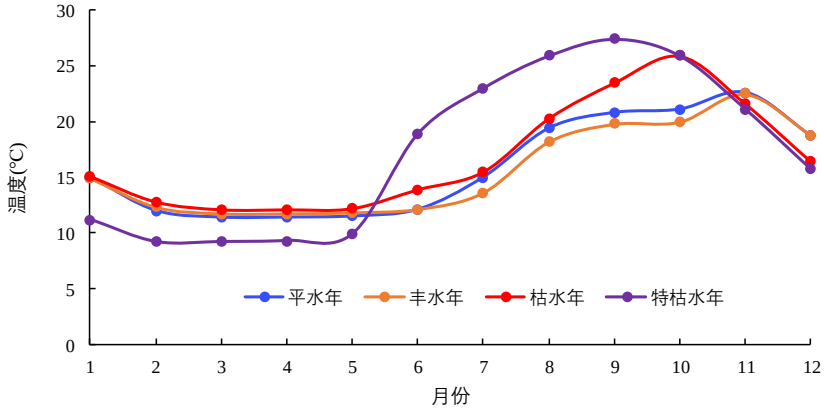


图 6.4-26　开化水库各月库底水温对比

（3）开化下泄水温预测及分析

由于现状齐溪水库为引水式电站，电站出口位置靠近开化坝址，开化水库坝址水温过程与齐溪下泄水温过程基本一致，采用前述模拟的开化水库建成前的齐溪水库下泄水温作为开化坝址现状水温，来对比分析各典型年开化下泄水温影响。

由于开化水库对径流的调节以及蓄热作用，其下泄水温过程较坝址天然水温过程发生了较大的改变。

就供水水温来说，底层供水取水口高程为 200～202m，取水深度较大，平、丰、枯水年供水水温均存在明显的春夏季低温水、秋冬季高温水影响，低温水的影响时段主要集中在 5～9 月，平、丰、枯水年 5～9 月平均低温水幅度分别为 6.7℃、7.2℃、4.1℃，最大低温水幅度为 9.8℃、9.8℃、7.6℃，均出现在 6 月；高温水的影响时段主要在 11～次年 3 月，平、丰、枯水年平均高温水幅度分别为 5.1℃、5.2℃、4.9℃，最大高温水幅度分别为 6.0℃、6.1℃、6.2℃。特枯水年由于水库运行水位较低，水库对热量的调节能力降低，取水深度也较小，供水水温基本没有低温水，且较坝址天然水温有小幅度升高，而冬季高温水幅度也相对较低，最大为 3.5℃（11 月）。

开化水库底层发电取水口高程为 198～202m，与供水取水口高程差异较小，因此发电口下泄水温过程与供水水温基本相同，且水温影响时段也基本相同。进入下游河道的水温为发电尾水水温和溢洪道泄洪水温混合的结果，与供水水温相比，平、丰、枯水年夏季进入河道水温受泄洪影响，低温水的影响有所减弱，但仍存在明显的春夏季低温水影响，最大低温水幅度分别为 6.5℃、6.5℃、5.7℃。与此同时，秋冬季高温水现象也较为突出，平、丰、枯水年最大高温水幅度分别为 6.0℃、6.1℃、6.2℃。同样的对于特枯水年来说，进入河道的水温也存在夏季较坝址天然水温略高，而冬季高温水较弱的现象，最大高温水幅度 3.5℃（12 月）。

根据 2017-2018 对已建齐溪水库的现场观测，齐溪电站尾水 12 月~2 月较上游库尾点位水温明显升高，12 月、1 月升温幅度分别达到 6.9℃、4.2℃，而在 6 月~9 月受水库水温分层和滞留影响而下泄水温又有所降低，7 月、8 月分别降低 3.8℃、5.8℃。齐溪水库的坝高约 58m，正常库容为 3800 万 m3，而拟建开化水库的坝高高达 85m，正常库容达到 14549 万 m3，开化水库调节性能较齐溪更强，同时，齐溪水库取水口底板高程最大水深约为 31m，而开化水库达到 53m，由此可见，本次对开化水库的低、高温水影响幅度是合理的。

总的来说，由于取水口位置较低，开化水库底层取水口下泄的水体存在较高幅度的

低温水和高温水影响，汛期泄洪放出的高温水，在一定程度上缓解了低温水对下游河道的影响。由于各典型年水库来水和调度差异较大，高低温水的程度和影响时段也略有差异，丰水年、平水年、枯水年水温影响程度较大，而特枯水年基本没有低温水，且高温水较弱。

底层取水不同典型年下泄水温对比

表 6.4-17

月份	坝址天然水温	供水水温								进入下游河道水温							
		平水年	差值	丰水年	差值	枯水年	差值	特枯水年	差值	平水年	差值	丰水年	差值	枯水年	差值	特枯水年	差值
	A	F	F-A	G	G-A	H	H-A	I	I-A	B	B-A	C	C-A	D	D-A	E	E-A
1 月	8.9	14.9	6.0	15.1	6.1	15.2	6.2	11.4	2.5	14.9	6.0	15.1	6.1	15.2	6.2	11.4	2.5
2 月	7.3	12.2	4.9	12.4	5.1	12.9	5.6	9.4	2.1	12.2	4.9	12.4	5.1	12.9	5.6	9.4	2.1
3 月	7.9	11.5	3.6	11.7	3.8	12.2	4.3	10.0	2.1	11.5	3.6	11.7	3.8	12.2	4.3	9.9	2.0
4 月	11.2	11.4	0.3	11.7	0.5	12.2	1.0	14.2	3.1	12.0	0.9	12.1	0.9	12.3	1.1	13.7	2.6
5 月	17.9	11.6	-6.3	11.8	-6.1	12.7	-5.2	18.8	0.9	12.6	-5.3	16.5	-1.4	13.2	-4.7	18.3	0.4
6 月	23.1	13.3	-9.8	13.2	-9.8	15.5	-7.6	23.0	-0.1	17.4	-5.7	17.4	-5.7	18.2	-4.9	22.6	-0.5
7 月	25.0	17.2	-7.7	16.7	-8.3	19.6	-5.3	26.0	1.0	18.5	-6.5	18.4	-6.5	19.3	-5.7	25.8	0.8
8 月	26.0	20.7	-5.3	19.7	-6.4	23.6	-2.4	27.2	1.2	20.6	-5.4	19.5	-6.5	23.3	-2.7	27.1	1.1
9 月	26.8	22.5	-4.3	21.6	-5.3	26.8	-0.1	28.5	1.6	22.4	-4.4	21.5	-5.4	26.6	-0.2	28.4	1.5
10 月	22.9	23.9	1.0	22.8	0.0	25.8	2.9	25.8	2.9	23.7	0.9	22.7	-0.2	25.8	2.9	25.8	2.9
11 月	17.5	22.4	4.9	22.4	4.9	21.7	4.2	21.1	3.5	22.4	4.9	22.4	4.9	21.7	4.2	21.1	3.5
12 月	12.7	18.7	6.0	18.8	6.1	16.7	4.0	15.8	3.1	18.7	6.0	18.8	6.1	16.7	4.0	15.8	3.1

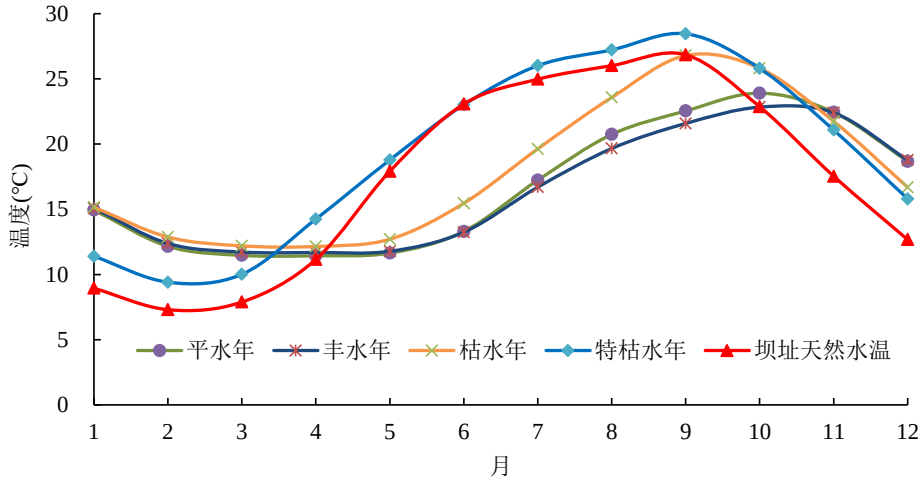


图 6.4-27　不同典型年供水水温对比

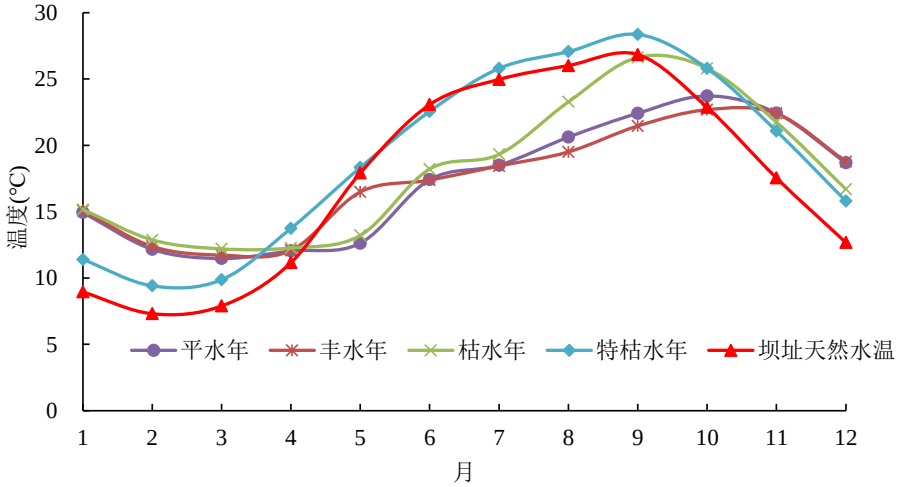


图 6.4-28　不同典型年下泄到下游河道水温对比

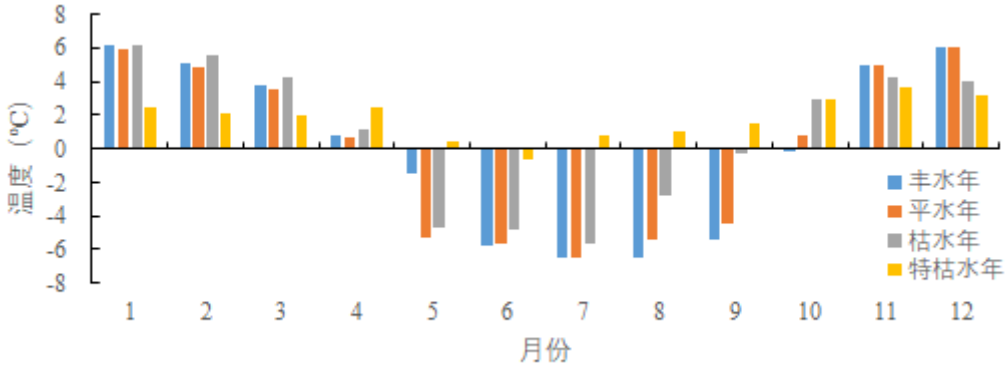


图 6.4-29　开化坝址下泄水温与现状水温的差异

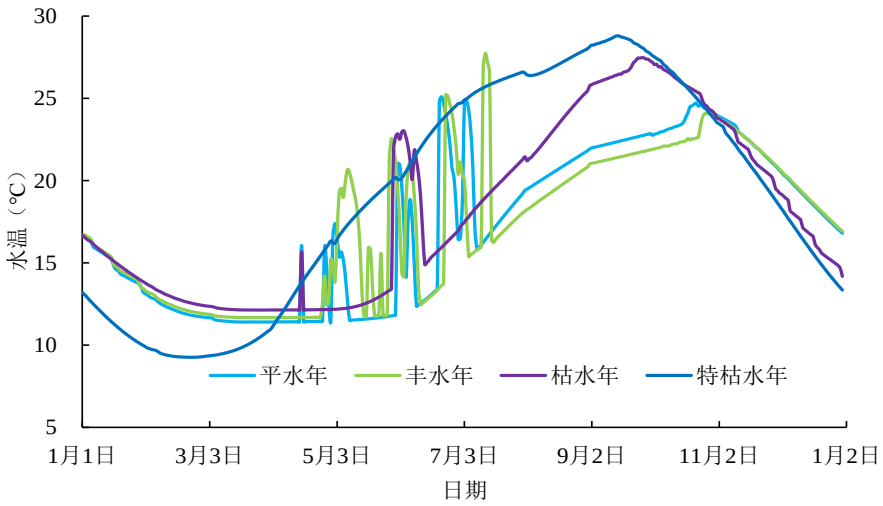


图 6.4-30　下泄到下游河道水温日均过程

6.4.1.6　下游河道水温预测模拟

密赛坝址现状年均水温 18.5℃，开化水库实施后该处各典型年年均水温分别为 18.3℃（丰水年）、18.2℃（平水年）、18.6℃（枯水年）、18.9℃（特枯水年），与现状水温差异为 0.2℃～0.4℃。受流程引起的水气恢复有限影响，尽管有何田溪等支流入汇，密赛坝址处的水温未恢复到现状水温情况，仍存在轻微的低温水影响，丰水年 5 月～8 月及 11 月～次年 1 月密赛坝址处干流水温低于现状水温，平均偏低 0.6℃，其余月份平均偏高 0.4℃。平水年 5 月～7 月及 9 月～次年 1 月低于现状水温，平均偏低 0.5℃。枯水年在 5 月～7 月及 1 月水温低于现状水温，平均偏低 0.8℃。特枯水年在 12 月～次年 2 月水温低于现状水温，偏低 0.4℃。

长风水利枢纽现状年均水温 18.9℃，各典型年年均水温分别为 18.8℃（丰水年）、18.8℃（平水年）、19.3℃（枯水年）、19.2℃（特枯水年），枯水年和特枯水年略高于现状水温。丰水年在 5 月～7 月及 1 月～2 月水温低于现状水温，平均偏低 0.6℃，平水年在 6 月、9 月～11 月和 1 月～2 月水温低于现状水温，平均偏低 0.5℃，枯水年在 5 月～6 月及 12 月～次年 2 月水温低于现状水温，平均偏低 0.5℃，特枯水年仅在 7 月和 1 月～2 月水温低于现状水温，平均偏低 0.8℃。现状情况下齐溪水库在 1 月～2 月下泄高温水，而支流流量相对偏大，同时支流水温高于干流水温，导致干流水体降温缓慢；而开化水库实施后支流流量低于现状情况，支流对干流影响很小，导致水体失热较快，从而使得整体冬季水温低于现状水温。

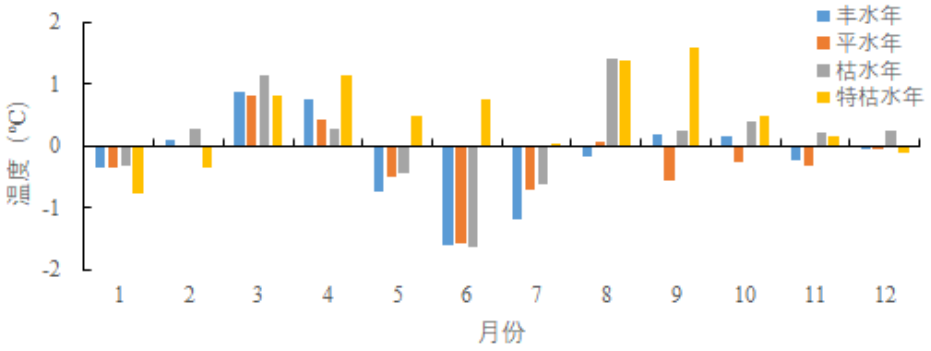


图 6.4-31　密赛坝址预测水温与现状水温差异图

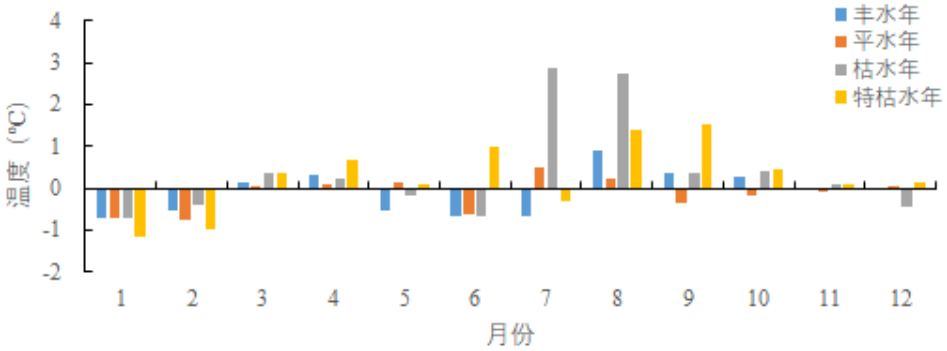


图 6.4-32　长风水库处预测水温与现状水温差异图

平水年开化电站低温水的影响范围在 4.8km～33.5km（距离开化坝址），丰水年为 6.3km～33.5km，枯水年为 9.8km～33.5km（9 月无下泄低温水）。平水年、丰水年和枯水年在 6 月的恢复距离较长，主要是因为 6 月份开化水库下泄水温低，分别偏低 5.6℃（平水年）、5.8℃（丰水年）、4.8℃（枯水年），同时电站下泄流量较大，导致河道恢复距离较长，使得中村溪和金村溪同时入汇后水温才得以恢复。

从图中可以看出，在支流汇入干流处，干流水温有明显的跳跃现象，支流流量越大，对干流水温影响就越显著，如何田溪、池淮溪。各工况下干流水温至长风水利枢纽处河道水温基本恢复至现状水温。对于枯水年 7 月和 8 月，由于该年度各支流流量较小，总和分别为 9.3m^3/s 和 3.4m^3/s，而同期其他典型年高达 59.1m^3/s 和 33m^3/s（平水年为例），支流对干流水温影响较小，因而使得该时段的沿程水温同比差异较大。

各典型年开化下泄低温水对下游河道的影响范围统计（单位：km）

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
平水年	11.4	33.5	19.1	9.8	4.8
丰水年	9.8	33.5	13.7	14.1	6.3
枯水年	9.8	33.5	25.3	9.8	/
特枯水年	/	/	/	/	/

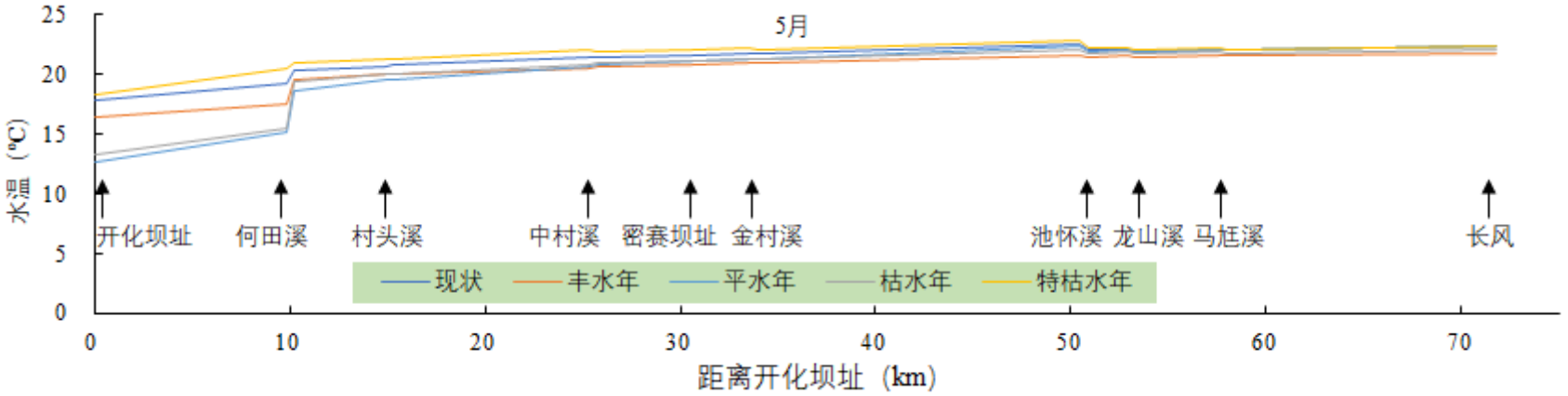


图 6.4-33 现状与各典型年 5 月河道沿程水温变化

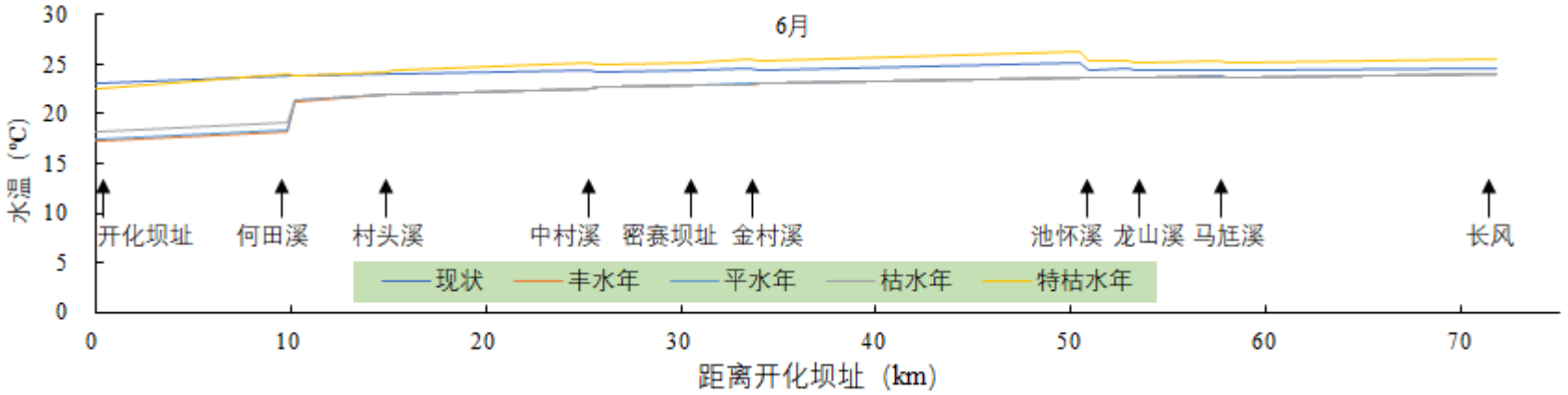


图 6.4-34 现状与各典型年 6 月河道沿程水温变化

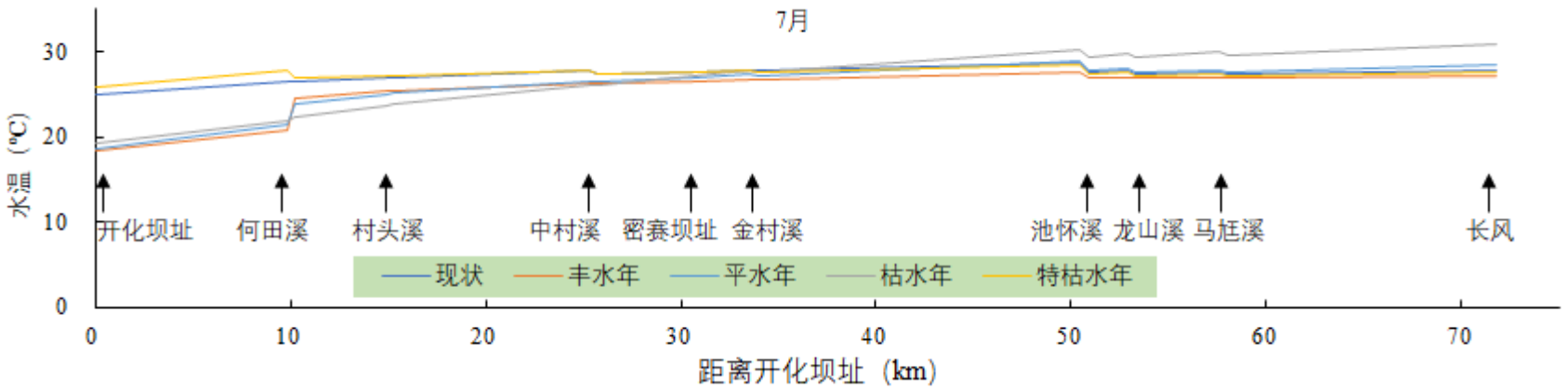


图 6.4-35 现状与各典型年 7 月河道沿程水温变化

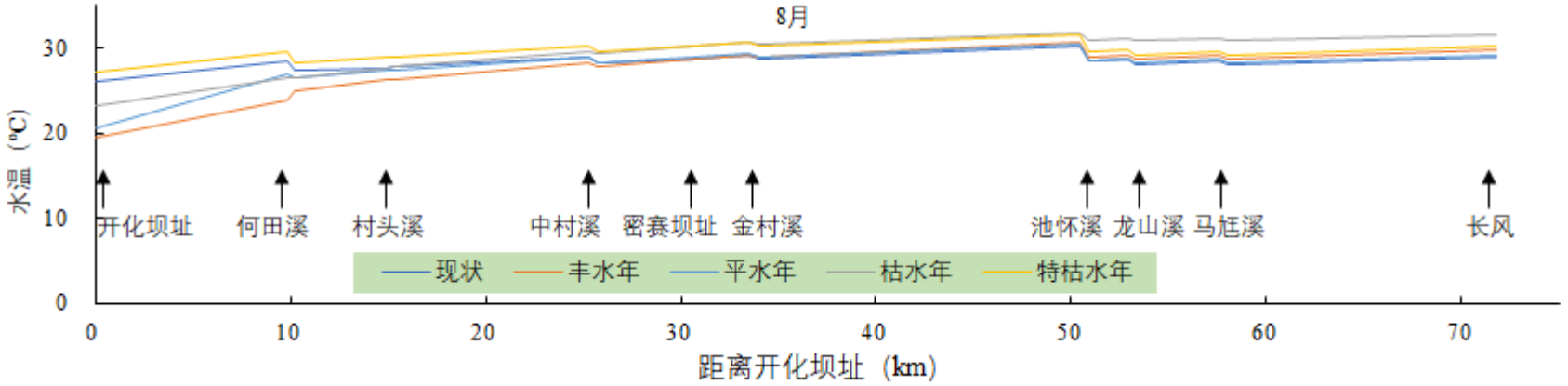


图 6.4-36 现状与各典型年 8 月河道沿程水温变化

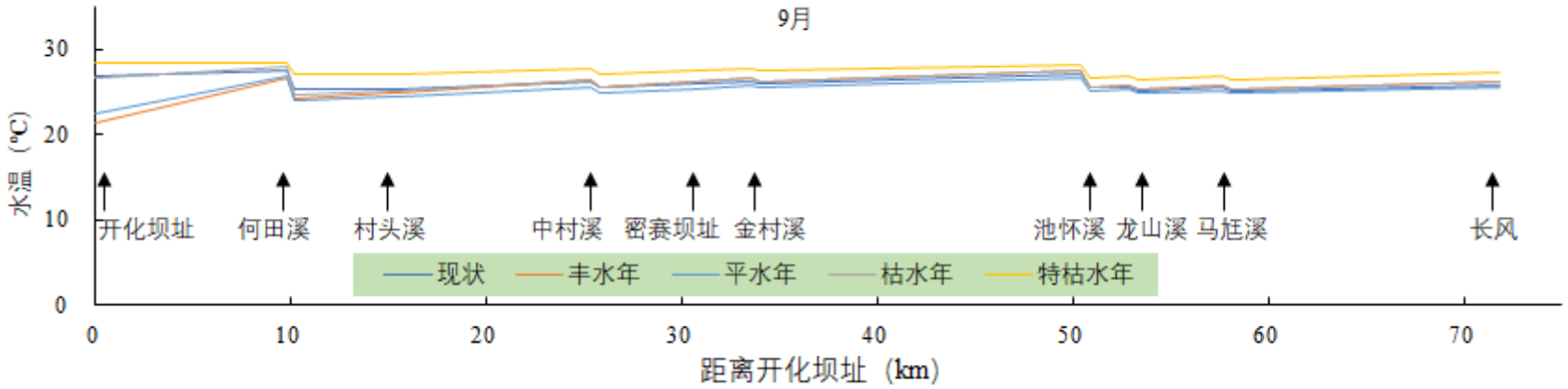


图 6.4-37 现状与各典型年 9 月河道沿程水温变化

6.4.1.7 小结

报告采用宽度平均的立面二维水温模型和纵向一维水温模型分别对不同典型水文条件下开化水库的库区、下泄水温及下游河道沿程水温进行了模拟预测，并分析了电站建成后下游河道水温的时空分布情况及对其影响程度，同时对水库多层取水口的低温水改善效果进行了预测和评估。主要得到如下结论：

（1）对马金溪干流重要断面及典型支流的水温进行为期 1 年的监测，同时对齐溪水库的库区沿程垂向水温进行了 4 次监测。除齐溪电站尾水以外，干支流各断面年内水温趋势基本一致，且从上游到下游沿程增温，齐溪水库由于电站深层取水影响，电站尾水水温与干流各断面相比，呈现出夏季低、冬季高的特征。齐溪水库水温监测结果表明，齐溪水库水温分层较强，垂向温差在 6 月可达 15.6℃。

（2）建立了立面二维水温模型和纵向一维水温模型，并采用齐溪水库实测水温对立面二维水温模型进行了参数率定和模型验证。验证结果表明，模型对齐溪水库库区的垂向水温结构以及下泄水温过程均具有较好的模拟效果，可以用该模型来预测开化水库修建后的库区水温分布及下泄水温过程。

（3）底层取水方式下，各典型年开化水库库区水温呈现稳定型分层的特征，且水温变化过程具有相似性。各典型年 4 月～9 月水温分层较强，11 月～翌年 3 月接近同温。以平水年为例，库表水温变幅较大，为 12.1℃～30.0℃，库底水温 11.4℃～22.6℃，最大垂向温差为 13.9℃，出现在 7 月。

（4）底层取水方式下，开化水库下泄水温较坝址现状情况有较大的改变，除特枯水年以外，各典型年在 5 月~9 月、11 月~翌年 3 月分别存在不同程度的低温水、高温水影响。其中，丰、平、枯水年在 5~9 月进入下游河道水温较现状水温分别平均低 6.7℃、7.2℃、4.1℃，最大低温水幅度为 9.8℃、9.8℃、7.6℃，均出现在 6 月；在 11 月~翌年 3 月，平、丰、枯水年平均高温水幅度分别为 5.1℃、5.2℃、4.9℃。特枯水年无低温水现象，最大高温水幅度为 3.5℃（11 月）。

（5）马金溪支流入汇和水气热交换对开化水库的下泄水温影响具有明显的恢复作用。开化水库底层取水时，与现状水温相比，各典型年的水温变化在 2℃以内，在长风水利枢纽处总体进一步缩小，但受典型年的水文过程影响有所差异。开化电站下泄低温水对下游河道的影响（以差异 1.5℃为标准）范围为 4.8km～33.5km（距离开化坝址），6 月影响距离最远。

6.4.2 水质影响预测评价

6.4.2.1　水质预测数学模型选择及边界条件设置

库区水质预测模型采用平面二维水质数学模型来预测各点源、面源污染进入库区后污染的分布情况，下游河道水质预测采用纵向一维水质数学模型。

(1)　纵向一维水质数学模型

一维非恒定流水质方程为：

$$\frac{\partial C}{\partial t}=-\frac{1}{A}\frac{\partial}{\partial x}(QC)+\frac{1}{A}\frac{\partial}{\partial x}(D_L A\frac{\partial C}{\partial x})+S_C+F_C \qquad 6.4\text{-}(1)$$

式中，C (mg/L)为水质浓度；Q(m³/s)为流量；A(m²)为过流断面面积；S_C (mg/(L·s)为单位水体内的水质源/汇项，包括干支流汇入、污染源加入；D_L (m²/s)为弥散系数；F_C为生化反应项。工农业及生活污染源排放对河流水质的影响在模型源项中计入。

(2)　平面二维水质数学模型

①　水流连续方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t}+h(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y})+u\frac{\partial h}{\partial x}+v\frac{\partial h}{\partial y}=0 \qquad 6.4\text{-}(2)$$

②　x 方向的动量守恒方程：

$$h\frac{\partial u}{\partial t}+hu\frac{\partial u}{\partial x}+hv\frac{\partial u}{\partial y}-\frac{h}{\rho}\left(E_{xx}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+E_{xy}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)+gh\left(\frac{\partial a}{\partial x}+\frac{\partial h}{\partial x}\right)+\frac{gun^2}{h^{1/3}}\left(u^2+v^2\right)^{1/2}-\zeta v_a^{\,2}\cos\psi-2hv\omega\sin\phi=0 \qquad 6.4\text{-}(3)$$

③　y 方向的动量守恒方程：

$$h\frac{\partial v}{\partial t}+hu\frac{\partial v}{\partial x}+hv\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{h}{\rho}\left(E_{yx}\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+E_{yy}\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)+gh\left(\frac{\partial a}{\partial y}+\frac{\partial h}{\partial y}\right)+\frac{gvn^2}{h^{1/3}}\left(u^2+v^2\right)^{1/2}-\zeta v_a^{\,2}\sin\psi+2hv\omega\sin\phi=0 \qquad 6.4\text{-}(4)$$

式中：h 为水深，m；u、v 为 x 方向和 y 方向流速，m/s；ρ 为流体密度，kg /m³；E 为涡动粘滞系数，kg /(m s)；g 为重力加速度，m/s²；a 为底高程，m；n 为曼宁糙率系数；ζ 为风应力系数；v_a 为风速，m/s；ψ 为风向；ω 为地球自转角速度；ϕ 为纬度。

④　水质模型方程为：

$$\frac{\partial c}{\partial t}+u\frac{\partial c}{\partial x}+v\frac{\partial c}{\partial y}-\frac{\partial}{\partial x}(D_x\frac{\partial c}{\partial x})-\frac{\partial}{\partial y}(D_y\frac{\partial c}{\partial y})=0 \qquad 6.4\text{-}(5)$$

式中，C (mg/L)为水质浓度。

(3)　水质预测工况及水质因子选择

库区水质选择 COD、氨氮、TP、TN 等 4 个常规水质因子进行预测分析，下游河道选取 COD、氨氮、TP 等 3 个常规水质因子进行预测分析。水库水质选择不同典型年（包括丰水年、平水年、枯水年、特枯水年）的汛期最丰月、最枯月以及非汛期最枯月分析污染物的分布特征，对比不同工况下库区水质的时间变化规律。下游河道同样选择代表性时段分析污染物的沿程分布特征，并选择水质省控断面作为典型断面，开展详细的水质达标情况预测分析。

(4) 水质边界条件

情景一：现状条件下，未建开化水库，各典型年各水质边界条件污染物入河量按现状水平年进行计算。

情景二：规划年，开化水库建成后，各典型年各水质边界条件污染物入河量按规划水平年进行计算。

一维模型上游边界采用不同典型年水库下泄水量及水质，下游采用长风水库正常蓄水位作为水位边界。

(5) 库区及坝下一维河道概化

开化水库库区二维地形及网格划分见图 6.4-38。马金溪一维河道概化见图 6.4-39。

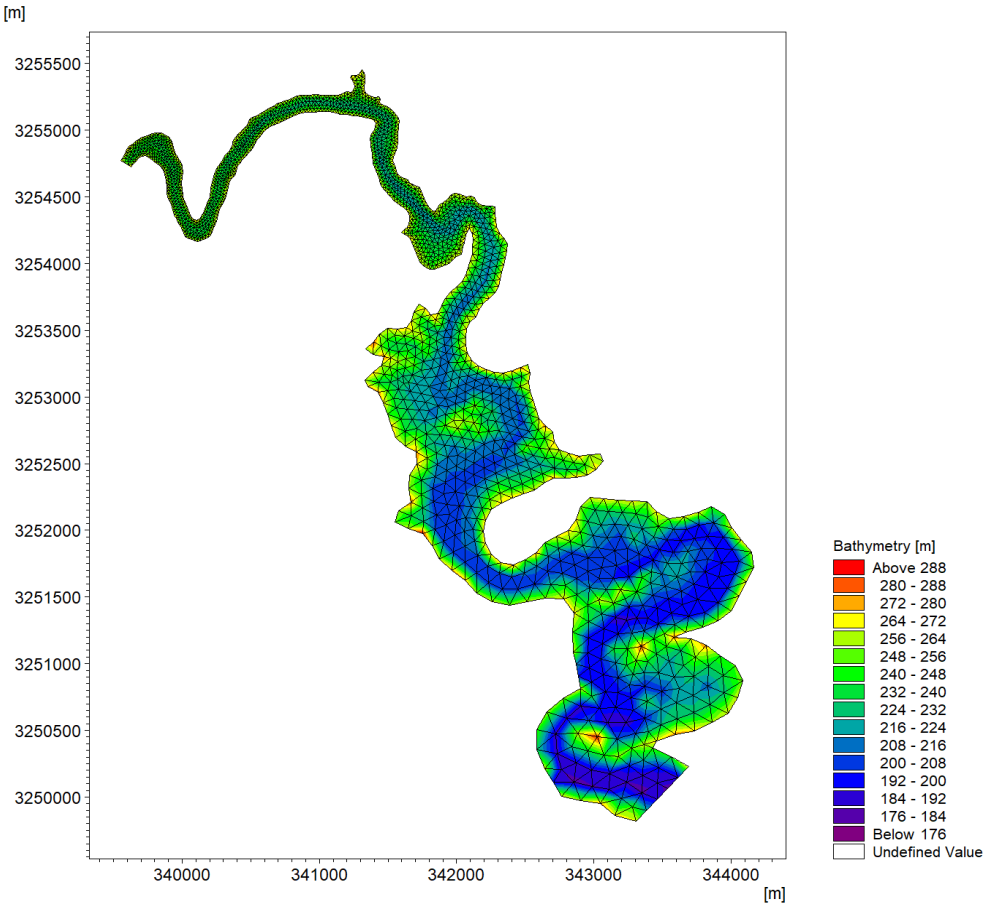


图 6.4-38 开化水库库区二维模型概化图

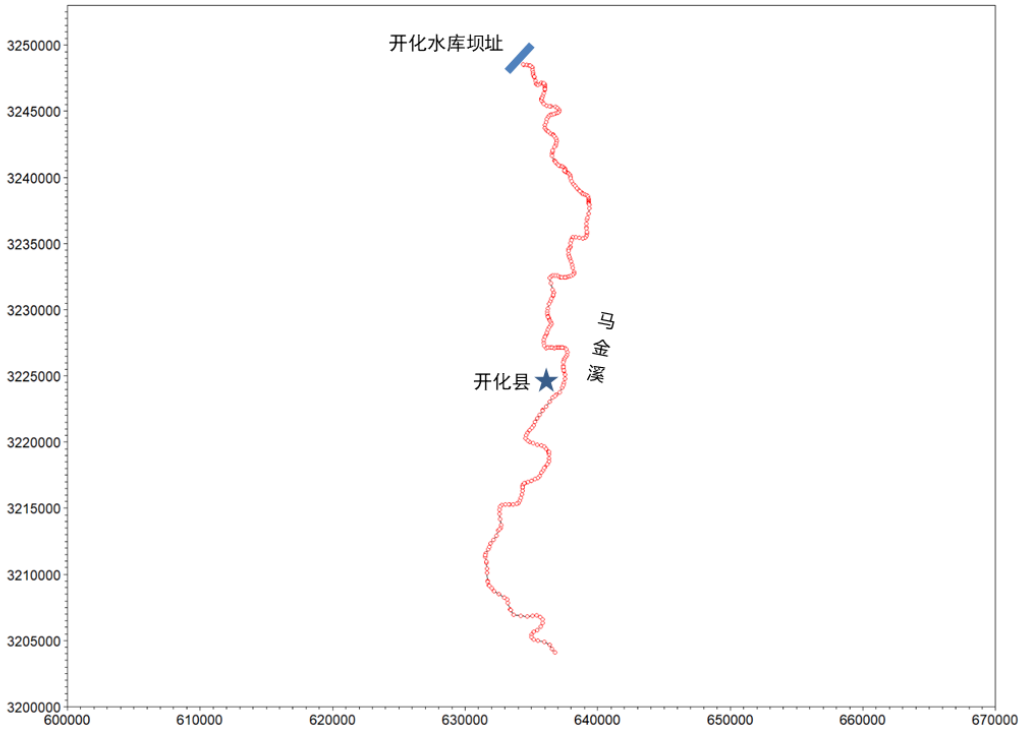
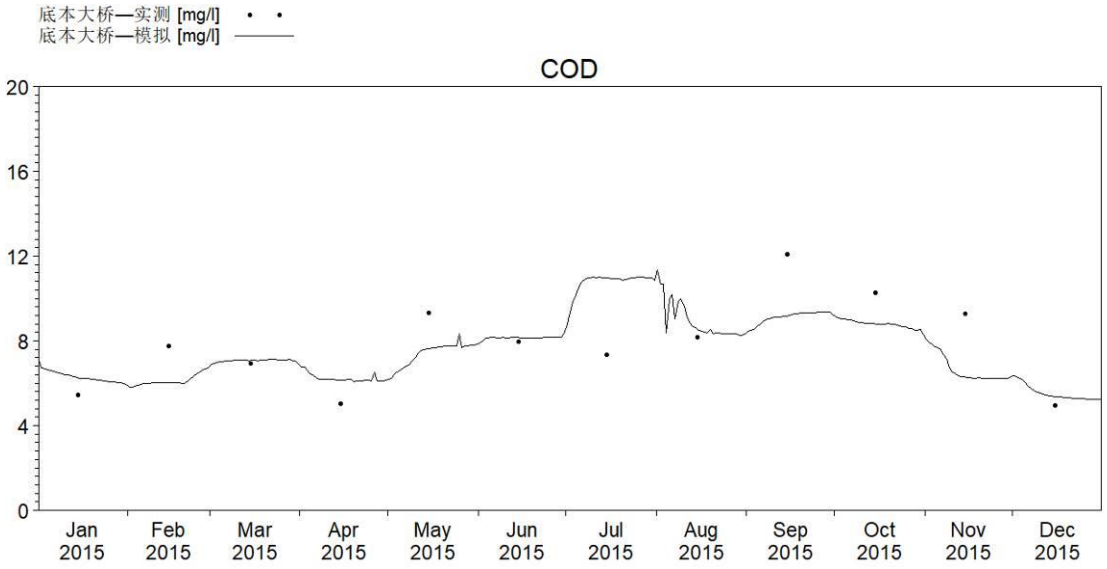


图 6.4-39 坝址下游河道一维模型概化图

(6)　模型参数选取与验证

开化库区河段由于建库后流速放缓，水深加大，将导致降解能力的减弱。本单位在《安吉两库引水工程环境影响报告书》中，采用赋石水库库区水质监测成果率定的COD 降解系数为 0.004d^{-1}，TP 同采用 0.004d^{-1}，氨氮为 0.08d^{-1}，TN 为 0.01d^{-1}，开化水库与赋石水库均为浙江省内多年调节水库，因此开化水库的降解系数取值可参考赋石水库的降解系数。同时参考《全国水环境容量核定技术指南》(中国环境规划院，2003 年 9 月)的相关说明，基于偏不利的考虑，故将开化有库情况下 COD、TP 和氨氮的降解系数同取为 0.005d^{-1}。

开化水库坝址下游天然河段 COD、氨氮和 TP 的水质因子降解系数采用现状马金溪常规监测断面的水质数据进行模型验证。底本大桥断面各污染物模拟值与实测值的比较见图 6.4-40。验证结果表明，3 个水质指标的模拟结果基本反映了实际的变化过程，模拟的水质浓度过程基本捕捉到了实测值的极大值和极小值，所建的河网水量水质耦合模型能够用来模拟下游河道的水质。



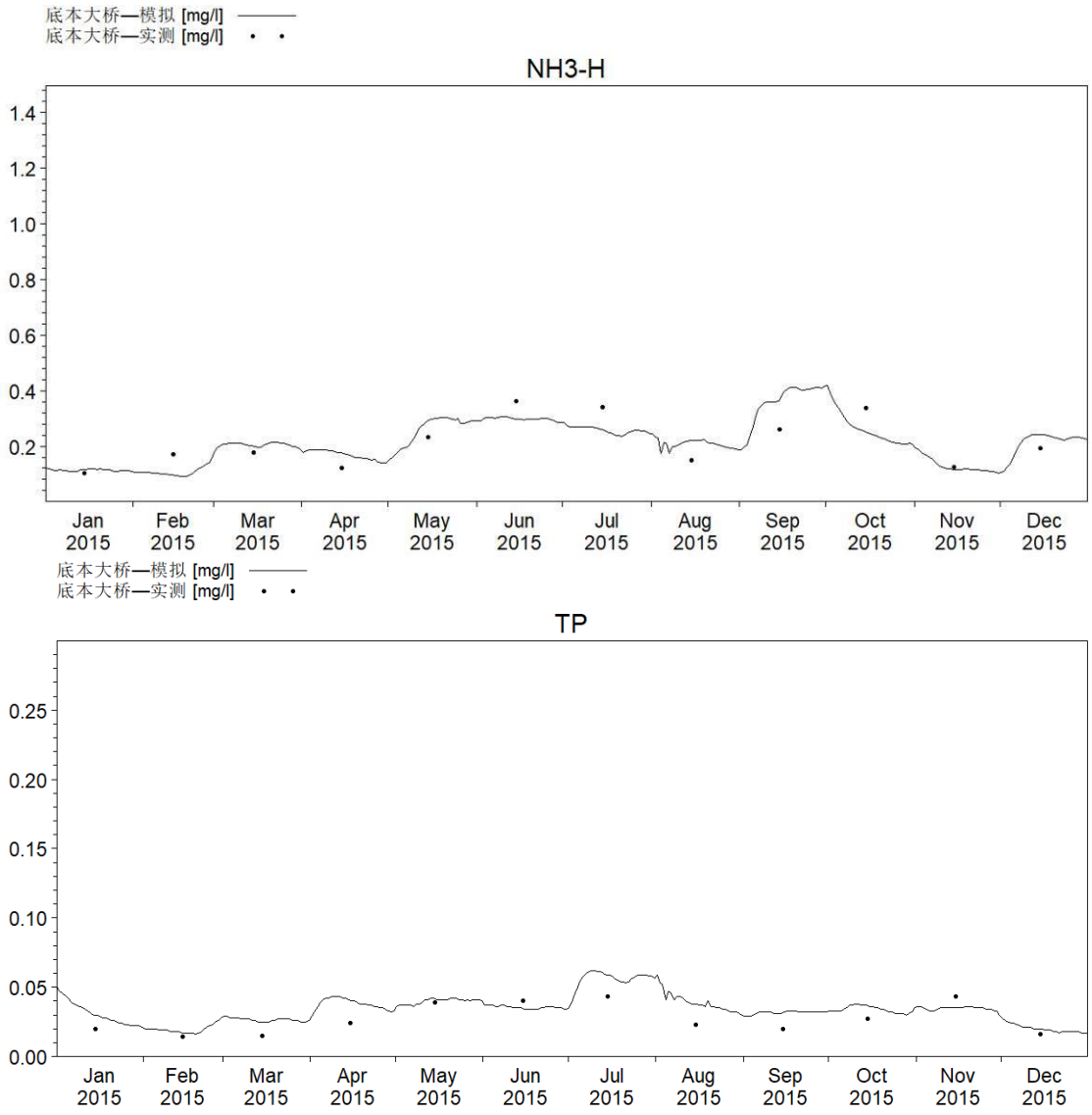


图 6.4-40　底本大桥断面污染物浓度模拟值与实测值比较

6.4.2.2　库区水质预测结果分析

(1) 水质预测结果

由表 6.4-19 可知，开化库区河段典型断面（齐溪镇官台村）在开化水库建成后 COD、氨氮、TP、TN 浓度在各典型年典型月均达到Ⅱ类水质要求。

水库污染物浓度主要受上游入流和支流入流的污染物浓度影响，根据图 6.4-41~图 6.4-43，总体来看，由于稀释降解作用，库区下游浓度小于上游浓度。汛期最丰月上游及支流入库流量较大且携带污染物较多，因而库区各水质指标相对较高；汛期最枯月及非汛期最枯月水量较小，污染物量较小，库区水质指标相对较低，一定程度上体现了该地区以面源污染物为主的特点。

开化库区典型断面各计算工况不同典型年水质结果一览表

表 6.4-19　　单位：mg/L

断面名称	工况		开化水库建成后				执行标准（II类）			
			COD	氨氮	TP	TN	COD	氨氮	TP	TN
齐溪镇官台村	丰水年	非汛期最枯月 1	8.23	0.02	0.012	0.28	15	0.5	0.025	0.5
		汛期最丰月 6	9.99	0.27	0.012	0.30				
		汛期最枯月 10	7.43	0.02	0.012	0.27				
	平水年	非汛期最枯月 1	8.62	0.03	0.011	0.27				
		汛期最丰月 6	10.06	0.29	0.012	0.30				
		汛期最枯月 10	8.16	0.04	0.012	0.26				
	枯水年	非汛期最枯月 11	9.29	0.03	0.011	0.23				
		汛期最丰月 6	9.47	0.09	0.012	0.25				
		汛期最枯月 8	8.18	0.05	0.012	0.27				
	特枯水年	非汛期最枯月 1	10.74	0.04	0.009	0.19				
		汛期最丰月 5	10.39	0.27	0.013	0.31				
		汛期最枯月 9	9.00	0.09	0.012	0.28				

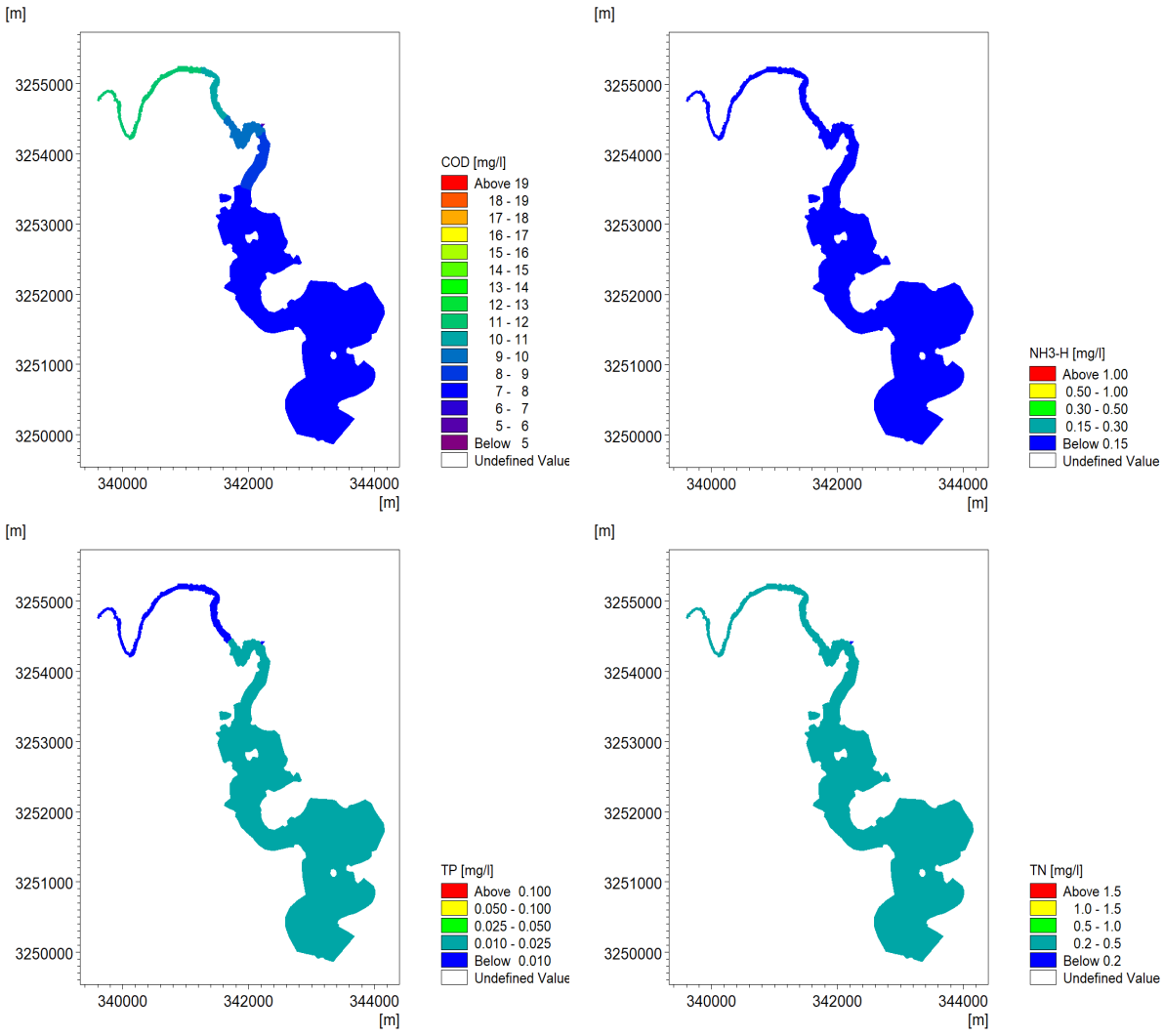


图 6.4-41　平水年非汛期最枯月开化水库污染物浓度分布

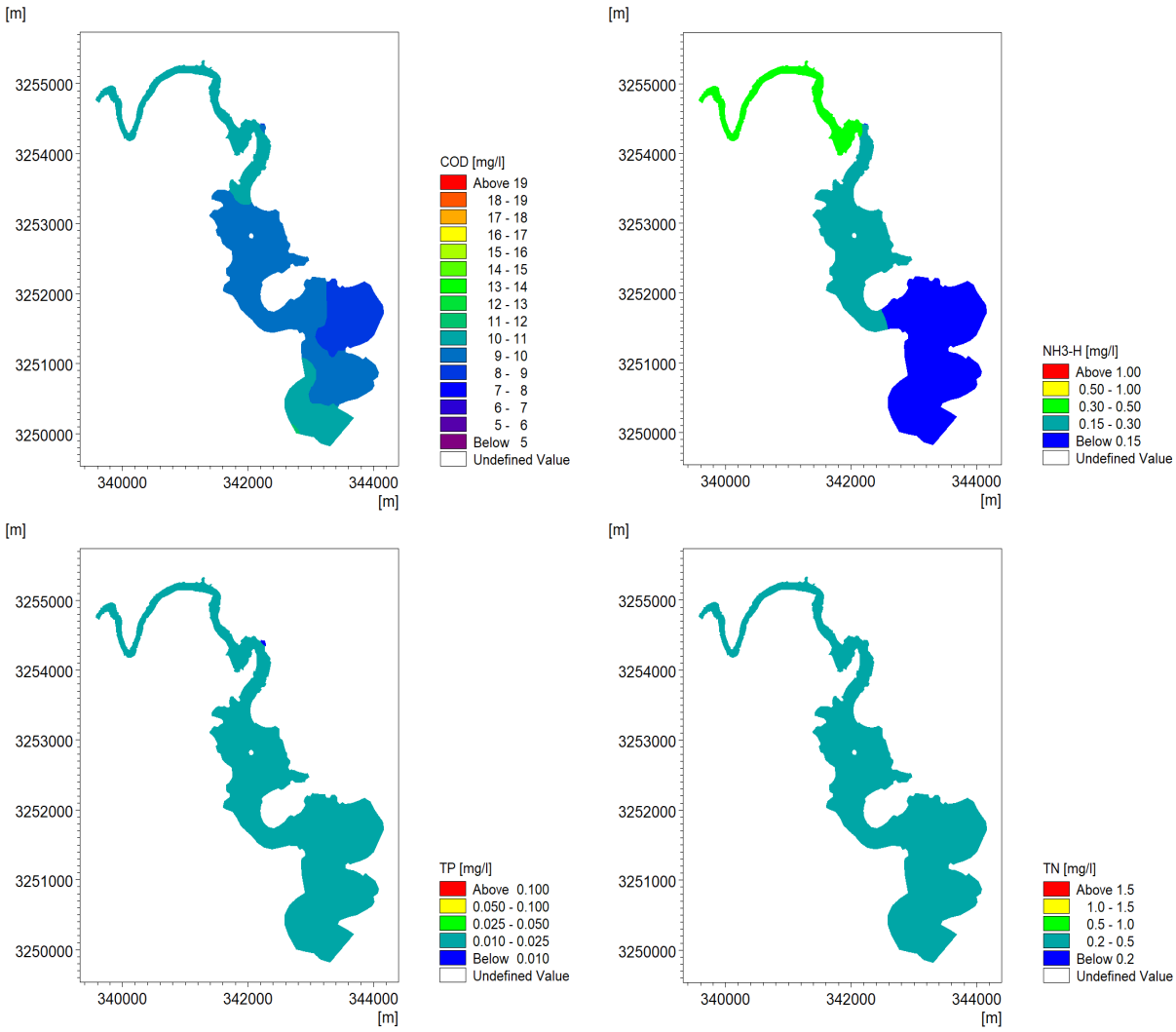
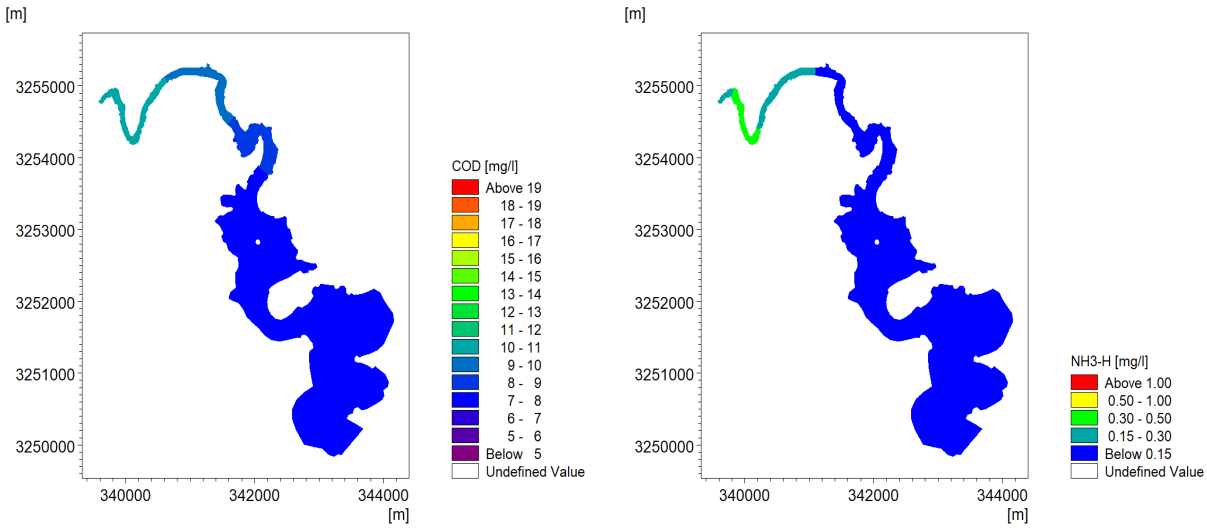


图 6.4-42　平水年汛期最丰月开化水库污染物浓度分布



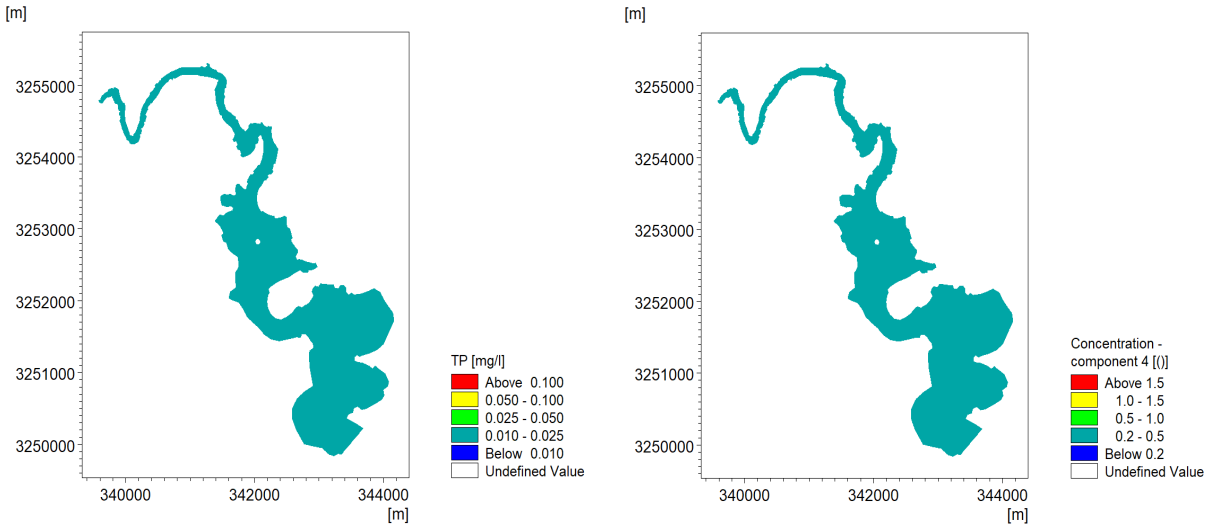


图 6.4-43　平水年汛期最枯月开化水库污染物浓度分布

(2)　水库富营养化预测

关于水体富营养化判别，至今仍是水库湖泊水质研究中的难点问题之一。研究表明，水体发生富营养化不仅需要充足的营养盐，还需要合适的水文和气象条件，三者缺一不可。由于藻类一般无固氮能力，因此水体中高含量的 N 和 P 在富营养化形成中起着关键作用。从国内外研究来看，温度是引发水体富营养化发生的一个重要因素。本次评价仍按照常规总磷、总氮进行富营养化的评价，认为 TP 和 TN 是制约富营养化发生的主要因素。采用水利部在《城市供水水库水质调查评价》中，专门提出了针对水库的富营养化评价标准(表 6.4-20)对水库富营养化状态进行评价。

根据预测结果，本工程实施后开化水库各典型年库区 TP、TN 浓度为 0.01mg/L～0.015mg/L、0.20mg/L～0.34mg/L。因此开化水库运行后 TP 处于中营养状态，TN 处于贫～中营养状态，库区总体不会发生富营养化。但根据水库水温预测结果，6～10 月库区表层水温基本在 25℃以上，适合藻类生长繁殖，该时段各典型年水库水位均较高，山坑溪和黄连溪支库来水较少，支库汇口附近水面相对开阔，水深较浅，水体流速缓慢，且受主库顶托和旋流作用，污染物易滞留，存在发生富营养化的可能性。

水库富营养化评价标准

表 6.4-20　　单位：mg/L

污染物营养状况	TN	TP
贫～中	0.2～0.4	0.005～0.01
中	0.3～0.65	0.01～0.03
中～富	0.5～1.5	0.03～0.1

富	>1.5	>0.1

6.4.2.3　坝下水质影响预测

(1) 开化水库建成后水质预测

① COD

情景二(开化水库建成后)，马金溪干流沿程 COD 浓度均能满足水功能区的水质要求。特枯水年汛期最丰月，霞山省控断面处 COD 浓度相对较高，但仍满足Ⅱ类水质标准要求。

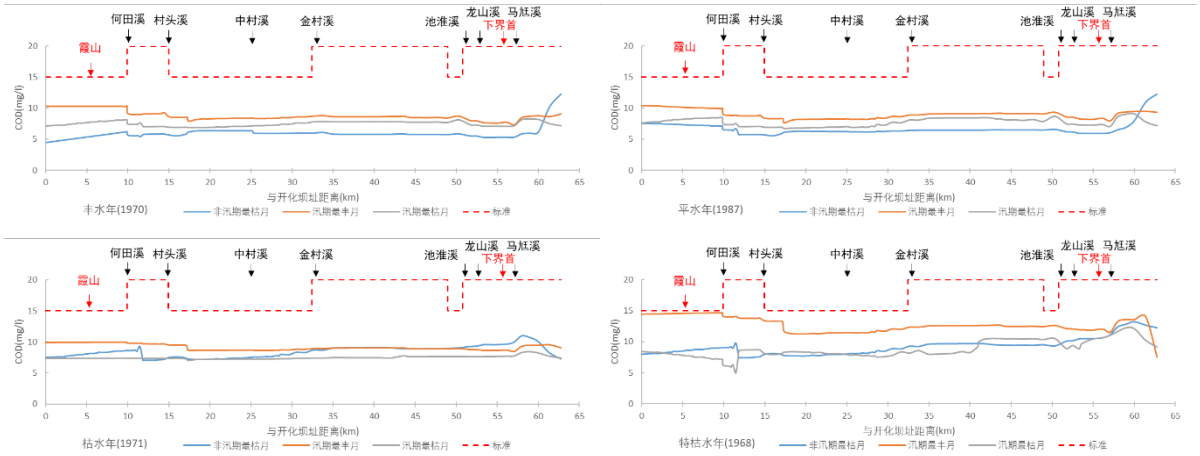


图 6.4-44　各典型年 COD 沿程变化图

② 氨氮

情景二(开化水库建成后)，马金溪干流沿程氨氮浓度均能满足水功能区的水质要求。

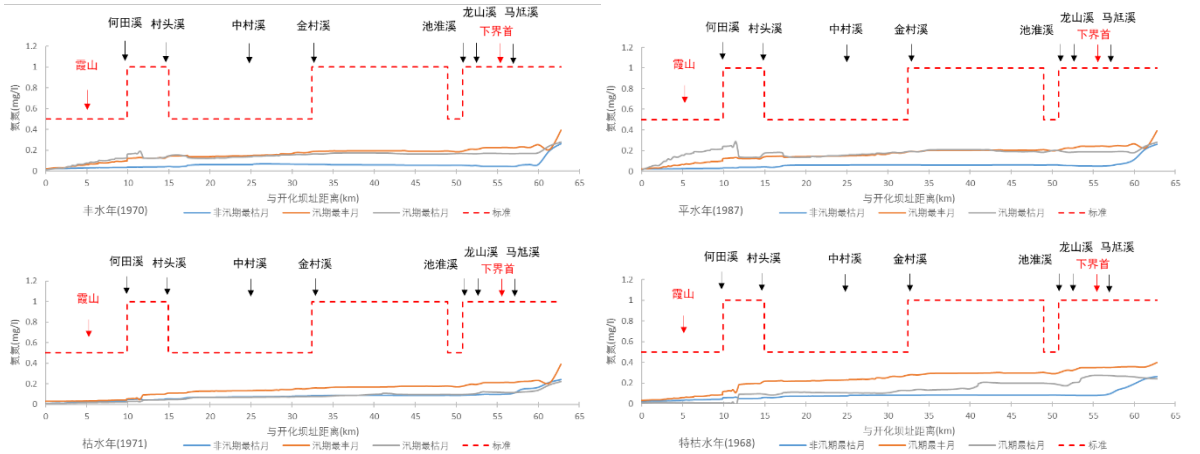


图 6.4-45　各典型年氨氮沿程变化图

③ TP

情景二(开化水库建成后)，马金溪干流沿程 TP 浓度均能满足水功能区的水质要求。枯水年非汛期最枯月，在何田溪汇入下游的马金溪干流上 TP 浓度相对较高，但仍满足

Ⅱ类水质标准要求。

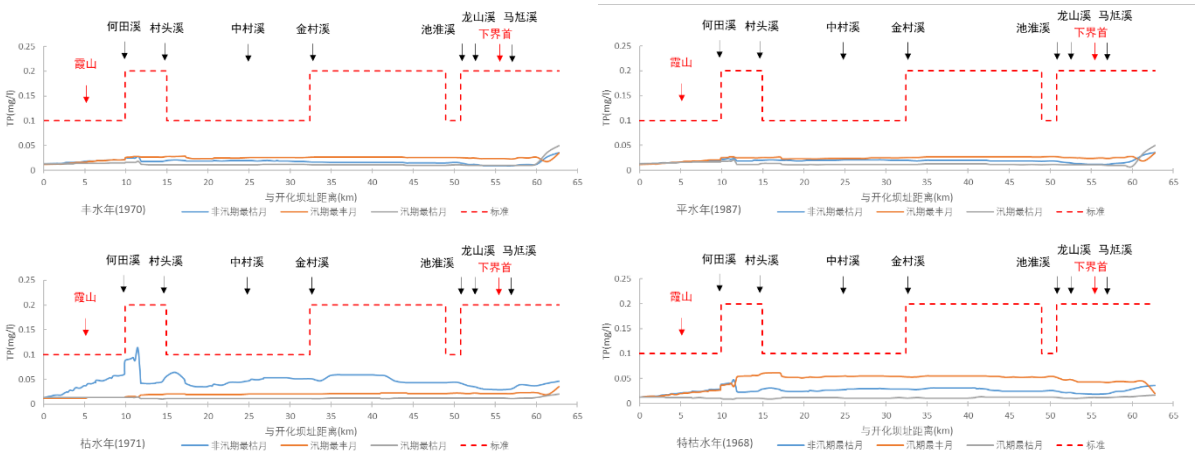


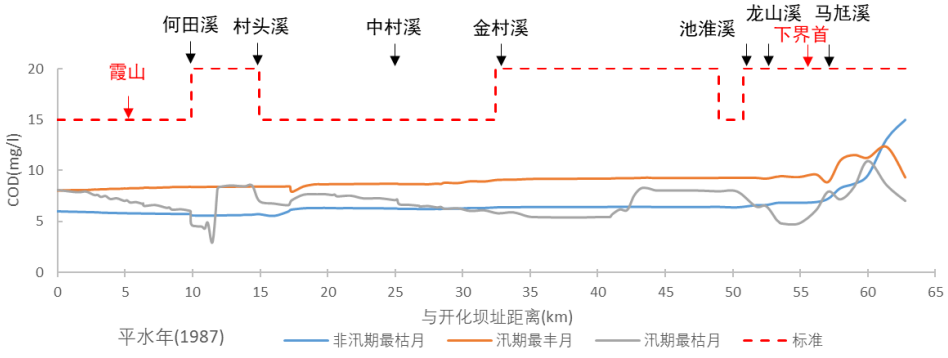
图 6.4-46　各典型年 TP 沿程变化图

(2) 开化水库建成后的影响分析

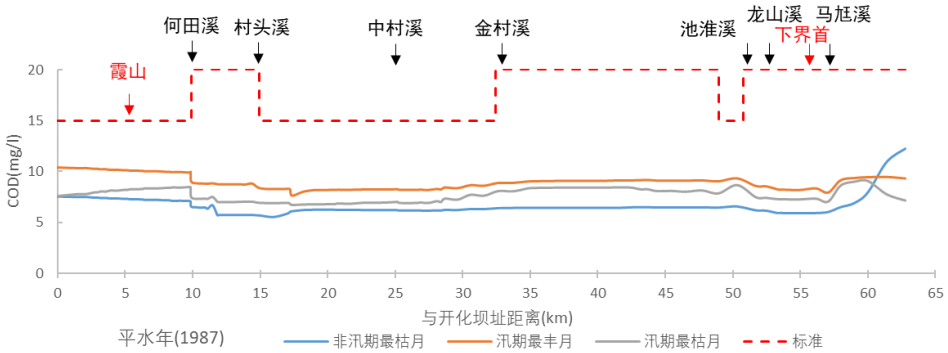
① COD

根据图 6.4-47 和图 6.4-48，情景一(现状未建开化水库)和情景二(开化水库建成后)下霞山省控断面 COD 浓度能够满足水功能区规定的Ⅱ类水质要求，下界首省控断面氨氮浓度能够满足水功能区规定的III类水质要求。除汛期最枯月以外，开化水库未建成前马金溪干流上上游沿程 COD 浓度变化较为平缓，在距开化坝址 55km 左右，COD 浓度显著上升，主要是由于马金溪穿过开化县城，同时由于下游为长风水库库区，河道流速减缓，水动力条件减弱，不利于污染物的混合扩散以及水体降解作用。同建库前相比，开化水库建成后对坝址下游河段 COD 浓度变化总体影响并不大。

情景一(现状未建开化水库)和情景二(开化水库建成后)平水年各典型月 COD 浓度沿程变化均能满足水功能区的水质要求。

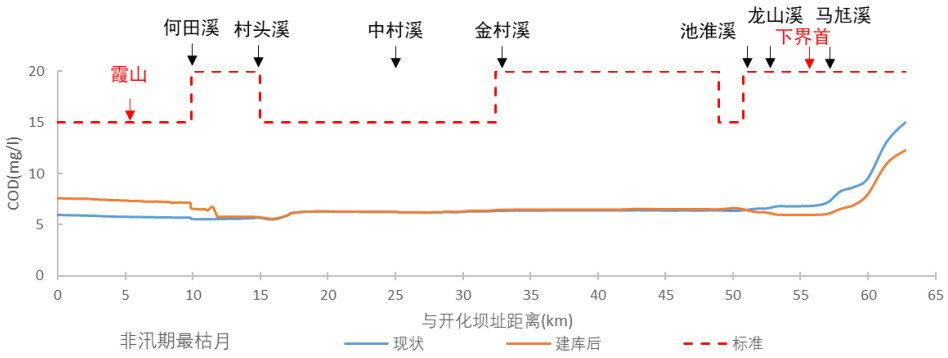


情景一(现状未建开化水库)

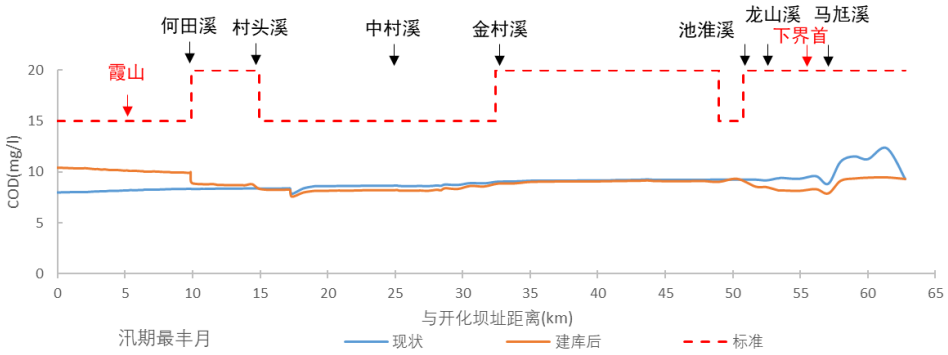


情景二(开化水库建成后)

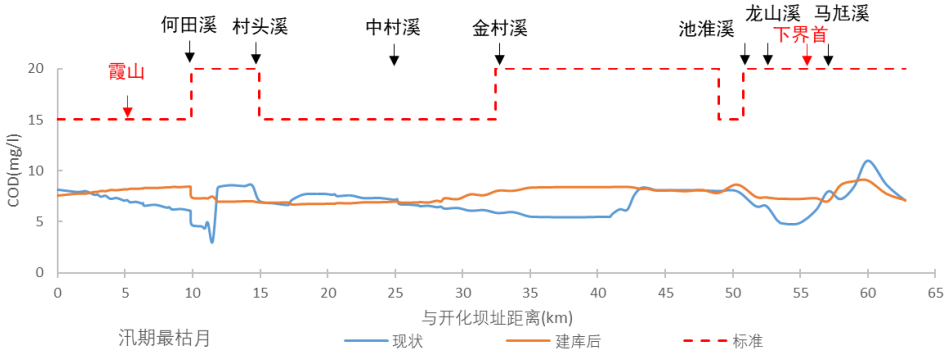
图 6.4-47　开化水库坝址至下游 COD 浓度沿程分布图



平水年非汛期最枯月(1 月)



平水年汛期最丰月(6 月)



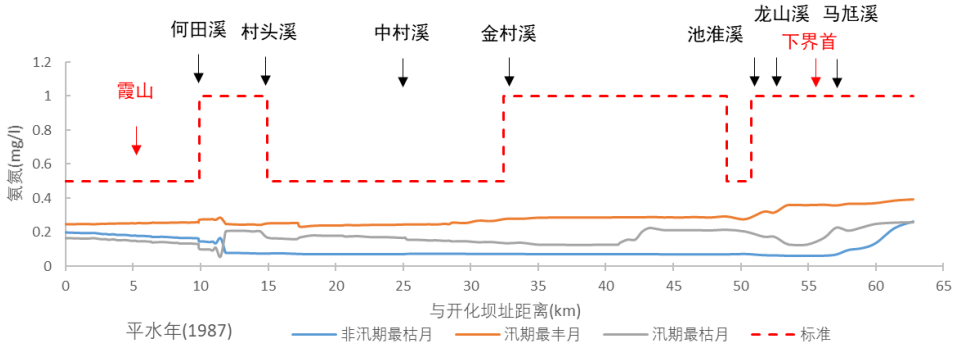
平水年汛期最枯月(10 月)

图 6.4-48　平水年典型月各工况 COD 浓度沿程分布图

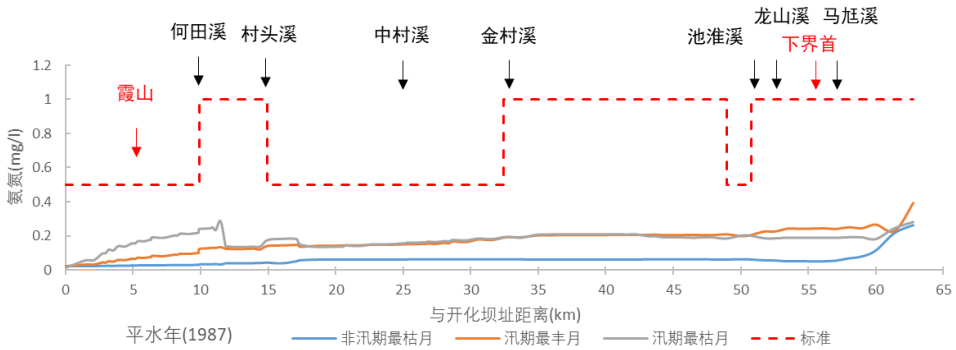
② 氨氮

根据图 6.4-49 和图 6.4-50，情景一(现状未建开化水库)和情景二(开化水库建成后)下霞山省控断面氨氮浓度能够满足水功能区规定的Ⅱ类水质要求，下界首省控断面氨氮浓度能够满足水功能区规定的Ⅲ类水质要求。总体来看，马金溪干流下游氨氮浓度略大于上游氨氮浓度。在距开化坝址 55km 左右，氨氮浓度显著上升，主要是由于马金溪穿过开化县城，径流量大的同时本身携带的污染物浓度也高，同时由于下游为长风水库库区，河道流速减缓，水动力条件减弱，不利于污染物的混合扩散以及水体降解作用。同建库前相比，开化水库建成后坝址下游河段氨氮浓度在平水年汛期最丰月改善明显，主要由于该典型月下，水库下泄流量最大。

情景一(现状未建开化水库)和情景二(开化水库建成后)平水年各典型月氨氮浓度沿程变化均能满足水功能区的水质要求。



情景一(现状未建开化水库)



情景二(开化水库建成后)

图 6.4-49　开化水库坝址至下游氨氮浓度沿程分布图

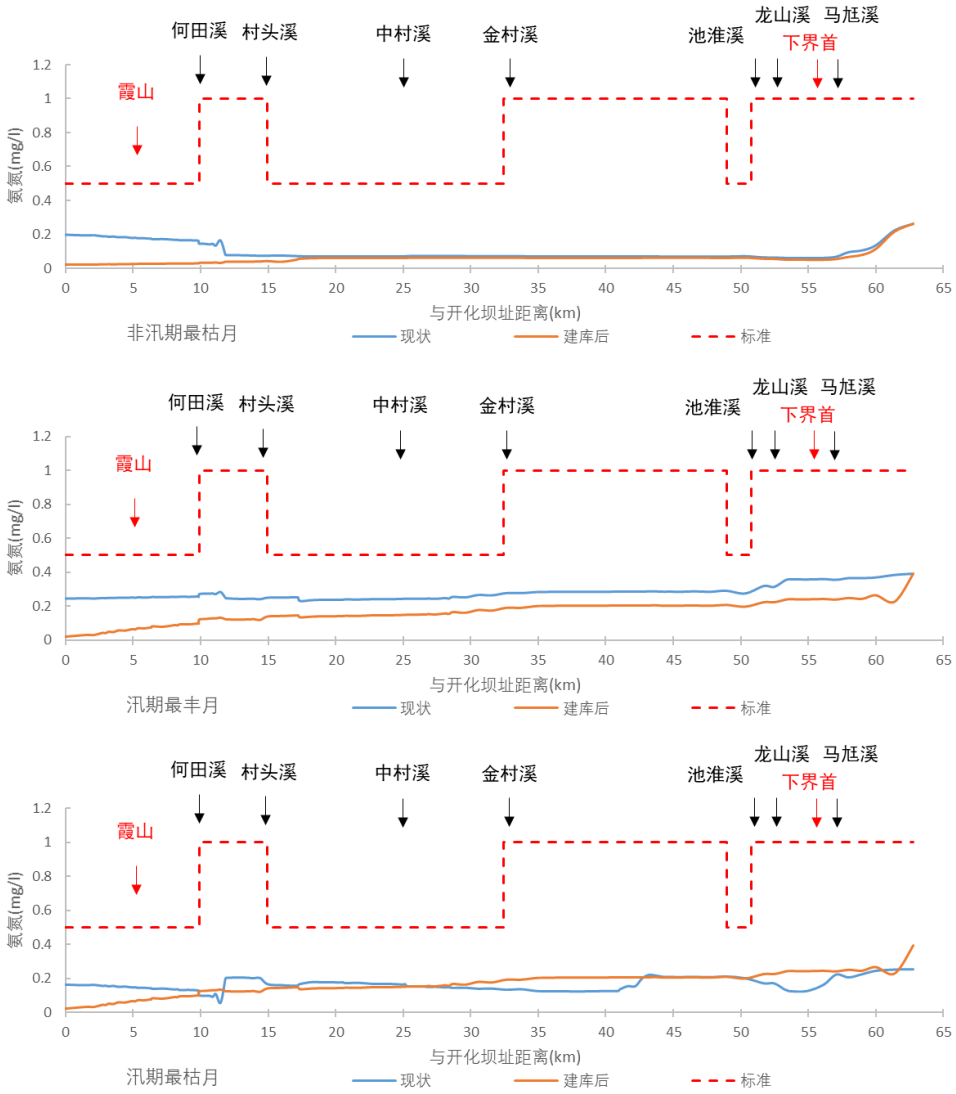
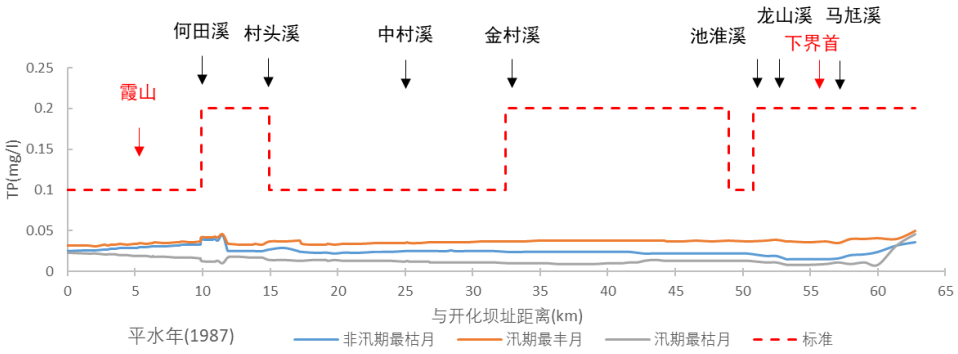


图 6.4-50　平水年典型月各工况氨氮浓度沿程分布图

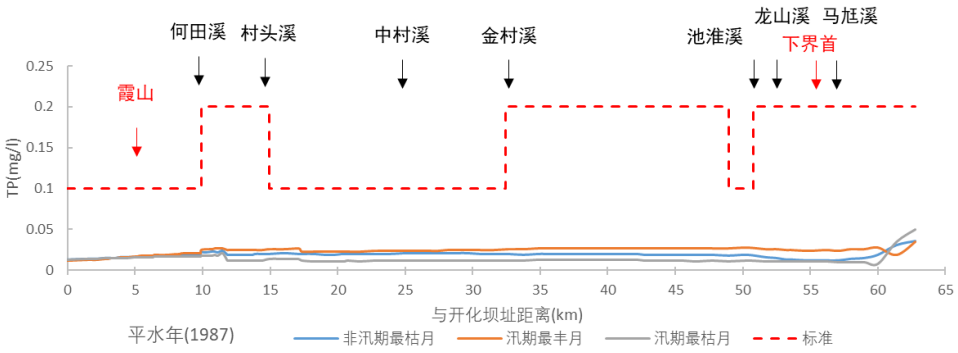
③ TP

根据图 6.4-51 和图 6.4-52，情景一(现状未建开化水库)和情景二(开化水库建成后)下霞山省控断面氨氮浓度能够满足水功能区规定的 II 类水质要求，下界首省控断面氨氮浓度能够满足水功能区规定的III类水质要求。总体来看，除汛期最枯月以外，马金溪干流上下游 TP 浓度相差不大。在距开化坝址 60km 左右，TP 浓度显著上升，主要是由于马金溪穿过开化县城，径流量大的同时本身携带的污染物浓度也高，同时由于下游为长风水库库区，河道流速减缓，水动力条件减弱，不利于污染物的混合扩散以及水体降解作用。同建库前相比，开化水库建成后坝址下游河段 TP 浓度在平水年汛期最丰月改善明显，主要由于该典型月下，水库下泄流量最大。

情景一(现状未建开化水库)和情景二(开化水库建成后)平水年各典型月 TP 浓度沿程变化均能满足水功能区的水质要求。

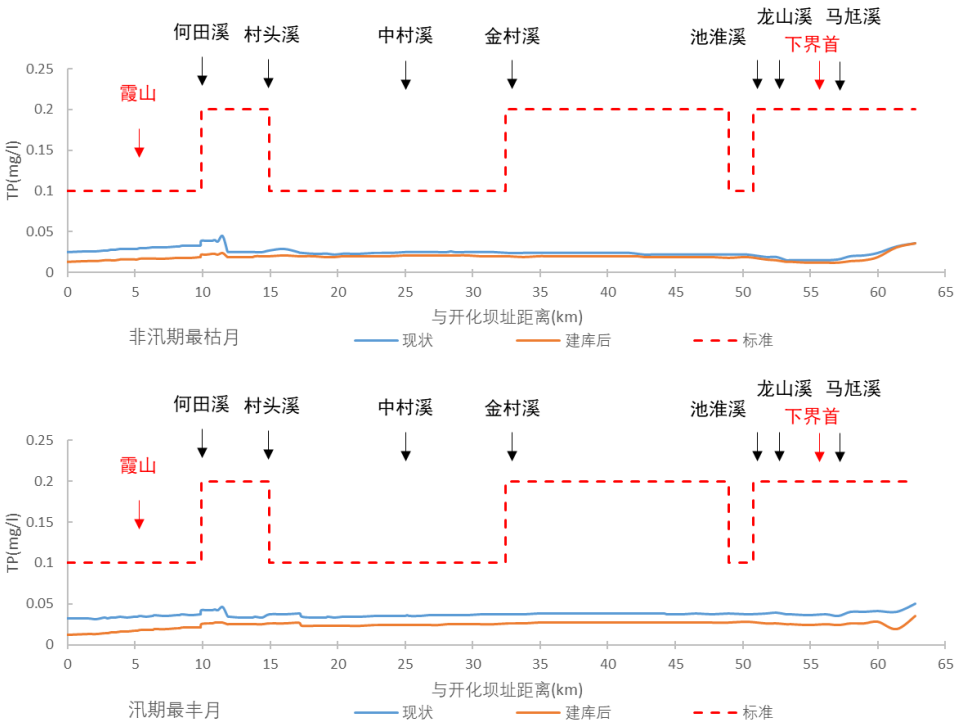


情景一(现状未建开化水库)



情景二(开化水库建成后)

图 6.4-51　开化水库坝址至下游 TP 浓度沿程分布图



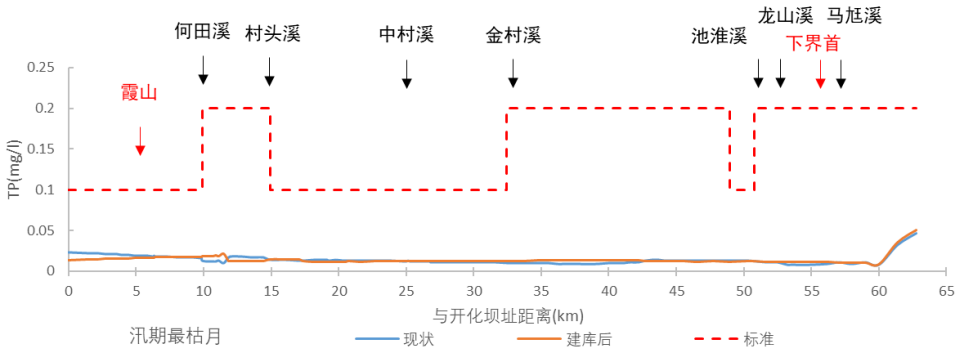


图 6.4-52　平水年典型月各工况 TP 浓度沿程分布图

(3) 典型断面水质影响预测

根据表 6.4-21，霞山断面位于马金溪上游，为省控断面，执行Ⅱ类地表水环境质量标准，情景一(现状未建开化水库)、情景二(开化水库建成后)断面水质均能满足水质目标要求。建库后霞山断面氨氮、TP 浓度较建库前均有所改善，COD 浓度略有增加，该断面在开化水库坝址下游 5.4km 处，距离开化水库坝址较近，断面水质主要受坝址下泄水质的影响。

下界首断面位于马金溪下游，为省控断面，执行Ⅲ类地表水环境质量标准，情景一(现状未建开化水库)、情景二(开化水库建成后)断面水质均能满足水质目标要求。现状未建开化水库前，齐溪水库并无生态流量的下泄，开化水库建成后，增加生态流量的下泄，且规划年由于入河污染物的减少，下界首断面 COD、氨氮、TP 浓度均有所减小。

不同工况下霞山、下界首断面污染物浓度一览表

表 6.4-21　　单位：mg/L

断面名称	工况		未建开化水库			开化水库建成后			执行标准		
			COD	氨氮	TP	COD	氨氮	TP	COD	氨氮	TP
霞山	丰水年	非汛期最枯月	5.90	0.19	0.03	5.39	0.03	0.02	15	0.5	0.1
		汛期最丰月	8.42	0.26	0.04	10.29	0.07	0.02			
		汛期最枯月	7.75	0.15	0.02	7.75	0.08	0.01			
	平水年	非汛期最枯月	5.78	0.18	0.03	7.31	0.03	0.02			
		汛期最丰月	8.24	0.25	0.04	10.08	0.07	0.02			
		汛期最枯月	6.89	0.15	0.02	8.25	0.17	0.02			
	枯水年	非汛期最枯月	4.86	0.15	0.02	8.15	0.03	0.04			
		汛期最丰月	8.53	0.26	0.03	9.98	0.03	0.01			
		汛期最枯月	8.62	0.36	0.02	7.36	0.02	0.01			
	特枯水年	非汛期最枯月	7.34	0.20	0.05	8.58	0.04	0.02			
		汛期最丰月	9.25	0.31	0.04	14.58	0.06	0.02			
		汛期最枯月	7.75	0.50	0.02	7.73	0.01	0.01			
下界首	丰水年	非汛期最枯月	6.36	0.05	0.01	5.28	0.04	0.01	20	1	0.2
		汛期最丰月	8.32	0.33	0.03	7.30	0.22	0.02			
		汛期最枯月	7.18	0.11	0.01	7.18	0.17	0.01			
	平水年	非汛期最枯月	7.23	0.07	0.02	6.05	0.06	0.01			
		汛期最丰月	8.86	0.36	0.04	7.92	0.24	0.02			
		汛期最枯月	7.96	0.23	0.01	7.07	0.19	0.01			
	枯水年	非汛期最枯月	13.86	0.18	0.04	9.96	0.11	0.03			
		汛期最丰月	9.35	0.36	0.04	8.45	0.21	0.02			
		汛期最枯月	10.79	0.20	0.02	7.74	0.12	0.01			
	特枯水年	非汛期最枯月	16.56	0.15	0.02	11.12	0.10	0.02			
		汛期最丰月	12.61	0.52	0.05	11.54	0.35	0.04			
		汛期最枯月	13.66	0.40	0.02	11.07	0.27	0.01			

6.4.2.4 小结

(1) 开化水库建成后 COD、氨氮、TP 浓度在各典型年典型月均达到Ⅱ类水质要求，TN 浓度除在枯水年非汛期最枯月、特枯水年非汛期最枯月外均不达标。

(2) 开化坝址下游河道霞山、下界首两省控断面在引水工程实施后，各典型年典型月 COD、氨氮和 TP 浓度均能满足相应的水功能区要求。引水工程实施后，COD、氨氮和 TP 浓度在各典型年沿程分布均能满足水功能区要求。总体来看，开化水库建成后对河道水质影响不大。

6.4.3 施工期地表水环境影响

(1) 正常情况

本工程施工污废水主要包括施工人员生活污水和施工生产废水等。其中砂石料系统和混凝土系统冲洗废水回用于砂石料系统和道路洒水，机修、汽修废水处理后回用于道路和施工场地洒水或绿化，洗车废水处理后回用于车辆冲洗。施工区生活污水经处理后回用于绿化和洒水等。因此，本工程施工期正常情况下不会对马金溪水质造成污染，但若发生事故排放则有可能造成不良影响。

(2) 事故排放

根据对施工期各类情况的分析，其中碎石加工系统冲洗废水产生量最大，高峰期为 168m^3/h。若发生事故排放将对马金溪水质产生的不利影响。因此，本处对碎石加工废水事故排放情况进行分析。

工程碎石加工系统位于坝址上游右岸，齐溪电站管理区（经平整后）内，靠近马金溪，当碎石加工系统冲洗废水事故排放至马金溪中，事故排放量按 1h 高峰期废水量计（冲洗废水 168m^3）。

1) 预测因子

碎石加工系统冲洗废水主要污染因子为 SS，因此预测因子为 SS。

2) 预测工况

预测工况为砂石料冲洗废水处理前、处理后两种工况。

3) 预测模式

马金溪现状水质监测为 11 月底和 4 月上旬，马金溪 11 月份流量约为 3.04m^3/s，流量较小，采用河流完全稀释混合模式，碎石加工冲洗废水汇入马金溪后在混合过程段采用导则推荐的非持久性污染物岸边排放二维稳态混合衰减模式，充分混合后为完全混合模式。

完全混合模型公式如下：

$$c=(c_pQ_p+c_hQ_h)/(Q_p+Q_h) \quad \text{6.4-(29)}$$

式中：c——完全混合后的污染物浓度，mg/L；

c_p——废水污染物浓度，mg/L；

Q_p——废水排放量，m^3/s；

c_h——河水污染物浓度，mg/L；

Q_h——河水流量，m^3/s。

非持久性污染物岸边排放二维稳态混合衰减模式如下：

$$c(x,y)=\exp(-K_1\frac{x}{86400u})\left\{c_h+\frac{c_pQ_p}{H\sqrt{\pi M_y xu}}\left[\exp(-\frac{uy^2}{4M_yx})+\exp(-\frac{u(2B-y)^2}{4M_yx})\right]\right\} \quad \text{(6.4-30)}$$

式中：c(x，y)——预测点污染物浓度，mg/L；

x，y——预测点 x、y 方向坐标值，m；

u——x 方向平均流速(表示河流中断面平均流速)，m/s；

C_h——河流本底污染物浓度，mg/L；

C_p——污染物排放浓度，mg/L；

Q_p——废水排放量，m^3/s；

H——河流平均水深，m；

B——河流宽度，m；

K_1——对 SS 而言为沉降系数，1/d；

M_y——横向混合系数，m^2/s；

I——为河流底坡，m/m；

g——取 $9.8m/s^2$。

4)　预测参数

碎石加工系统附近马金溪 11 月份流量 $3.04m^3/s$，SS 浓度根据现状监测值为 20mg/L。碎石加工系统冲洗废水产生量为 $168m^3/h$，即 $0.047m^3/s$。废水中 SS 浓度取 50000mg/L。根据砂石料回用水标准，处理后回用水中取 SS 浓度为 100mg/L。

沉降系数 K_1：工程所在河段水流较急，悬浮物不易沉降，保守考虑，SS 沉降系数 K_1 取零。

横向混合系数 M_y：采用导则推荐的适用于河流的泰勒法确定横向混合系数 My，即

$$M_y = (0.058H + 0.0065B)\sqrt{gHI}$$

根据上式，结合施工区所在河段大断面实测结果，可得枯水期施工区横向混合系数为 0.0735m^2/s。

混合过程段长度可由下式估算：$L = \frac{(0.4B - 0.6a)Bu}{M_y}$，计算得 L=1171.635m。

5)　预测结果及评价

施工期碎石加工系统冲洗废水事故排放对马金溪（混合过程段）水质影响预测结果见表 6.4-32，碎石加工系统冲洗废水处理后事故排放对马金溪（混合过程段）水质影响预测结果见表 6.4-33，完全混合后对马金溪水质影响结果见表 6.4-34。

施工期碎石系统废水未处理事故排放对马金溪水质影响（混合过程段）

表 6.4-32

Y(m) / X(m)	0	10	20	30	40	50
50	2203.89	163.68	20.01	19.97	19.97	19.97
150	1277.16	527.49	53.31	20.27	19.91	19.91
250	990.90	583.35	129.97	27.10	20.02	19.86
350	838.11	574.55	192.63	44.55	21.43	19.90
450	739.34	551.58	234.46	67.09	25.46	20.49
550	668.70	526.47	260.97	89.73	32.17	22.36
650	614.91	502.49	277.32	110.14	40.85	25.98
750	572.15	480.47	287.04	127.63	50.71	31.42
850	537.07	460.52	292.37	142.27	61.11	38.44
950	507.60	442.47	294.78	154.41	71.63	46.66
1050	482.38	426.13	295.23	164.45	82.00	55.69
1150	460.46	411.27	294.38	172.78	92.03	65.17
1250	441.17	397.72	292.65	179.73	101.61	74.81
1350	424.03	385.32	290.36	185.55	110.70	84.40
1450	408.65	373.94	287.71	190.48	119.25	93.78
1550	394.76	363.45	284.86	194.67	127.27	102.82
1650	382.13	353.77	281.91	198.27	134.75	111.46
1750	370.59	344.80	278.94	201.37	141.71	119.65
1850	359.99	336.49	275.99	204.05	148.17	127.37
1950	350.21	328.76	273.10	206.39	154.15	134.60
2000	345.60	325.10	271.69	207.45	156.97	138.04

施工期碎石系统废水处理后事故排放对马金溪水质影响（混合过程段）

表 6.4-33

Y(m) / X(m)	0	10	20	30	40	50
50	24.34	20.26	19.97	19.97	19.97	19.97
150	22.43	20.93	19.98	19.91	19.91	19.91
250	21.80	20.98	20.08	19.87	19.86	19.86
350	21.44	20.91	20.14	19.85	19.80	19.80
450	21.18	20.81	20.17	19.84	19.75	19.74
550	20.98	20.70	20.17	19.82	19.71	19.69
650	20.82	20.59	20.14	19.81	19.67	19.64
750	20.68	20.49	20.11	19.79	19.63	19.59
850	20.55	20.40	20.06	19.76	19.60	19.55
950	20.43	20.30	20.01	19.73	19.56	19.51
1050	20.33	20.22	19.95	19.69	19.53	19.47
1150	20.23	20.13	19.90	19.65	19.49	19.44
1250	20.13	20.05	19.84	19.61	19.45	19.40
1350	20.04	19.97	19.78	19.57	19.42	19.36
1450	19.96	19.89	19.72	19.52	19.38	19.33
1550	19.87	19.81	19.65	19.47	19.34	19.29
1650	19.79	19.74	19.59	19.43	19.30	19.25
1750	19.72	19.66	19.53	19.38	19.26	19.21
1850	19.64	19.59	19.47	19.33	19.22	19.17
1950	19.57	19.52	19.41	19.28	19.17	19.13
2000	19.53	19.49	19.38	19.25	19.15	19.11

施工期砂石料系统冲洗废水事故排放对马金溪影响计算结果（充分混合后）

表 6.4-34

事故排放工况	未 处 理	处 理 后
马金溪枯期流量（m^3/s）	3.04	
水体本底浓度（mg/L）	20	
废水水量（m^3/s）	0.047	
废水浓度（mg/L）	460.5	21.23
混合时浓度（mg/L）	26.7	20.02
浓度增加值（mg/L）	433.8	1.21

注：水体本底浓度按坝址现状监测断面极大值。

由计算结果可知，碎石冲洗废水在未做任何处理下事故排放，将造成马金溪水体 SS 浓度大幅度提高，对马金溪水体水质产生一定影响，完全混合后，SS 浓度增加

433.8mg/L；废水经过处理后发生事故排放，对马金溪水质影响相对较小，完全混合后SS 浓度仅增加 1.21mg/L。

因此，施工期必须对砂石料冲洗废水进行处理回用，并防止事故排放的发生，以减少对受纳水体的影响。

6.5 地下水环境影响

6.5.1 库区地下水质现状及地下水污染源

开化库区地下水环境质量现状监测结果表明，工程流域地下水为松散岩土类孔隙潜水和基岩裂隙水，主要受大气降水补给，并以泉水、分散水流等形式排泄。水库大坝建设基本不改变地下水的现状，故对库区以内的地下水基本无影响。

据调查，区间分布的村庄较少，无工业分布，可耕土地总体较少，本工程施工期的生产废水和生活污水均经处理后回用，运行期仅产生少量的生活污水且采取措施处理后回用，工程影响范围地下水污染源分布少。

因此，工程施工和运行期基本不会对地下水水质造成污染。

6.5.2 水库枢纽工程对地下水影响分析

(1) 工程施工期影响

坝址区水文地质条件较简单，地下水类型主要为松散堆积层中孔隙潜水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，以下降泉形式排泄于沟谷洼地及河流。右坝肩地下水位高程 245.39m，低于水库正常蓄水位 251 m。本工程施工期间坝址处开挖面高程在 182m以下，两岸地下水位高于开挖面，坝址处开挖会导致局部区域地下水流向基坑，考虑到坝址开挖面总体不大且施工时间不长，故坝址处开挖施工基本不会对地下水位及地下流场造成影响。工程导流洞进口底高程 186.50m，出口底高程 182.00m，低于右岸地下水位，故导流隧洞施工仅对局部地段地下水位和地下水流场产生影响，总体影响较小。

(2) 水库运行对地下水流场的影响

水库库区两岸山体雄厚，库区内大小支流、冲沟均垂直向马金溪排泄，库区河流均为地下水补给河水，库区河谷总体属补给型，各冲沟地下水位均高于水库正常蓄水位。山坡钻孔地下水位均高于河床水位，河床为两岸地下水排泄基准面，地表分水岭与地下分水岭一致。开化水库蓄水运行后，库区水位大幅提升，除高岭村与举林村之间存在三处垭口外(高程分别为 246.10m、275.12m、250.89m，垭口进行加固及防渗处理)，其它库段两岸山顶高程均在 251m 以上，各冲沟及库区外围地下水位均高于水库正常蓄水位，因此，本工程蓄水运行基本不会对库区地下水位和地下水流场造成影响，依然表现为地

下水补给河水。

(3) 水库渗漏影响

举林村仰尖塘大桥以上库区山体雄厚，地下水分水岭高于正常蓄水位，未见区域性断裂通过库区，水库不存在永久渗漏问题。高岭村与举林村之间两岸岩性相对复杂，主要以不透水的砂岩、泥岩、硅质岩为主，南沱组地层中夹有少量粉砂质泥质白云岩，分布连续性差，且富含不溶性的泥质砂质较多，溶蚀现象罕见。库盆总体封闭情况较好，但存在几处垭口向坝后及低邻谷渗漏地段

高岭村上坝址左岸为单薄分水岭，溢洪道位置为低矮垭口，垭口山脊最低高程245.5m 左右。垭口目前最低地下水位为孔口以下 18.1m(高程为 227.4m)，远低于下坝址正常蓄水位 251m。垭口需进行加固及防渗处理。

岩潭村拦水堰东侧山体山脊线最低高程 275.1m，其后为低邻谷，高程约 210m。垭口地段岩性以震旦系南沱组(Z_1n)暗灰色或青灰色含砾砂质泥岩等不透水地层为主，地下水位基本稳定，水位随雨季降雨量变化，目前测得垭口地下水位最低高程 254.02m，介于校核洪水位和正常蓄水位之间，且比正常蓄水位 251m 仅高 1m 左右，垭口位置强风化岩体深厚，岩体节理较为发育，库水位高于地下水位时，存在水库渗漏问题，建议沿山脊线进行防渗加固处理。

下坝址右岸山体较为单薄，马金溪河床高程约 182m。经长期地下水位观测，测得地下水位最低 52.5m，高程 245.39m，低于下坝址正常蓄水位 251m。水库蓄水时，存在水库渗漏问题，建议沿山脊线进行防渗加固处理。

(4) 水库浸没影响分析

水库为中山峡谷型水库，两岸坡度陡，不存在封闭或半封闭的洼地。建库后将淹没杨岭、岭里、后溪、举林、岩潭、高岭等村庄和农田，水库正常蓄水位附近无大的村庄和大片农田，建库后不存在浸没问题。

(5) 沼泽化和盐渍化影响分析

根据测算，受开化水库蓄水产生浸没影响的农田面积较小，因浸没产生沼泽化影响的区域面积也较小，因此开化水库蓄水后对区域的沼泽化影响有限。

6.5.3 输水线路工程对沿线地下水的影响分析

6.5.3.1 进水口工程对地下水的影响分析

坝址区地下水基本类型主要为松散堆积层中孔隙潜水和基岩裂隙水，孔隙潜水主要赋存于河床、漫滩砂砾卵石(含漂石)层中，与河水的水力联系密切，接受大气降水及河

水补给；基岩裂隙水主要赋存于岩体风化带和板岩裂隙中，主要受大气降水补给，并排泄于河床。

右岸局部基岩出露，受断层影响，岩体完整性较差，坝基岩体渗透性为弱透水，渗漏问题存在，建议设置防渗帷幕，帷幕深度应深入相对隔水层以下 5m～10m，并向两岸适当延伸。

6.5.3.2 引水隧洞对沿线地下水的影响分析

输水线路沿线地下水可分为松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类岩溶水、基岩裂隙水三种类型。孔隙水主要赋存于第四系冲洪积和坡积层中。碳酸盐岩类岩溶水主要赋存于寒武系地层中。基岩裂隙水主要赋存于沿线各构造裂隙中。从地下水的富水性来看，输水隧洞跨越的构造带裂隙水相对较为丰富，部分断层及其影响带内裂隙较为发育，地下水相对富集，形成富水区。在隧洞开挖并穿越这些断层带时，洞内可能出现较大的渗水量，

从而对地下水构成一定的影响，待隧洞施工完成并衬砌后，对地下水影响较小。

(1) 进水口至下龙村输水隧洞

本段输水隧洞均位于马金溪西侧。其中两处过沟段均发育有小溪流，过沟段隧洞埋深 16m～25m，掘进过程中应注意突水等影响施工安全的地质灾害。沿线存在向斜构造，发育震旦系下统休宁组(Z1x)凝灰质粉细砂岩，地下水易从两翼向轴部槽谷汇集，构成向斜纵谷汇水型结构，存在岩溶、构造破碎带、突涌水(泥)、塌方等工程地质问题，施工时可能会有较大的渗水量，必须作好各种保护措施。

(2) 马金水厂输水隧洞

本段隧洞沿线上覆岩体厚度约 10m～120m。隧洞沿线为向斜构造，并发育有一条逆断层，断层走向 N45°E，SE∠72°。受构造影响，断层及其影响带岩体破碎，易形成坍落，工程地质条件较差，势必对隧洞施工带来不利影响。向斜部位地下水易从两翼向轴部槽谷汇集，构成向斜纵谷汇水型结构，存在岩溶、构造破碎带、突涌水(泥)、塌方等工程地质问题，施工时可能会有较大的渗水量，必须作好各种保护措施。

(3) 马金镇至明廉村输水隧洞

本段隧洞沿线上覆岩体厚度约 20m～410m。隧洞沿线为一套震旦系、寒武系和奥陶系地层，基本由北向南地层由老到新分布。进洞口至三早畈村为背斜构造，发育有两条断层。受构造影响，断层及其影响带岩体破碎，易形成坍落，工程地质条件较差，势必对隧洞施工带来不利影响。输水隧洞沿线地层以海相和陆相的沉积岩为主，多数为中～薄层状的软岩或中等坚硬岩，部分洞段岩层近水平状(特别是薄层状软质水平岩层)，

隧洞施工时极易造成软弱岩围岩变形、顶板顺层剥落或洞顶塌方现象。局部过沟段、区域断层处等存在构造破碎带、突涌水(泥)、塌方等工程地质问题，施工时可能会有较大的渗水量，必须作好工程保护措施。

(4) 高山村输水隧洞

本段隧洞沿线上覆岩体厚度约 20m～83m。隧洞沿线为一套寒武系灰岩地层，受构造影响，岩体破碎，易形成坍落，工程地质条件较差，势必对隧洞施工带来不利影响。输水隧洞沿线地层以海相和陆相的沉积岩为主，多数为中～薄层状的软岩或中等坚硬岩，部分洞段岩层近水平状(特别是薄层状软质水平岩层)，隧洞施工时极易造成软弱岩围岩变形、顶板顺层剥落或洞顶塌方现象。

局部过沟段全风化岩层较厚，发育有小溪流，存在构造破碎带、突涌水(泥)、塌方等工程地质问题，施工时可能会有较大的渗水量，必须作好各种保护措施。隧洞围岩类别以Ⅳ类为主。建议全洞进行钢筋混凝土砼衬砌。

(5) 读经畈村至开化高速口输水隧洞

本段输水隧洞两处过沟段均发育有小溪流，掘进过程中应注意突水等影响施工安全的地质灾害。沿线存在向斜构造，地下水易从两翼向轴部槽谷汇集，构成向斜纵谷汇水型结构，存在岩溶、构造破碎带、突涌水(泥)、塌方等工程地质问题，施工时可能会有较大的渗水量，必须作好各种保护措施。

(6) 施家塘埋管及隧洞

隧洞沿线地层单一，地层以奥陶系胡乐组为主，为深灰色薄层硅质泥岩，上覆岩体较薄，隧洞施工时极易造成围岩变形、顶板顺层剥落或洞顶塌方现象。局部存在构造破碎带、突涌水(泥)、塌方等工程地质问题，施工时可能会有较大的渗水量，必须作好各种保护措施。建议全洞进行钢筋混凝土砼衬砌。

(7) 施家塘至岙滩水厂输水隧洞

本段隧洞沿线上覆岩体厚度约 15m～205m，隧洞走向与岩层走向一般小角度相交。受构造影响，断层较为发育，断层性质以压性、压扭性为主，局部断层倾角较为平缓，断层及其影响带岩体破碎，易形成坍落，工程地质条件较差，势必对隧洞施工带来不利影响。输水隧洞沿线地层以海相和陆相的沉积岩为主，多数为中～薄层状的软岩或中等坚硬岩，部分洞段岩层近水平状(特别是薄层状软质水平岩层)，隧洞施工时极易造成软弱岩围岩变形、顶板顺层剥落或洞顶塌方现象。局部存在构造破碎带、突涌水(泥)、塌方等工程地质问题，施工时可能会有较大的渗水量，必须作好各种保护措施。

6.5.4 环境水文地质问题

库区内物理地质现象主要表现为岩体风化、岩体局部挤压变质作用，不良物理地质现象弱发育，现分述如下：

(1) 岩体风化和卸荷

岩石风化作用受气象、岩性、构造及地形地貌等因素控制。冲沟、河谷地带由于地表水长期作用，强风化层厚度相对较薄，约 1.5m～5.0m，在山体坡腰及坡脚处，强风化厚度一般 3m～8m；在山顶、岩体挤压变质带，强风化厚度较大，可达 8m～25m。

(2) 岩体局部挤压变质作用

受区域深大断裂影响，测区内存在多条北东、北西向断层，沿断层带分布广泛的动力变质岩体，按照变质程度不同，岩性主要有变质砂岩、板岩等。受断层挤压程度不同，挤压变质带宽度十余米至百余米。

(3) 不良物理地质现象

测区内不良物理地质现象总体弱发育，分布区域呈现明显规律性，主要发育于马金溪两岸局部岸坡覆盖层厚度相对较大部位。库区范围内不良物理地质现象主要有卸荷、崩塌、蠕变、滑塌及滑坡等。卸荷、崩塌发育于高大陡壁地段，而蠕变、滑塌、滑坡等则主要形成于碎屑岩地层。如上坝址下游存在一楔形体滑坡主要发育于高大陡壁基岩地段，岩潭村滑塌及蠕变主要形成于崩坡积含泥碎石等地段。上述崩塌、滑塌等一般体积约数十至数百方，对水库影响较小，不会危及大坝安全。

6.6 生态敏感区的影响

6.6.1 对钱江源国家公园体制试点区的影响

6.6.1.1 对钱江源国家公园功能完整性的影响

钱江源国家公园体制试点区包括古田山国家级自然保护区、钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区以及上述自然保护地之间的连接地带。

开化水库库尾回水淹没区有 1.14km 的河道及 8.95hm^2 淹没区涉及钱江源国家公园生态保育区，淹没区距离最近的核心保护区超过 5km，不涉及钱江源国家公园体制试点区核心保护区。本工程枢纽建设区、供水工程等土建施工区均不涉及钱江源国家公园。

开化水库淹没河段两岸地势陡峻，河谷狭窄，水库淹没对象主要是天然河道、河滩地、针叶林和灌丛植被。钱江源国家公园保护范围内开化水库淹没面积仅为 8.95hm^2，仅占该国家公园生态保育区面积(123.08km^2)的 0.073%，占该国家公园总面积(252.16km^2)的 0.035%，占地面积及比例很小，属于国家公园生态保育区边缘地带。因此，本工程

水库淹没对国家公园的生态系统完整性影响较小。

6.6.1.2　对钱江源国家公园保护对象的影响

钱江源国家公园体制试点区保护对象包括自然生态资源、河湖资源、人文资源、游憩资源和地质地貌等 5 个方面。

(1)　对自然生态资源保护对象的影响

钱江源国家公园体制试点区自然生态资源保护对象包括原始森林生态系统、天然植被和珍稀保护动植物。根据现场调查及资料分析，该国家公园内原始森林低海拔中亚热带常绿阔叶林位于古田山国家级自然保护区内，大部分珍稀保护动植物主要分布于古田山国家级自然保护区。开化水库淹没区仅涉及该国家公园的边缘区域，淹没区内设置的样方调查表明，淹没的典型植物群落有马尾松针叶林、毛竹林、檵木灌丛等，是广泛分布于工程所在区域的植被和群落类型。淹没区内现场未调查到珍稀保护动植物，本工程对自然生态资源保护对象的影响较小。



图 6.6-1　齐溪水库坝下河道受开化水库淹没影响示意图

(2)　对河湖资源保护对象的影响

开化水库上游齐溪水库建成于 1991 年，运行后采取了引水发电方式，导致齐溪水库坝址和齐溪水电站发电厂房间约 12km 形成了减水河段。开化水库建成运行后，水库回水与齐溪水库坝址衔接，可以减缓齐溪坝下减水河段产生的生态环境影响，同时与钱

江源国家公园体制试点区内齐溪水库早已形成的湖库景观类型相一致。因此，开化水库工程的建设对钱江源国家公园河湖资源保护对象影响较小。

(3) 对人文资源保护对象的影响

钱江源国家公园体制试点区开化水库淹没影响范围内无居民点分布，移民安置区也不在国家公园内，工程建设不会对民间工艺、民间节庆、民间演艺、农耕文化、地方风俗等人文资源产生不利影响。

(4) 对游憩资源和地质地貌保护对象的影响

钱江源国家公园总体规划提出的游憩资源包括典型植被景观、珍稀植物群落、重点保护动物栖息地、地文景观、水域风光、天象和气候景观，另外国家公园内分布有典型江南古陆强烈上升特征的地质地貌。本工程淹没钱江源国家公园的面积小，主要为河道两岸水面抬升，不涉及各类珍稀保护动植物集中分布区或栖息地、重要景观资源。水库淹没区位于河谷地带，不会显著改变影响区内的地貌特征。总体上，水库淹没对钱江源国家公园的游憩资源和地质地貌影响较小。

6.6.1.3 小结

本工程库尾回水淹没区 1.14km 的河道及 8.95hm^2 淹没区涉及钱江源国家公园生态保育区，淹没区距离最近的核心保护区超过 5km，不涉及钱江源国家公园体制试点区核心保护区。水库淹没占地面积及比例很小，且位于钱江源国家公园生态保育区边缘地带，工程建设对其自然生态资源、河湖资源、人文资源、游憩资源和地质地貌等主要保护对象和生态系统完整性的影响均较小。

6.6.2 对钱江源省级风景名胜区的影响

6.6.2.1 景观可视性分析

(1) 观景点的选择

根据前文分析的开化水库工程可能影响的水湖景区内的景点分布情况及其特性，景点选择考虑因素包括：为可能受影响景区的重要景点景源，包括自然景点和人文景点；有可能看到工程坝体、水库库区、办公管理用房或上下库连接公路等，较为集中的景点选择海拔最高的或代表性景点；考虑到游客的观景角度，选择有较为集中的景点作为观景点；其他需特殊考虑的因素。根据以上考虑因素，本工程拟选择的观景点如下：

工程可能影响各功能区观景点基本情况一览表

表 6.6-1

分区名称(面积)	景源	景点类型	景点保护和建设内容	主要游赏项目	景点分级
水湖景区	水湖大坝	人文景源	在水湖大坝下游设置观景平台，设置安全设施，供游人观赏水湖大坝景观。	游赏、揽胜	二级
	望湖山庄	人文景源	原有建筑整治改造为风景建筑，可兼有休闲茶座服务功能，栈桥加强护栏等安全防护设施的建设，局部拓宽作为观景平台。	游赏、观湖	四级
	水湖孤山	自然景源	禁止采伐树木，维持现状郁郁葱葱的山体，除了设二级游步道至孤山茗苑外，其余地区禁设游步道。	游赏、远眺	四级
	龙山峡	自然景源	通过增设游步道及游览服务设施，将龙山峡发展成一条游客可听鸟戏水、观景休闲、溪涧寻幽、充满山林野趣的高山休闲之谷。	寻幽、揽胜、探险	四级

(2)　可视对象的选择

根据水库工程的特点，工程主体主要由水库、挡水建筑物(挡水坝)、泄洪建筑物、、发电厂房、永久办公管理区和各类施工临时建筑(渣场、料场、砂石料加工系统等)。

本工程水库库尾回水淹没区涉及钱江源省级风景名胜区风景游览区(二级保护区)面积 8.95hm^2(涉及相应河道长度 1.14km)、外围保护地带面积 16hm^2(涉及相应河道长度 1.75km)，水库淹没区不涉及钱江源风景名胜区特级保护区、一级保护区(核心景区)。本工程枢纽建设区、供水工程等土建施工区均不涉及风景名胜区保护范围及外围保护地带，且距离风景名胜区观景点较远，因此，除了水库库区水面以外其他工程设施对景区景观均不造成影响，不作为可视对象。

本次景观影响评价分析的可视对象主要为水库库区(水面)。

(3)　可视性分析结果

由可视性分析结果可知，由于望湖山庄和龙山峡观景点位于山体北面，有多重山体阻隔，拟建开化水库库区水面对于望湖山庄、龙山峡两个观景点均不可见；而开化水库库尾回水至齐溪水库大坝坝下，水湖孤山位于湖(齐溪水库)中岛制高点，因此开化水库部分库区水面对于水湖大坝、水湖孤山两个观景点部分可见。

本工程可视对象景观可视性分析一览表

表 6.6-2

观景点(海拔) / 工程可视对象	水湖大坝(294m)	望湖山庄(300m)	水湖孤山(359.5m)	龙山峡(420m)
开化水库水面	部分水库水面可见	均不可见	部分水库水面可见	均不可见

6.6.2.2 景观相容性分析

(1) 评价方法

本次景观相容性评价方法采用《山岳型风景资源开发环境影响评价指标体系》(HJ/T6-94)中景观指标体系，分析建设项目与风景资源背景之间的景观相融性。

景观相融性评价分级标准见表 6.6-3、表 6.6-4。

开发建设项目建筑物的几何要素本身的形状，相互间组合关系及所处的位置为形态指标；不同角度和距离对建筑物在风景中的和谐性要求为线形指标；建筑物色彩的基本相貌和明暗程度为色彩指标；建筑物表面粗细、匀滑、光泽等引起视觉的反应为质感指标。

景观相融性评价指标一览表

表 6.6-3

景观相融性评价指标	最高记分	指标分解
形　　态	40	体量：25；体态：15
线　　形	30	近景：15；中景：10；远景：5
色　　彩	20	色相：10；明度：10
质　　感	10	

景观相融性评价分级标准

表 6.6-4

评价分级	4 (不协调)	3 (一般)	2 (协调)	1 (增景)
记分范围	<60	60～75	75～90	>90

(2) 景观相容性评价

由可视性分析结果可知，由于有多重山体阻隔，拟建开化水库库区水面对于望湖山庄、龙山峡两个观景点均不可见；而水库水面正常蓄水位 251m，体量不大(记 20 分)，体态记 10 分；近景部分区域可见，记 10 分；中景部分区域可见，记 7 分；远景对于景区主要观景点均不可见，记 6 分；色相记 8 分，明度记 8 分，质感记 7 分；合计 76 分；开化水库水面与齐溪水库所在的湖库景观类型相协调。

6.6.2.3 景观敏感度分析

景观敏感度指景观被注意到的程度。它是景观醒目程度的综合反映。景观敏感度较高的区域部位，即使受到轻微干扰，也会对景观造成较大的冲击，因而应作为重点保护对象。为了解本工程对周围景观可能带来的影响，拟对各个观景点进行景观敏感度分析。

影响景观敏感度的因素有视角或相对坡度、景观相对距离、景观视见频率以及景观醒目程度等指标。

(1)　相对坡度(α)与景观敏感度(S_α)

景观表面相对于观景者的视线坡度(0≤α≤90°)越大，景观被看到的部分和被注意到的可能性也越大；或者说，要想遮去景观(如通过绿化或其它掩饰途径)就越不容易。同理，在这样的区域内拟建工程给原景观带来的冲击也就越大。因此，采用景观表面沿视线方向的投影面积来衡量景观的敏感度。设景观表面积为 1，则投影面积(即景观敏感度)：

$$S_\alpha = \sin\alpha (0 \le \alpha \le 90^\circ)$$

当景观表面垂直于视线时(α＝90°)，投影面积最大，景观的敏感程度最高；当景观表面平行于视线时(α＝0°)，投影面积最小，景观的敏感程度最低。其他情况下，敏感度S_α在 0～1 之间，S_α越大，敏感程度越高。在一般的仰视和平视情况下，α角实际上就是地形的坡度，则敏感度为：

$$S_\alpha = \sin(\tan^{-1} H/W)$$

其中：H——为等高距；

W——为等高线间距。

一般视角或视线坡度大于 45％为极敏感，达 30％～45％为很敏感，达 20％～30％为中等敏感。

根据上述方法，以上各观景点对应的S_α分别见表 6.6-5，结果可知：

①　从水湖大坝观景点看，本工程拟建开化水库库区景观敏感度为一般敏感(敏感度<0.2)。

②　从望湖山庄观景点看，本工程拟建开化水库库区景观敏感度为不敏感(不可见)。

③　从水湖孤山景点看，本工程拟建开化水库库区景观敏感度为一般敏感(敏感度<0.2)。

④　从龙山峡观景点看，本工程拟建开化水库库区景观敏感度为不敏感(不可见)。

本工程代表点与各主要观景点相对坡度(α)与景观敏感度(S_α)关系一览表

表 6.6-5

观景点名称	观景点高程(m)	工程代表点	工程代表点高程(m)	高程差 H(m)	水平距离 W(m)	相对坡度(α)	景观敏感度 S_α	景观敏感度分级评价
水湖大坝	294m	水库库尾(正常蓄水位 251m)	251.0	43.0	252	30.4	0.168	一 般
望湖山庄	300m	水库库尾(正常蓄水位 251m)	251.0	49.0	365	24.0	不可见	不敏感
水湖孤山	359.5m	水库库尾(正常蓄水位 251m)	251.0	108.5	535	36.0	0.199	一 般
龙山峡	420m	水库库尾(正常蓄水位 251m)	251.0	169.0	796	37.7	不可见	不敏感

本工程代表点与各主要观景点相对距离(d)与景观敏感度(S_d)关系一览表

表 6.6-6

观景点名称	观景点高程(m)	工程代表点	工程代表点高程(m)	高程差 H(m)	水平距离 W(m)	相对距离(α)	景观敏感度 (S_d)	景观敏感度分级评价
水湖大坝	294m	水库库尾(正常蓄水位 251m)	251.0	43.0	252	255.6	1	极敏感
望湖山庄	300m	水库库尾(正常蓄水位 251m)	251.0	49.0	365	368.3	不可见	不敏感
水湖孤山	359.5m	水库库尾(正常蓄水位 251m)	251.0	108.5	535	545.9	0.733	很敏感
龙山峡	420m	水库库尾(正常蓄水位 251m)	251.0	169.0	796	813.7	不可见	不敏感

(2)　相对距离(d)与景观敏感度(S_d)

景观与观景者的距离越近，景观的易见性和清晰度就越高，人为活动带来的视觉冲击也就越大，景观敏感度也就越高。

假设能较清楚地观察某种景观元素、质量或成分的最大距离是 D，景观相对于观景者的实际距离 d≤D 时，该景观元素、质量或成分都能清楚地分辨，设这一范围内的景观敏感度(S_d)为 1，则 d>D 时，S_d 值在 0～1 范围内。可表示为：

$$S_d=\begin{cases}1 & 当 d \le D\\ D/d & 当 d > D\end{cases}$$

景观敏感度的相对距离分量 S_d 越大，该景观越敏感。

一般将 400m 以内距离作为前景，为极敏感；将 400～800m 作为中景，为很敏感；800～1600m 作为远景，中等敏感；大于 1600m 作为背景。但这与景观物体量大小、色彩对比等因素有关。

根据上述方法，本工程各代表点对景区各主要观景点的 d、S_d 分别见表 5-8，其中最大距离 D 选择 1600m。由表 6.6-6 可知：

①　从水湖大坝观景点看，本工程拟建开化水库部分库区水面位于可见区域，且距离坝址观景点很近(<400m)，景观敏感度为极敏感。

②　从望湖山庄观景点看，本工程拟建开化水库库区景观敏感度为不敏感(不可见)。

③　从水湖孤山景点看，本工程拟建开化水库部分库区水面位于可见区域，且距离观景点较近(400m<800m)，景观敏感度为很敏感。

④　从龙山峡观景点看，本工程拟建开化水库库区景观敏感度为不敏感(不可见)。

(3)　视见频率与景观敏感度(S_t)

景观在观景者视域内出现的机率越大或持续时间越长，景观的敏感度就越高，则景观及其附近的人为活动可能带来的冲击也就越大。

设观景者在某一区域内所花的时间为 T，其间某一景观在视域内出现的累计时间为 t，根据景观出现概率来评价的景观敏感度为：

$$S_t = t/T$$

如果景观在观光者的全部观光活动中都能在其视域内出现，则可确定这类景观的敏感度 S_t =1，其它情况下的景观敏感度都在 0～1 之间。t 和 T 值都可以通过统计得到。在此利用可视区域分析的方法，将 10 个观景点看到工程设施的次数加以统计，景观对

象在观景者视域中出现的次数越多，景观对象的可见性越高，景观敏感度就越高。

在一般情况下，可将上述公式转化为：

$$S_t = n / N \quad 或 \quad S_t = 1 / L$$

其中 n 为景观对象对可看到的主要观景点次数(个数)，N 为观景点的总数，l 为某景观能被看到的路段长度，L 为某区域内主观景线的总长度，可直接从地形图上判定任一点景观的敏感度 S_t。

从对视觉的冲击来看，一般观察或视见时间大于 30s 者，可为极敏感；视见延续时间 10～30s 者，为很敏感；视见延续时间 5～10s 者为中等敏感。视见时间延续 0.3s 以上就可以被看到，但会一瞥而过。

由于本工程拟建开化水库库尾部分水面对于水湖大坝和水湖孤山两个主要观景点部分可见，且水库水面为静态景观在水湖景区 4 各主要观景点中有 2 个观景点可见，因此视见频率景观敏感度均为 0.5。

(4)　景观醒目程度(S_c)

影响景观敏感度的另一类很重要的因素是景观的醒目程度，这主要由景观与环境的对比度决定，包括形体、线条、色彩、质地及动静的对比。景观与环境的对比度越高，则景观就越敏感。

景观的醒目程度(S_c)难以定量计算，一般直接根据可视对象的性质进行赋值，拟建开化水库库区水面与水湖景区湖库景观类型相协调，与周围景观对比度较低，景观醒目程度较低，赋值 0.25。

(5)　景观敏感度综合评价

根据以上各单项因素对景观景观敏感度的影响，可得出工程内容对景区综合景观敏感度总量(S)。

本工程对各主要观景点景观综合敏感度总量一览表

表 6.6-7

景观对象名称 (工程内容)	相对坡度 (S_α)	相对距离 (S_d)	视见频率 (S_t)	景观敏感度 (S_c)	综合敏感度 (S)
水库库区水面(可见部分)	0.199	1.0	0.5	0.25	0.3

由上表可知，拟建开化水库库尾回水至齐溪水库大坝坝下，库尾水面对于水湖大坝、水湖孤山两个观景点部分可见，且距离较近，景观敏感度高；但开化水库库区水面与齐溪水库所在的湖库景观类型相协调。

6.6.2.4 小结

本工程开化水库库尾回水淹没区分别有 1.14km、1.75km 的河道及 8.95hm^2、16hm^{2}的淹没区涉及钱江源省级风景名胜区风景游览区(二级保护区)和外围保护地带，水库淹没区不涉及钱江源风景名胜区特级保护区、一级保护区(核心景区)。本工程枢纽建设区、供水工程等土建施工区均不涉及风景名胜区保护范围及外围保护地带。

2018 年 8 月，浙江省住房和城乡建设厅核发了本工程的建设项目选址意见书。工程建设符合《风景名胜区条例》、《浙江省风景名胜区条例》等法律法规的相关规定要求；拟建开化水库库尾回水至齐溪水库大坝坝下，库尾水面对于水湖大坝、水湖孤山两个观景点部分可见，且距离较近，景观敏感度高；水库水面正是水湖景区规划的景观类型，开化水库库区水面与齐溪水库所在的湖库景观类型相协调。

6.6.3 对钱江源国家森林公园的影响

6.6.3.1 工程建设对森林资源的影响分析

(1) 对植被和植物资源的影响分析

本工程开化水库库尾回水淹没区有 3.64km 河道及 27.18hm^2 淹没区涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)，占用土地类型见表 6.6-8。

工程水库淹没森林公园土地利用类型一览表

表 6.6-8 单位：hm^2

地类	水田	有林地	农村道路	农村宅基地	工业用地	公路用地	河流水面	合计
面积	0.26	8.57	0.04	0.05	4.45	2.08	11.73	27.18
比例	0.95%	31.54%	0.15%	0.19%	16.37%	7.65%	43.15%	100.00%

根据统计结果，水库淹没占用钱江源国家森林公园林地面积为 8.57 hm^2，植被类型主要为中亚热带常绿阔叶林和毛竹，仅占钱江源国家森林公园林地总面积(39.44km^2)的 0.22%，且受影响植被类型为森林公园内分布最广最多的类型，因此在采取了相应的植被恢复及补偿措施后，开化水库工程的建设不会对森林公园植被资源产生重大影响。

(2) 对动物资源的影响分析

本工程开化水库库尾回水淹没区有 3.64km 河道及 27.18hm^2 淹没区涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)，占用土地类型以河流水面为主，占比为 43.15%，其次为占用林地，面积比例为 31.54%。占用林地植被类型主要为中亚热带常绿阔叶林和毛竹，根据实地调查，水库库尾回水淹没及周围区域以野猪、松鼠等小型哺乳类、鸟类、蛙、蟾蜍等两栖类以及蛇等爬行类野生动物为主，未发现国家级野生保护动物及其栖息地，水库建成后库尾淹没区将占用部分野生动物生境，但库尾区域占用林地面积很小

（8.57hm^2），以上各类野生动物运动迁徙能力强，会随着库区水位升高而迁徙至附近区域，不会造成野生动物生境的大面积破坏及其种群数量大幅度减少，开化水库工程的建设不会对森林公园内动物资源产生重大影响。

6.6.3.2　工程建设对国家森林公园的景观资源影响分析

本工程开化水库库尾回水淹没区涉及钱江源国家森林公园二级保护区(水湖景区)现有及规划的景点见表 6.6-9。开化水库库尾回水淹没区不涉及现有及规划景点，水库建成后库尾水位抬升约 4～5m，所形成的湖面景观与齐溪水库所在的湖库景观类型相协调，符合水湖景区“山湖观光、农家体验”的功能定位，对景区内现有及规划的景观资源基本不产生影响。

钱江源国家森林公园水湖景区景观资源一览表

表 6.6-9

景区名称	景点		景点类型	功能或主题	保护、提升和建设内容
	原有景点	规划景点			
水湖景区	碧湖小驿		建筑	观景、休憩	依托齐溪田村庄农家乐设置，是观湖的绝佳场地。提供观湖茶座、旅游咨询、小卖等服务。
	齐溪田水湖观景台		建筑	观景、休憩	保护现有景点及周边环境。
	原生茶园		园景	采摘、游赏	利用现有已荒芜多年的茶场修建原生态茶园，修建茶博园、农耕文化园，并设立景点说明牌。
	龙山神泉		水景	观赏	保护水体，增设景点说明牌。
	水湖蓬莱(孤山)		地景	游赏、远眺	封山育林，保护好现有山体植被。
	水湖大坝		建筑	游赏	保护现有大坝及周边环境。
	齐溪田民俗旅游村		村落	农家乐、民宿、购物	依托美丽乡村建设，对齐溪田村庄进行改造提升，结合森林公园的发展，开展农家乐、农家生活体验等旅游项目，给游客提供住宿、餐饮、购物等服务，让游客体会到当地原汁原味的民俗风情。
		蓬莱宝塔	建筑	游赏、远眺	在水湖蓬莱山顶处修建一座木塔，作为水湖景区地标性建筑，供游客登高远眺。
		蓬莱亭	建筑	休憩	在水湖蓬莱西南侧游步道旁增设一座蓬莱亭，供游客休憩所用。
		百果园	园景	采摘、游赏	在 G205 沿线靠近齐溪田村处建一座融生产、观赏、品尝于一体的果蔬基地，供游人自助采摘。
		汪公庙	建筑	祭拜、游赏	远期利用汪公庙遗址修建寺庙，并设游船码头。
		茶博园	建筑	游赏、宣教、康养	在现有原生茶园的东侧设置茶博园，修建游憩设施，用于科普宣教，森林康养。

6.6.3.3　小结

本工程开化水库库尾回水淹没区有 3.64km 河道及 27.18hm^2 淹没区涉及钱江源国家

森林公园二级保护区(水湖景区)，不涉及森林公园核心景区、珍贵景物及重要景点，工程枢纽建设区、供水工程等土建施工区均不涉及该国家森林公园。在依法办理林地占用、征收审核审批手续，并采取相应景观和环境保护措施前提下，开化水库工程建设符合《森林公园管理办法》、《国家级森林公园管理办法》、《浙江省公益林和森林公园条例》等相关法规规章的规定要求；开化水库库区水面与齐溪水库所在的湖库景观类型相协调，符合水湖景区“山湖观光、农家体验”的功能定位，库尾回水淹没区占用林地面积较小(8.57hm^2)，主要占用植被类型为常绿阔叶林，在采取了相应的植被恢复及补偿措施后，开化水库工程的建设不会对森林公园动植被资源、野生动物生境以及景观资源产生重大影响。

6.6.4 对钱江源湿地公园影响分析

本工程开化水库淹没区、枢纽工程区及供水管线均不涉及钱江源省级湿地公园。开化水库建成运行后，水库形成较大水面，尾水与齐溪水库坝址相接，对上游齐溪水库坝址下游脱水河段生态环境起到很好的减缓作用，同时可为涉水鸟类形成更大范围的生境，对湿地公园的景观资源可起到一定的促进作用。

6.7 陆生生态影响

6.7.1 土地利用变化

(1) 水库工程评价区土地利用变化分析

本工程建成后，水库工程评价区内土地利用格局发生一定变化，主要表现为林地、耕地和建设用地的面积有所减少，且各用地类型的斑块数目也基本减少；水域的面积有所增加，斑块数量有所减小，主要是因为水库蓄水淹没导致坝址上游河流水域、坑塘水库等合并成为一个库区整体；本工程基本不占用灌草地，其面积和斑块数量基本不变。开化水库工程水库工程评价区建设前后各类斑块数量以及面积的变化具体见表 6.7-1。

工程建设前后水库工程评价区主要斑块类型数目和面积变化表

表 6.7-1

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目(块)	面积(hm^2)	数目(块)	面积(hm^2)	数目(块)	面积(hm^2)
林地	661	953.53	652	845.01	-9	-108.52
灌草地	379	96.59	379	96.59	0	0
耕地	216	276.03	112	14.03	-104	-262
水域	54	91.33	41	488.81	-13	397.48
建设用地	256	181.46	168	154.5	-88	-26.96
小计	1566	1598.94	1352	1598.94	-214	0

(2) 供水工程评价区土地利用变化分析

工程建成后，供水工程评价区土地利用格局发生少量变化，主要表现为林地和耕地的面积略有减少，主要是供水工程占用了部分林地、耕地，其中耕地在管道施工结束后大部分重新恢复为耕地，但部分占用的林地不能恢复为林地，因此造成林地的切割效应，林地的斑块有所增加；林地仅能恢复为灌草地也造成灌草地斑块的增加；而项目占用水域和建筑用地的数量极少，因此其斑块变化程度也很小。总体而言供水工程评价区土地利用格局变化很小。开化水库工程供水工程评价区建设前后各类斑块数量以及面积的变化具体见表 6.7-2。

工程建设前后供水工程评价区主要斑块类型数目和面积变化表

表 6.7-2

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目(块)	面积(hm^2)	数目(块)	面积(hm^2)	数目(块)	面积(hm^2)
林地	1166	1645.58	1170	1640	4	-5.58
灌草地	594	135.12	600	135.12	6	0
耕地	466	392.02	459	390.09	-7	-1.93
水域	10	67.46	11	67.4	1	-0.06
建设用地	539	589.95	536	597.52	-3	7.57
小计	2775	2830.13	2776	2830.13	1	0

6.7.2 对生态系统的影响

(1) 对森林生态系统的影响

① 有利影响

工程对森林生态系统的有利影响主要体现在工程运行后，受水区供水状况的改变、田间入渗等因素造成的对地形地貌、局地气候、水环境、土壤环境等环境因子的改变，促进受水区内森林生态系统中植被的生长发育。但由于受水区内森林生态系统零星分布，面积较小，且受水区内水量变化导致的小气候变化程度较小，因此，有利影响总体较小。

② 不利影响

工程建设对于森林生态系统的影响主要为工程占地及水库蓄水将带来一部分森林植被的损失，使得植被生物量有所下降，从而影响生活在森林中的动物。评价区内森林生态系统主要分布于水库工程评价区，在马金溪两岸山地集中分布。本工程占用森林生态系统面积为 124.64hm^2，其中永久占用森林生态系统面积为 114.10hm^2，占用的森林生态系统面积仅为评价区的 4.39%，损失的林地面积相对较小，且损失的多为马金溪两岸

的人工林，如马尾松林、杉木林等，在评价区广泛分布，且临时占用的森林生态系统在施工结束后会进行植被恢复，因此本工程对于森林生态系统的结构和功能的影响不大。

(2) 对灌丛生态系统的影响

① 有利影响

工程对灌丛生态系统的有利影响与森林生态系统一致，主要是对分布在供水工程评价区的受水区内的灌丛生态系统存在有利影响。但由于受水区内水量变化及其导致的小气候变化程度较小，因此，对灌丛生态系统的有利影响总体较小。

② 不利影响

工程建设对于灌丛生态系统的影响主要为施工建设及水库蓄水将带来一部分灌丛和灌草丛的损失，使其生物量有所下降。由于本工程占用灌草地面积很小，因此对灌丛生态系统的结构和功能的基本无影响。

(3) 对湿地生态系统的影响

① 有利影响

工程实施后，由于水库的修建，库区水域面积增加，部分水量较小的河段水量显著增多，淹没区变为新的湿地，库区大部分区域水位上升。新的库区为傍水生活的鸟类(如：游禽等)提供了更广阔的栖息空间，也有利于两栖类及爬行类中的部分种类生活及觅食。此外，水库库区的生成使湿地斑块数减少，水域连结为整体，最终生成一个完整的湿地生态系统。

此外，供水工程投入后将使更多的荒地或旱地等转变为水田，使附近范围的水分条件得到一定程度的改善，区域内水热条件的改善也为该类生境中栖息的动植物提供更有利的生存环境。

② 不利影响

施工期枢纽工程围堰施工将扰动水体，造成水体悬浮物增加；施工过程中生活污水、施工废水等对水质和湿地环境的污染，从而对湿地动物栖息环境造成不利影响。噪声、灯光等会对湿地野生动物的正常栖息、繁殖的干扰，将降低湿地生态系统的生物多样性。此供水管道施工产生的水土流失对项目沿线的河流、水田等湿地将也产生不利的影响。对湿地生态系统的不利影响主要体现在施工期，施工结束后大部分影响也将消失，本工程建设总体上对湿地生态系统的不利影响较小。

(4) 对农业生态系统的影响

① 有利影响

工程建设对农业生态系统的有利影响主要体现在供水工程评价区的受水区水量增加，有利于农业生产。据统计，开化水库建成后，通过水库调节供水后，将 7.92 万亩农田的灌溉保证率提高至 85%。对提高粮食产量、稳定当地农业生产具有重要作用。

② 不利影响

施工期对农业生态系统的不利影响主要体现在工程占地使得耕地面积减少，施工产生的废水、废气、固体废物等对农作物的影响等。本工程的建设征占一定面积的耕地，对农业生态系统带来一定的不利影响。根据工程资料，水库工程评价区损失耕地面积 263.2hm^2(永久占用耕地面积 262hm^2，临时占用耕地 1.2hm^2)；供水工程评价区工程建设损失耕地面积合计 55.28hm^2(永久占用耕地面积为 1.93hm^2，临时占用耕地面积为 53.35hm^2)，安置区占用耕地面积 13.43hm^2；水库淹没损失的耕地总面积占评价区耕地总面积的 49.68%，比例较大，对评价区农业生态系统有一定影响。

(5) 对城镇/村落生态系统的影响

① 有利影响

开化水库工程实施后，供水工程评价区的受水区内的灌溉条件也将得到极大的改善，各作物面积均有不同程度的增大，区域内的农业经济将得到更好的发展。

② 不利影响

工程建设期间征占地及水库运行淹没都会在短期内使周边的社会经济受到一定的损失。另外，水库淹没和枢纽建设占地产生一定的移民，生产安置主要采取长效实物补偿安置和一次性补偿安置；搬迁安置主要设置开化县城上茨区块以及马金镇星田区块两个安置点进行安置。本工程的 2 个移民搬迁安置点均在规划的城镇范围内，现状为荒草地，搬迁安置对占地区的动植物生境的不利影响较小。

6.7.3 对陆生植物的影响

6.7.3.1 施工期对陆生植物与植被的影响

(1) 水库工程评价区陆生植物与植被的影响

水库工程评价区坝址建设区占地总面积为 40.56hm^2，其中，永久占地 31.28hm^2，临时占地 9.28hm^2。施工期永久占地主要为枢纽及引水工程建筑物的建筑区及其工程管理区等，占地类型及生物量损失见表 6.7-3。

施工期水库工程评价区占地及生物量损失一览表

表 6.7-3

类型	永久占地面积(hm^2)	临时占地面积(hm^2)	平均生物量(t/hm^2)	永久占地生物量损失(t)	临时占地生物量损失(t)
针叶林	6.70	2.34	34.73	232.69	81.27
阔叶林	10.31	1.52	96.54	995.33	146.74
灌丛和灌草丛	0.00	0.00	20.10	0.00	0.00
农作物	8.04	1.20	6.00	48.24	7.20
河流水域	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00
合计	25.05	5.06	——	1276.26	235.21

注：表中永久占地未包括占用的建设用地面积 6.23hm^2，临时占用建设用地面积 4.22hm^2

施工期水库工程评价区永久占地区植被以针叶林、竹林、农作物为主，其中低山针叶林主要为马尾松林、杉木林；竹林主要为毛竹林，农作物主要为水稻、油菜、蔬菜等。常见的植物有山胡椒、小蜡、插田泡、芒萁、千里光、野菊、五节芒等。永久占地及淹没对植被的破坏是长期的、不可恢复的。工程永久占地和淹没将直接破坏原有的植被，植物生物量减少，减少了 1276.26t，占水库工程评价区总生物量的 1.92%，所占比例较小，且受影响的植物及植被为项目区域内的常见广泛种，不会导致水库工程评价区物种多样性降低减少，因此，水库工程评价区永久占地对植物影响总体较小。

水库工程评价区临时占地面积为 9.28hm^2，临时占地主要是枢纽工程临时道路、生活福利及辅助企业、施工仓库、料场和弃渣场等。经现场实地调查，水库工程评价区临时占地区植被以针叶林、经济果木林、农作物为主，主要有马尾松林、杉木林、杨梅林、五节芒灌丛和农作物等。临时用地对植被的破坏是短期的、可恢复的。受临时占地影响的植物及植被在评价区均广泛分布，不存在因局部植物物种损失而导致工程区内植物物种多样性减少或种群消失。此外，工程结束后，临时占地区会进行植被恢复，可以有效缓解临时占地对水库工程评价区植物的影响。

(2)　供水工程评价区陆生植物与植被的影响

供水工程评价区总占地面积 64.89hm^2，其中永久占地 9.07hm^2，临时占地 55.82hm^2。供水工程评价区施工期占地类型及生物量损失见表 6.7-4。

施工期供水工程评价区占地及生物量损失一览表

表 6.7-4

类型	永久占地面积(hm^2)	临时占地面积(hm^2)	平均生物量(t/hm^2)	永久占地生物量损失(t)	临时占地生物量损失(t)
针叶林	3.62	1.15	34.73	125.72	39.94
阔叶林	1.96	1.32	96.54	189.22	127.43
灌丛和灌草丛	0	0	20.1	0.00	0.00
农作物	1.93	53.35	6	11.58	320.10

河流水域	0.06	0	1.2	0.07	0.00
合计	7.57	55.82	——	326.59	487.47

注：表中永久占地未包括占用的建设用地面积 1.51hm^2

经现场实地调查，永久占用的植被类型以农业植被为主，还有少量林地，占用的植被群落主要有毛竹林、杉木林、柏木林和农作物等。临时占地包括临建设施、施工道路、弃渣场和石料场等占地，临时占地的植被类型以耕地和灌草地为主，主要为农作物、五节芒灌草丛等。工程施工永久占地将直接破坏原有的植被，植物生物量减少，减少的生物量为 326.59t，占供水工程评价区总生物量的 0.28%，占用的比例较小，占用的植物种类及植被均是供水工程评价区广泛分布的物种，因此，占地及生物量损失影响较小。

此外，供水工程评价区工程弃渣的堆存将占用一部分的土地，进而破坏地表植被，对地表植被产生较大影响。随着施工结束后，弃渣场的一系列植被恢复措施，会降低对植被的负面影响。因此，工程的建设不会使某一植被或物种消失，工程占地对植被和植物的影响较小，且随着工程结束，临时占地区域相关植物及植被恢复措施的实施，将使得工程对植物及植被的影响变小。

6.7.3.2 水库淹没对陆生植物与植被的影响

水库蓄水前，将对水库淹没区内所有植被进行清理，处于淹没线 261.45m 以下的工程施工区内的植被将受淹破坏。根据工程资料可知，受淹没影响的土地面积为 488.81hm^2，运行期，受水库淹没影响的土地面积及生物量损失见表 6.7-5。

根据以上表格可知，受影响最大的植被以农业植被、针叶林和阔叶林为主，其中针叶林主要为马尾松林、杉木林，阔叶林主要是毛竹林，农作物常见的有水稻、油菜、时令蔬菜等，在评价区内受淹没影响的植物和植被均具有广泛分布，淹没对其产生的影响主要是生物量的损失，损失的生物量为 7717.44t，占水库工程评价区总生物量的 11.64%。水库淹没的林地面积相对较大，但淹没区内的物种多为区域常见种，水库淹没不会造成物种和种群的消失。

受水库淹没影响的土地面积及生物量损失一览表

表 6.7-5

类型	淹没面积(hm^2)	平均生物量(t/hm^2)	生物量损失(t)
针叶林	44.49	34.73	1545.14
阔叶林	47.02	96.54	4539.31
灌丛和灌草丛	0	20.1	0.00
农作物	253.96	6	1523.76
河流水域	91.03	1.2	109.24
合计	436.5	——	7717.44

注：本表不含建设用地面积。

6.7.3.3 对重点保护植物和古树名木的影响

(1) 对国家重点保护植物的影响

据现场调查和实地走访，评价区内国家重点保护植物 7 种，其中，国家Ⅰ级重点保护野生植物 3 种：银杏、水杉和南方红豆杉；国家Ⅱ级重点保护野生植物 4 种，为金荞麦、樟、闽楠和鹅掌楸。

① 对银杏、水杉、南方红豆杉、樟、鹅掌楸、闽楠的影响

现场调查到的银杏、水杉、南方红豆杉、鹅掌楸均为人工栽培，在整个评价区分布广泛，其中有部分受淹没影响。

② 对金荞麦的影响

金荞麦喜温湿气候，抗逆行强，适应性较强，生态幅较宽，其广布于我国亚热带气候区，在我国陕西、华东、华中、华南及西南地区 21°～32°30'N，97°～129°E 区域内分布广泛，在浙江省各地均有分布。本工程所在行政区自然环境优越、气候适宜，金荞麦分布较为广泛。结合评价区内关于金荞麦的相关资料记载及现场调查情况，在水库工程评价区金荞麦分布在正常蓄水位 251m 以下的淹没范围；在供水工程评价区农耕历史较长，区内人为活动强烈，金荞麦常零星分布。本工程建设对评价区内金荞麦的影响因素主要为水库蓄水、人为干扰、弃渣、固废、废水、扬尘、水土流失等。

1) 淹没对金荞麦的影响：评价区内分布较多，工程蓄水将使正常蓄水位以下的金荞麦个体死亡，对金荞麦的影响是长期的、不可逆的。由于金荞麦适应性较强、抗逆行强、生态幅较宽，可通过在库区蓄水前对淹没区内金荞麦进行迁地保护缓解本工程蓄水淹没对金荞麦的影响。

2) 人为干扰对金荞麦的影响：本施工占地和施工活动会破坏附近金荞麦及其生境，由于金荞麦适应性强、抗逆性强，人为干扰可通过在施工前划定施工活动范围，加强对施工人员宣传教育活动，加强施工监理等工程措施或在金荞麦分布区采取挂牌、围栏等生态保护措施进行缓解，在相关措施得到落实后，人为干扰对金荞麦的影响较小。

(2) 对浙江省级重点保护植物的影响

评价区内可能分布的浙江省级重点保护野生植物有圆柏、蜡梅、薏苡等。圆柏、蜡梅均为园林栽培种，常用园林绿化在评价区较为常见。薏苡在评价区多生于屋旁、池塘、河沟、山谷、溪涧或易受涝的农田等地方，分布广泛。省级保护植物受工程及库区淹没影响较小，且均为常见种，个体较小，对物种个体及种群影响均较小。

(3) 对古树名木的影响

通过现场实地调查和查询有关资料，受水库蓄水或供水工程施工影响的古树有樟树和枫香树 2 种共 11 株详见表 6.7-6。其中 6 株古树位于淹没区，主要受淹没影响；66 株位于供水管道沿线，其中马金镇 5 棵古树位于施工临时占地区，61 棵距离施工范围有一定距离，施工活动会对古树产生影响。

受影响古树种类统计一览表

表 6.7-6

序号	种类	分布区域		合计
		淹没区	供水管道沿线	
1	樟树	6	59	64
2	枫香树	0	1	1
3	枫杨	0	2	2
4	女贞	0	1	1
5	柏木	0	1	1
6	朴树	0	2	2
总计		6	66	72

6.7.4 对陆生动物的影响

6.7.4.1 施工期对陆生动物的影响

(1) 水库工程评价区施工期对陆生动物的影响

工程占地将导致动物生境丧失，缩小野生动物的栖息空间，限制部分陆生动物的活动区域、觅食范围等，从而对陆生动物的生存产生一定的影响。由于两栖类和爬行类动物迁徙能力较弱，对水源依赖性较强，工程占地对其的不利影响较鸟类和兽类明显。

① 对两栖类动物的影响

水库工程评价区的两栖动物物种较为丰富，且主要分布于马金溪及周边山地丘陵的山涧溪流、池塘等水域附近。枢纽工程施工期会占用部分两栖类的生境，导致其生境范围有所缩小。而枢纽工程施工期污废水若直接排放至马金溪中，将会对水库工程评价区的两栖类的栖息活动生境造成污染。工程已设计采取污废水处理设施，污废水经处理后回用，对该类动物影响较小。施工人员进驻可能捕食蛙类，可通过宣传教育等措施加以避免。施工噪音会驱赶这些这两栖类暂时离开栖息地，但水库工程所在区域还存在大片相似生境，该影响有限。施工活动结束后，两栖类动物的生存环境将会逐步得到恢复。

② 对爬行类动物的影响

水库工程评价区的爬行类动物多为灌丛石隙型和林栖傍水型种类，施工期其部分生

境会被占用，个体也会被噪声驱赶，在水库工程评价区受影响以外的区域寻找相似生境。水库工程评价区周围相似生境丰富，因此，生境破坏及噪声驱赶对其影响较小。

爬行动物的食物来源主要是啮齿类、蛙类和小型鸟类，施工期间蛙类和小型鸟类会因为施工干扰远离工程影响区，将增加爬行动物的捕食难度，将在一定程度上影响爬行类种群数量的变动和分布格局的变化。但随着工程施工的结束，啮齿类、蛙类和小型鸟类会回到原来的栖息地，爬行类也能回到原来的栖息地生活。

与两栖类动物相似，水库工程评价区爬行动物中部分具有食用价值或经济价值较高的种类，有可能会遭到施工人员的捕杀，这种影响可通过施工人员管理和宣传教育等措施加以避免。

③ 对鸟类的影响

评价区的鸟类包括游禽、陆禽、猛禽、攀禽和鸣禽，以鸣禽最多，其中游禽(小鹍鹏)主要分布在马金溪及其支流、沿岸滩涂和水田中，枢纽工程施工对其影响主要是噪声的驱赶；陆禽主要有环颈雉、山斑鸠、珠颈斑鸠等，多活动于灌丛林地中，较惧生，施工对其影响主要是占用生境，噪声驱赶及人为猎捕；猛禽主要有赤腹鹰、东方草鸮、斑头鸺鹠，其数量少，飞行能力强，活动范围广，工程施工对猛禽的直接影响主要是噪声驱赶。此外，施工对其他动物(如两栖类、爬行类、小型鸟类)的影响，将对猛禽捕食产生间接影响；但由于水库工程评价区周围相似生境较多，且猛禽活动范围大，因此这种影响甚微。攀禽和鸣禽多为森林活动的鸟类，行动能力较强，在水库工程评价区广泛分布，施工期间，永久及临时占地、施工噪声等会对其栖息活动产生一定的影响，但工程占地面积相对于水库工程评价区总面积较小，且周围相似生境较多，施工过程中的噪声在施工结束后停止，临时占地区域进行植被恢复等措施，因此，占地及噪声对攀禽和鸣禽的影响也较小。总体来看，工程施工对鸟类的直接影响主要是占地、噪声及人为猎捕的影响，间接影响主要是施工活动造成工程区部分鸟类食物的变化，进而对其觅食产生影响，但总体影响较小。

④ 对兽类的影响

工程施工对兽类的影响主要是栖息生境占用、干扰和破坏，噪声的干扰以及施工人员的捕杀等，受工程影响的兽类会迁移至远离工程影响区的相似生境中，但不会导致该区域物种种类及数量的变化。

工程评价区的兽类以半地下生活型和地面生活型兽类为主，多分布在马金溪干支流两岸的灌丛和森林中。施工期永久及临时占地均可能会占用其局部生境，施工开挖破坏

其巢穴，施工人员噪声、机械设备噪声等也会惊扰其正常活动，对其栖息活动觅食产生不利影响。此外，像小家鼠、黄胸鼠等兽类与人类关系密切，随着施工人员的进驻，施工区附近啮齿类的种群密度也会因此而上升。评价区内地面生活型的兽类主要有野猪、小麂、豹猫等，主要分布在海拔相对较高的区域，施工期间这些兽类将被迫向工程影响区以外的适宜生境中迁移，工程完工后仍可以回到原来的栖息地。因此这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

(2) 供水工程评价区施工期对陆生动物的影响

供水工程评价区供水线路施工期对陆生动物的影响主要表现为管线施工、土石方开挖、隧洞开挖修建及弃渣堆放等活动造成对野生脊椎动物生境的占用和破坏；施工人员及施工机械设备的噪声对陆生脊椎动物取食、繁衍等造成影响；施工产生的废水、废气和固体废物等也将影响动物的生存，可能会使其在施工期迁移至环境适宜的生境；人为干扰中的驱赶、非法捕猎将会导致该区域的陆生脊椎动物的种类和数量出现暂时的波动。

总体来看，本工程供水管线较长，隧洞所占比例较高，分布在管线两侧的陆生脊椎动物基本都能在管线附近区域寻觅到相似的替代生境；且工程实施后，随着各种恢复和保护措施的落实，临时征地区域的植被得以恢复，野生动物的活动范围可得到一定的改善，施工结束后，其仍可以回到原来的领域。因此，施工期对陆生脊椎动物的影响只是暂时的，施工结束后其影响即逐渐消失。

6.7.4.2 运行期对陆生动物的影响

(1) 水库工程评价区运营期对陆生动物的影响

水库蓄水将淹没原库区内部分生境，涉及生境类型多样，原栖息于此的部分野生动物栖息地损失，使其受到一定影响，大多数野生动物都会随着水库蓄水水位的逐步抬升，逐渐向水库周边的高海拔区域迁移，避开水库蓄水带来的不利影响，因此，一般不会危及野生动物生存。相似的生境在评价区内较多，水库蓄水淹没对陆生动物栖息和觅食影响较小。

水库建成蓄水后，库区水域面积增加较大，为静水型两栖动物如黑斑侧褶蛙、弹琴蛙等提供了适宜的生境。库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物摄食有利，可能导致库区周边一定范围动物种类和数量增加。水库建成蓄水后，库区水域面积的增大，对游禽、涉禽等类型的鸟类，如鹈鹕目、雁形目、鹤形目和鸻形目的部分种类有一定的吸引作用，这些类型鸟类的种类和数量将会增加。爬

行类和小型哺乳动物，受水库淹没影响，在蓄水初期他们会向库周合适的生境中迁移，会使这些地区的动物种群密度相应的有所上升，经过一段时间的调节后，其种群密度将达到新的平衡状态。

(2) 供水工程评价区运营期对陆生动物的影响

供水工程评价区工程运营期不排放污染物，随着施工迹地的恢复，管线工程区对陆生动物的活动基本无影响。

6.7.4.3 对重点保护野生动物的影响

评价区未发现国家Ⅰ级重点保护野生动物;共发现国家Ⅱ级重点保护野生动物8种，即虎纹蛙、赤腹鹰、红隼、白鹇、东方草鸮、斑头鸺鹠、穿山甲和小灵猫。工程的施工和运营会带来一定程度的生态扰动和生境占用，从而对这些重点保护野生动物产生一定的影响。其具体影响分析见下表6.7-7。

其中白鹇记录于水库工程评价区内属钱江源风景名胜区范围的山地。剩余物种中，猛禽类活动范围较广，其中东方草鸮和斑头鸺鹠主要分布在评价区的林地和灌丛生境，多在夜间活动；赤腹鹰主要栖息于水库工程评价区周边山地森林及林缘，红隼则分布于供水工程评价区内输水管线周边的山地、村落及郊野一带。虎纹蛙分布于供水工程评价区的稻田、水塘及沟渠，穿山甲主要栖息于供水工程评价区内丘陵山地的灌草丛，小灵猫则分布于评价区内的丘陵地区和半山区的灌丛。

对国家重点保护野生动物的影响

表 6.7-7

名称 拉丁名	保护级别	数量级	分布区域	对动物的影响	
				施工期	运营期
虎纹蛙 *Hoplobatrachus chinensis*	国家Ⅱ级	+	供水工程评价区的稻田、水塘及沟渠	输水管线建设过程中可能会对其原有生境造成一定扰动。	水库运行后，供水工程评价区内水源更稳定，有效避免了洪水的发生，有利于虎纹蛙的栖息活动；同时采取植被恢复措施可恢复供水工程评价区的生境。
赤腹鹰 *Accipiter soloensis*	国家Ⅱ级	+	水库工程评价区域内的开阔山体	施工噪声、扬尘、废气、灯光等对施工区周围环境产生干扰，从而影响鸟类的栖息，但这些鸟类均为猛禽，其性甚机警，善于飞翔，在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中，工程对其影响较小。	水库工程评价区因水库蓄水，致使淹没区部分猛禽类的栖息地面积受到一定损失，但这些猛禽善飞翔，易找到其它适宜栖息的生境，也更容易找到食物，因而对其影响甚小 对供水工程评价区的鸟类基本无影响。
红隼 *Falco tinnunculus*	国家Ⅱ级	+	供水工程评价区内输水管线周边的山地、村落及郊野一带		
东方草鸮 *Tyto longimembris*	国家Ⅱ级	+	评价区内林地和灌丛		
斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	国家Ⅱ级	+	评价区内林地灌丛、村落庭院		
白鹇 *Lophura nycthemera*	国家Ⅱ级	+	钱江源风景名胜区的山地竹丛	主要为噪声影响，施工噪声干扰会使白鹇远离施工区，促使其向更高海拔活动，寻找新的活动觅食场所。由于白鹇栖息生境本就远离人类活动区域，且修建工期短，故影响较小。	蓄水后水域范围的增大可能会缩减白鹇生境面积，但白鹇性隐匿，主要栖息于远离道路及人为活动干扰的区域，故对其影响较小。
穿山甲 *Manis pentadactyla*	国家Ⅱ级	+	供水工程评价区内丘陵山地的灌草丛	主要为输水管线施工干扰和噪声影响，施工噪声干扰会使它们远离施工区，促使其寻找新的活动觅食场所。输水管线施工可能会破坏其生境，且会对其造成惊吓。但由于输水管道占地面积小，修建工期短，故影响较小。	水库运营后，输水管线的植被得以恢复，穿山甲的生境改变较小，故对其影响较小。

小灵猫 *Viverricula indica*	国家Ⅱ级	+	评价区内的丘陵地区和半山区的灌丛	主要为施工占地干扰和噪声影响，施工占地和噪声干扰会使它们远离施工区，促使其寻找新的活动觅食场所。小灵猫反应灵敏，迁移能力强，且输水管线占地面积小，故其所受影响较小。	小灵猫在施工期受到干扰后可迅速逃离施工区，但水库运营后，随着植被恢复，小灵猫仍可回到原生境中活动，故所受影响较小。

6.7.5 生态完整性影响评价

6.7.5.1 对生物量的影响分析

(1) 对水库工程评价区生物量的影响

水库工程评价区生物量总损失为 8407.49t，占评价区总生物量的 12.68%，所占比例不大。各植被类型中阔叶林植被损失的生物量所占比例最大，占水库工程评价区损失生物量的 8.35%，其余植被生物量损失均较小。

水库工程评价区各植被类型损失的生物量

表 6.7-8

各植被类型受影响的面积		平均生物量(t/hm^2)	生物量变化(t)
类型	面积(hm^2)		
针叶林	-51.19	34.73	-1777.83
阔叶林	-57.33	96.54	-5534.64
灌丛及灌草丛	0	20.1	0.00
农作物	-262	6	-1572.00
水域	397.48	1.2	476.98
总计	26.96	——	-8407.49

(2) 对供水工程评价区生物量的影响

供水工程评价区生物量总损失为 326.59t，占供水工程评价区总生物量的 0.28%，所占比例不大。各植被类型中阔叶林植被损失的生物量所占比例最大，占供水工程评价区损失生物量的 0.16%，其余植被生物量损失均较小。

供水工程评价区各植被类型损失的生物量

表 6.7-9

植被类型面积变化		平均生物量(t/hm^2)	生物量变化(t)
类型	面积(hm^2)		
针叶林	-3.62	34.73	-125.72
阔叶林	-1.96	96.54	-189.22
灌丛及灌草丛	0	20.1	0.00
农作物	-1.93	6	-11.58
水域	-0.06	1.2	-0.07
总计	-7.57	——	-326.59

6.7.5.2 对景观生态体系质量的影响分析

(1) 对水库工程评价区景观生态体系的影响

工程建成后，土地利用格局发生了变化，其中水域斑块因水库淹没，其优势度值由蓄水前的 4.39%上升到 18.01%，其他斑块变化的幅度不大。作为模地的林地，其优势度

值从 52.83%降低到 48.40%，前后变化不大，林地斑块的优势度值仍然最高，占绝对优势，分布面积最大。由此可以判定工程建成后林地仍然是该地区的模地，对生态环境质量仍将具有较强的调控能力，表明景观生态体系的生产能力和受干扰以后的恢复能力仍较强。因此，工程实施和运行不会改变区域的模地地位，对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

水库工程评价区工程实施前后主要斑块类型优势度值

表 6.7-10

斑块类型	R_d(%)		R_f(%)		L_p(%)		D_o(%)	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	42.21	48.22	49.85	45.22	59.64	50.08	52.83	48.40
灌草地	24.20	28.03	21.43	18.43	6.04	6.04	14.43	14.64
耕地	13.79	8.28	18.89	10.96	17.26	0.88	16.80	5.25
水域	3.45	3.03	2.67	7.88	5.71	30.57	4.39	18.01
建设用地	16.35	12.43	8.15	18.13	11.35	9.26	11.80	12.27

(2) 对供水工程评价区景观生态体系质量的影响

供水工程评价区工程实施后土地利用格局发生了变化，但是变化的幅度较小，其中林地和耕地因渠系等建筑物的占地，优势度值减少，而建筑用地的优势度值增加，但由于供水工程评价区内永久占地面积相对于供水工程评价区总面积较小，因此优势度变化的幅度较小。供水工程评价区林地依然是供水工程评价区内的模地。因此，工程实施和运行不会改变区域的模地地位，对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

供水工程评价区工程实施前后主要斑块类型优势度值

表 6.7-11

斑块类型	R_d(%)		R_f(%)		L_p(%)		D_o(%)	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	42.02	42.04	45.33	44.65	58.15	57.95	50.91	50.65
灌草地	21.41	21.56	15.41	16.87	4.77	4.77	11.59	11.99
耕地	16.79	16.49	23.98	24.02	13.85	13.78	17.12	17.02
水域	0.36	0.43	2.05	1.98	2.38	2.38	1.79	1.79
建设用地	19.42	19.48	13.53	14.73	20.85	21.11	18.66	19.11

6.8 水生生态影响

开化水库建成后，库区及下游河段水文情势、泥沙、水质条件等发生变化，将对工程影响河段内的浮游动植物、底栖生物、鱼类及鱼类重要生境等产生影响。

6.8.1 对水生生境的影响

水库蓄水运行后，库区水域生境将由河流型向湖泊型转变，水深、流速、透明度、温度、光照和营养盐类等条件均发生变化。

(1) 库区河段的水文情势变化

水库建成后，库区河段水面面积由现状约 0.3hm^2 增加至死水位时 113.80hm^2 和正常蓄水位时的 480.20hm^2，分别增加了约 378.33 倍和 1599.67 倍，水体流速明显减缓。库区水位年内波动较大，兴利调节时水库水位在正常蓄水位 251m 和死水位 205m 之间变动，水位最大变幅 46m。正常蓄水位时坝前水位抬升了 69m，死水位坝前水深也抬升了约 23m。正常蓄水位时库区流速范围从坝址至库尾在 0.001m/s～3.24m/s 逐渐增加，而天然时库区河段流速在 0.082m/s～2.534m/s 之间交错出现，流态分布变化明显。

(2) 库区泥沙及透明度

库区河段流速减缓，泥沙的沉降增强，水体透明度增加，有利于浮游生物的生长繁殖。水库运行初期对库区泥沙情势会造成影响，运行 50 年设计淤积总量为 196.7 万 m^3。随着水库使用年限的继续增加，水库淤积逐年增加，但库区冲淤也将趋于稳定，各支库泥沙淤积也将达到一个平衡过程，出入水库的泥沙特性趋于稳定，届时水库淤积范围基本稳定，库区泥沙情势将呈现基本稳定的状态。

(3) 营养物质

根据对水库进行富营养化的预测分析，现状水质情景下，主库区处于贫～中营养化状态。结合库区水温预测结果，库区适合藻类繁殖，在支库库湾以及支库汇口等水体流动非常缓慢的局部区域，营养物质相对丰富。

(4) 水库水温

开化水库正常蓄水位为 251m，总库容为 1.84 亿 m^3，库区水温呈现分层特征。根据开化水库水温影响预测成果，库区水温在全年均出现不同程度的分层现象，特别在 4 月～10 月水温分层较为明显。

6.8.2 对水生生物的影响

6.8.2.1 对浮游生物的影响

(1) 库区河段

水库建成后，库区原有的河流将变成河道型水库，水面变宽，水流速度减缓，营养物质滞留，泥沙沉降，水体透明度增大，被淹没区域土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质增加，这些条件的变化均有利于浮游生物的生长繁殖。预计建库后库区浮游生物种类数量和生物量均会有所增加，群落结构也会相应发生变化。对于浮游植物，绿

藻和蓝藻种类和数量会有所增加，但硅藻仍将是水库的主要优势种类。对于浮游动物，枝角类和桡足类的种类和生物量会有所增加，但原生动物和轮虫将仍为浮游动物的优势类群，龟甲轮虫、多肢轮虫、疣毛轮虫等静水敞水种类将出现且成为常见种。总之，水库形成后水面大大增加，库区水体浮游生物总量会有较大增加。

(2) 坝下河段

水库建成后，受水库供水引水作用，坝下河段水量较天然状态总体有一定减少，坝下由于是坝前水下泄，浮游植物组成与坝前较接近，而下泄水为中下层水，浮游植物含量相对表层水较低，且下泄水水温略低。硅藻较适宜低温清洁水，因此坝下浮游植物生物量将较坝前稍低，硅藻门的比例将较坝前高。

6.8.2.2 对底栖动物的影响

目前开化水库及坝下河段现状多为小型鹅卵石或者泥沙底质，适合耐清洁、适应流水生活的螺蚌类、摇蚊科、蜉蝣目幼虫等底栖动物生长。

(1) 库区河段

水库建成后，水位上升，水域面积扩大，在库湾浅水区，溶氧充足，饵料丰富，有利于底栖动物的生存。

水体流速的减缓，也易于泥沙底质水体的水生维管束植物的生长，进而有利于一些攀爬、附生底栖动物的栖息，表现为底栖动物多样性增加的趋势。但由于库区总体上水深增加、库岸水位变幅较大，底栖生物增加的量不会太多。受水深和流速的影响，底栖生物的分布不均匀，预计在库湾、支沟入库汇口等较浅的区域，底栖生物量会相对较丰富，适应于静水、沙生的软体动物、水蚯蚓和摇蚊幼虫的种类和生物量将增加。

(2) 坝下河段

坝下河段受清水下泄及水位频繁涨落的影响，河道底质粗化，不利底栖动物生长，其种类和数量会有所减少。

6.8.2.3 对水生高等植物的影响

(1) 库区河段

水库蓄水对水生维管束植物的直接影响主要是淹没，同时导致生境改变。开化水库建成后，库区水面加宽，水体流速减缓，易于水生植物的定植和群落结构的稳定；随着水库透明度的增加，水生维管束植物数量和种类都会有所增加。水生维管束植物群落自然发展的速度较慢，在水库建成后的初期，水生维管束植物不会有较大数量的增加。库区水生维管束植物总体表现为数量、生物量及多样性增加的趋势，但增加量有限。

(2) 坝下河段

开化水库坝下由于受下泄水的冲刷，水流速度快，坝下河床多为裸露岩石，近坝河段不适合水生维管束植物生长，尤其是沉水与浮水植物的生长，其资源量将减少；水库运行对远坝河段水生维管束植物影响较小。

6.8.3 对鱼类的影响

6.8.3.1 施工期及蓄水初期对鱼类的影响

(1) 施工期对鱼类的影响

施工期间，河道占用、边滩和河道开挖等涉水工程施工作业对河道产生扰动作用，导致局部水体泥沙含量增加，影响施工区域附近水域的浮游生物、底栖动物、水生植物生长与生存及鱼类的栖息。

施工产生的噪声在水下传播较快，并且能量耗散较小，噪音传播区域较大，噪音较低时基本不会对鱼类产生影响，当施工噪音超过一定的阈值时就会对鱼类产生较为明显的影响，主要表现为行为紊乱。其次，施工产生的悬浮泥沙会对鱼卵、仔稚鱼和幼体会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育、堵塞腮部造成窒息死亡，悬浮物沉积造成水体缺氧，影响鱼苗的正常生长发育等。但施工期的影响在建设结束后就会消失，对鱼类的种群稳定和种群规模总体上影响不大。

(2) 蓄水初期对鱼类的影响

开化水库建坝后坝址以上约 14km 河道由河流变成库区，原河滩面积消失，蓄水初期水流减缓、水深加大，水面面积增加，库区鱼类生存空间逐渐变大，饵料生物逐渐增多，有利于部分适应缓流水或静水生境的鱼类的生长繁殖。坝下河道蓄水初期应保证生态下泄流量，保证浮游生物和底栖动物的正常生长繁殖，维持基本生态稳定性。

6.8.3.2 大坝阻隔影响

马金溪干流开化境内河段已建有各类拦河堰坝共计 39 个，包括 15 个水电站坝（齐溪水库包括齐溪坝后、齐溪水电站共 2 个电站）和 24 个各类取水、景观堰坝，本工程库区和坝下已经形成了独立的河库生境，已建工程对鱼类的阻隔影响已经形成。

开化水库大坝的建设将进一步破坏马金溪干流的连续性，对鱼类迁移的阻隔效应增强。调查区域未发现有长距离洄游性鱼类分布，调查河段内主要为产粘沉性卵的鱼类，这些种类对环境变化适应性较强，完成整个生活史不需要很长的流水河段，开化大坝的阻隔不会导致这些鱼类丧失维持一定种群的基本条件，但是开化大坝的阻隔将导致原分布于该水域的较为连续的种群，分隔成规模较小、相对独立的坝上坝下两个异质种群。

小规模的异质种群一方面由于鱼类适宜水域空间萎缩，生境多样性下降，鱼类赖以生存的关键生境可替代性差，一旦这些关键生境发生变化，维持鱼类种群的稳定难度增加，风险加大；另一方面，异质种群间的物种遗传交流受阻，会导致遗传多样性下降，种群数量较大的鱼类群体间将出现遗传分化；种群数量较少的物种将退出或失去此分布区域，或丧失部分遗传多样性，影响这些种类在该河段的长期生存。

6.8.3.3 生境变化对鱼类的影响

(1) 水文情势变化对鱼类的影响

开化水库建设后，库区水体体积及水域面积增大，水生生物及鱼类栖息、活动空间增大，伴随饵料生物生产力提高，整个库区的鱼类资源量将会升高。

工程建成后，库区河段水动力发生较大的变化。坝址上游水域水深、面阔，水流缓慢，呈现湖泊水动力学特征，库区水文情势变化导致鱼类种类组成将由“河流相”逐步向“湖泊相”演变。齐溪水库坝下由减水天然河段变成库区，缓流水习性的鱼类生存空间得到改善，如鲫、棒花鱼、高体鳑鲏和麦穗鱼等资源量将增加；喜流水生境的鱼类如光唇鱼、马口鱼、宽鳍鱲、子陵吻鰕虎鱼、原缨口鳅等逐渐适应库区生境，由于适宜生存的栖息生境减少，流水性鱼类的资源量将有所下降，而适应于缓流或静水环境生活的鱼类种群数量将上升，如麦穗鱼、鲤、鲫、鲇等，有可能会成为库区的优势物种。

坝下河段仍基本维持流水特征，通过水库确保下泄生态流量，有利于改善枯期尤其是特枯年份下游河道鱼类的栖息环境。

(2) 水质变化对鱼类的影响

工程建设后，库区河段水动力学特征的变化将使水体理化性质发生一系列变化。库区水流变缓，泥沙沉积，透明度升高，有利于浮游藻类对光能的利用，促进浮游动植物等水生生物生长，浮游藻类现存量将会升高，水体生物初级生产力将提高，库区鱼类资源量会升高。

建库后，下泄流量和天然河流相比，透明度升高，水温随季节变化的幅度减小。清水下泄主要是对坝下河段造成冲刷下切，本工程坝下河段河床底质多为砾石，其影响程度和范围均很小。

(3) 水温变化对鱼类的影响

开化水库对径流和热量调节作用明显，库区水温呈现稳定型分层的特征。各典型年 4 月～9 月水温分层较强，11 月～翌年 3 月接近同温。以平水年为例，库表水温变幅较大，为 12.0℃～30.0℃，库底水温 11.4℃～22.5℃，最大垂向温差为 15.7℃，出现在 7

月。开化电站下泄低温水对下游河道的影响范围为 4.8km～33.5km（距离开化坝址），6 月影响距离最远。

马金溪鱼类繁殖主要集中在 4～7 月，此期间多数时段下泄水温较天然水温低，下泄低温水会影响适合产粘性卵的鱼类如鲤、团头鲂、黄颡鱼、鲫、鲇、红鳍原鲌等正常产卵繁殖活动，如性腺发育减缓，性成熟延迟等，还会使仔稚幼鱼的发育和生长缓慢。鲤、鲫产卵的适宜水温为 15℃左右，鲇的产卵水温要求在 18℃以上，黄颡鱼产卵水温 22～24℃之间。下泄水随着河水受太阳辐射、河水与大气热量交换等作用，以及下游支流何田溪、村头溪等的汇入，水温逐步恢复，影响河段主要分布在坝下至马金镇附近河段，河流流经马金镇后水温逐渐恢复。

随着河流流动太阳光照、降水、何田溪和村头溪支流汇入等因素，河水水温升温较快，可满足多种主要鱼类繁殖产卵的水温要求。根据水温预测结果，齐溪水库和开化水库联合运行条件下，开化水库的低温水影响恢复最长距离为 10.6km，对马金镇产卵场影响不显著。坝下的主要鱼类环境适应能力强，适应水温范围广，因此下泄水温对鱼类影响总体较小。

6.8.3.4 对鱼类区系组成的影响

根据水生生态现状调查结果，马金溪流域高岭村以上分布的鱼类以流水性的土著鱼类为主，开化水库工程建成后，大坝将进一步阻断鱼类在上下游之间的正常通行，使得这些鱼类的活动受阻；喜流水或急流种类(如光唇鱼、原缨口鳅等)将退至坝下或其他适宜的河段栖息，工程建设对马金溪流域鱼类区系组成整体上影响不大。

6.8.3.5 对鱼类“三场”的影响

(1) 产卵场

① 产漂流性鱼类产卵场

马金溪流域产漂流性鱼类产卵场主要分布在支流何田溪和马尪溪，本工程不涉及这两条支流，工程建设对调查区产漂流性鱼类产卵场基本无影响。

② 产粘性卵鱼类产卵场

两次调查结果来看，马金溪流域产粘性卵鱼类产卵生境分布广泛，相对集中的产卵场所位于上园村和支流河段等水域，齐溪坝下河段减水严重，部分河段几乎断流。

开化水库蓄水运行后，齐溪坝下河段适合产卵的环境将被淹没，原有河段鱼类产卵场将消失。由于产粘性卵鱼类对产卵场环境条件要求较小，库区河段原有产卵生境消失后，喜流水鱼类将迁移至水库库尾流水河段或支流上寻找新的产卵场。

开化水库建成后，库区水位提高，水体流速减缓，可能有利于鲤、鲫等适应缓流水、产粘性卵鱼类的产卵，因此，这些鱼类产卵场将增加。同样，由于库区水文情势趋于稳定，喜在库区浅水区分布的双壳类数量可能增大，鳑鲏鱼类产卵于双壳类鳃内，因此，这些鱼类的产卵场也将扩大。开化坝上至齐溪水库坝下 14km 河段将变成库区，缓解了生境对鱼类生存的胁迫效应，改善鱼类的生存环境，在库湾区域可能形成新的产粘性卵鱼类的产卵场。

两次调查结果来看，齐溪坝下河段减水严重，部分河段几乎断流，开化水库建设后，开化坝上至齐溪水库坝下 14km 河段将变成库区，缓解了生境对鱼类生存的胁迫效应，总体上能够改善鱼类的生存环境，在库湾区域可能形成新的产粘性卵鱼类的产卵场，水位较深的河段或将成为鱼类的越冬场。

水库蓄水使坝下水流量较自然年水流量总体减小，在鱼类产卵季节，天然河流的洪峰、水位涨落以及水流刺激的影响将减弱，总体上不利于鱼类产卵。开化水库坝下 14km 处有马金镇产卵场，开化水库坝下约 10km 处有支流何田溪汇入（该支流河口处多年平均流量 4.39m^3/s）。另外，开化水库通过下泄生态流量，能够维持坝下基本的生态系统稳定，对该河段的饵料生物的种类和数量、产粘沉性鱼类繁殖不利影响较小。

(2) 索饵场

水库形成后，水面扩大、水体加深、水流速变缓，泥沙沉积，水体透明度增加，有利于水生植物的光合作用。同时，水体营养物质增加也为库区浮游生物的生长和繁殖提供良好条件，将促进库区浮游生物密度和生物量增加，而浮游生物是大部分鱼类早期阶段个体的主要饵料，因此鱼类育幼场面积也将增大。水库区有机质沉积增多，库区的浅水区将成为新的索饵场。总体上，开化水库建成后为缓流或静水性鱼类索饵肥育提供了更加宽阔的空间，但流水性鱼类索饵肥育场功能相应萎缩。。

(3) 越冬场

一般湖湾及干流主河道的深潭是鱼类进行越冬的主要场所。开化水库运行后，水深大幅增加，深水区、缓水深潭遍布库区，卵石间隙或洞穴等也将增加，水位较深的河段或将成为鱼类的越冬场，因此，鱼类在库区可选择的越冬场所将增多。下游越冬场所受本工程影响不大。

6.9 水土流失影响

6.9.1 预测范围和时段

本工程的水土流失预测范围为项目建设区，包括水库淹没区、工程永久占地和施工

临时占地、安置区、改复建工程等。本方案主要是对主体建筑物、施工生产生活区、施工作业带、施工临时道路、弃渣场、石料场、临时堆土场等处可能产生的水土流失进行预测。

本工程水土流失预测的重点时段为施工准备期(各工区 0.2 年～0.5 年，水土流失预测取 0.2 年，即第一年 1 月～第一年 2 月)、施工期(2.8 年，即第一年 3 月～第三年 12 月)，相应的对自然恢复期(根据浙江省的实际情况，一般取 1 年，即第四年 1 月～12 月)的水土流失也进行分析、预测。

6.9.2 水土流失预测结果

(1) 预测单元

根据本工程施工扰动类型、地面坡度、防护措施类型等特点，全部扰动区域划分为水库淹没区、主体建筑物、施工场地、施工临时道路、弃渣场、临时堆土场、石料场等预测单元。

(2) 土壤侵蚀模数

项目区现状的土壤侵蚀模数一般为 300t/km^2.a。参照类比工程监测的土壤侵蚀模数，在对本工程资料进行分析的基础上进一步修正(主要考虑了项目区降雨量略大)，进而对本工程建设过程中和自然恢复期可能产生的水土流失进行预测。土壤侵蚀模数修正时主要考虑了本项目区降雨量略大，边坡坡度较缓、坡长短等因素。根据各预测单元的实际情况，修正系数取值：降雨因素为 1.06，地形因素为 0.5～0.8(根据各区内坡面和平地的面积情况进行修正，下同)，土壤因素 0.9～1.5，措施因素 0.5～1.0(主要考虑类比工程与本工程在建构筑物、及施工工艺上的差别)。

(3) 预测结果

根据前面确定的参数，对照各个区域的占地面积，对工程建设可能产生的水土流失情况进行了预测。结果表明，本工程建设可能产生的水土流失总量约 3.81 万 t，新增的水土流失总量约 3.45 万 t。施工期是本工程建设可能产生水土流失最为严重的时期，期间新增的水土流失量占总量的 89.34 %，建设期水土流失的重点区域为坝址施工裸露面、库区表土清理区、弃渣场、专项设施改建区等区域。

水土流失预测汇总

表 6.9-1

预测单元		预测时段	土壤侵蚀背景值	扰动后侵蚀模数	侵蚀面积	侵蚀时间	背景流失量	预测流失量	新增流失量
			($t/km^2•a$)	($t/km^2•a$)	(hm^2)	(a)	(t)	(t)	(t)
水库淹没区		施工准备期	300	300	460.03	0	0	0	0
		施工期	300	5000	460.03	0.3	414	6900	6486
		自然恢复期	300	100	460.03	1	1380	460	0
		小计	-	-		1794	7360	6486	
主体建筑物	坝址建筑区	施工准备期	300	300	28.72	0.3	26	26	0
		施工期	300	8615	28.72	2.7	233	6680	6447
		自然恢复期	300	600	28.72	1	86	172	86
		小计	-	-	-		345	6878	6533
	供水工程	施工准备期	300	300	9.08	0.3	8	8	0
		施工期	300	800	9.08	1	27	73	46
		自然恢复期	300	500	9.08	1	27	45	18
		小计	-	-	-		62	126	64
施工生产生活区	水库工程	施工准备期	100	2000	5.18	0.6	3	62	59
		施工期	100	1216	5.18	2	10	126	116
		自然恢复期	100	200	5.18	1	5	10	5
		小计	-	-	-		18	198	180
	供水工程	施工准备期	100	2000	8	0.3	2	48	46
		施工期	100	1216	8	2	16	195	179
		自然恢复期	100	2000	8	1	8	160	152
		小计	-	-	-		26	403	377
施工临时道路	水库工程	施工准备期	100	3000	7.62	0.3	2	69	67
		施工期	100	7290	7.62	2	15	1111	1096
		自然恢复期	100	0	7.62	1	8	0	-8
		小计	-	-	-		25	1180	1155
	供水工程	施工准备期	300	800	21.60	0.1	6	17	11
		施工期	300	3525	21.60	1	65	761	696
		自然恢复期	300	678	21.60	1	65	146	81
		小计	-	-	-		136	924	788
弃渣场	淹没区内	施工准备期	300	300	14.47	0.1	4	4	0
		施工期	300	14946	14.47	2	87	4325	4238
		自然恢复期	300	0	14.47	1	43	0	-43
		小计	-				134	4329	4195
	淹没区外	施工准备期	300	300	1.84	0.1	1	1	0
		施工期	300	14946	1.84	2	11	550	539
		自然恢复期	300	345	1.84	1	6	6	0
		小计	-	-	-		18	557	539
临时堆场		施工准备期	300	300	24.38	0	0	0	0
		施工期	300	9413	24.38	1	73	2295	2222
		自然恢复期	300	292	24.38	1	73	71	-2
		小计	-	-	-		146	2366	2220
石料场		施工准备期	300	20000	8.85	0.6	16	1062	1046
		施工期	300	8204	8.85	2	53	1452	1399
		自然恢复期	300	500	8.85	1	27	44	0

	小计	-	-	-		96	2558	2445
土料场	施工准备期	300	8000	1	0.1	0	8	8
	施工期	300	10256	1	1	3	103	100
	自然恢复期	300	8000	1	1	3	80	77
	小计	-	-			6	191	185
安置工程	施工准备期	300	2000	63.58	0.3	57	381	324
	施工期	300	1000	63.58	2	381	1272	891
	自然恢复期	300	300	63.58	1	191	191	0
	小计	-	-	-		629	1844	1215
专项设施改(复)建工程	施工准备期	300	3000	43.64	0.3	39	393	354
	施工期	300	6249	43.64	3	393	8181	7788
	自然恢复期	300	1357	43.64	1	131	592	0
	小计	-	-	-		563	9166	8142
合计	施工准备期	-	-	697.99	-	164	2079	1915
	施工期	-	-	697.99	-	1781	34024	32243
	自然恢复期	-	-	697.99	-	2053	1977	366
	小计	-	-	-	-	3998	38080	34524

6.9.3 水土流失危害分析与评价

本工程建设过程中，一方面扰动了沿线的地形地貌，损坏了原有的地表、植被，使其原有的蓄水保土功能丧失或降低；另一方面在施工中开挖、填筑等的土石方量很大，极易造成水土流失。根据工程沿线的地形、地质、土壤、植被、降雨以及施工方式等特点，本工程可能造成的水土流失危害主要表现在以下几个方面：

(1) 淤积河道，影响河道行洪

工程施工过程中将进行大量的土石方开挖和搬运，同时，大量施工作业面位于河道及沿线，开挖的土石方等若不及时处理，随意堆置，暴雨时会被冲至马金溪等河流内，进而造成施工区下游的河道淤积，过水断面减小，河床水位抬高，在一定程度上降低防洪、排涝能力。

(2) 诱发多种形式的水力侵蚀

本工程的开挖填筑、临时堆置和弃渣量均较大，涉及的范围也较广，各区域建设引起的水土流失如不进行有效的防治，必将引发沟蚀、面蚀等多种形式的水力侵蚀发生。如未及时清理，会加剧水土流失。工程施工期间是水土流失最严重的时期，如不做好施工期间的临时防护和相应的管理措施，在施工区域内将产生雨滴击溅侵蚀、面蚀等多种形式的水土流失。

(3) 对土地资源的破坏

工程建设将扰动和破坏大面积地表，原地表裸露或形成高陡边坡，失去原有植被的防冲固土能力，若不采取水土保持措施对其进行防护，表层耕作土或腐殖质层将被剥离、

冲蚀殆尽；工程开挖方及弃渣若随意堆置、流失，将有可能流失并发生侵占农田的现象，淤塞田间沟渠，甚至占压田面，对周围农田的耕作带来不利影响。

(4) 影响周边景观、降低空气质量

各施工区附近有村庄及道路分布，施工期间产生的水土流失将对周边环境带来不利影响，浊水、扬尘将降低施工区周围的地表水和空气质量，工程开挖产生的土方临时堆放时也会对周边景观产生影响。

因此，对本工程建设引起的水土流失区域，必须采取有效的水土保持措施，做到水土保持措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，把建设过程中产生的水土流失降至最低程度。

6.10 环境空气影响

6.10.1 水库工程

根据施工总布置，本次枢纽区环境空气影响评价的敏感目标主要为石柱村。本工程建设过程中，对环境空气的影响集中在工程施工期，运行期无大气污染物排放。施工期影响范围主要在施工征地范围内，主要污染源为主体工程开挖时产生的扬尘和施工车辆运输引起的扬尘、燃油尾气等，本工程主要针对爆破、燃油、渣场堆渣作业和交通扬尘等对环境空气的影响进行预测分析。

6.10.1.1 施工爆破及燃油废气影响

施工燃油、燃煤及爆破过程中将产生含 NO_X、CO、THC 及 SO_2 的有害尾气，这些污染源排放具有流动性、间歇性特点，但日排放量不大。

在有风条件下，施工高峰年施工区环境质量在各级大气稳定度等级下均可达一级标准，即施工燃油及爆破产生的废气对工程区环境空气质量影响轻微，空气质量较好。当大气稳定度为 F 时，NO_X 浓度可能超过二级排放标准。但工程所在区域大气稳定度 F 的出现机率很小，因此 NO_X 浓度超标机率很小。总体而言，施工爆破及燃油废气对施工区环境空气质量影响较小。

另外，由于 NO_X 等空气污染物在空气中会发生干沉降及湿沉降及大气扩散迁移，从而使空气中的污染物浓度大大降低，空气质量将转好。

6.10.1.2 渣场堆渣作业影响

工程弃渣场堆渣作业过程中易产生粉尘。根据实际调查，工程各弃渣场周边分布有高岭村、读经畈村等居民点，施工期弃渣场堆渣作业将对其产生一定影响。

6.10.1.3 交通运输产生的扬尘及尾气

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。一般情况，车辆行驶产生的扬尘，在同样路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏扬尘量越大。根据资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上，一辆载重 30t 的汽车，在时速小于 60km、不考虑洒水降尘等措施的情况下，粉尘排放量约为 0.5kg/km•辆，粉尘产生量约为 15kg/km•h。本工程场内施工道路总长约 45km，则施工道路产生粉尘量为 675kg/h。

本工程施工期车流量不大，运输车辆尾气排放源强较小，CO 约为 6.07kg/h、NO_2 约为 12.14kg/h、THC 约为 2.46kg/h。

本工程道路沿线评价范围内，交通运输扬尘和尾气将对居民点产生一定影响。可通过限制车速、路面洒水等临时措施减轻扬尘不利影响。

6.10.2 供水工程

供水工程建设过程中，主要环节空气污染源包括工程开挖、施工产生的扬尘和施工车辆运输引起的扬尘、尾气等。供水管线沿线有登丰村等环境空气敏感对象分布。敏感目标情况详见表 1.8-1。施工期间受爆破粉尘影响的对象还包括现场施工人员，因隧洞空间相对封闭，不利于粉尘扩散，若不注重通风和及时除尘，将使得洞内粉尘浓度长时间保持在较高水平，而对洞内施工人员带来较大影响。

6.11 声环境影响

6.11.1 敏感目标及噪声源强

根据施工总布置，本次枢纽区声环境影响评价的敏感目标为石柱(约 20 户)，主要噪声源包括施工开挖、钻孔、爆破、砂石料加工、混凝土拌和、辅助企业生产和交通运输等活动。弃渣场 200m 范围内分布有高岭村（约 25 户）、读经畈村（约 1 户），主要噪声源为渣场堆渣作业及进出车辆交通运输噪声。敏感目标情况详见表 1.8-1。

交通运输噪声强度为 70～90dB(A)，爆破噪声源强将达到 125dB(A)，施工机械噪声值在 83～98dB(A)，机械及汽车修理厂、转轮及金属结构拼装厂等施工工厂噪声源强一般在 70dB(A)以下；噪声源强较大的施工工厂主要为综合加工厂(包括钢筋加工和木板加工)、混凝土拌和系统等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在 90～110dB(A)之间。

6.11.2 影响预测

不同施工阶段和不同施工机械噪声源强不同，对周围环境的影响程度与范围也不同。施工期噪声影响预测情况如下：

施工噪声可近似为点声源处理，其衰减模式如下：

$$L_p = L_{pa}-20\lg(r/r_0)-\Delta L$$

式中：L_p——距声源 rm 处的施工噪声预测值，dB(A)；

L_{pa}——距声源 r_0m 处的参考噪声级，dB(A)；

r_0——L_{pa} 噪声的测点距离(5m 或 1m)，m。

ΔL——采取各种措施后的噪声衰减量，dB(A)。

根据上式，估算出主要施工机械噪声随距离的衰减结果见下表 6.11-1：

项目主要施工机械在不同距离处的噪声预测值

表 6.11-1

机械名称	噪声预测值									
	5m	15 m	20 m	30 m	40 m	50 m	100 m	150 m	200 m	300m
挖掘机	90	80	78	74	72	70	64	60	58	54
装载机	77	67	65	61	59	57	51	47	45	41
搅拌机	85	75	73	69	67	65	59	55	53	49
浇筑设备	76	66	64	60	58	56	50	46	44	40
交通运输	88	79	76	73	69	67	64	60	57	53
噪声叠加值	94	84	82	78	76	74	68	64	62	58

根据上表的预测结果可知，多台机械设备同时使用，昼、夜间噪声在距离为 300m 时都无法能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准。

砂石料加工系统所在区域敏感目标有高岭村。最近户距料场约 120m。砂石料搅拌机噪声对敏感点影响较大。昼间噪声超标约 5~9dB(A)，夜间超标约 15~19dB(A)。

枢纽工程所在区域内敏感目标有石柱村。最近户距施工场地约 120m。因此，项目多台设备同时运转时，施工噪声对枢纽工程周围环境敏感点影响较大。昼间噪声超标约 4~8dB(A)，夜间超标约 14~18dB(A)。伴随着施工期结束，工程施工期噪声对敏感点影响结束。

渣场 200m 范围内分布有高岭村、读经畈村，最近户距离渣场约 100m。昼间噪声超标约 1~3dB(A)，夜间超标约 14~17dB(A)。

供水工程管线途径多个村庄，施工开挖、土方回填、混凝土浇筑时使用了挖土机、推土机、搅拌机等多种施工机械，局部石方开挖使用爆破作业，噪声源强较大。考虑到供水管线为线性工程，各施工段持续时间段，各施工设备分散在作业区，噪声源为间歇性声源，施工期较短，合理安排好施工作业时间，不会对周边居民生活造成大的影响。

6.12 固体废物影响

6.12.1 施工期

(1) 生活垃圾影响

根据工程分析，工程施工期高峰日生活垃圾产生量为 1.11t/d，施工期生活垃圾产生总量约 936t。工程产生的生活垃圾若不及时进行处理，其堆放和垃圾渗滤液的排放，不仅会破坏当地土地资源、植被和景观，还将可能污染当地地表水和地下水，成为流行性疾病的疫源地。

(2) 建筑垃圾

建筑垃圾主要是工程竣工阶段临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块及弃土等。这些建筑垃圾若不及时处理，将影响临时用地的恢复和生态重建。

(3) 工程弃渣

本工程弃渣总计 62.46 万 m^3。弃渣中的建筑垃圾 15.98 万 m^3 全部位于水库淹没区，就地平整。其它土石方弃渣 46.48 万 m^3，工程弃渣需及时清运或堆置压实，避免产生水土流失。

供水工程弃渣主要为洞渣和水厂开挖石渣，质量较好，拟考虑社会化资源利用。

6.12.2 运行期

运行期产生的固体废物主要为管理区的生活垃圾，日产生生活垃圾约为 47kg/d。运行期生活垃圾产生量较少，但若不加以收集和处理，随意弃置，将对本工程周围环境产生一定影响。

6.13 移民环境影响

6.13.1 安置区环境适宜性分析

(1) 安置点基本情况

本工程共设置 2 个集中移民安置区，各移民安置区不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、世界文化和自然遗产地、珍稀动植物集中分布区、文物保护单位等环境敏感区域，各移民安置区地质稳定性较好，不良地质现象不发育，植被以灌草地、农田为主，安置点场地坡度大部分小于 10°，环境适宜性较好。

(2) 指标建立

本工程移民安置点选址时，主要从环境敏感因素、地形地貌、地质条件、植被、水土流失、生产生活条件等方面进行考虑和分析，评价指标体系见表 6.13-1。

移民搬迁安置点环境适宜度评价指标体系表

表 6.13-1

指标体系		环境适宜性等级			
		较适宜	中度适宜	一般适宜	不适宜
敏感因素	珍稀保护动植物集中分布区、自然保护区及风景名胜区	不涉及	不涉及	不涉及	涉及
地形地貌	坡度	0～10°	10°～15°	15°～25°	大于 25°
	土地类型	未利用地、草地	园地	耕地、灌木林地	林地
地质条件	场地稳定性、不良物理地质现象	稳定性较好、不良物理地质现象不发育	稳定性一般、不良物理地质现象不(弱)发育	稳定性较差、不良物理地质现象不(弱)发育	稳定性较差、不良物理地质现象发育
植被	植被类型	灌草丛	农田植被	人工森林	天然阔叶林、针叶林
生产生活条件	水源、供电、电信、交通条件	4 项指标均满足，且有均有保障	4 项指标均满足	满足 3 项指标	其他
水土流失	水土流失强度	轻度	中度	强度	极强度

(3)　评价方法

①　单项指标适宜度评价模型的建立

参照有关土地生态承载力和适宜性的研究成果，根据上面确定的适宜度评价指标建立模糊函数方程：

Ⅰ　环境敏感因素的判别

无环境敏感因素为适宜，其分值为 1，有环境敏感因素则为不适宜，分值为 0。

$$f(x_1)=\begin{cases}1 & \text{无环境敏感因素}\\ 0 & \text{有环境敏感因素}\end{cases}$$

若判别无环境敏感因素后，再进行下面指标的评价。

Ⅱ　地形地貌

ⅰ　地形坡度

$$f(x_2)=\begin{cases}1 & x<10°\\ 0.6 & 10°<x<15°\\ 0.3 & 15°<x<25°\\ 0 & x>25°\end{cases}$$

ⅱ　土地利用类型

$$f(x_3)=\begin{cases}1 & \text{未利用地、草地}\\ 0.6 & \text{园地}\\ 0.3 & \text{耕地、灌木林地}\\ 0 & \text{疏林地}\end{cases}$$

Ⅲ　地质条件

$$f(x_8)=\begin{cases}1 & \text{稳定性较好、不良物理 地质现象不发育}\\ 0.6 & \text{稳定性一般、不良物理地质现象不(弱)发育}\\ 0.3 & \text{稳定性较差、不良物理 地质现象不(弱）发育}\\ 0 & \text{稳定性较差、不良物理 地质现象发育}\end{cases}$$

Ⅳ　植被

$$f(x_8)=\begin{cases}1 & \text{次生灌草丛}\\ 0.6 & \text{农田植被}\\ 0.3 & \text{人工森林}\\ 0 & \text{天然阔叶林或针叶林}\end{cases}$$

Ⅴ　水土流失

$$f(x_9)=\begin{cases}1 & \text{轻度水土流失}\\ 0.6 & \text{中度水土流失}\\ 0.3 & \text{强度水土流失}\\ 0 & \text{极强度及以上}\end{cases}$$

②　环境适宜度综合评价模型的建立

Ⅰ　模型建立

根据适宜度各指标分析，在不存在环境敏感因素的情况下(即 $f(x_1)$的分值为 1 的情况)，对区域内的移民生产安置环境适宜度采用等权值进行叠加，计算公式为：

$$f=\sum_{i=2}^{6} w_i f_i$$

其中：f 为适宜度总分值；f_i 为各指标的给定分值，w_i 为权重，i 为指标数。

Ⅱ　模型中因子确定

适宜度分值确定：f_i 为上面建立的模糊方程给定的分值；

权重分值的确定：w_i 的确定根据移民安置点选址对地形坡度、土地利用类型、地质条件、植被和水土流失等指标的重要性来取值。一般用于安置点环境适宜性对上述指标的重要性依次为地质条件、地形坡度、植被、土地利用类型、水土流失。假定总权重值为 1，上述指标的权重分别确定为 0.25、0.25、0.2、0.2、0.1。

各评价指标的权重值见表 6.13-2。

环境适宜性评价指标权重表

表 6.13-2

评价指标	敏感因素	地质条件	地形坡度	土地利用类型	植被	水土流失	Σ
权重	无	0.25	0.25	0.2	0.15	0.15	1.0

III 综合评价分值确定

在无环境敏感因素的前提下，当某地块的计算分值大于 0.70 时，则该地块较适宜用于生产开发；当分值在 0.70～0.60 之间时，该地块中度适宜开发；当分值在 0.60～0.50 之间时，则该地块环境适宜开发程度一般；当分值在 0.5 以下时，则该地块不能用作生产开发用地，为不适宜。

适宜性综合评价表

表 6.13-3

项目	较适宜	中度适宜	一般适宜	不适宜	很不适宜	极不适宜
总分值(f)	0.7 以上	0.7～0.6	0.6～0.5	0.5～0.3	0.3～0.1	0.1 以下

(4) 移民安置点环境适宜性总体评价

根据各移民安置点环境现状和实际情况，采用上面的公式计算出各移民安置点开发的环境适宜性结果，对其环境适宜性进行评价，均较适宜。

本工程移民安置点环境适宜性一览表

表 6.13-4

安置点名称	坡度(°)	地质条件		植被类型	占用地类	适宜性评价值	适宜性
		稳定性	不良地质现象				
星田安置点	<10	较好	不发育	农田植被	耕地	0.77	较适宜
上茨安置点	<10	较好	不发育	次生灌草丛	未利用地	1	较适宜

6.13.2 对移民生活质量的影响

(1) 对居住条件的影响

根据移民安置规划标准，星田区块移民人均建设用地为 95.43m^2，上茨区块人均房屋建筑标准 61m^2，能够满足移民安置规划目标的要求。安置区场地比较平整，供水、供电设施经过改建后，可以恢复到原来的水平，村内道路全部实现硬化，安置点对外交通有保证，移民安置点经过重新规划后，道路平整，房屋有序，移民的居住环境和生活

便利上大为改善。因此，安置后移民住房条件将得到一定改善。

(2) 对移民收入的影响

马金镇拥有工业企业 313 家，其中规模以上企业 7 家；工业税收 408 万元，形成了以绿色食品加工、新型建材、铅笔竹木制品、来料加工等四大特色行业为基础的生态工业经济结构。根据马金镇总体规划，规划进一步建设江瑶工业园区、黄陵工业园两个工业园区，用地面积 59.52hm^2，至少提供就业岗位约 3000 个。而且安置区附近规划有商业中心、副食品市场、小型超市、美容美发店、洗衣店、社区维修站等，至少可提供就业岗位约 500 个。

根据《开化县上茨地块控制性详细规划》，上茨地块规划布置三个街坊的工业用地，集中布置在东环路以东地块，全部为一类工业用地，工业总用地 8.80 万 m^2，可提供就业岗位约 3000 个。此外，上茨安置点隔江相对的浙江开化工业园区规划总面积 1352 万 m^2，已有企业 182 家(其中 26 家在建)，26 家在建企业计划 2020 年建成并投产，预计可提供就业岗位约 4960 个，可以满足库区移民就业需求。

本工程生产安置采用基本生活保障辅以农村集体经济发展资金方式，根据地方政府意见，当地政府可以提供满足移民生产安置所需的社保容量。

综上所述，通过各项工程的实施和政策的落实，基本可以保证移民的生活水平不降低或高于原有水平。

(3) 对风俗习惯的影响

根据本阶段移民安置规划，马金镇星田安置点、开化县上茨安置点距离库区居民点的距离分别为 7.6～11.6km、28.5～33.4km，移民的生产生活地点变化不大，不会打乱其传统文化存在的空间和氛围，生活方式变化也不大，移民与原居民素有交流，相处和谐。因此，移民安置对其风俗习惯影响不大。

6.13.3 安置区次生环境影响分析

6.13.3.1 对生态环境的影响

(1) 对动植物的影响

移民点的建设将永久占用部分土地，地表植被将被完全清除，但规划的安置点是受人类活动影响比较强烈的区域，现状植被以耕地和灌草丛为主，原生植被和动物分布较少，移民点建设不会对区域植被结构和动物产生明显影响；受影响的植物种类为区域常见种类，区域无国家、浙江省保护动植物种类分布，不会对区域植物区系和物种数量造成明显影响。本工程农村移民生产安置方式为货币补偿、购买社会养老保险等方式，均

不新开垦耕园地。

(2) 水土流失影响

移民安置需要占用一定的土地，破坏原有植被，会造成一定范围和有限时间的水土流失。

根据同类水利工程移民安置经验，移民安置区水土流失主要发生在“三通一平”时期，移民安置点的房屋建设和各专项设施的复建必然在一定范围挖取松散的表土层，并抛弃不需要的土、石方，如处理不当，不但破坏原有景观地貌，且可能造成废弃物堆体垮塌，加剧水土流失。

为了防止上述水土流失产生，必须统一规范安置区的各项建设活动，对施工弃土弃渣，选择合适的场地集中堆放，并采取相应的工程拦挡、植被恢复措施，通过采取合适的水土保持措施可以消除或降低水土流失风险。

6.13.3.2 对水环境的影响

(1) 地表水环境

① 施工期

施工期对水环境的影响源主要是移民集中安置点的建设排放的施工废水。生产废水中混凝土拌合废水具有悬浮物浓度高、水量小、间隙集中排放的特点，机械冲洗废水石油类污染物质及固体悬浮物浓度较高，由于集中安置点规模不大，生产废水排放量小，基本不会产生径流，基本不会对地表水体水质产生显著影响。施工人员数量很少，且大多租住当地村民住房，不会对周边环境及水体造成不利影响。

② 运行期

移民安置对水环境的影响主要为移民迁入后产生的生活污水。根据工程分析，本工程移民集中安置点日生活污水排放总量为 637.34m^3/d，其中开化县上茨安置点、马金镇星田安置点生活污水排放量分别为 446.18m^3/d、191.16m^3/d。污水成分比较简单，主要为 COD、BOD_5、氨氮和 SS 等，其排放的浓度分别约为：400mg/L、200mg/L、35mg/L、200mg/L。

根据现状调查，本工程建设征地涉及的农村地区生活污水大部分不经处理直接外排，经地表径流最终进入马金溪。本阶段规划对新建的移民安置点生活污水进行收集，纳入当地污水处理厂处理达标后外排。农村移民安置点建成后，通过配套污水处理设施的处理，在一定程度上改善当地农村环境卫生，对马金溪流域水质有利。

6.13.3.3 固体废弃物影响

(1) 施工期

施工期固体废物主要为施工弃渣和施工人员生活垃圾。施工弃渣主要来自于场地平整和房屋建设，如弃渣处置不当，将会影响土地利用和自然景观，造成水土流失。施工期施工人数较少，大部分居住在附近村庄，施工人员生活垃圾纳入当地垃圾收集和处理系统，不会对安置点周围环境产生较大影响。

(2) 运行期

至规划设计水平年，移民安置区总垃圾日产生量 4.72t(2.83m^3)，开化县上茨安置点、马金镇星田安置点生活垃圾日产生量分别为 3.31t、1.42t。垃圾若任意排放或随意堆置，不仅污染生活区的环境空气、影响美观，而且在每年雨季垃圾渗滤液及病菌随地表径流进入地表水体，将影响马金溪水质。任意堆放的垃圾容易滋生蚊蝇，引起鼠类大量繁殖，增加安置区疾病传播机会，影响移民身体健康。

对农村集中安置点建设，需同步设置垃圾收集及清运设施，并结合各安置区所在地现有垃圾处理设施拟定切实可行的处理方案，确保安置点的生活垃圾得到集中收集和最终处置，不因随意堆置而对地表水和人群健康产生危害。

因此，在采取相应措施收集、转运和处置后，移民安置产生的固体废物对周边环境影响不大。

6.13.3.4 大气和声环境影响

安置点施工建设期间在短期内对距离较近居民点等敏感点产生一定的粉尘和噪声污染，安置点规模不大，影响强度较小，星田安置点附近有星田村，上茨安置点附近 200m 内无居民点，移民安置对大气和声环境的影响总体较小。

6.13.3.5 人群健康影响

工程施工队伍进驻，可能有外来病源进入工区，加之施工生活设施简陋，卫生条件较差，流行病交叉感染机会增大，容易引起传染病的传播。此外，若施工期和运行期生活污水无序排放，生活垃圾乱堆放，将会使蚊蝇孳生，有可能会使当地一些传染性疾病的发病率增加。因此，必须采取有效措施，对生活污水和生活垃圾进行适当处理和处置。

移民安置工程建成后，安置点房屋和各类基础设施统一规划布置，移民生活用水采用净水厂供水。各移民安置点均规划设置污水处理设施，并设置生活垃圾收集系统。各移民安置点均设置有卫生所，移民搬迁后生活区环境状况和医疗条件将较现状有较大改观，对改善环境卫生、预防疾病和保护人群健康都将具有较大改善作用。

6.13.4 专项设施复建工程的环境影响分析

开化水库专项复建工程主要包括交通工程(复建 G205 国道)、通信工程、有线电视网络线路、输变电设施的复建。

6.13.4.1 复建交通工程环境影响分析

(1) 生态环境影响

复建 G205 国道利用原国道部分路线（0.75km）位于钱江源省级风景名胜区和钱江源国家公园，该段不采取工程措施，该复建国道建设不会对 2 处敏感区产生不利影响。但有 1.1km（按实际实施段计算）涉及钱江源国家森林公园，该段复建国道为隧洞和桥梁，占地面积很小，对钱江源国家森林公园陆生植被和生物多样性影响很小。

根据工程布置，库区生产道路占地面积为 27hm^2，占用的土地类型主要为林地，结合现场实地调查，库区生产道路占用的自然植被以马尾松林、杉木林、毛竹林为主，常见的植物有枫香树、山胡椒、插田泡、檵木、野菊、芒萁、白茅、五节芒等，受工程永久占地影响的植物均为常见种，受工程永久占地影响的植被均为常见类型，因此工程对评价区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，且占地面积较小，施工结束后植被恢复措施的会在一定程度上缓解其影响，因此库区生产道路占地对区域植物及植被的影响有限。

施工产生的噪音、生产及生活废物等，会使生物栖息的生态环境恶化，可能导致植物种类减少和野生动物迁移，引起区域内的动物种群数量发生变化。由于工程区长期受人为活动干扰严重，野生动植物分布较少，因此工程施工对野生动植物的影响很小。

(2) 水环境影响

复建交通工程施工期对水环境的影响分析主要表现在施工中产生的施工废水及施工人员生活废水。混凝土拌和系统废水排放量很小，废水主要污染物为 pH 和 SS，若随意排放将对周围环境产生一定影响。施工中生活废水为施工人员日常生活所产生，施工人员一般租住在附近村庄，生活污水纳入当地处理，对环境影响较小。

复建交通工程营运期无经常性污水来源，主要水污染源是非经常性污水，即路、桥面径流。影响路、桥面径流水量和水质因素较多，包括降雨量、车流量、两场降雨间隔时间等，其水量和水质变幅较大。根据目前国内对公路路面径流浓度的测试结果，降雨初期到形成路面径流的 30min 内，水中的悬浮物和石油类浓度较高；半个小时后，其浓度随着降雨历时延长而较快下降，降雨历时约 40～60min 后，路面基本被冲洗干净，路面径流污染物浓度基本稳定在较低水平。

此外，车辆、船舶在行驶过程中，由于高速或者操作不当，会发生交通事故，尤其是装载危险品的车辆发生事故时，造成危险品外溢，可能造成开化水库水体污染。因此，需采取相应的风险事故防范措施及应急预案，防患于未然。

(3) 水土流失影响

复建交通工程设置的渣场若不及时进行防护，将产生较大的水土流失，严重的水土流失很容易对区域土地生产力、区域生态环境、河道水质等造成不同程度的危害。

(4) 空气环境影响

复建交通工程在施工期对周围环境空气质量的影响主要是扬尘污染。其中最主要的是运输车辆道路扬尘和施工作业扬尘。

复建的公路通车后，车辆尾气是大气污染物的主要来源，其排放量与交通量、车型构成比及汽车运行情况有关。复建公路等级低、行车量小，汽车尾气排放量也较少，且污染源为流动型、较分散，加之大气扩散作用，道路扬尘和汽车尾气对周边环境空气的影响较小。

(5) 声环境影响

复建交通工程建设施工期间，噪声主要来源于施工机械和运输车辆辐射的噪声。施工前期钻探工作使用钻探机会产生较高的噪声；道路建设工作期间的打桩机、推土机、平地机、拌合机等将是主要的噪声源。各种机械运行时噪声值较高，最大声级一般在80dB以上，但随着距离的增加，噪声逐渐衰减，昼间80m距离处除打桩机外其它机械均可达到要求、夜间300m距离处可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)规定的55dB。复建工程施工期间施工噪声虽然较大，但施工结束后施工噪声影响将不再存在，施工噪声对环境的影响是暂时的、短期的。

拟改复建的道路现有通行车辆以小型客车为主，拟建项目主要是对原有道路的恢复，建成后仍主要承担原有交通量，因此道路交通情况不会发生太大变化，改复建后交通噪声对周边环境的影响较现状不会明显加剧。

(6) 生活垃圾影响

复建交通工程施工人员将产生少量生活垃圾，这些生活垃圾如果处理不当，将对道路沿线和渡口周围环境卫生、景观造成一定的污染，甚至造成疾病传播。

(7) 社会环境影响

复建交通工程开工建设，在施工期可为当地居民提供一部分短期就业机会，从而可使参与道路施工的群众增加经济收入。

复建交通工程施工期内，施工产生的扬尘、机械噪声、施工废弃物以及施工运输对当地交通的干扰等，都会对沿线居民的正常生活、生产带来一些负面影响，但这种影响是短时期的，暂时的。随着施工结束，复建交通设施投入运营后，将对所在区域的经济发展、社会文明都将起到重要作用，使该区域人民群众的生活质量逐渐提高。专项设施复建后，将为当地居民的正常生产生活提供保障。

6.13.4.2 其他改复建项目环境影响分析

通信工程、有线电视网络、输变电等其他改复建项目在复建过程中不可避免对周边环境产生一定不利环境影响，主要表现为植被占用、水土流失、施工废水、粉尘、噪声及固体废物排放等，在其复建之前应单独开展环境影响评价，针对不利影响制定对策措施并加以实施。总体而言，以上专业项目改复建工程量较小，产生的不利环境影响较小。

6.14 人群健康影响

(1) 对介水传染病的影响

介水性传染病与居民环境卫生条件和生活习惯相关，特别是与饮用水卫生密切相关。水库蓄水初期将淹没厕所、粪坑、畜圈、坟地等易造成水体污染；移民安置搬迁过程中，搬迁劳累、生活条件不适应、不良生活习惯和饮用水卫生等问题，如果不采取有效的措施，都可能造成介水传染病的流行。施工期大量施工人员进驻施工现场，人口密度剧增，来自外地的施工人员与当地施工人员和当地居民接触，可能增加传染源或易感人群。如不注意饮用水卫生、粪便管理、垃圾处理和食品卫生管理，很容易造成痢疾、伤寒副伤寒等疾病暴发流行和病毒性肝炎传染流行。

(2) 对虫媒传染病的影响

工程施工期，施工区人口密度剧增，外地施工人员、当地施工人员和当地居民相互成为传染源和易感人群，在虫媒生物的作用下构成了传染病感染的条件，如果不加强对施工人员的检疫工作，有可能在施工人群中造成疟疾传染或流行。库区传播疾病的蚊媒普便存在，流行因素已经存在，若不采取有效防治措施，结核、流行性出血热、麻疹、痢疾等传染病发病率有可能上升。由于库区各级防疫网络基本健全，建库后只要落实预防接种措施，并注意消灭蚊媒，库区不致因建库而出现结核、流行性出血热、麻疹、痢疾等传染病的扩大或流行。

(3) 对自然疫源性疾病的影响

水库蓄水后水库水位抬升，库区的鼠类将向库周正常蓄水位以上迁移，使库周地区鼠类密度增大，人与鼠的接触机会增加。施工区人员高度密集，产生的生活垃圾增加了

鼠类的食物来源，鼠类数量会有所增长，鼠类传播疾病的危险机率也会有所增加。

7 环境保护对策措施

7.1 水环境保护措施

7.1.1 生态流量保障措施

7.1.1.1 初期蓄水期间生态流量泄放措施

开化水库工程计划水库大坝完建后的 6 月开始下闸蓄水。首先封堵 G205 国道交通洞，逐步进行导流洞封堵闸门挡水，同时在下闸蓄水前期，施工封堵期导流洞封堵体内埋设 2 根直径 100cm 的钢管，长 50m，中心高程 187m，钢管出口装蝶阀，下泄流量可以保障生态流量泄放要求。

大坝蓄水起始高程 186.5m，按照偏枯 75%保证率计算，第 1 年 6 月 18 日可蓄水至生态机组进水口水位 198m，第 1 年 6 月 20 日可蓄水至供水死水位 205m，至第 2 年 5 月 17 日可蓄水至防洪限制水位 245m。水库水位由生态机组进水口水位 198m 蓄至防洪限制水位 245m 期间由生态机组(单台设计引水能力 1.72m^3/s)、生态机组旁通管(水库死水位时调节阀过流能力 1.87m^3/s)下泄生态流量。

7.1.1.2 运行期生态流量保障措施

本工程开发任务为以防洪、供水为主，结合灌溉、改善下游河道生态环境和备用，兼顾发电等综合利用。工程坝后安装的 13.4MW 机组(2 台单机容量 6MW 机组和 2 台单机容量 0.7MW 生态机组)在电网中不承担调峰任务，主要利用生态流量、向下游河道供水和汛期弃水进行发电，其中生态机组承担生态流量发电任务，生态单机发电流量 1.72m^3/s，两台生态机组可以满足一般月份最小下泄流量 0.933m^3/s 过流要求；单台大机组设计引用流量 13.87m^3/s，利用机组发电及其他泄流设施可满足汛期最小下泄流量过流要求。因此，电站运行时通过生态机组发电方式可以满足下游生态流量要求。当机组全部检修时，利用 1#大机组进水钢管右侧布置的旁通管下放生态流量(设流量调节阀进口底板高程 192m，可以满足下泄放不小于 0.933m^3/s 的生态流量要求。此外，当下游有特殊用水需求时，开化坝址通过 4 台机组、大机组旁通管、放空底孔、溢流表孔等泄水设施向下游泄放。

7.1.1.3 生态流量在线监测系统

开化水库工程拟建设水情自动测报系统，在本系统覆盖的范围内建立雨量、水位、流量等水情信息自动采集、传输、接收处理的水情自动测报系统，建立开化水库工程中心站，实时整理计算区域雨量、控制断面水位、流量等数据，配置洪水预报方案和枢纽

洪水调度软件，实现水文数据自动采集、传输、处理并可迅速进行上下游洪水预报，为工程防洪预报和水库合理调度提供可靠保证。系统由 1 个中心站，12 个遥测站组成。其中，遥测站为 7 个雨量站，2 个水位站，3 个流量站。系统的站网布设为：中心站设于开化水库管理部门所在地；雨量站设于大麦坞、牛栏基、江田、后山湾、道仁堂、齐溪、开化水库站；水位站设于水库坝上、马金站。流量站设于水库坝上(库尾)、水库坝下、华埠站。其中齐溪站为国家级雨量站同时也是齐溪水库管理专用站，故仅需进行标准化改造。

本工程拟利用工程建设的水情自动测报系统实施坝上水位和坝址下游断面生态流量的在线监测。坝下水文站布置在河道顺直、规整、发电流量和泄水流量集中的位置，可满足生态流量在线监测需求。水库下闸蓄水前，需完成坝下水文站的建设和调试运行工作，具备流量和水位监测能力，并与省环保、水利等行业行政主管部门联网，实时了解蓄水期和运行期坝址下游河道的流量情况。

7.1.1.4 齐溪水库闸门改造

开化水库建成后将淹没齐溪水库的引水式电站和坝后式电站，齐溪水库不再具有发电功能，仅需要维持正常蓄水位。为保障开化水库的运行调度，齐溪水库应按照来水泄放流量至开化水库。

齐溪水库大坝溢流堰弧门尺寸较大，不适合长期泄放小流量上游来水。2010 年齐溪水库大坝加固改造时未更换闸门，因此，本次考虑制作一扇带翻板闸门的新弧门替换现状的弧门。齐溪水库坝址处多年平均流量为 7.32m^3/s，多年月平均流量为 1.91~19.55m^3/s。据此，在齐溪水库大坝弧门上设计一扇孔口尺寸为 3m×2m 的翻板闸门，用于泄放齐溪水库平时来水，翻板闸门最大泄流量为 16.5m^3/s，并可通过调节翻板闸门开启的高度调节下泄流量，维持齐溪水库的正常蓄水位。

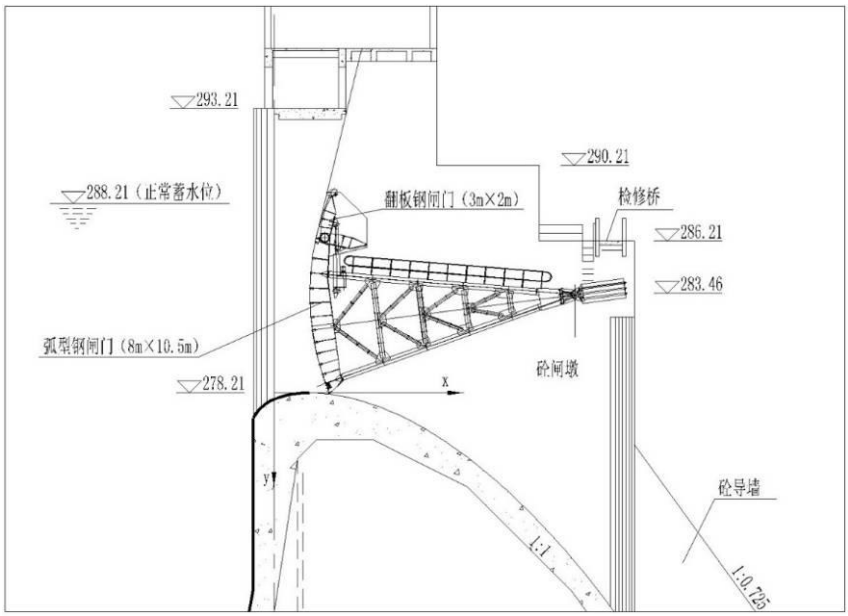


图 8.1-1　改造后的齐溪水库大坝闸门剖面设计图

7.1.2　水温影响减缓措施

7.1.2.1　进水口取水方案

开化水库的取水口分为发电生态取水口和供水取水口，每个类型的取水口均设置高、中、低三个多层取水口，以减缓水温对下游及供水的不利影响。发电生态取水口上、中、下层取水口的底高程分别为 235m、220m、198m，孔口尺寸均为 4m×4m，最小淹没水深为 2.5m，即坝前水位在 241.5m 以上时发电生态取水口使用表层取水口，当坝前水位在 226.5～241.5m 时，启用中层取水口，当坝前水位在 226.5m 以下时，启用底层取水口。供水取水口上、中、下层取水口的底高程分别为 235m、220m、200m，孔口尺寸均为 2m×2m，最小淹没水深为 1.0m，即坝前水位在 238m 以上时供水取水口使用表层取水口，当坝前水位在 223～238m 时，启用中层取水口，当坝前水位在 223m 以下时，启用底层取水口。

根据底层取水预测结果来看，平水年、丰水年、枯水年 5～9 月下泄低温水影响较为显著，因此在平水年、丰水年、枯水年 5～9 月按多层取水口运行原则运行多层取水口。

按照上述分层取水口启用原则，确定出各典型年分层取水方案如图 8.1-2～图 8.1-4。

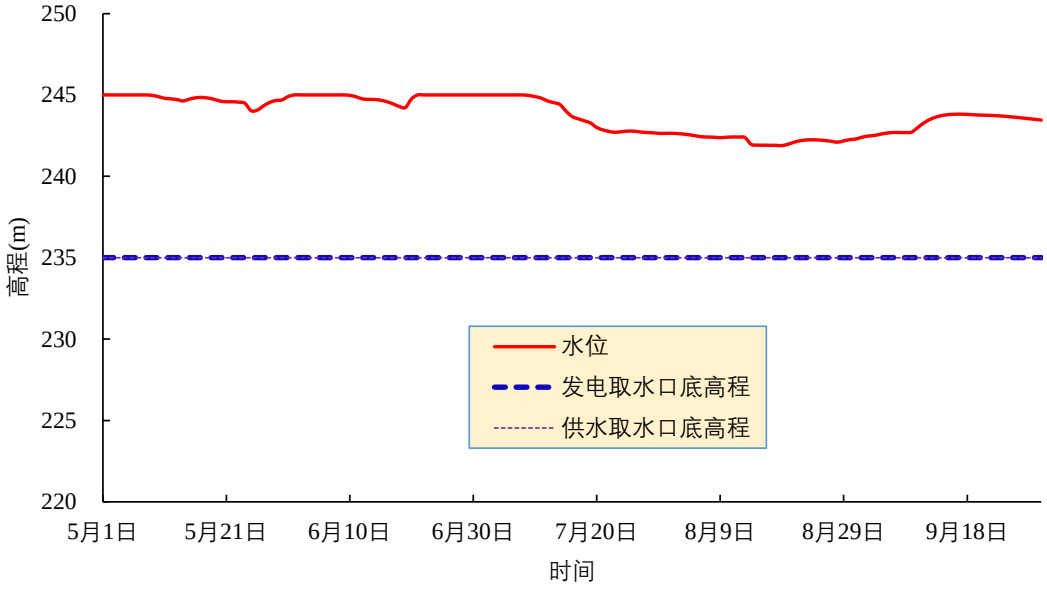


图 8.1-2　平水年 5～9 月分层取水口启用情况（表层）

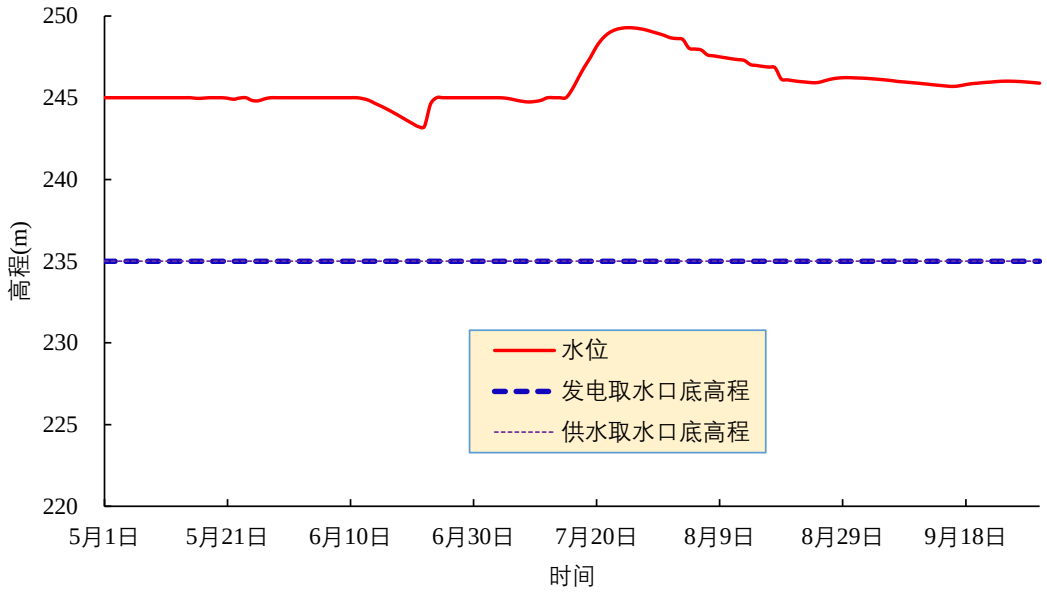


图 8.1-3　丰水年 5～9 月分层取水口启用情况（表层）

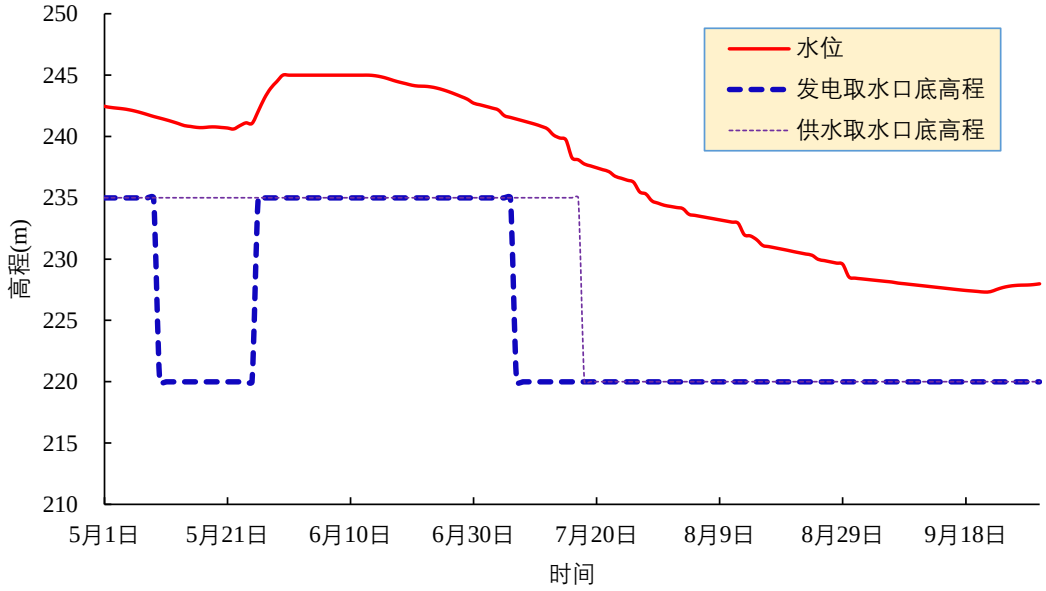


图 8.1-4　枯水年 5～9 月分层取水口启用情况（表层和中层）

7.1.2.2　多层取水口水温改善效果分析

(1)　平水年多层取水

表 8.1-1 及图 8.1-5 为开化水库平水年工况下多层取水口方案与底层取水方案下坝前垂向水温的对比情况。底层取水时，发电生态取水口和供水取水口的取水高程范围分别是 198m～202m、200m～202m，而多层取水时，发电生态取水口与供水取水口均采用的是表层取水口，高程范围分别为 235m～239m、235m～237m，由于取水深度和取水层发生了较大改变，多层取水口方案下的坝前垂向水温与底层取水时发生较大变化。由于多层取水口方案主要取用水库中上层水体，库底水体基本未受扰动而较为稳定，低温水的停留时间较长，相应水库热量的积蓄有所减少。具体来看，多层取水口方案的库底水温较底层取水有所降低，最大降低 8.1℃；多层取水的垂向温差较底层取水大，最大垂向温差由底层取水的 13.9℃增加到多层取水的 17.5℃，滞温层厚度和水温分层强度也对应增大，坝前垂向平均水温有所降低，最大降低 6.5℃。

图 8.1-6 为平水年 7 月多层取水口与底层取水方案的坝前流场对比图，由流场分布可以看出，底层取水流动层为库底低温水层，而多层取水时，流动层在库区中上层，有利于各取水口取得水库表层温水，进而提高下泄水温。

5 月～9 月底层与多层取水坝前水温特征(平水年)

表 8.1-1

月份	5 月		6 月		7 月		8 月		9 月	
	底层	多层	底层	多层	底层	多层	底层	多层	底层	多层
库表水温	23.2	22.4	25.8	25.4	28.9	29.4	30.0	29.3	28.5	27.3
库底水温	11.5	11.5	12.1	11.7	15.0	11.9	19.4	12.2	20.8	12.7
垂向温差	11.8	10.9	13.8	13.7	13.9	17.5	10.7	17.0	7.6	14.6
垂向平均	14.8	14.3	17.9	15.9	21.5	17.3	24.4	17.9	25.4	18.9

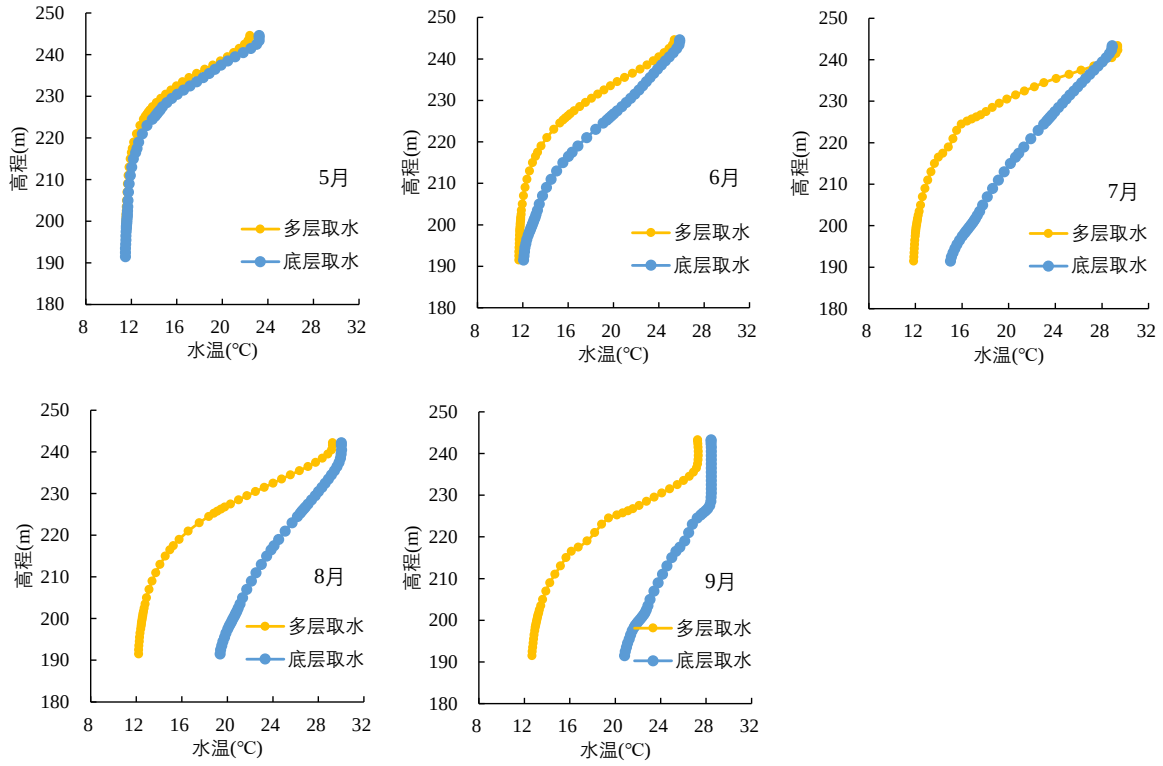


图 8.1-1　底层取水与多层取水各月坝前垂向水温对比（平水年 5～9 月）

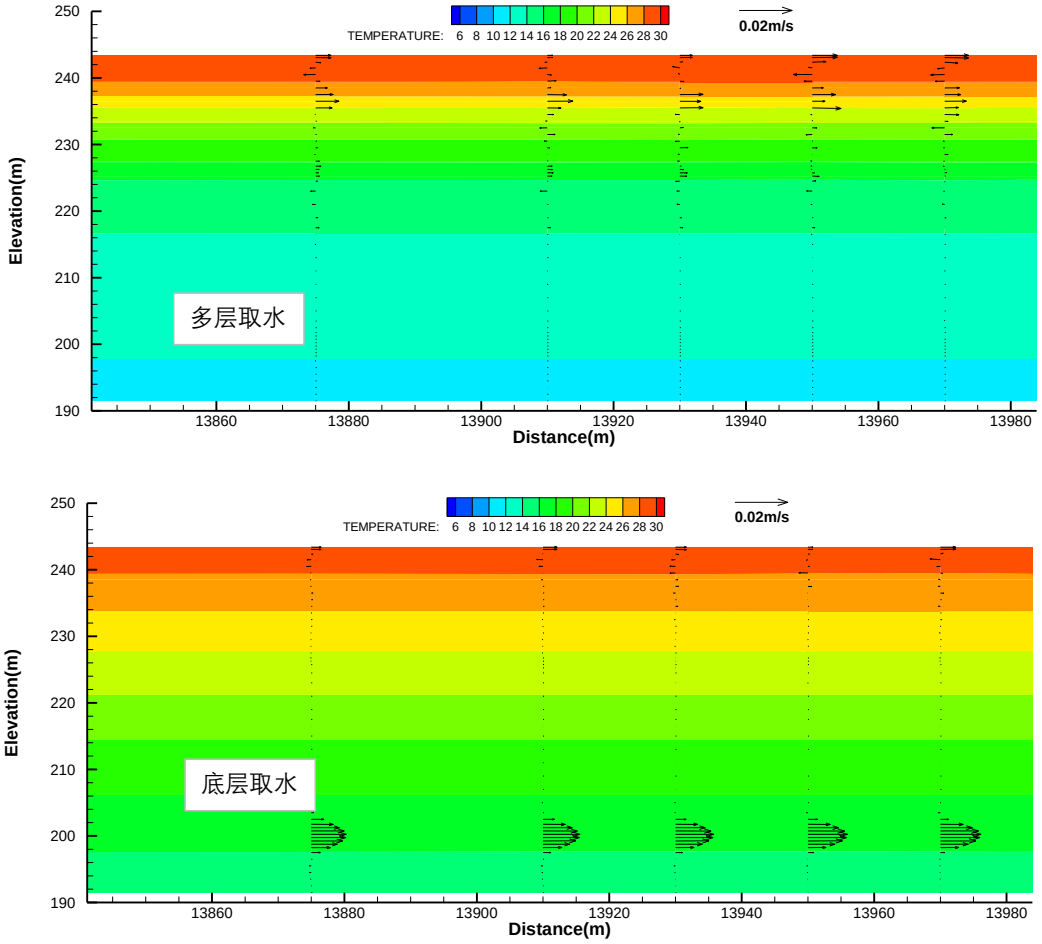


图 8.1-2　底层取水与多层取水坝前流场对比（以平水年 7 月为例）

表 8.1-2、图 8.1-7~图 8.1-8 展示了多层取水对出库水温的改善效果。

对于供水水温来说，由于多层取水口启用表层取水口，取水口可取用坝前的中表层水体，其出库水温较底层取水的改善效果较为明显，月均升温范围为 4.2℃~8.3℃，平均达到 6.6℃。与坝址现状水温相比，多层取水口出库水温除在 6 月月均偏低 1.5℃外，其他月份差异较小。

对于进入下游河道的水温来说，发电取水主要采用表层取水口，下泄水温具有明显的改善效果。由于取水高程抬高了近 37m，进入河道的水温较底层取水平均提高 6.3℃，最大月均提高 7.8℃。与坝址现状水温相比，多层取水口的下泄水温不存在低温水影响。

多层取水对出库水温改善效果（平水年）

表 8.1-3

月份	坝址现状水温	供水水温						进入下游河道水温				
		底层取水		多层取水		改善效果		底层取水		多层取水		改善效果
	A	B	B-A	C	C-A	C-B		D	D-A	E	E-A	E-D
5 月	17.9	11.6	-6.3	18.3	0.4	**6.7**		12.6	-5.3	19.3	1.4	**6.7**
6 月	23.1	13.3	-9.8	21.6	-1.5	**8.3**		17.4	-5.7	23.1	0.0	**5.6**

7 月	25.0	17.2	-7.7	25.0	0.1	**7.8**	18.5	-6.5	26.3	1.3	**7.8**
8 月	26.0	20.7	-5.3	26.9	0.9	**6.2**	20.6	-5.4	27.3	1.3	**6.7**
9 月	26.8	22.5	-4.3	26.8	-0.1	**4.2**	22.4	-4.4	26.9	0.0	**4.4**

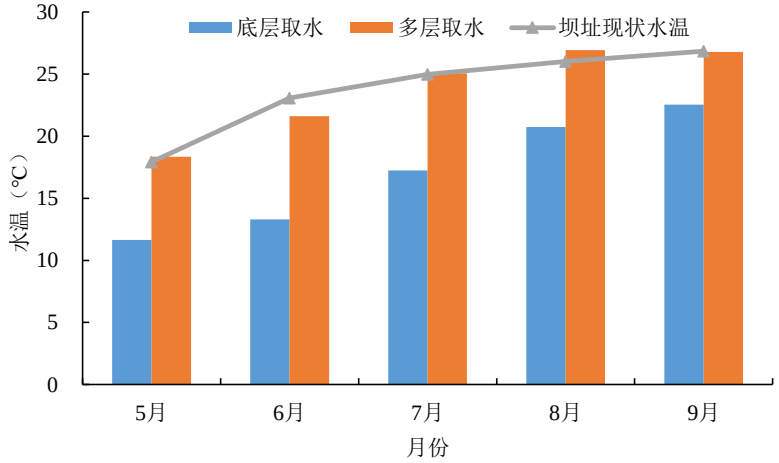


图 8.1-7　多层取水对供水水温的改善效果（平水年）

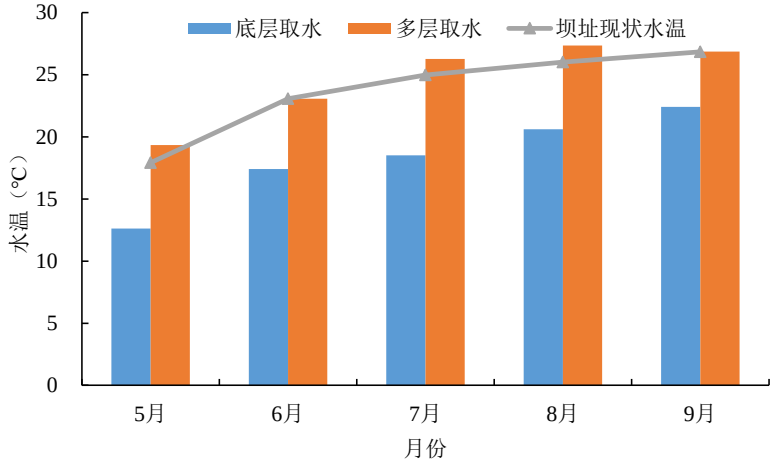


图 8.1-8　多层取水对进入河道的水温改善效果（平水年）

(2)　丰水年多层取水

表 8.1-3 为开化水库丰水年多层取水与底层取水坝前垂向水温的对比情况。丰水年 5 月～9 月发电生态取水口、供水取水口均启用表层取水口，分别较底层提高取水高程约 37m、35m。

丰水年多层取水对坝前水温的影响基本与平水年类似，因库区中上层温水的取用，坝前垂向水温较底层取水有所降低，库底水温最大降低 6.0℃，垂向平均水温最大降低 5.3℃，水温分层强度有所增加。坝前流场对比情况与平水年类似，此处不再赘述。

丰水年多层取水对出库水温的改善效果较为明显，供水水温较底层取水平均提高了 6.4℃，进入河道水温较底层取水平均提高了 5.3℃。与坝址现状水温相比，6 月～9 月供水水温略有偏低，其平均值为 1.2℃，而进入河道的水温由于泄洪和取水口高程的抬高，

多层取水的低温水效应改善作用较大，基本达到坝址现状过程。

5～9 月底层与多层取水坝前水温特征(丰水年)

表 8.1-1

月份	5 月		6 月		7 月		8 月		9 月	
	底层	多层	底层	多层	底层	多层	底层	多层	底层	多层
库表水温	23.0	23.0	25.6	25.2	29.2	29.0	29.9	29.5	28.4	26.8
库底水温	11.8	11.7	12.1	11.7	13.6	11.8	18.2	12.4	19.8	13.7
垂向温差	11.3	11.3	13.5	13.5	15.6	17.2	11.7	17.0	8.7	13.1
垂向平均	14.7	14.2	17.6	15.3	20.8	16.9	23.8	19.0	24.9	19.6

多层取水对出库水温改善效果（丰水年）

表 8.1-2

月份	坝址现状水温	供水水温						进入下游河道水温					
		底层取水		多层取水		改善效果		底层取水		多层取水		改善效果	
	A	B	B-A	C	C-A	C-B		D	D-A	E	E-A	E-D	
5 月	17.9	11.8	-6.1	18.8	0.8	**7.0**		16.5	-1.4	20.7	2.8	**4.2**	
6 月	23.1	13.2	-9.8	21.3	-1.8	**8.0**		17.4	-5.7	22.9	-0.1	**5.6**	
7 月	25.0	16.7	-8.3	23.8	-1.1	**7.1**		18.4	-6.5	24.9	-0.1	**6.5**	
8 月	26.0	19.7	-6.4	25.3	-0.7	**5.7**		19.5	-6.5	25.8	-0.2	**6.3**	
9 月	26.8	21.6	-5.3	25.6	-1.3	**4.0**		21.5	-5.4	25.7	-1.1	**4.2**	

(3) 枯水年多层取水

表 8.1-5 为开化水库枯水年底层取水与多层取水坝前垂向水温的对比情况。枯水年由于水库水位较低，5～9 月取水以表层、中层取水口为主。

由于多层取水口的运用，枯水年对下泄低温水也具有较好的改善效果。与底层取水相比，5～7 月供水水温较底层取水平均提高了 6.1℃，而 8 月、9 月由于坝前水位的逐渐降低，使得供水取水口由表层改变为中层，进而导致取水水温有所降低。此外，由于库表积蓄的热量前期被下泄，9 月同期较底层取水降低约 1.3℃。进入下游河道水温，在 5～8 月较底层取水平均提高了 3.2℃，而 9 月同期约降低 1.0℃。此外，与坝址现状水温相比，进入河道的低温水平均影响由底层取水的 3.6℃降低至 1.3℃，低温水幅度超过 2.0℃的时段由底层取水的 4 个月减少为 1 个月。

5～9 月底层与多层取水坝前水温特征(枯水年)

表 8.1-5

月份	5 月		6 月		7 月		8 月		9 月	
	底层	多层	底层	多层	底层	多层	底层	多层	底层	多层
库表水温	22.1	21.7	25.0	25.0	29.8	29.9	30.3	29.5	28.6	26.4
库底水温	12.2	12.2	13.9	12.6	15.5	13.0	20.3	13.5	23.5	15.5
垂向温差	9.8	9.5	11.1	12.4	14.2	16.9	10.0	16.0	5.1	10.9

垂向平均	15.5	15.1	18.8	17.1	22.6	18.9	25.8	19.5	27.0	20.2

多层取水对出库水温改善效果（枯水年）

表 8.1-3

月份	坝址现状水温	供水水温					进入下游河道水温				
		底层取水		多层取水		改善效果	底层取水		多层取水		改善效果
	A	B	B-A	C	C-A	C-B	D	D-A	E	E-A	E-D
5 月	17.9	12.7	-5.2	19.9	1.9	**7.2**	13.2	-4.7	17.2	-0.7	**4.0**
6 月	23.1	15.5	-7.6	22.5	-0.6	**7.0**	18.2	-4.9	23.4	0.3	**5.2**
7 月	25.0	19.6	-5.3	23.6	-1.4	**4.0**	19.3	-5.7	21.0	-4.0	**1.7**
8 月	26.0	23.6	-2.4	24.3	-1.7	**0.7**	23.3	-2.7	25.1	-0.9	**1.8**
9 月	26.8	26.8	-0.1	25.5	-1.4	**-1.3**	26.6	-0.2	25.7	-1.2	**-1.0**

7.1.2.3 下游河道水温改善效果

表 8.1-7 给出了开化水库平水年、丰水年和枯水年 5 月~9 月采用多层取水口方案后各典型断面水温与现状水温的变化。表 8.1-8 统计了丰水年、平水年和枯水年的影响范围（以假定各工况下河道水温与现状水温首次差异为 1.5℃时则认为水库对河道水温没有影响）。图 8.1-9～图 8.1-13 分别为采用多层取水后 5 月~9 月开化坝址至长风水利枢纽的沿程水温变化图。

开化采用多层取水方案后，受水库运行水位的影响，由于少数时段取水口启用中层取水口，且由表层取水口改变为中层取水口，使得发电泄水个别时段未达到现状水温过程，仍存在一定幅度的低温水影响。

与底层取水方案相比，多层取水口启用后下游河道的 1.5℃以内低温水影响距离有明显的缩短，1.5℃以内最大影响河段由底层取水的 33.5km 降至多层取水的 17.7km，丰平枯典型年的 1.5℃以内低温水影响时段概率由底层取水的 93%降至 7%。

综上所述，采用多层取水方案后，丰水年、平水年和枯水年的下泄低温水得到有效减缓，对下游河道沿程水温具有明显的改善作用，在密赛坝址处，最大低温水幅度已降至 0.5℃以内。

各典型年 5 月-9 月河道典型断面水温多层取水口方案与现状过程的对比

表 8.1-7

距离 km	断面名称	平水年					丰水年					枯水年				
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
0	齐溪电站/开化坝址	1.4	0.0	1.3	1.3	0.0	2.8	-0.2	-0.1	-0.2	-1.1	-0.7	0.3	-4.0	-0.9	-1.1
9.8	何田溪汇前	1.8	-0.1	1.5	1.8	0.5	2.2	-0.3	0.1	0.0	0.2	-0.1	0.1	-3.1	-0.7	0.2
10.2	何田溪汇后	0.9	-0.1	0.8	0.3	-1.2	1.0	-0.1	0.0	0.3	-0.8	0.2	0.0	-2.8	0.3	-0.8
14.9	村头溪汇前	0.7	-0.1	0.7	0.4	-0.9	0.7	-0.1	0.0	0.5	-0.3	0.2	0.0	-2.0	0.8	-0.3
15.3	村头溪汇后	0.8	-0.1	0.7	0.4	-0.9	0.7	-0.1	0.0	0.5	-0.3	0.2	0.0	-1.9	0.9	-0.3
25.3	中村溪汇前	0.9	-0.2	0.9	0.5	-0.5	0.4	-0.2	-0.2	0.7	0.2	0.2	-0.1	-0.7	1.2	0.2
25.8	中村溪汇后	0.7	-0.1	0.8	0.3	-0.6	0.3	-0.2	-0.2	0.7	0.0	0.2	-0.1	-0.4	1.6	0.0
30.6	密赛坝址	0.7	-0.2	0.9	0.4	-0.5	0.3	-0.2	-0.2	0.8	0.2	0.2	-0.1	0.1	1.8	0.2
33.5	金村溪汇前	0.8	-0.2	0.9	0.5	-0.4	0.2	-0.2	-0.3	0.8	0.4	0.2	-0.2	0.5	1.8	0.4
34	金村溪汇后	0.7	-0.2	0.9	0.4	-0.5	0.2	-0.2	-0.3	0.8	0.3	0.1	-0.1	0.6	2.0	0.3
50.4	池淮溪汇前	0.9	-0.3	1.1	0.5	-0.3	-0.1	-0.3	-0.4	0.9	0.5	0.1	-0.3	1.8	1.7	0.5
50.9	池淮溪汇后	0.5	-0.2	0.7	0.2	-0.4	-0.1	-0.2	-0.3	0.8	0.1	0.0	-0.1	2.1	2.6	0.1
52.9	龙山溪汇前	0.5	-0.2	0.8	0.2	-0.4	-0.1	-0.2	-0.3	0.8	0.2	0.0	-0.2	2.3	2.6	0.2
53.3	龙山溪汇后	0.4	-0.1	0.6	0.1	-0.3	-0.1	-0.2	-0.3	0.8	0.1	0.0	-0.1	2.2	2.7	0.1
57.6	马尪溪汇前	0.4	-0.2	0.7	0.2	-0.3	-0.1	-0.2	-0.3	0.9	0.2	0.0	-0.1	2.5	2.7	0.2
58.1	马尪溪汇后	0.4	-0.1	0.6	0.1	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3	0.8	0.1	0.0	-0.1	2.4	2.8	0.1
71.8	长风水利枢纽	0.5	-0.2	0.8	0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.4	1.0	0.4	0.0	-0.2	3.0	2.8	0.4

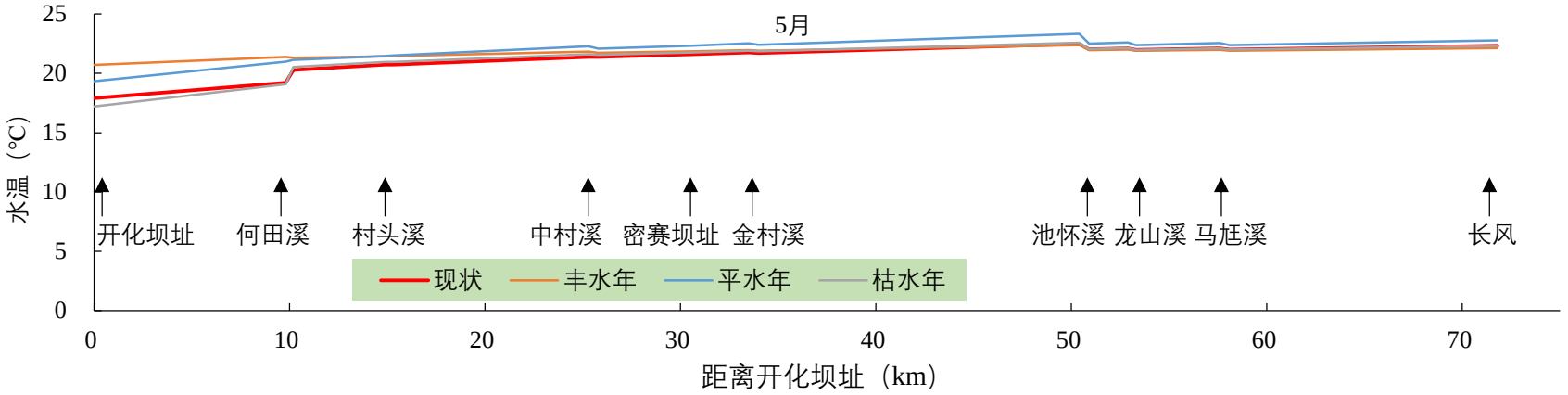


图 8.1-9 多层取水下现状与各典型年 5 月河道沿程水温变化

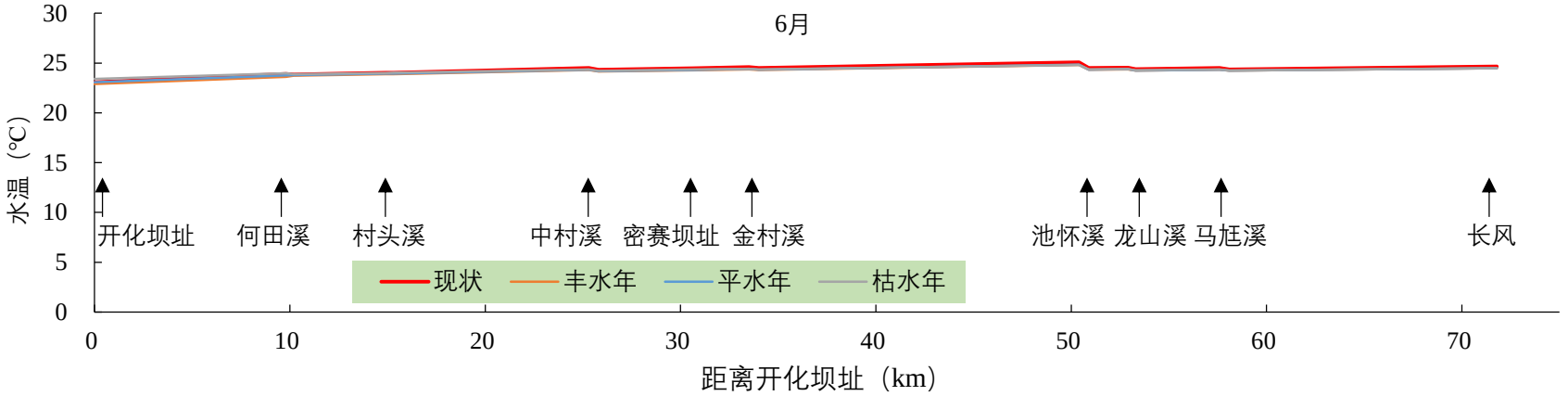


图 8.1-10 多层取水下现状与各典型年 6 月河道沿程水温变化

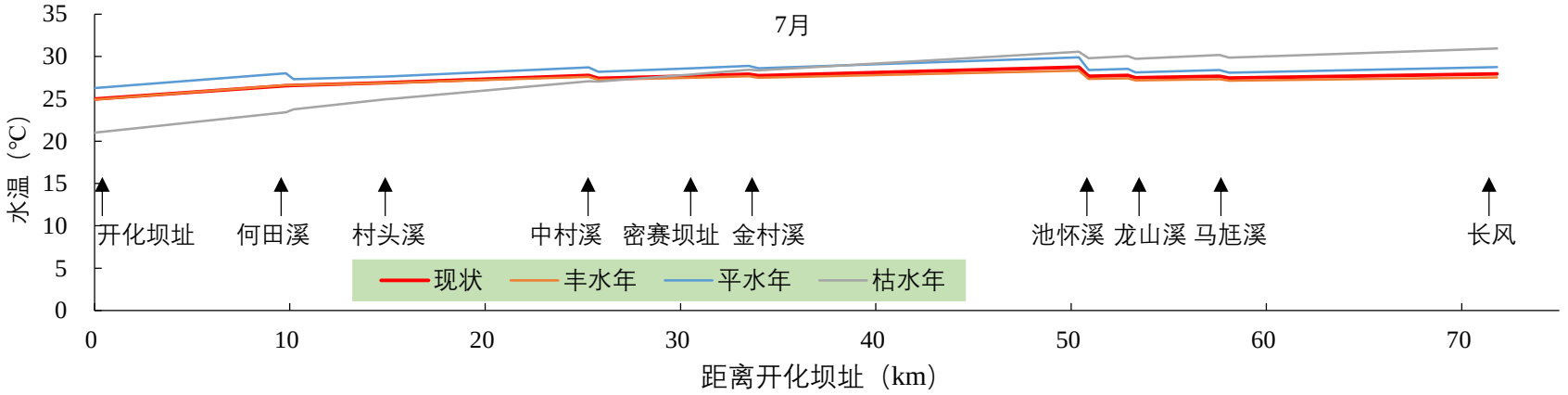


图 8.1-11 多层取水下现状与各典型年 7 月河道沿程水温变化

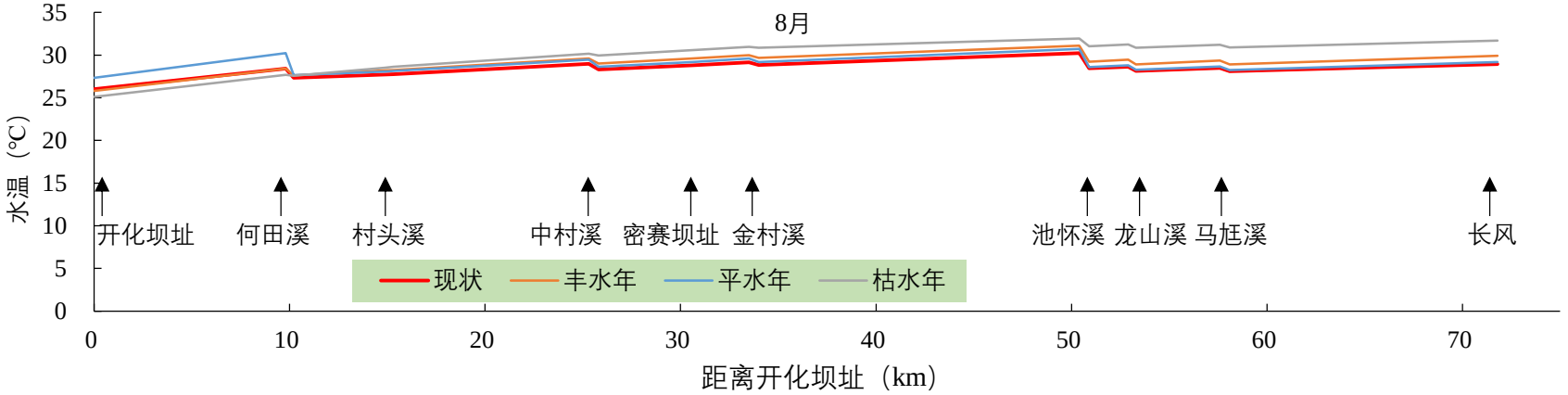


图 8.1-12 多层取水下现状与各典型年 8 月河道沿程水温变化

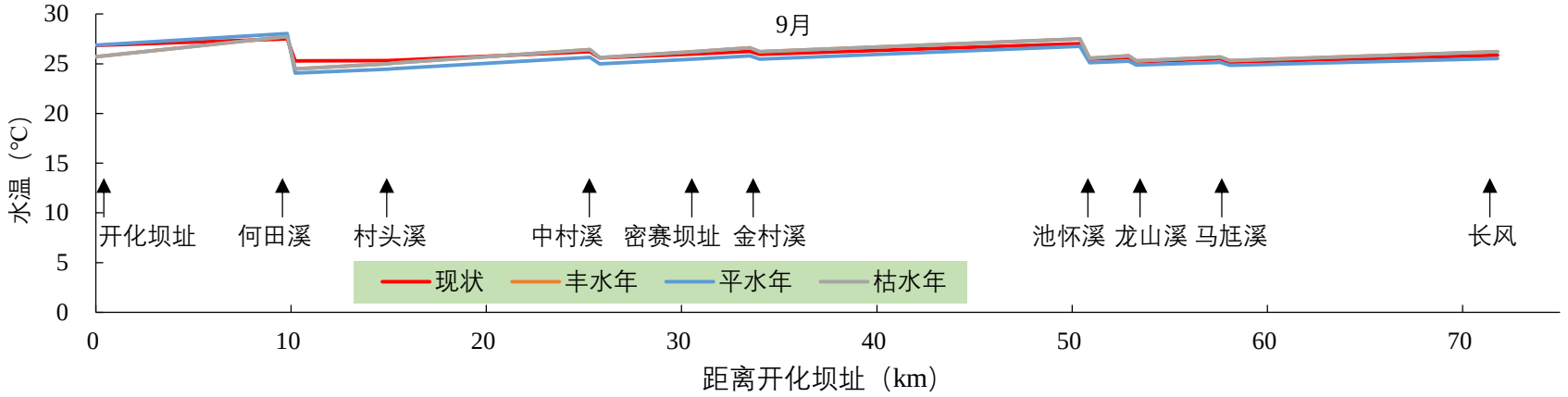


图 8.1-13 多层取水下现状与各典型年 9 月河道沿程水温变化

各典型年开化下泄低温水对下游河道的影响范围统计

表 8.1-8 单位：km

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
平水年	/	/	/	/	/
丰水年	/	/	/	/	5.3
枯水年	/	/	17.7	/	/

7.1.2.4 输水管道引水水温减缓效果

本工程输水系统由输水堰坝、泄洪冲沙闸、进口事故检修闸、隧洞、管道和出口流量调节阀等建筑物组成。输水系统设计输水流量(2030 水平年)为 2.39m^3/s。输水线路总长 46.2km，其中干线总 31.3km，包含 26.1km 隧洞和 5.2km 管道，隧洞衬后洞径 2.6~2m，管径 2DN1000。

四川省雅砻江锦屏二级水电站引水隧洞相关监测表明：引水水流经过长度约 17km 隧洞，出口水温较入口水温差异在 0.1℃(监测仪器精度为 0.2℃)。这是因为引水隧洞阻隔了水体与大气的热力交换，同时水体在隧洞流速快，可以认为长隧洞引水基本不改变引水水温。

因此，参考和类似隧道水温研究成果，忽略隧洞基本无增温效果，认为管线沿岸取水水温与进口水温相同。开化电站采取多层取水口方案后，春夏季低温水影响除 6 月还有 1.5℃差异外，其他月份均高于坝址天然水温。由于开化水库水体进入管道，不能与大气进行热交换，而河道受大气影响有明显的升温作用，使得输水管道出口水温(多层取水口表层取水)较池淮溪入汇前的干流水温偏低(除 9 月)，5 月~8 月平均偏低 3.2℃。尽管管道出口存在一定幅度的低温水影响，但由于取水流量小，外界气温高，可进一步利用输水明渠予以缓减，总体影响较小。

开化输水管道入出水温对比

表 8.1-6

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
池淮溪天然水温	21.4	23.8	27.4	29.5	26.5
多层取水下池淮溪管道出口水温	16.9	20.4	25.2	27.0	27.0
差异	-4.5	-3.4	-2.2	-2.5	0.5

7.1.3 工程水污染防治规划

7.1.3.1 规划总体布局

(1) 规划范围

根据开化水库的主要工程任务，结合水资源时空分布特征和开发利用现状、取水水源地的现状工程和供用水情况，考虑工程水源地、工程所在区、供水范围等因素，确定本规划范围为：马金溪流域开化水库回水末端至长风水库回水末端之间马金溪干流河道及两岸区间支流。

(2) 规划时段

开化水库设计基准年为2015年，规划水平年为2030年。本规划水平年参考开化水库工程远期设计水平年，并结合浙江省和衢州市已确定的水污染防治行动计划等考核目标时限要求，规划水平年为2030年，部分水污染防治措施在开化水库建成前即2020年完成。远期可根据社会经济发展和环境保护要求，再进行规划修编。

(3) 规划总体目标

规划总体目标包括地表水控制断面水质指标、污染物总量控制标准和污染防治指标。其中地表水控制断面包括境界断面和饮用水源地，污染源总量控制指标包括COD、氨氮、总氮和总磷，污染防治指标包括重点污染源工业废水排放达标率、城市污水处理率、建制镇污水处理率、城市污泥无害化处置率、农村生活污水治理行政村覆盖率、规模化畜禽养殖场整治达标率、农村生活垃圾收集处理率等。具体指标的设置以《“811”美丽开化建设行动方案》为基准，并执行不低于该方案的目标值，详见表8.1-7。

规划总体目标一览表

表8.1-7

类别	指标名称		单位	目标值 2030年	属性
一、地表水控制断面水质指标	省控断面水质达标率	界首断面	%	100	约束性
	城市集中式饮用水源地水质达标率	马金溪开化饮用水源区			
	乡镇交界断面	/	%	≥95	约束性
二、污染物总量控制标准	COD		吨	完成省、市下达任务	约束性
	氨氮		吨		
	总氮		吨		
	总磷		吨		
三、污染防治指标	重点污染源工业废水排放达标率		%	100	预期性
	城市污水处理率		%	≥95	预期性
	建制镇污水处理率		%	85	预期性
	城市污泥无害化处置率		%	≥95	预期性
	农村生活污水治理行政村覆盖率		%	≥90	预期性
	规模化畜禽养殖场整治达标率		%	100	约束性
	农村生活垃圾收集处理率		%	100	预期性

7.1.3.2 污染物削减控制方案

(1) 水环境容量核算

① 核算目的

水环境容量的确定是工程影响区域水污染物实施总量控制的依据，是流域水环境管理的基础。本规划将按照马金溪流域地表水干、支流等不同层次的水域水质目标要求，

确定开化坝下游干支流河段的环境容量。

② 水环境容量核定方法

本规划采用《水环境容量计算理论及应用》(科学出版社 2010 年)和《全国水环境容量核定技术指南》(中国环境规划院 2003 年)中推荐的控制断面达标法，利用《水域纳污能力计算规程》(GB/T 25173-2010)推荐的公式对规划流域各水环境功能区水环境容量进行计算。

③ 水体纳污能力分析

建立马金溪规划流域主要水体水环境容量计算模型，在水体污染物入河量测算成果的基础上，计算得出各主要水体的污染物削减量，进而可得到规划流域不同水质目标下的最大允许入河量，当水质目标为功能区水质时，污染物最大允许入河量即为可用水环境容量。经计算，开化水库坝下马金溪干流 COD、氨氮、TP 最大允许入河量分别为 2913.30kg/月、238.52kg/月、43.94kg/月（含华民取水口至开化常山交界河段）。

(2) 污染物削减分析

在上位规划措施落实到位的情况下，以各水环境功能区划为计算单元，分别计算各单元的水体纳污能力。由表 8.1-9 可知，计算结果表明开化水库坝址下游干流各计算单元 COD 的可用环境容量全部为正，最大为 854.21kg/月；各计算单元氨氮的可用环境容量全部为正，最大为 72.76kg/月；各计算单元 TP 的可用环境容量全部为正，最大为 13.63kg/月。由于各计算单元仍有剩余水环境容量，不需要对污染进行更深入的削减。

马金溪干流各计算单元剩余水环境容量

表 8.1-9 单位：kg/月

河流	2030 年上位规划主要措施落实后					
	计算单元			特枯水年最枯月可用水环境容量		
	起始断面	终止断面	目标水质	COD	氨氮	TP
马金溪	开化水库坝址	马金	Ⅱ类	166.01	11.24	2.05
	马金	底本	III 类	189.48	16.29	2.79
	底本	密赛水文站	Ⅱ类	465.67	29.33	4.67
	密赛水文站	龙潭大坝	Ⅱ类	163.16	10.00	1.68
	龙潭大坝	新下大桥	III 类	854.21	72.76	13.63
	新下大桥	高源村	III 类	320.85	27.83	5.31
	高源村	华民取水口下游 100 米	Ⅱ类	52.23	3.96	0.71
常山港	华民取水口下游 100 米	开化常山交界	III 类	701.70	67.10	13.10

7.1.3.3 水污染防治措施

近年来，开化县政府相关行业主管部门已有相关的水污染防治规划、方案和项目(本报告统称“上位规划”)。根据水环境容量计算成果，在上位规划中有关水污染防治相关的主要措施及要求落实到位情况下，马金溪干流各水质因子仍有剩余水环境容量，在此条件下，需确保上位规划得到充分落实，无需针对相关污染源提出进一步的防治措施。

因此依据规划目标，统筹规划范围内已公布的相关上位规划措施，以“饮用水源保护—保持水环境底线”为思路，从饮用水水源保护、强化节水、工业污染防治、城镇污水处理、畜禽养殖废水处理、农业和农村生活面源控制、水生态环境工程等几个方面统筹布局本项目水污染防治措施。

(1) 现有及上位规划提出的水污染防治措施

1) 饮用水源保护

《浙江省饮用水水源保护规划》有针对性地提出各城市、各饮用水水源地安全保障措施，在本规划范围内已提出的饮用水源保护项目为龙潭饮用水水源地保护工程，主要建设内容包括生态农业建设及农田面源污染防治工程、饮用水水源地应急系统完善工程。

2) 工业污染防治

根据《衢州市水污染防治行动计划》可知到 2020 年底前，基于“减量化、资源化、无害化”的原则，实现危废源头管理精细化、贮存转运规范化、过程监督信息化、设施布局科学化、利用处置无害化。确保所有危废得到安全处置。工业集聚区逾期未完成的，一律暂停审批和核准其增加危险废物的建设项目，并依照有关规定撤销其园区资格。

根据《“811”美丽开化建设行动方案》可知到 2020 年底前，进一步加强对化工、单晶硅等行业企业的长效监管力度，实施清洁化改造。大力开展地方特征重点行业整治提升，着力解决单晶硅酸洗、农副食品加工等行业污染问题。严格执行行业准入负面清单，积极开展对“低、小、散”落后企业加工点、作坊和“四无”企业的专项整治。加快推进工业平台污水处理设施建设和改造提升。全面建立健全长效监管制度，安装自动在线监控装置，切实加强对企业总氮、盐分、重金属和其它有害污染物的管控。

3) 城镇生活污水处理

为使污水处理指标达到《衢州市水污染防治行动计划》的有关要求，进一步提高污水处理设施建设水平，《“811”美丽开化建设行动方案》明确建制镇污水处理率达到 85%以上，并提出如下基础设施建设目标：

① 污水处理厂全部实行一级 A 标准

新建城镇污水处理厂全部执行一级 A 以上标准、已建成的城镇污水处理厂加快实施提标改造，出厂水水质执行一级 A 标准，所有锁级污水处理厂安装在线监测并与智慧环保联网。

② 全面加强配套管网建设

全面加强配套管网建设强化城中村、老旧城区和城乡接合部污水截流、收集，城市污水基本实现全收集、全处理、全达标深人实施污水排入排水管网许可证制度，完善污水处理设施第三方运营机制。

③ 实现污水与污泥的同步有效处理，并实现污泥的安全处置

加快建立污泥监管处置体系，建成覆盖全县所有集中式污水处理厂的污泥处置设施，取缔非正规污泥堆放点。严格落实企业主体责任和行政主管部门监管责任，努力提高企业污泥无害化处置水平。到 2020 年，污泥无害化处置率达到 95％以上。

4) 畜禽养殖废水治理

根据《浙江省畜牧业“十三五”规划》继续深入推进畜牧业结构调整和标准化建设，进一步提升规模化和特色化发展水平。到 2020 年，全省生猪、家禽规模养殖水平达到 85%和 90%，“三品一标”畜产品明显增加。

根据《开化县现代农业发展“十三五”规划》，十三五期间，针对畜禽养殖污染防治，开化县主要采取以下措施：

① 立足资源禀赋和环境承载能力，因地制宜确定养殖区域、养殖种类，积极发展适度规模养殖，大力发展新型特色牧业，进一步优化空间布局，调优产业结构。

② 大力培育畜牧业新型主体，加快畜牧业产业化进程。

③ 积极推进畜牧业养殖方式生态化、畜禽排泄物资源化、病死动物无害化、养殖管理规范化发展，构建生态循环畜牧业产业体系，加快推进畜牧业转型升级，确保畜牧业持续健康发展。

④ 以美丽生态牧场创建为抓手，深入推进畜禽养殖污染治理，实现畜禽养殖污染物全收集、全处理、全达标；对全县存栏 50 头以上的 60 个规模猪场进行美化、绿化，完善猪场排泄物治理设施，实现猪场排泄物“零排放”及资源化利用。适度发展草食性畜牧业，推进农地结合。规划至十三五末，规模畜禽养殖场排泄物资源化利用率由现状的 96%提高至 98%。

⑤ 发展农村沼气集中供气工程和大型沼气工程，实施沼气集中供气工程修复和提

升工作，促进沼液综合利用。推动农村清洁能源建设。

5) 农田面源污染治理

根据《开化县现代农业发展“十三五”规划》，十三五期间，针对农业污染防治，开化县规划以整建制推进生态循环农业示范县建设为抓手，大力实施“打造整洁田园、建设美丽农业”专项行动，着力强化生态循环农业发展制度体系和长效机制建设，到 2020 年全县基本完成“一控两减四基本”建设目标，农业环境进一步改善。具体措施内容如下：

① 加强农业污染综合治理。

深入实施化肥农药减量增效行动，加快推广测土配方施肥、水肥一体化、绿色防控技术应用以及统防统治，加大商品有机肥推广力度，至规划期末 2020 年农药化肥使用量比 2015 年减少 5%。以农业“两区”为重点，组织实施土壤污染治理行动，引入土壤污染治理新措施、新技术，建立基本农田土壤污染控防体系，形成一批科学有效的土壤污染治理模式，有序推进污染土壤治理。

② 推进农业废弃物资源化高效利用。

创新农作制度，加强农作物秸秆综合利用，从基料化、能源化、饲料化、原料化、肥料化等多角度、多途径，提高秸秆综合利用率至 95%以上。建立健全农业投入品废弃包装物回收处置机制，农药废弃包装物回收率和无害化处理率分别达到 90%以上和 100%。

③ 深入开展示范创建。

组织实施生态循环农业示范乡镇创建和区域性现代生态循环农业示范区项目建设，培育一批示范乡镇、示范区、示范主体和生态牧场，突出制度完善和机制创新，形成常态化运行和监管机制，形成点线面加快推进的发展格局。

6) 农村生活面源污染治理

根据《开化县农村生活污水治理规划(2014-2016)》，规划到 2016 年末农村生活污水收集率达到 80%。根据实际调查结果，2016 年开化县各乡镇农村生活污水收集率在 16%～63%，全县平均农村生活污水收集率为 55.6%，尚未达到规划目标要求。因此，需进一步完善各乡镇农村生活污水收集及处理设施建设。

根据《“811”美丽开化建设行动方案》可知到 2020 年底前，开化县全县农村生活污水治理村覆盖率达到 90%以上，农村生活垃圾无害化处理率达到 100%。

7) 水生态工程

根据《马金溪流域综合规划》，马金溪流域将实施生态堤防工程、滩地修复、湿地

建设工程、引水入村等水生态环境工程。从 2018 年起，开化将加快实施水生态文明工程，打造形成具有源头特色的“清水河道、碧水塘库、秀水溪渠、洁水渔业”“四水”水利渔业风情带，真正实现“水美城镇、水秀乡村、水韵庭院、水富百姓”的和谐画卷。

(2) 本工程规划新增提出的水污染防治措施

1) 完善水源地保护

A、划分开化饮用水水源保护区并实行分级防护

开化水库建成后，作为供水水源地，地方政府应按照《中华人民共和国水法》和《中华人民共和国水污染防治法》的相关要求，组织相关部门对水源区进行饮用水水源保护区的划分。根据国家环境保护部《饮用水水源地保护区划分技术规范》(HJ/T 338-2018)，饮用水水源地都应设置饮用水水源一、二级保护区，必要时增设准保护区。一级保护区的水质基本项目限值不得超过 GB3838 的相关要求，二级保护区的水质基本项目限值不得超过 GB3838 的相关要求，并保证流入一级保护区的水质满足一级保护区水质标准要求，准保护区的水质应保证流入二级保护区的水质满足二级保护区水质的要求。开化水源保护区具体范围如下：

a. 一级保护区

水域范围：大型水库为取水口半径 500m 范围内的区域。

陆域范围：大型水库为一级保护区水域外不小于 200m 范围内的陆域，不超过流域分水岭范围。

b. 二级保护区

水域范围：大型水库以一级保护区外径向距离不小于 2000m 区域为二级保护区水域面积，但不超过水面范围。

陆域范围：大型水库可以划定一级保护区外不小于 3000m 的区域为二级保护区范围，不超过相应的流域分水岭。

c. 准保护区

按照湖库流域范围、污染源分布及对饮用水水源水质的影响程度，二级保护区以外的汇水区域可以设定为准保护区。

饮用水水源保护区划分方案获得批准后，应当按照 HJ/T 433 的要求，在饮用水水源保护区边界设立界标，敏感区域设立警示标志，并制作相应的饮用水水源保护区图件。按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》、《浙江省饮用水水源保护条例》法规要求，切实加强加强监督与管理，保障饮用水安全。

依据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》，对分级划分的饮用水源保护区实行分级防护。划定的饮用水水源一级保护区，应防止水源地附近人类活动对水源的直接污染；划定的饮用水水源二级保护区，应足以使所选定的主要污染物在向取水点(或开采井、井群) 输移(或运移) 过程中，衰减到所期望的浓度水平。对于已经出现污染的水源地，根据水源保护区的防护要求和污染物总量控制要求，限期治理生活污染源；饮用水水源保护区的设置和污染防应纳入当地的社会经济发展规划和水污染防治规划。

水源地一级保护区内的土地被征用并对水源地一级保护区内的建筑进行拆迁补偿，制定拆迁、截污和拆除方案；对工程实施中和实施后的水源保护区严格土地使用管理机制，控制企业进入，防止污染物排放，一级保护区内的土地只能用于水源地的生态修复保护工程。

B、制定水源保护区环境污染事故应急预案

为保障公众生命安全和身体健康，有效预防、及时控制和消除饮用水源突发事件的危害，必须制定饮用水源保护区环境污染事故应急预案。威胁饮用水水源安全的重点污染源要逐一建立应急预案，建立饮用水水源污染来源预警、水质安全应急处理和水厂应急处理“三位一体”的饮用水水源应急保障体系。县级及以上地方人民政府要制定饮用水水源污染应急预案，加强应急能力建设，提高环境应急能力保障水平。

C、开化水源地污染控制工程

a. 水源地立碑定界

界碑、界桩和告示牌是标定保护区范围的重要形式，具有法律意义。对划定的饮用水源保护区范围的地理界线，通过勘测定位使社区干部群众进一步明确了解保护区实际管辖范围，有利用于保护区建设和管理。

隔离工程原则上应沿着保护区的边界建设，同时根据保护区的大小、周边污染情况等因素合理确定隔离工程的范围。

在地表饮用水源保护区边界建设隔离防护工程，特别是人类活动较多的区域，采用钢丝网将一级水源保护区圈围，并设置严禁事项的告示牌，防止人类不合理活动对水源保护区水质造成影响。在二级保护区边界每隔 250m 埋设一支标界桩，钢筋混凝土界桩的规格为 100 支标界桩，钢筋混；在临近村庄、交通要道塞竖立界址告示牌，在果园、胶林邻近水域的地带建设生物隔离工程如生态林、护岸林进行隔离。

b. 一级保护区污染整治

保护区内不存在与供水设施和保护水源无关的建设项目，保护区划定前已有的建设

项目拆除或关闭，并视情进行生态修复。保护区内无工业、生活排污口。保护区划定前已有的工业排污口拆除或关闭，生活排污口关闭或迁出。保护区内无畜禽养殖、网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染水源的活动。保护区划定前已有的畜禽养殖、网箱养殖和旅游设施拆除或关闭。保护区内无新增农业种植和经济林。保护区划定前已有的农业种植和经济林，严格控制化肥、农药等非点源污染，并逐步退出。

c. 二级保护区整治

保护区内无新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。保护区划定前已建成排放污染物的建设项目拆除或关闭，并视情进行生态修复。保护区内无工业和生活排污口。保护区内城镇生活污水经收集后引到保护区外处理排放，或全部收集到污水处理厂(设施)，处理后引到保护区下游排放。保护区内城镇生活垃圾全部集中收集并在保护区外进行无害化处置。保护区内无易溶性、有毒有害废弃物暂存或转运站；无化工原料、危险化学品、矿物油类及有毒有害矿产品的堆放场所；生活垃圾转运站采取防渗漏措施。保护区内无规模化畜禽养殖场(小区)，保护区划定前已有的规模化畜禽养殖场(小区)全部关闭。

保护区内实行科学种植和非点源污染防治。分散式畜禽养殖废物全部资源化利用。水域实施生态养殖，逐步减少网箱养殖总量。农村生活垃圾全部集中收集并进行无害化处置。居住人口大于或等于 1000 人的区域，农村生活污水实行管网统一收集、集中处理；不足 1000 人的，采用因地制宜的技术和工艺处理处置。

d. 准保护区整治

准保护区内无新建、扩建制药、化工、造纸、制革、印染、染料、炼焦、炼硫、炼砷、炼油、电镀、农药等对水体污染严重的建设项目；保护区划定前已有的上述建设项目不得增加排污量并逐步搬出。

准保护区内无易溶性、有毒有害废弃物暂存和转运站，并严格控制采矿、采砂等活动。工业园区企业的第一类水污染物达到车间排放要求、常规污染物达到间接排放标准后，进入园区污水处理厂集中处理。无毁林开荒行为，水源涵养林建设满足 GB/T 26903 要求。

7.1.3.4 规划水环境目标可达性分析

(1) 规划水平年污染物总量控制可达性分析

按照上位规划提出的污染控制方案，在各污染控制工程正常实施并发挥效益后，规划范围 2030 年马金溪干流 COD、氨氮和 TP 入河量均小于其最大允许入河量，规划年污染物总量控制目标可达。

(2) 水质目标可达性分析

根据“6.4.2 水质影响预测与评价”，污染防治规划（上位规划）实施后，规划范围坝下的 COD、氨氮和 TP 均可达标，省控制面霞山、下界首均能满足相应的水质目标，规划水环境目标可达。

(3) 管理层次的目标可达性分析

本规划基于水环境功能区划、污染物入河量及当地经济社会发展水平，综合确立得出的各计算单元污染物削减量及削减措施属于技术范畴，削减后可保证水环境目标技术性可达。此外，从污染物的产生和迁移途径的管理角度上看，为实现综合考虑点源和面源污染负荷的削减目标，需要环境保护行政主管部门加强污染源的监管，城市水务、市政部门加快污水处理厂建设、林农业部门的共同配合、完善相应的法律、法规建设等。在规划管理措施落实到位后，水环境目标的可达性增强，能够实现管理层次可达。

7.1.4 运行期水环境保护措施

7.1.4.1 库底清理

水库蓄水前，应按照《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL290-2009)的要求进行库底清理，清理内容包括建(构)筑物的清理、卫生清理、林地清理等一般清理及特殊清理。

一般清理范围为：卫生清理范围为居民迁移线以下(不含影响区)区域；建(构)筑物清理范围为居民迁移线以下至死水位以下 3m 区域；林木清理范围为正常蓄水位(251m)以下的水库淹没区。

特殊清理范围指水库淹没范围内选定的水产养殖场、捕捞场、游泳场、水上运动场、航道、港口、码头、泊位、供水取水口、疗养区等所在地的水域。

(1) 库底清理技术要求

① 卫生清理

1) 居民一般的厕所、粪池、垃圾地、牲畜栏、污水沟的污物通常采用掏出、摊晒处理，其坑穴、迹地一般采用生石灰消毒，用量 1kg/m^2～2kg/m^2。如有蛔虫卵，则应用石碳酸液(浓度为 3%)浇洒消毒，用量 2kg/m^2，然后再填埋。

2) 水库蓄水初期，库区的鼠类会向库岸迁移，短期内库岸地带鼠密度猛增，可能导致疾病流行，因此在水库蓄水前应进行灭鼠。灭鼠范围为居民区、集贸市场、仓库、码头、垃圾场和耕作区。这些地区每 10m^2 投放 0.005%溴敌隆毒饵 2 堆，每堆 20g；耕作区每亩投放 0.005%溴敌隆毒饵 20 堆，每堆 20g。投放 5d～7d，及时收集鼠尸和剩余

毒饵。

3) 坟墓清理：埋葬 15 年以上的坟墓，根据群众意愿与习惯决定是否迁移；埋葬15 年以内的坟墓必须清理，清出的尸骨埋葬在卫生防护带以外，墓穴用 1kg/m^2～2kg/m^{2}漂白粉(浓度为 4%)浇洒消毒，坟墓迁移后，需用净土填平墓穴并夯实。无主坟墓，要将尸体挖出焚烧。

② 建(构)筑物清理

1) 迁移征用线以下的房屋及其附属建筑物应拆除，其墙壁、围墙、排架等应推倒摊平。

2) 公路、输电、电信、工矿企业、水利水电工程设施等地面障碍物必须炸毁，其残留高度不得超过 0.5m；对确实难清理的较大障碍物，需设置明显标志，并在水库地形图上注明其位置与高程，以保安全通航。

3) 水库水位消落区内的水井、水坑、地窖、隧道等地下建筑物，要结合地质情况和库区综合利用要求，并采取填塞、封堵覆盖或其他处理设施。

4) 对有严重污染源的工矿企业、医院等建筑物要进行卫生清理并验收合格后，再行拆除推平。

5) 拆除房屋应有安全防范措施，砖混、砖木、三层以下的砖混结构用人工拆除，高层框架、四层以上的砖混可采用机械与爆破相结合的方式，连片建筑物采用定向爆破拆除。

6) 各种建(构)筑物旧料，尽可能运出库外利用，各种杆线工程拆除的线材、铁制品、杆塔等应回收运出库外，对不能利用又易于漂浮的废旧料就地烧毁或进行防漂浮处理。

③ 林木清理

1) 对正常蓄水位淹没线以下的有林地、疏林地、灌木林、园地、房前屋后的零星果木应全部砍伐，砍伐后，其残留树桩高度不得超过地面 0.3m。砍伐后有用之材要运出库外，不便运出库外的枝桠、梢头、藤条、灌木丛及秸秆等可就地烧毁或采取防漂措施。严禁放火烧林。

2) 对珍贵的树种和经济价值较高的幼树应尽量移栽到库外。

3) 正常蓄水位以上的园地及零星果木可以不清理，一方面可以减少移民的淹没损失，另一方面也有利于库岸的稳定。

(2) 库底清理环保要求

库区清理要尽可能消除污染水质的因素，保证水质良好，保障库区及其下泄水体的卫生安全，杜绝病原微物的扩散，防止介水传染病的发生、流行或暴发。因此，清库须按照《水利水电工程水库底清理设计规范》(SL644-2014)执行，并参考《长江三峡水库底固体废物清理技术规范》(HJ85-2005)，合理、有效、科学地清理库区废弃物，保证库区水质。

7.1.4.2 运行期污废水处理

(1) 厂房油污水治理

电站机组检修时，为了防治油污染，一方面要加强管理，避免油的泄漏，做到清洁生产；另一方面在四周设置截水沟收集油污水，在排入集水井前通过油水分离器处理。厂房内选用 1 套 DYF-1 型油水分离装置，处理能力为 1m^3/h，该分离器处理后的废水含油量可以降至 5mg/L 以下，处理后可回用。

开关站主变器下设主变油坑，并设置总事故油池，产生的废油由专业单位回收处理。

(2) 管理人员生活污水处理

运行期生活污水主要为工程管理人员排放的生活污水，BOD 浓度在 200mg/L 左右，COD 浓度在 400mg/L 左右。业主营地工作人员生活污水处理利用施工期已建的工程业主营地生活污水处理设施，处理后回用于营地绿化洒水等。

7.1.4.3 富营养化防治措施

水体富营养化是一个复杂的生物、物理、化学相互作用过程，水体发生富营养化不仅需要充足的营养盐，还需要合适的水文和气象条件，三者缺一不可。因此，要防治库区水体富营养化，除控制输入性营养物质外，利用合适的水动力条件去除污水中的营养物质、加快富营养化控制物质的释放和输出等均是防治库区水体富营养化的重要措施。

(1) 控制氮磷等营养性物质输入

① 库周输入性污染源是富营养化控制物质氮、磷的主要来源，除库周输入性污染源控制措施外，当地政府可根据水体功能要求再制定相应的水质氮、磷浓度的允许标准；

② 建议当地政府禁止使用含磷的合成洗涤剂，可有效减少磷排放，降低富营养化水体 TP 含量；

③ 大力推广农业新技术，合理种植农作物，减少土壤侵蚀、水土流失与肥料流失，推广新型复合肥，控制氮、磷肥的使用量，减少营养性物质输入；

④ 开化水库建成后，取消库区范围内所有的排污口。

(2) 利用水动力条件防治水体富营养化

① 科学利用自然状态下水域的水动力条件

建议开化县地方政府加强库周含排污口项目的审批管理工作，合理论证排污口选址，排污口应尽量安排在流速较大且方向单一的部位，尽可能避开水动力交换弱、自净能力差的区域，科学利用水域的自然水动力条件减少营养盐扩散。

② 利用水利设施的多目标优化调度改善水环境

兼顾改善水环境的闸、坝等水利设施的优化调度也得到了广泛关注。利用太湖湖周水利工程设施优化调度改善湖体水质就是一个成功的例子。通过综合考虑防洪、发电、排涝和水质改善的单目标和多目标优化，用工程调度动态调节进出库水量，加快水体更换速度，调整清出污时机，以有效减少库区污染物。

(3) 加强库区富营养化巡视和管理工作

建议库区管理机构加强库区富营养化的巡查工作，制定富营养化处理应急预案；对有可能发生富营养化的局部区域开展生物生态性措施、物理工程性措施、化学方法等措施的试验研究工作。

7.1.4.4 库区水质在线监测

开化主库区(坝址前 14km 范围内)和库区主要支库库湾以及各支库汇口由于相对开阔的地形条件，水体流速缓慢，易形成污染带，5～9 月存在发生富营养化的可能性。因此，建议对主库区和库区主要支库库湾、2 条主要支库汇口、上游齐溪水库实施在线水质监测，以实时掌握其水质动态，发现问题及时采取应对措施，避免发生严重的污染事件。

7.1.5 施工期水环境保护措施

7.1.5.1 砂石加工系统废水处理

(1) 废水概况

本工程设碎石加工系统 3 处，其中水库枢纽区 1 处，供水工程区 2 处。

开化水库枢纽工程设置 1 个碎石加工系统，布置在坝址上游右岸，齐溪电站管理区(经平整后)内，废水排放量约为 168m^3/h。供水工程共设置 2 个碎石加工系统，分别布置在马金镇三合村附近和音坑乡密赛附近，废水排放量分别为 104m^3/h。废水主要污染物为 SS，浓度约 50000mg/L。

(2) 处理目标

工程涉及马金溪河段为Ⅱ类水环境功能，废水不得排入马金溪，因此生产废水需进行处理后回用于生产。参考《水电工程施工组织设计规范》(DL/T 5397-2007)中砂石加

工、混凝土生产等产生的废水回收利用的规定，结合水电工程砂石料冲洗实际用水状况，处理目标为 SS≤100mg/L。

(3)　处理工艺

①　废水处理工艺比选

根据工程实际经验，砂石料废水处理系统预处理推荐采用石粉回收装置，对部分石粉进行回收，提高资源利用率。本次比选从节约占地、投资费用、运行费用和出水稳定等角度考虑，主要对预处理后的主要处理设施进行工艺及其技术经济比较。

1)　方案一：辐流沉淀法

高浓度砂石冲洗废水从筛分楼流出，首先进入石粉回收车间，对废水中的细砂和石粉用石粉回收装置进行回收，出水在辐流沉淀池配水井内投加混凝剂，进入辐流沉淀池沉淀处理，沉淀池底泥经渣浆泵抽送至脱水车间脱水，泥浆脱水前投加混凝剂，经混合器混合均匀，脱水后泥饼运至弃渣场堆放，出水自流进入回收水池，当脱水设备出现故障时，出水流入辐流沉淀池配水井进行循环处理。具体处理工艺流程见图 8.1-9。

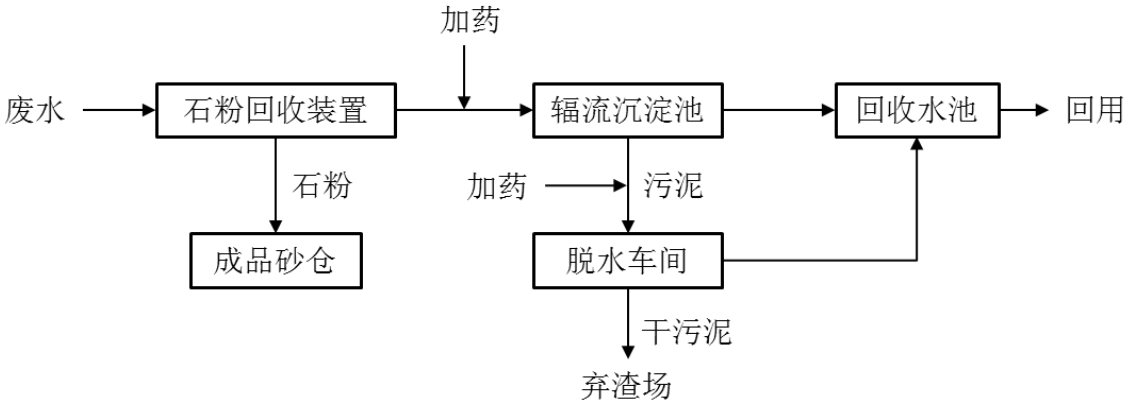


图 8.1-9　辐流沉淀法工艺流程图

2)　方案二：DH 高效净化器法

砂石冲洗废水先经石粉回收装置回收细砂和石粉，分离后的出水进入调节池混合均匀，上清液投加混凝剂后并经混合器混匀后用泵提升至 DH 高效净化器中处理，出水排入清水池回用。高效净化器排出的沉砂及污泥经渣浆泵抽送至脱水车间脱水，泥浆脱水前投加混凝剂，经混合器混合均匀，脱水后泥饼运至弃渣场堆放，出水自流进入回收水池，当脱水设备出现故障时，出水流入调节池进行循环处理。具体处理工艺流程见图 8.1-18。

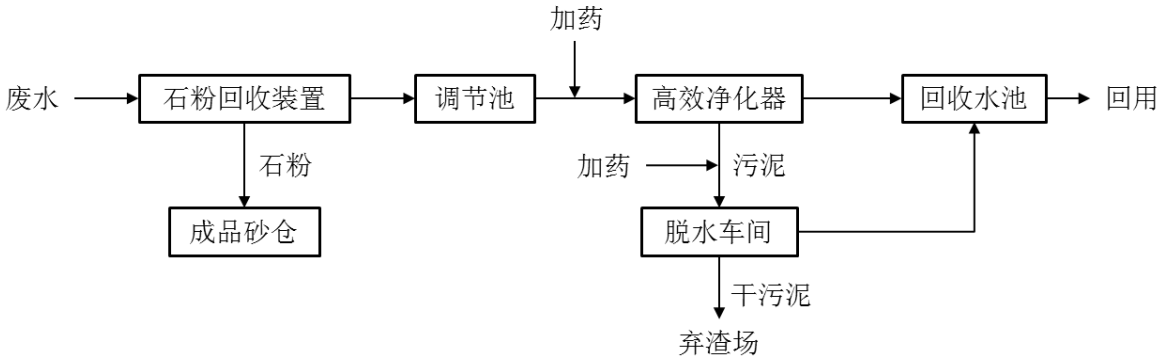


图 8.1-10　DH 高效净化器法工艺流程图

3)　方案比选

辐流沉淀法处理工艺是一种较为成熟的废水处理技术，具有操作简单、处理能力强、效率高、投资省等特点，在砂石加工废水处理中的应用也较广泛。但由于沉淀处理法往往需要较长的水力停留时间才能达到较好的处理效果，占地面积较大，在受场地限制的水利水电中应用受到一定的限制。

采用 DH 高效净化器法处理砂石冲洗废水，其核心设备 DH 高效净化器为成套设备，运行时无需机械搅拌，水力条件好，能快速有效去除废水中的高浓度悬浮物，且占地面积较小。根据向家坝水电站砂石加工废水处理工程实际经验，应用 DH 高效净化器法处理砂石冲洗废水后的出水水质完全能达到排放或回用标准。但 DH 高效净化器投资及运行成本相对较高，对运行维护管理也有较高要求。

在维护管理、投资及运行费用方面，辐流沉淀法较 DH 高效净化器法具有较大的优势；但在占地面积、技术工艺方面，DH 高效净化器法处理效果较好、耐冲击负荷强，总占地面积较辐流沉淀法小。由于本工程施工布置紧凑，碎石加工系统位置用地紧张，推荐采用 DH 高效净化器法。

②　污泥处理方案比选

由于碎石系统废水量大、SS 浓度高，废水处理后污泥处理是系统正常运行的关键。水利水电工程砂石加工废水污泥的处理通常采用自然干化和机械干化两种形式。由于本工程砂石料废水量大，自然干化占地面积较大、处理周期长、处理规模小，受气候和季节因素影响较大，因此，本阶段拟定了重力浓缩+重力过滤脱水和机械脱水两种方案进行技术经济比较。

1)　方案一：重力浓缩+重力过滤

重力浓缩后可使污泥体积有效减小，再经滤池进一步脱水、干化处理后，可直接外

运至弃渣场。该处理方案处理效率较高，处理费用低，占用场地相对较低，缺点是劳动强度较大，且容易受天气的影响。

2)　方案二：机械脱水

机械脱水多采用压滤脱水或离心脱水。压滤脱水机械主要有板框式压滤机、带式压滤机、真空压滤机、陶瓷过滤机等；离心脱水机械主要为转筒式离心机。该方法为将沉淀池内的污泥用泵直接抽至压滤机进行机械脱水，压滤后的干污泥运至弃渣场，滤液可直接回用。该方案占地小，管理方便，污泥脱水后含水率较低，处理效果可以保证，但投资及运行费用较大。

方案一采用先重力浓缩、后重力过滤脱水相结合的方法，重力浓缩后污泥含水率较低，可提高污泥的脱水效率，节约一部分占地。方案二采用机械脱水方法，占地小，处理效果好，但投资费用和运行费用较高。由于本工程施工用地较为有限，方案一占地相对较大，不能满足其要求，且容易受天气等条件限制。方案二处理效率高，管理方便，可节省土建费用和占地面积，且机械设备布置不受地形条件限制，拆装灵活，重复利用率较高。因此，本工程砂石冲洗废水处理系统的污泥处理推荐采用方案二机械脱水方案。

③　处理工艺

本工程砂石料废水处理系统由于用水量较大，而废水处理系统用地面积紧张，因此本工程在 DH 高效净化器前采用石粉回收装置进行预处理，进一步减少占地，工艺流程见图 8.1-11。

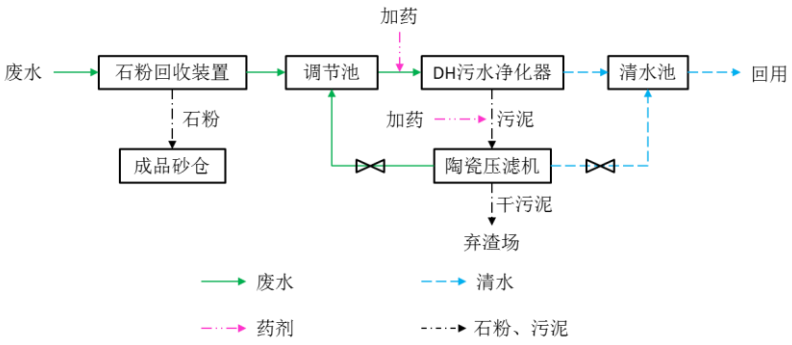


图 8.1-11　碎石系统废水处理工艺流程图

(4)　工艺设计参数

本工程砂石料废水处理系统工艺设计参数详见表 8.1-12。

砂石冲洗废水处理系统工艺设计参数

表 8.1-12

构筑物名称	主要工艺参数
石粉回收装置	设计去除率 60%

调节池	停留时间约 20min
DH 高效污水净化器	设计去除率 99.8%，停留时间约 0.5h
清水池	停留时间约 1h

(5)　主要构筑物及设备

①　主要构筑物

砂石冲洗废水处理系统主要构筑物详见表 8.1-13。构筑物设计及设备选择时已考虑混凝土拌和系统冲洗废水。

砂石冲洗废水处理系统主要构筑物一览表

表 8.1-13

系统	构筑物名称	数量(座)	单池净尺寸(m)			结构	占地面积(m^2)
			长	宽	高		
水库枢纽区	石粉回收车间	1	6	4	4	钢砼	35
	清水池	1	10	6	3.0	钢砼	75
	加压泵站	1	12	5	5	砖混	78
	脱水车间	1	21.8	7.5	5.5	框架	193.8
	污泥池	1	6	4	3.0	钢砼	35
	渣浆泵房	1	13	5	6.8	钢砼	84
	调节池	1	10	6	3.5	钢砼	75
	加药间	1	8	5	3.5	砖混	54
马金镇碎石加工系统	石粉回收车间	1	5	3	4	钢砼	20
	清水池	1	8	5	3.0	钢砼	55
	加压泵站	1	8	6	5	砖混	60
	脱水车间	1	15	6	5.5	框架	120
	污泥池	1	6	4	3.0	钢砼	35
	渣浆泵房	1	10	5	6.8	钢砼	65
	调节池	1	8	6	3.0	钢砼	60
	加药间	1	6	3	3.5	砖混	25
密赛碎石加工系统	石粉回收车间	1	5	3	4	钢砼	20
	清水池	1	8	5	3.0	钢砼	55
	加压泵站	1	8	6	5	砖混	60
	脱水车间	1	15	6	5.5	框架	120
	污泥池	1	6	4	3.0	钢砼	35
	渣浆泵房	1	10	5	6.8	钢砼	65
	调节池	1	8	6	3.0	钢砼	60
	加药间	1	6	3	3.5	砖混	25

注：水池超高均为 0.3m。

②　主要设备

砂石冲洗废水处理系统主要设备包括石粉回收装置、DH 高效污水净化器、高效混凝混合器、加药系统、污水提升泵等，详见表 8.1-14。

各砂石冲洗废水处理系统主要设备一览表

表 8.1-14

设备名称	型号	单位	数量	单台功率(kW)	备注
石粉回收装置	VDS512-4	套	4	5.5	每套配置 5 个 10 英寸旋流器，3 用 1 备
DH 高效污水净化器	DH-SSQ-200	台	4	/	3 用 1 备
高效混凝混合器	DH-HNQ-200	台	4	/	3 用 1 备
加药系统	DHJ-200	套	4	/	3 用 1 备
污水提升泵	100ZM-40	台	4	55	3 用 1 备
陶瓷压滤机	LH-80	台	4	39	3 用 1 备
清水泵	IS150-125-315	台	4	52	3 用 1 备
渣浆泵	100ZD-35	台	4	75	3 用 1 备
电磁流量计	DN200	台	4	/	3 用 1 备

(6) 占地面积

废水处理系统与砂石料加工系统同布置在一块台地上，构筑物利用加工系统附近空地进行布置，废水处理系统总占地面积约 1510m^2。

7.1.5.2 混凝土拌和系统冲洗废水处理

(1) 废水概况

本工程设置混凝土拌和系统 1 处，布置于拦河坝管理区连接道路附近，每天三班制生产，日产生废水量约 18m^3/d。本工程同时还在发电引水隧洞进口布置 1 台 0.4m^3 砼拌和机，在发电厂房布置 1 台 0.8m^3 砼拌和机；在供水工程每段隧洞的出露口设置 1 台 0.4m^3 砼拌和机，在埋管段每隔 5km 设置 1 台移动式 0.4m^3 砼拌和机。各处砼拌和机每次冲洗废水约 2 m^3，按照每天冲洗三次计算，各处砼拌和机日产生废水量约 6m^3/d。

混凝土拌和系统冲洗废水悬浮物和 pH 值浓度较高(SS 约为 5000mg/L，pH 约值为 11.6)，需处理达标后回用。

(2) 处理目标

工程涉及马金溪河段为Ⅱ类水环境功能，施工废水应处理后回用，不外排。根据《水电工程施工组织设计规范》(DL/T5397-2007)规定，处理目标取 SS≤100mg/L，并回用于混凝土拌和系统冲洗。

(3)　处理方案

混凝土废水处理系统选用二级沉淀工艺，处理工艺见图见图 8.1-12。

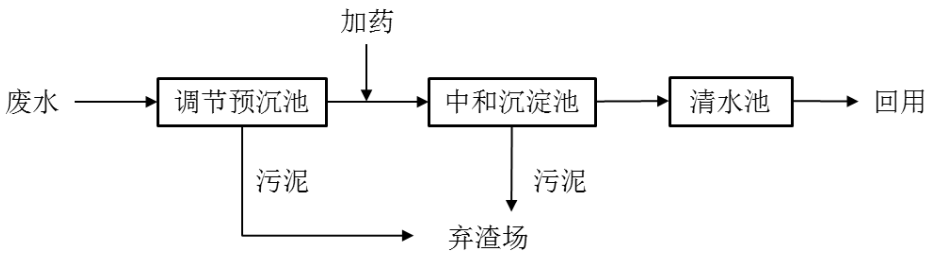


图 8.1-12　混凝土废水处理系统工艺流程示意图

废水先进入调节预沉池，去除大部分悬浮物，再进入中和沉淀池进一步处理，去除悬浮物并加药调节 pH，沉淀池出水进入清水池，回用于混凝土拌和系统冲洗。处理设施采用一体化结构，简称二级沉淀池。预沉池与沉淀池定期人工清理，一起运至弃渣场。

(4)　工艺设计参数

工艺设计参数详见表 8.1-15。

混凝土废水处理系统构筑物设计参数

表 8.1-15

构筑物名称	主要工艺参数
调节预沉池	设计去除率 80%，停留时间 8h，清泥周期 3d
中和沉淀池	设计去除效率为 90%，停留时间 8h，清泥周期 7d
清水池	停留时间 24h

(5)　主要构筑物及设备

①　主要构筑物

混凝土废水处理系统主要构筑物详见表 8.1-16。

混凝土废水处理系统主要构筑物一览表

表 8.1-16

废水处理系统	构筑物名称	数量(座)	单池净尺寸(m)			结构	占地面积(m^2)
			长	宽	高		
枢纽区混凝土废水处理系统	调节预沉池	1	4	2	2.5	钢砼	15
	中和沉淀池	1	4	2	2.5	钢砼	15
	清水池	1	3	2	2.5	钢砼	10
混凝土拌和机废水处理系统	调节预沉池	8	4	2	2.5	钢砼	120
	中和沉淀池	8	4	2	2.5	钢砼	120
	清水池	8	3	2	2.5	钢砼	80

② 主要设备

混凝土废水处理系统主要设备为 50QW-23-15-2.2 型无堵塞潜污泵，一用一备，单台流量为 23m^3/h。

(6) 平面布置

混凝土废水处理处理系统与混凝土拌和系统同布置在一块台地上，混凝土废水处理系统采用一体化布置，根据处理系统构筑物尺寸、工艺流程和拟规划的平面布置情况，混凝土生产废水处理系统占地面积约 360m^2。

7.1.5.3 含油废水处理

(1) 废水概况

工程含油废水主要来自机械修理厂机修废水和施工机械停放场的冲洗废水。各施工区的机械修理厂与机械停放场相邻布置，且产生的污染物均主要为石油类、COD 和 SS，枢纽区和各供水施工区日均废水产生量约为 9.20m^3/d 和 0.24m^3/d。机修含油废水中石油类、SS 的浓度分别约为 30mg/L、3000mg/L。

(2) 处理目标

废水经处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002)标准，用于道路和施工场地洒水或绿化。同时参考《汽车维修业水污染物排放标准》(GB 26877-2011)排放限值，出水水质需满足石油类≤3mg/L，SS≤20mg/L。

(3) 处理方案

枢纽区机械修配厂和机械停放场相邻布置，且废水中主要污染物相似，同为石油类和 SS，因此，拟对其废水统一收集后处理。

枢纽区修配系统废水处理系统均选用隔油+沉淀处理工艺，具体处理工艺流程见图 8.1-13，废水首先进入隔油池，去除浮油，同时可去除部分 SS，再进入沉淀池进一步处理，沉淀出水回用于场地冲洗。供水工程区在施工机械停放场的保养站中，洗车检修台下布置排水沟，保养站周边布置集水沟收集排水沟内的机修废水。在集水沟前端设钢板隔油，出口处设薄壁溢流堰，出水作为施工场地降尘用水，收集及处理流程见图 8.1-14。沉淀池、隔油池和钢板前的污泥一起运至弃渣场堆放，浮油交由有资质的单位统一处理。

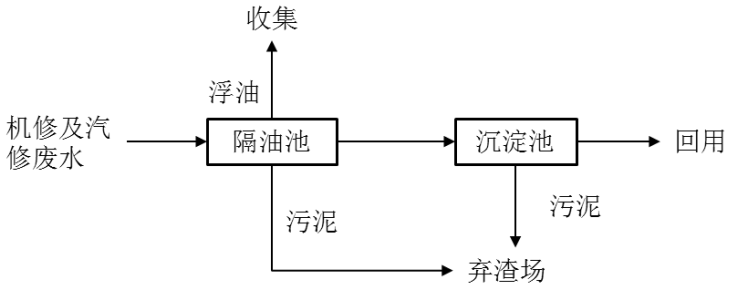


图 8.1-13　枢纽区修配系统废水处理系统工艺流程示意图

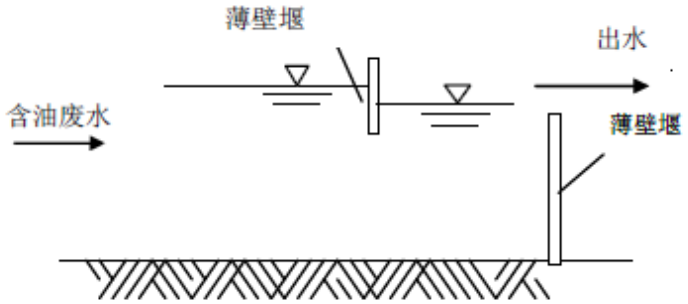


图 8.1-14　供水施工区含油废水处理工艺流程示意图

(4)　工艺设计参数

枢纽施工区含油废水处理系统工艺设计参数详见表 8.1-17。

枢纽区含油废水处理系统构筑物设计参数

表 8.1-17

构筑物名称	主要工艺参数
隔油池	流速≤5mm/s，石油类去除率 90%，SS 去除率 80%，停留时间 2h，清泥周期 7d。
沉淀池	SS 去除率 65%，停留时间 1h，清泥周期 30d。

(5)　主要构筑物及设备

含油废水处理系统主要构筑物详见表 8.1-18。枢纽含油废水处理系统主要设备为 2 台 50QW-6-30-2.2 型无堵塞潜污泵，一用一备，单台流量为 6m^3/h。

枢纽区含油废水处理系统主要构筑物一览表

表 8.1-18

构筑物名称	数量(座)	单池净尺寸(m)			结构	占地面积(m^2)
		长	宽	高		
隔油池	1	5	4	2	钢砼	25
沉淀池	1	5	4	2	钢砼	25

(6)　平面布置

枢纽区含油废水处理处理系统与机修系统同布置在一块台地上，根据处理系统构筑

物尺寸、工艺流程和拟规划的平面布置情况，废水处理系统占地面积约 50m^2。单个供水施工区含油废水处理系统占地面积约 5m^2。

7.1.5.4　生活污水处理

(1)　生活办公区

①　污水概况

本工程施工期生活污水集中在施工区和施工生活用房。根据工程可研，枢纽工程设 1 个施工生产生活区，供水管线施工过程中布设 24 个施工生活区。根据工程分析，枢纽施工区生活污水高峰产生量约为 48.0m^3/d，供水工程施工区生活污水高峰产生量 58.56m^3/d(各供水施工区约 2.44m^3/d)，主要污染物为 BOD_5、COD、氨氮。正常情况下生活污水中 BOD_5 浓度在 200mg/L 左右，COD 浓度在 400mg/L 左右，氨氮浓度在 35mg/L 左右。

②　处理目标

废水经处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)标准，出水进入自建的清水池，用于营地内的景观绿化用水、营地内外公路两侧绿化用水。

③　处理工艺

A　枢纽施工区

枢纽施工生产生活区食堂的污水排放口下游设置隔油池，用于去除部分浮油。根据施工人员宿舍楼的布置情况，设置化粪池，将每幢宿舍楼的粪便污水就近排入化粪池。利用地形高差，食堂、宿舍等各类生活污水自流至污水处理站统一处理，站内设地埋式成套生活污水处理设施，出水至清水池后回用于营地绿化。生活污水处理工艺流程见图 8.1-15，地埋式成套生活污水处理设施采用接触氧化工艺，主要包含接触氧化池、二沉池、污泥消化池和消毒池等。设计处理规模为 48t/d。

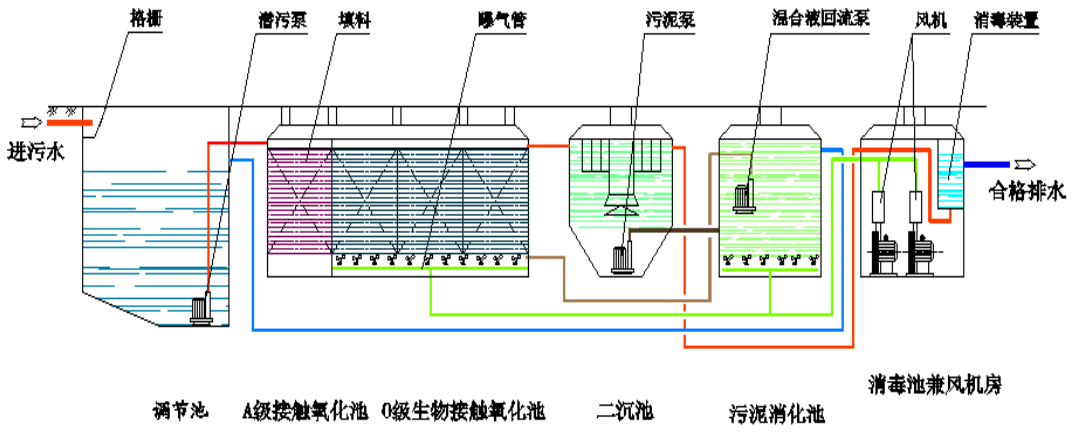


图 8.1-15 生活污水处理工艺流程图

同时大坝施工区设置临时厕所 4 座(蹲位 2 个)收集施工人员粪便，由吸粪车定期清运至枢纽施工生产生活区一体化生活污水处理设施统一处理。

B 供水管线施工区

供水管线施工人员采用租用周边民房，生活污水纳入周边城镇污水处理系统。施工生活区生活污水产生量较少，均通过设置移动厕所，定期清掏用于农田施肥。

④ 工艺设计参数

工艺设计参数详见表 8.1-19。

生活污水处理系统构筑物设计参数

表 8.1-19

构筑物名称	主要工艺参数
GG 型隔油池	停留时间 30min，清除周期 7d
标准化粪池	停留时间 24h，清掏周期 180d
调节池	停留时间 10h，进口处设置格栅
WSZ 型污水处理设备	清泥周期 180d
清水池	停留时间 10h

⑤ 主要构筑物及设备

各生活污水处理系统主要构筑物及主要设备详见表 8.1-20。

生活污水处理系统主要构筑物及主要设备一览表

表 8.1-20

主要构筑物(设备)名称		数量(座)	型号	结构	占地面积(m^2)	备注
枢纽施工生产生活区	化粪池	1	Z9-30QF 型	砖砌	80	加盖
	隔油池	1	ZG-1F 型	砖砌	8	加盖
	调节池	1	6m×3m×3m	砖砌	24	加盖
	清水池	1	6m×3m×3m	砖砌	24	
	成套污水处理设备	1	WSZ-S-3			不锈钢
	潜水无堵塞泵	2	80QW-50-10-3			1 用 1 备
供水管线生活区	临时厕所	80			4	

7.1.5.5 基坑排水处理

在河道截留后，工程基坑排水初期排水总量约 24.8 万 m^3，基本为河道水，通过水泵抽排至下游河道，用于补给降水，但基坑内水量较小时，由于存在人为扰动，SS 含量较高，采用絮凝沉淀的方法沉淀后抽排至河道。

7.2 地下水环境保护措施

(1) 水库渗漏防治

举林村仰尖塘大桥以上库区山体雄厚，地下水分水岭高于正常蓄水位，未见区域性断裂通过库区，水库不存在永久渗漏问题。高岭村低矮垭口和单薄分水岭、库区岩潭村低矮垭口、下坝址右坝肩，均存在永久渗漏问题，需加强帷幕灌浆处理，并通过修建副坝予以解决。

(2) 水库浸没影响对策措施

建库后将淹没杨岭、岭里、后溪、举林、岩潭、高岭等村庄和农田，根据移民安置处理意见，对浸没影响的土地采取永久占地处理，不进行垫高处理，对需迁移的房屋进行一次性补偿处理。

(3) 库岸稳定保护措施

库区主要以斜坡地形为主，局部为陡坡，库岸地表覆盖层厚度较小，自然边坡总体稳定，水库蓄水后岸坡总体处于稳定状态，局部地形坡度较陡，覆盖层较厚部位可能存在小范围的塌滑，水库蓄水前需对该范围进行加固处理，在正常蓄水位 251m 降至死水位 205m、暴雨、边坡排水时效及地震发生的情况下，加强对该不稳地体的监测和库区库岸巡视。

(4) 引水隧洞施工保护措施

优化隧洞供水路线，隧洞尽量避开岩性条件差的围岩，使洞身置于坚硬完整的岩体中，且必须保证隧洞有足够厚度的上覆盖岩体，并具有承受内水压力的能力。针对围岩完整性较差的隧洞，建议全洞进行钢筋混领土砼衬砌。

(5) 污染防范措施

严格管理施工期和运行期的废污水收集、处理系统，处理后均回用，不对地下水水质造成影响，并加强废污水处理系统的风险管理及风险防范措施。

7.3 水生生态保护措施

7.3.1 保护对象的确定

理论上，所有受工程影响的鱼类均应为作为保护对象，但由于工程建设运行后，水域生态环境条件会发生很大的变化，并非所有原有鱼类均有形成自然种群的条件。加上有些鱼类本身资源量和驯养繁殖技术等的限制，暂时缺乏保护的现实可能性。因此，需要根据实际情况，坚持统筹兼顾、突出重点的原则，合理确定保护对象和优先保护顺序。

从重要性的角度考虑，通常按照以下顺序进行选择：列入国家级或省级保护动物名录的鱼类、列入濒危动物红皮书的鱼类、地域性特有鱼类、水域生态系统中的关键物种(如同类食性鱼类少，甚至唯一的种类)、重要经济鱼类；从受工程影响程度考虑，分布区域狭窄、抗逆能力差、生境受损程度高、与工程影响水域生态环境适应性强的鱼类优先选择；依鱼类资源现状考虑，可按濒危、易危、稀有、依赖保护的顺序选择；从鱼类生活史考虑，生活史复杂、洄游距离长、繁殖条件要求高、生长繁育缓慢、性成熟年龄长和繁殖周期长、繁殖力低的鱼类优先考虑。

马金溪河段没有国家级和省级保护、珍稀濒危鱼类或特有鱼类分布，分布有马口鱼、宽鳍鱲、鲫等经济鱼类和光唇鱼等土著鱼类，本河段的主要保护对象为维持鱼类物种多样性以及主要经济、土著鱼类的种群数量。

7.3.2 栖息地修复和保护措施

栖息地保护是减缓河流水利水电工程建设对鱼类影响、保护鱼类自然资源的重要措施。开化水库运行后，势必减少下游水量，对鱼类产卵、孵化及当地鱼类资源均产生不利影响。结合对评价河段采用相应的干支流栖息地保护的手段来缓解工程对鱼类资源的影响。

7.3.2.1 栖息地修复与保护河段选择

(1) 干流

① 齐溪水库库尾以上河段

马金溪干流主源头自安徽省休宁县坂仓青芝埭，经江田、浯田岭、南田、玉石潭、桃林，在西坑口由西北向东南注入齐溪水库，该河段长 25km，平均比降 16.9‰，全部位于安徽省境内。区间河谷狭窄曲折，分布有 12 处堰坝，平均约 2km 即有 1 个滚水坝，其中位于龙头村河段龙田水库坝高有 8m（源头往下游 15km 处），该河段受水坝阻隔影响较大，生境破碎化严重，不建议作为鱼类栖息地。


龙田水库大坝（坝高 8m）


龙头村取水堰（坝高 3m）


陈村取水堰（坝高 1m）


桃林村取水堰（坝高 1.2m）

图 8.3-1　齐溪水库以上马金溪干流河段典型堰坝现状

②　开化水库坝址至龙潭大坝(前山水电站坝址)河段

马金溪自开化水库坝址自北向南流经马金、村头、音坑等乡镇，在龙潭大坝(也是前山水电站坝址)处进入开化县城，该河段总长 31.7km，平均比降 1.6‰，多年平均流量约 24m^3/s。该河段主要汇入支流包括何田溪、村头溪、中村溪、金村溪等 4 条。目前该河段已建各类拦河堰、坝 25 座，其中有齐溪三级水电站、霞山水电站、马金水电站、七里龙水电站、金溪水电站、明廉水电站、龙潭水电站、前山水电站等 8 座小水电，除霞山水电站为河床式开发外，其他 7 座小水电均为引水式开发，最大坝高 4.5m；已建堰 17 座，以灌溉为主，堰高一般在 1~2m。根据马金溪流域综合规划，在该河段密赛村（前山水电站库区）还规划一座防洪库容为 1.1 亿 m^3 的密赛水库。

该河段底质为泥、卵石、砾石为主，水质现状较好。在开化水库至何田溪汇入口段，河道流量较小，该河段有唇鲷、麦穗鱼、光唇鱼、温州光唇鱼、海南拟鲿、点纹银鮈、高体鳑鲏、短须鱊、鲫鱼、子陵吻鰕虎鱼、黄颡鱼、盎堂拟鲿等种类。何田溪在马金电站坝址下游汇入后，河道流量增加较明显，2017 年 12 月渔获物调查该河段分布有大眼鳜、光唇鱼、草鱼、伍氏华鳊、银鲴、圆尾拟鲿等。

本河段具有典型的河流源头特征，在开化水库及各小水电泄放生态流量的条件下，经过开展连通性改造，应作为鱼类栖息地加以保护。

开化水库坝址至龙潭大坝河段已建拦河堰坝一览表

表 8.3-1

堰坝编号	堰坝	坝型	任务	坝高(m)	位置	备注
10#	齐溪三级电站	翻板坝	发电	4.5	石川村	引水式
11#	堰		灌溉	1.2	石川村	
12#	堰		灌溉	1.5	霞山村	
13#	霞山电站	翻板坝	发电、灌溉、景观	4.5	霞山村	河床式
14#	堰		灌溉	1.2	下龙村	已有过鱼口
15#	堰		灌溉	0.8	湖头村	
16#	堰		灌溉、景观	1	姚家二村	跌水式
17#	堰		景观	0.4	上街村	水毁，未修复
18#	马金电站	橡胶坝	发电、灌溉	2	马金村	引水式
19#	七里龙电站	砌石重力坝	发电、灌溉	3.66	大淤村	引水式，已有过鱼口
20#	堰		灌溉	1	大淤村	
21#	堰		灌溉	1.5	上园村	已有过鱼口
22#	堰		灌溉	0.5	上底本村	水毁，未修复
23#	金溪电站	土石坝	灌溉	3.7	山底村	引水式
24#	堰		灌溉	0.5	福洲村	水毁，未修复
25#	堰		灌溉	1.3	青山头村	已有过鱼口
26#	堰		灌溉	1	姚家村	已有过鱼口
27#	明廉电站	土石坝	灌溉	2	明廉村	引水式
28#	堰		灌溉	1.2	明廉村	
29#	堰		灌溉	1	明廉村	水毁，未修复
30#	堰		灌溉	0.7	读经畈村	水毁，未修复
31#	堰		灌溉	1.6	下淤村	已有过鱼口
32#	龙潭电站	橡胶坝	发电	3	密赛村	引水式
33#	堰		灌溉	1	密赛村	
34#	前山电站(龙潭大坝)	土石坝	饮用水取水、发电、景观	3	城关镇	引水式，拦河坝逐级跌水

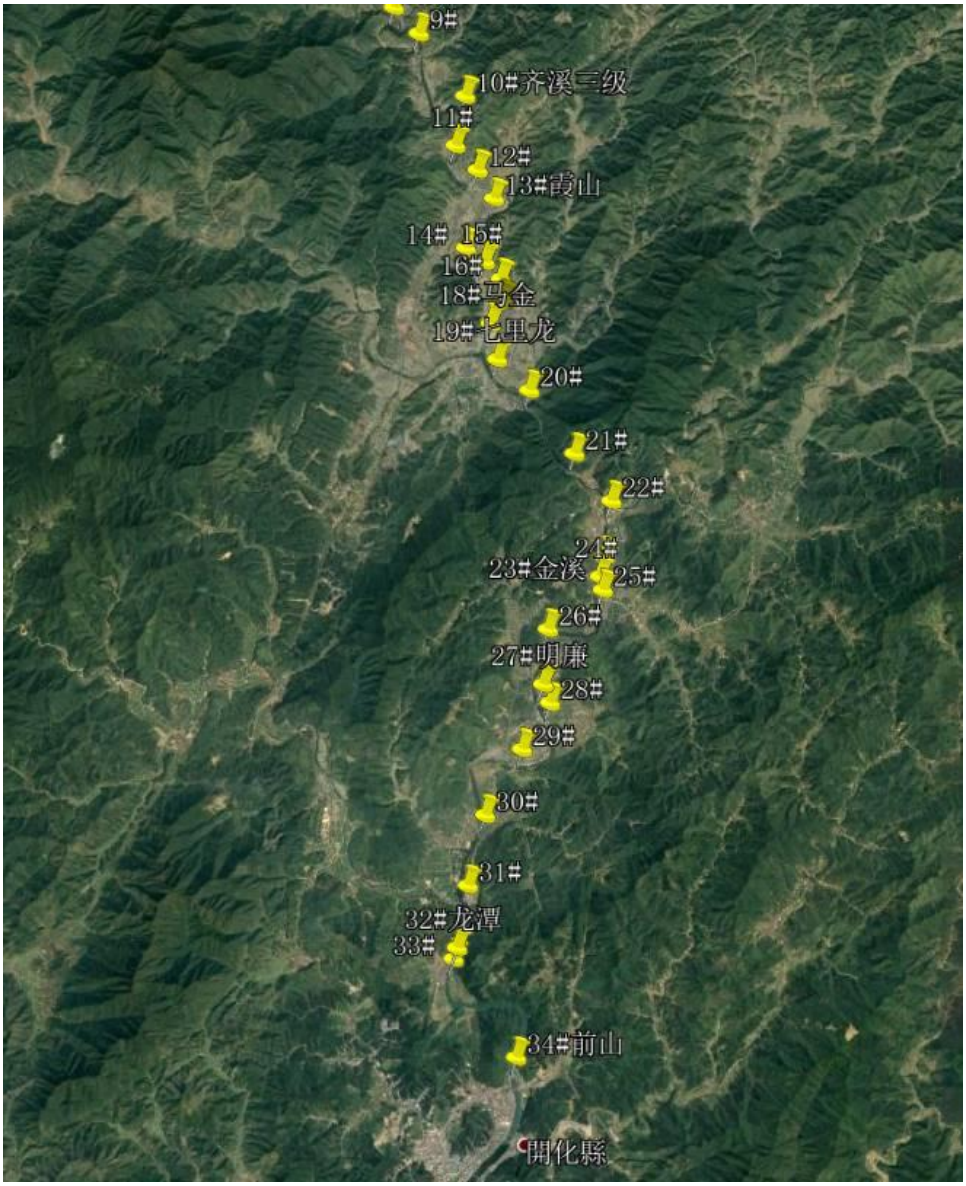


图 8.3-1　开化水库坝址至龙潭大坝主要拦河堰坝分布示意图



13#霞山水电站坝下河道



15#堰坝下游河道



27#明廉水电站库区河道



32#龙潭水电站坝下河道

图 8.3-2　开化水库坝址至龙潭大坝河段河道现状面貌

③　龙潭(前山水电站)坝址至出县境河段

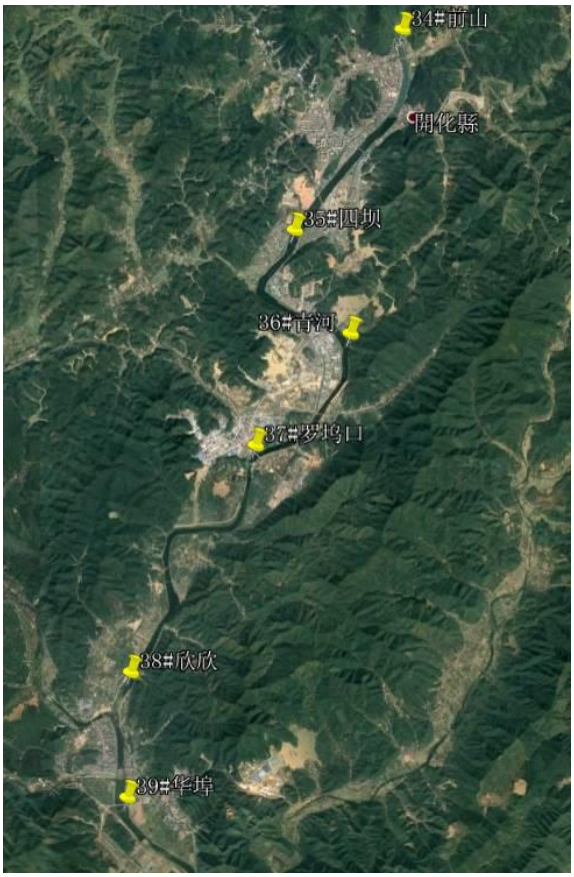
马金溪自龙潭(前山水电站)坝址继续自北向南流经开化县城、罗坞口、华埠镇，在长风水库库区出境，该河段总长 25.4km，平均比降 0.78‰，出境断面多年平均流量 79.7m^3/s。该河段主要支流汇入包括金村溪、池淮溪、龙山溪、马尪溪等 4 条。目前已建成该河段已建拦河翻板坝 5 座，其中有青河、罗坞口、欣欣、华埠等 4 座小水电，均为河床式开发，坝高在 2.5~4m；另有 1 座景观坝，高 4m，用于形成开化县城的景观水体。

该河段基本形成首尾连接的水库群，水体规模较大，底质为泥、卵石，水质现状较好。鱼类种类较丰富，主要分布鱼类有光倒刺鲃、鳜、黄颡鱼、马口鱼、南方拟鲿、似鮈、黄尾鲴、银鮈、草鱼、鲫、唇鲷、厚唇光唇鱼、温州光唇鱼、光唇鱼、大眼华鳊、点纹银鮈、华鲮、小鲮、中华鳑鲏、细尾拟鲿等。4 种产卵类群的鱼类均有捕获，如产漂流性卵鱼类赤眼鳟、鳜等，产粘沉性卵鱼类鲫、麦穗鱼等，产漂浮性卵鱼类群鳃虎鱼和乌鳢等，共生类群中华鳑鲏、革条副鱊等，产漂流性卵和产漂浮性卵鱼类也可以在库区生存，区分不明显。拦河坝全部为翻板坝，在汛期打开泄洪时河道连通性也较好，建议作为鱼类栖息地进行保护。

龙潭(前山水电站)坝址至出县境已建拦河堰坝一览表

表 8.3-2

水坝编号	水坝	坝型	任务	坝高(m)	位置	备注
35#	四坝景观坝	翻板坝	景观	4	岙滩村	有船闸
36#	青河水电站坝址	翻板坝	发电、景观、灌溉	4	张家村	河床式
37#	罗坞口水电站坝址	翻板坝	发电、景观	3.5	新安村	河床式
38#	欣欣水电站坝址	翻板坝	发电、景观、灌溉	4	华民村	河床式
39#	华埠水电站坝址	翻板坝	发电、景观、灌溉	2.5	华峰村	河床式



主要拦河坝分布



36#青河水电站坝下河道



39#华埠水电站所在河道

图 8.3-3　龙潭(前山水电站)坝址至出县境河段河道现状面貌

(2)　支流

①　规划环评提出支流保护河段

规划环评推荐池淮溪双河电站坝址以下约 17km 的河段、马尪溪利平电站坝址以下约 19km 的河段作为本流域支流鱼类栖息地进行保护。

②　支流栖息地保护适宜性初步分析

根据调查，齐溪水库以上分布两条支流，分别为齐溪支流和西坑源，其中齐溪支流为马金溪浙江境内源头，全部位于钱江源国家森林公园中，目前生境条件相对较好，可考虑其作为河流源头鱼类栖息地。

马金溪中下游主要支流龙山溪、何田溪上水电开发程度较高，金村溪流量整体偏小，中村溪、村头溪上游存在中小型库区，池淮溪和马尪溪现状小水电相对较少，且基本位于上游，而且这两条支流河段内的小型滚水坝多为生态堰坝，对河流的阻隔较小，且河段降水充沛，存在小支流的汇入补充水量，可以满足水生生物生存的需求。两支流中下游均存在部分天然河段，生境多样，河滩、浅潭交叉分布，砾石底质、水草丰茂，与原

生境具有相似性，适合鱼类栖息繁衍。

③　齐溪水库库区支流

根据调查，齐溪水库以上分布两条支流，分别为齐溪支流和西坑源。

齐溪库尾北侧有一条较大支流西坑源，发源自齐溪镇金竹坑，经龙门村自北向南在西坑口村流入齐溪水库，该河段长 9.1km，平均比降 31.9‰。该段河道下游位于钱江源国家森林公园内，两岸植被较好，分布有 8 个堰坝，主要集中在龙门村河段，以雍高取水和景观为主，堰坝均不高，枯水期影响河流连通性，汛期部分滚水坝连通性较好。西坑源生境破碎化较严重，河流短坡降大，生境条件较差。

齐溪库尾南侧有另一条较大支流齐溪支流，发源自齐溪镇里秧田村，经仁宗坑村自西向东在齐溪支流村流入齐溪水库，该河段长 15.8km，平均比降 17.8‰。该段河道位于钱江源国家森林公园内，两岸植被较好，分布有 6 个堰坝，其中上游天子坟水库坝高 18m，以下 5 个堰坝高度均低于 0.5m，枯水期影响河流连通性，汛期连通性较好。主要分布的是喜流水的鱼类，如马口鱼、宽鳍鱲、光唇鱼、温州光唇鱼、厚唇光唇鱼等。

齐溪支流河道相对较长，整条河位于钱江源国家森林公园内，生境破碎化程度相对较轻，本次拟通过对齐溪库尾南侧支流齐溪支流天子坟水库坝址以下 10km 进行生态化改造作为栖息地修复与保护河段。




齐溪支流天子坟水库大坝（Q1，坝高 18m）


齐溪支流上堰坝（Q2，坝高 0.3m）


齐溪支流上堰坝（Q3，坝高 0.3m）


齐溪支流上堰坝（Q4，坝高 0.5m）


齐溪支流上堰坝（Q5，坝高 0.4m）


齐溪支流上堰坝（Q6，坝高 0.5m）

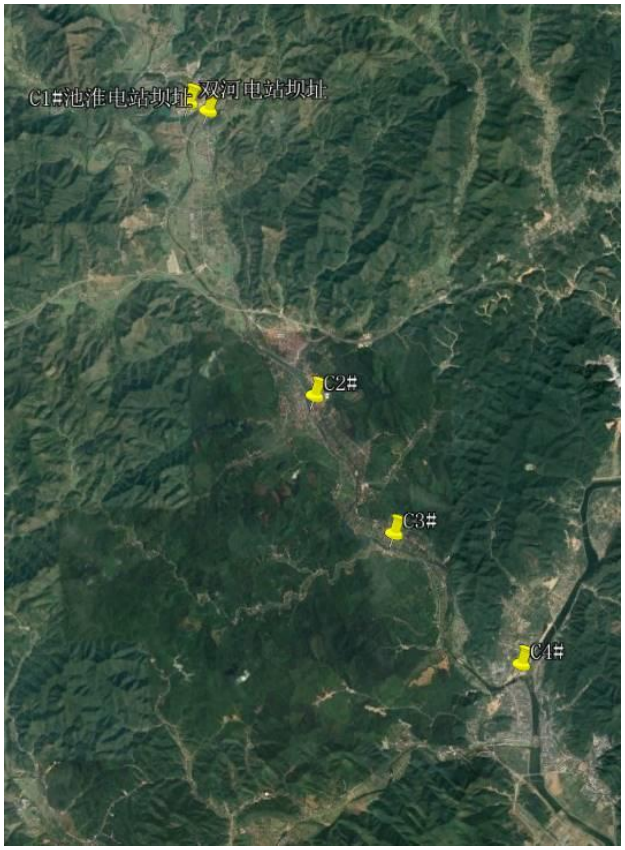
图 8.3-4 齐溪水库库尾两条支流位置及各堰坝现状面貌

③　池淮溪

池淮溪全长 54km，河道平均坡降 9.72‰，含沙量比其他河流少，冲积现象不明显，主要支流张湾溪汇入后河道流量显著增加，在河口处多年平均流量达到 16.2m^3/s。在张湾溪汇入口双河水电站坝址以下的约 17km 仅 4 座堰，且堰高均低于 1.5m，位于池淮溪河口的堰坝已进行生态化改造。总体上，池淮溪下游在水量较丰沛情况下河道连通性较好。

该支流水质较好，现状调查显示池淮溪主要分布鱼类有高体鳑鲏、麦穗、海南拟鲿、点纹银鮈、马口鱼、鲫鱼、唇鲷、宽鳍鱲、光唇鱼、赤眼鳟、银鲴、伍氏华鳊等，种类较丰富。

池淮溪下游河道生境破碎化程度相对较轻，本次拟通过对 C2、C3 共 2 处堰坝进行生态化改造，作为支流鱼类栖息地保护河段。



下游主要堰坝分布



双河水电站坝下河道（C1#池淮电站库区）



C4#池淮溪河口

图 8.3-5　池淮溪下游河段河道现状面貌

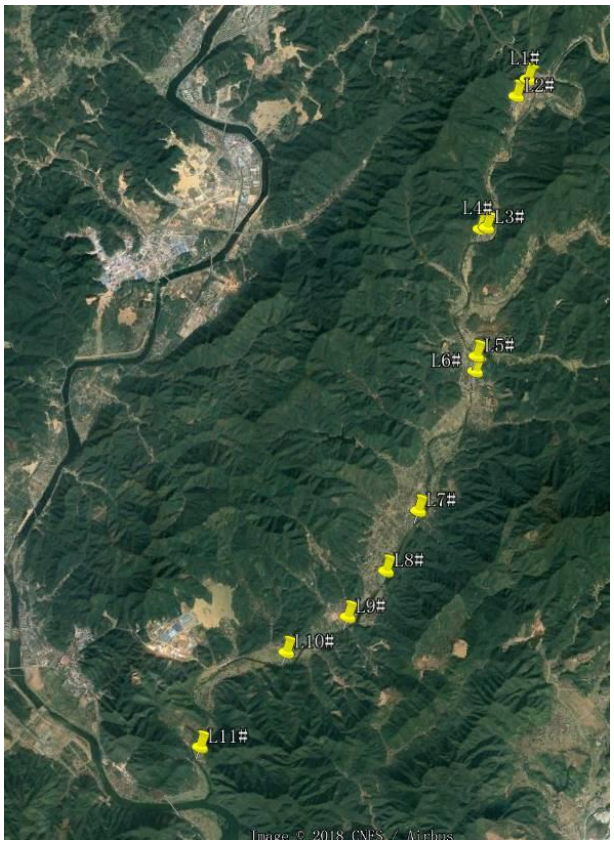
④　马尪溪

马尪溪(蚂蟥溪)发源于大溪边乡，流域面积 279km^2，河长 57km，河道平均坡降 6.26‰，流经大溪边(黄谷)、林山和华埠，到华埠下界首流入常山港，河口处多年平均流量 10.9m^3/s。马尪溪在利平水电站以上未上游段，河流规模较小，村庄分布较多，还有林溪、林源、昙华寺等 3 座小水电；利平以下 19km 为下游段两岸植被盖度，无小水电，分布的 13 座堰坝中有 9 座均为生态型堰坝，且坝高一般低于 2m，对河流的阻隔影响较小。

该河流底质主要以砾石和卵石为主，河流浅滩深潭分布较多，枯水季节部分河滩裸露，河滩植被较多，存在多处小型产卵和索饵生境，主要分布鱼类有大眼鳜、鲫、南方拟鲿、大眼华鳊、华鳊、唇鲷、花鲷、黄颡鱼、圆吻鲴、温州光唇鱼、银鮈、似鮈等，种类较

丰富。

马尪溪下游中下游开发强度不大，河道生境破碎化程度相对较轻，自然河段较多，存在部分流水生境，整体环境较好，本次拟通过对 L3#、L5#共 2 处堰坝进行生态化改造，作为支流鱼类栖息地保护河段。



主要堰坝分布



下游典型河道面貌



L11#马尪溪下游典型生态堰坝

图 8.3-6　马尪溪下游河段河道现状面貌

(3)　栖息地修复与保护范围

根据以上分析，拟定开化水库工程栖息地修复与保护河段的保护范围为：开化水库坝址以下 57.1km 干流河段，含马金溪干流及常山港开化境内河段；支流齐溪支流 10km，池淮溪下游 17km、马尪溪下游 19km，近期拟提出栖息地修复方案。

7.3.2.2　栖息地修复与保护方案

(1)　流域已有相关河道修复规划

①　百里黄金水岸线规划

2013 年，开化县水利局根据马金溪的河道特点和沿线人文景观特色，编制完成《百里黄金水岸线项目规划》，以“生态优先、统筹资源、多元治水，综合治理”的流域治理模式，通过修复重点河段生态堤岸，构建溪河水生态系统防护带状公园，并对沿河村庄、道路、山体实施整治、提升、彩化等一系列工程措施。一期工程于 2015 年开工建

设，为常山港华埠段综合治理工程，实施范围为芹阳龙潭大坝至华埠镇下界首村河段，实施上茨、下茨、华民、火车站等 10 段、13.718km 生态堤防护岸加固工程及 15km 绿道建设。二期工程为马金溪生态保护和流域治理工程，项目实施范围为芹阳龙潭大坝至齐溪镇西坑口，规划新建堤防护岸及老堤改造共 20.4km，河道清淤疏浚 2.44km，新建堰坝 2 座，改造提升堰坝 21 座，拆除 1 座，规划建设绿道 85km。

② 马金溪流域综合治理规划

2015 年 6 月，受开化县水利局委托，浙江省水利水电勘测设计院编制了《开化县马金溪流域综合治理规划》。该规划针对马金溪石柱村（开化坝址处）至下淤村（中村溪汇合口）26km 干流河段堰、坝均提出了生态化改造要求，主要选用低矮的宽顶堰，并设有鱼道，供鱼上下行的通道。

该规划提出在霞山村打造霞山九潭湿地公园，在霞山大桥上游左岸及音坑乡姚家村右岸汇合口实施滩地修复工程。通过疏浚整治，恢复保护马金溪河道内的霞山潭、霞田潭、吊马潭、七里龙峡谷潭、姚家潭、张家潭、王家礁潭等 7 个深潭及深水区，增加河道天然蓄水量和种子潭，形成浅滩交错，底栖环境多样的自然生境，为鱼类等提供适宜的栖息、繁衍、觅食环境，保护渔业资源促进休闲渔业发展。

③ 马金溪流域综合规划

《开化县马金溪流域综合规划》提出了水生态保护与修复规划，在规划防洪堤建设中应充分考虑在适当河段采用生态堤岸，建设亲水绿道工程，对马金溪霞山段、石柱村下游左岸及音坑乡姚家村右岸汇合口实施滩地修复工程，对支流池淮溪开展 13 处湿地生态修复及植物措施工程。

(2) 本项目提出的修复方案

① 小水电泄放生态流量

马金溪流域已建各类水电站 57 座，干流上已建梯级电站共有 15 座，各级支流主要梯级电站共有 42 座。在本次规划作为鱼类栖息地干流河段已建共计 12 座小水电，其中 7 座为引水式，5 座为河床式。对各小水电生态流量泄放要求如下：

1) 各小水电坝址处要求泄放不低于坝址处多年平均流量的 10%，上游来水不足时按来流下泄；

2) 7 座引水式小水电，在渠道过坝后的适当位置开口修建侧堰或埋设放水管，向下游坝后河道泄放流量。5 座河床式小电站均为翻板坝，可一扇或多扇闸门不完全关闭、控制一定开度向下游河道泄放流量，或者利用机组泄放生态流量。

② 干流栖息地连通措施

1) 开化水库坝址至龙潭大坝(前山水电站坝址)河段

该河段已建各类拦河堰、坝 25 座，其中有 8 座为小水电，七里龙电站坝上建有过鱼口外，前山水电站土石坝采用生态跌坎形式，其他 6 座应进行生态化改造；17 座堰中有 6 座已有过鱼口，其他 11 座应结合流域综合治理进行生态化改造。

2) 龙潭(前山水电站)坝址至出县境河段

目前已建成该河段已建拦河翻板坝 5 座，其中有青河、罗坞口、欣欣、华埠等 4 座小水电，均为河床式开发，坝高在 2.5~4m；另有 1 座景观坝，高 4m，用于形成开化县城的景观水体。

翻板坝正常运行时闸门关闭，遇洪水时闸门全开泄洪，闸门全开后以翻板坝为平悬在水中楔块，无阻隔作用，但在日常运行中则存在阻隔影响。本次拟改造 4 座拦河翻板坝，各坝的翻板门中的一扇闸门改造成生态鱼坡。

③ 支流栖息地连通措施

针对齐溪支流的 2 个堰坝、池淮溪的 2 个堰坝、马尪溪的 2 个堰坝均较低，对上述堰坝进行生态化改造，以跌坎或鱼坡为主，材料可使用钢筋混凝土或钢板、木材等材质，顶部可布置块石、卵石，呈阶梯型排列，形成一定大小的水池和上下游水位差，可满足鱼类上溯的水深和流速要求，坡度应设计为 1/10。

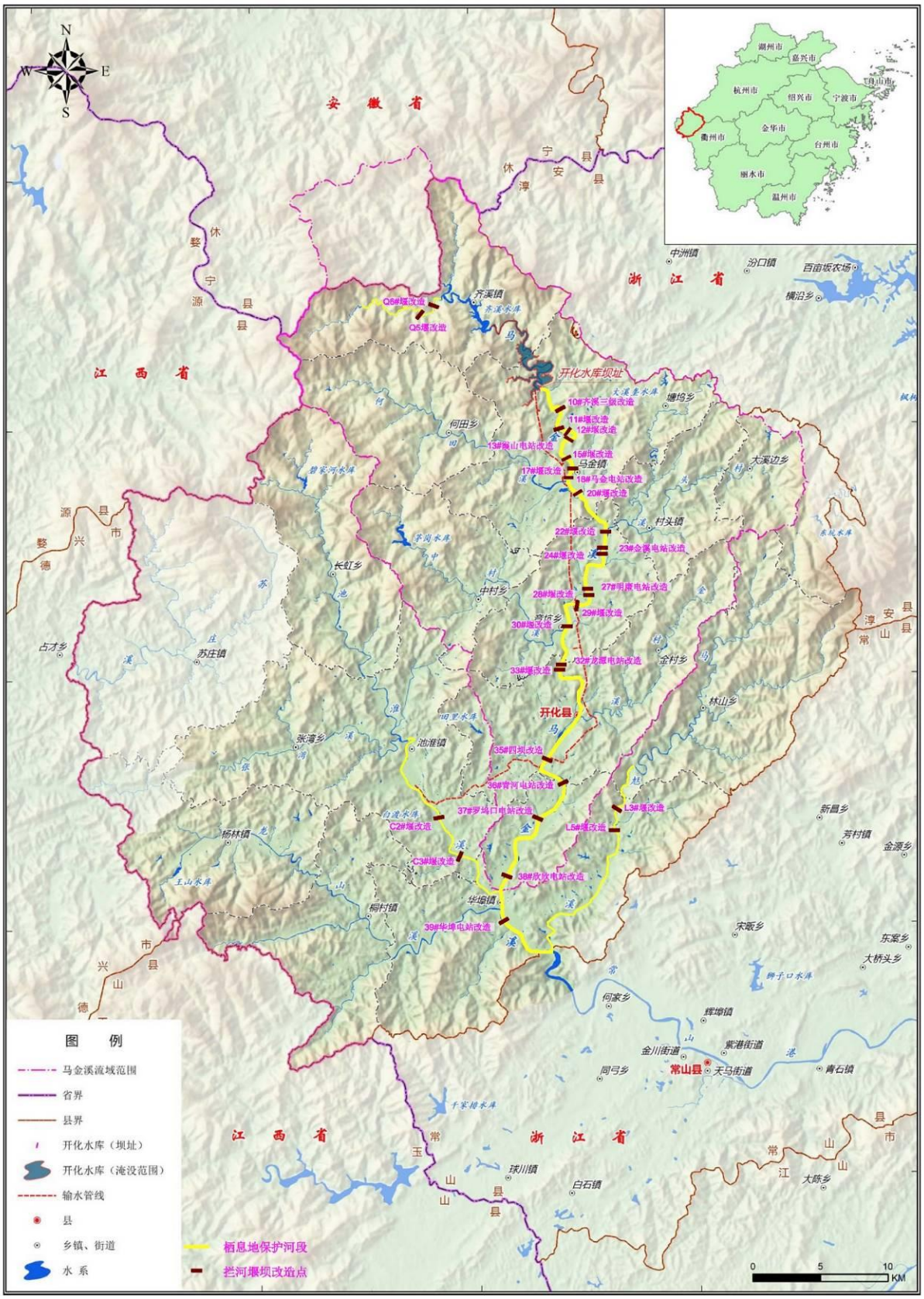


图 8.3-11　鱼类栖息地保护总体布局

7.3.2.3 栖息地河段补建过鱼设施典型设计

(1) 小水电补建过鱼设施

马金溪干流需要补建过鱼设施的小水电共 10 座，通过筛选统计，其中土石坝 2 座、橡胶坝 2 座、翻板坝 6 座。以马金水电站、金溪水电站、华埠水电站分别作为橡胶坝、土石坝、翻板坝的典型，开展过鱼设施设计。

① 马金水电站补建鱼道

1) 过鱼型式选择

马金电站位于马金溪中上游，何田溪与马金溪汇合口上游约 300m。马金电站为河床式电站，装机容量 1000kW，电站厂房位于河道右侧，拦河橡胶坝位于河道左侧，坝高 2m。

本工程补建鱼道的水位落差约为 2m，属于低水头鱼道工程，本工程适合修建隔板式鱼道和仿生态鱼道。结合工程现场的地形条件，尽量减少鱼道占地，推荐采用隔板组合式鱼道，一侧“竖孔-坡孔”，另一侧为溢流堰孔。

2) 鱼道参数

A 鱼道水池尺度

设计鱼道槽身断面底宽 3.00m，两侧边墙高 1.30m，上接 1：2 斜坡高 0.70m，能满足过鱼要求且比较经济。

鱼道池室深度应根据池内水深加安全超高确定。根据本工程过鱼对象及其体长，本工程设计水深 1.5m，上部预留 0.50m 安全高度，水池净深 2.0m。

考虑到所过鱼类的习性，并参考国内外已建鱼道的经验，认为池长取 3.6m（隔板宽 0.2m，净长 3.4m），能满足过鱼要求、且利于鱼道布置。

B 鱼道隔板过鱼孔尺寸

设计过鱼孔尺寸首先应考虑所过鱼类的习性、个体大小，参考国内外现有鱼道的设计，初设中选择一侧垂直竖孔+坡孔、另一侧表孔的隔板型式，孔的宽度为 0.50m。

C 鱼道有效工作水深

鱼道的工作水深首先应考虑到鱼的习性，其次是保证鱼道中有一定的流量，使鱼道进口产生一定的水流，吸引鱼类进入鱼道。鱼道净高为 2.00m，设计工作水深取 1.5m，上部预留 0.50m 安全高度，防止水位波动时鱼道中的水流从鱼道两侧墙溢出。

3) 鱼道布置

A 进鱼口布置

鱼道进鱼口布置在橡胶坝左岸，位于橡胶坝下游约 115m，鱼道进鱼口远离电站尾水，下泄水流就是附近水域唯一的水流，鱼类易被吸引而进入鱼道主进鱼口。进鱼口设计底高程为下游运行期低水位以下 1.5m。

B 鱼道槽身底坡和断面形状

根据过鱼孔设计流速要求及鱼道与其它枢纽建筑物的布置等地形因素，经过计算后，初步设计：鱼道的底坡 1:70；总水头 2m，每块隔板水头 0.0514m，需 40 个池室，中间设置 1 个平底休息池。设计初步考虑采用复式断面——下部为矩形断面、上部为梯性。

C 出鱼口布置

鱼道出鱼口布置在橡胶坝左岸，橡胶坝上游 65m 处。出鱼口设计底高程为上游正常蓄水位以下 1.5m。

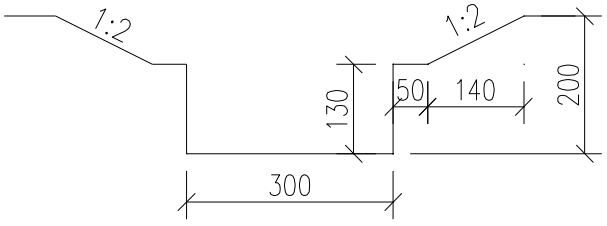
4) 鱼道结构设计

A 鱼道结构布置

鱼道总长度 187.3m，坡度 1:70，鱼道宽度 3m。鱼道水池长度 3.6m，设计水深 1.5m。设置 1 个休息池，休息池长度 8m。鱼道进口段长度 12m，鱼道出口段长度 12m，鱼道进出口均设检修闸门。考虑到交通需要，在鱼道上部需设 1 座交通桥。

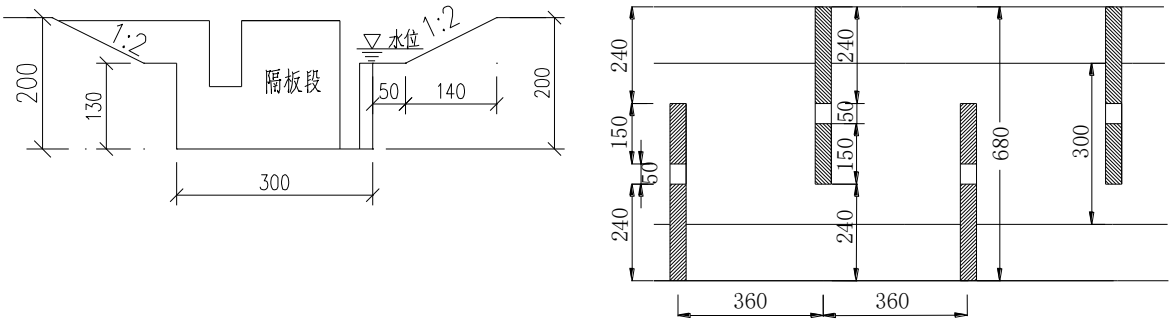
B 鱼道槽身断面型式

设计鱼道槽身断面底宽 3m，两侧边墙净高 1.3m，上接 1:2 斜坡高 0.7m，故总净高 2.0m。其具体形状如下：



C 隔板过鱼孔型式

推荐选用组合式隔板，一侧“竖孔-坡孔”，另一侧为溢流堰孔。此组合式隔板过鱼孔中不同部位的流速值，可以相差很大。梯形过水断面边坡处，流速仅为 0.38m/s～0.48m/s，而同一断面矩形溢流孔内为 0.96m/s～1.05m/s，该鱼道过鱼对象较多，规格不一，这样连续变化的水流条件，对不同游泳能力的鱼类提供了一个十分良好的条件。



5)　主要工程量

马金水电站补建过鱼设施主要工程量表

表 8.3-3

项目	单位	工程量	备注
土方开挖	m^3	6599	
回填砂砾料	m^3	1128	
C15 砼垫层	m^3	113	
C25 砼底板、侧墙	m^3	1016	
排架及启闭机室梁板柱混凝土 C25	m^3	48	
C25 砼护坡	m^3	226	
碎石垫层	m^3	158	
C30 砼隔板	m^3	54	
C30 砼交通桥	m^3	8	
钢筋制安	t	87	
橡胶止水	m	132	
草皮护坡	m^2	734	
PVC 排水管 ϕ100	m	245	
φ600 搅拌桩@1m（单长 5m）	m	72	进、出口闸室段
闸门（含金属配件）	套	2	
螺杆式启闭机	台	2	

②　金溪水电站补建过鱼堰

1)　过鱼型式选择

金溪水电站位于马金溪中游，村头溪与马金溪汇合口下游约 1.3km。金溪电站为引水式电站，装机容量 900kW，引水口位于大坝左岸，拦河坝采用土石坝，坝高 3.7m。根据现场实际情况，金溪水电站拦河坝为土石坝，右岸为永久农田，左岸为电站引水渠，补建鱼道较难实施，土石坝改造较易实施，拟将拦河坝的一段改造为生态过鱼堰的型式，通过生态过鱼堰实现河道连通。

2)　生态过鱼堰布置

A 进鱼口布置

生态过鱼堰进鱼口布置在土石坝中间，在下泄水流刺激下，鱼类易被吸引而进入鱼道。

B 过鱼堰阶梯高度和断面形状

根据当地鱼类的种类和特性，过鱼堰阶梯高度为 0.5m，总水头 3.7m，共需设置 7 个阶梯，为保证鱼类跳跃一级后有休息空间，每级阶梯设 3.5m 长的休息平台，需 6 个休息平台。为保证休息平台的水深，平台下凹 50cm。

设计初步考虑采用矩形断面，即中间为 5m 宽的 C25F50 实体堰体，两侧为 0.5m 厚的挡墙。

C 出鱼口布置

出鱼口设计底高程为上游正常蓄水位以下 0.5m。出鱼口设置一扇翻板闸门，过鱼期打开下泄水流用于吸引鱼类通过过鱼堰上溯过鱼，过鱼堰内流速约 0.5~1.5m/s。

3) 生态过鱼堰布置

金溪水电站补建过鱼设施主要工程量表

表 8.3-4

项目	单位	工程量	备注
原堰体开挖	m^3	799	一半的堰体
原堰体修复	m^3	351	
砂砾石开挖	m^3	114	
C25F50 砼堰体	m^3	266	
C25F50 砼挡墙	m^3	79	
钢筋制安	t	17	
固结灌浆	m	185	
帷幕灌浆	m	35	
闸门（含金属配件）	套	1	

③ 华埠水电站补建过鱼堰

1) 过鱼型式选择

华埠电站位于马金溪下游，池淮溪与马金溪汇合口下游约 2.2km。华埠电站为河床式电站，装机容量 975kW，发电厂房位于河道左侧，拦河坝位于河道右侧采用翻板坝，坝高 2.5m，坝长 210m，分 3 段，每段 70m，每段由 10 扇单宽 7m 的翻板门组成。

根据现场实际情况，华埠水电站拦河坝为翻板坝，右岸为永久农田，左岸为工业厂区，补建鱼道较难实施，改造翻板门较容易实施，且由于坝长较长，改造段宽度较小，对行洪基本没有影响，本阶段拟将拦河坝的一扇翻板门改造为生态过鱼堰的型式，通过

生态过鱼堰实现河道连通过鱼。

2) 生态过鱼堰布置

A 进鱼口布置

生态过鱼堰进鱼口布置在翻板坝中间段靠右侧，鱼类易被吸引而进入鱼道主进鱼口。

B 过鱼堰阶梯高度和断面形状

过鱼堰阶梯高度为 0.5m，总水头 2.5m，共需设置 4 个阶梯，为保证鱼类跳跃一级后有休息空间，每级阶梯设 3.5m 长的休息平台，需 3 个休息平台。为保证休息平台的水深，平台下凹 50cm。设计初步考虑采用矩形断面，中间为 5m 宽的 C25F50 实体堰体，两侧为 1.0m 厚的挡墙。

C 出鱼口布置

出鱼口设计底高程为上游正常蓄水位以下 0.5m。出鱼口设置一扇翻板闸门，过鱼期打开下泄水流用于吸引鱼类通过过鱼堰上溯过鱼，过鱼堰内流速约 0.5~1.5m/s。

3) 主要工程量

华埠水电站补建过鱼设施主要工程量表

表 8.3-5

项目	单位	工程量	备注
拆除闸门	扇	1	翻板闸门
拆除原砼结构	m^3	42	
砂砾石开挖	m^3	70	
C25F50 砼堰体	m^3	107	
C25F50 砼挡墙	m^3	54	
钢筋制安	t	9	
固结灌浆	m	113	
帷幕灌浆	m	35	
橡胶止水	m	15	
闸门（含金属配件）	套	1	

(2) 取水堰补建过鱼设施

马金溪干、支流灌溉或景观堰坝一般都不超过 1.5m，考虑以上底本村堰（22#）、明廉村堰（29#）、霞山村堰（12#）分别作为 0.5m、1.0m、1.5m 作为 3 个不同高度的典型，开展生态堰坝的设计。

① 上底本村堰生态改造

1) 过鱼型式选择

上底本村堰位于马金溪中游，村口溪和马金溪汇合口上游。上底本村堰主要作用为灌溉周边农作物，堰坝采用浆砌石坝，坝高 0.5m。根据现场实际情况，上底本村堰左右岸均为永久农田，浆砌石堰坝改造较易，且此类堰坝较低，拟将堰坝的一段改造为鱼坡的型式，通过鱼坡实现河道连通过鱼。

2) 鱼坡布置

鱼坡布置在堰坝的中间，主河道中央。鱼坡宽度为 5m，坡度为 1:10，两侧以 1:10 的坡度与两侧河床相接，鱼坡采用 C20 砼灌砌石，表面镶卵石，利于鱼类上溯，鱼坡坡底与河床处设 2m 宽的抛石防护，防止鱼坡坡脚被冲刷。

3) 主要工程量

上底本村生态改造主要工程量

表 8.3-6

项目	单位	工程量	备注
砂砾石开挖	m^3	15	
C20 砼灌砌石鱼坡	m^3	24	
表面卵石镶嵌	m^2	48	利于鱼类上溯
下游抛石防护	m^3	17	

② 明廉村堰生态改造

1) 过鱼型式选择

明廉村堰位于马金溪中下游，明廉村附近。明廉村堰主要作用为灌溉周边农作物，堰坝采用浆砌石坝，坝高 1.0m。根据现场实际情况，上底本村堰左岸为永久农田，右岸为开马线公路，补建鱼道较难实施，浆砌石堰坝改造较易，且此堰坝较低，拟将堰坝的一段改造为鱼坡的型式，通过鱼坡实现河道连通过鱼。

2) 鱼坡布置

鱼坡布置在堰坝的中间，主河道中央。鱼坡宽度为 5m，坡度为 1:10，两侧以 1:10 的坡度与两侧河床相接，鱼坡采用 C20 砼灌砌石，表面镶卵石，利于鱼类上溯，鱼坡坡底与河床处设 2m 宽的抛石防护，防止鱼坡坡脚被冲刷。

3) 主要工程量

明廉村堰生态改造主要工程量

表 8.3-7

项目	单位	工程量	备注
砂砾石开挖	m^3	40	
C20 砼灌砌石鱼坡	m^3	80	
表面卵石镶嵌	m^2	132	利于鱼类上溯
下游抛石防护	m^3	27	

③ 霞山堰生态改造

1) 过鱼型式选择

霞山堰位于马金溪中上游，霞山村附近。霞山堰主要作用为灌溉周边农作物，堰坝采用浆砌石坝，坝高 1.5m。

根据现场实际情况，霞山堰右岸为永久农田，左岸为霞山村，补建鱼道较难实施，浆砌石堰坝改造生态堰较易，本阶段拟将堰坝的一段改造为生态过鱼堰的型式，通过生态过鱼堰实现河道连通。

2) 生态堰布置

A 进鱼口布置

生态过鱼堰进鱼口布置在堰坝中间，堰坝两侧挡墙可保证下泄水流的流速，鱼类易被吸引而进入鱼道主进鱼口。

B 过鱼堰阶梯高度和断面形状

根据当地鱼类的种类和特性，过鱼堰阶梯高度为 0.5m，总水头 1.5m，共需设置 3 个阶梯，为保证鱼类跳跃一级后有休息空间，每级阶梯设 3.5m 长的休息平台，需 2 个休息平台。为保证休息平台的水深，平台下凹 50cm。

设计初步考虑采用矩形断面，中间为 5m 宽的 C25F50 实体堰体，两侧为 0.5m 厚的挡墙。

C 出鱼口布置

出鱼口设计底高程为堰顶高程，可继续维持原灌溉水位。堰上水位为 0.15m 时，过鱼堰内流速为 0.5m/s，当达到 0.25m 时，过鱼堰内流速可达到 1.0m/s，较易吸引鱼类。

3) 主要工程量

霞山堰生态改造主要工程量

表 8.3-8

项目	单位	工程量	备注
原堰体开挖	m^3	155	原堰体部分开挖
原堰体修复	m^3	68	
砂砾石开挖	m^3	38	
C25F50 砼堰体	m^3	48	
C25F50 砼挡墙	m^3	15	
钢筋制安	t	3	
固结灌浆	m	62	
帷幕灌浆	m	35	

7.3.2.4 其他保护措施

1) 将保护河段划为禁捕区，严格执行禁渔期制度，在鱼类繁殖期(4～7 月份)严禁在上述区域捕鱼，设立标志区界，禁止在该区域进行任何捕捞、采砂以及对水生生境有影响的涉水活动和建设工程，做好宣传工作。

2) 设置卵石、树桩等营造鱼类栖息生境。

3) 进行长期的水质、鱼类和水生生物等生态环境监测。

4) 加强渔政管理。

7.3.3 过鱼措施

7.3.3.1 采取过鱼设施的必要性

由于本工程大坝的阻隔影响，可能造成鱼类种群及其遗传交流受阻，鱼类生境的片段化和破碎化导致形成大小不同的异质种群，种群间基因不能交流，使各个种群将受到不同程度的影响。

根据《中华人民共和国水法》第三章第二十七条规定“在水生生物洄游通道修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施”。《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。2006 年 1 月 9 日原国家环境保护总局办公厅下发了《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函[2006]11 号)，会议纪要要求“在珍稀保护、特有、具有重要经济价值的鱼类洄游通道建闸、筑坝，须采取过鱼措施。对于拦河闸和水头较低的大坝，宜修建鱼道、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过鱼船，以及采取人工网捕过坝措施。同时

应重视掌握各种鱼类生态习性和水电水利工程对鱼类影响的研究，加强过鱼措施实际效果的监测，并据此不断修改过鱼设施设计，调整改建过鱼设施，优化运行管理。”增殖放流无法达到促进上下游鱼类基因和种质资源交流的目的，且放流种类有限，因此以增殖放流替代过鱼措施不适宜。因此，根据国家有关法律法规的规定，开化水库工程采取适当过鱼措施是必要的。

从整个马金溪流域来看，存在齐溪、长风等水电站和较多小水电。经实地调查发现，齐溪水库和长风水库阻断河流，而且基本没有下泄生态流量，工程建设对河段鱼类造成阻隔影响，将大坝上下游鱼类分隔成坝上、坝下两个种群，鱼类种群个体及其遗传交流受阻，同时阻断了鱼类上溯洄游。为减少大坝对河流生态系统尤其是鱼类种群的干扰，维持河流生态系统的连通性、维持河流的遗传及生物多样性，开化水库工程有必要建设过鱼设施。

7.3.3.2 主要过鱼对象和时间

开化水库的过鱼对象应为河道中所有鱼类，但主要设计过鱼对象可针对其中的重要经济种类，兼顾其它种类。

鱼类资源现场调查结果显示，调查水域的主要经济鱼类有黄颡鱼、圆吻鲴、黄尾鲴、大眼华鳊和光唇鱼等，土著鱼类有宽鳍鱲、马口鱼、高体鳑鲏和革条副鳎等，包括了光唇鱼、圆吻鲴、黄尾鲴、黄颡鱼等主要经济渔获物。

综上所述，开化水库过鱼设施设计考虑的主要过鱼对象为光唇鱼、大眼华鳊、黄尾鲴、圆吻鲴、黄颡鱼、大鳍鳎、马口鱼、宽鳍鱲等种类。

过鱼时间主要考虑为鱼类产卵季节，即每年的 4～7 月。

7.3.3.3 主要过鱼设施类型分析

大坝过鱼的措施较多，可采用技术上实用的方法(技术型过鱼设施)或模仿自然的方法(仿自然型过鱼设施)来构造，主要包括仿自然旁通式鱼道、技术型鱼道、鱼闸、升鱼机、集运鱼系统等，过鱼措施方式选择一般受枢纽工程区地形条件、工程特性(枢纽布置、坝型、坝高)、鱼类生物学特性等方面进行综合比选。

综合枢纽工程区地形条件、工程特性以及该河段鱼类生物学特性，各种过鱼措施工作原理、应用范围、过鱼效果以及本工程适应性比较详见表 8.3-9。

本工程位于钱塘江流域上游，河道狭窄，没有航运要求。坝址处右岸坝肩陡峭，左岸相对略平缓，大坝坝高 85m，水头 57m。由表 8.3-9 可见，工程区不具备建设仿自然旁通式鱼道以及鱼闸基本条件，总体来看布置鱼道技术难度较大，而升鱼机受地形条件、

工程区枢纽布置的影响较小，组合方案能够兼具升鱼机和灵活转运的优势。从流域已建/在建工程过鱼设施选择以及本工程区建设条件来看，本工程过鱼设施考虑对技术型鱼道、升鱼机和集运鱼系统方案作进一步比选分析。

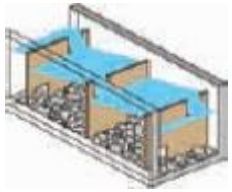


左岸 右岸

图 8.3-11 本工程坝址处左右岸地形

各种过鱼措施应用范围、效果以及本工程适应性

表 8.3-9

类型	示意图	原理	应用范围	优缺点	效果	本工程适应性
仿自然旁通式鱼道		绕过大坝并呈模仿自然外观，呈现自然形式的鱼道。	适合于所有具有足够空间的障碍，对于现存的坝堰改善特别有用，在上游设计蓄水水位变化较大时不适用。	占地面积大，枢纽区两侧以及上游需具备布置空间，在地面设置深沟，需结合技术型鱼道构造。	可使所有水生动物种类通过(鱼类、饵料生物等)，为流水性水生生物提供栖息空间，是唯一能够绕过大坝且能很好与当地环境结合的鱼道。	本工程坝区河谷狭窄，两岸坡度较陡，两侧没有布置仿自然旁通式鱼道的空间，本工程不具备建设该类型鱼道的地形条件。
技术型鱼道(狭槽鱼道、水池鱼道、丹尼尔鱼道等)		采用混凝土式通道，内部设有各式隔板、狭槽等，将水槽分隔成一系列互相沟通的水池，有时成阶梯式。	采用型式较多，适合于中、低水头大坝，或用于大坝改造增设过鱼设施。	难以适应于建设高坝水利水电工程。	鱼道型式多样，狭槽型鱼道可通过较大水流，便于形成较好的吸引水流，一般不易堵塞；水池型鱼道所需流量较低，较易堵塞；丹尼尔鱼道需较大的流量，不适宜上游水位变化频繁的区域。	工程最大坝高 85m，水头约 70m，发电厂房位于右岸，右岸地形较陡，总体来看布置难度大。
鱼闸		为凹形通道，上下游两端都有可控制的闸门，通过控制闸门的开关或往通道注水来形成吸引流。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域。	较高的设计和建造技术要求，需要频繁地维护和运行，建造和维修费用高，但对水消耗较低，适用于需要考虑大型鱼类(如鲟鱼类)的地方。	主要适用于鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类，对中、底层以及小型鱼类不适用。	河谷狭窄，鱼闸对枢纽主体工程影响较大。本河段鱼类以小型鱼类为主，且坝址处狭窄，过鱼设施不宜用鱼闸。

各种过鱼措施应用范围、效果以及本工程适应性

续表 8.3-9

类型	示意图	原理	应用范围	优缺点	效果	本工程适应性
升鱼机方案		为配置有运送水槽和机械装置的升降机，通过把鱼从下游吊起送到上游，通过渠道连通上游。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，尤其适用于如高坝。	需要空间不大，在设计和建造上对技术要求较高，需频繁地维护和运行，建造和维修费用高。	对游泳能力弱的鱼类效果较好	大坝较高，且枢纽区空间狭窄，可进行升鱼机配套其它集鱼设施建设
集运鱼方案	 集鱼船+运鱼方案	通过坝下集鱼设施把鱼收集后，利用陆域运鱼系统将坝下鱼类运至库区放流，达到坝下、坝上鱼类繁殖交流。两种方案的不同点在于集鱼设施分别采用船体和固定设施。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，如高坝，通常与枢纽工程区地形、枢纽工程布置无关联。	需要空间不大，设施布置灵活，但所需集鱼、运鱼设施要求相对较高，运行费用较高。受诱鱼效果的制约较大，特别是诱集底层鱼类较困难，噪音、振动及油污也影响集鱼效果。	目前彭水水电站采用该方案，过鱼效果有待跟踪研究	本工程库区库区水深较深，坝下河道狭窄，水深较浅，集鱼船效果难以保证
	 集鱼站+运鱼方案			需要空间不大，设施布置灵活，但所需集鱼、运鱼设施要求相对较高，运行费用较高。固定的诱鱼设施噪声、振动较小，基本无油污，运行费用相对较低，需要加强运鱼管理。	国内卡拉、杨房沟水电站、花桥水利枢纽工程设计使用该方案进行过鱼	可采用与升鱼机同样的集鱼方案，再利用运鱼设施转运至开化水库、齐溪水库，可进行该方案设计。
初步比选意见	综合枢纽工程区地形条件、工程特性以及该河段鱼类生物学特性，工程区不具备建设仿自然旁通式鱼道以及鱼闸的基本地形条件，坝下河道狭窄，水深较浅，集鱼船效果难以保证。技术型鱼道可以沿河道左岸进行布置，升鱼机方案、集运鱼系统方案受地形条件、工程区枢纽布置以及鱼类生物学特性影响较小，具备建设的基本条件。					

7.3.3.4 过鱼方案比选

(1) 上、下游水位条件

水库上、下游水位频率详见表 8.3-10。当水库水位低于 242m 时，频率 P≤29.6%，发生频率较低，本工程过鱼设施上游正常设计水位为 242m～251m，过鱼设施保证率为 70.4%。过鱼设施为 3 级建筑物，进出口按照 50 年一遇洪水设计，即 P=2%标准下，上游水位为 257.07m，下游水位为 184.60m。在各发电尾水工况条件下，下游水位条件为 182.60m～184.60m。

水库上、下游水位频率表

表 8.3-10

水库上游正常水位(m)	水库下游水位(m)	出现频率(%)
<205	182.60 ～184.60	0.0
<225		1.9
<242		29.6
242～245		19.2
242～251		70.4

特征水位及库容、流量表

表 8.3-11

频率(%)	入库流量(m^3/s)	库水位(m)	相应库容(m^3/s)	下泄流量(m^3/s)	厂房尾水渠下游水位(m)
0.02	3865	258.51	18366	2616	/
0.05	3486	257.99	18088	2494	/
0.1	3247	257.67	17920	2420	/
0.2	2956	257.41	17781	2359	/
0.5	2590	257.15	17646	2301	/
1	2311	257.07	17603	2283	187.20
2	2055	257.07	17603	400	187.20

发电尾水流量对应尾水位表

表 8.3-12

序号	工况说明	1#机组流量(m^3/s)	2#机组流量(m^3/s)	3#机组流量(m^3/s)	4#机组流量(m^3/s)	总发电流量(m^3/s)	下游水位(m)
1	生态机组 1 台机满发	1.72	/	/	/	1.72	182.00
2	大机组 半台机	6.935	/	/	/	6.935	182.00
3	大机组 2 台满发	13.87	13.87	1.72	1.72	31.18	182.60

(2) 过鱼设施进口条件

根据鱼类洄游特性，过鱼设施进口选址应在有持续水流、水流平稳顺直，同时能适应下游水位涨落，保证在过鱼季节进鱼口有一定水深(1.0m～1.5m 以上)的地方。

考虑本工程主坝左岸厂房尾水管常年有水流，适宜诱鱼，通过将鱼类诱集至厂房尾水渠末端两岸至尾水渠起始点两岸岸坡，同时避免至厂房尾水管出口紊流区，因此本工程过鱼设施进口均选在厂房尾水出口两侧岸坡。

(3) 过鱼方案比选

① 升鱼机方案

1) 工作原理及项目组成

升鱼机布置在坝下发电厂房右侧，由引鱼系统、集鱼系统、升鱼系统三大部分组成，主要由进鱼口、集鱼槽、赶鱼栅、集鱼池浮箱、集鱼斗、厂区移动式门机、斜坡提升装置、坝顶塔式回转吊等金属结构支持运作。鱼类在左岸尾水的吸引下进入 1#～2#诱鱼口，进入 2#集鱼槽后，再进入 1#集鱼槽，利用赶鱼栅将鱼赶至集鱼池浮箱和集鱼斗，通过门机垂直提升集鱼斗至厂区 189.00m 回转平台，活动门机通过地面轨道将集鱼斗水平运输至大坝下游斜坡提升装置轨道起始点，然后门机主钩将集鱼斗吊至斜坡轨道上，接着坝顶卷扬机启动通过斜坡轨道将集鱼斗提升至坝顶 257m 高程，然后通过坝顶 1 台小型回转吊将集鱼斗旋转翻过坝顶，并放置在坝面下行轨道上，集鱼斗在重力作用下沿着坝面下行轨道缓慢滑行至当前坝前水面以下，集鱼斗在浮力作用下打开，然后鱼类从集鱼斗内散开进入水库内，完成放鱼任务，如此反复运行。升鱼机从集鱼到放鱼单程运行时间约 60min。

2) 整体布局

本工程枢纽建筑物拦河坝为混凝凝土面板堆石坝，由拦河坝、岸坡式泄洪道、分层取水口和发电引水隧洞、发电厂房。结合枢纽建筑物进行布置，根据工程枢纽布置以及河段地形条件，引鱼系统布置于尾水两侧，集鱼系统布置于坝体及厂房安装间，升鱼系统布置于坝后厂房平台及坝顶平台。共设置有 1 个集鱼斗、集鱼池浮箱、活动赶鱼栅、厂区移动门机、坝下斜坡提升装置、坝顶 1 台小型回转吊、坝面下行轨道等设备。

3) 升鱼机工程设计

A 诱鱼口布置设计

诱鱼口布置在坝后厂房尾水出口两侧，设计水位为 181.50m～184.60m，为方便集鱼槽及集鱼池浮箱检修，在坝后厂房尾水两侧设置 2 个诱鱼口，从右至左分别为 1#～2#诱鱼口，其中 1#诱鱼口位于生态旁通管右侧，2#诱鱼口位于电站厂房 1#机组尾水管左

侧，考虑本工程所在水域的鱼类特性，1#～2#诱鱼口为浅水鱼类诱鱼口。为了防止鱼类误游到厂房尾水管内，尾水管出口设置拦鱼电栅。

B 集鱼系统布置设计

集鱼系统包括集鱼槽、集鱼池浮箱、集鱼斗、补水槽、加压泵室和观鱼室。

a 集鱼槽

集鱼槽分三段：集鱼池～1#进鱼通道叉口为集鱼槽 1 段，1#进鱼通道叉口～2#进鱼通道叉口为集鱼槽 2 段，2#进鱼通道叉口～赶鱼电栅门槽～观鱼室为集鱼槽 3 段。集鱼槽 1、2、3 段的宽均为 2m，长分别为 5.0m、33.20m 和 13.00m。集鱼槽底板高程为 181.00m。

集鱼槽内设置活动赶鱼栅，引鱼时赶鱼栅提到水面以上，以便浅水鱼进入集鱼槽；准备提鱼时，先将赶鱼栅下放到水中，将集鱼槽中的鱼赶至集鱼池中，再提鱼。赶鱼栅为露顶浮动直栅，由尾水集鱼池门机副起升操作。

b 集鱼池浮箱、补水槽、加压泵室和观鱼室

集鱼斗和集鱼池浮箱采用不锈钢设计。集鱼斗为圆筒型，尺寸为 1.5m×1.5m×1.5m(长×宽×高)，在其顶部设有约 0.5m 高的防逃逸网，防止鱼在吊运过程中跃出。集鱼池浮箱尺寸为 8.0m×2.0m×2.0m(长×宽×高)。

集鱼池左端与补水槽相连，补水槽底高程为 180.5m，槽宽由 3.0m 渐变为 1.80m，槽渐变处设消力墩。

在发电厂房安装间底部 180.5m 高程设置一个加压抽水泵，加压供水至补水槽。加压泵设计流量为 2.0m^3/s，抽水泵进水口布置在生态旁通管底部。进水管直径为 1.4m，管道流速为 1.3m/s。

观鱼室分别设置在补水泵房 181.00m、184.50m 高程，每层观测室尺寸为 5m×3m(长×宽)。

c 运行方式

集鱼池浮箱为水力自浮式结构，平时集鱼池浮箱浮于水面上，集鱼时集鱼斗下放到集鱼池浮箱孔洞中，在重力作用下，集鱼斗和集鱼池浮箱一起下沉，下降至集鱼池浮箱顶与集鱼槽底 181.0m 高程持平为止，浅水鱼通过浅水鱼诱鱼口进入集鱼池浮箱；同时利用赶鱼栅将鱼赶至集鱼池内，再缓慢提升集鱼斗，在浮力作用下集鱼池浮箱与集鱼斗同步上升，当集鱼池浮箱上升到水面上时，水从箱底滤水孔流走，浮箱内的浅水鱼沿底部斜坡滑入集鱼斗。

C 升鱼系统工程设计

升鱼系统包括厂区 1 台移动式门机，坝下斜坡提升装置(坝下 257m 高程 8t 卷扬机和斜坡轨道)、1 台坝顶小型回转吊、坝面下滑轨道。

在厂区 189.00m 高程平台上设有 1 台移动式门机作为第一级提升设备，门机主钩将集鱼斗从 181.00m 高程提升至 189.0m 高程平台，活动门机通过地面轨道将集鱼斗水平运输至大坝下游斜坡提升装置轨道起始点，然后门机主钩将集鱼斗吊至斜坡轨道上，接着坝顶卷扬机启动通过斜坡轨道将集鱼斗提升至坝顶 257m 高程，然后通过坝顶 1 台小型回转吊将集鱼斗旋转翻过坝顶，然后放置在坝面下行轨道上，集鱼斗在重力作用下沿着坝面下行轨道缓慢滑行至当前坝前水面以下，集鱼斗在浮力作用下打开，然后鱼类从集鱼斗内散开进入水库内，完成放鱼任务。

② 鱼道方案

1) 鱼道结构

鱼道主要有池式、槽式两种。池式鱼道还有阻流式、横隔板式、变形槽式、水池式等几种类型。槽式与池式鱼道的优缺点与适用性见表 8.3-13。

槽式与池式鱼道的优缺点与适用性对比一览表

表 8.3-13

类型	槽式鱼道	池式鱼道		
	丹尼尔式	溢流堰式	横隔板式	底(潜)孔式
优点	结构简单，安装建造方便，并可以预制。	(1) 在相对较低水量下，可满足大多数鱼类的洄游条件。使用缺口堰、斜坡堰等，鱼道正常运行的流量可降至 4L/s。(2) 进行适当设计、改进，可适用于非常小的鱼(长度<20mm) 和爬行类物种。	(1) 上游水位在较大范围内变动，鱼道的流速、紊动都增加不大，鱼道能正常运行。(2) 水流流速、紊动较小时，小鱼通行的鱼道坡度可达 1:8。(3) 隔板竖缝一直延伸至槽底，水池不易被淤积。	(1) 水流的紊动度小，精心设计的底孔其流速小、孔口流速分布好；(2) 对上游水位变动的适应性好；(3)为大多数成鱼喜爱，尤其是中下层鱼类。水流的紊动度小。
缺点	(1) 没有休息区，鱼类需连续溯流而上，除非间隔布置休息鱼池。(2) 流速大、水流紊动大、掺气明显，仅适用于游速高、耐力强的中大鱼类(身长大于 30cm 的洄游鱼类) 。	(1) 流量增大时水池水流紊动大，不能适用上游水位大变动，除非设计特别的进流控制闸等。(2) 未与潜孔组合时，水池容易被淤积。	不适用于爬行类鱼，除非在槽底布置一层粗糙的石块。竖缝易被碎屑杂物堵塞，维护要求高。	(1) 孔口上部水深较小时，孔口前有立轴漩涡流出现，有掺气，不利于过鱼。(2)不适用于幼鱼、幼鳗等。对爬行鱼类底孔流速偏大。
适用	上、下游水位差较小；物种：中大鱼	上游水位：变幅小；物种：大多数鱼类，	上游水位：变化可较大；物种：大多数鱼	上游水位：变动较大；物种：中下层鱼类。

类型	槽式鱼道	池式鱼道		
	丹尼尔式	溢流堰式	横隔板式	底(潜)孔式
性	类。	尤其表层鱼和喜跳跃鱼类。	类，除了爬行类和需堰流激起跳跃的鱼类。	

根据过鱼对象具有不同习性，且上游水位变幅较大，根据几种常见鱼道结构的特点，鱼道结构初步选用组合式(溢流堰式+潜孔式组合)。组合式鱼道由一系列相连的水池组成，相连的水池之间的隔壁上由隔板分开，通过沿程摩阻、水流对冲及扩散来消能，达到改善流态和降低过鱼竖缝流速的目的。其特点为：能够同时适应表层和底层鱼类，更大程度保持生态连通性；能够适应较广的鱼道内水位变化；能够防止鱼道内的泥沙淤积。

2) 鱼道工艺设计

A 鱼道设计流速

根据国内外已有鱼道的设计经验，本工程鱼道设计最大流速范围为 0.8m/s～1.5m/s，考虑鱼道流速应能使鱼类较易上溯，鱼道内平均流速为 0.8～1.0m/s。

B 溢流堰+潜孔尺寸

参考国内已建多个鱼道的实际经验，潜孔尺寸取 0.8m×0.8m，溢流堰尺寸取 1.0m×1.0m。

C 鱼道宽度

鱼道净宽尺寸越大，每级水池内的平均流速就越小，利于鱼类的中间休息。根据鱼道主要过鱼对象的习性，设计鱼道槽身断面底宽 2.00m，两侧边墙高 3.00m，边墙两侧采用开挖料回填至低于距墙顶 0.5～1m 高程即可，既可避免水土流失，又自然形成一条人工巡查便道。能满足过鱼要求且比较经济。

D 池室长度

水池净长尺寸越大，每级水池内的平均流速趋于减小，利于鱼类的中间休息；但净长尺寸越大，鱼道总长度就越长，鱼道造价也就越高。考虑到所过鱼类的习性，并参考国内外已建鱼道的经验，认为水池长取 3.00m(隔板中心距离)，能满足过鱼要求且比较经济。

E 鱼道深度

鱼道水深主要视过鱼对象习性而定，底层鱼和体型较大的成鱼相应要求水深较深。国内外鱼道水深净深一般为 1.0～3.0m，本工程鱼道池室深度暂取 2.5m。

F 休息池

本阶段设计鱼道每隔 20 个池室设一个休息池，休息池长度为 12m。池内设置一定角度的导向钢丝网，起到引导鱼类进入低紊流区域休息的作用。同时，导向钢丝网的另一侧方向略为内倾，避免鱼类因过度疲劳后被冲向下游。

G 隔板

经计算，隔板数为 798 块，隔板厚度 0.25m，采用 C25F50 砼预制，宽 2.2m，高度 2.1m，在鱼道预留宽度 0.3m，底板深度 0.3m，边墙深度 0.1m 的浅槽用于安装预制隔板。

3) 鱼道工程设计

A 鱼道布置

根据地形条件布设，鱼道从厂房尾水渠挡墙侧面设置进鱼口，然后横穿河道自右岸山坡脚，鱼道沿着右岸山坡先往上游盘旋到达坝脚然后折返回头往下游至距离坝脚约 500 处再次折返往上游，反复多次折返盘旋后，到达距离坝顶约 50m 下游且该处为地形高程 250m，由于坝顶右岸侧地形较高，而本拦河坝为面板堆石坝，鱼道不宜直接在坝体上开孔，因而采用了一段无压隧洞，隧洞长约 160m，衬砌后洞泾为 3.0m，隧洞采用城门洞型，穿过坝体后，在隧洞出口，并距离坝顶约 80m 的上游处设置了设置了一座挡水闸，距离挡水闸约 15m 上游侧布置了 1#出鱼口，出鱼口底板高程为 243m，1#出鱼口后继续沿着坝址右岸向上盘旋，每隔 50～100m 分别布置了 2#～4#出鱼口，出鱼口底板高程分别为 245m、247m、249m。

B 鱼道尺寸

根据布置，本工程鱼道方案总长 2.78km，纵坡为 1:40～50，鱼道宽度 2m，深度 3.0m，设计水深 2m，每隔 3.0m 设置一个 C25 竖向隔板。鱼道每隔 60m～100m 设置一个休息池，休息池长 12m，共设置了 38 个休息池。

C 鱼道进口

鱼道进口布置在厂房尾水渠下游右侧。考虑本工程下游水位变幅不大，为 182.0m～184.60m，鱼道进口采用常规平板检修闸门，孔口尺寸为 2m×5m(宽×高)，进口底板高程为 181.00m，墩顶高程 189.00m。由于鱼道内流量在 2.1m^3/s 左右，比一台生态机组满发流量略大，水流对于过坝鱼类的吸引能力较小，为了防止鱼类逆水流进入尾水管，在尾水口内设置拦鱼鱼栅，在尾水渠内靠近鱼道进口上游侧设置诱鱼电栅和诱鱼灯光，吸引鱼类进入。

D 鱼道出口

本工程鱼道共有 4 个出鱼口，1#出鱼口布置在距离坝顶上游 100m 处，底板高程为 243m，设计水位 245m。鱼道再向上盘旋而上，到达 2#出鱼口，2#出鱼口底板高程为 245m，设计水位 247m。3#～4#出鱼口底板高程分别为 247m、249m，设计水位分别为 249m、251m，1#～4#出鱼口侧面均设置 1#～5#水闸。

E 拦鱼电栅

为了防止鱼类进入尾水渠，尾水管设置拦鱼电栅。

③ 集运鱼系统方案

1) 厂房尾水处集鱼站设计

该方案集鱼系统设计与升鱼机方案相同，具体升鱼机方案中的升鱼机工程设计中的 1)、2)点，仅升鱼方式略有变化。

2) 运鱼车方案设计

采用坝后坡提升高度高达约 70m，斜坡面长度达 120m，斜坡提升集鱼斗的时间较长，而且厂区和库区交通较为便捷，因此考虑运鱼采用 10t 随车起重运输车(简称随车吊)运输，随车吊装载上集鱼斗后，沿着厂区进厂道路进入坝区上坝道路，接着转入环库道路，然后到达指定的放鱼点，车速控制在 20～30km/h，通过随车吊将集鱼斗从运输车吊在放鱼点斜坡轨道上，集鱼斗在自重作用下缓慢滑入水中，集鱼斗在浮力作用开启，鱼类从集鱼斗散开进入水库，完成运鱼放鱼过程。从装载集鱼斗到完成放鱼时间约 30～40 分钟。为了便于监督在随车吊上安装视频监控和 GPS，在放鱼点也安装视频监控设施。考虑运鱼放鱼的连续，随车吊配备 2 台，随车吊操作人员可临时雇佣，或者由工程运行管理人员兼职。

(4) 过鱼方案选择

① 过鱼效果

升鱼机方案在国外有运行成功案例，升鱼机方案利用发电尾水的吸引流，同时考虑下游河道流场较为复杂，进口处采用鱼道型式进口，不仅布置灵活，可适应下游不同水位变幅和流速变化要求，能起到较好的过鱼效果。

鱼道技术较为成熟，主要应用于低水头水利水电工程；在中、高水头工程中设计、建设难度大，应用相对较少。本工程鱼道进口位于尾水管出口下游约 35m 处，相比升鱼机方案直接尾水诱鱼效果的要差；鱼道长达 2.78km，鱼类通过时间较长，并可能导致过鱼效果下降；或者需要建设较长的休息区便于鱼类体能恢复，但将进一步受到地形的限制并加大投资。

集运鱼系统方案集鱼方式与升鱼机方案一致，引集鱼效果也同升鱼机方案，区别在于运鱼方式不同。集鱼后投放地点更为灵活，既可以投入开化水库库区，也可以同时从流域层面上沟通齐溪水库的库尾以上河段及开化水库坝下。

因此，从过鱼效果来看，集运鱼系统方案较优。

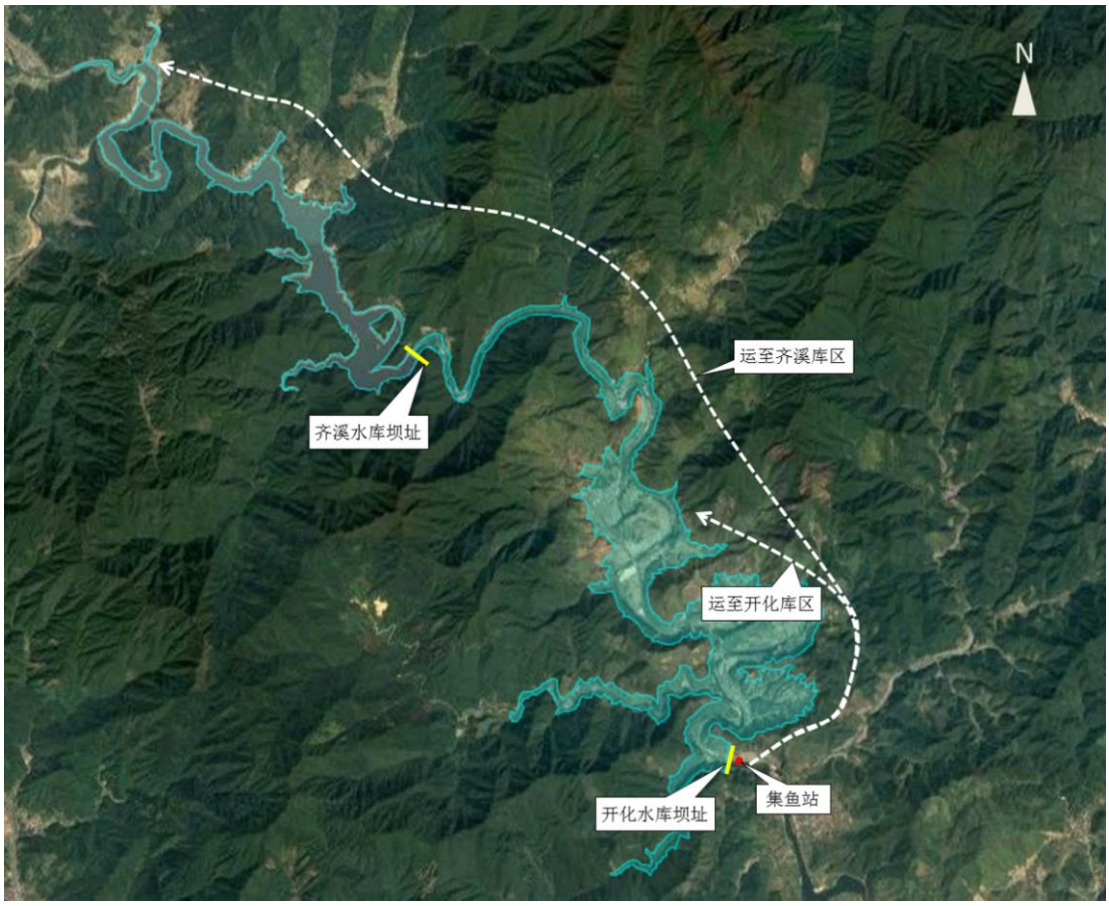


图 8.3-12 集运鱼系统方案运鱼线路示意图

② 施工条件

升鱼机布置在主坝枢纽内，布置紧凑，便于运行管理，土建施工较少，但机电设备较多，安装技术要求较高。

集运鱼系统方案与升鱼机方案相比，提升设备较少，需要配置 2 台随车吊，土建工程量较少，设备安装技术要求相对较低。

而鱼道总长度 2.78km，主要为土建施工，由于路线长，地形陡倾，鱼道断面较小，大型施工设备无法使用，只能使用小型施工设备和使用大量的人工，施工技术难度较高，因而造价较高，工期较长(但不占用直线工期)，此外需要新增施工道路和永久运行道路。因此施工条件方面，集运鱼系统方案略优。

③ 占地及环境影响

鱼道方案需要在马金溪右岸坝址下游开挖人工鱼道，鱼道占地范围现状为林地和农用地，其总面积约 130 亩，但该部分占地已经列入坝区征地范围，不需要新增占地及移民补偿投资，但鱼道工程范围内植被将被破坏，施工期间还将产生水土流失影响。

升鱼机方案、集运鱼系统方案结合枢纽布置，无新增用地。从环境影响角度分析，升鱼机方案、集运鱼系统方案环境影响相对鱼道方案显著更优。

④　运行条件及费用

升鱼机方案通过 1 台门机、塔式回转吊进行垂直提升和水平提升，需要配置专门人员进行操作，运行费用较高，由于机电设备较多，设备维护费用也比较高，但是升鱼机集中布置在主坝枢纽范围内，运行管理方便。

集运鱼系统方案需要配备 2 台随车吊，设备相对升鱼机方案较少，总体上运行费用相对较低。

鱼道方案机电设备最少，运行费用相对最低。

⑤　工程量和投资

升鱼机、鱼道及集运鱼系统 3 个方案投资分别为 2083.54 万元、4209.28 万元和 1892.94 万元，工程量见表 8.3-14～表 8.3-16。鱼道方案占地范围已经划入坝区保护范围，因而 3 个方案均不需要另外新增移民占地投资。因此，从工程量和投资来看，升鱼机和集运鱼系统 2 个方案差别不大；鱼道方案投资最高，明显高于另外 2 个方案。

升鱼机方案工程量及投资一览表

表 8.3-14

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
1	升鱼机土建				
	土方开挖	m^3	3419	14.47	4.95
	石方开挖		14269	55.06	78.57
	C25F50 砼集鱼槽混凝土		2993	681.08	203.85
	C30F50 砼诱鱼口二期砼		36	884.63	3.18
	钢筋制安	kg	197	7561.48	148.96
	铜片止水	m	259	656.57	17.01
	镀锌钢格栅盖板(格栅间距 10cm)	m^2	173	150	2.6
	石渣压实回填	m^3	662	32.96	2.18
	C25F50 砼泵房底板		1166	667.73	77.86
	C25F50 砼泵房边墙、梁板柱及楼梯(189m 高程以下)		4306	642.97	276.86
	泵房建筑面积	m^2	972	1800	174.96
	泵房钢结构屋顶		972	600	58.32
	补水钢管(Q235，厚度 10mm)	t	29	15022.72	43.57

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	船用舷窗钢化安全玻璃(透明，直径 450mm，厚度 10mm，耐水压 0.1MPa)	块	10	200	0.2
	模板制安	m^2	7226	62.6	54.28
	细部结构	m^3	8501	24.79	25.29
	小计				1172.64
2	升鱼机金属结构				
	诱鱼进水口检修闸门(叠梁门，宽 2m，总高度 5m)	t	4	21600	8.64
	赶鱼栅(宽 2m，高度 5m)		3	21600	6.48
	集鱼浮箱(长 8m，宽度 2m，高度 1.5m)		10	48000	48
	集鱼斗(圆形，直径 2m,高度 1.5m)		3	48000	14.4
	埋件		17	20400	34.68
	运输小车	台	2	96000	19.2
	CD1-2×20kN 电动葫芦		2	180000	36
	尾水渠提升装置		1	3000000	300
	斜拉卷扬式启闭机-125m		1	420000	42
	斜拉卷扬式启闭机-15m		1	240000	24
	坝顶悬挂式移动启闭机		1	1800000	180
	补水泵(2m3/s，扬程 10m)		1	216000	21.6
	小计				735.00
3	临时工程		15%		175.90
4	1～3 合计				2083.54

鱼道方案工程量及投资一览表

表 8.3-15

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
1	鱼道土建				
	Φ25 锚杆(L=3m)	根	138	133.66	1.84
	土方开挖	m^3	15480	17.36	26.87
	石方开挖	m^3	45120	68.79	310.38
	C25F50 砼鱼道底板	m^3	3662	668.86	244.94
	C25F50 砼鱼道边墙	m^3	16175	615.65	995.81
	石方洞挖	m^3	2484	277.56	68.95
	C25F50 混凝土衬砌	m^3	972	1028.25	99.95
	钢筋制安	kg	547800	7561.48	414.37
	652 橡胶止水带	m	3826	146.26	55.96
	镀锌钢格栅盖板(格栅间距 10cm)	m^2	1344	150	20.16
	C25F50 喷砼支护(一级配，厚度 8～15cm)	m^3	336	1044.45	35.09
	Φ25 锚杆(L=4.5m)	根	1680	205.28	34.49

	C30F50 砼预制隔板(3×2m，厚度 0.25m)	块	139	1500	20.85
	C30F50 砼预制隔板(2×2m，厚度 0.25m)	块	942	1000	94.2
	石渣回填	m^3	12420	4.42	5.49
	C15F50 砼挡墙	m^3	1687	589.75	99.49
	C25F50 砼桥墩	m^3	792	615.46	48.74
	C25F50 砼底板	m^3	247	675.19	16.68
	C25F50 砼边墙	m^3	2131	614.98	131.05
	C25F50 砼梁板柱	m^3	192	656.74	12.61
	启闭机室	m^2	120	1500	18
	C25F50 喷砼(5cm)	m^3	14	1035.84	1.45
	挂网钢筋	kg	2256	7561.48	1.51
	钢拱架	t	2	8752.31	7
	模板制安	m^2	8	62.6	144.59
	细部结构	m^3	23097	24.79	64.97
	小计				3570.71
2	鱼道金属结构				
	诱鱼进水口检修闸门(叠梁门，宽 3m，高度 5m)	t	4	18000	7.2
	坝前挡水工作闸门(宽 3m，高度 3m)	t	5	18000	9.0
	坝上游鱼闸工作门(宽 3m，高度 3m)	t	12	18000	21.60
	卷扬式平门启闭机 QP-125kN	台	6	80000	48.00
	2 合计				102.96
3	临时工程		15%		535.61
4	1～3 合计				4209.28

集运鱼系统方案工程量及投资一览表

表 8.3-16

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
1	土建				
	土方开挖	m^3	3419	14.47	4.95
	石方开挖		14269	55.06	78.57
	C25F50 砼集鱼槽混凝土		2993	681.08	203.85
	C30F50 砼诱鱼口二期砼		36	884.63	3.18
	钢筋制安	kg	197	7561.48	148.96
	铜片止水	m	259	656.57	17.01
	镀锌钢格栅盖板(格栅间距 10cm)	m^2	173	150	2.6
	石渣压实回填	m^3	662	32.96	2.18
	C25F50 砼泵房底板		1166	667.73	77.86
	C25F50 砼泵房边墙、梁板柱及楼梯(189m 高程以下)		4306	642.97	276.86
	泵房建筑面积	m^2	972	1800	174.96
	泵房钢结构屋顶		972	600	58.32

	补水钢管(Q235，厚度 10mm)	t	29	15022.72	43.57
	船用舷窗钢化安全玻璃(透明，直径 450mm，厚度 10mm，耐水压 0.1MPa)	块	10	200	0.2
	模板制安	m^2	7226	62.6	54.28
	细部结构	m^3	8501	24.79	25.29
	小计				1172.64
2	金属结构				
	诱鱼进水口检修闸门(叠梁门，宽 2m，总高度 5m)	t	4	21600	8.64
	赶鱼栅(宽 2m，高度 5m)		3	21600	6.48
	集鱼浮箱(长 8m，宽度 2m，高度 1.5m)		10	48000	48
	集鱼斗(圆形，直径 2m,高度 1.5m)		3	48000	14.4
	埋件		17	20400	34.68
	运输小车	台	2	96000	19.2
	CD1-2×20kN 电动葫芦		2	180000	36
	尾水渠提升装置		1	3000000	300
	补水泵($2m^3/s$，扬程 10m)		1	216000	21.60
	10t 随车起重运输车		2	385000	77.0
	小计				544.40
3	临时工程		15%		175.90
4	1～3 合计				1892.94

⑥ 综合比选结果

根据以上分析，虽然鱼道能够连续过鱼，人为控制因素少，但本工程鱼道长度达2.78km，在中、高水头水利工程中应用相对较少，过鱼效果有待进一步验证。升鱼机方案在国外有运行成功案例，适应库水位能力强，集运鱼系统方案的集鱼方式与升鱼机方案相同，但在运鱼方式不同，考虑组合方案运鱼地点布置灵活，可多点放鱼，运鱼速度相比升鱼机更快，且运行成本相对更低，因此推荐集运鱼系统方案为开化水库过鱼设施。

3 种过鱼方案综合比较一览表

表 8.3-17

项目	升鱼机方案	集运鱼系统方案	鱼道方案	比选结果
过鱼设施布置难度	升鱼机需布置于大坝坝身，建设方案相对较为灵活，建设难度相对较小。	随车吊在补水泵房处装载，通过坝区道路运输至库区放鱼点，建设方案相对较为灵活，建设难度相对最小。	鱼道根据地形条件沿着右岸山坡盘旋布置，但由于本工程水头高，鱼道总长度布置达到2.78km，总体来看鱼道布置难度相对较大。	鱼道方案布置难度较大

项目	升鱼机方案	集运鱼系统方案	鱼道方案	比选结果
过鱼效果	升鱼机在国外有运行成功案例，本方案采用进口处采用多种方式诱鱼，布置灵活，可适应下游不同水位变幅。	集鱼方式与升鱼机方案相同，放鱼地点可在流域层面上沟通齐溪水库坝址以上及开化水库坝下，过鱼效果较优。	鱼道技术较为成熟，主要应用于低水头水利水电工程；在中、高水头工程中设计、建设难度大，应用相对较少。鱼道总体长达 2.78km，鱼类通过时间较长，并可能导到过鱼效果下降；或者需要建设较长的休息区便于鱼类体能恢复，但将进一步受到地形的限制并加大投资。	集运鱼系统方案均较优
施工条件	升鱼机布置在主坝枢纽内，土建施工较小，但机电设备安装要求较高。	不需要在坝面布置提升装置，土建施工最少，机电相对较少，施工单价最低。	鱼道总长度 2.78km，由于断面小，只能使用小型设备和人工，施工难度较大，需要新增施工道路和永久运行道路。	集运鱼系统方案略优
运行管理	通过 1 台门机、运输车和塔式回转吊进行垂直提升和水平提升，运行费用较高。升鱼机集中布置在主坝枢纽范围内，运行管理方便。	通过运鱼车运鱼，运鱼放鱼时间最短，由于提升设备较少，运行费用相对较低。	鱼道模拟人工过鱼渠道，运行费用相对最低。	鱼道方案较优
建设成本	2083.54 万元	1892.94 万元	4209.28 万元(不另行征地)	集运鱼系统方案
综合比选	经综合比选，推荐集运鱼系统方案。			

7.3.3.5 数值仿真模拟分析

本工程设计单位于 2018 年 10 月编制了《浙江省开化县开化水库工程鱼道水力学数值仿真专题》，该专题按 1：1 等比例建立“补水系统-集鱼系统-诱鱼系统-发电尾管-尾水渠”三维模型，模型包含鱼道诱鱼口、集鱼系统、补水管、尾水管及岸坡等，整个模型长 135m，宽 108m，高 15m。模拟集鱼系统在不同发电机组运行、不同尾水位和不同调度方案下的水力学特征，定量分析了尾水渠、诱鱼口、进鱼通道和集鱼槽的流速、流场的空间分布和紊动能等；通过系统流场的空间分布，分析和评估集鱼系统在枢纽中位置、集鱼系统的结构布置的合理性，并通过大量的试算，验证和反推了集鱼系统的运用和调度制度，分析和评价集鱼系统的诱鱼效果，为过鱼设施的设计、优化、运行和管理提供理论依据和参考。

(1) 计算范围

集鱼系统、诱鱼口附近区域和发电尾水口附近区域结构尺寸小，流场复杂，水力变

化梯度大，因此该区的网格加密，网格尺度取 0.2m；其他区域网络分域进行稀疏，网络尺寸为 0.3～1m，模型网格单元共 142 万。

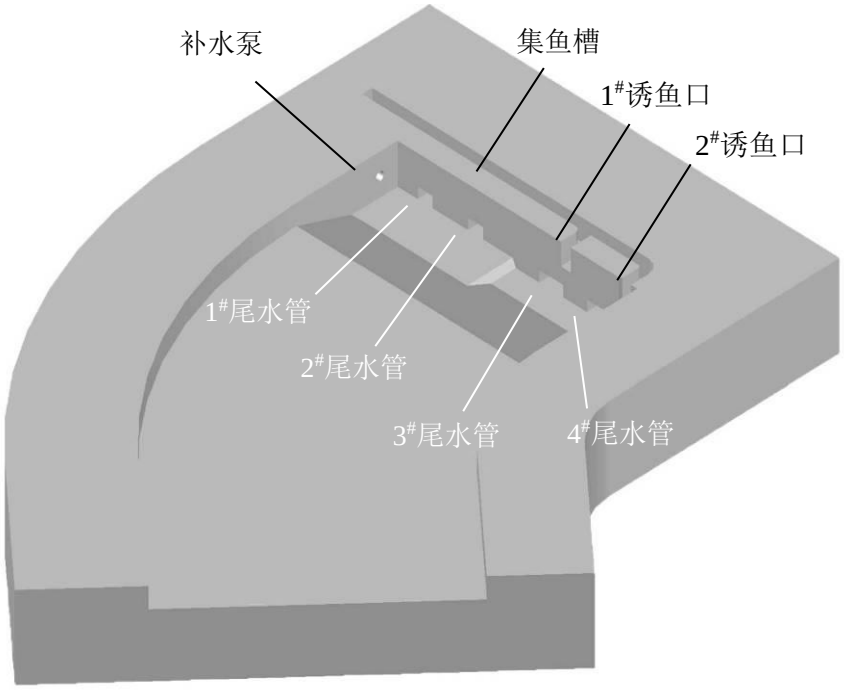


图 8.3-13 模型三维视图

(2) 计算工况

过鱼设施运行时间为 4 月~7 月，在此期间电站机组运行方式有多种情况。工程设置了 1 个补水管，位于集鱼系统左端；设置 2 个诱鱼口，宽度均为 2m，与集鱼槽同宽。为了尽可能满足过鱼流速，并避免流道内流速差过大，须依尾水位和补水流量对诱鱼口过流面积进行控制。通过大量试算，确定了典型条件下集鱼系统的调度方案，见表 8.3-18。根据集鱼系统调度方案，确定计算工况见表 8.3-19。

集鱼设施调度制度

表 8.3-18

工况序号	工况说明	下游水位（m）	1#机组	2#机组	3#机组	4#机组
工况 1	1#机组、2#机组发电	182.00	√	√	×	×
工况 2	1#机组、2#机组满发	182.00	√	√	×	×
工况 3	3#机组半发	182.01	×	×	√	×
工况 4	4#机组半发	182.01	×	×	×	√
工况 5	3#机组满发	182.11	×	×	√	×
工况 6	4#机组满发	182.11	×	×	×	√
工况 7	3#机组、4#机组满发	182.31	×	×	√	√

计算工况表

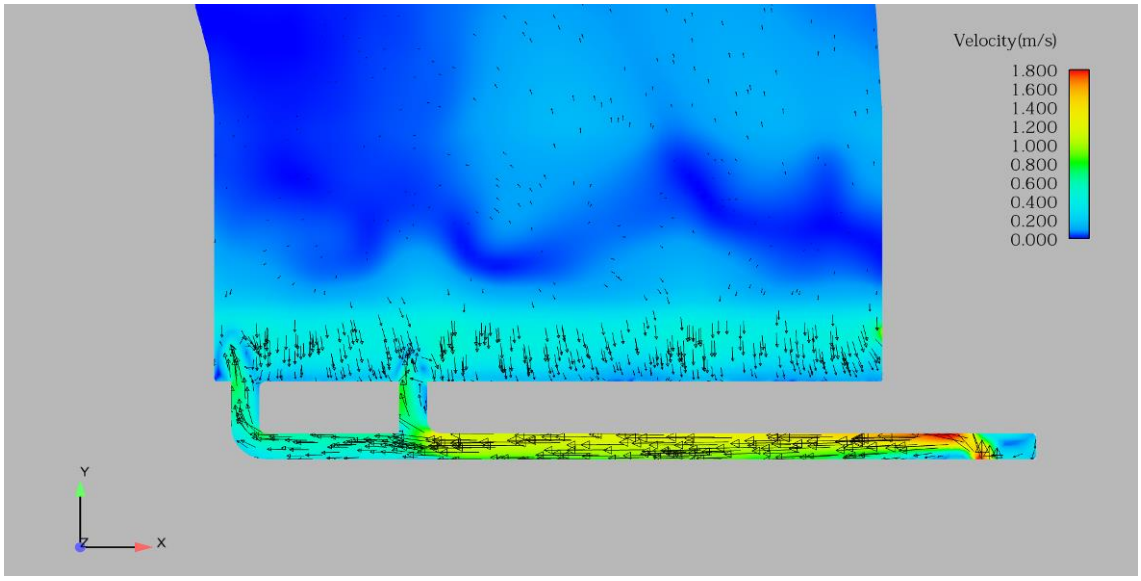
表 8.3-19

工况序号	工况说明	下游水位（m）	1#机组流量（m^3/s）	2#机组流量（m^3/s）	3#机组流量（m^3/s）	4#机组流量（m^3/s）	总发电流量（m^3/s）	鱼道补水流量（m^3/s）
工况 1	1#机组、2#机组发电	182.00	1.4	1.4	/	/	2.8	2.1
工况 2	1#机组、2#机组满发	182.00	1.72	1.72	/	/	3.44	2.1
工况 3	3#机组半发	182.01	/	/	6.94	/	6.94	2.2
工况 4	4#机组半发	182.01	/	/	/	6.94	6.94	2.2
工况 5	3#机组满发	182.11	/	/	13.87	/	13.87	2.4
工况 6	4#机组满发	182.11	/	/	/	13.87	13.87	2.4
工况 7	3#机组、4#机组满发	182.31	/	/	13.87	13.87	27.74	2.6

(3) 计算结果

① 工况 1（1#机组、2#机组发电）

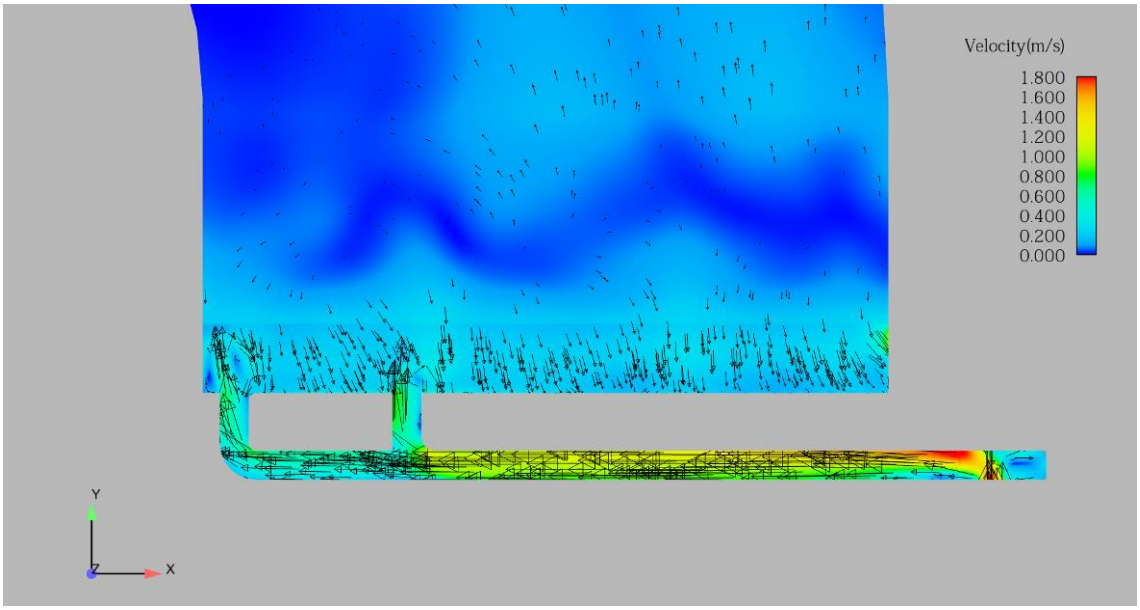
除 1#诱鱼口外，其他集鱼槽段和诱鱼口平均流速在设计流速之内，1#诱鱼口的平均流速略小于设计流速，这主要是因为诱鱼口 1#右侧有较大的反向流速区。诱鱼口和集鱼槽流速基本满足诱鱼设计流速要求。但诱鱼口、集鱼槽最大流速大于设计流速最大值或最小流速小于设计流速最小值时，集鱼槽有效诱鱼和过鱼断面较实际过流面积要小。



工况 1 集鱼系统流道流速平面分布图

② 工况 2（1#机组、2#机组满发）

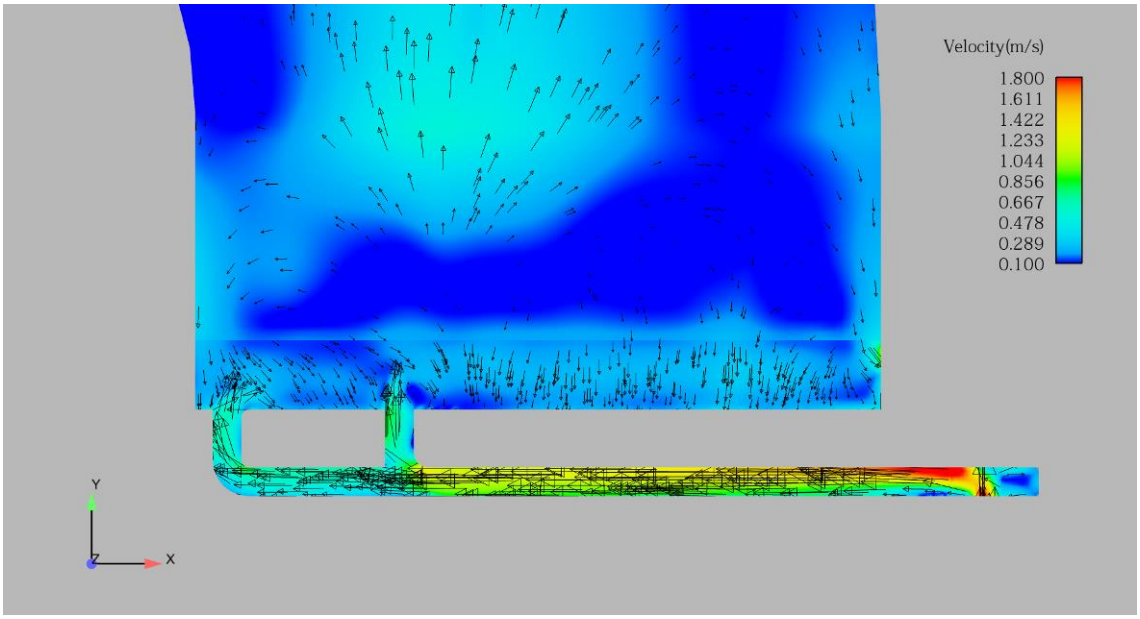
除 1#诱鱼口外，其他集鱼槽段和诱鱼口平均流速在设计流速之内，1#诱鱼口的平均流速略小于设计流速，这主要是因为诱鱼口 1#右侧有较大的反向流速区。诱鱼口和集鱼槽流速基本满足设计诱鱼要求。但诱鱼口、集鱼槽最大流速大于设计流速最大值或最小流速小于设计流速最小值时，集鱼槽有效诱鱼和过鱼断面较实际过流面积要小。



工况 2　集鱼系统流道流速平面分布图

③　工况 3（3#机组半发）

工况 3 时集鱼槽段和诱鱼口平均流速均在设计流速之内。诱鱼口和集鱼槽流速基本满足诱鱼设计流速要求。但诱鱼口、集鱼槽最大流速大于设计流速最大值或最小流速小于设计流速最小值时，集鱼槽有效诱鱼和过鱼断面较实际过流面积要小。

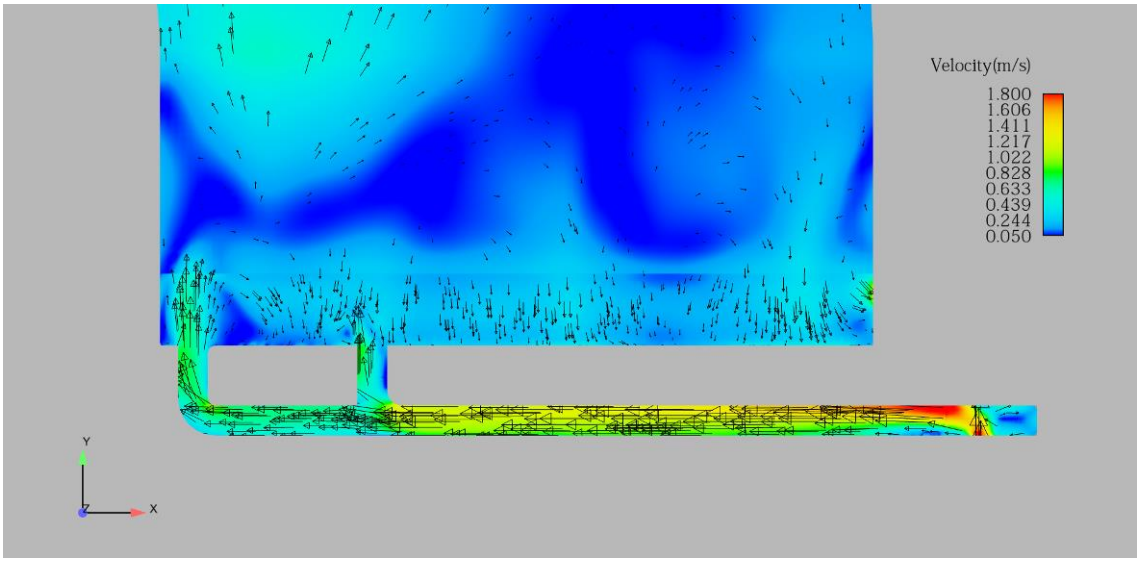


工况 3　集鱼系统流道流速平面分布图

④　工况 4（4#机组半发）

除 1#诱鱼口外，其他集鱼槽段和诱鱼口平均流速在设计流速之内，1#诱鱼口的平均流速略小于设计流速，这主要是因为诱鱼口 1#右侧有较大的反向流速区。诱鱼口和集鱼槽流速基本满足诱鱼设计流速要求。但诱鱼口、集鱼槽最大流速大于设计流速最大值或

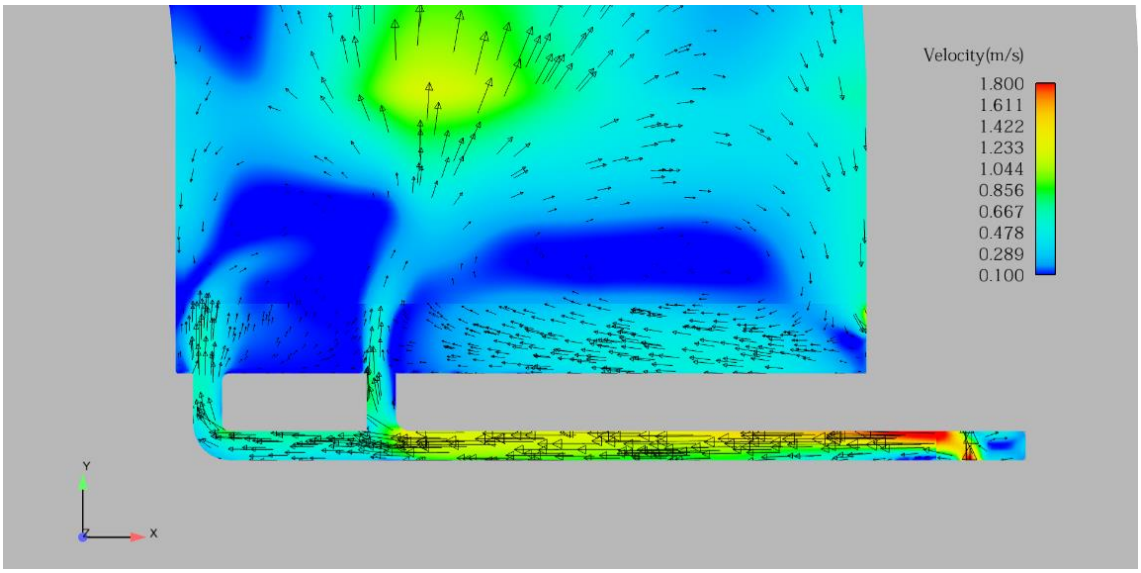
最小流速小于设计流速最小值时，集鱼槽有效诱鱼和过鱼断面较实际过流面积要小。



工况 4　集鱼系统流道流速平面分布图

⑤　工况 5（3#机组满发）

集鱼槽段和诱鱼口平均流速均在设计流速之内，诱鱼口和集鱼槽流速基本满足诱鱼设计流速要求。但诱鱼口、集鱼槽最大流速大于设计流速最大值或最小流速小于设计流速最小值时，集鱼槽有效诱鱼和过鱼断面较实际过流面积要小。

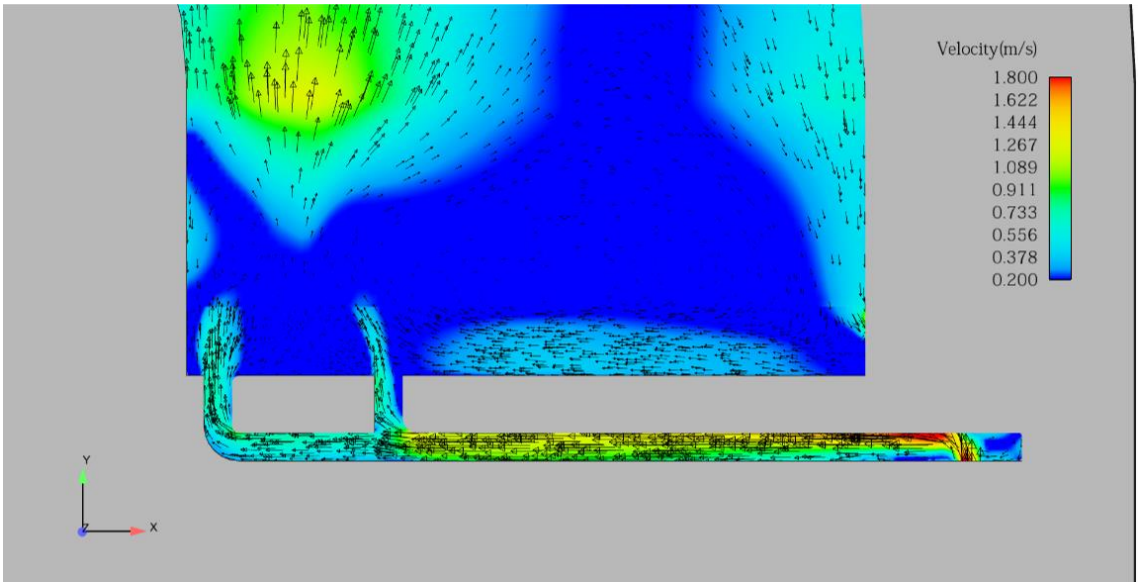


工况 5　集鱼系统流道流速平面分布图

⑥　工况 6（4#机组满发）

除 1#诱鱼口外，其他集鱼槽段和诱鱼口平均流速在设计流速之内，1#诱鱼口的平均流速略小于设计流速，这主要是因为诱鱼口 1#右侧有较大的反向流速区。诱鱼口和集鱼槽流速基本满足诱鱼设计流速要求。但诱鱼口、集鱼槽最大流速大于设计流速最大值或

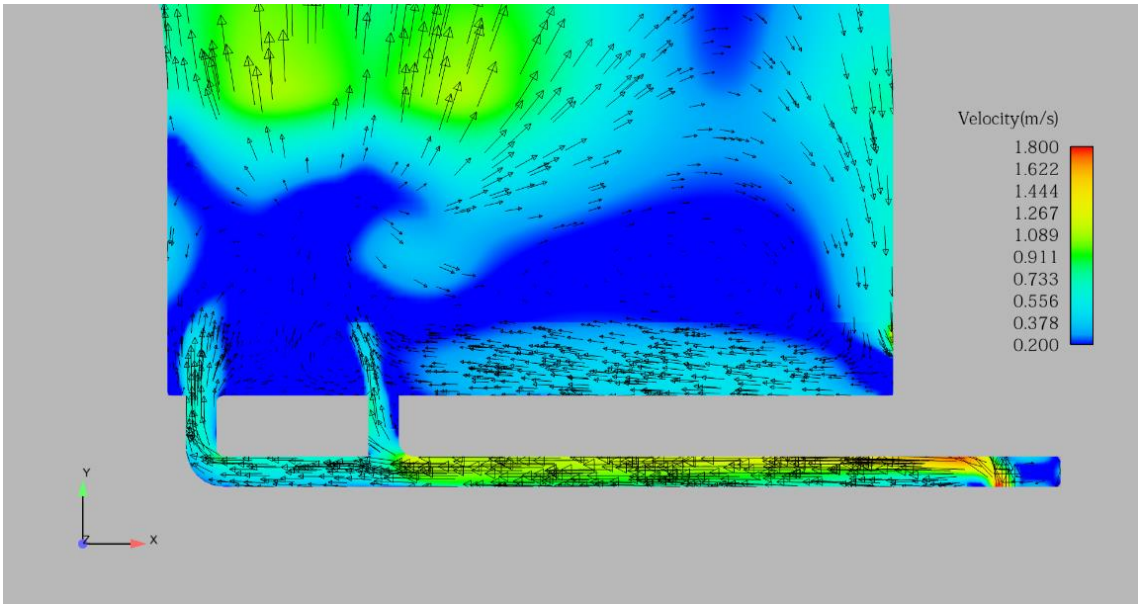
最小流速小于设计流速最小值时，集鱼槽有效诱鱼和过鱼断面较实际过流面积要小。



工况 6　集鱼系统流道流速平面分布图

⑦　工况 7（3#机组、4#机组满发）

除 1#诱鱼口外，其他集鱼槽段和诱鱼口平均流速在设计流速之内，1#诱鱼口的平均流速略小于设计流速，这主要是因为诱鱼口 1#右侧有较大的反向流速区。诱鱼口和集鱼槽流速基本满足诱鱼设计流速要求。但诱鱼口、集鱼槽最大流速大于设计流速最大值或最小流速小于设计流速最小值时，集鱼槽有效诱鱼和过鱼断面较实际过流面积要小。



工况 7　集鱼系统流道流速平面分布图

(4)　小结

①　鱼类上溯的流速屏障位于发电尾水渠渠首，集鱼系统的诱鱼口设在发电尾水渠

渠首左侧。数值仿真分析显示，诱鱼口出水水流与发电尾水较好的衔接和叠加，有利于鱼道诱鱼，表明诱鱼口设在发电尾水渠渠左侧是合适的。

② 不同尾水位时，通过对补水流量的适当控制，鱼道诱鱼口的流速和流态基本满足诱鱼要求，表明诱鱼口的数量、体型和大小基本合适。

③ 集鱼槽 4 段至 1 段流速逐渐减小，集鱼槽 3 段与 4 段局部区域流速偏大，超过鱼类喜好流速或极限流速，集鱼槽 1 段与集鱼槽 2 段有效过流面积相对大于集鱼槽 3 段与 4 段。2#诱鱼口流场流速范围优于 1#诱鱼口，2#诱鱼口有效过流面积大于 1#诱鱼口。

④ 尾水位不同时，需对补水流量进行适当的调节才能满足诱鱼的流速要求。不同水位组合时，根据诱鱼口、集鱼槽的设计流速要求进行大量试算，反推和验证集鱼系统的调度制度，即合适的补水流量，见表 8.3-15。按此调度规则，相应流场水力特征主要参数见表 8.3-20。

⑤ 建议对集鱼槽 3、4 段断面进行适当加大，以降低槽内流速，并采用赶鱼栅进行辅助，以提高集鱼斗的集鱼效率；对 1#、2#进鱼通道与集鱼槽交叉口进行倒角过渡，以改善交叉口的流态；安装程控自动化系统，根据各诱鱼口流速的动态监测，回馈并调节补水水泵功率，动态调节诱鱼、过鱼流场，满足不同鱼类喜好，以提高诱鱼精度和诱鱼效果；建议考虑采用声、光、电和诱饵等多措施相结合进行诱鱼，以提高诱鱼、集鱼效果。

各工况补水流量

表 8.3-20

工况序号	工况说明	下游水位(m)	补水流量(m^3/s)	总发电流量(m^3/s)
工况 1	1#机组、2#机组发电	182.00	2.1	2.80
工况 2	1#机组、2#机组满发	182.00	2.1	3.44
工况 3	3#机组半发	182.01	2.2	6.94
工况 4	4#机组半发	182.01	2.2	6.94
工况 5	3#机组满发	182.11	2.4	13.87
工况 6	4#机组满发	182.11	2.4	13.87
工况 7	3#机组、4#机组满发	182.31	2.6	27.74

各工况诱鱼口及集鱼槽的水力特征

表 8.3-21

工况	补水流量（m^3/s）	参数	诱鱼口		集鱼槽			
			1#诱鱼口	2#诱鱼口	集鱼槽 1 段	集鱼槽 2 段	集鱼槽 3 段	集鱼槽 4 段
工况 1	2.1	流速（m/s）	-0.34~0.96	0.07~0.85	-0.22~0.73	-0.71~1.32	-0.01~1.33	-0.90~1.85
		断面平均流速（m/s）	0.42	0.53	0.48	0.87	0.98	0.93
		流量（m^3/s）	0.84	1.06	0.96	1.74	1.96	1.86
工况 2	2.1	流速（m/s）	-0.32~0.95	0.09~0.79	-0.22~0.72	-0.71~1.32	0.02~1.34	-0.99~1.86
		断面平均流速（m/s）	0.43	0.53	0.46	0.86	0.99	0.94
		流量（m^3/s）	0.86	1.04	0.92	1.72	1.98	1.88
工况 3	2.2	流速（m/s）	-0.36~0.94	-0.11~0.71	0.046~0.74	-0.23~1.44	-0.01~1.45	-0.363~2.00
		断面平均流速（m/s）	0.46	0.56	0.54	0.92	1.00	1.04
		流量（m^3/s）	0.93	1.13	1.08	1.85	2.02	2.10
工况 4	2.2	流速（m/s）	-0.4~1.05	0.06~0.85	-0.30~0.88	-0.71~1.36	-0.01~1.39	-1.01~1.94
		断面平均流速（m/s）	0.32	0.63	0.59	0.92	1.02	0.97
		流量（m^3/s）	0.65	1.27	1.19	1.86	2.06	1.96
工况 5	2.4	流速（m/s）	-0.34~0.84	0.12~0.70	-0.19~0.77	-0.71~1.34	-0.37~1.37	-1.03~1.97
		断面平均流速（m/s）	0.46	0.53	0.51	0.91	1.02	0.97
		流量（m^3/s）	1.02	1.17	1.13	2.02	2.26	2.15
工况 6	2.4	流速（m/s）	-0.36~0.89	0.09~0.77	-0.21~0.83	-0.69~1.27	-0.40~1.38	-0.99~1.96
		断面平均流速（m/s）	0.39	0.57	0.55	0.92	1.02	0.99
		流量（m^3/s）	0.86	1.27	1.22	2.04	2.26	2.20
工况 7	2.6	流速（m/s）	-0.34~0.85	0.09~0.72	-0.13~0.78	-0.64~1.23	-0.30~1.24	-0.75~1.76
		断面平均流速（m/s）	0.39	0.53	0.52	0.85	0.96	0.91
		流量（m^3/s）	1.03	1.39	1.36	2.21	2.51	2.38
设计流速（m/s）			0.4~1.0	0.4~1.0	0.4~1.0	0.4~1.0	0.4~1.0	0.4~1.0

7.3.3.6　类比项目

美国西雅图西雅图向北 100 英里的 Baker 河上的 Upper Baker Dam 和 Lower Baker Dam 较为典型，Upper Baker Dam 和 Lower Baker Dam 为 Baker 河上、下游紧邻的两个梯级。Upper Baker Dam 位于 Lower Baker Dam 上游约 14km 处，Lower Baker Dam 下游与入海口为连通状态。

Upper Baker 大坝于 1959 建成，为混凝土重力坝，坝高 95.1m，为解决美国 Baker 河 Upper Baker 大坝鲑鳟鱼类幼鱼的下行问题，当地研究机构于 2004 年开始对集运鱼系统进行研究，并投资 2100 万美元在 2008 年建成了漂浮式表层鱼类收集船，主要负责收集坝上下行的鲑鳟鱼类幼鱼；该收集船通过船底两侧及底部的拦鱼网及接底设施起到引导鱼类进入船体内部的作用，船体内部设施水泵以营造鱼类适宜的流速。



图 8.3-14　Baker 河上 2 个梯级电站集运鱼系统

Lower Baker 大坝 1925 年建成，坝高 86.87m，为混凝土重力拱坝，地下厂房中安装一台大型机组，装机容量为 79MW。由于 Lower Baker 大坝阻挡了当地鲑鳟鱼类的上溯

产卵洄游通道，1958 年 7 月美国 Baker 河的 Lower Baker 大坝首次利用大坝下游的滚水坝建成了固定集运鱼系统车+集运鱼船组合形式的过鱼通道；通过坝下带有诱捕装置的集运站集鱼后，由活鱼车运输至坝上进行放流；坝上通过集运鱼船集鱼后，由活鱼车运输至坝下进行放流。2010 年 6 月集运鱼系统进行了改建，2011 年 3 月完成改建。

Baker 河上的 Upper Baker Dam 和 Lower Baker Dam，从流域角度统筹考虑了过鱼需求和过鱼设施的建设，通过在 Lower Baker 大坝下游设置集运站集鱼后，通过运鱼车运输至 Upper Baker 库区进行放流，满足鲑鳟鱼亲鱼的上溯需求；通过 Upper Baker 和 Lower Baker 坝前设置集运鱼平台集鱼后，通过运鱼车直接运输至最下游河道内，满足鲑鳟鱼类幼鱼，满足其完成生活史的需求。

7.3.3.7 运行管理及研究

本工程过鱼设施建成后，由水库运行单位负责过鱼设施的维护管理，应做好运行管理和后续的研究工作。

根据主要过鱼种类的洄游特征，结合下游拦河闸坝过鱼设施运行季节，本工程过鱼设施运行时间为 4～7 月。根据对水库水位分析来看，过鱼设施运行期间基本位于 243.00m～251.00m，总体波动较为平缓。水库按照拟定调度原则，能够保证下泄生态流量，同时考虑到过鱼设施运行时需要人工辅助，除大流量泄洪等不利水文条件下，可全天候过鱼。

过鱼设施由建设单位负责管理和运行，加强业务建设和管理培训等，相关费用由建设单位负责。日常监督工作可由当地渔业行政主管部门或环境保护部门直接负责，同时为了保障过鱼的效果，建议应由地方渔业行政主管部门、环保主管部门对过鱼设施的实施进行全程监督。

7.3.4 鱼类增殖放流措施

《浙江省开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书》提出在开化水库坝址处设置 1 个鱼类增殖站及放流设施。增殖放流站的主要工作任务是通过野生亲本的捕捞、运输、驯养、人工繁殖和苗种培育，对放流苗种进行标志（或标记），建立遗传档案，实施放流，减缓流域水利水电开发对水生生态的影响，促进工程建设及流域开发与生态环境保护的协调、持续发展。

7.3.4.1 增殖站选址

(1) 站址选择原则

本工程枢纽区为马金溪流域上游河谷区，河道较狭窄，用地紧张，靠近大坝区域基

本不存在开阔地带能够同时容纳业主营地和鱼类增殖放流站。根据鱼类增殖放流站工程任务和特性，需从水源条件、地质条件、交通条件、运行管理等角度进行考虑，其原则和要求包括：

① 水源充足，水质清洁，给水及排水方便；

② 地质条件良好，抗洪能力强，无工业污染；

③ 交通、用电方便；

④ 尽量靠近业主营地，方便管理；

⑤ 避免产生新的环境问题。

(2) 站址比选

根据站址选择原则，结合工程特性，初拟了 2 处增殖站站址进行比选，其中站址 1 位于大坝左岸、与水库永久生产生活区统一布置；站址 2 位于大坝下游 400m 的坝下管理范围内。

通过对 2 处站址水源、地形、交通、运行管理等方面的比选（表 8.3-22），主要考虑到站址 2 场地更为开阔，目前已有便利的交通及水源条件，运行费用相对较低，因此，推荐站址 2 布置本工程鱼类增殖放流站。

本工程鱼类增殖站站址位置比选一览表

表 8.3-22

项目	站址 1	站址 2	比选意见
位置	大坝左岸、与水库永久管理区毗邻	大坝下游 400m 的坝下管理范围内	基本相当
水源	站址所在台地高程高于水库正常蓄水位，需要提水或打井抽水	倒虹吸取水	站址 2 较优
地形、地质	位于坡顶，需挖、填形成平台布置，基础处理费用高	现状为低洼地、覆盖层主要为第四系全新统河流冲洪积层，地质条件较稳定	站址 2 较优
交通、用电	利用管理区道路及用电线路	利用进厂公路及用电线路	基本相当
运行管理	与工程管理区相邻，运行管理较方便；由于需要采取提水或打井抽水，运行费用较高	运行管理方便；倒虹吸库区取水，运行费用相对较低	站址 2 较优
综合比选意见	比选	推荐	-

7.3.4.2 放流种类及规格

根据水生生态调查结果，马金溪流域内未调查到国家级重点保护鱼类、《珍稀濒危物种红色名录》中的保护鱼类或特有鱼类等，结合开化县渔业发展情况，从保护物种角

度出发，应选择工程对其影响较大的鱼类。这些鱼类主要是以产漂流性鱼类和土著鱼类为主。马金溪流域调查到的产漂流性卵鱼类有草鱼、鳙、赤眼鳟、光倒刺鲃，土著鱼类主要有光唇鱼、厚唇光唇鱼、温州光唇鱼、马口鱼等。其中马口鱼、光唇鱼适应能力较强，在马金溪流域仍为优势种，不做考虑。同时也应考虑经济鱼类圆吻鲴、黄尾鲴、大眼鳜和喜流水性鱼类原缨口鳅、圆尾拟鲿。综合考虑确定圆吻鲴、黄尾鲴、温州光唇鱼、厚唇光唇鱼、大眼鳜、光倒刺鲃、赤眼鳟、原缨口鳅、圆尾拟鲿 9 种作为放流种类，其中圆吻鲴、黄尾鲴、温州光唇鱼、厚唇光唇鱼、大眼鳜、光倒刺鲃、赤眼鳟人工繁殖技术已取得成功，原缨口鳅、圆尾拟鲿尚无人工繁育成功的相关报道，可作为远期放流种类，近期主要开展驯养与人工繁殖技术研究。此后根据鱼类资源监测结果，对资源量正在减少的鱼类进行增殖放流保护。

放流苗种的个体大小对放流效果影响很大。放流苗种太小，抵抗风浪等自然环境影响的能力差，活动力弱，易被凶猛性鱼类捕食，因而存活率低。但放流苗种过大，则需要增加更多的经济投入。一般而言，鱼苗鱼种培育有其阶段性、季节性，渔业生产时鱼苗常分为“水花”、“夏花”、“冬片”。“水花”即未开口摄食的鱼苗；“夏花”即鳞片刚长齐的小规格鱼种；“冬片”即经过一年培育的大规格鱼种。其规格分别为 0.8～1.0cm、2～3cm、10～15cm。放流苗种规格的确定需要考虑苗种生产的实际，根据苗种生长、苗种来源、水域生态环境状况以及凶猛性鱼类资源等灵活掌握。一般放流苗种规格以当年可培育成的大小为准，不宜盲目追求大规格而越冬后放流。

根据评价河段渔业资源状况、保护要求以及鱼类影响的生境分析结果，并结合鱼类自然种群结构、饵料生物量等因素拟定马金溪流域放流规模为 16 万尾/年。根据渔获物统计不同鱼类所占比例，放流数量如表 8.3-23 所示。

马金溪年增殖放流鱼类数量

表 8.3-23

放流阶段	放流物种	渔获物尾数比	尾数（万）	放流规格（cm）	放流体重（g）
近期	圆吻鲴	0.19	4	5-7	20
	黄尾鲴	0.12	2	5-7	20
	温州光唇鱼	0.27	5	3-5	8
	厚唇光唇鱼	0.17	2	3-5	8
	大眼鳜	0.02	1	3-5	8
	光倒刺鲃	0.01	1	3-5	10
	赤眼鳟	0.02	1	3-5	8
远期	原缨口鳅	近期主要开展驯养与人工繁殖技术研究			

	圆尾拟鲿	

7.3.4.3 放流标准

放流的幼鱼必须是由马金溪野生亲本人工繁殖的子一代。放流苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。按渔业行政主管部门制定的《水生动物增殖放流技术规范》严格管理。

7.3.4.4 放流区域

一般而言，流水性鱼类放流宜选择水流较为平缓、河床底质较为平坦、水体相对较深的回水湾；水库库区静水或缓流性水域鱼类的放流，宜选择饵料资源较为丰富、水面开阔、底质平坦河段。放流地点应远离取水口处，且不宜在下风向沿岸浅滩放流以免鱼种搁浅；宜多点分散放流，过渡集中放流鱼种不易散群，易被凶猛性鱼类捕食，甚至由于食物竞争加剧致使饵料资源缺乏。根据增殖放流的选择原则和流域整体分布情况，选择齐溪水库、开化水库、马金镇和华埠镇作为放流区域。

7.3.4.5 放流期限和效果评估

(1) 放流期限

鱼类增殖放流工作从开化水库工程大坝截流后开始，每年进行放流，放流周期暂按10 年考虑，10 年以后，根据鱼类资源的恢复情况，对拟定的放流对象进行相应的调整，并制定长期的放流计划。

(2) 放流效果评估

鱼类增殖放流工作宜做好跟踪调查。由于工程建设周期总体较短，实施增殖放流后的第 1 年进行 1 次效果评估；竣工环境保护验收后的第 1、5、10 年，分别对增殖放流效果进行评估，根据库区及下游河段鱼类种群组成、数量及生长监测结果，对放流鱼类的种类和数量做适时调整，并即时向环境保护和渔业管理部门汇报。

7.3.4.6 总体布置及工艺

(1) 总体布置

开化水库鱼类增殖放流站按功能可划分为生产区、生活区和辅助系统等，生产区主要包括亲鱼培育、繁育车间、苗种养殖等构(建)筑物或设施；生活区主要包括管理人员的办公和住宿区；辅助系统主要包括给排水、道路、实验室等构(建)筑物或设施。站内绿化面积不低于 30%。

布置原则：按生产工艺流程自上而下、邻河布设，便于取水和排水。

生产区总体布置为：蓄水池——亲鱼池——催产池、繁育车间——鱼种池(——污

水处理设施，污水处理设施布置于废水量较大的催产池、孵化车间附近。

(2)　增殖站工艺流程

增殖站工艺主要参照《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T 35037-2014)，主要工艺流程如图 8.3-15。

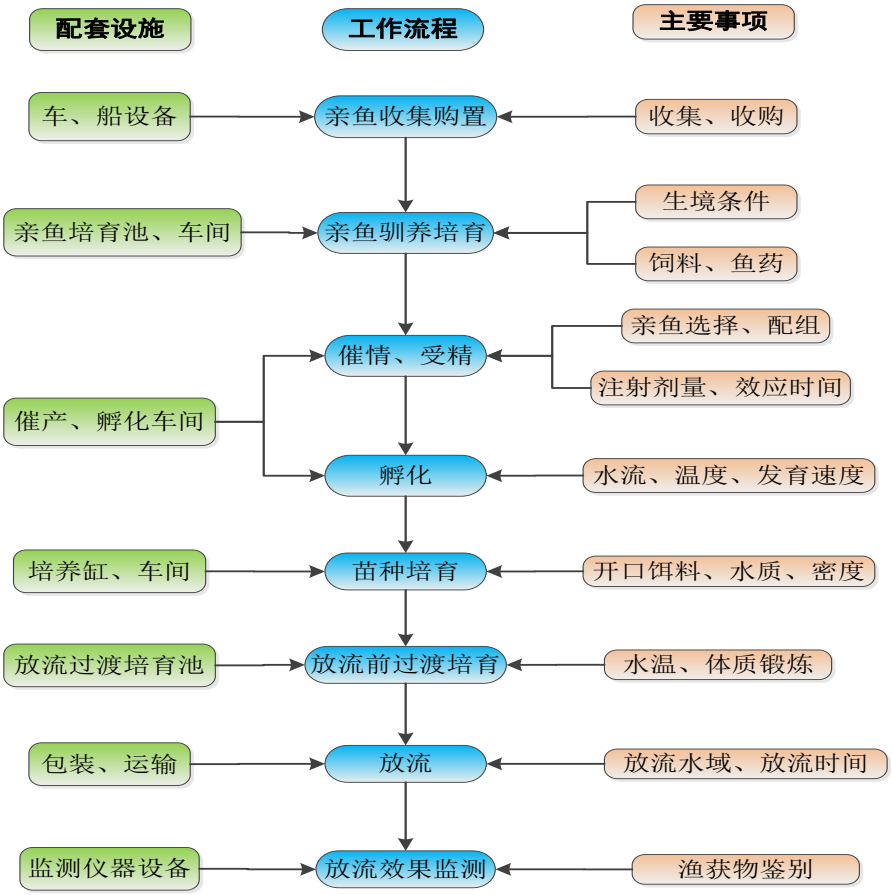


图 8.3-15　开化水库鱼类增殖放流工艺流程

7.3.4.7　主要构(建)筑物

鱼类增殖放流站构(建)筑物主要包括蓄水池、鱼池、车间、取(引)水构筑物，其中鱼池主要包括亲鱼池、开口苗培育池、鱼苗培育池、鱼种培育池、催产池、孵化设施等。

(1)　取（引）水构筑物

本工程鱼池均采用循环水养殖，各类养殖池排水均采用循环水处理后回用，每天补充一定量的新鲜水。初拟通过管道库区引水至鱼类增殖站。引水管道采用倒虹吸形式，浮式取水口。

(2)　蓄水池

蓄水池靠近引水管道出口布置 1 个。蓄水容积 1500m^3，矩形结构，尺寸 25m×20m×4m，钢筋混凝土结构。池内水深 3.0m。池内最低水位高于催产池最高水位

1m 以上，同时配备净化水设施。

(3) 亲鱼池

亲鱼池共设 5 个，尺寸相同，单池容积均为 625m^3，矩形，钢筋混凝土结构。

(4) 催产系统

催产系统包括催产池、受精卵收集池、亲鱼防跳网，催产药械等建筑物和设施。

催产池采用圆形钢筋，根据放流鱼类亲鱼个体大小确定，催产池直径 4.5m。钢筋混凝土结构。共设置 5 个。受精卵收集池包括排水控制阀、受精卵收集池和集卵网箱。

(5) 孵化系统

孵化桶可用白铁皮、玻璃钢材质，容积 250mL。

(6) 鱼苗培育池

鱼苗的培育分为 2 个阶段，开口摄食期和鳞被形成期。通常利用开口苗培养池和鱼苗培育池对鱼苗进行培育。

开口苗培育池为直径 4m 的圆形断面，钢筋混凝土结构，共设置 6 个。鱼苗培育池为 5m 的圆形断面，钢筋混凝土结构，共设置 16 个。

(7) 鱼种培育池

鱼种培育池采用方形，钢筋混凝土结构。池底放坡，坡降 1%~2%。排水口设置拦鱼栅。共设置 2 个。

(8) 养殖污水处理池

在增殖站中部设置循环水处理车间，占地面积约 250m^2，用于处理养殖废水。

(9) 综合楼

设置综合楼 1 座，建筑面积 600m^2，拟设立值班室、实验室、鱼病诊疗室、药物房、饲料房、筛网工具房、工具房、办公室等。

主要构(建)物及参数

表 8.3-24

序号	构(建)筑物名称	规格	池深(m)	水深(m)	数量(个)
1	蓄水池	25m×20m×4m	4.0	3.0	1
2	亲鱼池	25m×10m×3.0m	3.0	2.5	5
3	催产池	Ø4.5×1.7	1.7	1.4	5
4	集卵池	80cm×150cm×80cm	0.8		1
5	孵化桶	Ø72cm×60cm	0.6	0.4	5
6	开口苗培养池	Ø4.0×1.2	1.2	0.8	6
7	鱼苗培育池	Ø5.0×1.2	1.2	0.8	16
8	鱼种培育池	20m×8m×1.8	1.8	1.2	2

7.3.4.8 仪器设备

(1) 室内循环水处理系统

本工程共设置室内循环水处理系统 5 套，室内养殖排水通过隔栅、旋涡颗粒分离器、生物滤池、自动反冲洗沙滤器、紫外线消毒装置等处理工艺，以满足繁育车间养殖用水要求。

(2) 实验仪器设备

由于水质的好坏直接关系到鱼类能否存活、生长，特别是在微流水高密度养殖条件下，水质控制至关重要，所以有必要对水质进行监测。另外，在亲鱼的培育、催产时，需要及时了解亲鱼的成熟度及性腺发育情况；在苗种培育阶段，也需要对苗种进行观察，以便及时发现、解决鱼病等问题，所以要配备常用的观察仪器进行监测。

因此，在综合楼中设置小型实验室，配置水质分析仪、显微镜、解剖镜、冷柜、天平和放流标志器械等，以满足日常生产的水质监测、亲鱼和苗种发育观察以及病害诊断和放流标志需要。

(3) 交通工具

配备双排客货两用汽车、越野小车各 1 辆和手推车 3 辆，用于收集亲鱼、鱼种放流及饲料等的运输。

(4) 其他设备

除培育车间养殖仪器设备外，其余养殖设备包括备用增氧机、各类网具、网箱、饲料加工设备等；办公室需配备办公设备，包括会议桌、椅子、计算机、打印机、传真机、数码相机、摄像机等。

开化水库鱼类增殖放流站需要购置的仪器设备主要有养殖设备、观测实验设备、办公设备、展示厅设备和交通设备等。

7.3.4.9 运行管理

(1) 增殖放流现场操作规程

增殖放流现场操作主要包括亲鱼的采集和驯养、人工繁殖和种苗培育，各环节均应按照各亲鱼的生物学特性有针对性地进行，采用技术成熟的方法和手段，并尽可能保存好亲鱼。

(2) 病害防治

本增殖放流站的病害防治坚持预防为主、防治结合的原则，主要措施如下：

① 操作仔细，尽量避免鱼体受伤。

② 生产工具使用前或使用后进行消毒或暴晒。用于消毒的药物有：高锰酸钾100mg/L，浸洗 30min；食盐 5%，浸洗 30min；漂白粉 5%，浸洗 20min。发病池的用具应单独使用，或经严格消毒后再使用。

③ 鱼苗、鱼种下池前进行消毒，常用消毒方法有：1%食盐加 1%小苏打水溶液或3%食盐水溶液，浸浴 5min～8min；20mg/L～30mg/L 聚维酮碘(含有效碘 1%)，浸浴10min～20min；5mg/L～10mg/L 高锰酸钾，浸浴 5min～10min。操作时水温温差应控制在 3℃以内。

(3) 增殖放流效果监测

通过对人工增殖放流鱼苗进行部分标志或标记，结合开化水库水生生态监测计划，建立样本回收及监测网络，掌握鱼类增殖放流的实际效果，评估增殖放流效果，以便根据监测结果适时调整鱼类增殖放流方案。

开化水库鱼类增殖放流效果监测主要通过对相应水域放流鱼类的样本回收，鱼类资源变动的监测等评价区内增殖放流的效果。监测工作从开展鱼类放流前 1 年至首批放流鱼类达到性成熟年龄形成自然繁殖能力止，竣工后 1、5、10 年开展监测，于每年 4～6月、9～10 月进行。以后根据增殖放流监测效果再确定下一步监测计划，结合流域内水生生态调查成果，进一步优化调整增殖站放流鱼类种类、数量和比例。

(4) 人员及编制

根据开化水库鱼类增殖站的规模，结合鱼类增殖放流的生产特点，确定本工程的劳动定员 6 人。增殖站设站长 1 名，负责增殖站科技攻关项目招标管理，监督各项生产任务的执行，财务管理，鱼类的收鱼、捕捞、运输以及放流许可的申报工作等；专业技术人员 1 名，负责亲鱼放流及苗种生产等生产操作的技术指导；常年生产工人 4 人，负责苗种生产的具体操作。

7.3.5 健全渔政管理

加强渔政管理是保护鱼类资源的有效手段之一。

(1) 加强渔政队伍建设

建议当地渔政部门建立健全渔政管理机构，加强渔政队伍及其能力建设，提高渔政部门的执法能力和力度。加强鱼类资源保护宣传，严格执法，禁止禁渔区内任何渔业生产活动，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为。

(2) 严格执行禁渔期和禁渔区制度

制定禁渔期和禁渔区，在鱼类集群产卵容易捕捞的时段和河段禁止捕鱼，以保护鱼类能够顺利完成生命过程。将鱼类重要栖息地划定为禁渔区，禁渔区内禁止任何形式的渔业活动；将鱼类易捕和重要时段设为禁渔期，禁渔期间整个水域均为禁渔区，特别是鱼类比较集中的河段。工程建成后，严格执行禁渔期和禁渔区制度，对保护鱼类资源有重要意义。

(3) 加强渔业管理

限制渔具、渔法渔具类型及其规格，保证幼鱼不被捕起。某些渔法如电鱼、炸鱼、毒鱼等，对鱼类资源的破坏往往是毁灭性的，必须严格禁止。同时应加强水污染防治，杜绝水污染事件的发生，保证鱼类良好的生活环境。

7.3.6 施工期保护措施

(1) 加强宣传，制定生态环境保护手册，设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识。

(2) 建立和完善鱼类资源保护的规章，工程施工期间，严禁施工人员下河捕捞。

(3) 加强监管，严格按环保要求施工，生活污水和施工废水按环保要求均回用，防止影响水生生物生境的污染事故发生。

(4) 严格控制施工炸药，严禁炸鱼；施工期间按照设计施工爆破工艺实施施工爆破，禁止水下施工爆破。

(5) 本工程围堰的建设与拆除等涉水建筑物施工应尽量在枯水期进行，避开 4 月～7 月鱼类生态敏感期。

7.4 陆生生态保护措施

7.4.1 避让措施

(1) 陆生植物避让措施

在施工时，施工活动要保证在征地范围内进行，施工便道及临时用地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对林地和农田的占用。

(2) 陆生动物避让措施

① 采用封闭式施工方式，施工活动不得超越征地范围。尽量减少对陆生脊椎动物及其栖息地的破坏，施工中避免破坏野生动物集中栖息的洞穴、窝巢等，对工程建设区域内的各类生物群落予以保护。

② 防止爆破噪声对野生动物的惊扰。根据动物的生物节律安排施工时间和施工方式，施工爆破期尽量避免动物繁殖的春季，同时应做好爆破方式、数量、时间的计划，

并力求避免在晨昏、正午等动物休憩时间开山放炮，运输过程中尽可能不鸣笛，减少对动物的惊扰。

7.4.2 减缓措施

(1) 陆生植物保护及管理措施

① 施工过程中，对物料堆放场应采取临时防风、防雨设施；对施工运输车辆应采取遮挡措施，尽量避免对周围农业土壤和灌溉水体的不利影响；临时道路施工应采取临时防护措施，防止水土流失。临时用地在施工活动完成后应尽快进行植被恢复，边使用，边平整，可以开发为新的农业用地。

② 对施工人员进行环境教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规如森林法、土地管理法的宣传教育。让施工人员明确知道生物多样性是受国家法律保护的，破坏生物多样性将要承担相应的法律责任。

③ 在人员活动较多和较集中的施工营地，设置自然保护、环境保护的警示牌，提醒工程人员和周边民众依法保护自然环境和生物多样性。

④ 结合工程及当地环境制定合理的植树造林规划，增加资金和劳力投入，与库区内水源涵养林营造等相结合，减少水土流失损失，保护库区水质。

⑤ 防止外来入侵种的扩散。目前防止外来物种入侵的方法主要有植物检疫、人工方法防治、化学方法防治、生物防治等。结合工程特点，要求加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有种子的植物要现场烧毁，以防种子扩散，在临时占地的地方要及时绿化等。

运行期，建设单位应配专人严格监视水库的水面，当水面出现水葫芦、空心莲子草、喜旱莲子草、大藻等外来入侵植物，一经发现应及时组织人工进行打捞或拔除。

(2) 陆生动物保护及管理措施

① 全面贯彻执行国家及浙江省野生动物保护法律法规等要求，增强施工人员的环境保护意识，加强对珍稀动物的保护；对施工人员开展生态保护教育，禁止破坏征地范围以外的动物资源，禁止能在施工期间非法猎捕、炸伤珍稀动物及有益的野生动物。

② 采取有效措施，抑制鼠类危害：保护好鼠类的天敌，如鹰类、蛇类等；在水库蓄水前后均进行灭鼠，因水库蓄水后，会在淹没线以上部分地区，形成鼠类高密度区，灭鼠的目的在于降低鼠类密度，减轻鼠类对农、林业和人类健康危害。

③ 保护水禽及其它鸟类资源：大型水库的形成，将使该地区的水禽资源得到较大增长，应采取有效措施，保护、利用这一资源。同时，大型水库在一定程度上会改善周围环境的水热条件，加之植被恢复等活动将促进库周森林的发展，鸟类的种群数量会得

到较大的增长，同时可采取措施，保护、招引有益鸟类。

④ 加强对施工人员和当地居民的宣传教育和监管力度，禁止捕食两栖和爬行动物；强化施工期污染处理，防止对环境造成污染而破坏两栖爬行类动物的生境；工程蓄水时间较长，在蓄水前应落实好清库工作，驱赶两栖类和爬行类迁往水库淹没线以上区域。

本工程评价区内各珍稀保护动物保护措施见表 8.4-1 所示。

评价区珍稀保护动物保护措施一览表

表 8.4-1

名称 拉丁名	保护级别	生境	保护措施
虎纹蛙 *Hoplobatrachus chinensis*	国家Ⅱ级	生活于海拔 20～1120m 的山区、平原、丘陵地带的稻田、鱼塘、水坑和沟渠内。	严禁施工人员的猎捕，严格管理废水、废气及生活污水的排放，加强施工监理和生态监测。
赤腹鹰 *Accipiter soloensis*	国家Ⅱ级	栖息于开阔林区。	严禁施工人员猎杀、上树破坏鸟巢，施工区夜晚停止施工，减少噪声、施工灯光对鸟类的影响。尽量避免在晨昏鸟类活动时段和正午鸟类休息时段施工。
红隼 *Falco tinnunculus*	国家Ⅱ级	栖息于森林、丘陵、草原、旷野和村庄附近。	
东方草鸮 *Tyto longimembris*	国家Ⅱ级	栖息于山麓、丘陵地带灌草丛生的林地间。	
斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	国家Ⅱ级	栖息于山地森林和灌丛地带。见于低地及丘陵的小片林地中，常光顾庭园、村庄、原始林及次生林。	
白鹇 *Lophura nycthemera*	国家Ⅱ级	栖息于多林的山地，尤喜在山林下层的浓密竹丛间活动。	
穿山甲 *Manis pentadactyla*	国家Ⅱ级	栖息在丘陵山地的灌林、草丛中较潮湿的地方。	施工期加强对穿山甲的搜救保护；严厉打击破坏野生动物资源的违法行为，禁止捕猎；积极进行植被恢复工作。
小灵猫 *Viverricula indica*	国家Ⅱ级	栖息于丘陵地区和半山区的灌木丛中。白天隐居墓穴、石隙、土洞和桥墩下，靠近居民点。	加强小灵猫活动区域的环境保护，严厉打击破坏野生动物资源违法行为。

7.4.3 恢复和补偿措施

7.4.3.1 植被修复

(1) 植被修复原则

施工结束后，对耕地及草地区应进行场地清理、土地整治后采取复垦或者抚育的方式恢复生境。林地上植被恢复时应在“适地适树、适地适草”的原则下，树种、草种的选择当地优良的乡土树种草种为主，适当引进新的优良树种草种，保证绿化栽植的成活率。把剥离的表层熟土回填至周围的植被恢复区内，用作绿化带的覆土改造。根据当地

的气候特点，在植被恢复措施中应注意的技术要点有：

① 保护原有生态系统：评价区属浙西山地丘陵区，地势四周高，中间低。西北部以中低山为主，东部为低山区，中部自北往南由低山向丘陵过渡。评价区自然植被以针叶林、阔叶林、灌丛及灌草丛为主，随着城乡发展，评价区由于侵占耕地、破坏植被而造成人为水土流失的问题越发突出，生态环境脆弱，生态承载能力日益退化。因此，在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛植被为主体的陆生生态系统。

② 选择适宜的恢复物种：尽量选用适生性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的乡土植物进行植被恢复，同时为提高区域生物多样性，应适当引进新的优良植物，在恢复物种选择时应防止外来入侵种的扩散。

根据评价区生态的特点，在水库工程评价区植被恢复时乔木可选择马尾松、枫香树、化香树、青冈等，灌木可选择火棘、杜鹃、连蕊茶等，草本植物可选择五节芒、斑茅等，藤本植物可选择紫藤、金樱子、络石等；在供水工程评价区植被恢复时乔木可选择柏木、杉木、毛竹等，灌木可选择檵木、火棘、麻叶绣线菊等，草本植物可选择白茅、狗牙根等，藤本植物可选择爬山虎、络石等。这些植物皆为评价区常见种，且可起到较好的水土保持的作用。

③ 根据水分条件、岩土组成及地貌条件进行植被恢复。

评价区植被分布主要受水分条件、地貌及土壤因素的影响，根据评价区植被分布特点，水库工程评价区河谷下部植被恢复时尽量选择小叶蚊母、斑茅、薹草等植物，水库工程评价区河谷两岸应尽量选用枫杨、乌桕、斑茅等进行植被恢复，在河谷两岸山脊应尽量选用柏木、杉木等进行植被恢复；在供水工程评价区低山平缓区域应尽量选用毛竹、杉木、枫香树等进行植被恢复，在山坡中上部应尽量选用马尾松、柏木等进行植被恢复。

④ 根据立地条件进行植被恢复。

植被恢复应根据恢复区立地条件，主要依靠优势生活型植物种类进行乔灌草的合理配置，建立起植被与生境条件的群系生态关系。如在水库工程评价区齐溪水库大坝～岭里村两侧坡度较大的坡地，基本无法进行人工植被恢复，应进行封育管理，使植被自然恢复；在近地面生境条件恶劣或制约着人工植被恢复的地段应选择适应性强、繁殖力强、覆盖力强的速生草本植物，在其迅速覆盖地表后再发展多层次多种结构的人工混交植被。混交模式必须遵循：混交类型以灌木及草本植物为主，在砾石层坡地及其它水份条件较好的地段，可建立乔木、灌木及草本植物的人工混交植被，但必须控制乔木的比例；

进行多林草种的搭配，建立稳定的多样性人工植被，多林草搭配应注意豆科和非豆科、阴性和阳性植物的搭配，混交方式以行间混交为主。

(2) 植被恢复措施

① 施工迹地植被恢复

1) 工程施工迹地植被恢复以经果林、水土保持林和景观园林绿化等模式为主。水土保持林一般采用株间混交的方式种植，品字形排列；经果林一般采用条带状种植；草籽采用撒播方式种植；景观园林绿化根据景观造型，一般采用孤植、点植、丛植等较为灵活的栽植方式，花卉采用片植，草皮采用满铺。

2) 工程施工创伤面主要包括开挖边坡、堆渣和土料迹地边坡等，植被恢复措施包括种植槽栽植攀援植物和灌草绿化、厚层基材植被护坡、撒播灌草护坡、液力喷播植草护坡和框格植草护坡等。

② 植物重建方法

水库蓄水运行后，由于人工调节库容，将产生消落带区域。消落带的存在影响景观，如果没有植物生长的话，一定程度上会阻断陆上生物与水中生物能量、物质和信息的交流和沟通。由于消落带具有生态脆弱性、变化周期性、人类活动频繁性、多功能资源性等特点，决定了其生物修复困难较大的特性。由于露出水面的时间差异，消落带的不同高度适宜的物种也有所不同。因此考虑在消落带进行水生植物重建。

水生植被恢复方法主要考虑播种法和营养体移植法。播种法成本较低，易于大面积作业，但失败的风险较大，由于水生植物一般以无性繁殖为主要繁殖手段，因此能够采用这种方法的种类受到很大限制，但目前选择用于恢复的水生植物种类如水鳖科和眼子菜科的一些种类已在别的区域用此方法繁殖广泛，因此可以考虑用该方法；利用营养体移植是成功率较高的方法，这些方法在湿地恢复工作中已经得到了广泛应用。

7.4.3.2 管理措施

(1) 加强对施工人员及施工活动的管理。施工过程中，加强施工人员的管理，禁止施工人员对植被滥砍滥伐，严格限制人员的活动范围，破坏沿线的生态。

(2) 施工过程中若发现保护植物应上报上级主管部门，对其进行保护。工程建设施工期、运行期都应对陆生植物资源的影响进行监测或调查。植物应重点调查植物物种、植被类型、优势种群、生物量等情况以及生态系统整体性变化。通过调查或监测，加强对生态的管理。在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，制定各种管理及报告制度。

7.4.4 对重点保护植物和古树名木的保护措施

7.4.4.1 对重点保护植物的保护措施

(1) 对国家重点保护植物的保护措施

通过对国家级重点保护植物的影响分析得知：分布于水库工程评价区的银杏、水杉、南方红豆杉、樟、鹅掌楸五种人工栽培保护植物受水库淹没的影响。评价区有部分野生金荞麦受淹没影响，部分位于水库工程评价区受施工活动、人为干扰影响。

① 对银杏、水杉、南方红豆杉、樟、鹅掌楸的保护措施

评价区银杏、水杉、南方红豆杉、樟、鹅掌楸均为人工栽培，植株个体普遍较小，且在评价区分布较多。对受淹没影响的保护植物视植株个体大小进行迁地保护。

大树移栽前，编制移植方案，掌握被移大树的生物特性、生态习性，记录原种植地的地形、土壤、水分、光照等环境因子。保证生境类型相似，要以移栽地的自然条件为依据，尽可能把保护植物迁移至与他们原生境相似的生态条件中保存，同时为保证移栽植物能够长期地保存，移栽地要尽可能靠近管理机构，有利于加强管理，避免国家重点保护野生植物资源损失。

② 对金荞麦的保护措施

1) 对分布于淹没区的金荞麦实施迁地保护

移栽时间：秋冬来临地上茎叶枯萎时采挖，收时割去茎叶，将根刨出，除净泥土，将部分健壮、无病害的根茎取出作种用，或者在果期收集其种子，然后栽培到周边环境相似区域，也可待施工结束进行临时占地区域植被恢复。

繁殖方式：一般种子繁殖或根茎繁殖均可。种子繁殖春、秋播都行，以春播为好。春播在 4 月间，整地开沟，播种盖土耙平，播后保持土壤湿润，20 天左右就可见苗。秋播宜在 10、11 月之间，播后最好盖上草保暖越冬；当然也可移苗栽种块茎繁殖，春季植物萌发前，将根茎挖出，选根茎的幼嫩部分及根茎芽苞作繁材，取健康根茎切成小段，栽好，盖土压实，扦插繁殖。



图 8.4-1 其他水电工程金荞麦繁殖保护

2) 对于位于枢纽工程坝址下游围堰附近的金荞麦采取挂牌、围栏等保护措施，减轻人为干扰对评价区金荞麦的影响。施工期应做好施工场地和运输车辆的防尘清洁工作，并定期冲刷运输公路，减少扬尘来源，并可定期用水清洗降尘，清除保护植物叶片表面扬尘，减少扬尘对其生长的影响。

此外，在项目建设中，施工单位应注意识别珍稀植物资源，加强珍稀植物保护宣传工作，一旦在施工中遇到保护植物，应立即向林业部门汇报，协商采取妥善措施后才能进行下一步施工。

(2) 对省级重点保护植物的保护措施

评价区 3 种省级保护野生植物中蜡梅和圆柏多为人工栽培，主要分布于村落周边，且为木本植物可对较大个体进行移栽，对幼小个体可不必采取专门的保护措施；薏苡主要生于屋旁、池塘、河沟、山谷、溪涧或农田等地分布较为广泛，也可不必采取专门的保护措施。

7.4.4.2 对古树名木的保护措施

根据现场调查，淹没区有古树 6 株全部为樟树，库区蓄水会淹没该处古树，应对其采取迁地保护措施。供水管道沿线有 66 株古树，其中 5 株古树位于施工临时占地区，应对其采取迁地保护措施或优化工程设计；61 株位于工程间接影响区，本工程建设对其影响较小，应对其采取就地保护措施。

(1) 就地保护措施

本工程供水管道沿线有 61 株古树受工程间接影响，本工程建设不会破坏该处古树，但施工活动中人为干扰、弃渣、废水、固废、扬尘等可能会对该区域古树产生一定影响，工程施工时应对其采取就地保护措施。

① 工程设计时应尽量优化供水管道布置，使其避绕附近古树。

② 场地平整前对古树进行圈禁，以古树为中心，设立半径 5m 的保护区，采用浆砌石加钢丝围栏进行圈禁，浆砌石墙顶标高 902.4m，顶宽 0.6m，其上钢丝围栏设置高度 1m，并挂宣传牌和警示标志，禁止在该区域进行场地平整、存料等施工活动。

③ 对于古树圈禁区外的场地平整和存料等施工活动，采取截排水措施，自古树至东北侧出口必须保障排水顺畅，保障古树及周边不出现渍水现象。

④ 在涉及古树的施工合同中，明确施工单位对古树的保护责任及保护重要性；古树周边场平期间，施工单位要定期向及周边施工情况，一旦发现问题，及时进行处置。

⑤ 防火、防烟气，禁止在古树周围带火、带气作业，树周围清理干净，不堆杂物。

(2) 迁地保护措施

本工程水库工程评价区淹没线以下有 6 株古树，全为樟树，运营期库区蓄水将淹没该处古树，使其个体损失，古树资源减少。古树是一地区的生态文明的象征，是当地民族文化的瑰宝，不能因本工程的建设而消亡，必须将古树迁地保护。另外在供水工程施工区的 5 棵古树，首先考虑优化工程设计避让古树名木，然后再考虑迁地保护。

古树移栽地点应选择与其原生长环境一致的区域，并根据当地的交通条件、古树的分布及数量、古树的生长现状、移栽地的环境状况、后期养护等确定。为保证古树移栽后能成活，移栽时应由技术人员监督执行，并制定古树名木抢救移栽技术要求。

① 移植区选择：由于本工程淹没区分布有古树 6 株，为保证移栽保护植物的成活率，保证移栽环境的相似性，应就近移栽。结合具体工程布置，根据现场调查，古树可移栽至业主管理用房。

② 具体移栽方案：

1) 移植的前期准备

A 复壮

移栽当年(早春最佳)在树冠滴水线位置环状开沟施肥，沟宽、深约 30～40cm，每课树施饼肥 10～15 斤，复合肥 3～5 斤，与土壤拌匀后回填并覆土夯实。4～6 月用高压喷雾器对树冠进行叶面施肥 ，浓度为尿素 0.1%，磷酸二氢钾 0.2%，每半个月一次，交替

施用。

B　树洞清理与填充

部分树木出现主干局部腐烂，根系外露及外梢枯死现象，需要清理及填充。清理树洞时，先扒除尘土，刮除洞内朽木，并用钢丝刷或毛刷进行清理，然后用 0.3%的硫酸铜水溶液喷洒树洞内壁 2 次，间隔 30min，干后在空洞内壁涂水柏油(木焦油)防腐剂或用聚氨酯密封剂修补树体，也可直接用砖石与水泥砂浆填充。

C　病虫害防治

对一些蛀干的小蠹蛾类或天牛类等害虫可用敌敌畏或 40%乐果乳油加水 1000 倍进行防治。

D　探　根

在提交移栽方案并经论证可行后，应对移栽树木进行探根。在每株树木周围四个方位约 8～10m 处各取四个点，共计 16 个点，在每个点打穴探测树木根系，检查该根系的生长范围、粗细大小、生长健康等情况。树木底部探根，可采用先进探根定位仪器探测底部根系范围深度，作好记录，以便以后断根处理。探根分二次探根，第一次对树木毛须根系探根，第二次探测树木主根系方位，并作好标记，为以后的二次断根及树穴范围大小提供依据。

E　断根缩坨

移栽前 1～2 年着手切根断根处理，在主干相对的两侧，距树木胸径 2～3 倍(100～220cm)处为半径划圆，然后将圆分成四等分，选取相对的两个圆弧处向外开沟挖土，沟深 70～120cm，并在沟的内截面截断粗根，截口修平。对粗大的侧根(5cm 以上)不截断但在内截面处环状剥皮，然后对断根的伤口及环状剥皮处涂抹 0.1%的萘乙酸液，然后回土夯实，使土壤与根系紧密结合，以利新根生长。





图 8.4-2　古树断根缩坨处理

F　平衡修剪及伤口处理

树木移栽成活的基本原理是如何维持地上部与地下部的水分和营养物质供给的平衡。由于移栽挖掘时根系受到了较严重的损伤，树木所保留的根系与起苗质量有直接关系，通常树木所保留根量仅为原有根系的 10～20%，势必破坏了原来地上与地下植物器官的平衡关系。为了达到新的平衡，需进行地上部分的枝叶修剪，减少部分枝叶量，减少水分和营养物质的消耗，使供给与消费相互平衡，可提高成活率。

因树体较高，平衡修剪应分三次或多次逐步修剪，一次修剪易造成枝干撕裂。锯截粗枝避免拉裂并修平伤口，然后涂上“伤口涂补剂”等。

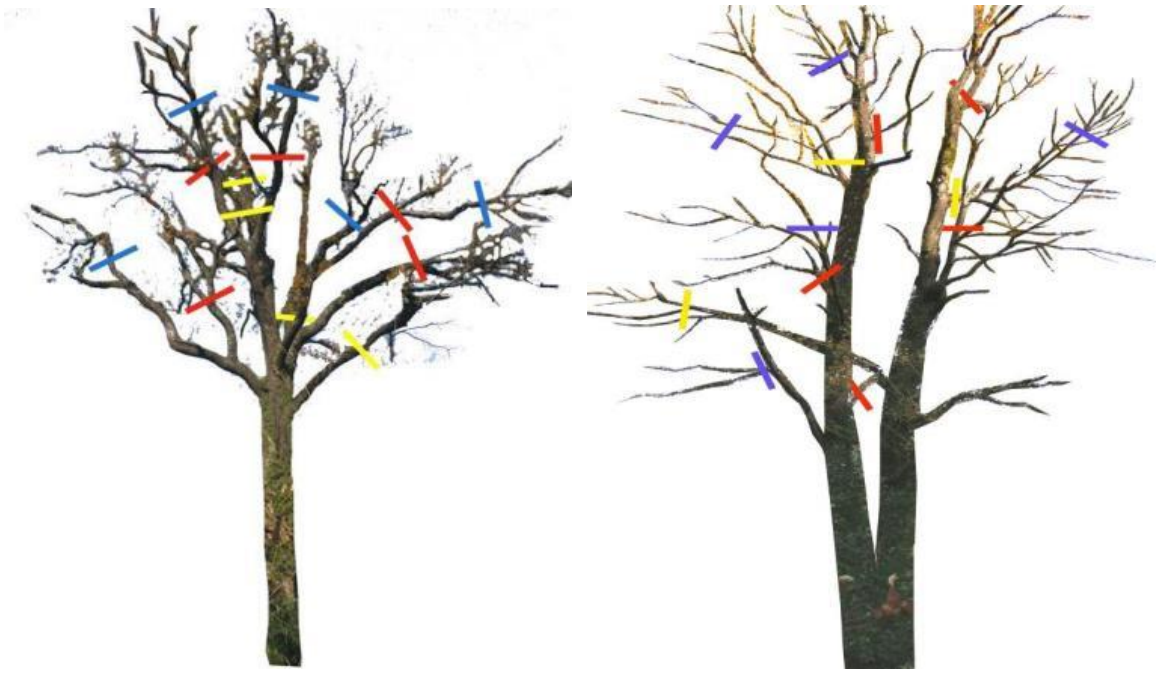


图 8.4-3　古树平衡修剪示意图

G　消毒处理

对截冠、截根的锯口进行涂抹或包扎工作，可以用滋油加少量的汽油调匀，对所有锯口进行涂抹，也可用塑料袋在枝顶部锯口包扎 3～5 cm，起到减少水分蒸发、提高成活率的作用。

H　支　撑

由于断根可能会影响树木的抗风能力，如遇台风等灾害性天气给其造成致命伤害，因此应在断根时就对移栽树木做好加固处理。

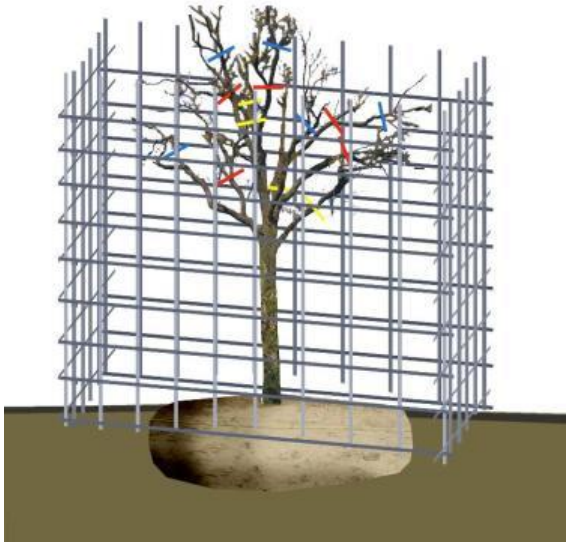


图 8.4-4 古树支撑防护示意图

2) 主要移植技术

A 挖掘及缚根

首先需定向，即挖掘前先在树干北侧用红漆做好记号，以便栽植时保持原方向。一般距原切根内截面向外 15～20cm 为半径圆形开沟挖掘。挖掘深度比切根深度深 10～15cm。挖掘前可根据情况适当铲除土球表层无根的浮土。在挖掘过程中，遇粗跟时用手锯锯断，不能硬铲以免拉裂。所有根系截口要修平。树倒后，尽量带宿土(护心土)，然后用草绳或木板包扎。



图 8.4-5 古树平衡修剪示意图

B 装运及树干保护

挖好的树木及时用草绳缠绕主干及保留的主枝，并喷湿草绳以保持树体水分尽量不外散，同时防止装运及栽植时树皮的破损。同时要注意：首先装车前要对树体喷施蒸腾抑制剂，减少水分散失；其次，吊带吊扎处要捆扎草绳及麻袋片，并钉上护板，树体重

心在下方土球；再次，上车后用沙袋固定土球两侧，用软材料支垫树干与车厢接触面，以防止树皮磨损，并将树干固定在车厢上；最后应注意尽量缩短运输时间。

C 栽植

栽植穴深度约为土球的高度的 3/4，穴底先施腐熟的基肥。先用“根动力”或“植物活力素”及“根腐灵”对根部和根接触的穴底及周围进行喷施处理(也可用其水溶液作定根水浇灌)。将树放入穴内，根系摆平舒展，然后用栽植土填入树穴。根系空隙处要特别注意填实。填至一半时，将树干轻轻上提或摇动，使栽植土与根系密接，夯实后浇水。待水完全下渗后再加土，加到高出地面 10～15cm 后，即可围堰灌溉。

D 支撑

为防止树木风吹遥动，确保树木发根和成活率，树木栽好后，必须用竹木支撑加固树木。

3) 后期管理

树干保湿：为防止树干水分的蒸发损耗，提高其移栽成活率，应对主干及接近主干的主枝部分进行保湿处理。

浇水和喷水：及时对定植穴浇水，一般定植水后隔 2～3 天可浇第 2 次水，以后定期对种植穴浇水，并且对树冠经常喷水，在移栽当年夏季每天早晚在树冠各喷 1 次。

4) 保障措施

A 组织保障

为保障本工程影响区珍稀保护植物和古树移栽的顺利开展和有序进行，应成立植物移栽领导小组，对移植工程的每个时段进行管理、指导和监督，项目组织管理单位移栽前制定出详细的、切实可行的迁地保护实施计划。

B 建设单位在项目实施过程中，选择资质等级高、技术力量强的施工单位和监理单位。在珍稀保护植物和古树的挖、装、运、栽以及管护工作的每道工序和每个环节中，科学合理地采用先进设备和技术，以确保珍稀保护植物移植成功。对参加移植工作和移植后进行管护的人员进行必要技术培训。

C 资金保障

本报告在环保措施投资概算中针对库区淹没范围内珍稀保护植物和古树移栽有专项预算，因此，该工程建设所需要的资金是有保障的。

D 管理保障

珍稀保护植物和古树移栽后前 3 年最为关键，移栽后精心养护和管理是确保移栽成

活和移栽后正常生长的重要环节，建设单位须制定养护方案，落实养护负责人员和资金。

7.5 生态敏感区保护措施

开化水库回水淹没涉及钱江源国家森林公园、钱江源国家公园、钱江源省级风景名胜区，需要加强落实以下环境保护措施：

(1) 对生态结构和功能的保护措施

加强开化水库施工期各项管理措施，保护评价区陆生生态系统结构完整。尽量降低对陆生生态与陆生生物生物多样性影响因子的规模和程度，包括禁止开化水库在保护区内(永久占地范围外)设置施工场地和生产设施，施工结束后落实各项植被恢复和动植物生境恢复措施，维护区域生态系统功能和稳定性。

根据规划开化水库陆生生态影响特征和范围，在依据已确定的分区和生态保护原则下，保护方案总体布局以尽可能恢复原地貌现有生态功能及状态为前提，充分考虑区域生态和景观格局要求，最大限度减轻开化水库对生态系统产生的干扰。清库过程中应在淹没线边界进行标示，严禁超出库区淹没范围。

(2) 生态管理

为了更好的开展管理，规划实施过程中开化水库建设单位和各生态敏感区管理部门加强沟通协调，组建管理机构或小组进行专项管理。为减少规划实施过程中工程建设对保护区的影响，建设单位应加强环境保护和建设区施工管理，控制施工边界，设置保护标识牌，并加强环境管理与监测工作。制定施工人员和项目建成后运作人员的生态守则，主要内容应包括自然资源和生态保护的各项法律、法规、条例。

(3) 对敏感区管理工作影响及对应措施

规划实施给保护区生态环境造成了一定的压力，同时也给相关主管部门的管理、保护工作带来一系列的挑战。敏感区管理部门应该针对遇到的问题，有针对性的开展工作，并结合本报告提出的相应措施，加强监管，实现资源利用和自然保护区保护的协调统一。

7.6 水土保持措施

7.6.1 水土流失防治措施体系及总体布局

水土流失防治措施布局总体思路是：以防治水土流失、恢复植被、改善项目区沿线的生态环境、保护主体工程正常安全运行为最终目的；以对周边环境和安全不造成负面影响为出发点；以坝区开挖裸露面、库区表土清理区、弃渣场、料场、临时堆场的施工期临时防护、植物措施为重点，同时配合主体工程设计进行综合规划布设水土流失防治

措施体系。

项目建设区水土流失防治须将工程措施、植物措施与临时防护措施相结合，做到“点、线、面”结合形成完整的防护体系。在施工场地等“点”状位置，以截排水、拦挡工程、植物措施相结合；在施工场地、弃渣场、临时堆土场等“面”上，以临时拦挡、土地整治和植物措施相结合。另外，对于因工程建设可能受到直接影响的区域，建设单位要加强监督，监理和施工单位必须加强现场管理，避免对征地范围以外地区农田、植被的损坏。

水土流失防治措施体系

表 8.6-1

分区		水土流失防治责任范围面积(hm^2)	措施类型	设计措施
Ⅰ区(主体工程防治区)	Ⅰ1区(水库工程防治区)	486.75	工程措施	表土剥离、外运
				覆表土
				拆迁区平整
				电站排水系统
				边坡截、排水沟
			植物措施	边坡绿化
				坝下管理范围景观绿化
	Ⅰ2区(供水工程防治区)	38.59	工程措施	表土剥离及回填
				洞脸截、排水沟
				复耕
			植物措施	隧洞洞脸绿化
				隧洞口管理范围绿化
				恢复林地
			临时措施	临时堆土围挡
Ⅱ区(工程永久办公生活区防治区)		1.00	工程措施	表土剥离、外运
				覆表土
				排水系统
				拦挡措施
			植物措施	园林绿化
			临时措施	临时排水、沉沙措施
Ⅲ区(弃渣场防治区)		16.34	工程措施	表土剥离、外运
				覆表土
				挡渣墙
				截、排水沟
				复耕
			植物措施	绿化恢复
			临时措施	临时堆场拦挡、撒播草籽
Ⅳ区(料场防治区)		10.97	工程措施	表土剥离、外运利用
				土地平整
			植物措施	边坡绿化
			临时措施	临时排水、沉沙措施
Ⅴ区(交通道路防治区)		62.82	工程措施	表土剥离
				覆表土

			道路排水沟
			复耕
		植物措施	路基边坡绿化
			路肩绿化
		临时措施	竹栅栏围挡
			临时排水沟
Ⅵ区(施工生产生活区防治区)	18.99	工程措施	表土剥离、外运
			表土覆土
			边坡拦挡
			场地平整
			复耕
		植物措施	永久占地范围内的园林绿化
		临时措施	临时排水、沉沙措施
			表土堆场拦挡、撒播草籽
			洞渣临时堆场表土隔垫措施
			洞渣临时堆场围挡措施
Ⅶ区(移民安置与专项设施复(改)　建区防治区)	201.50	工程措施	表土剥离及运输
			表土覆土
			排水
		植物措施	四旁绿化
			改建国道路基边坡绿化
			库区生产道路路堤绿化
		临时措施	表土堆场拦挡、撒播草籽
			竹栅栏围挡
			临时排水、沉沙措施

7.6.2　Ⅰ区(主体工程防治区)

7.6.2.1　Ⅰ1 区(水库工程防治区)

Ⅰ1 区为水库工程防治区包括淹没区及库区塌岸区域、拦河坝、溢洪道、电站等大坝枢纽建筑物项目建设区，以及下游河道 100～200m 的直接影响区。

(1)　工程措施

为保护表土资源，库区淹没范围和永久建筑物施工扰动范围内的耕地、林地、园地应剥离表层土。根据土石方平衡分析，本区合计可剥离表土 61.00 万 m^3。库区涉及拆迁房屋就地平整在库区淹没区范围内。共涉及场地平整 27.73hm^2。主体工程已在大坝管理范围等结合边坡、建筑物、绿化等具体规划，沟和雨水井、雨水管网等)，截、排水沟 160m，排水系统总长 130m。

(2)　植物措施

各区块合计实施厚层基材喷射植被护坡措施护坡 2230m^2，喷射厚 6cm～10cm，基质中草种选用高羊茅(冷季型草)、狗牙根(暖季型草)等，密度为 8g/m^2～12g/m^2，灌木为胡枝子、紫穗槐、火棘，密度为 8g/m^2～10g/m^2。

坝区绿化所需的 2.28 万 m^3 表土考虑利用施工进度可衔接的库区清表土方。坝后底平台、电站周边及出水渠两侧空地在施工结束后，结合坝区景观进行绿化美化。结合本区植被恢复与建设工程级别，绿化拟采用乔灌草相结合的方式，主体绿化采用草坪(草种：马尼拉)铺设，草坪间点缀桂花、三角槭、乌桕等观赏树种，林下栽植火棘、女贞、龟甲冬青、十大功劳等灌木。共实施绿化美化 2.85hm^2。

(3) 其它措施

工程建设过程中应尽量减少施工对现有植被的破坏，库区淹没范围内的植被，如乔木可移植至坝下管理范围再利用，库区清表施工时应避免土石方流失入附近河道。

7.6.2.2 Ⅰ2 区(供水工程防治区)

(1) 工程措施

本区开挖范围内剥离表土就近堆于施工点附近，施工结束后，用于临时占地的恢复及永久占地范围内的绿化，合计覆表土 1.99 万 m^3。主体工程已考虑在供水隧洞进、出口洞脸周边设置截水沟排除洞脸上方的坡面径流，各洞脸截、排水沟总长合计 540m。

(2) 植物措施

隧洞洞脸实施厚层基材喷射植被护坡措施护坡 7900m^2。另外对于隧洞口附近的永久占地，考虑结合工程区景观进行绿化恢复。绿化植物以乡土植物为主，种植乌桕、木荷、珊瑚树，林下撒播白三叶草籽。其中乌桕、木荷“品”字型间隔种植，株行距 2m╳2m；珊瑚树沿管理范围围墙间隔 0.5m 种植；白三叶草籽撒播密度 100kg/hm^2。供水隧洞管理范围总计实施绿化 6.90hm^2，种植珊瑚树 1620 株，种植乌桕、木荷各 351 株，撒播白三叶草籽 6.9hm^2。

(3) 临时措施

为防止临时堆土区的水土流失，首先尽量选择非雨季进行土方开挖和回填，其次采取必要的临时防护措施。管道开挖土方堆土场最大堆高应不超过 3m，堆土区的外侧边坡控制为 1:1.5 左右，坡面和坡脚土方压实，可有效减少一般区域管道堆土区的水土流失。对于临沟渠、临溪、临水塘的管道施工作业带，除以上堆土要求外，同时在堆体坡脚采用填土草袋草袋进行围护。

此外，为切实保护好表土资源，同时便于施工临时占地后的恢复，在管线开挖时，应分层开挖——表土剥离后再进行深层土石方的开挖。剥离表土堆置于堆土场外侧。开挖区回填时先回填深层土方，再回填表土，并进行土地平整，以恢复原有土地使用功能。

7.6.3 Ⅱ区(工程永久办公生活区防治区)

(1) 工程措施

施工前期，本区首先对占地范围的表土进行剥离，并直接运至下游马金镇低产田改造区域内综合利用，共涉及表土剥离、外运各 0.10 万 m^3。后期本区改造为大坝的永久办公生活区，按照 20%绿化率考虑，本区绿化面积 2000m^2。绿化区表土来源考虑利用施工进度可衔接的库区清表土方。本区利用山顶开挖布置，为减少场地平整的过程中的水土流失，主体已对填方边坡实施挡墙防护。另外，主体已考虑后期沿场地周边、道路周边设置永久排水系统总长 850m。

(2) 植物措施

工程永久办公生活区的绿化执行植被恢复与建设工程 1 级标准，满足景观、游憩、环境保护和生态防护等多种功能的要求。永久办公生活区建议绿化植物种类推荐采用枫香、乌桕、紫叶李、桂花、火棘、南天竹、枸骨、马尼拉草等。

(3) 临时措施

施工期，本区主要应做好场地周边的围挡和临时排水措施。临时排水沟底宽 0.5m，深 0.3，两侧边坡比 1:0.5。排水沟出口设沉沙池 1 个，沉沙池采用梯形断面，沉沙池底宽 1.3m，底长 2.6m，两侧边坡比 1：1，净容量约为 15m^3。沉沙池出口接上坝公路排水沟，本区排水沟总长 450m。

7.6.4 Ⅲ区(弃渣场防治区)

(1) 岩潭弃渣场

本弃渣场临河布置，施工期应采用台汛期 10 年一遇洪水位进行度汛，台汛期 20 年一遇洪水位(河道度汛水位 196.99m，场地标高 193.6～195.8m)，区块标高不满足坝前的度汛标准。因此在堆渣坡脚设置浆砌块石拦渣堤。

(2) 举林弃渣场

本弃渣场临河布置，周边土堤已有破损，从占地和防护角度分析，堆渣范围选在临溪道路内侧 5m 以外的范围堆置。堆渣底平台高程 200.4m～209.6m，高于 5 年一遇洪水位。因此，同岩潭弃渣场仅在堆渣坡脚设置浆砌块石挡墙围挡。

同时，为减免周边山体对弃渣场的冲刷，沿坡脚设置临时排水沟。临时排水沟底宽 0.5m，深 0.3，两侧边坡比 1:0.5。排水沟出口设沉沙池 1 个，沉沙池采用梯形断面，沉沙池底宽 4m，底长 8m，两侧边坡比 1：1。

(3) 读经畈弃渣场

读经畈弃渣场属于沟道型弃渣场，沟底较为平坦。根据弃渣场实际情况，渣场底端

需建 120m 长的挡墙。弃渣场等级为 5 级，设计排水标准为 10 年一遇。排水沟底宽 0.6m，深 0.5m，两侧边坡比 1:0.5。排水沟采用 M7.5 浆砌块石结构，厚 30cm。设计排水沟总长 732m。弃渣完成后，顶平台覆土 0.5m 后复耕，马道及边坡覆表土 0.3m 后植灌草。撒播灌草籽种类选择紫穗槐、狗牙根、白三叶的混合草籽，撒播密度 100kg/hm^2。本区所需表土除利用自身开挖方外，不足的部分从本工程库区清表土方中调运。共涉及覆表土 0.74 万 m^3，复耕 1.36hm^2，撒播草籽 0.06hm^2。

读经畈弃渣场占地范围内剥离的表土就近设临时堆场堆置。表土堆置时间约 1.5 年，需采取临时防护措施。堆土的堆放边坡控制在 1:1.5 为宜。堆体四周用填土草袋围护，草袋防护高度 1.0m，顶高 0.5m，底宽 1.0m。草袋挡墙围挡长度 140m。另外，为减少堆放过程中因降雨击溅、径流冲刷造成的水土流失，在堆体表面撒播草籽以提高植被覆盖度、增强防治效果。

7.6.5 Ⅳ区(料场防治区)

本区包括库区的石料场、土料场等项目建设区，以及石料场正常蓄水位以上开挖线外侧 3～5m 的直接影响区，水土流失防治责任范围 10.97hm^2。

石料场在水库蓄水后，开采范围大部分位于水面以下；土料场全部位于水面以下。因此料场区的水土流失主要发生在无用层剥离及采料过程中。料场区表层植被破坏，地表松散的土石渣抗冲、抗蚀性低，在径流冲刷下易造成料场区的水土流失。

(1) 工程措施

料场无用层开挖前，首先剥离占地范围内的表土，剥离厚度 0.1～0.3cm。剥离的表土直接运至下游低产田改造区，不另设表土临时堆场。各料场共剥离表土 0.50 万 m3，表土运输 0.50 万 m^3。

料场无用层根据施工安排，部分石料场的用于附近碎石加工系统及其堆场的场地填高；其余部分弃置于岩滩、举林弃渣场。石料场取料结束后，及时对开挖范围进行清理、平整。共涉及场地平整 6.87hm^2。

土料场考虑其尽管位于水库淹没范围内，但是料场开挖时间是位于本工程施工前期，因此，料场开挖结束后，仍将裸露近 2 年时间，因此，在土料场周边设置截、排水及沉沙设施。采用 2 年一遇降雨强度计算临时排水规模。设计截、排水沟底宽 0.5m，深 0.4m，边坡比 1：1。排水沟出口接沉沙池，沉沙池设计底宽 2m、长 4m，深 1.2m，开挖边坡比 1：2。土料场临时排水、沉沙措施共设计截、排水沟 330m，沉沙池 1 处。

(2) 植物措施

石料场部分开采范围位于正常蓄水以上，结合取料断面对 259m 高程马道以上边坡采用厚层基材喷射植被护坡，措施面积 1.42hm^2。

(3) 施工管理措施

石料场取料时，加强施工管理，在确定的开采线内取料，分级开采并注意开挖边坡的稳定，及时清除石渣，以保证开采过程中的施工安全。根据地质情况，一至七级开挖边坡坡比控制在 1:0.5 左右，七级以上开挖边坡开挖坡比控制在 1:0.7～1:1 左右。

避免开采方落入附近河道。制定合理的爆破施工计划，根据填筑计划，爆破后的石料尽早运至填筑区，减少临时堆置的方量。

7.6.6 Ⅴ区(交通道路防治区)

7.6.6.1 上坝公路等主体公路工程

对于上坝公路、进水口道路以半挖半填路基为主，进厂道路、通向泄洪洞出口闸室、鱼闸的内部道路主要为填方路基。本区主体工程已考虑了路基占地范围内的表土剥离措施、路基边坡防护及排水等，以上设计满足水土保持要求。但从水土保持角度，本区仍需完善路基施工区的临时排水措施、路堑边坡的绿化措施。

(1) 工程措施

上坝公路、进厂道路、进水口道路等占地范围内可剥离表土 0.78 万 m^3，全部外运至马金镇低产田改造区。后期绿化所需 0.29 万 m^3 用土调运水库淹没范围内的清表方。

(2) 植物措施

除路堤边坡防护中的绿化措施外，通向泄洪洞出口闸室、鱼闸的内部道路的土路肩主体工程也考虑了植被恢复措施，采用常绿灌木配合草本植物种植的方式符合坝下管理范围的景观要求，路肩绿化合计 0.19hm^2。另外，对上坝公路、进水口道路路堑边坡补充厚层基材喷射植被护坡，合计厚层基材喷射植被护坡 0.41hm^2。

(3) 临时防护工程

本工程路基修筑过程中，坡脚沿路基纵向设临时排水沟(沿永久排水沟走向)，并根据沿线地形每隔一定距离设一挡水埂。设计临时排水沟线位走向沿永久排水沟线位布置，设计底宽 0.5m、深 0.5m、边坡比 1:0.5，排水沟每隔 50m，沟内预留一 20cm 高挡坎以增加排水沟的沉沙效果。排水沟出口接沉沙池，设计底宽 1.0m，底长 4m，深 1.5m，矩形断面，C20 砼衬砌。运行期，沉沙池仍继续使用，其顶部在施工后期设透水结构后覆土绿化。另外，施工期间沉沙池周边要设立明显的警示标志，并在使用过程中定期清淤，保证其有足够的容量。沉沙池共设置 2 处，涉及开挖土方 36m^3、C20 砼 8m^3，回填

土 14m^3，沉沙池盖细部结构。

为进一步减少路堤填筑对路基下边坡的影响，考虑对上坝道路、进水口道路填方路堤坡脚补充竹栅栏围挡措施，共需竹栅栏围挡 1.35km。

7.6.6.2 施工临时道路

(1) 工程措施

在施工准备期，工程占地范围内的表土均需剥离，其中水库工程施工临时道路剥离的0.05万m^{3}表土运至马金镇低产田改造工程区;供水工程施工临时道路剥离的表土1.67万 m^3 与管线剥离的表土集中堆置，由Ⅰ区统一考虑防护措施。施工后期，本区覆表土后恢复原有占地类型。本区共涉及表土剥离 1.72 万 m^3、表土运输 0.05 万 m^3、表土回填 1.72 万 m^3，复耕 21.60hm^2。

(2) 临时措施

位于山丘区的临时道路采用半挖半填结构。施工期，道路内侧需开挖临时排水沟，用于排泄路面及路堑边坡的汇水。临时排水沟采用梯形断面，底宽 0.5m，深 0.3m，两侧边坡比 1:0.5，临时排水沟长 15.0km。供水工程施工临时道路路堤边坡坡脚采用竹栅栏拦挡，防止土石方顺坡而下。竹栅栏高 1.0m，长 4300m。

7.6.7 Ⅵ区(施工生产生活区防治区)

7.6.7.1 水库工程

(1) 工程措施

水库工程的施工生产生活区、施工营地、坝下施工区剥离表土厚度 25cm，合计剥离表土 0.7 万 m3，外运表土 0.7 万 m3。

施工结束后，水库工程的施工辅助企业区大部分位于水库淹没范围内，仅位于坝址下游、左坝肩的施工企业需结合大坝管理范围规划，进行绿化恢复。绿化区覆表土 2.57 万 m3。表土来源考虑利用施工进度可衔接的库区清表土方，无需设置表土临时堆场。

(2) 植物措施

砼拌合系统区位于山顶，施工结束后考虑栽植低矮的灌木形成色彩景观带，美化环境、引导视线。灌木种类选择杜鹃、金叶女贞，近道路侧铺植草皮。共实施绿化美化 0.40hm2。

坝下施工区、发电厂施工辅助企业区区在施工结束后，结合坝区的景观，进行绿化美化。同Ⅰ区相同，绿化采用草坪(草种：马尼拉)铺设，草坪间点缀桂花、三角槭、乌桕等观赏树种，林下栽植火棘、女贞、龟甲冬青、十大功劳等灌木。共实施绿化美化

2.16hm2。

(3) 临时措施

本区施工期水土保持临时措施主要是做好各区的临时排水，包括设立临时排水沟和沉沙池设施。同时对于施工管理营地周边、石加工系统及堆场区周边设置彩钢板临时围挡措施。沉沙池采用矩形 C20 砼断面，沉净容量约为 5.4m^3～29m^3。施工期对排水沟、沉砂池及时维修和清理，保持其完好状态，使水流畅通不产生冲刷和淤塞，池内的沉渣与弃渣一同处理。

7.6.7.2 供水工程

(1) 工程措施

施工生产生活区占用耕地、林地的，除用于布置临时堆场外，其它占地均需在施工准备期内剥离表层 10cm～30cm 的表土，合计剥离表土 1.67 万 m^3。剥离表土设临时堆场集中堆置待工程后期回填于本区，合计覆土 1.67 万 m^3。

布置在山丘区的施工生产生活区场地应据地势分级开挖、平整，尽量减少开挖扰动范围，并在填方边坡坡脚设置浆砌块石挡墙。以上涉及场地平整 4.0hm^2。浆砌块石挡墙 840m。施工生产生活区占用耕地的在施工后期恢复原有土地利用类型，恢复耕地 11.17hm^2。

(2) 临时防护措施

① 临时排水沉砂措施

各施工生产生活区在施工期间需考虑场地内的临时排水、沉砂措施。排水沟、沉砂池的规模根据区间的汇水面积、降雨强度确定，方法同水库工程施工生产生活区。各场地内的平均排水流量 0.08m3/s，经式(8-1)～式(8-6)计算，排水沟断面较小，考虑施工机械的施工方便，各处排水沟统一按照底宽 0.5m，底深 0.3m，边坡 1：0.5 的断面开挖。排水沟总长 5500m。排水沟出口设置沉沙池，底宽 2m，长 6m，深 1.2m，边坡 1：1。共设置沉沙池 27 个。

② 表土临时堆场防护

对于临时占地内工程剥离的表土，采用集中堆置的方式进行施工期间的临时防护。堆场堆土前先完成填土草袋的围护措施，填土草袋挡墙的断面尺寸采用顶宽 0.5m、底宽 1.0m、高 1.0m。草袋就地利用表土装填，堆场顶部植草。工程共表土临时堆场 27 处，各处平均堆置表土 0.06 万 m^3，占地 0.03hm^2，需填土草袋 90m，撒播草籽 0.03hm^2。总计设置草袋挡墙 1980m，撒播草籽 0.81hm^2。

③ 洞渣临时堆场

隧洞出渣须在洞口临时中转后运至砂石料加工厂或弃渣场。堆场占地范围内首先沿临时占地线周边设置浆砌块石挡墙，块石料利用隧洞开挖方捡集，捡集困难的，也可采用彩钢板围挡。由于洞渣临时堆场以占用耕地为主，为便于施工结束后的土地恢复，地势平坦处的洞渣临时堆场在堆渣前首先在占地范围内铺设土工布，而后铺 50cm 的开挖土方便于后期的石渣转运开挖；山丘区坡脚布置的洞渣临时堆场，表土剥离后堆渣。以上涉及土工布 1.5hm^2，土方回填 0.75 万 m^3，浆砌块石挡墙 960m，彩钢板 1440m。

(3) 其它措施

建设单位及施工单位应加强本区的临时措施管护，施工期对排水沟、沉沙池及时维修和清理，保持其完好状态，使水流畅通不产生冲刷和淤塞。涉及临时占地的施工生产生活区在施工结束后及时恢复原有土地利用类型。

7.6.8 Ⅶ区(移民安置与专项设施复(改)建区防治区)

7.6.8.1 移民安置区

(1) 工程措施

根据同类工程经验，移民安置区占用的土地类型主要为耕地。施工前，需要对安置区内的表土进行剥离，剥离厚度为 25～30cm，各区域总计剥离表土 12.59 万 m^3。剥离的表土用于安置区的绿化。按照安置区 20%的绿化率、覆土 0.3m～0.8m 考虑，本区绿化需覆土 4.20 万 m^3。表土余方外运至马金镇低产田改造区，共涉及表土外运 8.39 万 m^3。安置区内部根据排水走向设置排水系统 12.9km。

(2) 植物措施

集中安置区四旁绿化面积 10.02hm^2，针对绿化植物本着“适地适树”的原则，安置点应选择乡土树种，同时达到一级绿化标准。绿化推荐植物种类：香樟、杨梅、紫薇、合欢、桂花、紫叶李、火棘、南天竹、马尼拉草、葱兰等。

(3) 临时措施

安置区沿征地线周边及主要施工道路两侧布设临时排水沟用于场地的临时排水。临时排水沟采用梯形断面，断面为 0.5m(下底)×0.3m(深)，边坡为 1:0.5，估算总长度为 15km。

安置区所需绿化表土，利用本工程占地范围剥离的表土，这部分表土施工期间临时堆置，应考虑临时拦挡、覆盖措施。堆场四周在堆土前设置填土草袋挡墙，挡墙断面尺寸：顶宽 0.5m、底宽 1.0m、高 1.0m。表土堆放边坡控制在 1:1.5，堆高一般在 3.0m 左

右。草袋就地利用表土装填，堆场顶部植草。本区设置表土临时堆场 2.05hm^2，共需草袋 2.4km，撒播草籽 2.05hm^2。

7.6.8.2 专项设施改建区

(1) 改建国道

① 表土剥离措施

路基占地范围内估算可剥离表土数量为 1.0 万 m^3。开挖表土在施工后期全部用于工程区绿化及临时占地恢复。道路沿线开挖路基截、排水沟 9km。

② 植物措施

路基边坡主体一般会考虑绿化恢复措施，对路堤、路堑边坡进行绿化。绿化措施从水土保持角度推荐的植物种类主要是当地的乡土树种。建议采用红叶石楠、乌桕、海桐、冬青、杜鹃、火棘、南天竹等，草皮用马尼拉、白三叶、狗牙根、黑麦草等。估算路堑边坡厚层基材喷射植被护坡措施 5hm^2，路堤边坡喷播植草 6.4hm^2。

③ 临时措施

开挖临时排水沟 11km，扩挖沉沙池 60 个。排水沟设计底宽 0.5m、深 0.3m、边坡比 1:0.5，排水沟每隔 50m，沟内预留一 15cm 高挡坎以增加排水沟的沉沙效果。排水沟每隔 200m 或排水沟出口处，扩挖形成沉沙池，设计底宽 1.0m，底长 2.0m，深 0.6m，矩形断面，边坡比 1:1。

对于路基占地范围内剥离的表土，采用集中堆置的方式进行施工期间的临时防护。堆场堆土前先完成填土草袋的围护措施。填土草袋挡墙的断面尺寸采用顶宽 0.5m、底宽 1.0m、高 1.0m。堆场的表土堆放边坡控制在 1:1.5，堆高一般在 3.0m 左右。草袋就地利用表土装填，堆场顶部植草(撒播，草种可选择狗牙根，植草密度 100kg/hm^2)。路基沿途共设置表土临时堆场 6 处，各处平均堆置表土 0.17 万 m3，占地 0.09hm^2，需填土草袋 120m，撒播草籽 0.09hm^2。总计设置草袋挡墙 720m，撒播草籽 0.54hm^2。同时，对填方路堤坡脚还补充竹栅栏围挡措施，措施设计同库区施工临时道路，共设置竹栅栏 5km。

(2) 库区生产道路

① 工程措施

开挖表土在施工后期全部用于工程区绿化及临时占地恢复，覆表土 1.35 万 m^3。为保证路面排水，在路基的开挖坡脚设置矩形砼排水沟，另外，对于路堑边坡汇水面积较大的坡面，补充截水沟。以上共设置截、排水沟 47km。

② 植物措施

为促进施工区的快速绿化恢复，选择耐瘠薄、具有土壤改良作用的先锋植物种子，撒播在路肩及路堤边坡。植物种类选择盐肤木、胡枝子、白三叶、狗牙根混合，配合比1:2:2:5，撒播密度 80km/hm^2。撒播面积 9.45hm^2。

③ 临时措施

本区剥离的表土按照“相对集中”和“就近选址”、“方便运输”的原则，尽可能集中设置临时堆土场。临时堆场设在永久及施工临时占地范围内，共设临时堆土场 15 处，占地面积 0.72hm^2。堆场采用填土草袋围护，顶宽 0.5m，底宽 1.0m，高 1m，草袋填筑就地取材(用表土装填)，因表土堆放时间较长，平均(1 年～2 年)，堆场表面撒播混合草籽防护(草种可选择狗牙根、高羊茅混合草籽，混合比 1:1，植草密度 100kg/hm^2)。同时，对填方路堤坡脚还补充竹栅栏围挡措施，措施设计同库区施工临时道路，共设置竹栅栏 20km。

7.7 环境空气保护措施

7.7.1 混凝土拌和系统粉尘防治

(1) 混凝土拌和系统位于坝址附近，为减轻扬尘对施工人员影响，混凝土拌和楼采用装备有除尘装置的拌和楼，除尘装置优先考虑布袋除尘装置，同时配备喷淋系统。若封闭装置发生破损，应及时进行修补。

(2) 水泥装卸作业除要求文明作业外，水泥库实行全封闭作业，加强物料的管理，减少扬尘产生量，混凝土拌和楼附近进行定时洒水降尘，晴天每隔 4 小时一次。

7.7.2 爆破开挖、钻孔及其他施工作业面粉尘防治

(1) 工程设计中已考虑采用低尘爆破工艺。导流隧洞施工中，石方明挖采用梯段微差爆破法，洞身开挖采用光面爆破；坝肩石方开挖采用潜孔钻钻孔爆破、开挖轮廓面采用预裂爆破，坝基开挖采用梯段爆破、履带式液压钻钻孔，建基面采用手风钻钻孔，预裂爆破等。施工阶段应落实以上低尘爆破工艺，爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机，爆破时可考虑覆盖水袋湿法爆破，减少粉尘的排放量。

(2) 爆破前向预爆体表面洒水，在预爆区钻孔采用高压注水；爆破应尽量采用草袋覆盖爆破面，加强通风，降低废气浓度；各易产生扬尘的施工作业面在非雨日采取洒水措施，加速粉尘沉降。

(3) 加强施工人员个人防护，佩戴防尘口罩等。定期对施工人员进行身体检查，提高健康意识，积极有效地强调施工人员的个人自我保护效用，并按照有关劳动保护的规定，加强劳动保护。

7.7.3 交通粉尘削减与控制

(1) 石柱村和枢纽施工生活区附近应设置限速标志，防止施工车辆车速过快产生扬尘污染环境，影响居民及施工人员的健康和正常生活。

(2) 装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用苫布遮盖；运送水泥等细颗粒材料的车辆应采用密封储罐车；装卸、堆放中应防止物料流散并经常清洗运输车辆。

(3) 成立公路养护队伍，对施工临时道路进行定期养护，保持路面平整。

(4) 枢纽工程区配置洒水车 1 辆，供水工程配置简易洒水车 8 辆，在施工临时道路和进出施工区利用的现有道路非雨日至少洒水 3 次，还应据天气情况酌情增加洒水次数。

(5) 结合水土保持和生态修复措施，做好施工道路的绿化，特别是各施工生活营地附近路段。

(6) 加强施工区道路硬化工程建设，通往枢纽施工区的施工道路和施工生活营地的路段需进行硬化。

7.7.4 车辆尾气及燃油机械废气

(1) 施工期间，施工机械和运输车辆多为燃柴油，尾气排放量与污染物含量均比燃汽油车辆高。定期维修、保养机械设备，排污量大的燃油设备需配置尾气净化装置，保证尾气达标排放。

(2) 确保执行汽车报废标准，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、尾气排放严重超标的老、旧车辆，及时更新。

7.8 声环境保护措施

根据声环境影响预测，施工道路附近的石柱村声环境受施工区混凝土拌和系统噪声和附近交通噪声影响，施工期昼间、夜间存在超标问题；渣场附近的读经畈村等受渣场作业及进出车辆运输噪声影响，施工期昼间、夜间存在超标问题；供水工程途径多个村庄，施工作业时对现有道路较近的居民点会产生一定影响。因此，需采取以下声环境保护措施：

(1) 爆破噪声控制

为减低爆破对环境噪声的影响，采取以下措施：

① 严格控制爆破时间，尽量定时爆破，在夜间(22:00～次日 7:00)、昼间午休时间(12:30～14:30)禁止爆破。

② 采用先进的爆破技术。如采用微差爆破技术，可使爆破噪声降低 3～10dB(A)。

(2) 大坝施工区

① 开化水库大坝施工区合理安排施工时间，夜间(22：00～次日 6：00)应禁止坝基爆破作业、控制行车，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行。

② 砂石加工系统、坝址附近的混凝土拌和系统选用全封闭式的拌和楼，内部应用多孔性吸声材料。如非施工高峰期间，尽量避免夜间进行生产。

③ 加强施工和运输车辆管理，途径交通沿线村庄时减速慢行，在施工生产生活区设立限速标志和禁鸣标志，并注明时速小于 20km/h。禁止高音鸣号，尽可能减少夜间车辆行驶。

④ 加强施工人员个人防护，尤其是爆破、混凝土拌和等作业人员佩戴防噪耳塞、耳罩等。定期对施工人员进行身体检查，提高健康意识，积极有效地强调施工人员的个人自我保护效用，并按照有关劳动保护的规定，加强劳动保护。

(3) 居民点隔声措施

目前交通噪声污染治理措施一般采用声源控制、声传播途径控制及受声点的防护三种方式，声源控制公路有采用低噪声路面、设置限速标志等措施，声传播途径控制有设置声屏障、种植绿化林带等措施，受声点的防护有设置隔声窗、环保搬迁等措施。常用降噪措施对比情况见表 8.8-1。

常见噪声防治措施比较一览表

表 8.8-1

措施名称	主要适用范围	效果	优点	缺点	造价	是否采用
改性沥青路面	噪声超标 3～6dB 的敏感点	较普通路面低约 3dB	应用于公路本身，对周围景观不会造成影响	投资较高。	约 1200 元/m^2	不采用
设置限速、禁鸣标志	噪声超标 3dB 以下敏感点	3～5dB	基本不增加投资，同时增加行车安全	适用于噪声超标 3dB(A)以下的敏感点	约 0.5 万元/处	采用
通风隔声窗	分布分散超标较多的敏感点	15～30dB	效果较好，费用适中，适用性强	相对于声屏障，实施稍难	约 2 万元/户	采用
声屏障	超标较多、距离公路近的集中敏感点	15～20dB	效果较好，易于实施，受益人口多	投资较高，对景观有影响，造成居民生活不便。	约 4000 元/m	不采用
降噪林	超标较少，有植树条件的集中村庄	约 5dB(30m 林带)	同时可净化空气、美化路容，改善生态环境	达到预期效果周期长，投资较高，适用性受到限制	200 元/m^2	不采用
环保拆迁	个别超标较多的居民	很好	完全消除噪声影响	费用较高，对居民生活有影响。	约 1000/m^2	不采用

本工程噪声超标点位于施工临时道路旁，不适宜采用路面降噪措施。本工程施工道路路面较窄、弯道较多，从通行和安全角度不适宜上隔声屏障。沿线房屋距离线路较近，而设置降噪林需较大的林带宽度，不适宜本工程。本工程周边村庄受影响时间主要为施工期，也不适宜实施环保拆迁。

根据沿线村庄的情况和噪声的预测结果，结合各项环保措施的可行性，要求夜间禁止施工，并对昼间计算值超标的房屋设置通风隔声窗。通风隔声窗结构简单，使用方便，可兼顾通风和降噪，可降噪 15～30dB(A)，适用于高架道路、交通干线、热闹集市、厂矿企业附近的住宅、机关、医院、学校等场所。安装隔声窗居民户数共计 50 户，安装后对各敏感点噪声影响可达到 1 类声功能的要求。本工程受砂石料加工系统噪声影响而超标的高岭村位于库区淹没范围内，应在开工前落实移民搬迁，避免施工噪声对其影响。

(4) 供水工程施工区

合理安排施工时间，夜间(22：00～次日 6：00)应禁止爆破作业、控制行车，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行；途径交通沿线村庄时减速慢行，禁止高音鸣号，尽可能减少夜间车辆行驶；供水管线施工区经过村镇时设置高度不小于 2m 的拦挡围护。

7.9 固体废物处理措施

7.9.1.1 工程弃渣处置

根据本工程土石方平衡，水库工程总计土石方开挖量 299.70 万 m^3，枢纽工程弃渣及时清运至运至库区设置的 2 处弃渣场进行处置，供水工程弃渣及时设置 1 个临时弃渣场尽快社会化资源利用，并压实和采取水土保持措施，不得遗弃和随意乱堆。

7.9.1.2 施工期生活垃圾处置

(1) 施工期生活垃圾产生量

枢纽工程的施工期约 36 个月，施工期共产生垃圾 936.2t，容重率以 0.45t/m^3 计，共产生垃圾约 2080.5m^3。

生活垃圾成分受生活水平、生活习惯和能源结构等因素的影响，工程施工区生活垃圾成分有其自身的特点。生活垃圾以有机厨余为主，此外塑料包装袋、纸类、草木、砖渣相对含量较高。

(2) 处置方案

据调查，开化县现有生活垃圾卫生填埋场一座，位于十里铺村。该生活垃圾卫生填埋场于 2007 年建成使用，设计库容 44.1 万 m^3，计划服务期 14 年，日处理生活垃圾能力 60t。2017 年，开化县针对该生活垃圾填埋场实施了提标改造工程，建成后日处理 100t/d

渗滤液。

浙江浙能兴源节能科技有限公司计划在浙江省衢州市开化县华埠镇杨村工业园区实施开化县生活垃圾焚烧发电项目建设，项目一期工程生活垃圾处理能力 300t/d，城镇污水厂污泥干化处理能力 20t/d，餐厨垃圾处理能力 10t/d；二期工程设计生活垃圾处理能力 300t/d，农林废弃生物质处置能力 200t/d，城镇污水厂污泥干化处理能力 20t/d，餐厨垃圾处理能力 10t/d。本工程一次供地、分期建设、分期验收。2018 年 2 月，一期工程项目环评报告书已于取得衢州市环境保护局批复。

本工程施工期生活垃圾产生量总体较少，各乡镇未规划建设生活垃圾填埋场或焚烧场，不宜单独建设生活垃圾专用处置场所。外运法工作时间灵活、投资小，主要费用为垃圾收集清运费用，管理成本低。因此，本工程施工期生活垃圾应运至生活垃圾卫生填埋场，工程坝址到填埋场的距离约为 35km，交通路线示意图见图 8.9-1。在生活垃圾填埋场运行退役后，改运至开化县华埠镇垃圾焚烧处理厂。

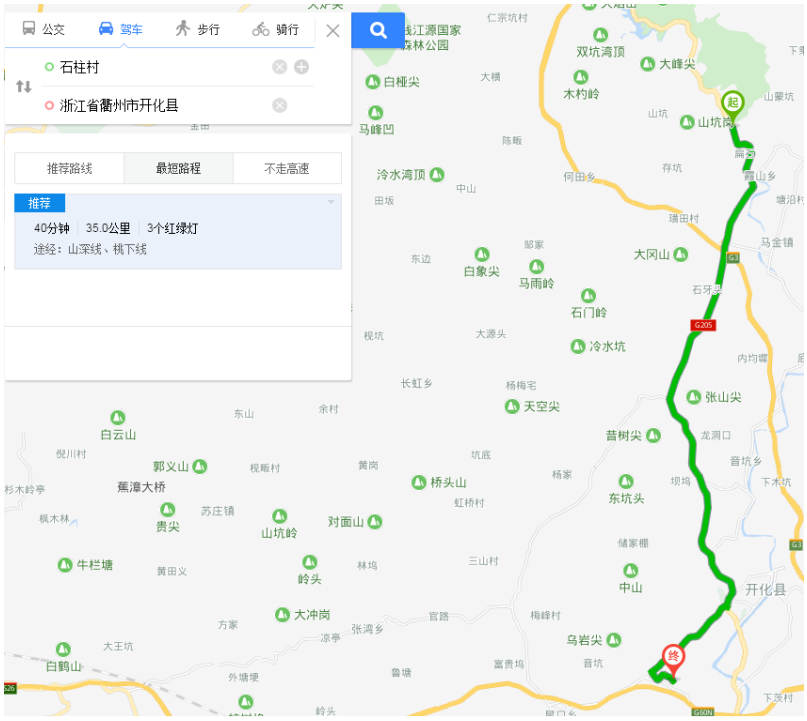


图 8.9-1　坝址到开化县生活填埋场的交通路线示意图

因此，本工程施工期枢纽区生活垃圾委托当地环卫部门定期清运处理，供水管线工程生活营地租用当地房屋为主，纳入当地进行处理。在各施工生产生活区、业主营地管理区及大坝施工区等区域放置垃圾桶，并派专人负责对垃圾箱区域和整个生活区场地面的清扫，以防止垃圾乱堆、乱弃，最终由当地环卫部门定期清运。本工程共设置大型垃

圾桶若干(枢纽施工区内设置 10 个、供水工程各施工区设置 1 个)和若干个小型垃圾桶，大型垃圾桶为两箱塑胶流动垃圾桶，采用硬塑料覆盖式，以减少臭气扩散，容积考虑市场常见的 240L，设置于施工区内道路两侧和营地内道路两侧。

7.9.1.3 施工期生产垃圾处置

施工辅助企业生产过程中产生的废物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材、蓄电池等可利用部分的经回收后再利用，无法利用的可出售至废品收购站资源化回收，不随意丢弃。剩余一些无回收价值的固体废物，与生活垃圾一起委托当地环卫部门清运处置。

工程弃渣及建筑垃圾如砖瓦、混凝土块、弃土等运至本工程弃渣场，若有剩余可用作复建交通工程道路回填、码头回填料。

施工期机械修配厂、汽车保养站内车辆维修和保养产生的废油、含油废纸、废布，以及含油废水处理产生的浮油和含油污泥均为危险废物，应委托有资质单位进行处理。

7.9.1.4 运行期生活垃圾处置

运行期固体废物主要为业主营地的生活垃圾和厂房内机组检修等产生的含油废纸、废布等。由于垃圾量较小，利用施工期设置的垃圾桶，集中收集后委托开化县当地环卫部门处理。含油废纸、废布等与机组检修收集的废油属于危险废物，须委托有资质的单位处置。

7.10 移民安置区环保措施

7.10.1 移民安置区环境保护措施

7.10.1.1 生活污水处理

开化县上茨安置点、马金镇星田安置点生活污水排放量分别为 446.18m^3/d、191.16m^3/d。安置点排水体制定为雨污分流制。根据《建筑给水排水设计规范》(GB50015-2010)的有关规定及安置区地质布置污水收集管网系统。

开化县城建有城市污水处理厂，设计处理规模 20000t/d，实际处理规模 12000t/d，采用 CAST+砂滤池处理工艺。马金镇建有马金集镇污水处理站，设计处理规模 1000t/d，采用 A2O+人工湿地+深度处理工艺，目前已满负荷运行。

从移民安置点所在区域来看，开化县城城市污水处理厂尚有 8000t/d 的处理能力，上茨安置点移民生活污水可以纳入污水处理厂进行处理。马金集镇污水处理站已满负荷运行，已不具备接纳能力，需要进行扩建，扩建规模建议为 1000t/d。马金镇生活污水处理站扩建工程应在移民搬迁之前建成。

7.10.1.2 固体废物处理

(1) 垃圾的来源和组成

运营期的固体废物主要为各安置点的生活垃圾，主要以有机厨余为主，此外塑料包装袋、纸类等相对含量较高。

(2) 垃圾收运系统

生活垃圾收纳入公共垃圾箱，全部实施袋装化和密闭式垃圾车的收集清运方式，由环卫车辆将垃圾从垃圾桶收集至附近乡镇垃圾转运站，垃圾转运站的生活垃圾由当地环卫部门定期外运至开化县垃圾处理场最终处置。

(3) 垃圾处置

根据涉及区域现有设施及垃圾处理措施现状情况，本阶段推荐新建移民安置点的生活垃圾处理现有马金镇、开化县城区的垃圾处理体系，集中收集后清运至开化县生活垃圾处理场最终处置。根据本阶段安置点规划，生活垃圾配套收运设施见表 8.10-1。

移民安置生活垃圾处理措施一览表

表 8.10-1

序号	安置点	规模(人)	生活垃圾重量(t/d)	生活垃圾容积(m^3/d)	垃圾桶(个)	垃圾收集点(个)	垃圾收集车(辆)
1	开化县上茨安置点	3305	3.31	1.98	66	1	1
2	马金镇星田安置点	1416	1.42	0.85	28	1	1
合计		4721	4.72	2.83	94	2	2

7.10.1.3 生态环境保护措施

根据本工程移民安置区的特点，对移民安置区的生态环境保护措施，采取工程措施与生物措施相结合的原则，合理利用土地资源。具体包括以下方面：

(1) 植被保护措施

① 移民安置区开发土地、新修公路等，禁止毁林开荒，禁止在 25°以上的陡坡地和水土流失严重、政府明令禁止开垦的地区开荒造地；土石方要进行合理的堆放，以减少对环境影响的范围和程度。

② 对于移民安置移民新村的建设，以及配套建设的交通道路等，均需要在工程设计中同时考虑水土保持措施；对不可避免要破坏天然植被的区域在工程结束后应结合水土保持方案进行植被恢复。

(2) 陆生动植物保护措施

在移民安置点建设过程中、移民迁入后大力开展生态环境保护宣传活动；严格在安

置点建设征地范围内施工，禁止占用、破坏施工征地红线外植被。在安置点建设过程中充分利用淹没区的建筑、木材等资源和原有旧料，对淹没区木材资源按归属进行合理调配，减轻由于移民建房和能源需要而产生的对森林资源的压力。

根据场地布置，在集中安置点内的空地、道路两侧、房前屋后进行绿化。植物群落结构以乔木、灌木、草坪相结合为主，街道两侧宜种植行道树，行道树以乡土乔木树种为主。

7.10.1.4 大气污染防治

(1) 优化施工方法、施工技术等进行减粉降尘；优先采用湿式作业，最大限度地减少粉尘的产生量。加强施工的科学化调度，提高车辆的工作效率。在物资运输过程中注意防止空气污染，经常清洗运输车辆。

(2) 施工期应加强对施工机械的科学管理，采用先进的施工方案，合理安排施工时间。

(3) 各移民安置点配置手推式洒水车 2 辆，并各配置 1 辆机动洒水车。在开挖、灰土搅拌站等施工区域进行洒水，非雨日每天洒水 3 次～5 次；对道路进行洒水降尘，非雨日每天洒水不少于 5 次。

(4) 施工作业人员应加强劳动安全和卫生保护，在环境空气受影响大的区域，工作人员必须配戴防尘口罩等个人防护用品。

7.10.1.5 噪声防治措施

(1) 选用较为先进的低噪声设备，给高噪声源旁的施工人员配戴防噪耳塞、耳罩等。

(2) 合理布局，使高噪声设备尽量远离各安置点所在地原有居民。

(3) 控制施工时间，禁止夜间施工。合理安排施工物料的运输时间。

7.10.1.6 人群健康保护措施

(1) 移民迁入安置区时，对生活区进行卫生处理，即采取消毒、杀虫、灭鼠等卫生措施，动员群众进行经常性的灭蚊、灭蝇和灭鼠等卫生运动；

(2) 对规划的移民新村饮用水水源进行分析化验，确保水质达到《生活饮用水水质卫生规范》，集中供水设施应定期消毒；另外，水库蓄水前，严格按《水库库底清理办法》的要求做好水库淹没区卫生清理工作，特别对厕所、粪坑、坟墓等污染源，必须根据具体情况进行消毒、深埋、焚烧或迁出库区，一方面保护库区及下游河道水质，同时减少传染病病源的传播。

7.10.2 专项设施环境保护措施

本工程区专业项目建设主要包括交通设施和电力、电信设施的改复建工程。专业项目将单独立项进行设计，单独开展环境影响评价，目前很多这些专项设施尚未完成规划设计工作，因此本报告书无法将其环评结论和措施纳入，仅提出原则性的措施要求。

(1) 交通设施规划设计中，路线方案应尽量避开生态敏感区和脆弱区，尽可能少占耕地和自然植被，并与村庄居民点保持适当的噪声防护距离，做好土石方平衡，尽量做到挖填平衡以减少弃渣量，弃渣应妥善堆置，做好拦挡和排水措施，施工中做好临时防护措施，施工结束后及时进行生态恢复。工程施工中应采用低尘、低噪工艺以降低粉尘和噪声对施工工人的影响，同时施工人员应配备必要的劳动卫生防护用品。

合理安排好桥梁施工时间，所涉桥梁尽量安排在枯水季施工。桥梁基础开挖、钻桩等建设过程中产生的泥浆均在护筒内，钻孔和清孔过程中泥浆钻渣输送至布置在桥梁附近的泥浆池、沉淀池中，无法回用的泥浆经沉淀后上清液回用于绿化或路面洒水，沉渣利用沉淀池进行固化后运至弃渣场堆置防护，严禁将泥浆直接排入河道。跨河大桥施工作业中的残、废油应分别存放并回收，对保养机具的油抹布应单独收集，并请有资质的单位处理。

各隧道施工废水设置隔油池和沉淀池处理达标后排放或回用于施工用水。控制施工注浆使用的水泥泄漏，并对进入隧道排水系统的注浆废液做净化达标处理，避免浆液污染洞外居民的生产、生活用水。

施工期施工人员尽量租用附近村庄民房，充分利用现有污水处理设施；距离村庄较远的施工场地，采用旱厕或化粪池对生活污水进行处理，并定期清运用于肥田。施工期含油废水设置隔油沉淀池，经沉淀池沉淀后上清液回用，不外排，浮油交给有资质的单位处理，严禁在施工场地任意冲洗车辆和机械。

(2) 电力、电信设施的改复建工程，应按相关要求选址，避免对生态造成大的影响，同时尽量利用开挖料回填基础，减少弃渣。

(3) 根据开化县文物主管部门的意见，结合文物普查点的保护价值和实际情况，对涉及的 3 处县级文物保护单位进行异地搬迁保护，对 2 处文物保护点进行异地搬迁保护，对 6 处不可移动文物普查登录点：其中古井进行井圈迁移、越石庙和亦顺堂 2 处进行原址淹没、剩余 3 处进行异地搬迁保护。

7.11 人群健康保护措施

7.11.1 综合防治措施

传染病的预防与控制的策略是预防为主，加强监测。工程区域相关疾病必须针对传

染源、传播途径和易感人群 3 个环节，采取下列综合防治措施：

(1) 工程人员进入施工区和移民迁入安置区时，对生活区和部分作业区进行卫生处理，即采取消毒、杀虫、灭鼠等卫生措施，对饮用水进行消毒。在人群中普及传染病防治知识，改善环境卫生，加强个人防护。

(2) 施工区、移民安置区集中式供水应使用生活饮用水净化、消毒设施，饮用水必须符合国家生活饮用水卫生标准，确保饮用水安全。分散式供水，必须做好水源的保护，保证饮水安全。移民安置区饮用水水源附近禁止设置污水池、粪堆(坑)、垃圾堆放场等污染源。

(3) 施工区采用成套污水处理设备处理生活污水，并对垃圾和粪便进行处置。

(4) 施工区和移民安置区严格执行《中华人民共和国食品卫生法》相应条款。

(5) 各级各类医疗、保健机构必须建立、健全消毒隔离制度，完善消毒措施，防止医源性传播。用于预防和治疗的血液制品中不得染有致病因子。

(6) 适龄儿童应当按照国家有关规定，接受预防接种。根据流行病学指征，有计划地对易感人群实施预防接种或预防服药。

(7) 移民安置后，防疫保健工作必须纳入属地同步管理，措施必须落实。在较大的移民安置区应建立卫生室负责防保工作。工程施工期和运行期，应该设立相应的防保机构负责防保工作。

为做好工程的卫生保障工作，对与工程相关的重点疾病必须采取重点的防治措施。

7.11.2 人群管理

水库蓄水淹没、运行时水位消落等将使鼠类、蚊虫等媒介生物的生境和分布范围发生改变，也将使人类与其接触的机会发生改变。工程施工期，由于居住较为集中，人口流动性较强，施工人员劳动强度大；且施工区易形成积水坑和卫生死角，利于蚊蝇滋生，加之临时生活区条件较差，容易引发各类疾病，势必对施工人员和当地居民健康产生一定影响，因此对工程涉及区域人群应予管理。移民安置区的人群管理由当地乡镇或村卫生室医务人员负责，施工区则要确立相应部门确定相关人员承担传染病预防工作。

(1) 传染病病人、病原携带者和疑似传染病病人不得从事易使传染病扩散的工作。

(2) 对适龄儿童实行有计划的预防接种制度。有条件的地区，可在易感人群中开展免疫接种工作。如甲肝疫苗、伤寒疫苗、流感疫苗等疫苗的注射。

(3) 在当地居民和施工人员中开展卫生知识宣传，普及常见传染病的相关知识。教育群众养成喝开水，食熟食，饭前便后洗净手，不随地吐痰和大小便的良好卫生习惯。

(4) 提高群众的保健和防病意识，出现相关症状后要早就医，早治疗。

7.11.3 食品卫生管理

工程建设将涉及原居住人口的迁移、大量外来施工和服务人员的迁入，易造成食物中毒和其他急性食源性疾病。

定期对公共餐饮场所进行卫生清理和卫生检查。发生食物中毒时应及时报告当地的卫生行政部门，对病人采取紧急处理，对中毒食品控制处理。

7.11.4 建立和健全医疗卫生机构

由于施工区距离开化县城相对较远，在施工区设置一处医疗机构(可利用现有生活营地)，配置必要的医疗设备、药品和一定数量的医护人员，负责对施工人员进行常见疾病的诊治、人群健康体检、预防接种和健康宣传教育，开展传染病的监测疫情报告和应急处理工作。

8 环境风险分析

8.1 评价目的

本工程投资规模较大、涉及范围较广、建设地点较集中、建设内容较多、施工工期较长、影响因素较多，工程建设和运行中可能存在一些不确定的突发性事故风险因素，造成一定的环境风险，诸如由于自然条件恶劣、人为操作失当等原因，可能在工程区域引起火灾、爆炸、污染物未经处理大量排放等风险事故，造成人身伤亡、环境危害等。因此，有必要进行环境风险分析，并采取必要的措施。

结合项目风险特征，本环境风险评价的主要内容为识别工程施工和运行期间，可能发生的风险环节和潜在事故隐患，确定潜在环境风险事故的影响程度，并提出事故防范措施和应急预案，提高风险管理水平，使项目的环境风险影响尽可能降到最低，达到安全施工、运行的目的。

8.2 风险识别与源项分析

8.2.1 风险源概况

(1) 爆炸、火灾及危险品运输事故源

工程建设期间由外界运入并使用大量炸药、油料，工程区进驻大量施工人员，可能发生爆炸、油料泄漏等事故，并引发生态破坏和水质污染等次生灾害。

(2) 污废水事故源

工程施工期间将产生一定的污废水，包括生产废水和生活污水，规划砂石料加工系统废水和混凝土拌和系统冲洗废水处理后回用于本系统生产用水，其他生产废水和生活污水处理达标均回用。在各处理系统正常运行下，对马金溪水体水质的影响较小，但在事故排放情况下，影响则增加，其中枢纽工程砂石料加工系统冲洗废水水量最大、浓度最高，砂石料加工系统废水产生量均为 168m^3/h，事故排放下 SS 浓度为 50000mg/L。

(3) 运行期水质风险源

经预测分析，本工程水库建成后库区水质较好，主库区总体处于贫～中营养化状态，库区局部区域可能发生富营养化。本工程水库有供水任务，水库水体污染及可能发生的富营养化，205 国道复建方案线路沿库布置且多次跨越开化水库库区段，均对供水水质保障存在一定风险。另外，工程建设导致下游径流量减少，叠加供水及灌区退水影响，下游河道水质可能存在变差的风险。

(4) 生态风险源

开化水库工程将采取绿化和生态恢复措施，针对道路及营地区进行绿化和施工迹地植被恢复，种植苗木或撒播草籽。本工程人工种植的植物种类如有入侵物种，将对区域生态系统产生一定的风险。

8.2.2 物质危险性识别

按《物质危险性标准》、《重大危险源辨别》(GBl8218-2000)、《职业性接触毒物危害程度分级》(GB50844-85)的相关规定，以及水利工程施工物资种类特点，工程涉及的危险性物质主要为石油、生态入侵物种等。

8.3 风险评价

工程存在潜在的事故风险和环境风险主要包括施工污废水未经处理直接大量排放和运行期洪水风险、交通事故产生水质风险等，以及施工期油库和炸药库发生事故的环境次生风险。本工程周边居民点较少，主要风险源与居民点均相对较远，目前无特殊生态敏感区和重要生态敏感区。根据《建设项目环境风险评价技术导则》中环境风险评价工作等级划分的规定，据此确定本工程环境风险评价工作等级为二级。

8.3.1 施工期危险品运输事故风险

(1) 风险识别

本工程运输的危险品主要为油料、炸药和雷管，其风险类型为可能存在运输过程中的油料泄漏和由于交通事故造成炸药、雷管等爆炸或倾倒入周边河道而污染水体。

(2) 源项分析

本工程施工期间危险品运输主要环境危害为油罐车运输油料过程中的油料泄漏和炸药或雷管在运输过程中倾倒入水体污染水质，以及事故发生爆炸引起森林火灾。

(3) 后果估算

本工程位于山区，危险品运输事故如若引发火灾，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物；如油罐车油料泄漏或炸药和雷管在运输过程中倾倒入水体，会对工程所在马金溪水系水质造成一定影响，甚至可能影响下游地表水源保护区水质，对该水源保护区水质造成影响。

(4) 风险评价

本工程施工期间的物资运输相对一般公路而言运输量较小，因此发生事故的概率很小。危险品运输是施工安全管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据其它水利工程施工情况，因交通事故发生爆炸或倾倒入水体的事故的概率很小。

8.3.2 森林火灾风险

(1) 风险识别

工程周围森林植被较好，在非雨季的季节可能发生火灾，因此火灾的主要危害因素是雷电、静电、电气火花、自燃、人为因素等。

(2) 源项分析

引起森林火灾的最主要危害因素为雷电和人为因素，其中雷电为自然不可抗力，人为因素主要是在林区吸烟、野外生活等。另外，工程施工期爆破作业的不规范，也可能引起森林火灾。

(3) 后果估算

工程库周森林植被较好，现有植被多为次生植被和人工植被，材积量较高，因此工程区一旦发生事故引发森林火灾，将造成较大的损失。

(4) 风险评价

工程施工期间，不允许施工人员进入施工区占地范围外的林区，施工炸药库、加油点等为整个施工区的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，易燃易爆器材使用时也规定了一定的安全防火范围。因此，工程施工的人为行为引起森林火灾的概率也较小。

8.3.3 施工期污废水事故排放风险

(1) 风险识别

施工期主要污废水为砂石料冲洗废水、混凝土系统冲洗废水、含油废水和施工生活污水等。工程建设期间各类污废水均进行处理并回用，在各处理系统正常运行情况下对马金溪及下游水体水质不会造成影响，但施工过程中可能因回用水泵或各污废水处理设施故障等情况造成污废水处理不及时，而发生事故排放，在汛期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，会造成水土流失，从而对水体水质造成影响。

(2) 源项分析

工程建设期间各类污废水均进行处理并回用，在各处理系统正常运行情况下对马金溪及下游水质不会造成影响，但在系统事故排放情况下可能对水体水质造成影响。

在暴雨径流期间，施工开挖面和各临时占地的汇流将携带大量的悬浮物，使河道内的悬浮物浓度大幅度提高，进而影响到下游水质。工程建设期间最大的废水来源为砂石料冲洗废水，施工期砂石料系统冲洗废水事故排放的可能原因主要有：

① 设备及电力原因导致的可能性

根据工程环保规划，砂石料冲洗废水处理系统主要的设备如砂水分离器和污水净化

器等为单套措施，故障时可能发生系统设备完全瘫痪导致事故排放。系统设有清水回用池，事故排放情况下，可作为临时短期的事故废水贮存池，由于砂石料废水中主要污染物为SS，其在清水池中停留一定时间后，出水SS浓度将有所降低。工程施工期的砂石料系统为施工区主要的用电设施之一，属较重要的供电对象，因此在电力供应和维护上具有较高的保证。

② 进水水质原因导致的可能性

工程环保设计中选择DH高效污水净化器脱污泥法对砂石料冲洗废水进行处理，该处理工艺效果好，且施工砂石料来源于同一料源，砂石料加工所需的单位用水量也较为稳定，因此生产废水中SS浓度变化不大，即进水水质负荷变化不大。因此，从进水水质角度分析，在设备正常运行的情况下，其导致的事故排放可能性不大。

③ 运行管理原因导致的可能性

工程建设单位将成立专门的施工期环保管理部门，并设置专/兼职和专业人员，开展施工期环境监理，负责和落实环保管理工作，检查环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题。

砂石料冲洗废水处理系统采用的DH高效污水净化器脱污泥法有一定的运行维护要求，因此存在由于运行管理不善而导致污废水事故排放的可能性。

(3) 后果估算

本工程位于Ⅱ类水功能区，一旦发生污废水事故泄漏排放可能对本河段水质和水功能造成不利影响。

(4) 风险评价

根据施工期事故排放预测结果，砂石料系统冲洗废水若未经处理发生事故排放，将对下游河道水质造成较大影响，若经处理后达到回用标准发生事故排放，则对下游河道水质影响相对较小。砂石料系统污染源较大，若发生事故排放可使河道中悬浮物浓度增值较大，施工期间存在一定的事故排放风险。

8.3.4 运行期水质污染和生态风险分析

8.3.4.1 水污染风险

本工程库区水环境功能要求为Ⅱ类，下游大部分河段也为Ⅱ类，水质目标较高。经预测分析，开化水库建成后库区水质可满足Ⅱ类水标准，正常情况下水库蓄水后不会发生库区水质污染的风险。

考虑到205国道复建方案线路沿库布置且多次跨越开化水库库区段，若发生危化品

车辆泄露，库区和下游水质将受到污染。建议进一步优化 205 国道复建方案，尽量减少运行期库区环境风险发生的可能性。

根据坝址下游水质影响预测，预测水平年 2030 年，坝址下游水质可以满足相应水标准。因此，在坝址下泄生态流量的情况下，坝址下游不会发生水质污染风险。

8.3.4.2 生态风险分析

(1) 生态调查不足风险

本工程评价区内分布有钱江源国家级森林公园、钱江源省级风景名胜区、钱江源国家公园，分布范围主要位于水库库尾等，其物种多样性较为丰富。限于调查难以完全覆盖所有植物，且工程所在区域水热条件较好，物种更新速度较快，可能存在部分珍稀保护物种未被调查到，受到施工及水库淹没等风险。

(2) 生态入侵风险

工程区以针叶林为主要植被类型，组成各植被类型、群落的优势种种类不多，群落稳定性一般，因此生物入侵的主要危害因素为人为带入的外来物种。工程实施景观绿化、植被恢复措施过程中，禁止使用易引起入侵的植物种类，优先选择乡土种、本地种或已被证明无入侵风险的物种；加强管理，不允许任何人将未知种类植物种植于工程区。根据其它类似工程情况，发生生物入侵事故的概率很小。

8.4 环境风险管理

8.4.1 环境风险防范措施

8.4.1.1 污废水处理系统环境风险防范措施

详见“7.2.5.1 砂石加工系统废水处理”。

8.4.1.2 森林火灾环境风险防范措施

(1) 严格执行野外用火和爆破的相关报批制度。

(2) 严禁施工人员私自野外用火，并做好宣教工作。

(3) 严格控制易燃易爆器材的使用。

(4) 制定和执行严格的爆破规程，爆破时采取有效隔离措施。

8.4.1.3 运行期水质污染风险防范措施

(1) 结合区域水污染防治计划，开展库区和坝下污染源治理。

(2) 按照水源地管理要求，保护开化水库库区水质。

(3) 在下游出现突发水质污染情况下，加大下泄流量，保护下游水环境。

(4) 建立应急响应机制，一旦发生水质污染事件，立即启动应急程序。

(5) 设置取水口水质自动监测系统，自动连续监测水源水质，预警突发性污染事故。

(6) 加强库周危险化学品运输的管理，结合水库水源保护区的划分及相关管理要求，禁止运输剧毒物品、危险废物的车辆通过 205 国道复建段。

(7) 库周复建公路必须建设地表径流收集系统，预防泄露化学品直接排入水库。

8.4.1.4 生态调查不足风险防范措施

(1) 本工程蓄水之前应开展水库清理生态专项调查报告编制工作，对淹没区物种进行复核。

(2) 施工过程中发现前期未调查到的珍稀保护动植物，应上报环保和林业主管部门，采取保护措施并征求同意后方可动工。

8.4.1.5 生物入侵风险防范措施

为保护工程周边生态系统稳定，须从程设计和管理两个方面着手，防范生物入侵风险：

(1) 禁止工程的景观绿化、植被措施等设计使用有入侵风险的物种。

(2) 严禁施工过程中带入外来物种。

(3) 发现入侵物种应及时向主管部门汇报。

8.4.2 环境风险应急预案

8.4.2.1 事故应急预案的体系定位及应急处置程序

根据国务院《国家突发公共事件总体应急预案》、《浙江省人民政府突发公共事件总体应急预案》确定的全国突发公共事件应急预案体系的划分原则，本工程应急预案体系为突发公共事件地方应急预案和环境污染和生态破坏事故应急预案。突发公共事件的应急处理程序主要包括以下 4 个方面：

(1) 信息报告

特别重大或者重大突发公共事件发生后，要立即报告上级应急指挥机构并通报有关地区和部门，最迟不得超过 4 小时。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

(2) 先期处置

突发公共事件发生后，在报告特别重大、重大突发公共事件信息的同时，要根据职责和规定的权限启动相关应急预案，及时、有效地进行处置，控制事态。

(3) 应急响应

对于先期处置未能有效控制事态的特别重大突发公共事件，要及时启动相关预案，由上一级应急指挥机构统一指挥或指导有关地区、部门开展处置工作。

现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作。

需要多个相关部门共同参与处置的突发公共事件，由该类突发公共事件的业务主管部门牵头，其他部门予以协助。

(4) 应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

8.4.2.2 危险事故应急预案

本工程的建设必然伴随潜在的危害，如果防范措施水平高，则事故的概率必然会降低，但仍然存在发生事故的可能。一旦发生事故，需要采取上述工程应急防范措施，控制和减小事故危害。并需制订应急预案，实施相关措施。

本工程突发事故主要涉及浙江省开化县，根据《国家突发公共事件总体应急预案》、《浙江省人民政府突发公共事件总体应急预案》等相关要求和说明，本工程事故应急应纳入省突发公共事件应急预案体系中，并据此确定本工程应急预案。

(1) 应急计划区

本工程应急计划区包括油料、爆破材料库区以及环境保护目标区，后者主要是周边居民点、植被和水域。应急事件包括火灾、爆炸事故、地表水体污染等。

(2) 应急组织机构、人员

① 应急领导机构

应急总领导机构为省人民政府突发公共事件应急委员会，作为协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地方应急领导机构由涉及的衢州市、开化县分管环保的市/县长、环保主管部门、环境监测站及其它相关各协作部门负责人组成。

现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、承包商单位分管环保的领导组成。

② 现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，火灾、爆炸时一般由地方上分管环保的县长担任现场指挥负责指挥应急反应行动的全过程；溢油事故应急行动由分管安全的县长负责指挥。

③ 应急救援人员

应急救援人员包括：A. 危险源控制组，主要是负责在紧急状态下的现场抢险作业，

及时控制危险源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业防护队伍；B. 伤员抢救组，负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责；C. 医疗救护组，负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作；D. 消防组，负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成；E. 安全疏散组，负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全监督部门、安全保卫人员和当地政府人员组成；F. 安全警戒组，负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责；H. 物资供应组，负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地县区政府负责；I. 环境监测组，负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地环保局负责；J. 专家咨询组，负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；K. 综合协调组，负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成；L. 善后处理组，负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。应急程序见图 7.4-1。

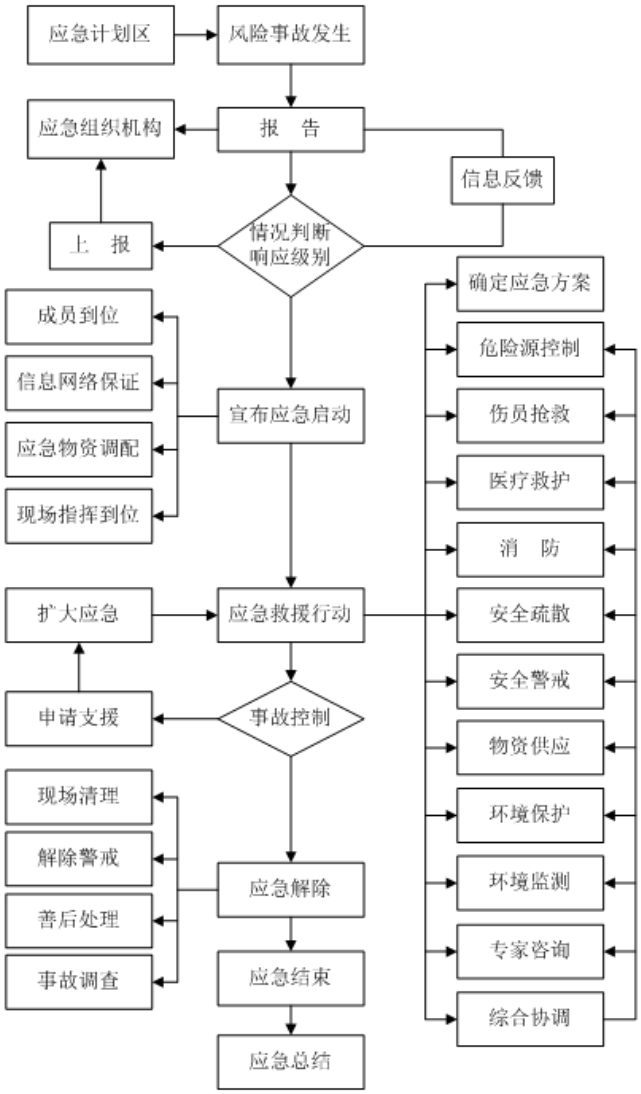


图 7.4-1 事故应急程序图

④ 预案分级响应

事故分为以下 4 个等级：特别重大(Ⅰ级)，重大(Ⅱ级)，较大(Ⅲ级)，一般(Ⅳ级)。针对不同事故等级，实行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，Ⅰ级、Ⅱ级响应：现场指挥在事故应急领导机构的统一领导下，具体安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因责任及

处理决定公布于众，接受社会的监督。Ⅲ级、Ⅳ级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作,防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。

因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

⑤ 应急救援保障

爆破材料库火灾和爆炸应急设备主要包括消防水池、消火栓、消防车等。

⑥ 报警、通讯联络方式

1) 报警方式：在施工管理区内设置报警电话，设置施工区火灾警报器；当地火警电话 119。

2) 应急通讯：应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系；现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用一频道(消防频道)；如无线通讯中断，应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

3) 信息报送程序：发生环境风险事故时，必须及时上报，按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后，报告应急领导机构和其它相关部门、上级部门，报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

⑦ 应急监测、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场，对事故原因、性质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作，及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见，并发布应急监测简报，对事故出现后周围的安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据，确保群众和救援人员的安全防护。

⑧ 应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处置，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

⑨ 人员疏散、撤离组织计划

受灾区域内被围困人员由安全疏散组负责搜救；警戒区域内无关人员由建设单位配

合安全疏散组实施紧急疏散。

当事故可能危及周边地区较大范围人员安全时，现场指挥应综合专家组及有关部门的意见，及时向领导小组提出实施群体性人员紧急疏散的建议，建议应当明确疏散的范围、时间与方向。

现场指挥应当及时发布事故信息，经领导小组批准，及时发布周边地区人员紧急疏散的公告；当地政府及各有关部门，应当按照领导小组的指令，及时、有序、全面、安全地实施人员疏散，妥善解决疏散人员的临时生活保障问题。

⑩ 事故应急救援关闭程序与恢复措施

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。

建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除危害因素。

善后处理组针对事故对人体、动植物、土壤、水体、空气造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

⑪ 应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。

每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行一次应急演习，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面的实战船能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

⑫ 公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民进行宣传教育，并发布相关信息。

8.4.2.3 生态风险事故应急预案

(1) 领导机构

浙江省生态环境主管部门、水务主管部门、自然资源主管部门及本工程建设单位共

同成立应急小组作为领导机构，在建设单位内设立应急办公室，作为日常办事和执行机构。

(2) 现场处置

重大生态用水、生态风险事故应急处置由应急小组或办公室及有关单位调集人员组成，受应急领导小组和办公室的调度派遣，负责事故现场的指挥、协调、调查等工作。

(3) 信息联络

重大生态用水、生态风险事故应急信息联络由应急办公室负责，开展与现场监理通信联系、保障信息传递畅通、及时将相关信息报告至应急领导小组和应急办公室的领导。

(4) 应急处置

重大生态用水、生态风险事故发生后，应急办公室立即行动，做好汇报及各部门信息联络工作。水质污染发生时应及时通知下游各用水户，开化水库及时响应，加大泄放流量；生态用水不足时，需要优先保障河道生态用水；在施工及清库过程中发现珍稀保护动植物，立即停止相关作业，汇报应急小组领导；发现入侵生物种，及时汇报应急小组领导和自然资源主管部门，采取专业应急措施。

向上级部门汇报的内容主要包括事故类型、发生时间、地点、原因、危害程度和损失情况等。应急结束后，应在 10 个工作日内向上级单位汇报处理结果、采取的措施和效果、潜在的风险、社会影响和有关遗留问题。

9 环境管理与监控计划

9.1 环境管理计划

9.1.1 环境管理目的

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。开化水库工程环境管理目的在于保证内工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程施工和运行产生的不利环境影响得到减免，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

9.1.2 环境管理原则

(1) 预防为主、防治结合的原则

开化水库工程在施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

(2) 分级管理原则

工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

(3) 相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国现行环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

(4) 针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

9.1.3 环境管理目标

(1) 保证各项环境保护措施按照工程环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

(2) 预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放、合理回用，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到环境功能区划要求的标准。

(3) 水土流失和生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。

(4) 做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病率，避免传染病爆发和蔓延。

(5) 理清工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进工区环境美化，争创环保优秀工程。

9.1.4 环境管理体系

开化水库工程环境管理分为外部管理和内部管理两大部分，并纳入整个开化水库工程环境管理体系之中。

(1) 外部管理

指国家及地方环境保护行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对各工程建设阶段进行不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。

本工程外部环境管理体系由浙江省生态环境保护厅和衢州市、开化县环保局组成。

(2) 内部管理

指建设单位、施工单位和工程运行管理单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保护措施，并对工程的建设过程和活动按环保要求进行管理。

内部管理分为工程施工期和运行期。工程施工期及运行期由建设单位负责组织实施，对工程环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。内部环境管理体系由建设单位和施工单位分级管理，分别成立专/兼职环境管理机构。

9.1.5 环境管理机构设置及其职责

建设单位须设立环境管理机构，负责确定其环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

环境管理机构主要职责如下：

(1) 宣传、贯彻、执行国家和地方有关环境保护的政策、法律、法规，熟悉相关技术标准，确定工程环境保护方针和环境保护目标，制定环境保护管理办法；

(2) 负责落实环保经费，按照审批的设计文件要求和施工现场实际，按计划落实工程项目建设全过程的生态与环境保护工作，主要包括生态与环境保护工作计划的编制、环境监测与保护措施的落实、专题调查与研究、环境信息统计以及各阶段验收和专项验收等。

(3) 协调处理并配合国家、地方各级环境保护行政主管部门环境保护监督检查，协

调处理各有关部门的环保工作，指导、检查、考核各施工承包单位环境保护管理机构的建设运行及施工期和运行期环保设施的实施、运行情况等；

(4) 及时处理施工和运行过程中出现的环境问题，建立建设单位内部、外部环境保护信息定期、不定期报送制度。

9.1.6 环境管理制度

(1) 环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

(2) 分级管理制度

建立由各参建单位分工负责的环境保护分级管理制度。在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治和生态保护设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，建设单位环境保护办公室负责定期检查，并将检查结果上报建设单位，对检查中所发现的问题通报监理部门，由监理部门督促施工单位整改。在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治和生态保护设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，环境监理联合工程监理进行日常监督检查，建设单位环境保护中心负责定期检查，对检查中所发现的问题通报监理部门，由监理部门督促施工单位整改。

(3) 监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。委托具备相应监测资质的机构，按环境监测计划要求对工程区域及周围的环境质量进行定期监测，及时提交监测成果，并根据环境监测结果，适时优化调整环境保护措施。

(4) “三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的环境保护措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。

(5) 制定突发事故的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方环境保护行政主管部门接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理。

(6)　宣传、培训制度

为增强工程建设者(包括管理人员和施工人员)的环境保护意识，建设单位环境管理机构应经常采取广播、宣传栏、专题讲座等方法对工程参建人员进行环境保护宣传，提高环保意识，使其都能自觉地参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为。

对环境保护专业技术人员应定期进行业务培训，同时组织考察学习，以提高其业务水平。

9.1.7　主要管理任务

本工程建设主要管理任务及其实施要求、实施时间、责任单位、业主责任等详见表9.1-1。

施工及运行阶段环境管理任务一览表

表 9.1-1

环境因子	管理任务	实施方式	实施时间	实施机构	业主职责
水环境	砂石加工系统废水处理	处理后回用	三同时	承包商	负责有关事务安排，拟定协议，支付费用，监督设施运行
	混凝土拌和系统废水处理	处理后回用	三同时	承包商	同上
	施工工厂区废水处理	处理后回用	三同时	承包商	同上
	生活污水处理	处理后回用	三同时	承包商、业主	负责承包商营地有关事务安排，拟定协议，支付费用，监督设施运行；业主营地措施的落实。
	分层取水	结合大坝枢纽建设叠梁门分层取水设施	运行期	业主	运行、监测
	水质保护	划分保护区	运行期	政府、业主	配合实施和管理
陆生生态	陆生生态修复	结合水土保持植物措施，进行陆生生态修复。	整个施工期	承包商	根据工程进展及时实施生态修复
	珍稀植物保护	聘用专业技术人员，对施工区范围内进行地毯式调查，对新发现的珍稀植物进行就地保护或移植保护	施工及水库蓄水前	承包商、业主	监督实施和管理
	野生动物保护	加强生态保护宣传教育，施工	施工期	业主、承	督促管理，制定制度

		前对地块进行调查确认，发现动物的卵和幼体应进行保护，并报告野生动物保护部门。		包商	
水生生态	生境保护与修复	开展栖息地保护	施工期、初期蓄水期、运行期	业主及地方渔业主管部门	委托专业机构进行设计，实施时拨付经费
	过鱼设施	在开化坝址设置过鱼设施	初期蓄水、运行期	业主	委托专业机构进行设计，实施时拨付经费
	下泄生态流量	一般时期下泄最小流量1.87m^3/s，4～9月汛期最小泄放3.74m^3/s	初期蓄水、运行期	业主	委托专业机构进行设计，实施时拨付经费
	鱼类增殖放流	建设鱼类增殖站，进行鱼苗放流	工程截流前及以后	业主	委托专业机构进行设计，实施时拨付经费
	其它鱼类保护措施	加强渔政管理、人工鱼巢	施工期及以后	地方渔政部门、业主	配合地方政府开展相关工作
环境空气	砂石料与混凝土系统粉尘削减与控制	湿法工艺、除尘设备、洒水	三同时	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况
	交通粉尘削减与控制	道路清扫、洒水	施工期	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况
	施工现场扬尘控制	道路清洁、洒水，易起尘堆料覆盖	施工期	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况
声环境	交通噪声控制	在交通沿线敏感区设立限速标志和禁鸣标志；选用低噪声车辆；禁止鸣放高音喇叭。	进场时和运行中	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况
	偶发噪声控制	控制爆破规模和爆破时间	施工期	承包商	提出控制性要求
	固定噪声源控制	选用低噪声机械设备和工艺；安装吸声、消声、隔声装置降噪；加强施工设备的维护和保养；合理安排生产时间，控制夜间生产；实行封闭施工。	施工机械设备投入运行之前/之时	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况，监测实施效果。
固体废物	生活垃圾处置	分类收集，外运至开化县垃圾处理厂处置	人员进入营地后即实施	承包商或业主	监督检查
	施工区废物处置	分拣，金属、木材、纸张、塑料等回收，土石类送弃渣场	整个建设期	承包商	监督检查
人群健康	病原生物管理	消灭传播媒介，清除积污水	人员进入营地时及以后	承包商	定期检查
	饮用水管理	水源保护、消毒	施工期	业主、承包商	制定保护办法，实施水质净化，监测饮用水和水源水质
	环境卫生	设立临时厕所；生活区修建化	人员进入营	承包商	负责有关事务安排，

		粪池，定期清理。	地时及以后		支付费用，监督检查。
	人员健康	定期体检	同上	承包商或业主	审查体检进度，监督后续医疗
	饮食卫生	营地食堂卫生定期检查	同上	承包商或业主	定期向卫生部门工作人员咨询
	工伤预防与救护	爆破、高空作业	生产活动中	承包商	检查，在施工区设置一处医疗机构
移民安置	生活污水处理	地埋式成套设备	三同时	移民安置办	监督、检查
	生活垃圾处置	垃圾房、外运	三同时	移民安置办	监督、检查
	生态保护	宣教，绿化、水保措施	安置点建设及之后	移民安置办	监督、检查
	人群健康保护	水源保护和消毒、杀灭传播媒介、粪便和垃圾无害化处置	安置点建设及之后	移民安置办	监督、检查

9.1.8 环境保护宣传和培训计划

对环境保护管理和专业技术人员应定期邀请环保专家进行讲学、培训，同时组织考察学习，以提高其业务水平。

为了提高广大施工人员的生态环境保护意识，利用各种机会和场合进行环境保护宣传活动。

9.2 环境监理计划

9.2.1 环境监理目的

为保证工程环境保护措施(包括水保措施)得以全面落实和达到预期效果，本工程需单独实施环境监理。全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决施工过程中出现的环境问题。使环境管理工作融入整个工程建设过程中，变事后管理为过程管理，变单纯的强制性管理为强制性和指导性相结合，从而使环境保护由被动治理污染和破坏变为主动预防和过程治理。

9.2.2 环境监理作用

开化水库工程施工期环境监理的作用主要有：

(1) 预防功能：预测工程建设过程中可能出现的环境问题，预先采取措施进行防范，以达到减少环境污染、保护生态环境的目的。

(2) 制约功能：工程建设涉及的环境保护工作受到各种因素的影响，对此需要对各单位、各环节的工作进行及时检查、牵制和调节，以保证整个过程的平衡协调。

(3) 参与功能：环境监理单位作为独立、公正的第三方，参与工程建设全过程的环保工作。对与工程有关的重大环境问题参与决策。

(4) 反馈功能：监理单位在对监理对象的监督、检查过程中可以及时发现被监理单位和被监理事项中存在的问题，收集大量的信息，并随时对信息进行反馈，为有关单位提供改进工作的科学依据。

(5) 促进功能：环境监理的约束机制不仅有限制功能，而且有促进功能，可以促进环保工作向规范化方向发展，更好地完成防治环境污染和生态破坏的任务。

9.2.3 环境监理与工程其他单位的关系

(1) 环境监理与工程监理的关系

环境监理是工程监理的一个组成部分，但又具有相对的独立性。环境监理工作实行环境监理总工程师负责制，环境监理工程师对承包商违反环保条款的行为提出书面处理意见，经环境监理总工程师签发后下发承包商执行。具体由各标中的环保人员负责监督执行，并将结果反馈给环境监理总工程师。但对施工过程中出现的重大环境问题，特别是与工程进度有直接关系的环境事件，须与工程监理相协调。

(2) 环境监理与业主、承包商的关系

环境监理是业主和承包商之外的经济独立第三方。它严格按照合同条款独立、公正地开展工作，即在维护业主利益的同时，也必须维护承包商的合法权益。业主与环境监理的关系是经济法律关系中的委托协作关系，业主与承包商间的关系只是一种经济合同关系。业主与承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。环境监理与承包商的关系是一种工作关系，即工程施工环保工作中的监理与被监理关系。环境监理的存在构成业主、监理、承包商三方相互制约的环境管理格局。

(3) 环境监理与环境监测的关系

环境监理与环境监测是一种互为补充的关系，在环境管理中两者缺一不可。环境监测是工程区环境要素状况的动态反映，是环境管理与环境监理工作的重要依据。监测数据服务于监理，监理工程师可以根据施工进度提出监测方案调整意见，并通过业主反馈给环境监测单位。

9.2.4 环境监理工作依据

(1) 环境监理合同；

(2) 发包人与施工承包人签订的正式合同或协议；

(3) 工程的施工图纸与文件；

(4) 水利工程施工监理规范；

(5) 国家的法律、行政法规、水利工程建设监理及水利建设的部门规章和技术标准及工程所在地的地方法规；

(6) 国家或国家授权部门与机构批准的工程项目建设文件；

(7) 发包人指定使用的与本工程的有关制度、办法和规定；

(8) 生态环境部批复的《浙江省开化县开化水库工程环境影响报告书》，水利部批复的《浙江省开化县开化水库工程水土保持方案报告书》。

9.2.5 环境监理目标

(1) 进度目标：环保措施制定与执行进度保持与工程进度同步。

(2) 质量目标：环保工程措施质量满足设计要求，

(3) 投资目标：工程措施的费用控制在施工合同规定的相应额度内，环保措施费的使用按业主的有关规定执行。

(4) 环境保护目标：污染治理、生态保护、环境质量达到经国家生态环境部批复的《浙江省开化县开化水库工程环境影响报告书》的相关要求。

9.2.6 环境监理机构设置和工作方式

根据本工程规模和施工规划，结合主体工程施工规划要求，在工程现场设置专门的环境监理机构，环境监理部设置专职监理人员。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据，发现问题后，立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

9.2.7 环境监理工作方法和程序

(1) 工作方法

主要有：① 进行日常的监理巡视检查；② 出现异常现象时，由建设单位委托环境监测单位进行必要的监测；③ 下发指令性文件，如整改通知等；④ 组织召开环境例会；⑤ 提交工程环境监理季报、环境监理年报及其他报告；⑥ 审查承包商环境保护工作季报和考评承包商的环境保护工作等。

(2) 环境监理工作程序

工程环境监理是工程监理的重要组成部分，与工程监理地位相同，其工作程序见图9.2-1。

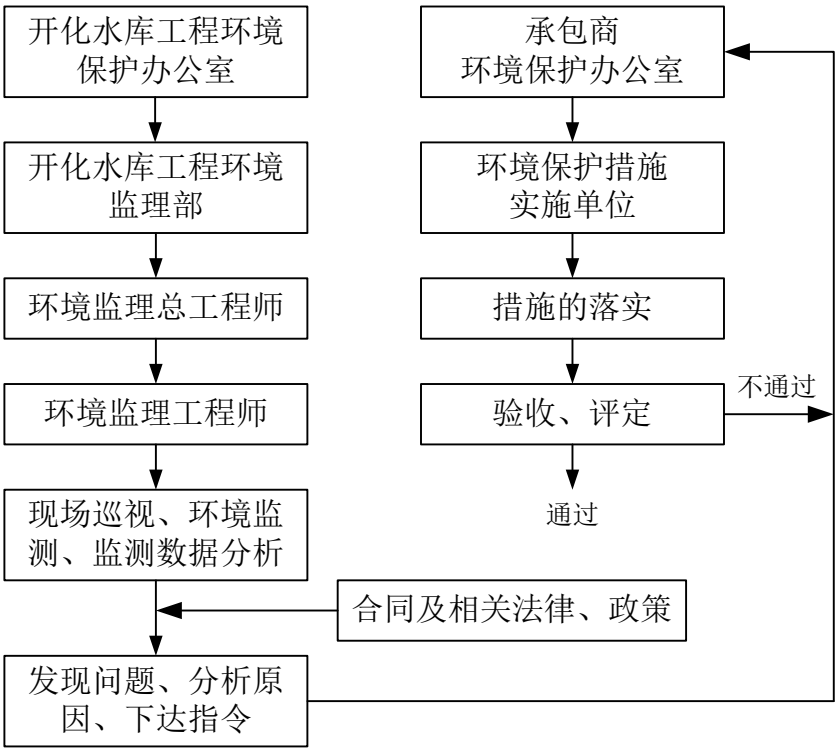


图 9.2-1　开化水库工程环境监理工作程序图

9.2.8　环境监理工作范围和职责

(1)　工作范围

环境监理工作范围包括所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域，包括工程枢纽区、供水管线、施工场地、生活营地、场内外公路、水库淹没区、渣料场、移民安置区等所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。

(2)　职责

①　依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督、检查承包商或环保措施实施单位对工程区环保措施的费用、实施进度、质量及效果。

②　指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

③　根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

④　审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

⑤　加强现场的监控，重点监督检查生产废水收集和处理系统、水土保持措施的施工质量、运行情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限

期处理改进。

⑥ 对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

9.2.9 环境监理工作制度

(1) 工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况做出工作记录(监理日志)，重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，当时发生的主要环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，以及监理工程师对问题的处理意见。

(2) 报告制度

监理部每月向工程建设环保管理办公室提交一份环境监理月报，概述该月的环境监理工作情况，说明施工区的环境状况，指出主要的环境问题，提出处理意见，检查与监督处理结果。每半年提交阶段性评估报告，对半年的环境监理工作进行总结。

(3) 函件来往制度

环境监理工程师与承包商双方需要办理的事宜都是通过函件进行传递或确认的。监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，都是通过下发问题通知单的形式，通知承包商需要采取的纠正或处理措施。

(4) 环境例会制度

环境监理部定期会同工程建设环保管理办公室、设计单位、承包商环境保护管理办公室召开环境例会。通过环境例会，承包商对本标的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标的环境保护工作进行全面评议，肯定工作中的成绩，提出存在问题及整改要求。每次会议都需形成会议纪要。

9.3 环境监测计划

9.3.1 水环境监测计划

(1) 监测目的

了解工程建设及运行中水污染源强、污废水处理设施和水温减缓措施的效果，以及工程施工和建成运行对水环境的实际影响。

(2) 监测位置、项目及时间

① 施工期

工程水环境监测包括马金溪干流地表水水质监测、污废水水质监测和生活饮用水水源水质监测，以及地下水监测，并结合工程布置，其监测断面/点的布设、监测项目、监

测周期、时段和频率见表 9.3-1。

工程施工期水环境监测位置、项目及时间一览表

表 9.3-1

监测类型	编号	监测断面/点位置	监测项目	监测周期、时段及频率
马金溪干流地表水水质监测	SS1	施工区背景断面，坝址上游1km	水温、pH、石油类、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷、氨氮、粪大肠菌群及硫化物等 11 项	施工期每年丰、枯期各监测 1 次。
	SS2	施工区控制断面，枢纽施工区		
	SS3	施工区下游控制断面，枢纽施工区下游 500m		
污废水水质监测	WF1	砂石料加工系统废水处理末端	pH、SS、废水流量	每半年监测进水、出水水质，并记录处理水量。
	WF2	混凝土拌和楼系统废水处理末端		
	WF3	枢纽生活办公区生活污水排放口	pH、悬浮物、动植物油、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷、氨氮、粪大肠菌群、污水流量	施工期每半年监测 1 期，每期监测 2 天，每天监测 2 次(上、下午各 1 次)
饮用水源监测	YY1	施工区供水站水池	《生活饮用水水源水质标准》中基本项目	施工期每年 1 次
地下水监测	DX1	左坝肩	水位观测	施工期每月观测 1 次，直至观测孔废止
	DX2	右坝肩		
	DX3	引水隧洞		

② 运行期

1) 运行期水质监测

运行期水环境监测点位包括开化水库库尾、坝址处、马金镇产卵场、池淮溪汇口及业主营地生活污水处理末端，具体监测项目、监测周期等见表 9.3-2 所示。

运行期水环境监测位置、项目及时间一览表

表 9.3-2

编号	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
YX1	开化水库库尾	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、氟化物、镉、六价铬、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、汞、砷、铁、锰、悬浮物共 23 项	初期蓄水监测 1 次，竣工环境保护验收监测 1 次	每年 2 期，丰、枯各 1 期
YX2	库中			
YX3	坝址处			
YX4	马金镇产卵场			
YX5	池淮溪汇口			
YX6	华埠镇			
YX7	业主营地生活污水处理末端	pH、悬浮物、动植物油、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷、氨氮、粪大肠菌群、	竣工环境保护验收监测 1 次，3 天	

		污水流量	

2)　运行期水温监测

为掌握开化水库运行后水文情势的改变对河流水温的影响，布置 4 个表层水温和 4 个垂向水温观测断面，水温观测断面位置和监测技术要求见表 9.3-3。

水温观测点位布设及技术要求情况一览表

表 9.3-3

序号	站名	位置	监测参数	监测频率及时间
1	齐溪水库	马金溪源头	垂向水温	垂向每隔 2m 布置 1 个测点，每月 1 次
2	开化库中		垂向水温	
3	坝址上游 1km	开化水库坝前	垂向水温	
4	齐溪坝下	开化水库库尾	表层水温	各观测点布置 1 个测点，每月 1 次
5	开化坝下	开化坝址	表层水温	
6	马金产卵场	马金镇	表层水温	
7	密赛	密赛水文站	表层水温	
8	华埠镇	华埠水电站	表层水温	

(3)　采样及分析方法

各监测断面/点的采样点布设、采样及分析方法，均按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002)、《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2004)、《环境影响评价技术导则　地下水环境》(HJ 610-2011)等有关规定执行。

(4)　监测单位

建议采用合同管理方式，委托当地具有相应监测或测量资质的单位承担。

9.3.2　环境空气监测计划

(1)　监测目的

了解工程施工期大气污染源强及其对环境空气质量的实际影响。

(2)　监测点位布设及监测技术要求

环境空气质量监测点位及监测项目、监测周期、监测时段和监测频率详见表 9.3-4。

(3)　监测分析方法

按照《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)和《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T194-2005)中规定的有关方法执行。

(4)　资料整编及保存

按《环境监测技术规范》的相关规定执行。原始监测资料及整编成果 3 份交开化水

库工程筹备组存档备查。

(5) 监测人员及仪器设备

建议采用合同管理方式，委托当地具有相应监测资质的单位承担。

环境空气监测点位及监测技术要求一览表

表 9.3-4

编号	环境要素	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
SQ1	居民点	石柱村	TSP、PM_{10}和 NO_2	施工期	每年监测 1 次，取春季代表性的 5 天有效数据，连续 24h 监测
SQ2	施工区	坝址下游左岸生活区			
SQ3	居民点	芹阳街道			

9.3.3 声环境监测计划

(1) 监测目的

掌握工程施工噪声源强及其对声环境的实际影响。

(2) 监测点位布设及监测技术要求

噪声监测点及监测项目、监测周期、监测时段和监测频率详见表 9.3-5。

声环境监测点位及监测技术要求一览表

表 9.3-5

编号	环境要素	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
ZS1	居民点	石柱村	L_{Aeq}	施工期	LAeq 每年每季监测 1 天，每天昼、夜各监测 1 次
ZS2	施工区	坝址下游左岸生活区			
ZS3	居民点	芹阳街道			

(2) 监测分析方法

监测方法按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)和《建筑施工场界噪声测量方法》(GB12524-90)中规定的有关方法执行。

(3) 资料整编及保存

按《环境监测技术规范》的相关规定执行。原始监测资料及整编成果 3 份交开化水库工程筹备组存档备查。

(4) 监测人员及仪器设备

建议采用合同管理方式，委托当地具有相应监测资质的单位承担。

9.3.4 陆生生态监测计划

(1)　调查目的

了解工程施工和运行对陆生生态的影响，掌握陆生生态修复及其它保护措施的实际效果，为工程陆生生态环境保护及流域环境管理提供依据。

(2)　监测内容

根据工程建设对陆生生态环境影响特征以及陆生生态变化趋势特点，陆生生态监测内容包括以下几个方面：

①　陆生植被监测

根据工程区热带雨林植被特征，在工程库区典型地段选择监测点，并设置固定样地监测植被演替变化特征。

②　植被恢复效果监测

为获取实施植被恢复措施效果并为验收提供依据，需定期对料场区等恢复迹地进行生态监测，包括植物成活率、植被覆盖率、植物种类变化等。

③　陆生动物监测

由于开化水库工程涉及范围大，水库蓄水后库区陆生动物动态变化情况需通过长期监测进行，重点为珍稀濒危物种种群动态变化、主要物种种群动态变化以及栖息生境变化。

④　生境监测

为掌握工程建设后库周陆生生境条件变化，需对工程建成后库区生境条件进行监测，包括小气候、土壤等。

(3)　调查监测频次

工程生态监测时间主要为工程建设期和运行期，其中工程施工期监测 1 期，蓄水后以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测。试运行期监测纳入到开化水库工程主体工程竣工验收监测计划中，工程竣工后监测调查 1 期。

施工期陆生生态监测时间及频次一览表

表 9.3-6

监测内容	监测时间及频期
陆生植被监测	水库蓄水前调查 1 期；蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测；每期监测在一个年度内分别进行雨季和旱季 2 次监测
植被恢复效果监测	生态修复工程实施后，每 2 年调查 1 期，共调查 3 期
陆生动物监测	水库蓄水前调查 1 期；蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测；重点关注的珍稀保护物种每年观测 1 次。
生境监测	水库蓄水前调查 1 期；蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测。

(4) 监测方法

① 植被和植物监测

监测点：分别在坝址两岸、库区、库尾两岸各选择 1 处监测点，共 3 处监测点。

样带调查法：每个监测点分别布置水平样带、垂直样带各 1 条。水平样带布置于水库淹没线以上 100m 范围内，宽 30m、长 1000m(根据监测点的具体条件，可分左右岸各设置长 500m 样带各 1 条)；垂直样带布置于水库淹没线至周边高高程点范围内。每个样带用 GPS 记录其地理位置，并作永久标记，供运行期监测使用。

植被调查法：将样带按 50m 长划分为 20 个样方，依次记录各样方的植物种类、大小和数量。乔木植物：逐株测量树高、胸径、冠幅；灌木植物：在每个样方内系统设置 5 个 5m×5m 小样方，逐种记录丛(株)数、每丛记录高度、丛径、株数；草本植物：在每个灌木样方内系统设置 1 个 2m×2m 小样方，逐种记录丛(株)数、每丛记录高度、丛径。

植物调查法：在样带内调查记录所有植物物种，记录每种乔木植物的株数，灌木和草本植物按 5 级记录其相对数量。

② 植被恢复效果监测

在植被恢复初期，在料场区等各施工迹地设置 10～20 个 5m×5m 或 2m×2m 小样方，对小样方内植物生长情况进行调查，包括成活率、萌发情况、幼树长势、植被覆盖率、植物种类变化等。

③ 陆生动物监测

分别在坝址、库区、库尾各选择 1～2 处监测点。鉴于陆生脊椎动物种群较小，统计在调查区域能见到的所有兽类、爬行类、两栖类、鸟类的物种及其数量。

A 兽类及爬行类野生动物调查

陆生动物调查采用相对数量调查方法中的样带调查法。通常在大面积调查中只可能调查总面积的一部分(调查的面积不得少于栖息面积的 10%)，经数理统计估算动物数量。

陆生动物的调查选择在 7 月份调查 1 次，此时野生动物活动比较活跃。采用随机抽样的方法，在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2～3 条，路线的长度和宽度可以是固定的，也可以是变化的。本调查方法的原理为先求出样带(样本)的密度(观测值)，再求出样带的平均密度(样本平均值)，以平均密度作为被调查动物总体密度的均值，推算出总的数量。

B 两栖类野生动物调查

根据当地两栖类资源和生境特点，各监测点设置 2 条样带，样带长为 50m，宽为 5m。根据已有关于本区域两栖类的资料，样带全部选择调查水域生境。调查日期选择两栖类繁殖季节即 4～7 月进行，观察两栖类的实体和叫声，并记录两栖类种类、数量、生境类型等。

C 鸟类野生动物调查

鸟类调查采用样线法。在各监测点设定 2 条长 1km 的样线，以 0.5～1km/h 的步行速度，沿着设定好的样线，记录在调查样线两侧各 50m 范围(包括空中)见到或听到的鸟类种类和数量，每种鸟种的数量取其在调查中最高能被记录到的个体数量。

④ 小气候和土壤监测

与植被(植物)监测同步进行，在固定样地内设置小气候自动监测仪，对地面生态环境及多种气象要素(温度、湿度、风速、风向、气压、雨量、太阳辐射、蒸发、热通量、土壤温度、土壤湿度、CO_2 等)进行定时自动采集。

土壤调查项目主要为土壤层厚度、土壤容重、土壤含水率以及与反映土壤储水能力的土壤非毛管孔隙度，其中土壤层厚度、土壤容重为普查项目(调查 1 次)，而对地下水变化响应较为明显的土壤含水率进行长期性调查。

(5) 调查监测单位

委托具有相应技术实力的企事业单位承担。

施工期陆生生态监测点位一览表

表 9.3-7

监测内容	监测点位
陆生植被监测	坝址、库区、库尾各选择 1 处监测点，共 3 处监测点
植被恢复效果监测	料场区等植被修复区，设置 10～20 个样方
陆生动物监测	坝址、库区、库尾各选择 1～2 处监测点
生境监测	同植被监测

9.3.5 水生生态监测计划

9.3.5.1 监测方案

(1) 过鱼设施效果监测

水库蓄水后应开展过鱼设施效果监测评估，包括集鱼效果、过鱼效果、放流效果监测评估等。

① 集鱼效果监测

主要内容有：

1) 监测评估在各种运行情况和尾水条件下，鱼类是否都能聚集进入集鱼池。

2) 进口的光、色、水流条件和影响鱼类寻找进口的其它因素。

3) 下游水位涨落对进口水流条件和鱼类寻找进口的影响。

4) 记录最有利的进鱼条件、进口水流、水深、光色，进鱼量最大的时间和季节。

5) 进行标志投鱼试验，估算正常运行情况下的进鱼比例。

② 过鱼效果监测评估

主要内容有：

1) 过鱼能力的监测；

2) 鱼类损伤情况监测；

3) 升鱼系统与集鱼系统及放鱼系统之间的衔接程度监测，是否存在改进之处。

③ 放鱼效果监测评估

主要内容有：

1) 不同放鱼地点对鱼类上溯能力影响的评估；

2) 不同鱼类其最佳放流生境的监测。

(2) 增殖放流效果监测

① 调查点位

为调查开化水库工程增殖放流活动对恢复水生生态环境的效果，结合鱼类增殖站的标志放流工作，对开化水库蓄水前后的水生生态环境变化进行监测，共设 3 个监测断面，分别为齐溪库区、开化库区、马金溪龙潭，各断面可根据具体情况适当调整。

② 调查内容

1) 环境要素监测：水温、pH、溶解氧、COD、BOD_5、悬浮物、总磷、总氮、氨氮。其中部分要素的监测可结合水环境监测计划进行。

2) 水生生物监测：叶绿素 a 含量、浮游生物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量。

3) 鱼类集合和种群动态：鱼类的种类组成、种群结构、资源量，重点监测珍稀保护及濒危鱼类、特有鱼类以及主要经济鱼类的种群动态及组成变化。进行水库蓄水前后的对比，反映增殖放流后对本工程上下游的鱼类种类和资源量的改善作用。

4) 鱼类产卵场与繁殖生态：鱼类种类、早期资源组成与比例、时空分布、繁殖量、水文要素(温度、流速、水位)、产卵场的分布与规模、繁殖时间和频次。

③ 调查方法

按照《内陆水域渔业自然资源调查规范》等有关要求进行。

(3) 栖息地保护效果监测

① 河道水文监测，包括典型断面的流量、水深、流速、泥沙、水温、河床变化情况等。

② 河道水质监测，将结合库区水质环境监测实施方案。

③ 水生生态监测，包括浮游植物、浮游动物、底栖动物、维管束植物、鱼类区系组成、鱼类资源量及分布情况、鱼类“三场”情况。

(4) 水生生态影响监测

在池淮溪、马尪溪、齐溪水库库区、开化水库库区、马金溪龙潭各设置 1 个监测点，监测内容包括各水文要素、浮游植物、浮游动物、底栖动物、维管束植物，鱼类鱼卵、仔、稚鱼种类组成、数量分布、渔获物种类组成、优势种、数量分布以及重要水生动物等。

9.3.5.2 调查监测计划

本项目水生生态监测主要包括过鱼设施效果监测、增殖放流效果监测、人工鱼巢效果监测、栖息地保护效果监测和水生生态影响监测；监测时段分为施工期、蓄水前、竣工验收前和运行期；监测时间主要为鱼类产卵期及鱼类生态敏感期。具体监测计划见表 9.3-8 所示。

施工期、蓄水前、竣工验收前监测费用纳入本工程环境保护投资(见 10.3.6 节)，运行期费用纳入工程运行费用。

本项目水生生态相关监测计划一览表

表 9.3-8

监测方案		施工期	蓄水前	竣工验收前	运行期
过鱼设施效果监测	次数	/	/	1 次	过鱼设施运行期间持续监测
	时间	/	/	4～7 月	
增殖放流效果监测	次数	/	/	1 次	竣工环境保护验收后的第 1、5、10 年，分别对增殖放流效果进行评估
	时间	/	/	4～7 月	
栖息地保护效果监测	次数	/	1 次	1 次	前 3 年每年监测 1 次，3 年每 3 年 1 次
	时间	/	4～7 月		
水生生态影响监测	次数	1 次	1 次	1 次	前 3 年每年监测 1 次，3 年后每 3 年 1 次
	时间	4～7 月			

9.3.5.3 调查单位

由业主委托具有相应技术实力的科研调查单位共同承担。

9.3.6 人群健康调查计划

(1) 调查目的

掌握施工人群的健康状况，以便及时采取人群健康保护对策。

(2) 调查内容、时间

人群健康调查仅施工期，每年对施工人员进行抽样检疫 1 次，检疫人数为施工区总人数的 10%；每年对食堂工作人员进行定期检查。结合工程区域近年主要传染病和地方病流行状况，重点检疫疾病为鼠疫、细菌性痢疾、甲型肝炎和疟疾等。

每年定期调查疾病媒介生物，如蚊、鼠、苍蝇、蟑螂、螨、跳蚤和虱子等。

(3) 调查单位

建议采用合同管理方式，委托当地具备相应资质的卫生防疫部门承担。

9.3.7 移民安置区环境监测计划

(1) 生活污水水质监测计划

① 监测目的

掌握开化移民安置区生活饮用水水质及污水处理设施出水水质，保证饮用水水质、集中居民点污水处理设施出水水质满足相应卫生、环保要求。

② 监测点布设

在移民安置区水源、污水处理设施出水口各布设 1 个监测点。

③ 监测频率及时间

在移民安置区建成投产后连续监测 3 年，每年监测 1 次。

④ 监测方法

按《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)要求执行。监测项目为 pH、SS、COD、BOD_5、TP、TN、粪大肠菌群共 7 项。

⑤ 监测单位

建议采用合同管理方式，委托当地具备相应资质的环境监测单位承担。

(2) 人群健康调查计划

① 调查目的

掌握移民的主要传染病发病情况，制定并采取及时的传染病防治计划，减免移民搬迁可能带来的人群健康影响，降低移民安置区传染病发病率，提高移民人群健康质量。

② 调查内容、时间

移民人群健康调查分为普查和定点跟踪调查。在移民搬迁安置前，对所有的移民进行 1 次普查；移民安置后，对本工程移民安置区移民进行定点跟踪调查，人数为该移民安置区总人数的 30%，连续调查 2 年，每年在 5 月份左右进行 1 次。

重点检疫疾病为水痘、腮腺炎、鼠疫、细菌性痢疾等。

同期调查疾病媒介生物，如苍蝇、鼠、蟑螂、螨、跳蚤和虱子等。

③ 调查单位

建议采用合同管理方式，委托当地具备相应资质的卫生防疫部门承担。

9.4 环境保护竣工验收

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》有关要求，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。结合表 9.4-1 分阶段环境保护工程建设要求，开化水库工程环境保护工程验收计划如下：

(1) 蓄水阶段验收

① 施工期部分环境保护工程土建工程验收

施工期阶段环境保护工程验收主要是针对施工期内须开展建设的环境保护工程进行验收，以落实和督促其按要求及时建设。

② 施工期环境保护工程运行阶段验收

主要是针对施工期间已实施的环境保护工程的运行情况进行阶段验收，如施工废水处理系统运行情况验收、生活营地污水处理设施运行情况验收、施工迹地临时修复措施验收、垃圾收集和清运情况验收等。

③ 验收重点

施工期污废水处理措施、水库蓄水及运行期下泄流量环保调度方案、生态流量泄放设施、分层取水设施、过鱼设施、鱼类增殖放流站、栖息地保护措施、珍稀濒危保护植物移栽情况及移民专项环评应作为主要验收内容。

(2) 竣工环保验收

主要是工程竣工后的环境保护工程验收，按照有关规定实施，验收内容包括开化工程各阶段各项环境保护设施，如污废水处理系统和监测、生态修复和监测措施等。项目竣工后，应按规定程序完成竣工环境保护验收。

若工程或环保措施发生重大变更必须重新报批环境影响报告书。工程自批复之日起 5 年内未开工建设，本批复文件自动失效，建设单位需重新报审环评文件。项目建成竣

工环保验收运行 3～5 年，应开展环境影响后评价工作。

“三同时”环境保护验收一览表

表 9.4-1

阶段	环境要素		环保措施	验收内容及重点	验收要求
蓄水验收	地表水	生产废水	砂石料冲洗废水处理	废水处理设施建成情况，废水处理设施、运行情况以及处理效果	满足设计要求，能够正常投运，处理回用于本系统，不排放
			混凝土拌合系统废水处理		
			含油废水处理		处理后用于施工区洒水
		生活污水	业主营地和承包商营地生活污水处理，临时厕所	业主营地和承包商营地污水处理设施设计、建成情况，污水处理设施、运行情况以及处理效果	满足设计要求，能够正常投运，处理后用于绿化
	地下水	地下水监测	施工前开展地下水监测	监测报告	满足本报告提出监测内容要求
	生态环境	土壤	对施工场地的表土进行剥离	表土堆存场的使用情况	满足表土剥离要求
		陆生动植物	施工期环境管理	管理措施实施情况	对陆生动植物不产生明显影响
			植物移栽	水库淹没区珍稀保护植物和古树移栽保护情况	移栽植物成活
		水生生态	设置鱼类增殖站	鱼类增殖站建设、运行情况	开展增殖放流工作。
			过鱼设施	升鱼机建成、运行情况及过鱼效果；马金溪干流 10 个小水电补建成鱼道	满足设计要求，能够正常投运，实现过鱼目的
			设置生态流量泄放设施	检查生态流量泄放设施设置情况；齐溪水库闸门改造落实情况	满足设计，并能够实现下泄流量过程要求
	库底清理		按照相关规范要求进行库底清理	清理设计以及实施情况	满足规范要求

“三同时”环境保护验收一览表

续表 8.4-1

阶段	环境要素		环保措施	验收内容及重点	验收要求
蓄水阶段	噪声	施工噪声	管理和控制措施	管理措施实施情况	满足区域环境功能要求
	大气	施工场地	洒水降尘等	洒水降尘设施、洒水频率以及效果	满足区域环境功能要求
	固体废物		工程弃渣堆放至指定弃渣场；生活垃圾进行统一收集，外运填埋处置	弃渣堆放情况；垃圾箱、垃圾池设置情况，垃圾外运处置情况	弃渣按要求堆放；生活垃圾无害化处理
竣工验收	地表水	业主营地生活污水	一体化设备处理	污水处理设施、影响调查及运行情况	处理后用于绿化
	固体废物		生活垃圾进行统一收集，外运填埋处置	垃圾箱、垃圾池设置情况，垃圾外运日出管理	外运处置
	生态环境	施工迹地植被恢复	各施工迹地清理后开展植被恢复或复垦	植被恢复效果以及影响	满足水保方案和本报告植被恢复要求
		鱼类资源量	鱼类增殖放流站	鱼类增殖站建设、运行情况	满足鱼类增殖放流规模要求
		鱼类栖息地	干流及池淮溪、马尪溪鱼类栖息地保护	华埠水电站补建过鱼设施	满足鱼类栖息生境要求
		鱼类洄游通道	修建开化、补建华埠过鱼设施	过鱼设施的建设情况和运行效果	满足鱼类上行的要求
	移民安置区	生活污水	污水处理站处理后排放	污水处理设施建设、运行情况	排放去向落实
		生活垃圾	集中收集后外运处理	垃圾收集设施会以及外运情况	无害化处理

10 环境保护投资估算与经济损益分析

10.1 编制依据

(1) 水利部《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL359-2006) ；

(2) 国家计委投资[1999]1340 号“关于加强对基本建设大中型项目概算中价差预备费管理有关问题的通知”；

(3) 农村移民安置区参照水库概算相关标准及定额进行编制；

(4) 现行有关定额和费用标准及当地询价；

(5) 涉及材料基础单价与主体工程相同。

10.2 编制原则

(1) 环境保护作为工程建设的一项重要内容，其概算依据、价格水平年与主体工程一致；

(2) 枢纽工程本身具有的环境保护功能设施的费用列入枢纽工程概算，本概算不再重复计列；

(3) 主要材料价格及建筑工程单价与主体工程一致。

10.3 费用构成

工程环境保护投资估算按措施内容划分，包括水土保持工程费用、水环境保护工程费用、环境空气保护工程费用、声环境保护工程费用、陆生动植物保护工程费用、生活垃圾处置工程费用、人群健康保护费用、环境监测费用和运行费用。按照项目划分，又可分为枢纽建筑物、建设征地移民安置、独立费用等部分。

开化水库工程环境保护投资费用概算见表 10.3-1，总投资费用 19898.85 万元，其中枢纽建筑工程环保投资 17088.24 万元，建设征地移民安置环境保护投资 257.62 万元，独立费用 2162.82 万元，基本预备费 390.17 万元。

开化水库工程环境保护投资概算表

表 10.3-1　　单位：万元

序号	项　　目	费用(万元)	备注
第一部分：枢纽建筑环境保护投资		17088.24	
一	水土保持	5082.27	
1	工程措施	2375.18	
2	植物措施	2248.36	
3	施工临时工程	458.73	
二	水环境保护措施	3235.68	
1	施工期水环境保护措施	3066.84	
1.1	砂石料冲洗废水处理系统	2572.19	
1.2	混凝土拌和系统废水处理系统	227.08	
1.3	含油废水处理系统	56.59	
1.4	枢纽区生活污水处理系统	156.46	
1.5	供水管线生活区生活污水处理系统	40.60	
1.6	基坑废水处理系统	13.92	
2	运行期水环境保护措施	168.84	
2.1	厂房生活污水处理系统	15.84	
2.2	厂房含油废水处理系统	48.00	
2.3	库区水质保护措施	25.00	
2.4	齐溪水库闸门改造	80.00	
三	大气环境保护工程	377.60	
1	砂石和混凝土系统除尘	112.00	
2	道路洒水、清扫	265.60	
四	声环境保护工程	81.50	
1	限速禁鸣标志	1.50	
2	隔声屏障	30.00	
3	通风隔声窗	50	
五	生活垃圾处理工程	90.39	
1	垃圾收集设施	26.80	
2	垃圾运输处置费	63.59	
六	生态环境保护措施	7438.85	
1	陆生生态保护措施	139.33	
1.1	陆生生态修复	0.00	纳入水保
1.2	陆生植物保护	59.33	
1.3	陆生生态保护宣传等	80.00	
2	水生生态保护措施	7299.52	
2.1	干流水电站补建过鱼设施	756.58	10 座小水电
2.2	鱼类栖息生境保护	2000.00	
2.3	本工程过鱼设施	1892.94	
2.4	鱼类增殖放流站	2500.00	
2.5	渔政管理	150.00	
七	人群健康保护工程	100.74	
1	卫生清理	14.00	
2	卫生检疫和健康检查	26.74	
3	卫生防疫站	60.00	
八	环境监测和调查工程	681.20	
1	水土保持监测	101.00	

2	水环境监测	57.00	
3	大气环境监测	9.60	
4	声环境监测	1.60	
5	陆生生态调查	80.00	
6	水生生态调查	360.00	
7	人群健康监测	72.00	
第二部分：建设征地及移民安置		257.62	
一	迁移人口安置区环保投资	234.38	
1	生活污水处理	200.00	
2	生活垃圾处置	13.88	
3	生态环境保护措施	3.00	
4	环境空气和声环境保护措施	7.00	
5	人群健康保护	10.00	
6	环境监测	0.50	
二	专业项目处理环保投资	23.24	
1	水环境保护	3.00	
2	生活垃圾处理	0.54	
3	生态环境保护措施	3.00	
4	环境空气和声环境保护措施	12.00	
5	环境监测	4.70	
第三部分：独立费用		2162.82	
一	项目建设管理费	1555.72	
1	建设管理费	462.93	按第一部分的 2.70%，第二部分的 0.6%
2	环境监理费	398.95	按第一、二部分的 2.3%
3	咨询服务费	433.65	按第一、二部分总和的 2.5%
4	项目技术经济评估审查费	86.73	按第一、二部分总和的 0.5%
5	项目验收	173.46	按第一、二部分总和的 1%
二	科研勘察设计费	607.10	
1	施工科研试验费	86.73	按第一、二部分的 0.5%
2	勘察设计费	520.38	按第一、二部分的 3%
基本预备费		390.17	按一～三部分总和的 2%
静态总投资		19898.85	

10.3.1　水环境保护措施投资费用

本工程污废水处理费用主要包括砂石料冲洗废水处理系统、混凝土拌和楼冲洗废水处理系统、含油废水处理系统、营地生活污水处理系统、运行期厂房含油废水处理系统、运行期厂房生活污水处理系统、齐溪水库闸门改造等，合计 3235.68 万元。

施工期污、废水处理工程投资概算表

表 10.3-2

序号	工程或费用名称	单位	单价(元)		数量	费用(万元)	备注
			设备费	建安费			
一	砂石料冲洗废水处理系统					2572.19	
1	土建费					645.47	
1.1	土方开挖	m^3		22.99	8189.61	18.83	

1.2	石方开挖	m^3		57.85	2047.41	11.84	
1.3	土石方回填	m^3		25.96	3074.85	7.98	
1.4	混凝土	m^3		646.79	2411.31	155.96	
1.5	钢筋	t		8508.00	289.35	246.18	
1.6	砖砌	m^3		400.00	3217.47	128.70	
1.7	浆砌块石	m^3		257.96	2945.37	75.98	
2	设备及安装费					1070.34	
2.1	管道及安装	项				68.58	
2.1.1	铸铁管	t		15000	20.10	30.14	
2.1.2	铸铁管件	t		20000	10.05	20.09	
2.1.3	钢管	t		7150	14.07	10.06	
2.1.4	钢管件	t		9750	7.04	6.86	
2.1.5	不锈钢栏杆	m		201.96	71.00	1.43	
2.2	设备及安装					1001.76	
2.2.1	砂水分离器	套	200000	40000	4	96.00	
2.2.2	DH 高效旋流净化器	套	715000	143000	4	343.20	
2.2.3	高效混凝混合器	套	27000	5400	4	12.96	
2.2.4	加药装置	套	50000	10000	4	24.00	
2.2.5	污水提升泵	套	12000	2400	4	5.76	
2.2.6	陶瓷压滤机	套	1400000	280000	3	504.00	
2.2.7	清水泵	套	5000	1000	4	2.40	
2.2.8	渣浆泵	套	25000	5000	4	12.00	
2.2.9	电磁流量计	套	3000	600	4	1.44	
3	运行费					856.38	
3.1	消耗性材料费	t		3000	449.35	134.80	
3.2	检修维护费	年		126880	3	38.06	
3.3	动力费	年		1837350	3	551.21	
3.4	人工费					72.00	
3.4.1	负责人	人.年		60000.00	3	18.00	1 人
3.4.2	普通工人	人.年		30000.00	18	54.00	6 人
3.5	污泥处置费	t		10.00	60302.48	60.30	
二	混凝土拌和系统废水处理系统					227.08	
1	土建费					67.67	
1.1	土方开挖	m^3		22.99	762.05	1.75	
1.2	石方开挖	m^3		57.85	190.56	1.10	
1.3	土石方回填	m^3		25.96	382.37	0.99	
1.4	混凝土	m^3		646.79	355.20	22.97	
1.5	钢筋	t		8508.00	42.62	36.26	
1.6	浆砌块石	m^3		257.96	177.60	4.58	

2	设备及安装费					103.82	
2.1	管道及安装	项				97.82	
2.1.1	铸铁管	t		15000	27.82	41.73	
2.1.2	铸铁管件	t		20000	13.91	27.82	
2.1.3	钢管	t		7150	19.47	13.92	
2.1.4	钢管件	t		9750	9.74	9.49	
2.1.5	不锈钢栏杆	m		201.96	240.00	4.85	
2.2	设备及安装					6.00	
2.2.1	回用水泵	套	25000	5000	2	6.00	
3	运行费					55.60	
3.1	消耗性材料费	t		3000	151.767	45.53	
3.2	检修维护费	年		714	3	0.21	
3.3	动力费	年		1569	3	0.47	
3.4	人工费	人.年				9.00	
3.4.1	普通工人	人.年		30000	3	9.00	
3.5	污泥处置费	t		10	384.52	0.38	
三	含油废水处理系统					56.59	
1	土建费					11.34	
1.1	土方开挖	m^3		22.99	106.65	0.25	
1.2	石方开挖	m^3		57.85	26.66	0.15	
1.3	土石方回填	m^3		25.96	37.91	0.10	
1.4	混凝土	m^3		646.79	55.55	3.59	
1.5	钢筋	t		8508.00	6.67	5.67	
1.6	砖砌	m^3		400.00	17.65	0.71	
1.7	浆砌块石	m^3		257.96	33.74	0.87	
2	设备及安装费					19.97	
2.1	管道及安装	项				18.53	
2.1.1	铸铁管	t		15000	3.24	4.86	
2.1.2	铸铁管件	t		20000	1.62	3.24	
2.1.3	钢管	t		7150	2.27	1.62	
2.1.4	钢管件	t		9750	9.04	8.81	
2.2	设备及安装					1.44	
2.2.1	潜污泵	套	12000	2400	1	1.44	
3	运行费					25.28	
3.1	检修维护费	年		1200	3	0.36	
3.2	动力费	年		2489	3	0.75	
3.3	人工费	人.年				24.00	
3.3.1	普通工人	人.年		30000	8	24.00	
3.4	污泥处置费	t		10	170.32	0.17	
四	枢纽施工生活污水处理系统					156.46	

1	土建费					61.68	
1.1	土方开挖	m^3		22.99	731.52	1.68	
1.2	石方开挖	m^3		57.85	182.88	1.06	
1.3	土石方回填	m^3		25.96	323.21	0.84	
1.4	混凝土	m^3		646.79	320.56	20.73	
1.5	钢筋	t		8508.00	38.47	32.73	
1.6	砖砌	m^3		400.00	6.08	0.24	
1.7	浆砌块石	m^3		257.96	170.41	4.40	
2	设备及安装费					56.71	
2.1	管道及安装	项				29.11	
2.1.1	铸铁管	t		15000	8.71	13.07	
2.1.2	铸铁管件	t		20000	4.36	8.71	
2.1.3	钢管	t		7150	6.10	4.36	
2.1.4	钢管件	t		9750	3.05	2.97	
2.2	设备及安装					27.60	
2.2.1	成套污水处理设备	套	200000	40000	1	24.00	
2.2.2	潜水无堵塞泵	套	15000	3000	2	3.60	
3	运行费					38.07	
3.1	消耗性材料费	t		3000	8.58	2.58	
3.2	检修维护费	年		21500	3.00	6.45	
3.3	动力费	年		3551	3.00	1.07	
3.4	人工费	人.年				27.00	
3.4.1	负责人	人.年		60000	3.00	18.00	
3.4.2	普通工人	人.年		30000	3.00	9.00	
3.5	污泥处置费	t		50	196.42	0.98	
五	供水管线生活区生活污水处理系统					40.60	
1	临时厕所	个	5000		80.00	40.00	
2	运行费					24.60	
2.1	检修维护费	年		2000	3.00	0.60	
2.2	普通工人	人.年		30000	8.00	24.00	
六	基坑废水处理系统					13.92	
1	运行费					13.92	
1.1	消耗性材料费	t		3000	12	3.60	
1.2	动力费	年		2400	3	0.72	
1.3	人工费	人.年		30000	3	9.00	
1.4	污泥处置费	t		50	120	0.60	
合计						2910.38	

运行期水环境保护工程投资概算表

表 10.3-3

序号	工程或费用名称	单位	单价(元)		数量	费用(万元)	备注
			设备费	建安费			
一	厂房生活污水处理系统					15.84	
1	设备及安装费					15.84	
1.1	化粪池	座	12000	2400	1	1.44	5-12A2 型
1.2	成套污水处理设备	套	120000	24000	1	14.40	DW2-1
2	运行费					0.00	纳入工程运行费
二	厂房含油废水处理系统					48.00	
1	设备及安装费					48.00	
1.1	油水分离设备	套	400000	80000	1	48.00	
2	运行费					0.00	纳入工程运行费
三	库区水质保护措施					25.00	
1	水源保护标识	处	1000	500	20	3.00	
2	库区水质在线监测系统	套	50000	5000	4	22.00	
三	齐溪水库闸门改造	项	600000	200000	1	80	
合计						168.84	

10.3.2　环境空气和声环境保护措施投资费用

本工程施工区大气污染防治费用包括砂石料、混凝土、渣场、各个施工区域及交通粉尘消减与控制措施，费用合计 377.60 万元，具体详见表 10.3-4。

施工期环境空气保护投资概算表

表 10.3-4

序号	处理措施	单位	数量	单价(元)	总计(万元)	备注
一	**砂石和混凝土系统除尘**				**112.0**	
1	设备费	套	2	400000	80	除尘设备
2	运行费用	年	4	80000	32	
二	**道路洒水、清扫**				**265.6**	
1	枢纽区洒水车	辆	1	200000	20	
2	供水工程区洒水车	辆	8	50000	40	
3	司机人工费	人•年	3	40000	108	
4	车辆维护保养费	辆•年	4	10000	4	
5	车辆油耗	辆•年	4	10000	36	
6	清扫工人	人•年	16	36000	57.6	4 名清扫工

三	**施工场地洒水**				/	由承包商定期人工洒水
四	**道路两侧绿化**				/	纳入工程投资
合　计					**377.6**	

声环境保护投资主要包括设立限速、隔声屏障等费用，共 81.50 万元，具体见表 10.3-6。机械防振底座的安装、维护等费用列入工程费用中，不再计算。

施工期声环境保护投资概算表

表 10.3-5

序号	项目	单位	数量	单价(元)	小计(万元)
1	限速禁鸣标志	处	3	5000	1.5
2	砂石料加工系统降噪	m	1000	300	30
3	通风隔声窗	户	50	4000	50
合　计					81.5

10.3.3　生态保护费用

(1)　陆生植物保护

陆生植物保护主要为珍稀保护植物和古树移栽保护，费用合计 59.33 万元。

古树移栽保护投资一览表

表 10.3-6

序号	工程或费用名称	经济技术指标			大树数量(株)	合计(万元)
		单位	单价(元)	数量		
1	截枝	工日	200	20	6	2.40
2	挖根					11.40
2.1	机械设备	台班	8000	2	6	9.60
2.2	人工费	工日	200	15	6	1.80
3	吊装					15.84
3.1	机械设备	台班	8000	3	6	14.40
3.2	人工费	工日	200	12	6	1.44
4	运输	台班	4000	3	6	7.20
5	支撑木杆	根	80	6	6	0.29
6	定植打窝					10.20
6.1	机械设备	台班	8000	2	6	9.60
6.2	人工费	工日	200	5	6	0.60
7	辅助材料	套	10000	1	6	6.00
8	后期管理	年	10000	1	6	6.00
合计						**59.33**

(2)　陆生动物保护

陆生动物保护及宣传教育费用主要为对施工人员进行保护野生动物和自然植被的宣传教育，合计 80.0 万元。

陆生动物保护及宣传教育投资概算表

表 10.3-7

序号	工程或费用名称	单位	单价(万元)	数量	费用(万元)
1	宣传费	次	2	10	20
2	宣传标识牌	个	1.5	20	30
3	动物救治费	项	1.5	20	30
4	合　计				80

(3)　水生生态保护

本工程水生生态保护投资合计为 7299.52 万元，主要包括鱼类栖息生境保护 2000 万元、干流小水电补建过鱼设施 756.58、过鱼设施 1892.92 万元、鱼类增殖放流站 2500 万元、渔政管理 150 万元。

其中鱼类栖息生境保护费考虑将 10 座需要改建的小水电堰坝纳入本项目，按照 2 座橡胶坝补建鱼道、2 座土石坝和 6 座翻板坝补建过鱼堰，工程投资 756.58 万元。

马金水电站（橡胶坝）补建过鱼设施投资概算表

表 10.3-8

序号	项目	单位	工程量	单价（元）	小计（万元）
1	土方开挖	m^3	6599	14.47	9.55
2	回填砂砾料	m^3	1128	25.96	2.93
3	C15 砼垫层	m^3	113	113.6	1.28
4	C25 砼底板、侧墙	m^3	1016	547.45	55.62
5	排架及启闭机室梁板柱混凝土 C25	m^3	48	573.13	2.75
6	C25 砼护坡	m^3	226	328.19	7.42
7	碎石垫层	m^3	158	215.47	3.40
8	C30 砼隔板	m^3	54	859.58	4.64
9	C30 砼交通桥	m^3	8	862.56	0.69
10	钢筋制安	t	87	7561.48	65.78
11	橡胶止水	m	132	945	12.47
12	草皮护坡	m^2	734	58.19	4.27
13	PVC 排水管 ϕ100	m	245	20	0.49
14	φ600 搅拌桩@1m（单长 5m）	m	72	76	0.55
15	闸门（含金属配件）	套	2	15000	3.00
16	螺杆式启闭机	台	2	60000	12.00

17	合计				186.85

金溪水电站（土石坝）补建过鱼设施投资概算表

表 10.3-9

序号	项目	单位	工程量	单价（元）	小计（万元）
1	原堰体开挖	m^3	799	57.85	4.62
2	原堰体修复	m^3	351	646.79	22.70
3	砂砾石开挖	m^3	114	57.85	0.66
4	C25F50 砼堰体	m^3	266	573.13	15.25
5	C25F50 砼挡墙	m^3	79	859.58	6.79
6	钢筋制安	t	17	7561.48	12.85
7	固结灌浆	m	185	852.44	15.77
8	帷幕灌浆	m	35	724.61	2.54
9	闸门（含金属配件）	套	1	20000	2.00
10	合计				83.18

华埠水电站（翻板坝）补建过鱼设施投资概算表

表 10.3-10

序号	项目	单位	工程量	单价（元）	小计（万元）
1	拆除闸门	扇	1	10000	1.00
2	拆除原砼结构	m^3	42	460	1.93
3	砂砾石开挖	m^3	70	57.85	0.40
4	C25F50 砼堰体	m^3	107	573.13	6.13
5	C25F50 砼挡墙	m^3	54	859.58	4.64
6	钢筋制安	t	9	7561.48	6.81
7	固结灌浆	m	113	852.44	9.63
8	帷幕灌浆	m	35	700	2.45
9	橡胶止水	m	15	724.61	1.09
10	闸门（含金属配件）	套	1	20000	2.00
11	合计				36.09

10.3.4　生活垃圾处置费用

工程生活垃圾拟考虑采用外运至开化县垃圾填埋场处置，外运处置包括输运费用及垃圾填埋场处置费等，费用共计 90.39 万元。

生活垃圾处置概算表

表 10.3-11

序号	项目	单位	数量	单价(元)	总价(万元)	备注
一	垃圾收集设施				26.80	
1	大型垃圾桶	个	40	450	1.8	
2	5m³ 收集车	辆	1	250000	25	

二	垃圾运输处置费				63.59	
1	垃圾收集费	t	2139	250	53.48	含收集人员工资
2	垃圾外运费	km t	29958.4	1.5	4.49	距开化县生活垃圾卫生填埋场32km
3	垃圾最终处置费	t	936.2	60	5.62	
合计					90.39	

10.3.5　移民安置环保措施费用

建设征地移民安置环境保护措施费用概算合计 257.62 万元，其中移民安置环保投资为 234.38 万元，专业项目处理环保投资为 23.24 万元。

移民安置环境保护措施投资概算表

表 10.3-12

项　　目		单位	数量	单价(元)	费用(万元)	备　　注
一	**移民安置区环保投资**				**234.38**	
1	生活污水处理				200.00	
1.1	污水处理设施	套	1	2000000	200	
2	生活垃圾处置				13.88	不含运行费
2.1	公共垃圾桶	个	94	200	1.88	
2.2	垃圾房	座	2	10000	2.00	
2.3	垃圾收集车	辆	2	50000	10.00	
3	生态环境保护措施				3.00	
3.1	预防保护措施				3.00	宣传教育、标牌、动物救护等费用，暂列
3.2	安置区生态修复				/	纳入水保投资
4	环境空气和声环境保护措施				7.00	
4.1	机动洒水车	辆	2	20000	4.00	
4.2	噪声防治	项	1	30000	3.00	
5	人群健康保护	人	500	200	10.00	集中安置人口的 10%
6	环境监测				0.50	
6.1	污废水水质监测	次	1	5000	0.50	
6.2	人群健康调查	/	/	/	0.00	纳入人群健康保护
6.3	水土保持监测	/	/	/		纳入水土保持费用
二	**专业项目处理环保投资**				**23.24**	
1	水环境保护措施				3.00	
1.1	生产废水处理	座	2	15000	3.00	
1.2	施工人员生活污水				/	租住在附近村庄
2	生活垃圾处理	个	12	450	0.54	垃圾桶
3	生态环境保护措施				3.00	
4	环境空气和声环境保护措施				12	
5	环境监测工程费				4.7	
合　　计					**257.62**	

10.3.6　环境监测和调查费用

环境监测和调查费用包括地表水、大气和声环境监测、陆生生态、水生生态、人群健康、水土保持监测工程等，共计 681.20 万元。

环境监测和调查费用概算表

表 10.3-13

序号	监测类型	点位/项	次数	单价	投资	备注
1	陆生生态	1	2	40	80.00	
2	水生生态	1	3	120	360.00	运行期监测费用纳入工程运行费
3	水环境				**57.00**	
3.1	施工期				57.00	
3.1.1	干流地表水水质监测	3	8	0.5	12.00	
3.1.2	污废水水质监测	3	32	0.3	28.80	
3.1.3	地下水监测	3	46	0.1	13.80	
3.1.4	饮用水水质监测	1	4	0.6	2.40	
3.2	运行期				0.0	纳入工程运行费
4	环境空气	2	4	1.2	**9.60**	
5	声环境	2	16	0.05	**1.60**	
6	人群健康	180	4	0.1	**72.00**	
7	水土保持监测				101.00	
合　　计					681.20	

10.4 环境影响经济损益分析

10.4.1　效益

10.4.1.1 经济效益

本工程任务为以防洪、供水为主，结合灌溉、改善下游河道生态环境和备用，兼顾发电等综合利用。其中防洪效益不直接生产实物产品，而是为社会经济发展提供保障服务，提高防洪标准，节省了洪水年用于修堤抢险的劳动力和其他资金，减少国家和地方防汛救灾的财政负担。开化水库的直接防洪保护范围分属开化及常山两县，根据计算，工程在投入运行第一年的防洪效益为 18360 万元，2030 年防洪效益 21511 万元。

供水为当地经济发展提供一定的保障作用，灌溉功能将可保障、促进配套灌区的农业生产，发电功能将为有利于可给开化县等带来大量的财政税收，为地区经济发展提供可靠的能源保障。初步计算，2030 年供水效益为 23924 万元，灌溉效益为 2446 万元，平均发电效益 1326 万元。

水库为下游的马金镇～开化县～华埠镇沿线约 50km 河段提供充足的生态水量，大大改善枯水期水环境和水景观，为开化东部国家公园的生态保护以及生态休闲旅游业提供安全保障，拉动当地生态景观旅游经济，2030 年景观旅游效益 23896 万元。

综合以上，设计水平年 2030 年的各项经济效益合计为 73104 万元。

10.4.1.2 社会效益

随着开化水库工程建设资金的投入等，将为区域经济发展创造良好的机遇。建设期间大量施工人员的生活需求将主要有当地产品及服务满足。消费需求的大幅增长，将促进当地农业、餐饮业和其它服务业的发展，利于地方产业结构调整和第三产业快速发展。

10.4.1.3 环境效益

工程建成后年发电量 2582 万 kW·h，替代火电减少排污负荷所带来的环境经济效益显著。为保证工程涉及河段内鱼类生物量，水生生态保护措施提出建设鱼类增殖站，通过人工手段增殖鱼类资源，其建立可为部分重点保护鱼类和经济鱼类的人工繁殖技术的研究和发展提供良好的条件。

10.4.1.4 环境影响损失

根据本工程及工程区域环境特点，为减免、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：施工期生产废水及生活污水处理、大气及噪声污染控制措施、固体废弃物处理措施、人群健康保护措施、陆生生物与水生生物保护措施、建设期环境监测、环境管理及环境监理等，在技术经济分析或多方案比选的基础上，提出了各项措施推荐方案及费用概算。工程环境保护措施总费用 19898.85 万元，作为本工程可货币化环境损失。

10.4.2 环境影响损益分析

根据以上分析，开化水库工程具有较好的经济、社会效益，为避免不利环境影响所采取的的环保措施总费用为 19898.85 万元，在各项环保措施得到落实的情况下，其费用产生的环境效果较为明显，可较大程度的减免因工程建设产生的环境损失。因此，从环境损益及环境经济角度分析，工程的建设是可行的。

11 结论和建议

11.1 工程简况

马金溪属钱塘江源头衢江流域，发源于安徽省休宁县坂仓青芝埭，全长 104km，流域面积 1011km^2，主要支流有何田溪、村头溪和中村溪。马金溪以下常山港继续纳龙山溪、马尪溪(蚂蟥溪)两条支流，在长风水库出开化县界，进入常山县。

开化水库位于钱塘江源头衢江流域马金溪干流上，距离开化县城区 25km。工程任务为以防洪、供水为主，结合灌溉、改善下游河道生态环境和备用，兼顾发电等综合利用。开化水库主要由水库工程、供水工程组成，水库工程包括砼面板堆石坝、溢洪道、坝后式电站等，水库正常蓄水位 251m，汛期限制水位 245m，死水位 205m，总库容 1.84 亿 m^3，防洪库容 0.58 亿 m^3，死库容 0.0944 亿 m^3，调节库容 1.36 亿 m^3，拦河坝最大坝高 85m，装机容量 13.4MW；供水工程主要由右岸 3 层岸塔式取水口和 46.2km 供水管线工程组成。开化水库多年平均供水量 6392 万 m^3，其中城镇供水 4874 万 m^3，灌溉供水 1518 万 m^3（池淮农业园区供水 231 万 m^3）。

工程共涉及开化县 5 个乡(镇、办事处)23 个行政村，永久占地总面积 7937.42 亩，人口 1393 户 4536 人。工程施工总工期为 36 个月。工程总投资 49.02 亿元。

11.2 工程方案合理性分析

(1) 开化水库工程已列入国家和浙江省“十三五”规划大型水库项目库，其建设符合国家及地方水利发展政策和国家关于水利改革发展的要求。

(2) 工程建设符合符合国家、浙江省、衢州市和开化县“十三五”国民经济和社会发展规划。

(3) 工程符合《全国主体功能区规划》、《全国生态功能区划》、《全国生态功能区划》、《钱塘江流域综合规划》、《开化县马金溪流域综合规划》、流域规划环评要求。

(4) 本工程水库库尾淹没涉及钱江源国家公园的生态保育区、钱江源省级风景名胜区的风景游览区(二级保护区)和外围保护地带、钱江源国家森林公园的二级保护区(水湖景区)，总体淹没影响较小，已取得相关主管部门意见。本工程涉及生态保护红线，其中水库淹没区涉及面积约 9.5hm^2，供水管线下穿 3.56km，库区生产道路涉及生态保护红线 14.08km，工程属于生态保护红线管理办法(暂行)》(征求意见稿)允许类项目。

本工程各类施工占地均不涉及自然保护区、风景名胜区、可开发矿产等环境敏感目标；施工布置考虑充分利用弃渣及水库淹没区等有限土地资源，尽量减少了占地和对地

表扰动，本工程布置总体上较合理。

11.3 环境影响评价与环保对策措施

11.3.1 水环境

(1) 水环境现状及保护目标

工程库区所在马金溪干流河段执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)Ⅱ类水质标准，根据水质现状监测成果，工程评价河段水质良好。工程建成后，库区无生产、生活取水要求，也无直接开采地下水的要求。马金溪下游有马金镇、开化县等取水口。

(2) 主要环境影响

本工程建设和运行期间将产生一定的污废水，工程砂石料冲洗废水及混凝土系统冲洗废水计划处理后回用，洗车废水、施工工厂废水及生活污水处理达标后回用，均不直接排入马金溪，正常运行情况下对马金溪水质不会造成影响。以工程砂石料冲洗废水为代表预测分析可知，在事故排放前提下，砂石料冲洗废水对马金溪水质影响小，不会改变马金溪水质类别。

开化坝址下游需考虑维持水生生物生态系统稳定所需要的生态流量，采取了水文学法、水力学法等方法计算了本工程生态流量，结果考虑开化水库位于源头区，生态流量应考虑节律特征，同时应补足下游灌溉取水水量。

水文情势影响分析结果显示，开化水库建成后库区河段水面面积、水面宽相比天然情况分别增加了约 1599.67 倍和 22 倍，库区水流流速也显著降低。选取开化水库坝址、密赛水文站、池淮溪汇合口、县界等 5 个断面，受开化水库蓄丰补枯作用，坝址断面枯水年下泄水量较天然径流有所增加，其他典型年较天然流量则有所减少，各典型年下泄年径流量较现状均有大幅度提升。其他断面在枯水年径流量与天然径流基本一致，其他典型年则有小幅度减少。

采用宽度平均的立面二维水温模型和纵向一维水温模型分别对齐溪、开化不同梯级组合方式的库区、下泄水温及下游河道水温的时空分布进行了模拟预测，并分析了梯级联合运行对下游河道的水温影响。结果表明，开化水库对径流和热量调节作用明显，库区水温呈现稳定型分层的特征。水库 4 月～9 月分层较强，最大垂向温差为 13.9℃（7 月），11 月～翌年 3 月接近同温。齐溪水库和开化水库联合运行条件下的低温水影响恢复最长距离为 10.6km。

预测水平年 2030 年，特枯水年特枯水月 COD、NH_3-N、TP、TN 水质浓度分别为 6.60mg/L、0.084mg/L、0.30mg/L、<0.01mg/L。开化水库运行后总磷、总氮均处于贫～

中营养状态，库区总体不会发生富营养化。开化水库坝下各典型断面均满足Ⅱ类水质标准，同现状相比在相关规划完全落实后水质有一定程度的改善。界首考核断面水质达标率 100%。

本工程水库蓄水后正常蓄水位 251m 运行时，除高岭村与举林村之间存在三处垭口外，其它库段两岸山顶高程均在 251m 以上，各冲沟及库区外围地下水位均高于水库正常蓄水位，工程建设对环境水文地质影响总体较小。

(3) 水环境保护措施

采用“沉淀＋调节＋DH 高效净化器法”对砂石料冲洗废水进行处理，处理后回用于砂石料系统生产用水，混凝土系统冲洗废水采用二级沉淀处理；汽车冲洗废水、施工工厂废水等含油废水采用隔油沉淀法处理，处理后用于绿化或道路洒水；承包商营地和业主营地生活污水采用地埋式一体化设备处理，出水回用于营地绿化用水及道路浇洒。

初期蓄水期间通过导流隧洞预埋的钢管、发电机组旁通管及生态机组下放生态流量，运行期利用生态小机组发电、旁通管等方式满足下游生态流量要求。利用工程建设的水情自动测报系统实施坝上水位和坝址下游生态流量的在线监测。采取 3 层岸塔式分层取水方案减缓低温水影响。

工程建成后，在库区划分饮用水水源地、开展库区污染源治理、控制水库富营养化、下游河段加强点源和面源污染综合治理、安装库区水质在线监测系统、确保最小下泄生态流量、建立并完善马金溪全流域水资源统一调度体系等措施，以保护水库及下游河段水质。

11.3.2 生态环境

(1) 生态环境现状与保护目标

评价区的植被由自然植被与人工植被组成，其中自然植被由低山针叶林、落叶阔叶林、常绿阔叶林、灌丛等组成，人工植被由毛竹林、经济果木林和农田作物等组成。评价区内共有维管束植物 142 科 422 属 639 种，以被子植物占绝对优势，调查中共发现各级珍稀保护植物共 7 种，其中金荞麦分布于水库淹没区内，其余为人工栽培种或分布于水库淹没区以外。古树主要有樟树、枫香、女贞、柏木等为主，位于水库淹没区内的有 6 株。评价区共有陆生脊椎动物 4 纲 24 目 62 科 158 种，其中国家Ⅱ级重点保护动物有 8 种，浙江省级重点保护野生动物 26 种。

调查水域至少有浮游植物 7 门 202 种、浮游动物 4 大类 96 种(属)、底栖动物 4 门 16 目 51 种。马金溪调查的 83 种鱼类中，以鲤形目鱼类为主，主要经济鱼类有黄颡鱼、

圆吻鲴、黄尾鲴、大眼华鳊和光唇鱼等，土著鱼类有宽鳍鱲、马口鱼、高体鳑鲏和革条副鳐等，无珍稀濒危特有鱼类。大部分鱼类为产粘沉性卵，相对较集中的产卵场分布于马金镇等河道。

(2) 主要生态环境影响

① 陆生生态影响

本工程坝址建设区占地总面积为 36.34hm^2，其中主要为针叶林。淹没产生的生物量的损失为 7717.44t，占水库工程评价区总生物量的 11.64%，损失最多的植被类型主要是阔叶林。水库淹没区内出现的自然植被类型均为库区周围分布较普遍的类型，水库淹没线以上及库区周围均有发现相似的群落，不会因局部植被淹没而导致种群消失。水库建设减少现有的人工植被面积，可能会对农民收入结构有一定影响。评价区内 6 株古树和珍稀保护植物金荞麦将受到水库淹没影响，蓄水前需采取保护措施。工程建设造成鸟类和兽类栖息地有所减少，珍稀保护鸟类主要分布在水库淹没区以上，水库淹没对珍稀保护鸟类、兽类以及栖息生境影响较小。

② 水生生态影响

工程建成后，库尾至坝前水文情势发生变化，浮游植物种类和现存量均会增加，其它门种类也可能出现；浮游动物种类和生物量会有所的增加，坝下附近浮游生物将主要依靠库区补给，其种类组成与库区相似；库区底栖动物种类、生物量较原河流均有所增加；水库运行形成一定范围的消落带，库区着生藻类的数量可能会下降。

大坝建设将阻碍下游鱼类上溯，运行期库区河段由流水生境向缓流生境转化，相应的库区河段原来适应于流水生境的鱼类的主要栖息水域压缩，种群可能迁移至其他流水河段。水库形成后将为仔幼鱼的索饵、肥育创造了良好条件，库区可成为鱼类育幼场所。

③ 水土流失

根据水土流失预测，水土流失总量约为 3.81 万 t，其中新增水土流失量为 3.45 万 t。水土流失主要集中在坝址施工裸露面、库区表土清理区、弃渣场、专项设施改建区等。

(3) 生态环境保护措施

① 陆生生态保护措施

本工程陆生生态保护减缓措施包括优化工程施工布置方案、表层土收集等，尽量减少工程扰动范围和面积，减缓工程建设对区域生态环境的影响。施工结束后对占地区进行陆生生态修复。加强施工管理和宣教，建立生态破坏惩罚制度，严禁捕猎野生动物。对受到水库淹没影响的 6 株古树实施移栽保护。

② 水生生态保护措施

本报告提出将开化水库坝下至出境断面的马金溪干流，以及齐溪支流、池淮溪、马尪溪支流作为鱼类生境进行保护，并实施鱼类栖息地修复和保护工程。建设鱼类增殖放流站，增殖放流温州光唇鱼、光唇鱼、厚唇光唇鱼、黄颡鱼、光倒刺鲃、圆吻鲴、黄尾鲴、赤眼鳟等鱼类，放流规模 16 万尾/年。根据本工程枢纽区建设条件、环境影响、建设成本等综合比选，选择集运鱼系统方案进行过鱼。

③ 水土保持措施

根据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性及水土流失影响等特点，在采取实地调查勘测、资料收集与数据分析相结合的基础上，本工程水土流失防治拟分 7 个防治分区，各区域采取工程和植物措施进行防治。

11.3.3 移民安置环境

移民安置点的建设将永久占用部分土地，地表植被将被清除，但规划的安置点是受人类活动影响比较强烈的区域，移民点建设不会对区域植被、植物区系和物种数量造成明显影响。移民安置后生产、生活质量有所保证，移民安置对周边环境的影响有限。

结合移民安置规划设计，移民生活污水纳入或扩建当地已有生活污水处理站进行处理。生活垃圾处理集中收集后清运至开化县生活垃圾处理场所最终处置。

11.3.4 声环境与大气环境

(1) 环境现状与保护目标

工程地区现状 PM_{10}、NO_2 和 SO_2 监测结果均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的一级标准，声环境质量均符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准。

(2) 主要环境影响

本工程施工期声环境评价范围内声环境敏感目标包括施工区周边居民点，主要为石柱村、高岭村、读经畈村等。可能对环境敏感目标产生噪声影响的主要为坝下施工区产生的机械生产噪声和交通噪声。受施工噪声和交通噪声的叠加影响，将导致石柱村噪声超标，超标户数约 50 户。

在非正常情况下，未采取任何措施的情况下，施工区的粉尘等污染物对附近的石柱村、读经畈村等居民点的大气环境有一定不利影响。

(3) 声环境及环境空气保护措施

应在施工前设置隔声屏障，同时对各类施工机械等采取降噪措施，保护施工区附近声环境敏感点。砂石料加工系统采用封闭措施和湿法破碎的低尘工艺、采用全封闭式混

凝土搅拌系统、定时洒水降尘、做好运输车辆的密封和车辆保洁等方式保护环境空气。

11.3.5 其他环境影响及保护措施

(1) 人群健康

工程人员进入施工区和移民迁入安置区时，对生活区和部分作业区进行卫生处理。

(2) 固体废弃物

本工程施工期共产生生活垃圾约 2139t，工程弃渣约 388.9 万 m^3，运行期也将产生一定量生活垃圾。本工程距离开化县生活垃圾处理场运距 32km，工程施工期产生的生活垃圾拟运往开化县垃圾填埋场进行集中填埋处置。工程弃渣及建筑垃圾如砖瓦、混凝土块、弃土运至弃渣场。废油、含油废纸、废布，以及含油废水处理产生的浮油和含油污泥均为危险废物，委托有资质单位进行处理。

(3) 社会环境

工程的兴建，将推动开化县尤其是工程所在乡镇社会经济的快速发展，工程建设对评价区土地利用类型有一定影响。

(4) 环境风险

工程建设和运行期间，存在潜在的事故风险和环境风险，主要包括加油站事故风险、森林火灾风险、污废水事故排放风险、生态风险、运行期水质等，发生事故风险时会对周边环境带来一定的不利影响，须采取相应的事故防范措施和风险应急预案。

(5) 环境管理与监测

建设单位须设立环境管理机构，建立分级管理制度、环境监测和报告制度、“三同时”验收制度、环境保护培训制度、制定突发事故的处理措施等环境管理制定，并开展工程环境监理工作。落实水环境监测、环境空气监测、声环境监测、陆生生态调查、水土保持监测、移民安置区环境监测等监测计划，并及时反馈到工程建设中。

11.4 结论

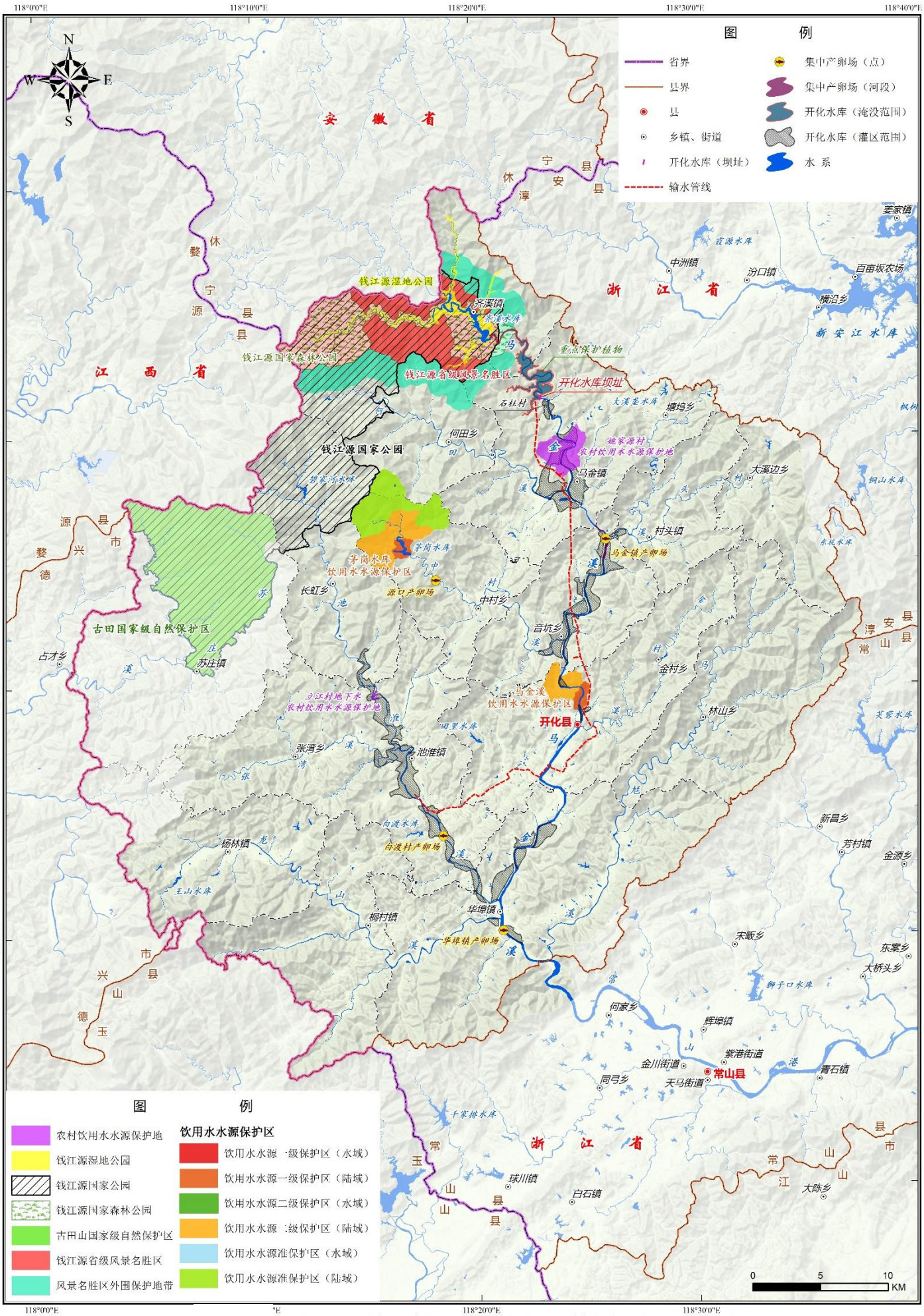
综上所述，开化水库列入《水利改革发展“十三五”规划》，是浙江省重点水利工程之一，其建设符合国家水利发展政策和钱塘江流域、马金溪流域综合规划及规划环评要求，属于马金溪流域综合规划推荐的近期实施工程。工程建设有利于保障下游地区防洪安全和供水，有利于提高马金溪及下游河段的生态调节能力，改善马金溪河道水生态环境，为电网提供清洁能源，助力开化县打造“钱江源”旅游资源品牌，社会效益、经济效益和环境效益显著。在落实环境影响报告书提出的各项措施后，项目的环境影响总体可以接受。

11.5 建议

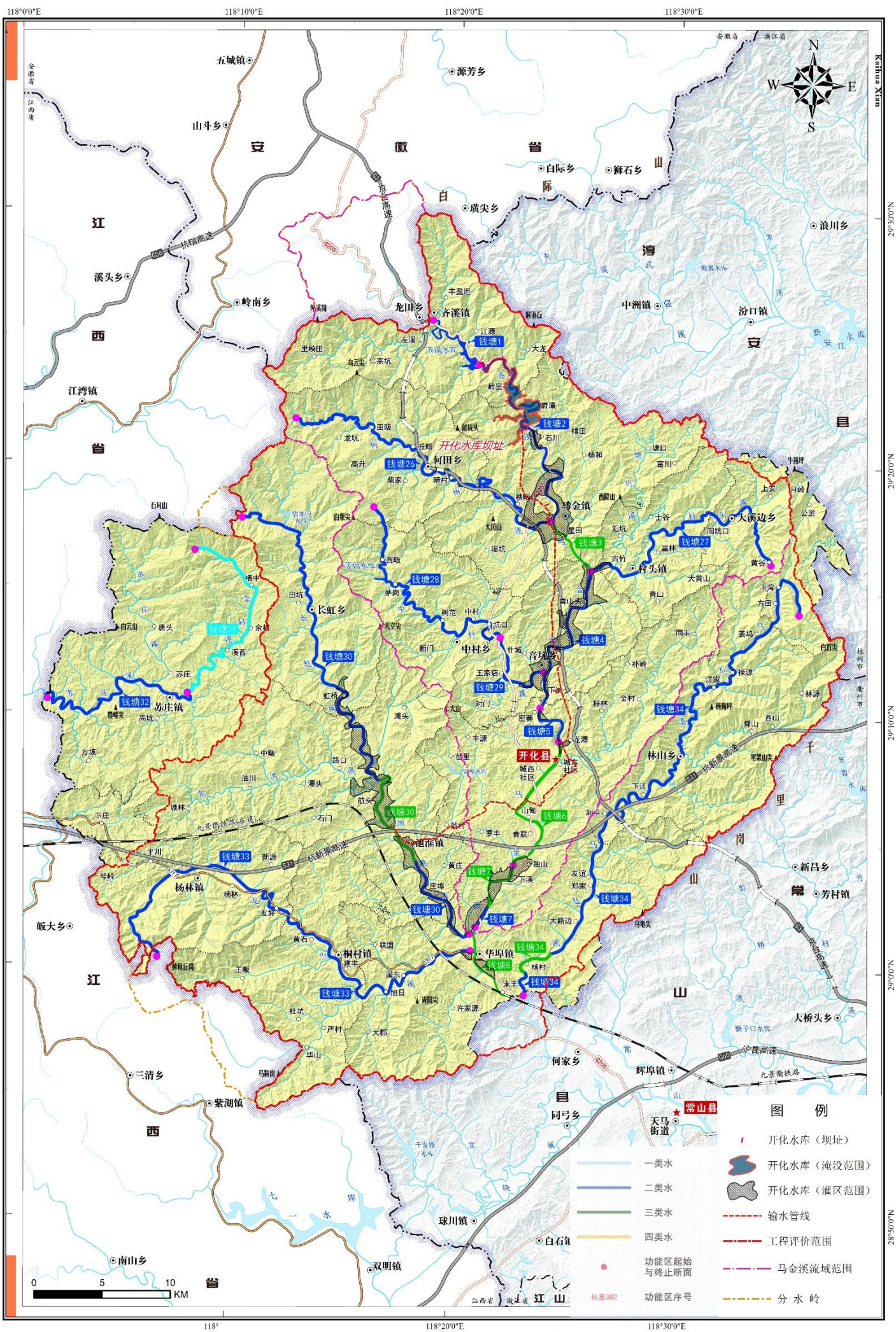
(1) 建议尽快开展本工程过鱼设施水工模型试验，编制专题研究报告，强化设计深度。及时开展实施鱼类增殖放流、栖息地保护和过鱼设施的跟踪监测和效果评估。

(2) 移民专项工程涉及面较广，建议在各移民专项工程建设前，单独编制相应的环评文件，报送相关生态环境主管部门审查。

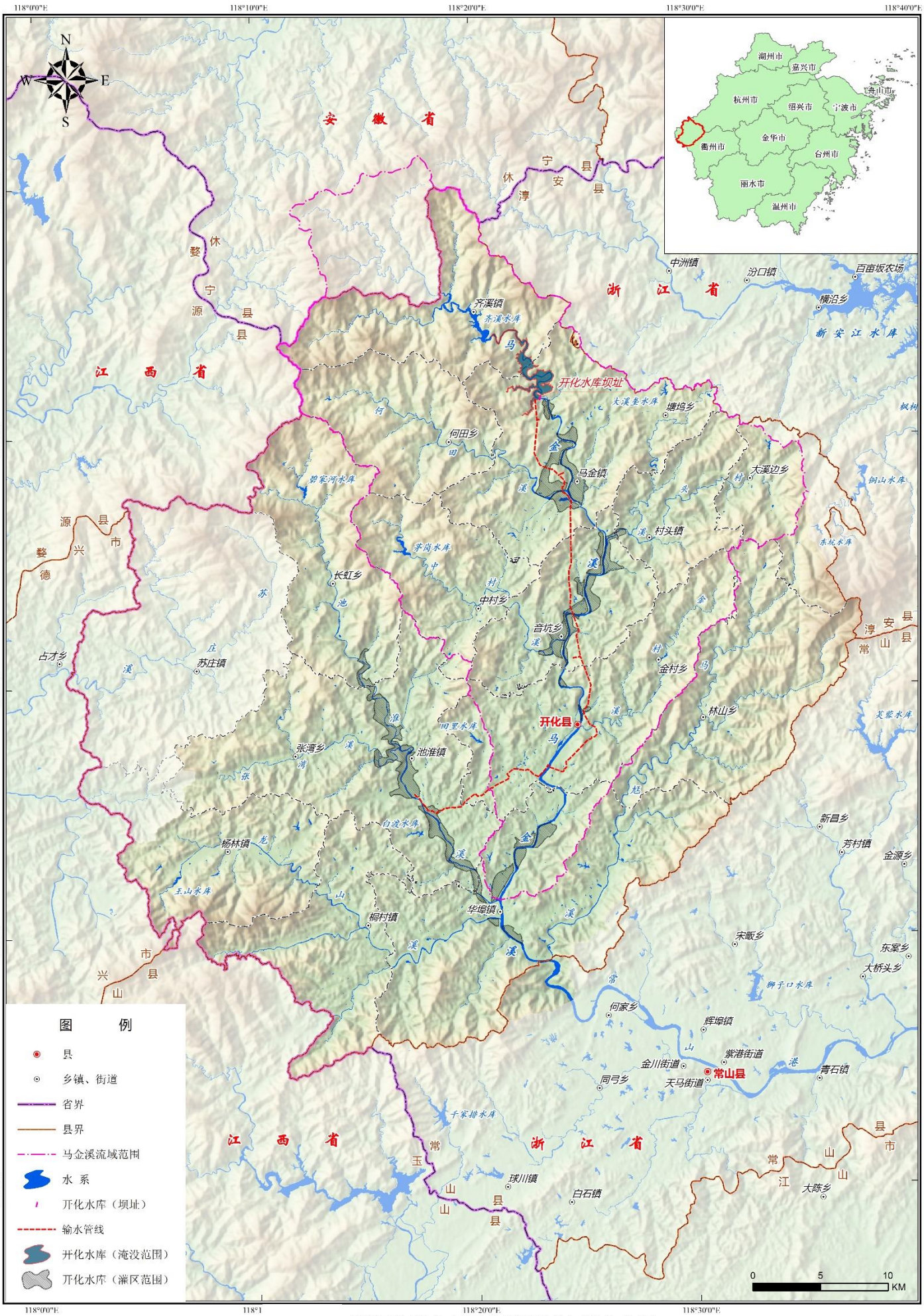
(3) 建议工程开工前完成涉及生态保护红线的相关审批手续。



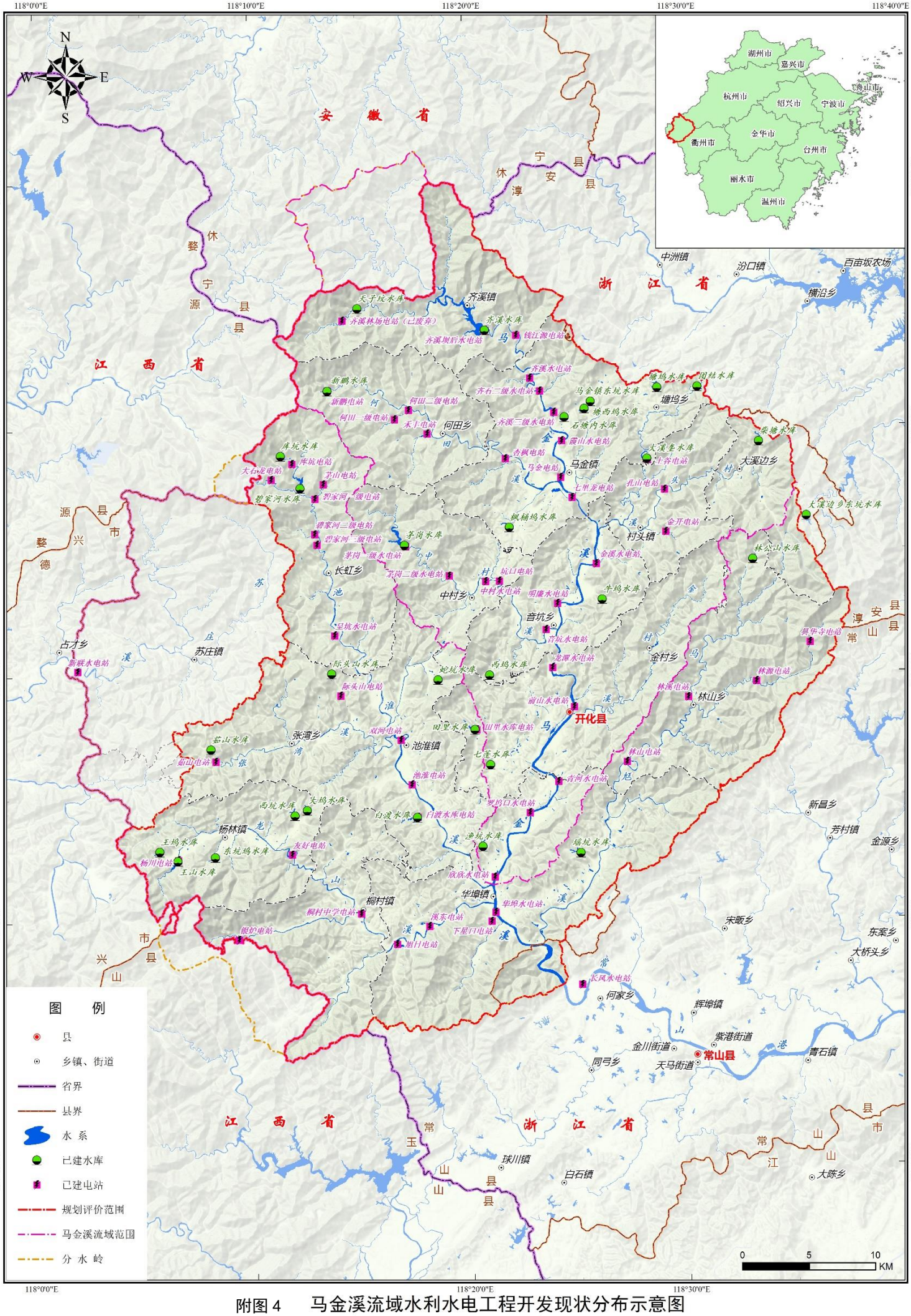
附图 1　浙江开化水库工程与开化县各类环境敏感区位置关系图



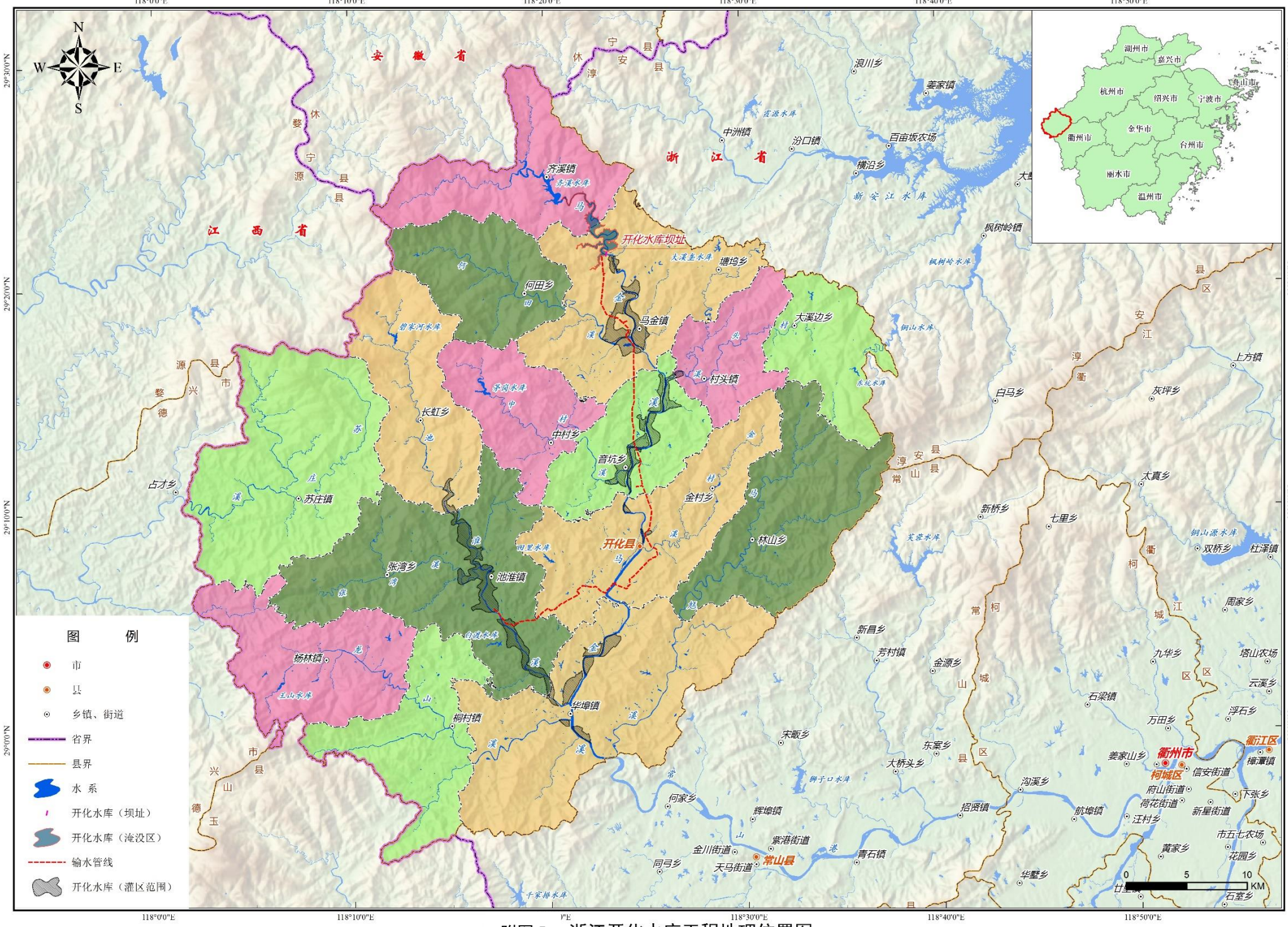
附图 2　浙江开化水库工程评价区水环境功能区划图



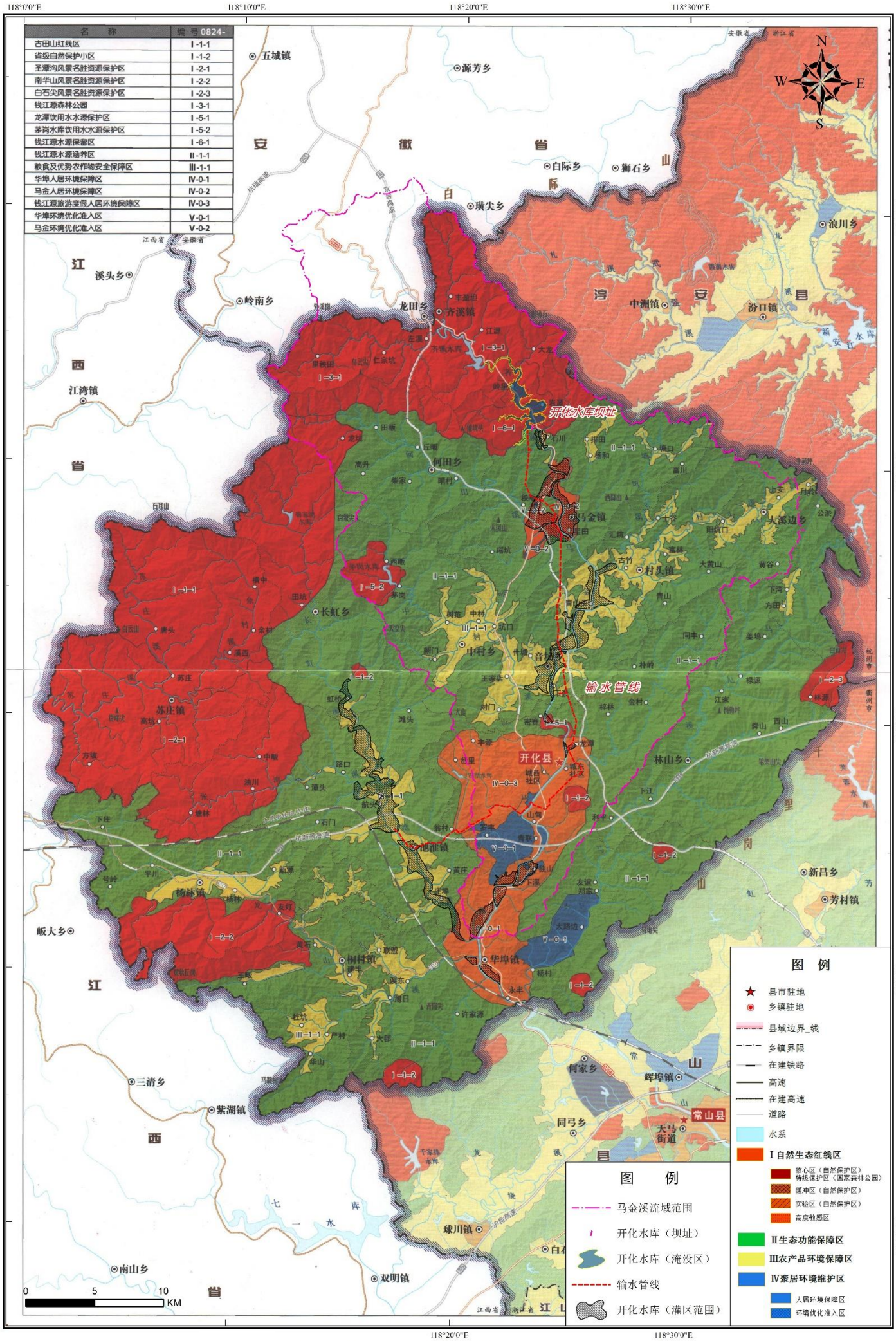
附图 3　浙江省开化县马金溪流域水系分布图



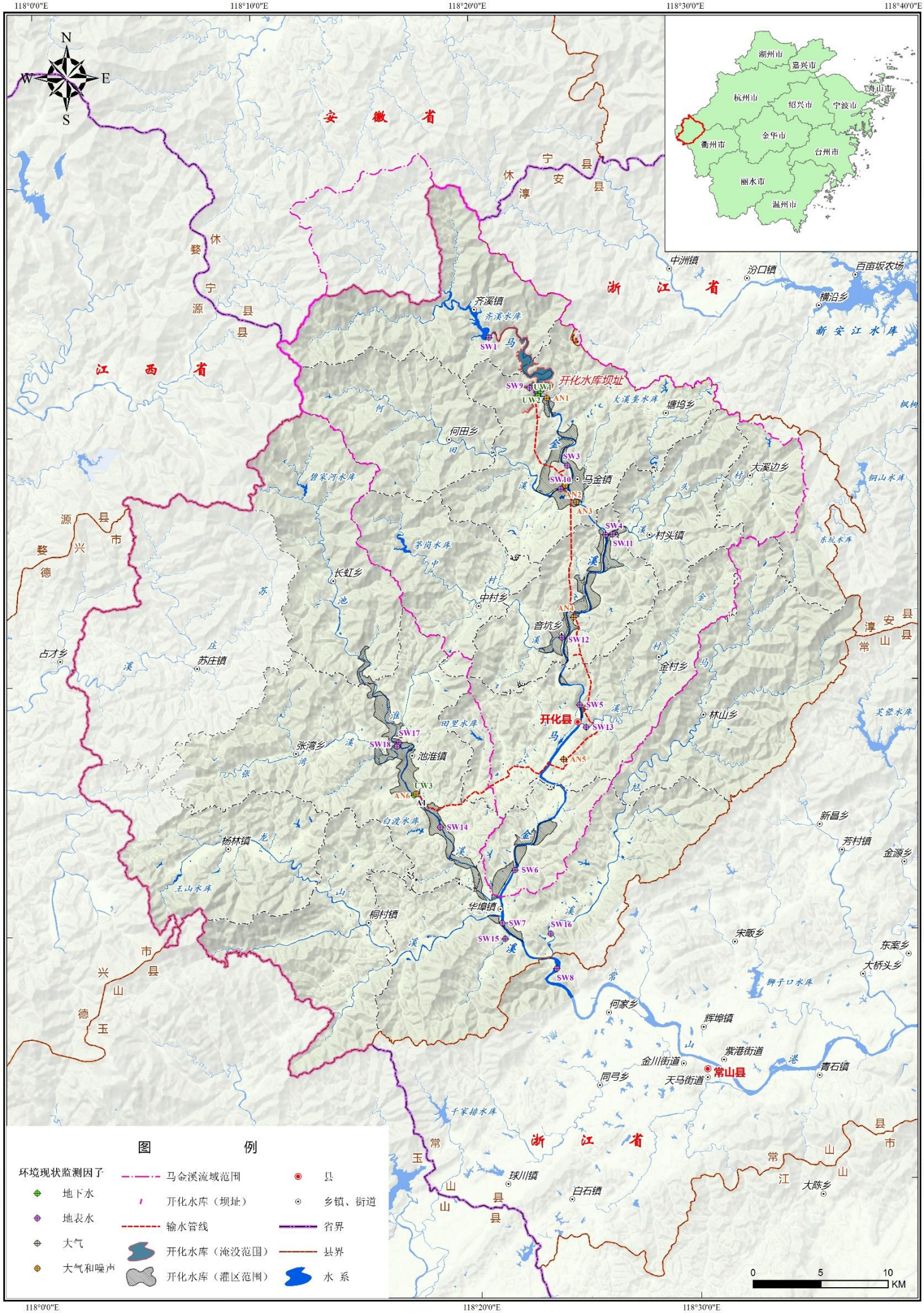
附图 4　　马金溪流域水利水电工程开发现状分布示意图



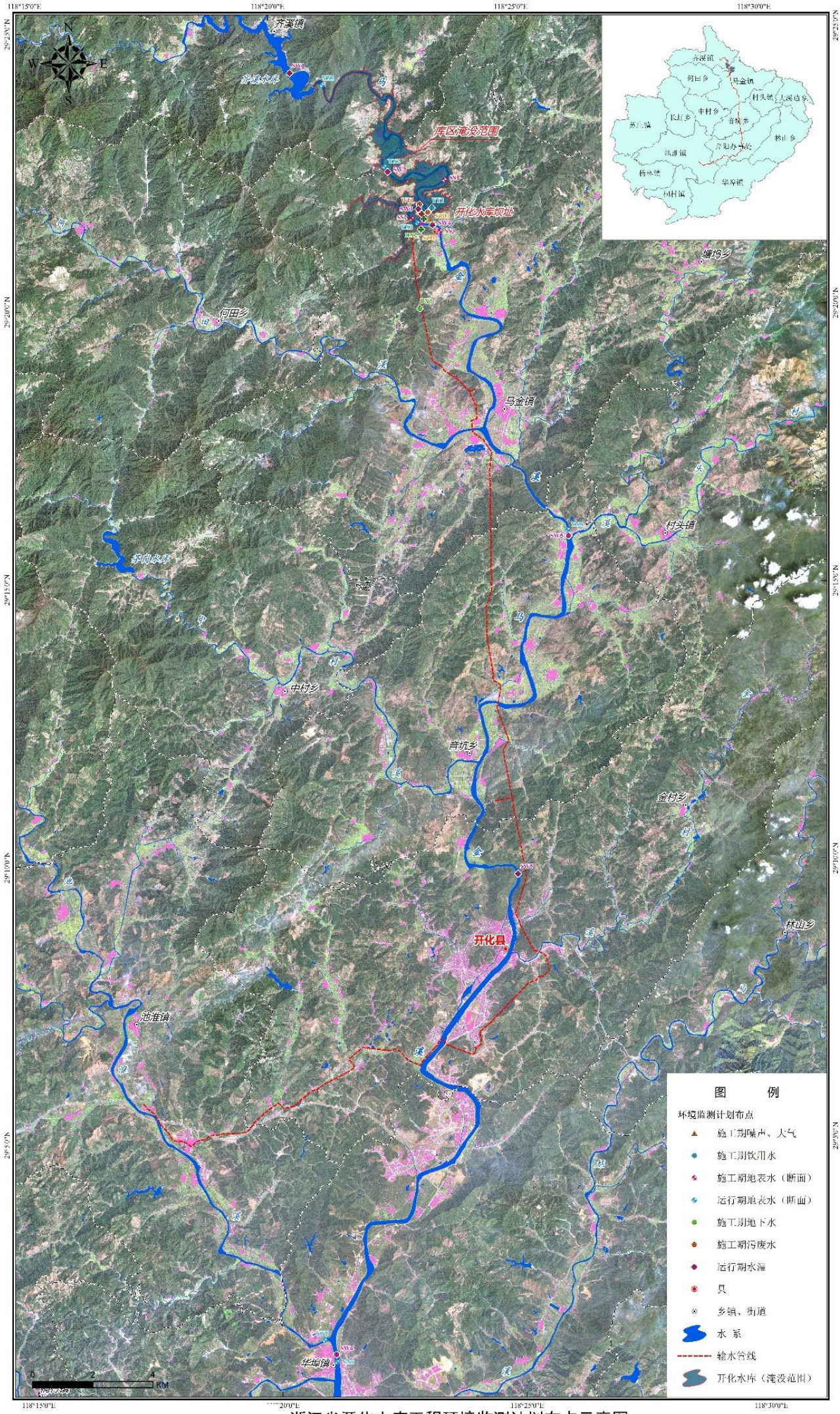
附图 5　浙江开化水库工程地理位置图



附图 6　浙江开化水库工程所在区域环境功能区划示意图



附图 7　浙江省开化水库工程环境现状监测点位分布图



附图 8　浙江省开化水库工程环境监测计划布点示意图

附件 1 环评委托函

开化县开化水库开发有限公司

关于委托开展浙江省开化县开化水库工程环境影响报告书编制的函

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司：

开化水库位于钱塘江源头衢江流域马金溪干流上，工程任务为承担马金溪和常山港沿河两岸城市及乡镇农田防洪、开化县城乡供水、河道生态补水和沿河农田灌溉、以及水力发电等综合利用任务。开化水库主要由水库工程、供水工程组成，水库工程包括砼面板堆石坝、溢洪道、引水发电系统等，水库正常蓄水位251m，死水位205m，总库容2.07亿m^3，防洪库容0.58亿m^3。拦河坝最大坝高88m，装机容量15.6MW；供水工程主要由右岸3层岸塔式取水口和45.4km供水管线工程组成。工程共涉及开化县5个乡（镇、办事处）23个行政村，永久占地总面积7937.42亩，人口1393户4536人。工程总投资52.93亿元。

根据工程研究进展情况及建设需要，需开展工程环境影响报告书编制工作，为工程建设提供必要的环评依据和系统资料，现委托贵公司进行《浙江省开化县开化水库工程环境影响报告书》编制工作。请贵公司接文后，组织力量认真开展该项报告书编制工作。

开化县开化水库开发有限公司

二〇一六年二月二十五日

附件 2 钱塘江流域综合规划批复

浙江省人民政府文件

浙政函〔2015〕12 号

浙江省人民政府关于
钱塘江流域综合规划等 3 个规划的批复

省发改委、省水利厅：

你们《关于要求印发〈钱塘江流域综合规划〉〈瓯江流域综合规划〉〈杭嘉湖区域水利综合规划〉的请示》（浙发改农经〔2015〕16号）悉。经研究，现批复如下：

一、原则同意《钱塘江流域综合规划》《瓯江流域综合规划》和《杭嘉湖区域水利综合规划》（以下统称《规划》），请认真组织实施。

二、《规划》实施要围绕全省经济社会发展和生态文明建设大局，按照建设美丽浙江、创造美好生活和“五水共治”的要求，根据浙江省主体功能区定位，以保障防洪安全与供水安全为重点，加强

水资源保护与水生态修复，强化流域综合管理，促进区域经济社会可持续发展。

三、通过《规划》实施，进一步健全“上蓄下挡、蓄泄兼筹、分级设防、保弃有序”的流域防洪减灾体系，构筑“水库为主、多源供水、区域平衡、优化配置”的水资源保障体系，构建“严控源头、管治并举、保护优先、良性循环”的水资源保护与水生态修复体系，建立“各方参与、民主协商、共同决策、分工负责”的流域综合管理体系，形成与区域经济社会发展相适应、与涉水行业发展相协调的流域综合治理格局。

四、《规划》是钱塘江流域、瓯江流域和杭嘉湖区域开发、利用、节约、保护水资源和防治水害的重要依据。你们要切实加强《规划》的实施工作，指导和督促相关市、县（市、区）政府，采取更加有力的措施，加强防洪减灾、水资源开发利用、水生态保护等各项控制指标的管理，确保完成《规划》确定的各项任务；要会同省级有关部门切实履行职责，强化协作配合与监督管理，做好跟踪分析，及时研究并解决《规划》实施中出现的问题。

浙江省人民政府

2015年2月12日

（此件公开发布）

附件 3 马金溪流域综合规划环评审查意见

衢州市环境保护局文件

衢环函〔2018〕105 号

关于开化县马金溪流域综合规划的环保意见

开化县水利局:

你局《关于要求批复开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书的请示》（开水利〔2018〕118 号）收悉。2018 年 6 月 1 日，我局组织有关单位的代表以及专家，对你单位《开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书》（以下简称《报告书》）进行了审查。根据《报告书》、审查小组的意见，我局对《开化县马金溪流域综合规划》（以下简称《规划》）提出如下环保意见:

一、《开化县马金溪流域综合规划》的范围主要为马金溪流域，上至齐溪镇，下至长风电站坝址，流域面积约 2082km^2，规划期限：2015—2030 年。

二、《规划》在实施过程中，应在维护马金溪流域生态

安全和改善环境质量的目标下，妥善处理开发与保护的关系，认真落实《报告书》提出的规划优化调整和环境风险减缓对策与措施，有效减缓和减轻不良环境影响。应重点关注以下问题:

1、以节约优先、保护优先、自然恢复为目标，明确环境目标以及“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”管理要求。严守生态保护红线，严控流域污染物排放总量，优化水力发电、供水、灌溉等各开发任务规划、推进流域生态环境质量改善。

2、严格保护生态空间。进一步优化《规划》空间布局。落实优先保护自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园、国家公园、饮用水水源保护区等重点保护水域、陆域生态空间的保护与管控要求。规划拟建的开化水库在流域防洪抗旱、区域供水保障等方面具有重要作用，库尾淹没涉及钱江源国家公园、钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区，建议在项目可行性研究阶段深入论证工程对各环境敏感区的影响，并提出相应的减缓措施。

3、严格限制流域开发强度，优化开发方案。水资源开发利用应优先保证流域控制断面的生态用水需求，保障生态保护目标的需水量与径流过程，确保不造成河道脱水，避免对鱼类重要生境、重要取水目标等产生不良生态环境影响。落实环境准入负面清单，严格执行禁止和限制开发要求。

4、加强干支流水生态保护，加强流域水生态修复。对

生态流量下泄、栖息地保护、建设过鱼设施、增殖放流等保护措施合理规划和布局，结合生境修复、生态调度等辅助措施，对马金溪流域水生生态实施系统管理，以维持良好的水生生态环境。提出解决现有水利水电工程存在生态环境问题的具体工程措施。

5、强化流域水环境综合整治，切实保障饮用水安全，改善流域水环境质量。加强饮用水水源地保护，加大实施工业废水治理工程，加快推进工业企业污水纳管及园区管网建设，加快产业转型升级；加快城镇污水处理工程建设，完善配套污水收集管网建设。

6、加强流域综合管理，健全长效机制。落实干支流生境保护、污染治理任务，建立健全水文、水环境、生态流量、水陆生生态等监测体系，根据动态监测情况，落实和完善环境保护对策措施。

三、建议《规划》实施每隔5年或视规划调整变化情况及时进行环境影响跟踪评价。《规划》包含的近期建设项目在开展环境影响评价时，应深入论证项目建设可能产生的水生态、水环境影响及其对环境敏感区的影响，关注工程实施可能对流域生态安全的影响及环境风险，制定切合实际的水污染防治措施和生态保护措施；规划符合性分析等内容可适当简化。

附件：1、《开化县马金溪流域综合规划环境影响报告

书》审查小组意见

2、《开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书》审查小组名单

2018年8月6日

附件 1

《开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书》审查小组意见

衢州市环保局于 2018 年 6 月 1 日在开化县主持召开了《开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书》(以下简称“报告书”)审查会。参加会议的有衢州市发改委、市水利局、市规划局，开化县发改局、县水利局、县环保局、县规划局、县国土局，开化县开化水库项目前期工作办公室，浙江省水利水电勘测设计院（规划编制单位）、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（环评单位）等单位的代表和特邀专家。会议由相关部门代表和专家共 12 人组成审查小组（名单附后）。

会议期间，与会代表听取了开化县关于马金溪流域综合规划概况的介绍，环评单位关于环境影响报告书主要内容的汇报，经讨论形成审查小组意见如下:

一、规划概况：

马金溪为钱塘江南源，发源于安徽省休宁县坂仓青芝埭，全长 104.17km，流域面积 1067.46km^2，开化县境内 975km^2。该溪流经齐溪、马金、村头、音坑、城关和华埠，主要支流有何田溪、村头溪、中村溪和金村溪。

本次马金溪流域规划评价范围为长风坝址以上流域，干

流河长约 113.9km，流域面积 2082km^2，河道比降约为 7.1‰，自然落差 1130m。流域规划范围内主要河流为流域上游马金溪以及下游常山港主要支流池淮溪、龙山溪、马尪溪。

马金溪流域综合规划主要包括防洪、水资源配置、节约用水、供水、灌溉、水力发电、水资源保护、水生态系统保护与修复、水土保持、水利管理等专项规划。

近期规划主要工程开化水库坝址位于马金溪上游马金镇高岭村下游 1.2km 处，河床高程约 180m，集水面积 233km^2，多年平均流量为 9.3m^3/s，正常蓄水位为 251.0m，正常库容 14546 万 m^3，以防洪为主，结合改善水环境、供水、灌溉，兼顾发电等综合利用；水库供水库容约 8200 万 m^3，水库电站装机容量为 15600kw，年发电量 2776 万 kWh。

（以上内容摘自《开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书》）

二、规划环境合理性的总体评价

从总体上看，规划符合《开化县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《钱塘江流域综合规划（2011~2020年）》、《浙江省水资源保护和开发利用总体规划》、《开化县空间规划（2016~2030 年）》和《开化县环境功能区划》的总体要求；但由于本流域位于钱塘江流域源头，属于《全国生态功能区划》和《全国主体功能区规划》中的天目山-怀玉山水源涵养与生物多样性保护重要区和禁止开发区，生态功能重要，生态环境敏感；且由于历史原因，马金溪干流

河流生境已经出现片段化和破碎化现象；因此规划应进加强流域生态保护和修复，合理控制资源利用强度，严守生态保护红线、资源利用上线和环境质量底线，认真落实《报告书》及本审查意见提出的生态影响减缓措施，有效控制、减缓规划实施可能产生的不良生态影响，在此前提下本规划从环保角度出发是可行的。

三、对规划优化和实施的意见

1、规划应优化规划工程选址、规模和淹没范围。

2、规划应合理调整相应水电和水资源开发规划，取消规划黄连坑水库，规划期内取消碧家河等4座规划小水电开发，大黄山、塘坑源、下坑源水库的规划建设留待远期进一步论证。

3、鉴于流域生态的敏感性和生态功能的重要性，规划工程应按高质量生态要求设置生态流量和调度方案，并采取有效工程和综合措施减缓规划实施带来的不利生态影响。

4、流域所在地区的政府和相关部门应对流域内现有生态破坏严重、违规建设的工程进行整顿和清理，加强流域内重要河流生境的重建和生态恢复。

5、流域所在地区的政府和相关部门应加强流域水环境综合整治，在确保规划主要工程供水水质的同时保护钱塘江源头水水环境质量。

四、对报告书的总体评价及修改和完善建议

审查认为，《报告书》内容较全面，采用的技术路线与

方法适当，环境、生态现状调查评价及趋势分析结果基本明晰，提出的减缓不良环境影响的对策措施基本可行，评价结论总体可信。《报告书》经进一步修改完善后，可作为规划优化调整和实施的依据。

《报告书》应作如下修改和完善：

1、细化说明主要规划工程内容和关键规划参数，关注规划近期工程情况，进一步强化规划实施必要性说明；进一步完善规划对钱塘江流域综合规划的影响分析；补充区域来沙对水库库容影响、规划实施的环境风险问题分析；从生态修复角度，提出合理流域水电开发规模和强度调整建议要求。

2、完善评价原则、依据；适当扩大评价范围；进一步核实流域及评价范围内主要生态敏感目标；核实与环境功能区划的相符性；强化规划与“三线一单”的协调性分析；完善回顾性评价，明确改进性措施；核实水温预测结果；完善规划实施对流域内纳污水体纳污能力的影响分析；进一步完善规划调整和生态保护措施要求；完善公众参与。

3、进一步深化生态调查结果分析；补充现有水利工程环保措施落实情况；从生境适宜性角度，补充栖息地保护计划的可行性分析；分析对现有水利工程采取生态恢复措施的必要性和可行性；补充生态调度建议方案。

4、分析水质超标的原因，补充区域性洄游水生生物调查和洄游通道的分析；完善规划建设对流域关键河段、断面

水文情势的影响分析；补充分析常山港航运功能的影响；补充流域环保基础分布情况，关注对水库水质的环境影响和环境风险。

5、补充农业退水的环境影响分析；补充纳污红线问题分析；优化新增灌区布局；强化新增灌区退水的对策措施。

五、对规划所包含近期建设项目环评的指导意见

近期建设项目必须关注流域生态功能重要、生态环境敏感的特性，严格控制规划建设项目的建设规模和淹没范围。该规划近期建设项目在开展环境影响评价时，涉及区域环境概况、生物种类调查等方面可适当简化，但需特别关注对生态保护红线及其他重要生态和环境敏感区的避让等问题，充分论证下泄生态流量的环境合理性，加强各项生态影响减缓措施的落实。

附件 2

《开化县马金溪流域综合规划环境影响报告书》审查小组名单

姓名	单位	职务/职称
雷少平	长江水资源保护科学研究所	总工程师
刘绍平	农业部长江水产研究所	研究员
黄世昌	浙江省水利河口研究院	教授
牟　眸	浙江省环科院	教授
金　鑫	浙江省环科院	高工
余慧梅	巨化集团公司	工程师
陈　蓉	衢州市发展和改革委员会	处长
陈思康	衢州市规划局	处长
郑　骞	衢州市水利局	副处长
杨建云	衢州市环保局	处长
陈　东	开化县水利局	高工
程　慧	开化县环保局	科长

抄送：市水利局，开化县环保局，中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司。

衢州市环境保护局办公室　　2018 年 8 月 6 日印发

附件 4 马金溪流域综合规划批复意见

衢州市人民政府文件

衢政发〔2018〕26 号

衢州市人民政府关于
开化县马金溪流域综合规划的批复

开化县人民政府:

你县《关于要求批复〈开化县马金溪流域综合规划〉的请示》(开政〔2018〕7 号)收悉。经研究,现批复如下:

一、原则同意《开化县马金溪流域综合规划》(以下简称《规划》)。

二、《规划》实施要按照“活力新衢州、美丽大花园”建设要求,以保障防洪安全与供水安全为重点,加强水资源保护与水生态修复,强化流域综合管理,促进区域经济社会可持续发展。

三、通过《规划》实施，进一步健全“上蓄、中疏、分片设防”的流域防洪减灾体系，构筑“水库为主、多源供水、区域平衡、优化配置”的水资源保障体系，构建“严控源头、管治并举、保护优先、良性循环”的水资源保护与水生态修复体系，建立“各方参与、民主协商、共同决策、分工负责”的流域综合管理体系，形成与区域经济社会发展相适应、与涉水行业发展相协调的流域综合治理格局。

四、《规划》是马金溪流域开发、利用、节约、保护水资源和防治水害的依据。你县要督促相关职能部门，强化协作配合与监督管理，加强防洪减灾、水资源开发利用、水生态保护等各项控制指标的管理，及时研究解决《规划》实施中出现的相关问题。

衢州市人民政府

2018年8月28日

抄送：市发改委、国土局、环保局、规划局、水利局。

衢州市人民政府办公室　　2018年8月28日印发

—2—

附件 5 水污染防治规划批复

开化县人民政府文件

开政发〔2018〕70号

开化县人民政府
关于同意浙江省开化县开化水库工程水污染防治规划的批复

县水利局、县环保局：

你们《关于请求批准〈浙江省开化县开化水库工程水污染防治规划〉的请示》（开水利〔2018〕89号）收悉。现批复如下：

一、原则同意《浙江省开化县开化水库工程水污染防治规划》（以下简称“规划”）。

二、请你们会同农业、住建、经信科技、财政等相关部门及各乡镇人民政府（芹阳办事处），按照各自职能分工，加强工作协调，确保《规划》顺利实施。

三、规划实施要以水环境质量稳定达标为核心，确保开化水库工程受退水区主要控制断面水质目标达到或优于水环境功能

要求，主要污染物排放量不超过水环境容量，实现受退水区经济社会与环境协调发展。

四、作为《规划》实施的第一责任主体，各乡镇人民政府（芹阳办事处）要成立规划实施的组织领导机构，确保各项工作和重点措施顺利实施。

开化县人民政府

2018年6月11日

抄送：开化县水库前期办。

开化县人民政府办公室　　2018年6月11日印发

附件 6　公众参与说明

浙江省开化县开化水库工程

环境影响评价公众参与说明

建设单位：　开化县开化水库开发有限公司

二〇一九年四月

目　录

1 概述 1
2 首次环境影响评价信息公开情况 1
2.1 公开内容及日期 1
2.2 公开方式 1
2.3 公众意见情况 2
3 征求意见稿公示情况 3
3.1 公示内容及时限 3
3.2 公示方式 3
3.3 查阅情况 9
3.4 公众提出意见情况 9
4 其他公众参与情况 10
4.1 公众参与方式 10
4.2 公众提出意见情况 10
5 公众意见处理情况 11
5.1 公众意见概述和分析 11
5.2 公众意见采纳情况 14
5.3 公众意见未采纳情况 14
6 其他 15
6.1 存档备查情况 15
6.2 其他需要说明的内容 15
7 诚信承诺 16

1 概述

为了解本工程涉及区域民众对开化水库工程的态度和意见，以及工程可能造成的环境影响的看法，增强公众的环境保护意识，通过向公众介绍项目的类型、规模和同项目有关的环境问题，让公众真正了解项目的实情，同时了解公众对项目建设的态度、以及环境保护方面的意见和要求，可更有效地了解区域环境特点和可能引起的环境影响，提高环境影响评价质量，采取相应的措施更好地做好工程的环境保护工作。通过公众参与，在工程建设单位、设计单位、环境保护部门和工程所在地区民众及社会各界人士之间架起沟通的桥梁，有利于取得各方面的配合和支持，充分发挥公众对环境保护工作的参与和监督作用，尽量把业主与相关民众之间的矛盾在项目实施之前解决或缓和，实现评价方与公众之间的双向交流。

本项目公众参与采取问卷调查、网络公示、报纸公示、张贴公示相结合的形式进行。问卷调查对象主要为受本工程建设影响及对工程建设关心的团体和个体。本项目位于开化县，与工程具有较大相关程度的为工程周边村镇团体。部分单位和个人对工程建设较为关注和感兴趣，也可能受工程建设间接影响，也作为本次公众参与调查的对象。

由于本项目环境影响评价工作在《环境影响评价公众参与办法》颁布之前已委托确定环评单位，因此，第一次信息公开按原《环境影响评价公众参与暂行办法》要求执行，征求意见稿根据新颁布的《环境影响评价公众参与办法》要求进行公示。

2　首次环境影响评价信息公开情况

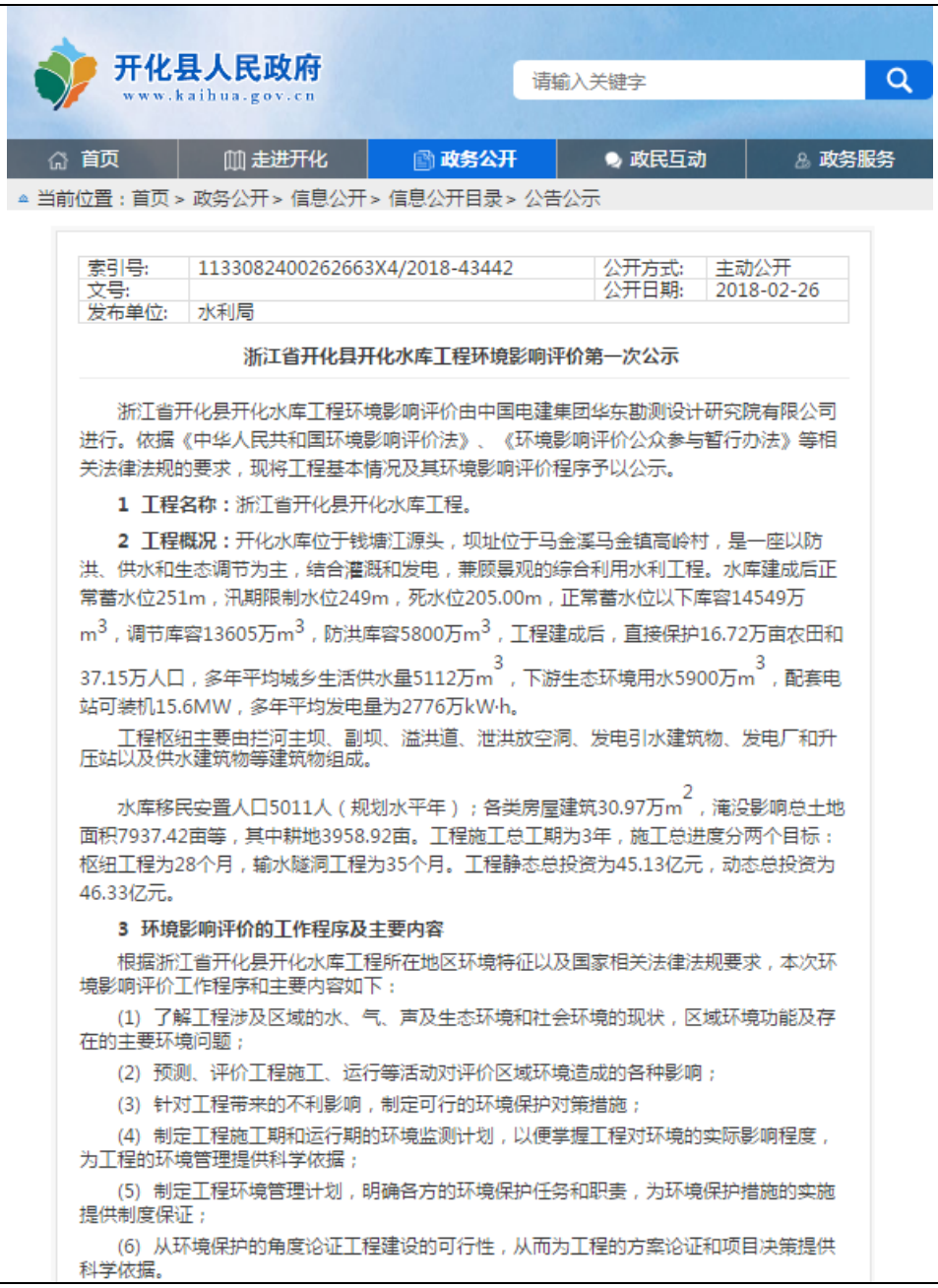
2.1　公开内容及日期

建设单位在2018年2月26日至3月9日进行了工程的首次环境影响评价信息公示，公示内容包括工程基本情况、建设单位名称和联系方式、环境影响报告书编制单位名称和联系方式、环境影响评价的工作程序和主要工作内容、征求公众意见的主要事项以及公众提出意见的主要反馈方式等，公开内容及日期满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。

2.2　公开方式

建设单位通过网络公示的方式，在开化县人民政府网站上对工程环境影响评价信息进行公开，公开方式满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求，详见图2.2-1。





开化县人民政府
www.kaihua.gov.cn

请输入关键字

首页 | 走进开化 | 政务公开 | 政民互动 | 政务服务

当前位置：首页 > 政务公开 > 信息公开 > 信息公开目录 > 公告公示

索引号:	1133082400262663X4/2018-43442	公开方式:	主动公开
文号:		公开日期:	2018-02-26
发布单位:	水利局		

浙江省开化县开化水库工程环境影响评价第一次公示

浙江省开化县开化水库工程环境影响评价由中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司进行。依据《中华人民共和国环境影响评价法》、《环境影响评价公众参与暂行办法》等相关法律法规的要求，现将工程基本情况及其环境影响评价程序予以公示。

1 工程名称：浙江省开化县开化水库工程。

2 工程概况：开化水库位于钱塘江源头，坝址位于马金溪马金镇高岭村，是一座以防洪、供水和生态调节为主，结合灌溉和发电，兼顾景观的综合利用水利工程。水库建成后正常蓄水位251m，汛期限制水位249m，死水位205.00m，正常蓄水位以下库容14549万m^3，调节库容13605万m^3，防洪库容5800万m^3，工程建成后，直接保护16.72万亩农田和37.15万人口，多年平均城乡生活供水量5112万m^3，下游生态环境用水5900万m^3，配套电站可装机15.6MW，多年平均发电量为2776万kW·h。

工程枢纽主要由拦河主坝、副坝、溢洪道、泄洪放空洞、发电引水建筑物、发电厂和升压站以及供水建筑物等建筑物组成。

水库移民安置人口5011人（规划水平年）；各类房屋建筑30.97万m^2，淹没影响总土地面积7937.42亩等，其中耕地3958.92亩。工程施工总工期为3年，施工总进度分两个目标：枢纽工程为28个月，输水隧洞工程为35个月。工程静态总投资为45.13亿元，动态总投资为46.33亿元。

3 环境影响评价的工作程序及主要内容

根据浙江省开化县开化水库工程所在地区环境特征以及国家相关法律法规要求，本次环境影响评价工作程序和主要内容如下：

(1) 了解工程涉及区域的水、气、声及生态环境和社会环境的现状，区域环境功能及存在的主要环境问题；

(2) 预测、评价工程施工、运行等活动对评价区域环境造成的各种影响；

(3) 针对工程带来的不利影响，制定可行的环境保护对策措施；

(4) 制定工程施工期和运行期的环境监测计划，以便掌握工程对环境的实际影响程度，为工程的环境管理提供科学依据；

(5) 制定工程环境管理计划，明确各方的环境保护任务和职责，为环境保护措施的实施提供制度保证；

(6) 从环境保护的角度论证工程建设的可行性，从而为工程的方案论证和项目决策提供科学依据。

开化县人民政府网站公示

图 2.2-1　首次环境影响评价信息网站公示

2.3　公众意见情况

首次环境影响评价信息公开期间，建设单位未收到公众对本工程提出关于环保方面的意见和建议。

3 征求意见稿公示情况

3.1 公示内容及时限

建设单位在 2018 年 10 月 10 日起进行了工程环境影响报告书征求意见稿公示，公示内容包括环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径、征求意见的公众范围、公众意见表的网络链接、公众提出意见的方式和途径、公众提出意见的起止时间等，公示内容及时限满足《环境影响评价公众参与办法》的相关要求。

3.2 公示方式

3.2.1 网络

本次网络公示在 2018 年 10 月 10 日起于开化县人民政府网站上 http://www.kaihua.gov.cn/col/col1363750/index.html 进行了公示，并且在中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司网站上 http://www.ecidi.com 公布了环境影响报告书征求意见稿全文内容。环境影响报告书征求意见稿网络公示时间自 2019 年 1 月 3 日至 1 月 16 日，见图 3.2-1。网络公示满足《环境影响评价公众参与办法》的相关要求。



浙江省开化县开化水库工程环境影响评价报告公示

受开化县开化水库开发有限公司的委托，中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司对浙江省开化县开化水库工程开展了环境影响评价工作。目前，环境影响报告书初稿已编制完成，根据《环境影响评价公众参与办法》等相关法规要求，现将浙江省开化县开化水库工程环境影响评价报告书初稿予以公示，征求社会公众对本工程建设在环境影响方面的意见和建议。

一、建设项目概况

开化水库位于钱塘江源头衢江流域马金溪干流上，主要由水库工程、供水工程组成，水库正常蓄水位251m，汛期限制水位245m，死水位205m，总库容1.84亿m^3，防洪库容0.58亿m^3，死库容0.0944亿m^3，调节库容1.36亿m^3，拦河坝最大坝高85m，装机容量13.4MW；供水工程主要由右岸3层岸塔式取水口和45.4km供水管线工程组成。水库多年平均供水量5791万m^3，其中城镇供水4887万m^3，灌溉供水823万m^3，池淮农业园区供水81万m^3。工程共涉及开化县5个乡（镇、办事处）23个行政村，永久占地总面积7937.42亩，人口1393户4536人。工程施工总工期为36个月。工程总投资49.02亿元。

二、建设项目周边环境现状

工程区环境空气和声环境质量较好，符合当地环境质量标准要求。地表水环境质量良好。评价区内发现各级珍稀保护植物7种，古树6株位于水库淹没区内。评价区共有国家II级重点保护动物有8种，浙江省重点保护野生动物26种。调查水域共分布有淡水鱼类83种，其中无稀濒危特有鱼类。水库淹没涉及钱江源国家公园、钱江源国家森林公园、钱江源省级风景名胜区等生态敏感区和生态保护红线。

三、环境影响及对策措施

（1）环境影响：主要有利影响包括保障下游地区防洪安全和供水，有利于提高马金溪及下游河段的生态调节能力，为电网提供清洁能源等。主要不利影响包括本工程建成后，将显著改变库区原河道形态，库区水温分层，对河流水文情势、水质、水温、水生生态等将产生一定影响；水库淹没和工程建设占地对区域陆生动植物产生不利影响；移民安置过程中也影响评价区社会和自然环境；工程施工期还将产生污废水、噪声、扬尘、固体废物等，对周边环境产生不利影响。

（2）对策措施：水利枢纽建成后，通过采取分层取水、生态流量泄放、影响区污染防治等措施保护水环境；采取栖息地保护、过鱼设施建设、鱼类增殖放流、植被恢复、植物移栽等措施减缓对生态的影响；通过采取集中安置措施减缓对移民的影响。采取污废水处理、降噪、除尘、垃圾处置等措施保护施工区环境。

四、环境影响评价结论

开化水库是全国水利改革发展“十三五”规划工程及浙江省重点水利工程之一，其建设符合国家水利发展政策、钱塘江流域和马金溪流域综合规划布置要求、[illegible]规划环评的近期实施方案。工程建设有利于保障下游地区防洪安全和供水，有利于提高马金溪及下游河段的生态调节能力，为电网提供清洁能源，助力开化县打造“钱江源”旅游资源品牌，社会效益、经济效益和环境效益显著。

五、征求公众意见的具体形式

本公告发布之日起十个工作日内。广大社会公众可通过多种方式提出对本项目的环境影响、环境保护措施方面的意见和建议。

建设单位名称：开化县开化水库开发有限公司

建设单位联系人：郑灵

建设单位联系电话：0570-6669904O5，13626705582

建设单位联系地址：开化县芹阳办事处开元路87号

邮箱：779613570@qq.com　　邮编：324300

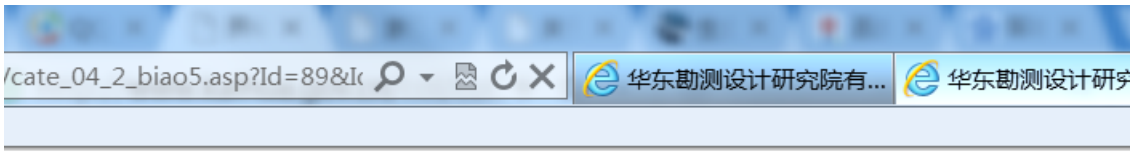
环评单位名称：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

评价单位联系人：刘明旸

评价单位联系电话：0571-56628990，0571-56625669（传真）

评价单位联系地址：杭州市余杭区高教路201号

邮箱：liu_sy5@ecidi.com　　邮编：311122



环境影响评价公示

名称	上传时间
浙江省开化县开化水库工程环境影响报告书附件附图 4	2019/1/3
浙江省开化县开化水库工程环境影响报告书附件附图 3	2019/1/3
浙江省开化县开化水库工程环境影响报告书附件附图 1	2019/1/3
浙江省开化县开化水库工程环境影响报告书附件附图 2	2019/1/3
2019.1浙江省开化县开化水库工程环境影响报告书-公示稿(2)	2019/1/3
浙江省开化县开化水库工程海洋环境影响评价公众意见表	2019/1/3
宁波慈溪协能110MWp、百益110MWp光伏电站110kV送出工程环境影响评价报告表 公示版	2018/12/27
广汕客专长沙湾特大桥工程海洋环境影响评价公众意见表	2018/12/27
广汕客专长沙湾特大桥工程海洋环境影响报告书-征求意见稿	2018/12/27
茅洲河（光明新区）水环境综合整治工程－松岗街道污水管网接驳完善工程--环境信息公示	2018/12/21
松岗街道污水管网接驳完善工程环评报告表 - 公示本	2018/12/21
磐安抽蓄500kV开关站工程环评报告-全本公示	2018/12/12
茅洲河（光明新区）水环境综合整治工程－河道底泥处置工程--环境信息公示(1)	2018/12/11
沙井街道污水管网接驳完善工程环评报告表-公示本	2018/12/11
宁波新乐220千伏变电站整体改造工程环评公示本	2018/11/29
110kV鸢张输变电工程竣工环保验收调查表-公示版	2018/11/27
220kV广文输变电工程竣工环保验收调查表-公示版	2018/11/27
110kV盂溪输变电工程竣工环保验收调查表-公示版	2018/11/27
110kV梅园输变电工程竣工环保验收调查表-公示版	2018/11/27
220kV天星变110kV送出工程竣工环保验收调查鉴定表	2018/11/27
220kV天星变110kV送出工程竣工环境保护验收调查报告公示	2018/11/27
茅洲河（光明新区）水环境综合整治工程－河道底泥处置工程--环境信息公示	2018/11/23
茅洲河流域（光明新区）水环境综合整治工程-底泥处置工程环境影响报告表 -公示本	2018/11/23
宁海蛇蟠涂99兆瓦光伏电站110千伏送出工程竣工环保验收鉴定表	2018/11/13
宁海蛇蟠涂99兆瓦光伏电站110千伏送出工程竣工环保验收报告公示	2018/11/13

总记录数:736条 共30页 当前第2页 【首页】 【上一页】 【下一页】 【尾页】

图 3.2-1 本工程环境影响报告书征求意见稿网络公示

3.2.2 报纸

本次报纸公示选择在工程所在地报纸《今日开化》进行了公示，在征求意见稿公示期间内开展了 2 次报纸公示，于 2019 年 1 月 4 日及 1 月 9 日分别进行了登报公示，详见图 3.2-2。报纸公示满足《环境影响评价公众参与办法》的相关要求。

最美开化人

让生命以另一种方式延续

——记马金镇金溪村忻岸自然村村民詹水坤

本报讯 （见习记者 叶红）当我们离开这个世界时，是选择带走一切还是留下些什么？每个人都有不同的答案。2018年12月21日，记者走进詹水坤的家中，他告诉我们："生命可以以另一种方式延续。"平凡的家庭，伟大的决定，他们的善举得到了所有人的尊敬。

2018年1月22日晚，马金镇金溪村忻岸自然村村民詹水坤用颤抖的手在"人体器官捐献书"上郑重地签上了自己的名字，同意捐献儿子詹立纯的器官，他以满腔的爱，让儿子的生命以另一种形式得以延续。

詹水坤出生于1957年，是马金镇金溪村忻岸自然村的一个普通农民。失去儿子后，詹水坤一家成了失独家庭，家里丧失了主要劳动力，生活条件极为艰苦，但这并不影响詹水坤对生命的感悟。

2018年1月15日晚，32岁的詹立纯遭遇车祸致伤，随即被送至浙江大学附属邵逸夫医院进行紧急救治。"主治医生告诉我，立纯脑干出血比较明显，情况非常严重。"母亲黄凤女讲述到。

"儿子处于昏迷状态一直没有醒过来，12月22日晚上就不行了。"詹水坤夫妇强忍泪水告诉记者，在得知儿子没有救治希望时，他们夫妇俩忍着悲痛，最终做出了将儿子器官进行捐献的决定，让儿子的生命以另一种方式延续。

2018年1月22日18时30分，年仅32岁的詹立纯走了，但他的器官给其他患者带去希望。在浙江大学附属邵逸夫医院，詹立纯的肝脏、肾脏和眼角膜，成功地挽救了3个人的生命，并使2个人重见光明。

"儿子是家人的骄傲，他在厂里上班时就很喜欢帮助别人。在家里他也是个很孝顺的孩子，出事的头一天晚上他还告诉我准备回家过年了，谁知道……"母亲黄凤女眼含泪水哽咽着。父亲詹水坤则这样告诉记者："我心里是这样想，立纯活着时乐于帮助别人，我捐了他的器官也是帮助别人。而且我听医生说，这些器官能救5个人，其中3个人可以获得生机。我觉得，这也算是儿子生命的另一种延续了。"

平凡的家庭，伟大的决定，他们的善举得到了所有人的尊敬。

马金上街村老街修缮项目火热进行中



1月1日,新年伊始,积雪还未化去。记者在马金镇上街村看到,该村的老街修缮项目正在如火如荼的进行中。

据悉,该项目是马金镇第五批历史文化村落保护与利用项目之一,该项目还包括路面改造、外立面改造、绿化提升等,总投资2000余万元,预计2019年年底前将全面完工验收。 记者 姚玲 摄

池淮水果产业发展走上生态化标准化之路

本报讯（记者 刘祺然 通讯员 詹鹤）日前,记者在池淮镇航头村志伟家庭农场看到，大棚内红美人、春香果、沃柑、鸡尾葡萄柚等柑橘新品种已挂满枝头，农场主应志伟正在镇农技站专业技术人员的指导下，忙着进行采摘和种植管理。

近年来，为做大农业产业、助力全域旅游发展，在池淮镇农业技术人员的指导下，该镇水果种植品种进行了结构调整，一些农场引进了适合当地种植发展的柑橘、猕猴桃、无花果等新品种。此外，池淮镇还自主培育了"八月炸"等一大批品质超群的水果品种，并打造了标准化的果园基地，使水果产品更为标准化、精品化、生态化。"我自引进红阳精品猕猴桃以来，按照要求进行施有机肥、科学化管理，猕猴桃的大小、口感、产量及品质都有了大大提升。"庄埠村农户郑昌友告诉记者，他的1亩猕猴桃今年产量就达到了3000斤。

"目前，池淮镇农业园区有果园2500余亩，水果主要品种有无花果、脆枣、猕猴桃、蓝莓、樱桃、葡萄、草莓、柑橘、西瓜等。"池淮镇农技站的工作人员告诉记者，果农们还积极推行生态无污染的种植管理模式，采用物理治虫害、施有机肥、改良土壤结构。此外，还采用新型水果包装礼盒，提升水果的品牌形象。

浙江省开化县开化水库工程环境影响评价二次公示

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规要求，我司委托中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司为"浙江省开化县开化水库工程"进行环境影响评价，根据《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令部令第4号)和有关规定，现对项目环境影响评价信息进行公示，欢迎公众积极参与并提供宝贵意见。

一、建设项目的名称及概要

建设项目名称：浙江省开化县开化水库工程。

开化水库位于钱塘江源头衢江流域马金溪干流上，工程任务为以防洪、供水为主，结合灌溉、改善下游河道生态环境和备用，兼顾发电等综合利用。水库正常蓄水位251m，汛期限制水位245m，死水位205m，总库容1.84亿m3。

二、环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径

环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接：http://www.ecidi.com/cate_04_2_biao5.asp?Id=89&Id2=-10

查阅纸质报告书的方式和途径：

联系人：周工

电话：0571-56625645；

邮箱：zhou_w2@ecidi.com

三、征求意见的公众范围

征求意见的范围以可能受到项目实施影响的周边邻近地区的居民及企事业单位为主。征求意见的内容为项目建设和运营期的环境保护方面意见和建议，即与本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

四、公众意见表的网络链接

公众意见表的网络链接：http://www.ecidi.com/cate_04_2_biao5.asp?Id=89&Id2=-10

备注：公众可以通过信函、传真、电子邮件或者建设单位提供的其他方式，在规定时间内将填写的公众意见表等提交建设单位，反映与建设项目环境影响有关的意见和建议。公众提交意见时，应当提供有效的联系方式。鼓励采用实名方式提交意见并提供常住地址。对公众提交的相关个人信息，不得用于环境影响评价公众参与之外的用途，未经个人信息相关权利人允许不得公开。法律法规另有规定的除外。

五、公众提出意见的方式和途径

在公示期间，公众意见可以通过电话、信函、传真、电子邮件等方式反馈给建设单位联系人。

六、公众提出意见的起止时间

本次公众参与的公示时间段为自本公告发布之日起的10个工作日，公众可在公示期间内提出相关意见。

七、建设单位名称及联系方式

建设单位名称：开化县开化水库开发有限公司

联系人：郑工联系电话：13626705582

邮箱：779613570@qq.com

建设单位：开化县开化水库开发有限公司

2019年1月4日

乘着动车免费游开化活动1月5日开启

本报讯 （记者 刘祺然 通讯员 毛丞）1月2日，记者从县文旅委获悉，由县文旅委、县高铁新城管理办公室联合组织开展的"乘着动车免费游开化"旅游专题营销活动将于1月5日正式启动，活动时间将一直持续到2月5日。

据了解，本次"乘着动车免费游开化"旅游专题营销活动优惠对象为从杭州东、富阳、桐庐、千岛湖、绩溪北、黄山北、婺源、德兴东等8个高铁站始发到开化的游客。活动期间，游客凭本人到站为开化站的动车票(2日内)和有效身份证件免费游览县内所有景区；活动期间，入住酒店还可获赠开化特色礼品一份，游客凭本人到站为开化站的动车票(2日内)和有效身份证件及县内住宿凭证(房卡等)至根宫佛国景区领取。县文旅委的工作人员告诉记者，活动期间，工作人员将对参与活动相关凭证进行拍照存档，请理解配合。

改革春风拂龙顶

（上接第一版）

1978年,浙江省召开茶叶会议,要求各县发掘、恢复和创新名茶。根据民国38年(1949年)《开化县志稿》有关"西北乡产者佳"的记载,周光霖初步认定齐溪一带乡村属于高山云雾茶产区。第二年的4月21日,周光霖与杨绍震、应锡铨三人为了开发名茶,登上海拔800米高的齐溪公社大龙山大队龙顶坪。大龙山条件艰苦,山上没有电灯,周光霖和同事们在大龙山上住了半个月,每天白天上山采茶,傍晚5点开始炒茶,直到凌晨3点,耗尽无数支蜡烛,制出了一批新茶,命名为"开化龙顶"茶。

"开化龙顶"采摘迟、采摘标准低,在当年的浙江名茶评比会上只被评为"二类茶"。初次受挫,周光霖并不气馁,牢记专家给出的意见，开始对炒龙顶茶的工艺进行分析、研究制定新工艺。

1980年3月,农业、商业部门分开试制开化龙顶,杨绍震到苏庄乡樟田大队,周光霖、应锡铨和芮章龙与县茶厂技工再上大龙山试制"开化龙顶"。此次,他们提高采摘标准,以一芽一叶为主,改进炒制技术,品质显著提高。当年参加全省第二届名茶评比,被评为一类茶第六名。

1981年,周光霖、应锡铨和芮章龙三人在齐溪公社千亩茶园大坦茶牧场试制,确定"开化龙顶"七道工艺。1981年5月,在浙江省第三届名茶评比会上,参评茶样73只,"开化龙顶"列一类第六名。此后,浙江省名茶评比会隔年举行一次,开化龙顶每届送茶样评比,均榜上有名。

1985年,我县利用早发优质良种福鼎大白品种精心炒制"开化龙顶",在当年的全国名茶评比中,"开化龙顶"被评为全国名茶,获得农牧渔业部优质农产品证书和奖杯。随后,"开化龙顶"名茶收获了"中国驰名商标"等部省级以上荣誉120多项,并成功蝉联了"浙江省十大名茶"的荣誉称号。民间也渐渐有了"滚滚钱江潮,壮观天下无,龙头接龙尾。龙头是龙顶,龙尾是龙井"的说法。

如今,开化龙顶搭乘"一带一路"顺风车,产品批量远销多个国家和地区,成为国家生态原产地保护产品、国家围棋队赛事用茶、G20杭州峰会和四届世界互联网大会指定用茶,更是成为10万多名从业人员增收致富的优质产业。

40年来,一片叶子,成就了一个产业,富裕了一方百姓。据农业茶产业发展调研数据显示,1979年,在全县社队经济收入中,茶叶收入还是836万元,到了2018年,全县10多万亩茶园中,名优茶的产值已达7.75亿元。2018年中国茶叶区域公用品牌价值评估中,开化龙顶品牌价值达22.44亿元,排名第23位。改革开放以来,开化茶叶发展取得了巨大成就。

新时代文明实践

诚信商会积极践行“衢州有礼文明实践”

本报讯（记者 王燕珍 通讯员 余群香）衢州有礼，文明实践。1月7日下午，开化诚信商会举行2018年工作总结暨“商会礼赞”有礼表彰大会。会上对有礼企业、有礼会员、有礼员工、有礼家庭、有礼媳妇、优秀小组长、先进小组、“巾帼精英团队”特别奖、“巾帼精英”个人奖以及幸福家庭等进行表彰，并对29名新会员进行授牌。

2018年，诚信商会深入贯彻落实习近平总书记“让南孔文化重重落地”重要指示精神，动员全县商家（企业）以更高站位、更大决心、更实举措，全力打响“南孔圣地、衢州有礼”城市品牌，共同努力打造“一座最有礼的城市”，引导和推动商会树立文明观念、争当有礼商家、展示文明形象，推广商会“诚信经营”品牌，商会以“衢州有礼 文明实践”为主题，开展了“商会礼赞”系列评选活动。

据悉，诚信商会目前有200多家会员。近年来，商会始终围绕县委、县政府中心工作，按照商会章程，倡导诚信经营，促进会员企业间的沟通、交流与合作，维护会员企业权益，丰富会员生活，努力开拓创新，创建特色商会新思路。2018年，诚信商会还分别在加强基层党建统领，促进商会新发展干出新作为；凝聚会员磅礴力量，争创小组先进人人主动作为；发挥组织核心优势，汇聚集体智慧班子奋发有为；搭建平台互动交流，展现商会文化宣传顺势而为等方面取得了一定的成就。

“新的一年，我们将围绕‘衢州有礼 文明实践’这一主题，继续开展各种形式的学习活动，同时积极开展各种公益和主体活动，进一步丰富会员的文化生活。”诚信商会会长邵宝林表示，商会也将继续助力美丽县城建设，积极参与五水共治、保护西渠等活动，营造良好的社会氛围。

党建＋有礼文明示范小区举行迎新联欢会



1月6日，虽然天下着小雨，但在县城御龙家天下小区广场内却是暖意浓浓。御龙家天下小区党建+有礼文明示范小区迎新联欢会在这里举行。器乐演奏、独唱、歌伴舞等各种艺术形式精彩表演，在这个寒冬里带来了阵阵暖意。

记者 余问清
通讯员 姜路强 摄

昔日污染地变身绿色田园

本报讯 （记者 方晓璐 通讯员 钟汉涛）近日，开化县金义活性炭有限公司退役场地综合治理项目顺利通过专家评审。这也是全市首个通过验收的土壤修复项目。

开化县金义活性炭有限公司位于马金镇霞田村，由于企业原先生产时未按要求做好“防扬散、防渗漏、防流失”措施，造成污染物跑冒滴漏，2015年企业关停后大量废料遗留在厂区，导致厂区土壤和水体受到污染，流经厂区的地表水呈现乳白色。

为了将该场地中污染消除，使其满足农田功能用途，2017年，县环保局启动开化县金义活性炭有限公司退役场地综合治理项目。“去年我们主要对场地的污染情况进行了调查评估，明确场地的污染程度、范围等，对场地中存在的遗留废料处置。今年则对场地中的土壤和水体存在的污染进行治理修复，并进行农田复垦。”县环保局相关负责人相告。

如今，经过综合治理，该地块已被郁郁葱葱的油菜所覆盖，完全满足农田使用要求，下游的水体乳白也已不在，恢复了往日的清澈。

据介绍，该项目包含了对土壤环境修复、固废环境修复和水体环境的修复。“土壤修复是一项十分复杂的系统工程，作为我县首个土壤污染治理项目，它的成功验收，不仅可以形成一套可推广、可复制的污染治理与修复技术模式，而且对全县的土壤修复具有重要的参考价值和指导意义。”县环保局相关负责人介绍。

浙江省开化县开化水库工程环境影响评价二次公示

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规要求，我司委托中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司为“浙江省开化县开化水库工程”进行环境影响评价，根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）和有关规定，现对项目环境影响评价信息进行公示，欢迎公众积极参与并提供宝贵意见。

一、建设项目的名称及概要

建设项目名称：浙江省开化县开化水库工程。

开化水库位于钱塘江源头衢江流域马金溪干流上，工程任务为以防洪、供水为主，结合灌溉、改善下游河道生态环境和备用，兼顾发电等综合利用。水库正常蓄水位251m，汛期限制水位245m，死水位205m，总库容1.84亿m3。

二、环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径

环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接：http://www.ecidi.com/cate_04_2_biao5.asp?Id=89&Id2=-10

查阅纸质报告书的方式和途径：

联系人：周工

电话：0571-56625645

邮箱：zhou_w2@ecidi.com

三、征求意见的公众范围

征求意见的范围以可能受到项目实施影响的周边邻近地区的居民及企事业单位为主。征求意见的内容为项目建设和运营期的环境保护方面意见和建议，即与本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

四、公众意见表的网络链接

公众意见表的网络链接：http://www.ecidi.com/cate_04_2_biao5.asp?Id=89&Id2=-10

备注：公众可以通过信函、传真、电子邮件或者建设单位提供的其他方式，在规定时间内将填写的公众意见表等提交建设单位，反映与建设项目环境影响有关的意见和建议。公众提交意见时，应当提供有效的联系方式。鼓励采用实名方式提交意见并提供常住地址。对公众提交的相关个人信息，不得用于环境影响评价公众参与之外的用途，未经个人信息相关权利人允许不得公开。法律法规另有规定的除外。

五、公众提出意见的方式和途径

在公示期间，公众意见可以通过电话、信函、传真、电子邮件等方式反馈给建设单位联系人。

六、公众提出意见的起止时间

本次公众参与的公示时间段为自本公告发布之日起的10个工作日，公众可在公示期间内提出相关意见。

七、建设单位名称及联系方式

建设单位名称：开化县开化水库开发有限公司

联系人：郑工

联系电话：13626705582

邮 箱：779613570@qq.com

建设单位：开化县开化水库开发有限公司

2019年1月4日

汪佳佳入选农业农村部村级信息员服务榜样

本报讯（记者 胡萍 通讯员 邹志明）记者从县农业部门了解到，《农业农村部办公厅关于公布信息进村入户村级信息员典型案例的通知》日前下发，里面择优确定了100个村级信息员典型案例，我县华埠镇叶溪村叶溪益农信息社信息员汪佳佳事迹名列其中，成为全国服务榜样。

汪佳佳自2016年担任信息员以来，致力把“四大服务”做精做细，借助“四个平台”建设，有效融合“最多跑一次”，打通了信息到村的最后一公里，实现了村民“零跑腿”，同时加大宣传培训农村创业致富能手等工作，2年来采集和发布各类信息800多条，接受农民各种咨询1014余人次，举办各种培训、活动30多期，培训人员98多人次，建立农民信箱用户369人。同时，创新推出“益农跑”，让“代跑”升级为“代办”，通过上门代办共为叶溪村群众办理各项工作1758次，实现农村淘宝直接交易金额达70多万元，减少群众办事跑路至少2894公里，节省群众589小时，大大缩短了群众办事的时间，获得了群众的好评。

县卫生监督所组织开展专项整治行动

本报讯 （通讯员 卫监）近日，县卫生监督所组织人员对开化国际大酒店等各类酒店的公用物品卫生安全进行全面排查，从清洗、消毒、保洁等各个环节进行深入查对，将不合格的环节问题进行梳理与汇总，并对相关管理人员以及工作人员进行指导培训，为新年旅游创设健康的游客住宿环境。

“进百村、入万家”送摄影下乡活动启动

本报讯（记者 申智慧）1月6日，记者从县摄影家协会获悉，根据县委宣传部、县文联的要求，“进百村、入万家”送摄影下乡活动即日启动。

春节前后，我县摄影爱好者将深入乡村、社区、企业、革命老区、边远山区等，为广大农村和基层群众送去欢乐和文明，开展为村民免费拍摄全家福活动，服务基层，送摄影文化、送温暖下乡。通过摄影家手中的镜头，用图片和文字记录下镜头背后的一个家庭、一个家族、一个村庄的团圆故事。

开化二中举办好声音歌唱比赛

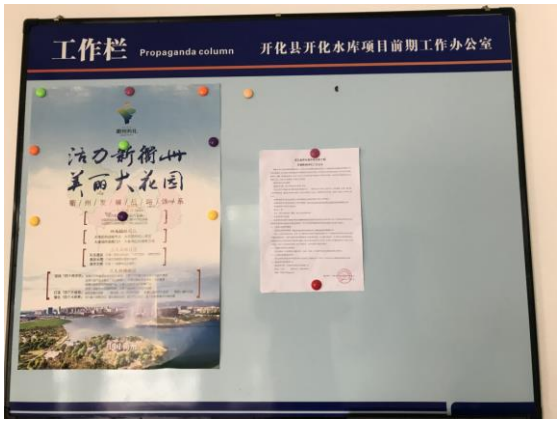
本报讯（记者 申智慧 通讯员 吴惜时）为了庆祝改革开放四十周年，弘扬清廉文化，近日，开化二中举办了“律动青春 弘扬廉洁”2019年元旦好声音歌唱比赛。

比赛在歌伴舞《寄明月》中正式拉开帷幕。各年级学生歌曲演唱、朗诵、舞蹈等节目陆续闪亮登场，动听的歌曲、优美的舞姿、生动的表演，欢乐祥和、蓬勃向上的氛围贯穿始终，演出精彩纷呈，青年教师的清廉诗歌朗诵更是将现场气氛推向了高潮。

图 3.2-2　本工程环境影响报告书征求意见稿报纸公示

3.2.3 张贴

本次张贴公示选择在工程沿线的乡镇公告栏上粘贴了环境影响报告书征求意见稿公示信息，张贴公示时间自 2019 年 1 月 4 日至 1 月 17 日，见图 6.2-3。张贴公示满足《环境影响评价公众参与办法》的相关要求。

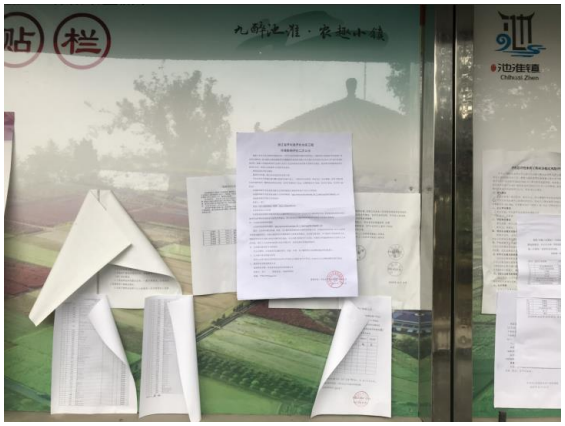




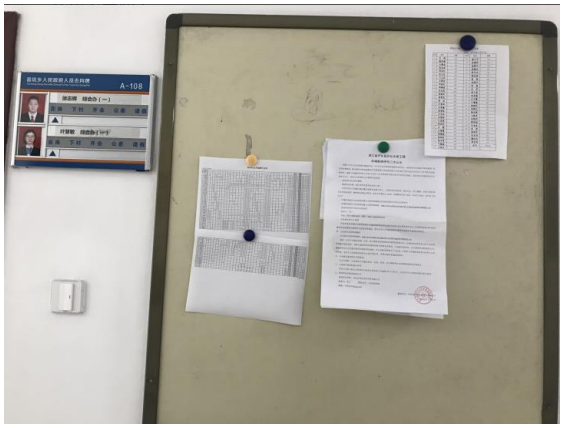
开化水库前期工作办公室



芹阳办事处



池淮镇



音坑乡



马金镇



齐溪镇

图 3.2-3　本工程环境影响报告书征求意见稿张贴公示

3.2.4　其他

本次征求意见稿公示未采取其他方式公示。

3.3　查阅情况

本次征求意见稿公示期间的查阅场所设置在建设单位在开化县的办公地点，征求意见稿公示期间无公众对环境影响报告书征求意见稿进行查阅。

3.4　公众提出意见情况

征求意见稿公示期间，建设单位未收到公众对本工程提出关于环保方面的意见和建议。

4 其他公众参与情况

4.1 公众参与方式

本次在环境影响报告书征求意见稿公示后开展了公众参与问卷调查，主要调查公众对本工程施工、运行期间造成环境影响的看法，以及对工程建设的总体态度。满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。

(1) 调查对象

本次公众参与调查范围为与工程有直接和间接关系的团体和个人以及及关心本工程建设的单位和个人。本次个人调查共发放调查表 378 份，回收有效表 378 份，回收率 100%，团体调查共发放调查表 15 份，回收有效表 15 份，回收率 100%。

4.2 公众提出意见情况

本次问卷调查过程中，被调查团体和个人未对工程建设环境保护方面提出相关意见和建议。

5 公众意见处理情况

5.1 公众意见概述和分析

5.1.1 公众意见概述

在首次环境影响评价信息公开和征求意见稿公示期间，建设单位、环评单位均未收到公众对本工程提出关于环保方面的意见和建议。公众参与调查过程中，被调查团体和个人未对工程建设环境保护方面提出相关意见和建议。

5.1.2 个人问卷调查结果统计

个人公众参与问卷调查结果统计详见表 5.1-1。

个人公众参与问卷调查结果统计表

表 5.1-1

问题	选项	统计(人)	比例(%)
1. 您是否知道本工程：	是	376	99.47
	否	2	0.53
2. 您认为本工程建设是否有利于地区社会和经济的发展：	有利	291	76.98
	不利	30	7.94
	变化不大	57	15.08
3. 您认为工程建设地区目前主要的环境问题是：	水污染	23	5.75
	空气污染	39	9.75
	噪声	78	19.50
	水土流失	58	14.50
	野生动植物破坏	37	9.25
	其他	165	41.25
4.您认为本工程建设和运行期间可能会给您带来哪些环境影响：	污染水质	53	7.56
	影响取用水	54	7.70
	影响交通	156	22.25
	产生扬尘	93	13.27
	对河流鱼类的影响	53	7.56
	产生噪声	68	9.70
	破坏植被	43	6.13
	产生垃圾	60	8.56
	其他	121	17.26
5. 针对工程建设所产生的主要环境影响，项目环评报告书征求意见稿提出，对污废水处理后回用，采取洒水扬尘、隔声降噪等措施；为保护马金溪流域水环境和生态环境，采取分层取水、生态流量谢芳、 栖息地保护、鱼类增殖放流、过鱼等措施，	满足	188	50.00
	基本满足	177	47.07
	不满足	11	2.93

问题	选项	统计(人)	比例(%)
您认为这些措施是否满足环境保护的要求：			
6. 您对本工程的建设所持态度：	支持建设	275	72.75
	反对建设	14	3.70
	无所谓	89	23.54

从个人调查结果可知：

① 有 99.47%的被调查者表示知道本工程，0.53%被调查者表示不知道本工程，这表明建设单位较好地履行了公众信息告知义务，对提高公众在建设项目中的参与度具有积极意义。

② 有 76.98%的被调查者认为工程有利于地区社会和经济的发展，有 15.08%的被调查者认为工程建设后地区社会和经济的发展变化不大。这说明项目建设将对地区社会和经济的发展有促进作用。

③ 有 41.25%的被调查者认为工程建设地区目前主要的环境问题是其他，但未具体表明，有 19.50%的被调查者认为工程建设地区目前主要的环境问题是噪声，有 14.50%的被调查者认为工程建设地区目前主要的环境问题是水土流失，有 9.75%的被调查者认为工程建设地区目前主要的环境问题是空气污染，有 5.75%的被调查者认为工程建设地区目前主要的环境问题是水污染。

④ 22.25%的被调查者认为本工程建设和运行期间可能影响交通，17.26%的被调查者认为本工程建设和运行期间可能影响为其他，但未具体表明，13.27%的被调查者认为本工程建设和运行期间可能产生扬尘，9.70%的被调查者认为本工程建设和运行期间可能产生噪声，8.56%的被调查者认为本工程建设和运行期间可能产生垃圾，7.70%的被调查者认为本工程建设和运行期间可能影响取用水，各有 7.56%的被调查者认为本工程建设和运行期间可能污染水质及影响河流鱼类，6.13%的被调查者认为本工程建设和运行期间可能破坏植被。

⑤ 针对工程建设所产生的主要环境影响，项目环评报告书征求意见稿提出的环境保护措施，有 50.00%的被查者认为能够满足环保要求，有 47.07%的被调查者认为基本满足环保要求，有 2.93%的被调查者认为不满足环保要求。这说明报告书中所采取措施能够满足环境保护要求。

⑥ 有 72.75%的被调查者表示支持工程建设，23.54%的被调查者表示无所谓，有 3.70%的被调查者表示反对。

⑦ 公众对于本工程建设的意见和建议

叶富兰表示不想移民。

5.1.3 团体问卷调查结果分析

团体问卷调查结果统计详见表 5.1-2。

团体公众参与问卷调查结果统计表

表 5.1-2

问题	选项	统计(人)	比例(%)
1. 贵单位是否知道本工程：	是	15	100
	否	0	0
2. 贵单位认为本工程建设是否有利于地区社会和经济的发展：	有利	15	100
	不利	0	0
	变化不大	0	0
3.贵单位认为工程建设地区目前的环境状况如何	很好	14	93.33
	一般	1	6.67
	不好	0	0
4. 贵单位认为工程建设地区目前主要的环境问题是：	水污染	1	6.67
	空气污染	0	0
	噪声	3	20.00
	水土流失	0	0
	野生动植物破坏	1	6.67
	其他	10	66.67
5. 本工程建设运行对当地带来的不利影响，贵单位最关心的是：	水质的影响	3	13.04
	空气污染	4	17.39
	噪声	3	13.04
	野生动植物影响	2	8.70
	水土流失	0	0
	河道减水对环境的影响	4	17.39
	对移民生活的影响	2	8.70
	其他	5	21.74
6. 针对工程建设所产生的主要环境影响，项目环评报告书征求意见稿提出，对污废水处理后回用，采取洒水扬尘、隔声降噪等措施；为保护马金溪流域水环境和生态环境，采取分层取水、生态流量谢芳、 栖息地保护、鱼类增殖放流、过鱼等措施，您认为这些措施是否满足环境保护的要求：	满足	10	66.67
	基本满足	5	33.33
	不满足	0	0
7. 贵单位对本工程的建设所持态度：	支持建设	15	100
	反对建设	0	0

问题	选项	统计(人)	比例(%)
	无所谓	0	0

从调查结果可知：

① 有 100%的被调查团体表示了解和听说过本工程，这表明建设单位较好地履行了公众信息告知义务，对提高公众在建设项目中的参与度具有积极意义。

② 有 100%的被调查团体认为工程有利于地区社会和经济的发展，这说明项目建设将对地区社会和经济的发展有促进作用。

③ 有 93.33%的被调查团体认为工程建设地区目前环境状况很好，6.67%的被调查团体认为一般，无被调查团体认为工程建设地区目前环境状况不好。这说明工程建设地区目前环境状况良好。

④ 有 66.67%的被调查团体认为工程建设地区目前主要的环境问题是其他，但未具体表明，有 20.00%的被调查团体认为工程建设地区目前主要的环境问题是噪声，有6.67%的被调查团体认为工程建设地区目前主要的环境问题是野生动植物破坏，有6.67%的被调查团体认为工程建设地区目前主要的环境问题是水污染。

⑤ 对于工程建设对当地带来的不利影响，21.74%的被调查者最关心的是其他，但未具体表明，17.39%的被调查团体最关心空气污染，17.39%的被调查团体最关心河道减水对环境的影响，13.04%的被调查团体最关心噪声，8.70%的被调查团体最关心野生动植物影响，8.70%的被调查团体最关心对移民生活的影响。

⑥ 针对工程建设所产生的主要环境影响，项目环评报告书征求意见稿提出的环境保护措施，有 66.67%的被查团体认为能够满足环保要求，有 33.33%的被调查团体认为基本满足环保要求，无被调查团体认为不满足环保要求。这说明报告书中所采取措施能够满足环境保护要求。

⑦ 所有被调查团体均表示支持工程建设。

⑧ 团体对于本工程建设的意见和建议

无。

5.2 公众意见采纳情况

本次公众参与过程中，公众未提出与环境保护相关的意见。

5.3 公众意见未采纳情况

本次公众参与过程中公众意见均采纳，没有未采纳情况。

6 其他

6.1 存档备查情况

本次公众参与相关资料以及公众问卷调查表共 393 份(个人 378 份，团体 15 份)，已由建设单位进行存档。

6.2 其他需要说明的内容

无。

7　诚信承诺

我单位已按照《环境影响评价公众参与办法》要求，在开化水库环境影响报告书编制阶段开展了公众参与工作，在环境影响报告书中充分采纳了公众提出的与环境影响相关的合理意见，对未采纳的意见按要求进行了说明，并按照要求编制了公众参与说明。

我单位承诺，本次提交的《开化水库环境影响评价公众参与说明》内容客观、真实，未包含依法不得公开的国家秘密、商业秘密、个人隐私。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由开化水库开发有限公司承担全部责任。

承诺单位：开化水库开发有限公司

承诺时间：2019 年 2 月 10 日

附表 1 样方调查表

乔木林丛样方调查表 1

日期：2017.12.2　　样方总面积/m^2：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2">杉木林（Form. Cunninghamia lanceolata）</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔（m）</td><td>坡向</td><td>坡度（°）</td></tr>
<tr><td>地点</td><td colspan="2">钱江源风景名胜区</td><td>坡地</td><td>315</td><td>WN</td><td>18</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="6">N：29°24'19.13"；E：118°20'39.32"</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="6">三层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="3">考察照片</td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>郁闭度 0.75</td><td colspan="2">层均高 10m，优势种为杉木（Cunninghamia lanceolata），高 7~13m，胸径 5~10cm，盖度 65%，主要伴生种为枫香（Liquidambar formosana）、马尾松（Pinus massoniana）、油桐（Vernicia fordii）等。</td><td colspan="3" rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>层盖度 20%</td><td colspan="2">层均高 1.5m，无明显优势种，常见伴生种为野蔷薇（Rosa multiflora）、格药柃（Eurya muricata）、山胡椒（Lindera glauca）、尖连蕊茶（Camellia cuspidata）、马银花（Rhododendron ovatum）等。</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 25%</td><td colspan="2">层均高 0.6m，优势种为芒萁（Dicranopteris pedata），高 0.4~1.0m，盖度 15%，主要伴生种为贯众（Cyrtomium fortune）、五节芒（Miscanthus floridulus）、紫萁（Osmunda japonica）、乌蕨（Stenoloma chusanum）等。</td></tr>
<tr><td colspan="2">层间植物</td><td colspan="5">紫藤（Wisteria sinensis）、海金沙（Lygodium japonicum）、木通（Akebia quinata）等。</td></tr>
</table>

乔木林丛样方调查表 2

日期： **2017.12.2** **样方总面积/m²：** **20m×20m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2">毛竹林（Form. Phyllostachys edulis）</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔（m）</td><td>坡向</td><td>坡度（°）</td></tr>
<tr><td>地点</td><td>钱江源风景名胜区</td><td>坡地</td><td>304</td><td>WS</td><td>25</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：29°24'14.83"；E：118°20'45.67"</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">三层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>郁闭度 0.70</td><td colspan="2">层均高约 8m，优势种为毛竹（Phyllostachys edulis），高 6~10m，秆径 4~6cm，盖度 65%，主要伴生种为马尾松（Pinus massoniana）、枹栎（Quercus serrata）、杉木（Cunninghamia lanceolata）等。</td><td colspan="2" rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>层盖度 25%</td><td colspan="2">层均高约 1.2m，优势种为山胡椒（Lindera glauca），高 1~2m，盖度 15%，伴生种主要为檵木（Loropetalum chinense）、宜昌荚蒾（Viburnum erosum）、乌药（Lindera aggregata）、杜鹃（Rhododendron simsii）等。</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 30%</td><td colspan="2">层均高约 0.4m，优势种为芒萁（Dicranopteris pedata），高 0.2~0.8m，盖度 25%，主要伴生种有九节龙（Ardisia pusilla）、石松（Lycopodium japonicum）、乌蕨（Stenoloma chusanum）、蕨（Pteridium aquilinum var. latiusculum）。</td></tr>
</table>

灌丛样方调查表 3

日期： **2017.12.2** **样方面积/m²：** **5m×5m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	檵木灌丛（Form. *Loropetalum chinense*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	钱江源风景名胜区		坡地	314	E	10
经纬度	N：29°24'10.70"；E：118°20'51.47"					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
灌木层	盖度 65%	层均高约 1.5m，优势种为檵木（*Loropetalum chinense*），高 1.2~2.2m，盖度 50%，主要伴生种为山胡椒（*Lindera glauca*）、美丽胡枝子（*Lespedeza formosa*）、醉鱼草（*Buddleja lindleyana*）、老鸦糊（*Callicarpa giraldii*）等。				
草本层	盖度 40%	层均高约 1.2m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 1.0~1.5m，盖度 30%，主要伴生种为乌蕨（*Stenoloma chusanum*）、冷水花（*Pilea notata*）、东风菜（*Aster scaber*）、野茼蒿（*Crassocephalum crepidioides*）等。				

灌草丛样方调查表 4

日期： **2017.12.2** **样方总面积/m²：** **1m×1m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	五节芒灌草丛（Form. *Miscanthusfloridulus*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	齐溪水库管理处附近		坡地	319	N	8
经纬度	N：29°24'3.22"；E：118°20'50.91"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 75%	层均高约 1m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.5~1.5m，盖度 60%，主要伴生种为鬼针草（*Bidens pilosa*）、藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、野菊（*Dendranthema indicum*）、野茼蒿（*Crassocephalum crepidioides*）等。				

乔木林丛样方调查表 5

日期： **2017.12.2** **样方总面积/m²：** **20m×20m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2">马尾松林（Form. Pinus massoniana）</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔（m）</td><td>坡向</td><td>坡度（°）</td></tr>
<tr><td>地点</td><td>齐溪水库管理处附近</td><td>坡地</td><td>312</td><td>W</td><td>10</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：29°24'6.37"；E：118°20'56.83"</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">三层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>郁闭度 0.50</td><td colspan="2">层均高约 8m，优势种为马尾松（Pinus massoniana），高 6~9m，胸径 5~8cm，盖度 40%，主要伴生种为青冈（Cyclobalanopsis glauca）、杉木（Cunninghamia lanceolata）、栲（Castanopsis fargesii）等。</td><td colspan="2" rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>层盖度 30%</td><td colspan="2">层均高约 1.5m，优势种为檵木（Loropetalum chinense），高 1.2~2.0m，盖度 20%，常见伴生种为茶（Camellia sinensis）、山胡椒（Lindera glauca）、云实（Caesalpinia decapetala）、白叶莓（Rubus innominatus）、山鸡椒（Litsea cubeba）等。</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>层盖度 20%</td><td colspan="2">层均高约 0.8m，优势种为五节芒（Miscanthus floridulus），高 0.6~1.2m，盖度 10%，主要伴生种为芒萁（Dicranopteris pedata）、乌蕨（Stenoloma chusanum）、爵床（Rostellularia procumbens）、三脉紫菀（Aster ageratoides）等。</td></tr>
<tr><td colspan="2">层间植物</td><td colspan="4">金银花（Lonicera japonica）、革叶猕猴桃（Actinidia rubricaulis var. coriacea）等。</td></tr>
</table>

灌丛样方调查表 6

日期： **2017.12.2** **样方面积/m²：** **5m×5m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2">苎麻灌丛（Form. Boehmeria nivea）</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>海拔（m）</td><td>坡向</td><td>坡度（°）</td></tr>
<tr><td>地点</td><td>坝址上游淹没区</td><td>河岸</td><td>268</td><td>——</td><td>——</td></tr>
<tr><td>经纬度</td><td colspan="5">N：29°24'5.43"；E：118°21'6.61"</td></tr>
<tr><td>层次</td><td colspan="5">二层</td></tr>
<tr><td>分层</td><td>层盖度</td><td colspan="2">种类组成与生长状况</td><td colspan="2">考察照片</td></tr>
</table>

灌木层	盖度 60%	层均高约 0.6m，优势种为苎麻（*Boehmeria nivea*），高 0.4~1.0m，盖度 55%，主要伴生种为麻叶绣线菊（*Spiraea cantoniensis*）、山胡椒（*Lindera glauca*）、钩藤（*Uncaria rhynchophylla*）、湖北算盘子（*Glochidion wilsonii*）等。	
草本层	盖度 20%	层均高约 0.4m，无明显优势种，常见种类有三脉紫菀（*Aster ageratoides*）、野菊（*Dendranthema indicum*）、龙葵（*Solanum nigrum*）、一年蓬（*Erigeron annuus*）等。	

灌草丛样方调查表 7

日期： **2017.12.2** **样方总面积/m²：** **1m×1m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	斑茅灌草丛（Form. Saccharum arundinaceum）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	齐溪水库大坝下游滩涂		平地	264	——	——
经纬度	N：29°24'4.40"；E：118°21'0.50"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 80%	层均高约 1.2m，优势种为斑茅（*Saccharum arundinaceum*），高 0.8~1.8m，盖度 70%，主要伴生种为青葙（*Celosia argentea*）、野茼蒿（*Crassocephalum* crepidioides）、龙葵（*Solanum nigrum*）、小鱼仙草（*Mosla dianthera*）等。				

乔木林丛样方调查表 8

日期： **2017.12.2** **样方总面积/m²：** **20m×20m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	青冈—枫香林（Form. *Cyclobalanopsis glauca-Liquidambar formosana*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址上游淹没区		坡地	297	S	10
经纬度	N：29°23'51.02"；E：118°21'6.91"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.75	层均高约 9m，优势种为青冈（*Cyclobalanopsis glauca*）和枫				

		香（*Liquidambar formosana*），高 8~12m，胸径 8~12cm，盖度 60%，主要伴生种为杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、木荷（*Schima superba*）、枫杨（*Pterocarya stenoptera*）等。	
灌木层	层盖度 35%	层均高约 1.8m，优势种为盐肤木（*Rhus chinensis*），高 1.2~2.5m，盖度 20%，常见伴生种为檵木（*Loropetalum chinense*）、马银花（*Rhododendron ovatum*）、小蜡（*Ligustrum sinense*）、山鸡椒（*Litsea cubeba*）等。	
草本层	层盖度 30%	层均高约 0.5m，优势种为芒萁（*Dicranopteris pedata*），高约 0.4~0.8m，盖度 20%，主要伴生种为阔鳞鳞毛蕨（*Dryopteris championii*）、乌蕨（*Stenoloma chusanum*）、三脉紫菀（*Aster ageratoides*）、薹草（*Carex* sp.）等。	

乔木林丛样方调查表 9

日期：2017.12.2　　样方总面积/m²：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	青冈林（Form. *Cyclobalanopsis glauca*）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址上游淹没区	坡地	282	W	20
经纬度	N：29°23'55.70"；E：118°21'18.43"				
层次	三层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
乔木层	郁闭度 0.65	层均高约 8m，优势种为青冈（*Cyclobalanopsis glauca*），高 8~12m，胸径 8~12cm，盖度 50%，主要伴生种为马尾松（*Pinus massoniana*）、栲（*Castanopsis fargesii*）、乌桕（*Sapium sebiferum*）等。			
灌木层	层盖度 25%	层均高约 1.5m，无明显优势种，常见种类有檵木（*Loropetalum chinense*）、山莓（*Rubus corchorifolius*）、醉鱼草（*Buddleja lindleyana*）、紫珠（*Callicarpa bodinieri*）等。			
草本层	层盖度 35%	层均高约 0.4m，优势种为野古草（*Arundinella anomala*），高约 0.3~0.7m，盖度 20%，主要伴生			

		种为五节芒（*Miscanthus floridulus*）、紫苏（*Perilla frutescens*）等。	

灌丛样方调查表 10

日期：2017.12.2　　样方面积/m²：5m×5m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	小叶蚊母树灌丛（Form. *Distylium buxifolium*）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址上游淹没区	河岸	264	——	——
经纬度	N：29°24'7.61"；E：118°21'29.57"				
层次	二层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
灌木层	盖度 65%	层均高约 1.8m，优势种为小叶蚊母树（*Distylium buxifolium*），高 1.2~2.5m，盖度 50%，主要伴生种为腺柳（*Salix chaenomeloides*）、细叶水团花（*Adina rubella*）、野山楂（*Crataegus cuneata*）等。			
草本层	盖度 20%	层均高约 0.4m，无明显优势种，常见种类有野茼蒿（*Crassocephalum crepidioides*）、斑茅（*Saccharum arundinaceum*）、一年蓬（*Erigeron annuus*）、蜈蚣菊（*Wedelia chinensis*）等。			

乔木林丛样方调查表 11

日期：2017.12.2　　样方总面积/m²：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	马尾松林（Form. *Pinus massoniana*）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	G205 国道北侧	坡地	287	N	20
经纬度	N：29°24'16.40"；E：118°21'42.12"				
层次	三层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
乔木层	郁闭度 0.55	层均高约 5m，优势种为马尾松（*Pinus massoniana*），高 3~8m，胸径 5~8cm，盖度 30%，主要伴生种为甜槠（*Castanopsis eyrei*）、杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、枹栎（*Quercus serrata*）等。			
灌木层	层盖度 15%	层均高约 1.2m，灌木层少见有檵木（*Loropetalum chinense*）、石			

		岩枫（*Mallotus repandus*）、山鸡椒（*Litsea cubeba*）等。	
草本层	层盖度 40%	层均高约 1.0m，以五节芒（*Miscanthus floridulus*）为明显优势种，高 0.8~1.5m，盖度 38%，偶见有野菊（*Dendranthema indicum*）、三脉紫菀（*Aster ageratoides*）、蒲儿根（*Sinosenecio oldhamianus*）等。	

灌草丛样方调查表 12

日期：2017.12.2　　样方总面积/m²：1m×1m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	五节芒灌草丛（Form. *Miscanthus floridulus*）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	G205 国道北侧	坡地	264	N	18
经纬度	N：29°24'7.92"；E：118°22'7.61"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 80%	层均高约 0.8m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.6~1.5m，盖度 60%，主要伴生种为千里光（*Senecio scandens*）、野菊（*Dendranthema indicum*）、夜香牛（*Vernonia cinerea*）等。			

灌丛样方调查表 13

日期：2017.12.2　　样方面积/m²：5m×5m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	山胡椒灌丛（Form. Lindera glauca）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	G205 国道北侧	坡地	275	EN	15
经纬度	N：29°23'52.88"；E：118°22'16.07"				
层次	二层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
灌木层	盖度 55%	层均高约 2.0m，优势种为山胡椒（*Lindera glauca*），高 1.5~2.5m，盖度 45%，主要伴生种为檵木（*Loropetalum chinense*）、山鸡椒（*Litsea cubeba*）、小果蔷薇（*Rosa cymosa*）、蜡莲绣球（*Hydrangea strigosa*）等。			

草本层	盖度 30%	层均高约 0.5m，优势种为芒萁（*Dicranopteris pedata*），高 0.4~0.8m，盖度 25%，主要伴生种为五节芒（*Miscanthus floridulus*）、三脉紫菀（*Aster ageratoides*）、狗尾草（*Setaria viridis*）、叶下珠（*Phyllanthus urinaria*）等。	

农业植被样方调查表 14

日期：2017.12.2　　样方总面积/m^2：10m×10m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	农作物		环境特征			
			地形	海拔	坡向	坡度（°）
地点	岭里村		坡地	271	N	8
经纬度	N：29°23'52.24"；E：118°22'24.20"					
一层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
主要种植油菜、萝卜、白菜等蔬菜。常见田间杂草有狗尾草（*Setaria viridis*）、爵床（*Rostellularia procumbens*）、节节草（*Equisetum ramosissimum*）、薤白（Allium *macrostemon*）。						

乔木林丛样方调查表 15

日期：2017.12.2　　样方总面积/m^2：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	毛竹林（Form. Phyllostachys edulis）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	岭里村		河岸	304	——	——
经纬度	N：29°24'14.83"；E：118°20'45.67"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.65	层均高约 7m，优势种为毛竹（*Phyllostachys edulis*），高 6~12m，秆径 5~8cm，盖度 50%，主要伴生种为马尾松（*Pinus massoniana*）、柏木（*Cupressus funebris*）、杉木（*Cunninghamia lanceolata*）等。				
灌木层	层盖度 25%	层均高约 1.5m，无明显优势种，常见种类为檵木（*Loropetalum chinense*）、山				

		胡椒（*Lindera glauca*）、短柄枹栎（*Quercus serrata* var. *Brevipetiolata*）、杜鹃（*Rhododendron* simsii）等。	
草本层	层盖度 20%	层均高约 1.2m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.6~1.5m，盖度 15%，主要伴生种有斑茅（*Saccharum arundinaceum*）、青葙（*Celosia argentea*）、反枝苋（*Amaranthus retroflexus*）等。	

乔木林丛样方调查表 16

日期：2017.12.2　　样方总面积/m²：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	马尾松林（Form. *Pinus massoniana*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	岭里村		坡地	250	E	15
经纬度	N：29°23'35.36"；E：118°22'35.56"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.55	层均高约 8m，优势种为马尾松（*Pinus massoniana*），高 7~12m，胸径 8~15cm，盖度 50%，仅在林缘有杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、毛竹（*Phyllostachys edulis*）等。				
灌木层	层盖度 20%	层均高约 1.2m，灌木层少见有檵木（Loropetalum chinense）、小果蔷薇（Rosa cymosa）、高粱泡（Rubus lambertianus）等。				
草本层	层盖度 10%	层均高约 0.5m，草本层稀疏，常见种类有五节芒（*Miscanthus floridulus*）、狗尾草（*Setaria viridis*）、千里光（*Senecio scandens*）等。				

灌丛样方调查表 17

日期：2017.12.2　　样方面积/m²：5m×5m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	石岩枫灌丛（Form. *Mallotus repandus*）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	岭里村	坡地	234	EN	16
经纬度	N：29°23'24.49"；E：118°22'26.63"				
层次	二层				

分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片
灌木层	盖度 65%	层均高约 1.6m，优势种为石岩枫（*Mallotus repandus*），高 1.0~2.0m，盖度 50%，主要伴生种为盐肤木（*Rhus* chinensis）、檵木（*Loropetalum chinense*）、山胡椒（*Lindera glauca*）、小果蔷薇（*Rosa cymosa*）等。	
草本层	盖度 25%	层均高约 0.8m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.6~1.2m，盖度 20%，主要伴生种为野菊（*Dendranthema indicum*）、三脉紫菀（*Aster ageratoides*）、狗尾草（*Setaria viridis*）等。	

灌草丛样方调查表 18

日期： **2017.12.2** **样方总面积/m²：** **1m×1m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	五节芒灌草丛（Form. *Miscanthus floridulus*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	岭里村		坡地	242	WN	12
经纬度	N：29°23'8.23"；E：118°22'39.97"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 70%	层均高约 0.6m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.5~1.2m，盖度 60%，主要伴生种为狗尾草（*Setaria viridis*）、爵床（*Rostellularia procumbens*）、山莴苣（*Lagedium sibiricum*）、夜香牛（*Vernonia cinerea*）等。				

农业植被样方调查表 19

日期： **2017.12.2** **样方总面积/m²：** **10m×10m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	农作物		环境特征			
			地形	海拔	坡向	坡度（°）
地点	岭里村		平地	224	——	——
经纬度	N：29°22'59.70"；E：118°22'17.00"					
一层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			

主要种植萝卜、白菜等蔬菜。常见田间杂草有鬼针草（*Bidens pilosa*）、猪殃殃（*Galium aparine* var. tenerum）、牛筋草（*Eleusine indica*）、爵床（*Rostellularia procumbens*）。	

灌草丛样方调查表 20

日期： **2017.12.3** **样方总面积/m^2：** **1m×1m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	藿香蓟灌草丛（Form. *Ageratum conyzoides*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	官台新村		山谷	240	——	——
经纬度	N：29°22'48.50"；E：118°22'49.43"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 75%	层均高约 0.5m，优势种为藿香蓟（*Ageratum conyzoides*），高 0.3~0.8m，盖度 65%，主要伴生种为五节芒（*Miscanthus floridulus*）、芒萁（*Dicranopteris pedata*）、山麦冬（*Liriope spicata*）、抱茎小苦荬（*Ixeridium sonchifolium*）等。				

灌草丛样方调查表 21

日期： **2017.12.3** **样方总面积/m^2：** **1m×1m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	白茅灌草丛（Form. *Imperata cylindrica*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	3#石料厂		坡地	248	EN	10
经纬度	N：29°22'23.08"；E：118°22'36.31"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			

草本层	层盖度 70%	层均高约 0.6m，优势种为白茅（*Imperata cylindrica*），高 0.5~1.2m，盖度 60%，主要伴生种为芒萁（*Dicranopteris pedata*）、堇菜（*Viola verecunda*）、爵床（*Rostellularia procumbens*）、野艾蒿（*Artemisia lavandulaefolia*）等。	

灌草丛样方调查表 22

日期：2017.12.2　　样方总面积/m^2：1m×1m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	斑茅灌草丛（Form. *Saccharum arundinaceum*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	岩潭村		滩涂	218	——	——
经纬度	N：29°22'30.93"；E：118°23'27.89"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 65%	层均高约 1.0m，优势种为斑茅（*Saccharum arundinaceum*），高 0.6~1.4m，盖度 50%，主要伴生种为节节草（*Commelina diffusa*）、鬼针草（*Bidens* pilosa）、薹草（*Carex sp.*）等。				

乔木林丛样方调查表 23

日期：2017.12.2　　样方总面积/m^2：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	杉木林（Form. *Cunninghamia lanceolata*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	2#石料厂		坡地	214	E	18
经纬度	N：29°22'8.05"；E：118°23'24.03"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.75	层均高 7m，优势种为杉木（*Cunninghamia lanceolata*），高 5~10m，胸径 8~12cm，盖度 70%，偶见有枫香（*Liquidambar formosana*）、马尾松（*Pinus massoniana*）等。				
灌木层	层盖度 40%	层均高 1.6m，优势种为檵木（*Loropetalum chinense*），高				

		1.2~2.0m，盖度 30%，常见伴生种为蜡莲绣球（*Hydrangea strigosa*）、山胡椒（*Lindera glauca*）、石岩枫（*Mallotus repandus*）、插田泡（*Rubus coreanus*）等。	
草本层	层盖度 25%	层均高 0.8m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.6~1.5m，盖度 15%，主要伴生种为狗尾草（*Setaria viridis*）、芒萁（*Dicranopteris pedata*）、野菊（*Dendranthema indicum*）、东风菜（*Doellingeria scaber*）等。	

乔木林丛样方调查表 24

日期：2017.12.4　　样方总面积/m²：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	杉木林（Form. *Cunninghamia lanceolata*）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	淹没支流末端	坡地	266	S	15
经纬度	N：29°21'57.27"；E：118°21'48.91"				
层次	三层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
乔木层	郁闭度 0.80	层均高 8m，优势种为杉木（*Cunninghamia lanceolata*），高 6~10m，胸径 8~12cm，盖度 70%，主要伴生种为马尾松（*Pinus massoniana*）、野柿（*Diospyros kaki* var. *silvestris*）、枹栎（*Quercus serrata*）等。			
灌木层	层盖度 40%	层均高 1.5m，优势种为檵木（*Loropetalum chinense*），高 1.2~1.8m，盖度 30%，伴生种有微毛柃（*Eurya hebeclados*）、山胡椒（*Lindera glauca*）、牡荆（*Vitex negundo* var. *cannabifolia*）、乌药（*Lindera aggregata*）、中国旌节花（*Stachyurus chinensis*）等。			
草本层	层盖度 25%	层均高 0.4m，优势种为芒萁（*Dicranopteris pedata*），高 0.3~0.8m，盖度 15%，主要伴生种为三脉紫菀（*Aster ageratoides*）、五节芒（*Miscanthus floridulus*）、爵床			

		（*Rostellularia procumbens*）等。	

灌草丛样方调查表 25

日期：2017.12.4　　样方总面积/m²：1m×1m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	狗尾草灌草丛（Form. *Setaria viridis*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	至堂山村支流		平地	249	——	——
经纬度	N：29°21'57.11"；E：118°22'16.91"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 50%	层均高约 0.6m，优势种为狗尾草（*Setaria viridis*），高 0.5~1.0m，盖度 35%，主要伴生种为野菊（*Chrysanthemum indicum*）、鬼针草（*Bidens* pilosa）、爵床（*Rostellularia procumbens*）、藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）等。				

乔木林丛样方调查表 26

日期：2017.12.4　　样方总面积/m²：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	杨梅林（Form. *Myrica rubra*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	1#石料厂		坡地	251	N	10
经纬度	N：29°22'0.57"；E：118°22'54.89"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.65	层均高 5m，优势种为杨梅（*Myrica rubra*），高 6~10m，胸径 3~7cm，为人工种植经济林，林缘见有柏木（*Cupressus funebris*）、青冈（*Cyclobalanopsis glauca*）等。				
灌木层	层盖度 20%	层均高 1.2m，无明显优势种，常见种有牡荆（*Vitex negundo* var. *cannabifolia*）、空心泡（*Rubus rosaefolius*）、醉鱼草（*Buddleja lindleyana*）、金樱子（*Rosa laevigata*）等。				
草本层	层盖度 45%	层均高 0.4m，优势种为狗尾草（*Setaria viridis*），高 0.3~0.8m，盖度 35%，主要伴生				

		种为千里光（*Senecio scandens*）、五节芒（*Miscanthus floridulus*）、爵床（*Rostellularia procumbens*）、攀倒甑（*Patrinia villosa*）等。	

乔木林丛样方调查表 27

日期： **2017.12.4** **样方总面积/m²：** **20m×20m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	柏木林（Form. *Cupressus funebris*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	支流汇入口		坡地	266	S	15
经纬度	N：29°21'54.30"；E：118°23'3.33"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.70	层均高 10m，优势种为柏木（*Cupressus funebris*），高 8~12m，胸径 6~10cm，盖度 55%，主要伴生种为杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、枫香（*Liquidambar formosana*）、毛竹（*Phyllostachys edulis*）等。				
灌木层	层盖度 40%	层均高 1.5m，优势种为山胡椒（*Lindera glauca*），高 1.2~1.8m，盖度 30%，伴生种有山鸡椒（*Litsea cubeba*）、牡荆（*Vitex negundo* var. *cannabifolia*）、麻叶绣线菊（*Spiraea cantoniensis*）、湖北算盘子（*Glochidion wilsonii*）等。				
草本层	层盖度 30%	层均高 0.8m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.5~1.4m，盖度 15%，主要伴生种为薹草（*Carex sp.*）、冷水花（*Pilea notata*）、龙葵（*Solanum nigrum*）、博落回（*Macleaya cordata*）等。				

灌草丛样方调查表 28

日期： **2017.12.4** **样方总面积/m²：** **1m×1m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	五节芒灌草丛（Form. *Miscanthus floridulus*）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）

地点	枢纽 2#辅助企业区碎石加工系统及堆料场附近	坡地	219	N	12
经纬度	N：29°21'49.65"；E：118°22'59.91"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 70%	层均高约 0.7m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.6~1.4m，盖度 50%，主要伴生种为藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、紫苏（*Perilla frutescens*）、小蓬草（*Conyza canadensis*）、狗尾草（*Setaria viridis*）等。			

灌丛样方调查表 29

日期：2017.12.4　　样方面积/m²：5m×5m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	檵木灌丛（Form. *Loropetalum chinense*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	靠近坝址支流汇入口		坡地	314	E	10
经纬度	N：29°24'10.70"；E：118°20'51.47"					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
灌木层	盖度 55%	层均高约 1.8m，优势种为檵木（*Loropetalum chinense*），高 1.2~2.2m，盖度 30%，主要伴生种为山莓（*Rubus corchorifolius*）、乌药（*Lindera aggregata*）、野鸦椿（*Euscaphis japonica*）、空心泡（*Rubus rosaefolius*）等。				
草本层	盖度 40%	层均高约 1.0m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.8~1.2m，盖度 30%，主要伴生种为野古草（*Arundinella anomala*）、芒萁（*Dicranopteris pedata*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、鬼针草（*Bidens pilosa*）等。				

乔木林丛样方调查表 30

日期：2017.12.4　　样方总面积/m²：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	栗林（Form. *Castanea mollissima*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址区		坡地	228	N	12

经纬度	N：29°21'35.64"；E：118°23'6.26"		
层次	三层		
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片
乔木层	郁闭度 0.65	层均高 5m，优势种为栗（*Castanea mollissima*），高 4~8m，胸径 8~14cm，为人工种植经济林，偶见有杨梅（*Myrica rubra*）、柏木（*Cupressus funebris*）等。	
灌木层	层盖度 25%	层均高 1.2m，无明显优势种，常见种有粗叶悬钩子（*Rubus alceaefolius*）、盐肤木（*Rhus chinensis*）、山莓（*Rubus corchorifolius*）、小果蔷薇（*Rosa cymosa*）等。	
草本层	层盖度 40%	层均高 0.4m，优势种为白茅（*Imperata cylindrica*），高 0.3~0.8m，盖度 35%，主要伴生种为野菊（*Dendranthema indicum*）、藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、薹草（*Carex sp.*）、攀倒甑（*Patrinia villosa*）等。	

灌草丛样方调查表 31

日期： **2017.12.4** **样方总面积/m²：** **1m×1m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	芒萁灌草丛（Form. *Dicranopteris pedata*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	溢洪道附近		坡地	227	N	15
经纬度	N：29°21'36.20"；E：118°23'16.42"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 75%	层均高约 0.5m，优势种为芒萁（*Dicranopteris pedata*），高 0.3~0.8m，盖度 60%，主要伴生种为藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、五节芒（*Miscanthus floridulus*）、蕨（*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*）、蛇莓（*Duchesnea indica*）、乌蕨（*Stenoloma chusanum*）等。				

灌草丛样方调查表 32

日期： **2017.12.4** **样方总面积/m²：** **1m×1m** **记录人：** **桂柳柳、王海燕**

植被类型	芦苇灌草丛（Form. *Phragmites australis*）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	枢纽工程区	河岸	203	——	——
经纬度	N：29°21'36.35"；E：118°22'55.72"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 65%	层均高约 1.2m，优势种为芦苇（*Phragmites australis*），高 0.5~1.5m，盖度 55%，主要伴生种为青葙（*Celosia argentea*）、野茼蒿（*Crassocephalum crepidioides*）、蟛蜞菊（*Wedelia chinensis*）、金荞麦（*Fagopyrum dibotrys*）等。			

乔木林丛样方调查表 33

日期：2017.12.4　　样方总面积/m²：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	毛竹林（Form. *Phyllostachys edulis*）	环境特征			
		地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	坝址区	坡地	304	S	10
经纬度	N：29°21'27.91"；E：118°23'7.22"				
层次	三层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
乔木层	郁闭度 0.50	层均高约 7m，优势种为毛竹（*Phyllostachys edulis*），高 6~10m，秆径 5~7cm，盖度 45%，主要伴生种为马尾松（*Pinus massoniana*）、杉木（*Cunninghamia lanceolata*）等。			
灌木层	层盖度 25%	层均高约 1.2m，无明显优势种，常见种类为乌药（*Lindera aggregata*）、格药柃（*Eurya muricata*）、老鸦糊（*Callicarpa giraldii*）、盐肤木（*Rhus chinensis*）等。			
草本层	层盖度 20%	层均高约 0.5m，优势种为芒萁（*Dicranopteris pedata*），高 0.3~0.9m，盖度 15%，主要伴生种有白茅（*Imperata cylindrica*）、小蓬草（*Conyza canadensis*）、千里光（*Senecio scandens*）、蕨（*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*）。			

灌草丛样方调查表 34

日期：2017.12.4　　样方总面积/m²：1m×1m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	野菊灌草丛（Form. *Dendranthema indicum*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	下梗 G205 国道旁		河岸	208	——	——
经纬度	N：29°20'48.16"；E：118°23'59.49"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 45%	层均高约 1.0m，优势种为野菊（*Dendranthema indicum*），高 0.5~1.2m，盖度 30%，主要伴生种为狗尾草（*Setaria viridis*）、千里光（*Senecio scandens*）、苍耳（*Xanthium sibiricum*）、五节芒（*Miscanthus floridulus*）等。				

乔木林丛样方调查表 35

日期：2017.12.4　　样方总面积/m²：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	柏木林（Form. *Cupressus funebris*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	马金镇大淤村		坡地	266	S	12
经纬度	N：29°17'9.42"；E：118°24'28.24"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.65	层均高 9m，优势种为柏木（*Cupressus funebris*），高 7~11m，胸径 7~12cm，盖度 50%，主要伴生种为杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、毛竹（*Phyllostachys edulis*）等。				
灌木层	层盖度 30%	层均高 1.5m，无明显优势种，常见种类有檵木（*Loropetalum chinense*）、胡颓子（*Elaeagnus pungens*）、格药柃（*Eurya muricata*）、小果蔷薇（*Rosa cymosa*）等。				
草本层	层盖度 30%	层均高 0.7m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*），高 0.5~1.2m，盖度 20%，主要伴生种为博落回（*Macleaya cordata*）、野菊（*Dendranthema*				

		indicum）、千里光（*Senecio scandens*）、通泉草（*Mazus japonicus*）等。	

灌丛样方调查表 36

日期：2017.12.5　　样方面积/m²：5m×5m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	高粱泡灌丛（Form. *Rubus lambertianus*）		环境特征			
			平地	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	村头镇牙田村		坡地	167	——	——
经纬度	N：29°16'12.57"；E：118°27'1.72"					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
灌木层	盖度 65%	层均高约 1.0m，优势种为高粱泡（*Rubus lambertianus*），高 0.6~1.5m，盖度 50%，主要伴生种为野蔷薇（*Rosa multiflora*）、苎麻（*Boehmeria nivea*）等。				
草本层	盖度 35%	层均高约 0.4m，优势种为牛筋草（*Eleusine indica*），高 0.3~0.8m，盖度 20%，主要伴生种为藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、狗尾草（*Setaria viridis*）、鬼针草（*Bidens pilosa*）、青葙（*Celosia argentea*）等。				

农业植被样方调查表 37

日期：2017.12.6　　样方总面积/m²：10m×10m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	农作物		环境特征			
			地形	海拔	坡向	坡度（°）
地点	音坑乡下淤村		平地	142	——	——
经纬度	N：29°12'22.83"；E：118°24'26.47"					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
主要种植茶、油菜、蔬菜等。常见田间杂草有狗尾草（*Setaria viridis*）、钻叶紫菀（*Aster subulatus*）、飞扬草（*Euphorbia hirta*）、藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）等。						

灌草丛样方调查表 38

日期：2017.12.5　　样方总面积/m^2：1m×1m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	水蓼灌草丛（Form. *Polygonum hydropiper*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	开化县环碧村		平地	208	——	——
经纬度	N：29°8'44.64"；E：118°22'52.87"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 70%	层均高约 0.5m，优势种为水蓼（*Polygonum* hydropiper），高 0.3~1.0m，盖度 60%，主要伴生种为鬼针草（*Bidens pilosa*）、牛筋草（*Eleusine indica*）、苍耳（*Xanthium sibiricum*）、水芹（*Oenanthe javanica*）等。				

乔木林丛样方调查表 39

日期：2017.12.6　　样方总面积/m^2：20m×20m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	银杏林（Form. *Ginkgo biloba*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	池淮镇池淮村		平地	128	——	——
经纬度	N：29°5'45.22"；E：118°17'15.43"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.50	层均高 7m，优势种为银杏（*Ginkgo biloba*），高 6~9m，胸径 8~12cm，盖度 45%，为人工经济林，周边种植广玉兰（*Magnolia grandiflora*）等。				
灌木层	层盖度 40%	层均高 1.4m，优势种为人工种植鸡爪槭（*Acer palmatum*），高 1.2~1.8m，盖度 35%，基本无伴生种等。				
草本层	层盖度 20%	层均高 0.4m，优势种为麦冬，高 0.2~0.6m，盖度 15%，主要伴生种为狗尾草（*Setaria viridis*）、藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、狗牙根（*Cynodon dactylon*）等。				

农业植被样方调查表 40

日期：2017.12.6　　样方总面积/m^2：10m×10m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	农作物		环境特征			
			地形	海拔	坡向	坡度（°）
地点	华埠镇毛家坎村		平地	117	——	——
经纬度	N： 29°3'8.53"；E：118°21'57.73"					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
主要种植水稻（*Oryza sativa*）。常见田间杂草有狗尾草（*Setaria viridis*）、水蓼（*Polygonum hydropiper*）、鬼针草（*Bidens pilosa*）等。						

灌草丛样方调查表 41

日期：2017.12.6　　样方总面积/m²：1m×1m　　记录人：桂柳柳、王海燕

植被类型	芦苇灌草丛（Form. *Phragmites australis*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	桐村镇塔沙村		河岸	130	——	——
经纬度	N：28°58'53.46"；E：118°15'54.22"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 60%	层均高约 1.8m，优势种为芦苇（*Phragmites australis*），高 1.2~2.0m，盖度 50%，主要伴生种为斑茅（*Saccharum arundinaceum*）、野古草（*Arundinella anomala*）、鬼针草（*Bidens pilosa*）、苍耳（*Xanthium sibiricum*）等。				

乔木林丛样方调查表 42

日期：2018.3.28　　样方总面积/m²：20m×20m　　记录人：龚婷、郑丽

植被类型	杉木林（Form. *Cunninghamia lanceolata*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	石柱村施工区附近		坡地	246	WN	10
经纬度	N：29°20'37.28"；E：118°23'7.70"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.70	层均高 6.5m，优势种为杉木（*Cunninghamia lanceolata*），高 5~9m，胸径 8~12cm，盖度				

		65%，偶见有马尾松（*Pinus massoniana*）等。	
灌木层	层盖度 35%	层均高 1.4m，优势种为杜鹃（Rhododendron simsii），高 1.0~1.8m，盖度 30%，常见伴生种为檵木（*Loropetalum chinense*）、乌药（*Lindera aggregata*）、山莓（*Rubus corchorifolius*）、野蔷薇（*Rosa multiflora*）等。	
草本层	层盖度 20%	层均高 0.5m，无明显优势种，常见种类有五节芒、芒萁（*Dicranopteris pedata*）、野菊（*Dendranthema indicum*）、千里光（*Senecio scandens*）、刻叶紫堇（*Corydalis incisa*）等。	

农业植被样方调查表 43

日 期： **2018.3.27** **样 方 总 面 积 / m²：** **10m×10m** **记 录 人：** **龚婷、郑丽**

植被类型	农作物		环境特征			
			地形	海拔	坡向	坡度（°）
地点	官台新村弃渣场		平地	212	——	——
经纬度	N：29°22'34.95"；E：118°22'25.75"					
一层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
主要种植油菜等。常见田间杂草有救荒野豌豆（*Vicia sativa*）、猪殃殃（*Galium aparine* var. tenerum）、狗尾草（*Setaria viridis*）、阿拉伯婆婆纳（*Veronica persica*）等。						

灌草丛样方调查表 44

日 期： **2018.3.28** **样 方 总 面 积 / m²：** **1m×1m** **记 录 人：** **龚婷、郑丽**

植被类型	阿拉伯婆 dy 婆纳灌草丛（Form. *Veronica persica*）		环境特征			
			地形	海拔（m）	坡向	坡度（°）
地点	举林村弃渣场		平地	212	——	——
经纬度	N：29°22'23.48"；E：118°22'59.32"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			

草本层	层盖度 65%	层均高约 0.2m，优势种为阿拉伯婆婆纳（*Veronica persica*），高 0.2~0.3m，盖度 50%，主要伴生种为救荒野豌豆（*Vicia sativa*）、猪殃殃（*Galium aparine* var. *tenerum*）、风轮菜（*Clinopodium chinense*）堇菜属（*Viola* sp.）等。	

附表 2 评价区植物名录

本名录收集评价区维管植物共计 142 科、422 属、639 种（含种下分类等级，下同），其中野生维管植物共有 131 科、378 属、570 种。科、属、种的排列方式分别是：蕨类植物科按照秦仁昌蕨类植物分类系统（1978 年）排列，裸子植物科按郑万钧植物分类系统（1978 年）排列，被子植物科按照哈钦松植物分类系统（1926、1934 年）排列，各科内的属和种均按照各自拉丁名字母顺序排列。另外，在植物中文名称右上角标符号“*”者在该平均区内为栽培植物。

蕨类植物门 Pteridophyta

（秦仁昌系统）

一. 石松科 Lycopodiaceae

1） 石松属 *Lycopodium*

1. 石松 *Lycopodium japonicum*

二. 卷柏科 Selaginellaceae

2） 卷柏属 *Selaginella*

2. 江南卷柏 *Selaginella moellendorffii*

3. 卷柏 *Selaginella tamariscina*

4. 翠云草 *Selaginella uncinata*

三. 木贼科 Equisetum

3） 木贼属 *Equisetum*

5. 问荆 *Equisetum arvense*

6. 节节草 *Equisetum ramosissimum*

四. 紫萁科 Osmundaceae

4） 紫萁属 *Osmunda*

7. 紫萁 *Osmunda japonica*

五. 海金沙科 Lygodiaceae

5） 海金沙属 *Lygodium*

8. 海金沙 *Lygodium japonicum*

六. 里白科 Gleicheniaceae

6） 芒萁属 *Dicranopteris*

9. 芒萁 *Dicranopteris pendata*

7） 里白属 *Hicriopteris*

10. 里白 *Hicriopteris glauca*

七. 鳞始蕨科 Lindsaeaceae

8） 乌蕨属 *Stenoloma*

11. 乌蕨 *Stenoloma chusanum*

八. 蕨科 Pteridiaceae

9） 蕨属 *Pteridium*

12. 蕨 *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*

九. 凤尾蕨科 Pteridaceae

10） 凤尾蕨属 *Pteris*

13. 井栏边草 *Pteris multifida*

14. 蜈蚣草 *Pteris vittata*

十. 金星蕨科 Thelypteridaceae

11） 毛蕨属 *Cyclosorus*

15. 渐尖毛蕨 *Cyclosorus acuminatus*

12） 金星蕨属 *Parathelypteris*

16. 金星蕨 *Parathelypteris glanduligera*

十一. 铁角蕨科 Aspleniaceae

13） 铁角蕨属 *Asplenium*

17. 半边铁角蕨 *Asplenium unilaterale*

18. 疏齿铁角蕨 *Asplenium wrightioides*

十二. 乌毛蕨科 Blechnaceae

14） 乌毛蕨属 *Blechnum*

19. 乌毛蕨 *Blechnum orientale*

15） 狗脊属 *Woodwardia*

20. 狗脊 *Woodwardia japonica*

十三. 鳞毛蕨科 Dryopteridaceae

16） 复叶耳蕨属 *Arachniodes*

21. 斜方复叶耳蕨 *Arachniodes rhomboidea*

17） 贯众属 *Cyrtomium*

22. 贯众 *Cyrtomium fortunei*

18） 鳞毛蕨属 *Dryopteris*

23. 阔鳞鳞毛蕨 *Dryopteris championii*

十四. 水龙骨科 Polypodiaceae

19） 水龙骨属 *Polypodium*

24. 水龙骨 *Polypodium nipponica*

20） 石韦属 *Pyrrosia*

25. 石韦 *Pyrrosia lingua*

26. 有柄石韦 *Pyrrosia petiolosa*

21） 瓦韦属 *Lepisorus*

27. 瓦韦 *Lepisorus thunbergianus*

裸子植物门 Gymnospermae

（郑万钧系统）

十五. 银杏科 Ginkgoaceae

22） 银杏属 *Ginkgo*

28. 银杏**Ginkgo biloba*

十六. 松科 Pinaceae

23） 松属 *Pinus*

29. 马尾松 *Pinus massoniana*

十七. 杉科 Taxodiaceae

24） 杉木属 *Cunninghamia*

30. 杉木 *Cunninghamia lanceolata*

25） 柳杉属 *Cryptomeria*

31. 柳杉**Cryptomeria fortunei*

26） 水杉属 *Metasquoia*

32. 水杉**Metasequoia glyptostroboides*

十八. 柏科 Cupressaceae

27） 柏木属 *Cupressus*

33. 柏木 *Cupressus fymeris*

28） 刺柏属 *Juniperus*

34. 刺柏 *Juniperus formosana*

35. 侧柏 *Platycladus orientalis*

29） 圆柏属 *Sabina*

36. 圆柏**Sabina chinensis*

十九. 罗汉松科 Podocarpaceae

30） 罗汉松属 *Podocarpus*

37. 罗汉松**Podocarpus macrophylla*

二十. 三尖杉科 Cephalotaxaceae

31） 三尖杉属 *Cephalotaxus*

38. 三尖杉 *Cephalotaxus fortunei*

39. 粗榧 *Cephalotaxus sinensis*

二十一. 红豆杉科 Taxaceae

32） 红豆杉属 *Taxus*

40. 南方红豆杉**Taxus wallichiana* var. *mairei*

被子植物门 Agniospermae

（哈钦松系统）

双子叶植物

二十二. 木兰科 Magnoliaceae

33） 鹅掌楸属 *Liriodendron*

41. 鹅掌楸**Liriodendron chinense*

34） 木兰属 *Magnolia*

42. 荷花玉兰**Magnolia grandifloras*

43. 紫玉兰**Magnolia lilfflora*

35） 含笑属 *Michelia*

44. 含笑 *Michelia figo*

45. 深山含笑 *Michelia maudiae*

二十三. 五味子科

36） 南五味子属 *Kadsura*

46. 南五味子 *Kadsura longipedunculata*

二十四. 樟科 Lauraceae

37） 樟属 *Cinnamomum*

47. 樟**Cinnamomum camphora*

38） 山胡椒属 *Lindera*

48. 山胡椒 *Lindera glauca*

49. 乌药 *Lindera aggregata*

50. 山橿 *Lindera reflexa*

39） 木姜子属 *Litsea*

51. 山苍子 *Litsea cubeba*

52. 黄丹木姜子 *Litsea elongata*

53. 木姜子 *Litsea pungens*

40） 楠木属 *Phoebe*

54. 楠木 *Phoebe bournei*

41） 檫木属 *Sassafras*

55. 檫木 *Sassafras tzumu*

二十五. 毛茛科 Ranunculaceae

42） 银莲花属 *Anemine*

56. 打破碗花花 *Anemone hupehensis*

43） 铁线莲属 *Clematis*

57. 山木通 *Clematis finetiana*

58. 威灵仙 *Clematis chinensis*

59. 铁线莲 *Clematis florida*

60. 单叶铁线莲 *Clematis henryi*

44） 翠雀属 *Delphinium*

61. 还亮草 *Delphinium anthriscifolium*

45） 毛茛属 *Ranunculus*

62. 茴茴蒜 *Ranunculus chinensis*

63. 毛茛 *Ranunculus japonicus*

64. 石龙芮 *Ranunculus sceleratus*

65. 猫爪草 *Ranunculus ternatus*

46） 天葵属 *Semiaquilegia*

66. 天葵 *Semiaquilegia adoxoides*

二十六. 小檗科 Berberidaceae

47） 小檗属 *Berberis*

67. 豪猪刺 *Berberis julianae*

48） 十大功劳属 *Mahonia*

68. 阔叶十大功劳 *Mahonia bealei*

49） 南天竹属 *Nandina*

69. 南天竹 *Nandina domestica*

二十七. 木通科 Lardizabalaceae

50） 木通属 *Akebia*

70. 木通 *Akebia quinata*

71. 三叶木通 *Akebia trifoliate*

51） 猫儿屎属 *Decaisnea*

72. 猫儿屎 *Decaisnea insignis*

52） 大血藤属 *Sargentodoxa*

73. 大血藤 *Sargentodoxa cuneata*

二十八. 防己科 Menispermaceae

53） 木防己属 *Cocculus*

74. 木防己 *Cocculus orbiculatus*

54） 千金藤属 *Stephania*

75. 金线吊乌龟 *Stephania cepharantha*

76. 千金藤 *Stephania japonica*

77. 粉防己 *Stephania tetrandra*

二十九. 马兜铃科 Aristolochiaceae

55） 马兜铃属 *Aristolochia*

78. 马兜铃 *Aristolochia debilis*

三十. 罂粟科 Papaveraceae

56） 紫堇属 *Corydalis*

79. 刻叶紫堇 *Corydalis incisa*

80. 延胡索 *Corydalis yanhusuo*

81. 黄堇 *Corydalis incisa*

57） 博落回属 *Macleaya*

82. 博落回 *Macleaya cordata*

三十一. 十字花科 Cruciferae

58） 芸薹属 *Brassica*

83. 芸薹**Brassica campestris*

84. 青菜**Brassica chinensis*

85. 白菜**Brassica pekinensis*

59） 荠属 *Capsella*

86. 荠菜 *Capsella bursa-pastoris*

60） 碎米荠属 *Cardamine*

87. 碎米荠 *Cardamine hirsuta*

61） 独行菜属 *Lepidium*

88. 独行菜 *Lepidium apetalum*

89. 北美独行菜 *Lepidium virginicum*

62） 萝卜属 *Raphanus*

90. 萝卜**Raphanus sativus*

三十二. 堇菜科 *Violaceae*

63） 堇菜属 *Viola*

91. 堇菜 *Viola verecunda*

92. 戟叶堇菜 *Viola betonicifolia*

93. 长萼堇菜 *Viola inconspicua*

94. 犁头草 *Viola japonia*

95. 紫花地丁 *Viola yedoensis*

三十三. 景天科 Crassulaceae

64） 景天属 *Sedum*

96. 佛甲草 *Sedum lineare*

97. 凹叶景天 *Sedum emarginatum*

98. 垂盆草 *Sedum sarmentosum*

三十四. 虎耳草科 Saxifragaceae

65） 落新妇属 *Astilbe*

99. 落新妇 *Astilbe chinensis*

66） 溲疏属 *Deutzia*

100. 浙江溲疏 *Deutzia faberi*

67） 扯根菜属 *Penthorum*

101. 扯根菜 *Penthorum chinense*

68） 绣球属 *Hydrangea*

102. 圆锥绣球 *Hydrangea paniculata*

103. 腊莲绣球 *Hydrangea strigosa*

69） 虎耳草属 *Saxifraga*

104. 虎耳草 *Saxifraga stolonifera*

三十五. 石竹科 Caryophyllaceae

70） 石竹属 *Dianthus*

105. 瞿麦 *Dianthus superbus*

71） 鹅肠菜属 *Malachium*

106. 牛繁缕 *Malachium aquaticum*

72） 漆姑草属 *Sagina*

107. 漆姑草 *Sagina japonica*

73） 繁缕属 *Stellaria*

108. 中国繁缕 *Stellaria chinensis*

109. 繁缕 *Stellaria media*

74） 孩儿参属 *Pseudostellaria*

110. 孩儿参 *Pseudostellaria heterophylla*

75） 卷耳属 *Cerastium*

111. 簇生卷耳 *Cerastium caespitosum*

112. 球序卷耳 *Cerastium glomeratum*

三十六. 马齿苋科 Portulacaceae

76） 马齿苋属 *Portulaca*

113. 马齿苋 *Portulaca oleracea*

三十七. 蓼科 Polygonaceae

77） 金线草属 *Antenoron*

114. 金线草 Antenoron *filiforme*

78） 荞麦属 *Fagohyrum*

115. 金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*

79） 何首乌属 *Fallopia*

116. 何首乌 *Fallopia multiflora*

80） 蓼属 *Polygonum*

117. 萹蓄 *Polygonum aviculare*

118. 毛蓼 *Polygonum barbatum*

119. 丛枝蓼 *Polygonum caespitosum*

120. 头花蓼 *Polygonum capitatum*

121. 虎杖 *Polygonum cuspidatum*

122. 愉悦蓼 *Polygonum jucundum*

123. 水蓼 *Polygonum hydropiper*

124. 杠板归 *Polygonum perfoliatum*

125. 戟叶蓼 *Polygonum thunbergii*

81） 酸模属 *Rumex*

126. 酸模 *Rumex acetosa*

127. 皱叶酸模 *Rumex crispus*

128. 羊蹄 *Rumex japonicas*

三十八. 商陆科 Phytolaccaceae

82） 商陆属 *Phytolacca*

129. 商陆 *Phytolacca acinosa*

三十九. 藜科 Chenopodiaceae

83） 藜属 *Chenopodium*

130. 藜 *Chenopodium album*

131. 土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*

84） 地肤属 *Kochia*

132. 地肤 *Kochia scoparia*

四十. 苋科 Amaranthaceae

85） 牛膝属 *Achyranthes*

133. 牛膝 *Achyranthes bidentata*

134. 土牛膝 *Achyranthes aspera*

86） 莲子草属 *Alternanthera*

135. 莲子草 *Alternanthera sessilis*

87） 苋属 *Amaranthus*

136. 苋**Amaranthus tricolor*

137. 反枝苋 *Amaranthus retroflexus*

88） 青葙属 *Celosia*

138. 青葙 *Celosia argentea*

139. 鸡冠花**Celosia cristata*

四十一. 牻牛儿苗科 Geraniaceae

89） 老鹳草属 *GeraniumGeranium*

140. 老鹳草 *Geranium wilfordii*

四十二. 酢浆草科 Oxalidaceae

90） 酢浆草属 *Oxalis*

141. 酢浆草 *Oxalis corniculata*

四十三. 凤仙花科 Balsaminaceae

91） 凤仙花属 *Impatiens*

142. 凤仙花**Impatiens balsamina*

143. 水金凤 *Impatiens noli-tangere*

四十四. 千屈菜科 Lythraceae

92） 水苋菜属 *Ammannia*

144. 水苋菜 *Ammannia baccifera*

93） 紫薇属 *Lagerstroemia*

145. 紫薇**Lagerstroemia indica*

94） 节节菜属 *Rotala*

146. 节节菜 *Rotala indica*

147. 圆叶节节菜 *Rotala rotundifolia*

四十五. 柳叶菜科 Onagraceae

95） 露珠草属 *Circaea*

148. 南方露珠草 *Circaea mollis*

96） 柳叶菜属 *Epilobium*

149. 柳叶菜 *Epilobium hirsutum*

四十六. 瑞香科 Thymelaeaceae

97） 瑞香属 *Daphne*

150. 芫花 *Daphne genkwa*

151. 瑞香 *Daphne odora*

98） 荛花属 *Wikstroemia*

152. 荛花 *Wikstroemia canescens*

四十七. 紫茉莉科 Nyctaginaceae

99） 紫茉莉属 *Mirabilis*

153. 紫茉莉**Mirabilis jalapa*

四十八. 海桐花科 Pittosporaceae

100） 海桐花属 Pittosporum

154. 海桐花**Pittosporum* tobira

155. 海金子 *Pittosporum illicioides*

四十九. 大风子科 Flacourtiaceae

101） 柞木属 *Xylosma*

156. 柞木 *Xylosma japonicum*

五十. 葫芦科 Cucurbitaceae

102） 盒子草属 *Actinostemma*

157. 盒子草 *Actinostemma lobatum*

103） 南瓜属 *Cucurbita*

158. 南瓜**Cucurbita moschata*

104） 黄瓜属 *Cucumis*

159. 黄瓜**Cucumis sativus*

105） 绞股蓝属 *Gynostemma*

160. 绞股蓝 *Gynostemma Pentaphyllum*

106） 栝楼属 *Trichosanthes*

161. 栝楼**Trichosanthes kirilowii*

五十一. 山茶科 Theaceae

107） 山茶属 *Camellia*

162. 尖连蕊茶 *Camellia cuspidata*

163. 茶**Camellias inensis*

164. 油茶**Camellia oleifera*

108） 柃属 *Eurya*

165. 微毛柃 *Eurya hebeclados*

166. 细枝柃 *Eurya loquaiana*

167. 格药柃 *Eurya muricata*

109） 木荷属 *Schima*

168. 木荷 *Schima superba*

110） 厚皮香属 *Ternstroemia*

169. 厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*

五十二. 猕猴桃科 Actinidiaceae

111） 猕猴桃属 *Actinidia*

170. 中华猕猴桃 *Actinidia chinensis*

171. 毛花猕猴桃 *Actinidia eriantha*

172. 革叶猕猴桃 *Actinidia rubricaulis* var. *coriacea*

五十三. 桃金娘科 Myrtaceae

112） 蒲桃属 *Syzygium*

173. 赤楠 *Syzygium buxifolium*

五十四. 野牡丹科 Myrtaceae

113） 野牡丹属 *Melastoma*

174. 地茶 *Melastoma dodecandrum*

114） 金锦香属 *Osbeckia*

175. 朝天罐 *Osbeckia opipara*

115） 锦香草属 Phyllagathis

176. 锦香草 *Phyllagathis cavaleriei*

五十五. 藤黄科 Guttiferae

116） 金丝桃属 *Hypericum*

177. 金丝桃**Hypericum monogynum*

178. 贯叶连翘 *Hypericum perforatum*

179. 元宝草 *Hypericum sampsonii*

180. 地耳草 *Hypericum japonicum*

五十六. 椴树科 Tiliaceae

117） 田麻属 *Corchoropsis*

181. 田麻 *Corchoropsis tomentosa*

118） 扁担杆属 *Grewia*

182. 扁担杆 *Grewia biloba*

五十七. 杜英科 Elaeocarpaceae

119） 杜英属 *Elaeocarpus*

183. 杜英 *Elaeocarpus decipiens*

五十八. 梧桐科 Sterculiaceae

120） 梧桐属 *Firmiana*

184. 梧桐**Firmiana platanifolia*

121） 马松子属 *Melochia*

185. 马松子 *Melochia corchorifolia*

五十九. 锦葵科 Malvaceae

122） 木槿属 *Hibiscus*

186. 木芙蓉**Hibiscus mutabilis*

123） 锦葵属 *Malva*

187. 野葵 *Malva verticillata*

124） 梵天花属 Ureneae

188. 地桃花 *Urena lobata*

六十. 大戟科 Euphorbiaceae

125） 铁苋菜属 *Acalypha*

189. 铁苋菜 *Acalypha australis*

126） 山麻杆属 *Alchornea*

190. 山麻杆 *Alchornea davidii*

127） 大戟属 *Euphorbia*

191. 泽漆 *Euphorbia helioscopia*

192. 飞扬草 *Euphorbia hirta*

193. 地锦 *Euphorbia humifusa*

128） 算盘子属 *Glochidion*

194. 算盘子 *Glochidion puberum*

195. 湖北算盘子 *Glochidion wilsonii*

129） 野桐属 *Mallotus*

196. 白背叶 *Mallotus apelta*

197. 石岩枫 *Mallotus repandus*

198. 粗糠柴 *Mallotus philippinensis*

130） 叶下珠属 *Phyllanthus*

199. 叶下珠 *Phyllanthus urinaria*

200. 黄珠子草 *Phyllanthus virgatus*

131） 乌桕属 *Sapium*

201. 乌桕 *Sapium sebiferum*

202. 山乌桕 *Sapium discolor*

132） 油桐属 *Vernicia*

203. 油桐 *Vernicia fordii*

六十一. 交让木科 Daphniphyllaceae

133） 虎皮楠属 *Daphniphyllum*

204. 虎皮楠 *Daphniphyllum oldhami*

205. 交让木 *Daphniphyllum macropodum*

六十二. 薔薇科 Rosaceae

134） 龙芽草属 *Agrimonia*

206. 龙芽草 *Agrimonia pilosa*

135） 山楂属 *Crataegus*

207. 野山楂 *Crataegus cuneata*

136） 蛇莓属 *Duchesnea*

208. 蛇莓 *Duchesnea indica*

137） 枇杷属 Eriobotrya

209. 枇杷*Eriobotrya japonica

138） 路边青属 *Geum*

210. 水杨梅 *Geum aleppicum*

211. 柔毛水杨梅 *Geum japonicum*

139） 石楠属 *Photinia*

212. 椤木石楠 *Photinia davidsoniae*

213. 石楠 *Photinia serrulata*

140） 委陵菜属 *Potertilla*

214. 翻白草 *Potentilla discolor*

215. 委陵菜 *Potentilla chinensis*

141） 李属 *Prunus*

216. 紫叶李**Prunus cerasifera*

217. 山樱桃 *Prunus campanulata*

218. .桃**Prunus persica*

142） 火棘属 *Pyracantha*

219. 火棘 *Pyracantha fortunneana*

143） 梨属 *Pyrus*

220. 豆梨 *Pyrus calleryana*

221. 沙梨**Pyrus pyrifolia*

144） 悬钩子属 *Rubus*

222. 粗叶悬钩子 *Rubus alceaefolius*

223. 寒莓 *Rubus buergeri*

224. 山莓 *Rubus corchorifolius*

225. 插田泡 *Rubus coreanus*

226. 白叶莓 *Rubus innominatus*

227. 高粱泡 *Rubus lambertianus*

228. 茅莓 *Rubus parvifolius*

229. 空心泡 *Rubus rosaefolius*

230. 三花悬钩子 *Rubus trianthus*

145） 薔薇属 *Rosa*

231. 月季 *Rosa chinensis*

232. 金樱子 *Rosa laevigata*

233. 野薔薇 R*osa multiflora*

234. 小果薔薇 *Rosa cymosa*

146） 地榆属 *Sanguisorba*

235. 地榆 *Sanguisorba officinalis*

147） 绣线菊属 *Spiraea*

236. 中华绣线菊 *Spiraea chinensis*

237. 麻叶绣线菊 *Spiraea cantoniensis*

238. 粉花绣线菊 *Spiraea japonica*

六十三. 蜡梅科 Calycanthaceae

148） 蜡梅属 *Chimonanthus*

239. 蜡梅**Chimonanthus praecox*

六十四. 含羞草科 Mimosaceae

149） 合欢属 *Albizia*

240. 合欢**Albizia julibrissin*

241. 山槐 *Albizia macrophylla*

六十五. 苏木科 Caesalpiniaceae

150） 决明属 *Cassia*

242. 决明 *Cassia tora*

151） 云实属 *Caesalpinia*

243. 云实 *Caesalpinia decapetala*

152） 皂荚属 *Gleditsia*

244. 皂荚**Gleditsia sinensis*

六十六. 蝶形花科 Papilionaceae

153） 黄耆属 *Astragalus*

245. 紫云英 *Astragalus sinicus*

154） 猪屎豆属 *Crotalaria*

246. 野百合 *Crotalaria sessiliflora*

155） 木蓝属 *Indigofera*

247. 马棘 *Indigofera pseudotinctoria*

156） 鸡眼草属 *Kummerowia*

248. 鸡眼草 *Kummerowia striata*

157） 胡枝子属 *Lespedeza*

249. 胡枝子 *Lespedeza bicolor*

250. 美丽胡枝子 *Lespedeza formosa*

251. 大叶胡枝子 *Lespedeza davidii*

158） 草木犀属 *Melilotus*

252. 草木犀 *Melilotus officinalis*

159） 鸡血藤属 *Millettia*

253. 鸡血藤 *Millettia reticulata*

160） 菜豆属 *Phaseolus*

254. 菜豆**Phaseolus* vulgaris

161） 葛藤属 *Pueraria*

255. 葛藤 *Pueraria lobata*

162） 槐属 *Sophora*

256. 槐树**Sophora japonica*

163） 野豌豆属 *Vicia*

257. 救荒野豌豆 *Vicia sativa*

164） 紫藤属 *Wisteria*

258. 紫藤 *Wisteria sinensis*

六十七. 旌节花科 Stachyuraceae

165） 旌节花属 *Stachyurus*

259. 中国旌节花 *Stachyurus chinensis*

六十八. 金缕梅科 Hamamelidaceae

166） 蚊母树属 *Distylium*

260. 小叶蚊母树 *Distylium buxifolium*

167） 檵木属 *Loropetalum*

261. 檵木 *Loropetalum chinense*

262. 红花檵木**Loropetalum chinense var. rubrum*

168） 枫香属 *Loropetalum*

263. 枫香 *Liquidambar formosana*

169） 蜡瓣花属 *Corylopsis*

264. 蜡瓣花 *Corylopsis sinensis*

六十九. 黄杨科 Buxaceae

170） 黄杨属 *Buxus*

265. 黄杨**Buxus Sinica*

七十. 悬铃木科 Platanaceae

171） 悬铃木属 *Platanus*

266. 二球悬铃木**Platanus acerifolia*

七十一. 杨柳科 Salicaceae

172） 杨属 *Populus*

267. 意杨**Populus×canadensis*

173） 柳属 *Salix*

268. 垂柳**Salix babylonica*

269. 腺柳 *Salix chaenomeloides*

270. 旱柳 *Salix matsudana*

七十二. 杨梅科 Myricaceae

174） 杨梅属 *Myrica*

271. 杨梅**Myrica rubra*

七十三. 桦木科 Betulaceae

175） 桤木属 *Alnus*

272. 桤木 *Alnus cremastogyne*

七十四. 壳斗科 Fagaceae

176） 栗属 *Castanea*

273. 锥栗 *Castanea henryi*

274. 栗 *Castanea mollissima*

275. 茅栗 *Castanea seguinii*

177） 锥属 *Castanopsis*

276. 甜槠 *Castanopsis eyrei*

277. 苦槠 *Castanopsis sclerophylla*

178） 青冈属 *Cyclobalanopsis*

278. 青冈 *Cyclobalanopsis glauca*

279. 小叶青冈 *Cyclobalanopsis gracilis*

280. 细叶青冈 *Cyclobalanopsis myrsinaefolia*

179） 水青冈属 *Fagus*

281. 台湾水青冈 *Fagus hayatae*

180） 栲属 *Castanopsis*

282. 栲树 *Castanopsis fargesii*

283. 钩栲 *Castanea tibetana*

181） 石栎属 *Lithocarpus*

284. 石栎 *Lithocarpus Lithocarpus*

182） 栎属 *Quercus*

285. 麻栎 *Quercus acutissima*

286. 小叶栎 *Quercus chenii*

287. 白栎 *Quercus fabri*

288. 枹栎 *Quercus serrata*

289. 短柄枹栎 *Quercus serrata* var. *Brevipetiolata*

290. 栓皮栎 *Quercus variabilis*

七十五. 榆科 Ulmaceae

183） 榆属 *Ulmus*

291. 榆 *Ulmus pumila*

184） 山黄麻属 *Trema*

292. 光叶山黄麻 *Trema cannabina*

293. 山油麻 *Trema cannabina* var. *dielsiana*

185） 朴树属 *Celtis*

294. 朴树 *Celtis sinensis*

186） 糙叶树属 *Aphananthe*

295. 糙叶树 *Aphananthe aspera*

七十六. 桑科 Moraceae

187） 构属 *Broussonetia*

296. 构树 *Broussonetia papyrifera*

297. 小构树 *Broussonetia kazinoki*

188） 柘属 *Cudrania*

298. 构棘 *Cudrania cochinchinensis*

189） 榕属 *Ficus*

299. 薜荔 *Ficus pumila*

300. 珍珠莲 *Ficus sarmentosa* var. *henryi*

301. 异叶榕 *Ficus heteromorpha*

190） 桑属 *Morus*

302. 桑 *Morus alba*

七十七. 荨麻科 Urticaceae

191） 苎麻属 *Boehmeria*

303. 苎麻 *Boehmeria nivea*

304. 悬铃木叶苎麻 *Boehmeria tricuspis*

192） 楼梯草属 *Elatostema*

305. 楼梯草 *Elatostema involucratum*

306. 庐山楼梯草 *Elatostema stweardii*

193） 赤车属 *Parietaria*

307. 蔓赤车 *Parietaria scabra*

308. 赤车 *Pellionia radicans*

194） 冷水花属 *Pilea*

309. 波缘冷水花 *Pilea cavaleriei*

310. 冷水花 *Pilea notata*

311. 粗齿冷水花 *Pilea sinofasciata*

七十八. 大麻科 Cannabaceae

195） 葎草属 *Humulus*

312. 葎草 *Humulus scandens*

七十九. 冬青科 Aquifoliaceae

196） 冬青属 *Ilex*

313. 枸骨 *Ilex cornuta*

314. 冬青 *Ilex purpurea*

315. 尾叶冬青 *Ilex wilsonii*

八十. 卫矛科 Celastraceae

197） 南蛇藤属 *Celastrus*

316. 南蛇藤 *Celastrus orbiculatus*

198） 卫矛属 *Euonymus*

317. 卫矛 *Euonymus alatus*

318. 大叶黄杨 *Euonymus japonicus*

199） 雷公藤属 *Tripterygium*

319. 雷公藤 *Tripterygium wilfordii*

八十一. 桑寄生科 Loranthaceae

200） 钝果寄生属 *Taxillus*

320. 桑寄生 *Taxillus sutchuenensis*

八十二. 鼠李科 Rhamnaceae

201） 勾儿茶属 *Berchema*

321. 多花勾儿茶 *Berchemia floribunda*

202） 枳椇属 *Hovenia*

322. 枳椇 *Hovenia acerba*

203） 鼠李属 *Rhamnus*

323. 长叶冻绿 *Rhamnus crenata*

324. 薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla*

325. 冻绿 *Rhamnus utilis*

204） 枣属 *Ziziphus*

326. 枣**Ziziphus jujuba*

八十三. 胡颓子科 Elaegnaceae

205） 胡颓子属 *Elaeagnus*

327. 胡颓子 *Elaeagnus pungens*

328. 牛奶子 *Elaeagnus umbellata*

八十四. 葡萄科 Vitaceae

206） 蛇葡萄属 *Ampelopsis*

329. 异叶蛇葡萄 *Ampelopsis heterophylla*

330. 蛇葡萄 *Ampelopsis sinica*

207） 乌蔹莓属 *Cayratia*

331. 乌蔹莓 *Cayratia japonica*

208） 葡萄属 *Vitis*

332. 蘡薁 *Vitis adstricta*

333. 葡萄**Vitis vinifera*

334. 华东葡萄 *Vitis pseudoreticulata*

209） 爬山虎属 *Parthenocissus*

335. 异叶爬山虎 *Parthenocissus heterophylla*

336. 绿爬山虎 *Parthenocissus laetivirens*

337. 爬山虎 *Parthenocissus tricuspidata*

八十五. 芸香科 Rutaceae

210） 柑橘属 Citrus

338. 柚**Citrus maxima*

339. 柑橘**Citrus reticulata*

211） 松风草属 *Boenninghausenia*

340. 臭节草 *Boenninghausenia albiflora*

212） 吴茱萸属 *Evodia*

341. 吴茱萸 *Evodia rutaecarpa*

213） 茵芋属 *Skimmia*

342. 茵芋 *Skimmia reevesiana*

214） 飞龙掌血属 *Toddalia*

343. 飞龙掌血 *Toddalia asiatica*

215） 花椒属 *Zanthoxylum*

344. 竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum*

345. 野花椒 *Zanthoxylum simulans*

八十六. 苦木科 Simarubaceae

216） 臭椿属 *Ailanthus*

346. 臭椿**Ailanthus altissima*

八十七. 楝科 Meliaceae

217） 楝属 *Melia*

347. 楝**Melia azedarach*

218） 香椿属 *Toona*

348. 香椿 *Toona sinensis*

八十八. 无患子科

219） 栾树属 *Koelreuteria*

349. 复羽叶栾树**Koelreuteria bipinnata*

八十九. 槭树科 Aceraceae

220） 槭树属 *Acer*

350. 三角槭 *Acer buergerianum*

351. 青榨槭 *Acer davidii*

352. 鸡爪槭**Acer palmatum*

九十. 清风藤科 Sabiaceae

221） 泡花树属 *Meliosma*

353. 红枝柴 *Meliosma oldhamii*

222） 清风藤属 *Sabia*

354. 清风藤 *Sabia japonica*

九十一. 省沽油科 Staphyleaceae

223） 野鸦椿属 *Euscaphis japonica*

355. 野鸦椿 *Euscaphis japonica*

九十二. 漆树科 Anacardiaceae

224） 黄连木 *Pistacia*

356. 黄连木 *Pistacia chinensis*

225） 盐肤木属 *Rhus*

357. 盐肤木 *Rhus chinensis*

226） 漆树属 *Toxicodendron*

358. 野漆树 *Toxicodendron succedaneum*

359. 漆树 *Toxicodendron vernicifluum*

九十三. 胡桃科 Juglandaceae

227） 胡桃属 *Juglans*

360. .野核桃 *JuglansCathayensis*

228） 化香树属 *Platycarya*

361. 化香 *Platycarya strobilacea*

229） 枫杨属 *Pterocarya*

362. 枫杨 *Pterocarya stenoptera*

九十四. 山茱萸科 Cornaceae

230） 梾木属 *Cornus*

363. 灯台树 *Cornus controversa*

231） 四照花属 *Dendrobenthamia*

364. 四照花 *Cornus kousa* subsp. *chinensis*

232） 青荚叶属 *Helwingia*

365. 青荚叶 *Helwingia japonica*

九十五. 八角枫科 Alangiaceae

233） 八角枫属 *Alangium*

366. 八角枫 *Alangium chinense*

367. 瓜木 *Alangium platanifolium*

九十六. 珙桐科 Nyssaceae

234） 蓝果树属 *Nyssa*

368. 蓝果树 *Nyssa sinensis*

九十七. 五加科 Araliaceae

235） 五加属 *Acanthopanax*

369. 五加 *Acanthopanax gracilistylus*

236） 楤木属 *Aralia*

370. 棘茎楤木 *Aralia echinocaulis*

237） 常春藤属 *Hedera*

371. 常春藤 *Hedera nepalensis*

九十八. 伞形科 Umbelliferae

238） 蛇床属 *Cnidium*

372. 蛇床 *Cnidium monnieri*

239） 鸭儿芹属 *Cryptotaenia*

373. 鸭儿芹 *Cryptotaenia japonica*

240） 胡萝卜属 *Daucus*

374. 野胡萝卜 *Daucus carota*

241） 天胡荽属 *Hydrocotyle*

375. 天胡荽 *Hydrocotyle sibthorpioides*

242） 水芹属 *Oenanthe*

376. 水芹 *Oenanthe javanica*.

243） 变豆菜属 *Sanicula*

377. 变豆菜 *Sanicula chinensis*

244） 窃衣属 *Torilis*

378. 窃衣 *Torilis scabra*

九十九. 杜鹃花科 Ericaceae

245） 吊钟花属 *Enkianthus*

379. 灯笼花 *Enkianthus chinensis*

246） 杜鹃属 *Rhododendron*

380. 云锦杜鹃 Rhododendr*on fortunei*

381. 鹿角杜鹃 *Rhododendron latoucheae*

382. 满山红 *Rhododendron mariesii*

383. 马银花 *Rhododendron ovatum*

384. 杜鹃 *Rhododendron simsii*

247） 越桔属 *Vaccinium*

385. 南烛 *Vaccinium bracteatum*

一百. 柿树科 Ebenaceae

248） 柿树属 *Diospyros*

386. 柿树**Diospyros kaki*

387. 野柿 *Diospyros kaki var. Silvestris*

388. 老鸦柿 *Diospyros rhombifolia*

一百〇一. 紫金牛科 Myrsinaceae

249） 紫金牛属 *Ardisia*

389. 朱砂根 *Ardisia crenata*

390. 紫金牛 *Ardisia japonica*

391. 九节龙 *Ardisia pusilla*

250） 杜茎山属 *Maesa*

392. 杜茎山 *Maesa japonica*

一百〇二. 安息香科 Styracaceae

251） 安息香属 *Styrax*
393. 野茉莉 *Styrax japonicus*
394. 白花龙 *Styrax faberi*
395. 赛山梅 *Styrax confusus*
252） 白辛树属 *Pterostyrax*
396. 白辛树 *Pterostyrax psilophyllus*
397. 小叶白辛 *Pterostyrax corymbosus*

一百〇三. 山矾科 Plantaginaceae

253） 山矾属 *Symplocos*
398. 山矾 *Symplocos caudata*
399. 光叶山矾 *Symplocos lancifolia*
400. .白檀 *Symplocos lpaniculata*
401. 老鼠矢 *Symplocos stellaris*

一百〇四. 马钱科 Loganiaceae

254） 醉鱼草属 *Buddleja*
402. 醉鱼草 *Buddleja lindleyana*

一百〇五. 木犀科 Oleaceae

255） 连翘属 *Forsythia*
403. .金钟花 *Forsythia viridissina*
256） 白蜡树属 *Fraxinus*
404. 白蜡树 *Fraxinus chinensis*
405. 光蜡树 *Fraxinus griffithii*
257） 女贞属 *Ligustrum*
406. 女贞 *Ligustrum lucidum*
407. 小蜡树 *Ligustrum sinenes*
258） 木犀属 *Osmanthus*
408. 桂花**Osmanthus fragrans*

一百〇六. 夹竹桃科 Apocynaceae

259） 夹竹桃属 *Nerium*
409. 夹竹桃 *Nerium ndicum*
260） 络石属 *Trachelospermum*
410. 络石 *Trachelospermum jasminoides*

一百〇七. 萝藦科 Asclepiadaceae

261） 鹅绒藤属 *Cynanchum*
411. 牛皮消 *Cynanchum auriculatum*

一百〇八. 茜草科 Rubiaceae

262） 水团花属 *Adina*
412. 水团花 *Adina pilulifera*
413. 细叶水团花 *Adina rubella*
263） 风箱树属 *Cephalanthus*
414. 风箱树 *Cephalanthus occidentalis*
264） 虎刺属 *Damnacanthus*
415. 虎刺 *Damnacanthus indicus*
265） 拉拉藤属 *Galium*
416. 拉拉藤 *Galium aparine* var. *echinospermum*
417. 四叶葎 *Galium bungei*
418. 猪殃殃 *Galium aparine*. var *tenerum*
266） 栀子属 *Gardenia*
419. 栀子 *Gardenia jasminoides*
267） 耳草属 *Hedyotis*
420. 长节耳草 *Hedyotis uncinella*
421. 金毛耳草 *Hedyotis chrysotricha*
422. 白花蛇舌草 *Hedyotis diffusa*
268） 玉叶金花属 *Mussaenda*
423. 大叶白纸扇 *Mussaenda esquirolii*
269） 蛇根草属 *Ophiorrhiza*
424. 日本蛇根草 *Ophiorrhiza japonica*
270） 鸡矢藤属 *Paederia*
425. 鸡矢藤 *Paederia scandens*
271） 茜草属 *Rubia*
426. 茜草 *Rubia cordifolia*
272） 六月雪属 *Serissa*
427. 六月雪 *Serissa foetida*
428. 白马骨 *Serissa serissoides*
273） 钩藤属 *Uncaria*
429. 钩藤 *Uncaria rhynchophylla*

一百〇九. 忍冬科 Caprifoliaceae

274） 六道木属 *Abelia*
430. 糯米条 *Abelia chinensis*
275） 忍冬属 *Lonicera*
431. 忍冬 *Lonicera japonica*
276） 接骨木属 *Sambucus*
432. 接骨草 *Sambucus chinensis*
277） 荚蒾属 *Viburnum*
433. 蝴蝶荚蒾 *Viburnum plicatum*
434. 球核荚蒾 *Viburnum propinquum*
435. 宜昌荚蒾 *Viburnum erosum*
436. 合轴荚蒾 *Viburnum sympodiale*
278） 锦带花属 *Weigela*
437. 半边月 *Weigela japonica* var. *sinica*

一百一十. 败酱科 Valerianaceae

279） 败酱属 *Patrinia*
438. 败酱 *Patrinia scabiosaefolia*
439. 攀倒甑 *Patrinia villosa*

一百一十一. 菊科 Compositae

280） 香青属 *Anaphalis*
440. 香青 *Anaphalis sinica*

281） 牛蒡属 *Arctium*

441. 牛蒡 *Arctium lappa*

282） 蒿属 *Artemisia*

442. 黄花蒿 *Artemisia annua*

443. 青蒿 *Artemisia apiacea*

444. 茵陈蒿 *Artemisia capillaris*

445. 五月艾 *Artemisia indica*

446. 牡蒿 *Artemisia japonica*

447. 野艾蒿 *Artemisia lavandulaefolia*

448. 猪毛蒿 *Artimisia scoparia*

283） 紫菀属 *Aster*

449. 三脉紫菀 *Aster ageratoides*

450. 钻叶紫菀 *Aster subulatus*

284） 鬼针草属 *Bidens*

451. 大狼把草 *Bidens frondosa*

452. 鬼针草 *Bidens pilosa*

453. 狼杷草 *Bidens tripartita*

285） 飞廉属 *Carduus*

454. 飞廉 *Carduus nutans*

286） 天名精属 *Carpesium*

455. 金挖耳 *Carpesium divaricatum*

456. 天名精 *Carpesium abrotanoides*

287） 蓟属 *Cirsium*

457. 刺儿菜 *Cirsium setosum*

288） 白酒草属 *Conyza*

458. 小蓬草 *Conyza canadensis*

289） 秋英属 *Cosmos*

459. 黄秋英 *Cosmos sulphureus*

290） 野茼蒿属 *Crassooephalum*

460. 野 茼 蒿 *Crassocephalum crepidioides*

291） 东风菜属 *Doellingeria*

461. 东风菜 *Doellingeria scaber*

292） 菊属 *Dendranthema*

462. 野菊 *Dendranthema indicum*

463. 菊**Dendranthema morifolium*

293） 鳢肠属 *Eclipta*

464. 鳢肠 *Eclipta prostrata*

294） 飞蓬属 *Erigeron*

465. 一年蓬 *Erigeron annuus*

295） 泽兰属 *Eupatorium*

466. 华泽兰 *Eupatorium chinense*

296） 鼠麴草属 *Gnaphalium*

467. 鼠麴草 *Gnaphalium affine*

297） 泥胡菜属 *Hemistepta*

468. 泥胡菜 *Hemistepta lyrata*

298） 小苦荬属 *Ixeridium*

469. 抱茎小苦荬 *Ixeridium sonchifolium*

299） 马兰属 *Kalimeris*

470. 马兰 *Kalimeris indica*

300） 山莴苣属 *Lagedium*

471. 山莴苣 *Lagedium sibiricum*

301） 稻槎菜属 *Lapsana*

472. 稻槎菜 *Lapsana apogonoides*

302） 千里光属 *Senecio*

473. 千里光 *Senecio scandens*

303） 豨莶属 *Siegesbeckia*

474. 豨莶 *Siegesbeckia orientalis*

304） 蒲儿根属 *Sinosenecio*

475. 蒲儿根 *Sinosenecio oldlhamianus*

305） 苦苣菜属 *Sonchus*

476. 苦苣菜 *Sonchus oleraceus*

306） 蒲公英属 *Taraxacum*

477. 蒲公英 *Taraxacum mongolicum*

307） 斑鸠菊属 *Vernonia*

478. 夜香牛 *Vernonia cinerea*

308） 蟛蜞菊属 *Wedelia*

479. 蟛蜞菊 *Wedelia chinensis*

309） 苍耳属 *Xanthium*

480. 苍耳 *Xanthium sibiricum*

一百一十二. 龙胆科 Gentianaceae

310） 獐牙菜属 *Swertia*

481. 獐牙菜 *Swertia bimaculata*

一百一十三. 报春花科 Primulaceae

311） 珍珠菜属 *Lysimachia*

482. 珍珠菜 *Lysimachia clethroides*

483. 聚 花 过 路 黄 *Lysimachia congestiflora*

312） 点地梅属 *Androsace*

484. 点地梅 *Androsace umbellate*

一百一十四. 车前草科 Plantaginaceae

313） 车前属 *Plantago*

485. 车前 *Plantago asiatica*

一百一十五. 桔梗科 Phrymaceae

314） 金钱豹属 *Campanumoea*

486. 金钱豹 *Campanumoea javanica*

315） 桔梗属 *Platycodon*

487. 桔梗 *Platycodon grandiflorus*

316） 半边莲属 *Lobelia*
488. 江南山梗菜 *Lobelia davidii*
489. 半边莲 *Lobelia chinensis*

一百一十六. 紫草科 Boraginaceae

317） 琉璃草属 *Cynoglossum*
490. 琉璃草 *Cynoglossum zeylanicum*
318） 附地菜属 *Trigonotis*
491. 附地菜 *Trigonotis peduncularis*

一百一十七. 茄科 Solanaceae

319） 辣椒属 *Capsicum*
492. 辣椒**Capsicum annuum*
320） 曼陀罗属 *Datura*
493. 曼陀罗**Datura stramonium*
321） 红丝线属 *Lycianthes*
494. 红丝线 *Lycianthes biflora*
322） 枸杞属 Lycium
495. 枸杞 *Lycium* chinense
323） 酸浆属 *Physalis*
496. 酸浆 *Physalis alkekengi*
324） 茄属 *Solanum*
497. 白英 *Solanum lyratum*
498. 龙葵 *Solanum nigrum*
499. 茄**Solanum melongena*
500. 阳芋**Solanum tuberosum*

一百一十八. 旋花科 Convolvulaceae

325） 打碗花属 *Calystegia*
501. 打碗花 *Calystegia hederacea*
502. 旋花 *Calystegia sepium*
326） 菟丝子属 *Cuscuta*
503. 菟丝子 *Cuscuta chinensis*
327） 番薯属 *Ipomoea*
504. 番薯**Ipomoea batatas*
328） 牵牛属 *Pharbitis*
505. 牵牛 *Pharbitis nil*

一百一十九. 玄参科 Scrophulariaceae

329） 通泉草属 *Mazus*
506. 通泉草 *Mazus japonicus*
507. 弹刀子菜 *Mazus stachydifolius*
330） 泡桐属 *Paulownia*
508. 白花泡桐 *Paulownia fortunei*
331） 阴行草属 *Siphonostegia*
509. 阴行草 *Siphonostegia chinensis*
510. 腺毛阴行草 *Siphonostegia laeta*
332） 婆婆纳属 *Veronica*
511. 婆婆纳 *Veronica didyma*
512. 阿拉伯婆婆纳 *Veronica persica*
513. 蚊母草 *Veronica peregrina*
333） 母草属 *Lindernia*
514. 泥花草 *Lindernia antipoda*
515. 母草 *Lindernia crustaceae*
516. 陌上菜 *Lindernia procumbens*

一百二十. 苦苣苔科

334） 半蒴苣苔属 *Hemiboea*
517. 半蒴苣苔 *Hemiboea subcapitata*
335） 吊石苣苔属 *Lysionotus*
518. 吊石苣苔 *Lysionotus pauciflorus*

一百二十一. 爵床科 Acanthaceae

336） 白接骨属 *Asystasiella*
519. 白接骨 *Asystasiella neesiana*
337） 九头狮子草属 Peristrophe
520. 九头狮子草 *Peristrophe japonica*
338） 爵床属 *Rostellularia*
521. 爵床 *Rostellularia procumbens*

一百二十二. 透骨草科 Phrymaceae

339） 透骨草属 *Phryma*
522. 透骨草 *Phryma leptostachya* var. *asiatica*

一百二十三. 马鞭草科 Verbenaceae

340） 紫珠属 *Callicarpa*
523. 白棠子树 *Callicarpa dichotoma*
524. 日本紫珠 *Callicarpa japonica*
525. 老鸦糊 *Callicarpa giraldii*
341） 大青属 *Clerodendrum*
526. 大青 *Clerodendrum cyrtophyllum*
527. 海州常山 *Clerodendrum trichotomum*
342） 莸属 *Caryopteris*
528. 兰香草 *Caryopteris incana*
343） 马鞭草属 *Verbena*
529. 马鞭草 *Verbena officinalis*
344） 牡荆属 *Vitex*
530. 黄荆 *Vitex negundo*
531. 牡荆 *Vitex negundo* var.*cannabifolia*

一百二十四. 唇形科 Labiatae

345） 藿香属 *Agastache*
532. 藿香 *Agastache rugosa*
346） 筋骨草属 *Ajuga*
533. 金疮小草 *Ajuga decumbens*
534. 紫背金盘 *Ajuga nipponensis*
347） 小野芝麻属 *Galeobdolon*
535. 小野芝麻 *Galeobdolon chinense*
348） 野芝麻属 *Lamium*
536. 宝盖草 *Lamium amplexicaule*
349） 益母草属 *Leonurus*
537. 益母草 *Leonurus artemisia*
350） 风轮菜属 *Clinopodium*
538. 风轮菜 *Clinopodium chinense*
539. 细风轮菜 *Clinopodium gracile*
351） 石荠苎属 *Mosla*
540. 小鱼仙草 *Mosla dianthera*
541. 石荠苎 *Mosla scabr*a
352） 牛至属 *Origanum*
542. 牛至 *Origanum vulgare*
353） 罗勒属 *Ocimum*
543. 罗勒 *Ocimum basilicum*
354） 紫苏属 *Perilla*
544. 紫苏 *Perilla frutescens*
355） 鼠尾草属 *Salvia*
545. 鼠尾草 *Salvia japonica*
546. 荔枝草 *Salvia plebeia*

单子叶植物

一百二十五. 水鳖科 Hydrocharitaceae
356） 黑藻属 *Hydrilla*
547. 黑藻 *Hydrilla verticillata*
357） 苦草属 *Vallisneria*
548. 苦草 *Vallisneria natans*
一百二十六. 泽泻科 Alismataceae
358） 泽泻属 *Alisma*
549. 窄叶泽泻 *Alisma canaliculatum*
550. 泽泻 *Alisma orientale*
一百二十七. 眼子菜科 Potamogetonaceae
359） 眼子菜属 *Potamogeton*
551. 眼子菜 *Potamogeton distinctus*
552. 菹草 *Potamogeton crispus*
一百二十八. 鸭跖草科 Commelinaceae
360） 鸭跖草属 *Commelina*
553. 饭包草 *Commelina benghalensis*
554. 鸭跖草 *Commelina communis*
361） 水竹叶属 *Murdannia*
555. 水竹叶 *Murdannia keisak*
362） 杜若属 *Pollia*
556. 杜若 *Pollia japonica*
一百二十九. 谷精草科 Eriocaulaceae
363） 谷精草属 *Eriocaulon*
557. 谷精草 *Eriocaulon buergerianum*
一百三十. 百合科 Liliaceae
364） 葱属 *Allium*
558. 薤白 *Allium macrostemon*
559. 蒜**Allium sativum*
560. 韭**Allium tuberosum*
365） 天门冬属 *Asparagus*
561. 天门冬 *Asparagus cochinchinensis*
366） 万寿竹属 *Disporum*
562. 万寿竹**Disporum cantoniense*
563. 宝铎草 *Disporum sessile*
367） 百合属 *Lilium*
564. 百合**Lilium brownii* var.*viridulum*
565. 卷丹**Lilium lancifolium*
368） 山麦冬属 *Liriope*
566. 阔叶山麦冬 *Liriope Platyphylla*
567. 山麦冬 *Liriope spicata*
369） 沿阶草属 *Ophiopogon*
568. 沿阶草 *Ophiopogon japonicus*
370） 吉祥草属 *Reineckia*
569. 吉祥草 *Reineckia carnea*
371） 藜芦属 *Veratrum*
570. 牯岭藜芦 *Veratrum schindleri*
一百三十一. 雨久花科 Pontederiaceae
372） 雨久花属 *Monochoria*
571. 鸭舌草 *Monochoria vaginalis*
373） 凤眼蓝属 *Eichhornia*
572. 凤眼蓝 *Eichhornia crassipes*
一百三十二. 菝葜科 Juncaceae
374） 菝葜属 *Juncus*
573. 菝葜 *Smilax china*
574. 小果菝葜 *Smilax davidiana*
575. 土茯苓 *Smilax glabra*
576. 牛尾菜 *Smilax riparia*
375） 肖菝葜属 *Heterosmilax*
577. 肖菝葜 *Heterosmilax japonica*
一百三十三. 天南星科 Araceae
376） 菖蒲属 *Acorus*
578. 菖蒲**Acorus calamus*
377） 天南星属 *Arisaema*
579. 一把伞南星 *Arisaema erubescens*
580. 天南星 *Arisaema heterophyllum*
378） 芋属 *Colocasia*
581. 野芋 *Colocasia antiquorum*
379） 半夏属 *Pinellia*
582. 半夏 *Pinellia ternata*
一百三十四. 浮萍科 Lemnaceae

380） 浮萍属 *Lemna*
583. 浮萍 *Lemna minor*
一百三十五. 香蒲科 Typhaceae
381） 香蒲属 *Typha*
584. 香蒲 *Typha orientalis*
一百三十六. 鸢尾科 Iridaceae
382） 射干属 *Belamcanda*
585. 射干 *Belamcanda chinensis*
383） 鸢尾属 *Iris*
586. 蝴蝶花 *Iris japonica*
一百三十七. 薯蓣科
384） 薯蓣属 *Dioscorea*
587. 日本薯蓣 *Dioscorea japonica*
588. 薯蓣 *Dioscorea opposita*
一百三十八. 棕榈 Palmae
385） 棕榈属 *Trachycarpus*
589. 棕榈 *Trachycarpus fortunei*
一百三十九. 兰科 Orchidaceae
386） 白芨属 *Bletilla*
590. 白芨 *Bletilla striata*
387） 兰属 *Spiranthes*
591. 建兰**Cymbidium ensifolium*
592. 春兰**Cymbidium goeringii*
一百四十. 灯心草科 Juncaceae
388） 灯心草属 *Juncus*
593. 灯心草 *Juncus effusus*
一百四十一. 莎草科 Cyperaceae
389） 莎草属 *Cyperus*
594. 香附子 *Cyperus rotundus*
595. 异型莎草 *Cyperus difformis*
596. 碎米莎草 *Cyperus iria*
390） 薹草属 *Carex*
597. 披针叶苔草 *Carex lancifolia*
598. 条穗苔草 *Carex nemostachys*
391） 水蜈蚣属 *Kyllinga*
599. 短叶水蜈蚣 *Kyllinga brevifolia*
392） 藨草属 *Scirpus*
600. 水毛花 *Scirpus triangulatus*
601. 荆三棱 *Scirpus yagara*
393） 水莎草属 *Juncellus*
602. 水莎草 *Juncellus serotinus*
一百四十二. 禾本科 Gramineae
394） 剪股颖属 *Agrostis*
603. 剪股颖 *Agrostis clavat*
395） 芒草属 *Arthraxon*
604. 芒草 *Arthraxon hispidus*
396） 野古草属 *Arundinella*
605. 刺芒野古草 *Arundinella setosa*
606. 野古草 *Arundinella hirta*
397） 薏苡属 *Coix*
607. 薏苡 *Coix lacryma-jobi*
398） 狗牙根属 *Cynodon*
608. 狗牙根 *Cynodon dactylon*
399） 马唐属 *Digitaria*
609. 升马唐 *Digitaria ciliaris*
610. 马唐 *Digitaria sanguinalis*
400） 穇属 *Eleusine*
611. 牛筋草 *Eleusine indica*
401） 稗属 *Echinochloa*
612. 稗 *Echinochloa crusgalli*
402） 画眉草属 *Eragrostis*
613. 乱草 *Eragrostis japonica*
403） 蜈蚣草属 *Eremochloa*
614. 假俭草 *Eremochloa ophiuroides*
404） 箬竹属 *Indocalamus*
615. 阔叶箬竹 *Indocalamus latifolius*
616. 箬竹 *Indocalamus tessellatus*
405） 白茅属 *Imperata*
617. 白茅 *Imperata cylindrica* var.*major*
406） 柳叶箬属 *Isachne*
618. 柳叶箬 *Isachne globosa*
407） 千金子属 *Leptochloa*
619. 千金子 *Leptochloa chinensis*
408） 淡竹叶属 *Lophatherum*
620. 淡竹叶 *Lophatherum gracile*
409） 莠竹属 *Microstegium*
621. 竹叶茅 *Microstegium nudum*
622. 莠竹 *Microstegium nodosum*
410） 芒属 *Miscanthus*
623. 五节芒 *Miscanthus floridulus*
624. 芒 *Miscanthus sinensis*
411） 类芦属 *Neyraudia*
625. 类芦 *Neyraudia reynaudiana*
412） 球米草属 *Oplismenus*
626. 球米草 *Oplismenus undulatifolius*
413） 稻属 *Oryza*
627. 稻**Oryza sativa*
414） 狼尾草属 *Pennisetum*
628. 狼尾草 *Pennisetum alopecuroides*
415） 显子草属 *Phaenosperma*
629. 显子草 *Phaenosperma globosa*
416） 刚竹属 *Phyllostachys*
630. 毛竹 *Phyllostachys pubescens*
631. 斑竹 *Phyllostachys bambusoides*
417） 大明竹属 *Pleioblastus*
632. 苦竹 *Pleioblastus amarus*
418） 甘蔗属 *Saccharum*
633. 斑茅 *Saccharum arundinaceum*
634. 甘蔗 *Saccharum sinensis*
419） 狗尾巴属 *Setaria*
635. 金色狗尾草 *Setaria glauca*
636. 狗尾草 *Setaria viridis*

420） 小麦属 *Triticums*

637. 小麦**Triticum aestivum*

421） 玉蜀黍属 *Zea*

638. 玉米**Zea mays*

422） 菰属 *Zizania*

639. 菰 *Zizania latifolia*

附表 3 评价区动物名录

评价区主要两栖动物名录

中文名、拉丁名	生境类型	区系型	数量级	保护级别	分布		依据
					水源评价区	供水评价区	
有尾目 URODELA							
蝾螈科 Salamandridae							
中国瘰螈 *Paramesotriton chinensis*	生活在山区、丘陵地带山脚下的溪流中，水面开阔、水流较缓慢处多见。	东洋种	++	省级		√	C
秉志肥螈 *Pachytriton granulosus*	生活于海拔 50～800m 较为平缓的山溪内，溪内水凼和石块甚多，溪底多积有粗砂，水质清凉。	东洋种	+	省级		√	Z
无尾目 ANURA							
角蟾科 Megophryidae							
淡肩角蟾 *Megophrys boettgeri*	生活于海拔 330～1600m 的山区流溪附近。	东洋种	++	未列入	√		Z
蟾蜍科 Bufonidae							
中华蟾蜍 *Bufo gargarizans*	多栖息在离水源不太远的陆地上，或阴暗、有一定湿度的丘陵地带的林间草丛中。	广布种	+++	未列入	√	√	F、Z
蛙科 Ranidae							
弹琴蛙 *Nidirana adenopleura*	多见于山脚附近的水田、静水塘及山间梯田。	东洋种	++	未列入	√	√	Z
镇海林蛙 *Rana zhenhaiensis*	生活于海拔 20 ~ 1800m 的丘陵山区。	东洋种	+	未列入	√	√	Z
黑斑侧褶蛙 *Pelophylax nigromaculatus*	常栖息于池塘、水沟、稻田、水库、小河和沼泽地区。	广布种	+++	未列入	√	√	F、Z
花臭蛙 *Odorrana schmackeri*	生活于山区的大小山溪内。溪内大小石头甚多，植被较为繁茂，环境潮湿，两岸岩壁和长有苔藓。	东洋种	++	未列入	√	√	Z

华南湍蛙 *Amolops ricketti*	生活于海拔 300~1500m 的山溪急流或瀑布附近。	东洋种	+	未列入	√	√	
叉舌蛙科 Dicroglossidae							
泽陆蛙 *Fejervarya multistriata*	生活于平原、丘陵和 2000m 以下山区的稻田、沼泽、水塘、水沟等静水域或其附近的旱地草丛。	东洋种	+++	未列入	√	√	F、Z
虎纹蛙 *Hoplobatrachus chinensis*	生活于海拔 20～1120m 的山区、平原、丘陵地带的稻田、鱼塘、水坑和沟渠内。	东洋种	+	国家Ⅱ级		√	Z
棘胸蛙 *Quasipaa spinosa*	生活于海拔 80～1500m 的山间溪流中。	东洋种	++	省级	√	√	F、Z
树蛙科 Rhacophoridae							
斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*	栖息于海拔 80～1600m 的丘陵地带及山区灌丛、水塘杂草或稻田。	东洋种	++	省级	√	√	F、Z
姬蛙科 Microhylidae							
饰纹姬蛙 *Microhyla fissipes*	生活在平原、丘陵、山区的水田边、路旁草丛中。	东洋种	+++	未列入	√	√	F、Z
小弧斑姬蛙 *Microhyla heymonsi*	常栖息于 70～1515m 的山区稻田、水坑边、沼泽泥窝、土穴或草丛中。	东洋种	++	未列入	√	√	Z

注：（1）分类系统参考《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁，叶昌媛，江建平.2012 年）；
（2）数量级：+++表示当地优势种，++表示当地普通种，+表示当地稀有种；
（3）依据：C—观察到实体，F—访问调查记录物种，Z—文献资料记录物种。

评价区主要爬行动物名录

中文名、拉丁名	生境类型	区系型	数量级	保护级别	分布		依据
					水源评价区	供水评价区	
龟鳖目 TESTUDINES							
鳖科 Trionychidae							

中华鳖 *Pelodiscus sinensis*	生活在江、河、湖沼、池塘、水库等水流平缓的淡水水域。	广布种	++	未列入	√	√	Z
有鳞目 SQUAMATA							
壁虎科 Gekkonidae							
多疣壁虎 *Gekko japonicus*	一般生活在平原地区的住宅及其附近，丘陵地带的城镇和人口较多的村庄。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z
石龙子科 Scincidae							
蓝尾石龙子 *Plestiodon elegans*	活动于平原和山区，杂草比较稀疏的山坡或道路旁，也生活在农田耕作区的田埂向阳处，干燥而温度较高的环境。	东洋种	+	未列入	√	√	Z
蜥蜴科 Lacertidae							
北草蜥 *Takydromus septentrionalis*	常在阳光明亮的山坡、山脚、道路两旁及林边茅草茂密与小竹丛生的枝叶上攀爬。	广布种	++	未列入	√	√	Z
游蛇科 Colubridae							
钝尾两头蛇 *Calamaria septentrionalis*	高山及平地均有栖息，多发现于海拔 300m 左右的山地。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z
黄链蛇 *Lycodon flavozonatum*	生活于山区森林、溪涧及水沟近旁草丛。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z
赤链蛇 *Lycodon rufozonatum*	生活于山地、丘陵及平原地带，多活动于稻田、园地、水塘、路边，住屋以及荒地、坟堆草丛。	广布种	+++	未列入	√	√	Z
王锦蛇 *Elaphe carinata*	栖息于山区、丘陵地带，平原亦有，常于山地灌丛、田野沟边、山溪旁、草丛中活动。	东洋种	+++	省级	√	√	F、Z
玉斑蛇 *Euprepiophis mandarinus*	生活于山区森林，常发现于山区居民点附近、水沟边或山上草丛中，平原家屋附近也有发现。	东洋种	++	省级	√	√	F、Z
紫灰蛇 *Oreocryptophis porphyraceus*	生活于海拔 200 ~ 1000m 之间山区森林、山涧溪旁及山区居民点附近。	东洋种	+	未列入	√		Z

红纹滞卵蛇 *Oocatochus rufodorsatus*	活动于河滨、池塘及其附近的田野、坟堆、屋边、菜地或水沟。	广布种	+++	未列入	√	√	Z
黑眉晨蛇 *Orthriophis taeniurus*	善攀爬，生活在高山、平原、丘陵、草地、田园及村舍附近，也常在稻田、河边及草丛中，有时活动于农舍附近。	东洋种	+++	省级	√	√	F、Z
颈棱蛇 *Macropisthodon rudis*	生活于山区草丛及溪涧旁。	东洋种	++	未列入	√		Z
赤链华游蛇 *Sinonatrix annularis*	生活在丘陵地带的田野及平原。	东洋种	+	未列入		√	Z
锈链腹链蛇 *Hebius craspedogaster*	生活于海拔 620～1800m 的山区、丘陵地带，常见于水田、道边、草丛、水域附近。	东洋种	+	未列入	√		Z
乌华游蛇 *Sinonatrix percarinata*	常栖息于山林溪涧中及附近地带。	东洋种	++	未列入	√		Z
草腹链蛇 *Amphiesma stolatum*	生活于平原、丘陵低山地区，常见于田园草地。	东洋种	++	未列入		√	Z
虎斑颈槽蛇 *Rhabdophis tigrinus*	生活于山区、丘陵及平原，常出没于菜地、路边、水沟边及近水、潮湿多草等处。	广布种	++	未列入	√	√	F、Z
中国小头蛇 *Oligodon chinensis*	山区及平原均有，有时进入家屋。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z
翠青蛇 *Cyclophiops major*	栖息于山区、林地、草丛或田野。	东洋种	+++	未列入	√	√	F、Z
横纹斜鳞蛇 *Pseudoxenodon bambusicola*	生活于山区森林及竹林中，也见于山区路边草地上。	东洋种	+	未列入	√		F
灰鼠蛇 *Ptyas korros*	生活于山区丘陵及平原地带，常栖息在草丛、灌木丛、水稻田边、河岸、路边及荒野乱石处。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z
滑鼠蛇 *Ptyas mucosa*	生活于平原及山地或丘陵地区，亦可分布于海拔 2000m 左右的山地。	东洋种	++	省级	√	√	Z
黑头剑蛇 *Sibynophis chinensis*	生活于山区，性驯良，无毒。	东洋种	+	未列入	√		Z

乌梢蛇 *Ptyas dhumnades*	生活在平原、丘陵和山区，常见于田野、林下、河岸旁、溪边、灌丛、草地等处，亦见于民宅周围。	东洋种	+++	未列入	√	√	F、Z
绞花林蛇 *Boiga kraepelini*	生活于山区或丘陵，常栖息于溪沟旁灌木上或茶山矮树上。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z
眼镜蛇科 Elapidae							
银环蛇 *Bungarus multicinctus*	栖息于平原及丘陵地带多水之处。	东洋种	++	未列入		√	F、Z
舟山眼镜蛇 *Naja atra*	栖息于平原、丘陵及山区，多见于海拔30~500m 的丘陵山坡及坟堆或灌木丛、竹园。	东洋种	++	省级	√	√	F、Z
蝰科 Viperidae							
白头蝰 *Azemiops kharini*	栖息于山区海拔 300m 左右的山坡草地，或活动于山区住宅附近。	东洋种	+	省级	√	√	Z
尖吻蝮 *Deinagkistrodon acutus*	栖于海拔 100～1350m 的山丘和高山。常盘伏于溪涧、沟边的岩石上或杂草中，有时亦入山村民宅内。	东洋种	++	省级	√	√	F、Z
福建绿蝮 *Viridovipera stejnegeri*	生活于山区树丛或竹林，常栖息于山谷溪涧边灌木杂草上或山区稻田田埂杂草上，也发现于山区住宅旁的瓜棚和柴堆。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z

注：（1）分类系统参见《中国爬行纲动物分类厘定》（蔡波 等，2015 年）；
（2）数量级划分：+++表示当地优势种，++表示当地普通种，+表示当地稀有种；
（3）依据：C—观察到实体，F—访问调查记录物种，Z—文献资料记录物种。

评价区主要鸟类名录

中文名、拉丁名	生境类型	居留型	区系型	数量级	保护级别	分布		依据
						水源评价区	供水评价区	
鸊鹈目 PCDICIPEDIFORMES								
鸊鹈科 Podicipedidae								

小鿏鹛*Tachybaptus ruficollis*	栖息于湖泊、水塘和沼泽地带。	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
鹳形目 CICONIIFORMES								
鹭科 Ardeidae								
白鹭 *Egretta garzetta*	栖息于湖泊、溪流、水田、江河与沼泽地带。	留	东洋种	++	未列入		√	C
中白鹭 *Egretta intermedia*	喜稻田、湖畔、沼泽地、红树林及沿海泥滩。栖息于开阔河谷、盆地的坝区地带。	留	东洋种	+	未列入		√	Z
池鹭 *Ardeola bacchus*	栖息于池塘、沼泽及稻田中。	夏	东洋种	++	未列入		√	Z
夜鹭 *Nycticorax nycticorax*	栖息于溪流、江河、湖泊、沼泽等地带。	夏	广布种	+	未列入		√	Z
隼形目 FALCONIFORMES								
鹰科 Accipitridae								
赤腹鹰 *Accipiter soloensis*	喜开阔林区。	夏	东洋种	+	国家Ⅱ级	√	√	Z
隼科 Falconidae								
红隼 *Falco tinnunculus*	停栖在柱子或枯树上。喜开阔原野。	留	广布种	+	国家Ⅱ级	√	√	F、Z
鸡形目 GAKKIFORMES								
雉科 Phasianidae								
环颈雉 *Phasianus colchicus*	栖息于中、低山丘陵的灌丛和草丛中。	留	广布种	++	未列入	√	√	F、Z
灰胸竹鸡 *Bambusicola thoracicus*	主要栖息于山区、平原、灌丛、竹林以及草丛。	留	东洋种	+	未列入	√	√	F、Z
白鹇 *Lophura nycthemera*	栖息于多林的山地，尤喜在山林下层的浓密竹丛间活动。	留	东洋种	+	国家Ⅱ级	√		Z
鹤形目 GRUIFORMES								
秧鸡科 Rallidae								
红脚苦恶鸟 *Amaurornis akool*	多繁殖在多芦苇或多草的沼泽。在中国南方的山区稻田为地区性常见鸟。	留	东洋种	++	未列入		√	C

白胸苦恶鸟 *Amaurornis phoenicurus*	栖息于长有芦苇或杂草的沼泽地和有灌木的高草丛、竹丛、湿灌木、水稻田、甘蔗田中，以及河流、湖泊、灌渠和池塘边，也生活在人类住地附近	夏	东洋种	+	未列入		√	Z
黑水鸡 *Gallinula chloropus*	多见于湖泊、池塘及运河。	留	广布种	++	未列入		√	C
鸻形目 CHARADRIIFORMS								
鹬科 Scoiopacidae								
矶鹬 *Actitis hypoleucos*	栖息于湖泊滩涂、沙洲以及海拔比较高的山地稻田及溪流、河流两岸。	冬	古北种	+	未列入		√	Z
白腰草鹬 *Tringa ochropus*	多活动在水边浅水处、砾石河岸、泥地、沙滩、水田和沼泽地。	冬	古北种	++	未列入		√	C
鸽形目 COLUMBIFORMES								
鸠鸽科 Columbidae								
山斑鸠 *Streptopelia orientalis*	栖息于丘陵、平原的阔叶林、混交林、果园和农田。	留	广布种	++	未列入	√	√	C
珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*	栖息于平原、草地、丘陵和农田地带。	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
火斑鸠 *Streptopelia tranquebarica*	主要栖息于开阔田野以及村庄附近。	留	东洋种	+	未列入	√	√	Z
鹃形目 CUCULIFORMES								
杜鹃科 Cuculidae								
四声杜鹃 *Cuculus micropterus*	通常栖于森林及次生林上层。	夏	东洋种	+	省级	√		Z
大杜鹃 *Cuculus caorus*	多栖息于山地及平原的树上以及居民点附近。	夏	广布种	++	省级	√	√	F、Z
佛法僧目 CORACIIFFORNES								
翠鸟科 Alcedinidae								

白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*	捕食于旷野、河流、池塘及海边。	留	东洋种	+	未列入	√	√	Z
普通翠鸟 *Alcedo atthis*	栖息于河流、水塘和沼泽等地带。	留	广布种	++	未列入	√	√	C
鴷形目 PICIFORMES								
拟鴷科 Capitonidae								
大拟啄木鸟 *Megalaima virens*	栖息于常绿林中。	留	东洋种	+	未列入	√		Z
啄木鸟科 Picidae								
大斑啄木鸟 *Dendrocopos major*	见于整个温带林区、农作区及城市园林。	留	古北种	++	省级	√	√	Z
斑姬啄木鸟 *Picumnus innominatus*	栖息于热带低山混合林的枯树或树枝上，尤喜竹林。	留	东洋种	+	省级	√		Z
灰头绿啄木鸟 *Picus canus*	广泛分布于各类林地甚或城市园林。	留	广布种	++	省级	√	√	Z
星头啄木鸟 *Dendrocopos canicapillus*	见于各类型的林地。	留	东洋种	+	省级	√		Z
鸮形目 STRIGIFORMES								
草鸮科 Tytonidae								
东方草鸮 *Tyto longimembris*	栖息于山麓、丘陵地带灌草丛生的林地间。	留	东洋种	+	国家Ⅱ级	√	√	Z
鸱鸮科 Strigidae								
斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	见于低地及丘陵的小片林地中，常光顾庭园、村庄、原始林及次生林。	留	东洋种	+	国家Ⅱ级	√	√	F、Z
夜鹰目 Caprimulgiformes								
夜鹰科 Caprimulgidae								
普通夜鹰 *Caprimulgus indicus*	栖息于开阔的山区森林和灌丛中，白天栖于地面或横枝上。	夏	东洋种	+	未列入	√		Z
雀形目 PASSERIFORNES								
燕科 Hirundinidae								

家燕 *Hirundo rustica*	栖息于村落、城镇等附近的田野和河岸等环境中。	夏	古北种	+++	未列入	√	√	F、Z
金腰燕 *Cecropis daurica*	栖息于山区、城镇等环境中。	夏	古北种	+++	未列入	√	√	F、Z
鹡鸰科 Motacillidae								
树鹨 *Anthus hodgsoni*	栖息于杂木林、针叶林、阔叶林、灌木丛及其附近的草地，也见于居民点和田野中。	冬	古北种	++	未列入	√	√	C
灰鹡鸰 *Motacilla cinerea*	栖息于山区溪流边的林缘、村落附近。	冬	广布种	+	未列入	√	√	C
白鹡鸰 *Motacilla alba*	栖息于河边、湖畔及其附近的草地、农田中。	留	古北种	+++	未列入	√	√	C
山椒鸟科 Campephagidae								
灰山椒鸟 *Pericrocotus divaricatus*	栖息于丘陵山地或平原林区。	夏	古北种	+	未列入	√	√	Z
鹎科 Pycnonotidae								
黄臀鹎 *Pycnonotus xanthorrhous*	多栖息于海拔约 2500m 以下的平坝、低山至中山带的沟谷林、混交林和次生阔叶林缘。	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
领雀嘴鹎 *Spizixos semitorques*	主要栖息于低山丘陵和山脚平原地区。	留	东洋种	+++	未列入	√	√	C
白头鹎 *Pycnonotus sinensis*	栖息于低山和平原的林地、庭园、灌丛中。	留	东洋种	+++	未列入	√	√	C
绿翅短脚鹎 *Hypsipetes mcclellandii*	栖息于山地和平原森林中。	留	东洋种	+	未列入	√	√	C
伯劳科 Laniidae								
棕背伯劳 *Lanius schach*	栖息于平原到低山、丘陵地带的居民点附近的疏林地带。	留	古北种	++	省级	√	√	C

牛头伯劳 *Lanius bucephalus*	栖息于丘陵山地林木或灌丛中。	冬	古北种	+	省级	√	√	Z
卷尾科 Dicrunidae								
灰卷尾 *Dicrurus leucophaeus*	栖息于平原、低山的阔叶林内。	夏	东洋种	+	未列入	√		Z
黑卷尾 *Dicrurus macrocercus*	栖息于平原、低山的阔叶林、混交林内。	夏	东洋种	+	未列入	√	√	Z
椋鸟科 Sturnidae								
八哥 *Acridotheres cristatellus*	生活在山林、平原、村落，有时在城市也可见到。	留	东洋种	++	未列入	√	√	Z
丝光椋鸟 *Sturnus sericeus*	多见于农田及果园。	留	东洋种	++	未列入		√	C
鸦科 Corvidae								
红嘴蓝鹊 *Cissa erythrorhyncha*	常见并广泛分布于林缘地带、灌丛甚至村庄。	留	东洋种	+++	未列入	√	√	C
喜鹊 *Pica pica*	栖息于山区、平原和城镇等环境中。	留	东洋种	+	未列入	√	√	F、Z
大嘴乌鸦 *Corvus macrorhynchus*	山区平原均可见到，喜结群活动于城市、郊区等适宜的环境。	留	广布种	+	未列入	√	√	F、Z
河乌科 Cinclidae								
褐河乌 *Cinclus pallasii*	栖息于山涧河谷溪流露出的岩石上，飞行时常沿溪流，贴近水面飞行。	留	广布种	+	未列入	√	√	C
鸫科 Turdidae								
红胁蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*	长期栖于湿润山地森林及次生林的林下低处。	冬	古北种	+	未列入	√		Z
鹊鸲 *Copsychus saularis*	常光顾花园、村庄、次生林、开阔森林及红树林。	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus*	主要栖息于山地、森林、河谷、林缘和居民点附近的灌丛与低矮树丛中。	冬	古北种	+++	未列入	√	√	C
红尾水鸲 *Rhyacornis fuliginosa*	主要栖息于山地溪流与河谷沿岸，尤以多石的林间或林缘地带的溪流沿岸较常见。	留	东洋种	+++	未列入	√	√	C

小燕尾 *Enicurus scouleri*	主要生活于山涧溪流边以及河边的岩石上。	留	东洋种	+	未列入	√		Z
灰背燕尾 *Enicurus schistaceus*	栖息于中低海拔山地、丘陵、平原地带的溪流、河谷和沟渠间。	留	东洋种	+	未列入	√	√	C
黑背燕尾 *Enicurus immaculatus*	栖息于山涧溪流与河谷沿岸，常单独或成对活动。	留	东洋种	+	未列入	√	√	Z
紫啸鸫 *Myiophoneus caeruleus*	多单独或成对活动于多溪流的山涧、河谷以及小河中，也见于村落、园林和草地上。	夏	东洋种	+	未列入	√	√	Z
乌鸫 *Turdus merula*	栖息于林区、村镇边缘地带。	留	广布种	++	未列入	√	√	Z
红胁蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*	栖于湿润山地森林及次生林的林下低处。	冬	古北种	+	未列入	√		Z
画眉科 Timaliinae								
画眉 *Garrulax canorus*	多栖居在山丘灌丛和村落附近或城郊的灌丛、竹林或庭院中。	留	东洋种	++	省级	√	√	C
灰眶雀鹛 *Alcippe morrisonia*	主要栖息于海拔 2500m 以下的山地和山脚平原地带的森林和灌丛中。	留	东洋种	+++	未列入	√	√	C
白颊噪鹛 *Garrulax sannio*	栖息于山地灌丛中。	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
黑脸噪鹛 *Garrulax perspicillatus*	主要栖息于平原和低山丘陵地带地灌丛与竹丛中。	留	东洋种	+	未列入	√	√	C
红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*	常见于山地混交林、常绿林或有竹林的矮小次生林。	留	东洋种	+	省级	√		Z
红头穗鹛 *Stachyris ruficeps*	栖于森林、灌丛及竹丛。	留	东洋种	+	未列入	√	√	C
棕颈钩嘴鹛 *Pomatorhinus ruficollis*	常见于山地混交林、常绿林或有竹林的矮小次生林。	留	东洋种	++	未列入	√	√	Z
斑胸钩嘴鹛 *Pomatorhinus erythrocnemis*	甚常见留鸟于灌丛、棘丛及林缘地带。	留	东洋种	+	未列入	√	√	Z

扇尾莺科 Cisticolidae								
纯色山鹪莺 *Prinia inornata*	栖于高草丛、芦苇地、沼泽、玉米地及稻田。	留	东洋种	+	未列入		√	C
山雀科 Paridae								
大山雀 *Parus major*	栖息于山区和平原林间。	留	广布种	+++	未列入	√	√	C
长尾山雀科 Aegithalidae								
红头长尾山雀 *Aegithalos concinnus*	主要栖息于山地森林和灌木林间，也见于果园、茶园等人类居住地附近的小林内。	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
鸦雀科 Paradoxornithidae								
棕头鸦雀 *Paradoxornis webbianus*	常栖息于中海拔的灌丛及林缘地带。	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
绣眼鸟科 Zosteropidae								
暗绿绣眼鸟 *Zosterops japonica*	主要栖息于阔叶林和针阔叶混交林、竹林、次生林等森林中。	夏	东洋种	++	未列入	√		C
雀科 Fringllidae								
[树]麻雀 *Passer montanus*	栖息于居民点和田野附近。	留	广布种	+++	未列入	√	√	C
山麻雀 *Passer rutilans*	栖息于低山丘陵和山脚平原地带的各类森林和灌丛中。	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
梅花雀科 Estrildidae								
白腰文鸟 *Lonchura striata*	栖息于农作区及山脚地带的树丛和耕地中。	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
斑文鸟 *Lonchura punctulata*	多在庭院、村边、农田和溪边树上以及灌丛与竹林中，也在草丛和地上活动	留	东洋种	++	未列入	√	√	C
燕雀科 Fringillidae								
燕雀 *Fringilla montifringilla*	多栖息于平原、丘陵到山区以及栖于各种林中。	冬	古北种	++	未列入		√	C

金翅雀 *Carduelis sinica*	栖于灌丛、旷野、人工林、林园及林缘地带。	留	广布种	++	未列入		√	C
鹀科 Emberizidae								
灰头鹀 *Emberiza spodocephala*	广泛活动于海拔 3000m 以下的平原和中高山地区，生活于山区的河谷溪流，平原灌丛和较稀疏的林地、耕地等环境中。	冬	古北种	++	未列入	√	√	C
三道眉草鹀 *Emberiza cioides*	栖息在草丛中，矮灌木间、岩石上，或空旷而无掩蔽的地面、玉米秆上、电线或电杆上等。	留	古北种	+	未列入	√	√	C
小鹀 *Emberiza pusilla*	多栖息于平原、丘陵、山谷和高山以及栖息于灌木丛、小乔木、村边树林与草地、苗圃、麦地和稻田中。	冬	古北种	++	未列入		√	C
田鹀 *Emberiza rustica*	栖于泰加林、石楠丛及沼泽地带，越冬于开阔地带、人工林地及公园。	冬	古北种	+	未列入		√	C
凤头鹀 *Melophus lathami*	栖息生活于丘陵阔地面及矮草地。	留	东洋种	+	未列入		√	C

注：（1）分类系统参照《中国鸟类分类与分布名录(第 2 版)》（郑光美，2011 年）；
（2）数量级划分：+++表示当地优势种，++表示当地普通种，+表示当地稀有种；
（3）居留型：留—留鸟，夏—夏候鸟，冬—冬候鸟，旅—旅鸟；
（4）C—观察到鸟类实体或听到鸟鸣声，F—访问调查记录物种，Z—文献资料记录物种。

评价区主要兽类名录

中文名、拉丁名	生境类型	区系型	数量级	保护级别	分布		依据
					水源评价区	供水评价区	
劳亚食虫目 EULIPOTYPHLA							
猬科 Erinaceidae							

东北刺猬 *Erinaceus amurensis*	栖息于山地森林、平原草地、农作区及灌木、草丛等各种生境中。	古北种	++	未列入	√	√	F、Z
鼩鼱科 Soricidae							
灰麝鼩 *Crocidura attenuata*	栖息于山区林地，针叶林、阔叶林、荒地山坡均有。	东洋种	+	未列入	√	√	Z
臭鼩 *Suncus murinus*	生活于平原田野，江边、沼泽地、灌丛草地及城镇、村落室内。	东洋种	++	未列入	√	√	Z
翼手目 CHIROPTERA							
蝙蝠科 Vespertilionidae							
普通伏翼 *Pipistrellus pipistrellus*	生活于城市、村庄等居民点，与人类伴生。栖息于屋檐、房屋的天花板、墙及门窗的缝隙中。	广布种	++	未列入	√	√	F、Z
鳞甲目 PHOLIDOTA							
鲮鲤科 Manidae							
穿山甲 *Manis pentadactyla*	地栖性，穴居生活。栖息在丘陵山地的灌林、草丛中较潮湿的地方。	东洋种	+	国家Ⅱ级		√	F、Z
兔形目 LAGOMOPHA							
兔科 leporidae							
华南兔 *Lepus sinensis*	多栖息在中山或低山林缘、灌丛、草地，常到农田附近活动。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z
啮齿目 RODENTIA							
松鼠科 Sciuridae							
赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus*	栖息于山区林地，在阔叶林、混交林、针叶林中最为常见，居民点周围的杂木林、果林中也有活动。	东洋种	+	未列入	√	√	F、Z
珀氏长吻松鼠 *Dremomys pernyi*	栖息于森林灌丛。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z

隐纹花松鼠 *Tamiops swinhoei*	栖息于森林、林缘和灌丛中。	东洋种	++	未列入	√	√	F、Z
鼠科 Muridae							
黑线姬鼠 *Apodemus agrarius*	活动于湿草甸、杂草丛、各种农田和田间空地，以及菜园、粮堆、草垛下和人房中。	古北种	++	未列入	√	√	F、Z
中华姬鼠 *Apodemus draco*	栖息于山区的阔叶林、针阔混交林、竹林灌丛、草甸、农作物地等生境中。	东洋种	++	未列入	√	√	Z
小家鼠 *Mus musculus*	人类伴生种，栖息环境非常广泛。更倾向于栖息与活动在人工建筑和人造景观的环境。野外居于田埂和草丛。	广布种	+++	未列入	√	√	F、Z
黄胸鼠 *Rattus tanezumi*	主要栖息在房屋内，临近村舍的田野中偶有发现。	东洋种	++	未列入	√	√	Z
褐家鼠 *Rattus norvegicus*	栖息在居民点及其附近的田野里。	古北种	+++	未列入	√	√	Z
北社鼠 *Niviventer confucianus*	栖息于丘陵和山区的灌木草丛、采伐迹地、荒坡、坟地、树林和农田等生境中，并在其间的裂隙营巢或掘洞穴居。	东洋种	++	未列入	√	√	Z
针毛鼠 *Niviventer fulvescens*	栖息于丘陵地区山腰和山脚的灌木草丛、溪涧、树根隙或竹林里的较干燥处。	东洋种	++	未列入	√	√	Z
白腹巨鼠 *Leopoldamys edwardsi*	多居住在山区竹林、杉、松和阔叶林及茅草、灌木丛生的地方。丘陵山地的农田、果园亦有发现。	东洋种	+	未列入	√	√	Z
豪猪科 Hystricidae							
中国豪猪 *Hystrix hodgsoni*	栖息于山区林木茂盛之处，尤喜栖于靠近农作物的山地草坡或密林中。	东洋种	++	省级	√	√	F、Z
食肉目 CARNIVORA							
鼬科 Mustelidae							
黄鼬 *Mustela sibirica*	栖息于山地和平原，见于林缘、河谷、灌丛和草丘中、也常出没在村庄附近。	古北种	++	省级	√	√	C

黄腹鼬 *Mustela kathiah*	多栖于山地森林、草丛、低山丘陵、农田及村庄附近，穴居性。	东洋种	+	省级	√	√	Z
鼬獾 *Melogale moschata*	栖于河谷、沟谷、丘陵及山地的森林、灌丛和草丛中，穴居。	东洋种	+	未列入		√	F、Z
亚洲狗獾 *Meles leucurus*	栖息在山林、灌丛、荒坡以及河湖溪沟旁的潮湿地带，挖洞穴居。	古北种	+	未列入	√	√	F、Z
猪獾 *Arctonyx collaris*	主要栖息于山地丘陵林缘、灌丛、平原田野、草地等处。	东洋种	+	未列入	√	√	F、Z
灵猫科 Viverridae							
小灵猫 *Viverricula indica*	栖息于丘陵地区和半山区的灌木丛中。白天隐居墓穴、石隙、土洞和桥墩下，靠近居民点。	东洋种	+	国家Ⅱ级		√	Z
果子狸 *Paguma larvata*	主要栖息于森林、灌丛、岩洞、树洞或土穴中。	东洋种	+	省级	√	√	F、Z
猫科 Felidae							
豹猫 *Prionailurus bengalensis*	主要栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。	东洋种	+	省级	√	√	Z
偶蹄目 ARTIODACTYLA							
猪科 Suidae							
野猪 *Sus scrofa*	栖息于山地、丘陵、荒漠、森林、草地和林丛间。	古北种	+++	未列入	√	√	F、Z
鹿科 Cervidae							
小鹿 *Muntiacus reevesi*	活动于阔叶林和水源处。	东洋种	+++	未列入	√	√	F、Z

注：（1）分类系统参照《中国哺乳动物多样性（第二版）》（蒋志刚 等，2017 年）；
（2）数量级划分：+++表示当地优势种，++表示当地普通种，+表示当地稀有种；
（3）依据：C—观察到兽类实体或痕迹，F—访问调查记录物种，Z—文献资料记录物种。

附表 4 调查水域浮游植物名录

种类	齐溪水库	高岭村	密赛水库	长风水库	何田溪	村头溪	中村溪	池淮溪	龙山溪	马尪溪
硅藻门 Bacillariophyta										
颗粒直链藻 *Melosira granulata*		+	+			+			+	
颗粒直链藻极狭变种 *Melosira granulata* var. *angustissima*		+	+	+		+			+	
颗粒直链藻极狭变种螺旋变型 *Melosira granulata* var. *angustissima* f. *spiralis*	+	+	+			+		+	+	
模糊直链藻 *Melosira ambigua*		+	+			+				
变异直链藻 *Melosira varians*	+		+	+	+	+	+	+	+	+
意大利直链藻 *Melosira italica*										+
小环藻 *Cyclotella* sp.1		+			+	+	+			
小环藻 *Cyclotella* sp.2		+	+	+		+		+	+	+
具星小环藻 *Cyclotella stelligera*							+			
圆筛藻 *Coscinodiscus* sp.				+						+
普通等片藻 *Diatoma vulgare*			+							
美丽星杆藻 *Asterionella formosa*		+	+							+
针杆藻 *Synedra* sp.		+	+		+	+	+		+	+
尖针杆藻 *Synedra acus*		+	+	+	+	+	+	+		+
肘状针杆藻 *Synedra ulna*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
肘状针杆藻丹麦变种 *Synedra ulna* var.*danica*					+	+	+		+	+
肘状针杆藻二喙变种 *Synedra ulna* var.*amphirhynchus*				+	+					
平片针杆藻 *Synedra tabulata*				+	+	+		+	+	+
脆杆藻 *Fragilaria* sp.					+					
钝脆杆藻 *Fragilaria capucina*	+	+		+	+	+	+	+	+	+
克洛脆杆藻 *Fragilaria crotoneisis*		+	+	+		+	+	+		+

狭辐节脆杆藻 *Fragilaria leptostauron*			+	+	+	+	+	+		+
中型脆杆藻 *Fragilaria intermedia*	+		+	+	+					
沃切里脆杆藻小头端 *Fragilaria vaucheriae* var. *capitellata*				+	+				+	
辐节藻 *Stauroneis* sp.		+		+	+	+	+	+	+	+
舟形藻 *Navicula* spp.	+	+	+		+	+	+	+	+	+
奥尔韦舟形藻 *Navicula arvensis*	+									
短小舟形藻 *Navicula exigua*				+	+			+	+	+
放射舟形藻 *Navicula radiosa*						+			+	
简单舟形藻 *Navicula simplex*			+	+	+		+	+		+
双头舟形藻 *Navicula dicephala*				+	+	+		+	+	
瞳孔舟形藻 *Navicula pupula*				+				+	+	+
瞳孔舟形藻矩形变种 *Navicula pupula* var. *rectangularis*				+	+	+				
瞳孔舟形藻头端变种 *Navicula pupula* var. *capitata*						+			+	
微绿舟形藻 *Navicula viridula*		+	+	+	+		+	+		+
系带舟形藻 *Navicula cincta*					+	+	+		+	+
线形舟形藻 *Navicula graciloides*									+	
桥弯藻 *Cymbella* spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
细小桥弯藻 *Cymbella pusilla*	+			+	+				+	
埃伦桥弯藻 *Cymbella ehrenbergii*				+						
奥地利桥弯藻 *Cymbella austriaca*										+
胡斯特桥弯藻 *Cymbella hustedtii*				+	+	+	+	+		+
极小桥弯藻 *Cymbella perpusilla*		+					+		+	+
近缘桥弯藻 *Cymbella affinis*			+	+	+	+		+	+	+
膨胀桥弯藻 *Cymbella tumida*				+		+			+	
偏肿桥弯藻 *Cymbella ventricosa*					+					
偏肿桥弯藻半环变种 *Cymbella ventricosa* var. *simicircularis*			+	+	+	+		+	+	+
切断桥弯藻 *Cymbella excisa*				+						

微细桥弯藻 *Cymbella parva*									+	
纤细桥弯藻 *Cymbella gracilis*					+		+		+	+
箱形桥弯藻 *Cymbella cistula*				+						
新月桥弯藻 *Cymbella cymbiformis*	+									
优美桥弯藻 *Cymbella delicatula*		+	+	+	+	+	+		+	+
胀大桥弯藻 *Cymbella turgidula*				+	+	+	+	+	+	+
曲壳藻 *Achnanthes* sp.	+		+	+		+	+	+	+	+
极小曲壳藻 *Achnanthes minutissima*			+		+		+	+		+
披针形曲壳藻 *Achnanthes lanceolata*	+									
扁圆卵形藻 *Cocconeis placentula*	+			+	+					
虱形卵形藻 *Cocconeis pediculus*								+		
异极藻 *Gomphonema* sp.	+		+		+	+			+	+
近棒异极藻 *Gomphonema subclavatum*	+		+			+	+	+		+
缢缩异极藻 *Gomphonema constrictum*				+	+					
小形异极藻 *Gomphonema parvulum*									+	+
扁鼻异极藻 *Gomphonema simus*		+		+	+	+	+	+		
缠结异极藻 *Gomphonema intricatum*			+	+	+					+
橄榄形异极藻极细变种 *Gomphonema olivaceum* var. *minutissima*				+	+		+	+	+	+
纤细异极藻 *Gomphonema gracile*				+						
窄异极藻 *Gomphonema angustatum*		+	+	+	+	+	+	+	+	+
弯形弯楔藻 *Rhoicosphenia curvata*				+			+			
双菱藻 *Surirella* sp.	+	+		+	+					
二列双菱藻 *Surirella biseriata*		+			+					
线形双菱藻 *Surirella linearis*					+					+
线形双菱藻缢缩变种 *Surirella linearis* var. *constricta*						+				
卵形双菱藻 *Surirella ovata*		+								
粗壮双菱藻 *Surirella robusta*		+				+				+

菱形藻 *Nitzschia* sp.				+	+					
奇异菱形藻 *Nitzschia paradoxa*		+			+					
谷皮菱形藻 *Nitzschia palea*		+								
线形菱形藻 *Nitzschia linearis*				+				+		
S 状菱形藻 *Nitzschia sigmoides*									+	+
草鞋形波缘藻 *Cymatopleura solea*										+
双尖菱板藻 *Hantzschia amphioxys*					+				+	+
羽纹藻 *Pinnularia* sp.						+				
窗纹藻 *Epithemia* sp.								+		
偏肿美壁藻 *Caloneis ventricosa*								+		+
尖布纹藻 *Gyrosigma acuminatum*					+			+		+
锉刀状布纹藻 *Gyrosigma scalproides*					+					+
翼茧形藻 *Amphiprora alata*		+								
扎卡四棘藻 *Attheya zachariasi*		+	+							+
弧形蛾眉藻线形变种直变型 *Ceratoneis arcus* var. *linearis f. recta*	+									
卵圆双眉藻 *Amphora ovalis*			+	+		+	+	+		+
绿藻门 Chlorophyta										
衣藻 *Chlamydomonas* sp.				+	+					
球衣藻 *Chlamydomonas globosa*	+									
圆形衣藻 *Chlamydomonas orbicularis*		+								
雷氏衣藻 *Chlamydomonas reinhardtii*					+			+		
淡绿肾片藻 *Nephroselmis olivacea*										
四鞭藻 *Carteria* sp.						+	+			
栅藻 *Scenedesmus* sp.			+							
二形栅藻 *Scenedesmus dimorphus*				+	+					
四尾栅藻 *Scenedesmus quadricauda*				+	+					
齿牙栅藻 *Scenedesmus denticulatus*	+	+	+	+	+	+		+	+	+

双棘栅藻 *Scenedesmus bicaudatus*					+					
多棘栅藻 *Scenedesmus spinosus*			+		+					
居间栅藻 *Scenedesmus intermedius*						+				
双对栅藻 *Scenedesmus bijuga*		+	+	+	+	+		+	+	+
丰富栅藻 *Scenedesmus abundans*				+		+	+			
丰富栅藻不对称变种 *Scenedesmus abundans* var. *asymmetrica*			+					+	+	
尖细栅藻 *Scenedesmus acuminatus*			+	+	+					
龙骨栅藻 *Scenedesmus carinatus*				+					+	
弯曲栅藻 *Scenedesmus arcuatus*	+									
空星藻 *Coelastrum* sp.		+								
立方形空星藻 *Coelastrum cubicum*			+							
钝空星藻 *Coelastrum morus*			+							
盘藻 *Gonium sp.*			+							
空球藻 *Eudorina elegans*			+							
实球藻 *Pandorina morum*			+							
单生卵囊藻 *Oocystis solitaria*		+								
美丽网球藻 *Dictyosphaerium pulchellum*		+							+	
丛球韦斯藻 *Westella botryoides*	+									
微小四角藻 *Tetra ëdron minimum*			+	+						
三角四角藻 *Tetra ëdron trigonum*				+						
具尾四角藻 *Tetraedron caudatum*	+									
膨胀四角藻 *Tetraedron tumidulum*						+				
三叶四角藻 *Tetraedron trilobulatum*				+						
单角盘星藻 *Pediastrum simplex*					+					
二角盘星藻 *Pediastrum duplex*			+	+						
短棘盘星藻 *Pediastrum boryanum*				+						
四角盘星藻 *Pediastrum tetras*				+						

纤维藻 *Ankistrodesmus* sp.				+	+					+
狭形纤维藻 *Ankistrodesmus angustus*	+	+	+						+	
奇异单针藻 *Monoraphidium mirabile*		+		+				+		
旋转单针藻 *Monoraphidium contortum*				+						
直透明针形藻 *Hyaloraphidium rectum*				+						
柯氏并联藻 *Quadrigula chodatii*			+							
肥壮蹄形藻 *Kirchneriella obesa*				+						
肾形藻 *Nephrocytium agardhianum*		+								
弓形藻 *Schroederia* sp.					+					
新月藻 *Closterium* sp.						+				
微小新月藻 *Closterium parvulum*							+			
双月藻 *Dicloster acuatus*									+	
丝藻 *Ulothrix* sp.	+		+	+	+					
近微细丝藻 *Ulothrix subtilissima*				+						
克里藻 *Klebsormidium* sp.			+	+						
水网藻 *Hydrodictyon reticulatum*				+						
转板藻 *Mougeotia* sp.	+			+	+					
水绵属 *Spirogyra* sp.				+	+					
胶毛藻 *Chaetophora* sp.	+			+						
鞘藻 *Oedogonium* sp.				+	+					
毛鞘藻 *Bulbochaete* sp.			+							
鼓藻 *Cosmarium* sp.		+		+					+	
顶接鼓藻 *Spondylosium* sp.						+				
光滑鼓藻 *Cosmarium laeve*							+			
浮游角星鼓藻 *Staurastrum planctonicum*			+							
六角角星鼓藻 *Staurastrum sexangulare*			+							
角丝鼓藻属 *Desmidium* sp.									+	

凹顶鼓藻 *Euastrum* sp.					+					
蓝藻门 Cyanophyta										
隐球藻 *Aphanocapsa* sp.			+	+		+				
隐杆藻 *Aphanothece* sp.				+						
居氏腔球藻 *Coelosphaerium kutzingianum*			+							
纳氏腔球藻 *Coelosphaerium nagelianum*			+							
点形平裂藻 *Merismopedia punctata*				+	+					
广州平裂藻 *Merismopedia cantonensis*	+				+					
细小平裂藻 *Merismopedia tenuissima*				+		+	+			
颤藻 *Oscillatoria* sp.		+	+	+						
巨颤藻 *Oscillatoria princeps*					+					
绿色颤藻 *Oscillatoria chlorina*	+		+		+			+	+	+
尖细颤藻 *Oscillatoria acutissima*			+					+		
悦目颤藻 *Oscillatoria amoena*	+		+	+		+	+	+	+	+
蛇形颤藻 *Oscillatoria anguina*							+			
弱细颤藻 *Oscillatoria tenuis*								+	+	
类颤鱼腥藻 *Anabaena oscillarioides*				+						
卷曲鱼腥藻 *Anabaena circnalis*		+								
崎岖鱼腥藻 *Anabeana inaequalis*								+		
伪鱼腥藻 *Pseudanabaena* sp.	+			+	+	+			+	+
鞘丝藻 *Lyngbya* sp.	+									
细鞘丝藻 *Leptolyngbya sp.*								+		
胶质细鞘丝藻 *Leptolyngbya gelatinosa*	+		+	+	+	+	+		+	+
坑形细鞘丝藻 *Leptolyngbya foveolara*			+					+		
美丝鞘丝藻 *Lyngbya perelegans*			+							
束丝藻 *Aphanizomenon* sp.			+		+				+	
喜马拉雅列管藻 *stichosiphon himalayensis*	+				+					+

甲藻门 Pyrrophyta										
角甲藻 *Ceratium* sp.		+								
多甲藻 *Peridinium* sp.	+									
微小多甲藻 *Peridinium pusillum*							+			
二角多甲藻 *Peridinium bipes*							+			
裸甲藻 *Gymnodinium aeruginosum*			+	+						
隐藻门 Cryptophyta										
隐藻 *Cryptomonas sp.*		+	+			+		+	+	
卵形隐藻 *Cryptomonas ovata*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
啮蚀隐藻 *Cryptomonas erosa*	+	+	+	+		+		+	+	+
具尾逗隐藻 *Komma caudata*										
尖尾蓝隐藻 *Chroonomas acuta*	+	+	+	+			+		+	+
具尾蓝隐藻 *Chroonomas caudata*				+			+		+	+
金藻门 Chrysophyta										
色金藻 *Chromulina* sp.						+				
金杯藻 *Kephyrion* sp.								+		
脆棕鞭藻 *Ochromonas fragilis*								+		
锥囊藻 *Dinobryon* sp.										+
圆筒形锥囊藻 *Dinobryon cylindricum*			+							
分歧锥囊藻 *Dinobryon divergens*		+	+							+
裸藻门 Euglenophyta										
囊裸藻 *Trachelomonas* sp.		+								+
弯曲袋鞭藻 *Peranema deflexum*									+	
裸藻 *Euglena* sp.					+				+	
总计 202	32	44	66	87	72	50	38	46	57	61

附表 5 调查水域浮游动物名录

种类	拉丁学名	齐溪水库	高岭村	密赛水库	长风水库	何田溪	村头溪	中村溪	池淮溪	龙山溪	马尪溪
原生动物	**Protozoa**										
弯凸表壳虫	*Arcella gibbosa*	+								+	
普通表壳虫	*Arcella vulgaris*	+	+		+	+	+		+	+	+
针棘匣壳虫	*Centropyxis aculeata aculeata*	+			+			+	+	+	+
无棘匣壳虫	*Centropyxis ecornis*	+	+		+	+	+	+	+	+	+
冠砂壳虫	*Difflugia corona*		+								
球形砂壳虫	*Difflugia globulosa*				+						
长圆砂壳虫	*Difflugia oblonga oblonga*				+	+	+	+	+	+	+
瓶砂壳虫	*Difflugia urceolata*		+								
变异砂壳虫	*Difflugia varians*							+			
长圆鳞壳虫	*Euglypha rotunda*				+		+		+		+
毛板壳虫	*Coleps hirtus*						+				
天鹅长吻虫	*Lacrymaria olor*								+		
刀刀口虫	*Spathidium spathula*						+				
小单环栉毛虫	*Didinium balbianii nanum*				+						
双环栉毛虫	*Didinium nasutum*		+								
团睥睨虫	*Askenasia volvox*			+	+		+	+			
片状漫游虫	*Litonotus fasciola*										+
僧帽肾形虫	*Colpoda cucullus*						+		+		
篮口虫	*Nassula* sp.			+			+	+		+	
食藻钭管虫	*Chilodonella algivora*			+							
梨形四膜虫	*Tetrahymena pyriformis*		+	+			+		+		
双核草履虫	*Paramecium aurelia*					+					

多核草履虫	*Paramecium multimicronucleatum*				+						
银灰膜袋虫	*Cyclidium glaucoma*		+	+			+	+	+		+
钟虫	*Vorticella* sp.		+				+		+		
浮游累枝虫	*Epistylis rotans*				+						
绿急游虫	*Strombidium viride*		+	+	+						
旋回侠盗虫	*Strobilidium gyrans*		+	+	+						
王氏似铃壳虫	*Tintinnopsis wangi*			+							
瘦尾虫	*Uroleptus* sp.					+					
阔口游仆虫	*Euplotes eurystomus*						+	+			
纤毛虫	Ciliate					+	+	+	+		+
轮虫	**Rotifera**										
长足轮虫	*Rotaria neptunia*									+	
玫瑰旋轮虫	*Philodina roseola*				+	+	+		+	+	+
尖刺间盘轮虫	*Dissotrocha aculeata*							+			
锯齿龟纹轮虫	*Anuraeopsis coelata*					+					
东方角突臂尾轮虫	*Brachionus angularis orientalis*								+		
萼花臂尾轮虫	*Brachionus calyciflorus*										+
螺形龟甲轮虫	*Keratella cochlearis*		+							+	+
无棘龟甲轮虫	*Keratella tecta*		+								
曲腿龟甲轮虫	*Keratella valga*						+				
唇形叶轮虫	*Notholca labis*								+	+	
钝角狭甲轮虫	*Colurella obtusa*					+	+	+	+		
钩状狭甲轮虫	*Colurella uninata*						+				
尖尾鞍甲轮虫	*Lepadella acuminata*				+						
盘状鞍甲轮虫	*Lepadella patella*						+		+		
无棘鳞冠轮虫	*Squatinella mutica*								+		
突纹腔轮虫	*Lecane hornemanni*			+	+			+			

精致单趾轮虫	*Monostyla elachis*						+				
月形单趾轮虫	*Monostyla lumnaris*	+			+		+		+	+	+
方块鬼轮虫	*Trichotria tetractis*			+	+	+	+		+		+
腹棘管轮虫	*Mytilina ventralis*		+								
大肚须足轮虫	*Euchlanis dilatata*				+	+		+	+	+	+
缺刻须足轮虫	*Euchlanis incisa*				+				+	+	
前节晶囊轮虫	*Asplanchna priodonta*		+	+							
长肢多肢轮虫	*Polyarthra dolichoptera*		+	+							+
长圆疣毛轮虫	*Synchaeta oblonga*		+								
疣毛轮虫	*Synchaeta* sp.		+			+	+				+
舞跃无柄轮虫	*Ascomorpha saltans*							+			+
小巨头轮虫	*Cephalodella exigua*						+	+	+		+
凸背巨头轮虫	*Cephalodella gibba*										+
巨头轮虫	*Cephalodella* sp.							+	+		
较大高乔轮虫	*Scaridium grandis*	+									
中吻轮虫	*Encentrum* sp.				+	+	+		+	+	+
纵长异尾轮虫	*Trichocerca elongata*		+								+
暗小异尾轮虫	*Trichocerca pusilla*			+							
罗氏异尾轮虫	*Trichocerca rousseleti*						+		+	+	
等刺异尾轮虫	*Trichocerca similis*		+					+	+		
巨冠轮虫	*Sinantherina* sp.		+								
沟痕泡轮虫	*Pompholyx sulcata*		+								
枝角类	**Cladocera**										
僧帽溞	*Daphnia* (*Daphnia*) *cucullata*			+							
简弧象鼻溞	*Bosmina coregoni*		+	+							
颈沟基合溞	*Bosminopsis deitersi*									+	
三角平直溞	*Pleuroxus trigonellus*				+						

圆形盘肠溞	*Chydorus sphaericus*	+	+	+		+	+	+			
龟状笔纹溞	*Graptoleberis testudinaria*										
萨氏矩形溞	*Coronatella rectangula rectangula*			+		+	+	+			+
近亲尖额溞	*Alona affinis*								+		
点滴尖额溞	*Alona guttata guttata*			+	+						
异形单眼溞	*Monospilus dispar*					+					
桡足类	**Copepoda**										
右突新镖水蚤	*Neodiaptomus schmackeri*		+	+	+						
近邻剑水蚤	*Cyclops vicinus vicinus*		+	+							
草绿刺剑水蚤	*Acanthocyclops* (*Megacyclops*) *viridis*		+								
刘氏中剑水蚤	*Mesocyclops leuckarti*			+							
短尾温剑水蚤	*Thermocyclops brevifurcatus*			+							
哲水蚤桡足幼体	Canaloida Copepodid		+	+							
剑水蚤桡足幼体	Cyclopoida Copepodid		+	+	+		+				+
无节幼体	Nauplius	+	+	+	+		+	+		+	+
总计	88	8	28	24	25	14	29	20	25	15	24

附表 6 调查水域底栖动物名录

门	目	科	种类	拉丁名	齐溪水库	高岭村	密赛水库	长风水库	何田溪	村头溪	中村溪	池淮溪	龙山溪	马尪溪
环节动物门	无吻蛭目	石蛭科	八目石蛭	*Erpobdellidae octoculata*										+
	吻蛭目	舌蛭科	淡色舌蛭	*Glossiphoniidae weberi*							+			
	涡虫一目	涡虫一科	涡虫	*Turbellaria*						+	+			
	颤蚓目	颤蚓科	霍甫水丝蚓	*Limnodrilus hoffmeisteri*				+						
			苏氏尾鳃蚓	*Branchiura sowerbyi*									+	
		仙女虫科	尖头杆吻虫	*Stylaria fossularis*								+		
节肢动物门	十足目	十指虾科	米虾	*Caridina* sp.			+							
	蜉蝣目	扁蜉科	高翔蜉属	*Epeorus* sp.				+						
			扁蜉属	*Heptagenia* sp.				+		+				
			似动蜉属	*Cinygmina* sp.				+					+	
		细裳蜉科	宽基蜉属	*Choroterpes* sp.					+	+		+		
		细蜉科	细蜉	*Caenis* sp.							+			
	双翅目	摇蚊科	羽摇蚊	*Chironomus plumosus*			+							
	鞘翅目	溪泥甲科	狭溪泥甲属	*Stenelmis* sp.				+						
		扁泥甲科	扁泥甲属	*Psephus* sp.									+	
	蜻蜓目	蜻科	蜻属	*Libellula* sp.									+	
		春蜓科	扩腹春蜓属	*Stylurus* sp.								+		
		大蜓科	大蜓属	*Cordulegaster* sp.							+			
		河蟌科	河蟌属	*Calopteryx* sp.										+
软体动物门	中腹足目	田螺科	环棱螺属	*Bellamya* sp1.		+								+
			环棱螺属	*Bellamya* sp2.								+		
			梨形环棱螺	*Bellamya purificata*		+								

		肋蜷科	短沟蜷属	*Semisulcospira* sp.				+	+			+	+	+
			色带短沟蜷	*Semisulcospira mandarina*	+									
			放逸短沟蜷	*Semisulcospira libertina*	+				+			+	+	+
			多瘤短沟蜷	*semisulcospira peregrinorum*							+			
			方格短沟蜷	*Semisulcospira cancellata*				+						
		豆螺科	纹沼螺	*Parafossarulus striatulus*				+						
			大沼螺	*Parafossarulus eximius*				+						
		蜷科	瘤拟黑螺	*Melanoides tuberculata*				+						
			斜粒粒蜷	*Tarebia granifera*								+		
	基眼目	扁蜷螺科	大脐圆扁螺	*Hippeutis umbilicalis*							+			
			半球多脉扁螺	*Polypylis hemisphaerula*		+								
		椎实螺科	狭萝卜螺	*Radix lagotis*	+									
		狭口螺科	光滑狭口螺	*Stenothyra glabra*			+							
		膀胱螺科	尖膀胱螺	*Physa acuta*		+					+			
		蚬科	河蚬	*Corbicula fluminea*						+				
	异柱目	贻贝科	淡水壳菜	*Limnoperna lacustris*		+								
总计			38		3	5	3	10	3	4	7	7	6	5

附表 7 马金溪流域渔获物种类组成及分布

编号	目	科	亚科	属	种类	开化县 2017 年渔业普查数据	本次采样调查数据			
							干流		支流	
							枯水期	丰水期	枯水期	丰水期
一	鲤形目									
Ⅰ		鲤科								
1			雅罗鱼亚科	草鱼属	草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*	+	+	+	+	
2				青鱼属	青鱼 *Mylopharyngodon piceus*	+				
3				大吻鱲属	尖头大吻鱲 *Rhynchocypris oxycephalus*	+				
4				赤眼鳟属	赤眼鳟 *Spualiobarbus Curriculus*	+			+	+
5			(鱼丹)亚科	马口鱼属	马口鱼 *Opsarii chthysbidens*	+	+	+	+	+
6				鱲属	宽鳍鱲 *Zaccoplatypus*	+	+	+	+	+
7			野鲮亚科	鲮属	麦瑞加拉鲮 *Cirrhinus mrigala*	⊙				
8			鲃亚科	光唇鱼属	光唇鱼 *Acrossocheilus fasciatus*	+	+	+	+	+
9					温州光唇鱼 *Acrossocheilus wenchowensis*	+	+	+	+	+
10					薄颌光唇鱼 *Acrossocheilus kreyenbergii*	+				
11					厚唇光唇鱼 *Acrossocheilus labiatus*			+		
12				倒刺鲃属	光倒刺鲃 *Spinibarbus hollandi*	+		+		
13			鲌亚科	鲴属	鲴 *Hemiculter leucisculus*	+		+	+	
14				拟鲴属	海南拟鲴*Pseudohemiculter hainanensis*	+	+	+	+	
15					南方拟鲴*Pseudohemiculter dispar*			+		+
16				半鲴属	伍氏半鲴 *Hemiculterella wui*				+	
17				华鳊属	伍氏华鳊 *Sinibrama wui*		+		+	
18					大眼华鳊 *Sinibrama macrops*	+		+		+

19				原鲌属	红鳍原鲌 *Cultrichthys erythropterus*	+				
20				鲌属	翘嘴鲌 *Culter alburnus*	+				
21					达氏鲌 *Culter dabryi*	+				
22					蒙古鲌 *Culter mongolicus Basilewsky*	+				
23				飘鱼属	寡鳞飘鱼 *Pseudolaubuca engraulis*	+				
24				鲂属	团头鲂 *Megalobrama amblycephala*	+				
25			鲴亚科	圆吻鲴属	圆吻鲴 *Distoechodon tumirostris*	+	+	+	+	+
26				鲴属	银鲴 *Xenocy prisargentea*		+		+	
27					黄尾鲴 *Xenocypris davidi*	+		+		
28				似鳊属	似鳊 *Pseudobrama simoni*	+				
29			鱊亚科	鳑鲏属	高体鳑鲏 *Rhodeus ocellatu*	+	+	+	+	+
30					中华鳑鲏 *Rhodeus sinensis*	+		+		
31				副鱊属	革条副鱊 *Paracheilognathus himantegus*				+	+
32				鱊属	兴凯鱊 *Acheilognathus chankaensis*				+	+
33					斜方鱊 *Acheilognathus rhombeus*	+				
34					须鱊 *Acheilognathus barbatus*	+				
35					大鳍鱊 A*cheilognathus macropterus*	+				
36					短须鱊 *Acheilognathus barbatulus*		+		+	
37			鮈亚科	棒花鱼属	棒花鱼 *Abbottina rivulari*	+			+	
38				鲃属	唇鲃 *Hemibarbus labeo*	+	+	+	+	+
39					花鲃 *H.maculatus*	+			+	+
40					短鳍鲃 *Hemibarbus brevipennus*				+	
41				麦穗鱼属	麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*	+	+		+	+
42				鲩属	小鲩 *Sarcocheilichthys parvus*	+		+	+	
43					华鲩 *Sarcocheilichthys sinensis*	+		+		
44					江西鲩 *Sarcocheilichthys kiangsiensis*	+				
45					黑鳍鲩 *Sarcocheilichthys nigripinnis*	+				

46				银鮈属	点纹银鮈 *Squalidus wolterstorffi*	+	+	+	+	+
47					银鮈 *Squalidus argentatus*	+		+		+
48				胡鮈属	胡鮈 *Chenhsienensis*				+	
49				似鮈属	似鮈 *Pseudogobio vaillanti*	+		+	+	+
50				蛇鮈属	蛇鮈 *Saurogobio dabryi*	+				
51				小鳔鮈属	福建小鳔鮈 *Microphysogobio fukiensis*	+				
52			鲤亚科	鲫属	鲫 *Carassius auratus*	+	+	+	+	+
53				鲤属	鲤 *Cyprinus carpi*	+			+	+
54					散鳞镜鲤 *Cyprinus carpi haematopterus*	⊙				
55			鲢亚科	鲢属	鲢 *Hypophthalmichthys molitrix*	+				
56				鳙属	鳙 *Aristichthysnobilis*	+	+		+	
Ⅱ		鳅科								
57			条鳅亚科	副泥鳅属	大鳞副泥鳅 *Paramisgurnus dabryanus*	+		+	+	+
58				薄鳅属	宽斑薄鳅 *Leptobotia tchangi*	+				
59			花鳅亚科	泥鳅属	泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*	+				+
60				花鳅属	稀有花鳅 *Cobitis rarus*					+
61					中华花鳅 *Cobitis sinensis*					
62					侧斑后鳍花鳅 *Niwaella laterimaculata*					
III		平鳍鳅科								
63				原缨口鳅属	原缨口鳅 *Vanmanenia stenosoma*	+				
二	鲇形目									
IV		鲿科								
64				黄颡鱼属	黄颡鱼 *Pelteobagrus fulvidraco*	+	+	+	+	+
65				拟鲿属	圆尾拟鲿 *Pseudobagrus tenuis*		+		+	
66					盎堂拟鲿 *Pseudobagrus ondon*	+	+		+	+
67					切尾拟鲿 *Pseudobagrus truncatus*					+
68					白边拟鲿 *Pseudobagrus albomarginatus*	+				

69					乌苏里拟鲿 *Pseudobagrus ussuriensis*	+				
V		钝头鮠科								
70				鮡属	白缘鮡*Liobagrus marginatus*	+				
71				鲿属	大鳍鲿 *Mystus macropterus*			+		
Ⅵ		鲇科								
72				鲇属	鲇 *Silurus asotus*	+		+		
三	鲈形目									
Ⅶ		鮨科								
73				鳜属	大眼鳜 *Siniperca kneri Garman*		+	+	+	+
74					鳜 *Siniperca chuatsi*			+		
75					斑鳜 *Siniperca scherzeri*	+				
76					波纹鳜 *Siniperca undulata*	+				
Ⅷ		塘鳢科								
77				沙塘鳢属	沙塘鳢 *Odontobutis obscurus*				+	+
78					河川沙塘鳢 *Odontobutis potamophila*	+				
79				塘鳢属	尖头塘鳢 *Eleotris oxycephala*	+				
Ⅸ		鰕虎鱼科								
80				吻鰕虎鱼属	子陵吻鰕虎鱼 *Rhinogobius giurinus*		+	+		+
Ⅹ		刺鳅科								
81				刺鳅属	中华刺鳅 *Mastacembelus aculeatus*	+				+
XI		鳢科								
82				鳢属	乌鳢 *Ophiocephalus argus*	+				+
四	合鳃目									
XII		合鳃鱼科								
83					黄鳝 *Monopterus albus*	+				+

注：“+”表示该物种在此区域内分布，⊙表示为外来物种。

建设项目环评审批基础信息表

填表单位（盖章）：	开化县开化水库开发有限公司	填表人（签字）：	郑灵	项目经办人（签字）：	郑灵

建设项目	项目名称	浙江省开化县开化水库工程				建设内容、规模	建设内容：浙江省开化县开化水库工程 建设规模：开化水库主要由水库工程、供水工程组成，水库工程包括砼面板堆石坝、溢洪道、坝后式发电厂房等，水库正常蓄水位251m，总库容1.84亿m^3，防洪库容0.58亿m^3，拦河坝最大坝高85m，装机容量13.4MW；供水工程主要由右岸3层岸塔式取水口和46.2km供水管线工程组成。		
	项目代码[1]	2018-000052-76-01-001357				计划开工时间	2020年7月		
	建设地点	浙江省开化县				预计投产时间	2023年7月		
	项目建设周期（月）	36.0				国民经济行业类型[2]	N762		
	环境影响评价行业类别	A1水库				项目申请类别	新申项目		
	建设性质	新 建（迁 建）				规划环评文件名	马金溪流域综合规划环境影响报告书		
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）					规划环评审查意见文号	衢环函[2018]105号		
	规划环评开展情况	已开展并通过审查				环境影响评价文件类别	环境影响报告书		
	规划环评审查机关	衢州市环境保护局				终点经度		终点纬度		工程长度（千米）	
	建设地点中心坐标[3]（非线性工程）	经度	118.272133	纬度	29.376433	环保投资（万元）	19898.85	所占比例（%）	4.06%
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度					
	总投资（万元）	490209.07							
建设单位	单位名称	开化县开化水库开发有限公司	法人代表	吴佩峰		评价单位	单位名称	中国电建集团 华东勘测设计研究院有限公司	证书编号	
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91330824MA29T0YW5W	技术负责人	曾毅			环评文件项目负责人	周武	联系电话	0571-56625645
	通讯地址	浙江省衢州市开化县开元路87号	联系电话	0570-6669905			通讯地址	杭州市潮王路22号		

污染物			现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				排放方式
			①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量[4]（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）	⑦排放增减量（吨/年）	
污染物排放量	废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000	◉不排放 ○间接排放：☐市政管网 ☐集中式工业污水处理厂 ○直接排放：受纳水体_____
		COD						0.000	0.000	
		氨氮						0.000	0.000	
		总磷						0.000	0.000	
		总氮						0.000	0.000	
	废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000	/
		二氧化硫						0.000	0.000	/
		氮氧化物						0.000	0.000	/
		颗粒物						0.000	0.000	/
		挥发性有机物						0.000	0.000	/

项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施 / 生态保护目标	名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施
	自然保护区							☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）	马金镇姚家源村马金溪农村饮用水水源保护区	二级保护区	/	二级保护区	否	0.00	☐避让 ☑减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）
	饮用水水源保护区（地下）			/				☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）
	风景名胜区	钱江源省级风景名胜区	省级	/	其他景区	是	8.95	☐避让 ☑减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码

2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)

3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标

4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量

5、⑦=③−④−⑤，⑥=②−④+③