西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程

环境影响报告书

中国电建 POWERCHINA
华东勘测设计研究院有限公司
HUADONG ENGINEERING CORPORATION LIMITED

二〇一七年十月·杭州



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司
住　　所：浙江省杭州市潮王路22号
法定代表人：张春生
证书等级：甲级
证书编号：国环评证甲　字第　2001　　号
有 效 期：[illegible]
评价范围：环境影响报告书类别 一 甲级：农林水利；交通运输；海洋工程；输变电及[illegible]；社会区域***
环境影响报告表类别 一 一般项目环境影响报告表；特殊项目环境影响报告表***

二〇一五年三月六日

仅供西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程项目环评使用

项目名称：西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程

文件类型：环境影响报告书

适用的评价范围：农林水利

法定代表人：张春生　　（签章）

主持编制机构：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（签章）

项目名称：西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程

建设单位：西藏自治区重点水利建设项目管理中心

编制单位：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

证书编号：国环评证甲字第 2001 号

评价机构负责人：张春生

项目负责人：黄滨(登记编号：A200103205)

审查：黄滨(登记编号：A200103205)

核定：施家月(登记编号：A20010141100)

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程环境影响报告书编制人员名单

编制主持人		姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	专业类别	本人签名
		黄滨	HP00016700	A200103205	农林水利类	
主要编制人员情况	序号	姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	编制内容	本人签名
	1	黄滨	HP00016700	A200103205	编写第 4、5、9 章节	
	2	许高金	HP0003155	A20010101000	编写第 7、8 章节	
	3	郭坚	HP0011083	A20010191200	编写第 2、6 章节	
	4	余岚	HP0001144	A200104107	编写第 1 章节	
	5	张黎庆	HP0007383	A20010161100	编写第 3 章节	
	6	张焜	HP0011656	A200104310	制图	

参与人：王旭航、李冬晓



湘河水利枢纽坝址区现状



库尾上游甲措藏布



库尾上游拉布藏布



湘河多角乡附近河段



湘河洞祖村附近河段



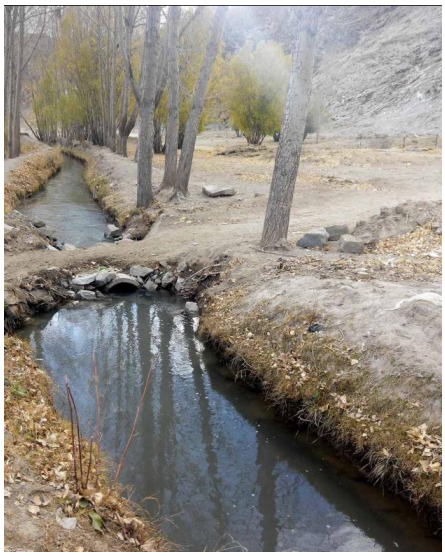
湘河山巴村下游河段



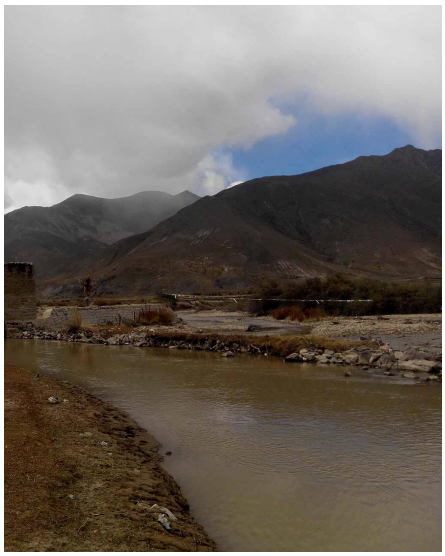
已建拉岗干渠



已建昂加干渠



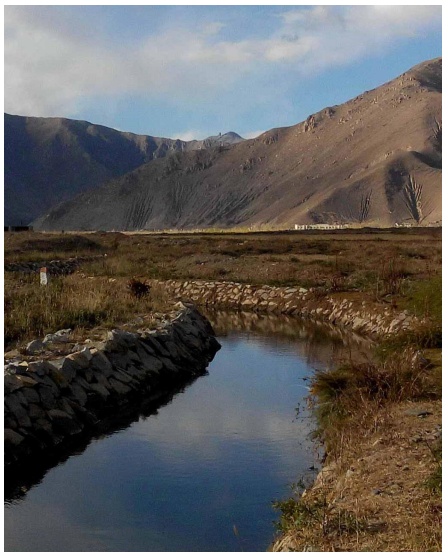
已建卡萨干渠



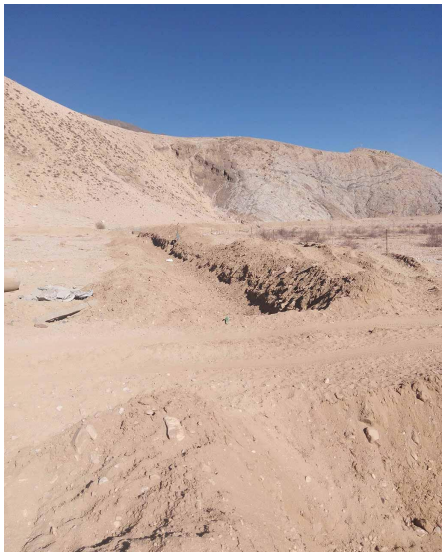
已建山边干渠



已建班宗干渠



已建聂仓普鲁干渠



已建央村干渠



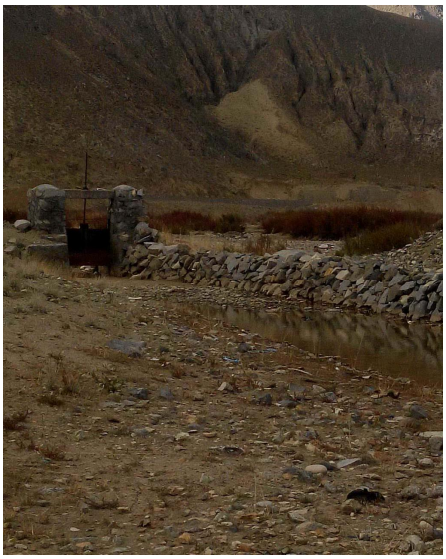
已建艾玛岗干渠



昂加干渠取水口



山边干渠取水口



卡萨干渠取水口



班宗干渠取水口



艾玛岗灌区现状农田



土地沙化严重



土地补水后情况



土地补水后情况

目 录

1 总 则……1
1.1 评价目的……1
1.2 编制依据……2
1.3 评价因子与标准……6
1.4 环境影响因素……8
1.5 评价工作等级与范围……12
1.6 环境保护目标……16
1.7 评价工作程序……21
2 建设项目工程分析……23
2.1 建设项目概况……23
2.2 工程分析……85
3 环境现状调查与评价……121
3.1 流域环境概况……121
3.2 工程区自然环境……122
3.3 陆生生态……128
3.4 自然保护区……173
3.5 保护区生态保护与修复规划……179
3.6 水生生态……187
3.7 土壤与水土流失……216
3.8 环境现状……218
3.9 社会环境……230
3.10 主要环境问题……232
4 环境影响预测与评价……233
4.1 水资源配置影响……233
4.2 水文情势影响……250
4.3 水温影响……285
4.4 水环境影响……318

4.5 地下水环境影响.....335
4.6 陆生生态影响.....337
4.7 水生生态.....385
4.8 土壤侵蚀.....395
4.9 环境地质.....400
4.10 其他环境影响.....403
4.11 移民安置和专项复建环境影响.....414
5 环境保护措施及其可行性论证.....418
5.1 设计原则、依据、目标和体系.....418
5.2 工程方案优化调整.....422
5.3 陆生生态保护措施.....424
5.4 水生态保护措施.....427
5.5 水环境保护措施.....471
5.6 大气环境保护措施.....490
5.7 声环境保护措施.....491
5.8 固体废弃物处置措施.....492
5.9 人群健康保护措施.....493
5.10 地质环境保护措施.....494
5.11 水土保持措施.....495
5.12 移民安置环境保护对策措施.....510
5.13 专项复建环境保护对策措施.....512
5.14 环境保护对策措施效果分析.....512
6 环境管理与监测计划.....518
6.1 环境管理规划.....518
6.2 环境监理.....520
6.3 环境监测计划.....523
6.4 环境保护竣工验收.....532
7 环境影响经济损益分析.....535
7.1 环境保护投资估算.....535
7.2 环境效益分析.....543

7.3 环境损失分析.....546
7.4 环境影响损益分析.....546
8 环境风险评价.....547
8.1 评价目的.....547
8.2 风险源识别.....547
8.3 可能发生的风险及原因分析.....547
8.4 事故预防措施和应急计划.....549
8.5 建议.....551
9 评价结论与建议.....552
9.1 建设项目工程分析.....552
9.2 环境现状评价.....558
9.3 环境影响预测评价.....560
9.4 环境保护对策措施及其可行性论证.....566
9.5 环境风险评价.....571
9.6 公众参与.....571
9.7 环境影响综合评价.....572
9.8 建议.....573

附件

1、委托函

2、《关于同意接收湘河水利枢纽及配套灌区工程生活垃圾的函》，南住建发[2017]52号

附录

1、评价区植物多样性实测样方数据表

2、评价区内有分布的高等植物名录

3、评价区内有分布的高等动物名录

4、评价区浮游植物名录

5、评价区浮游动物名录

6、评价区底栖动物名录

7、评价区水生维管束植物名录

8、评价区土著鱼类名录

附图

附图 1-1 生态影响评价区与自然保护区位置关系示意图

附图 2-1 工程地理位置示意图

附图 3-1 工程所在区域（湘河流域）地表水系分布图

附图 3-2 评价区动植物调查样方样线分布图

附图 3-3 评价区域植被类型图

附图 3-4 评价区珍稀保护动物分布示意图

附图 3-5 评价区土地利用现状图

附图 3-6 工程与黑颈鹤自然保护区（日喀则片区）功能分区位置关系图

附图 3-7 评价区水生生态调查线路及监测断面分布图

附图 3-8 评价区珍稀特有及重要经济鱼类“三场”分布图

附图 4-1 工程建设后评价区植被类型图

附图 4-2 工程建设后评价区土地利用状况图

附图 5-1 鱼类栖息地保护河段分布图

附图 5-2 湘河水利枢纽工程鱼道布置平剖面图

附图 5-3 湘河水利枢纽工程固定式集鱼站+运鱼车方案转驳装置工艺图

附图 5-4 央玛取水枢纽工程鱼道剖面图

附图 5-5 央玛取水枢纽工程鱼坡剖面图

附图 5-6 生态流量管平面布置图

附图 5-7 分层取水设施剖面图

前 言

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程位于西藏日喀则市南木林县境内，包括湘河水利枢纽工程和湘河配套灌区工程两部分。湘河水利枢纽为大型水利工程，总库容 1.156 亿 m^3，大坝为沥青混凝土心墙沙砾石坝，最大坝高 51m，电站装机 40MW。水库相应正常蓄水位下库容为 0.95 亿 m^3，兴利调节库容为 0.69 亿 m^3。配套灌区工程总灌溉面积 12.49 万亩，其中改善现状灌溉面积 10.41 万亩（耕地 6.82 万亩，林地 2.86 万亩，草地 0.72 万亩。维持保护区内现状灌溉面积 6.74 万亩，其中耕地 4.58 万亩，林地 1.57 万亩，草地 0.59 万亩），新增灌溉面积 2.08 万亩（全部为保护区外耕地）。经调整优化后，灌区工程的渠道、料渣场、施工场地和道路等均不涉及自然保护区，其中干渠 8 条总计 82.9km，支渠 1 条总计 2.76km，斗渠、农渠 76 条总计 66.47km，布置 6 座取水枢纽（含 1 座有坝取水枢纽和 5 座无坝取水口）。工程静态总投资 268565.56 万元。

2008 年湘河水库被列为《全国中型水库建设规划》项目之一，是《西藏自治区湘河流域综合规划报告》中推荐近期开发的重点工程，也是《全国大型水库建设规划》项目之一，同时被列为《西藏自治区水利改革发展“十三五”规划》中的重点骨干工程，是 2017 年《政府工作报告》中待开工 15 项重大水利工程之一。其中湘河水利枢纽工程是雅鲁藏布江左岸一级支流湘河干流上的控制性工程。工程任务为灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电。

《西藏自治区湘河流域综合规划报告》于 2011 年 1 月编制，2015 年 2 月西藏自治区人民政府以藏政函〔2015〕53 号文对《规划报告》进行了批复。同时对规划环评的批复意见（藏环审[2014]131 号）进行了采纳。《西藏自治区湘河流域综合规划环境影响报告书》于 2012 年 10 月编制，2014 年 8 月，西藏自治区环保厅以藏环审[2014]131 号文对规划环评出具了审查意见。

2014 年 7 月，西藏自治区重点水利建设项目管理中心委托西藏院开展湘河水利枢纽及配套灌区工程前期设计工作。2016 年 3 月编制完成《西藏自治区湘河水利枢纽及配套灌区工程可行性研究报告》（送审稿），2017 年 5 月编制完成《《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程可行性研究报告》（审定稿），9 月编制完成《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程可行性研究报告评估补充报告》（修改稿）。

原水库移民安置点及下游灌区原部分工程涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区，项目环评过程中对移民安置点及灌区工程进行了多次优化，将移民安置点

调整至卡孜乡卡孜村，位于自然保护区外，与保护区边界最近距离约为 15km；取消了原可研方案中位于保护区内的灌区，经调整后灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为 40m 和 500m。经优化调整后，湘河水利枢纽及配套灌区工程不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变保护区内已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。

灌区下游的雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区是黑颈鹤重要的越冬栖息地，保护区内草场退化，林地面积萎缩，土地沙化不断加重，不利于黑颈鹤越冬时的栖息与生存。根据国家林业局中南林业调查规划设计院编制的《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划》（2018-2025），需湘河水利枢纽、央玛取水枢纽工程对该区域进行生态补水。工程建成后，可每年向该区域进行生态补水 4530 万 m^3，可较好改善黑颈鹤的觅食及栖息环境。湘河水利枢纽及配套工程仅水库建设规模考虑保护区内的生态补水水量，不包含自然保护区生态补水工程。

2017 年 3 月，西藏自治区重点水利建设项目管理中心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”）编制工程环境影响报告书（见附件 1）。2015 年 5 月和 2017 年 3 月，陕西省动物研究所对湘河流域开展了水生生态调查，于 2017 年 9 月编制完成专题报告。2017 年 3 月，内蒙古富源新纪检测有限责任公司对湘河流域地表水、地下水、大气和噪声等进行了监测。2017 年 4 月～9 月，四川大学生命科学学院开展了工程陆生生态环境影响专题评价。2017 年 4 月～9 月，四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室开展了工程水温影响研究。2017 年 8 月～9 月，国家林业局中南林业调查规划设计院编制完成了《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划（2018-2025）》。

我院根据工程建设的特点，施工期污染物产生量，结合工程施工区周边环境，我院针对雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区及黑颈鹤等保护动物、湘河流域的鱼类和水生生物、施工区及其附近的西藏特有动植物资源，采用数学模型、类比分析、影响机理分析等定量与定性相结合的方法预测其影响，提出了环境保护措施以及投资估算，建设单位进行了环境影响公示和公参等。在此基础上，编制了《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程环境影响报告书》（以下简称报告书）。

工程所在的湘河下游分布有国家一级保护动物黑颈鹤，根据近年对雅鲁藏布江及湘河流域黑颈鹤的观测和研究，雅鲁藏布江及湘河河口宽阔区域的河心岛、沙洲、沙地是这一区域黑颈鹤的主要夜宿地。工程施工时间已避开黑颈鹤的越冬季节，施工作业不会对黑颈鹤造成直接影响，工程设计中的采土平衡方式，以及生态恢复措施的实施，将能够恢复这部分黑颈鹤的冬季觅食点。渠系建设后，增加了农田区单位面积的食物量，也增加了适宜作为黑颈鹤觅食地的面积。对黑颈鹤觅食地及食源的保障有利，更加有利于其越冬觅食。工程建设后，在黑颈鹤越冬季节，湘河水库及央玛取水枢纽下泄流量过程总体与湘河天然情况下的下泄过程保持一致，运行后河口区域的流量略低于天然情况，流量减少后，湘河河口黑颈鹤理想的夜宿地（四周环水的沙洲及河心洲）面积变化不大，对黑颈鹤的夜宿影响较小。

湘河沿岸分布有洪泛湿地。根据现场调查，湘河流域的洪水主要发生在6～9月，洪水期间常夹杂有泥石流，含沙量大（含泥量少），部分细砂在洪水退去后留在两岸的沙滩上，洪水退去后平时这些河滩为沙化裸地，现状洪泛湿地生长的植物种类主要为耐寒、耐旱特性的植物。工程年内水文情势变化，对洪泛湿地的影响不大，不影响洪水次数最多的8月份的洪泛过程。

湘河流域共调查到土著鱼类11种，其中裂腹鱼类6种，无国家级保护鱼类，有西藏自治区保护鱼类尖裸鲤和黑斑原鮡两种。湘河流域的鱼类资源量最大的区域为下游靠近汇入河口段，湘河水利枢纽以上河段的资源量相对较小。河段内“三场”总体规模不大，分布区域包括湘河水利枢纽库区和坝下河段。湘河水利枢纽建设后将阻断上下游鱼类的洄游和种质交流，可能导致洄游性鱼类数量和种类群减少，但对于工程河段而言，对鱼类的总体影响不大。库尾以上河段生境条件与库区河段相似，鱼类可沿河上溯到适宜场所繁殖，对坝下河段鱼类产卵影响不大。湘河水利枢纽和央玛取水枢纽下泄生态流量并在汛期加大流量，拟分别建设鱼道和鱼坡进行过鱼，保持鱼类的洄游和种群交流。湘河其它河段不开发作为鱼类栖息地进行保护。湘河水利枢纽采取分层取水措施减缓影响。通过各项环保措施的实施，可较好减免对鱼类的影响。

工程环境影响评价在环境现状调查以及本报告书的编制过程中，得到了西藏自治区人民政府、西藏自治区水利厅、西藏自治区环境保护厅、西藏自治区重点水利建设项目管理中心、日喀则市人民政府、日喀则市水利局、日喀则市环境保护局、南木林县人民政府、南木林县水利局、南木林县环境保护局等有关部门的大力支持和协助；在此一并表示衷心感谢！

1 总 则

1.1 评价目的

本项目属于水利工程，在施工期和工程投入运行后，不可避免地产生一些环境影响或潜在的环境问题，因此本次环评将针对这些环境影响问题，并结合工程自身特殊性，本工程环境影响评价主要目的如下：

（1）调查和评价工程涉及区域的地表水环境、地下水环境、大气环境、声环境、土壤环境、陆生生态环境、水生生态环境现状等，分析区域环境功能要求及区域存在的主要环境问题；

（2）针对雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区的范围、分区、保护要求，以及黑颈鹤等保护动物的分布情况和生态习性，结合工程布置、灌区分布和社会发展情况等，合理工程布置、施工场地、建设规模和时序，做到避让自然保护区。工程经优化调整，已取消了保护区内的灌区工程，各类施工场地均布置于保护区范围外，工程不涉及该自然保护区，减免工程建设对保护区直接影响。同时，工程水库建设任务和规模考虑自然保护区生态补水需求，达到改善保护区生态环境和黑颈鹤等保护动物栖息生境的目的；

（3）分析工程建设、水库淹没、引水灌溉、移民安置、工程运行等活动的特征，预测评价工程活动对评价区域水文情势、水环境、陆生生态、水生生态等环境造成的有利和不利影响，尤其是珍稀保护动物；

（4）针对工程带来的不利影响，制定技术经济可行的环境保护对策措施，使区域环境质量不因工程建设和运行而下降，达到相应的质量标准，生态系统、生物多样性、自然保护区和动物得到有效保护，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程区域经济、社会、资源、环境的可持续发展；

（5）制定工程施工期和运行期的环境监测计划，便于及时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；

（6）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；

（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。

1.2 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》(2016 年 9 月 1 日)；

（3）《中华人民共和国大气污染防治法》(2016 年 1 月 1 日)；

（4）《中华人民共和国水污染防治法》(2008 年 6 月 1 日)；

（5）《中华人民共和国固体废物污染防治法》(2015 年 4 月 24 日)；

（6）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1997 年 3 月 1 日)；

（7）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日）；

（8）《中华人民共和国野生动物保护法》(2017 年 1 月 1 日)；

（9）《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月 1 日)；

（10）《中华人民共和国土地管理法》(2004 年 8 月 28 日)；

（11）《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月 2 日)；

（12）《中华人民共和国森林法》（2009 年 8 月 27 日）；

（13）《中华人民共和国防沙治沙法》(2002 年 1 月 1 日)；

（14）《中华人民共和国渔业法》(2014 年 3 月 1 日)；

（15）《中华人民共和国自然保护区条例》(2011 年 1 月 8 日)；

（16）《中华人民共和国森林法实施条例》（2000 年 1 月 29 日）；

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

（18）《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)；

（19）《中华人民共和国野生植物保护条例》(1997 年 1 月 1 日)；

（19）《国务院关于环境保护若干问题的决定》(国发[1996] 31 号文件，1996 年 8 月 3 日)；

（20）《国务院关于保护森林资源制止毁林开垦和乱占林地的通知》（国发明电(1998)111 号，1998 年 8 月 5 日）；

（21）《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》(国发[2005] 39 号文件，2005 年 12 月 3 日)；

（22）《建设项目环境管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日)；

（23）《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号，2004 年 3 月 1 日)；

（24）《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；

（25）《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；

（26）《中华人民共和国河道管理条例》（2011 年 1 月 8 日）

（27）《全国生态环境保护纲要》（2000 年 11 月 26 日）；

（28）《大中型水利水电建设征地补偿和移民安置条例》（国务院第 679 号，2017 年 6 月 1 日）。

1.2.2 地方性法规及部委规章

（1）《关于西部大开发中加强项目环境保护若干意见》（环发[2001]6 号）；

（2）《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》，（环发[2015]57 号）；

（3）《关于加强资源开发生态环境保护监管工作的意见》（环发[2004]24 号）；

（4）《国家重点保护野生动物名录》（国家林业局第 7 号令修订，2003 年 2 月）；

（5）《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（国家林业局第 53 号令修正，2001 年 8 月）；

（6）《关于西部大开发中加强建设项目环境保护管理的若干意见》（环发［2001］4 号）；

（7）《全国生态功能区划》（环保部 2008 年第 35 号公告）；

（8）《西藏生态安全屏障保护与建设规划（2008～2030 年）》（2009 年 2 月）；

（9）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2015 年 6 月 1 日）；

（10）《产业结构调整指导目录》（2013 年本）；

（11）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）；

（12）关于印发《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）的函》（2006 年 1 月 16 日）；

（13）西藏自治区实施《中华人民共和国水法》办法（修正）（西藏自治区人大常委 2004 年 6 月）；

（14）西藏自治区实施《中华人民共和国森林法》办法（西藏自治区林业局 2006 年 10 月）；

（15）西藏自治区实施《中华人民共和国野生动物保护法》办法（修正）（西藏自

治区人大常委 2002 年 1 月）；

（16）西藏自治区实施《中华人民共和国水土保持法》办法（西藏自治区人大常委 2013 年 10 月）；

（17）西藏自治区实施《中华人民共和国自然保护区条例》办法（西藏自治区人民政府令第 37 号，2001 年 1 月）；

（18）西藏自治区人民政府关于加强规划环境影响评价工作的通知（藏政发〔2008〕5 号）；

（19）西藏自治区人民政府藏政发[2001]95 号“西藏自治区人民政府关于贯彻全国生态环境保护纲要的意见”；

（20）《西藏自治区重点保护野生动物目录》（2000 年）；

（21）《西藏自治区野生植物保护办法》（藏政令[2009]第 91 号）；

（22）《西藏自治区林地管理办法》（藏政令[2009]第 92 号）；

（23）《西藏自治区人民政府关于贯彻国务院环境保护若干问题决定的通知》，（藏政发［1997］1 号）；

（24）《西藏自治区人民政府办公厅关于加强项目建设环境保护工作的紧急通知》，（藏政办发[2002]66 号文）；

（25）《西藏自治区环境保护条例》，2013 年 7 月；

（26）《西藏自治区水污染防治行动计划工作方案》，藏政办发[2015]101 号；

（27）《关于进一步规范我区建设项目环境影响评价工作有关问题的通知》，（藏环发［2004］4 号）。

1.2.3 技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016)；

（2）《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2008)；

（3）《环境影响评价技术导则地面水环境》(HJ/T2.3-1993)；

（4）《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)；

（5）《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2011)；

（6）《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016)；

（7）《环境影响评价技术导则水利水电工程》(HJ/T88-2003)；

（8）《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)；

（9）《生活饮用水卫生标准》》(GB5749-2006)；

（10）《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008)；

（11）《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008)；

（12）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004)；

（13）《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2000）和《防洪标准》（GB50201-94）的规定。

1.2.4 技术文件及相关资料

（1）《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程可行性研究报告》审定本（山东省水利勘测设计院和西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院，2017 年 9 月）；

（2）《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程可行性研究报告评估补充报告》，（山东省水利勘测设计院和西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院，2017 年 9 月）；

（3）《关于西藏湘河水利枢纽及配套灌区环境影响评价执行标准的函》（日喀则市环境保护局，2016 年 4 月）；

（4）《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程水土保持方案报告书》（西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院，2017 年 5 月）；

（5）《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程水资源论证报告书》（西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院和长江水利委员会长江科学院，2017 年 5 月）；

（6）《西藏自治区湘河流域综合规划报告》（西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院，2011 年 1 月）；

（7）《西藏自治区湘河流域综合规划环境影响报告书》（西藏国策环保科技股份有限公司，2014 年 7 月）；

（8）《西藏湘河水利枢纽及配套灌溉工程对陆生生物多样性的影响评价》（四川大学生命科学学院，2017 年 9 月）；

（9）《西藏湘河水利枢纽及配套灌溉工程对湘河流域水生生态环境影响专题评价》（陕西省动物研究所，2017 年 9 月）；

（10）《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程环境监测报告》，内蒙古富源新纪检测有限责任公司（2017 年 4 月）；

（11）《西藏湘河水利枢纽工程水温影响研究》，水力学与山区河流开发保护国家重点实验室（2017 年 9 月）；

（12）《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划（2018-2025）》，国家林业局中南林业调查规划设计院（2017 年 9 月）。

1.3 评价因子与标准

1.3.1 评价因子

（1）生态环境

珍稀动植物、生态完整性、敏感生态问题、生物多样性、河口湿地、鱼类“三场”、水土流失、富营养化、土地利用，以及工程下游自然保护区的保护功能、保护对象。

（2）水环境

现状评价因子：pH、BOD_5、COD_{Cr}、NH_3-N 等

影响预测因子：COD_{Cr}、BOD_5、NH_3-N 等

（3）环境空气

现状评价因子：TSP、PM_{10}、NO_2、SO_2 等

影响预测因子：TSP、PM_{10} 等

（4）声环境

施工噪声、环境噪声 L_{Aeq}

1.3.2 环境质量标准

根据日喀则市环境保护局“关于西藏湘河水利枢纽及配套灌区环境影响评价执行标准的复函”，本工程环境影响评价执行如下评价标准。

（1）水环境标准

工程区下游为雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区，工程不涉及占用自然保护区，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。自然保护区内工程的地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）Ⅰ类水域标准，自然保护区外的地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2012）Ⅲ类水域标准，见表 1.3-1。

工程区地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-93）Ⅲ类标准，地下水环境质量标准见表 1.3-2。

地表水环境质量标准标准限值

表 1.3-1 单位：mg/L，pH 值除外

项目	pH	DO	CODcr	BOD_5	NH_3-N	Pb	Cd	Hg	As	Cu	Zn	高锰盐指数	粪大肠菌群(个/L)
Ⅲ类 ≤	6～9	≥5	20	4	1.0	0.05	0.005	0.0001	0.05	1.0	1.0	6	10000

地下水环境质量标准值

表 1.3-2 单位：mg/L，pH 值除外

污染物名称	pH (无量纲)	色度	总硬度(以 $CaCO_3$ 计)	高锰酸盐指数	Fe	As	Cr^{6+}	Pb	Cd	总大肠菌群(个/L)
Ⅰ类 ≤	6.5～8.5	5	150	1.0	0.1	0.005	0.005	0.005	0.0001	3.0
Ⅲ类 ≤	6.5～8.5	5	450	3.0	0.3	0.05	0.05	0.05	0.01	3.0

（2）大气环境标准

雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区范围环境空气质量标准执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中一级标准，自然保护区范围外的大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，见表 1.3-3。

环境空气质量标准

表 1.3-3 单位：mg/m^3

评价标准级别	污染物 / 时段	SO_2	NO_2	PM_{10}
一级	年平均值	0.06	0.04	0.07
	日 均	0.15	0.08	0.15
	1 小时平均	0.50	0.20	/
二级	年平均值	0.06	0.04	0.07
	日 均	0.15	0.08	0.15
	1 小时平均	0.50	0.20	/

（3）声环境标准

项目所在区域声环境质量，位于交通主干道两旁第一排建筑物执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，其他区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。

评价区环境质量标准值见表 1.3-4。

声环境质量标准

表 1.3-4 等效声级 L_{eq}：dB(A)

类别	昼间	夜间
1 类	55	45
4a 类	70	55

1.3.3 污染物排放标准

（1）水污染物

施工过程中的生产废水、生活污水禁止排放。

（2）大气污染物

工程区下游为雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区，工程不涉及占用自然保护区，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。

工程大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-96）的二级标准。

（3）施工期噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）相应标准。运营期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。标准值见表 1.3-5 和表 1.3-6。

建筑施工场界环境噪声排放标准

表 1.3-5 单位：L_{eq}〔dB(A)〕

昼间	夜间
70	55

工业企业厂界环境噪声排放标准限值

表 1.3-6 单位：L_{eq}〔dB(A)〕

类别	昼间	夜间
2	60	50

（4）固体废弃物排放标准

固体废弃物执行《一般工业固体废弃物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001）相应标准。

1.3.4 生态削减及控制标准

生态：以不减少区域内珍稀濒危动植物和不破坏当地生态系统完整性为标准。土壤侵蚀标准执行《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）。水土流失以不改变土壤侵蚀类型为标准，土壤侵蚀标准执行《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）。

1.4 环境影响因素

1.4.1 工程特点

（1）本工程是为湘河流域中下游南木林县区域内进行水资源配置的水利枢纽工程及配套灌区工程，用以解决包括南木林县城所在地南木林镇、达那乡、秋木乡、多角乡、卡孜乡、艾玛乡等 6 个乡镇以及日喀则市桑珠孜区的部分土地的灌溉用水，以及灌区范

围内的农村饮水、工业用水和南木林县县城的供水问题，属非污染生态影响类项目。

（2）湘河水利枢纽水库总库容 1.156 亿 m^3，水库为不完全年调节水库，汛期来水量的 97.9%直接进入下游河道,非汛期由于水库的调节能力，下泄水量增大，非汛期下泄水量为来水量 105.9%。

（3）工程通过蓄丰补枯、调节径流，一定程度改变了湘河水库库区及枢纽下游和央玛枢纽下游的水文情势。

1.4.2 环境影响因素识别

湘河水利枢纽及配套灌区工程是日喀则市国民经济发展的近期重点工程之一，是一个具有“以灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电”的综合利用效益的工程。根据对本工程施工及运行期间的特性分析可知，兴建工程对环境造成的影响主要为：

湘河水利枢纽大坝及下游央玛取水枢纽兴建后改变了原天然河道水文特性，使库区流速变缓、水位加深，并影响坝下水质灌区工程实施后农田灌溉水量增加可能影响周边和湘河的水环境。

库坝的阻隔作用将影响水生生态和鱼类活动，灌区引水后减少了河道内的天然水量，对河道水生生态系统产生一定的影响。

枢纽水库淹没和灌区占地影响草地等资源，将对库区、灌区及周围的生态环境带来一定影响，工程区下游为雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区，工程不涉及占用自然保护区，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。同时，工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。本工程可提供保护区日喀则片区生态保护与修复所需的部分水量，为生态修复创造条件，为冬季黑颈鹤等野生动物提供更好的食物来源，对保护区内的生境有一定的改善作用。

土石方开挖和填筑，枢纽、灌区建筑物和工程附属建筑物及临时建筑物的施工将破坏原地表状况，带来水土流失。工程砂石料和混凝土生产等施工活动产生施工污废水和噪声、大气污染物等。

1.4.3 评价因子筛选

根据工程的特点，结合评价区域环境现状特征，采用专家咨询法、类比分析法和矩阵法对工程环境影响因子进行分析和识别，识别及筛选初步结果见表 1.4-1。

通过环境影响识别，工程重点评价的环境要素是水文情势、水环境、水生生态、陆生生态和自然保护区，一般评价的环境要素为大气环境、声环境、固体废物、土壤环境、

局地气候、人群健康、移民安置和专项复建、环境地质等。

1.4.4 评价工作重点

根据西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程的特点、工程区环境功能、环境保护目标和环境影响因子筛选结果，将工程建设生态影响、水环境影响及工程拟采取的环保措施论证等确定为本次评价工作重点。其中，施工期以陆生生态环境、水环境及生态恢复措施为评价重点；运行期则重点分析对水文情势、水温、水质和水生生态等的影响。

环境影响要素识别与筛选

表 1.4-1

环境要素		水文情势			地表水环境		地下水环境		生态环境						局地气候	声环境	大气环境	固体废物	人群健康	土壤资源土壤环境		移民	环境地质
		流量	泥沙	水位	水温	水质	水质	水位	生态完整性	陆生植物	陆生动物	水生生物	水土流失	自然保护区						土壤环境	土地资源		
工程施工	枢纽工程施工					-2			-1	-1	-1	-1	-3			-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1
	灌区工程施工					-1			-1	-1	-2	-1	-3			-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1
	施工人员活动					-1				-1	-1	-1				-1		-1	-1				
	施工交通					-1			-1	-2	-1		-3			-2	-2						
	施工机械运行					-1				-1	-1					-2	-1		-1				
	料场开采、弃渣处置								-1	-1	-1		-3			-1	-1			-1	-1		
淹没和占地	水库淹没			-2		-1			-2	-3	-2	-2									-2	-3	-2
	工程占地								-1	-3	-2		-3							-1	-2	-1	
移民安置							-1			-1	-1	-1					-1	-1	-1	-2		-1	-2
工程运行	水库蓄水	-3	-1	-2	-1	+1		-1	-2	-3	-2	-2			+1								-2
	水文情势改变	-3	-1	-3	-1	+1				-1		-3		-2									
	大坝阻隔		-2									-2											
	引水灌溉	-3		-1		-1	-1	-1	+2	+1	+2		+3	-2	+1					+1	+3	+3	
	工程管理					-1												-1					
影响区域	枢纽淹没及影响区	◎	◎	◎	◎	◎		◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎						◎	◎	◎
	灌区				◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎		◎					◎	◎	◎	
	移民安置区								◎	◎	◎		◎			◎	◎	◎	◎		◎	◎	
	工程施工区					◎			◎	◎	◎	◎	◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	坝下游区	◎	◎	◎	◎	◎						◎											
	雅鲁藏布江干流					◎																	

1.5 评价工作等级与范围

1.5.1 评价等级

建设项目环境影响评价工作等级是依据建设工程可能对环境造成的影响程度和范围，以及工程所在区域的环境敏感程度所划分确定的。结合本工程所在地区环境现状以及工程生态破坏及外排污染源强，把本工程各环境要素的评价工作等级确定如下。

(1) 生态环境

根据现场调查，西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程的枢纽工程总占地面积<20km^2，涉及水域长度<50km，水利枢纽工程的水库淹没和工程占地不涉及各类重大生态环境敏感区。灌区工程的总占地面积<20km^2，涉及长度≥100km，且经优化调整后工程不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区。工程施工期对自然保护区基本无影响，运行期水文情势的变化对湘河汇入雅江附近的保护区将产生一定的影响。工程所在区域地处青藏高原地区，生态系统较为脆弱，工程施工扰动后难以恢复；工程建设对水生生态系统存在一定的影响，根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2011)评价等级分级原则，确定本评价中生态环境影响评价工作等级确定为一级。

(2) 地表水

湘河枢纽工程坝址处湘河多年平均流量 58.3m^3/s，属中型河流，地面水水域功能要求为Ⅲ类，涉及自然保护区河段的地面水水域功能要求为Ⅰ类，施工建设期施工废水和生活污水产生量为 28435m^3/d，在 1000m^3/d≤$Q_{污}$＜5000m^3/d 之间。施工废水中的污染物为非持久性污染物主要是生产废水中含 SS，经沉淀后回用于洒水抑尘。本项目废水水质简单，且各种废（污）水可做到回用；运行期无污水排放。据 HJ/T2.3-1993《环境影响评价技术导则地面水环境》，工程所在河段水环境的评价工作等级定为三级，重点论证施工期废水的处理回用措施。

工程建成后废污水主要为电站厂区工作人员的生活污水、机组和涵闸检修时产生的少量油污水，位于水利枢纽区，处理后回用于厂区内绿化浇灌，污水水质较简单。湘河水域规模为中河，水环境功能区划为Ⅲ类水质和Ⅰ类水质要求，根据《环境影响评价技术导则地面水环境》(HJ/T2.3-93)评价等级分级原则，确定不对运行期进行水环境影响预测。但由于湘河水利枢纽为不完全年调节性能，建坝蓄水后，坝前水位抬高 43m，回水长度 10.1km，大坝上下游河道水文情势发生变化，可能会带来水温和水质的影响，同时灌区引水后将导致湘河干流水量一定程度的减少，确定运行期评价等级为二级。

(3) 地下水环境

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达

标后回用，对地下水水质影响较小。根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)地下水环境影响评价行业分类表，本工程的水利枢纽工程属于地下水环境影响评价项目类别的Ⅲ类建设项目，需开展地下水环境评价。

灌区工程中，编制环境影响报告书项目中，再生水灌溉工程为Ⅲ类，其余为Ⅳ类。根据建设项目对地下水环境影响的程度，结合《建设项目环境影响评价分类管理名录》，将建设项目分为四类，Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类建设项目的地下水环境影响评价应按照导则执行，Ⅳ类建设项目不开展地下水环境影响评价。本工程灌区从湘河河道取水，非再生水灌溉，属于地下水环境影响评价项目类别的Ⅳ类建设项目，对地下水环境影响进行简要评价。

本工程所在区域无地下水集中供水水源，无地下水环境保护目标，地下水环境敏感程度属于不敏感程度，因此，根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)，本次地下水评价工作等级为三级。

(4) 环境空气

本工程产生的大气污染源主要集中在施工期，主要污染物是 TSP，主要来源于工程开挖、填筑、弃渣和爆破等工程活动。本工程的大气污染源具有源点较分散、污染源强小，为无组织、间断性、移动性排放的特性；而且，工程区所在区域较为空旷，大气污染物稀释扩散条件较好，工程大气污染物的影响范围和程度有限。根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2008）导则估算模式计算，工程 TSP 最大地面浓度占标率 P_{max}<10％。根据评价工作等级判据，确定本工程灌区涉及自然保护区的下游段环境评价等级为三级，重点对扬尘、粉尘进行影响分析。

(5) 声环境

项目所在区域声环境质量，其中位于交通主干道两旁第一排建筑物执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，其他区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。

工程区地处乡村居住环境，主要适用《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准地区。虽然施工期间施工产生的噪声将使周围噪声级有较明显增加，但噪声影响仅限于施工期，施工结束后噪声影响即消失，而且水利枢纽工程区周围 200m 范围内没有居民点，灌区工程施工较分散工程量小，根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)，本工程声环境影响评价工作等级定为三级。

枢纽工程运行期噪声污染源主要为发电机组，受厂房阻隔，对周围声环境的影响较小，且厂址周围无居民点，因此，运行期声环境不作评价。

(6) 环境风险评价

水利枢纽工程库区周围在淹没范围内的热让村、索金村和朗金村的部分村民要进行外迁，外迁后水利枢纽工程区周边 1km 范围内不涉及其它居民点。灌区工程施工量较小，周边敏感点分布较为分散。结合项目的特点，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）附录 A .1 评价等级及判定依据，涉及的危险物主要来自于枢纽工程炸药库和燃料（汽油、柴油），属于易燃、易爆物质。枢纽工程坝址下游右岸设置了一个炸药库，占地面积 600m^2。油料由南木林县城供应，施工区不设置油库，无油库危险源。运营期无重大环境风险源，根据评价项目的物质危险性和重大危险源判定结果以及环境敏感程度等因素，本风险评价等级确定为二级。

1.5.2 评价范围

本工程评价范围以库区和坝下河段为主，兼顾上游集水区域及下游水文变化区域的水体和陆地等。

(1) 水环境

工程实施后，干渠设计取水水量为11.72m^3/s，雅鲁藏布江湘河入口段流量约501m^3/s，减少的水量约占雅江流量的 2.3%，所占比例极小，对雅鲁藏布江干流影响不大。因此，水环境评价范围至考虑湘河，为工程涉及的湘河水利枢纽库区 10.1km 回水河段、坝下至湘河汇入雅鲁藏布江河口的 68.7km 河段（含灌区工程）。

(2) 地下水

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，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，主要为水利枢纽渗漏或者浸没影响可能对区域地下水产生影响。据此确定评价范围主要为：湘河水利枢纽和灌渠涉及的水文地质单元。

(3) 陆生生态

根据《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。枢纽工程淹没区至坝址下游的汇合口的河段及第一重山脊背以内区域或向外扩展 2km。整个灌区工程范围及干支渠向外扩展 2km 或第一重山脊背以内区域。湘河汇入雅鲁藏布江干流的河口陆域区域。工程占地范围不涉及自然保护区，自然保护区日喀则片区的影响进行简要分析。生态影响评价区与自然保护区位置关系示意图见附图

1-1。

(4) 水生生态

考虑到本工程水温影响、水文情势以及流域鱼类栖息生境保护要求，水生生态调查评价范围较水环境评价范围有所扩大，考虑整个湘河流域及雅鲁藏布江干流，包括湘河流域及雅江湘河汇入口上、下游各 30km 河段。

(5) 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，施工道路中心线两侧 200m 范围内。

(6) 环境空气

根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ 2.2-2008)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及周围 200m 范围，施工道路中心线两侧 200m 范围内。

工程环境影响评价范围一览见表 1.5-1。

工程环境影响评价范围一览表

表 1.5-1

环境要素	评价范围
水环境	工程涉及的湘河水利枢纽库区 10.1km 回水河段、坝下至湘河汇入雅鲁藏布江河口的 68.7km 河段（含灌区工程），湘河河段总长 78.8km。
地下水	工程区域水文地质单元
陆生生态	枢纽工程淹没区至坝址下游的汇合口的河段及第一重山脊背以内区域或向外扩展 2km。整个灌区工程范围及干支渠向外扩展 2km 或第一重山脊背以内区域。
水生生态	湘河流域及雅鲁藏布江干流湘河汇入口上、下游各 30km 河段。
声环境	施工期声环境影响评价范围为枢纽工程和灌区工程各类施工区，周围 200m 范围以及施工道路边界以外 200m 范围。
环境空气	枢纽工程和灌区工程各类施工区、周边 200m 的区域及施工道路两侧 200m 以内地区。
移民安置	枢纽工程涉及的为卡孜乡卡孜村远迁移民安置区（不涉及自然保护区）。灌区工程不涉及搬迁安置。
地质环境	枢纽工程库区与坝区、灌区工程区，重点是库区地质环境

1.5.3 评价水平年

本工程环境评价现状水平年为 2016 年和 2017 年，预测评价水平年为施工高峰年 2019 年和工程竣工运行后第二年即 2023 年。水、气、声环境质量现状以监测年为基准年，陆生生态以及水生生态调查年为基准年。

评价时段分为施工期和运行期，湘河水利枢纽工程施工总工期 48 个月，第 4 年的 6 月下闸蓄水；工程筹建期 4 个月，不计入施工总工期。灌区工程总工期为 48 个月，移民迁建进度与工程进度相适应。运行期以大坝蓄水为起始年，至发电后第三年为工程运行影响评价时段。

1.6 环境保护目标

湘河水利枢纽及配套灌区工程不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区等其它重大环境敏感区。经现场调查，湘河流域捕获土著鱼类有 11 种，无国家级保护鱼类，有自治区保护鱼类 2 种尖裸鲤和黑斑原鮡，河段内鱼类“三场”分布较为分散。

（1）水环境

工程涉及河段执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2012）Ⅰ类和Ⅲ类水域标准，水质管理目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2012）Ⅰ类和Ⅲ类水域标准。确定水环境保护目标为：施工期生产废水和生活污水经过处理后进行综合利用或循环利用。施工期、运行期各类污废水经处理后回用不排放，采取分层取水、生态流量泄放等措施，减免对水温、水环境的影响。

（2）生态环境

工程下游为雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区，根据自然保护区功能、保护对象以及现状存在问题，对自然保护区功能、黑颈鹤（主要保护对象）、珍稀动植物及其越冬栖息地进行保护，保护自然保护区功能。保护工程永久占地区、施工区和移民安置区生态系统的连通性、稳定性和完整性；

根据保护区的分区范围和功能要求，优化工程布置，取消对原工程中涉及自然保护区的工程部分，根据自然保护生态需水要求，水库建设规模考虑自然保护区生态补水要求，保护工程影响区域生物多样性，减缓工程兴建对植被的破坏，降低对黑颈鹤等动物生境以及觅食、栖息、繁殖的影响；

优化工程布置，各类施工场地布置于保护区范围外，减少施工扰动和占地，尽可能减少植被破坏和对保护动物的影响；

工程运行期科学调度，减少水生生态影响，满足鱼类产卵和河道水生生态要求，采取栖息地保护、过鱼措施、增殖放流等保护措施，保护河流湿地生境，河段鱼类资源和鱼类“三场”。

（3）环境空气

保护施工区大气环境，不因工程施工造成施工区周围环境空气质量下降。施工区周

围大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095－2012）中二级标准；施工废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-2012）的二级标准。

（4）声环境

保护施工区声环境，不因工程施工造成施工区声环境的下降。施工区周围声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准；施工道路两旁第一排建筑物达到 4a 类标准；施工区的声环境应满足《建筑施工厂界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求，运行期满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

（5）移民安置区和专项复建区环境

移民安置区位于卡孜乡卡孜村，专项复建工程主要位于湘河水利枢纽工程库周，均不涉及自然保护区和其它环境敏感区。移民安置和专项复建过程中采取各项环境保护措施，减少对周边环境和生态的影响。

通过对工程区域的环境敏感点的资料分析和调查，确定西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程主要环境敏感目标见表 1.7-1。

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程主要敏感点及环境保护目标

表 1.7-1

环境要素	主要环境保护对象		保护目标概况		环境保护要求	与工程的关系
水环境	湘河水利枢纽及配套灌区工程区河段水环境质量		西藏湘河水利枢纽库区 10.1km 河段及坝下 68.7km 范围的河段，其中自然保护区范围内的湘河河口段约 18km 执行Ⅰ类标准，其余执行Ⅲ类标准		各类污废水处理后回用，减少对工程区水体水质的影响	水利枢纽回水长度 10.1km，灌区及坝下河段长度约为 68.7km
自然保护区	西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区的功能、结构、生态环境、植被、动物及主要保护对象等		保护区总面积 6143.45km^2，其中三大保护区分区之一的日喀则片区面积 2600.32km^2。最主要保护对象为国家一级保护动物黑颈鹤，该片区为黑颈鹤的越冬地，越冬期需保护觅食地和夜宿地		经优化工程设计，取消了涉及自然保护区的工程，已避让自然保护区，减少了占地和活动对保护区和黑颈鹤等的影响	湘河枢纽、央玛枢纽、灌渠工程、移民安置点、施工布置等均不涉及自然保护区，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为40m和500m；保护区内灌区、灌渠工程维持现状，灌区面积及生产生活用水水量均不增加
陆生生态	工程所在区域的生态系统， 水库淹没区及施工影响区的植被、鸟兽等野生动物		评价区地处青藏高原区，植被以灌木草丛为主，存在土地沙漠化。评价区内未发现国家级重点保护野生植物，有国家和自治区级重点保护动物 14 种		维护工程区陆生生态系统完整性和多样性优化工程布置，减少施工扰动和占地，尽可能减少植被破坏和对保护动物的影响	工程占地及水库淹没影响的自然及人工林生态系统，包括植被、植物、珍稀濒危保护动物和栖息生境
水生生态	工程影响河段（水利枢纽坝址上游 10.1km 及坝下 68.7km）的水生生态和鱼类等水生生物		除湘河汇入雅鲁藏布江河段附近有自治区保护鱼类尖裸外，目前工程河段无保护鱼类分布，鱼类以裂腹鱼为主，河段内鱼类“三场”分布较为分散		工程运行期科学调度，减少水生生态影响，保护河流湿地，满足鱼类产卵和河道水生生态要求，采取栖息地保护、过鱼措施、购买鱼苗放流等保护措施，保护河段鱼类资源和鱼类“三场”	工程建成后，改变库区和坝下水文情势，对流水性鱼类栖息生境产生一定影响；水库淹没现有部分鱼类产卵场；大坝阻隔影响鱼类洄游通道以及种群交流。
环境空气、声环境	施工区周边乡镇、村庄的（移民外迁后，枢纽工程施工区	热欧档	5 户 23 人	距拉岗干渠约 30m	声环境、环境空气满足要求，其中保护区内环境空气执行一类标准	施工区附近，部分渠道经过乡镇、村庄，居民点位于现有渠道附近。
		仲宁	20 户 114 人	距拉岗干渠约 20m		
		达龙	5 户 17 人	距拉岗干渠约 60m		
		夏尔马	14 户 68 人	距拉岗干渠约 20m		

环境要素	主要环境保护对象		保护目标概况		环境保护要求	与工程的关系
	附近评价范围内无居民分布，灌区工程施工区周边有乡镇、村庄分布）	白玛当	11 户 59 人	距拉岗干渠约 10m		
		西塘	12 户 67 人	距拉岗干渠约 20m		
		曲白	10 户 53 人	距拉岗干渠约 50m		
		南木林镇	82 户 465 人	距拉岗干渠约 50m		
		扎嘎	15 户 52 人	距卡萨干渠约 10m		
		孔阿	12 户 41 人	距卡萨干渠约 40m		
		班宗村	13 户 71 人	距班宗干渠约 70m		
		娘木	13 户 60 人	距班宗干渠约 10m		
		仲康	7 户 41 人	距班宗干渠约 10m		
		卓欧钦	4 户 24 人	距班宗干渠约 30m		
		东恩	3 户 17 人	距班宗干渠约 10m		
		俄巴	6 户 32 人	距班宗干渠约 10m		
		康莎	5 户 27 人	距班宗干渠约 80m		
		多角乡	45 户 231 人	距班宗干渠约 10m		
		央村	24 户 130 人	距央村干渠约 80m		
		洞祖	17 户 83 人	距央村干渠约 10m		
		冲堆	7 户 37 人	距央村干渠约 90m		
		达那乡	63 户 325 人	距昂加干渠约 50m		
		空江	24 户 134 人	距昂加干渠约 60m		
		孔朗	16 户 82 人	距昂加干渠约 10m		
		扎塘	11 户 60 人	距昂加干渠约 70m		
		雄雄	8 户 37 人	距昂加干渠约 10m		

环境要素	主要环境保护对象		保护目标概况		环境保护要求	与工程的关系
		雪堆	21 户 127 人	距山边干渠约 10m		
		雪麦	17 户 86 人	距山边干渠约 60m		
		玄昌	27 户 102 人	距山边干渠约 10m		
		卡娃熊	34 户 173 人	距山边干渠约 10m		
		奶白	82 户 465 人	距山边干渠约 10m		
		康堆	12 户 62 人	距聂仓普鲁干渠约 50m		
		聂仓	9 户 51 人	距聂仓普鲁干渠约 10m		
		怕玛多	11 户 57 人	距聂仓普鲁干渠约 10m		
		扎翁	10 户 53 人	距聂仓普鲁干渠约 30m		
		卡孜乡	7 户 41 人	距聂仓普鲁干渠约 10m		
		学玛	8 户 42 人	距聂仓普鲁干渠约 20m		
		罗宗	8 户 40 人	距聂仓普鲁干渠约 10m		
		旺孜	9 户 46 人	距聂仓普鲁干渠约 20m		
		普鲁岗	11 户 49 人	距聂仓普鲁干渠约 30m		
		泽嘎	9 户 50 人	距艾玛岗干渠约 10m		
		鲁古东	12 户 64 人	距艾玛岗干渠约 10m		
		切达	16 户 87 人	距艾玛岗干渠约 10m		
移民安置和专项复建环境	移民安置区和专项复建区的生态环境和环境质量		建设征地搬迁人口 664 人，规划搬迁人口规模为 697 人。专项复建包括地方公路、35kV 输电线路、10kV 输电线路和电信工程等		移民安置和专项复建过程中采取各项环境保护措施，减少对周边环境和生态的影响	移民安置区位于卡孜乡卡孜村，专项复建工程主要位于湘河水利枢纽工程库周，均不涉及保护区和其它敏感区

1.7 评价工作程序

按照《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列》和《环境影响评价技术导则》的要求，西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程的环评工作分以下几个阶段：准备阶段，调查分析阶段，报告书编制阶段。本次环境影响评价工作程序见图1.8-1。

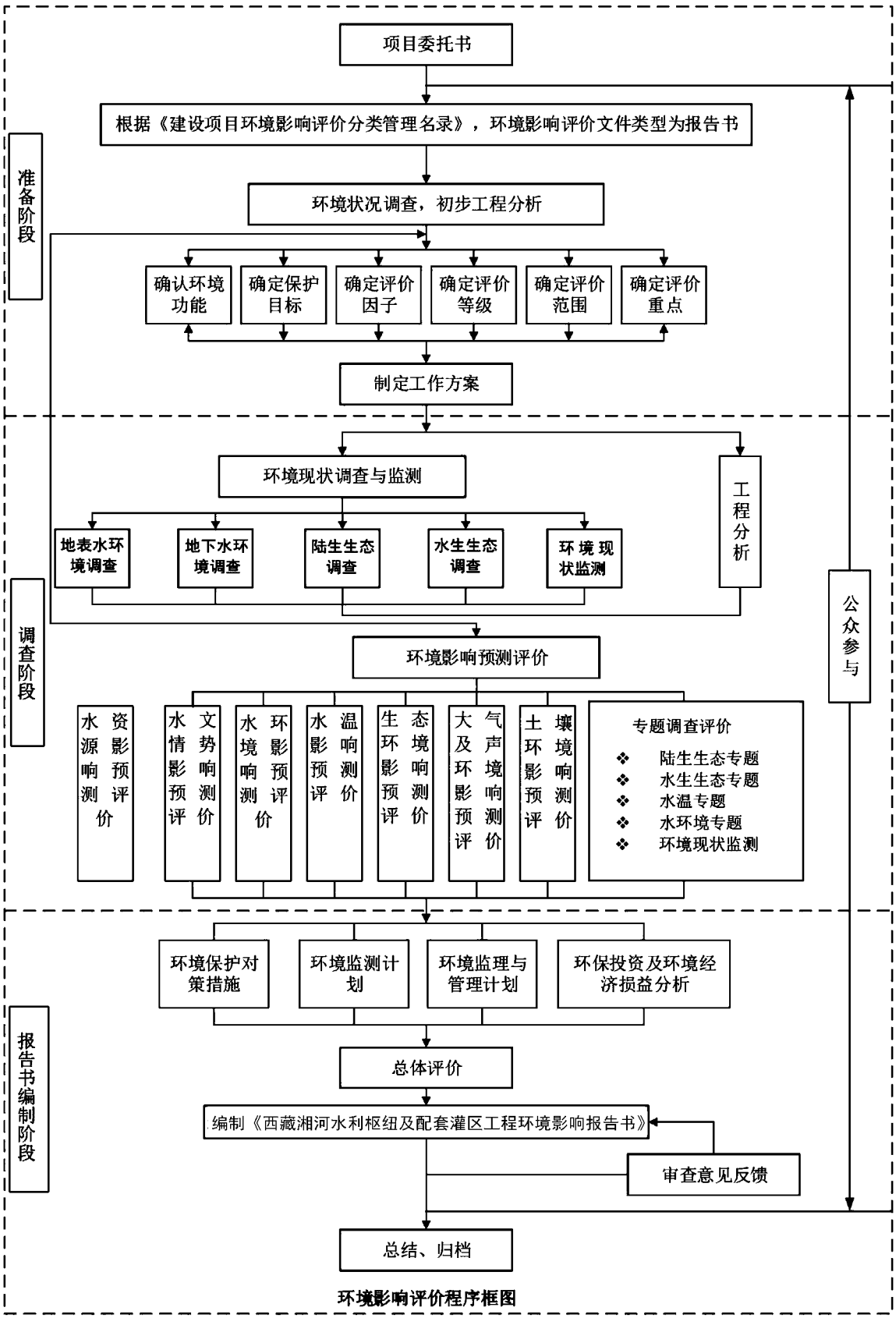


图 1.8-1 西藏湘河水利枢纽及配套灌区环境影响评价工作程序图

2 建设项目工程分析

2.1 建设项目概况

2.1.1 流域概况

湘河是雅鲁藏布江中游左岸一级支流，又名香曲。湘河流域介于东经 88°30′～90°00′、北纬 29°19′～30°18′之间，流域呈扇形。东临邬郁玛曲和堆龙曲水系；北临申扎藏布；西与雅江左岸支流那东曲和美曲藏布上游水系为邻；南连雅鲁藏布江干流。地跨日喀则市的谢通门县、南木林县以及拉萨市的尼木县。

湘河发源于冈底斯山脉中段的谢通门县娘热乡卡嘎村吉古勒附近。干流全长182km，流域面积 7418km^2，其中冰川面积约 86.4km^2。河源海拔 5700m，河口海拔 3810m，河道平均坡降 10.4‰。

湘河按其流域地理特征可分为上、下两段，甲措藏布与拉布藏布汇合口以上为上游段，以下为下游段。湘河自源头向东流，途径娘热、果索，至新吉多又转向东南流，抵达普当，该段河流称娘热藏布。娘热藏布水系发育，左岸支沟多于右岸，属高山地形，源头地势稍缓，有湖泊、温泉分布。在普当附近有两条支流汇入，即洛扎藏布和则学藏布（洛扎藏布发源于左岸的冰川地带，山高谷深，水系发达，由支流结曲、私鸠曲等构成；则学藏布发源于右岸，由西向东流）。河流出普当村后称甲措藏布，甲措藏布向东南流，至果拉纳右岸支流宗荣曲，于贡巴转向南流，到达朗京时，湘河最大支流拉布藏布从左岸汇入（拉布藏布发源于尼木县北部的穷母岗日西侧，上游段称穷莫麦曲，由东向西流，穷莫麦曲河谷开阔，山峰相对低矮，为冰蚀湖盆地貌，流域面积 2378km^2）。甲措藏布与拉布藏布汇口以下，河流始称湘河，支流达那沟汇入后，河水向西流，至秋木沟汇合后河水向南流，途径卡孜、多角、冲堆等地，于艾玛乡柳果村西南侧注入雅鲁藏布江。

日喀则市除喜马拉雅山南麓外，均为长冬无夏、春秋相连类型区。海拔在 5000m 以上的高寒山区属“全年皆冬”类型区；海拔 4500m 以下主要农区和半农牧区，年平均气温在 0～6.5℃，最热月（6 月）平均气温在 9.3～15.0℃，最冷月（l 月）平均气温为-3.2～8.8℃，全年极端最高气温为 28.2℃，极端最低气温为-23.9℃，年日照时数为 2500～3300 小时。日喀则市平均海拔在 4000m 以上，年降水量 200～430mm，年平均蒸发量 1340mm，属于典型的高原干旱气候。

2.1.2 流域规划及规划环评

西藏自治区水利厅委托西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院于 2011 年 1 月编制完成了《西藏自治区湘河流域综合规划报告》（以下简称《规划报告》），提出了建设湘河干流控制性工程——湘河水库工程的规划方案。2012 年 11 月，水利部长江水利委员会在武汉召开了《规划报告》审查会，同意《规划报告》并形成了审查意见。2013 年 10 月，水利部以办规计函〔2013〕912 号文向西藏自治区水利厅印送了《规划报告》审查意见。2015 年 2 月，西藏自治区人民政府以藏政函〔2015〕53 号文对《规划报告》进行了批复，同时对规划环评的批复意见（藏环审[2014]131 号）进行了采纳。

2.1.2.1 流域规划环境影响评价结论及建议

《西藏自治区湘河流域综合规划环境影响报告书》于 2012 年 10 月编制完成送审稿，2012 年 11 月由西藏自治区环保厅组织审查小组通过了评审，2014 年 8 月，西藏自治区环保厅以藏环审[2014]131 号文对规划环评出具了审查意见。

规划环评的主要结论为：

湘河流域规划中包括防洪、供水、灌溉、水电开发、水资源保护规划、水生态与环境保护规划、水土保持等分项规划。

（1）防洪规划的实施对保障人民群众生命、财产安全不受洪水侵袭有积极作用，工程建设具有显著的社会效益。

（2）灌溉、供水规划的实施对生态环境的不利影响较小，工程建成后将会带来巨大的社会效益。

（3）水利发电规划中提出了三级电站的开发方案，即甲措（4163.5m）—旁堆（4283.7m）—湘河（4085.5m），甲措（2.5MW）—旁堆（6.0MW）—湘河（15MW）三座电站。水电站的建设将淹没203省道、耕地和居民点，涉及移民搬迁问题。湘河水库也将导致河流水生生境的变化，对鱼类资源等产生不利影响。这些不利影响可以通过采取一些减免或保护措施，予以减缓或消除。

（4）通过实施水资源保护规划，增加有效供水、合理调配，重点解决城镇的供水水源问题和饮用水水质安全问题。协调水资源开发利用与其他规划任务的关系，促进当地经济发展，更好地保护生态环境。

（5）通过实施水生态与环境保护规划，水环境呈良性发展。可保持和维护流域水生生物的种群数量和生境条件，重点保护珍稀、特有、土著鱼类及重点保护鱼类。可确保 21 世纪和未来 20 年流域水资源的持续利用；实现水资源利用、保护和水生态系统的良性循环，促进社会经济可持续发展。

（6）水土保持规划的实施将使湘河流域水土流失面积得到有效治理，水土流失等级大幅度降低，这对湘河流域植物资源的恢复与保护有利，对湘河流域生态环境保护有着积极的促进作用。

从环保角度，环评认为湘河流域综合规划是可行的。

下一步工作的建议包括：

（1）处理好流域规划环评与单项环评的关系

单项工程环评要服从流域规划环评，在流域规划环评中不能具体落实的问题应在单项环评工程中解决。根据单项工程建设时序对每一个单项工程进行环境影响评价，对单个项目进行环评，是对规划方案中提出的环保措施在各建设项目中的具体体现和细化。规划方案在实施过程中和实施后，对环境可能造成的影响，是由各项目具体表现出来的，因此下一步必须做好各项目的环境影响评价，对规划方案提出的环境保护目标和环保措施落实具有重要的作用。按可研阶段设计深度设计防治污染和减缓陆生、水生生态环境影响的保护措施。

（2）开发方案虽然保留了湘河上下游大部分河段内的农地和滩地，大大减少了淹没数量，但仍然有一定数量的淹没，下阶段应结合地区社会经济发展规划和社会主义新农村建设，采取措施进一步减少水库淹没影响，做好移民安置工作。

（3）在开展单项工程环境影响评价中，进一步细化和深入进行水生生物调查工作。

（4）在工程可行性研究及设计阶段，结合水库淹没调查对项目区域的陆生生态现状作进一步的补充调查，调查的重点主要是水利枢纽及各分项规划施工场地周围，对集中分布的灌草等植被采取相应的保证措施，通过调整施工布置，采取避让、移栽等措施保护。

（5）在单项规划工程设计工作达到可行性研究深度时，根据设计成果，进一步详细预测评价各工程的“三废”和噪声对环境的影响，有针对性地进行水土流失影响分析，对渣、料场址合理性进行具体分析，以科学预防对环境的不利影响。

（6）建议当地政府与保护区主管部门协调，将位于雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级保护区内的居民点纳入搬迁安置计划。

2.1.2.2 规划环评审查意见

（1）同意近期实施防洪、河道整治、供水、灌溉、水资源与水生态保护、水土保持等规划。规划实施工程中应严格执行环境保护“三同时”制度，尽量减少对自然环境的破坏，确保各项环保措施按要求落实，确保规划与区域经济、社会、生态环境保护的协

调发展。

（2）在生态保护优先的前提下，同意近期实施湘河水库工程。鉴于区域生态环境的脆弱性和敏感性，从环境保护角度考虑，旁堆和甲措电站暂不列入本轮规划。在水电站的实施过程中，应切实落实规划环评报告书提出的各项生态环境保护对策措施，统筹水电开发与生态环境保护的关系。

（3）优化调整规划布局，减缓对雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区的影响。结合防洪保护目标分布和灌溉范围，拟定科学合理的调整方案将 4#、5#引水干渠和 13#、16#防洪堤线位调出保护区的缓冲区。

（4）鉴于湘河沿线分布有不少滨河湿地，建议规划实施过程中应结合湿地分布情况，在湿地分布区域布置防洪工程时采用透水性建筑物，确保湿地的水力学联系，减缓规划实施对湿地的影响。

（5）《规划》应根据流域规划环评报告书的研究成果和结论，进一步完善生态流量和生物多样性保护等对策措施，落实环境保护的相关要求。

（6）在规划实施过程中，应根据对流域生态环境的监测监控结果，适时进行环境影响跟踪评价，进一步提出规划实施方案的优化，进一步完善生态环境保护的对策措施，并在规划实施过程中落实。

（7）《规划》中所包含近期建设项目，在开展环境影响评价时，应遵循《报告书》提出的主要结论和生态环境保护的对策措施，加强区域生态环境现状调查，重点评价项目实施产生的生态、社会等影响，深入评价对生态环境敏感区域的影响方式、范围、历时和程度。

2.1.2.3 规划环评推荐的规划方案

（1）规划任务

1）灌溉与供水

湘河流域经济不发达，目前尚没有工业，流域经济主要为农业和畜牧业，是日喀则市主要粮食生产基地。湘河流域内的灌区由于缺水，大部分的宜垦土地得不到有效的开发利用，从而制约着该地区社会经济的发展。

2）防洪

湘河干流除南木林县城段外，还没有进行过统一的治理。防洪工程以堤防为主，现有的防洪堤工程主要在南木林镇城区段，左右岸已共建 11.52km 三级堤防（三十年一遇洪水设计）。湘河流域进行统一的防洪规划，对流域经济发展将起到重要意义。

3）发电

湘河流域由于经济落后，还有部分居民尚未通电，用电水平极低。从藏中电网平衡来看，藏中电网有能力吸纳湘河流域梯级提供的容量。从流域内经济发展现状来看，流域对电能的需求也是十分迫切的。

4）水资源保护

湘河在划定的水功能区基础上，应以国家资源和环境保护政策为依据，综合考虑地方政府和有关规划的要求，结合流域社会经济发展水平，河流水质现状和纳污量大小，进行水资源保护规划。

5）水生态与环境保护

工程的建设将使河流的连续性受到影响，输移功能受到削弱，生物迁移、交流受阻，从而产生一系列的水生态效应，应进行水生态与环境保护规划。

6）水土保持

水土保持规划的任务是：在对流域基本情况进行综合调查和资料收集整理分析的基础上，研究规划区水土流失状况、成因和规律，确定水土流失类型及分区，拟定水土流失防治方向，因地制宜地提出防治措施，估算规划区治理总投资，确定近期和远期治理进度，提出规划实施的组织管理措施和监督监测机制。

（2）总体方案

湘河流域综合规划推荐的总体方案为：在湘河水库上坝址兴建调节水库（正常蓄水4085.46m），为下游灌区提供灌溉流量以及河道的生态流量。坝址以下河床左右岸灌区分别设四级、五级分级引水干渠，解决灌区内的灌溉问题。坝址以上甲措藏布、拉布藏布河床两岸灌区利用规划的引水干渠解决灌区内的自流灌溉问题。坝址以上、以下支沟内灌区利用支沟水和支沟附近的水塘进行灌溉，对支沟中的这些灌溉渠道和水塘进行合理改造及渠系配套，提高灌溉保证率。

湘河流域防洪工程体系主要由堤防组成，合理布设枢纽工程，对河道、堤防、涵洞等进行整治，使湘河流域防洪工程形成一个完整的、运行安全可靠、经济合理的防洪工程体系。干流河道按 10～30 年一遇洪水标准设防，主要支流河道按 10 年一遇洪水标准设防。

水电开发拟采用湘河（4085.5m）水库和配套建设湘河（15MW）电站。

通过拟定水资源保护规划目标，在河流水功能区划和水质状况现状调查的基础上，预测污染物排放量和入河量，同时分析水体纳污能力、污染物控制量及河流生态需水，

通过预防措施和消减措施实现流域水资源保护。

在现状调查评价的基础上，制定水生态与环境保护规划目标，确定水生态与环境保护对象，通过预防措施、消减措施和恢复补偿措施实现流域的水生态与环境保护。

在湘河下游加强基本农田建设和改良草种，营造薪炭林，中上游要控制过度放牧，建设人工草场和网围栏，实行轮封轮牧；源头冻融侵蚀区暂不列入治理范围，以防为主，开展人工种草和草场改良；在坝址以上灌区、以下灌区、湘河水库及其周边地区宜林荒地上种植水土保持林，在耕地上发展农田防护林和路渠岸边的防护林，在宜草荒地上开展人工种草。坝址以上灌区、以下灌区及水库周边山麓坡脚，加强沟道防护，对危害大的泥石流沟道开展示范性治理。

（3）流域规划近期实施意见

湘河流域综合开发牵涉到灌溉与供水、防洪、发电、水土保持、环境保护等多方面，开发建设任务繁重，应按拟定的近、远期开发目标，根据工程的重要性及所处地位，分期分批实施。

1）湘河水库是湘河流域综合开发唯一的控制性工程，在灌溉与供水、发电等诸多功能上效益显著，尤其是在灌溉功能上具有不可替代的作用，是水库下游灌区的控制性工程，已列为西藏自治区“十三五”期间的重点水利建设项目，应抓紧开展前期工作，争取早日立项建设，尽早发挥综合效益。

2）湘河流域综合规划的主要任务就是解决湘河水库以上、以下灌区的灌溉问题，考虑到灌区灌溉面积大，引水线路长，工程投资大，拟采用分期分批实施方案，湘河水库以上、以下灌区的引水干渠采用一次性完工，灌区配套工程根据灌区发展和资金情况，按距引水干渠的远近，由近及远地分期实施。

3）湘河重要干支流河段治理工程

依据规划原则，结合干流区域社会经济发展的需要，充分考虑流域未来水文情势及现有防洪工程条件，对河道、堤防、涵洞等进行整治，使湘河流域防洪工程形成一个完整的、运行安全可靠、经济合理的防洪工程体系。影响南木林县防洪安全的重要干、支流河段的治理工程，影响防洪体系整体作用的薄弱工程应及早实施。

4）水土保持工程

从2008年到2020年，健全预防保护和监督管理体系，切实保护好现有林草和基本农田，全面贯彻落实水土保持方案报批和“三同时”制度，禁止陡坡开荒，有效控制人为水土流失。

2.1.2.4 湘河流域综合规划调整

2016 年 4 月，西藏自治区人民政府以藏政函〔2016〕67 号文对湘河流域综合规划调整进行了批复，同意湘河水利枢纽等别由Ⅲ等中型水库工程调整为Ⅱ等大（二）型水库工程。

2.1.3 工程地理位置

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程位于西藏日喀则市南木林县境内。其中湘河水利枢纽工程位于南木林县城上游约 15km。灌区规划范围为湘河水利枢纽坝址以下至雅江汇合口湘河中下游河谷两岸，界于东经 88°30′～90°00′、北纬 29°19′～30°18′之间。工程地理位置见附图 2-1。

2.1.4 工程建设的必要性

2008 年湘河水库被列为《全国中型水库建设规划》项目之一，湘河水利枢纽及配套灌区是已批复的《西藏自治区湘河流域综合规划》推荐的近期重点工程，也是西藏自治区水利发展“十三五”规划中的重点骨干水源级配套灌区工程。是 2017 年《政府工作报告》中待开工的 15 项重大水利工程之一。建设湘河水利枢纽及配套灌区工程是日喀则市实现跨越式发展的重大战略举措，是农牧民群众发展生产、改善生活的迫切需要，对推动西藏特别是日喀则市经济社会可持续发展将起到重要的支撑作用，将有力地促进维护祖国统一、加强民族团结，建设“富裕西藏、和谐西藏、幸福西藏、法治西藏、文明西藏、美丽西藏”，是近几年西藏自治区、日喀则市和项目涉及县（区）人大、政协会议提案最多、呼声最强的议题。

（1）建设湘河水利枢纽及配套灌区工程是实现西藏自治区“十三五”时期经济社会发展规划目标的重要战略举措

湘河水利枢纽及配套灌区工程是承担灌溉与供水、改善生态、兼顾发电等综合开发任务的水利工程，其为湘河流域水资源优化配置的控制性工程，建成后可彻底解决湘河水利枢纽下游区域水资源短缺问题，为灌区内 12.49 万亩土地及下游区域的人畜及工业用水提供水源保障，还可为藏中电网提供电力支持，同时还可以改善区域生态环境，并提高下游湘河干流河段的防洪能力，减少水土流失。工程建设对实现地区水资源的优化配置，对改善灌区农牧民的生产、生活条件，提高农牧民收入，防治土地沙化和改善生态环境，促进日喀则市及西藏自治区经济可持续发展，具有重要的现实意义。水利部、自治区调研组多次建议及早建设湘河水利枢纽及配套灌区工程，对此自治区已将其列为“十三五”规划中的重大工程，视为实现自治区“十三五”时期经济社会发展规划目标的重

要战略举措。

（2）湘河水利枢纽及配套灌区工程是解决地区“工程性缺水”的控制性工程

湘河水利枢纽下游灌区年降雨量少，蒸发量大，是典型的干旱地区，且年内降雨分布不均匀，降水主要集中在 6~9 月。湘河水量丰富，多年平均径流达 58.3m^3/s，但湘河属于山区性河流，径流主要由降水形成，表现为降雨径流、冰雪融水和地下水形式，年际变化较大，且年内分配极不均匀，径流主要集中于汛期 6～9 月，而灌溉期 4～7 月仅占全年的 40%。因此，为了满足拟建湘河水利枢纽下游灌区的灌溉引水要求，湘河流域开发首要工程措施就是建设控制性水利枢纽，同时建设配套灌区工程，调节年内来水量不均的现状，解决引水水源问题。湘河水库是具有年调节能力的水利枢纽工程，可调节湘河流域径流的年内分配，同时配套灌区工程建设，可满足枢纽下游灌区的灌溉用水要求。

（3）湘河水利枢纽及配套灌区工程的建设可为区域粮食安全提供支撑保障

根据《西藏自治区水利发展“十三五”规划》，随着人口的增长，为保障粮食安全，西藏自治区农田灌溉有效面积由 2015 年底的 350 万亩发展到 2020 年的 400 万亩。工程建成后，可基本解决湘河水利枢纽下游河床两岸共计 12.49 万亩土地的灌溉问题。因此湘河水利枢纽及配套灌区的建设可为保障日喀则市乃至西藏自治区粮食安全，促进地区经济可持续发展提供重要的支撑。

（4）湘河水利枢纽及配套灌区工程的建设可为枢纽下游灌区内的城乡生活和工业用水提供保障

考虑湘河工程建成后供水条件的改善，规划范围内除仍以发展农业和畜牧业为主外，同时可适当发展皮毛加工业。根据预测，至设计水平年 2030 年，按万元产值耗水量 185m^3/万元估算，湘河水利枢纽控灌范围内工业需水量为 496 万 m^3。工程建设后利用建成的枢纽及渠系工程，可经济高效的满足灌区、牲畜及工业用水要求。2014 年湘河水利枢纽下游区域总人口为 39611 人（其中乡镇及农村人口 36297 人、城镇人口 3314 人）。预测 2014 年～2030 年的人口自然增长率按 10‰控制，至设计水平年 2030 年湘河水利枢纽下游区域人口将达到 46448 人（其中乡镇及农村人口 42562 人、城镇人口 3886 人）。根据预测，扣除已建供水工程的供水量外，2030 年农牧民生活需水量为 236 万 m^3，其中有 213 万 m^3可由湘河水利枢纽提供。

（5）建设湘河水利枢纽及配套灌区工程是改善黑颈鹤觅食条件，并向自然保护区补水，改善保护区生态环境及黑颈鹤栖息条件的需求

艾玛岗、央村灌区下游为自然保护区，是黑颈鹤重要的栖息地。该区域属高原温带半干旱季风气候区，年降水量460mm，年蒸发量2204mm，蒸发量远远大于降水量，为典型的干旱气候区域。由于过于干旱，林草各个生长阶段的需水得不到及时补充，草场退化，林地面积萎缩，土地沙化不断加重，不利于黑颈鹤越冬时栖息与生存。根据国家林业总局中南林业调查规划设计院编制的《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划》（2018-2025），急需湘河水利枢纽、艾玛岗、央村干渠对该区域进行生态补水，以改善自然保护区生态环境，改善黑颈鹤的栖息条件。同时从该区域地形条件、湘河流域水资源总量条件上看，湘河水利枢纽和央玛取水枢纽具备向该区域补水的高程条件、水资源条件，具备向该区域进行生态补水的可行性，根据湘河水利枢纽的供水能力，每年可向该区域生态补水4530万m^3。湘河水利枢纽及配套工程仅水库建设规模考虑保护区内的生态补水水量，不包含自然保护区生态补水工程。

（6）湘河水利枢纽兴建的湘河电站可为藏中电网特别是枯水期提供一定的电力电量

湘河水利枢纽工程是湘河流域开发的控制性工程，前期工作及开发条件好。湘河水利枢纽具有年调节能力，可在满足灌溉用水的前提下，兴建电站，可为藏中电网提供一定的电力和电量，对满足地区能源需求特别是枯水期能源需求是非常必要的。

（7）建设湘河水利枢纽及配套灌区工程是精准脱贫，共同实现小康社会的需要

湘河水利枢纽及配套灌区工程是日喀则市特别是南木林县、桑珠孜区人民梦寐以求的脱贫工程，是近几年西藏自治区、日喀则市和项目涉及县（区）人大会议、政协会议提案最多、呼声最强的议题。它的建成将会有力促进地区经济社会的发展，促进西藏自治区构建和谐社会和推动经济跨越式发展，为实现精准脱贫，共同建成小康社会提供强有力的支撑与保障。

2.1.5 工程任务和规模

2.1.5.1 工程开发任务

湘河水利枢纽及配套灌区工程的开发任务为以灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电。

(1) 灌溉与供水

湘河水利枢纽下游河床两岸灌区由于缺少灌溉水源及配套灌溉设施，灌溉保证率不高，粮食产量不高，草场产量极低，严重制约了当地经济的发展。湘河水利枢纽建成后，

可基本解决下游河床两岸共计 12.49 万亩土地的灌溉问题，其中改善现状灌溉面积 10.41 万亩（耕地 6.82 万亩，林地 2.86 万亩，草地 0.72 万亩），新增灌溉面积 2.08 万亩（全部为保护区外耕地）。

湘河水利枢纽建成后，每年可向水库下游区域供给 213 万 m^3 人畜饮水、496 万 m^3 工业用水，保证水库下游区域的生产、生活用水安全。

(2) 改善保护区生态环境

湘河水利枢纽下游艾玛岗灌区、央村灌区周边涉及的雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区缓冲区和核心区，是黑颈鹤重要的栖息地。该区域部草场退化，林地面积萎缩，土地沙化不断加重，不利于黑颈鹤越冬时的栖息与生存。根据国家林业总局中南林业调查规划设计院编制的《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划》（2018-2025），急需湘河水利枢纽、艾玛岗、央村干渠对该区域进行生态补水，以改善自然保护区生态环境，改善黑颈鹤的栖息条件。工程建成后，可每年向该区域进行生态补水 4530 万 m^3，可大大改善黑颈鹤的觅食及栖息环境。湘河水利枢纽及配套工程仅水库建设规模考虑保护区内的生态补水水量，不包含自然保护区生态补水工程。

(3) 发电

湘河水利枢纽拟建湘河电站，在离坝轴线上游 140m 左右取水，建隧洞引水至坝后地面厂房，采用有压引水式发电，电站装机容量为 40MW，多年平均发电量 14063 万 kW·h，多年平均装机利用小时数为 3516h。湘河电站建成后将为藏中电网，特别是在枯水期提供一定的电力电量。

2.1.5.2 工程规模与特性

（1）工程名称：西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程；

（2）建设性质：新建；

（3）工程投资：268565.56 万元；

（4）建设地点：南木林县；

（5）开发河流：湘河；

（6）工程等别：Ⅱ等大（2）型工程；

（7）开发任务：以灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电；

（8）工程规模：湘河水利枢纽工程属不完全年调节水库，回水长度 10.1km，水库

总库容为 1.156 亿 m^3，正常蓄水位 4099m，水库相应正常蓄水位下库容为 0.95 亿 m^3，死水位 4080m，兴利调节库容为 0.69 亿 m^3。大坝为沥青混凝土心墙砾石坝，最大坝高 51m，坝长 520m。湘河电站属采用有压引水式发电，电站装机 40MW，采用 4 台 1000kW 混流式水轮发电机组，发电死水位 4080m，年利用小时 3516h，多年平均年发电量 14063 万 kW·h。

灌区工程布置由取水枢纽工程（包括无坝取水方案和有坝取水方案）、干渠工程、支渠工程、渠系建筑物工程、田间工程等工程组成。取水枢纽包括无坝取水方案和有坝取水方案。无坝取水方案共设 5 座取水口布置 2 孔冲砂闸，有坝取水方案布置 1 座取水枢纽（央玛取水枢纽）。灌区共布置 8 条干渠，全长 82.9km。1 条支渠，总长 2.76km。斗渠、农渠共 76 条，总长度 66.47km。

本工程建设内容不涉及自然保护区，保护区内已有工程维持现状。

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程特性表见表 2.1-1。

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程特性表

表 2.1-1

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.流域面积			
全流域	km^2	7418	
坝址以上	km^2	6129	
2.利用的水文系列年限	年	33	
3.坝址多年平均年径流量	亿 m^3	18.39	
4.代表性流量			
多年平均流量	m^3/s	58.3	
设计洪水标准及流量（P＝1%）	m^3/s	1197	
校核洪水标准及流量（P＝0.05%）	m^3/s	1995	
施工导流标准及流量（P＝10%）	m^3/s	719	
5.泥沙			
悬移质年输沙量	万 t	42.9	
推移质年输沙量	万 t	8.58	
二、工程规模			
1.湘河水利枢纽			
校核洪水位	m	4102.83	
设计洪水位	m	4101.46	
正常蓄水位	m	4099	
汛期水库起调水位	m	4099	
死水位	m	4080	
总库容（校核洪水位以下库容）	亿 m^3	1.16	
正常蓄水位相应库容	亿 m^3	0.95	
兴利调节库容	亿 m^3	0.69	
死库容（死水位以下）	亿 m^3	0.24	
2、湘河灌区			P=75%

序号及名称	单位	数量	备注
土地面积	万亩	32.07	
灌区灌溉面积	万亩	12.49	
耕地面积	万亩	8.9	
草地面积	万亩	0.72	
林地面积	万亩	2.86	
灌溉需水量	亿 m^3	0.69	
灌溉水利用系数		0.60	
干渠长度	km	82.9	
3、供水			
人饮巩固提升供水量	万 m^3	213	
工业供水量	万 m^3	497	
4、湘河电站			
装机容量	MW	40	
保证出力	MW	3.53	
多年平均发电量	亿 kW·h	1.41	
年利用小时数	h	3516	
水库调节性能		不完全年调节	
最大水头	m	42.99	
最小水头	m	23.92	
5、生态补水			提供生态补水水量，但不包含补水工程的具体实施。
生态补水量	万 m^3	4530	
三、淹没损失及工程征（占）地			
1.淹没占地（P＝20%）	万亩	0.77	
其中：耕地	万亩	0.13	
2.涉及迁移人口	户、人	136 户、664 人	
3.淹没和占地区房屋	万 m^2	5.66	
4.淹没影响重要专项设施	项	南申公路、南热公路、桥梁，输电线路，通信线路	
5.枢纽工程占地	万亩	0.127	
永久征地	万亩	0.081	
临时征地	万亩	0.046	
6.灌区工程占地	万亩	0.343	
永久征地	万亩	0.226	
临时用地	万亩	0.117	
四、主要建筑物及设备			
1.挡水建筑物			
型式		防渗心墙土石坝	
地基特性		砂卵砾石覆盖层	
地震基本烈度		8 度	
坝顶高程	m	4105.20/4104.00	防浪墙顶/坝顶
最大坝高	m	51	
坝顶长度	m	520	
坝顶宽度	m	8	
上游坝坡		1:2.25～1:2.50	
下游坝坡		1:2.25	
防渗体材料		沥青混凝土	

序号及名称	单位	数量	备注
防渗体厚度	m	1.0	
坝壳料		砂砾石	
基础防渗形式		混凝土防渗墙	
2.泄水建筑物			
① 泄洪洞			圆形有压隧洞
围岩特性		花岗岩	围岩特性
洞径	m	6×8	城门洞形
总长	m	841.27	长度
进口底高程	m	4058.00	
出口底高程	m	4050.10	
衬砌厚度	cm	60	
消能型式		底流消能	
消力池尺寸	m	75×15×5（长×宽×深）	矩形断面
② 正常溢洪道			
堰面形式		实用堰（正向堰）	堰面形式
堰顶高程	m	4091.00	堰顶高程
溢洪道口门尺寸及孔数	m	6×8，2 孔	溢洪道口门尺寸及孔数
消能型式		底流消能	消能型式
消力池尺寸	m	92×22×5（长×宽×深）	消力池尺寸
3.引水建筑物			
发电洞			圆形有压隧洞
围岩特性		花岗岩	
洞径	m	7.00	
长度	m	268.25	
进口底高程	m	4066.00	
出口底高程	m	4047.50	
衬砌厚度	cm	60	
4.输水建筑物			
①灌区取水枢纽			
型式		闸坝	
地基特性		冲积层、崩坡积层	
地震基本烈度		7 度	
坝顶高程	m	3900.00	正常蓄水位
坝高	m	4.0	
坝顶长度	m	620	
地基特性		冲积层、崩坡积层	
型式		冲砂闸	
闸孔尺寸	m	3*3	
闸孔孔数	孔	4	
②湘河干渠			
数量	条	8	
设计流量	m^3/s	11.70	含预留保护区
加大流量	m^3/s	14.66	
最小流量	m^3/s	4.68	
干渠长度	km	82.9	
断面型式		矩形、梯形	
地基特性		第四系砂砾石覆盖层	

序号及名称	单位	数量	备注
衬砌型式		混凝土、干砌石	
交叉建筑物型式		渡槽、排洪槽、渠下涵等	
渠系建筑物数量	座	376	
5.厂房			
型式		引水式	
主厂房尺寸	m	73.1×32.1×38.6	长×宽×高
水轮机安装高程	m	4049.00	
6.主要机电设备			
水轮机台数	台	4	
水轮机型号		HLA551-LJ-200	
发电机台数	台	4	
发电机型号		SF10-24/4250	
五、施工			
1.主体工程数量			
①枢纽工程			
土方明挖	万 m^3	100.54	
石方明挖	万 m^3	31.54	
石方洞挖	万 m^3	4.77	
土方填筑	万 m^3	219.97	
浆砌石方	万 m^3	0.49	
混凝土和钢筋混凝土	万 m^3	18.32	
钢筋	万 t	0.82	
沥青混凝土	万 m^3	1.78	
帷幕灌浆	万 m	0.88	
固结灌浆	万 m	0.79	
②灌区工程			
明挖土方	万 m^3	72.17	
明挖石方	万 m^3	8.05	
土方填筑	万 m^3	57.22	
浆砌石方	万 m^3	6.23	
混凝土和钢筋混凝土	万 m^3	12.97	
钢筋	万 t	0.7	
2.主要建筑材料数量			
①枢纽工程			
木材	m^3	66	
水泥	万 t	7.04	
钢材	万 t	1.84	
②灌区工程			
木材	m^3	344.60	
水泥	万 t	5.42	
钢材	万 t	0.98	
3.所需劳动力			
①枢纽工程			
枢纽工程总工日	万工日	137.93	
枢纽工程高峰工人数	人	1325	
②灌区工程			
灌区工程总工日	万工日	67.95	

序号及名称	单位	数量	备注
灌区工程高峰工人数	人	805	
4.对外交通（公路）距离	km	91	距日喀则
5.施工期限			投产工期是指第一台机组开始发电
①枢纽工程总工期	月	48	
准备工期	月	9	
主体工程施工工期	月	48	
工程完建期	月	2	
②灌区工程总工期	月	48	
准备工期	月	8	
主体工程工期	月	32	
工程完建期	月	8	
六、投资			2017 年第 2 季度价格水平
1.工程部分投资	万元	200518.11	
枢纽	万元	149437.90	
灌区	万元	51080.21	
2.田间配套部分	万元	5243.76	
3.环保投资	万元	21484.27	
4.工程静态总投资	万元	268565.56	
七、综合利用经济指标			
水库单位库容投资	元/m^3	17.4	
灌区单位灌溉面积投资	元/亩	5358	
经济内部收益率	%	6.56	
经济净现值	万元	18697	
效益费用比		1.08	
八、主要环境保护工程			
过鱼设施		湘河水利枢纽鱼道总落差 45.9m，长度 2770n，设 2 个进口、4 个出口	
		央玛取水枢纽鱼坡分两侧布置，长度各 31.52m，上铺块石	
栖息地保护		湘河河段不开发其它工程，包括甲措藏布约 128km、拉布藏布约 103km、湘河坝下河段 68.7km	
下泄流量措施		生态泄放管，从引水发电钢管引接，管径 1.2m	
水温减缓措施		叠梁门分层取水，3m 分层，共 12 节	
陆生生态保护	项	1	
生产废水处理	处	20	
生活污水处理	处	17	
大气环境保护措施	处	16	
声环境保护措施	处	16	
固废处置措施		卫生填埋	

2.1.5.3 工程规模调整情况及原因

(1) 流域规划中湘河水利枢纽及配套灌区工程规模情况

为促进西藏自治区经济社会跨越式发展，保障边疆少数民族地区的和谐稳定，加快地区脱贫步伐，西藏自治区水利厅委托西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院于 2011 年 1 月编制完成了《西藏自治区湘河流域综合规划报告》（以下简称《规划报告》），

《规划报告》提出了“在湘河干流建设骨干调蓄控制性工程、下游建设配套灌区工程”的总体规划方案。

2012 年 11 月 27-28 日，水利部长江水利委员会在武汉召开会议，对西藏自治区水利厅以藏水字〔2012〕163 号文报送的《西藏自治区湘河流域综合规划报告》进行了审查，经审查，基本同意《西藏自治区湘河流域综合规划报告》。2013 年 10 月 16 日，水利部办公厅以办规计函〔2013〕912 号将湘河流域综合规划审查意见印送西藏自治区水利厅。

2015 年 2 月 28 日，西藏自治区人民政府以藏政函〔2015〕53 号文将关于湘河流域综合规划的批复印送自治区水利厅。西藏自治区人民政府关于湘河流域综合规划的批复如下：

1）原则同意《西藏自治区湘河流域综合规划》，请认真组织实施，并上报国家有关部委备案。

2）原则同意《规划》提出的规划基准年为 2008 年，近期规划水平年为 2020 年，远期规划水平年为 2030 年。

3）原则同意《规划》确定的规划范围、规划目标、规划任务、灌溉与供水、防洪、发电、水土保持、水资源保护、水生态与环境保护等为本流域总的开发任务。

4）要按照全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合治理的原则，在做好流域兴利与除害、开发与保护、防洪与抗旱的基础上，充分合理地利用流域水资源，为实现地区经济发展和生态环境保护提供有力支撑。

《规划报告》中湘河水利枢纽推荐坝址为下坝址，工程的开发任务为以灌溉和供水为主，兼顾发电，水库总库容为 8050 万 m^3，湘河电站装机 15MW，水库下游湘河灌区总灌溉面积 26.44 万亩，工程为Ⅲ等中型工程。

(2) 规模调整原因

由于原《规划报告》中的部分灌区面积 12.8 万亩涉及雅鲁藏布江黑颈鹤国家级自然保护区缓冲区和核心区，工程环评以及可研设计取消将该部分面积作为预留灌溉面积，增加生态补水任务和补水范围。

西藏自治区地处祖国西南边陲，属“少、边、穷”地区，生态环境十分脆弱，地方财力十分有限，考虑国家投资政策，同时坝址及下游河道内 3 个不同断面生态基流按照断面处多年平均流量的 17.2%进行下泄，并考虑鱼类主要产卵期加大生态流量下泄，同时考虑泥沙淤积侵占有效库容 234 万 m^3 等因素，规模由流域规划时的Ⅲ等中型工程调整

为Ⅱ等大（2）型工程。

结合水利部长江水利委员会印发的《湘河流域综合规划》审查意见“下阶段应进一步研究扩大湘河电站装机容量的可行性”，同时根据湘河流域的实际水力资源情况，将湘河电站装机容量由流域规划时的 15MW 调整为 40MW。

(3) 可研设计湘河水利枢纽及配套灌区工程情况

工程可行性研究设计阶段，将湘河水利枢纽及配套灌区工程的开发任务调整为以灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电。水库下游灌溉面积为 12.49 万亩，其中改善现状灌溉面积 10.41 万亩（耕地 6.82 万亩，林地 2.86 万亩，草地 0.72 万亩。维持保护区内现状灌溉面积 6.74 万亩，其中耕地 4.58 万亩，林地 1.57 万亩，草地 0.59 万亩），新增灌溉面积 2.08 万亩（全部为保护区外耕地）。每年向水库下游供给人畜及工业供水量 496 万 m^3。随着可研设计工作的不断深入，湘河水利枢纽推荐坝址确定为上坝址，总库容为 11560 万 m^3，工程等别及规模由流域规划时的Ⅲ等中型工程调整为Ⅱ等大（2）型工程。同时对湘河电站的装机容量进行了扩大，由流域规划时的 15MW 调整为 40MW。

2016 年 4 月 27 日，西藏自治区人民政府以藏政函〔2016〕67 号文对湘河流域综合规划调整进行了批复，进一步确定了湘河水利枢纽的建设规模。批复为：考虑湘河流域内经济社会发展对水资源的需求、国家投资政策及湘河水利枢纽工程专题研究成果等，同意将《西藏自治区湘河流域综合规划》中湘河水利枢纽工程等别由Ⅲ等中型水库工程调整为Ⅱ等大（2）型水库工程。

2.1.6 灌区种植结构与制度规模

2.1.6.1 种植结构

种植结构是灌区规划的重要问题，须综合考虑，统筹协调，既要保证粮食安全，又要考虑农民增收和生态安全问题。种植结构发展规划以“因地制宜，发挥当地优势，发展特色经济”为原则，按照灌区气候、土地适宜性等特点，制定种植结构发展规划。根据《西藏自治区“十三五”时期农牧发展规划》、《日喀则市“十三五”时期农牧发展规划》、《南木林县农牧发展规划》，结合已批复的《西藏自治区湘河流域综合规划》，拟建湘河水利枢纽下游河床两岸灌区在适当发展粮食作物种植面积、保证粮食安全的前提下，继续扩大经济作物的种植比例，发展特色农业，如大力发展马铃薯规模种植等。灌区种植结构发展规划见表 2.1-2。

湘河水利枢纽下游河床两岸灌区种植结构发展规划表

表 2.1-2 单位：亩

灌区	项目	耕地							耕地	草地	林地	合计
		青稞	春小麦	豆类	油菜	马铃薯	青饲料	小计				
拉岗干渠	面积	1155	231	99	396	1254	165	3300	3300	900	300	4500
	占农作物%	35	7	3	12	38	5	100				
	占灌区%	25.7	5.1	2.2	8.8	27.9	3.7	73.3	73.3	20	6.7	100
卡萨干渠	面积	945	189	81	324	1026	135	2700	2700	100	0	2800
	占农作物%	35	7	3	12	38	5	100				
	占灌区%	33.8	6.8	2.9	11.6	36.6	4.8	96.4	96.4	3.6	0	100
班宗干渠	面积	3115	623	267	1068	3382	445	8900	8900	1000	600	10500
	占农作物%	35	7	3	12	38	5	100				
	占灌区%	29.7	5.9	2.5	10.2	32.2	4.2	84.8	84.8	9.5	5.7	100
央村干渠	面积	5390	1078	462	1848	5852	770	15400	15400	1000	1900	18200
	占农作物%	35	7	3	12	38	5	100				
	占灌区%	29.6	5.9	2.5	10.2	32.2	4.2	84.6	84.6	5.5	10.4	100
昂加干渠	面积	770	154	66	264	836	110	2200	2200	1200	30	3430
	占农作物%	35	7	3	12	38	5	100				
	占灌区%	22.5	4.5	1.9	7.7	24.4	3.2	64.1	64.1	35	0.9	100
山边干渠	面积	1715	343	147	588	1862	245	4900	4900	1800	200	6900
	占农作物%	35	7	3	12	38	5	100				
	占灌区%	24.9	5	2.1	8.5	27	3.6	71	71	26.1	2.9	100
聂仓普鲁干渠	面积	2765	553	237	948	3002	395	7900	7900	6200	100	14200
	占农作物%	35	7	3	12	38	5	100				
	占灌区%	19.5	3.9	1.7	6.7	21.1	2.8	55.6	55.6	43.7	0.7	100
艾玛岗干渠	面积	15330	3066	1314	5256	16644	2190	43800	43800	4900	15500	64300
	占农作物%	35	7	3	12	38	5	100				
	占灌区%	23.8	4.8	2	8.2	25.9	3.4	68.1	68.1	7.6	24.3	100
合计	面积	31150	6230	2670	10680	33820	4450	89000	89000	7200	28600	124900
	占农作物%	35	7	3	12	38	5	100				
	占灌区%	24.9	5	2.1	8.6	27.1	3.6	71.3	71.3	5.8	22.9	100

2.1.6.2 灌溉制度

湘河流域目前无灌溉试验站，本次灌溉制度根据《西藏自治区农业综合开发“十五”计划及 2015 年中长期发展规划》、参考《夏布曲流域综合规划》、《拉洛水利枢纽及配套灌区工程初步设计报告》、《西藏自治区日喀则地区南木林县艾玛岗灌区续建配套

与节水改造工程初步设计报告》、《西藏自治区日喀则地区南木林县热当乡热嘎干渠工程初步设计报告》、《西藏自治区日喀则地区南木林县卡孜乡聂仓干渠灌溉工程初步设计报告》等报告。在搜集整理该地区及邻近地区灌溉实验资料的基础上，结合当地丰产灌水经验，制定湘河水利枢纽下游河床两岸灌区的灌溉制度。

根据当地的气候条件、土壤条件、种植结构、耕作经验等，湘河灌区耕地的灌水时间为4月上旬、中旬，5月上旬、中旬、下旬，6月上旬、中旬、下旬，7月中旬、下旬，8月下旬，9月中旬，11月上旬。林草地灌溉时间为4月下旬，6月上旬，12月上旬。湘河水利枢纽下游河床两岸灌区的灌溉制度（耕地灌溉保证率为75%，林草地灌溉保证率为50%）见表2.1-3。

灌区灌溉制度表

表 2.1-3 单位：m^3/亩

日期		灌水定额						
月	旬	青稞	春小麦	马铃薯	豆类	油菜	林地	草地
3	上	0	0	0	0	0	0	0
	中	0	0	0	0	0	50	50
	下	0	0	0	0	0	0	0
4	上	60	60	0	0	0	0	0
	中	0	0	60	50	50	0	0
	下	0	0	0	0	0	50	50
5	上	60	60	0	0	0	0	0
	中	0	0	50	50	50	0	0
	下	50	50	0	0	0	0	0
6	上	0	0	0	50	50	50	50
	中	50	50	60	0	0	0	0
	下	0	0	0	50	50	0	0
7	上	0	0	0	0	0	0	0
	中	50	50	0	50	50	0	0
	下	0	0	50	0	0	0	0
8	上	0	0	0	0	0	0	0
	中	0	0	0	0	0	0	0
	下	0	0	50	0	0	0	0
9	上	0	0	0	0	0	0	0
	中	0	0	40	0	0	0	0
	下	0	0	0	0	0	0	0
10	上	0	0	0	0	0	0	0
	中	0	0	0	0	0	0	0
	下	0	0	0	0	0	0	0
11	上	60	60	60	60	60	0	0
	中	0	0	0	0	0	0	0
	下	0	0	0	0	0	0	0
12	上	0	0	0	0	0	60	60
	中	0	0	0	0	0	0	0
	下	0	0	0	0	0	0	0
合计		330	330	370	310	310	210	210

2.1.6.3 灌区现状

湘河灌区现有 8 条干渠，情况为：左岸昂加干渠现状长度 8.03km，灌溉面积 0.32 万亩；山边干渠现状长度 4.96km，灌溉面积 0.55 万亩；聂仓普鲁干渠现状长度 9.5km，灌溉面积 1.26 万亩；艾玛岗干渠现状长度 20.1km（非保护区 0.5km、实验区 4.2km、缓冲区 4.1km、实验区 11.3km），灌溉面积 6.43 万亩。

右岸拉岗干渠现状长度 13.2km，灌溉面积 0.35 万亩；卡萨干渠现状长度 2.65km，

灌溉面积 0.15 万亩；班宗干渠现状长度 9.6km，灌溉面积 0.4 万亩；央村干渠现状长度 9.4km（非保护区 7.3km、实验区 2.1km），灌溉面积 0.94 万亩。

2.1.6.4 灌区范围与规模

灌区规划范围为湘河水利枢纽坝址以下至雅江汇合口湘河中下游河段河床两岸可供水库控灌的 12.49 万亩的宜垦土地，界于东经 88°30′～90°00′、北纬 29°19′～30°18′之间，灌区高程从 4050m 逐渐递减至 3840m。截止 2014 年底，该灌区已开发的灌溉土地面积为 10.41 万亩，虽然均为可灌溉土地，但由于湘河径流年内分配很不均匀，加之该灌区内的灌溉引水渠道大部分为群众自发修建的土渠，工程简陋，规模较小，修建标准低，渠道渗漏、淤积严重，部分渠道残缺不全，跑水现象严重，渠系建筑物及田间工程不配套，无控制水流措施等原因，湘河流域土地的灌溉保证率极低。遇干旱缺水年份，多数渠道取水很少或取不到水，大面积的耕地得不到有效灌溉，林地、草地更是得不到灌溉用水，农作物和饲草料的产量很低。

2011 年 1 月由西藏自治区水利规划勘测设计研究院编制的《湘河流域综合规划报告》，进一步对湘河水利枢纽以下灌区从湘河干流引水的可能性进行了分析研究，《湘河流域综合规划报告》确定的基本开发方案为在南木林县达那乡甲措藏布和拉布藏布干流交汇部位下游约 3.7km 的湘河河段修建调节水库，下游配套建设灌区工程，对水库下游河床两岸的灌区进行灌溉。

综合湘河流域规划及咨询意见和本次设计对灌区水土资源的平衡分析，确定灌区灌溉水源为湘河。灌区水源来自拟建设的湘河中游段湘河水利枢纽。经对灌区地表水及地下水水质分析，根据现行国家标准《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）的规定，均符合灌溉水质的要求。

根据灌区的实际情况，灌区属于干旱地区，按《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288-99），确定农作物灌溉设计保证率为 75%，林草灌溉设计保证率为 50%。

湘河水利枢纽下游河床两岸灌区由湘河水利枢纽下放灌溉用水，通过河床两岸的分级引水干渠取水，现状灌溉面积 10.41 万亩（耕地 6.82 万亩，林地 2.86 万亩，草地 0.72 万亩）。各干渠地类与灌溉作物情况见表 2.1-4。

湘河灌区灌溉面积分干渠统计表

表 2.1-4 单位：万亩

各干渠名称		新增面积（万亩）				改善和维持面积（万亩）				总灌溉面积（万亩）
		耕地	林地	草地	小计	耕地	林地	草地	小计	
拉岗干渠		0.10	0.00	0.00	0.10	0.23	0.09	0.03	0.35	0.44
卡萨干渠		0.13	0.00	0.00	0.13	0.14	0.01	0.00	0.15	0.28
班宗干渠		0.65	0.00	0.00	0.65	0.24	0.10	0.06	0.40	1.05
央村干渠	改善	0.88	0.00	0.00	0.88	0.18	0.03	0.01	0.22	1.1
	维持	-	-	-	-	0.48	0.16	0.09	0.72	0.72
	小计	0.88	0.00	0.00	0.88	0.66	0.19	0.10	0.94	1.82
右岸小计		1.75	0.00	0.00	1.75	1.27	0.39	0.19	1.85	3.59
昂加干渠		0.02	0.00	0.00	0.02	0.20	0.12	0.003	0.32	0.35
山边干渠		0.14	0.00	0.00	0.14	0.35	0.18	0.02	0.55	0.69
聂仓普鲁干渠		0.17	0.00	0.00	0.17	0.62	0.62	0.01	1.26	1.43
艾玛岗干渠	改善	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.14	0	0.42	0.42
	维持	-	-	-	-	4.1	1.41	0.5	6.01	6.01
	小计	0.00	0.00	0.00	0.00	4.38	1.55	0.49	6.43	6.43
左岸小计		0.33	0.00	0.00	0.33	5.55	2.47	0.52	8.56	8.90
合计		2.08	0.00	0.00	2.08	6.82	2.86	0.72	10.41	12.49

现状灌溉面积中，维持保护区内现状灌溉面积 6.74 万亩，其中耕地 4.58 万亩，林地 1.57 万亩，草地 0.59 万亩）。总控灌溉面积 12.49 万亩，其中新增灌溉面积 2.08 万亩（全部为保护区外耕地）。湘河灌区与自然保护区的灌溉面积关系见表 2.1-5。

湘河灌区与自然保护区的灌溉面积关系表

表 2.1-5

所属区	灌区	新增面积（万亩）				改善和维持面积（万亩）				总灌溉面积（万亩）
		耕地	林地	草地	小计	耕地	林地	草地	小计	
保护区以外（改善面积）	上游 6 条干渠	1.20	0	0	1.2	1.78	1.12	0.13	3.03	4.23
	央村干渠	0.88	0	0	0.88	0.18	0.03	0.01	0.22	1.1
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	0.28	0.14	0	0.42	0.42
	合计	2.08	0	0	2.08	2.24	1.29	0.14	3.67	5.75
实验区（维持面积）	央村干渠	0	0	0	0	0.14	0.12	0.07	0.33	0.33
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	1.38	0.47	0.23	2.08	2.08
	合计	0	0	0	0	1.52	0.59	0.3	2.41	2.41
缓冲区（维持面积）	央村干渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	0.97	0.33	0.11	1.41	1.41
	合计	0	0	0	0	0.97	0.33	0.11	1.41	1.41
核心区（维持面积）	央村干渠	0	0	0	0	0.34	0.04	0.02	0.4	0.4
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	1.75	0.61	0.16	2.52	2.52
	合计	0	0	0	0	2.09	0.65	0.18	2.92	2.92
总计		2.08	0	0	2.08	6.82	2.86	0.72	10.41	12.49
其中保护区（维持面积）		0	0	0	0	4.58	1.57	0.59	6.74	6.74

湘河灌区外下游有黑颈鹤自然保护区，工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，

将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变保护区内已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。

设计水平年 2030 年，工程每年可提供灌溉水量 0.69 亿 m^3、人畜饮水 213 万 m^3 和工业用水 496 万 m^3，湘河灌区各类用水情况见表 2.1-6。

湘河灌区各类用水情况一览表

表 2.1-6

灌区名称			灌溉范围（万亩）	现状水量 P=75%			设计水平年水量 P=75%		
				灌溉	人畜	工业	灌溉	人畜	工业
湘河左岸	昂加灌区		0.35	156.89	3.77	2.36	166.29	6.02	12.81
	山边灌区		0.69	270.24	10.37	1.33	317.77	16.86	7.2
	聂仓普鲁灌区		1.43	573.07	13.79	8.51	635.25	22.06	46.13
	艾玛岗灌区	保护区外	0.42	249.87	9.47	7.46	249.87	32.27	139.51
		保护区内	6.01	3595.84	28.41	22.38	3595.84	28.41	22.38
		小计	6.43	3845.71	37.88	29.84	3845.71	60.68	161.89
湘河右岸	拉岗灌区		0.44	172.79	27.16	12.43	208.44	42.85	67.47
	卡萨灌区		0.28	82.83	4.5	0.04	128.4	7.32	0.22
	班宗灌区		1.05	192.48	3.51	35.65	463.66	5.69	193.4
	央村灌区	保护区外	1.1	139.63	13.16	0.54	740.14	32.10	6.47
		保护区内	0.72	432.55	19.73	0.80	432.55	19.73	0.80
		小计	1.82	572.18	32.89	1.34	1172.7	51.83	7.27
合计		保护区外	5.76	1837.8	85.73	68.32	2909.83	136.7	370.61
		保护区内	6.73	4028.39	48.14	23.18	4028.39	76.61	125.78
		总计	12.49	5866.19	133.87	91.5	6938.22	213.31	496.39

2.1.7 相关工程介绍

2017 年 8 月，国家林业局中南林业调查规划设计院编制了《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划》（2018-2025），相关工程如下。

2.1.7.1 补水范围

生态保护与修复范围为日喀则市拉孜县至南木林县大竹卡镇雅鲁藏布江中游河谷地带，总面积 22040hm^2。涉及南木林县的河滩植被及沙化土地植被修复为 4329hm^2，该部分面积分布于艾玛岗灌区东南方向，雅鲁藏布江北岸顺流而下去往大竹卡方向，高程范围在 3800m～3835m 之间;涉及桑珠孜区的河滩植被及沙化土地植被修复为 5714hm^2，该部分面积分布于央村干渠末端西南方向，雅鲁藏布江北岸溯流而上去往日喀则方向，高程范围在 3825m～3860m 之间。

该区域由于全球气候变化以及项目区干旱等自然原因，以及人类活动干扰，使保护区湿地周边土地上的植物如砂生槐、苜蓿草、披碱草等遭到破坏，湿地周边土地沙化严

重，有的形成了沙丘。草场、湿地的退化，导致黑颈鹤的栖息地减小、环境质量下降，通过自然修复的方式在短期内难以有效恢复，必须借助人工促进方式进行恢复，而进行人工恢复需要水源补给方能实现。

艾玛岗干渠、央村干渠设计引水流量中，考虑该两部分区域的生态补水流量，10043hm^2 补水范围内的补水工程措施由自治区单独考虑，不纳入本次工程投资。

2.1.7.2 补水需求

雅鲁藏布江中游河谷为国家一级保护动物黑颈鹤的主要冬居地。黑颈鹤越冬时夜间一般在河流、湖泊湿地附近松软的沙窝和稀疏避风的灌丛间栖息。一般情况下早上9点～10点飞离栖息地，到农田与沼泽地觅食，晚上7点～8点返回栖息地。

艾玛岗灌区、央村灌区周边涉及的自然保护区缓冲区和核心区，是黑颈鹤重要的栖息地。根据国家林业总局中南林业调查规划设计院编制的《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划》（2018-2025），该区域由于全球气候变化和干旱等自然原因，以及人类活动干扰，使保护区湿地周边土地上的植物如砂生槐、苜蓿草、披碱草等遭到破坏，湿地周边土地沙化严重，有的甚至形成了沙丘。草场、湿地的退化，导致黑颈鹤的栖息地减小、环境质量下降，通过自然修复的方式在短期内难以有效恢复，必须借助人工促进方式进行恢复。

河流两边的河滩地，主要由河床冲积物（主要为粗砂和砾石）组成，几乎没有植被覆盖，只有少数区域生长着一些灌草类植被如砂生槐等。随着过度放牧等活动的破坏，湿地附近土地逐渐变成沙化土地，形成流动沙地及裸沙地，沙化现象不断严重，必须对其进行固沙和植被恢复。

该规划提出的植被修复建设目标为：通过对不同功能区和不同地形地貌的土地进行不同方式的人工造林及禁牧封育，让退化的湿地得到恢复，被破坏的草场得到修复，沙化土地得到修复，湿地周边土地植被覆盖得到恢复，区域生态环境得到明显改善，林草植被的水土保持功能和水源涵养能力大大加强，栖息地质量与生态系统承载能力显著提高，为黑颈鹤生存提供良好的植被环境。

2.1.7.3 补水水量

根据上述植被恢复的实际需求，《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划》（2018-2025）主要考虑植被恢复生长期的补水，该区域设计生态补水保证率 P=50%情况下的生态补水需水量为 4530 万 m^3。

2.1.8 项目组成

西藏湘河水利枢纽及配套灌区项目由主体工程、施工辅助工程和其它工程组成，其中水利枢纽主体工程由大坝、泄洪洞、引水系统、发电厂房等组成。项目组成见表 2.1-7。

项目主要组成一览表

表 2.1-7

分类	项目名称	主要建设内容
水利枢纽建筑物主体工程(永久	大坝	挡水建筑物选定为碾压式沥青混凝土心墙砂砾石坝，坝顶高程 4104.00m，坝顶长度 520.0m，最大坝高 51.0m。
	溢洪道	溢洪道总长 387.14m，包括进水口段，控制段、陡槽段、消力池段和海漫段。
	发电引水建筑物	有压引水隧洞全长 268.25m（进洞点至出洞口处），洞内引用流量 120.8m^3/s，最大流速 3.23m/s。在岔管段 0+392 分一直径为 1.2m 的支管作为生态流量管，流量管全长 96m。进水口采用分层取水的叠梁式闸门，孔口尺寸 7×34m，3m 分层共 12 节
	发电厂房	发电厂房为引水式地面厂房，布置在坝轴线下游约 170m 的河床部位，厂内布置有四台立轴混流式发电机组，总装机容量 4×10MW。
	导流泄洪洞	导流泄洪洞总长 841.27m，布置于左岸山体内发电洞左侧，由导流洞后期改造为无压泄洪洞。
灌区建筑物主体工程（永久）	干渠	干渠 8 条，全长 82.9km，其中左岸 4 条，总长 41.21km，右岸 4 条，总长 41.63km。
	支渠	支渠 1 条，全长 2.76km。
	斗渠农渠	斗渠、农渠共 76 条，总长度 66.47km。
	取水枢纽	取水枢纽 6 座，包括无坝取水方案和有坝取水方案。无坝取水方案布置 5 座 2 孔冲砂闸，有坝取水方案布置 1 座取水枢纽。
施工辅助工程	施工导流	水利枢纽施工导流采用围堰一次拦断河床、隧洞泄流的导流方式。导流隧洞利用大坝泄洪洞，上游土石围堰与大坝结合布置。 灌区导流建筑物采取土石围堰，迎水面采用编织袋填土堆筑。围堰布置在建筑物基础四周，堰体高度 1.5m，堰顶宽度 2m。
	施工交通	水利枢纽区施工将坝区右岸 S203 省道及坝区左岸乡村公路作为场内施工道路。同时需改建公路 13.34km，新建 6.0km 的施工临时道路，场内新建道路为碎石路面，路基宽 5.5km、路面宽 4.5m 或路基宽 7.5m、路面宽 6.0m。 灌区共布置场内交通道路总长为 117.28km，其中新建交通道路 107.19km，改建乡村道路 10.09km，均为砂石路面。
	施工工厂	水利枢纽区规划设置四个施工区，包括枢纽右岸大坝施工区、右岸综合施工区、左岸厂洞施工区、左岸骨料筛分区。枢纽右岸大坝施工区和枢纽左岸厂洞施工区各布置 1 套骨料加工系统和混凝土拌合站。 灌区工程共设置 15 个施工区，砂石料从 3 处料场开采，开采时需进行冲洗，在各干支渠施工区内将设置混凝土加工系统。
	施工营地	水利枢纽工程位于右岸综合施工区，分为两个区即 1#综合生产加工区和 2#综合生产加工区。 灌区工程共 15 处，每个工区设置施工营地。
	弃渣场	工程弃渣总量 130 万 m^3，枢纽工程共布置 3 处弃渣场，其中 3#弃渣场位于湘河左岸二级阶地，占地 5hm^2、不在库区内，1#、2#弃渣场位于水库库区，占地分别为 7.73hm^2 和 6.93hm^2。 灌区内共设 3 处弃渣场，分别布设于取水口和干渠沿线，占地面积共 5.57hm^2。

分类	项目名称	主要建设内容
	取料场	水利枢纽工程共设置 4 处，其中填筑料场 1 处（坝址下游 1.2km）、块石料场 1 处（坝址右岸下游 2.7km 处）、砂砾石料场 1 处（库区，坝址上游左岸 1.7km）、碱性骨料场 1 处（坝址上游 30km 处）。 灌区工程设置料场 3 个，其中砂砾料场 2 个，块石料场 1 个。
移民安置、库底清理、专项复建	移民安置	水库淹没涉及涉及 6 个自然村，规划水平年共有 136 户 697 人需要搬迁，移民规模较大。考虑出乡本县远迁到卡孜乡进行安置，规划调整生产用地 2460 亩。移民安置点不涉及自然保护区和其它环境敏感区。
	库底清理	现有构筑物清理、林木清理、卫生清理等
	交通	淹没涉及南申公路、南热公路等地方道路桥梁
	电力	淹没影响 35kV、10kV 等输电线路
	电信	淹没影响移动、电信等通信线路
环保工程	水环境	施工期砂石料冲洗废水、混凝土冲洗废水均通过混凝沉淀处理后回用。 含油废水经隔油沉砂池处理后用于施工场地洒水降尘。 施工期生活污水经成套污水处理设备处理处置以后回用不外排。 运行期设置生活污水处理设施。
	陆生生态	工程布置已避开保护区占用。 施工时间选择避开黑颈鹤的越冬时间。 进一步优化施工方案、场地布置等，施工区域控制在征地范围内。 合理安排施工期，减少对动物的影响。 施工结束后选用乡土植物种类进行植被恢复。
	水生生态	湘河水利枢纽和央玛取水枢纽下泄生态流量，其中 6～7 月下泄不小于多年平均流量的 30%、5 月下泄不小于 20%，其余月份下泄不小于 17.2%。 湘河水利枢纽进水口采用叠梁门分层取水。 湘河水利枢纽和央玛取水枢纽分别建设鱼道和鱼坡进行过鱼。 除湘河水利枢纽和央玛取水枢纽外，湘河其它河段维持现状不开发。
	固体废物	工程施工期、运行期和移民安置区的生活垃圾定期运至南木林县垃圾卫生填埋场进行集中处理。

2.1.9 工程总布置及主要建筑物

2.1.9.1 工程及主要建筑物级别

湘河水利枢纽工程位于西藏日喀则市南木林县境内的雅鲁藏布江左岸一级支流湘河中下游段，距日喀则市约 91km，距拉萨市约 323km。是一座以灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电的大型水利枢纽工程。水库总库容 1.156 亿 m^3，电站装机容量 40MW，枢纽由大坝、泄洪洞、引水系统、发电厂房等组成。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2000），按库容指标工程为Ⅱ等；按灌溉面积指标工程为Ⅲ等；按供水工程指标工程为Ⅳ等；按装机容量指标工程为Ⅳ等。取最高等别确定工程为Ⅱ等大（2）型工程。

大坝、泄洪建筑物等主要建筑物为 2 级建筑物。引水发电系统、电站厂房挡土墙、护岸次要建筑物为 3 级建筑物。围堰等临时建筑物为 4 级。

湘河枢纽大坝两岸边坡、泄洪洞进水口和出口边坡、溢洪道边坡、电站厂房边坡等

均为3级边坡。

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）本工程合理使用年限为50年。本工程大坝、泄洪洞和溢洪道等永久建筑物的合理使用年限50年。枢纽工程泄洪洞等建筑物上的闸门合理使用年限30年。

2.1.9.2 湘河水利枢纽

枢纽建筑物由防渗心墙土石坝、溢洪道、泄洪洞、湘河电站、电站厂房等组成。

大坝防浪墙顶高程4105.2m，坝顶面高程为4104.00m，大坝坝高51.0m，坝顶轴线长520.0m，顶宽8m。

上游部分坝体结合围堰，围堰顶高程4070.0m，顶宽8m。上游坝坡1∶2.25，在高程408700m设一宽2.0m马道;下游坝坡1∶2.25,在高程4089.00m、4074.00m及4059.00m处各设一宽2.0m马道。

溢洪道总长387.14m，包括进水口段，控制段、陡槽段、消力池段和海漫段。进水口为喇叭形进水渠，开挖形成，渠底高程为 4087.0m，渠中心轴线长 76.88m，渠宽由51m渐变至18m，外侧（靠山）转弯34度，半径59m，为混凝土衡重式挡墙；内侧（靠大坝）转弯57度，半径14m，为混凝土衡重式挡墙，与大坝防渗心墙连接，墙高为17m，墙顶宽1.0m，底宽5.02m，控制段为WES堰，WES堰前设平板检修闸门两孔，空口尺寸为8m×12m，WES堰堰顶高程4091.00m，堰宽 m，采用两孔8m×9m（宽×高）的弧形闸门控制，中间闸墩厚2.0m。堰后接陡槽段，长114.88m，宽18m。溢洪道泄槽断面为衡重式，墙高5.5m，墙顶宽0.5m，墙底宽0.9m，槽宽18m。陡槽后采用线接消力池，消力池水平投影81.62m，池深5.0m，池宽22m，消力池后接海漫，海漫长72.92m。

导流泄洪洞总长841.27m，布置于左岸山体内发电洞左侧，由导流洞后期改造为有压泄洪洞。泄洪洞包括进口引水渠道铺盖段、引水渠道段、有压短洞段、竖井段、洞身段，消力池及海漫段等。引水渠铺盖段长132.18m，平面布置为喇叭口形，底板高程为4058.00m，进口引水渠道铺盖段后接竖井闸室控制段，闸室控制段尺寸为16.2m，内设平板检修和工作闸门各一扇，孔口尺寸为6m×8m和6m×5m，竖井段后接洞身段，洞身为6×8m的城门洞形，坡降i=1：50，洞身段长390.15m，隧洞衬砌采用60cm的钢筋混凝土，洞身段后接消力池段，消力池段水平投影长75.1m，池深为5.0m、宽15m，池后接216.84m长的海漫。

发电洞总长由铺盖段、进水口、引水隧洞、钢管段、岔管段五部分组成。进水口采用分层取水的叠梁式闸门、拦污栅与闸门井联结成整体的岸塔式进口，塔高57.15m，底

板高程 4066.00m，长 59.67m，呈喇叭口形。进水口采用分层取水的叠梁式闸门、拦污栅与闸门井联结成整体的岸塔式进口，塔高 57.15m，底板高程 4066.00m，长 17.75m，井内设 1m 一节的叠梁式闸门、7m×7m 活动式拦污栅和一孔 7m×7m 的工作闸门，检修平台高程和坝顶高程齐平为 4104.00m，其上布置叠梁式闸门、拦污栅、工作闸门固定卷扬启闭机及对外交通桥。有压引水隧洞全长 268.25m（隧洞出口），由上平洞段，龙抬头段，下平洞段，岔管段组成，结构为直径 7m 的圆形断面。洞内引用流量 120.8m^3/s，最大流速 3.23m/s，全洞采用 0.6m 厚钢筋混凝土衬砌。

发电厂房为引水式地面厂房，布置在坝轴线下游约 170m 的河床部位，布置有四台混流式发电机组，总装机容量 4×10MW。

由于本工程的修建而形成的边坡破坏对修建的工程安全有影响的边坡有导流泄洪洞进出口边坡，溢洪道边坡和厂房边坡。

本工程场内交通布置永久道路 4 条，1#道路为右岸上坝公路，为混凝土路面，路基宽度 10m，长度为 712m。2#道路为进厂道路，路基宽度为 10m，采用 C20 混凝土路面，长度 435m；3#道路为坝顶去发电洞和泄洪洞控制塔的管理道路，路基宽度 10m，长度为 165m，采用 C20 混凝土路面；4#道路为左岸上坝公路，路基宽 4.5m，长度 905m，为混凝土路面。

2.1.9.3 灌区工程

一、总体布置

灌区工程布置由取水枢纽工程（包括无坝取水方案和有坝取水方案）、干渠工程、支渠工程、渠系建筑物工程、田间工程等工程组成。布置 6 座取水枢纽（含 1 座有坝取水枢纽和 5 座无坝取水口），8 条干渠，1 条支渠，斗农渠 76 条。

取水枢纽 6 座。包括无坝取水方案和有坝取水方案。无坝取水方案共设 5 座取水口，布置 2 孔冲砂闸，后设护底、护坦、1 孔进水闸，后接引水渠道。上游侧设导墙、挡墙；有坝取水方案采用低坝引水方案，布置 1 座取水枢纽（央玛取水枢纽），溢流坝高度 4.0m，坝长 620.0m。取水枢纽由溢流坝、冲砂闸、进水闸组成。溢流坝结构型式为浆砌石外包钢筋混凝土，上游设防渗铺盖、挡墙，下游设消力池、海漫、挡墙。冲砂闸左右岸各设两孔进行排砂，后设消力池、海漫。进水闸左右岸各设一孔，后接引水渠道。取水枢纽上、下游各布置防洪堤。

湘河灌区共布置 8 条干渠，全长 82.9km。其中昂加干渠长 11.03km（其中升级改造 8.03km，新建 3km），控灌面积 0.35 万亩，渠首设计引用流量 0.17m^3/s；山边干渠长

6.23km（其中升级改造 4.96km，新建 1.27km），控灌面积 0.69 万亩，渠首设计引用流量 0.32m^3/s；聂仓普鲁干渠长 15.95km（其中升级改造 9.5km，新建 6.45km），控灌面积 1.43 万亩，渠首设计引用流量 0.64m^3/s；艾玛岗干渠长 8.00km（现有取水口以上非保护区内新建，保护区内灌渠维持现状），控灌面积 6.43 万亩，渠首设计引用流量 5.59m^3/s（流量含生态补水面积 4329hm^2）；拉岗干渠长 17.29km（其中升级改造 13.2km，新建 4.09km），控灌面积 0.44 万亩，渠首设计引用流量 0.19m^3/s；卡萨干渠长 3.41km（其中升级改造 2.65km，新建 0.76km），控灌面积 0.28 万亩，渠首设计引用流量 0.12m^3/s；班宗干渠长 13.73km（其中升级改造 9.60km，控灌面积 1.05 万亩，新建 4.13km），渠首设计引用流量 0.47m^3/s；央村干渠长 7.26km（非保护区内升级改造，保护区内灌渠维持现状），控灌面积 1.82 万亩，渠首设计引用流量 4.22m^3/s（流量含生态补水面积 5714hm^2）。各干渠控灌面积等主要特性见表 2.1-8。

各干渠控灌面积等主要特性表

表 2.1-8

灌区名称		干渠名称	现状灌区		本工程			
			长度	控灌面积（万亩）	长度	控灌面积（万亩）	流量（m^3/s）	支渠数量（条）
湘河左岸	昂加灌区	昂加干渠	8.03km	0.32	11.03km，其中升级改造 8.03km，新建 3km	0.35	0.17	0
	山边灌区	山边干渠	4.96km	0.55	6.23km，其中升级改造 4.96km，新建 1.27km	0.69	0.32	1
	聂仓普鲁灌区	聂仓普鲁干渠	9.5km	1.26	15.95km，其中升级改造 9.5km，新建 6.45km	1.43	0.64	0
	艾玛岗灌区	艾玛岗干渠	20.1km，其中非保护区 0.5km、实验区 4.2km、缓冲区 4.1km、实验区 11.3km	6.43	8.00km（现有取水口以上非保护区内新建），保护区内灌渠维持现状	6.43	5.59	0
湘河右岸	拉岗灌区	拉岗干渠	13.2km	0.35	17.29km，其中升级改造 13.2km，新建 4.09km	0.44	0.19	0
	卡萨灌区	卡萨干渠	2.65km	0.15	3.41km，其中升级改造 2.65km，新建 0.76km	0.28	0.12	0
	班宗灌区	班宗干渠	9.6km	0.4	13.73km，其中升级改造 9.60km，新建 4.13km	1.05	0.47	0
	央村灌区	央村干渠	9.4km，其中非保护区 7.3km、实验区 2.1km	0.94	7.26km（非保护区内升级改造），保护区内灌渠维持现状	1.82	4.22	0
合计			77.44km	10.4	82.9km	12.49	11.72	1

左岸第 1 级昂加干渠宽×高范围为：0.5m×0.64m～0.3m×0.43m；左岸第 2 级山边干

渠宽×高范围为：0.9m×0.95m～0.5m×0.55m；左岸第 3 级聂仓普鲁干渠宽×高范围为：1.1m×1.34m～0.7m×0.74m；左岸第 4 级艾玛岗干渠宽×高范围为：2.7m×2.8m～1.5m×1.56m。

右岸第 1 级拉岗干渠宽×高范围为：0.7m×1.04m～0.5m×0.58m；右岸第 2 级卡萨干渠宽×高范围为：0.6m×0.63m～0.3m×0.3m；右岸第 3 级班宗干渠宽×高范围为：1.0m×1.1m～0.6m×0.6m；右岸第 4 级央村干渠宽×高范围为：2.4m×2.59m～1.6m×1.68m。

其中，拉岗干渠引水钢管是从电站检修时的生态基流管引水，钢管长 55.22m、管径 0.3m，与生态基流管接头处高程为 4050.16m，与消力池接头处高程为 4056.65m。其余干渠均为从湘河干流无坝取水。

湘河灌区共布置 1 条支渠，总长 2.76km，其中升级改造 1.5km、新建 1.26km 布置在左岸山边干渠。控灌面积 0.32 万亩，引用流量 0.15m^3/s。

根据《灌区规划规范》（GB/T50509-2009）规定，结合西藏实际情况和湘河灌区特点，按控灌面积大于 3000 亩的划分为支渠；控灌面积大于 600 亩小于 3000 亩的命名为斗渠；控灌面积大于 60 亩小于 600 亩的命名为农渠。由干渠直接分出的斗渠、农渠共 76 条，总长度 66.47km 控灌面积 5.00 万亩，见表 2.1-9。

斗渠、农渠控灌情况表

表 2.1-9

支渠名称		斗农渠名称	桩号	长度（km）	控灌面积（万亩）	流量（m^3/s）
湘河左岸	昂加灌区	1#干农渠	2+120	1.21	0.052	0.026
		2#干农渠	3+965	0.46	0.02	0.01
		3#干农渠	4+630	0.38	0.035	0.018
		4#干农渠	6+249	0.36	0.02	0.01
		1#干斗渠	6+362	1.03	0.063	0.032
		2#干斗渠	7+717	0.54	0.076	0.038
		5#干农渠	9+753	1.12	0.049	0.024
		6#干农渠	11+030	0.38	0.025	0.013
		7#干农渠	11+030	0.54	0.007	0.004
		合计		6.02	0.347	0.175
	山边灌区	1#干农渠	0+107	1.23	0.055	0.026
		2#干农渠	0+998	0.49	0.029	0.014
		1#干斗渠	1+310	2.38	0.12	0.056
		2#干斗渠	4+793	1.25	0.087	0.041
		3#干农渠	6+231	0.8	0.051	0.024
		4#干农渠	6+231	0.83	0.025	0.012
		合计		6.98	0.367	0.32
	聂仓普鲁灌区	1#干斗渠	0+767	0.96	0.067	0.03
		2#干斗渠	1+185	0.92	0.112	0.05
		3#干斗渠	1+744	1.19	0.064	0.029
		1#干农渠	2+841	0.72	0.033	0.015
		4#干斗渠	3+206	0.42	0.063	0.028
		2#干农渠	4+319	0.3	0.009	0.004
		3#干农渠	5+141	0.48	0.036	0.016
		5#干斗渠	5+564	1.03	0.113	0.051
		6#干斗渠	6+315	1.24	0.175	0.079
		7#干斗渠	7+957	1.69	0.169	0.076
		8#干斗渠	11+214	2.7	0.28	0.126
		9#干斗渠	12+672	2.78	0.236	0.106
		4#干农渠	15+365	0.81	0.025	0.011
		5#干农渠	15+944	0.45	0.019	0.009
		6#干农渠	15+944	1.03	0.028	0.012
		合计		16.72	1.43	0.64
	艾玛岗灌区	1#干斗渠	0+794	1.02	0.088	0.038
		2#干斗渠	1+961	1.27	0.148	0.064
		3#干斗渠	3+555	0.74	0.089	0.039
		1#干农渠	4+025	0.98	0.049	0.021
		2#干农渠	4+996	0.72	0.047	0.02
		合计		4.73	0.421	0.182
4湘河右岸	拉岗灌区	1#干农渠	3+449	0.16	0.014	0.006
		2#干农渠	3+536	0.41	0.017	0.007
		3#干农渠	5+096	1.2	0.037	0.016
		4#干农渠	5+811	0.36	0.044	0.019
		5#干农渠	7+736	0.8	0.023	0.01
		6#干农渠	7+814	0.26	0.013	0.006

支渠名称		斗农渠名称	桩号	长度（km）	控灌面积（万亩）	流量（m^3/s）
		7#干农渠	8+423	0.38	0.005	0.002
		8#干农渠	9+124	0.19	0.004	0.002
		9#干农渠	9+336	0.41	0.004	0.002
		10#干农渠	9+658	1.57	0.038	0.016
		11#干农渠	11+105	0.57	0.03	0.013
		12#干农渠	13+053	0.42	0.019	0.008
		13#干农渠	13+504	1.16	0.044	0.019
		14#干农渠	14+383	0.55	0.055	0.024
		15#干农渠	15+108	0.44	0.032	0.014
		16#干农渠	15+701	0.83	0.038	0.017
		17#干农渠	16+872	0.3	0.013	0.006
		18#干农渠	17+285	0.36	0.009	0.004
		19#干农渠	17+285	0.16	0.005	0.002
		合计		10.53	0.44	0.19
	卡萨灌区	1#干农渠	0+736	0.17	0.052	0.022
		1#干斗渠	1+610	0.35	0.061	0.025
		2#干斗渠	1+963	1	0.075	0.031
		2#干农渠	2+363	0.32	0.02	0.008
		3#干农渠	3+199	0.64	0.026	0.011
		4#干农渠	3+406	0.75	0.033	0.014
		5#干农渠	3+406	1.32	0.013	0.005
		合计		4.55	0.28	0.12
	班宗灌区	1#干农渠	1+539	1.15	0.041	0.019
		1#干斗渠	2+500	1.89	0.285	0.128
		2#干斗渠	4+652	1.69	0.21	0.095
		2#干农渠	7+762	0.45	0.042	0.019
		3#干斗渠	8+411	0.69	0.153	0.069
		3#干农渠	10+415	0.35	0.023	0.01
		4#干农渠	11+168	0.59	0.049	0.022
		4#干斗渠	11+452	1.3	0.117	0.053
		5#干斗渠	13+095	0.81	0.067	0.03
		5#干农渠	13+734	0.59	0.037	0.017
		6#干农渠	13+734	0.6	0.023	0.01
		合计		10.11	1.05	0.47
	央村灌区	1#干农渠	0+200	0.92	0.059	0.027
		1#干斗渠	1+086	2.8	0.278	0.125
		2#干斗渠	3+333	1.89	0.345	0.155
		3#干斗渠	6+136	1.22	0.284	0.128
		合计		6.83	0.966	0.435
合计				66.47	5.00	2.25

渠系建筑物：干渠沿线总计布设渠系建筑物 376 座，其中左岸干渠布设 173 座；右岸干渠布设 203 座。包括：节制闸 80 座、分水闸 77 座、泄水闸 9 座、退水闸 1 座、渡槽 3 座、排洪槽 72 座、渠下涵 19 座、农桥 77 座、公路涵 34 座、陡坡 3 座、隧洞 1 条。支渠沿线总计布设渠系建筑物 8 座。包括：分水闸 4 座、排洪槽 1 座、农桥 3 座。

二、渠道纵断面设计

湘河左、右岸干渠主要为八个灌区输水。湘河左岸灌区海拔高程依次沿昂加灌区、山边灌区、聂仓普鲁灌区、艾玛岗灌区逐渐递减。渠首设计水位 4047.28m，渠道末端一带的地面高程在 3870m 左右。湘河右岸灌区海拔高程依次沿拉岗灌区、卡萨灌区、班宗灌区、央村灌区逐渐递减。渠首设计水位 4059.94m，渠道末端一带的地面高程在 3885m 左右。采取自下而上逐级推求，并计入渠系建筑物的局部水头损失，根据地形情况反复调整确定渠道纵坡。

三、渠道防渗横断面设计

现状扩建和改建渠道的基本情况：昂加、山边、聂仓普鲁、卡萨、班宗、央村干渠这 6 条干渠目前现状为土渠，已运行多年。拉岗干渠为原拉岗电站的引水渠道，目前拉岗电站已不再运行发电，拉岗渠道现状结构为浆砌石梯形渠道，已运行十多年，大部分渠段已破坏，渗漏严重。艾玛岗干渠是 2003 年修建，结构为浆砌石梯形渠道，目前已运行十多年，大部分渠段已破坏，渗漏严重。

由于灌区渠道基础主要座落在透水性强的砂砾卵石及碎块石上，而且灌溉面积大，渠道干渠长度 82.9km，为了节约水资源量，必须提高灌溉水利用系数，减少渠道输水损失，用以达到节水灌溉的目的，因此采取渠道防渗措施是必要的。渠道采取防渗可使渗漏量大幅度减少，有利于渠道的稳定；既降低了渠道糙率，又加快了输水速度；既延长了渠道使用寿命，又便于今后的维修管理。

（1）干渠衬砌型式

灌区渠道海拔较高，平均在 3500～4000m 左右，最大冻土深 67cm。渠道防渗本着因地制宜，防冻胀、造价低、稳定性好、运用安全等进行选择。拉岗干渠局部段采用浆砌石梯形断面型式（拉岗干渠桩号 7+720~8+329），局部段可以采用干砌石梯形断面型式（拉岗干渠桩号 14+031~15+347）。

昂加、山边、聂仓普鲁、卡萨、班宗干渠局部段可以采用干砌石梯形断面型式（昂加干渠桩号 10+018~11+030、山边干渠桩号 5+613~6+231、聂仓普鲁干渠桩号 2+927~3+748、13+902~15+944、卡萨干渠桩号 3+161~3+406、班宗干渠桩号 5+288~6+188）。干渠总长 82.9km，其中钢筋混凝土段有 74.28km，干砌石段有 8.01km，浆砌石段有 0.61km。

湘河灌区艾玛岗、央村干渠均不涉及自然保护区，渠道衬砌方式见表 2.1-10。

湘河灌区渠道衬砌方式

表 2.1-10

项目	桩号	长度（km）	型式
昂加干渠	0+000~10+018	10.02	钢筋混凝土
	10+018~11+030	1.01	干砌石
山边干渠	0+000~5+613	5.61	钢筋混凝土
	5+613~6+231	0.62	干砌石
聂仓普鲁干渠	0+000~2+927	2.93	钢筋混凝土
	2+927~3+748	0.82	干砌石
	3+748~13+902	10.15	钢筋混凝土
	13+902~15+944	2.04	干砌石
艾玛岗干渠	0+000~8+000	8.00	钢筋混凝土
拉岗干渠	0+000~7+720	7.72	钢筋混凝土
	7+720~8+329	0.61	浆砌石
	8+329~14+031	5.70	钢筋混凝土
	14+031~15+347	1.32	干砌石
	15+347~17+285	1.94	钢筋混凝土
卡萨干渠	0+000~3+161	3.16	钢筋混凝土
	3+161~3+406	0.25	干砌石
班宗干渠	0+000~5+288	5.29	钢筋混凝土
	5+288~6+188	0.90	干砌石
	6+188~12+683	6.50	钢筋混凝土
	12+683~13+734	1.05	干砌石
央村干渠	0+000~7+261	7.26	钢筋混凝土

（2）支渠衬砌型式

根据灌区支渠所经地质情况分析确定，灌区支渠全部采取防渗措施。支渠衬砌型式选择矩形断面钢筋混凝土衬砌。每隔 8 米设一伸缩缝，采用 652 止水带止水，沥青木板分缝。本方案中仅山边干渠布置 1 条支渠，2.76km。

（3）从干渠直接延伸的斗渠、农渠衬砌型式

本方案中直接从干渠延伸出的斗、农渠 76 条，总长 66.47km，为充分贯彻生态设计理念，采用干砌石衬砌。

（4）田间工程衬砌型式

为充分贯彻生态设计理念，田间工程采用土渠。

2.1.10 施工组织设计

2.1.10.1 枢纽工程

一、建筑材料

工程区天然建筑材料比较丰富。工程所需的块石料、砂砾石料及常规混凝凝土骨料可从坝区附近的料场开采，沥青混凝土骨料从日喀则采购，水泥、钢材等可从日喀则市、拉萨市采购。

主体工程沥青混凝土量 1.78 万 m^3，计临建工程和施工损耗，工程沥青混凝土总量为 1.91 万 m^3。共需沥青混凝土骨料 2.87 万 m^3，其中粗骨料 1.61 万 m^3，细骨料 0.90 万 m^3，矿粉 0.36 万 m^3，需加工有用层毛料 2.0 万 m^3（自然方）。

主体工程混凝土量 18.32 万 m^3，计临建工程和施工损耗，工程混凝土总量为 19.50 万 m^3。共需混凝土净料 30.74 万 m^3，其中粗骨料 21.11 万 m^3，细骨料 9.63 万 m^3，需加工有用层毛料 24.35 万 m^3（自然方）。工程设计填筑坝壳料、砂砾料约 219.97 万 m^3。

二、料场选择与开采

拉布藏布天然砂、砾石料场主要位于拉布藏布出口段河漫滩部位，坝址上游 1.7km，面积约 0.5km^2，枯水期地下水埋深 0.8～1.5m。砂、砾石料开采采用平面开采法施工，覆盖层采用 132kW 推土机剥离推至料场边缘，有用层开采完毕后，再将无用层推回到开采迹地。有用层采用推土机集堆，3m^3 挖掘机装 5～20t 自卸汽车运输。

达那填筑料场位于坝址下游约 1.2km，临江侧有乡级公路，可在公路上直接开采。料场覆盖层采用 88W 推土机剥离推至料场边缘，有用层开采完毕后，再将无用层推回到开采迹地。有用层采用推土机集堆，3m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车运输上坝。

达那块石料场位于坝址下游约 3km，地表覆盖层及无用层全部清除干净，有用层自上而下分层开采，气腿式手风钻钻孔，控制爆破，尽量提高大块石获得率，爆破后的石料人工拣集，然后用 3m^3 装载机装 10t 自卸汽车运至施工现场。料场位于河谷右岸，有 S204 公路，交通运输条件好。

则学藏布沥青混凝土碱性骨料开采场到坝址区有公路相通，运距约 30km。料场覆盖层采用 88W 推土机剥离推至料场边缘，有用层开采完毕后，再将无用层推回到开采迹地。有用层采用推土机集堆，3m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车运输至砂石料加工系统。

三、施工导截流

根据坝址区地形、地质条件及枢纽布置特点，由于大坝施工期不允许过水，施工导流采用围堰一次拦断河床、隧洞泄流的导流方式。导流隧洞利用大坝泄洪洞，上游土石围堰与大坝结合布置。

四、主体工程施工

（1）土石方明挖

覆盖层或碎石土，直接采用 1～2m^3 的挖掘机开挖，10～15t 自卸汽车运输出渣。

岩石开挖自上而下分台阶进行，台阶高度 6～10m，采用潜孔钻钻孔，边坡采用预裂爆破，建基面预留保护层，保护层开挖采用手风钻钻孔爆破。开挖料采用 1～2m^3 挖掘机装渣，15～20t 自卸汽车运输出渣。

（2）土石方洞挖

泄洪洞 (兼导流洞)、引水洞采用钻爆法开挖，多臂凿岩台车或手风钻钻孔爆破，中间掏槽、周边光面爆破，采用 0.5～1m^3 侧卸式装载机配 3～5t 自卸汽车出渣。钻爆开挖过程中及时跟进进行锚喷支护。

（3）填筑

坝壳料采用 20～25t 自卸汽车从砂砾料场运料上坝，进占法卸料，120HP 推土机铺平，心墙过渡料和反滤料铺层厚度 20cm，坝壳料铺层厚度 40～60cm，20～25t 振动碾碾压，顺坝轴线方向碾压。下游堆石区每填高 2～4m，采用挖掘机削坡至设计断面，然后人工砌筑块石护坡。

（4）基础处理

大坝帷幕灌浆选用地质钻机或快速钻钻孔，200/30 型灌浆机灌注。固结灌浆采用孔内循环法灌注，按分序加密原则，分两序施工。单孔孔深为 5m，可一次灌注。当漏量不大时，可 2～3 个孔并联灌注。灌浆水泥为强度等级 42.5 的普通硅酸盐水泥。

（5）混凝土浇筑

主要混凝土工程为隧洞衬砌、溢洪道、电站厂房、大坝混凝土基层及沥青混凝土心墙。隧洞衬砌及溢洪道主要采用泵送混凝土浇筑，进水口及电站厂房采用建筑塔机及履带吊浇筑，沥青混凝土心墙采用分层碾压浇筑。

（6）土石方平衡

枢纽工程区总开挖量为 171.62 万 m^3（含表土剥离），工程总填方量为 286.73 万 m^3（含覆土），弃渣总量 86.81 万 m^3（含剥离无用料），运往弃渣场集中堆至。共布置 3 处弃渣场，面积为 19.66hm^2（1#、2#弃渣场与库区重叠）。

五、施工交通

（1）对外交通

根据坝址附近现有交通条件，对外交通运输初拟公路为主、公路与铁路相结合的方

式。

施工交通条件较为方便，对外交通主要以 318 国道和 S203 省道为主，省道 S203 纵贯湘河流域干流，其它主要为乡村道路。

坝址区附近无铁路经过，目前最近的铁路中转站为日喀则火车站。大宗外来物资可通过铁路运至日喀则火车站转运。

（2）场内交通

本工程场内交通较为便利，可将坝区右岸 S203 省道及坝区左岸乡村公路作为场内施工道路。同时需改建 13.34km 的道路，改建公路要求与原道路宽度相同。新建 6.0km 临时道路，场内新建道路为碎石路面，临时道路路基采用宽 5.5m、路面宽 4.5m 或路基宽 7.5m、路面宽 6.0m。

六、施工布置

（1）施工区规划

本工程规划分别设置四个施工区，即枢纽右岸大坝施工区、右岸综合施工区、左岸厂洞施工区、左岸骨料筛分区。各工区情况如下：

枢纽右岸大坝施工区：主要负责沥青混凝土土石坝的骨料加工系统、沥青混凝土拌合站及沥青骨料堆放场等满足工程施工的要求。

枢纽左岸厂洞施工区：主要负责左岸发电隧洞、溢洪道、泄洪洞、厂房等施工的骨料加工系统、混凝土拌和站、钢筋综合加工厂等满足工程施工的要求。

左岸骨料筛分区：位于大坝左岸下游，湘河大坝下游 1.7km，地形平缓主要为滩地，高程 4090~4110m，与 1#临时公路相连。

右岸综合施工区：综合生产加工区分为两个区即 1#综合生产加工区和 2#综合生产加工区。各工区具体布置见施工总布置图。

（2）分区施工布置

① 沥青混凝土砂石加工系统

沥青混凝土的砂石加工系统与混凝土系统统一布置，系统布置在坝址上游右岸 1.0km，地面高程 4060～4073m，占地面积 0.3 万 m^2。

② 天然料砂石加工系统

天然料的砂石加工系统布置在坝址下游 1.7km、砂砾石料场右侧，地面高程 4090～4110m，占地面积 0.09 万 m^2。

③ 机械、汽车修配停放场

机械、汽车修配停放场布置在 2#综合生产加工区，紧临右岸施工道路，占地面积1800m^2。

④ 综合加工厂

综合生产加工区分为两个区即 1#综合生产加工区和 2#综合生产加工区，占地面积3900m^2。1#综合生产加工区规模较小包括综合仓库、施工营地以及办公生活区。2#综合生产加工区规模较大包括综合加工厂包括木材加工厂、钢筋加工厂、混凝土预制厂、综合仓库等。

⑤ 炸药库

布置在坝址右岸下游台地处距坝址约 1.8km 的山坳内与左岸施工道路相连，地面高程 4120.0m，占地面积 600m^2。

施工房建面积及占地面积见表 2.1-11。

施工房建面积及占地面积表

表 2.1-11

序号	项目	数量	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）
一	施工区			
1	砂石加工系统	1	300	900
2	沥青混凝土拌和厂	1	1000	3000
3	混凝土拌和站	1	800	2400
4	综合加工厂	2	1300	3900
5	机械修理及停放场	1	600	1800
6	综合仓库	2	1500	4500
7	施工营地	2	2000	6000
8	办公生活区	1	1000	3000
9	炸药仓库	1	200	600
10	金属结构安装厂	1	500	1500
11	沥青堆放场	2	500	1500
二	料场区			
	拉布藏布砂砾石料场	1		50000
	达那填筑料场	1		52500
	达那块石料场	1		130000
三	弃渣区			
1	1#弃渣场	1		77300
2	2#弃渣场	1		69300
3	3#弃渣场	1		49300
四	道路	1		
1	对外交通道路	1		
2	场内交通道路	1		27500
五	合计	1	9700	467500

七、施工总进度

湘河水利枢纽工程施工总工期 48 个月，工程筹建期 4 个月不计入总工期。工程自

第 2 年 1 月开始施工准备，至第 2 年 12 月泄洪洞（兼导流洞）具备过水条件，第 3 年 2 月初河道截流。第 3 年 5 月主体施工期开始，第 5 年 8 月大坝填筑至坝顶，第 5 年 5 月大坝开始蓄水，第 5 年 12 月湘河电站全部机组发电。第 6 年 1 月至 2 月，为工程完建期，主要完成施工场地清理、拆迁临时设施、恢复植被等项目，工程完工。

八、主要技术供应及劳动力

（1）材料

根据 2002 年《水利水电建筑工程预算定额》及有关工程资料进行计算，本工程主要材料耗用量为：水泥 7.0 万 t，木材 66m^3，钢材（含钢筋）1.84 万 t，油料 0.87t。总工日为 137.93 万工日。

（2）劳动力

根据施工总进度计划，按照 2002 年《水利建筑工程预算定额》和 2004 年《水利水电工程施工组织设计规范》有关规定进行计算，本工程施工期平均人数约 524 人，高峰施工人数约 1325 人。

（3）主要施工设备

主要施工机械设备见表 2.1-12。

主要施工机械设备表

表 2.1-12

序号	机械名称	规格	单位	数量
1	手风钻	YT28	台	15
2	潜孔钻	100 型	台	5
3	挖掘机	2m^3	台	5
		1m^3	台	6
4	侧卸式装载机	0.5～1m^3	台	4
5	推土机	80HP	台	3
		120HP	台	4
6	小型扒渣机		台	2
7	小型电瓶车		辆	4
8	自卸汽车	3～5t	台	20
		10～15t	台	25
		20～25t	台	15
9	振动碾	20～25t	台	6
10	冲击钻		台	15
11	抓斗		台	3
12	地质钻	300 型	台	3
		150 型	台	5
13	灌浆泵	TBW-250/50 型	台	2
		BW-100/100	台	4
14	通风机	110kw×2	台	1
		90kw×2	台	3

序号	机械名称	规格	单位	数量
15	混凝土搅拌运输车	3m^3	辆	15
16	汽车起重机	10t、40t	辆	6
17	平板车	20t	辆	5
18	履带吊	5t、10t	辆	3
19	沥青混合料摊铺机	XT120-95	台	1
20	振动碾	BW90AD	台	1
21	振动碾	BW120AD	台	2
22	装载机		台	1
23	附壁式塔机	3t、5t	台	4
24	混凝土泵	H30	台	11
25	搅拌站	HZS35	台	2

2.1.10.2 灌区工程

一、建筑材料

经调查，并参照西藏地区已建和在建工程经验，本工程建设所需的油料从南木林县城购买，木材从日喀则市场购买，水泥、钢材、炸药从拉萨市购买。

灌区工程所需的当地建筑材料主要为块石、碎石、砂等。主体工程混凝土用量约为14.04 万 m^3，其中干渠工程用量约 7.56 万 m^3，取水口工程混凝土用量约 4.44 万 m^3，支渠工程混凝土用量约 0.15 万 m^3，交叉建筑物工程混凝土用量约 1.89 万 m^3。浆砌块石用量约为 6.95 万 m^3，干砌石用量约为 5.97 万 m^3。

混凝土粗骨料约为 15.01 万 m^3，其中干渠工程 8.12 万 m^3，取水口工程 4.80 万 m^3，支渠工程 0.16 万 m^3，渠系建筑物工程 2.04 万 m^3；混凝土及浆砌石细骨料为 10.21 万 m^3，其中干渠工程 4.71 万 m^3，取水口工程 4.04 万 m^3，支渠工程 0.07 万 m^3，渠系建筑物工程 1.46 万 m^3。

二、料场选择与开采

灌区工程及渠系建筑物需混凝土骨料、回填料和块石料。共初查料场 3 个，其中砂砾料场 2 个，块石料场 1 个。昂加灌区、山边灌区所需的粗细骨料由如米-孔江砂砾料场供应；聂仓普鲁灌区、艾玛岗灌区、卡萨灌区、班宗灌区、央村灌区所需的粗细骨料由多角砂砾石料场供应。昂加灌区、山边灌区、聂仓普鲁灌区、艾玛岗灌区所、卡萨灌区、班宗灌区、央村灌区所需块石料由卡娃块石料场供应。灌区施工点分散，渠道沿线较长，灌区内干渠沿线及湘河河床内分布有大量的第四系冲洪积（Q^{al+pl}）砂砾石、砾石、碎石成份以花岗岩为主，可作为回填料，储量丰富，可就近采用。艾玛岗灌区料场的平均运距为 10km，央村灌区的平均运距为 5km，其它灌区料场的平均运距为 2km。

混凝土粗细骨料开采采用平面开采法施工，在料场建立骨料筛分系统，利用 3m^3 装

载机开挖装载，10～25t 自卸汽车运输至骨料筛分系统，进行骨料的生产。生产的各种粒径骨料分别堆放，利用 10～25t 自卸汽车将施工中所需的骨料运至施工点。取料前，应将表面覆盖层剥离清除。块石料开采拟采用手风钻打眼，人工装药爆破，块石料开采利用 YQ-150A 型潜孔钻进行深孔台阶爆破，由人工筛选符合设计要求的块石料，TY-180 推土机集渣，1.0m^3 挖掘机装 25t 自卸汽车运输至施工场地。爆破施工应符合有关安全规程。

综上所述，灌区砂砾料总储量约 2190 万 m^3，块石料总储量约 400 万 m^3，回填料储量丰富。各类料质量满足工程要求，开采便利。

三、施工导截流

主要建筑物导流采用分期围堰的导流方式，在主要建筑物基础施工前 10 天完成导流建筑物的修筑。需要导流设计的渠系建筑物共 94 座。其中排洪槽 72 座，过水渡槽排架 3 座，渠下涵 19 座。其它较小建筑物由于工程量较小，可在汛前或汛后修建，无需导流。

导流建筑物采取土石围堰，迎水面采用编织袋填土堆筑，以防止水流的冲刷，为防止堰体渗漏，在围堰编织土袋后部设土工膜一道，土工膜采用一布一膜。围堰布置在建筑物基础四周，堰体高度 1.5m，堰顶宽度 2m，外坡 1∶1.2，内坡 1∶1.2。

围堰填筑料由料场开采，0.5m 反铲挖掘机装 5t 自卸汽车运至施工现场，分层铺筑压实。编织袋填土由人工在现场装袋堆筑。

四、主体工程施工

（1）渠道工程

1）土方开挖

干渠土方开挖机械选择 1.0m^3 反铲挖掘机，采用一次基本开挖成断面，然后由人工进行修整，反铲挖掘机开挖方式纵向为一端开挖、两侧卸土，横向为由中心向两侧，先深后宽，分块分层的方式进行开挖。支渠断面尺寸较小，不宜采用机械开挖，主要采用人工开挖。

2）石方开挖

钻孔机械选择 YT25 型手持式风动钻，利用 1.0m^3 反铲挖掘机将爆破后的石渣开挖，5t 自卸汽车将弃料运至选定的弃渣场内。开挖时采取微量爆破，避免因爆破影响渠道边坡稳定。

（3）矩形渠道断面施工

① 渠道基槽施工

采用人工的方式将基槽修整为设计断面形式。在浇筑混凝土前应基岩面凿毛并冲洗干净。

② 渠身钢筋混凝土

混凝土搅拌采用 JG250 型移动式搅拌机拌和，手推车和拖拉机运输，溜槽入仓浇筑，插入式振捣器振捣，人工平仓，人工洒水养护。

③ 土方回填

回填料除利用开挖料外，不足部分由砂石料场取料，用 $3m^3$ 装载机装，10t 自卸汽车运至现场后，卸至填筑点，人工回填，蛙式夯实机夯实。

（2）渡槽施工

1）渡槽基础开挖

土方开挖采用人工配合小型挖掘机装 3t 自卸汽车进行开挖；岩石开挖采用 YT-28 手风钻钻孔，小药量松动爆破开挖，$6m^3/s$ 移动式空压机供风。开挖的合格土石回填料直接运至堆料场进行堆存以便回填利用。

2）混凝土施工

混凝土浇筑时，混凝土由 JZM350 搅拌机集中拌制，农用拖拉机水平运输，塔式起重机吊 $1m^3$ 砼罐进行垂直运输，混凝土入仓采用先中间后两端的方法进行入仓，从渡槽的中部开始向两端对称浇筑，均衡上升，每层浇筑厚度控制在 30～50cm 内。ZX-30 型软轴插入式振捣器及附着式振捣器捣实。

（3）隧洞施工

灌区工程共有 1 条隧洞，为左岸艾玛岗灌区 1#隧洞 5+874m 至 6+145m，隧洞开挖采用“短进尺、小药量”的控制爆破，手风钻钻孔爆破，周边孔采用小药量微差毫秒爆破。由小型矿车进行出渣，配备 3～5t 自卸汽车进行运输。衬砌混凝土洞外采用 $7m^3$ 混凝土搅拌车运输，洞内混凝土泵接力运输送入仓。

五、施工交通

（1）对外交通

施工交通条件较为方便，对外交通主要以 318 国道和 S203 省道为主，省道 S203 纵贯湘河流域干流，其它主要为乡村道路。湘河灌区左岸的灌区中部距南木林县约 20km，为 203 省道，黑色路面，宽约 5~6m；距日喀则约 42km。湘河灌区右岸的灌区中部距南木林县约 25km，为砂石路面；距日喀则约 20km。南木林县距日喀则市 76km，由 318

国道和 S203 省道连接，均为黑色路面。日喀则距拉萨约 270km，为 318 国道，黑色路面。

（2）场内交通

场内交通运输主要包括混凝土骨料和预制混凝土块的运输、土石方开挖、出渣及外来货物进场运输等，以上各种材料均采用中小型汽车运输。灌区的场内交通运输采用灌区已建永久公路和新建临时施工道路的方法解决，场内交通的布置原则为在灌区原有的乡村道路上进行改建。

203 省道沿湘河两岸修建，作为施工道路，交通极为方便。灌区共布置场内交通道路总长为 77.88m，其中新建交通道路 71.09km，改建乡村道路 6.79km，均为砂石路面。改建道路为已建乡村道路，原道路路面较窄，约为 2～3m，本工程需要大车通过，所以将原有的乡村公路进行扩建，部分道路雨天、雪天无法通过，要求进行重新修建。场内交通道路特性表见表 2.1-13。

场内交通道路特性表

表 2.1-13

灌区	总长度（m）	新建道路长度（m）	改建道路长度（m）	路基宽度（m）	路面宽度(m)
昂加干渠	10860	9700	1160	5	3.5
山边干渠	7280	6300	980	5	3.5
聂仓普鲁干渠	15230	14130	1100	5	3.5
艾玛岗干渠	7720	6850	870	5	3.5
拉岗干渠	16730	15630	1100	5	3.5
卡萨干渠	3150	2560	590	5	3.5
班宗干渠	12060	11070	990	5	3.5
央村干渠	4850	4850	0	5	3.5
合计	77880	71090	6790		

六、施工总布置

灌区地势较为平坦，基本上为荒草地和滩地，对布设施工场地十分有利。根据灌区渠系的分布，结合渠道工程施工分散，人员多、工段长，施工点分散的特点，为了方便施工人员的生活、生产管理，结合工区布置原则，施工场地采用集中布置的方式，共布设 15 个施工工区，每个施工段内集中布置施工管理及生活福利区，仓库、综合加工厂和机械维修停放区等设施。施工完毕应及时进行清理。各灌区施工工区布置如下：

（1）施工场地布置

① 昂加干渠

昂加干渠长 11.030km，设置 2 个工区。1#工区范围为昂加灌区起始位置至干渠

5+000，临时建筑物设置在取水口左岸台地上。2#工区范围为干渠 5+000 至 11+030，临时建筑物设置在桩号 7+000 附近的公路边空地上。

② 山边干渠

山边干渠长 6.231km，设置 1 个工区即 3#工区。3#工区范围为山边灌区起始位置（包括取水口）至干渠桩号 6+231，临时施工建筑物设置在取水口左岸台地上。

③ 聂仓普鲁干渠

聂仓普鲁干渠长 15.944km，设置 3 个工区，分别为 4#、5#、6#工区。4#工区范围为起始位置（包括取水口）至干渠桩号 5+000，临时施工建筑物设置在干渠桩号 0+500 处公路边的空地上。5#工区范围为干渠桩号 5+000 至干渠桩号 10+000，临时施工建筑物设置在扎翁村附近（干渠桩号 6+500 处）。6#工区范围为干渠桩号 10+000 至干渠桩号 15+944，临时施工建筑物设置在干渠桩号 18+500 附近。

④ 艾玛岗干渠

艾玛岗干渠长 8.00km，设置 2 个工区，分别为 7#、8#工区。7#工区临时施工建筑物设置在 2+000 附近台地上。8#工区临时建筑物设置在干渠桩号 5+000 附近。两个工区可以灵活安排施工，共同完成灌区所有工程施工。

⑤ 拉岗干渠

拉岗干渠长 17.379km，设置 2 个工区，分别为 9#、10#工区。9#工区范围为起始位置（包括取水口）至干渠桩号 8+000，临时施工建筑物设置在取水口右岸台地上。10#工区范围为干渠桩号 8+000 至干渠桩号 17+379，临时施工建筑物设置在干渠桩号 9+000 处公路边的空地上。

⑥ 卡萨干渠

卡萨干渠长 3.406km，设置 1 个工区，11#工区，范围为起始位置（包括取水口）至干渠桩号 3+406，临时建筑物设置干渠桩号 0+500 处。

⑦ 班宗干渠

班宗干渠长 13.743km，设置 2 个工区，分别为 12#工区、13#工区。12#工区范围为起始位置（包括取水口）至干渠桩号 5+000，临时施工建筑设置在取水口右岸台地上。13#工区范围为干渠桩号 5+000 至干渠桩号 12+352，临时施工建筑物设置在干渠桩号 8+000 俄巴村附近。

⑧ 央村干渠

央村干渠长 7.26km，设置 2 个工区，分别为 14#、15#工区。14#工区临时施工建筑

物设置在取水口附近台地上。15#工区临时建筑物设置在干渠桩号 5+000 附近的公路外侧空地上。两个工区可以灵活安排施工，共同完成灌区所有工程施工。

（2）施工工厂设施

a. 土石料加工系统

在 2 个砂砾料场附近各设置筛分站，每个筛分站设 1 台自定中心振动筛，型号：SZZ21250×2500。混凝土骨料生产均采用移动式皮带机给料，移动皮带机出料，成品用骨料及渠道垫层填料，3m^3 装载机装 10t 自卸汽车运至每个料场控制的施工段。

b. 混凝土拌和系统

由于渠道长，混凝土浇筑地段分散，混凝土浇筑根据实际情况采用搅拌机及人工拌和相结合的方式。搅拌机主要采用可移动式的混凝土搅拌机，型号：JG250 型。骨料和其他材料的进料和出料均采用人工方式。

c. 综合加工厂

混凝土模板尽量采用钢模板；钢筋加工厂规模满足钢筋切割、弯制即可；混凝土预制件主要有混凝土预制块等，考虑到渠道线路长，施工分散，渠道各断面形式不同，所需衬砌材料也不同的特点，混凝土预制厂在各施工段内设置，这样便于管理，保证预制构件质量。为保证预制混凝土的供应，可在混凝土预制件施工前和工程准备期和工程初期进行加工、备存。

（3）占地汇总

a. 灌区施工道路占地

灌区施工道路占地 670.36 亩，改建道路占地按路基宽度计算，路基宽度等路面宽度+路肩宽度×2。

b. 灌区施工工区占地

灌区施工工区共 15 处，总占地面积 51.23 亩，每个工区由施工营地、机械维修及停放区、仓库和综合加工厂组成。

c. 弃渣场占地

灌区弃渣场共 3 处，总占地 88.95 亩，分别设置在艾玛岗、央村，渣场占地堆高按 4m～5m 来计算。

d. 料场占地

混凝土骨料料场共 2 处，占地面积为 164.10 亩。块石料场 1 处，占地 18.45 亩，填筑料场共 18 处，占地面积为 176.31 亩。料场取料厚度按 3m 计算。

灌区施工附属设施场地面积见表 2.1-14。

灌区施工附属设施场地面积一览表

表 2.1-14

序号	工程项目	单位	建筑面积	占地面积
一	昂加干渠			
1	施工临时道路	m^2		61680
2	施工营地	m^2	400	1200
3	仓库及加工厂	m^2	200	600
4	机械停放场	m^2		400
5	堆料场	m^2		600
二	山边干渠			
1	施工临时道路	m^2		40740
2	施工营地	m^2	300	900
3	仓库及加工厂	m^2	100	300
4	机械停放场	m^2		200
5	堆料场	m^2		400
三	聂仓普鲁干渠			
1	施工临时道路	m^2		88080
2	施工营地	m^2	900	2700
3	仓库及加工厂	m^2	300	900
4	机械停放场	m^2		600
5	堆料场	m^2		1500
四	艾玛岗干渠			
1	施工临时道路	m^2		43710
2	施工营地	m^2	1400	4200
3	仓库及加工厂	m^2	400	1200
4	机械停放场	m^2		1200
5	堆料场	m^2		2500
五	拉岗干渠			
1	施工临时道路	m^2		97080
2	施工营地	m^2	500	900
3	仓库及加工厂	m^2	100	200
4	机械停放场	m^2		400
5	堆料场	m^2		900
六	卡萨干渠			
1	施工临时道路	m^2		17130
2	施工营地	m^2	200	600
3	仓库及加工厂	m^2	100	300
4	机械停放场	m^2		200
5	堆料场	m^2		300
七	班宗干渠			
1	施工临时道路	m^2		69390
2	施工营地	m^2	600	1800
3	仓库及加工厂	m^2	200	600
4	机械停放场	m^2		400
5	堆料场	m^2		900
八	央村干渠			

序号	工程项目	单位	建筑面积	占地面积
1	施工临时道路	m^2		29100
2	施工营地	m^2	1200	3600
3	仓库及加工厂	m^2	400	1600
4	机械停放场	m^2		800
5	堆料场	m^2		2000
九	料场			
1	填筑料场	m^2		117539
2	块石料场	m^2		12300
3	粗细骨料场	m^2		109400
十	弃渣场			
1	1#弃渣场	m^2		30700
2	2#弃渣场	m^2		11700
3	3#弃渣场	m^2		16900
合计		m^2	7300	780349

七、施工进度

灌区工程总工期为 4 年，本工程主体为混凝土结构，西藏地区混凝土结构在每年 4 至 10 月份才能进行施工，所以本工程主体工程施工安排在混凝土可施工的月份，其余时间进行临时工程等施工，具体安排如下：

1）昂加灌区工程主要在第一年、第二年进行施工；导流工程分为取水口导流工程及渠系建筑物导流工程，其中取水口导流工程安排在第一年 3、4 月份，拆除安排在 6 月份；渠系建筑物导流工程安排在第一年及第二年的 3、4 月份，拆除安排在第一年及第二年的 6 月份。昂加灌区取水口施工安排在第一年 3~5 月份，干渠施工安排在第一年 3~第二年 10 月份，支渠安排在第一年 3~第二年 10 月份，田间工程安排在第一年 3~第二年 10 月份。

2）山边灌区工程主要在第一年、第二年进行施工；导流工程分为取水口导流工程及渠系建筑物导流工程，其中取水口导流工程安排在第一年 3、4 月份，拆除安排在 6 月份；渠系建筑物导流工程安排在第一年及第二年的 3、4 月份，拆除安排在第一年及第二年的 6 月份。山边灌区取水口施工安排在第一年 3~5 月份，干渠施工安排在第一年 3~第二年 10 月份，支渠安排在第一年 3~第二年 10 月份，田间工程安排在第一年 3~第二年 10 月份。

3）聂仓普鲁灌区工程主要在第一年、第二年、第三年、第四年进行施工；导流工程分为取水口导流工程及渠系建筑物导流工程，其中取水口导流工程安排在第一年 3、4 月份，拆除安排在 6 月份；渠系建筑物导流工程安排在第一年、第二年、第三年及第四年的 3、4 月份，拆除安排在每年的 6 月份。聂仓普鲁灌区取水口施工安排在第一年 3~5

月份，干渠施工安排在第一年 3~第四年 10 月份，支渠安排在第一年 3~第四年 10 月份，田间工程安排在第一年 4~第四年 11 月份。

4）艾玛岗工程与央村采用同一个取水口，同样干渠、支渠、田间工程修建时间相同。艾玛岗、央村灌区工程主要在第一年、第二年、第三年、第四年进行施工，作为灌区工程中控制性工程；导流工程分为取水口导流工程及渠系建筑物导流工程，其中取水口导流工程安排在第一、三年 3~5 月份，拆除安排在第二、四年 11 月份；渠系建筑物导流工程安排在第一年、第二年、第三年及第四年的 3、4 月份，拆除安排在每年的 6 月份。艾玛岗、央村灌区取水口施工安排在第一年 3~第四年 10 月份，干渠施工安排在第一年 3~第四年 10 月份，支渠安排在第一年 3~第四年 10 月份，田间工程安排在第一年 4~第四年 11 月份。

5）拉岗灌区工程主要在第三年及第四年进行施工；拉岗灌区取水口无围堰，所以本工程导流工程只涉及渠系建筑物导流，渠系建筑物导流工程安排在第三年、第四年的 3、4 月份，拆除安排在三、四年的 6 月份。拉岗灌区取水口施工安排在第三年 3~5 月份，干渠施工安排在第三年 3~第四年 10 月份，支渠安排在第三年 3~第四年 10 月份，田间工程安排在第三年 3~第四年 10 月份。

6）卡萨灌区工程主要在第三年及第四年进行施工；导流工程分为取水口导流工程及渠系建筑物导流工程，其中取水口导流工程安排在第三年 3、4 月份，拆除安排在 6 月份；渠系建筑物导流工程安排在第三年的 3、4 月份。卡萨灌区取水口施工安排在第三年 3~5 月份，干渠施工安排在第三年 3~第四年 10 月份，支渠安排在第三年 3~第四年 10 月份，田间工程安排在第三年 3~第四年 10 月份。

7）班宗灌区工程主要在第三年及第四年进行施工；导流工程分为取水口导流工程及渠系建筑物导流工程，其中取水口导流工程安排在第三年 3、4 月份，拆除安排在 6 月份；渠系建筑物导流工程安排在第三、四年的 3、4 月份，拆除安排在第三年的 6 月份。班宗灌区取水口施工安排在第三年 3~5 月份，干渠施工安排在第三年 3~第四年 10 月份，支渠安排在第三年 3~第四年 10 月份，田间工程安排在第三年 3~第四年 10 月份。

灌区工程施工总工期为 48 个月。筹备期 4 个月，不计入总工期。

八、主要技术供应及劳动力

（1）材料

主要材料耗用量包括水泥 5.42 万 t，钢材 0.9 万 t，木材 572m^3。

（2）劳动力

按有关规定及资料进行估算，施工期平均施工人数约 1430 人，最高峰约 2135 人。总工日为 114.40 万个工日。

（3）主要施工设备

主要施工机械设备表见表 2.1-15。

主要机械设备汇总表

表 2.1-15

序号	名称	单位	单位	数量	备注
1	汽车起重机	台	16t	21	用于灌区建筑物施工
2	反铲挖掘机	台	2.0m^3	14	用于料场开挖
3	反铲挖掘机	台	1.0m^3	21	用于渠道开挖
4	反铲挖掘机	台	2.0m^3	8	用于料场开挖
5	自卸汽车	台	10t	105	用于施工现场运输
6	自卸汽车	台	15t	20	用于料场及材料运输
7	自卸汽车	台	25t	15	用于料场及材料运输
8	装载机	台	3m^3	21	用于各灌区建筑物施工
9	推土机	台	88kW	21	用于灌区土石方施工
10	混凝土搅拌机	台	0.8m^3	20	用于灌区建筑物混凝土浇筑
11	手持式风钻	把	YT25	45	用于渠道的开挖
12	空压机	台	6m3/s	24	用于灌区石方开挖施工
13	自定中心振动筛	台	SZZ1250×2500	3	用于骨料生产
14	移动式柴油发电机	台	60kW	2	用于施工用电备用
15	离心水泵	台	17kW	23	用于施工供水
16	小型扒渣机	台		2	用于隧洞出渣
17	小型电瓶车	台		4	用于隧洞出渣
18	振动碾	台	16t	7	用于渠道回填
19	通风机	台	90kW×2	2	用于隧洞通风
20	混凝土搅拌运输车	辆	3m^3	21	用于混凝土运输
21	混凝土泵	台	H30	1	用于隧洞衬砌混凝土浇筑
22	灌浆机	台		1	用于隧洞灌浆
23	钢筋切断机	台	GQ50	15	用于钢筋工程
24	钢筋调直机	台	ZCWLZT	2	用于钢筋工程
25	电刨	台	GHO18	15	用于模板工程

2.1.11 工程占地

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程建设区征占地为 838.23hm^2，其中枢纽工程占地面积为 609.81hm^2（含水库淹没区、移民安置及专项设施复建区），灌区工程占地面积为 228.42hm^2。

工程占地面积统计见表 2.1-16。

湘河水利枢纽及配套灌区工程占地面积统计表

表 2.1-16

项目区			占地类型							合计	占地性质	备注
			耕地	林地	天然草地	其他土地	交通用地	住宅用地	水域及水利设施用地			
枢纽工程	水库淹没区		87.7	14.27	49.3	125.91	8.12	8.55	218.62	512.47	永久	
	大坝	枢纽建筑物	2.94		1.48	4.13	0.27		2.38	11.2	永久	
		管理范围	3.77		9.74	22.31	0.41		2.66	38.89	永久	
	永久办公区					1.3				1.3	永久	新增占地
	临时生产生活区	库外	0.83		0.2	2.5				3.53	临时	
		库内	0.59		0.2	0.14	0.04			0.97	永久	与库区重叠
	料场	块石料场				5.25				5.25	临时	
		砂砾石料场				5				5	永久	与库区重叠
		填筑料场				13				13	临时	
		碱性骨料场				1				1	临时	
	交通道路	临时道路（库外）			0.76	2				2.76	临时	
		临时道路（库内）			0.52	1.21				1.73	永久	与库区重叠
		永久道路	0.12		0.44	1.29				1.85	永久	
	弃渣场	1#弃渣场				7.73				7.73	永久	与库区重叠
		2#弃渣场				6.93				6.93	永久	与库区重叠
		3#弃渣场				5				5	临时	
	移民安置及专项设施复建			11.66						11.66	永久	新增占地
	小计		95.36	25.93	61.92	183.68	8.8	8.55	223.66	609.81		已扣除重叠
灌区工程	渠道及渠系建筑物	取水口	0	0.24	0.71	1.45			4.03	6.43	永久	
		干渠	53.87	2.18	44.86	10.46			31.54	142.91	永久	
		支渠	0.12	0.17	0.21	0.33			0	0.83	永久	
		灌区管理所	0	0	0.12	0.17			0	0.29	永久	
		小计	53.99	2.59	45.9	12.41			35.57	150.46	永久	
	交通道路		0	0	6.7	37.99			0	44.69	临时	
	临时生产生活区		0.49	0	0	2.93			0	3.42	临时	
	弃渣场		0	0	1.65	4.28			0	5.93	临时	
	料场	块石料场	0	0	0	0.08			0	0.08	临时	
		砂砾石料场	0	0	0	1.23			0	1.23	临时	
		填筑料场	0	0	0	10.94			0	10.94	临时	
		小计	0	0	0	23.92			0	23.92	临时	
	合计		54.48	2.59	54.25	81.53	0	0	35.57	228.42		
总计			149.84	28.52	116.17	265.22	8.8	8.55	259.23	838.23		

注：1、枢纽工程区各防治分区中与库区淹没区重叠部分，不重复计入总面积中；

2、移民安置及专项设施复建区不含本村靠后安置的开发耕地面积和本县出乡安置的开发耕地面积。

2.1.12 施工弃渣

2.1.12.1 弃渣场规划

（1）枢纽工程

枢纽工程区可作为弃渣场的区域主要为附近分布的沟道和河滩地。考虑弃渣容量、运距、堆放场地形地质条件及水土流失影响等方面，工程区共布置了 3 处弃渣场，分别堆放大坝左右岸、围堰、湘河电站、溢洪道、泄洪洞、发电洞等工程弃渣。

1#弃渣场占地面积 7.73hm^2，实际弃渣量 41.17 万 m^3（松散方），主要堆弃大坝、泄洪道等其他开挖产生的弃渣，蓄水后为库区型弃渣场。

2#弃渣场占地面积 6.93hm^2，实际弃渣量为 46.81 万 m^3（松散方），主要堆弃溢洪道等部位的弃渣，蓄水后为库区型弃渣场。

3#弃渣场占地面积 5hm^2，实际弃渣量为 29.54 万 m^3（松散方），主要堆弃导流泄洪洞、厂房等部位的弃渣，位于坝下游左岸台地，为坡地型弃渣场。

（2）灌区工程

考虑弃渣容量、运距、堆放场地形地质条件及水土流失影响等方面，灌区工程区共布置了 3 处弃渣场（1#渣场位于艾玛岗灌区干渠桩号左侧 7+100~7+400 之间，占地面积 3.01hm^2，实际弃渣量 15.58 万 m^3（松散方）；2#渣场位于央村灌区干渠，占地面积 1.02hm^2，实际弃渣量 6.22 万 m^3（松散方）；3#渣场位于央村灌区干渠，占地面积 1.54hm^2，实际弃渣量 8.9 万 m^3（松散方）），分别堆放于渠道沿线。

2.1.12.2 土石方平衡

根据土石方平衡分析，本工程土石方开挖总量 272.71 万 m^3（自然方），其中枢纽部分 171.62 万 m^3，灌区部分为 101.09m^3；工程总填方为 412.09 万 m^3（包括干砌石、浆砌石及铅丝笼石方利用量），其中枢纽部分 313.26m^3，灌区部分 98.83m^3；工程总借方为 271.48 万 m^3（自然方），其中枢纽工程借方 239.58 万 m^3，灌区工程借方 31.9 万 m^3；本工程弃渣总量 123.52 万 m^3（自然方），其中枢纽部分 97.94 万 m^3，灌区部分 25.58 万 m^3。

工程土石方平衡见表 2.1-17～2.1-21。

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程土石方平衡总表

表 2.1-17 单位：万 m^3

分区		枢纽工程区	灌区工程区	合计
开挖	表土剥离	7.7	16.17	23.87
	土方开挖	128.01	76.26	204.27
	石方开挖	35.91	8.66	44.57
	小计	171.62	101.09	272.71
回填	覆土回填	7.7	16.17	23.87
	土方回填	294.74	74.71	369.45
	石方回填	10.82	7.95	18.77
	小计	313.26	98.83	412.09
调入	土方	23.26	12.93	36.19
	石方	7.16	2.46	9.62
	小计	30.42	15.39	45.81
调出	土方	23.26	12.93	36.19
	石方	7.16	2.46	9.62
	小计	30.42	15.39	45.81
外借	土方	239.58	29.89	269.47
	石方	0	2.01	2.01
	小计	239.58	31.9	271.48
综合利用	小计	0	8.58	8.58
弃渣量	小计	97.94	25.58	123.52

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程水利枢纽区土石方平衡表

表 2.1-18　　单位：万 m^3

位置	土方开挖	石方开挖	土方回填	石方回填	调入				调出				外借				弃渣		
					土方	来源	石方	来源	土方	去向	石方	去向	土方	来源	石方	来源	土方	石方	去向
大坝	15.68	0.53	208.55	4.53	6.01	导流泄洪洞	4.31	导流泄洪洞					182.90	填筑料场			12.54	0.30	
					15.84	溢洪道													
					0.32	发电洞													
					0.34	交通桥													
导流泄洪洞	15.03	11.26	0.00	0.21					6.01	大坝	4.31	大坝					9.02	6.09	
											0.52	厂房							
											0.14	戗堤							
溢洪道	54.42	21.27	5.93	2.96					15.84	大坝	2.20	上游围堰					32.65	16.11	
发电洞	5.00	2.06	1.68	0.11					0.32	大坝							3.00	1.95	
厂房	7.57	0.02	3.77	0.52	0.74	交通桥	0.52	导流泄洪洞									4.54	0.02	
交通桥	2.83	0.78	0.04	0.15					0.34	大坝							1.70	0.62	
									0.74	厂房									
									0.01	供水设施									
上游围堰填筑	12.01		60.13	2.20			2.20	溢洪道					55.32	填筑料场			7.21		
下游围堰填筑及拆除	0.39		0.33										0.30	填筑料场			0.36		
戗堤及拆除	2.04		1.28	0.14			0.14	导流泄洪洞					1.05	填筑料场			1.81		
供水设施	0.03		0.03		0.01	交通桥													
填筑料场	13.00																13.00		
合计	128.01	35.91	281.74	10.82	23.26		7.16		23.26		7.16		239.58				85.85	25.09	

注：1、本土石方平衡表方量为自然方；
2、本土石方平衡不包括表土剥离工程量；
3、工程石方回填部分包括干砌石、浆砌石及铅丝笼砌筑等；
4、工程石方调运考虑开挖石方中可利用部分进行综合调配；
5、外借土方来源于填筑料场，外借石方来源于块石料场；
6、填筑料场覆盖层待料场开采完成后就地回填。

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程灌区工程区土石方平衡表

表 2.1-19　　单位：万 m^3

序号	灌区		开挖		回填		调入				调出				外借		综合利用	弃渣	去向
			土方	石方	土方	石方	土方	来源	石方	来源	土方	去向	石方	去向	土方	石方			
1	昂加	取水口	0.14	0.02	0.05	0.01	0.00		0.00		0.06	干渠	0.01	干渠	0.00	0.00	0.00	0.00	
		干渠和渠系	3.48	0.65	7.32	0.82	0.06	取水口	0.13	取水口和干渠	0.00		0.12	干渠	4.47	0.29	0.86		
		合计	3.62	0.67	7.37	0.83	0.06		0.13		0.06		0.13		4.47	0.29	0.86		
2	山边	取水口	0.16	0.06	0.13	0.06	0.00		0.02	干渠	0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	
		干渠和渠系	1.81	0.36	3.67	0.20	0.00		0.04	干渠	0.00		0.06	取水口和干渠	2.22	0.00	0.54		
		支渠	0.21	0.00	0.95	0.01	0.00		0.00		0.00		0.00		0.78	0.01	0.04		
		合计	2.18	0.42	4.75	0.27	0.00		0.06		0.00		0.06		3.00	0.01	0.58		
3	聂仓普鲁	取水口	0.44	0.11	0.06	0.03	0.00		0.00		0.29	干渠	0.06	干渠	0.00	0.00	0.00	0.00	
		干渠和渠系	3.18	0.79	13.25	0.73	0.29	取水口	0.20	取水口和干渠	0.00		0.14	干渠	10.42	0.04	1.12		
		合计	3.62	0.90	13.31	0.76	0.29		0.20		0.29		0.20		10.42	0.04	1.12		
4	艾玛岗	央玛取水口	37.37	0.71	5.95	3.81	0.00		1.60	干渠	8.43	干渠	0.00		0.00	1.64	0.00	23.13	灌区 1#、2#弃渣场
		干渠和渠系	12.18	2.83	10.40	0.24	3.75	央玛取水口	0.00		2.71	干渠	1.60	取水口	0.00	0.00	1.19	2.10	
		合计	49.55	3.54	16.35	4.05	3.75		1.60		11.14		1.60		0.00	1.64	1.19	25.23	
5	央村	干渠和渠系	4.90	0.75	11.01	0.64	7.38	央玛取水口	0.10	干渠	0.00		0.10	干渠	0.00	0.03	0.94	0.56	灌区 3#弃渣场
		合计	4.90	0.75	11.01	0.64	7.38		0.10		0.00		0.10		0.00	0.03	0.94	0.56	
6	拉岗	取水口	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	
		干渠和渠系	5.93	1.11	9.85	0.69	0.39	干渠	0.18	干渠	0.39	干渠	0.18	干渠	5.11	0.00	1.65		
		合计	5.93	1.11	9.85	0.69	0.39		0.18		0.39		0.18		5.11	0.00	1.65		
7	卡萨	取水口	0.26	0.07	0.06	0.01	0.00		0.00		0.14	干渠	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	
		干渠和渠系	1.31	0.25	2.22	0.08	0.14	取水口	0.00		0.00		0.00		1.03	0.00	0.53		
		合计	1.57	0.32	2.28	0.09	0.14		0.00		0.14		0.00		1.03	0.00	0.53		
8	班宗	取水口	0.53	0.14	0.18	0.00	0.00		0.00		0.25	干渠	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	
		干渠和渠系	4.39	0.80	9.62	0.62	0.92	取水口和干渠	0.19	干渠	0.67	干渠	0.19	干渠	5.86	0.00	1.52		
		合计	4.92	0.94	9.80	0.62	0.92		0.19		0.92		0.19		5.86	0.00	1.52		
总计			76.26	8.66	74.71	7.95	12.93		2.46		12.93		2.46		29.89	2.01	8.58	25.58	

注：1、基于运距成本的考虑，干渠土石方以平均 1 公里为一个单元，进行平衡调配；

2、工程石方回填部分包括干砌石、浆砌石及铅丝笼砌筑；

3、工程石方调运考虑开挖石方中可利用部分进行综合调配；

4、外借土方来源于填筑料场，外借石方来源于块石料场。

5、开挖方中的弃渣主要由不满足回填要求的覆盖层等物质组成，但这些物质可平摊覆盖在渠道外边坡上用于边坡绿化。

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程水利枢纽区表土平衡表

表 2.1-20

分区		剥离面积（hm^2）	剥离厚度（m）	表土剥离量（万 m^3）	覆土面积（hm^2）	覆土厚度（m）	覆土（万 m^3）	调入（万 m^3）	来源（m^3）	调出（万 m^3）	去向	备注
大坝区		4.42	0.3	1.33	0.24	0.3	0.07			0.63	临时生产生活区	表土剥离可全部进行调配使用，无弃渣；库区表土剥离在淹没前进行、其余表土剥离在施工前进行。
										0.17	永久道路	
										0.45	临时道路	
										0.01	3#弃渣场	
临时生产生活区		1.42	0.3	0.43	3.53	0.3	1.06	0.63	大坝区			
施工道路	永久道路	0.56	0.3	0.17	1.13	0.3	0.34	0.17	大坝区			
	临时道路	1.28	0.3	0.38	2.78	0.3	0.83	0.45	大坝区			
填筑料场					13	0.3	3.9	3.9	水库淹没区			
3#弃渣场					5	0.3	1.5	0.01	大坝区			
								1.49	水库淹没区			
水库淹没区		17.99	0.3	5.39						3.9	填筑料场	
										1.49	3#弃渣场	
合计		25.68		7.7	25.68		7.7	6.65		6.65		

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程灌区工程区表土平衡表

表 2.1-21

序号	项目区		剥离面积（hm^2）	剥离厚度（m）	表土剥离量（万 m^3）	覆土面积（hm^2）	覆土(万 m^3)	调入(m^3)	来源	调出(万 m^3)	去向
1	渠道及渠系建筑物防治区	干渠	71.45	0.20	14.28	67.16	13.42			0.86	
		支渠	0.50	0.20	0.10	0.50	0.10				
		灌区管理所	0.12	0.20	0.02	0.12	0.02				
		小计	72.07	0.20	14.40	67.78	13.54				
2	施工道路区		6.70	0.20	1.34	6.70	1.34				
3	临时生产生活区		0.49	0.20	0.10	0.49	0.10				
4	弃渣场区		1.65	0.20	0.33	5.93	1.19	0.86			
5	料场区	块石料场									
		砂砾石料场									
		填筑料场									
		小计									
合计			80.91		16.17	80.90	16.17				

2.1.13 建设征地与移民安置

2.1.13.1 建设征地及影响范围

湘河水利枢纽及配套灌区工程建设征地及影响范围包括库区、坝区和灌区三大部

分。其中：库区包括水库淹没区、因水库蓄水而可能诱发的滑坡、坍岸、浸没等地质灾害区和其它受水库蓄水影响的地区；坝区建设征地范围主要包括：大坝区建筑物，湘河电站厂房区建筑物，导流兼泄洪洞出口（部分），鱼道，管理区范围，3#弃渣场，左岸骨料筛分区施工期临时用地，左岸厂洞施工区施工期临时用地，右岸综合施工区施工期临时用地，施工道路（左右岸上坝公路、管路道路、进厂道路、1#～4#临时公路），块石料场，填筑料场，碱性骨料场，利用料暂存料场，坝区施工提前征收的水库淹没区（即库坝重叠区）；灌区包括灌区工程建筑物及工程永久管理区（含取水枢纽工程、渠道工程、渠系建筑物）、施工管理区及生活区、机械维修及停放区、仓库、综合加工厂、堆料场、弃渣场、料场、施工临时道路等。

2.1.13.2 建设征地实物指标

一、建设征地实物指标

湘河水利枢纽及配套灌区工程建设征地涉及日喀则市热当、甲措、达那、南木林镇、卡孜、艾玛、秋木、多角 8 个乡、38 个村。

（1）农村

当正常蓄水位为 4099m 时，本工程居民迁移线下涉及农户 136 户、664 人（农业人口 661 人、非农业人口 3 人），农户房屋 56553.11m^2（正房 40524.28m^2、杂房 16028.83m^2）；工程建设征地涉及永久征收土地 10751.94 亩，其中：耕地 2243.72 亩（均为水浇地）、林地 252.83 亩、草地 1606.47 亩（均为天然牧草地）、住宅用地 128.27 亩（均为农村宅基地）、交通运输用地 132.06 亩、水域及水利设施用地 3888.82 亩（现有渠道 473.17 亩、河流水面 3415.65 亩）、其他土地 2499.77 亩；临时征用土地 1627.86 亩，其中耕地 19.79 亩（均为水浇地）、草地 131.71 亩（均为天然牧草地）、其他土地 1468.36 亩；水塘 2 座（7910m^3），防洪堤 2.452km，土渠 10km，钢管渡槽 8m，渠下涵管 24m；采石厂 2 处，水磨坊 3 座，榨油机 1 台；零星林（果）木 32839 株。

（2）专业项目

南申公路 5.379km，南热公路 5.635km，桥梁（钢混）1 座 45m，桥梁（钢架）1 座 27m，农桥（钢混）2 座 8m；35kV 线路 14.128km，10kV 线路 13.067km；移动线路 15.6km，电信线路 14km；不存在文物及压覆重要矿产资源问题。

二、库区建设征地实物指标

水库淹没区人口、房屋涉及南木林县热当乡热让村、索金村和甲措乡朗金村、拉龙村 4 个自然村。土地涉及热当乡热让村、索金村和甲措乡朗金村、加热村、拉亚村、拉

龙村 6 个自然村。

（1）农村

当正常蓄水位为 4099m 时，库区淹没及影响主要实物涉及农户 116 户、594 人（农业人口 592 人，非农业人口 2 人），农户房屋 49333.46m^2（正房 35314.39m^2、杂房 14019.07m^2）；零星林（果）木 22772 株。淹没土地面积 7687.41 亩，其中：耕地 1315.46 亩（均为水浇地）、林地 214.02 亩（均为灌木林）、草地 739.47 亩（均为天然牧草地）、住宅用地 128.27 亩（均为农村宅基地）、交通运输用地 121.75 亩、水域及水利设施用地 3279.55 亩（均为河流水面）、其他土地 1888.89 亩。水利设施包括水塘 1 座（6647m^3），防洪堤 2.35km，土渠 8km，钢管渡槽 2m。农副业设施包括采石厂 2 处，水磨坊 2 座，榨油机 1 台。

（2）专业项目

南申公路 5.379km，南热公路 5.635km，桥梁（钢混）1 座 45m，桥梁（钢架）1 座 27m，农桥（钢混）2 座 8m；35kV 线路 14.128km，10kV 线路 13.067km；移动线路 15.6km，电信线路 14km。

三、坝区建设征地实物指标

坝区建设征地涉及南木林县甲措乡朗琼 1 个自然村。

当正常蓄水位为 4099m 时，坝区淹没及影响主要实物涉及农户 20 户、70 人（农业人口 69 人、非农业人口 1 人），农户房屋 7219.65m^2（正房 5209.89m^2、杂房 2009.76m^2）；征收土地 807.49 亩，其中：耕地 118.28 亩（均为水浇地）、草地 178.53 亩（均为天然牧草地）、交通运输用地 10.31 亩、水域及水利设施用地 75.64 亩（均为河流水面）、其他土地 424.73 亩；征用土地 458.39 亩，其中耕地 12.44 亩（均为水浇地）、草地 14.37 亩（均为天然牧草地）、其他土地 431.58 亩；水利设施为水塘 1 座（1263m^3），防洪堤 0.102km，土渠 2km，钢管渡槽 6m，渠下涵管 24m；农副业设施为水磨坊 1 座；零星林（果）木 3672 株。

四、灌区建设征地实物指标

灌区建设征地涉及日喀则市南木林县甲措、达那、南木林镇、卡孜、艾玛、秋木、多角 7 个乡、31 个村。工程建设征地范围内不涉及人口、房屋及附属建筑物。灌区工程建设征地涉及土地总面积 3426.51 亩，其中：耕地 817.33 亩、林地 38.81 亩、草地 813.81 亩、水域及水利设施用地 533.63 亩（现有渠道 473.17 亩、河流水面 60.46 亩）、其他土地 1222.93 亩；零星林（果）木 6395 株。

2.1.13.3 安置区选择和主要情况

根据《南木林县土地利用总体规划》和安置区选择原则，结合南木林县人民政府意见，库区热让村、索金村、朗金村、加热村、拉龙村及坝区朗琼村后靠安置无容量，考虑出乡本县远迁进行安置。

卡孜乡为湘河水利枢纽及配套灌区工程受益区，工程建成后，区域内灌溉工程机相关配套设施完善，可使灌区灌溉保证率达到 75%，区域内耕地将成为旱涝保收的高产田，有利于保证粮食作物稳产、高产，可作为远迁移民安置区。根据卡孜乡 2015 年统计年报，卡孜村总人口 195 户、984 人，人口密度 20.41 人/km^2。年末耕地总面积 2207.4 亩，人均耕地 2.18 亩/人。

卡孜乡卡孜村位于南木林县的西南部，紧靠湘河一侧，平均海拔 3930m，自然条件较好，适宜农作物和牧草生长。卡孜乡政府距南木林县 14km，紧邻 203 省道，交通条件十分便利。电力条件相对较好，有发展经济和发展大规模农业商品经济的地理条件。且该安置点不涉及自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感区，不存在环境制约因素。

在初步提出安置区方案的基础上，由南木林县人民政府组织，地区水利局、县水利局、热当乡人民政府、甲措乡人民政府、移民代表、建管中心和西藏水规院赴灌区实地考察后，认为卡孜乡卡孜村安置区土地容量、交通条件、基础设施建设条件较优，更有利于移民生活水平和生活质量的改善。为避免迁入不同移民安置区的不平衡和攀比情况，降低社会不稳定因素，在现场实地调查并征得移民意见的基础上，反复讨论各方有利因素，确定本县卡孜乡卡孜村作为移民安置区。

2.1.13.4 库区征地移民安置规划

根据湘河水利枢纽施工进度、蓄水计划及移民搬迁安置规划，确定移民安置设计基准年 2016 年（实物调查的当年），库区设计水平年 2021 年，坝区以开工建设年 2017 年为设计水平年，灌区规划水平年为 2020 年，人口自然增长率取 12‰。

一、农村移民安置规划

（1）生产安置

1）远迁移民生产安置标准

种植业安置标准：人均耕地 2.0 亩，确保移民生产生活水平不降低；人均配置 1.0 亩的饲料用地，满足部分牲畜饲草料供给；此外，为充分利用剩余土地资源，需在原高山牧场设置放牧点，修建放牧用房、棚圈和牧道，用于移民季节性放牧。

根据移民安置意愿调查成果以及地方政府意见，规划调整生产用地 2460 亩用于生产安置移民，同时辅以牧业、利用一次性补偿资金改良土地的生产安置措施。

2）生产安置规划

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程基准年生产安置总人口 1152 人（库区 784 人、坝区 54 人、灌区 314 人），规划生产安置总人口 1213 人（库区 828 人、坝区 55 人、灌区 330 人）。综合考虑库区、坝区实际和拟定远迁安置区的自然状况及社会经济状况，确定远迁安置规划。远迁安置点所在的卡孜乡以农业生产为主，主要农作物为青稞，产业结构重点还是在农业上，种植业为重中之重。草场多为高山牧场，主要放养牦牛、山羊、绵羊、黄牛等牲畜。库区移民现状生产方式是以种植业为主、畜牧业为辅，生产安置区为利用卡孜乡宜农荒地新开垦的耕地，人均配置耕地 3 亩（含 1 亩饲料用地）。为保障社会稳定和移民的长治久安，结合库区实际情况、移民意愿及地方政府意见拟定农村移民生产安置方式以种植为主，在保证每一个移民都有一份土地的基础上，发展畜牧业。

灌区占地呈条带状分布，工程征收耕地占各涉及村庄耕地比例极小，对其农牧业生产影响极微，且工程建成后不仅增加了原可灌溉耕地的灌溉保证率，同时还可新增自然保护区外部分灌溉面积，根据地方政府意见，经与移民协商，规划采用一次性补偿解决移民安置问题。

（2）搬迁安置

1）搬迁安置规划

湘河水利枢纽及配套灌区工程建设征地搬迁人口 664 人（其中库区 594 人，坝区 70 人）；规划搬迁人口规模为 697 人（其中库区 626 人，坝区 71 人），均在卡孜乡建集中居民点进行集中安置。

2）搬迁安置标准

新建居民点规划建设用地标准为 120m^2/人。

农村村民建住宅标准为：每户 4 人以下为 240m^2、每户 5～7 人为 280m^2、每户 8～10 人为 280m^2 和每户 11～13 人为 300m^2。

给水：人均生活用水 110L/d（含畜禽用水）；移民安置点配置 3 座水塔，每户并配置相应的供水设施。

排水：雨水经雨水口及雨水管道收集后，汇入渗虑调节池，调节池内污废水平时做浇灌用，水量大时溢流排入点外沟渠。居民点每户厕所考虑旱厕形式。

环境卫生：结合《村镇规划卫生标准》、《环境卫生设施设置标准》（CJJ27-2012），结合公共设施设置公厕 1 座，生活垃圾按照每人每天 1～1.2kg 计算，并按照 70m 服务半径设置垃圾收集点。在居民点内部种植当地宜生植物，并按照适当比例配植公共绿地。

3）规划布局

居民点本着因地制宜、注重实效、加强基础设施建设、改善农村人居环境的原则，合理布置居住建筑和道路，居住建筑的布局和朝向充分尊重移民意愿，同时与当地藏式建筑风格有机结合。道路和公用工程结合地形条件和基础设施现状进行规划。为改善移民居住环境，遵循生态化、系统化的理念，合理利用规划区域现有绿地，并对空地进行绿化布局。

根据移民安置小区规划建设标准，安置区总平面布置由安置房、村委会、活动广场、景观花园、牲畜区、室外场地硬化、绿化等组成。根据新农村建设要求，改善农村人居环境，安置区采用人畜分离安置，在区域内西南侧集中设置牲畜区，包括牛舍、羊舍、粪便池及仓库管理房，做到了牲畜区与生活区分离，净化生活环境，保障了牲畜便污的二次利用，从而提高了居民的生活质量及卫生健康水平。居民区规划采用行列式分区的布置形式，根据安置房户型的不同，基本形成方形的布局形态。居民点共布置 4 种院落式户型，满足居民不同需求。

二、专业项目处理

（1）交通工程

1）南申公路。改建方案为沿原有道路路线，将其改建至库周淹没线以上高程后（南申公路布置在右岸），连接原有道路，改线长度 8.788km。

2）南热公路。改建方案为沿原有道路路线，将其改建至库周淹没线以上高程后（南热公路布置在左岸），连接原有道路，改线长度 7.095km。

3）在距加热村上游约 3.85km 处复建桥梁 1 座，长 50m。

（2）输变电工程

规划复建两条线路改线至右岸山坡上。复建 35kV 输电线路 16.95km，10kV 输电线路 15.68km。

（3）电信工程

规划复建两条线路改线至右岸山坡上。复建移动通信线路 17.6km，电信通信线路 16.0km。

（4）库底清理规划

库区共拆除房屋 18972.03m^2，围墙 19296.82m^2，土床 5 个，门楼 43 个，粮仓 9m^2，土灶 13 个，桥梁 2 座；清理成片林地 214.02 亩，零星林（果）木 22772 株，田间和农舍旁堆置的柴草、秸秆等清理 103 户；清理粪池 48 个，消毒共需生石灰 0.33t，污物清运量 330.18m^3；灭鼠 5.12km^2。

2.1.14 工程运行

一、水库

湘河水库调节方式为不完全年调节，工程任务为灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电。考虑到湘河流域径流年内分配极不均匀，水库设置的调节库容主要是为了满足水库下游灌溉与供水需求。经径流调节计算，推荐坝址（上坝址）湘河水库兴利调节库容为 6876 万 m^3，为满足灌溉与供水需求的库容。工程建成后，初拟湘河水库的运行方式为：

6 月中旬水库拦蓄天然来水自死水位 4080m 开始蓄水，利用引水发电洞在保障下游生态需水、人畜及工业用水和灌溉用水需求等前提下，余水充蓄水库，至 7 月下旬，水库蓄水至正常蓄水位 4099m，相应正常蓄水位以下库容为 6876 万 m³，水库蓄满后，多余水量由溢洪道下泄，水库维持正常蓄水位运用。

12 月上旬至 5 月中旬，入库水量小于灌溉、供水及生态用水需求时，按下游灌溉、供水及生态用水要求下放，不足水量由水库提供。至次年 5 月中旬水库水位消落至死水位 4080m。湘河电站利用引水发电洞下放的河道内生态需水量、河道外生态补水量、人畜及工业用水、灌溉用水及汛期可能利用的弃水流量进行发电。

根据水库水量平衡及兴利调节计算成果，P=75%来水频率情况下，水库调度过程线、水库控制水位过程见图 2.1-1、图 2.1-2。

二、电站

电站调度原则为电调服从水调，根据下游灌溉、供水和生态需水等用水需要进行下泄发电，不承担电网调峰任务。

三、灌区

灌区调度规则根据下游灌区的需水过程，来确定水库的灌溉调度规则。

四、生态补水

根据《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划》（2018-2025）要求，生态补水主要考虑植被恢复生长期的补水和 10 月份黑颈鹤到达栖息地对栖息环境的要求，该区域设计生态补水保证率 P=50%情况下的生态补水

需水量为 4530 万 m^3。

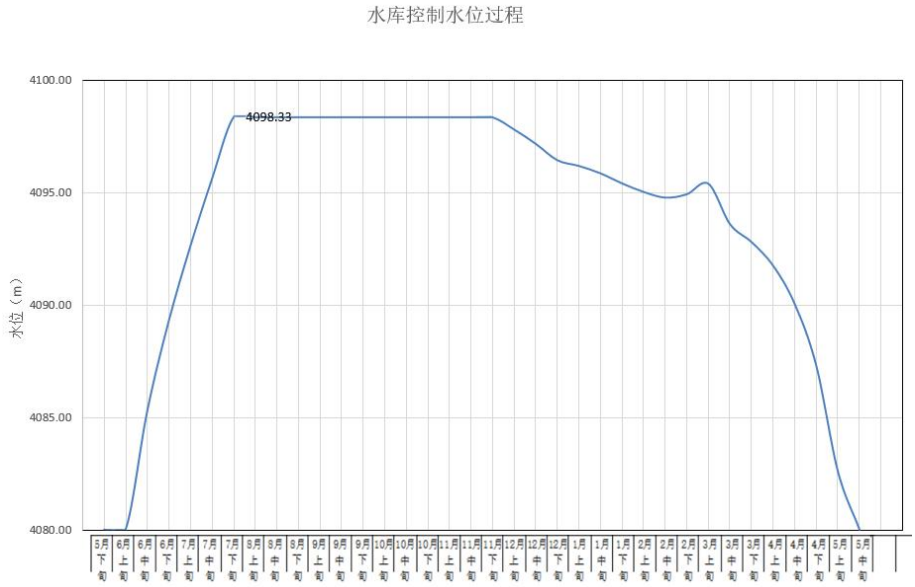


图 2.1-1　水库调度图

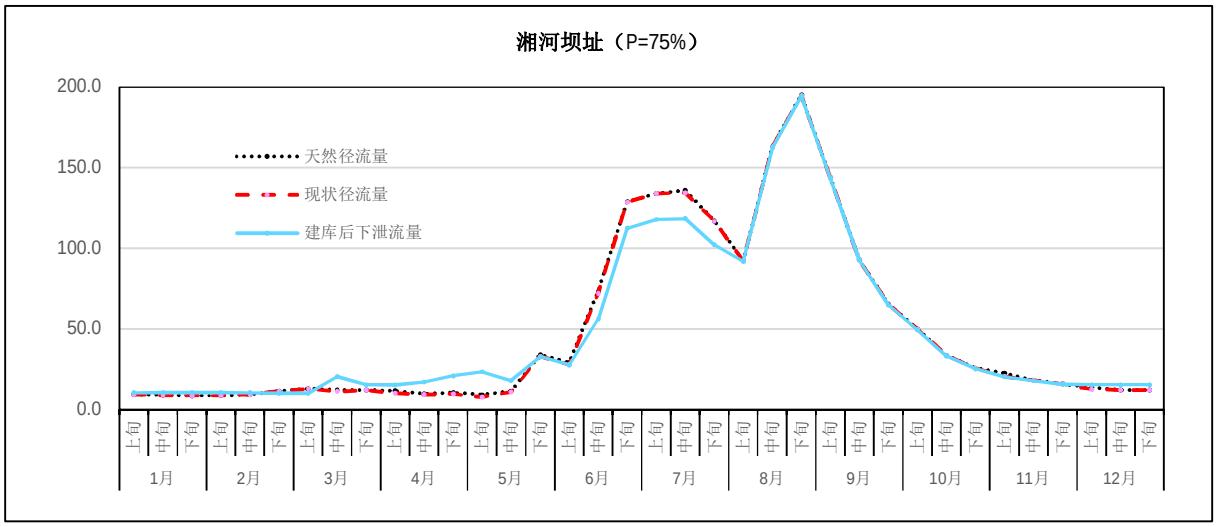


图 2.1-2　P=75%来水频率库区逐月径流量过程图

2.1.15　工程投资

按 2017 年 2 季度价格水平计算，工程总投资 268565.56 万元，其中枢纽工程 201641.90 万元；配套灌区工程总投资 61679.90 万元；田间配套工程 5243.76 万元。

工程环境保护专项投资 15258.90 万元，环境保护专项投资中环境保护措施投资 10302.82 万元，环境监测措施投资 192 万元，环境保护临时措施投资 1907.2 元，独立费用 1222 万元，基本预备费 1606.78 万元。

工程水土保持总投资为 6225.37 万元，其中工程措施 2368.87 万元，植物措施 898.77 万元，监测措施 293.01 万元，临时工程 548.12 万元，独立费用 839.75 万元，基本预备

费 494.86 万元，水土保持补偿费 782 万元。

2.2 工程分析

2.2.1 与相关产业政策和规划符合性分析

2.2.1.1 产业政策符合性分析

2005 年 12 月 2 日国务院发布的《促进产业结构调整暂行规定》（国发［2005］40 号）中提出“巩固和加强农业基础地位，加快传统农业向现代农业转变。加强农田水利建设，改造中低产田，搞好土地整理。积极推行节水灌溉，科学使用肥料、农药，促进农业可持续发展。加强水利建设，优化水资源配置。统筹上下游、地表地下水资源调配、控制地下水开采，积极开展海水淡化。加强防洪抗旱工程建设，以堤防加固和控制性水利枢纽等防洪体系为重点，强化防洪减灾薄弱环节建设，继续加强大江大河干流堤防、行蓄洪区、病险水库除险加固和城市防洪骨干工程建设，建设南水北调工程。加大人畜饮水工程和灌区配套工程建设改造力度。”

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程为湘河流域水资源优化配置的控制性工程，建成后可解决湘河下游区域水资源短缺问题，为灌区内土地及下游区域的工业用水提供水源保障，还可为藏中电网提供电力支持。工程的建设属国家《产业结构调整指导目录（2014 年本）》水利类中“灌区改造及配套设施建设”、“牧区水利工程”、“农田水利设施建设工程（灌排渠道、涵闸、泵站建设等）”等鼓励类项目，同时属于电力类“水力发电”鼓励类项目。

综上所述分析，西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程的建设符合国家相关产业政策。

2.2.1.2 与自然保护区条例的符合性

根据《中华人民共和国自然保护区条例》第五条规定，建设和管理自然保护区，应当妥善处理与当地经济建设和居民生产、生活的关系。第三十二条规定，在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。第二十六条规定，禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动。”

湘河水利枢纽工程不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区。

本工程移民安置点位于保护区外的卡孜乡卡孜村，与保护区边界最近距离约为 15km。

灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为

40m 和 500m。在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。

本工程在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，不涉及自然保护区，自然保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。工程施工期各类污染物处理后回用不排放，不属于污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。同时，工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量，工程仅水库建设规模考虑保护区内的生态补水水量。因此与自然保护区管理条例不冲突。

2.2.1.3 与自然保护区总体规划的符合性分析

根据《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区总体规划》，保护区核心区除从事必要的科学研究与科研监测外，应禁绝一切人类生产活动，使之尽量不受人为干扰。鉴于本保护区范围内数千年来，黑颈鹤与人类已经形成了特殊的依存关系，即人类的农耕活动不仅未妨碍黑颈鹤的生存，反而与之形成和谐共存的状态，因此对于本自然保护区而言，其核心区应首先考虑黑颈鹤主要夜宿地和觅食地，其次是保护区内对黑颈鹤的栖息和迁徙具有重要意义的湖泊、河流湿地。这些区域是黑颈鹤种群密集的地带，如果现状遭到改变和干扰，将使黑颈鹤改变其迁徙路线、觅食区域和栖息场所，进而可能影响到该物种的种群数量。但因黑颈鹤主要栖息地在河谷而放牧等活动集中在上部，使得黑颈鹤与当地农业生产对同一土地的利用呈现季节交替的状态，因而两者的利益冲突不大。

缓冲区在保护当地生物多样性的基础上，可维持居民原有的生产方式和生产活动，但这些活动必须在保护区严格管理下进行，并应减少对自然资源的消耗，提高资源利用效率，力争实现区内社会经济的可持续发展。考虑到本保护区由于自然地形、社会经济活动分布和保护对象与当地生产活动的特殊依存关系等因素，黑颈鹤的主要越冬觅食地与人类经济活动频繁的区域交错重叠，在保护区区划中，既要保证黑颈鹤的主要栖息地得到严格有效的保护，同时，又要预留足够用于发展农牧业生产的区域。

实验区是区内居民从事生产活动的主要区域，也是对外部游客进行宣传、教育、师范的主要区域。本区的功能是在保护好区内生物多样性和自然生态环境基础上，充分发挥区内的自然与文化资源优势，调整产业结构，科学、合理、高效、可持续地利用本地自然与其它资源，而使当地生产得到快速发展，群众生活得到较快改善。本区的居民住

房和其他旅游服务设施在建设中力求与保护区自然环境保持协调，并突出地方特色，使整个区域内的人类活动与自然环境形成完美的结合。

根据黑颈鹤具有迁徙性的生态习性，保护区主要实施湿地栖息地长期严格保护、其它区域季节性保护的方法。派人员对黑颈鹤主要觅食地和夜宿地按不同的季节性功能区进行严格管理。在黑颈鹤飞离后，在不破坏期栖息地生态环境的前提下，允许当地居民从事传统的农牧业生产活动。

同时，规划提出对黑颈鹤主要栖息湿地进行人工促进恢复，在部分地段退耕还泽。黑颈鹤栖息地恢复主要通过退耕还泽、修建防护围栏、修建引水渠等途径进行。

本工程灌区在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状。自然保护区内也不设置施工场地、料渣场和道路等。工程施工时间和农业生产时间与黑颈鹤越冬季节错开，不破坏黑颈鹤的夜宿地和觅食地。考虑到目前保护区内一段时间内仍分布有居民生产生活，工程维持了保护区内现有农田灌溉必要的生产所需的水量，不增加已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量，维持保护区内现状灌溉面积 6.74 万亩。本工程经环评优化调整后，开发任务包括改善保护区生态环境，可提供保护区日喀则片区南木林县生态保护与修复所需的部分水量，为冬季黑颈鹤提供更好的食物来源。因此与自然保护区总体规划是符合的。

2.2.1.4 《与西藏自治区国民经济和社会发展“十三五”规划纲要的相符性

《西藏自治区“十三五”时期国民经济和社会发展规划纲要》明确提出，根据水资源分布、地形地貌及经济社会发展需要，合理布局水利设施建设，实现水资源可持续利用。中部河谷区，加强骨干水利工程建设，系统治理、合理开发、有效保护“一江六河”重点河谷段，提高主要江河防护能力及城镇防洪能力、区域水资源统筹调配和供水能力、水土资源综合生产能力、水资源保护能力。东部高山峡谷区，强化水源涵养和水土保持，加强藏东“三江”干流及主要支流以及中小河流综合治理与保护，提高城镇防洪保障能力，改善干热河谷生态，合理开发利用水能资源。西北高寒区，加快人工饲草料地和抗灾饲草料地水利设施建设，促进草地资源可持续利用和草原畜牧业可持续发展。南部边境带，加强“边境五小”水利设施建设，提高边境地区水利民生保障水平。开展跨境河流水资源优化配置研究和规划编制。其中将“湘河水库列为“十三五”重点水源工程。

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程承担着灌溉与供水、改善生态、兼顾发电等综合利用开发任务，其为湘河流域水资源优化配置的控制性工程，建成后可解决湘河下游灌

区及工业用水提供水源保障，还可为藏中电网提供电力支持。与上述《西藏自治区“十三五”时期国民经济和社会发展规划纲要》关于水利基础设施建设规划是一致的。

2.2.1.5 与西藏自治区水利改革发展“十三五”规划的协调性分析

根据西藏自治区水利改革发展“十三五”规划，“十三五”期间，西藏争取实施 17 类水利建设项目，开工建设湘河、宗通卡、帕孜、拉萨市城区防洪等 7 大重点骨干工程，推进主要水源涵养区、江河源头区、湿地保护区水生态补偿奖励机制。因此，湘河水利枢纽及配套灌区工程的建设是完全符合西藏自治区水利改革发展“十三五”规划要求的。

2.2.1.6 与生态功能区划的协调性分析

根据《全国生态功能区划（修编版）》（2015 年），全国生态功能区共有 3 大类，包括生态调节功能区、产品提供功能区与人居保障功能区。生态功能二级区共有 9 类，包括水源涵养、土壤保持、防风固沙、生物多样性保护、洪水调蓄等生态调节功能，农产品与林产品等产品提供功能，以及大都市群和重点城镇群人居保障功能二级生态功能区。生态功能三级区共有 242 个。

根据《全国生态功能区划（修编版）》（2015 年），湘河流域主要涉及“Ⅱ产品提供功能区”中“Ⅱ-01 农产品提供功能区”的“Ⅱ-01-54 雅鲁藏布江中游谷地农产品提供三级功能区”。该生态功能区按生态敏感度划分属于藏南高原温带半干旱生境高度敏感区。主要生态问题为：农田侵占、土壤肥力下降、农业面源污染严重；在草地畜牧业区，过度放牧，草地退化沙化，抵御灾害能力低。该区生态保护的主要方向为：（1）严格保护基本农田，培养土壤肥力。（2）加强农田基本建设，增强抗自然灾害的能力。（3）加强水利建设，大力发展节水农业；种养结合，科学施肥。（4）发展无公害农产品、绿色食品和有机食品；调整农业产业和农村经济结构，合理组织农业生产和农村经济活动。（5）在草地畜牧业区，要科学确定草场载畜量，实行季节畜牧业，实现草畜平衡；草地封育改良相结合，实施大范围轮封轮牧制度。

根据《西藏自治区生态功能区划》，项目所在区域在西藏自治区生态功能区划中属：Ⅳ藏南山原宽谷温带半干旱灌丛草原生态区，Ⅳ1 雅鲁藏布江中游谷地灌丛草原生态亚区，Ⅳ1-8 大那浦曲-湘曲下游宽谷农业与土壤保持及荒漠化控制生态功能区。其生态功能定位为宽谷农业重点发展，主要生态问题为土壤保持与沙化控制，该区发展与保护的方向及对策为：大力发展河谷农业，加强土壤保持和控制土地沙化。

本次湘河水利枢纽工程建设是根据流域综合规划报告中提出的骨干工程，根据流域经济社会发展需求，结合流域人口、资源和环境特征，开发任务以灌溉、供水、改善保

护区生态环境为主，兼顾发电。其中灌区建设符合该区域“农产品提供生态功能区”的定位需求，保障当地的农田基本建设，增强抗自然灾害的能力。与全国生态功能区划和西藏自治区生态功能区划提出的功能定位是相协调的。

同时，《全国生态功能区划》要求，不得改变自然保护区的土地用途，禁止在自然保护区内开发建设，实施重大工程对生物多样性影响的生态影响评价。本工程灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为40m和500m。移民集中安置区针对保护区进行了避让，卡孜乡移民安置区位于保护区范围之外，与保护区边界最近距离约为15km。保护区内现状分布有居民、耕地。本灌区工程为基础设施建设，关乎人民群众生产生活，可有效改善灌溉用水，提高作物产量和改善群众生活，较好改善当地青稞等作物产量，也为黑颈鹤等动物提供更好的食物来源，改善栖息环境，有利于保护区的水土保持和动植物生长繁殖。

2.2.1.7 与《西藏生态安全屏障保护与建设规划（2008～2030 年）》的协调性分析

根据植被地带性分异、主导生态系统结构与功能相似性、地貌格局与地貌类型相似性、生态环境与经济社会条件组合特征相对一致性，并适当考虑流域单元相对完整性原则，将西藏分为 3 个生态安全屏障区和 10 个亚区。3 个生态安全屏障区包括藏北高原和藏西山地生态安全屏障区、藏南及喜马拉雅中段生态安全屏障区、藏东南和藏东生态安全屏障区。根据《西藏生态安全屏障保护与建设规划》，湘河流域属于藏南及喜马拉雅中段生态安全屏障区中的雅鲁藏布江中游宽谷土地沙化和水土流失控制及经济重点发展亚区。为农牧业生产发展提供良好的环境基础。

另外，根据《西藏生态安全屏障保护与建设规划（2008～2030 年）》，生态安全屏障保护与建设工程包括保护、建设和支撑保障 3 大类 10 项工程，其中生态保护工程 5 项，分别为天然草地保护工程、森林防火及有害生物防治工程、野生动植物保护及保护区建设工程、重要湿地保护工程、农牧区传统能源替代工程；生态建设工程 4 项，分别为防护林体系建设工程、人工种草与天然草地改良工程、防沙治沙工程、水土流失治理工程；支撑保障工程 1 项，为生态安全屏障监测工程。

本次湘河水力发电属于农牧区传统能源替代工程（主要内容包括小水电代燃料、农村沼气建设和太阳能应用工程），属于生态保护工程。

综上，湘河水利枢纽工程建设与西藏生态安全屏障保护与建设规划不冲突。由于保护区内现状分布有居民、耕地。本灌区工程为基础设施建设，关乎人民群众生产生活，可有效改善灌溉用水，提高作物产量和改善群众生活。当地藏族与野生动物和睦相处，

日常农业劳作和生产生活未对保护区和黑颈鹤等保护动物造成不利影响，且农田中的青稞余秣为黑颈鹤越冬时的主要食物。因此，灌区工程建设可较好改善当地青稞等作物产量，也为黑颈鹤等动物提供更好的食物来源，改善栖息环境，有利于保护区的水土保持和动植物生长繁殖。

2.2.1.8 与雅鲁藏布江中游水电规划环评的符合性分析

2014 年 7 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司编制完成《西藏雅鲁藏布江中游水电规划环境影响报告书》(送审稿)，2014 年 7 月 31 日，环境保护部对规划环评报告书进行了审查，2014 年 9 月 9 日，环境保护部出具了规划环评审查意见。

根据该报告书，通过优化和调整规划方案，完全保留了雅鲁藏布江中游里孜附近及以上的上游宽谷区、桑得～拉孜～日喀则～大竹卡的拉孜和日喀则宽谷区、卡热～曲水～山南～桑日的山南宽谷区，保留河段总长 882km。对于喜激流性鱼类，雅江中游支流水域多未进行水电开发规划，鮡科鱼类生境可以得到保护。支流栖息地保护包括年楚河江孜以下约 120km 为天然河段，拉萨河直孔以下约 150km 天然河段，以及尼洋河八一镇至下游汇入口处约 32km 天然河段。另外，雅鲁藏布江中游各梯级电站库区各小型支流也应该作为鱼类栖息地予以保护。

其中，雅鲁藏布江中游支流栖息地保护包括年楚河、拉萨河和尼洋河 3 条，湘河流域不在中游规划环评所规划的支流鱼类栖息地保护河段之内，与雅鲁藏布江中游水电规划环评要求不矛盾。

2.2.1.9 与水资源规划相符性

《西藏湘河流域水资源综合规划报告》中提出“湘河水库是湘河流域综合开发的控制性工程，水库的兴建，能够为坝址以下的灌区提供水源，提高灌区的灌溉保证率。水库的兴建也将为坝址以下区域提供生活、生产用水。同时在坝后修建电站，可为日喀则市平均年提供电量 13522 万 kW•h。同时水库建成后对下游区域有一定的滞洪作用。因此，选择湘河水库为湘河流域综合开发的控制性工程。根据本次规划任务的要求，规划重点是解决流域内的灌溉与供水问题，因此，将湘河水库上下游灌区工程选为本次规划的重要工程。”可见湘河水利枢纽及配套灌区工程满足湘河流域水资源综合规划的要求。

2.2.1.10 与保护区日喀则片区生态保护与修复规划的符合性

根据《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划（2018-2025）》，生态保护与修复规划建设地点位于雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区，北纬 29°05′～29°28′，东经 87°33′～89°38′。涉及日喀

则市的拉孜县、桑珠孜区、南木林县、谢通门县和萨迦县 5 个县（区），面积 260038 hm^2。

保护区生态保护与修复包括湿地保护与修复工程、黑颈鹤觅食地保护工程、植被修复工程。通过蓄水工程的建设，以及对湖泊和沼泽湿地进行补水，维持其湿地规模，保障黑颈鹤及其他候鸟的生存环境。

湘河水利枢纽工程建设规模考虑了自然保护区生态保护和修复用水需求，可提供保护生态保护与修复所需的南木林县的部分水量，符合保护区日喀则片区生态保护与修复规划。

2.2.1.11 与“三线一单”的符合性分析

(1) 与生态保护红线的符合性分析

西藏自治区未颁布生态保护红线，根据环办生态[2017]48 号《关于印发<生态保护红线划定指南>的通知》，国家级和省级禁止开发区域包括自然保护区。湘河水利枢纽工程不涉及自然保护区，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，不涉及自然保护区，自然保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。与生态保护红线不矛盾。

(2) 与环境质量底线的符合性分析

西藏自治区未颁布环境质量底线，工程区水环境现状良好，工程各项污废水处理后回用不排放，对周边的地表水环境影响较小。经预测，工程建设对环境空气、声环境及地下水等环境也均满足的环境质量的要求，工程建设符合环境质量底线要求。

(3) 与资源利用上线的符合性分析

西藏自治区未颁布资源利用上线，本工程占地灌主要为其它类型土地、水域和水利设施用地，同时占用部分耕地、园地、林地，工程用地不涉及占用基本农田。工程在灌溉取水的同时，下泄生态流量，保证河道生态用水。因此，符合资源利用上线的要求。

(4) 与环境准入负面清单的符合性分析

西藏自治区未颁布环境准入负面清单，本工程为灌溉水利工程，不属于工业污染项目。工程建成后将有效改善灌区及周边区域因干旱缺水导致的土地荒漠化和沙化的生态问题，增加主要保护对象黑颈鹤的食源，对保护区内的黑颈鹤等保护对象的种群数量维持具有积极的促进作用。因此，工程建设基本不属于负面清单内容。

2.2.2 与流域综合规划及规划环评的符合性分析

2.2.2.1 与流域综合规划的符合性分析

根据 2013 年 1 月审查通过的《西藏自治区湘河流域综合规划》，拟在 2030 年以前

在湘河流域开发湘河、旁堆、甲措3座电站，同时对拉岗电站进行改造，总装机23.5MW，总发电量1.1494亿kW•h，可为藏中电网提供一定电力和电量，可提高当地居民用电普及率，提高人民生活质量，促进当地经济发展。湘河流域近期工程包括湘河水库工程、灌区引水干渠及主要渠系工程、人畜供水工程、重要干、支流河段的治理工程、水土保持近期工程等。湘河水库是湘河流域综合开发唯一的控制性工程，在灌溉与供水、发电等诸多功能上效益显著，尤其是在灌溉功能上具有不可替代的作用，是水库下游灌区的控制性工程，已列为西藏自治区“十三五”期间的重点水利建设项目，应抓紧开展前期工作，争取早日立项建设，尽早发挥综合效益。

2015年2月，西藏自治区人民政府以藏政函〔2015〕53号文对《规划报告》进行了批复。2016年4月，西藏自治区人民政府以藏政函〔2016〕67号文对湘河流域综合规划调整进行了批复，同意湘河水利枢纽等别由Ⅲ等中型水库工程调整为Ⅱ等大（二）型水库工程。

可研阶段湘河水利枢纽及配套灌区工程的建设规模较规划阶段有所变化，但西藏自治区人民政府已同意湘河水利枢纽的等别调整，并进行了批复，因此工程与西藏自治区湘河流域综合规划不冲突。

2.2.2.2 水利枢纽工程与流域综合规划环评要求的符合性

根据湘河流域综合规划环评的审查意见，鉴于区域生态环境的脆弱性和敏感性，从环境保护角度考虑，旁堆和甲措电站暂不列入本轮规划。在水电站的实施过程中，应切实落实规划环评报告书提出的各项生态环境保护对策措施，统筹水电开发与生态环境保护的关系。应进一步完善生态流量和生物多样性保护等对策措施，落实环境保护的相关要求。在规划实施过程中，应根据对流域生态环境的监测监控结果，适时进行环境影响跟踪评价。近期规划的建设项目，在开展环境影响评价时，应遵循《规划环评报告书》提出的主要结论和生态环境保护的对策措施，加强区域生态环境现状调查，重点评价项目实施产生的生态、社会等影响，深入评价对生态环境敏感区域的影响方式、范围、历时和程度。

湘河水利枢纽工程已列入本轮规划，在湘河水利枢纽的实施过程中，环评工作将环境保护的要求贯穿于水库设计的各个阶段。针对规划环评中提出的下泄必要流量的要求，进行了分析论证；对施工过程中产生的污废水、扬尘、弃渣等设置了相应的处理设施或措施，满足功能区要求；对流域生态环境提出了监测监控计划等。总之，本次环评阶段，对规划环评阶段提出的相关要求均进行了研究和落实，相关措施要求能够满足流

域综合规划环评要求。

《西藏自治区湘河流域综合规划环境影响报告书》提出处理好流域规划环评与单项环评的关系，下一步必须做好各项目的环境影响评价，按可研阶段设计深度设计防治污染和减缓陆生、水生生态环境影响的保护措施。在开展单项工程环境影响评价中，进一步细化和深入进行水生生物调查工作，从现阶段掌握的资料分析，建设人工增殖放流站是目前最为成熟和实用的鱼类保护措施，但具体到单项工程环评阶段，需进一步分析论证，综合考虑整个河段，细化增殖站的建设内容。工程设计可行性研究阶段，结合水库淹没调查对项目区域的陆生生态现状作进一步的补充调查，调查的重点主要是水利枢纽及各分项规划施工场地周围，对集中分布的灌草等植被采取相应的保证措施，通过调整施工布置，采取避让、移栽等措施保护。在单项规划工程设计工作达到可行性研究深度时，根据设计成果，进一步详细预测评价各工程的“三废”和噪声对环境的影响，有针对性地进行水土流失影响分析，对渣、料场址合理性进行具体分析，以科学预防对环境的不利影响。

规划环评审查意见提出在水电站的实施过程中，应切实落实规划环评报告书提出的各项生态环境保护对策措施，统筹水电开发与生态环境保护的关系。根据流域规划环评报告书的研究成果和结论，进一步完善生态流量和生物多样性保护等对策措施，落实环境保护的相关要求。在规划实施过程中，应根据对流域生态环境的监测监控结果，适时进行环境影响跟踪评价，进一步提出规划实施方案的优化，进一步完善生态环境保护的对策措施，并在规划实施过程中落实。《规划》中所包含近期建设项目，在开展环境影响评价时，应遵循《报告书》提出的主要结论和生态环境保护的对策措施，加强区域生态环境现状调查，重点评价项目实施产生的生态、社会等影响，深入评价对生态环境敏感区域的影响方式、范围、历时和程度。

湘河水利枢纽工程环境影响评价开展了陆生、水生生态调查和各项环境监测，针对各环境影响因子，采用定性和定量的方法进行了详细的环境影响预测评价，依据规划环评的总体要求，拟定了污染物防治和生态环境保护措施。结合水土保持措施进行施工场地周边的植被恢复，进一步完善了生态流量和生物多样性保护等对策措施，提出了工程后续环境监理、环境监测等要求，对于工程的“三废”和噪声对环境的影响也进行了详细预测，进行了水土流失影响分析和渣、料场址合理性分析。因此，本次环境影响评价对于规划环评及规划环评审查意见中的相关要求和要点进行了充分的响应，是符合规划环评和规划环评审查要求的。

(3) 灌区工程与流域综合规划环评要求的符合性

湘河流域综合规划涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区的工程为下游河段的灌溉和部分防洪工程。灌溉规划中，湘河左岸 4 号引水干渠涉及保护区的实验区、缓冲区，右岸 5 号引水干渠涉及保护区的实验区、缓冲区；防洪规划中，湘河左岸 13 号防洪堤涉及保护区的实验区、缓冲区以及部分核心区，右岸 16 号防洪堤涉及保护区的实验区、缓冲区。左岸 13 号防洪堤涉及保护区核心区的工程约 6.5km。规划环评要求环评建议保留实验区内规划实施的防洪、灌溉工程，将涉及缓冲区、核心区的工程取消，将 4 号引水干渠涉及缓冲区的部分进行调整，绕开缓冲区。在具体工程实施前，建议协调好灌溉、防洪规划与西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区的关系，开展专题报告进行具体项目影响专题论证，并采取措施确保自然保护区的保护目标不受工程实施所带来的影响。

规划环评审查意见要求：优化调整规划布局，减缓对雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区的影响。结合防洪保护目标分布和灌溉范围，拟定科学合理的调整方案将 4#、5#引水干渠和 13#、16#防洪堤线位调出保护区的缓冲区。

灌区工程设计中按照规划环评及批复的要求，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，不涉及自然保护区，自然保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。同时工程在自然保护区内未设置防洪堤，因此符合规划环评的要求。

规划环评审查意见落实情况见表 2.2-1。

规划环评审查意见落实情况

表 2.2-1

序号	规划环评审查意见	工程落实情况
1	同意近期实施防洪、河道整治、供水、灌溉、水资源与水生态保护、水土保持等规划。规划实施工程中应严格执行环境保护“三同时”制度，尽量减少对自然环境的破坏，确保各项环保措施按要求落实，确保规划与区域经济、社会、生态环境保护的协调发展。	工程建设过程中，提出了环保“三同时”的要求，并将生态保护放在了突出重要的位置。
2	在生态保护优先的前提下，同意近期实施湘河水库工程。鉴于区域生态环境的脆弱性和敏感性，从环境保护角度考虑，旁堆和甲措电站暂不列入本轮规划。在水电站的实施过程中，应切实落实规划环评报告书提出的各项生态环境保护对策措施，统筹水电开发与生态环境保护的关系。	近期仅实施湘河水库工程，旁堆和甲措电站暂不实施。
3	优化调整规划布局，减缓对雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区的影响。结合防洪保护目标分布和灌溉范围，拟定科学合理的调整方案将 4#、5#引水干渠和 13#、16#防洪堤线位调出保护区的缓冲区。	（1）已优化调整 4#、5#引水干渠（央玛干渠、艾玛岗干渠），将两条干渠涉及黑颈鹤国家级自然保护区缓冲区、核心区的干渠进行了调整，调出了保护区，经调整后，本工程不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区。 （2）13#、16#防洪堤线未包含于本工程中，待其实施时，也将按规划环评审查意见进行调整。
4	鉴于湘河沿线分布有不少滨河湿地，建议规划实施过程中应结合湿地分布情况，在湿地分布区域布置防洪工程时采用透水性建筑物，确保湿地的水力学联系，减缓规划实施对湿地的影响。	本工程未包含防洪堤防工程，不会由于堤防的实施对湿地产生影响。
5	《规划》应根据流域规划环评报告书的研究成果和结论，进一步完善生态流量和生物多样性保护等对策措施，落实环境保护的相关要求。	本工程结合湘河枢纽工程、央玛取水干渠的分布，设置了最小生态流量的下泄措施，生物多样性保护措施方面，采取了保留干流栖息地保护河段、设置过鱼设施、购买鱼苗放流等措施用以保护水生生态的生物多样性；采取限定作业区域、减少工程占地、落实施工区环保措施、采取乡土树种进行植被恢复、设置灌渠两岸的防护林带、保留传统农业等措施保护陆生生态的生物多样性。
6	在规划实施过程中，应根据对流域生态环境的监测监控结果，适时进行环境影响跟踪评价，进一步提出规划实施方案的优化，进一步完善生态环境保护的对策措施，并在规划实施过程中落实。	目前规划尚未实施，在本次项目环评阶段，开展了水生生态监测、陆生生态监测等，并在规划环评基础上提出了进一步的生态环境保护措施，使规划环评措施得以落实。
7	《规划》中所包含近期建设项目，在开展环境影响评价时，应遵循《报告书》提出的主要结论和生态环境保护的对策措施，加强区域生态环境现状调查，重点评价项目实施产生的生态、社会等影响，深入评价对生态环境敏感区域的影响方式、范围、历时和程度。	本次项目环评中，开展了详细的生态环境现状调查，重点评价了项目实施产生的生态、社会等影响，深入评价了工程建设对黑颈鹤自然保护区、国家重点保护野生动植物、珍稀保护鱼类的影响方式、范围、历时和程度。

2.2.2.3 工程规模调整对流域的影响补充分析

一、工程规模调整情况

工程可研设计随着工作的深入，从建设条件、工程布置、施工布置、工程量及投资等方面综合考虑，将湘河水利枢纽推荐坝址由下坝址调整为上坝址。

本工程在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，不涉及自然保护区，自然保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。

西藏自治区地处祖国西南边陲，属“少、边、穷”地区，生态环境十分脆弱，地方财力十分有限，考虑国家投资政策，同时坝址及下游河道内 3 个不同断面生态基流按照断面处多年平均流量的 17.2%进行下放，并考虑鱼类主要产卵期加大生态流量下放，同时考虑泥沙淤积侵占有效库容 234 万 m^3 等因素，规模由流域规划时的Ⅲ等中型工程调整为Ⅱ等大（2）型工程。

结合水利部长江水利委员会印发的《湘河流域综合规划》审查意见“下阶段应进一步研究扩大湘河电站装机容量的可行性”，同时根据湘河流域的实际水力资源情况，将湘河电站装机容量由流域规划时的 15MW 调整为 40MW。

二、工程影响区别

湘河水利枢纽可研阶段方案与规划阶段方案相比较，水利枢纽的水位抬高 9.59m，库容增加 0.26 亿 m^3，影响有所增加，调节库容增加 0.32 万 m^3，最大坝高增加 6m，发电死水位抬高 8.52m，装机容量增加 25MW，回水长度增加 1.7km，水库淹没面积增加 1.21km^2，影响有所增加。因淹没面积和库容增加，相应对植被、动物和水生生态的影响有所增加，但淹没区未发现有保护动植物分布，对鱼类及“三场”的影响基本无区别。同时，可研阶段方案较规划阶段方案的环境影响有所增大，但均不涉及对重大环境敏感区的影响。另外，可研阶段方案的水库调节性能降低，消落水位减少 1.93m，厂坝间河段长度减少 0.33km，相应的影响有所减少。与规划方案环境影响比较初步分析见表 2.2-2。

可研阶段与规划方案环境影响比较初步分析

表 2.2-2

项目	单位	湘河水利枢纽可研阶段方案	湘河水库规划阶段方案	可研与规划环境影响比较	影响
正常蓄水位	m	4099	4089.41	抬高 9.59m，影响有所增加	↑
正常蓄水位以下库容	万 m^3	9483	6896	湘河水利枢纽库容增加 2587 万 m^3，影响有所增加，主要为加大生态流量	↑
调节库容	万 m^3	6876	3719	增加 3157 万 m^3，影响有所增加	↑
最大坝高	m	51	45	增加 6m，影响有所增加	↑
发电死水位	m	4080	4071.48	抬高 8.52m，影响有所增加	↑
装机容量	MW	40	15	增加 25MW，下泄流量有所增加	↑
最大消落水位	m	19	17.93	增加 1.07m，影响有所增加	↑
回水长度	km	10.1	8.4	增加 1.7km，影响有所增加	↑
厂坝间河段长度	km	0.17	0.5	长度减少 0.33km，影响有所减少	↓
水库淹没面积	km^2	5.13	3.92	增加 1.21km^2，影响有所增加	↑
对水文情势的影响	—	库区水深增加，流速减缓，停留时间增加，对库区水温构成一定影响。改变坝下水文情势的时空分布。		由于蓄水位、库容、调节性能等变化没有本质的区别，对于水深、流速、水温等影响有所增加，但不明显	↑
对植被影响	—	影响均为广布的半干旱河谷和半湿润高原植被和青稞、小麦等人工农业植被，均未发现有保护植物分布，总体影响不大。		因淹没面积增加，对植被影响有所增加，影响增量不明显	↑
对动物影响	—	野生动物可以向库区周边转移，生境较为类似，未发现有保护的野生动物的栖息地，不会对动物造成重大影响。		因淹没面积增加，对动物影响有所增加，影响增量不明显	↑
水生生态影响	—	库区适应缓流或静水生境鱼类，上游与坝下具有急流性鱼类的繁殖条件，对鱼类的总体影响不大，基本无区别。		因淹没面积和库容增加，对鱼类影响有所增加，影响增量不明显	↑
重大环境敏感区	—	不涉及对重大环境敏感区的影响	灌区涉及自然保护区实验区	虽环境影响有所增大，但不涉及对重大环境敏感区的影响，避开了自然保护区	↓

三、环境影响比较初步结论

经初步分析，与规划方案环境影响比较，由于正常蓄水位、水库淹没面积和库容均有所增加，湘河水利枢纽工程可研阶段方案的环境影响总体上有所增加，但总体上看，规划阶段的灌区涉及自然保护区实验区，可研方案避开了自然保护区，且不涉及其它重大环境敏感区的影响。从可研阶段与规划方案环境影响比较初步分析看，对周边环境的

影响更小。

2.2.2.4 与流域综合规划及规划环评的符合性分析

工程灌区按照规划环评及批复的要求，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，不涉及自然保护区，自然保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等，同时工程在自然保护区内未设置防洪堤。

与规划方案环境影响比较，由于正常蓄水位、水库淹没面积和库容均有所增加，湘河水利枢纽工程可研阶段方案的环境影响总体上有所增加，但总体上看，规划阶段的灌区涉及自然保护区实验区，可研方案避开了自然保护区，且不涉及其它重大环境敏感区的影响。从可研阶段与规划方案环境影响比较初步分析看，对周边环境的影响更小。

因此，从流域综合规划及规划环评的符合性分析看，本工程符合相关要求。

2.2.3 工程建设的合理性分析

2.2.3.1 工程“三先三后”协调性分析

（1）项目区节水水平分析

按照西藏自治区最严格水资源管理制度的要求，湘河流域相关行业用水指标按流域节水水平进行设计与控制。

1）生活用水水平

根据《西藏自治区人民政府办公厅关于印发西藏自治区用水定额的通知》（藏政办发[2017]3 号），湘河流域城镇生活用水定额为 95～150L/人·d，农村生活用水定额为 40～45L/人·d。湘河流域生活用水水平符合西藏自治区用水定额的要求。

2）灌溉用水

根据相关规划和水资源论证成果报告，湘河流域临近的拉萨河流域灌溉定额为：青稞及春小麦净灌溉定额为 300m^3/亩、豆类和油菜灌溉定额为 270m^3/亩、林草灌溉定额为 200m^3/亩；拉萨河流域澎波灌区和墨达灌区的设计灌溉定额为：青稞及春小麦净灌溉定额为 290m^3/亩、豆类和油菜灌溉定额为 260m^3/亩、林草灌溉定额为 200m^3/亩。根据水利部长江水利委员会以“长许可[2017]68 号”批复的《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程水资源论证报告》，本工程灌区的各种作物灌溉定额与邻近地区灌溉定额较为接近。符合《西藏自治区用水定额》（藏政办发[2017]3 号）要求。

根据《西藏湘河流域水资源综合规划报告》，流域内灌区灌溉水利用系数到 2020 年达到 0.45，2030 年达到 0.50。根据西藏自治区水资源综合规划提出的规划目标，至 2020 年，全区灌溉水利用系数提高到 0.43 左右，至 2030 年，全区灌溉水利用系数提高

到 0.47 左右。根据拉萨河流域澎波灌区设计成果，到 2020 年，澎波灌区灌溉水利用系数将达到 0.55~0.65 左右。

根据湘河灌区渠道的调查和统计，推算现状灌区水利用系数为 0.3~0.4 之间；根据规划目标，通过灌区内规划的干渠和支渠兴建，并加大田间节水工程，实现灌溉水利用系数达到 0.6，满足上述相关灌溉用水效率指标要求，且与其他灌区相接近。

综上，湘河流域用水定额和用水效率基本符合西藏自治区节水水平的要求。

3）工业用水水平

随着地区经济发展与结构调整，以及供水保证率的提高，规划水平年本工程供水范围内工业会得到适当发展，主要为畜牧加工、缝纫等小型工业。参照《关于做好 2016 年度实行最严格水资源管理制度考核工作的通知》（藏水考办[2017]1 号）确定湘河水利枢纽下游区域规划年工业用水标准为 185m^3/万元。总体来看，规划水平年湘河流域工业用水水平满足西藏自治区最严格水资源管理制度的要求。

（2）项目区治污水平分析

湘河流域综合规划提出，执行水资源保护规划。改善湘河规划所涉及的水域的水环境，使规划水域水质所有功能区达到规划功能目标，各功能区控制排放量在水域纳污能力范围之内。加快城市水污染治理；加强工业污染控制，做到增产减污或增产不增污；加快建设城市污水处理设施；特别加强饮用水源地水质保护。落实对饮用水水源地的保护，加强水源地管理体制和监督管理，采取生物隔离工程（如防护林）对水源地进行保护。加强面源治理。要采取有力措施，切实保护好现有的林草植被和治理成果；禁止陡坡开荒；要改革农业生产方式，合理使用化肥、农药，逐步减少面源污染。在工程施工期应制订严格的水环境保护制度措施。在工程设计的全阶段都要贯穿环境保护理念，从工程设计方案、施工布置、施工方法、施工设备、污废水处理及利用等方面达到清洁生产的要求，减少废污水的产生。对施工废水产生量最大的砂石料加工系统废水，设计处理后全部回用，必须达到零排放。

用水区正在建设南木林县污水处理厂等治污措施。为进一步保护受水区水环境，本环评报告结合水环境影响预测结果，提出暂未建设污水处理厂的各集镇加快推进城镇污水处理厂的建设等要求。

（3）节水减污措施分析

1）农业节水措施

农业节水措施主要包括①灌溉工程节水：要严格做好沟渠、管道的合理布局，提高

工程建设质量。做好渠道防渗工程，可以减少水的流失，使渠系水的利用系数提高。②农业技术节水：优化耕作制度、调整种植结构，扩大节水作物的种植面积；合采取间种、套种、立体种植、合理密植、深耕等先进的农耕农艺措施；推广先进的灌水技术，如喷灌、微灌、滴灌以及膜下滴灌等。③用水管理：对灌溉用水进行科学合理的调度，制定用水原则，把水资源用到最需要的片区；树立节水观念，提高农民节水意识；建立灌区管理信息系统和灌区管理自动化系统。

2）工业节水措施

工业用水要制定不同类型行业、各种工业产品的单位用水定额，从水价方面采取一些行之有效的措施，促使工业企业从自身经济效益出发，提高工业用水重复利用率，励行节约用水。积极鼓励企业应用先进节水节能的技术和工艺，开发利用好高效低耗污水再生技术、工艺和设备，减少环节和单位产品用水，达到节约用水的目的。提高废水处理率和重复利用率。大力宣传、依法实施节约用水和科学用水，研究和引进先进的节水技术，提高全民的节水意识，并从法规和政策上鼓励和支持节约用水。

3）城镇生活节水措施

生活节水措施包括加强输水管网建设和管理，生活用水水价要实行阶梯价格制度，以经济手段促进节约用水，推广和普及节水便器、淋浴器等节水设施。通过合理用水，保持现状生活节水水平的基础上，进一步提高污水回用率；进一步强化用水管理，加强节水教育。

（4）“三先三后”协调性分析

在需水预测中，根据湘河灌区自身用水现状、流域水资源条件以及未来水资源的供需发展趋势，在采取上述节水措施、污水处理、挖潜等措施后，2030年该区仍缺水0.30亿m^3。通过从湘河水库配置水资源，基本符合先节水后引调水原则。南木林县水域现状水质良好，规划年正在建设南木林县污水处理厂等治污措施，提高污水处理率和污水回用率，符合先治污后通水原则。工程设计充分考虑了湘河坝址和央玛坝址下游生态环境的用水需求，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。因此，本工程基本符合国家“三先三后”和“节约优先、保护优先原则”的原则。

2.2.3.2 坝址选择合理性分析

(1) 坝址方案初拟

根据地形条件和规划阶段梯级开发方案，湘河坝址可选范围为甲措藏布和拉布藏布

的汇合口至达那乡之间，河段长度约4.2km，该段河谷均呈“U”或“V”字型，其下河段河谷逐渐变得开阔。根据地形地质条件，上坝址选在湘河干支流甲措藏布和拉布藏布交汇部位下游约2km处，河谷呈“U”字型，相对较为开阔。下坝址选在南木林县达那乡甲措藏布和拉布藏布干流交汇部位下游约3.7km的湘曲河段，河谷呈“V”字型，较为狭窄。两坝址相距较近，其间河谷呈渐变趋势，不再具备有比较价值的坝址。

(2) 环境影响

上坝址与下坝址之间 1.7km 范围内，要淹没甲措乡朗琼村，施工占地影响到甲措乡，上坝址淹没范围比下坝址少 427.52 亩。工程两坝址均不涉及自然保护区、水源保护区、风景名胜区等重大环境敏感区，暂未发现有保护动植物及栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等，土地类型主要为草地和未利用地，植被覆盖度较低，影响的居民基本无区别，也不涉及其它环境敏感区。上坝址方案工程施工周期较下坝址方案短，施工区附近无居民点分布，施工环境影响较小。从环境影响方面看，上坝址优于下坝址。

(3) 比较结论

经综合比较，上坝址生态环境影响方面上坝址要优于下坝址，因此本阶段推荐上坝址方案。

2.2.3.3 坝型选择合理性分析

(1) 基本坝型初拟

上坝址河谷宽阔，谷底较平缓；河床覆盖层深厚，基岩为花岗岩，岩性单一，抗风化能力较强，强风化层较薄，弱、微风化的岩石强度较高。坝址区无区域性断裂通过，存在主要工程地质问题为河床、左岸覆盖层渗漏、渗透变形、不均匀变形及两岸卸荷带渗漏等问题。由于河床覆盖层深厚，拟建大坝较低，河床开阔，适宜修建当地材料坝，修建混凝土坝条件较差。工程经比较拟定了碾压式沥青混凝土心墙砂砾石坝和钢筋混凝土面板砂砾石坝两种坝型方案。

(2) 环境影响比较

工程推荐的碾压式沥青混凝土心墙砂砾坝方案的坝体开挖碎石土量、石方明挖量、混凝土量、钢筋量，以及基础处理的砂卵石开挖、石方开挖量和预埋钢管量均较混凝土面板砂砾料坝要小，坝体的砂砾石填筑量较混凝土面板砂砾料坝要大。施工环境影响随着施工工程量的增加而增大，从施工工程量看，两种坝型存在一定的差异。同时，工程地处高寒地区，心墙坝施工进度主要受防渗墙及沥青心墙施工控制，面板坝则不受防渗

墙施工影响，混凝土面板坝施工速度较沥青心墙坝快。施工区附近无居民点分布，也不涉及其它环境敏感区。因此，两种不同坝型的环境影响存在差异，但在环境上不存在重大影响区别。

(3) 比较结论

工程推荐碾压式沥青混凝土心墙砂砾石坝为选定坝型，从环境影响角度看，不存在重大的环境影响区别。

2.2.3.4 正常蓄水水位选择合理性分析

(1) 正常蓄水位初拟

推荐上坝址死水位为 4080m，上坝址正常蓄水位为 4099m，相应水库正常蓄水位下库容为 9483 万 m^3，实际相应兴利调节库容为 6876 万 m^3。对推荐坝址（上坝址）正常蓄水位抬高 2m（4101m）进行比选，两个正常蓄水位方案死库容、死水位、调节库容一致。

(2) 环境影响比选

正常蓄水位 4101m 方案库区较正常蓄水位 4099m 方案增加的淹没指标为：户数 12 户、人口 56 人、农户房屋面积 6853m^2、耕地 105 亩，林地 48 亩、草地 20 亩、交通用地 8 亩、其它土地 127 亩；南申公路 0.59km，南热公路 0.1km，桥梁（钢混）1 座 45m，桥梁（钢架）1 座 27m，农桥（钢混）2 座 8m；35kV 线路 1.0km，10kV 线路 1.0km；移动线路 1.0km，电信线路 1.0km；淹没补偿投资增加 3531 万元。

工程 2 个正常蓄水位方案均不涉及自然保护区、水源保护区、风景名胜区等重大环境敏感区，暂未发现有保护动植物及栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等，土地类型主要为草地和未利用地，植被覆盖度较低，淹没影响的居民基本无差别，也不涉及其它环境敏感区。从环境影响角度看，无明显区别，对于方案比选不构成制约因素。

(3) 正常蓄水位比选结论

综上所述，从环境影响考虑，在满足水库下游灌溉、供水及生态用水等前提下，本次初步选定上坝址湘河水利枢纽正常蓄水位为 4099m。

2.2.3.5 水库工程规模合理性

根据湘河流域综合规划报告审查意见（水利部长江委员会长规计[2013]6 号），基本同意梯级电站水利动能计算结果。下阶段应对湘河水库特征水位进行复核。湘河水库具有较大的调节库容，下阶段应进一步研究扩大装机容量的合理性。

工程可行性研究报告经进一步研究确定湘河水利枢纽死水位为4080m，相应水库死库容2373万m^3。经兴利调节计算，取正常蓄水位为4099m，兴利调节库容为0.69亿m^3。湘河电站建成后将为藏中电网，特别是在枯水期提供一定的电力电量，工程可行性研究报告经进一步研究确定电站装机容量为40MW。

2015年5月，水利部水利水电规划设计总院组织召开了湘河水库工程可行性研究报告的审查，并以水总设[2015]856 号文下发了审查意见。审查意见基本同意水库死水位为4080m，基本同意水库正常蓄水位为4099m，基本工艺电站的装机容量为40MW。因此，湘河水利枢纽的工程规模是合理的，与流域规划也是符合的。

2016年4月，西藏自治区人民政府以藏政函〔2016〕67号文对湘河流域综合规划调整进行了批复，同意湘河水利枢纽等别由Ⅲ等中型水库工程调整为Ⅱ等大（二）型水库工程。

从水库工程规模看，较为可行。

2.2.3.6 灌区渠线选择方案合理性

一、渠线方案

(1) 总体布置原则

① 应遵循高水高用、低水低用的原则。

② 灌溉输水工程布置应尽量满足灌区农田自流灌溉要求。

③ 灌溉和排水系统的布置应协调一致，满足灌溉和排涝要求，并应充分利用原有灌区的灌、排水系统。

④ 灌溉渠系布置应在保证工程安全可靠且满足施工、运用和管理方便的前提下，使工程区量和工程费用最小。

⑤ 排水沟道布置应利用天然河道与沟溪，排水承泄区应充分利用江河。

⑥ 灌区道路、桥涵的布置，应与灌排系统及田间工程的布置相协调。

⑦ 艾玛岗干渠、央村干渠及直接延伸的支渠、斗渠、农渠避开黑颈鹤自然保护区。

(2) 干渠线路选择

根据灌区的现状、八个灌区的分布情况、各个灌区的地形地质条件和取水方式，湘河灌区拟选三个总体布置方案进行比较，推荐方案布置6座取水枢纽、8条干渠、1条支渠。

取水枢纽包括5座无坝取水口和1座有坝取水枢纽（央玛取水枢纽），干渠共8条，总长82.9km，左岸干渠全长41.21km，右岸干渠全长41.69km。支渠总长2.76km。斗渠、

农渠共 76 条，总长度 66.47km。

(3) 合理性分析

3 个方案灌区控灌面积基本一样，技术上均较为可行，干渠的布置、走向基本一致，渠系布置没有发生实质改变。3 个方案均避开了黑颈鹤自然保护区。从投资方面考虑，方案一最少，投资最省。因此，本阶段推荐方案一为灌区总体布置方案。

工程各方案均不涉及自然保护区。避免了保护区的占用和对黑颈鹤等的影响，保护动植物的生态完整性、稳定性以及物种的遗传资源。

2.2.3.7 灌溉面积符合性

湘河水利枢纽及配套灌区工程灌溉面积共计为 12.49 万亩，其中改善现状灌溉面积 10.41 万亩（耕地 6.82 万亩，林地 2.86 万亩，草地 0.72 万亩。维持保护区内现状灌溉面积 6.74 万亩，其中耕地 4.58 万亩，林地 1.57 万亩，草地 0.59 万亩），新增灌溉面积 2.08 万亩（全部为保护区外耕地），年灌溉需水量 6499 万 m^3。工程在自然保护区内不新增灌溉面积，维持保护区内现状灌溉面积 6.74 万亩，与相关法规是符合的。湘河灌区与自然保护区的灌溉面积关系见表 2.2-3。

湘河灌区与自然保护区的灌溉面积关系表

表 2.2-3

所属区	灌区	新增面积（万亩）				改善面积（万亩）				总灌溉面积（万亩）
		耕地	林地	草地	小计	耕地	林地	草地	小计	
保护区以外	上游 6 条干渠	1.20	0	0	1.2	1.78	1.12	0.13	3.03	4.23
	央村干渠	0.88	0	0	0.88	0.18	0.03	0.01	0.22	1.1
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	0.28	0.14	0	0.42	0.42
	合计	2.08	0	0	2.08	2.24	1.29	0.14	3.67	5.75
实验区	上游 6 条干渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	央村干渠	0	0	0	0	0.14	0.12	0.07	0.33	0.33
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	1.38	0.47	0.23	2.08	2.08
	合计	0	0	0	0	1.52	0.59	0.3	2.41	2.41
缓冲区	上游 6 条干渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	央村干渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	0.97	0.33	0.11	1.41	1.41
	合计	0	0	0	0	0.97	0.33	0.11	1.41	1.41
核心区	上游 6 条干渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	央村干渠	0	0	0	0	0.34	0.04	0.02	0.4	0.4
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	1.75	0.61	0.16	2.52	2.52
	合计	0	0	0	0	2.09	0.65	0.18	2.92	2.92
总计		2.08	0	0	2.08	6.82	2.86	0.72	10.41	12.49
其中保护区		0	0	0	0	4.58	1.57	0.59	6.74	6.74

2.2.3.8 料场选址合理性分析

一、水利枢纽工程

湘河水利枢纽工程各料场均不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区等重大环境敏感区。不涉及国家重点保护植物，未发现有国家级和自治区级重点保护的野生动物的栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等。土地类型主要为草地、荒地或裸岩地，植被覆盖度较低，料场开采对植被破坏较少，施工结束后对占地将进行场地整理和植被恢复，对生态环境的影响较小。周边居民分布较少，且存在一定距离，开采过程中基本不会产生扰民现象。

二、灌区工程

工程原可研的灌区山巴砂砾石料场位于雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区，9处填筑料场涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区。在工程可行性研究设计过程中，各料场均不在雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区内，不涉及对自然保护区的影响。

各料场均不涉及饮用水水源地、风景名胜区等其它重大环境敏感区。不涉及国家重点保护植物，未发现有国家级和自治区级重点保护的野生动物的栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等。土地类型主要为草地、荒地或裸岩地，植被覆盖度较低，料场开采对植被破坏较少，施工结束后对占地将进行场地整理和植被恢复，对生态环境的影响较小。周边居民分布较少，且存在一定距离，开采过程中基本不会产生扰民现象。

2.2.3.9 渣场选址合理性分析

一、水利枢纽工程

经调查，各渣场不涉及风景名胜区、饮用水源保护区、自然保护区等环境敏感区。不涉及国家重点保护植物，未发现有国家级和自治区级重点保护的野生动物的栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等。土地类型主要为草地、和未利用地，植被覆盖度较低，弃渣对植被破坏较少，施工结束后对占地将进行场地整理和植被恢复，对生态环境的影响较小。周边居民分布较少，且存在一定距离，堆渣过程中基本不会产生扰民现象。从环境保护角度分析，3个弃渣场的设置较为合理。

二、灌区工程

灌区工程弃渣场均不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区，减少了对自然保护区的影响。各渣场也不涉及风景名胜区、饮用水源保护区等其它重大环境敏感区。不

涉及国家重点保护植物，未发现有国家级和自治区级重点保护的野生动物的栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等。土地类型主要为草地、荒地或裸岩地，植被覆盖度较低，弃渣对植被破坏较少，施工结束后对占地将进行场地整理和植被恢复，对生态环境的影响较小。周边居民分布较少，且存在一定距离，堆渣过程中基本不会产生扰民现象。

2.2.3.10 施工道路合理性分析

一、水利枢纽工程

水利枢纽工程场内交通较为便利，可将坝区右岸 S203 省道及坝区左岸乡村公路作为场内施工道路。同时需改建 13.34km 的道路，改建公路要求与原道路宽度相同。新建 6.0km 临时道路，场内新建道路为碎石路面，临时道路路基采用宽 5.5m、路面宽 4.5m 或路基宽 7.5m、路面宽 6.0m。

水利枢纽工程各施工道路不涉及风景名胜区、饮用水源保护区等其它重大环境敏感区。不涉及国家重点保护植物，未发现有国家级和自治区级重点保护的野生动物的栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等。土地类型主要为草地、荒地或裸岩地，植被覆盖度较低，因此对植被破坏较少，对生态环境的影响较小。周边居民分布较少，且存在一定距离，施工运输过程中基本不会产生扰民现象。

二、灌区工程

灌区共布置场内交通道路总长为 117.28km，其中新建交通道路 107.19km，改建乡村道路 10.09km，均为砂石路面，位于自然保护区之外。

各施工道路不涉及国家重点保护植物，未发现有国家级和自治区级重点保护的野生动物的栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等。土地类型主要为草地、荒地或裸岩地，植被覆盖度较低，因此对植被破坏较少，对生态环境的影响较小。周边居民分布较少，且存在一定距离，施工运输过程中基本不会产生扰民现象。

2.2.3.11 施工场地合理性分析

一、水利枢纽工程

水利枢纽工程各施工场地不涉及风景名胜区、饮用水源保护区等其它重大环境敏感区。不涉及国家重点保护植物，未发现有国家级和自治区级重点保护的野生动物的栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等。施工场地以方便施工，尽量靠公路沿线布置为原则，基本布置在较平缓的河滩地或荒地，地形平坦，且临近施工道路，布置紧凑。这样布置既方便大坝、厂房的施工，又可减少施工场区内新建公路的

长度，减少场地占用和对地表植被的破坏。土地类型主要为草地、荒地或裸岩地，植被覆盖度较低，因此对植被破坏较少，对生态环境的影响较小。周边居民分布较少，且存在一定距离，施工过程中基本不会产生扰民现象。

二、灌区工程

根据灌区渠系的分布，结合渠道工程施工分散，人员多、工段长，施工点分散的特点，为了方便施工人员的生活、生产管理，结合工区布置原则，施工场地采用集中布置的方式，布设施工工区共 15 处，总占地面积 51.23 亩，每个工区由施工营地、机械维修及停放区、仓库和综合加工厂组成。各施工产地均位于自然保护区之外。

其中，位于下游的艾玛岗灌区和央村灌区的施工工区各 2 处，均位于雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区之外。

各施工场地不涉及国家重点保护植物，未发现有国家级和自治区级重点保护的野生动物的栖息地分布，不涉及影响文物、压覆重要矿产资源和宗教设施等。土地类型主要为草地、荒地或裸岩地，植被覆盖度较低，因此对植被破坏较少，对生态环境的影响较小。周边居民分布较少，且存在一定距离，施工过程中基本不会产生扰民现象。

2.2.3.12 移民安置区适宜性分析

本工程移民全部出乡安置在卡孜乡卡孜村，移民安置区不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区，也不涉及基本农田保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、重点文物保护单位等其它环境保护敏感区。

同时，安置点环境容量较为充裕，基础设施条件较好，新建居民点与原居住点生活环境、风俗习惯基本相同，适宜发展农业种植和农区养殖生产，移民安置点自然条件、社会环境和生产安置适宜性均较好。

2.2.3.13 水利枢纽运行方式合理性分析

考虑到湘河流域径流年内分配极不均匀，水利枢纽设置的调节库容主要是为了满足水库下游灌溉与供水需求。经计算，推荐湘河水利枢纽兴利调节库容为 0.69 亿 m^3，为满足灌溉与供水需求的库容。工程建成后，初拟湘河水利枢纽的运行方式为：

6 月中旬水库拦蓄天然来水自死水位 4080m 开始蓄水，在利用引水发电洞在保障下游生态基流、人畜及工业用水和利用泄洪洞外侧设置的有压灌溉引水岔洞保障下游灌溉用水需求等前提下，余水充蓄水库，直至正常蓄水位 4099m。水库蓄满后，多余水量由溢洪洞下泄，水库维持正常蓄水位运用。当入库水量小于灌溉及供水用水需求时，按下游灌溉及供水用水要求下放，不足水量由水库提供。至次年 5 月中旬水库水位消落至死

水位 4080m。

考虑规划环评对湘河水利枢纽坝址和央玛取水枢纽坝址生态流量的要求，确定湘河坝址生态基流量为 10.0m^3/s，央玛取水枢纽坝址生态基流量为 11.87m^3/s；考虑到鱼类要求，5 月的生态流量为多年平均流量的 20%，6～7 月为多年平均流量的 30%。可研在水库运行方式中充分考虑了湘河河道内生态用水要求，湘河水库下泄水量均能满足湘河流域 5 月份 11.7m^3/s、6 月～7 月份 17.5m^3/s、8 月～笠年 4 月 10.0m^3/s 的河道内最小生态流量、鱼类及黑颈鹤越冬时期需水要求。工程运行后，由于水库调蓄作用，12 月、3～5 月下游河段逐旬下泄水量均有不同程度的增加，对枯水期河道水量起到一定的改善作用；其他月份坝址下游河段逐旬下泄水量均有不同程度的减少，水量减少了 2.3%，对下游水文情势影响有限。

总的来讲，湘河水利枢纽的运转对环境的影响有利有弊，其中有些不利影响是暂时的，有些不利影响则较小，可通过加强工程方面的保护措施来消除或控制在可允许的范围内。湘河水利枢纽为不完全年调节，具有较大库容，可满足下泄生态流量、鱼类产卵季节人造洪峰调度等要求，且设置了叠梁门减缓水温影响。因此，湘河水利枢纽运行后有利影响大于不利影响，其水库运行方式较为合理。

2.2.4 工程环境影响源分析

2.2.4.1 工程施工

（1）陆生生态

湘河水利枢纽工程建设区征占地包括工程永久占地及临时占地，总占地面积 609.81hm^2，其中水库淹没和永久占地 577.36hm^2，临时占地 30.54hm^2。枢纽施工区占地内主要植物是北京杨林、砂生槐灌丛、变色锦鸡儿灌丛、紫花针茅草丛、宽叶荨麻草丛、二裂委陵菜草、藏北嵩草草丛、芨芨草草丛、丛杉叶藻草丛和一些农田。水利枢纽工程大坝基础开挖、填筑，施工道路建设，场地平整，厂房建设和施工临时设施建设，以及料场开挖和渣场堆渣等，将直接损毁占地区的原有植被类型及其生境，使原有生物量受到损失，植被自然生产力将发生变化。

灌区工程建设区征占地包括工程永久占地及临时占地，总占地面积 228.42hm^2，其中永久占地 140.87hm^2，临时占地 73.80hm^2。主要影响植物为灌渠两旁的藏川杨林带以及附近的紫花针茅草丛、沙蒿草丛和直立黄芪草丛等。灌区工程灌渠的新建改建、引水建筑物、施工道路、临时施工设施等建设施工活动等，将扰动地表，损毁植被，对评价区陆生生态产生影响。

施工队伍进驻带来的人类活动频繁，以及各类施工活动产生的噪声、扬尘、废气等，都将对施工区及其附近的野生动物生存、繁殖产生惊扰，使该区域的栖息适宜度降低。

灌区工程总工期为 4 年，主体为混凝土结构，西藏地区混凝土结构在每年 4 至 10 月份才能进行施工，主体工程施工安排在混凝土可施工的月份，其余时间进行临时工程等施工。

（2）水生生态

湘河水利枢纽施工采用围堰导流方式，灌区工程的无坝取水工程在河岸修建取水设施，央玛取水枢纽施工采用围堰拦段河床分期导流方式进行，工程施工各类污废水处理后回用，工程施工过程中可能会对鱼类产生干扰

（3）水土流失

工程区的水土流失防治责任范围总面积为 1039.3hm^2。项目建设区 956.43hm^2，直接影响区 82.87hm^2。弃渣 123.52 万 m^3（自然方），工程在施工期和运行初期水土流失总量 15.78 万 t，新增水土流失量 10.29 万 t。主体工程基础开挖、施工道路修建、施工场地平整、料场开挖、弃渣处置等各项施工活动都将破坏、扰动地表和原有植被，使其失去固土防冲的能力，从而加剧水土流失，对生态环境造成不利影响。

（4）水环境

1）水利枢纽区

施工期间，水污染源主要包括生产废水和生活污水两部分。生产废水主要来源于砂石骨料加工废水、混凝土拌和冲洗废水、机械修理系统含油污水、基坑排水以及洞挖废水；生活污水来源于施工人员生活用水。

① 砂石料加工冲洗废水

沥青混凝土砂石加工系统布置在坝址上游右岸 1.0km，天然料的砂石加工系统布置在坝址下游 1.7km。

沥青混凝土砂石加工系统成品料生产能力 10.1t/h，天然砂石料系统设计处理量分别为 110t/h、成品料生产能力 70t/h。按冲洗 1t 砂石料废水 1m^3 计，砂石料冲洗产生废水约为 80.1m^3/h。按高峰日加工 12h 计算，冲洗废水量约为 961.2m^3/d。冲洗废水主要污染物质为悬浮物，悬浮物浓度可高达 30000mg/L。由于生产废水悬浮物浓度较高，故不能直接排放，需经二级沉淀池（初沉池＋二沉池）沉淀处理后，清水回用，底部沙石定期清理后送返料场回用，不能回用的运至附近弃渣场。

② 混凝土冲洗和养护废水

根据本工程特点，在大坝和砂砾料场附近分别设置沥青混凝土骨料加工系统和天然料加工系统。根据混凝土工程部位分布，设 2 个混凝土生产系统，即沥青混凝土生产系统、隧洞混凝土生产系统。冲洗废水按每天冲洗 2 次估算，混凝土系统废水总量为 30m^3/d，主要含有泥沙和石油类等污染物，碱性废水主要污染物为 pH 和悬浮物，pH 一般为 11～12，悬浮物浓度一般为 5000mg/L。

湘河水利枢纽工程土石方明挖高峰月强度约 6.21 万 m^3/月，洞挖高峰月强度约 1.35 万 m^3/月，土石方填筑高峰强度 20.91 万 m^3/月，混凝土浇筑高峰月强度 0.93 万 m^3/月，沥青混凝土铺筑高峰月强度 0.19 万 m^3/月。按养护 1m^3 混凝土产生 0.05m^3 碱性废水估算，施工区混凝土系统最大碱性废水量约为 15m^3/d，主要含有 SS 和 pH 等污染物，其 SS 浓度约为 3000mg/L。

③ 含油废水

机械、汽车修配停放场布置在 2#综合生产加工区，紧临右岸施工道路，占地面积 1800m^2。

工程以机械施工为主，施工高峰期需定期清洗的主要施工机械设备约 119 台（辆）。施工机械冲洗将产生一定的含油废水，以平均每台冲洗废水 0.6m^3 计算，工程区每次约为 71.4m^3/次。含油废水主要污染为石油类，浓度一般为 10mg/L。

④ 生活污水

工程施工高峰期人数为 1325 人，按照生活用水定额 80L/人•d，生活用水量为 106m^3/d；污水系数取 0.8 计算，则日污水量最大为 84.8m^3/d。生活污水主要污染物为 COD 和 BOD_5，浓度一般为 400mg/L 和 200mg/L。

⑤ 基坑排水

主体建筑物开挖形成基坑，基坑排水分初期和经常排水，初期排水中主要是悬浮物，经常排水的悬浮物含量和 pH 值较高。按 3 月 10％频率洪峰流量 44.4m^3/s，相应下游水位 4054.48m 计算基坑积水量约 0.89 万 m^3。基坑积水计划 2 天排完，估算初期排水强度为 180m^3/h。经常性基坑排水强度为 300m^3/h，主要污染物为悬浮物，浓度一般为 2000mg/L。

⑥ 隧洞开挖废水

隧洞采用“短进尺、小药量”的控制爆破，手风钻钻孔爆破，周边孔采用小药量微差毫秒爆破。隧洞开挖废水中一般悬浮物浓度较高，钻爆法施工若选用炸药不当，会因爆破而产生 TNT 等有害物质。在钻进过程中，不用水钻，隧洞开挖过程中废水产生量较少。

上述各类废（污）水的情况见表 2.2-4。

枢纽工程施工期水污染源表

表 2.2-4

污染源类型		特性	位置	强度	主要污染物浓度
砂石料加工废水		连续产生	大坝上游右岸和下游砂砾料场附近	约 961.2m^3/d	SS：30000mg/L
混凝土拌和冲洗废水		无组织产生	右岸大坝上游附近、砂砾料场附近	约 30m^3/d	SS：5000mg/L pH：11～12
混凝土养护废水		间歇式产生	右岸大坝上游附近、砂砾料场附近	约 15m^3/d	
含油废水		间歇式产生	坝址右岸下游约 500m 处台地上	约 71.4m^3/d	石油类：10mg/L
生活污水		连续产生	在坝址右岸下游约 150m 台地及右岸下游约 500m 处台地上	约 84.8m^3/d	BOD_5: 200mg/L COD：400mg/L
基坑废水	初期基坑排水	一次性产生	围堰基础防渗施工	约 180m^3/h	SS：2000mg/L
	经常性基坑排水	间歇式产生	大坝基础	约 300m^3/h	SS：2000mg/L pH：11～12
隧洞开挖废水		间歇式产生	泄洪洞（兼导流隧洞）、发电洞		SS

2）灌区工程区

水污染源主要包括生产废水和生活污水两部分。生产废水主要来源于砂石骨料加工废水、混凝土拌和冲洗废水、机械修理系统含油污水；生活污水来源于施工人员生活用水。

① 砂石料加工冲洗废水

工程灌区的砂石料从 2 处料场开采，粗骨料质量满足要求，细骨料含泥量较高，开采时需进行冲洗，混凝土粗骨料约为 15.01 万 m^3，经类比计算，2 处料场砂石料冲洗产生废水约为 70m^3/h，冲洗废水量约为 840m^3/d。

② 混凝土冲洗和养护废水

灌区工程共设置 15 个施工区，根据灌区工程特点，在各干支渠施工区内将设置混凝土加工系统。冲洗废水按每处混凝土加工系统产生 2m^3/d 废水估算，施工区产生废水总量约为 30m^3/d，主要含有泥沙和石油类等污染物。

经类比计算，灌区混凝土养护废水量约为 26.5m^3/d，主要含有 SS 和 pH 等污染物，其 SS 浓度约为 3000mg/L。

③ 含油废水

工程以机械施工为主，施工高峰期需定期清洗的主要施工机械设备约 274 台（辆）。施工机械冲洗将产生一定的含油废水，以平均每台冲洗废水 0.6m^3 计算，各施工区合计约为 164.4m^3/次。含油废水主要污染为石油类，浓度一般为 10mg/L。

④ 生活污水

工程施工高峰期人数为 2145 人，按照生活用水定额 80L/人•d，生活污水产生量为

171.6m^3/d；污水系数取 0.8 计算，则日污水量最大为 137.3m^3/d。生活污水主要污染物为 COD 和 BOD_5，浓度一般为 400mg/L 和 200mg/L。

⑤ 隧洞开挖废水

灌区中的引水隧洞采用“短进尺、小药量”的控制爆破，手风钻钻孔爆破，周边孔采用小药量微差毫秒爆破。隧洞开挖废水中一般悬浮物浓度较高，钻爆法施工若选用炸药不当，会因爆破而产生 TNT 等有害物质。在钻进过程中，不用水钻，隧洞开挖过程中废水产生量较少。

上述各类废（污）水的情况见表 2.2-5。

灌区工程施工期水污染源表

表 2.2-5

污染源类型	特性	位置	强度	主要污染物浓度
砂石料加工废水	连续产生	砂砾料场附近	约 840m^3/d	SS：30000mg/L
混凝土拌和冲洗废水	无组织产生	各灌区施工场地内	约 30m^3/d	SS：5000mg/L pH：11～12
混凝土养护废水	间歇式产生	灌区各施工场地内	约 26.5m^3/d	
含油废水	间歇式产生	灌区各施工场地内	约 164.4m^3/d	石油类：10mg/L
生活污水	连续产生	灌区各施工场地内	约 137.3m^3/d	BOD_5：200mg/L COD：400mg/L
隧洞开挖废水	间歇式产生	3 条灌区隧洞内		SS

（六）环境空气

湘河水利枢纽和灌区工程施工期对环境空气的不利影响主要表现在施工粉尘，主要来源于各种施工作业过程中产生的扬尘和逸散尘。施工粉尘可使周围空气中 TSP 浓度明显升高，影响范围可达 200～250m。其中湘河水利枢纽施工期各类环境空气污染源相对较大，但施工区附近没有居民点分布。灌区工程采取分段施工，工程量和环境空气污染源相对较小。

（七）声环境

施工噪声主要来自施工开挖、钻孔、爆破、砂石料粉碎、混凝土浇筑等施工活动以及施工机械运行、车辆运输和机械加工修配等。其中湘河水利枢纽施工期各类噪声源相对较大，但施工区附近没有居民点分布。灌区工程采取分段施工，工程量和噪声源均相对较小。

固定噪声源：固定噪声源噪声级与施工机械种类有关，一般在 75～120 dB(A)之间，其中混凝土搅拌机噪声级 75～88 dB(A)，砂石料加工系统噪声级 95～115dB(A)。

流动噪声源：本工程交通车辆以大型载重汽车为主，噪声最高达 82dB(A)，声源呈

线性分布，源强与行车速度及车流量密切相关。

瞬时噪声：爆破噪声为瞬时性噪声，声强大，噪声值一般在 130～140 dB(A)。

（8）固体废物

固体废物包括工程弃渣和施工人员生活垃圾。弃渣和生活垃圾如不进行处理，将会对周围环境产生一定影响。

枢纽工程土石方开挖弃渣量约 86.81 万 m^3。施工平均施工人数约 524 人，高峰施工人数约 1325 人，总工日 137.93 万工日。以每人每天产生生活垃圾 0.44kg 计算（《第一次全国污染源-生活污染源普查》-第五区第三类城市产生系数），枢纽工程施工高峰期日产生活垃圾 0.58t，施工期生活垃圾总量 606.89t。

灌区工程土石方开挖弃渣量约 29.48 万 m^3。施工平均施工人数约 1430 人，高峰施工人数约 2145 人，总工日 114.40 万工日，灌区工程施工高峰期日产生活垃圾 0.94t，施工期生活垃圾总量 503.36t。

（9）环境地质

湘河水利枢纽库区两岸分水岭一般在高程 5400～5600m 以上，地表分水岭封闭条件好。库区岩性主要为花岗岩和凝灰岩，属相对隔水层，且无断层通过，水库蓄水后库区不存在渗漏问题，绕坝肩和坝基覆盖层渗漏的问题可通过防渗帷幕一并处理。

坝址区覆盖层深厚，透水性较强，利用覆盖层作坝基，大坝存在渗漏及渗透稳定问题，需进行防渗处理，下伏中风化基岩为弱透水—微透水层，是可靠的防渗依托层，坝基防渗深度大。

泄洪洞兼导流洞引水护袒段基础为砾卵石层，结构较为松散，具强透水性，存在渗透变形，建议加强地基处理。

溢洪道引水护袒段基础为碎块石土，结构较为松散，承载力不能满足设计，建议加强地基处理。

引水发电洞岩性为砾卵石，结构松散，存在不均匀沉降等问题，建议加强支护；后半段为基岩承载力，工程地质条件较好。

干渠沿线及灌区属雅鲁藏布江左岸一级支流-湘河流域。属青藏高原中南部，雅鲁藏布江谷地及边缘地区，南部为喜马拉雅山高山区，宏观地貌格局是有开阔的河谷或盆地与中高山地相间，冲沟水系发育，地形破碎。

2.2.4.2 水库淹没、工程占地及移民安置

（1）水库淹没、工程占地

当正常蓄水位为4099m时，本工程居民迁移线下涉及农户136户、664人（农业人口661人、非农业人口3人），农户房屋56553.11m^2（正房40524.28m^2、杂房16028.83m^2）；工程建设征地涉及永久征收土地10751.94亩，其中：耕地2243.72亩（均为水浇地）、林地252.83亩、草地1606.47亩（均为天然牧草地）、住宅用地128.27亩（均为农村宅基地）、交通运输用地132.06亩、水域及水利设施用地3888.82亩（现有渠道473.17亩、河流水面3415.65亩）、其他土地2499.77亩；临时征用土地1627.86亩，其中耕地19.79亩（均为水浇地）、草地131.71亩（均为天然牧草地）、其他土地1468.36亩；水塘2座（7910m^3），防洪堤2.452km，土渠10km，钢管渡槽8m，渠下涵管24m；采石厂2处，水磨坊3座，榨油机1台；零星林（果）木32839株。

淹没专业项目：南申公路5.379km，南热公路5.635km，桥梁（钢混）1座45m，桥梁（钢架）1座27m，农桥（钢混）2座8m；35kV线路14.128km，10kV线路13.067km；移动线路15.6km，电信线路14km。

（2）移民安置

经分析计算，至规划水平年工程建设征地范围内共需生产安置移民1201人，搬迁安置移民697人。根据移民安置意愿调查成果以及地方政府意见，规划调整生产用地2460亩用于生产安置移民，同时辅以牧业、利用一次性补偿资金改良土地的生产安置措施；根据地方政府意见，工程建设征地搬迁人口共选择集中安置点1个。

出乡本县安置区涉及卡孜乡，根据卡孜乡2015年统计年报，卡孜村总人口195户、984人，人口密度20.41人/km^2。年末耕地总面积2207.4亩，人均耕地2.18亩/人。

该安置区交通便利，地理位置优越，可就近调配3000亩宜农荒地，该区域地势平坦，适宜发展农业种植和农区养殖生产，规划安置热让村、索金村、朗金村、朗琼村、拉龙村（13户）移民。安置区最大可接纳生产安置容量为1000人。计算安置区移民环境容量大于需要安置的移民人数，环境容量比较充裕。

移民安置后对水环境的影响主要来自居民生产生活产生的污水。西藏自治区平均日照3000h以上，平均太阳辐射6000～8000兆焦耳/m^2，生活用水主要靠地表自然蒸发，同时农村厕所为干厕，粪便用作农田肥料。故移民安置对安置区水环境影响很小。移民人均日生活垃圾产生量参照农村居民为0.6kg/人·d，则集中安置区418.2kg/d。

移民安置居民点地势非常平坦，场地平整工程量较小。移民安置区建设过程中施工机械的使用、土石方开挖、交通运输等产生的噪声、粉尘和废气可能会对附近居民和施工建设人员带来一定影响。

大量移民资金投入，对涉及地区的社会经济结构将进行部分调整，对自然资源的开发利用起到促进作用，推动当地社会经济发展。

2.2.4.3 工程运行

（1）水文情势

1) 下泄流量过程

湘河水利枢纽具有不完全年调节性能，对入库径流可以进行调节。在工程初期蓄水期间，水库水位从 4068.24m 上升至最低发电水位 4080m。期间，枢纽导流隧洞已建成投运，进口底高程 4058m，闸门上预留供水孔（采用蝶阀控制），可向下游生态供水。待水库水位蓄至发电水位时由发电洞钢管支管放流，关闭导流隧洞闸门预留孔蝶阀。在枢纽正常运行后，生态流量泄放管和电站发电尾水可满足下游最小下泄流量的要求，水库死水位为 4080m，发电洞底高程为 4066m，下游接引水发电钢管和生态流量泄放管，其高程远低于水库死水位；汛期通过溢洪道和泄洪洞下泄洪水。因此，本工程下泄流量有可靠的保障措施。

因此，湘河水利枢纽及配套灌区工程建设后，将改变湘河下游的流量时空分布。

2) 水文情势

水库蓄水后使湘河水利枢纽库尾至河口河段水文情势发生改变。

湘河水利枢纽是具有不完全年调节能力的水库，水库死水位 4080m，正常蓄水位 4099m，汛期水库起调水位 4099m。回水长度约 10.1km，兴利调节库容为 0.69 亿 m^3，正常蓄水位下库容 0.95 亿 m^3，总库容 1.156 亿 m^3，水库平面形态呈条带状，属河道型水库。水库的形成将使库区河段的水深增加、水面积增大、库区流速减缓。

引水灌溉将减少湘河大坝下游河段水量，改变大坝下游水文情势，枯水期大坝下游流量变化相对较小，丰水期由于水库蓄水、引水灌溉，大坝下游流量变化较大。

（2）生态

湘河水利枢纽工程大坝、库区、业主营地、灌区干支渠等永久占地将改变土地的利用类型，减少原有陆生植被类型，运行期的管理人员的活动，也将对陆生动植物产生一定影响；随着水库蓄水淹没，库区生态景观也随之发生变化，景观斑块数量将增加，原生景观斑块的数量将减少，主要体现为灌丛景观将缩小，水体景观将增加，由于水利枢纽区扰动和淹没范围主要涉及河谷区域，不涉及海拔较高的区域，不会改变区域整体景观基质。工程灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为 40m 和 500m。在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有

渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变保护区内已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。

水库建成后，湘河水利枢纽库区水流变缓、水深增加、急流生境减少，河流的水动力学过程将发生较大的变化，水库库尾区域接近原天然河流，具有河流水文水动力学特征，坝前水域水深、面阔，水流缓，发电负荷较低时段呈现湖泊水动力学特征；水库中间河段水域间于河流段和湖泊段，属于过渡段。水文情势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，对鱼类资源产生影响。由于大坝的阻隔，完整的河流环境形成了分割，鱼类生境和水生生物种群将受到不同程度的影响。灌区工程布置 1 座有坝取水枢纽，对整个湘河的水生生境将产生分割。央玛取水枢纽坝前形成小型水库，湘河水利枢纽～央玛取水枢纽区间河段灌溉引水量相对较少，央村灌区和艾玛岗灌区取水灌溉水量较大，取水灌溉后央玛取水枢纽坝下游的湘河河道内的水量将一定程度下降，鱼类栖息环境进一步降低。

（3）水环境

1) 水温

水库整体水温结构宏观判别采用 α、β 指标法判别。这是一种最简便的判定水库水温结构类型的方法，判别式如下：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年径流量}}{\text{水库总库容}}$$

$$\beta = \frac{\text{一次洪水量}}{\text{水库总库容}}$$

当 α＜10 时，水库水温为分层型；

当 10＜α＜20 时，水库水温为不稳定分层型，可能为分层型也可能为混合型；

当 α＞20 时，水库水温为混合型。

对于分层型的水库，如果遇到 β＞1 的洪水，将出现临时混合现象；但如果 β＜0.5 时，洪水对水库水温的分布结构没有影响。

湘河水利枢纽多年平均径流量为 18.38 亿 m^3，总库容 1.156 亿 m^3。采用参数 α 和 β 判别方法，计算 α 值为 15.90，结果显示 α 值大于 10 小于 20，湘河水利枢纽水温结构属为不稳定分层型或混合型；当遇 P=2％一次洪水时(按 7 日洪水总量计算)，β 值为 0.04，由此可见，湘河水利枢纽水温分层情况受上游来水流量的影响较小，在遇 50 年一遇洪

水以上入库流量时，水库的水温结构仍不会发生显著变化，此时库水分层的特点仍不明显。发电洞进口高程为4066m，经引水发电后，下泄水温与天然水温可能存在一定的变化。

取水灌溉后，由于下游灌渠均为敞开形式，灌区内的水体增加，农田灌溉用水经长距离的灌渠可得到一定的沿程水温恢复。当地日照强烈，灌溉形式主要为漫灌，来水经土壤吸收和日照后，将起到一定的增温效果。

2) 水质

① 水库水质

水利枢纽蓄水初期水质主要受库底残留物的影响，受库水浸泡后可能会释放一定的有机污染物，对水库水质产生一定影响。

② 坝下河道和灌区水质

水利枢纽初期蓄水时坝下保持一定的下泄流量，坝下河道水质主要取决于库区水质，会对下游河道水质造成一定影响。

水利枢纽不完全年调节运行，坝下河道水质主要取决于库区水质。由于引水灌溉后，河道水质受进入河道的农田退水影响，局部水质可能会出现下降。

③ 电站油污水

电站运行本身不产生水污染物，一般情况下不会有生产废水产生，只有厂房机组生产跑冒滴漏产生的地面冲洗含油废水、机组检修时产生少量含油含碱生产废水，电站事故漏油可能产生的设备为于机组和主变。事故漏油均将收集并进行油水分离处理。

④ 电站生活污水

湘河水利枢纽管理处运行管理人员的编制暂按 30 人（包括管理局 8 人）考虑，其中枢纽管理 6 人，水库管理 6 人，湘河电站 10 人。生活污水按照生活用水定额 80L/人·d，总污水量为 2.4m^3/d，产生系数取 0.8 计算，则日污水量最大为 1.92m^3/d。灌区运行管理人 21 人（灌区管理处 9 人），生活污水按照生活用水定额 80L/人·d，总污水量为 1.68m^3/d，产生系数取 0.8 计算，则日污水量最大为 1.34m^3/d。水利枢纽和灌区管理人员产生的生活污水如排放会对周边环境产生一定影响。

3) 过饱和气体、泄洪雾化影响

湘河水利枢纽工程下游采用底流消能，消力池为矩形断面，导流泄洪洞消力池深度 5.0m，宽 15.0m，长 75.0m，溢洪道消力池深度 5.0m，宽 22.0m，长 92.0m。央玛取水枢纽下游同样采用底流消能，池长 11.0m，池宽 620m，池深 0.5m。通过采用底流消能，

可避免产生过饱和气体、泄洪雾化影响。

（4）环境空气

工程建成后运行期不产生空气污染物，对环境空气无影响。

（5）声环境

工程建成运行后，噪声源主要为地下发电厂房内的发电（水轮机）机组，由于机组位于地面以下，不影响地面声环境质量。

（6）固体废弃物

工程运行期产生的固体废弃物主要为生活办公区的生活垃圾，人均垃圾产生量参照城镇居民按 1.0kg/人•d 计，水利枢纽区运行阶段定员 30 人，灌区运行阶段定员 21 人，则生活办公区日产生固体废弃物量为 0.051t/d，每年 18.62t。生活垃圾若处理不当会对环境产生一定影响。

（7）局地气候

湘河水利枢纽蓄水后，水库水面积扩大、水体体积增加，改变了水域、陆域的结构比例，可能会对水库周围气温、湿度、降水量及风速等气象因子产生一定影响。

灌区工程实施后，区域内灌溉土地面积增大，增加了水分蒸发，对局地气候也将产生略微影响。

（8）环境地质

水利枢纽蓄水后，可能对库岸稳定、水库渗漏、水库浸没、水库诱发地震等产生影响。

库区不良地质现象总体上不发育，仅在小范围内有崩坡堆积体、卸荷松动岩体、泥石流及冻融等。

湘河水利枢纽蓄水后水位抬高水位 43m，水库蓄水不会引起库盆的明显变化，库区地质构造相对单一，断裂不发育，蓄水后不具备诱发地震的地质条件。

灌区工程实施后，增加了灌区的灌溉能力和土壤含水量，有利于增加保土能力，可能影响灌区的地质条件。

2.2.4.4 工程分析结果

通过对工程施工期和运行期环境影响分析，工程对环境的影响主要表现在以下方面：

工程施工对工程区水环境、生态、自然保护区、声环境、大气环境、施工人员人群健康、环境地质等产生影响。

水库淹没、枢纽和灌区占地对区域生态、自然保护区、土地资源、土壤环境及移民等产生一定影响。

移民安置对安置区水环境、生态、声环境、大气环境、移民人群健康产生影响。

工程运行期，湘河水利枢纽蓄水及引水灌溉对水文情势、生态、水环境、土地资源、土壤环境、局地气候、社会经济、环境地质和自然保护区等产生影响。

工程分析结果见表 2.2-6。

工程分析结果汇总表

表 2.2-6

时段	环境要素	影响源及源强	主要污染物浓度或带来影响	影响部位	去向
施工期	生态环境	项目建设区及其影响区，永久和临时占地面积共计 838.23hm^2	破坏植被及陆生动物栖息；损坏的水土保持设施面积 376.92hm^2，水土流失增大	施工区周边生态系统，部分灌区涉及涉及黑颈鹤自然保护区	
		工程弃渣约 123.52 万 m^3			
	水环境	砂石料加工废水，枢纽区约 80.1m^3/h，灌纽约 70m^3/h	SS：30000mg/L	湘河水利枢纽和灌区施工区河段	处理后回用
		混凝土冲洗废水，枢纽区约 30m^3/d、灌区约 30m^3/d 混凝土养护枢纽区约 15m^3/d、灌区约 26.5m^3/d	SS：5000mg/L， pH：11～12		
		修理系统含油废水，枢纽区约约 71.4m^3/次，灌区约 164.4m^3/次	石油类：10mg/L		
		经常性基坑排水，枢纽区约 180m^3/h	SS：2000mg/L，pH：11～12		
		枢纽区和灌区隧洞开挖废水	--	隧洞施工区	
		施工人员生活污水枢纽区约 84.8m^3/d，灌区约 137.3m^3/d	BOD_5：200mg/L COD：400mg/L	湘河水利枢纽和灌区施工区河段	
	大气环境	砂石料加工，混凝土搅拌	TSP	枢纽区施工区周边评价范围内无居民，灌区周边有居民，涉及黑颈鹤自然保护区	
		交通运输车辆	TSP、NOx、CO		
		燃油机械的废气排放	TSP、NOx、CO		
	声环境	爆破	130～140dB(A)		
		施工机械运行	75～120dB(A)		
		交通运输	约 80dB(A)		
	固体废物	施工生活区：枢纽和灌区施工高峰人数合计 3470 人，总工日 252.33 万工日	日垃圾产生量 1.52t，垃圾总量 1110.25t；带来蚊虫和细菌	施工生活区	
		工程弃渣 130 万 m^3	弃渣占压和扰动地表面积 25.23hm^2	施工区弃渣场	
	环境地质	大坝基础开挖、隧洞开挖、灌区地质	枢纽区坝基渗漏、边坡稳定和灌区稳定	大坝、引水隧洞及灌区	

时段	环境要素	影响源及源强	主要污染物浓度或带来影响	影响部位	去向
运行期	生态环境	枢纽大坝和下游央村取水枢纽阻隔	改变库区及大坝下游水文情势、阻隔鱼类交流	湘河河流水生生物	
		水库淹没，水库面积 5.13km^2	减少河滩地、耕地及陆生植被，淹没鱼类生境	湘河水利枢纽库区、灌区、自然保护区	
时段	环境要素	影响源及源强	主要污染物浓度或带来影响	影响部位	去向
		水库调蓄	改变库区水生生态环境		
		引水灌溉	改变灌区陆生生态和坝下河段水生生态环境	灌区、坝下河段、自然保护区	
	水文情势	库区、大坝以下河段，水利枢纽正常蓄水位 4099m，下泄最小流量 10m^3/s，鱼类繁殖季节加大流量	改变库区及坝址下游水文情势，影响库区、大坝以下河段水生生态环境	湘河库区、大坝下游至河口	
	水环境	工程运行影响水利枢纽库区和坝下水质。工程管理人员共 51 人，产生生活污水 3.27m^3/d	BOD_5：200mg/L COD：400mg/L	湘河水利枢纽工程库区、坝下河段和灌区	处理后用于绿化浇灌
	固体废物	管理人员：51 人	日产生生活垃圾 0.051t，每年 18.62t	管理区	
	移民安置	移民安置	规划外迁安置 697 人	移民安置区	
	局地气候	水库蓄水、引水灌溉	改变库区局部小气候	库区、灌区	

3 环境现状调查与评价

3.1 流域环境概况

湘河是雅鲁藏布江中游左岸一级支流，又名香曲。湘河流域介于东经 88°30′～90°00′、北纬 29°19′～30°18′之间，流域呈扇形。东临邬郁玛曲和堆龙曲水系；北临申扎藏布；西与雅江左岸支流那东曲和美曲藏布上游水系为邻；南连雅鲁藏布江干流。地跨日喀则市的谢通门县、南木林县以及拉萨市的尼木县。

湘河发源于冈底斯山脉中段的谢通门县娘热乡卡嘎村吉古勒附近。干流全长182km，流域面积 7418km^2，其中冰川面积约 86.4km^2。河源海拔 5700m，河口海拔 3810m，河道平均坡降 10.4‰。

湘河按其流域地理特征可分为上、下两段，甲措藏布与拉布藏布汇合口以上为上游段，以下为下游段。湘河流域地表水系分布见附图 3-1。

湘河流域主要支流有拉布藏布、洛扎藏布等，面积大于 100km^2 的支流有 13 条，其中大于 1000km^2 的支流有两条，以上河流均为常年流水河流，见表 3.1-1。

湘河流域主要支流统计表

表 3.1-1

序号	支流名称	与坝址关系			流域面积(km^2)	河长(km)	比降(‰)	河流特性
		位置	距离	岸别				
1	也日阿曲	坝上	82.6	左	202	22	13.7	常年流水河流
2	宇弄加茶曲	坝上	81.63	右	155	21	24.2	常年流水河流
3	怒玛曲	坝上	68.7	左	151	19	19.3	常年流水河流
4	新紧朗曲	坝上	55.7	左	144	20	25.5	常年流水河流
5	洛扎藏布	坝上	29.8	左	1356	61	14.0	常年流水河流
6	则学藏布	坝上	28.4	右	272	33	16.1	常年流水河流
7	则嘎浦曲	坝上	24.4	左	103	16	61.7	常年流水河流
8	宗荣曲	坝上	18	右	311	40	25.3	常年流水河流
9	拉布藏布	坝上	2.1	左	2378	110	10.2	常年流水河流
10	达那沟	坝下	2.56	左	150	17	44.7	常年流水河流
11	娘普沟	坝下	19.6	右	114	20	57.0	常年流水河流
12	秋木沟	坝下	29.7	右	261	27	39.1	常年流水河流
13	仲康沟	坝下	35.4	右	104	17	42.9	常年流水河流

其中，湘河流域属于干旱区，降水量小，蒸发量大，支流规模较小，多为季节性冲沟，尤其是水利枢纽下游河段两岸。冲沟两岸植被条件较差，松散堆积物较丰富，旱季

一般无水流，雨季则常有山洪、泥石流。

3.2 工程区自然环境

3.2.1 气象要素

3.2.1.1 气温

根据对南木林气象站 1980～2012 年的气温资料分析，多年平均气温 6.2℃，极端最高气温 27.4℃（1998 年），极端最低气温-17.8℃（1999 年），极端温差达 45.2℃。

从南木林站月平均气温的多年均值看，除了 1、2、12 月共 3 个月份的气温均值在零下外，其余均在零度以上，其中，6 月份平均气温最高，之后 7、8、9 月份缓慢递减，至 1 月份最低；而整个 33 年系列来分析，1998 年的 6 月份平均气温最高，达到 16.1℃，1991 年的 1 月份为最低，月平均气温为-5.3℃。

3.2.1.2 降水

根据对南木林气象站 1980～2012 年的单站降水资料分析，该站多年平均年降水量为 459.6mm，最大年降水量出现在 1999 年为 709.1mm，最小为 1994 年的 183.9mm，最大最小年降水的比值为 3.9 倍。

根据 1980～2012 年的降水摘录资料显示，多年平均最大一日降水量 30.3mm，实测最大一日降水量 47.7mm（1985 年 8 月 19 日）；多年平均最大三日降水量 52.0mm，实测最大三日降水量 85.5mm（1984 年 9 月 4 日）。

3.2.1.3 蒸发

根据南木林气象站 1980～2012 年的 20cm 蒸发皿的观测数据分析，多年平均年水面蒸发量为 2203.6mm，最大年水面蒸发量 2477.3mm（1982 年），最小年 1870.4mm（2001 年）。

3.2.1.4 其它气象要素

设计流域属高原温带半干旱季风气候区，多年平均日照时数约为 2928h，冬季主要盛行西北风，春季 2～5 月份起风沙，多年平均风速 4.5m/s。由于南木林站无相关统计资料，采用临近日喀则水文站的资料作为设计依据：设计流域无霜期为 127d，最大风速 18.7m/s（1974 年），最大冻土深度 0.67m。主要的自然灾害有霜、旱、洪、雪、虫、风等。特征值见表 3.2-1～表 3.2-3。

月、年气温特征值表

表 3.2-1 单位：℃

站名	资料系列	多年月平均气温												年气温		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均	最高	最低
南木林	1980-2012	-3.0	-0.8	3.0	6.5	10.3	13.9	13.6	12.7	10.9	6.7	1.3	-2.3	6.2	27.4 (1998 年)	-17.8 (1999 年)
日喀则	1956-2003	-3.4	-0.1	3.6	7.6	11.5	14.6	14.2	13.3	11.7	6.8	0.5	-3.1	6.4	25.5 (1995 年)	-25.1 (1966 年)
奴各沙	1963-1968 1972-2003	-2.5	0.4	4.1	7.9	12.0	15.6	15.2	14.1	12.5	8.3	1.7	-2.2	7.3	30.0 (1998 年)	-20.8 (1991 年)
江孜	1956-2003	-4.8	-2.0	1.6	5.4	9.2	12.9	12.6	11.5	10.0	5.9	0.3	-4.0	4.9	28.2 (1998 年)	-24.3 (1999 年)
羊八井	1978-2011	-6.8	-4.6	-0.8	2.9	7.4	11.7	11.7	10.7	8.8	4.1	-1.9	-6.1	3.1	28.0 (1995 年)	-27.7 (1991 年)

月、年降水量特征值表

表 3.2-2 单位：mm

站名	资料系列	年降水量	多年月平均降水量												6-9 月降水量
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
南木林	1980-2012	459.6	0.4	0.4	1.2	4.2	23.6	77.9	137.5	136.9	73.0	4.2	0.6	0.2	425.9
日喀则	1963-2011	440.9	0.3	0.3	0.7	3.3	19.8	74.7	142.7	138.5	55.0	4.9	0.7	0.0	410.9
奴各沙	1956-2003	449.7	0.6	0.7	1.8	5.7	20.5	73.9	132.6	139.5	66.7	6.7	0.8	0.2	412.7
江孜	1963-2011	285.1	0.4	0.4	1.3	5.3	15.9	44.2	88.3	87.2	36.4	4.4	1.0	0.3	256.1
羊八井	1979-2011	423.9	0.7	1.7	2.9	7.1	25.9	76.4	117.8	114.7	65.7	9.8	0.9	0.4	374.6

月、年蒸发量特征值表（E601 蒸发皿）

表 3.2-3 单位：mm

站名	资料系列	多年平均	多年平均月蒸发量												干旱指数
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
南木林	1980-2012	1523.2	76.1	89.3	132.8	162.7	191.4	188.3	147.5	132.3	122.2	121.4	86.0	73.4	3.1
日喀则	1956-1982 1989-2003	1380.7	64.3	89.1	130.2	167.7	190.1	167.8	130.9	110.3	105.2	100	71.3	53.8	3.1
奴各沙	1956-1969 1972-2003	1632.6	84.6	86.5	144	185	212.7	207.8	162.8	134	125.1	131.7	86.3	72.1	3.6
江孜	1981-2003	1305.8	68.9	71.4	109.9	143.9	166.3	158.3	128.8	113.9	105.3	112.7	70	56.4	4.5
羊八井	1979-2011	1325.6	69.4	74.4	108.0	128.9	163.8	166.8	138.8	120.8	109.0	106.9	74.0	64.9	3.6

3.2.2 水文泥沙

3.2.2.1 水文

湘河流域径流主要由降水形成，其次为冰雪融水和地下水补给。由于湘河流域上游降水量略大于下游降水量，径流的地区分布同降水量一致，下游径流深略小于上游。湘河流域径流的时空分布由流域的降水量决定，径流年际、年内变化较大，据位于南木林县县城的南木林站（1990～1994、1997～1999 年）8 年浮标测流资料，多年（8 年）平

均流量 60.5m^3/s，年平均流量变化在 34.9～87.2m^3/s 之间。湘河流域的年径流主要集中在 6～9 月，南木林站 8 年实测年平均径流量 19.05×10^{8}m^3，6～9 月径流量 15.03×10^{8}m^3，占全年的 78.9%。湘河最枯流量一般出现在 1～3 月，主要出现在 2 月，由于高山冰川、融雪及地下水的补给，枯季径流相对稳定，变化不大，且较同期降水占全年降水的比例大。

设计断面径流年内分配成果见表 3.2-4。

设计断面径流年内分配成果表

表 3.2-4 径流单位：m^3/s

设计断面	设计频率	年均流量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
湘河水利枢纽坝址	10%	75.8	18.0	19.9	22.8	21.6	22.3	113	203	209	171	55.5	31.6	21.4
	25%	66.5	17.4	17.9	21.3	18.8	20.6	90.6	168	201	138	53.4	30.1	20.3
	50%	57.3	12.0	11.9	13.4	12.9	19.6	85.6	152	187	111	45.1	23.0	13.6
	75%	48.8	8.94	9.7	12.3	10.6	18.7	77.2	129	151	101	36.1	18.9	12.5
	90%	41.9	7.55	9.06	9.93	7.55	12.5	62.4	121	134	83.7	27.8	17.8	9.71
	95%	38.1	6.87	8.24	9.03	6.87	11.4	56.7	110	122	76.2	25.3	16.2	8.83

根据羊八井水文站的水文统计资料，湘河水利枢纽坝址和央玛取水枢纽坝址历年实测最小流量（日均）分别为 8.02m^3/s 和 8.33m^3/s，发生时间为 1997 年 1 月 26 日。

3.2.2.2 泥沙与冰情

湘河上游植被以高山草甸生态系统为主，局部地带长有爬地松、刺槐、白草等；下游基岩裸露、植被稀疏，沟蚀现象严重。由于流域内山体风化强烈，松散的沉积物广布，雨洪季节导致一些地区暴发山洪泥石流，含沙量较大，含沙量大于拉萨河而低于年楚河。

设计流域与羊八井站均无悬移质输沙量实测资料，附近流域仅雅鲁藏布江干流、拉萨河、年楚河流域有泥沙资料。根据流域下垫面、地理位置、河床组织、及降水条件等因素和实地查勘，采用雅鲁藏布江拉孜水文站的输沙模数计算设计流域的悬移质输沙量。

拉孜站现有 27 年（1982～008 年）悬移质输沙实测资料，实测多年平均含沙量 0.56kg/m^3，年悬移质输沙量 311 万 t，年输沙模数 70t/km^2，悬移质输沙量主要集中在 6～9 月，占全年的 96%左右。

河流冰情是指寒冷季节江河常出现的结冰、封冻和解冻过程等一系列现象。根据对设计流域内南木林气象站 33 年的气温均值资料分析，流域内每年 11 月下旬开始出现气温的零下值，之后翌年 2 月中、下旬开始逐步上升到零度以上。据调查，湘河水利枢纽工程区附近河段的冰期为每年的 11 月下旬到翌年 3 月中、下旬，即初冰期为每年 11 月下旬，终冰期在翌年 3 月下旬。有岸冰或流冰，岸冰最大冰厚约 50cm。

3.2.3 地形地貌

湘河地处青藏高原冈底斯山脉东部，地势总体上北高南低，北部海拔 5500m 以上终年积雪，受现代冰川及古冰川影响，冰斗、“U”谷及冰前扇等地貌发育；中、南部地段由于砂岩、安山岩等物理风化严重，山体多剥离呈圆浑状，坡面、坡脚多堆积大量的覆盖层，局部花岗岩岸坡呈陡崖。另外，流域内冲沟、支流发育，山洪等携带大量的泥石堆积在沟口，形成大小规模不等的洪积扇，河岸发育Ⅰ、Ⅱ级阶地。

3.2.4 地质

3.2.4.1 水利枢纽区

库区甲措藏布段呈南北向展布，以高原剥蚀侵蚀山地地貌为主，两岸分水岭高程 5400～5600m，河谷宽一般 300～600m，山前多为冲洪积形成的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级阶地。该库区段发育等 5 条冲沟，该河段水流相对较缓。

库区拉布藏布段呈近东西走向，河谷相对开阔，河道宽约 400～700m。左岸山地较平缓，坡脚多为冲洪积形成的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级阶地。右岸山体相对陡峭，库尾段坡脚多为冲沟形成的冲洪积扇，该河段水流较缓。

水库区地层为嘎扎村组（N_2g）、年波组（E_2n）、典中组（K_2E_1d）和 E_2H。第四系冲洪积（Q_4^{al+pl}）主要沿河谷及两侧支流河谷大量分布。

库区河水以雨水补给为主，地下水类型主要为孔隙水、基岩裂隙水，湘河为区内最低侵蚀基准面。各冲沟为季节性流水，流量与降水量有关。

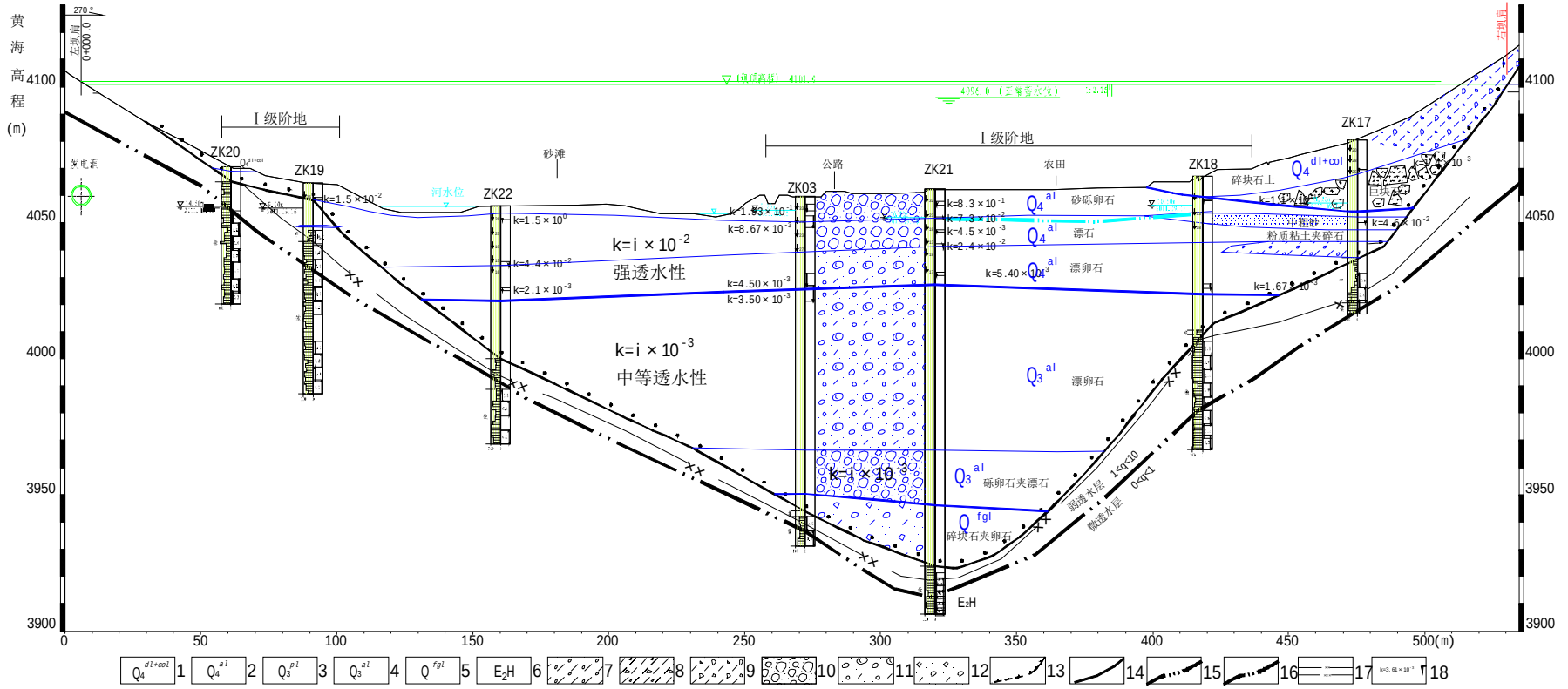
库区不良地质现象总体上不发育，仅在小范围内有崩坡堆积体、卸荷松动岩体、泥石流及冻融等。

库岸土质岸坡占岸坡总长的 73.01%，岩质岸坡占 16.73％，岩土混合岸坡仅占 4.04％。库岸线总长约 25.88km，其中稳定岸坡长约 3.4km，占总库岸长度的 13.17%；基本稳定岸坡长约 13.9km，占总库岸长度的 53.55%；稳定性较差岸坡长约 4.9km，占总库岸长度的 18.86%；稳定性差岸坡长约 3.7km，占总库岸长度的 14.42%。

工程所在区域地下水主要为第四系松散堆积层孔隙水与基岩裂隙水。前者赋存于河漫滩、阶地、冲沟等松散堆积层中，主要由降水与地表水补给，基岩裂隙水大多赋存在花岗岩裂隙中，由降雨、融雪水补给，水量不丰。

坝址区第四系覆盖层主要为全新统崩坡积(Q4dl+col)和冲洪积(Q4al+pl)，更新统冲洪积(Q3al+pl)和冰水沉积层(Qfgl)。覆盖层总厚度约 171m，地下水位埋深 43～56m。

坝轴线工程地质剖面见图 3.2-2。



图

3.2-1 坝轴线工程地质剖面图

1.全新统崩坡积；2.全新统冲积；3.更新统洪积；4.更新统冲积；5. 更新统冰水沉积层；6.下第三系；7.粉质粘土夹碎石；8.碎石土；9.碎块石土；10.砂砾卵石夹漂石；11.漂卵石；12.碎块石夹卵石；13.第四系与基岩分界线；14.第四系内部分界线；15.地下水位线；16.微、弱透水性分界线；17.强弱风化界线；18.渗透系数。

3.2.4.2 灌区

干渠沿线及灌区属雅鲁藏布江左岸一级支流-湘河流域。地处冈底斯山脉中段南缘，群山起伏，雪峰叠嶂，区内最高峰是南木林的谭门千峰，最低处位于雅鲁藏布江河谷的补巴村，相对高差一般为 1500-2500m，泥石流及冰川漂砾遍布，高山草甸不很发育，地势总体形成北高南低。

干渠沿线及灌区在大地构造上处于冈底斯-念青唐古拉板片中段南缘，南接雅鲁藏布江缝合带，位于冈底斯山脉和念青唐古拉山脉的交接地带。谢通门-南木林陆缘火山岩带，以谢通门-努玛脆韧性剪切带进一步划分为南木切-邬郁火山-岩浆带内侧亚带和谢通门-泽南乡火山-岩浆带外侧亚带、弧前亚带。干渠沿线出露的主要构造形迹见图 3.2-2。

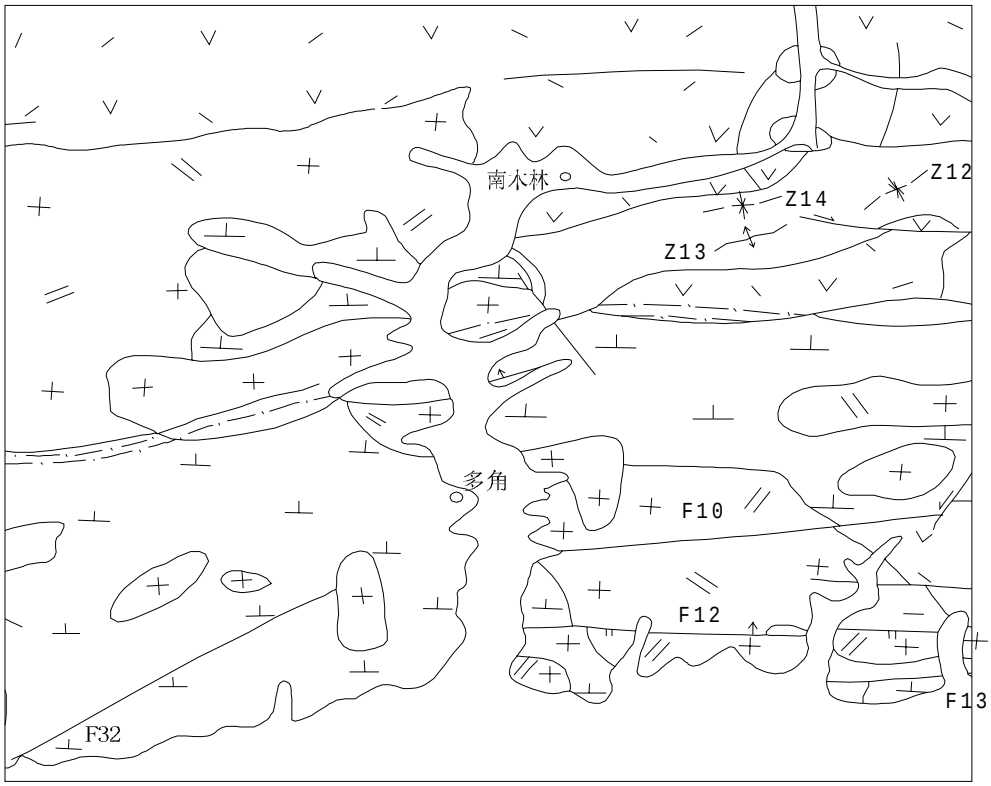


图 3.2-2 干渠沿线及灌区构造纲要图

干渠沿线及灌区属于干旱区，多无常年流水河流与沟谷，但盆地边缘山沟内冲沟发育，多为季节性冲沟，冲沟两岸植被条件较差，松散堆积物较丰富，旱季一般无水流，雨季则常有山洪、泥石流；一般大型冲沟切割较深，沟口宽阔，沟底较平缓。

干渠沿线地下水主要主要受大气降水、冰雪融水补给，向所在流域的河流排泄。根据赋存条件，可分为第四系松散堆积层孔隙水和基岩裂隙水。

冲积漂卵砾石总体上具强透水性，冲洪积含砾砂壤土、细砂、粉质壤土具弱透水性，

洪积、崩坡积碎石土透水性受颗粒含量影响变化较大，一般具中等透水性，强风化花岗岩、安山岩具弱透水性。

经在渠线附近采取水样进行水化学分析，根据水质分析结论，渠线地下水对混凝土不具侵蚀性。

3.3 陆生生态

2017 年 4 月～5 月，四川大学生命科学学院开展了工程区的陆生生态调查，并于 5 月编制完成了《西藏湘河水利枢纽及配套灌溉工程对陆生生物多样性的影响评价报告》。根据该成果，陆生生态现状主要情况如下：

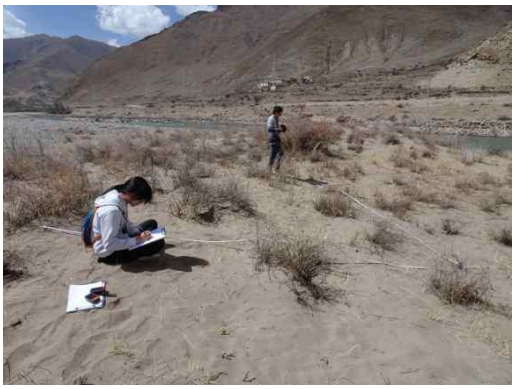
3.3.1 调查方法

植物物种多样性和植物群落生态学调查采用路线法和样方法相结合的方式进行。调查时，对沿河谷、山坡等不同生境，逐一进行线路调查，记录各个区域的生境类型及植被类型；记录评价区出现的植物种类；采集标本植物，拍照记录。乔木层设置 20m×20m 的调查样方，灌木层设置 5m×5m 的调查样方，草本层设置 1m×1m 的调查样方。调查样方的经纬度（中心点用 GPS 定位）、海拔等指标，调查样方内的植物物种、高度、大小、多度、盖度等。重点识别群落的建群种及各层片的优势种。记录珍稀特有植物或有特殊调查意义的植物名称，并用记录这些样方的位置，并拍摄评价区典型植被特征（外貌与结构）的照片。

陆生脊椎动物多样性包括鸟类、兽类、两栖类、爬行类的种类、分布、数量及其生境状况。陆生脊椎动物多样性的调查主要采用样线法，辅以样方法进行。在样线布设时，应考虑不同生境的线路比例，同时要考虑海拔高度，所布设样线要基本符合该区域生境和海拔分布的比例状况。样线长度以一个工作日计算，样线调查时应穿越不同的生境，尽量调查在不同生境内活动的动物种类，记录种类、数量、海拔、生境等信息，记录样线的地理位置、小地名、经纬度、调查时间和调查人员等。进行样方调查时，需记录样方的经纬度、海拔、生境状况、种类、数量等。评价区动植物样方样线分布见附图 3-2。共设置样方 36 个（含保护区生态影响调查样方 23 个），实地样方调查结果见附录 1，样方调查照片见图 3.3-1。

景观生态体系调查以野外 GPS 定点的植物群落学调查结果和野外实时勾绘的植被类型的 10 万分之一地形图为基础，参考卫星遥感照片解译结果，利用 3S 技术制作评价区的植被分布图。归并各种植被类型，利用 GIS 软件制作出包含主要生态系统类型和斑

块类型的景观分布图，结合影响区范围，统计出各种斑块的面积和数量等，计算各自比例。利用 GIS 软件绘制生态调查路线及样点布置图、评价区植被分布图、珍稀保护动植物分布图和景观生态体系图等。



灌丛样方调查



草地样方调查





乔木样方调查

图 3.3-1 现场样方调查照片

3.3.2 评价范围

评价范围大致为西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程所在的湘河河岸和各支沟到两岸面山（第一重山）的山脊线之间的区域。为满足陆地生态系统现状调查分析内容和预测分析、保护措施的精度要求，满足项目的任务要求，在调查两岸动物分布范围及植被分布规律时，根据实际情况对上述调查范围进行扩大，最终确定本项目的评价区域包含黑颈鹤自然保护区日喀则片区。

3.3.3 植被及植物

3.3.3.1 植物物种组成

根据《西藏植被》分区，评价区属于雅鲁藏布江中游谷地亚高山灌丛、草原植被区，评价区内植物多以温带高原季风半干旱河谷以及寒冷半湿润高原植物区系的种类为主，评价区内共有维管束植物 43 科 128 属 196 种（见附录 2）。

3.3.3.2 自然植被类型及分布

结合实地样方调查结果，根据《中国植被》分类系统，将评价区的自然植被划分为6个植被型组，7个植被型，8个植被亚型，10个群系组，22个群系（其中包含保护区生态影响重点评价区的自然植被划的5个植被型组，5个植被型，6个植被亚型，6个群系组，9个群系）。评价区自然植被分布状况见附图3-3。建立的分类系统如下：

阔叶林

Ⅰ. 落叶阔叶林

一. 温带落叶阔叶林

（一）典型落叶阔叶林

1. 北京杨林（Form. *Populus* × *beijingensis*）

2. 乌柳林（Form. *Salix cheilophila*）

3. 藏川杨林（Form. *Populus szechuanica* var. *tibetica*）

灌丛和灌草丛

Ⅱ.常绿针叶灌丛

4. 香柏灌丛（Form. *Sabina pingii* var. e）

Ⅲ.落叶阔叶灌丛

二. 高寒落叶阔叶灌丛

5. 金露梅灌丛（Form. *Potentilla fruticosa*）

6. 绢毛蔷薇灌丛（Form.*Rosa sericea*）

三. 温性落叶阔叶灌丛

（二）山地旱生落叶阔叶灌丛

7. 变色锦鸡儿灌丛（Form. *Caragana versicolor*）

（三）河谷滩地落叶阔叶灌丛

8. 沙棘灌丛（Form. *Hippophae rhamnoides*）

草原和稀树草原

Ⅳ.草原

四. 典型草原

（四）丛生禾草草原

9. 紫花针茅草丛（Form. *Stipa purpurea*）

荒漠

Ⅴ.荒漠

五. 灌木荒漠

10. 砂生槐灌丛（Form. *Sophora moorcroftiana*）

六. 半灌木、矮半灌木荒漠

（五）蒿类荒漠

11. 沙蒿草丛（Form. *Artemisia desertorum*）

12. 猪毛蒿草丛（Form. *Artemisia scoparia*）

草甸

Ⅵ.草甸

七. 大陆草甸

（六）杂类草大陆草甸

13. 毛穗香薷草丛（Form. *Elsholtzia eriostachya*）

14. 腺粒委陵菜草丛（Form. *Potentilla granulosa*）

15. 二裂委陵菜草丛（Form. *Potentilla bifurca*）

16.齿叶玄参草丛（Form. *Scrophularia dentata*）

（七）丛生禾草大陆草甸

17. 芨芨草草丛（Form. *Achnatherum splendens*）

18. 宽叶荨麻草丛（Form. *Urtica laetevirens*）

八. 高寒草甸

（八）嵩草高寒草甸

19. 高山嵩草草丛（Form. *Kobresia pygmaea*）

20. 藏北嵩草草丛（Form. *Kobresia littledalei*）

（九）杂类草高寒草甸

21. 高原毛茛草丛（Form. *Ranunculus tanguticus*）

沼泽和水生植被

Ⅶ.水生植被

（十）挺水型水生植物

22. 杉叶藻草丛（Form. *Hippuris vulgaris*）

对自然植被群系的特征和分布状况（以植被型组进行划分，植被的水平分布情况见评价区植被分布图）描述如下。

阔叶林

I.落叶阔叶林

一.温带落叶阔叶林

（一）典型落叶阔叶林

1. 北京杨林（Form. *Populus* × *beijingensis*）

北京杨林在评价区内各村落附近常见，典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 10-北京杨林，E89.11651°，N29.38927°，海拔 3857m。样地中北京杨处于萌芽期，多度为 14 株，均高为 10m，盖度为 25%。以北京杨为优势种，伴生乔木为乌柳，处于花期，多度为 11 株，均高为 8m，盖度为 20%。无伴生灌木。伴生草本植物有西藏早熟禾，处于萌芽期，多度为 85 株，均高 6cm，盖度 40%；二裂委陵菜，处于萌芽期，多度为 40 株，均高 1cm，盖度 10%。

2. 乌柳林（Form. *Salix cheilophila*）

乌柳林在评价区内灌渠附近常见；典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 17-乌柳林，E89.16457°，N29.39199°，海拔 3850m。样地中乌柳处于萌芽期，多度为 17 株，均高为 9m，盖度为 30%。无伴生乔木。伴生灌木为砂生槐，处于花期，多度为 25 株，均高为 1m，盖度为 30%。伴生草本植物有 sp.，处于生长期，多度为 4 株，均高 15cm，盖度 15%；紫花针茅，处于休眠期，多度为 10 株，均高 50cm，盖度 5%；蒲公英 sp.，处于萌芽期，多度为 13 株，均高 5cm，盖度 3%；沙蒿，处于萌芽期，多度为 12 株，均高 10cm，盖度 5%。

3. 藏川杨林（Form. *Populus szechuanica* var. *tibetica*）

藏川杨林在评价区主灌渠附近多见。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 15-藏川杨林，E89.14768°，N29.39099°，海拔 3840m。优势种为藏川杨，处于萌芽期，多度为 12 株，均高 8m，盖度为 40%。无伴生乔木和灌木。伴生草本植物为黄耆，处于萌芽期，多度为 26 株，均高 10cm，盖度 20%。

灌丛和灌草丛

II. 常绿针叶灌丛

4. 香柏灌丛（Form. *Sabina pingii* var. *wilsonii*）

香柏灌丛是评价区内较为常见的也是唯一可见的针叶灌丛，主要分布于评价区高海拔区域的阳坡、半阳坡以及较平缓的山脊和山隘。此灌丛是属于相对稳定的植被类型，它对本地区的水土保持有着重要作用。群落外貌暗绿色，结构简单。典型样地如调查区

内植物实测样方表中的样方 24-香柏灌丛，E 89.114445°，N 29.447316°，海拔 4619m。灌丛中，以香柏为群系中的优势种，处于萌芽期，多度为 13 株，均高为 45cm，盖度为 30%。伴生灌木有金露梅，处于萌芽期，多度为 9 株，均高为 50cm，盖度为 15%。伴生草本植物有二裂委陵菜，处于萌芽期，多度为 15 株，均高 3cm，盖度 5%；高原毛茛，处于萌芽期，多度为 8 株，均高 2cm，盖度 10%；高山嵩草，处于休眠期期，多度为 27 株，均高 2cm，盖度 25%；藏波罗花，处于萌芽期，多度为 3 株，均高 5cm，盖度 2%；狼毒，处于萌芽期，多度为 2 株，均高 25cm，盖度 3%。

III.落叶阔叶灌丛

二. 高寒落叶阔叶灌丛

5. 金露梅灌丛（Form. *Potentilla fruticosa*）

金露梅灌丛是评价区内较为常见的灌丛。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 25-金露梅灌丛，E89.124126°，N29.455388°，海拔 4436m。灌丛中，以金露梅为群系中的优势种，处于萌芽期，多度为 35 株，均高为 35cm，盖度为 40%。伴生草本植物有藏北嵩草，处于休眠期，多度为 46 株，均高 24cm，盖度 25%；珠芽蓼，处于萌芽期，多度为 3 株，均高 20cm，盖度 1%；高原毛茛，处于萌芽期，多度为 11 株，均高 4cm，盖度 5%；独一味，处于萌芽期，多度为 23 株，均高 3cm，盖度 10%。

6. 绢毛蔷薇灌丛（Form. *Rosa sericea*）

绢毛蔷薇灌丛在评价区内多为零星分布或者成群分布。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 26-绢毛蔷薇灌丛，E 89.112432°，N29.437717°，海拔 4299m。灌丛中，以绢毛蔷薇为群系中的优势种，处于萌芽期，多度为 45 株，均高为 150cm，盖度为 45%。伴生灌木有小檗 sp.，处于萌芽期，多度为 3 株，均高 150cm，盖度 5%；柳 sp.，处于萌芽期，多度为 7 株，均高 180cm，盖度 15%。伴生草本植物有藏北嵩草，处于休眠期，多度为 357 株，均高 5cm，盖度 30%；高原毛茛，处于萌芽期，多度为 25 株，均高 2cm，盖度 10%；黄耆，处于萌芽期，多度为 5 株，均高 10cm，盖度 2%；垫状点地梅，处于萌芽期，多度为 25 株，均高 3cm，盖度 12%。

三. 温性落叶阔叶灌丛

（二）山地旱生落叶阔叶灌丛

7. 变色锦鸡儿灌丛（Form. *Caragana versicolor*）

变色锦鸡儿灌丛是评价区内较为常见的灌丛，在沙地上最为常见。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 1-变色锦鸡儿灌丛，E89.237502°，N29.736152°，海拔

4071m。灌丛中，以变色锦鸡儿为群系中的优势种，处于萌芽期，多度为 29 株，均高为 3cm，盖度为 30%。伴生草本植物有黄耆，处于萌芽期，多度为 16 株，均高 20cm，盖度 5%；高山嵩草，处于萌芽期，多度为 200 株，均高 3cm，盖度 30%；紫花针茅，处于萌芽期，多度为 80 株，均高 3cm，盖度 10%；二裂委陵菜，处于萌芽期，多度为 50 株，均高 1cm，盖度 3%；嵩草 sp.，处于萌芽期，多度为 30 株，均高 1cm，盖度 1%；蒲公英 sp.，处于萌芽期，多度为 20 株，均高 1cm，盖度 1%；点地梅 sp.，处于萌芽期，多度为 20 株，均高 2cm，盖度 1%。

（三）河谷滩地落叶阔叶灌丛

8. 沙棘灌丛（Form. *Hippophae rhamnoides*）

沙棘灌丛是评价区内较为常见的灌丛，在沙地上最为常见。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 14-沙棘灌丛，E89.14584°，N29.39045°，海拔 3834m。灌丛中，以沙棘为群系中的优势种，处于休眠期，多度为 18 株，均高为 4m，盖度为 60%。伴生草本植物有蒲公英 sp.，处于萌芽期，多度为 1 株，均高 1cm，盖度 0.1%。

草原和稀树草原

Ⅳ. 草原

四. 典型草原

（四）丛生禾草草原

9. 紫花针茅草丛（Form. *Stipa purpurea*）

紫花针茅草丛在评价区的河岸边最为常见。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 9-紫花针茅草丛，E89.11642°，N29.38945°，海拔 3857m。其中紫花针茅为优势种，处于休眠期，多度为 100 株，均高 60cm，盖度 70%。常见伴生物种有蒲公英，处于萌芽期，多度为 1 株，均高 3cm，盖度 0.5%；西藏早熟禾，处于休眠期，多度为 50 株，均高 10cm，盖度 10%；嵩草 sp.处于萌芽期，多度为 15 株，均高 20cm，盖度 5%。

荒漠

V.荒漠

五. 灌木荒漠

10. 砂生槐灌丛（Form. *Sophora moorcroftiana*）

砂生槐灌丛在评价区内河滩沙地最为多见，分布于整个评价区河岸，在河沙地平缓的地方多成群分布。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 2-砂生槐灌丛，E89.236203°，N29.736272°，海拔 4060m。灌丛中，以砂生槐为群系中的优势种，处于

萌芽期，多度为 15 株，均高 100cm，盖度 40%。无伴生灌木。伴生草本植物有紫花针茅，处于休眠期，多度为 30 株，均高 60cm，盖度 10%；铁线莲 sp.，处于萌芽期，多度为 7 株，均高 60cm，盖度 10%；小檗 sp.，处于萌芽期，多度为 10 株，均高 2m，盖度 5%；黄耆，处于萌芽期，多度为 1 株，均高 5cm，盖度 0.5%。

六. 半灌木、矮半灌木荒漠

（五）蒿类荒漠

11. 沙蒿草丛（Form. *Artemisia desertorum*）

沙蒿草丛在评价区内农田附近多见，结构非常简单，典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 11-沙蒿草丛。其中沙蒿为优势种，处于萌芽期，多度为 25 株，均高 30cm，盖度 7%。伴生种有蒲公英 sp.，处于萌芽期，多度为 8 株，均高 3cm，盖度 5%；黄耆，处于萌芽期，多度为 10 株，均高 7cm，盖度 5%。

12. 猪毛蒿草丛（Form. *Artemisia scoparia*）

该群系在评价区内的沙质地生境边较为常见，典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 27-猪毛蒿草丛，E89.100087°，N 29.420842°，海拔 3906m。其中以猪毛蒿为优势种，处于生长期，多度为 42 株，均高为 20cm，盖度为 30%。伴生草本植物有高山豆，处于萌芽期，多度为 13 株，均高 5cm，盖度 10%；山蓼，处于生长期，多度为 9 株，均高 35cm，盖度 5%；西伯利亚蓼，处于萌芽期，多度为 8 株，均高 5cm，盖度 5%；针茅，处于萌芽期，多度为 15 株，均高 10cm，盖度 10%。

草甸

VI.草甸

七. 大陆草甸

（六）杂类草大陆草甸

13. 毛穗香薷草丛（Form. *Elsholtzia eriostachya*）

毛穗香薷草丛在评价区内沙质地生境附近分布较多。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 28-毛穗香薷草丛，E 89.099080°，N29.419835°，海拔 3898m。其中以毛穗香薷为优势种，处于萌芽期，多度为 76 株，均高为 10cm，盖度为 30%。伴生草本植物有西伯利亚蓼，处于萌芽期，多度为 5 株，均高 4cm，盖度 1%；针叶老牛筋，处于萌芽期，多度为 5 株，均高 8cm，盖度 1%。

14. 腺粒委陵菜草丛（Form. *Potentilla granulosa*）

委陵菜草丛在评价区内分布于高海拔地区。典型样地如调查区内植物实测样方表中

的样方 29-腺粒委陵菜草丛，E89.117881°，N29.413662°，海拔 4460m。其中以腺粒委陵菜为优势种，处于萌芽期，多度为 34 株，均高为 4cm，盖度为 50%。伴生草本植物有藏北嵩草，处于休眠期，多度为 19 株，均高 3cm，盖度 25%；肉果草，处于萌芽期，多度为 7 株，均高 3cm，盖度 5%。

15. 二裂委陵菜草丛（Form. *Potentilla bifurca*）

二裂委陵菜草丛在评价区内海拔较高的平地多见，结构非常简单，典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 5-二裂委陵菜草丛。其中优势种为二裂委陵菜，处于萌芽期，多度为 468 株，均高 1cm，盖度 80%。伴生种有蒲公英 sp.，处于萌芽期，多度为 5 株，均高 1cm，盖度 1%；蒲公英 sp.，处于萌芽期，多度为 1 株，均高 2cm，盖度 0.5%；高山嵩草，处于萌芽期，多度为 324 株，均高 7cm，盖度 15%；假水生龙胆，处于萌芽期，多度为 100 株，均高 1cm，盖度 5%。

16. 齿叶玄参草丛（Form. *Scrophularia dentata*）

齿叶玄参草丛在评价区的下游河岸变最为常见。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 30-齿叶玄参草丛，E 89.065892°，N29.415983°，海拔 3959m。其中以齿叶玄参为优势种，处于萌芽期，多度为 25 株，均高为 50cm，盖度为 20%。伴生草本植物有酸模叶蓼，处于萌芽期，多度为 7 株，均高 5cm，盖度 5%。

（七）丛生禾草大陆草甸

17. 芨芨草草丛（Form. *Achnatherum splendens*）

芨芨草草丛在评价区内的沙生地较为常见。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 31-芨芨草草丛，E89.069770°，N29.436706°，海拔 3907m。其中以芨芨草为优势种，处于萌芽期，多度为 25 株，均高为 6cm，盖度为 20%。伴生草本植物有针茅，处于萌芽期，多度为 19 株，均高 20cm，盖度 20%。

18. 宽叶荨麻草丛（Form. *Urtica laetevirens*）

宽叶荨麻草丛在评价区内的农田周围较为常见的丛生植物，在评价区的道路、桥梁边上都比较多。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 32-宽叶荨麻草丛，E 89.076399°，N29.450285°，海拔 3887m。其中以宽叶荨麻为优势种，处于萌芽期，多度为 2 株，均高为 60cm，盖度为 40%。伴生草本植物有针茅，处于萌芽期，多度为 15 株，均高 30cm，盖度 20%；车前，处于萌芽期，多度为 5 株，均高 20cm，盖度 5%。

八. 高寒草甸

（八）嵩草高寒草甸

19. 高山嵩草草丛（Form. *Kobresia pygmaea*）

高山嵩草草丛在评价区内的高山多见低矮草本植物，坝址处的高山上最为多见。群落草层低矮，高 10cm 以下，生长密集，总盖度可达 90%，结构简单，层次分化不明显，植物种类较为丰富，约有 50 种，以高山蒿草占绝对优势，其次，还有藏北蒿草、羊茅、细叶苔草草、多种凤毛菊、坚杆火绒草、垫状点地梅等。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 33-高山嵩草草丛，E89.051485°，N29.466533°，海拔 4728m。其中以高山嵩草为优势种，处于萌芽期，多度为 78 株，均高为 3cm，盖度为 35%。伴生草本植物有腺粒委陵菜，处于萌芽期，多度为 64 株，均高 2cm，盖度 20%；天山报春，处于萌芽期，多度为 4 株，均高 2cm，盖度 1%；矮金莲花，处于萌芽期，多度为 9 株，均高 3cm，盖度 2%。

20. 藏北嵩草草丛（Form. *Kobresia littledalei*）

藏北嵩草草丛在评价区内的高山潮湿地较为常见的低矮草本植物。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 34-藏北嵩草草丛，E89.079164°，N29.473390°，海拔 3904m。其中以藏北嵩草为优势种，处于萌芽期，多度为 187 株，均高为 20cm，盖度为 70%。伴生草本植物有天山报春，处于萌芽期，多度为 15 株，均高 20cm，盖度 10%；高原毛茛，处于萌芽期，多度为 9 株，均高 5cm，盖度 5%；肉果草，处于萌芽期，多度为 14 株，均高 5cm，盖度 10%。

（九）杂类草高寒草甸

21. 高原毛茛草丛（Form. *Ranunculus tanguticus*）

高原毛茛草丛在整个评价区河岸均有分布，在坝址处阴湿的地方最多。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样方 35-高原毛茛草丛，E89.088458°，N29.495243°，海拔 3900m。其中以高原毛茛为优势种，处于花期，多度为 58 株，均高为 5cm，盖度为 60%。伴生草本植物有高山嵩草，处于萌芽期，多度为 45 株，均高 10cm，盖度 10%；独一味，处于萌芽期，多度为 33 株，均高 5cm，盖度 8%；藏北嵩草，处于萌芽期，多度为 21 株，均高 15cm，盖度 5%。

沼泽和水生植被

Ⅶ. 水生植被

（十）挺水型水生植物

22. 杉叶藻草丛（Form. *Hippuris vulgaris*）

杉叶藻草丛在评价的浅水水域中常见。典型样地如调查区内植物实测样方表中的样

方 36-杉叶藻草丛，E89.091867°，N29.504045°，海拔 3903m。其中以杉叶藻为优势种，处于生长期，多度为 117 株，均高为 20cm，盖度为 80%。伴生草本植物有两栖蓼，处于生长期，多度为 36 株，均高 15cm，盖度 10%。

3.3.3.3 珍稀濒危植物情况

经过调查，在评价区内未发现自然分布的国家级重点保护野生植物。

3.3.4 动物

3.3.4.1 两栖类

（一）种类

评价区两栖动物的物种组成较为简单，结合资料和现场资料，评价区内有两栖动物 1 目 2 科 3 种，见附录 3。其中数量多、分布广的种类有：高山蛙（*Altirana parkeri*）、林芝齿突蟾（*Scutiger nyingchinensis*）和西藏齿突蟾（*Scutiger boulengeri*）。它们的生境是河流干流的支沟和阶地农田区内溪沟、水塘或旁边河流、溪沟、池塘等潮湿的地方。

（二）区系分析

调查区域在两栖动物地理区划上属于古北界青藏区藏南谷地小区。从区系来看，3 种两栖动物都属于喜马拉雅-横断山区型分布。

（三）中国特有种

通过实地调查和查阅相关资料，评价区没有中国特有两栖动物的分布。

（四）珍稀濒危种类

调查中未发现国家和自治区级重点保护两栖动物物种。没有发现被列入《中国濒危动物红皮书》的两栖动物物种。

3.3.4.2 爬行类

（一）种类

评价区内有爬行动物 1 目 5 科 5 种，见附录 3。其中数量多、分布广的种类有：西藏沙蜥（*Phrynocephalus theobaldi*）、西藏裸趾虎（*Cyrtodactylus tibetanus*）和拉达克滑蜥（*Scincella ladacense*）。它们的生境是河流干流的支沟、阶地农田区内溪沟、沙化的农田、沙化裸地。

（二）区系分析

调查区域在爬行动物地理区划上属于古北界青藏区藏南谷地小区。从区系来看，5 种爬行动物都属于古北界中亚成分。

（三）中国特有种

通过实地调查和查阅相关资料，评价区仅有西藏裸趾虎为中国特有种。

西藏裸趾虎该种背部有正中被断裂的宽阔横纹。西藏裸趾虎是西藏内陆高原的特有种，仅见于拉萨—曲水地区，也是迄今所知分布区海拔最高的壁虎科种类。

（四）珍稀濒危种类

调查中未发现国家和自治区级重点保护爬行动物物种。没有发现被列入《中国濒危动物红皮书》的爬行动物物种。

3.3.4.3 鸟类

（一）种类

根据评价区野外调查结果，参考雅鲁藏布江中游的鸟类物种多样性资料，评价区共有 11 目 32 科 80 种鸟类。其中，雀形目有 18 科 47 种。见表 3.3-1 和附录 3。

评价区鸟类种类的比例统计

表 3.3-1

目	科	物种数	占全部物种数
鹤形目 Gruiformes	鹤科 Gruidae	1	1.23%
雁形目 Anseriformes	鸭科 Anatidae	6	7.41%
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	3	3.70%
鸻形目 Charadariiformes	鹮嘴鹬科 Ibidorhynchidae	1	1.23%
	鹬科 Scolopacidae	1	1.23%
	鸻科 Charadriidae	1	1.23%
	鸥科 Laridae	2	2.47%
鹳鹬目 Podicipediformes	鹳鹬科 Podicipedidae	2	2.47%
戴胜目 Upupiformes	戴胜科 Upupidae	1	1.23%
隼形目 Falconiformes	鹰科 Accipitridae	4	5.00%
	隼科 Falconidae	2	2.47%
鸮形目 Strigiformes	鸱鸮科 Strigidae	1	1.23%
鸽形目 Columbiformes	鸠鸽科 Columbidae	5	6.17%
鹃形目 Cuculiformes	杜鹃科 Cuculidae	2	2.47%
雀形目 Passeriformes	燕科 Hirundinidae	2	2.47%
	鹡鸰科 Motacillidae	2	2.47%
	麻雀科 Passeridae	2	2.47%
	山雀科 Paridae	3	3.70%
	鸦科 Corvidae	5	6.17%
	鸫科 Turdidae	7	8.64%
	鹟科 Muscicapidae	3	3.70%
	百灵科 Alaudidae	3	3.70%
	河乌科 Cinclidae	1	1.23%
	莺科 Sylviidae	2	2.47%
	戴菊科 Regulidae	1	1.23%

	鹪鹩科 Troglodytidae	1	1.23%
	燕雀科 Fringillidae	8	9.88%
	山椒鸟科 Campephagidae	1	1.23%
	伯劳科 Laniidae	2	2.47%
	画眉科 Timaliidae	3	3.70%
	鹀科 Emberiza koslowi	1	1.23%
	旋壁雀科 Tichodromidae	1	1.23%
合计 11 目	32	80	100%

（二）区系分析

评价区东洋界鸟类占全部物种数的 31.15%，古北界鸟类的物种数占 50.82%，广布种占 18.03%。各种分布型的鸟类混杂，显示了评价区所处雅鲁藏布江中段动物地理区系的特点。

东洋界有 3 种分布性，分别为：喜马拉雅-横断山区型(H)，南中国型(S)和东洋型(W)。其中：

喜马拉雅-横断山区型(H)包括：灰背伯劳（*Lanius tephronotus*）、白喉红尾鸲（*Phoenicurus schisticeps*）、大噪鹛（*Garrulax maximus*）、橙翅噪鹛（*Garrulax elliotii*）、黄腹柳莺（*Phylloscopus affinis*）、大朱雀（*Carpodacus rubicilla*）、长尾山椒鸟（*Pericrocotus ethologus*）、白眉朱雀（*Carpodacus dubius*）和红眉朱雀（*Carpodacus davidianus*）等；

南中国型（S）物种只有山麻雀（*Passer rutilans*）和小燕尾（*Enicurus scouleri*）两种。

东洋型(W)占全部鸟类物种包括小鳽鹛（*Tachybaptus ruficollis*）、小杜鹃（*Cuculus poliocephalus*）、褐河乌（*Cinclus pallasii*）、紫啸鸫（*Myophonus caeruleus*）和赭红尾鸲（*Phoenicurus ochruros*）。

古北界物种有 6 种分布型：全北型(C)、中亚型(D)、季风型(E)、东北型(M)、高地型(I/P)和古北型(U)。其中：

全北型（C）物种有金雕（*Aquila chrysaetos*）、绿头鸭（*Anas platyrhynchos*）、猎隼（*Falcon cherrug*）、崖沙燕（*Riparia riparia*）、喜鹊（*Pica pica*）、小嘴乌鸦（*Corvus corone*）、凤头百灵（*Galerida cristata*）、黄嘴朱顶雀（*Linaria flavirostris*）和戴菊（*Regulus regulus*）等。

中亚型(D)物种只有大鵟（*Beteo hemilasius*）一种。

季风型(E)有山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）和大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchos*）。

东北型(M)物种有北红尾鸲（*Phoenicurus auroreus*）和褐柳莺（*Phylloscopus fuscatus*）

两种。

高地型(I/P)物种有黑颈鹤（*Grus nigricollis*）、鹮嘴鹬（*Ibidorhyncha struthersii*）、斑头雁（*Anser indicus*）、褐背拟地鸦（*Pseudopodoces humilis*）、高原山鹑（*Perdix hodgsoniae*）、林岭雀（*Leucosticte nemoricola*）、拟大朱雀（*Carpodacus rubicilloides*）和大草鹛（*Babax waddell*）。

古北型(U)物种有赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）、林鹬（*Tringa glareola*）、红脚鹬（*Tringa totanus*）、凤头麦鸡（*Podiceps cristatus*）、纵纹腹小鸮（*Athene noctus*）、黄鹡鸰（*Motacilla flava*）、松鸦（*Rhyacornis fuliginosus*）、煤山雀（*Periparus ater*）、角百灵（*Eremophila alpestris*）和树麻雀（*Passer montanus*）。

广布型(O)物种有岩鸽（*Columba leuconota*）、戴胜（*Upupa epops*）、雉鸡（*Phasianus colchicus*）、高山兀鹫（*Gyps himalayensis*）、红隼(*Falcon tinnunculus*)、普通秋沙鸭（*Mergus merganser*）、原鸽（*Columba livia*）、大杜鹃（*Cuculus canorus*）、岩燕（*Ptyonoprogne rupestris*）、白鹡鸰新疆亚种（*Motacilla alba personata*）、黄嘴山鸦（*Pyrrhocorax graculus*）、大山雀（*Parus major tibetanus*）和红翅旋壁雀（*Tichodroma muraria*）等。

（三）特有鸟类

评价区有中国特有鸟类物种 2 种，为大草鹛和橙翅噪鹛。

大草鹛（*Babax waddell*）：雌雄羽色相似。额、头顶和上体灰色具粗著的黑褐色纵纹，有的头顶微染茶黄色，上体宽阔的黑色纵纹外缘常缀有棕色或暗栗色，到腰和尾上覆羽黑色纵纹逐渐变得细弱而不明显直到消失，有时腰和尾上覆羽还沾染黄色。翅上覆羽与背颜色相似，但灰色羽缘较窄，黑褐色纵纹相对较宽，因而较背显得黑褐。飞羽和尾羽黑褐色，初级飞羽外翈羽缘淡灰色，外侧尾羽稍浅淡或具浅色先端。眼先、颊、耳羽灰色有时微缀浅茶黄色，髭纹黑白相杂。颏、喉灰色或皮黄色、具细窄的黑色羽干纹，其余下体亮灰色或灰沾茶黄色；胸、上腹和两胁外缘具栗色的黑色纵纹，腹中部和尾下覆羽纯灰色而无纵纹；翼缘和翼下覆羽深灰色，羽片中央沾褐色，覆腿羽灰色。虹膜灰白色或黄色，嘴黑色，脚黑褐色。

橙翅噪鹛（*Garrulax elliotii*）：橙翅噪鹛雌雄羽色相似。额、头顶至后颈深葡萄灰色或沙褐色，额部较浅、近沙黄色，其余上体包括两翅覆羽橄榄褐色或灰橄榄褐色，有的近似黄褐色。飞羽暗褐色，外侧飞羽外翈淡蓝灰色或银灰色，基部橙黄色，从外向内逐渐扩大，形成翅斑，内侧飞羽外翈与背相似，内翈暗褐色。中央尾羽灰褐色或金黄绿色，外侧尾羽内翈暗灰色，外翈绿色而缘以橙黄色，所有尾羽均具白色端斑，且越往外

侧尾羽白色端斑越大。眼先黑色，颊、耳羽橄榄褐色或灰褐色，也有的耳羽呈暗栗色或黑褐色，羽端微具白色狭缘。颏、喉、胸淡棕褐色或浅灰褐色，上腹和两胁橄榄褐色，下腹和尾下覆羽栗红或砖红色。

（四）珍稀濒危种类

评价区有国家级重点保护鸟类 8 种。其中，国家Ⅰ级重点保护鸟类有 2 种，分别为黑颈鹤、金雕；国家Ⅱ级重点保护鸟类有 6 种，分别为高山兀鹫、红隼、猎隼、纵纹腹小鸮、大鵟、藏马鸡。评价区保护鸟类分布见表 3.3-2。

评价区保护鸟类的分布

表 3.3-2

物种	保护级别	国内	种群数量
金雕	Ⅰ	全国各地	常见
黑颈鹤	Ⅰ	在中国，黑颈鹤只生存在青藏高原和云贵高原，包括青海、西藏、新疆、四川、甘肃、云南和贵州 7 个省区。	常见
高山兀鹫	Ⅱ	内蒙古、四川、云南、西藏、甘肃、青海、宁夏、新疆	常见
红隼	Ⅱ	全国各地	常见
猎隼	Ⅱ	新疆、青海、四川、甘肃、内蒙古、辽宁、西藏、河北等地。	较常见
纵纹腹小鸮	Ⅱ	新疆、四川、西藏、甘肃、青海、北京、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、山东、河南、广西、贵州、陕西、宁夏	常见
大鵟	Ⅱ	黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、西藏、新疆、青海、甘肃等地为留鸟，在北京、河北、山西、山东、上海、浙江、广西、四川、陕西等地为旅鸟、冬候鸟	少见
藏马鸡	Ⅱ	中国四川西部、青海南部、西藏东部和云南西北部，是我国特产鸟类	少见

金雕 俗称为鹫雕、金鹫、黑翅雕、洁白雕（幼鸟）等。全长 76～102cm，翼展平均超过 2.3m，体重 2～7.2kg。头顶黑褐色，后头至后颈羽毛尖长，呈柳叶状，羽基暗赤褐色，羽端金黄色，具黑褐色羽干纹。上体暗褐色，肩部较淡；尾上覆羽淡褐色，尖端近黑褐色，尾羽灰褐色，具不规则的暗灰褐色横斑或斑纹。下体颏、喉和前颈黑褐色，羽基白色;胸、腹亦为黑褐色，羽轴纹较淡，覆腿羽、尾下覆羽和翅下覆羽及腋羽均为暗褐色，覆腿羽具赤色纵纹。栖于崎岖干旱平原、岩崖山区及开阔原野。

黑颈鹤 别称高原鹤、藏鹤、雁鹅等，是世界上唯一的一种生长、繁殖在高原的鹤类。全身灰白色，颈、腿比较长，头顶皮肤血红色，并布有稀疏发状羽。除眼后和眼下方具一小白色或灰白色斑外，头的其余部分和颈的上部约 2/3 为黑色，故称黑颈鹤。虹膜黄色。嘴角橄榄绿到角灰色，端部黄。附跖和趾黑色，雌雄相似。幼鸟棕黄色，颈、

背、翅部略深，腹部颜色较淡，其嘴、腿为肉红色。黑鹤颈体重在 5.3～5.7kg 之间，体长 1.14～1.18m。黑颈鹤栖息于海拔 2500～5000m 的高原，通常生活在沼泽地、湖泊及河滩等湿地环境。黑颈鹤为候鸟，每年早春 3 月集群离开越冬地云贵高原北上迁至青藏高原东北部，在高寒草甸沼泽地或湖泊河流沼泽地中选择适应的地区，于 4 月下旬开始繁殖育幼。到 10 月下旬则飞到青藏高原东南部、云贵高原及中印、中巴边境过冬。

高山兀鹫 体长 120cm 的浅土黄色鹫。栖息于干燥而严寒的高山。长时间在空中寻找动物尸体或动物病残体，发现后落地撕食。下体具白色纵纹，头及颈略被白色绒羽，具皮黄色的松软领羽。初级飞羽黑色。嘴形高大而侧扁，先端弯曲。栖息于干燥而严寒的高山。1～4 月份繁殖，多筑巢在悬崖边缘上，旧巢多修复后继续使用。每窝产卵 1 枚，白色，一般无斑点。

红隼 小型猛禽，眼睛的下面有一条垂直向下的黑色口角髭纹。栖息于山地和旷野中，多单个或成对活动，飞行较高。能捕捉地面上活动的啮齿类、小型鸟类及昆虫。雄鸟头顶及颈背灰色，尾蓝灰无横斑，上体赤褐略具黑下体皮黄而具黑色纵纹。

猎隼 体大（50cm）且胸部厚实的浅色隼。颈背偏白，头顶浅褐。头部对比色少，眼下方具不明显黑色线条，眉纹白。上体多褐色而略具横斑，与翼尖的深褐色成对比。尾具狭窄的白色羽端。下体偏白，狭窄翼尖深色，翼下大覆羽具黑色细纹。多生活于高山和高原。分布广泛，中国和中欧、北非、印度北部、蒙古常见。

纵纹腹小鸮 体长 20～27.5cm。上体褐色，具白色纵纹及点斑。下体白色，具褐色杂斑及纵纹。肩上有两道白色或皮黄色的横斑。捕食昆虫、蚯蚓、两栖动物以及小型的鸟类和哺乳动物。善奔跑。繁殖期一般为 5～7 月。

大鵟 体大（70cm）的棕色鵟。以淡色型较为常见。尾上偏白并常具横斑，腿深色，次级飞羽具清楚的深色条带。浅色型具深棕色的翼缘。尾常为褐色而非棕色，先端灰白色。跗跖的前面通常被有羽毛。喜停息在高树上或高凸物上。

藏马鸡 通体大都为白色，头部两侧红色，头顶上生有密密的黑色短的绒状羽毛。耳羽呈簇状，白色。体背部羽色略沾点灰色，两翅呈灰褐色；尾特别长，有尾羽 20 枚，有的为 22 枚，尾羽的基部灰色，向后渐渐变成紫铜色，及至末端则变成暗绿色和深蓝紫色，而呈现金属光泽。雌鸟与雄鸟相似，但体形稍小些，羽毛也较暗淡。雌雄鸟的嘴均为粉红色，腿和趾红色。雄鸟体长为 69～100cm，体重 1017～3000g；雌鸟的体长为 73～102cm，体重 1250～2050g。常栖息于海拔 3000～4000m 的高山灌丛中。

评价区珍稀濒危鸟类在评价区的分布见附图 3-4，评价区特有鸟类和保护鸟类见图

3.3-2。



大草鹛



橙翅噪鹛



金雕



黑颈鹤



高山兀鹫



红隼



猎隼



纵纹腹小鸮



大鵟



藏马鸡

图 3.3-2 评价区特有鸟类和保护鸟类

（五）鸟类居留型划分

依据中国鸟类野外手册（约翰·马敬能等，2000）和查阅文献，将评价区的鸟类居留型划分如下：

冬候鸟（10 月-第二年 4 月）：黑颈鹤、普通秋沙鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、红头潜鸭（张国钢等，2016）、凤头麦鸡、白肩雕、大鵟。

夏候鸟（5 月-9 月）：渔鸥、林鹬、凤头鸊鹈、猎隼、黄鹡鸰、斑头雁。

留鸟（全年）：赤麻鸭、高原山鹑、藏马鸡、雉鸡、鹦嘴鹬、小鸊鹈、戴胜、高山兀鹫、金雕、红隼、纵纹腹小鸮、岩鸽、山斑鸠、雪鸽、原鸽、树麻雀、山麻雀、褐背拟地鸦、大山雀、煤山雀、大嘴乌鸦、黄嘴山鸦、小嘴乌鸦、喜鹊、松鸦、北红尾鸲、赭红尾鸲、白喉红尾鸲、白顶溪鸲、灰头鹀、小燕尾、锈胸蓝姬鹟、灰蓝姬鹟、凤头百灵、角白灵、褐河乌、戴菊、白眉朱雀、高山岭雀、大朱雀、黄嘴朱顶雀、红眉朱雀、拟大朱雀、鹪鹩、棕背伯劳、大噪鹛、橙翅噪鹛、大草鹛、藏鸦、红翅旋壁雀、崖沙燕、白鹡鸰。

繁殖鸟（5 月-7 月）：紫啸鹀、小云雀、黄腹柳莺、褐柳莺、普通朱雀、林岭雀、长尾山椒鸟、红脚鹬、棕头鸥、火斑鸠、大杜鹃、小杜鹃、岩燕、灰背伯劳。

（六）鸟类生态类群划分

涉禽：黑颈鹤、凤头麦鸡、林鹬、鹦嘴鹬、红脚鹬

游禽：普通秋沙鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、红头潜鸭、渔鸥、凤头鸊鹈、赤麻鸭、小鸊鹈、斑头雁、棕头鸥

陆禽：高原山鹑、藏马鸡、雉鸡、岩鸽、山斑鸠、雪鸽、原鸽、火斑鸠

猛禽：白肩雕、大鵟、猎隼、高山兀鹫、金雕、红隼、纵纹腹小鸮

攀禽：红翅旋壁雀、戴胜、大杜鹃、小杜鹃

鸣禽：黄鹡鸰、树麻雀、山麻雀、褐背拟地鸦、大山雀、煤山雀、大嘴乌鸦、黄嘴山鸦、小嘴乌鸦、喜鹊、松鸦、北红尾鸲、赭红尾鸲、白喉红尾鸲、白顶溪鸲、灰头鹀、小燕尾、锈胸蓝姬鹟、灰蓝姬鹟、凤头百灵、角白灵、褐河乌、戴菊、白眉朱雀、高山岭雀、大朱雀、黄嘴朱顶雀、红眉朱雀、拟大朱雀、鹪鹩、棕背伯劳、大噪鹛、橙翅噪鹛、大草鹛、藏鹀、、崖沙燕、白鹡鸰新疆亚种、紫啸鸫、小云雀、黄腹柳莺、褐柳莺、普通朱雀、林岭雀、长尾山椒鸟、岩燕、灰背伯劳。其中，鸣禽中经常在溪流，湖泊旁活动的鸟类有褐背拟地鸦、北红尾鸲、赭红尾鸲、白喉红尾鸲、白顶溪鸲、小燕尾和褐河乌。

（七）黑颈鹤的生态学习性

黑颈鹤的生物学特性在以上“（四）珍稀濒危种类”进行叙述，以下结合李筑眉等人编著的《黑颈鹤研究》、彭明春等人编著的《云南大山包黑颈鹤自然保护区综合科学考察研究》等资料文献中的研究成果，对黑颈鹤的生态学习性进行重点介绍。

(1) 繁殖生态

① 繁殖栖息地环境

黑颈鹤在青藏高原上繁殖，繁殖区地跨我国青藏高原除雅鲁藏布江中游流域外的广大地区，向西直至克什米尔东南部地区。已知的繁殖地点相对集中在三个区域：西藏中西部、青海东部和四川西北部。

黑颈鹤繁殖区选择在开阔的沼泽地区，繁殖栖息地大都为淡水沼泽环境，其沼泽可以是湖滩沼泽地，也可以是河漫滩地，或是二者兼有的景观。本工程位于雅鲁藏布江中游河谷地区，这一区域是不黑颈鹤的繁殖区域。其在西藏的繁殖栖息地主要集中在西藏那曲地区申扎县，和区域湖泊和河流湿地分布众多，草甸、沼泽草甸与沼泽水生植被十分发达，非常适宜黑颈鹤繁殖和育幼。

② 繁殖周期

黑颈鹤的繁殖期一般是每年 4 月下旬~7 月左右。青藏高原 4 月开始解冻，10 月下旬开始封冻，夏季气温不高，还常会出现不定时的降雪、降温情形，因此，黑颈鹤繁殖的自然环境条件是比较严酷的。在黑颈鹤的繁殖周期内，其主要需完成求偶和交配、营巢、产卵、孵化、育雏等过程。

③ 繁殖期行为

繁殖期的行为主要包括理羽和换羽、觅食、运动、休息、社群行为、鸣叫等。其中日活动 75%的时间都是用于取食和觅食。

④ 繁殖期食物 和食性

目前，人们对黑颈鹤繁殖期的的食物和食性了解还不够深入，根据目前掌握的情况，其主要动物性食物有蛙类、沙蜥、高原鳅、水生昆虫、鼠、兔，植物包括撅麻、刚毛荸荠、蒲公英、小眼子菜、早熟禾等。

⑤ 繁殖栖息地选择

黑颈鹤对繁殖栖息地的选择，最主要是选择宽广的有浅水的沼泽地，但必须是主要由淡水形成的，且院里人、畜干扰源。基于青藏高原淡水沼泽湿地植被的共同特征，黑颈鹤对繁殖地的植被似乎并无十分特殊的选择性。

(2) 越冬生态

① 越冬栖息地环境

黑颈鹤的越冬区主要在西藏雅鲁藏布江中游、横断山脉南段、云贵高原乌蒙山三个地区，其越冬地的地理特点，大致可分为高原河谷和高原湖泊沼泽两种主要类型。

黑颈鹤在高原河谷地带的越冬区主要在雅鲁藏布江中游河谷地区和喜马拉雅山南侧的不丹中北部地区。湘河河口区域属于雅鲁藏布江中游河谷地区，是黑颈鹤的理想越冬场所。

② 越冬习性

黑颈鹤一般每年 10 月中、下旬到越冬地，翌年 3 月中、下旬离开。迁至越冬地的时间个体或群体之间有一定差异,迁至时间早晚可相差近 30d,迁离时间早晚也相差近 20d。

黑颈鹤在冬季喜欢集群，基本上有三种不同的社会形式，分别是家庭集群、同种集群和混种集群。

A 家庭集群：主要由雌雄亲鹤带领其幼鹤组成，常见于湿地、农耕地和沼泽里。

B 同种集群：由单一的黑颈鹤组成的群体，常见于迁至或迁离时，越冬期间更多见于在栖息地栖息和觅食时，常排成“一”字形。同种集群是以未参与繁殖的鹤为主体，偶尔亦间杂有少数家庭集群。

C 混种集群：黑颈鹤常与灰鹤集成混合群，有时还有斑头雁、赤麻鸭等间杂其间。混种集群多是一种临时的集群形式，一般较多出现在觅食后休息或夜宿时。

黑颈鹤在越冬期间，日活动中最主要的内容是觅食活动，其白天大部分时间都在觅食。当一天的觅食活动结束后，接近黄昏时分黑颈鹤才分批、成群地陆续回到夜宿地。夜宿时，黑颈鹤相互之间靠得很近，以便节省能量和保持体温。

③ 越冬行为

根据李凤山等（2000）在贵州草海对黑颈鹤的研究，黑颈鹤的越冬行为可分为取食、保养、争斗、警戒、运动、种间关系和领域性。

A 取食行为

在越冬期间，黑颈鹤的取食行为占相当大的比重，以植物性食物为主，主要种类为青稞、冬小麦、土豆。李凤山等在贵州草海区域的研究，由于天然食物来源相对丰富，因此，还常取食水生植物（以莎草科为主），浅水沼泽动物（如螺蛳、鱼类、虾类和一些昆虫）。雅鲁藏布江中游河谷区域，沼泽分布较少，湘河河口区域无沼泽分布，因此，该区域的黑颈鹤植物来源种类相对较少，食物来源主要依赖农田收割后撒落在田间的残余植物种子为主。

B 保养、争斗、警戒、运动行为

保养行为可分为体表的修饰、舒适和涂脂。体表的修饰以理羽为主要形式，理羽时，鹤多双足站立，而睡觉休息后的理羽多见于单足站立。涂脂是通过背滑动作实现的。舒适活动的形式很多，伸展动作多出现在休息或洗澡后。

争斗行为主要是为了争夺食物或食物点。高强度的争斗是接触性或连续的啄击，作为高强度争斗的替代，仪式化威胁在黑颈鹤的争斗中占主要地位，这种威胁既有效，又节省能量。

警戒行为是一种十分复杂的过程。黑颈鹤并无专司警戒的个体，鹤群的警戒对每个个体来说是附带完成的。

运动行为是黑颈鹤区别于其他体型较小的鹤类的一个特征，由于体型较大，其需要助跑更远的一段距离。遇到水沟通常直接飞过去，偶尔也见到黑颈鹤游泳过去。黑颈鹤在风大时都要迎风起飞或降落。飞行时，其阵列以“一”字形为主。当数量较多时，呈“人”字形阵列的也不少。

C 领域性

越冬期间，家庭鹤表现出较强的领域性，其为守卫领域消耗大量的时间和精力。领域鹤通常每天清晨就来到领域觅食，有的也从夜宿地随鹤群飞到农地觅食一段时间后才到领域上来。当其他鹤飞越其领域上空或其他外来者进入其领域时，其均会发出警告，直至其他鹤离开其领域。黑颈鹤对来领域内取食的同类外来者的容忍不及对非同类外来者的容忍，黑颈鹤有时会允许一些灰鹤在其领域内觅食，对较大体型的斑头雁，领域鹤也较少发动攻击。一旦建立领域，黑颈鹤可能要对其守卫和利用很多年。

D 种间关系

黑颈鹤和灰鹤占有同样的夜宿地，此外，斑头雁、赤麻鸭、斑嘴鸭等都与鹤一起夜宿。鸢、普通鵟、金雕等构不成对黑颈鹤的威胁，但家畜会对黑颈鹤的觅食构成威胁，尤其是农民饲养的狗。

E 越冬期行为时间分配

根据李凤山等在草海的观察，黑颈鹤越冬期有 70%以上的时间用于取食，其次超过10%的时间用于警戒，理羽、行走、搜寻、休息、社群等其他行为均少于 10%。

④ 越冬期食物和食性

黑颈鹤在越冬期间以吃植物性食物为主，特别爱吃植物的地下块茎。由于黑颈鹤在国内主要有 3 个不同的越冬地点，各地的食源有所不同，因此，其食性也相应有所差异。

雅鲁藏布江中游河谷地区是西藏粮食产区，青稞、春小麦、冬小麦是三种主要作物，也是黑颈鹤的重要事务（Bishop et al.，2002）。尽管青稞的种植面积比任何品种的小麦都要大，但小麦在鹤类粪便中的检出率却要比青稞高。

从黑颈鹤的食性看，谷物占黑颈鹤食性的 70%以上，非谷物类食物在黑颈鹤食性中所占的比例随地点不同而不同。除农作物外，黑颈鹤也取食很多蕨麻肥厚的根部。

⑤ 越冬栖息地选择

根据 wiens（1973 年）对栖息地的分类方法，越冬黑颈鹤对栖息地的选择可以分为三个层次：

a 较大的地理范围，如西藏雅鲁藏布江河谷地区、云贵高原乌蒙山地区的湖泊和水库。

b 某一越冬地的不同地块类型

c 对栖息地利用的形式，如黑颈鹤是如何利用农地的。

对于第一个和第三个层次的栖息地选择，目前还没有定量的研究。

A 觅食栖息地的选择和利用

觅食栖息地的选择和利用会因为第一层次栖息地的不同而由较大的差别。根据李凤山等对贵州草海黑颈鹤栖息地的研究，黑颈鹤的觅食栖息地分为草地、玉米地、蔬菜地、莎草草甸、浅水沼泽 5 种类型，此外，黑颈鹤对排水沟的利用很高，由于排水沟是草地和农田景观中的真“湿地”，其中生长着与沼泽和浅水中一样的挺水植物种类。

在西藏越冬的黑颈鹤与在贵州草海越冬的黑颈鹤对农田及其他类型的生境显示了不同的喜好。Bishop et al.（1998）于 1990~1993 年冬季，对在西藏越冬的黑颈鹤的觅食栖息地利用和选择进行了调查。拉萨河、年楚河、雅鲁藏布江及其支流的河谷地带的农地，

给黑颈鹤提供了丰富的觅食生境。他们把觅食栖息地分为五大类型：农田生境、边缘生境、草地生境、河流和湖泊生境及其他。每个大类型又细分若干小类型，如农田类型包括未翻耕青稞地、翻耕地等等。研究表明，95%的黑颈鹤在三种主要生境上：农田（74%）、草地（10%）、河流和湖泊（11%）。其中大约一半是在未翻耕的青稞和春小麦地里。

B 夜宿地的选择和利用

尽管黑颈鹤在越冬期间喜欢在沼泽湿地觅食，但是并不像白鹤和赤颈鹤那样高度依赖水生环境（Khacher，1981）。然而，黑颈鹤对夜宿地点沼泽或浅水生境的严格依赖几乎是不可替代的。夜宿地一旦被黑颈鹤选中，往往能维持很长时间，它们甚至年年冬季夜宿于此。

Bishop et al.（1998）观察了在西藏越冬的黑颈鹤的夜宿环境。黑颈鹤喜水库边缘的大片浅滩，也喜欢雅鲁藏布江及其支流缓缓流动的水中夜宿。通过对 7 个夜宿地点的观察，河道的水深从 4cm 到 100cm 不等，通过羽毛和粪便，推算黑颈鹤是站在水深 15.8cm 的地方，河床的基质是鹅卵石，或鹅卵石夹杂砂子。

根据彭明春等（2013）对云南大山包黑颈鹤自然保护区综合科学考察研究，其总结出了黑颈鹤对夜宿地的需求特征，主要包括如下 3 方面：

a 生物环境因素，黑颈鹤的夜宿地主要分布在水库岸边滩涂地带，水深不超过 30cm 的浅水区域，周围要有大面积的沼泽化草甸。

b 物理环境因素，夜宿地周围地势平坦，视野开阔，一般要求可视区域在 1.5km 以上。

c 人为干扰因素，黑颈鹤对夜宿地的选择会远离居民点，一般选择在距离居民点直线距离 400m 以外的地方。

根据近年（2010~2017 年）来西藏自治区高原生物研究所仓决卓玛、杨乐、李继荣等人对雅鲁藏布江及湘河流域黑颈鹤的观测和研究，雅鲁藏布江及湘河河口宽阔区域的河心岛、沙洲、沙地是这一区域黑颈鹤的主要夜宿地，也有部分黑颈鹤站立于水深较浅（水深 30cm 以内）的河流湿地。黑颈鹤之所以选择在这些区域，主要是通过水体阻隔形成相对安全的夜宿区域，或者与人及其他陆生动物（尤其是夜行的兽类）活动区域之间保持足够的安全距离。河心岛、沙洲由于四面环水，具有开阔的视野，是湘河流域最适宜黑颈鹤夜宿的区域；滨河河流湿地、沙地在湘河流域分布广泛，尤其是湘河河口区域，河道宽阔，具有较大的安全纵深，部分黑颈也在这一区域进行夜宿。总之，湘河流域黑颈鹤的夜宿地选择主要从夜宿的安全角度出发，选择在陆生夜行动物（尤其是兽类）

不易到达，或威胁来临时容易被黑颈鹤发现且能够及时逃离的区域，尽可能避免被陆生夜行动物攻击。

(3) 迁徙

① 年周期活动

黑颈鹤是候鸟气候的季节性变化直接影响它的生活行为。由于季节周期性的更替，黑颈鹤在繁殖地和越冬地之间进行着一年两次的迁徙，形成周期性的活动。

黑颈鹤的年周期活动可分为四个阶段：繁殖阶段、集群秋季迁徙阶段、越冬阶段和春季迁徙阶段。

气候条件是影响黑颈鹤年周期活动的主要环境生态因子，降温、日照等因素与迁飞时间关系密切。

② 迁徙路线及特点

根据黑颈鹤环志回收及无线电卫星追踪研究的结果，从西向东我国境内的黑颈鹤迁徙可分为三条线路（吴至康等，1993，1994）：

A 若尔盖与威宁的迁徙线路

若尔盖是松潘草地的主体部分，这里有大片的沼泽地，是我国黑颈鹤繁殖地中黑颈鹤最集中的地区之一；贵州威宁的草海、云南东北地区昭通的大山包、会泽的长海子和大桥等地属同一越冬区，这一地区也是黑颈鹤越冬区中数量较集中的地区。从若尔盖到威宁的直线距离约 800km。

B 青海隆宝滩到云南的纳帕海的迁徙线路

由青海隆宝滩南下的黑颈鹤，沿通天河、金沙江河谷及雀儿山、沙鲁里山，经四川西北部的石渠、甘孜、理塘南下，到达滇西北横断山脉的湖泊越冬。从隆宝滩至纳帕海，其直线距离约 800km。

C 青藏高原高海拔区域至低海拔的雅鲁藏布江中游河谷越冬的迁徙线路

新疆东南部、青海西部繁殖的鹤（通过唐古拉山口）和藏北、藏西北高原繁殖的鹤，由高海拔向南或东南迁徙到低海拔的雅鲁藏布江中游及其支流河谷越冬，其中一部分飞越喜马拉雅山脉至不丹越冬。从繁殖地申扎到越冬地不丹之间的直线距离约 480km，从申扎到日喀则之间的距离则更短，是迁徙路线中距离最短的一条。

本工程所在的湘河是雅鲁藏布江中游的一级支流，湘河河口区域是黑颈鹤越冬的重要场所，部分前往不丹越冬的黑颈鹤则在此处适当停留后继续南飞。

(4) 黑颈鹤受胁状况与保护

① 黑颈鹤受胁状况

黑颈鹤越冬区地和繁殖地均受到不同程度的胁迫。其中位于雅鲁藏布江中游河谷区域的黑颈鹤越冬区，其受胁主要与当地农业耕作的方式有关，即农田的秋翻使农地上的谷粒被埋入地下，增加了黑颈鹤找寻食物的难度。部分河滩地种植垂柳、杨树、沙棘等植物，由于影响了黑颈鹤夜宿期间的视野，不利于黑颈鹤的越冬夜宿。农民使用农药拌种，黑颈鹤误食后可能中毒，对黑颈鹤的越冬造成威胁。

② 黑颈鹤保护状况

建立自然保护区是保护黑颈鹤的最有效的措施之一。中国的自然保护区在过去的 20 年有了飞快的发展，黑颈鹤保护区共 20 余个。国际合作在黑颈鹤的保护过程中也发挥了积极的作用，国际鹤类基金会等国际机构与我国黑颈鹤分布的相关省份的林业部门不断加强合作，强化对黑颈鹤的研究和保护，并通过生态旅游等开展人员的培训和教育，从而为黑颈鹤的保护营造一个良好的环境。

3.3.4.4 兽类

（一）种类

评价区内有哺乳动物 5 目 12 科 15 种，其中偶蹄目（Artiodactyla）3 种，兔形目（Lagomorpha）3 种、啮齿目（Rodentia）3 种、食肉目（Carnivora）4 种、鼩形目（Soricomorpha）2 种。见表 3.3-3 和附录 3。

评价区兽类种类比例统计

表 3.3-3

目	科	物种数	占全部物种数
偶蹄目 Artiodactyla	麝科 Moschidae	1	6.67%
	牛科 Bovidae	1	6.67%
	鹿科 Cervidae	1	6.67%
兔形目 Lagomorpha	鼠兔科 Ochotonidae	2	13.33%
	兔科 Leporidae	1	6.67%
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	1	6.67%
	鼠科 Muridae	1	6.67%
	仓鼠科 Circetidae	1	6.67%
食肉目 Carnivora	犬科 Canidae	2	13.33%
	鼬科 Mustelidae	1	6.67%
	熊科 Ursidae	1	6.67%
鼩形目 Soricomorpha	鼩鼱科 Soricidae	2	13.33%

合计	12 科	15	100%

（二）区系分析

评价区兽类种的地理成分复杂多样，高地型类型成分占优势，主要包括以下 7 种分布类型：

（1）全北型（C）：1 种，占评价区兽类总种数的 6.7%。包括狼（*Canis lupus*）。

（2）东北型（M）：1 种，占评价区兽类总种数的 6.7%。包括巨爪鼩鼱（*Soriculus nigrescens*）。

（3）古北型（U）：2 种，占评价区兽类总种数的 13.3%。包括褐家鼠（*Rattus norvegicus*）和黄鼬（*Mustela sibirica*）。

（4）季风型（E）：1 种，占评价区兽类总种数的 6.7%。包括棕熊（*Ursus arctos*）。

（5）高地型（P 或 I）：7 种，占评价区兽类总种数的 46.7%，包括马麝（*Moschus chrysogaster*）、岩羊（*Pseudois nayaur*）、白唇鹿（*Gervus albirostris*）、高原兔（*Lepus oiostolus*）、灰尾兔（*Lepus oiostolus*）、喜马拉雅旱獭（*Marmota himalayana*）和藏狐（*Vulpes ferrilata*）等。

（6）喜马拉雅-横断山区型（H）：2 种，占评价区兽类总种数的 13.3%。包括灰鼠兔（*Ochotona roylei*）、山地文背鼩鼱（*Sorex bedfordiae*）。

（7）不易归类的分布（O）：1 种，占评价区兽类总种数的 6.7%，包括普通田鼠（*Microtus arvalis*）。

（三）中国特有兽类

评价区有特有兽类 1 种，为藏狐（*Vulpes ferrilata*）。

藏狐：耳短小，耳长不及后足长之半，耳背之毛色与头部及体背部近似。尾形粗短，长度不及体长之半。冬毛毛被厚而茸密，毛短而略卷曲。背中央毛色棕黄，体侧毛色银灰。尾末端近乎白色。头骨之吻部十分狭长，吻部中央部位之侧缘稍向内凹入，第二前臼齿处之吻宽约为腭长之 1/4。犬齿甚长，上犬齿之高约等于第四前臼齿加第一臼齿长度之总和。分布于高原地带。

（四）珍稀濒危种类

评价区内发现国家重点保护兽类物种 4 种，为马麝、岩羊、白唇鹿和棕熊；发现西藏自治区重点保护兽类物种 2 种，为藏狐和黄鼬。通过访问和查阅资料，评价区内有藏狐和黄鼬的活动，实地调查未见。

马麝：马麝是麝类中体形最大的一种。马麝体长约为 8892cm，肩高 5060cm，体重 815kg。雌、雄均无角，头形、耳狭长，雄体具月牙状上犬齿，雌体腹部无麝香。背部沙黄褐色或灰褐色，背毛粗而脆，腹、腋下毛细长耳柔韧。马麝晨昏活动，白天休息，生性多疑，行动灵活，迅速敏捷，反刍，营独居生活方式，每年 12 月中、下旬进入交配期，每胎 1～3 只，栖息在海拔 2500～5000m 的高山灌丛里。

白唇鹿：体长约 2m，通体被毛十分厚密，毛粗硬且无绒毛，毛色在冬夏有差别。鼻端两侧、下唇记下颌白色。在臀部尾巴周围有黄色斑块。雄性白唇鹿具角，角的主干扁平，故也称其“扁角鹿”。是一种典型的高寒动物，栖息地海拔在 3000～5000m，植被主要是高山针叶林和高山草甸。它们的食物主要是禾本科和莎草科植物。以集群方式活动，群体的规模因季节和栖息环境的差异而不同。

岩羊：体长 1.15～1.65m，尾长 10～20cm，肩高 75～90cm，体重 25～80kg，雄性比雌性大；头较小，眼大，耳小，颏下无须；雌雄均具角，雄性成体角粗但并不长，两角的基部接近，双角呈“V”形，向后外侧弯曲，外表具不明显的横棱，长达 80cm；体背面为棕灰或石板灰色带有蓝色，与岩石的颜色极相近，腹面及四肢内侧为白色，四肢的前面为黑色。息于海拔 2500～5000m 的无林山地。夏季结成十至数十只的群，冬季则结成数百只的大群，由 1 只或数只公羊率领。以草、小灌木、苔藓为主要食物。9 月交配。春季 4～5 月产仔，每胎 1～2 仔。

棕熊：体长 1.5～2.8m，肩高 0.9～1.5m，雄性体量 135～545kg，雌性体重 80～250kg。头大而圆，体形健硕，肩背隆起。被毛粗密，冬季可达 10cm；颜色各异，如金色、棕色、黑色和棕黑等。主要栖息在寒温带针叶林中，多在白天活动，行走缓慢，没有固定的栖息场所，平时单独行动。食性较杂，植物包括各种根茎、块茎、草料、谷物及果实等，喜吃蜜，动物包括蚂蚁、蚁卵、昆虫、啮齿类、有蹄类、鱼和腐肉等。棕熊的交配季节一般是在每年的 5～7 月。母熊的妊娠期约有 6～9 个月，初春时生育，会在过冬的洞穴里产 2～4 仔，通常是两个。母熊用一年半左右的时间抚养小熊。

藏狐：同前。

黄鼬：俗名黄鼠狼，体长 280～400mm，雌性小于雄性 1/2～1/3。头骨为狭长形，顶部较平。因为它周身棕黄或橙黄，所以动物学上称它为黄鼬。是小型的食肉动物。栖息于平原、沼泽、河谷、村庄、城市和山区等地带。夜行性，主要以啮齿类动物为食，偶尔也吃其他小型哺乳动物，每年 3～4 月发情交配。选择柴草垛下、堤岸洞穴、墓地、乱石堆、树洞等隐蔽处筑巢。雌兽妊娠期为 33～37 天。通常 5 月产仔，每胎产 2～8 仔。

评价区珍稀濒危兽类在评价区的分布见附图 3-4，评价区特有和保护兽类照片见图 3.3-3。



藏狐



马麝



白唇鹿



岩羊



棕熊



黄鼬

图 3.3-3 评价区特有和保护兽类

3.3.4.5 陆生脊椎动物物种多样性总体评价

评价区地处冈底斯—念青唐古拉山脉，南部为雅鲁藏布江，属高原腹地典型的高原半干旱和高原干湿季节分明的大陆型气候。与我国同纬度地区相比，具有太阳辐射强，日照时数长，气温低、日温差大、年温差小，无霜期短及降水强度小、蒸发量大等青藏高原气候特征。评价区所在区域动物区系属古北界青藏区藏南亚区，由于评价区在该区

域的南段，故动物种类东洋界成分与古北界成分相近，同时也有青藏高原的特有种。两栖动物无特有种，区系成分具过渡性质。评价区地处青藏高原，人口密度低，是藏族同胞聚居地，他们有保护野生动植物的民族和宗教的习惯。因此，评价区仍有较高的动植物物种多样性。评价区河段河谷生境单一，灌丛生境所占面积大，规划工程占地和淹没区域内以啮齿目、兔形目如喜马拉雅旱獭、灰鼠兔等小型兽类为主，鸟类主要是河谷灌丛鸟类、水鸟及农田生态系统的鸟类。评价区内珍稀保护野生动物多分布在高海拔、植被较好、人为干扰少的高海拔灌丛生境和草地生境。

（一）中国特有种

中国特有种是指只分布在中国境内的物种。评价区共有陆生特有脊椎动物 4 种，分别为兽类藏狐、鸟类大草鹛、橙翅噪鹛和爬行类西藏裸趾虎。

（二）重点保护物种

评价区共计有国家和省级重点保护脊椎动物 14 种。

其中，国家重点保护鸟类 8 种，国家 I 级重点保护鸟类有 2 种，分别为黑颈鹤、金雕；国家Ⅱ级重点保护鸟类有 6 种，分别为高山兀鹫、红隼、猎隼、纵纹腹小鸮、大鵟、藏马鸡；国家重点保护兽类有 4 种，为马麝、岩羊、白唇鹿和棕熊，国家重点 I 级保护物种有 2 种，分别是马麝、白唇鹿；国家Ⅱ级重点保护物种有 2 种，分别是岩羊、棕熊；西藏自治区级保护动物有 2 种，为黄鼬、藏狐。

调查中未发现国家和自治区级重点保护的爬行类和两栖类物种。

3.3.5 生态系统现状

评价区总面积 71897.56hm^2，海拔范围 3810～5419m，海拔高差 1609m。区内主要的生态系统类型有森林生态系统、灌丛及灌草丛生态系统、农田生态系统、聚落生态系统、河流生态系统、沙地生态系统、高山稀疏草甸生态系统 7 大类。

3.3.5.1 森林生态系统

评价区域内森林生态系统面积为 83.43hm^2，占整个评价区域面积的 0.12%，零星分布于居民房前屋后以及公路两侧。

评价区森林生态系统的常见植物种类有：北京杨、乌柳、藏川杨、沙棘、砂生槐、黄耆、假水生龙胆、平车前、川甘蒲公英、高山嵩草、西藏早熟禾、二裂委陵菜、紫花针茅、沙蒿等。

森林生态系统中的常见动物种类有：褐家鼠、高原兔、长尾山椒鸟、白眉朱雀、红

眉朱雀、山麻雀、褐背拟地鸦、林岭雀、拟大朱雀、大草鹛、褐柳莺、纵纹腹小鸮、高山兀鹫、红隼、原鸽、大杜鹃、岩燕、白鹡鸰新疆亚种、黄嘴山鸦、大山雀（*Parus major*）、红翅旋壁雀等。

评价区内的森林生态系统几乎全为人工林生态系统，结构单一，生境与生物多样性退化，抗阻稳定性较弱，易受到各种干扰的破坏，此生态系统不稳定，受人类活动强烈干预。

3.3.5.2 灌丛及灌草丛生态系统

灌丛及灌草丛生态系统面积为 47095.25hm^2，占整个评价区域面积的 65.50%。灌丛及灌草丛生态系统在评价区域的山坡和沙地四周呈大片状分布，灌木丛高一般为 0.6～1.5m，盖度 10～60%，在不同坡向及不同生境条件下灌木的种类组成和覆盖度有很大的差异。在评价区内，灌丛生态系统均适应干高寒气候，因此在没有重大干扰的情况下将维持在较为稳定的状态。

评价区灌丛及灌草丛生态系统的常见植物种类有：变色锦鸡儿、砂生槐、沙棘、乌柳、紫花针茅、黄耆、西藏早熟禾、沙蒿、蒲公英、高山嵩草、二裂委陵菜、点地梅、固沙草、假水生龙胆、平车前、吉隆小檗等。

常见动物种类有灰鼠兔、藏狐、马麝、岩羊、大噪鹛、橙翅噪鹛、黄腹柳莺、大朱雀、长尾山椒鸟、白眉朱雀、红眉朱雀、山麻雀、紫啸鸫、黑颈鹤、斑头雁（*Anser indicus*）、金雕、猎隼、崖沙燕、喜鹊、小嘴乌鸦、凤头百灵、黄嘴朱顶雀、大鵟、大嘴乌鸦、褐背拟地鸦、林岭雀、拟大朱雀、大草鹛、北红尾鸲、褐柳莺、纵纹腹小鸮、黄鹡鸰、煤山雀、角百灵、树麻雀、戴胜、高山兀鹫、红隼、普通秋沙鸭、原鸽、岩燕、白鹡鸰新疆亚种、黄嘴山鸦、大山雀、红翅旋壁雀等。

评价区内的灌丛生态系统均适应干高寒气候，阻抗稳定性较强，因此在没有重大干扰的情况下将维持在较为稳定的状态；但恢复稳定性较弱，受到破坏后需要较长的时间才能恢复到原有水平。

3.3.5.3 农田生态系统

农田生态系统是人类利用农田生物与非生物环境之间以及与生物种群之间的关系，在人工调节和控制下，建立起来的不同形式和发展水平的农田生产体系。评价区域农田生态系统面积有 9810.04hm^2，占整个评价区域面积的 13.64%，主要分布在雅鲁藏布江及湘河沿岸两侧地势平坦的区域。农田生态系统是人工建立的生态系统，农田中的动植

物种类较少，群落的结构单一。农田生态系统是在一定程度上受人工控制的生态系统。一旦人的作用消失，农田生态系统就会很快退化；占优势地位的作物就会被杂草和其他植物所取代。

农田生态系统在评价区内主要分布在较平坦的地段，如艾玛乡的恰热村、龙穷村、德村、拉布村、阿营村、德庆村、吉吾村等地的村镇周围，土地利用类型单一，基本为传统种植业为主。栽培植被主要为分作物和经济林木类，种植的作物多为青稞、油菜、马铃薯、荞麦等，在人口较多的聚居点周围有以桃树为主的经济果木林以及藏川杨、北京杨等作为绿化植物。

农田生态系统的常见动物如：黑颈鹤、普通田鼠、褐家鼠、白眉朱雀、红眉朱雀、小杜鹃、紫啸鸫、赭红尾鸲、崖沙燕、喜鹊、小嘴乌鸦、凤头百灵、黄嘴朱顶雀、山斑鸠、大嘴乌鸦、褐背拟地鸦、林岭雀、拟大朱雀、大草鹛、北红尾鸲、褐柳莺、纵纹腹小鸮、黄鹡鸰、松鸦、煤山雀、角百灵、树麻雀、戴胜、原鸽、大杜鹃、岩燕、白鹡鸰新疆亚种、黄嘴山鸦等。

评价区农田生态系统的面积较大，分布于各居民区周边，由于水源短缺，水分蒸发量大，该系统具有极大的脆弱性。

3.3.5.4 聚落生态系统

评价区内聚落生态系统主要为居民点民房建筑及附属物、公路、小路等组成，总面积为 671.21hm^2，占评价区域总面积的 0.93%，作为典型的人工生态系统，其具有社会性、易变性、开放性、目的性等特点，人类在系统中既是消费者又是主宰者，人类的生产、生活等活动必须遵循生态规律和经济规律，才能维持系统的稳定和发展。

该系统内分布的动植物种类和数量极少，分布的植物主要是人工栽培农田以及经济林木如杨树、沙棘、核桃等，此外有一些如车前、蒿类、禾草类等自然生长的伴生植物；常见动物主要有家燕、树麻雀、喜鹊、褐家鼠等。

3.3.5.5 河流生态系统

河流是一个流动的生态系统。河流与周围的陆地有更多的联系，水陆两相联系紧密，是相对开放的生态系统。水域与陆地间过渡带是两种生境交汇的地方，由于异质性高，使得生物群落多样性的水平高，适于多种生物生长，优于陆地或单纯水域。

评价区域河流生态系统主要由雅鲁藏布江及湘河组成，有湘河、孜东普曲和雅鲁藏布江，面积 1594.47hm^2，占评价区域的 2.22%。该地区河流生态系统现在面临的问题是

季节性补水困难造成的断流和干旱。评价区内河流生态系统常见的主要植物有：1）水生维管植物：水葫芦苗（*Halerpestes cymbalaria*）、杉叶藻（*Hippuris vulgaris*）、菹草（*Potamogeton crispus*）、浮叶眼子菜（*Potamogeton natans*）、芦苇（*Phragmites australis*）、水葱（*Scirpus validus*）、两栖蓼（*Polygonum amphibium*）等；2）河岸边的陆生植物：二裂委陵菜、高山嵩草、蒲公英、假水生龙胆、紫花针茅、西藏早熟禾、沙蒿、直立黄芪、车前等。评价区内河流生态系统常见的主要动物有：1）鱼类：拉萨裂腹鱼（*Schizothorax waltoni*）、双须叶须鱼（*Ptychobarbus dipogon*）、尖裸鲤（*Oxygymnocypris stewarti*）、细尾高原鳅（*Triplophysa stenura*）、拉萨裸裂尻鱼（*Schizopygopsis younghusbandi*）、黑斑原鮡（*Glyptosternum maculatum*）等；2）灰鼠兔、黄腹柳莺、大朱雀、长尾山椒鸟、白眉朱雀、红眉朱雀、山麻雀、小燕尾、紫啸鸫、赭红尾鸲、黑颈鹤、斑头雁、金雕、猎隼、崖沙燕、喜鹊、小嘴乌鸦、凤头百灵、黄嘴朱顶雀、戴菊、大鵟、山斑鸠、大嘴乌鸦、褐背拟地鸦、林岭雀、拟大朱雀、大草鹛、北红尾鸲、褐柳莺、纵纹腹小鸮、黄鹡鸰、松鸦、煤山雀、角百灵、树麻雀、戴胜、高山兀鹫、红隼、普通秋沙鸭、原鸽、大杜鹃、岩燕、白鹡鸰新疆亚种、黄嘴山鸦等。

3.3.5.6 沙地生态系统

评价区域沙地生态系统主要分布于雅鲁藏布江及湘河沿岸，山地阳坡面也有一定面积的分布，总面积 11267.58hm^2，占评价区域的 15.67%。该生态系统几乎没有植物生长，动物以西藏沙蜥和雀形目鸟类常见。

3.3.5.7 高山稀疏草甸生态系统

高山稀疏草甸生态系统面积为 1269.03m^2，占整个评价区域面积的 1.77%，在评价区域的山坡和沙地四周零星分布。灌丛生态系统中分布的动物主要有白唇鹿、马麝、乌鸦、高山兀鹫、黄鼬及多种小型兽类等。

3.3.5.8 土地利用现状

评价区总面积为 60804.88hm^2，根据《土地利用现状分类标准》（GB/T21010-2007），评价区域的土地利用现状见表 3.3-4。评价区土地利用现状见附图 3-5。

评价区土地利用类型的面积和比例统计

表 3.3-4

类别编码	类别名称	面积/hm^2	比例
01	耕地	8029.05	13.20%
03	林地	43135.25	70.94%
04	草地	1299.29	2.14%
07	住宅用地	444.02	0.73%
10	交通运输用地	95.55	0.16%
11	水域及水利设施用地	1090.32	1.79%
12	其他土地	6711.4	11.04%
合计		60804.88	100%

（1）耕地：评价区域内的耕地主要为浇水地，依靠灌渠等灌溉设施种植青稞、小麦等旱生农作物，面积为 8029.05hm^2；

（2）林地：评价区域内的林地包括有林地和灌木林地，有林地主要为人工种植的杨树林、乌柳林等，零星分布于居民点附近，灌木林地分布面积大，主要以砂生槐、锦鸡儿等灌木物种为优势物种，面积为 43135.25hm^2；

（3）住宅用地：评价区域内的住宅用地主要为城镇和农村用于居住的各类房屋用地及其附属设施用地，面积为 444.02 hm^2；

（4）交通运输用地：评价区域内的交通运输用地主要为公路用地（包括设计内的路堤、路堑、道沟、桥梁、汽车停靠站、林木及直接为其服务的附属用地）和农村道路（公路用地以外的宽度≥1.0 m 的村间、田间道路），面积为 95.55 hm^2；

（5）水域及水利设施用地：评价区域内的水域及水利设施用地主要为河流水面和内陆滩涂，面积为 1090.32 hm^2；

（6）其他土地：主要包括空闲地（城镇、村庄尚未利用的土地）、沙地（指表层为沙覆盖、基本无植被的土地）和裸地（表层为土质、基本无植被覆盖的土地，或表层为岩石、石砾，其覆盖面积≥70%的土地），面积为 6711.4 hm^2。

3.3.6 湿地

3.3.6.1 湿地的定义和分类

(1) 湿地的定义

根据《湿地分类》（GB/T 24708-2009）中的规定，湿地是指天然的或人工的，永久的或间歇性的沼泽地、泥炭地、水域地带，带有静止或流动、淡水或半咸水及咸水水体，包括低潮时水深不超过 6m 的海域。

(2) 湿地的分类

根据《湿地分类》（GB/T 24708-2009），湿地分为三级，第一级将全国湿地生态系统分为自然湿地和人工湿地两大类。自然湿地往下依次分为第 2 级（4 类）、第 3 级（30 类）；人工湿地往下划分第 2 级，共有 12 类。

湿地分类情况详见表 3.3-5。

湿地分类一览表

表 3.3-5

Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	种类（类）
自然湿地	近海与海岸湿地	……	12
	河流湿地	永久性河流	4
		季节性或间歇性河流	
		洪泛湿地	
		喀斯特溶洞湿地	
	湖泊湿地	……	5
	沼泽湿地	……	9
	小计		30
人工湿地	……	……	12
	农用池塘	/	
	灌溉用沟、渠	/	
	……	……	

备注：“……”表示内容省略，“/”表示无相关内容。

3.3.6.2 评价区湿地类型

为从完整性角度进行分析，本工程陆生生态评价范围扩展至了整个雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区，在这一范围内，分布有自然湿地和人工湿地，其中自然湿地主要包括河流湿地和沼泽湿地，人工湿地主要包括农用池塘、灌溉用沟、渠。

本工程陆生生态重点评价区为湘河库区及下游两岸受工程建设影响的区域（详见附图），这一区域自然湿地类型为河流湿地，其中包括永久性河流、季节性或间接性河流、洪泛湿地 3 类；人工湿地类型包括农用池塘、灌溉用沟渠。

(1)自然湿地

本工程重点评价区的永久性河流主要为湘河、拉布藏布、洛扎藏布，季节性或间歇性河流主要包括湘河两岸的支流，洪泛湿地主要为湘河河床以外季节性受洪水淹没的区域。

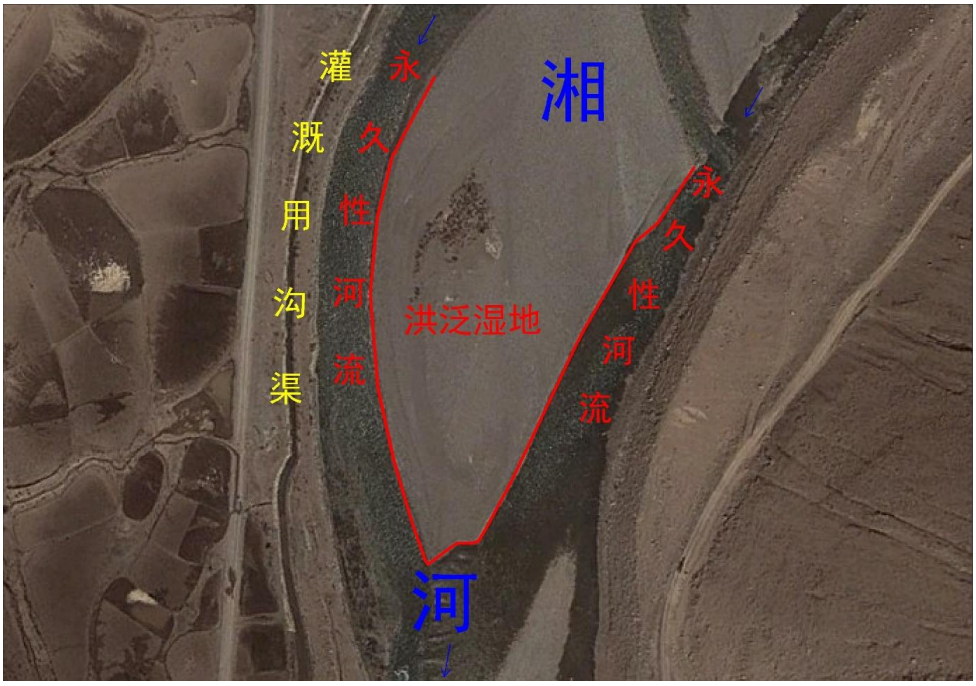


图 3.3-4 坝址附近永久性河流、洪泛湿地及灌溉用沟渠等不同类型湿地分布

(2)人工湿地

本工程重点评价区的人工湿地主要为湘河两岸河谷地带分布的少量农用池塘和两岸现状分布的灌溉沟渠。

3.3.6.3 评价区重要湿地分布情况

四川大学经过对工程所在区域的现场调查和资料收集，工程评价区无国家级、省级湿地类型，重点评价范围内无湖泊湿地和沼泽湿地分布。

西藏自治区境内有 2 处国际重要湿地（麦地卡湿地自然保护区、玛旁雍错湿地）、16 处国家重要湿地（色林错湿地等 16 处）。经四川大学核实，国家重点湿地大竹卡河沼泽湿地位于日喀则以东 60km 的仁布县境内，面积约为 160km^2，该不在本工程评价范围内。因此，本工程评价范围内无重要湿地分布。

本工程下游的湘河河口区域分布有西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区，该自然保护区为野生动物类型的自然保护区，由于该保护区主要为雅鲁藏布江中游河谷地带，保护区内分布有多种类型的湿地类型，该保护区的详细情况详见 3.4 章节的专题介绍。

3.3.6.4 评价区湿地的形成、现状及发展趋势

(1) 自然湿地

① 永久性河流

本工程永久性河流主要为湘河，湘河为雅鲁藏布江的一级支流，湘河水库坝址处多年平均流量为 58.3m^3/s，全年不断流。除湘河干流外，主要支流拉布藏布、洛扎藏布、宗荣曲、则学藏布、秋木沟的流域面积也都在 100km^2 以上，也常年流水，属于永久性河流。湘河流域河道水量总体呈现丰枯分明的特点，丰水期水量大，河道内的沙洲不同程度受淹；枯水期水量少，河床裸露面积大。

由于地处高原，蒸发量和风沙均较大，在无浇灌条件的河谷区域，河岸滩地荒漠化较为严重。湘河常年有水，其成了湘河两岸农用池塘、灌溉用沟渠等人工湿地的主要水源。

永久性河流类型的湿地分布的水生生物主要为拉萨裂腹鱼（*Schizothorax waltoni*）、双须叶须鱼（*Ptychobarbus dipogon*）、尖裸鲤（*Oxygymnocypris stewarti*）、细尾高原鳅（*Triplophysa stenura*）、拉萨裸裂尻鱼（*Schizopygopsis younghusbandi*）、黑斑原鮡（*Glyptosternum maculatum*）等。



湘河干流

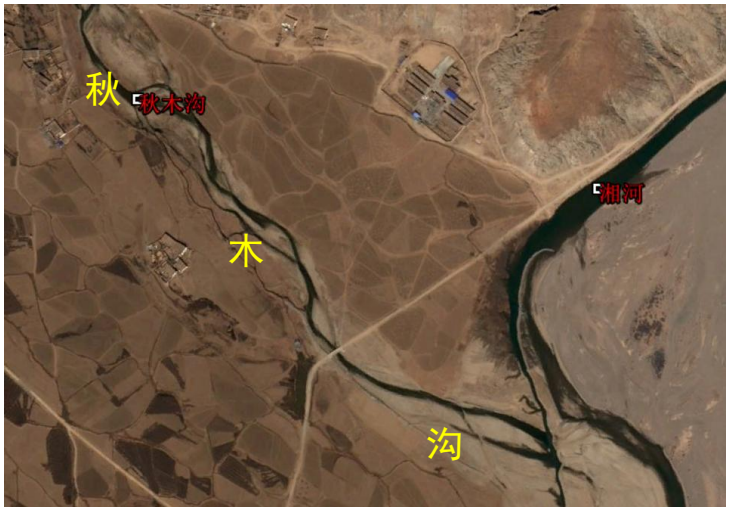


图 3.3-5 永久性河流湿地现状

② 季节性或间歇性河流

湘河流域除干流及主要支流拉布藏布、洛扎藏布、宗荣曲、则学藏布、秋木沟等较大的支流外，尚有不少规模较小的支流，如西岗沟、穷普沟、若脚普沟、卡普沟等，这些支流的流域面积基本在 100km^2 以下，为季节性冲沟。在枯水期，这些冲沟的河床完全裸露，底质均为砂砾，加上天气寒冷，无植物生长；汛期随着水量增加，冲沟过水面积呈现先上升、后下降的趋势，在主汛期 8 月份流量一般最大，过水面积也相应最大。在汛期，由于水量大，且具有一定的水量，湘河干流的鱼类也有部分上溯至这些支流，增加了鱼类索饵场地。



图 3.3-6 季节性或间歇性河流湿地现状

③ 洪泛湿地

A 湘河洪水发生特性

湘河洪水主要由降雨形成，根据实测资料统计表明，年最大洪水一般发生在 6~9 月，其中 8 月发生年最大洪水的次数最多，其次为 7 月。受气温、降水等因素影响，每年 6 月份亦有降雨或降雪形成的洪水发生，但量级不大。主汛期洪水陡涨陡落，洪量集中，洪水过程起涨较快，退水稍缓，一次洪水过程一般持续 3~7 天。自 1989 年以来，日喀则水文大队逐年开展了洪水测验和补充调查工作，在规划阶段共收集了 20 年（至 2008 年）的洪水资料，本次工程设计中，南木林站洪峰流量资料延长至 2015 年，共 27 年系列资料，其洪水资料连续且代表性较好。在南木林站 27 年的洪水系列中，2004 年调查洪峰流量为 1150m^3/s，相当于第二位（2008 年）洪水的 1.4 倍。据调查，在当地长期居住的 70 岁以上老人认为本次洪水是历年最大的，根据当时调查分析初步确定该次洪水为大于 50 年小于 100 年一遇的洪水。本次排频计算中，2004 年洪峰流量作为特大值处理，重现期为 75 年。

B 洪泛湿地的形成及其特点

湘河流域洪水期间，常夹杂有泥石流，含沙量大（含泥量少），部分细砂在洪水退去后留在两岸的沙滩上，洪水退去后平时这些河滩为沙化裸地，由于汛期日照强，河谷两岸的蒸发速度很快、地表温度高，洪泛区域植物生长较为困难，多为具有一定耐淹能力，但同时具备耐旱特性的植物种类。由于湘河流域的以上特点，因此，两岸或沙洲中的洪泛湿地的植物生物多样性远低于大江大河或其他含泥量较高的洪泛湿地，无法形成水陆过度段生物多样性较为丰富的湿地生态系统，而是形成与陆生植物基本一致的陆生植物群落。

目前，洪泛湿地（河滩）分布较为广泛的为砂生槐灌丛（Form. *Sophora moorcroftiana*）、紫花针茅草丛（Form. *Stipa purpurea*）、沙蒿草丛（Form. *Artemisia desertorum*）、二裂委陵菜草丛（Form. *Potentilla bifurca*），其中砂生槐灌丛、紫花针茅草丛、沙蒿草丛为耐寒、耐旱的旱生植被类型，这三种植被在局部水量增大时，其种群生长迅速、局部植物的盖度增大，但在季节性河水退去后，其存活和分布并不受河水退去的影响。二裂委陵菜为中生性的植被类型，广泛分布在河岸地带，同样，季节性涨水时，该植被类型在河岸和河流湿地周边扩张迅速以及局部盖度增大，但在非洪水季节，该植被类型在湘河河岸也分布广泛。

洪泛湿地向陆域一侧河岸边的陆生植物主要有：二裂委陵菜、高山嵩草、蒲公英、假水生龙胆、紫花针茅、西藏早熟禾、沙蒿、直立黄芪、车前等。

洪泛湿地向陆域一侧河岸边的陆生动物主要有：灰鼠兔、黄腹柳莺、大朱雀、长尾山椒鸟、白眉朱雀、红眉朱雀、山麻雀、小燕尾、紫啸鸫、赭红尾鸲、黑颈鹤、斑头雁、金雕、猎隼、崖沙燕、喜鹊、小嘴乌鸦、凤头百灵、黄嘴朱顶雀、戴菊、大鵟、山斑鸠、大嘴乌鸦、褐背拟地鸦、林岭雀、拟大朱雀、大草鹛、北红尾鸲、褐柳莺、纵纹腹小鸮、黄鹡鸰、松鸦、煤山雀、角百灵、树麻雀、戴胜、高山兀鹫、红隼、普通秋沙鸭、原鸽、大杜鹃、岩燕、白鹡鸰新疆亚种、黄嘴山鸦等。

洪泛湿地区域基质为河滩裸地和沙地，现状见图 3.3-6。



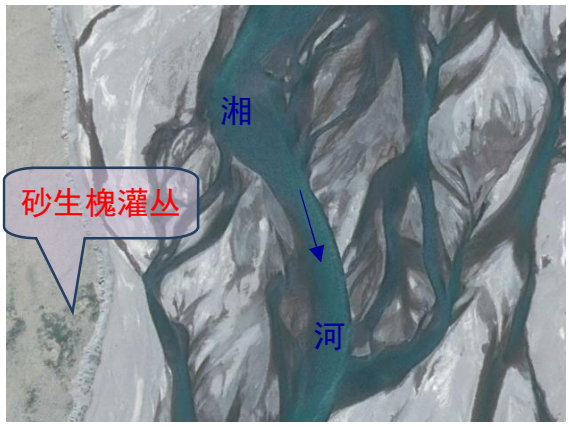
洪泛湿地全貌



洪泛区域砂砾



洪泛湿地水陆临界区域



湘河河口洪泛期间湿地特性

图 3.3-7　湘河洪泛湿地现状

C　洪泛湿地发展趋势

湘河流域洪水期间泥沙含量较高，部分河道较宽的区域，尤其是河口区域，河道呈现树杈状，即在不同水量情况下，行洪通道相应变化。当发生不同等级的洪水时，河道由于泥沙淤积的情况不同，行洪通道会发生变化，相应的洪泛湿地也将有所变化。

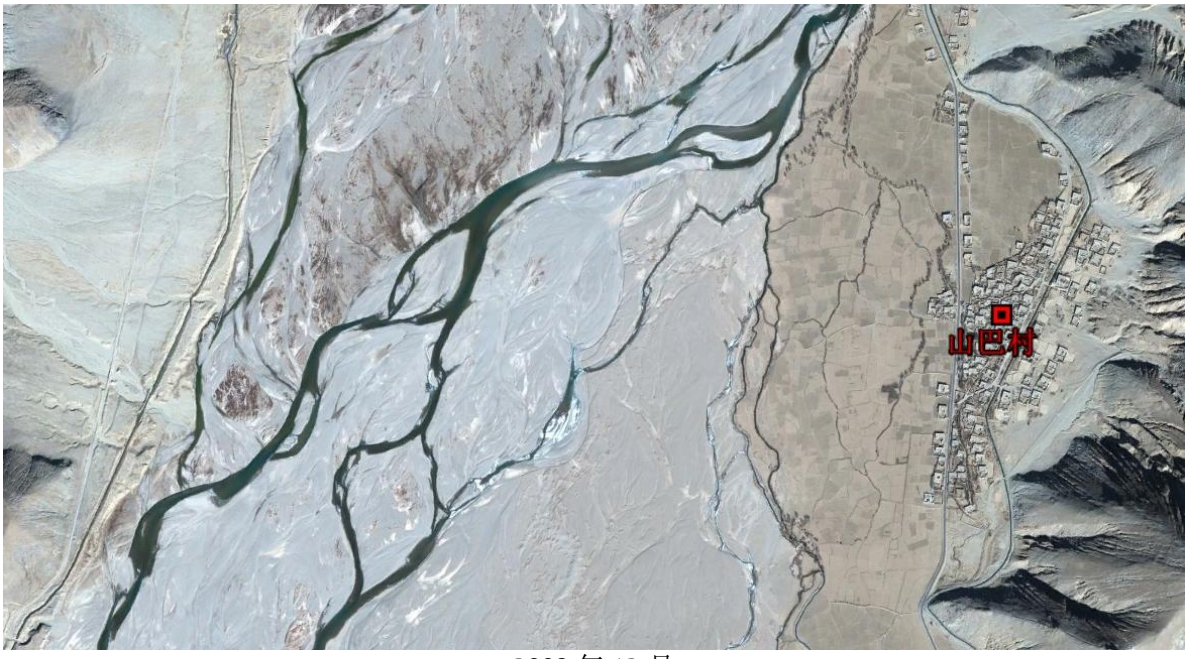
从十年的时间尺度来看（2007 年-2015 年），湘河河道的洪泛湿地总体在主河槽两岸进行局部改动，湿地范围并未发生显著变化。不同时期洪泛湿地的变化主要是由于不同水期水量不同所致。

2007 年~2015 年湘河河口下游艾玛乡山巴村附近的洪泛湿地变化情况详见图 3.3.7-5。

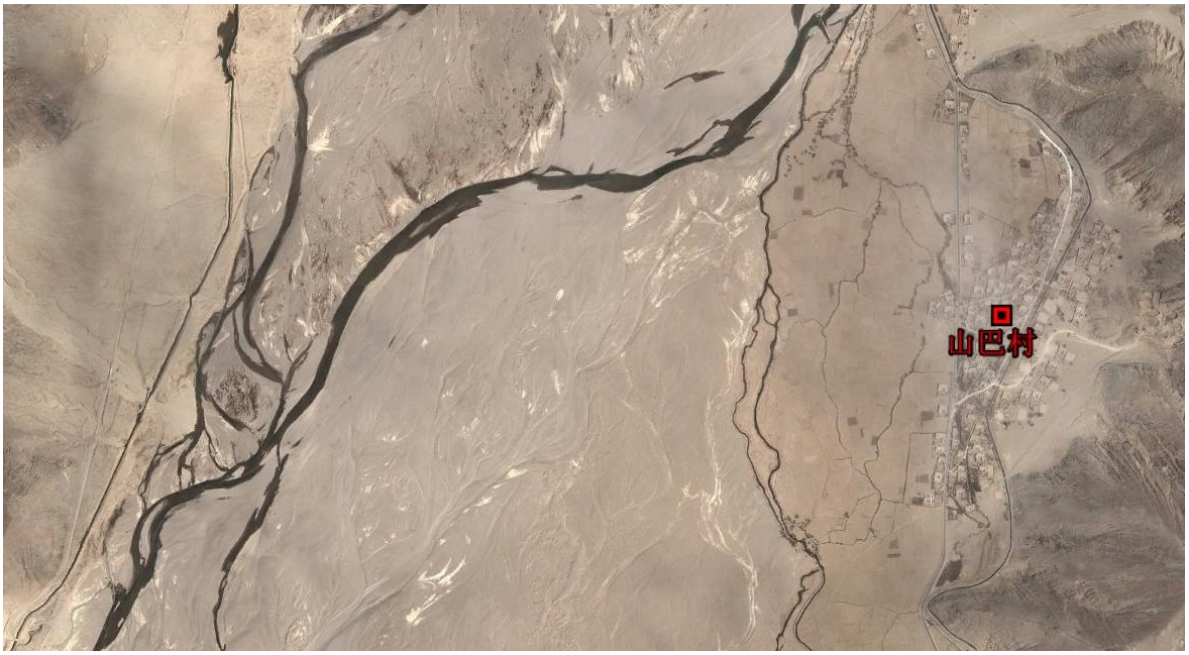
在下游河道较为宽敞的区域，由于耕作需要，当地乡镇结合引水需要对部分洪泛湿地进行了一定的改造，形成了类似灌溉用沟渠的人工湿地类型。



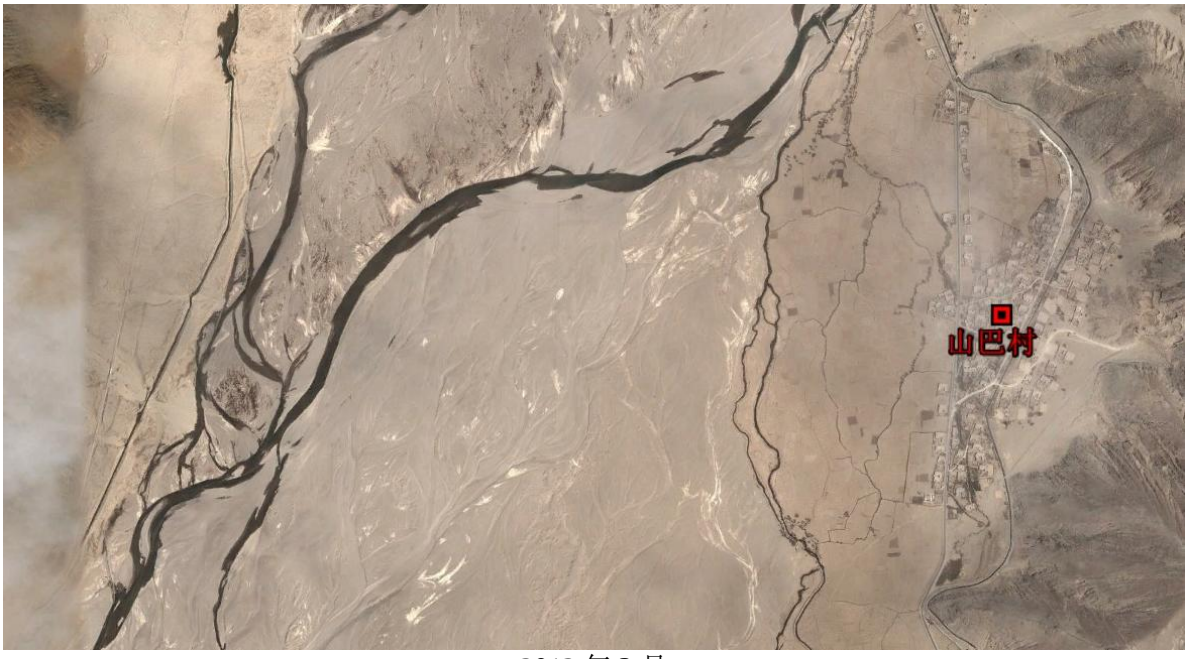
2007 年 2 月



2009 年 12 月



2011 年 4 月



2012 年 3 月



2013 年 9 月



2015 年 7 月

图 3.3-8　2007 年~2015 年艾玛乡山巴村附近洪泛湿地动态变化图

(2)　人工湿地

①　农用池塘

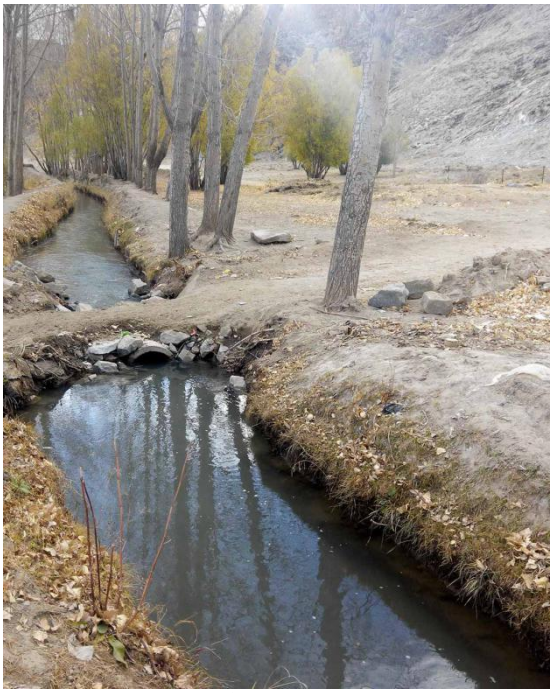
农用池塘是指为农业灌溉、农村生活为主要目的修建的蓄水池塘。为满足湘河两岸农业灌溉需要，部分村庄在村庄附近的农田区修建了农用池塘，改善灌溉条件。

②　灌溉用沟、渠

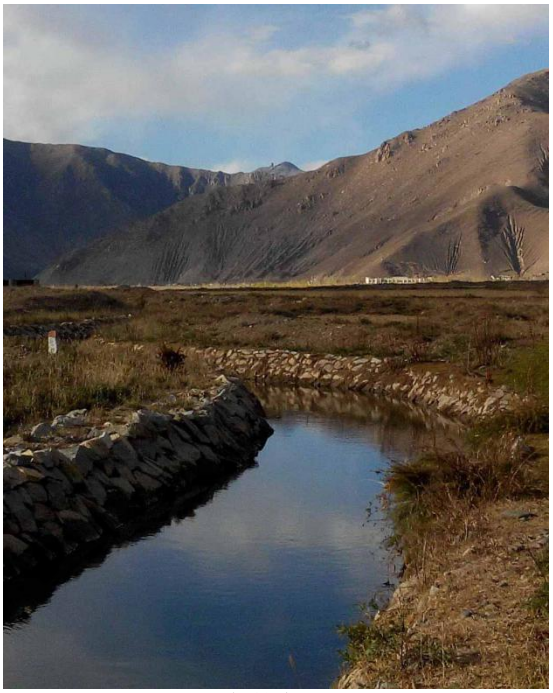
灌溉用沟、渠是指以灌溉为主要目的修建的沟、渠。为满足湘河两岸农业灌溉需要，

现状湘河两岸修建了一定的灌溉用沟、渠。现状已建的灌渠包括拉岗干渠、昂加干渠、卡萨干渠、山边干渠、班宗干渠、聂仓普鲁干渠、央村干渠、艾玛岗干渠，上述灌渠在主要灌溉季节，渠系内均通水，形成较为典型的灌溉用沟、渠类型的人工湿地。以上灌渠在非主要灌溉季节，沟渠内的水体呈现不稳定状态，即根据湘河来水量及非主要灌溉季节灌区的需水量而定。

部分现状干渠形成的灌溉用沟、渠型人工湿地情况详见图 3.3.7-6。



卡萨干渠



聂仓普鲁干渠

图 3.3-9 部分现状干渠形成的灌溉用沟、渠型人工湿地

3.3.7 主要生态问题

评价区内制约本区域可持续发展的主要生态问题为土地沙漠化，主要表现为灌丛和草地退化现象严重以及土地退化、沙化、水流流失现象严重，现状照片见图 3.3-4。评价区域沙地生态系统主要分布于雅鲁藏布江及湘河沿岸，山地阳坡面也有一定面积的分布，总面积 7946.68hm^2，占评价区域的 35.13%。



图 3.3-10 干旱和沙漠化严重的土地

沙漠化发生和发展的两个必要条件，一是沙物质，二是可使沙物质移动的风，但只有干旱与大风在时间配置上一致时，才能发生沙害。在评价区，大风与干旱季节同步时期为3～5月，这段时间地表植被覆盖较少，土壤含水率较低，农田备耕播种，人为破坏地表，增加了沙源，此时又是一年中平均风速最大的时候，于是沙害便多发生在这段时间。5月份之后，降水增多，植被复苏，裸露地表面积减少，风速也相应降低，沙漠化进入了稳定期。沙漠化除了有年度间的这种变化之外，年际间也存在这种变化。在降水偏多的年份，沙漠化危害就较轻，反之就较严重（董光荣，1991）。

土地沙漠化的形成与发展是自然与人为因素综合作用的产物。自然因素而言，评价区内沙源丰富，干旱多风，植被稀疏，既使没有人类干扰，沙漠化的自然过程仍然存在。在自然因素基础上，加入人为因素将大大加速和加剧土地沙漠化的进程，人为影响因素主要有过度放牧以及大量开垦田地。

黑颈鹤冬季的栖息地主要是农田生态系统和湿地生态系统。保护区黑颈鹤的食物源以遗留农作物为主，目前其食物源严重不足。近年来，为了农业产量的提高，部分农民没有按照正确方式实施种子包衣技术，造成黑颈鹤的中毒；越冬地农耕方式的改变，农药的广泛使用、秋耕、种子包衣和建立塑料大棚，对黑颈鹤的食物来源造成严重的威胁（仓决卓玛，2008）。

黑颈鹤越冬所在的地区大部分为西藏主要的粮食产地（仓央卓玛，2008），黑颈鹤倾向于在收获后的青稞地活动，其次在草地和河边。这是因为黑颈鹤冬季主要取食农田中的青稞和小麦等农作物的种子，在沼泽、湿地和河滩等植物茂盛的地方，黑颈鹤会取食这些植物的根茎。整个评价区现场调查发现评价区面临严重的沙化问题。造成这些问题的主要原因是季节性水资源缺失，沙化会导致黑颈鹤食物减少，相应的黑颈鹤在该地区的分布可能会减少。

3.4 自然保护区

3.4.1 保护区概况

西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区位于北纬 28°40′～30°17′，东经 87°34′～91°54′之间，地跨西藏“一江两河”流域大片河谷湿地、农田和羊卓雍错湖泊湿地，涉及日喀则、山南、拉萨三地市的 10 个县，保护区总面积 6143.45km^2。保护区由三大块组成：日喀则雅鲁藏布江中游河谷区（涉及日喀则市桑珠孜区、拉孜县、南木林县、谢通门县和萨迦县等），位于北纬 29°01′～29°39′，东经 87°34′～89°38′之间，面积 2600.32km^2；拉萨河流域河谷区（涉及林周县、达孜县和墨竹工卡县），位于北纬 29°39′～30°00′，东经 90°57′～91°54′之间，面积 1562.57km^2；羊卓雍错湖泊湿地区（涉及浪卡子县和贡嘎县），位于北纬 28°39′～29°12′，东经 90°21′～91°12′之间，面积 1980.56km^2。

3.4.2 植物资源

保护区及周边地区植物资源丰富，种类较多。据现地调查及有关文献资料统计，保护区内共有高等植物 54 科 142 属 278 种，其中：蕨类植物 5 科 10 属 17 种，裸子植物 1 科 2 属 5 种，被子植物 48 科 130 属 256 种。

保护区植被区系在西藏植被区划中属于藏南河谷亚高山灌丛草原区，雅鲁藏布江中游谷地亚高山灌丛草原亚区和藏南山原湖盆高山草原灌丛亚区，代表性植被为草原和灌丛。保护区主要位于雅鲁藏布江中游谷地亚高山灌丛草原亚区的拉萨小区、南木林小区、和泽当—日喀则小区以及藏南山原湖盆高山草原灌丛亚区的浪卡子—羊卓雍小区。一般在海拔 4400m 以下的干旱宽谷、盆地和山坡下部，广泛发育着喜温的亚高山草原和落叶灌丛以及河谷沼泽草甸，构成河谷地区植被垂直分布系列的基带。随着海拔的升高，出现有适应高寒的草原群落和高山常绿针叶灌丛、高山阔叶灌丛、高山草甸等，并有分布零散但却常见的垫状植物群落。在植被的种类组成中，禾本科（Poaceae）的藏布三芒草（*Aristida tsangpoensis*）、白草（*Pennisetum flaccidum*）、固沙草（*Orinus thoroldii*）、

针茅（*Stipa* spp.）等，菊科（Asteraceae）的蒿属（*Artemisia* spp.），豆科（Leguminosae）的槐（*Sophora moorcroftiana*）、笔直黄芪（*Astragalus strictus*）、鬼箭锦鸡儿（*Caragana jubata*）等，蔷薇科（Rosaceae）的蕨麻委陵菜（*Potentilla anserina*）、毛叶绣线菊（*Spiraea mollifolia*）等，小檗科（Berberidaceae）的拉萨小檗（*Berberis hemsleyana*），柏科（Cupressaceae）的香柏（*Juniperus pingii* var. *wilsonii*），莎草科（Cyperaceae）的高山嵩草（*Kobresia pygmaea*）和窄叶苔草（*Carex montis-everestii*）等，报春花科（Primulaceae）的垫状点地梅（*Androsace tapete*），形成了本保护区不同植被类型的建群种、优势种和常见种。

3.4.3 动物资源

保护区内共有 24 目 49 科 162 种脊椎动物，列入国家 I、Ⅱ级保护的野生动物共有 25 种。其中，列入国家 I 级保护的野生动物有黑颈鹤（*Grus nigricollis*）、白唇鹿（*Gervus albirostris*）和金雕（*Aquila chrysaetos*）等 7 种；列为国家Ⅱ级保护的动物有棕熊（*Ursus arctos*）、水獭（*Lutra lutra*）和猞猁（*Lynx lynx*）等 18 种。

根据西藏自治区重点保护野生动物名录，自然保护区内有列入自治区Ⅱ级保护动物 3 种，分别是：赤狐（*Vulpes vulpes*）、斑头雁（*Anser indicus*）和雉鸡（*Phasianus colchicus*）等。

自然保护区内，列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》（CITES）附录 I 的脊椎动物有棕熊（*Ursus arctos*）、水獭（*Lutra lutra*）、雪豹（*Panthera uncia*）和白尾海雕（*Haliaeetus albicilla*）等 8 种，列入附录Ⅱ的种类有狼（*Canis lupus*）、猞猁（*Lynx lynx*）和金雕（*Aquila chrysaetos*）7 等 14 种。列入附录 I、Ⅱ的共计 22 种（西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区总体规划，2002）。

3.4.4 社区及社区居民的分布现状

雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区所在地域行政隶属于：拉萨市林周、达孜、墨竹工等 3 县；日喀则地区拉孜、南木林、谢通门、萨迦、日喀则等 5 县（市）；山南地区浪卡子、贡嘎等 2 县。涉及三个地（市）的 10 个县（市）共 56 个乡（镇）。

截至 2015 年，保护区所属 10 县（市）总人口共计 406280 人，其中男性 202754 人，占总人口的 49.90%；女性 203526 人，占总人口的 50.10%，保护区范围内人口约为 89960 人。在所有的人口中，农牧业人口占到 90%以上，另有少量手工业、建筑业以及城镇人口。居住人口 90%以上为藏族，其他主要为汉族、回族等。

3.4.5 历史沿革

1993 年，西藏自治区林业局（现西藏自治区林业厅，下同）就区划了自治区级林周黑颈鹤自然保护区，并由自治区人民政府批准正式建立。其范围包括澎波河流域和拉萨河林周河段的黑颈鹤越冬栖息地，地理位置在东经 90°45′～91°30′，北纬 29°45′～30°30′之间；主要保护对象为黑颈鹤，面积为 96.8km^2。林周保护区建立后，对黑颈鹤的保护起到了积极作用。但与此同时，该保护区仍然存在着许多困难，并面临着新的问题，未能充分发挥其保护功能。有鉴于此，在详细调查、充分掌握一手资料的基础上，经过反复论证，西藏自治区林业局提出在原西藏林周黑颈鹤自然保护区的基础上，将其扩界更名为西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区，面积扩大为 6143.5km^2，并申请晋升为国家级自然保护区，以加强和完善对黑颈鹤的保护工作。

2002 年 5 月 1 日，西藏自治区人民政府给国家林业局发出了“西藏自治区人民政府关于西藏色林错黑颈鹤等三个自治区级自然保护区申请晋升为国家级自然保护区的函”（藏政函〔2002〕14 号），其中就包括了雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区。2003 年 6 月，国务院以国办发[2003]54 号正式批准建立西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区。

3.4.6 功能区划

根据保护区的总体规划，保护区分为三大保护点：拉孜县保护点（日喀则片区，拉孜县至南木林县的雅鲁藏布江流域范围，面积2600.32km^2），浪卡子县保护点（错段，面积1980.56km^2），拉萨河流域保护点（林周－达孜段，面积为1562.57km^2）。

(1) 核心区

核心区由 7 个斑块组成，面积共 1348.75km^2，占保护区总面积的 21.95%。

1) 拉孜核心区：位于曲下镇北部、查务乡东部，经拉孜镇、曲玛乡、扎西宗乡，至彭措林乡，呈长条形，包括了雅鲁藏布江河道湿地、河心沙洲、多雄藏布与雅鲁藏布江的交汇处的三角形河心沙洲。面积160.40km^2。

2) 扎西岗核心区：位于拉孜县扎西岗乡、谢通门县通门乡，至谢通门县荣玛乡，包括河道湿地、河心沙洲、周边湿地以及周边农用地。面积93.34km^2。

3) 塔玛核心区：位于日喀则市塔玛乡以北、东嘎乡东南部，至南木林县艾玛乡西部，包括雅鲁藏布江河道湿地、雅鲁藏布江与年楚河交汇处和雅鲁藏布江与湘曲交汇的河心沙洲及其两边的农用田。面积98.91km^2。

4) 大竹卡核心区：位于南木林县艾玛乡东南部，经日喀则市江当乡、日喀则市年木乡、南木林县土布加乡，至日喀则市联乡的大竹卡村，包括雅鲁藏布江河道湿地、河

心沙洲及其江两边的农用地。面积178.98km^2。

5) 林周彭波核心区：位于林周县彭波农场以西的拉萨河河谷地段。面积197.97km^2。

6) 达孜核心区：位于达孜县城以东至墨竹卡县城以西的拉萨河河谷地段。面积104.70km^2。

7) 羊卓雍错核心区：位于浪卡子县多脚乡北部、阿扎乡东南部、打隆镇东北部，包括羊卓雍错南部湖体、巴纠错、湖心鸟岛及其周边沼泽湿地和农用地。面积514.46km^2。

(2) 缓冲区

缓冲区也相应由7个斑块组成，面积共2072.25km^2，占保护区总面积的33.73%。

1) 拉孜缓冲区：位于拉孜核心区外围。面积219.50km^2。

2) 扎西岗缓冲区：位于扎西岗核心区外围。面积169.80km^2。

3) 汤白缓冲区：位于塔玛核心区外围。面积120.10km^2。

4) 大竹卡缓冲区：位于大竹卡核心区外围。面积140.10km^2。

5) 林周彭波缓冲区：位于林周彭波核心区外围。面积250.77km^2。

6) 达孜缓冲区：位于达孜核心区外围。面积166.49km^2。

7) 羊卓雍错缓冲区：位于羊卓雍错核心区外围。面积996.5km^2。

(3) 实验区

实验区由3个斑块组成，面积共2722.50km^2，占保护区总面积的44.32%。

1) 日喀则实验区：位于拉孜至大竹卡的雅鲁藏布江河谷以南，包围在拉孜缓冲区、扎西岗缓冲区、塔玛缓冲区、大竹卡缓冲区外围。面积1410.26km^2。

2) 拉萨河流域实验区：位于林周彭波缓冲区和达孜缓冲区外围。面积842.64km^2。

3) 羊卓雍错实验区：位于羊卓雍错缓冲区外围。面积496.60km^2。

本项目所在的湘河流域在拉孜县保护点（日喀则片区）的雅鲁藏布江流域及其一级支流湘河流域范围内。

雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区拉孜县保护点（日喀则片区）与本工程相关的功能区划如下：

核心区：本工程临近塔玛和大竹卡2块核心区，不涉及拉孜和扎西岗2块核心区。

a）塔玛核心区：位于日喀则市塔玛乡以北，沿雅鲁藏布江主河道分布，面积98.91km^2。

b）大竹卡核心区：位于从野马岗农场至大竹卡的雅鲁藏布江主河道，包括年楚河与雅鲁藏布江交汇处，面积178.98km^2。

缓冲区：本工程临近汤白和大竹卡2块缓冲区，不涉及拉孜和扎西岗2块缓冲区。

a）汤白缓冲区：位于塔玛核心区周围，面积120.10km^2。

b）大竹卡缓冲区：位于大竹卡核心区周围，面积140.10km^2。

实验区：1块，主要位于拉孜——大竹卡的河谷以南，包围在该区域的外围，面积1410.255km^2。

3.4.7 主要保护对象及分布

雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区最主要的保护对象是国家I级保护动物，且被列入“濒危野生动植物物种国际贸易公约”（CITES）附录 I 所列珍稀濒危鸟类——黑颈鹤。

黑颈鹤是世界现存 15 种鹤类中唯一栖息于海拔 3500～4500m 之间的青藏高原为中心分布的物种。全世界黑颈鹤约有 10000 只，90%以上栖息于我国（李凤山，2014）。冬季在我国西藏南部、四川、云南、贵州等省区高原地区越冬，夏季迁徙至西藏北部、青海、新疆、四川、甘肃等省区的高原湖泊湿地繁殖育雏。西藏是黑颈鹤主要的繁殖地和越冬地，据统计我国 80%以上的黑颈鹤越冬与繁殖地均集中于西藏自治区（杨乐，2016）。

黑颈鹤每年 3～4 月排“一”或“人”字形从青藏高原南部迁徙到西藏北部、西北部的河流和沼泽湿地进行育雏活动，其范围除北纬 30°10′～32°10′、东经 87°48′～91°48′之间的色林错国家级自然保护区外，在行政区划上还包括那曲地区的安多县、那曲县、嘉黎县、班戈县、申扎县，阿里地区的日土县、普兰县、噶尔县，日喀则地区的昂仁县，拉萨市的当雄县等地。

黑颈鹤每年 10 月～11 月结群飞至青藏高原南部和东南部越冬，黑颈鹤在西藏自治区的越冬地集中在雅鲁藏布江中游河谷及其支流拉萨河、年楚河的“一江两河”地区，其地理位置大致在北纬 28°40′～30°17′、东经 87°34′～91°54′之间，行政上隶属于拉萨、日喀则、山南等三个地(市)的林周县、墨竹公卡县、大孜县、堆龙德庆县、曲水县、日喀则县、白朗县、南木林县、谢通门县、萨迦县和贡嘎县等地，尼洋河流域也有少量的越冬鹤。越冬时一般夜间在河流、湖泊湿地附近松软的沙窝和稀疏避风的灌丛栖息，早上 9 点～10 点飞离栖息地到农田与沼泽地觅食，晚上 7 点～8 点返回栖息地。

据杨乐等人对雅鲁藏布江一江两河黑颈鹤数量与分布的研究（杨乐等，2016），2015 年共记录黑颈鹤集群 125 个，其中拉孜到南木林之间的雅鲁藏布江中游河谷为较为集中的区域，分布情况见图 3.4-1。2010 年 12 月~2011 年 1 月、2012 年 12 月~2013 年 1 月、

2015 年 1 月在“一江两河”流域越冬的黑颈鹤种群数量分别为 6041 只、5949 只和 6496 只，呈现出先下降后上升的趋势，以 2015 年 1 月的种群数量最高，其中南木林县共调查到黑颈鹤分别有 338 只、360 只和 689 只。据此估计工程区下游附近区域的保护区内黑颈鹤约为 400 只。

黑颈鹤昼间活动的主要生境为农田，约有 80.8%的集群（n=125）在该生境活动，另外有 17.6%的集群在水体生境活动。人为干扰情况为约有 12.0%的黑颈鹤集群（n=125）受到人为干扰的影响，其中来自开发建设为 69.2%，来自放牧和驱赶占 30.8%。

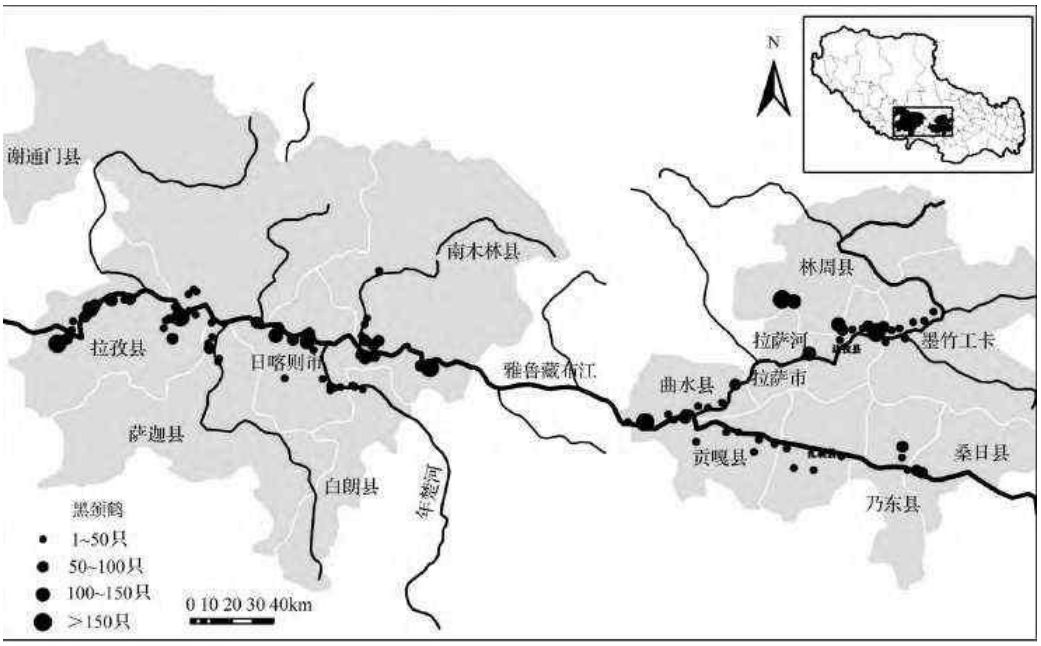


图 3.4-1 西藏“一江两河”流域越冬黑颈鹤分布

3.4.8 工程与自然保护区的位置关系

工程组成中，湘河水利枢纽工程不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区。

移民安置点卡孜乡卡孜村位于自然保护区外，与保护区边界最近距离约为 15km。

工程灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为 40m 和 500m。在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变已有农田的灌溉水量，保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。

工程与雅江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区（日喀则片区）位置关系见附图 3-6。

3.5 保护区生态保护与修复规划

2017 年 8 月，国家林业局中南林业调查规划设计院编制完成了《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划（2018-2025）》，并于 8 月 20 日通过了西藏自治区林业厅组织专家评审。

3.5.1 项目概况

3.5.1.1 建设地点与范围

生态保护与修复规划建设地点位于雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区，北纬 29°05′～29°28′，东经 87°33′～89°38′。涉及日喀则市的拉孜县、桑珠孜区、南木林县、谢通门县和萨迦县 5 个县（区），面积 260038 hm^2。

3.5.1.2 规划目标

通过实施保护区湿地生态系统修复、黑颈鹤觅食地保护、植被修复等生态保护与修复工程，在严格保护自然资源的同时，合理兼顾社区农牧民发展需求，进一步完善湿地生态结构和生态功能，提高保护区生态系统综合承载能力，为黑颈鹤等野生动物提供更好的生存与栖息环境。

3.5.1.3 建设内容与规模

（1）湿地保护与修复工程

① 人工湿地建设：5 处。

② 湖泊湿地补水：面积 52.78hm^2，每年补水 527800m，实施 8 年。

③ 沼泽湿地修复：891.98hm^2。

（2）黑颈鹤觅食地保护工程

① 灌溉水渠人工湿地修复：126.21hm^2。

② 保留传统农业经济补偿：7590.03hm^2，补偿 8 年。

（3）植被修复工程

① 河滩地植被修复：6277.08hm^2。

② 沙化土地植被修复：7101.51hm^2。

3.5.1.4 建设期限

规划建设期为 8 年，即 2018 年～2025 年。其中近期为 2018～2020 年，远期为 2021～2025 年。

3.5.1.5 建设总投资

经估算，项目建设总投资为 31320.17 万元。其中，工程费用 28098.12 万元，占总

投资的 89.7%；其他费用 1730.61 万元，占总投资的 5.5%；预备费用 1491.44 万元，占总投资的 4.8%。

3.5.2 规划总体思路

3.5.2.1 基本原则

（1）坚持保护优先的原则规划项目必须有利于保护自然资源、自然环境，有利于保护生物多样性，有利于保护黑颈鹤及其他候鸟等主要保护对象及其生境。

（2）统筹规划，突出重点根据保护区分区目标及保护管理现状，围绕保护对象特点，统筹规划保护与恢复项目，合理布局建设内容，选择典型地区开展重点建设，及时解决目前存在的主要问题，提高保护和自然修复水平。

（3）科学保护，可持续发展依据农牧民对保护区的贡献及因保护区生态保护而造成的损失，结合当地实情，合理制定工程项目，科学保护生态环境，坚持走可持续发展之路。

3.5.2.2 规划目标

通过实施保护区湿地生态系统修复、黑颈鹤觅食地保护、植被修复等生态保护与修复工程，在严格保护自然资源的同时，合理兼顾社区农牧民发展需求，进一步完善湿地生态结构和生态功能，提高保护区生态系统综合承载能力，为黑颈鹤等野生动物提供更好的生存与栖息环境。

近期目标（2018-2020 年）：到 2020 年，通过人工湿地建设、湖泊湿地补水，以及觅食地保护，植被恢复等项目的实施，项目区的生态环境恶化、水土流失和地质灾害发生的趋势得到初步遏制，局部地域的生态环境有所改善，植被覆盖度、水源涵养能力逐步提高，农牧民生产生活方式有所转变，人均纯收入稳步提高。

远期目标（2021-2025 年）：到 2025 年，通过规划项目的全面建设，项目区生态环境得到明显改善，林草植被的水土保持功能和水源涵养能力大大加强，栖息地质量与生态系统承载能力显著提高，黑颈鹤数量明显增加，人与自然和谐相处的生态文明局面初步形成。

3.5.2.3 项目布局

根据项目区生态保护的需要，通过生态补水，人工促进等方式，保护项目区内生态安全。项目建设做到重点突出，目标明确，充分发挥各建设工程的作用。建设项目的布局详见表 3.5-1 和表 3.5-2。

项目分功能区布局表

表 3.5-1

序号	建设项目	功能区			进度安排	
		核心区	缓冲区	实验区	近期	远期
1	湿地保护与修复工程					
1.1	人工湿地建设			■	■	
1.2	湖泊湿地补水	■	■	■	■	■
1.3	沼泽湿地修复	■	■	■	■	■
2	黑颈鹤觅食地保护工程					
2.1	灌溉水渠人工湿地修复	■	■	■	■	
2.2	保留传统农业经济补偿	■	■	■	■	■
3	植被修复工程					
3.1	河滩地植被修复	■	■	■	■	■
3.2	沙化土地植被修复	■	■	■	■	■

注：■表示项目在该区域内实施。

项目分县布局表

表 3.5-2

序号	建设项目	县（区）					进度安排	
		桑珠孜区	南木林县	谢通门县	拉孜县	萨迦县	近期	远期
1	湿地保护与修复工程							
1.1	人工湿地建设	■	■		■		■	
1.2	湖泊湿地补水	■	■		■		■	■
1.3	沼泽湿地修复	■	■	■	■		■	■
2	黑颈鹤觅食地保护工程							
2.1	灌溉水渠人工湿地修复	■	■	■	■		■	
2.2	保留传统农业经济补偿	■	■	■	■	■	■	■
3	植被修复工程							
3.1	河滩地植被修复	■	■	■	■		■	■
3.2	沙化土地植被修复	■	■	■	■		■	■

3.5.3 生态保护与修复工程规划

3.5.3.1 湿地保护与修复工程

一、现状

根据湿地调查数据，西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区内有 41914.63hm^2 湿地，其中河流湿地 40840.06hm^2，湖泊湿地 56.38hm^2，沼泽湿地 891.98hm^2，人工湿地 126.21hm^2。河流浅滩、湖泊、沼泽是黑颈鹤主要的栖息地和夜宿地。特别是夜宿时，黑颈鹤一般选择临水浅滩、视野开阔的暖河、避风点的沼泽湿地作

为夜宿地。目前项目区内湿地主要面临的问题为：①由于黑颈鹤来临时是每年 10 月至次年 4 月，而此时又正是日喀则的旱季，降雨量非常小；②2013 年至 2015 年连续的干旱，使得项目区内有部分湿地出现了明显退化；③保护区内及周边农牧民灌溉用水有一部分来自打机井取地下水。综合这些原因，导致湿地面积有一定程度的缩小，黑颈鹤越冬栖息地面积减小。

二、建设目标

通过蓄水工程的建设，以及对湖泊和沼泽湿地进行补水，维持其湿地规模，保障黑颈鹤及其他候鸟的生存环境。

三、建设内容与规模

（1）人工湿地建设

规划在实验区靠近黑颈鹤集中栖息的区域，建设 5 处人工湿地。其中桑珠孜区 3 处、南木林县 1 处、拉孜县 1 处。每处人工湿地面积 2hm^2，水深 0.5m，边坡表面采用碎石铺设。边坡及湿地中适当种植芦苇、水葱、委陵菜、小报春、华扁穗草等湿地植物，营造一个近自然的湿地生境。人工湿地不仅能为黑颈鹤提供栖息场所，还能在干旱时为植被修复及农作物提供水源。

（2）湖泊湿地补水

规划对 4 个黑颈鹤经常栖息区域内的湖泊湿地进行补水，分别位于拉孜县曲玛乡（面积 15.13hm^2）、桑珠孜区东嘎乡（面积 9.65hm^2）、桑珠孜区年木乡（面积 20.01hm^2）及南木林县艾玛乡（面积 7.99hm^2）。湿地面积共 52.78hm^2。利用湖泊周边的河流及现有水利工程和干渠，采用人工抽水的方式，对湖泊进行补水，每年补水一次，时间在 12 月左右，每次补水量为 10000m^3/hm^2，每年需补水 527800m^3。

（3）沼泽湿地修复

由于部分沼泽湿地退化较严重，仅通过禁牧封育方式在短期内难以有效恢复，必须借助人工促进方式。规划分期对保护区内 891.98hm^2 沼泽湿地实施人工种草，一般在每年 4 至 5 月播种，根据沼泽湿地实际情况开展。草种选择以披肩草、苜蓿草等为主，平均每公顷播撒草种 25kg。同时采取严格的禁牧措施，确保植被较快恢复。草地干旱要及时灌溉。

3.5.3.2 黑颈鹤觅食地保护工程

一、现状

由于项目区是黑颈鹤及其他多种候鸟的重要栖息地，据统计，最多时有 4200 余只

黑颈鹤在日喀则越冬，占其世界种群数的 39%，此外还有数万只其他越冬候鸟在此栖息。而项目区冬天高寒荒凉，食物紧缺，越冬区大面积秋收后未翻耕农田中的落穗及其他残留物和冬小麦是黑颈鹤越冬期间的主要食物来源。

为了防止黑颈鹤等野生动物中毒以及为它们提供充足的食物来源，日喀则保护区管理局要求农民在耕种保护区范围内的耕地时，必须采用传统农业发展模式，但这些模式会大大影响农作物的产量。同时由于季风气候不稳定，年降水量波动大，干旱频繁，也限制了农业生产。据调查，每亩耕地一年需要灌溉水量 330m3/亩，即 4950m3/hm^2。当灌溉水量得到保证时，农作物产量能提高 50 斤/亩，即 750 斤/hm^2。

保护区日喀则片区内共有耕地面积 18873.83hm^2，其中拉孜县、桑珠孜区、南木林县耕地面积较多，见表 3.5-3。

保护区日喀则片区耕地分布表

表 3.5-3 单位：hm^2

功能区 / 县（区）	核心区	缓冲区	实验区	总计
桑珠孜区	705.24	1548.64	3608.81	5862.69
南木林县	484.63	1127.82	1605.55	3218
萨迦县	18.15	200.46	0	218.61
拉孜县	3665.55	2521.78	1300.23	7487.56
谢通门县	144.55	515.08	1427.34	2086.97
总计	5018.12	5913.78	7941.93	18873.83

二、建设目标

为了提高农作物产量，充分保障黑颈鹤充足的食物来源，同时确保农民耕作的积极性和保护黑颈鹤食物来源，拟对保护区内耕地现有的灌溉系统实施修复，在干旱季节提供充足水量，提高耕地抗旱能力，保证农作物产量。同时对核心区内的耕地实施经济补偿，提高农民保护生态的积极性。

三、建设内容与规模

（1）灌溉水渠人工湿地修复项目区内目前有以灌溉为主要目的的沟渠面积 126.21hm^2，沟渠总长度 102.53km。目前灌渠渠道老化失修，灌溉水浪费严重。规划于 5-9 月（黑颈鹤离开保护区到藏北繁育期间），采取渠道修整、清淤、防渗漏等手段，在不改变原有渠道性质，不破坏自然环境的前提下，对沟灌渠人工湿地实施生态修复，为保护区范围内的耕地进行补水灌溉，提高黑颈鹤觅食耕地的水肥条件，增加黑颈鹤觅食耕地产量。项目完成后，预计可服务灌溉面积 8200hm^2。

（2）保留传统农业经济补偿自然保护区范围内的耕地主要种植青稞、小麦，据多

年观察，这些耕地是黑颈鹤越冬期间主要的觅食地。为确保黑颈鹤觅食地生态安全及食源安全，规划对保护区内农田全部实施传统耕作方式，禁止施用农药、化肥，禁止设施农业，因此，将给保护区内农田的耕作及产量造成了一定影响，减少了农民的收入，需要进行合理的经济补偿。本次规划对黑颈鹤集中栖息地区周边的耕地实施保留传统农业经济补偿，面积为 7590.03hm^2，其中桑珠孜区 2002.75hm^2、南木林县 1166.18hm^2、拉孜县 2901.63hm^2、谢通门县 1326.82hm^2、萨迦县 192.65hm2。具体补偿面积见表 3.5-4。

补偿实施时间为 8 年，以村为单位，每年的补偿标准为 1500 元/hm^2。（补偿标准参照《西藏自治区雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区及周边湿地生态效益补偿试点实施方案（2015-2017）》）。农民获得补偿后，在耕作时需要遵守以下几点：

① 推行有机农业。在耕作过程中，采用传统耕作模式，使用农家肥、复合肥，禁止使用农药、化肥，避免对黑颈鹤等越冬鸟类造成药物毒害和化学污染危害；

② 不采用大棚种植方式，给黑颈鹤等鸟类提供更多的飞行和觅食空间；

③ 作物收割后，不拾穗，不翻土，保留一定的食物在农田里，给黑颈鹤提供充足食物来源；

④ 黑颈鹤等野生动物觅食时，不得驱赶、惊吓。将受补偿的耕地纳入生态管护员的管护范围，对没有按照补偿要求开展耕作的农牧民，予以核减下一年度补偿资金。

保护区日喀则片区保留传统农业经济补偿面积表见表 3.5-4。

保护区日喀则片区保留传统农业经济补偿面积表

表 3.5-4

县（区）	乡（镇）	村	面积（hm^2）	
桑珠孜区（补偿总面积 2002.75hm^2）	东嘎乡	巴尼村	64.84	1118.73
		藏东村	227.93	
		普奴村	144.53	
		普夏村	121.57	
		色定村	240.08	
		塘贝村	104.04	
		雪仲村	79.62	
		卓贵村	136.12	
	聂日雄乡	得日村	108.37	884.02
		嘎地村	72.13	
桑珠孜区（补偿总面积	聂日雄乡	甲庆孜村	150.63	
		帕仲村	154.33	

2002.75hm^2）		彭贡村	90.54	
		仲堆村	175.03	
		仲松村	31.27	
		珠嘎村	101.72	
南木林县（补偿总面积1166.18hm^2）	艾玛乡	德庆村	353.45	1166.18
		拉布村	352.03	
		柳果村	82.91	
		夏嘎村	377.79	
拉孜县（补偿总面积2901.63hm^2）	拉孜镇	白列村	141.86	803.2
		拉孜村	129.27	
		琼嘎村	133.8	
		夏杂村	248.42	
		玉哲村	149.85	
	曲玛乡	藏村	156.63	1067.75
		昌达村	133.76	
		达布村	141.92	
		贡康村	160.36	
		坚达村	240.75	
		曲玛村	234.33	
	扎西宗乡	加当村	281.58	1030.68
		乃萨村	135.56	
		旁吉村	222.87	
		杂村	112.97	
		扎西林村	199.96	
		扎西宗村	77.74	
谢通门县（补偿总面积1326.82hm^2）	通门乡	初古村	216.77	424.98
		卡布仁村	99.43	
		拉旺孜村	46.9	
		通门村	61.88	
	达那答乡	嘎如冲村	257.24	657.35
		让炯村	180.95	
		如贵村	219.16	
	荣玛乡	东嘎村	150.28	244.49
		荣玛村	94.21	
萨迦县（补偿总面积 192.65hm^2)	吉定镇	查贡村	29.32	192.65
		米村	112.59	
		桑珠岗村	50.74	
总面积			7590.03	7590.03

3.5.3.3 植被修复工程

一、现状

由于全球气候变化以及项目区干旱等自然原因，以及人类活动干扰，使保护区湿地周边土地上的植物如砂生槐、苜蓿草、披碱草等遭到破坏，湿地周边土地沙化严重，有的形成了沙丘。草场、湿地的退化，导致黑颈鹤的栖息地减小、环境质量下降，通过自然修复的方式在短期内难以有效恢复，必须借助人工促进方式进行恢复。

河流两边的河滩地，主要由河床冲积物（主要为粗砂和砾石）组成，几乎没有植被覆盖，只有少数区域生长着一些灌草类植被如砂生槐等。随着过度放牧等活动的破坏，湿地附近土地逐渐变成沙化土地，形成流动沙地及裸沙地，没有任何植被覆盖且沙化严重，必须对其进行固沙和植被恢复。

二、建设目标

通过对不同功能区和地形地貌土地进行不同方式人工造林及禁牧封育，让退化的湿地得到恢复，被破坏的草场得到修复，沙化土地得到修复，并且对新造林和草地进行引水灌溉，恢复湿地周边土地植被覆盖，为黑颈鹤生存提供良好的植被环境。

三、建设内容与规模

（1）河滩地植被修复在项目区河谷两岸河滩地开展植被修复工程，主要以种植砂生槐为主，辅以种植苜蓿、披碱草、绿麦草等草本植物，在河流中间的河漫滩及河岸边可适当种植芦苇等湿地植物，构建水体－芦苇－灌草的立体式植被群落，为黑颈鹤越冬栖息提供良好的生境。播种期宜选择在 4 月下旬至 7 月上旬（黑颈鹤离开本保护区到藏北繁育期间），采用人工撒播的方式，每公顷撒播草种 45kg。播后要及时镇压，以保墒发芽。播种后，要及时浇水，一般情况下，每年需水量约为 3600m^3/hm^2，每年需灌溉 5～6 次。

规划开展河滩地植被修复面积 6277.08hm^2。

（2）沙化土地植被修复对项目内沙化严重的土地采取固沙和植被覆绿措施。树种选择以砂生槐、藏沙蒿、花棒为主，辅以种植苜蓿草、披肩草、绿麦草等草本植物。项目实施时，由于保护区内严格的管理条例，核心区与缓冲区仅采用撒播的方式，辅以人工浇水的方式，进行植被恢复；实验区在进行撒播和封育措施的同时，可以适度采取人工植苗措施进行修复。

播种期宜选择在春季，每公顷平均撒播种子 30kg。播后要及时镇压，以保墒发芽。一般情况下，每年需水量约为 3600m^3/hm^2，每年需灌溉 5-6 次。

规划开展沙化土地植被修复面积 7101.51hm^2。

生态保护与修复工程项目表见表 3.5-5。

生态保护与修复工程项目表

表 3.5-5

序号	建设项目	单位	数量	县（区）					进度安排	
				桑珠孜区	南木林县	谢通门县	拉孜县	萨迦县	近期	远期
1.1	人工湿地建设	处	5	3	1		1		■	
1.2	湖泊湿地补水	hm^2	52.78	29.66	7.99		15.13		■	■
1.3	沼泽湿地修复	hm^2	891.98	205.02	27.93	540.83	118.2		■	■
2	黑颈鹤觅食地保护工程									
2.1	灌溉水渠人工湿地修复	hm^2	126.21	30.75	42.16	23.14	30.16		■	
2.2	保留传统农业经济补偿	hm^2	7590.03	2002.75	1166.18	1326.82	2901.63	192.65	■	■
3	植被修复工程									
3.1	河滩地植被修复	hm^2	6277.08	2374.44	1505.61	1719.51	677.52		■	■
3.2	沙化土地植被修复	hm^2	7101.51	3339.45	2823.83	591.92	346.31		■	■

注：该表格所列“湖泊湿地补水”“保留传统农业经济补偿”两个项目的数量均为一个年度的数量。

3.6 水生生态

陕西省动物研究所于 2015 年 4 月下旬～5 月上旬和 2017 年 3 月下旬进行了 2 次水生生态调查，并于 5 月编制完成了《西藏湘河水利枢纽及配套灌溉工程对湘河流域水生生态环境影响专题评价》。

3.6.1 调查点位

2015 年 4 月下旬～5 月上旬进行了野外调查，主要调查区域从湘河水利枢纽回水区至湘河入雅鲁藏布江交汇河口河段（包含坝址上两支流河口处）。水生生物调查共设 4 个断面，采集标本 220 号；鱼类调查以区域性为主，共设 4 个采样点，收集鱼类标本 168 号。2017 年 3 月下旬，陕西省动物研究所对工程区范围内的水生生物现状进行补充调查，并收集有关的背景资料。主要调查区域从湘河水利枢纽坝址上游的甲措藏布、拉布藏布两支流河口以上 5km 左右至湘河入雅鲁藏布江交汇河口河段（湘河与雅鲁藏布江汇合口上下游各 15km）。水生生物调查共设 8 个断面，采集标本 392 号；鱼类调查以区域性为主，共设 11 个采样点，收集鱼类标本 368 号。

评价区水生生态调查线路及监测断面分布见附图 3-7。

3.6.2 调查方法

按照《环境影响评价技术导则总纲、大气环境、地面水环境》（HJ/T 2.1-2.3-93）、《环境影响评价技术导则水利水电工程》（HJ/T 88-2003）、《水利水电工程环境影响评价范围（试行）》（SDJ 302-88）、《环境监测技术规范》（国家环保总局 1986 年）、《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）、《水库渔业资源调查范围》（SL 167-96）、《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《淡水浮游生物研究方法》进行采样和检测。

3.6.2.1 资料收集

（1）从设计调查区域的地方相关专业主管部门收集调查流域自然环境、社会经济发展和水生态环境以及渔业发展现状资料，调研集成该评价区域相关研究成果。采取实地踏勘、走访等方式，获取第一手资料。

（2）与项目承建方业主单位紧密联系、沟通，及时了解工程建设基础信息，掌握工程建设规划方案，对工程任务进行有针对性的调查、评价。

3.6.2.2 渔业水质

项目评价区水质的检测，采用便携式多功能水质检测仪 HORIBA-U52（日本制造），对各断面水质进行监测、记录，备分析。

3.6.2.3 浮游植物

浮游植物：种类组成、数量分布、主要优势种及其数量等。

定性分析样品用 25 号浮游生物网(网孔直径 0.064mm)在水体表层(0-0.5m)拖取 5min，将拖取物带回实验室，在电子显微镜下分析。

定量分析样品用采水器按照常规方法分层取水，各取样 1000ml，用 30ml 鲁哥氏液现场固定，静置沉淀 24h，浓缩至 30ml，计数前先摇动样品瓶，使样品混合均匀，取 0.1ml 置于 0.1ml 计数框内，在 10-40 倍倒置显微镜下观察并分种计数，每瓶样品计数两片取其平均值。具体换算方法参考《内陆水域渔业自然资源调查手册》(张觉民和何志辉，1991)。

3.6.2.4 浮游动物

浮游动物（原生动物、轮虫、枝角类、桡足类）：种类组成（包括优势种）、数量分布等。

轮虫的定性及定量样品与浮游植物共用，浮游动物定性样品用 13 号浮游生物网(网孔直径 0.112mm)在水体表层拖取;

定量样品 5L 采水器取水 10L，用 25 号浮游生物网过滤浓缩，用 30ml 鲁哥氏液现场固定，静置 48h 后定容 30ml，计数前先摇动样品瓶，使样品混合均匀，吸出 0.1ml

置于 0.1ml 计数框中，盖上盖玻片，在中倍解剖镜下进行全片计数，每份样品计数 2 片，然后按浓缩倍数换算成 1L 水中的含量。换算法参照章宗涉和黄祥飞（1991)建立的方法。

3.6.2.5 底栖动物

底栖动物分三大类水生昆虫、寡毛类、软体动物。依据断面长度布设采样点，用 Petersen 氏底泥采集器采集定量样品，每个采样点采泥样 2～3 个。将采集的泥样，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（kick-net）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。

3.6.2.6 水生植物

水生高等植物定量采用 $1m^2$ 的采样框或 $0.1m^2$ 的定量采样器采集，现场称取湿重。定性样品整株采集，包括植株的根、茎、叶、花和果实，样品力求完整，按自然状态固定在压榨纸中，压干保存待检。

3.6.2.7 鱼类资源调查方法

（1）鱼类组成

根据鱼类组成研究方法，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（电捕、粘网和地笼相结合的方式）、市场调查和走访相结合的方式进行，采集标本，收集资料，做好相关记录，对于野外难于识别的种类使用酒精（95%）固定保存，带回实验室进行分类鉴定，分析整理资料，编制鱼类组成名录。

（2）鱼类资源现状

鱼类资源量的调查采取捕捞渔获物进行统计分析的方式进行。结合访问当地渔政主管部门及当地渔民了解渔业资源现状。渔获物采集采用电捕、网捕相结合的方式进行，将渔获物进行分类、称重，测量体长范围、体重范围以及分析渔获物中亲鱼的性别比例及性腺发育状况。对渔获物进行整理分析，得出各断面主要分布的鱼类组成情况，以判断鱼类资源状况。

本项目的鱼类资源现状调查方法：根据西藏地区的宗教信仰及风俗习惯，当地百姓严禁在河道捕鱼，因此鱼类资源调查时本着既要尊重风俗，又要完成调查任务的指导思想，经全面综合考虑，确定了短时、高效的工作思路，即调查时采用电捕、粘网和地笼

相结合的方法，同时调查断面选取 100m 的河道长度开展相关工作，可能的将调查区域内的鱼类捕尽，对一些渔获量较大的种类，经快速称量体重，测量体长后，除抽样保存的标本外，其余迅速放流；对渔获量较少，又一时难以辨别的种类，用酒精固定后，带回实验室做进一步鉴定。

（3）鱼类生物学习性

随机对采集到的鱼类标本济宁生物学数据测定，检查性别、性腺成熟度等。

（4）鱼类“三场”分布情况调查

① 环境条件

鱼类产卵场调查，应根据鱼类产卵习性要求，寻找适宜水面。

② 亲鱼捕捞、性腺观察、性腺发育期怀卵量统计、绝对怀卵量、相对怀卵量、卵的生态特性（沉性、漂流性、粘性）

③ 幼鱼资源调查：环境条件，根据繁殖后的幼鱼体长、推算大致产卵时间。

综上所述，在实际工作中，以上述 3 点原则作为依据，来确定湘河流流域内的鱼类产卵场的分布情况。

3.6.3 浮游植物

（1）浮游植物种类

2015 年在 4 个采样点位共检出浮游植物 4 大门类 29 种属。其中硅藻门 23 种属，占总种属 79.30%，绿藻门 2 种属，占总种属 6.90%，蓝藻门 2 种属，占总种属 6.90%，隐藻门 2 种属，占总种属的 6.90%。

2017 年共检出浮游植物 6 门 61 种（属），其中硅藻门 41 种（属），占总的种类的 67.21%，绿藻门 7 种（属），占总的种类数的 11.48%；蓝藻门 7 种（属），占总的种类数的 11.48%；甲藻门 2 种（属），占总的种类数的 3.27%；隐藻门 3 种（属），占总的种类数的 4.91%；金藻门 1 种（属），占总的种类数的 1.63%。

浮游植物种数见表 3.6-1～表 3.6-3。

浮游植物物种数及分布

表 3.6-1

项目	采样点位和物种数							
2015 年采样点位	两支流交汇处			坝址			坝下南木林	艾玛乡山巴村
物种数（个）	21			18			20	21
2017 年采样点位	坝址处	山巴村	县城下	坝下	甲措藏布	拉布藏布	湘河与雅鲁藏布江汇合口下3km	湘河与雅鲁藏布江汇合口上2.5km
物种数（个）	17	18	14	15	38	36	50	51

2015 年浮游植物种类组成

表 3.6-2

浮游植物种类分布（定性）		采样点			
种名	拉丁名	上坝址	下坝址	坝下南木林	艾玛乡山巴村
硅藻门	*Bacillariophyta*				
梅尼小环藻	*Cyclotella meneghiniana*			+	+
近缘桥弯藻	*Cymbella aequalis*	+	+	+	+
膨胀桥弯藻	*Cymbella tumida*	+	+	+	+
细小桥弯藻	*Cymbella pusilla*	+		+	+
简单舟形藻	*Navicula simplex*	+		+	+
放射舟形藻	*Navicula radiosa*	+	+	+	+
瞳孔舟形藻	*Navicula pupula*	+	+	+	+
缢缩异极藻头状变种	*Gomphonema constrictum var.capitatum*	+	+	+	+
塔形异极藻	*Gomphonema turris*	+	+		+
纤细异极藻	*Gomphonema gracile*		+		
尖针杆藻	*Synedra acus*	+	+	+	+
肘状针杆藻	*Synedra ulna*	+	+	+	+
肘状针杆藻窄变种	*Synedra ulna var. contracta*	+		+	+
谷皮菱形藻	*Nitzschia palea*	+	+	+	+
双头菱形藻	*Nitzschia amphibia*	+	+	+	+
卵圆双眉藻	*Amphora ovalis*				+
大羽纹藻	*Pinnularia maior*	+	+	+	+
双头辐节藻	*Stauroneis anceps*	+	+	+	+
篦形短缝藻	*Eunotia pectinalis*	+	+	+	+
强壮短缝藻	*Eunotia valida*	+			
颗粒直链藻	*Melosira granulata*		+		
美丽星杆藻	*Asterionella formosa*	+			
扁圆卵形藻	*Cocconeis placentula*				+
绿藻门	*Chlorophyta*				
小球藻	*Chlorella vulgaris*		+	+	+
简单衣藻	*Chlamydomonas simplex*			+	
蓝藻门	*Cyanophyta*				
小席藻	*Phormidium tenus*	+		+	
湖生束球藻	*Gomphosphaeria lacustris*	+			

浮游植物种类分布（定性）		采样点			
种名	拉丁名	上坝址	下坝址	坝下南木林	艾玛乡山巴村
隐藻	*Cryptophyta*				
卵形隐藻	*Cryptomonas ovata*	+	+	+	+
尖尾蓝隐藻	*Chroomonas acuta*		+		

2017 年浮游植物种类组成

表 3.6-3

门	种类拉丁名		地点							
			1	2	3	4	5	6	7	8
硅藻门 Bacillariophyta	变异直链藻	*Melosira varians*	+				+	+	+	+
	美丽星杆藻	*Asterionella Formosa*				+	+	+	+	+
	弯形弯楔藻	*Rhoicosphenia curvata*					+		+	+
	广缘小环藻	*Cyclotella bodanica*					+		+	+
	具星小环藻	*C. stelligera*						+	+	+
	细布纹藻	*Gyrosigma kÜtzingii*	+	+	+	+	+	+	+	+
	披针桥弯藻	*C. laneolata*					+		+	+
	偏肿桥弯藻	*C. ventricosa*					+	+	+	+
	纤细桥弯藻	*C. gracilis*	+	+				+	+	+
	膨胀桥弯藻	*C. tumida*	+	+	+	+	+	+	+	+
	胡斯特桥弯藻	*C. hustedtii*					+	+	+	+
	圆舟形藻	*Navicula placentula*							+	+
	椭圆舟形藻	*N. xchonfeldii*					+		+	+
	长圆舟形藻	*N. oblonga*		+	+	+	+	+	+	+
	系带舟形藻	*N. cincta*	+	+	+	+			+	+
	尖头舟形藻	*N. cuspidada*	+	+	+	+	+	+	+	+
	尖头舟形藻凸顶变种	*N. cuspidada var. ambigua*					+	+	+	+
	矮小辐节藻	*S. pygmaea*					+	+		+
	尖辐节藻	*S. acuta*	+	+	+	+		+	+	+
	卵圆双眉藻	*Amphora ovalis*		+			+	+	+	+
	扁圆卵形藻	*Cocconeis placentula*		+			+	+	+	+
	钝脆杆藻	*Fragilaria capucina*						+	+	+
	克洛脆杆藻	*F. crotonensis*					+	+	+	+
	变异脆杆藻	*F. virescens*					+		+	+
	脆杆藻	*F. sp.*					+	+	+	+
	尖针杆藻	*Synedra acus*	+	+	+	+		+	+	+
	菱头针杆藻	*S. capitata*					+		+	+
	肘状针杆藻	*S. ulna*	+	+	+	+	+		+	+
	近缘针杆藻	*S. affinis*	+	+	+	+		+	+	+
	绒毛平板藻	*Tabellaria flocculasa*						+	+	+
	谷皮菱形藻	*Nitzschia paiea*	+	+	+	+	+			+
	双尖菱板藻	*Hantzschia amphioxys*	+	+	+	+	+	+	+	
	椭圆波缘藻	*Cymatopleura elliptica*					+	+	+	+
	长等片藻	*Diatoma elongatum*						+	+	+

门	种类拉丁名		地点							
			1	2	3	4	5	6	7	8
	普通等片藻	*D. vulgare*					+	+	+	+
	中间异极藻	*Gomphonema intricatum*	+	+				+	+	+
	缢缩异极藻	*G. constrictum*	+	+	+	+		+	+	+
	粗壮双菱藻	*Surirella robusta*				+			+	+
	线形双菱藻	*S. linearis*					+		+	+
	螺旋双菱藻	*S. spiralis*					+		+	+
绿藻门 Chlorophyta	团藻	*Volvox sp*					+			
	整齐盘星藻	*Pediastrum integrum*					+	+		
	短棘盘星藻	*P. boryanum*						+		+
	小球藻	*Chlorella vulgaris*	+	+	+			+		+
	小椿藻	*Characiopsis sp.*					+	+	+	+
	集星藻	*Actinastrum hantzschii*							+	+
	梭形鼓藻	*Netrium sp.*					+		+	+
蓝藻门 Cyanophyta	色球藻	*Chroococcus sp.*								+
	优美平列藻	*Merismopedia elegans*					+		+	
	针状蓝纤维藻	*Dactylococcopsis acicularis*					+	+		
	单歧藻	*Tolypothrix sp.*							+	+
	巨颤藻	*Oscillatoria princeps*					+	+	+	+
	美丽颤藻	*O. formosa*							+	+
	清净颤藻	*O.sancta*					+	+	+	+
甲藻门 Pyrrophyta Pyrrophyta	裸甲藻	*Gymnodinium aeruginosum*							+	
	飞燕角甲藻	*Ceratium hirundinella*					+		+	
隐藻门 Cryptophyta	卵形隐藻	*Cryptomonas ovata*	+	+	+	+	+	+	+	
	啮蚀隐藻	*C. erosa*							+	
	尖尾篮隐藻	*Chroomonas acuta*	+				+			+
金藻门 Chrysophyta	分歧锥囊藻	*Dinobryon divergens*						+		+

注：1-8 分别代表采样点：1.坝址，2 山巴村，3 县城下，4 坝下，5 甲措藏布，6 拉布藏布，7 湘河与雅鲁藏布江汇合口下 3km，8 湘河与雅鲁藏布江汇合口上 2.5km。

（2）浮游植物密度

通过对 2015 年的 4 个采样点浮游植物定量分析，其中密度最大地点出现在两河交汇处，密度值为 720000 个/L，最低值出现在坝下位置。

通过对 2017 年的 8 个采样点浮游植物定量分析，调查河段浮游植物密度最大地点出现在坝下处，最低值出现在甲措藏布位置。

具体密度见表 3.6-4。

浮游植物密度

表 3.6-4

项目	采样点位和密度							
2015 年采样点位	上坝址		下坝址		坝下南木林		艾玛乡山巴村	
密度（个/L）	720000		476000		310000		568000	
2017 年采样点位	坝址处	山巴村	县城下	坝下	甲措藏布	拉布藏布	湘河与雅鲁藏布江汇合口下 3km	湘河与雅鲁藏布江汇合口上 2.5km
密度（个/L）	476000	568000	310000	720000	43300	47800	160400	151700

（3）浮游植物生物量

本区域 2015 年浮游植物定量分析结果表明，浮游植物最大点出现在两河交汇处，为 2.0299mg/L，最小值出现在坝下位置，为 0.7880mg/L，原因与其对应位置水流速度以及地形地势有关。

2017 年浮游植物定量分析结果表明，浮游植物最大点出现在坝下，为 2.03mg/L，最小值出现在甲措藏布，为 0.036mg/L。

各调查地点浮游植物量见表 3.6-5。

浮游植物生物量

表 3.6-5

项目	采样点位和生物量								
2015 年采样点位	上坝址		下坝址		坝下南木林		艾玛乡山巴村		均值
生物量（mg/L）	2.0299		1.4085		0.788		1.6823		1.4772
2017 年采样点位	坝址处	山巴村	县城下	坝下	甲措藏布	拉布藏布	湘河与雅鲁藏布江汇合口下 3km	湘河与雅鲁藏布江汇合口上 2.5km	均值
生物量（mg/L）	1.41	1.68	0.79	2.03	0.036	0.073	0.37	0.21	0.82

（4）调查区域浮游植物的综合分析

湘河调查河段作为一个开放性生态系统，其浮游植物资源量很大程度上有赖于上游和支流的汇入。

湘河流域除干流河源地区及少量支流的上游河势较为平缓外，其余河段两侧山高坡陡，土层浅薄，土壤质地发育较差，石砾含量高，结构疏松，自然植被覆盖率极低，雨季降水持续时间长，间隙性局部降水强度大，山洪泥石流频发，河流丰、枯水量变化悬殊，特别是 7～8 月洪水高发期，河水陡涨陡落，水流湍急，泥沙含量高，水体混浊，透明度低。加上流域人口稀少，农牧业开发程度低，土壤有机质含量低，地表径流携入

的营养物质有限。因此，湘河干流调查河段浮游植物种类数量较少，现存量低。

3.6.4 浮游动物

（1）浮游动物种类

2015 年在 4 个采样点位共检出浮游动物 2 大类 19 种属。其中原生动物 8 种属，占总种属 42.10%，轮虫 11 种属，占总种属 57.90%，枝角类和桡足类未检出。

2017 年调查显示共有浮游动物 3 门 44 种（属）。其中原生动物门 30 种（属），占总种类数的 68.18%；轮虫 13 种（属），占总种类数的 29.55%；枝角类 1 种（属），占总种类数的 2.27%。

浮游动物种类见表 3.6-6～表 3.6-8。

浮游动物物种数及分布

表 3.6-6

项目	采样点位和物种数							
2015 年采样点位	上坝址			下坝址		坝下南木林		艾玛乡山巴村
物种数（个）	9			11		7		7
2017 年采样点位	坝址处	山巴村	县城下	坝下	甲措藏布	拉布藏布	湘河与雅鲁藏布江汇合口下 3km	湘河与雅鲁藏布江汇合口上 2.5km
物种数（个）	11	7	7	9	14	11	16	12

2015 年浮游动物种类组成

表 3.6-7

浮游动物种类分布（定性）		采样点			
种名	拉丁名	上坝址	下坝址	坝下南木林	艾玛山巴村
原生动物	*Protozoa*				
球形砂壳虫	*Difflugia globulosa*	+	+	+	+
长圆砂壳虫	*Difflugia oblonga*		+	+	+
湖沼砂壳虫	*Difflugia limnetica*				+
节盖虫	*Opercularia articulata*	+	+	+	+
小口钟虫	*Vorticella microstoma*	+	+		
盘状匣壳虫	*Centropyxis discoides*		+		
绿急游虫	*Strombidium viride*		+		
月形刺胞虫	*Acanthocystis erinaceus*	+			
轮虫	*Rotifer*				
壶状臂尾轮虫	*Brachionus urceus*	+			
舞跃无柄轮虫	*Accomorpha saltans*	+	+	+	+
污前翼轮虫	*Proales sordida*	+			
探索前翼轮虫	*Proales decipiens*				+
小前翼轮虫	*Proales minima*		+		
红眼旋轮虫	*Philodina erythrophthalma*			+	

浮游动物种类分布（定性）		采样点			
种名	拉丁名	上坝址	下坝址	坝下南木林	艾玛山巴村
钩状狭甲轮虫	*Colurella uncinata*	+	+	+	
爱德里亚狭甲轮虫	*Colurella adriatica*			+	
弯趾椎轮虫	*Notommata cyrtopus*	+			+
小巨头轮虫	*Cephalodella exigua*		+		
刺簇多肢轮虫	*Polyarthra trigla*		+		

2017 年浮游动物种类组成

表 3.6-8

门	种	1	2	3	4	5	6	7	8
原生动物	盘状表壳虫 *Arcella discoides*						+	+	
	多孔表壳虫 *A. polypore*					+			
	单核表壳虫 *A. atava*						+	+	
	圆滑表壳虫 *A. rotundata*						+	+	+
	表壳虫 *A.* sp.							+	+
	长圆砂壳虫 *D. oblonga oblonga*	+	+	+					+
	砾静水砂壳虫 *D. hydrostatica lithophita*					+			
	片口砂壳虫 *D. lobostoma*					+	+	+	
	拱砂壳虫 *D. amphora*					+		+	
	褐砂壳虫 *D. avellana*						+		+
	针棘匣壳虫 *Centropyxis aculeata*						+		+
	圆口无棘匣壳虫 *C. ecornis leidyi*					+		+	
	无棘匣壳虫 *C. ecornis*					+			
	扁平网匣壳虫 *C. cassis compressa*	+				+	+	+	
	旋匣壳虫 *C. aerophila aerophila*					+	+	+	
	三角匣壳虫 *C. triangularis*						+		+
	表壳圆壳虫 *Cyclopyxis arcellodes*					+	+		+
	圆口小口圆壳虫 *C. kahli cyclostoma*					+		+	
	半球法帽虫 *Phryganella hemisphaerica*					+		+	
	斜口虫 *Enchelys* sp.							+	
	斜齿虫 *Enchelyodon* sp.					+			
	喇叭虫 *Stentor* sp.							+	
	斜管虫 *Chilodonella* sp.					+			
	球形砂壳虫 *Difflugia globulosa*	+	+	+	+				
	湖沼砂壳虫 *Difflugia limnetica*		+						
	节盖虫 *Opercularia articulata*	+	+	+	+				
	绿急游虫 *Strombidium viride*	+							
	月形刺胞虫 *Acanthocystis erinaceus*				+				
	钟虫 *Vorticella* sp.	+			+		+		+
	小筒壳虫 Tintinnidium pusillum								+
轮虫	西藏叶轮虫 *N. tibetica* sp. nov					+		+	+
	凸背巨头轮虫 *Cephalodella gibba*							+	+
	壶状臂尾轮虫 *Brachionus urceus*				+				
	舞跃无柄轮虫 *Accomorpha saltans*	+	+	+	+				
	污前翼轮虫				+				

	探索前翼轮虫 *Proales decipiens*		+						
	小前翼轮虫 *Proales minima*	+							
	红眼旋轮虫 *Philodina erythrophthalma*			+					
	钩状狭甲轮虫 *Colurella uncinata*	+		+	+				
	爱德里亚狭甲轮虫 *Colurella adriatica*			+					
	弯趾椎轮虫 *Notommata cyrtopus*		+		+				
	小巨头轮虫 *Cephalodella exigua*	+							
	刺簇多肢轮虫 *Polyarthra trigla*	+							
枝角类	枝角类幼虫 Cladocera sp.							+	+

注：1-8 分别代表采样点：1.坝址，2 山巴村，3 县城下，4 坝下，5 甲措藏布，6 拉布藏布，7 湘河与雅鲁藏布江汇合口下 3km，8 湘河与雅鲁藏布江汇合口上 2.5km。

（2）浮游动物密度

2015 年浮游动物定量分析结果表明，浮游动物密度最大点出现在坝址位置，两河交汇处密度也较大，两地分别为 57.3 个/L 和 50.0 个/L，最小值出现在艾玛山巴村采样点，为 25.0 个/L。

2017 年浮游动物定量分析结果表明，浮游动物密度最大点出现在湘河与雅鲁藏布江汇合口上下游位置，分别为 166.21 个/L 和 163.25 个/L，最小值出现在艾玛山巴村采样点，为 25.0 个/L。

各调查地点浮游植物量见表 3.6-9。

浮游动物密度

表 3.6-9

项目	采样点位和密度								
2015 年采样点位	上坝址		下坝址		坝下南木林		艾玛乡山巴村		平均值
密度（个/L）	50		57.3		40		25		43.1
2017 年采样点位	坝址处	山巴村	县城下	坝下	甲措藏布	拉布藏布	湘河与雅鲁藏布江汇合口下 3km	湘河与雅鲁藏布江汇合口上 2.5km	平均值
密度（个/L）	57.3	25	40	50	99.1	86	163.3	166.2	85.9

（3）浮游动物生物量

2015 年浮游动物生物量分析结果表明，浮游动物最大点出现在两河交汇处，为 0.0284mg/L，最小值出现在艾玛乡山巴村位置，为 0.0099mg/L。

2017 年浮游动物生物量分析结果表明，浮游动密度最大点出现在两河交汇处，为 0.057mg/L，最小值出现在甲措藏布位置，为 0.0029mg/L。

各调查地点浮游植物量见表 3.6-10。

浮游动物生物量

表 3.6-10

项目	采样点位和生物量								
2015 年采样点位	上坝址		下坝址		坝下南木林		艾玛乡山巴村	平均值	
生物量（mg/L）	0.0284		0.0288		0.0279		0.0099	0.0237	
2017 年采样点位	坝址处	山巴村	县城下	坝下	甲措藏布	拉布藏布	湘河与雅鲁藏布江汇合口下 3km	湘河与雅鲁藏布江汇合口上 2.5km	平均值
生物量（mg/L）	0.0288	0.0099	0.0279	0.0284	0.0029	0.0009	0.056	0.057	0.0265

（4）调查区域浮游动物综合分析

湘河流域属高原性山地地形，流域内河流众多，沟壑纵横，海拔在 3790～4950m 之间。流域南部较低，有宽窄不一的河谷平原，北部较高，为高山峡谷区。

湘河流域在雨季间歇性局部降雨量大，河水陡涨陡落，水流湍急，加上流域山高坡陡，土壤结构疏松，石砾含量高，植被覆盖差，滑坡泥石流频发，水体泥沙含量高，水质混浊，透明度很低，不利于浮游动物的生长。因此，丰水期浮游动物种类数量和现存量都显著少于枯水期。

3.6.5 底栖动物

2015 年调查共采集底栖动物 2 纲 5 目 14 科 20 种（属）。其中昆虫纲有双翅目 4 科 11 种，浮游目 5 科 5 种，襀翅目 1 科 1 种，毛翅目 1 科 1 种；腹足纲仅基眼目 2 科 2 种。从种类组成上分析，湘河底栖动物水生昆虫最多，有 18 种，占总种数的 90.0%，常见种类有三尖摇蚊、真开氏摇蚊、前突摇蚊、扁蜉及纹石蚕等。软体动物仅 2 种，占总种数的 7.4%。由于湘河底质多为砾石砂底，调查没有采到水生寡毛类。

2017 年，在 8 个调查断面共采集底栖动物 2 纲 4 目 12 种，与 2015 年相比，采集种类有所减少，但种类组成仍以昆虫纲为主，共 3 目 10 种，其中双翅目 6 种，蜉蝣目 3 种，毛翅目 1 种；复足纲 1 目 2 种。分别占采集总种数的 50%、25%、8.33%和 16.67%。

底栖动物种类组成见表 3.6-11 和表 3.6-12。

2015 年底栖动物种类组成

表 3.6-11

序号	种(属)类	上坝址	下坝址	坝下南木林	艾玛乡山巴村
一.	昆虫纲 Insecta				
(一)	双翅目 Diptera （11）				
1.	三尖摇蚊 *Tribelos* sp.	+	+	+	+
2.	真开氏摇蚊 *Eukiefferiella* sp.	+	+		+
3.	摇蚊 *Chironomus* sp.			+	

序号	种(属)类	上坝址	下坝址	坝下南木林	艾玛乡山巴村
4.	黑内摇蚊 *Endochironomus nigricas*			+	
5.	菱跗摇蚊 *Clinotanypus* sp.			+	
6.	前突摇蚊 *Procladius* sp.	+	+	+	
7.	粗腹摇蚊 *Pelopia* sp.	+			
8.	花翅大蚊 *Hexatoma* sp.	+			
9.	大蚊 Tipulidae	+			+
10.	蠓蚊 Ceratopogonidae			+	
11.	水虻 *Stratiomyia*	+	+		
(二)	蜉蝣目 Ephemeroptera （5）				
12.	蜉蝣 Ephemeridae	+			
13.	短丝蜉蝣 *Siphluriscus* sp.				+
14.	扁蜉 Heptagenidae	+	+		
15.	高翔蜉 *Epeorus* sp.	+			
16.	二尾蜉 *Siphlonurus* sp.	+			
(三)	毛翅目 Trichoptera （1）				
17.	纹石蚕 *Hydropsyche*	+	+	+	
(四)	襀翅目 Plecoptera （1）				
18.	冬石蝇 Taneiopterygidae		+		
二.	腹足纲 Gastropoda				
(五)	基眼目 Basommatophora（2）				
19.	耳萝卜螺 *Radix auricularia*（Linnaeus）				+
20.	扁卷螺 Planorbidae			+	
	合计	12	7	8	5

2017 年底栖动物种类组成

表 3.6-12

纲	目	种（属）	1	2	3	4	5	6	7	8
昆虫纲 Insecta	双翅目 Diptera	三尖摇蚊 *Tribelos* sp.	+			+	+	+		
		真开氏摇蚊 *Eukiefferiella* sp.		+					+	+
		前突摇蚊 *Procladius* sp	+			+		+	+	+
		大蚊 Tipulidae	+			+	+	+	+	
		蠓蚊 Ceratopogonidae			+	+			+	+
		水虻 *Stratiomyia*	+			+				
	蜉蝣目 Ephemeroptera	蜉蝣 Ephemeridae	+			+	+	+		
		扁蜉 Heptagenidae	+	+	+	+	+	+	+	+
		二尾蜉 *Siphlonurus* sp	+			+				
	毛翅目 Trichoptera	纹石蚕 *Hydropsyche*	+	+	+	+	+	+	+	+
腹足纲 Gastropoda	基眼目 Basommatophora	耳萝卜螺 *Radix auricularia*（Linnaeus）		+					+	+
		扁卷螺 Planorbidae			+		+		+	+
合计：2 纲	4 目	12 种								

注：1-8 分别代表采样点：1.坝址，2 山巴村，3 县城下，4 坝下，5 甲措藏布，6 拉布藏布，7 湘河与雅鲁藏布江汇合口下 3km，8 湘河与雅鲁藏布江汇合口上 2.5km。

3.6.6 水生植物

调查河段湘河干流水生维管束植物资源很小，沿河岸水边呈零星分布。两次调查共发现 9 科 14 属 18 种。其中 2015 年调查到水生维管束植物 9 科 14 属 17 种，2017 年在原有种类基础上新增调查种类 1 种（新增种类为毛茛科、毛茛属的西南毛茛），主要种类有藏蒿草、蓼子草、两栖蓼、穿叶眼子菜、黄花水毛、水苦荬、水麦冬、藜、白草等，见表 3.6-13。另外，流域内的河漫滩和低阶地上河谷草甸和沼泽植被较为丰富。他们主要分布在河流沿岸低洼渍水地、沼泽地及山前平缓滩地等，植被覆盖度较高，一般在 80～90％。优势种为藏嵩草、黑褐苔草、小嵩草、芦苇等，伴生种有矮嵩草、沙生苔草、灯心草、海韭菜等，地表常见丘状草墩。

水生维管束植物种类组成

表 3.6-13

科	属	种名	2015 年调查			2017 年调查		
			南木林县城以上河段	南木林县城以下至山巴村河段	山巴村至湘河与雅鲁藏布江汇合口	南木林县城以上河段	南木林县城以下至山巴村河段	山巴村至湘河与雅鲁藏布江汇合口
蓼科	酸模属	小酸模 *Rumex acetosella*			+			+
	蓼属	水蓼 *Polygonum hydropiper*		+	+		+	+
		蓼子草 *Polygonum criopolitanum*	+	+	+	+	+	
		两栖蓼 *Polygonum amphibinm*		+	+		+	+
柽柳科	水柏枝属	小苞水柏枝 *Myricaria wardii*			+		+	+
禾本科	菵草属	菵草 *Beckmannia erucaeformis*		+	+		+	+
	狼尾草属	白草 *Pennisetum flaccidum*	+	+	+	+	+	+
灯心草科	灯心草属	展包灯心草 *Juncus thomsoniiBuchenau*	+	+	+	+	+	+
毛茛科	水毛茛属	黄花水毛茛 *Batrachium flavidum* Hand. –Mazz.	+	+	+	+	+	+
		浮毛茛 *Ranunculus natans* C. A. Meyer			+			+
	毛茛属	西南毛茛 *Ranunculus ficariifolius levl.* Et						+
玄参科	石龙尾属	匍匐石龙尾 *Limnophila repens*			+		+	+
	婆婆纳属	水苦荬 *Veronica 200ndulate wall.*	+	+	+	+	+	+

眼子菜科	眼子菜属	穿叶眼子菜 *Potamogeton perfoliatus* L.		+	+	+	+	+
		丝叶眼子菜 *P. filiformis* Pers			+		+	+
	水麦冬属	水麦冬 *Triglochin palustre Linn*	+	+	+	+	+	+
藜科	藜属	藜 *Chenopodium album* L	+	+	+	+	+	+
莎草科	蒿草属	蒿草 *Kobresia myosuroides*	+	+	+	+	+	+

3.6.7 鱼类资源

（1）鱼类区系组成

湘河流域两次调查共调查到鱼类资源 15 种（现场捕获鱼类标本 13 种，渔民访问调查 1 种、参考资料 1 种），其中外来鱼类 4 种，分别为鲇、鲫鱼、麦穗鱼和栉鳃虎鱼；土著鱼类 11 种属 2 目 3 科 11 种（属），占雅鲁藏布江中游鱼类的 68.75%。从区系特点上来看，湘河流域流鱼类组成较单纯，主要由三大类群组成：鲤科的裂腹鱼亚科、鳅科的条鳅亚科和鲇形目鮡科。其中裂腹鱼类共 6 种，占鱼获种类（土著鱼 11 种）的 54.55%，占雅鲁藏布江中游土著鱼类的（16 种）37.5%，为优势类群；高原鳅类 4 种，占总鱼获种数的 36.36%，占雅鲁藏布江中游土著鱼类的 25%；鮡科的黑斑原鮡 1 种，占调查种数的 9.09%，占雅鲁藏布江中游土著鱼类的 6.25%；这与整个青藏高原的鱼类组成特点相一致，属典型的高原鱼类区系。

裂腹鱼亚科是随着青藏高原的隆升而出现，并随着高原的急剧抬升而特化的类群。湘河干支流的裂腹鱼类大体可分为三个类群：第一类群为原始类群，鱼体鳞被覆于全身或局部退化，须 2 对，此类群有裂腹鱼属的拉萨裂腹鱼、巨须裂腹鱼、异齿裂腹鱼三种；第二类群为特化类群（中间群），体鳞局部退化或全部退化，须 1 对，此类群有叶须鱼属的双须叶须鱼 1 种；第三类群为高度特化类群，体鳞全部退化，无须，此类群有裸裂尻鱼属的拉萨裸裂尻鱼、尖裸鲤属的尖裸鲤两个种。

原始条鳅类在渐新世以前已经出现，在上新世喜马拉雅山脉急剧抬升以前，它们已广泛分布于亚洲大陆。由于青藏高原的逐步隆升，生活于青藏高原及其邻近地区的有鳞条鳅类逐步演化为现今的无鳞条鳅类－高原鳅属等鱼类。

湘河干支流的鱼类区系成分全部属于中亚高山鱼类区系复合体，主要表现为鳞片很小或退化甚至裸露无鳞，适应于流水生活环境，以底栖生物为主要食物，肉食性鱼类少，脂肪含量高，卵沉性而粘性卵少等。中亚高山鱼类区系复合体的形成时期为受喜马拉雅山脉升起和冰川的影响，所有种类均为抗寒性种类。

鱼类中无国家级保护鱼类，有西藏自治区保护鱼类尖裸鲤和黑斑原鮡两种。

雅鲁藏布江中游鱼类资源分布及湘河鱼类资源现状见表 3.6-14。

雅鲁藏布江中游鱼类资源分布及湘河鱼类资源现状

表 3.6-14

目	科	亚科	属	种名	历史调查记录	湘河				
					雅鲁藏布江中游	湘河流域	湘河入雅江河口	湘河干流	甲措藏布	拉布藏布
鲤形目	鲤科	裂腹鱼亚科	裂腹鱼属	拉萨裂腹鱼 *Schizothorax waltoni*	+	+	+			
				巨须裂腹鱼 *Schizothorax macropogon*	+	+	+	+		
				异齿裂腹鱼 *Schizothorax oconnori*	+	+	+			
			叶须鱼属	双须叶须鱼 *Ptychobarbus dipogon*	+	+	+		+	
			裸鲤属	高原裸鲤 *Gymnocypris waddelli*	+					
				兰格湖裸鲤 *Gymnocypris chui*	+					
				尖裸鲤 *Oxygymnocypris stewarti*	+	+	+			
			裸裂尻鱼属	拉萨裸裂尻鱼 *Schizopygopsis younghusbandi*	+	+	+	+	+	+
	鳅科	条鳅亚科	高原鳅属	细尾高原鳅 *Triplophysa stenura*	+	+	+	+		+
				西藏高原鳅 *T.tibetana*	+					
				东方高原鳅 *T. orientalis*	+					
				短尾高原鳅 *T.brevicauda*	+	*		*	*	*
				异尾高原鳅 *T.stewarti*	+	+		+		+
				斯氏高原鳅 *T. stoliczkae*	+	+				+
鮡形目	鮡科	原鮡属		黑斑原鮡 *Glyptosternum maculatum*	+	Δ		Δ	Δ	Δ
		褶鮡属		黄斑褶鮡 *Pseudecheneis sulcantus*	+					
合计					16	11	7	6	4	6

备注：不含鲇、鲫鱼、麦穗鱼和栉鰕虎鱼等 4 种外类鱼种。

Δ表示访问渔民调查时未采集到标本，*表示查阅资料。

（2）鱼类资源现状

1）渔获量

在调查河段，由于受宗教信仰和藏民族某些传统意识的影响，周边居民不仅不食不捕湘河及支流中的鱼类，亦排斥在日喀则雅鲁藏布江商业捕鱼者前往捕捞，使得该河段鱼类保持着相对较为完好的自然状态。调查河段内 11 个断面共捕获渔获物 38.645kg，其中最大捕获量是湘河水利枢纽坝址附近捕获 9.58kg，渔获物最少地点出现在切达村附近，仅有 40g。

水生生态调查期间，未在湘河流域内发现商业捕捞活动，据当地渔业主管部门工作人员介绍，日喀则市的商业捕捞主要分布在拉孜、谢通门、日喀则及仁布等县区，捕捞范围以日喀则为中心，上下 80 公里的江段，仅日喀则捕捞点有捕捞船只 12 条，捕捞人员近 20 人，年捕捞产量约 15 万 kg。渔获物以拉萨裂腹鱼、双须叶须鱼、异齿裂腹鱼和尖裸鲤为主，四种鱼占捕捞渔产量的 95%以上。

2）渔获物种类组成

A、雅鲁藏布江中游鱼类组成

据资料记载，雅鲁藏布江中游河段鱼类资源（土著鱼类）组成有 2 目 3 科 16 种，主要隶属于三大类群，即鲤形目鲤科的裂腹鱼亚科、鳅科的条鳅亚科和鲇形目的鲇科和鮡科。其中裂腹鱼类有 8 个种，占中游鱼类的 50%；原始类群裂腹鱼属 3 个种，中间类群的叶须鱼属双须叶须鱼 1 个种，其它裸鲤属、尖裸鲤属和裸裂尻鱼属等特化类群，共有 4 个种，全部为该雅鲁藏布江中游特有。高原鳅类 6 个种，占中游土著鱼类的 37.5%，大部为广布种；鮡科鱼类黑斑原鮡和黄斑褶鮡 2 个种，为雅鲁藏布江中游干支流水域特有。

B、湘河流域鱼类组成

2015 年渔获物共计 15.38kg，组成中以拉萨裸裂尻鱼渔获物重量最多，占总渔获物的 94.4%，其次为双须叶须鱼，占渔获物的 5.3%，异尾高原鳅占渔获物的 0.3%。尾数组成中拉萨裸裂尻鱼尾数占总渔获物尾数的 53.0%，异尾高原鳅以 42.9%次之，双须叶须鱼以 4.1%最少。

2017 年调查中湘河干支流渔获物总重量为 38645g，重量组成以拉萨裸裂尻鱼最高，为 21569.1g，占渔获物（38645g）的 55.81%，其次双须叶须鱼为 12672g，占渔获物的 32.79%，异齿裂腹鱼和尖裸鲤分别占渔获物的 5.05%和 3.21%，其它鱼类渔获量较少。尾数组成则以拉萨裸裂尻鱼最多（112 尾），占总捕获尾数的 30.43%，细尾高原鳅 28.53%次之，斯氏高原鳅和双须叶须鱼分别为 12.5%和 9.78%；鲇占比例最小，为 0.27%。土著鲤科鱼类拉萨裸裂尻、双须叶须鱼、异齿裂腹鱼、拉萨裂腹鱼、巨须裂腹鱼和尖裸鲤占雅鲁藏布江中游鱼类的 37.5%，占雅鲁藏布江中游鲤科鱼类的 75%；尾数占渔获物总尾数的 50.54%（尾数）、重量占调查渔获物总重量的 98.51%；鳅科鱼类 4 种，占雅鲁藏布江中游鱼类的 25%，占雅鲁藏布江中游鳅科鱼类的 66.67%。

鱼类中无国家级保护鱼类，有西藏自治区保护鱼类尖裸鲤和黑斑原鮡两种。另据查阅资料，水利部中国科学院水工程生态研究所 2006 年完成的《西藏自治区拉洛河水利枢纽及配套灌区工程—水生生态调查与评价专题研究》报告中对相邻区域萨迦县夏布曲

的调查表明，本区域除上述现场调查到的相关鱼类资源外，还有短尾高原鳅分布，虽然在两次野外调查时未能采集到相关标本，经过查询资料，分析两条河流生境特点及位置关系，判断湘河流域也有短尾高原鳅的分布。

调查水域主要渔获物组成见表 3.6-15 和表 3.6-16。

2015 年各断面渔获物组成情况

表 3.6-15

地点	种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	体重范围/g
上坝址	双须叶须鱼	5	620	15.4～24.3	59.2～210.2
	拉萨裸裂尻鱼	57	8938	21.7～33.5	80.8～452.3
	异尾高原鳅	43	22	3.3～6.8	0.3～5.2
下坝址	双须叶须鱼	2	200	13.2～22.8	53.1～146.9
	拉萨裸裂尻鱼	9	2438.2	17.7～34.2	113.4～472.8
县城下 5km	拉萨裸裂尻鱼	7	1622	18.6～35.0	115.1～580.3
	异尾高原鳅	5	9.8	5.3～8.3	1.2～5.9
山巴村	异尾高原鳅	24	8.2	3.0～4.0	0.2～0.45
	拉萨裸裂尻鱼	16	1521.8	11.9～23.3	4.6～385.4
合计					

2017 年各断面渔获物组成情况

表 3.6-16

地点	种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	体重范围/g
甲措藏布	双须叶须鱼	11	1300	16～28.5	50～600
	拉萨裸裂尻鱼	15	1200	18.5～33	100～600
拉布藏布	拉萨裸裂尻鱼	13	2000	8～32.5	6.5～500
	细尾高原鳅	63	120	3.8～6.7	0.6～11.5
	异尾高原鳅	7	12.2	5.4～6.5	0.9～2.3
	斯氏高原鳅	3	5.6	5.8～6.0	1.5～2.4
上坝址	双须叶须鱼	6	3580	16.4～27.3	130.5～1023.8
	拉萨裸裂尻鱼	17	5960	18.7～35.5	160.8～620.4
	细尾高原鳅	23	40	3.7～6.0	0.4～5.8
下坝址	双须叶须鱼	4	1360	14.6～22.8	119.7～492.5
	拉萨裸裂尻鱼	6	1280	13.7～33.2	121.4～349.6
	细尾高原鳅	13	35	3.5～6.2	0.3～5.2
	异尾高原鳅	10	25	3.7～8.3	0.3～5.9
县城下 5km	拉萨裸裂尻	5	2730	24.6～36.8	280.5～590.3
	斯氏高原鳅	32	70	4.3～6.5	1.2～2.6
多角乡	双须叶须鱼	7	2680	14.2～27.3	123.4～482.6
	拉萨裸裂尻鱼	9	82.7	3.7～11.5	0.8～22.1
切达村	异尾高原鳅	6	15	3.0～8.2	0.2～5.7
	斯氏高原鳅	11	25	3.2～9.1	0.3～10.7
山巴村	双须叶须鱼	6	2360	15.7～28.3	129.5～1030.4
	细尾高原鳅	4	24.2	5.5～6.5	3.3～6.3
	拉萨裸裂尻鱼	7	1423.1	16.7～27.2	35.5～462.8

地点	种名	尾数	总重/g	体长范围/cm	体重范围/g
雅江干流湘河汇入口上游 2.5km	鲇	1	65.5	20.5	65.5
	鲫鱼	3	140.7	10.5～12.5	28.5～58.6
	麦穗	2	11.5	6.0～7.0	4.3～7.2
	拉萨裸裂尻鱼	5	2027	27.3～36.5	260.4～513.7
	细尾高原鳅	2	15.7	6.4～6.5	7.7～7.8
	栉鰕虎鱼	2	3.4	4.3～4.5	1.6～1.8
雅江干流湘河汇入口下游 3km	异齿裂腹鱼	27	1950	13.5～37	38.1～700
	拉萨裸裂尻鱼	29	2610.3	6.2～28.5	3.2～300
	双须叶须鱼	1	1100	38	1100
	尖裸鲤	3	1072.4	18.6～29.9	183.4～468
	拉萨裂腹鱼	1	49	13	49
	巨须裂腹鱼	1	14.8	9.7	14.8
雅江干流湘河汇入口下游 8km	拉萨裸裂尻鱼	6	2256	19.3～36.8	160.5～488.6
	双须叶须鱼	1	292	19.8	292
	尖裸鲤	1	170	16.7	170
	拉萨裂腹鱼	3	396	16～24	73.5～216
	巨须裂腹鱼	2	142.9	4.8～18.6	7.3～135.6
合计		368	38645		

3）主要种类的种群结构

A、体长、体重结构

2015 年湘河渔获物以拉萨裸裂尻个体最大，体重范围 4.6～580.3g，平均 163.1g；体长范围 11.9～35.0cm。其次为双须叶须鱼，体重范围 53.1～228.2g，平均 116.5g；体长范围 13.2～24.3cm。异尾高原鳅鱼类个体最小，体重范围 0.2－5.9g，均重 2.27g；体长范围 3.0～8.3cm。鱼类种类个体大小见表 3.6-17。

2015 年渔获物主要种类个体大小

表 3.6-17

种名	体长范围/cm	体重范围 g	平均体重 g/尾
拉萨裸裂尻鱼	11.9～35.0	4.6～580.3	163.1
双须叶须鱼	13.2～24.3	53.1～228.2	116.5
异尾高原鳅	3.0～8.3	0.2～5.9	2.27

2017 年湘河渔获物中土著鱼类以双须叶须鱼平均个体较大，平均 352g，体重范围 123.4～1100g，体长范围 14.2～38cm。其次为尖裸鲤，体重范围 170～468g，平均 310.6g；体长范围 16.7～29.9cm。异尾高原鳅鱼类个体最小，均重 2.19g，体重范围 0.2－5.9g，体长范围 3.0～8.3cm。见表 3.6-18。

2017 年湘河渔获物主要种类个体大小

表 3.6-18

种名	体长范围/cm	体重范围 g	平均体重 g/尾
拉萨裸裂尻鱼	3.7～38.5	0.8～600	192.58
双须叶须鱼	14.2～38	123.4～1100	352
异齿裂腹鱼	13.5～37.0	38.1～700	72.22
拉萨裂腹鱼	13～24	49.0～216	111.25
巨须裂腹鱼	4.8～18.6	7.3～135.6	63.97
尖裸鲤	16.7～29.9	170～468	310.60
细尾高原鳅	3.5～6.7	0.3～11.5	2.24
异尾高原鳅	3.0～8.3	0.2～5.9	2.27
斯氏高原鳅	3.2～9.1	0.3～10.7	2.19
鲇	20.5	65.5	65.5
鲫鱼	10.5～12.5	28.5～58.6	46.9
麦穗	6.0～7.0	4.3～7.2	5.75
栉鰕虎鱼	4.3～4.5	1.2～2.2	1.7

通过对湘河流域 2 次调查共调查到土著鱼类 11 种，其中裂腹鱼亚科 6 种，高原鳅 4 种，鮡科 1 种（黑斑原鮡），主要鱼类生活习性总结见表 3.6-19。

湘河流域主要鱼类主要生态习性统计一览表

表 3.6-19

种名	生态习性	栖息区水文特征	繁殖产卵特点
尖裸鲤	西藏特有鱼类，雅江中游干支流砾石底、流水处活动，主食其他水生昆虫、摇蚊幼虫及其它鱼类。	水层：中层 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s	繁殖期 5～7 月，喜缓流河湾产卵，卵沉性。
拉萨裸裂尻鱼	主食藻类和无脊椎动物；多在水流急的砾石底河段或支流岸边栖息，但也有适于静水环境的类型。冬季在深水处或石缝中越冬。幼鱼多在缓流或河边多水草的沼泽内成群游动。	水层：中下层 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s，亦能适应静水环境	有生殖洄游习性，繁殖期 5～6 月，多在砾石底的河滩处产卵，沉性卵，具粘性。
双须叶须鱼	多栖居于干支流砂石底质的洄水或缓流处，冬季深水越冬习性。主食水生昆虫，兼食硅藻。	水层：底层 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8	繁殖季节 5～6 月，产卵于砾石质的流水滩。沉性卵。
异齿裂腹鱼	多在干支流水质清澈、砾石底质的流水处活动，冬季深水越冬。主食着生藻类	水层：底层活动 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s	5～6 月为繁殖旺季，产卵场在浅滩流水处
拉萨裂腹鱼	栖于干流砾石深水区活动，主食底栖无脊椎动物，兼食水生昆虫、着生藻类。	水层：底层鱼类 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s	5～6 月产卵盛期，繁殖亲鱼 5～7 月集群活动。卵沉性。
巨须裂腹鱼	干流敞水处活动，主食底栖无脊椎动物，兼食部分着生藻类。有生殖洄游习性。冬季在深水区越冬。	水层：底层鱼类 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s，亦能适应静水环境	1～2 月繁殖。繁殖季节上溯到支流或水流平急的粗砾石质长滩产卵。卵沉性。
细尾高原鳅	喜急流水，主食着生藻类，亦摄食寡毛类和摇蚊类幼虫。	水层：底层 水深：0.1～0.6m 流速：0.6～1.0m/s	6～7 月繁殖。产卵旺季 7 月，沉性卵，略带粘性。

种名	生态习性	栖息区水文特征	繁殖产卵特点
异尾高原鳅	喜栖于河流或湖泊浅水草丛或石砾间，主食剑水藻、肠盘藻、摇蚊幼虫或底栖介形虫。	底层：底层 水深：0.1～0.6m 流速：0.5～1.0m/s	6～7 月繁殖，卵沉性兼粘性
斯氏高原鳅	喜急流河段石砾缝隙中，主食藻类和底栖浮游动物。	底层：底层 水深：0.1～0.6m 流速：0.5～1.0m/s	多次性产卵鱼类。6～8 月繁殖。粘性卵。
短尾高原鳅	喜栖于河流或湖泊浅水草丛或石砾间，广布与西藏高原江河和湖泊中。	底层：水深：0.3～0.8m 流速：0.2～1.0m/s	6～7 月繁殖，卵沉性兼粘性
黑斑原鮡	喜栖息于沙底，水流缓慢的河流中；主食水生无脊椎动物。	底层鱼类 水深：0.3～1.0m 流速：0.2-1.0m/s	5～6 月繁殖，在砂石底质的河道中产卵。粘性卵。

B、主要鱼类生物学特性

拉萨裸裂尻鱼 *Schizopygopsis younghusbandi* 体延长，侧扁，头锥形，吻钝圆。口亚下位，弧形。下颌前缘具锐利角质，下唇细窄，分左、右两下叶；唇后沟中断。无须。背鳍位于体中点稍前，最后一根不分枝鳍条弱，后缘光滑或锯齿不甚明显，十分弱小；极少数强硬，且后缘锯齿明显。胸鳍末端远离腹鳍。腹鳍起点与背鳍第 4～5 根分枝鳍条相对，极少有与第 3 根分枝鳍条相对的，腹鳍末端不达肛门。身体背部灰褐色，腹部淡黄，体侧具不规则暗斑，头、背明显具有较大的不规则黑点。该种在西藏南部分布范围广，数量多，个体较大，平均体重多在 300～500g。各主要产地有重要渔业利用价值。

双须叶须鱼 *Ptychobarbus dipogon* 体修长，略侧扁，头锥形，吻突出，口下位，马蹄形。唇发达，下颌无锐利角质前缘，下唇分左、右两叶，两唇叶在前端连接，连接处后的内侧缘各自向内卷曲。下唇表面多皱纹，无中间叶，唇后沟连续。须 1 对，末端达眼后缘下方。背部为青灰色，腹部银白色，体背侧、头部有黑色斑点。多栖居于干支流砂石底质的洄水或缓流处，主要摄食水生无脊椎动物。繁殖季节 5～6 月，产卵场位于砾石质的流水滩。主要分布在西藏雅鲁藏布江中游干支流，为主要经济鱼类之一。

异尾高原鳅 *Triplophysa stewarti* 前躯近圆筒形，尾柄细长，其起点处的横剖面近圆形。头略平扁。前后鼻孔紧邻，前鼻孔瓣状。唇面多乳头状突起。下颌匙状。无鳞。侧线完全、不完全或无侧线，如完全者，侧线呈薄管状，往后渐稀疏，不完全者常终止在臀鳍上方。整个身体具皮肤结节、有稀疏结节或皮肤基本光滑。体长 40～94mm。栖息于缓流和静水水体，以动物性食料为食。数量较多，分布广，主要分布在西藏湖泊、河流的缓流区域。喜栖息于河流或湖泊浅水处的草丛或石砾间，常以剑水蚤、肠盘蚤、摇蚊幼虫或底栖介形虫为食。6～7 月为繁殖旺季。

尖裸鲤 *Oxygymnocypris stewarti* 体修长，略侧扁，吻部尖长。口端位，上颌稍长于下颌。

下颌前缘无锐利角质。上唇较发达，下唇峡细，分左右两叶，唇后沟中断。无须。颏部和颊部每侧具一列明显的粘液腔。背鳍起点到吻端的距离明显大于到尾鳍基部距离，腹鳍基部起点位于背鳍起点之前的下方。除肩带部分有少数不规则的鳞片及臀鳞外，体表其它部分裸露无鳞。下咽骨较狭窄，下咽齿 2 行，3.4/4.3。咽齿顶部沟曲状。鳔两室，后室为前室长的 2.4～2.8 倍。肠粗短，短于体长。5 灰白色。多在雅鲁藏布江中游及各大干支流的流水处活动。据记载采集到的最大体长可达 600mm 以上，体重超过 3500g。主要以其它鱼类为食。主要分布于西藏雅鲁藏布江中游干支流。

异齿裂腹鱼 *Schizothorax oconnori* 体延长，略呈棒形，吻钝圆。口下位，横裂或弓形。下颌前缘有锐利的角质，下唇发达，唇后沟连续。须 2 对，较短，前须短于眼径，后须长于前须，末端后伸达眼径中部下方，前须末端达鼻孔后缘下方。背鳍最后一根不分枝鳍条粗硬，其后缘锯齿深刻，背鳍起点到吻部距离大于到尾鳍基部的距离。腹鳍基部起点位于背鳍起点之前下方。尾鳍叉形，体被细鳞。鳃耙多，下咽骨宽阔，下咽齿 4 行，1.2.3.4/4.3.2.1，咽齿顶端呈斜戳状。腹膜黑色。背侧青灰色，腹部银白色，体侧、背鳍、尾鳍有黑色斑点。多在干支流水质清澈、砾石底质的河道外活动。主要以着生藻类为食，食物中偶见底栖无脊椎动物。4～5 月为繁殖旺季，产卵场在浅滩流水处。分布：雅鲁藏布江上、中游干支流及附属水体。

黑斑原鮡 *Glyptosternum maculatum* 体延长，前驱平扁，后驱侧扁。头扁平。眼小，上位，居头中部，吻钝圆。口下位，横裂，较宽大，。上下颌具齿带。上颌齿带弧形，下颌齿带中间断裂成 2 块。须 4 对，鼻须后伸达眼径或超过眼前缘。背鳍短，脂鳍低、胸鳍后伸超过背鳍起点。胸鳍、腹鳍不分支鳍条腹面有细纹状皮褶。腹鳍末端超过肛门，但不达臀鳍，臀鳍基部短。背部体色黄绿色或灰绿色，腹部黄白色，体侧有不明显的版块或黑斑密布。栖息于砂底、水流缓慢的河流中，每年 3～5 月产卵于缓流的石缝中或石下。

主要鱼类照片见图 3.5-1。

4） 黑斑原鮡的现状调查特殊说明

湘河的鱼类，前人无系统采集记录，专家提出湘河有黑斑原鮡分布，据我们两次实地调查均没有采集到相关标本，原因是采集强度不够，亦或是因采集方式欠妥（我们采取电捕和粘网），但经过访问调查渔民和有关专业人士，他们也一致认为湘河有黑斑原鮡分布。具体访问信息如下：

经寻问在西藏采集鱼类标本的渔民，21 世纪初（具体在 2005 年前后），受经济利益驱动，他们渔民在湘河干支流一夜采集黑斑原鮡多达 30～40 斤，但近 2～3 年内，没

有再采集到该种鱼。

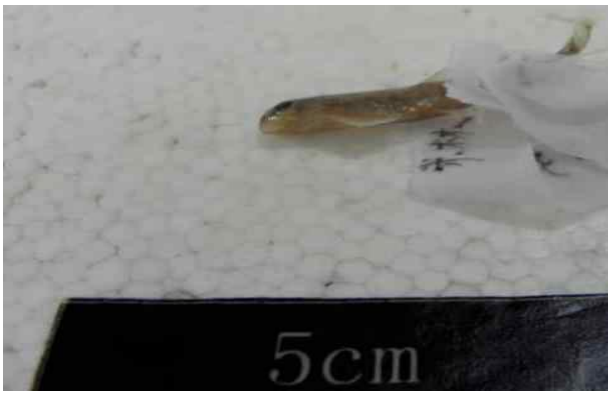
可能由于捕捞强度过大，且又是违法、违具捕捞，资源受到了严重破坏，致使我们两次多种方式（网捕、电捕）都未能采集到标本。



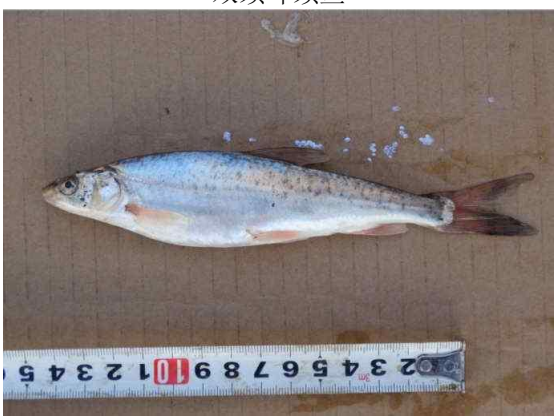
拉萨裸裂尻鱼



双须叶须鱼



异尾高原鮈



尖裸鲤



异齿裂腹鱼

图 3.5-1 主要鱼类照片

（3）鱼类“三场”现状调查

1)湘河流域产卵场

A、产卵场要求及条件

湘河流域鱼类拉萨裸裂尻、双须叶须鱼、尖裸鲤、异齿裂腹鱼、巨须裂腹鱼、黑斑

原鮈、细尾高原鳅、斯氏高原鳅和异尾高原鳅等组成，它们的繁殖习性各不相同。裂腹鱼在繁殖期间多集中于干流和较大支流的缓水河段，河底砾石，在湘河流域繁殖期在 5～8 月，繁殖旺期 6～7 月；高原鳅一般在 6～7 月之间，卵粒大，沉性卵，多在河流缓流处的砂砾和植物茎上。

B、产卵场分布及生境条件

通过对湘河流域干、支流的实地考察研究，综合分析调查流域范围内河流生境特征、水文情势、结合渔获物解剖结果和流域内幼鱼资源现状，查明本河段具规模的鱼类产卵场和产卵河段共 4 处，见图 3.6-2。各产卵场和产卵河段具体分布位置、规模、产卵鱼类及生境特征等信息分别描述见表 3.6-20。



甲措藏布与拉布藏布交汇处产卵场



艾玛河段产卵场



达隆村至白马当村河段产卵场



多角乡至切达村河段产卵场

3.6-2 湘河河段产卵场现状照片

湘河流域鱼类产卵场及生境情况一览表

表 3.6-20

序号	名称	位置		长度	生境	鱼类产卵情况
1	甲措藏布与拉布藏布交汇处产卵场	坝上：0.5~3.0km河段	本产卵场位于湘河两大支流与干流的汇合口处，东经89°14′30.18″，北纬29°45′19.2″，海拔4075m左右。	产卵场长约2.5km	调查期间该产卵场水温在7~9℃。海拔4067m。产卵场所在河谷宽约3km,两岸植被很差，仅见稀疏灌丛，砾石底质。	主要产卵鱼类为：拉萨裸裂尻鱼和双须叶须鱼。随机抽样6尾拉萨裸裂尻鱼类标本，雌雄性别比例为1：1，经对标本解剖观察拉萨裸裂尻性腺发育多在Ⅱ～Ⅲ期。
2	达龙村至白马当村河段产卵场	坝下：6.3~11.6km河段	该产卵河段位于达那乡达龙村（N：29°41′26.41″，E：89°11′37.10″）以下至白马当村（N：29°41′08.17″，E：89°08′21.48″）。	产卵场长约5.3km	调查期间该产卵场水温9-13℃。河谷宽200-460m，砂底，河岸植被为灌丛和高原草甸。	主要产卵鱼类为拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼、异尾高原鳅和细尾高原鳅。
3	多角乡至切达村河段产卵场	坝下：34~39.8km河段。	该产卵河段位于多角乡（N：29°31′34.58″，E：89°4′10.66″）以下至切达村（N:29°28′18.10″，E：89°04′59.02″）附近河段。	产卵场长约5.8km	河段水温约12~14℃左右，河岸植被主要为主要高原草甸，河谷宽阔，约1.5-2.0km，河道中常见江心洲。	产卵鱼类拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼、异尾高原鳅和斯氏高原鳅。
4	艾玛河段产卵场	坝下：46.7~48.1km河段。	艾玛河段产卵场位于山巴村附近，东经89°5′42.72″，北纬29°27′3.3″，海拔3882m左右。	产卵场长约1.4km	调查期间该产卵场水温13~15℃。河谷宽3～5km，砂底。两岸为稀疏杨、柳树，植被为少量灌丛。	主要产卵鱼类为拉萨裸裂尻鱼和异尾高原鳅鱼类。在本产卵场靠近岸边的一个水潭中（长15m×宽8m），发现有200～500尾左右的异尾高原鳅幼鱼资源。

2）湘河流域索饵场

A、索饵场要求及条件

对于鱼类索饵场，一般要求水面较宽，水流平缓，浮游生物生物量较大的河段。

B、索饵场分布

通过对湘河流域干、支流的实地考察研究，综合分析调查流域范围内河流生境特征、水文情势、结合渔获物解剖结果和流域内幼鱼资源现状，查明本河段鱼类索饵场和索饵河段共 6 处，部分索饵场现状见图 3.6-3。各索饵场和索饵河段具体分布位置、规模、产卵鱼类及生境特征等信息分别描述见表 3.6-21。



坝上 2km 处索饵场



县城上雪堆村至县城下玄昌段索饵场



湘河入雅鲁藏布江河口索饵场



拉布藏布河口索饵场

图 3.6-2 湘河河段部分索饵场现状照片

湘河流域鱼类索饵场及生境情况一览表

表 3.6-21

序号	名称	位置		长度	生境	索饵鱼类情况
1	拉布藏布河口索饵场	坝上：支流拉布藏布河口上1km 左右	位于坝上，地理坐标 N：29°45′48.74″，E：89°06′10.13″，	2.0km	沿拉布藏布沿岸分布有高原草甸及低矮灌丛，河谷宽约 300m 左右，水流较缓。	主要索饵鱼类为拉萨裸裂尻鱼、细尾高原鳅、异尾高原鳅和斯氏高原鳅。
2	坝上 2km 处索饵场	坝上：2.0～3.0km 河段	本索饵场位于湘河两大支流与干流的汇合口处，东经 89°14′10.40″，北纬 29°44′4.05″，海拔 4067m 左右。	索饵场长约 1.0km	调查期间该索饵场水温在 7～9℃。海拔 4067m。卵场所在河谷宽约 0.3～1.0km，河岸边有柳林、灌丛相间生长，岸边有连片农田。	主要索饵鱼类为拉萨裸裂尻、双须叶须鱼和异尾高原鳅。解剖拉萨裸裂尻鱼发现肠道充塞度为 3 度。
3	县城上雪堆村至县城下玄昌段索饵场	坝下：13.6～16.6km 河段	位于县城大桥上下 2～3km 范围内，地理坐标范围：N 29°41′16.84″，E：89°07′04.31″至 N 29°40′40.72″，E：89°05′18.67″。	索饵场长约 3.0km	调查期间该索饵场水温 11.5～13.5℃。河谷宽 200～460m，砂底，河岸植被为灌丛和高原草甸。	索饵鱼类主要为拉萨裸裂尻鱼类，通过对标本解剖观察鱼类肠道充塞度 3～4 度。
4	鲁古东村索饵场	坝下：43km 左右河段。	本索饵场位于鲁古东村附近河段。地理坐标：东经 89°05.957′，北纬 29°28.055′，海拔 3889m。	索饵场长约 2.5km	河段水温约 12～14℃左右，本索饵场河谷宽 2～3km，主河道平缓，底质主要为砂质。岸边植被多为蕨类、苔藓类植物。	索饵鱼类主要是拉萨裸裂尻鱼、异尾高原鳅。
5	切达村附近索饵场	坝下：46km 左右河段。	位于切达村附近断面，地理坐标为：N 29°28′18.10″，E：89°04′59.02″	索饵场长约 4.5km	索饵场靠近村庄，水流平缓，河面宽阔，植被主要为高原草甸和落叶阔叶灌丛。	主要拉萨裸裂尻鱼和双须叶须鱼的主要索饵场所
6	湘河入雅鲁藏布江河口索饵场	坝下：61～62km 左右河段	位于湘河与雅鲁藏布江交汇口上下 3km 左右河段，地理坐标范围 N：29°20′17.24″，E：89°06′10.13″至 N：29°19′32.40″，E：89°05′59.41″	索饵场长约 1.0km	河谷宽阔，河床比降小，水流平缓，此外本索饵场地处雅鲁藏布江干流河段，浮游生物量丰富，植被主要为农作物及河谷滩地落叶阔叶灌丛。	拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼、尖裸鲤、拉萨裂腹鱼、巨须裂腹鱼、异齿裂腹鱼等鱼类。

3）湘河流域越冬场

A、越冬场要求及条件

鱼类越冬场主要要求河流平缓，水深 1m 以上的河湾深潭，最好是在河流回水湾处。

B、越冬场分布及生境条件

综合本流域两次现场实际调查结果分析，本工程所涉及的湘河流域内分布有 6 处具有一定规模的鱼类越冬场，部分越冬场现状见图 3.6-3。各越冬场具体分布及生境情况见表 3.6-22。



甲措藏布和拉布藏布交汇处越冬场



甲措藏布河口越冬场



南木林县城下越冬场



切达至山巴村断面越冬场



雅鲁藏布江河口越冬场

图 3.6-3　湘河河段部分越冬场现状照片

评价区珍稀特有及重要经济鱼类“三场”分布见附图 3-8。

湘河流域鱼类越冬场及生境情况一览表

表 3.6-22

序号	名称	位置		长度	生境	索饵鱼类情况
1	甲措藏布河口越冬场	坝上：甲措藏布河口上 1.5km	位于支流甲措藏布入湘河河口上 1.5km 附近，地理坐标 N：29°45′42.25″，E：89°14′24.30″	1.5km	本越冬场河谷较窄，水流平缓，水深 1.5～3.0m，具有深潭。	双须叶须鱼、拉萨裸裂尻鱼
2	甲措藏布和拉布藏布交汇处越冬场	坝上：距坝址 2km 左右	地理位置：东经 89°14.503′，北纬 29°45.032′，海拔 4067m。	2.0km	本越冬场河谷较窄，水流平缓，水深 1m 以上，具有深潭和回水湾。	主要越冬鱼类有拉萨裸裂尻、双须叶须鱼和异尾高原鳅。
3	南木林县城下越冬场	坝下：距坝址约 22km 左右	位于楠木林县城下游，扎嘎村附近，地理坐标 N：29°38′10.30″，E：89°03′47.13″	3.5km左右	本越冬场河道为洪水作用形成的深潭，水深 2～3m 左右，水中有大小不等的砾石。	拉萨裸裂尻、斯氏高原鳅
4	多角乡附近越冬场	坝下：距坝址约 34km	位于多角乡附近，地理坐标 N：29°31′34.58″，E：89°4′10.66″	2.8km左右	水面较窄，水深 2.0m 左右，水体中分布有砾石	拉萨裸裂尻鱼和双须叶须鱼
5	切达至山巴村断面越冬场	坝下：距坝址约 39.5km-40.7km	位于湘河下游切达村（N：29°28′18.10″，E：89°04′59.02″）至山巴村（N：29°25′10.41″，E：89°05′23.69″）之间	1.2km左右	本区间分布有连续的深潭，水深在 2.0m 以上。	双须叶须鱼、拉萨裸裂尻鱼、细尾高原鳅、异尾高原鳅和斯氏高原鳅
6	雅鲁藏布江河口越冬场	坝下：61-62km 左右河段	位于湘河与雅鲁藏布江交汇口上下 3km 左右河段，地理坐标范围 N：29°20′17.24″，E：89°06′10.13″至 N：29°19′32.40″，E：89°05′59.41″；	长约 1.0km	因本河段河道中间水深多达 1.5m 以上，且本地靠近雅鲁藏布江干流水流平缓，水深适宜。植被主要为农作物及河谷滩地落叶阔叶灌丛。	拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼、尖裸鲤、拉萨裂腹鱼、巨须裂腹鱼、异齿裂腹鱼

3.6.8 鱼类资源综合评价

在调查区域内采集土著鱼类 11 种，占雅鲁藏布江中游鱼类的 68.75%，其中尖裸鲤和黑斑原鮡为西藏自治区省级保护鱼类，没有国家级保护鱼类分布。多数鱼类在干支流中存在产卵场、索饵场和越冬场等重要生境，能够完成整个生命过程，其鱼类组成和雅鲁藏布江中游鱼类组成相似度很高，随着丰、枯水季节变化，干支流鱼类迁移交流频繁。

本流域范围内调查到的尖裸鲤，为西藏自治区保护鱼类，主要分布在湘河与雅鲁藏布汇合河口一带，资源量相对较少。流域人类活动程度低，生态环境保持相对较为自然的状态，特别是藏族敬重自然和生命的宗教传统，很少捕捞利用鱼类资源，鱼类资源维持较为原始的状态。另据访问渔民调查得知，湘河流域有西藏自治区重点保护鱼类黑斑原鮡分布，主要主要分布在南木林县城以上的湘河干流和两支流甲措藏布和拉布藏布流域内，据向当地渔民了解，2005 年前后，在湘河上游及两支流甲措藏布和拉布藏布河流内曾经一晚捕获 30～40 斤的黑斑原鮡，但是，近两三年内没有再捕获到本种鱼。

由于湘河流域汇入的支流规模均不大，沿岸鱼类分布较为分散，“三场”总体规模也不大。从调查情况看，位于库区内的甲措藏布与拉布藏布交汇处分布有鱼类产卵场和越冬场，坝址上游 2km 处有索饵场分布。湘河水利枢纽坝址以下河段鱼类“三场”分布相对集中。产卵场主要分布在达那乡达隆村至白玛当村河段和多角乡至鲁古东村河段；索饵场主要分布在南木林县城附近的雪堆村至玄昌村河段和山巴村以下河段，越冬场主要分布在孔阿村下至秋木沟河口段、仲康村至多角乡附近河段以及下游的切达村至山巴村河段。

3.7 土壤与水土流失

3.7.1 土壤形成特点

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程土壤的形成特点与灌区所在的青藏高原大环境相一致。受冰川作用影响，灌区大部分地表在第四纪以后才从冰川覆盖下裸露出来，土壤的形成发育历史很短，发育程度弱，土层浅薄，土壤多砂、砾质。同时，由于高原寒冷干旱，年均温低，日温差大，太阳辐射强烈，蒸发量大等气候特点，生物生长量少，有机质分解量大。

土壤的形成与发育，是长期岩石风化的过程和生物的富集化过程的结果，它的发生与发展，与其所在的地域的地质基础、成土母质、地貌形态、气候、水文、植被状况及地理环境的历史演变过程均有着密切联系，它作为反映地理景观的一面镜子，是该地区

自然地理发生、演变过程的一个重要内容。

3.7.2 土壤类型

根据《南木林县土壤》，土壤类型主要有高山寒漠土、高山草甸土、亚高山高原土、亚高山草甸土、灌丛草原土、草甸土、新积土、沼泽土和风沙土。主要的植被类型有亚高山灌丛草原植被、山地灌丛草原、河谷草甸和沼泽植被等。

据南木林县和日喀则市土壤普查资料统计，湘河水利枢纽枢纽及配套灌区工程区共有灌丛草原土、草甸土、潮土、新积土、粗骨土 5 个土类。在这 5 个土类中，灌丛草原土属地带性土壤，主要受海拔高度和气候条件的控制；草甸土、潮土、沼泽土、新积土、风沙土 5 类属于非地带性土壤，其分布主要受地形—水文因素的双重作用控制，分布特点与地带性土壤有较大差异。由于这些非地带性土壤多为水成或半水成土壤，故分布区一般位于河谷低地。各土壤类型分述如下：

灌丛草原土：分布于海拔 3800～4200m 之间，所在地形多为河流两侧的高台地、洪积扇及山前坡麓地带。属灌丛草原植被下发育的半干旱河谷地带性土壤，以旱生灌木和草本植被为主，覆盖度一般为 20～30％。

草甸土：主要分布在海拔 3700～3950m 的沟谷平缓台地，一级阶地和河漫滩上的低洼地带。是在地势低平的草甸植被下发育的半水成非地带性土壤，草甸植被生长十分茂盛，覆盖度可达 80～90％以上。

潮土：分布于高河漫滩和一级阶地，属半水成的非地带性土壤。潮土是在河滩草甸土的基础上经过人为耕种熟化而形成的旱地土壤。

新积土：分布于洪积扇、河漫滩前沿，是在新近的重力和流水搬运作用下形成的土壤类型。地表很少有植被生长，有时还受到洪水淹没。

粗骨土：是一种非地带性土壤，土壤物质具有明显的下移性，细粒的物质大都被风蚀或水蚀，留下粗骨质和碎岩屑，砾石含量高达 80％以上，全土层极薄，土壤发育极微弱，植被极为稀疏。是在生态环境十分脆弱的条件下有亚高山草原土和亚高山草甸土退化演变而来，与过度放牧或人为活动频繁有关。

3.7.3 土壤侵蚀

据调查，工程占地区主要分布在湘河沿岸的岸坡、河漫滩和阶地。占用的土地类型主要有耕地、林地、天然草地、建筑用地、农村道路、水域及水利设施用地、裸岩石砾地等。从工程占地区土地利用类型、植被覆盖度、地形、降雨、风力及地表组成物质等土壤侵蚀影响因子分析：耕地地形平缓，地表土壤疏松，平均水力侵蚀强度为轻度，平

均风力侵蚀强度为中度；林地、草地平均坡度基本大于 15°，植被覆盖度约 10％，裸岩石砾地由于风化强烈，岩石破碎，且基本无植被覆盖，水力侵蚀为轻度，风力侵蚀强度为轻度；交通用地和工程占用的水面，水土流失忽略不计。

项目区属青藏高原高寒草原冻融侵蚀区，水土流失类型以风力侵蚀和水力侵蚀为主，伴有冻融侵蚀。经对工程占地区土壤侵蚀背景值进行分析，工程区平均侵蚀模数为 2042t/km^2·a。根据“西藏自治区人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告”，南木林县为西藏自治区水土流失重点治理区。项目区容许土壤流失量按水蚀、风蚀交错区确定，为 1000t/km^2·a。

3.8 环境现状

3.8.1 地表水现状

2017 年 3 月，内蒙古富源新纪检测有限责任公司对甲措藏布、拉布藏布、湘河汇合口、湘河水利枢纽坝址、南木林县城下游及下游雅鲁藏布江干流等 8 处水质调查点进行了水质监测。

（1）监测断面

设置了 8 处监测断面，分别为甲措藏布库尾断面（S1#）、拉布藏布库尾断面（S2#）、湘河水利枢纽坝址断面（S3#）、湘河南木林县城断面（S4#）、湘河多角乡断面（S5#）、湘河汇入雅鲁藏布江上游 1km 断面（S6#）、雅鲁藏布江干流湘河汇入口上游 10km 断面（S7#）、雅鲁藏布江干流湘河汇入口下游 10km 断面（S8#）。

地表水监测断面设置见表 3.8-1。

地表水监测断面

表 3.8-1

断面编号	断面名称	位置	水质要求
S1#	甲措藏布库尾	甲措藏布汇合口上游 9km	III类
S2#	拉布藏布库尾	拉布藏布汇合口上游 6km	
S3#	湘河水利枢纽坝址	坝址处，汇合口下游 1.7km	
S4#	湘河南木林县城	南木林县城，坝址下游 15km	
S5#	湘河多角乡	县城下游 25km	
S6#	湘河汇入雅鲁藏布江 1km	汇入雅鲁藏布江河口上游 1km	Ⅰ类（自然保护区内）
S7#	雅鲁藏布江干流湘河汇入口上游	干流湘河汇入口上游 10km	
S8#	雅鲁藏布江干流湘河汇入口下游	干流湘河汇入口下游 10km	

（2）监测项目及频次

监测项目：为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定的 24 个基本项目和悬浮物，包括：水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD_{Cr}）、五日生化

需氧量（BOD_5）、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子洗涤剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物。

监测频次：监测 2 天，每天取样 1 次

水质监测结果具体见表 3.8-2。

（3）评价方法

水质现状评价采用标准指数法，同前。

（4）评价结果

评价结果见表 3.8-3。

水质监测结果表

表 3.8-2　　单位：mg/L（水温、pH、粪大肠菌群除外）

序号	监测项目	单位	监测结果与类别															
			S1:甲措藏布库尾断面（执行III类水标准）		S2:拉布藏布库尾断面（执行III类水标准）		S3:湘河水利枢纽坝址断面（执行III类水标准）		S4:湘河南木林县城断面（执行III类水标准）		S5:湘河多角乡断面（执行III类水标准）		S6:湘河汇入雅鲁藏布江上游 1km 断面（执行Ⅰ类水标准）		S7:雅鲁藏布江干流湘河汇入口上游 10km 断面（执行Ⅰ类水标准）		S8:雅鲁藏布江干流湘河汇入口下游 10km 断面（执行Ⅰ类水标准）	
			2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15
1	水温	℃	3.4	3.5	2	2.1	3.4	3.3	3.1	3.2	4.1	4.2	4.8	4.6	5.2	4.9	4.6	4.6
2	pH	-	7.88	7.89	8.28	8.26	8.01	7.99	7.96	7.95	8.03	8.04	8.05	8.06	8.5	8.48	8.22	8.19
3	溶解氧	mg/L	7.5	7.2	7.3	7.6	7.3	6.9	7.2	7.4	7.1	7.3	7.5	**7.4**	**7.4**	7.5	**7.3**	7.8
4	高锰酸盐指数	mg/L	0.5L	0.5L	0.7	0.7	0.5L	0.5L	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	1.1	1.1
5	化学需氧量	mg/L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L
6	五日生化需氧量	mg/L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L
7	氨氮	mg/L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L
8	总磷	mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L
9	总氮	mg/L	0.31	0.39	0.35	0.34	0.36	0.37	0.35	0.34	0.37	0.36	0.32	0.41	0.39	0.38	0.41	0.37
10	铜	mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
11	锌	mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
12	氟化物	mg/L	0.73	0.73	0.88	0.8	0.8	0.8	0.83	0.8	0.67	0.67	0.59	0.59	0.45	0.45	0.4	0.4
13	硒	ug/L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L
14	砷	ug/L	19.4	19.4	23.1	23.2	19.1	19.1	17.6	17.6	12.4	12.6	12.7	12.6	4.8	4.8	4.9	4.9
15	汞	ug/L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L
16	镉	ug/L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L
17	六价铬	mg/L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L
18	铅	ug/L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L
19	氰化物	mg/L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L
20	挥发酚	mg/L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L
21	石油类	mg/L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L
22	阴离子洗涤剂	mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
23	硫化物	mg/L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L
24	粪大肠菌群	个/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	280	220	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
25	悬浮物	mg/L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	5	5	4L	4L

注：粗体数据表示超标

水质现状评价结果表

表 3.8-3　　单位：mg/L（水温、pH、粪大肠菌群除外）

序号	监测项目	单位	评价结果															
			S1:甲措藏布库尾断面（执行III类水标准）		S2:拉布藏布库尾断面（执行III类水标准）		S3:湘河水利枢纽坝址断面（执行III类水标准）		S4:湘河南木林县城断面（执行III类水标准）		S5:湘河多角乡断面（执行III类水标准）		S6:湘河汇入雅鲁藏布江上游 1km 断面（执行Ⅰ类水标准）		S7:雅鲁藏布江干流湘河汇入口上游 10km 断面（执行Ⅰ类水标准）		S8:雅鲁藏布江干流湘河汇入口下游 10km 断面（执行Ⅰ类水标准）	
			2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15	2017.3.13	2017.3.15
1	水温	℃	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	pH	-	0.44	0.45	0.64	0.63	0.51	0.50	0.48	0.48	0.52	0.52	0.53	0.53	0.75	0.74	0.61	0.60
3	溶解氧	mg/L	0.70	0.74	0.74	0.71	0.73	0.77	0.74	0.72	0.74	0.72	1.00	**1.12**	**1.12**	1.00	**1.24**	0.94
4	高锰酸盐指数	mg/L	/	/	0.12	0.12	/	/	0.12	0.12	0.12	0.12	0.30	0.30	0.30	0.30	0.55	0.55
5	化学需氧量	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	五日生化需氧量	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	氨氮	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	总磷	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	总氮	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	铜	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
11	锌	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
12	氟化物	mg/L	0.73	0.73	0.88	0.80	0.80	0.80	0.83	0.80	0.67	0.67	0.59	0.59	0.45	0.45	0.40	0.40
13	硒	ug/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
14	砷	ug/L	0.39	0.39	0.46	0.46	0.38	0.38	0.35	0.35	0.25	0.25	0.25	0.25	0.10	0.10	0.10	0.10
15	汞	ug/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16	镉	ug/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
17	六价铬	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
18	铅	ug/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
19	氰化物	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
20	挥发酚	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
21	石油类	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
22	阴离子洗涤剂	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
23	硫化物	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
24	粪大肠菌群	个/L	/	/	/	/	/	/	0.03	0.02	/	/	/	/	/	/	/	/
25	悬浮物	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：粗体数据表示超标

S6～S8 断面位于保护区内，从监测结果看，3 个断面的溶解氧均有 1 个监测数据小于 7.5mg/L，超标 0.12～0.24 倍（超标原因可能为监测断面海拔较高，而监测期间气温不高，造成溶解氧略有不足），不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2012）Ⅰ类水质标准，其余指标均达标。工程区 S1～S5 监测断面（非保护区水域）水体均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2012）Ⅲ类水质标准。

3.8.2 地下水现状

2017 年 3 月，内蒙古富源新纪检测有限责任公司对工程区周边村庄的井水开展了地下水监测。

（1）监测点位

共设 10 个监测点位，分别为甲措藏布拉亚村井水（D1#）、拉布藏布热让村井水（D2#）、湘河干流朗琼村井水（D3#）、南木林县城井水（D4#）、多角乡井水（D5#）、央村井水（D6#）、桑珠孜区曲瓦村井水（D7#）、普鲁岗村井水（D8#）、山巴村井水（D9#）、艾玛乡井水（D10#）。

（2）监测因子

监测因子：pH、色度、浑浊度、总硬度、氯化物、硫酸盐、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发酚、总氰化物、高锰酸盐指数、氟化物、砷、汞、镉、铅、六价铬、铁、锰、大肠菌群，共 21 项。

（3）监测时间、频率及分析方法

2017 年 3 月进行采样监测，监测两天，每天采样一次。监测与分析方法按《环境监测技术规范》（水和废水部分）以及《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）技术要求和《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中选配的方法进行。地下水监测结果见表 3.8-4。

从监测数据看，工程所在区域的地下水水质现状良好，均可达到《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中Ⅲ类水质标准。

工程可行性研究设计由西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院开展了工程区的地下水位观测，包括工程区村庄的井水水位观测和湘河下游段、艾玛乡的断面线嗲下水位观测。地下水位观测成果见表 3.8-5。

地下水监测结果表

表 3.8-4　　单位：mg/L（pH 值无量纲）

序号	监测项目	单位	监测结果																				《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中III类水质标准
			D1:甲措藏布拉亚村井水		D2:拉布藏布热让村井水		D3:湘河干流朗琼村井水		D4:南木林县城井水		D5:多角乡井水		D6:央村井水		D7:桑珠孜区曲瓦村井水		D8:普鲁岗村井水		D9:山巴村井水		D10:艾玛乡井水		
			2017.3.14	2017.3.16	2017.3.14	2017.3.16	2017.3.14	2017.3.16	2017.3.14	2017.3.16	2017.3.14	2017.3.16	2017.3.14	2017.3.16	2017.3.14	2017.3.16	2017.3.14	2017.3.16	2017.3.14	2017.3.16	2017.3.14	2017.3.16	
1	PH	-	7.96	7.98	8.55	8.52	7.91	7.89	7.53	7.56	7.67	7.64	8.77	8.76	7.88	7.89	7.42	7.45	7.88	7.90	7.8	7.82	
2	色度	倍	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
3	浑浊度	度	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	3L	
4	总硬度	mg/L	76	77	96	96	58	59	98	97	21	20	51	52	43	42	90	91	92	93	115	113	
5	氯化物	mg/L	7	6	6	6	10	10	9	9	9	9	5	4	11	10	10	10	10	9	11	10	
6	硫酸盐	mg/L	34	33	33	32	29	30	32	31	12	10	28	28	30	30	29	28	31	30	42	40	
7	氨氮	mg/L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	
8	硝酸盐氮	mg/L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	
9	亚硝酸盐氮	mg/L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	各监测点均执行《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中III类标准，监测结果均满足III类水质标准
10	挥发酚	mg/L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	
11	总氰化物	mg/L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	
12	高锰酸盐指数	mg/L	0.5L	0.5L	0.6	0.6	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.9	0.9	1.1	1.1	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	
13	氟化物	mg/L	0.49	0.51	0.91	0.89	0.43	0.45	0.56	0.59	0.38	0.38	0.43	0.43	0.36	0.38	0.38	0.36	0.43	0.45	0.47	0.43	
14	砷	ug/L	12.7	12.7	24.1	24.2	0.3L	0.3L	3.3	3.2	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.6	0.6	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	
15	汞	ug/L	0.53	0.54	0.27	0.27	0.45	0.46	0.46	0.47	0.45	0.47	0.44	0.46	0.47	0.49	0.51	0.5	0.43	0.44	0.26	0.26	
16	镉	ug/L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	
17	铅	ug/L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	
18	六价铬	mg/L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	
19	铁	mg/L	0.17	0.18	0.08	0.08	0.08	0.08	0.19	0.17	0.14	0.14	0.17	0.17	0.17	0.17	0.12	0.17	0.14	0.15	0.13	0.12	
20	锰	mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	
21	大肠菌群	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	

工程区地下水监测结果表

表 3.8-5

地点	地下水位埋深（m）	地点	地下水位埋深（m）
甲措藏布拉亚村井水（D1#）	18.2	1 断面 1#	47-50
拉布藏布热让村井水（D2#）	3.5	1 断面 2#	16-22
湘河干流朗琼村井水（D3#）	6.5	1 断面 3#	0.5-1.2
南木林县城井水（D4#）	5.6	1 断面 4#	0.5-1.1
多角乡井水（D5#）	6.7	1 断面 5#	2.0-2.5
央村井水（D6#）	8.5	1 断面 6#	22.6-25.0
桑珠孜区曲瓦村井水（D7#）	9.0	1 断面 7#	2.0-3.0
普鲁岗村井水（D8#）	7.2	1 断面 8#	1.5-2.0
山巴村井水（D9#）	7.3	2 断面 1#	26-35
艾玛乡井水（D10#）	17.2	2 断面 2#	28-36
		2 断面 3#	29-45
		2 断面 4#	29-45

3.8.3 环境空气

2017 年 3 月，内蒙古富源新纪检测有限责任公司对工程区进行了环境空气现状监测。

（1）监测点位

设置了 5 处大气环境质量监测点位，位于坝址处的朗琼村(K1#)、南木林县城(K2#)、多角乡(K3#)、桑珠孜区曲瓦村(K4#)和艾玛乡(K5#)。

（2）监测项目及频次

监测因子：SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}。

监测频次：拟建处连续监测 7 天，为日均值。环境空气监测结果见表 3.8-6。

环境空气现状监测结果表

表 3.8-6 单位：ug/m^3

监测点位	监测项目	监测结果						
		2017.3.16	2017.3.17	2017.3.18	2017.3.19	2017.3.20	2017.3.21	2017.3.22
K1：坝址处朗琼村（执行二级标准）	SO_2	7L	8	7L	7L	8	8	9
	NO_2	19	14	17	16	19	22	37
	TSP	98	103	96	88	99	112	126
	PM_{10}	59	64	45	31	47	63	73
K2：南木林县城（执行二级标准）	SO_2	9	8	12	8	9	7L	8
	NO_2	15	10	14	15	22	18	38
	TSP	101	100	94	89	96	108	122
	PM_{10}	58	62	47	29	44	65	73
K3：多角乡（执行二级标准）	SO_2	9	7L	9	8	10	10	7L
	NO_2	19	16	14	18	24	14	36
	TSP	98	98	94	85	97	105	123
	PM_{10}	61	58	48	34	47	64	70
K4：桑珠孜区曲瓦村（执行一级标准）	SO_2	7L	8	11	9	13	13	13
	NO_2	20	19	18	15	25	18	34
	TSP	102	99	94	80	99	106	122
	PM_{10}	57	63	50	37	46	66	68
K5：艾玛乡（执行一级标准）	SO_2	10	7L	10	18	15	14	10
	NO_2	15	13	18	11	27	16	30
	TSP	106	102	92	83	97	109	120
	PM_{10}	**62**	**65**	**54**	34	43	**67**	**72**

注：粗体数据表示超标

（3）质量现状评价

从工程区环境空气质量现状监测成果看，坝址处朗琼村、南木林县城和多角乡均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，桑珠孜区曲瓦村能达到一级标准，环境空气质量良好。艾玛乡执行一级标准，现状 PM_{10} 有 2 天达到一级标准，有 5 天超过一级达到二级标准，超标 0.1～0.4 倍（超标原因可能为监测期间为春季，天气较为干燥，风沙较大引起）。

3.8.4 声环境

2017 年 3 月，内蒙古富源新纪检测有限责任公司对工程区进行了声环境现状监测。

（1）监测点位

本项目设置了 9 处噪声监测点位，监测点位分别为坝址处朗琼村(Z1#)、达那村

(Z2#)、南木林县城(Z3#)、多角乡(Z4#)、央村(Z5#)、桑珠孜区曲瓦村(Z6#)、普鲁岗村(Z7#)、山巴村(Z8#)和艾玛乡(Z9#)。

（2）监测项目及频次

监测项目：昼夜 Leq、Lmax

监测频次：监测 1 天，昼间、夜间各 1 次。本评价监测方法采用《声环境质量标准》（GB3096-2008）中有关方法进行测定，仪器为 AWA5680 型积分声级计。噪声监测结果见表 3.8-7。

（3）质量现状评价

从监测结果看，工程区声环境质量现状均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准，声环境质量良好。

声环境质量监测结果

表 3.8-7 单位：dB(A)

点位编号及名称	2017.3.18			
	昼间（6:00-22:00）		夜间（22:00-6:00）	
	Leq	Lmax	Leq	Lmax
Z1：坝址处朗琼村	53.1	67.7	42.8	55.5
Z2：达那村	52.8	74.5	44.4	65.0
Z3：南木林县城	53.0	73.9	43.9	62.5
Z4：多角乡	53.4	71.1	42.6	53.6
Z5：央村	50.4	62.7	44.3	59.8
Z6：桑珠孜区曲瓦村	53.7	67.9	41.5	55.3
Z7：普鲁岗村	54.1	77.3	41.9	60.0
Z8：山巴村	53.0	73.9	43.4	62.9
Z9：艾玛乡	51.5	60.1	42.2	53.7

注：各监测点声环境均执行 1 类标准

3.8.5 水污染源

水污染负荷按生活污水畜禽养殖污染源、面源污染源和工业污染源、对湘河流域水污染源进行统计，主要指标为 COD_{Cr} 和 NH_3-N。

3.8.5.1 生活污水

生活污水排放量根据南木林县各乡镇 2015 年人口统计资料计算，用水量约为 50L/d.人，产污系数为 0.8，废水中 COD 浓度为 400mg/L、NH_3-N 浓度为 50mg/L。

根据人口增长率计算，至预测水平年 2023 年，乡镇人口约为目前的 1.3 倍。经计算，湘河流域涉及各乡镇人口及污染物排放量见表 3.8-8。

湘河流域涉及各乡镇人口及污染物排放量统计表

表 3.8-8

水域	乡镇	现状 2015 年				预测水平年 2023 年			
		人口(人)	污水量(m^3/d)	COD (kg/d)	氨氮 (kg/d)	人口(人)	污水量(m^3/d)	COD (kg/d)	氨氮 (kg/d)
甲措藏布(流入库尾)	仁堆乡	1263	50.5	20.2	2.53	1642	65.7	26.3	3.28
	普当乡	2967	118.7	47.5	5.93	3857	154.3	61.7	7.71
	甲措乡	4626	185.0	74.0	9.25	6014	240.6	96.2	12.03
	小计	8856	354.2	141.7	17.71	11513	460.5	184.2	23.03
拉布藏布(流入库尾)	拉布普乡	1828	73.1	29.2	3.66	2376	95.1	38.0	4.75
	热当乡	6908	276.3	110.5	13.82	8980	359.2	143.7	17.96
	小计	8736	349.4	139.8	17.47	11357	454.3	181.7	22.71
湘河干流(流入湘河)	达那乡	2487	99.5	39.8	4.97	3233	129.3	51.7	6.47
	南木林镇	7797	311.9	124.8	15.59	10136	405.4	162.2	20.27
	秋木乡	2515	100.6	40.2	5.03	3270	130.8	52.3	6.54
	多角乡	4951	198.0	79.2	9.90	6436	257.5	103.0	12.87
	卡孜乡	5591	223.6	89.5	11.18	7268	290.7	116.3	14.54
	小计	23341	933.6	373.5	46.68	30343	1213.7	485.5	60.69
合计		40933	1637.3	654.9	81.87	53213	2128.5	851.4	106.43

3.8.5.2 农田退水

农田退水量根据南木林县各乡镇农田统计数据计算，农田排水量按 3L/亩.d 计，废水中 COD 浓度为 200mg/L、NH_3-N 浓度为 20mg/L。

随着地方农田水利设施建设和湘河水利枢纽建成，灌溉用水量将有所增加，农田排水量按库区上游平均 4L/亩.d 计，湘河水利枢纽下游平均 5L/亩.d 计。经计算，湘河流域涉及各乡镇农田面积及退水污染物排放量见表 3.8-9。

湘河流域涉及各乡镇农田面积及污染物排放量统计表

表 3.8-9

水域	乡镇	现状 2015 年				预测水平年 2023 年			
		耕地(亩)	废水量(m^3/d)	COD (kg/d)	氨氮 (kg/d)	耕地(亩)	废水量(m^3/d)	COD (kg/d)	氨氮 (kg/d)
甲措藏布(流入库尾)	仁堆乡	1351	4.1	0.8	0.08	1351	5.4	1.1	0.11
	普当乡	167	0.5	0.1	0.01	167	0.7	0.1	0.01
	甲措乡	6943	20.8	4.2	0.42	6943	27.8	5.6	0.56
	小计	8294	24.9	5.0	0.5	8294	33.2	6.6	0.7
拉布藏布(流入库尾)	拉布普乡	191	0.6	0.1	0.01	191	0.8	0.2	0.02
	热当乡	8542	25.6	5.1	0.51	8542	34.2	6.8	0.68
	小计	8733	26.2	5.2	0.52	8733	34.9	7.0	0.70

湘河干流(流入湘河)	达那乡	2764	8.3	1.7	0.17	2764	13.8	2.8	0.28
	南木林镇	11115	33.3	6.7	0.67	11115	55.6	11.1	1.11
	秋木乡	4698	14.1	2.8	0.28	4698	23.5	4.7	0.47
	多角乡	10025	30.1	6.0	0.60	10025	50.1	10.0	1.00
	卡孜乡	11108	33.3	6.7	0.67	11108	55.5	11.1	1.11
	小计	39710	119.1	23.8	2.38	39710	198.6	39.7	3.97
合计		56737	170.2	34.0	3.40	56737	266.7	53.3	5.33

3.8.5.3 牲畜污水

牲畜污水排放量根据南木林县各乡镇人口牲畜统计资料计算，平均排水量约为2L/d.头，产污系数为0.8，废水中COD浓度为600mg/L、NH_3-N浓度为100mg/L。

根据社会经济增长，至预测水平年2023年，流域内牲畜数量将增加约30%。经计算，湘河流域涉及各牲畜数量及污染物排放量见表3.8-10。

湘河流域涉及各乡镇牲畜数量及污染物排放量统计表

表3.8-10

水域	乡镇	现状2015年				预测水平年2023年			
		牲畜(头)	废水量(m^3/d)	COD(kg/d)	氨氮(kg/d)	牲畜(头)	废水量(m^3/d)	COD(kg/d)	氨氮(kg/d)
甲措藏布(流入库尾)	仁堆乡	25764	41.2	24.7	4.12	33493	53.6	32.2	5.36
	普当乡	18095	29.0	17.4	2.90	23524	37.6	22.6	3.76
	甲措乡	14125	22.6	13.6	2.26	18363	29.4	17.6	2.94
	小计	57984	92.8	55.7	9.28	75379	120.6	72.4	12.06
拉布藏布(流入库尾)	拉布普乡	27321	136.6	82.0	13.66	35517	177.6	106.6	17.76
	热当乡	27722	138.6	83.2	13.86	36039	180.2	108.1	18.02
	小计	55043	275.2	165.1	27.52	71556	357.8	214.7	35.78
湘河干流(流入湘河)	达那乡	11895	59.5	35.7	5.95	15464	77.3	46.4	7.73
	南木林镇	29692	148.5	89.1	14.85	38600	193.0	115.8	19.30
	秋木乡	14384	71.9	43.2	7.19	18699	93.5	56.1	9.35
	多角乡	20637	103.2	61.9	10.32	26828	134.1	80.5	13.41
	卡孜乡	22467	112.3	67.4	11.23	29207	146.0	87.6	14.60
	小计	99075	495.4	297.2	49.54	128798	644.0	386.4	64.40
合计		212102	863.4	518.0	86.34	275733	1122	673	112.24

3.8.5.4 工业废水

工业废水量根据南木林县各乡镇工业用水情况推算，考虑南木林县工业以畜牧加工、缝纫等为主，废水系数按40%计，废水中COD浓度为600mg/L、NH_3-N浓度为80mg/L。经计算，湘河流域涉及各乡镇工业废水污染物排放量见表3.8-11。

湘河流域涉及各乡镇工业废水及污染物排放量统计表

表 3.8-11

水域	乡镇	现状 2015 年				预测水平年 2023 年			
		用水量(万 m^3/a)	废水量(m^3/d)	COD (kg/d)	氨氮 (kg/d)	用水量(万 m^3/a)	废水量(m^3/d)	COD (kg/d)	氨氮 (kg/d)
甲措藏布(流入库尾)	仁堆乡	11.9	22	13.0	1.74	23.8	43	26.0	3.47
	普当乡	27.9	51	30.6	4.08	55.8	102	61.2	8.15
	甲措乡	43.5	79	47.7	6.36	87.0	159	95.4	12.71
	小计	83.3	152	91.3	12.17	166.6	304	182.5	24.34
拉布藏布(流入库尾)	拉布普乡	17.2	31	18.8	2.51	34.4	63	37.7	5.02
	热当乡	65.0	119	71.2	9.49	129.9	237	142.4	18.99
	小计	82.2	150	90.0	12.00	164.3	300	180.1	24.01
湘河干流(流入湘河)	达那乡	23.4	43	25.6	3.42	46.8	85	51.3	6.84
	南木林镇	96.6	176	105.8	14.11	193.1	353	211.6	28.22
	秋木乡	23.7	43	25.9	3.46	47.3	86	51.8	6.91
	多角乡	46.6	85	51.0	6.80	93.1	170	102.1	13.61
	卡孜乡	52.6	96	57.6	7.68	105.2	192	115.2	15.37
	小计	242.7	443	266.0	35.47	485.5	887	532.0	70.94
合计		408.2	746	447.3	59.64	816.4	1491	894.7	119

3.8.5.5 水污染源总量

根据湘河流域生活污水、农田退水、牲畜污水和工业废水情况统计，湘河流域涉及各乡镇的水污染物排放量见表 3.8-12。

湘河流域涉及各乡镇工业废水及污染物排放量统计表

表 3.8-12

水域	乡镇	现状 2015 年		预测水平年 2023 年	
		COD(kg/d)	氨氮(kg/d)	COD(kg/d)	氨氮(kg/d)
甲措藏布(流入库尾)	仁堆乡	58.8	8.46	85.5	12.22
	普当乡	95.4	12.91	145.5	19.63
	甲措乡	139.4	18.29	214.8	28.23
	小计	293.6	39.66	445.7	60.09
拉布藏布(流入库尾)	拉布普乡	130.2	19.84	182.4	27.55
	热当乡	270.0	37.68	401.0	55.65
	小计	400.2	57.52	583.4	83.20
湘河干流(流入湘河)	达那乡	102.8	14.50	152.1	21.31
	南木林镇	326.3	45.22	500.7	68.90
	秋木乡	112.1	15.96	164.9	23.27
	多角乡	198.2	27.63	295.5	40.90

	卡孜乡	221.1	30.76	330.3	45.62
	小计	960.5	134.07	1443.6	200.00
合计		1654.3	231.25	2472.8	343.28

3.8.5.6 上游污染源

湘河上游谢通门县境内有铅锌矿开采区，包括斯弄多中型铅锌矿和宝翔矿业公司开发的中型铅锌矿，距离湘河水利枢纽坝址约为 70km。根据收集工程环境影响报告书等相关资料，采矿工程的废水主要为矿井涌水，其次为生产废水，在坑口附近设置斜板沉淀池处理后再通过水管引入下游选厂高位水池回用于选矿，不外排，污水对周边环境影响较小根据工程环境影响现状监测，工程所在的湘河未发现有铅、锌等指标超标现象。

3.9 社会环境

3.9.1 人口状况

日喀则市为西藏自治区 7 地（市）之一。日喀则市是后藏地区政治、经济、文化、信息、交通、服务中心，总面积 18.2 万 km^2，据统计，2014 年底日喀则市总人口 77.8 万人，人口密度 4.27 人/km^2，人口自然增长率 7.91‰。

2014 年底南木林县总人口 14009 户、84475 人（农业人口 79922 人，占总人口的 94.61%；非农业人口 4553 人，占总人口的 5.39%），人口密度为 10.18 人/km^2。

3.9.2 社会经济

日喀则市是西藏最主要的粮食产区，地区经济呈现以农牧业为基础，工业、交通运输业、商贸服务业共同发展的格局。日喀则市 2014 年国民生产总值 146.1 亿元，农林牧副业总产值 35.62 亿元，农牧民人均收入 6027 元。南木林县 2014 年国民生产总值 6.14 亿元，农林牧副业总产值 3.80 亿元，农牧民人均纯收入 4425.83 元。

3.9.3 交通、通讯

全县主要交通公路有 3 条，可通往拉萨、日喀则、申扎等地。

交通方便，对外交通以 318 国道为主。工程区交通主要利用 203 省道和县乡道路进行施工。利用现有通讯设施。

3.9.4 现状水电站

湘河流域目前共有电站 3 座，全分布在南木林县，总装机容量为 1700kW。其中罗扎藏布（上游甲措藏布的支流）上的甲措电站装机 200kW；湘河上的拉岗一级电站装机

500kW，由于水量、机组老化等原因已基本停止运行；拉岗二级电站装机 1000kW，由于引水渠道渗漏、冬季冰冻、机组老化等原因，电站也已基本停止运行。上述电站均为地方小型电站，均为通过渠道从湘河取水发电，未在湘河上建坝。

3.9.5 文物古迹

南木林县境内有色吾寺寺庙、日追、拉康共 31 座。色吾寺是由藏传佛教大师古入白玛久纳创建，至今有 3000 多年的历史，是一个具有悠久历史的古文物之地。

通过委托文物主管部门经过现场勘查，西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程建设征地范围内不存在文物问题，西藏自治区文物局以《关于对〈西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程文物考古调查评估报告〉的批复》（藏文物字[2016]200 号）进行了明确。

3.9.6 矿产

根据《西藏自治区国土资源厅关于建设项目用地压覆重要矿产资源核查情况的复函》（藏国土资函[2016]61 号），明确西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程建设征地不存在压覆重要矿产资源问题。

3.9.7 人群健康

（1）医疗机构

据实地调查，工程区涉多个乡镇，每个乡都有一个乡卫生院，乡卫生院医疗技术人员一般为 2～4 人，几乎没有病床，医疗卫生条件较差。

（2）卫生防疫

工程区主要地方病有地方性碘缺乏疾病（甲状腺肿大），虫媒传染病发病率较低，主要的传染病有肺结核、麻疹、肺炎等，其中肺结核发病率相对较高。

3.9.8 垃圾处理

南木林县已建成投产生活垃圾填埋场，位于南木林县城南木林镇的下游约 5km 的岗巴村龙桑沟，服务范围为南木林县城及周边，采用卫生填埋工艺，总占地面积 34.64 亩，服务年限为 16 年，共可处理生活垃圾 13.15 万 t，平均处理规模为 22.5t/d。

3.9.9 南木林县生态移民规划

为解决扶贫问题，南木林在部分乡镇村庄实施了生态移民，但据了解，目前南木林县未编制完成生态移民规划。

3.10 主要环境问题

（1）部分地区农牧业生产破坏生态

南木林县存在部分散居在海拔相对较高的农牧民，其赖以生存的产业资源十分匮乏，没有水草丰盛或可供改良的大面积草场，只能依靠面积有限、产草量低的劣质草场进行放牧。缺乏耕地且水利灌溉条件差，单产低而不稳，人均粮食占有量不能满足最低生活需求。为了生存和生活，这些农牧民开垦土地，砍伐树木，无序放牧，使植被破坏、水土流失、土地荒芜，造成生活贫困化和生态遭破坏的恶性循环局面。

（2）生态与环境脆弱，自然条件恶劣

南木林县由于连年干旱缺水、水利设施不足、过度放牧等原因，地区水土流失日益严重，土地荒漠化、草场“三化”日益加剧，固态水源、地表水源和地下水源日益减少，雪线逐年上升，湖泊水位和地下水位不断下降，土壤侵蚀形式多样化程度加剧，地质灾害严重，自然灾害种类多，发生频繁，生态建设和环境保护工作艰巨，成为地区经济社会可持续发展急待解决的严重障碍。

（3）土地沙化较为严重，影响黑颈鹤的觅食活动

工程区沙化土地主要分布于雅鲁藏布江及湘河沿岸，山地阳坡面也有一定面积的分布。所在区域沙源丰富，干旱多风，植被稀疏，既使没有人类干扰，也存在沙漠化的自然过程。黑颈鹤越冬所在的地区大部分为西藏主要的粮食产地，黑颈鹤倾向于在收获后的青稞地活动，其次在草地和河边。由于区域面临沙化问题，可能导致黑颈鹤食物减少，影响黑颈鹤的觅食和活动，产生分布区域和数量的变化。

4　环境影响预测与评价

4.1 水资源配置影响

4.1.1　湘河流域水资源状况

根据湘河流域综合规划任务及分区，结合行政区划和各规划水平年可能兴建的水利工程情况，将湘河流域的水资源分为三个区：Ⅰ区为湘河上游（普当乡以上），流域面积 3039km^2；Ⅱ区为湘河中游（普当乡至湘河水利枢纽坝址），流域面积 3008km^2；Ⅲ区为湘河下游（湘河水利枢纽坝址至河口），流域面积 1336km^2。各分区情况见表 4.1-1 和图 4.1-1。

资源供需平衡分区情况表

表 4.1-1

区域		流域面积（km^2）	所在县	所在乡镇
Ⅰ区	普当乡以上	3039	谢通门、南木林	娘热、则许、仁堆、麻江
Ⅱ区	普当乡至湘河水利枢纽坝址	3008	尼木、南木林	普当、甲措、热当、拉布普
Ⅲ区	湘河水利枢纽坝址至河口	1336	南木林	达那、南木林、秋木、卡孜、多角、艾玛
合计		7383		

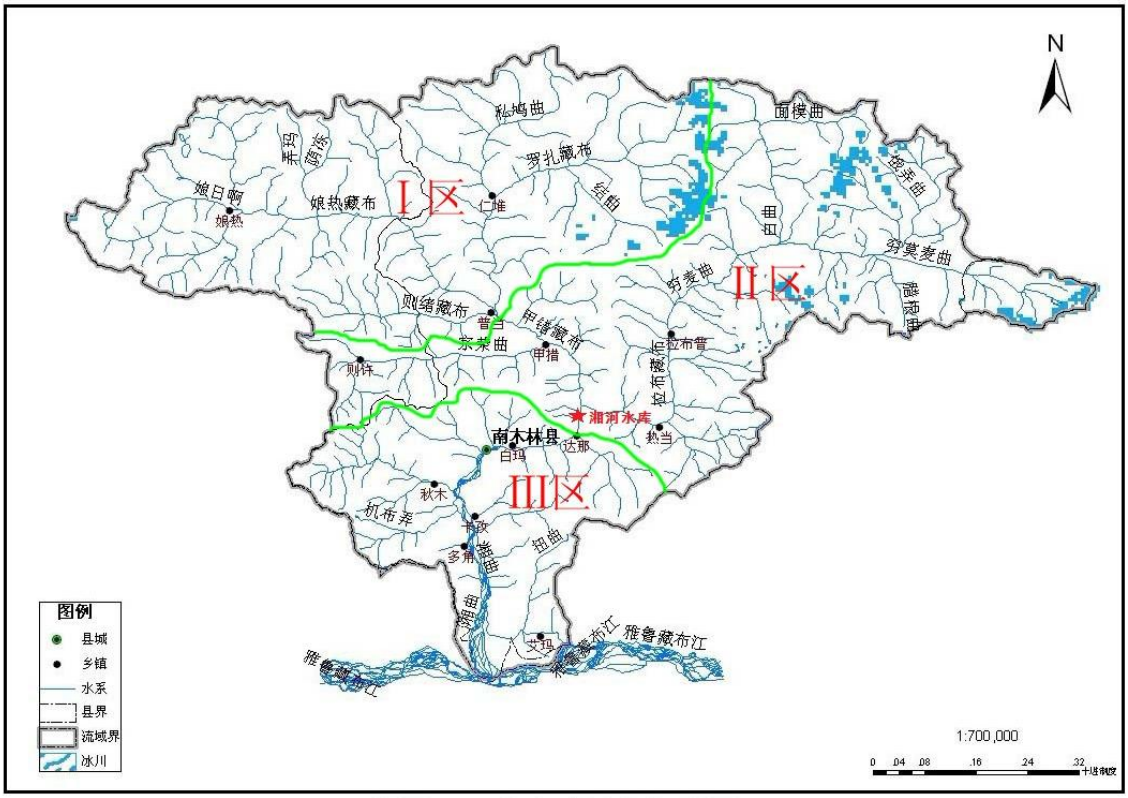


图 4.1-1　湘河流域水资源分区图

湘河流域是一个独立的水系，入境客水等于零，水资源全部是流域降水（或融雪）所产生的河川径流和地下水。

水资源总量为区域内降水形成的地表和地下的总产水量。由于地表水和地下水相互联系又相互转化，二者之间存在重复水量。根据水资源评价及实施细则，西藏地下水和地表水之间的重复量和地下水量相同。综上分析，湘河流域多年平均水资源总量为 22.2 亿 m^3，三个分区多年平均水资源总量分别为 9.13 亿 m^3、9.04 亿 m^3、4.02 亿 m^3。湘河流域水资源总量见表 4.1-2。

湘河流域水资源总量表

表 4.1-2 单位：亿 m^3

区域		流域面积（km^2）	地表水资源总量	地下水资源总量	水资源总量
Ⅰ区	普当乡以上	3039	9.13	3.25	9.13
Ⅱ区	普当乡至湘河水利枢纽坝址	3008	9.04	3.22	9.04
Ⅲ区	湘河水利枢纽坝址至河口	1336	4.02	1.43	4.02
合计		7383	22.19	7.90	22.19

4.1.2 湘河流域水资源开发利用现状

4.1.2.1 供水能力

供水量是指各种供水工程为用户提供的包括输水损失在内的毛水量。流域现状供水量为 13907.6 万 m^3，其中，引水工程供水量为 11960.54 万 m^3，占总供水量的 86.00%；蓄水工程供水量为 1924.81 万 m^3，占总供水量的 13.84%；地下水工程供水量为 22.25 万 m^3，占总供水量的 0.16%；如表 4.1-3 所示。

湘河流域现状年 2014 年供水情况表

表 4.1-3 单位：万 m^3

流域	蓄水工程	引、提水工程	地下水工程	合计
湘河流域	1924.81	11960.54	22.25	13907.60

4.1.2.2 用水量

用水量是指从水源供给河道外用水户的包括输水损失在内的毛用水量。现状年湘河流域用水总量为 13907.6 万 m^3，按生活、生产两大类统计，其中生活用水 143.83 万 m^3，占 1%；生产用水 13763.76 万 m^3，占 99%。具体用水情况详见表 4.1-4。

湘河流域现状年 2014 年用水情况表

表 4.1-4 单位：万 m^3

流域	生活			生产					合计
	农村	城镇	小计	工业用水	农田灌溉	林草灌溉	牲畜	小计	
湘河流域	124.30	19.53	143.83	56.91	11156.20	2297.41	253.24	13763.76	13907.60

4.1.2.3 耗水量与排水量

（1）耗水量

耗水量即用水消耗量，指在输水、用水过程中，通过蒸腾蒸发、土壤吸收、产品吸附、居民和牲畜饮用等多种途径消耗掉，而不能回归至地表水体和地下饱和含水层的水量。

参考西藏自治区水资源综合规划相关调查成果及水资源公报数据，湘河流域现状年城镇生活、农村生活、农田灌溉用水量、工业用水的用水消耗率分别取 30%、100%、85%、20%。则湘河流域现状年年总耗水量为 11830.35 万 m^3，其中生活耗水量为 130.16 万 m^3，占 1.1%；生产耗水量为 11700.19 万 m^3，占 98.9%。

（2）排水量

用水量扣除用水消耗量即为排水量。现状年湘河流域总排水量为 2077.25 万 m^3。

4.1.2.4 用水水平分析和水资源开发利用程度分析

湘河流域现状人均综合用水量约为 2305m^3，城镇居民生活用水指标为 150L/人·d，农村居民生活用水指标为 60L/人·d，万元工业增加值用水量约为 450m^3。

根据湘河流域多年平均水资源量和现状供用水分析，湘河流域多年平均水资源总量为 22.25 亿 m^3，现状年 2014 年用水总量 1.39 亿 m^3，现状年水资源开发利用量占多年平均水资源总量的 6.3%，水资源开发利用程度较低，水资源开发利用潜力大。

湘河流域水力资源理论蕴藏量达 346MW，目前虽部分得到了开发，但开发程度不足理论蕴藏量的 1%，水能资源开发利用程度很低，潜力较大。

4.1.2.5 现状年供需平衡分析

（1）社会经济发展现状

湘河流域涉及拉萨和日喀则两个地（市），共三个县，分别为拉萨市的尼木县，日喀则地区的谢通门县和南木林县。据 2014 年统计，湘河流域共 61540 人，其中农牧业人口 57890 人，非农牧业人口 3650 人；流域内现有耕地面积 8.70 万亩，占西藏总耕地面积的 2.47%，占全地区耕地面积的 6.83%，人均占有耕地 1.44 亩（全自治区人均耕地

1.26 亩，全地区人均耕地 1.84 亩）。2014 年粮食总产量为 1320.62 万 kg，人均粮食占有量 230.97kg，是全自治区人均占有粮食（340kg/人）的 0.71 倍。全流域 2014 年国内生产总值 39084 万元，其中第一产业 18721 万元，占流域生产总值的 47.9％，第二产业 1642 万元，占流域生产总值的 4.5％，第三产业 18695 万元，占流域生产总值的 47.6％

（2）现状需水量和供需平衡分析

根据《水资源供需预测分析技术规划》等有关规范，参考全国水资源综合规划、西藏水资源综合规划、湘河流域水资源综合规划等资料，

现状水平年，湘河流域供水能力为 13907.6 万 m^3，总需水量为 16623.24 万 m^3，缺水 2715.64 万 m^3，缺水率为 16.34%。

4.1.2.6 水资源开发利用存在的问题

（1）水资源总量丰富，但开发利用程度低，开发潜力大

湘河流域水资源丰富，多年平均水资源总量为 22.25 亿 m^3，人均占有水资源量 3.88 万 m^3，耕地亩均占有水资源量 2.75 万 m^3。目前整个流域农田有效灌溉率较低，现状人口压力系数、生态压力系数、水资源危险系数均为 0。现状年 2014 年用水总量 13907.6 万 m^3，现状年水资源开发利用量占多年平均水资源总量的 6.3%，水资源开发利用程度不高，水资源开发利用潜力大。

（2）水资源配置体系不完善，工程性缺水严重

就水资源量而言，本流域不缺水，属于余水地区。但根据现状水资源供需平衡分析可知，整个流域现状缺水率为 16.34%，主要是因为流域供水工程不足，分布不合理，缺乏骨干供水工程，水资源配置工程体系不完善，抵御自然灾害能力不强，一旦发生严重旱灾，河道来水不足，将会形成城镇用水挤占农业用水，各部门用水挤占河道生态用水的局面，严重影响流域内人民群众的生产和生活。同时由于缺少灌溉工程，湘河流域下游大面积的宜垦土地得不到开发，从而制约着当地经济社会发展。

（3）流域内用水效率较低，水资源浪费严重

湘河流域经济发展相对较低，单位 GDP 需水量高于全国平均水平；流域内万元工业产值用水量、人均（供）用水量也都高于全国平均水平；大部分灌区的灌溉水利用系数也较低，不少灌区仍采用传统的大水漫灌、串灌的灌溉制度和方式，用水浪费现象严重。此外，流域内各城乡镇还普遍存在城市管网老化、漏失率偏高等现象。目前整个流域的用水依然比较粗放，节水水平较低，水资源浪费严重。

（4）流域综合管理水平相对落后

目前，湘河流域尚未成立相应流域管理机构以及管理设施不完善。为协调流域环境保护、防洪抗旱、水资源管理、调度、保护方案、综合利用开发、水土流失治理，检查和监督流域“三条红线”和考核制度的实施和落实，需加强湘河流域的科学管理，健全和改善流域管理体制和机制，提高流域现代化管理水平。

4.1.3 水资源供需平衡分析

4.1.3.1 供水灌溉范围及保证率

现状水平年 2014 年，规划水平年 2030 年。根据灌区的实际情况，灌区属于干旱地区，按《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288-99），确定农作物灌溉设计保证率为 75%，林草灌溉设计保证率为 50%。

到 2013 年底湘河灌区范围内当地农村人畜饮水安全问题目前已经基本解决，在“十三五”期间主要任务为提质增效。灌区范围内包括南木林县城所在地南木林镇、达那乡、秋木乡、多角乡、卡孜乡、艾玛乡等 6 个乡镇以及日喀则市桑珠孜区的部分土地，这 6 个乡镇的工业主要为畜牧加工、缝纫等小型工业。供水范围主要为灌区范围内的农村饮水和工业用水及南木林县县城的供水。湘河水利枢纽供水灌溉范围分区见表 4.1-5。

湘河水利枢纽供水灌溉范围分区表

表 4.1-5

干渠位置	供水范围（乡镇、村组）	灌溉面积（万亩）	供水类型（生活、农业、工业）
拉岗干渠	南木林镇、县城	0.44	农业、工业、生活
昂加干渠	达那乡	0.35	农业、工业、生活
山边干渠	南木林镇	0.69	农业、工业、生活
卡萨干渠	秋木乡	0.28	农业、工业、生活
聂仓普鲁干渠	卡孜乡	1.43	农业、工业、生活
班宗干渠	多角乡	1.05	农业、工业、生活
央村干渠	多角乡	1.82	农业、工业、生活
艾玛岗干渠	艾玛乡	6.43	农业、工业、生活

4.1.3.2 设计水平年需水量预测

湘河系雅鲁藏布江左岸一级支流，发源于冈底斯山脉中段谢通门县娘热乡卡嘎村以西。灌区规划范围为湘河水利枢纽坝址以下至雅江汇合口湘河中下游河段河床两岸可供水库控灌的 12.49 万亩的宜垦土地，界于东经 88°30′～90°00′、北纬 29°19′～30°18′之间。

(1) 现状和设计水平年需水对比分析

湘河水利枢纽供水灌溉范围现状和设计水平年需水对比分析见表 4.1-6。

湘河水利枢纽供水灌溉范围现状和设计水平年需水对比分析表

表 4.1-6 单位：万 m^3

灌区名称	现状需水量 P=75%				设计水平年水量 P=75%			
	灌溉范围(万亩)	灌溉	人畜	工业	灌溉范围(万亩)	灌溉	人畜	工业
拉岗	0.34	172.79	27.16	12.43	0.44	208.44	42.85	67.47
昂加	0.33	156.89	3.77	2.36	0.35	166.29	6.02	12.81
山边	0.55	270.24	10.37	1.33	0.69	317.77	16.86	7.20
聂仓普鲁	1.26	573.07	13.79	8.51	1.43	635.25	22.06	46.13
卡萨	0.15	82.83	4.50	0.04	0.28	128.40	7.32	0.22
班宗	0.4	192.48	3.51	35.65	1.05	463.66	5.69	193.40
央村(保护区外)	0.88	139.63	13.16	0.54	1.10	740.14	32.10	6.47
央村(保护区内)	0.72	432.55	19.73	0.80	0.72	432.55	19.73	0.80
艾玛岗(保护区外)	0.42	249.87	9.47	7.46	0.42	249.87	32.27	139.51
艾玛岗(保护区内)	6.01	3595.84	28.41	22.38	6.01	3595.84	28.41	22.38
小计	10.41	5866.19	133.87	91.50	12.49	6938.21	213.31	496.39
保护区生态补水	/	/			7.26*	4530		
合计	10.41	6091.56			19.75	12177.9		

注：*为保护区生态补水面积。

根据分析结果，设计水平年工程区灌溉面积新增 0.08 万亩，全部为保护区外新增灌面，需水量较现状增加近一倍。保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变保护区内已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。保护区内仅考虑维持现有生产、生活用水需求和生态补水量。

(2) 设计水平年需水预测过程

设计水平年在进行需水预测时，根据湘河坝址、秋木沟汇合口、央玛坝址三个断面为分界点，将工程区域分为三个计算分区，将上坝址处及坝址以上划为Ⅰ区，上坝址至湘河水利枢纽下游右岸最大支流秋木曲汇合口以上划为Ⅱ区，秋木曲汇合口以上至央村艾玛取水枢纽划为Ⅲ区。

其中拉岗、昂加、山边、聂仓普鲁、卡萨灌区位于Ⅱ区计算范围，班宗、央村、艾玛岗干渠位于Ⅲ区计算范围，Ⅰ区计算范围为本工程供灌范围上游，不包括本工程灌区。

根据湘河水利枢纽需水预测成果，2030 年湘河水利枢纽供水范围 50%频率年需水量为 11722.2 万 m^3，75%频率年需水量为 12177.9 万 m^3。

湘河水利枢纽不同分区逐旬需水量预测成果如表 4.1-7 所示，需水过程线见图 4.1-2。

湘河水利枢纽各个灌区需水量预测成果（2030 年）

表 4.1-7

保证率	计算分区	需水量	1 月			2 月			3 月			4 月			5 月			6 月			7 月			8 月			9 月			10 月			11 月			12 月		
			上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
50%	Ⅱ区	林草地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	161.6	0.0	0.0
		耕地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.8	70.5	0.0	65.8	75.7	54.8	26.1	114.3	26.1	0.0	64.7	39.7	0.0	0.0	49.6	0.0	39.7	0.0	0.0	0.0	0.0	130.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		工业需水量	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	2.4	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3
		人畜需水量	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.1	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9
		小计	5.6	5.6	6.2	5.6	5.6	4.5	5.6	140.3	6.2	60.4	76.1	140.3	71.4	81.3	61.0	166.4	119.9	31.7	5.6	70.4	45.9	5.6	5.6	55.8	5.6	45.3	5.6	5.6	5.6	6.2	136.1	5.6	5.6	167.3	5.6	6.2
	Ⅲ区	林草地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	283.3	0.0	0.0	0.0	283.3	0.0	0.0	0.0	283.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	340.0	0.0	0.0
		耕地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	264.2	339.6	0.0	317.0	364.8	264.2	125.8	551.0	125.8	0.0	312.0	191.2	0.0	0.0	239.0	0.0	191.2	0.0	0.0	0.0	0.0	629.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		工业需水量	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	8.5	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6
		人畜需水量	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	2.6	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6
		保护区生态补水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	479.4	527.3	0.0	0.0	503.3	503.3	0.0	0.0	377.5	377.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	377.5	377.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	479.4	527.3
		小计	13.8	13.8	15.2	13.8	13.8	11.0	13.8	776.5	542.5	278.0	353.5	800.5	834.1	378.6	279.4	800.4	942.3	139.6	13.8	325.8	206.4	13.8	13.8	254.2	13.8	205.0	13.8	391.3	391.3	15.2	642.8	13.8	13.8	353.8	493.2	542.5
	合计		19.4	19.4	21.4	19.4	19.4	15.6	19.4	916.8	548.7	338.4	429.6	940.8	905.5	459.9	340.4	966.9	1062.2	171.3	19.4	396.1	252.3	19.4	19.4	310.0	19.4	250.3	19.4	396.9	396.9	21.4	778.9	19.4	19.4	521.1	498.8	548.7
75%	Ⅱ区	林草地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	161.6	0.0	0.0
		耕地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.8	85.6	0.0	65.8	75.7	54.8	26.1	114.3	26.1	0.0	80.9	49.6	0.0	0.0	49.6	0.0	39.7	0.0	0.0	0.0	0.0	156.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		工业需水量	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	2.4	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3
		人畜需水量	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.1	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9
		小计	5.6	5.6	6.2	5.6	5.6	4.5	5.6	140.3	6.2	71.4	91.2	140.3	71.4	81.3	61.0	166.4	119.9	31.7	5.6	86.5	55.8	5.6	5.6	55.8	5.6	45.3	5.6	5.6	5.6	6.2	162.2	5.6	5.6	167.3	5.6	6.2
	Ⅲ区	林草地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	283.3	0.0	0.0	0.0	283.3	0.0	0.0	0.0	283.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	340.0	0.0	0.0
		耕地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	317.0	412.6	0.0	317.0	364.8	264.2	125.8	551.0	125.8	0.0	390.0	239.0	0.0	0.0	239.0	0.0	191.2	0.0	0.0	0.0	0.0	754.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		工业需水量	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	8.5	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6
		人畜需水量	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	2.6	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6
		保护区生态补水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	479.4	527.3	0.0	0.0	503.3	503.3	0.0	0.0	377.5	377.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	377.5	377.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	479.4	527.3
		小计	13.8	13.8	15.2	13.8	13.8	11.0	13.8	776.5	542.5	330.8	426.4	800.5	834.1	378.6	279.4	800.4	942.3	139.6	13.8	403.8	254.2	13.8	13.8	254.2	13.8	205.0	13.8	391.3	391.3	15.2	768.6	13.8	13.8	353.8	493.2	542.5
	合计		19.4	19.4	21.4	19.4	19.4	15.6	19.4	916.8	548.7	402.2	517.6	940.8	905.5	459.9	340.4	966.9	1062.2	171.3	19.4	490.3	310.0	19.4	19.4	310.0	19.4	250.3	19.4	396.9	396.9	21.4	930.8	19.4	19.4	521.1	498.8	548.7
90%	Ⅱ区	林草地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	161.6	0.0	0.0
		耕地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.8	85.6	0.0	65.8	75.7	54.8	26.1	114.3	26.1	0.0	80.9	49.6	0.0	0.0	49.6	0.0	39.7	0.0	0.0	0.0	0.0	156.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		工业需水量	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	2.4	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3
		人畜需水量	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.1	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9
		小计	5.6	5.6	6.2	5.6	5.6	4.5	5.6	140.3	6.2	71.4	91.2	140.3	71.4	81.3	61.0	166.4	119.9	31.7	5.6	86.5	55.8	5.6	5.6	55.8	5.6	45.3	5.6	5.6	5.6	6.2	162.2	5.6	5.6	167.3	5.6	6.2
	Ⅲ区	林草地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	283.3	0.0	0.0	0.0	283.3	0.0	0.0	0.0	283.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	340.0	0.0	0.0
		耕地灌溉需水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	317.0	412.6	0.0	317.0	364.8	264.2	125.8	551.0	125.8	0.0	390.0	239.0	0.0	0.0	239.0	0.0	191.2	0.0	0.0	0.0	0.0	754.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		工业需水量	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	8.5	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	11.6
		人畜需水量	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	2.6	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6
		保护区生态补水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	479.4	527.3	0.0	0.0	503.3	503.3	0.0	0.0	377.5	377.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	377.5	377.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	479.4	527.3
		小计	13.8	13.8	15.2	13.8	13.8	11.0	13.8	776.5	542.5	330.8	426.4	800.5	834.1	378.6	279.4	800.4	942.3	139.6	13.8	403.8	254.2	13.8	13.8	254.2	13.8	205.0	13.8	391.3	391.3	15.2	768.6	13.8	13.8	353.8	493.2	542.5
	合计		19.4	19.4	21.4	19.4	19.4	15.6	19.4	916.8	548.7	402.2	517.6	940.8	905.5	459.9	340.4	966.9	1062.2	171.3	19.4	490.3	310.0	19.4	19.4	310.0	19.4	250.3	19.4	396.9	396.9	21.4	930.8	19.4	19.4	521.1	498.8	548.7

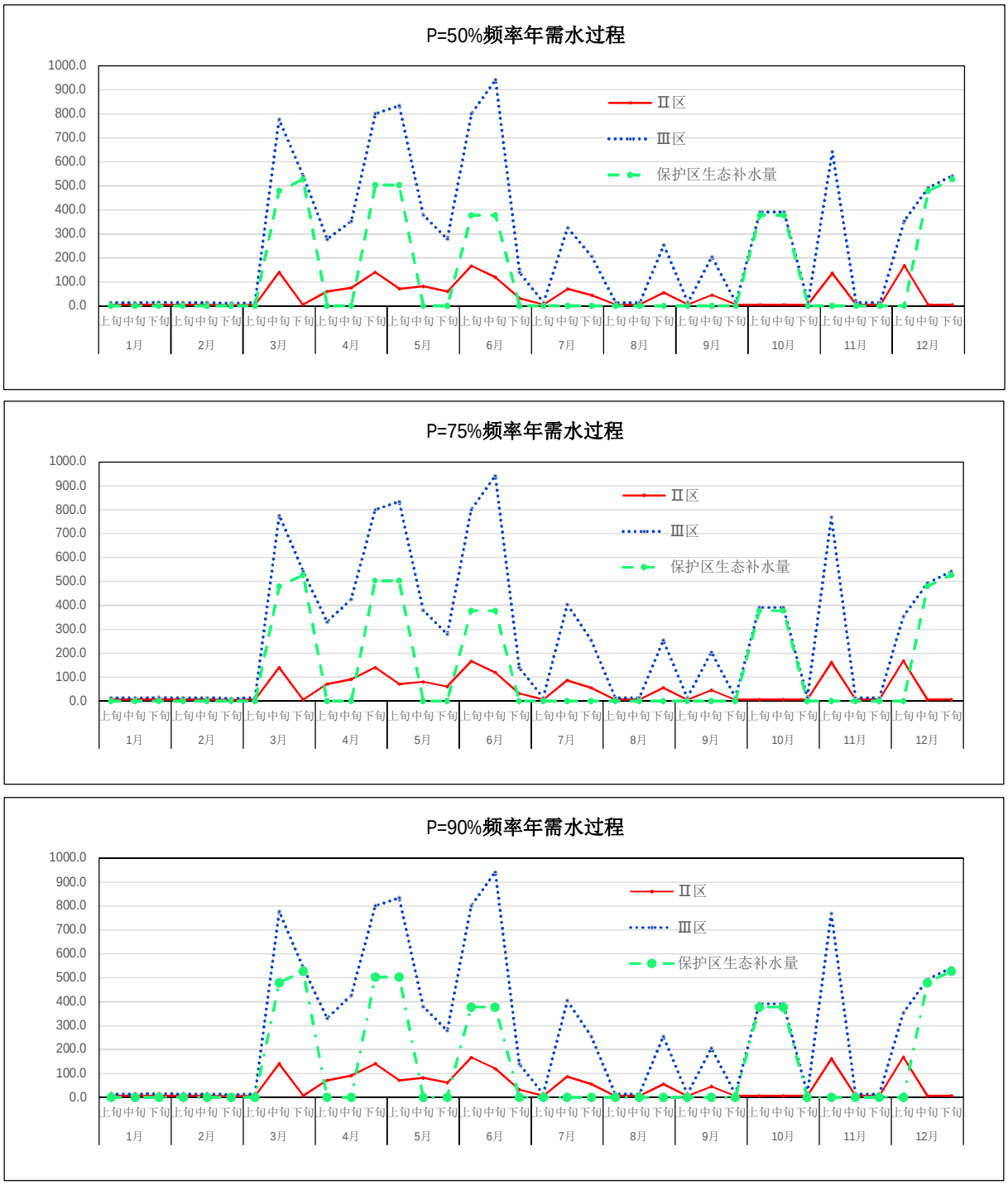


图 4.1-2　各计算分区逐旬需水过程线

4.1.3.3　水资源供需平衡分析

(1)　现状供水设施(或能力)的分析

对Ⅱ区和Ⅲ区的现状供水设施能力进行分析，现状供水条件下，P=75%保证率下Ⅱ区不缺水；Ⅲ区人、畜、工不缺水，灌溉缺水量为 218.4 万 m^3，缺水率为 4.7%。

湘河水利枢纽工程区现状供水能力分析见表 4.1-8。

湘河水利枢纽工程区现状供水能力分析表

表 4.1-8 单位：万 m^3

计算分区		Ⅱ区	Ⅲ区
现状供水能力	人畜工	80.0	145.4
	灌溉	1255.8	4392.0
	小计	1335.8	4537.4
现状需水量	人畜工	80.0	145.4
	灌溉	1255.8	4610.4
	小计	1335.8	4755.8
缺水量	人畜工	0	0
	灌溉	0	218.4
	小计	0	218.4
缺水率	人畜工	0	0
	灌溉	0	4.7%
	小计	0	4.6%

(2) 湘河水利枢纽建设后的分析

规划水平年需水情况下，对Ⅱ区和Ⅲ区进行供需平衡分析。在湘河水利枢纽不建设、现状供水条件下，P=75%保证率下Ⅱ区缺水量 326.06 万 m^3，缺水率为 19.62%；Ⅲ区缺水量 5978.65 万 m^3，缺水率为 56.85%。而湘河坝址以上水资源量约 18 亿 m^3，区域属于工程性缺水；待湘河水利枢纽建成后，即可解决规划水平年工程区域缺水问题，缺水量为 0。

湘河水利枢纽工程区规划水平年供需平衡分析见表 4.1-9。

湘河水利枢纽工程区规划水平年供需平衡分析表

表 4.1-9 单位：万 m^3

计算分区		Ⅱ区	Ⅲ区
现状供水能力	人畜工	79.98	145.40
	灌溉	1255.82	4392.01
	小计	1335.80	4537.41
设计水平年需水量	人畜工	205.71	504.00
	灌溉	1456.15	5482.06
	生态补水量	0.00	4530.00
	小计	1661.86	10516.06
缺水量（湘河不建设）	人畜工	125.73	358.60
	灌溉	200.33	1090.05
	生态补水量	0.00	4530.00
	小计	326.06	5978.65
缺水率	人畜工	61.12	71.15
	灌溉	13.76	19.88
	生态补水量	0.00	100.00
	小计	19.62	56.85
湘河枢纽供水量		326.06	5978.65
缺水量（湘河建成后）		0.00	0.00
缺水率		0.00	0.00

4.1.4 水资源配置的影响

4.1.4.1 对流域水资源开发利用率的影响

至规划水平年 2030 年，本工程将投入运行，本工程设计取用水量 13015 万 m^3，占坝址处多年平均来水量 18.4 亿 m^3 的 7.1%，占流域多年平均地表水资源量 22.25 亿 m^3 的 5.8%。至规划水平年 2030 年，流域水资源开发利用率将由现状的 7.1%提高到 11.5%。

4.1.4.2 对流域水资源时空分配的影响

湘河水利枢纽具有不完全年调节性能，总库容 1.156 亿 m^3，调节库容 6876 万 m^3，工程实施将改变湘河水资源的时空分布。

湘河水利枢纽具有不完全年调节性能，总库容 1.156 亿 m^3，调节库容 6876 万 m^3，工程实施将改变湘河水资源的时空分布。

① 水量空间分布变化

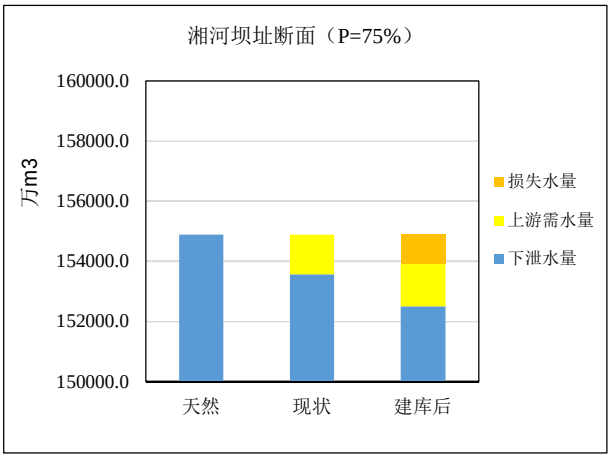
湘河水利枢纽运行后，各典型年各控制断面水资源配置利用成果见表 4.1-10 和图 4.1-3。

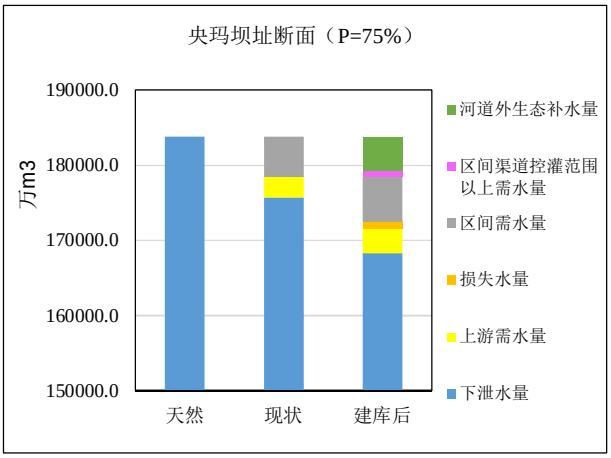
各典型年各控制断面水资源配置利用成果

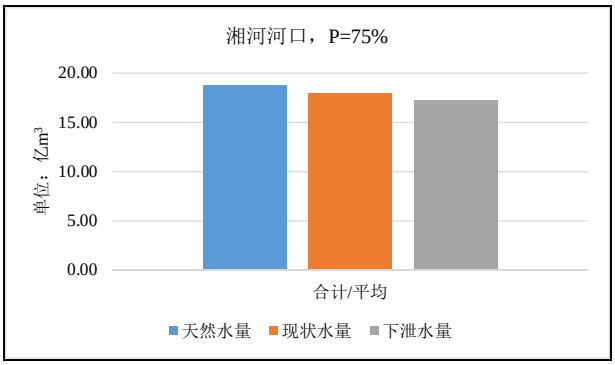
表 4.1-10 单位：万 m^3

频率	控制断面	水资源利用项	天然	现状	建库后	建库后下泄/天然	建库后下泄/现状
50%	湘河坝址	天然来水量	181698.3			/	/
		上游需水量		1243.9	1326.1	/	/
		损失水量			688.6	/	/
		下泄水量	181698.3	180454.5	179683.6	98.9%	99.6%
	秋木断面	天然来水量	198062.5			/	/
		上游需水量		1243.9	1326.1	/	/
		区间需水量		1398.4	1583.5	/	/
		损失水量			688.6	/	/
		区间渠道控灌范围以上需水量			160.7	/	/
		下泄水量	198062.5	195420.2	194303.5	98.1%	99.4%
	央玛断面	天然来水量	215736.5			/	/
		上游需水量		2642.3	3070.4	/	/
		区间需水量		5726.7	5608.7	/	/
		损失水量			688.6	/	/
		区间渠道控灌范围以上需水量			762.0	/	/
		河道外生态补水量			4530.0	/	/
		下泄水量	215736.5	207367.5	201076.8	93.2%	97.0%
	湘河河口		219911.6	211542.6	205251.9	93.3%	97.0%
	雅江干流(湘河汇入后)		1585822.7	1577453.7	1571163.1	99.1%	99.6%
75%	湘河坝址	天然来水量	154879.9			/	/
		上游需水量		1324.5	1406.7	/	/
		损失水量			968.9	/	/
		下泄水量	154879.9	153555.5	152502.8	98.5%	99.3%
	秋木断面	天然来水量	168782.4			/	/
		上游需水量		1324.5	1406.7	/	/
		区间需水量		1486.8	1662.0	/	/
		损失水量			968.9	/	/
		区间渠道控灌范围以上需水量			161.9	/	/
		下泄水量	168782.4	165971.1	164581.1	97.5%	99.2%
	央玛断面	天然来水量	183829.8			/	/
		上游需水量		2811.3	3230.4	/	/
		区间需水量		5339.1	5986.0	/	/
		损失水量			968.9	/	/
		区间渠道控灌范围以上需水量			826.1	/	/
		河道外生态补水量			4530.0	/	/
		下泄水量	183829.8	175679.4	168285.9	91.5%	95.8%
	湘河河口		187453.0	179302.6	171909.1	91.7%	95.9%

	雅江干流(湘河汇入后)		1585822.7	1577672.4	1570278.8	99.0%	99.5%
90%	湘河坝址	天然来水量	132982.6			/	/
		上游需水量		1324.5	1406.7	/	/
		损失水量			998.3	/	/
		下泄水量	132982.6	131658.2	130577.7	98.2%	99.2%
	秋木断面	天然来水量	145079.7			/	/
		上游需水量		1324.5	1406.7	/	/
		区间需水量		1486.8	1133.8	/	/
		损失水量			998.3	/	/
		区间渠道控灌范围以上需水量			172.0	/	/
		下泄水量	145079.7	142268.4	141368.9	97.4%	99.4%
	央玛断面	天然来水量	157806.4			/	/
		上游需水量		2811.3	2712.5	/	/
		区间需水量		5557.5	3786.9	/	/
		损失水量			998.3	/	/
		区间渠道控灌范围以上需水量			826.1	/	/
		河道外生态补水量			1812.0	/	/
		下泄水量	157806.4	149437.7	147670.7	93.6%	98.8%
	湘河河口		160950.4	152581.7	150814.7	93.7%	98.8%
	雅江干流(湘河汇入后)		1585822.7	1577454.0	1575687.0	99.4%	99.9%







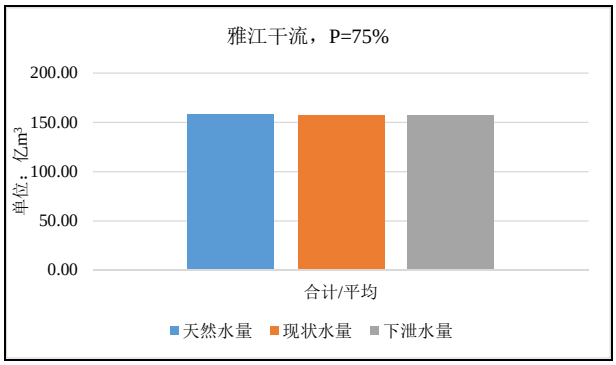


图 4.1-3　湘河、央玛断面水资源配置利用成果图

从以上图表中可以看出，湘河水库建成后，湘河坝址处年下泄总水量基本保持在天然径流量和现状坝址处径流量的 98%左右，工程建设对湘河坝址断面下游的水文情势影响较小。因工程的取水量集中在央玛断面，工程建成运行后，央玛坝址处年下泄水量保持在天然径流量和现状坝址处径流量的 90%以上，年下泄径流量有所降低，但减少比例很小，对央玛坝址下游的水资源量影响较小。湘河河口处水量保持在天然和现状径流量的 91%以上，雅江干流(湘河汇入后)水量保持在天然和现状径流量的 99%以上，工程建成后对湘河河口和雅江干流的水资源量基本没有影响。

② 年内水量变化

根据坝址来水和径流调节计算成果，湘河水利枢纽工程建成后各典型主要断面年水量分配的变化情况见表 4.1-11 和图 4.1-4。

湘河水利枢纽建成后各典型主要断面年水量分配的变化成果表

表 4.1-11　　单位：亿 m^3

断面	典型年	入出库水量	汛期 (6～9 月)	度汛期 (5、10 月)	枯期 (11～4 月)	合计/平均
湘河坝址	平水年（P=50%）	天然水量	14.17	1.73	2.27	18.17
		现状水量	14.13	1.71	2.21	18.05
		下泄水量	13.83	1.76	2.39	17.97
		下泄/天然	0.98	1.01	1.05	0.99
		下泄/现状	0.98	1.03	1.08	1.00
	枯水年（P=75%）	天然水量	12.12	1.47	1.91	15.49
		现状水量	12.07	1.44	1.84	15.36
		下泄水量	11.35	1.62	2.27	15.25
		下泄/天然	0.94	1.11	1.19	0.98
		下泄/现状	0.94	1.13	1.23	0.99
	特枯年（P=90%）	天然水量	10.61	1.08	1.60	13.30
		现状水量	10.57	1.05	1.54	13.17
		下泄水量	9.86	1.13	2.07	13.06
		下泄/天然	0.93	1.05	1.29	0.98
		下泄/现状	0.93	1.07	1.34	0.99
央玛坝址	平水年（P=50%）	天然水量	16.83	2.06	2.69	21.57
		现状水量	16.51	1.89	2.34	20.74
		下泄水量	16.10	1.81	2.21	20.11
		下泄/天然	0.96	0.88	0.82	0.93
		下泄/现状	0.98	0.95	0.94	0.97
	枯水年（P=75%）	天然水量	14.38	1.74	2.26	18.38
		现状水量	14.07	1.60	1.90	17.57
		下泄水量	13.21	1.62	1.99	16.83
		下泄/天然	0.92	0.93	0.88	0.92
		下泄/现状	0.94	1.02	1.05	0.96
	特枯年（P=90%）	天然水量	12.59	1.28	1.90	15.78
		现状水量	12.28	1.13	1.53	14.94
		下泄水量	11.58	1.19	2.00	14.77
		下泄/天然	0.92	0.92	1.05	0.94
		下泄/现状	0.94	1.05	1.30	0.99
湘河河口	平水年（P=50%）	天然水量	17.15	2.10	2.74	21.99
		现状水量	16.83	1.93	2.39	21.15
		下泄水量	16.42	1.85	2.26	20.53
		下泄/天然	0.96	0.88	0.82	0.93
		下泄/现状	0.98	0.95	0.94	0.97
	枯水年（P=75%）	天然水量	14.66	1.78	2.31	18.75
		现状水量	14.36	1.63	1.94	17.93

断面	典型年	入出库水量	汛期 (6～9 月)	度汛期 (5、10 月)	枯期 (11～4 月)	合计/平均
		下泄水量	13.50	1.66	2.04	17.19
		下泄/天然	0.92	0.93	0.88	0.92
		下泄/现状	0.94	1.02	1.05	0.96
	特枯年 （P=90%）	天然水量	12.85	1.31	1.94	16.10
		现状水量	12.53	1.16	1.57	15.26
		下泄水量	11.84	1.21	2.03	15.08
		下泄/天然	0.92	0.93	1.05	0.94
		下泄/现状	0.94	1.04	1.29	0.99
雅江干流（湘河汇入后）	平水年 （P=50%）	天然水量	111.91	17.66	29.01	158.58
		现状水量	111.59	17.50	28.66	157.75
		下泄水量	111.18	17.41	28.53	157.12
		下泄/天然	0.99	0.99	0.98	0.99
		下泄/现状	1.00	0.99	1.00	1.00
	枯水年 （P=75%）	天然水量	111.91	17.66	29.01	158.58
		现状水量	111.60	17.52	28.65	157.77
		下泄水量	110.74	17.54	28.74	157.03
		下泄/天然	0.99	0.99	0.99	0.99
		下泄/现状	0.99	1.00	1.00	1.00
	特枯年 （P=90%）	天然水量	111.91	17.66	29.01	158.58
		现状水量	111.59	17.51	28.64	157.75
		下泄水量	110.90	17.56	29.10	157.57
		下泄/天然	0.99	0.99	1.00	0.99
		下泄/现状	0.99	1.00	1.02	1.00

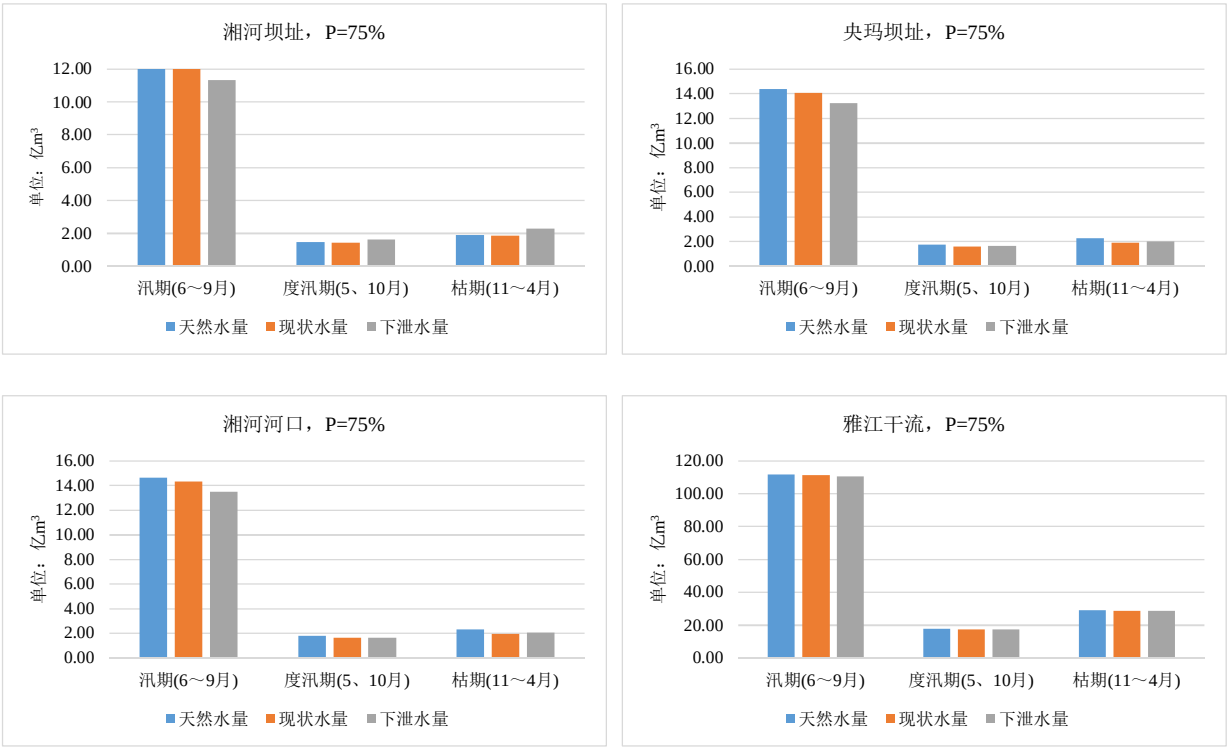


图 4.1-4　湘河水利枢纽工程建成后主要断面年水量分配的变化情况（P=75%）

湘河水利枢纽建成后，P=50%频率下，湘河坝址断面由于水库调蓄作用，汛期下泄水量较天然和现状水量有所减少，度汛期下泄水量较天然和现状水量基本维持不变，枯期下泄水量较天然和现状水量稍有增加；由于灌区主要引水量在央玛坝址，央玛断面和湘河河口断面汛期同样因为湘河水库的调蓄作用，下泄水量较天然和现状水量有所减少，度汛期、枯期下泄水量较天然和现状水量略有减少；雅江河口（湘河汇入后）断面汛期、度汛期和枯期下泄水量较天然和现状水量基本维持不变。

湘河水利枢纽建成后，P=75%频率下，湘河坝址断面由于水库调蓄作用，汛期下泄水量较天然和现状水量有所减少，度汛期、枯期下泄水量较天然和现状水量稍有增加；由于灌区主要引水量在央玛坝址，央玛断面和湘河河口断面汛期同样因为湘河水库的调蓄作用，下泄水量较天然和现状水量有所减少，度汛期下泄水量较天然和现状水量基本维持不变，枯期下泄水量较天然和现状水量略有减少；雅江河口（湘河汇入后）断面汛期、度汛期和枯期下泄水量较天然和现状水量基本维持不变。

湘河水利枢纽建成后，P=90%频率下，湘河坝址断面由于水库调蓄作用，汛期下泄水量较天然和现状水量有所减少，度汛期下泄水量较天然和现状水量基本维持不

变，枯期下泄水量较天然和现状水量有所增加；由于灌区主要引水量在央玛坝址，央玛断面和湘河河口断面汛期同样因为湘河水库的调蓄作用，下泄水量较天然和现状水量有所减少，度汛期、枯期下泄水量较天然和现状水量基本维持不变，枯期下泄水量较天然和现状水量有所增加；雅江河口（湘河汇入后）断面汛期、度汛期和枯期下泄水量较天然和现状水量基本维持不变。

4.2 水文情势影响

4.2.1 下泄流量分析

4.2.1.1 下泄流量考虑范围

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；⑨其他因素。本工程不涉及感潮河段，主要从其他七个方面进行考虑。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 7 个方面水量相互重叠、互相补充。

(1) 生产、生活用水

根据调查和工程设计，湘河坝址至河口河段布置有拉岗干渠、昂加取水口、山边取水口、卡萨取水口、聂仓普鲁取水口、班宗取水口、央村取水口和艾玛岗取水口等多个已有或规划取水口，并在央村和艾玛岗取水口处新建央玛取水堰一座。取水口分布及取水规模情况见表 4.2-1。各计算分区需水过程见图 4.2-1。

湘河水利枢纽下游灌区灌溉用水采用干渠从湘河水利枢纽及下游河道内引水，按照湘河水利枢纽供水任务，下游灌区范围内的工业用水计划随灌区的规划建设，供给工业用水。因此，下游生产用水进入河道，坝址下游水量基本未发生变化。

湘河坝址下游河道取水口分布及取水规模情况一览表

表 4.2-1

计算分区	取水口名称	设计取水规模(m^3/s)	备注
Ⅱ区	拉岗干渠	0.19	坝上取水方案
	昂加取水口	0.17	现有改建，设在达那村附近，采用无坝取水方案
	山边取水口	0.32	现有改建，设在雪堆村附近，采用无坝取水方案
	卡萨取水口	0.12	现有改建，设在米如村附近，采用无坝取水方案
	聂仓普鲁取水口	0.64	现有改建，设在孔阿村附近，采用无坝取水方案
Ⅲ区	班宗取水口	0.47	现有改建，设在班宗村附近，采用无坝取水方案
	央玛取水口	5.59(艾玛岗干渠)	新建溢流坝取水枢纽，设在央村附近。左右岸各设一条干渠，右岸为艾玛岗干渠，左岸为央村干渠。
		4.22(央村干渠)	

(2) 航运、景观和水上娱乐环境需水量

工程所在河段山高谷深、人口较少，现状无通航条件；近远期也没有通航的需求。湘河坝址和央玛取水枢纽坝址所在湘河河段未横穿大型城镇，也没有大型景观和水上娱乐需水项目。因此，本工程不必考虑坝址下游航运、景观和水上娱乐环境需水量。

(3) 维持水生生态系统稳定的生态用水

湘河水利枢纽涉及湘河河段未发现有国家级保护鱼类和西藏自治区保护鱼类。

湘河调查发现土著鱼类 11 种，有鲤科的裂腹鱼亚科 6 种、鳅科的条鳅亚科 4 种和鮡科的黑斑原鮡 1 种，除条鳅亚科 4 种高原鳅为广布种类外，其余裂腹鱼亚科的 6 种均为雅鲁藏布江中上游干支流特有鱼类，没有湘河流域特有鱼类。尽管多数鱼类在干支流中存在产卵场、索饵场和越冬场等重要生境，能够完成整个生命过程，但未形成相对独立的鱼类种群，其鱼类组成和雅鲁藏布江中游鱼类组成相似度很高，随着丰、枯水季节变化，干支流鱼类迁移交流频繁。为确保河道内的鱼类迁徙和生存，保持水生生态系统稳定，需要考虑提供一定的水量。

因此，湘河坝址和央玛取水枢纽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。

(4) 维持河道水环境功能的用水

湘河坝址下游湘河河段水域环境功能为Ⅲ类，央玛取水枢纽坝址下游河段位于黑颈鹤国家级自然保护区范围，水环境功能为Ⅰ类。根据现状调查，沿江两岸基本无工业污染源分布，两岸无大规模城镇分布，产生的生活污染、畜禽污染、农药和化肥污染等农业面源污染较少。现状调查表明，河道现状的水质总体良好；下游河段的沿河村庄较为

分散，日常生活污水排放量较小。因此，基本不需要考虑下游的水环境容量和维持下游河段水环境功能要求。

(5) 水面蒸散量

根据南木林气象站 1980～2012 年的 20cm 蒸发皿的观测数据分析，多年平均年水面蒸发量为 2203.6mm，最大年水面蒸发量 2477.3mm(1982 年)，最小年 1870.4mm(2001 年)，降雨小于蒸发量。但由于湘河水利枢纽下游河段水面较窄，水面蒸发消耗的水量对于河道流量而言很少，由此，水面蒸散引起的水量损耗可以忽略。

(6) 维持地下水位动态平衡所需要的补给水量

当河道水位高于两岸地下水位时，河水将通过渗漏补给地下水；地下水位高于河道水位，地下水补给地表水。工程场区地下水类型为第四系松散堆积层孔隙水与基岩裂隙水。主要由降水与地表水补给，地下水位和流量随季节而变化，向河谷排泄。因两岸谷坡地形陡峭，地表径流通畅，基岩谷坡地表径流迅速泄于河中。两岸第四系堆积层透水性强，雨季有孔隙水渗出。地下水与地表水的关系为地下水单向补给地表水，因此，也不存在维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

(7) 河道外生态需水量

湘河水利枢纽坝址下游两岸植被主要为灌丛，两岸植被生长所需水分主要来自地下孔隙水，而河段地下孔隙水为单向补给河道，因此，坝址下游无河道外生态需水的需求。

央玛枢纽下游为黑颈鹤国家级自然保护区，根据《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区生态保护与修复规划（2018-2025）》，灌区下游的雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区是黑颈鹤重要的栖息地，保护区内草场退化，林地面积萎缩，植被覆盖程度呈下降趋势，土地沙化不断加重，生态与环境恶化，不利于黑颈鹤越冬时的栖息与生存。根据规划，急需湘河水利枢纽通过艾玛岗、央村干渠对该区域进行生态补水 4530 万 m^3，以改善自然保护区生态环境，改善黑颈鹤的栖息条件。

(8) 其他因素

湘河水利枢纽下游的河口区域是黑颈鹤的夜宿地，水文情势的变化将对黑颈鹤夜宿栖息地产生间接影响。因此，本次要求在黑颈鹤越冬时期(10 月至次年 3 月)保护区内河道流量过程尽量维持天然状态、控制在天然流量变幅区间内。

(9) 用水需求综合分析

综上所述，本工程下游河段无航运景观和水上娱乐活动用水要求，河水不补给地下水，水面蒸发所损耗的水量也可以忽略，基本无维持河流水环境功能的净化水量需求，因此湘河坝址下游河段生态环境需水量需考虑工程供水量、保护区生态补水量和维持水生生物生态系统稳定所需要的生态流量；央玛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，并在黑颈鹤越冬时期(10 月至次年 3 月)保护区内河道流量过程尽量维持天然状态、控制在天然流量变幅区间内。

4.2.1.2 湘河水利枢纽坝址下游主要支流汇入情况

湘河水利枢纽工程坝址至雅江汇合口区间沿程分布有西岗沟、穷普沟、娘普沟、秋木沟、仲康沟、达那沟、若脚普沟、卡普沟等多条支流，支流的汇入对坝址下游流量有一定的补给，其中西岗沟等流域面积较小的河流为非常年流水河流，娘普沟等流域面积较大的河流为常年流水河流，坝址下游主要支流情况见表 4.2-2。

湘河坝址下游主要支流情况一览表

表 4.2-2

序号	支沟	流域面积（km^2）	河长(km)	平均比降(‰)	河流情况	流量（m^3/s）						
						多年平均流量	10%	25%	50%	75%	90%	95%
1	西岗沟	47.1	10	0.132	非常年流水河流	0.448	0.609	0.524	0.437	0.362	0.302	0.269
2	穷普沟	48.5	12.1	0.107		0.461	0.627	0.540	0.450	0.372	0.311	0.277
3	娘普沟	115	21.3	0.069	常年流水河流	1.09	1.47	1.27	1.07	0.892	0.749	0.672
4	秋木沟	257	28	0.059		2.44	3.28	2.84	2.39	1.99	1.67	1.50
5	仲康沟	102	18.2	0.112		0.97	1.30	1.13	0.949	0.791	0.665	0.596
6	达那沟	152	18.6	0.077		1.45	1.88	1.65	1.42	1.21	1.04	0.946
7	若脚普沟	43.4	11.6	0.118	常年流水河流	0.413	0.561	0.483	0.403	0.333	0.278	0.248
8	卡普沟	90.9	18.2	0.093	非常年流水河流	0.865	1.18	1.01	0.844	0.698	0.582	0.520

4.2.1.3 规划环评及审查意见要求生态流量

2012 年 10 月编制完成的《西藏自治区湘河流域综合规划环境影响报告书》及西藏自治区环境保护厅出具的审查意见(藏环审[2014]131 号)要求，湘河水库下泄生态流量的确定原则为：湘河水库坝址断面下泄生态基流为 $10m^3/s$，占坝址断面多年平均流量的 17.2%，同时枢纽下游湘河干流最大支流右岸秋木曲汇合口上游处、央村艾玛干渠取水枢纽生态基流按坝址多年平均流量的 17.2%进行取值，分别为 $10.91m^3/s$、$11.87m^3/s$，可

满足生态环境的需水要求。并据此进行兴利调节计算，湘河水利枢纽规模较合理。本阶段各控制断面的生态基流按《湘河流域综合规划报告》成果进行确定。

4.2.1.4 最小下泄生态流量的确定

(1) 控制断面选择

考虑湘河下游河道取水口分布情况，自下游向上游，选择央玛坝址、秋木沟汇口、湘河坝址 3 个断面，作为最小下泄生流流量分析的控制断面。

秋木沟为湘河坝址下游最大的支流，因此考虑将秋木沟汇口断面也作为足校下泄流量分析的控制断面。

(2) 央玛坝址最小下泄流量的计算

1）下泄流量考虑因素

央玛坝址下游仅需考虑维持水生生物生态系统稳定所需要的生态流量。另外，坝下至河口有鱼类产卵场，需兼顾考虑鱼类产卵时期需求，还需考虑湿地生态环境和黑颈鹤栖息生境的需求。

2） 生态需水量

① Tennant 法

根据 Tennant 法的标准(见表 4.2-3)，河道内流量为多年平均流量的 10%时，是大多数水生生物生存所需的最小水量，此时水生状况处于“差”的状态。河道内流量为多年平均流量的 30%时，能保持大多数水生动物有良好的栖息条件，其中对于鱼类产卵育幼期，河流水生状况处于“开始退化”情况，对于一般用水期，河流水生状况可以达到“非常好的状况”。

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 4.2-3

流量状况描述	枯水期推荐的基流(%年平均流量)	汛期推荐的基流(%年平均流量)
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

央玛取水枢纽坝址所在湘河河段多年平均流量为 69.0m^3/s，属于中河。生态流量按照平均流量的 10%、30%取用分别为 6.90m^3/s、20.7m^3/s。

② 90%保证率法

以 90%保证率最枯月平均流量作为河流基本生态环境需水量，根据长系列径流数据，央玛取水枢纽坝址处 90%保证率最枯月平均流量为 8.97m^3/s，占多年平均年均流量的 15.4%。

③ 湿周法

湿周法采用湿周作为栖息地的质量指标，通过绘制临界栖息地湿周与流量的关系曲线，将湿周-流量关系曲线中的增长变化转折处所对应的流量作为推荐流量。首先对坝下河段进行一维恒定非均匀渐变流水力学计算，在此基础上选择典型断面进行湿周法分析。

河流生境一般划分为深潭、浅滩等几种类型。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，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。

本次环评在央玛取水枢纽附近选取（24 个断面，间隔 250m）和湘河汇入雅江河口附近选取（27 个断面，间隔 500m），进行生态需水量的湿周法分析。

央玛下游河道测量断面情况表

表 4.2-4

断面编号	距离央玛坝址（km）	深泓线高程（m）	断面编号	距离央玛坝址（km）	深泓线高程（m）
2-1	0	3911.8	3-1	11.05	3865.6
2-2	0.21	3911.7	3-2	11.56	3863.6
2-3	0.46	3910.8	3-3	12.07	3863.2
2-4	0.72	3909.7	3-4	12.57	3861.2
2-5	0.99	3909.7	3-5	13.07	3857.6
2-6	1.22	3908.8	3-6	13.61	3857.0
2-7	1.50	3907.4	3-7	14.15	3853.9
2-8	1.76	3906.3	3-8	14.82	3851.8
2-9	2.02	3905.4	3-9	15.35	3849.6
2-10	2.29	3903.1	3-10	15.87	3847.8
2-11	2.54	3902.5	3-11	16.37	3845.6
2-12	2.80	3900.4	3-12	16.86	3844.5

2-13	3.07	3898.8	3-13	17.35	3842.6
2-14	3.35	3896.9	3-14	17.89	3838.6
2-15	3.64	3896.6	3-15	18.37	3837.6
2-16	3.92	3896.4	3-16	18.86	3836.6
2-17	4.20	3895.9	3-17	19.36	3835.0
2-18	4.48	3894.3	3-18	19.83	3830.7
2-19	4.78	3893.7	3-19	20.36	3829.9
2-20	5.01	3892.6	3-20	20.88	3827.8
2-21	5.29	3891.6	3-21	21.38	3825.9
2-22	5.55	3890.8	3-22	22.01	3823.9
2-23	5.80	3889.3	3-23	22.68	3821.4
2-24	6.05	3887.5	3-24	23.35	3818.7
			3-25	23.98	3816.9
			3-26	24.60	3815.1
			3-27	25.17	3812.7

采用拟合曲线中斜率为 1 的位置作为拐点判定依据。各代表断面拐点流量的分析结果见表 4.2-5。

典型断面拐点流量分析表(湿周法)

表 4.2-5

断面编号	拐点对应流量(m^3/s)	占多年平均流量的比例(%)	相对湿周(%)
2-5	9.57	16.42	71.9
2-6	4.50	7.72	78.5
2-9	8.36	14.34	60.5
2-17	5.69	9.75	75.1
2-19	5.06	8.67	63.1
2-20	4.11	7.04	79.0
2-22	4.03	6.91	76.0
3-3	5.58	9.57	70.7
3-4	5.79	9.93	71.8
3-12	4.50	7.72	67.9
3-13	4.61	7.91	77.3
3-16	5.87	10.08	74.6
3-17	6.69	11.48	72.3
3-26	8.10	13.89	64.8

从表 4.2-5 可以看出，各断面的拐点流量中最大流量为 $9.57m^3/s$，作为湿周法建议的生态需水流量。

④ 鱼类生态敏感期生态需水

1) 江段鱼类产卵时段

根据湘河流域水生生态现状调查的成果，湘河流域土著鱼类主要为裂腹鱼亚科、条鳅亚科、鮡科的鱼类，其产卵特性为产沉性卵或粘沉性卵，无产漂流性卵的鱼类分布。天然情况下江段鱼类的产卵期覆盖 4~8 月，主要产卵期为 5~7 月，其中裂腹鱼类产卵期主要在 5~6 月，高原鳅类产卵期主要集中在 6~7 月。

2) 江段鱼类产卵的生态需水基本特性分析

根据陕西省动物研究所现场水生生态调查和生境条件的分析，湘河坝下河段存在 3 处相对集中的产卵场，从上游至下游分别为达隆村至白马当村河段产卵场、多角乡至切达村河段产卵场、艾玛河段产卵场。

考虑到江段鱼类产卵期宜尽量可能维持其较好的生境条件，结合其天然来水的涨水过程，鱼类主要产卵期 5~7 月。在湘河建库后鱼类的主要产卵季节 6~7 月，按多年平均流量的 30%（约 20.70m^3/s）进行下泄。由于 5 月份水库水位已基本将至死水位且天然来水量较小，参照 75%保证率来水年 5 月份旬均流量（上、中、下旬平均流量约占断面多年平均流量的 15.6%、19.6%、58.5%），确定 5 月份的生态流量为央玛坝址处多年平均流量的 20%（约 13.84m^3/s）进行下泄。

⑤ 黑颈鹤越冬期河道水量要求

黑颈鹤越冬时期(10 月至次年 3 月)将在湘河河口区域进行栖息、夜宿。

根据水库调度原则，水库 7 月下旬蓄至正常蓄水位 4099m 之后至 11 月下旬，水库维持正常蓄水位，多余水量下泄。根据天然来水情况，10 月至 11 月湘河坝址处基本按照来流进行下泄；湘河坝址至央玛坝址间存在农灌引水，但央玛坝址下泄水量与天然来水变幅较小。

根据水库调度原则，水库 12 月上旬至次年 5 月中旬，入库水量小于灌溉、供水及生态用水需求时，按下游灌溉、供水及生态用水要求下放，不足水量由水库提供。根据水库调度运行结果，75%频率年 10 月至次年 3 月央玛坝址下泄水量约占天然水量的 85%（11 月上旬）~120%（3 月中旬）。

⑥ 小结

本次生态流量计算采用 Tennant 法、90%保证率法、湿周法等，同时考虑鱼类生态敏感期的产卵要求，综合取大值得出央玛取水枢纽坝址生态需水过程见表 4.2-6。

央玛取水枢纽坝址生态需水过程一览表

表 4.2-6

坝址	时期	月份	最小下泄流量	需水情况	备注
央玛取水枢纽坝址	鱼类产卵期	5 月	13.84	进入产卵期，开始加大下泄流量	天然来水量较小，坝址处下泄水量占到天然水量的 70%~130%
		6 月	20.70	产沉性卵或产粘沉性卵鱼类主要产卵时期	按坝址处多年平均流量的 30%进行下泄，同水期下泄水量约占天然水量的 65%~90%
		7 月	20.70		
	一般水期	8、9 月	11.87	非敏感水期，满足基本生态用水	天然流量波动较小
	黑颈鹤越冬期	10 月～3 月	11.87	基本维持天然流量过程	按照运行调度结果，P=75%，10 月~3 月下泄水量约占天然水量的 85%~120%
	一般水期	4 月	11.87	非敏感水期，满足基本生态用水	天然径流一般较小，天然流量波动也相对较小

(3) 秋木沟汇口最小下泄流量的计算

1）下泄流量考虑因素

秋木断面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、生产生活取水要求、河道外生态需水和央玛坝址断面的下泄水量。另外，需兼顾考虑鱼类产卵时期需求。

2）生态需水量

① Tennant 法

根据 Tennant 法的标准，秋木断面所在湘河河段多年平均流量为 63.4m^3/s，属于中河。生态流量按照平均流量的 10%、30%取用分别为 6.34m^3/s、19.0m^3/s。

② 90%保证率法

以 90%保证率最枯月平均流量作为河流基本生态环境需水量，根据长系列径流数据，秋木断面处 90%保证率最枯月平均流量为 6.7m^3/s，占多年平均年均流量的 10.6%。

③ 湿周法

本次环评在秋木断面和央玛坝址之间选取 5 个断面，进行生态需水量的湿周法分析。各代表断面拐点流量的分析结果见表 4.2-7。

典型断面拐点流量分析表(湿周法)

表 4.2-7

断面编号	拐点对应流量(m^3/s)	占多年平均流量的比例(%)	相对湿周(%)
1#	6.62	11.4	75.0
2#	6.04	10.4	75.5
3#	9.18	15.7	69.7
4#	8.46	14.5	63.5
5#	7.88	13.5	63.4

从表 4.2-7 可以看出，各断面的拐点流量中最大流量为 9.18m^3/s，作为湿周法建议的生态需水流量。

④ 鱼类生态敏感期生态需水

在湘河建库后鱼类的主要产卵季节 6~7 月，按多年平均流量的 30%（约 19.02m^3/s）进行下泄。由于 5 月份水库水位已基本将至死水位且天然来水量较小，参照 75%保证率来水年 5 月份旬均流量（上、中、下旬平均流量约占断面多年平均流量的 15.6%、19.6%、58.5%），确定 5 月份的生态流量为秋木断面处多年平均流量的 20%（约 12.68m^3/s）进行下泄。

⑤ 河道外生产生活取水要求

秋木沟断面到央玛断面之间有班宗、央村、艾玛岗干渠供水，P=75%频率下区间生产生活需水量见表 4.2-8。

P=75%频率下区间生产生活取水量

表 4.2-8 单位：m^3/s

需水量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
灌溉	0.00	0.00	1.06	3.91	3.53	4.19	2.35	0.89	0.74	0.00	2.91	1.27
人畜工	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
小计	0.16	0.16	1.22	4.07	3.69	4.35	2.51	1.05	0.90	0.16	3.07	1.43

⑥ 河道外生态需水

河道外生态需水为改善保护区生态环境用水需求，生态补水过程见表 4.2-9。

P=75%频率下河道外生态补水过程

表 4.2-9　　单位：m^3/s

需水量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
生态补水	0.00	0.00	3.76	1.94	1.88	2.91	0.00	0.00	0.00	2.82	0.00	3.76

⑦　满足央玛坝址最小下泄流量所需水量

扣除秋木沟到央玛坝址断面之间的区间汇流，秋木沟断面下泄水量满足央玛断面河道内生态流量为：一般水期 10.87m^3/s，5 月份为 12.04m^3/s，6～7 月份为 10.6m^3/s。

⑧　秋木沟下泄生态流量小结

河道内生态流量：本次生态流量计算采用 Tennant 法、90%保证率法、湿周法等，同时考虑鱼类生态敏感期的产卵要求和满足下游央玛坝址最小下泄生态流量的要求，综合取大值得出秋木沟断面最小下泄河道内生态流量为一般水期为 10.87m^3/s，5 月份为 12.68m^3/s，6～7 月份为 19.02m^3/s。

河道外生态流量：即生产生活及生态补水需求。

综合考虑秋木断面下游河道内生态需水、河道外生产生活及河道外生态补水需求，确定秋木断面的生态需水过程见表 4.2-10。

秋木断面生态需水过程一览表

表 4.2-10　　单位：m^3/s

项目		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
河道内生态需水		10.87	10.87	10.87	10.87	12.68	19.02	19.02	10.87	10.87	10.87	10.87	10.87
河道外需水	灌溉（P=75%）	0.00	0.00	1.06	3.91	3.53	4.19	2.35	0.89	0.74	0.00	2.91	1.27
	人、畜、工	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
	生态补水（P=75%）	0	0	3.76	1.94	1.88	2.91	0	0	0	2.82	0	3.76
秋木沟下泄流量合计		11.03	11.03	15.85	16.88	18.25	26.28	21.53	11.92	11.77	13.85	13.94	16.06
秋木沟天然流量（P=75%）		9.74	10.61	13.39	11.57	20.44	84.27	139.90	165.23	109.70	39.33	20.60	13.71
秋木沟实际下泄流量（P=75%）		11.20	11.12	15.85	17.39	25.76	71.13	123.16	164.49	108.99	38.79	18.83	16.06

(4)　湘河坝址最小下泄流量的计算

1)　下泄流量考虑因素

湘河坝址断面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、生产生活取水要求和秋木沟断面最小下泄流量所需水量。另外，需兼顾考虑鱼类产卵时期需求。

2)　最小下泄生态流量的计算

① Tennant 法

根据 Tennant 法的标准，湘河水利枢纽坝址所在湘河河段多年平均流量为 58.3m^3/s，属于中河。生态流量按照平均流量的 10%、30%取用分别为 5.83m^3/s、17.5m^3/s。

② 90%保证率法

以 90%保证率最枯月平均流量作为河流基本生态环境需水量，根据坝址处长系列径流数据分析可知，湘河水利枢纽坝址处 90%保证率最枯月平均流量为 7.55m^3/s，占多年平均年均流量的 13.0%。

③ 湿周法

本次环评在湘河坝址下游设置了 22 个断面，间隔 250m，作为典型断面进行生态需水量的湿周法分析，断面情况见表 4.2-11。

湘河下游河道测量断面情况表

表 4.2-11

断面编号	距离坝址（km）	深泓线高程（m）	断面编号	距离坝址（km）	深泓线高程（m）
1-1	6.50	4033.3	1-12	9.25	4022.4
1-2	6.75	4032.8	1-13	9.50	4021.5
1-3	7.00	4032.0	1-14	9.75	4021.4
1-4	7.25	4030.5	1-15	10.00	4020.0
1-5	7.50	4030.1	1-16	10.25	4019.2
1-6	7.75	4028.3	1-17	10.50	4019.5
1-7	8.00	4027.4	1-18	10.75	4017.4
1-8	8.25	4026.0	1-19	11.00	4017.4
1-9	8.50	4025.5	1-20	11.25	4015.2
1-10	8.75	4024.7	1-21	11.50	4014.1
1-11	9.00	4023.0	1-22	11.75	4014.2

采用拟合曲线中斜率为 1 的位置作为拐点判定依据。各代表断面拐点流量的分析结果见表 4.2-12。

典型断面拐点流量分析表(湿周法)

表 4.2-12

断面编号	拐点对应流量(m3/s)	占多年平均流量的比例(%)	相对湿周(%)
1-3	9.57	16.42	71.89
1-5	6.56	11.25	74.45
1-10	**9.77**	**16.76**	**68.98**
1-14	4.97	8.53	76.73
1-17	9.52	16.33	63.90
1-19	5.57	9.56	76.69
1-22	8.40	14.40	70.47

从表 4.2-12 可以看出，其中最大流量为 9.77m^3/s。即作为湿周法建议的生态需水流量。

④ 鱼类生态敏感期生态需水

在湘河建库后鱼类的主要产卵季节 6~7 月，按多年平均流量的 30%（约 17.49m^3/s）进行下泄。由于 5 月份水库水位已基本将至死水位且天然来水量较小，参照 75%保证率来水年 5 月份旬均流量（上、中、下旬平均流量约占断面多年平均流量的 15.6%、19.6%、58.5%），确定 5 月份的生态流量为秋木断面处多年平均流量的 20%（约 11.66m^3/s）进行下泄。

⑤ 河道外生产生活取水要求

湘河坝址下游河道外生产生活需水即工程区供灌范围供水，P=75%频率下湘河供灌范围生产生活需水量见表 4.2-13。

P=75%频率下湘河供灌范围生产生活取水量

表 4.2-13 单位：m^3/s

需水量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
灌溉	0.00	0.00	1.56	5.01	4.26	5.35	2.84	1.08	0.89	0.00	3.52	1.87
人畜工	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
小计	0.23	0.23	1.79	5.24	4.49	5.58	3.06	1.30	1.12	0.23	3.74	2.10

⑥ 河道外生态需水

河道外生态需水为改善保护区生态环境用水需求，生态补水过程见表 4.2-14。

P=75%频率下河道外生态补水过程

表 4.2-14　　单位：m^3/s

需水量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
生态补水	0.00	0.00	3.76	1.94	1.88	2.91	0.00	0.00	0.00	2.82	0.00	3.76

⑦　满足秋木断面最小下泄流量所需水量

秋木沟断面最小下泄生态流量包括河道内生态流量和河道外生态流量两部分，河道外生态流量部分统一纳入湘河坝下至秋木沟区间的河道外生态水量一并考虑，这里仅考虑满足秋木沟河道内生态需水量。扣除湘河坝址至秋木沟之间的区间汇流，湘河坝址下泄水量满足秋木沟断面河道内生态流量为：一般水期 9.97m^3/s，5 月份为 10.98m^3/s，6～7 月份为 9.82m^3/s。

⑧　湘河坝址最小下泄流量要求小结

河道内生态流量：本次生态流量计算采用 Tennant 法、90%保证率法、湿周法等，同时考虑鱼类生态敏感期的产卵要求和满足下游秋木沟断面河道内生态流量的要求，综合取大值得出湘河坝址最小下泄河道内生态流量为一般水期为 10.0m^3/s，5 月份为 11.66m^3/s，6～7 月份为 17.49m^3/s。

河道外生态流量：即生产生活和生态补水需求。

综合考虑湘河坝址下游河道内生态需水、河道外生产生活及河道外生态补水需求，确定湘河坝址的生态需水过程见表 4.2-15。

湘河坝址生态需水过程一览表

表 4.2-15　　单位：m^3/s

项目		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
河道内生态需水		10.0	10.0	10.0	10.0	11.66	17.49	17.49	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
河道外需水	灌溉（P=75%）	0.00	0.00	1.56	5.01	4.26	5.35	2.84	1.08	0.89	0.00	3.52	1.87
	人、畜、工	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
	生态补水（P=75%）	0	0	3.76	1.94	1.88	2.91	0	0	0	2.82	0	3.76
下泄流量合计		10.23	10.23	15.55	17.18	18.03	25.98	20.56	11.31	11.12	13.05	13.75	15.86
天然流量		8.94	9.71	12.32	10.63	18.72	77.20	128.61	151.55	100.73	36.05	18.87	12.55
实际下泄流量		10.48	10.29	15.55	17.72	24.95	65.40	112.50	151.10	100.27	35.60	17.86	15.86

4.2.2　水文情势影响分析

4.2.2.1 施工期水文情势影响分析

工程施工期采用围堰一次拦断河床、隧洞导流的导流方式维持坝址处上下游水文情势的连续性。

工程计划第 3 年 2 月初河床截流，采用单戗堤立堵、左岸占进的方式截流。截流流量初选 2 月上旬 10%月流量 44.4m^3/s。截流期间上游来水由龙口和导流隧洞(进口底高程 4058.0m)全部下泄，当上游水位低于 4058.0m，全由龙口泄流，上游水位超过 4058.0m 后，导流隧洞开始分流。截流期间，围堰上游水位较截流前抬升约 2m，且上游来流全部下泄，故河床截流对坝址上下游河段水文情势影响较小。

工程施工导流程序及主要水力学成果见表 4.2-16，施工期间来水均通过相应的泄流建筑物全部进入下游河床，施工建设对坝址上下游河段水文情势影响总体较小。

湘河水利枢纽工程施工期导流程序

表 4.2-16

导流时段	导流度汛标准	流量（m^3/s）	泄水建筑物	挡水建筑物	下游水位（m）	计算上游水位（m）	挡水建筑物高程（m）	库容（亿m^3）	备注
第 1 年 9 月～第 1 年 12 月	全年 P=10%，Qmax	719.0	原河道		4056.12	4056.16			施工筹建期
第 2 年 1 月～第 3 年 1 月	全年 P=10%，Qmax	719.0	原河道		4056.12	4056.16			施工准备期
第 3 年 2 月～第 3 年 5 月	P=10%，Qmax	87.7	导流隧洞	截流戗堤	4054.87	4061.01	4062.00		截流
第 3 年 6 月～第 5 年 2 月	全年 P=10%，Qmax	719.0	导流隧洞	上、下游围堰	4056.07	4077.20	上游围堰 4079.50，下游围堰 4057.00	0.25	
第 5 年 3 月	全年 P=2%，Qmax	1054	导流隧洞	大坝	4056.75	4087.80	大坝填筑高程 4090.30	0.45	渡汛
第 5 年 5 月	P=10%	44.4	引水隧洞	闸门	4044.00	4068.24			发电、下游供水
备注	1.导流隧洞与泄洪隧洞结合布置，导流洞施工完成后即对剩余泄洪洞进行改造；2.导流洞进口底板高程位于河道水位以上，施工期无需预留岩埂，出水口需要预留岩埂。								

4.2.2.2 初期蓄水对水文情势的影响

水库在施工过程中，截流后，因导流放空洞高程为 4058m，无法下放生态流量，需

蓄水至 46.82 万 m³方可下泄生态流量。按施工方案及施工工期，安排在枯水期进行截流，经计算，在 P=75%频率下，需要约 1 天蓄水至 4058m。期间采用抽水的方式进行生态流量的下放，以保证下游生态需水量。

因湘河水利枢纽为不完全年调节水库，水库蓄纳典型年丰水期来水后尚有弃水，且水库上游无水利工程设施，对本水库无影响，在 P=75%典型年，水库可在一个水文年内蓄水至正常蓄水位，基本可满足蓄水要求。建设完成本工程各主体工程后，在库区淹没赔偿、大坝安全鉴定结束后，水库具备投入正常运行条件，则开始蓄水。

初期蓄水时，保证下游生态用水的需求的同时，兼顾下游供水和灌溉用水，根据施工工期，第 5 年 5 月份开始下闸蓄水。水库设计正常蓄水位为 4099m,考虑到大坝初建成对安全有一定的影响，初期蓄水水位仅蓄到 4096m，分 3 次完成，按 P=75%典型年进行计算，第一次蓄水位为 4092m，对应库容 6166.06 万 m^3，需蓄水 1224 小时，蓄到位后停止蓄水 15 天，以待观察；第二次蓄水至 4094m，对应库容 881.85 万 m3，需蓄水 141 小时，蓄到位后停蓄 15 天，以待观察；三次蓄水位至 4096m，对应库容 937.10 万 m^3，需蓄水 149 小时，蓄到 4096m 停止蓄水进行监测。监测项目包括坝体变形监测（内、外部变形，沥青心墙监测，混凝土防渗墙监测）、渗流监测等，并拟定专人做好初期蓄水的安全值守工作，对高水位蓄水等重要蓄水阶段实行 24 小时不间断值守，确保初期蓄水安全。

从蓄水过程看，从蓄水过程看，能够满足下泄生态流量的需求。

4.2.2.3 运行期湘河库区河段水文情势影响分析

(1) 预测模型

采用 MIKE21 FM 模型对库区水动力进行模拟。二维数学模型简介如下。

① 水流连续方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + h(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}) + u\frac{\partial h}{\partial x} + v\frac{\partial h}{\partial y} = 0$$

② x 方向的动量守恒方程：

$$h\frac{\partial u}{\partial t} + hu\frac{\partial u}{\partial x} + hv\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{h}{\rho}\left(E_{xx}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + E_{xy}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) + gh\left(\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x}\right) + \frac{gun^2}{h^{1/3}}\left(u^2 + v^2\right)^{1/2} - \zeta v_a^{\,2}\cos\psi - 2hv\omega\sin\phi = 0$$

③ y 方向的动量守恒方程：

$$h\frac{\partial v}{\partial t}+hu\frac{\partial v}{\partial x}+hv\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{h}{\rho}\left(E_{yx}\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+E_{yy}\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)+gh\left(\frac{\partial a}{\partial y}+\frac{\partial h}{\partial y}\right)+\frac{gvn^2}{h^{1/3}}\left(u^2+v^2\right)^{1/2}-\zeta v_a^{\,2}\sin\psi+2hv\omega\sin\phi=0$$

式中：h：水深，m；

u、v：x 方向和 y 方向流速，m/s；

ρ：流体密度，kg /m^3；

E：涡动粘滞系数，kg /(m·s)；

g：重力加速度，m/s^2；

a：底高程，m；

n：曼宁糙率系数；

ζ：风应力系数；

v_a：风速，m/s；

ψ：风向；

ω：地球自转角速度；

ϕ：纬度。

本模型不考虑风力和地球自转科氏力的作用，曼宁糙率取值 0.03。本模型范围上游取至库尾上游河道约 4100m 高程处，下游至水库坝址，上游边界由入库流量控制。

(2) 影响评价

湘河水利枢纽工程具有不完全年调节性能，水库投入运行后，将改变工程所在河段的水文情势，库区河段的水位、水深、水面面积、流速等水文情势较天然河段发生较大变化。建库前后的坝址处水位分别为 4060m 和 4099m；建库后坝前水深为 46m，较天然情况增大 39m；建库后库区河段的水面面积为 481.96hm^2，较天然情况增大 354.43hm^2；建库前后的坝址处流速分别为 0.536m/s 和 0.029m/s；兴利调节时水库水位在正常蓄水位 4099m 和死水位 4080m 之间变动，水位变幅 19m。

湘河水利枢纽建设前后水文要素变化情况见表 4.2-17。

湘河水利枢纽各典型年水库水位变化情况见表 4.2-18 和图 4.2-1。

正常蓄水位和死水位时库区水深分布情况分别见图 4.2-2 和图 4.2-3。

湘河水利枢纽建设前后水文要素变化情况表

表 4.2-17

水文要素 / 工况	水位(m)	水深(m)	水面面积(hm^2)	流速(m/s)
工程建设前	4060	7	127.53	0.536
工程建设后	4099	46	481.96	0.029
建设前后变化情况	39	39	354.43	-0.507

各典型年湘河水利枢纽库区逐旬旬末水位变化过程一览表

表 4.2-18

月份	旬	P=75%		P=50%		P=25%	
时段初		入库流量(m^3/s)	水位(m)	入库流量(m^3/s)	水位(m)	入库流量(m^3/s)	水位(m)
五月	下旬	33.03	4080.00	23.53	4092.58	35.63	4095.12
六月	上旬	27.92	4080.00	39.02	4092.58	65.26	4095.12
	中旬	72.14	4085.26	56.04	4093.81	92.47	4095.79
	下旬	128.55	4089.28	158.55	4095.00	111.62	4096.44
七月	上旬	133.93	4092.61	141.93	4096.15	157.93	4097.08
	中旬	134.46	4095.60	151.75	4097.26	176.75	4097.72
	下旬	116.85	4098.34	158.87	4098.34	169.87	4098.34
八月	上旬	92.23	4098.34	191.93	4098.34	147.93	4098.34
	中旬	162.93	4098.34	182.93	4098.34	224.93	4098.34
	下旬	194.85	4098.34	185.85	4098.34	227.85	4098.34
九月	上旬	143.93	4098.34	104.93	4098.34	214.93	4098.34
	中旬	92.86	4098.34	120.86	4098.34	121.86	4098.34
	下旬	65.13	4098.34	107.93	4098.34	82.93	4098.34
十月	上旬	49.83	4098.34	67.13	4098.34	66.23	4098.34
	中旬	33.53	4098.34	40.73	4098.34	52.23	4098.34
	下旬	25.63	4098.34	28.73	4098.34	42.53	4098.34
十一月	上旬	20.56	4098.34	24.67	4098.34	30.97	4098.34
	中旬	18.13	4098.34	22.63	4098.34	31.63	4098.34
	下旬	15.83	4098.34	19.93	4098.34	25.73	4098.34
十二月	上旬	12.53	4097.80	14.83	4098.27	22.00	4098.34
	中旬	12.03	4097.17	12.43	4097.74	18.93	4098.34
	下旬	11.93	4096.44	12.53	4097.16	19.03	4098.34
一月	上旬	9.23	4096.18	11.73	4097.44	17.43	4098.34
	中旬	8.86	4095.85	12.03	4097.76	17.03	4098.34
	下旬	8.55	4095.40	12.13	4098.14	17.33	4098.34
二月	上旬	8.66	4095.03	11.63	4098.34	17.83	4098.34
	中旬	9.26	4094.77	11.73	4098.34	17.33	4098.34

	下旬	11.33	4094.92	12.23	4098.34	18.53	4098.34
三月	上旬	12.83	4095.39	13.33	4098.34	20.93	4098.34
	中旬	11.20	4093.59	12.80	4097.06	20.26	4098.34
	下旬	11.93	4092.79	13.23	4096.63	21.73	4098.34
四月	上旬	10.22	4091.74	12.54	4096.34	20.94	4098.34
	中旬	9.25	4090.03	13.14	4095.95	16.94	4098.34
	下旬	9.60	4087.28	10.50	4094.01	16.16	4098.01
五月	上旬	7.74	4082.58	15.62	4092.74	10.64	4096.10
	中旬	10.87	4080.00	16.27	4092.58	11.46	4095.12

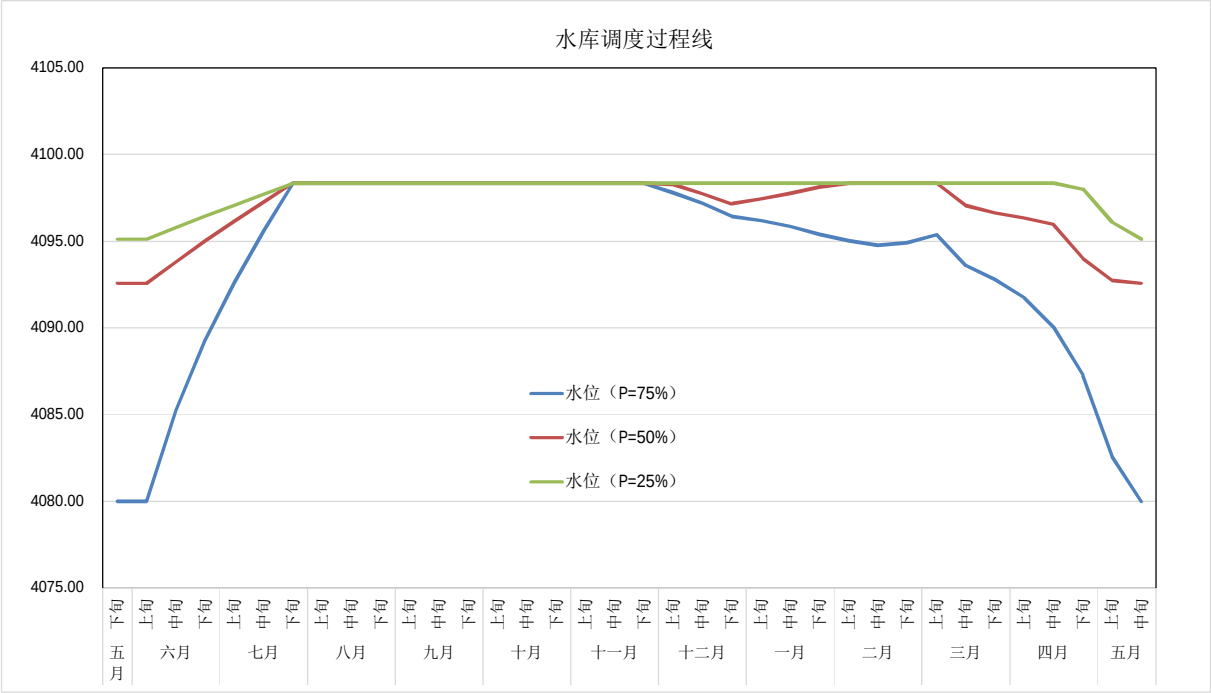


图 4.2-1　各典型年来水条件下湘河水利枢纽库区逐旬旬末水位过程图

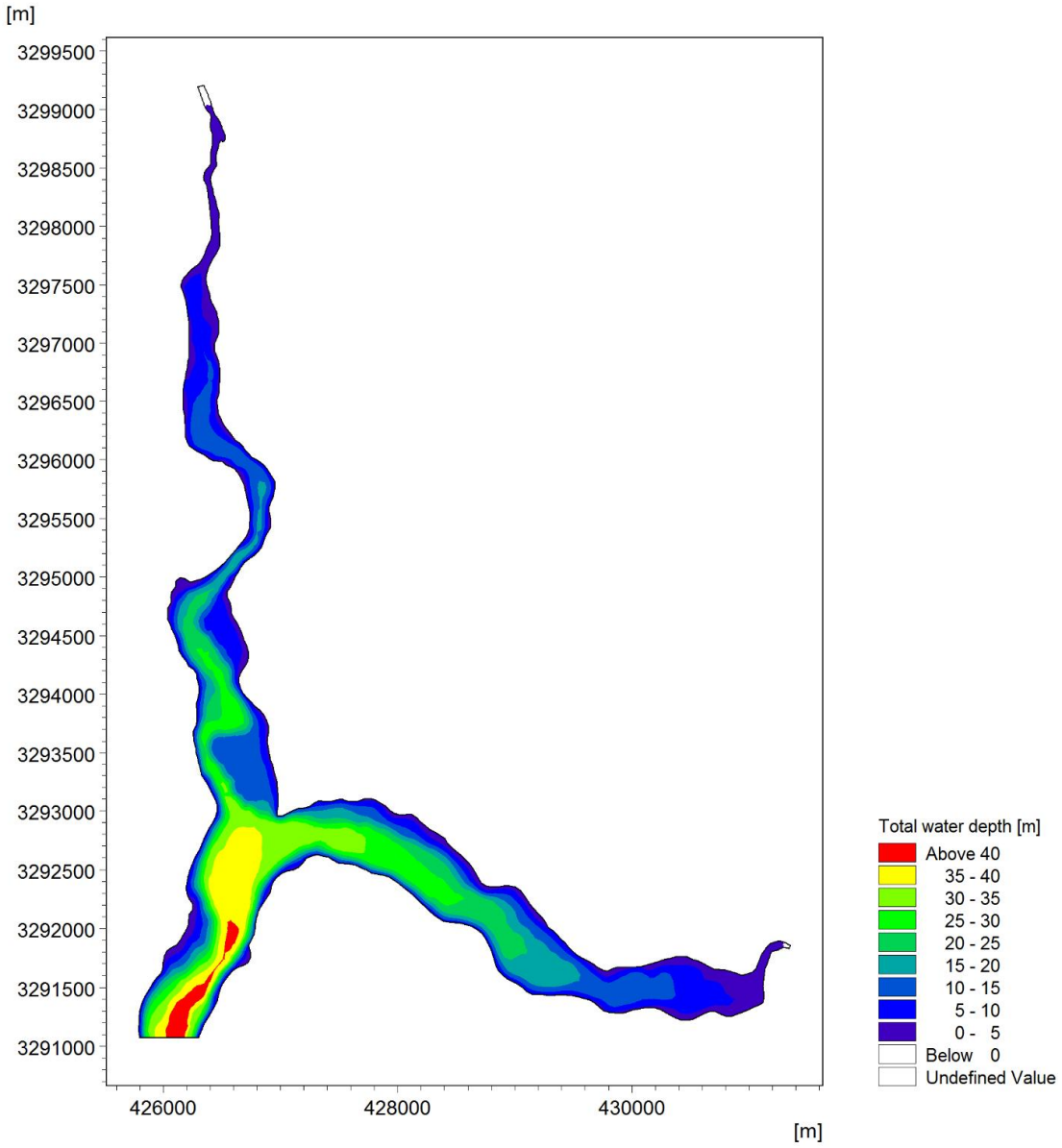


图 4.2-2 正常蓄水位（4099m）蓄水时库区水深分布

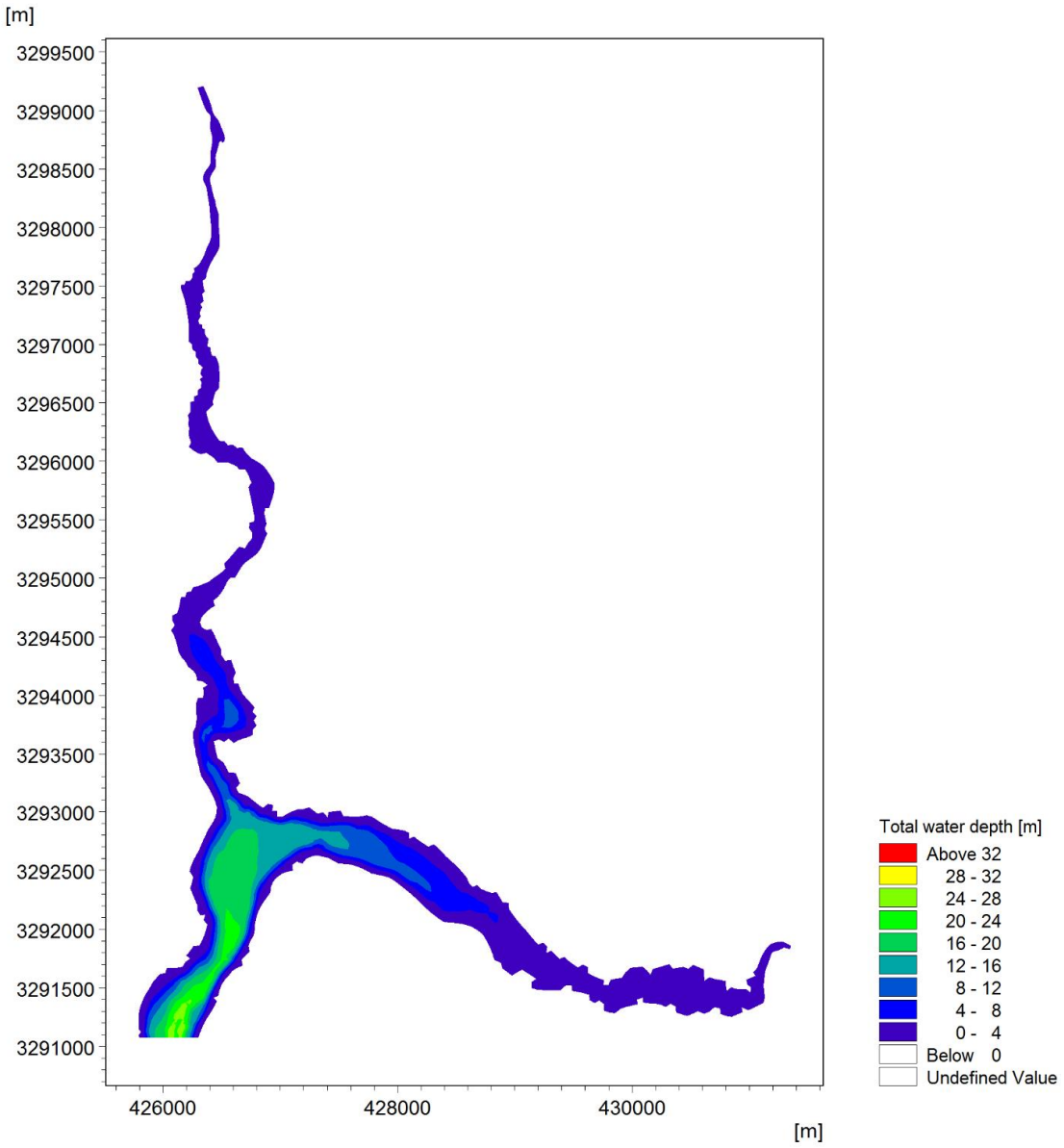


图 4.2-3 死水位（4080m）蓄水时库区水深分布

4.2.2.4 运行期Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区控制断面水文情势影响评价

湘河水利枢纽工程运行后，坝址以下湘河干流河段河道内径流过程将主要受湘河水利枢纽的调蓄作用，沿程各取水口取水对河流径流影响总体较小。分析湘河运行其坝下Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区控制断面水文情势变化情况，选取平水年(P=50%)、枯水年(P=75%)和特枯水年(P=90%)作为典型年进行水文情势分析。

(1) Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区控制断面水文情势影响分析

湘河水利枢纽运行后，各典型年湘河坝址、秋木沟断面、央玛坝址断面逐旬流量过程见表 4.2-19 和图 4.2-4

各典型年各控制断面逐旬流量过程一览表

表 4.2-19　　单位：m^3/s

频率		50%									70%									90%								
区间		Ⅰ区			Ⅱ区			Ⅲ区			Ⅰ区			Ⅱ区			Ⅲ区			Ⅰ区			Ⅱ区			Ⅲ区		
月	旬	天然径流量	现状径流量	建库后下泄流量	天然径流量	现状径流量	建库后下泄流量	天然径流量	现状径流量	建库后下泄流量	天然径流量	现状径流量	建库后下泄流量	天然径流量	现状径流量	建库后下泄流量	天然径流量	现状径流量	建库后下泄流量	天然径流量	现状径流量	建库后下泄流量	天然径流量	现状径流量	建库后下泄流量	天然径流量	现状径流量	建库后下泄流量
1月	上旬	11.8	11.8	10.0	12.8	12.7	10.9	14.0	13.9	11.9	9.3	9.3	10.4	10.1	10.0	11.1	11.0	10.9	11.9	8.4	8.3	10.6	9.1	9.0	11.2	9.9	9.8	11.9
	中旬	12.1	12.1	10.0	13.2	13.1	11.0	14.4	14.3	12.0	8.9	8.9	10.5	9.7	9.7	11.2	10.6	10.5	11.9	7.4	7.3	10.7	8.0	7.9	11.3	8.7	8.6	11.9
	下旬	12.2	12.2	10.0	13.3	13.2	11.0	14.5	14.4	12.0	8.6	8.6	10.5	9.4	9.3	11.2	10.2	10.1	11.9	7.0	7.0	10.8	7.7	7.6	11.4	8.3	8.2	11.9
2月	上旬	11.7	11.7	10.2	12.8	12.7	11.2	13.9	13.8	12.1	8.7	8.7	10.5	9.5	9.4	11.2	10.4	10.3	11.9	7.4	7.3	10.8	8.0	7.9	11.3	8.7	8.6	11.9
	中旬	11.8	11.8	11.5	12.8	12.7	12.5	14.0	13.9	13.5	9.3	9.3	10.4	10.2	10.1	11.1	11.1	11.0	11.9	10.5	10.5	10.1	11.5	11.4	11.0	12.5	12.4	11.9
	下旬	12.3	12.3	12.0	13.4	13.3	13.0	14.5	14.4	13.9	11.4	11.4	10.0	12.5	12.4	11.0	13.6	13.5	11.9	9.4	9.4	10.4	10.2	10.1	11.1	11.1	11.0	11.9
3月	上旬	13.4	13.4	13.1	14.6	14.5	14.2	15.9	15.8	15.3	12.9	12.9	10.0	14.0	13.9	11.0	15.3	15.2	12.1	9.0	8.9	10.4	9.8	9.7	11.1	10.7	10.6	11.9
	中旬	13.7	12.8	20.0	14.9	12.9	19.6	16.3	11.3	11.9	12.1	11.2	20.4	13.1	11.1	19.8	14.3	9.2	11.9	9.9	9.0	16.4	10.8	8.8	16.0	11.7	6.7	11.9
	下旬	13.3	13.3	15.3	14.5	14.4	16.4	15.7	15.6	11.9	12.0	12.0	15.4	13.1	13.0	16.4	14.3	14.2	11.9	10.8	10.8	12.2	11.8	11.7	13.2	12.9	12.8	11.9
4月	上旬	13.7	12.6	13.9	14.9	13.0	14.3	16.2	10.8	11.9	11.6	10.2	15.2	12.6	10.4	15.2	13.7	7.9	11.9	9.1	7.7	13.5	10.0	7.7	13.8	10.9	4.9	11.9
	中旬	13.6	13.2	15.2	14.8	13.4	15.3	16.1	10.2	11.9	9.8	9.3	17.0	10.7	9.0	16.7	11.6	5.4	11.9	7.4	6.9	14.9	8.1	6.4	14.8	8.8	2.3	11.9
	下旬	11.4	10.5	20.8	12.4	10.4	20.1	13.5	8.5	11.9	10.5	9.6	20.9	11.4	9.4	20.2	12.5	7.4	11.9	6.1	5.2	17.2	6.7	4.7	16.4	7.3	2.3	11.9
5月	上旬	17.0	15.6	21.9	18.5	16.3	22.4	20.2	13.7	13.8	9.1	7.8	23.4	10.0	7.7	23.3	10.8	5.0	13.8	7.9	6.5	16.1	8.6	6.4	16.3	9.4	3.4	11.9
	中旬	16.8	16.3	16.9	18.3	16.8	17.4	19.9	13.5	13.8	11.4	10.9	17.8	12.5	11.0	17.9	13.6	8.0	13.8	13.1	12.6	13.4	14.2	12.7	13.8	15.5	9.7	11.9
	下旬	24.6	23.6	23.4	26.8	25.1	24.8	29.2	24.2	23.8	34.1	33.1	32.8	37.2	35.5	35.2	40.5	36.1	35.1	16.2	15.2	15.0	17.7	16.0	16.0	19.3	14.7	15.4
6月	上旬	40.3	39.0	38.8	44.0	41.3	40.5	47.9	40.5	34.8	29.2	27.9	27.6	31.8	29.1	28.3	34.7	27.5	21.5	28.9	27.6	27.4	31.5	28.8	28.5	34.4	27.3	25.8
	中旬	57.3	56.1	49.5	62.5	59.7	53.1	68.0	57.9	46.6	73.4	72.2	56.1	80.0	77.2	61.1	87.1	78.3	56.2	52.7	51.5	35.6	57.4	54.6	39.3	62.5	53.3	37.9
	下旬	159.0	158.6	152.0	173.0	172.2	165.5	189.0	186.5	179.6	129.0	128.6	112.4	141.0	140.2	124.0	153.0	150.8	134.1	105.0	104.6	88.6	115.0	114.2	98.3	125.0	122.7	107.1
7月	上旬	142.0	142.0	135.4	155.0	154.9	148.3	169.0	168.9	162.1	134.0	134.0	117.9	146.0	145.9	129.8	159.0	158.9	142.6	148.0	148.0	132.0	161.0	160.9	144.9	175.0	174.9	158.7
	中旬	153.0	151.8	145.2	167.0	164.9	158.3	182.0	175.7	168.9	136.0	134.5	118.4	148.0	145.4	129.3	162.0	155.1	137.8	99.0	97.5	81.5	108.0	105.4	89.8	117.0	109.8	95.3
	下旬	159.0	158.9	152.9	173.0	172.4	166.3	188.0	185.0	178.8	117.0	116.9	102.3	127.0	126.3	111.6	139.0	135.8	120.5	118.0	117.9	103.3	129.0	128.3	113.9	140.0	136.7	122.9
8月	上旬	192.0	192.0	191.7	210.0	209.9	209.6	228.0	227.9	227.4	92.3	92.3	91.9	101.0	100.9	100.5	110.0	109.9	109.3	178.0	178.0	177.5	194.0	193.9	193.5	211.0	210.9	210.3
	中旬	183.0	183.0	182.7	199.0	198.9	198.6	217.0	216.9	216.4	163.0	163.0	162.6	178.0	177.9	177.5	193.0	192.9	192.3	166.0	166.0	165.5	181.0	180.9	180.5	197.0	196.9	196.3
	下旬	186.0	185.9	185.6	203.0	202.3	202.0	221.0	217.3	216.8	195.0	194.9	194.5	212.0	211.3	210.9	231.0	227.8	226.7	63.8	63.7	63.3	69.5	68.8	68.6	75.7	72.4	72.8
9月	上旬	105.0	105.0	104.7	115.0	114.9	114.6	125.0	124.9	124.4	144.0	144.0	143.6	157.0	156.9	156.5	171.0	170.9	170.3	98.0	98.0	97.5	107.0	106.9	106.4	117.0	116.9	116.3
	中旬	121.0	120.9	120.6	132.0	131.3	131.0	144.0	140.8	140.2	93.0	92.9	92.5	101.0	100.3	99.9	110.0	107.2	106.1	97.0	96.9	96.5	106.0	105.3	105.1	115.0	112.1	112.3
	下旬	108.0	108.0	107.7	117.0	116.9	116.6	128.0	127.9	127.4	65.2	65.2	64.8	71.1	71.0	70.6	77.4	77.3	76.7	55.9	55.9	55.4	61.0	60.9	60.4	66.4	66.3	65.7
10月	上旬	67.2	67.2	66.9	73.2	73.1	72.8	79.7	79.6	74.7	49.9	49.9	49.4	54.4	54.3	53.9	59.2	59.1	54.1	34.1	34.1	33.6	37.2	37.1	36.6	40.5	40.4	38.0
	中旬	40.8	40.8	40.5	44.5	44.4	44.1	48.4	48.3	43.4	33.6	33.6	33.1	36.6	36.5	36.1	39.9	39.8	34.8	26.9	26.9	26.4	29.3	29.2	28.7	31.9	31.8	29.4
	下旬	28.8	28.8	28.5	31.4	31.3	31.0	34.2	34.1	33.6	25.7	25.7	25.3	28.1	28.0	27.6	30.6	30.5	29.9	23.0	23.0	22.5	25.1	25.0	24.6	27.3	27.2	26.6
11月	上旬	26.3	24.7	24.5	28.7	25.4	25.1	31.3	19.6	19.0	22.5	20.6	20.2	24.6	20.6	20.2	26.8	14.5	12.0	19.1	17.2	16.8	20.9	16.9	17.3	22.7	9.9	12.6
	中旬	22.7	22.7	22.4	24.8	24.7	24.4	27.0	26.9	26.5	18.2	18.2	17.8	19.9	19.8	19.4	21.6	21.5	21.0	17.2	17.2	16.8	18.8	18.7	18.3	20.4	20.3	19.7
	下旬	20.0	20.0	19.7	21.8	21.7	21.4	23.7	23.6	23.2	15.9	15.9	15.5	17.3	17.2	16.8	18.8	18.7	18.2	17.0	17.0	16.6	18.5	18.4	18.0	20.1	20.0	19.4
12月	上旬	15.9	14.9	15.1	17.3	15.0	14.5	18.9	13.0	11.9	13.6	12.6	15.5	14.9	12.6	14.8	16.2	10.1	11.9	11.5	10.5	14.6	12.6	10.3	14.1	13.7	7.8	11.9
	中旬	12.5	12.5	15.4	13.6	13.5	16.4	14.8	14.7	11.9	12.1	12.1	15.4	13.2	13.1	16.4	14.4	14.3	11.9	9.0	9.0	12.7	9.8	9.8	13.4	10.7	10.6	11.9
	下旬	12.6	12.6	15.4	13.7	13.6	16.4	14.9	14.8	11.9	12.0	12.0	15.5	13.1	13.0	16.5	14.2	14.1	11.9	8.7	8.6	12.7	9.5	9.4	13.4	10.3	10.2	11.9

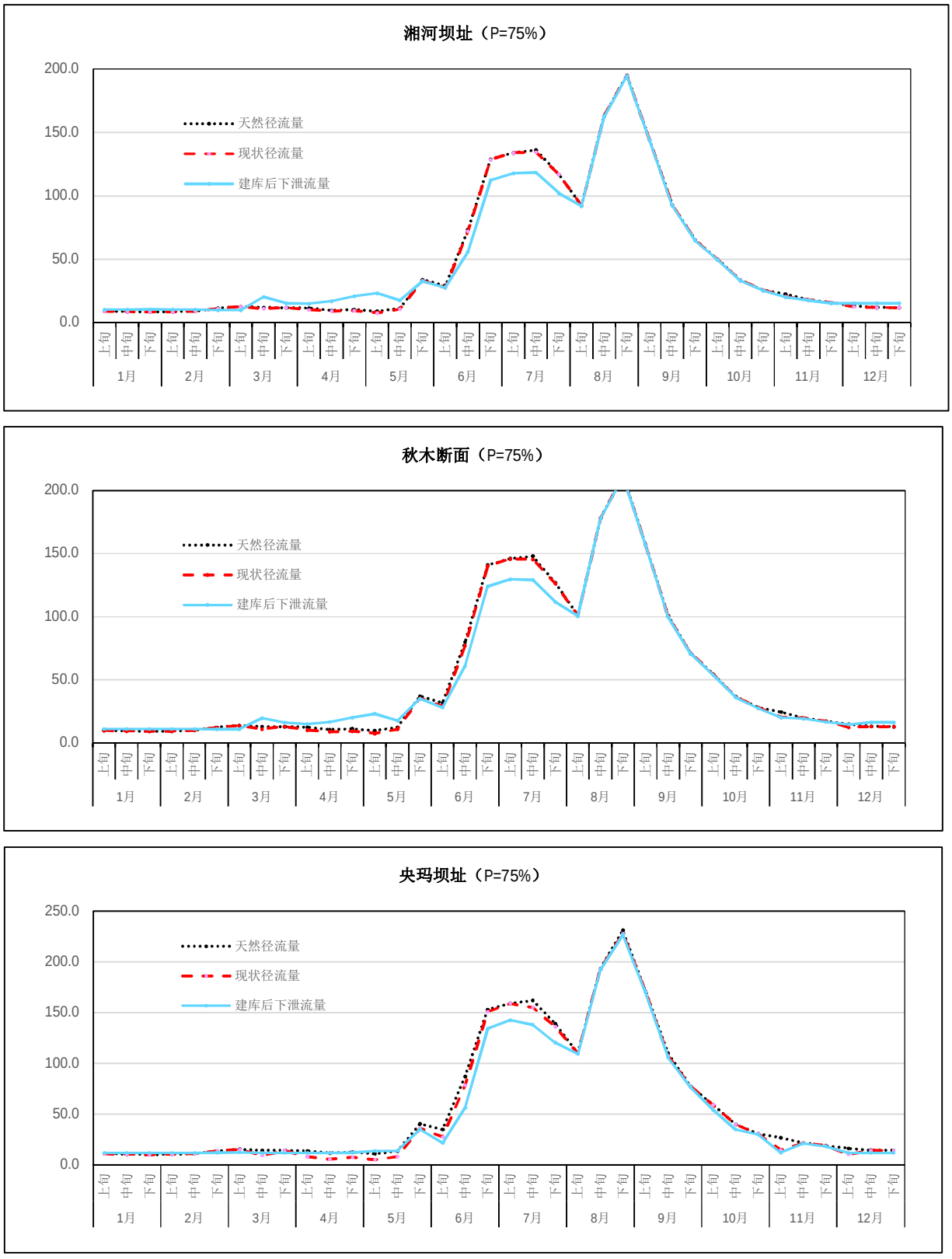


图 4.2-4　P=75%典型年各断面逐旬流量过程图

分析表 4.2-19 和图 4.2-4 可以看出，50%频率年，湘河坝址断面 7 月份由于水库蓄水，下泄水量较天然水量有一定降低，减少约 5%，降低幅度较小；8～11 月份基本维

持天然流量下泄；12～5 月湘河进入枯水期，天然来水较小，水库动用库容满足河道内生态需水和下游生产用水，3～5 月和 12 月下泄水量较天然水量有一定增加，增加幅度约 20%，1、2 月份下泄水量较天然有一定减少，减少幅度最大约 15%；央玛坝址断面 6 月中旬到 7 月下旬，由于湘河水库蓄水，下泄水量较天然水量有一定降低，减少约 10%，降低幅度较小；其他月份逐旬下泄水量占天然来水流量的比例基本在 85%以上，变化幅度较小。

75%频率年，湘河坝址断面 6、7 月份由于水库蓄水，下泄水量较天然水量有一定降低，减少约 15%；8～11 月份基本维持天然流量下泄；12～5 月湘河进入枯水期，天然来水较小，水库动用库容满足河道内生态需水和下游生产用水，下泄水量较天然水量有一定增加，增加幅度约 30%；央玛坝址 6 月中旬到 7 月下旬，由于湘河水库蓄水，下泄水量较天然水量有一定降低，减少约 18%；8～10 月份水量几乎维持水量下泄，12～5 月湘河进入枯水期，天然来水较小，同时进入冬灌季节，3、4、12 月下泄水量较天然有一定减少，减少幅度最大约 15%；1、2、5 月份下泄水量较天然水量有一定增加，增加幅度约 10%。

(2) 黑颈鹤越冬期（10～3 月）央玛坝址下游水文情势分析

黑颈鹤越冬时间 10 月～3 月，各旬下泄流量占天然来水流量的比例基本在 85%以上，枯水年和特枯水年还能增大下游河道水量，增加幅度基本在 20%左右。根据表 4.2-20 和图 4.2-4 分析得出，平水年、枯水年、特枯水年下泄水量均控制在天然水文过程变化幅度范围内，基本维持了天然水文过程。

黑颈鹤越冬时期央玛坝址下游天然来水流量和工程建成后实际下泄水量对比分析见表 4.2-21 和图 4.2-5。

黑颈鹤越冬时期央玛坝址建成后下游下泄流量与天然流量对比情况一览表

表 4.2-20 m^3/s

时间		平水年(P=50%)			枯水年(P=75%)			特枯水年(P=90%)		
		建成前	建成后	建成后/建成前	建成前	建成后	建成后/建成前	建成前	建成后	建成后/建成前
10月	上旬	79.6	74.7	0.94	59.1	54.1	0.92	40.4	38.0	0.94
	中旬	48.3	43.4	0.90	39.8	34.8	0.87	31.8	29.4	0.92
	下旬	34.1	33.6	0.99	30.5	29.9	0.98	27.2	26.6	0.98
11月	上旬	21	19.0	0.90	14.5	12.0	0.83	**10.4**	12.6	1.21
	中旬	26.9	26.5	0.98	21.5	21.0	0.97	20.3	19.7	0.97
	下旬	23.6	23.2	0.98	18.7	18.2	0.97	20	19.4	0.97
12月	上旬	12.8	11.9	0.93	**10.1**	11.9	1.18	**7.6**	11.9	1.56
	中旬	14.7	11.9	0.81	14.3	11.9	0.83	**10.6**	11.9	1.12
	下旬	14.8	11.9	0.80	14.1	11.9	0.84	**10.2**	11.9	1.16
1月	上旬	13.9	11.9	0.86	**10.9**	11.9	1.09	**9.8**	11.9	1.21
	中旬	14.3	12.0	0.84	**10.5**	11.9	1.13	**8.6**	11.9	1.38
	下旬	14.4	12.0	0.84	**10.1**	11.9	1.18	**8.2**	11.9	1.45
2月	上旬	13.8	12.1	0.88	**10.3**	11.9	1.15	**8.6**	11.9	1.38
	中旬	13.9	13.5	0.97	**11**	11.9	1.08	12.4	11.9	0.96
	下旬	14.4	13.9	0.97	13.5	11.9	0.88	**11**	11.9	1.08
3月	上旬	15.8	15.3	0.97	15.2	12.1	0.80	**10.6**	11.9	1.12
	中旬	**11.2**	11.9	1.06	**9.2**	11.9	1.29	**6.6**	11.9	1.80
	下旬	15.6	11.9	0.76	14.2	11.9	0.84	12.8	11.9	0.93

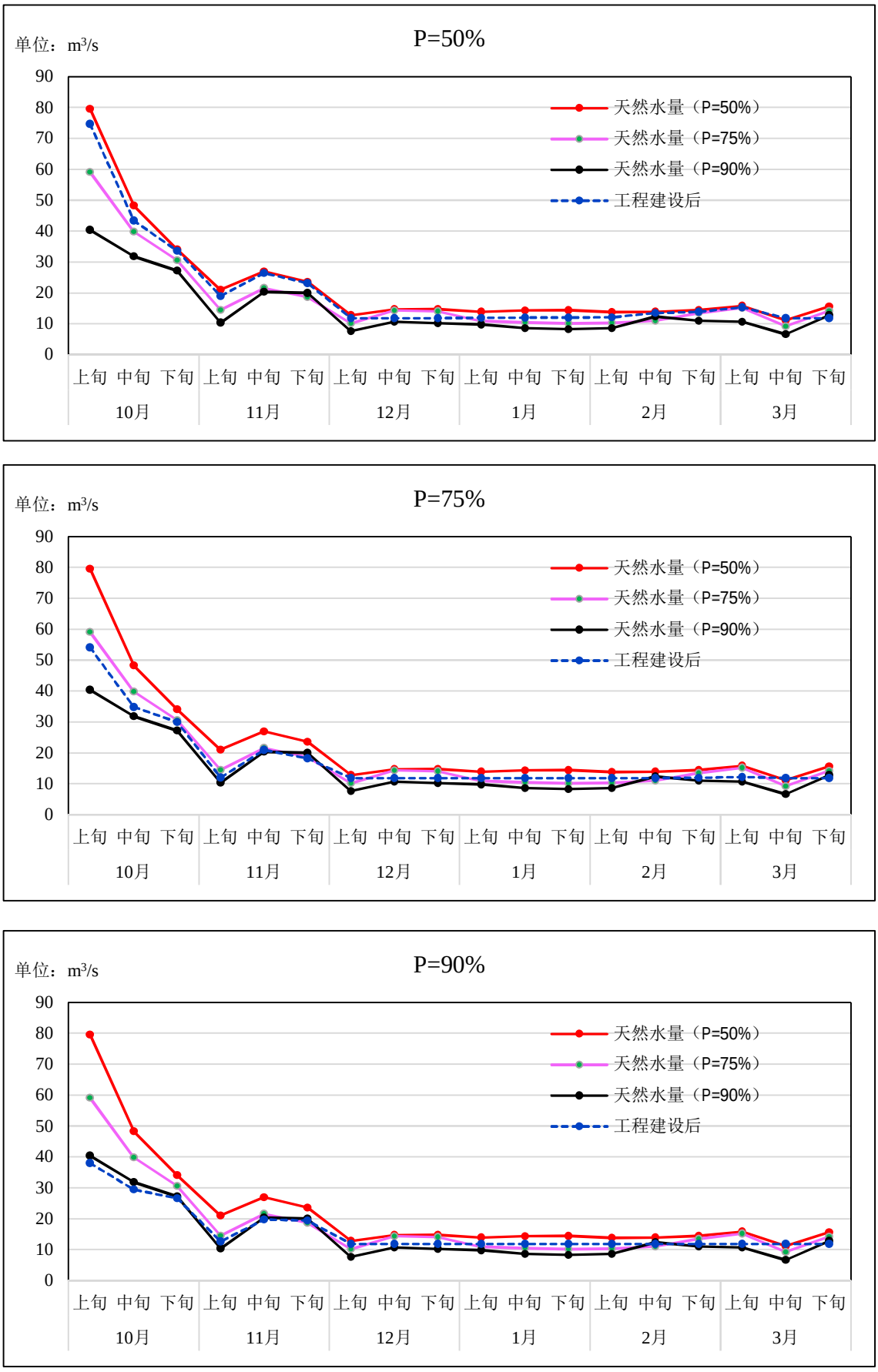


图 4.2-5　黑颈鹤越冬时期工程建设前后水量对比分析图

4.2.2.5 运行期湘河坝址至河口河段水文情势影响分析

(1) 预测模型

利用 DHI MIKE11 进行坝址下游河道水动力模拟预测，MIKE11 能够有效地模拟急流和缓流，并自动进行流态判别。MIKE11 采用一维非恒定流 Saint-Venant 方程组描述河道水流的运动：

连续方程：

$$\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=q$$

动量方程：

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial\left(\alpha\frac{Q^2}{A}\right)}{\partial x}g+gA\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{gn^2Q|Q|}{AR^{4/3}}=q$$

式中：*x*、*t*：计算点空间和时间的坐标，

A：过水断面面积，

Q：过流流量，

h：水位，

q：旁侧入流流量，

R：水力半径，

α：动量校正系数，

g：重力加速度，

C：谢才系数，与过水断面形状、壁面粗糙度以及雷诺数等因素有关，常用曼宁公式来表示：

$$C=\frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}}$$

式中，*n*：曼宁糙率，与河床粗糙程度有关，本工程模型根据水文调查资料 n 取值 0.03～0.04 之间。

方程组利用 Abbott-Ionescu 六点隐式有限差分格式求解。该格式在每一个网格点不同时计算水位和流量，而是按顺序交替计算水位或流量，分别称为 *h* 点和 *Q* 点。Abbott-Ionescu 格式具有稳定性好、计算精度高的特点。连续性方程离散后的表达式为：

$$\alpha_jQ_{j-1}^{n+1}+\beta_jh_j^{n+1}+\gamma_jQ_{j+1}^{n+1}=\delta_j$$

式中 α，β，γ 是 b 和 δ 的函数，并随 n 时刻 Q 和 h 及 n+1/2 时刻 Q 的大小而变化。

离散后的动量方程为，

$$\alpha_j h_{j-1}^{n+1} + \beta_j Q_j^{n+1} + \gamma_j h_{j+1}^{n+1} = \delta_j$$

式中（各参数符合意义同上）：

$$\alpha_j = f(A)$$

$$\beta_j = f\left(Q_j^n, \Delta t, \Delta x, C, A, R\right)$$

$$\gamma_j = f(A)$$

(2) 计算工况

建立坝址下游河道模型，计算范围由湘河水利枢纽坝址到湘河与雅鲁藏布江汇入口处，模拟了工程建成前和水库运行后的两个工况，其中工程建设前坝址边界条件分别由90%、75%、50%、25%的天然流量控制，工程建设后坝址边界条件由分别由 90%、75%、50%、25%的水库下泄流量控制。

(2) 典型断面水文情势影响分析

根据对 75%典型年湘河水利枢纽运行前后各典型断面水深、过流面积和流速变化情况进行分析，湘河水利枢纽坝址至河口各典型断面，在湘河工程建设前后，天然、现状和工程建成后各断面水深、水面宽和流速变化很小，基本维持天然河道的过流状态。

75%典型年湘河水利枢纽运行前后各典型断面水深、水面宽和流速情况见表 4.2-21~4.2-23 和图 4.2-6～图 4.2-8。

75%典型年湘河水利枢纽运行前后各典型断面水深情况变化表

表 4.2-21 单位：m

断面	工况	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
坝址	天然	0.58	0.60	0.66	0.62	0.75	1.40	1.78	1.90	1.58	1.02	0.77	0.66
	现状	0.58	0.60	0.65	0.60	0.73	1.39	1.77	1.90	1.58	1.01	0.76	0.66
	建库后	0.62	0.61	0.71	0.76	0.86	1.30	1.68	1.89	1.58	1.01	0.76	0.72
昂加	天然	0.53	0.56	0.61	0.57	0.72	1.47	1.90	2.01	1.67	1.03	0.75	0.62
	现状	0.53	0.55	0.60	0.55	0.70	1.46	1.89	2.01	1.67	1.03	0.74	0.61
	建库后	0.57	0.56	0.68	0.73	0.85	1.36	1.79	2.00	1.67	1.02	0.73	0.68
1-1	天然	0.40	0.43	0.47	0.44	0.55	1.07	1.35	1.43	1.21	0.78	0.57	0.48
	现状	0.40	0.42	0.46	0.42	0.53	1.06	1.35	1.43	1.21	0.77	0.56	0.47
	建库后	0.44	0.43	0.52	0.56	0.65	0.99	1.28	1.43	1.20	0.77	0.56	0.52
1-2	天然	0.36	0.38	0.42	0.39	0.49	0.91	1.14	1.21	1.03	0.67	0.51	0.42
	现状	0.36	0.38	0.41	0.37	0.47	0.91	1.14	1.21	1.03	0.67	0.50	0.42
	建库后	0.39	0.39	0.46	0.49	0.57	0.85	1.09	1.21	1.02	0.67	0.49	0.46
秋木沟	天然	0.32	0.34	0.37	0.35	0.43	0.83	1.06	1.13	0.94	0.59	0.45	0.38
	现状	0.32	0.34	0.36	0.33	0.41	0.81	1.06	1.13	0.94	0.59	0.43	0.37
	建库后	0.34	0.34	0.40	0.42	0.49	0.76	1.00	1.12	0.94	0.59	0.43	0.41
央玛	天然	0.31	0.32	0.36	0.34	0.43	0.90	1.18	1.26	1.04	0.63	0.45	0.37
	现状	0.30	0.32	0.36	0.34	0.42	0.87	1.17	1.26	1.04	0.63	0.45	0.36
	建库后	0.33	0.33	0.43	0.47	0.53	0.84	1.11	1.25	1.03	0.62	0.45	0.43
2-24	天然	0.18	0.19	0.21	0.19	0.24	0.48	0.62	0.67	0.55	0.34	0.25	0.21
	现状	0.18	0.19	0.20	0.19	0.23	0.47	0.62	0.66	0.55	0.34	0.25	0.21
	建库后	0.19	0.19	0.24	0.26	0.29	0.45	0.59	0.66	0.55	0.33	0.25	0.24
3-7	天然	0.23	0.24	0.26	0.24	0.30	0.56	0.74	0.78	0.65	0.41	0.31	0.26
	现状	0.23	0.24	0.26	0.24	0.29	0.55	0.73	0.78	0.64	0.41	0.31	0.26
	建库后	0.24	0.24	0.30	0.32	0.35	0.52	0.69	0.77	0.64	0.40	0.31	0.30
3-27	天然	0.14	0.15	0.16	0.15	0.18	0.34	0.44	0.47	0.39	0.25	0.19	0.17
	现状	0.14	0.15	0.16	0.15	0.18	0.33	0.44	0.47	0.39	0.25	0.19	0.16
	建库后	0.15	0.15	0.18	0.20	0.22	0.32	0.42	0.47	0.39	0.25	0.19	0.19

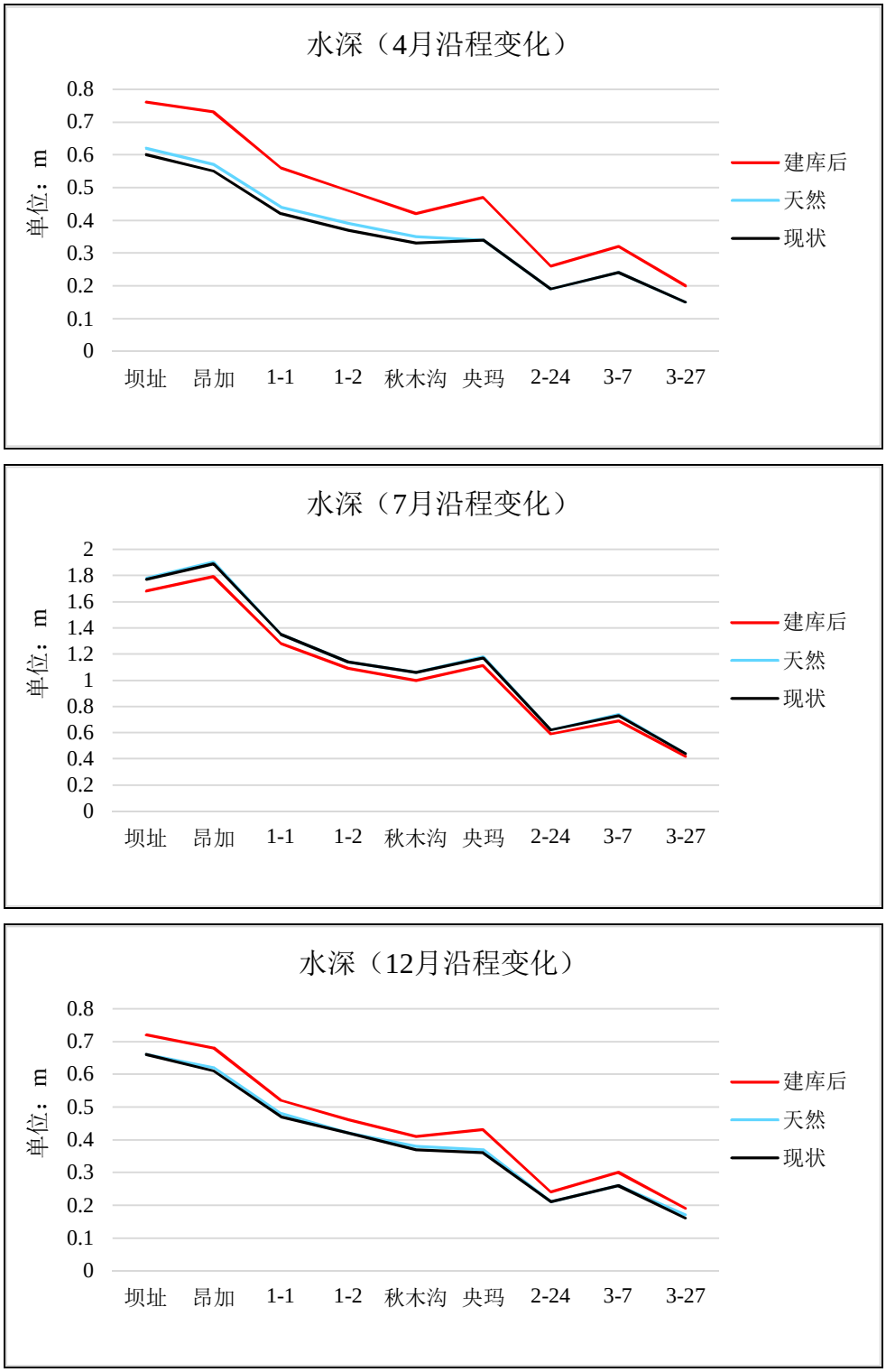


图 4.2-6 75%典型年湘河水利枢纽运行前后各典型断面水深变化示意图

75%典型年湘河水利枢纽运行前后各典型断面水面宽情况变化表

表 4.2-22　　单位：m

断面	工况	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
坝址	天然	36.3	36.8	37.7	37.0	39.6	57.0	68.4	74.2	61.3	44.4	39.7	37.8
	现状	36.3	36.8	37.5	36.6	39.3	56.7	68.1	74.2	61.3	44.3	39.6	37.7
	建库后	37.0	36.9	38.8	39.7	41.5	53.9	64.5	74.0	61.2	44.2	39.5	38.8
昂加	天然	25.5	25.9	26.7	26.1	28.4	49.7	67.7	73.3	53.6	32.4	28.5	26.8
	现状	25.5	25.9	26.5	25.7	28.1	49.3	67.5	73.3	53.6	32.3	28.4	26.7
	建库后	26.1	26.0	27.7	28.4	30.1	45.1	62.8	73.0	53.4	32.3	28.3	27.7
1-1	天然	51.8	53.2	55.1	53.9	57.7	73.2	79.6	81.6	76.0	64.2	58.2	55.3
	现状	51.8	53.2	54.8	52.6	56.7	73.0	79.6	81.6	76.0	64.1	57.9	55.1
	建库后	54.0	53.7	56.6	57.9	60.6	71.3	78.2	81.5	76.0	64.0	57.8	56.7
1-2	天然	52.7	53.4	54.7	53.7	62.7	116.5	140.0	167.8	131.1	79.7	59.6	54.9
	现状	52.7	53.4	54.4	53.0	61.8	115.6	139.8	167.7	131.0	79.4	58.0	54.6
	建库后	53.7	53.5	56.3	58.8	67.6	108.7	135.2	167.3	130.8	78.9	57.8	56.3
秋木沟	天然	63.8	65.1	67.3	65.6	70.1	90.7	101.6	126.2	97.7	77.8	70.8	67.5
	现状	63.7	65.0	66.6	64.0	68.8	90.1	101.4	126.1	97.6	77.6	70.2	67.1
	建库后	65.4	65.3	68.8	70.0	73.1	87.4	98.5	125.9	97.5	77.5	70.2	69.0
央码	天然	127.5	130.6	135.5	131.9	144.4	180.9	192.9	197.0	186.2	164.5	145.6	136.1
	现状	127.2	130.3	134.7	132.1	142.6	179.2	192.4	196.9	186.0	164.5	145.3	135.5
	建库后	130.7	130.8	143.8	148.3	155.0	177.9	189.8	196.7	185.8	163.3	145.8	143.7
2-24	天然	193.6	196.5	201.7	197.6	213.9	295.3	346.2	369.9	312.8	242.3	214.9	202.5
	现状	193.3	196.2	200.7	197.7	211.5	290.5	343.0	369.0	311.8	242.1	214.5	201.7
	建库后	196.4	196.5	212.6	218.5	227.2	282.0	327.9	368.1	310.8	239.8	215.1	212.4
3-7	天然	154.7	158.1	164.2	159.5	169.0	244.3	356.0	659.4	301.8	185.5	171.9	164.9
	现状	154.3	157.7	163.2	159.6	167.8	236.9	328.9	652.1	299.1	185.5	171.7	164.2
	建库后	158.0	158.2	170.0	173.5	177.8	216.0	260.9	647.5	296.7	184.2	172.0	170.6
3-27	天然	490.0	499.3	515.7	504.0	536.6	699.6	796.9	909.6	737.5	598.3	542.5	517.5
	现状	489.1	498.4	513.5	504.3	531.8	690.0	790.8	904.3	735.7	598.0	541.8	515.8
	建库后	499.8	500.1	536.7	549.0	566.6	674.4	762.8	900.7	733.9	593.0	543.0	537.1

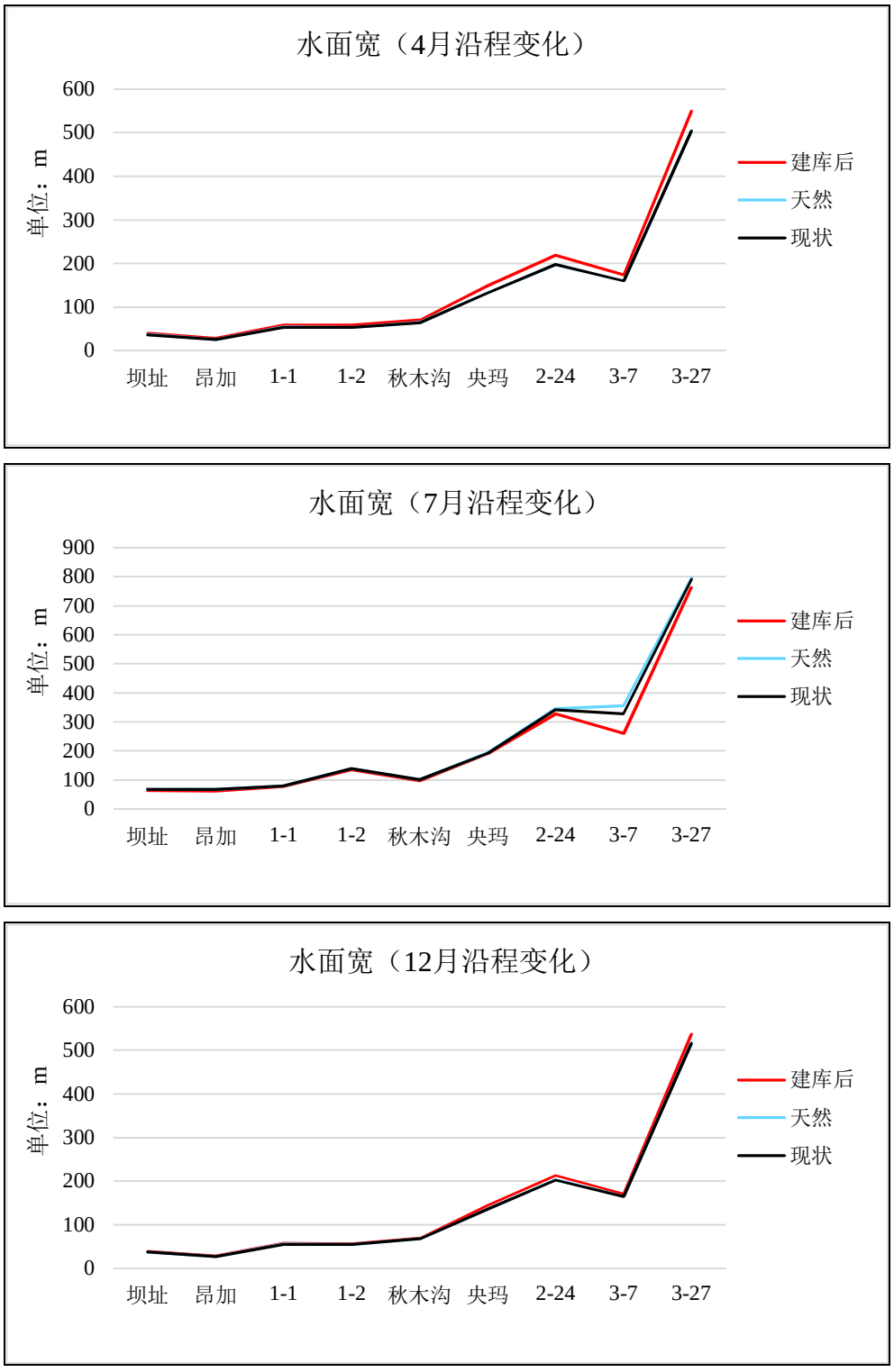


图 4.2-7　75%典型年湘河水利枢纽运行前后各典型断面水面宽变化示意图

75%典型年湘河水利枢纽运行前后各典型断面流速情况变化表

表 4.2-23　　单位：m/s

断面	工况	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
坝址	天然	0.79	0.82	0.87	0.82	0.99	1.56	1.77	1.84	1.62	1.21	0.98	0.87
	现状	0.78	0.82	0.86	0.80	0.97	1.55	1.77	1.84	1.62	1.20	0.97	0.87
	建库后	0.83	0.82	0.94	0.99	1.09	1.49	1.72	1.84	1.62	1.20	0.97	0.93
昂加	天然	0.94	0.99	1.05	1.00	1.20	1.82	2.00	2.07	1.90	1.46	1.20	1.06
	现状	0.94	0.99	1.04	0.96	1.17	1.81	2.00	2.07	1.90	1.45	1.18	1.05
	建库后	1.00	0.99	1.14	1.20	1.32	1.76	1.97	2.07	1.89	1.45	1.18	1.13
1-1	天然	0.63	0.66	0.70	0.67	0.80	1.38	1.65	1.80	1.45	0.99	0.80	0.71
	现状	0.63	0.66	0.69	0.65	0.78	1.37	1.65	1.80	1.44	0.98	0.79	0.70
	建库后	0.67	0.66	0.76	0.80	0.88	1.29	1.57	1.79	1.44	0.98	0.79	0.75
1-2	天然	0.64	0.68	0.72	0.68	0.84	1.31	1.47	1.53	1.35	1.04	0.85	0.73
	现状	0.64	0.67	0.71	0.65	0.82	1.30	1.46	1.53	1.35	1.04	0.83	0.72
	建库后	0.68	0.68	0.80	0.85	0.94	1.25	1.42	1.53	1.35	1.04	0.83	0.79
秋木沟	天然	0.75	0.78	0.83	0.79	0.96	1.59	1.85	1.95	1.67	1.19	0.95	0.84
	现状	0.75	0.78	0.81	0.75	0.92	1.58	1.84	1.95	1.66	1.18	0.93	0.82
	建库后	0.79	0.79	0.89	0.93	1.04	1.50	1.78	1.95	1.66	1.18	0.93	0.89
央码	天然	0.36	0.38	0.39	0.38	0.44	0.72	0.85	0.91	0.75	0.54	0.44	0.40
	现状	0.36	0.38	0.39	0.38	0.43	0.71	0.84	0.91	0.75	0.53	0.44	0.39
	建库后	0.38	0.38	0.44	0.46	0.49	0.68	0.81	0.91	0.75	0.53	0.44	0.43
2-24	天然	0.45	0.47	0.50	0.47	0.57	0.93	1.07	1.13	0.97	0.71	0.57	0.50
	现状	0.45	0.47	0.49	0.47	0.56	0.91	1.07	1.13	0.97	0.71	0.57	0.50
	建库后	0.47	0.47	0.56	0.60	0.64	0.89	1.03	1.12	0.96	0.70	0.57	0.56
3-7	天然	0.52	0.53	0.56	0.54	0.64	1.04	1.19	1.11	1.09	0.79	0.64	0.57
	现状	0.51	0.53	0.56	0.54	0.62	1.02	1.19	1.11	1.09	0.78	0.63	0.56
	建库后	0.53	0.53	0.63	0.66	0.71	1.00	1.19	1.11	1.08	0.77	0.64	0.63
3-27	天然	0.27	0.28	0.30	0.28	0.34	0.56	0.65	0.69	0.59	0.42	0.34	0.30
	现状	0.27	0.28	0.29	0.28	0.33	0.55	0.65	0.69	0.59	0.42	0.34	0.30
	建库后	0.28	0.28	0.33	0.35	0.38	0.53	0.63	0.69	0.58	0.41	0.34	0.33

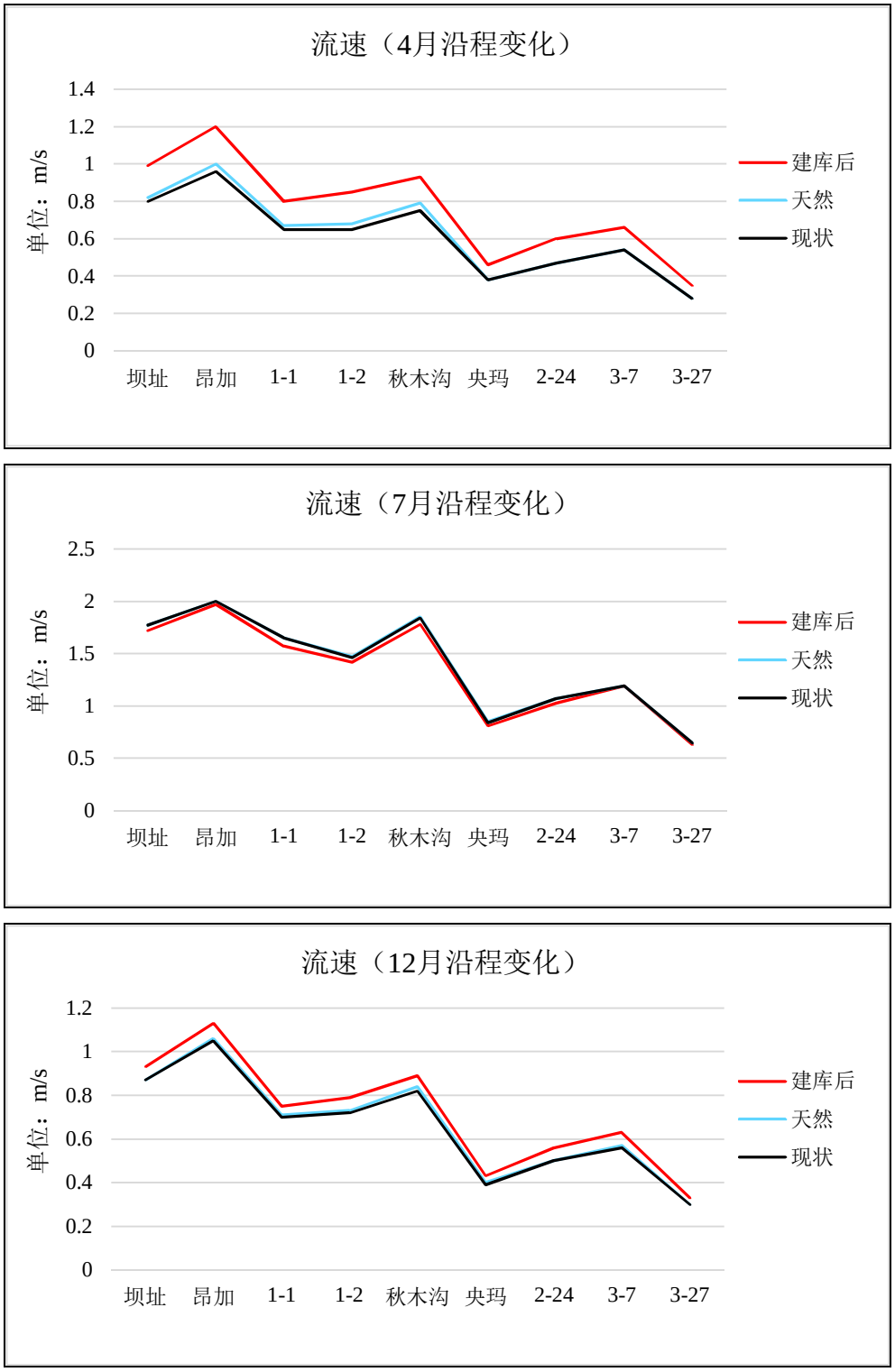


图 4.2-8　75%典型年湘河水利枢纽运行前后各典型断面流速变化示意图

4.2.3 对坝下洪水的影响

按照湘河水利枢纽水库运行调度原则，6 月中旬水库拦蓄天然来水自死水位 4080m 开始蓄水，在保障下游需水的前提下，余水充蓄水库，至 7 月下旬水库蓄水至正常蓄水位 4099m，之后水库维持正常蓄水位运用。12 月上旬至 5 月中旬，入库水量小于灌溉、供水及生态用水需求时，按下游灌溉、供水及生态用水要求下放，不足水量由水库提供。至次年 5 月中旬水库水位消落至死水位 4080m。

湘河水利枢纽工程不承担防洪任务，但水库调度原则表明，6 月中旬到 7 月下旬水库进行蓄水，期间将会对洪水起到拦蓄、削峰作用，下游河道洪水有所削弱。8 月上旬至 11 月下旬，水库基本维持正常蓄水位运行，下游河道洪水基本保持天然状态。湘河流域洪水主要集中在汛期（6 月~9 月），工程将会削弱 6、7 月份的洪水过程，对 8、9 月洪水过程基本无影响。

4.2.4 泥沙情势影响分析

湘河干流全长 182km，流域面积 7418km^2，其中冰川面积约 86.4km^2。河源海拔 5700m，河口海拔 3810m，河道平均坡降 10.4‰。河流两岸水土流失较为严重，上游干流、支流、支沟冲沙明显。库区两岸堆积体和洪积扇规模大，漫滩发育，表明库区固体径流物质来源丰富。修建水库后，一方面库区两岸斜坡上大量的固体径流物质将沉积于库底，另一方面河水流速减小，河水所夹带的泥砂亦将沉于库底。可能会在库尾和支流入库口造成淤积，导致河床抬高。

根据泥沙资料，湘河水利枢纽工程坝址悬移质泥沙 50 年共 2145 万 t，在汛期时悬移质会随泄洪放水洞排向下游，考虑淤积在水库内悬移质为 1193 万 m^3；多年平均推移质 8.58 万 t，推移质全部淤积在库内，50 年共计淤积 429 万 t，以泥沙容重 1.62t/m^3 计，推移质淤积 265 万 m^3。因此，50 年后库区泥沙淤积总体积为 1458 万 m^3。

湘河水利枢纽正常蓄水位以下库容约为 0.95 亿 m^3，其库沙比为 298。水库蓄水后，将形成 10.1km 的回水，由于水库的作用改变了水沙的特性，使泥沙在库中淤积。当正常高水位为 4099m 时，每年的淤积量占正常高水位下库容的 0.32%，设计 50 年后的泥沙淤积体积占正常蓄水位以下库容的 15.4%。因此，汛期水库尽量低水位运行，以利于排沙减淤；此外，加强上游的泥沙观测，视上游水情、沙情来确定泄洪洞的开启，尽可能延长水库使用年限。

4.3 水温影响

本工程委托水力学与山区河流开发保护国家重点实验室开展了湘河水利枢纽工程水温影响研究，于 2017 年 9 月完成了《西藏湘河水利枢纽工程水温影响研究》，本报告主要引用其研究成果。

4.3.1 水温结构判别

4.3.1.1 水库水温结构的经验判断

库内水温是否因滞留而分层，我国现行的水库环境影响评价中普遍采用库水交换次数法(*α-β* 指数法)、密度佛汝德数法两种经验方法来判断。还有其它不常用的方法，如叶守泽、陈小红等提出水温分层的模式判别预测方法，蔡为武考虑到水库调节性能、年内泄水状况、泄水孔口相对位置而提出的水库水温分层判别方法。本节采用库水交换次数法、密度佛汝德数法对湘河水利枢纽水温结构进行初步判断。

4.3.1.2 *α-β* 指数法

α-β 指数法计算公式为：

$$\alpha = \frac{w}{v}，\ \beta = \frac{w_c}{v}$$

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 $\alpha \le 10$ 时，为水温稳定分层型；$\alpha \ge 20$ 时，为混合型；$10 < \alpha < 20$ 时，为过渡型。若 $\beta > 1$，则水库水温为临时的混合型；若 $\beta < 0.5$，则水库仍为稳定分层；$0.5 < \beta < 1$，则洪水的影响介于前二者之间。

4.3.1.3 密度佛汝得数法

密度佛汝得数法表征水库平均流动速度的惯性力与保持密度稳定的重力之比，反映了水库中驱使流动的因素和维持密度分层稳定因素的对比关系，计算表达式为：

$$F_r = \frac{u}{\left(\frac{\Delta\rho}{\rho_0} gd\right)^{1/2}}$$

式中 $u = \frac{Q}{bd}$，d 为水库的平均深度；b 为水库的平均宽度；Q 为通过水库的流量；$\Delta\rho$ 为深度 d 范围的密度差；ρ_0 为参考密度。

因为资料限制，采用公式的另外一种形式，如下：

$$F_r = 320\frac{LQ}{HV}$$

式中：F_r为密度佛汝德数；L为水库长度(m)；Q为入流量（m^3/s）；H为平均水深(m)；V为蓄水体的体积（m^3）；当$F_r << \frac{1}{\pi}$，为深而分层很强的水库；$0.1< F_r <1$为过渡型水温结构；$F_r >1$时为充分混合的水库，在计算佛汝德数系数时，本专题采用上式。

采用α-β指数法、密度佛汝德数法计算的结果见表4.3-1。

水库水温结构的经验判别

表4.3-1

水库	交换次数法		佛汝德数法		综合判断
	α	水温结构	Fr	水温结构	
湘河	19.4	过渡	0.109	过渡	过渡

采用两种方法的判别结果均为过渡型水温结构，说明库区在部分月份还是会出现水温分层现象。库水交换次数的方法仅考虑了库容与来流量，密度佛汝德数法也无法考虑来流过程及泄流孔口等因素，用此类经验判别法判断水库水温结构类型时考虑的因素比较单一，只考虑了地形中的库容或回水长度、宽深等条件和径流情况，未涉及气象、水文过程、水位变化、泄流孔口位置和几何尺寸等其它因素，水库的逐月分层过程、下泄水温等仍需要采用数学模型或其它方法等作进一步分析。

4.3.2 研究内容和方法

采用数学模型对湘河水利枢纽的库区水温分布和下泄水温过程进行研究，定量分析预测湘河水利枢纽运行对库区及下泄水温的影响。

研究中采用数值模拟与现场调研观测相结合并以数值模拟为主的技术路线。在数值模拟中，库区水温预测采用宽度平均的立面二维水温数学模型。数学模型的验证利用满拉水库水温实测资料。

湘河水利枢纽入库水温采用天然入库水温，气象条件采用南木林气象站 2007.6～2016.5 的多年平均气象数据。根据不同典型水文年和取水方式，共设置了3种工况，分别是平水年、枯水年、丰水年的工况1、2、3。

各工况计算条件见表4.3-2。

湘河水利枢纽水温预测工况表

表 4.3-2

工况	水文条件	入库水温条件	气象条件	取水方式
工况 1	平水年	天然来流水温	2007.6～2016.5 多年平均	单层取水
工况 2	枯水年			单层取水
工况 3	丰水年			单层取水

4.3.3 基本资料

水库水温预测的基础资料包括地形、水文、河道水温、气象、泄流孔口位置及尺寸等多种要素。

4.3.3.1 地形资料

水库正常蓄水位 4099m，死水位 4080m，水库总库容为 $1.156\times10^8m^3$，正常蓄水位库容 $0.948\times10^8m^3$，死水位库容 $0.24\times10^8m^3$。计算中采用实测大断面资料并据库容曲线进行修正。

4.3.3.2 水文调度资料

湘河流域各设计断面的年平均流量采用水文比拟法和径流深法进行推算，结合实测资料等成果进行验证。

设计流域的径流主要由降水补给，其次为冰雪融水和地下水补给，南木林气象站 6～9 月降水量占年降水量的 92.01%，设计断面湘河水利枢纽上坝址断面（P=50%）的 6～9 月设计径流占全年的 77.94%，设计径流的年内变化与降水基本一致。

4.3.3.3 水温资料

由于湘河流域未开展水温监测，采用水温-气象热通量平衡的方法推算得到湘河水利枢纽的入库水温和坝址水温，见表 4.3-3。

湘河入库与坝址水温

表 4.3-3 单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
入库水温	0.3	0.5	1.0	1.2	6.2	11.2	13.4	13.6	11.0	4.4	1.6	0.3
坝址水温	0.3	0.5	1.2	1.5	6.6	11.5	13.8	13.9	11.3	4.7	1.8	0.3

入库水温和坝址水温通过试算确定，当水温所对应的水气界面热通量达到平衡时作为入库和坝址断面的平衡水温。平衡热通量见表 4.3-4 和表 4.3-5。

湘河入库水温的平衡热通量

表 4.3-4

月份	入库水温对应的五项通量 W/m^2				
	短波	大气长波	水体返回长波	蒸发	传导
1 月	130.1	222.6	305.3	44.3	19.2
2 月	163.0	231.7	306.2	47.4	9.4
3 月	189.0	248.9	308.4	42.5	-8.8
4 月	214.5	263.8	309.3	31.4	-25.8
5 月	239.6	285.5	332.5	38.3	-20.2
6 月	240.2	315.1	356.9	44.8	-12.9
7 月	200.3	325.5	368.1	39.6	-0.6
8 月	191.6	318.1	369.2	40.3	5.7
9 月	194.1	292.6	355.9	33.1	2.2
10 月	185.7	251.6	324.0	28.4	-5.1
11 月	150.4	237.3	311.1	36.4	2.0
12 月	126.6	226.6	305.3	37.3	10.3

湘河坝址水温的平衡热通量

表 4.3-5

月份	坝址水温对应的五项通量 W/m^2				
	短波	大气长波	水体返回长波	蒸发	传导
1 月	130.1	223.5	305.3	44.0	17.6
2 月	163.0	232.7	306.2	47.0	7.8
3 月	189.0	250.0	309.3	43.0	-9.3
4 月	214.5	265.5	310.7	32.2	-25.8
5 月	239.6	287.4	334.2	39.6	-19.9
6 月	240.2	317.1	358.7	46.0	-12.7
7 月	200.3	327.6	370.1	41.1	-0.3
8 月	191.6	320.1	370.8	41.2	5.7
9 月	194.1	294.5	357.5	33.8	2.3
10 月	185.7	253.2	325.5	29.1	-5.0
11 月	150.4	238.4	312.0	36.8	1.6
12 月	126.6	227.6	305.3	36.9	8.9

根据对设计流域内南木林气象站33年的气温均值资料分析，流域内每年11月下旬开始出现气温的零下值，之后翌年2月中、下旬开始逐步上升到零度以上。据调查，湘河水利枢纽工程区附近河段的冰期为每年的 11 月下旬到翌年 3 月中、下旬，即初冰期为每年 11 月下旬，终冰期在翌年 3 月下旬，冰清以岸冰或流冰为主，岸冰最大冰厚约0.5m。

4.3.3.4气象资料

影响水库水温的气象要素主要包括太阳辐射、气温、风速、云量、湿度。湘河流域内建有南木林气象站，该站为国家基本气象站，1980 年设站，目前已收集 33 年的气象数据，资料连续，可靠性高。气象资料根据对南木林气象站 1980～2012 年的气温资料分析。库区水温预测采用的气象要素见表 4.3-6，表中气温为未经海拔修正的实测月均气温。

南木林气象站气象要素统计表(2007.6~2016.5)

表 4.3-6 海拔高程：4000.0m；纬度：29.68°

月份	风速	太阳辐射	气温	相对湿度	总云量	蒸发量
	m/s	W/m2	℃	%	%	mm
1	1.7	139.8	-2.9	15.7	19.7	76.1
2	2.1	175.2	-0.6	17.4	28.0	89.3
3	2.0	203.2	3.3	20.7	41.0	132.8
4	2.0	230.6	7.1	27.1	48.7	162.7
5	2.0	257.6	10.8	37.5	48.5	191.4
6	1.9	258.3	14.4	47.6	61.1	188.3
7	1.4	215.4	14.1	62.1	78.8	147.5
8	1.2	206.0	12.8	66.6	80.6	132.3
9	1.2	208.7	11.0	62.9	59.9	122.2
10	1.2	199.7	6.3	41.1	22.9	121.4
11	1.4	161.7	1.7	22.7	13.2	86.0
12	1.3	136.1	-1.5	16.5	14.9	73.4
年均	1.6	199.4	6.4	36.5	43.1	127.0

4.3.4 宽度平均的立面二维水温数学模型及其求解方法

（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：

$$\frac{\rho - \rho_s}{\rho_s} = -\beta(T - T_s) = -\beta\Delta T$$

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。对于天然水体，该函数关系可近似为：

$$\begin{aligned}\rho = (&0.102027692\times10^{-2} + 0.677737262\times10^{-7}\times T - 0.905345843\times10^{-8}\times T^2 \\ &+ 0.864372185\times10^{-10}\times T^3 - 0.642266188\times10^{-12}\times T^4 \\ &+ 0.105164434\times10^{-17}\times T^7 - 0.104868827\times10^{-19}\times T^8)\times 9.8\times10^5\end{aligned}$$

根据 Boussinesq 假定，在密度变化不大的浮力流问题中，只在重力项中考虑密度的变化，而控制方程的其它项中不考虑浮力作用。

（2）水动力学及温度方程组

包括湍浮力流的时均连续方程、动量方程及热量输运方程、紊动动能 k 输运方程模化、湍动能耗散率的模型方程等。

水温方程为：

$$\frac{\partial}{\partial t}(BT)+u\frac{\partial}{\partial x}(BT)+w\frac{\partial}{\partial z}(BT)=$$
$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{B\nu_e}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{B\nu_e}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial z}\right)+\frac{1}{\rho C_p}\frac{\partial(B\phi_z)}{\partial z}$$

式中σ_T是温度普朗特数，与密度梯度和流速梯度有关，通常取为 0.85；C_p[J/kg·℃]为水的比热； φ_z [W/m^2]为穿过 z 平面的太阳辐射通量。

（3）边界条件

边界条件包括水面热交换、入出流和库底的流速及水温条件。

4.3.5 模型验证

4.3.5.1 类比水库概况

雅鲁藏布江流域的另一一级支流——年楚河上的满拉水库建成于 2001 年，由于其区域位置、水库特征、径流量、气候气象特征、下垫面（影响间接辐射）、水体性质（影响辐射的反射、衰减性质）与湘河水利枢纽具有很强的相似性，见表 4.3-7，其观测结果对本流域水库水温预测所采用数学模型的验证及参数率定具有良好的参考价值。因此调查验证选择湘河水利枢纽临近流域年楚河上的满拉水库进行。

湘河水利枢纽与满拉水库主要特征一览

表 4.3-7

水库	满拉	湘河	特征相似性
所在河流	年楚河	湘河	有异
注入河流	雅鲁藏布江	雅鲁藏布江	相同
气候区	温带半干旱季风气候	温带半干旱季风气候	相同
正常蓄水位	4256m	4099m	相近
库容	1.550×108m3	1.156×108m3	相近
坝址处年均流量	15.3m3/s	58.3m3/s	有异
坝高	76.3m	51.0m	有异
回水长度	7.5km	10km	相近
取水底板距正常蓄水位距离	31m	33m	相近
调节性能	年调节	不完全年调节	相近

4.3.5.2 水温监测现场实施概况

四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室生态与环境研究所于 2012 年 5 月～2012 年 8 月进行了满拉水库库区水温的观测工作，同步在满拉水库坝址上、下游布设自记式水温仪器进行在线监测，并于 2012 年 8 月于现场读取水温数据。研究河段原型观测的水温仪器分别布设在满拉水库发电尾水、强旺电站发电尾水、满拉水库库尾、满拉水库库尾上游 20.12km 的磨坊共 4 处。另在库区坝前进行了垂线温度测量作为模型验证的初值。

结合所收集的水文、水库参数、气象等资料，本项目拟利用满拉水库的实测数据对水温热通量模型进行验证，为湘河水利枢纽模型计算的参数取值合理性提供依据。

4.3.5.3　验证结果与分析

比较了水库计算下泄水温和发电尾水处的实测下泄水温过程。计算下泄水温过程与满拉坝下水温过程总体吻合较好。2012 年 5 月 7 日~2012 年 5 月 31 日间计算水温与实测水温差异很小，最大偏差 0.4℃，2012 年 6 月 1 日~2012 年 6 月 26 日间最大偏差 0.7℃（2012 年 6 月 25 日）。分析其原因，我们认为库区所在气候区干湿季节分明，6 月库容小于 5 月，雨季支沟水量应大于前期，而目前支沟尚难以布设仪器监测入库水温与流量，此差异应为雨季区间汇流引起。水库计算下泄水温和发电尾水处的实测下泄水温过程见图 4.3-1。

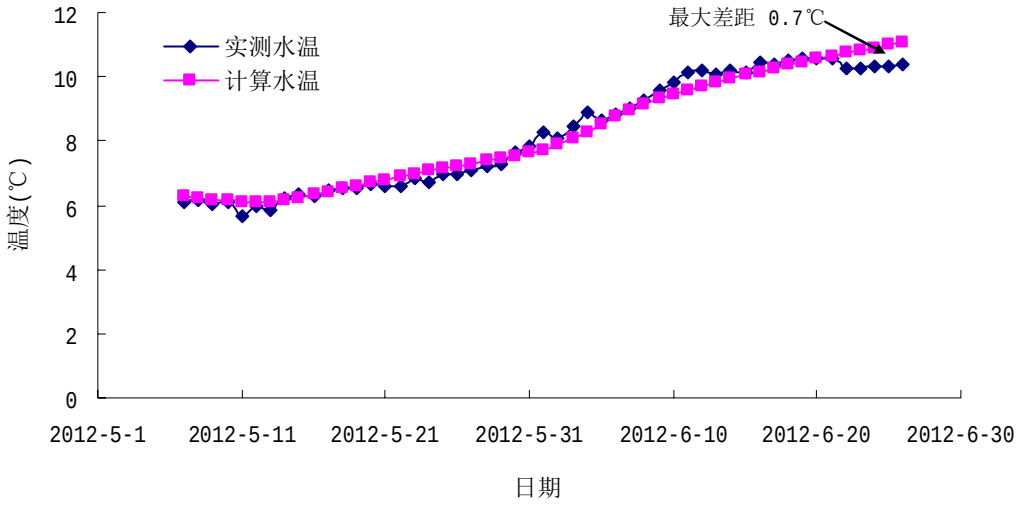


图 4.3-1　2012 年 5 月 7 日~2012 年 6 月 26 日实测下泄水温与计算水温

对于湘河水利枢纽的水温预测，所采用入库水温和气象等边界资料均为历史均值，从统计平均的意义出发，采用满拉水库验证所得参数的计算结果可以反映在给定水文、水温、气象等条件下的变化规律及变化极值，其误差精度与满拉水库验证结果应基本相当。

4.3.6　湘河水利枢纽水温预测

4.3.6.1　计算条件及网格划分

计算网格单元在主流方向上尺寸为 20～200m，在水深方向上为 1～2m，在正常蓄水位下，湘河库区离散为 83×53 个矩形网格。

4.3.6.2　平水年

（1）库区水温分析

湘河水利枢纽在平水年、与水库联合运行情况下库区立面二维水温预测结果见图4.3-2，为各月15日计算值。图4.3-3为各月15日的坝前水温分布。

平水年湘河库区总体呈过渡型水温结构特征。

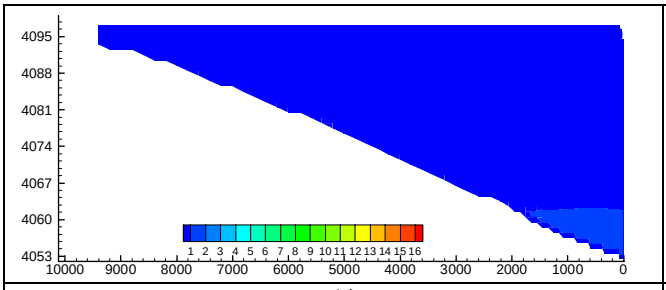
1月库区坝前垂向断面上平均水温为0.6℃，坝前水体表面温度比库底温度低1.0℃，呈逆温分布状态，水面有冰覆盖，最大冰厚约21cm。2月仍为冰下来流，水温接近0℃，但随着气温稳定升至0℃以上，表面冰层在3月7日彻底融化，库区水温开始整体上升。4月来流水温在1℃左右，库区仍呈大部同温现象。4～5月间气温、来流水温大幅上升，库区在5月上旬跨越4℃线后完成垂向翻转，表层与底层温差2.2℃。

进入6月，库尾来流水温和气温逐渐接近全年最高，库区水温迅速攀升。同时，库区河段已进入主汛期，来流流量超过85m^3/s，库区掺混剧烈，造成库底低温区域升温，至6月中旬比上月升高4.5℃，垂向温差3.6℃。

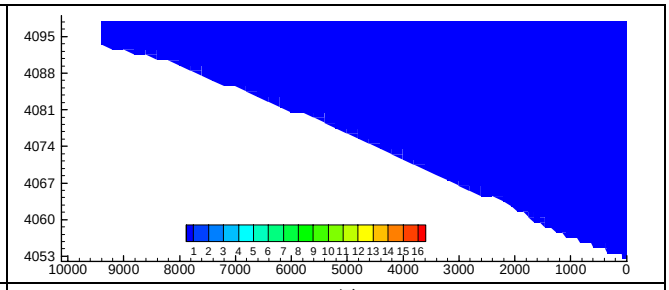
7月仍为主汛期，当月来流超过150m^3/s，对库底低温水替换充分，表层水温也在来流水温基础上升至13.9℃，表底温差降为0.9℃。

8～10月受持续大流量入库影响，表层10m以下彻底同温，坝前仅在表层10m内存在温差，表底温差在0.3～1.3℃。

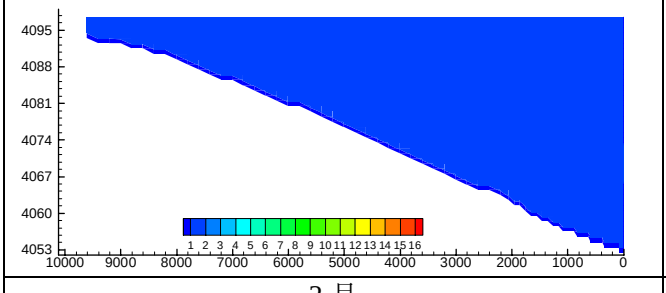
10月开始进入主降温期，水库在当月完成水温的垂向翻转，库区又进入垂向同温状态，至12月24日开始结冰。



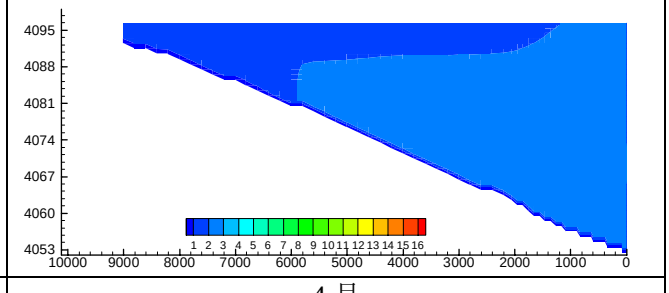
1 月



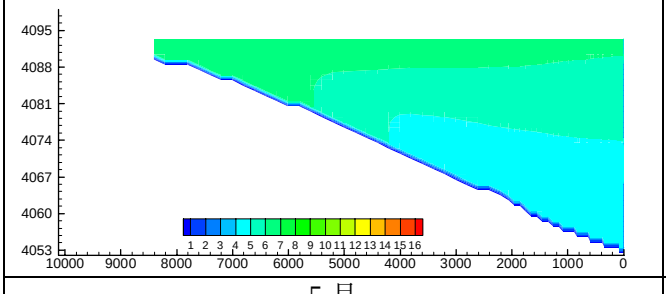
2 月



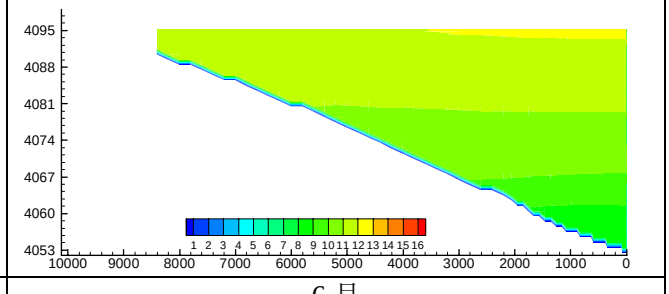
3 月



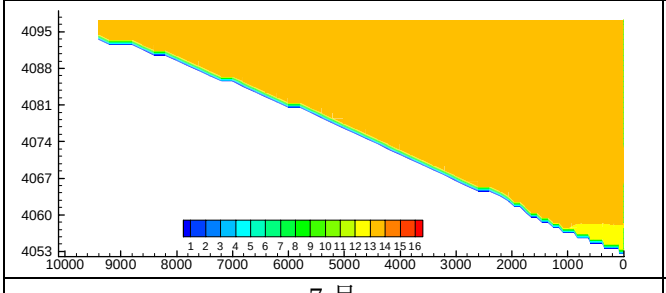
4 月



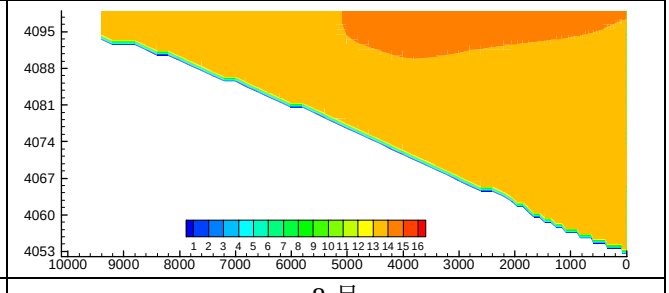
5 月



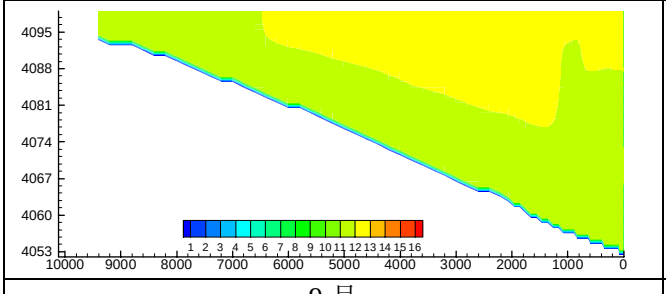
6 月



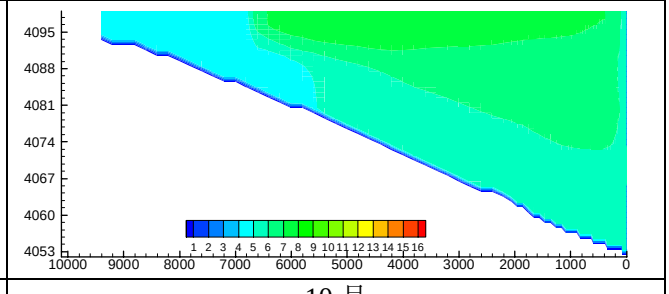
7 月



8 月



9 月



10 月

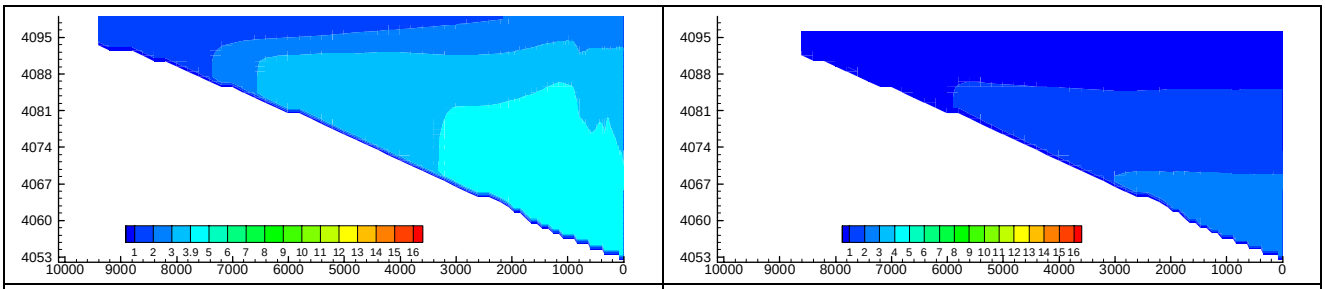


图 4.3-2　湘河库区平水年二维水温分布

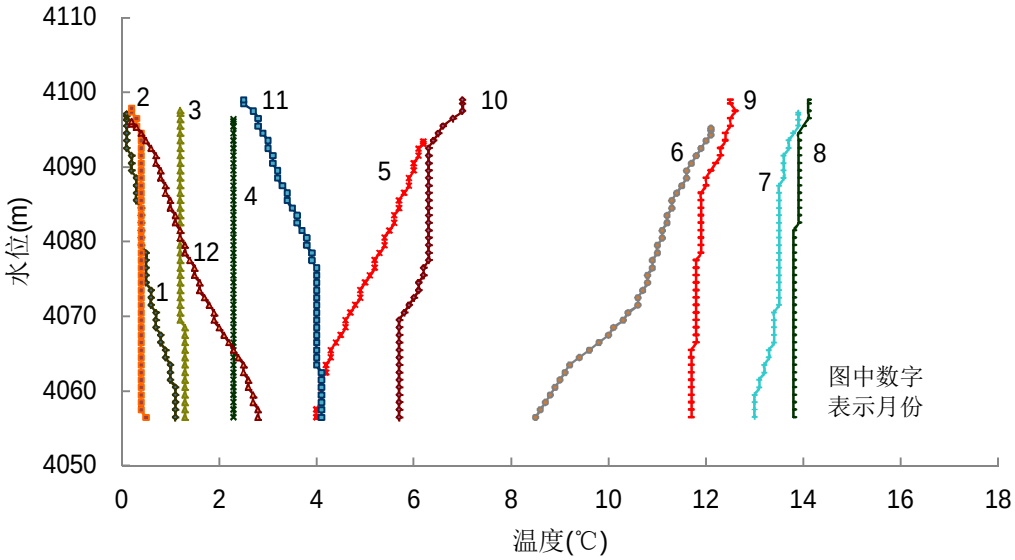


图 4.3-3　平水年坝前水温分布

（2）月均水温变化

平水年的月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温及气温年内过程比较见表 4.3-8 和图 4.3-4。就表层水温而言 1 月最低，为 0.1℃，8 月最高，为 14.1℃，年内变化 14.0℃。12 月开始气温低于零度，库尾来流为冰期来流，库区水温受入流及气象条件影响明显而大幅降低。5 月库区受升温期高辐射等气象条件影响和来流水温提高而有较大幅度增长，表层水温也由于长短波辐射的增强而升高。7～9 月期间入库流量均超过 100m^3/s，表层水温、下泄水温均达全年最大值，主流动层的加厚使垂向温差减小，表层温度梯度降低。10 月开始入库水温、气温、太阳辐射等均快速下降，水库进入降温期。

水库不存在稳定的库底水温。库底水温全年在 0.5℃～13.8℃，年内变化 13.3℃。

平水年湘河库区总体呈过渡型水温结构特征。

水库表层与底层之间温差较小。6 月温差最大，为 3.6℃，3～4 月温差最小，垂向

基本同温。

与坝址天然水温相比，水库对下游水温有一定影响。水库年均下泄水温比建坝前升高 0.3℃。下泄水温在 2 月、5 月～8 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 0.9℃，5 月份降低最多，为 1.8℃。9 月～翌年 1 月，下泄水温平均上升 1.3℃，11 月温升幅度最大，为 2.1℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前后均为 8 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 2 月；月均最高温度从建坝前的 13.9℃降为建坝后的 13.5℃，月均最低温度从建坝前的 0.3℃升为建坝后的 0.3℃，年内月均温差减小了 0.5℃。

平水年月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温

表 4.3-8 单位：℃

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址天然水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
a	b	c	d	e	f	g	h
1 月	-2.9	0.1	1.1	0.3	0.7	0.4	-1.0
2 月	-0.6	0.2	0.5	0.5	0.4	-0.1	-0.3
3 月	3.3	1.2	1.3	1.2	1.2	0.0	-0.1
4 月	7.1	2.3	2.3	1.5	2.3	0.8	0.0
5 月	10.8	6.2	4.0	6.6	4.8	-1.8	2.2
6 月	14.4	12.1	8.5	11.5	10.1	-1.4	3.6
7 月	14.1	13.9	13.0	13.8	13.1	-0.7	0.9
8 月	12.8	14.1	13.8	13.9	13.5	-0.4	0.3
9 月	11.0	12.5	11.7	11.3	11.8	0.5	0.8
10 月	6.3	7.0	5.7	4.7	6.7	2.0	1.3
11 月	1.7	2.5	4.1	1.8	3.9	2.1	-1.6
12 月	-1.5	0.2	2.8	0.3	1.9	1.6	-2.6
年均	6.4	6.0	5.7	5.6	5.9	0.3	0.3
最大值	14.4	14.1	13.8	13.9	13.5	2.1	3.6
最小值	-2.9	0.1	0.5	0.3	0.4	-1.8	-2.6
年内变幅	17.3	14.0	13.3	13.6	13.1	-	-

注：表层水温和库底水温均为当月 15 日值，月均下泄水温为各月平均水温。

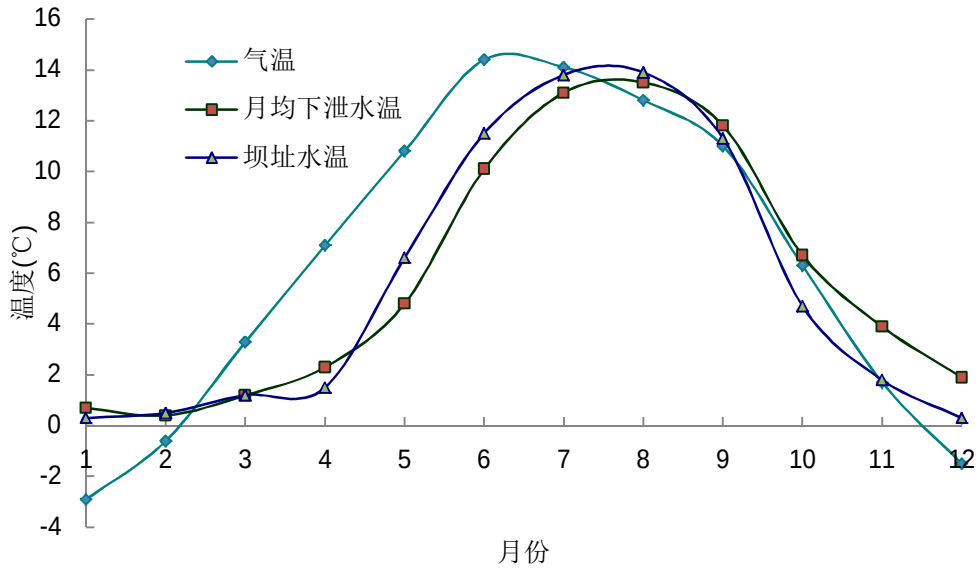


图 4.3-4　平水年下泄水温、坝址处天然水温比较

（3）旬均水温变化

与坝址旬均水温比较，湘河水利枢纽在 5 月下旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 2.7℃；在 10 月下旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 2.7℃，见表 4.3-9。

全年出现旬均最高温度的月份建坝前为 8 月上旬，建坝后为 8 月上中旬；全年出现旬均最低温度的月份建坝前为 12 月中旬，建坝后为 2 月上旬～2 月下旬；旬均最高温度从建坝前的 14.3℃降为建坝后的 13.6℃，旬均最低温度从建坝前的 0℃附近升为建坝后的 0.4℃，年内旬均温差缩小了 1.1℃。

平水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比

表 4.3-9　　单位：℃

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
1 月上旬	0.3	0.9	0.6
1 月中旬	0.2	0.7	0.5
1 月下旬	0.2	0.5	0.3
2 月上旬	0.6	0.4	-0.2
2 月中旬	0.5	0.4	-0.1
2 月下旬	0.3	0.4	0.1
3 月上旬	1.5	0.7	-0.8
3 月中旬	1.0	1.2	0.2
3 月下旬	1.2	1.6	0.4
4 月上旬	0.8	2.1	1.3
4 月中旬	1.4	2.2	0.8

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
4 月下旬	2.4	2.6	0.2
5 月上旬	4.1	3.1	-1.0
5 月中旬	6.4	4.7	-1.7
5 月下旬	9.2	6.5	-2.7
6 月上旬	10.8	8.3	-2.5
6 月中旬	12.2	10.1	-2.1
6 月下旬	11.6	11.9	0.3
7 月上旬	13.7	12.7	-1.0
7 月中旬	13.6	13.2	-0.4
7 月下旬	14.0	13.5	-0.5
8 月上旬	14.3	13.6	-0.7
8 月中旬	14.1	13.6	-0.5
8 月下旬	13.3	13.2	-0.1
9 月上旬	12.9	13.1	0.2
9 月中旬	11.4	12.1	0.7
9 月下旬	9.6	10.3	0.7
10 月上旬	7.1	8.3	1.2
10 月中旬	4.4	6.6	2.2
10 月下旬	2.6	5.3	2.7
11 月上旬	2.3	4.5	2.2
11 月中旬	1.8	4.0	2.2
11 月下旬	1.4	3.3	1.9
12 月上旬	0.7	2.6	1.9
12 月中旬	0.0	1.8	1.8
12 月下旬	0.3	1.3	1.0
平均	5.6	5.9	0.3
最大值	14.3	13.6	2.7
最小值	0.0	0.4	-2.7
变幅	14.3	13.2	5.4

（4）日均水温变化

与坝址多年平均逐日水温相比，湘河下泄水温最大降幅为 3.2℃（5 月 22 日）、最大升幅为 3.4℃（10 月 21 日）。湘河水利枢纽典型平水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温比较见图 4.3-5。

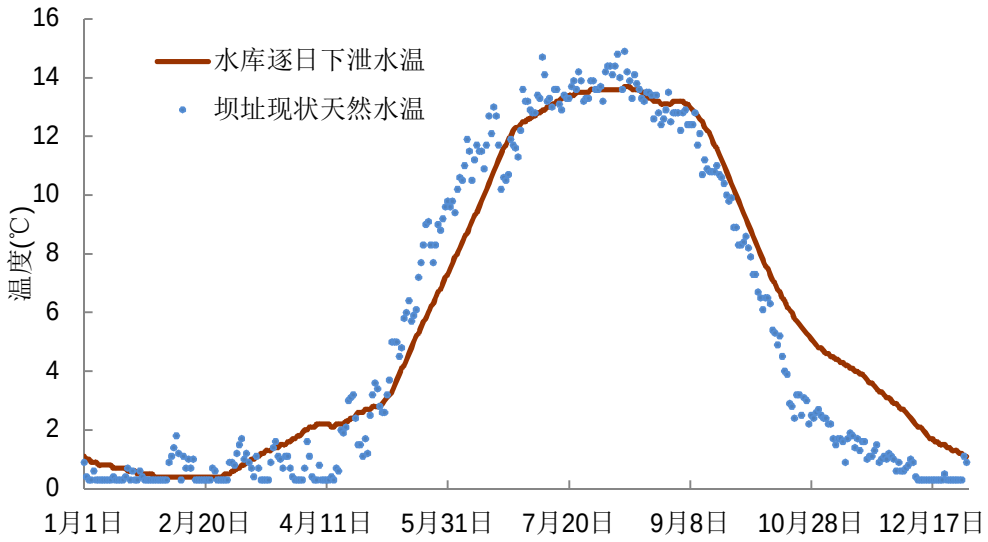


图 4.3-5　典型平水年逐日下泄水温与现状水温比较

与坝址多年平均逐日水温相比，5 月湘河下泄水温整体偏低，最大降幅为 3.2℃（5 月 22 日），最大升幅为 0.4℃（5 月 5 日）。6 月湘河下泄水温水温有所升高，最大降幅为 3.2℃（6 月 8 日），最大升幅为 1.2℃（6 月 22 日）。湘河水利枢纽典型平水年 5 月和 6 月的日下泄水温与坝址现状水温比较见表 4.3-10。

以 5 月坝址月均天然水温 6.3℃为特征水温统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 5 月 15 日到达 6.4℃，建坝后下泄水温在 5 月 25 日到达 6.3℃，延迟了 10 天。以 6 月坝址月均天然水温 11.2℃为特征水温统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 6 月 11 日到达 11.2℃，建坝后下泄水温在 6 月 21 日到达 11.2℃，延迟了 10 天。

根据藏木鱼类增殖放流站建成后各鱼类的繁殖技术参数记录，鱼类较适宜的产卵水温为 11℃，以该水温进行比较，建坝前坝址处在 6 月 11 日水温到达 11.2℃，建坝后下泄水温在 6 月 20 日水温到达 11.0℃，推迟了 9 天。

平水年 5 月和 6 月日下泄水温与坝址现状水温比较

表 4.3-10　　单位：℃

日期		坝址处多年平均水温	工况 1 下泄水温	与坝址水温差值
5 月	平均值	6.3	4.8	-1.5
	5 月 1 日	3.6	2.8	-0.6
	5 月 5 日	2.6（月最小值）	3.0	0.4（升幅最大值）
	5 月 22 日	9.0	5.8	-3.2（降幅最大值）
	5 月 31 日	9.8（月最大值）	7.3（月最大值）	-2.5
6 月	平均值	11.2	10.1	-1.1
	6 月 1 日	9.6	7.5（月最小值）	-2.1

	6 月 3 日	9.4（月最小值）	7.9	-1.5
	6 月 8 日	11.9	8.7	-3.2（降幅最大值）
	6 月 19 日	13.0（月最大值）	10.8	-2.2
	6 月 22 日	10.2	11.4	+1.2（升幅最大值）
	6 月 30 日	12.2	12.4（月最大值）	+0.2
满足 11℃的水温		6 月 11 日（11.2℃）	6 月 20 日（11.0℃）	推迟 9 天

4.3.6.3　枯水年

（1）库区水温分析

枯水年湘河库区总体呈过渡型水温结构特征。湘河水利枢纽在枯水年运行情况下库区各月 15 日的坝前水温分布见图 4.3-6。枯水年来流仅为平水年的 85%，但同时湘河库区运行水位比平水年降低了 8.4m。整体而言水库低温水降幅比平水年略有扩大，但运行水位的降低使水库替换次数较平水年并未显著增加，因而低温水与高温水现象与平水年基本持平。下泄水温的最大降幅 2.0℃，比平水年略扩大 0.2℃；年均下泄水温比坝址天然水温偏高 0.8℃，比平水年提高了 0.5℃。

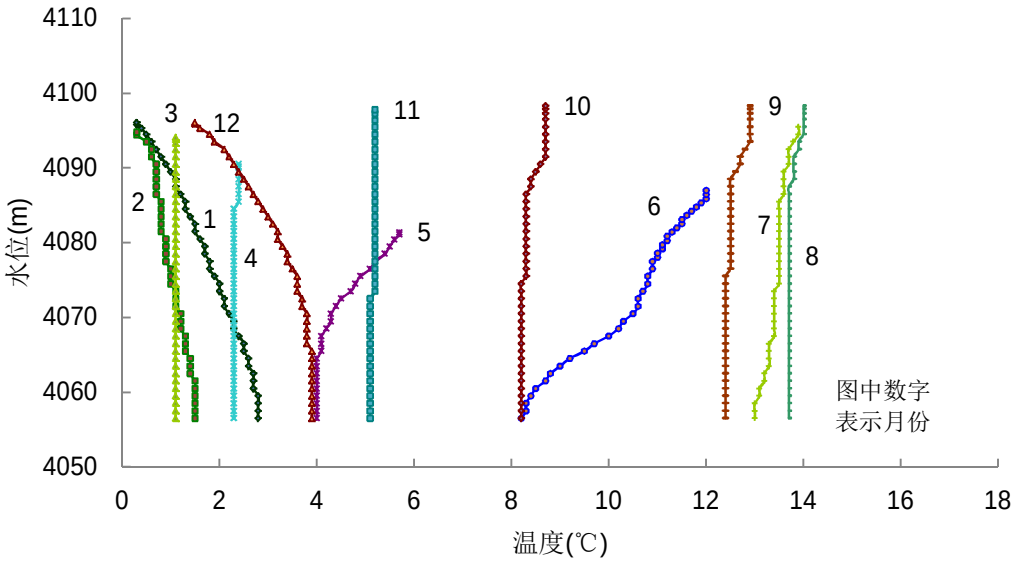


图 4.3-6　枯水年坝前水温分布

（2）月均水温变化

枯水年下泄水温、表层水温、库底水温、坝址处天然水温及气温年内过程比较见表 4.3-11 和图 4.3-7。就表层水温而言 1、2 月最低，为 0.3℃，8 月最高，为 14.0℃，年内变化 13.7℃。12 月开始气温低于零度，库尾来流为冰期来流，库区水温受入流及气象条件影响明显而大幅降低，库区水温呈逆温分布状态。6 月库区受升温期高辐射等气象条

件影响和来流水温提高而有较大幅度增长，表层水温也由于长短波辐射的增强而升高。7～9 月期间入库流量均超过 100m^3/s，表层水温、下泄水温均达全年最大值，主流动层的加厚使垂向温差减小，表层温度梯度降低。10 月开始入库水温、气温、太阳辐射等均快速下降，水库进入降温期。

水库不存在稳定的库底水温。库底水温全年在 1.1℃～13.7℃，年内变化 12.6℃。

枯水年湘河库区总体呈过渡型水温结构特征。

水库表层与底层之间温差较小。6 月温差最大，为 3.8℃，11 月、3～4 月温差最小，垂向基本同温。

水库年均下泄水温比建坝前升高 0.8℃。下泄水温在 5 月～8 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 1.3℃，5 月份降低最多，为 2.0℃。9 月～翌年 4 月，下泄水温平均上升 1.9℃，10 月温升幅度最大，为 3.6℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前后均为 8 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 2 月；月均最高温度从建坝前的 13.9℃降为建坝后的 13.2℃，月均最低温度从建坝前的 0.3℃升为建坝后的 1.2℃，年内月均温差减小了 1.6℃。

枯水年月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温

表 4.3-11 单位：℃

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址天然水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
a	b	c	d	e	f	g	h
1 月	-2.9	0.3	2.8	0.3	2.3	2.0	-2.5
2 月	-0.6	0.3	1.5	0.5	1.2	0.7	-1.2
3 月	3.3	1.1	1.1	1.2	1.2	0.0	0.0
4 月	7.1	2.4	2.3	1.5	2.4	0.9	0.1
5 月	10.8	5.7	4.0	6.6	4.6	-2.0	1.7
6 月	14.4	12.0	8.2	11.5	10.0	-1.5	3.8
7 月	14.1	13.9	13.0	13.8	12.9	-0.9	0.9
8 月	12.8	14.0	13.7	13.9	13.2	-0.7	0.3
9 月	11.0	12.9	12.4	11.3	12.3	1.0	0.5
10 月	6.3	8.7	8.2	4.7	8.3	3.6	0.5
11 月	1.7	5.2	5.1	1.8	5.2	3.4	0.1
12 月	-1.5	1.5	3.9	0.3	3.7	3.4	-2.4
年均	6.4	6.5	6.4	5.6	6.6	1.0	0.1
最大值	14.4	14.0	13.7	13.9	13.2	3.6	3.8
最小值	-2.9	0.3	1.1	0.3	1.2	-2.0	-2.5

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址天然水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
a	b	c	d	e	f	g	h
年内变幅	17.3	13.7	12.6	13.6	12.0	-	-

注：表层水温和库底水温均为当月 15 日值，月均下泄水温为各月平均水温。

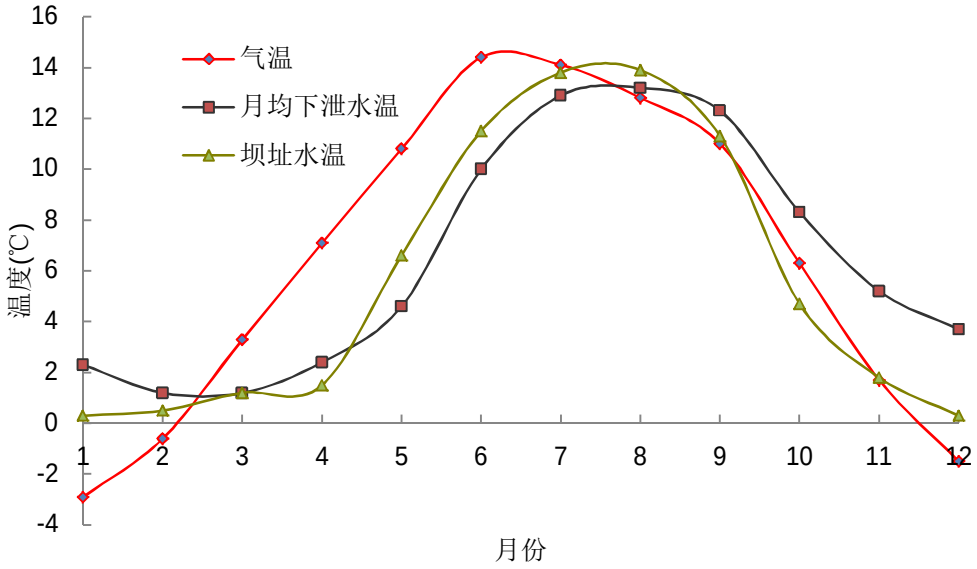


图 4.3-7　枯水年月均下泄水温、坝址处天然水温比较

（3）旬均水温变化

与坝址旬均水温比较，湘河水利枢纽在 5 月中旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 2.8℃；在 10 月下旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 4.4℃，见表 4.3-12。

全年出现旬均最高温度的月份建坝前为 8 月上旬，建坝后为 7 月中旬；全年出现旬均最低温度的月份建坝前为 12 月中旬，建坝后为 3 月上旬；旬均最高温度从建坝前的 14.2℃降为建坝后的 13.8℃，旬均最低温度从建坝前的 0℃附近升为建坝后的 0.9℃，年内旬均温差缩小了 1.4℃。

枯水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比

表 4.3-12　　单位：℃

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
1 月上旬	0.3	2.8	2.5
1 月中旬	0.2	2.3	2.1
1 月下旬	0.2	1.8	1.6
2 月上旬	0.6	1.5	0.9
2 月中旬	0.5	1.2	0.7
2 月下旬	0.3	1.0	0.7
3 月上旬	1.5	0.9	-0.6

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
3 月中旬	1.0	1.1	0.1
3 月下旬	1.2	1.4	0.2
4 月上旬	0.8	2.2	1.4
4 月中旬	1.4	2.4	1.0
4 月下旬	2.4	2.7	0.3
5 月上旬	4.1	3.1	-1.0
5 月中旬	6.4	4.2	-2.2
5 月下旬	9.2	6.6	-2.6
6 月上旬	10.8	8.1	-2.7
6 月中旬	12.2	10.1	-2.1
6 月下旬	11.6	11.8	0.2
7 月上旬	13.7	11.9	-1.8
7 月中旬	13.6	12.9	-0.7
7 月下旬	14.0	13.8	-0.2
8 月上旬	14.3	13.4	-0.9
8 月中旬	14.1	13.2	-0.9
8 月下旬	13.3	12.9	-0.4
9 月上旬	12.9	13.1	0.2
9 月中旬	11.4	12.4	1.0
9 月下旬	9.6	11.3	1.7
10 月上旬	7.1	9.7	2.6
10 月中旬	4.4	8.3	3.9
10 月下旬	2.6	7.0	4.4
11 月上旬	2.3	6.0	3.7
11 月中旬	1.8	5.2	3.4
11 月下旬	1.4	4.5	3.1
12 月上旬	0.7	4.0	3.3
12 月中旬	0.0	3.8	3.8
12 月下旬	0.3	3.3	3.0
平均	5.6	6.5	0.8
最大值	14.3	13.8	4.4
最小值	0.0	0.9	-2.7
变幅	14.3	12.9	7.1

（4）日均水温变化

与坝址多年平均逐日水温相比，湘河下泄水温最大降幅为 3.6℃（5 月 22 日）、最

大升幅为 5.2℃（10 月 21 日）。湘河水利枢纽典型枯水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温比较见图 4.3-8。

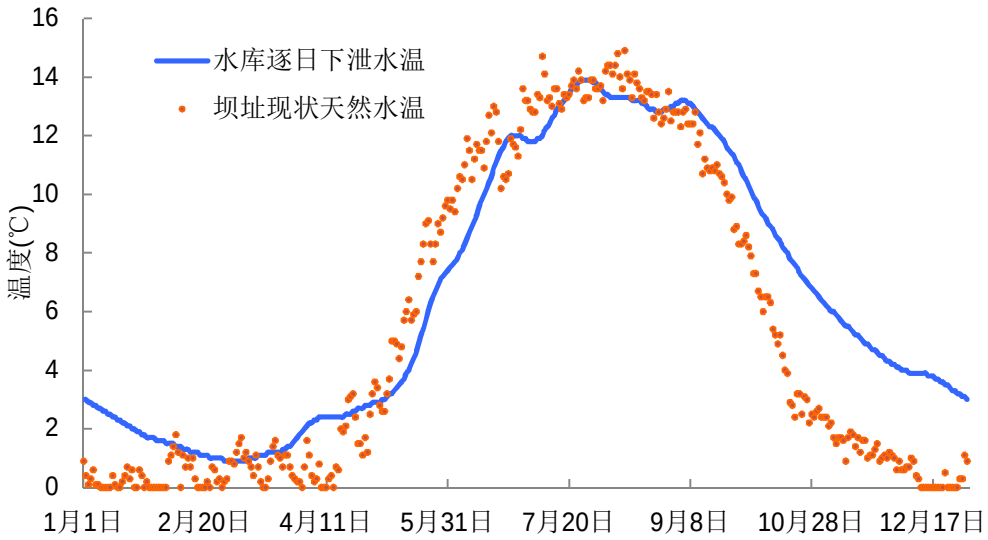


图 4.3-8　典型枯水年逐日下泄水温与现状水温比较

与坝址多年平均逐日水温相比，5 月湘河下泄水温整体偏低，最大降幅为 3.6℃（5 月 22 日），最大升幅为 0.3℃（5 月 4 日、5 日）。6 月湘河下泄水温水温有所升高，最大降幅为 3.4℃（6 月 8 日），最大升幅为 1.3℃（6 月 22 日）。湘河水利枢纽典型枯水年 5 月和 6 月的日下泄水温与坝址现状水温比较见表 4.3-13。

以 5 月坝址月均天然水温 6.3℃为特征水温统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 5 月 15 日到达 6.4℃，建坝后下泄水温在 5 月 25 日到达 6.4℃，延迟了 10 天。以 6 月坝址月均天然水温 11.2℃为特征水温统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 6 月 11 日到达 11.2℃，建坝后下泄水温在 6 月 21 日到达 11.3℃，延迟了 10 天。

以鱼类适宜产卵水温 11℃进行比较，建坝前坝址处在 6 月 11 日水温到达 11.2℃，建坝后下泄水温在 6 月 20 日水温到达 11.1℃，推迟了 9 天。

枯水年 5 月和 6 月日下泄水温与坝址现状水温

表 4.3-13　　单位：℃

日期		坝址处多年平均水温	工况 1 下泄水温	与坝址水温差值
5 月	平均值	6.3	4.6	-1.7
	5 月 1 日	3.6	2.8（月最小值）	-0.8
	5 月 5 日	2.6（月最小值）	2.9	+0.3（升幅最大值）
	5 月 22 日	9.0	5.4	-3.6（降幅最大值）
	5 月 31 日	9.8（月最大值）	7.3（月最大值）	-2.5

6 月	平均值	11.2	10.0	-1.2
	6 月 1 日	9.6	7.5（月最小值）	-2.1
	6 月 3 日	9.4（月最小值）	7.7	-1.7
	6 月 8 日	11.9	8.5	-3.4（降幅最大值）
	6 月 19 日	13.0（月最大值）	10.9	-2.1
	6 月 22 日	10.2	11.5	+1.3（升幅最大值）
	6 月 30 日	12.2	12.0（月最大值）	-0.2
满足 11℃的水温		6 月 11 日（11.2℃）	6 月 20 日（11.1℃）	推迟 9 天

4.3.6.4　丰水年

（1）库区水温分析

湘河水利枢纽在丰水年运行情况下库区各月 15 日的坝前水温分布见图 4.3-9。

丰水年湘河库区总体呈过渡型水温结构特征。

丰水年来流为平水年的 116%，湘河库区运行水位有所降低，年均水位比平水年降低了 3.3m。虽然丰水年流量大且降低了水位，但在部分月份，如 5 月，在来流量与平水年基本相当的情况下，运行水位还略有提高，因而其下泄低温水的最大降幅也与平水年基本相当。

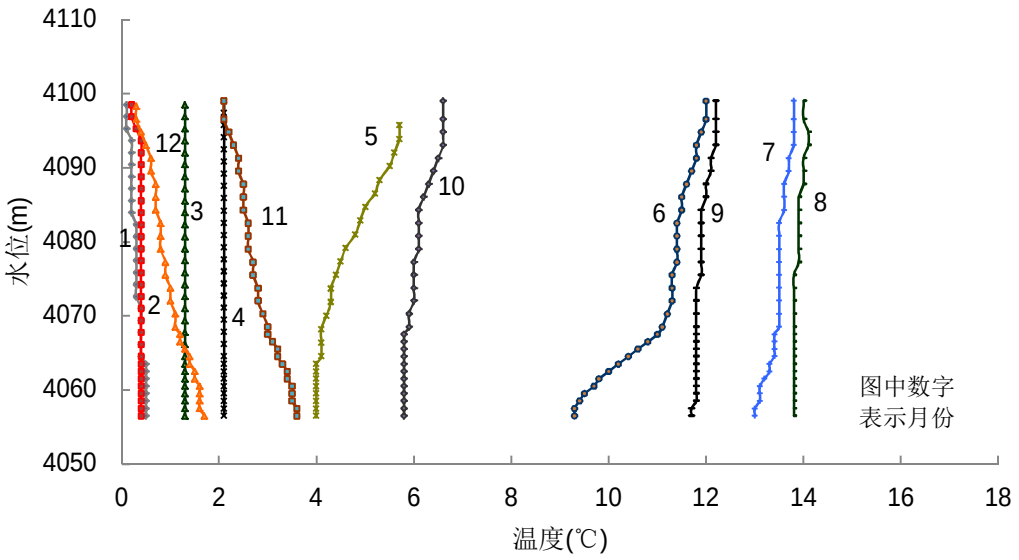


图 4.3-9　丰水年坝前水温分布

（3）月均水温变化

丰水年下泄水温、表层水温、库底水温、坝址处天然水温及气温年内过程比较见表 4.3-14 和图 4.3-10。

就表层水温而言 1 月最低，为 0.1℃，8 月最高，为 14.0℃，年内变化 13.9℃。12

月开始气温低于零度，库尾来流为冰期来流，库区水温受入流及气象条件影响明显而大幅降低，库区水温呈逆温分布状态。6 月库区受升温期高辐射等气象条件影响和来流水温提高而有较大幅度增长，表层水温也由于长短波辐射的增强而升高。7～9 月期间入库流量平均 170m^3/s，表层水温、下泄水温均达全年最大值，主流动层的加厚使垂向温差减小，表层温度梯度降低。10 月开始入库水温、气温、太阳辐射等均快速下降，水库进入降温期。

水库不存在稳定的库底水温。库底水温全年在 0.4℃～13.8℃，年内变化 13.4℃。

丰水年湘河库区总体呈过渡型水温结构特征。

水库表层与底层之间温差较小。6 月温差最大，为 2.7℃，3～4 月温差最小，垂向基本同温。

水库年均下泄水温与建坝前基本持平。下泄水温在 5 月～8 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 0.8℃，5 月份降低最多，为 1.7℃。4 月、9 月～12 月，下泄水温平均上升 0.9℃，10 月温升幅度最大，为 1.4℃。1～3 月的下泄水温与建坝前基本持平，最大温差不超过 0.1℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前后均为 8 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 12 月～1 月，建坝后为 1～2 月；月均最高温度从建坝前的 13.9℃降为建坝后的 13.7℃，月均最低温度从建坝前的 0.3℃升为建坝后的 0.4℃，年内月均温差减小了 0.3℃。

以 5 月坝址天然水温 6.6℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 5 月 16 日到达 6.6℃，建坝后下泄水温在 5 月 26 日到达 6.6℃，延迟了 10 天。

丰水年月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温

表 4.3-14 单位：℃

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址天然水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
a	b	c	d	e	f	g	h
1 月	-2.9	0.1	0.5	0.3	0.4	0.1	-0.4
2 月	-0.6	0.2	0.4	0.5	0.4	-0.1	-0.2
3 月	3.3	1.3	1.3	1.2	1.3	0.1	0.0
4 月	7.1	2.1	2.1	1.5	2.2	0.7	0.0
5 月	10.8	5.7	4.0	6.6	4.9	-1.7	1.7
6 月	14.4	12.0	9.3	11.5	10.9	-0.6	2.7
7 月	14.1	13.8	13.0	13.8	13.4	-0.4	0.8
8 月	12.8	14.0	13.8	13.9	13.7	-0.2	0.2
9 月	11.0	12.2	11.7	11.3	11.7	0.4	0.5
10 月	6.3	6.6	5.8	4.7	6.1	1.4	0.8

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址天然水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
a	b	c	d	e	f	g	h
11 月	1.7	2.1	3.6	1.8	3.0	1.2	-1.5
12 月	-1.5	0.3	1.7	0.3	1.1	0.8	-1.4
年均	6.4	5.9	5.6	5.6	5.7	0.1	0.3
最大值	14.4	14.0	13.8	13.9	13.7	1.4	2.7
最小值	-2.9	0.1	0.4	0.3	0.4	-1.9	-1.5
年内变幅	17.3	13.9	13.4	13.6	13.3	-	-

注：表层水温和库底水温均为当月 15 日值，月均下泄水温为各月平均水温。

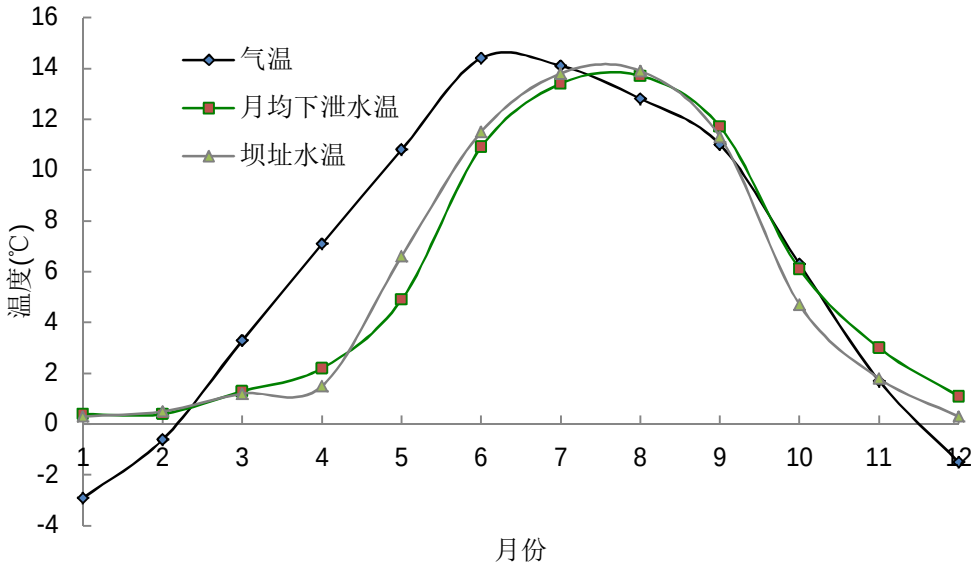


图 4.3-10　丰水年月均下泄水温、坝址处天然水温比较

（3）旬均水温变化

与坝址旬均水温比较，湘河水利枢纽在 5 月下旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 2.4℃；在 10 月中下旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 1.9℃，见表 4.3-15。

全年出现旬均最高温度的月份建坝前后均为 8 月上旬；全年出现旬均最低温度的月份建坝前为 12 月中旬，建坝后为 1 月下旬、2 月上旬；旬均最高温度从建坝前的 14.3℃降为建坝后的 13.9℃，旬均最低温度从建坝前的 0℃升为建坝后的 0.3℃，温差缩小了 0.7℃。

丰水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比

表 4.3-15 单位：℃

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
1 月上旬	0.3	0.5	0.2
1 月中旬	0.2	0.4	0.2
1 月下旬	0.2	0.3	0.1
2 月上旬	0.6	0.3	-0.3
2 月中旬	0.5	0.4	-0.1
2 月下旬	0.3	0.5	0.2
3 月上旬	1.5	0.8	-0.7
3 月中旬	1.0	1.3	0.3
3 月下旬	1.2	1.8	0.6
4 月上旬	0.8	2.1	1.3
4 月中旬	1.4	2.1	0.7
4 月下旬	2.4	2.5	0.1
5 月上旬	4.1	3.3	-0.8
5 月中旬	6.4	4.5	-1.9
5 月下旬	9.2	6.8	-2.4
6 月上旬	10.8	9.2	-1.6
6 月中旬	12.2	11.2	-1.0
6 月下旬	11.6	12.4	0.8
7 月上旬	13.7	13.0	-0.7
7 月中旬	13.6	13.5	-0.1
7 月下旬	14.0	13.8	-0.2
8 月上旬	14.3	13.9	-0.4
8 月中旬	14.1	13.8	-0.3
8 月下旬	13.3	13.5	0.2
9 月上旬	12.9	12.9	0.0
9 月中旬	11.4	11.8	0.4
9 月下旬	9.6	10.3	0.7
10 月上旬	7.1	8.0	0.9
10 月中旬	4.4	5.9	1.5
10 月下旬	2.6	4.5	1.9
11 月上旬	2.3	3.8	1.5
11 月中旬	1.8	2.9	1.1
11 月下旬	1.4	2.2	0.8
12 月上旬	0.7	1.6	0.9

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
12 月中旬	0.0	1.1	1.1
12 月下旬	0.3	0.7	0.4
平均	5.6	5.8	0.2
最大值	14.3	13.9	1.9
最小值	0.0	0.3	-2.4
变幅	14.3	13.6	4.3

（4）日均水温变化

与坝址多年平均逐日水温相比，湘河下泄水温最大降幅为 3.2℃（5 月 22 日）、最大升幅为 2.6℃（10 月 21 日）。湘河水利枢纽典型丰水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温比较见图 4.3-11。

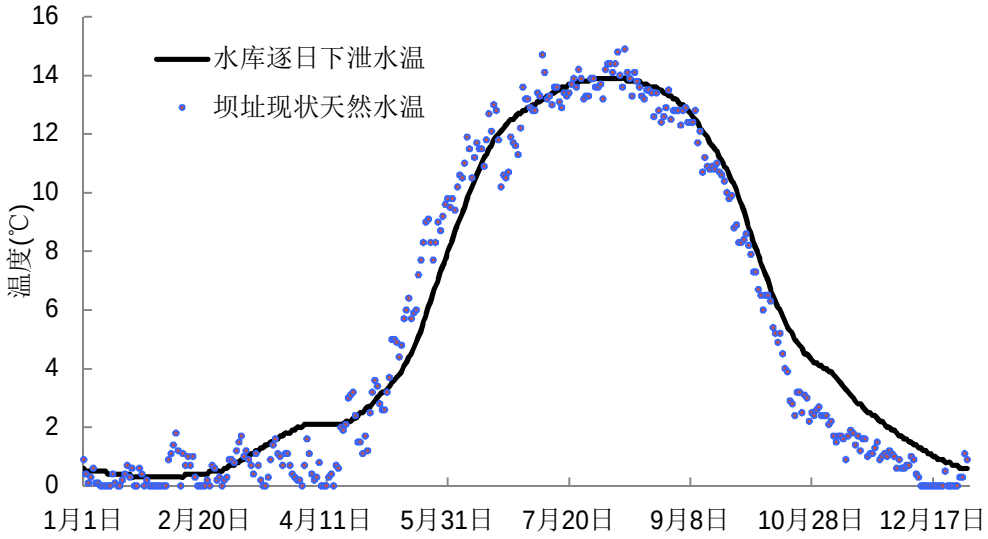


图 4.3-11　典型丰水年逐日下泄水温与现状水温比较

与坝址多年平均逐日水温相比，5 月湘河下泄水温整体偏低，最大降幅为 3.2℃（5 月 22 日），最大升幅为 0.6℃（5 月 4 日、5 日）。6 月湘河下泄水温水温有所升高，最大降幅为 2.1℃（6 月 8 日），最大升幅为 1.9℃（6 月 22 日）。湘河水利枢纽典型平水年 5 月和 6 月的日下泄水温与坝址现状水温比较见表 4.3-16。

以 5 月坝址月均天然水温 6.3℃为特征水温统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 5 月 15 日到达 6.4℃，建坝后下泄水温在 5 月 24 日到达 6.3℃，延迟了 9 天。以 6 月坝址月均天然水温 11.2℃为特征水温统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 6 月 11 日到达 11.2℃，建坝后下泄水温在 6 月 15 日到达 11.2℃，延迟了 4 天。

以鱼类适宜产卵水温 11℃进行比较，建坝前坝址处在 6 月 11 日水温到达 11.2℃，建坝后下泄水温在 6 月 14 日水温到达 11.0℃，推迟了 3 天。

丰水年 5 月和 6 月日下泄水温与坝址现状水温

表 4.3-16 单位：℃

日期		坝址处多年平均水温	工况 1 下泄水温	与坝址水温差值
5 月	平均值	6.3	4.9	-1.4
	5 月 1 日	3.6	2.9（月最小值）	-0.7
	5 月 5 日	2.6（月最小值）	3.6	+0.6（升幅最大值）
	5 月 22 日	9.0	5.8	-3.2（降幅最大值）
	5 月 31 日	9.8（月最大值）	8.0（月最大值）	-1.8
	平均值	11.2	10.1	-1.1
6 月	6 月 1 日	9.6	8.2（月最小值）	-1.4
	6 月 3 日	9.4（月最小值）	8.7	-0.7
	6 月 8 日	11.9	9.8	-2.1（降幅最大值）
	6 月 19 日	13.0（月最大值）	11.8	-1.2
	6 月 22 日	10.2	12.1	+1.9（升幅最大值）
	6 月 30 日	12.2	12.7（月最大值）	+0.5
满足 11℃的水温		6 月 11 日（11.2℃）	6 月 14 日（11.0℃）	推迟 3 天

4.3.6.5 叠梁门取水效果分析

为防范水库运行后可能出现的下泄低温水现象，专题在采用单层孔口取水基础上，考虑到叠梁门具有取水高程灵活的特点，在低温水影响相对较明显的 5～6 月采用叠梁门分层取水方案，对叠梁门取水方式的下泄水温也进行了预测。

根据主体工程的初步设计，通过在发电进水口前门槽中放置不同数目的叠梁门，在满足最小淹没深度的情况下尽量采用最多的叠梁门层数以取得表层温水。本阶段初步拟定的叠梁门分层取水方案为：3m×9，最小淹没水深 5m。

采用 5m 淹没水深时，平、枯、丰典型水文年 5～6 月可启用的门叶数分别为 7～8 个、3～6 个、8 个。

不同淹没水深下各典型年的分层取水效果对比见表 4.3-17。

采用叠梁门后，平水年比单层孔口取水的下泄水温提高了 1.3～1.9℃，但 5 月仍比天然水温低 0.5℃；枯水年比单层孔口取水的下泄水温提高了 0.9～1.7℃，但 5 月仍比天然水温低 1.1℃；丰水年比单层孔口取水的下泄水温提高了 0.5～0.9℃，但 5 月仍比天然水温低 1.0℃。

各水平年叠梁门取水方式的下泄水温比较

表 4.3-17 单位：℃

月份		坝址水温	单层孔口下泄水温	叠梁门下泄水温	c-b	c–a
		a	b	c	d	e
平水年	5 月	6.6	4.8	6.1	1.3	-0.5
	6 月	11.5	10.1	12.0	1.9	0.5
枯水年	5 月	6.6	4.6	5.5	0.9	-1.1
	6 月	11.5	10.0	11.7	1.7	0.2
丰水年	5 月	6.6	4.9	5.6	0.5	-1.0
	6 月	11.5	10.9	11.8	0.9	0.3

4.3.6.6 水库冰情分析

湘河库区气温在 11 月下旬降至 0.0℃以下，受低气温的持续作用形成局部封冻，并逐渐向库尾、坝前推移。三个不同工况出现冰情的时间分别为 12 月 24 日、1 月 6 日、12 月 21 日。受流量和运行水位的原因，库区冰情消失的时间不同，开河分别在 3 月 5 日、3 月 8 日、3 月 12 日。

各典型年水库冰厚分别在 1 月下旬(平)、2 月上旬(枯)、2 月上旬(丰)达到最大值，最大冰厚分别为 0.19m(平)、0.14m(枯)、0.21m(丰)。之后随着气温、太阳辐射和入流水温的逐渐回升，冰盖开始融化，到 3 月上旬～中旬冰盖完全融化。整个冰期持续时间约 79 天～89 天。

据调查，湘河水利枢纽工程区附近河段的冰期为每年的 11 月下旬到翌年 3 月中、下旬，即初冰期为每年 11 月下旬，终冰期在翌年 3 月下旬，冰期历时约 125d。水库封江时间较原河道天然情况推迟约 3 旬(平)、4 旬(枯)、3 旬(丰)，开江时间基本在 3 月上中旬，整个冰期历时减小约 4 旬～5 旬。由此可见，湘河水利枢纽建成后，由于水库的蓄热作用，水库冰情过程较原河段发生了明显变化。

4.3.7 下游河道水温预测

本次水温影响研究对下游河道的水温恢复情况也进行了模型计算。

单层取水方案下平水年、枯水年、丰水年湘河水库至河口间各断面水温恢复情况见表 4.3-18～表 4.3-20。

从计算结果可以看出，河口处水温在建库前后发生了一定程度的变化，建库后 9 月至翌年 1 月都有不同程度的升高，不同典型年平均升高 0.8℃（平）、1.6℃（枯）、0.4℃（丰），最大升幅都发生在 10-11 月，分别为 1.2℃（平）、2.1℃（枯）、0.8℃（丰）。建库后 5 月~8 月河口处水温都有不同程度的降低，不同典型年平均降低 0.7℃（平）、0.8℃（枯）、0.5℃（丰），最大降幅都发生在 5 月，分别为 1.1℃（平）、1.2℃（枯）、

1.0℃（丰）。

同湘河水库下泄水温相比，下泄水体的水温在天然河道中得到了一定程度的恢复，尤其下泄低温水时期（5 月～8 月），河道水温都有较大的升高，不同典型年较坝址处平均升高 3.5℃（平）、3.6℃（枯）、3.4℃（丰）。

采用叠梁门取水方案下平水年、枯水年、丰水年湘河水库至河口间各断面河道水温恢复情况见表 4.3-21～表 4.3-23。

从计算结果可以看出，采取分层取水方案后，下泄低温水得到一定的改善，河口处水温建库前后的变化小于单层取水方案下的变化。由于仅 5-6 月使用了叠梁门，5-6 月河口处水温与天然水温相比仅有-0.4～0.2℃(平)、-0.7～0℃(枯)、-0.6～0.1℃(丰)的变化，5 月低温水现象得到了明显的改善，6 月份已不存在低温降幅。

单层取水方案下平水年湘河坝址至河口间各取水断面水温恢复统计表

表4.3-18　　℃

干渠	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
昂加	天然	0.3	0.5	1.2	1.6	6.7	11.6	13.9	14.0	11.4	4.8	1.9	0.4	5.7
	建库后	0.7	0.4	1.2	2.4	5.0	10.3	13.3	13.7	12.0	6.8	4.0	2.0	6.0
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-1.7	-1.3	-0.7	-0.4	0.5	2.0	2.1	1.6	0.3
山边	天然	0.5	0.6	1.4	2.0	7.3	12.2	14.4	14.6	12.0	5.3	2.4	0.9	6.1
	建库后	1.0	0.5	1.4	2.9	5.9	11.1	13.9	14.4	12.6	7.2	4.4	2.4	6.5
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-1.5	-1.1	-0.5	-0.2	0.6	1.9	2.0	1.5	0.3
卡萨	天然	0.7	0.6	1.5	2.3	7.7	12.5	14.7	14.9	12.4	5.6	2.7	1.2	6.4
	建库后	1.1	0.5	1.5	3.1	6.4	11.6	14.3	14.8	13.0	7.5	4.6	2.7	6.7
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-1.3	-1.0	-0.4	-0.1	0.6	1.8	1.9	1.5	0.4
聂仓普鲁	天然	0.7	0.6	1.5	2.4	7.8	12.6	14.8	15.0	12.5	5.7	2.7	1.2	6.5
	建库后	1.1	0.5	1.6	3.2	6.5	11.7	14.4	14.9	13.1	7.5	4.6	2.7	6.8
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-1.3	-0.9	-0.4	-0.1	0.6	1.8	1.9	1.5	0.4
班宗	天然	0.8	0.6	1.6	2.5	8.0	12.8	15.0	15.2	12.7	5.9	2.9	1.4	6.6
	建库后	1.2	0.5	1.6	3.3	6.8	11.9	14.6	15.1	13.3	7.7	4.7	2.8	7.0
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-1.2	-0.9	-0.4	-0.1	0.6	1.8	1.9	1.4	0.4
艾玛岗	天然	1.0	0.7	1.8	3.1	8.7	13.5	15.6	15.9	13.5	6.5	3.5	2.0	7.1
	建库后	1.4	0.6	1.8	3.8	7.6	12.7	15.2	15.8	14.0	8.1	5.1	3.3	7.4
	变化	0.3	-0.1	0.0	0.7	-1.1	-0.8	-0.3	-0.1	0.5	1.6	1.7	1.3	0.3
河口	天然	1.4	0.7	2.1	4.0	10.0	14.6	16.6	17.1	14.7	7.6	4.4	2.9	8.0
	建库后	1.7	0.7	2.1	4.4	8.8	13.8	16.1	16.8	14.9	8.7	5.7	3.9	8.1
	变化	0.2	-0.1	0.0	0.5	-1.1	-0.8	-0.4	-0.3	0.2	1.2	1.2	1.0	0.1

单层取水方案下枯水年湘河坝址至河口间各取水断面水温恢复统计表

表4.3-19　　℃

干渠	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
昂加	天然	0.3	0.5	1.2	1.6	6.7	11.6	13.9	14.0	11.4	4.8	1.9	0.4	5.7
	建库后	2.3	1.2	1.2	2.5	4.8	10.2	13.1	13.4	12.5	8.4	5.3	3.8	6.5
	变化	2.0	0.7	0.0	0.9	-1.9	-1.4	-0.8	-0.6	1.0	3.6	3.4	3.4	0.8
山边	天然	0.5	0.6	1.4	2.0	7.3	12.2	14.4	14.6	12.0	5.3	2.4	0.9	6.1
	建库后	2.4	1.2	1.4	2.9	5.7	11.0	13.8	14.1	13.1	8.7	5.5	4.0	7.0
	变化	1.8	0.6	0.0	0.9	-1.6	-1.2	-0.7	-0.5	1.0	3.3	3.2	3.2	0.9
卡萨	天然	0.7	0.6	1.5	2.3	7.7	12.5	14.7	14.9	12.4	5.6	2.7	1.2	6.4
	建库后	2.4	1.2	1.5	3.2	6.2	11.5	14.1	14.6	13.4	8.8	5.7	4.2	7.2
	变化	1.8	0.6	0.0	0.9	-1.5	-1.0	-0.6	-0.4	1.0	3.2	3.0	3.0	0.8
聂仓普鲁	天然	0.7	0.6	1.5	2.4	7.8	12.6	14.8	15.0	12.5	5.7	2.7	1.2	6.5
	建库后	2.4	1.2	1.6	3.2	6.3	11.6	14.2	14.7	13.5	8.9	5.7	4.2	7.3
	变化	1.7	0.6	0.0	0.9	-1.5	-1.0	-0.6	-0.4	1.0	3.2	3.0	3.0	0.8
班宗	天然	0.8	0.6	1.6	2.5	8.0	12.8	15.0	15.2	12.7	5.9	2.9	1.4	6.6
	建库后	2.5	1.2	1.6	3.4	6.6	11.8	14.4	14.9	13.7	9.0	5.8	4.3	7.4
	变化	1.7	0.6	0.0	0.9	-1.4	-1.0	-0.5	-0.3	1.0	3.1	2.9	2.9	0.8
艾玛岗	天然	1.0	0.7	1.8	3.1	8.7	13.5	15.6	15.9	13.5	6.5	3.5	2.0	7.1
	建库后	2.5	1.2	1.8	3.8	7.5	12.6	15.1	15.6	14.3	9.3	6.1	4.6	7.9
	变化	1.5	0.5	0.0	0.8	-1.3	-0.9	-0.5	-0.3	0.9	2.7	2.6	2.6	0.7
河口	天然	1.4	0.7	2.1	4.0	10.0	14.6	16.6	17.1	14.7	7.6	4.4	2.9	8.0
	建库后	2.6	1.2	2.1	4.5	8.7	13.7	16.0	16.6	15.2	9.7	6.4	5.0	8.5
	变化	1.2	0.4	0.0	0.5	-1.2	-0.9	-0.6	-0.5	0.5	2.1	2.0	2.0	0.5

单层取水方案下丰水年湘河坝址至河口间各取水断面水温恢复统计表

表4.3-20　　℃

干渠	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
昂加	天然	0.3	0.5	1.2	1.6	6.7	11.6	13.9	14.0	11.4	4.8	1.9	0.4	5.7
	建库后	0.5	0.4	1.3	2.3	5.1	11.1	13.6	13.9	11.9	6.2	3.1	1.2	5.9
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-1.6	-0.5	-0.4	-0.2	0.4	1.4	1.2	0.8	0.2
山边	天然	0.5	0.6	1.4	2.0	7.3	12.2	14.4	14.6	12.0	5.3	2.4	0.9	6.1
	建库后	0.7	0.5	1.5	2.8	6.0	11.8	14.2	14.6	12.6	6.7	3.6	1.7	6.4
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-1.4	-0.4	-0.2	0.0	0.5	1.4	1.2	0.8	0.2
卡萨	天然	0.7	0.6	1.5	2.3	7.7	12.5	14.7	14.9	12.4	5.6	2.7	1.2	6.4
	建库后	0.8	0.5	1.6	3.0	6.4	12.2	14.6	15.0	12.9	7.0	3.8	2.0	6.7
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-1.2	-0.3	-0.2	0.0	0.5	1.3	1.2	0.8	0.3
聂仓普鲁	天然	0.7	0.6	1.5	2.4	7.8	12.6	14.8	15.0	12.5	5.7	2.7	1.2	6.5
	建库后	0.8	0.5	1.6	3.1	6.6	12.3	14.6	15.1	13.0	7.0	3.9	2.0	6.7
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-1.2	-0.3	-0.1	0.0	0.5	1.3	1.1	0.8	0.3
班宗	天然	0.8	0.6	1.6	2.5	8.0	12.8	15.0	15.2	12.7	5.9	2.9	1.4	6.6
	建库后	0.9	0.5	1.7	3.2	6.8	12.5	14.8	15.3	13.3	7.2	4.0	2.2	6.9
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-1.2	-0.3	-0.1	0.1	0.5	1.3	1.1	0.8	0.3
艾玛岗	天然	1.0	0.7	1.8	3.1	8.7	13.5	15.6	15.9	13.5	6.5	3.5	2.0	7.1
	建库后	1.2	0.6	1.9	3.7	7.7	13.2	15.4	16.0	13.9	7.7	4.5	2.7	7.4
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.6	-1.0	-0.2	-0.1	0.0	0.4	1.2	1.0	0.7	0.2
河口	天然	1.4	0.7	2.1	4.0	10.0	14.6	16.6	17.1	14.7	7.6	4.4	2.9	8.0
	建库后	1.5	0.7	2.1	4.3	8.9	14.2	16.3	16.9	14.9	8.4	5.1	3.4	8.1
	变化	0.0	-0.1	0.0	0.4	-1.0	-0.4	-0.3	-0.2	0.1	0.8	0.7	0.5	0.1

多层取水方案下平水年湘河坝址至河口间各取水断面水温恢复统计表

表4.3-21　　℃

干渠	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
昂加	天然	0.3	0.5	1.2	1.6	6.7	11.6	13.9	14.0	11.4	4.8	1.9	0.4	5.7
	建库后	0.7	0.4	1.2	2.4	6.3	12.2	13.3	13.7	12.0	6.8	4.0	2.0	6.2
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-0.5	0.5	-0.7	-0.4	0.5	2.0	2.1	1.6	0.5
山边	天然	0.5	0.6	1.4	2.0	7.3	12.2	14.4	14.6	12.0	5.3	2.4	0.9	6.1
	建库后	1.0	0.5	1.4	2.9	7.0	12.8	13.9	14.4	12.6	7.2	4.4	2.4	6.7
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-0.3	0.6	-0.5	-0.2	0.6	1.9	2.0	1.5	0.6
卡萨	天然	0.7	0.6	1.5	2.3	7.7	12.5	14.7	14.9	12.4	5.6	2.7	1.2	6.4
	建库后	1.1	0.5	1.5	3.1	7.5	13.1	14.3	14.8	13.0	7.5	4.6	2.7	7.0
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-0.2	0.6	-0.4	-0.1	0.6	1.8	1.9	1.5	0.6
聂仓普鲁	天然	0.7	0.6	1.5	2.4	7.8	12.6	14.8	15.0	12.5	5.7	2.7	1.2	6.5
	建库后	1.1	0.5	1.6	3.2	7.6	13.2	14.4	14.9	13.1	7.5	4.6	2.7	7.0
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-0.2	0.6	-0.4	-0.1	0.6	1.8	1.9	1.5	0.6
班宗	天然	0.8	0.6	1.6	2.5	8.0	12.8	15.0	15.2	12.7	5.9	2.9	1.4	6.6
	建库后	1.2	0.5	1.6	3.3	7.8	13.4	14.6	15.1	13.3	7.7	4.7	2.8	7.2
	变化	0.4	-0.1	0.0	0.8	-0.2	0.6	-0.4	-0.1	0.6	1.8	1.9	1.4	0.6
艾玛岗	天然	1.0	0.7	1.8	3.1	8.7	13.5	15.6	15.9	13.5	6.5	3.5	2.0	7.1
	建库后	1.4	0.6	1.8	3.8	8.5	14.0	15.2	15.8	14.0	8.1	5.1	3.3	7.6
	变化	0.3	-0.1	0.0	0.7	-0.2	0.5	-0.3	-0.1	0.5	1.6	1.7	1.3	0.5
河口	天然	1.4	0.7	2.1	4.0	10.0	14.6	16.6	17.1	14.7	7.6	4.4	2.9	8.0
	建库后	1.7	0.7	2.1	4.4	9.6	14.8	16.1	16.8	14.9	8.7	5.7	3.9	8.3
	变化	0.2	-0.1	0.0	0.5	-0.4	0.2	-0.4	-0.3	0.2	1.2	1.2	1.0	0.3

多层取水方案下枯水年湘河坝址至河口间各取水断面水温恢复统计表

表4.3-22　　℃

干渠	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
昂加	天然	0.3	0.5	1.2	1.6	6.7	11.6	13.9	14.0	11.4	4.8	1.9	0.4	5.7
	建库后	2.3	1.2	1.2	2.5	5.7	11.9	13.1	13.4	12.5	8.4	5.3	3.8	6.8
	变化	2.0	0.7	0.0	0.9	-1.0	0.2	-0.8	-0.6	1.0	3.6	3.4	3.4	1.0
山边	天然	0.5	0.6	1.4	2.0	7.3	12.2	14.4	14.6	12.0	5.3	2.4	0.9	6.1
	建库后	2.4	1.2	1.4	2.9	6.5	12.5	13.8	14.1	13.1	8.7	5.5	4.0	7.2
	变化	1.8	0.6	0.0	0.9	-0.8	0.3	-0.7	-0.5	1.0	3.3	3.2	3.2	1.0
卡萨	天然	0.7	0.6	1.5	2.3	7.7	12.5	14.7	14.9	12.4	5.6	2.7	1.2	6.4
	建库后	2.4	1.2	1.5	3.2	7.0	12.9	14.1	14.6	13.4	8.8	5.7	4.2	7.4
	变化	1.8	0.6	0.0	0.9	-0.7	0.4	-0.6	-0.4	1.0	3.2	3.0	3.0	1.0
聂仓普鲁	天然	0.7	0.6	1.5	2.4	7.8	12.6	14.8	15.0	12.5	5.7	2.7	1.2	6.5
	建库后	2.4	1.2	1.6	3.2	7.1	13.0	14.2	14.7	13.5	8.9	5.7	4.2	7.5
	变化	1.7	0.6	0.0	0.9	-0.7	0.4	-0.6	-0.4	1.0	3.2	3.0	3.0	1.0
班宗	天然	0.8	0.6	1.6	2.5	8.0	12.8	15.0	15.2	12.7	5.9	2.9	1.4	6.6
	建库后	2.5	1.2	1.6	3.4	7.3	13.2	14.4	14.9	13.7	9.0	5.8	4.3	7.6
	变化	1.7	0.6	0.0	0.9	-0.7	0.4	-0.5	-0.3	1.0	3.1	2.9	2.9	1.0
艾玛岗	天然	1.0	0.7	1.8	3.1	8.7	13.5	15.6	15.9	13.5	6.5	3.5	2.0	7.1
	建库后	2.5	1.2	1.8	3.8	8.1	13.8	15.1	15.6	14.3	9.3	6.1	4.6	8.0
	变化	1.5	0.5	0.0	0.8	-0.6	0.3	-0.5	-0.3	0.9	2.7	2.6	2.6	0.9
河口	天然	1.4	0.7	2.1	4.0	10.0	14.6	16.6	17.1	14.7	7.6	4.4	2.9	8.0
	建库后	2.6	1.2	2.1	4.5	9.3	14.6	16.0	16.6	15.2	9.7	6.4	5.0	8.6
	变化	1.2	0.4	0.0	0.5	-0.7	0.0	-0.6	-0.5	0.5	2.1	2.0	2.0	0.6

多层取水方案下丰水年湘河坝址至河口间各取水断面水温恢复统计表

表4.3-23　　℃

干渠	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
昂加	天然	0.3	0.5	1.2	1.6	6.7	11.6	13.9	14.0	11.4	4.8	1.9	0.4	5.7
	建库后	0.5	0.4	1.3	2.3	5.8	12.0	13.6	13.9	11.9	6.2	3.1	1.2	6.0
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-0.9	0.3	-0.4	-0.2	0.4	1.4	1.2	0.8	0.3
山边	天然	0.5	0.6	1.4	2.0	7.3	12.2	14.4	14.6	12.0	5.3	2.4	0.9	6.1
	建库后	0.7	0.5	1.5	2.8	6.6	12.6	14.2	14.6	12.6	6.7	3.6	1.7	6.5
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-0.7	0.4	-0.2	0.0	0.5	1.4	1.2	0.8	0.4
卡萨	天然	0.7	0.6	1.5	2.3	7.7	12.5	14.7	14.9	12.4	5.6	2.7	1.2	6.4
	建库后	0.8	0.5	1.6	3.0	7.0	13.0	14.6	15.0	12.9	7.0	3.8	2.0	6.8
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-0.7	0.4	-0.2	0.0	0.5	1.3	1.2	0.8	0.4
聂仓普鲁	天然	0.7	0.6	1.5	2.4	7.8	12.6	14.8	15.0	12.5	5.7	2.7	1.2	6.5
	建库后	0.8	0.5	1.6	3.1	7.1	13.0	14.6	15.1	13.0	7.0	3.9	2.0	6.8
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-0.6	0.4	-0.1	0.0	0.5	1.3	1.1	0.8	0.4
班宗	天然	0.8	0.6	1.6	2.5	8.0	12.8	15.0	15.2	12.7	5.9	2.9	1.4	6.6
	建库后	0.9	0.5	1.7	3.2	7.4	13.2	14.8	15.3	13.3	7.2	4.0	2.2	7.0
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.7	-0.6	0.4	-0.1	0.1	0.5	1.3	1.1	0.8	0.4
艾玛岗	天然	1.0	0.7	1.8	3.1	8.7	13.5	15.6	15.9	13.5	6.5	3.5	2.0	7.1
	建库后	1.2	0.6	1.9	3.7	8.2	13.8	15.4	16.0	13.9	7.7	4.5	2.7	7.5
	变化	0.1	-0.1	0.1	0.6	-0.5	0.4	-0.1	0.0	0.4	1.2	1.0	0.7	0.3
河口	天然	1.4	0.7	2.1	4.0	10.0	14.6	16.6	17.1	14.7	7.6	4.4	2.9	8.0
	建库后	1.5	0.7	2.1	4.3	9.3	14.7	16.3	16.9	14.9	8.4	5.1	3.4	8.1
	变化	0.0	-0.1	0.0	0.4	-0.6	0.1	-0.3	-0.2	0.1	0.8	0.7	0.5	0.1

4.3.8 灌溉对农作物的影响

（1）灌区主要农作物的生理特性

规划灌区的主要农作物为青稞、小麦和油菜等。其生理特性具体如下：

青稞是大麦类作物中的裸大麦，具有适应性广、耐寒、耐低温、抗旱性强、产量高等特点。青稞一般生长期为 100～130 天，试验研究表明，对西藏青稞生长发育所需最低温度条件为：青稞出苗的起码温度为 0℃以上，苗期可忍受-10℃左右低温；3℃～10℃可以正常拔节、抽穗，拔节期和抽穗后可抵抗的低温分别为-7℃和-4℃；抽穗至成熟需 7～9℃左右，能抵御-2℃以上低温；全生育期所需 0℃积温不能低于 940℃，并以 1100℃以上为宜。

小麦属喜凉耐寒作物，其生长发育的起点温度与全生育期中所要求的热量条件相对较低。冬小麦全生育期所需 0℃的积温为 1800～2400℃，春小麦为 1600～2000℃。小麦发芽期间的最低温度为 1～2℃，最适温度为 12～20℃；苗期最低温度一般为-5～-6℃；越冬期最低温度为-13～-16℃，返青期最低温度为-6～-8℃，拔节期最低温度为-1～-3℃。

油菜一般 3 月下旬至 4 月上旬播种（高寒地带略迟），8 至 9 月成熟收割，随播期早迟和种植海拔高度差异，全生育期历时约 130～170 天。据研究，春性油菜从播种至成熟需 5℃的积温约 1100～2100℃，日平均气温稳定通过 3℃后，种子既可萌发，出苗的适宜温度条件为 5～8℃，日平均气温超过 8℃，出苗所需时间迅速减少，10～15℃的日平均气温，有利于油菜蕾苔营养生长期的抽苔、花芽进一步分化和养分积累。开花期和角果发育成熟期的适宜温度条件分别为 14～18℃和 18～20℃，开花期和角果发育成熟期气温低于 5℃或高于 25℃，一般都不利于油菜形体和籽粒千粒重产量。

（2）灌溉引水水温沿程变化

湘河水利枢纽工程运行后将产生一定的低温水影响，通过设置叠梁门，平水年比单层孔口取水的下泄水温提高 1.3～1.9℃，枯水年比单层孔口取水的下泄水温提高 0.9～1.7℃，丰水年比单层孔口取水的下泄水温提高 0.5～0.9℃。采用叠梁门，发电尾水较天然情况下水温除 5 月略有降低外，其余月份均高于天然发电。发电尾水经过渠道输送，灌溉用水的水温将发生增温变化。相关研究显示，相对于气温和水温的温度差而言，渠道的断面形式和流量对水温变化影响较小。同时，工程建设隧洞 1 条，长 0.271km，长度较短，灌溉用水在通过隧洞时温度变化很小，温度变化可以忽略不计。

湘河水利枢纽正常蓄水位为 4099m，灌区的灌溉时间主要为 4～8 月份。

根据预测，多层取水方案枯水年灌溉用水到达各干渠渠首月平均水温预测见表4.3-18。

各干渠渠首月平均水温预测表（多层取水方案枯水年）

表4.3-18

渠首进水口	4月	5月	6月	7月	8月
昂加干渠	2.5	5.7	11.9	13.1	13.4
山边干渠	2.9	6.5	12.5	13.8	14.1
聂仓普鲁干渠	3.2	7.1	13.0	14.2	14.7
艾玛岗干渠	3.8	8.1	13.8	15.1	15.6
拉岗干渠	2.4	5.5	11.7	13.0	13.3
卡萨干渠	3.2	7.0	12.9	14.1	14.6
班宗干渠	3.4	7.3	13.2	14.4	14.9
央村干渠	3.8	8.1	13.8	15.1	15.6

（3）对农作物的影响分析

灌溉用水对小麦、青稞生长影响较大的时间是分蘖期、孕穗期和抽穗期。根据了解，南木林县的小麦、青稞等一般在6月分蘖，7月进入抽穗～孕穗期。分蘖期低温水灌溉后造成分蘖慢而少，在受其影响的范围内每丛有效穗会有所减少；孕穗期对气温较敏感，低温水灌溉会导致颖育不良，影响幼穗分化；抽穗期低温水灌溉会和造成穗稀、穗小、粒少，影响麦粒灌浆速度，对产量有影响。油菜开花期和角果发育成熟期气温低于5℃或高于25℃，一般都不利于油菜形体和籽粒千粒重产量，历时超过24小时，气温低于-1℃的低温条件，通常会导致油菜落花、落角，受冻减产。

灌溉引水水温沿程变化预测结果表明，枯水年多层取水方案时，4月灌溉引水到各干渠渠首的温度为不小于2.4℃，将较天然水温要升高约0.9℃，5月各干渠渠首的水温不低于5.5℃，6月不低于11.7℃，7月不低于13.0℃，8月不低于13.3℃，较天然水温存在变化，但变幅不超过1℃。对照青稞、小麦和油菜的生理特性可以看出，由于小麦和油菜的耐受温度均较低，故本工程对灌区的小麦和油菜几乎没有影响。青稞在抽穗至成熟需7～9℃左右，能抵御-2℃以上低温，时间在一般在7～8月（不同品种之间略有差异）。由于枯水年多层取水方案时，灌渠进水口7月和8月的水温最低为13.0℃和13.3℃，已大大超过青稞的耐受温度，因此水库下泄水对青稞等作物产生不利影响的可能性不大。

再者，上述对水温沿程变化的预测，只是针对经过干渠时水温的沿程变化。各灌区的灌溉配水渠系是由取水枢纽、干渠、支渠等组成的完整渠系。灌溉用水在流经干渠、

支渠时吸收太阳辐射能量后水温还会逐渐升高，将使水温与气温逐渐混合并趋向作物最适温度，农作物得以及时灌溉，产量会有所增加，产生有利影响。

当然，引水灌溉并非都对作物产生不利影响，适宜生长期的低温水灌溉有时也是有利的。如在接近乳熟期间，天气正值盛夏，气温较高，常有高温逼熟的现象，对产量影响很大，这时适当灌溉低温水，在短时间内能调节田间局部的小区气候，有利于青稞灌浆，增加粒重，提高产量。

4.4 水环境影响

4.4.1 施工期的影响

4.4.1.1 湘河水利枢纽

（1）砂石料加工冲洗废水

根据本工程特点，在大坝和砂砾料场附近分别设置沥青混凝土骨料加工系统和天然料加工系统。

砂石料加工系统设计成品生产能力共为 80.1t/h，按冲洗 1t 砂石料废水 1m^3 计，砂石料冲洗产生废水约为 80.1m^3/h，冲洗废水量约为 961.2m^3/d。冲洗废水主要污染物质为悬浮物，悬浮物浓度可高达 30000mg/L。砂石料加工废水如排放入河，将造成湘河岸边局部水域悬浮物浓度增大。目前湘河该河段水质现状为Ⅲ类，设置砂石料加工系统废水处理设施，包括沉砂池、混合池、絮凝反应池、斜管沉淀池、泥渣调节池、浓缩池、沉渣处理池等。处理后的砂石料加工废水考虑用于生产回用，对周边水环境的影响不大。底部沙石定期清理后送返料场回用，不能回用的送至渣场处理。

（2）混凝土养护冲洗废水

沥青混凝土骨料加工系统布置右岸大坝上游附近，承担大坝所需的沥青混凝土骨料的生产任务。天然料加工系统布置在砂砾料场附近，承担普通混凝土所需骨料和垫层料的生产任务。

施工区混凝土系统最大碱性废水量约为 15m^3/d，主要含有 SS 和 pH 等污染物，其 SS 浓度约为 3000mg/L，经处理后用于周边施工场地和道路洒水抑尘。

冲洗废水按 2 处混凝土系统每天各产生 15m^3 碱性废水估算，混凝土废水总量分别为 30m^3/d，主要含有泥沙和石油类等污染物，碱性废水主要污染物为 pH 和悬浮物，pH 一般为 11～12，悬浮物浓度一般为 5000mg/L，采用过滤沉淀法，滤料选取砂石加工厂骨料，废水经过滤沉淀池处理后用于周边施工场地和道路洒水抑尘，对周边水环境的影响较小。

（3）基坑排水

主体建筑物开挖形成基坑，基坑排水分初期和经常排水，初期排水中主要是悬浮物，经常排水的悬浮物含量和 pH 值较高。按 3 月 10％频率洪峰流量 44.4m^3/s，相应下游水位 4054.48m 计算基坑积水量约 0.89 万 m^3。基坑积水计划 2 天排完，估算初期排水强度为 180m^3/h。经常性基坑排水强度为 300m^3/h，主要污染物为悬浮物，浓度一般为 2000mg/L，pH 值为 11～12，呈碱性。

根据基坑排水特性，采用向基坑投加絮凝剂，沉淀后的基坑排水用于周边施工场地和道路洒水抑尘，对周边水环境的影响不大。

（4）机械修理系统含油废水

机械、汽车修配停放场布置在 2#综合生产加工区，紧临右岸施工道路，占地面积 1800m^2。

工程以机械施工为主，施工高峰期需定期清洗的主要施工机械设备约 119 台（辆）。施工机械冲洗将产生一定的含油废水，以平均每台冲洗废水 0.6m^3 计算，工程区每次约为 71.4m^3/次。含油废水主要污染为石油类，浓度一般为 10mg/L。含油废水通过设置的沉淀池、小型隔油池等进行处理后，上清液用于周边施工场地和道路洒水抑尘，不排放，对周边水环境影响较小。

（5）隧洞开挖废水

隧洞采用“短进尺、小药量”的控制爆破，手风钻钻孔爆破，周边孔采用小药量微差毫秒爆破。钻爆法施工若选用炸药不当，会因爆破而产生 TNT 等有害物质。在钻进过程中，不用水钻，隧洞开挖过程中废水产生量较少。在各隧洞洞口设置沉淀池，向沉淀池内投入絮凝剂，进行静置、沉淀，各隧洞出水沉淀后可用于周边施工场地、道路洒水，不排放，对周边水环境影响较小。

（5）生活污水

工程施工高峰期人数为 1325 人，按照生活用水定额 80L/人•d，生活污水产生量为 106m^3/d；污水产生系数取 0.8 计算，则日污水产生量最大为 84.8m^3/d。生活污水主要污染物为 COD 和 BOD_5，浓度一般为 400mg/L 和 200mg/L。湘河属中小型河流，根据《环境影响评价技术导则-水利水电工程》（HJ/T88-2003）相关要求，采用零维模型预测生活污水对其水质的影响。

$$C = (C_P Q_P + C_h Q)/(Q_P + Q)$$

式中：C—污染物浓度，mg/L;

Q_P、C_P—污水排放流量、浓度，m^3/s，mg/L；

Q—河段流量，m^3/s；

C_h—上游河段污染物浓度，mg/L。

湘河流量按 90％保证率最枯月平均流量 7.99m^3/s 计算，若生活污水直接入河，将导致该区段河流 COD_{cr} 浓度增加 0.10mg/L，BOD_5 浓度增加 0.07mg/L，对湘河水质有一定的影响。

施工期生活污水采用生活污水成套处理设备进行处理，处理后的生活污水用于周边施工场地、道路洒水抑尘，不排放，对周边水环境影响较小。

（6）对雅鲁藏布江水环境的影响

湘河水利枢纽工程施工期各类污废水经处理后回用不排放，施工区主要集中在湘河水利枢纽坝址附近，湘河汇入雅鲁藏布江河口距离坝址约 68.7km，雅鲁藏布江干流水量约为湘河的 7.8 倍，湘河水利枢纽工程施工对雅鲁藏布江干流的水环境影响不大。

4.4.1.2 灌区工程

工程施工期间水质污染源主要包括有：砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、机械设备保养冲洗产生的含油废水以及施工人员生活污水等。施工用水采用现有渠道及就近的湘河河道引水。

（1）砂石料加工冲洗废水

本工程在 2 个砂砾料场附近各设置筛分站，每个筛分站设 1 台自定中心振动筛，型号：SZZ21250×2500。混凝土骨料生产均采用移动式皮带机给料，移动皮带机出料，成品用骨料及渠道垫层填料，3m^3 装载机装 10t 自卸汽车运至每个料场控制的施工段。经类比计算，2 处料场砂石料冲洗产生废水约为 70m^3/h，冲洗废水量约为 840m^3/d。灌区工程砂石料加工系统设置砂石料加工系统废水处理设施，处理后的砂石料加工废水考虑用于生产回用，对周边水环境的影响不大。

（2）混凝土系统冲洗废水

工程混凝土浇筑养护及搅拌站冲洗将产生碱性废水。由于渠道长，混凝土浇筑地段分散，混凝土浇筑根据实际情况采用搅拌机及人工拌和相结合的方式。搅拌机主要采用可移动式的混凝土搅拌机，型号：JG250 型。骨料和其他材料的进料和出料均采用人工方式。在沿线 14 个工区分别布设混凝土拌和系统。

碱性废水悬浮物浓度较高，pH 值可达 11～12。根据三峡工程施工混凝土拌和系统生产废水悬浮物浓度的实测成果资料，各拌和系统废水悬浮物浓度达 5000mg/L。废水

具有悬浮物浓度高、水量小，间歇集中产生的特点。冲洗废水按每处混凝土系统每天各产生 2m^3 碱性废水估算，施工区产生废水总量约为 30m^3/d。灌区混凝土养护废水量约为 26.5m^3/d，主要含有 SS 和 pH 等污染物，其 SS 浓度约为 3000mg/L。采用过滤沉淀法，滤料选取砂石加工厂骨料，废水经过滤沉淀池处理后用于周边施工场地和道路洒水抑尘，对周边水环境的影响较小。

（3）机械修理系统含油废水

工程以机械施工为主，需定期清洗的主要施工机械设备约 274 台（辆），施工冲洗将产生一定的含油废水，平均每台冲洗废水以 0.6m^3 计算，约为 164.4m^3/次，含油废水主要污染物为石油类，浓度一般为 10mg/L。含油废水若随意排放至滩地，会降低土壤肥力，改变土壤结构，不利于施工迹地恢复；若直接排放至附近江段，在水体表面形成油膜，使水中溶解氧难以补充将会影响施工河段水质。灌区工程在 14 个施工场地均布置了机械停放场，机械停放分散，含油废水的排放亦较分散，每处量较小。含油废水通过设置的沉淀池、小型隔油池等进行处理后，上清液用于周边施工场地和道路洒水抑尘，不排放，对周边水环境影响较小。

（4）生活污水

施工期施工人数最高峰约 2145 人，施工营地根据灌区渠系的分布，结合渠道工程施工分散，人员多、工段长，施工点分散的特点，共布设 14 个施工段，每个施工段内均集中布置施工管理及生活福利区。按照生活用水定额 80L/人·d，排放系数取 0.8 计算，则日产生量最大为 137.3m^3/d。施工生活污水中主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂等，根据其它工程经验，生活污水污染物指标：COD 浓度一般为 400mg/L，BOD 浓度一般为 200mg/L。

灌区施工区较为分散，每处施工人数较少，且毗邻周边村庄。施工期生活污水采用防渗旱厕进行收集处理后回用于周边农田浇灌施肥，不排放，对周边水环境的影响不大。

（5）对雅鲁藏布江水环境的影响

湘河灌区工程施工期各类污废水经处理后回用不排放，施工区主要集中在灌渠附近其中最下游的艾玛岗干渠和央村干渠的施工点距离湘河河口约 17.8km，雅鲁藏布江干流水量远大于湘河，湘河灌区工程施工对雅鲁藏布江干流的水环境影响不大。

4.4.1.3 事故排放

根据对施工期各类情况的分析，其中以枢纽工程天然砂石料加工系统冲洗废水产生量最大，高峰期为 70m^3/h。若发生事故排放将对湘河水质产生的不利影响。因此，本处

对枢纽工程天然砂石料加工废水事故排放情况进行分析。

枢纽工程天然砂石料加工系统位于大坝右岸附近，靠近湘河，当天然砂石料加工系统冲洗废水事故排放至湘河中，事故排放量按 1h 高峰期废水量计（砂石料冲洗废水 70m^3）。

(1) 预测因子

天然砂石料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

90%保证率下湘河 4 月份流量约为 7.55m^3/s，流量较小，采用河流完全稀释混合模式，汇入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：

$$c=\left(c_pQ_p+c_hQ_h\right)\Big/\left(Q_p+Q_h\right)$$

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：

$$c(x,y)=\exp(-K_1\frac{x}{86400u})\left\{c_h+\frac{c_pQ_p}{H\sqrt{\pi M_y xu}}\left[\exp(-\frac{uy^2}{4M_yx})+\exp(-\frac{u(2B-y)^2}{4M_yx})\right]\right\}$$

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

天然砂石料加工系统附近湘河月份流量 $7.55m^3/s$，湘河 SS 浓度根据现状监测值为 4mg/L。

天然砂石料加工系统冲洗废水产生量为 $70m^3/h$，即 $0.019m^3/s$。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 $0.655m^2/s$。

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=492.39m。

5) 预测结果及评价

天然砂石料加工系统冲洗废水未处理事故排放对湘河（混合过程段）水质影响预测结果见表 4.4-1，天然砂石料加工系统冲洗废水处理后事故排放对湘河（混合过程段）水质影响预测结果见表 4.4-2，完全混合后对湘河水质影响结果见表 4.4-3。

施工期砂石料系统废水未处理事故排放对湘河水质影响（混合过程段）

表 4.4-1

Y(m) / X(m)	0	5	10	15	20	25	30	35
50	152.19	137.78	102.43	63.02	32.84	15.49	7.74	5.08
100	108.79	103.56	89.41	70.16	50.35	33.54	21.64	15.12
150	89.58	86.75	78.82	67.36	54.51	42.45	32.98	27.32
200	78.25	76.56	71.58	64.21	55.71	47.48	40.83	36.77
250	70.75	69.82	66.65	61.82	56.17	50.64	46.13	43.36

Y(m) / X(m)	0	5	10	15	20	25	30	35
300	65.50	65.14	63.20	60.08	56.37	52.69	49.68	47.82
350	61.67	61.78	60.71	58.79	56.40	54.01	52.02	50.79
400	58.81	59.27	58.85	57.77	56.32	54.81	53.53	52.74
450	56.60	57.35	57.40	56.93	56.13	55.24	54.47	53.97
500	54.86	55.82	56.22	56.18	55.86	55.41	54.99	54.71

施工期砂石料系统废水处理后事故排放对湘河水质影响（混合过程段）

表 4.4-2

Y(m) / X(m)	0	5	10	15	20	25	30	35
50	4.30	4.27	4.20	4.12	4.06	4.02	4.01	4.00
100	4.21	4.20	4.17	4.13	4.09	4.06	4.04	4.02
150	4.17	4.17	4.15	4.13	4.10	4.08	4.06	4.05
200	4.15	4.15	4.14	4.12	4.10	4.09	4.07	4.07
250	4.13	4.13	4.13	4.12	4.10	4.09	4.08	4.08
300	4.12	4.12	4.12	4.11	4.10	4.10	4.09	4.09
350	4.12	4.12	4.11	4.11	4.10	4.10	4.10	4.09
400	4.11	4.11	4.11	4.11	4.10	4.10	4.10	4.10
450	4.11	4.11	4.11	4.11	4.10	4.10	4.10	4.10
500	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10

施工期砂石料系统冲洗废水事故排放对湘河影响计算结果（充分混合后）

表 4.4-3

事故排放工况	未处理	处理后
湘河枯期流量（m^3/s）	7.55	
水体本底浓度（mg/L）	4	
废水水量（m^3/s）	0.046	
废水浓度（mg/L）	50000	100
混合时浓度（mg/L）	307.17	4.58
浓度增加值（mg/L）	303.17	0.58

注：水体本底浓度按坝址现状监测断面极大值。

由表 4.4-1～表 4.4-3 可知，砂石料冲洗废水在未做任何处理下事故排放，将造成湘河水体 SS 浓度大幅度提高，对湘河水体水质产生一定影响，完全混合后，SS 浓度增加 303.17mg/L；废水经过处理后发生事故排放，对湘河水质影响相对较小，完全混合后 SS 浓度仅增加 0.58mg/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。

砂石料冲洗废水位于湘河水利枢纽坝址附近，距离湘河汇入雅鲁藏布江河口较远，且雅鲁藏布江干流水量远大于湘河，砂石料冲洗废水事故排放对雅鲁藏布江干流的水环境影响不大。

4.4.2 运行期的影响

4.4.2.1 湘河水利枢纽

(1) 水质预测数学模型

水库运行本身基本不产生污染物，但水库运行后，库区形成一个湖泊型水库，各支库汇口等局部区域水流缓慢，水体稀释交换能力减弱，在库周各点源和面源进入库区后，库区水质分布较天然河段发生变化。由于水库蓄水后下游河道水文情势发生变化，尤其是在未发电期间下泄的生态流量相对于天然流量要小得多，可能会对坝址以下河道水质造成影响。

坝址以下河道采用纵向一维水动力与水质模型，库区采用二维水动力与水质模型。

1)纵向一维水质数学模型

一维非恒定流水质方程为：

$$\frac{\partial C}{\partial t}=-\frac{1}{A}\frac{\partial}{\partial x}(QC)+\frac{1}{A}\frac{\partial}{\partial x}(D_L A\frac{\partial C}{\partial x})+S_C+F_C$$

式中，C (mg/L)为水质浓度；Q(m³/s)为流量；A(m^2)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 (m^2/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

水质模型方程为：

$$\frac{\partial c}{\partial t}+u\frac{\partial c}{\partial x}+v\frac{\partial c}{\partial y}-\frac{\partial}{\partial x}(D_x\frac{\partial c}{\partial x})-\frac{\partial}{\partial y}(D_y\frac{\partial c}{\partial y})=0$$

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 COD 和 NH_3-N 的模拟只考虑特枯水年（P=90%）枯水期（5 月中上旬）的最不利情况，入库水质条件为计算得到的 2023 年甲措藏布和拉布藏布流入库尾的污染物，其中甲措藏布流入库区的 COD 和 NH_3-N 分别为 614.4 kg/d 和 82.11kg/d，拉布藏布流入库区的 COD 和 NH_3-N 分别为 722.2kg/d 和 100.33kg/d，而按照流域面积计算得到的入库

流量甲措藏布约为拉布藏布的两倍。坝址下游河道水质预测分为特枯水年、枯水年、平水年及丰水年 4 个典型水期工况，分别模拟工程建设前后的水质情况。水质预测选用库区和坝下水质均选择 COD、NH_3-N 两个常规水质因子进行预测分析。工程建设前的工况以 2015 年的污染源成果为沿程水质输入条件，工程后的工况以 2023 年的污染源计算成果为沿程水质输入条件，坝址下游河段选择代表性时段分析沿程分布特征，并选取各取水口断面作为典型断面，开展详细的水质达标情况预测分析。

4)模型参数选取

湘河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。2011 年余明星等在《三峡水库蓄水前后干流水质特征与变化趋势研究》中，采用三峡库区水质监测成果率定的 COD 降解系数为 0.027d^{-1}，NH_3-N 同采用 0.027d^{-1}，但由于三峡库区平均水深近 100m，远大于规划河段建库后的平均水深，因而综合水动力学条件看，湘河的降解能力可能更低。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，故将湘河有库情况下 COD 和 NH_3-N 的降解系数同取为 0.005d^{-1}。

湘河坝址下游天然河段 COD、NH_3-N 水质因子降解系数根据 2008 年郭儒等的《河流中污染物衰减系数影响因素分析》，分别取值为 0.1 d^{-1} 和 0.08 d^{-1}。

上述降解系数取值均指水温为 20℃时各水质组分的降解系数，计算时均按对应时段水温进行温度修正。

(2) 库区水质预测结果分析

库区特枯水期枯季 COD 和 NH_3-N 浓度分布分别见图 4.4-1 和 5.4-2。拉布藏布的 COD 和 NH_3-N 浓度均要大于甲措藏布，但最大 COD 浓度小于 1.2mg/L，远比Ⅰ类水质标准上限 15mg/L 小，最大 NH_3-N 浓度小于 0.15mg/L，COD 和 NH_3-N 均达到Ⅰ类。

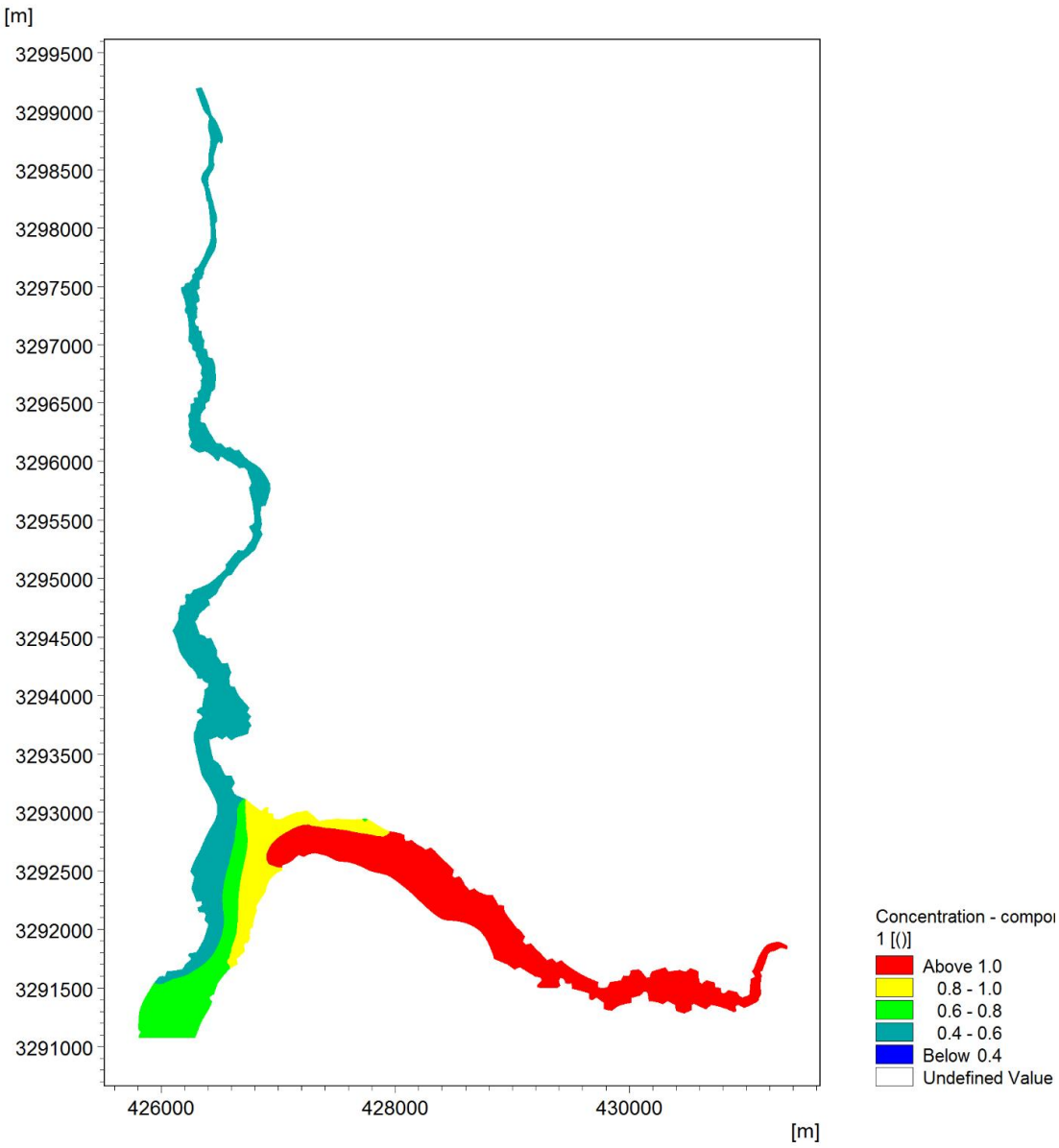


图 4.4-1 库区 COD 浓度分布图

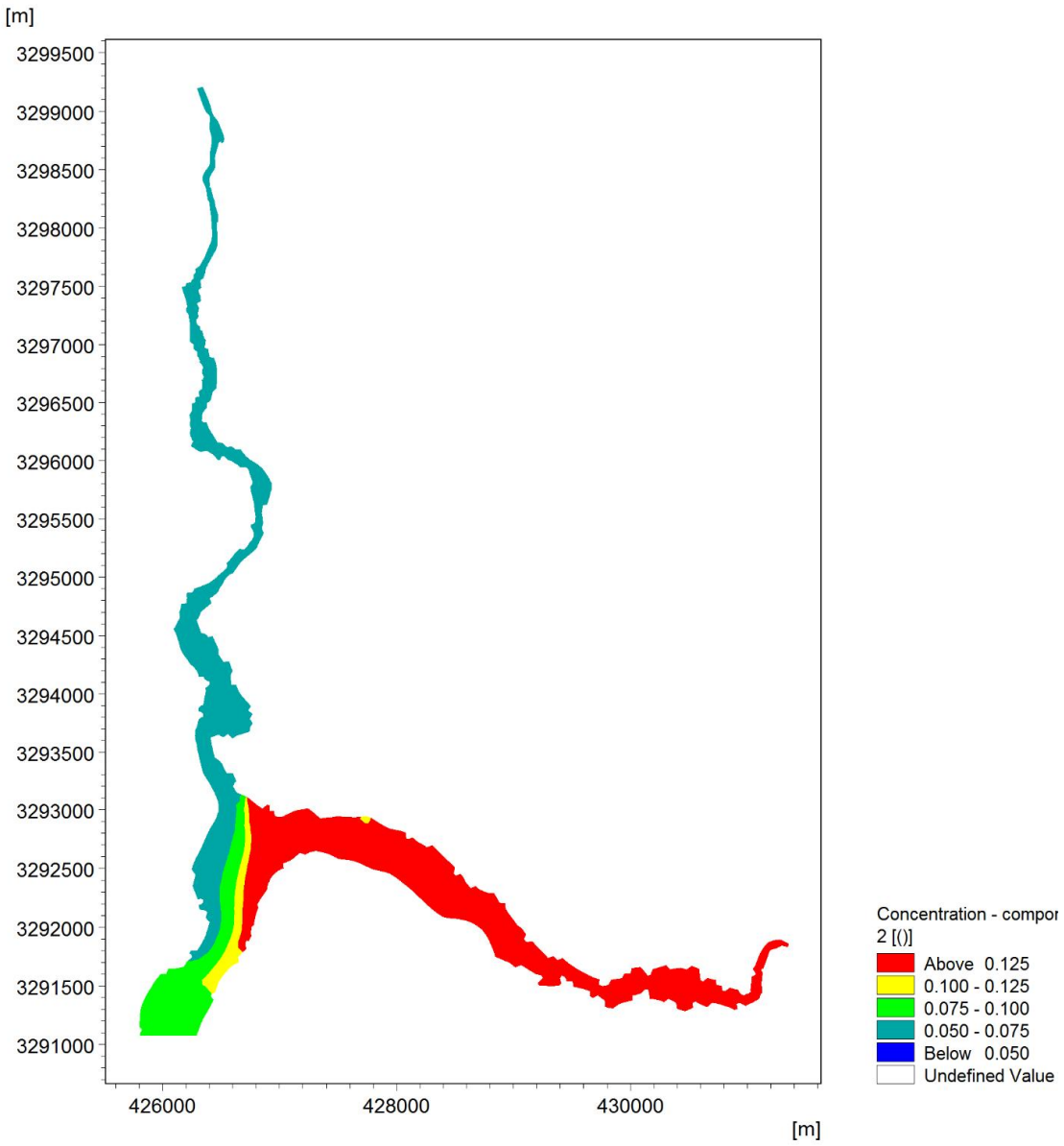


图 4.4-2 库区 NH_3-N 浓度分布图

(3) 水库运行对坝下河道水质影响预测分析

1)典型水期沿程水质预测结果分析

各典型水期下工程建设前后的 COD 和 NH_3-N 沿程分布分别见图 4.4-3 和图 4.4-4，由于沿程污染源的输入及取水的影响，沿程 COD 和 NH_3-N 在工程建设前后及不同月份均有所变化，但总体而言 COD 浓度均在 1.5mg/L 以下，远小于Ⅰ类水质标准的 15mg/L，沿程取水造成的 COD 浓度增加并不会改变河流水质状况。NH_3-N 浓度在工程建设前均达到Ⅰ类水质，工程取水后在央玛取水口下游卡孜乡污染源输入后 2 月份的 NH_3-N 浓度有所增加，大于 0.15mg/L，为Ⅱ类水质。

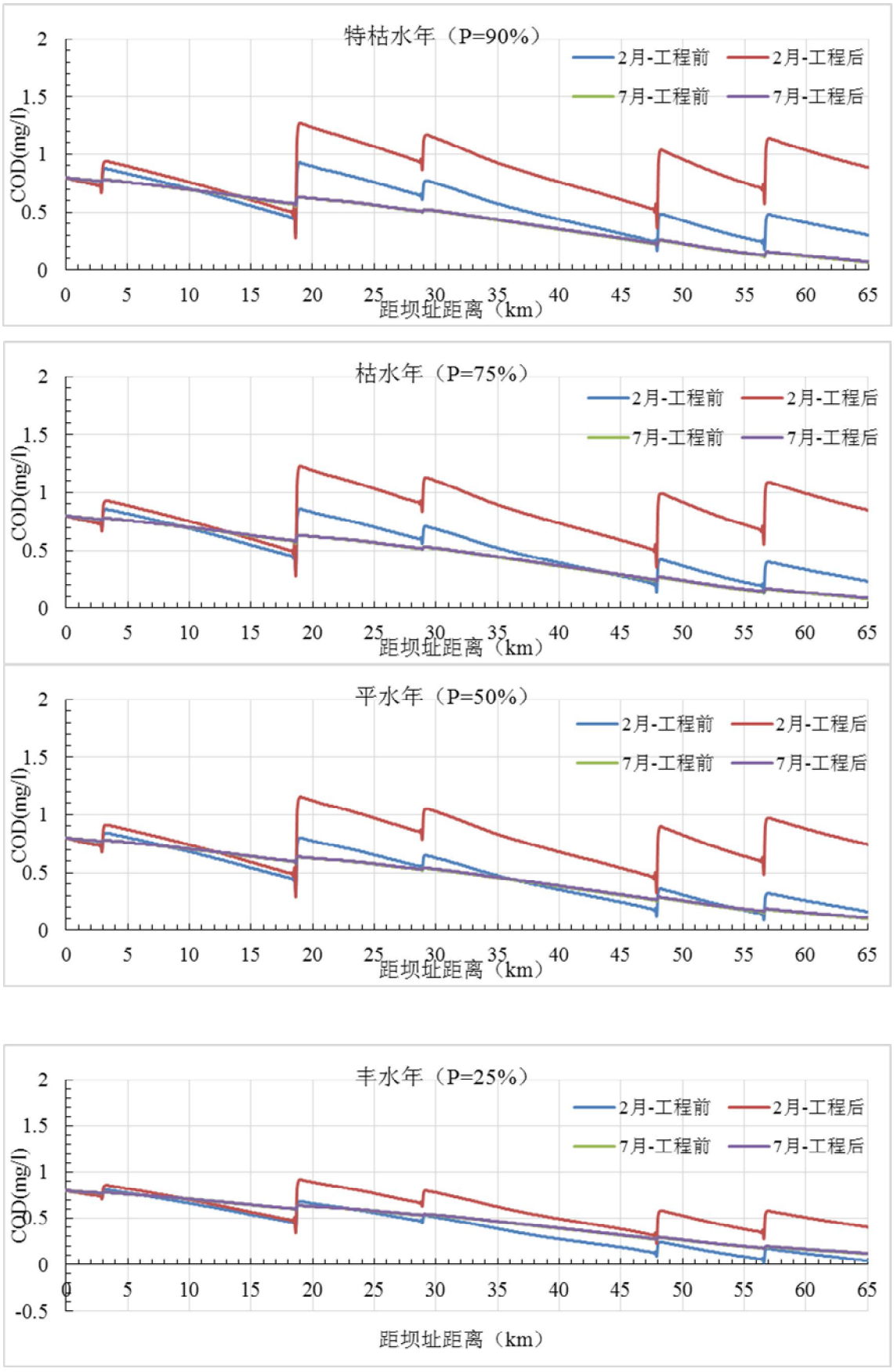


图 4.4-3　湘河坝址下游河段各工况 2 月与 7 月 COD 浓度沿程变化图

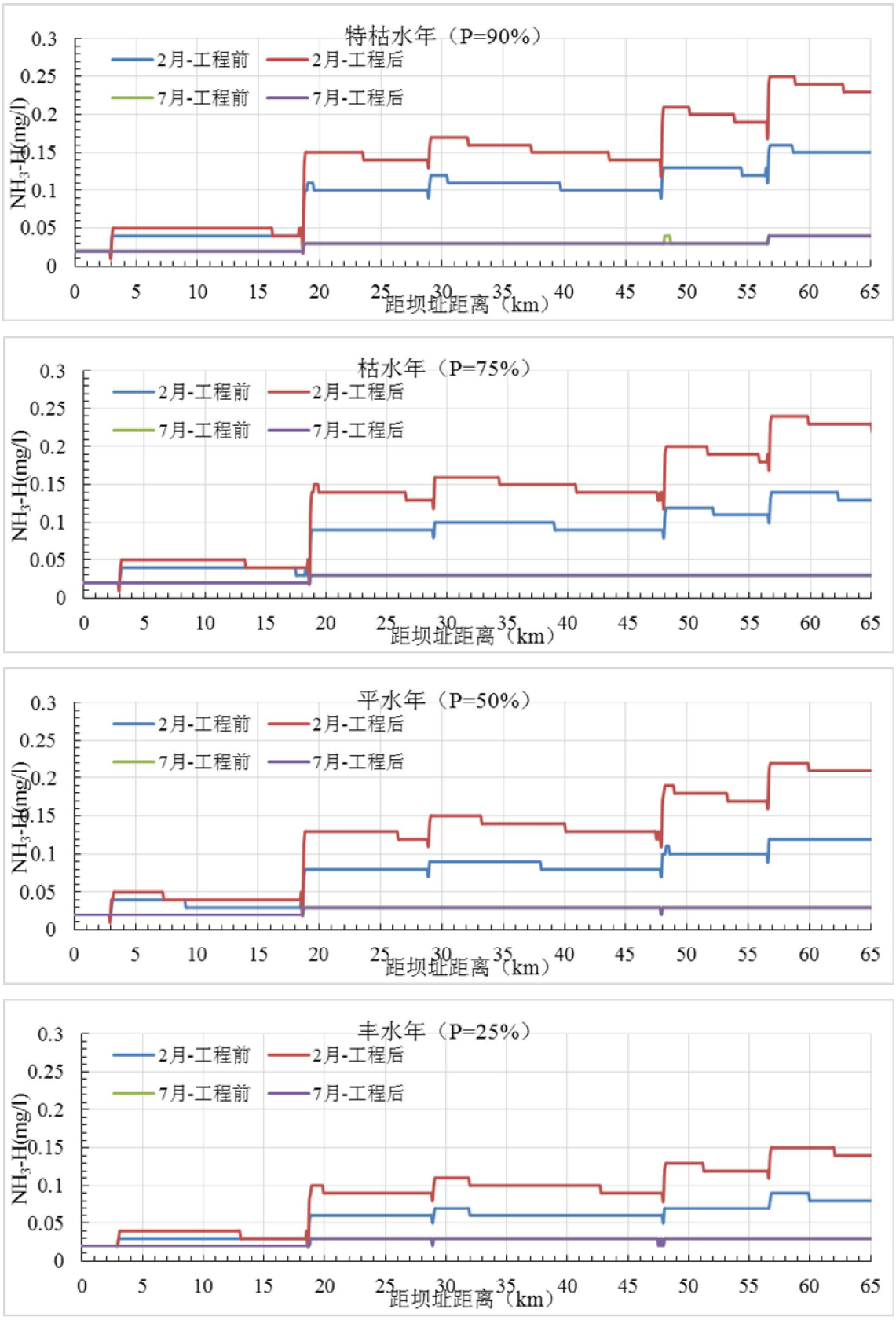


图 4.4-4　湘河坝址下游河段各工况 2 月与 7 月 NH_3-N 浓度沿程变化图

2) 取水口断面水质预测结果分析

典型水期下各取水口断面的 COD 和 NH_3-N 浓度分别见图 4.4-5 和图 4.4-6。各取水口的 COD 浓度均在 1.5mg/L 以下，远小于Ⅰ类水质标准的 15mg/L。除了昂加和山边取水口，其他取水口的 NH_3-N 浓度在 1 月份和 2 月上中旬大于 0.15mg/L，为Ⅱ类水质，其余时间各取水口 NH_3-N 浓度均达Ⅰ类水质标准。

3) 对雅鲁藏布江干流的水质影响分析

经预测，央玛取水口的 COD 和 NH_3-N 水质浓度均能达到Ⅰ类水质标准，水质状况较好。央玛取水口下游人口分布较少，基本无工业企业分布，污染源少。雅鲁藏布江干流水量远大于湘河，运行期对雅鲁藏布江干流的水质影响不大。

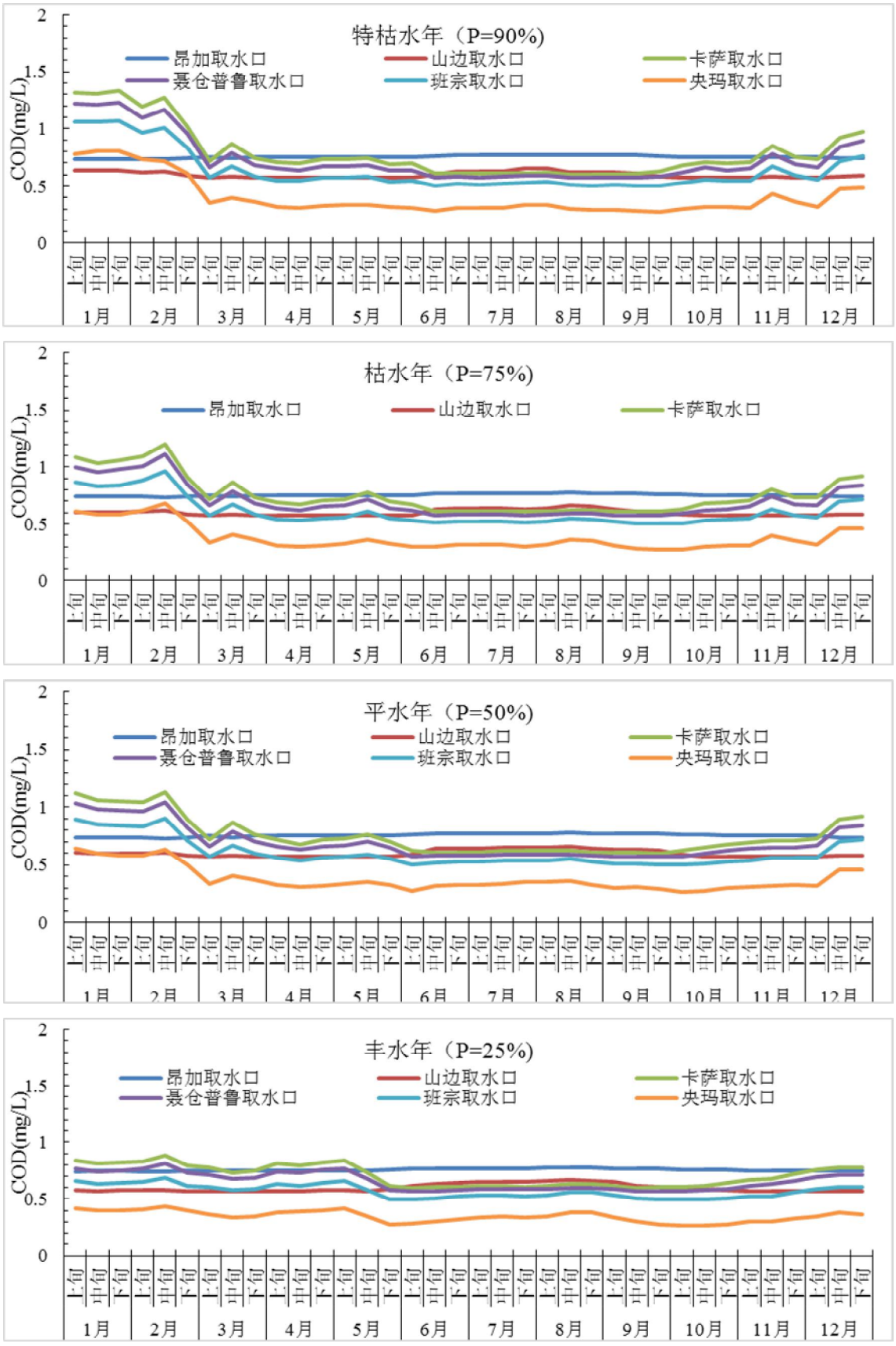


图 4.4-5　各工况下湘河坝址下游取水口断面月均 COD 浓度图

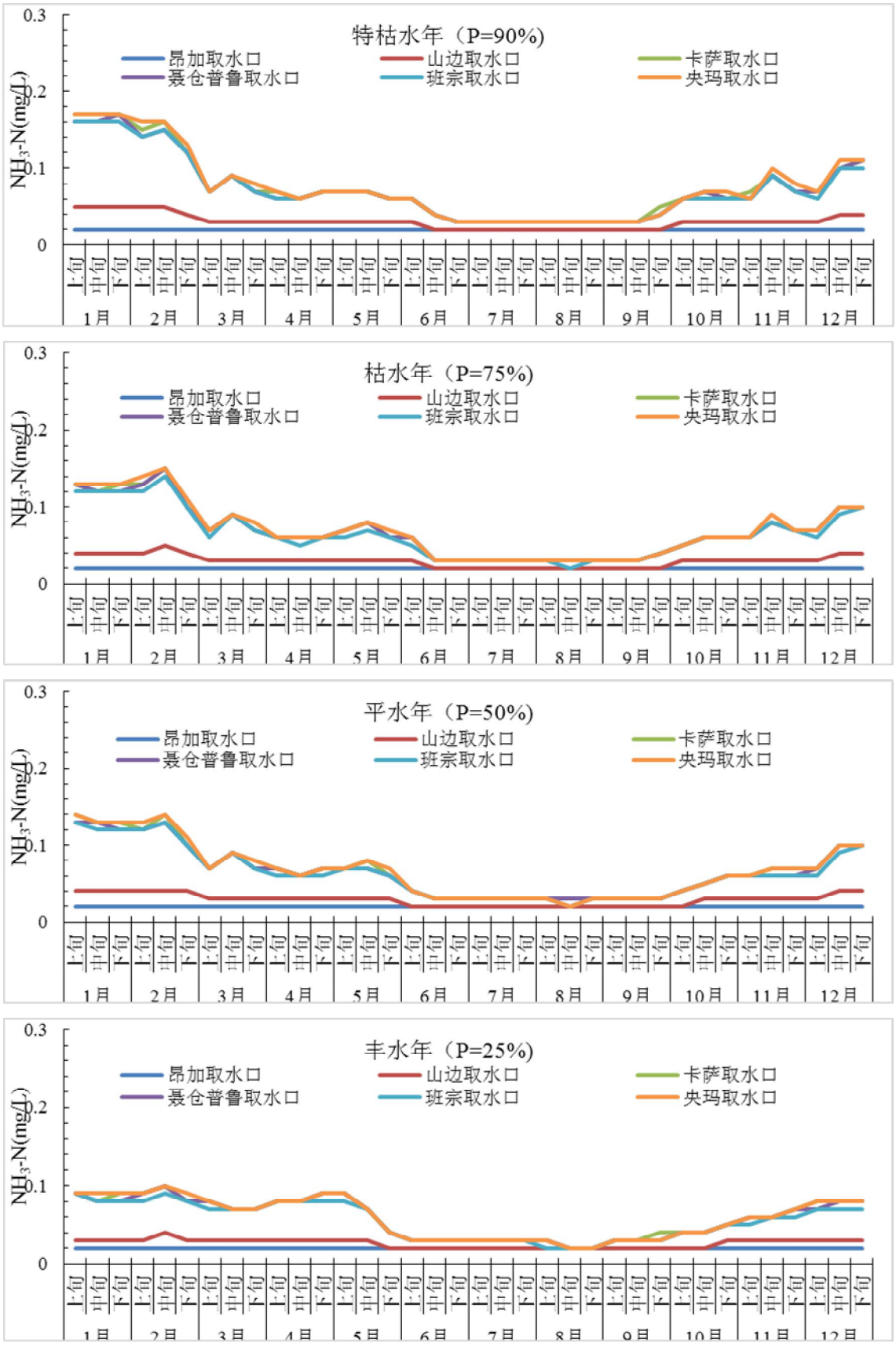


图 4.4-6　各工况下湘河坝址下游取水口断面年月均 NH_3-N 浓度图

4.4.2.2 灌区工程

（1）输水过程对水质的影响

灌区工程各灌区的灌溉配水渠系是由取水枢纽、干渠、支渠等组成的完整渠系。灌区内布置 6 座取水枢纽（含 1 座有坝取水枢纽和 5 座无坝取水口）、8 条干渠、1 条支渠，其中干渠全长 82.9km，支渠长 2.76km。斗渠、农渠共 76 条，总长度 66.47km。干渠矩形断面采用钢筋混凝土衬砌，矩形断面预制块加土工膜衬砌，支渠采用钢筋混凝土矩形渠道。渠道经过坡沟的地段，采用排洪渠的方式来避免高于渠道的坡沟洪水进入渠道，在半挖半填渠段，明渠内侧开挖边坡坡脚设置截水沟将坡面径流导入渠下涵，在深挖方明渠段，明渠两侧开挖边坡坡脚均设置截水沟将坡面径流导入渠下涵。因此，只要严格按照设计要求施工，灌溉渠系水体不会因雨季坡面洪水和泥沙及其携带的污染物进入渠道而影响渠道水体水质，但在极少数渠段会因为人类活动对渠道水体感官性状和卫生状况带来不利影响。渠道沿线没有工业污染源分布，因此不存在工业污染问题。

综上所述，由于渠道大体上与等高线平行和沿老渠道布置，地表汇水面积比较小，而且工程中隧洞、暗渠、渡槽占有相当数量，加之排洪渡槽、渠下涵洞、排水沟等措施的实施，坡面产流及其含有的面源污染物难以进入渠系，渠系的水质不会因为污染的影响而恶化。

（2）局部渠段隧洞输水对水质的影响

本工程干渠全长 82.9km，其中包含 0.271km 的左岸艾玛岗灌区 1#隧洞。

采用隧洞输水可避免沿途水质污染，输水与外界环境隔离，能避免受到外界污水、洪水、降尘、垃圾及人为活动造成的污染，输水水质有保证；避免蒸发、渗漏损失：输水渗漏和蒸发损失小，对水量保护有利。由于水源水质较为清洁，同时，总干渠隧洞、明渠相间布置，且中间明渠相对较长，隧洞较短，预计局部渠段隧洞输水不会明显改变水体溶解氧收支平衡状态，水体中的溶解氧含量应该仍能保持较好水平，不会出现厌氧状况，再者，由于本工程属灌溉工程，引水全部用于灌溉，而灌溉用水对水质要求相对较低，因此，局部渠段隧洞输水完全能满足灌溉水质的要求。

（3）灌溉回归水对地表水水质的影响

湘河灌区所在区域年降雨量少，蒸发量大，蒸发量远远大于降水量，为典型的干旱气候区域。灌区农作物主要为旱作，水量浇灌较少，没有漫灌要求。运行期灌溉回归水大部分蒸发、渗透消耗掉，基本没有水量排入沟渠流至湘河坝下河段及雅鲁藏布江干流。

灌区内将采用节水灌溉技术，减少灌溉用水量，可有效减轻农业面源污染对水体可

能产生的影响。由于湘河流域内种植习惯，化肥农药的使用量较小，灌溉用水后的回归水体中总磷、大肠杆菌等指标较低，同时在渗漏过程中，通过地下水的循环过滤和自净，污染物的含量将大大的降低，因此回归水可能会使水质产生变化，但影响较小。另灌溉回归水将改善区域内地下水涵养状况，以有利影响为主。

（4）对雅鲁藏布江干流的水质影响分析

从工程区的水质监测结果看，湘河干流和雅鲁藏布江干流水质总体较好，基本上能达到Ⅰ类水水质要求。取水灌溉后，增加的花费农药量较小，灌区对周边水质的总体影响不大，对雅鲁藏布江的水质影响较小。

4.5 地下水环境影响

4.5.1 湘河水利枢纽

（1）工程区地下水特征

工程所在区域地下水主要为第四系松散堆积层孔隙水与基岩裂隙水。前者赋存于河漫滩、阶地、冲沟等松散堆积层中，主要由降水与地表水补给，基岩裂隙水大多赋存在花岗岩裂隙中，由降雨、融雪水补给，水量不丰。

坝址区第四系覆盖层主要为全新统崩坡积(Q_4^{dl+col})和冲洪积(Q_4^{al+pl})，更新统冲洪积(Q_3^{al+pl})和冰水沉积层(Q^{fgl})。覆盖层总厚度约 171m，地下水位埋深 43～56m。

（2）地下工程特性

工程涉及地下部分少，地下工程主要为泄洪洞（全长 857.99m），引水发电洞（全长 268.25m）。引水隧洞施工将采取“先探后掘”的方式进行施工，通过对地下水的探钻，防治导通地下水，再进行隧洞施工。

（3）对地下水位的影响

工程区地下水位埋深最大为 47～50m，地下水水位基本接近河水位，隧道工程开挖对地下水水位影响较小。另一方面，工程区地下水为第四系松散堆积层孔隙水和基岩裂隙水，深埋段岩体总体透水率微弱，属弱透水，地下水不活跃，不会产生危害性涌水，不会造成区域地下水水位大幅下降。

（4）地下水质影响

工程施工期间，对各类施工污废水进行处理后回用，排放量很小，施工污废水不会进入地下水补给区。由于工程采用“先探后掘”方式施工，隧洞施工对第四系松散堆积层孔隙水和埋藏浅的碎屑岩孔隙水造成的总体影响较小。因此，工程施工不会对地下水水质产生影响。

（5）地下水位变化对取用水的影响

根据调查，工程区域地下水影响范围内无集中利用地下水要求，工程建设和运行不会对周边居民用水造成影响。

（6）对地表水的影响分析

坝址区周边无支沟分布，工程隧洞开挖不会对其地表水产生影响，工程区周边山体内岩体透水性差，且冲沟坡降很大，来自山体内的地下水补给所占比例很小。因此，工程隧洞开挖对地表水水量基本无影响。

（7）对泉水的影响分析

工程影响范围内周边无重要价值泉眼以及特殊地下水资源保护区，工程建设不会对泉水产生较大影响。

（8）对地表植被的影响

工程位于青藏高原气候区，基本特性为气温低、空气稀薄、大气干燥、太阳辐射异常强烈，蒸发量远远大于降雨量，致使工程区域旱季大气干旱与土壤干旱并存。由于工程区河谷下切侵蚀较深，地下水位埋深较大，使得几乎无地下水补给土壤，积雪融水和天然降雨是土壤水分的主要来源。因此，即使隧洞使得局部区域的地下水位有所下降，也不会影响地表土壤的含水状况，不会影响地表植被的生长。

4.5.2 灌区工程

本次环评对灌区工程的地下水进行简要分析。

（1）工程区地下水特征

湘河灌区总体呈南北向展布，北高南低，灌区主体地形平缓开阔，灌区周缘发育冲沟，汇与中部季节性河流，河流蜿蜒曲折，总体流向北西。居民房屋及可耕地散布于灌区平缓区。

灌区地下水主要受大气降水、冰雪融水补给，经冲沟向汇入灌区中部的季节性河流。灌区内地下水主要为第四系松散堆积层孔隙水，沿季节性河流一带属潜水，与地表水互为补给。

灌区均具有天然的地表水排泄通道且具备设置排涝措施条件，地下水埋深较深，无大面积沼泽化、盐碱化土地分布。灌溉水源满足灌溉用水标准，灌溉引起灌区地下水位抬升影响范围有限，引起大范围土地沼泽化的可能性小。

（2）对地下水的影响

灌区内将采用节水灌溉技术，减少灌溉用水量，可有效减轻农业面源污染对水体可能产生的影响；由于湘河流域内种植习惯，化肥农药的使用量较小，灌溉用水后的回归水体中总磷、大肠杆菌等指标将略有上升，但在渗漏过程中，通过地下水的循环过滤和自净，污染物的含量将大大的降低，因此回归水可能会使水质产生变化，但影响较小。另灌溉回归水将改善区域内地下水涵养状况，以有利影响为主。

4.6 陆生生态影响

4.6.1 对植被和植物的影响

4.6.1.1 湘河水利枢纽

（1）施工期的影响

1）对植被的影响

工程施工占地将直接损毁原有的植被类型，生物量受到损失，植被自然生产力将发生一些变化，由于施工道路的修建和扩建、施工场地和房屋的建设、仓库系统、临时输电线路的建设等，都将直接破坏一部分的植物资源；施工区内及沿途施工开挖的道路内的植物种类以及其生境受到破坏，工程料场、渣场占地的植被也将被破坏。

西藏湘河水利枢纽工程建设区征占地包括工程永久占地及临时占地，总占地面积609.81hm^2，其中水库淹没和永久占地577.36hm^2，临时占地30.54hm^2。

据调查，枢纽施工区占地内主要植物是北京杨林、砂生槐灌丛、变色锦鸡儿灌丛、紫花针茅草丛、宽叶荨麻草丛、二裂委陵菜草、藏北嵩草草丛、芨芨草草丛、丛杉叶藻草丛和一些农田，损失生物量共计646.8t，见表4.6-1。

湘河水利枢纽占地面积和生物量损失估算

表4.6-1

项目区		占地性质	占地面积	占地类型	面积（hm2）	生物量（t/hm2）	植物地上部分损失总质量（t）
枢纽工程区	水库淹没影响区	永久	512.47	耕地	87.7		
				北京杨林	4.32	45.29	195.65
				变色锦鸡儿灌丛	3.51	4.67	16.39
				砂生槐灌丛	3.98	6.09	24.24
				乌柳灌丛	2.46	12.35	30.38
				芨芨草草丛	3.98	1.29	5.13
				猪毛蒿草丛	4.03	1.27	5.12
				齿叶玄参草丛	2.01	1.37	2.75
				高原毛茛草丛	3.48	1.85	6.44
				宽叶荨麻草丛	2.55	1.14	2.91
				直立黄芪草丛	4.76	1.79	8.52

					毛穗香薷草丛	3.14	1.54	4.84
					沙蒿草丛	5.93	1.32	7.83
					紫花针茅草丛	6.37	1.24	7.90
					二裂委陵菜草丛	13.05	1.65	21.53
					其他土地	125.91		
					交通用地	8.12		
					住宅用地	8.55		
					水域及水利设施用地	218.62		
	永久办公区		永久	1.3	其他土地	1.3		
	大坝区	枢纽建筑物	永久	11.87	耕地	3.18		
					沙蒿草丛	0.40	1.32	0.53
					紫花针茅草丛	0.55	1.24	0.68
					二裂委陵菜草丛	0.38	1.65	0.62
					直立黄芪草丛	0.27	1.79	0.48
					其他土地	4.42		
					交通用地	0.27		
					水域及水利设施用地	2.4		
		管理范围	永久	38.21	耕地	3.53		
					沙蒿草丛	3.63	1.32	4.80
					紫花针茅草丛	3.35	1.24	4.16
					二裂委陵菜草丛	2.63	1.65	4.34
					其他土地	22.01		
					交通用地	0.41		
					水域及水利设施用地	2.64		
	临时生产生活区	库外	临时	3.53	耕地	0.83		
					紫花针茅草丛	0.1	1.24	0.12
					二裂委陵菜草丛	0.1	1.65	0.17
					其他土地	2.5		
		库内	永久	0.97	耕地	0.59		
					紫花针茅草丛	0.1	1.24	0.12
					二裂委陵菜草丛	0.1	1.65	0.17
					其他土地	0.14		
					交通用地	0.04		
	料场	块石料场	临时	5.25	其他土地	5.25		
		砂砾石料场	永久	5	其他土地	5		
		填筑料场	临时	13	其他土地	13		
		碱性骨料场	临时	1	其他土地	1		

	交通道路	临时道路（库外）	临时	2.76	紫花针茅草丛	0.28	1.24	0.35
					二裂委陵菜草丛	0.22	1.65	0.36
					直立黄芪草丛	0.26	1.79	0.47
					其他土地	2		
		临时道路（库内）	永久	1.73	紫花针茅草丛	0.17	1.24	0.21
					二裂委陵菜草丛	0.22	1.65	0.36
					直立黄芪草丛	0.13	1.79	0.23
					其他土地	1.21		
		永久道路	永久	1.85	耕地	0.12		
					紫花针茅草丛	0.15	1.24	0.19
					二裂委陵菜草丛	0.09	1.65	0.15
					直立黄芪草丛	0.2	1.79	0.36
					其他土地	1.29		
	弃渣场	1#弃渣场	永久	7.73	其他土地	7.73		
		2#弃渣场	永久	6.93	其他土地	6.93		
		3#弃渣场	永久	5	其他土地	5		
	移民安置及专项设施复建区		永久	11.66	北京杨林	2.7	45.29	122.28
					砂生槐灌丛	6.26	6.09	38.12
					藏川杨林	2.7	47.37	127.90
小计				630.26				646.8

施工期虽然对施工区内的植被造成一定的破坏，但是由于破坏的主要是一些常见的和广布的半干旱河谷和半湿润高原植被，对农业植被的影响主要为青稞、小麦等农作物，不会影响到该区域植物物种的构成和区系组成，也就不会对该区域的草原生态系统和农业生态系统造成重大影响，只要在施工过程中严格控制施工范围，尽量对施工区周围的植被采取必要措施加以保护，就可以减少施工活动对植被的影响程度。

2）对重点保护植物和特有植物的影响

根据调查，枢纽施工区内没有国家重点保护物种，施工区分布的特有植物主要是北京杨林、砂生槐灌丛、变色锦鸡儿灌丛、紫花针茅草丛、宽叶荨麻草丛等。分布河谷近山坡地，生长十分稀疏，在施工期，分布在施工区的这些植物将被工程设施所取代。由于施工区所占用的土地仅局限在坝址、遂道口和施工其它用地，对这些广布在库区的特有植物有一定的影响，种群的数量有所减少，但上述特有植物均为广布种，因此工程建设不会造成这些物种的绝灭。

（2）运行期的影响

1）对植被的影响

运行期枢纽工程区的位于海拔较低部分或位于河滩沙地的植被类型例如变色锦鸡儿灌丛、芨芨草草丛、砂生槐灌丛、沙蒿草丛等被淹没，但海拔较高处的植被例如高山嵩草、金露梅灌丛等得以保留，水库蓄水后为这些高海拔植被的生长提供了水分，有利于其生长，能够缓解部分高海拔区域的沙化问题。水库蓄水后，水域面积大大增加，热容量将明显增大，年温差有所减少，无霜期也会有一定的延长，这些自然条件的变化所形成的局部小气候将对水利枢纽区植被产生影响，在一定程度上有利于植物的生长和扩大其分布。随库区水位的抬高，库区周边河滩近岸湿生草类种群将有所增加。

2）对重点保护植物和特有植物的影响

从植物资源现状调查结果可知，工程施工区、枢纽区和淹没区内均没有国家重点保护物种，工程结束后，随着水库蓄水，库区周边地下水位将有所抬高，空气湿度增大，局地小气候和生态环境条件得到改善，适应于滩地环境下生长的特有种类在库区周边的数量会有所增加。

工程建设后评价区植被类型分布见附图 4-1。

4.6.1.2 灌区工程

（1）施工期的影响

1）对植被的影响

灌区工程及施工道路、施工场地的建设等，都将直接破坏一部分的植物资源；施工区内及沿途施工开挖的道路内的植物种类以及其生境受到破坏，工程料场、渣场占地的植被也将被破坏。

灌区工程建设区征占地包括工程永久占地及临时占地，总占地面积 228.42hm^2，其中永久占地 140.87hm^2，临时占地 73.80hm^2。

据调查，灌区工程施工区占地内主要植物为灌渠两旁的藏川杨林带以及附近的紫花针茅草丛、沙蒿草丛和直立黄芪草丛等，损失生物量 160.57t，见表 4.6-2。

施工期虽然对施工区内的植被造成一定的破坏，但是由于破坏的主要是一些常见的野生植物和农作物，不会影响到该区域植物物种的构成和区系组成，对该区域生态系统不会造成重大影响。在施工过程中严格控制施工范围，尽量对施工区周围的植被采取必要措施加以保护，可减少施工活动对植被的影响程度。

灌区占地面积和生物量损失估算

表4.6-2

项目区			占地性质	占地面积	占地类型	面积（hm2）	生物量（t/hm2）	植物地上部分损失总质量（t）
灌区工程区	渠道及渠系建筑物	取水口	永久	6.43	北京杨林	0.13	45.29	5.89
					藏川杨林	0.11	47.37	5.21
					沙蒿草丛	0.25	2.3	0.58
					紫花针茅草丛	0.31	1.24	0.38
					直立黄芪草丛	0.15	1.79	0.27
					其他土地	1.45		
					水域及水利设施用地	4.03		
		干渠	永久	133.33	耕地	52.5		
					藏川杨林	1.27	47.37	60.16
					沙蒿草丛	10.21	2.3	23.48
					紫花针茅草丛	20.14	1.24	24.98
					直立黄芪草丛	9.93	1.79	17.78
					其他土地	9.26		
					水域及水利设施用地	30.17		
		支渠	永久	0.83	耕地	0.12		
					藏川杨林	0.17	47.37	8.05
					沙蒿草丛	0.05	2.3	0.11
					紫花针茅草丛	0.10	1.24	0.13
					直立黄芪草丛	0.06	1.79	0.11
					其他土地	0.33		
		灌区管理所	永久	0.29	沙蒿草丛	0.02	2.3	0.05
					紫花针茅草丛	0.06	1.24	0.07
					直立黄芪草丛	0.04	1.79	0.07
					其他土地	0.17		
	交通道路		临时	41.09	沙蒿草丛	1.98	2.3	4.56
					紫花针茅草丛	3.16	1.24	3.92
					直立黄芪草丛	1.02	1.79	1.82
					其他土地	34.93		
	临时生产生活区		临时	3.33	耕地	0.49		
					其他土地	2.84		
	弃渣场		永久	5.93	沙蒿草丛	0.52	2.3	1.20
					紫花针茅草丛	0.48	1.24	0.60
					直立黄芪草丛	0.64	1.79	1.15
					其他土地	4.28		
	料场	块石料场	临时	0.08	其他土地	0.08		

		砂砾石料场	临时	11.61	其他土地	11.61		
		填筑料场	临时	11.75	其他土地	1.75		
小计				214.67				160.57

2）对重点保护植物和特有植物的影响

灌区工程施工区没有国家重点保护物种，渠系工程建设造成其部分植株被压占，但灌区工程占地面积较该区域其适宜分布的面积而言，比例不高，灌区工程永久占地和临时占地分布不会造成这些特有植物在该区域消失，在灌溉条件改善后，部分植物的生长将优于现状。

（2）运行期的影响

1）对灌区植被的影响

灌区工程的实施有利于稳定岸坡和滩地，维护现有河势，提高河道的行洪、防洪能力，有效降低了洪水和干旱对流域内植被的影响，为河流两岸牧草、农田的丰收起到良好的生态效应，有效维护了两岸植物生境的平衡。运行期对施工期所占植被进行复垦后，在灌渠的灌溉下，重新栽种的北京杨、藏川杨等可以更加快速地生长，一些自然植被例如紫花针茅草丛、沙蒿草丛、直立黄芪草丛也会得到恢复。

2）对重点保护植物和特有植物的影响

从植物资源现状调查结果可知，灌区均没有国家重点保护物种。工程施工结束后，随着灌渠通水，局地小气候和生态环境条件将得到改善，灌区周边的重点保护植物和特有植物数量可能会有所增加。

工程建设后评价区植被类型分布见附图 4-1。

4.6.2 对陆生动物的影响

4.6.2.1 湘河水利枢纽

（1）施工期的影响

本工程地处河谷和农田区，主要植被类型有北京杨林、乌柳林、藏川杨林、农田（青稞、土豆）沙棘灌丛、沙蒿草丛、紫花针茅草丛、砂生槐灌丛等。水库淹没影响区、大坝区、料场、永久道路占地类型主要为天然草丛、耕地以及小部分的林地，枢纽工程施工期间主要影响到的植被类型主要为灌草丛、农田植被和人工林。所以，枢纽工程施工期间对动物的影响主要为在灌草地、农田植被和人工林中活动的动物种类。

1）对兽类的影响

施工期影响的兽类主要包括狼、藏狐、黄鼬、灰鼠兔、喜马拉雅旱獭、高原兔、褐家鼠、普通田鼠等。

影响包括施工中对动物的扰动（施工爆破）、生境破坏（占用草地）等。由于占地面积较小，这些影响也很弱，且在周围具有替代生境，它们可以向周围相似生境转移，工程施工对兽类有一定的干扰，但影响甚微。

2）对鸟类的影响

施工期影响的鸟类主要包高山兀鹫、金雕、大鵟、猎隼、红隼、纵纹腹小鸮等。

金雕、高山兀鹫、大鵟等活动范围较广，施工期产生的噪声会使其远离施工场地，转移到与施工区附近的植被相同的生境。猎隼、红隼、纵纹腹小鸮等飞行能力强，施工期产生的噪声会使其远离施工场地，但是坝址，河谷植被一致，这些种类将飞向相似生境。

黑颈鹤主要分布在湘河汇入雅鲁藏布江的河口区域，距离施工区较远，工程施工对黑颈鹤的影响极小。枢纽工程施工区域不属于黑颈鹤的越冬期栖息地，且黑颈鹤在此停留时间一般都是每年 10 月到翌年 3 月之间，这个时间工程基本不施工，因此基本不会对黑颈鹤产生不利影响。

总体上看，工程施工期产生的噪声等会使鸟类远离施工场地转移到相似生境的区域，对其生活或生存的影响很小。

3）对两栖类的影响

水利枢纽区内共有两栖动物 3 种：西藏齿突蟾、林芝齿突蟾和高山蛙。它们生活于浅水、静水或缓流水的环境中。其中高山蛙数量较多，为当地常见种。但是由于周边均有类似生境，工程施工对这些物种不会构成生存的重大威胁。

4）对爬行类的影响

水利枢纽区内共有爬行动物有 3 种，包括拉达克滑蜥、西藏裸趾虎、西藏沙蜥，主要生活于荒漠或半荒漠地区，即有极少量植被甚至没有植被的干旱区域。

工程施工主要集中在河谷的滩地或岸边，海拔相对较低，施工过程中有可能部分破坏它们的活动区域，但他们可以向上转移。因此，工程建设对这些物种将有一定的影响但总体上看不大。

5）对重点保护动物的影响

工程评价范围内的国家重点保护动物有 12 种，为黑颈鹤、金雕、高山兀鹫、马麝、白唇鹿、大鵟、猎隼、红隼、纵纹腹小鸮、藏马鸡、岩羊、棕熊等，西藏自治区级保护

动物有 2 种，为黄鼬、藏狐。但重点保护动物目前数量稀少，在工程施工区、枢纽区和淹没区内少有见活动和栖息地分布。

黑颈鹤主要分布在湘河汇入雅鲁藏布江的河口区域，距离施工区较远。工程冬季基本不施工，而黑颈鹤主要为冬季栖息。因此，工程施工对黑颈鹤的影响极小。

对金雕、高山兀鹫、大鵟、猎隼、红隼等善于飞翔的猛禽和纵纹腹小鸮、藏马鸡等鸟类的影响：在工程各类占地区内少有活动，未发现有栖息地分布，在施工爆破等作业活动中，受到惊吓会飞离施工场地，影响不大。

对马麝、白唇鹿、岩羊的影响：活动范围广泛，经实地调查，在坝上约 10km 处有藏北嵩等构成的草地植被，与施工区附近的植被相同，所以在草原中生活的种类可以向上转移。

对棕熊、黄鼬、藏狐的影响：施工将使其暂时远离施工区，向周围相似生境转移，对其影响不大。

从工程评价范围内的重点保护动物情况看，均为活动范围和能力较强的鸟类、哺乳类，工程施工区、枢纽区和淹没区主要位于湘河河谷区域，在该区域分布少，工程建设不会对上述重点保护动物造成重大环境影响。

6）对特有动物的影响

杻纽工程施工及临时占地、公路修建等将占用部分草地和裸地，对大草鹛、橙翅噪鹛和藏狐这三种特有动物都有影响。

由于占地面积较小，工程对这些特有种的影响很弱，它们可以向周围相似生境转移。同时由于施工区主要集中在大坝附近，占地面积较小，因此，施工活动对其影响不大。

（2）运行期的影响

西藏湘河水利枢纽工程由于淹没面积较广，影响范围也较大，但占地影响以未利用地为主，影响主要在于动物的分布格局以及分布密度有所改变。

1）对兽类的影响

蓄水后原先评价区内部分林地将被淹没，这对褐家鼠、高原兔等生活在森林生态系统中的兽类有一定影响，它们会向周围相似生境转移。

草地面积也被淹没较多，对于灌丛及灌草丛系统中生活的兽类也有影响，包括：高原兔、藏狐。但原先总草地面积很大，它们可以迁移到其它相似生境中。

蓄水后，库区水域面积增大，有利于植被生长，可能会吸引黄鼬、灰鼠兔、喜马拉雅旱獭、褐家鼠、普通田鼠等小型兽类往水库区迁移，有较有利的影响，兽类的活动范

围会增大，食物来源也会更广泛。

水域的增加给所有兽类的饮水都提供了便利。

2）对鸟类的影响

蓄水后原先评价区内林地部分将被淹没，这对长尾山椒鸟、白眉朱雀等在森林生态系统生境中生存的鸟类有一定影响，但鸟类的活动范围广泛，建库后将有利于库周各类动植物的生长，增加了食物来源，它将迁移到周围相似生境中，对其影响不大。

草地面积也被淹没较多，对于灌丛及灌草丛系统中生活的鸟类也有影响，包括：大鵟、红隼等。但原先总草地面积很大，它们可以迁移到其它相似生境中。

蓄水也淹没了一定量的耕地，而耕地占用面积与原先总面积相比只是一小部分，对其中生活的鸟类影响不大。

蓄水后水域面积增大，对于在水环境中活动的鸟类有较有利的影响，包括：北红尾鸲、白顶溪、和棕头鸥等。它们的活动范围会增大，食物来源也更广泛。而且水库形成后水面积增加，尤其是平静水面的面积增加一般会扩大涉水鸟类的生境，从而导致种类及个体数增加，并可能形成新的鸟类越冬场所。

对于在生境中可分布的 2 种鹬鸻科鸟类，库区蓄水对其影响不大，而水源的增加可以说对其有有利影响。

3）对爬行类的影响

水利枢纽区内共有爬行动物有 3 种，蓄水后原先评价区内裸地很多都被淹没，对于这些爬行类有一定影响。它们会向周围相似生境转移，影响程度很小。

同时，库区大面积的水域出现，有利于库周各类动植物的生长，增加了食物来源，会招引部分适宜在喜水环境生存的爬行类到来。

4）对两栖类的影响

水利枢纽区内共有两栖动物 3 种，主要生活于浅水、静水或缓流水的环境中。库区蓄水后水域面积增大，对两栖类有较有利影响，使库区内的两栖类数量增多。同时，还会有更多种类会吸引到库区来生活。

5）对重点保护动物的影响

对于本区内分布的重点保护动物，水利枢纽蓄水对它们都有或多或少的影响。共分为以下几种情况：

黑颈鹤主要分布在湘河汇入雅鲁藏布江的河口区域，距离坝址较远，湘河水利枢纽库区少有其活动。因此，工程运行后对黑颈鹤的影响极小。

由于建库后水库抬高，有利于库周植物生长，相应的动物数量也会有所增加，可为重点保护动物提供更多的食物来源，部分弥补水库淹没造成的不利影响。总体上来说，工程运行期间对重点保护动物的影响不大。

6）对特有动物的影响

枢纽工程蓄水后，将淹没库区范围，减少了特有动物的活动区域。同时，周边农田、灌丛和灌草丛、森林等生态系统的初级生产力会提高，这为特有动物会提供更多的食物，其数量将会有所增加。

4.6.2.2 灌区工程

（1）施工期的影响

灌区工程施工场地分散，每个施工场地的占地面积较小，灌区所在区域现状多为农田区和草地区，现状的动物种类以农田动物为主。因此，灌区工程施工对野生动物的总体影响不大，不会明显挤压河谷野生动物的生存空间。

1）对兽类的影响

灌区周边活动的兽类有高原兔、岩松鼠等，由于灌区现状有一定的人为活动，因此其在灌区分布的数量亦不多。施工期间，这些兽类将由于施工影响，远离工程区域，一般不会发生由于施工原因导致的动物个体死亡的情况。这些兽类，在灌区周边的高海拔区域，亦有大量分布，工程建设虽对其生境造成一定的挤压，但不会导致其种群规模明显减少。

2）对鸟类的影响

灌区工程占地区多靠近现状农田区，有一定的人为活动，这些区域多为常见鸟类活动，不是黑翅鸢、金雕、大鵟等鸟类的主要活动区域，多属于临时停歇性质，工程施工期间将对其造成一定的惊扰，使其远离施工区，迁至其他适宜区域停歇和活动。周边类似生境较广，其对工程区植被的依赖程度不高。

黑颈鹤每年 10 月至 11 月结群飞至青藏高原的南部和东南部越冬，次年 3 月迁徙往高原北部繁殖，灌区附近的农田处于其觅食活动范围内。西藏地区混凝土结构在每年 4 至 10 月份才能进行施工，如施工时间与其越冬季节错开，则可较好避免灌区工程施工对其造成的不利影响。

灌区施工期间，由于施工人员的进入，其生存空间将受一定的挤压，但对其该区域活动鸟类的种类和数量，不会造成明显影响。

3）对两栖类的影响

两栖类主要分布于湘河干流和支流水域周边，灌区工程建设需修建 1 座有坝取水枢纽，5 座无坝取水枢纽。灌区工程穿越湘河支流段，多采用架空方式通过，仅在施工期对支流内生活的两栖类造成一定的影响，但由于跨河渠系的工程量总体较小、施工时间短，工程施工对其影响不大，仅施工过程中可能导致其种群数量略微减少，施工结束后，其种群数量将得以恢复。

4）对爬行类的影响

爬行类主要生活于荒漠或半荒漠地区，灌区工程所在区域基本接近其分布的下限，现状部分灌溉条件较差的滩地区域有少量分布，但不是其主要的分布区域。在灌区施工过程中，沿线分布的沙蜥在施工过程中，其随着工程的实施，自行迁至周边更加适宜的区域，其种群规模将基本维持现状，其生存空间将由于工程的建设受到少量挤压，但影响有限。

5）对重点保护动物的影响

灌区工程周边分布有多种国家级保护野生动物及自治区级保护野生动物，其中猛禽占多数，猛禽的活动能力强、活动范围广，灌区现状亦有一定的人为活动，不属于其主要的分布区域，工程施工期间，其将迁至其他类似生境活动。岩羊、藏狐等在评价区数量较少，灌区周边分布更少，工程建设不会对其造成不利影响。

黑颈鹤每年 10 月至 11 月结群飞至青藏高原的南部和东南部越冬，次年 3 月迁徙往高原北部繁殖，西藏地区混凝土结构在每年 4 至 10 月份才能进行施工，如施工时间与其越冬季节错开，则可较好避免灌区工程施工对其造成的不利影响。

6）对特有动物的影响

灌区工程区分布的西藏特有动物主要为草鹛、橙翅噪鹛和藏狐，施工占地将减少了其部分适生区域，但灌区工程施工影响区占其适生区域的面积比例较小，对种群规模的影响不大。同时由于施工占地面积较小，因此，施工活动对其影响不大。

（2）运行期的影响

由于渠系场地较长，影响范围也相对大，影响主要在于动物的分布格局以及分布密度有所改变。

1）对兽类的影响

央玛取水枢纽建成后原先评价区内的部分河滩地被淹没，这对高原兔、褐家鼠、普通田鼠等兽类有一定影响，它们会向周围相似生境转移。

灌区工程建设后，评价区农田、灌丛和灌草丛、森林等生态系统的初级生产力会提

高，鼠兔、鼠类等小型兽类的种群数量可能会增加。

2）对鸟类的影响

央玛取水枢纽建成后原先评价区内的部分河滩地被淹没，这对黄腹柳莺、大朱雀、长尾山椒鸟、白眉朱雀等鸟类有一定影响，它们会向周围相似生境转移。

灌区工程建设后，评价区农田、灌丛和灌草丛、森林等生态系统的初级生产力会提高，鼠兔、鼠类的种群数量可能会增加，这为金雕、高山兀鹫、大鵟、猎隼、红隼、纵纹腹小鸮等猛禽会提供更多的食物，这些猛禽的数量可能会增加。

3）对爬行类的影响

央玛取水枢纽建成后原先评价区内的部分河滩地被淹没，但沿岸分布的爬行类较少，总体影响程度很小。

随着灌区灌溉条件的改善，有利于取水枢纽及灌区周边各类动植物的生长，增加了食物来源，会招引部分适宜在喜水环境生存的爬行类到来。

4）对两栖类的影响

工程建成后，由于灌区引水，因此湘河中的水量和水体面积都将有所降低，尤其是央玛取水枢纽下游的河道水量将明显小于现状，通过下泄生态流量，这些区域的两栖类将只能维持最小种群的规模，但其在有水的情况下不会在取水枢纽下游河道内消失；央玛取水枢纽上游由于水面面积较现状有所扩大，在这一区域活动的两栖类数量见有所上升。此外，随着渠系的建成，部分两栖类动物会随着取水进入干渠、支渠，并最终到达灌区的农田，由于干渠支渠内的水量也较为可观，其在渠系内预计也将形成一定的种群规模。

5）对重点保护动物的影响

对于本区内分布的重点保护动物，灌区通水将主要呈现有利影响。

黑颈鹤主要分布在湘河汇入雅鲁藏布江的河口区域，工程部分灌区位于该保护区内，工程建成运行后，工程本身不会对黑颈鹤的生存造成影响，但随着灌区人为活动的增加，可能对黑颈鹤的活动造成一定的影响，农田灌溉条件改善后，有利于作物产量的增加，由于当地藏民保护动物的意识较强，和动物和睦相处，因此有利于增加黑颈鹤越冬食物的来源，可能会产生有利影响。

灌区工程建设后，评价区农田、灌丛和灌草丛、森林等生态系统的初级生产力会提高，鼠兔、鼠类的种群数量可能会增加，这为金雕、高山兀鹫、大鵟、猎隼、红隼、纵纹腹小鸮等猛禽会提供更多的食物，这些猛禽的数量可能会增加。

岩羊、藏狐等在评价区数量较少，随着灌区生产力的提高，可能会吸引部分保护兽类到灌区活动。

6）对特有动物的影响

草鹛、橙翅噪鹛和藏狐在灌区活动较少，灌区工程建设后，评价区农田、灌丛和灌草丛、森林等生态系统的初级生产力会提高，鼠兔、鼠类的种群数量可能会增加，也可能会吸引特有动物到灌区活动。

4.6.3 对景观生态体系完整性的影响

4.6.3.1 评价区景观生态体系现状

评价区域内有阔叶林、灌丛及灌草丛、农田、聚落、水体、沙丘裸地等 6 个景观格局分布，对于评价区域景观生态体系现状评价主要从斑块及类型水平、景观水平、栖息环境破碎化指数 3 个指标，利用遥感卫星图来进行分析。其中斑块及类型水平采用斑块密度、优势度指数 2 个数量化指标进行评价，景观水平采用 Shannon 多样性指数、Shannon 均匀指数、分维数 3 个数量化指标进行评价，栖息环境破碎化指数采用破碎化指数 1 个数量化指标进行评价。

评价区域内有阔叶林、灌丛及灌草丛、草甸、农田、聚落、水体、沙丘裸地等 7 个景观格局分布，对于评价区域景观生态体系现状评价主要从斑块及类型水平、景观水平、栖息环境破碎化指数 3 个指标来进行分析，其中斑块及类型水平采用斑块密度、优势度指数 2 个数量化指标进行评价，景观水平采用 Shannon 多样性指数、Shannon 均匀指数、分维数 3 个数量化指标进行评价，栖息环境破碎化指数采用破碎化指数 1 个数量化指标进行评价。评价区域总斑块数 855 块，斑块密度 0.014，优势度指数 0.4591， Shannon 多样性指数 0.9351，Shannon 均匀度指数 0.4497，破碎化指数 0.0073。各景观类型具体数据见表 4.6-3。

评价区域景观结构特征指数表

表 4.6-3

景观类型	面积(hm^2)	景观面积比例(%)	斑块数量(块)	斑块密度(块/hm^2)	分维数
森林	85.24	0.14%	22	0.258	0.9399
灌丛及灌草丛	43050.01	70.80%	257	0.006	0.928
高山稀疏草甸	1299.29	2.14%	179	0.138	0.9057
沙丘裸地	6711.4	11.04%	150	0.022	0.9007
水域	1090.32	1.79%	31	0.028	0.8899
农田	8029.046	13.20%	148	0.018	0.8745
建设用地	539.57	0.89%	68	0.126	0.9161

4.6.3.2 对生态系统的影响预测与分析

（1）对生态系统面积的影响预测

施工期间，工程建设使评价区域各类生态系统都受到一定影响，见表 4.6-4。其中森林生态系统面积减少 4.29 hm^2，占评价区域森林生态系统总面积比例 5.03%；灌丛及灌草丛生态系统面积减少 24.23 hm^2，占评价区域该生态系统面积的 0.06%；农田生态系统面积减少 148.52 hm^2，占评价区域该生态系统面积的 1.85%；高山草甸生态系统面积减少 106.86 hm^2，占评价区域该生态系统面积的 8.22%；沙丘地生态系统面积减少 143.43hm^2，占评价区域该生态系统面积的 2.14%；上述各类生态系统被占用后，部分转化为聚落生态系统，面积减少增加 168.10 hm^2，占评价区域该生态系统面积的 31.15%；部分转化为水域，将其并入河流生态系统，因此河流生态系统面积增加 259.23 hm^2，占评价区域该生态系统面积的 23.78%。综上可知，工程建设对评价区域内的高山草甸生态系统、聚落生态系统和河流生态系统的影响面积较大。

生态系统面积变化表

表 4.6-4

类型	评价区域现状 (hm^2)	工程建设后 (hm^2)	变化值 (hm^2)	变化比例
森林生态系统	83.43	80.95	-4.29	-5.03%
灌丛及灌草丛生态系统	47202.00	43025.78	-24.23	-0.06%
高山草甸生态系统	1269.03	1192.43	-106.86	-8.22%
沙丘地生态系统	11267.58	6567.97	-143.43	-2.14%
河流生态系统	1594.47	1349.55	259.23	23.78%
农田生态系统	9810.04	7880.53	-148.52	-1.85%
聚落生态系统	671.21	707.67	168.10	31.15%

（2）对生态系统稳定性的影响预测

生态系统稳定性是指：1、表现为生态系统因受外界干扰而产生的持久性和抵抗性；2、表现为生态系统受到内部扰动后回归到原始状态的能力，即恢复性。

施工期间，工程占地将清除占地区的地表植被，破坏土壤，使工程占地范围及附近区域的非生物环境发生改变，使局部区域能量流动和物质循环能力降低。此外，施工作业中挖掘、运输等活动会产生粉尘、噪声、废气，使得施工区附近各类生态系统的生产力有所降低，也会直接或间接影响生态系统中消费者的栖息环境，可能会导致系统内原有的某些物种迁移。加之灌丛和灌草丛生态系统所处的立地条件相对较差，系统本身的稳定性不高，易受外界环境影响，工程建设可能使灌丛及灌草丛生态系统发生改变，物种丰富度降低，群落结构发生改变。

各类施工活动结束，项目施工人员和施工车辆撤出施工区，人为干扰活动减弱，在施工期迁徙出评价区域的各类生物，运行期会陆续回到原栖息地及其附近区域，使评价区域的物种丰富度接近建设前状态，临时占地区经过植被恢复以及道路边坡的绿化，也会逐渐趋于稳定。因此随着工程运营时间的延长，评价区域生态系统稳定性也将逐渐得到提高。

综上，工程对保护区内生态系统稳定性的影响预测为小。

4.6.3.3 对生态系统完整性的影响预测

生态系统的完整性包括系统结构的完整和系统成分间的作用和过程完整。

施工期间，工程对生态系统完整性的影响主要表现为工程建设过程中的占地、土石方开挖等会对土壤、植被、生物生境造成破坏；施工过程产生的环境污染会使评价区域的部分野生动物迁徙到评价区域以外的区域生活，可能造成评价区域物种丰富度降低。因此，施工期间工程施工将使评价区域的生态系统完整性受到一定影响。但由于工程建设直接占地面积小、施工期短，其影响范围和影响时间都极为有限，工程施工期对生态系统完整性的影响预测为小。

工程建设完成后，工程永久占地区将持续存在，对生态系统的完整性影响仍然存在，但临时占地人工植被恢复有利于促进生态系统完整性的恢复；随着施工人员和机械的撤离，人为活动对生态系统完整性产生的影响逐渐减弱。因此，工程运行期对生态系统完整性的影响预测为小。

综上所述，工程建设对保护区内生态系统完整性的影响预测均为“小”。

4.6.3.4 对生态系统多样性的影响预测

生态系统多样性是指生物圈内生境、生物群落和生态过程的多样化以及生态系统内生境、生物群落和生态过程变化的多样性。

工程占地造成评价区域地表植被减少，将使评价区域植被数量减少，施工噪声和环境污染也将使部分野生动物远离施工区域，可能造成评价区域生物多样性有所降低。评价区域原有 7 类生态系统，项目建设将略微缩小部分生态系统的面积，项目建成后评价区域内的生态系统组成类型不会减少。综合来看，项目建设不会对生态系统多样性造成明显影响，影响预测为小。

4.6.3.5 对具体生态系统类型的影响分析

评价区内的生态系统类型有森林生态系统、灌丛及灌草丛生态系统、农田生态系统、聚落生态系统、河流生态系统、沙地生态系统和高山稀疏草甸生态系统 7 大类。

（1）对森林生态系统的影响

施工期：评价区森林生态系统面积占评价面积比例较小，主要是分布在村庄和灌渠附近的一些人工林，例如北京杨林、藏川杨林和乌柳林等。规划实施会占用部分林地，造成植物生物量和生产力的下降。施工活动会干扰森林中兽类和鸟类，可能会使评价区动物分布发生变化。

运行期：灌渠运行后，修建灌渠能有效保护岸边林地，改善森林生态系统；灌溉规

划将增大评价区内有效灌溉面积，在一定条件下改善了局部环境的水热条件，促进森林生态系统结构的多层次化和复杂化，有利于森林生态系统的正向演替。

（2）对灌丛及灌草丛生态系统的影响

施工期：拟建工程占地可能会直接破坏锦鸡儿灌丛、砂生槐灌丛等。

运行期：在一定条件下改善了局部环境的水热条件，促进灌丛生态系统结构的多层次化和复杂化，有利于灌丛生态系统的正向演替。

（3）对农田生态系统的影响

施工期：施工可能占用部分农田植被，减少了部分农田作物产量，使原有农田生态系统的动物转移到非占地区以外的区域。

运行期：灌渠的修建能够使更大面积的农田得到灌溉，缓解因气候原因导致的农业减产，灌溉基础设施建设将提高评价区有效灌溉面积和用水效率。

（4）对聚落生态系统的影响

施工期：聚落生态系统集中在评价区人员密集的居民区。评价区内的聚落生态系统中，植被量和动物数量都少，大多数都是栽培植被。施工期聚落生态系统中的植被量可能会因为工程永久占地而减少，动物可能会因为受到干扰而转移，施工期聚落生态系统的生物量可能会减少。

运行期：工程实施结束后，人类会将聚落生态系统恢复到施工前。永久占地上的建筑也会成为构成聚落生态系统的一部分，聚落生态系统也会在运行期增加。运行期随着生态环境的改善，野生动物可能会回到原来的生境中，植物可能通过当地居民种植而恢复。

（5）对河流生态系统的影响

施工期：施工期各类污废水处理后回用不排放，对河流生态系统不会造成不利影响。

运行期：运行期灌渠水量的增加可对评价区部分起到补水作用，产生有利影响。河流中的鱼类可能进入灌渠。

（6）对沙地生态系统的影响

施工期：施工期的临时工棚、渣场、料场等也会造成沙地面积的增加，施工活动对沙地生态系统影响不大。

运行期：评价区干旱地区得到补水，沙地水分得到补充。先锋植物会出现在沙地中，如：砂生槐等。沙地生态系统可能会转变为灌丛和灌草丛生态系统。沙地生态系统中的

陆生脊椎动物也会因此增多。

（7）对高山稀疏草甸生态系统的影响

施工期：高山稀疏草甸生态系统主要分布在山体的中上部，分布海拔较高，距离河谷施工区较远，拟建工程的施工活动对该生态系统的影响相对微弱。

运行期：随着水库调节水量，不同季节的水量相对稳定，空气湿度趋于增大，有利于该生态系统的维持稳定和发展。

4.6.3.6 对景观生态体系的影响

采用图形叠置法和景观生态学法相结合，利用地理信息系统（GIS）和景观分析软件（Fragstats）对评价区域景观进行分析。对评价区域景观生态体系的影响预测采用景观类型面积、斑块数、斑块密度、优势度指数、Shannon 多样性指数、Shannon 均匀度指数、分维数、破碎度指数等指标进行评价。将工程布局图与评价区域景观类型分布图叠加得到区内景观类型的变化情况，利用景观分析软件计算各个景观层次及景观类型结构特征指数表。工程建设后评价区域景观结构特征指数见表 4.6-5。

工程建设后评价区域景观结构特征指数表

表 4.6-5

景观类型	面积（hm^2）	比例（%）	斑块数（块）	斑块密度（块/hm^2）	分维数
森林	80.95	0.13%	25	0.309	80.95
灌丛及灌草丛	43025.78	70.76%	271	0.006	43025.78
高山稀疏草甸	1192.43	1.96%	196	0.164	1192.43
裸露沙地	6567.97	10.80%	176	0.027	6567.97
水域	1349.55	2.22%	37	0.027	1349.55
农耕地	7880.53	12.96%	152	0.019	7880.53
建设用地	707.67	1.16%	79	0.112	707.67
评价区域	60804.88	100.00%	936	0.015	60804.88

工程施工期间，评价区域自然景观类型不变，斑块数变化率 9.47%<10%，斑块密度变化率为 8.70%<10%，优势度指数变化率为 1.04%<5%，Shannon 多样性指数变化率为 0.07%<1%，Shannon 均匀度指数变化率为 0.20%<1%，分维数变化率为 0.17%<10%，破碎化指数变化率为 5.27%<10%。综上可知，工程建设完成后，评价区域内各景观结构特征指数变化都不大，综合影响评价为小，见表 4.6-6。

工程建设后评价区景观类型分布见附图 4-2。

工程建设完成后相较于现状值的变化率

表 4.6-6

阶段	斑块数	斑块密度（块/hm^2）	优势度指数	Shannon多样性指数	Shannon均匀指数	分维数	破碎化指数
现状	855	0.014	0.4591	0.9351	0.4497	0.9078	0.000737
工程建设完成后	936	0.015	0.4543	0.9358	0.4506	0.9063	0.0077
变化率	9.47%	8.70%	-0.15%	0.07%	0.20%	-0.17%	5.27%

4.6.4 对湿地的影响

4.6.4.1 对自然湿地的影响

(1) 对永久性河流的影响

① 湘河水利枢纽及央玛取水枢纽坝前永久性河流湿地变化

A 湘河水利枢纽坝前

湘河水利枢纽蓄水运行后，上游河段水量和水位发生一定变化，库区湘河干流及拉布藏布水库淹没段由永久性河流湿地转变为了水库型人工湿地，永久性河流型天然湿地有所减少。

B 央玛取水枢纽

央玛取水枢纽蓄水运行后，虽然坝高仅 4m，但仍会形成一定的尾水和淹没，干流淹没区域由现状的自然湿地转变为了水库型人工湿地，永久性河流型天然湿地有所减少。

水库建成后，由于水库具有不完全年调节能力，因此，坝下永久河流的形态将发生变化。枯水期的水量将维持现状，丰水期的流量将有所减少。在下游灌渠引水后，减少了湘河干流的水量，因此，下游河流的水量将有所减少。

根据湘河水利枢纽断面运行前后水文情势变化的分析，在平水年（P=50%），湘河水利枢纽处下泄流量与建成前的天然情况相比,运行后/建成前的比值在 0.76~1.41 之间，可见，湘河水库及央玛取水枢纽运行前后下泄流量总体变化不大。

湘河水利枢纽断面运行前后水文情势变化详见表 4.6-7 和图 4.6-1。

湘河水利枢纽运行前后典型平水年（P=50%）枢纽坝址断面下泄流量与天然流量对比情况一览表

表 4.6-7 m^3/s

月份	旬情	平水年(P=50%)		
		建成前	成库后	运行后/建成前
1 月	上旬	11.7	10.0	0.85
	中旬	12	10.0	0.83
	下旬	12.1	10.0	0.83
2 月	上旬	11.6	10.2	0.88
	中旬	11.7	11.5	0.99
	下旬	12.2	12.0	0.98
3 月	上旬	13.3	13.1	0.98
	中旬	12.7	20.0	1.58
	下旬	13.2	15.3	1.16
4 月	上旬	12.5	13.9	1.11
	中旬	13	15.2	1.17
	下旬	10.4	20.8	2.00
5 月	上旬	15.5	21.9	1.41
	中旬	16.2	16.9	1.05
	下旬	23.5	23.4	0.99
6 月	上旬	38.9	38.8	1.00
	中旬	55.9	49.5	0.88
	下旬	158.5	152.0	0.96
7 月	上旬	141.9	135.4	0.95
	中旬	151.7	145.2	0.96
	下旬	158.8	152.9	0.96
8 月	上旬	191.9	191.7	1.00
	中旬	182.9	182.7	1.00
	下旬	185.8	185.6	1.00
9 月	上旬	104.9	104.7	1.00
	中旬	120.8	120.6	1.00
	下旬	107.9	107.7	1.00
10 月	上旬	67.1	66.9	1.00
	中旬	40.7	40.5	0.99
	下旬	28.7	28.5	0.99
11 月	上旬	24.5	24.5	1.00
	中旬	22.6	22.4	0.99

	下旬	19.9	19.7	0.99
12 月	上旬	14.7	15.1	1.02
	中旬	12.4	15.4	1.24
	下旬	12.5	15.4	1.23

注：加粗表示不满足确定的最小生态流量要求。

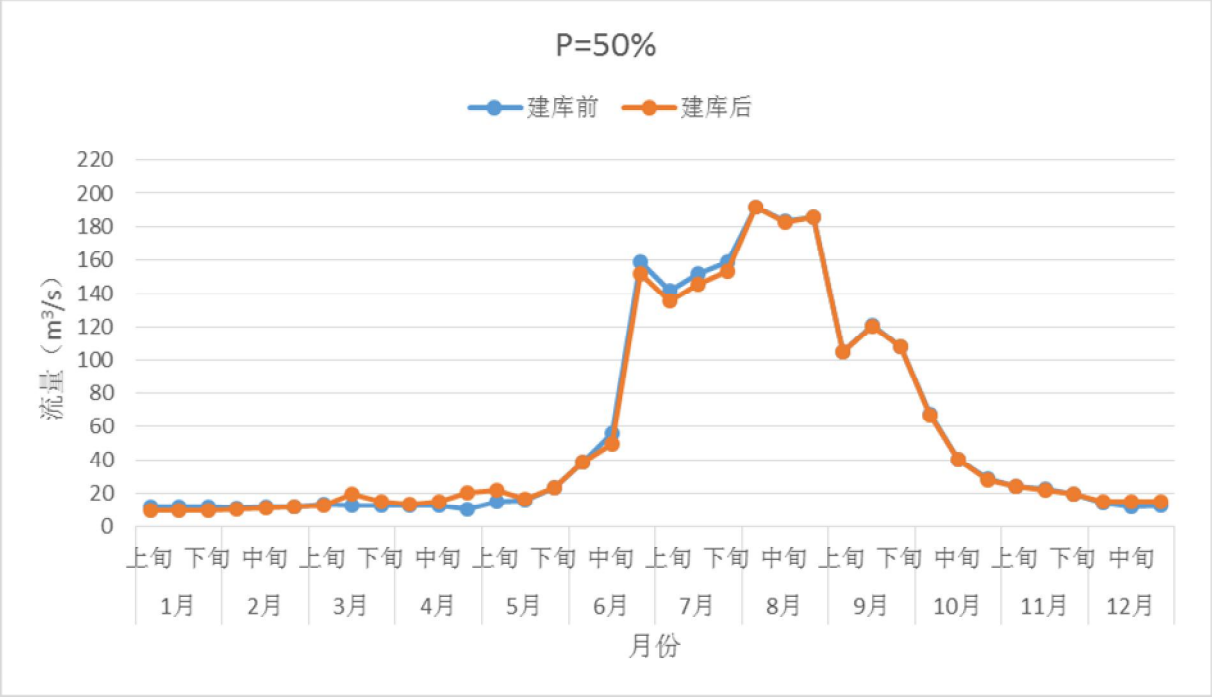


图 4.6-1 湘河水利枢纽断面建库前后水文情势变化一览图

③ 央玛取水枢纽

根据央玛取水枢纽断面运行前后水文情势变化的分析，在平水年（P=50%），央玛取水枢纽处下泄流量与建成前的天然情况相比，运行后/建成前的比值在 0.76~1.41 之间，可见，湘河水库及央玛取水枢纽运行前后下泄流量总体变化不大。

央玛取水枢纽断面运行前后水文情势变化详见表 4.6-8 和图 4.6-2。

央玛取水枢纽建库前后典型平水年（P=50%）取水枢纽断面下泄流量与天然流量对比情况一览表

表 4.6-8

时间		平水年(P=50%)		
		建库前	建库后	建库后/建库前
1 月	上旬	13.9	11.9	0.86
	中旬	14.3	12.0	0.84
	下旬	14.4	12.0	0.84
2 月	上旬	13.8	12.1	0.88
	中旬	13.9	13.5	0.97
	下旬	14.4	13.9	0.97
3 月	上旬	15.8	15.3	0.97
	中旬	**11.2**	11.9	1.06
	下旬	15.6	11.9	0.76
4 月	上旬	**11.4**	11.9	1.04
	中旬	**10.9**	11.9	1.09
	下旬	**8.4**	11.9	1.41
5 月	上旬	14.4	13.8	0.96
	中旬	14.3	13.8	0.97
	下旬	24.8	23.8	0.96
6 月	上旬	40.7	34.8	0.85
	中旬	59.2	46.6	0.79
	下旬	186.8	179.6	0.96
7 月	上旬	168.9	162.1	0.96
	中旬	176.4	168.9	0.96
	下旬	185.4	178.8	0.96
8 月	上旬	227.9	227.4	1.00
	中旬	216.9	216.4	1.00
	下旬	217.8	216.8	1.00
9 月	上旬	124.9	124.4	1.00
	中旬	141.2	140.2	0.99
	下旬	127.9	127.4	1.00
10 月	上旬	79.6	74.7	0.94
	中旬	48.3	43.4	0.90
	下旬	34.1	33.6	0.99
11 月	上旬	21	19.0	0.90
	中旬	26.9	26.5	0.98

时间		平水年(P=50%)		
		建库前	建库后	建库后/建库前
	下旬	23.6	23.2	0.98
12 月	上旬	12.8	11.9	0.93
	中旬	14.7	11.9	0.81
	下旬	14.8	11.9	0.80

备注：加粗表示不满足确定的最小生态流量要求。

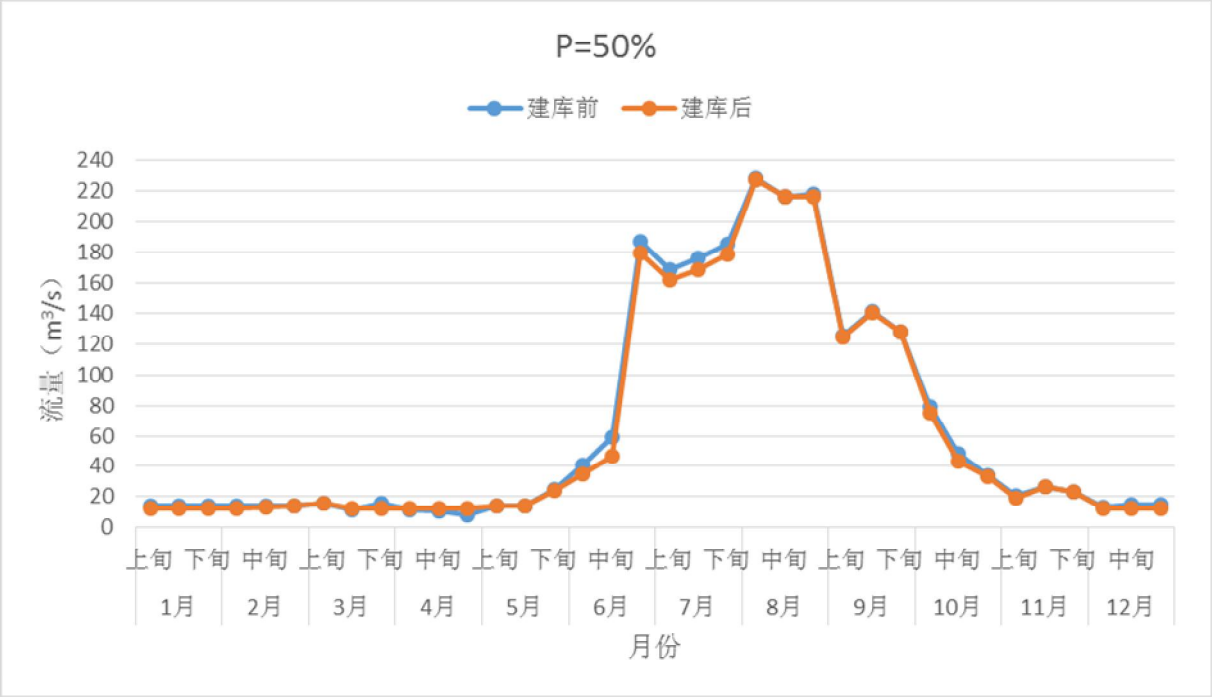


图 4.6-2　央玛取水枢纽断面建库前后水文情势变化一览图

(2)　对季节性或间歇性河流的影响

西岗沟、穷普沟、若脚普沟、卡普沟等坝下分布的季节性或间歇性河流，工程建设后，不涉及水库淹没或引水等，因此，其河流特性不会随着工程的建设发生变化，其仍将维持现状。

(3)　对泛洪湿地的影响

根据现场调查，湘河流域的洪水主要发生在 6～9 月，其中 8 月发生最大洪水的次数最多，其次为 7 月。根据对湘河洪泛湿地的调查，湘河流域洪水期间，常夹杂有泥石流，含沙量大（含泥量少），部分细砂在洪水退去后留在两岸的沙滩上，洪水退去后平时这些河滩为沙化裸地，现状洪泛湿地生长的植物种类主要为耐寒、耐旱特性的植物，主要种类包括砂生槐灌丛、紫花针茅草丛、沙蒿草丛、裂委陵菜草丛，这些植物生活史的完成不依赖洪泛过程。

根据水库的运行调度，湘河水库汛期的6～7月份处于蓄水阶段，7月下旬蓄至正常蓄水位后，汛期8月、9月维持在正常蓄水位运行，水库不承担防洪功能。即工程建库后，6月、7月份的洪水将基本拦蓄在湘河库区，8月、9月由于水库不拦蓄洪水，因此，坝址下游的洪泛过程基本与现状一致。而8月是洪水次数最多的月份，主要洪水均发生在这个月，由此，洪泛湿地的最高水位，工程建设前后基本维持现状。

4.6.4.2 由于6月、7月的洪水过程削弱，因此，洪泛湿地的植被在这两个月的长势将较现状有所减弱，但到了8月份，由于主洪水过程的来临，其仍可以在8月、9月两个月在洪泛湿地进行种群扩张。可见，工程年内水文情势变化，对洪泛湿地的影响不大，不影响洪水次数最多的8月份的洪泛过程。对人工湿地的影响

(1) 对农用池塘的影响

工程建设后，不直接改变农用池塘类型的人工湿地，但由于灌渠的建设，可改善渠系沿岸的农用池塘的水量和用水保证率，使这类湿地类型保持稳定的湿地面积，对发挥这类湿地的生态效应提供有良好的保障。

(2) 对灌溉用沟、渠的影响

工程建设后，通过对现有渠道的升级改造，将增加现有灌溉用沟、渠的过水断面，增加现有沟、渠的湿地功能；通过新建人工灌渠，增加了灌溉用沟、渠类型的人工湿地。这一类型湿地面积的增长对水禽中的留鸟、夏候鸟具有积极的作用，增加这些鸟类的觅食和活动场所，对其种群规模的维持具有一定的正面作用。

(3) 人工水库湿地的形成

工程建设后，湘河库区将形成面积约为 $5km^2$ 的人工水库，这一湿地类型的形成，将对库周的生态环境产生一定影响。

① 对枯水期的影响

A 增加游禽的活动空间

枯水期由于水库的存在，库周提供了良好的深水区，深水区适宜游禽在库区活动，例如冬候鸟普通秋沙鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、红头潜鸭，留鸟赤麻鸭、小鸊鹈，工程建设将增加这些鸟类在枯水期的活动空间。

B 增加涉禽的活动空间

枯水期由于水库的存在，和天然情况相比，库周浅水区的面积也有所增加，这些区域适宜涉禽活动，例如冬候鸟黑颈鹤、凤头麦鸡，留鸟鹬嘴鹬，工程建设均将增加这些鸟类的枯水期的活动空间。根据近几年西藏自治区高原生物研究所对黑颈鹤等鸟类的观

测，南木林县县城附近也有少量涉禽分布，水库建成后将使游禽可进一步在库区形成种群规模。

C 增加鸟类的食源

枯水期由于湘河天然来水量较少，鱼类越冬场所非常有限，在建库前大多数鱼类均需要到雅鲁藏布江干流进行进行越冬。湘河水库建成后，最大坝高 51m，枯水期库区平均水深超过 15m，库区具备成为鱼类越冬场所的条件，建成后鱼类越冬场的规模将大幅增加。鱼类越冬规模的增加，为枯水期（秋末至初春）水禽（游禽、涉禽）及部分猛禽提供了更为充足的食源，将有助于鸟类种群规模的维持和增长。

② 对汛期的影响

汛期由于水库的拦蓄作用，将增加库区的水面面积，为留鸟和夏候鸟等提供良好的活动空间。渔鸥、林鹬、凤头鸊鹈、猎隼、黄鹡鸰、斑头雁等夏候鸟，赤麻鸭、高原山鹑等留鸟均将有不同程度的增加。建库后，库区及库周预计将成为水鸟活动的重要场所。

4.6.5 对自然生态和重要鸟类生境的人为影响分析

鸟类飞翔运动能力强，施工一开始，它们就可以迅速离开。各施工项目分散在不同地方，鸟类不需要飞行太远就能远离施工的干扰。

4.6.5.1 施工期

(1) 枢纽工程

对冬候鸟的影响：由于施工时间主要集中在春夏季节，这个期间黑颈鹤、普通秋沙鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、红头潜鸭、凤头麦鸡、白肩雕、大鵟等冬候鸟绝大多数都不在评价区内活动，因此，枢纽工程的施工活动对其没有直接影响。

鸟类运动能力强，施工开始后，河谷区施工占地区域内大多数留鸟、夏候鸟、繁殖鸟能够逃离，不致被施工活动伤害。工程施工的噪声、污染等可能对周边的所有鸟类都有一定的影响。水库蓄水后将淹没部分河谷、农耕地、灌丛，使原来在此栖息、营巢的鸟类失去栖息地、食物基地及繁殖场所，被迫迁往它处。部分鸟巢在蓄水过程中会遭到破坏，造成雏鸟、卵的死亡。枢纽工程区的施工对部分鸟类的栖息地破坏较大，使局部地段的河谷区、农耕区鸟类种数及种群数量显著减少，如火斑鸠、岩鸽、山斑鸠、原鸽、大杜鹃、小杜鹃、崖沙燕、岩燕、白鹡鸰、黄鹡鸰、树麻雀、山麻雀、褐背拟地鸦、大山雀、煤山雀、大嘴乌鸦、黄嘴山鸦、小嘴乌鸦、喜鹊、松鸦、紫啸鸫、灰头鸫、小云雀、角百灵、黄腹柳莺、褐柳莺、戴菊、白眉朱雀、高山岭雀、普通朱雀、林岭雀、大朱雀、黄嘴朱顶雀、红眉朱雀、拟大朱雀、鹨鹀、灰背伯劳、棕背伯劳、大噪鹛、橙翅

噪鹛、大草鹛等，迫使其发生迁移，迁向附近的保护区或替代生境，增加了该地区此类鸟类的数量。原在施工区域栖息、迁徙较晚的涉禽、游禽或喜水飞禽将迁往它处生活，这些鸟类包括赤麻鸭、普通秋沙鸭、鹮嘴鹬、红脚鹬、凤头麦鸡、渔鸥、棕头鸥、林鹬、凤头鹃鸵、小鹃鸵、白鹡鸰、黄鹡鸰、北红尾鸲、赭红尾鸲、白喉红尾鸲、白顶溪鸲、小燕尾、褐河乌等，施工影响了此类鸟类的生存和繁衍，但是施工影响范围很小，加之鸟类的飞翔能力极强，不会带来直接影响。

枢纽工程区的施工对猛禽的影响：枢纽工程区施工不会对冬候鸟如大鵟、白肩雕等造成影响，可能使得当地生活的留鸟，如高山兀鹫、金雕、大鵟、猎隼、红隼、纵纹腹小鸮的觅食地面积缩小。

(2) 灌区工程

相比枢纽工程的修筑大坝、蓄水等工程量，灌区工程的主要以对旧有灌渠改造为主，对鸟类多样性的影响和干扰要小于对枢纽工程的影响。靠近雅鲁藏布江和湘河冲积扇附近较为平坦，有较多季节性的河流湿地类型，施工活动一开始，迁徙较晚的涉禽、游禽或喜水飞禽，如赤麻鸭、普通秋沙鸭、鹮嘴鹬、红脚鹬、凤头麦鸡、渔鸥、棕头鸥、林鹬、凤头鹃鸵、小鹃鸵、白鹡鸰、黄鹡鸰、北红尾鸲、赭红尾鸲、白喉红尾鸲、白顶溪鸲、小燕尾、褐河乌等将迅速离开施工现场。蓄水期间，灌区分布的小燕尾、褐背拟地鸦、褐河乌、白鹡鸰、黄鹡鸰等喜水或的鸣禽可能会因为灌区内施工干扰而迁出，种群数量可能会降低。

其他灌渠升级改造项目的生境是灌丛和灌草丛、草地、农田、居民区，受影响的鸟类有鸣禽、陆禽和攀禽，包括火斑鸠、岩鸽、山斑鸠、原鸽、大杜鹃、小杜鹃、崖沙燕、岩燕、白鹡鸰、黄鹡鸰、树麻雀、山麻雀、褐背拟地鸦、大山雀、煤山雀、大嘴乌鸦、黄嘴山鸦、小嘴乌鸦、喜鹊、松鸦、紫啸鸫、灰头鸫、小云雀、角百灵、黄腹柳莺、褐柳莺、戴菊、白眉朱雀、高山岭雀、普通朱雀、林岭雀、大朱雀、黄嘴朱顶雀、红眉朱雀、拟大朱雀、鹀鹛、灰背伯劳、棕背伯劳、大噪鹛、橙翅噪鹛、大草鹛等等。

灌区工程的施工不会对冬候鸟如大鵟、白肩雕等造成影响，可能使得当地生活的留鸟，如高山兀鹫、金雕、大鵟、猎隼、红隼、纵纹腹小鸮的觅食地面积缩小。

4.6.5.2 运营期

(1) 枢纽工程

施工活动停止，干扰源消失，各类鸟类可能会回归到原有区域活动。游禽喜欢在平静、宽阔的水面活动。水库的建成会增加游禽的栖息地面积，为游禽提供了合适生境，

在枢纽工程区的夏季或冬季，黑颈鹤、赤麻鸭、斑头雁、普通秋沙鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、红头潜鸭、鹬嘴鹬、红脚鹬、凤头麦鸡、渔鸥、棕头鸥、林鹬、凤头鹃鸵、小鹃鸵、白鹡鸰、黄鹡鸰、北红尾鸲、赭红尾鸲、白喉红尾鸲、白顶溪鸲、小燕尾等水鸟或者偏好水生生境鸟类的种群数量可能增加。涉禽一般生活在河流湿地或浅水域边缘，水库的建成直接减少了涉禽的栖息地面积，黑颈鹤、鹬嘴鹬、红脚鹬、凤头麦鸡等涉禽在库区的数量可能会减少。

(2) 灌区工程

充分的灌溉会恢复原来临时占用的农田（黑颈鹤的冬季觅食点）。由于灌溉工程改善了当地干旱缺水的条件，农业生产量可能增加，对于黑颈鹤来说，食物量增加，黑颈鹤的觅食生境同时也会增加。灌渠的建成以及水量的平衡和稳定会增加水环境和湿地面积。

运营期夏季水流量稳定，灌渠中可能会出现少量鱼类，为这些涉禽和游禽提供食物，夏季灌区内的涉禽和游禽种类和数量可能会增加。冬季水库可起到对灌区补水的作用，水库将会对灌区进行补水。灌区的农作物产量也会因水库的调节作用而增产，这为栖息在灌区的冬候鸟如黑颈鹤、普通秋沙鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、红头潜鸭、凤头麦鸡等鸟类可能会提供更多食物。随着水域面积的增加，这些鸟类不光取食农作物还会取食水域内的昆虫和鱼类，它们的冬季觅食地的面积会扩大。

灌区内初级生产力受水库调节可能大大增大，昆虫数量也会增加，鸟类的食物量可能会增加。这对鸣禽、攀禽和陆禽如雉鸡、高原山鹑、火斑鸠、岩鸽、山斑鸠、原鸽、大杜鹃、小杜鹃、崖沙燕、岩燕、北红尾鸲、赭红尾鸲、白喉红尾鸲、白顶溪鸲、白鹡鸰、黄鹡鸰、树麻雀、山麻雀、褐背拟地鸦、大山雀、煤山雀、大嘴乌鸦、黄嘴山鸦、小嘴乌鸦、喜鹊、松鸦、紫啸鸫、灰头鸫、小云雀、角百灵、黄腹柳莺、褐柳莺、戴菊、白眉朱雀、高山岭雀、普通朱雀、林岭雀、大朱雀、黄嘴朱顶雀、红眉朱雀、拟大朱雀、鹀鹅、灰背伯劳、棕背伯劳、大噪鹛、橙翅噪鹛、大草鹛等会有利好作用。运营期冬季，通过水利枢纽工程进行补水，水域面积会增加，喜水和喜潮湿的鸣禽如褐河乌、小燕尾、北红尾鸲、赭红尾鸲、白喉红尾鸲、白顶溪鸲、白鹡鸰、黄鹡鸰、褐背拟地鸦等鸟类生境面积会增加。

因为评价区的初级生产力受水量调节的改善，当地的鼠类、兔类、鼠兔类的种群数量可能会增大，猛禽如高山兀鹫、金雕、大鵟、猎隼、红隼、纵纹腹小鸮等鸟类可能会因为食物量的增加而活动加剧，种群数量可能会增加。

4.6.6 对黑颈鹤的影响

4.6.6.1 施工期

枢纽工程区：根据历史研究资料、现场走访，确定枢纽工程区无黑颈鹤的分布，因此枢纽工程区的施工不会影响到黑颈鹤的正常活动。

灌溉工程区：施工期的选择在 5-10 月之间。这期间黑颈鹤由雅鲁藏布江流域飞往藏北那曲地区繁殖，这期间进行施工建设，不会对黑颈鹤的繁殖活动和繁殖地产生影响，不会对其冬季的夜宿地（湘河和雅鲁藏布江的河心岛、沙洲、沙地等）。同样，也不会对黑颈鹤冬季觅食活动和夜栖活动产生影响。根据黑颈鹤资源分布图和灌溉工程施工位置图的判断，施工的临时道路、灌渠改造可能会对灌渠周围的农田产生干扰和占用，因为工程设计中的采土平衡方式，以及生态恢复措施的实施，将能够恢复这部分黑颈鹤的冬季觅食点。

4.6.6.2 运行期

(1) 对黑颈鹤觅食地及食源的影响

① 黑颈鹤觅食地及食源特性

根据对当地民俗习惯的了解和对黑颈鹤越冬季节觅食特性的分析，工程所在区域为藏区，黑颈鹤被藏族同胞看作“神鸟”，不会捕杀黑颈鹤，黑颈鹤与当地藏族同胞之间的关系较为亲近。由于湘河两岸农业开发历史由来已久，黑颈鹤已适应农田生态系统这一生境，形成了对未翻耕的青稞、小麦地的依赖，其在雅鲁藏布江合区区域越冬季节的主要食源为青稞、春小麦、冬小麦，其中以小麦作为其最主要的越冬期食物。由于湘河流域冬季水量较少，河道可供鱼类越冬的场所较少，冬季湘河的鱼类多数下移至雅鲁藏布江干流进行越冬，湘河流域冬季水温较低，水生生物较少，黑颈鹤在湘河流域对水生生物的取食为偶然行为，无依赖性。

本工程灌渠位于湘河两岸，渠系工程不涉及下游的黑颈鹤国家级自然保护区。根据对黑颈鹤资源分布的调查，黑颈鹤觅食地主要集中在湘河河口的艾玛乡附近（详见附图 1-1），这一区域的农田面积相对较大且成片，距湘河河口的夜宿地的距离较近，对黑颈鹤的觅食较为便利。

除湘河河口的艾玛乡区域外，在湘河中下游的央村、祖洞村、冲堆村附近，在湘河中上游的南木林县县城附近也有零星分布，这两片区域的共同特点是具有一定规模的农田，视野开阔便于觅食。

② 渠系建设对黑颈鹤觅食地及食源的有利影响

A 农田亩产量提高对黑颈鹤的有利影响

本工程配套灌渠建设后，灌渠沿线受益的农田，农田灌溉用水的保证率将得到有效提高，对提高农田的产量具有积极正面的作用，在青稞、小麦等谷物收割或自然成熟时，自然掉落农田的量也将有所增加，对黑颈鹤而言，会增加其越冬时段的食物量。

B 农田面积增加对黑颈鹤的有利影响

渠系建设后，现状湘河两岸的部分荒滩地或风蚀较为严重的河谷地随着灌溉条件的改善，将改造为标准农田，农田面积的增加，耕种后散落的谷类也将相应增加，这些新开垦的耕地也将适合适合黑颈鹤的觅食，将为黑颈鹤的越冬提供更多的食物。

C 小结

渠系建设后，一方面增加了农田区单位面积的食物量，另一方面也增加了适宜作为黑颈鹤觅食地的面积。因此，渠系建设对黑颈鹤觅食地及食源的保障是有利的，渠系修建后将更加有利于其越冬觅食。

③ 渠系建设对黑颈鹤觅食地及食源的不利影响

A 人口增加对黑颈鹤的不利影响

渠系建设后，将增加河谷两岸农田的粮食亩产量，粮食产量的增加将提高湘河河谷两岸的粮食保障率，粮食保障率的提升则会使河谷两岸人口的规模逐渐增加，尽管当地群众将黑颈鹤将黑颈鹤视为“神鸟”，人与和之间已形成长期的和谐相处的生态关系，当地群众不会对黑颈鹤进行捕杀，但随着人口的增加和城乡经济的发展，当地产业结构也将出现一定的变化，加工业、服务业等业态也将逐渐兴起，这些业将不可避免占用一定的土地资源，其中包括一定的农田资源，这在一定程度上又降低了黑颈鹤的觅食空间。

B 产业结构升级调整后对黑颈鹤的不利影响

在经济发展和产业逐渐成熟后，农业耕作方式也将逐步更新，将逐渐向现代农业发展，农业的集约化程度将提升，如播种、管护、收割等方式将逐渐变为机械化，农药化肥的使用量将随之提升。而这些过程将对黑颈鹤的觅食活动产生一定的负面影响，如秋季翻耕的实施，将使洒落耕地的谷物埋入下层土中，这无疑增加了黑颈鹤的觅食难度，这对其食源的保障产生一定不利影响。从黑颈鹤食源保障的角度，需对湘河河谷两岸的农业产业结构现代化升级设定一定的条件，黑颈鹤现状觅食频率较高的农田区，尽可能保留传统耕作方式，或采用人工方式对其现状觅食地进行人工谷物的补偿，以便在耕作方式发生变化后，黑颈鹤的食源规模不致出现大幅下降。

C 城乡发展后对黑颈鹤的不利影响

南木林县当地经济发展后，湘河两岸的种植业仍将是南木林县的主导产业。且从灌渠工程效益出发，本工程灌渠的建设其中的目的主要是增加农田的供水保证率和为两岸部分荒滩地和风蚀区开垦为耕地提供条件，因此，工程建设后农业作为当地主导产业的地位不会发生变化，这对在河谷两岸活动的黑颈鹤而言，不会由于城乡发展而给其越冬生境产生重大不利影响。

(2) 对黑颈鹤水源的影响

① 黑颈鹤水源的需求

黑颈鹤对水源的需求主要体现在两方面，一方面是日常饮水，二是清洗体羽。

A 日常饮水需求

黑颈鹤在湘河流域日常觅食一般分上午和下午，早上天气好时一般七八点钟开始鸣叫，先在夜宿地上空盘旋一阵，然后结群飞出去觅食。阴天或有雾的天气，黑颈鹤的起飞时间推迟到 10 点左右。中午时分，外出觅食的黑颈鹤从各处飞回河边、水塘或有水的沟渠边，一边饮水，一边理羽、歇息，有时还会到水深适宜的湘河水域（水深 1m 以下）进行清洗体羽。下午 3 点左右再次出发，到附近的农田中觅食。由于黑颈鹤体型较大，在水深 1m 以下的水域，其均能进行饮水活动。

B 清洗体羽需求

黑颈鹤属于涉禽，能够在浅水区域活动，但其不善游泳。在天气好（一般是晴天）的冬季中午，部分黑颈鹤会在水深适宜的湘河水域（水深一般在 0.5~1m）进行清洗体羽，清洗结束后，充分甩干羽毛中的水分，并利用中午相对较强的光照将羽毛中的剩余的水分蒸发，保持羽毛的干燥。此后，黑颈鹤会对身体进行保养，包括理羽、涂脂、舒适等行为。

② 工程建设对黑颈鹤水源的影响

A 对日常饮水的影响

在黑颈鹤的越冬期间，湘河流域水量总体较少，支流的水量则更少，因此，黑颈鹤日常饮水主要是在湘河干流，部分有一定水量的现有灌溉渠道内，黑颈鹤也会偶尔进行饮水。在黑颈鹤的越冬季节，湘河水利枢纽及央玛取水枢纽下泄的流量总体与天然流量接近，通过对典型夜宿地断面的水文分析，越冬季节湘河河口区域水位较天然情况下降的幅度在 4cm 以内，水位变化很小；水面宽减少均在 35m 以内，减少幅度在 8.3%以内。黑颈鹤对饮水的水位要求不严格，1m 以下水深的区域均可进行饮水。因此，工程建设后基本不减少黑颈鹤在湘河干流的实际可饮水区域面积。

在湘河流域，冬季节并非主要灌溉用水季节，但仍会根据当地气候条件、土壤条件、种植结构、耕作经验及林草生长的需求，在 11 月、12 月进行灌溉。在灌溉期间，灌渠具有一定的水量，根据黑颈鹤在湘河流域现有灌渠附近的生态习性，本工程灌渠新建或改造后，黑颈鹤也可在干渠和支渠内或渠系旁进行饮水，这将为黑颈鹤的饮水提供一定的便利，增加黑颈鹤越冬季节中午休息时段的可饮水点。

由此可见，工程建设对黑颈鹤日常饮水需求影响很小，灌渠工程建成后，在越冬灌溉时段可增加黑颈鹤的饮水点，为其饮水带来便利。

B 对清洗体羽的影响

在越冬季节的晴天，黑颈鹤常有在中午或午后进行清洗体羽的习惯，清洗体羽（洗浴）可保持羽毛的清洁，并减少寄生虫等的危害。黑颈鹤体型高大（成鹤身高 1.2~1.4m），但不善游泳，其理想的洗浴水深在 0.5~1.0m 之间。在黑颈鹤的越冬季节，湘河水利枢纽及央玛取水枢纽下泄的流量总体与天然流量接近，通过对典型夜宿地断面的水文分析，在黑颈鹤越冬季节，工程建设前后湘河河口附近的水位下降幅度在 4cm 以内，水位变化很小；水面宽减少均在 35m 以内，减少幅度在 8.3%以内。根据黑颈鹤对洗浴水深的需求，工程建设前后水深变幅很小，且适宜其洗浴的区域主要为河道两岸浅水区域，水量小幅减小后，适宜其洗浴的区域往河道深泓线小幅推移，适宜区域基本无变化。因此，工程建设后下泄流量变化对黑颈鹤清洗体羽的水源需求影响较小。

(2) 对黑颈鹤夜宿的影响

① 黑颈鹤夜宿生境需求

工程建设内容均不涉及雅鲁藏布江黑颈鹤自然保护区，但由于工程建设对湘河的水文情势产生影响，而河口区域是黑颈鹤的夜宿地，属于间接影响区域。根据黑颈鹤的生态习性，黑颈鹤的夜宿地主要选择在湘河和雅鲁藏布江的河心岛、沙洲、沙地等区域以及水深不超过 30cm 的滨水河流湿地，其中四面环水的河心岛是黑颈鹤最为理想的夜宿地。

② 下泄流量对黑颈鹤夜宿地生境的影响

下泄流量对黑颈鹤夜宿地生境的影响主要体现在水量变化后黑颈鹤理想的河心岛面积的变化情况。根据黑颈鹤夜宿地的分布特点，湘河流域黑颈鹤主要分布于湘河河口区域的河心岛，为此，选择央玛枢纽以下典型的河心岛区域进行典型流量下水位变化及河心岛变化方面的分析，以便说明水位变化后，对黑颈鹤夜宿地生境的变化的影响。

A 分析断面的选取

根据黑颈鹤在湘河河口区域夜宿地的分布情况选择了湘河下游 3 处（15#断面、20#断面、24#断面）典型的黑颈鹤夜宿地，对其不同水量情况下，水文情势、沙洲规模、河心岛规模、沙洲与水面宽比例等因素进行了定量的计算，用以分析不同流量条件下，河口黑颈鹤夜宿地生境条件的变化。

黑颈鹤断面分布见图 4.6-3，15#、20#、24#断面的纵剖面见图 4.6-4～图 4.6-6。

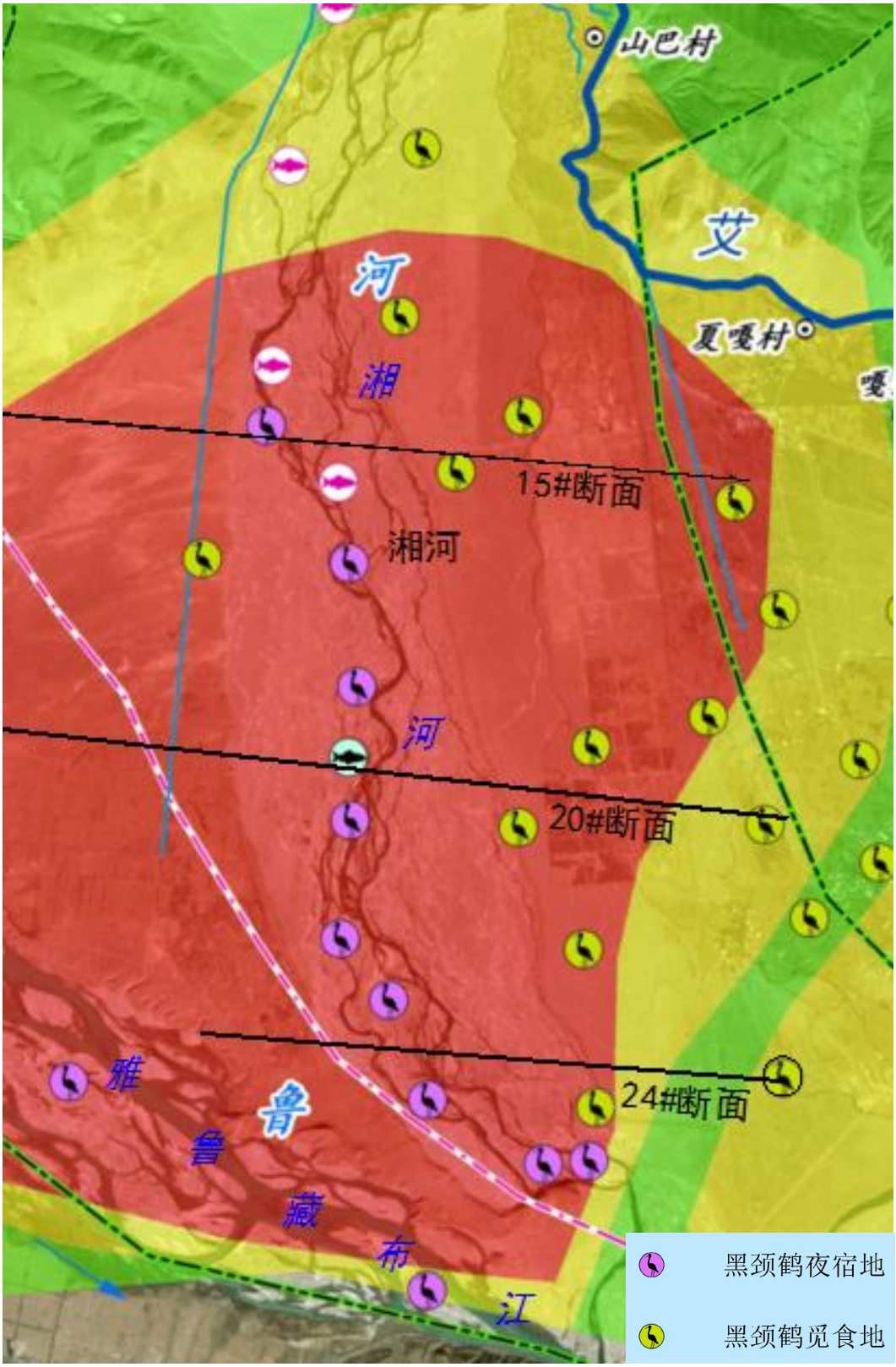


图 4.6-3 黑颈鹤夜宿地分析断面分布图

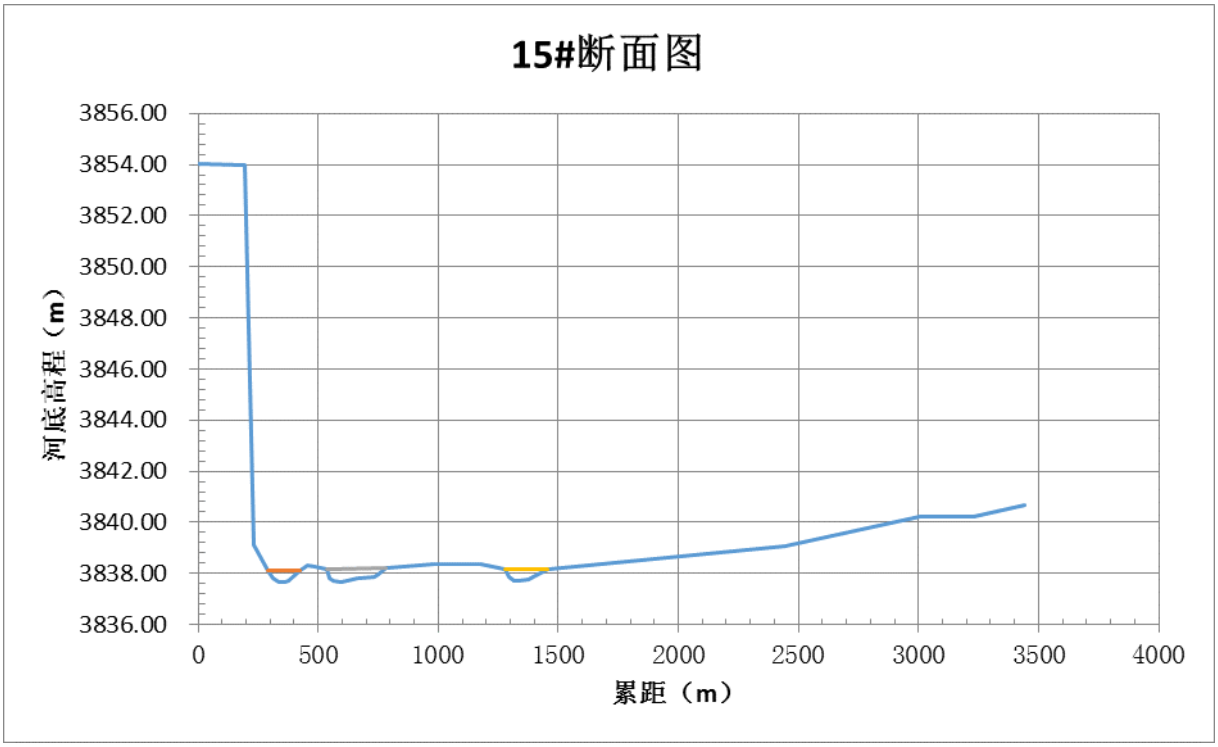


图 4.6-4 15#断面剖面图

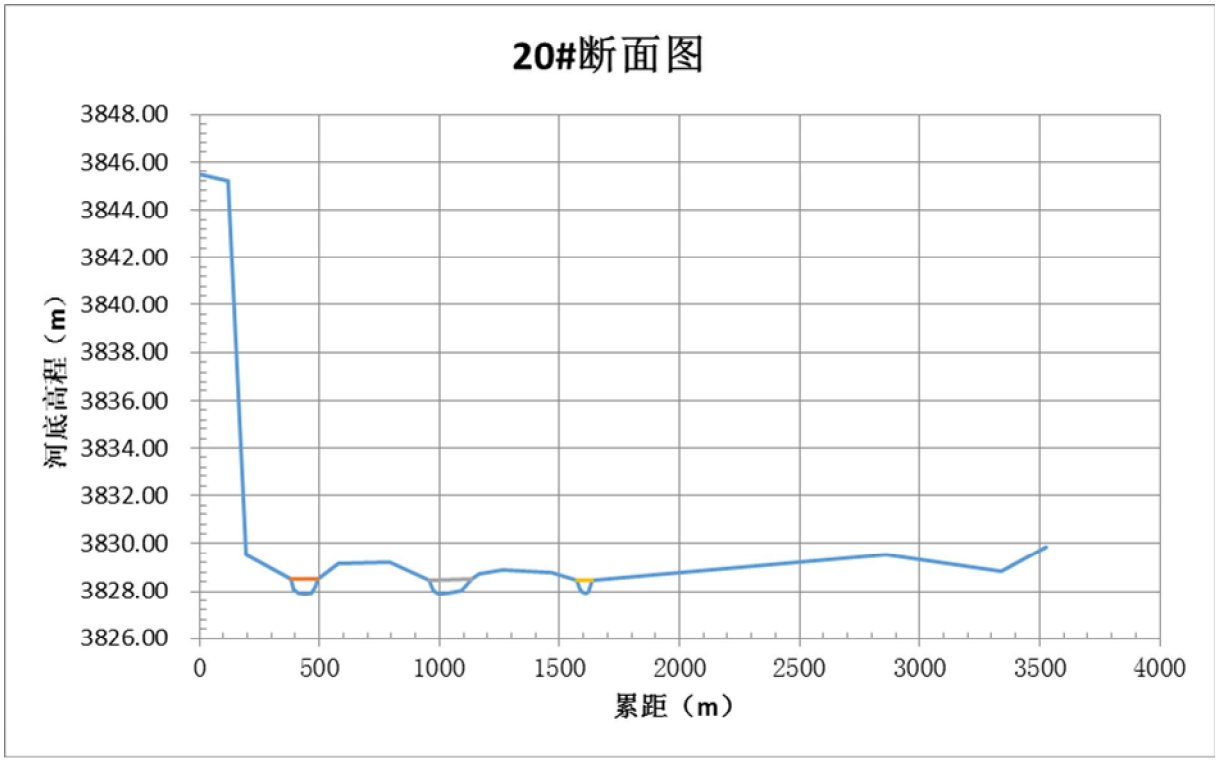


图 4.6-5 20#断面剖面图

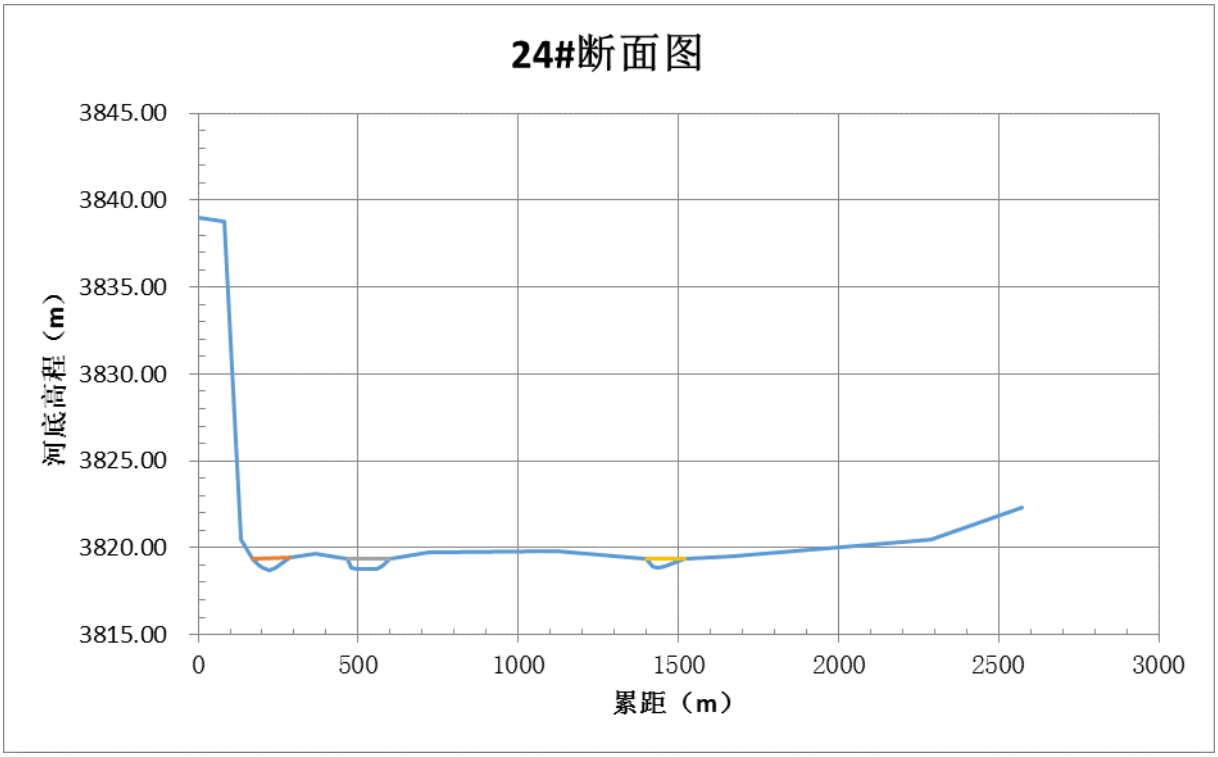


图 4.6-6 24#断面剖面图

B 黑颈鹤夜宿地的水文情势的变化

a 央玛取水枢纽断面水文情势变化

根据央玛取水枢纽断面运行前后水文情势变化的分析，在平水年（P=50%），央玛取水枢纽处下泄流量与建成前的天然情况相比，运行后/建成前的比值在 0.76~1.41 之间，可见，湘河水库及央玛取水枢纽运行前后下泄流量总体变化不大。

B 黑颈鹤越冬期水文情势变化

根据对黑颈鹤生态习性的了解，黑颈鹤前往雅鲁藏布江中游河谷越冬的时间主要集中在 10 月中、下旬至次年 3 月底。为尽可能保持湘河下游黑颈鹤夜宿地的生境现状，工程通过对运行调度的控制，尽可能使下游河口区域的流量过程与现状的天然过程接近，运行后/建成前的比值在 0.84~0.96 之间，黑颈鹤越冬期间的下泄流量总体呈现略低天然情况。

工程建设前后央玛取水断面下泄流量变化详表 4.6-9 和图 4.6-7。

工程建设前后央玛取水断面下泄流量一览表（P=50%）

表 4.6-9

月份	建库前（m^3/s）	建库后（m^3/s）	建库后/建库前
10 月中下旬	41.2	38.5	0.93
11 月	23.8	22.9	0.96
12 月	14.1	11.9	0.84
1 月	14.2	12.0	0.84
2 月	14.0	13.2	0.94
3 月	14.2	13.0	0.92

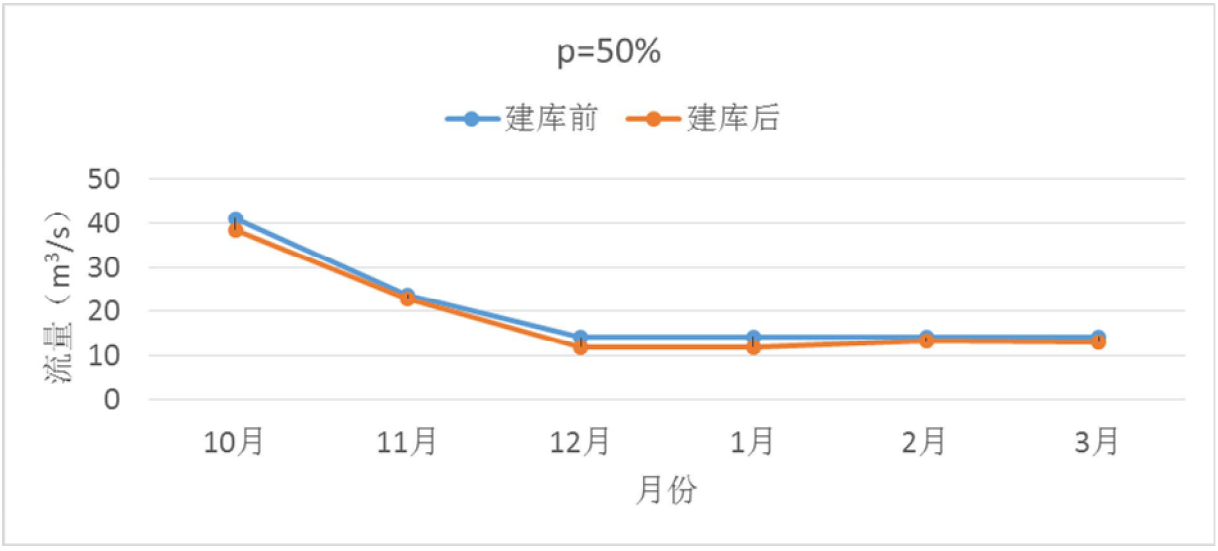


图 4.6-7　工程建设前后央玛取水断面下泄流量变化一览图

C　工程建设前后黑颈鹤夜宿地的变化

从水文情势变化对黑颈鹤夜宿地的影响看，当水量过小时，水流将归向主河槽，不易形成河心洲的局部地形；但水量过大时，由于水位高，淹没后形成的河心洲面积将有限；当水量适中时，既可以形成河心洲，又不至于将河心岛和沙洲大量淹没，这种水文条件下，对黑颈鹤的夜宿是最为有利的。

结合建库前后央玛取水枢纽下泄流量的变化，将下泄流量的变化总体归结为 3 大类工况。不同流量工况详见表 4.6-10。

不同流量工况一览表

表 4.6-10

工况	对应月份	情况说明	备注
工况一	10 月中下旬	流量从 41.2m^3/s 降至 38.5m^3/s	为便于说明关系，采用 45 m^3/s 和 35m^3/s 的工况进行分析
工况二	11 月份	流量从 23.8 m^3/s 降至 22.9 m^3/s	为便于说明关系，采用 25m^3/s 和 20m^3/s 的工况进行分析
工况三	12 月~3 月份	流量从 14.0~14.2 m^3/s 降至 11.9~13.2 m^3/s	为便于说明关系，采用 15m^3/s 和 10m^3/s 的工况进行分析

a 工况一：10 月份流量变化对黑颈鹤夜宿地的影响

通过对 3-15#、20#、24#三个黑颈鹤夜宿地的断面进行分析（见表 4.6-11 和图 4.6-8～图 4.6-10），10 月份 3 处断面水量变化后，建库前和建库后的水位变幅在-0.04~-0.03m（负值表示建库后较建库前减小，下同）之间，沙洲宽（此处的沙洲指四面环水适宜黑颈鹤夜宿的沙洲（含河心岛），不包含岸边邻水沙地，下同）变幅在 7.08~10.12m 之间（正值表示建库后较建库前增加，下同），水面宽变幅在-18.96~-9.85m 之间，沙洲/水面的比值变幅在 0.08~0.24 之间。

由此可见，建库后 10 月份流量较建库前略有降低后，适宜黑颈鹤夜宿的沙洲规模有所上升，沙洲增加的比例在 0.68%~1.56%之间。沙洲的增加，使夜宿地具备容纳更多黑颈鹤。因此，工程建设后，将有利于 10 月份黑颈鹤的夜宿。

工况一：10 月份流量变化对黑颈鹤夜宿地的影响

表 4.6-11

断面	建库前流量（45m³/s）				建库后流量（35m³/s）				建库后-建库前				沙洲增幅(%)
	水位(m)	沙洲宽(m)	水面宽(m)	沙洲/水面	水位(m)	沙洲宽(m)	水面宽(m)	沙洲/水面	水位(m)	沙洲宽(m)	水面宽(m)	沙洲/水面	
3-15#	3838.02	649.91	481.42	1.35	3837.99	660.03	462.46	1.43	-0.03	10.12	-18.96	0.08	1.56
3-20#	3828.23	951.38	285.51	3.33	3828.19	959.01	275.66	3.48	-0.04	7.63	-9.85	0.15	0.80
3-24#	3819.13	1036.29	265.72	3.90	3819.10	1043.37	252.30	4.14	-0.03	7.08	-13.42	0.24	0.68

备注：负值表示建库后较建库前减小，正值表示建库后较建库前增加。沙洲指四面环水适宜黑颈鹤夜宿的沙洲（含河心岛），不含岸边邻水沙地。

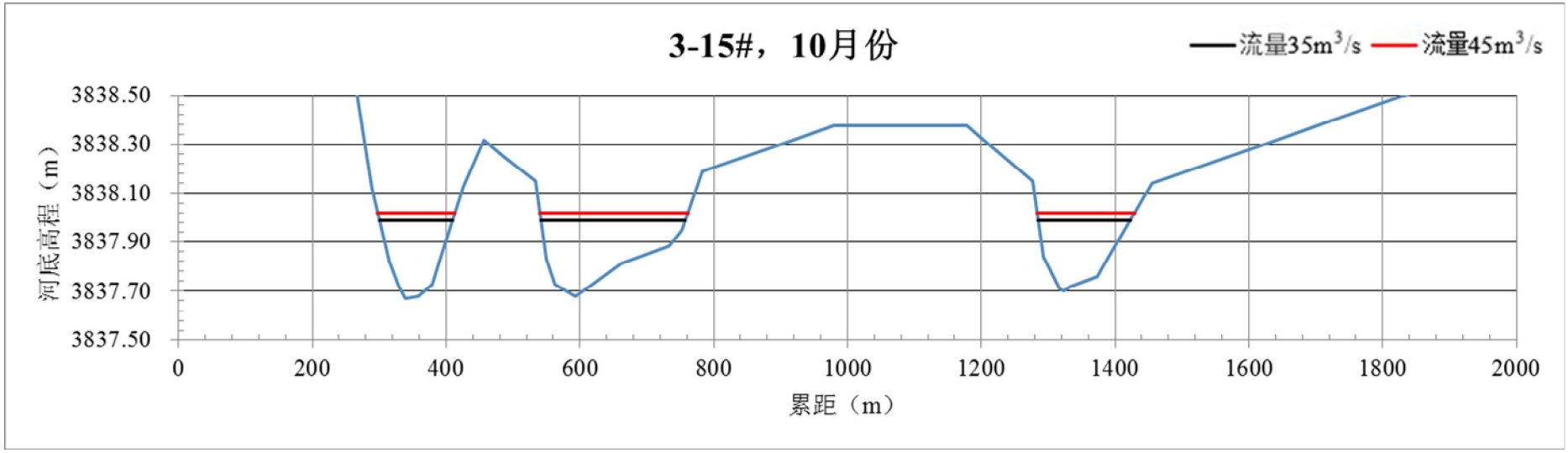


图 4.6-8　10 月份 15#断面建库前后不同下泄流量时沙洲与水面资源对比图

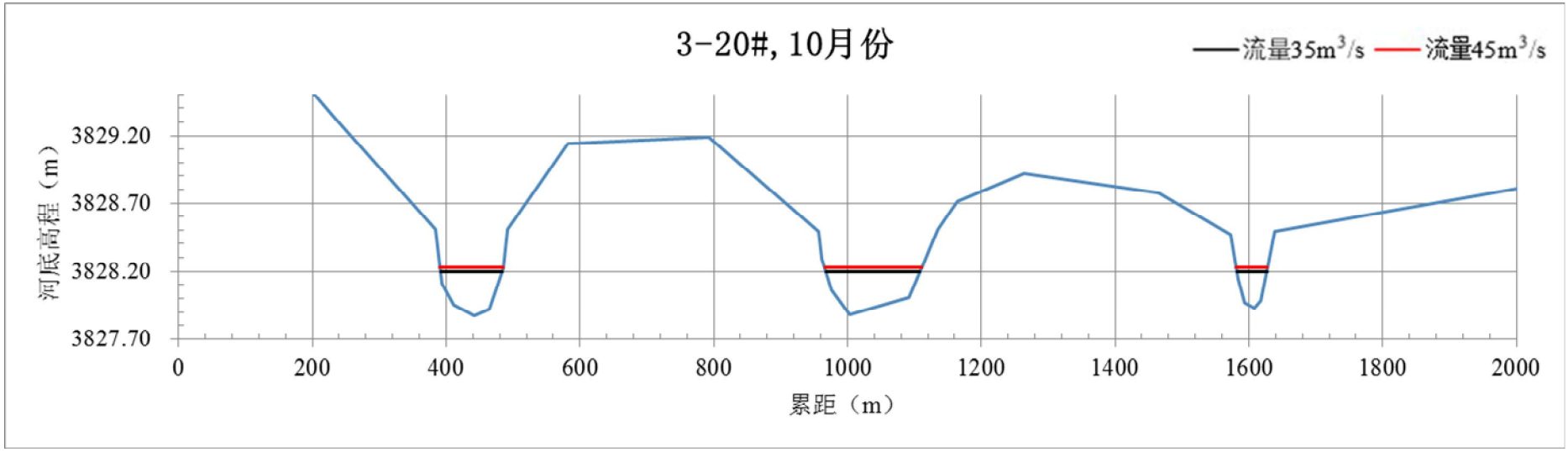


图 4.6-9　10 月份 20#断面建库前后不同下泄流量时沙洲与水面资源对比图

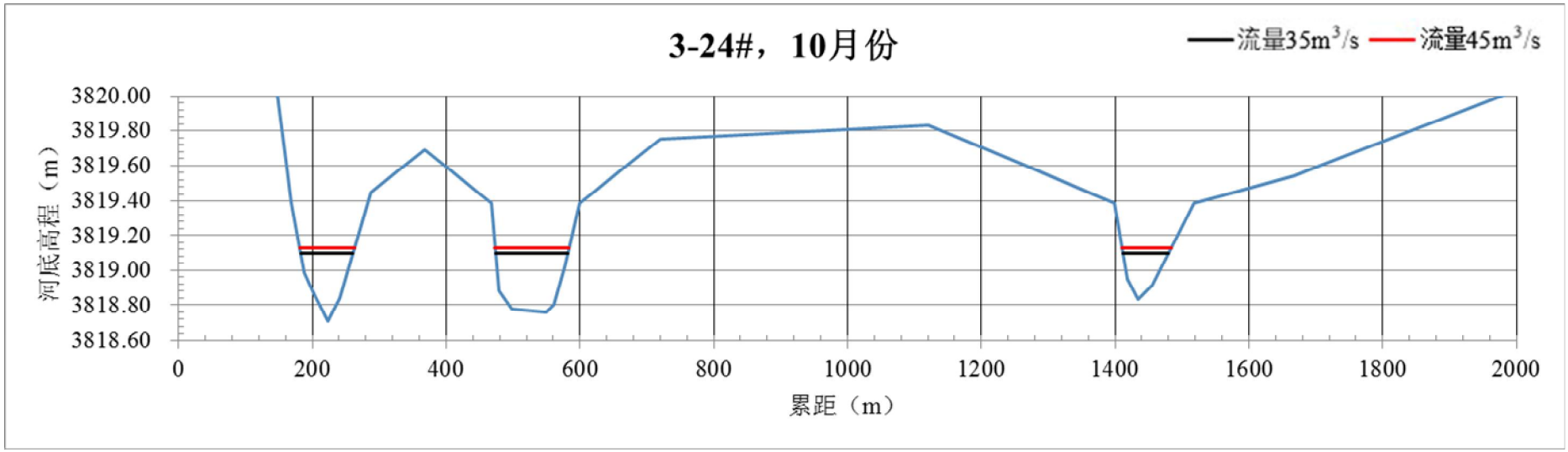


图 4.6-10　10 月份 24#断面建库前后不同下泄流量时沙洲与水面资源对比图

b 工况二：11 月份流量变化对黑颈鹤夜宿地的影响

通过对 3-15#、20#、24#三个黑颈鹤夜宿地的断面进行分析（见表 4.6-12 和图 4.6-11～图 4.6-13），11 月份 3 处断面水量变化后，建库前和建库后的水位变幅为-0.02m（负值表示建库后较建库前减小，下同），沙洲宽变幅在 4.52~10.87m 之间（正值表示建库后较建库前增加，下同），水面宽变幅在-17.29~-6.76m 之间，沙洲/水面的比值变幅在 0.10~0.19 之间。

由此可见，建库后 11 月份流量较建库前略有降低后，适宜黑颈鹤夜宿的沙洲规模有所上升，沙洲增加的比例在 0.43%~1.61%之间。沙洲的增加，使夜宿地具备容纳更多黑颈鹤。因此，工程建设后，将有利于 11 月份黑颈鹤的夜宿。

工况二：11 月份流量变化对黑颈鹤夜宿地的影响

表 4.6-12

断面	建库前流量（25m³/s）				建库后流量（20m³/s）				建库后-建库前				沙洲增幅(%)
	水位(m)	沙洲宽(m)	水面宽(m)	沙洲/水面	水位(m)	沙洲宽(m)	水面宽(m)	沙洲/水面	水位(m)	沙洲宽(m)	水面宽(m)	沙洲/水面	
3-15#	3837.94	676.60	432.50	1.56	3837.92	687.47	415.21	1.66	-0.02	10.87	-17.29	0.1	1.61
3-20#	3828.14	971.23	259.72	3.74	3828.12	976.91	252.96	3.86	-0.02	5.68	-6.76	0.12	0.58
3-24#	3819.04	1053.99	232.22	4.54	3819.02	1058.51	223.66	4.73	-0.02	4.52	-8.56	0.19	0.43

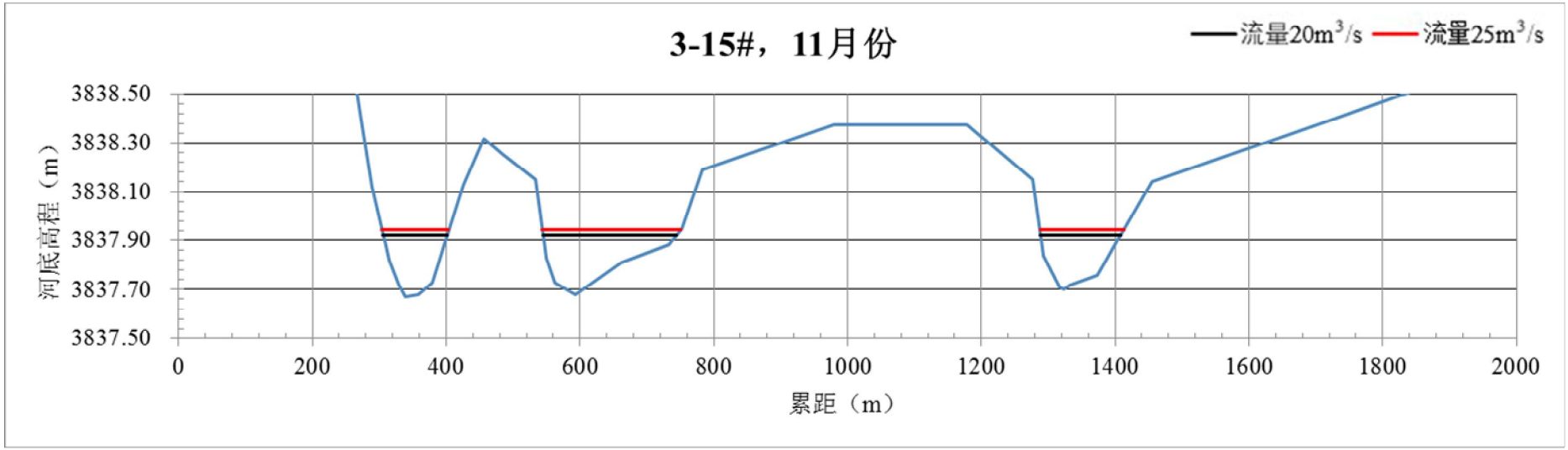


图 4.6-11　11 月份 15#断面建库前后不同下泄流量时沙洲与水面资源对比图

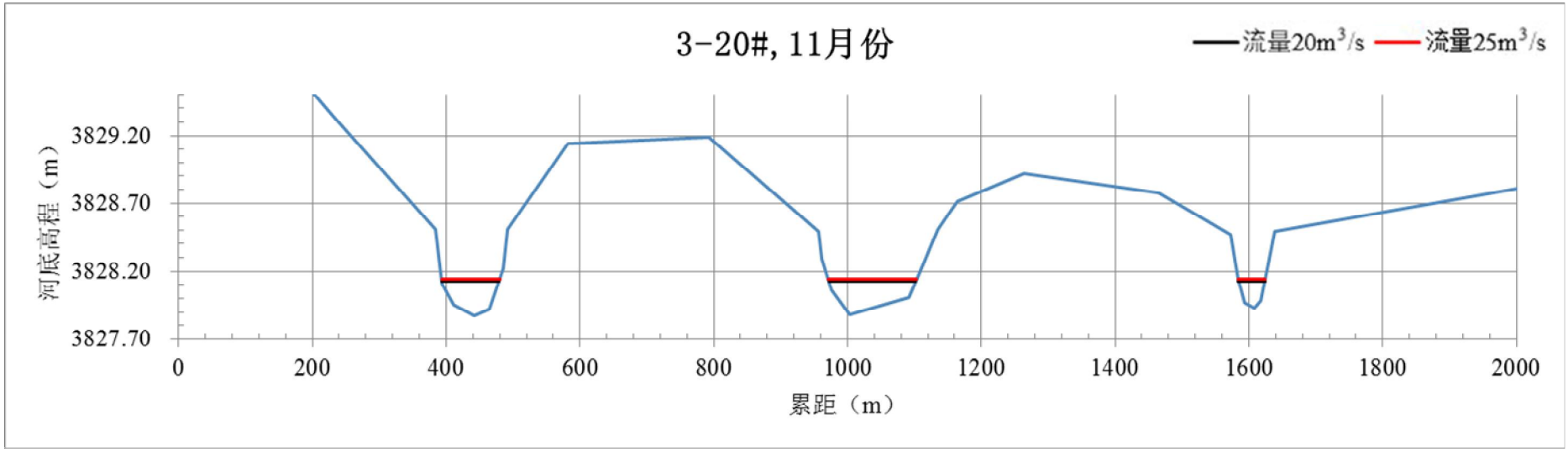


图 4.6-12　11 月份 20#断面建库前后不同下泄流量时沙洲与水面资源对比图

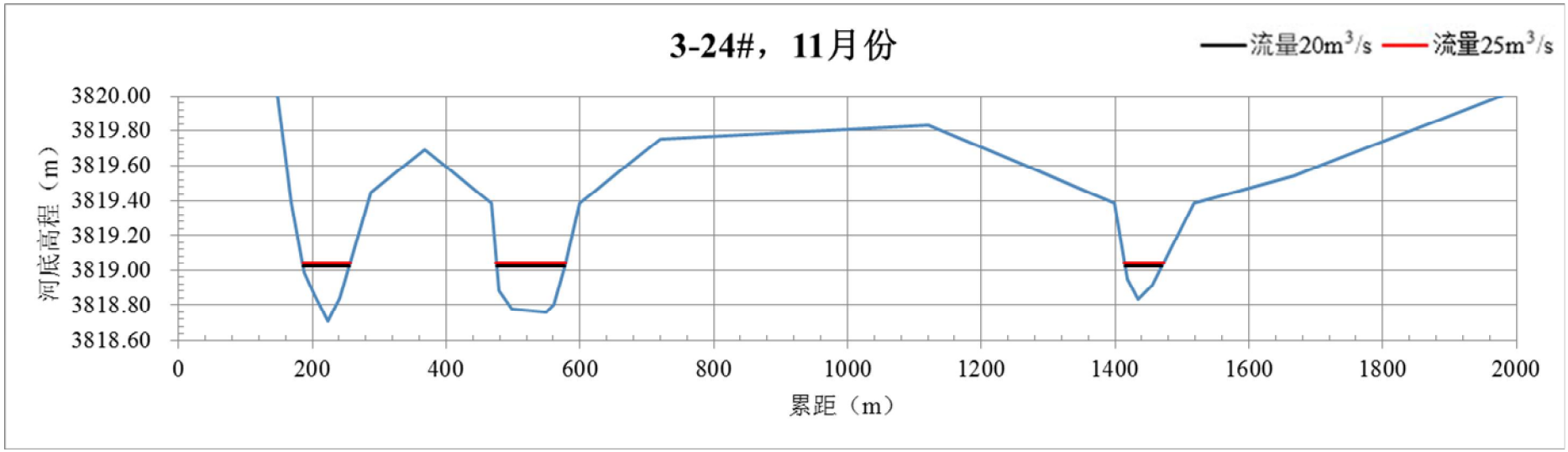


图 4.6-13　11 月份 24#断面建库前后不同下泄流量时沙洲与水面资源对比图

c 工况三：12 月至次年 3 月流量变化对黑颈鹤夜宿地的影响

12 月至次年 3 月中，1 月份建库前后的水量变化较大（2.2m^3/s），对应的黑颈鹤夜宿地——沙洲的差别相对明显，故以 1 月份为代表进行分析。

通过对 3-15#、20#、24#三个黑颈鹤夜宿地的断面进行分析（详见表 4.6-13 和图 4.6-14～图 4.6-16），1 月份 3 处断面水量变化后，建库前和建库后的水位变幅为-0.03m（负值表示建库后较建库前减小，下同），沙洲宽变幅在 6.25~24.92m 之间（正值表示建库后较建库前增加，下同），水面宽变幅在-32.04~-10.04m 之间，沙洲/水面的比值变幅在 0.21~0.37 之间。

由此可见，建库后 1 月份流量较建库前略有降低后，适宜黑颈鹤夜宿的沙洲规模有所上升，沙洲增加的比例在 0.59%~3.53%之间。沙洲的增加，使夜宿地具备容纳更多黑颈鹤。因此，工程建设后，将有利于 12 月~3 月份黑颈鹤的夜宿。

工况三：1 月份流量变化对黑颈鹤夜宿地的影响

表 4.6-13

断面	建库前流量（15m³/s）				建库后流量（10m³/s）				建库后-建库前				沙洲增幅(%)
	水位(m)	沙洲宽(m)	水面宽(m)	沙洲/水面	水位(m)	沙洲宽(m)	水面宽(m)	沙洲/水面	水位(m)	沙洲宽(m)	水面宽(m)	沙洲/水面	
3-15#	3837.89	705.73	386.11	1.83	3837.86	730.65	354.07	2.06	-0.03	24.92	-32.04	0.23	3.53
3-20#	3828.09	987.17	238.37	4.14	3828.06	993.42	228.33	4.35	-0.03	6.25	-10.04	0.21	0.63
3-24#	3818.98	1067.07	208.04	5.13	3818.95	1073.35	195.02	5.50	-0.03	6.28	-13.02	0.37	0.59

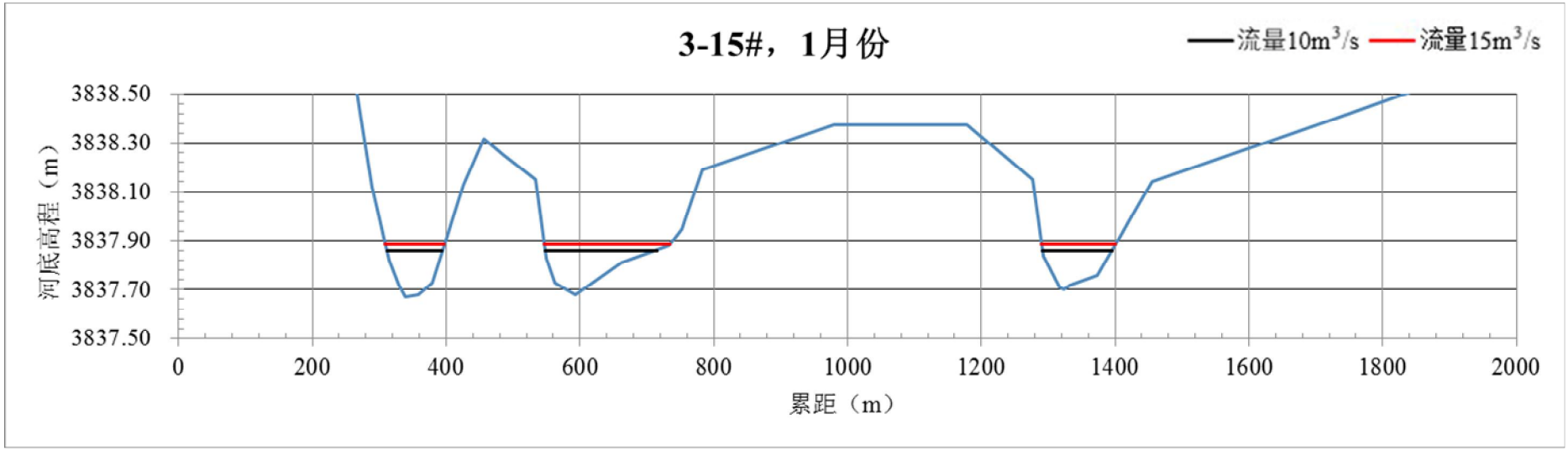


图 4.6-14　1 月份 15#断面建库前后不同下泄流量时沙洲与水面资源对比图

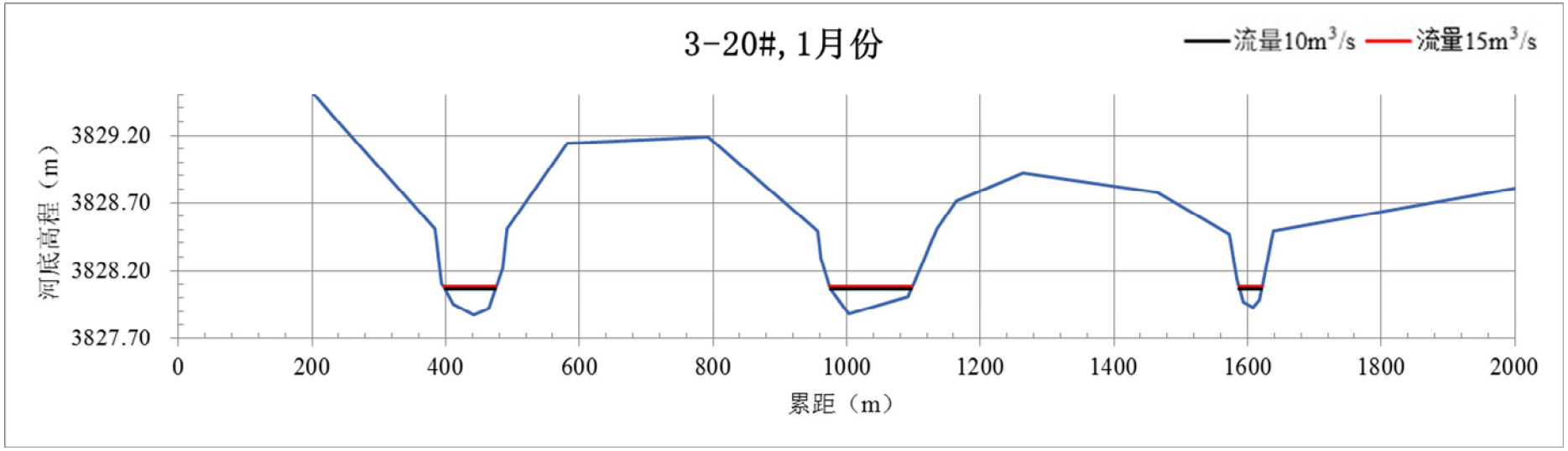


图 4.6-15　1 月份 20#断面建库前后不同下泄流量时沙洲与水面资源对比图

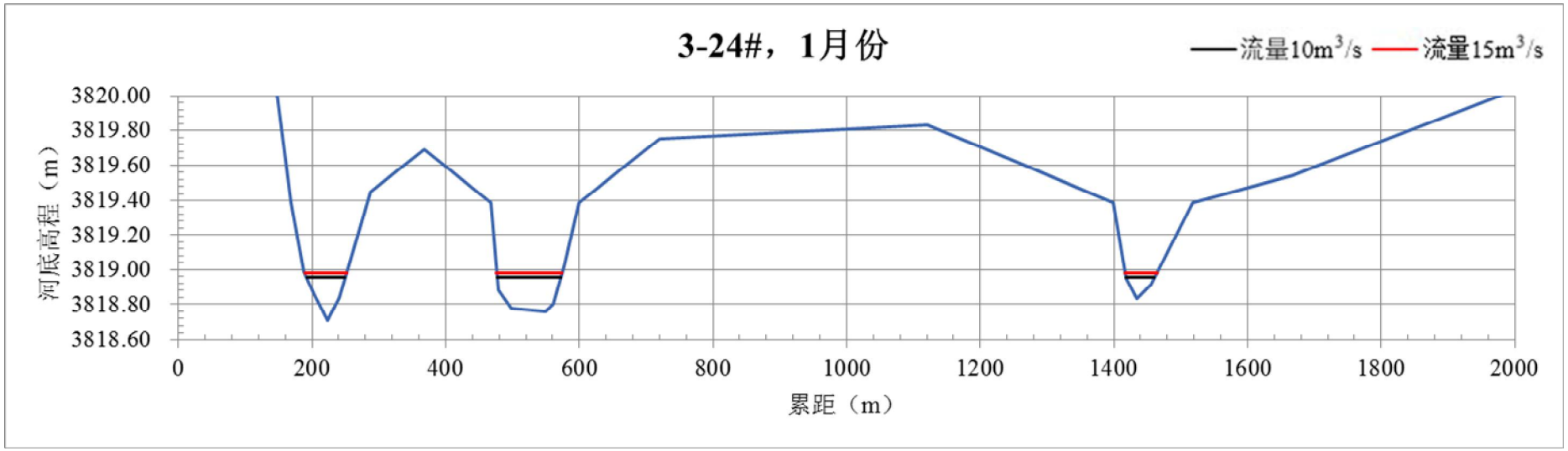


图 4.6-16　1 月份 24#断面建库前后不同下泄流量时沙洲与水面资源对比图

D 小结

本工程建设后，在黑颈鹤越冬季节，湘河水库及央玛取水枢纽下泄流量过程总体与湘河天然情况下的下泄过程保持一致，运行后河口区域的流量略低于天然情况，但通过预测分析可知，流量减少后，湘河河口黑颈鹤理想的夜宿地（四周环水的沙洲及河心洲）面积增幅在 0.43~3.53%之间，变化较小，对黑颈鹤的夜宿影响不大。

湘河河口区域为树叉状河网，河网形态是始终处于动态变化的过程中的，上游来水水量在年际间也存在一定的变化，黑颈鹤对夜宿地的要求首选沙洲（河心洲），但也会在河岸边开阔的邻水沙地，只要该沙地距离人畜夜间活动场所 400m 以上，黑颈鹤也会选择作为夜宿地。

因此，工程建成运行后，湘河河口区域黑颈鹤的夜宿地将略有增加，但总体将维持现状，工程建设后不会降低黑颈鹤夜宿地的规模和质量。

(4) 对黑颈鹤迁徙的影响

工程建设内容均不涉及雅鲁藏布江黑颈鹤自然保护区，黑颈鹤的迁徙过程主要与气温和天气情况有关，工程建设后，将在一定程度上增加库区两岸的湿度，但黑颈鹤越冬的主要区域位于湘河河口区域，这一区域的生境将基本保持现状。黑颈鹤是世界上飞行能力极强的鸟类，根据其迁飞通道分析，其具备飞越唐古拉山、喜马拉雅山等世界超高山脉的能力，迁飞能力高度（飞行高度可超过 8000m）远大于大坝的高度（坝顶高程 4104m），湘河水库大坝建设不会对其迁飞通道造成阻隔。因此，工程建设不会对黑颈鹤的迁徙过程产生影响。

(5) 对黑颈鹤栖息地带来的生态风险

随着耕地面积以及产量的增大，社会经济活动会产生复杂的变化，比如人口增加，住房、公路等建设用地的面积可能增加。这种变化是复杂且难以准确评估的过程，根据目前的认识，生产活动加强和人员活动增加对保护对象黑颈鹤以及其他水禽所带来的生态风险主要有以下 3 个方面：1、水体和水质的污染问题，可能会增加黑颈鹤中毒的风险，2、人类家禽带给黑颈鹤和其他水禽传染疾病概率增加的问题；3、种植结构可能会发生变化，过于以青稞、马铃薯、油菜为主的种植，可能会变化为蔬菜、药材、水果等种植方式，潜在影响黑颈鹤的冬季觅食地和食物来源。

随着社会经济的自身发展，农业生产活动和人员活动都会增加，这种生态风险不论是不是修建水库及灌区工程都是存在的。对于新修建的水库和灌区工程，黑颈鹤和其他水禽种群的动态需要通过长期生态监测来评估，一旦发现黑颈鹤及其栖息地受到威胁，

可以通过环保局、林业局、保护区管理局等采取综合监测和保护措施。需要重点关注人类活动增加可能导致黑颈鹤的种群数量降低的风险，对人类活动的影响及其限制的措施必须严格遵守国家和地方的法律、法规和条例。综合看来，通过优化措施、施工期生态保护措施、运营期生态保护措施、生态恢复和补偿、设置生态监理这些综合的生态和环保措施，能够降低农业生产活动加强和人员活动增加的生态风险。

4.6.7 灌区和耕地开发的生态风险

（1）种群灭绝的影响风险

评价区内共有维管束植物 38 科 114 属 175，常见的乔木种类有藏川杨、北京杨、榆树、垂柳、旱柳、乌柳、银白杨、桃、紫叶李等。常见灌木种类有砂生槐、变色锦鸡儿、鬼箭锦鸡儿、沙棘等。常见的草本植物有直立黄芪、高山嵩草、紫花针茅、二裂委陵菜、沙蒿、白草、藜等。自然植被共划分为 5 个植被型组，5 个植被型，6 个植被亚型，6 个群系组，9 个群系。评价范围内没有自然分布的国家级重点保护野生植物。评价区内共有哺乳动物 3 目 7 科 8 种，有西藏自治区重点保护兽类物种 2 种，为藏狐和黄鼬；评价区共有鸟类 11 目 28 科 61 种，有国家级重点保护鸟类 7 种。其中，国家 I 级重点保护鸟类有 2 种，为黑颈鹤和金雕；国家 II 级重点保护鸟类有 5 种，分别为高山兀鹫、红隼、猎隼、纵纹腹小鸮、大鵟；评价区内有两栖动物 1 目 2 科 2 种，爬行动物 1 目 3 科 3 种，无国家重点保护两栖爬行类动物的分布。

规划河段水电开发对陆生物种的影响主要是水库淹没和施工占地破坏，据调查，工程评价区内没有列入国家保护名录的陆生植物物种，水库淹没和工程占地一般只是损失其一部分，库外海拔较高处或施工区外尚有其种群分布。

工程对动物物种的影响主要体现在水库淹没、工程施工和移民安置活动对其生境的缩减和破坏，从而影响到动物的正常生存，此外因工程建设人为活动加剧，疏于管理而造成对一些动物的捕猎，而造成动物的种群数量的损失，严重时会加剧某些动物的濒危程度。规划河段没有列入国家和地方保护的野生陆生动物和列入《珍稀、濒危保护动物红皮书》的濒危、易危物种，河段开发建设对动物物种灭绝的环境风险较小。在加强管理的情况下，水库淹没、工程施工及移民安置等活动不会对陆生动物产生明显不利影响。

相对于陆生生态而言，水电工程建设对鱼类等水生生物多样性的影响显得更为突出和不利。本规划实施对鱼类生境的破坏主要是大坝形成后将原本连续的河流生态系统分割为缺乏大范围基因交流的若干个种群，而且还会对一些鱼类的产卵、索饵等通道造成阻隔影响；水库对原本适应急流生境的土著鱼种也会造成不利影响；鱼类通过水轮机时

会造成机械伤害。经调查，规划河段鱼类包含在雅鲁藏布江中下游鱼类之中，并且没有珍稀濒危鱼类和特有物种，河段水电开发建设不会因大坝阻隔使这些鱼完全丧失生存空间，它们在此河段可能会寻找新的生存、繁衍环境，不会发生种群灭绝现象，但在河段开发建设中，应采取措施保护本河段鱼类。

（2）生态系统破坏的风险

评价区内主要的生态系统类型主要有森林生态系统、灌丛及灌草丛生态系统、农田生态系统、聚落生态系统、河流生态系统和沙地生态系统 6 大类。根据《西藏植被》分区，评价区属于雅鲁藏布江中游谷地亚高山灌丛、草原植被区，植物多以温带高原季风半干旱河谷以及寒冷半湿润高原植物区系的种类为主。对生态系统的破坏主要因水库淹没、移民占地和工程施工临时占地引起，工程施工临时占地面积有限，建设方案中编制有工程水土保持方案，因施工受损的植被在自然和人为作用维护下（如水土保持植树种草或工区的绿化美化），会在一定时期内得到恢复。总体而言，工程建设对生态系统的影响只表现在一些河谷地带植被的淹没损失和施工时对生态系统的损坏，以及移民安置土地配置对安置区植被的破坏、面积的缩减，安置区野生植被生态系统转变为农业生态系统和城镇生态系统，但因农业开发对生态系统的破坏并不会导致当地生态某种植被类型的消失。工程建设将使水生生态系统发生较大变化，原来的河流生态系统将变为水库（湖泊）生态系统，其生态系统结构、功能和生产力将发生较大变化，须采取措施进行控制和减免。

总之，湘河流域灌区和耕地开发的生态风险不是十分明显和突出。

4.6.8 灌渠对小型兽类和两栖爬行类的影响

区域内的土地利用格局发生变化，未开发利用的土地基本可以得到开发，灌溉面积增大，人类活动增强，加之各种土地利用类型相互调整。因此，灌区运行期间对动物的影响涉及到各种生境中的动物种类，影响主要在于动物的分布格局以及分布密度有所改变，但不会对其生存和繁殖造成威胁。

1）动物生境的改变

当灌区开始引水灌溉后，灌区的水域、灌溉农田等面积大幅度扩大，裸地面积减小，原先生活在裸地中的爬行类的生活区域将缩小，其分布与数量会受到一定影响。与此相反，由于灌区的灌溉，在人居生境、农田生境、草原草甸生境的两栖类、或适应于在较湿环境中生活的爬行类、鸟类及兽类的种类数量将会有所增加。

2）对动物活动的阻隔影响

灌区工程由于输水干、支渠道的建成，对区域的生态环境产生分割作用，使生境更加斑块化，影响生态系统的有机联系。特别是对爬行动物来说是一个较大的鸿沟，他们都很难跨越引水渠道进入对面的生境中，对他们的觅食和交流产生一定影响。但由于爬行类一般分布在裸地中，而灌溉渠道基本在山脚通过，山脚植被次生化性较强，多以灌草为主。

为了减轻输水干、支渠道对动物的生境阻隔影响，在灌区工程中已经设置有交叉建筑物，如泄水闸、过水渡槽、排洪渡槽及涵洞等，对两栖、爬行类及小型兽类的阻隔作用会少一些。对小型兽类和爬行类，灌渠可能会阻隔其移动和种群扩散，对坝址下方的小型兽类和爬行类可能会淹没其栖息地，建议搭建一些桥梁或者通道，既方便人类活动也方便这些小型兽类和两栖爬行类扩散。

灌渠主要是在以往的灌渠基础上改建，原有灌渠的设计和走向是经过了几十年与原有聚落生态系统、农田生态系统、森林生态系统等的物质和能量交换，形成了一种稳定的生态关系，目前保护区及其周边存在的农田、村庄、人工林等都依赖于现有的灌渠所带来的河水。因此，灌渠建设并不改变并且符合原有景观生态体系的生态适宜性和设计要求。

4.6.9 对自然保护区日喀则片区的影响

工程不涉及西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区，工程距离保护区边界最近约为 40m，工程施工不会对保护区造成不利影响。

工程影响区附近活动的黑颈鹤数量约为 400 只，占保护区日喀则片区内黑颈鹤数量的比例不大。

对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。

因此，对保护区日喀则片区不会产生不利影响。

4.7 水生生态

4.7.1 对浮游植物和着生藻类的影响

4.7.1.1 湘河水利枢纽

水利枢纽大坝建成后，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植物的生长繁殖。预计建库后库区

浮游植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，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。由于高原高寒低温的气候，以及营养物质来源有限，浮游植物现存量的增加量会受到很大限制，不会出现富营养化的现象。水库形成后水体增加幅度很大，水体浮游植物总量会有大幅度增加。浮游植物在水库不同的区段增加的程度将不一样，出现纵向分布梯度。从河流到库尾水流变缓，浮游植物密度和生物量会逐渐增加，在上游出现峰值后，一直到坝前逐渐沿程下降。

水利枢纽建成后，水面积扩大，岸线延长，水流变缓，透明度升高，有利于着生藻类的生长，着生藻类的种类数量和生物量均会有较大幅度的增加，特别是水库上游或库湾浅水区，着生藻类现存量会比较高。但水库水位波动会较为频繁，水位波动线上下的沿岸带，着生藻类的繁衍会受到影响。湘河水利枢纽建成后，除拉岗干渠外，其余灌渠均从河道取水，坝下下泄水量较天然状态变化不大，加上清水下泄，透明度升高，浮游植物的种类组成变化不大，密度和生物量均会略有增加。相应地，清水下泄，透明度增加，也对着生藻类的生长有利，着生藻类的密度和生物量均可能会有小幅增加。

4.7.1.2 灌区工程

灌区工程建设有坝取水枢纽 1 座，为央玛取水枢纽，溢流坝高度 4.0m，坝长 620.0m。央玛取水枢纽建成后坝前原有的河流将变成河道型水库，有利于浮游植物的生长繁殖，预计浮游植物种类数量和生物量均会有所增加。由于高原高寒低温的气候，以及营养物质来源有限，浮游植物现存量的增加量会受到很大限制，不会出现富营养化的现象。同样，库区水体规模增大，将有利于着生藻类的生长，着生藻类的密度和生物量均可能会有所增加。

艾玛岗灌区和央村灌区的渠首设计引用流量分别为 5.59m^3/s 和 4.22m^3/s，将造成取水枢纽坝下下泄水量较天然状态有有所减少，环境容量也将有所减少，营养水平有所升高。但坝下保持生态流量下泄，在汛期将加大流量，因此浮游植物的种类组成变化不大，总的浮游植物生物量不会有明显下降。下游水体规模变化不大，将有利于着生藻类的生长，着生藻类的密度和生物量变化不大。

4.7.2 对浮游动物的影响

4.7.2.1 湘河水利枢纽

湘河水利枢纽建成后，坝上至库尾河段由原有的河流生态将变成水库生态。库区蓄水后水位抬高，水体容积增大，水流速度减缓，泥沙沉降，水体透明度增大，水体光照条件改善。同时，库区部分土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质将增加，为库

区藻类和原生动物、轮虫的生长增加了营养。库区浮游动物的种类和生物量会有有所增加，纤毛虫、β中污水性轮虫将表现较为突出，静水性的大型枝角类和桡足类，蚤状溞、镖水蚤、剑水蚤等将会出现，但砂壳虫、匣壳虫仍将为主要种类。湘河水利枢纽建成后，坝下下泄水量较天然状态变化不大，加上清水下泄，透明度升高，浮游动物的种类组成变化不大，密度和生物量均会略有增加。

4.7.2.2 灌区工程

央玛取水枢纽建成后，取水枢纽坝前水位抬高，水体容积有所增大，水流速度减缓，泥沙沉降，水体透明度有所增大，水体光照条件改善，为库区藻类和原生动物、轮虫的生长提供一定的营养，浮游动物的种类和生物量会有有所增加。

艾玛岗灌区和央村灌区取水后，取水枢纽下游的河道水量将有所减少，但坝下保持生态流量下泄，在汛期将加大流量，因此浮游动物的种类组成变化不大，生物量不会有明显下降。

4.7.3 对水生维管束植物的影响

4.7.3.1 湘河水利枢纽

湘河水利枢纽建成后，水库水面增大，透明度升高，营养物质累积，有利于水生维管束植物的生长。尤其是库区原有高程较高的沿岸滩地及库尾、库湾河谷浅滩，被淹没后水深相对较浅，适宜沉水植物的生长，其植被覆盖率会有所提高，有可能会成为一定额种群。此外，由于河谷平坦，水库上游甚至库区沿岸可能会形成一定的浅滩，湿生植物可能会有所增加。湘河水利枢纽建成后，坝下下泄水量较天然状态变化不大，对水生维管束植物影响不大。

4.7.3.2 灌区工程

央玛取水枢纽建成后，坝前水面有所增大，有利于水生维管束植物的生长。原有高程较高的沿岸滩地，被淹没后水深相对较浅，适宜沉水植物的生长。取水枢纽上游及沿岸可能会形成一定新的浅滩，湿生植物也会有所增加。

央玛取水枢纽工程运行后，由于渠道引水，致使取水枢纽下游的水量有所减少，但对坝下河流水生维管束植物影响不大。

4.7.4 对底栖动物的影响

4.7.4.1 湘河水利枢纽

湘河枢纽蓄水后，大坝以上河段水位将有较大抬高。随着库区缓流水域面积扩大，初级生产力增加，底栖动物生物量会相应增加。具体表现为：库区水流减缓，泥沙沉积，

营养物质滞留累积，库区底质由以砾石、沙质型为主，逐渐泥化，向泥沙型、淤泥型发展。以腐败碎屑作为营养的水栖寡毛类的种类数量和生物量均会有明显增加。水生昆虫组成也会有相应变化，一些河流型种类如二尾蜉、扁蜉等将减少，甚至消失，而一些耐污种类如摇蚊(属)种类的数量和生物量将增加。在水库浅水区，由于水体光照条件改善，水生维管束植物的繁衍，螺类、蛭类、双壳类的生物量将增加。总之，水库形成后，库区底栖动物的种类组成会有所变化，原有河流性种类减少甚至消失，静水性、耐污性种类增加，底栖动物的密度和生物量也将有增长的趋势。

湘河水利枢纽建成后，坝下下泄水量较天然状态变化不大，加上清水下泄，透明度升高，底栖动物的种类组成变化不大，密度和生物量均可能略有增加。

4.7.4.2 灌区工程

央玛取水枢纽建成后，随着缓流水域面积扩大，底栖动物生物量会相应增加，静水性、耐污性种类的比例有所增加，底栖动物的密度和生物量也将有增长的趋势。

央玛取水枢纽工程运行后，坝下底栖动物的种类组成变化不大，密度和生物量均可能略有增加。

4.7.5 对鱼类的影响

4.7.5.1 湘河水利枢纽

（1）施工期对鱼类资源的影响

湘河水利枢纽施工期采用围堰导流方式，围堰内施工不会对鱼类造成直接伤害。施工各类污废水处理后回用，对水质影响不大。工程施工过程中可能会对鱼类产生干扰，导致鱼类迁至其它水域。施工期对鱼类资源影响的范围和强度有限。

（2）蓄水初期鱼类资源的影响

工程河段为维持河床基本形态，在水库蓄水初期时，将保证下泄 10m^3/s 的流量来满足下游河道的生态需水，以减少对下游的鱼类资源的影响。

（3）工程运行期对鱼类资源的影响

1）对鱼类种群数量的影响

湘河流域调查发现土著鱼类 11 种，主要由三大类群组成：鲤科的裂腹鱼亚科、鳅科的条鳅亚科和鲇形目鮡科。其中裂腹鱼类共6种，占鱼获种类（土著鱼11种）的54.55%，占雅鲁藏布江中游土著鱼类的（16 种）37.5%，为优势类群，高原鳅类 4 种，占总鱼获种数的 36.36%，占雅鲁藏布江中游土著鱼类的 25%；鮡科的黑斑原鮡 1 种，占渔获物种数的 9.09%，占雅鲁藏布江中游鱼类的 6.25%。湘河鱼类种群结构和雅鲁藏布江鱼类

组成相似，除条鳅亚科 3 种高原鳅为广布种类外，其余裂腹鱼亚科的 6 种均为雅鲁藏布江中游干支流特有鱼类，没有湘河流域特有鱼类。由于湘河丰、枯水量变化较大，大多数鱼类有枯水期到雅鲁藏布江越冬，丰水期沿河上溯索饵、繁殖的习性。大坝建成蓄水后，水深增加、水面增大、流速变缓、透明度提高，加上各种营养成分的截留，有利于在深水或缓水中生活的鱼类生长繁殖。湘河水利枢纽库区原种群数量较多的拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼、异尾高原鳅等，在水库上游仍保留有较长的流水河段，其中干流甲措藏布河段约 128km、支流拉布藏布河段 103km，具有其生长条件，仍然会在库区或上游河流中维持一定的种群。

大坝修建将对湘河天然水体形成分割，阻断上下游鱼类的洄游和种质交流。从鱼类调查结果分析，湘河流域的鱼类资源量分布总体上较为均匀，基本上与水体规模相关，以下游靠近汇入河口段为大，尤其是雅鲁藏布江干流河段。在湘河水利枢纽坝址所在河段及以上的支流水域分布的鱼类种类和数量均会较下游河段有所减少，鱼类从雅鲁藏布江干流长距离洄游到湘河水利枢纽以上河段的可能性较小。因此，虽然工程建设将截断部分洄游性鱼类的觅食、产卵、越冬的通道，可能导致洄游性鱼类数量和种类群减少。

2）对鱼类分布格局的影响

湘河水利枢纽形成后，库区水面积扩大，水体增大，水流变缓，营养物质累积，透明度升高，水库浮游植物、浮游动物及底栖动物等生物资源都会有较大程度增加，水体生物生产力提高，水体渔产潜力增大。同时，渔获物组成也会有所变化，适应缓流或静水生境的鱼类，如拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼等鱼类在库区渔产量将会有所提高。一些喜急流生境的鱼类将会随水文情势的变化向上游甲措藏布或拉布藏布支流迁徙，主要分布在库尾及以上河段，其库区的资源量将有可能有所减少。

湘河水利枢纽坝下的下泄水量较天然状态变化不大，对鱼类分布格局影响不大。

3）对鱼类“三场”的影响

产卵场：调查表明湘河干流上分布着种类、规模不同的产卵场。库区河段原分布着拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼等鱼类的产卵场，位于甲措藏布与拉布藏布交汇处。水库蓄水后，该产卵场将被淹没，但水库库尾以上仍保留较长的河流，生境条件与库区河段相似，这些鱼类将沿河上溯到适宜场所繁殖。

坝下河段由于水库的调节作用，水文过程与天然状况下有所差异，水位天然涨落过程弱化，湘河分布的主要鱼类繁殖均对水位涨落有一定的要求，需要在一定流速水体中繁殖和孵化。从灌区用水分析看，4～8 月份需水量较大，水库的蓄水主要满足灌区灌溉，

将通过湘河水利枢纽工程加大下泄流量，同时鱼类生态敏感期 5~7 月为满足卵鱼类产卵要求，维持一定的河床水位和流速。在湘河鱼类的主要产卵季节 6~7 月按照多年平均流量的 30%进行下泄，为江段产粘沉性卵的鱼类提供较好的产卵和孵化环境。同时，在 5 月份按多年平均流量的 20%下泄。湘河水利枢纽坝址下游分布着拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼、异尾高原鳅和细尾高原鳅等鱼类的产卵场，通过生态调度可避免其繁殖所需水文水力学条件下降，减缓对鱼类产卵的影响。

索饵场和越冬场：湘河流域降水量时空分布极不均匀，绝大部分降水量集中在雨季。洪水主要由降雨形成。冬季湘河属于枯水期，水位低，除高原鳅鱼类外，多数鱼类进入雅鲁藏布江干流越冬，少量鱼类在其深潭或河槽中越冬。水库建成后将形成水库，库区将成为坝上鱼类良好的越冬场。坝下鱼类仍可进入雅鲁藏布江干流越冬，少量在深潭和河槽中越冬的鱼类，由于枯水期仍可维持生态流量泄放，也不会对其越冬产生影响。

随着温度的回升，雅鲁藏布江的鱼类会沿河上溯索饵，就近水域越冬的鱼类也会进入浅水区“上滩”索饵。湘河水利枢纽库区水面积成倍扩大，水流变缓，透明度升高，生物生产力提高，库区索饵、育幼环境改善，规模扩大。通过建设过鱼设施，下游鱼类可上溯至坝上索饵，对鱼类索饵影响不大。

4）对渔业资源的影响

湘河水利枢纽形成后，库区水面积扩大，水体增大，水流变缓，营养物质累积，透明度升高，水库浮游植物、浮游动物及底栖动物等生物资源都会有较大程度增加，水体生物生产力提高，水体渔产潜力增大。同时，渔获物组成也会有所变化，适应缓流或静水生境的鱼类，如拉萨裸裂尻鱼、异尾高原鳅、双须叶须鱼等鱼类在库区渔产量将可能提高。一些喜急流生境的鱼类，如巨须裂腹鱼、尖裸鲤等将会随水文情势的变化向上游或支流迁徙，其库区的资源量将有可能会有所减少。

湘河水利枢纽坝下的下泄水量较天然状态变化不大，对渔业资源量的影响不大。

5）水温变化对鱼类繁殖的影响

裂腹鱼繁殖水温与海拔高度、地形等条件有关，一般繁殖水温要求 9℃左右，根据四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室对湘河库区水温预测分析结果，湘河水利枢纽的建设前后，下泄水温有一定的温差，主要体现在 5、6 月份温差较大（约 2℃-4℃），这在一定程度上影响了流域内分布的土著鱼类的繁殖。尤其是 4～5 月份，下泄水温均低于 9℃，但随着 6 月份汛期开始，来自坝下各支流的天然来水与下泄水混合，对下泄水的温差有一定的缓解作用。此外，水库下泄水的温差在一定程度上可通过水库

调度和多层出水口配合放流的方式按供水水量、水质和水温的要求予以控制，满足下游农作物生长、鱼类生长繁殖和人类生活等方面的需要。

6）水温变化和水文情势对鱼类资源的影响

湘河水利枢纽建成后，水库表、底层水温有一定的温差，虽然不同月份，温差不一，但温差不仅对鱼类资源生长发育有影响，还可以通过影响水体中浮游生物等饵料资源来影响流域内分布鱼类的种类和种群数量。每年 5～6 月，湘河水利枢纽坝址附近水体表底层温差在 2℃～4℃，此时恰逢一些土著鱼类的产卵期，库区水体温差将滞后鱼类产卵时间。坝下鱼类的主要产卵时间可能从原来的 5～7 月有所推迟。因此，建议工程设计时，要充分考虑水温变化对鱼类影响的重要性，下泄水的取水方式推荐分层取水方案。

此外，由于水利枢纽建设后，随着大坝下闸蓄水的运行，在每年的蓄水期，由于水库截流，坝下水流流量减少，这在一定程度上会缩小现有的产卵场、索饵场和越冬场面积，同时，由于下泄水量较天然流量降低，水流速度降低，亦或使雅鲁藏布江干流中上溯繁殖鱼类减少，不利于鱼类资源种群壮大。但本流域自 6 月份基本开始进入汛期，坝下各支流的天然来水可以缓解河流中水量减少造成的不利影响。

7）对西藏自治区保护鱼类和特有鱼类的影响

黑斑原鮡在湘河大坝上下都有种群分布（访问渔民），但由于河流连通性受阻，种质遗传性交流会受到一定的影响，如未进行妥善保护，可能会造成基因衰退和种群减少。

对于雅鲁藏布江特有鱼类的影响，因其河口是鱼类繁殖期上溯产卵的繁殖地，可能因为水文情势的变化，对繁殖产卵有一定影响，但影响程度都较轻微的影响。

4.7.5.2 灌区工程

(1) 施工期对鱼类资源的影响

灌区工程的无坝取水工程在河岸修建取水设施，不拦截河道，施工期对鱼类的影响总体较小。央玛取水枢纽施工采用围堰拦段河床分期导流方式进行，坝高较低，对鱼类上下迁移的影响较小。

渠道涉水施工作业量不大，鱼类产卵主要为涨水季节，在此期间涉水工程将减少和停止作业，因此对鱼类产卵的影响不大。灌区工程施工可能会对鱼类索饵产生少量影响，冬季停止施工，对鱼类越冬的影响不大。施工期对鱼类资源影响的范围和强度有限。

(2) 工程运行期对鱼类资源的影响

1）对鱼类种群数量的影响

湘河流域调查发现土著鱼类 9 种，种群结构和雅鲁藏布江鱼类组成相似。大多数鱼

类有枯水期到雅鲁藏布江越冬，丰水期沿河上溯索饵、繁殖的习性。央玛取水枢纽建成后，水位抬高较少，对原有鱼类的生长影响不大。其下游水量将有所减少，鱼类种群数量可能会有所降低。

央玛取水枢纽溢流坝高度为4.0m，由于存在一定的坝高，将对上下游鱼类的洄游和种质交流的形成一定的阻隔。湘河流域的鱼类资源量分布总体上较为均匀，基本上与水体规模相关，以下游靠近汇入河口段为大，尤其是雅鲁藏布江干流河段。在央玛取水枢纽所在河段及以上水域分布的鱼类种类和数量均会较下游河段有所减少，但仍存在鱼类从雅鲁藏布江干流短距离洄游到央玛取水枢纽以上河段的可能。为避免局部时段对河段洄游性鱼类的阻隔影响，通过采取建设过鱼设施，可使下游鱼类上溯到上游河段，可较好减缓对鱼类种群的影响。

2）对鱼类分布格局的影响

央玛取水枢纽建成后，将形成一小型库区，渔产潜力将有所增大。同时，渔获物组成也会有所变化，但对于一些喜急流生境的鱼类总体影响不大。5座无坝取水枢纽建成后，基本不改变枢纽前的水文条件，对鱼类影响很小。

艾玛岗灌区和央村灌区取水后，取水枢纽下游的河道水量将有所减少，但坝下保持生态流量下泄，在汛期将加大流量，对喜急流生境的鱼类总体影响不大。

3）对鱼类“三场”的影响

产卵场：灌区河段的达那乡达隆村以下至白马当村附近河段有一产卵场，位于湘河水利枢纽坝址下游附近，主要产卵鱼类为拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼、异尾高原鳅和细尾高原鳅。工程建设后，该处河段的流量与天然情况下变化相应较小，对该处产卵场影响不大。多角乡至切达村附近河段有一产卵场，部分位于央玛取水枢纽的库区，部分位于央玛取水枢纽的坝下，主要产卵鱼类拉萨裸裂尻鱼、双须叶须鱼、异尾高原鳅和斯氏高原鳅。工程建设后央玛取水枢纽的库区段的产卵场水位抬高、流速变缓，下游段的产卵场水位降低、水量减少，将对其产生淹没和减水影响，原有产卵场可能会转移到上游支流汇入的河口附近。山巴村附近分布有一产卵场，位于央玛取水枢纽下游，主要产卵鱼类为拉萨裸裂尻鱼和异尾高原鳅鱼类。央玛取水枢纽建成后将在湘河鱼类的主要产卵季节6~7月按照多年平均流量的30%进行下泄，5月份按多年平均流量的20%下泄，以减少对鱼类产卵和孵化的影响。

索饵场和越冬场：湘河流域多数鱼类进入雅鲁藏布江干流越冬，少量鱼类在其深潭或河槽中越冬。央玛取水枢纽建成后将形成小型水库，将成为鱼类良好的越冬场。央玛

取水枢纽维持一定的流量泄放，对坝下鱼类越冬影响不大。

央玛取水枢纽建成后库区水面扩大，生物生产力提高，有利于鱼类索饵，对坝下河段的鱼类索饵影响不大。

4）对渔业资源的影响

央玛取水枢纽建成后，库区水体生物生产力提高，水体渔产潜力增大。由于水深较浅，对于鱼类种类构成影响不大。

央村取水枢纽坝下水量将有所减少，但坝下保持生态流量下泄，在汛期将加大流量，对水体渔产潜力的总体影响不大。

4.7.6 鱼类“三场”与各干渠取水口空间位置及相互关系分析

两次野外调查均表明，湘河鱼类“三场”分布自两支流甲措藏布和拉布藏布汇合口至湘河入雅鲁藏布江河口段呈不连续分布。依据工程设计，本枢纽工程坝下共 8 条灌区引水干渠，各灌区取水口与鱼类“三场”位置关系和影响详见表 4.7-1。

干渠取水时可能对索饵鱼类资源的破坏，需在干渠引水口增加防护网，防止索饵鱼类被引入灌区，以减少影响。

湘河鱼类“三场”分布与各灌区干渠取水口位置关系

表 4.7-1

取水口名称	取水口附近三场分布情况	取水口与三场最近距离	相互关系性分析
昂加干渠 89°14′2.68″E，29°42′38.58″N	达隆村至白马当村河段产卵场	4.4km 左右	沿湘河两岸分布的昂加、拉岗干渠取水口均位于本产卵场上游，距产卵场最近的昂加干渠取水口距离产卵场的直线距离约 4.4km 左右。因此，繁殖季节取水对鱼类繁殖有一定影响，但不会太大。
拉岗干渠 89°14′10.24″E，29°43′58.88″N		6.8km 左右	
卡萨干渠 89°4′41.01″E，29°39′40.95″N	雪堆村至玄昌段索饵场	＜100m	本河段范围内的两条干渠范围内仅有鱼类索饵场分布，其中山边干渠取水口位于本索饵场的上游约 2.5Km 处，受取水影响较小。卡萨干渠取水口位于本索饵场区域内，本干渠取水时要注意对索饵鱼类资源的破坏，建议引水时在干渠引水口增加防护网，以防索饵鱼类被引入灌区造成不必要的损失。
山边干渠 89°7′30.42″E，29°41′7.06″N		上游 2.5km 处	
聂仓普鲁干渠 89°4′19.71″E ，29°38′11.48″N	主要分布有鱼类“越冬场”和“产卵场”；	取水口位于越冬场上游 2.1km 处。	自聂仓普鲁干渠取水口至班宗干渠取水口间分布有鱼类越冬场，但聂仓普鲁干渠取水口位于本越冬场上游约 2.1km 处，此处取水对越冬鱼类影响不大。班宗干渠取水口恰好处于越冬场区域内，虽然本取水口水源一部分来自秋木沟支流，但仍有一部分来自湘河干流，因此，本取水口在引水时亦要在取水口处做好鱼类防护措施，防止鱼类误引入灌区。此外自仲康村至两干渠渠尾河段，是鱼类“三场”的主要分布区，但因两干渠取水口远在上游（最近的班宗干渠取水口至仲康村距离约 8km 左右），两干渠的引水对仲康村以下鱼类“三场”的直接影响不是很明显，主要影响可能是干流取水后对下游来水量的影响，因此，建议班宗干渠和聂仓普鲁干渠在灌溉期不宜同时取水。
班宗干渠 89°2′39.28″E，29°37′9.20″N		100m 左右	
央村干渠取水口 89°4′51.43″E，29°30′33.13″N	主要分布有鱼类“产卵场”和“越冬场”	＜100m	央玛取水口属于有坝取水，从两次野外现状调查结果看，央村干渠和艾玛岗干渠取水口位置刚好处在普鲁岗村附近，取水口上游是萨裸裂尻、双须叶须鱼等鱼类的产卵场、索饵场。随着央玛取水枢纽的建成，在央玛取水枢纽库区易形成新的越冬场、索饵场，在库尾以上河段易形成新的产卵场。因此，央村干渠和艾玛岗干渠在灌溉期取水时，更要做好鱼类的防护工作；在央玛取水枢纽坝下，由于取水枢纽的阻隔作用，可能会使得坝下水位下降，越冬场、索饵场规模减小，进而使得越冬鱼类和索饵鱼类减少。
艾玛岗干渠口 89°5′14.50″E，29°30′39.50″N		＜100m	

4.8 土壤侵蚀

西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院编制完成了《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程水土保持方案报告书》，并取得了水利部的批复，土壤侵蚀内容主要引用该水土保持方案报告书。

4.8.1 水土流失背景值确定

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属于青藏高原高寒草原冻融侵蚀区，结合实际踏勘情况，项目区容许土壤流失量按水蚀、风蚀交错区确定，为1000t/km^2.a；根据《全国水土保持区划（试行）》（办水保[2012]512 号），项目区属于西藏高原中部高山河谷农田防护区；根据“西藏自治区人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告”，项目区为西藏自治区水土流失重点治理区，水土流失类型主要有水力侵蚀和风力侵蚀，伴有冻融侵蚀。

根据土壤侵蚀分布图及结合现状调查分析，项目工程区水土流失类型主要为水力侵蚀及风力侵蚀，伴有冻融侵蚀。本工程区水土流失总面积为 176.27km^2，覆盖了整个工程区。其中，微度侵蚀 37.53km^2、占水土流失面积 21.29％，轻度侵蚀 30.23km^2、占水土流失面积 17.15％，中度侵蚀 66.44km^2、占水土流失面积 37.69％，强烈侵蚀 22.98km^2、占水土流失面积 13.04％，极强烈侵蚀 14.75km^2、占水土流失面积 8.37％，剧烈侵蚀 4.33km^2、占水土流失面积 2.46％。平均侵蚀强度为中度侵蚀。

枢纽工程区水土流失背景值见表 4.9-1。

枢纽工程区水土流失背景值

表 4.9-1 单位：t/km^2·a

预测范围			原生侵蚀模数		平均侵蚀模数
			风蚀	水蚀	
枢纽区	枢纽建筑物		2000	2100	2050
	永久办公区		1800	2000	1900
	弃渣场		2200	2000	2100
	料场		2500	3000	2750
	施工生产生活区		1500	1800	1650
	施工道路	永久道路	1500	1800	1650
		临时道路	1800	2000	1900
	移民安置及专项设施复建区		2000	2200	2100
灌区工程区	渠道及渠系建筑物		2000	2100	2050
	施工道路		1800	2000	1900
	施工生产生活区		1500	1800	1650

	弃渣场	2200	2000	2100
	料场	2500	3000	2750
平均		1946	2138	2042

4.8.2 预测方法

根据工程各施工分区开挖后形成的地形、地面组成物质等实际情况，结合上述类比工程资料及专家经验，分析确定其扰动后土壤侵蚀模数，并采用以下公式进行水土流失量预测：

流失总量预测公式：

$$W_{si}=\sum_{i=1}^{n} F_i \times M_{si} \times T_i$$

背景值预测公式：

$$W_{oi}=\sum_{i=1}^{n} F_i \times M_{oi} \times T_i$$

新增流失量预测公式：

$$W = W_{si} - W_{oi}$$

式中：

W_{si}——扰动地表水土流失总量，t；

W_{0i}——背景值，t；

W——扰动地表新增水土流失量，t；

N——预测单元，1，2，3，……，n-1，n；

F_i——第 i 个预测单元的面积（扰动面积），km^2；

M_{si}——不同预测单元扰动后的土壤侵蚀模数，$t/km^2 \cdot a$；

M_{oi}——不同预测单元土壤侵蚀模数背景值，$t/km^2 \cdot a$；

T_i——预测时段，a。

4.8.3 水土流失量预测

扰动地表水土流失量预测按施工准备期、施工期和自然恢复期分别进行预测。根据降雨、地形地貌、土壤及植被的特点，确定项目区原生风力侵蚀模数和水力侵蚀模数；结合工程施工区特点根据类比工程和专家经验确定项目区建设期和自然恢复期的风力侵蚀模数和水力侵蚀模数。经预测，工程建设扰动地表面积产生的水土流失总量共计 15.78 万 t，新增水土流失总量 10.29 万 t。

通过预测，本工程施工准备期水土流失总量为 0.56 万 t，新增水土流失量 0.39 万 t；施工期水土流失总量为 12.3 万 t，新增水土流失量 8.61 万 t；植被恢复期水土流失总量为 2.91 万 t，新增水土流失量 1.28 万 t。工程主要的水土流失来自于枢纽和灌区主体建筑物区、料场区和弃渣场区，因此本工程水土保持监测和治理的重点区域为枢纽和灌区主体建筑物区、料场区和弃渣场区。土流失量预测见表 4.9-2～表 4.9-4。

湘河水利枢纽及配套灌区工程施工准备期水土流失预测表

表 4.9-2

项目区			面积（hm^2）	预测时段（a）	原生侵蚀模数（$t/km^2·a$）	扰动后侵蚀模数（$t/km^2·a$）	水土流失总量（万 t）	新增水土流量（万 t）
枢纽工程区	大坝区	枢纽建筑物						
		管理范围						
	永久办公区							
	施工生产生活区		4.5	1	1500	7000	0.03	0.02
	料场区						0.00	0.00
	交通道路区	临时道路	4.49	1	1800	11000	0.05	0.04
		永久道路	1.85	1	1500	12500	0.02	0.02
	弃渣场区						0.00	0.00
	移民安置及专项设施复建区		11.66	1	2000	5500	0.06	0.04
	小计		22.5				0.17	0.13
灌区工程区	渠道及渠系建筑物区	取水口及渠道						
		管理区						
	交通道路区		67.34	1	1800	5500	0.37	0.25
	施工生产生活区		4.01	1	1500	6000	0.02	0.02
	弃渣场区							
	料场区							
	小计		71.35				0.39	0.27
合计			93.85				0.56	0.39

湘河水利枢纽及配套灌区工程施工期水土流失预测表

表 4.9-3

项目区			面积（hm^2）	预测时段（a）	原生侵蚀模数（$t/km^2 \cdot a$）	扰动后侵蚀模数（$t/km^2 \cdot a$）	水土流失总量（万 t）	新增水土流量（万 t）
枢纽工程区	大坝区	枢纽建筑物	11.19	4	2050	7000	0.31	0.22
		管理范围	23.22	4	2050	7000	0.65	0.46
	永久办公区		1.3	2	1900	7000	0.02	0.01
	施工生产生活区		4.5	3	1650	7000	0.09	0.07
	料场区		24.25	4	2750	11000	1.07	0.80
	交通道路区	临时道路	4.49	3	1900	11000	0.15	0.12
		永久道路	1.85	3	1650	12500	0.07	0.06
	弃渣场区		19.66	4	2100	12500	0.98	0.82
	移民安置及专项设施复建区		11.66	1	2100	5500	0.06	0.04
灌区工程区	渠道及渠系建筑物区	取水口及渠道	196.11	4	2050	6500	5.10	3.49
		管理区	0.29	1	2050	6500	0.00	0.00
	交通道路区		67.34	3	1900	5500	1.11	0.73
	施工生产生活区		4.01	3	1650	6000	0.07	0.05
	弃渣场区		5.93	4	2100	9000	0.21	0.16
	料场区		74.85	4	2750	8000	2.39	1.57
合计			450.65				12.30	8.61

湘河水利枢纽及配套灌区工程植被恢复期水土流失预测表

表 4.9-4

项目区			面积（hm^2）	预测时段（a）	原生侵蚀模数（$t/km^2·a$）	扰动后侵蚀模数（$t/km^2·a$）	水土流失总量（万 t）	新增水土流量（万 t）
枢纽工程区	大坝区	枢纽建筑物						
		管理范围	11.61	3	1800	3500	0.12	0.06
	永久办公区		0.39	3	1800	3500	0.00	0.00
	施工生产生活区		3.53	3	1500	2750	0.03	0.01
	料场区		19.25	3	2500	4500	0.26	0.12
	交通道路区	临时道路	2.76	3	1800	2750	0.02	0.01
		永久道路					0.00	0.00
	弃渣场区		5	3	2200	7000	0.11	0.07
	移民安置及专项设施复建区		3.5	3	2000	2750	0.03	0.01
灌区工程区	渠道及渠系建筑物区	取水口及渠道	58.83	3	2000	3500	0.62	0.26
		管理区	0.12	3	2000	3500	0.00	0.00
	交通道路区		67.34	3	1800	2750	0.56	0.19
	施工生产生活区		4.01	3	1500	2750	0.03	0.02
	弃渣场区		5.93	3	2200	7000	0.12	0.09
	料场区		74.85	3	2500	4500	1.01	0.45
合计			257.12				2.91	1.28

4.8.4 水土流失危害预测

工程建设如果不采取及时、合理的防治措施，将会加剧当地水土流失，对水库工程及其周边地区生态环境产生危害。

（1）枢纽建筑物和灌区建筑物的水土流失危害

枢纽建筑物和灌区建筑物基础及边坡开挖将损坏原地貌和植被，改变地表原有水分运动形态，减弱了表层土体抗侵蚀能力，增加了地表径流量和冲刷强度，同时施工开挖形成陡峭边坡，削弱了自然边坡的稳定性，若不进行合理防护`会进一步诱发重力侵蚀，影响工程运行安全。

（2）枢纽和灌区临时生产生活区、施工道路的水土流失危害

枢纽和灌区临时生产生活区、施工道路施工将破坏原有地表植被，重塑地形地貌，形成裸露地表，若不及时进行土地整治和植被恢复，将会破坏原区域自然景观的协调性，

破坏灌区土地生产力，影响当地农牧业发展。

（3）枢纽和灌区弃渣场、料场水土流失危害

枢纽和灌区弃渣堆放及料场开挖将损坏原地表植被，增强了地表的可蚀性和冲刷强度。弃渣若不进行及时、合理防护，如遇降雨，将会产生面蚀、沟蚀，甚至于产生滑坡及泥石流等地质灾害，危害土地资源及水工建筑物运行安全，甚至沿沟道或山坡汇入河流下游，从而淤积河道、抬高河床、影响河道行洪，破坏生态与环境。

4.9 环境地质

4.9.1 施工期的影响

4.9.1.1 湘河水利枢纽

（1）岩体卸荷带渗漏

湘河水利枢纽坝址右岸山势陡峭，坡度约 60°～70°，花岗岩裸露，岩体表层卸荷裂隙发育，多呈碎块状；左岸坡面有大量第四系坡积物覆盖，花岗岩岩体完整性相对较好，裂隙少量发育。从钻孔揭露情况来看，推测坝址右岸强卸荷带水平深度 10～20m 左右，左岸卸荷带水平深度 5～10m 左右。由于岩体卸荷带裂隙张开较宽，顺裂隙存在渗漏问题，需对卸荷带进行防渗处理。

（2）河床覆盖层渗漏及渗透稳定问题

砂砾卵石层渗透系数为中等-强透水层；参考室内渗透及渗透变形试验成果，碎块石层具中等透水性，临界比降为 1.24，破坏比降为 3.47，破坏形式为管涌；半胶结状砂砾石层具中等－弱透水性，临界比降为 0.74，破坏比降为 3.69，破坏形式为管涌。因此，坝址区覆盖层深厚，大坝存在渗漏及渗透稳定问题，应采取防沙措施，建议防渗深度至基岩，利用基岩作为防渗依托层。

（3）河床砂卵砾石层振动液化问题

根据坝址颗粒分析成果，不具液化条件。另外，根据坝址区钻孔动探试验成果来看，可判为不液化。

（4）不均匀沉降问题

湘河水利枢纽坝基左岸阶地冲洪积砂砾石层结构紧密，呈泥质、钙质弱胶结状；河床表层及两岸崩坡积层浅表层较松散，并有架空现象，相对具有较高压缩性，承载性较低；右岸坝肩部位为基岩出露，承载力高。作为坝基存在不均匀变形、沉降等问题，需对不同地层分界部位进行必要的工程处理，对表层松散架空堆积层进行清除和压实等处理。

4.9.1.2 灌区工程

(1) 拉岗、昂加取水口工程

取水口两岸漂卵砾石混合土堆积物前缘与现代河床相接，地形坡度约 30°～40°，土层结构稍密实，植被覆盖差，河水对两岸堆积体冲刷后局部产生少量坍塌现象，但整体稳定性较好。漂卵砾石层抗冲能力差，抗冲流速约为 0.8～1.2m^3/s，取水口河流流速较大，冲刷能力较差，取水口建筑物基础应尽量深埋，以满足抗冲要求。

(2) 山边取水口工程

漂卵砾石层抗冲能力差，抗冲流速约为 0.75-1.2m^3/s，取水口河流坡度较大，水流流速较大，冲刷能力较强，取水口建筑物基础应尽量深埋，以满足抗冲要求。

根据中国季节性冻土标准冻深线判断西藏日喀则市南木林县属于多年冻土区，取水枢纽基础置于漂卵砾石层上，冻胀类别属于弱冻胀，对取水枢纽设计时应考虑采取防冻胀措施。

(3) 卡萨取水口工程

漂卵砾石层抗冲能力差，抗冲流速约为 0.8～1.2m^3/s，取水口河流流速较大，冲刷能力较差，取水口建筑物基础应尽量深埋，以满足抗冲要求。

(4) 聂仓普鲁取水口工程

漂卵砾石层抗冲能力差，抗冲流速约为 0.75-1.2m^3/s，取水口河流坡度较大，水流流速较大，冲刷能力较强，取水口建筑物基础应尽量深埋，以满足抗冲要求。

根据中国季节性冻土标准冻深线判断西藏日喀则市南木林县属于多年冻土区，取水枢纽基础置于漂卵砾石层上，冻胀类别属于弱冻胀，在对取水枢纽设计时应考虑采取防冻胀措施。

(5) 班宗取水口工程

漂卵砾石层抗冲能力差，抗冲流速约为 0.75-1.2m^3/s，取水口河流坡度较大，水流流速较大，冲刷能力较强，取水口建筑物基础应尽量深埋，以满足抗冲要求。

根据中国季节性冻土标准冻深线判断西藏日喀则市南木林县属于多年冻土区，取水枢纽基础置于漂卵砾石层上，冻胀类别属于弱冻胀，在对取水枢纽设计时应考虑采取防冻胀措施。

(6) 艾玛岗取水口工程

取水口建筑物规模较小，以冲积砾卵石层作为取水口主要建筑物的基础持力层，承载和变形均能满足工程要求工程需求，但表层结构松散，建议予以清除。取水口坝高较

小，产生的附加应力应力较小，该层岩性单一无软弱夹层，不存在不均匀沉降问题。

取水口建筑物坐落在冲积砾卵石层上，土层均匀性较好，抗剪性能较好，不存在抗滑稳定问题。

砾卵石层抗冲能力差，抗冲流速约为 0.75～1.2m^3/s，取水口河流坡度较大，水流流速较大，冲刷能力较强，取水口建筑物基础应尽量深埋，以满足抗冲要求。

根据中国季节性冻土标准冻深线判断西藏日喀则市南木林县属于多年冻土区，取水枢纽基础置于砾卵石层上，冻胀类别属于弱冻胀，故在对取水枢纽设计时应考虑采取防冻胀措施。

(7) 央村取水口工程

取水口建筑物规模较小，以冲积砾卵石层作为取水口主要建筑物的基础持力层，承载和变形均能满足工程要求工程需求，但表层结构松散，建议予以清除。取水口坝高较小，产生的附加应力应力较小，该层岩性单一无软弱夹层，不存在不均匀沉降问题。

砾卵石层抗冲能力差，抗冲流速约为 0.75～1.2m^3/s，取水口河流坡度较大，水流流速较大，冲刷能力较强，取水口建筑物基础应尽量深埋，以满足抗冲要求。

根据中国季节性冻土标准冻深线判断西藏日喀则市南木林县属于多年冻土区，取水枢纽基础置于砾卵石层上，冻胀类别属于弱冻胀，取水枢纽设计时应考虑采取防冻胀措施。

(8) 干渠明渠工程

灌区工程的 8 条干渠明渠均沿灌区两侧坡脚缓坡及高漫滩处布置，干渠沿线地层结构，主要存在山洪及水石流、渗漏、边坡稳定、冻融、沉陷等环境地质问题，针对上述问题，需采取必要的工程措施加以解决。

4.9.2 运行期的影响

4.9.2.1 湘河水利枢纽

（1）水库渗漏

湘河水利枢纽库区两岸分水岭一般在高程 5400～5600m 以上，地表分水岭封闭条件好。库区岩性主要为花岗岩和凝灰岩，属相对隔水层，且无断层通过，水库蓄水后库区不存在渗漏问题，绕坝肩和坝基覆盖层渗漏的问题可通过防渗帷幕一并处理。

（2）水库淹没和浸没

水库淹没热当乡朗穷村和热让村部分居户、淹没耕地 848.3 亩、省级公路 13.2km、乡级公路 5.5km。

加热村岸边农田位于Ⅰ级阶地，高程4084～4087m，岩性主要为砂砾卵石土，透水性较好，水的毛细上升高度小，该段农田不会产生严重次生盐渍化。热让村岸边农田位于Ⅰ级阶地，阶地高程4084～4088m，表层为砂土，下部为砂砾卵石，透水性较好，水的毛细上升高度小，不会产生严重盐渍化。

（3）水库诱发地震

湘河水利枢纽蓄水位抬高水位约40m，水库蓄水不会引起库盆的明显变化，库区地质构造相对单一，断裂不发育，蓄水后不具备诱发地震的地质条件。

（4）水库淤积

库区两岸松散堆积物丰富，雨季时两岸冲沟常有小型山洪泥石流，且库区上游泥砂较丰富，建库后，库岸还存在一定塌岸问题。总之，水库将存在一定程度淤积问题，淤积来源主要为水库上游泥沙和雨季时冲沟泥沙。

（5）水库运行对其他环境的影响

水库封闭条件较好，库区不存在浸没和渗漏问题。同时，西藏自治区国土资源厅对湘河水利枢纽工程水库区没有压覆重要矿产资源的证明》，库区内无重要矿产淹没。

4.9.2.2 灌区工程

(1)拉岗、昂加取水口工程

取水口左右两岸坝肩部位为漂卵砾石混合土，渗透性强，存在绕坝渗漏问题。坝基地层主要为漂卵砾石层，结构松散，粗颗粒含量高，渗透性强，属强透水层，以其作为坝基的基础地层存在渗漏及渗透稳定性问题，为此，需采取必要的工程措施加以解决。

(2)卡萨取水口工程

取水口左右两岸坝肩部位为漂卵砾石混合土，渗透性强，存在绕坝渗漏问题。坝基地层主要为漂卵砾石层，结构松散，粗颗粒含量高，渗透性强，属强透水层，以其作为坝基的基础地层存在渗漏及渗透稳定性问题，为此，需采取必要的工程措施加以解决。

4.10 其他环境影响

4.10.1 环境空气

（1）车辆扬尘对大气环境的影响

交通运输中产生的扬尘主要来自两个方面：一是汽车行驶产生扬尘，二是装载水泥等多尘物料运输时，汽车在行进中如防护不当，易导致物料失落和飘散，使公路两侧空气中的含尘量增加。

车辆扬尘不会在大范围内平均分布，但在小空间内浓度还是较高。在道路局部地段

积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起浓密的扬尘，根据其它工程现场实测情况，类似路面交通运输产生的扬尘影响范围一般在宽 10～50m、高 4～5m 的空间内，3min 后较大颗粒即沉降至地面，微细颗粒（所占比重较小）在空中停留时间较长。经现场查勘，枢纽工程主要施工道路路面两侧积尘较多，车辆扬尘可能会对道路周边产生一定影响。但由于车流量不大，影响范围有限。并且随施工工期的结束，该影响将消失。

移民外迁后，湘河水利枢纽施工区附近评价范围内无居民点分布，施工车辆扬尘不会对居民点的环境空气造成不利影响。

灌区工程临时施工道路周边分布有部分居民点，车辆扬尘可能会对路边居民点产生一定影响。但由于车流量不大，影响范围有限。

（2）施工粉尘对大气环境的影响

本工程施工粉尘主要来自清基、隧洞开挖、混凝土拌和、砂石料粉碎筛分、料场开采、弃渣堆放、水泥作业等，主要污染物为 TSP。

工程施工时产生的粉尘对敏感点局部大气环境将产生一定影响，根据对不同施工现场的监测，施工现场空气中 TSP 的浓度可达到 3.17～4.26mg/m^3，其影响范围可达 200～250m，湘河水利枢纽施工现场附近并无居民点等敏感点，因此，施工仅对施工区域大气环境有一定影响。随施工工期的结束，该影响将消失。

根据施工规划，灌区两侧有南木林镇及热欧档、达龙、夏尔马、白玛当、西塘、曲白、扎嘎、孔阿、雄雄、雪堆、雪麦、玄昌、奶白等村庄，达那乡及空江、孔朗、扎塘等村庄，秋木乡及班宗村，多角乡及娘木、仲康、卓欧钦、东恩、俄巴、康莎、央村、洞祖、冲堆等村庄，卡孜乡及康堆、聂仓、怕玛多、扎翁、学玛、罗宗、旺孜、普鲁岗、泽嘎、鲁古东、切达等村庄等。施工中产生的各种大气污染物大多以无组织的形式排放，施工过程产生的废气可能对其会产生一定的影响。但本工程以升级改造为主，并有部分新建，各渠道采用分段施工，每段的施工工程量不大，由于各村庄与其相邻的明渠长度较短，施工时间不会太长，因此影响程度有限。

砂石及块石料场进行生产开采时也将产生一些粉尘。据现场查勘，石料场、石料加工系统均远离居民，无村庄环境敏感点，环境空气影响不大。产生的粉尘只是对现场施工人员影响较大，需采取一定的劳动保护措施。

混凝土拌和系统在进料和搅拌时将产生粉尘，浓度平均约为 1000mg/m^3，根据施工布置，工程混凝土拌和系统分别布置在左右各一处，据现场勘查，湘河水利枢纽混凝土拌和系统附近无居民点，影响不大。灌区工程混凝土拌和系统绝大部分为可移动式，规

模较小，在做好环境空气保护措施后对周边居民点影响不大。

（3）机械排放废气对大气环境的影响

工程施工机械的燃料主要有燃油，其排放废气在公路上为线源污染，在施工区附近形成点源污染，排放尾气主要污染物为 NO_2。工程地处空旷的河谷地区，大气扩散条件较好，污染物对区域环境空气质量不会产生明显影响。湘河水利枢纽施工区附近没有居民等敏感点，施工活动产生的废气主要是对施工人员产生影响不大。灌区工程施工区所处位置地形开阔，大气扩散条件较好，施工期燃油产生的污染物量较小且排放分散，对环境空气影响较小。

4.10.2 声环境

（1）噪声源分析

根据枢纽工程施工特点、规模及场地布置的方式，工程施工活动产生的噪声主要包括以下类型：固定噪声源：固定、连续式的施工机械设备运行产生的噪声；流动噪声源：车辆运输流动噪声。根据施工设备选型情况，主要施工机械、车辆及加工设备噪声源强（取值于《环境保护实用数据手册》及中油规划总院对某些施工机械噪声实测数据）详见表 4.10-1。

施工主要机械噪声源强表

表 4.10-1

设备名称	混凝土搅拌机	推土机	挖掘机	综合加工噪声	运输车辆	装载机
噪声级 dB（A）	75～88	86	84	105	75	90

（2）固定点源噪声预测

施工分区根据工程特点和施工需要，采用集中与分散相结合的原则进行规划。根据重大建筑物的分布特点、现有进场交通条件、土石方开挖与利用平衡等多方面综合考虑，整个工程采用分区布置，各工区临时设施又尽量相对集中。

根据地形条件和施工需要，湘河水利枢纽工程设 2 个生产加工区，工区设置情况如下：综合生产加工区分为两个区即 1#综合生产加工区和 2#综合生产加工区，占地面积 3900m^2。1#综合生产加工区规模较小包括综合仓库、施工营地以及办公生活区。2#综合生产加工区规模较大包括综合加工厂包括木材加工厂、钢筋加工厂、混凝土预制厂、综合仓库等。坝区综合仓库设两个分别布置在坝址右岸下游约 150m 台地及右岸下游约 500m 处台地上后者规模较大。施工生活区附近无村庄环境敏感点，砂石料场开采爆破和砂石料加工系统生产仅对近场施工人员产生影响，所以不对其进行计算分析。对施工

区内混凝土拌和系统、综合加工作业等产生的噪声进行预测。

灌区工程固定噪声点源主要来自砂石料加工系统、混凝土拌和系统、综合加工作业等。根据施工总布置，工程砂石料加工系统布设于料场附近。附近无环境敏感点，砂石料加工系统生产仅对近场施工人员产生影响，所以不对其进行计算分析。只对施工区内混凝土拌和系统、综合加工作业等产生的噪声进行预测。灌区两侧有南木林镇及热欧档、达龙、夏尔马、白玛当、西塘、曲白、扎嘎、孔阿、雄雄、雪堆、雪麦、玄昌、奶白等村庄，达那乡及空江、孔朗、扎塘等村庄，秋木乡及班宗村，多角乡及娘木、仲康、卓欧钦、东恩、俄巴、康莎、央村、洞祖、冲堆等村庄，卡孜乡及康堆、聂仓、怕玛多、扎翁、学玛、罗宗、旺孜、普鲁岗、泽嘎、鲁古东、切达等村庄等。

① 预测模式

根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2009）有关要求，采用下列预测公式进行预测，并选取各设备最大源强参与计算。

固定点源噪声源计算公式：

$$L_{A(r)}=L_{wA}-20\lg r-8$$

式中：L_A（r）—距声源 r（m）处的 A 声级，dB；

L_{wA}－A 声功率级，dB；

r－测点与声源的距离，m。

用声能迭加求出预测点的噪声级：

$$L_{总}=10\lg(\sum_{i=1}^{n}10^{0.1Li})$$

式中：$L_{总}$——预测声级，dB；

L_i——各迭加声级，dB；

n——n 个声压级。

② 预测结果

按最不利情况考虑，即取源强最大值，推土机 86dB，挖掘机 84dB。经计算，施工区机械施工噪声其影响范围见表 4.10-2 和表 4.10-3。

施工区机械施工噪声点源预测值

表 4.10-2

噪声源	源强	离声源不同距离的噪声预测值（dB）							
		10m	20m	25m	50m	60m	70m	80m	100m
挖掘机	84dB	56	50	48	42	40.4	39	38	36

推土机	86dB	58	52	50	44	42.4	41	39.9	38

施工机械噪声叠加预测值表

表 4.10-3

噪声源	离声源不同距离的噪声预测值（dB）							
	10m	20m	25m	50m	60m	70m	80m	100m
挖掘机和推土机	60	54	52	46	44	43	42	40

按最不利情况考虑，即取源强最大值，混凝土拌和系统 88dB，综合加工厂 105dB。经计算，施工区固定连续噪声点源预测见表 4.10-3 和表 4.10-4。

施工区固定连续噪声点源预测值

表 4.10-3

声源	源强	离声源不同距离的噪声预测值（dB）							
		20m	50m	100m	150m	200m	280m	400m	600m
混凝土拌和系统	88dB	54.0	46.0	40.0	36.5	34.0	31.1	27.9	24.4
综合加工厂	105dB	71.0	63.0	57.0	53.5	51.0	48.1	44.9	41.4

施工区固定连续噪声点源叠加预测值

表 4.10-4

声源	离声源不同距离的噪声预测值（dB）							
	20m	50m	100m	150m	200m	300m	400m	600m
混凝土拌和系统和综合加工厂	71.1	63.1	57.1	53.6	51.1	47.6	45.1	41.5

（2）流动声源噪声预测

① 预测模式

各种载重型汽车的交通运输产生的噪声均可视为流动声源，其噪声的大小与车流量、车型、车速及路况等因素有关，拟采用下列模型计算其衰减量。

流动声源预测模式：

$$Leq = LA_{\max} + 10\lg\frac{N}{V} + 10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right) + \Delta S - 13$$

式中：*Leq*－预测点处的声压级，dB（A）；

LA_{max}－距车辆行驶路面中心 7.5m 处的源强

N－车流量，辆/h;

V－车速，km/h;

r－测点与参照点的距离，m。

ΔS－噪声传播途中声屏障的减噪量

根据交通运输道路路面状况，ΔS 取－11。运输车辆距行驶路面中心 7.5m 处的平均辐射噪声级，按下列公式计算：

$$重型车辆\ LA_{max}=75+0.18V$$

式中：V－车辆平均行驶速度，km/h

② 预测结果

工程施工交通干线昼间车流量约为 30 辆/h，车速约 35km/h；夜间车流量为 10 辆/h，车速 30km/h。交通流动噪声影响范围见表 4.11-5。

施工交通干线两侧噪声影响范围预测表

表 4.11-5

噪声发生时间	离声源不同距离的噪声预测值 dB（A）						达标距离（m）
	10m	15m	20m	40m	50m	100m	
昼间	57.6	55.8	54.6	51.6	50.6	47.6	20
夜间	53.4	51.6	50.4	47.4	46.4	43.4	70

（3）施工噪声影响分析

① 湘河水利枢纽施工噪声影响分析

施工区评价范围内无居民点分布，从声环境现状监测结果看，工程区主要声源为流水、风声等自然噪声等，无噪声污染源分布，声环境质量良好。

从影响范围预测结果看，施工产生的综合噪声在距施工场地 600m 处即可衰减低至背景值。根据施工布置，坝区综合仓库设两个分别布置在坝址右岸下游约 150m 台地及右岸下游约 500m 处台地上，其中后者规模较大。施工营地受施工机械和综合加工噪声影响较小。生产加工系统产生的噪声主要影响系统附近工作人员。

② 灌区工程施工噪声影响分析

灌区工程施工区域周围有部分村庄及部分林地，居住相对集中，过往车辆较少，主要声源为生活噪声、风声和动物鸣叫等自然噪声。施工作业的昼间瞬短期内噪声可能会超出《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准，但由于渠道以升级改造为主，并有部分新建，渠道采用分段施工，各段的施工工程量不大，强度较低，总体噪声影响不大。其他敏感点昼间噪声贡献值达标。其它施工机械产生的噪声主要影响施工工作人员，对施工营地基本没有影响。

③ 对外交通噪声影响分析

施工期对外交通主要有 318 国道、省道及乡道，交通噪声主要来源于进出施工场区

和碎石料场、块石料场的运输车辆，主要影响区域为进场道路沿线两侧的人群聚居点等。

湘河水利枢纽施工交通车辆及施工车辆基本以大型载重汽车为主，噪声级最高可达82dB(A)，声源呈线形分布，交通噪声的影响与车行速度、车流量密切相关。就该项目而言，工程量相对较小，经类比分析，高峰时进出场车流量约 30 辆 / h，故只要加强管理，施工交通噪声不会对周围环境及声学保护目标产生明显的不利影响。

渠道施工总体工程量不大，强度较低，总体噪声影响不大。

4.10.3 固体废弃物

（1）施工期影响

① 施工弃渣的影响

湘河水利枢纽工程区施工总弃渣量 86.81 万 m^3，其中 13 万 m^3 剥离无用层就近回填到填筑料场），运往弃渣场集中堆至 97.94 万 m^3。灌区工程区施工总弃渣量 29.48 万 m^3，其中就地平整 12.37 万 m^3，运往弃渣场集中弃置 17.11 万 m^3。渣场占压将破坏原地貌、植被与地表组成。同时，由于弃渣场属人工塑造的松散堆积体，在采取适当的护坡、排水等防护措施，可减少渣体冲刷、滑落和坍塌，避免水土流失。

② 建筑垃圾的影响

本工程建筑垃圾主要来自施工人员所住工棚和附属企业、建筑的拆除等，施工区生产废料和建筑垃圾在做好废物利用集中处理，危险固废由有资质单位统一处理后影响不大。

③ 生活垃圾的影响

湘河水利枢纽工程区施工期长 48 个月，施工期总工日 137.93 万工日，生活垃圾人均产生量为 0.44kg/人·d，共产生垃圾 606.89t。灌区工程区施工期为 48 个月，施工期总工日 114.40 万工日，生活垃圾人均产生量为 0.44kg/人·d，施工期共产生生活垃圾 503.36t。南木林县建有生活垃圾填埋场，可满足工程生活垃圾无害化处置的需要，收集后的生活垃圾运至南木林县生活垃圾填埋场进行无害化处理后影响不大。

（2）运行期影响

湘河水利枢纽工程运行期管理人员 30 人，每天将产生生活垃圾 0.030t/d，每年 10.95t。灌区运行期管理人员 21 人，生活垃圾 0.021t/d，每年生活垃圾产生量为 7.67t。运行期生活垃圾收集后运至南木林县生活垃圾填埋场进行无害化处理后影响不大。

4.10.4 局地气候

湘河水利枢纽正常蓄水位 4099.00m 时，水库总库容 1.156 亿 m^3，水库干流回水长

度约 9km，水库形状仍基本保持河道型。

建库后，由于夏雨季中因水体温度低，气层稳定，对流不发达，因而减少的雨量，远比冬季（水体温暖）增加的雨量多得多，水库上空及沿岸气流的背风地段降水会有所减少，气流方向的迎风坡降水将增加。由于水库区年平均气温较低，蓄水后对周边局部气温有一定影响，气温的变化情况将是春、秋、冬季的平均气温和年平均气温略有升高，对夏季则有一定的降温影响。由于水面拓宽，风速有所增加。冬季库水位较高，水面增宽较多，风速变化率较大；夏季库水位下降，水面增宽较小，风速变化也较小。建库后库区的风速和极大风速均不大。

建库后，水体对局地气候效应不会彻底改变该地区干旱少雨的现状，但对库区及库周近地层局地气候产生一定影响，尤其是湿、温度的增加有利于库周生态系统的良性循环。但是，湿、温度的增加有利于蚊虫等孳生，可能会使疟疾、细菌性痢疾等疾病的发病率增加，对人群健康带来一定程度的不利影响。

4.10.5 人群健康

枢纽工程对人群健康的影响主要由施工人员进驻引起。水利枢纽工程施工高峰人数达 1325 人，灌区工程施工高峰人数为 2435 人，施工人员聚集，加大区域人口密度，若不加强环境卫生、饮用水卫生、食品卫生管理，如不注意环境卫生和疾病检疫、防疫，有可能造成痢疾、病毒性肝炎、肺结核等传染病流行；施工人员来自不同地区，可能会带来其居住地的病原体，相互感染。如不加强预防检疫工作，可能导致疾病流行。施工人员应加强自身防护，对发现异常状况的人员及时隔离治疗。

目前，工程所在的南木林县及乡镇一级，已建立了较完善的县、乡医院卫生保健体系，可为外来施工人员提供医疗服务。施工单位在进驻施工区期间，应加强防疫和公共卫生管理工作，以避免疾病的传播和流行。

4.10.6 土壤环境

4.10.6.1 灌溉对土壤气、热状况的影响

土壤是一种多孔体，土壤水分和土壤空气共存于土壤孔隙中，水多则气少，容易造成土壤闭气，恶化土壤的通气条件；水少则空气增加，土壤通气良好。土壤中的水分，直接制约着通气状况。

土壤水分状况还影响着土壤的热状况。水的容积热容量比空气高 3000 多倍，在灌溉后，土壤水分较多，提高或降低一定土温所需的热量就多，这使土壤温度不容易升高和降低。水的导热率比空气大 25～30 倍。因此，土壤水分多时，土壤的导热性显著提

高。

由于湿土易导热，灌溉土壤表面白天吸收的热量很快向下传导，表土的温度不易升高，而夜间又因下层热量对流向上传导，表土温度也不容易下降，使灌区土壤昼夜的温差较小，可以达到“以水调温”的目的。

4.10.6.2 灌溉对土壤微生物的影响

在灌水后的一两天内，微生物数量将有所减少，但接着就会很快增加，一般至第 4～5 天达到最大值，然后再缓慢地恢复至初始状况。受灌溉影响最大的有硝化细菌、放线菌、反硝化细菌和破坏纤维素的细菌等。反硝化细菌和纤维素细菌的破坏在 80％的饱和含水量时最为强烈，这就是说，在灌溉以后这几类微生物的发育最为迅速。在最小含水量时，即为饱和含水量的 20％，放线菌得到最好的发育条件。但是，随着土壤的干燥，硝化过程则逐步减弱。

4.10.6.3 灌溉对土壤养分的影响

作物从土壤中吸收养分必须以土壤水为媒介，灌溉能提高作物对土壤中钾的吸收能力。但是，灌水过多，速效性的硝态氮容易变成游离态氮消失在空气中，常温下氧气在水中的溶解度约为 10mg/l，灌水土壤表层约有数毫米的氧化态，其下则为还原态。氮素（NH^{4+}）在氧化层中以硝酸态形式存在（即硝化作用），当其进入还原层中则逐步还原为氮气逸出（即反硝化作用）。

土壤灌水后，土壤中的部分 $FePO_4$ 被还原为 Fe_3（PO_4）$_2$，Fe_3（PO_4）$_2$ 的溶解度大于 $FePO_4$，且土壤在浸水过程中磷酸铁由结晶态转变为无定形的胶态，表面积增大，使土壤中磷素易溶于水，从而导致土壤中的磷素被淋洗和流失。

同时，土壤水分过多，通气不良，在腐殖质化时，还积累大量的有机醇、酮等中间产物和硫化氢、甲烷等还原性物质，对作物和微生物产生毒害作用。

4.10.6.4 灌溉对土壤次生盐渍化的影响

干旱气候区的灌区，在灌溉过程中直接影响土壤的水盐状况，由于灌溉携带的盐分在灌溉土壤中累积，同时灌溉后地下水位升高，在干燥炎热和过度蒸发条件下，土壤毛管水上升运动强烈，致使地下水及土壤中盐分向地表迁移并在地表附近发生积盐的过程及结果就称为土地盐渍化或土地盐碱化。如果由于灌溉不当等人类活动原因引起一些非盐渍化的土地发生盐渍化，则称为次生盐渍化。

(1) 土壤次生盐渍化产生的原因

土壤的次生盐渍化是包气带岩性、地下水埋深、水文地质条件、水文气象条件等综合作用的产物，特别是水文地质条件及地下水的埋深更是对土壤次生盐渍化的形成发展起着决定性的因素，兹将各因素简单分析如下：

① 包气带岩性

灌区内土壤发生次生盐渍化的地段，包气带的岩性一般质地比较粘重，质地粘重土壤的包气带毛细水上升高度要比质地轻的土壤高。如果毛细水上升到地表土层，由于蒸发的作用，地下水中的盐分就留在地表土壤中，毛细作用又不断地将盐分运移至地表，水分不断蒸发便形成了土壤的盐渍化。在干旱季节，不致引起表土积盐的最小地下水埋深，称为地下水临界埋深，土壤质地与地下水临界深度的关系具体见表 4.10-6。

土壤质地与地下水临界深度的关系

表 4.10-6

土壤质地	砂土	砂壤土～轻壤土	中壤土	重壤土～粘土
临界深度（m）	1.5	1.8～2.1	1.6～1.9	2～1.4

② 地下水的埋深及水质

土壤次生盐渍化形成的主要因素应是地下水的埋深，凡水位埋深小于地下水临界埋深的地段均有可能发生盐渍化，而大于却不易见到盐渍化。水质及地下水的循环条件是土壤发生次生盐渍化的次要因素，在地下水循环条件好的地段，土壤中的盐分被地下水溶解带走，而地下水循环差的地段，土壤中盐分相对容易富集。灌溉水以及地下水的水质对土壤次生盐渍化的形成也有较大的影响，盐渍土中的盐分，是通过水分运动带来的，而且主要是地下带来的。所以，干旱地区地下水位的埋深和地下水含盐量（矿化度）大小，密切地影响着土壤盐渍化的程度，地下水位越高，矿化度越大，土壤表层积盐就越严重。地下水埋深及矿化度对土壤盐渍化程度的影响具体见表 4.10-7。

地下水埋深及矿化度对土壤盐渍化程度的影响

表 4.10-7

盐渍化程度	地形	地下水埋深（m）	地下水矿化度（g/L）	土壤及地下水盐分组成
非盐渍化土地	缓岗	＞3	0.5～1	Cl^-、HCO_3^- SO_4^{2-}、CO_3^{2-}
轻盐渍化土地	微斜平地 交接洼地边缘	2～3	1～2 2～5	HCO_3^-、SO_4^{2-} HCO_3^-、Cl^-

重盐渍化土地	洼地边缘	0.5～2	2～5 5～10	Cl^-、SO_4^{2-} SO_4^{2-}、Cl^-

③气候

降水量小，蒸发量大等气候条件是形成土壤次生盐渍化的另外一个重要因素。降水量小、气候干燥，蒸发量远大于降水量这些气候特点有利于土壤中水分的蒸发，无法蒸发的盐分逐渐驻留在土壤中，待雨季或灌溉时才被淋溶返回，在如此反复的作用下便促进了盐渍化的形成。

(2)灌区土壤次生盐渍化产生趋势

灌区地下水主要受大气降水、冰雪融水补给，经冲沟向汇入灌区中部的季节性河流。灌区内地下水主要为第四系松散堆积层孔隙水，沿季节性河流一带属潜水，与地表水互为补给。水化学类型为不具侵蚀性。灌区地下水埋深 4～7m，绝大部分地区位于地下水位以上。

灌区覆盖层主要为冲洪积壤土、漂卵砾石层砂卵石，除上部薄层砂壤土透水性较差，毛细管水上升高度 1.20～2.50m 较大外，其余漂卵砾石，粗粒土透水性好，毛细水上升高度不大。根据现场调查，地下水多分布于下部粗粒土中，各灌区目前未见大面积沼泽化、盐碱化土地分布。

灌区均在天然排泄通道的基础上设计有专门排涝措施。在确保天然排泄通道和专门排涝措施不被堵塞的条件下，灌溉及渠道的少量渗漏的水量完全可以向灌区外排泄，不会引起地下水位的大幅度抬升。灌区均具有天然的地表水排泄通道且具备设置排涝措施条件，地下水埋深较深，无大面积沼泽化、盐碱化土地分布。灌溉水源满足灌溉用水标准，灌溉引起灌区地下水位抬升影响范围有限，引起大范围土地沼泽化的可能性小。

灌区工程建成运行后，灌溉回归水量有所增加，但同时灌区的排水系统也更加完善，在灌区灌排系统布局及其具体设计中着重考虑了控制地下水水位、农田降渍等方面的要求，各灌区的排水系统均为独立的排水系统，排水系统采用“灌排分开”的方式布置，与灌溉渠道相邻，分为干沟、支沟、斗沟、农沟等固定沟道。完善的田间灌溉系统，可做到灌排配套，能控制地下水位，有效地防止土壤过湿和次生盐渍化的发生。作为灌溉水源的湘河河水矿化度低，水质较好，加之灌区毛管水不甚发育，可减少土体水分的无效蒸发，可抑制因蒸发带来的返盐现象，具备了不易积盐的特征。极少部分地下水埋深浅的地区，为盐分向地表积聚创造了条件，但灌区的灌溉用水时段主要为 4～8 月份，12 月部分农田进行冬灌，但灌溉水量很小，而灌区的集中降水时段为 5～9 月份，集中的

降水对灌溉期间的小量聚盐有较好的冲洗降盐作用，降低了灌区发生土壤次生盐渍化的可能性。

总体上分析，只要采取科学合理的灌溉方式，灌区发生大面积土壤次生盐渍化的可能性极小。但从小地形来看，尤其是在低洼地区的局部高处，由于蒸发快，盐分聚积更强烈，随着时间的推移以及盐分积累效应，有可能发生局部盐渍化。

4.11 移民安置和专项复建环境影响

4.11.1 移民安置环境影响

（1）移民安置区环境情况

本工程在初步提出安置区方案的基础上，根据现场实地调查并征得移民意见的基础上，反复讨论各方有利因素，确定本县卡孜乡卡孜村作为移民安置区。

卡孜乡卡孜村位于南木林县的西南部，紧靠湘河一侧，平均海拔 3930m，自然条件较好，适宜农作物和牧草生长。卡孜乡政府距南木林县 14km，紧邻 203 省道，交通条件十分便利。电力条件相对较好，有发展经济和发展大规模农业商品经济的地理条件。且该安置点不涉及自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感区，不存在环境制约因素。

（2）水环境影响

1）施工期影响

移民安置区施工期对水环境产生影响的污染源主要为移民安置和专业项目复建过程中产生的生活污水和生产废水。

房屋建设和配套设施建设中产生的生产废水主要含 SS，且浓度较高，但由于复建公路标准较低，房屋多为砖混结构，其生产废水的排放量很小，且具有间歇和短期排放的特点，同时，由于安置区太阳辐射强烈，蒸发量大，因此其生产废水在经沉淀蒸发后对周围水体的水质影响不是很大。

另外，施工人员驻地将产生一定的生活污水，由于施工人数少，工期短，产生的生活污水量也较小，生活污水在强烈蒸发的作用下，几乎不会对周围水体的水质产生影响。

2）移民进驻后影响

移民进驻后影响对水环境的影响主要表现为移民安置点产生的生活污水等。

规划生产安置人口将全部出乡在多角乡种植业安置。生活污水中主要污染物为 SS、生化需氧量和化学耗氧量。虽说生活污水的排放量小，但由于其具有长期性，若任意排放将对周围水体的水质产生一定的影响。因此，移民安置点产生的生活污水需进行处理

和综合利用。

（3）生态环境影响

1）对植物的影响

移民安置对植被影响主要源于移民宅基地以及必要的基础设施占地、移民安置建设活动中的开挖、弃渣等对植被的影响。

多角乡所在区域降水少，植被发育较差，生长稀疏，为农牧结合区，多已开辟为耕地。居民点建设，将会在一定程度上减少区域的植物量，同时，随着人口的增加，牲畜量也将增加，可能引起草场过度放牧，退化、沙化。但因为安置区植物种类组成与大区域内植物种类组成基本相似，均为广布种，因此，不导致物种的减少。经实地考察，该区域内没有珍稀、濒危植物的分布，不存在对珍稀、濒危植物的影响。

2）对动物的影响

移民安置活动期间，占地、开挖等施工活动一定程度地干扰了安置区原有生态系统的平衡，原有植被的丧失剥夺了小型兽类，如各种鼠类的生存环境，地表的扰动也对动物的栖息环境造成一定的干扰，迫使该区域动物迁往它处。

移民安置区人类活动频繁，区域内没有珍稀野生动物的分布，随安置区人口的不断增加，适合农田生态系统活动的野生动物数量将会有所增加。

（4）固体废弃物影响

1）垃圾的影响

移民安置后日常生活将产生一定的生活垃圾，建设相应的收集设施，生活垃圾收集后运至南木林县生活垃圾填埋场进行无害化处理后影响不大。

2）弃渣的影响

房屋建设和配套设施建设中将产生一定数量的弃土弃渣。移民安置点地貌类型单一，地形简单，地势平坦，平均坡度均在 10°以下，无需采取特殊工程措施，场地平整工程量较小。因此，房屋建设和配套设施建设中产生的弃土弃渣也较小。

工程建筑垃圾主要来自施工人员所住工棚和附属企业、建筑的拆除等。由于房屋建设和配套设施建设组成简单，工程量小，工程产生的建筑垃圾量也相对较少，及时清理合理处置后影响不大。

（5）对移民生产条件、生活质量的影响

根据移民安置规划，移民安置的生产用地标准为：人均耕地 3.0 亩，共调整土地 2460 亩（含饲料用地 820 亩）；建设用地标准：人均 120m^2；供水标准：110L/人.天。居民

点每户厕所考虑旱厕形式。

结合《村镇规划卫生标准》、《城镇环境卫生设施设置标准》（CJJ27-2005），每个居民点结合公共设施设置公厕 1 座，生活垃圾按照每人每天 1～1.2kg 计算，并按照 70m 服务半径设置垃圾收集点。在居民点内部种植当地宜生植物，并按照适当比例配植公共绿地。

从总体来看，移民安置促进了移民生活质量提高。由于移民安置居住环境的变迁，移民迁建新建房屋，房屋质量提高，改善卫生条件，移民生活环境将大为改善。同时随着规划的逐步实施，将使安置区的交通、通信、水电等基础设施得到很大改善，对改善环境卫生、预防疾病和保护健康也将具有积极作用。

随着移民建设资金的投入，为资金短缺、贫困落后的移民安置区经济发展注入了强大的动力，必将促进当地资源的开发，推动社会和经济的发展。

（6）移民及安置区人群健康的影响

安置区离原住地不远，且生活习惯、卫生防疫与原住地基本相同，且安置后移民生活环境、质量都有所提高，移民安置不会增加新的传染病种，对现有附近居民健康不会产生不良影响，相反，随着经济水平的不断提高，移民安置区居民的医疗卫生条件会不断改善，逐渐改变就医难的现状。

4.11.2 专项复建环境影响

专业项目复建包括：交通工程、输变电工程和电信工程等。

（1）交通工程

南申公路和南热公路改建至库周淹没线以上高程后，连接原有道路，改线长度为 8.788km 和 7.095km。在距加热村上游约 3.85km 处复建桥梁 1 座，长 50m。

复建交通工程规模较小，不涉及重大环境敏感区，施工期有一定的粉尘、噪声污染和固废产生。施工过程中路基开挖、填筑、取土、弃土等活动会扰动地表植被，影响的植被类型主要为灌丛和草地等，对地表植被产生一定的影响，施工过程中可能产生一定的水土流失，但对动物的影响不大。因此，应及时采取防尘降噪、固废处置措施，做好施工期水土保持，施工迹地需及时进行植被恢复，以减少影响。

（2）输变电工程

输变电工程规划复建两条线路改线至右岸山坡上，复建 35kV 输电线路 16.95km，10kV 输电线路 15.68km，工程规模较小，不涉及重大环境敏感区。

施工期间有少量的开挖和混凝土基础浇注，并产生轻微的施工噪声、少量粉尘和固

废产生，施工期在杆塔缆线架设时挖、填方引起局部水土流失。应及时采取防尘降噪、固废处置，做好场平和植被恢复等措施后，对周边环境不会造成大的影响。

（3）电信工程

电信工程规划复建两条线路改线至右岸山坡上，复建移动通信线路 17.6km，电信通信线路 16.0km，工程规模较小不涉及重大环境敏感区。在及时采取防尘降噪、固废处置，做好场平和植被恢复等措施后，对周边环境不会造成大的影响。

5 环境保护措施及其可行性论证

5.1 设计原则、依据、目标和体系

5.1.1 设计原则

根据各环境因子的现状评价和影响预测的结果，针对工程建设带来的不利环境影响，遵循“预防为主”的原则，拟定环境保护对策与减缓措施。西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护对策措施的规划设计原则为：

（1）预防或减免环境影响的原则：针对雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区，工程方案进行了优化调整，取消了原可研方案中位于保护区内的灌区，经调整后灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为 40m 和 500m。在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变保护区内已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。

（2）恢复环境功能的原则：依法规划设计，通过采取环境保护以及水土保持措施，最大限度地恢复原有环境功能。

（3）合理布局，因害设防的原则：因地制宜选择合理的环境保护、水土保持措施，针对施工生产、生活废水、噪声等采取处理和防护措施，同时，还应加强施工区的环境管理，减少工程施工对人群健康等的影响，做到工程措施与管理措施相结合。

（4）及时性原则：根据本工程建设施工进度，合理安排环境保护、水土保持措施的实施，尽量减少对环境的危害性。

（5）整体性协调原则：处理好环境保护、水土保持措施规划设计中近期和远期、永久性和临时性的关系。

（6）可持续性原则：正确处理工程建设与环境保护的关系，所选的方案必须具有可持续性，以确保工程建设区环境功能的逐步恢复以及区域经济的可持续发展。

5.1.2 设计依据

（1）《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号(1998 年 11 月 29 日)；

（2）《建设项目环境保护设计规定》（〔87〕国环字第 022 号）；

（3）《水利水电工程量计算规范》（DL/T5088-1999）；

（4）《灌溉与排水工程设计规范》（GB50286－99）；

（5）《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程可行性研究报告》。

5.1.3 设计目标

根据本工程所在区域的环境功能，确定环境保护措施的设计目标，同时考虑了在回用设计中主体工程的特点及要求。设计目标具体见表 5.1-1。

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护措施设计目标

表 5.1-1

项目	设计目标	
自然保护和陆生生态	根据雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区的功能分区，工程灌区已进行了优化调整，灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为 40m 和 500m，避免了保护区的占用和对黑颈鹤等的影响；保护动植物的生态完整性、稳定性以及物种的遗传资源。	
水生生态	保证河流生态和环境的下泄流量，维持和改善河流生境；设置过鱼设施，确保鱼类上溯过坝；购买鱼苗放流，提高河段鱼类资源量。	
废水	处理标准	处理达标后回用，不排放
	相应指标	SS≤70mg/L；pH 6～9；BOD_5≤20mg/L；CODcr≤100mg/L；石油类≤5mg/L。
废气	排放标准	GB16297－1996《大气污染物综合排放标准》中的一级和二级标准。
	相应指标	颗粒物≤1 mg^3/L；氮氧化物≤0.12 mg^3/L；二氧化硫≤0.4 mg^3/L。
噪声	排放标准	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）相应标准。 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。
	相应指标	建筑施工场界环境噪声排放标准：昼间 75dB，夜间 55dB； 工业企业厂界环境噪声排放标准限值：昼间 60dB，夜间 55dB；
固体废物	施工期、运行期各类固体废物收集处理。生活垃圾集中收集，运至南木林县生活垃圾填埋场进行无害化处理。施工区生产废料和建筑垃圾做好废物利用，集中处理。危险固废由有资质单位统一处理。	
土壤侵蚀	水土流失防治目标如下：项目防治责任范围内扰动土地整治率达到 95%，水土流失总治理程度达到 85％，土壤流失控制比为 0.7，拦渣率达到 95%，林草植被恢复率达到 95%，林草覆盖率达到 20％。	

维护工程建设区生态系统的完整性和稳定性，受影响的保护动植物不至因工程建设而消失。

预防、治理工程建设区的水土流失，保障工程的安全运行，妥善处置工程建设过程中产生的弃渣，使水土流失防治目标如下：扰动土地整治率达到 95%，水土流失总治理度达到 85%，土壤流失控制比为 0.7，拦渣率达到 95%，林草植被恢复率达到 95%，林草覆盖率达到 20%。

合理安排环境保护措施的布局，使废气、噪声达标排放。

控制施工区、移民安置区地方病、传染病的发病率在现状水平以下；改善工程区移

民和居民的生产、生活质量，确保移民安置区经济发展不低于原有水平。

5.1.4 措施体系

根据环境影响预测评价结论，针对工程建设带来的诸如水环境污染、生态环境破坏、水土流失等不利环境影响，展开环境保护规划设计。西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护对策措施体系具体见图 5.1-1。

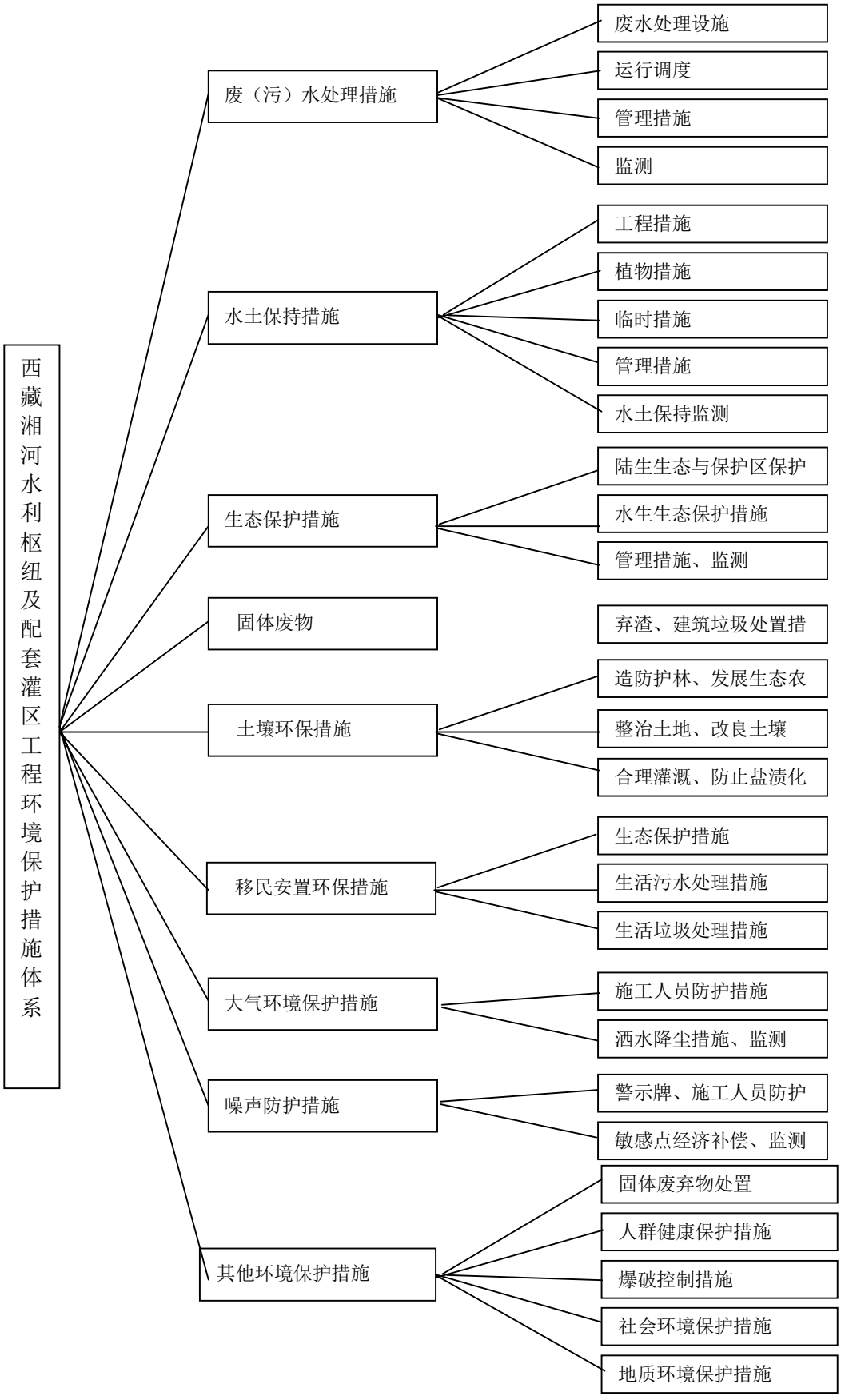


图 5.1-1 西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护措施体系图

5.2 工程方案优化调整

(1) 灌区工程优化调整

工程原可研推荐灌区设计布置 8 条干渠、29 条支渠和 6 座取水枢纽的工程总布局方案。干渠总长 130.33km。其中左岸干渠全长 65.44km，右岸干渠全长 64.89km。支渠总长度 47.29km。其中左岸山边干渠 1 条，艾玛岗干渠 15 条，右岸央村干渠 13 条。取水枢纽包括无坝取水方案和有坝取水方案。无坝取水方案布置 5 座取水口，1 座取水枢纽为央玛取水枢纽。斗渠、农渠共 81 条，长度共计 77.52km。其中，干渠工程不涉及保护区核心区，涉及缓冲区约 18.96km。

在工程可行性研究设计过程中，根据雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区的功能分区，优化了工程布局，取消对原工程中涉及自然保护区的工程部分。经调整后灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为 40m 和 500m。避免了保护区的占用和对黑颈鹤等的影响，保护动植物的生态完整性、稳定性以及物种的遗传资源。

(2) 各类施工场地优化调整

工程原可研的灌区山巴砂砾石料场位于雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区，9 处填筑料场涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区。灌区工程弃渣场中有 12 座涉及自然保护区。灌区下游段 8 处施工场地位于雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区内。灌区工程施工临时道路较长，其中艾玛岗灌渠新建 36.27km、改建 4.17km 和央村灌渠新建 30.08km、改建 3.56km 涉及自然保护区。

在工程可行性研究设计过程中，料场、渣场、施工场地和临时道路均针对雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区的功能分区进行了优化，避免了占用自然保护区。

(3) 移民安置点优化调整

工程原可研的移民安置点位于多角乡多白塘，部分涉及自然保护区的实验区。

在工程可行性研究设计过程中，对移民安置点进行了优化调整，选择了位于自然保护区外的卡孜乡卡孜村，不涉及自然保护区，与保护区边界最近距离约为 15km。

通过对灌区工程、各类施工场地和移民安置点等的优化调整，较好地避免了自然保护区占地，减少了对自然保护区的影响。

工程调整情况及与保护区的关系见表 5.2-1。

工程调整情况及与保护区的关系表

表 5.2-1

序号	名称	2017 年 3 月的可研	2017 年 5 月的可研	最新可研
湘河水利枢纽		坝址位于南木林县城上游约 15km，距离保护区边界约 50km，工程各类占地均不涉及保护区		
灌区工程	干渠	8 条 130.33km（约 21.84km 涉及保护区缓冲区、25.05km 涉及实验区）	调整为 8 条 108.49km（约 25.05km 涉及保护区实验区）	调整为 8 条 82.9km（均位于保护区外，不涉及）艾玛岗干渠和央村干渠与保护区边界最近距离分别约为 500m 和 40m
	支渠	29 条 47.29km（约 27.9km 涉及保护区缓冲区、16.63km 涉及实验区）	调整为 14 条 19.39km（约 16.63km 涉及保护区实验区）	调整为 1 条 2.76km（位于保护区外，不涉及）山边支渠与保护区边界最近距离约 30km
	斗农渠	82 条 77.52km（约 2.85km 涉及保护区缓冲区、8.2km 涉及实验区）	调整为 82 条 74.67km（约 8.2km 涉及保护区实验区）	调整为 76 条 66.47km（均位于保护区外，不涉及）艾玛岗 2#干农渠和央村 3#干斗渠与保护区边界最近距离分别约为 2.6km 和 600m
	料场	有 1 处砂砾石料场和 9 处填筑料场位于保护区内	进行了调整，均位于保护区外，不涉及	
	弃渣场	有 12 座弃渣场位于保护区内	进行了调整，均位于保护区外，不涉及	
	施工场地	有 8 处施工场地位于保护区内	进行了调整，均位于保护区外，不涉及	
	施工道路	有新建 66.35km 和改建 7.73km 涉及保护区缓冲区和实验区	有新建 22.04km 和改建 3.36km 涉及保护区实验区，不涉及缓冲区	进行了调整，均位于保护区外，不涉及
	取水口	布置 5 座无坝取水口和 1 座有坝取水枢纽，均位于保护区外，不涉及		
移民安置点		位于多角乡多白塘，部分涉及自然保护区的实验区	调整为卡孜乡卡孜村，位于自然保护区外不涉及，与保护区边界最近距离约为 15km。	

5.3 陆生生态保护措施

5.3.1 建设方案优化措施

5.3.1.1 进一步优化工程施工方案

进一步优化工程施工方案，包括湘河水利枢纽和干渠支渠修建的先后顺序、时间进度、运输线路、材料和器械停放、施工人员活动范围、施工废料处理等，应进行详细规划，以免在施工过程中出现乱堆、乱丢、乱占的现象，给施工点周围的植被及植物物种带来大的损失。

5.3.1.2 合理规划施工区域，减少用地

施工区位于青藏高原高寒脆弱生态区，植被覆盖度低、生态环境极为脆弱，在施工方案的基础上应进一步合理规划施工区域，减少占地，特别是在植被覆盖率相对较高的灌渠附近，把施工活动限定在一个尽可能小的范围内，严禁施工人员和器械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏。

5.3.1.3 优化取、弃土场设计

工程取、弃土场的设置要在最大限度地做到挖填平衡之后，减少土石方远距离纵向调运数量，尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失。在优化取、弃土场选址和土石方纵向调运的基础上，项目取、弃土场的具体设置情况通过立地条件分析确定。

5.3.1.4 减少对森林、农田等的占用

工程区森林、农田等数量较少，为黑颈鹤等部分野生动植物冬季寻找食物的主要来源，工程施工过程中应尽可能减少对森林、农田等的占用，以减少对森林生态系统、农田生态系统生态的植被破坏和对动物的干扰。

5.3.2 施工期生态保护措施

5.3.2.1 对植物及植被影响的消减措施

施工期严格按照设计的要求在施工区施工，在保障建设的前提下，施工过程中尽量不占用原生草本植被的原则等。同时，开挖坡面和施工占地应立即进行裸露区的植被恢复，对于使用林地范围应严格控制，禁止砍伐项目区林木，尽量将中小胸径苗木进行移植。

本工程所在地属于生态环境脆弱、水土流失严重的区域，枢纽工程的建设，尤其是

施工道路的建设应尽量避免和减少深挖和高填，尽量减少施工扰动面，以减轻对自然生态和植被的破坏，施工人员应在施工的征地范围内活动，尽量减轻非施工因素对周围牧草地的占用与压踏。

5.3.2.2 对野生动物影响的消减措施

（1）合理规划施工方案，主要控制工程占地规模，尽量不占或少占林地。施工道路、渠道等线性工程布置应尽量减少对沿线自然生态的破坏。施工道路尽量利用已有线路，避免再次开挖造成二次影响。

（2）采取合理先进的施工方式，尽量避免开挖、取料对地表的植物资源的破坏，做到开挖破坏与平整恢复平衡。施工过程中应减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰。车辆运输时，应尽量低速行驶，尽量不鸣笛，减少对动物的惊扰。

（3）根据野生鸟类和兽类的觅食等活动规律，合理安排施工期，工程施工期已避开黑颈鹤越冬季节，同时还应避免在晨昏、夜间施工，尽可能选择在白天施工。

（4）加强对弃场、弃渣场防护，采用有效废水废渣处置措施，污废水会处理后不排放，避免影响湿地植物或游禽、涉禽和其他涉水动物生境。对施工产生生活垃圾实行定点堆放，科学处理。

（5）在施工过程中，如发现有国家重点保护野生动植物，可立即报告当地林业和环保部门进行保护。对施工过程遇到受伤的重点保护的动物，应送往救护站或有关保护单位。

5.3.2.3 生态环境保护的教育和宣传

在工程建设期间，以公告、散发宣传册等形式，加强对施工人员的生态保护宣传教育，通过制定严格的制度，禁止乱砍乱伐损坏征地范围以外的植物资源，不得猎杀野生动物和食用保护野生动物，禁止在施工河段进行捕鱼活动或从事其它有碍水生生态环境保护的活动。

5.3.3 运营期生态保护措施

5.3.3.1 选择适宜乡土植物种类进行植被恢复

根据当地的气候特点，选择适宜的锦鸡儿、砂生槐、沙蒿、针茅等抗逆性强、适生性强、生快长、自我繁殖和更新能力的植物种类进行植被恢复，避免外来物种的入侵，并做好防治森林病虫害、森林防火等措施，使植被尽快恢复。

5.3.3.2 生态恢复与补偿措施

拟建干渠和支渠工程实施后，首先要及时恢复干渠和支渠两侧的土壤。施工期间破

坏的各种植被和生境，要求其植被恢复达到或超过原有的标准。植被恢复应注意群落结构设计（包括植物种类、乔灌草混交方式、种植密度等）。根据立地条件的不同，采取不同的植被恢复措施。草地的植被恢复应针对不同岩土组成生境的水分条件，主要依靠优势生活型植物种类，进行乔、灌、草不同生活型植物类型的合理配置，建立起植被与生境水分条件的群落生态关系，方能达到成功的目的。如在侵蚀冲沟两侧等坡度较大的坡地，土壤极干旱，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。

根据当地的气候特点，选择适宜的林草种如锦鸡儿、砂生槐等抗逆性强、适生性强、生快长、自我繁殖和更新能力的植物种类。避免外来物种的入侵，并做好防治森林病虫害、森林防火等措施，使植被尽快恢复，达到较高的覆盖率和成活率。

5.3.4 黑颈鹤的保护和恢复措施

黑颈鹤为候鸟，通常生活在沼泽地、湖泊及河滩等湿地环境。每年早春3月集群离开越冬地云贵高原北上迁至青藏高原东北部，在高寒草甸沼泽地或湖泊河流沼泽地中选择适应的地区于4月下旬开始繁殖育幼。到了10月下旬则飞到青藏高原东南部、云贵高原及中印、中巴边境过冬。

黑颈鹤目前在评价区内数量较多且受保护状态较好的原因有：第一，藏族同胞把黑颈鹤看作“神鸟”，不会捕杀黑颈鹤。第二，黑颈鹤已对农田生态系统已经形成了特殊的依存关系。黑颈鹤冬季越冬时经常在未翻耕的青稞、油菜、苜蓿、荞麦和马铃薯农田上觅食，作物收割过后地表大量的作物残余构成了黑颈鹤越冬期主要食物来源，植物的根、昆虫、鱼、蛙偶尔也作为食物补充。第三，黑颈鹤与人类利用同一资源的时间是交错开的，正好与人类不会形成利益冲突。黑颈鹤每年 10 月～11 月结群飞至青藏高原南部和东南部越冬，以农田为觅食地，这时农田已经收获完毕，而待到春耕开始之前，黑颈鹤每年 3～4 月排“一”或“人”字形已飞往北方的湿地繁育幼雏。

5.3.4.1 对黑颈鹤的保护措施

（1）注意退耕还林区选择的适当性

在黑颈鹤保护区，当地政府有意进行退耕还林工作，但实际上黑颈鹤很少选择在人工林中活动。在退耕还林点的选择上保持认真谨慎的态度，尽量避开黑颈鹤觅食场所，适当控制造林造草的面积，如果选择的退耕还林区域不当，不仅会导致黑颈鹤夜栖地消失，而且还有可能会改变黑颈鹤的觅食地，不利于黑颈鹤的生存发展。

（2）注意对当地居民的教育

尽管藏族同胞把黑颈鹤看作“神鸟”，不会捕杀黑颈鹤。但是评价区黑颈鹤生存的环

境中可能还存在使用农药灭鼠灭虫等现象。对当地居民应该大力宣传如何保护黑颈鹤，尽量做到不使用农药灭鼠灭虫，避免黑颈鹤摄入毒素。

（3）施工期保护措施了黑颈鹤能在冬季更好的觅食和栖息，也考虑到冬季施工的困难，施工时间的选择上需要避开黑颈鹤在评价区越冬的时节。

对黑颈鹤等野生动物进行识别宣传和设置标示牌。

对施工人员进行必要的野生动物保护教育和自身安全教育，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁追赶、惊吓、捕杀野生动物。

5.3.4.2 黑颈鹤的恢复措施

（1）生境恢复

灌溉工程施工结束后应该立即恢复因为施工所破坏的原有植被。施工期选择在 4～10 月，避开了对黑颈鹤的直接干扰，在施工结束立即恢复原有生境，这将不会影响冬季黑颈鹤归来后的觅食和栖息活动。

（2）增加觅食地点的食物量

在工程施工及施工后的 1～2 年，可专门建立黑颈鹤食源地：可以对长势不好的部分农田不进行收获，以增加黑颈鹤冬季的食物量和吸引黑颈鹤返回越冬。不进行收获的农田由保护区管理机构按照农作物的市场价给予村民补偿。

5.4 水生态保护措施

5.4.1 生境保护与修复措施

5.4.1.1 流域栖息地保护

(1) 流域规划环评总体要求

根据《西藏自治区湘河流域综合规划环境影响报告书》，针对甲措藏布、拉布藏布流量较干流小，属于湘河流域上游支流，按照“确保底线”的生态环境保护要求，规划环评提出规划调整建议为：将湘河水库作为开发梯级，甲措电站和旁堆电站不列入本次综合规划，甲措藏布、拉布藏布暂不开发。

从水生生态调查结果看，鱼类三场（越冬场、产卵场、索饵场）主要分布在南木林镇以下河段。考虑到湘河电站建成后，大坝下游流水生境大多消失，对流水生境要求比较高的鱼类将无法在库区内生存，支流将成为这些鱼类最后的栖息地，对这些鱼类资源的保护至关重要。因此，建议加强对支流的保护，设立栖息地保护区，严禁渔业捕捞，禁止水电开发、采矿以及建设对水环境影响较大的企业等，并进行长期的水质、鱼类和

水生生物等生态环境监测。

规划环评建议应对南木林镇以下河段的支流进行重点保护。

从整个规划出发，湘河上游的拉布藏布和甲措藏布流域面积较大，与枢纽工程湘河水库较远，应重点保护，这将对保护湘河的鱼类资源有重要作用。

结合规划，环评建议在湘河干、支流上划分水生生态保护河段，保护水生生态环境完整性，保护鱼类资源的栖息地。

① 湘河

湘河优先保护河段主要包括：

多角乡至河口河段，保护对象主要为微生境结构、鱼类栖息和产卵场所、越冬、索饵场所以及河口水生生境。

南木林镇至卡孜乡河段，保护对象主要为为微生境结构、鱼类栖息和产卵场所、越冬、索饵场所以及支流水生生境。

② 甲措藏布

甲措藏布优先保护河段：干流甲措藏布源头至甲措电站坝址河段，该区域主要保护河道连通性、微生境结构。

③ 拉布藏布

拉布藏布优先保护河段主要包括：拉布藏布源头至旁堆电站坝址河段，该区域主要保护河道连通性、微生境结构。

在湘曲、甲措藏布和拉布藏布设立水生生态保护区域，对于保护当地水生生态环境，保护鱼类栖息地，有积极作用。

2014 年 8 月，西藏自治区环保厅以藏环审[2014]131 号文对规划环评出具了审查意见，要求旁堆电站和甲措电站暂不列入本轮规划。

(2) 流域干支流概况

湘河发源于冈底斯山脉中段的谢通门县娘热乡卡嘎村吉古勒附近。干流全长 182km，流域面积 7418km^2，其中冰川面积约 86.4km^2。河源海拔 5700m，河口海拔 3810m，河道平均坡降 10.4‰。

湘河流域主要支流有拉布藏布、洛扎藏布等，面积大于 100km^2 的支流有 13 条，其中大于 1000km^2 的支流有两条，见表 5.4-1。

湘河流域主要支流统计表

表 5.4-1

序号	支流名称	与坝址关系			流域面积(km^2)	河长(km)	比降(‰)	河流特性
		位置	距离	岸别				
1	也日阿曲	坝上	82.6	左	202	22	13.7	常年流水河流
2	宇弄加茶曲	坝上	81.63	右	155	21	24.2	常年流水河流
3	怒玛曲	坝上	68.7	左	151	19	19.3	常年流水河流
4	新紧朗曲	坝上	55.7	左	144	20	25.5	常年流水河流
5	洛扎藏布	坝上	29.8	左	1356	61	14.0	常年流水河流
6	则学藏布	坝上	28.4	右	272	33	16.1	常年流水河流
7	则嘎浦曲	坝上	24.4	左	103	16	61.7	常年流水河流
8	宗荣曲	坝上	18	右	311	40	25.3	常年流水河流
9	拉布藏布	坝上	2.1	左	2378	110	10.2	常年流水河流
10	达那沟	坝下	2.56	左	150	17	44.7	常年流水河流
11	娘普沟	坝下	19.6	右	114	20	57.0	常年流水河流
12	秋木沟	坝下	29.7	右	261	27	39.1	常年流水河流
13	仲康沟	坝下	35.4	右	104	17	42.9	常年流水河流

其中，湘河流域属于干旱区，降水量小，蒸发量大，支流规模较小，多为季节性冲沟，尤其是水利枢纽下游河段两岸。冲沟两岸植被条件较差，松散堆积物较丰富，旱季一般无水流，雨季则常有山洪、泥石流。

(3) 水电开发情况

湘河流域目前共有电站 3 座，总装机容量为 1700kW。其中罗扎藏布（上游甲措藏布的支流）上的甲措电站装机 200kW，为小型乡村电站，主要供应周边村庄生活用电。湘河上的拉岗一级电站装机 500kW，由于水量、机组老化等原因已基本停止运行；拉岗二级电站装机 1000kW，由于引水渠道渗漏、冬季冰冻、机组老化等原因，电站也已基本停止运行。上述电站均为地方小型电站，均为通过渠道从湘河取水发电，未在湘河上建坝。

(4) 灌溉情况

湘河流域内乡镇、人口、耕地及农牧业比较发达的区域多集中在河流沿岸的河谷地区，主要位于甲措藏布和拉布藏布汇合后的湘河干流两岸。流域内灌渠也主要分布于此，即湘河水利枢纽控灌范围内，目前已建渠道共 19 条，总长 250.66km，其中 11 条为已衬砌渠道，衬砌渠道长度 67.1km，其余为土渠。上述灌渠均为无坝取水，从湘河干流沿岸设置取水口和渠道直接引水灌溉下游两侧农田。

(5) 生境现状

湘河水利枢纽初拟正常蓄水位 4099m，最大坝高 51m，回水至干流甲错藏布拉亚村和支流拉布藏布热让村处，其中甲错藏布河段长约 8.4km，拉布藏布河段长约 5.5km。湘河水利枢纽坝下至汇入雅鲁藏布江的干流河段长度约 68.7km，相对于上游河段，下游段河宽逐渐增大，河床坡度减缓，水体规模增大，水流变缓。湘河库区及坝下河段两岸无较大支流汇入，虽分布有多条小型冲沟，但平常基本无水流。

湘河干流河段比降总体不大，水深较浅，水流较缓，为礁石砾石底质，沿岸分布有多处沙砾石滩，与库尾以上河段及坝址以下河段的生境大致相同，其中在汇入雅鲁藏布江河口附近形成大片的河床沙洲。库尾和坝址断面处捕获的鱼类有双须叶须鱼、拉萨裸裂尻鱼、细尾高原鳅、异尾高原鳅和斯氏高原鳅等，与坝址以下的湘河干流河段鱼类种类相同，相对而言坝下河段鱼类数量有所增加，尤其是接近河口区域。库区河段在甲措藏布与拉布藏布交汇处分布有一处产卵场，长约 2.5km。坝上 2km 处和拉布藏布河口上游各分布有 1 处索饵场。甲措藏布和拉布藏布交汇处及甲措藏布入湘河河口以上 1.5km 附近也是鱼类的越冬场。大坝下游河段有艾玛河段、达隆村至白马当村河段、角乡至切达村河段等 3 处产卵场分布，有 4 处索饵场和 4 处越冬场分布。

坝上河段开发利用率较低，无水电站分布，坝下河段原拉岗水电站已基本报废，无在湘河干流建坝的电站。库区及坝下河段沿岸有部分取水口和渠道引水灌溉下游两侧农田。

从湘河流域干支流及开发情况看，河流天然生境较为天然，未进行大规模的开发，主要为从干流设岸边取水口和渠道灌溉下游沿岸农田。流域内现状未进行梯级水电开发，水电装机容量不大，目前仅有一座已建甲措小型乡村电站（未在干流上建坝）在运行，供应周边村庄生活用电。且湘河流域规划环评建议将湘河水库作为开发梯级，甲措电站和旁堆电站不列入本次综合规划，甲措藏布、拉布藏布暂不开发。因此，除湘河水利枢纽外，流域内无其它水库和电站工程，预计未来流域开发强度较低，栖息地状况良好。

5.4.1.2 生境保护

(1) 工程主要影响分析

从鱼类调查结果分析，湘河流域的鱼类资源量分布总体上较为均匀，基本上与水体规模相关，以下游靠近汇入河口段为大，尤其是雅鲁藏布江干流河段。在湘河水利枢纽坝址所在河段及以上的支流水域分布的鱼类种类和数量均会较下游河段有所减少，鱼类

从雅鲁藏布江干流长距离洄游到湘河水利枢纽以上河段的可能性较小。因此，虽然工程建设将截断部分洄游性鱼类的觅食、产卵、越冬的通道，可能导致洄游性鱼类数量和种类群减少。一些喜急流生境的鱼类将会随水文情势的变化向上游甲措藏布或拉布藏布支流迁徙，主要分布在库尾及以上河段，其库区的资源量将有可能有所减少。库区河段的鱼类产卵场将上移至库尾以上河段，库区河段的索饵场和越冬场的规模将扩大。

坝下河段的央玛取水枢纽溢流坝高度为 4.0m，将形成一小型库区。央玛取水枢纽利用堰坝建设鱼坡进行过鱼，坝下仍可维持流水生境。工程建设后央玛取水枢纽库区的多角乡至切达村河段产卵场将上移，下游河段的产卵场水量有所减少，2 处的规模均将会有所减少。达隆村至白马当村产卵场的水量有所减少，对其有一定的影响。对鱼类索饵和越冬影响不大。

(2) 栖息地保护总体布局

根据湘河流域综合规划环评及审查意见要求，甲措梯级和旁堆梯级不开发，整个河段目前无在干流上主坝的水电工程。除湘河水利枢纽和央玛取水枢纽外，无其它规划建设的拦河闸坝。因此可将湘河水利枢纽库区以上河段、坝下至河口河段作为栖息地生境进行保护，库区以上的甲措藏布和拉布藏布保持现有状态，暂不开发，以最大程度保持湘河流域的天然性和水生生态的完整性。

湘河水利枢纽工程坝址处河道较为宽阔，在甲措藏布和拉布藏布汇合口附近有较大面积的河滩地集中分布区，滩地表面为大块砾石，底部为砂砾或细沙。随着湘河水利枢纽的建成运行，库区河段及沙滩被淹没，而库尾以上为流水河道，水流进入库尾时，对水流具有一定的顶托作用，因此，库尾一定范围内容易出现泥沙沉积的现象，抬高和河床高程。随着工程的运行和水库水位消落，库尾河段将仍有一定的流水生境和砾石底质生境，可形成新的鱼类产卵场。因此，可作为鱼类栖息地进行保护。

湘河水利枢纽工程坝址以下河段河道逐渐变宽，沿河分布有多处砾石沙滩，尤其是靠近雅鲁藏布江的河口附近，滩地表面为大块砾石，底部为砂砾或细沙。工程建成运行后，湘河水利枢纽坝下河道水量与原有变化相比有所减少，但仍维持砾石沙滩河床的特点。央玛取水枢纽对河道产生一定的淹没影响，库尾一定范围内容易出现泥沙沉积的现象，抬高和河床高程，其库尾河段的沙滩面积将有所增大，仍具备流水生境和砾石底质生境，原有鱼类产卵场可能上移至此。由于利用堰坝建设鱼坡进行过鱼，坝下仍可维持流水生境，仍然具备鱼类产卵条件。因此，坝下至湘河汇入雅鲁藏布江河口河段，长度约 68.7km，尤其是湘河汇入雅鲁藏布江河口附近。

栖息地保护共包括 3 部分，其中湘河水利枢纽库区以上的干流甲措藏布河段约128km，支流拉布藏布河段 103km，坝下至湘河汇入雅鲁藏布江河口约 68.7km 河段，见附图 5-1。

5.4.1.3 栖息地保护措施

湘河水利枢纽位于藏区，现状基本无固定捕鱼人员，但随着工程建设和交通等基础设施的改善，很可能会为该地区带来一定数量的外来人员。为避免外来人员进入后捕捞湘河鱼类，建议将整个湘河流域河段设置禁渔区，在湘河沿岸设置禁渔、禁捕的标示牌，尤其是湘河汇入雅鲁藏布江河口附近。加强对鱼类“三场”水域保护，建议设立相应的标示牌。

加强河段渔政管理，广泛开展禁渔、禁捕及鱼类保护的宣传教育工作。

严禁渔业捕捞，使库区、上游及坝下河段内的鱼类生活史得以顺利完成，维持其种群的延续，减缓工程对鱼类资源的影响。

建议与地方渔业主管部门协调，针对鱼类产卵季节的 5 月～8 月，重点加强鱼类产卵场和资源的保护。

同时，工程考虑了下游的生态用水需求，在鱼类产卵季节下泄水量接近湘河天然情况下的流量，在黑颈鹤越冬季节下泄流量过程总体与天然情况下的下泄过程保持一致。

5.4.2 过鱼设施

5.4.2.1 采取过鱼设施的必要性

(1) 相关法律法规要求

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”。

根据国家环境保护总局办公厅下发的《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），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。”

另外，根据《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）的《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》要求，水生生物通道恢复措施包括鱼道、升鱼机、集运鱼系统等，在必要的水工模型试验基础上，明确了过鱼对象、主要参数、运行要求等，且满足可研阶段设计深度要求。

湘河水利枢纽采用碾压式沥青混凝土心墙砂砾石坝型，最大坝高为 51m，属于高水头大坝，淹没涉及甲措藏布和拉布藏布，库区回水长度 10.1km。央玛取水枢纽溢流坝高度为 4.0m，库区淹没面积相对较小。因此，根据国家有关法律法规的规定，本工程采取适当过鱼措施是非常必要的，且湘河水利枢纽和央玛取水枢纽应根据不同工程的特点，分别研究采取适合的措施。

(2) 流域鱼类特点

经调查，湘河水利枢纽及配套灌区工程所在共调查到鱼类资源 15 种（现场捕获标本 13 种，渔民访问调查 1 种、资料核实 1 种），其中外来鱼类 4 种，分别为鲇、鲫鱼、麦穗鱼和栉鳃虎鱼；土著鱼类 11 种属 2 目 3 科 11 种（属），占雅鲁藏布江中游鱼类的 68.75%。从区系特点上来看，湘河流域流鱼类组成较单纯，主要由三大类群组成：鲤科的裂腹鱼亚科、鳅科的条鳅亚科和鲇形目鮡科。在湘河水利枢纽库区及坝下河段均有鱼类产卵场、索饵场和越冬场分布，基本无长距离洄游鱼类，评价区鱼类完成生命史所需空间相对较小，评价区干流河段及库区上游支流还存在一定的繁衍栖息的条件，能够完成其生命过程，维持种群延续。

由于湘河水利枢纽大坝和艾玛取水枢纽的阻隔影响，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。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逐步丧失遗传多样性。因此，从流域鱼类情况看，本工程应采取过鱼措施。

5.4.2.2 主要过鱼设施类型分析

目前，主要的过鱼设施类型包括鱼道、仿自然旁通、鱼闸、集运鱼系统和升鱼机。其主要特点和试用条件如下：

(1) 鱼道

鱼道为呈连续阶梯状的水槽式过鱼构筑物，由进口、槽身、出口和诱鱼补水系统等

组成。进口多布置在水流平稳，且有一定水深的岸边或溢流坝出口附近。可适用于大部分鱼类，对鱼类洄游能力要求不高，鱼类通过鱼道上溯时，不会受到伤害。

主要缺点为高水头大坝适用性较差，且需结合电站枢纽布置，对主体工程和调度运行有一定的影响。

(2) 仿自然旁通道

仿自然旁通道是在岸上人工开凿的类似与自然河流的小型溪流，通过溪流底部、沿岸由石块堆积成的障碍物的摩阻起到消能减缓流速的目的。

仿自然旁通道系统要求有足够的空间，一般应用于缓丘低山地形，不适宜水头过高的大坝，也不适宜高山峡谷区，还应避开人口稠密区域、减少对鱼类的干扰。

(3) 鱼闸

鱼闸设计原理与船闸相似，由下水槽、闸室、上水槽 3 部分组成。利用上、下两座闸门调节闸室内水位变化过鱼。鱼闸一般用于中低水头水电工程，鱼类通过鱼闸时费力不大，对游泳能力差的鱼类尤为适用。

主要缺点是对枢纽布置有一定的影响，过鱼不连续，运行维护较为复杂。

(4) 升鱼机

原理与电梯相似，由进鱼槽、竖井、出鱼槽三大主要部分组成。由进鱼槽口放水，将下游鱼类诱入进鱼槽，接着用赶鱼栅把鱼驱入竖井，提升竖井至上游水位，打开出鱼槽驱鱼入上游水域。升鱼机可用于中高水头大坝，对枢纽建筑物干扰较小。

主要缺点为运行维护较为复杂，并需一定的管理人员。

(5) 集运鱼系统

分为集鱼和运鱼两部分，通过一定的诱鱼手段，将下游的鱼集中到船体或箱体当中，然后通过鱼船或者汽车运输将鱼运输到合适水域，从而达到过坝的目的。集运鱼系统可用于高水头大坝，对枢纽建筑物没有干扰。

主要缺点是受诱鱼效果的制约较大，集鱼范围较小，运行时有机械噪声、振动等，影响集鱼效果。

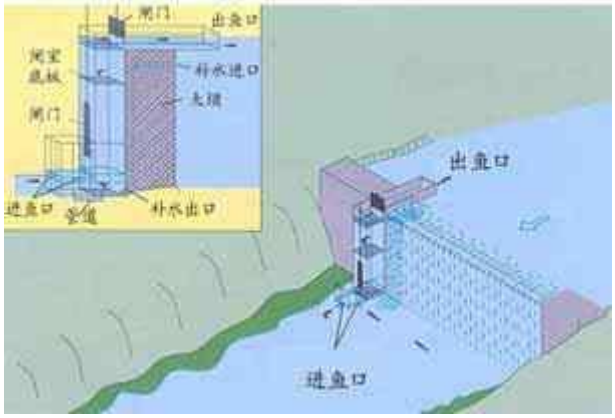
主要几种类型过鱼设施示意见图 5.4-1，各种过鱼设施应用范围与效果见表 5.4-2。



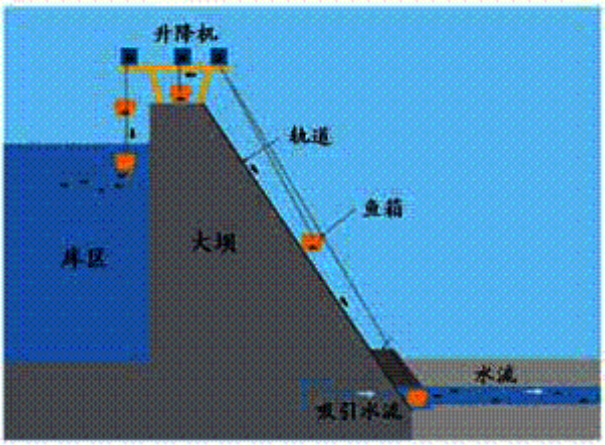
鱼道



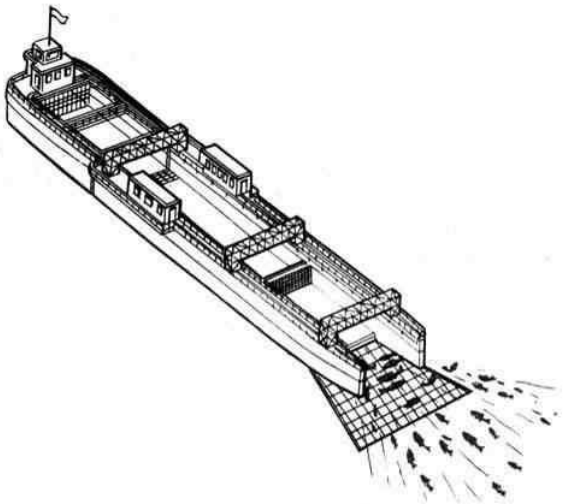
仿自然旁通道



鱼闸



升鱼机

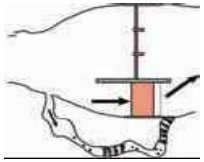
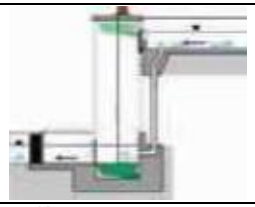
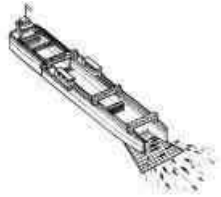


集运鱼系统

图 5.4-1　主要几种类型过鱼设施示意图

各种过鱼设施应用范围与效果

表 5.4-2

类型	示意图	原理	应用范围	优缺点	效果
鱼道		采用混凝土式通道，内部设有各式隔板、将水槽分隔成一系列互相沟通的水池。	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。	不适合于高坝（坝高不宜超过40m）水利水电工程。	鱼道型式多样，不适宜上游水位变化频繁的区域。
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，为流水性水生生物提供栖息空间，能够绕过大坝且能很好与当地环境结合。
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。	适用于中低水头，或空间、水流量有限区域。	设计和建造技术要求高，需要频繁地维护和运行，运行维护较为复杂，但对水消耗较低。	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。
升鱼机		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。	适用于中高水头，或空间、水流量有限区域。	需要空间不大，在设计和建造上对技术要求较高，运行维护较为复杂。	对游泳能力弱的鱼类效果较好。
集运鱼系统		通过坝下集鱼设施把鱼收集后，运至库区或其它地方放流，达到坝下、坝上鱼类繁殖交流。	适用于高水头，或空间、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，受诱鱼效果的制约较大，集鱼范围较小。	该类型过鱼设施应用范围较广，针对鱼类生物学特征设计集鱼、运鱼系统，过鱼效果较好。

5.4.2.3 主要过鱼对象及习性分析

根据水生生态调查结果，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；依鱼类资源现状考虑，可按极危种、濒危、易危、稀有、依赖保护、接近受协的顺序选择；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、性成熟年龄和繁殖周期、繁殖力低的鱼类优先考虑。

根据调查，湘河河段的鱼类中无国家级保护鱼类，有西藏自治区保护鱼类尖裸鲤和黑斑原鮡两种。土著鱼类 11 种属 2 目 3 科 11 种（属），包括鲤科裂腹鱼亚科的尖裸鲤、拉萨裂腹鱼、巨须裂腹鱼、异齿裂腹鱼、双须叶须鱼和拉萨裸裂尻鱼 6 种，鳅科条鳅亚科的细尾高原鳅、短尾高原鳅、异尾高原鳅和斯氏高原鳅 4 种，鮡科 1 种为黑斑原鮡，属典型的高原鱼类区系。上述鱼类在湘河水利枢纽的上、下游均存在，不存在长短距离的洄游现象。

因此，工程河段需要重点保护的鱼类为省级保护鱼类尖裸鲤，同时兼顾河段内其它 8 种鱼类。过鱼目的主要为满足上述鱼类的短距离繁殖洄游和上下游基因交流要求。过鱼季节方面主要考虑成鱼产卵季节，不同鱼类的时间有所不同，分布于 5～8 月之间。过鱼规模宜根据上下游过鱼对象的种群规模而定，以满足上下游种群之间充分交流为目标。主要鱼类生活习性主要如表 5.4-3。

湘河流域主要鱼类生态习性统计一览表

表 5.4-3

种名	生态习性	体长（cm）	栖息区水文特征	繁殖产卵特点
尖裸鲤	西藏特有鱼类，雅江中游干支流砾石底、流水处活动，主食其他水生昆虫、摇蚊幼虫及其它鱼类。	16.7～29.9	水层：中层 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s	繁殖期 5～7 月，喜缓流河湾产卵，卵沉性。
拉萨裸裂尻鱼	主食藻类和无脊椎动物；多在水流急的砾石底河段或支流岸边栖息，但也有适于静水环境的类型。冬季在深水处或石缝中越冬。幼鱼多在缓流或河边多水草的沼泽内成群游动。	3.7～38.5	水层：中下层 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s，亦能适应静水环境	有生殖洄游习性，繁殖期 5～6 月，多在砾石底的河滩处产卵，沉性卵，具粘性。
双须叶须鱼	多栖居于干支流砂石底质的洄水或缓流处，冬季深水越冬习性。主食水生昆虫，兼食硅藻。	14.2～38	水层：底层 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8	繁殖季节 5～6 月，产卵于砾石质的流水滩。沉性卵。

种名	生态习性	体长（cm）	栖息区水文特征	繁殖产卵特点
异齿裂腹鱼	多在干支流水质清澈、砾石底质的流水处活动，冬季深水越冬。主食着生藻类	13.5～37.0	水层：底层活动 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s	5～6 月为繁殖旺季，产卵场在浅滩流水处
拉萨裂腹鱼	栖于干流砾石深水区活动，主食底栖无脊椎动物，兼食水生昆虫、着生藻类。	13～24	水层：底层鱼类 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s	5～6 月产卵盛期，繁殖亲鱼 5～7 月集群活动。卵沉性。
巨须裂腹鱼	干流敞水处活动，主食底栖无脊椎动物，兼食部分着生藻类。有生殖洄游习性。冬季在深水区越冬。	4.8～18.6	水层：底层鱼类 水深：0.1～1.4m 流速：0.4～0.8m/s，亦能适应静水环境	1～2 月繁殖。繁殖季节上溯到支流或水流平急的粗砾石质长滩产卵。卵沉性。
细尾高原鳅	喜急流水，主食着生藻类，亦摄食寡毛类和摇蚊类幼虫。	3.5～6.7	水层：底层 水深：0.1～0.6m 流速：0.6～1.0m/s	6～7 月繁殖。产卵旺季 7 月，沉性卵，略带粘性。
异尾高原鳅	喜栖于河流或湖泊浅水草丛或石砾间，主食剑水藻、肠盘藻、摇蚊幼虫或底栖介形虫。	3.0～8.3	底层：底层 水深：0.1～0.6m 流速：0.5～1.0m/s	6～7 月繁殖，卵沉性兼粘性
斯氏高原鳅	喜急流河段石砾缝隙中，主食藻类和底栖浮游动物。	3.2～9.1	水层：底层 水深：0.1～0.6m 流速：0.5～1.0m/s	多次性产卵鱼类。6～8 月繁殖。粘性卵。
短尾高原鳅	喜栖于河流或湖泊浅水草丛或石砾间，广布与西藏高原江河和湖泊中。	4.3～11.7	水层：底层 水深：0.3～0.8m 流速：0.2～1.0m/s	6～7 月繁殖，卵沉性兼粘性
黑斑原鮡	喜栖息于沙底，水流缓慢的河流中；主食水生无脊椎动物。	6～10	底层鱼类 水深：0.3～1.0m 流速：0.2～1.0m/s	5～6 月繁殖，在砂石底质的河道中产卵。粘性卵。

从上述鱼类的习性来看，多为栖息于河流中下层的鱼类，部分为底层鱼类。产卵季节的范围为 5～8 月，其中主要为 6～7 月。同时，根据藏木鱼类增殖放流站建成后各鱼类的繁殖技术参数记录，巨须裂腹鱼的适宜产卵水温在 11℃左右，黑斑原鮡为 15℃左右，其它鱼类在 13℃左右。考虑到鱼类产卵水温要求，在满足 11℃以上水温的过鱼时间主要为 6 月下旬。因此过鱼时间主要考虑 6 月下旬至 8 月，为水温相对较高的产卵季节。

根据调查，湘河河段的鱼类体长为裂腹鱼亚科鱼类多为 40cm 以下，高原鳅鱼类和黑斑原鮡多为 10cm 以下。

5.4.2.4 水利枢纽运行特性和集放鱼区域分析

(1) 坝下水位分析

湘河水利枢纽工程属不完全年调节水库，回水长度 10.1km，水库总库容为 1.156 亿

m^3，正常蓄水位 4099m，水库相应库容为 0.95 亿 m^3，兴利调节库容为 0.69 亿 m^3。大坝为沥青心墙土石坝，最大坝高 51m，坝长 520m。湘河电站属采用有压引水式发电，电站装机 40MW，采用 4 台 1000kW 混流式水轮发电机组，发电死水位 4080m，单机发电流量为 30.2m^3/s。湘河水利枢纽设置了生态流量管，从引水发电钢管引接一支管，管径为 1.2m，可下泄不小于 11m^3/s 的生态流量。

湘河水利枢纽设置了生态流量管，当下泄 10m^3/s 的生态流量时，坝下水位约为 4053.1m。电站一般情况下，按满足日调节运行要求，在半台机发电～四台机满发之间运行，半台机发电时，坝下水位约为 4053.2m，而当两台机组满发时，坝下水位约为 4053.9m，四台机组全部满发时坝下水位约为 4054.1m。当遭遇 P=1%设计洪水位时，溢洪道下泄量 1016m^3/s，坝下水位为 4056.2m；当遭遇 P=0.05%洪水时，工程总下泄量 1700m^3/s，坝下水位为 4057.0m。

因此正常运行工况下，坝下水位在 4053.1～4054.1m 之间变化，变幅约为 1m。当遭遇洪水泄洪时，坝下河道水位抬高，最高约为 4057.0m，较满发流量时抬高约 2.9m。

(2) 集鱼位置分析

鱼类上溯时一般情况下会沿岸边前行，并选择河流中向阳、避风的区域。侧线是鱼类的皮肤分布的沟状或管状的感觉器官，当水流冲击鱼类身体时，通过侧线感知方位和流速。因此，鱼类通过侧线感知水流方向和强度，在其克流能力条件下，通常是顶着水流，沿着河道主流方向游泳，水流方向改变，它们也改变方向。一般在身体状况良好的情况下，鱼类洄游时会拼劲全力上溯到其能达到的河流最上游。

电站在不同的运行方式下，下游尾水渠就有不同的流态和流速，下游鱼类的上溯和集群，受电站发电水流影响较大。一般情况下，电站发电尾水下游附近为鱼类聚集区域，鱼类感受到水流将尽其所能游至可游到的最上游区域。根据相关研究文献，径流式电站靠岸边机组运行时和靠导流墙机组运行时，下游不同的流态下鱼类呈现不同的集群情况，径流式电站不同工况时下游流态和鱼类集群示意见图 5.4-2。

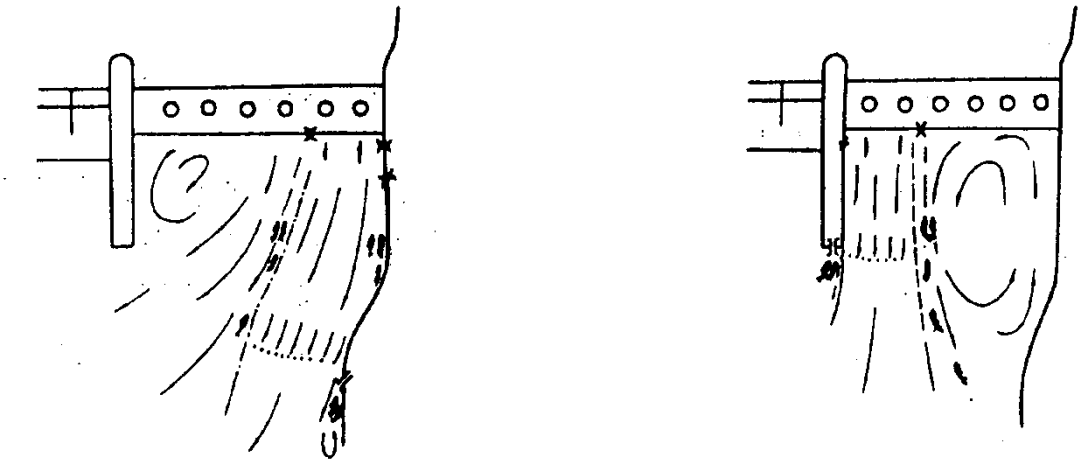


图 5.4-2　径流式电站不同工况时下游流态和鱼类集群示意图

湘河水利枢纽电站采用坝后式地面厂房，从左岸发电洞引水至坝轴线下游约 170m 处的河床中部。发电厂房的左侧为现有河床和溢洪道，右侧为河床主流。四台混流式发电机组横向布置，生态流量管位于发电厂房的右侧靠近河岸处。

鱼类集群的位置会受电站不同位置的机组、运行工况和发电流量，以及生态流量管泄放的影响，并不固定，会呈现一片区域分布。如当仅有生态流量管泄放时，鱼类集群的位置可能会比较河岸西侧且靠近上游处，而当发电机组运行而生态流量泄放管未泄放时，鱼类集群的位置可能会有所下移并往东侧移动。同时，不同种类和年龄的鱼类，其聚集位置也有所区别。湘河水利枢纽坝下可能的鱼类聚集区域示意如下。

电站发电尾水出水和生态流量泄放管下泄生态流量时对于下游鱼类具有较好的吸引集聚效应，湘河水利枢纽电站年利用小时数为 3516h，而工程日常运行时生态流量泄放管运行时间较长。因此，从坝下可能的鱼类聚集区域初步分析，工程较为理想的集鱼地点应当位于坝下右岸生态流量泄放管附近及下游 50m 区域内，如能尽可能靠近发电尾水则集鱼效果可能更加有效。

(3)　库区水位分析

湘河水利枢纽工程正常蓄水位 4099m，死水位 4080m，水库运行方式为：6 月中旬水库拦蓄天然来水自死水位 4080m 开始蓄水，利用引水发电洞在保障下游生态基流、人畜及工业用水和灌溉用水需求等前提下，余水充蓄水库，直至正常蓄水位 4099m。水库蓄满后，多余水量由电站和溢洪道下泄，水库维持正常蓄水位运用。当入库水量小于灌溉及供水用水需求时，按下游灌溉及供水用水要求下放，不足水量由水库提供。至次年 5 月中旬水库水位消落至死水位 4080m。湘河电站利用引水发电洞下放生态基流、人畜及工业用水、灌溉用水及发电。

湘河水利枢纽库区消落水位达到19m，但一般情况下，水库维持在一定高水位运行，但运行水位与水库供水、防洪相关，并不固定，不同年份可能存在一定的差异。5月前后水库水位降至4080m的死水位附近，维持时间较短，一般不超过2个月，但为鱼类主要的产卵季节。

鉴于库区消落水位大，且不同年份运行水位不同，对于工程过鱼设施设计会产生极大的影响，特别是鱼道、仿自然通道。

(4) 放鱼位置分析

根据调查，湘河中的9种土著鱼类以产沉性卵为主，产卵时要一定的水流刺激，需要底质砾石。水库建设后，坝前水深显著增加，水流相对较缓，同时左岸布置有发电洞和溢洪道，为发电进水区域，对过鱼设施的布置形成干扰，且在坝前左岸放鱼容易被发电水流吸入。

库尾的甲措藏布和拉布藏布有明显水流的区域，如在此放鱼可减少鱼类产卵上溯的时间和节省体力。且湘河水利枢纽现状右岸有南申公路，左岸有南热公路，工程建设后将对2条公路进行改建，可作为运鱼道路。

坝前右岸附近水域靠近岸边，水深相对较浅，如鱼类感知上游水流，也能够自行游至库尾等流水区域，因此也可作为放鱼区域。

(6) 鱼类上溯能力

与过鱼相关的游泳能力指标主要为持续游泳速度和耐久游泳速度。持续游泳速度为鱼类在该游泳模式下可以保持相当长的时间而不感到疲劳，其持续时间通常以>200min，此时鱼类通过有氧代谢提供能量推动鱼类前进。耐久游泳速度通常维持时间为 20s～200min，在该游泳模式下游速超过持续游泳速度并以疲劳结束，此时鱼类所消耗能量的获取方式既有有氧代谢也有厌氧代谢，厌氧代谢提供的能量较高，却容易积累大量乳酸使鱼类感到疲劳。

根据大渡河上相关水电站工程开展的鱼类游泳能力试验，测试了重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、青石爬鮡、白甲鱼和裸体鲅鮀5种鱼类，其持续游泳速度在0.6m/s～0.8m/s之间，而耐久游泳速度则大于持续游泳速度，在1.2m/s～1.5m/s之间。

如建设鱼道或仿自然旁通道，按常规鱼类适宜流速设计，其长度约为 2.8km 和5.6km。鱼道或仿自然通道内，鱼类的上行速度较为缓慢，平均速度一般不超过0.2m/s，当鱼类自行通过整个鱼道或仿自然旁通道时，最短需时约为4～8h。由于游泳时间过长，过鱼过程体力消耗可能大，过鱼后不利于其继续上溯产卵。同时，在过程中可能出现鱼

类疲劳，影响其上溯。

鱼闸和升鱼机在诱鱼设施部分由鱼类自行游入，过鱼部分采用人工手段进行，可节省鱼类的体力，有利于上溯产卵。升鱼机采用全人工手段过鱼，对于节省鱼类体力效果较优。

集运鱼系统通过集鱼设施收集鱼类，并设置一定的诱鱼设施，后通过水路过坝或陆路过坝的方式将鱼类转运至坝址上游，转运过程一般在数小时内完成，且转运过程鱼类均无需脱离水体，同时可通过设施对水体进行供氧和水质循环过滤，能够有效改善上溯鱼类的体力，保证过坝鱼类的成活率。

5.4.2.5 水利枢纽过鱼方案初步筛选

过鱼设施中，鱼道和仿自然旁通道需要开阔的地形以满足长度的需要，但本工程所在地两岸存在泥石流沟、滑坡体等不良地质灾害区，也不具备绕坝布置的地形条件。因此，本工程枢纽建设区修建鱼道和仿自然旁通道的难度大。同时，工程最大坝高 51m，如建设鱼道长度较长，鱼类自行上溯所需时间较长，过鱼过程体力消耗大不利于其继续上溯产卵，在过程中也可能出现鱼类疲劳无法完成过鱼过程。相比较而言，仿自然通道的长度更长，洄游距离更长，所需时间更多，对鱼类影响更大。

鱼闸和升鱼机均为诱鱼后通过人工辅助措施进行过鱼，在大坝建筑物需建设构筑物，在下游需设置诱鱼收集装置，过坝后在大坝上游设置放鱼设施。两者的过鱼原理类似，过鱼效果相近。湘河水利枢纽采用沥青心墙土石坝，布置于闸和升鱼机存在难度，且目前国内暂无成功案例，国外在高水头水利水电工程中应用的也较少。

集运鱼系统为诱导集鱼后通过车船等动力装置进行转运至大坝上游进行放鱼，为可移动过鱼设施，与枢纽布置干扰较小，可单独运行。由于坝下附近区域的集鱼设施规模较小，工程泄洪对集运鱼系统的影响不大，可实现在工程较为理想的集、放鱼地点进行过鱼。

因此，拟进行鱼道和集运鱼系统两个方案进行设计比较，选取较为合适的方案。

5.4.2.6 鱼道方案规划

(1) 进口设计

鱼道的进口设计至关重要，进口能否为鱼类较快发觉和顺利进入，直接影响过鱼的效果。

A 进口位置选择原则

根据鱼类坝下上溯规律，进口一般选择在：

a 经常有水流下泄的地方，尽可能靠近鱼类能上溯到达的最前沿；

b 进口前水流不应有漩涡、水跃，进口下泄水流应使鱼类易于分辨和发现；

c 选择水质良好的水域，避开泥沙易淤积区，有油污、化学性污染和漂浮物的水域；

d 进口水流较小时，宜垂直于河流或平行大坝，以增大水流的影响宽度；进口水流较大时，进口可与河流流向平行或小角度相交，理想状态是平行于河流高流速区的边界；

e 进口不能超过河床太高，应与河床平顺衔接；

f 进口应能适应拟定过鱼对象对水流的要求及运行水位变化范围。

B 进口位置与高程拟定

以枢纽工程正常运行工况下的坝下水位分析，在 4053.1～4054.1m 之间变化，变幅约为 1m，水库泄洪时不进行过鱼。考虑鱼道内水深为 1.2m，进鱼口底板高程拟设置 2 个，为 4051.9m 和 4052.9m，分别布置于右岸靠近生态流量泄放管处和其下游约 50m 处。

C 诱鱼水流

由于鱼道内流量小于 0.3m^3/s，水量不大，水流对于过坝鱼类的吸引能力较小，拟从拉岗干渠设置 2 根补水管，设置鱼道内补水管和阀门，根据需要开启放流，补给鱼道内的流量，并在鱼道进口前形成偏爱流速，吸引鱼类进入。

D 下游河道流场模拟

采用 MIKE21FM 模型水动力模块对湘河水利枢纽坝下河道流场进行了模拟。计算网格如图 5.4-3 所示，地形没有考虑河道在水库运行之后发电尾水和下泄洪水的冲刷作用。对水库调度情况进行概化，共设置了 5 组流量边界条件作为计算工况：Q=10m^3/s（仅下泄生态流量），Q=16m^3/s，Q=32m^3/s（一台机组满发），Q=64m^3/s（两台机组满发），Q=128m^3/s（四台机组满发）。

各工况下坝下河道流速分布和水深分布分别见图 5.4-4～图 5.4-8，流速和水深计算结果见表 5.4-4。

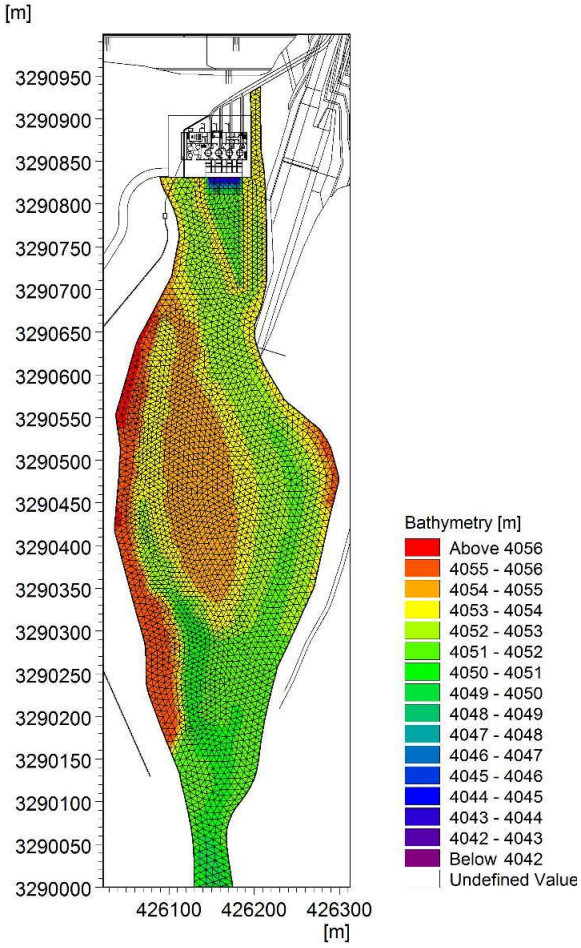


图 5.4-3　模型计算网格及特征点位置示意图

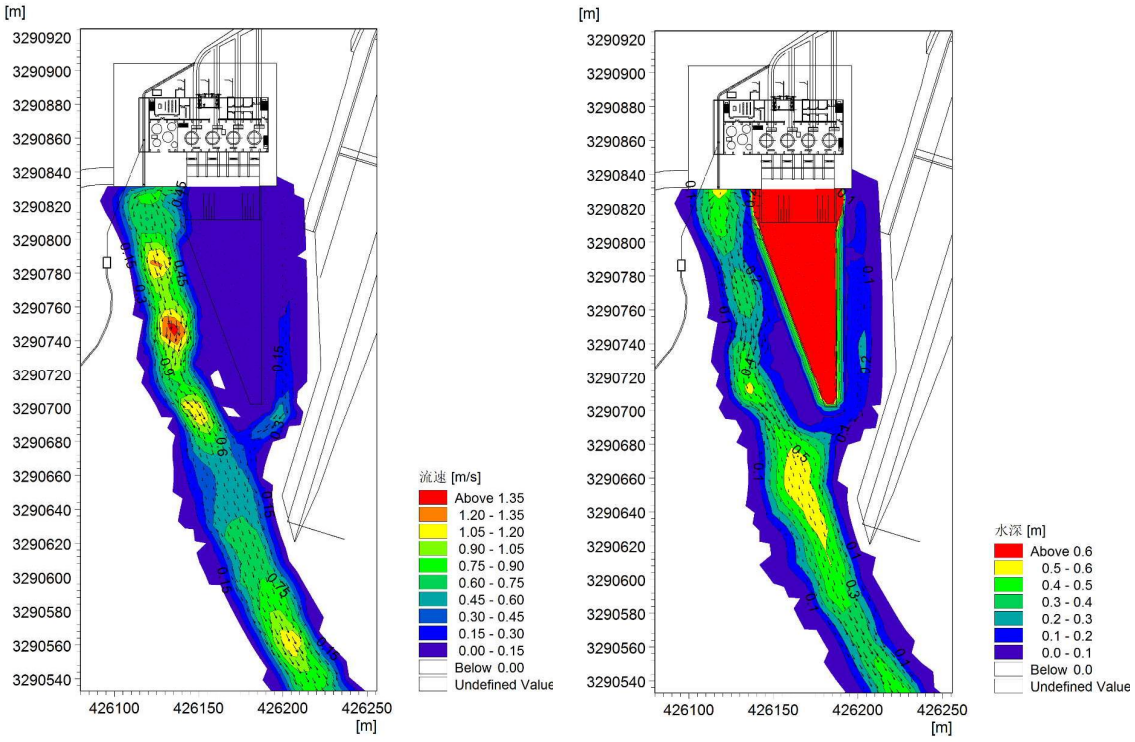


图 5.4-4　湘河水利枢纽坝下流速和水深（Q=10m^3/s，生态流量）

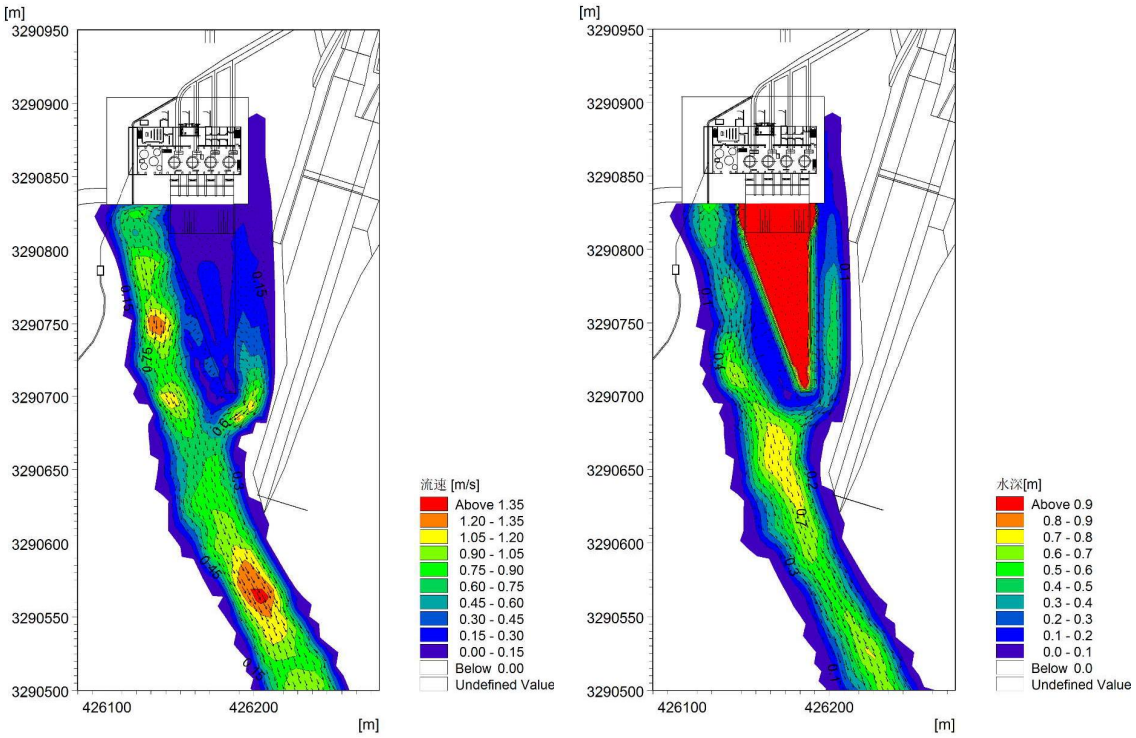


图 5.4-5　湘河水利枢纽坝下流速和水深（Q=16m^3/s）

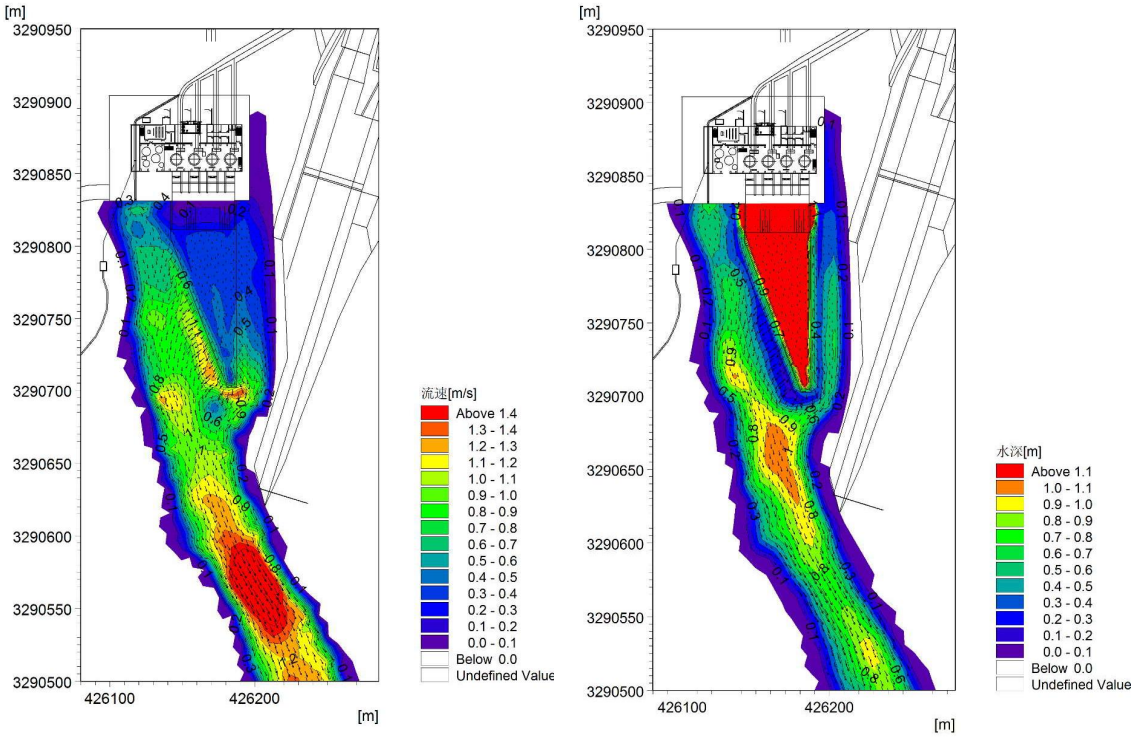


图 5.4-6　湘河水利枢纽坝下流速和水深（Q=32m^3/s，一台机满发）

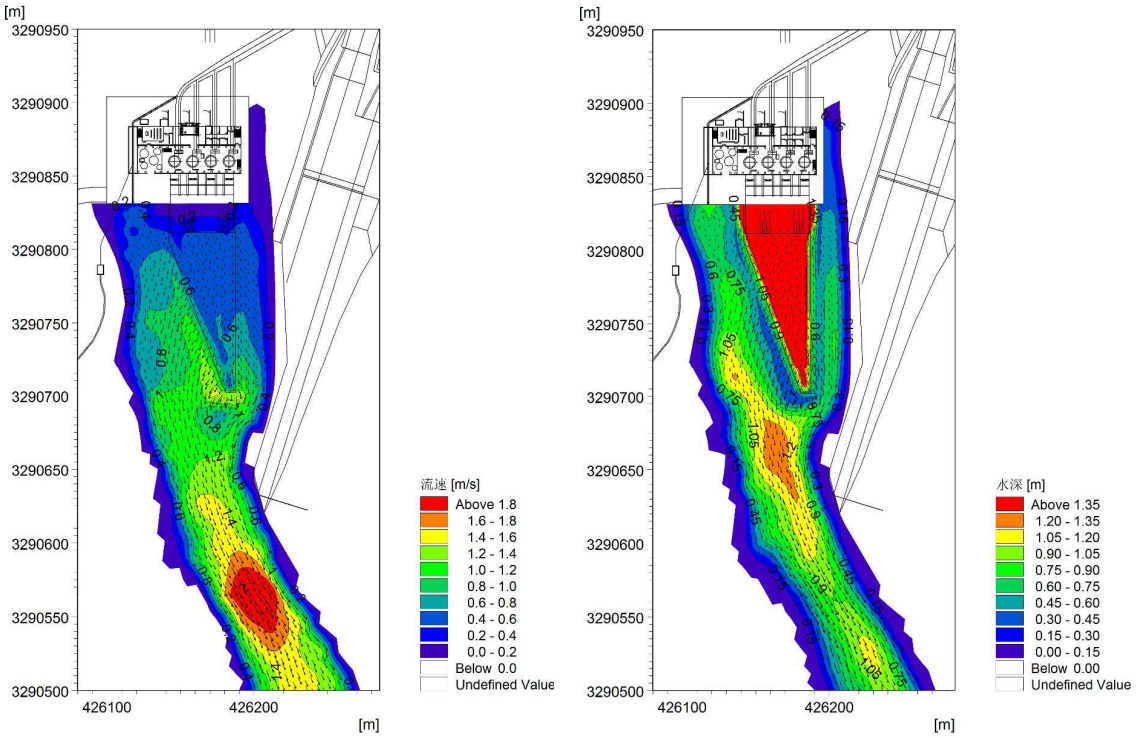


图 5.4-7　湘河水利枢纽坝下流速和水深（Q=64m^3/s，两台机满发）

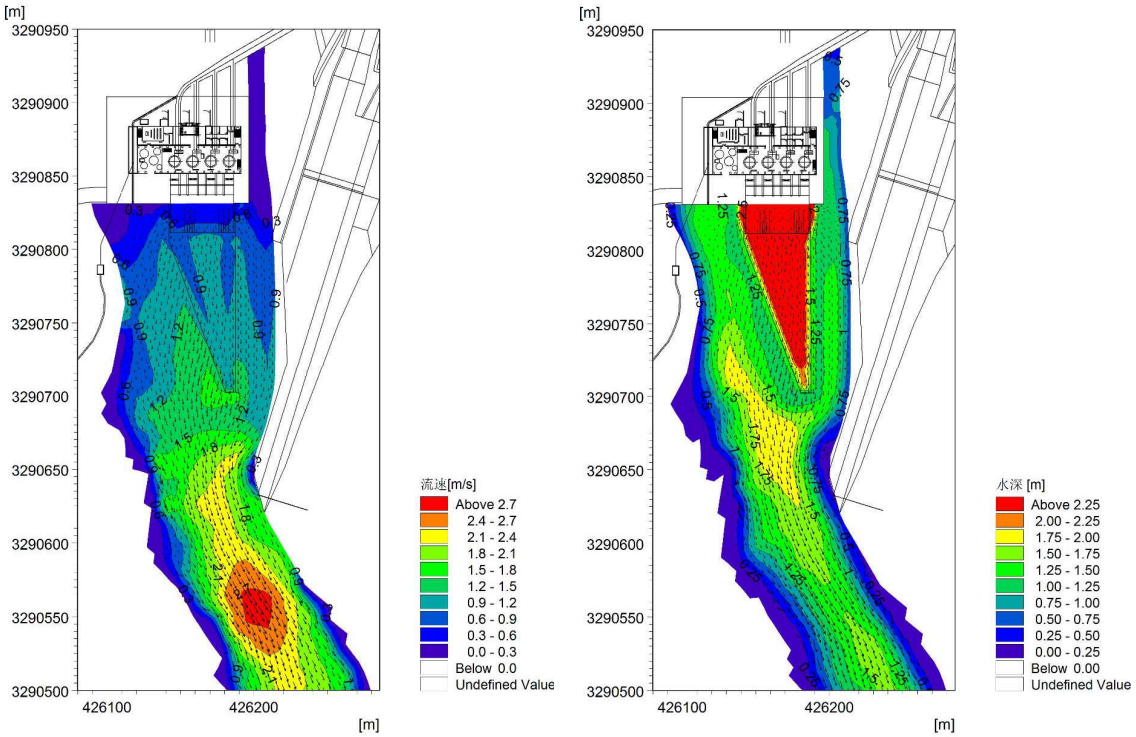


图 5.4-8　湘河水利枢纽坝下流速和水深（Q=128m^3/s，四台机满发）

鱼道进口水力学计算结果表

表 5.4-4

工况	参数	鱼道进口 1	鱼道进口 2
Q=10m^3/s	流速(m/s)	0.65	1.01
	水深(m)	1.35	0.40
Q=16m^3/s	流速(m/s)	0.53	0.80
	水深(m)	1.31	0.33
Q=32m^3/s	流速(m/s)	0.55	0.89
	水深(m)	1.46	0.58
Q=64m^3/s	流速(m/s)	0.66	0.97
	水深(m)	1.64	0.75
Q=128m^3/s	流速(m/s)	0.67	1.14
	水深(m)	2.26	1.39

从计算结果看，鱼道进口 1 的流速在 0.63～0.67m^3/s 之间，水深在 1.31～2.26m 之间。鱼道进口 2 的流速在 0.80～1.14m^3/s 之间，水深在 0.33～1.39m 之间。两个进鱼口的流速和水深基本可满足过鱼需要。

(2) 池室设计

A 形式选择

工程过鱼对象主要为裂腹鱼和鳅科鱼类，主要为中下层和底栖鱼类，因此池室结构采用竖缝式。

竖缝式池室由一系列相连的水池组成，相连的水池之间的隔壁上有一条垂直的竖缝，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。

根据鱼道内部构筑物的功能区别，可分为池室、休息池两部分。

B 池室设计

a 鱼道流速

鱼道流速的设计原则是：鱼道内流速小于鱼类的巡航速度，这样鱼类可以保持在鱼道中前进；竖缝流速小于鱼类的突进速度，这样鱼类才能够通过鱼道中的孔或缝。

根据国内外已有鱼道的设计经验，本工程鱼道设计竖缝最大流速范围为 0.8m/s～1.5m/s，考虑鱼道流速应能使鱼类较易上溯，在鱼道设计中暂将鱼道内平均流速控制在 0.3m/s，设计竖缝流速控制在 1.0m/s，具体设计指标将在进行鱼类游泳能力测试后得出。

b 鱼道底坡

根据类似游泳能力试验，竖缝内设计流速为 1.00～1.20m/s，按流速 1.0m/s 控制，根据计算得池室纵坡度为 2.0%。

c 垂直竖缝宽度

根据主要过鱼对象的规格，过鱼孔口的高度和宽度最小不应小于过鱼最大体长 1/2，因此，竖缝宽度为 0.2m，竖缝缝口方向宜与隔板呈 45°夹角。

d 水池水深

根据过鱼对象习性，并结合本工程特性，综合考虑本工程选定净水深 1.2m。

e 池室尺寸

池室净宽尺寸越大，每级槽内的平均流速就越小，利于鱼类的中间休息；但是净宽尺寸过大，槽内的流速太小，对鱼类的引导作用也将相应减弱，参照国内多数鱼道设计，本工程鱼道净宽取 2.0m。池室隔墙厚度为 0.20m，高 2.0m。根据鱼对象的规格，综合考虑每级池长 2.4m。

f 弯道结构型式选择

由于进口部分采用连续“绕弯”方式布置，池室部分会出现 180°转弯。根据这一特点，在转弯处选用矩形转弯结构，可利用水流粘滞性，在休息池处消能作用明显，因此整体流速也相对较小，更利于鱼类洄游。

g 鱼道底部

槽底部进行加糙处理，铺以鹅卵石或砾石块，石块粒径 10cm～30cm。另一方面，也对池底进行一定的加糙，对槽内流速有一定降低。

C 休息池室设计

根据国内工程经验，休息池坡度为 1.0%，每隔 10 个池室设一个休息池，休息长度取每级池室长度 2 倍，即 4.8m。

(3) 诱鱼系统

鱼类在上溯时总是循着水流溯流而上，喜欢向阳和具有聚光性特性。根据此特点以及其它鱼道设计的经验，为了增加过鱼效果，鱼道入口需设立洒水诱鱼装置，并架设灯光，晚上开启引诱。

鱼道内水流流量较小，为吸引鱼类进入鱼道入口，拟从拉岗干渠设置 2 根补水管，分别接到 2 个入口处和入口外部，以形成诱导水流，吸引鱼类进入鱼道。

利用鱼类对于光线感应特性，提高过鱼效果，尤其是夜间过鱼，在鱼道进口处设置灯光诱鱼设施。光源可采用 LED 水下聚光照明灯，外壳采用不锈钢材料，具有光线强度可调节、亮度柔和、防潮密封性能好等特点。2 个鱼道进口两侧各设置 1 排照明灯，可选择白、黄不同颜色，灯泡应可更换，以便于调整光源颜色，对比诱鱼效果，针对不同过鱼对象选用合适的光源提高过鱼能力。

(4) 出口设计

A 出口位置选择原则

鱼道出口一般选择在：

1) 远离电站进水口等，防止上溯成功的鱼被水流带回下游；

2) 布置在水深较大和流速较小的地点，便于亲鱼上溯；

3) 能适应上游水位的变动，在过鱼期间当坝上水位变化时，能确保鱼道出口有足够的水深，且与水库水面很好的衔接；

4) 出口应远离水质有污染及对鱼类有干扰和恐吓的区域；

5) 鱼道也应考虑上游鱼类下行的要求，出口宜迎着上游水流方向，便于鱼类进入鱼道。

B 出口位置拟定

结合湘河水利枢纽建筑物布置格局，出口宜布置于右岸。在右岸设置鱼道坝段，采用混凝土形式。

由于湘河水利枢纽库区消落水位达到 19m，且不同年份运行水位不同。考虑到湘河水利枢纽建设后，坝下鱼类的主要产卵时间可能从原来的 5～7 月有所推迟，根据藏木鱼类增殖放流站记录，鱼类较适宜的产卵水温为 11℃，满足该水温的过鱼时间主要为 6 月下旬，期间水库水位约为 4089m（P=75%），为满足出口大水位消落，鱼道出口考虑设置 4 个，高程分为 4088m、4091m、4094m 和和 4097m，高程差为 3.0m，布置于大坝上游附近和右岸约 100m 处。同时，在 P=50%保证率下，水库常年水位在 4092.58m 以上，各出鱼口均可满足过鱼要求。

(5) 鱼道长度

鱼道上下游进出口总落差约为 45.9m，按照池室纵坡度 2.0%计，并考虑设置休息池和观察室，经计算鱼道长度总计约为 2770m。

(6) 观测设施

观测室位于大坝下游侧，尺寸为 5m×5m×3m。靠鱼道侧设置为密封玻璃长窗，隔窗可以看到各种鱼类在水里活动。观测室配备观测、照明和夜视等设备，可进行昼夜自动监测计数。观测室的主要的观测设备有超声、光电等，同时在鱼道进口和出口处安装红外高清摄像头，以记录分辨进出鱼道的鱼类种类、大小等。采用计算机集成软件，能自动拍照、录像，记录、存档。主要观测内容包括：观测时间、过鱼数量、过鱼种类、体长。同步观测上下游水位、流速、水温、气温等。

(7) 鱼道运行

鱼道的运行方式应根据过鱼对象、数量、季节、上下游水文情势、工程运行情况等合理确定，包括一般运行、控制运行和交替运行。同时，在过鱼季节应确保最右侧的机组开启，以利于形成鱼道入口处的吸引水流。

(8) 其他

为模拟天然河道形式，鱼道沿侧壁和底坡设置加糙部件，以增加水流阻力，减缓流速，便于鱼类向上溯游，如底部铺以鹅卵石或砾石块，以减缓底部流速，石块粒径 10cm～20cm，并做成略有起伏，池室侧壁增加粗糙度。鱼道底部流速减缓之后，一些游泳能力较差的鱼类也可以沿着鱼道底部上溯，同时也给它们以仿自然的休息场所。

鱼道两侧墙的顶部设防护栏，以防止鱼类跳出鱼道，同时可避免杂物从鱼道两侧落入鱼道，对人员也起到安全防护作用。

鱼道布置平剖面见附图 5-2。

(9) 工程量与投资

按照上述鱼道的初步规划，鱼道的初步工程量及投资为 9083.3 万元，见表 5.4-5。

湘河水利枢纽鱼道工程量及投资表

表 5.4-5

序号	项目	单位	数量	单价（元）	合价（万元）
一	土建费用				8361.5
1	C25 混凝土	m^3	22540	2000	4508
2	C20 混凝土	m^3	8530	1800	1535.4
3	钢筋制作安装	t	2170	9000	1953
4	铜片止水	m	1640	600	98.4
5	卵石	t	2520	100	25.2
6	锚杆	根	3450	700	241.5
二	设备费				660
1	补水和诱鱼系统	项	1	3000000	200
2	闸门	项	5	300000	120
3	观察室及设备	项	1	2000000	200
4	照明	项	1	800000	60
5	栏杆	项	1	800000	80
	鱼道投资				9021.5

5.4.2.7 集运鱼系统方案规划

本工程的集运鱼系统方案拟采用固定式集鱼站+运鱼车的形式，主要包括集鱼设施、集鱼池、转运池、运鱼车、运鱼道路等组成。其下游建有鱼道型式的诱鱼系统和接驳池，

鱼类进入诱鱼系统和集鱼池后，由转运池进入运鱼车，进行转运过坝，至上游适宜生境进行放流。

固定式集鱼站+运鱼车方案的进口设施和转运系示意见图 5.4-9。



固定式集鱼站+运鱼车方案的进口设施



固定式集鱼站+运鱼车方案的转运系统

图 5.4-9 固定式集鱼站+运鱼车方案的进口设施和转运系统

(1) 集鱼设施

A 主要型式

工程集鱼设施采用鱼道型式，与鱼道方案的进口段相同。诱鱼系统的设计水深为1.2m，进鱼口底板高程拟设置 2 个，为 4051.9m 和 4052.9m，分别布置于右岸靠近生态流量泄放管处和其下游约 50m 处。

由于鱼道内流量小于 0.5m^3/s，水量不大，水流对于过坝鱼类的吸引能力较小，需结合生态流量泄放管设置鱼道内补水管和阀门，根据需要开启放流，补给鱼道内的流量，以便于在鱼道进口前形成偏爱流速，吸引鱼类进入。

B 主要参数

诱鱼系统鱼道的池室结构采用竖缝式，竖缝宽度为 0.2m，设计竖缝流速控制在1.0m/s，鱼道内平均流速控制在 0.3m/s。

诱鱼系统鱼道总长约为 144m，池室净宽取 2.0m，高 2.0m，每级池长 2.4m，纵坡度为 2.0%，净水深 1.2m。

休息池坡度为 1.0%，每隔 10 个池室设一个休息池，休息长度取每级池室长度 2 倍，即 4.8m。弯道结构型式选择矩形转弯结构。槽底部进行加糙处理，铺以鹅卵石或砾石块，石块粒径 10cm～30cm。

C 诱鱼系统

接驳池位于厂房下游，为同时，设置 1 根补水管至接驳池，补水流量约为 0.3m^3/s，以保持接驳池内一定的水流和水深。鱼道内水流流量较小，为吸引鱼类进入鱼道入口，拟从拉岗干渠设置 2 根补水管，分别接到 2 个入口处和入口外部，以形成诱导水流，吸引鱼类进入鱼道。

利用鱼类对于光线感应特性，提高过鱼效果，尤其是夜间过鱼，在鱼道进口处设置灯光诱鱼设施。光源可采用 LED 水下聚光照明灯，外壳采用不锈钢材料，具有光线强度可调节、亮度柔和、防潮密封性能好等特点。2 个鱼道进口两侧各设置 1 排照明灯，可选择白、黄不同颜色，灯泡应可更换，以便于调整光源颜色，对比诱鱼效果，针对不同过鱼对象选用合适的光源提高过鱼能力。

(2) 集鱼池

诱鱼系统末端设置集鱼池，并设置专门的转运池实现转运。

集鱼池平面采用矩形布置，池内平面尺寸为 8m×2m，池高 2.0m，内部水深不小于 1.2m。在集鱼池内设置集鱼隔栅和隔离栅，进行驱鱼。

(3)　转运池

转运池紧接集鱼池，池内平面尺寸为 4m×2m，池高 2.0m，内部水深不小于 1.2m。并设置集鱼闸门和转运斗，将鱼装入运鱼车运至大坝上游侧进行放鱼。

(4)　运鱼车

湘河流域没有通航要求，无船只和码头分布，因此运鱼设施不考虑运鱼船，拟采用运鱼车。

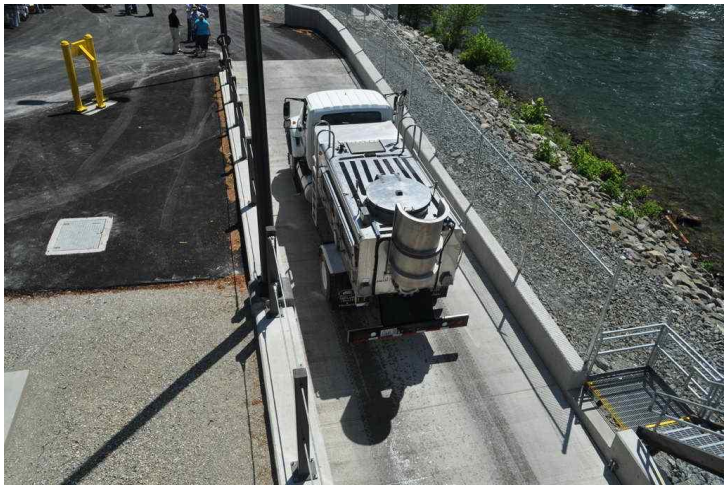
运鱼车主要由活鱼箱、增氧系统、水泵和动力系统三部分组成。运鱼车在运输途中可不用换水加水，利用淋水增氧系统，使活鱼箱内原水循环使用。美国的下贝克坝就采用专用运鱼车进行运鱼，运鱼车外观及结构示意见图 5.4-10，运鱼车现场工作照片见图 5.4-11。



图 5.4-10　下贝克坝运鱼车外观及结构示意图



装鱼



运鱼

图 5.4-11　下贝克坝运鱼车

诱鱼系统末端设置集鱼池，并设置转运池实现转运。运鱼车主要由活鱼箱、增氧系统、水泵和动力系统三部分组成。运鱼车在运输途中可不用换水加水，利用淋水增氧系统，使活鱼箱内原水循环使用。美国的下贝克坝就采用专用运鱼车进行运鱼。

运鱼车采用变速器取力窗取力，通过传动轴、三角带带动水泵、气泵，完成水循环与增氧系统工作，在喷水循环进水口与出水口设置两个三通阀，实现循环、自动向罐内注水与自动卸水任务，其原理见图 5.4-12。

增氧系统选用活塞式气泵，在气路中设置油水分离器，消除润滑油气对水源的污染。双气化器将滤净的压缩空气通人水中，使之呈微细气泡喷出，从而使空气中氧分子溶于水中。

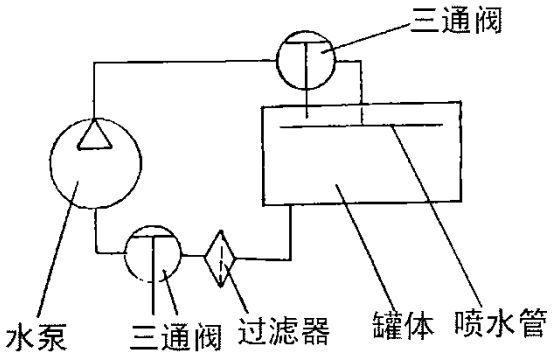


图 5.4-12　运鱼车工作原理

装鱼时，可从罐顶加大加鱼口放入，卸鱼时可从罐尾卸鱼闸倾卸出，见图 5.4-13。

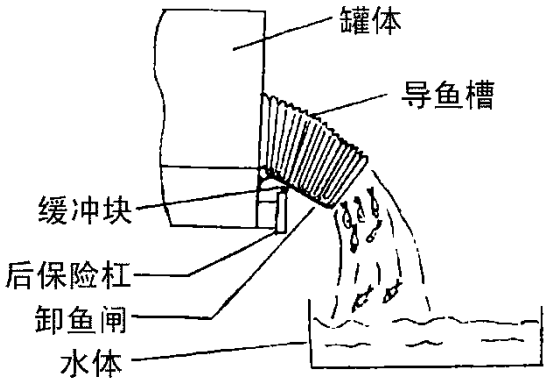


图 5.4-13　运鱼车卸鱼过程图

罐体采用碳素钢板焊接而成，截面形式为准矩形，以增加容积，扩大鱼的活动范围。罐体上部设有加鱼口，前部有观察窗以观测水位及鱼的情况，中部设有防波板，后部设有带导鱼罩的卸鱼闸门，内壁喷塑处理以防锈。结构见图 5.4-14。

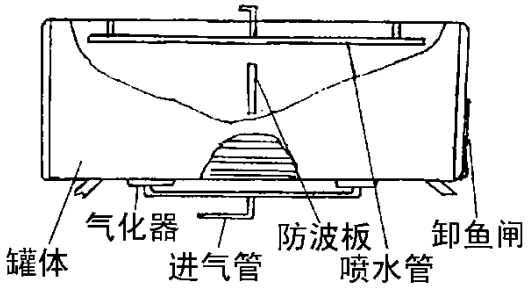


图 5.4-14　运鱼车罐体结构图

运鱼车的主要参数为：贮鱼罐容积≥7m^3，载鱼量≥3t，最大增氧能力≥500g/h，最大水流量≥30m^3/h，死亡率≤1%（8h 以内）。

(5)　观测设施

在集鱼设施安装观测、照明和夜视等设备，同时在鱼道进口处安装红外高清摄像头，可进行昼夜自动监测计数，并记录分辨进出鱼道的鱼类种类、大小等。主要的观测设备有超声、光电等。采用计算机集成软件，能自动拍照、录像，记录、存档。主要观测内容包括：观测时间、过鱼数量、过鱼种类、体长。同步观测上下游水位、流速、水温、气温等。

(6)　运鱼道路

本次固定式集鱼站+运鱼车方案采用运鱼车进行运输，放鱼拟考虑选择在库尾的甲措藏布和拉布藏布。甲措藏布和拉布藏布沿岸有乡村公路分布，但至河边的道路尚无满足运鱼车的行驶要求。拟在已有沿岸乡村公路的基础上建设至和河边的运鱼道路，便于

运鱼车直接行驶至河边进行放鱼。

(7) 固定式集鱼站+运鱼车方案的运行

鱼类上溯时会聚集在湘河水利枢纽坝下生态流量泄放管和发电尾水附近下游，两岸岸边的流速相对较缓，鱼类在岸边休息停留时被入口水流吸引进入集鱼设施。

在集鱼设施内继续上行至集鱼池后，开启集鱼格栅，使鱼类进入到转运池。

通过转运池的闸门，将鱼缓慢放入运鱼车内，然后运送至上游库尾附近等产卵场进行放鱼。

集鱼系统工艺图见附图 5-3。

(8) 工程量与投资

按照上述固定式集鱼站+运鱼车方案的初步规划，固定式集鱼站+运鱼车方案的初步工程量及投资为 4003.1 万元，见表 5.4-6。

湘河水利枢纽固定式集鱼站+运鱼车方案工程量及投资表

表 5.4-6

序号	项目	单位	数量	单价（元）	合价（万元）
一	土建费用				3255.1
1	C25 混凝土	m^3	8145	2000	1629
2	C20 混凝土	m^3	1856	1800	334.08
3	钢筋制作安装	t	1174	9000	1056.6
4	铜片止水	m	932	600	55.92
5	卵石	t	978	100	9.78
6	锚杆	根	996	700	69.72
7	运鱼道路	项	2	500000	100
二	设备费				748
1	补水和诱鱼系统	项	1	2000000	200
2	闸门	项	3	300000	90
3	格栅	项	2	340000	68
4	观测设施	项	1	2000000	200
5	照明	项	1	300000	30
6	运鱼车	辆	2	500000	160
	固定式集鱼站+运鱼车方案投资				4003.1

5.4.2.8 水利枢纽过鱼方案比较

水利枢纽工程规划了鱼道和固定式集鱼站+运鱼车方案两个过鱼方案，现从技术特点及技术可靠性、适用条件及效果、过鱼能力、对过鱼对象的影响、场地条件及布置难度、对主体工程影响、运行管理和工程投资等多方面对两个方案进行综合比选，两方案各有优缺点，方案比选见表 5.4-7。

水利枢纽工程过鱼方案比选表

表 5.4-7

项目	鱼道方案	固定式集鱼站+运鱼车方案	比选结果
设施特点及技术可靠性	已实施的工程较多，技术相对成熟。	国外已有实施的工程，具有一定的实践经验。	鱼道方案优
适用条件及效果	一般适用于低水头水利水电工程，鱼道内流速、流态可控，运行受上游水位变化影响大。	可适用于高水头水利水电工程，机动灵活。	固定式集鱼站+运鱼车方案优
过鱼能力	能够连续过鱼，保障鱼类及时过坝，过鱼能力大。	不能连续过鱼，过鱼需进行转运，过鱼能力小。	鱼道方案优
对过鱼对象的影响	鱼类通过后一般不会受到伤害，对于的性腺发育影响小。	采用人工集鱼和运鱼，在转运过程中，鱼类存在受到伤害的可能。	鱼道方案优
场地条件及布置难度	场地条件相对差，布置难度大。	场地条件相对较好，对枢纽布置没有影响	固定式集鱼站+运鱼车方案优
对主体工程影响	对枢纽布置及施工进度有一定的影响	对主体工程没有影响，不影响工程施工进度。	固定式集鱼站+运鱼车方案优
运行管理	机械设备和故障少，运行保证率高。	机械设备较多，运行时机械故障相对多，保障率较低。	鱼道方案优
工程投资	9021.5 万元	4003.1 万元	固定式集鱼站+运鱼车方案优
生境连通性	保证上下游水生生境连通，沟通和恢复坝上、下水系中鱼类的联系。	未连通生境，沟通和恢复坝上、下水系中鱼类的联系效果差。	鱼道方案优
综合比选	经综合比选，推荐采用鱼道方案		鱼道方案优

(1) 技术特点及技术可靠性

鱼道方案国内外已实施的工程较多。国内过鱼设施开始于 1958 年浙江省富春江七里垄水电站鱼道，60 年代分别在黑龙江、江苏等地兴建了鲤鱼港、斗龙港、太平闸等鱼道。目前我国的过鱼设施以鱼道为主，在各类水利水电工程中已建设鱼道 40 座以上，因此，鱼道的技术相对成熟。

固定式集鱼站+运鱼车采取鱼道的形式进行集鱼后运输过坝进行人工过鱼，国外已有实施的工程，包括已建成运行的美国下贝克坝和加拿大克里夫兰坝的集运鱼系统，具有一定的实践经验。国内目前未建成有相关工程，但四川省雅砻江杨房沟水电站的过鱼设施设计中采用集鱼设施，环境保护部对其环境影响报告书的批复中同意该工程采取集鱼系统组合形式过鱼。

因此，从技术特点及技术可靠性来看，鱼道方案占优。

(2) 适用条件及效果

鱼道一般适用于低水头水利水电工程，可适用于大部分鱼类，鱼道运行受上游水位变化影响大。

固定式集鱼站+运鱼车机动灵活，在坝下通过集鱼设施进行集鱼，后通过人工方式

进行过坝，可选择鱼类密集水域，能使用鱼高水头水利水电工程，机动灵活。

因此，从适用条件及效果上看，固定式集鱼站+运鱼车方案占优。

(3) 过鱼能力

固定式集鱼站+运鱼车的过鱼设通道，在过鱼季节鱼道能够实现连续过鱼，保障鱼类及时过坝，过鱼能力大。

固定式集鱼站+运鱼车方案采用人工集鱼和运鱼，不能连续过鱼，过鱼需进行转运，过鱼能力小。

因此，从过鱼能力看，鱼道方案优。

(4) 对过鱼对象的影响

鱼道对鱼类洄游能力要求不高，鱼类通过后一般不会受到伤害，对于的性腺发育影响小，有利于鱼类上溯后的产卵和资源保护。

固定式集鱼站+运鱼车方案通过人工集鱼和运鱼，在集运过程中，鱼类存在受到伤害的可能，影响鱼类的产卵。

从对过鱼对象的影响看，鱼道方案优。

(5) 场地条件及布置难度

鱼道方案长度较长，需进行绕坝，且施工期该区域布置有办公生活区、施工营地和综合仓库，因此工程场地条件相对差，布置难度大。

固定式集鱼站+运鱼车方案对枢纽布置影响较小，布置难度相对较小，不存在过坝设置设施问题。

从布置场地条件及布置难度看，固定式集鱼站+运鱼车方案占优。

(6) 对主体工程的影响

鱼道方案施工周期长，施工工作量大，且位于右坝肩和上坝公路旁，对枢纽布置及施工进度有一定的影响。

固定式集鱼站+运鱼车方案对主体工程和影响较小，不影响工程施工进度。

从对主体工程的影响看，固定式集鱼站+运鱼车方案优。

(7) 运行管理

鱼道机械设备少，日常运行是相对故障少，运行保证率高。且受人为控制因素少，运行管理较为方便。

固定式集鱼站+运鱼车方案机械设备多，运行时机械故障相对较多，保障率低。

从工程运行看，鱼道方案优。

(8) 工程投资

经估算，工程鱼道方案工程投资 9021.5 万元，固定式集鱼站+运鱼车方案为 4003.1 万元。从工程投资看，固定式集鱼站+运鱼车方案优。

(9) 生境连通性

鱼道具有保证上下游水生生境的连通、能够实现连续过鱼的特点。目前湘河河段为连通的水域，为流水性河道或河道型水库，河段生境较为类似。该河段内的鱼类在上、下游水域均可以产卵、索饵。鱼道方案保证上下游水生生境的连通，沟通和恢复可起到沟通和回复坝上、坝下水系鱼类联系的作用。

而固定式集鱼站+运鱼车方案无法起到连通生境作用，鱼类无法自行上溯到上游产卵，也不能够实现连续过鱼。

从保障生境连通性看，鱼道方案优。

(10) 综合比选

根据《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）的《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》要求，水生生物通道恢复措施包括鱼道、升鱼机、集运鱼系统等，在必要的水工模型试验基础上，明确了过鱼对象、主要参数、运行要求等，且满足可研阶段设计深度要求。

鱼道优点为保证上下游水生生境的连通、技术可靠性高，但一般适用于低水头水利水电工程，运行受上游水位变化影响大。

固定式集鱼站+运鱼车方案可适用于高水头水利水电工程，机动灵活，国外已有实施的工程，具有一定的实践经验。具有场地条件相对较好，布置难度小、对主体工程没有影响、不影响工程施工进度、投资小等优点，其缺点为上下游水生生境的连通效果差、不能实现连续过鱼、对过鱼对象可能会产生伤害和运行保障率相对较低等。

鱼道方案与固定式集鱼站+运鱼车方案各有利弊，两个方案均能实现坝上、下游鱼类进行种群交流，促进其基因交流，但运行受上游水位变化影响较大。

因此，经综合比较，推荐采用鱼道方案。

5.4.2.9 水利枢纽鱼道过鱼有效性分析

长洲水利枢纽工程位于珠江流域西江干流浔江河段，采用河床式厂房，坝高约 15.6m，鱼道全长约 1.4km，其中上游段约 1.2km，上游段 0.2km。主要设计过鱼对象为中华鲟、鲥鱼、七丝鲚、鳗鲡、花鳗鲡、白肌银鱼 6 种，为满足体型较大的中华鲟的通

过，鱼道设计宽 5m，池深 3m，坡降 12.55%，为加强集鱼效果，下游河道设置有拦鱼电栅。根据长洲鱼道过鱼效果的观测结果，表明鱼道发挥了较好的过鱼作用，过鱼种类以河段常见鱼类为主，鱼道过鱼以白天为主，夜间过鱼数量较少。

湘河水利枢纽过鱼设施中的鱼道与长洲水利枢纽工程的鱼道具有相似性，由于过鱼种类的体型相对较小，鱼道宽度和深度相应减少，为满足下游不同水位情况下的集鱼效果，设置了多个进鱼口和相应的诱鱼装置。由此可见，工程过鱼设施系统预计也将能够发挥应有的集鱼功能。

长洲水利枢纽工程建成运行情况见图 5.4-15。



鱼道整体状况



鱼道下游进鱼口

图 5.4-15　广西长洲水利枢纽工程

5.4.2.10 水利枢纽过鱼设施管理

过鱼设施主要为满足江段上下游鱼类种群之间的种质资源交流，为短距索饵洄游或产卵的鱼类提供上溯的条件，有效减缓坝体阻隔对江段鱼类的影响。

(1)　鱼类上行时段确定

工程河段基本没有长距离洄游鱼类分布，过鱼设施上行主要为满足大龄鱼类上溯需要，考虑具有较强游泳能力的成鱼。根据主要过鱼对象及其繁殖习性，综合确定了工程的过鱼季节为 5～8 月，其中主要为 6～7 月。另外，鱼类主要生长季节均应保证鱼类的洄游通道畅通。

(2)　人员编制

建设单位的环境保护机构里应配备鱼道的操作和管理人员，运行定员共 7 人，包括

管理技术人员 2 人，操作人员 5 人，机修工人 1 人。

(3) 运行及监管

鱼道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对鱼道的实施进行全程监督。

5.4.2.11 水利枢纽工程过鱼设施小结

工程过鱼设施设计从过鱼设施的必要性、过鱼设施类型、过鱼对象及习性运行特征和及集放鱼区域、等条件等均进行了较为充分的分析。在初步排除了仿自然旁通道、鱼闸型式的适用性后，对鱼道和集运鱼系统进行了方案规划和比较。经综合比选后推荐采用鱼道方案，该方案在 6～7 月份鱼类主要过鱼时间可起到联通上下游水生生境的作用，可满足鱼类自主上溯的要求。对于实现鱼类在坝址上下游之间的交流，这对于缓解因工程建设而造成的种群隔离具有重要的促进作用。

5.4.2.12 央玛取水枢纽过鱼设施

(1) 设置过鱼设施的必要性

央玛取水枢纽溢流坝高度 4.0m，坝长 620.0m，溢流坝正常蓄水位为 3900m。由于溢流坝宽度较宽，溢流时水流高度较低，溢流坝下游坡度较陡，不利于鱼类上溯洄游。需在央玛取水枢纽处设置过鱼设施。

(2) 过鱼方案初步比选

央玛取水枢纽溢流坝水头较低，如设置鱼道，可考虑设置阶梯式鱼道，在央玛取水枢纽两侧各设置 1 条鱼道，鱼类在鱼道内折回上溯，并设置了若干大型水池供亲鱼停留休息。为满足下泄流量和吸引下游鱼类进入的要求，需设置补水系统，该补水水量同时可作为下泄生态流量。

考虑到央玛取水枢纽为溢流堰，也可结合堰体在两侧建设鱼坡，作为鱼类和水生生物上溯的通道。鱼坡的结构简单，水流通过鱼坡下泄，同时可满足下泄生态流量要求。鱼坡顶部可布置块石、卵石，呈阶梯状排列，形成一定大小的水池和上下游水位差，可满足鱼类可作为鱼类上溯的水深和流速要求。鱼坡在堰坝的位置示意见图 5.4-16。

过鱼方案初步比选考虑鱼道和鱼坡两个方案进行。

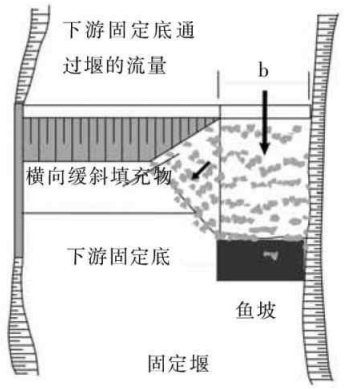


图 5.4-16 鱼坡的位置示意

(3) 相关鱼道、鱼坡工程情况

1) 鱼道

为减少水坝对青海湖裸鲤溯河洄游的阻隔，在入湖的沙柳河上先后建设了导壁式、简易模块式和阶梯型鱼道，经历了三次改进。其中第三次采用的阶梯型鱼道为 2010 年刚察县在青海湖沙柳河宽约 200m 的拦河坝上建成，实现了无阻碍方式的过鱼，坝下已观察不到受阻隔而等待的上溯集群亲鱼。

该鱼道合计 18 级，每级平台平面宽度（缓冲区）1m，垂直总高度 3m，宽度延展至 80m，外沿口宽 0.3m。考虑到裸鲤游泳与跳跃能力相比较小，相邻两级平台的设计水位差为 0.15m，外沿与相邻下级内沿高差约 0.35m，从而在每级中形成深 0.2m 水池，供上溯亲鱼歇息和冲刺。沙柳河鱼道照片见图 5.4-17。



图 5.4-17　青海沙柳河鱼道

2)　鱼坡

德国达腾费尔德鱼坡位于德国北莱茵-威斯特法伦州的齐格河，鱼坡整合在河右岸与现有堰体形成夹角，为嵌入块石的混凝土实体结构，并在顶层用混凝土凝固前，嵌入一层块石，使坡体粗糙。此外顶部的块石直径约为 80cm，间距约为 1.5m，可降低流苏，并在鱼类上诉时为其提供休息隐蔽的场所。该鱼坡靠岸一侧水流相对平缓，能让游泳能力较弱的鱼类上溯。

该拦水堰的平均流量为 21.0m^3/s，高度为 1.8m，宽度 90m。鱼坡宽度为 10m，坡度为 5%，长度 50m，流量 2.0m^3/s，最大流速 1.5～2.0m/s。德国达腾费尔德鱼坡照片见图 5.4-18。



图 5.4-18　德国达腾费尔德鱼坡

(4) 方案初拟

1) 鱼道

拟在央玛取水枢纽两侧各布置一条 5m 宽的鱼道，折回布置。出口高程为 3899.3m，低于正常蓄水位 0.7m，以形成鱼道内部水流，供下游鱼类上溯通过，鱼道的最大流速为 1.4m^3/s。入口高程为 3894.5m，低于消力池底板高程 0.5m。鱼道入口和出口水池的尺寸均为 5m×5m，3 个休息池的尺寸为 5m×10m，其余水池尺寸为 5m×1m。水池外沿口宽 0.2m，相邻两级平台的设计水位差为 0.10m，外沿与相邻下级内沿高差约 0.30m，每级水池中形成深 0.2m 水池。3 个休息池位于鱼道转弯处，供上溯亲鱼歇息和冲刺。

同时，在鱼道旁设置宽度为 4m 的补水渠。

鱼道剖面见附图 5-4。

主要工程量包括内部卵石填筑 2880m^3，表面钢筋混凝土 564m^3，闸门 4 扇。鱼道工程投资共 496.4 万元，其中卵石填筑 288 万元、表面钢筋混凝土 225.6 万元，闸门 172.8 万元。

2) 鱼坡

拟在央玛取水枢纽两侧各布置 20m 宽的鱼坡，坡顶高程为 3899.7m，低于正常蓄水位 0.3m，以形成堰顶水流，供下游鱼类上溯通过。鱼坡长度为 31.52m，以宽度 0.6m 的块石以 0.5m 间隔布置，共布置块石 2168 块。根据水力学计算，鱼坡的流速为 1.23m^3/s。

鱼坡剖面见附图 5-5。

主要工程量包括内部卵石填筑 3470m^3，表面钢筋混凝土 940m^3，表面块石 173t。鱼坡工程投资共 730.6 万元，其中卵石填筑 347.2 万元、表面钢筋混凝土 376.1 万元，块石 7.3 万元。

(5)方案比较

央玛取水枢纽工程规划了鱼道和鱼坡两个过鱼方案，现从技术特点及技术可靠性、适用条件及效果、过鱼能力、对过鱼对象的影响、运行管理和工程投资等多方面对两个方案进行综合比选，鱼坡方案占优，方案比选见表 5.4-8。

央玛取水枢纽工程过鱼方案比选表

表 5.4-8

项目	鱼道方案	鱼坡方案	比选结果
设施特点及技术可靠性	保证上下游水生生境的连通，沟通和恢复坝上、下水系中鱼类的联系。已实施的工程较多，技术相对成熟。	保证上下游水生生境的连通，沟通和恢复坝上、下水系中鱼类的联系。国外已有实施的工程，具有一定的实践经验。	两方案差别不大
适用条件及效果	适用于低水头水利水电工程。	适用于低水头水利水电工程。	两方案差别不大
过鱼能力	能够连续过鱼，保障鱼类及时过坝，过鱼能力大。闸门需人工控制，可能对过鱼存在干扰。	能够连续过鱼，保障鱼类及时过坝，过鱼能力大。无闸门，对过鱼无干扰。	鱼坡方案优
对过鱼对象的影响	鱼类通过后一般不会受到伤害，对于的性腺发育影响小。	鱼类通过后一般不会受到伤害，对于的性腺发育影响小。	两方案差别不大
运行管理	闸门需人工控制，运行不方便	通过坝顶溢流，运行方便。	鱼坡方案优
工程投资	686.4 万元	730.6 万元	鱼道方案优
综合比选	经综合比选，推荐采用鱼坡方案		鱼坡方案优

5.4.3 鱼类增殖放流措施

5.4.3.1 工程特点

由于目前湘河流域只建设湘河水利枢纽 1 座梯级，规划的甲措、旁堆 2 个梯级暂不建设，本次环评要求湘河水利枢纽库区以上干流甲措藏布河段约 128km、支流拉布藏布河段 103km、坝下至湘河汇入雅鲁藏布江河口约 68.7km 河段作为栖息地进行保护。由于湘河流域开发较低，上游河段的水体规模较小，鱼类资源量和“三场”规模较小，鱼类资源和“三场”主要集中在湘河坝址以下河段，且下游河段与雅江干流保持连通，因此工程的建设对于鱼类的总体影响相对较小。

本工程地处西藏高海拔地区，天气较为寒冷，冰冻时间较长，且工程地处雅江支流湘河，冬季水体流量较小且水温偏低。从水温和水体中的含氧量看，工程区气候条件将对鱼类的增殖孵化产生较大的影响，造成鱼类产卵时间较短，孵化率较低而死亡率较高，且不利于亲鱼和鱼苗的越冬。同时，该区域地处高海拔地区，地理位置相对较为偏僻，鱼类增殖站建成后运行管理难度较大。因此，在湘河流域现场建设鱼类增殖放流站存在难度，采用外购鱼苗在湘河进行放流，不单独建设鱼类增殖放流站。根据西藏自治区十三五水利建设规划，日喀则地区规划建设桑德、帕孜等大中型水利枢纽工程，建议该地区鱼类增殖放流站进行统筹建设，该地区增殖站未建成前，依托雅鲁藏布江中游已建成藏木、大古水电站增殖放流站进行。

目前在西藏自治区，人工增殖放流站主要有已建的藏木鱼类增殖站和在建的大古鱼类增殖站，均位于海拔 3500m 以下。其中，藏木鱼类增殖站位于藏木水电站下游约 5km

的雅鲁藏布江边，2013 年 7 月建成的一期工程放流规模为 10 万尾/年，增殖放流对象包括黑斑原鮡、尖裸鲤、拉萨裂腹鱼、巨须裂腹鱼、异齿裂腹鱼等，目前增殖放流效果较好，拟扩建的二期工程放流规模为 13.1 万尾/年。拟建的大古鱼类增殖站位于雅鲁藏布江边的大古业主营地，一期工程放流规模为 7 万尾/年，二期规模为 10 万尾/年。两座鱼类增殖放流站的放流鱼类与湘河流域的鱼类基本相同。

根据湘河流域鱼类资源现状、梯级开发对水生生态的影响，并参考西藏自治区其它水利水电工程鱼类增殖站规划设计与建设情况，本阶段利用周边藏木、大古等鱼类增殖站和土著鱼类繁殖场进行鱼苗的购买和放流，后续应根据该地区水利建设规划，统筹建设鱼类增殖放流站。

5.4.3.2 放流对象

放流主要针对那些对工程影响敏感的鱼类以及在急流中产卵的鱼类。根据陕西省动物研究所编制的《西藏湘河水利枢纽及配套灌溉工程对湘河流域水生生态环境影响专题评价》，湘河干支流渔获物重量组成以拉萨裸裂尻鱼最高，2015 年和 2017 年 2 次调查分别占渔获物的 94.4％和 55.8%，其次为双须叶须鱼，分别占渔获物的 5.3％和 32.8%。尾数组成则以拉萨裸裂尻鱼最多，占 53.0％和 30.4%，2015 年为异尾高原鳅 42.9%次之，2017 年为细尾高原鳅 28.5%次之。

湘河流域的鱼类中，无国家级保护鱼类，有西藏自治区Ⅰ级保护鱼类 2 种——尖裸鲤和黑斑原鮡，尖裸鲤同时被列入《中国濒危动物红皮书》；被列入《中国物种红色名录》的鱼类 4 种，分别为巨须裂腹鱼、异齿裂腹鱼、拉萨裂腹鱼、尖裸鲤；有雅鲁藏布江特有鱼类 7 种，拉萨裂腹鱼、巨须裂腹鱼、异齿裂腹鱼、双须叶须鱼、拉萨裸裂尻、尖裸鲤和黑斑原鮡。其中，拉萨裸裂尻对于河流和库区生境的适应性较强，在很多已建水库的库区和坝下都能繁殖，为主要物种，可不考虑人工增殖放流。根据放流本地鱼类的原则，在充分考虑湘河流域鱼类资源分布现状，拟在本流域开展尖裸鲤、拉萨裂腹鱼、异齿裂腹鱼、巨须裂腹鱼、双须叶须鱼、黑斑原鮡共 6 个优势种鱼类或自治区重点保护鱼类进行放流。

5.4.3.3 本工程放流规模

本工程放流鱼类为尖裸鲤、拉萨裂腹鱼、异齿裂腹鱼、巨须裂腹鱼、双须叶须鱼和黑斑原鮡等 6 种，数量为 1.5 万尾/年，具体见表 5.4-9。

湘河水利枢纽及配套灌区工程鱼类放流规模一览表

表 5.4-9

种类	体长（cm/尾）	数量（万尾/年）	保护级别
尖裸鲤	6～10	0.4	省级保护、特有鱼类、濒危种
拉萨裂腹鱼	6～8	0.3	特有鱼类、濒危种
异齿裂腹鱼	6～8	0.4	特有鱼类、濒危种
巨须裂腹鱼	6～8	0.3	特有鱼类、濒危种
双须叶须鱼	6～8	0.2	特有鱼类
黑斑原鮡	6～10	0.1	省级保护
合计		1.5	

放流的幼鱼必须是由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。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，直接影响到放流效果。但放流苗种过大，一方面会增加经济投入，另一方面则可能会使鱼类因长期人工增殖而不适应野外环境。

5.4.3.4 放流时间和区域

放流区域主要为库区和坝下，采取多点、分散方式放流。放流地点选择缓流河湾、支流汇口和湘河水利枢纽库尾附近。放流时间可选择在当年秋季 10～11 月，此时增殖的鱼苗经过夏季的生长，体格较为健壮，有利于鱼类的成活。

放流周期为每年 1 次，放流时间可选择在每年秋季 10～11 月，此时增殖的鱼苗经过夏季的生长，体格较为健壮，有利于鱼类的成活。采取多点、分散方式放流，放流地点可选择在湘河水利枢纽坝下、库尾及以上河段，缓流河湾、支流汇口和湘河水利枢纽库尾附近、央玛取水枢纽库区及坝下河段。

5.4.3.5 放流费用

按照 1.5 万尾/年的放流规模，放流费用约为 50 万元/年，其中鱼苗购买费用 20 万元/年，鱼种运费 20 万/年，放流费用 10 万元/年。初步考虑放流时间为 10 年，费用约为 50 万元。

5.4.4 生态调度方案

鱼类繁殖需要一定的水文水动力条件，多数鱼类繁殖过程与繁殖期的水文过程密切关联。本次评价在考虑规划环评对湘河水利枢纽坝址和央玛取水枢纽坝址生态流量的要求，确定湘河坝址生态基流量为 10.0m^3/s，央玛取水枢纽坝址生态基流量为 11.87m^3/s；鱼类生态敏感期 5～7 月为满足卵鱼类产卵要求，维持一定的河床水位和流速。湘河坝址和央玛取水枢纽坝址生态调度过程见表 5.4-10。

工程生态调度过程一览表

表 5.4-10

坝址	时期	月份	最小下泄流量	需水情况	备注
湘河水利枢纽坝址	鱼类产卵期	5 月	11.66	进入产卵期，开始加大下泄流量	天然来水量较小，坝址处下泄水量占到天然水量的70%~130%
		6 月	17.49	产沉性卵或产粘沉性卵鱼类主要产卵时期	按坝址处多年平均流量的30%进行下泄，同水期下泄水量约占天然水量的65%~90%
		7 月	17.49		
	一般水期	8、9 月	10.0	非敏感水期，满足基本生态用水	天然流量波动较小
	黑颈鹤越冬期	10 月～3 月	10.0	基本维持天然流量过程	按照运行调度结果，P=75%，10 月~3 月下泄水量约占天然水量的 85%~120%
	一般水期	4 月	10.0	非敏感水期，满足基本生态用水	天然来水量较小，坝址处下泄水量占到天然水量的70%~130%
央玛取水枢纽坝址	鱼类产卵期	5 月	13.84	进入产卵期，开始加大下泄流量	天然来水量较小，坝址处下泄水量占到天然水量的70%~130%
		6 月	20.70	产沉性卵或产粘沉性卵鱼类主要产卵时期	按坝址处多年平均流量的30%进行下泄，同水期下泄水量约占天然水量的65%~90%
		7 月	20.70		
	一般水期	8、9 月	11.87	非敏感水期，满足基本生态用水	天然流量波动较小
	黑颈鹤越冬期	10 月～3 月	11.87	基本维持天然流量过程	按照运行调度结果，P=75%，10 月~3 月下泄水量约占天然水量的 85%~120%
	一般水期	4 月	11.87	非敏感水期，满足基本生态用水	天然来水量较小，坝址处下泄水量占到天然水量的70%~130%

5.4.5 生态流量保证措施

5.4.5.1 施工期

由于大坝施工期不允许过水，施工导流采用围堰一次拦断河床、隧洞泄流的导流方式。湘河水利枢纽工程自第 1 年 10 月开始施工准备，至第 2 年 9 月泄洪洞（兼导流洞）具备过水条件，河道截流。根据湘河水文特性，结合施工总进度安排，截流流量为 11 月，10％频率月平均流量 44.4m^3/s。河道截流流量为 4.0m^3/s，河道截流后还有 40.4m^3/s 的水量下泄，远大于 10m^3/s 的生态流量要求，湘河水利枢纽在施工过程中不会影响下游的生态流量，生态流量有可靠的保证。

央玛取水枢纽导流采用分期围堰的导流方式，不影响施工期上游流量下泄。

5.4.5.2 初期蓄水

湘河水利枢纽初期蓄水阶段，水库水位从 4068.24m 上升至最低发电水位 4080m。采取在导流隧洞（进口底高程 4058m）闸门上预留供水孔（采用蝶阀控制）的方法向下游生态供水。待水库水位蓄至发电水位时由发电洞钢管支管放流（发电洞底高程为 4066m），关闭导流隧洞闸门预留孔蝶阀。

该阶段由于水位的逐渐增高，生态流量管经历了从无压到有压的过程。有压时随水头逐渐增大，流量管的下放能力也逐渐增大，为此流量管的管径控制由无压控制。

无压时采用明渠均匀流计算：

$$Q=(R^{2/3}i^{1/2}F)/n$$

式中：Q——渠道的设计流量，m^3/s；

R——渠道的水利半径；

i——渠底比降，取 0.01；

n——渠床糙率，取 0.014；

F——渠道过水断面面积，m^2；

经计算，在水深为 1.3m 时，管径为 1.5m 时，在下闸蓄水阶段，洞身无压力时过水流量为 $10m^3/s$。

5.4.5.3 运行期

水库正常运行时，由布置于引水发电钢管的一支管作为生态流量管，下放生态基流。

该阶段生态流量管为有压的过程。

$$Q = m_2 A\sqrt{2g(H_0 + iL - \beta_2 D)}$$

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{1+\sum\xi_i(\frac{\omega}{\omega_i})^2+\sum\frac{2gL_i}{C_i^2R_i}(\frac{\omega}{\omega_i})^2}}$$

式中：m_2——压力流的流量系数计算；

i——洞底坡降；

L——隧洞总长（m）；

Li——隧洞某一段的长度（m）；

β_2——取 0.85；

D——隧洞高度（m），采用出口段洞高；

Σζi——各段隧洞局部损失系数的总和损失系数；

ωi——各段隧洞的断面面积（m^2）；

ω——隧洞出口断面面积（m^2）。

经计算，当生态流量管的管径为 1.2m 时，运行过程中，洞身有压力时过水流量不小于 11m^3/s，最终确定生态流量管直径为 1.2m。

湘河水利枢纽工程为不完全年调节水库，水库死水位为 4080m，发电洞底高程为 4066m，下游接引水发电钢管，其高程远低于水库死水位。根据水库运行原则，将在死水位以上运行，保证电站的发电与下泄生态流量。经过计算，水库下闸蓄水阶段，选用管径为 1.5m，洞身无压力时过水流量可满足 10m^3/s。在水库正常运行阶段，为了保证下泄 10m^3/s，最终确定管径为 1.2m 的生态流量管。生态流量泄放设施见附图 5-6。

同时，湘河电站共安装 4 台发电机组，单台机组流量为 30.2m^3/s，可根据下游灌溉、供水和生态需水等用水需要进行下泄发电，不承担电网调峰任务。因此，湘河水利枢纽工程最小下泄流量有可靠的保障措施。

下游央玛取水枢纽为溢流坝，高度 4.0m，拟利用堰坝建设鱼坡进行过鱼，并通过坡面下泄生态流量。

5.4.6 分层取水设施

湘河水利枢纽进水口采用分层取水的叠梁式闸门、拦污栅与闸门井联结成整体的岸塔式进口，发电洞塔式进水口依次布置一道拦污栅、一道分层取水叠梁闸门和一道事故检修闸门。拦污栅孔口尺寸 7×38m，设计水位差 4m，拦污栅配置一套清污机。叠梁闸门孔口尺寸 7×34m，3m 分层共 12 节，设计水头差 5m。事故检修闸门孔口尺寸 7×7m，设计水头 35.46m，闸门型式为潜孔式平板钢闸门。

分层取水设施见附图 5-7。

5.4.7 施工期对鱼类资源的保护措施

① 加强施工人员的管理，积极进行宣传教育，制定生态环境保护手册，提高施工人员生态保护意识。

② 建立和完善鱼类资源保护的规章，设置水生生物保护警示牌，禁止在河道内捕鱼。

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达标回用，防止影响水生生物生境的污染事故发生。

④ 建立鱼类及时救护机制。对围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养或放归；下闸蓄

水期间，下游出现减水情况时，应事先安排人员巡查，对搁浅的鱼类及时采取救护措施。

⑤ 基坑废水采取沉淀设施，经处理后回用于周边施工场地洒水抑尘。

5.5 水环境保护措施

5.5.1 水利枢纽工程

5.5.1.1 施工期水环境保护措施

（1）砂石料加工系统生产废水处理

1）废水情况

砂石料加工系统生产废水来自与砂石料的清洗工序，用以清除砂石料中的粘性土壤和其他杂质废水中主要污染物为悬浮物，为保护湘河水质，砂石料加工系统生产废水需经处理达标后回用。

沥青混凝土砂石加工系统布置在坝址上游右岸 1.0km，天然料的砂石加工系统布置在坝址下游 1.7km。沥青混凝土砂石加工系统成品料生产能力 10.1t/h，天然砂石料系统成品料生产能力 70t/h。砂石料加工系统设计成品生产能力共计 80.1t/h，按冲洗 1t 砂石料废水 1m^3 计，砂石料冲洗产生废水约为 80.1m^3/h。

2）处理目标

根据国内已建及再建各水库环境保护的实践来看，本工程砂石料加工系统生产废水考虑全部回用，处理后的回用水 SS 浓度控制在 100mg/L 左右。按此设计目标，砂石料加工系统生产废水 SS 去除率均可达 98%以上。

3）方案选择

方案 1：自然沉淀法处理废水，重力沉渣后自然干化方式处理沉渣。

方案 2：混凝沉淀法处理废水，重力浓缩后重力过滤脱水方式处理沉渣。

根据砂石料加工系统布置的地形条件和废水特征，从工程投资、运行费用、工艺水平、管理方便程度和处理负荷等多方面对 2 个方案进行技术经济比较。从维护管理、运行费用来看，方案 1 具有较大的优势；但就去除悬浮物的工艺效果和占地而言，方案 2 优势较大，而且可以回收大部分粗砂，具有很好的环境经济综合效益。本工程砂石加工废水中悬浮物绝大部分为无机颗粒，沉降性能良好，但在处理目标要求十分严格的情况下，方案 1 显然不能满足要求，所以将方案 2 作为本阶段的推荐方案。

4）处理工艺

混凝沉淀法处理废水，重力浓缩后重力过滤脱水方式处理沉渣方案的工艺流程见图

5.5-1。废水从筛分楼流出先经平流式沉砂池沉淀 16min 左右除去粗砂，沉砂池采用机械连续出渣，沉渣经泥渣泵抽送到螺旋砂水分离器进行机械脱水，脱水后的干渣外运至就近渣场。沉砂池出水自流进入混合池与加入絮凝剂充分混合，然后流入反应沉淀池中的栅格絮凝反应池絮凝 20min 左右，反应沉淀池由栅格絮凝反应池和斜管沉淀池合建为一体，中间用导流墙分隔。斜管沉淀池沉淀 25min 左右后出水，由泵送到砂石料加工系统用水池重复循环利用。絮凝反应池底泥自流进入泥渣调节池，斜管沉淀池底泥由泥渣泵抽送到泥渣调节池，再由竖式泥渣泵送到重力连续浓缩池，浓缩后泥渣自流进入沉渣处理池重力过滤脱水后外运至就近渣场。

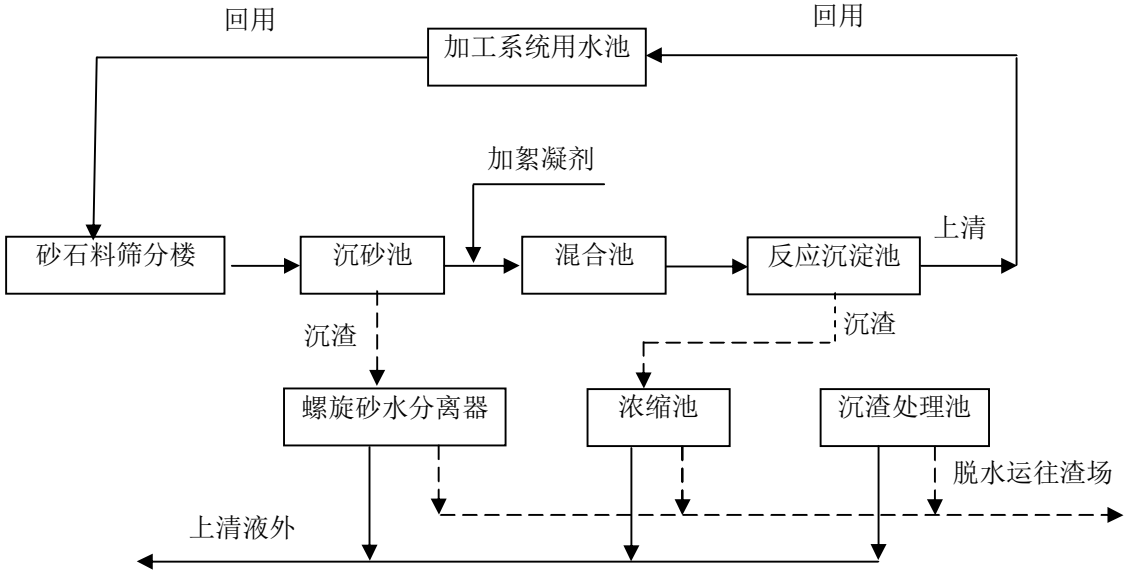


图 5.5-1　砂石料加工生产废水处理工艺流程图

5）主要构筑物

砂石料加工系统废水处理设施构筑物主要包括：沉砂池、混合池、絮凝反应池、斜管沉淀池、泥渣调节池、浓缩池、沉渣处理池等。各构筑物的尺寸具体见表 5.5-1 和表 5.5-2。

天然砂石料加工生产废水处理系统主要构筑物尺寸表

表 5.5-1

序号	构筑物名称	数量（座）	尺寸（m）		
			长	宽	高
1	沉砂池	2	10	5	3
2	混合池	2	2	2	1.9
3	凝絮反应池	2	3.1	2.5	2.2
4	斜管沉淀池	2	3.4	2.5	2.2
5	低位水池	1	6	6	2.5
6	高位水池	1	5	4	2.5
7	泥渣调节池	2	5	5	4.5
8	浓缩池	2	D13，圆形	4	
9	泥渣处理池	2	9	9	2
10	加药间	1	5	4.5	5
11	配电间	1	10	5	7

沥青混凝土砂石料加工生产废水处理系统主要构筑物尺寸表

表 5.5-2

序号	构筑物名称	数量（座）	尺寸（m）		
			长	宽	高
1	沉砂池	2	5	3	3
2	混合池	2	2	1	1
3	凝絮反应池	2	3	2	1
4	斜管沉淀池	2	2	1.5	2.2
5	低位水池	1	5	3	1.5
6	高位水池	1	5	2	1.5
7	泥渣调节池	2	4	3	3
8	浓缩池	2	D10，圆形	3	
9	泥渣处理池	2	6	4	2
10	加药间	1	4	3	4
11	配电间	1	5	3	4

6）主要仪器设备

砂石料加工系统废水处理设施主要仪器设备见表 5.5-3 和表 5.5-4。

天然砂石料加工生产废水处理系统主要仪器设备表

表 5.5-3

序号	位置	设备	数量	备注
1	沉砂池	除砂机	2 套	
		砂水分离器	2 台	
2	混合池	搅拌器	2 台	
3	反应沉淀池	吸泥机	2 台	
4	泥渣调节池	搅拌器	2 台	
		泥渣泵	3 台	2 用 1 备
5	泥渣浓缩池	刮泥浓缩机	2 台	
6	加药间	加药设备	1 套	
7	配电间	配电器	1 套	
8	回用系统	污水泵	3 台	2 用 1 备

沥青混凝土砂石料加工生产废水处理系统主要仪器设备表

表 5.5-4

序号	位置	设备	数量	备注
1	沉砂池	除砂机	2 套	
		砂水分离器	2 台	
2	混合池	搅拌器	2 台	
3	反应沉淀池	吸泥机	2 台	
4	泥渣调节池	搅拌器	2 台	
		泥渣泵	3 台	2 用 1 备
5	泥渣浓缩池	刮泥浓缩机	2 台	
6	加药间	加药设备	1 套	
7	配电间	配电器	1 套	
8	回用系统	污水泵	3 台	2 用 1 备

（2）混凝土拌和系统废水处理

1）废水情况

混凝土拌和系统废水来源于混凝土转筒和料灌的冲洗废水，其中废水碱性较大，pH 值在 12 左右，悬浮物浓度约 5000mg/L。工程区混凝土拌和系统分别布置在左右两个施工区，1#施工生产生活区：位于大坝右岸上游，主要负责沥青混凝土土石坝的骨料加工系统、沥青混凝土拌合站及沥青骨料堆放场等满足工程施工的要求。2#施工生产生活区：位于大坝左岸下游，主要负责左岸发电隧洞、溢洪道、泄洪洞、厂房等施工的骨料加工系统、混凝土拌和站、钢筋综合加工厂等满足工程施工的要求。

湘河水利枢纽工程土石方明挖高峰月强度约 23.23 万 m^3/月，洞挖高峰月强度约 1.06 万 m^3/月，土石方填筑高峰强度 9.97 万 m^3/月，混凝土浇筑高峰月强度 1.01 万 m^3/月，沥青混凝土铺筑高峰月强度 0.07 万 m^3/月。冲洗废水按 2 处混凝土系统每天各产生 15m^3 碱性废水估算，混凝土废水总量分别为 30m^3/d，主要含有泥沙和石油类等污染物，碱性废水主要污染物为 pH 和悬浮物，pH 一般为 11～12，悬浮物浓度一般为 5000mg/L。

按养护 1m^3 混凝土产生 0.35m^3 碱性废水估算，施工区混凝土系统最大碱性废水量约为 15m^3/d，主要含有 SS 和 pH 等污染物，其 SS 浓度约为 3000mg/L，经沉淀池处理后用于周边施工场地和道路洒水抑尘。

碱性废水如排放将河流水质或土壤结构，改变土壤性质，因此，混凝土养护及搅拌站冲洗产生的碱性废水需采取措施处理达标后回用。

2）处理目标

混凝土拌和系统冲洗废水主要污染物为 SS 和 pH，拟处理后回用。

3）方案选择

方案 1：竖流式沉淀池法。

方案 2：过滤沉淀法。

方案 1 占地面积小，排泥简单，但池深比较大，施工困难，对冲击负荷的适应能力较差，造价较高，且由于沉渣含水率较高还需进一步处理。方案 2 构造简单，造价低，管理方便，滤料选取砂石加工厂骨料，滤后泥渣含水率低，可人工直接需定期清池。鉴于方案 2 比方案 1 有较大的优势，选择方案 2 作为推荐方案。

4）处理工艺

过滤沉淀池过滤速度采用 15m/h，砂石厚度 1m，滤料上层水深 1.5m，3 个月更换一次滤料。该处理方法的特点是冲洗废水 pH 值偏高，可在回用之前投加适量中和剂，使出水 pH 值保持在 6～9 之间。简易过滤沉淀法处理流程具体见图 5.5-2。

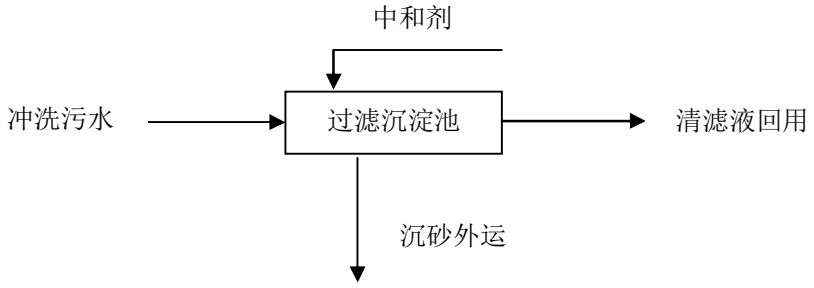


图 5.5-2　混凝土拌和系统废水处理流程图

5）主要构筑物

混凝土拌和废水处理系统主要构筑物为过滤沉淀池，滤池采用矩形处理池，沉淀池的有效尺寸为 9m×3m×3.3m，滤池出水端和滤料承托层设计为活动式，以便于清运。混凝土拌和生产废水处理系统需在两个施工区各布置一套。

（3）基坑排水处理

1）废水情况

主体建筑物开挖形成基坑，基坑排水分初期和经常排水。

初期排水：第 2 年 11 月初截流后，进行上、下游围堰基础防渗施工，第 2 年 12 月初围堰闭气后进行基坑抽水。经常排水的悬浮物含量和 pH 值较高，按 3 月 10％频率洪峰流量 44.4 m^3/s，相应下游水位 4054.48m 计算基坑积水量约 0.89 万 m^3。基坑积水计划 2 天排完，估算初期排水强度为 180m^3/h。初选 6SA-8B 型水泵 2 台，其中 1 台备用，水泵扬程 32m，单机抽水能力 160m^3/h，单机电机功率 22KW。经常性排水主要指大坝基础工程施工期间的混凝土养护、钻孔灌浆、坝体填筑用水，以及围堰渗水和雨水量，估算抽排最大强度为 300m^3/h。主要污染物为悬浮物，浓度一般为 2000mg/L，pH 值为 11～12，呈碱性。

2）处理目标

本工程的基坑排水 SS 浓度需控制在 100mg/L 以下，pH 需控制在 6～9 范围内。处理后的基坑排水用于周边施工场地和道路洒水抑尘，不排放。

3）方案选择

方案 1：向基坑投加絮凝剂处理。

方案 2：沉淀池法处理。

方案 1 向基坑投加絮凝剂，沉淀后的基坑排水用于周边施工场地和道路洒水抑尘。方案 2 需另建相应设施，造价相对方案 1 高。故选择方案 1 作为本工程基坑排水处理的推荐方案。

4）处理工艺

由于本工程基坑排水量不大，且仅存在于施工期，根据其他水电工程对基坑排水的处理经验，对基坑排水不采取另外的处理措施，向基坑投加絮凝剂，让坑水静置沉淀 2h 后，用清水泵抽出，剩余污泥及时人工清除。因绿矾和聚丙烯酰胺的混合物对碱性高的 SS、石油类废水处理效果较好，推荐采用该种絮凝剂处理基坑排水。为了保证其上层清液中悬浮物和 pH 浓度不影响处理效果，在抽水时控制水泵的深度，保持水泵在上层清液部分；控制投药量，保证出水水质。简单流程具体见图 5.5-3。

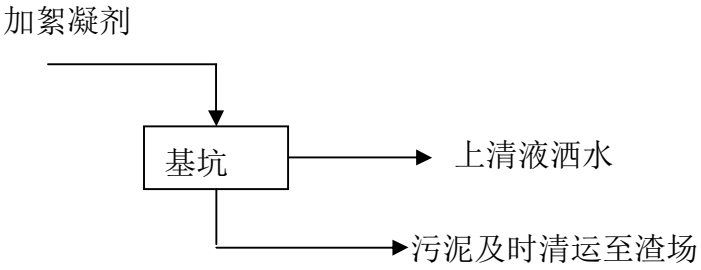


图 5.5-3 基坑排水处理流程图

（4）机械修理系统含油废水处理

1）废水情况

工程以机械施工为主，施工高峰期需定期清洗的主要施工机械设备约 119 台（辆）。施工机械冲洗将产生一定的含油废水，以平均每台冲洗废水 0.6m^3 计算，工程区每次约为 71.4m^3/次。含油废水主要污染为石油类，浓度一般为 10mg/L。

2）处理目标

本工程机械修理系统含油废水浓度需控制在 5mg/L 以下，施工废水 SS 浓度需控制在 100mg/L 以下。处理后的含油废水上清液用于周边施工场地和道路洒水抑尘，不排放。

3）方案选择

方案 1：成套油水分离器法。

方案 2：小型隔油池法。

根据机械车辆停放场的地形条件和汽车保养废水的特征，从工程投资、运行费用、工艺水平、管理方便程度和处理负荷等多方面对 2 个方案进行技术经济比较。从本工程废水水质特点来看，废水中石油类含量总体较低为 10～30mg/L，方案 2 构造简单，造价低，管理方便。所以将方案 2 作为本阶段的推荐方案。

4）处理工艺

废水中悬浮物和 CODcr 以及部分石油类，在沉淀池中投加乳化剂，经絮凝沉淀后得以去除，沉淀池出水进入小型隔油池，停留适当时间待油、水分离后，清水可直接回用于施工场地洒水降尘。浮油妥善处置，不应随意堆放或丢弃。处理工艺流程见图 5.5-4。

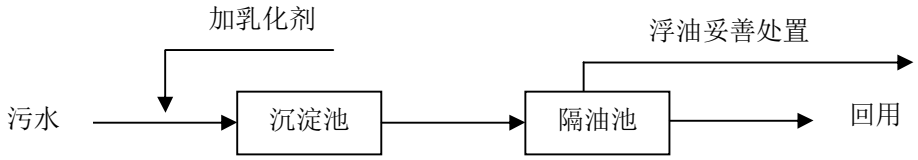


图 5.5-4　小型隔油池法处理含油废水流程图

5）主要构筑物

本含油废水处理系统有沉淀池、小型隔油池等组成。沉淀池 1 池 2 格，1 备 1 用，设计沉速 2.3m/h，停留时间 0.3h，有效水深 1.5m，水平流速 3.8m/s。小型隔油池设计流速 0.015m/s，停留时间 10min，有效水深 1.5m，排油周期 7 天 1 次。各构筑物的尺寸具体见表 5.5-5。

机械修理生产废水处理系统主要构筑物尺寸表

表 5.5-5

序号	构筑物名称	设计水量（m^3/h）	有效容积（m^3）	尺寸（m）		
				长	宽	高
1	沉砂池	25	8.1	5.8	3.6	1.5
2	隔油池	12	6.5	4.5	1.6	1.5

（5）隧洞开挖废水处理

隧洞采用“短进尺、小药量”的控制爆破，手风钻钻孔爆破，周边孔采用小药量微差毫秒爆破。隧洞开挖废水中一般悬浮物浓度较高，钻爆法施工若选用炸药不当，会因爆破而产生 TNT 等有害物质。在钻进过程中，不用水钻，隧洞开挖过程中废水产生量较少。在各隧洞洞口设置沉淀池，向沉淀池内投入絮凝剂，进行静置、沉淀，各隧洞出水沉淀后可用于周边施工场地、道路洒水等，不排放。

（6）生活污水处理

1）污水情况

工程施工高峰期人数为 1325 人，按照生活用水定额 80L/人·d，生活污水总量为 $106m^3/d$；污水产生系数取 0.8 计算，则日污水量最大为 $84.8m^3/d$。生活污水主要污染物为 COD 和 BOD_5，浓度一般为 400mg/L 和 200mg/L，污水以总氮、总磷类为主。

2）处理目标

施工区生活污水 BOD_5 浓度控制在 20mg/L 以下，COD_{Cr} 浓度控制在 100mg/L 以下。处理后的生活污水用于周边施工场地、道路洒水抑尘，不排放。

3）方案选择

方案 1：化粪池处理。

方案 2：成套生活污水处理设备处理。

方案 1 采用化粪池处理方案具有造价低，运行费用低等优点，但污染物的去除率较低。方案 2 采用成套生活污水处理设备处理，因技术指标有了相当的优化，在小规模生活污水处理领域中受到了更为广泛的青睐。同时，在工程建成运行期间也可使用，在一定程度上减少了设备的投资。就本工程而言，为了减少施工生活污水对下游河段水质以及水生生物的影响，推荐采用成套生活污水处理设备对施工期的生活污水进行处理。

4）处理工艺

根据本工程施工区生活污水中主要污染物的成分和浓度情况，拟选用 XHS 型生活污水成套处理设备。成套设备的工艺流程见图 5.5-5。

XHS 型生活污水成套处理设备工艺流程说明具体如下：

初沉池：用以沉淀不溶性悬浮物，采用竖流式斜管沉淀池，表面负荷 1.5～3.0$m^3/(m^2 \cdot h)$，停留时间为 1～1.5h，沉淀污泥用气提装置进入污泥池。

接触氧化池：经初沉后的污水自流入该池进行生化处理，该池共分二级，总停留时间不小于 6h，池内挂净性填料或填装多面空心球，曝气装置为微孔曝气器，气水比为（10～16）：1。

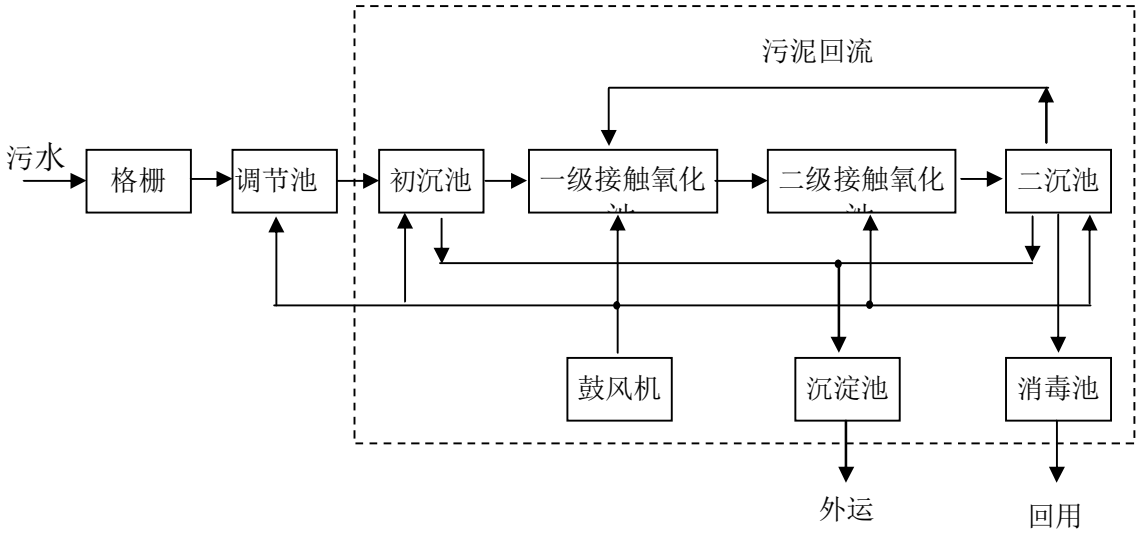


图 5.5-5　生活污水成套设备工艺流程图

二沉池：生化处理后污水自流入二沉池，采用竖流式沉淀池，表面负荷 0.9～1.2 $m^3/(m^2 \cdot h)$，停留时间为 1.5～2.0h，沉淀污泥用气提装置抽部分送至污泥池，部分回流到

接触氧化池。

沉淀池：初沉池污泥和二沉池的部分污泥在该池得到初步浓缩，浓缩后的污泥含水率较小，可用粪车抽出外运施肥等。

鼓风机房：2～3 台鼓风机（其中 1 台备用），风机进口部位配有消音设备，可设于地面或地下。

电控制柜：电控制柜设于地面控制室，配有 PLC 控制系统，对风机、水泵及空气提升装置进行自动运行控制，也可手动控制。风机与水泵备用设备每隔 8 小时自动切换一次。

5）仪器设备

枢纽工程在湘河工程区设置管理生活区 2 处，选用 2 套设备，生活污水成套处理设备选型具体见表 5.5-6。

枢纽工程区生活污水成套处理设备选型表

表 5.5-6

人数（人）	型号	外型尺寸（m）	罗茨风机	潜污泵	功率（kw）	
					配备	常用
1010	XHS－5	12.1×1.9×2.3	1 用 1 备	1 用 1 备	6.4	3.2

5.5.1.2 运行期水环境保护措施

（1）库周污染源控制措施

为了保护库周环境以及水库水质，需加强湘河水利枢纽运行期间的管理，制定并实施库区及上游水资源保护规划，实行污染物排放总量控制，严格执行排污许可制度。库周应禁止发展污染型企业，严禁设置各类污染源，禁止人畜粪便直接入河。发展生态农业，控制和减少农药化肥的使用量。注意对周边植被的保护，加强植被建设以及上游干流和支流两岸水土保持治理工作，控制面源污染。

（2）电厂生活污水处理

根据工程管理规划，运行期间都配备了相应的工作人员，其中湘河水利枢纽及电站 30 人。工作人员的生活污水处理，同样选用 XHS 型生活污水成套处理设备，从运行期电站的生活污水量来看，施工期设置的成套生活污水处理设备完全能满足电站运行期间的工作人员的生活污水处理。因此，考虑将施工期间设置的成套生活污水处理设备留用，这样既可以节约投资，又能满足合计保护的要求。

（3）库底清理

水库蓄水后未清除的淹没物将沉于库底，腐烂分解造成对库区水环境的污染，甚至

传播疾病，对水生生物带来不利影响，因此，应尽量减少淹没物，在水库蓄水前应对库底进行清理。

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，杜绝病原微生物的扩散，防止介水传染病的发生、流行或暴发。因此，清库须按照《水利水电工程水库库底清理设计规范》(SL644-2014)执行，合理、有效、科学地清理库区杂物，保证库区水质。

对湘河库区内的厕所、粪坑（池）、畜栏、垃圾等污染源进行清理，污物能作肥料利用的部分尽量利用，不能利用的部分则尽量运出库外，或薄铺于地面曝晒消毒，并对其坑穴用生石灰会药物进行消毒，以净土填塞。

零星树木应尽可能齐地面砍伐并清理外运，残留树桩不得高出地面 0.3mm。树木砍伐残余的枝桠、枯木、灌木丛以及秸杆等，应运出库外或就地进行处理。

5.5.2 灌区工程

5.5.2.1 施工期水环境保护措施

（1）砂石料加工系统生产废水处理

1）废水情况

砂石料加工系统生产废水来自与砂石料的清洗工序，用以清除砂石料中的粘性土壤和其他杂质废水中主要污染物为悬浮物，灌区工程砂石料加工系统布置在 2 个料场附近，本工程混凝土粗骨料约为 15.01 万 m^3，经类比计算，2 处料场砂石料冲洗产生废水约为 70m^3/h。

2）处理目标

本工程砂石料加工系统生产废水考虑全部回用，处理后的回用水 SS 浓度控制在 100mg/L 左右。

3）方案选择

方案 1：三级混凝沉淀法。

方案 2：平流混凝沉淀法。

本工程砂石加工废水中悬浮物绝大部分为无机颗粒，沉降性能良好。从工程投资、运行费用、工艺水平、管理方便程度等多方面来看，平流式沉淀池具有对冲击负荷和温度变化的适应能力强、施工简单、造价低等特点，比方案 1 具有较大的优势，所以将方案 2 作为本阶段的推荐方案。

4）处理工艺

砂石料冲洗废水从筛分楼流出进入格栅沉砂池，在进入平流式沉淀池，格栅沉砂池

采用机械连续出渣，平流式沉砂池沉淀 1.5 小时左右出渣，沉渣经泥渣泵抽送到螺旋砂水分离器进行机械脱水，脱水后的干渣外运至就近渣场。上清液回用至生产加工水箱，最大限度提高水资源利用率。砂石料加工系统废水处理流程具体见图 5.5-6。

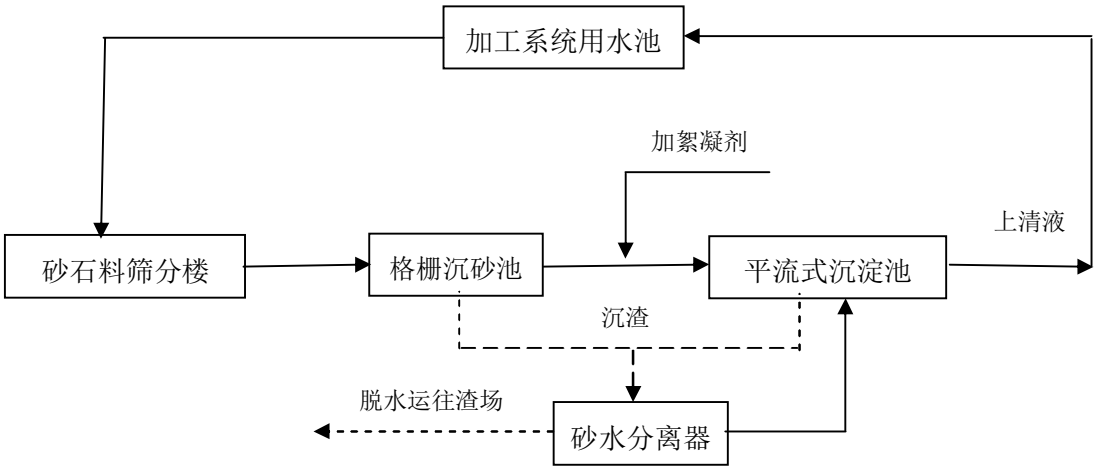


图 5.5-6　砂石料加工系统废水处理流程图

5）主要构筑物

砂石料加工系统废水处理设施构筑物主要为格栅沉砂池和平流式沉淀池，其中平流式沉淀池为了便于清淤宽度方向分两格设置，交替使用。各构筑物的尺寸具体见表 5.5-7。

砂石料加工生产废水处理系统主要构筑物尺寸表

表 5.5-7

序号	构筑物名称	尺寸（m）		
		长	宽	高
1	格栅沉砂池	6	4	3
2	平流式沉淀池	25	14	3.5

6）主要仪器设备

砂石料加工系统废水处理设施主要仪器设备见表 5.6-8。

砂石料加工生产废水处理系统主要仪器设备表

表 5.5-8

序号	设备	单位	分区数量		合计	备注
			砂砾料场 1	砂砾料场 2		
1	除砂机	台	2	2	6	1 用 1 备
2	吸泥机	台	1	1	3	
3	砂水分离器	台	1	1	3	
4	加药设备	套	1	1	3	
5	污水泵	台	2	2	6	1 用 1 备
6	配电器	套	1	1	3	

（2）混凝土拌和系统废水处理

1）废水情况

混凝土拌和系统废水来源于混凝土转筒和料灌的冲洗废水，其中废水碱性较大，pH 值在 12 左右，悬浮物浓度约 5000mg/L。灌区工程共布置 15 处施工场地，混凝土拌和系统绝大部分是采用移动式，冲洗废水按每处混凝土加工系统产生 2m^3/d 废水估算，施工区产生废水总量约为 30m^3/d，主要含有泥沙和石油类等污染物。经类比计算，灌区混凝土养护废水量约为 26.5m^3/d，主要含有 SS 和 pH 等污染物，其 SS 浓度约为 3000mg/L，经沉淀池处理后用于周边施工场地和道路等的洒水抑尘。

2）处理目标

混凝土拌和系统冲洗废水主要污染物为 SS 和 pH，施工废水 SS 浓度需控制在 100mg/L 以下，pH 需控制在 6～9 范围内。

3）方案选择

方案 1：竖流式沉淀池法。

方案 2：间歇式自然沉淀法。

方案 1 占地面积小，排泥简单，但池深比较大，施工困难，对冲击负荷的适应能力较差，造价较高，且由于沉渣含水率较高还需进一步处理。方案 2 构造简单，造价低，管理方便，仅需定期清池。鉴于方案 2 比方案 1 有较大的优势，选择方案 2 作为推荐方案。

4）处理工艺

由于混凝土拌和系统冲洗废水具有水量少，废水不连续，主要在每台班结束时冲洗

一次，且悬浮物浓度较高等特点，采用间歇式自然沉淀的方式去除易沉淀的沙粒，每台班末的冲洗废水均排入池内，静置沉淀到下一台班末，沉淀时间 6h 以上。针对冲洗废水 pH 值偏高，可在外排或回用之前投加适量中和剂，使出水 pH 值保持在 6～9 之间。间歇式自然沉淀法处理流程具体见图 5.5-7。

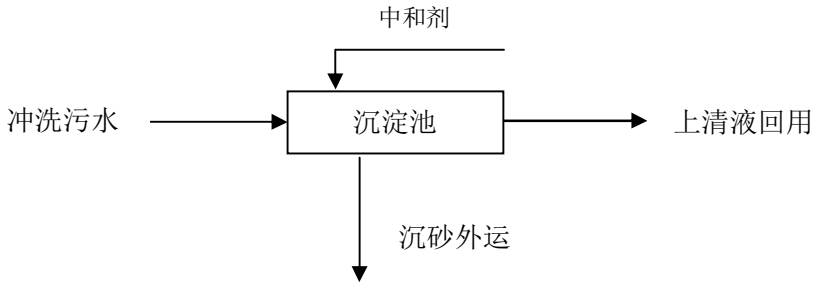


图 5.5-7 混凝土拌和系统废水处理流程图

5）主要构筑物

混凝土拌和废水处理系统主要构筑物为沉淀池，沉淀池采用矩形结构，沉淀池的有效尺寸为 3m×3m×2.2m，为了便于清淤分两格设置，交替使用。混凝土拌和生产废水处理系统需在各施工分区各布置一套。

（3）机械修理系统含油废水处理

1）废水情况

灌区工程区共设置机械修理系统 15 处，机械修理系统生产废水中主要污染物为石油类和 SS，15 处施工区总共产生废水约为 164.4m^3/次。

2）处理目标

本工程机械修理系统含油废水浓度需控制在 5mg/L 以下，施工废水 SS 浓度需控制在 70mg/L 以下。处理后的含油废水上清液用于周边施工场地和道路洒水抑尘，不排放。

3）方案选择

方案 1：成套油水分离器法。

方案 2：小型隔油池法。

根据机械车辆停放场的地形条件和汽车保养废水的特征，从工程投资、运行费用、工艺水平、管理方便程度和处理负荷等多方面对 2 个方案进行技术经济比较。从本工程废水水质特点来看，废水中石油类含量不是很高，为 10～30mg/l，若采用方案 1，不仅投资高，维护难度大，更主要的是针对性不强，将造成不必要的浪费，方案 2 构造简单，造价低，管理方便，仅需定期清池，可实现无人值守。所以将方案 2 作为本阶段的推荐方案。

4）处理工艺

废水中悬浮物和部分石油类，在沉淀池中投加乳化剂，经絮凝沉淀后得以去除，为使废水石油类达标，沉淀池出水进入小型隔油池，停留适当时间待油、水分离后，清水可回用于周边场地洒水抑尘。处理工艺流程见图 5.5-8。

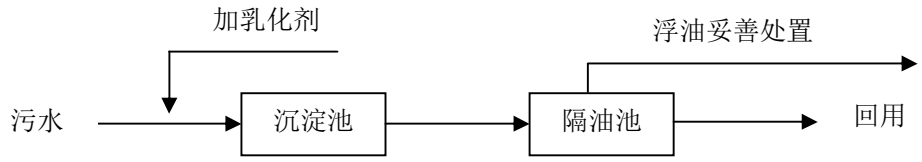


图 5.5-8 小型隔油池法处理含油废水流程图

5）主要构筑物

本含油废水处理系统构筑物主要为小型沉淀池和隔油池。小型沉淀池和隔油池均为 1 池 2 格，1 备 1 用，设计流速 0.06m/s，停留时间 10min，有效水深 1.5m，排油周期 7 天 1 次。各构筑物的尺寸具体见表 5.5-9。

机械修理生产废水处理系统主要构筑物尺寸表

表 5.5-9

序号	构筑物名称	设计水量（m^3/h）	有效容积（m^3）	尺寸（m）		
				长	宽	高
1	沉砂池	2	0.8	1	1	0.8
2	隔油池	1	0.6	1	1	0.6

（4）隧洞开挖废水处理

隧洞采用“短进尺、小药量”的控制爆破，手风钻钻孔爆破，周边孔采用小药量微差毫秒爆破。隧洞开挖废水中一般悬浮物浓度较高，钻爆法施工若选用炸药不当，会因爆破而产生 TNT 等有害物质。在钻进过程中，不用水钻，隧洞开挖过程中废水产生量较少。在各隧洞洞口设置沉淀池，向沉淀池内投入絮凝剂，进行静置、沉淀，各隧洞出水沉淀后可用于周边施工场地、道路洒水，不排放。

（5）生活污水处理

根据水利枢纽工程布置特点，经过比较分析，结合当地时间情况，生活污水处理拟采用 XHS-1 型生活污水成套处理设备，外型尺寸为 4.4×1.5×1.8m，处理后的生活污水用于周边施工场地、道路洒水抑尘，不排放。灌区工程区共设置管理生活区 15 处，采用防渗旱厕进行处理后回用于周边农田浇灌，因此需要布置 15 套防渗旱厕。

5.5.2.2 运行期水环境保护措施

（1）灌区生活污水处理

根据工程管理规划，运行期间都配备了相应的工作人员，主要负责各灌区的干渠、支渠、斗渠及其渠系建筑物，以及相应的管理设施，斗渠以下由斗渠管理委员会管理。管理人员 21 人，灌区管理处设在日喀则市南木林县城，内含灌区运行调度指挥中心。昂加灌区管理所、山边灌区管理所、聂仓普灌区管理所、艾玛岗灌区管理所、拉岗灌区管理所、卡萨灌区管理所、班宗灌区管理所、央村灌区管理所设立在灌区所在村。其中灌区管理处工作人员（9 人）的生活污水处理，选用 XHS 型生活污水成套处理设备，从运行期电站的生活污水量来看，施工期设置的成套生活污水处理设备完全能满足电站运行期间的工作人员的生活污水处理。因此，考虑将施工期间设置的成套生活污水处理设备留用，这样既可以节约投资，又能满足合计保护的要求。

（2）完善基础设施建设，实现区域综合治理

灌排工程建设与环境改造相结合，重视工程的环境效益。协调水土保持措施和生态建设工程，进行渠堤绿化，充分发挥渠道美化环境，调节小气候，净化空气等多种功能。

灌区工程实施后，地区经济发展，城镇化水平将逐步加快，生活污水排放量也随之增大。因此，应结合灌区工程建设，加快农村小城镇建设，做好乡镇供水、排污统一规划，对人口密集的城镇应逐渐建立生活污水集中处理设施。

（3）加强治理农村面源，防止二次污染

湘河水利枢纽配套的灌区位于西藏日喀则市，流域内部分地区生态环境脆弱，水土流失严重，面源污染成为水体的主要污染源。来自农村的面源污染主要有农田面源、畜禽养殖和农村生活三部分，由于地广人稀，畜禽养殖和农村生活面源产生量较小，主要污染源在于农田面源。粗放型农业耕作模式造成农灌退水和化肥农药流失量大，因此，在加强点源控制基础上，必须加大面污染源的治理和控制力度，结合农业灌溉生产与环境特征采取一定的措施，尽量减缓其对环境的影响。

积极发展生态农业，推广施用高效、低毒、低残留农药。农药对环境影响根本原因是农药的分子特性决定的。要减缓影响应从农药的使用上，尽量使用生产半衰期小于 2.5 天的低毒高效或无害的农药。要尽量施用有机肥、农家肥，严格控制化肥和农药的施用量，禁止使用剧毒农药，以防残留物随地表径流污染河流水体。

提高公众的环境保护意识和素质，依照环境保护法广泛开展法制教育和农运好安全正确施用的农业技术教育，让广大农民依法办事，坐到科学合理的使用农药，减少残留

和对非靶标生物的影响。同时，防止过多施用农药使有毒有害成分残留土壤，通过降雨入渗至河流污染河流水质。

运用耕作栽培技术调节土壤、田间小气候来改善环境，以控制或减少有害生物数量；调节耕作制度、耕作方式和种植的作物品种，培育优良品种作物增强对病虫害的抵抗能力，大力发展生态农业，减少农药化肥使用量。

（4）推广节水灌溉技术，加强节水灌溉管理

研究推广高效环保型灌溉排水模式，以防止和减少化肥、农药等对地面水体及地下水的污染。农业灌溉要改变粗放的灌水方式，变灌溉农田为灌溉作物，变灌溉土壤为灌溉作物根部，根据作物生长状况，适时适量的进行灌溉。积极推广节水型灌溉工程，达到节水，保土保肥，环保高效的目的。

（5）加强水质监测管理，防治灌区水污染

针对灌区水资源污染问题，加强河、沟、塘井等地地面水和地下水水质的监测，对灌区内各种污染源种类、成分、数量、排放方式、以及农药、化肥种类与施用量等进行调查统计，及时采取控制措施消除污染，降低损失。

加强灌区输水渠道水质保护管理和宣传教育工作，不得在渠道内淘洗、抛弃有毒有害和污秽物品，防止居民生产生活对沿渠水质污染。同时，将供水渠系沿线划入水资源保护区加以保护，严禁在渠系沿线堆放垃圾，兴办工业企业与排放工业废水，禁止一切可能污染水质的人为活动。

5.5.3 饮用水水源保护

5.5.3.1 饮用水源地划分建议

湘河水利枢纽及配套灌区工程的开发任务以灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电。为保护库区及灌渠水质，保证下游城乡居民的生产、生活用水安全，建议《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJT338-2007）等要求，划分饮用水源保护区，并由地方人民政府颁布实施。本次环评，对工程饮用水源保护区进行了初步划分，供相关部门参考。

(1) 湘河水利枢纽

① 一级水源保护区

一级水源保护区水域范围为湘河水利枢纽取水口半径 500m 范围内，陆域范围为取水口侧正常蓄水位 4099m 以上 200m 范围内陆域。

② 二级水源保护区

二级水源保护区水域范围为一级保护区外径向距离不小于 2000m 区域，陆域范围为一级保护区外水平距离不小于 3000m 的区域。

③ 准保护区

二级保护区以外的南木林县境内湘河水利枢纽的汇水区域为准保护区。

(2) 央玛取水枢纽

① 一级水源保护区

一级水源保护区水域范围为央玛取水枢纽两侧取水口各半径 300m 范围内，陆域范围为取水口侧正常蓄水位 3900m 以上沿岸纵深水平距离 50m 范围或至沿岸公路范围内陆域。

② 二级水源保护区

二级水源保护区水域范围为以外的水域面积，陆域范围为一级保护区外水平距离不小于 2000m 的区域。

(3) 其余坝下河段

① 一级水源保护区

一级水源保护区水域范围为除央玛取水枢纽外其余取水口上游 1000m～下游 100m 范围内河段，陆域范围为一级水源保护区水域沿岸纵深水平距离 50m 范围或至沿岸公路内陆域。

② 二级水源保护区

二级水源保护区水域范围为一级保护区上游边界向上游延伸 2000m、下游边界向下游延伸 200m 范围内河段，陆域范围为二级水源保护区水域沿岸纵深水平距离 1000m 范围内陆域。

(4) 灌渠工程

① 一级水源保护区

一级水源保护区水域范围为灌区各干渠、支渠、斗渠、农渠水面，陆域范围为干渠、支渠两侧水平距离 30m 范围内陆域。

② 二级水源保护区

干渠、支渠两侧水平距离 30m～50m 范围内陆域。斗渠、农渠两侧水平距离 30m 范围内陆域。

在划定的水源保护区批准后，应拟相应的水源地保护规划和管理办法，设置护栏、围网等隔离防护措施，设立水源保护区标识牌、宣传排等标识设施，加强宣传教育、环

境监测、监管、应急等能力建设。

5.5.3.2 区域污染源控制

根据《中华人民共和国水污染防治法》“在饮用水水源保护内，禁止设置排污口”、“禁止在饮用水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭”、“禁止在饮用水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭”等规定，加强水源保护区内的工业和生活污染源治理和削减工作。

5.5.3.3 农村生活污水治理

在南木林县城市污水处理厂的基础上，做好城镇生活污水的收集和处理，在有条件的建制镇建设小型污水处理厂。

结合新农村建设和农村环境连片整治，开展农村生活污水治理。拆除保护区内的厕所，在广大农村地区新建、改建防渗旱厕。

5.5.3.4 农村生活垃圾处理

各村镇的生活垃圾按照“统一收集、就地分类、综合处理”的原则，建立户统一保洁、村统一收集、乡镇统一中转运输、县统一进行无害化处理的农村生活垃圾四级清运、处理运作机制，实行“一条龙收集、一站式处理、一体化运作”。要建立健全保洁队伍、保洁制度，完善农村垃圾收集、中转场所建设和收运设备、保洁工具的配备，实现垃圾收集、转运、处理的常态化。收集后的生活垃圾运至南木林县生活垃圾填埋场进行无害化处理。禁止在河流沿岸堆放和向河流、支沟、冲沟、水库倾倒垃圾、废弃物及有毒有害物质，防止其对水体造成污染。

5.5.3.5 农业面源污染控制

科学引导保护区内的农业种植。一级保护区内禁止施用化肥和化学农药。二级保护区内加强对化肥、农药的监控，指导农户合理施用化肥、农药，减少使用化肥和化学农药，控制化学品农业污染。推广使用有机肥，推进畜禽粪便和农作物秸秆的资源化利用，积极推行测土配方施肥和减量增效技术，减少农田化肥氮磷流失。

对现有农田，应避免漫灌，减少农药化肥流失影响饮用水安全。积极引导发展无公害农产品基地、绿色和有机食品等农产品生产基地。

5.5.3.6 生态建设和水源涵养

加强对水源保护区的生态保护和恢复工作，保护好饮用水源地上游及周边地区现有

植被和水土保持设施。结合当地植物特点，加大水源涵养林工程建设力度，有计划地完成林分改造，提高蓄水保水作用。严格控制水源地上游及周边地区的生产建设活动，依法查处乱砍乱伐、私挖滥采等破坏生态环境的违法行为，防止水土流失。

5.5.3.7 水源生态修复

在湘河水利枢纽库周、央玛取水枢纽库周及坝下建设一定范围的生态湿地，培育水生植物群落进一步提高湘河生态自净功能。沿河两侧陆域或水库岸边建设生态防护带，起到保护水体、美化饮用水水源保护区及改善生态景观等作用。

5.6 大气环境保护措施

（1）开挖、爆破粉尘的消减与控制

施工单位必须选用排放废气符合国家有关标准的施工机械和运输工具，使其排放的废气符合国家有关规定。凿裂、钻孔以及爆破提倡湿法作业，并尽量选用带收尘设备的施工机械以降低施工产生的粉尘量。

工程露天爆破时，尽量采用草袋覆盖爆破面，以减少爆破产生的粉尘。隧洞开挖时，增加通风设备，加强隧洞通风，以降低废气浓度。

对处于产尘量较大的现场作业人员，按照国家有关劳动保护的规定，发放防尘用品，如佩带防尘口罩等。

（2）砂石系统、混凝土系统的粉尘消减与控制

水利枢纽和灌区的混凝土拌和楼均应选用具有密闭、除尘设施的设备，施工时加强管理，切实做好除尘措施，避免粉尘外泄。砂石加工工艺尽量采用湿法破碎的低尘工艺，系统附近采用洒水降尘减轻粉尘污染，最大程度地减少粉尘污染。

选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输工具。水泥等材料装卸运输过程中，采用储罐、密封运输方式，保持良好的密封状态，避免在运输过程中的扬尘污染。

（3）燃油废气的消减与控制

加强大型施工机械和车辆管理，机械设备配备相应的消烟除尘设备，运输车辆安装尾气净化器。定期检查、维修，确保施工机械和车辆各项环保指标符合尾气排放要求。采用优质、污染小的燃油。

（4）交通扬尘的消减与控制

加强施工管理，水泥等粉状物料采用封闭式运输，避免在运输过程中的扬尘污染。

场内部分永久公路路面采用混凝土硬化，减少车辆运输产生的扬尘。对公路进行定

期养护、维修，尤其是针对路面采用泥结石的施工临时道路应加强养护工作，防止路面破碎起尘。非雨天沿公路进行洒水，减少车辆扬尘。

结合水土保持措施，在公路两旁进行绿化、美化，栽种树木，降低粉尘污染。

为减少工程施工过程中的粉尘和交通运输扬尘对施工影响区居民的影响，拟在水利枢纽施工区内配备 2 辆洒水车，灌区各施工工地配备 1 台洒水设施。在开挖、爆破集中的坝址区、电站、灌区以及施工公路沿线洒水降尘，非雨天的早、中、晚来回洒水，减少扬尘、粉尘等大气污染的影响时段和范围。

5.7 声环境保护措施

（1）噪声源控制

施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具，尽量选用低噪声设备和工艺，从根本上降低噪声源强。并加强设备的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声。

砂石料加工系统应采用橡胶筛网、塑料钢板、涂阻尼材料来进行砂石筛分，以降低噪声。

振动大的机械设备使用减振机座降低噪声。也可在机器基础与其他结构之间铺设具有一定弹性的软材料，如毛毡、橡胶板等，以减少振动的传递，从而起到隔振作用。

合理安排施工时间，夜间 22：00～次日 8：00 尽量避免露天爆破以及综合加工厂工作，并减少施工车流量，以减少对周围居民和施工人员的影响。

在车辆经过居民区和施工营地的地段设置交通标志牌或警示牌，限制工区内车辆时速，并在路牌上表明施工车辆白天尽量减少鸣笛，夜间禁止鸣笛，以避免车辆噪声影响附近居民和施工人员。材料运输时在沿线的村庄设置交通标志牌或警示牌，分别设在公路进出村的两头。

爆破应严格控制炸药用量，在满足施工需要的前提下，尽量减少爆破次数，使爆破瞬时噪声对环境的影响减小到最低限度。

（2）施工人员噪声防护

合理施工场地布置，施工生活区尽量布置在主要噪声源 100m 以外的区域。

为减少噪声对办公人员的影响，办公生活区建筑物的材料应选择具有较强吸声、消声、隔音性能，并采取双层玻璃窗。同时，应搞好办公生活区周围的绿化，栽植常绿乔木和种植绿篱。同时，在每个办公生活区设置 2 个交通标志牌或警示牌。在灌区渠线经过居民点的地段设置限制噪声警示牌，灌区工程区共需设置限制噪声警示牌 14 个。

对于强噪声源，如混凝土拌和、骨料破碎、砂石筛分等作业区，尽量提高自动化程度，实现远距离监控操作，既可以减少作业人员，又可以使作业人员远离噪声源。

在施工过程中，当施工人员进入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械驾驶等，应配戴个人噪声防护用具。在招标合同中明确施工人员有关噪声防护的劳动保护条款，承包商需给受噪声影响大的施工作业人员配发防噪声耳塞、耳罩或防噪声头盔等噪声防护用具。

5.8 固体废弃物处置措施

（1）生活垃圾处置

在枢纽施工区以及生活营地建立生活垃圾收运系统。收运系统有垃圾桶、垃圾箱、临时垃圾站、垃圾清扫车、运输车构成。根据施工人员及施工规模，在施工、办公区共设置 4 个垃圾收集站和 8 个垃圾桶，并配备一台垃圾清运车。为保证施工区环境卫生，应实行早、中、晚三次清扫；生活垃圾做到一日一清。同时，垃圾应尽量分类堆放，以便清运和处理。

灌区工程施工区每个工区分散收集。收运系统有垃圾桶、垃圾箱、垃圾清扫车、运输车构成。根据施工人员及施工规模，在每个施工工区配备 4~8 个大型垃圾箱，用于存放垃圾，共配备 80 个大型垃圾箱；共配备 2 辆垃圾车。

施工区的垃圾桶以及垃圾集中存放点需经常喷洒药水，以防止苍蝇等害虫孳生，避免对施工人员所在的生活环境产生不利影响；在清理运输工程中，由专用的垃圾清运车进行定期清运，避免运输沿途抛洒。

高峰施工人数约 3470 人，总工日 252.33 万工日。以每人每天产生生活垃圾 0.44kg 计算，工程施工高峰期日产生活垃圾 1.52t，施工期生活垃圾总量 1110.25t。

为实现施工区生活垃圾无害化、稳定化、资源化、减量化的目标。对施工区生活垃圾定期（一星期）就近运至南木林县生活垃圾卫生填埋场进行集中无害化处置。

南木林县生活垃圾填埋场位于南木林县城南木林镇的下游约 5km 的岗巴村龙桑沟，服务范围为南木林县城及周边，采用卫生填埋工艺，总占地面积 34.64 亩，服务年限为 16 年，共可处理生活垃圾 13.15 万 t，平均处理规模为 22.5t/d。该生活垃圾填埋场距离湘河水利枢纽施工区约 20km，距离灌区工程各施工点距离也不远，工程施工期生活垃圾日产生量占其处理规模的 6.8%，总垃圾量占其总处理量的 0.84%，可满足工程生活垃圾无害化处置的需要。南木林县住建局已同意接收工程施工期、运行期和移民安置区的

生活垃圾，见附件 2。

（2）建筑垃圾和生产废料处置

将施工过程中产生的弃土弃渣运至已选定弃渣场，并做好拦挡和排水设计。弃渣堆满后对渣场周围种植植物保持林和植物护坡等。

工程结束后，拆除施工区的临建设施，对混凝土拌和系统、施工机械停放场、块石备料场、综合仓库等施工用地，及时进行场地清理，清除建筑垃圾及各种杂物，对其周围的生活垃圾、简易厕所、污水坑必须清理平整，并用石炭酸、生石灰进行消毒，作好施工迹地恢复工作。施工区生产废料和建筑垃圾做好废物利用，集中处理。危险固废由有资质单位统一处理。

（3）运行期处理措施

运行期湘河水利枢纽管理处工作人员 30 人、灌区运行管理人 21 人，生活办公区日产生固体废弃物量为 0.051t/d，每年 18.62t。拟集中收集后运至南木林县生活垃圾卫生填埋场进行集中处理。

5.9 人群健康保护措施

（1）卫生清理和消毒

施工人员进驻施工营地前，进行场地卫生清理和消毒一次。对在施工区范围内开展灭鼠、灭蚊和灭蝇活动，特别要加强灭鼠工作，同时注意做好监督管理工作，减少传染媒介。

（2）卫生防疫

各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责施工区管理范围内的卫生防疫工作并通过广播、墙报、印发宣传手册等多种形式，对施工人员进行施工安全、卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的健康意识。

在施工人员相对集中的地点设立医疗点，配备常用的治疗药品，开展简单治疗和工伤事故紧急处理，负责施工期卫生防疫工作。

施工人员进驻施工区前，必须进行卫生检疫，抽样检查人数为施工平均人数的 10％。患有传染病人不得进入施工队伍，防止在施工人群中造成相互传染和流行。同时建立施工人员健康档案；定期对施工人员采取预防性服药及免疫接种等措施，坚持疫情报告制度和对施工人群的健康抽样检查，掌握各类疾病流行的动态变化。

卫生防疫和施工人员身体定期检查工作要贯穿工程始终。根据工程施工期人员基本

状况。人群健康防疫工作和体检工作可分阶段进行。在左、右岸生活区各设医疗卫生急救站一处，负责一般疾病治疗及工伤事故紧急处理和卫生防疫工作。

（3）食品卫生监督与管理

施工期间应注意饮用水卫生。从江、河中取水，须经消毒处理达到饮用水卫生标准后使用。采用地下水水源，经消毒后作为生活用水。并按规定对水源水、饮用水定期监测，其供水水质应符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中饮用水水质标准。预防介水传染病的发生。

施工期间施工人员聚集工地，应注意饮用水卫生和食品卫生。从江、河中取水，须经消毒处理达到饮用水卫生标准后使用。对施工区各类饮食行业进行经常性的食品卫生检查和监督，从事餐饮人员必须取得卫生许可证方可上岗作业，接触食品的操作人员实行“健康证”制度，发现食物中毒应立即采取有效控制措施，防止病源扩大。

（4）公共卫生设施

为了便于生活垃圾的收集与清运，并根据人口密度和人员流动情况，在办公生活区、施工区等设置厕所等公共卫生设施。

根据本工程的实际情况，在施工区布置固定厕所 2 座，各个施工区各一个，每个厕所布置 10 个蹲位，每个厕所内应配备相应的自来水冲洗系统，屋顶高度不小于 2m，保持空气流通，采光良好，有夜间照明设施，地面坚硬平整，便于卫生清扫，化粪池要符合标准。办公区厕所应与建筑物配套建设。

成立专门的环境卫生清洁队伍，负责生活、办公以及施工区的环境卫生清扫。粪便冬季 3 日一清，夏季 1 日一清或 2 日一清，装入载粪罐后运出作为农家肥料。

5.10 地质环境保护措施

湘河水利枢纽库区两岸重山叠岭，分水岭高耸宽厚，两岸分水岭一般在高程 5400～5600m 以上，地表分水岭封闭条件好。库区岩性主要为花岗岩和凝灰岩，属相对隔水层，水库蓄水后库区不存在渗漏问题。

水库存在淹没问题，库区耕地主要为粗粒土，产生浸没影响可能性小或影响很小。

大坝存在的主要工程地质问题为左右岸坝肩强卸荷岩体透水性较强，存在渗漏问题，需对其进行加固和防渗处理；深厚覆盖层渗漏及渗透变形、不均匀变形等问题，对左右岸表层覆盖层进行清理后可作为土石坝坝基；河床部位需清除表层松散层，利用密实卵砾石层作坝基，并需作防渗处理。

对于灌区取水口和灌区存在的环境地质问题，主要通过建筑物基础深埋、枢纽建筑采用防胀设计、修建渡槽等方式加以解决。

5.11 水土保持措施

根据《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程水土保持方案报告书》，水土保持措施内容主要如下：

5.11.1 枢纽工程防治区

根据《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2000）等有关标准执行。

(1) 枢纽建筑物防治区

大坝防治区主要包括枢纽建筑物占地区、占压裸露面及工程管理范围。

① 枢纽建筑物占地区

A 表土剥离

在工程建设前，将本区耕地、林草地等类型的表土资源进行剥离，并运至利用料暂存场进行临时堆存，表土剥离面积为 4.42hm^2，平均剥离厚度约 0.3m，剥离量约 1.33 万 m^3，表层土平均堆高 6m，堆放边坡 1:1.5，表土推存的临时拦挡、排水和防护在临时生产生活区考虑。

B 湘河电站厂区覆土及绿化

为了后期为厂区工作人员提供较好的工作和生活环境，在湘河电站厂区覆土并采用乔灌草的景观绿化措施。覆土厚度为 0.3m，覆土面积为 0.24hm^2，覆土量为 0.07 万 m^3，覆土来源于大坝区剥离表土；按 30%绿化率考虑，乔木树种选择云杉，株间距 2m，采用圆形穴状整地，共种植云杉 127 株；灌木树种选择大叶黄杨，在厂区内部道路两侧呈带状进行布置，株间距 0.5m，共栽植大叶黄杨 212 株，采用圆形穴状整地；草种选择选择披碱草和老芒麦，按 1：1 的比例混播，总播种量为 80kg/hm^2，播撒草籽面积 0.24hm^2。

C 灌溉设备

绿化措施的灌溉用水采用厂区内的生产生活水源，布置必要的绿化灌溉管网及喷头等设备，其中主管道采用 DN=110mm，壁厚 3.4mm 的 PE 管。共需 DN=110mm，壁厚 3.4mm 的 PE 管 300m，DN=50mm，壁厚 2mm 的 PE 管 460m，4 分全铜螺母 360°旋转喷头 50 个。绿化管道全部埋入地下，埋深设计为 1m，管道铺设完毕后进行土方回填。

② 工程管理范围

A 封育管理

工程管理范围在施工中基本不发生扰动，水土保持措施主要采取封育管理措施，并适当撒播草籽，依靠植物自然修复能力，提高该区植被覆盖率。草籽选择披碱草和老麦芒，按 1：1 的比例混播，总播种量为 200kg/hm^2，植物绿化面积 7.25hm^2。

B 管理范围植物绿化

为改善坝区环境，拟在灌溉条件较好工程管理范围采取补植乔灌草措施。乔木树种选择藏青杨和侧柏，株间距 3m×3m（行距×列宽），灌木选择沙棘，株间距 3m×3m（行距×列宽）；乔灌木均采用鱼鳞坑整地，草种选择披碱草和老芒麦，总播种量为 200kg/hm^2，植物绿化面积 5.43hm^2。共栽植藏青杨 3563 株、侧柏 3563 株，沙棘 7127 株，播撒披碱草 217.2kg，播撒老芒麦 217.2kg。

(2) 枢纽弃渣场防治区

① 1＃弃渣场

1#弃渣场占地面积 6.93hm^2，位于大坝上游右岸约 1.5km 台地上，弃渣场顶部高程 4076.00，堆渣量为 34.31 万 m^3（自然方），最大堆高 16m，上升 6m 后设置一条马道，马道宽 2m，堆弃边坡 1:2。蓄水前为坡地型弃渣场，蓄水后为库区型弃渣场。

1#弃渣场水土保持措施主要包括坡脚浆砌石挡渣墙、干砌石护坡、干砌石截水沟、土地平整等。

A 浆砌石挡渣墙

浆砌石挡渣墙为防止渣体散落进入库区，弃渣前，沿堆渣坡脚布置浆砌石挡渣墙进行拦挡。浆砌石挡渣墙采用重力式，顶宽 1.0m，最大墙高 3.0m（基础埋深 1.0m），临坡侧垂直，临空侧边坡 1：0.3，全长约 1400m。挡渣墙底部布置 10cm 厚的混凝土垫层，中部设置一排 Φ80mmPVC 排水管，间距 2.0m，排水管出口距地面 0.4m，挡渣墙每隔 10m 设置 1 条伸缩缝（缝宽为 2cm），伸缩缝用沥青木板填充。

B 干砌石护坡

为防治渣场坡面水土流失，拟在堆渣局部坡面采用干砌块石护坡。干砌石护坡厚度 30cm，需防护面积 6600m^2。

C 干砌石截排水沟

为防止上游坡面水流冲蚀渣体，拟在弃渣场周边布设浆砌石截水沟。截水沟采用梯形断面，断面尺寸为 0.4m×0.5m（宽×深），边坡 1:0.5，衬砌厚度 0.3m，设计沟底纵坡

1%，全长约 1145m。截排水沟末端布置沉砂池 1 座，池内尺寸为 3m×2.5 m×1.5m（长×宽×深）。

D 土地平整

弃渣弃置完毕后，施工单位需对弃渣场顶面进行平整。平整过程中，尽量把弃渣中较大的石块放置于渣顶。平整总面积 7.73hm^2。

② 2＃弃渣场

2#渣场设在坝址右岸上游约 0.5km 台地处，紧临右岸施工道路。弃渣场总占地面积 6.93hm^2。弃渣场顶部高程 4073.00，最大堆高 13m，上升 6m 后设置一条马道，马道宽 2m，堆弃边坡 1:2。蓄水前为坡地型弃渣场，蓄水后为库区型弃渣场。

2＃弃渣场水土保持措施主要包括浆砌石挡渣墙、干砌石护坡、土质排洪沟、浆砌石截水沟、土地平整等。

A 浆砌石挡渣墙

为防止渣体散落，弃渣前沿弃渣坡脚布置浆砌石挡墙进行拦挡。浆砌石挡渣墙采用重力式，顶宽 1.0m，最大墙高约 3.0m（基础埋深 1.0m），临坡侧垂直，临空侧边坡 1：0.3，全长约 710m。挡渣墙底部布置 10cm 厚的混凝土垫层，中部设置一排 Φ80mmPVC 排水管，间距 2.0m，排水管出口距地面 0.4m，挡渣墙每隔 10m 设置 1 条伸缩缝（缝宽为 2cm），伸缩缝用沥青木板填充。

B 干砌石护坡

为防治渣场坡面水土流失，拟在堆渣局部坡面采用干砌块石护坡。干砌石护坡厚度 30cm，需防护面积 3000m^2。

C 干砌石截排水沟

为防止上游坡面水流冲蚀渣体，拟在弃渣场周边布设浆砌石截水沟。截水沟采用梯形断面，断面尺寸为 0.4m×0.5m（宽×深），边坡 1:0.5，衬砌厚度 0.3m，设计沟底纵坡 1%，全长约 780m。截水沟末端布置沉砂池，共 1 座，池内尺寸为 3m×2.5 m×1.5m（长×宽×深）。

D 土地平整

弃渣弃置完毕后，施工单位需对弃渣场顶面进行平整。平整过程中，尽量把弃渣中较大的石块放置于渣顶。平整总面积 6.93hm^2。

③ 3＃弃渣场

3#弃渣场位于坝下游左岸台地，为坡地型弃渣场，弃渣场渣脚高程为 4110m，堆高

为 19m，每上升 6m 设置一条马道，马道宽 2m，堆弃边坡 1:2。

3#弃渣场水土保持措施主要包括表土剥离、浆砌石挡渣墙、浆砌石截水沟、土地平整、覆土绿化等。

A 表土剥离

该弃渣场为库外坡地型弃渣场，后期弃渣场的植被恢复需要表土资源，库区占地中包含大量的耕地和林草地，其土壤肥力较高。从提高弃渣场后期植被恢复条件的角度考虑，将库区耕地和林草地的表土资源调运至弃渣场进行覆土，表土剥离面积为 4.97hm^2，剥离厚度为 0.3m，剥离方量为 1.49 万 m^3。

B 浆砌石挡渣墙

为防止渣体散落，弃渣前沿弃渣坡脚布置浆砌石挡墙进行拦挡。浆砌石挡渣墙采用重力式，顶宽 1.0m，最大墙高约 3.0m（基础埋深 1.0m），临坡侧垂直，临空侧边坡 1：0.3，全长约 500m。挡渣墙底部布置 10cm 厚的混凝土垫层，中部设置一排 Φ80mmPVC 排水管，间距 2.0m，排水管出口距地面 0.4m，挡渣墙每隔 10m 设置 1 条伸缩缝（缝宽为 2cm），伸缩缝用沥青木板填充。

C 浆砌石截排水沟

为防止上游坡面水流冲蚀渣体，拟在弃渣场周边布设浆砌石截水沟。截水沟采用梯形断面，断面尺寸为 0.4m×0.5m（宽×深），边坡 1:0.5，衬砌厚度 0.3m，设计沟底纵坡 1%，全长约 480m。截水沟末端布置沉砂池，共 2 座，池内尺寸为 3m×2.5 m×1.5m（长×宽×深）。

D 土地平整

弃渣弃置完毕后，施工单位需对弃渣场顶面进行平整。平整过程中，尽量把弃渣中较大的石块放置于渣顶。平整总面积 5hm^2。

E 覆土绿化

弃渣场平整结束后，在其边坡及顶部进行覆土并恢复植被，覆土厚度为 0.3m，覆土量为 1.5 万 m^3，覆土从库区及大坝区进行调运；植被恢复采用撒播种草的方式，草种选择披碱草和老芒麦，草籽选择 1 级种子，按 1：1 的比例混播，草籽撒播量为 200kg/hm^2，覆土及撒播种草面积为 5hm^2。

(3) 枢纽料场防治区

料场是人工挖掘作用下的再塑地貌形态。根据工程建设需求，枢纽工程共设置了 1 处砂砾石料场（拉布藏布砂砾石料场）和 1 处块石料场（达那块石料场）、1 处填筑料

场（达那填筑料场）和 1 处碱性骨料场（则学碱骨料场）。根据各料场地形地貌特点以及开挖后情况，采取相应的水土保持措施。

① 达那块石料场

主体设计选择右岸坝址下游约 3km 处为天然块石料场。料场位于湘河右岸，达那村居委会对岸，岩石强度高，储量约 108.8×104m^3，本次开采面积 5.25hm^2。块石料场的水土保持措施主要包括周边截水沟、剥离无用料临时拦挡防护及后期的土地平整等。

A 周边截排水沟

为防止降雨汇水对料场开挖面的冲蚀，在料场开采区周边布设浆砌石截水沟。截水沟采用梯形断面，断面尺寸为 0.4m×0.5m（宽×深），边坡，设计沟底纵坡 1%，全长约，设计沟底纵坡 1%，全长约 780m。排水沟末端布置沉砂池，共 2 座，池内尺寸为 2.5m×1m×1m（长×宽×深）。

B 钢筋石笼拦挡

为防止块石料开采产生的渣料及剥离的无用料散落，料场开采前，在块石料场坡脚布置钢筋石笼拦挡，钢筋石笼布置完毕后，剥离的无用料在钢筋石笼拦挡范围内集中堆放。钢筋石笼拦挡呈“品”字型布置，顶宽 1.0m，最大墙高 3.0m（基础埋深 1.0m），全长约 380m。块石料场沿坡面开采，形成人工坡面，边坡组成物质为 E2H 中粒斑状黑云二长花岗岩。本方案对块石料场的开采方式做出要求，本料场应分级开采，分级坡高不大 C 土地平整

料场开采完工后，施工单位需用推土机把剥离的表层无用料推入开采区并进行平整，平整面积为 5.25hm^2。

② 拉布藏布砂砾石料场

拉布藏布天然砂砾石料场主要位于拉布藏布出口段河漫滩部位，坝址上游约 1.7km。料场地势平坦开阔，料场开采面积 5.00hm^2。拉布藏布砂砾石料场位于河漫滩，开采后形成凹坑。本方案对砂砾石料场的开采方式做出要求：料场应进行分区开采，开挖料应集中堆放在料场范围内。拉布藏布砂砾石料场的水土保持措施主要为开挖料临时堆存的临时拦挡及后期的土地平整。

A 临时拦挡及苫盖

为防止降雨和地表径流对开挖料及剥离的无用料造成冲刷，在其周边采取袋装土进行拦挡。袋装土拦挡顶宽 0.5m，高度 1.0m，临渣体一侧垂直，另一侧边坡 1:0.5。经计算，袋装土全长约 380m。为防治开挖料表面的水蚀和风蚀，采用编织布对其表面进行

覆盖，共布置编织布苫盖面积为 3500m^2。

B 土地平整

料场开采完工后，施工单位需用推土机对开采区顶部进行平整，平整面积为 5hm^2。

③ 达那填筑料场

达那填筑料场位于坝址左岸下游约 1.7km 处，本次开采面积 13.00hm^2。填筑料场沿坡面开采，形成人工坡面，边坡组成物质为砂砾石，自然安息角为 34°～36°。本方案对填筑料场的开采方式做出要求，本料场应分级开采，分级坡高不大于 5m，人工削坡边坡不小于 1:1.5；料场应进行分区开采，开挖料应集中堆放在料场范围内。达那填筑料场土保持措施主要包括表土剥离、浆砌石截水沟、土地平整、覆土及恢复植被等。

A 表土剥离

后期填筑料场的植被恢复需要表土资源，库区占地中包含大量的耕地和林草地，其土壤肥力较高。从提高填筑料场后期植被恢复条件的角度考虑，将库区耕地和林草地的表土资源调运至填筑料场进行覆土，表土剥离面积为 13hm^2，剥离厚度为 0.3m，剥离方量为 3.9 万 m^3。

B 浆砌石截水沟

为防止坡面径流冲蚀，拟在填筑料场周边布置浆砌石截水沟。排水沟采用浆砌石矩形断面，尺寸为 0.4m×0.5m（底宽×深），衬砌厚度为 30cm，设计沟底纵坡 1%，全长为 1900m。

浆砌石截排水沟末端布置沉砂池，共 2 座，沉砂池为 M7.5 浆砌石矩形结构，池内尺寸为 2.5m×1m×1m（长×宽×深），基础采用 C10 混凝土垫层（厚度 10cm），池底比降为 1%，衬砌厚度 0.3m。

C 土地平整

填筑料开采完毕后，对开采区域进行平整，平整总面积 13hm^2。

D 恢复植被

土地平整完工后，覆土并采取撒播种草方式，对该区域进行植被恢复。覆土厚度为 0.3m，覆土量为 3.9 万 m^3，覆土从库区进行调运；植被恢复采用撒播种草的方式，草种选择披碱草和老芒麦，草籽撒播量为 200kg/hm^2，覆土及撒播种草面积为 13hm^2。

④ 则学碱性骨料场

则学碱性骨料场位于则学藏布右岸边坡，距坝址区约 30km。对其开采方式作出要求：剥离的无用料应在料场范围内集中堆存。则学石料场的水土保持措施主要为开挖料

临时堆存的临时拦挡及后期的土地平整。

A 周边排水沟

为防止降雨和地表径流对其造成冲刷，在料场开采区周边布置断面尺寸为0.4m×0.4m（底宽×深）的土质梯形截排水沟，边坡1：1，全长约595m。

B 袋装土拦挡

临时堆存的开挖料采取袋装土进行拦挡。袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1.0m，临渣体一侧垂直，另一侧边坡1:0.5。经计算，袋装土全长约370m。

C 土地平整

料场开采完工后，施工单位需用推土机对开采区进行平整，平整面积为2.20hm^2。

(4) 枢纽临时生产生活区

临时生产生活区主要包括右岸综合施工区、左岸厂洞施工区、右岸大坝施工区、左岸骨料筛分区施工期临时用地、利用料暂存料场及临时堆渣堆料场，总占地面积4.01hm^2。在临时生产生活区使用的大部分时段，土地被临时建筑物占压，基本不产生水土流失（仅在设施建设、拆除过程中有可能造成少量水土流失）。

枢纽临时生产生活区水土保持措施主要包括表土剥离、袋装土拦挡、场地周边土质截排水沟、土地平整及覆土、迹地植被恢复等。

① 表土剥离

临时生产生活场地施工前，对坝区及湘河电站附近施工区的（面积约1.42hm^2）表层土进行剥离，平均剥离厚度约0.3m，剥离量约0.43万m^3，剥离的表土推运至利用料暂存场集中堆存，表层土平均堆高6m，堆放边坡1:1.5。

② 袋装土拦挡

主体设计在枢纽部分设计了利用料暂存场及骨料堆存场，其周边需进行必要的拦挡，以防止土料、砂石料散落造成水土流失。本方案在其场地周边采取袋装土进行拦挡。袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1.0m，临渣体一侧垂直，另一侧边坡1:0.5，总长约1185m。在其表面布置编织布苫盖措施，共布置编织布面积为17000m^2。

③ 场地周边土质截排水沟

为防止降雨和地表径流的冲刷，拟在临时生产生活区周边布设土质排水沟。土质排水沟采用梯形断面，断面尺寸0.4m×0.4m（底宽×深），边坡1:1。从施工总布置图上量测及分析，土质排水沟全长约3520m。

④ 土地平整及覆土

硬化地表拆除完工后，对该部分临时生产生活区进行土地平整，平整总面积约4.01hm^2。平整场地后，将剥离的表层土回填覆土，共布置覆土面积3.53hm^2，需覆土约1.06万m^3，其中利用本区剥离的表土0.43万m^3，从大坝区调运表土0.63万m^3。

⑤ 迹地恢复植被

临时生产生活区位于平缓坡地，立地条件相对较好，采用灌草结合恢复植被。树种选择沙棘，株间距3m×3m（行距×列宽），采用圆形穴状整地，规格为0.3m×0.3m（穴径×坑深）；草种选择披碱草和老芒麦，总播种量为80kg/hm^2，需撒播面积约3.53hm^2。

(5) 交通道路防治区

枢纽工程共新建、改建施工道路8.26km（不含1#、2#改建公路）。其中，新建临时道路6km，新建改建永久道路2.26km。按照永久道路和临时道路分别进行水土保持措施设计。

① 永久道路

枢纽工程右岸上坝公路、左岸上坝公路、管理道路、进厂道路为永久道路，总长2.26km。永久道路的水土保持措施主要包括表土剥离、浆砌石排水沟、浆砌石挡墙、临时拦挡、路基植被恢复措施等。

A 表土剥离

工程施工前，对施工道路占地范围内的林草地（面积约0.56hm^2）表层土进行剥离，平均剥离厚度约0.3m，剥离量约0.17万m^3，推运至利用料暂存场集中堆存，表层土平均堆高6m，堆放边坡1:1.5，表土推存的临时拦挡、排水和防护在临时生产生活区考虑。

B 临时拦挡

永久道路基本傍山布置，在工程建设过程中，其人工开挖的土石方容易沿下边坡散落，从而造成新的水土流失，因此在永久道路陡坡段下边坡布置临时袋装土拦挡，袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1.0m，临渣体一侧垂直，另一侧边坡1:0.5。袋装土全长为1400m。

C 植被恢复

永久公路临河一侧设置行道树（单排），树种选择侧柏，株间距2m，采用鱼鳞坑整地，长径0.8m，短径0.5m，坑深0.5m，坑内回填工程剥离的表土；路基开挖扰动范围内覆土并撒播草籽恢复植被，草种选择披碱草和老芒麦，总播种量为200kg/hm^2。根据施工图测算，共需覆土0.34万m^3，栽植藏青杨1130株，撒播面积约1.13hm^2。

② 临时道路

枢纽工程1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#临时道路为新建临时道路，总长6km，其中，

5#、6#、7#临时道路在库区内（1.5km），总占地面积 4.51hm^2。水土保持措施主要包括表土剥离、两侧开挖扰动区防护、临时拦挡、施工结束后的路面恢复植被。

A 表土剥离

工程施工前，对施工道路占地范围内的林草地（面积约 1.28hm^2）表层土进行剥离，平均剥离厚度约 0.3m，剥离量约 0.38 万 m^3，表土推运至临时弃渣场集中堆存，表层土平均堆高 6m，堆放边坡 1:1.5，表土推存的临时拦挡、排水和防护在临时生产生活区考虑。

B 两侧开挖扰动区

新建临时道路两侧回填边坡面积 1.35hm^2。为防止坡面雨水冲刷，撒播草种进行防护，草种选择抗寒抗旱性较强的披碱草和老麦芒混播，总撒播量为 80kg/hm^2。

C 植被恢复

施工结束后，对需恢复植被的临时道路（淹没区以外）路面进行覆土平整，平整面积 2.78hm^2，覆土量 0.83 万 m^3（其中本区利用 0.38 万 m^3，从大坝区调运 0.45 万 m^3），。整地结束后，播撒草籽恢复植被，草种选择披碱草和老芒麦，总播种量为 80kg/hm^2，共需恢复面积 2.78hm^2。

D 临时拦挡

临时道路基本傍山布置，在临时道路陡坡段下边坡布置临时袋装土拦挡，袋装土拦挡顶宽 0.5m，高度 1.0m，临渣体一侧垂直，另一侧边坡 1:0.5。袋装土全长为 2400m。

E 土质截排水沟

为防止坡面径流冲刷破坏道路。在临时道路内侧布设土质排水沟。土质排水沟采用梯形断面，断面尺寸 0.4m×0.4m（底宽×沟深），边坡 1∶1。土质排水沟全长约 3000m。

(6) 移民安置及专项设施复建防治区

本工程规划安置移民 697 人（规划水平年），建设安置点面积为 11.66hm^2（174.93 亩），需开发耕地 2460 亩，水库淹没涉及的村庄择地复建。移民安置设计中，在本区已考虑排水、排洪、植被恢复等水土保持措施，因此本章主要考虑移民安置点建设过程中临时堆料的拦挡防护等措施。

① 临时堆料的拦挡防护

移民安置点占地面积较大，在场地平整、安置房屋基础开挖等过程中，存在较多的临时堆土堆料，为了防护临时堆土边坡，减少水土流失，在堆土边坡下边坡布置袋装土拦挡，表面布置编织布进行苫盖。袋装土拦挡顶宽 0.5m，高度 1.0m，临渣体一侧垂直，

另一侧边坡 1:0.5。袋装土全长为 3000m，编织布苫盖面积为 18400m^2。

② 水土保持要求

该区含移民安置点建设、耕地开发、电力线路等专项设施复建等内容，建设项目较多，容易引起水土流失，本章节针对其特点提出水土保持要求：工程设计中，应注重土石方的综合利用，尽量做到挖填平衡，减少工程弃渣，减少水土流失；施工过程中，应控制在占地范围内施工，尽量减少扰动范围，施工单位应按照设计要求运输和堆置开挖土料；施工企业及业主应加强水土保持宣传，引导施工人员保护周边植被。

5.11.2 灌区工程区

(1) 渠道及渠系建筑物防治区

渠道及渠系建筑物建成后，对原来地面以钢筋混凝土、干砌石或浆砌石等永久性占压，基本不产生水土流失。主体工程对影响工程安全的滑坡体及不稳定边坡均采取了防护措施，同时主体工程设计的田间排水工程，排洪渡槽工程，斗、农渠防护工程等均满足水土保持要求。该区水土保持措施主要为表土剥离、干渠两侧的防护林设计、干支渠及渠旁道路外边坡防护设计及临时堆土的防护设计、渠系建筑物临时防护等。

① 表土剥离

本区施工前对占用的耕地及草地的表层土进行剥离，剥离面积合计83.58hm^2，剥离厚度约0.2m，剥离量约16.70万m^3，推运至干渠两侧（征地线以内）的平缓地集中堆存，表层土平均堆高3m，边坡1:2。为防止降雨和地表径流对其造成冲刷，在堆存的表层土周边采取袋装土进行拦挡，在表土顶部采取编织布苫盖措施，袋装土总长约7470m（灌区分时段施工，袋装土拦挡可重复利用），编织布苫盖面积3.84hm^2。袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1m，内边坡垂直，外边坡1:0.5。渠道两侧填筑结束后，渠道两侧坡面覆土以备后期进行植被恢复，平均覆土厚度为0.20m，覆土面积合计79.68hm^2，覆土量约为15.92万m^3。

② 干渠防护林设计

在干渠两侧种植护渠林进行绿化。在渠道两侧可栽植防护林的坡脚处各种植一行防护林，在上边坡种植灌木树种，在下边坡种植乔木树种，在下边坡坡脚采取水平阶整地，林木种植在水平阶上。水平阶一是为了拦挡坡面滚落的砂砾块石等，二是为了在拦蓄降雨期间产生的坡面径流，起到蓄水保墒的作用，以提高林木成活率。经计算需要藏青杨苗木14251株、沙棘苗木28499株。乔木树种选择藏青杨，株间距4.0m，灌木树种选择沙棘，株间距2.0m，植苗坑采用圆形穴状整地，规格为藏青杨0.6m×0.6m（穴径×穴深），

沙棘0.3m×0.3m（穴径×穴深），水平阶长4m，宽1.5m。

③ 弃渣沿线堆放的防护设计

干渠沿线弃渣的处置方式分为两种：一是通过沿线堆放的方式消耗弃渣12.37万m^3，挖方段弃渣就进运往填方段进行贴坡平整；二是针对较大的弃渣量集中运往弃渣场进行堆放，主要指艾玛岗灌区和央村灌区的取水口和渠道施工的弃渣。

④ 渠道及渠旁道路外边坡防护设计

干渠、支渠渠道外边坡采取撒播草种护坡，需防护面积分别为132.01hm^2、5.77hm^2，草种选择披碱草和老芒麦，播种量为200kg/hm^2。

⑤ 临时堆料防护措施

为了能充分合理利用开挖料及弃料，渠道的回填料充分利用渠道的土石方开挖料，需回填开挖料沿渠系临时堆放。在坡度较陡或对周边居民点有影响的临时堆放区域需采取临时拦挡加以防护。拦挡措施采用袋装土拦挡，考虑袋装土重复利用，袋装土拦挡布置长度按干渠总长的5%计，长约5450m。袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1m，内边坡垂直，外边坡1:0.5。

⑥ 灌区管理所绿化

为了后期为管理所工作人员提供较好的工作和生活环境，在灌区管理所采取植物措施进行景观绿化，绿化面积0.12hm^2，树种选择云杉和侧柏，株间距2m×2m（行距×列宽），采用圆形穴状整地，规格为0.6m×0.6m（穴径×坑深），共种植云杉和侧柏各113株。

⑦ 渠系建筑物临时防护

灌区渠道工程渠系建筑物数量较多，施工过程中极易造成水土流失。为防止水流对开挖面的冲刷，拟在开挖面周边布置土质梯形排水沟。经估算，周边排水沟全长约5820m。土质排水沟末端接临时沉沙池，排水经沉沙池沉淀水流中的泥沙后，再排至附近的沟道，施工期间，雨季应安排专人负责周边排水沟及沉沙池的清淤，共布置临时沉沙池98座。土质排水沟断面尺寸为0.3m×0.3m（底宽×深），边坡1:1。临时沉沙池为土质台形，长2.5m，宽2.0m，深0.8m，边坡比为1:0.75，采取土工布衬底。

(2) 灌区弃渣场防治区

灌区工程区共规划了3处弃渣场，分别布设于取水口和干渠沿线，弃渣量约17.11万m^3（自然方），总占地面积5.57hm^2。灌区渠系工程区弃渣场弃渣量均较小，平均堆高6～8m，均为坡地型弃渣场。该区弃渣场的防护措施主要包括表土剥离、渣脚浆砌石挡渣墙、周边排水沟、临时沉沙池、土地平整及覆土、迹地植被恢复等。

为计算弃渣场工程量，结合各弃渣场布置，以1#弃渣场作为典型，做弃渣场防护设计。

① 1#弃渣场防护设计

1#弃渣场占地面积3.01hm^2，位于湘河左岸艾玛岗灌区下游干渠桩号7+100—7+400东侧沟道旁坡地上，为冲沟型弃渣场，设计弃渣量15.58万m^3（松散方）。附近无村庄等，占地范围内，坡度为4°-10°。

A 表土剥离

本区启用前，对占用的草地的表层土进行剥离，剥离厚度约0.2m，剥离量1800m^3，推运至场地周边的平缓地集中堆存，表层土平均堆高3m，边坡1:2。为防止风力侵蚀，在堆存的表土顶部采取编织布苫盖措施，编织布苫盖面积1080m^2（编织布可反复使用）。

B 浆砌石石坎

为防止弃渣场坡脚弃渣散落，拟在弃渣场坡脚设置浆砌石挡渣墙。结合弃渣场周边地形分析，浆砌石挡渣墙长约400m。

C 周边截排水沟

为防止降雨汇水对弃渣场顶面的冲蚀，在弃渣场周边设置规格1m×1m（底宽×深）的干砌石梯形排水沟，边坡1：1，衬砌厚度0.3m。经计算，周边排水沟全长约1710m。截水沟末端布置沉砂池，共1座，池内尺寸为3m×2.5m×1.5m（长×宽×深）。弃渣结束后，施工单位应对渣场顶面进行平整，并对堆渣区域周边进行清理。

D 土地平整及覆土

渣场堆渣结束后，对渣顶进行土地平整，平整面积约3.01hm^2。土地平整完工后进行覆土，覆土总量约6000m^3。

E 迹地植被恢复

弃渣场平整覆土后，拟采用乔灌草结合的方式恢复植被。在弃渣渣脚种植一行乔木树种，在渣顶种植灌木树种并撒播草籽。乔木树种选择藏青杨，灌木树种选择沙棘，栽植株行距为2m×2m，林下撒播草种；草种选择披碱草和老芒麦混播，播种量80kg/hm^2，恢复面积3.01hm^2。

② 弃渣场防护措施

灌区工程防治区弃渣场防护设计措施见表 5.11-1。

灌区工程防治区弃渣场防护设计措施汇总表

表 5.11-1

编号	占地面积（hm^2）	弃渣场防护										
		表土剥离（m^3）	浆砌石挡渣墙（m）	周边浆砌石截排水沟（m）	沉沙池(座)	土地平整、植被恢复（hm^2）	覆土（m^3）	编织布苫盖（m^2）	藏青杨（株）	沙棘（株）	披碱草（kg）	老芒麦（kg）
1#弃渣场	3.01	1800	400	920	1	3.01	6000	1080	200	7525	120	120
2#弃渣场	1.02	600	210	250	1	1.02	2000	360	105	2550	41	41
3#弃渣场	1.54	900	240	540	1	1.54	3100	540	120	3850	62	62
合计	5.57	3300	850	1710	3	6	11100	1980	425	13925	223	223

(3)　灌区料场防治区

灌区工程区料场主要是砂砾料场、块石料场和填筑料场，砂砾石料场包括多角砂砾料场、如米-孔江砂砾料场，块石料场包括卡娃块石料场1处，填筑料场共20处，分布在干渠沿线。

①　砂砾石料场

灌区砂料料场大部分位于河漫滩，灌区渠系工程料场的水土保持措施仅为临时堆存料的临时拦挡。

为防止降雨和地表径流对其造成冲刷，在料场剥离的表层无用料及临时堆存料场地周边采取袋装土进行拦挡。经计算，袋装土全长约630m（灌区分时段施工，袋装土拦挡可重复利用）。

袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1m，内边坡垂直，外边坡1:0.5。

料场开采完工后，施工单位需采用推土机把剥离的表层无用料推入开采区垫高，并进行平整，平整面积17.75hm^2。

②　块石料场

1）土质截排水沟

1）土质排水沟

为防止降雨汇水对料场开挖面的冲蚀，在料场开采区周边布置断面尺寸为0.4m×0.4m（底宽×深）的土质梯形排水沟，边坡1：1，全长约130m。

2）剥离无用料临时拦挡防护

为防止降雨和地表径流对其造成冲刷，在堆存的表层土（主体工程剥离）周边采取袋装土进行拦挡，共需袋装土拦挡长约60m。

袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1m，内边坡垂直，外边坡1:0.5。

料场开采完工后，施工单位需用推土机把剥离的表层无用料推入开采区并进行平整，平整面积0.09hm^2。

③ 填筑料场

灌区施工点分散，渠道沿线较长，灌区内干渠沿线湘河河床内分布有大量的第四系冲洪积（Q^{al+pl}）砂砾石、砾石、碎石成份以花岗岩为主，可作为填筑料，储量丰富，可就近采用。本阶段设计的填筑料场主要选择在河漫滩上。

填筑料场的水土保持措施主要为剥离无用料的临时拦挡、土地平整。

1）剥离无用料的临时拦挡防护

为防止降雨和地表径流对其造成冲刷，在料场剥离的表层无用料、主体工程弃渣及临时堆存料的场地周边采取袋装土进行拦挡。经计算，袋装土全长约1200m（灌区分时段施工，袋装土拦挡可重复利用）。

袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1m，内边坡垂直，外边坡1:0.5。

2）土地平整

料场开采完工后，施工单位需采用推土机把剥离的表层无用料推入开采区进行平整，平整面积 15.28hm^2。

(4) 灌区临时生产生活防治区

灌区工程区干渠、支渠共分15个施工工区，每个施工段内集中布置施工住房、仓库及辅助加工厂、机械停放场、堆料场等设施。临时生产生活区总占地面积3.99hm^{2}临时生产生活区水土保持措施主要包括表土剥离、表层土袋装土拦挡、土质排水沟、土地平整及覆土、迹地恢复植被等。

① 表土剥离

本区启用前，对占用的耕地及草地的表层土进行剥离，剥离厚度约0.2m，剥离量约1000m^3，推运至各临时生产生活区周边（征地线以内）的平缓地集中堆存，表层土平均堆高3m，边坡1:2。

② 表层土袋装土拦挡

为防止降雨和地表径流对其造成冲刷，在堆存的表层土周边采取袋装土进行拦挡。袋装土拦挡总长约206m（灌区分时段施工，袋装土拦挡可重复利用）。

袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1m，内边坡垂直，外边坡1:0.5。

③ 编制布苫盖

为防止风力侵蚀，在堆存的表土顶部采取编织布苫盖措施，编织布苫盖面积0.04hm^2

（编织布可反复使用）。

④ 土质截排水沟

防止降雨和地表径流的冲刷，拟在临时生产生活区周边布设土质排水沟。土质排水沟采用梯形断面，断面尺寸0.4m×0.4m（底宽×深），边坡1∶0.5。从施工总布置图上量测及分析，土质排水沟全长约3940m。

⑤ 土地平整及覆土

临时生产生活区使用结束后，对临时生产生活区进行土地平整，平整总面积约3.99hm^2。对占用的耕地区进行土地整治和复垦，覆土总量约1000m^3，复垦措施主体工程已经计列。

⑥ 迹地植被恢复

对占用的其他土地，拟采用灌草结合的方式恢复植被。草种选择披碱草，播种量80kg/hm^2，恢复面积 3.5hm^2（已扣除复垦面积）。

(5) 灌区施工道路防治区

灌区工程区临时道路占地面积67.34hm^2，新建临时道路71.09km，改建临时道路6.79km，路基宽6.0m，路面宽度4.5m。主体工程设计对施工道路已采取了护坡、暗涵等工程防护措施，均具有良好的水土保持功能。

临时道路的水土保持措施主要包括施工前表土剥离，施工期两侧开挖扰动区防护、施工结束后的迹地植被恢复。

① 表土剥离

本区启用前，对占用的耕地及草地的表层土进行剥离，剥离厚度约0.2m，剥离量约2.02万m^3，推运至各临时生产生活区周边（征地线以内）的平缓地集中堆存，表层土平均堆高2m，边坡1:2。为防止降雨和地表径流对其造成冲刷，在堆存的表层土周边采取袋装土进行拦挡，在堆存的表土顶部采用编织布苫盖。袋装土拦挡总长约1563m，编织布苫盖1.01hm^2（灌区分时段施工，袋装土和编织布可重复利用）。

袋装土拦挡顶宽0.5m，高度1m，内边坡垂直，外边坡1:0.5。

② 路基

在工程施工结束后，施工永久道路将继续使用，而临时道路将废弃不再使用，需恢复路面植被以防治水土流失。

临时施工道路总占地面积 67.34hm^2。结合工程区特点，施工结束后，对临时道路进行全面整地，整地采取拖拉机牵引铧犁耕翻地，要求平均深翻表层土 0.20m 以上。整地

结束后，对草地和其他土地实施植被恢复，恢复面积 67.34hm^2，表土覆盖后，采取撒播草籽方式恢复植被，草种选择披碱草和老芒麦混播，播种量为 80kg/hm^2。

根据湘河水利枢纽及配套灌区工程的建设特点，水土保持措施主要为工程措施、植物措施与临时措施。

枢纽工程区新建浆砌石挡墙 2610m，钢筋石笼拦挡 380m，浆砌石截排水沟 5085m，浆砌石沉砂池 10 座，干砌石护坡 9600m^2，表土剥离 7.7 万 m^3，土地平整 49.12hm^2，穴状整地(0.6m×0.6m)127 个，穴状整地(0.3m×0.3m)15354 个，鱼鳞坑整地 15383 个，覆土 25.68hm^2，7.7 万 m^3， PE 管（DN=110mm，壁厚 3.4mm）300m，PE 管（DN=50mm，壁厚 2mm）460m，4 分全铜螺母 360°旋转喷头 50 个，植物措施 39.71hm^2，乔木 6.8hm^2，藏青杨 3563 株，云杉 127 株，侧柏 4693 株，灌木 9.2hm^2，沙棘苗 22269 株，大叶黄杨 212 株，披碱草 2255.2kg，老麦芒 2255.2kg，袋装土拦挡 10110m，土质排水沟 7115m，临时苫盖 44400m^2。

灌区工程区新建浆砌石挡渣墙 850m，浆砌石截水沟 1710m，浆砌石沉沙池 3 座，表土剥离 19.15 万 m^3，土地平整 123.12hm^2，水平阶整地 57000m，穴状整地(0.6m×0.6m)14676 个，穴状整地(0.3m×0.3m)42424 个，植物措施藏青杨 14676 株，沙棘 42424 株，云杉 113 株，侧柏 113 株，披碱草 16834.60kg，老芒麦 16834.60kg，袋装土拦挡 16579m，土质排水沟 9890m，临时沉沙池 173 座，编织布苫盖 5.08hm^2。

5.12 移民安置环境保护对策措施

5.12.1 水环境保护措施

（1）农村移民生活污水处理

农村移民安置区水环境污染源主要是居民生活污水，为确保生活污水不会对安置区范围内水域水质产生污染，同时结合西藏地区情况，考虑到农田灌溉和对农家肥需求，居民点每户厕所考虑采用修建防渗旱厕形式，生活污水收集进行处理后回用于周边农田浇灌。

（2）饮用水源的保护措施

移民安置生活饮用水依靠地下水为生活饮用水源，每户配置一眼压水井和相应的供水设施。要做好饮用水源保护和管理工作，对饮用水水质进行卫生监测、定期消毒。搞好饮用水源周围的卫生清理，对新井用漂白粉消毒。

5.12.2 生态保护措施

（1）生态影响的恢复措施

1）因地制宜，大力推进植被建设

加强农村集中居民点周围及分散建房四旁的树木种植。鼓励移民在新建房屋周围及附近空旷地带种植速生丰产的树木和经济林木，绿化美化居住环境。农村新建道路两旁应种植防护林，以保护路基，美化环境。对宜林地、荒地尽可能进行植树造林，注重发展以水土保持、水源涵养为主的防护林，对新开耕地要因地制宜在田埂或四周种植适当的农田防护林，以减少水土流失。

2）积极合理利用生物能源

移民安置区光热条件较好，应积极发展太阳能，既能解决燃料之间的矛盾，提高能源的综合利用率；减少了薪材的需求量，进而减少了移民砍材对植被带来的破坏。

（2）生态管理措施

加强管理，积极开展生态环境保护宣传，在移民安置区大力开展生态环境保护宣传工作，重点加强野生动植物保护法规、条例的宣传和执行，防止随意捕杀野生动物以及乱砍滥伐等现象的出现。

5.12.3 固体废弃物处置措施

移民安置区的固体废弃物主要为生活垃圾，对于安置区生活垃圾的处理，规划在安置点建设一座垃圾收集站，规划尺寸为 6×5×4m。将生活垃圾进行分类，对有机垃圾进行堆肥处理，其余的运至南木林县垃圾卫生填埋场进行集中处理。

5.12.4 人群健康保护措施

（1）宣传教育措施

做好移民安置区的卫生宣传工作，采取多种形式，宣传传染病防治知识和计划免疫预防接种知识，提高移民的卫生知识水平和健康保健意识。健全移民安置区医疗预防保健网，加强医疗卫生机构建设。

（2）疫情预防措施

根据移民安置区目前疾病流行情况，移民在搬入新居前，应对迁入居民进行卫生检疫，杜绝外来病种的流入。抽检范围为移民安置人口的 10%。根据疫情抽检情况，对移民进行预防接种和服药，以保护移民的健康。加强推广加碘盐，预防地方病。

（3）卫生防疫措施

开展针对性的环境卫生清理和消毒工作。对安置区建房及原有的厕所、粪坑、畜圈、垃圾堆放点等，采取措施进行一次性清理和消毒，预防和控制传染性疾病和自然疫源性

疾病的流行，确保安置区的卫生环境。在移民外迁安置前对有关动物性传染源和传播媒介应进行杀灭，灭害对象主要是灭鼠、灭蚊和灭蝇。

5.13 专项复建环境保护对策措施

（1）水环境保护措施

加强对施工机械和施工人员的管理，防止机械跑冒滴漏，施工材料堆放场地尽可能远离水体，并做好防护。

（2）生态环境保护措施

施工期间，应尽量减少临时占地，减少植被损失，施工结束后，应对开挖边坡及时进行植被恢复，减少地表裸露时间。

（3）大气和声环境保护措施

对道路开挖形成的裸露地表，应及时进行洒水降尘；临时堆置的土石方需进行防护，减少扬尘；土石方等建筑材料运输车应采取防止洒落措施；对运输过程中洒落在路面上的泥土要及时清扫，以减少扬尘。

在临近村庄施工时，应合理安排昼间施工时间，夜间一般不应安排施工作业。加强施工管理，做好高噪声施工机械的维护和保养。

（4）固体废弃物处置

加强施工期施工生活垃圾管理，不得随意丢弃，垃圾收集后运至南木林县生活垃圾卫生填埋场进行无害化处置。

5.14 环境保护对策措施效果分析

工程施工期、运行期、移民安置期会对周围环境带来不同的影响。考虑到本工程项目众多，涉及范围广，在措施设计中充分考虑措施的可行性和措施的效果。

施工期间针对本工程施工生产过程中产生的废水并结合本区域的实际情况，对生产废水、生活污水进行处理后回用；针对施工期间噪声、粉尘等对周围环境敏感目标的影响，对污染源采取了控制措施。对污染物进行达标处理设计。

对敏感受体采取了防护设计的原则，尽量减免工程施工对环境的影响，生活垃圾进行收集后，运送至日喀则垃圾填埋场进行集中处理。水土保持措施以工程措施为主，发挥出见效快、防治效果好的特点，施工活动结束后，考虑与当地自然景观的协调性，采取了绿化、美化措施。

运行期间针对灌溉调水以及水库淹没对生态环境的影响，采取了鱼类防逃措施，并

对周围污染源的控制提出了一定的管理建议。对运行期间灌区环境采取了生态建设等措施，来保护和缓解灌溉对土壤等的影响。为减少生活污水、生活垃圾对移民的影响，在移民安置区中采取了生活污水、生活垃圾进行统一收集、处理方案。

通过对环境保护措施采取前后的效果分析，详见表 5.14-1，本工程环境保护措施实施后，可以最大限度的减免工程建设对环境的不利影响。

湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护措施效果分析表

表 5.14-1

环境要素	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	效果
水环境	附近河流工程河段水质和周围土壤环境	水利枢纽和灌区工程的砂石料加工系统生产废水排放增加 SS	－2S	采用混凝沉淀法处理废水，重力浓缩后重力过滤脱水方式处理沉渣；平流混凝沉淀	水库工程区集中布置在湘河左右岸砂砾料场的砂石料加工系统	第 1 年～第 4 年	及时清渣、保证资金到位、注意废水监测频次	处理达标回用	－1S
		水利枢纽和灌区工程的混凝土拌和系统废水排放增加 SS、pH	－2S	简易过滤沉淀池；间歇式自然沉淀	布置在湘河左右岸的施工区	第 1 年～第 4 年		处理达标回用	－1S
		水利枢纽基坑排水增加 SS、悬浮物	－2S	投加絮凝剂沉淀、抽水至清水池，用于周边洒水抑尘	基坑	第 2 年～第 3 年	及时清渣、保证资金到位	处理达标抽放	－1S
		水利枢纽和灌区工程的机械修理系统含油废水增加石油类和 SS	－2S	沉淀池投加乳化剂、小型隔油池	机械、汽车修配停放场布置在坝址右岸下游约 500m 处台地上，紧临右岸施工道路。	第 1 年～第 4 年	注意废油的收集和沉渣的清运，保证资金到位	处理达标回用于施工场地洒水降尘	－1S
		水利枢纽和灌区工程的隧洞开挖废水	－2S	前期投加混凝沉淀剂，后期采用混凝沉淀	隧洞进口处	第 1 年～第 4 年	及时清运、保证资金到位	回收利用	0
		水利枢纽和灌区工程的生活污水污染水质	－2S	施工期成套生活污水处理设备	施工生活区和移民迁建安置区	第 2 年～第 4 年	及时清渣、保证资金到位	处理达标回用	－1S
水土流失	主体工程施工区	水利枢纽和灌区施工导流建筑物、围堰填筑与拆除、大坝基础、隧洞开挖、电站、土石开挖及填筑扰动。	－2S	对开挖、占压造成的裸露面撒播草种、临时堆土采取临时拦挡和植物措施	枢纽建筑占地区	第 1 年～第 4 年	保证资金到位，加强施工监理和动态监测	减少施工活动造成的水土流失	－1S

湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护措施效果分析表

续表 5.14-1

环境要素	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	效果
水土流失	料场	料场开挖扰动造成水土流失	－2S	料场开挖前将表层剥离层堆放、并采取临时防护措施，料场周边设置排水沟和沉沙池，结合土地整治和植物措施	料场占地区	第 1 年～第 4 年	保证资金到位，加强施工监理和动态监测	减少施工活动造成的水土流失	－1S
	渣场	弃渣堆积流失	－2S	渣场防治主要包括拦挡措施、边坡防护、沟道治理措施、上游排水及植被恢复措施	渣场占地区	第 1 年～第 4 年	保证资金到位，加强施工监理和动态监测	减少施工活动造成的水土流失	－1S
	施工道路及影响区	工程施工交通工具及人为活动对道路边坡水土流失产生影响	－2S	山坡的路段下方设置挡墙、道路边坡和临时道路采取植物措施	永久道路和临时道路占地及影响区	第 1 年～第 2 年	保证资金到位，加强施工监理和动态监测	减少施工活动造成的水土流失	－1S
	附企及生活区	工程施工拆除建设造成水土流失	－2S	工程措施采取排水措施、植物措施种植灌木和撒播草种	施工附企及生活区	第 1 年～第 2 年	保证资金到位，加强施工监理和动态监测	减少施工活动造成的水土流失	－1S
	移民安置区	移民安置建房、基础设置建设都对水土流失有影响	－2S	居民点和复建道路采取植物措施	移民安置区	第 1 年～第 3 年	保证资金到位，加强施工监理和动态监测	减少施工活动造成的水土流失	－1S
陆生生态	植物	施工占地将直接损毁原有植被，工程建成后，淹没造成植物的种类和数量损失	－3S	通过避免措施、恢复措施和管理措施减轻对植物资源的破坏	工程施工占地区	第 1 年～第 4 年	确保资金、专款专用	减少施工对植物资源的损坏	－1S
	动物	施工中对动物的惊吓（施工爆破）、生境破坏（占用草地、淹没）	－3S	加强施工人员管理，减少占地，落实生态保护措施	工程施工区	第 1 年～第 4 年	生态保护措施纳入承包合同，确保到位	减轻施工对各类动物的影响	－1S

湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护措施效果分析表

续表 5.14-1

环境要素	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	效果
生态环境	自然保护区	枢纽工程不涉及自然保护区，移民安置区和灌区经优化调整，不涉及自然保护区。	－3L	对渠道布置、料渣场选择和场地布置、移民安置区的选址进一步优化调整，避开了保护区，减少了对保护区的影响。	工程不涉及涉及自然保护区	可研、环评阶段	确保工程不涉及自然保护区	减缓对保护区的影响	－1L
水生生态	鱼类和水生生境	运行期阻隔上下游水生生境，导致坝下水量减少，影响水生生态和鱼类	－3S	湘河水利枢纽采取建设鱼道进行过鱼	工程枢纽区	第 1 年～第 4 年	过鱼设施、分层取水和下泄流量设施列入主体工程实施，并确保栖息地保护、放流等其他措施到位	减轻工程运行对鱼类的影响	－1S
				央玛取水枢纽建设鱼坡过坝					
				建设分层取水设施					
				下泄生态流量		运行期			
				湘河河段作为鱼类栖息地进行保护	湘河流域	运行期			
				购买鱼苗进行返流					
大气环境	居民点及施工人员	车辆扬尘、施工粉尘和机械排放废气影响施工人员和附近居民身体健康	－2S	施工机械降尘，采用湿法施工、洒水，加强施工人员防尘保护	施工区及进场公路、施工道路	第 1 年～第 4 年	洒水要全面、资金到位	减少粉尘对施工区大气环境的污染	－1S
声环境	噪声敏感点	施工运输道路两侧对居民产生影响	－2S	警示或标志牌、给予噪声污染补偿	沿线村庄	第 1 年～第 4 年	在实施前征求居民意见	减轻噪声对居民的影响	－1S
土壤环境	土壤	农药、化肥将随灌溉带入土壤，影响土壤环境	－1L	营造防护林、发展生态农业、土地整治、土壤改良、合理灌溉	工程区附近耕地	第 1 年～第 4 年	保证资金到位、加强管理和监测	减轻土壤污染和土壤盐渍化	＋2L
人群健康	施工区居民及施工人员	施工区人口密度大、如不注意环境卫生和疾病检疫、防疫，可能导致施工区传染病流行	－2S	卫生清理、卫生防疫、注意施工人员饮用水和食品安全	工程施工区	第 1 年～第 4 年	垃圾、厕所要及时清理外运，施工人员不能随意丢弃生活垃圾和随地大小便	防止施工区传染病、地方病的爆发、流行	＆S

湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护措施效果分析表

续表 5.14-1

环境要素	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	效果
地质环境	施工区地质	隧洞洞室的稳定以及出口边坡的稳定有影响	－2S	对滑坡体削坡减载	施工区地质环境不稳定区域	第 1 年～第 4 年		减轻工程建设对地质环境的影响	＆S
固体废弃物	周围环境	施工弃渣、建筑垃圾、施工人员生活垃圾随意丢弃影响周围环境	－2S	设垃圾桶和垃圾收集站，施工场地清理消毒	施工区域	第 1 年～第 4 年	生活垃圾及时清运至卫生填埋场，生产垃圾回收、集中处理	减轻施工废弃物对环境的影响	＆S
移民安置和专项复建	移民安置和专项复建区周边环境	污废水、噪声、大气污染物、固废、植被扰动和生态影响等	-2S	污废水处理、噪声控制、环境空气污染物削减、固废无害化处置、生态保护措施	移民安置和专项复建区	第 1 年	确保各项环保措施到位	减轻移民安置和专项复建环境影响	-1
其他	减少工程对环境现状的破坏	若不制定严谨的环境管理制度，设计的环境保护措施将不可能得到落实。	－2L	加强工程的环境监测、监理和环境管理	工程项目影响区	第 1 年～第 4 年	资金落实到位	保持工程区环境质量的良好状态，保证环境工作的长期顺利进行。	＋3L

备注：“-、+、＆”分别代表环境性质为：不利、有利、中性；　　“L、S”分别代表影响时间为：长期、短期；

“0、1、2、3”分别代表影响程度为：无影响、弱度影响、中度影响、强度影响。

6 环境管理与监测计划

6.1 环境管理规划

6.1.1 目的和意义

环境管理是工程管理的重要组成部分，是建设项目环境保护工作有效实施的重要环节。为充分发挥工程的社会效益、经济效益和环境效益，保护湘河水利枢纽及配套灌区工程施工区和移民安置区的生态环境，最大限度的减免工程的不利影响，保证各项环境保护措施的落实，必须加强工程施工及运行期环境管理工作。环境管理对于促进工程区社会、经济、生态的协调良性发展具有重要意义。

6.1.2 环境管理体系

湘河水利枢纽及配套灌区工程环境管理体系由建设单位环境管理办公室、环境监理机构、承包商环境管理办公室组成，并由政府职能部门参与管理。为了使工程环境保护措施得以切实有效的实施，达到工程建设与环境保护协调发展，工程环境管理除实行环境管理机构统一管理、各承包商、环保项目实施部门分级管理和政府环境保护部门宏观监督外，必须建立工程建设环境监理制度，形成完整的环境管理体系，以确保工程建设环境保护规划总体目标的实现。

6.1.3 管理机构与职责

6.1.3.1 环境管理机构

根据国家环境保护管理规定，工程建设管理单位应设置专门从事环境保护管理的机构。本工程由西藏自治区重点水利建设项目管理中心负责建设管理，拟在湘河水利枢纽及配套灌区工程建设部下设环境保护管理机构，配备人员对施工期的环境保护工作进行统一领导和组织。

6.1.3.2 施工期环境管理

施工期环境保护管理机构主要职责如下：

（1）制定施工期环境保护实施规划和管理办法。

（2）制定环境保护工作年度计划，包括环保投资计划。

（3）组织环境保护专项工程招标工作。

（4）负责工程招标文件和承包项目合同中环保条款编审，确保与主体工程施工密切相关的环保措施纳入招标文件和合同条款中。

（5）监督承包商的环保措施执行情况。

（6）监督检查工程有关环保措施运行情况。

（7）同环保、水保和其他相关部门进行协调。

（8）协助地方政府处理工程引起的环境纠纷和环境污染事故，及时向上级或有关管理部门报告情况。

（9）组织实施环境监理与环境监测工作，定期编制施工区环境质量报告并上报。

（10）编制环境保护工作年度报告。

（11）组织开展环境保护宣传、教育和培训工作。

（12）组织编制工程竣工环境保护验收报告。

（13）负责环保和水保资料、成果的归档移交。

6.1.3.3 运行期环境管理

（1）贯彻执行国家及地方环境保护法律、法规和方针政策。

（2）落实运行期环境保护措施，制定本工程运行期环境管理办法和制度。

（3）协助地方环保部门开展环境保护工作，参与库区蓄水前生态保护工作及库底清理工作。

（4）负责落实运行期的环境监测，并对结果进行统计分析。

6.1.4 环境管理制度

6.1.4.1 环境质量报告制度

环境监测是获取工程区各环境因子变化情况的重要手段，是实施环境管理和环保竣工验收的主要依据。湘河水利枢纽及配套灌区工程的生态与环境监测由建设单位选择具有相应资质的单位，依照监测计划，对工程区环境质量状况定期进行监测。

工程的生态与环境监测实行月报、季报、年报制度，定期编制环境质量报告以及年审的制度，及时将监测结果上报建设单位，以便随时掌握工程区环境质量状况，并以此为依据制定和调整工程区域环境保护措施。

6.1.4.2 “三同时”验收制度

防治污染的设施执行“三同时”制度，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”项目须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

6.1.4.3 宣传制度

工程环境管理机构应经常通过广播、电视、报刊、宣传栏、展览会、专题讲座等多种途径向工程技术人员宣传，增强环保意识，使他们自觉的参与环境保护工作，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；定期组织培训班、交流会对工程管理人员进行环境管理、环境保护方面的培训，提高环境管理水平。

6.1.4.4 污染事故预防和处理制度

工程施工和运行期间，如发生污染事故或其它突发性事件，造成污染事故的单位除立即采取补救措施外，要及时通报可能受到污染的地区和居民，并报告建设单位环保部门与当地环境保护行政主管部门。建设单位接到事故通报后，会同地方环保部门采取应急措施，及时组织对污染事故的处理。与此同时，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处罚。

6.2 环境监理

6.2.1 组织机构

环境监理既是环境管理的重要组成部分，又具有相对的独立性，由业主单位委托具有相应资质的单位依据合同和相关设计文件要求独立开展工作，工作程序见图 6.2-1。

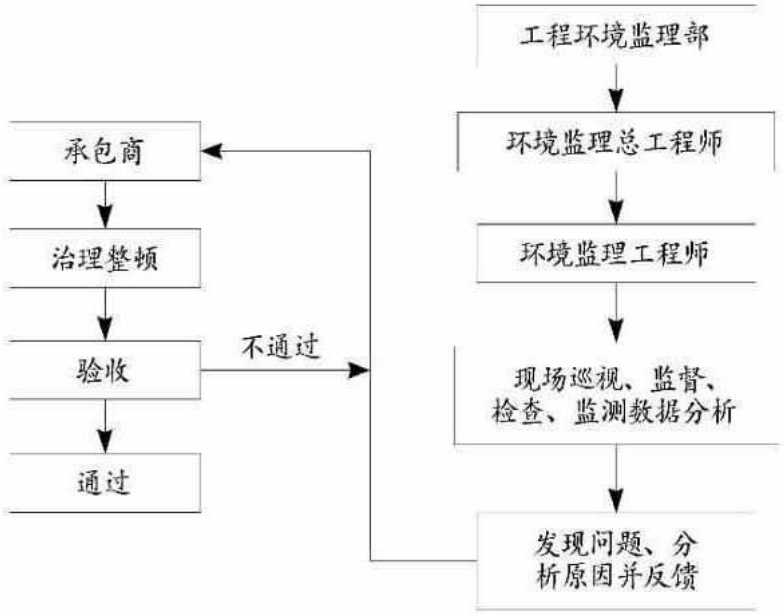


图 6.2-1 环境监理工作程序图

6.2.2 环境监理工作范围及职责

本工程环境监理工作范围包括水利枢纽区、灌区及移民安置区。

环境监理工作主要职责如下：

（1）施工期环境监理

根据国家环保政策和法规，结合工程施工环境保护要求，对施工单位提出的施工组织设计、施工方案、施工进度计划、工程变更及开、完工申请等进行环境审核。对施工单位拟订的环保计划及环保措施提出具体意见。

监督施工过程中各项环保措施的执行情况，对违反环保规定或可能对环境造成不利影响的情况，下发整改指令。

参加工程设计技术交底会和工程现场管理例会，对各施工阶段环保工作进行小结。听取地方部门对工程环境保护的意见并转达。协作地方环境保护部门进行的区域环境监督工作。

督促和检查施工单位环境保护自查工作。核查施工单位上报的环境质量报告，监督工程环保资金的使用和落实，参与工程阶段验收和竣工验收工作。根据环保措施落实情况和环保设施建设情况、施工区环境保护状况和环境保护阶段验收情况，签署工程款支付凭证的环保意见。

做好监理日志记录和编制工作，保持其完整性和真实性，建立环境监理档案，做好环境保护成果和资料的管理工作。每月向工程环境管理单位提交监理月报，每年提交年报和年度总结报告。

（2）运行期环境监理

监督检查运行期环境保护规划方案及环保措施的落实情况，重点监督和检查生态与环境保护设施运行情况，监督检查库区、移民安置区环境监测工作，发现问题及时提出整改要求和调整意见。

6.2.3 环境监理工作方案

施工区环境监理内容应包括国家环保政策、法规，工程环境影响报告书及其批文，以及合同、标书的相关内容和要求。环境监理的主要内容如下：

（1）生产废水处理：为了使湘河水质不因湘河水利枢纽及配套灌区工程施工废水的排入而降低水体功能和水环境质量，承包商及各施工单位排放的生产废水处理达标后回用。为此，环境监理工程师必须对生产废水处理措施进行监督检查，并定期检查生产废水的达标回用情况，应重点监督检查水库工程砂石料加工系统生产废水的达标回用情况。

（2）生活污水处理：环境监理工程师应监督承包商在 2 个施工人员生活营地安装成套生活污水处理设备及配套污水管网，对生活污水处理设备定期检查，对处理出水监测结果定期检查。确保生活污水处理后回用，严禁生活污水、粪便四处溢流而污染环境。

（3）生活饮用水：为确保生活饮用水供水安全可靠，环境监理工程师应监督承包商按照生活饮用水处理程序，对水质进行消毒处理，向各施工区施工人员提供符合国家生活饮用水标准的饮用水。环境监理工程师对生活饮用水水质监测结果定期进行检查。

（4）大气污染防治：施工区大气污染主要来源于施工过程中产生的废气和粉尘。为防止扬尘，环境监理工程师应要求承包商及各施工单位装运水泥、生产弃渣、生活垃圾等易产生扬尘的车辆，必须加盖封闭运输；对施工道路定期洒水，减少扬尘；大型燃油装置必须安装消烟除尘设备；混凝土拌和楼必须安置除尘设备；砂石料加工可采取湿式作业。严禁在施工区焚烧会产生有毒有害气体的物质。

（5）噪声控制：为防止噪声危害，环境监理工程师应要求承包商或施工单位选用低噪声弱振动设备和工艺，要求运输车辆经过沿线居民点时减速行驶。施工期因噪声扰民而产生的纠纷，应监督承包商和施工单位整改。

（6）固体废物处理处置：固体废物包括生产废渣和生活垃圾。环境监理工程师应要求承包商保持现场整洁，存放并处置好设备和材料。严禁生产废渣乱堆乱弃，重点监督水库工程区生活垃圾收运、处置情况。环境监理工程师随时监督检查公共卫生设施管理承包商对合同的执行情况，检查公共卫生设施的建设是否满足要求。工程竣工时，环境监理工程师要检查承包商对现场清理情况，保持所移交工程及工程区现场清洁整齐。

（7）生态保护：在环境监理过程中复核灌区工程、移民安置区和料渣场、施工场地等占地的位置，是否按照生态专题报告及审查意见、环评报告及批复等要求进行了优化调整，对自然保护区进行了避让，工程实施过程中对保护区的影响是否可接受。为了减少工程建设引起的生态环境影响，保护工程区生态环境和陆生、水生动植物，应在施工结束后，结合水土保持植物措施，对各类施工迹地实施陆生生态修复措施。灌区部分应按照设计方案进行建设，确保不涉及缓冲区和核心区。灌区施工作业确保选择在非黑颈鹤越冬季节，加强管理，减少对黑颈鹤的影响。水生生态保护应在工程建设时同时建设过鱼设施、实施鱼类放流等措施。环境监理工程师应监督承包商和施工单位在施工过程中对生态保护措施的执行情况，严禁乱开乱挖和生态破坏，重点监督对自然保护区和黑颈鹤的保护措施、临时占地区的生态恢修复情况。工程竣工时，环境监理工程师要检查对自然保护区和黑颈鹤的保护措施的落实情况，生态的修复情况，确保所移交工程占地区生态恢复情况良好，过鱼设施正常投入运行。

（8）水土保持：为了减少工程建设引起的新增水土流失，保护工程区生态环境，水土保持措施应执行“三同时”制度。环境监理工程师应监督承包商和施工单位在施工

过程中对水保措施的执行情况，严禁乱开乱挖，重点监督渣场、料场、施工道路水土保持设施恢复情况。工程竣工时，环境监理工程师应协助进行工程水土保持设施竣工验收。

（9）人群健康：为确保施工人员和移民的人群健康，环境监理工程师应监督承包商落实人群健康保护措施及监测计划，对施工区进行消毒处理，重点监督检查工程区和移民安置区传染病情况。环境监理工程师对监测结果定期进行检查。

6.2.3.1 环境监理工作制度

（1）工作记录制度

环境监理工程师每天应编写监理日志，重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，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

监理部每月向工程环境保护管理部门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，应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

每月召开一次环境保护会议。在环境例会期间，承包商对本月的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月的环境保护工作进行全面评议，编写会议纪要并发给与会各方，并督促有关单位遵照执行。

6.3 环境监测计划

6.3.1 规划的目的与任务

对工程兴建过程中可能产生的环境问题进行定期监测，掌握工程影响范围内各环境因子的变化情况以及工程建设排放的污染物是否符合国家及地区所规定的排放标准，了解工程影响区生态变化情况，及时发现环境问题，并根据需要调整环保措施；为施工区的环境建设、监督管理及工程竣工验收提供依据。

根据环境影响预测评价，结合本工程建设和区域环境特点，确定本工程环境监测内

容包括：水环境监测、水土保持监测、陆生生态监测、水生生态监测、大气环境监测、声环境监测、人群健康监测。

6.3.2 水环境监测规划

6.3.2.1 施工期水质监测

一、地表水水质监测

监测断面布设：在甲措藏布与拉布藏布汇合口上游 5km（甲措藏布、拉布藏布）、甲措藏布与拉布藏布汇合口、大坝下游 1km 处、南木林县城下游 1km、央玛取水枢纽下游 1km、湘河保护区边界处、湘河汇入雅鲁藏布江干流河口、雅鲁藏布江干流央村灌区上游、雅鲁藏布江艾玛岗灌区下游各设监测断面，共 10 个监测点。

监测项目：pH、水温、悬浮物、五日生化需氧量、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷、石油类、粪大肠菌群共 10 项。

监测频率及时间：施工前监测 1 次，施工高峰期丰、平、枯三个水期各监测 1 次。每次连续监测 2 天，每天取样 1 次。

监测技术要求：按《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）有关规定执行。

二、生产废水监测

监测点布设：在水利枢纽工程的基坑排水口、混凝土生产系统废水处理设施末端，砂石料加工系统废水处理设施末端，坝址右岸下游约 500m 机械停放场冲洗废水处理设施末端，分别设 1 个监测点。在灌区工程的砂石料加工系统废水处理末端、央村灌区 15#施工区、艾玛岗灌区 8#施工区的混凝土生产系统废水和机械停放场冲洗废水，在处理设施末端分别设 1 个监测点，共 9 个监测点。

监测项目：选定 pH 值、悬浮物作为必测项目，机械停放场冲洗废水处理设施末端增测石油类，其他项目可依据施工废水中污染物变化情况作相应增减。

监测频率：施工期高峰年监测 1 次。

监测方法：按《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）有关规定执行。

三、生活污水监测

监测点布设：在坝址施工营地生活污水处理设施末端，央村灌区 15#施工区、艾玛岗灌区 8#施工区的施工营地生活污水处理设施末端，分别设 1 个监测点，共 3 个。

监测项目：化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总大肠菌群等 4 项。

监测频率：施工期高峰年监测 1 次。

四、饮用水水源监测

监测点布设：在水利枢纽工程区和灌区施工营地各设 1 处取水点），共设 2 个监测点。

监测项目：《生活饮用水水源水质标准》（CJ3020-93）中基本项目。

监测频率：施工期高峰年监测 1 次。每次连续监测 2 天，每天取样 1 次。

6.3.2.2 运行期水质监测

一、地表水监测

（1）监测断面布设：

在湘河水利枢纽甲措藏布库尾、拉布藏布库尾、库区甲措藏布与拉布藏布汇口处、大坝下游 1km、南木林县城下游 1km、央玛取水枢纽下游 1km、湘河保护区边界处、湘河汇入雅鲁藏布江干流河口、雅鲁藏布江干流央村灌区上游、雅鲁藏布江艾玛岗灌区下游各分别设监测断面，共 10 个断面。

（2）监测项目：

pH、水温、悬浮物、溶解氧、五日生化需氧量、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐、总氮、总磷、铅、铬（六价）、氰化物、镉、石油类、挥发酚、铜、硒、砷、汞、硫化物、粪大肠菌群共 22 项。

（3）监测频率及时间：

湘河水利枢纽蓄水前监测一年，竣工环境保护验收监测 1 次，每年丰、平、枯三个水期各监测 1 次。

（4）监测技术要求：

按《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）有关规定执行。

二、地下水监测

监测点布设：共 9 个，包括甲措藏布拉亚村井水、拉布藏布热让村井水、湘河干流朗琼村井水、南木林县城井水、多角乡井水、央村井水、洞祖村井水、普鲁岗村井水、切达村井水）。

监测项目：pH、水温、悬浮物、溶解氧、五日生化需氧量、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐、总氮、总磷、铅、铬（六价）、氰化物、镉、石油类、挥发酚、铜、硒、砷、汞、硫化物、粪大肠菌群共 22 项。

监测频率及时间：水库建设前监测 1 次（已监测），施工期每年监测 1 次，竣工环境保护验收监测 1 次，每年监测 1 次。

监测方法：按照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）以及《地下水质量

标准》（GB/T14848-93）的要求进行。

三、移民生活饮用水

监测点布设：在卡孜乡卡孜村移民点饮用水取水口设监测点，共 1 个。

监测项目：《生活饮用水水源水质标准》（CJ3020-93）中基本项目。

监测频率：移民安置后监测一年，每季度监测 1 次。

6.3.3 水土保持监测规划

6.3.3.1 监测点布设

针对本工程的特点，项目共布置 15 处监测点，其中枢纽工程区共布置 7 处监测点，灌区工程区共布置 8 处监测点。

（1）枢纽工程区

1）大坝区：本区选择坝区开挖裸露面布置 1 处监测点，共 1 处监测点。主要采用调查监测法、标桩法、沟槽法及简易风蚀观测法进行监测。

2）弃渣场区：选择 3#弃渣场布置 1 处监测点，共计 1 处监测点。主要采用调查监测法、标桩法、沟槽法及简易风蚀观测法进行监测。

3）料场区：分别在块石料场、填筑料场各布置 1 处监测点，共计 2 处监测点。主要采用调查监测法、沟槽法及简易风蚀观测法进行监测。

4）临时生产生活区：在左岸厂洞施工区典型施工场地开挖裸露面布置 1 处监测点，共计 1 处监测点。主要采用调查监测法、标桩法及简易风蚀观测法等进行监测。

5）交通道路区：选择典型路段布置 1 处监测点。采用调查监测法、沟槽法进行监测。

6）移民安置区：在安置区范围内布置 1 处监测点。采用调查监测法、表桩法及简易风蚀观测法进行监测。

（2）灌区工程区

1）渠道及渠系建筑物区：在昂加干渠和艾玛岗干渠段各选择 1 处典型区段进行监测，共计 2 处监测点。主要采用调查监测法、标桩法、沟槽法及简易风蚀观测法进行监测。

2）弃渣场区：在 2#、3#弃渣场进行监测，共计 2 处监测点。主要采用调查监测法、标桩法、沟槽法及简易风蚀观测法进行监测。

3)料场区:在 20 处填筑料场中选择 2 处较大的料场进行监测,共计 2 处监测点(10#、11#填筑料场)。主要采用调查监测法、沟槽法及简易风蚀观测法进行监测。

4）临时生产生活区：在灌区选择一处典型场区布置 1 处监测点，主要采用调查监测法、标桩法及简易风蚀观测法等进行监测。

5）交通道路区：在灌区选择典型路段布置 1 处监测点(14#临时道路)。采用调查监测法、沟槽法进行监测。

工程防治措施及监测点位平面布置见附图 7-2 和附图 7-3，灌区监测点位总体布置见附图 7-4。

6.3.3.2 监测内容

（1）工程区水土流失因子监测

监测内容包括：影响土壤侵蚀的地形、地貌、土壤、植被等自然因子及工程建设对这些因子的影响；挖方、填方数量，弃土（石渣）量及占地面积等；工程区林草植被覆盖度；因工程建设损坏水保设施面积、扰动地表面积、防治责任范围面积等。

（2）工程区水土流失动态状况监测

主要包括工程建设过程中和自然恢复期的水土流失面积、分布、流失量和水土流失强度变化情况，以及对下游和周边地区生态环境的影响，造成的危害及其趋势等。

（3）工程区水土流失防治效果监测

主要包括水土保持防治措施的数量和质量；林草措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度；防护工程的稳定性、完好程度和运行情况；各项防治措施的拦渣保土效果。同时通过监测，确定水土保持措施防治面积、防治责任范围内可绿化面积、已采取的植物措施面积等。

（4）主体工程建设进度、水土保持工程设计、水土保持管理等方面的情况监测。

6.3.3.3 监测方法

调查监测包括样方调查法、普查法、动态巡视法和访问法。对工程区地形、地貌、植被的变化情况、工程占用土地面积、扰动地表面积情况、工程挖填方数量，弃渣数量及堆放面积等项目的监测采用普查法，并结合设计资料分析的方法进行；对工程区及周边地区可能造成的水土流失危害的评价采用普查法结合访问法进行；对防治措施的数量和质量、林草成活率、保存率、生长情况及覆盖度、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况及各项防治措施的拦渣保土效果等项目监测采用样方调查结合巡视量测、计算的方法进行。

6.3.3.4 监测频次

（1）定点监测频次

弃渣场、料场每 15 天监测 1 次，枢纽建筑物占地区、渠道及渠系建筑物占地区、施工道路、临时生产生活区每 1 个月监测 1 次；每次 24 小时降雨量≥25mm 后加测 1 次。定点监测内容、方法、频率详见表 6.3-1 和表 6.3-2。

水蚀定点监测内容、方法及频次

表 6.3-1

监测时段	监测区域	监测点位	监测内容	监测方法	监测频次
建设期及自然恢复期	弃渣场	堆放边坡	水蚀量变化情况	沟槽法	枢纽建筑物占地区、渠道及渠系建筑物占地区施工道路、临时生产生活区每 1 个月监测 1 次；每次 24 小时降雨量≥25mm 后加测 1 次；弃渣场、料场每 15 天监测 1 次。
		弃渣场顶面	②水蚀量变化情况	标桩法、沟槽法	
		表土堆放场	③表土流失量	标桩法、沟槽法	
	枢纽建筑物占地区	开挖边坡、临时堆土等	①水蚀量变化情况	标桩法、沟槽法	
			②临时堆土场流失量	沟槽法	
	渠道及渠系建筑物占地区	开挖边坡、临时堆土等	①水蚀量变化情况	标桩法、沟槽法	
			②临时堆土场流失量	沟槽法	
	施工道路	道路开挖及回填面	①边坡水蚀量	沟槽法	
	料场	填筑料场	①开挖边坡水蚀变化情况	标桩法、沟槽法	
			②临时堆土场流失量	标桩法、沟槽法	
	临时生产生活区	场内施工区扰动面	①边坡水蚀量	沟槽法	

风蚀定点监测内容、方法及频次

表 6.3-2

监测时段	监测区域	监测点位	监测内容	监测方法	监测频次
建设期及自然恢复期	弃渣场	弃渣场顶面	风蚀量变化情况	降尘缸法	每隔 15 天测量降尘缸内土样厚度的变化，并用天平准确称取降尘缸内的土样重量。
		表土堆放场	风蚀量变化情况	降尘缸法	
	枢纽建筑物占地区	开挖边坡、临时堆土等	风蚀量变化情况	降尘缸法	
	渠道及渠系建筑物占地区	开挖边坡、临时堆土等	风蚀量变化情况	降尘缸法	
	料场	块石料场	风蚀量变化情况	降尘缸法	
		填筑料场	风蚀量变化情况	降尘缸法	

（2）调查监测频次

根据不同的施工时序、监测内容分别确定。在施工准备期前结合设计资料进行 1 次本底值调查监测，在施工期的中间及结束后各进行 1 次全面的调查监测。调查监测内容、方法、频率详见表 6.3-3。

调查监测内容、方法及频次

表 6.3-3

监测时段	监测区域	监测内容	方法	监测频次
施工准备期	防治责任范围	①水土流失影响因子特点，水土保持设施数量、质量及防护效果，水土流失现状等	遥感监测、普查法与样方调查相结合	施工准备期前对本底值进行 1 次调查
		②水土流失本底值		
建设期	主体工程施工区	①建设区地形地貌及植被变化情况、损坏水土保持设施数量	遥感监测、巡视法	开工后随时巡视
		②挖、填土石方数量，弃土弃渣量、位置、占地面积；扰动地表面积，破坏植被面积及程度	普查法与巡视法相结合	土建施工期中间、结束后各 1 次
		③工程防治措施实施数量和效果	普查法、巡视法	土建施工期中、结束后各 1 次
		④水土流失危害。	抽样调查与访问法相结合	施工中和后各 1 次
	水库淹没区	①库岸不稳定边坡、滑坡体等	巡视法	施工中监测 1 次
		②水土流失危害	抽样调查与访问法相结合	施工中、后各 1 次
自然恢复期	主体工程施工区	①各区域水蚀变化情况	普查法与抽样调查	汛期前、中、后各 1 次
		②林草生长、成活率、盖度及防治水土流失效果等情况	样方调查	汛期前、中、后各 1 次
		③防治措施实施数量和效果，水流失治理面积，减少水土流失量	抽样调查	汛期前、中、后各 1 次
	水库淹没区	①库岸不稳定边坡、滑坡体等	普查法、抽样调查	汛期前、中、后各 1 次
		②水土流失危害	普查法、抽样调查	汛期前、中、后各 1 次

6.3.4 陆生生态监测规划

6.3.4.1 陆生植物监测

监测线路及监测点布设：陆生植物调查沿湘河水利枢纽库尾→汇合口→坝址→达龙村、孔江村→雪堆村→南木林县城城区北侧 1km、聂仓普鲁灌区→艾玛岗干渠→艾玛乡→艾玛岗灌区、班宗灌区→央村干渠→瓦曲村→央村灌区进行，调查点设置在库尾、坝址、达龙村、孔江村、雪堆村、县城北面 1km、聂仓普鲁灌区、艾玛岗干渠、艾玛乡、艾玛岗灌区、班宗灌区、央村干渠、瓦曲村、央村灌区，共计 14 个调查点。

监测内容：植物群落特征，包括覆盖度、群落结构、生物量、植物种类等。

监测时间：工程实施前调查 1 次（本次环评已调查），工程竣工环境保护验收调查时监测 1 次。

监测方法：采用 3S 技术、样线调查、样方调查、民间访问和市场调查等方法。

6.3.4.2 陆生动物监测

监测点布设：结合陆生植物调查，陆生动物调查点初步设置在湘河水利枢纽库区、坝址至达龙村段、聂仓普鲁灌区、艾玛岗干渠、艾玛乡、艾玛岗灌区、班宗灌区、央村干渠、瓦曲村、央村灌区，共计 10 个调查点。

监测内容：两栖动物、小型兽类及鸟类的种类、数量、分布特征、生境状况等，重点调查国家级保护动物岩羊等在湘河水利枢纽库区种类、数量、分布特征、生境状况，国家级保护动物黑颈鹤灌区的数量、分布特征、生境状况、越冬时间等。

监测时间：工程实施前调查 1 次（本次环评已调查），工程竣工环境保护验收调查时监测 1 次。

监测方法：采用野外调查、民间访问和市场调查等方法。

6.3.5 水生生态监测规划

监测断面布设：湘河水利枢纽甲措藏布库尾、湘河水利枢纽拉布藏布库尾、甲措藏布与拉布藏布汇口处、湘河水利枢纽坝下，南木林县段，央玛取水枢纽、湘河汇入雅鲁藏布江干流河口，雅鲁藏布江干流央村灌区上游、雅鲁藏布江艾玛岗灌区下游，共 9 处。调查位置可根据具体情况适当前移或后靠。

监测内容：浮游植物、浮游动物的群落结构、种类、生物量、密度；水生维管束植物种类、分布密度、生物量；底栖动物种类、生物量。

鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测目前在湘河坝址上下河段分布广泛的双须叶须鱼、拉萨裸裂尻鱼及异尾高原鳅，湘河下游汇入雅鲁藏布江河口附近的尖裸鲤等的种群动态及鱼类群落构成的变化趋势；甲措藏布与拉布藏布交汇处产卵场、艾玛河段产卵场、达隆村至白马当村河段产卵场、多角乡至切达村河段产卵场等处产卵场的分布与规模变化、繁殖时间和繁殖种群的规模；各索饵场、越冬场的鱼类分布及规模的变化和索饵、越冬时间等。

工程实施前调查 1 次（本次环评已调查），竣工验收阶段进行 1 期监测。

监测方法：采用野外调查、走访和资料收集等方法。

6.3.6 大气环境监测规划

监测点布设：在水利枢纽坝址处场界、3#弃渣场外的达那乡、南木林县城、多角乡、普鲁岗村、央村灌区下游保护区边界处、艾玛岗灌区下游保护区边界处各设置 1 个典型监测点，共 7 个测点。

监测项目：二氧化硫、总悬浮颗粒物、PM_{10}、二氧化氮，共 3 项。

监测频率：施工高峰年监测 1 次，每期连续监测 7 天，保证有效期 5 天。TSP、PM_{10} 每天至少 12h 的采样时间、SO_2、NO_2 每天至少 18h 的采样时间。

监测方法：按国家环境保护局《环境监测技术规范》的规定方法执行。

大气环境监测点位见附图 7-1。

6.3.7 声环境监测规划

环境噪声监测点布设：在水利枢纽坝址处场界、3#弃渣场外的达那乡、南木林县城、多角乡、普鲁村、央村灌区下游保护区边界处、艾玛岗灌区下游保护区边界处各设 1 个监测点，共 7 个测点。

监测频率：施工高峰年监测 1 次，每天每点昼夜各监测 1 次。

监测方法：按国家环境保护局《环境监测技术规范》的规定方法执行。

声环境监测点位见附图 7-1。

6.3.8 人群健康监测规划

6.3.8.1 鼠类及鼠疫调查

调查内容：工程开工前，重点开展对鼠科动物、蚊类种群密度、带毒带菌率的调查。

调查范围：水利枢纽及各灌区施工区、移民安置区。

调查时间：施工准备期 1 次。

6.3.8.2 施工区人群健康调查

调查内容：重点对施工区鼠疫、病毒性肝炎、痢疾等传染性疾病进行监控，根据疫情监控情况，在传染病流行季节和高发区域，对易感人群进行抽检。

调查范围：水利枢纽及各灌区施工区。

调查时间：移民外迁前、后各进行 1 次监测。

6.3.9 监测规划实施

6.3.9.1 监测组织实施

由湘河水利枢纽及配套灌区工程建设单位负责组织实施本工程环境监测规划，包括经费筹措、监测机构选择和成果汇总等，承担监测的单位应具备相应的资质。

6.3.9.2 资料整编

监测机构应对每次监测结果进行统计分析，作出简要评价，编制监测报告，报送建设单位及有关行政主管部门。

6.4 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》《建设项目环境保护管理条例》等的有关要求，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。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。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。结合本工程分阶段环境保护工程实施要求，湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护工程验收。建设单位应当按照相关标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，包括环境保护工程专项验收、蓄水阶段环境保护验收和工程竣工环境保护验收等。

6.4.1 环境保护工程专项验收

湘河水利枢纽及配套灌区工程环保工程专项验收主要包括各项废污水处理系统等环保工程的验收工作。各项环境保护专项工程建成后，需经环保验收合格后方可投入使用。

6.4.2 蓄水阶段环境保护工程验收

(1) 工程调查

调查工程建设过程和设计变更情况，收集工程立项文件、设计以及相关批复文件，说明工程审批程序的完整性和符合性。工程设计变更情况调查包括正常蓄水位、大坝坝型、施工布置、施工方式、水库运行方案、水库淹没范围、移民数量、移民生活安置去向和生产安置途径、工程投资和环境保护投资变化以及变更备案情况等。

(2) 复核环境保护对象

根据工程建设前和现状调查，复核工程施工期的环境保护对象，包括影响和占用影响的珍稀濒危保护动植物、周边居民点等。

(3) 工程环境保护措施调查

根据本工程环境影响评价报告书、行业和地方环境保护主管部门预审意见、环境影响报告批复文件以及工程环境保护“三同时”设计中提出的环境保护措施或要求，开展工程蓄水阶段环境保护措施调查，并明确这些措施或要求在蓄水阶段的落实情况和实施效果等，调查重点为下闸蓄水方案、珍稀保护动植物措施落实情况、鱼类放流措施的落实情况、库底清理落实情况环保措施落实情况、移民安置区环保措施落实情况等。

(4) 环境影响调查

环境影响调查主要根据工程建设前和施工期的调查、监测成果，结合工程区域环境现状特点，分析工程建设带来的环境影响，主要包括水环境影响调查、生态环境影响调

查、移民安置环境影响调查、环境空气和声环境、固体废物、社会环境影响以及环保投资调查等。

(5) 根据工程环境影响的调查结果，客观、公正地从技术上论证该工程是否符合蓄水阶段环境保护验收条件。

6.4.3 工程竣工环境保护验收

(1) 工程情况调查

包括工程规模及任务、枢纽布置及主要建筑物、工程占地、水库淹没及移民安置、水库运行方式、工程环保设施建设情况及投资等，主要通过工程资料收集及现场查勘进行调查。

(2) 环境影响报告书回顾评价

根据环境影响报告书、水土保持方案、环评及水保批复等资料收集，分析报告书中环境影响的评价结论及提出的环保对策措施。

(3) 环境保护措施落实情况调查

根据环境影响报告书、环保设计以及对各级环保行政主管部门批复要求中所提环保措施的情况进行工程建设环境保护措施落实情况调查。调查工程已采取的黑颈鹤国家级自然保护区保护措施、陆生生态保护措施、水生生态保护措施、水土保持及污废水、噪声、环境空气、固废等污染控制措施，并通过对项目所在区域环境现状监测与调查结果的评价，分析各项措施实施的有效性。主要通过现场查勘、收集环保设计、环境监理资料及其他相关资料进行调查。

(4) 水环境影响调查与监测

主要通过收集工程所在河段已有水质及污染源监测资料及工程环境监测资料；同时委托所在地区环境监测站进行现状水质和污染源监测；根据以上资料进行水质、污染源和下泄水温影响评价。

(5) 环境空气与声环境影响调查

委托所在地区环境监测站进行工程所在区域环境空气及声环境现状监测；同时收集施工期间环境空气和声环境监测资料；并根据监测结果进行评价。

(6) 生态环境影响调查与分析

根据工程占地情况及土石方开挖情况，已采取的黑颈鹤国家级自然保护区保护措施、陆生生态保护措施、水生生态保护措施，与黑颈鹤国家级自然保护区的分区、关系和占地范围、占地影响的动植物情况等，进行对黑颈鹤国家级自然保护区、陆生生态、

陆生动植物等进行影响调查和分析。根据工程枢纽布置、施工布置、水库运行方式对水生生态进行影响调查和分析。主要通过现场查勘、相关资料收集以及专业调查单位调查成果等。

(7) 移民安置环境影响调查

根据现场调查及移民安置实施方案等资料的收集，对移民安置情况(包括生活安置和专项设施复建等)、移民生活质量和生产条件的改变、安置区所采取的环保措施等进行调查。

(8) 环境风险事故防范及应急措施调查

主要调查工程施工期和运行期可能产生的环境风险事故及其防范、应急措施，如炸药库爆炸、水质突发性污染、保护区环境风险等。

(9) 其它环境影响调查与分析

包括社会环境影响调查及固体废物环境影响调查等。其中社会环境影响调查可通过走访当地政府部门、单位和民众进行调查，主要表现形式为公众意见调查；固体废物环境影响调查主要通过向协议委托单位进行调查。

(10) 环境管理及监测计划落实情况调查与分析

调查工程施工期和运行期有关环境管理的情况，包括施工期间环境监理、环境监测的执行情况，针对环境影响报告书要求调查工程施工期和运行期有关环境监测计划的落实情况。主要通过向施工单位、监理单位和建设单位调查了解，并收集相关环保管理文件和环境监测、环境监理报告等资料。

(11) 公众意见调查

了解公众对工程建设期及运营期环境保护工作的意见、对当地经济发展的作用、对工程所在区域居民工作和生活的影响情况，通过发放调查表和走访相关部门、单位等形式进行公众意见调查，针对公众的合理要求提出解决建议。

(12) 环保投资调查，调查工程设计环保投资及实际环保投资。

(13) 根据工程环境影响的调查结果，客观、公正地从技术上论证该工程是否符合竣工环境保护验收条件。

7 环境影响经济损益分析

7.1 环境保护投资估算

7.1.1 编制说明

7.1.1.1 编制原则

（1）“谁污染，谁治理，谁开发，谁保护”原则

对于既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程兴建对环境造成的不利影响采取的环境保护措施、环境监测和环境管理等措施，其所需的投资均列入工程环境保护投资。其中，主体工程规划设计中具有环境保护功能的措施费用列入主体工程投资估算中，水土保持措施费用列入本工程水土保持方案投资估算中，本估算不再重复计列。

（2）“功能恢复”原则

对于由于工程建设对环境造成不利影响需采取的补偿措施，以恢复原有功能为原则；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模所需增加的投资，应由地方政府部门或有关部门、产权所有者自行承担。

（3）“突出重点”的原则

对受工程建设影响较大、公众关注、保护级别较高的环境敏感问题，应进行重点保护，所需保护经费列入环保专项投资给予保证。

（4）“一次性补偿”原则

对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

7.1.1.2 编制依据

（1）《国家计委、国家环境保护总局关于规范环境影响咨询收费有关问题的通知》（计价格[2002]125 号）；

（2）《国家计委、财政部关于水生野生动物资源保护费收费标准及其有关事项的通知》（计价格〔2000〕393 号）；

（3）《关于发布工程建设监理费有关规定的通知》（国家物价局、建设部[1992]价费字 479 号）；

（4）《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）；

（5）水利部水总（2003）67 号文发布的《水土保持工程概算定额》；

（6）水利部水总（2003）67 号文发布的《施工机械台时费定额》；

（7）国家计委、建设部计价格[2002] 10 号文《工程勘察设计收费标准》；

（8）国家发展改革委、建设部发改价格[2007] 670 号文《建设工程监理与相关服务收费标准》；

（9）财综[2008]78 号文《关于公布取消和停止征收 100 项行政事业性收费项目的通知》；

（10）水利部第 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》；

（11）财综[2014]8 号文《水土保持补偿费征收使用管理办法》；

（12）发改价格[2014]886 号文《关于水土保持补偿费收费标准（试行）的通知》；

（13）西藏自治区《关于西藏自治区水土保持设施补偿费、水土流失防治费收费标准的通知》（藏发改价格[2011]153 号）；

（14）《水利工程设计概(估)算编制规定》(水总[2002]116 号文。

7.1.1.3 价格水平年

鉴于环境保护措施为西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程的一个有机组成部分，其价格水平年与主体工程总估算的价格水平年相一致，按照 2017 年 2 季度价格水平估算。

7.1.1.4 基本资料

（1）《西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程可行性研究报告》；

（2）经过调查后确定的当地建筑材料、植物苗木、林草种子单价。

7.1.2 费用组成

根据《水利水电工程设计概（估）算费用构成及计算标准》的有关规定，结合水利水电工程环境保护的工作内容，环保投资项目组成划分为环境保护措施、环境监测措施、仪器设备及安装、环境保护临时措施、环境保护独立费用、预备费用等六部分。

根据西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程对环境影响的具体情况，环境保护措施包括水质保护、水土保持、生态保护、移民安置环境保护、土壤环境保护等；环境监测措施包括：水质、环境空气质量、噪声、人群健康、生态等；仪器设备及安装主要为砂石料处理、含油废水处理、洒水、垃圾处理等所需的环境保护设备；环境保护临时措施主要是施工期间为保护施工区环境和卫生的临时性环境保护措施，如生产、生活污水处理、噪声防治、生活垃圾处理以及洒水降尘、施工区卫生清理和消毒灭害、施工人员卫生检疫等；独立费用包括环境管理费（环境管理人员经常费、环境保护竣工验收费、环境保护宣传及技术培训费）、工程建设环境监理费、科研勘察设计费（环境保护科学试验费、

环境影响评价费、环境保护勘测设计费、技术咨询费）等；水土保持投资计入水土保持专项投资，不再列入工程的环境保护专项投资。

7.1.3 取费标准

（1）环境保护措施费

按设计工程量（或工作量）乘以工程单价进行计算。

（2）环境监测措施费

环境监测措施费可按环境保护设计确定的监测工作量和国家或省（市、区）有关部门规定的收费标准计算。对建设监测设施的，应计算监测设施费用，监测设施费用按设计工程量乘以工程单价进行计算。

（3）环境保护仪器设备及安装费

仪器设备费：按仪器设备的数量乘以仪器设备的单价计算。

仪器设备安装费：按仪器设备数量乘以仪器设备安装工程单价计算。

（4）环境保护措施临时费

生产废水和生活污水处理、噪声防治、固体废弃物处理、环境空气质量控制、人群健康保护等具体措施按设计工程量（工作量）乘以工程单价计算。

（5）环境保护独立费用

① 建设管理费

环境管理人员经常费：按环境保护设计概算一～四部分投资之和的4%计算。

环境保护设施竣工验收费：根据需要的实际工作量计算。

环境保护宣传及技术培训费：按照环境保护设计概算一～四部分投资之和的3%计算。

② 环境监理费

参照主体工程监理人员费用，确定环境监理费每人每年8万元的标准，按环境监理人数和时间计算，环境监理时间从工程开工之日起到工程竣工之日止。

③ 科研勘测设计费

环境影响评价费：根据《国家计委、国家环境保护总局关于规范环境影响咨询收费有关问题的通知》（计价格[2002]125 号）执行。西藏自治区物价局、自治区环境保护局关于规范我区环境影响咨询收费有关问题的通知，藏价费(2002)116 执行。

环境保护勘测设计费：按国家计委、建设部计价格[2002]10 号文《工程勘察设计收费管理规定》规定执行。

科学研究费：由于本工程地处环境比较敏感和脆弱的西藏地区，尤其是建库后对高

原鱼类资源以及种群结构等的影响，以往这方面的研究较少。因此，本工程拟列部分专题进行科学研究，研究费用按工程环境保护专项投资 2%计列。

（6）预备费

基本预备费取费标准按 6%计算;价差预备费费率采用与主体工程一致的费率标准。

7.1.4 投资估算

按照上述原则，以 2017 年 2 季度价格水平估算，西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程环境保护总投资为 21484.27 万元。其中环境保护专项投资 15258.90 万元，水土保持投资 6225.37 万元。环境保护专项投资中环境保护措施投资 10302.82 万元，环境监测措施投资 192.0 万元，环境保护临时措施投资 1907.2 万元，独立费用 1222 万元，基本预备费 1634.88 万元，详见表 7.4-1～表 7.4-6。

环境保护投资估算表

表 7.4-1

序号	项目内容	工程投资（万元）
第一部分环境保护措施费		10302.82
一	水环境保护工程	30
1	水利枢纽区生活污水处理	30
二	水生生态保护工程	10037.9
1	湘河栖息地保护	20
2	湘河水利枢纽鱼道	9021.5
3	央玛取水枢纽鱼坡	730.6
4	鱼苗购买放流	500
四	固体废弃物处置工程	0.72
1	水利枢纽区生活垃圾处理	0.36
2	灌区生活垃圾处理	0.36
第二部分环境监测措施费		192.0
一	水环境监测	42.6
1	生活污水监测	3.6
2	生产废水监测	10.2
3	地表水监测	21.6
4	地下水监测	4.8
5	饮用水监测	2.4
二	环境空气监测	21.6
1	大气监测	21.6
三	声环境监测	2.16
1	噪声监测	2.16
四	生态监测	84
1	陆生生态监测	48
2	水生生态监测	36
五	人群健康监测	41.64
1	施工区人群健康检查	41.64
第三部分环境保护临时费		1907.2

序号	项目内容	工程投资（万元）
一	水环境保护工程	1450.8
1	水利枢纽区砂石料加工废水处理	471.0
2	水利枢纽区混凝土拌和系统废水处理	72
3	水利枢纽区机械修理系统废水处理	35.0
4	水利枢纽区基坑排水	72
5	水利枢纽区隧洞开挖排水	30
6	水利枢纽区生活污水处理	220
7	灌区砂石料加工废水处理	334.8
8	灌区混凝土拌和系统废水处理	54.0
9	灌区机械修理系统废水处理	45.0
10	水利枢纽区隧洞开挖排水	72
11	灌区生活污水处理	45
二	环境空气保护工程	213
1	除尘设施	118
2	道路洒水清扫	95
三	声环境保护工程	130.40
1	标志牌或警示牌	14
2	噪声源控制	116
五	人群健康保护工程	166
1	疫情建档	16
2	卫生防疫	31
3	消毒药品及器材	31
4	卫生清理和消毒	31
5	备用应急要求及器材	26
6	临时公共卫生设施	31
第四部分独立费用		1222
一	环境管理费	465
2	环境保护竣工验收费	260
3	咨询服务费	100
4	宣传及技术培训费	105
二	环境监理费	175
三	科研勘测设计费	585
1	环境影响评价费	280
2	勘测设计费	182
3	鱼类科学研究	120
一～四部分合计		13624.02
基本预备费		1634.88
水土保持专项投资		6225.37
总投资		21484.27

环境保护措施费投资估算表

表 7.4-2

序号	项目内容	数量	单价	工程投资（万元）
	环境保护措施费			10302.82
一	水环境保护工程			30
1	水利枢纽区生活污水处理	1 座	30 万元/座	30
二	水生生态保护工程			10037.9
1	栖息地保护与恢复			20
	栖息地保护划定和标识	项	20 万	20
2	鱼道			9021.5
2.1	土建费用			8361.5
	C25 混凝土	项	1	4508
	C20 混凝土	项	1	1535.4
	钢筋制作安装	项	1	1953
	铜片止水	项	1	98.4
	卵石	项	1	25.2
	锚杆	项	1	241.5
2.2	设备费			660
	补水和诱鱼系统	项	1	200
	闸门	项	1	120
	观察室及设备	项	3	200
	照明	项	2	60
	栏杆	项	1	80
3	央玛取水枢纽鱼坡	项	1	730.6
3.1	卵石填筑	项	1	347.2
3.2	表面钢筋混凝土	项	1	376.1
3.3	表面块石	项	1	7.3
4	鱼苗购买放流			500
三	固体废弃物处置工程			0.72
1	水利枢纽区生活垃圾处理	4 座	0.09 万元/座	0.36
2	灌区生活垃圾处理	4 座	0.09 万元/座	0.36

环境监测措施费投资估算表

表 7.4-3

序号	项目内容	数量	单价	工程投资（万元）
	环境监测措施费			192.0
一	水环境监测			42.6
1	生活污水监测	1 项	3.6 万元	3.6
2	生产废水监测	1 项	10.2 万元	10.2
3	地表水监测	1 项	21.6 万元	21.6
4	地下水监测	1 项	4.8 万元	4.8
5	饮用水监测	1 项	2.4 万元	2.4
二	环境空气监测	1 项		21.6
1	大气监测	1 项	21.6 万元	21.6
三	声环境监测			2.2
1	噪声监测	1 项	2.2 万元	2.2
四	生态监测			84
1	陆生生态监测	1 项	48 万元	48
2	水生生态监测	1 项	36 万	36
五	人群健康监测			41.64
1	施工区人群健康调查	3470 人	0.012 万元/人	41.64

环境保护临时费投资估算表

表 7.4-4

序号	项目内容	数量	单价	工程投资（万元）
	环境保护临时费			1907.2
一	水环境保护工程			1450.8
1	水利枢纽区砂石料加工废水处理			471.0
	构筑物投资			316.0
	沉砂池	2 个	72 万元和 24 万元	96
	混合池	2 个	54 万元和 18 万元	72
	凝絮反应池	2 个	18 万元和 6 万元	24
	斜管沉淀池	2 个	27 万元和 9 万元	36
	低位水池	2 个	15 万元和 5 万元	20
	高位水池	2 个	15 万元和 5 万元	20
	泥渣调节池	2 个	9 万元和 3 万元	12
	浓缩池	2 个	7 万元和 3 万元	10
	泥渣处理池	2 个	10 万元和 5 万元	15
	加药间	2 个	4 万元和 2 万元	6
	配电间	2 个	3 万元和 2 万元	5
	处理设施投资			155
	除砂机	2 个	18 万元和 6 万元	24
	砂水分离器	2 个	7 万元和 3 万元	10
	搅拌器	2 个	3 万元和 2 万元	5
	吸泥机	2 个	18 万元和 6 万元	24
	搅拌器	2 个	5 万元和 3 万元	8
	泥渣泵	3 个	10 万元和 5 万元	15
	刮泥浓缩机	2 个	36 万元和 12 万元	48
	加药设备	2 个	5 万元和 3 万元	8
	配电器	2 个	3 万元和 2 万元	5

序号	项目内容	数量	单价	工程投资（万元）
	污水泵	2 个	5 万元和 3 万元	8
2	水利枢纽区混凝土拌和系统废水处理			72
	过滤沉淀池	2 个	54 万元和 18 万元	72
3	水利枢纽区机械修理系统废水处理			35
	沉淀池	2 个	10 万元和 5 万元	15
	隔油池	2 个	15 万元和 5 万元	20
4	水利枢纽区基坑排水			72
	絮凝沉淀清运费	1 项	72 万元	72
5	水利枢纽区隧洞开挖排水			30
	絮凝沉淀清运费	1 项	30 万元	30
6	水利枢纽区生活污水处理			720
	土建设备费	2 项	120 万元/项	240
	运行费	2 项	240 万元/项	480
7	灌区砂石料加工废水处理			334.8
	构筑物投资			219.6
	沉砂池	3 个	24 万元/个	72
	混合池	3 个	18 万元/个	54
	凝絮反应池	3 个	6 万元/个	18
	斜管沉淀池	3 个	9 万元/个	27
	水池	3 个	4.8 万元/个	14.4
	泥渣调节池	3 个	3 万元/个	9
	浓缩池	3 个	2.4 万元/个	7.2
	泥渣处理池	3 个	3.6 万元/个	10.8
	加药间	3 个	1.8 万元/个	5.4
	配电间	3 个	0.6 万元/个	1.8
	处理设施投资			115.2
	除砂机	3 个	6 万元/个	18
	砂水分离器	3 个	3.6 万元/个	10.8
	搅拌器	3 个	1.2 万元/个	3.6
	吸泥机	3 个	6 万元/个	18
	搅拌器	3 个	1.8 万元/个	5.4
	泥渣泵	4 个	2.4 万元/个	9.6
	刮泥浓缩机	3 个	12 万元/个	36
	加药设备	3 个	1.8 万元/个	5.4
	配电器	3 个	1.2 万元/个	3.6
	污水泵	4 个	1.2 万元/个	4.8
8	灌区混凝土拌和系统废水处理			54
	过滤沉淀池	15 个	3.6 万元/个	54
9	灌区机械修理系统废水处理			45
	沉淀池	15 个	0.6 万元/个	9
	隔油池	15 个	2.4 万元/个	36
10	水利枢纽区隧洞开挖排水			72
	絮凝沉淀清运费		72 万元	72
11	灌区生活污水处理			45
	土建设备费	15 项	2 万元/项	30
	运行费	15 项	1 万元/项	15
二	环境空气保护工程			160
1	除尘设施	1 项	98 万元	98

序号	项目内容	数量	单价	工程投资（万元）
2	道路洒水清扫	1 项	62 万元	62
三	声环境保护工程			130.4
1	标志牌或警示牌	30 个	0.48 万元/个	14.4
2	噪声源控制	1 项	116 万元	116
四	人群健康保护工程			166
1	疫情建档	1 项	16 万元	16
2	卫生防疫	1 项	31 万元	31
3	消毒药品及器材	1 项	31 万元	31
4	卫生清理和消毒	1 项	31 万元	31
5	备用应急要求及器材	1 项	26 万元	26
6	临时公共卫生设施	1 项	31 万元	31

独立费用估算表

表 7.4-5

序号	项目内容	数量	单价	工程投资（万元）
	独立费用			1222
一	环境管理费			465
1	环境保护竣工验收费	1 项	260 万元	260
2	咨询服务费	1 项	100 万元	100
3	宣传及技术培训费	1 项	105 万元	105
二	环境监理费	1 项	175 万元	175
三	科研勘测设计费			582
1	环境影响评价费	1 项	280 万元	280
2	勘测设计费	1 项	182 万元	182
3	鱼类保护科学研究	1 项	120 万元	120

环境保护投资估算汇总表

表 7.4-6

序号	项目内容	工程投资（万元）
1	环境保护措施费	10302.82
2	环境监测措施费	192.0
3	环境保护临时费	1907.2
4	独立费用	1222
5	一～四部分小计	13624.02
6	基本预备费	1634.88
7	环境保护专项投资小计	15258.90
8	水土保持专项投资	6225.37
9	总投资	21484.27

7.2 环境效益分析

从保护工程建设区域生态环境、促进区域社会经济发展的角度，西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程建设的环境效益由经济效益、社会效益和生态效益构成。其中，经济效益主要表现为本工程灌区灌溉效益、发电效益；社会效益为本工程建设对当地社会经济的贡献；生态效益包括枢纽替代燃料和替代工程所需的环境保护投资，以及由发展灌区

高效农业提高地表植被覆盖率带来生态环境的改善。

7.2.1 经济效益

7.2.1.1 灌溉效益

灌区内现有开发利用的土地面积只有 10.41 万亩，尚有 2.08 万亩（全部位于保护区外）宜农土地没有开垦利用。

通过湘河水利枢纽及配套灌区工程建设，灌溉面积 12.49 万亩，其中改善现状灌溉面积 10.41 万亩（耕地 6.82 万亩，林地 2.86 万亩，草地 0.72 万亩。维持保护区内现状灌溉面积 6.74 万亩，其中耕地 4.58 万亩，林地 1.57 万亩，草地 0.59 万亩），新增灌溉面积 2.08 万亩（全部为保护区外耕地）。工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变保护区内已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。灌区开发后对该地区粮食安全、畜牧业发展、生态扶贫项目建设和促进经济社会发展起到十分重要的支撑作用。

7.2.1.2 供水效益

本项目建成后利用建成的枢纽及渠系工程，可经济高效的满足灌区、牲畜及工业用水要求，至设计水平年 2030 年湘河水利枢纽下游区域人口将达到 46448 人（其中乡镇及农村人口 42562 人、城镇人口 3886 人）。根据预测，扣除已建供水工程的供水量外，2030 年农牧民生活需水量为 236 万 m^3。

灌区范围涉及南木林县城所在地南木林镇、达那乡、秋木乡、多角乡、卡孜乡、艾玛乡等 6 个乡镇以及日喀则地区桑珠孜区东嘎乡的部分土地，这 6 个乡镇的工业主要为畜牧加工、缝纫等小型工业，工业用水拟由拟建湘河水利枢纽解决。规划范围内除仍以发展农业和畜牧业为主外，同时可适当发展皮毛加工业。根据预测，至设计水平年 2030 年，湘河水利枢纽控灌范围内工业需水量为 496 万 m^3。

因此，建设湘河水利枢纽及配套灌区工程可为枢纽下游灌区内的城乡生活和工业用水提供保障。

7.2.1.3 发电效益

湘河水利枢纽地处藏中电网包括拉萨市、日喀则市、山南地区、那曲地区和林芝地区 5 地（市）电网，是西藏用电需求最大的地区。藏中电网中生活用电负荷最高，约占 50%，工农业负荷约占 40%，其余为市政用电，受取暖影响冬季明显高于夏季。

2010 年藏中电网工矿业生产负荷限电后，全年实际最大负荷 687.8MW，全年实际

用电量为35.38亿kW·h，电力缺口约21%，电量缺口约为14%，地区缺电情况较严重。

湘河电站装机容量为40MW，考虑到藏中电网的实际情况，多年平均发电量分别为14063万kW•h，。湘河水利枢纽具有不完全年调节能力，可在满足灌溉用水的前提下，兴建电站，可为藏中电网提供一定的电力和电量。

7.2.2 社会效益

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程所处日喀则市属高寒地区，部分地方人烟稀少，交通不便，经济不发达。经过多年努力水利建设虽然飞跃发展，但尚有很大部分地区水利设施少，加之降雨量小、时空分布不均，土地沙化、干旱、水土流失严重；河流水能开发条件较差，开发程度低，部分地方群众生活用水还没有解决；部分县城城市抗洪能力低防洪形势严峻。另外，湘河灌区由于严重缺水，开发土地资源少，已开发的土地灌溉用水得不到保证，粮食产量很低，极大地制约了本地区粮食产量的提高和人民群众脱贫致富奔小康的步伐。

湘河水利枢纽及配套灌区工程建设是在遵循自然规律和经济规律基础上，充分考虑湘河水资源承载能力和水环境承载能力，对流域内水资源进行优化配置，实现水资源的可持续利用；综合开发灌区内因缺水而荒置的宝贵土地资源，提供大量农林草保灌土地，为该地区粮食和畜牧业发展提供了保障，并使当地农牧民尽快脱贫致富；进行水土保持建设，改善了灌区内的环境，增加电力电量供应，改善当地农牧民生活条件；提高湘河中下游重要乡镇的防洪能力，保障该地区防洪安全。因此湘河水利枢纽及配套灌区工程建设是实现日喀则市乃至西藏自治区资源、环境和经济的协调发展的需要，对推动全面建设小康社会及加强民族团结等具有重有的社会效益。

7.2.3 生态环境效益

湘河水利枢纽及配套灌区工程涉及的湘河河区为典型的干旱气候区域，加之地质岩性、地形地貌、土壤植被及气候等自然因素造成灌区生态与环境恶化，水土流失严重。近年来，针对灌区内生态与环境恶劣、水土流失严重、草场退化和载畜能力低下等情况，地方政府也进行了必要的生态建设，但由于经费有限，加之受灌溉和地形条件限制，效果不是很明显。

湘河水利枢纽及配套灌区工程的建设可从根本上解决水库下游区域 12.49 万亩土地，其中改善现状灌溉面积10.41万亩（耕地6.82万亩，林地2.86万亩，草地0.72万亩。维持保护区内现状灌溉面积6.74万亩，其中耕地4.58万亩，林地1.57万亩，草地0.59万亩），新增灌溉面积2.08万亩（全部为保护区外耕地），改善当地的生产条件，

增加农牧民的收入；工程建成后，每年可向下游区域供给 213 万 m^3 人畜饮水、496 万 m^3 工业用水，保证水利枢纽下游区域的生产、生活用水安全；湘河电站装机 40MW，多年平均发电量 14063 万 kW•h；水利枢纽建成后可减少下游区域每年的防汛投入，增加下游居民的社会安全感，减免洪灾损失造成的人员伤亡和财产损失。工程的实施，可改善当地的水土条件，改善当地的生态环境，具有较好的生态环境效益。

7.3 环境损失分析

本工程的环境损失包括水库淹没和工程建设对区域环境影响所造成的损失，为恢复当地的社会环境、生态环境，工程分别进行了移民安置规划和环境保护措施规划，并列出了相应的投资，可采用“恢复费用法”将其投资估算为环境损失。

7.3.1 水库淹没、工程永久占地损失

湘河水利枢纽及配套灌区工程建设征地移民补偿总投资为 46434.81 万元，其中农村部分 25926.76 万元，专项设施 8927.25 万元，库底清理 56.34 万元，其他费用 4576.72 万元，基本预备费 5603.75 万元，有关税费 1343.99 万元。

7.3.2 环境影响损失

根据西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程及建设区域的特点，为减免本工程环境损失，依据开发建设项目环境保护设施与主体工程“三同时”的原则，结合建设项目施工特点和不利环境影响分析结论，提出了相应的环境保护措施。经估算，工程环境保护专项投资 15258.90 万元，其中环境保护措施投资 10302.82 万元，环境监测措施投资 192 万元，环境保护临时措施投资 1907.2 万元，独立费用 1222 万元，基本预备费 1634.88 万元。

工程水土保持总投资为 6225.37 万元，其中工程措施 2368.87 万元，植物措施 898.77 万元，监测措施 293.01 万元，临时工程 548,12 万元，独立费用 839.75 万元，基本预备费 494.86 万元，水土保持补偿费 782 万元。

7.4 环境影响损益分析

本工程环保措施实施后，可最大限度地减少工程兴建对环境的不利影响，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。

此外，工程的建设对防洪减灾，促进灌区农业的发展，调整产业结构，对地方社会经济的发展还有很重要的积极作用。因此，从环境经济损益分析角度，本工程建设是合理可行的。

8 环境风险评价

8.1 评价目的

本章主要对可能发生的风险事故进行分析，找出存在危险的环节、认识可能发生的危险及程度、分析预测事故后果，从而有针对地采取预防和应急措施，最大程度降低其危害。

8.2 风险源识别

湘河水利枢纽及配套灌区工程建设对环境的影响主要为非污染生态影响，其运行期产生的“三废”排放量较少，相应环境风险主要为外源风险，本工程的施工与运行主要是增加风险发生概率或加剧风险危害。根据本工程施工及运行特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，本工程的建设、运行和管理中具有潜在风险的类型有：生态风险、火灾爆炸风险、垮坝风险、淤积等。

8.3 可能发生的风险及原因分析

8.3.1 生态恶化风险分析

由于工程涉及区域特殊的地形地貌、气候气象、土壤、植被等条件，使得工程所在流域两侧山体基岩坍塌、滑坡、泥石流等山地灾害较为发育，由于风力水力侵蚀，生态环境极为脆弱。工程施工开挖、回填等外营力致使地表物质被破坏、剥蚀和搬运，加速水土流失。工程建设过程中需重视生态影响，避免使本来脆弱的生态系统变得更加脆弱，减少草原生态退化、沙漠化加剧、野生动植物资源减少、河流泥沙淤积、水资源量减少等风险。

8.3.2 事故排放风险分析

8.3.2.1 砂石料加工冲洗废水

水利枢纽工程砂石料加工系统设计成品生产能力 80.1t/h，按冲洗 1t 砂石料废水 1m^3 计，砂石料冲洗产生废水约为 80.1m^3/h，灌区工程 2 处料场砂石料冲洗产生废水约为 70m^3/h。冲洗废水主要污染物质为悬浮物，悬浮物浓度可高达 30000mg/L。砂石料加工废水如排放入河，将造成湘河岸边局部水域悬浮物浓度增大。目前湘河该河段水质现状为Ⅲ类，处理后的砂石料加工废水考虑用于生产回用。底部沙石定期清理后送返料场回用，不能回用的送至渣场处理。

8.3.2.2 混凝土养护冲洗废水

水利枢纽工程混凝土冲洗废水量约为 30m^3/d，混凝土养护废水量约为 15m^3/d，灌区混凝土冲洗废水量约为 30m^3/d，混凝土养护废水量约为 26.5m^3/d，废水主要含有泥沙和石油类等污染物，碱性废水主要污染物为 pH 和悬浮物，pH 一般为 11～12，悬浮物浓度一般为 5000mg/L。碱性废水如排放将河流水质或土壤结构，改变土壤性质，因此，混凝土养护及搅拌站冲洗产生的碱性废水需采取措施处理达标后回用。

8.3.2.3 基坑排水

主体建筑物开挖形成基坑，基坑排水分初期和经常排水，初期排水中主要是悬浮物，经常排水的悬浮物含量和 pH 值较高。按 3 月 10％频率洪峰流量 44.4 m^3/s，相应下游水位 4054.48m 计算基坑积水量约 0.89 万 m^3。基坑积水计划 2 天排完，估算初期排水强度为 180m^3/h。经常性基坑排水强度为 300m^3/h，主要污染物为悬浮物，浓度一般为 2000mg/L，pH 值为 11～12，呈碱性，如排放入河将对湘河水质产生一定影响。

8.3.2.4 机械修理系统含油废水

水利枢纽工程和灌区工程施工高峰期需定期清洗的主要施工机械设备约 119 台（辆）和 274 台（辆）。施工机械冲洗将产生一定的含油废水，以平均每台冲洗废水 0.6m^3 计算，工程区每次约为 71.4m^3/次和 164.4m^3/次。含油废水主要污染为石油类，浓度一般为 10mg/L。

含油废水若随意排放至滩地，会降低土壤肥力，改变土壤结构，不利于施工迹地恢复；若直接排放至附近河段，在水体表面形成油膜，使水中溶解氧难以补充将会影响下游河段水质。

因此，湘河水利枢纽及配套灌区工程施工生产废水，只要按照环评报告中提出的处理措施进行处理，对河段污染风险影响较小，但为了减少对河段水质的影响，仍需作出相应的应急措施。

8.3.3 炸药库风险防范措施

炸药库风险防范措施应在满足炸药库相关设置规范的基础上进行，主要包括如下措施：

(1) 库房间均建造相应的防护土堤，形成二个建筑物均有防护屏障的格局；库区设大门及围墙，围墙距各库房的距离均大于 15m，库区内设置岗哨；库房外设置值班室。

(2) 库房的门为双层外开门，外层为防火防盗门，内层为通风门；库房窗为高窗，外层为外开钢窗安玻璃，中间为钢筋防盗栏杆，内层为内开钢窗安钢板网及不锈钢纱网；

窗下设带钢板百页、钢板网及不锈钢纱网的通风口；库房的地面为不发火水泥石屑地面。

(3) 炸药(导火索)库及雷管库外均设室外消防栓，消防水池设在库区外山坡上，其水压和水量均应满足规范要求。

(4) 库区内设一般室外照明电气设备，库房内按规范不设任何电气设备；库区内供电线路采用电缆暗敷，库区外供电线路采用架空敷设。

(5) 库房采用独立避雷针塔对库房进行一次防雷保护，确保库房避免遭受直接雷击；库房所有金属部位均进行等电位重复接地，以防库房产生静电。

(6) 库区设监控报警系统，同时对库房周边进行防盗报警设备安装。

(7) 湘河水利枢纽属大型水库，根据《水利水电工程设计防火规范》等规范要求，考虑配备牵引机动消防泵，这些消防力量将可用于炸药库等火灾风险防范。

8.4 事故预防措施和应急计划

(1）发性污染事故预防措施

① 委托具有相应资质、运输条件的单位负责油料运输，驾驶员需有相应的运输证件，运输车辆保证良好的车况；

② 油料运输应当避开暴雨等不利时段，避免由于路况影响造成交通隐患；

③ 发生油料泄漏事故后，应及时通报地方环保部门，环保部门接报后立即通知下游有关单位，同时派人员到现场进行监测分析，及时打捞掉入水体的车辆和容器，处置被污染的现场；

(2）供水风险措施

应加强沿渠的卫生管理，防止对沿渠水质污染。沿渠进行水土保持和绿化建设，应加强水政宣传教育，不得在渠道内淘洗、抛弃有毒有害和污秽物品，严禁企业排污入渠。

加强管理；增加监测次数。当水库发生污染事故，水质受到威胁时，应立即展开水质监测，调查事故发生原因，采取措施消除水质污染。

(3）火灾爆炸事故预防措施

工作时严禁吸烟，禁止携带火种、穿带钉皮鞋等进入易燃易爆区，严禁钢制工具敲打、撞击、抛掷；在易燃易爆区附近安装避雷装置；保持转动设备部位的清洁和润滑，防止因摩擦引起杂物燃烧；炸药和油料的运输需专门的运输单位并使用专用设备进行运输。

为避免和减少火灾危害，设备及材料的选择在满足技术经济合理的前提下，优先选

用不燃性或难燃性的电气设备和建筑材料。针对水利工程的具体情况，严格考虑防火间距、安全疏散通道、消防设备配置和对外通道。采用消防水源、设备事故排油、排烟、消防配电以及自动报警等消防措施，并积极采用先进的防火技术，做到保障安全、使用方便、技术先进、经济合理。

水库、电站配备各种灭火用具，在施工和运行过程中加强防火管理，确定目标责任制，并建立一整套完整的防火和灭火体系，一旦出现火情，可迅速启动预案，并与当地公安消防建立联动机制，最大限度地降低水库施工和运行过程中火灾和爆炸发生的概率。

（4）保护区预防措施

灌区工程尤其是涉及保护区的下游段，合理安排施工时间，如加强施工组织和管理，施工时间与其越冬季节错开，作业范围远离其活动区域，减少对黑颈鹤的惊扰，禁止施工人员捕捉，做好施工场地清理避免误食有害食物，如出现伤害，需及时做好相应的救护措施，并通知林业主管部门等。

（5）事故应急计划

事故应急指挥系统是紧急事故发生后进行事故救援处理的体系，该系统对事故发生后作出迅速反应，及时处理事故，减少事故损失。事故应急指挥系统包括组织机构、通讯联络、人员救护和事故处理、安全管理等方面内容。

① 组织体系

湘河水利枢纽及配套灌区工程在施工和运行过程中应成立应急指挥部，明确职责，在遇到如火灾、爆炸、特大洪水灾害和突发性污染事故等情况下作出及时反应。

② 通讯联络

在湘河水利枢纽及配套灌区工程施工过程中，建立各施工区、生活区、办公区、社会各救援机构和地方政府之间的通讯网络，保证信息畅通，以提高事故发生时的快速反应能力。

③ 人员救护和事故处理

在遭遇突发事件时，如特大洪水、火灾和爆炸等事件时，应急指挥部与当地政府有关部门密切合作，及时组织力量进行抢救、救护和安全转移。同时做好事故后处理工作，及时转移或保护影响范围内财产。

④ 安全管理

水库、电站的保卫部门负责做好消防安全工作，做好对火源的控制，负责消防安全

教育，组织培训厂内消防人员。

8.5 建议

针对工程存在的上述风险，提出建议如下：

（1）对于大坝可能发生的垮塌事故，应采取必要的分洪措施，确保下游河段群众的生命财产安全，并尽可能将影响程度降到最低。

（2）做好必要的山坡排水、斜坡防护等水土保持工程，使其产生的水土流失量降到最小。同时，提高管理和导流能力，减少因泥沙淤积带来的风险。

（3) 高度重视工程影响区的生态环境保护和建设，选取最佳的取、弃土和砂石料场，并将弃土、弃渣及时堆放到设计好的弃渣场，并采取一定的防护措施。做好地表植被的保护与恢复，对自然条件较好的地段，精选适合高原生长的树种、草种，尽最大可能恢复地表植被，缓解和减免建设项目对环境的造成的不利影响。

（4）施工生存过程中，若出现施工废水事故排放，应立即停止生产，停止废水的排放，尽快找出事故原因，检查、检修出事故的机器，使其正常运转。

（5）针对爆破飞石的影响，在爆破前要严格控制炸药量，掌握好爆破方法，放炮前鸣笛示警，并设置安全线。

（6）进一步加强施工组织和管理，做到施工时间避开黑颈鹤越冬季节，作业范围远离其活动区域，施工做好场地清理避免误食有害食物，同时如出现伤害，需及时做好相应的救护措施，并通知林业主管部门。

9 评价结论与建议

9.1 建设项目工程分析

9.1.1 工程概况

9.1.1.1 地理位置

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程位于西藏日喀则市南木林县境内，其中湘河水利枢纽工程位于南木林县城上游约 15km，距日喀则市约 91km，距拉萨市约 323km。湘河水利枢纽下游灌区位于湘河水利枢纽坝址以下至雅江汇合口的湘河中下游河谷地段，界于东经 88°30′～90°00′、北纬 29°19′～30°18′之间。

9.1.1.2 工程规模

湘河水利枢纽工程是一座以灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电的大型水利枢纽工程。湘河电站位于采用混合式开发，电站厂址位于湘河水利枢纽上坝址左岸。电站坝址多年平均流量为 58.3m^3/s，多年平均年径流总量 18.6 亿 m^3。水库正常蓄水位 4099m，发电死水位 4080m，水库总库容 1.156 亿 m^3，调节库容 0.69 亿 m^3，回水长度 10.1km，属不完全年调节水库。枢纽由大坝、泄洪洞、引水系统、发电厂房等组成。拦河坝采用沥青混凝土心墙砂砾石坝，最大坝高 51m。湘河电站属采用有压引水式发电，总装机容量 40MW，采用 4 台 1000kW 混流式水轮发电机组，年利用小时 3516h，多年平均年发电量 14063 万 kw·h。

工程布置由取水枢纽工程（包括无坝取水方案和有坝取水方案）、干渠工程、支渠工程、渠系建筑物工程、田间工程等工程组成。取水枢纽包括无坝取水方案和有坝取水方案。无坝取水方案共设 5 座取水口，布置 2 孔冲砂闸，有坝取水方案布置 1 座取水枢纽。灌区共布置 8 条干渠，全长 82.9km。1 条支渠，长 2.76km。斗渠、农渠共 76 条，总长度 66.47km。

9.1.1.3 工程布置

枢纽建筑物由拦河坝、岸坡溢洪道、泄洪洞、引水系统和发电厂房等组成。

拦河坝为碾压式沥青混凝土心墙砂砾石坝，坝顶高程 4104m，最大坝高 51m，坝顶宽度为 8m，坝顶长 520m。

发电洞总长由铺盖段、进水口、引水隧洞、钢管段、岔管段五部分组成，进水口采用分层取水的叠梁式闸门。

发电厂房为引水式地面厂房，布置在坝轴线下游约 170m 的河床部位，布置有四台

混流式发电机组，总装机容量 4×10MW。

灌区工程由取水枢纽工程（包括无坝取水方案和有坝取水方案）、干渠工程、支渠工程、渠系建筑物工程、田间工程等工程组成。布置 6 座取水枢纽（含 1 座有坝取水枢纽和 5 座无坝取水口），8 条干渠，1 条支渠、76 条斗农渠。

取水枢纽包括无坝取水方案和有坝取水方案。无坝取水方案共设 5 座取水口，有坝取水方案采用低坝引水方案，布置 1 座取水枢纽（包括央玛取水枢纽）。

湘河干渠沿线总计布设渠系建筑物 376 座，其中左岸干渠布设 173 座；右岸干渠布设 175 座。

鉴于原水库移民安置点及下游灌区部分工程涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区的问题，对移民安置点、灌区工程进行了调整，移民安置点不涉及自然保护区，灌区工程均位于保护区外。

湘河水利枢纽下游河床两岸灌区由湘河水利枢纽下放灌溉用水，通过河床两岸的分级引水干渠取水，总控灌溉面积 12.49 万亩，其中改善现状灌溉面积 10.41 万亩（耕地 6.82 万亩，林地 2.86 万亩，草地 0.72 万亩。维持保护区内现状灌溉面积 6.74 万亩，其中耕地 4.58 万亩，林地 1.57 万亩，草地 0.59 万亩），新增灌溉面积 2.08 万亩（全部为保护区外耕地）。

湘河灌区下游有黑颈鹤自然保护区，工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变保护区内已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。采用保护区图斑图与灌区规划图相匹配的方法，划分出湘河灌区在保护区的面积。湘河灌区与自然保护区的灌溉面积关系见表 9.1-1。

湘河灌区与自然保护区的灌溉面积关系表

表 9.1-1

所属区	灌区	新增面积（万亩）				改善和维持面积（万亩）				总灌溉面积（万亩）
		耕地	林地	草地	小计	耕地	林地	草地	小计	
保护区以外（改善面积）	上游 6 条干渠	1.20	0	0	1.2	1.78	1.12	0.13	3.03	4.23
	央村干渠	0.88	0	0	0.88	0.18	0.03	0.01	0.22	1.1
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	0.28	0.14	0	0.42	0.42
	合计	2.08	0	0	2.08	2.24	1.29	0.14	3.67	5.75
实验区（维持面积）	上游 6 条干渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	央村干渠	0	0	0	0	0.14	0.12	0.07	0.33	0.33
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	1.38	0.47	0.23	2.08	2.08
	合计	0	0	0	0	1.52	0.59	0.3	2.41	2.41

缓冲区（维持面积）	上游 6 条干渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	央村干渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	0.97	0.33	0.11	1.41	1.41
	合计	0	0	0	0	0.97	0.33	0.11	1.41	1.41
核心区（维持面积）	上游 6 条干渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	央村干渠	0	0	0	0	0.34	0.04	0.02	0.4	0.4
	艾玛岗干渠	0	0	0	0	1.75	0.61	0.16	2.52	2.52
	合计	0	0	0	0	2.09	0.65	0.18	2.92	2.92
总计		2.08	0	0	2.08	6.82	2.86	0.72	10.41	12.49
其中保护区（维持面积）		0	0	0	0	4.58	1.57	0.59	6.74	6.74

湘河灌区现状灌区 8 条，湘河灌区拟建设 8 条干渠均为对现状已有干渠进行升级改造。各干渠控灌面积等主要特性表见表 9.1-2。

各干渠控灌面积等主要特性表

表 9.1-2

灌区名称		干渠名称	现状灌区		本工程			
			长度	控灌面积（万亩）	长度	控灌面积（万亩）	流量（m^3/s）	支渠数量（条）
湘河左岸	昂加灌区	昂加干渠	8.03km	0.32	11.03km，其中升级改造 8.03km，新建 3km	0.35	0.17	0
	山边灌区	山边干渠	4.96km	0.55	6.23km，其中升级改造 4.96km，新建 1.27km	0.69	0.32	1
	聂仓普鲁灌区	聂仓普鲁干渠	9.5km	1.26	15.95km，其中升级改造 9.5km，新建 6.45km	1.43	0.64	0
	艾玛岗灌区	艾玛岗干渠	20.1km，其中非保护区 0.5km、实验区 4.2km、缓冲区 4.1km、实验区 11.3km	6.43	8.0km（现有取水口以上非保护区内新建），保护区内灌渠维持现状	6.43	5.59	0
湘河右岸	拉岗灌区	拉岗干渠	13.2km	0.35	17.29km，其中升级改造 13.2km，新建 4.09km	0.44	0.19	0
	卡萨灌区	卡萨干渠	2.65km	0.15	3.41km，其中升级改造 2.65km，新建 0.76km	0.28	0.12	0
	班宗灌区	班宗干渠	9.6km	0.4	13.73km，其中升级改造 9.60km，新建 4.13km	1.05	0.47	0
	央村灌区	央村干渠	9.4km，其中非保护区 7.3km、实验区 2.1km	0.94	7.26km（非保护区内升级改造），保护区内灌渠维持现状	1.82	4.22	0
合计			77.44km	10.4	82.9km	12.49	11.72	1

9.1.1.4 建设征地与移民安置

工程建设征地影响范围包括库区、坝区和灌区等部分，库区与坝区重叠部分纳入坝区征地范围。

当正常蓄水位为4099m时，本工程居民迁移线下涉及农户136户、664人（农业人口661人、非农业人口3人）；工程建设征地涉及永久征收土地10751.94亩，其中：耕地2243.72亩（均为水浇地）、林地252.83亩、草地1606.47亩（均为天然牧草地）。

影响专业项目包括地方公路、桥梁、电力、电信设施等，不存在文物及压覆重要矿产资源问题。

经规划，规划水平年出乡本县农牧业安置移民697人（含库区626人、坝区71人），安置点位于卡孜乡卡孜村，不涉及自然保护区。

9.1.1.5 工程运行

湘河水利枢纽调节方式为不完全年调节，工程主要任务为以灌溉、供水、改善保护区生态环境为主，兼顾发电。考虑到湘河流域径流年内分配极不均匀，水库设置的调节库容主要是为了满足水库下游灌溉与供水需求。经计算，推荐坝址（上坝址）湘河水利枢纽兴利调节库容为0.69亿m^3，为满足灌溉与供水需求的库容。工程建成后，初拟湘河水利枢纽的运行方式为：

工程建设后，6月中旬水库拦蓄天然来水自死水位4080m开始蓄水，在利用引水发电洞保障水库下游灌溉、人畜及工业和生态基流等前提下，余水充蓄水库，直至正常蓄水位4099m。水库蓄满后，多余水量由溢洪道下泄，水库维持正常蓄水位运行。当入库水量小于灌溉及供水用水需求时，按下游灌溉及供水用水要求下放，不足水量由水库提供。至次年5月中旬水库水位消落至死水位4080m。湘河电站利用引水发电洞下放生态基流、灌溉、人畜及工业用水及发电。

灌区干渠共布置8条，总长82.9km，均不涉及自然保护区。其中左岸干渠全长41.21km，包括：昂加干渠长11.03km，渠首设计引用流量0.17m^3/；山边干渠长6.23km，渠首设计引用流量0.32m^3/s；聂仓普鲁干渠长15.95km，渠首设计引用流量0.64m^3/s；艾玛岗干渠长8.00km，渠首设计引用流量5.59m^3/s。右岸干渠全长41.69km，包括：拉岗干渠长17.29km，渠首设计引用流量0.19m^3/s；卡萨干渠长3.41km，渠首设计引用流量0.12m^3/s；班宗干渠长13.73km，渠首设计引用流量0.47m^3/s；央村干渠长7.26km，渠首设计引用流量4.22m^3/s。

9.1.1.6 工程投资

按2017年2季度价格水平计算，工程总投资268565.56万元，环境保护部分15258.90万元，水土保持部分6225.37万元。

9.1.2 工程分析

9.1.2.1 与自然保护区条例的符合性

湘河水利枢纽及配套灌区工程的水利枢纽工程不涉及国家级雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区。

根据《中华人民共和国自然保护区条例》第三十二条规定，在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。

工程设计对移民安置点、灌区工程进行了优化调整，移民安置点不涉及自然保护区，与保护区边界最近距离约为 15km，灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为 40m 和 500m。

本工程灌区不涉及自然保护区，工程施工期各类污染物处理后回用不排放，不属于污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。同时，工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。与自然保护区管理条例不冲突。

9.1.2.2 与保护区总体规划的符合性

根据《西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区总体规划》，保护区范围内数千年来，黑颈鹤与人类已经形成了特殊的依存关系，即人类的农耕活动不仅未妨碍黑颈鹤的生存，反而与之形成和谐共存的状态。

经调整优化，工程取消了原可研方案中位于保护区内的灌区，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状。自然保护区内也不设置施工场地、料渣场和道路等。工程施工时间和农业生产时间与黑颈鹤越冬季节错开，不破坏黑颈鹤的夜宿地和觅食地。同时，工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。本工程经环评优化调整后，开发任务包括改善保护区生态环境，可提供保护区日喀则片区南木林县生态保护与修复所需的部分水量，为冬季黑颈鹤提供更好的食物来源。因此与自然保护区总体规划是符合的。

9.1.2.3 规划与产业政策符合性

湘河水利枢纽及配套灌区工程是承担灌溉和供水、改善生态、兼顾发电等综合利用的水利工程，其为湘河流域水资源优化配置的控制性工程，建成后可解决湘河下游区域

水资源短缺问题，为灌区内 12.49 万亩土地及下游区域的工业用水提供水源保障，还可为藏中电网提供电力支持。工程的建设属国家《产业结构调整指导目录（2014 年本）》水利类中“城乡供水水源工程”、“农村饮水安全工程”、“灌区改造及配套设施建设”、“牧区水利工程”、“农田水利设施建设工程（灌排渠道、涵闸、泵站建设等）”等鼓励类项目，同时属于电力类“水力发电”鼓励类项目。湘河水利枢纽及配套灌区工程的建设符合国家相关产业政策。

该项目符合《西藏自治区“十三五”时期国民经济和社会发展规划纲要》、《西藏湘河流域水资源综合规划报告》、《西藏西藏自治区湘河流域综合规划》等的相关要求。

9.1.2.4 与流域规划、规划环评符合性分析

湘河水利枢纽是湘河流域综合开发唯一的控制性工程，在灌溉与供水、发电等诸多功能上效益显著，尤其是在灌溉功能上具有不可替代的作用，是水库下游灌区的控制性工程，已列为西藏自治区“十三五”期间的重点水利建设项目，工程符合西藏自治区湘河流域综合规划要求。

在湘河水利枢纽的实施过程中，环评工作将环境保护的要求贯穿于工程设计的各个阶段。针对规划环评中提出的下泄必要流量的要求，进行了分析论证；对施工过程中产生的污废水、扬尘、弃渣等设置了相应的处理设施或措施，满足功能区要求；对流域生态环境提出了监测监控计划等。环评阶段对规划环评阶段提出的相关要求均进行了研究和落实，相关措施要求能够满足流域综合规划环评要求。

湘河流域综合规划涉及国家级雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区的工程为下游河段的灌溉和部分防洪工程。规划环评和规划环评审查意见要求：优化调整规划布局，减缓对雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区的影响。结合防洪保护目标分布和灌溉范围，拟定科学合理的调整方案将 4#、5#引水干渠和 13#、16#防洪堤线位调出保护区的缓冲区。

灌区工程设计中相应了规划环评及批复的要求，可研阶段进行了方案比较和优化，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。同时工程在自然保护区内未设置防洪堤，因此符合规划环评的要求。

2014 年 7 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司编制完成《西藏雅鲁藏布江中游水电规划环境影响报告书》(送审稿)，2014 年 7 月 31 日，环境保护部对规划环评报告书进行了审查，2014 年 9 月 9 日，环境保护部出具了规划环评审查意见。其中，

雅鲁藏布江中游支流栖息地保护包括年楚河、拉萨河和尼洋河 3 条，湘河流域不在中游规划环评所规划的支流鱼类栖息地保护河段之内。

9.1.2.5 工程规模调整对流域的影响补充分析

经初步分析，与规划方案环境影响比较，由于正常蓄水位、水库淹没面积和库容均有所增加，湘河水利枢纽工程可研阶段方案的环境影响总体上有所增加，但总体上看，可研方案和规划方案的环境影响范围类似，均不涉及对重大环境敏感区的影响。从可研阶段与规划方案环境影响比较初步分析看，对周边环境不会造成本质性的环境影响变化。同时可研方案避开了自然保护区，对周边的环境影响更小。

9.1.2.6 工程建设的环境合理性分析

通过对工程正常蓄水位比选方案、坝址比选方案、渠线比选方案的对比分析，主体工程推荐的方案对环境的影响相对较小，工程投资效益显著。

水利枢纽工程所选择的料场、渣场、施工场地和道路均不涉及自然保护区等环境敏感目标，从环境保护角度看布置较为合理的。

移民安置规划方案进行了优化调整，不涉及自然保护区。

原灌区工程的下游部分段涉及自然保护区，工程设计对灌区工程进行了优化，在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。

9.2 环境现状评价

9.2.1 水环境

2017 年 3 月，内蒙古富源新纪检测有限责任公司对甲措藏布、拉布藏布、湘河汇合口、湘河水利枢纽坝址、南木林县城下游及下游雅鲁藏布江干流等 8 处水质调查点进行了水质监测。

从监测结果看，3 个位于保护区的断面中，溶解氧均有 1 个监测数据小于 7.5mg/L，不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2012）Ⅰ类水质标准，其余指标均达标。5 个非保护区水域监测断面水质均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2012）Ⅲ类水质标准。

9.2.2 生态环境

(1) 陆生生态

根据四川大学生命科学学院于 2017 年 4 月～5 月的调查，工程评价范围内共有维管

束植物 43 科 128 属 196 种，未发现自然分布的国家级重点保护野生植物。

评价区内有哺乳动物 5 目 12 科 15 种、鸟类 11 目 32 科 80 种、爬行动物 1 目 5 科 5 种、两栖动物 1 目 2 科 3 种。评价区共计有国家和省级重点保护脊椎动物 14 种，其中国家Ⅰ级重点保护动物有 4 种，Ⅱ级重点保护动物 86 种，西藏自治区级保护动物有 2 种，特有动物 4 种。

评价区植被主要为干旱河谷草原灌丛，有藏白蒿、茎直黄芪、日喀则蒿等特有植物。

评价区动物主要为适应干旱河谷草原灌丛及农田人工环境的动物，无国家级和自治区级重点保护的野生动物的栖息地分布。

(2) 自然保护区

西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区涉及日喀则、山南、拉萨三地市的 10 个县，保护区总面积 6143.45km^2，其中日喀则片区面积 2600.32km^2。

工程组成中，湘河水利枢纽工程不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区。

移民安置点卡孜乡卡孜村位于自然保护区外，与保护区边界最近距离约为 15km。

工程灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为 40m 和 500m。在自然保护区内无新建和升级改造渠道，维持保护区内的现有渠道现状，保护区内不设置施工场地、料渣场和道路等。工程对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变已有农田的灌溉水量，保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。

(3) 水生生态

根据陕西省动物研究所 2015 年 5 月和 2017 年 3 月开展的水生生态调查，2015 年在 4 个采样点位共检出浮游植物 4 大类 29 种属，2017 年共检出浮游植物 6 门 61 种（属）。2015 年共检出浮游动物 2 大类 19 种属，2017 年调查显示共有浮游动物 3 门 44 种（属）。2015 年调查共采集底栖动物 2 纲 5 目 14 科 20 种（属），2017 年共采集底栖动物 2 纲 4 目 12 种。水生植物两次调查共发现 7 科 11 属 18 种。

经现场调查，湘河流域两次调查共调查到鱼类有 15 种（现场捕获鱼类标本 13 种，渔民访问调查 1 种、参考资料 1 种），其中外来鱼类 4 种；土著鱼类 11 种属 2 目 3 科 11 种（属），其中裂腹鱼类共 6 种，高原鳅类 4 种。鱼类中无国家级保护鱼类，有西藏自治区保护鱼类尖裸鲤和黑斑原鮡两种。湘河流域的鱼类资源量最大的区域为下游靠近汇入河口段，湘河水利枢纽以上河段的资源量相对较小。

湘河流域鱼类分布较为分散，“三场”总体规模也不大。位于库区内的甲措藏布与拉布藏布交汇处分布有鱼类产卵场和越冬场，坝址上游 2km 处有索饵场分布，为湘河流域内鱼类“三场”相对集中的区域之一。湘河水利枢纽坝址以下河段也分布有较多的鱼类“三场”。

9.2.3 地表水

根据 2017 年 3 月内蒙古富源新纪检测有限责任公司对工程区周边村庄的井水开展的地下水监测，监测点位 8 个。其中 3 个点位位于保护区内，溶解氧均有 1 个监测数据小于 7.5mg/L，超标 1.12～1.24 倍，不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2012）Ⅰ类水质标准，其余指标均达标。非保护区水域 5 个点位水体均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2012）Ⅲ类水质标准。

9.2.4 地下水

根据 2017 年 3 月内蒙古富源新纪检测有限责任公司对工程区周边村庄的井水开展的地下水监测，监测点位 10 个，工程所在区域的地下水水质现状良好，均可达到《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中Ⅲ类水质标准。

9.2.5 环境空气

根据 2017 年 3 月内蒙古富源新纪检测有限责任公司对工程区进行的环境空气现状监测，监测点位 5 处，从工程区环境空气质量现状监测成果看，坝址处朗琼村、南木林县城和多角乡均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。位于自然保护区的桑珠孜区曲瓦村能达到一级标准，艾玛乡现状 PM_{10} 有 5 天超过一级达到二级标准，超标 1.1～1.4 倍。

9.2.6 声环境质量

根据 2017 年 3 月内蒙古富源新纪检测有限责任公司对工程区进行的声环境现状监测，监测点位 9 处，从监测结果看，工程区声环境质量现状均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准，声环境质量良好。

9.3 环境影响预测评价

9.3.1 水环境

（1）下泄流量分析

下泄流量考虑湘河下游河道取水口分布情况，自下游向上游，选择央玛坝址、秋木沟汇口、湘河坝址 3 个断面，作为最小下泄生流流量分析的控制断面。秋木沟为湘河坝

址下游最大的支流，因此考虑将秋木沟汇口断面也作为足校下泄流量分析的控制断面。计算采用 Tennant 法、90%保证率法、湿周法等，同时考虑鱼类生态敏感期的产卵要求等，综合取大值得出央玛取水枢纽和湘河水利枢纽坝址处的生态需水过程。综合取大值得出湘河坝址最小下泄河道内生态流量为一般水期为 10.0m^3/s，5 月份为 11.85m^3/s，6～8 月份为 18.71m^3/s。

（2）对水文情势的影响

湘河水利枢纽工程具有不完全年调节性能，水库投入运行后，将改变工程所在河段的水文情势，库区河段的水位、水深、水面面积、流速等水文情势较天然河段发生较大变化。坝址处水深增大 39m，水面面积增大 354.43hm^2，水位变幅 19m。

75%频率年，湘河坝址断面 7 月份由于水库蓄水，下泄水量减少约 25%；8~11 月份水量几乎维持天然水量下泄，12~5 月中旬下泄水量较天然水量有一定增加，其中 4 月中旬增加幅度最大约 73%；央玛坝址断面 6 月中旬到 7 月下旬，下泄水量减少约 35%；8~10 月份水量几乎维持水量下泄；11~6 月中旬下泄水量较天然水量有一定降低，其中 11 月上旬降低幅度最大约 50%。

黑颈鹤越冬时间 10 月~3 月，各旬下泄流量占天然来水流量的比例基本在 85%以上，枯水年和特枯水年还能增大下游河道水量，增加幅度基本在 20%左右。平水年、枯水年、特枯水年下泄水量均控制在天然水文过程变化幅度范围内，基本维持了天然水文过程。

根据对 75%典型年湘河水利枢纽运行前后各典型断面水深、过流面积和流速变化情况进行分析，湘河水利枢纽坝址至河口各典型断面，在湘河工程建设前后，天然、现状和工程建成后各断面水深、水面宽和流速变化很小，基本维持天然河道的过流状态。

（3）对水温的影响

根据水力学与山区河流开发保护国家重点实验室编制的《西藏湘河水利枢纽工程水温影响研究》，湘河水利枢纽水温结构在各典型水文年均呈过渡型水温结构特征，不存在稳定的库底水温，垂向温差较小。

湘河水利枢纽对坝址下游水温的影响有限，不同典型年的水温影响差异也较大。与坝址现状水温相比，平水年水库年均下泄水温比建坝前升高 0.4℃。枯水年水库年均下泄水温比建坝前升高 1.0℃。丰水年水库年均下泄水温与建坝前基本持平。

采用叠梁门后，平水年比单层孔口取水的下泄水温提高了 0.9~1.4℃，5 月比天然水温低 0.7℃；枯水年比单层孔口取水的下泄水温提高了 0.8~1.5℃，5 月比天然水温低 0.8℃；丰水年比单层孔口取水的下泄水温提高了 0.7~0.9℃，5 月比天然水温低 0.9℃。

（4）对水质的影响

项目施工期产生废水主要有：水利枢纽区砂石料清洗废水 30m^3/d、混凝土养护冲洗废水 15m^3/d、混凝土养护废水 30m^3/d 基坑涌水 0.89 万 m^3、机修废水 71.4m^3/次、生活污水 84.8m^3/d。灌区砂石料清洗废水 840m^3/d、混凝土拌和冲洗废水 30m^3/d、混凝土养护废水 26.5m^3/d、机修废水 164.4m^3/次、生活污水 137.3m^3/d。运营期产生废水主要有：水利枢纽区生活污水 1.92m^3/d、灌区 1.68m^3/d。施工期设置沉淀池、隔油池、成套污水处理装置等，各类污废水处理后用于周边施工场地、道路洒水抑尘，不排放，对周边水环境影响较小。

运行期库区采用二维水动力与水质模型、坝址以下河道采用纵向一维水动力与水质模型进行计算，库区 COD 和 NH_3-N 浓度均能满足Ⅰ类水质要求。坝下河段和取水口断面水质基本能满足Ⅰ类和Ⅱ类水质要求。

（5）对地下水影响

工程涉及地下部分少，工程区地下水位埋深 43～56m，地下水水位基本接近河水位，隧道工程开挖对地下水水位影响较小，不会造成区域地下水水位大幅下降。工程施工期间，对各类施工污废水进行处理后回用，施工污废水不会进入地下水补给区。工程地下水影响范围内无集中利用地下水要求，工程建设和运行不会对周边居民用水造成影响。

灌区均具有天然的地表水排泄通道且具备设置排涝措施条件，地下水埋深较深，无大面积沼泽化、盐碱化土地分布。灌溉水源满足灌溉用水标准，灌溉引起灌区地下水位抬升影响范围有限，引起大范围土地沼泽化的可能性小。

9.3.2 陆生生态

（1）对植被的影响

工程施工占地将直接损毁原有的植被类型，生物量受到损失，植被自然生产力将发生一些变化，由于施工道路的修建和扩建、施工场地和房屋的建设、仓库系统、临时输电线路的建设等，都将直接破坏一部分的植物资源；施工区内及沿途施工开挖的道路内的植物种类以及其生境受到破坏，工程料场、渣场占地的植被也将被破坏。

施工期虽然对施工区内的植被造成一定的破坏，但是由于破坏的主要是一些常见的和广布的半干旱河谷和半湿润高原植被，对农业植被的影响主要为青稞、小麦等农作物，不会影响到该区域植物物种的构成和区系组成，也不会对该区域的草原生态系统和农业生态系统造成重大影响，只要在施工过程中尽量对施工区周围的植被采取必要措施加以保护，可以减少或消除施工活动对植被的影响程度。

（2）对重点保护植物的影响

工程占地区没有国家重点保护物种，对其没有影响。

（3）对动物的影响

本工程地处河谷和农田区，工程影响主要为天然草丛、耕地以及小部分的林地，对动物的影响主要为在灌草地、农田植被和人工林中活动的动物种类。工程建设后，库区水域面积增大，灌区供水条件改善，有利于植被生长，可能会吸引野生动物往库区和灌区迁移，有较有利的影响，动物的活动范围会增大，食物来源也会更广泛。

（4）对重点保护动物和特有动物的影响

工程评价范围内重点保护动物目前数量稀少，在工程施工区和占地区内活动少有见活动和栖息地分布，施工期上述动物将远离施工区，影响不大。工程建设后，库区水域面积增大，灌区供水条件改善，有利于植被生长，有利于重点保护动物和特有动物的觅食和活动。

（5）对景观生态体系完整性的影响

工程建设运行将改变原有植被以及土地利用格局，总体来看对评价区环境生态体系恢复稳定性的影响不大，是评价区内自然体系可以承受的。项目的实施不会使评价区的生态完整性程度明显下降。

（6）对自然生态和重要鸟类生境的人为影响分析

灌区工程建成后，将有效改善灌区及周边区域因干旱缺水导致的土地荒漠化和沙化的生态问题，增加主要保护对象黑颈鹤的食源，对保护区内的黑颈鹤等保护对象的种群数量维持具有积极的促进作用。

（7）对黑颈鹤栖息生境的影响

工程施工时间已避开黑颈鹤的越冬季节，施工作业不会对黑颈鹤造成直接影响，工程设计中的采土平衡方式，以及生态恢复措施的实施，将能够恢复这部分黑颈鹤的冬季觅食点。

渠系建设后，增加了农田区单位面积的食物量，也增加了适宜作为黑颈鹤觅食地的面积。对黑颈鹤觅食地及食源的保障有利，更加有利于其越冬觅食。工程建设后，在黑颈鹤越冬季节，湘河水库及央玛取水枢纽下泄流量过程总体与湘河天然情况下的下泄过程保持一致，运行后河口区域的流量略低于天然情况，流量减少后，湘河河口黑颈鹤理想的夜宿地（四周环水的沙洲及河心洲）面积变化不大，对黑颈鹤的夜宿影响较小。

（8）灌区和耕地开发的生态风险

工程建设对生态系统的影响只表现在一些河谷地带植被的淹没损失和施工时对生态系统的损坏，以及移民安置土地配置对安置区植被的破坏、面积的缩减，安置区野生植被生态系统转变为农业生态系统和城镇生态系统，但因农业开发对生态系统的破坏并不会导致当地生态某种植被类型的消失。工程建设将使水生生态系统发生较大变化，原来的河流生态系统将变为水库（湖泊）生态系统，其生态系统结构、功能和生产力将发生较大变化，须采取措施进行控制和减免。

（9）灌渠对小型兽类和两栖爬行类的影响

灌区开始引水灌溉后，原先生活在裸地中的爬行类的生活区域将缩小，其分布与数量会受到一定影响。两栖类、或适应于在较湿环境中生活的爬行类、鸟类及兽类的种类数量将会有所增加。灌区工程对小型动物的觅食和交流可能产生一定影响，但阻隔作用总体较小。灌渠建设并不改变并且符合原有景观生态体系的生态适宜性和设计要求。

（10）对湿地的影响

湘河沿岸分布有洪泛湿地。根据现场调查，湘河流域的洪水主要发生在 6～9 月，洪水期间常夹杂有泥石流，含沙量大（含泥量少），部分细砂在洪水退去后留在两岸的沙滩上，洪水退去后平时这些河滩为沙化裸地，现状洪泛湿地生长的植物种类主要为耐寒、耐旱特性的植物。

根据水库的运行调度，由于 6 月、7 月的洪水过程削弱，洪泛湿地的植被在这两个月的长势将较现状有所减弱，但到了 8 月份，由于主洪水过程的来临，其仍可以在 8 月、9 月两个月在洪泛湿地进行种群扩张。工程年内水文情势变化，对洪泛湿地的影响不大，不影响洪水次数最多的 8 月份的洪泛过程。

9.3.3 对保护区的影响

工程不涉及西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区日喀则片区，工程距离保护区边界最近约为 40m，工程施工不会对保护区造成不利影响。工程影响区附近活动的黑颈鹤数量约为 400 只，占保护区日喀则片区内黑颈鹤数量的比例不大。对于保护区内现有的耕地、林地和草地，将保留现有的土地利用类型和种植方式，不改变已有土地的灌溉水量。保护区内不新增灌溉耕地、林地和草地面积，不新开垦土地和增加灌溉水量。因此，对保护区日喀则片区不会产生不利影响。

9.3.4 水生生态

1）施工期对鱼类资源的影响

湘河水利枢纽施工期采用围堰导流方式，围堰内施工不会对鱼类造成直接伤害。施

工各类污废水处理后回用，对水质影响不大。工程施工过程中可能会对鱼类产生干扰，导致鱼类迁至其它水域。施工期对鱼类资源影响的范围和强度有限。

灌区工程的无坝取水工程在河岸修建取水设施，不拦截河道，施工期对鱼类的影响较小。央玛取水枢纽施工采用围堰拦段河床分期导流方式进行，坝高较低，对鱼类上下迁移的影响较小。施工期对鱼类资源影响的范围和强度有限。

2）蓄水初期鱼类资源的影响

湘河水利枢纽至第 1 年 10 月泄洪洞（兼导流洞）具备过水条件，河道截流。第 2 年 3 月主体施工期开始，第 4 年 11 月大坝填筑至坝顶，6 月大坝蓄水，12 月湘河电站全部机组发电。工程河段为维持河床基本形态，在水库蓄水初期时，将保证下泄 10m^3/s 的流量来满足下游河道的生态需水，以减少对下游的鱼类资源的影响。

3）运行期对鱼类的影响

湘河水利枢纽水库形成后有利于在深水或缓水中生活的鱼类生长繁殖，库区适应缓流或静水生境的鱼类渔产量将会有所提高。在水库上游仍保留有较长的流水河段，一些喜急流生境的鱼类将向上游甲措藏布或拉布藏布支流迁徙，仍然会形成一定的种群。大坝修建将对湘河天然水体形成分割，阻断上下游鱼类的洄游和种质交流。可能导致洄游性鱼类数量和种类群减少，但对于工程河段而言，对鱼类的总体影响不大。

湘河干流分布着种类、规模不同的产卵场，湘河水利枢纽水库蓄水后，库区产卵场将被淹没，但水库库尾以上仍保留较长的河流，生境条件与库区河段相似，这些鱼类将沿河上溯到适宜场所繁殖。坝下河段通过生态调度可避免其繁殖所需水文水力学条件下降，减缓对鱼类产卵的影响。水库建成后将形成水库，库区将成为坝上鱼类良好的索饵场和越冬场。坝下水体变小，索饵场和越冬场也将变小，但鱼类仍可进入雅鲁藏布江干流索饵和越冬，不会对其越冬产生严重影响。

湘河水利枢纽库尾以上仍保留较长的河流，生境条件与库区河段相似，建库后产卵场将上移，鱼类将沿河上溯到适宜场所生长，拟建设鱼道进行过鱼。央玛取水枢纽溢流坝高度为 4.0m，利用堰坝建设鱼坡进行过鱼，不会阻断上下游鱼类的洄游和种质交流的现象出现。湘河流域的鱼类资源量最大的区域为下游靠近汇入河口段，对鱼类从雅鲁藏布江干流洄游到湘河上游河段的影响不大。

灌区河段的山巴村附近分布有一产卵场，位于央玛取水枢纽下游，主要产卵鱼类为拉萨裸裂尻鱼和异尾高原鳅鱼类。央玛取水枢纽建成后保持生态流量下泄，在汛期将加大流量，可较好减少对鱼类产卵的影响。央玛取水枢纽建成后将形成小型水库，将成为

鱼类良好的越冬场。央玛取水枢纽维持一定的流量泄放，对坝下鱼类越冬影响不大。央玛取水枢纽建成后库区水面扩大，生物生产力提高，有利于鱼类索饵，对坝下河段的鱼类索饵影响不大。

9.3.5 水土流失

根据土壤侵蚀分布图及结合现状调查分析，项目工程区水土流失类型主要为水力侵蚀及风力侵蚀，伴有冻融侵蚀。本工程区水土流失总面积为 176.27km^2，覆盖了整个工程区。其中，微度侵蚀 37.53km^2、占水土流失面积 21.29%，轻度侵蚀 30.23km^2、占水土流失面积 17.15%，中度侵蚀 66.44km^2、占水土流失面积 37.69%，强烈侵蚀 22.98km^2、占水土流失面积 13.04%，极强烈侵蚀 14.75km^2、占水土流失面积 8.37%，剧烈侵蚀 4.33km^2、占水土流失面积 2.46%。平均侵蚀强度为中度侵蚀。

通过预测，本工程施工准备期水土流失总量为 0.56 万 t，新增水土流失量 0.39 万 t；施工期水土流失总量为 12.3 万 t，新增水土流失量 8.61 万 t；植被恢复期水土流失总量为 2.91 万 t，新增水土流失量 1.28 万 t。工程主要的水土流失来自于枢纽和灌区主体建筑物区、料场区和弃渣场区，因此本工程水土保持监测和治理的重点区域为枢纽和灌区主体建筑物区、料场区和弃渣场区。

9.4 环境保护对策措施及其可行性论证

9.4.1 工程方案优化调整

(1) 灌区工程优化调整

在工程可行性研究设计过程中，根据雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区的功能分区，优化了工程布局，调整灌区长度和布置，取消对原工程中涉及自然保护区的工程部分。经调整后灌区工程均位于保护区外，央村干渠和艾玛岗干渠与保护区边界最近距离分别约为 40m 和 500m。避免了保护区的占用和对黑颈鹤等的影响，保护动植物的生态完整性、稳定性以及物种的遗传资源。

(2) 各类施工场地优化调整

在工程可行性研究设计过程中，料场、渣场和施工场地均针对雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤自然保护区的功能分区进行了优化，避免了占用自然保护区。

(3) 移民安置点优化调整

工程原可研的移民安置点位于多角乡多白塘，部分涉及自然保护区的实验区。在工程可行性研究设计过程中，对移民安置点进行了优化调整，选择了位于自然保护区外的

卡孜乡卡孜村，不涉及自然保护区，与保护区边界最近距离约为 15km。

通过对灌区工程、各类施工场地和移民安置点等的优化调整，较好地避免了自然保护区占地，减少了对自然保护区的影响。

9.4.2 水环境保护

（1）施工期水环境保护

工程施工期生产废水除含油废水外，其余废水均通过重力过滤脱水处理后回用于工程建设；施工机械冲洗废水（含油废水）经隔油沉砂池处理后用于施工场地洒水降尘。施工期生活污水经成套污水处理设备处理处置以后，用于周边施工场地、道路洒水抑尘，不外排。

本工程砂石料加工系统生产废水考虑全部回用，处理后的回用水 SS 浓度控制在 100mg/L 左右。按此设计目标，砂石料加工系统生产废水 SS 去除率均可达 98％以上。

本工程碱性废水采用间歇式自然沉淀过滤的方式去除易沉淀的砂粒。由于废水中 pH 值较高，可在沉淀池中加入适量的酸调节 pH 值至中性，再进行沉淀处理。

对基坑排水采取向基坑投加絮凝剂处理后抽出的措施加以处理。

对机械设备检修含油废水采取先静置，进行初级油水分离，再投加药剂絮凝过虑的处理方法进行处理，回用于施工场地洒水抑尘。

对施工营地生活污水处理采用成套生活污水处理设备处理达标后回用于周边施工场地、道路洒水抑尘，不外排。

（2）运行期水环境保护

1）为保护库区及灌渠水质，保证下游城乡居民的生产、生活用水安全，建议《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJT338-2007）等要求，划分饮用水源保护区，并由地方人民政府颁布实施。

2）控制区域污染源，加强水源保护区内的工业和生活污染源治理和削减工作。治理农村生活污水，在广大农村地区新建、改建防渗旱厕。处理农村生活垃圾，收集后的生活垃圾运至南木林县生活垃圾填埋场进行无害化处理。控制农业面源污染，发展生态农业，控制和减少农药化肥的使用量。做好生态建设和水源涵养，加大水源涵养林工程建设力度。开展水源生态修复，建设一定范围的生态湿地。

3）电厂工作人员的生活污水处理选用 XHS 型生活污水成套处理设备，能满足电站运行期间的工作人员的生活污水处理。

4）在水库蓄水对库底按照相关规范进行清理。

5）工程施工期间，对各类施工废水水进行处理后回用。引水隧洞施工将采取“先探后掘”的方式进行施工，通过对地下水的探钻，防止导通地下水，再进行隧洞施工。

9.4.3 水土保持

根据西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程的建设特点，水土保持措施主要为工程措施、植物措施与临时措施。

枢纽工程区新建浆砌石挡墙 2610m，钢筋石笼拦挡 380m，浆砌石截排水沟 5085m，浆砌石沉砂池 10 座，干砌石护坡 9600m^2，表土剥离 7.7 万 m^3，土地平整 49.12hm^2，穴状整地(0.6m×0.6m)127 个，穴状整地(0.3m×0.3m)15354 个，鱼鳞坑整地 15383 个，覆土 25.68hm^2，7.7 万 m^3， PE 管（DN=110mm，壁厚 3.4mm）300m，PE 管（DN=50mm，壁厚 2mm）460m，4 分全铜螺母 360°旋转喷头 50 个，植物措施 39.71hm^2，乔木 6.8hm^2，藏青杨 3563 株，云杉 127 株，侧柏 4693 株，灌木 9.2hm^2，沙棘苗 22269 株，大叶黄杨 212 株，披碱草 2255.2kg，老麦芒 2255.2kg，袋装土拦挡 10110m，土质排水沟 7115m，临时苫盖 44400m^2。

灌区工程区新建浆砌石挡渣墙 850m，浆砌石截水沟 1710m，浆砌石沉沙池 3 座，表土剥离 19.15 万 m^3，土地平整 123.12hm^2，水平阶整地 57000m，穴状整地(0.6m×0.6m)14676 个，穴状整地(0.3m×0.3m)42424 个，植物措施藏青杨 14676 株，沙棘 42424 株，云杉 113 株，侧柏 113 株，披碱草 16834.60kg，老芒麦 16834.60kg，袋装土拦挡 16579m，土质排水沟 9890m，临时沉沙池 173 座，编织布苫盖 5.08hm^2。

9.4.4 陆生生态保护

（1）建设方案优化措施

1）进一步优化工程施工方案，包括湘河水利枢纽和干渠支渠修建的先后顺序、时间进度、运输线路、材料和器械停放、施工人员活动范围、施工废料处理等，减少施工环境影响。

2）在施工方案的基础上应进一步合理规划施工区域，减少占地，严禁施工人员和器械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏。

3）工程取、弃土场的设置要最大限度地做到挖填平衡之后，减少土石方远距离纵向调运数量，尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及水土流失。

4）工程施工过程中应尽可能减少对森林、农田等的占用，以减少对森林生态系统、农田生态系统生态的植被破坏和对动物的干扰。

（2）施工期生态保护措施

1）对植物及植被影响的消减措施

施工过程中尽量不占用原生草本植被，开挖坡面和施工占地应立即进行裸露区的植被恢复，对于使用林地范围应严格控制，禁止砍伐项目区林木，尽量将中小胸径苗木进行移植。施工道路的建设应尽量避免和减少深挖和高填，尽量减少施工扰动面，施工人员应在施工的征地范围内活动。

2）对野生动物影响的消减措施

合理规划施工方案，主要控制工程占地规模，尽量不占或少占林地。采取合理先进的施工方式，尽量避免开挖、取料对地表的植物资源的破坏。根据野生鸟类和兽类的觅食等活动规律，合理安排施工期，避免在晨昏、夜间和繁殖期施工，尽可能选择在白天施工。加强对弃场、弃渣场防护，有效处理施工污废水和固废。施工过程中，如发现有国家重点保护野生动植物，可立即报告当地林业和环保部门进行保护。对施工过程遇到受伤的重点保护的动物，应送往救护站或有关保护单位。

（3）运营期生态保护措施

1）生态环境保护的教育和宣传

根据国家和西藏自治区的法律法规要求，对施工人员加强教育。在施工区标桩划界，在施工区设置野生动植物保护警示牌，特别是在施工区标桩划界。加强对施工人员的生态保护宣传教育，严禁从事有碍生态环境保护的活动。

2）选择适宜乡土植物种类进行植被恢复

根据当地的气候特点，选择适宜的锦鸡儿、砂生槐、沙蒿、针茅等抗逆性强、适生性强、生快长、自我繁殖和更新能力的植物种类进行植被恢复，避免外来物种的入侵，并做好防治森林病虫害、森林防火等措施，使植被尽快恢复。

3）生态恢复与补偿措施

拟建干渠和支渠工程实施后，首先要及时恢复干渠和支渠两侧的土壤。施工期间破坏的各种植被和生境，要求其植被恢复达到或超过原有的标准。植被恢复应注意群落结构设计（包括植物种类、乔灌草混交方式、种植密度等）。

9.4.5 水生生态保护

（1）栖息地保护

根据湘河流域综合规划环评及审查意见要求，甲措梯级和旁堆梯级不开发，整个河段目前无在干流上主坝的水电工程。除湘河水利枢纽和央玛取水枢纽外，无其它规划建设的拦河闸坝。因此可将湘河水利枢纽库区以上河段、坝下至河口河段作为栖息地生境

进行保护，其中干流甲措藏布河段约 128km、支流拉布藏布河段 103km、坝下至湘河汇入雅鲁藏布江河口约 68.7km 河段，以最大程度保持湘河流域的天然性和水生生态的完整性。

（2）鱼类放流

本阶段利用周边藏木、大古等鱼类增殖站和土著鱼类繁殖场进行鱼苗的购买和放流，后续根据该地区水利建设规划，统筹建设鱼类增殖放流站。放流数量为 1.5 万尾/年，包括尖裸鲤、拉萨裂腹鱼、异齿裂腹鱼、巨须裂腹鱼、双须叶须鱼和黑斑原鮡等 6 种。放流周期为每年 1 次，放流时间可选择在每年秋季 10～11 月，此时的鱼苗经过夏季的生长，体格较为健壮，有利于鱼类的成活。放流地点可选择在湘河水利枢纽库尾及以上河段、央玛取水枢纽库区及坝下河段。

（3）过鱼设施

湘河水利枢纽过鱼设施选取了鱼道方案和固定式集鱼站+运鱼车方案进行了比较，上述方式各有优缺点。经综合比较，并从国内其它工程实施情况和效果看，推荐采用鱼道方案。

进鱼口布置于右岸靠近生态流量泄放管处和其下游约 50m 处，设置 2 个，分别为 4051.9m 和 4052.9m。工程过鱼对象主要为裂腹鱼和鳅科鱼类，主要为中下层和底栖鱼类，池室结构采用竖缝式，池室纵坡度为 2.0%，竖缝宽度为 0.2m，池室净宽取 2.0m，隔墙厚度为 0.20m，高 2.0m，净水深 1.2m。休息池长 4.8m，坡度为 1.0%，每隔 10 个池室设一个休息池。鱼道入口需设立洒水诱鱼装置，并架设灯光，晚上开启引诱。鱼道内水流流量较小，为吸引鱼类进入鱼道入口，拟从拉岗干渠设置 2 根补水管，分别接到 2 个入口处和入口外部，以形成诱导水流，吸引鱼类进入鱼道。鱼道出口共 4 个，高程分别为 4088m～4097m，高程差为 3.0m 分别布置于大坝上游附近和右岸约 100m 处。

鱼道上下游进出口总落差约为 45.9m，按照池室纵坡度 2.0%计，并考虑设置休息池和观察室，经计算鱼道长度总计约为 2770m。利用鱼类对于光线感应特性，提高过鱼效果，尤其是夜间过鱼，在鱼道进口处设置灯光诱鱼设施。光源可采用 LED 水下聚光照明灯，外壳采用不锈钢材料，具有光线强度可调节、亮度柔和、防潮密封性能好等特点。2 个鱼道进口两侧各设置 1 排照明灯，可选择白、黄不同颜色，灯泡应可更换，以便于调整光源颜色，对比诱鱼效果，针对不同过鱼对象选用合适的光源提高过鱼能力。观测室位于大坝下游侧，布置在出口旁，尺寸为 5m×5m×3m。靠鱼道侧设置为密封玻璃长窗，隔窗可以看到各种鱼类在水里活动。观测室配备观测、照明和夜视等设备，可进行昼夜

自动监测计数。

央玛取水枢纽溢流坝高度 4.0m，采用开敞式不设闸门方式布置，拟利用堰坝建设鱼坡进行过鱼，并可通过溢流坝鱼坡段下泄生态流量。

(3) 其它

为减小工程建成后对下游减水河段水生生态的影响，确保下游河道生态用水，工程在电站压力钢管的岔管段设置一直径为 1.2m 的支管作为生态流量管，流量管全长 96m。

湘河水利枢纽进水口采用分层取水的叠梁式闸门、拦污栅与闸门井联结成整体的岸塔式进口。叠梁闸门孔口尺寸 7×34m，3m 分层共 12 节，设计水头差 5m。

考虑规划环评对湘河水利枢纽坝址和央玛取水枢纽坝址生态流量的要求，确定湘河坝址生态基流量为 10.0m^3/s，央玛取水枢纽坝址生态基流量为 11.87m^3/s；鱼类生态敏感期 6~7 月为满足卵鱼类产卵要求，维持一定的河床水位和流速，下泄流量最大提高到多年平均流量的 30%，5 月份按多年平均流量的 20%下泄。

9.5 环境风险评价

湘河水利枢纽及配套灌区工程存在的环境风险主要表现为生态恶化风险施工废水事故排放风险、炸药库风险等。经分析，在保证设计质量和施工质量的情况下，引发环境风险的几率非常小。

针对工程存在的上述风险，提出了相应的对策措施或应急预案。如高度重视工程影响区的生态环境保护和建设；施工生存过程中，若出现施工废水事故排放，应立即停止生产，查找事故原因；严格控制炸药量，掌握好爆破方法，放炮前鸣笛示警，并设置安全线等。

9.6 公众参与

本次环评由建设单位对本项目在环境影响范围内开展公众参与调查，分为信息公开、专家咨询会和公众意见调查。信息公开采取现场张贴、网上公示、专家咨询主要采取技术讨论会等会议形式，公众意见调查采取走访调查、问卷发放调查的方式。

环境影响公示分为一次公示和二次公示，均为在工程涉及的乡镇、村进行了张贴公示和在西藏自治区水利厅和环评单位网站上进行了公示。公示期间，建设单位、环评单位均未收到公众对于本工程环境保护方面的意见和建议。

在个人调查过程中，首先对参与调查的公众详细介绍工程情况，主要包括工程地理位置、任务、工程规模、工程占地、施工期、工程建设可能产生的主要环境影响以及减

缓措施等。为保证调查具有代表性和普遍性，在发放调查表时，以个人为单位，抽取部分家庭作为调查对象，由个人填写调查表。共发放个人调查表 285 份，回收率 100%，年龄层次为 18 岁以上的公民，职业构成以农牧民为主，包括移民和安置区居民 85 份、非移民 200 份。共发放团体意见调查问卷 37 份，为南木林县相关部门，回收率 100%。

经统计，个人调查表中， 100%的代表们认为是支持本项目建设或进一步采取改进措施后支持的，无反对意见，91%的代表们认为本项目建设是不会影响当地民俗。团体调查表中，100%的代表们认为是支持本项目建设或进一步采取改进措施后支持的，无反对意见，100%的代表们认为本项目建设是不会影响当地民俗。从本次公众参与调查对象和调查结果分析，具有较好的合法性、有效性、代表性和真实性。

同时，项目还取得了当地县、乡、村关于项目不涉及“神山圣湖”的证明。

工程设计中，已将公众关心的问题作为主体工程输入条件和环境影响评价的重要内容，对本工程建设可能带来的环境影响问题，提出了相应的对策措施，使工程建设与环境保护、社会经济持续发展相协调。

9.7 环境影响综合评价

湘河水利枢纽下游河床两岸灌区由于缺少灌溉水源及配套灌溉设施，灌溉保证率不高，粮食产量不高，草场产量极低，严重制约了当地经济的发展。湘河水利枢纽及配套灌区建成后，可基本解决湘河水利枢纽下游河床两岸共计 12.49 万亩土地的灌溉问题，其中改善现状灌溉面积 10.41 万亩（耕地 6.82 万亩，林地 2.86 万亩，草地 0.72 万亩。维持保护区内现状灌溉面积 6.74 万亩，其中耕地 4.58 万亩，林地 1.57 万亩，草地 0.59 万亩），新增灌溉面积 2.08 万亩（全部为保护区外耕地），规划每年向水利枢纽下游河床两岸灌区提供灌溉用水 1.22 亿 m^3。

湘河水利枢纽工程不涉及雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区，工程设计对移民安置点、灌区工程进行了优化调整，移民安置点不涉及自然保护区，灌区工程均位于保护区外，经进一步优化工程取消了位于保护区内的新增灌溉面积，优化了渠道衬砌的型式。

根据评价区环境现状和生态环境发展趋势分析，湘河水利枢纽工程的建设将改善评价区内缺水的矛盾，环境效益、经济效益和社会效益显著，其有利影响是主要的。工程建设可改善灌区水资源状况，有利于植被恢复和动植物生长。因此，从环境保护的角度总体评价认为，在妥善处理好与自然保护区关系并切实做好保护减免影响后，工程建设

是可行的。

9.8 建议

针对工程所在地区环境敏感问题，需进一步开展相关环境保护的管理和研究工作：

1）进一步加强生态环境监测，建立动态监测体系，及时、准确地反映评价区生物及其环境的动态变化，并根据实际的监测结果采取相应的针对性补救或保护措施。监测内容包括黑颈鹤种群动态监测、陆生动物物种多样性动态监测、植物和植被多样性动态的监测、环境质量要素的监测等。

2）工程实施过程中加强生态监理，聘用动植物保护、生态类、环境类专业背景的相关技术人员担任生态监理，监督整个施工过程。

3）加强黑颈鹤及其它野生动物的研究，重点研究黑颈鹤的越冬时间、觅食地和夜宿地的时间和空间分布，与周边建设项目和人类活动的相互关系等。

4）建设单位应与环保主管部门、渔政主管部门、流域管理部门等积极配合，共同落实鱼类放流和过鱼设施等水生生态环境保护措施。

5）建设单位加强施工期环境监督管理，落实施工污染源处理达标和回用的各项具体环保措施，运行期对工程调度运行方式进行监督，确保满足生态流量下泄要求。

6）建议地方各级部门及工程建设单位高度重视移民安置工作的落实，特别是灌区运行前，灌区移民生产安置的落实，移民安置资金的到位。在移民安置中尊重少数民族移民的风俗习惯和生活习惯。

7）建设单位、施工单位应认真落实环保、水保“三同时”制度，尽量减少污染和破坏。

8） 按照保护区日喀则片区生态保护与修复规划相关要求，地方有关部门需落实相关工程，以改善自然保护区的生态环境。

附件 1

委托书

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司：

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程是西藏“十三五”重点水利建设项目之一，我中心为本工程建设法人，负责工程立项前置要件的具体工作。现根据前期工程需要，须开展本工程的环境影响评价报告编制工作。鉴于贵院较强的技术力量和良好的信誉，特选择贵院作为本工程环境影响评价报告的编制承担单位。

特此委托。

西藏自治区重点水利建设项目管理中心

2017 年 3 月 27 日

附件 2

ནམ་མཁའ་ལྡོང་ཚོད་ཁང་དང་གྲོང་ཁྱེར་གྲོང་གསེབ་འཛུགས་སྐྲུན་ཚད་ཀྱི་ཡིག་ཚ།

南木林县住房和城乡建设局文件

南住建发〔2017〕52 号

关于同意接收湘河水利枢纽及配套灌区工程生活垃圾的函

西藏自治区重点水利建设项目管理中心:

为满足湘河水利枢纽及配套灌区工程建设需要，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程涉及区域的可持续发展，保护周边环境卫生和生态环境。经研究，我局同意接收湘河水利枢纽及配套灌区工程建设期间施工人员、运行期间工作人员和移民安置区居民的生活垃圾，运往我县生活垃圾卫生填埋场（位于岗巴村龙桑沟）进行无害化处理，并按照相关规定进行收费。

特此说明！

南木林县住建局

2017年5月13日

南木林县住建局办公室　　2017年5月13日印发

附录 1　评价区植物多样性实测样方数据表

植物群落样方调查表-1

样地名称：变色锦鸡儿灌丛样方号：1					样方面积：5 m*5 m		
经度：E 89.237502°		纬度：N 29.736152°			海拔(m)：4071		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、次旦、旺拉调查日期：2017.4.22							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	变色锦鸡儿	*Caragana versicolor*	萌芽期	29	29	3	30	无
2	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽期	16	16	20	5	无
3	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*	萌芽期	200	200	3	30	无
4	紫花针茅	*Stipa purpurea*	萌芽期	80	80	3	10	无
5	二裂委陵菜	*Potentilla bifurca*	萌芽期	50	50	1	3	无
6	蒿草 sp.	*Artemisia*	萌芽期	30	30	1	1	无
7	蒲公英 sp.	*Taraxacum*	萌芽期	20	20	1	1	无
8	点地梅 sp.	*Androsace*	萌芽期	20	20	2	1	无

备注：坝址淹没区。小地名：达那乡朋贵塘。

植物群落样方调查表-2

样地名称：砂生槐灌丛样方号：2					样方面积：5 m*5 m		
经度：E 89.236203°		纬度：N 29.736272°			海拔(m)：4060		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、次旦、旺拉调查日期：2017.4.22							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	萌芽期	15	15	100	40	无
2	紫花针茅	*Stipa purpurea*	休眠期	5	30	60	10	无
3	铁线莲 sp.	*Clematis*	萌芽期	7	7	60	10	无
4	小檗 sp.	*Berberis*	萌芽期	1	10	200	5	无
5	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽期	1	1	5	0.5	无

备注：坝址淹没区。小地名：达那乡朋贵塘。

植物群落样方调查表-3

样地名称：河漫滩裸地（无植被）样方号：3					样方面积：　m* m		
经度：E 89.08855°		纬度：N 29.43678°			海拔(m)：3864		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、次旦、旺拉调查日期：2017.4.22							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	无	无	无	无	无	无	无	无

备注：湘河灌溉渠出口，左岸取水口。

植物群落样方调查表-4

样地名称：乌柳灌丛样方号：4						样方面积：5 m*5 m		
经度：E 89.08185°			纬度：N 29.50554°			海拔(m)：3904		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、次旦、旺拉调查日期：2017.4.22								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候**	**株（丛）数**	**多**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	乌柳	*Salix cheilophila*	花期	18	18	300	60	无
2	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽	120	120	10	25	无
3	假水生龙	*Gentiana*	花期	15	15	3	3	1m*1m
4	平车前 sp.	*Plantago*	萌芽	25	25	3	5	1m*1m
5	蒿草 sp.	*Artemisia*	萌芽	3	3	5	1	1m*1m
6	蒲公英 sp.	*Taraxacum*	萌芽	6	6	3	2	1m*1m
7	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*	萌芽	20	20	3	3	1m*1m
8	柽柳 sp.	*Tamarix*	萌芽	5	100	60	15	无

备注：右岸取水口。（离右岸核心区最近）

植物群落样方调查表-5

样地名称：二裂委陵菜草丛样方号：5						样方面积：1 m*1 m		
经度：E 89.08153°			纬度：N 29.50571°			海拔(m)：3898		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、次旦、旺拉调查日期：2017.4.22								
种号	**中文名**		**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	二裂委陵菜	*Potentilla bifurca*	萌芽期	468	468	1	80	无
2	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*	萌芽期	324	324	7	15	无
3	蒲公英 sp.	*Taraxacum*	萌芽期	5	5	1	1	无
4	假水生龙胆	*Gentiana pseudoaquatica*	萌芽期	100	100	1	5	无
5	蒲公英 sp.	*Taraxacum*	萌芽期	1	1	2	0.5	无

备注：灌渠取水口。

植物群落样方调查表-6

样地名称：砂生槐灌丛样方号：6				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.070245°			纬度：N 29.412240°			海拔(m)：3870		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、次旦、旺拉调查日期：2017.4.22								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	休眠期	29	29	50	30	无
2	紫花针茅	*Stipa purpurea*	休眠期	2	2	30	1	1m*1m
3	蒿草 sp.	*Artemisia*	休眠期	20	20	1	2	1m*1m
4	西藏早熟禾	*Poa tibetica*	休眠期	5	5	20	1	1m*1m
5	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*	休眠期	15	15	5	3	1m*1m
6	固沙草	*Orinus thoroldii*	休眠期	4	50	10	5	1m*1m

备注：右岸灌渠终点。

植物群落样方调查表-7

样地名称：砂生槐灌丛样方号：7				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.05666°			纬度：N 29.39110°			海拔(m)：3872		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、次旦、旺拉调查日期：2017.4.22								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	休眠期	19	19	30	10	无
2	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*	休眠期	28	28	3	5	无
3	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽期	4	4	25	1	无
4	艾蒿	*Artemisia argyi*	休眠期	6	6	2	3	无

备注：保护区核心区优势群系。干扰因子：高强度放牧。

植物群落样方调查表-8

样地名称：变色锦鸡儿灌丛样方号：8				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.05451°			纬度：N 29.38957°			海拔(m)：3868		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、次旦、旺拉调查日期：2017.4.22								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	变色锦鸡儿	*Caragana versicolor*	萌芽期	29	29	3	30	无
2	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽期	16	16	20	5	无
3	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*	萌芽期	200	200	3	30	无
4	二裂委陵菜	*Potentilla bifurca*	萌芽期	50	50	1	3	无
5	蒿草 sp.	*Artemisia*	萌芽期	30	30	1	1	无
6	点地梅 sp.	*Androsace*	萌芽期	20	20	2	1	无

备注：核心区北侧山坡。

植物群落样方调查表-9

样地名称：紫花针茅草丛样方号：9				样方面积：1 m*1 m				
经度：E 89.11642°			纬度：N 29.38945°			海拔(m)：3857		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	紫花针茅	*Stipa purpurea*	休眠期	10	100	60	70	无
2	蒲公英 sp.	*Taraxacum*	萌芽期	1	1	3	0.5	无
3	西藏早熟禾	*Poa tibetica*	休眠期	50	50	10	10	无
4	蒿草 sp.	*Artemisia*	萌芽期	15	15	20	5	无

备注：艾玛乡主灌渠旁。

植物群落样方调查表-10

样地名称：北京杨林样方号：10				样方面积：10m*10m				
经度：E 89.11651°			纬度：N 29.38927°			海拔(m)：3857		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	乌柳	*Salix cheilophila*	花期	11	11	800	20	无
2	北京杨	*Populus × beijingensis*	萌芽期	14	14	1000	25	无
3	西藏早熟禾	*Poa tibetica*	萌芽期	85	85	6	40	1m*1m
4	二裂委陵菜	*Potentilla bifurca*	萌芽期	40	40	1	10	1m*1m

备注：无。

植物群落样方调查表-11

样地名称：沙蒿草丛样方号：11				样方面积：1 m*1 m				
经度：E 89.12366°			纬度：N 29.38764°			海拔(m)：3855		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	沙蒿	*Artemisia desertorum*	萌芽期	25	25	30	7	无
2	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽期	10	10	7	5	无
3	紫花针茅	*Stipa purpurea*	休眠期	75	75	20	80	无
4	蒲公英 sp.	*Taraxacum*	萌芽期	8	8	3	5	无

备注：无。

植物群落样方调查表-12

样地名称：紫花针茅草丛样方号：12				样方面积：1 m*1 m				
经度：E 89.12231°			纬度：N 29.38233°			海拔(m)：3848		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	紫花针茅	*Stipa purpurea*	休眠期	25	25	20	60	无
2	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽期	17	17	5	10	无
3	平车前 sp.	*Plantago*	萌芽期	1	1	3	0.5	无
4	蒲公英 sp.	*Taraxacum*	萌芽期	5	5	3	3	无

备注：支渠旁，两旁农田（土豆）为主。护渠林带：藏川杨林带。栽培作物:、油菜、土豆、青稞、荞麦等。

植物群落样方调查表-13

样地名称：砂生槐灌丛样方号：13				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.12135°			纬度：N 29.37902°			海拔(m)：3850		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	休眠期	37	37	30	25	无
2	西藏早熟禾	*Poa tibetica*	休眠期	15	15	5	1	无
3	蒿草 sp.	*Artemisia*	休眠期	68	68	3	1	无

备注：核心区，艾玛完全小学旁。

植物群落样方调查表-14

样地名称：沙棘灌丛样方号：14				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.14584°			纬度：N 29.39045°			海拔(m)：3834		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	沙棘	*Hippophae rhamnoides*	休眠期	18	18	400	60	无
2	蒲公英 sp.	*Taraxacum*	萌芽期	1	1	3	0.1	无

备注：间接影响范围，距主灌渠 500 m，附近有水塘，环境湿生。

植物群落样方调查表-15

样地名称：藏川杨林样方号：15					样方面积：10m*10m		
经度：E 89.14768°		纬度：N 29.39099°			海拔(m)：3840		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23							
种号	**中文**	**拉丁名**	**物候**	**株（丛）数**	**多**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	藏川	*Populus szechuanica* var.	萌芽	12	12	800	40	无
2	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽	26	26	10	20	1m*1m

备注：距主灌渠 400 m。

植物群落样方调查表-16

样地名称：北京杨林样方号：16					样方面积：10m*10m		
经度：E 89.14766°		纬度：N 29.39270°			海拔(m)：3837		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	北京杨	*Populus* × *beijingensis*	萌芽期	14	14	600	15	无
2	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	休眠期	99	99	40	8	无
3	紫花针茅	*Stipa purpurea*	休眠期	47	47	15	15	1m*1m

备注：无。

植物群落样方调查表-17

样地名称：乌柳林样方号：17					样方面积：10m*10m		
经度：E 89.16457°		纬度：N 29.39199°			海拔(m)：3850		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	乌柳	*Salix cheilophila*	萌芽期	17	17	900	30	无
2	sp.	*Medicago*	生长期	4	4	15	15	1m*1m
3	紫花针茅	*Stipa purpurea*	休眠期	10	10	50	5	1m*1m
4	蒲公英 sp.	*Taraxacum*	萌芽期	13	13	5	3	1m*1m
5	沙蒿	*Artemisia desertorum*	萌芽期	12	12	10	5	1m*1m
6	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	花期	8	25	100	35	5m*5m

备注：艾玛职业技术学校旁。

植物群落样方调查表-18

样地名称：砂生槐灌丛样方号：18				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.20412°			纬度：N 29.39904°			海拔(m)：3848		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	花期	20	20	50	40	无
2	西藏早熟禾	*Poa tibetica*	休眠期	35	35	7	2	1m*1m
3	沙蒿	*Artemisia desertorum*	萌芽期	1	1	1	0.1	1m*1m

备注：主干渠尾渠附近，正建工程汇入防洪沟。

植物群落样方调查表-19

样地名称：砂生槐灌丛样方号：19				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.23766°			纬度：N 29.40299°			海拔(m)：3869		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	休眠期	4	76	25	60	无
2	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽期	1	1	10	0.1	无

备注：无。

植物群落样方调查表-20

样地名称：黄耆草丛样方号：20				样方面积：2 m*2 m				
经度：E 89.23748°			纬度：N 29.40319°			海拔(m)：3873		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽期	4	8	20	10	无

备注：拟建灌溉渠尾部，南木林县艾玛乡孜东完小。

植物群落样方调查表-21

样地名称：河漫滩裸地（无植被）样方号：21					样方面积： m* m			
经度：E 89.24030°			纬度：N 29.40335°			海拔(m)：3876		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	无	无	无	无	无	无	无	无

备注：孜东普曲，河岸右侧沙化严重，河岸左侧种植有人工林，干旱严重，偶见零星砂生槐。

植物群落样方调查表-22

样地名称：沙棘林样方号：22				样方面积：10m*10m				
经度：E 89.13085°			纬度：N 29.34705°			海拔(m)：3838		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	沙棘	*Hippophae rhamnoides*	萌芽期	24	24	1200	70	无
2	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	休眠期	3	6	18	5	5m*5m

备注：无。

植物群落样方调查表-23

样地名称：砂生槐灌丛样方号：23				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.13085°			纬度：N 29.34707°			海拔(m)：3844		
调查人：缪宁、马瑞、陶文静、多吉、巴桑调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*	萌芽期	19	25	30	40	无
2	黄耆	*Astragalus adsurgens*	花期	3	3	10	3	无
3	紫花针茅	*Stipa purpurea*	休眠期	2	2	15	1	无

备注：核心区。

植物群落样方调查表-24

样地名称：香柏灌丛样方号：24				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.114445°			纬度：N29.447316°			海拔(m)：4619		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.19								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	香柏	Sabina pingii var. wilsonii	萌芽期	13	13	45	30	无
2	金露梅	*Potentilla fruticosa*	萌芽期	9	9	50	15	无
3	二裂委陵菜	*Potentilla bifurca*	萌芽期	3	15	3	5	无
4	高原毛茛	*Ranunculus tanguticus*	萌芽期	4	8	2	10	无
5	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*	休眠期	5	27	2	35	无
6	藏波罗花	*Incarvillea younghusbandii*	萌芽期	3	3	5	2	无
7	狼毒	*Stellera chamaejasme*	萌芽期	2	2	25	3	无

备注：无。

植物群落样方调查表-25

样地名称：金露梅灌丛样方号：25				样方面积：5 m*5 m				
经度：E89.124126 °			纬度：N29.455388°			海拔(m)：4436		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.19								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	金露梅	*Potentilla fruticosa*	萌芽期	35	35	35	40	无
2	藏北嵩草	*Kobresia littledalei*	休眠期	17	46	20	25	无
3	珠芽蓼	*Polygonum viviparum*	萌芽期	3	3	20	1	无
4	高原毛茛	*Ranunculus tanguticus*	萌芽期	5	11	4	5	无
5	独一味	*Lamiophlomis rotata*	萌芽期	7	23	3	10	无

备注：无。

植物群落样方调查表-26

样地名称：绢毛蔷薇灌丛样方号：26				样方面积：5 m*5 m				
经度：E 89.112432°			纬度：N29.437717°			海拔(m)：4299		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.4.23								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	绢毛蔷薇	*Rosa sericea*	萌芽期	45	45	150	45	无
2	小檗 sp.	*Berberis*	萌芽期	3	3	150	5	无
3	柳 sp.	*Salix*	萌芽期	7	7	180	15	无
4	藏北嵩草	*Kobresia littledalei*	休眠期	55	357	5	30	无
5	高原毛茛	*Ranunculus tanguticus*	萌芽期	12	25	2	10	无
6	黄耆	*Astragalus adsurgens*	萌芽期	5	5	10	2	无
7	垫状点地梅	*Androsace tapete*	萌芽期	25	25	3	12	无

备注：无。

植物群落样方调查表-27

样地名称：猪毛蒿草丛样方号：27				样方面积：1 m*1 m				
经度：E89.100087°			纬度：N 29.420842°			海拔(m)：3906		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.19								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	猪毛蒿	*Artemisia scoparia*	生长期	18	42	20	30	无
2	高山豆	*Tibetia himalaica*	萌芽期	13	13	5	10	无
3	山蓼	*Oxyria digyna*	生长期	9	9	35	5	无
4	西伯利亚蓼	*Polygonum sibiricum*	萌芽期	8	8	5	5	无
5	针茅	*Stipa capillata*	萌芽期	15	15	10	10	无

备注：无。

植物群落样方调查表-28

样地名称：毛穗香薷草丛样方号：28					样方面积：1 m*1 m		
经度：E 89.099080°		纬度：N29.419835°			海拔(m)：3898		
调查人：缪宁、沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.19							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	西伯利亚蓼	*Polygonum sibiricum*	萌芽期	5	5	4	1	无
2	针叶老牛筋	*Arenaria acicularis*	萌芽期	5	5	8	1	无
3	毛穗香薷	*Elsholtzia eriostachya*	萌芽期	11	76	10	30	无

备注：修路干扰后恢复的植被类型。

植物群落样方调查表-29

样地名称：腺粒委陵菜草丛样方号：29					样方面积：1m*1m		
经度：E89.117881°		纬度：N29.413662°			海拔(m)：4460		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.19							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	腺粒委陵菜	*Potentilla granulosa*	萌芽期	25	34	4	50	无
2	藏北嵩草	*Kobresia littledalei*	休眠期	19	19	3	25	无
3	肉果草	*Lancea tibetica*	萌芽期	7	7	3	5	无

备注：干扰状况：放牧。

植物群落样方调查表-30

样地名称：齿叶玄参草丛样方号：30					样方面积：1 m*1 m		
经度：E 89.065892°		纬度：N29.415983°			海拔(m)：3959		
调查人：缪宁、沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.19							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	齿叶玄参	*Scrophularia dentata*	萌芽期	8	25	50	20	无
2	酸模叶蓼	*Polygonum lapathifolium*	萌芽期	7	7	5	5	无

备注：无。

植物群落样方调查表-31

样地名称：芨芨草草丛样方号：31					样方面积：1 m*1 m		
经度：E89.069770 °		纬度：N29.436706°			海拔(m)：3907		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.19							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	芨芨草	*Achnatherum splendens*	萌芽期	25	25	6	20	无
2	针茅	*Stipa capillata*	萌芽期	19	19	20	20	无

备注：干扰状况：道路旁。

植物群落样方调查表-32

样地名称：宽叶荨麻草丛样方号：32					样方面积：1 m*1 m		
经度：E 89.076399°		纬度：N29.450285°			海拔(m)：3887		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.19							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	宽叶荨麻	*Urtica laetevirens*	萌芽期	2	2	60	40	无
2	针茅	*Stipa capillata*	萌芽期	15	15	30	20	无
3	车前	*Plantago asiatica*	萌芽期	5	5	20	5	无

备注：无。

植物群落样方调查表-33

样地名称：高山嵩草草丛样方号：33					样方面积：1 m*1 m		
经度：E89.051485 °		纬度：N29.466533°			海拔(m)：4728		
调查人：缪宁、沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.20							
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	腺粒委陵菜	*Potentilla granulosa*	萌芽期	64	64	2	20	无
2	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*	萌芽期	78	78	3	35	无
3	天山报春	*Primula nutans*	萌芽期	4	4	2	1	无
4	矮金莲花	*Trollius farreri*	萌芽期	9	9	3	2	无

备注：干扰状况：放牧。

植物群落样方调查表-34

样地名称：藏北嵩草草丛样方号：34				样方面积：1 m*1 m				
经度：E 89.079164°			纬度：N29.473390°			海拔(m)：3904		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.20								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	藏北嵩草	*Kobresia littledalei*	萌芽期	9	187	20	70	无
2	天山报春	*Primula nutans*	萌芽期	15	15	20	10	无
3	高原毛茛	*Ranunculus tanguticus*	萌芽期	9	9	5	5	无
4	肉果草	*Lancea tibetica*	萌芽期	14	14	5	10	无

备注：无。

植物群落样方调查表-35

样地名称：高原毛茛草丛样方号：35				样方面积：1 m*1 m				
经度：E89.088458°			纬度：N29.495243°			海拔(m)：3900		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.20								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	高原毛茛	*Ranunculus tanguticus*	花期	58	58	5	60	无
2	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*	萌芽期	45	45	10	10	无
3	独一味	*Lamiophlomis rotata*	萌芽期	33	33	5	8	无
4	藏北嵩草	*Kobresia littledalei*	萌芽期	21	21	15	5	无

备注：无。

植物群落样方调查表-36

样地名称：杉叶藻草丛样方号：36				样方面积：1 m*1 m				
经度：E89.091867°			纬度：N29.504045°			海拔(m)：3903		
调查人：沈长清、马瑞、吴波调查日期：2017.5.20								
种号	**中文名**	**拉丁名**	**物候期**	**株（丛）数**	**多度**	**平均高度/cm**	**盖度/%**	**备注**
1	杉叶藻	*Hippuris vulgaris*	生长期	3	117	20	80	无
2	两栖蓼	*Polygonum amphibium*	生长期	36	36	15	10	无

备注：无。

附录 2　评价区内有分布的高等植物名录

科名	属名	中文种名	拉丁学名	保护级别	数据来源
柏科	圆柏属	香柏	*Sabina pingii* var. *wilsonii*		调查
胡桃科	胡桃属	核桃	*Juglans regia*		调查
杨柳科	柳属	垂柳	*Salix babylonica*		调查
杨柳科	柳属	旱柳	*Salix matsudana*		调查
杨柳科	柳属	乌柳	*Salix cheilophila*		调查
杨柳科	杨属	藏川杨	*Populus szechuanica* var. *tibetica*		调查
杨柳科	杨属	银白杨	*Populus alba*		调查
杨柳科	杨属	北京杨	*Populus* × *beijingensis*		调查
榆科	榆属	垂枝榆	*Ulmus pumila* cv. *Tenue*		调查
榆科	榆属	榆树	*Ulmus pumila*		调查
荨麻科	荨麻属	宽叶荨麻	*Urtica laetevirens*		调查
荨麻科	荨麻属	高原荨麻	*Urtica hyperborea*		调查
蓼科	蓼属	两栖蓼	*Polygonum amphibium*		调查
蓼科	蓼属	西伯利亚蓼	*Polygonum sibiricum*		调查
蓼科	蓼属	珠芽蓼	*Polygonum viviparum*		调查
蓼科	蓼属	叉枝蓼	*Polygonum divaricatum*		调查
蓼科	荞麦属	荞麦	*Fagopyrum esculentum*		调查
蓼科	木蓼属	沙木蓼	*Atraphaxis bracteata*		调查
蓼科	酸模属	酸模	*Rumex acetosa*		调查
蓼科	冰岛蓼属	冰岛蓼	*Koenigia islandica*		调查
石竹科	无心菜属	针叶老牛筋	*Arenaria acicularis*		调查
藜科	藜属	藜	*Chenopodium album*		调查
藜科	藜属	小藜	*Chenopodium serotinum*		调查
藜科	藜属	小白藜	*Chenopodium iljinii*		调查
藜科	藜属	土荆芥	*Chenopodium ambrosioides*		调查
藜科	藜属	菊叶香藜	*Chenopodium foetidum*		调查
藜科	沙蓬属	沙蓬	*Agriophyllum squarrosum*		调查
藜科	虫实属	假镰叶虫实	*Corispermum pseudofalcatum*		调查
藜科	虫实属	藏虫实	*Corispermum tibeticum*		调查
藜科	猪毛菜属	单翅猪毛菜	*Salsola monoptera*		调查
毛茛科	驴蹄草属	花葶驴蹄草	*Caltha scaposa*		调查
毛茛科	驴蹄草属	驴蹄草	*Caltha palustris*		调查
毛茛科	金莲花属	矮金莲花	*Trollius farreri*		调查
毛茛科	金莲花属	毛茛状金莲花	*Trollius ranunculoides*		调查

科名	属名	中文种名	拉丁学名	保护级别	数据来源
毛茛科	银莲花属	西藏银莲花	*Anemone tibetica*		调查
毛茛科	水毛茛属	水毛茛	*Batrachium bungei*		调查
毛茛科	碱毛茛属	水葫芦苗	*Halerpestes cymbalaria*		调查
毛茛科	毛茛属	云生毛茛	*Ranunculus nephelogenes*		调查
毛茛科	毛茛属	高原毛茛	*Ranunculus tanguticus*		调查
毛茛科	翠雀属	蓝翠雀花	*Delphinium caeruleum*		调查
毛茛科	唐松草属	高原唐松草	*Thalictrum cultratum*		调查
小檗科	小檗属	拉萨小檗	*Berberis hemsleyana*		调查
小檗科	小檗属	吉隆小檗	*Berberis gilungensis*		调查
十字花科	播娘蒿属	播娘蒿	*Descurainia sophia*		调查
十字花科	荠属	荠	*Capsella bursa-pastoris*		调查
十字花科	独行菜属	独行菜	*Lepidium apetalum*		调查
十字花科	芸苔属	芸苔	*Brassica campestris*		调查
十字花科	藏荠属	藏荠	*Hedinia tibetica*		调查
景天科	绿绒蒿属	多刺绿绒蒿	*Meconopsis horridula*		调查
景天科	红景天属	四裂红景天	*Rhodiola quadrifida*		调查
蔷薇科	栒子属	钝叶栒子	*Cotoneaster hebephyllus*		调查
蔷薇科	桃属	千瓣红桃	*Amygdalus persica* var. *persica* f. *dianthiflora*		调查
蔷薇科	桃属	碧桃	*Amygdalus persica* var. *persica* f. *duplex*		调查
蔷薇科	桃属	桃	*Amygdalus persica*		调查
蔷薇科	桃属	沙梨	*Pyrus pyrifolia*		调查
蔷薇科	李属	紫叶李	*Prunus cerasifera f. atropurpurea*		调查
蔷薇科	苹果属	苹果	*Malus pumila*		调查
蔷薇科	委陵菜属	蕨麻	*Potentilla anserina*		调查
蔷薇科	委陵菜属	二裂委陵菜	*Potentilla bifurca*		调查
蔷薇科	委陵菜属	金露梅	*Potentilla fruticosa*		调查
蔷薇科	委陵菜属	小叶金露梅	*Potentilla parvifolia*		调查
蔷薇科	委陵菜属	腺粒委陵菜	*Potentilla granulosa*		调查
蔷薇科	委陵菜属	高原委陵菜	*Potentilla pamiroalaica*		调查
蔷薇科	委陵菜属	多头委陵菜	*Potentilla multiceps*		调查
蔷薇科	委陵菜属	多裂委陵菜	*Potentilla multifida*		调查
蔷薇科	蔷薇属	绢毛蔷薇	*Rosa sericea*		调查
蔷薇科	绣线菊属	拱枝绣线菊	*Spiraea arcuata*		调查
蔷薇科	绣线菊属	楔叶绣线菊	*Spiraea canescens*		调查
豆科	棘豆属	毛瓣棘豆	*Oxytropis sericopetala*		调查
豆科	槐属	槐	*Sophora japonica*		调查

科名	属名	中文种名	拉丁学名	保护级别	数据来源
豆科	槐属	砂生槐	*Sophora moorcroftiana*		调查
豆科	黄耆属	黄耆	*Astragalus membranaceus*		调查
豆科	黄耆属	斜茎黄耆	*Astragalus adsurgens*		调查
豆科	岩黄耆属	锡金岩黄耆	*Hedysarum sikkimense*		调查
豆科	野豌豆属	广布野豌豆	*Vicia cracca*		调查
豆科	野豌豆属	救荒野豌豆	*Vicia sativa*		调查
豆科	野豌豆属	大花野豌豆	*Vicia bungei*		调查
豆科	锦鸡儿属	变色锦鸡儿	*Caragana versicolor*		调查
豆科	锦鸡儿属	鬼箭锦鸡儿	*Caragana jubata*		调查
豆科	苜蓿属	紫苜蓿	*Medicago lupulina*		调查
豆科	百脉根属	高原百脉根	*Lotus alpinus*		调查
亚麻科	亚麻属	短柱亚麻	*Linum pallescens*		调查
大戟科	大戟属	甘青大戟	*Euphorbia micractina*		调查
大戟科	大戟属	西藏大戟	*Euphorbia tibetica*		调查
瑞香科	狼毒属	狼毒	*Stellera chamaejasme*		调查
胡颓子科	沙棘属	沙棘	*Hippophae rhamnoides*		调查
柽柳科	水柏枝属	匍匐水柏枝	*Myricaria prostrata*		调查
柽柳科	水柏枝属	秀丽水柏枝	*Myricaria elegans*		调查
杉叶藻科	杉叶藻属	杉叶藻	*Hippuris vulgaris*		调查
伞形科	独活属	钝叶独活	*Heracleum obtusifolium*		调查
报春花科	海乳草属	海乳草	*Glaux maritima*		调查
报春花科	点地梅属	点地梅	*Androsace urnbellata*		调查
报春花科	点地梅属	禾叶点地梅	*Androsace graminifolia*		调查
报春花科	点地梅属	高原点地梅	*Androsace zambalensis*		调查
报春花科	点地梅属	垫状点地梅	*Androsace tapete*		调查
白花丹科	雪蓝花属	小蓝雪花	*Ceratostigma minus*		调查
木犀科	丁香属	紫丁香	*Syringa oblata*		调查
木犀科	丁香属	白丁香	*Syringa oblata* var. *alba*		调查
木犀科	连翘属	金钟花	*Forsythia viridissima*		调查
木犀科	连翘属	连翘	*Forsythia suspensa*		调查
马钱科	醉鱼草属	互对醉鱼草	*Buddleja wardii*		调查
龙胆科	龙胆属	假水生龙胆	*Gentiana pseudoaquatica*		调查
茜草科	野丁香属	川滇野丁香	*Leptodermis pilosa*		调查
旋花科	牵牛属	牵牛	*Pharbitis nil*		调查
旋花科	牵牛属	圆叶牵牛	*Pharbitis purpurea*		调查
旋花科	打碗花属	打碗花	*Calystegia hederacea*		调查
旋花科	旋花属	田旋花	*Convolvulus arvensis*		调查

科名	属名	中文种名	拉丁学名	保护级别	数据来源
紫草科	滇紫草属	丛茎滇紫草	*Onosma waddellii*		调查
紫草科	琉璃草属	西南琉璃草	*Cynoglossum wallichii*		调查
紫草科	软紫草属	黄花软紫草	*Arnebia guttata*		调查
唇形科	香薷属	毛穗香薷	*Elsholtzia eriostachya*		调查
唇形科	香薷属	香薷	*Elsholtzia ciliata*		调查
唇形科	香薷属	高原香薷	*Elsholtzia feddei*		调查
唇形科	独一味属	独一味	*Lamiophlomis rotata*		调查
茄科	茄属	阳芋	*Solanum tuberosum*		调查
茄科	曼陀罗属	曼陀罗	*Datura stramonium*		调查
玄参科	玄参属	齿叶玄参	*Scrophularia dentata*		调查
玄参科	肉果草属	肉果草	*Lancea tibetica*		调查
玄参科	藏玄参属	藏玄参	*Oreosolen wattii*		调查
玄参科	马先蒿属	三角齿马先蒿	*Pedicularis triangularidens*		调查
玄参科	马先蒿属	西藏马先蒿	*Pedicularis tibetica*		调查
紫葳科	角蒿属	藏波罗花	*Incarvillea younghusbandii*		调查
紫葳科	角蒿属	黄波罗花	*Incarvillea lutea*		调查
列当科	列当属	列当	*Orobanche coerulescens*		调查
车前科	车前属	平车前	*Plantago depressa*		调查
忍冬科	忍冬属	岩生忍冬	*Lonicera rupicola*		调查
菊科	蒿属	艾	*Artemisia argyi*		调查
菊科	蒿属	猪毛蒿	*Artemisia scoparia*		调查
菊科	蒿属	黄花蒿	*Artemisia annua*		调查
菊科	蒿属	沙蒿	*Artemisia desertorum*		调查
菊科	蒿属	藏白蒿	*Artemisia younghusbandii*		调查
菊科	蒿属	冻原白蒿	*Artemisia stracheyi*		调查
菊科	苍耳属	苍耳	*Xanthium sibiricum*		调查
菊科	绢蒿属	高原绢蒿	*Seriphidium grenardii*		调查
菊科	鬼针草属	鬼针草	*Bidens pilosa*		调查
菊科	天名精属	高原天名精	*Carpesium lipskyi*		调查
菊科	旋覆花属	旋覆花	*Inula japonica*		调查
菊科	飞廉属	飞廉	*Carduus nutans*		调查
菊科	飞蓬属	多舌飞蓬	*Erigeron multiradiatus*		调查
菊科	蒲公英属	川甘蒲公英	*Taraxacum lugubre*		调查
菊科	蒲公英属	白花蒲公英	*Taraxacum leucanthum*		调查
菊科	千里光属	欧洲千里光	*Senecio vulgaris*		调查
菊科	蓟属	刺儿菜	*Cirsium setosum*		调查
菊科	鼠麴草属	拉萨鼠麴草	*Gnaphalium flavescens*		调查

科名	属名	中文种名	拉丁学名	保护级别	数据来源
菊科	香青属	木根香青	*Anaphalis xylorrhiza*		调查
菊科	香青属	尼泊尔香青	*Anaphalis nepalensis*		调查
菊科	香青属	西藏香青	*Anaphalis tibetica*		调查
菊科	紫菀属	星舌紫菀	*Aster asteroides*		调查
菊科	匹菊属	川西小黄菊	*Pyrethrum tatsienense*		调查
菊科	蚤草属	臭蚤草	*Pulicaria insignis*		调查
菊科	川木香属	美叶川木香	*Dolomiaea calophylla*		调查
眼子菜科	水麦冬属	海韭菜	*Triglochin maritimum*		调查
眼子菜科	眼子菜属	菹草	*Potamogeton crispus*		调查
眼子菜科	眼子菜属	眼子菜	*Potamogeton distinctus*		调查
眼子菜科	眼子菜属	浮叶眼子菜	*Potamogeton natans*		调查
眼子菜科	眼子菜属	篦齿眼子菜	*Potamogeton pectinatus*		调查
百合科	黄精属	独花黄精	*Polygonatum hookeri*		调查
百合科	独尾草属	独尾草	*Eremurus chinensis*		调查
百合科	葱属	太白韭	*Allium prattii*		调查
百合科	葱属	青甘韭	*Allium przewalskianum*		调查
百合科	葱属	粗根韭	*Allium fasciculatum*		调查
百合科	百合属	小百合	*Lilium nanum*		调查
百合科	天门冬属	西藏天门冬	*Asparagus tibeticus*		调查
灯心草科	灯心草属	展苞灯心草	*Juncus thomsonii*		调查
禾本科	画眉草属	黑穗画眉草	*Eragrostis nigra*		调查
禾本科	羊茅属	羊茅	*Festuca ovina*		调查
禾本科	芨芨草属	芨芨草	*Achnatherum splendens*		调查
禾本科	狗尾草属	狗尾草	*Setaria viridis*		调查
禾本科	芦苇属	芦苇	*Phragmites australis*		调查
禾本科	针茅属	针茅	*Stipa capillata*		调查
禾本科	针茅属	短花针茅	*Stipa breviflora*		调查
禾本科	针茅属	紫花针茅	*Stipa purpurea*		调查
禾本科	狼尾草属	中亚百草	*Pennisetum centrasiaticum*		调查
禾本科	狼尾草属	白草	*Pennisetum centrasiaticum*		调查
禾本科	扁芒草属	扁芒草	*Danthonia schneideri*		调查
禾本科	鹅观草属	梭罗草	*Roegneria thoroldiana*		调查
禾本科	野青茅属	藏野青茅	*Deyeuxia tibetica*		调查
禾本科	三毛草属	穗三毛	*Trisetum spicatum*		调查
禾本科	赖草属	赖草	*Leymus secalinus*		调查
禾本科	固沙草属	固沙草	*Orinus thoroldii*		调查
禾本科	披碱草属	老芒麦	*Elymus sibiricus*		调查

科名	属名	中文种名	拉丁学名	保护级别	数据来源
禾本科	披碱草属	黑紫披碱草	*Elymus atratus*		调查
禾本科	早熟禾属	西藏早熟禾	*Poa tibetica*		调查
禾本科	早熟禾属	高原早熟禾	*Poa alpigena*		调查
禾本科	芒须草属	西藏须芒草	*Andropogon munroi*		调查
禾本科	大麦属	青裸	*Hordeum vulgare* var. *nudum*		调查
禾本科	小麦属	普通小麦	*Triticum aestivum*		调查
天南星科	天南星属	黄苞南星	*Arisaema flavum*		调查
莎草科	荸荠属	具刚毛荸荠	*Heleocharis valleculosa* f. *setosa*		调查
莎草科	藨草属	荆三棱	*Scirpus yagara*		调查
莎草科	藨草属	水葱	*Scirpus validus*		调查
莎草科	薹草属	藏北薹草	*Carex satakeana*		调查
莎草科	嵩草属	藏北嵩草	*Kobresia littledalei*		调查
莎草科	嵩草属	高原嵩草	*Kobresia pusilla*		调查
莎草科	嵩草属	喜马拉雅嵩草	*Kobresia royleana*		调查
莎草科	嵩草属	高山嵩草	*Kobresia pygmaea*		调查

附录 3　评价区内有分布的高等动物名录

纲	目	科	中文种名	拉丁学名	保护级别	数据来源
鸟纲	鹤形目	鹤科	黑颈鹤	*Grus nigricollis*	I	调查
鸟纲	雁形目	鸭科	赤麻鸭	*Tadorna ferruginea*		调查
鸟纲	雁形目	鸭科	斑头雁	*Anser indicus*	自治区II级	调查
鸟纲	雁形目	鸭科	普通秋沙鸭	*Mergus merganser*		调查
鸟纲	雁形目	鸭科	绿头鸭	*Anas platyrhynchos*		调查
鸟纲	雁形目	鸭科	斑嘴鸭	*Anas zonorhyncha*		调查
鸟纲	雁形目	鸭科	红头潜鸭	*Aythya ferina*		调查
鸟纲	鸡形目	雉科	高原山鹑	*Perdix hodgsoniae*		调查
鸟纲	鸡形目	雉科	藏马鸡	*Crossoptilon harmani*	II	访问
鸟纲	鸡形目	雉科	*雉鸡*	*Phasianus colchicus*	自治区II级	访问
鸟纲	鸻形目	鹮嘴鹬科	*鹮嘴鹬*	*Ibidorhyncha struthersii*		调查
鸟纲	鸻形目	鹬科	*红脚鹬*	*Tringa totanus*		调查
鸟纲	鸻形目	鸻科	凤头麦鸡	*Vanellus vanellus*		调查
鸟纲	鸻形目	鸥科	渔鸥	*Larus ichthyaetus*		调查
鸟纲	鸻形目	鸥科	棕头鸥	*Lurus brynnicephalus*		调查
鸟纲	鸻形目	鹬科	林鹬	*Tringa glareola*		调查
鸟纲	鹬鹛目	鹬鹛科	凤头鹬鹛	*Podiceops cristatus*		调查
鸟纲	鹬鹛目	鹬鹛科	小*鹬鹛*	*Tachybaptus ruficollis*		调查
鸟纲	戴胜目	戴胜科	戴胜	*Upupa epops*		调查
鸟纲	隼形目	鹰科	白肩雕	*Aquila heliaca*	I	调查
鸟纲	隼形目	鹰科	高山兀鹫	*Gyps himalayensis*	II	调查
鸟纲	隼形目	鹰科	金雕	*Aquila chrysaeto*	I	调查
鸟纲	隼形目	鹰科	大鵟	*Beteo hemilasius*	II	调查
鸟纲	隼形目	隼科	猎隼	*Falcon cherrug*	II	调查
鸟纲	隼形目	隼科	红隼	*Falcon tinnunculus*	II	调查
鸟纲	鸮形目	鸱鸮科	*纵纹腹小鸮*	*Athene noctus*		调查
鸟纲	鸽形目	鸠鸽科	火斑鸠	*Streptopelia tranquebarica*		调查
鸟纲	鸽形目	鸠鸽科	岩鸽	*Columba rupestris*		调查
鸟纲	鸽形目	鸠鸽科	山斑鸠	*Streptopelia orientali*		调查
鸟纲	鸽形目	鸠鸽科	雪鸽	*Columba leuconota*		调查
鸟纲	鸽形目	鸠鸽科	原鸽	*Columba livia*		调查
鸟纲	鹃形目	杜鹃科	大杜鹃	*Cuculus canoru*		调查
鸟纲	鹃形目	杜鹃科	小杜鹃	*Cuculus poliocephalus*		调查
鸟纲	雀形目	燕科	崖沙燕	*Riparia riparia*		调查

纲	目	科	中文种名	拉丁学名	保护级别	数据来源
鸟纲	雀形目	燕科	岩燕	*Hirundo rupestris*		调查
鸟纲	雀形目	鹡鸰科	白鹡鸰新疆亚种	*Motacilla alba personata*		调查
鸟纲	雀形目	鹡鸰科	黄鹡鸰	*Motacilla flava*		调查
鸟纲	雀形目	麻雀科	树麻雀	*Passer montanus*		调查
鸟纲	雀形目	麻雀科	山麻雀	*Passer rutilans*		调查
鸟纲	雀形目	山雀科	褐背拟地鸦	*Pseudopodoces humilis*		调查
鸟纲	雀形目	山雀科	大山雀	*Parus major*		调查
鸟纲	雀形目	山雀科	煤山雀	*Periparus ater*		调查
鸟纲	雀形目	鸦科	大嘴乌鸦	*Corvus macrorhynchos*		调查
鸟纲	雀形目	鸦科	黄嘴山鸦	*Pyrrhocorax graculus*		调查
鸟纲	雀形目	鸦科	小嘴乌鸦	*Corvus corone*		调查
鸟纲	雀形目	鸦科	喜鹊	*Pica pica*		调查
鸟纲	雀形目	鸦科	松鸦	*Garrulus glandarius*		调查
鸟纲	雀形目	鸲科	北红尾鸲	*Phoenicurus auroreus*		调查
鸟纲	雀形目	鸲科	赭红尾鸲	*Phoenicurus ochruros*		调查
鸟纲	雀形目	鸲科	白喉红尾鸲	*Phoenicurus schisticeps*		调查
鸟纲	雀形目	鸲科	白顶溪鸲	*Chaimarrornis leucocephalus*		调查
鸟纲	雀形目	鸲科	紫啸鸫	*Myophonus caeruleus*		调查
鸟纲	雀形目	鸲科	灰头鸫	*Turdus rubrocanus*		调查
鸟纲	雀形目	鹟科	小燕尾	*Enicurus scouleri*		调查
鸟纲	雀形目	鹟科	锈胸蓝姬鹟	*Ficedula hodgsonii*		调查
鸟纲	雀形目	鹟科	灰蓝姬鹟	*Ficedula tricolor*		调查
鸟纲	雀形目	百灵科	凤头百灵	*Galerida cristata*		调查
鸟纲	雀形目	百灵科	小云雀	*Alauda gulgula*		调查
鸟纲	雀形目	百灵科	角百灵	*Eremophila alpestris*		调查
鸟纲	雀形目	河乌科	褐河乌	*Cinclus pallasii*		调查
鸟纲	雀形目	莺科	黄腹柳莺	*Phylloscopus affinis*		调查
鸟纲	雀形目	莺科	褐柳莺	*Phylloscopus fuscatus*		调查
鸟纲	雀形目	戴菊科	戴菊	*Regulus regulus*		调查
鸟纲	雀形目	燕雀科	白眉朱雀	*Carpodacus dubius*		调查
鸟纲	雀形目	燕雀科	高山岭雀	*Leucosticte brandti*		调查
鸟纲	雀形目	燕雀科	普通朱雀	*Carpodacus erythrinus*		调查
鸟纲	雀形目	燕雀科	林岭雀	*Leucosticte nemoricola*		调查
鸟纲	雀形目	燕雀科	大朱雀	*Carpodacus rubicilla*		调查
鸟纲	雀形目	燕雀科	黄嘴朱顶雀	*Linaria flavirostris*		调查
鸟纲	雀形目	燕雀科	红眉朱雀	*Carpodacus davidianus*		调查
鸟纲	雀形目	燕雀科	拟大朱雀	*Carpodacus rubicilloides*		调查
鸟纲	雀形目	鹪鹩科	鹪鹩	*Troglodytes troglodytes*		调查
鸟纲	雀形目	山椒鸟科	长尾山椒鸟	*Pericrocotus ethologus*		调查

纲	目	科	中文种名	拉丁学名	保护级别	数据来源
鸟纲	雀形目	伯劳科	灰背伯劳	*Lanius tephronotus*		调查
鸟纲	雀形目	伯劳科	棕背伯劳	*Lanius schac*		调查
鸟纲	雀形目	画眉科	大噪鹛	*Garrulax maximus*		调查
鸟纲	雀形目	画眉科	橙翅噪鹛	*Garrulax elliotii*		调查
鸟纲	雀形目	画眉科	大草鹛	*Babax waddell*		调查
鸟纲	雀形目	鹀科	藏鹀	*Emberiza koslowi*		调查
鸟纲	雀形目	旋壁雀科	红翅旋壁雀	*Tichodroma muraria*		调查
哺乳纲	偶蹄目	麝科	马麝	*Moschus chrysogaster*	I	访问
哺乳纲	偶蹄目	牛科	岩羊	*Pseudois nayaur*	II	访问
哺乳纲	偶蹄目	鹿科	白唇鹿	*Gervus albirostris*	I	访问
哺乳纲	兔形目	鼠兔科	灰鼠兔	*Ochotona roylei*		调查
哺乳纲	兔形目	鼠兔科	灰尾兔	*Lepus oiostolus*		调查
哺乳纲	兔形目	兔科	高原兔	*Lepus oiostolus*		调查
哺乳纲	啮齿目	松鼠科	喜马拉雅旱獭	*Marmota himalayana*		调查
哺乳纲	啮齿目	鼠科	褐家鼠	*Rattus norvegicus*		调查
哺乳纲	啮齿目	仓鼠科	普通田鼠	*Microtus arvalis*		调查
哺乳纲	食肉目	犬科	藏狐	*Vulpes ferrilata*	自治区II级	调查
哺乳纲	食肉目	犬科	狼	*Canis lupus*		访问
哺乳纲	食肉目	鼬科	黄鼬	*Mustela sibirica*	自治区I级	访问
哺乳纲	食肉目	熊科	棕熊	*Ursus arctos*	II	访问
哺乳纲	鼩形目	鼩鼱科	山地文背鼩鼱	*Sorexbedfordiae*		调查
哺乳纲	鼩形目	鼩鼱科	巨爪鼩鼱	*Soriculusnigrescens*		调查
两栖纲	无尾目	蛙科	高山蛙	*Altirana parkeri*		调查
两栖纲	无尾目	锄足蟾科	西藏齿突蟾	*Scutiger boulengeri*		调查
两栖纲	无尾目	锄足蟾科	林芝齿突蟾	*Scutigernyingchiensis*		调查
爬行纲	蜥蜴目	鬣蜥科	西藏沙蜥	*Phrynocephalus theobaldi*		调查
爬行纲	蜥蜴目	壁虎科	西藏裸趾虎	Cyrtodactylus tibetanus		调查
爬行纲	蜥蜴目	石龙子科	拉达克滑蜥	*Scincella ladacense*		资料
爬行纲	蜥蜴目	蜥蜴科	喜山鬣蜥	*Agama himalayan*		调查
爬行纲	蜥蜴目	鬣蜥科	红尾沙蜥	*Phrynocephalus erythrurus*		调查

附录 4　评价区浮游植物名录

门	种类	拉丁名
硅藻门 Bacillariophyta	变异直链藻	*Melosira varians*
	美丽星杆藻	*Asterionella Formosa*
	弯形弯楔藻	*Rhoicosphenia curvata*
	广缘小环藻	*Cyclotella bodanica*
	具星小环藻	*C. stelligera*
	细布纹藻	*Gyrosigma kÜtzingii*
	披针桥弯藻	*C. laneolata*
	偏肿桥弯藻	*C. ventricosa*
	纤细桥弯藻	*C. gracilis*
	膨胀桥弯藻	*C. tumida*
	胡斯特桥弯藻	*C. hustedtii*
	圆舟形藻	*Navicula placentula*
	椭圆舟形藻	*N. xchonfeldii*
	长圆舟形藻	*N. oblonga*
	系带舟形藻	*N. cincta*
	尖头舟形藻	*N. cuspidada*
	尖头舟形藻凸顶变种	*N. cuspidada var. ambigua*
	矮小辐节藻	*S. pygmaea*
	尖辐节藻	*S. acuta*
	卵圆双眉藻	*Amphora ovalis*
	扁圆卵形藻	*Cocconeis placentula*
	钝脆杆藻	*Fragilaria capucina*
	克洛脆杆藻	*F. crotonensis*
	变异脆杆藻	*F. virescens*
	脆杆藻	*F. sp.*
	尖针杆藻	*Synedra acus*
	菱头针杆藻	*S. capitata*
	肘状针杆藻	*S. ulna*
	近缘针杆藻	*S. affinis*
	绒毛平板藻	*Tabellaria flocculasa*
	谷皮菱形藻	*Nitzschia paiea*
	双尖菱板藻	*Hantzschia amphioxys*
	椭圆波缘藻	*Cymatopleura elliptica*
	长等片藻	*Diatoma elongatum*
	普通等片藻	*D. vulgare*
	中间异极藻	*Gomphonema intricatum*
	缢缩异极藻	*G. constrictum*
	粗壮双菱藻	*Surirella robusta*
	线形双菱藻	*S. linearis*
	梅尼小环藻	*Cyclotella meneghiniana*
	近缘桥弯藻	*Cymbella aequalis*
	细小桥弯藻	*Cymbella pusilla*
	简单舟形藻	*Navicula simplex*
	放射舟形藻	*Navicula radiosa*

门	种类	拉丁名
	瞳孔舟形藻	*Navicula pupula*
	缢缩异极藻头状变种	*Gomphonema constrictum var.capitatum*
	塔形异极藻	*Gomphonema turris*
	纤细异极藻	*Gomphonema gracile*
	肘状针杆藻窄变种	*Synedra ulna var. contracta*
	双头菱形藻	*Nitzschia amphibia*
	大羽纹藻	*Pinnularia maior*
	双头辐节藻	*Stauroneis anceps*
	篦形短缝藻	*Eunotia pectinalis*
	强壮短缝藻	*Eunotia valida*
	颗粒直链藻	*Melosira granulata*
	螺旋双菱藻	*S. spiralis*
绿藻门 Chlorophyta	团藻	*Volvox sp*
	整齐盘星藻	*Pediastrum integrum*
	短棘盘星藻	*P. boryanum*
	小球藻	*Chlorella vulgaris*
	小椿藻	*Characiopsis sp.*
	集星藻	*Actinastrum hantzschii*
	简单衣藻	*Chlamydomonas simplex*
	梭形鼓藻	*Netrium sp.*
蓝藻门 Cyanophyta	色球藻	*Chroococcus sp.*
	优美平列藻	*Merismopedia elegans*
	针状蓝纤维藻	*Dactylococcopsis acicularis*
	单歧藻	*Tolypothrix sp.*
	巨颤藻	*Oscillatoria princeps*
	美丽颤藻	*O. formosa*
	小席藻	*Phormidium tenus*
	湖生束球藻	*Gomphosphaeria lacustris*
	清净颤藻	*O.sancta*
甲藻门 Pyrrophyta	裸甲藻	*Gymnodinium aeruginosum*
	飞燕角甲藻	*Ceratium hirundinella*
隐藻门 Cryptophyta	卵形隐藻	*Cryptomonas ovata*
	啮蚀隐藻	*C. erosa*
	尖尾篮隐藻	*Chroomonas acuta*
金藻门 Chrysophyta	分歧锥囊藻	*Dinobryon divergens*

附录 5 评价区浮游动物名录

门	种
原生动物	盘状表壳虫 *Arcella discoides*
	多孔表壳虫 *A. polypore*
	单核表壳虫 *A. atava*
	圆滑表壳虫 *A. rotundata*
	表壳虫 *A.* sp.
	长圆砂壳虫 *D. oblonga oblonga*
	砾静水砂壳虫 *D. hydrostatica lithophita*
	片口砂壳虫 *D. lobostoma*
	拱砂壳虫 *D. amphora*
	褐砂壳虫 *D. avellana*
	针棘匣壳虫 *Centropyxis aculeata*
	圆口无棘匣壳虫 *C. ecornis leidyi*
	无棘匣壳虫 *C. ecornis*
	扁平网匣壳虫 *C. cassis compressa*
	旋匣壳虫 *C. aerophila aerophila*
	三角匣壳虫 *C. triangularis*
	表壳圆壳虫 *Cyclopyxis arcellodes*
	圆口小口圆壳虫 *C. kahli cyclostoma*
	半球法帽虫 *Phryganella hemisphaerica*
	斜口虫 *Enchelys* sp.
	斜齿虫 *Enchelyodon* sp.
	喇叭虫 *Stentor* sp.
	斜管虫 *Chilodonella* sp.
	球形砂壳虫 *Difflugia globulosa*
	湖沼砂壳虫 *Difflugia limnetica*
	节盖虫 *Opercularia articulata*
	绿急游虫 *Strombidium viride*
	月形刺胞虫 *Acanthocystis erinaceus*
	钟虫 *Vorticella* sp.
	小口钟虫 *Vorticella microstoma*
	盘状匣壳虫 *Centropyxis discoides*
	小筒壳虫 *Tintinnidium pusillum*

门	种
轮虫	西藏叶轮虫 *N. tibetica* sp. nov
	凸背巨头轮虫 *Cephalodella gibba*
	壶状臂尾轮虫 *Brachionus urceus*
	舞跃无柄轮虫 *Accomorpha saltans*
	污前翼轮虫 *Proales sordida*
	探索前翼轮虫 *Proales decipiens*
	小前翼轮虫 *Proales minima*
	红眼旋轮虫 *Philodina erythrophthalma*
	钩状狭甲轮虫 *Colurella uncinata*
	爱德里亚狭甲轮虫 *Colurella adriatica*
	弯趾椎轮虫 *Notommata cyrtopus*
	小巨头轮虫 *Cephalodella exigua*
	刺簇多肢轮虫 *Polyarthra trigla*
枝角类	枝角类幼虫 *Cladocera sp.*

附录 6 评价区底栖动物名录

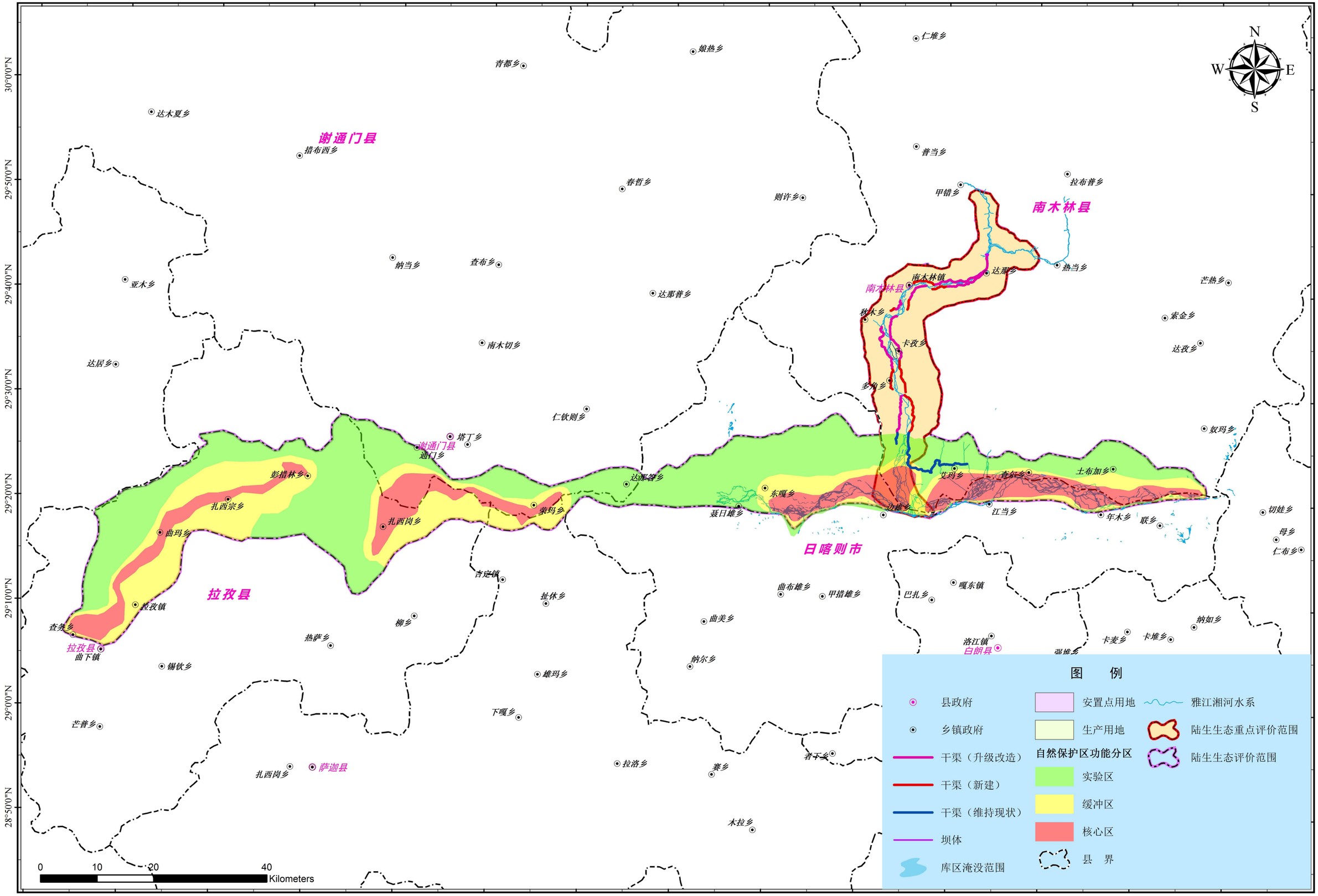
纲	目	种(属)类
昆虫纲 Insecta	双翅目 Diptera	三尖摇蚊 *Tribelos* sp.
		真开氏摇蚊 *Eukiefferiella* sp.
		摇蚊 *Chironomus* sp.
		黑内摇蚊 *Endochironomus nigricas*
		菱跗摇蚊 *Clinotanypus* sp.
		前突摇蚊 *Procladius* sp.
		粗腹摇蚊 *Pelopia* sp.
		花翅大蚊 *Hexatoma* sp.
		大蚊 Tipulidae
		蒙蚊 Ceratopogonidae
		水虻 *Stratiomyia*
	蜉蝣目 Ephemeroptera	蜉蝣 Ephemeridae
		短丝蜉蝣 *Siphluriscus* sp.
		扁蜉 Heptagenidae
		高翔蜉 *Epeorus* sp.
		二尾蜉 *Siphlonurus* sp.
	毛翅目 Trichoptera	纹石蚕 *Hydropsyche*
	襀翅目 Plecoptera	冬石蝇 *Taneiopterygidae*
腹足纲 Gastropoda	基眼目 Basommatophora	耳萝卜螺 *Radix auricularia*（Linnaeus）
		扁卷螺 Planorbidae

附录 7 评价区水生维管束植物名录

科	属	种
蓼科 Polygonuacaeae	酸模属 Rumex L.	小酸模 *Rumex acetosella* L.
	蓼属 Polygonum L.	水蓼 *Polygonum hydropiper* L.
		蓼子草 *Polygonum criopolitanum* Hance
		两栖蓼 *Polygonum amphibinm* L.
柽柳科 Tamaricaceae	水柏枝属 Myricaria Desv.	小苞水柏枝 *Myricaria wardii* L.
禾本科 Gramineae	菌草属 Beekmannia Host	菌草 *Beckmannia erucaeformis* (L.)
	狼尾草属 Pennisetum Rich	白草 *Pennisetum flaccidum* Griseb.
灯心草科 Juncaceae	灯心草属 Juncus L.	展包灯心草 *Juncus thomsoniiBuchenau*
毛茛科 Ranunculaceae	水毛茛属 Batrachium S. F. Gray	黄花水毛 *Batrachium flavidum* Hand. -Mazz.
		浮毛茛 *Ranunculus natans C. A. Meyer*
	毛茛属 Ranunculus L	西南毛茛 *Ranunculus ficariifolius levl. Et*
玄参科 Scrophuhrhceae	石龙尾属 Sessiliflora Blume	匍匐石龙尾 *Limnophila repens*
	婆婆纳属 Veronica Linn.	水苦荬 *Veronica undulata wall.*
眼子菜科 Potamogetonaceae	眼子菜属 Potamogeton L.	穿叶眼子菜 *Potamogeton perfoliatus* L.
		丝叶眼子菜 *P. filiformis* Pers
	水麦冬属 Triglochin Linn	水麦冬 *Triglochin palustre Linn*
藜科 Chenopodiaceae	藜属 Chenopodium L.	藜 *Chenopodium album* L
莎草科 Cyperaceae	嵩草属 Kobresia Willd	嵩草 *Kobresia myosuroides*

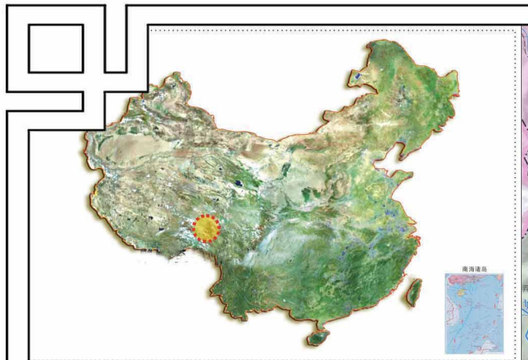
附录 8 评价区土著鱼类名录

目	科	亚科	属	种名
鲤形目	鲤科	裂腹鱼亚科	裂腹鱼属	拉萨裂腹鱼 *Schizothorax waltoni*
				巨须裂腹鱼 *Schizothorax macropogon*
				异齿裂腹鱼 *Schizothorax oconnori*
			叶须鱼属	双须叶须鱼 *Ptychobarbus dipogon*
			裸鲤属	尖裸鲤 *Oxygymnocypris stewarti*
			裸裂尻鱼属	拉萨裸裂尻鱼 *Schizopygopsis younghusbandi*
	鳅科	条鳅亚科	高原鳅属	细尾高原鳅 *Triplophysa stenura*
				短尾高原鳅 *T.brevicauda*
				异尾高原鳅 *T.stewarti*
				斯氏高原鳅 *T. stoliczkae*
鲇形目	鮡科	原鮡属		黑斑原鮡 *Glyptosternum maculatum*



附图1-1　生态影响评价区与雅江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区（日喀则片区）功能分区位置关系图

附图 2-1 西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程位置示意图



▲ 项目在中国的位置



▲ 项目在西藏的位置

维持现状灌渠

西藏湘河水利枢纽及配套灌区工程

南木林县简介

南木林县地处西藏中南部，面积8 113平方公里，人口7.2万，辖1镇16乡150个行政村。

该县属高原山地地貌，北高南低，海拔在3 790-4 950之间。属高原温带半干旱季风气候区，年日照时数2 928小时，年降水量350-400毫米。自然灾害有霜、旱、洪、雪、虫、雹、风等。

矿藏资源有煤、铜、瓷土、油页岩、泥炭等。野生动植物有獐子、狼、熊、野牛、黄羊、黑颈鹤、贝母、虫草等。

本县是半农半牧经济。农作物有青稞、小麦、豌豆、油菜。以饲养牦牛、犏牛、黄牛、绵羊、山羊、马、驴为主。

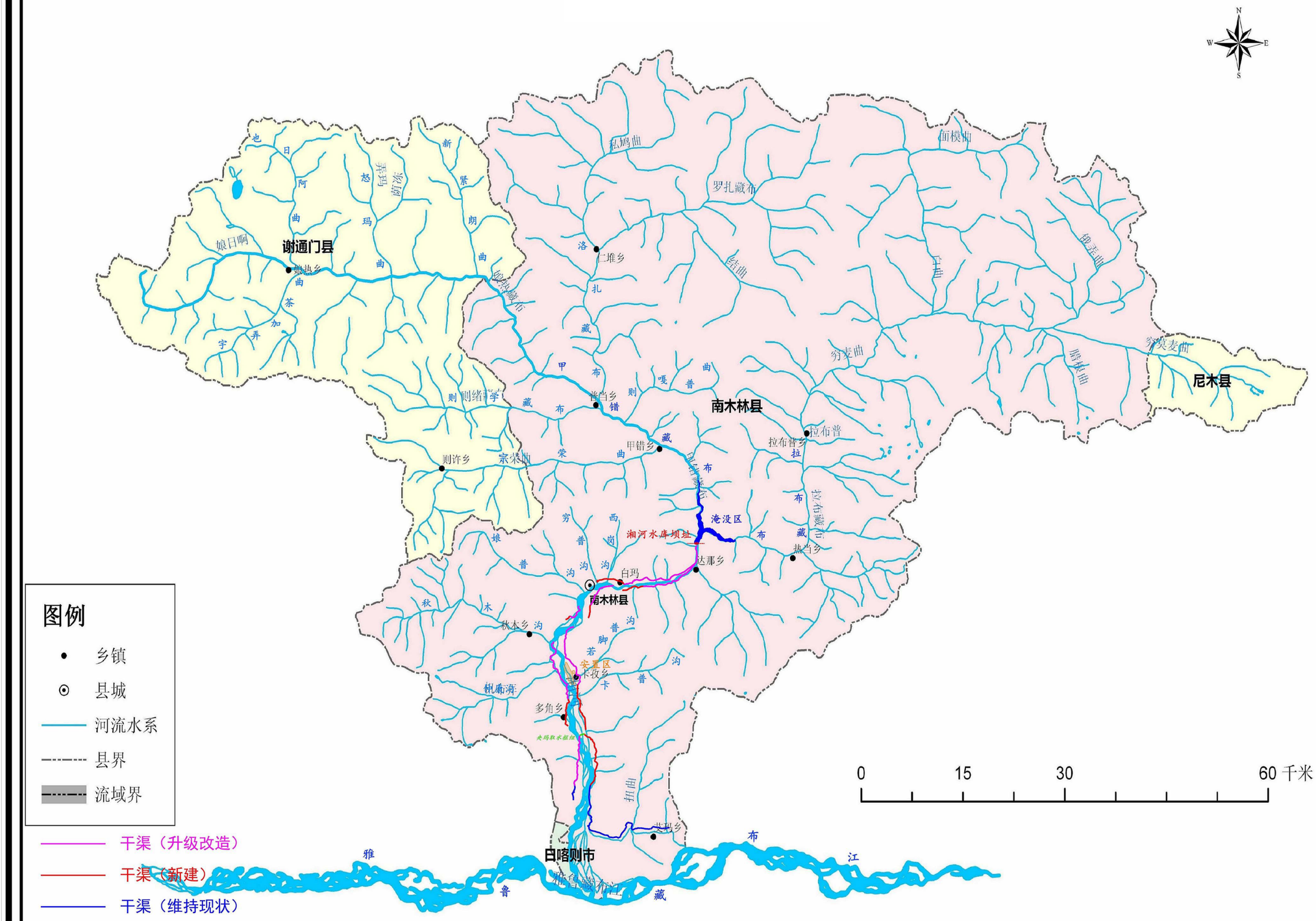
南木林县的民族手工业历史悠久，独具特色。

境内较为著名的寺庙有甘典曲

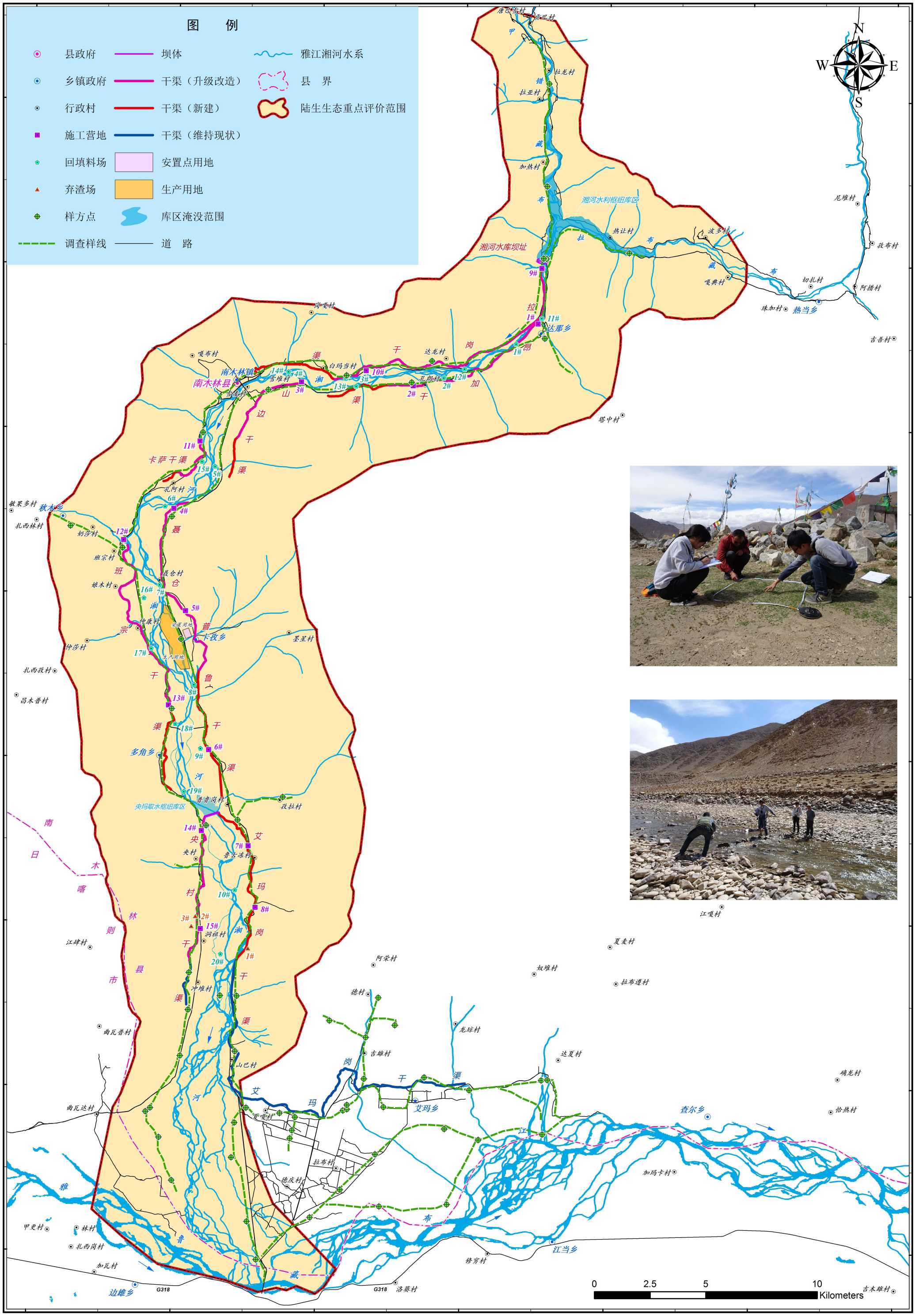
南木林在西藏的位置

图例

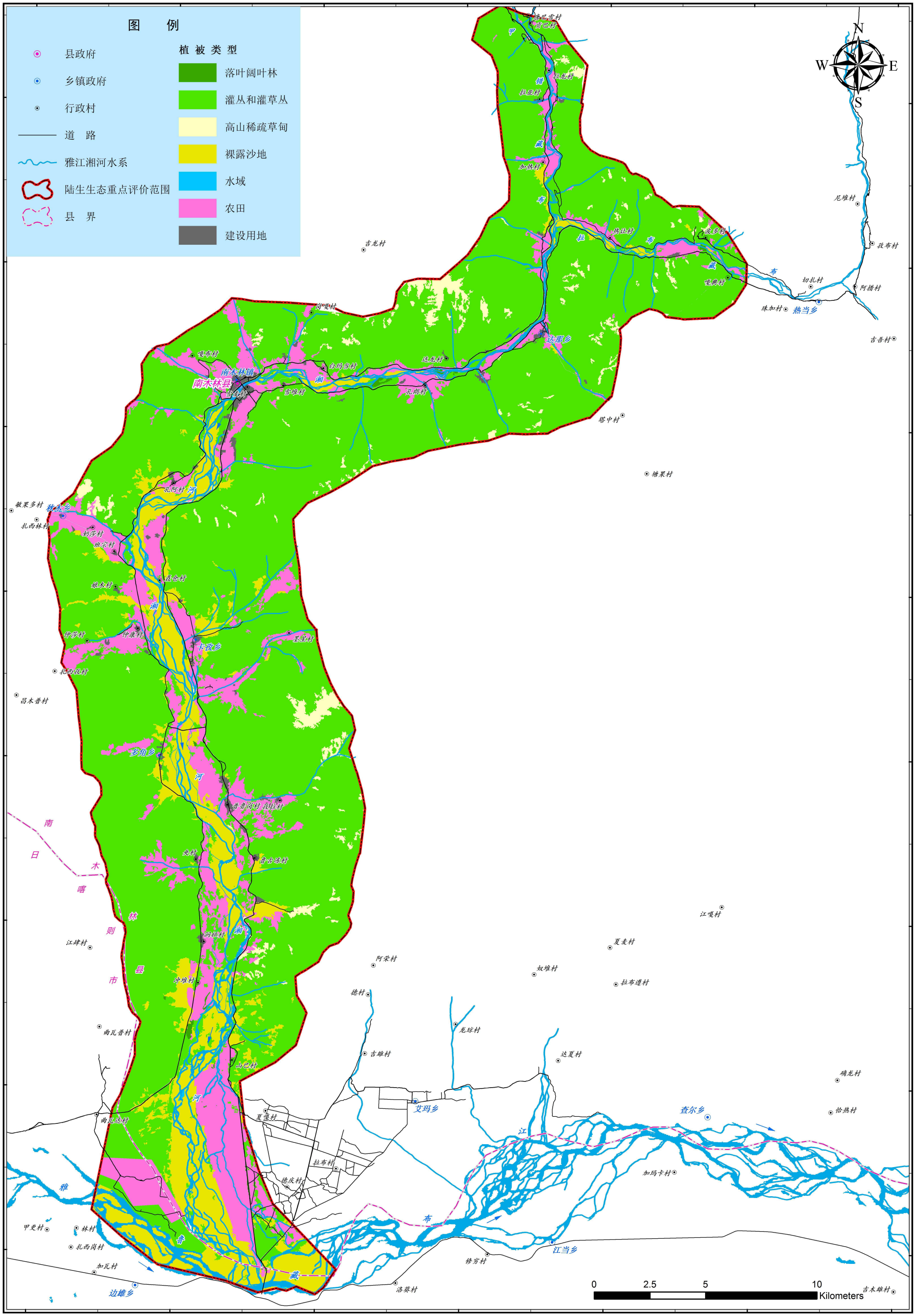
比例尺 1:17



附图3-1　工程所在区域（湘河流域）地表水系分布图



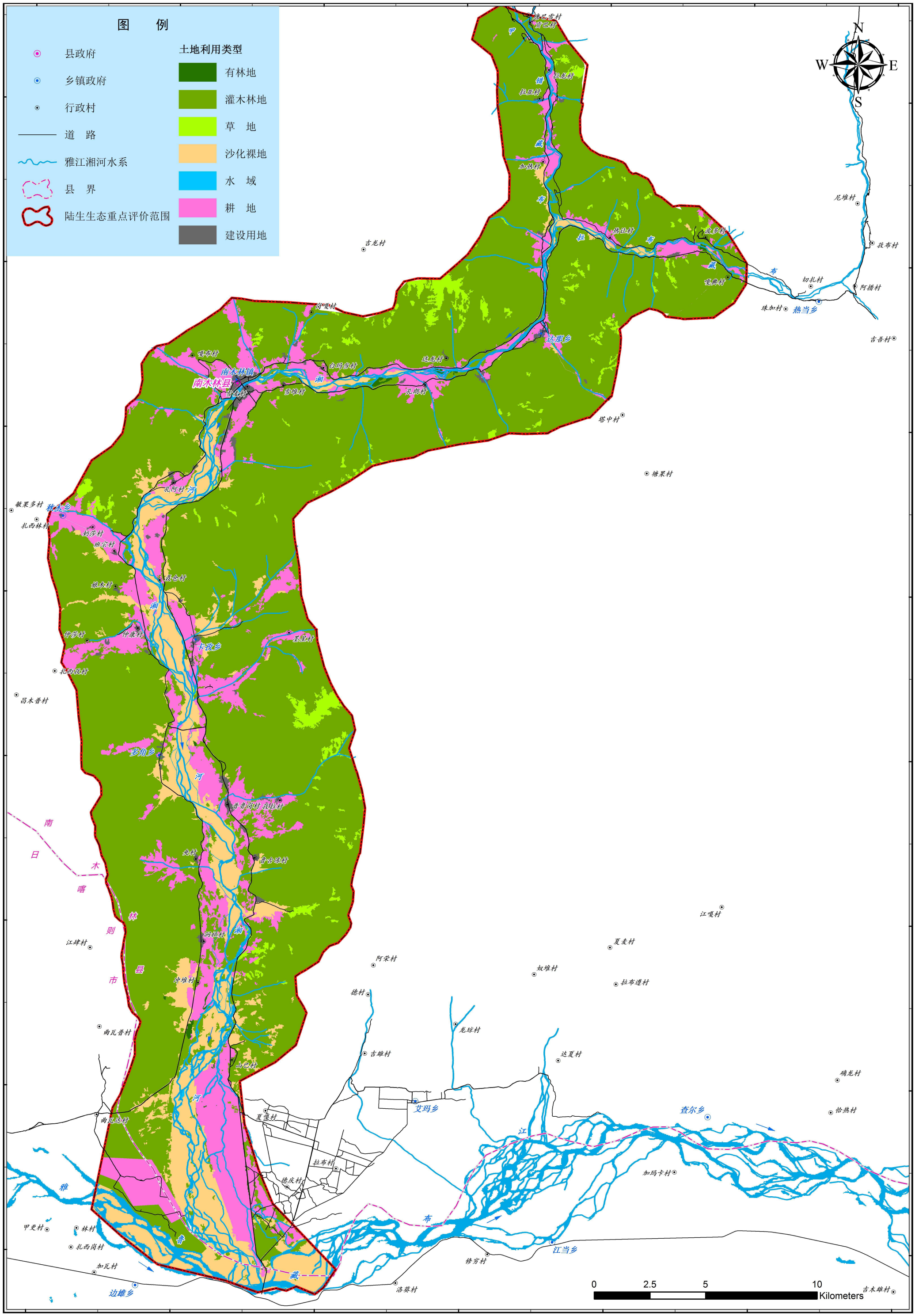
附图3-2　工程陆生生态重点评价区生态调查样线、样方分布图



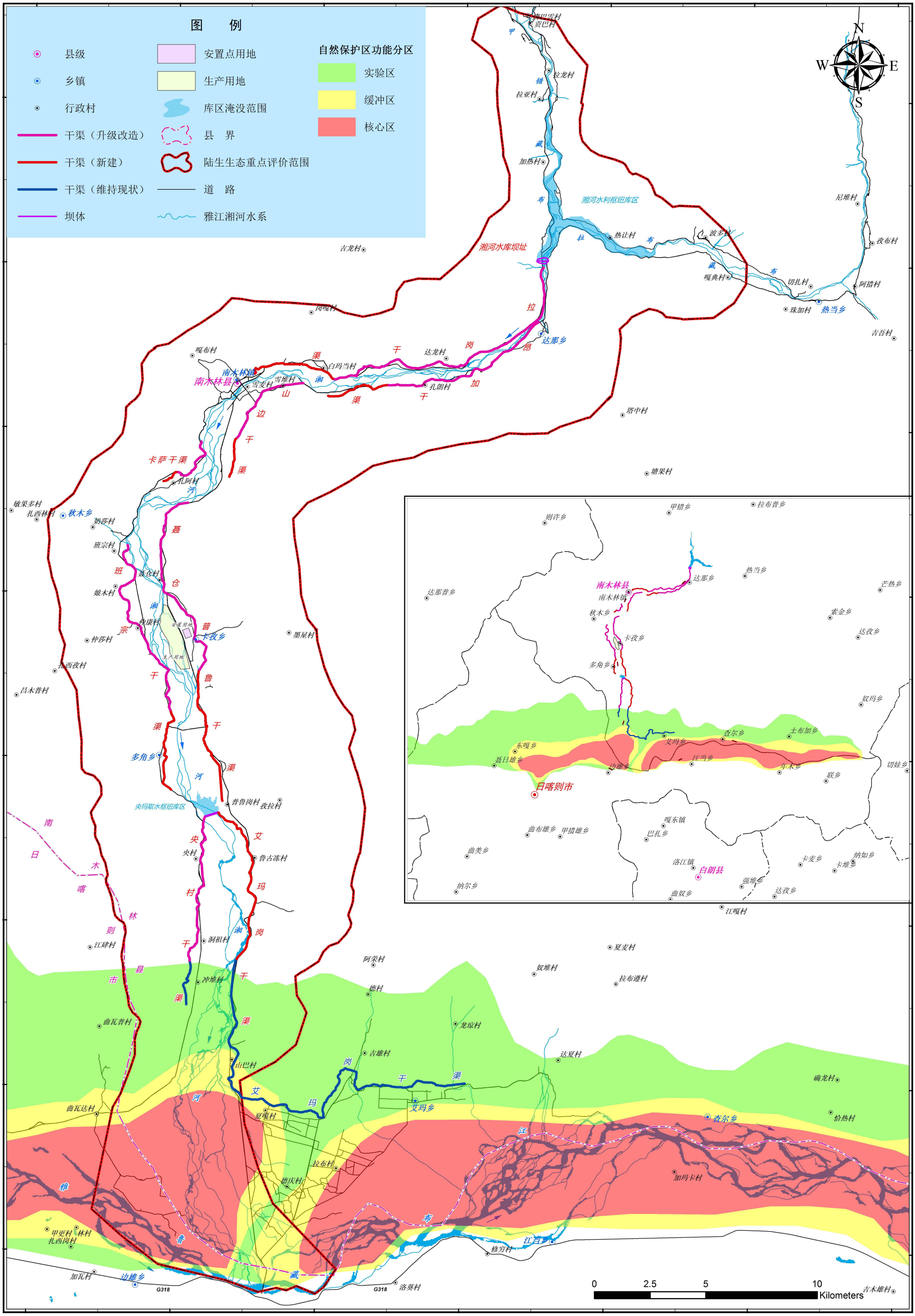
附图3-3　工程陆生生态重点评价区植被类型分布图（工程建设前）



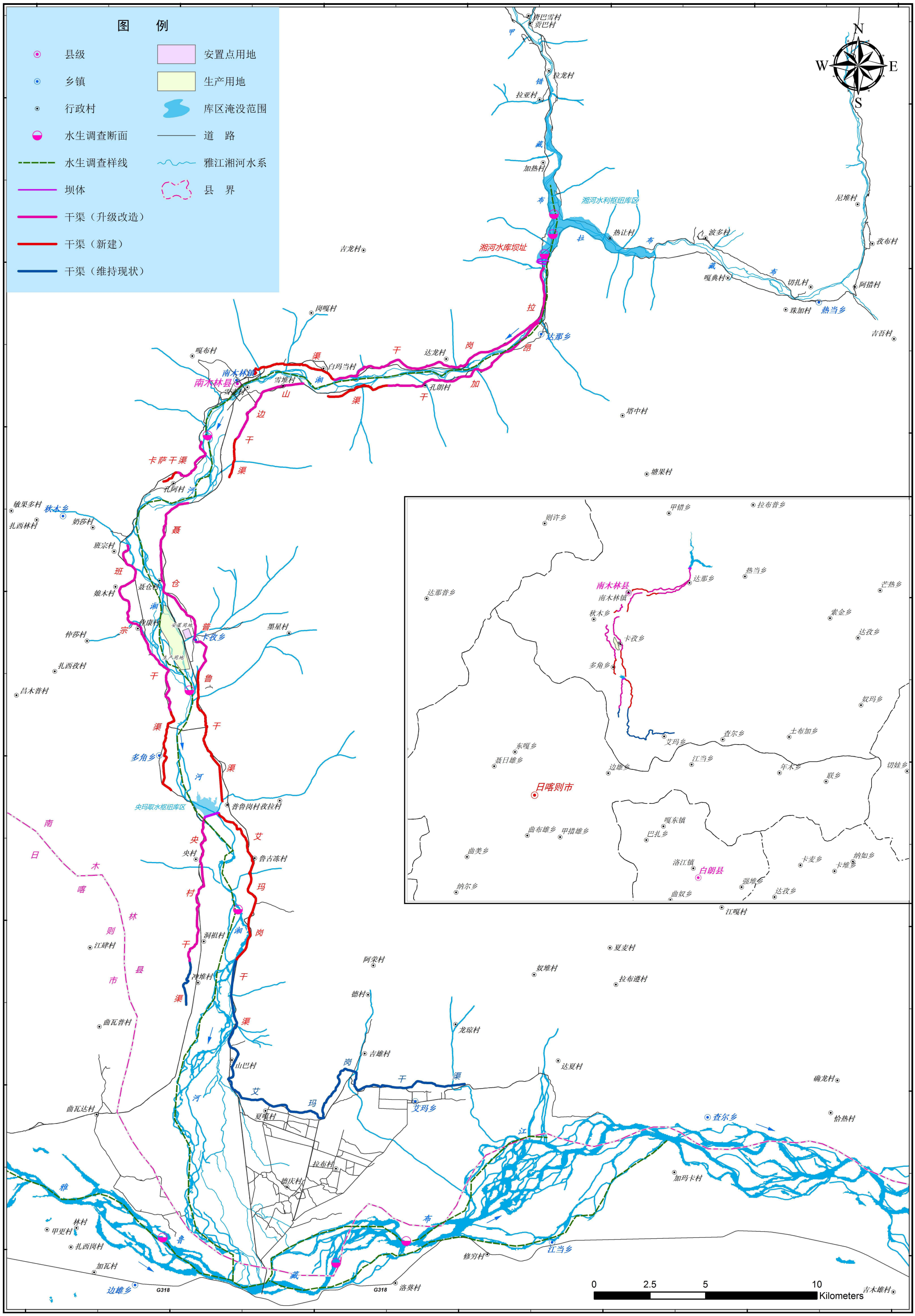
附图3-4　工程陆生生态重点评价区珍稀濒危物种分布图



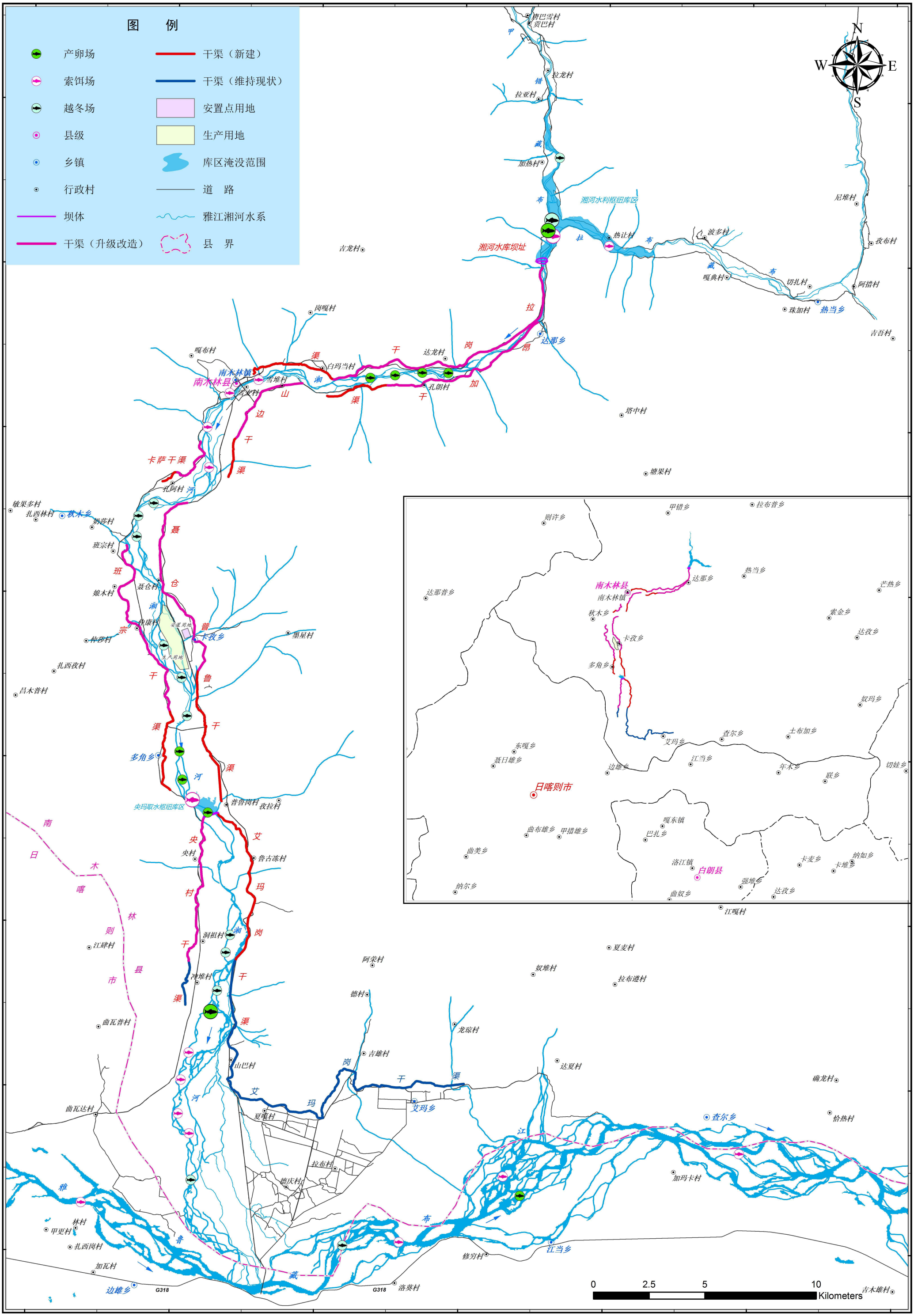
附图3-5　工程陆生生态重点评价区土地利用类型分布图（工程建设前）



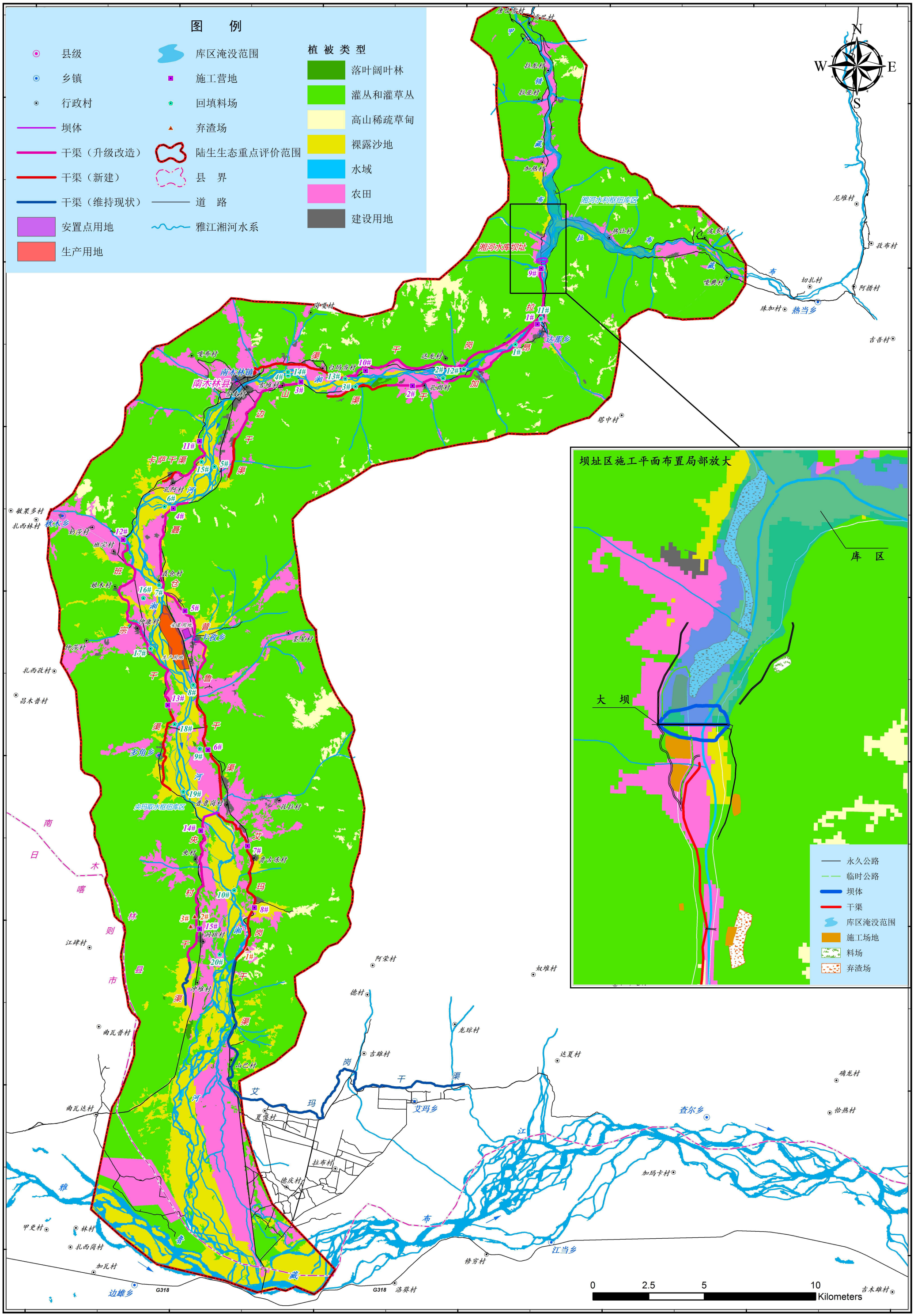
附图3-6　工程与雅江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区（日喀则片区）功能分区位置关系图



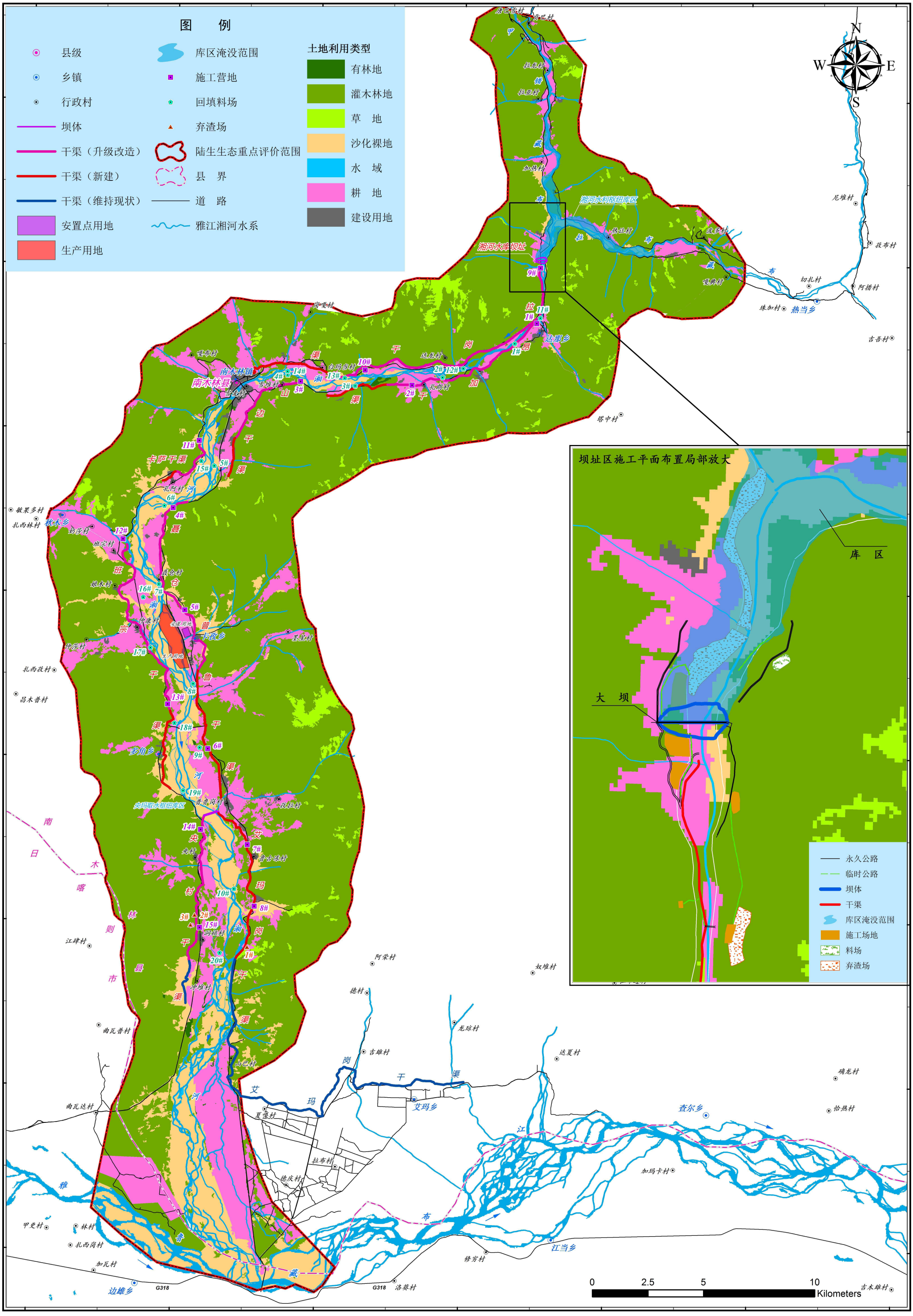
附图3-7 工程评价区水生生态调查路线及监测断面分布图



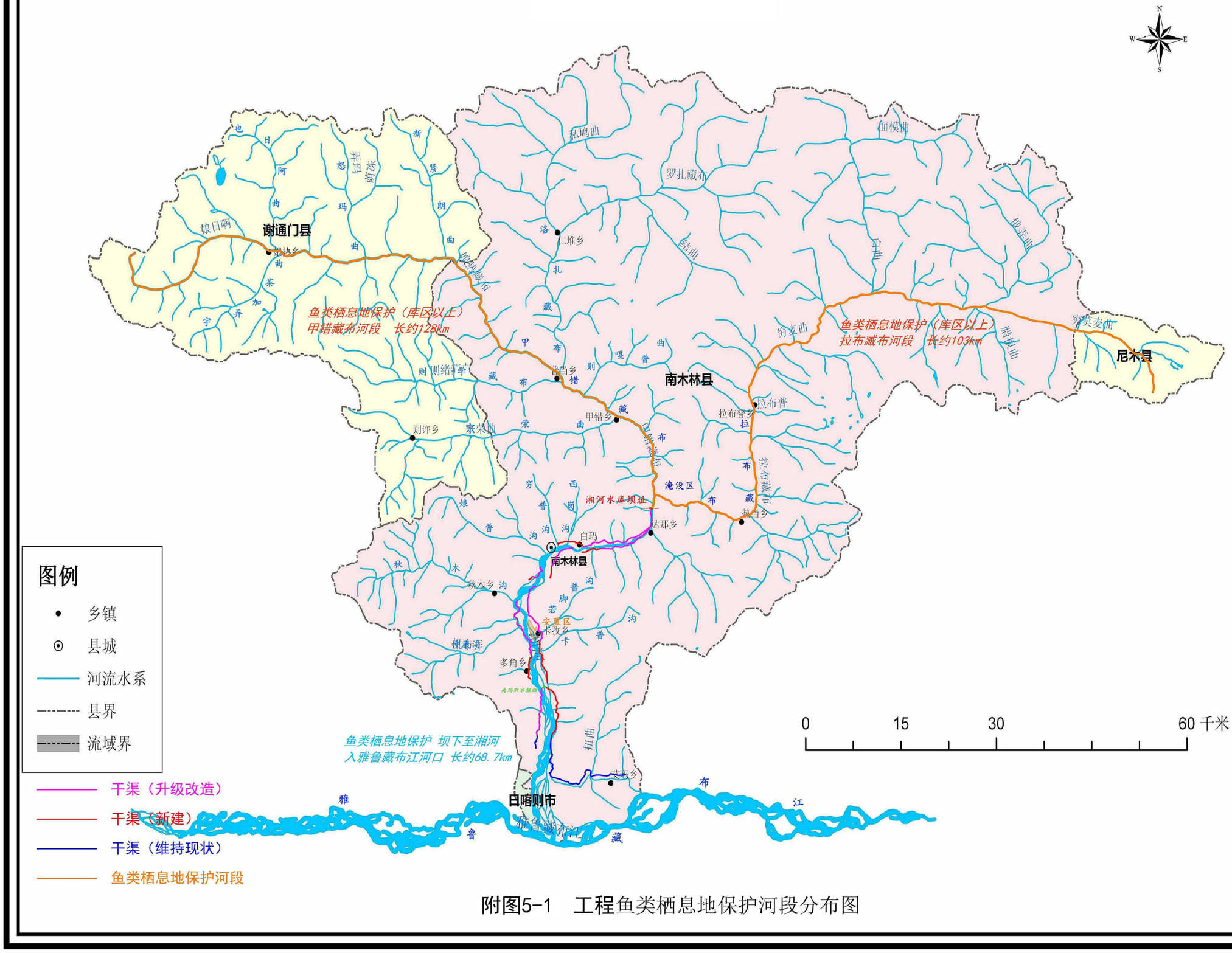
附图3-8　工程评价区珍稀特有极重要经济鱼类“三场”分布图

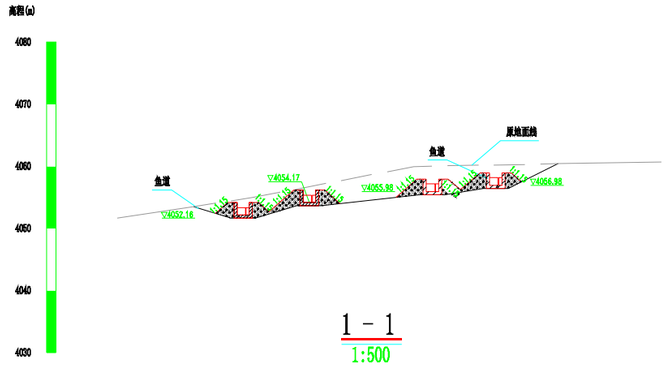


附图4-1　工程陆生生态评价区之类类型分布图（工程建设后）

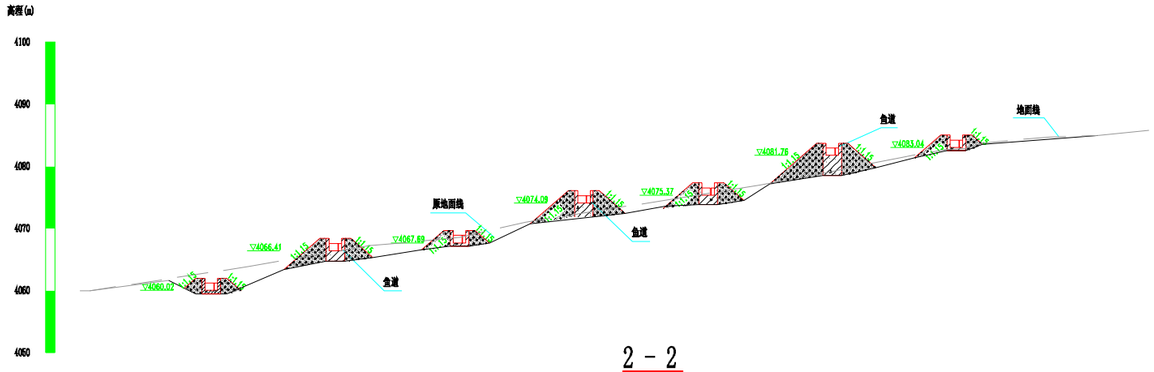


附图4-2　工程陆生生态评价区土地利用类型分布图（工程建设后）

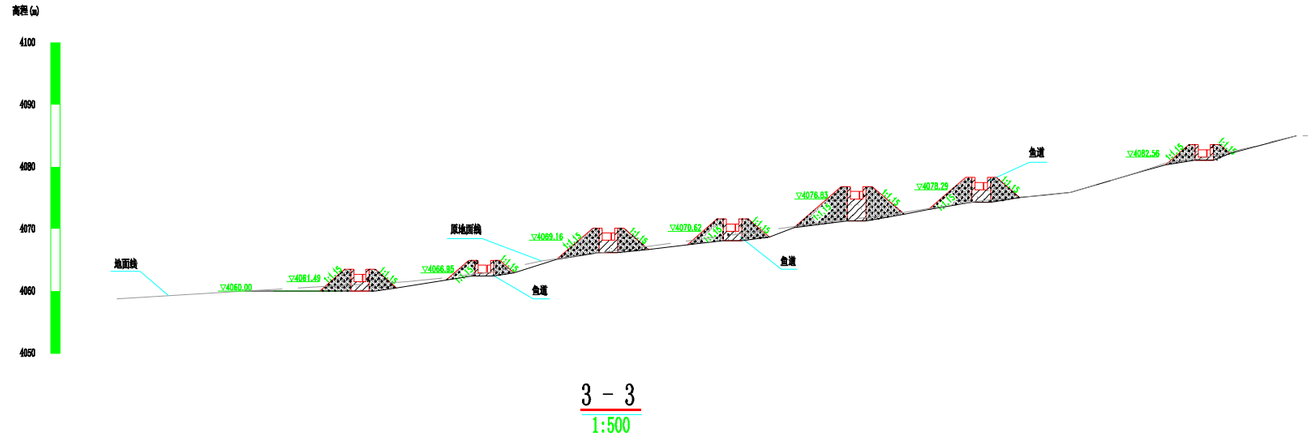

N
W
E
S
谢通门县
南木林县
尼木县
白朗县
鲁
藏
江
雅
布
鲁藏布江
鲁藏布江
鲁藏布江



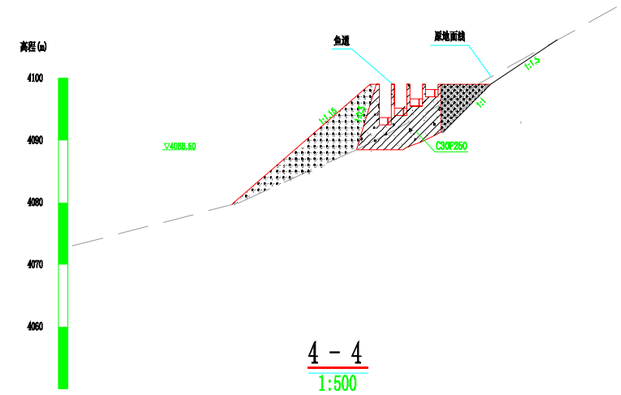
1－1
1:500



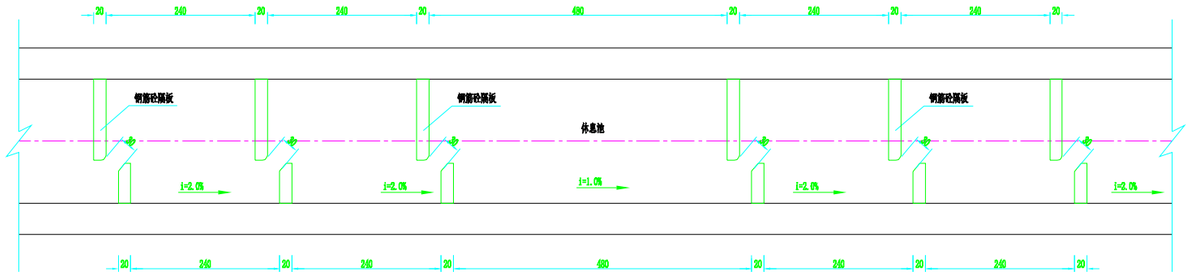
2－2
1:500



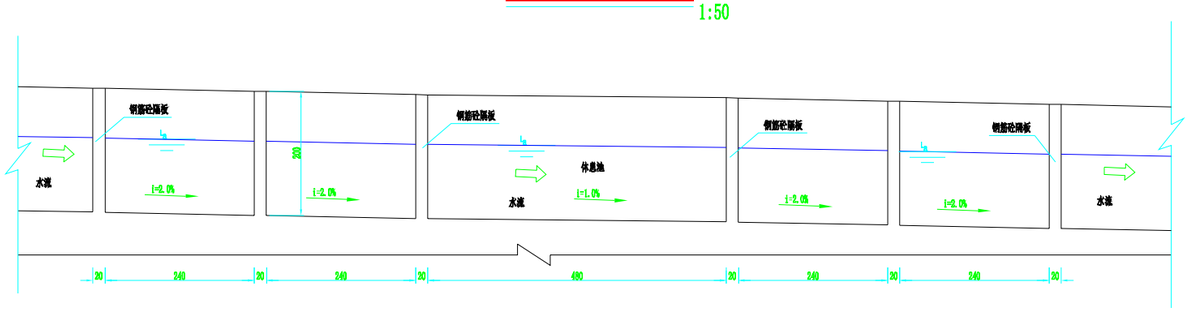
3－3
1:500



4－4
1:500



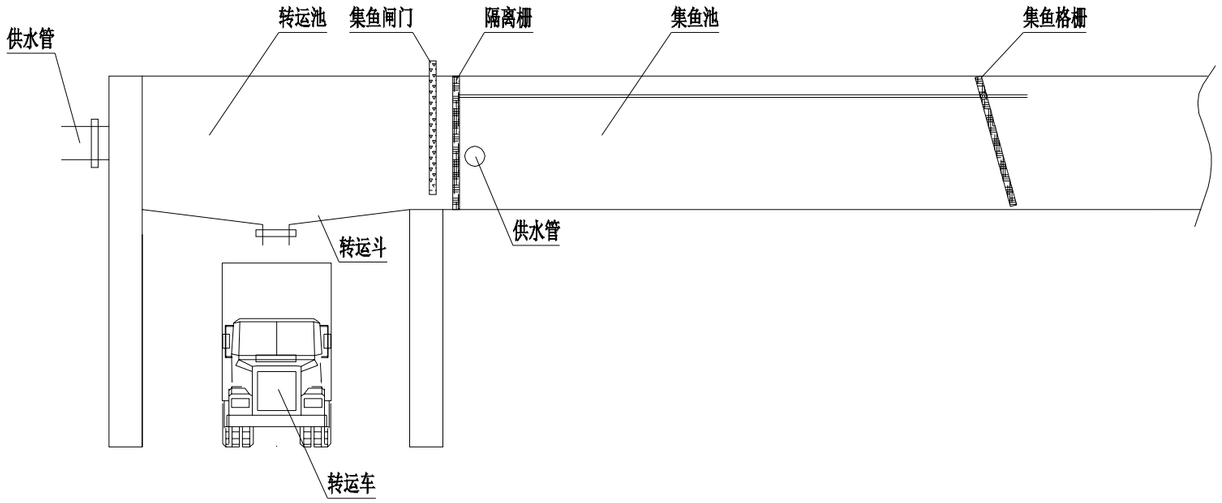
鱼道平面结构详图
1:50



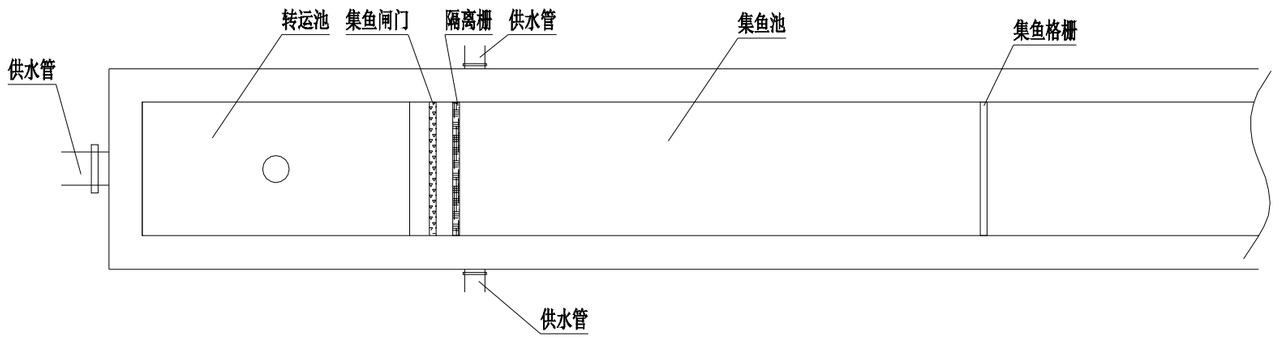
鱼道纵剖面结构详图
1:50

说明：
1、本图尺寸单位除高程、桩号以米计外，其余均以毫米计。
2、砂砾石回填密度不得低于0.6。
3、隧洞混凝土标号为C30P250。
4、鱼道每隔6m设一伸缩止水缝止水采用铜片止水。

附图5-2　湘河水利枢纽工程鱼道平剖面图

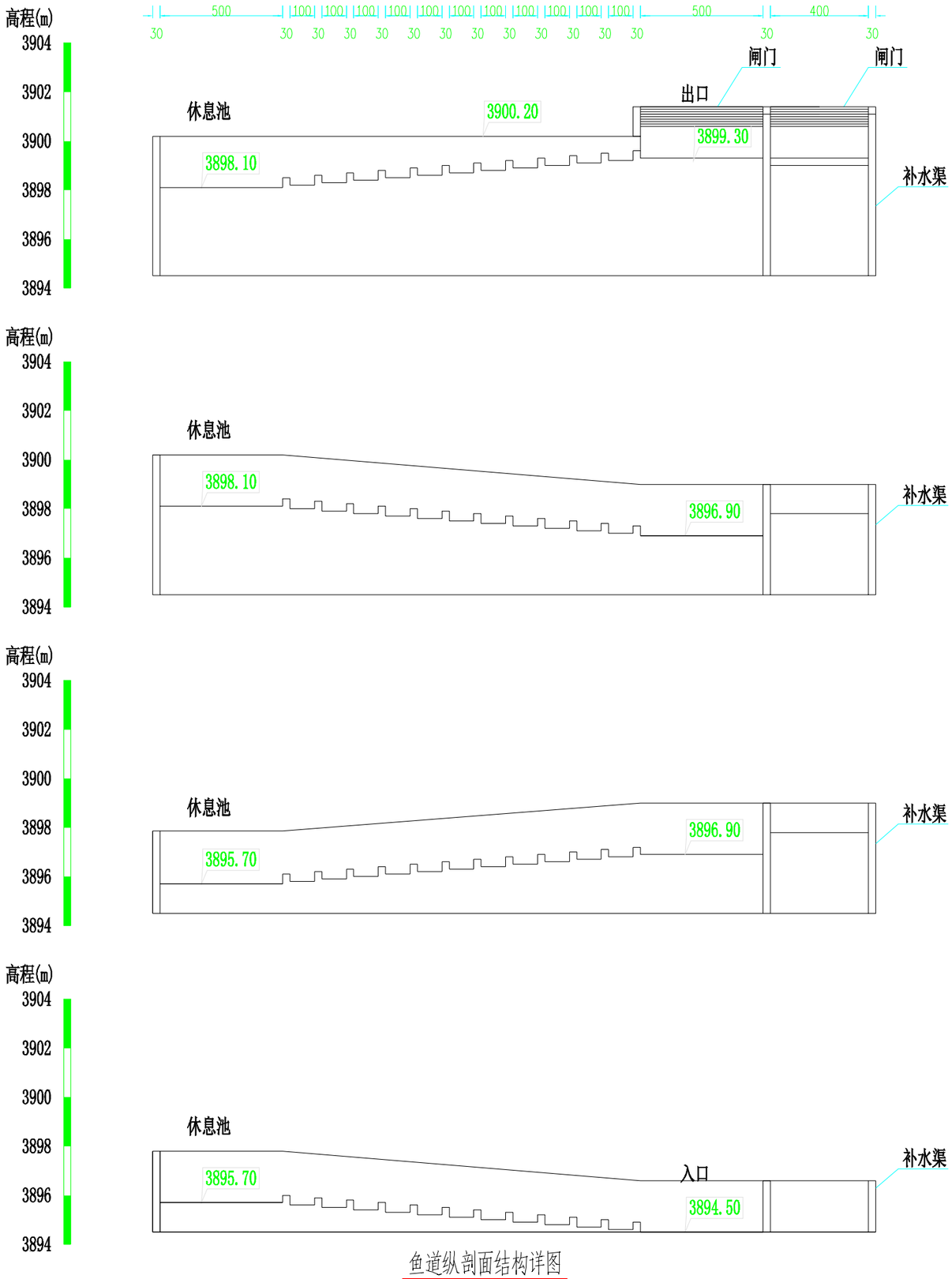


转驳装置侧视图



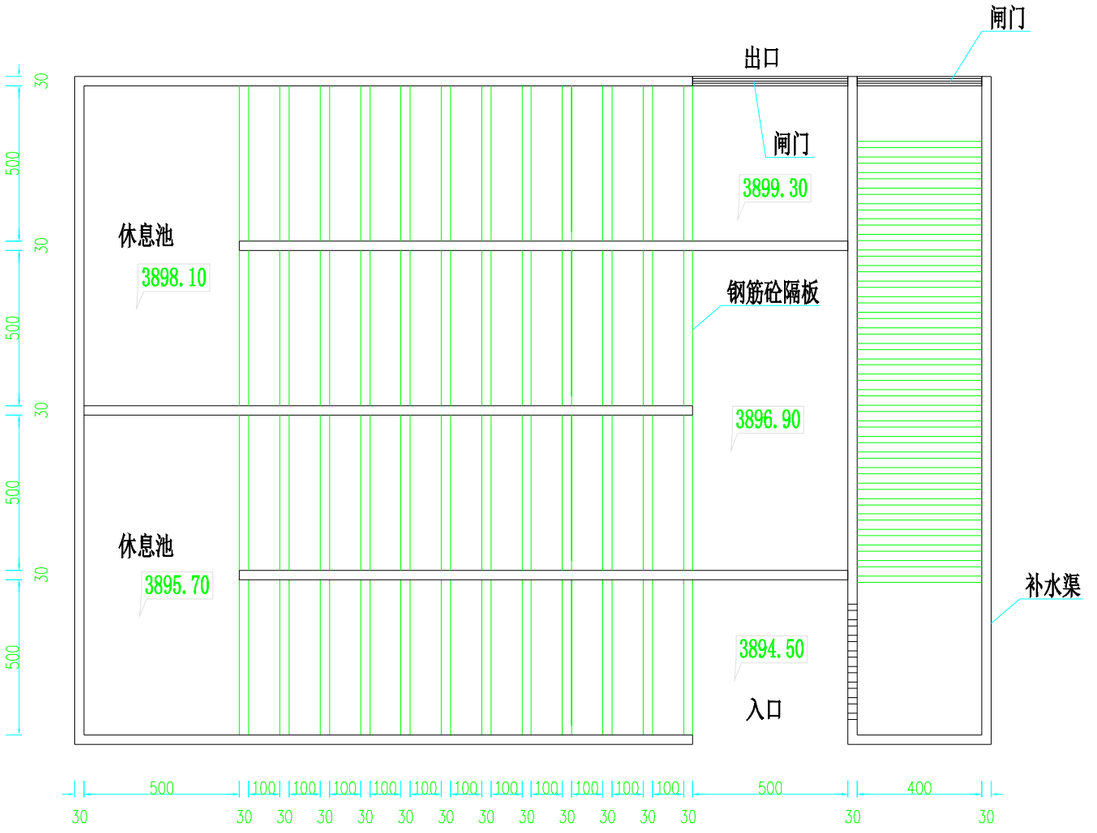
转驳装置顶视图

附图5-3　西藏湘河水利枢纽工程固定式集鱼站+运鱼车方案转驳装置工艺图



鱼道纵剖面结构详图

1:100



鱼道平面结构详图

1:100

说明:

1. 图中高程□桩号及尺寸均以m计.
2. 比例:

0 2 4 6 8 10m 1:100

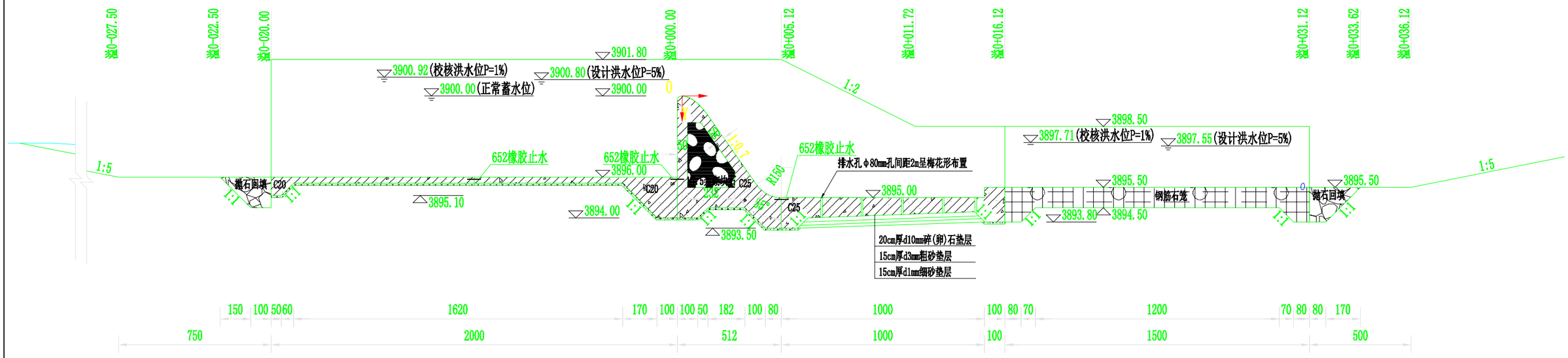
0 1 2 3 4 5m 1:50

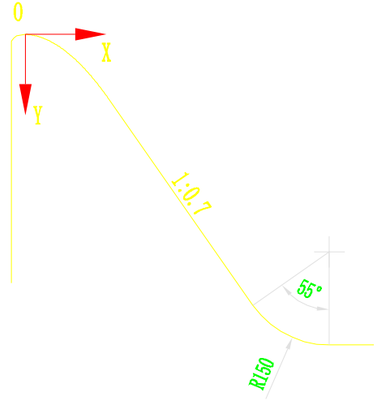
附图5-4　央玛取水枢纽工程鱼道平剖面图

附图5-5　央玛取水枢纽鱼坡剖面图

2　4　6　8　10m

比例 1:200





原央玛取水口溢流坝剖面图

校核流量下堰上水头m:0.92
上游堰高(m):4.0
堰面曲线定型设计水头Hd(m):0.7
下游堰坡度:0.7
最大上下游水位差(m):3.25
堰顶至下游反弧底距离(m):5.0
反弧挑射角:0.00°
堰头三圆弧曲线:R1=0.40m　R2=0.16m R3=0.032m
WES幂曲线方程:y=x^1.85/(2.0*Hd^0.85)

说明：

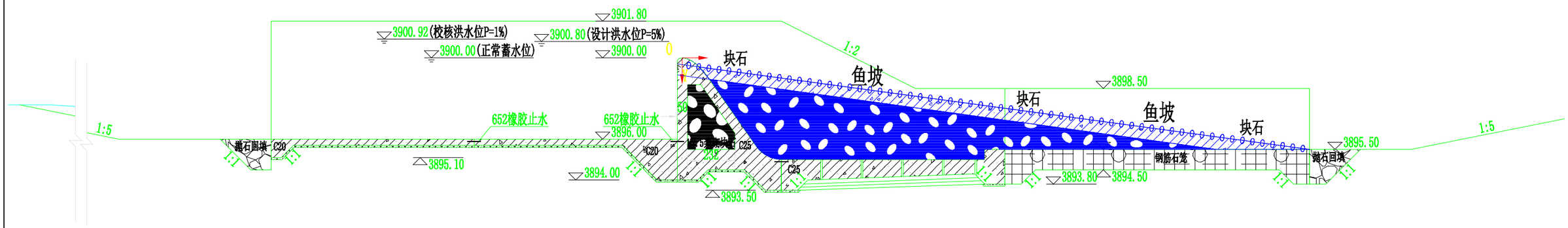
1、本图除高程和里程以米计外，其余尺寸单位以厘米计；

2、坝体采用M7.5浆砌块石外包C25F200钢筋混凝土结构；
闸墩、消力池采用C25F200钢筋混凝土结构；海漫长15米；
采用钢筋石笼块石结构；挡墙混凝土标号为C25F200；
垫层采用10cm厚C10素混凝土；

3、伸缩缝采用沥青木板填缝，止水采用652橡胶止水；

4、消力池布设梅花形PVC排水孔，间距2m、孔径为80mm；

5、回填相对压实度不低于0.65；



央玛取水枢纽鱼坡剖面图

0 1 2 3m

比例 1:100

4059.63

4060.24

发电洞轴线

S203

0+010.05

0+000.00

0+043.20

0+046.35

0+085.23

0+099.97

1200

1

2

3

4

5

控制阀

生态流量管

调流阀

拉岗渠道

进

厂

公

路

湘河

4054.12

编号	桩号	坐 标 值		转弯半径R(m)	平面转角α(°)
		X	Y		
1	0+000.000	3290910.4112	426145.4096	--	--
2	0+043.205	3290888.8088	426107.9931	3.0000	60.00000°
3	0+046.346	3290886.2107	426106.4931		
4	0+085.228	3290847.3287	426106.4931	--	
5	0+099.972	3290832.5854	426106.4931	--	--

纵断面

纵向 1:1000
横向 1:1000

高程(m)

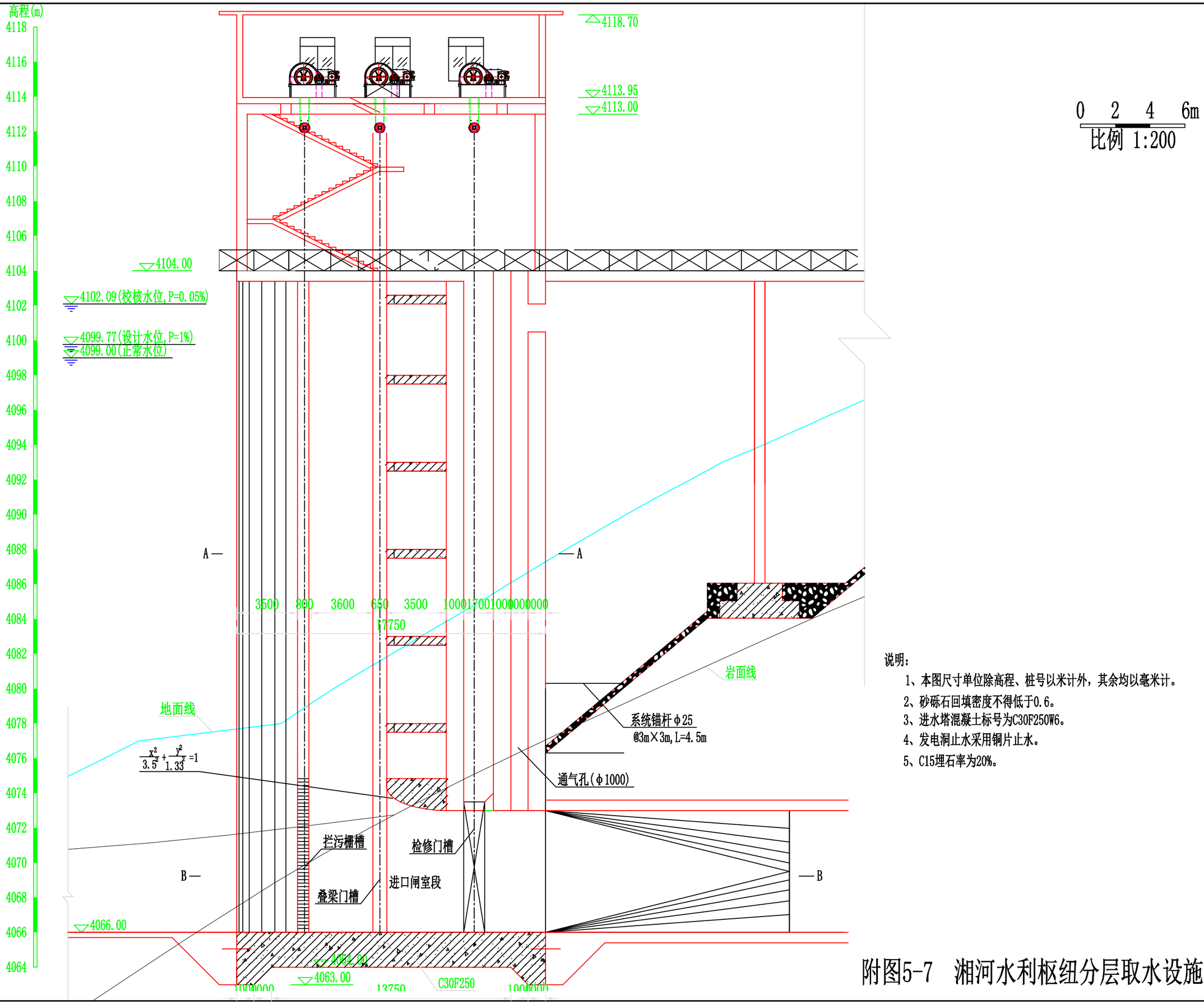
4079
4069
4059
4049

厂平面高程4058.20

控制阀

桩号	0+000	0+010.05	0+043.21	0+046.35	0+085.23	0+099.97
地面线高程	4055	4055	4054	4054	4054	4054
管底高程	4047.40	4047.40	4047.40	4047.40	4047.40	4047.40

附图5-6 生态流量管平面布置图



说明：

1、本图尺寸单位除高程、桩号以米计外，其余均以毫米计。

2、砂砾石回填密度不得低于0.6。

3、进水塔混凝土标号为C30F250W6。

4、发电洞止水采用铜片止水。

5、C15埋石率为20%。

附图5-7　湘河水利枢纽分层取水设施剖面图