

# 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程 环境影响报告书

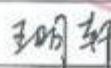
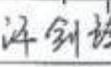
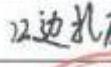
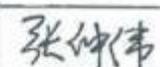
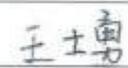
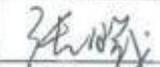
建设单位：昌都市兴水水利水电创业投资有限公司

编制单位：长江勘测规划设计研究院有限公司

二〇一九年十一月

打印编号: 1573202185000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	10q375		
建设项目名称	西藏那曲宗通卡水利枢纽工程		
建设项目类别	46_141水库		
环境影响评价文件类型	报告书		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	昌都市兴水水利水电创业投资有限公司		
统一社会信用代码	91540300MA6T1K3E8R		
法定代表人 (签章)	王明轩		
主要负责人 (签字)	许剑锋		
直接负责的主管人员 (签字)	江边扎西		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	长江勘测规划设计研究有限责任公司		
统一社会信用代码	914201006727695410		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张仲伟	06354243506420184	BH012014	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王士勇	水生生态、环境管理与监测	BH012024	
吴松	水文情势、地表水环境	BH011996	
张曦	审查/工程概况、工程分析	BH012025	
周琦	大气环境、声环境、固体废物、人群健康、移民安置	BH011995	

肖志豪	陆生生态、土壤环境、制图	BH012013	肖志豪
张仲伟	审查/总则、结论	BH012014	张仲伟
段光福	校核/地下水环境、环境风险	BH012026	段光福
高艳娇	校核/环境保护投资估算、环境影响经济损益分析	BH012012	高艳娇

## 专题单位和人员情况

专题编制单位	专题名称	主要参与人员
长江水利委员会 长江科学院	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程地表水环境影响评价专题报告	黄茁、林莉、赵伟华、吴敏、翟文亮、刘敏、靖争、曹慧群、黎睿等
清华大学	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水体重金属迁移转化规律研究专项报告	齐维晓、刘会娟、彭剑峰、刘锐平、齐增禄、李强、朱宗强、董硕勋、薛弘涛
中国科学院生态环境研究中心	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水体重金属处理专项报告	刘锐平、刘会娟、芦超杰、周荣剑、赵凯、陈希勇、苗时雨、朱利军、杨敏
中国地质大学 (武汉)	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水体重金属源强和源项分析专项报告	罗朝晖、汪莹、周彦兆、谭晓玲、田然、徐瑞颖
水利部中国科学院水工程生态研究所	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水生生态影响评价专题报告	陈锋、黄道明、方艳红、简东、憨雪莹、张庆、杨钟等
华中师范大学	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程陆生生态影响评价专题报告	刘胜祥、童芳、赵冬冬、郑伟、晏启、姬星、陈征、郭骏、苗文杰等
四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程地下水环境影响评价专题报告	吴茜、柳伟、陈银松、李青山、高原
水利部中国科学院水工程生态研究所	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程鱼类增殖放流站工艺设计报告	吴生桂、黄道明、梁银铨、王崇
长江勘测规划设计研究有限责任公司	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程鱼类增殖放流站工程专题报告	冯粤、邓东生、张婷、郑张玉、李平、严岗、刘呈茂、王伟、贾超、饶足霞等
其他参与编写人员：何云蛟、陈思宝、闵洋、王苑、郭雪蕊等		

# 前 言

昂曲是澜沧江右岸一级支流，发源于西藏巴青县贡日乡桑堆敌玛村境内，向北流经巴青县、丁青县进入青海省，转东、东南流经青海省杂多县结多乡、苏鲁乡、囊谦县东坝乡、吉尼赛乡、吉曲乡后又进入西藏，吉曲乡以上河段称吉曲，经类乌齐县甲桑卡乡、尚卡乡、卡若区芒达乡、沙贡乡、俄洛镇汇入澜沧江。昂曲全长约 499.3km，流域面积 17715km<sup>2</sup>，落差 1926m。

《国务院办公厅关于进一步支持西藏经济社会发展若干政策和重大项目的意见》（国办发〔2016〕50号）指出“推进湘河、帕孜、宗通卡等水利工程前期工作，力争早日开工建设”。《国家发展改革委关于印发“十三五”支持新疆自治区、新疆生产建设兵团、西藏自治区和四川、云南、甘肃、青海四省藏区经济社会发展规划建设项目方案的通知》（发改投资〔2016〕2558号）将宗通卡水利枢纽工程列为重大水利骨干枢纽工程。《水利改革发展“十三五”规划》将宗通卡水利枢纽列入“十三五”规划大型水库项目表。《澜沧江流域综合规划（2019-2035年）》提出“昂曲中下游建设宗通卡水利枢纽工程，综合解决昌都供水、卡若灌区灌溉问题，兼顾水力发电”，在“优先实施工程安排”中提出“优先建设西藏自治区宗通卡大型水利枢纽工程”。

2015年9月，昌都市人民政府委托长江勘测规划设计研究有限责任公司（以下简称“长江设计公司”）开展了宗通卡水利枢纽工程项目建议书编制工作。2015年12月，长江设计公司编制完成《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程项目建议书（送审稿）》。2016年1月20日~22日，水利部水利

水电规划设计总院在北京对《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程项目建议书》进行了咨询。2016年3月19~23日，水利部水利水电规划设计总院在北京对《宗通卡水利枢纽工程项目建议书必要性及工程规模简要报告》进行了咨询，基本确定了项目建设必要性及工程任务与规模。2016年5月，昌都市人民政府委托长江设计公司承担本项目全阶段勘测设计工作。2017年6月、7月，水利部水利水电规划设计总院在北京对《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告》进行了审查和复核。2019年10月，水利部水利水电规划设计总院以水总设[2019]690号文印发了《水规总院关于西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告审查意见的报告》，在审查意见中提出“由于支沟流量较小和库区泥沙吸附沉降作用，成库后坝前取水水质不劣于现状水质，总体满足供水水质目标要求。”

宗通卡水利枢纽的工程任务是以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。坝址位于昌都市卡若区沙贡乡卡洛村附近，距昂曲河口约63km。工程由枢纽工程、供水工程、灌区工程和泉水导排工程组成。水库正常蓄水位3474m，相应库容1.1362亿 $m^3$ ，校核洪水位3476.34m，总库容1.246亿 $m^3$ ，死水位3464m，死库容0.6883亿 $m^3$ ，装机容量104MW，多年平均年发电量4.517亿 $kW\cdot h$ 。工程供水对象为昌都市城区和沙贡乡集镇所在地的城镇用水以及卡若灌区的灌溉用水；总引水流量2.954 $m^3/s$ ，其中城镇供水引水流量2.177 $m^3/s$ 、灌溉供水引水流量0.777 $m^3/s$ ；至2030年，工程年供水总量6381.31万 $m^3$ ，其中城镇年供水量5721.3万 $m^3$ 、灌溉年供水量660.01万 $m^3$ 。卡若灌区规划灌溉面积1.88万亩，其中耕园地面积1.05万亩、林草地面积0.83万亩，均采用自流灌溉方式。泉水导排工程设计流量0.564 $m^3/s$ ，导排管道总长52.6km。

2016年9月，昌都市人民政府（注：2017年11月项目法人变更为昌

都市兴水水利水电创业投资有限公司)委托长江设计公司开展本项目的环评工作。接受任务后,长江设计公司在认真分析工程设计文件的基础上,组织专业技术人员对本项目的库区、枢纽工程区、供水及灌溉工程区进行了现场查勘,并同步委托四川省核工业辐射测试防护院、长江水利委员会长江科学院、四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心、华中师范大学和水利部中国科学院水工程生态研究所分别开展了本项目的环境质量现状监测、地表水环境、地下水环境、陆生生态、水生生态等专题研究工作,根据评价工作需要和项目进展进行了多次环境现状调查与监测工作。2017年8月,长江设计公司编制完成《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》(咨询稿)。2017年11月,昌都市人民政府组织召开了环评报告书咨询会,长江设计公司依据咨询意见对环评报告书进行了完善。

为进一步研究工程建设和运行对水环境的影响,长江设计公司联合长江水利委员会长江科学院、中国地质大学(武汉)、清华大学、中国科学院生态环境研究中心开展了补充调查和监测、水体重金属源强和源项分析专项研究、水体重金属迁移转化规律专项研究、水体重金属处理专项研究等工作。2019年4月完成《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程地表水环境影响评价专题报告》及《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水体重金属迁移转化规律研究专项报告》、《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水体重金属源强和源项分析专项报告》、《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水体重金属处理专项报告》等3个专项报告。2019年4月15日,昌都市人民政府在北京组织召开《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程地表水环境影响评价专题报告》及3个专项报告的咨询会,会议认为专题报告成果对环境影响报告书编制有重要支撑作用。长江设计公司在补充调查与监测、开展专题研究的基础上,根

据历次咨询评估意见，对环评报告书进行了补充、修改和完善，于2019年11月完成《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》。

在报告编制过程中，生态环境部环境工程评估中心、西藏自治区生态环境厅和水利厅给予了精心指导和帮助；昌都市人民政府及发改委、生态环境局、水利局、昌都报社，建设单位昌都市兴水水利水电创业投资有限公司提供了多方面的协助和支持，长江水利委员会长江科学院、清华大学、中国科学院生态环境研究中心、中国地质大学（武汉）、华中师范大学、水利部中国科学院水工程生态研究所、四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心、四川省核工业辐射测试防护院等多家单位参与了专题研究工作；在基础资料收集、现场查勘等工作过程中，得到了卡若区和类乌齐县发改委、水利、环保、农牧、住建、国土等相关部门的大力协助，在此一并表示衷心感谢！

# 目 录

1 总 则 .....	1
1.1 任务由来 .....	1
1.2 评价目的 .....	1
1.3 编制依据 .....	2
1.3.1 法律、法规 .....	2
1.3.2 部门规章、规范性文件 .....	4
1.3.3 技术导则与规范 .....	6
1.3.4 环境质量标准与污染物排放标准 .....	7
1.3.5 相关技术报告及文件 .....	7
1.4 评价标准 .....	8
1.4.1 环境质量标准 .....	8
1.4.2 污染物排放标准 .....	11
1.4.3 生态评价标准 .....	11
1.5 评价等级 .....	11
1.5.1 地表水环境 .....	11
1.5.2 地下水环境 .....	12
1.5.3 生态环境 .....	13
1.5.4 环境空气 .....	13
1.5.5 声环境 .....	13
1.5.6 土壤环境 .....	14

1.5.7	环境风险.....	14
1.6	评价范围.....	15
1.6.1	地表水环境.....	15
1.6.2	地下水环境.....	15
1.6.3	陆生生态.....	15
1.6.4	水生生态.....	15
1.6.5	环境空气.....	15
1.6.6	声环境.....	16
1.6.7	土壤环境.....	16
1.6.8	移民安置环境.....	16
1.7	评价水平年.....	16
1.8	环境保护目标.....	17
1.8.1	环境功能保护目标.....	17
1.8.2	环境敏感保护目标.....	18
1.9	评价程序.....	23
2	工程概况.....	25
2.1	流域概况.....	25
2.2	流域规划及规划环评.....	27
2.3	流域水资源开发利用现状.....	28
2.4	工程建设的必要性.....	32
2.4.1	是落实国家相关规划、加快推进昌都市水利基础设施建设的需要....	32
2.4.2	是合理利用水资源、充分发挥水利枢纽工程综合效益的需要..	33
2.4.3	是打赢精准脱贫攻坚战、实现共同富裕的需要.....	34
2.4.4	是促进昌都市跨越式发展、实现治边稳藏的需要.....	35

2.5	工程地理位置	36
2.6	工程任务、规模及运行方式	37
2.6.1	工程任务	37
2.6.2	工程规模	37
2.6.3	工程组成及特性表	40
2.6.4	初期蓄水及运行方式	46
2.7	水资源供需平衡	50
2.7.1	城镇需水预测	50
2.7.2	灌区需水量预测	53
2.7.3	水资源供需平衡分析	57
2.8	工程布置	59
2.8.1	枢纽工程	59
2.8.2	供水工程	62
2.8.3	灌区工程	64
2.8.4	泉水导排工程	66
2.9	施工组织设计	68
2.9.1	施工条件	68
2.9.2	料源选择与开采	69
2.9.3	施工导流	71
2.9.4	施工交通及施工总布置	72
2.9.5	施工进度及强度	82
2.10	建设征地与移民安置	82
2.10.1	建设征地实物指标	82
2.10.2	移民安置规划	91

2.11	水土保持 .....	93
2.12	工程投资 .....	94
3	工程分析 .....	95
3.1	与相关政策和规划的符合性分析 .....	95
3.1.1	与国家相关政策的符合性分析 .....	95
3.1.2	与相关主体功能区划的符合性分析 .....	97
3.1.3	与相关生态功能区划的符合性分析 .....	98
3.1.4	与“三线一单”的符合性分析 .....	101
3.1.5	与流域相关规划的符合性分析 .....	102
3.1.6	与区域规划的协调性分析 .....	106
3.2	工程建设的环境合理性分析 .....	107
3.2.1	工程方案的环境合理性分析 .....	107
3.2.2	施工方案的环境合理性分析 .....	125
3.2.3	移民安置方案的环境合理性分析 .....	127
3.3	工程环境影响源分析 .....	129
3.3.1	工程施工 .....	129
3.3.2	工程运行期 .....	137
3.3.3	水库淹没、占地与移民安置 .....	142
3.4	环境影响识别和评价因子筛选 .....	143
3.4.1	环境影响识别 .....	143
3.4.2	评价因子筛选 .....	144
3.5	工程分析结论 .....	146
4	环境现状 .....	148
4.1	自然环境 .....	148

4.1.1	地形地貌.....	148
4.1.2	地质.....	149
4.1.3	气候与气象.....	151
4.1.4	水文、泥沙.....	153
4.1.5	土壤.....	155
4.1.6	水土流失.....	155
4.2	生态环境.....	155
4.2.1	陆生生态.....	155
4.2.2	水生生态.....	224
4.3	社会环境.....	255
4.3.1	行政区划与人口.....	255
4.3.2	社会经济.....	255
4.3.3	人群健康.....	255
4.4	环境质量现状评价.....	256
4.4.1	地表水环境质量现状.....	256
4.4.2	地下水质量现状.....	274
4.4.3	底泥现状评价.....	285
4.4.4	土壤环境质量现状.....	287
4.4.5	声环境质量现状.....	290
4.4.6	环境空气质量现状.....	293
4.5	主要环境问题.....	294
5	环境影响预测与评价.....	295
5.1	对水资源利用的影响.....	295
5.1.1	对流域水资源总量的影响.....	295

5.1.2	对流域水资源时空分配的影响 .....	295
5.2	对水文情势的影响 .....	295
5.2.1	施工期及初期蓄水期水文情势影响分析 .....	295
5.2.2	运行期库区水文情势影响分析 .....	297
5.2.3	运行期坝址下游水文情势影响分析 .....	298
5.2.4	泥沙情势影响分析 .....	309
5.2.5	坝址下游河段生态需水量分析 .....	315
5.2.6	过饱和总溶解气体生成分析 .....	327
5.3	对地表水环境的影响 .....	331
5.3.1	水温影响分析 .....	331
5.3.2	库区水质影响分析 .....	341
5.3.3	昂曲干流坝址下游河段水质影响分析 .....	381
5.3.4	澜沧江昌都段水质影响分析 .....	400
5.3.5	运行期管理区废污水影响分析 .....	405
5.4	对地下水环境的影响 .....	405
5.4.1	施工期地下水水位、水量预测 .....	405
5.4.2	运行期坝基渗流影响预测分析 .....	410
5.4.3	运行期地下水水质预测分析 .....	412
5.4.4	小 结 .....	422
5.5	对生态环境的影响 .....	423
5.5.1	对陆生生态的影响 .....	423
5.5.2	对水生生态的影响 .....	441
5.6	对土壤环境的影响 .....	449
5.6.1	对库区土壤环境的影响 .....	449

5.6.2	对灌区土壤环境的影响.....	450
5.7	移民安置环境影响.....	453
5.7.1	移民安置环境影响.....	453
5.7.2	专项设施复建环境影响.....	455
5.8	工程施工环境影响.....	456
5.8.1	施工期水质影响.....	456
5.8.2	大气环境影响.....	462
5.8.3	声环境影响.....	465
5.8.4	固体废物影响.....	472
5.9	对人群健康的影响.....	473
5.10	社会经济影响.....	474
5.10.1	施工期社会经济的影响.....	474
5.10.2	运行期社会经济的影响.....	474
6	环境保护对策措施.....	476
6.1	设计原则.....	476
6.2	地表水环境保护措施.....	477
6.2.1	废污水处理措施.....	477
6.2.2	生态流量保障措施.....	502
6.2.3	运行期水质保护措施.....	504
6.3	地下水环境保护措施.....	520
6.3.1	施工期地下水保护措施.....	520
6.3.2	运行期地下水保护措施.....	521
6.4	陆生生态保护措施.....	522
6.4.1	陆生植物和植被保护措施.....	522

6.4.2	陆生动物保护措施.....	529
6.5	水生生态保护措施.....	531
6.5.1	水生生态保护思路和布局.....	531
6.5.2	施工期、蓄水初期保护措施.....	532
6.5.3	栖息地保护与修复.....	533
6.5.4	过鱼设施.....	538
6.5.5	增殖放流.....	573
6.5.6	拦鱼措施.....	586
6.5.7	渔政管理.....	587
6.5.8	水生生态监测.....	588
6.5.9	基础科学研究.....	588
6.6	土壤环境保护措施.....	588
6.7	移民安置环境保护措施.....	589
6.8	施工环境保护措施.....	590
6.8.1	环境空气保护措施.....	590
6.8.2	声环境保护措施.....	593
6.8.3	固体废物处置措施.....	595
6.9	人群健康保护措施.....	597
6.10	环境保护对策措施实施效果分析.....	600
7	环境管理、监理和监测.....	603
7.1	环境管理.....	603
7.1.1	环境管理目的.....	603
7.1.2	环境管理原则.....	603
7.1.3	环境管理目标.....	604

7.1.4	环境管理体系 .....	604
7.1.5	环境管理机构设置及其职责 .....	605
7.1.6	环境管理制度 .....	606
7.1.7	环境管理任务 .....	607
7.2	环境监理 .....	609
7.2.1	环境监理目的 .....	609
7.2.2	环境监理目标和任务 .....	609
7.2.3	环境监理机构设置和工作方式 .....	611
7.2.4	环境监理工作程序与质量控制 .....	611
7.2.5	环境监理工作方法和工作制度 .....	613
7.3	环境监测 .....	614
7.3.1	监测目的和任务 .....	614
7.3.2	总体规划原则 .....	616
7.3.3	水环境监测 .....	616
7.3.4	陆生生态监测 .....	623
7.3.5	水生生态监测 .....	626
7.3.6	环境空气质量监测 .....	629
7.3.7	声环境质量监测 .....	629
7.3.8	人群健康监测 .....	629
7.3.9	监测计划的实施 .....	629
7.3.10	监测资料的编报 .....	630
7.4	竣工环境保护验收计划 .....	631
8	环境保护投资估算及环境影响经济损益分析 .....	634
8.1	环境保护投资估算 .....	634

8.1.1	编制原则.....	634
8.1.2	编制依据.....	634
8.1.3	价格水平年.....	635
8.1.4	项目划分和取费标准.....	635
8.1.5	环境保护总投资.....	637
8.1.6	分年度环境保护投资计划.....	649
8.2	环境影响经济损益分析.....	649
8.2.1	效益分析.....	649
8.2.2	主要环境损失分析.....	653
8.2.3	环境损益分析.....	654
9	环境风险分析.....	656
9.1	评价目的.....	656
9.2	风险识别与源项分析.....	656
9.3	风险分析.....	657
9.3.1	炸药库风险分析.....	657
9.3.2	油库风险分析.....	658
9.3.3	森林火灾风险分析.....	659
9.3.4	施工期废污水事故排放风险分析.....	660
9.3.5	生态风险分析.....	662
9.3.6	水质安全风险分析.....	662
9.4	环境风险防范措施.....	676
9.4.1	炸药库和油库风险防范措施.....	676
9.4.2	森林火灾风险防范措施.....	677
9.4.3	施工期废污水事故排放风险防范措施.....	677

9.4.4	水质安全风险防范措施.....	678
9.4.5	环境事故应急预案.....	679
10	环境影响评价结论.....	688
10.1	工程概况.....	688
10.1.1	流域概况.....	688
10.1.2	工程位置.....	688
10.1.3	工程任务、规模与布置.....	689
10.1.4	建设征地与移民安置.....	689
10.1.5	工程调度运行方式.....	689
10.1.6	施工进度及工程总投资.....	690
10.2	工程合理性分析.....	690
10.3	环境影响评价与环境保护措施.....	691
10.3.1	水资源配置.....	691
10.3.2	水文情势.....	691
10.3.3	地表水.....	694
10.3.4	地下水.....	699
10.3.5	陆生生态.....	701
10.3.6	水生生态.....	704
10.3.7	土壤环境.....	709
10.3.8	施工环境.....	710
10.3.9	移民安置.....	713
10.4	环境管理、监理和监测.....	715
10.5	环境保护投资.....	715
10.6	环境风险分析.....	715

10.6.1	风险分析.....	715
10.6.2	环境风险防范措施.....	717
10.7	公众参与 .....	718
10.8	环境影响评价综合结论.....	719
10.9	建 议.....	720

附图、附件、附录、附表见另册

# 1 总则

## 1.1 任务由来

根据《中华人民共和国环境影响评价法》及有关规定，昌都市兴水水利水电创业投资有限公司委托长江设计公司开展西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程的环境影响评价工作（见附件1）。

## 1.2 评价目的

根据工程特性和工程所在地区的环境特点、国家相关法律法规的要求，确定本项目环境影响评价的主要目的如下：

（1）调查工程所在区域的地表水环境、地下水环境、生态环境、环境空气、声环境、土壤环境的现状、环境功能以及存在的主要环境问题。

（2）分析工程建设方案与流域综合规划、生态环境保护规划、环境功能区划等相关规划的符合性与协调性，以及工程方案的环境合理性，从预防保护角度提出优化建议。

（3）预测、评价工程施工、运行及移民安置等对生态和环境可能产生的影响。

（4）针对工程施工、运行及移民安置对生态和环境带来的不利影响，制定科学有效的环境保护对策措施，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益。

（5）拟定环境监测和环境管理方案，及时掌握工程建设与运行过程中实际发生的环境影响，并及时做出反馈，对环境保护措施进行充实、完善和细化，增强环境保护措施的针对性和可操作性。

（6）估算工程环境保护投资，将环保投资纳入工程总投资，落实工

程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

(7) 从环境保护角度论证宗通卡水利枢纽工程兴建的可行性，为项目决策提供科学依据。

## 1.3 编制依据

### 1.3.1 法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月修订）；
- (3) 《中华人民共和国水法》（2016年7月修订）；
- (4) 《中华人民共和国防洪法》（2016年7月修订）；
- (5) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月修订）；
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月修订）；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月修订）；
- (8) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018年12月）；
- (9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016年11月修订）；
- (10) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月修订）；
- (11) 《中华人民共和国传染病防治法》（2013年6月修订）；
- (12) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月修订）；
- (13) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月修订）；
- (14) 《中华人民共和国文物保护法》（2017年11月修订）；
- (15) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年7月修订）；
- (16) 《基本农田保护条例》（2011年1月）；
- (17) 《中华人民共和国河道管理条例》（2018年3月修订）；

- (18) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013年12月修订）；
- (19) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016年2月修订）；
- (20) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月施行）；
- (21) 《西藏自治区环境保护条例》（2018年9月修订）；
- (22) 《西藏自治区实施〈中华人民共和国野生动物保护法〉办法》（2002年1月修订）；
- (23) 《西藏自治区实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》（2006年3月1日）；
- (24) 《西藏自治区实施〈中华人民共和国水法〉办法》（2013年5月修订）；
- (25) 《西藏自治区文物保护条例》（2007年7月修正）；
- (26) 《西藏自治区实施《中华人民共和国野生动物保护法》办法》（2002年）；
- (27) 《西藏自治区实施《中华人民共和国森林法》办法》（西藏自治区第八届人民代表大会常务委员会公告〔2006〕6号）；
- (28) 《西藏自治区实施《中华人民共和国草原法》办法》（西藏自治区第八届人民代表大会常务委员会公告〔2006〕7号）；
- (29) 《西藏自治区实施〈宗教事务条例〉办法（试行）》（2006年9月）；
- (30) 《西藏自治区实施〈中华人民共和国森林法〉办法》（2006年10月）；
- (31) 《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）等。

### 1.3.2 部门规章、规范性文件

（1）中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见（2018年6月16日）；

（2）中共中央 国务院关于打赢脱贫攻坚战三年行动的指导意见（2018年6月15日）；

（3）《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）；

（4）《全国生态环境保护纲要》（国发〔2000〕38号）；

（5）《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46号）；

（6）《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部 中国科学院公告 2015年第61号，2015年11月）；

（7）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2018年4月修正）；

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

（9）《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（农业部、国家林业局 2001年第53号令修订）；

（10）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98号）；

（11）《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86号）；

（12）《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（环办〔2013〕103号）；

- (13) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(2010年12月修订);
- (14) 《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》(环评函〔2006〕4号);
- (15) 《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);
- (16) 《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》(环发〔2015〕178号);
- (17) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环环评〔2016〕150号);
- (18) 《水利部 环境保护部关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》(水规计〔2017〕315号);
- (19) 《国家林业局 财政部关于印发<国家级公益林区划界定办法>和<国家级公益林管理办法>的通知》(林资发〔2017〕34号);
- (20) 《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030年)》(2011年12月);
- (21) 《西藏自治区主体功能区规划》(西藏自治区人民政府,2014年10月);
- (22) 《西藏自治区生态功能区划》(西藏自治区人民政府,2013年8月);
- (23) 《西藏生态安全屏障保护与建设规划(2008~2030)》(发改办农经〔2009〕446号);
- (24) 《西藏自治区国家重点保护野生动物名录》(2005年);
- (25) 《西藏自治区水污染防治行动计划工作方案》(2016年1月);
- (26) 《昌都市水污染防治行动计划工作方案》(昌政办发〔2016〕

151号)；

(27) 《西藏自治区人民政府关于同意划定昌都市集中式饮用水水源保护区的批复》(藏政函〔2018〕102号)等。

### 1.3.3 技术导则与规范

- (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 地表水环境》(HJ2.3-2018)；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)；
- (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 大气环境》(HJ2.2-2018)；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)；
- (8) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003)；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)；
- (10) 《水利水电工程环境保护设计规范》(SL492-2011)；
- (11) 《环境监测技术规范》(原国家环保总局, 1996年)；
- (12) 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)；
- (13) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL359-2006)；
- (14) 《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》(HJ773-2015)；
- (15) 《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ 338-2018)；
- (16) 《水库渔业资源调查规范》(SL167-2014)；
- (17) 《渔业生态环境监测规范》(SC/T9102.3-2007)；
- (18) 《淡水浮游生物调查技术规范》(SC/T9402-2010)等。

### 1.3.4 环境质量标准与污染物排放标准

#### 1.3.4.1 环境质量标准

- (1) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (2) 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；
- (3) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (4) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- (5) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- (6) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- (7) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）等。

#### 1.3.4.2 污染物排放标准

- (1) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (2) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；
- (3) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- (4) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）等。

#### 1.3.5 相关技术报告及文件

- (1) 昌都市人民政府关于委托编制《西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》的函；
- (2) 昌都市兴水水利水电创业投资有限公司关于项目法人的说明；
- (3) 昌都市兴水水利水电创业投资有限公司关于委托编制《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》的函；
- (4) 《关于西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程环境影响评价执行标准的批复》（昌都市环境保护局，2016年10月）；
- (5) 《澜沧江流域综合规划（2019-2035年）》（水利部长江水利委

员会，2019年9月）；

- (6) 《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见；
- (7) 《中国土壤元素背景值》（中国环境监测总站，1990）；
- (8) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告》；
- (9) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水资源论证报告书》；
- (10) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程节水评价报告》；
- (11) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程地表水环境影响评价专题报告》；
- (12) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程地下水环境影响评价专题报告》；
- (13) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程陆生生态影响评价专题报告》；
- (14) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水生生态影响评价专题报告》；
- (15) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水体重金属源强和源项分析专项报告》；
- (16) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水体重金属迁移转化规律研究专项报告》；
- (17) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水体重金属处理专项报告》等。

## 1.4 评价标准

根据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030年）》和《昌都市环境保护局关于“西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程环境影响评价执行标准”的批复》，执行如下评价标准：

### 1.4.1 环境质量标准

(1) 地表水环境：昂曲执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 III 类标准，澜沧江执行 II 类标准。

(2) 地下水环境：执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中

的 III 类标准。

(3) 环境空气：执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的二级标准。

(4) 声环境：工程涉及乡村和城镇区域分别执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类和 2 类标准，施工道路两侧 45m 以内的区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a 类标准。

(5) 土壤环境：执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)，同时参考西藏土壤背景值。

表 1.4-1 宗通卡水利枢纽工程环境质量标准一览表

标准名称	标准等级	主要指标及限值		
		指标	II 类	III 类
《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)	基本项目 II 类/III 类	pH (无量纲)	6~9	
		高锰酸盐指数 (无量纲)	4	6
		溶解氧 (mg/L)	6	5
		化学需氧量 (mg/L)	15	20
		五日生化需氧量 (mg/L)	3	4
		氨氮 (mg/L)	0.5	1.0
		总氮 (mg/L)	0.5	1.0
		总磷 (mg/L)	0.1 (湖、库 0.025)	0.2 (湖、库 0.05)
		铜 (mg/L)	1.0	1.0
		氟化物 (mg/L)	1.0	1.0
		砷 (mg/L)	0.05	0.05
		铬 (六价) (mg/L)	0.05	0.05
		镉 (mg/L)	0.005	0.005
		锌 (mg/L)	1.0	1.0
		汞 (mg/L)	0.00005	0.0001
		铅 (mg/L)	0.01	0.05
	补充项目 标准限值	硫酸盐 (mg/L)	250	
		铁 (mg/L)	0.3	
		锰 (mg/L)	0.1	

续表 1.4-1

宗通卡水利枢纽工程环境质量标准一览表

标准名称	标准等级	主要指标及限值		
《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017)	Ⅲ类	pH (无量纲)	6.5~8.5	
		总硬度 (mg/L)	450	
		溶解性总固体 (mg/L)	1000	
		硫酸盐 (mg/L)	250	
		耗氧量 (mg/L)	3.0	
		氯化物 (mg/L)	250	
		铁 (mg/L)	0.3	
		砷 (mg/L)	0.01	
		氟化物 (mg/L)	1.0	
		汞 (mg/L)	0.001	
		铅 (mg/L)	0.01	
		镉 (mg/L)	0.005	
		铬 (六价) (mg/L)	0.05	
《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)	二级 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	二氧化硫	年平均	60
			24小时平均	150
			1小时平均	500
		二氧化氮	年平均	40
			24小时平均	80
			1小时平均	200
		颗粒物 (粒径小于等于 $10\mu\text{m}$ )	年平均	70
			24小时平均	150
		总悬浮颗粒物	年平均	200
24小时平均	300			
《声环境质量标准》 (GB3096-2008)	1类[dB(A)]	昼间	55	
		夜间	45	
	2类[dB(A)]	昼间	60	
		夜间	50	
	4a类[dB(A)]	昼间	70	
		夜间	55	
《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准 (试行)》 (GB 15618-2018)	农用地土壤污染风险筛选值 (mg/kg)	指标	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
		镉	0.3	0.6
		汞	2.4	3.4
		砷	30	25
		铅	120	170
		铬	200	250
		铜	100	100
		镍	100	190
		锌	250	300

续表 1.4-1

宗通卡水利枢纽工程环境质量标准一览表

标准名称	标准等级	主要指标及限值	
西藏土壤背景值	几何均值	砷 (mg/kg)	16.8
		铁 (g/kg)	28.0
		锰 (mg/kg)	565
		镉 (mg/kg)	68.1
		铅 (mg/kg)	27.9
		铜 (mg/kg)	19.6
		锌 (mg/kg)	71.1
		铝 (mg/kg)	6.23

### 1.4.2 污染物排放标准

(1) 废水：执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准。

(2) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准。

(3) 噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的噪声限值；运行期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的二类标准。

(4) 固体废弃物：执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及其修改单（环保部 2013 年第 36 号）的相关要求

### 1.4.3 生态评价标准

生态环境评价以不减少区域内珍稀濒危动植物种类和数量、不破坏当地生态系统完整性为标准。

## 1.5 评价等级

### 1.5.1 地表水环境

宗通卡水库年径流量与总库容百分比  $\alpha$  为 34.4，兴利库容与年径流量百

分比  $\beta$  为 0.49%，取水量占坝址多年平均径流量百分比  $\gamma$  为 1.47%；根据坝址来水和径流调节计算成果，占坝址多年平均径流量百分比小于 10%；同时本工程垂直投影面积及外扩面积超过 0.3km<sup>2</sup>，工程评价范围涉及昌都市水厂饮用水水源保护区等水环境保护目标。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）的规定，并考虑区域特殊的水文地质背景特征以及工程承担城镇供水任务，综合确定本工程地表水环境影响评价工作等级为一级。

表 1.4-2 宗通卡水利枢纽工程污染物排放执行标准

废水		废气		噪声			
《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)一级标准 (mg/L)		《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 二级标准 (mg/m <sup>3</sup> )		《建筑施工场界环境 噪声排放标准》 (GB12523-2011) (dB(A))		《工业企业厂界环境噪 声排放标准》 (GB12348-2008)二类 标准 (dB(A))	
项目	标准值	项目	标准值	时段	标准值	时段	标准值
pH	6~9	TSP	1.0	昼间	70	昼间	60
SS	70	PM <sub>10</sub>	1.0	夜间	55	夜间	50
石油类	5	SO <sub>2</sub>	0.4				
化学需氧量	100	NO <sub>2</sub>	0.12				
五日生化需氧量	20						
氨氮	15						

### 1.5.2 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》（HJ 610-2016）相关规定，本工程的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；供水工程和灌区工程属于IV类建设项目，不需开展地下水环境评价。

根据调查，本工程地下水环境影响评价范围内无集中式地下水饮用水水源，附近泉点仅供少数居民生产生活用水。根据地下水环境敏感程度分级，本项目地下水环境敏感程度为较敏感。

因此，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）相关规定，本工程地下水环境影响评价工作等级为三级。

### 1.5.3 生态环境

本工程对生态环境的影响主要为水库淹没、各类工程永久占地和临时占地。工程总占地 12268.51 亩（8.2km<sup>2</sup>），介于 2km<sup>2</sup>~20km<sup>2</sup>之间。本工程主要场内施工道路共长约 64.96km，工程输水管道主管总长约 105.99km，城镇供水支管长约 1.4km，灌溉分水支管长约 2.91km，超过 100km。本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等环境敏感区。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，评价等级应为二级。但结合西藏生态环境特征，并考虑拦河筑坝对水生生境及鱼类的影响，综合确定生态环境影响评价工作等级为一级。

### 1.5.4 环境空气

本工程产生的大气污染主要来源于土石方开挖、填筑、弃渣和爆破等施工活动，主要污染物为 TSP。本工程的大气污染源具有污染源分布较分散、源强小、无组织排放、间断性、移动排放等特性。工程施工区域空旷、污染物稀释扩散条件较好，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》（HJ2.2-2018）中估算模式计算，施工期间 TSP 最大地面浓度占标率  $P_{\max} < 1\%$ ，运行期对环境空气基本无影响，确定本工程大气环境影响评价工作等级为三级。

### 1.5.5 声环境

本工程产生的噪声主要在施工期，主要来自于砂石骨料加工系统、混凝土拌和系统、爆破、弃渣场、表土堆存场、施工交通等。施工区域主要集中在乡村，属《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 1 类功能区域。施工期间可能导致周边噪声级别有一定程度增加，对附近居民点声环境产

生影响。枢纽工程区分布有格秀村 5 户、交日喀村 16 户共 80 人左右，与工程的距离分别为 80m 和 1500m；输水线路区沿线总人数较多，但分布较分散。按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）的有关规定，确定声环境影响评价工作等级为二级。

### 1.5.6 土壤环境

根据土壤环境影响评价项目类别划分依据，宗通卡水库总库容为 1.246 亿  $m^3$ ，属库容大于 1 亿  $m^3$  的水库，在行业类别上属 I 类项目；本项目为生态影响型项目，所在区域土壤敏感程度为不敏感。按照《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），确定土壤环境影响评价工作等级为二级。

### 1.5.7 环境风险

工程施工期的风险源主要来自枢纽工程炸药库和燃料（汽油、柴油），属于易燃、易爆物质。枢纽工程左岸下游施工区布置 1 处油库，坝址左岸上游布置 1 处炸药库，施工期将使用炸药 0.45 万 t，油料 2.44 万 t。本工程仅为涉及危险物质使用、贮存的项目，因此其行业及生产工艺类别为“M4”；矿用炸药的主要成分为硝酸铵，其临界量为 50t，油类物质的临界量为 0.25 万 t，依据施工安排，炸药库和油料物质的最大存在总量（最大储存量）分别约为 40t 和 300t，其危险物质数量与临界值的比值之和为 0.92，小于 1，项目环境风险潜势为 I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）规定，确定本工程施工期环境风险评价等级为简单分析。

工程运行期的风险源主要来自库区支沟泉水导排处理措施失效、底泥扰动带来的重金属释放。昂曲地表水水域环境功能为 III 类，且发生事故时 10km 范围内分布有集中式地表水饮用水水源保护区，依据《建设项目环境风险评价技术导则》附录 D 对环境敏感程度的分级，昂曲地表水环境敏

感程度为 E1（环境高度敏感区）。恩达曲支沟和芒达曲支沟汇入昂曲干流水体中砷浓度超过 III 类水质标准，鉴于恩达曲和芒达曲支沟流量之和仅占坝址处流量的 3%，且沟口水体砷浓度最大超标 1.6 倍，综合考虑工程运行期间的供水敏感性和潜在的环境风险影响程度，确定本工程运行期环境风险评价等级为二级。

## 1.6 评价范围

### 1.6.1 地表水环境

评价范围包括昂曲干流自青海省界~河口约 180km 干流河段及区间主要支流，以及澜沧江昂曲河口以下 40km 的干流河段。

### 1.6.2 地下水环境

评价范围包括库区、枢纽工程区及周围区域等，面积约 120km<sup>2</sup>。

### 1.6.3 陆生生态

评价范围包括宗通卡水库库尾上游 1.5km 至坝址下游 1km 之间的河道（昂曲干支流）两侧第一级分水岭以下区域、卡若灌区范围以及供水管道、泉水导排工程向外扩展 300m 的范围，评价范围面积为 8287.11hm<sup>2</sup>。重点评价范围为水库淹没区、施工场地、施工道路、弃渣场、料场、移民安置区、供水工程和泉水导排工程等工程建设占地区。

### 1.6.4 水生生态

从生态系统完整性考虑，评价范围为昂曲干流自青海省界至河口河段，全长约 180km，以及澜沧江干流昂曲汇口区域；重点评价范围为库区、坝址下游河段及库区主要支流。

### 1.6.5 环境空气

本工程大气污染物以粉尘、扬尘为主，具有易沉降，扩散范围小的特

点。参考已建同类项目，评价范围确定为各施工区、料场、弃渣场等周围 200m 的区域及运输线路两侧 200m 以内区域。

### 1.6.6 声环境

评价范围为枢纽工程、供水及灌溉工程各类施工区，包括砂石料加工系统，混凝土拌和系统、综合加工厂等固定噪声源周围 200m 范围以及施工道路边界两侧 200m 范围。

### 1.6.7 土壤环境

评价范围主要为卡若灌区、宗通卡水库淹没区及库周区域。

### 1.6.8 移民安置环境

评价范围主要为水库淹没、枢纽工程、供水和灌溉工程及泉水导排工程涉及的移民安置区。

## 1.7 评价水平年

### (1) 现状评价水平年

地表水现状评价采用 2015~2019 年的多次现场监测数据，并注重对历史资料及近期调查资料的利用；地下水环境、声环境、环境空气采用 2016 年现场调查与监测结果；陆生生态采用 2016 年、2019 年现场调查与监测结果；水生生态采用 2014 年、2018 年现场调查与监测结果；土壤、沉积物采用 2018 年的监测结果。

### (2) 预测评价水平年

结合工程建设的特点，确定影响预测评价分施工期和运行期两个时段。其中施工期预测水平年为施工高峰年，运行期预测水平年为工程正式投入运行后 3~5 年。

## 1.8 环境保护目标

### 1.8.1 环境功能保护目标

#### (1) 水资源

合理开发利用和保护水资源，对昂曲水资源进行优化配置，优化宗通卡水库调度运行，减少工程实施对水资源利用产生的不利影响，特别是保证坝下河段内的生态环境用水。

#### (2) 地表水环境

根据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030年）》，澜沧江干流昌都段属于“澜沧江昌都芒康保留区”，水质管理目标为II类。根据昌都市环保局的评价标准确认函，昂曲水质管理目标为III类。

本工程地表水环境保护目标为：维持评价范围内昂曲和澜沧江干流水体功能，对施工废水及生活污水进行必要的处理，确保昂曲和澜沧江的水体功能类别不因施工和运行而降低。通过合理的调度运行和应急处理措施，保障城乡供水安全。

#### (3) 地下水环境

本工程评价范围无特殊地下水资源保护区，地下水环境保护目标主要是维持区域地下水水位及水质。

#### (4) 生态环境

陆生生态：保护工程影响区生态系统的完整性和生物多样性，减缓工程建设对植被的破坏，降低对动物生境以及觅食、栖息、繁殖等行为的影响；保护工程影响区域内古树名木以及国家级和自治区级重点保护野生动物及其栖息环境。

水生生态：保护评价范围内珍稀濒危、特有鱼类及其栖息生境；保护河流水生生态系统，水库初期蓄水和运行期按要求下泄生态流量，满足水

生生物对环境的需求；采取栖息地保护与修复、过鱼设施、增殖放流等措施，保证足够的鱼类资源量，以维持鱼类种群的稳定。

#### (5) 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达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

#### (6) 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，施工区周围乡村和城镇区域声环境分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类和2类标准，施工道路两侧45m以内的区域达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准。

#### (7) 土壤环境

保护工程影响区土壤环境，不因工程建设造成土壤环境质量的下降。

#### (8) 移民安置环境

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。

### 1.8.2 环境敏感保护目标

经现场调查和对工程方案的分析，评价区主要环境敏感目标如下：

#### (1) 水环境

经调查，评价范围内昂曲干支流现有2处生活饮用水水源地，即昌都市水厂水源地和昌都市水厂俄洛分厂水源地，目前2处水源地均已划定为集中式饮用水水源保护区（藏政函〔2018〕102号）。本工程与饮用水水源保护区的相对位置关系见表1.8-1和图1.8-1。

表 1.8-1

工程评价范围内水环境敏感目标一览表

序号	保护目标名称	水源类型	服务范围	取水口坐标	功能区范围		批复文号	与本工程位置关系
					一级保护区范围	二级保护区范围		
1	昌都市水厂水源地	地下水	昌都市城区	31° 09' 22" N, 97° 07' 32" E	以取水井为中心, 30m 为半径的区域内。同时取水井上游 1000m, 下游 100m 水域, 水域两侧 50m 陆域 (214 国道) 为界。取地下水与地表水划分方式并集作为一级保护区范围	以取水井为中心, 300m 为半径 (一级保护区除外) 的区域内。同时取水井上游一级保护区边界向上游延伸 2000m, 下游一级保护区边界向下 200m 的水域, 两侧 1000m 陆域 (遇汇水面积第一重山山脊线) 为界。取地下水与地表水划分方式并集作为二级保护区范围	藏政函 [2018] 102 号	16# 供水管桥位于二级陆域和水域保护区, 位于取水口上游 1km; 4# 隧洞出口位于二级陆域保护区, 距离保护区上边界约 100m; 约 3km 的供水管线涉及二级陆域保护区; 隧洞出口与 16# 供水管桥永久占用二级保护区面积 0.2245ha
2	昌都市水厂俄洛分厂水源地	地表水		E97° 01' 09" , N31° 10' 06"	取水口上游 1000m, 下游 100m 水域, 水域两侧 50m 陆域 (214 国道) 为界	取水井上游一级保护区边界向上游延伸 2000m 两侧 1000m 陆域 (遇汇水面积第一重山山脊线) 为界		供水管线上距保护区约 2.25km, 不涉及该水源保护区



图 1.8-1 宗通卡水利枢纽工程与昌都市水厂饮用水水源保护区位置关系图

## (2) 生态环境

据调查，本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等敏感区。根据西藏自治区生态环境厅生态保护红线划定工作最新的阶段性成果，工程不涉及生态保护红线。

评价区分布有国家 I 级重点保护动物 6 种，国家 II 级重点保护动物 20 种；自治区 I 级重点保护动物 15 种，自治区 II 级重点保护动物 18 种；评价区分布有国家 II 级重点保护植物 2 种，分布有古树名木 4 株；评价区分布有珍稀濒危鱼类 3 种，澜沧江特有鱼类 3 种。工程评价范围内生态环境敏感目标见表 1.8-2。

表 1.8-2

工程评价范围内生态环境敏感目标一览表

类别		保护对象	与工程位置关系
陆生植物	国家 II 级重点保护植物	山茛蓉、松茸（历史资料记载）	评价区内未发现国家重点保护野生植物和自治区重点保护植物的分布
	古树名木	左旋柳 3 株、藏川杨 1 株	距供水管线最近距离 230m
陆生动物	国家和自治区级保护动物	国家 I 级重点保护动物 6 种，国家 II 级重点保护动物 20 种；自治区 I 级重点保护动物 15 种，自治区 II 级重点保护动物 18 种	位于枢纽工程区、供水及灌溉工程区
水生生物	珍稀濒危鱼类	《中国濒危动物红皮书》《中国物种红色名录》中易危种：裸腹叶须鱼；《中国物种红色名录》中濒危种：澜沧裂腹鱼、细尾鲃	评价范围内的河段有分布
	澜沧江水系特有鱼类	澜沧裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鲃	
	鱼类重要生境	集中产卵生境 2 处：吴热村义曲汇口附近的干流江段（4km）；甲桑卡乡瓦日村附近江段（4km） 零星分布的产卵生境：索土村、芒达村、卡洛村、恩达曲河口等砾石浅滩生境	位于库尾以上，分别距库尾约 67.5km、57.2km 库区及坝下有零星分布

(3) 环境空气和声环境

工程沿线附近的居民点，是本工程主要的环境空气和声环境敏感目标，见表 1.8-3。经统计，工程评价范围内居民点约有 15 个，保护对象约有 243 户 972 人。

表 1.8-3 工程评价范围内居民点统计表

目标名称		保护对象	工程与其位置关系		
枢纽工程区	格秀村	5 户 20 人	距离砂石混凝土加工系统	水平距离	80m
				垂直距离	1m
	交日喀村	16 户 64 人	1 <sup>#</sup> 块石料	水平距离	1500m
				垂直距离	-200m
供水和灌溉工程区	卡洛村	30 户 120 人	距拟建供水管线	水平距离	5m
				垂直距离	3m
	莫仲村	43 户 172 人	距拟建供水管线	水平距离	4m
				垂直距离	-1m
	穷卡村	30 户 120 人	距拟建供水管线	水平距离	3m
				垂直距离	-2m
	温达村	17 户 68 人	距拟建供水管线	水平距离	28m
				垂直距离	5m
	达东村	26 户 104 人	距 Y2 施工区	水平距离	89m
				垂直距离	8m
	多伏村	7 户 28 人	距拟建供水管线	水平距离	126m
				垂直距离	23m
	约宗村	18 户 72 人	距拟建供水管线	水平距离	31m
				垂直距离	8m
	雄达村	10 户 40 人	距拟建供水管线	水平距离	19m
				垂直距离	4m
	沙通村	12 户 48 人	距拟建供水管线	水平距离	14m
				垂直距离	3m
	仁达村	4 户 16 人	距拟建供水管线	水平距离	92m
				垂直距离	13m
加林村	6 户 24 人	距拟建供水管线	水平距离	9m	
			垂直距离	2m	
曲尼村	11 户 44 人	距拟建供水管线	水平距离	110m	
			垂直距离	29m	
俄洛村	8 户 32 人	距拟建供水管线	水平距离	7m	
			垂直距离	2m	

#### (4) 移民安置

移民安置主要关注工程涉及的搬迁或生产安置人口。本工程搬迁安置人口 478 人，生产安置人口 793 人。

### 1.9 评价程序

按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）的要求，本工程环境影响评价工作分以下三个阶段。

第一阶段：前期准备、调研和工作方案阶段。接受任务后，在研究相关技术文件和其它有关文件的基础上，进行初步工程分析，同时开展初步的环境现状调查。结合初步工程分析结果和环境现状资料，识别建设项目的环境影响因素，筛选主要的环境影响评价因子，明确评价重点和环境保护目标，确定环境影响评价的范围、评价工作等级和评价标准，制定工作方案。

第二阶段：分析论证和预测评价阶段。在第一阶段基础上进行进一步工程分析，对评价区域内的地表水环境、地下水环境、环境空气、声环境、土壤环境及底泥进行现状监测，开展地表水环境、地下水环境、陆生生态、水生生态等各项专题研究工作，在此基础上进行工程环境影响预测评价。

第三阶段：报告书编制阶段。在第一、二阶段工作的基础上，制定相应的环境保护对策措施，进行环保投资估算和技术经济论证；建设单位开展了公众参与调查工作；在上述工作的基础上，编制完成《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》。

宗通卡水利枢纽工程环境影响评价程序见图 1.9-1。

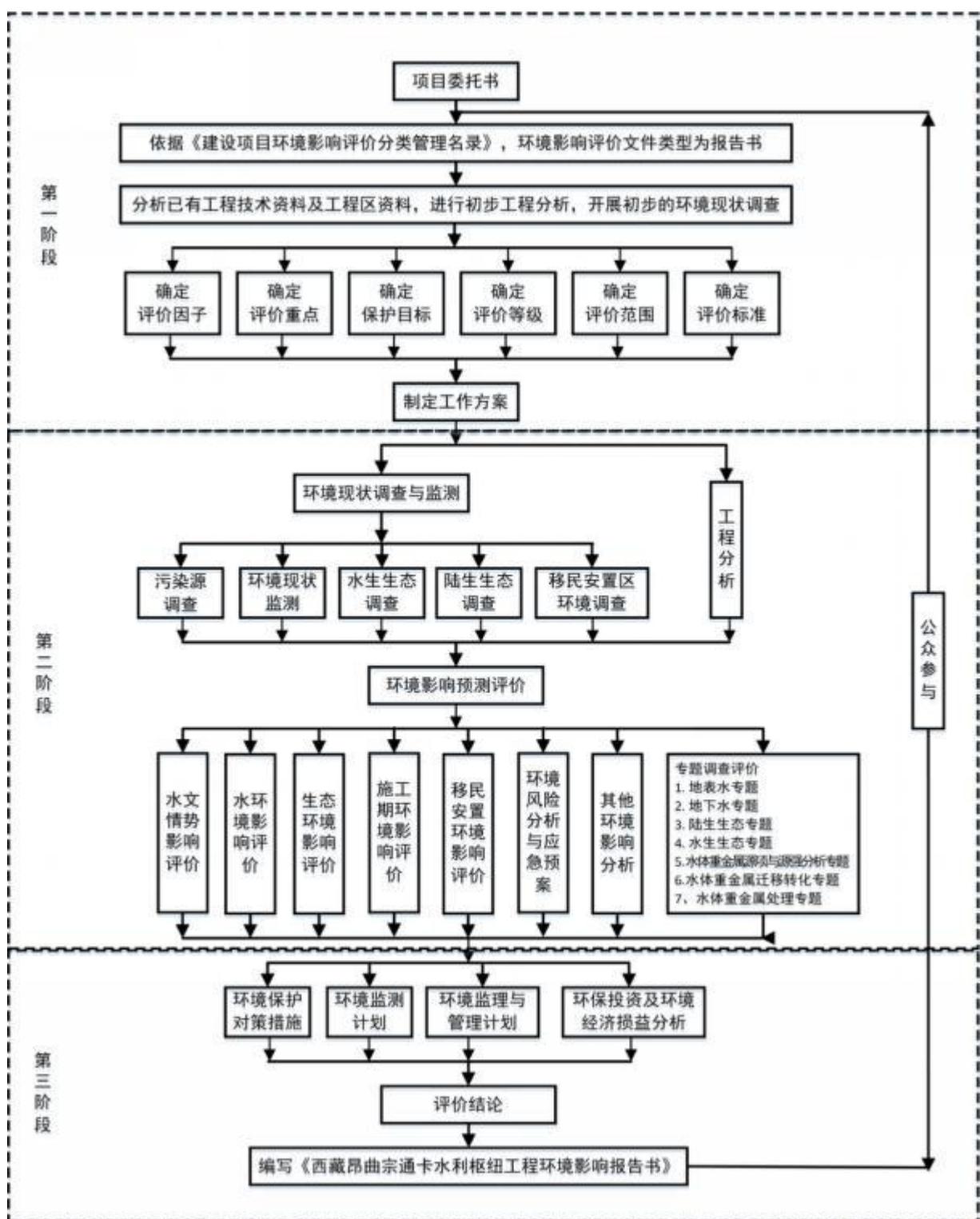


图 1.9-1 宗通卡水利枢纽工程环境影响评价工作程序图

## 2 工程概况

### 2.1 流域概况

澜沧江发源于青海省玉树藏族自治州杂多县青藏高原唐古拉山北麓，昌都以上称扎曲，扎曲和昂曲于昌都汇合后称澜沧江，经云南、于南腊河口流出国境后称湄公河，再经老挝、泰国、柬埔寨、越南，最后注入南海。

昂曲是澜沧江右岸一级支流，发源于西藏巴青县贡日乡桑堆敌玛村境内，向北流经巴青县木雄村、丁青县木塔村，经圭绒尼钦山峰西侧进入青海省，转东、东南流经青海省杂多县结多乡、苏鲁乡、青海省囊谦县东坝乡、吉尼赛乡、吉曲乡后又进入西藏，经类乌齐县甲桑卡乡、尚卡乡、卡若区沙贡乡、俄洛镇汇入澜沧江。昂曲全长约 499.3km，流域面积 17715km<sup>2</sup>，落差 1926m。

昂曲流域地处西藏自治区东部，流域东与扎曲流域接壤，南与澜沧江干流相连，西与怒江流域为邻。昂曲流域按地形地貌可分为上、中、下三段。源头至沙木曲（亦称波曲）汇口以上为上游段；沙木曲汇口以下至巴曲汇口为中游段；巴曲汇口以下至昌都镇为下游段。

昂曲主要支流有木曲、羊木涌、沙木曲、巴曲等，多年平均流量分别为 10.4m<sup>3</sup>/s、7.53m<sup>3</sup>/s、12.5m<sup>3</sup>/s、15.4m<sup>3</sup>/s。西藏境内较大支流有义曲、巴曲、琅玛曲、芒达曲、恩达曲、腰曲等。昂曲流域水系图见图 2.1-1。

#### (1) 琅玛曲

琅玛曲位于宗通卡库尾以上河段，距宗通卡库尾约 0.6km，河长 12km，流域面积 303km<sup>2</sup>，河口多年平均流量 2.74m<sup>3</sup>/s，落差 566m，河口高程 3500m，于尚卡乡申达村汇入昂曲。该支流处于山谷较开阔地带，两岸植被良好，以草甸、灌丛为主，间有森林。河流坡降较小，水流平缓，水体较为清澈，

河流底质以砾石为主。

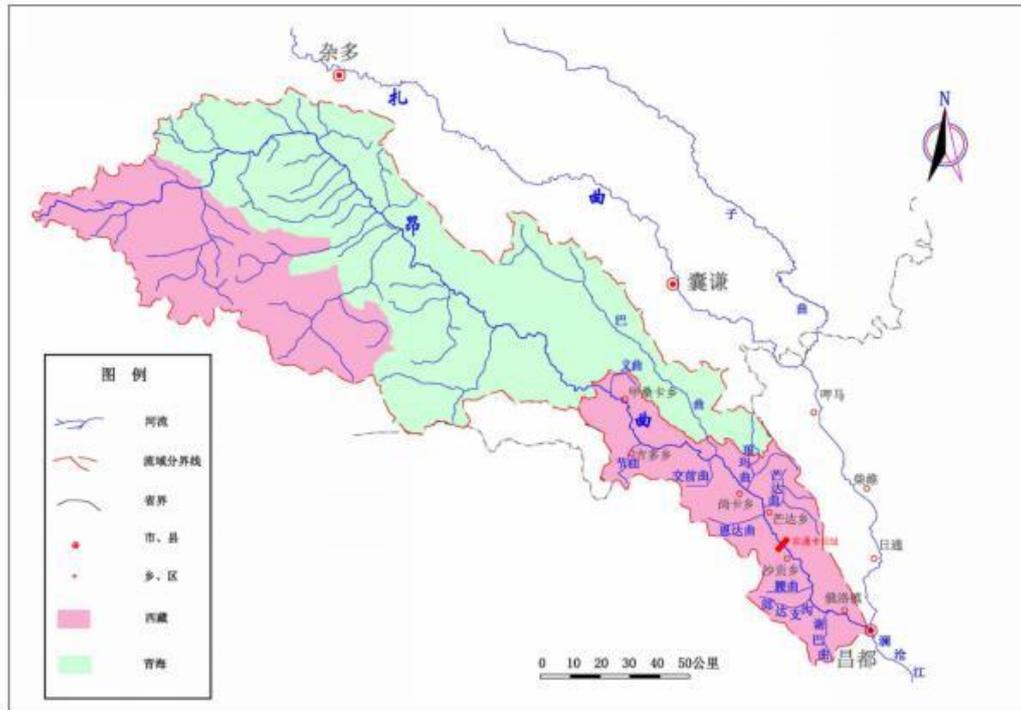


图 2.1-1 昂曲流域水系图

### (2) 芒达曲

芒达曲位于宗通卡库区,距坝址约 12.5km,河长 18km,流域面积 245km<sup>2</sup>,河口多年平均流量 2.21m<sup>3</sup>/s,落差 717m,河口高程 3479m。该支流位于昂曲左岸,于芒达乡芒达村汇入昂曲。河面宽约 3~5m,深约 0.5m,河床底质以砾石为主。两岸植被以草甸和灌丛为主,下游河口有少量村民聚居。河口以上约 2.5km 已建芒达村水电站 1 座。

### (3) 恩达曲

恩达曲位于宗通卡库区,距坝址约 8.1km,河长 15km,流域面积 273km<sup>2</sup>,河口多年平均流量 2.47m<sup>3</sup>/s,落差 692m,河口高程 3449m。该支流位于昂曲右岸,两岸植被良好。河流上游比降大,水流湍急,局部形成小的跌水;下游河谷稍开阔,水流平缓,两岸有少量村落,河面宽 5~8m,水深 1m 左右。河口以上约 3km 已建尚卡水电站 1 座。

## 2.2 流域规划及规划环评

### (1) 澜沧江流域综合规划

根据国务院关于开展流域综合规划编制工作的总体部署，2005年水利部组织长江水利委员会开展了澜沧江流域综合规划编制工作。2019年9月，《澜沧江流域综合规划（2019-2035年）》报送国家发展改革委。

《澜沧江流域综合规划（2019-2035年）》在重要支流规划意见中提出“昂曲流域治理开发主要任务是供水、灌溉、防洪、水资源保护和水力发电。流域上游区域以生态环境保护为主，不再开荒和发展灌溉，不进行水电开发；中下游建设宗通卡水利枢纽工程，综合解决昌都供水、卡若灌区灌溉问题，兼顾水力发电”。

### (2) 澜沧江流域综合规划环境影响报告书及审查意见

2016年1月，长江水资源保护科学研究所编制完成《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》。该环评报告书提出：昂曲流域位于西藏境内，生态环境脆弱，其水资源开发利用应本着“确有需要、生态安全、可以持续”的要求，不宜搞大开发。因此，建议昂曲除宗通卡综合枢纽以外，其余规划水电站不列入本次规划。

2016年4月，原环境保护部以环审〔2016〕47号文印发了《关于〈澜沧江流域综合规划环境影响报告书〉的审查意见》，有关项目建设的意见如下：

1) 昂曲所在区域生态环境脆弱，南腊河、南班河、罗闸河具有水生生态保护功能，建议取消以上支流规划拟建的水电梯级，已开发的梯级根据保护需要开展生态修复。

2) 进一步加强流域综合管理。客观认识和分析开发建设的生态环境代价，有针对性强化生态环境保护规划内容，统筹和落实干支流生境保护。

加强水利水电工程过鱼设施建设，保障河流连通性，实施干流水库生态调度，落实生态流量要求。建立健全生态流量、水生生态、陆生生态、生物多样性和水文水环境等监测体系。根据环境监测情况落实和完善环境保护对策措施。

3) 有关近期建设项目，应依据《报告书》及专项规划环评成果，按照对项目环评的指导意见开展环境影响评价工作。在明确建设项目生态环境保护目标的基础上，加强受开发影响的生态环境现状调查，重点评价项目实施产生的水生、陆生生态和水环境等影响，深入评价影响的方式、范围、历时和程度，落实过鱼设施、鱼类增殖放流、生态流量、栖息地保护等环保措施。

## 2.3 流域水资源开发利用现状

### (1) 水资源量

昂曲流域面积 17715km<sup>2</sup>，流域地表水资源量 61.0 亿 m<sup>3</sup>，地下水资源量 27.0 亿 m<sup>3</sup>，水资源总量 61.0 亿 m<sup>3</sup>。根据《西藏自治区水资源公报（2017 年）》，昌都市 2017 年地表水资源量 449.94 亿 m<sup>3</sup>，地下水资源量 150.35 亿 m<sup>3</sup>，水资源总量 449.94 亿 m<sup>3</sup>。

### (2) 水资源开发利用现状

根据《西藏自治区水资源公报（2017 年）》，昌都市经济社会用水总量 3.9368 亿 m<sup>3</sup>，全市现状水资源开发利用约 0.87%。2017 年昌都市用水现状情况详见表 2.3-1。

### (3) 城乡供水工程

昌都市建有昌都市水厂、昌都市水厂俄洛分厂和圣洁水厂 3 个水厂。3 个水厂位置见图 2.3-1。

表 2.3-1 2017 年昌都市用水现状统计表

按用水性质			按供水方式		
类型	用水量 (亿 m <sup>3</sup> )	比例 (%)	类型	用水量 (亿 m <sup>3</sup> )	比例 (%)
居民生活用水	0.1490	3.78	地表水源供水量	3.7071	94.17
工业用水	0.1448	3.68	(1) 蓄水工程	0.6742	17.13
城镇公共与环境用水	0.1875	4.76	(2) 引水工程	2.9009	73.69
农田灌溉用水	2.8670	72.83	(3) 提水工程	0.1320	3.35
林牧渔畜用水	0.5885	14.95	地下水源供水量	0.2297	5.83
合计	3.9368	100.0	合计	3.9368	100.0



图 2.3-1 昌都市 3 个水厂位置示意图

### 1) 昌都市水厂

昌都市水厂位于昂曲左岸俄洛镇白格村附近昌都水电站水库岸边，水源为昌都水电站水库侧渗水，采用深井取水方式。2014 年 1 月建成并投入运行，设计日供水量 2 万 t。服务范围为俄洛镇、三高二中、森警中队、黑昌公路沿线、陆军第七十五医院、强巴林寺周边及棚户区等。

昌都市水厂设有 1 座主井和 4 座辅助井，深井水位呈不断下降趋势，目前只有 1 座辅助井能正常取水，其余 3 座因淤堵导致涌水量少，已无法正常使用。每年 4 月和 12 月份，电力公司对昌都水电站水库进行开闸冲砂，

约需 7~15 天，开闸期间水库放水导致水位下降，昌都市水厂因深井涌水量减少而无法正常取水，导致供水水量得不到保证。

## 2) 昌都市水厂俄洛分厂

昌都市水厂俄洛分厂位于卡若区俄洛镇加林村，水源地为昂曲右岸支流谢巴曲，2014 年 11 月建成投入运行，设计日供水量 3 万 t。服务范围为俄洛镇和昌都镇（云南坝、邦达街、马草坝、达因卡、达野组团、四川坝、昌都坝、孜通坝）。

谢巴曲是由三条溪水汇聚而成，水量受季节性影响较大，每年枯水期（12 月~次年 3 月）因河谷结冰，造成水厂取水量不足；此外，每年春耕时节（3~5 月）下游加林村村民需要用水灌溉，发生与村民的争水现象，造成水厂取水量不足；夏季汛期时水源地水体浊度较大。上述原因造成水厂无法正常供水。

## 3) 圣洁水厂

圣洁水厂位于扎曲河畔，水源地为扎曲，水厂建于 1993 年，2009 年进行了改扩建，扩建后的日供水规模为 3 万 t，服务范围为昌都坝、云南坝、马草坝、邦达街、四川坝地区。水厂扩建完成后一直存在水量不足和水质不达标等问题，枯水季节河道水位下降造成取水量更加不足，已不能适应昌都市发展需求和城市居民用水需求。2016 年，昌都市人民政府办公室以〔2016〕269 号文关停圣洁水厂。

## (4) 灌溉工程

昂曲宗通卡以下河谷较宽，土地资源较多，耕地沿昂曲两岸阶地分布，当地居民目前大量的耕园地均采用无坝支沟引水灌溉，鉴于沟道来水量主要靠山顶积雪融化和降雨汇水，水量不稳定，灌溉保证率不足，从而导致耕园

地粮食产量不高。近几年在昂曲两岸修建了一批蔬菜大棚，当地居民利用潜水泵在昂曲河内取水灌溉，由于提灌灌溉运行成本较高，限制了发展规模。

昂曲干流宗通卡以下至昂曲河口，涉及的灌溉范围主要隶属于沙贡乡、俄洛镇、城关镇，灌区简称卡若灌区。2014 年建成俄洛灌区，俄洛灌区水源主要为右岸的支流瓦贡曲和谢巴曲。俄洛灌区现有灌溉面积为耕地 4143.33 亩，林草地 11683.57 亩，灌区现有 2 条新建干渠，瓦贡干渠长 17.49km，谢巴干渠长 8.95km；现有 42 条支渠，总长 15.05km，预留分水口 48 处。由于干渠和支渠修筑高程高于耕地高程较多，配套的毛渠、农渠建设不足，当地居民直接将分水口打开，利用水流冲刷形成的土渠作为农渠，水资源利用效率较低。

通过现场调查分析，除俄洛灌区外，卡若灌区其他村镇没有形成有规模的农田水利建设，耕地灌溉均采用当地居民开挖的土渠，林草地灌溉主要依靠降雨解决。灌水方式普遍采用大水漫灌方式，即便是俄洛灌区，因未配套农渠，田间灌溉依然采用土渠大水漫灌。耕地水资源浪费严重，有效利用率不足 30%，每年实际得到灌溉的耕地仅约 0.6 万亩，灌溉保证率严重不足。

#### （5）水力发电工程

目前在昌都市昂曲干流河段已经建有沙贡水电站和昌都水电站，支流已经建有尚卡水电站和芒达村水电站。

沙贡水电站位于卡若区沙贡乡，水库正常蓄水位为 3394m，正常蓄水位以下库容为 38 万  $m^3$ ，无调节能力。电站采用引水式开发，引水隧洞长约 150m，额定水头 7.4 m，额定引用流量约  $50m^3/s$ ，装机容量 3.2MW。该电站于 1984 年开工建设，1989 年底建成发电，现已停运。《国网西藏电力有限公司昌都供电公司关于申请沙贡电站报废请示》中提出，沙贡电站由于存在设计、

施工、运行等缺陷、隐患，存在发电效率降低，经济效益差等问题，于 2004 年 12 月份停产；2007 年西藏自治区电力公司委托中南勘测设计研究院进行沙贡电站技术改造可行性研究工作，经初步估算，工程静态投资估算为 4346 万元，因此考虑该工程技术改造投资较大，且川藏联网及果多电站建设投运，该电站再利用价值极小，建议对沙贡电站报废。

昌都水电站位于卡若区城关镇，水库运行水位在 3215.5~3215.8m 之间，水库总库容为 560 万 m<sup>3</sup>，调节库容为 150m<sup>3</sup>，具有日调节能力。电站采用坝式开发，发电单机引水流量为 22<sup>3</sup>/s，设计水头 15m，共设 4 台机组，单台机组装机容量 2MW，四台总装机 8MW，年发电量约为 3000 万 kW·h。该电站于 1967 年底建成发电，目前运行状态良好。

昂曲右岸一级支流恩达曲建设有尚卡水电站，采用引水式开发，工程装机容量为 320kW，主要供电范围是尚卡乡。电站于 2006 年 1 月建成并投入运行，目前运行正常。

昂曲左岸一级支流芒达曲建设有芒达村水电站，装机 250kW，采用引水式开发，现已报废停运。

## 2.4 工程建设的必要性

### 2.4.1 是落实国家相关规划、加快推进昌都市水利基础设施建设的需要

根据国务院关于开展流域综合规划编制工作的总体部署，国家发展改革委、水利部组织开展了澜沧江流域综合规划编制工作，长江水利委员会编制完成了《澜沧江流域综合规划（2019-2035 年）》。流域综合规划提出在昂曲中下游建设宗通卡水利枢纽工程，综合解决昌都市供水、卡若灌区灌溉问题，兼顾水力发电；并将宗通卡水利枢纽工程列为规划期内澜沧江流域优先实施的工程。

《国务院办公厅关于进一步支持西藏经济社会发展若干政策和重大项目的意见》（国办发〔2016〕50号）指出，要提高重点地区水资源调蓄和供水保障能力，加快拉洛水利枢纽等在建工程建设，推进湘河、帕孜、宗通卡等水利工程前期工作，力争早日开工建设。《国家发展改革委关于印发“十三五”支持新疆维吾尔自治区、新疆生产建设兵团、西藏自治区和四川、云南、甘肃、青海四省藏区经济社会发展规划建设项目方案的通知》（发改投资〔2016〕2558号）将宗通卡水利枢纽工程列为重大水利骨干枢纽工程。国家发展改革委、水利部、住房城乡建设部联合印发《水利改革发展“十三五”规划》，提出要着力推进水利扶贫攻坚，加强贫困地区水利基础设施建设，在集中连片特困地区规划实施一批重点水利骨干工程，并将宗通卡水利枢纽作为“十三五”规划大型水库项目。

《西藏自治区水利改革发展“十三五”规划》（藏政发〔2016〕71号）提出，在东部高山峡谷区加强城镇供水水源和农村供水水源建设，尽早开工建设宗通卡水利枢纽工程，提高供水保障程度，改善生活生产条件。并将宗通卡水利枢纽工程列为西藏自治区“十三五”期间六个重大水利工程之一。

宗通卡水利枢纽工程是澜沧江流域综合规划中明确优先实施的工程，也是国家相关重要规划拟实施的重大民生水利工程，规划依据十分充分，体现了国家相关部门和西藏自治区人民政府对昌都市水利基础设施建设的高度重视。建设宗通卡水利枢纽工程，有利于加快推进昌都市水利基础设施建设，提高昌都市城区水资源调蓄和供水保障能力。

#### **2.4.2 是合理利用水资源、充分发挥水利枢纽工程综合效益的需要**

昌都市是连接藏、川、滇、青四省（区）的重要交通枢纽和商贸枢纽，是西藏东部经济区的最主要区域，承担了建设藏东经济区的战略任务。经济社会可持续发展，离不开水利、能源、交通等基础设施的保障，需统筹

谋划与先行建设。目前，昌都市城区供水存在水量不足、水源水质不达标等问题，供水保障能力差，供水安全水平低；昌都市用电量持续快速增长，由于电源缺乏，限制了电力负荷的增长，电力缺口较大；昂曲中下游两岸灌区田高水低，水利基础设施薄弱，缺少稳定的灌溉水源，灌溉保证率低，制约了地区农业发展，难以保障粮食安全。供水保障不足、电力能源短缺、灌溉保证率低等问题，严重制约了昌都市经济社会持续快速健康发展，亟需建设一个具有综合功能和效益的大型骨干水利枢纽工程。

宗通卡水利枢纽工程是符合昌都市社会经济发展需求、规划近期实施的唯一大型综合水利枢纽工程，具有供水、灌溉，兼顾发电等任务，综合利用效益显著。工程建成后，可彻底解决昌都市城区及下游沿岸沙贡乡集镇的供水问题，保障当地人民群众的饮水安全，满足昌都市城区经济社会长远发展需要；宗通卡水库水位高，通过灌区配套建设，可自流灌溉卡若灌区 1.88 万亩耕园地和林草地，灌溉保证率提高到 75%，有效提高当地粮食亩产量；宗通卡水利枢纽电站装机容量 104MW，年发电量 4.517 亿 kW·h，能缓解区域内能源资源短缺、电力缺口大的问题，提高昌都电网供电可靠性。

宗通卡水利枢纽工程具有供水、灌溉和发电等综合功能，工程建设可充分发挥水利枢纽工程的综合效益，彻底解决昌都市城区供水保障不足、灌溉保证率低、电力能源短缺等问题，有效促进昌都市经济社会发展。

### 2.4.3 是打赢精准脱贫攻坚战、实现共同富裕的需要

让贫困人口和贫困地区同全国一道进入全面小康社会是我们党的庄严承诺。到 2020 年全面建成小康社会，是党的十八大绘就的宏伟蓝图，是“两个百年梦想”的重要组成部分。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央把贫困人口脱贫作为全面建成小康社会的底线任务和标志性指标，在全国范围内打响了脱贫攻坚战，脱贫攻坚力度之大、规模之广、影响之

深前所未有。习近平总书记在多个重要会议、重大场合，反复强调脱贫攻坚，多次就脱贫攻坚作出重要指示，并在党的十九大报告中再次强调要坚决打赢精准脱贫攻坚战，重点攻克深度贫困地区脱贫任务，确保到2020年我国现行标准下农村贫困人口实现脱贫，贫困县全部摘帽，解决区域性整体贫困，各族人民共同走向富裕。

受自然地理、耕地少土壤贫瘠、生产力水平低等多种因素影响，昌都市经济发展相对滞后。现状年昌都市人均地区生产总值14132元，不到西藏自治区平均水平的一半，仅为全国平均水平的30%。特别是占总人口68.5%的农牧业人口，大部分处于贫困状态。现状年卡若区农牧民中贫困户4107户、贫困人口16299人，占农牧民总人口的20%。目前，昂曲河谷两岸的沙贡乡、俄洛镇、芒达乡仍有694户2497人属贫困人口，占卡若区贫困人口的15%，贫困人口占比高、贫困发生率高，属于深度贫困地区，2020年如期实现脱贫攻坚目标时间紧、任务重、难度大，后期巩固阶段的任务更重、难度更大。

建设宗通卡水利枢纽工程，卡若灌区水源有了保障，灌溉条件得到改善，作物灌溉保证率得到提高，灌区粮食产量将大幅提高，农牧民的收入和生活水平亦将显著提高，不但可支撑地区打赢精准脱贫攻坚战、实现2020年同全国一道进入全面小康社会的共同目标，而且可依托其工程建设期的大量资金投入和工程完工运行后的显著综合经济效益，加速带动灌区经济社会进一步发展、促进当地人民群众共同富裕。

#### **2.4.4 是促进昌都市跨越式发展、实现治边稳藏的需要**

习近平总书记在中央第六次西藏工作座谈会上指出，治国必治边，治边先稳藏，为西藏工作提供了根本遵循。昌都位于西藏与四川、青海、云南交界的咽喉部位，是川藏公路和滇藏公路的必经之地，是藏东门户和战略枢纽。也正是由于其地理位置特殊，加之经济欠发达、人民群众生活水平偏低，一

些分裂分子策反活动猖獗，使昌都一直处于维护国家安全和反分裂的前沿。建设一个经济繁荣、社会和谐稳定的昌都，对于巩固西藏边疆安全、促进民族团结、维护国家统一具有重要的战略支撑和保障功能。当前，昌都市绝大多数为农牧业人口，且水利、农牧业基础设施薄弱，能源紧缺，人口与资源矛盾突出，制约着当地经济社会发展和人民生活水平提高，藏族同胞及其他民族群众多处于较贫困的状况，对建设美好家园、实现美好生活有着同样的憧憬和期待。坚持发展是解决西藏一切问题的基础和关键，昌都要实现跨越式发展和长治久安，迫切要求水利提供强有力的基础支撑和保障。

宗通卡水利枢纽工程具有供水、灌溉和发电综合效益，工程建成后可以有效解决昌都市城区及下游沿岸沙贡乡等生活生产用水，保障卡若灌区灌溉用水，还可以缓解区域内能源资源短缺、电力缺口大的问题，提高昌都电网供电可靠性。同时，建设宗通卡水利枢纽工程将促进当地水利、电力、交通等基础设施建设和提档升级，改善当地生活生产条件，带动地区建材加工、物流运输、机电维修、餐饮服务等相关产业的发展，增加就业岗位和当地农牧民就业机会，促进农村劳动力转移，拉动内需带动地方经济增长，有力促进昌都市经济社会跨越式发展，提高民生保障水平，促进民族团结、安定和谐，实现治边稳藏、兴边富民的目标。

## 2.5 工程地理位置

宗通卡水利枢纽工程位于昂曲下游河段西藏自治区昌都市卡若区境内，工程区地理位置介于北纬  $31^{\circ}08'03'' \sim 31^{\circ}27'21''$ ，东经  $96^{\circ}49'40'' \sim 97^{\circ}10'36''$  之间。坝址位于沙贡乡卡洛村附近，距昂曲河口约 63km；供水工程起点位于取水管道末端叉管处，终点为昌都市水厂，输水管道沿昂曲两岸布设；灌溉范围为宗通卡坝址至昌都市城区昂曲两岸阶地。

宗通卡水利枢纽工程地理位置见附图 1。

## 2.6 工程任务、规模及运行方式

### 2.6.1 工程任务

宗通卡水利枢纽的开发任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。

供水对象为昌都市城区和沙贡乡集镇所在地的人居饮水，同时满足工业生产、生态环境建设等经济社会发展对水资源的需求。

灌溉对象为坝址下游的卡若灌区。灌溉范围为供水主管可以兼顾的宗通卡坝址以下至昌都电站坝址区小恩达村昂曲两岸耕园地和林草地。

供电范围为昌都电网，汛期多余电量通过川藏联网工程外送。

### 2.6.2 工程规模

#### 2.6.2.1 工程等级及建筑物级别

宗通卡水利枢纽工程等别为 II 等，工程规模为大型（2）型。

枢纽工程区的大坝、龙抬头泄洪洞、溢洪道、坝式进水口为 2 级建筑物；短鱼道、升鱼机、引水隧洞、电站厂房及开关站为 3 级建筑物。大坝两岸、溢洪道及泄洪放空洞边坡为 2 级；电站厂房边坡为 3 级。枢纽工程区永久道路设计标准为四级公路，此外，筹建期在坝址下游 0.9km 处新建一座永久公路桥-宗通卡大桥。

供水工程主要建筑物（取水口建筑物、输水管线、管桥）的级别为 3 级，次要建筑物（各类阀门井）的级别为 4 级，临时建筑物（管道沟槽等）的级别为 5 级。

灌溉工程主要建筑物和次要建筑物级别均为 5 级。

泉水导排工程主要建筑物（集水口建筑物、导排水管桥、管桥、倒虹管）的级别为 3 级，次要建筑物（各类检查井及阀门井）的级别为 4 级，

临时建筑物（管道沟槽等）的级别为 5 级。

### 2.6.2.2 设计标准

#### （1）防洪标准

按照工程等别和建筑物级别，枢纽工程相应洪水标准见表 2.6.2-1。

供水工程的供水主管设计洪水标准为 20 年一遇，跨河、沟建筑物校核洪水标准为 50 年一遇，供水支管设计洪水标准为 10 年一遇，跨河、沟建筑物校核洪水标准为 30 年一遇。

灌溉工程主要建筑物和次要建筑物洪水标准均采用 10 年一遇。

泉水导排工程管道设计洪水标准为 20 年一遇，跨河、沟建筑物校核洪水标准为 50 年一遇，集水口建筑物设计洪水标准为 30 年一遇，校核洪水标准为 50 年一遇。

表 2.6.2-1 枢纽工程主要建筑物洪水标准

洪水频率	土石坝	龙抬头泄洪洞	溢洪道	坝式进水口	引水隧洞、发电厂房	消能防冲
设计（年）	100	100	100	100	100	50
校核（年）	2000	2000	2000	2000	200	

#### （2）抗震标准

工程区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.15g，相应地震基本烈度为 VII 度，地震动反应谱特征周期为 0.45s。根据水工建筑物抗震设计规范，枢纽工程、供水工程、灌溉工程、泉水导排工程的建筑物均按 VII 度设防。

### 2.6.2.3 工程规模

#### （1）枢纽工程

宗通卡水库正常蓄水位 3474m，死水位 3464m，总库容 1.246 亿 m<sup>3</sup>，调节库容 0.4479 亿 m<sup>3</sup>；电站装机“2 大 2 小”4 台，其中 2 台小机组为生态机组，总装机容量为 104MW（2×42.5MW+2×9.5MW），多年平均发电量为 4.517 亿 kWh。

## (2) 供水工程

工程总引水流量  $2.954\text{m}^3/\text{s}$ ，其中城镇供水引水流量  $2.177\text{m}^3/\text{s}$ （左岸昌都市水厂设计流量  $1.788\text{m}^3/\text{s}$ ，右岸沙贡乡设计流量  $0.03\text{m}^3/\text{s}$ ，昌都市水厂俄洛分厂设计流量  $0.359\text{m}^3/\text{s}$ ），灌溉供水引水流量  $0.777\text{m}^3/\text{s}$ （左岸灌区设计流量  $0.4069\text{m}^3/\text{s}$ ，右岸灌区设计流量  $0.3701\text{m}^3/\text{s}$ ）；至 2030 年，工程年供水总量  $6381.31$  万  $\text{m}^3$ ，其中城镇供水毛供水量  $5721.3$  万  $\text{m}^3$ （昌都市城区毛供水量  $5641.6$  万  $\text{m}^3$ ，沙贡乡集镇毛供水量  $79.7$  万  $\text{m}^3$ ），灌溉年供水量  $660.01$  万  $\text{m}^3$ 。

供水工程主要建筑物包括管道隧洞 4 座、管桥 16 座、倒虹吸 3 座等。工程输水管道主管总长约  $105.99\text{km}$ ，城镇供水支管长约  $1.4\text{km}$ ，灌溉分水支管长约  $2.91\text{km}$ 。输水主管共设 21 个分水口，其中城镇供水分水口 3 个，灌溉分水口 18 个。

## (3) 灌溉工程

灌溉范围包括沙贡乡、俄洛镇和城关镇在内的耕园地和林草地。卡若灌区灌溉工程规模为 24 个灌片，灌溉面积共  $1.88$  万亩，其中耕地和园地的自流灌区面积  $1.05$  万亩，林草地压力流灌区面积  $0.83$  万亩。

灌溉与供水采用同一主管道，流量在管道设计时一并考虑。灌区新建支管长约  $2.91\text{km}$ ，支管上配套流量控制阀 18 个，流量计 18 个，减压阀 2 个，林草微灌分水阀门 18 个。新建分水池 18 座（含 33 个斗渠分水闸），阀门井 20 座。

## (4) 泉水导排工程

根据现场调查，芒达曲右支沟温泉只在 10 月测到流量，因此该泉水基本上是只有在雨季才可能出露的季节性泉水，目前所测得的  $0.009\text{m}^3/\text{s}$

的最大流量可以作为其可能的最大流量。对于芒达曲左支沟温泉，9月、10月测到的流量反而是较低的，在不考虑多年汇流的情景下，其动态周期与当地雨季的时间差在5~7个月，因此使用1月、2月的实测流量数据相对可靠。

恩达曲的热泉和冷泉在流量数据上同步性较好，但从2018年5月、6月降雨前后的对比分析可以看出，冷泉显然对降雨更加敏感，而热泉反而有所下降，表明冷泉直接受降雨补给并快速到达出露点，但雨季最高测的数据也只有 $0.28 \text{ m}^3/\text{s}$ ，表明其通道能力也有限（顺岩层分界面出露），热泉应该是需要通过较长的路径（或是通过能力有限的通道）没有及时反映。因此推测冷泉是快速响应但出流能力有限的系统，最大流量可选 $0.28 \text{ m}^3/\text{s}$ 。热泉选用测的数据中最大的 $0.06 \text{ m}^3/\text{s}$ 是可以接受的。恩达曲和芒达曲泉水最不利流量统计情况见表2.6.2-2。

表 2.6.2-2 恩达曲和芒达曲泉水最不利流量统计表

泉名	流量平均 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	拟选用流 量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	稳定性	水文响应 滞后性	考虑最不利 的安全系数	最不利流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	最不利流量时 砷浓度( $\text{mg}/\text{L}$ )
芒达曲左支沟温泉	0.0105	0.018	差	3-5月	2	0.036	1.561
芒达曲右支沟温泉	0.0051	0.009	差	<1月	2	0.018	0.3736
恩达曲温泉	0.0498	0.06	好	2-3月	1.5	0.09	0.5548
恩达曲冷泉	0.1857	0.28	较好	<1月	1.5	0.42	0.1045

因此，按最不利情景考虑，泉水导排工程的设计规模为 $0.564 \text{ m}^3/\text{s}$ ，约为5万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。

### 2.6.3 工程组成及特性表

宗通卡水利枢纽工程由主体工程、辅助工程、建设征地与移民安置和环境保护工程等4部分组成。工程组成和工程特性表见表2.6.3-1和表2.6.3-2。

表 2.6.3-1

宗通卡水利枢纽工程组成表

工程项目	工程主要组成	
主体工程	挡水建筑物	大坝为沥青混凝土心墙坝，最大坝高 71m，坝顶宽 10m
	泄水建筑物	溢洪道布置在右岸坝肩，设有 2 个泄洪表孔，堰顶高程为 3462m，孔口尺寸为 9m×12m（宽×高），工作闸门为弧形门
		泄洪放空洞布置在溢洪道右侧，泄洪孔进口底高程 3431m，控制段孔口尺寸 5.5m×4.0m（宽×高）；洞身段长 457m，出口高程为 3418m
	引水建筑物	引水建筑物布置于右岸 I 级阶地，由引水渠、进水口、钢筋混凝土埋管、引水隧洞和压力钢管（岔管）组成
	发电厂房	发电厂房布置在右岸，为地面厂房，距坝轴线下游 173m
	过鱼建筑物	过鱼设施采用短鱼道+升鱼机组合方案。布置在大坝左岸，鱼道段 184m，平轨段 247.8m，斜面提升段 165.0m，坝上平轨段 206.5m，布置 3 个进鱼口
	供水与灌溉工程	取水管采用 DN1800mm 钢管，管长 495m，取水管道在末端通过叉管与两根 DN1200mm 输水管道连接，末端叉管管中心高程 3457.50m 工程输水管道主管总长约 105.99km，城镇供水支管长约 1.4km，灌溉分水支管长约 2.91km。输水主管共设 21 个分水口，其中城镇供水分水口 3 个，灌溉分水口 18 个。还包括管道隧洞 4 座、管桥 16 座、倒虹吸 3 座等
泉水导排工程	在昂曲两岸分别设置引水系统将恩达曲和芒达曲泉水引至坝址下游约 1km 处，其中右岸恩达曲导排管道线路长 16.8km，左岸芒达导排管道线路长 35.8km。引水系统由集水口、引水管道及排水口组成	
辅助工程	施工导流	采用河床一次断流、围堰全年挡水、隧洞泄流的施工导流方式
	施工企业	砂石加工系统 2 处、混凝土生产系统 16 处、机械设备停放场 15 处、综合加工厂 1 处、炸药库 1 处
	料、渣场	块石料场 1 处、砂砾石料场 1 处、存料场 2 处，存弃渣场 1 处，弃渣场 9 处
	施工营地	办公生活区 16 处、综合仓库 15 处
建设征地与移民安置	库底清理	建（构）筑物、林木清理和卫生清理
	建设征地	建设征地涉及土地面积 12268.51 亩，其中，永久征地 9278.99 亩，临时征地 2989.52 亩
	专项设施复建	交通运输工程、电力工程、电信工程、文物古迹
环境保护工程	水环境保 护工程	施工期 废污水 处理
	水源地 水质安 全保障 工程	主要包括基坑废水处理设施、砂石料废水处理设施、混凝土拌和系统废水处理设施、含油废水处理设施、生活污水处理设施  对导排泉水进行处理，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准

表 2.6.3-2

宗通卡水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1. 流域面积			
全流域	km <sup>2</sup>	17715	
坝址以上	km <sup>2</sup>	15592	
2. 多年平均年径流量			
多年平均流量	亿 m <sup>3</sup>	43.5	
多年平均流量	m <sup>3</sup> /s	138	
施工导流标准 (p=10%) 流量	m <sup>3</sup> /s	1480	
3. 泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	万 t	330	
多年平均含沙量	kg/m <sup>3</sup>	0.756	
多年平均推移质年输沙量	万 t	33	
二、工程规模			
1. 水库			
正常蓄水位	m	3474	
死水位	m	3464	
总库容	亿 m <sup>3</sup>	1.246	
调节库容	亿 m <sup>3</sup>	0.4479	
死库容	亿 m <sup>3</sup>	0.6883	
回水长度	km	22	
最小下泄流量	m <sup>3</sup> /s	16.3	
相应下游水位	m	3409.85	
2. 供水工程			
年供水总量	万 m <sup>3</sup>	6381.31	2030 年
城镇供水毛供水量	万 m <sup>3</sup>	5721.3	2030 年
设计总引水流量	m <sup>3</sup> /s	2.954	2030 年
城镇供水设计引水流量	m <sup>3</sup> /s	2.177	2030 年
供水保证率 p	%	95	
输水管道主管长度	km	105.99	
3. 水力发电工程			
装机容量	万 kW	10.4	
保证出力	万 kW	0.8	
多年平均年发电量	亿 kW·h	4.517	
4. 灌溉工程			
设计灌区面积 (耕园地)	万亩	1.05	
设计灌区面积 (林草地)	万亩	0.83	
灌溉保证率 p (耕园地)	%	75	
灌溉保证率 p (林草地)	%	50	
灌溉供水引水流量	m <sup>3</sup> /s	0.777	2030 年
灌溉年供水量	万 m <sup>3</sup>	660.01	2030 年
灌溉支管	km	2.91	

续表 2.6.3-2

宗通卡水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
5. 泉水导排工程			
设计导排流量	m <sup>3</sup> /s	0.564	
导排管道	km	52.6	
三、淹没损失及工程永久占地			
1. 土地总面积	亩	9278.99	
耕地	亩	2100.2	
林地	亩	3946.39	
草地	亩	536.56	
2. 农村人口	人	458	
3. 农村房屋面积	m <sup>2</sup>	32322.78	
四、主要建筑物及设备	亩		
1. 挡水建筑物			
型式		沥青混凝土心墙坝	
地基特性		泥岩、泥质粉砂岩和砂岩	
地震参数设计值	g	0.15	
地震基本烈度		VII度	
地震设计烈度		VII度	
顶部高程	m	3477	
最大坝高	m	71	
坝轴线长度	m	316	
2. 泄水建筑物			
(1) 溢洪道			
地基特性		泥质粉砂岩、砂岩和泥岩	
进口底高程	m	3458	
堰面型式		实用堰	
堰顶高程	m	3462	
孔口尺寸(宽×高)	m×m	9×12	
孔数	个	2	
闸门形式		弧形门/平板门	
消能型式		底流	
(2) 龙抬头泄洪洞			
洞轴线长度	m	651.7	
洞型	m	城门洞	
洞身尺寸(宽×高)	m×m	7×9.5	
消能型式		底流	
进口底高程	m	3431	
出口底高程	m	3411.5	
3. 发电引水建筑物			
设计引用流量	m <sup>3</sup> /s	168.2/37.8	

续表 2.6.3-2

宗通卡水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
进水口底槛高程	m	3448	
引水道型式		隧洞和压力管道	
长度	m	232/270	
断面尺寸	m	φ 6.8/φ 4.0	
4. 发电厂房			
型式		地面厂房	
主厂房尺寸(长×宽×高)	m×m×m	95.0×44.5×56.0	
水轮机安装高程	m	3401	
5. 开关站(换流站、变电站)			
型式		GIS	
面积(长×宽)	m×m	56×10.5	
6. 过鱼建筑物			
型式		短鱼道+升鱼机	
长度	m	鱼道段 184m, 平轨段 247.8m, 斜面提升段 165.0m, 坝上平轨段 206.5m	
进鱼口	个	3	
设计流速	m/s	1.1	
补水流量	m <sup>3</sup> /s	0.5~1.9	
五、施工			
1. 枢纽、供水及灌溉工程主要工程量			
土石方明挖	万 m <sup>3</sup>	345.16	
石方洞挖	万 m <sup>3</sup>	16.83	
土石方填筑	万 m <sup>3</sup>	314.11	
混凝土	万 m <sup>3</sup>	57.68	
锚杆	万根	15.46	
钢筋、钢材(含钢管)	万 t	8.79	
固结灌浆	万 m	2.71	
回填灌浆	万 m <sup>2</sup>	1.32	
2. 主要建筑材料数量			
木材	万 m <sup>3</sup>	0.87	
水泥	万 t	22.7	
钢筋、钢材	万 t	10.7	
3. 所需劳动力			
高峰工人数	人	1800	
4. 施工动力及来源			
供电	kW	3870	
5. 对外交通(公路、铁路、水路)			
距离	km	60	

续表 2.6.3-2

宗通卡水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
运量	万 t	48.98	
6. 施工导流 (方式、型式、规模)			
导流方式		一次拦断河床, 全年围堰挡水, 隧洞泄流	
初期导流流量	m <sup>3</sup> /s	1480	10%频率最大瞬时
中后期导流流量	m <sup>3</sup> /s	2060	2%频率最大瞬时
导流隧洞数量	条	1	后期改建成永久泄洪洞
导流隧洞尺寸	m	7×9.5 (宽×高)	城门洞型
导流隧洞长度	m	432.7	
导流隧洞进口底板高程	m	3414.5	
导流隧洞出口底板高程	m	3411.5	
7. 施工期限			
总工期	月	62	
六、环保工程			
1. 水环境保护工程			
砂石加工系统废水处理设施	处	2	DH 高效污水净化器
混凝土系统废水处理设施	处	16	中和沉淀法
含油废水处理设施	处	15	隔油池+汽浮隔油法
生活污水处理设施	处	2	成套生活污水处理设备 (A/O 工艺)
	处	14	厌氧生物膜池工艺
2. 泉水处理设施	处	1	采用倍特复合矿物质水处理材料与复合金属氧化物材料协同使用处理水体中重金属
3. 下泄生态流量	m <sup>3</sup> /s	16.3 (11月~次年3月), 31.7 (4月), 41.3 (5月~10月)	
4. 鱼类增殖放流	万尾/年	22	
5. 对拆除水电站进行生境修复	座	4	
七、经济指标			
静态总投资	万元	553327.10	

## 2.6.4 初期蓄水及运行方式

### 2.6.4.1 初期蓄水

本工程计划于施工期第 5 年 11 月底导流隧洞下闸蓄水，采用导流隧洞进口平板闸门下闸。

按 11 月份保证率 80% 的月平均流量  $57\text{m}^3/\text{s}$  蓄水计算，扣除下游生态供水流量  $16.3\text{m}^3/\text{s}$ ，水库水位从导流隧洞底板高程 3414.5m 上升至溢洪道堰顶高程 3462m，相应水库库容 0.617 亿  $\text{m}^3$ ，蓄水时间约 17.5 天；由高程 3462m 蓄水至死水位 3464m，相应水库库容 0.071 亿  $\text{m}^3$ ，扣除下游生态供水流量，蓄水时间约 2.0 天。

为满足导流隧洞下闸蓄水期间下游生态供水问题，在导流隧洞进水塔闸墩两侧各设置一个直径 1.4m 的圆形生态放水孔，生态放水孔底板高程与导流隧洞底板高程一致，并设闸门进行控泄。导流隧洞下闸前，打开导流隧洞进水塔两侧闸墩内的生态泄水孔阀门，导流隧洞下闸后，采用生态放水孔供水，最小生态流量按  $16.3\text{m}^3/\text{s}$  考虑。水位上升至溢洪道堰顶高程 3462m 以上后，关闭生态泄水孔阀门，利用溢洪道闸门进行控泄。

### 2.6.4.2 水库调度运行方式

宗通卡水利枢纽开发任务以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。根据开发任务主次协调综合用水各部门的关系，并在确保工程安全的前提下，拟定水库运行方式具体如下：

(1) 当入库流量大于供水、灌溉需水和生态流量之和时，可维持正常蓄水位运用，即在保证供水、灌溉要求的前提下，其余水量均下泄用于发电，维持出入库平衡。

(2) 当来水小于生态流量与供水流量之和、且大于生态流量时，按

生态流量下泄水量，供水流量不足部分由水库补足；当来水小于生态流量时，全部按来水流量下泄，此时发电可结合生态用水，城镇用水全部由水库补给。

宗通卡坝下河段分布的鱼类均为产粘沉性卵鱼类，为避免日调峰造成坝下河道水位急剧波动对鱼类等水生生物造成不利影响，电站将不承担日调峰任务。

#### 2.6.4.3 水库蓄水历时过程

宗通卡坝址径流年内分配不均，汛枯期分明。考虑供水流量后，长系列月径流中会出现连续数月低于生态流量与供水流量之和的情况，例如2000~2001年（水文年）连续5个月、2001~2002年连续3个月、2004~2005年连续3个月、2005~2006年连续5个月出现此情况，此时，按照拟定的水库调度方式，水库下泄流量按生态流量（当来水大于生态流量时）或来水流量（来水小于生态流量时）下泄，城乡供水和灌溉不足水量由水库供水，水库水位持续消落。当采用淤积20年库容曲线，依据55年长系列月径流调节计算成果，发生连续两个月以上偏枯来水的情况有12次。其中，有5次库水位尚未消落至3470m即回升；有4次消落至3469m左右，低于3470m的时间均小于1个月；还有3次库水位消落较低，最低至3465.3m。随着枯水期结束，宗通卡来水一般会迅速增大，且远大于生态流量和供水流量之和，水库将按照不小于生态流量下泄，并拦蓄多余水量，库水位一般在1个月内即可回升至正常蓄水位3474m。库水位消落最低的两年为2001~2002年和2005~2006年，逐月出入库流量及蓄水过程见图2.6.4-1和图2.6.4-1。

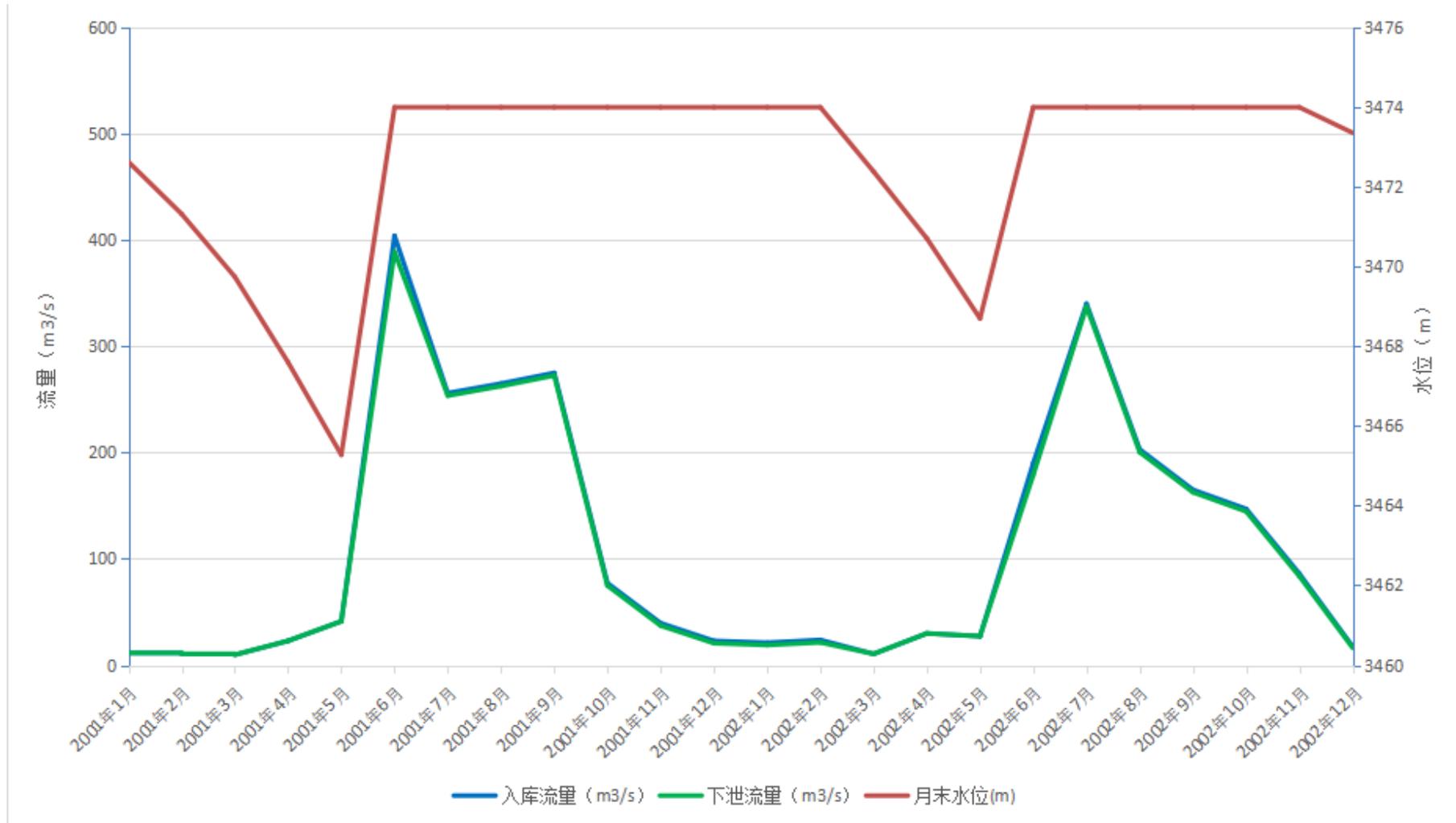


图 2.6.4-1 2001~2002 年逐月出入库流量及蓄水过程

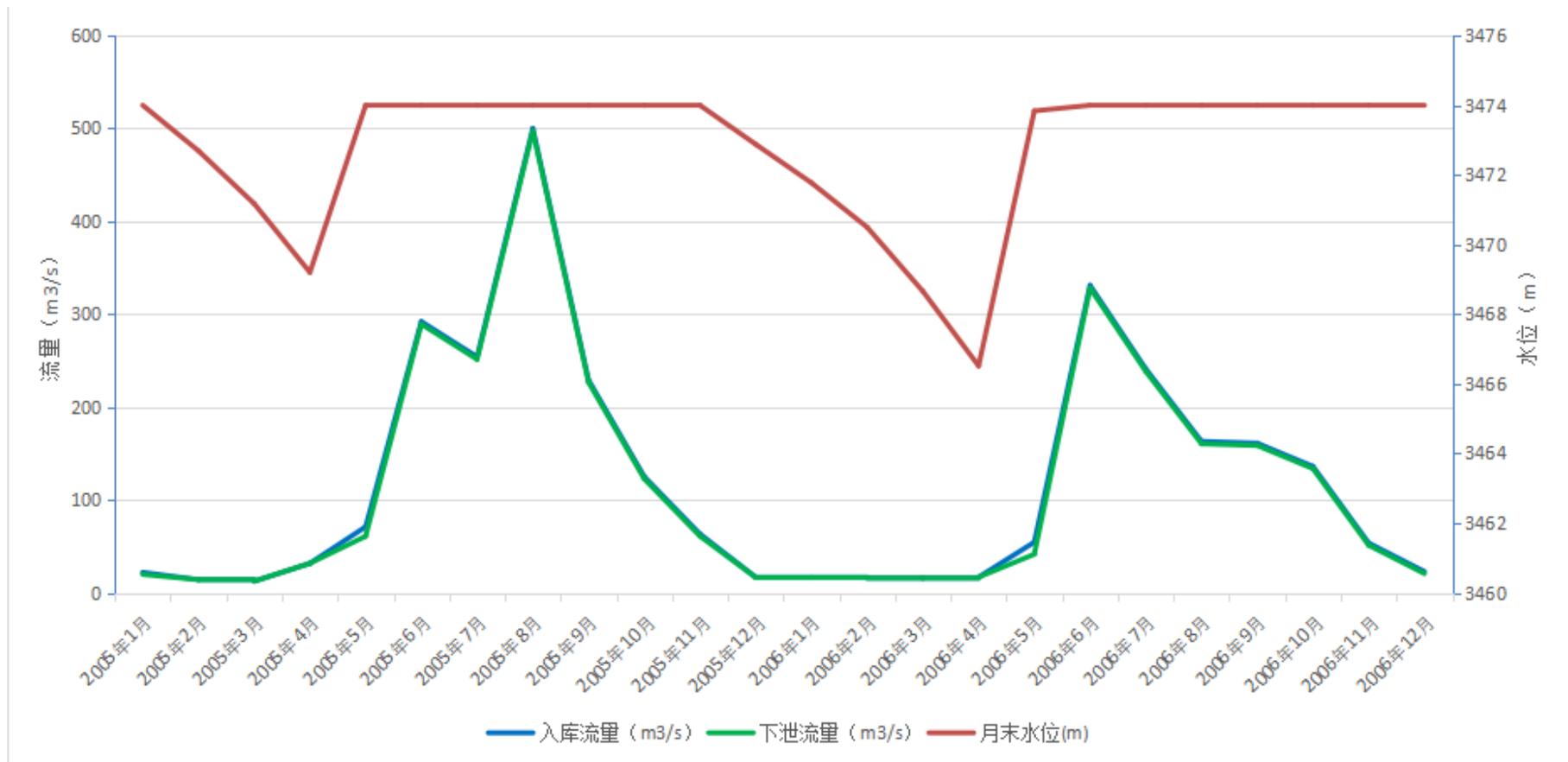


图 2.6.4-2 2005~2006 年逐月出入库流量及蓄水过程

## 2.7 水资源供需平衡

### 2.7.1 城镇需水预测

#### 2.7.1.1 昌都市城区需水预测

##### (1) 城镇生活用水

经预测，到 2030 年，昌都市城区人口增长至 22.41 万人。根据水利普查有关成果，2011 年，昌都市城镇居民住宅生活用水定额约为 90L/(人·d)，城镇综合生活用水定额约为 170L/(人·d)。考虑昌都市未来经济社会的快速发展需求，2030 年，昌都市城镇居民生活用水定额、综合生活用水定额为 110L/(人·d)、170L/(人·d)。

初步预测，2030 年昌都市城区年生活需水量约为 899.8 万 m<sup>3</sup>，昌都市城区年综合生活用水量约为 1390.5 万 m<sup>3</sup>。

##### (2) 企业工业用水

按照地区经济社会的发展趋势初步预测，到 2030 年，昌都市城区工业增加值达 98.59 亿元，其中一般工业 12.9 亿元，建筑业 85.69 亿元。参照澜沧江流域综合规划报告中有关用水定额类比，拟定 2030 年昌都市一般工业万元增加值用水定额 98m<sup>3</sup>，建筑业万元增加值用水定额 19m<sup>3</sup>。

初步预测，2030 年昌都市城区工业年用水量 2892.3 万 m<sup>3</sup>，其中一般工业用水量 1264.2 万 m<sup>3</sup>，建筑业用水量 1628.1 万 m<sup>3</sup>。

##### (3) 浇洒道路和绿地用水

参照内地城区人均道路和绿地面积有关标准，拟定 2030 年昌都市城区人均道路和绿地面积为 15m<sup>2</sup>。昌都市城区 2030 年浇洒道路和绿地用水额统一按 2L/(m<sup>2</sup>·d) 计，初步预测，2030 年昌都市城区浇洒道路和绿地用水量 245.4 万 m<sup>3</sup>。

#### (4) 管网漏损水量

城镇生活配水管网漏失水量为综合生活水量、工业企业用水量、浇洒道路和绿地水量之和的 10%~12%。目前,现状管网漏损率为 15%,规划昌都市城区 2030 年城镇管网漏损率为 12%。

初步预测,2030 年昌都中心城区管网漏失水量 543.4 万 m<sup>3</sup>。

#### (5) 未预见用水

未预见水量为综合生活水量、工业用水量、浇洒道路和绿地水量、管网漏损水量之和的 8%~12%。昌都市城区未预见水量按 11%计,初步估算,2030 年昌都市城区未预见水量 557.9 万 m<sup>3</sup>。

#### (6) 再生水利用量

按照最严格的水资源管理制度和节水型社会建设的要求,昌都市城区污水处理厂经处理达标的再生水可用于工业、浇洒道路和绿地用水等行业,由于目前缺乏资料,初步估算,2030 年昌都市城区再生水利用总量为 270 万 m<sup>3</sup>,约占昌都市城区计算用水量的 4.8%。

#### (7) 昌都市城区需水量

经计算,2030 年昌都市城区年需水总量约 5359.5 万 m<sup>3</sup>。

### 2.7.1.2 沙贡乡集镇需水预测

目前,沙贡乡集镇及附近村人口约 800 人,乡镇经济也不发达。经预测,至 2030 年,集镇人口规模为 2300 人,集镇建设用地为 27.44hm<sup>2</sup>。

#### (1) 乡镇居民生活用水

2030 年沙贡乡居民生活用水定额按 90L/(人·d)计,初步估算,2030 年沙贡乡居民生活用水 7.6 万 m<sup>3</sup>。

#### (2) 公共建筑用水

2030 年沙贡乡公共建筑用水按居民生活用水的 20%进行估算,2030 年

沙贡乡公共建筑用水量分别为 1.5 万 m<sup>3</sup>。

### (3) 饲养畜禽用水

参照西藏自治区类似工程估算，至 2030 年集镇户籍规模约 570 户，按每户 5 人计，人均养殖 3 头大牲畜、7 头小牲畜估算，至 2030 年大牲畜养殖数量约 8550 头、小牲畜 19950 只。大牲畜日最高用水定额取 40L/(人·d)，小牲畜日最高用水定额取 15L/(人·d)。初步估算，2030 年沙贡乡牲畜用水量分别为 23.4 万 m<sup>3</sup>。

### (4) 乡镇企业用水

目前，沙贡乡乡镇企业经济较差，2015 年乡镇工业中只有建筑业，建筑业产值 100 万元。按照本次经济指标预测，沙贡乡 2030 年建筑业产值为 0.46 亿元，建筑业万元增加值用水定额取 19m<sup>3</sup>。初步估算，2030 年沙贡乡企业用水量 8.7 万 m<sup>3</sup>。

### (5) 浇洒道路和绿地用水

根据《昌都市卡若区沙贡乡总体规划（2015-2030 年）》规划，至 2020 年，集镇建设用地位为 20.01hm<sup>2</sup>；远期至 2030 年，集镇规划用地规模 56.7hm<sup>2</sup>，集镇建设用地位为 27.44hm<sup>2</sup>。沙贡乡道路及绿地面积 2030 年考虑为 30hm<sup>2</sup>，浇洒道路和绿地用水定额 2L/(m<sup>2</sup>·d)。初步估算，2030 年沙贡乡道路及绿地用水量 21.9 万 m<sup>3</sup>。

### (6) 管网漏失水量及其他未预见用水

管网漏失水量及其他未预见用水可按上述用水量之和的 20%计，初步估算，2030 年沙贡乡管网漏失水量及其他未预见用水为 12.6 万 m<sup>3</sup>。

### (7) 沙贡乡集镇需水总量

经计算，沙贡乡集镇 2030 年需水总量为 75.7 万 m<sup>3</sup>。

### 2.7.1.3 城镇需水总量

城镇供水需水预测成果见表 2.7.1-1，从表中可知，2030 年昌都市城镇供水净需水量为 5435.2 万 m<sup>3</sup>，其中，昌都市城区 5359.5 万 m<sup>3</sup>，沙贡乡集镇 75.7 万 m<sup>3</sup>。考虑水库到水厂之间的管道输水损失，输水损失系数取 0.95，2030 年昌都市城镇供水毛需水量为 5721.3 万 m<sup>3</sup>，其中，昌都市城区 5641.6 万 m<sup>3</sup>，沙贡乡 79.7 万 m<sup>3</sup>。

表 2.7.1-1 城镇供水需水量预测成果

用水范围	用水分类	2030 年	备注
		(万 m <sup>3</sup> )	
昌都市城区	综合生活用水	1390.5	按照《室外给水设计规范》(GB50013-2018)
	企业工业用水	2892.3	
	浇洒道路和绿地用水	245.4	
	管网漏损水量	543.4	
	未预见用水	557.9	
	再生水利用	-270	
	小计	5359.5	
沙贡乡集镇	乡镇居民生活用水	7.6	根据《村镇供水工程技术规范》(SL310-2004)
	公共建筑用水	1.5	
	饲养畜禽用水	23.4	
	乡镇企业用水	8.7	
	浇洒道路和绿地用水	21.9	
	管网漏失水量及未预见用水	12.6	
	小计	75.7	
净需水量		5435.2	
毛需水量		5721.3	管道输水损失系数取 0.95

## 2.7.2 灌区需水量预测

### 2.7.2.1 灌区灌溉制度

#### (1) 设计水平年和灌溉保证率

现状水平年为 2014 年，规划水平年为 2030 年。

耕园地灌溉设计保证率为 75%，林草地灌溉设计保证率为 50%。

## (2) 种植结构规划

现状灌区耕园地以种植青稞、小麦等粮食作物为主，其中，青稞和小麦的种植面积较大，约占灌区耕地面积的 80%，蔬菜和经济作物种植面积约占 20%。本次规划，在满足粮食作物种植面积的基础上，尽量扩大蔬菜和经济作物的种植比例，发展高效农业、特色农业等，规划昂曲两岸阶地平坦区仍以种植青稞、小麦等粮食作物为主，适当扩大蔬菜和经济作物的种植比例，坡度较陡的山坡区计划种植生态经济林，发展林果业。

表 2.7.2-1 卡若灌区规划水平年耕园地种植结构

岸别	灌区	青稞	冬小麦	春小麦	蔬菜	油菜等经济作物	合计
右岸	面积 (亩)	2296.10	1184.26	507.54	521.84	730.58	5240.32
	占比 (%)	43.82%	22.60%	9.69%	9.96%	13.94%	100%
左岸	面积 (亩)	2215.51	1292.38	553.88	492.33	697.88	5251.98
	占比 (%)	42.18%	24.61%	10.55%	9.37%	13.29%	100%
合计	面积 (亩)	4511.60	2476.64	1061.42	1014.17	1428.46	10492.3
	占比 (%)	43.00%	23.60%	10.12%	9.67%	13.61%	100%

表 2.7.2-2 卡若灌区规划水平年林草地种植结构

岸别	灌区	林地	草地	合计
右岸	面积 (亩)	2264.29	1372.45	3636.74
	占比 (%)	62.26%	37.74%	100%
左岸	面积 (亩)	2972.80	1696.53	4669.33
	占比 (%)	63.67%	36.33%	100%
合计	面积 (亩)	5237.09	3068.98	8306.07
	占比 (%)	63.05%	36.95%	100%

备注：现场分布灌木丛的林草地和荒草地全部定义为草地。

### (3) 灌溉制度设计

#### 1) 灌水方式

根据当地种植经验，冬小麦播前灌水安排在第一年的 9 月上旬，青稞播前灌水安排在 3 月上旬，春小麦播前灌水安排在 3 月中旬，油菜等经济作物播前灌水安排在 5 月上旬，林草地灌溉安排在 4 月~8 月，尽量避免农作物灌溉高峰期。耕地灌溉斗渠和农渠实行轮灌；林草地微灌实行两根微支管一组的轮灌。

#### 2) 灌溉制度

灌溉制度设计以西藏自治区用水定额为依据，参照经验资料确定。青稞和春小麦全生育期灌水 5 次，合计净灌水定额青稞为  $250\text{m}^3/\text{亩}$ ，春小麦为  $270\text{m}^3/\text{亩}$ ；冬小麦全生育期灌水 7 次，合计净灌水定额  $310\text{m}^3/\text{亩}$ ；油菜等经济作物全年灌水 5 次，合计净灌水定额  $240\text{m}^3/\text{亩}$ ；林草全生育期灌水 4 次，合计净灌水定额  $180\text{m}^3/\text{亩}$ 。蔬菜灌溉制度及定额与种植品种有关，参照藏区（四川省）蔬菜用水统计，蔬菜年需水量  $430\sim 630\text{m}^3/\text{亩}$ ，考虑到蔬菜需全年供应，拟定蔬菜全年灌水 12 次，合计净灌水定额  $560\text{m}^3/\text{亩}$ 。

#### 2.7.2.2 灌区需水量

##### (1) 灌溉水利用系数

卡若灌区耕园地和林草地灌溉水利用有效系数分别为 0.662 和 0.776。

##### (2) 灌溉需水量

卡若灌区实际灌溉需水量及过程见表 2.7.2-3。卡若灌区实际灌溉需水总量为  $660.01\text{万}\text{m}^3$ 。

表 2.7.2-3

卡若灌区灌溉需水量

	耕园地 面积 (亩)	林地 面积 (亩)	灌溉 总面积 (亩)	月综合净灌溉定额 (m <sup>3</sup> /亩)												灌溉净 需水量 (万 m <sup>3</sup> )	灌溉水 利用系数		灌溉 毛需水量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )
				1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		耕地	林草地	
片区	右岸耕地			4.98	4.98	42.87	45.06	54.84	72.43	16.53	3.98	23.06	4.98	16.28	4.98	(万 m <sup>3</sup> )	耕地	林草地	(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )
	右岸林草地			0.00	0.00	0.00	45.00	28.02	16.98	45.00	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
	左岸耕地			4.69	4.69	43.18	45.29	54.48	72.09	15.71	3.75	24.37	4.69	16.99	4.69				
	左岸林草地			0.00	0.00	0.00	45.00	28.65	16.35	45.00	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
右岸	5240.32	3636.74	8877.05	2.61	2.61	22.46	23.61	28.74	37.96	8.66	2.09	12.08	2.61	8.53	2.61	154.57	0.662	-	233.58
				0.00	0.00	0.00	16.37	10.19	6.18	16.37	16.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.46	-	0.776
左岸	5251.98	4669.34	9921.32	2.46	2.46	22.68	23.79	28.61	37.86	8.25	1.97	12.80	2.46	8.92	2.46	154.73	0.662	-	233.81
				0.00	0.00	0.00	21.01	13.38	7.63	21.01	21.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.05	-	0.776
合计	10492.30	8306.08	18798.37	5.07	5.07	45.14	84.78	80.92	89.63	54.29	41.43	24.88	5.07	17.45	5.07	458.81	-		660.01

### 2.7.3 水资源供需平衡分析

根据工程需水量分析，通过水资源平衡分析，可供水量均大于需求量，能够满足用水需求。宗通卡水利枢纽工程典型年逐月供水过程见表2.7.3-1，宗通卡水库径流调节计算成果见表2.7.3-2。

表 2.7.3-1 宗通卡水利枢纽工程典型年逐月供水过程表 单位：m<sup>3</sup>/s

典型年	项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P=10%	天然	20.0	19.4	29.0	93.1	176.0	178.2	407.3	534.7	402.5	181.7	146.1	41.9
	供水	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177
	灌溉	0.057	0.008	0.379	0.986	0.981	0.379	1.020	0.498	0.181	0.026	0.005	0.040
	下泄	17.759	17.233	26.479	89.934	172.846	175.644	404.125	532.002	400.142	179.539	143.874	39.715
P=50%	天然	35.5	36.7	39.4	50.3	113.4	275.0	292.4	228.6	259.0	147.1	80.0	57.1
	供水	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177
	灌溉	0.058	0.074	0.372	0.961	1.022	0.408	1.211	1.232	0.033	0.133	0.078	0.035
	下泄	33.217	34.446	36.835	47.209	110.156	272.421	288.999	225.204	256.823	144.813	77.781	54.885
P=90%	天然	22.8	16.9	44.2	53.5	77.7	161.7	286.6	197.5	114.3	65.9	39.9	26.2
	供水	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177	2.177
	灌溉	0.062	0.062	0.472	1.078	1.093	0.585	1.174	1.265	0.037	0.062	0.062	0.062
	下泄	20.577	16.3	41.564	50.201	74.475	158.965	283.230	194.074	112.122	63.671	37.661	24.010

表 2.7.3-2 宗通卡水库径流调节计算汇总表 单位：亿 m<sup>3</sup>

时间	天然来水量	水库取水量		水库供水量	水库蓄水	期末库容	期末水位(m)	下泄水量	发电量
		城镇供水	灌溉						
1960.6~1961.5	53.37	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	52.58	41.00
1961.6~1962.5	45.12	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	44.32	35.73
1962.6~1963.5	64.85	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	64.06	39.51
1963.6~1964.5	63.88	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	63.07	42.02
1964.6~1965.5	54.68	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	53.88	40.10
1965.6~1966.5	74.05	0.57	0.05	0.00	0.00	0.80	3474.0	73.26	41.85
1966.6~1967.5	50.90	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	50.10	36.82
1967.6~1968.5	39.90	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	39.09	36.75

续表 2.7.3-2

宗通卡水库径流调节计算汇总表

单位:亿 m<sup>3</sup>

时间	天然 来水量	水库取水量		水库 供水量	水库 蓄水	期末 库容	期末水位 (m)	下泄 水量	发电 水量
		城镇供水	灌溉						
1968.6~1969.5	36.60	0.57	0.08	0.00	0.00	0.80	3474.0	35.79	34.65
1969.6~1970.5	42.66	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	41.86	34.56
1970.6~1971.5	49.34	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	48.55	36.21
1971.6~1972.5	36.25	0.57	0.08	0.00	0.00	0.80	3474.0	35.43	31.08
1972.6~1973.5	30.97	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	30.17	29.81
1973.6~1974.5	27.12	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	26.32	26.32
1974.6~1975.5	53.29	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	52.48	38.50
1975.6~1976.5	40.78	0.57	0.08	0.00	0.00	0.80	3474.0	39.97	36.31
1976.6~1977.5	43.40	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	42.59	37.26
1977.6~1978.5	43.46	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	42.66	34.66
1978.6~1979.5	37.26	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	36.45	34.65
1979.6~1980.5	51.90	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	51.10	37.97
1980.6~1981.5	63.86	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	63.06	42.17
1981.6~1982.5	42.46	0.57	0.08	0.00	0.00	0.80	3474.0	41.65	34.38
1982.6~1983.5	49.41	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	48.60	36.69
1983.6~1984.5	37.28	0.57	0.08	0.00	0.00	0.80	3474.0	36.47	32.01
1984.6~1985.5	27.63	0.57	0.08	0.08	0.08	0.80	3474.0	26.82	24.51
1985.6~1986.5	59.08	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	58.28	40.05
1986.6~1987.5	25.81	0.57	0.07	0.07	0.07	0.80	3474.0	25.00	25.00
1987.6~1988.5	44.22	0.57	0.05	0.00	0.00	0.80	3474.0	43.43	35.33
1988.6~1989.5	42.47	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	41.67	34.84
1989.6~1990.5	44.18	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	43.38	37.87
1990.6~1991.5	50.23	0.57	0.05	0.00	0.00	0.80	3474.0	49.44	40.26
1991.6~1992.5	54.90	0.57	0.05	0.00	0.00	0.80	3474.0	54.11	37.07
1992.6~1993.5	29.63	0.57	0.09	0.00	0.00	0.80	3474.0	28.81	27.50
1993.6~1994.5	47.98	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	47.19	36.40
1994.6~1995.5	25.31	0.57	0.08	0.20	0.20	0.80	3474.0	24.50	22.37
1995.6~1996.5	36.64	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	35.84	33.43
1996.6~1997.5	43.67	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	42.87	36.94
1997.6~1998.5	38.54	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	37.74	33.59
1998.6~1999.5	53.62	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	52.83	35.23
1999.6~2000.5	43.14	0.57	0.06	0.04	0.04	0.80	3474.0	42.34	32.45
2000.6~2001.5	42.13	0.57	0.06	0.32	0.00	0.48	3465.3	41.67	30.43
2001.6~2002.5	38.18	0.57	0.06	0.22	0.32	0.58	3468.7	37.28	28.74
2002.6~2003.5	36.86	0.57	0.07	0.03	0.24	0.80	3474.0	35.84	32.53
2003.6~2004.5	33.95	0.57	0.06	0.01	0.01	0.80	3474.0	33.15	30.17
2004.6~2005.5	30.22	0.57	0.06	0.20	0.20	0.80	3474.0	29.43	26.59

续表 2.7.3-2

宗通卡水库径流调节计算汇总表（单独运行）

单位:亿 m<sup>3</sup>

时间	天然 来水量	水库取水量		水库 供水量	水库 蓄水	期末 库容	期末 水位 (m)	下泄 水量	发电 水量
		城镇供水	灌溉						
2005.6~2006.5	42.28	0.57	0.06	0.28	0.28	0.79	3473.8	41.50	30.57
2006.6~2007.5	33.68	0.57	0.05	0.00	0.01	0.80	3474.0	32.88	29.20
2007.6~2008.5	35.18	0.57	0.06	0.00	0.00	0.80	3474.0	34.39	30.77
2008.6~2009.5	37.90	0.57	0.06	0.17	0.17	0.80	3474.0	37.10	34.74
2009.6~2010.5	43.08	0.57	0.05	0.19	0.00	0.61	3469.5	42.49	29.30
2010.6~2011.5	24.30	0.57	0.05	0.27	0.46	0.80	3474.0	23.34	23.10
2011.6~2012.5	49.33	0.57	0.07	0.08	0.08	0.80	3474.0	48.52	35.94
2012.6~2013.5	46.12	0.57	0.07	0.10	0.10	0.80	3474.0	45.32	34.43
2013.6~2014.5	44.79	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	43.99	37.35
2014.6~2015.5	61.68	0.57	0.07	0.00	0.00	0.80	3474.0	60.87	39.00

## 2.8 工程布置

《水规总院关于西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告审查意见的报告》（水总设[2019]690号）中指出，宗通卡水利枢纽工程由枢纽工程、供水工程、灌区工程和泉水导排工程组成。

### 2.8.1 枢纽工程

河床布置沥青混凝土心墙坝；发电引水建筑物采用坝后式发电，进水口布置在右坝肩；泄水建筑物布置在右岸，由溢洪道和龙抬头泄洪洞组成，其中龙抬头泄洪洞利用导流洞改建，洞身和出口消能部分与导流洞结合；过鱼建筑物采用短鱼道+升鱼机组合方案，布置在大坝左岸，进口位于电站尾水塔两侧。宗通卡水利枢纽工程枢纽布置见附图 3。

#### （1）挡水建筑物

大坝为沥青混凝土心墙坝。坝顶上游侧设钢筋混凝土防浪墙。防浪墙顶高程为 3478.2m，大坝坝顶公路高程为 3477m，最大坝高 71m。坝顶长 316.21m，宽 10m。坝顶道路与防浪墙间设宽 150cm、高出路面 15cm 的人行道。路面横向坡度为 2%；坝顶下游侧设纵向排水沟及混凝土路缘石。

## (2) 泄水建筑物

泄水建筑物布置在右岸，由溢洪道和龙抬头泄洪洞组成。

溢洪道布置在右岸坝肩，轴线与坝轴线的夹角为 $85^{\circ}$ ，进水渠起点至护坦末端平面投影长度为 $487\text{m}$ ，从上游至下游依次为进水渠（ $112\text{m}$ ）、控制段（ $34\text{m}$ ）、泄槽段（ $203\text{m}$ ）、消力池段（ $108\text{m}$ ）、护坦（ $30\text{m}$ ）。进水渠道底宽 $28.1\text{m}$ ，长 $112\text{m}$ ，渠道底高程 $3458\text{m}$ 。控制段宽 $36\text{m}$ ，长 $34\text{m}$ ，顶高程 $3477\text{m}$ ，设有2个泄洪表孔，堰顶高程为 $3462\text{m}$ ，孔口尺寸为 $9\text{m}\times 12\text{m}$ （宽 $\times$ 高），工作闸门为弧形门。泄槽底宽 $21.5\text{m}$ ，平面投影长度 $203\text{m}$ 。消力池为矩形消力池，底宽 $21.5\text{m}$ ，长 $108\text{m}$ ，池底高程 $3398\text{m}$ ，底板厚 $3\text{m}$ 。消力池边墙为重力式挡墙，挡墙顶宽 $3\text{m}$ ，墙顶高程 $3420\text{m}$ 。消力池对岸设有 $300\text{m}$ 长的混凝土护坡防冲。

龙抬头泄洪洞布置在溢洪道右侧，洞身段利用导流洞，其轴线与坝轴线夹角为 $80^{\circ}$ ，进水渠起点至护坦末端平面投影长度为 $651.70\text{m}$ ，从上游至下游依次为进水渠（ $50\text{m}$ ）、进水塔（ $30\text{m}$ ）、龙抬头段（ $95.70\text{m}$ ）、洞身段（ $336\text{m}$ ）、出口斜坡段（ $30\text{m}$ ）、综合消力池段（ $110\text{m}$ ）。进水塔长 $30\text{m}$ （顺流向），宽 $15\text{m}$ ，塔顶高程 $3477\text{m}$ ，塔高 $49\text{m}$ 。泄洪孔进口底高程 $3431\text{m}$ ，控制段孔口尺寸 $7\text{m}\times 7\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。龙抬头段由高程 $3430\text{m}$ 降至 $3414.50\text{m}$ ，长 $95.70\text{m}$ 。洞身段利用导流洞，长 $336\text{m}$ ，坡度为 $0.89\%$ ，洞身为城门洞型，底宽 $7\text{m}$ ，高度为 $9.5\text{m}$ ，其中直墙段为 $7.47\text{m}$ 。出口斜坡段平面投影长度为 $30\text{m}$ ，坡度 $1:4$ ，底板混凝土厚 $3\text{m}$ 。泄洪放空洞消能工为渐扩式综合消力池，扩散角为 $5.71^{\circ}$ ，包括为下挖段和护坦段。下挖段首端宽度 $12.2\text{m}$ ，尾端宽度 $26.2\text{m}$ ，全长 $70\text{m}$ ，池底高程 $3405\text{m}$ ，底板厚 $3\text{m}$ ；护坦段长 $40\text{m}$ ，顶面高程为 $3410\text{m}$ 。消力池边墙为重力式挡墙，挡墙顶高程 $3425\text{m}$ ，墙顶宽 $3\text{m}$ 。

## (3) 发电引水建筑物

发电引水建筑物布置于右岸 I 级阶地，由引水渠、进水口、明钢管、引水隧洞和压力钢管（岔管）组成。

进水口采用坝式，布置在右岸，平面上位于沥青混凝土心墙坝与溢洪道进口之间。进水口坝段尺寸为 32m×28.9m×34m（长×宽×高），底板顶高程 3448m，坝顶高程 3477m；进水口沿水流向依次为拦污栅段、闸门段、渐变段等。

引水系统采用 2 洞 4 机、双洞布置。引水管顺水流向依次为上平段、竖井、下平段、岔管段、支管段等组成，其中上平段为钢筋混凝土埋管，岔管段、支管段采用明钢管型式，其它为隧洞型式。

引水系统布置在沥青混凝土心墙坝与溢洪道泄洪洞之间，上平段轴线与坝轴线垂直，引水管道断面为圆形，其中 1<sup>#</sup>引水线路长 232m，主管直径为 6.8m，支管直径为 4.8m；2<sup>#</sup>引水线路长 270m，主管直径为 4.0m，支管直径为 2.8m。

#### （4）发电厂房及开关站

发电厂房为地面厂房，距坝轴线下游 173m 附近，位于大坝下游坡脚与溢洪道出口之间的河岸地块，由主厂房、副厂房、安装场等组成，厂房总体尺寸为 95.0m×44.5m×56m（长×宽×高）。厂房垂直水流向自左而右依此布置安装场、机组段，机组段顺水流向由上游副厂房、主机室段和尾水平台段组成。

安装场地面高程采用 3422m，与尾水平台及进厂公路同高。安装场顺水流向宽度与机组段相同，安装场总长 33m。副厂房布置在机组段和安装场上游侧，宽度主要受机电设备布置控制并考虑结构要求，净宽 9.6m。尾水平台布置有尾水门机，用于启闭尾水检修闸门，宽 9.25m。考虑下游防淹要求，高程定为 3422m。

### (5) 过鱼建筑物

短鱼道+升鱼机方案布置在大坝左岸，由鱼道段、集鱼系统、补水系统、提升运输系统和控制监测系统五大部分组成。短鱼道进口位于电站尾水塔两侧，根据下游水位变幅共设置 3 个进口，高程分别为 3407m、3409m、3411m，鱼道段全长 184.0m；集鱼系统主要由集鱼通道和集鱼池三大部分组成，其中进鱼口设有检修闸门和控流门，集鱼通道中设有驱鱼格栅、集鱼池中设有集鱼箱；补水系统位于集鱼池后方，输水管接入调节池，经过疏密 2 层花墙的镇流和消能，最终通过补水格栅进入集鱼池和集鱼通道，最终在进鱼口形成诱鱼流速，补水流量为  $0.5 \sim 1.9\text{m}^3/\text{s}$ ；提升转运系统由坝下平轨段、斜面提升段、坝上平轨段及转运码头组成，其中坝下平轨段长 247.8m，斜面提升段长 165.0m，坝上平轨段长 206.5m；集运鱼系统设置有视频监控、水下视频监控、在线水质监控、运鱼船定位跟踪系统及警报系统。能够对过鱼各关键环节进行无死角监控，切实保障集运鱼的有效运行。

### 2.8.2 供水工程

供水工程包括取水工程和输水工程两部分，总平面布置见附图 8。供水工程总布置方案如下：

#### (1) 取水工程

取水工程由取水口、取水管道组成。取水口布置在右岸溢洪道，紧靠溢洪道闸门。取水口管中心高程 3460.5m，取水头部采用喇叭管取水头部，喇叭口上设有拦污栅。

取水管采用 DN1800mm 钢管，取水管沿 3457m 马道敷设至导流洞出口旁输水管道起点处，取水管管长 495m，管顶覆土 1.5m，取水管起端设有检修阀门井，井内分别设有 1 台电动检修阀和 1 台手动检修阀，取水管道在末端通过叉管与两根 DN1200mm 输水管道连接，末端叉管管中心高程 3457.50m。

## (2) 输水工程

### 1) 布置方案

输水工程起点位于取水管道末端叉管处，终点为昌都市水厂，输水管道全线采用双管沿昂曲两岸敷设，沿途设分水口向两岸供水，输水线路总体沿西北向东南方向布置，布置方案如下：

从输水起点开始，管道沿着右岸岸坡分成 A 管和 B 管敷设，从起点至坝址下游 2.8km，A 管和 B 管并行敷设，行至下游 2.8km 处跨过昂曲后，双管沿左岸并行敷设至坝址下游约 12km 处，A、B 管分成两岸敷设，B 管继续沿左岸敷设至坝址下游 16km 处，A 管跨过昂曲后沿右岸路边和山坡敷设至坝址下游 16km 处，跨过昂曲后在左岸与 B 管并行敷设至坝址下游 18km 处，双管跨过昂曲后沿右岸敷设至 1<sup>#</sup>隧洞（岳宗村隧洞），管道出隧洞后双管并行，按右岸-左岸-右岸-左岸的线路敷设至坝址下游约 30km 处左岸的 2<sup>#</sup>隧洞（雄达村隧洞），管道出 2<sup>#</sup>隧洞跨过昂曲后沿右岸并行敷设，按右岸-左岸-右岸的线路敷设至坝址下游约 39km 处后又分成左右岸敷设，A 管继续沿右岸敷设，B 管跨过昂曲后沿左岸敷设至坝址下游 40km 处再跨过昂曲后与 A 管并行向右岸下游敷设，按右岸-左岸-右岸的线路敷设，在右岸依次穿过 3<sup>#</sup>隧洞（俄洛村隧洞）和 4<sup>#</sup>隧洞（小沙贡村隧洞）后在坝址下游 52km 处跨过昂曲后沿左岸公路敷设至终点昌都市水厂。

### 2) 输水工程主要建筑物

供水工程输水管道主管总长约 105.99km（分 A、B 干管），其中埋地管道长约 91.52km，架空管道长约 14.47km；输水工程沿线昂曲上共设有 16 座供水管桥，其中双管管桥 11 座，管径 2×DN1200mm~2×DN800mm，单管管桥 5 座，管径 DN1200~DN300mm；无压隧洞 4 座，单座隧洞长约 0.4~3.2km；另外输水管道沿线还设有 3 座跨越冲沟的倒虹管。管道沿线共设 21 个分水口，其中城镇分水口 3 个，灌溉分水口 18 个，主要技术指标见表 2.8.2-1。

输水 A 管线路总长约 52.329km，其中起点（KA0+000）至 1<sup>#</sup>隧洞出口（KA20+488）输水管管径为 DN1200mm，1<sup>#</sup>隧洞出口（KA20+488）至 15<sup>#</sup>管桥（KA45+660）之间输水管管径为 DN1000mm，15<sup>#</sup>管桥（KA45+660）至终点昌都市水厂（KA52+329）输水管管径为 DN800mm。输水 A 管共设有 10 个分水口，包括 7 个灌溉分水口和 3 个生活分水口（沙贡乡分水口、昌都市水厂俄洛分厂分水口、昌都市水厂分水口）。

表 2.8.2-1 供水工程主要技术指标表

序号	项目名称	规格	单位	数量	备注
1	引水规模		m <sup>3</sup> /s	2.954	
2	城镇分水口		个	3	总分水流量 2.177 m <sup>3</sup> /s
3	灌溉分水口		个	18	总分水流量 0.777m <sup>3</sup> /s
4	取水管道	DN1800	km	0.495	
5	输水 A 干管	DN1200mm ~ DN800mm	km	52.329	线路长
6	输水 B 干管	DN1200mm ~ DN800mm	km	52.268	线路长
7	分水支管	DN700	km	0.895	线路长
8	分水支管	DN300	km	0.499	线路长
9	主要建筑物				
9.1	管道隧洞		座	4	
9.2	管桥		座	16	
9.3	倒虹管		座	3	

输水 B 管线路总长约 52.268km，其中起点（KB0+000）至 1<sup>#</sup>隧洞出口（KB20+619）输水管管径为 DN1200mm，1<sup>#</sup>隧洞出口（KB20+619）至 15<sup>#</sup>管桥（KB45+598）之间输水管管径为 DN1000mm，15<sup>#</sup>管桥（KB45+598）至终点昌都市水厂（KB52+268）输水管管径为 DN800mm。输水 B 管共设有 12 个分水口，包括 11 个灌溉分水口和 1 个生活分水口（昌都市水厂分水口）。输水 B 管线中的昌都市水厂分水口与输水 A 管线重合。

供水工程只进行支管和分水池的建设，规划配套水厂改扩建等地方政府配套建设，不纳入本工程。

### 2.8.3 灌区工程

#### (1) 灌区工程布置

本工程灌溉输水主管与供水输水主管合建，管线布置以供水为主，兼顾灌溉。

从兼顾灌溉、节约投资的角度出发，卡若灌区本次控灌范围不包括已建俄洛灌片和与供水主管不同岸且需要引较长支管的灌片。根据灌片分布，在供水管道沿线设了 18 个灌溉分水口，分水口是耕地和林草地灌区的水源接口。自流灌区采取支管输水方式将水输送到支管末端的分水池，通过分水池和斗（农）渠两级渠道引水至田间灌溉。分水池的设置根据灌区的地形、地貌、工程地质情况综合确定，分水池高程满足片区耕地的自流灌溉需要，一般布置在尽量靠紧灌区的地形平缓处。斗渠一般平行等高线布置，农渠一般垂直等高线布置，布置间距一般为 100m。

林草地灌溉采用管道灌溉。在供水支管上连接微干管，通过微干管、微支管对林草地进行灌溉。根据现场地形情况，微干管一般平行等高线布置，微支管垂直微干管布置，微支管布置间距为 60m。

本次规划灌片与输水管道主管均在昂曲同一岸别，直接在主管上连接分水支管。分水支管根据地形特点遵循距离短、方便施工的原则沿路敷设或垂直干管敷设，支管长度 5.4m~384.2m 不等。分水口原则上在沿河岸每个灌片均有设置，但为了减少分水口的数量，分水口尽可能共用。灌溉工程考虑同步实施耕园地灌溉和林草地灌溉。规划灌溉的耕园地和林草地分布情况见附图 9。

## （2）灌区主要建筑物

卡若灌区灌溉与供水采用同一主管道，流量在管道设计时一并考虑。灌区新建支管长约 2.91km，支管上配套流量控制阀 18 个，流量计 18 个，减压阀 2 个，林草微灌分水阀门 18 个。新建分水池 18 座（含 33 个斗渠分水闸），阀门井 20 座。灌区配套工程只进行支管和分水池的建设，规划配

套斗农渠、渠系配套建筑物等地方政府配套建设，不纳入本工程。

## 2.8.4 泉水导排工程

### (1) 工程总布置

#### 1) 导排工程布置

导排工程在昂曲两岸分别设置独立的导排系统将泉水导排至大坝下游泉水处理厂。导排水系统由集水口与导排水管道组成。集水口包括集水池及集水管渠，功能是收集地表出流泉，集水池出水进入导排管道系统。泉水导排工程总平面布置见附图 6。

恩达曲导排管线由恩达曲温泉与冷泉泉点先沿冲沟附近公路内侧敷设至映达村上游 1#中途接合并，再沿右岸库区复建公路内侧敷设至宗通卡大桥，过桥后至左岸泉水处理厂。恩达曲引水系统管道系统总长度 16.8km，无压流管道管径 DN900mm，坡度 0.001~0.003，长 6.5km，布置形式采用跌水井与跌水渠。有压流管道管径 DN800mm，长 10.3km。管线以埋敷设为主，局部架空或设置挡墙，架空段长度 110m，挡墙段长度 680m。全线共设置穿越跨沟倒虹管桥 7 座，共布置排气阀 10 套，排泥阀 8 套，检修阀 2 套及配套阀门井，沿线共需布置检查井 65 座，中途结合井 1 座，混合井 1 座。

芒达导排管线收集芒达左右支沟泉水后，沿冲沟内侧至芒达村上游 2#中途结合井，后采用有压流沿库区复建公路内侧敷设至泉水处理厂。管道总长度 35.8km，无压流管道管径 DN400mm，坡度 0.003，长 21.0km，布置形式采用跌水井与跌水渠。有压流管道管径 DN300mm，长 14.80km。管线以埋敷设为主，局部架空或设置挡墙，架空段长度 115m，挡墙段长度 400m。全线共设置跨沟倒虹管桥 17 座，排气阀 15 套，排泥阀 10 套，检修阀 3 套及配套阀门井，沿线共需布置检查井 210 座，中途结合井 1 座，混合井 1 座。

#### 2) 附属设备和设施布置

管道附属设备和设施主要有空气阀及阀井、排泥阀及阀井、检修阀及阀井、分水阀及阀井。

在输水管道隆起点、水平管道长度达到 1.0km 时，设置空气阀（自动进排气、真空补气阀、水锤泄放阀），空气阀井采用混凝土井；在管线低凹处设置排泥阀，以便排出管内沉积物或检修时放空管道，排泥装置由排泥三通、排泥管、阀井和湿井组成，阀井和湿井采用混凝土井；为便于检修和提高输水保证率，沿管道间隔约 5km 设置一个检修阀，检修阀井采用混凝土井。

### 3) 管道埋深布置

管道埋设深度按最大冻土深度控制。根据气象资料，昌都地区最大冻土深度 0.81m，确定泉水导排工程管道管顶覆土不低于 0.80m。因避让其它管线不能满足埋设深度要求时，采取保温措施。

## (2) 建筑物选型

### 1) 集水建筑物形式

恩达曲冷泉与芒达曲右支沟温泉：先截断原冲沟来水，对原冲沟上游来水进行截流，消除上游来水的影响，再对泉点沟道附近进行封闭，并设置集水池收集出流泉水。

恩达曲温泉与芒达曲左支沟温泉：采用混凝土隔水墙直接封闭泉水出流集水区，形成集水池，并在挡墙外设置截水沟，将上游来水截留至泉点下游排放，在泉点附近设置集水池，采用引水管收集出流泉水。

### 2) 导排管线输水形式

恩达曲导排线路集水点地表高程为 3681m~3700m，芒达曲导排线路集水点地表高程为 3843m~4034m，泉水处理厂高程为 3435m~3438m，导排线路地形高差为 243m~600m，导排工程可利用水压高差较大，具备自流供水条件。本工程推荐采用重力有压+重力无压输水形式。

### 3) 管道材质

通过对钢塑复合管、预应力混凝土管、玻璃钢管（RPM）等综合比较，钢塑复合管温度适应范围广，且使用寿命长，导热系数低，耐腐蚀能力强，适合输送水温变幅大及含重金属的水，因此本工程推荐采用钢塑复合管。

### 4) 交叉构筑物形式

泉水导排工程共设置 24 座跨越冲沟的管桥。

### (3) 电气及自控设计

根据工艺设计要求，分别在恩达曲冷泉、恩达曲温泉、芒达曲左支沟温泉与芒达曲右支沟温泉的集水口出水处设置 1 只超声波流量计和 1 块数据采集传输模块用于计量出水流量和数据传输，共计 4 套。在恩达曲导水支路拟布置流量计、数据采集传输模块 7 套，在芒达曲导水支路拟布置流量计、数据采集传输模块 9 套，共计 16 套。流量数据拟通过无线公网实现传输至废水处理厂的控制中心进行处理和报警，不另外配置数据管理后台。

## 2.9 施工组织设计

### 2.9.1 施工条件

#### (1) 对外交通条件

工程位于昂曲下游河段昌都市卡若区境内，昌都市附近有 G317 和 G214 国道通过。坝址距昌都市约 63km，距沙贡乡约 9km。利用国道及地方道路可以直接到达坝址。

#### (2) 外来建筑材料

工程所需的水泥、钢材等可从西藏及云南、四川等地采购；沥青属于特殊材料，考虑从克拉玛依炼油厂采购；油料、木材等可在当地市场采购，通过公路运输至工程施工现场；火工材料属管制产品，可由昌都当地供应，

采用公路直接运输至工地使用。

### (3) 施工水、电供应

工程建设期间的生产生活用水可取自昂曲。施工供电拟以昌都市境内电源点为供电电源，在工地设施工变电站。

## 2.9.2 料源选择与开采

枢纽工程区共选择了 1 处块石料场（1<sup>#</sup>）、1 处砂砾石料场（1<sup>#</sup>）以及建筑物开挖料。混凝土骨料从 1<sup>#</sup>块石料场开采，料场规划开采量约 69.83 万 m<sup>3</sup>。块石料、坝壳料、石渣料和混合料采用建筑物的开挖有用料，不足部分从 1<sup>#</sup>砂砾石料场开采。砂砾石料和过渡料从 1<sup>#</sup>砂砾石料场开采。料场规划开采量约 22.94 万 m<sup>3</sup>（自然方）。

供水工程区混凝土骨料部分从 1<sup>#</sup>块石料场开采，部分从市场购买；1<sup>#</sup>块石料场规划开采量约 8.98 万 m<sup>3</sup>（自然方），市场购买 20.75 万 m<sup>3</sup>；土石方回填料全部利用供水建筑物自身开挖有用料；石渣混合料部分利用开挖料 12.48 万 m<sup>3</sup>，还需从 1<sup>#</sup>砂砾石料场开采，规划料场开采 10.09 万 m<sup>3</sup>（自然方）；砂（碎石）垫层料一部分从 1<sup>#</sup>砂砾石料场开采 4.62 万 m<sup>3</sup>，其余部分从沿线市场购买，市场购买 4.19 万 m<sup>3</sup>。

灌溉工程区混凝土骨料从市场购买；回填料利用自身开挖有用料；垫层料从当地市场购买。

泉水导排工程混凝土总量为 1.95 万 m<sup>3</sup>，考虑混凝土施工损耗 0.12 万 m<sup>3</sup>，合计 2.07 万 m<sup>3</sup>。约需混凝土净骨料 2.7 万 m<sup>3</sup>，其中粗骨料 1.89 万 m<sup>3</sup>，细骨料 0.81 万 m<sup>3</sup>。混凝土骨料从石料场开采。泉水导排工程所需各种填筑料总量为 56.14 万 m<sup>3</sup>，其中土石方回填料 51.30 万 m<sup>3</sup>，围堰填筑袋装土 560m<sup>3</sup>，围堰填筑石渣混合料 2.50 万 m<sup>3</sup>，垫层料及反滤料 2.28 万 m<sup>3</sup>。

### (1) 建筑物开挖料

坝址区总开挖方量约 261.24 万  $m^3$ ，主要由崩坡积、残坡积层碎石土、土夹碎块石，河流阶地堆积漂卵砾石、砂砾石，泥质粉砂岩，泥岩和砂岩等组成。其中第四系残坡积层、崩坡积层碎石土、土夹碎块石等开挖料，成分复杂，碎块石块（粒）径差别大，土质含量高，不适宜用作大坝填筑料。开挖泥岩，属于极软岩~极软岩，抗风化能力差，遇水易软化、泥化等特点，不适宜用作大坝填筑料。第四系阶地堆积漂卵砾石、砂砾石等覆盖层，泥质粉砂岩、砂岩等基岩开挖料可考虑用作大坝填筑料。

### （2）1#块石料场

1#石料场位于类乌齐县尚卡乡交日喀村西侧约 1.5km 的恩达曲右岸，距坝址直线距离约 11km，与坝址间有简易公路连接，公路里程约 19km。

料场区出露基岩为三叠系上统波里拉（ $T_3b$ ）组灰、灰白色厚层状~巨厚层状细晶灰岩夹生物屑灰岩。第四系地层主要为河漫滩冲积层（ $Q_4^{3a1}$ ）：卵漂石、砂砾石，杂色。原岩成分以灰岩、砂岩为主，泥质粉砂岩、花岗岩等次之。

灰岩为有用层，属于可溶岩岩组。该区域岩溶发育程度中等~较强，岩溶形态主要表现为溶洞、溶缝及溶蚀裂隙等。料场区地表水主要来源于大气降水。

料场规划范围沿恩达曲河谷方向长约 300m，宽约 200m，平均剥离层厚度小于 5m，有用层总储量约为 265 万  $m^3$ ，剥采比约为 0.11:1，储量丰富，满足设计要求。

### （3）1#砂砾石料场

1#砂砾石料场位于坝址上游右岸一级阶地，与坝址直线距离约 1.5km。填筑料无用剥离层为砾粉质壤土；填筑料有用层为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层。具强透水性，地下水位与河水面基本持平。

料场质量满足土石坝填筑料质量技术指标要求；用作混凝土骨料，存在含泥量过高、平均粒径偏大、泥岩团块、具碱活性危害性反应等不满足规范要求。

料场规划平面面积约 10.5 万 m<sup>2</sup>，最大开采厚度约 25m。剥离层储量约为 34 万 m<sup>3</sup>，有用层储量约为 168 万 m<sup>3</sup>，质量、储量均满足要求。

### 2.9.3 施工导流

#### (1) 导流方式和方案

施工导流采用河床一次断流、围堰全年挡水、隧洞泄流的施工导流方式。导流隧洞在施工期参与导流，后期利用龙抬头的方式改建成永久泄洪洞。隧洞布置于河床右岸，由进口明渠、进水塔、洞身以及出口明渠组成，全长 733.7m，其中进口明渠及进水塔段长 154.3m，洞身段长 432.7m，出口明渠段长 146.7m。隧洞采用城门洞型断面，断面尺寸 7m×9.5m（宽×高），过水断面面积 62.39m<sup>2</sup>，导流隧洞进、出口高程分别为 3414.5m 和 3411.5m。大坝基坑采用全年土石围堰挡水，上游围堰与大坝结合。

#### (2) 导流程序

##### 1) 枢纽工程导流程序

第 1 年 3 月开始导流隧洞施工。

第 2 年 11 月底导流隧洞具备通水条件，第 3 年 1 月初河道截流，枯水期河水由导流隧洞下泄，5 月底围堰填筑加高至堰顶高程。

第 3 年 6 月初，开始在围堰的保护下进行大坝施工，汛期洪水由导流隧洞和泄洪洞下泄，围堰挡水度汛。

第 5 年 5 月底大坝填筑至高程 3463.5m 以上（全年 2% 频率最大瞬时流量 2060m<sup>3</sup>/s，调蓄后上游水位 3461.80m），高于围堰顶高程 3450m，汛期由大坝临时断面挡水度汛，导流隧洞和泄洪洞过水。

第 5 年 11 月初大坝填筑完成，导流隧洞及泄洪洞下闸蓄水，开始进行

导流隧洞改建施工。

第5年12月初首批机组发电，第6年4月工程完建。

## 2) 供水工程导流程序

跨昂曲的供水管桥下部钻孔灌注桩安排在枯水期施工，管桥桥墩分布于河床左右岸，因此根据施工条件，在枯水期12月~3月分左、右岸两期实施管桥施工平台。

## 2.9.4 施工交通及施工总布置

### 2.9.4.1 施工交通

#### (1) 对外交通

工程施工期间外来物资运输采用公路运输方案。

#### (2) 枢纽工程场内交通

枢纽工程场内交通运输采用公路运输的方式。左、右岸分别规划两条主要施工道路：低线沿江公路及高线至坝顶公路。施工道路等级为场内三级，双车道，路面宽6.5m，路基宽7.5m。场内道路总长约21.72km，其中左岸道路长7.95km，右岸道路长13.77km。坝址下游0.9km处新建一座永久公路桥（宗通卡大桥），用于联系两岸交通。

#### (3) 供水工程场内交通

供水工程管线两岸分布有一些地方公路，工程施工期可充分利用两岸的地方道路，并结合供水工程线路新建部分施工道路以满足工程施工需求。新建道路为场内三级，单车道，路面宽4.5m，新建场内道路总长约25km。

#### (4) 灌溉工程场内交通

灌溉工程的施工可利用两岸地方公路及供水工程新建施工道路；各灌区位置较为分散，考虑沿引水支管新建施工道路至灌区，并根据灌区内的沟渠开挖布置施工道路。新建道路为场内三级，单车道，路面宽4.5m，新建场内道路总长约5km。

表 2.9-1

场内施工道路特性一览表

道路名称		起点高程 (m)	终点高程 (m)	道路长度 (km)				路面/路基宽度 (m)	路面结构	道路等级	
				新建	改扩建	桥梁	合计				
枢纽工程	左岸	1#公路	3426	3451	1.4	0.4	0.1	1.90	6.5/7.5	泥结碎石/混凝土	场内三级
		3#公路	3432	3477	0.74		0.06	0.80	6.5/7.5	混凝土	场内三级
		5#公路	3451	3464	4.5			4.50	6.5/7.5	泥结碎石	场内三级
		7#公路	3477	3460	0.75			0.75	6.5/7.5	泥结碎石	场内三级
		小计			7.39	0.4	0.16	7.95			
	右岸	2#公路	3452	3420	0.82			0.82	6.5/7.5	泥结碎石/混凝土	场内三级
		4#公路	3452	3477	0.95	0.1		1.05	6.5/7.5	泥结碎石	场内三级
		6#公路	3452	3448	0.9	0.7		1.60	6.5/7.5	泥结碎石/沥青混凝土	场内三级
		8#公路	3477	3454	0.8			0.80	6.5/7.5	泥结碎石	场内三级
		1#石料场公路				9.5		9.50	6.5/7.5	泥结碎石	场内三级
		小计			3.47	10.3		13.77			
	总计				10.86	10.7	0.16	21.72			
	交通桥	宗通卡大桥					0.24	0.24	7.5/9.0	混凝土	
	供水工程				25			25	4.5/5.5	泥结碎石	场内三级
灌溉工程				5			5	4.5/5.5	泥结碎石	场内三级	
泉水导排工程				3	10		13	3.0/4.5	泥结碎石	场内三级	

表 2.9-2

枢纽工程施工临时设施占地面积一览表

序号	项目	场地高程 (m)	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )			备注
			左岸	右岸	小计	
一	左岸下游施工设施		15.5		15.5	
1	人工料砂石混凝土系统	3430 ~ 3435	4.3		4.3	
2	沥青砂石混凝土系统	3430 ~ 3432	1.2		1.2	
3	施工水厂	3420	0.6		0.6	
4	机械修配停放场	3435 ~ 3438	0.8		0.8	
5	施工变电所	3430 ~ 3432	0.3		0.3	
6	综合仓库	3420 ~ 3422	0.6		0.6	建筑面积 1800m <sup>2</sup>
7	综合加工厂	3430 ~ 3432	1.0		1.0	
8	机电设备及金属结构安装厂	3430 ~ 3432	1.2		1.2	
9	油库	3430	0.3		0.3	
10	施工营地	3430 ~ 3435	2.0		2.0	
11	业主营地	3420 ~ 3423	1.8		1.8	
12	鱼类增殖放流站	3420 ~ 3423	1.4			
二	左岸上游施工设施		0.35		0.35	
1	炸药库	3450	0.35		0.35	
三	存弃渣区		21.1	4.8	25.9	
1	右岸上游存料场			4.8	4.8	
2	左岸上游 1 <sup>#</sup> 存料场		5.8		5.8	
3	左岸上游 2 <sup>#</sup> 存弃渣场		7.2		7.2	
4	左岸上游 3 <sup>#</sup> 弃渣场		8.1		8.1	
四	石料场			3.1	3.1	
	合计		36.95	7.9	44.85	

### (5) 泉水导排工程场内交通

泉水导排工程位于坝址上游，分别由恩达曲和芒达进行导排，主要为管道工程，部分工程施工可利用地方现有主干道，局部工程区需改扩建地方现有村村通道路进行施工，改扩建长度 10km；村村通道路未覆盖区域，新建施工临时道路长度 3km，施工道路为场内三级，单车道，局部设置错车道，路面宽度 3m，路基宽度 4.5m，泥结碎石路面。

#### 2.9.4.2 施工总布置

##### (1) 施工总布置规划

枢纽工程区：在坝址左岸下游 1.2km 的缓坡地集中布置 1 处施工区，施工设施主要包括人工砂石混凝土系统、沥青砂石混凝土系统、施工水厂、机械修配停放场、施工变电所、综合仓库、综合加工厂、机电设备及金属结构安装厂、油库、炸药库、施工营地、鱼类增殖放流站、业主营地。枢纽工程施工总布置见附图 15。

供水灌溉及导排工程区：根据供水及灌溉工程布置及施工进度安排，初拟工程施工区（营地）布置 11 处，其中左岸布置 5 处施工区（营地），右岸布置 6 处施工区（营地）；根据泉水导排工程布置，初拟工程施工区（营地）布置 3 处，其中恩达曲布置 1 处施工区（营地），芒达曲布置 2 处施工区（营地）。施工区（营地）内布置主要包括办公生活区、混凝土拌和站、管道堆放场、机械设备停放场、综合仓库和供水供电设施，具体可根据现场实际情况调整。为了保证供水管线的钢管质量及安装施工强度，于卡若区附近集中布置一座钢管加工厂，加工供水工程所需钢管。供水及灌溉工程施工总布置见附图 15。

##### (2) 主要施工工厂设施

###### 1) 砂石混凝土系统

### ① 砂石加工系统

本工程共设置人工砂石加工系统和沥青砂石加工系统各 1 处。

人工砂石加工系统生产工程所需的混凝土骨料、垫层料、反滤料和排水料，最大骨料粒径 80mm。毛料最大块度控制在 500mm 以下。沥青砂石加工系统生产沥青混凝土骨料，最大骨料粒径为 20mm，毛料最大块度控制在 500mm 以下。砂石加工系统均按两班制生产，每天工作 14 小时。

人工砂石加工系统混凝土高峰浇筑强度 3.20 万  $m^3$ /月，过渡料、反滤料和排水料高峰填筑强度 2.0 万  $m^3$ /月以及供水工程平均浇筑强度 0.3 万  $m^3$ /月的要求，人工砂石加工系统设计处理量 550t/h，系统功率约 4500kW。沥青高峰浇筑强度 0.25 万  $m^3$ /月。沥青砂石加工系统设计处理量 40t/h，系统功率约 1600kW。

### ② 混凝土生产系统

本工程共设置 2 处混凝土生产系统：常规混凝土生产系统和沥青混凝土生产系统。

常规混凝土生产系统按高峰时段混凝土强度 3.2 万  $m^3$ /月设计，配置 2 座 HZS90 混凝土搅拌站，铭牌生产能力为 90 $m^3$ /h，系统按两班制生产，系统功率约 1800kW，占地面积包含在人工砂石加工系统中。

沥青混凝土生产系统按高峰时段混凝土强度 0.25 万  $m^3$ /月设计，配置 JD1000 沥青搅拌站一座，铭牌生产能力 80t/h，系统按两班制生产，系统功率约 1200kW，占地面包含在沥青砂石加工系统中。

供水和灌溉工程区设置 11 个施工区，泉水导排工程区设置 3 个施工区，每个施工区均配置 HZS25 搅拌站一座，按两班制生产，占地面积 0.2 万  $m^2$ ，单座搅拌站设备功率 65kW。

表 2.9-3

供水及灌溉工程施工区特性一览表

施工区名称		施工区位置	施工区占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	施工范围	
				供水工程	灌溉工程
左岸	Z1#施工区	KB09+000	0.6	KA02+700 ~ KA11+800, KB02+700 ~ KB11+800	
	Z2#施工区	KB16+500	0.5	KA16+000 ~ KA17+900, KA22+200 ~ KA24+000, KB11+800 ~ KB17+600, KB21+900 ~ KB23+700	
	Z3#施工区	KB31+000	1.0	KA25+000 ~ KA33+000, KB24+700 ~ KB32+700	
	Z4#施工区	KB37+000	0.8	KA33+800 ~ KA38+300, KB33+800 ~ KB38+000, KB38+900 ~ KB40+100	
	Z5#施工区	KB44+000	0.6	KA42+300 ~ KA46+400, KB41+800 ~ KB45+900	
	小计			3.5	
右岸	Y1#施工区	KA01+400	0.5	KA0+000 ~ KA02+700, KB0+000 ~ KB02+700	
	Y2#施工区	KA15+300	0.5	KA11+800 ~ KA16+000	
	Y3#施工区	KA24+500	0.6	KA17+900 ~ KA22+200, KA24+000 ~ KA25+000, KB17+600 ~ KB21+900, KB23+700 ~ KB24+700	
	Y4#施工区	KA33+400	0.5	KA33+000 ~ KA33+800, KB32+700 ~ KB33+500	
	Y5#施工区	KA44+100	0.7	KA38+300 ~ KA42+300, KB38+000 ~ KB38+900, KA46+400 ~ KA48+600, KB40+100 ~ KB41+800, KB45+900 ~ KB48+100	
	Y6#施工区	KA52+800	0.7	KA48+600 ~ KA53+245, KB48+100 ~ KB52+762	
	小计			3.5	
合计			7.0		
钢管加工厂			2.0		
总计			9.0		

## 2) 施工供电

### ① 枢纽工程

施工供电电源拟由卡若区境内昌都二站 110kV 变电站出线 1 回 35kV、LGJ-185 专用线路至施工区，线路路径长度约 50km，该线路在工程完建后作为枢纽运行保安电源。在宗通卡水利枢纽施工区砂石混凝土系统附近建设 35/10kV 施工变电站一座，安装 1 台 35/10kV、6.3MVA 有载调压变压器，作为宗通卡水利枢纽施工区主供电源。

为确保地下工程洞室施工的排水、通风、照明、基坑排水，以及拌和楼搅拌机清罐负荷、消防水泵、部分通信设备及医疗设备用电负荷，配置 6 台 150kW、0.4kV 柴油发电机组作为应急备用电源。1 台用于宗通卡大坝施工区，2 台用于引水隧洞施工区，1 台用于厂房施工区，2 台用于施工营地。

### ② 供水灌溉和泉水导排工程

结合输水管线施工具体情况，在前部约 43km 的输水管线，管线埋地段沟槽施工主要采用油动设备，少量的管道焊接、混凝土施工等设备，可采用 50kW~100kW 移动发电机供电。隧洞段主要施工设备如空压机等尽可能采用油动设备，其他如通风、排水、照明及管道焊接等用电负荷，采用在洞口设置柴油发电机组供电，配置 200kW 及 400kW 发电机组各 1 台。输水管道沿线施工营地，主要用电负荷为混凝土拌和站、供水系统、综合加工厂等施工企业及其它生产、办公生活营地照明用电等，在各施工营地分别布置 1 台 200kW 柴油发电机组供电。对于灌区输水工程沿线施工，主要采用油动施工设备，少量施工用电负荷，根据各施工部位分别配置 1 台 30kW 柴油发电机组供电。

## 3) 施工供水

### ① 枢纽工程

由于所有施工工厂和业主营地、施工营地均布置在左岸，拟将水厂布置在业主营地上游侧的缓坡地，水厂占地面积 0.6 万 m<sup>2</sup>，高程 3420m，昂曲河水经水厂处理后，分别供给生产用水用户和生活用水用户，取水泵站设在昂曲左岸水厂旁，采用缆车取水。

## ② 供水灌溉和泉水导排工程

由于施工区内的供水量较少，没必要采用生活生产分质供水，供水水质均应满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）的要求。施工区大多位于沿线居民区附近，可就近从居民区引生活用水，若附近无居民点或其它市政生活供水点，可从昂曲取水，经净化后取用。

### （3）土石方平衡

#### 1) 枢纽工程

开挖、拆除料共计 261.24 万 m<sup>3</sup>，其中：140.70 万 m<sup>3</sup>用于各建筑物的填筑料；20.0 万 m<sup>3</sup>用于坝址施工区场地平整；剩余 100.54 万 m<sup>3</sup>弃于各弃渣场。

建筑物填筑料共 238.94 万 m<sup>3</sup>（折成自然方 216.45 万 m<sup>3</sup>），除利用开挖料 140.70 万 m<sup>3</sup>外，考虑开采、运输、加工等损耗还需从砂砾石料场规划开采 75.75 万 m<sup>3</sup>（自然方）。

#### 2) 供水工程

供水工程的土石方回填料和块石料全部利用管道开挖有用料共计 65.79 万 m<sup>3</sup>，砂（碎石）垫层料需从 1#砂砾石料场规划开采 1.65 万 m<sup>3</sup>，从沿线市场购买 6.88 万 m<sup>3</sup>，剩余开挖弃料及拆除料共计 36.91 万 m<sup>3</sup>需弃于输水管道沿线低洼空地各弃渣场。

供水系统所需混凝土总量 17.68 万 m<sup>3</sup>，其中考虑枢纽建筑物附近的输水管道混凝土 6.5 万 m<sup>3</sup>的骨料可从 1#石料场开采加工，共需规划开采混凝土骨料 8.98 万 m<sup>3</sup>；其余混凝土骨料 20.75 万 m<sup>3</sup>考虑从附近市场购买。

### 3) 灌溉工程

灌溉工程开挖总量 1.07 万 m<sup>3</sup>，土石方回填量 0.93 万 m<sup>3</sup>。回填料全部利用开挖料，剩余弃料就近堆放。垫层料从市场购买。

### 4) 泉水导排工程

泉水导排工程开挖总量 56.17 万 m<sup>3</sup>，回填总量 51.30 万 m<sup>3</sup>，全部利用开挖料。泉水导排工程开挖和回填基本平衡。围堰砂砾石填筑料 7.81 万 m<sup>3</sup> 由 1<sup>#</sup>砂砾石料场开采获得，围堰拆除 7.81 万 m<sup>3</sup> 堆弃于沿线的各个弃渣场。

泉水导排工程所需垫层料及反滤料 2.28 万 m<sup>3</sup>，由坝址区砂石加工系统加工供应，考虑开采、运输、加工等损耗需从砂砾石料场规划开采 2.91 万 m<sup>3</sup>。

泉水导排工程混凝土总量 1.95 万 m<sup>3</sup>，所需混凝土骨料由坝址区砂石加工系统供应，共需开采混凝土骨料 2.7 万 m<sup>3</sup>。

#### (4) 存、弃渣规划

1) 枢纽工程：枢纽工程区内共布置 2 个存料场、1 个存弃渣场和 1 个弃渣场。枢纽工程存弃渣规划详见表 2.9-4。

2) 供水及灌溉工程：沿线共布置 8 个弃渣场，其中左岸布置 4 个弃渣场，右岸布置 4 个弃渣场，弃渣场坡比均为 1:2，每隔 10m 高程设置一条 2m 宽的马道，弃渣规划详见表 2.9-5。工程开挖利用料考虑就地回填，故不另设置回填备料场。

表 2.9-4 枢纽工程存弃渣规划

存弃渣场名称	弃渣场位置	弃渣量 (万 m <sup>3</sup> )	存料量 (万 m <sup>3</sup> )	总容量 (万 m <sup>3</sup> )	规划顶面高程 (m)	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )
右岸上游存料场	右岸上游 1.3km		26	26	3450	4.8
左岸上游 1 <sup>#</sup> 存料场	左岸上游 1.0km		45	45	3448	5.8
左岸上游 2 <sup>#</sup> 存弃渣场	左岸上游 2.0km	49	22	71	3474	7.2
左岸上游 3 <sup>#</sup> 弃渣场	左岸上游 2.8km	80		80	3464	8.1
合计		129	93	222		25.9

表 2.9-5 供水及灌溉工程弃渣规划

弃渣场名称		弃渣场位置	弃渣量 (万 m <sup>3</sup> )	规划顶面高程 (m)	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )
左岸	Z1 <sup>#</sup> 弃渣场	KB08+200	17.2	3396	5.7
	Z2 <sup>#</sup> 弃渣场	KB19+200	6.1	3372	2.5
	Z3 <sup>#</sup> 弃渣场	KB26+300	19.5	3370	3.6
	Z4 <sup>#</sup> 弃渣场	KB37+100	7.6	3316	2.3
	小计		50.4		14.1
右岸	Y1 <sup>#</sup> 弃渣场	KA01+900	1.5	3415	1.1
	Y2 <sup>#</sup> 弃渣场	KA18+300	8.1	3370	2.5
	Y3 <sup>#</sup> 弃渣场	KA33+600	3.1	3324	1.5
	Y4 <sup>#</sup> 弃渣场	KA48+000	11.4	3276	7.4
	小计		24.1		12.5
合计			74.5		26.6

#### (5) 施工用地

枢纽工程：施工临时设施总占地面积 44.85 万 m<sup>2</sup>，其中，左岸占地面积 36.95 万 m<sup>2</sup>，右岸占地面积 7.9 万 m<sup>2</sup>。

供水及灌溉工程：施工临时设施总占地面积约 71.6 万 m<sup>2</sup>。共布置 11 处施工区，施工区总占地面积为 7.0 万 m<sup>2</sup>。钢管加工厂占地面积 2.0 万 m<sup>2</sup>。供水工程弃渣场总占地面积约 26.6 万 m<sup>2</sup>。供水工程需新建场内施工道路 25km，场内施工道路占地面积为 30 万 m<sup>2</sup>；灌溉工程需新建场内施工道路 5km，场内施工道路占地面积为 6 万 m<sup>2</sup>。

泉水导排工程：施工临时设施总占地面积约 15.8 万 m<sup>2</sup>。其中布置 3 处施工区，施工区总占地面积为 3.0 万 m<sup>2</sup>；改扩建施工道路长度 10km，施工道路占地宽度按 8m 计，新建道路长度 3km，施工道路占地宽度按 11m 计，场内施工道路总占地面积为 11.3 万 m<sup>2</sup>；围堰及施工平台取土场总占地面积 1.5 万 m<sup>2</sup>。

## 2.9.5 施工进度及强度

### (1) 施工总工期

本工程施工总工期为 5 年 2 个月（62 个月），其中施工准备期 1 年 10 个月（22 个月），主体工程施工期 2 年 11 个月（35 个月）；首台机组发电工期 4 年 9 个月（57 个月）。工程筹建期 1 年不计入总工期。宗通卡水利枢纽工程施工进度见附图 16。

### (2) 施工强度

枢纽工程：土石方开挖 26.4 万 m<sup>3</sup>/月；土石方填筑 14.58 万 m<sup>3</sup>/月；混凝土浇筑 3.45 万 m<sup>3</sup>/月。

供水及灌溉工程：土石方开挖 5.9 万 m<sup>3</sup>/月；土石方回填 3.3 万 m<sup>3</sup>/月；混凝土浇筑 1.2 万 m<sup>3</sup>/月；钢管生产及安装 0.2 万 t/月。

泉水导排工程：土石方开挖 1.87 万 m<sup>3</sup>/月；土石方回填 1.71 万 m<sup>3</sup>/月；混凝土浇筑 0.2 万 m<sup>3</sup>/月；管道安装 0.1 万 t/月。

### (3) 主要技术供应

劳动力：本工程施工高峰期劳动力 1800 人，其中枢纽工程所需劳动力 1100 人，供水及灌溉工程所需劳动力 500 人，泉水导排工程所需劳动力 200 人。

主要建筑材料：水泥 22.7 万 t，钢筋、钢材 10.7 万 t，木材 0.87 万 m<sup>3</sup>。

## 2.10 建设征地与移民安置

### 2.10.1 建设征地实物指标

宗通卡水利枢纽工程建设征地涉及卡若区的芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇和类乌齐县尚卡乡共 2 个县（区）、5 个乡、33 个村。建设征地主要实物调查成果详见表 2.10-1、2.10-2。

#### (1) 农村部分

工程建设征地涉及农户 91 户、458 人；征地总面积 12268.51 亩；涉及零星树木 1003 株；涉及灌溉水渠 630m；涉及农村副业设施 23 家；涉及文教卫服务设施 3 家；涉及佛塔 1391.96m<sup>3</sup>、祭祀台 17 座、经幡 130 套、天葬点 5 个、玛尼堆 2912.57m<sup>3</sup>、玛尼杆 10 杆、查查房 79.87m<sup>2</sup>、经堂 281.19m<sup>2</sup>。

### (2) 镇外单位及工业企业

工程建设征地涉及镇外单位 5 家，总占地面积 6.11 亩，房屋 2469.07m<sup>2</sup>、地面装修 1419.8m<sup>2</sup>、墙面装修 1485.06m<sup>2</sup>、零星树木 30 株；涉及镇外单位 1 家为马查拉煤矿生活区，涉及房屋 5887.83m<sup>2</sup>、院落围墙 2136.6m<sup>2</sup>、砼晒场 1590.57m<sup>2</sup>、木质围栏 116m<sup>2</sup>、浆砌石构筑物 48.11m<sup>3</sup>、零星树木 218 株。

### (3) 专业项目

工程建设征地涉及四级公路 26.47km，大中型桥梁 3 座共 255 延/m，小型桥梁 2 座共 25 延/m，人行桥 2 座共 165 延/m；35kV 电力线路 8.2km，10kV 电力线路 15.18km，10kV 变压器 3 台，400V 电力线路 1.15km，变电站房屋 69.5m<sup>2</sup>，通信光缆 63.87km，基站 1 个。

根据西藏自治区文物局关于对《西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程项目文物考古调查评估报告》的批复（藏文物字〔2017〕183 号，附件 9），文物古迹共 27 处，包括墓葬 5 处、玛尼堆 11 处、文化遗址废墟 4 处、擦康 2 处、佛塔 5 处。

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〕153 号，附件 10），宗通卡水利枢纽工程建设征地范围内，暂未设置探矿权、采矿权，暂无查明重要矿产资源储量登记，不存在压覆重要矿产资源问题。

表 2.10-1

宗通卡水利枢纽建设征地主要实物指标汇总表

序号	项目	单位	总计			水库区			坝区		备注
						水库淹没区			永久征地		
			合计	卡若区	类乌齐县	昌都市 小计	卡若区 芒达乡	类乌齐县 尚卡乡	昌都市 小计	卡若区 沙贡乡	
一	农村部分										水库影响淹没区与坝区临时用地仅涉及土地不涉及人防指标
1	人口										
1.1	户数	户	91	64	27	89	62	27	2	2	
1.2	人数	人	458	290	168	446	278	168	12	12	
2	农村居民房屋	m <sup>2</sup>	32322.78	18931.28	13391.5	31112.33	17720.83	13391.5	1210.45	1210.45	
2.1	主房	m <sup>2</sup>	28133.17	15780.81	12352.36	27279.85	14927.49	12352.36	853.32	853.32	
2.2	杂房	m <sup>2</sup>	4189.61	3150.47	1039.14	3832.48	2793.34	1039.14	357.13	357.13	
3	房屋装修										
3.1	地面	m <sup>2</sup>	8086.13	3597.81	4488.32	7779.81	3291.49	4488.32	306.32	306.32	
3.2	墙面	m <sup>2</sup>	3436.98	1899.46	1537.52	3300.03	1762.51	1537.52	136.95	136.95	
3.3	吊顶	m <sup>2</sup>	906.05	393.45	512.6	906.05	393.45	512.6			
3.4	门	扇	152	71	81	148	67	81	4	4	
3.5	窗	扇	229	65	164	224	60	164	5	5	
3.6	柱	根	112	56	56	111	55	56	1	1	
3.7	梁	m	561.4	210	351.4	555	203.6	351.4	6.4	6.4	
3.8	壁柜	m <sup>3</sup>	405.8	249.09	156.71	390.39	233.68	156.71	15.41	15.41	
3.9	经堂		107.94	53.34	54.6	86.22	31.62	54.6	21.72	21.72	
4	房屋附属设施										
4.1	门楼	座	1	1		1	1				
4.2	院落围墙	m <sup>2</sup>	1047.04	699.77	347.27	994.33	647.06	347.27	52.71	52.71	
4.3	地坪	m <sup>2</sup>	1659.63	997.5	662.13	1639.35	977.22	662.13	20.28	20.28	
4.4	水池	m <sup>3</sup>	6.29	1.63	4.66	6.29	1.63	4.66			
4.5	地窖	个	20	3	17	20	3	17			
4.6	炉灶	个	21	2	19	20	1	19	1	1	
4.7	粮仓	m <sup>3</sup>	305.64	67.42	238.22	302.47	64.25	238.22	3.17	3.17	
4.8	卫星接收器	个	63	44	19	61	42	19	2	2	

续表 2.10-1

宗通卡水利枢纽建设征地主要实物指标汇总表

序号	项目	单位	总计			水库区			坝区		备注
						水库淹没区			永久征地		
			合计	卡若区	类乌齐县	昌都市	卡若区	类乌齐县	昌都市	卡若区	
			小计	芒达乡	尚卡乡	小计	沙贡乡				
4.9	藏床	m <sup>3</sup>	416.76	275.53	141.23	397.19	255.96	141.23	19.57	19.57	
4.10	花台	个	1	1		1	1				
4.11	粪池	个	2		2	2		2			
4.12	牲畜棚圈	m <sup>2</sup>	191.82		191.82	191.82		191.82			
4.13	混凝土构筑物	m <sup>3</sup>	37.1	24.74	12.36	36.81	24.45	12.36	0.29	0.29	
4.14	围栏		3606.31	580.71	3025.6	3503.54	477.94	3025.6	102.77	102.77	
4.15	沼气池	个	4		4	4		4			
4.16	青稞架	m <sup>2</sup>	4446.65	889.2	3557.45	4282.25	724.8	3557.45	164.4	164.4	
4.17	烟道(木)	m <sup>3</sup>	29.4		29.4	29.4		29.4			
4.19	浆砌石构筑物	m <sup>3</sup>	260.08	0.87	259.21	259.79	0.58	259.21	0.29	0.29	
4.20	货架	m <sup>3</sup>	167.19	99.41	67.78	167.19	99.41	67.78			
5	农村居民零星林木	株	1003	693	310	686	376	310	317	317	
5.1	果树	株	231	125	106	205	99	106	26	26	
5.2	用材树	株	764	560	204	473	269	204	291	291	
5.3	经济树	株	8	8		8	8				
6	农村水利设施		630	420	210	630	420	210			
7	农村副业设施	家/处	23	15	8	23	15	8			
7.1	水磨坊	处	3		3	3		3			
7.1.1	砖(石)木结构	m <sup>2</sup>	215.07		215.07	215.07		215.07			
7.2	农村商店	处	17	12	5	17	12	5			
7.3	农村药店	处	1	1		1	1				
7.4	农村酒馆	处	1	1		1	1				
7.5	施工队	家	1	1		1	1				卡若区芒达乡芒达村农牧民施工队 (含设备若干)
7.5.1	晾晒场	m <sup>2</sup>	45	45		45	45				

续表 2.10-1

宗通卡水利枢纽建设征地主要实物指标汇总表

序号	项目	单位	总计			水库区			坝区		备注
						水库淹没区			永久征地		
			合计	卡若区	类乌齐	昌都市 小计	卡若区 芒达乡	类乌齐县 尚卡乡	昌都市 小计	卡若区 沙贡乡	
8.2	房屋	m <sup>2</sup>	1194.76	122.85	1071.91	1194.76	122.85	1071.91			
8.3	乳胶漆墙面	m <sup>2</sup>	438.84	438.84		438.84	438.84				
8.4	院落砖石围墙	m <sup>2</sup>	828.02	7.02	821	828.02	7.02	821			
8.5	院落土围墙	m <sup>2</sup>	402.5		402.5	402.5		402.5			
8.6	砼晒场	m <sup>2</sup>	1062.87	195.3	867.57	1062.87	195.3	867.57			
8.7	砼水池	m <sup>3</sup>	13.13	1.35	11.78	13.13	1.35	11.78			
8.8	砖石水池	m <sup>3</sup>	96	96		96	96				
8.9	垃圾池	m <sup>3</sup>	605	605		605	605				
8.10	粪池	个	1		1	1		1			
8.11	花坛	m <sup>3</sup>	3.08		3.08	3.08		3.08			
8.12	混凝土构筑物	m <sup>3</sup>	9.02		9.02	9.02		9.02			
8.13	水井	m <sup>3</sup>	3.39		3.39	3.39		3.39			
8.14	集体零星林木	株	26816	26760	56	20877	20821	56	5939	5939	包含芒达、沙贡涉及土地各村零星树木
8.14.1	果树	株	4205	4191	14	1322	1308	14	2883	2883	
8.14.2	用材树	株	22611	22569	42	19555	19513	42	3056	3056	
9	宗教设施										
9.1	法王脚印	个	3	3		2	2		1	1	
9.2	佛塔	m <sup>3</sup>	1391.96	1115.73	276.23	961.86	685.63	276.23	430.1	430.1	
9.3	祭祀台	座	17	17		17	17				
9.4	经幡	套	130	30	100	130	30	100			
9.5	拉康等宗教场所	m <sup>2</sup>	150	150		150	150				
9.6	玛尼堆	m <sup>3</sup>	2912.57	2485.68	426.89	2849.21	2422.32	426.89	63.36	63.36	
9.7	玛尼杆	杆	10	10		10	10				
9.8	神湖	个	2	2		2	2				

续表 2.10-1

宗通卡水利枢纽建设征地主要实物指标汇总表

序号	项目	单位	总计			水库区			坝区		备注
						水库淹没区			永久征地		
			合计	卡若区	类乌齐	昌都市 小计	卡若区 芒达乡	类乌齐县 尚卡乡	昌都市 小计	卡若区 沙贡乡	
9.9	天葬点	个	6	6		6	6				
9.10	坐床	台	2	2		2	2				
9.11	煨桑点	个	1		1	1		1			
9.12	查查房	m <sup>2</sup>	79.87		79.87	79.87		79.87			
9.13	经堂	m <sup>2</sup>	281.19		281.19	281.19		281.19		然爱村委会经堂	
二	镇外单位										
1	数量	家	5	3	2	5	3	2		芒达乡公益林专业养护站、昌都市公安局卡若	
2	房屋	m <sup>2</sup>	2469.07	1616.13	852.94	2469.07	1616.13	852.94		区分局芒达检查站、奶多寺制药厂(简易藏药	
3	墙面装修	m <sup>2</sup>	1485.06	1485.06		1485.06	1485.06			门诊,平时有僧侣给附近村民看病)、尚卡乡	
4	地面装修		1419.8	1419.8		1419.8	1419.8			林管站、尚卡乡政府恩达生活区	
5	雕刻彩绘梁	m	660	660		660	660				
6	雕刻彩绘门	扇	14	14		14	14				
7	雕刻彩绘窗	扇	12	12		12	12				
8	简易刻绘木质橱柜	m <sup>3</sup>	3.21	3.21		3.21	3.21				
9	一类门楼	座	1	1		1	1				
10	院落砖石围墙	m <sup>2</sup>	374.8	257.08	117.72	374.8	257.08	117.72			
11	硷晒场	m <sup>2</sup>	366.36	213.72	152.64	366.36	213.72	152.64			
12	硷水池	m <sup>3</sup>	0.86	0.86		0.86	0.86				
13	地窖	个	1	1		1	1				
14	粪池	个	1	1		1	1				
15	炉灶	个	2	2		2	2				
16	粮仓	m <sup>3</sup>	6.44	6.44		6.44	6.44				
17	卫星接收器	户	3	3		3	3				
18	藏床	m <sup>3</sup>	2.52	2.52		2.52	2.52				
19	混凝土构筑物	m <sup>3</sup>	1.28	1.28		1.28	1.28				
20	花坛	m <sup>3</sup>	12		12	12		12			
21	零星林木	株	30	30		30	30				

续表 2.10-1

宗通卡水利枢纽建设征地主要实物指标汇总表

序号	项目	单位	总计			水库区			坝区		备注
						水库淹没区			永久征地		
			合计	卡若区	类乌齐县	昌都市小计	卡若区芒达乡	类乌齐县尚卡乡	昌都市小计	卡若区沙贡乡	
三	工业企业									昌都市 马查拉煤矿生活区	
1	房屋	m <sup>2</sup>	5887.83		5887.83	5887.83		5887.83			
2	院落围墙	m <sup>2</sup>	2136.6		2136.6	2136.6		2136.6			
3	砼晒场	m <sup>2</sup>	1590.57		1590.57	1590.57		1590.57			
4	砼水池	m <sup>3</sup>	4.41		4.41	4.41		4.41			
5	地窖	个	1		1	1		1			
6	粪池	个	1		1	1		1			
7	木质围栏	m <sup>2</sup>	116		116	116		116			
8	卫星接收器	户	2		2	2		2			
9	混凝土构筑物	m <sup>3</sup>	0.94		0.94	0.94		0.94			
10	浆砌石构筑物	m <sup>3</sup>	48.11		48.11	48.11		48.11			
11	水井	m <sup>3</sup>	3		3	3		3			
12	零星树木	株	218		218	218		218			
12.1	果树	株	16		16	16		16			
	成树	株	16		16	16		16			
12.2	用材树	株	202		202	202		202			
	成树	株	202		202	202		202			
四	专业项目										
1	交通运输工程										
1.1	四级公路	km	26.47	21.695	4.775	18.831		7.639		其中坝区临时用地 0.265km	
1.2	大型桥梁	延/m	255	75	180	255					
	斯通大桥	延/m	75	75		75					
	森达大桥	延/m	90		90	90					
	尚卡大桥	延/m	90		90	90					
1.3	小型桥梁	延/m	25	10	15	25					
	芒达乡小桥	延/m	10	10		10					
	恩达曲小桥	延/m	15		15	15					

续表 2.10-1

宗通卡水利枢纽建设征地主要实物指标汇总表

序号	项目	单位	总计			水库区			坝区		备注
						水库淹没区			永久征地		
			合计	卡若区	类乌齐县	昌都市	卡若区	类乌齐县	昌都市	卡若区	
			小计	芒达乡	尚卡乡	小计	沙贡乡				
1.4	人行桥	延/m	165	75	90	165					
	芒达跨江拱桥	延/m	75	75		75					
	尚卡跨江吊桥	延/m	90		90	90					
2	输变电工程										
2.1	线路										
	35kV 电力线路	km	8.2		8.2			8.2			
	10kV 电力线路	km	15.18	6.75	8.43	14.83		0.35			
	10kV 变压器	台	3	1	2	3					
	400V 电力线路	km	1.15	0.35	0.8	1.15					
2.2	房屋(变电站)										
	混合结构	m <sup>2</sup>	69.5		69.5	69.5					
3	通信工程		63.87	63.87		47.37		16.5			
	24 芯光缆	km	13.05	13.05		8.7		4.35		市传输局	
	12 芯光缆	km	0.73	0.73		0.73				市传输局	
	24 芯光缆	km	17.95	17.95		13.9		4.05		中国移动	
	16 芯光缆	km	29.18	29.18		21.08		8.1		中国移动	
	12 芯光缆	km	2.96	2.96		2.96				中国移动	
	基站	个	1	1		1				马查拉基站	

表 2.10-2

宗通卡水利枢纽建设征地主要实物指标汇总表

单位：亩

类型	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	工矿仓储用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	总计	
水库淹没区	永久占地	1262.68	23.58	2322.3	343.02	24.15	129.39	108.77	2036.7	168.1	6418.69
	小计	1262.68	23.58	2322.3	343.02	24.15	129.39	108.77	2036.7	168.1	6418.69
枢纽工程建设区	永久占地	674.39	0	1590.65	114.73	1.87	0	48.43	159.09	0	2589.16
	临时占地	218.5	0	515.12	2.79	0.06	0	0.33	17.37	8.15	762.32
	小计	892.89	0	2105.77	117.52	1.93	0	48.76	176.46	8.15	3351.48
管线建设区	永久占地	139.55	0	33.44	78.81	0	0	0.31	19.03	0	271.14
	临时占地	1360.71	59.74	392.91	406.91	0	0	7.24	0	0	2227.2
	小计	1500.26	59.74	426.35	485.72	0	0	7.55	19.03	0	2498.34
总计	永久占地	2076.62	23.58	3946.39	536.56	26.02	129.39	157.51	2214.82	168.1	9278.99
	临时占地	1579.21	59.74	908.03	409.7	0.06	0	7.57	17.37	8.15	2989.52
	总计	3655.83	83.32	4854.42	946.26	26.08	129.39	165.08	2232.19	176.25	12268.51

## 2.10.2 移民安置规划

### 2.10.2.1 农村部分

#### (1) 生产安置

生产安置总人口：规划设计水平年生产安置人口规模为 793 人（其中库区 377 人，坝区 339 人，供水和灌溉工程区 77 人）。

生产安置方式与标准：均采用一次性补偿安置方式。在地方政府指导和扶持下，移民可通过自行调地或政府提供就业培训、设置公益性岗位及其他相关保障措施下，保障移民生产生活水平不降低。一次性补偿标准是以被征收的耕园地面积为基础，按审定的耕地补偿补助标准，将土地补偿费和安置补助费兑付给村集体，由村集体通过法定程序确定耕地补偿补助费用使用，主要用于移民生产发展。

#### (2) 搬迁安置

搬迁安置人口：规划设计水平年搬迁安置人口规模为 478 人（其中库区 464 人，坝区 14 人，供水灌溉及泉水导排工程区不涉及搬迁安置人口）。

搬迁安置方式与标准：均为分散后靠安置，按典型设计测算并计列搬迁安置人均基础设施费用。

(3) 小型水利设施、农村副业设施、小型宗教设施、文教卫服务设施、零星林（果）木等

规划基于实物量予以一次性补偿。

### 2.10.2.2 镇外单位

镇外单位涉及芒达乡公益林专业养护站、昌都市公安局卡若区分局芒达检查站、奶多寺制药厂、尚卡乡林管站、尚卡乡政府恩达生活区共 5 家。在征求主管部门意见基础上，规划对其所有实物进行一次性补偿，由原单位自行复建。奶多寺制药厂只是一座寺庙，平时有僧侣给附近村民看病，

并没有进行药物生产加工。

### 2.10.2.3 工业企业

工业企业仅涉及昌都市马查拉煤矿生活区，不涉及其他部分。生产区是一个独立单元与生活区相隔较远，生活区的淹没损失不存在对整个煤矿企业的不可替代的影响，同时该煤矿也长期未进行生产，按国家有关政策该企业属关停项目，不得再进行生产，生活区也失去了原有的服务功能。经与马查拉煤矿企业负责人、类乌齐县人民政府协商一致，规划对目前涉及的生活区房屋等生活设施予以一次性补偿，不再进行复建。

### 2.10.2.4 专业项目

#### (1) 交通运输工程

规划确定复建四级公路总长度 40.124km，其中四级双车道 18.483km，四级单车道 21.641km（其中 8.2km 为路面硬化），复建大桥 5 座 621 延米，两座人行桥因功能已被现有桥梁代替且已废弃，规划不予以复建。

#### (2) 电力工程

规划对淹没涉及的 10kV 和 0.4kV 架空线路和杆架变压器均采取后靠复建。35kV 马查拉变电站拟于芒达乡选址参照原规模新建，按 35kV 和 10kV 为箱式一体化设备，少人值守模式设计。35kV 沙马线结合变电站新址确定绕线路径，恢复功能。

#### (3) 电信工程

对于建设征地影响的电信线路均规划后靠绕线复建。对建设建设征地影响的 1 座基站，考虑到该基站为基带拉远站，现状为水泥杆架全向天线，无机房，故规划杆位后靠复建。

## 2.11 水土保持

本工程水土流失防治责任范围共计 882.97hm<sup>2</sup>（卡若区 609.58hm<sup>2</sup>，类乌齐县 273.39hm<sup>2</sup>）。水土流失防治分区划分为枢纽工程防治区、供水、灌区及导排工程防治区 2 个一级防治分区。其中，枢纽工程防治区又分为枢纽建筑物及管理范围、永久办公生活区、弃渣场、料场、施工交通设施区、施工生产生活区、水库淹没影响区、专项设施复建区等 8 个二级防治分区；供水、灌区及导排工程防治区又分为管线及建筑物区、弃渣场、施工交通设施区、施工生产生活区等 4 个二级防治分区。

工程水土流失防治措施体系由工程措施、植物措施和临时措施组成。工程措施包括土地整治、浆砌石挡墙、浆砌石排水沟等；植物措施包括行道树、场地林草恢复等；临时措施包括场区临时排水、临时拦挡等。工程水土流失防治措施体系详见表 2.11-1。

表 2.11-1 工程水土流失防治措施体系一览表

防治分区		措施类型	主体已有措施	新增水土保持措施
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理范围	工程措施	溢洪道、泄洪洞、导流洞、厂房开挖边坡截排水沟	表土剥离，管理范围绿化区土地整治、覆土
		植物措施		开挖边坡喷播灌草及配套灌溉设施，坝顶公路行道树、管理范围绿化
		临时措施		表土堆存场临时防护
	永久办公生活区	工程措施		场区周边排水沟、绿化区土地整治、覆土
		植物措施		场区绿化
		临时措施		开挖面临时防护
	弃渣场	工程措施		挡渣墙、截排水沟及沉砂池、干砌石护坡
	料场区	工程措施		场区截排水沟、土地整治、覆土、载土槽
		植物措施		马道绿化带、开采平台植被恢复
		临时措施		剥离层临时堆存防护
	施工交通设施区	工程措施		截排水沟
		植物措施		行道树
临时措施			高陡挖填边坡下沿拦挡	

续表 2.11-1

工程水土流失防治措施体系一览表

防治分区		措施类型	主体已有措施	新增水土保持措施
枢纽工程防治区	施工生产生活区	工程措施	复耕	植被恢复范围内表土剥离、土地整治、覆土；场区排水沟
		工程措施		存料场拦挡及截排水沟
		植物措施		场地植被恢复
		临时措施		表土堆存防护
	专项设施复建区	植物措施		复建道路行道树
		临时措施		临时堆土防护，开挖、填筑边坡拦挡
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	工程措施	复耕	表土剥离、土地整治、覆土；回填边坡高度超过 3m 的管段修建浆砌石脚槽
		植物措施		撒播草籽，边坡栽植攀援植物或撒播草籽
		临时措施		临时堆土防护
	弃渣场	工程措施		浆砌石挡墙、混凝土框格护坡、沟道排洪渠、场区周边截排水沟，渣场底部排水盲沟、土地整治、覆土
		植物措施		灌草结合恢复植被
	施工交通设施区	工程措施	复耕	土地整治、覆土
		植物措施		植被恢复
		临时措施		道路临时排水沟、高陡挖填边坡下沿拦挡
	施工生产生活区	工程措施	复耕	表土剥离、土地平整、覆土
		植物措施		植被恢复
		临时措施		表土临时防护、场区临时排水沟

## 2.12 工程投资

按 2019 年第二季度物价水平计算，工程静态总投资 553327.10 万元。其中，工程部分总投资 416870.29 万元，建设征地移民补偿投资 98829.50 万元，环境保护工程投资 27164.58 万元，水土保持工程投资 10462.73 万元。

## 3 工程分析

### 3.1 与相关政策和规划的符合性分析

#### 3.1.1 与国家相关政策的符合性分析

##### (1) 与“国务院和国家发展改革委相关文件”的符合性分析

《国务院办公厅关于进一步支持西藏经济社会发展若干政策和重大项目的意见》（国办发〔2016〕50号）中，在“三、着力健全基础设施体系（十三）推进水利基础设施建设”中提出，“要坚持保护优先和规划先行方针...，提高重点地区水资源调蓄和供水保障能力，加快拉洛水利枢纽等在建工程建设，推进湘河、帕孜、宗通卡等水利工程前期工作，力争早日开工建设”。

在《国家发展改革委关于印发“十三五”支持新疆自治区、新疆生产建设兵团、西藏自治区和四川、云南、甘肃、青海四省藏区经济社会发展规划建设项目方案的通知》（发改投资〔2016〕2558号）中，宗通卡水利枢纽工程被列为重大水利骨干枢纽工程。

宗通卡水利枢纽工程可综合解决昌都市城区供水、卡若灌区灌溉问题，是重大基础设施类的民生工程，工程建设与“国务院和国家发展改革委相关文件”的要求是相符的。

##### (2) 与《水利改革发展“十三五”规划》的符合性分析

2016年12月，国家发展改革委、水利部、住房城乡建设部联合编制《水利改革发展“十三五”规划》，规划紧紧围绕实现全面建成小康社会这个奋斗目标，从全局和战略的高度，研究提出了“十三五”时期水利改革发展的总体思路、发展目标、主要任务、总体布局和政策措施。其在“九、优化流域区域水利发展布局”章节中提出着力推进水利扶贫攻坚，加强贫困地区水利基础设施建设，在集中连片特困地区规划实施一批重点水利骨干工程。在附

件-“十三五”规划大型水库项目表中，宗通卡水利枢纽被列为第 62 位。工程建设符合《水利改革发展“十三五”规划》的相关要求。

### (3) 与最严格水资源管理制度的符合性分析

《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)的指导思想是：深入贯彻落实科学发展观，以水资源配置、节约和保护为重点，强化用水需求和用水过程管理，通过健全制度、落实责任、提高能力、强化监管，严格控制用水总量，全面提高用水效率，严格控制入河湖排污总量，加快节水型社会建设，促进水资源可持续利用和经济发展方式转变，推动经济社会发展与水资源水环境承载能力相协调，保障经济社会长期平稳较快发展。

根据《西藏自治区人民政府办公厅关于印发西藏自治区实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》(藏政办发〔2014〕72号)和《昌都市人民政府办公室关于印发<昌都市实行最严格水资源管理制度考核办法>的通知》(昌政办发〔2014〕5号文)，到2030年卡若区总用水量为7354.12万 $m^3$ ；2030年昌都市水功能区水质达标率控制目标为90%。《全国水资源综合规划》拟定2030年农田灌溉水有效利用系数提高到0.6以上。

本工程规划2030年供水总量6381.31万 $m^3$ ，低于总用水量要求；卡若灌区耕园地综合灌溉水利用系数为0.662，林草地综合灌溉水利用系数为0.776，满足农田灌溉水有效利用系数要求；工程实施后，昂曲干流水质依然满足III类水质管理目标。因此，本工程符合最严格的水资源管理制度的要求。

### (4) 与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的符合性分析

根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》，饮用水地表水源一级保护区内：禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止

向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶；禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物等。二级保护区内：不准新建、扩建向水体排放污染物的建设项目。改建项目必须削减污染物排放量；原有排污口必须削减污水排放量，保证保护区内水质满足规定的水质河段；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头等。

根据本工程与饮用水水源保护区的相对位置可知，工程实施仅涉及昌都市水厂饮用水水源保护区。即位于取水口上游 1km 的 16<sup>#</sup>供水管桥涉及二级陆域和水域保护区；4<sup>#</sup>隧洞出口涉及二级陆域保护区，距离保护区上边界约 50m；约 3km 的供水管线涉及二级陆域保护区。宗通卡水利枢纽的工程任务是以供水为主，而供水管线、管桥、供水隧洞均属于供水设施的组成部分，在工程建设中采取措施可做好饮用水水源保护区的保护工作。

工程建设对现有水源地水质影响很小。工程建成后，可为昌都市提供充足的、优质的水源，保障昌都市生产生活用水，工程建设符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的相关要求。

### 3.1.2 与相关主体功能区划的符合性分析

#### (1) 与《全国主体功能区规划》的符合性分析

根据《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46号），在国家层面将国土空间划分为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类区域，并明确了各自的范围、发展目标、发展方向和开发原则。

经分析，本工程不涉及自然保护区、世界自然和文化遗产、风景名胜区、森林公园、地质公园等禁止开发区，同时也不涉及限制开发区域（重点生态功能区和农产品主产区）。因此，本工程与《全国主体功能区规划》是相符合的。

## (2) 与《西藏自治区主体功能区规划》的符合性分析

本工程不涉及《西藏自治区主体功能区规划》(藏政发〔2014〕108号)中的国家级和自治区级的自然保护区、世界自然和文化遗产、风景名胜区、森林公园、地质公园等禁止开发区,仅涉及限制开发区域(农产品主产区),即藏东南主产区,该区域发展方向为:建设青稞、干果、水果、林下资源产业和城郊蔬菜产业带。

卡若灌区是卡若区土地资源条件较好的区域,主要种植青稞。目前灌区存在灌溉水源缺乏,灌溉成本高等问题。本工程规划向卡若灌区年供水 660.01 万  $m^3$ ,可发展自流耕地和林草地灌区 1.88 万亩,耕园地灌溉保证率提高到 75%,可使粮食亩产量提高近一倍,对于促进地区粮食安全有较大的作用,与藏东南主产区的发展方向一致。因此,本工程与《西藏自治区主体功能区规划》是相符合的。

### 3.1.3 与相关生态功能区划的符合性分析

#### (1) 与《全国生态功能区划(修编版)》的符合性分析

根据《全国生态功能区划(修编版)》,工程区属于藏东南生物多样性保护重要区的大雪山-念他翁山生物多样性保护功能区,区内主要生态系统类型有热带雨林、季雨林和亚热带常绿阔叶林等,野生动植物种类丰富,拥有较多的热带和亚热带动植物种类,具有很高的保护价值。该区水土流失敏感性高,生物多样性保护极为重要。主要生态问题:原始林面积减少,野生动植物栖息地受到威胁。生态保护主要措施:加强自然保护区建设与管理力度,禁止捕杀野生动物;加强河谷地带稳产高产农田建设和人工草场建设;加强谷地水土流失治理和退化生态系统的恢复与重建。

宗通卡水利枢纽工程的实施,将新增和改善灌溉面积 1.88 万亩,耕园地灌溉保证率达到 75%,林草地灌溉保证率达到 50%。通过改善现有灌溉设

施和灌溉条件，实现粮食产量提高，有助于实现河谷地带稳产高产农田建设；同时，林草地灌溉条件的改善，将有助于水土涵养，改善水土流失现状。同时可促进“以电代燃”战略的实施，有利于保护当地脆弱的生态环境。因此，本工程与《全国生态功能区划（修编版）》是基本符合的。

### （2）与《西藏自治区生态功能区划》的符合性分析

根据《西藏自治区生态功能区划》，工程区属于藏东-川西寒温性针叶林生态区-大雪山-念他翁山云杉冷杉林-高山灌丛-高山草甸生态亚区-昌都-类乌齐山原特色牧业开发与马鹿、雪豹生物多样性保护生态功能区。主要生态系统类型为亚高山阴坡川西云杉林和阳坡大果圆柏林以及高寒草甸，此外河谷区为温性草甸草原，属水土流失极敏感和相当敏感地区。人类活动较强烈，林草植被破坏较严重，草地过牧退化面积较大。生态功能定位：特色牧业适度开发与生物多样性保护区。发展与保护方向及对策：发展以牦牛养殖为特色的畜牧业，加强天然林保护，严重退化的草地应实施退牧还草。加大自然保护区的建设和管理力度，适度发展生态旅游。

宗通卡水利枢纽工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等，水库淹没、施工占地及移民安置过程将损坏或扰动部分植物和植被，对工程影响范围内的生态环境造成一定不利影响，施工期增加水土流失，产生的“三废”也将对工程区环境产生一定不利影响。但是这些影响仅限于施工期和占地范围内，影响时间和影响范围较小。在本工程建设过程中，将切实贯彻“三同时”制度，严格控制施工期“三废”的产生和排放，及时恢复植被，加强水土流失防治，有效避免或减轻对环境的不利影响。此外，工程规划灌溉林草地 0.83 万亩，可有效改善林草地灌溉条件。因此，本工程与《西藏自治区生态功能区划》的有关要求是相符合的。

### （3）与《关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见》的

## 符合性分析

《关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见》(环发[2013]16号)指出,要按照《全国主体功能区规划》要求,对国家重点生态功能区范围内各类开发活动进行严格管制,使人类活动占用的空间控制在目前水平并逐步缩小,以腾出更多的空间用于维系生态系统的良性循环。根据《全国生态功能区划(修编版)》,工程区属于藏东南生物多样性保护重要区的大雪山-念他翁山生物多样性保护功能区,区内主要生态系统类型有热带雨林、季雨林和亚热带常绿阔叶林等,野生动植物种类丰富,拥有较多的热带和亚热带动植物种类,具有很高的保护价值。

宗通卡水利枢纽工程实施后,将新增和改善林草地灌溉面积 0.83 万亩,有助于森林生态系统和草原生态系统的良性发展,对于维护生态系统功能起到积极作用。工程建设之后区域水域面积增加,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。另外,工程实施可有效促进“以电代燃”战略的实施,减少人类活动干扰空间,保护当地脆弱的生态环境。因此,本工程与《关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见》是基本符合的。

### (4) 与《关于印发青藏高原区域生态建设与环境保护规划(2011-2030年)》的符合性分析

在《关于印发青藏高原区域生态建设与环境保护规划(2011-2030年)》中,宗通卡水利枢纽工程位于农牧业环境安全保障区的半农半牧区。该区域要求合理安排农牧业用地,防止过度垦荒,大力发展生态种植和节水灌溉饲草地建设。宗通卡水利枢纽工程实施后,将改善和新增灌溉的耕园地面积 1.05 万亩,改善和新增林草地灌溉面积 0.83 万亩,通过改善现有灌溉设施和灌溉条件,有利于发展生态种植和节水灌溉饲草地建设,因此,

本工程与保护规划的相关要求是基本相符的。

(5) 与《西藏生态安全屏障保护与建设规划(2008-2030年)》的符合性分析

根据《西藏生态安全屏障保护与建设规划(2008-2030年)》，宗通卡水利枢纽工程所在昂曲河谷地区属于藏东南和藏东生态安全屏障区~昌都南部生物多样性保护与旅游业发展亚区。主要治理措施是加强水源涵养，保护生物多样性，适度发展特色经济。

宗通卡水利枢纽工程制订了专门的生态环境保护目标及生态环境保护措施体系，采取了栖息地保护、布置过鱼设施、实施增殖放流、下泄生态流量等水生生态保护措施，以及植被恢复、水土保持等陆生生态保护措施，可有效减缓工程实施对生物多样性的影响。工程建设与《西藏生态安全屏障保护与建设规划(2008-2030年)》的要求是基本符合的。

### 3.1.4 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

根据西藏自治区人民政府生态保护红线划定工作的阶段性成果，经分析，本工程不涉及自治区生态保护红线，因此，本工程与西藏自治区生态保护红线的管控要求不冲突。

#### (2) 与环境质量底线的符合性分析

项目建设区域地处重金属和有色金属富集分布带，受现状高背景环境地质条件的影响，现状水体中As、Fe、Mn超标。工程运行后，库区及坝下游的水文、泥沙情势将发生变化，在建库及泉水导排处理的作用下，库区及坝下游水体中的As、Fe、Mn的浓度将有所下降，对昂曲下游水质总体有所改善；COD、NH<sub>3</sub>-N、TP可满足III类水质管理目标要求。因此，本工程的实施基本满足区域环境质量底线的控制要求。

### (3) 与资源利用上线的符合性分析

根据《西藏自治区人民政府办公厅关于印发西藏自治区实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（藏政办法〔2014〕72号）和《昌都市人民政府办公室关于印发〈昌都市实行最严格水资源管理制度考核办法〉的通知》（昌政办发〔2014〕5号文），到2030年卡若区总用水量为7354.12万 $m^3$ 。

宗通卡水利枢纽工程实施后，至2030年，工程年供水总量6381.31万 $m^3$ ，低于总用水量7354.12万 $m^3$ ，未突破卡若区水资源利用上线。因此，本工程基本满足区域资源利用上线的相关要求。

### (4) 与环境准入负面清单的符合性分析

西藏自治区未发布环境准入负面清单。本工程为具有供水灌溉效益的综合水利枢纽工程，不属于污染型工程。工程建成后将提供昌都市区和沙贡乡集镇所在地的人居饮水，为卡若灌区提供灌溉用水。因此，工程建设不属于环境准入负面清单内容。

## 3.1.5 与流域相关规划的符合性分析

### (1) 与《澜沧江流域综合规划（2019-2035年）》的符合性分析

根据国务院关于开展流域综合规划编制工作的总体部署，2005年水利部组织长江水利委员会开展了澜沧江流域综合规划编制工作。2019年9月，《澜沧江流域综合规划（2019-2035年）》报送国家发展改革委。

《澜沧江流域综合规划（2019-2035年）》在重要支流规划意见中提出：昂曲流域治理开发主要任务是供水、灌溉、防洪、水资源保护和水力发电。流域上游区域以生态环境保护为主，不再开荒和发展灌溉，不进行水电开发；中下游建设宗通卡水利枢纽工程，综合解决昌都供水、卡若灌区灌溉问题，兼顾水力发电。宗通卡水库正常蓄水位相应库容1.19亿 $m^3$ ，年供水量0.99亿 $m^3$ ，能解决昌都市卡若区供水及坝下游沿岸沙贡等乡（镇）供水问题，满

足昌都市经济发展需求，同时新建各类饮水工程，解决农牧民饮水安全问题；采用自流和提水灌溉相结合的方式，解决卡若灌区用水需求，有效灌溉面积发展到 6.38 万亩（耕地 1.53 万亩、林地 4.58 万亩、草地 0.27 万亩），其中新增有效灌溉面积 3.85 万亩、改善有效灌溉面积 2.53 万亩，今后可结合昂曲河谷经济发展需求，进一步研究灌区规模；水库电站装机容量 104MW，年发电量 4.5 亿 kW h。在“主要城市供水规划方案”中提到：卡若区存在现状供水规模不足，水源水质不达标等问题。规划在昂曲干流建设宗通卡水库作为城市供水水源，具有供水、灌溉和发电等综合效益；在“灌溉水源规划”中提到：昌都市规划宗通卡水库；在“优先实施工程安排”中提到：加强流域水利基础设施建设，提高供水与灌溉保证率，解决人饮安全，提高粮食产量。优先建设西藏自治区宗通卡大型水利枢纽工程和云南省条件较好的 26 座中型水库。本工程与《澜沧江流域综合规划（2019-2035 年）》是相符合的。

## （2）与《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见的符合性分析

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》提出：昂曲流域位于西藏境内，生态环境脆弱，其水资源开发利用应本着“确有需要、生态安全、可以持续”的要求，不宜搞大开发。因此，建议昂曲除宗通卡综合枢纽以外，其余规划水电站不列入本次规划。

2016 年 4 月，原环境保护部以环审〔2016〕47 号文印发了《关于〈澜沧江流域综合规划环境影响报告书〉的审查意见》。

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》的审查意见中关于项目建设的要求：

1) 昂曲所在区域生态环境脆弱，南腊河、南班河、罗闸河具有水生生态保护功能，建议取消以上支流规划拟建的水电梯级，已开发的梯级根

据保护需要开展生态修复。

2) 进一步加强流域综合管理。客观认识和分析开发建设的生态环境代价,有针对性强化生态环境保护规划内容,统筹和落实干支流生境保护。加强水利水电工程过鱼设施建设,保障河流连通性,实施干流水库生态调度,落实生态流量要求。建立健全生态流量、水生生态、陆生生态、生物多样性和水文水环境等监测体系。根据环境监测情况落实和完善环境保护对策措施。

3) 有关近期建设项目,应依据《报告书》及专项规划环评成果,按照对项目环评的指导意见开展环境影响评价工作。在明确建设项目生态环境保护目标的基础上,加强受开发影响的生态环境现状调查,重点评价项目实施产生的水生、陆生生态和水环境等影响,深入评价影响的方式、范围、历时和程度,落实过鱼设施、鱼类增殖放流、生态流量、栖息地保护等环保措施。

本工程所在的昌都市经济基础薄弱,自我造血机能不足,其作为藏东重要门户,依然属于全国脱贫攻坚的重点地区。本工程作为综合性水利枢纽工程,其工程任务是以供水为主、结合发电、兼顾灌溉。在做好生态环境保护的前提下,既能实现供水和灌溉功能,还能以电养水,减轻地区财政压力,实现经济、社会的可持续发展。

工程提出了划定栖息地保护河段(干支流共 225km 的保护河段)、恢复河流连通性(对拟拆除的干支流 4 座水电站河段进行生境修复)、建设过鱼设施(短鱼道+升鱼机组合方案)、开展增殖放流等综合保护措施,落实了流域综合规划环评及审查意见的生态环境保护要求。

宗通卡水利枢纽工程对《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见中的相关要求的落实情况详见表 3.1.5-1。

表 3.1.5-1 宗通卡水利枢纽工程对澜沧江流域综合规划环评及其审查意见要求落实情况分析表

序号	规划环评及审查意见对项目建设的相关要求	落实情况
1	昂曲所在区域生态环境脆弱，南腊河、南班河、罗闸河具有水生生态保护功能，建议取消以上支流规划拟建的水电梯级，已开发的梯级根据保护需要开展生态修复	宗通卡水利枢纽的工程任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉，为综合利用水利枢纽工程；另外，环评报告中提出对拟拆除的干流沙贡电站、昌都电站，以及支流芒达曲、恩达曲的 2 座水电站的河段进行生境修复的要求，以恢复河流连通性
2	进一步加强流域综合管理。客观认识和分析开发建设的生态环境代价，有针对性强化生态环境保护规划内容，统筹和落实干支流生境保护。加强水利水电工程过鱼设施建设，保障河流连通性，实施干流水库生态调度，落实生态流量要求。建立健全生态流量、水生生态、陆生生态、生物多样性和水文水环境等监测体系。根据环境监测情况落实和完善环境保护对策措施	环评报告中已提出对拟拆除的干支流已建 4 座水电站的河段进行生境修复的要求，以恢复河流连通性；设置生态机组用来泄放生态流量；已制定生态流量、水生生态、陆生生态和水文、水环境的监测方案
3	有关近期建设项目，应依据《报告书》及专项规划环评成果，按照对项目环评的指导意见开展环境影响评价工作。在明确建设项目生态环境保护目标的基础上，加强受开发影响的生态环境现状调查，重点评价项目实施产生的水生、陆生生态和水环境等影响，深入评价影响的方式、范围、历时和程度，落实过鱼设施、鱼类增殖放流、生态流量、栖息地保护等环保措施	已开展宗通卡水利枢纽工程水生生态、陆生生态、水环境等专题研究，并提出以下措施，（1）通过生态机组下泄生态流量；（2）对拟拆除的干流昌都、沙贡电站 2 座水电站，支流芒达曲、恩达曲的 2 座水电站的河段进行生境修复；（3）将昂曲干流宗通卡坝址以上~青海与西藏省界河段、宗通卡坝址以下~昂曲河口河段及其支流琅玛曲、芒达曲、恩达曲划定栖息地保护范围；（4）修建过鱼设施（短鱼道+升鱼机组合方案）；（5）建设鱼类增殖放流站；（6）加强渔政管理；（7）开展鱼类生物学与生态学及人工繁殖技术研究等科学研究等

### 3.1.6 与区域规划的协调性分析

(1) 与《西藏自治区国民经济和社会发展“十三五”规划》的协调性分析

《西藏自治区国民经济和社会发展“十三五”规划》在“第十九章 加强水利建设”提出：“全面加快水利基础设施建设，有序推进骨干工程建设，着力解决惠及民生的水利问题，提高水资源利用效率。”在“第三节 大力提高城乡供水保障能力”提出：“建立城乡饮水安全保障体系，提高城乡生产生活用水质量。实施城镇水源地工程建设，重点加强地（市）行署（政府）所在地饮用水水源地安全保障能力。加强城镇用水应急能力建设，建设规模合理、标准适度的应急抗旱水源工程，有效应对特大干旱和突发水污染事件。科学划定城乡饮用水水源地保护区，全面开展县城饮用水水源地水质监测。改善乡镇政府所在地用水条件，提高行政村通自来水率、供水保证率和水质合格率。”在“专栏 12 重点水利工程”中将宗通卡水利枢纽工程列为重点水源工程。

宗通卡水利枢纽的工程任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。工程的实施可为昌都市城区提供稳定、充足的优质水源或合格水源；同时，通过引水灌溉，大幅提高昂曲两岸土地灌溉保证率，促进农业生产的发展；进一步推动昌都地区的水电开发，实行“以电养水”，并为当地相关产业的发展带来更多的电力保障。因此，宗通卡水利枢纽工程与《西藏自治区国民经济和社会发展“十三五”规划》是相协调的。

(2) 与《昌都市水利发展“十三五”规划》的协调性分析

《昌都市水利发展“十三五”规划》的主要任务包括农村饮水安全、防洪减灾、无电地区电力建设、水源地建设、农牧业灌溉、水土保持及生态环境保护、水利改革与管理及综合性水利枢纽工程等。其中宗通卡水利枢纽工程列入昌都市水利发展“十三五”规划项目中。因此，宗通卡水利枢纽工程

与《昌都市水利发展“十三五”规划》是相协调的。

### (3) 与《昌都市城市总体规划》(2015-2030)的协调性分析

《西藏自治区昌都市城市总体规划(2015-2030)》对中心城区制定了环保规划总体目标:“坚持环境保护与城市建设并重,尊重自然地形地势,保护自然景观,把昌都中心城建设成为山青水秀、空气清新、资源节约、环境友好的宜居城市。”

宗通卡水利枢纽的工程任务是供水为主,结合发电,兼顾灌溉。工程实施后,将对库区和坝下游的水文情势、水环境、陆生生态、水生生态等产生一定不利影响,但本报告提出了预防和减缓对策措施,如施工迹地恢复,修建过鱼设施(短鱼道+升鱼机组合方案)、拆除昂曲干流已建的沙贡电站和昌都电站、恩达曲和芒达曲上已建的2座电站等,可有效减缓工程实施对生态环境的不利影响;通过后期加强泉水水质与流量监测、库区及坝前取水口水质监控,并采取泉水导排处理方案后,可使水库供水风险总体可控;本工程的实施使昌都市拥有了一个稳定的优质水源,可为城市的可持续发展提供强有力的支撑。

因此,本工程与《西藏自治区昌都市城市总体规划(2015-2030)》的环保规划总体目标是基本协调的。

## 3.2 工程建设的环境合理性分析

### 3.2.1 工程方案的环境合理性分析

#### 3.2.1.1 工程选址的环境合理性分析

##### (1) 水源地选择

据原地矿部《昌都地区综合水文地质报告》中区域水质分析成果,昌都市及其周边地区地下水为低矿化重碳酸盐钠质和氯化钠质水,弱碱性水,

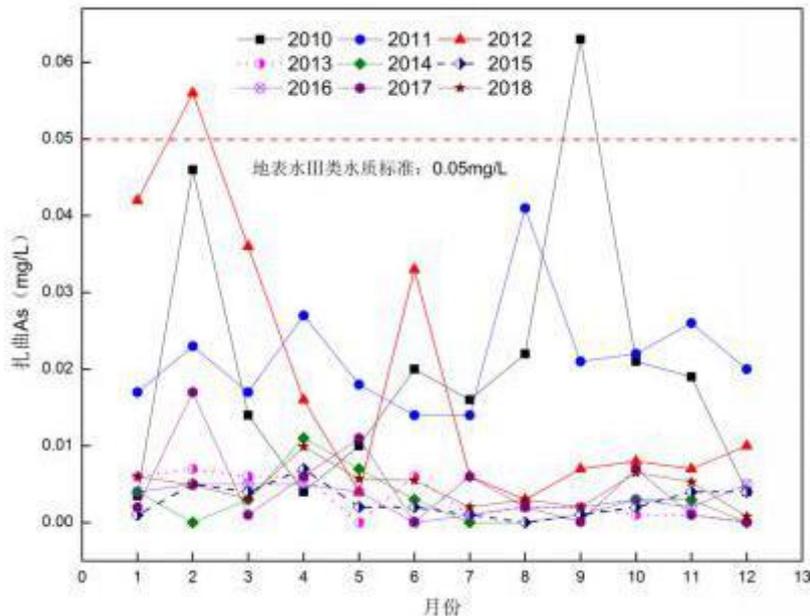
地下水存在砷、铁、氟、硫酸根、总硬度等指标超标现象。另外，区域基岩山区地下水分布受构造、岩性、地貌等控制明显，区内大泉暗河系统不发育，以裂隙性岩体含水为主，地下水较贫乏，地下水不具备作为城市生活饮用水水源的水量水质条件。

鉴于昌都市地下水资源较贫乏，且砷、铁、氟、硫酸盐超标，昌都居民存在普遍的黄牙病、胆结石等地方病问题，而区域过境的地表水水资源丰富，因此，应考虑从昌都市境内的昂曲、扎曲寻找适宜的地表水水源地。

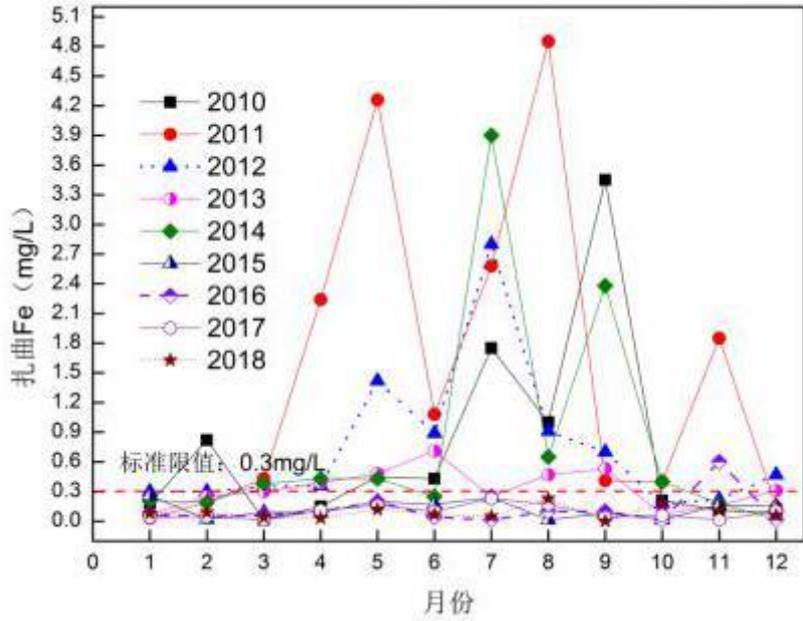
### 1) 昌都城區段河流水质现状

#### ① 扎曲昌都城區段

国家基本水质监测断面 2010~2018 年监测数据表明，扎曲昌都城區段水体中 As 的含量范围为 0.0002~0.063mg/L，仅 2010 年 9 月、2012 年 2 月监测结果超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准，其浓度分别为 0.063mg/L 和 0.056mg/L；Fe 含量范围为 0.03~4.85mg/L，Fe 超标较为频繁，最大超标倍数为 16 倍。扎曲昌都城區段水质状况见图 3.2.1-1。



(a) As 含量

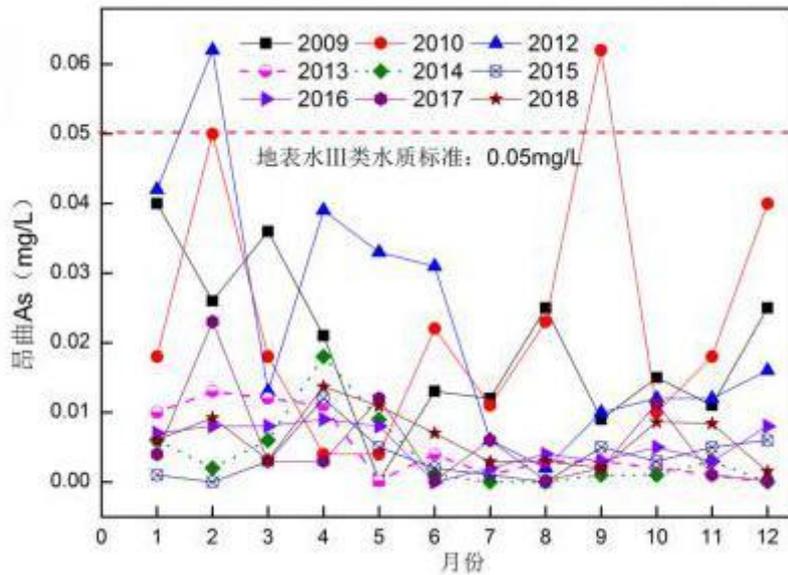


(b) Fe 含量

图 3.2.1-1 2010~2018 年扎曲昌都城區段 As、Fe 含量分布图

② 昂曲昌都城區段

国家基本水质监测断面 2009~2018 年监测数据表明，昂曲昌都城區段水体中 As 的含量范围为 0.0002~0.062mg/L，仅 2010 年 9 月、2012 年 2 月监测结果超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准，其浓度均为 0.062mg/L；Fe 的含量范围为 0.03~4.2mg/L，Fe 超标较为频繁，最大超标倍数为 13 倍。昂曲昌都城區段水质状况见图 3.2.1-2。



(a) As 含量

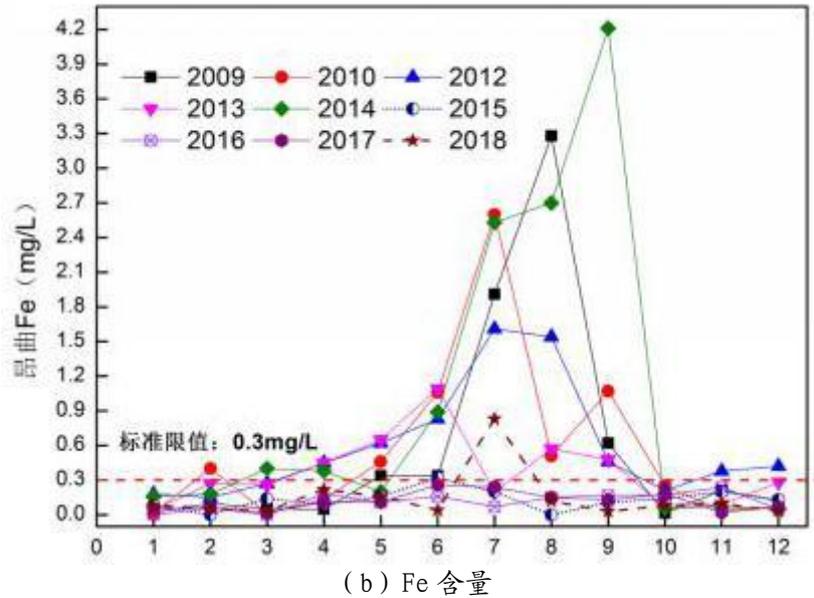


图 3.2.1-2 2009~2018 年昂曲昌都城段 As、Fe 含量分布图

## 2) 水质超标成因分析

昌都市位于“三江”特提斯成矿带（区）北、中段，是我国著名的有色金属成矿带和海相火山沉积铁矿带，成矿带与区域断裂带走向基本一致并延伸至扎曲、昂曲下游。扎曲、昂曲位于昌都砷、汞成矿亚带和玉龙铜钼矿成矿亚带区域，矿产资源丰富，主要有铜、砷、汞、锑、金、铅、煤、石膏等；区域出露的地层主要有三叠系和侏罗系，其中三叠系主要为灰岩，且灰岩为岩溶含水岩组，富水性和透水性均较好，深层地下水和地下水水力联系较强；在区域构造上，扎曲、昂曲位于澜沧江断裂带（F4）及金沙江断裂带（F5）之间，该区域断裂（断层）分布多且广泛，有众多的断层切割河流，其控制了深部地下水的分布和运移，使得断裂带地下水线性特征显著，呈带状分布，在澜沧江断裂带及金沙江断裂带沿线均有温泉出露，形成断裂带分布的温泉带。

金沙江断裂带分支断层从扎曲河谷延伸至扎曲左岸的玉龙铜矿带，澜沧江断裂带分支俄洛断层穿过昂曲下游的俄洛桥大型砷矿床，成矿带与区域断裂带走向基本一致，使得携带矿物元素的深层地下水通过断裂带（断层）向扎曲、昂曲下游河流排泄，河水受深层断裂带地下水、温泉影响较

强，是河水中出现 As 超标的重要原因。

### 3) 水源地选择

从昌都市特殊的地质构造、矿产资源与水文地质之间的相关作用来看，地层岩性、地质构造及矿产资源分布与区域地表水水质关系密切，并起控制作用。基于水质超标成因分析结果，从降低水质风险、保障水质安全角度考虑，在水源地选择时应避开造成水质（类）重金属超标的区域，即须避开断裂（断层）穿过河流的河段、有断裂（断层）穿越大型矿床（矿体）的邻近或下游河段、地表水与地下水水力联系较强的河段等。

扎曲左岸分布有我国最大的铜矿带—玉龙铜矿带（目前正在开发），且下游河段分布有多个砷矿床；区域大部分地层为三叠系地层，透水性较好；金沙江断裂带从扎曲河谷延伸至左岸玉龙铜矿带，扎曲河段出露的断层较多且分布范围广，并与河段斜交。昂曲沙贡乡下游有断层与河段相交，且俄洛镇附近分布有俄洛桥砷矿床（保有储量名列全国第六位），澜沧江断裂带穿过该矿体并与河流相交。昂曲尚卡乡上游大部分地层为三叠系地层，主要为灰岩，出露有断层与河流相交，深层地下水和地表水水力联系强。可见，扎曲、昂曲下游段（沙贡乡至河口河段）和昂曲上游段（尚卡乡以上河段）均存在多条断裂（断层）穿过河流或大型矿床（矿体），均存在造成 As 超标的环境约束因素。因此，扎曲、昂曲沙贡乡以下及尚卡乡以上河段均不适宜作为新建水源地。

昂曲中游河段（尚卡至沙贡河段）分水岭内侧区域无大型矿床（矿体）分布，且无断裂（断层）相交，岩体以侏罗系的泥质粉砂岩、泥岩为主，深层地下水和地表水水力联系弱，不存在会造成 As 超标的环境条件。根据 2015~2019 年水质监测结果，昂曲俄洛镇以上河段 As 的含量范围为 0.0008~0.0335mg/L，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准。

因此，昂曲中游河段（尚卡至沙贡河段）较适宜作为新建水源地。

## （2）枢纽坝址方案选择

根据昂曲尚卡至沙贡河段建坝条件，并结合干支流水质监测结果，工程选择在昂曲干流的芒达曲汇口上游、下游坝址方案进行比较分析。芒达曲汇口上游坝址、汇口下游宗通卡坝址位置见图 3.2.1-3。

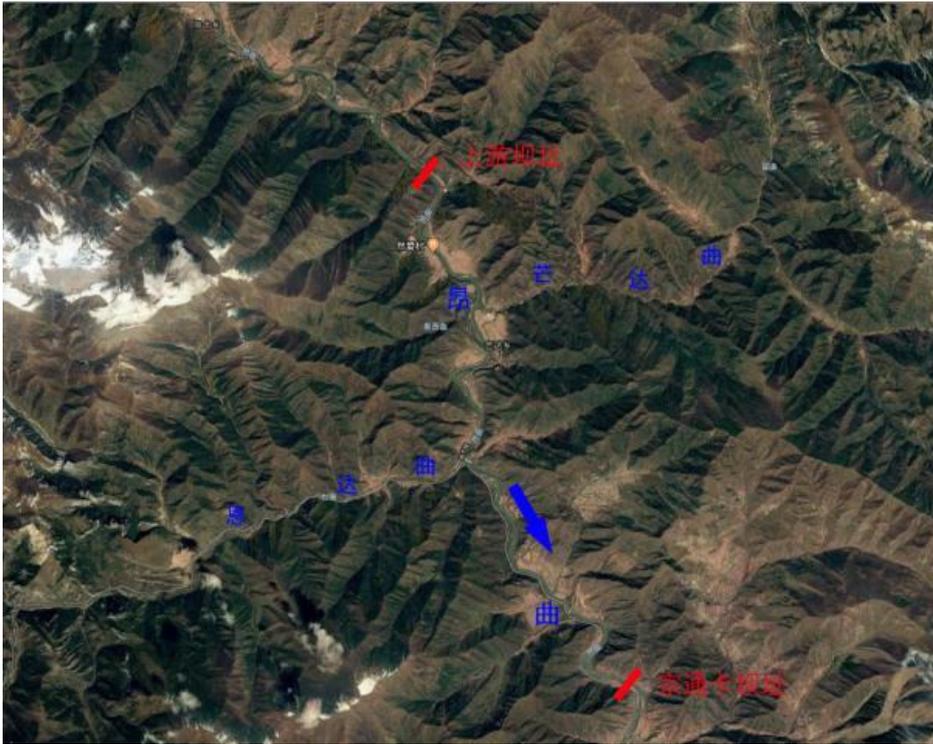


图 3.2.1-3 宗通卡坝址与上游坝址相对位置关系示意图

以下从区域水文地质条件、矿产资源分布、水质安全风险、生态环境影响、建设征地和移民安置难度等方面进行对比分析。

### 1) 区域水文地质条件

#### ① 宗通卡坝址方案

宗通卡坝址位于芒达复式向斜次级褶皱沙贡向斜核部附近，河谷为宽缓的“U”型谷，河床地面高程约 3410m，河床宽 45~55m，两岸山体较雄厚，天然地形坡度 30°~40°。右岸分布有宽 80~100m 的阶地平台，阶地面高程约 3430m，正常蓄水位 3474m 处，河谷宽约 300m。出露的基岩地层岩性为

侏罗系上统小索卡组 ( $J_3x$ ) 泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。

宗通卡库盆均处于芒达复式向斜核部，分布的基岩地层岩性均为侏罗系 (J) 泥质粉砂岩、泥岩及粉细砂岩等碎屑岩地层，为一套相对隔水岩组，库盆内无区域断裂或断层通过 (图 3.2.1-8)，水库封闭条件好。地下水主要为碎屑岩孔隙水和基岩裂隙水，库盆范围内未见泉水出露，地下水较贫乏，水文地质条件简单。左岸芒达沟温泉出露高程 3858~4061m，右岸恩达曲温泉出露高程 3701~3717m，温泉水均是沿着区域断裂带 (三叠系灰岩与侏罗系泥岩分界) 出露，其中左岸芒达沟温泉与水库之间有厚度 3~8km 隔水岩层，右岸恩达曲温泉与水库之间有厚度 5~10km 隔水岩层相阻隔，地表水与深层地下水水力联系较弱，建库对温泉和区域性断裂带地下水连通基本不产生影响。

## ② 上游坝址方案

上游方案坝址位于芒达复式向斜西南翼，河谷为“U”型谷，河床地面高程约 3455m，河床宽 45~50m，两岸山体较雄厚，天然地形坡度  $30^\circ\sim 50^\circ$ 。左岸分布有宽 60~80m 的阶地平台，阶地面高程约 3490m，正常蓄水位 3519m 处，河谷宽约 275m。出露的基岩地层岩性为侏罗系上统小索卡组 ( $J_3x$ ) 泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。

上游方案坝址库盆涉及侏罗系和三叠系两套地层，除约 1/3 的区域处于芒达向斜核部区域，分布的基岩地层为：侏罗系 (J) 泥质粉砂岩、泥岩、粉细砂岩等碎屑岩外，库盆的大部分区域出露的地层为：三叠系 (T) 砂岩、板岩、白云岩、灰岩等地层，部分地层夹石膏、煤层等，其中灰岩、白云岩等为碳酸盐强透水岩组。同时，库区及两岸发育有多条区域性断裂带，地下水除了碎屑岩孔隙裂隙水和基岩裂隙水外，还有碳酸盐岩裂隙溶洞水、区域性断裂带深层地下水 (温泉水)，深层地下水易沿断层或岩溶通道与

地表水发生水力联系，水文地质条件复杂，建库会对区域断裂带地下水、岩溶地下水循环产生影响。

### ③ 比较结论

与上游坝址方案相比，宗通卡坝址方案库盆岩性、地质构造、水文地质条件简单，库盆地下水较贫乏，地表水与深层地下水水力联系较弱，建库对周围水文地质环境改变弱。结合深层地下水与地表水的关联性，从水库水质长期安全考虑分析，宗通卡坝址方案较上游坝址方案优。

## 2) 矿产资源分布

### ① 宗通卡坝址方案

工程区处于昌都砷、汞成矿亚带西北端，坝址以上昂曲两岸分水岭内侧及水库上游区域未见砷、汞等矿床、矿点分布，仅分布少量铜、铁、锌等矿点（图 3.2.1-3）。宗通卡库盆无压覆矿产。

### ② 上游坝址方案

工程区矿产资源分布情况与宗通卡坝址方案类似，仅上游坝址方案库盆分布有煤矿、石膏及石灰石等矿产。

### ③ 比较结论

从矿产资源分布以及矿产资源分布对水环境的影响来看，两方案无明显差异。

## 3) 水质安全风险

### ① 宗通卡坝址方案

宗通卡坝址方案库盆完整，水库封闭条件好，地表水与深层地下水水力联系较弱，水文地质条件相对简单；库区仅有恩达曲和芒达曲两条支沟存在高砷泉水，水质污染源相对明了，在采取泉水处理和导排措施后，库

内取水口水质能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，且通过对泉水导排处理可改善坝下河段水质。即使在泉水不导排情况下，库内取水口水质也能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，水质安全是可得到保障的。

### ② 上游方案坝址

上游方案避开了恩达曲和芒达曲两条砷超标支沟，但库盆内有较广泛岩溶地层分布，库盆和两岸均分布有区域断裂，地表水与地下水、温泉水等地下水系统水力联系复杂，加之库内分布有煤矿、石膏及石灰石等矿产，建库后库内地下水环境更加复杂，水库蓄水后水质安全不确定因素较多。

### ③ 比较结论

宗通卡坝址方案水库封闭条件好，两岸水文地质条件单一，水质安全风险明确且可控；上游方案库区水文地质条件复杂，地表水与地下水水力联系复杂，不确定因素较多。从水质安全风险来看，宗通卡坝址方案优于上游坝址方案。

## 4) 生态环境影响

### ① 宗通卡坝址方案

宗通卡坝址方案库区植被类型以灌丛为主，主要有小叶栒子灌丛、水栒子灌丛、长刺茶藨子灌丛、砂生槐灌丛等。区域植被以灌丛为主，占32.31%，林地和草地占比约12.72%和14.42%，自然植被覆盖率约45%。

### ② 上游方案坝址

上游坝址方案库区植被类型主要为针叶林、灌草丛，常见植被类型为大果圆柏群系、川西云杉群系、水栒子群系、峨眉蔷薇群系、鸡骨柴群系、密花香薷群系、尼泊尔酸模群系等。区域天然林分布广泛，群落结构完整，自然植被覆盖率达85%以上。

### ③ 比较结论

上游坝址方案枢纽工程区和库区以天然林地为主，工程建设占用和破坏的林地较多，对陆生生态影响程度更大。从生态环境影响来看，宗通卡坝址方案优于上游坝址方案。



上游坝址区植被现状



宗通卡坝址区植被现状

图 3.2.1-4 上游坝址区和宗通卡坝址区植被现状

上游坝址方案和宗通卡坝址方案库区水生生物分布特征相似，均不涉及鱼类集中产卵场等重要生境，从水生生态环境制约因素和影响程度上分析，两方案差异不大。

综上所述，从生态环境影响分析，宗通卡坝址方案更优。

#### 5) 建设征地与移民安置难度

##### ① 宗通卡坝址方案

宗通卡坝址方案库区建设征地涉及总人口 446 人，土地总面积约 6418.69 亩，其中耕地 1262.68 亩、林地 2322.3 亩、草地 343.02 亩。库区永久占用国家二级公益林 69.57hm<sup>2</sup>。

##### ② 上游坝址方案

上游坝址方案库区建设征地涉及总人口 360 人，涉及土地总面积约 9518 亩，其中耕园地 2009 亩、林地 3417 亩、草地 551 亩，涉及藏传佛教乃多

寺和大型白塔。库区永久占用国家二级公益林 108.20hm<sup>2</sup>。

### ③ 比较结论

两个坝址方案水库淹没损失与处理难度均不大，不存在影响建设征地及移民安置方面的制约因素。就两个坝址方案而言，上游坝址方案涉及的耕园地、林草地及国家生态公益林、宗教等重要设施较宗通卡坝址方案多。考虑到本区域耕地资源紧张，可开发利用土地少，移民生产技能单一，与宗通卡坝址方案相比，上游坝址方案涉及耕园地数量相对较大，农村移民生产安置难度略大。

### 6) 施工环境影响

两个坝址方案枢纽工程规模差异不大，枢纽施工环境影响无明显差别。但上游坝址方案供水线路较宗通卡坝址方案长约 16km，考虑到本区域的生态环境特征，其施工过程中的植被破坏、水土流失影响要大于宗通卡坝址方案。

### 7) 综合比选结论

基于以上比较，综合分析宗通卡坝址方案优于上游坝址方案。具体见表 3.2.1-1。

## 3.2.1.2 正常蓄水位选择的环境合理性分析

### (1) 正常蓄水位初选

#### 1) 最低水位确定

考虑一定的破坏深度，即城市供水破坏深度按 20%、灌溉供水破坏深度按 30%，同时当来水不小于当月生态流量时，按下泄流量不小于当月生态流量考虑；当来水小于当月生态流量时，按来多少泄多少考虑。结合供水、灌溉要求，并考虑生态流量保障程度，所需的兴利库容为 2113 万 m<sup>3</sup>。

宗通卡坝址每年来沙约为 279.23 万 m<sup>3</sup>，库沙比偏小，泥沙问题较严重，设置兴利库容必须考虑泥沙淤积的影响。经泥沙淤积计算分析（正常蓄水位 3460m 时），按淤积 20 年考虑，泥沙淤积侵占兴利库容为 1953 万 m<sup>3</sup>。

表 3.2.1-1

宗通卡坝址方案与上游坝址方案综合比较表

项目	宗通卡坝址方案	上游坝址方案	比选结论
区域水文地质条件	宗通卡库盆均处于芒达复式向斜核部区域,分布的基岩地层岩性均为侏罗系(J)泥质粉砂岩、泥岩及粉细砂岩等碎屑岩地层,无区域断裂或断层通过。地下水主要为碎屑岩孔隙水和基岩裂隙水,地下水较贫乏,水文地质条件简单,地表水与深层地下水水力联系较弱,水库封闭条件好。建库对温泉和区域性断裂带地下水循环不产生影响	上游方案坝址库盆涉及侏罗系和三叠系两套地层,其中大部分区域出露地层多为碳酸盐强透水岩组。库区及两岸发育有多条区域性断裂带,地下水除了碎屑岩孔隙裂隙水和基岩裂隙水外,还有碳酸盐岩裂隙溶洞穴、区域性断裂带深层地下水(温泉水),深层地下水易沿断层或岩溶通道与河水发生水力联系,水文地质条件复杂。建库会对区域断裂带地下水、岩溶地下水循环产生影响	与上游坝址方案相比,宗通卡坝址方案库盆岩性简单、地质构造简单、水文地质条件简单,库盆地下水较贫乏,地表水与深层地下水水力联系较弱,建库对周围水文地质环境改变弱等。结合泉水与地表水的关联性,从水库水质长期安全考虑分析,宗通卡坝址方案较上游坝址方案优
矿产资源分布	工程区处于昌都砷、汞成矿亚带西北端,坝址以上昂曲两岸分水岭内侧及水库上游区域未见砷、汞等矿床、矿点分布,仅分布少量铜、铁、锌等矿点。宗通卡库盆无压覆矿产	工程区矿产资源分布情况与宗通卡坝址方案类似,仅上游坝址方案库盆分布有煤矿、石膏及石灰石等矿产	从矿产资源分布以及矿产资源分布对水环境的影响来看,两方案无明显差异
水质安全风险	宗通卡库盆完整,水库封闭条件好,地表水与深层地下水无联系,水文地质条件相对简单;库区仅有恩达曲和芒达曲两条支沟存在高砷泉水,水质污染源相对明了,在采取温泉水处理和导排措施后,不仅库内取水口水质能够满足地表水 III 类标准,而且通过对泉水处理可改善坝下河段水质。即使在温泉水不导排情况下,库内取水口水质也能满足地表水 III 类标准,水质安全是可得到保障的	上游方案库盆内有较广泛岩溶地层分布,库盆和两岸均分布有区域断裂,地表水与区域构造带地下水、温泉水等地下水系统水力联系复杂,加之库内分布有煤矿、石膏及石灰石等矿产,建库后库内地下水环境更加复杂,水库蓄水后不确定因素较多,存在一定的水质安全风险	宗通卡坝址方案水库封闭条件好,两岸水文地质条件单一,水质安全风险明确且可控;上游方案库区水文地质条件复杂,地表水与地下水水力联系复杂,不确定因素较多,存在一定的库区水质安全风险。从水质安全风险来看,宗通卡坝址方案优于上游坝址方案
生态环境影响	宗通卡枢纽工程区及淹没区植被以灌丛为主,林地分布较少,自然植被覆盖率约 45%,工程建设对天然林占用和破坏较少。工程影响区不涉及鱼类集中产卵场等重要生境	上游方案坝址区及淹没区植被以林地为主,天然林分布广泛,自然植被覆盖率达 85%以上,工程建设将占用和破坏较多天然林。工程影响区不涉及鱼类集中产卵场等重要生境	宗通卡坝址方案占用天然林较少,对陆生生态不利影响较小。两者对水生生态影响差异不大。宗通卡坝址方案优于上游坝址方案
建设征地与移民安置难度	库区建设征地涉及总人口 446 人,土地总面积约 6418.69 亩,其中耕地 1262.68 亩、林地 2322.3 亩、草地 343.02 亩。库区永久占用国家二级公益林 69.57hm <sup>2</sup>	库区建设征地涉及总人口 360 人,涉及土地总面积约 9518 亩,其中耕园地 2009 亩、林地 3417 亩、草地 551 亩,涉及藏传佛教乃多寺和大型白塔。库区永久占用国家二级公益林 108.20hm <sup>2</sup>	两个坝址方案水库淹没损失与处理难度均不大,不存在影响建设征地及移民安置方面的制约因素。就两个坝址方案而言,上游坝址方案涉及的耕园地、林草地及国家生态公益林、重要设施较宗通卡坝址方案多。考虑到本区域耕地资源紧张,可开发利用土地少,移民生产技能单一,与宗通卡坝址方案相比,上游坝址方案涉及耕园地数量相对较大,农村移民生产安置难度略大
施工影响	两个坝址方案枢纽工程规模差异不大,枢纽施工环境影响无明显差别。但上游坝址方案供水线路较宗通卡坝址方案长约 16km,考虑到本区域的生态环境特征,其施工过程中的植被破坏、水土流失影响要大于宗通卡坝址方案		
综合比选结论	基于以上比较,综合分析宗通卡坝址方案优于上游坝址方案		

根据水利部水利水电规划设计总院审查的可研报告中“综合利用要求”中对正常运行期不同蓄水位方案的水库坝前水质模拟，模拟结果表明：正常蓄水位越高，库容越大，泥沙沉降比例越大，As 浓度下降比例越大，坝前 As 浓度越低。按正常蓄水位 3460m、水库运行 100 年情景下，采用库尾来水 As 浓度历史最大值（ $62 \mu\text{g/L}$ ），开展水库水质模拟。模拟结果表明，坝前 1.8km 范围以外库区 As 浓度超过饮用水水源地保护区水质要求，见图 3.2.1-5~6。

因此，为满足供水、灌溉任务要求，并考虑水库泥沙淤积影响，综合考虑供水安全性，兴利库容不宜小于  $4100 \text{万 m}^3$ ，相应的正常蓄水位应高于 3460m。

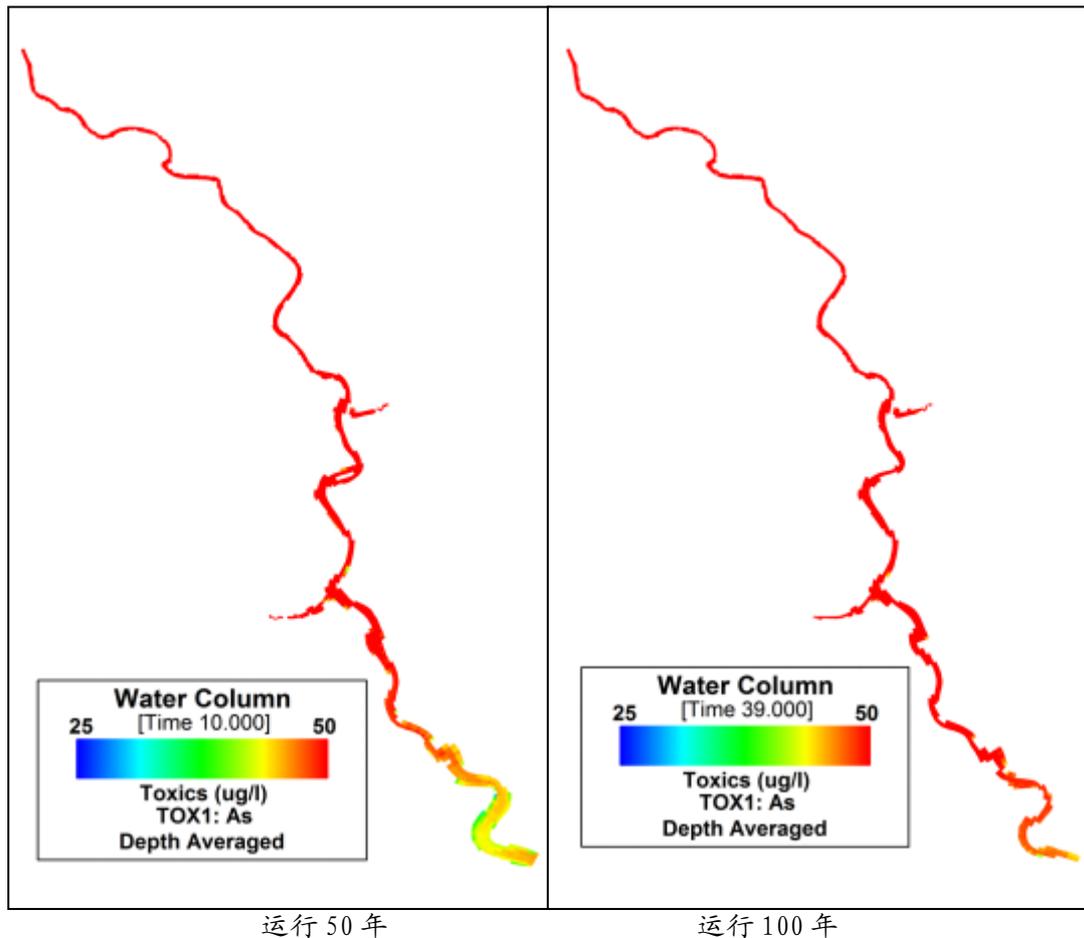


图 3.2.1-5 正常蓄水位 3460m 来水 As 最大时宗通卡库区 As 平面分布

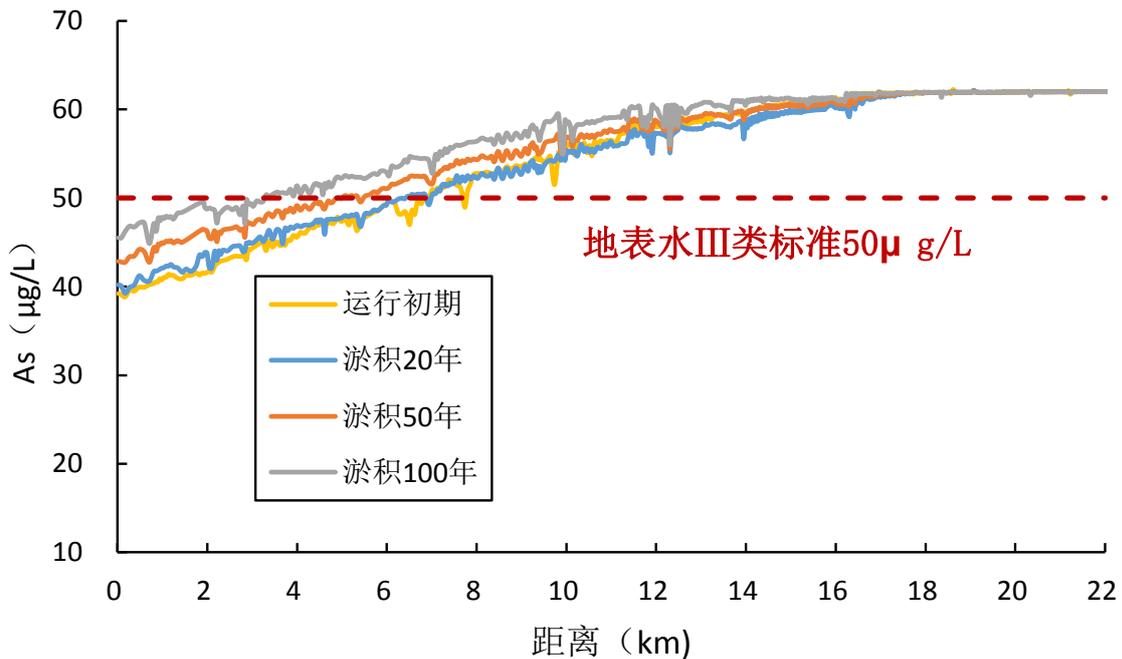


图 3.2.1-6 正常蓄水位 3460m 来水 As 最大时宗通卡库区 As 沿程分布

## 2) 最高水位确定

宗通卡库区范围内分布有芒达乡和尚卡乡两个人口聚集区，库区重要乡镇主要为芒达乡，人民政府、中心小学、中心卫生院等主要事业单位分布在高程 3477m~3482.4m，正常蓄水位 3478m 以上时淹没影响的耕园地、房屋较多，移民安置难度较大；《澜沧江流域综合规划（2019-2035 年）》中拟定宗通卡水利枢纽正常蓄水位为 3478m。因此，从移民安置难度以及规划阶段成果要求来看，正常蓄水位上限不宜超过 3478m。

## 3) 正常蓄水位初选

从满足供水与灌溉要求、移民安置社会影响、环境影响、综合效益等角度，初拟 3469m、3472m、3475m 和 3478m 四个正常蓄水位方案进行初步比较。

从环境地质上看，不同正常蓄水位方案水文地质条件基本相同，不存在方案选择的制约因素。

从水质模拟结果来看，水库水位、泥沙淤积量和淤积形态对库内水质

有不同程度地影响，特别是对坝前水质影响显著。正常蓄水位越高，对供水水质越有利；取水口高程越高，供水水质相对较好。从水质角度看，正常蓄水位高方案相对较优。

从灌溉方面比较，不同正常蓄水位方案差异主要表现在灌溉面积上，即在相同保证率下，正常蓄水位越高，自流灌溉面积就越大。

从环境影响看，四方案均不涉及环境敏感区，不存在环境制约性因素，但水位越高方案对水文情势、陆生生态等影响越大。

从淹没指标及移民安置难度来看，不同正常蓄水位方案相差较大。正常蓄水位从 3475m 提高至 3478m 时，淹没的房屋面积和人口显著增加，移民安置难度明显增加。经调查，库区芒达乡居民房屋主要集中在高程 3475.6m~3477.8m 范围内，高程 3475.6m 以下仅有零星住户和少量四级道路。从芒达乡集镇淹没影响角度，水库正常蓄水位不宜超过 3475m。

从综合效益来看，经济净现值随着正常蓄水位抬高，呈现先增大后减小的趋势，相对而言，以正常蓄水位 3475m 方案最优。

总体上，各正常蓄水位方案无重大制约因素，随着正常蓄水位的抬高增加，水文情势、陆生生态、水库淹没和移民等方面的影响也将增加，但正常蓄水位抬高在增加灌溉效益的同时，也对水质有改善作用。综合以上各方面因素，正常蓄水位初步选择 3475m。

## （2）正常蓄水位比选

2016 年 10 月，水利水电规划设计总院对西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程可行性研究报告进行了技术咨询，2019 年 10 月，水利部水利水电规划设计总院正式印发了《水规总院关于西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告审查意见的报告》，可研报告中提出，为尽量减少芒达乡集镇的淹没指标，拟定 3472m、3473m、3474m 和 3475m 四个正常蓄水位方案作进一步比较。

不同方案主要环境要素的比选情况见表 3.2.1-2。

### ①水质

从水质模拟结果来看，正常蓄水位越高，水库库容越大，As 沉降比例越大；水库淤积年限越久，库容越小，库区 As 沉降比例越小，库区 As 平均浓度越大。通过模拟水库运行多年后遭遇库尾来水 As 浓度为  $62\mu\text{g/L}$  时水质状况，结果表明：正常蓄水位 3474m 时，水库运行 100 年后坝前 7km 范围内 As 可满足饮用水水源地保护区水质要求（见图 3.2.1-7~8），水质明显优于低水位方案（见图 3.2.1-5~6）。

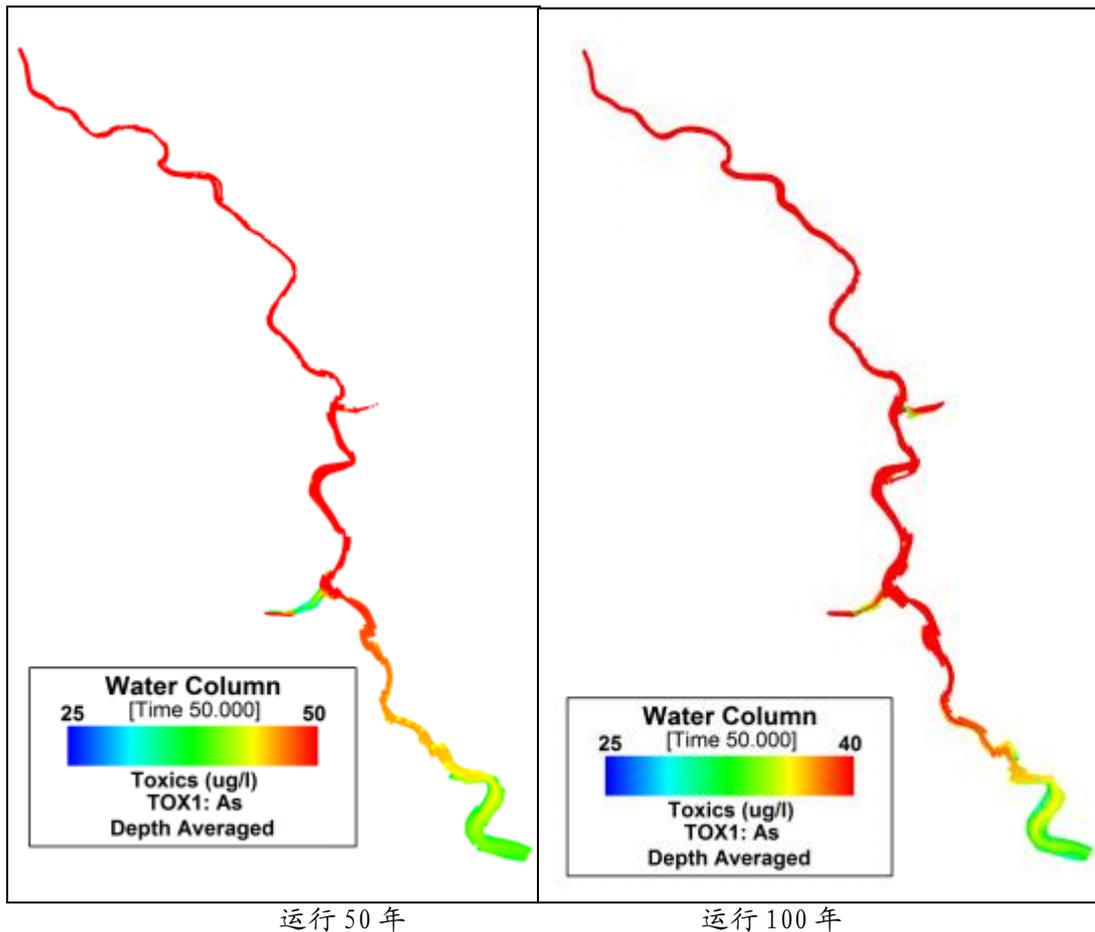


图 3.2.1-7 正常蓄水位 3474m 来水 As 最大时宗通卡库区 As 平面分布

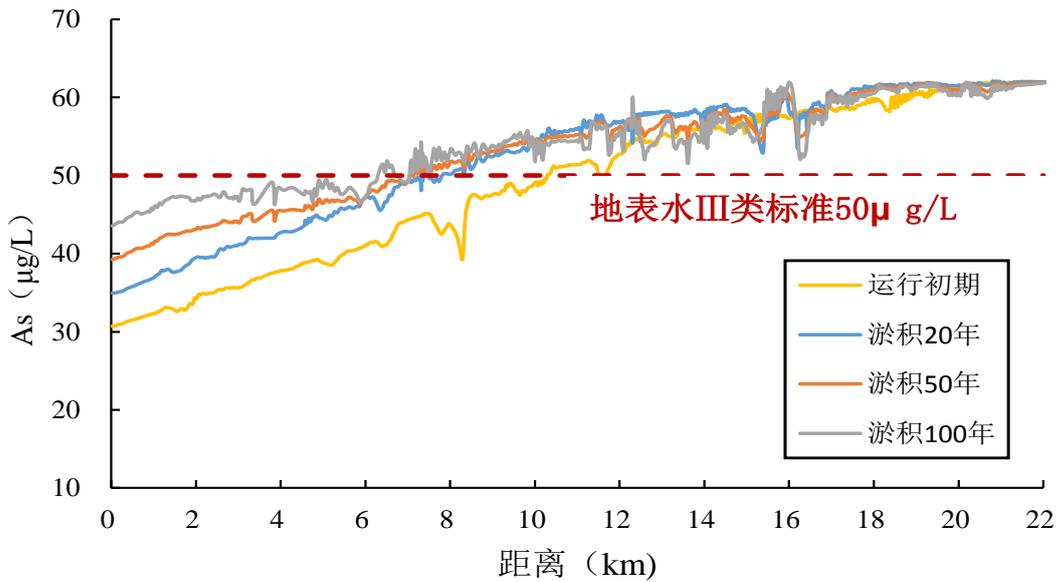


图 3.2.1-8 正常蓄水位 3474m 来水 As 最大时宗通卡库区 As 沿程分布

## ② 水文情势

建库前坝址处多年平均流量  $138\text{m}^3/\text{s}$ ，相应天然水位为  $3411.7\text{m}$ ，建库后库区水位将抬升  $60.3\text{m} \sim 63.3\text{m}$ ，水体体积和水面面积均将有所增加，库区内的流速将减缓，库区河段由急流河道转变为河道型水库，从上游至坝前流速逐渐减小。运行期水库水位在正常蓄水位和死水位之间变动，变幅为  $9\text{m} \sim 10\text{m}$ 。正常蓄水位越高，其所带来的水文情势变化越大。

## ③ 生态环境

各正常蓄水位方案均不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区域，受工程直接影响的区域主要为淹没区和施工占地区。各正常蓄水位方案受影响植被类型相同，均为较为常见的植被类型，各方案影响植被面积差异在  $67 \sim 177$  亩。水库蓄水后，陆生动物的活动范围有所减小，但陆生动物大多具有活动范围广泛的特点，随着库区水位的抬升，将向周边转移。因各正常蓄水位方案水位差异小，水文情势变化基本相同，建库对鱼类生境及其他水生生物的影响基本相同。

表 3.2.1-2

宗通卡水利枢纽工程各正常蓄水位方案主要环境要素比选一览表

环境要素	项目	正常蓄水位方案 (m)			
		3472	3473	3474	3475
水文	死水位 (m)	3462	3463	3464	3466
	最大消落高度 (m)	10	10	10	9
	坝前水位抬升 (m)	60.3	61.3	62.3	63.3
	调节库容 (亿 m <sup>3</sup> )	0.4191	0.4335	0.4479	0.4199
	总库容 (亿 m <sup>3</sup> )	1.2172	1.2316	1.246	1.218
陆生生态	淹没植物种类	受影响的植被均为较常见的植被类型, 各正常蓄水位方案对植物种类的淹没影响基本一致			
	淹没珍稀保护植物	根据调查, 淹没区均不涉及珍稀保护植物和古树名木			
	陆生保护动物及其栖息地	随着水位的抬高, 对野生动物活动区域的压占有所增加			
水生生态	鱼类	对鱼类的影响差别不明显, 对鱼类生境的影响基本一致			
水库淹没和移民	淹没人口 (人)	378	432	458	538
	房屋 (m <sup>2</sup> )	28912.78	30993.78	32322.78	35614.78
	淹没安置环境影响	随着水位抬高, 移民安置人口增加, 影响递增			
	淹没土地 (亩)	4121.99	4251.99	4381.99	4552.99
	耕园地面积	1161.26	1224.26	1286.26	1348.26
	耕园地所占比例	0.282	0.288	0.294	0.296
	对土地利用的影响	随着正常蓄水位的增加, 淹没影响土地数量有所增加, 增加的土地主要是耕园地和林地			
重要环境敏感对象		均不涉及, 均无影响			

#### ④ 移民及社会影响

四个正常蓄水位方案水库淹没均涉及一定数量的移民和专项设施迁复建，其中搬迁安置移民数量分别为 378 人、432 人、458 人、538 人，均不涉及集镇事业单位，总体上随正常蓄水位的抬高，移民安置及社会影响也有所增加，但各方案移民安置难度无显著差异。

#### ⑤ 施工环境影响

3475m 方案、3474m 方案、3473m 方案和 3472m 方案水工建筑物布置型式基本一致，土石方开挖、土石方填筑、混凝土浇筑施工方法均相同，施工附企规模、布置基本相同，且各方案施工强度、工期相差不大。因此，从施工对环境的影响来看，四个方案对周边环境的影响基本相同。

#### ⑥ 小结

综上所述，各正常蓄水位均不存在环境制约因素，随着正常蓄水位的抬高，对水文情势、陆生生态、水库淹没和移民等方面的影响也将增加，对鱼类生境及其他水生生物、施工环境等方面的影响基本相同，水位抬高对改善库区水质有一定作用。若从工程效益来看，正常蓄水位越高，自流灌溉面积也越大，水位每降低 1m，耕地面积减少 92 亩，灌溉面积减少 402 亩。为满足供水、灌溉任务需求，并考虑泥沙淤积影响，综合考虑供水安全、以电养水等因素，正常蓄水位 3474m 方案综合效益最优，正常蓄水位选择是合理的。

### 3.2.2 施工方案的环境合理性分析

#### 3.2.2.1 施工场地布置的环境合理性分析

本工程施工场地按枢纽工程区、供水和灌溉工程区、泉水导排工程区进行分区集中布置。枢纽工程区在坝址左岸下游 1.2km 处集中布置 1 处施工区，供水和灌溉工程区共布置施工区（营地）11 处，其中左岸和右岸分

别布置 5 处和 6 处；泉水导排工程区共布置施工区（营地）3 处，其中恩达曲和芒达曲分布布置 1 处和 2 处。施工区（营地）均布置在沿江缓地，主要利用荒地、滩地、坡地和水库淹没土地，施工区植被均为当地常见类型，不涉及古树名木，且不涉及自然保护区、饮用水源保护区等环境敏感区。工程施工区结合工程布置，除砂石混凝土加工系统距离格秀村较近外，其它施工区均距居民点较远，施工区的生产、生活活动对周围居民点的环境影响较小。总体来看施工场地布置在环境上是合理的。

### 3.2.2.2 料场选址的环境合理性分析

本工程共设置 1 处块石料场和 1 处砂砾石料场。块石料场位于类乌齐县尚卡乡交日喀村西侧约 1.5km 的恩达曲右岸，距坝址直线距离约 11km，与坝址间有简易公路连接，公路里程约 19km。砂砾石料场位于坝址上游右岸一级阶地，与坝址直线距离约 1.5km，地面高程 3440 ~ 3455m。

经调查，规划料场占地不涉及自然保护区、饮用水源保护区等环境敏感区，占地范围内无重点保护植物分布。块石料场和砂砾石料场周围 200m 范围内均没有居民点等环境敏感对象分布。砂砾石料场主要占用河岸的一级阶地，以砂砾石、砾卵石等为主。块石料场占地主要为林地，施工前需进行表土剥离及防护，施工结束后及时进行土地整治及植被恢复。规划石料场均不涉及崩塌、滑坡和泥石流等不良地质问题，在做好料场开挖后的植被恢复和水土保持措施的前提下，料场选址在环境上是接受的。

综上所述，工程规划的料场在环境上是合理的。

### 3.2.2.3 存、弃渣场选址的环境合理性分析

枢纽工程共布置 2 个存料场、1 个存弃渣场和 1 个弃渣场。右岸上游存料场布置于坝址右岸上游 1.3km 处，左岸上游 1<sup>#</sup>存料场布置于坝址左岸上游 1.0km 处（5<sup>#</sup>公路旁），左岸上游 2<sup>#</sup>存弃渣场布置于坝址左岸上游 2.0km

处；左岸上游 3#弃渣场布置于坝址左岸上游 2.8km 处。上述存弃渣场均为库底型存弃渣场，无需新增占地，存弃渣场布置对当地土地利用影响程度轻微，且附近均没有居民点及其它环境敏感目标分布。因此，从环境角度分析，存弃渣场的选址是基本合理的。

供水工程共布置 8 处弃渣场，均不涉及自然保护区等环境敏感区，不存在居民点、学校等敏感目标，也无不良地质现象，在做好拦挡、截排水等防护措施的前提下，弃渣场水土流失影响在控制范围内，不存在制约性因素，且后期可对弃渣场顶面进行平整，恢复植被，因此，从环境角度分析，弃渣场的选址是合理的。

### 3.2.3 移民安置方案的环境合理性分析

#### 3.2.3.1 迁移环境容量分析

##### (1) 现有移民安置容量分析

##### 1) 农业移民安置容量分析

本工程生产安置主要涉及卡若区芒达乡白措村、芒达村、西强村、委日村、索土村及沙贡乡洛村、格秀村和莫仲村共 8 个村和类乌齐县尚卡乡索村、然爱村、珠多村 3 个村，共 3 乡 11 村。经计算，至规划设计水平年，移民种植业安置容量为 1179 人，其中卡若区 1102 人，类乌齐县 77 人。

##### 2) 二、三产业移民安置容量分析

在库区淹没范围内现状基本无二、三产业，各乡镇仅有零星的私人餐馆、商铺、药铺等，没有形成规模化、产业化。距离库区不远的马查拉煤矿也因国家对煤矿产业相关政策的约束，长期闲置，生产停滞。故在库区淹没村范围内基本无法进行二三产业安置。

##### 3) 其他方式移民安置容量分析

其他安置方式包括养老保险、投亲靠友、自谋职业、一次性补偿等，

这些安置方式不以土地为要素资源，只要地方政府积极引导和控制，并制定合理的措施，建设征地涉及生产安置人口全部可采用其他方式安置。

## (2) 安置容量分析结论

宗通卡水利枢纽工程规划设计水平年生产安置人口为 793 人，根据移民安置容量分析，宗通卡水利枢纽工程移民安置总容量为 1972 人，其中农业安置容量 1179 人，其他方式安置容量 793 人，移民安置总容量大于需进行生产安置人口，满足生产安置需求。

### 3.2.3.2 迁移人口安置方案合理性分析

结合移民意愿，移民主要为分散安置本村后靠建房。其中，对于移民意愿中暂时还未确定具体建房地点的按照本村后靠进行规划，对于出村建房、自购房的不再进行规划，在政府指导下，由移民自行实施。本村分散安置建房户 83 户，出村建房户 3 户，自购房户 5 户，共 91 户。

本安置方式在充分尊重移民意愿的基础上，以本村后靠建房分散安置为主，这既很好的维持了迁移人口原有的社会关系，也不会对迁移人口生产生活造成较大冲击。由于搬迁安置人口较少，工程量小，工期短，对植被扰动以及产生“三废”较少，不会带来明显的环境影响。

### 3.2.3.3 安置点和专业项目处理方案环境合理性分析

根据实地调查，移民安置点和复建的专业项目不涉及环境敏感区，占地以灌丛为主，无敏感或特殊植被类型，安置点和专业项目的选择不存在生态环境方面的限制因素。根据移民安置规划，搬迁后移民的生产生活环境变化不大，且可通过移民安置改善其原有的基础设施条件，通过配套建设污水处理、垃圾收集设施等改善村庄原来的卫生环境。移民安置过程和专业项目处理方案规模不大，施工期短，虽然建设过程中不可避免会对周边环境造成一定不利影响，但通过采取合理有效的环境保护措施后可得到

减免。因此，从环境保护角度，本工程的移民安置方案基本合理。

### 3.3 工程环境影响源分析

#### 3.3.1 工程施工

##### 3.3.1.1 地表水

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加工冲洗废水、混凝土拌和系统碱性冲洗废水、机械修配停放场含油废水、基坑排水以及洞室排水；生活污水来源于施工人员生活用水。上述废水如不经处理直接排放，将对昂曲水质产生一定影响。

##### (1) 砂石加工冲洗废水

枢纽工程施工区共设置人工砂石混凝土系统和沥青砂石混凝土系统 2 处。人工砂石加工系统设计处理量 550t/h，沥青砂石加工系统设计处理量 40t/h，砂石加工系统均按两班制生产，每天工作 14 小时。经估算，人工砂石加工系统和沥青砂石加工系统砂石加工冲洗废水排放量约为 825m<sup>3</sup>/h 和 60m<sup>3</sup>/h。冲洗废水种主要污染物为悬浮物，浓度可高达 30000mg/L。

##### (2) 混凝土拌和系统碱性冲洗废水

枢纽工程共设置常规混凝土生产系统和沥青混凝土生产系统 2 处。常规混凝土系统按高峰时段混凝土强度 3.2 万 m<sup>3</sup>/月设计，配置 2 座 HZS90 混凝土搅拌站；沥青混凝土系统按高峰时段混凝土强度 0.25 万 m<sup>3</sup>/月设计，配置 JD1000 沥青搅拌站 1 座。供水及灌溉工程 11 个施工区以及泉水导排工程 3 个施工区均配置 HZS25 搅拌站 1 座，均按两班制生产。

混凝土生产系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，枢纽工程单处搅拌站冲洗废水产生强度为 8m<sup>3</sup>/次，供水及灌溉工程单处搅拌站冲洗废水产生强度为 6m<sup>3</sup>/次，系统按两班制生产，常规混凝土生

产系统、沥青混凝土生产系统、供水及灌溉工程（泉水导排工程）单处搅拌站的最大碱性废水产生量分别为  $32\text{m}^3/\text{d}$ 、 $16\text{m}^3/\text{d}$  和  $12\text{m}^3/\text{d}$ 。混凝土生产系统碱性废水为悬浮物浓度较高的碱性废水，悬浮物浓度可达  $5000\text{mg}/\text{L}$ ，pH 值在 10~12 范围。碱性冲洗废水若不处理直接排放，将对昂曲水质产生不利影响。

### （3）机械修配停放场含油废水

枢纽工程设置 1 处机械修配停放场，施工高峰期需定期清洗的施工机械约有 217 辆（台）；供水及灌溉工程 11 个施工区各设置 1 处机械修配停放场，高峰期需定期清洗的施工机械约有 128 辆（台）；泉水导排工程 3 个施工区各设置 1 处机械修配停放场，高峰期需定期清洗的施工机械约有 67 辆（台）。按每台机械冲洗水量  $0.6\text{m}^3$ 、每天有 70% 的燃油机械需要冲洗计，上述区域含油废水产生量分别约为  $91.2\text{m}^3/\text{d}$ 、 $53.8\text{m}^3/\text{d}$  和  $28.2\text{m}^3/\text{d}$ 。含油废水中主要污染物为悬浮物和石油类，产生浓度分别约为  $1000\text{mg}/\text{L}$ 、 $100\text{mg}/\text{L}$ 。

### （4）基坑排水

工程基坑排水包括初期排水和经常性排水。初期排水计划 4 天排完，估算初期排水强度为  $1300\text{m}^3/\text{h}$ 。经常性排水包括降雨、围堰渗水和施工弃水等，根据水库水文气象资料，库区年最大 24h 降水量为 55.3mm，考虑一日内排干，基坑最大排水量约为  $150\text{m}^3/\text{h}$ 。由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑排水的悬浮物浓度和 pH 值较高，经常性基坑排水的 pH 值达 11~12，悬浮物浓度一般在  $2000\text{mg}/\text{L}$  左右。

### （5）洞室排水

隧洞采用“短进尺、多循环、少药量”的控制爆破方法，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，隧洞开挖过程中不会有废水产生，不会对周围环境产生影响。

#### (6) 生活污水

枢纽工程设置 1 处施工营地和 1 处业主营地，供水及灌溉工程 11 个施工区分别设置 1 处办公生活区，泉水导排工程 3 个施工区分别设置 1 处办公生活区。施工高峰期，施工营地、业主营地、办公生活区（供水及灌溉工程）及办公生活区（泉水导排工程）的施工人数分别为 950 人、150 人、500 人和 200 人。施工人员生活用水量平均以 120L/d 人计，排放量按用水量的 80% 计算，施工营地、业主营地、办公生活区（供水及灌溉工程）及办公生活区（泉水导排工程）的生活污水产生量分别为 91.2m<sup>3</sup>/d、14.4m<sup>3</sup>/d、48m<sup>3</sup>/d 和 19.2m<sup>3</sup>/d。生活污水主要包括食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为 BOD<sub>5</sub>、COD、NH<sub>3</sub>-N 等。各种污水混合后，BOD<sub>5</sub> 浓度约 200mg/L、COD 浓度约 300mg/L、NH<sub>3</sub>-N 浓度约 30mg/L。

#### 3.3.1.2 地下水

枢纽工程的导流隧洞、泄洪放空洞、引水隧洞等都涉及隧洞开挖。其中，引水系统采用 2 洞 4 机、双洞布置。引水管道断面为圆形，1<sup>#</sup>引水线路长 232m，主管直径为 6.8m，支管直径为 4.8m，2<sup>#</sup>引水线路长 270m，主管直径为 4.0m，支管直径为 2.8m。

引水隧洞洞身在右坝肩之下穿过，洞底高程为 3397.7~3449m，沿洞身中心线地面高程 3430~3490m，最大埋深约 70m。穿越地层主要为侏罗系上统小索卡组第二段八、九、十层（J<sub>3</sub>X<sup>2-8</sup>、J<sub>3</sub>X<sup>2-9</sup>、J<sub>3</sub>X<sup>2-10</sup>）泥质粉砂岩、粉细砂岩夹泥岩。岩层产状整体为 132°~165°∠35°~58°。软弱层带或层间错动带较发育，发育间距一般 0.5~6m，宽 0.5~2cm，由泥夹碎屑或碎屑夹泥

构成。粉细砂岩裂隙较发育，泥岩及泥质粉砂岩中裂隙发育较弱。局部分布强风化层，强风化层一般厚 1~4m，弱风化层一般厚 5~20m。地下水位埋深 20~60m，引水隧洞上平段在地下水位以上，下平段在地下水位以下，隧洞穿越这些地层时对地下水位产生影响。

### 3.3.1.3 陆生生态

施工期对陆生生态的影响主要为永久占地和临时占地造成植被和动物生境的破坏，导致不可逆影响；临时占地为可逆影响，施工期将暂时破坏地表植被和动物生境，扰动原地表、土壤裸露、局部地貌改变。工程建设征地永久征地 9278.99 亩，其中耕地 2076.62 亩、园地 23.58 亩、林地 3946.39 亩、草地 536.56 亩；临时用地 2989.52 亩，其中耕地 1579.21 亩、园地 59.74 亩、林地 908.03 亩、草地 409.70 亩。

工程开挖和占压，将改变原有地貌，损坏或压埋原有地表植被和景观，对原有水土保持设施造成损坏，在一定时段和范围内产生新的水土流失和生态破坏。

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。

### 3.3.1.4 水生生态

本工程施工对水生生态的生态影响主要来自于枢纽工程、供水工程、卡若灌区工程的涉水施工，对周边水体产生扰动，造成水体悬浮物增加、透明度下降，不利于水生生物的种群生活史过程。

### 3.3.1.5 声环境

本工程施工期噪声主要来源于：固定、连续式的钻孔和施工机械设备产生的噪声；短时、定时的爆破噪声；运输车辆产生的移动噪声。

## (1) 固定噪声源

固定噪声源主要包括大坝施工过程中主要机械产生的噪声以及砂石加工系统、混凝土生产系统、综合加工厂等主要施工工厂设施产生的噪声。

### 1) 大坝施工

大坝施工主要噪声源有钻孔爆破、开挖出渣、大坝浇筑与混凝土拌和等。类比其他水利项目施工机械噪声实测数据，钻爆开挖过程中使用的各种钻机产生的噪声均大于 90dB(A)，各种运输车辆行驶过程中产生的噪声接近 90dB(A)，大坝施工作业期间主要机械设备噪声值详见表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1 大坝施工期间主要机械噪声实测值

噪声源	测试点位置	噪声级 (dB) (A)
手风钻	手风钻操作点	104.4
潜孔钻	驾驶室	98.8
推土机	驾驶室	98
20t 汽车	驾驶室	93.8
挖掘机	3m, 10s	85~86
装载机	3~5m, 10s	83~96

### 2) 主要施工工厂设施

#### ① 砂石加工系统

砂石加工系统包括粗碎车间、半成品堆场、预筛分洗石车间、筛分车间、检查筛分车间、中、细碎车间、制砂车间、成品堆场、水处理车间等。砂石加工系统生产工序包括粗碎、中碎、细碎、制沙、筛分、洗泥生产。类比同类型水利水电工程施工期砂石料加工系统噪声实测值，砂石料加工系统噪声值在 95~115dB(A) 之间。

#### ② 混凝土生产系统

混凝土生产系统主要机械设备包括混凝土拌和楼、圆筒振动筛、螺旋洗砂机、空压机等。混凝土生产系统噪声源主要来自于混凝土拌和楼的拌和作业，骨料的制冷系统、冲洗、脱水、运输过程中都将产生噪声污染。

混凝土生产系统为连续点声源，参照类似工程混凝土生产设备噪声实测资料，所有设备同时运行声源叠加后作为混凝土生产系统噪声的源强，1m 处声强级约为 90~98dB (A)。

### ③ 综合加工厂

枢纽工程施工区布置有 1 处综合加工厂。综合加工厂布置有预制构件场、钢筋加工间、木材加工间等。参照类似工程综合加工厂加工间噪声实测资料，施工工厂作业期间噪声在 55~95dB (A) 之间。

表 3.3.1-2 施工工厂工厂噪声实测值

噪声源	测试点位置	噪声级 (dB) (A)
预制构件场	厂外 1m, 1min	55~65
木材加工间	距主声源 10m, 10s	88~89
钢筋加工间	距主声源 10m, 10s	90~91

### (2) 爆破噪声源

本工程的爆破噪声主要为石料场的开采爆破噪声。料场爆破噪声与爆破方式、单响装药量等有关。爆破噪声具有间歇性，相对于连续作业的固定声源和流动声源，其影响时间段短。根据其他工程露天爆破实测资料，0.5kg 炸药在距爆破点 40m 处的最大噪声级约为 84dB (A)。

### (3) 流动噪声源

本工程的流动噪声主要来源于车辆运输。交通噪声属于流动声源，其源强大小与车流量、车速以及路况等因素有关。施工区主要来往车辆为载重量 10~20t 级自卸汽车，以大型车为主，公路设计时速为 20 或 30km/h，交通运输噪声在 85~94dB (A) 之间。

#### 3.3.1.6 环境空气

本工程施工期对环境空气质量产生影响的污染源主要有燃油机械设备、爆破及开挖作业、砂石加工系统、交通运输系统等，排放的主要污染物为粉尘、废气和扬尘。

### (1) 机械燃油废气

施工废气主要为各类施工机械燃油产生，主要污染物为  $\text{NO}_2$  等废气。机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布。根据《环境保护使用数据手册》，柴油发动机大气污染物排放系数  $\text{NO}_x$  为  $21.9\text{g/L}$ ， $\text{CO}$  为  $33.3\text{g/L}$ 。根据美国国家环保局推荐使用的计算道路尾气扩散的法规模型中提供的  $\text{NO}_x$  和  $\text{NO}_2$  的转换系数， $\text{NO}_x$  和  $\text{NO}_2$  的转换系数取  $0.075$ 。本工程枢纽工程施工区施工期油料用量为  $2.44$  万  $\text{t}$ ，供水灌溉及泉水导排工程每处施工区油料用量  $0.035$  万  $\text{t}$ ，柴油的密度为  $0.85\text{kg/L}$ ，计算得出枢纽工程施工区  $\text{NO}_2$  产生量为  $47.15\text{t}$ ， $\text{CO}$  产生量  $955.91\text{t}$ ，供水和灌溉工程每处施工区  $\text{NO}_2$  产生量为  $0.68\text{t}$ ， $\text{CO}$  产生量  $13.71\text{t}$ 。

### (2) 爆破及边坡开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和  $\text{NO}_2$  等污染物，污染源主要集中在导流洞爆破施工和石料场开采爆破施工部分。爆破属于瞬间源，其粉尘、废气的影响范围主要集中在爆破源附近。

在未采取防尘措施前提下，坝基开挖爆破粉尘的排放系数为  $200\text{kg/t}$  炸药， $\text{NO}_2$  的排放系数为  $15.27\text{kg/t}$  炸药， $\text{CO}$  的排放系数为  $41.75\text{kg/t}$  炸药。

本工程施工期炸药用量为  $4600\text{t}$ ，施工爆破及开挖产生粉尘总量  $920\text{t}$ ， $\text{NO}_2$  总量  $70.24\text{t}$ ， $\text{CO}$  总量为  $192.05\text{t}$ 。

### (3) 施工作业面粉尘

本工程在枢纽工程施工区共规划 2 处砂石加工系统。砂石加工系统排放的污染物主要是粉尘，在粗碎、中碎、细碎、筛分和运输过程中均会产生粉尘污染。据国内有关工程实际监测资料分析，砂石加工系统粉尘排放系数在无措施情况下，一般为  $0.77\text{kg/t}$  产品（含破碎、筛选、运输等）。本工程砂石加工系统生产的混凝土成品骨料约  $75$  万  $\text{t}$ ，且系统设有除尘措

施(洒水降尘、除尘器等),估算除尘后系统粉尘综合排放系数为 0.015kg/t 产品,粉尘排放总量约为 11.25t。

本工程在枢纽工程施工区共设置 2 处混凝土生产系统,在供水和灌溉工程的 11 个施工区以及泉水导排工程的 3 施工区分别配置 1 座 HZS25 搅拌站。混凝土生产系统产生的大气污染物主要是粉尘,粉尘主要产生在水泥、骨料的运输、装卸及进料过程中。本工程水泥用量 22.7 万 t、混凝土成品骨料用量约 75 万 t,在无防尘措施的情况下,粉尘排放系数约 0.91kg/t;采取离心通风机和袋式除尘器除尘后的粉尘排放系数约 0.005kg/t,采取除尘措施后施工期共排放粉尘约 4.67t。

#### (4) 交通扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。道路施工的主要污染环节为灰土搅拌及混凝土拌和作业,材料的运输和堆放,土石方的开挖和回填等作业过程,上述各环节在受风力的作用下将会对施工现场及周围环境产生扬尘。考虑不利情况,施工期间汽车行驶速度取 50km/h,载重取 32t,道路表面粉尘量取 0.3kg/m<sup>2</sup>,则汽车行驶产生的扬尘量为 3.13kg/km 辆。

### 3.3.1.7 固体废物

施工区固体废弃物主要包括生活垃圾、建筑垃圾和辅助企业生产垃圾等。

#### (1) 生活垃圾

本工程施工区生活垃圾以厨余为主,此外,草木、塑料包装袋、纸类、砖渣相对含量较高。

根据施工组织安排,枢纽工程施工区施工高峰期施工人数 1100 人,施工期 62 个月;供水和灌溉工程施工区施工高峰期施工人数 500 人,施工期 45 个月;泉水导排工程施工区施工高峰期施工人数 200 人,施工期 44 个月。

按照人均垃圾产生量为 0.5kg/d 计，枢纽工程、供水和灌溉工程、泉水导排工程的施工区生活垃圾产生量分别为 0.55t/d、0.25t/d 和 0.1t/d，施工期共产生垃圾量分别为 1023t、337.5t 和 132t。

### (2) 建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是工程弃渣、临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块等。建筑垃圾除部分回收利用外，其它如不妥善处置，会对周围环境产生环境污染。根据施工规划，工程弃渣总量 203.5 万 m<sup>3</sup>，主要弃于左岸上游 2#存弃渣场、左岸上游 3#弃渣场以及供水工程沿线的 8 个弃渣场。

施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废弃物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材等。

### 3.3.1.8 人群健康

施工人员居住较为集中，施工人员可能带入传染病原体，交叉感染机会增多，临时生活区卫生条件较差，容易引起各类疾病，甚至是鼠疫，对施工人员和当地居民健康产生一定影响。

### 3.3.1.9 污染源汇总

综合以上分析，施工期各类污染源、主要污染物、污染源强、污染源位置及排放规律等汇总表见表 3.3.1-3。

## 3.3.2 工程运行期

### 3.3.2.1 水文情势

#### (1) 施工期和初期蓄水期

工程施工期对下游河段水文情势影响很小，初期蓄水期对下游河段的影响主要是下泄水量减少，对下游水文情势产生一定影响，从而影响水生生态环境。

表 3.3.1-3

施工期污染物排放汇总表

类型	污染源	主要污染物	排放源强	污染源位置	排放规律
地表水	基坑排水	SS, 2000mg/L	初期排水强度为 1300m <sup>3</sup> /h, 经常性排水最大排水量约为 150m <sup>3</sup> /h	施工基坑	面源, 连续排放
	砂石加工冲洗废水	SS, 30000mg/L	2 处, 分别是 825m <sup>3</sup> /h 和 60m <sup>3</sup> /h	枢纽工程施工区人工砂石加工系统和沥青砂石加工系统	点源, 连续排放
	混凝土拌和系统碱性冲洗废水	SS, 5000mg/L; pH>10	2 处, 分别是 32m <sup>3</sup> /d 和 16m <sup>3</sup> /d	枢纽工程施工区的常规混凝土生产系统和沥青混凝土生产系统	点源, 间歇排放
			14 处, 每处是 12m <sup>3</sup> /d	供水及灌溉工程、泉水导排工程施工区的搅拌站	
	机械修配停放场含油污水	SS, 1000mg/L 石油类, 100mg/L	1 处, 为 91.2m <sup>3</sup> /d	枢纽工程施工区机械修配停放场	点源, 间歇排放
			11 处, 共 53.8m <sup>3</sup> /d	供水和灌溉工程施工区机械修配停放场	
3 处, 共 28.2m <sup>3</sup> /d			泉水导排工程施工区机械修配停放场		
生活办公区生活污水	COD, 400mg/L NH <sub>3</sub> -N, 35mg/L	2 处, 共 105.6m <sup>3</sup> /d	枢纽工程施工区施工营地和业主营地	点源, 连续排放	
		11 处, 共 48m <sup>3</sup> /d	供水和灌溉工程施工区办公生活区		
		3 处, 共 19.2m <sup>3</sup> /d	泉水导排工程施工区办公生活区		
环境空气	机械燃油废气	粉尘、CO、NO <sub>x</sub> 等	NO <sub>2</sub> 为 56.67t, CO 为 1147.85t	施工区	面源, 无组织排放
	爆破及开挖作业	粉尘、CO、NO <sub>x</sub> 等	NO <sub>2</sub> 为 70.42t, CO 为 192.05t	枢纽工程区、料场	面源, 无组织排放
	砂石加工系统	粉尘	11.25t	施工区	面源, 无组织排放
	混凝土加工系统	粉尘	4.67t	施工区	面源, 无组织排放
	交通扬尘	粉尘	3.13kg/km. 辆	施工道路	面源, 无组织排放
声环境	施工区噪声	Leq	90~110dB(A)	施工场地	面源
	交通噪声	Leq	85~94dB(A)	场内交通公路	线源
	施工爆破	Leq	130dB(A)	大坝施工作业区	间歇点源
	砂石加工系统、混凝土生产系统噪声	Leq	90~115dB(A)	2 个砂石加工系统、13 个混凝土生产系统	面源
固体废物	生活办公区	生活垃圾	1023t	枢纽工程施工区的施工营地和业主营地	
			337.5t	供水和灌溉工程施工区办公生活区	
			132t	泉水导排工程施工区办公生活区	
	主体工程	弃渣	203.5 万 m <sup>3</sup>	大坝工程、厂房、供水管网开挖等	

## (2) 运行期库区水文情势分析

宗通卡水库形成后，将使库区水位抬升，水体体积和水面面积均将增加，库区内的流速将减缓，库区河段河道转变为缓流河道，从上游至坝前流速逐渐减小，库区水文情势变化较大。此外，水库泄洪时容易产生气体过饱和，根据铜街子水电站泄洪实测资料，气体饱和率最大达到 140%，且沿程恢复速率缓慢。

## (3) 运行期坝下河段水文情势分析

水库供水将减少宗通卡坝下游河段水量，坝下水文情势发生改变。

### 3.3.2.2 地表水

#### (1) 水温

宗通卡水库总库容为 1.246 亿  $m^3$ ，多年平均年径流量 43.5 亿  $m^3$ ，采用库水交换次数法计算，其  $\alpha$  值为 34.4，大于 20，水库水温结构为混合型。宗通卡水库不同月份随来水流量的季节性变化有一定的水力滞留时间，下泄水温存在一定程度的延迟；当地主要农作物为青稞、小麦，水库滞温效应对农作物正常生长的影响程度相对较小。工程区为高寒地区，秋末冬初或夜间气温下降，水库表层水温低于下层水温，引起上层水密度大于下层水，可能导致水体翻转对流，引起垂向水质掺混或沉积物再悬浮释放污染物，进而影响水库水质。

#### (2) 水质

##### 1) 库区水质

工程蓄水初期及运行期水质主要受库底沉积物和干支流来水影响，对库区水质有一定影响。

##### 2) 坝下河道水质

受水库蓄水和运行调度影响，下泄水质较天然状况有所改变；工程运

行期受生产生活和灌溉回归水的影响，坝下昂曲干流河段和澜沧江昌都河段局部水质可能会受到影响。

### 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机组和主变。事故漏油均将收集并进行油水分离处理。

### 4) 生活污水

枢纽工程和供水工程的管理营地合建，拟建的生产生活区（业主营地）位于左岸下游 1#公路端头，远离左岸下游施工区，运行期将产生生活污水；卡若灌区实施完成后移交当地政府进行运行期管理，主要由昌都市水利局各乡镇水管站负责管理维护，不再另行修建管理用房，运行期生活污水依托现有水管站污水处理设施进行处理；拟在昌都市区合建昌都市兴水水利水电创业投资有限公司营地和远程监控中心管理营地，人数为 38 人。运行期生活污水产生量小，生活污水拟通过昌都市城市污水管网进入污水处理厂统一处理。

因此，运行期生活污水主要来源于生产生活区。生产生活区的人数为 63 人，生活用水按每人 80L/d，生活污水排放量按用水量的 80% 计算，则日污水量最大为 4m<sup>3</sup>/d。生产生活区管理人员产生的生活污水如不处理达标排放会对周边环境产生一定影响。

## 3.3.2.3 地下水

### (1) 对地下水水位影响

工程运行期，由于坝址上游库区蓄水，将抬升库区水位，宗通卡水库蓄水后受浸没影响的区域主要分布在芒达乡政府及尚卡乡然爱村附近，浸没影响区面积约 1.42hm<sup>2</sup>；水库封闭条件好，水库蓄水后不存在水库渗漏问

题。水库蓄水后诱发地震的可能性较小。蓄水后，库区两岸河水补给地下水，将抬升库区两岸水位线以下的地下水水位升至与地表水面基本持平。

#### (2) 对地下水水质影响

电站运行期，水库蓄水期间，水库中的污染物会产生富集，通过坝基坝肩向下游渗漏，若污染物富集浓度和渗漏量较大，可能会对坝址区下游地下水含水层造成影响。

#### 3.3.2.4 陆生生态

水库蓄水后将直接淹没库区的植被，生物个体失去生长环境，影响程度为不可逆。由于淹没范围内植被均为常见植被，在附近区域均有相似群落，因此，不存在因局部植被淹没而导致种群消失或灭迹，更不会影响区域生态系统的完整性。库区淹没及工程占地不涉及珍稀濒危植物、古树名木等，但工程临时占用国家二级公益林 2.97hm<sup>2</sup>，永久占用国家二级公益林 68.97hm<sup>2</sup>；占用基本农田 9.738hm<sup>2</sup>，全部为旱地。

本工程规划灌溉面积 1.88 万亩。灌区灌溉利于农业植被和人工林草地的生长，对于灌区内生态系统的稳定起到积极作用。

#### 3.3.2.5 水生生态

工程建成后，将对昂曲鱼类形成新的阻隔；水库形成后，原来河道流水生境向水库静缓流生境转变，流水性鱼类生境缩小，将对鱼类资源产生一定影响。水库泄洪、发电等可能产生气体过饱和现象，对坝下鱼类造成一定影响，可能影响仔幼鱼的存活率。

#### 3.3.2.6 声环境

工程建成运行后，噪声源主要为地面厂房内的发电（水轮机）机组，由于发电厂房周边 200m 范围内没有居民点，因此，对周边环境的影响很小。

#### 3.3.2.7 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。

### 3.3.2.8 固体废物

工程运行期产生的固体废弃物主要为生产生活区的生活垃圾，人均垃圾产生量参照城镇居民按 1.0kg/人·d 计，生产生活区的人数为 63 人，则生活办公区固体废物产生量为 0.063t/d，每年 22.39t。

### 3.3.2.9 土壤环境

灌区工程实施后，将增加灌区的灌溉能力和土壤含水量，但可能影响灌区土壤的次生盐渍化；另外，库区淹没耕地，耕地复垦过程中将产生水土流失，对区域土壤结构和质量产生一定影响。

### 3.3.2.10 环境风险

项目区域地处重金属和有色金属富集分布带，区域地质、水文地质条件复杂，本工程可能存在水质安全风险，风险可能发生的工况包括库区支沟泉水导排或处理措施失效、底泥扰动带来的重金属释放（气温骤变导致的水库沉积物翻转）对库区及坝下水质的影响。

## 3.3.3 水库淹没、占地与移民安置

### 3.3.3.1 水库淹没和工程占地

宗通卡水利枢纽工程实施后，工程建设征地总土地面积 12268.51 亩（永久征地 9278.99 亩、临时用地 2989.52 亩），其中：耕地 3655.83 亩、园地 83.32 亩、林地 4854.42 亩、草地 946.26 亩。

工程蓄水后将导致部分耕园地、林草地等变为水域；工程永久占地和施工临时占地等扰动地表，占压大量植被，水库淹没和工程占地对评价区生态完整性及植被产生影响。水库淹没及工程占地导致评价区林地、草地、耕地和裸地减少，侵占部分动物栖息地，将对陆生动物的觅食、栖息等产生影响。水库蓄水改变水域生境条件，引起水生生物及鱼类资源种类和分布发生变化。

### 3.3.3.2 移民安置

宗通卡水利枢纽工程规划水平年搬迁安置人口 478 人，生产安置人口 793 人。结合移民意愿，移民主要为分散安置本村后靠建房，不需进行集中搬迁安置，生产安置采取一次性补偿方案。农村移民安置活动将对安置区及其附近植被带来影响，由于安置区多为人工植被或受人工干扰较大的自然植被，因此对动物及其栖息环境的影响很小。

在安置期，人群流动大，用水、饮食卫生防疫条件控制不好，痢疾、伤寒、传染性肝炎等的发病率有可能上升。

### 3.3.3.3 专项设施

规划对涉及的交通运输工程、电力工程、电信工程进行复建。专业项目复建过程中，将产生污废水、扬尘、固废等污染物，并不可避免地扰动地表，对周边生态环境产生一定影响。

## 3.4 环境影响识别和评价因子筛选

### 3.4.1 环境影响识别

#### (1) 施工期

工程施工期对生态环境的影响主要为大坝、溢洪道、泄洪洞、引水发电系统、供水管网、泉水导排等主体工程基础开挖、混凝土浇筑、弃渣场堆放及施工区建设等占地及扰动破坏植被，造成一定的生物量损失，并引起新的水土流失；对水环境的影响主要为施工期砂石加工冲洗废水、混凝土拌和系统碱性冲洗废水、机械修配停放场含油污水、基坑排水、洞室排水以及施工人员生活污水等入河污染水质；对环境空气的影响主要为基础开挖、炸药爆破、弃渣场弃渣以及车辆运输等过程中产生的粉尘、扬尘、机械尾气等；对声环境的影响主要为施工机械作业、车辆运输、炸药爆破等噪音；固体废物主要来自土石方开

挖等施工活动中所产生的弃渣以及施工人员的生活垃圾等。

## (2) 运行期

宗通卡水库为混合型水库，但由于不同月份随来水流量的季节性变化有一定的水力滞留时间，坝前下泄水体存在一定的水温延迟；水库泄洪、发电等可能产生气体过饱和现象，对坝下鱼类造成一定影响；项目区域地处重金属和有色金属富集分布带，水文地质条件复杂，受干流库尾来流及库区两条砷超标支沟影响，库区水质将受到影响；水库淹没陆生植被，减少植被分布面积，破坏陆生动物生境；库区及坝下水文情势变化影响水生生物生境，使饵料生物及鱼类组成发生变化；生活污水和灌溉退水对昂曲宗通卡下游河段以及澜沧江昌都段水质产生影响。库区淹没和工程占地对陆生生态将影响一定影响；水库建成后将影响库区及坝下游河道的水文情势，对水生生态也将产生一定影响；另外，灌溉和库区淹没对区域土壤环境也将产生一定影响。

根据上述分析，对本工程建设的主要环境影响要素进行了识别，详见表 3.4-1。

### 3.4.2 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 3.4-1。

通过环境影响识别，本工程重点评价的环境要素是水环境（水文情势、水温、水质）、地下水环境、生态环境（陆生生态、水生生态、生态完整性），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、土地资源、人群健康、移民。

表 3.4-1

环境影响因子识别与筛选

环境要素		水文情势			地表水		地下水		生态环境				声环境	大气环境	固体废物	人群健康	土壤		移民
		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					土壤环境	土地资源	
施工期	枢纽工程施工					◎			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	供水工程施工					○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	灌区工程施工					○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	施工人员活动					○				○	○	○	○		○	○			
	施工交通									○	○		○	○					
	施工机械					○							○	○					
	料场开挖与弃渣								○	○	○		○	○	○		○	○	
淹没与占地	水库淹没			◎		○			◎	◎	◎	◎						◎	◎
	工程占地								○	◎	◎							◎	○
运行期	水库蓄水	●	○	◎	○	◎			◎	○	○	◎							
	水文情势变化	○	○	○	○	○		○				○							
	大坝阻隔		◎									●							
	供水	○		○		◎													
	灌溉	○		○		○	○	○	○	○	○								
移民安置						○				○	○				○	○	○	○	○
影响范围	库区淹没及输水线路	◎	◎	◎	○	◎			○	○	○	◎			○		○	○	○
	坝下影响区 (昂曲、澜沧江)	○	○	○	○	◎			○	○	○	○							
	供水工程	○				◎													
	灌区工程	○				○	○	○	○	○	○								
	移民安置					○													
	施工区					○					○	○	○	○	○	○	○		

### 3.5 工程分析结论

#### (1) 工程方案

宗通卡水利枢纽工程符合全国及西藏自治区主体功能区划和生态功能区划的相关要求；满足《澜沧江流域综合规划（2019-2035年）》及其环境影响评价的相关要求；与地方相关区域规划的相关要求相协调。本工程在规划设计各阶段，对水源选址、正常蓄水位、施工布置等均做了多方案优化和比选，同时充分论证了水利枢纽运行方式、供水规模和灌溉规模，充分考虑了环境影响。从环境角度分析，工程建设方案基本合理可行。

#### (2) 工程施工

本工程的开挖、弃渣、占地等施工活动，将扰动原地貌、损坏土地和植被，造成新的水质、噪声、大气污染和水土流失，对施工区部分居民和野生动物栖息环境产生一定影响，并对当地交通、土地资源、人群健康等产生一定的影响。

#### (3) 淹没和占地

宗通卡水库淹没和工程占地将引起评价区各土地利用类型面积的变化，其中以林地和耕地面积淹没损失最大，其余依次为交通用地、草地、园地、其它用地和建筑用地。淹没和占地对评价区土地资源产生一定影响。

#### (4) 移民安置

本工程移民安置对环境的影响主要是移民安置期生产开发、居民点建设、专项设施复建过程中的占地、开挖、场地平整、弃渣等破坏植被、扰动地表，对周边区域生态环境造成影响；专业项目建设过程中土石方开挖、机械设备及运输车辆的运行将会产生粉尘和废气，对大气环境产生影响；同时由于机械设备和车辆运行产生的噪声将对声环境产生影响。

### (5) 工程运行

工程运行期间，库区与坝下水文及泥沙情势、水温、水质、陆生生态和水生生态环境将产生一定变化，对工程河段生态系统及陆生、水生动植物及其生境将产生一定影响。此外，生活用水和灌溉退水的排放将对坝下河段水质产生一定影响。

## 4 环境现状

### 4.1 自然环境

#### 4.1.1 地形地貌

工程区位于青藏高原东南部，属青南藏东山原区，区内山峦重叠，山势宏伟，处于横断山脉的北端。地势北高南低，北部海拔 5200m 左右，山顶平缓；南部海拔 4000m 以下，山势比较陡峻，顶谷高差可达 2500m。昂曲由北向南流经工程区。

##### (1) 库区

坝址以上昂曲河段，多为对称的“U”型宽谷，河谷地面高程 3410 ~ 3530m，平均纵坡降约 3.3‰，两岸山顶高程 4500 ~ 4600m，顶谷高差 1000 ~ 1200m，河床宽 35 ~ 70m，大多基岩裸露，河漫滩不发育，在河流的一岸或两岸见有阶地，大多只在一岸分布有阶地。库区地形略图见图 4.1.1-1。



图 4.1.1-1 宗通卡库区地形略图

##### (2) 枢纽工程区

坝址河段在平面上近似呈斜“S”型，河谷为“U”型谷，河面相对较开阔，河流总体流向由 NW 至 SE，河床最低高程约 3407m；两岸山势比较陡峻，山脊最大高程大于 3600m，山坡坡度一般 30°~40°；谷底分布有阶地、漫滩、河床，地形较平缓，地形坡度 3°~15°，局部为呈带状分布的陡坎（坡）。

### (3) 供水和灌溉工程区

坝址以下昂曲河段，整体呈近 NW 向蜿蜒流向下游，河谷多呈对称“U”字型，河谷地面高程 3220 ~ 3410m，平均纵坡降 3‰；两岸山顶高程 4600 ~ 5000m，顶谷高差 1200 ~ 1800m；两岸阶地发育，二元结构明显，一、二级阶地均为堆积阶地，三级阶地为基座阶地。一级阶地阶地面一般高出河面 6 ~ 25m，二级阶地阶地面一般高出河面 33 ~ 40m，三级阶地因风化剥蚀破坏，保存不完整，残余阶地面一般高出河面 75 ~ 90m。

#### 4.1.2 地质

工程区大地构造上属于羌北-昌都-思茅（微）陆块（III1）西部。区内主要断裂为 NW-NWW 向，断裂规模较大，多为逆冲、逆走滑断层，最新活动时代为第四纪的不同时期；近 SN 向和 NE ~ NNE 向断裂也是区内的主干断裂，主要分布于区域南部，构成相应的剪切构造带，晚第四纪以来的活动性较弱，或一般不活动。近场区内主要发育有 4 条近 SN 或 NNW 向的逆断层或逆冲压性断层，它们对地质地貌有一定的控制作用，但活动性不强，为下第三系以前活动断裂。

根据 1:400 万《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），工程区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.15g。工程区地震动反应谱特征周期均为 0.45s。工程区处于区域构造稳定性较好的地区。

地层岩性自前石炭系至第四系均有出露，以中生界及古生界（侏罗系、三叠系、石炭系）分布最为广泛。

#### (1) 库区

库区出露的主要地层为侏罗系和第四系。基岩地层为侏罗系上统小索卡组（ $J_{3x}$ ）及中统东大桥组（ $J_{2d}$ ）泥质粉砂岩、泥页岩、粉细砂岩及少量介壳灰岩等；第四系（Q）地层主要有冲积、洪积、冲洪积、崩坡积等。

库区处于尚卡向斜西南翼，尚卡向斜表现为复式向斜，向斜轴线总体呈北西向展布。库区岩层总体倾向 NE，倾角  $22^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。在芒达乡至校当见有北西向展布的小型褶皱，为尚卡向斜内的次级褶皱。该区域断裂构造不发育，未发现区域性断裂通过。基岩中裂隙主要发育走向 NE、NWW 的两组，倾角以中陡倾角为主，受岩层层面限制，多短小，无充填。

库区内发育恩达曲和芒达曲两条大的支沟。两条支沟沟口较开阔，呈“U”字型，水量较充沛。在库区两岸还发育一些小型冲沟，多为季节性冲沟，流量较小。昂曲为该区域最低排泄基准面。库区地下水主要有两种类型，即松散岩类孔隙水及基岩裂隙水。

## (2) 枢纽工程区

枢纽工程区出露基岩为侏罗系上统小索卡组 ( $J_{3x}$ ) 地层，岩性主要为泥质粉砂岩，次为粉细砂岩和泥岩。统计表明，枢纽区不同岩性所占大致比例分别为：泥质粉砂岩 59.6%，粉细砂岩 27.0%，泥岩 13.4%。第四系覆盖层主要为第四系冲积层 I、II、III 级阶地砂卵砾石及卵漂石，厚度约 8~39m；崩坡积层碎块石及碎石土，厚度约 3~20m。

枢纽工程区位于沙贡向斜核部偏西侧，地质构造较复杂。受地质构造影响，区内岩层产状变化较大，次级褶皱发育。褶皱、层间错动带及裂隙为枢纽工程区的主要构造形迹。

两岸地下水埋深较深，仅略高于同期河床水位。枢纽区左岸 3Lu 线自地面以下埋深 10.5~81.8m，自基岩顶面以下埋深 2.6~79.6m；右岸 3Lu 线自地面以下埋深 8.2~55.6m，自基岩顶面以下埋深 0~44.1m；河床及漫滩 3Lu 线自地面以下埋深 18.6~45.6m，自基岩顶面以下埋深 6.3~42.6m。

## (3) 供水和灌溉工程区

河谷两岸出露基岩主要为白垩系及侏罗系地层，岩性主要为泥岩、泥

页岩、泥质粉砂岩、砂岩及介壳状灰岩。第四系覆盖层广泛分布，主要为阶段堆积物、冲洪积层、泥石流堆积层、残坡积层、滑坡堆积层及崩坡积层，岩性主要为砂壤土、粉土、粉质粘土夹碎石、砾质土、碎块石土、砂卵石、卵漂石等。

基岩地层总体走向  $290^{\circ}\sim 340^{\circ}$ ；倾向 NE（下游），倾角以  $30^{\circ}\sim 55^{\circ}$  为主，局部受褶皱或断层影响，岩层产状变化较大。

河流两岸冲沟较发育，沟内多四季有水流。地下水主要分为第四系孔隙水和基岩裂隙水两类。

#### 4.1.3 气候与气象

昂曲流域地处青藏高原东南部，属高原温带半干旱季风气候区，流域内日照充足，干湿季分明，年无霜期短，以寒冷为基本特点，受南北平行峡谷及中低纬度地理位置因素影响，气温具有区域性分布差异明显特点。昂曲流域上游气温最低，下游昌都较高，年平均气温在  $3.7\sim 7.8^{\circ}\text{C}$  之间。根据全国水资源综合规划成果，昂曲流域内多年平均降水量在  $500\sim 550\text{mm}$  之间。澜沧江昌都河段流域降水等值线图见图 4.1.3-1。

根据昌都气象站 1951 年建站以来多年气象特征值统计（见表 4.1.3-1），多年平均降雨量  $491\text{mm}$ ，主要集中在 6~9 月，约占全年降水量的 74.9%；月最大降水出现在 7 月，约占全年降水量的 21.7%；最小降水出现在 1 月，约占全年降水量的 0.31%。多年平均蒸发量  $1597\text{mm}$ ；多年平均气温  $7.8^{\circ}\text{C}$ ，历年最高气温  $33.4^{\circ}\text{C}$ ，最低气温  $-20.7^{\circ}\text{C}$ ；多年平均日照  $2412\text{h}$ ；多年平均雪日数  $46.7\text{d}$ ；多年平均风速  $1\text{m/s}$ ，最大风速  $15\text{m/s}$ （NW）。

本地区初冰日期在 10 月下旬或 11 月中旬，终冰日期为 3 月下旬至 4 月上旬，北部干支流有局部封冻现象。

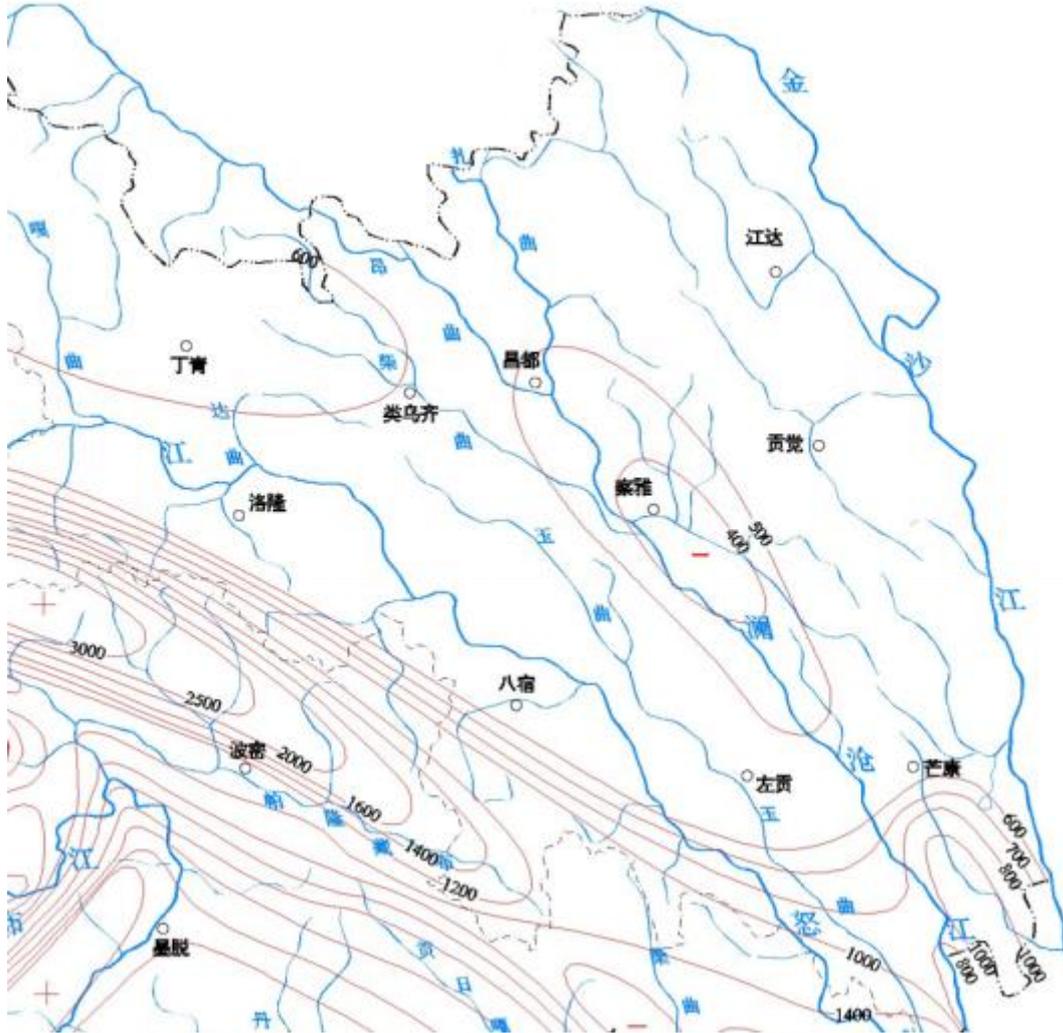


图 4.1.3-1 澜沧江昌都河段流域降雨等值线图

表 4.1.3-1

昌都气象站气象特征值统计表

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	年
平均气压 (HPA)	679.3	678	678.9	680.8	681.2	680.7	681.4	682.9	684	684.6	684.2	682.3	681.5
平均气温 (°C)	-1.6	1	4.7	8.1	12.2	15.3	16.3	15.5	13.1	8.4	2.4	-1.5	7.8
极端最高气温 (°C)	21.8	21.4	26.1	28.1	29.8	32.7	33.4	30.8	31.1	27.7	23.6	20.2	33.4
极端最低气温 (°C)	-19.4	-17.4	-13	-8	-4	0.4	2.7	1.1	-1.4	-8.7	-14.5	-20.7	-20.7
平均相对湿度 (%)	36	36	41	48	50	59	65	67	67	59	46	39	51
降水量 (mm)	1.5	3.4	11.7	24.6	39.5	86.7	106.3	100.4	74.5	33.7	6.4	2.3	491
最大日降水量 (mm)	5.2	9.8	17.6	18	26.1	40.9	55.3	38.8	40.5	41.1	14.3	15.2	55.3
蒸发量 (mm)	65.7	86.9	134.1	161	205.7	193.9	181.2	168.3	137.2	124	79.5	59.1	1597
平均风速 (m/s)	0.8	1.1	1.3	1.3	1.4	1.2	1	0.9	0.9	0.9	0.7	0.6	1
最大风速 (m/s)	10.7	13.4	14	15	14	13	13.3	14	13.7	12	10	13.3	15
最多风向	S	WSW	S	NW	S	NW	WNW	WNW	NW	NW	WNW	WNW	S
日照时数 (h)	203.8	181.5	203.3	204.8	224.1	196.7	199.7	190.7	189	201.3	205.4	212.1	2412
降雪日数 (d)	4.4	7.4	12.3	9.5	1.1	0.1	0	0	0.1	3.1	5.6	3.1	46.7
积雪日数 (d)	1.7	2.7	3.2	1	0	0	0	0	0	0.4	1.9	2.1	13
最大积雪深度 (cm)	7	10	8	8	0	0	0	0	0	3	9	11	11
最大冻土深度 (cm)	81	81	21	8	4	0	0	0	0	10	22	63	81

## 4.1.4 水文、泥沙

### 4.1.4.1 水文

#### (1) 水文站基本资料

昂曲流域内 1959 年底设有吉尼赛水文站，仅观测 1960 年一年流量资料即撤销。澜沧江上中游干流设有香达、扎曲、昌都、溜筒江、旧州等水文站。2015 年 8 月，在坝址处设立宗通卡专用水文（位）站。澜沧江昌都上下河段水文站基本情况详见表 4.1.4-1。

表 4.1.4-1 水文站基本情况表

河名	站名	流域面积 (km <sup>2</sup> )	设立日期	资料系列		
				水位	流量	泥沙
澜沧江	香达	17909	1959.10	1960~1992 (其中 1983.11~1991.3 枯季缺测), 2007.7~今	1960~1992 (其中 1983.11~1991.3 枯季缺测), 2007.7~今	1963~1990 (其中 1983.11~1990 年枯季缺测)
	扎曲	36451	1984.12	1998~今	1998~今	—
	昌都	54228	1952.9	1952.9~1957.5, 1960.3~1961、1963~今	1952~1957, 1960.3~ 1961、1963~今	2005~2008
	溜筒江	77640	1959.12	1961~1972、1986~今	1961~1965、1986~今	1961.1~1965.7
	旧州	88051	1954.2	1954.4~今	1954.4~今	1957.9~今
昂曲	吉尼赛	10365	1959 年底	1960	1960	—
	宗通卡坝址	15592	2015.8	2015.08~今	2015.08~今	2015.08~今

#### (2) 径流概况

宗通卡坝址以上径流为雨水、冰雪融水、地下水混合补给类型，径流相对稳定。年径流深的分布趋势与年降水量的分布趋势相近，即自上游至下游逐渐递减。径流年内分配不均，汛枯期分明。汛期为每年 5 月到 10 月，径流量占全年的 81.3% 左右，其中又以 7 月份最大，占全年径流量的 19.3%，汛期流量主要由降水补给。枯期为 11 月到次年 4 月，其中 2 月份径流量最小，占全年径流量的 2.06%，11 月至次年 3 月径流主要由地下水补给，4 月

气温回升，冰雪融化，径流主要靠冰雪融水补给。

根据香达、扎曲、昌都的实测资料情况，采用水文比拟法推算，宗通卡坝址 1960~2014 年多年平均年流量  $138\text{m}^3/\text{s}$ ，径流量 43.5 亿  $\text{m}^3$ ，最大年平均流量  $233\text{m}^3/\text{s}$ ，出现在 1965 年，最小年平均流量  $68.3\text{m}^3/\text{s}$ ，出现在 2010 年，极值比 3.41，年际变化较大。径流年内分配不均匀，汛期 5~10 月占全年径流量的 83.4%，枯水期 11 月~次年 4 月径流仅占 16.6%。坝址径流年内分配见表 4.1.4-2。

表 4.1.4-2 宗通卡坝址径流年内分配表

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	年
流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	33.6	29.4	32.7	54.4	96.2	235	314	308	269	153	80.5	45.8	138
径流量 (亿 $\text{m}^3$ )	0.901	0.712	0.877	1.41	2.58	6.08	8.42	8.26	6.98	4.1	2.09	1.23	43.5
比例 (%)	2.06	1.63	2.01	3.23	5.91	13.9	19.3	18.9	16	9.4	4.79	2.82	100

#### 4.1.4.2 泥沙

昂曲无实测泥沙资料，考虑到昌都与香达河段含沙量差异小，且昌都月含沙量系列较完整。故根据昌都、香达多年平均输沙量分析得到香达~昌都区间多年平均输沙模数，进而推求坝址 1960~2014 年多年平均输沙量为 330 万 t，多年平均含沙量为  $0.756\text{kg}/\text{m}^3$ ，多年平均悬移质输沙模数为  $212\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。泥沙年内分配不均匀，主要集中在汛期 5~10 月，占全年输沙量的 92.3%。

表 4.1.4-3 宗通卡坝址多年平均悬移质输沙量及年内分配表

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	全年
流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	33.6	29.4	32.7	54.4	96.2	235	314	308	269	153	80.5	45.8	138
输沙率 ( $\text{kg}/\text{s}$ )	2.26	1.75	2.08	6.33	23.5	182	343	354	247	62.2	16.4	4.57	105
输沙量 ( $10^4\text{t}$ )	0.61	0.43	0.56	1.64	6.28	47.05	91.92	94.91	64.05	16.66	4.25	1.19	330
含沙量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	0.067	0.059	0.064	0.116	0.244	0.774	1.092	1.149	0.917	0.407	0.204	0.100	0.756
百分比 (%)	0.18	0.13	0.17	0.50	1.91	14.28	27.90	28.80	19.44	5.06	1.29	0.36	100

根据已有资料，澜沧江溜筒江至戛旧区间推悬比一般为 3%~5%，考虑到宗通卡坝址以上流域冲沟较发育，且昌都市已建的众多水库泥沙淤

积严重，从安全角度考虑，取推悬比为 10%，则宗通卡坝址多年平均推移质输沙量为 33 万 t，总输沙量 363 万 t。

表 4.1.4-4 坝址多年平均输沙总量表

面积 ( $\text{km}^2$ )	含沙量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	输沙率 ( $\text{kg}/\text{s}$ )	悬移质输沙模数 ( $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ )	悬移质输沙量 (万 t)	推移质输沙量 (万 t)	总输沙量 (万 t)
15592	0.756	105	212	330	33	363

#### 4.1.5 土壤

工程区位于横断山脉的北端，成土母质主要包括白垩系、侏罗系、三迭系、第三系等多时期的岩浆岩、沉积岩和变质岩风化残积物、重力堆积物、坡积物，以及第四系冰渍物、洪积物和冲积物、湖积物、风积物等。土壤类型包括高山寒漠土、高山草甸土、亚高山草甸土、灰褐土、暗棕壤、棕壤、褐土、草甸土、石质土和粗骨土等。

#### 4.1.6 水土流失

工程区侵蚀类型以冻融侵蚀和水力侵蚀为主。据初步调查分析，卡若区水土流失面积为  $3715.05\text{km}^2$ ，其中，冻融侵蚀面积  $2607.69\text{km}^2$ ，水力侵蚀面积  $1107.36\text{km}^2$ ；类乌齐县水土流失面积为  $1312.07\text{km}^2$ ，其中，冻融侵蚀面积  $957.40\text{km}^2$ ，水力侵蚀面积  $354.67\text{km}^2$ 。

### 4.2 生态环境

#### 4.2.1 陆生生态

##### 4.2.1.1 调查时间、范围及方法

##### (1) 调查时间

华中师范大学于 2016 年 8 月和 2019 年 9 月对本工程评价区的陆生生态现状进行了调查。

##### (2) 调查范围

调查范围包括枢纽工程区、库区、供水工程区、灌区、泉水导排工程

区、存弃渣场、料场等。

### (3) 调查方法

#### 1) 资料收集

收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料，包括昌都市及类乌齐县林业、环保、国土、住建等部门提供的相关资料，并参考了多篇专业著作及科研论文。

#### 2) GPS 地面类型及植被调查取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：

- ① 读出测点的海拔值和经纬度；
- ② 记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度、土壤类型；
- ③ 记录样点优势植物以及观察动物活动的情况；
- ④ 拍摄典型植被外貌与结构特征。

#### 3) 陆生植物调查

在对评价区陆生植物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程方案确定路线走向及考察时间，进行现场调查。实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法，确定评价区的植物种类、植被类型等，对珍稀濒危植物调查采取野外调查、民间访问和市场调查相结合的方法进行。对有疑问植物、经济植物和珍稀濒危植物，还采集了凭证标本并拍摄照片。在重点区域（如枢纽工程区、水库淹没区、存弃渣场、料场、施工场地、施工道路等）以及植被状况良好的区域实行样方重点调查。

##### ① 调查路线选取

调查时以重点施工区域为中心，向四周辐射调查（枢纽工程区、库区、供水灌溉和泉水导排工程区、灌区），同时对支流两岸生境进行调查。通常采用线路调查与样方调查的方式进行，即在调查范围内按不同方向沿山路和河流选择几条具有代表性的线路进行调查，同时也在林中穿行，沿途记载植物种类、采集标本、观察生境等；对集中分布的植物群落进行样方调查。

### ② 样方布点原则

植被调查取样的目的是要通过样方的研究准确地推测评价范围植被的总体特征，所选取的样方具有代表性，能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。在对评价范围的植被进行样方调查中，采取的原则是：

I. 尽量在重点施工区域（如大坝施工区等）、淹没线以下区域以及植被良好的区域设置样点，并考虑评价区布点的均匀性。

II. 所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

III. 样点的设置避免对同一种植被进行重复设点。

IV. 尽量避免非取样误差：避免选择路边易到之处；两人以上进行观察记录，消除主观因素。以上原则保证了样点的布置具有代表性，调查结果中的植被应包括绝大部分主要植被类型。

调查路线和样方布点情况详见附图 24。

### ③ 样方调查内容

样方调查采用样地记录法，乔木群落样方面积为 20m×20m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 1m×1m，记录样方的所有种类，并利用 GPS 确定样方位置；评价区内共设 68 个样方。涵盖了针叶林、阔叶林、灌丛、草原等评价区常见且具有代表性的植被类型。

#### 4) 陆生动物调查

在调查过程中，确定评价区内动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护种类。根据现场实际情况，主要采取样线法对评价范围内的动物资源状况进行调查。根据生境类型及其面积的大小设计调查样线，调查过程中，沿着预先设计的一定路线，边走边进行观察，统计动物数量与名称，确定种类时借助望远镜。其中现场调查记录内容还包括：足迹链、窝迹、粪便等，再结合访问调查及市场调查确定种类及数量等。

从上述调查得到的种类之中，对相关重点保护物种进行进一步调查与核实，确定其种类及数量。对有疑问动物、重点保护动物尽量采集凭证标本并拍摄照片。此外，在重点评价区域（如坝址施工区、库区等）以及特殊区域（如植被好的区域）实行重点调查。现场共设置调查样线 6 条，涉及评价区范围内的库区、管线工程区、灌区的相关生境。具体调查样线及点位情况见表 4.2.1-1

表 4.2.1-1 评价区调查样线设置情况

样线号	起点位置	终点位置	样线长度 (km)	生境类型
样线 1	达拉村 (3514m)	加达 (3505m)	4.01	农田、居民区、灌草地、水域
样线 2	然爱村 (3481m)	恩达曲 (3449m)	5.62	居民区、林地、灌草地、农田
样线 3	宗通卡 (3445m)	格秀村 (3443m)	4.14	居民区、灌草地、农田、水域
样线 4	沙贡坝址 (3395m)	果洛村 (3387m)	5.24	水域、居民区、灌草丛、农田
样线 5	约达 (3336m)	朗达 (3312m)	4.41	居民区、灌草丛、农田
样线 6	江嘎 (3309m)	仲多 (3294m)	4.15	居民区、林地、灌草地、农田

#### 4.2.1.2 生态系统现状

根据评价区遥感影像解译，结合动植物分布和生物量的调查，对评价区的陆生生态环境进行生态系统划分，可分为森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农业生态系统和城镇/村落生态系统。其中，评价区内农业生态系统主要分布在灌区内。



森林生态系统



灌丛生态系统



草原生态系统



湿地生态系统



农业生态系统



城镇/村落生态系统

图 4.2.1-1 评价区生态系统现状图

表 4.2.1-2

评价区各生态系统面积

生态系统类型	森林生态系统	灌丛生态系统	草地生态系统	湿地生态系统	农业生态系统	城镇/村落生态系统
面积 (hm <sup>2</sup> )	1053.72	2677.95	1195.29	711.54	2273.13	375.48
所占百分比 (%)	12.72	32.31	14.42	8.59	27.43	4.53

### (1) 森林生态系统

评价区森林生态系统面积为 1053.72hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的 12.72%。森林生态系统比其他生态系统具有更加复杂的空间结构和营养链式结构，这有助于提高系统自身调节适应能力，其生态服务功能主要有：光能利用、调节气温、涵养水源、改良土壤、水土保持、净化环境、孕育和保存生物多样性等。

评价区内森林生态系统主要分布在枢纽工程区、库区的两侧山体，植被类型以针叶林、落叶阔叶林为主，常见有川西云杉林 (Form. *Picea likiangensis* var. *rubescens*)、大果圆柏林 (Form. *Sabina tibetica*)、藏川杨林 (Form. *Populus szechuanica* var. *tibetica*)、人工左旋柳林 (Form. *Salix paraplesia* var. *subintegra*) 等。森林不但为动物提供了大量食物，也是防御天敌的良好避难所，因此森林生态系统中也分布着丰富的动物，主要以鸟类和哺乳类为主，鸟类有黑鸢、大鸢、雕鸮、黑啄木鸟 (*Dryocopus martius*)、大嘴乌鸦 (*Corvus macrorhynchos*)、普通朱雀 (*Carpodacus erythrinus*) 等；哺乳类主要有豹猫、红腹松鼠 (*Callosciurus erythaeus*)、林麝等。

### (2) 灌丛生态系统

评价区灌丛生态系统面积为 2677.95hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的 32.31%。灌丛生态系统与森林生态系统一样，是地球上最重要的陆地生态系统类型

之一。灌丛生态系统的生态功能主要表现为侵蚀控制、土壤形成、营养循环、生物控制、基因资源等。

评价区内灌丛生态系统分布较为广泛，是评价区分布面积最大的生态系统类型。灌丛生态系统植被类型包括灌丛及灌草丛，灌丛主要有圆叶栒子灌丛 (Form. *Cotoneaster rotundifolius*)、小叶栒子灌丛 (Form. *Cotoneaster microphyllus*)、水栒子灌草丛 (Form. *Cotoneaster multiflorus*)、长刺茶藨子灌丛 (Form. *Ribes alpestre*)、砂生槐灌丛 (Form. *Sophora moorcroftiana*)、小叶锦鸡儿灌丛 (Form. *Caragana microphylla*)等；灌草丛主要有毛莲蒿灌草丛 (Form. *Artemisia vestita*)、密花香薷草丛 (Form. *Elsholtzia densa*)、鸡骨柴草丛 (Form. *Elsholtzia fruticosa*)、飞廉灌草丛 (Form. *Carduus nutans*) 等。

该生态系统的陆生动物以鸟类和哺乳类居多，鸟类有苍鹰、胡兀鹫、燕隼、大杜鹃 (*Cuculus canorus*)、褐岩鹟 (*Prunella fulvescens*)、北红尾鹟 (*Phoenicurus ochruros*)、橙翅噪鹛 (*Garrulax elliotii*)、灰眉岩鹟 (*Emberiza cia*) 等；哺乳类主要有赤狐、香鼬、灰鼠兔 (*Ochotona roylei*) 等；此外，还有少量爬行类如高原蝮 (*Gloydius strauchii*) 等。

### (3) 草地生态系统

评价区草地生态系统面积为 1195.29hm<sup>2</sup>，所占比例为 14.42%。草地生态系统的生态功能主要表现为气候调节、水源涵养、碳素固定、侵蚀控制、土壤形成、基因资源等。

评价区内草地生态系统分布比较零散，在坝址上游淹没区、灌区农田周围的山沟平地等有分布。主要植被为白草群系 (Form. *Pennisetum centrasianicum*)、长芒草群系 (Form. *Stipa bungeana*)、醉马草群系 (Form. *Achnatherum inebrians*) 等。

该生态系统的陆生动物以鸟类和哺乳类为主，鸟类主要有金雕、高山兀鹫、戴胜 (*Upupa epops*)、小云雀 (*Alauda gulgula*)、大嘴乌鸦 (*Corvus macrorhynchos*)、黄嘴山鸦 (*Pyrhocorax graculus*) 等；哺乳类有喜马拉雅旱獭 (*Marmota himalayana*)、高原兔 (*Lepus oiostolus*) 等。

#### (4) 湿地生态系统

评价区湿地生态系统面积为 711.54hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的 8.59%。湿地生态系统服务功能不仅包括提供大量资源产品，而且具有大的环境调节功能和环境效益，在调蓄洪水、调节气候、控制土壤等多方面发挥着重要作用。

评价区范围内的湿地类型主要为河流湿地，河流底质为砂质，水生植物很少，仅在滩涂上有挺水植物群系，主要为尼泊尔酸模 (*Rumex nepalensis*)、鸡骨柴 (*Elsholtzia fruticosa*)、直立黄芪 (*Astragalus adsurgens*)、多茎委陵菜 (*Potentilla multicaulis*)、垂穗披碱草 (*Elymus nutans*)、多枝棘豆 (*Oxytropis ramosissima*)、二列委陵菜 (*Potentilla bifurca*) 等。

湿地生态系统是多种两栖类和爬行类的栖息地，也是游禽和涉禽的重要栖息场所。陆生动物主要种类有西藏蟾蜍 (*Bufo tibetanus*)、赤麻鸭、小云雀 (*Alauda gulgula*)、白鹡鸰 (*Motacilla Alba*)、河乌 (*Cinclus cinclus*)、白顶溪鸲 (*Chaimarrornis leucocephalus*) 等。

#### (5) 农业生态系统

评价区农业生态系统面积为 2273.13hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的比例为 27.43%。农业生态系统的主要生态功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品，为现代工业提供加工原料等。此外，具有大气调节、环境净化、土壤保持、养分循环、水分调节、传粉播种、病虫害控制、生

物多样性及基因资源等功能。

评价区内各灌区灌片均为农业生态系统类型，主要种植有青稞 (*Hordeum vulgare* var. *nudum*)、燕麦 (*Avena sativa*)、玉米 (*Zea mays*)、阳芋 (*Solanum tuberosum*) 等。农业生态系统属人工控制的生态系统，与人类伴居的动物多活动于此，如西藏蟾蜍、高原山鹑、山斑鸠、红嘴山鸦、香鼬、高原兔等。

#### (6) 城镇/村落生态系统

评价区城镇/村落生态系统面积为 375.48hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的比例为 4.53%。城镇/村落是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。城镇/村落生态系统的生态服务功能主要是提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产以及满足人类精神和物质生活需求的功能。评价区内的城镇/村落生态系统主要集中在灌区。

城镇/村落生态系统内的植被多为栽培植被，种类组成较为简单，且主要作为房前屋后的四旁树，零星分布的主要有果树和花卉植物。且由于该系统中人类活动频繁，野生动物种类少，主要以鸟类和哺乳类为主，鸟类有高山兀鹫、岩鸽 (*Columba Rupestris*)、喜鹊 (*Pica pica*)、白鹡鸰、灰背伯劳 (*Lanius tephronotus*)、山麻雀、高原兔等。

#### 4.2.1.3 陆生植物

##### (1) 植物区系

##### 1) 区系概况

根据《中国植物区系地理》(吴征镒, 2010)，评价区属于东亚植物区-中国-喜马拉雅植物亚区-三江峡谷亚地区。

通过现场调查，以及查阅著作资料，统计得出评价区主要维管植物共有 68 科 204 属 454 种（见表 4.2.1-3），其中蕨类植物 3 科 3 属 3 种、裸子植物 3 科 3 属 5 种、被子植物 62 科 198 属 446 种。其维管植物总科数、总属数和总种数分别占西藏自治区维管束植物总科数、总属数和总种数的 32.69%、16.22%和 7.87%。

表 4.2.1-3 评价区维管植物统计表

项目	蕨类植物			种子植物						合计		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价范围	3	3	3	3	3	5	62	198	446	68	204	454
西藏自治区	44	113	470	7	16	50	157	1129	5246	208	1258	5766
占西藏自治区 (%)	6.82	2.65	0.64	42.86	18.75	10.00	39.49	17.54	8.50	32.69	16.22	7.87

## 2) 区系特点

经初步统计，评价区共有维管束植物 454 种（含种下分类等级，下同），隶属于 68 科 204 属，其中野生维管束植物 445 种，隶属于 68 科 197 属（附录 1）。蕨类植物属按照《中国植物志》（第一卷）陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型（2004 年），种子植物属按照吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型系统（1993 年、1994 年），将评价区野生维管束植物 197 属划分为 15 个类型（见表 4.2.1-4）。

将评价区 197 属野生维束管植物的分布区类型归并为世界分布、热带分布（第 2~7 类）、温带分布（第 8~14 类）和中国特有分布 4 个大类。从统计结果可知：热带分布属、温带分布属、中国特有分布属分别占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 10.98%、86.59%、2.44%。在热带分布型中，以泛热带分布属占绝对优势，其他的热带属所含比例较少；在温带分布型中，北温带分布属居首位，其次是东亚分布属和旧世界温带分布属。

表 4.2.1-4

评价区野生维管植物属的分布区类型

属的分布区类型	属数	占评价区非世界总属数比例 (%)
1. 世界分布	33	--
2. 泛热带分布	12	7.32
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	1	0.61
4. 旧世界热带分布	2	1.22
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	1	0.61
6. 热带亚洲至热带非洲分布	1	0.61
7. 热带亚洲分布	1	0.61
8. 北温带分布	81	49.39
9. 东亚和北美间断分布	1	0.61
10. 旧世界温带分布	26	15.85
11. 温带亚洲分布	7	4.27
12. 地中海、西亚至中亚分布	2	1.22
13. 中亚分布	6	3.66
14. 东亚分布	19	11.59
15. 中国特有分布	4	2.44
合计	197	100.00

基于上述特征的分析，可以得出评价区植物区系具有以下特征：

① 评价区植物区系温带成分明显，占主导地位

由上统计分析可知，评价区内温带性属共 142 属，占评价区非世界分布总属数的 86.59%。由此可以说明评价区植物区系以温带分布类型为主。其中温带分布类型中以北温带分布为主，北温带区系成分有 81 属，占温带分布类型属的 49.39%。作为温带区系的一部分，在本地区各种植物群落中都占有重要地位。

② 区系地理成分较为复杂

评价区野生维管植物 197 属包含 15 个分布区类型，植物属的分布区类型包含世界分布、热带分布、温带分布、中国特有分布 4 个大类。另外，本区系共有 15 种区系成分，各种地理成分相互渗透，也显示出该地区植物区系地理成分的复杂性。

③ 中国特有属分布较少，但特有种分布较多

评价区内分布的中国特有属有 4 属（毛冠菊属、合头菊属、冬麻豆属、羌活属），占总属数的 2.45%，表明评价区植物在属级水平上，特有现象不明显。但评价区内分布有较多中国特有种，大果圆柏、川西云杉等是评价区山地针叶林的主要成员，藏川杨是次生林中常见落叶成分，虎耳草属、马先蒿属、龙胆属、凤毛菊属中的多数植物都是中国特有种，这些植物种类是本区植被中重要的组成成分。

## （2） 植被概况

### 1) 植被区划

根据《西藏植被》（中国科学院植物研究所，1988）对西藏植被分区的划分，评价区植被分区为亚热带植被地带，东亚亚热带常绿阔叶林地区，藏东高山峡谷旱谷刺灌丛区，横断山脉北部山缘峡谷山地灌丛亚区，昌都-察雅小区。

### 2) 植被类型

按照《中国植被》和《西藏植被》中自然植被的分类系统，在样方调查的基础上，参考现有的资料和文献，根据群落的特征，将评价区自然植被划分为 4 个植被型组、8 个植被型、20 个群系。评价区人工植被主要为人工林和农作物。详见表 4.2.1-5。

### 3) 主要植被类型描述

#### ① 自然植被

##### a. 针叶林

针叶林是以针叶树种为建群种所组成的各种森林植物群落的总称，其中包括针叶纯林和少数针、阔叶混交林，还有一部分针叶树种散生于阔叶林中或零星分布，成为阔叶林的组成部分。评价区针叶林主要为常绿针叶林，包括川西云杉群系和大果圆柏群系。评价区针叶林面积为 637.92hm<sup>2</sup>，占评价区面积的 7.7%。

表 4.2.1-5

评价区主要植被类型概况

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	枢纽 工程区	供水及灌溉 工程区
自然植被					
针叶林	常绿针叶林	川西云杉群系	Form. <i>Picea likiangensis</i> var. <i>rubescens</i>	✓	✓
		大果圆柏群系	Form. <i>Sabina tibetica</i>	✓	
阔叶林	硬叶常绿阔叶林	川滇高山栎群系	Form. <i>Quercus aquifolioides</i>	✓	✓
	落叶阔叶林	藏川杨群系	Form. <i>Populus szechuanica</i> var. <i>tibetica</i>		✓
灌丛	落叶阔叶灌丛	水栒子群系	Form. <i>Cotoneaster multiflorus</i>	✓	✓
		小叶锦鸡儿群系	Form. <i>Caragana microphylla</i>	✓	
		砂生槐群系	Form. <i>Sophora moorcroftiana</i>	✓	✓
		鸡骨柴群系	Form. <i>Elsholtzia fruticosa</i>		✓
		长刺茶藨子群系	Form. <i>Ribes alpestre</i>	✓	
		峨眉蔷薇群系	Form. <i>Rosa omeiensis</i>		✓
		甘青鼠李群系	Form. <i>Rhamnus tangutica</i>	✓	✓
草原	丛生禾草草原	长芒草群系	Form. <i>Stipa bungeana</i>	✓	✓
		醉马草群系	Form. <i>Achnatherum inebrians</i>	✓	✓
	根茎禾草草原	白草群系	Form. <i>Pennisetum centrasiaticum</i>	✓	✓
	小半灌木草原	毛莲蒿群系	Form. <i>Artemisia vestita</i>		✓
	杂类草草原	尼泊尔酸模群系	Form. <i>Rumex nepalensis</i>		✓
		密花香薷群系	Form. <i>Elsholtzia densa</i>	✓	✓
		飞廉群系	Form. <i>Carduus nutans</i>		✓
		斜茎黄耆群系	Form. <i>Astragalus adsurgens</i>		✓
		毛球苣荬群系	Form. <i>Caryopteris trichosphaera</i>	✓	✓
人工植被					
人工林	经济林	左旋柳林	Form. <i>Salix paraplesia</i> var. <i>subintegra</i>		✓
		榆树林	Form. <i>Ulmus pumila</i>		✓
农作物	粮食作物	青稞、小麦、豌豆、阳芋等		✓	✓
	饲草料	玉米、燕麦等		✓	✓

川西云杉群系 (Form. *Picea likiangensis* var. *balfouriana*) 在评价区主要分布于河流两岸的阴坡, 郁闭度 0.4~0.5。乔木层优势种为川西云杉 (*Picea likiangensis* var. *rubescens*), 高 8~15m, 胸径 10~25cm, 伴生种有大果圆柏 (*Juniperus tibetica*); 灌木层盖度 30%, 层均高 1.6m, 优势种为水栒子 (*Cotoneaster multiflorus*), 盖度 25%, 高约 1.5~2m, 伴生种有甘青鼠李 (*Rhamnus tangutica*)、小叶锦鸡儿 (*Caragana microphylla*) 等; 草本层较稀疏, 盖度 35%左右, 层均高 30cm, 优势种为藁草 (*Carex* sp.), 盖度 30%, 高 30~60cm 主要有早熟禾 (*Poa annua*)、高原唐松草 (*Thalictrum cultratum*)、银莲花 (*Anemone cathayensis*)、毛香火绒草 (*Leontopodium stracheyi*)、青蒿 (*Artemisia carvifolia*)、斜茎黄耆 (*Astragalus adsurgens*)、肉果草 (*Lancea tibetica*)、毛莲蒿 (*Artemisia vestita*) 等; 层外植物常见的有甘青铁线莲 (*Clematis tangutica*)、西藏铁线莲 (*Clematis tenuifolia*) 等。样方地点: 坝址附近, N: 31°26'25", E: 96°50'18", 海拔: 3480m; 坝址, N: 31°26'30", E: 96°50'13", 海拔: 3438m。

大果圆柏群系 (Form. *Sabina tibetica*) 在评价区主要分布于评价区河流两岸边, 郁闭度 0.3~0.4。乔木层优势种为大果圆柏, 高 5~10m, 胸径 15~25cm, 伴生种有川西云杉; 林下灌木层盖度 30~50%, 层均高 1~2m, 优势种为水栒子, 高约 1.2~1.5m, 伴生种有长刺茶藨子 (*Ribes alpestre*)、小叶锦鸡儿、鸡骨柴 (*Elsholtzia fruticosa*) 等; 草本层较稀疏, 盖度 35%左右, 层均高 30cm, 优势种为尼泊尔酸模 (*Rumex nepalensis*), 盖度 30%, 伴生种有天仙子 (*Hyoscyamus niger*)、高原唐松草、平车前 (*Plantago depressa*)、银莲花、秦艽 (*Gentiana macrophylla*)、青蒿、斜茎黄耆、毛莲蒿、戟叶火绒草 (*Leontopodium dedekensii*)、康

定翠雀花 (*Delphinium tatsienense*) 等; 层外植物常见的有甘青铁线莲、西藏铁线莲等。样方地点: 淹没区(芒达乡), N: 31°30'32", E: 96°48'28", 海拔: 3468m; 右岸上游存料场, N: 31°27'00", E: 96°50'02", 海拔: 3440m。

#### b. 阔叶林

阔叶林是由阔叶树种组成的森林, 有冬季落叶的落叶阔叶林(又称夏绿林)和四季常绿的常绿阔叶林(又称照叶林)两种类型。阔叶林的组成树种繁多, 中国的经济林树种大部分是阔叶树种。

评价区阔叶林包括硬叶常绿阔叶林和落叶阔叶林, 硬叶常绿阔叶林为川滇高山栎林, 落叶阔叶林主要为藏川杨林。评价区阔叶林面积 160.74hm<sup>2</sup>, 占评价区面积的 1.94%。

川滇高山栎林 (Form. *Quercus quifolioides*) 群系主要分布于评价区的阳坡或半阳坡; 其上界可接高山灌丛, 下界与干旱河谷灌丛接壤。由于评价区气候寒冷、多风、土壤贫瘠, 紫外线辐射强, 因此该地区川滇高山栎林多呈矮林至灌丛状态, 植株高度一般不超过 8m, 更多见的是 2-3m 的灌丛。群落外貌一般呈深绿色, 树冠圆伞形, 郁闭度较高, 在 0.8 左右。群落建群层片较为单纯, 乔木层在调查中仅见川滇高山栎一种, 伴生种类很少。灌木层盖度 20%左右, 层均高 1.5m, 优势种为栒子 (*Cotoneaster* sp.), 盖度 15%, 高约 1.5~2m, 伴生种主要有忍冬 (*Lonicera* sp.)、峨眉蔷薇、高山绣线菊 (*Spiraea alpine*)、小檗 (*Berberis* spp.)、锦鸡儿 (*Caragana* sp.)、杜鹃等组成。草本层盖度为 30%, 层均高 45cm, 优势种为苔草 (*Carex* spp.), 盖度 20%, 高约 0.5~0.8m, 伴生种有马先蒿 (*Pedicularis* spp.) 等。藤本植物不多, 主要有铁线莲 (*Clematis* sp.) 等。

藏川杨林 (Form. *Populus szechuanica* var. *tibetica*) 群系零星分布于村落周围的农田旁, 群落郁闭度不高, 在 0.3 左右, 优势种为藏川杨

(*Populus szechuanica* var. *tibetica*)，高 6~10m，胸径 5~15cm，盖度 30%，无伴生种。灌木层植物种类较少，盖度也较低，约为 20%，层均高约 0.8m 优势种有鸡骨柴，盖度 15%，高约 0.5~1.5m，伴生种主要有小檗、小叶锦鸡儿等。草本层种类较多，盖度也较大，约为 65%，优势种为尼泊尔酸模和醉马草 (*Achnatherum inebrians*)，盖度 60%，高约 0.5~0.7m，伴生种有银莲花、平车前、多花老鹳草 (*Geranium polyanthes*)、垂穗披碱草 (*Elymus nutans*) 等。样方地点：右岸输水管道旁，N: 31°24'15"，E: 96°51'42"，海拔：3420m。

### c. 灌丛

灌丛是主要由中生灌木为建群种组成的、具有较为郁闭植被层的植物群落。在西藏地区，灌丛植被分布相当普遍，从建群植物的生活型上看，有常绿革叶、常绿针叶、落叶阔叶、无叶（退化叶）和丛生竹类之分，也有大灌木、小灌木和匍匐灌木等之别。

评价区灌丛主要为落叶阔叶灌丛。主要有水栒子群系、小叶锦鸡儿群系、砂生槐群系、鸡骨柴群系、峨眉蔷薇群系、长刺茶藨子群系、甘青鼠李群系等。评价区灌丛面积 2677.95hm<sup>2</sup>，占评价区面积的 32.31%。

水栒子群系 (Form. *Cotoneaster multiflorus*) 在评价区分布广泛，是评价区最为常见的一个类群。群落盖度较大，为 40~70%，层高 1~2m，优势种为水栒子，盖度 50%，高约 1.2~1.5m，伴生种主要有鸡骨柴、小叶香茶菜 (*Isodon parvifolius*)、毛球蕨 (*Caryopteris trichosphaera*)、小叶锦鸡儿、甘青鼠李等；草本层植物种类较多，盖度 30~45%，层均高为 0.5m，优势种为毛莲蒿，盖度 35%，高约 0.4~0.7m，伴生种有高原唐松草、线叶珠光香青 (*Anaphalis margaritacea* var. *japonica*)、戟叶火绒草、大理白前 (*Cynanchum forrestii*)、密穗马先蒿 (*Pedicularis*

*densispica*)、微孔草 (*Microula sikkimensis*)、画眉草 (*Eragrostis pilosa*)、平车前、头花独行菜 (*Lepidium capitatum*)、茜草 (*Rubia cordifolia*)、密花香薷 (*Elsholtzia densa*) 等。层外植物主要为甘青铁线莲。样方地点：右岸输水线路，N: 31°22'44"，E: 96°53'37"，海拔：3410m；施工道路（8#公路）旁，N: 31°26'31"，E: 96°50'00"，海拔：3446m；1#公路旁坝址区，N: 31°26'27"，E: 96°50'35"，海拔：3435m。

叶锦鸡儿群系 (Form. *Caragana microphylla*) 在评价区分布不多，零星分布，主要在淹没区和坝址区有分布，群落盖度 70%，高 1~1.5m，优势种为小叶锦鸡儿，盖度 65%，高 0.8~1.2m，伴生种有水栒子、长刺茶藨子等；草本层较稀疏，盖度约 25%，层均高 40cm，优势种为高原唐松草，盖度 20%，高约 0.5~1.0m，伴生种有毛莲蒿、藁草、垂穗披碱草、榭蕨 (*Drynaria roosii*) 等。样方地点：淹没区（芒达乡），N: 31°30'32"，E: 96°48'28"，海拔：3468m。

砂生槐群系 (Form. *Sophora moorcroftiana*) 在评价区河段两岸均有分布，群落高 1~2m，盖度 40~70%，优势种为砂生槐 (*Sophora moorcroftiana*)，伴生种有水栒子、鸡骨柴、甘青鼠李、楔叶绣线菊 (*Spiraea canescens*) 等；草本层盖度 15~35%，高 15~40cm，优势种有高山唐松草和毛莲蒿，盖度 30%，高约 0.8~1.2m，伴生种有翅柄蓼 (*Polygonum sinomontanum*)、长芒草 (*Stipa bungeana*)、密花香薷、直立黄芪 (*Astragalus adsurgens*)、白草 (*Pennisetum flaccidum*)、平车前、茵陈蒿 (*Artemisia capillaris*)、垂穗披碱草等。样方地点：左岸输水线路旁，N: 31°19'12"，E: 96°56'47"，海拔：3363m；左岸输水线路旁（朗达村），N: 31°12'55"，E: 96°58'40"，海拔：3314m；5#公路，N: 31°26'37"，E: 96°50'06"，海拔：3457m。

鸡骨柴群系 (Form. *Elsholtzia fruticosa*) 在评价区分布广泛, 在路旁、田地旁、荒地、林缘林下均有分布, 群落高 0.5~1m, 盖度 50~80%, 优势种为鸡骨柴 (*Elsholtzia fruticosa*), 高约 0.4~0.6m, 伴生种有水栒子、小叶香茶菜、毛球菔等; 草本层盖度 15~35%, 高 20~50cm, 优势种有密花香薷, 盖度 25%, 高约 0.3~0.6m, 伴生种有戟叶火绒草、头花蓼 (*Polygonum capitatum*)、翅柄蓼、醉马草 (*Achnatherum inebrians*)、长芒草、白草、平车前、路边青 (*Geum aleppicum*)、毛莲蒿、多茎委陵菜 (*Potentilla multicaulis*)、反苞蒲公英 (*Taraxacum grypodon*)、狼毒 (*Stellera chamaejasme*)、珠芽艾麻 (*Laportea bulbifera*)、猪殃殃 (*Galium aparine* var. *tenerum*)、鹅肠菜 (*Myosoton aquaticum*) 等。层外植物主要有甘青铁线莲等。样方地点: 右岸上游存料场, N: 31°27'8", E: 96°49'59", 海拔: 3473m; 1#公路旁坝址区, N: 31°26'25", E: 96°50'37", 海拔: 3440m; 右岸输水线路, N: 31°22'44", E: 96°53'37", 海拔: 3410m。

长刺茶藨子群系 (Form. *Ribes alpestre*) 在评价区零星分布, 群落高约 1m, 盖度 60%左右, 优势种为长刺茶藨子, 盖度 50%, 高约 1.2~1.8m, 伴生种有水栒子、毛球菔、峨眉蔷薇 (*Rosa omeiensis*) 等; 草本层盖度 25%左右, 高约 40cm, 优势种为毛莲蒿盖度高约 0.5~1.2m, 伴生种有翅柄蓼、醉马草、头花蓼、平车前、画眉草 (*Eragrostis pilosa*)、[+/洽]草 (*Koeleria cristata*)、密花香薷、多茎委陵菜、反苞蒲公英、二裂委陵菜 (*Potentilla bifurca*) 等。层外植物主要有甘青铁线莲等。样方地点: 淹没区 (左岸上游 1#存料场), N: 31°30'32", E: 96°48'28", 海拔: 3452m。

#### d. 草原

草原是由具备一定御寒能力的、早生的多年生草本植物和小半灌木植

物占优势的植物群落组成的。在西藏草原的科属组成中，禾本科针茅属、菊科蒿属的作用最大。评价区草原包括丛生禾草草原、根茎禾草草原、小半灌木草原和杂类草草原。根据卫片解译，评价区草原面积 1195.29hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的 14.42%。

长芒草群系 (Form. *Stipa bungeana*) 是一种比较喜暖温的早生多年生禾草，密丛生，在评价区多为伴生种出现谷坡或田边，但在输水线路区果洛村附近有小片呈群落分布。群落层均高 30cm，盖度 70%左右，优势种为长芒草 (*Stipa bungeana*)，盖度 65%，高约 0.3~0.6m，伴生种有萎软紫菀 (*Aster flaccidus*)、露蕊乌头 (*Aconitum gymnantrum*)、二裂委陵菜、平车前、多茎委陵菜、毛香火绒草 (*Leontopodium stracheyi*)、狼毒、猪毛蒿 (*Artemisia scoparia*)、银莲花等。样方地点：左岸输水线路旁 (果洛村)，N: 31°21'27"，E: 96°55'08"，海拔：3385m。

醉马草群系 (Form. *Achnatherum inebrians*) 在评价区主要分布于路旁、荒坡等地，群落高 50~80cm，盖度 40~60%，以醉马草为优势种，主要伴生种有直立黄芪、牛蒡 (*Arctium lappa*)、平车前、篇蓄 (*Polygonum aviculare*)、早熟禾、尼泊尔酸模 (*Rumex nepalensis*) 等。样方地点：莫拿隆冲沟，N: 31°26'22"，E: 96°50'40"，海拔：3444m；右岸输水线路附近 (朗达村)，N: 31°12'55"，E: 96°58'37"，海拔：3317m。

白草群系 (Form. *Pennisetum flaccidum*) 在评价区主要分布于路旁、荒坡等地，群落高 50~60cm，盖度 55~80%，以白草 (*Pennisetum flaccidum*) 为优势种，盖度 70%，高约 0.5m 主要伴生种有直立黄芪、尼泊尔酸模 (*Rumex nepalensis*)、平车前、多茎委陵菜、反苞蒲公英、密花香薷、早熟禾等。样方地点：施工道路 (8#公路)，N: 31°26'31"，E: 96°50'00"，海拔：3446m。

毛莲蒿群系 (Form. *Artemisia vestita*) 主要分布在评价区的河谷地区, 一般在评价区林缘和灌木丛中以及路旁和荒地有一定面积的分布, 盖度 50%左右, 高 20~60cm。优势种为毛莲蒿, 盖度 40%, 高约 0.3~0.8m 伴生种有草地早熟禾 (*Poa pratensis*)、头花独行菜、直立黄芪、平车前、篇蓄、反苞蒲公英、肉果草 (*Lancea tibetica*)、小苜蓿 (*Medicago minima*)、露蕊乌头、麻花苳 (*Gentiana straminea*)、西藏草莓 (*Fragaria nubicola*)、康定翠雀花、多枝棘豆 (*Oxytropis ramosissima*)、尼泊尔酸模等。样方地点: 淹没区, N: 31°26'38", E: 96°49'54", 海拔: 3436m; 右岸输水线路, N: 31°22'44", E: 96°53'37", 海拔: 3410m; 右岸输水线路附近 (加林村), N: 31°11'37", E: 97°02'35", 海拔: 3311m。

尼泊尔酸模群系 (Form. *Rumex nepalensis*) 主要分布在评价区的路旁和荒地, 盖度 40~75%, 高约 50~80cm, 优势种为尼泊尔酸模, 伴生种常有平车前、早熟禾 (*Poa annua*)、毛莲蒿、垂穗披碱草、多茎委陵菜、青蒿、短穗兔耳草 (*Lagotis brachystachya*)、直立黄芪、甘肃马先蒿 (*Pedicularis kansuensis*)、密花香薷、反苞蒲公英、长芒草等。样方地点: 坝址, N: 31°26'27", E: 96°50'25", 海拔: 3436m; 坝址区附近, N: 31°26'30", E: 96°50'13", 海拔: 3438m。

密花香薷群系 (Form. *Elsholtzia densa*) 主要分布在评价区的灌丛下和林下以及荒草地、路旁等处, 盖度可高达 90%, 高约 30cm。优势种为密花香薷, 盖度 80%, 高约 0.5~0.7m, 伴生种有平车前、尼泊尔酸模、微孔草、二裂委陵菜、琉璃草 (*Cynoglossum furcatum*)、夏至草 (*Lagopsis supina*)、杂配轴藜 (*Axyris hybrida*)、篇蓄、反苞蒲公英等。样方地点: 坝址区附近, N: 31°26'30", E: 96°50'13", 海拔: 3438m。

飞廉群系 (Form. *Carduus nutans*) 主要分布在评价区的路旁、荒坡、弃耕地等处, 盖度可达 75%, 高约 80cm, 优势种为飞廉 (*Carduus nutans*), 盖度 70%, 高约 0.4~0.9m, 群落常伴生有密花香薷、垂穗披碱草、平车前、芸苔、杂配轴藜、直立黄芪等。样方地点: 左岸输水线路旁, N: 31°19'12", E: 96°56'47", 海拔: 3363m。

斜茎黄耆群系 (Form. *Astragalus adsurgens*) 在评价区灌丛下和林下以及荒草地分布广泛, 盖度可达 95%, 群落高约 20cm, 优势种为斜茎黄耆 (*Astragalus adsurgens*), 伴生种有平车前、猪毛蒿、反苞蒲公英、肉果草、长芒草、毛莲蒿、麻花苣 (*Gentiana straminea*) 等。样方地点: 淹没区 (左岸上游 1#存料场), N: 31°30'32", E: 96°48'28", 海拔: 3452m。

## ② 人工植被

评价区为农牧区, 农业植被以粮食作物为主。耕地主要分布在河边的阶地及洪积扇上, 面积小, 狭窄而不连续。粮食作物以青稞 (*Hordeum vulgare* var. *coeleste*)、小麦 (*Triticum aestivum*) 为主, 其次是豌豆 (*Pisum sativum*)、马铃薯 (*Solanum tuberosum*) 等。另外还种植饲草料作物, 主要为玉米 (*Zea mays*) 和燕麦 (*Avena sativa*)。

评价区还分布有小面积的经济林, 经济林主要为左旋柳 (*Salix paraplesia* var. *subintegra*) 林、榆树 (*Ulmus pumila*) 林等, 这些经济林多见于村落居民点附近。

## 4) 植被分布特征

根据现场调查结果结合评价区的卫星影像图等资料, 评价区植被在水平和垂直分布上存在一定的规律和差异。

### ① 水平分布特征

枢纽工程区及库区：枢纽工程区及库区属高山深切河谷地貌，河流自西北向东南蜿蜒展布，两岸山体较雄厚，山坡坡度较陡。基于此，枢纽工程区及库区不利于农耕，现场调查显示，枢纽工程区植被相比下游灌区，植被受人为干扰相对较小，农业植被分布面积不大，植被以针叶林和灌丛为主，针叶林主要是大果圆柏群系和川西云杉群系等，组成灌丛植被以小檗属、栒子属、锦鸡儿属、蔷薇属、委陵菜属等属植物为主。

供水和灌溉工程区：根据现场调查及卫星影像资料，下游灌区地势相对平缓，利于农业耕作，已存在一些灌区（如俄洛灌区），因此灌区原生植被受人为干扰相对较大，农业植被分布面积较大。沿河两岸阶地多为农作物，田缘以栒子灌丛和杂类草草从为主，田缘上部多为灌丛和草原植被，在阴坡分布有川西云杉等针叶树种。

## ② 垂直分布特征

海拔 3400m 以下为干旱河谷灌丛，组成这类灌丛的植物主要有砂生槐、甘青鼠李、水栒子、长刺茶藨子等。人为活动频繁的地段，鸡骨柴分布广泛。沿河流两岸零星分布有大果圆柏群系，沿河阶地主要分布农业植被，农业的耕作制度为一年一季，主要种植的有青稞、小麦、荞麦、油菜、马铃薯、燕麦、玉米等。

海拔 3400m 以上的阴坡分布有以川西云杉为优势种的针叶林，林下落叶灌木层片包括忍冬属、茶藨子属、锦鸡儿属的植物。阳坡分布着由栒子属、小檗属、蔷薇属、锦鸡儿属的种类组成的灌丛。

林线 3700m 以上为分布于阴坡的灌丛和分布于阳坡的草原，植被外貌特征分明。

鉴于枢纽工程区及库区两岸山体较雄厚，山坡坡度较陡，而灌区地势较为平缓，从植被的垂直分布特征来看，以枢纽工程区及库区的植被垂直

分布特征较为明显。详见“4.2.1.5 节枢纽工程区及库区生态环境现状”。

### (3) 重点保护植物和古树名木

#### 1) 重点保护植物

根据现场调查,对照《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(1998)和《西藏自治区重点保护植物名录修订》(马景锐等,2015),评价区内未发现国家重点保护野生植物和自治区重点保护植物的分布。但据相关资料记载及访问得知,可能分布有国家二级保护植物山茛菪(*Anisodus tanguticus*)和松茸(*Tricholoma matsutake*)。

山茛菪为茄科山茛菪属多年生宿根草本,高40~80cm,生于海拔2000~4400m的山坡、草坡阳处,高山疏林草丛中。

松茸好生于养份不多而且比较干燥的林地,寒温带海拔3500m以上的高山林地,一般在秋季生成,通常寄生于赤松、偃松、铁杉、日本铁杉的根部。

#### 2) 古树名木

根据现场调查,评价区内有古树4株,其中藏川杨1株,左旋柳3株。评价区古树名木基本情况及与工程的相对位置关系见表4.2.1-6。

### (4) 生态公益林

根据《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程拟使用林地初步调查结果分析报告》,本工程不涉及国家一级公益林,临时占用国家二级公益林2.97hm<sup>2</sup>,永久占用国家二级公益林69.57hm<sup>2</sup>,分别占区域国家二级公益林总面积(354km<sup>2</sup>)的0.008%和0.20%。见附图21。

表 4.2.1-6

评价区内古树资源分布

序号	树种名称	调查照片	生长状况	分布位置	经纬度和海拔 (m)	保护等级	与工程的位置关系
1	藏川杨 <i>Populus szechuanica</i> var. <i>tibetica</i>		1 株, 高 25m, 胸径 130cm, 冠幅 15 × 15m	沙贡乡	N 31° 23' 45.98", E 96° 52' 19.22"; 海拔: 3434m	未挂牌	位于昂曲右岸沙贡乡, 距离左岸输水线路最近距离约 260m
2	左旋柳 <i>Salix paraplesia</i> var. <i>subintegra</i>		2 株, 其中 1 株高 23m, 胸 径 140cm, 冠 幅 12 × 12m; 另一株高 20m, 胸径 130cm, 冠幅 10 × 10m	俄洛镇 加林村	N 31° 11' 38.62"3, E 97° 2' 21.14"; 海拔: 3329m	未挂牌	位于右岸输水线路 (俄洛镇加林村) 旁, 距离输水线路最近距离约 230m
3	左旋柳 <i>Salix paraplesia</i> var. <i>subintegra</i>		1 株, 高 25m, 胸径 240cm, 冠幅 16 × 18m	俄洛镇 加林村	N 31° 11' 38.24", E 97° 2' 19.59", 海拔: 3331m	未挂牌	位于右岸输水线路 (俄洛镇加林村) 旁, 距离输水线路最近距离约 270m

#### 4.2.1.4 陆生动物

根据工程特点，华中师范大学选择典型生境进行考察分析，采用样线法、样方法对本工程评价区的陆生野生动物进行了外业调查，并在沿线村庄及项目所在区域的林业部门进行了座谈访问。在此基础上，查阅并参考《中国动物志》（两栖纲）（科学出版社，2009年）、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》（赵尔宓，张学文等，2000年）、《中国鸟类分类与分布名录（第2版）》（郑光美，2011年）、《中国爬行动物图鉴》（中国野生动物保护协会，2002年）、《中国鸟类图鉴》（钱燕文，1995年）、《中国脊椎动物大全》（刘明玉，解玉浩等，2000年）、《中国兽类野外手册》（湖南教育出版社，2009年）以及关于本地区脊椎动物类的相关文献资料《西藏自治区动物志》（2005年）、《西藏两栖爬行动物》，（科学出版社，1987）、《西藏鸟类志》（科学出版社，1983）、《横断山区两栖爬行动物》（科学出版社1997）《横断山区鸟类》（科学出版社1996）等，对评价区的动物资源现状得出综合结论。

为表示各类动物种类数量的丰富度，采用数量等级方法：对某动物种群在单位面积内其数量占所调查动物总数的10%以上，用“+++”表示，该种群为当地优势种；对某动物种群占调查总数的1~10%，用“++”表示，该动物种为当地普通种；对某动物种群占调查总数的1%以下或仅1%，用“+”表示，该物种为当地稀有种。数量等级评价标准见表4.2.1-7。

表 4.2.1-7 动物资源数量等级评价标准

种群状况	表示符号	标准
当地优势种	+++	单位面积内其数量占所调查动物总数的10%以上
当地普通种	++	单位面积内其数量占所调查动物总数的1~10%以上
当地稀有种	+	单位面积内其数量占所调查动物总数的仅1%或1%以下

##### (1) 动物种类组成及区系

据实地考察及对相关资料进行综合分析，评价区共有陆生脊椎动物 4 纲 22 目 51 科 107 种；其中有国家 I 级重点保护动物 6 种，国家 II 级重点保护动物 20 种；自治区 I 级重点保护动物 15 种，自治区 II 级重点保护动物 18 种。评价区两栖类、爬行类、鸟类、兽类各纲的种类组成、区系、保护等级参见表 4.2.1-8。

表 4.2.1-8 评价范围内陆生脊椎动物数量、区系及保护情况

种类组成				动物区系			国家级		自治区级	
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	I 级	II 级	I 级	II 级
两栖纲	1	3	3	2	1	0	0	0	0	0
爬行纲	1	3	3	2	1	0	0	0	0	0
鸟纲	14	30	75	10	37	28	4	13	9	10
哺乳纲	6	15	26	13	8	5	2	7	6	8
合计	22	51	107	27	47	33	6	20	15	18

评价区处于横断山区，根据《中国动物地理》（张荣祖，2011），由于横断山区特殊的南北向并列的山脉-峡谷地貌，使区域内古北界和东洋界的动物成分复杂。但总体上两界在横断山区的确切分布，依目前的调查尚不易确定，因此在动物地理区系图上以虚线代替。评价区的范围目前属于古北界-中印亚界-IV 青藏区-IV<sub>B</sub> 青海藏南亚区-青藏东布省（IV<sub>B2</sub>）-高地针叶森林草原动物群。

从评价区的陆生动物区系成分分析，评价区有东洋种 27 种，占评价区总种数的 25.23%；广布种 33 种，占评价区总种数的 30.84%；古北种 47 种；占评价区总种数的 43.93%。可见，评价区陆生动物区系特征是古北种略占优势，动物分布的特点和区系特征吻合。由于横断山区独特的地形地貌特点，使区域内成为古北界和东洋界两界动物交流的通道，因此总体上区域内动物区系各成分比例优势不明显。

## (2) 陆生动物多样性现状

### 1) 两栖类

#### ① 种类组成

评价范围内两栖动物有 1 目 3 科 3 种（见附录 3），无国家级和自治区级重点保护种类。其中西藏齿突蟾(*Scutigera boulengeri*)和西藏蟾蜍(*Bufo tibetanus*)等为评价范围常见种。

#### ② 区系组成

评价区所记录的 3 种两栖类有东洋种 2 种，占评价范围两栖动物的 66.67%，古北种 1 种，占 33.33%，评价区内分布的两栖类主要为喜马拉雅-横断山区型。

#### ③ 生态类型

根据生活习性的不同，评价范围内的两栖类可分为以下 3 种生态类型：

**溪流型**（在流水中活动觅食）：西藏齿突蟾 1 种，主要分布在评价范围内的昂曲各支流附近。

**陆栖型**（在陆地上活动觅食）：西藏蟾蜍 1 种，主要分布在评价范围内离水源不远的陆地上活动，与人类活动关系较密切。

**静水型**（在静水水域活动）：高山倭蛙 1 种，主要分布在评价范围内河流附近活动，数量较少。

### 2) 爬行类

#### ① 种类组成

评价范围内爬行类共有 1 目 3 科 3 种（见附录 3），无国家级和自治区级重点保护种类。评价区无重点保护爬行动物，其中草绿龙蜥(*Japalura flaviceps*)和高原蝮(*Gloydius strauchii*)相对较为常见。

## ② 区系组成

评价区记录的 3 种爬行类中，有东洋种 2 种，占 67.67%；古北种 1 种，占 33.33%。爬行类和两栖类相似，移动能力较差，不易跨越地理障碍相互渗透。

## ③ 生态类型

根据评价范围内爬行动物生活习性的不同，可以将评价范围内爬行动物分为以下 2 种生态类型：

**灌丛石隙型**（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：草绿龙蜥、高原蝮 2 种，主要在评价范围内的灌丛中活动。

**林栖傍水型**（在山谷间有溪流的山坡上活动）：玉斑锦蛇（*Elaphe mandarina*）1 种，主要在评价范围内水域和支流附近的山间林地活动。

## 3) 鸟类

### ① 种类组成

评价范围内鸟类有 75 种，隶属于 14 目 30 科（见附录 3）。其中，雀形目鸟类最多，共 41 种，占 53.95%。评价范围内有国家和自治区 I 级重点保护鸟类 4 种，即胡兀鹫（*Cypaetus barbatus*）、斑尾榛鸡（*Bonasa sewerzowi*）、雉鹑（*Tetraophasis obscurus*），国家 II 级重点保护鸟类 13 种，包括高山兀鹫（*Gyps himalayensis*）、金雕（*Aquila chrysaetos*）、黑鸢（*Milvus migrans*）、大鵟（*Buteo hemilasius*）、普通鵟（*Buteo. buteo*）、红隼（*Falco. tinnunculus*）、苍鹰（*Accipiter gentilis*）、燕隼（*Falco subbuteo*）、血雉（*Ithaginis cruentus*）、藏雪鸡（*Tetraogallus tibetanus*）、白马鸡（*Crossoptilon crossoptilon*）、长耳鸮（*Asio otus*）、雕鸮（*Bubo bobo*）和绯胸鹦鹉（*Psittacula alexandri*）；有自治区 I 级重点保护鸟类 9 种，分别为黑鸢、金雕、高山兀鹫、胡兀鹫、普通鵟、大鵟、红隼、斑尾

榛鸡和雉鹑，有自治区Ⅱ级重点保护鸟类 10 种，分别为赤麻鸭、苍鹰、燕隼、藏雪鸡、白马鸡、血雉、环颈雉 (*Phasianus colchicus*)、雕鸮、长耳鸮和绯胸鸮。

### ② 区系组成

在评价范围内的鸟类中，有东洋种 10 种，占 13.33%；古北种有 37 种，占 49.33%；广布种有 28 种，占 37.34%。鸟类渗透能力较强，使评价区内东洋种占有一定比例，但总体上古北种相对较多。

### ③ 居留型

在评价范围内的鸟类中，留鸟 50 种，占 66.67%；冬候鸟 2 种，占 2.67%；夏候鸟 20 种，占 26.66%，旅鸟 3 种，占 4.0%。其中属于繁殖鸟（包括留鸟和夏候鸟）的有 70 种，占绝对优势；迁徙鸟类（包括夏候鸟、冬候鸟和旅鸟）有 25 种，占 33.33%，大对数为夏候鸟。

### ④ 生态类型

按生活习性的不同，可以将评价范围内的鸟类分为以下 6 类：

**游禽**（脚向后伸，趾间有蹼，有扁阔的或尖嘴，善于游泳、潜水和在水中掏取食物）：包括鸕鹚目和雁形目鸭科种类：凤头鸕鹚 (*Podiceps cristatus*)、赤麻鸭 (*Tadorna ferruginea*)、绿翅鸭 (*Anas crecca*)、凤头潜鸭 (*Aythya fuligula*)、普通秋沙鸭 (*Mergus merganser*) 5 种，在评价范围内主要在河岸边活动、捕食，主要分布在枢纽工程区附近的水域和灌区范围的河流附近。

**涉禽**（嘴、颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食）：包括鸕鹚形目、鹤形目和鹤形目的牛背鹭 (*Bubulcus ibis*)、红脚鸕鹚 (*Tringa totanus*) 共 2 种，在评价范围内主要栖息于昂曲河干支流以及灌区的河流及农田附近，种群数量较少。

**陆禽**（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：包括鸡形目和鸽形目的种类，有斑尾榛鸡、高原山鹑（*Perdix hodgsoniae*）、雉鹑、白马鸡、藏雪鸡、血雉、环颈雉、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）、雪鸽（*Columba leuconota*）、岩鸽（*Columba Rupestris*）10种，在评价范围内主要活动在有人类活动的林地或居民区附近的农田等区域，在枢纽工程区和灌区均有分布。

**猛禽**（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：包括隼形目和鸮形目的胡兀鹫、苍鹰、大鵟、普通鵟、燕隼、红隼、金雕、高山兀鹫、黑鸢、长耳鸮、雕鸮11种，均为国家级重点保护鸟类，在评价范围内的山林中筑巢，活动范围较广，在灌区周围的山体及枢纽工程区均有分布。

**攀禽**（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：包括夜鹰目、鸱形目戴胜目和鸢形目的普通夜鹰（*Caprimulgus indicus*）、绯胸鸮、大杜鹃（*Cuculus canorus*）、戴胜（*Upupa epops*）、黑啄木鸟（*Picumnus innominatus*）和灰头绿啄木鸟（*Picus canus*）6种，在评价范围内主要分布于昂曲河沿岸两旁林中或灌区村寨周围林缘。

**鸣禽**（鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：雀形目的所有鸟类都为鸣禽，如喜鹊（*Pica pica*）、金腰燕（*Hirundo daurica*）、黄腹柳莺（*Phylloscopus affinis*）、大山雀（*Parus major*）等共41种，在枢纽工程区和灌区都有一定的分布。

#### 4) 兽类

##### ① 种类组成

评价范围内哺乳类共有6目15科26种（见附录3），以啮齿类和食肉类为主。有国家和自治区I级重点保护哺乳类2种，为白唇鹿（*Gervus*

*albirostris*) 和林麝 (*Moschus berezovskii*)，有国家 II 级重点保护哺乳类 7 种，分别为猕猴 (*Macaca mulatta*)、黑熊 (*Selenacros thibtanus*)、小熊猫 (*Ailurus fulgens*)、水獭 (*Aonyx cinerea*)、黄喉貂 (*Martes flavigulu*)、斑羚 (*Naemorhedus goral*) 和岩羊 (*Pseudois nayaur*)；有自治区 I 级重点保护哺乳类 6 种，分别为赤狐 (*Vulpes vulpes*)、藏狐 (*Vulpes ferrilata*)、香鼬 (*Mustela altaica*)、黄鼬 (*Mustela sibirica*)、白唇鹿和林麝，自治区 II 级级重点保护哺乳类 8 种，分别猕猴、黑熊、小熊猫、水獭、黄喉貂、豹猫、斑羚和岩羊。

### ② 区系组成

评价范围内记录的 26 种哺乳类有东洋种 13 种，占 50.0%；古北种 8 种，占 30.77%；广布种 5 种，占 19.23%。评价范围内的哺乳类以东洋种类较多，古北种也占较大比例。

### ③ 生态类型

根据评价范围兽类生活习性的不同，可以将上述种类分为以下 3 种生态类型：

**穴居型**（主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：此种类型的有藏鼯鼠 (*Sorex thibetanus*)、灰鼠兔 (*Ochotona roylei*)、川西鼠兔 (*Ochotona gloveri*)、高原兔 (*Lepus oiostolus*)、喜马拉雅旱獭 (*Marmota himalayana*)、中华姬鼠 (*Apodemus draco*)、大足鼠 (*Rattus nitidus*)、社鼠 (*Rattus niviventer*)、藏仓鼠 (*Cricetulus kamensis*) 9 种，在评价范围内主要活动于山林和田野中，其中小家鼠与人类关系密切，主要分布在库区附近的村落和山林以及各灌区周围。

**地面生活型**（主要在地面上活动、觅食）：有猕猴、小熊猫、豹猫、黄喉貂、香鼬、黄鼬、狗獾、猪獾、黑熊、藏狐、赤狐、林麝、斑羚、岩羊和白唇鹿 15 种，主要分布在河流上游支流的各林间山体中。

**树栖型**（主要在树上栖息、觅食）：该类型红腹松鼠（*Callosciurus erythaeus*）1 种，在评价范围内分布在各支流两岸的树林中。

**水栖型**（主要在水中活动觅食）：评价区内有水獭 1 种，主要生活水岸石缝底下或水边灌木丛中，评价区数量较少。

### （3）重点保护野生动物

根据现场调查并参考相关资料，宗通卡枢纽工程评价范围内共有国家 I 级重点保护动物 6 种，金雕、胡兀鹫、斑尾榛鸡、雉鹑、林麝、白唇鹿；国家 II 级重点保护动物 20 种，黑鸢、高山兀鹫、苍鹰、普通鵟、大鵟、红隼、燕隼、藏雪鸡、白马鸡、血雉、雕鸮、长耳鸮、绯胸鹦鹉、猕猴、黑熊、黄喉貂、水獭、小熊猫、斑羚、岩羊；自治区 I 级重点保护动物 15 种，分别是黑鸢、金雕、高山兀鹫、胡兀鹫、普通鵟、大鵟、红隼、斑尾榛鸡、雉鹑、赤狐、藏狐、黄鼬、香鼬、林麝、白唇鹿，自治区 II 级重点保护动物 18 种，分别是赤麻鸭、苍鹰、燕隼、藏雪鸡、白马鸡、血雉、环颈雉、雕鸮、长耳鸮、绯胸鹦鹉、猕猴、黑熊、黄喉貂、水獭、小熊猫、豹猫、斑羚、岩羊。具体保护种类如下表 4.2.1-9 所示。

#### 4.2.1.5 典型工程区生态环境现状

##### （1）枢纽工程区及库区生态环境现状

##### 1) 枢纽工程区生态环境现状

枢纽工程区属高山深切河谷地貌，河流自西北向东南蜿蜒展布。河谷宽缓，岸坡稍陡，河谷呈对称“U”字型。枢纽工程区的生态系统类型主要为灌草地，主要有小叶柃子灌丛、水柃子灌丛、长刺茶藨子灌丛、砂生槐灌丛等。枢纽

表 4.2.1-9

评价范围内重点保护野生动物名录

名称	多度	栖息地海拔	国家级		自治区级		主要栖息生境	依据		
			I级	II级	I级	II级		目击	访问	资料
1. 赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>	+	-				✓	枢纽区附近的水域和农田等环境中		✓	✓
2. 黑鳶 <i>Milvus migrans</i>	+	-		✓	✓		评价范围内均有分布	✓		
3. 金雕 <i>Aquila chrysaetos</i>	+	2000~5000m	✓		✓		评价区范围内的林地或林缘的灌木林			✓
4. 高山兀鹫 <i>Gyps himalayensis</i>	++	-		✓	✓		评价范围内均有分布	✓		
5. 胡兀鹫 <i>Gyps himalayensis</i>	+	2000~5300m	✓		✓		灌区范围内较开阔的裸岩区域		✓	✓
6. 苍鹰 <i>Accipiter gentilis</i>	+	-		✓		✓	评价范围内均有分布		✓	✓
7. 普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	+	2000~3500m		✓	✓		评价范围内的林缘地带			✓
8. 大鵟 <i>Buteo hemilasius</i>	+	-		✓	✓		评价范围内均有分布	✓		
9. 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	++	2000~5000m		✓	✓		评价范围内均有分布	✓		
10. 燕隼 <i>Falco subbuteo</i>	+	2000~3800m		✓		✓	灌区的农田、林地以及居民区附近			✓
11. 斑尾榛鸡 <i>Bonasa sewerzowi</i>	+	2500~4000m	✓		✓		评价范围内山体上部的针叶林地			✓
12. 雉鹑 <i>Tetraophasis obscurus</i>	+	4000m左右	✓		✓		评价范围内山体上部的针叶林和灌木林		✓	
13. 藏雪鸡 <i>Tetraogallus tibetanus</i>	+	2500~6000m		✓		✓	评价区上体上部的裸露岩石、稀疏及高山草甸地带		✓	
14. 白马鸡 <i>Crossoptilon crossoptilon</i>	++	3000m以上		✓		✓	评价范围内的乔木林和灌木林地周边均有分布		✓	
15. 血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>	+	1700~4500m		✓		✓	评价区内的次生林及灌丛中		✓	✓
16. 环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	+	2500~3800m				✓	评价区的林缘、灌丛以及居民区附近的农田等生境	✓		
17. 雕鸮 <i>Bubo bobo</i>	+	4500m以下		✓		✓	评价区内有林地的河谷地带		✓	✓
18. 长耳鸮 <i>Asio otus</i>	+	2500~4000m		✓		✓	评价区内有林地的河谷地带		✓	✓
19. 绯胸鹦鹉 <i>Psittacula alexandri</i>	+	2000~2500m		✓		✓	评价区内有开阔林区		✓	
20. 猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	+	2000~4300m		✓		✓	在评价范围内阔叶林和针叶林混交林地带出没。		✓	
21. 赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>	+	2000~5000m			✓		灌区的农田、林地以及居民区附近		✓	✓
22. 藏狐 <i>Vulpes ferrilata</i>	+	2000~5200m			✓		评价范围内的高山草甸区域		✓	
23. 黑熊 <i>Selenacros thibtanus</i>	+	1000~4400m		✓		✓	评价范围内的高山林地		✓	
24. 黄喉貂 <i>Martes flavigulu</i>	+	3000m以下		✓		✓	活动于评价区的林地周围		✓	✓

续表 4.2.1-9

评价区重点保护野生动物名录

名称	多度	栖息地海拔	国家级		自治区级		主要栖息生境	依据		
			I级	II级	I级	II级		目击	访问	资料
25. 黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	+	2000~4200m			✓		灌区周边的农田及居民区附近			✓
26. 香鼬 <i>Martes flavigulu</i>	++	2600~4400m			✓		枢纽区附近的高山灌丛及附近区域	✓		
27. 水獭 <i>Lutra lutra</i>	+	3000m左右		✓		✓	评价范围内河谷水域附近		✓	
28. 小熊猫 <i>Ailurus fulgens</i>	+	1000m~3800m		✓		✓	评价范围内的河谷周边林地		✓	
29. 豹猫 <i>Felis bengalensis</i>	+	3600m以下				✓	评价范围内的林地		✓	✓
30. 斑羚 <i>Naemorhedus goral</i>	+	3800m以下		✓		✓	评价范围内的林地或山坡		✓	✓
31. 岩羊 <i>Capricornis sumatraensis</i>	++	3000~6000m		✓		✓	评价范围内的高山裸岩地带, 常到灌丛地带觅食	✓		
32. 林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	++	1600~3900m	✓		✓		评价区及其附近的高山针叶林及灌丛附近区域		✓	✓
33. 白唇鹿 <i>Gervus albirostris</i>	+	3000-5200m	✓		✓		评价范围内高山林地区域			✓

工程区分布的动物主要是鸟类，如高山兀鹫、黑鸢、大嘴乌鸦、普通朱雀、灰眉岩鹀等。枢纽工程区及施工区生态环境现状见图 4.2.1-2 和 4.2.1-3。



图 4.2.1-2 枢纽工程区生态环境现状

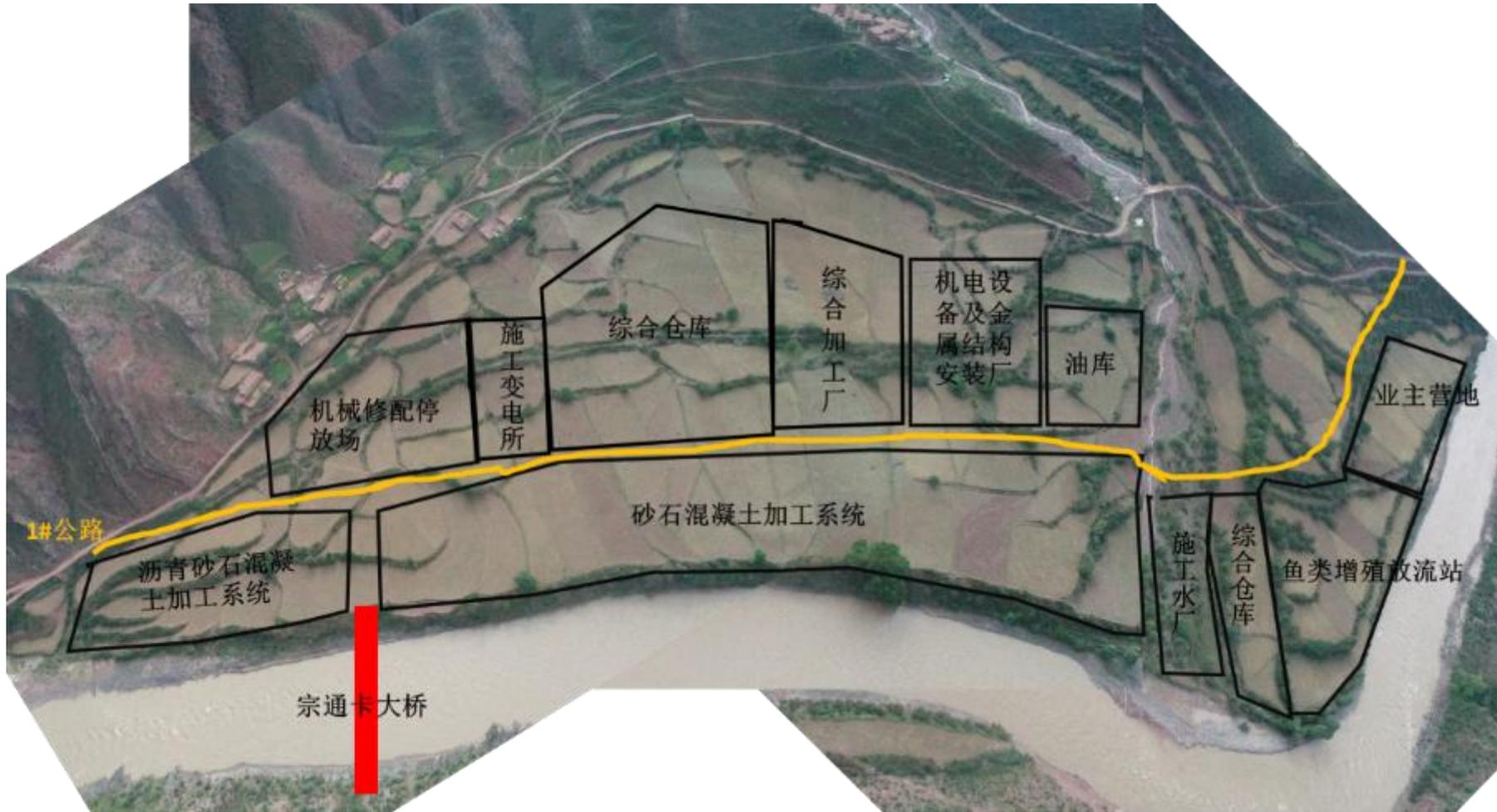


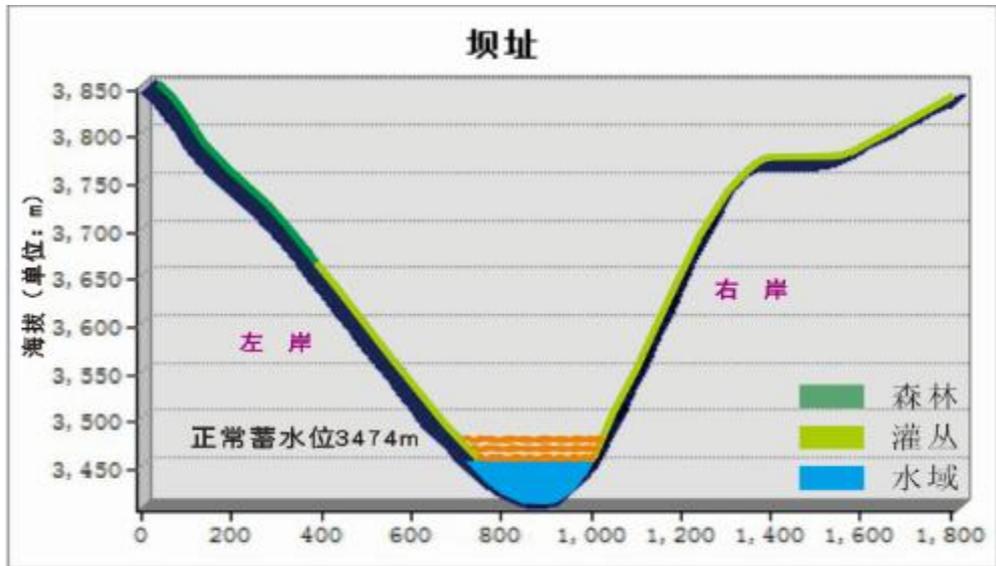
图 4.2.1-3 枢纽工程施工区布置示意图

## 2) 库区生态环境现状

根据现场调查，宗通卡库区植被在水平方向上差异不明显，但在垂直分布上呈现一定的不明显的成层分布。

宗通卡水库正常蓄水位 3474m，本次评价将海拔 3850m 以下河槽部分的植被进行剖面分析，选取宗通卡坝址断面、白措村河段断面（位于坝址上游约 4km）、芒达乡断面（位于坝址上游约 11km）及然爱村河段断面（位于坝址上游约 14km）等 4 个断面做植被剖面分析，并做出相应的河槽典型剖面植被分布图。

坝址左岸河滩地至海拔 3650m 处，主要植被类型为灌丛和灌草丛，常见植物有水桐子、鸡骨柴、密花香薷、毛球菝等；海拔 3650m 以上主要为森林植被，如川西云杉林、川滇高山栎林等。坝址右岸主要为灌丛和灌草丛，主要为峨眉蔷薇、鸡骨柴等。



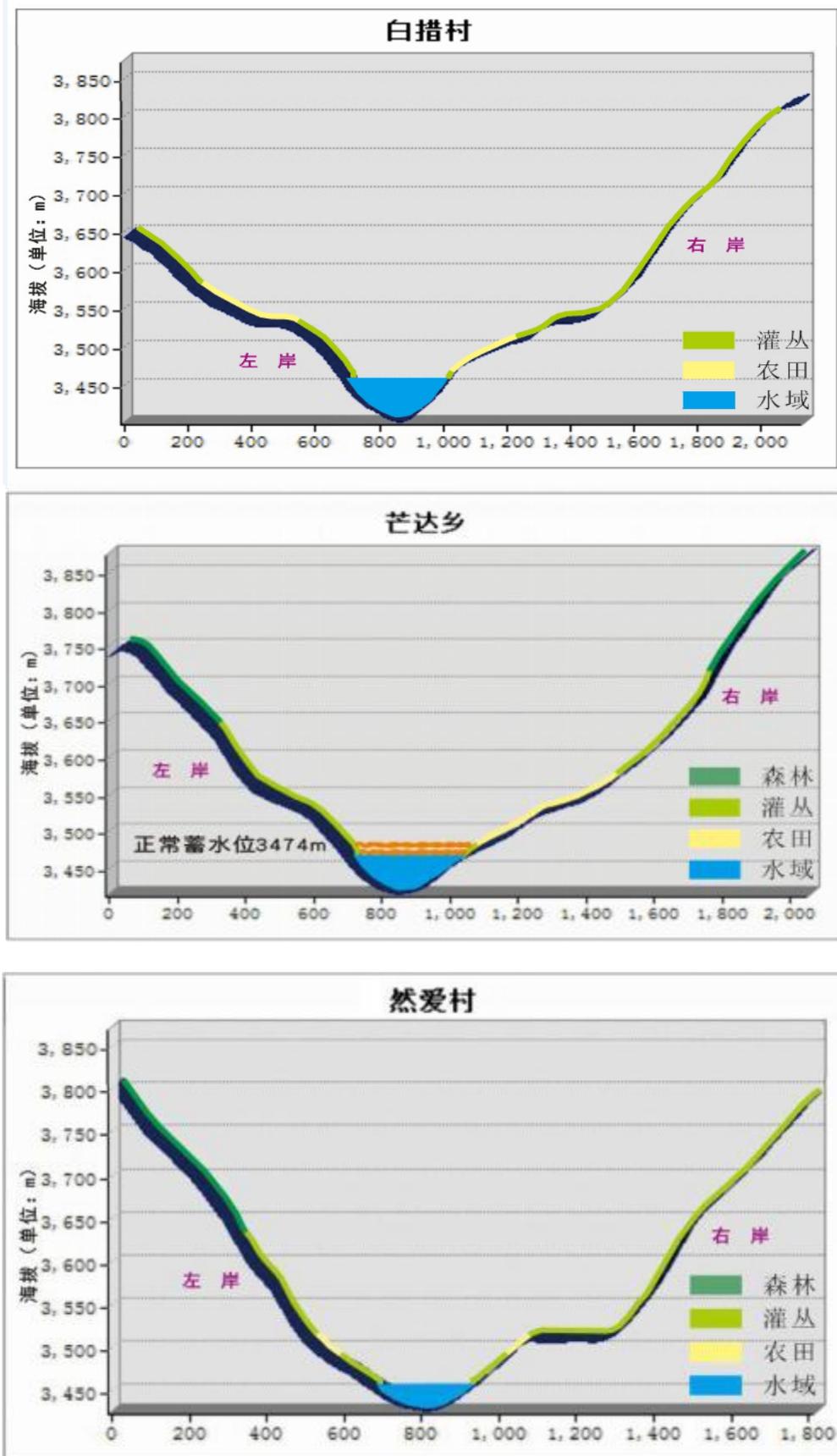


图 4.2.1-4 河槽典型剖面植被分布图

白措村左岸河滩地从水域至海拔 3525m 左右，主要为灌丛和灌草丛植被，常见为水**柁**子、尼泊尔酸模、飞廉等；海拔 3525m 至 3550m 左右，为农业植被；海拔 3550m 依山主要为灌丛和灌草丛。白措村右岸河滩地较少，海拔 3500m 以下除水域外，主要为农业植被和少量的灌草丛，3500m 以上以峨眉蔷薇灌丛、水**柁**子灌丛、密花香薷灌草丛、醉马草灌草丛等为主。

芒达乡左岸水域至海拔 3625m 左右，主要为灌丛和灌草丛植被，常见有峨眉蔷薇、砂生槐、斜茎黄耆、多裂委陵菜等；海拔 3625m 以上主要为森林植被，常见为川西云杉。芒达乡右岸靠近水域有少量灌丛，随之海拔 3625m 以下均为农业植被，海拔 3625m 至 3700m 左右，主要为以水**柁**子灌丛、鸡骨柴灌丛等为主，3700m 以上主要为川滇高山栎、藏川杨等。

然爱村左岸水域至海拔 3475m 河滩地主要为砂生槐灌丛、尼泊尔酸模灌丛等；海拔 3475m 至海拔 3500m 主要农业植被；海拔 3500m 至海拔 3625m 左右，主要为灌丛和灌草丛植被，海拔 3625m 以上主要为森林植被。然爱村右岸在海拔 3480~3520m 之间主要为农业植被，其他区段均为灌丛和灌草丛植被，主要以峨眉蔷薇灌丛、圆叶**柁**子灌丛、密花香薷灌草丛等。

沿河两岸典型的植被剖面是河滩地→灌丛及灌草丛带→森林带，部分河岸地带为河滩地→农作物带→灌丛及灌草丛带→森林带，部分河段无森林带。河滩地比较窄，一般只有几米，受水位涨落的影响，植被极其稀疏，多覆盖为砾石。部分河滩地之上分布有农作物，农作物带的宽度主要受人为影响，根据现场调查，农作物带因为地形及人为因素，其带宽一般较窄，主要作物为小麦、青稞等。灌草丛主要有密花香薷灌草丛、尼泊尔酸模灌草丛和鸡骨柴灌草丛等常见植被。森林植被主要有大果圆柏林、人工种植的左旋柳林等。整体看来，宗通卡水利枢纽受淹没影响的植被以灌草丛为主，均为本地区比较常见的种类。

根据现场调查，宗通卡水库淹没区的植被类型主要以针叶林、落叶阔叶林、灌丛和灌草丛及农业植被为主。淹没区森林植被主要有大果圆柏林、人工种植的左旋柳林等；灌丛主要有小叶**栒子**灌丛、砂生槐灌丛和圆叶**栒子**灌丛；灌草丛主要有密花香薷灌草丛、尼泊尔酸模灌草丛和鸡骨柴灌草丛；农业植被种植有水稻、玉米、薯类等。其中大果圆柏林以及鸡骨柴灌草丛分布尤为广泛。淹没区分布的陆生动物主要有西藏蟾蜍、高原蝮、白**鹡鸰**、淡色崖沙燕、白顶溪鸲、藏**鹞**等。



图 4.2.1-5 库区生态环境现状

## (2) 供水及灌溉工程区生态环境现状

供水工程主要为管道布设，属于线性工程，线路主要布设在河岸旁、路旁等靠近山谷、山脚区域，主要占用耕地、林地和草地，除农作物外，常见植物主要为甘青鼠李、尼泊尔酸模、飞廉、毛莲蒿等。供水和灌溉工程区生态环境现状见表 4.2.1-10。

表 4.2.1-10

供水和灌溉工程区生态环境现状

编号	片区	植被现状	动物现状	现场照片
1.	A02	主要为农业植被(如:青稞、燕麦)	主要为高原山鹑、岩鸽、红嘴山鸦、喜鹊等鸟类	
2.	A06、A07	主要为农业植被(如:青稞、燕麦)	以鸟类为主,如岩鸽、白鹡鸰、灰背伯劳等种类。另外部分区域有少量的西藏蟾蜍等两栖类活动	
3.	A08	主要为农业植被(如:青稞、燕麦)	以鸟类为主,常见的主要有岩鸽、雪鸽、红嘴山鸦、灰背伯劳等	
4.	A09	主要为农业植被(如:青稞、燕麦)	现场调查记录主要为鸟类,如山斑鸠、戴胜、大嘴乌鸦、暗绿柳莺等	
5.	A10	主要为农业植被(如:玉米)	主要有高原山鹑、山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等常见种类,在农田边缘区域偶见有高原兔活动	

续表 4.2.1-10 供水和灌溉工程区生态环境现状

编号	片区	植被现状	动物现状	现场照片
6.	A11	主要为农业植被(如:玉米)	常见的依然是高原山鹑、山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等种类, 偶见有高原兔等哺乳类活动	
7.	A12	主要为农业植被(如:青稞)	分布的动物种类主要有雪鸽、山斑鸠、红嘴山鸦、白鹡鸰、灰眉岩鹀等	
8.	A13	主要为农业植被(如:青稞), 杂草主要为长芒草	主要有西藏蟾蜍、高原山鹑、戴胜、灰背伯劳、红嘴山鸦、棕背黑头鹀等常见种类, 在农田边缘区域偶见有高原兔活动	
9.	A14	主要为农业植被调查时农田已复垦	常见种类主要有高原山鹑、岩鹑、灰背伯劳、鹁鹑、北红尾鹀等	
10.	A15、A16	主要为农业植被(如:玉米、青稞)	分布以鸟类为主, 主要有戴胜、雪鸽、灰背伯劳、灰眉岩鹀等, 部分灌木林地周边有少量的橙翅噪鹛、黄腹柳莺等鸟类活动	

续表 4.2.1-10 供水和灌溉工程区生态环境现状

编号	片区	植被现状	动物现状	现场照片
11.	A17	主要为灌丛和草地植被，常见有尼泊尔酸模、密花香薷、斜茎黄耆、委陵菜委陵菜属等	分布以鸟类为主，主要有雪鸽、岩鸽、戴胜、白鹳、灰背伯劳、灰眉岩鹀等	
12.	A18	主要为农业植被，调查时农田已复垦	分布的野生动物种类有高原山鹑、灰头绿啄木鸟、麻雀、鹁岩鹀、普通朱雀、大噪鹛等	
13.	A20	主要为农业植被（如：玉米、青稞）	栖息的野生动物主要有高原山鹑、山斑鸠、大杜鹃、喜鹊、高原兔等。偶见有喜马拉雅旱獭在灌区边缘的草丛附近活动	
14.	A23	主要为农业植被，小麦、燕麦及蔬菜等	以鸟类为主，常见的主要有岩鸽、雪鸽、红嘴山鸦、灰背伯劳等，偶见有高原兔等哺乳类活动	
15.	A24	主要为农业植被和经济果木	分布以鸟类为主，主要有戴胜、雪鸽、灰背伯劳、灰眉岩鹀等，部分灌木林地周边有少量的橙翅噪鹛、黄腹柳莺等鸟类活动	

续表 4.2.1-10 供水和灌溉工程区生态环境现状

编号	片区	植被现状	动物现状	现场照片
16.	A25	主要为种植蔬菜	以鸟类为主，如岩鸽、白鹡鸰、灰背伯劳等种类。另外部分区域有少量的西藏蟾蜍等两栖类活动	
17.	B02	主要为农业植被，调查时农田已复垦	分布以鸟类为主，主要有雪鸽、岩鸽、戴胜、白鹡鸰、灰背伯劳、灰眉岩鹀等	
18.	B03	主要为农业植被，调查时农田已复垦	分布以鸟类为主，主要有戴胜、雪鸽、灰背伯劳、灰眉岩鹀等，部分灌木林地周边有少量的橙翅噪鹛、麻雀等鸟类活动	
19.	B04	主要为农业植被，种植燕麦、玉米等，田边有杏、柳等树木，以及峨眉蔷薇、平枝栒子等。	分布种类主要有高原山鹑、山斑鸠、大杜鹃、白鹡鸰、红嘴山鸦、北红尾鹀、橙翅噪鹛、大山雀、高原兔等	
20.	B05	主要为农业植被，调查时农田已复垦	分布以鸟类为主，主要有雪鸽、岩鸽、戴胜、白鹡鸰、灰背伯劳、灰眉岩鹀等	

续表 4.2.1-10 供水和灌溉工程区生态环境现状

编号	片区	植被现状	动物现状	现场照片
21.	B06	主要为农业植被(如:青稞、小麦、阳芋)	以鸟类为主,如岩鸽、白鹡鸰、灰背伯劳等种类。另外部分区域有少量的西藏蟾蜍等两栖类活动	
22.	B07	主要为农业植被(如:青稞、小麦)	以鸟类为主,常见的主要有岩鸽、雪鸽、红嘴山鸦、灰背伯劳等	
23.	B08	主要为农业植被(如:小麦、燕麦)	主要有高原山鹑、山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等常见种类,在农田边缘区域偶见有高原兔活动	
24.	B09	主要为农业植被(如:青稞、小麦)	现场调查记录主要为鸟类,如山斑鸠、戴胜、大嘴乌鸦、暗绿柳莺等	
25.	B10	主要为草地	主要有野生动物主要有黑鸢、高原山鹑、灰背伯劳、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等常见种类	

续表 4.2.1-10 供水和灌溉工程区生态环境现状

编号	片区	植被现状	动物现状	现场照片
26.	B11	主要为农业植被(如:青稞、小麦)	分布的野生动物主要有黑鹫、戴胜、大嘴乌鸦、黄腹柳莺、红嘴山鸦、灰眉岩鹀等	
27.	B12	主要为农业植被,周边有灌丛和灌草丛植被,常见有醉马草、飞廉、反芭蒲公英、斜茎黄耆等	分布以鸟类为主,主要有雪鸽、岩鸽、戴胜、白鹡鸰、灰背伯劳、灰眉岩鹀等,部分有林地还分布有橙翅噪鹛、灰头绿啄木鸟等种类	
28.	B13	主要为农业植被和经济林,燕麦、杏、苹果等	分布种类主要有高原山鹑、山斑鸠、大杜鹃、白鹡鸰、北红尾鹀、橙翅噪鹛、大山雀、高原兔等	
29.	B14	主要为农业植被(如:青稞、小麦)	以鸟类为主,常见的主要有岩鸽、山斑鸠、雪鸽、红嘴山鸦、喜鹊、灰背伯劳等	
30.	B22	主要为农业植被(如:青稞、小麦),有少量果树	分布种类主要有高原山鹑、大杜鹃、白鹡鸰、红嘴山鸦、北红尾鹀、橙翅噪鹛、高原兔等	

续表 4.2.1-10

供水和灌溉工程区生态环境现状

编号	片区	植被现状	动物现状	现场照片
31.	B23	主要为村庄和农业植被，及草地。	分布的动物种类主要有雪鸽、山斑鸠、红嘴山鸦、白鹡鸰、灰眉岩鹀等	

### (3) 泉水导排线路区生态环境现状

本工程将恩达曲、芒达曲 4 处泉水导排至坝址下游。根据管线走向区域主要沿恩达曲、芒达曲→昂曲两岸至宗通卡坝下，所经过区域多邻近水库淹没区，淹没区的土地类型主要为林地、耕地，还有建设用地及水域水利设施用地，覆盖的植被类型主要以针叶林、落叶阔叶林、灌丛和灌草丛及农业植被为主。泉水源头均以川西云杉林为主，常见阔叶林树种主要有红桦、川滇高山栎等，灌丛和灌草丛植被主要有刺红珠灌丛、水栒子灌丛、峨眉蔷薇灌丛、鸡骨柴灌丛、尼泊尔酸模灌草丛等。源头附近栖息的野生动物主要以鸟类和哺乳类居多，常见的鸟类主要有红隼、大杜鹃、黑啄木鸟、达乌里寒鸦、大嘴乌鸦、红胁蓝尾鸲、黄腹柳莺、普通朱雀等。常见的哺乳类主要有高原兔、红腹松鼠、喜马拉雅旱獭等。

两条支流汇入口附近分布居民村落，受淹没影响的森林植被主要有大果圆柏林、人工种植的左旋柳林等；灌丛主要有小叶栒子灌丛、砂生槐灌丛、鸡骨柴灌丛；灌草丛主要有密花香薷灌草丛、尼泊尔酸模灌草丛和；农业植被种植有水稻、玉米、薯类等。淹没区分布的陆生动物主要有西藏蟾蜍、高原蝮、白鹡鸰、淡色崖沙燕、白顶溪鸲、藏鹀等。淹没区分布的陆生野生动物仍然以鸟类和哺乳类居多，常见的鸟类主要有岩鸽、白鹡鸰、大嘴乌鸦、淡色崖沙燕、白顶溪鸲、大山雀、灰眉岩鹀等。常见哺乳

类主要有高原兔、黄鼬、喜马拉雅旱獭等。



恩达曲沿线 1



恩达曲沿线 2



芒达曲左支沟



芒达曲右支沟



恩达曲汇入口附近



芒达曲汇入口附近

图 4.2.1-6 泉水导排线路区生态环境现状

#### (4) 存弃渣（存料）场生态环境现状

##### 1) 枢纽工程区

枢纽工程区布置了右岸上游存料场、左岸上游 1#存料场、左岸上游 2#存弃渣场、左岸上游 3#弃渣场。上述弃渣（存料）场均位于库区淹没区内，

为库底型弃渣场, 无需新增占地。



右岸上游存料场



左岸上游 1# 存料场



左岸上游 2# 存弃渣场



左岸上游 3# 弃渣场

图 4.2.1-7 枢纽工程区存弃渣（存料）场生态环境现状

右岸上游存料场布置于坝址右岸上游 1.3km 处, 占地面积 4.8hm<sup>2</sup>, 存料场顶部高程 3450m。植被类型主要为灌丛和农田, 灌丛主要为小叶锦鸡儿灌丛、砂生槐灌丛等, 农田主要种植小麦和青稞。

左岸上游 1# 存料场布置于坝址左岸上游 1.0km 处 (5# 公路旁), 占地面积 5.8hm<sup>2</sup>, 存料场顶部高程 3448m。植被主要为灌丛, 也分布有少量的草丛, 如水栒子灌丛、密花香薷草丛、尼泊尔酸模草丛等。

左岸上游 2# 存弃渣场布置于坝址左岸上游 2.0km 处, 占地面积 7.2hm<sup>2</sup>。弃渣顶高程 3474m。场地较为平缓, 植被现状主要为灌丛和农田, 灌丛常见有鸡骨柴灌丛、毛莲蒿草丛等, 农作物主要为燕麦和青稞。

左岸上游 3# 弃渣场布置于坝址左岸上游 2.8km, 占地面积 8.1 hm<sup>2</sup>, 弃

渣场顶部高程 3464m。场地较为平缓，植被现状主要为农田，种植主要为燕麦和青稞等农作物。

2) 供水和灌溉工程区

供水工程为线性工程，且管线长度较长，灌溉工程布置较为分散，不适宜集中布置弃渣场，考虑于昂曲河两岸的冲沟内布置弃渣场堆弃工程开挖弃渣。沿线共布置 8 个弃渣场，其中左岸布置 4 个弃渣场（Z1#、Z2#、Z3#、Z4#），右岸布置 4 个弃渣场（Y1#、Y2#、Y3#、Y4#），

弃渣场主要设置在山脚的山坡和山坳处，所占植被主要为灌丛、草丛以及少量的农作物。灌丛主要为砂生槐灌丛、水栒子灌丛、鸡骨柴灌丛等，草丛主要为长芒草草丛、醉马草草丛、毛莲蒿草丛等，农作物主要为青稞、小麦、豌豆等。由于存弃渣场和存料场距离较近，周边植被较为相似，根据该区域的植被现状和现场调查结果，本区域分布的陆生动物主要有普通鵟、红隼、红嘴山鸦、曙红朱雀、川西鼠兔等。

表 4.2.1-11 供水和灌溉工程区弃渣场生态环境现状

序号	工程	植被现状	动物现状	现场照片
1	Y1#弃渣场	主要为农业植被（如：青稞、小麦）	分布以鸟类为主，主要有雪鸽、岩鸽、戴胜、白鹡鸰、灰背伯劳、灰眉岩鹀等，部分有林地还分布有橙翅噪鹛、灰头绿啄木鸟等种类	
2	Y2#弃渣场	主要为农业植被，调查时农田已复垦	以鸟类为主，常见的主要有岩鸽、山斑鸠、雪鸽、红嘴山鸦、喜鹊、灰背伯劳等	

续表 4.2.1-11

供水和灌溉工程区弃渣场生态环境现状

序号	工程	植被现状	动物现状	现场照片
3	Y3#弃渣场	主要为农业植被,调查时农田已复垦	常见的有高原山鹑、山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等种类,偶见有高原兔等哺乳类活动	
4	Y4#弃渣场	主要为农业植被和经济果木	以鸟类为主,如岩鸽、白鹡鸰、灰背伯劳等种类。另外部分区域有少量的西藏蟾蜍等两栖类活动	
5	Z1#弃渣场	主要为农业植被(如:青稞、小麦)	分布的野生动物主要有大杜鹃、戴胜、大嘴乌鸦、黄腹柳莺、红嘴山鸦、鹁岩鸫、灰眉岩鸫等	
6	Z2#弃渣场	主要为农业植被(如:青稞、小麦)	分布的野生动物主要有山斑鸠、大杜鹃、黄腹柳莺、红嘴山鸦、灰背伯劳、麻雀等	

续表 4.2.1-11 供水和灌溉工程区弃渣场生态环境现状

序号	工程	植被现状	动物现状	现场照片
7	Z3#弃渣场	主要为农业植被（如：青稞、燕麦）	常见的有山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、白鹡鸰、喜鹊、大嘴乌鸦、高原兔等种类	
8	Z4#弃渣场	主要为农业植被，周边有果木，主要种植燕麦、杏、李等，周边灌丛主要有甘蒙锦鸡儿、水栒子等	现场调查记录主要为鸟类，如山斑鸠、戴胜、大嘴乌鸦、暗绿柳莺等	

(5) 料场生态环境现状

本工程共布置 1 个块石料场及 1 个砂砾石料场。

1) 1#块石料场

1#块石料场位于类乌齐县尚卡乡交日喀村西侧约 1.5km 的恩达曲右岸。现场调查显示，该区域植被以林地和灌丛为主，上坡位处主要分布有川西云杉，下坡处植物组成以灌木和草本植物为主，优势种为砂生槐和多茎委陵菜，常见植物有小檗、高山绣线菊、甘青鼠李、反苞蒲公英、毛莲蒿、直立黄芪、茵陈蒿、猪殃殃、垂穗披碱草、珠芽艾麻、大理白前等。本区域中常见动物有西藏蟾蜍、白鹡鸰、淡色崖沙燕、白顶溪鸰、大山雀、川西鼠兔等。

2) 1#砂砾石料场

1#砂砾石料场位于坝址上游右岸一级阶地，与坝址直线距离约 2.5km。现场调查显示，砂砾石料场区域砂砾石裸露，植被较稀疏，植物组成以草

本植物为主，主要有尼泊尔酸模、平车前、**篇蓄**、二裂委陵菜、大理白前、垂穗披碱草等，在评价区均较为常见。本区域中常见动物有灰背伯劳、褐岩鹇、曙红朱雀、灰眉岩鹇、山斑鸠、香鼬、川西鼠兔等。



1#块石料场



1#砂砾石料场

图 4.2.1-8 料场生态环境现状

#### (6) 施工营地及施工区生态环境现状

枢纽工程施工生产生活区沿位于坝址下游约 1.8km 的昂曲左岸。该区域地势平坦，环境现状主要为农田，种植的农作物主要有青稞、燕麦，四旁散生的自然植物主要有峨眉蔷薇、小檗、毛莲蒿、尼泊尔酸模、飞廉、斜茎黄耆等。该区域人类活动较多，动物主要有山斑鸠、红嘴山鸦、大足鼠、高原兔等。



库区施工营地

图 4.2.1-9 施工生产生活区生态环境现状

供水和灌溉工程区共布置 11 个施工区，其中左岸 5 个，右岸 6 个。施工区均设置在山脚，除 Z3#施工区现状植被为灌丛外，其余施工区现状植被均为农作物，农作物主要为青稞、小麦、豌豆、阳芋等。施工区所选区域均为人类活动较多的区域，村庄附近的农田居多，主要动物包括高原蝮、山斑鸠、高原山鹑、橙翅噪鹛、喜鹊、大足鼠、高原兔等。

表 4.2.1-12

供水和灌溉工程区施工区生态环境现状

编号	施工区	植被现状	动物现状	现场照片
施工区				
右岸	Y1# 施工区	主要为农业植被 (如: 小麦、青稞)	主要为山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、大山雀、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等常见种类	
	Y2# 施工区	主要为农业植被 (如: 小麦)	主要为山斑鸠、戴胜、灰头绿啄木鸟、灰背伯劳、大山雀、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等常见种类	

续表 4.2.1-12

供水和灌溉工程区施工区生态环境现状

编号	施工区	植被现状	动物现状	现场照片
右岸	Y3# 施工区	主要为农业植被 (如: 小麦)	主要为山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、大山雀、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等常见种类	
	Y4# 施工区	主要为农业植被, 调查时农田已复垦	主要为山斑鸠、戴胜、灰头绿啄木鸟、灰背伯劳、大山雀、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等常见种类	
	Y5# 施工区	主要为草地, 常见有斜茎黄耆、大花龙胆、毛莲蒿、绢毛菊、苦苣菜等	主要有西藏蟾蜍、高原山鹑、戴胜、灰背伯劳、红嘴山鸦、棕背黑头鹀等常见种类	
	Y6# 施工区	主要为农业植被和果木, 种植玉米、青稞、杏等	分布种类主要有高原山鹑、山斑鸠、大杜鹃、红嘴山鸦、北红尾鹀、大山雀、高原兔等	
左岸	Z1# 施工区	主要为农业植被 (如: 青稞)	常见的有山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、白鹤鹑、喜鹊、大嘴乌鸦、高原兔等种类	

续表 4.2.1-12

供水和灌溉工程区施工区生态环境现状

编号	施工区	植被现状	动物现状	现场照片
左岸	Z2# 施工区	主要为农业植被和灌草丛	分布的野生动物主要有黑鸢、戴胜、大嘴乌鸦、黄腹柳莺、橙翅噪鹛、灰头绿啄木鸟等	
	Z3# 施工区	主要为农业植被和灌草丛，常见有砂生槐灌丛、尼泊尔酸模灌丛、密花香薷灌丛等。	主要为山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、大山雀、大嘴乌鸦、白顶溪鸲、等常见种类	
	Z4# 施工区	主要为农业植被和果木	分布的野生动物主要有黑鸢、戴胜、大嘴乌鸦、黄腹柳莺、红嘴山鸦、灰眉岩鹀等	
	Z5# 施工区	主要为农业植被和果木	以鸟类为主，常见的主要有岩鸽、雪鸽、红嘴山鸦、灰背伯劳等。	
1# 隧洞入口	主要为灌丛及草丛，常见有鸡骨柴群系、密花香薷群系、醉马草群系等，常见植物有多裂委陵菜、斜茎黄耆、飞廉等。	常见的有岩鸽、戴胜、灰背伯劳、白鹡鸰、喜鹊、大嘴乌鸦、普通朱雀、高原兔、喜马拉雅旱獭等种类		

续表 4.2.1-12

供水和灌溉工程区施工区生态环境现状

编号	施工区	植被现状	动物现状	现场照片
1#隧洞	出口	主要为灌丛和草 丛，常见有水栒子 群系、长刺茶藨子 群系，常见植物有 长芒草、斜茎黄耆、 反芭蒲公英等。	主要为雪鸽、大杜鹃、 灰背伯劳、白鹡鸰、喜 鹊、大嘴乌鸦、红嘴山 鸦、喜鹊等常见种类	
2#隧洞	入口	主要为山坡灌草 地，常见植物有小 叶锦鸡儿、毛莲蒿、 尼泊尔酸模、斜茎 黄耆、棘豆属等	常见的有岩鸽、雪鸽、 灰背伯劳、白鹡鸰、喜 鹊、大嘴乌鸦、高原兔、 等种类	
	出口	主要为山坡灌草 地，常见植物有水 栒子、毛莲蒿、尼 泊尔酸模、棘豆属 等	常见的有岩鸽、戴胜、 白鹡鸰、喜鹊、大嘴乌 鸦、北红尾鸲、高原兔、 喜马拉雅旱獭等种类	
3#隧洞	入口	主要为灌丛和灌草 丛，常见有鸡骨柴、 小叶香茶菜、甘蒙 锦鸡儿、茜草、平 车菊、头花独行菜 等	常见山斑鸠、灰背伯 劳、红鸦、大嘴乌鸦、 高原兔等种类	
	出口	主要为灌丛和灌草 丛，常见有砂生槐、 水栒子、绣线菊属、 毛莲蒿、密花香蒿、 白草、茵陈蒿等	常见大嘴乌鸦、红肋蓝 尾鸲、黄腹柳莺、普通 朱雀等	

续表 4.2.1-12

供水和灌溉工程区施工区生态环境现状

编号	施工区	植被现状	动物现状	现场照片
4#隧洞	入口	主要为灌丛和灌草丛, 常见有鸡骨柴、甘青鼠李、青蒿、平车前、马先蒿属等	常见岩鸽、白鹡鸰、大嘴乌鸦、大山雀、高原兔等	
	出口	主要为灌丛和灌草丛, 常见有柃木属、峨眉蔷薇、锦鸡儿属、杜鹃属、马先蒿属、银莲花、多花老鹳草等	主要有岩鸽、山斑鸠、戴胜、灰背伯劳、红嘴山鸦、大嘴乌鸦等	

(7) 施工道路生态环境现状

枢纽工程区场内道路总长度约 21.72km, 供水工程、灌溉工程、泉水导排工程场内道路总长度约 43km。为了施工期及运行期联系两岸交通, 筹建期拟在坝址下游 0.9km 处新建一座永久公路桥(宗通卡大桥)。场内道路为连接各施工区、渣场、料场, 与各工程区的生态环境现状相差不大, 因此不再赘述。



1#公路



2#公路



3#公路



4#公路



5#公路



6#公路



7#公路



8#公路



块石料场公路



块石料场公路



宗通卡大桥

图 4.2.1-10 施工道路生态环境现状

#### (8) 移民安置区生态环境现状

规划采取移民本村就近分散搬迁安置，生产安置采取一次性补偿安置。现场调查显示，现有的村庄附近多为农作物，主要种植有青稞、燕麦、玉米、阳芋等。与人类伴居的野生动物较多，如高原山鹑(*Perdix hodgsoniae*)、山斑鸠(*Streptopelia orientalis*)、红嘴山鸦(*Pyrhacorax pyrrhocorax*)、高原兔等。

#### 4.2.1.6 生态环境质量现状

##### (1) 评价区自然体系生产力现状

根据现场调查和卫片解译，结合枢纽工程区地表植被覆盖现状和植被立地情况，将评价区植被类型划分为 7 类，评价区自然体系生产力现状见表 4.2.1-13。评价区总生物量  $2.80 \times 10^5 \text{t}$ ，平均每公顷的生物量为 35.40t。评价区陆生植被类型以灌丛、针叶林、阔叶林和经济林为主，其中针叶林面积  $637.92 \text{hm}^2$ ，占 7.70%，生物量  $9.99 \times 10^4 \text{t}$ ，占评价区总生物量 35.68%；

灌丛面积为 2677.95hm<sup>2</sup>，占 31.81%，生物量 8.91×10<sup>4</sup>t，占评价区总生物量的 31.81%；阔叶林的生物量也较高，为 3.81×10<sup>4</sup>t，占评价区总生物量的 13.61%；农作物面积达 2273.13hm<sup>2</sup>，生物量 1.36×10<sup>4</sup>t，占总评价区总生物量的 4.87%。

#### 1) 枢纽工程区及库区自然体系生物量现状

枢纽工程区及库区自然体系生产力现状见表 4.2.1-14。枢纽工程区总生物量为 1.45×10<sup>5</sup>t，平均每公顷的生物量为 44.61t。

#### 2) 供水灌溉和泉水导排工程区

供水灌溉和泉水导排工程区自然体系生产力现状见表 4.2.1-15。区域总生物量为 1.35×10<sup>5</sup>t，平均每公顷的生物量为 28.96t。

### (2) 自然体系生态稳定性分析

在自然体系等级划分中，评价区属于自然景观生态系统，评价区景观生态系统主要有森林生态系统、灌草地生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农业系统及城镇/村落生态系统相间组成。

景观生态系统的现状由评价范围内自然环境，各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。模地采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类斑块的优势度值（Do），优势度值大的就是模地。

表 4.2.1-13

评价区自然体系生产力

植被类型	代表植物	面积 (hm <sup>2</sup> )	占评价范围比例 (%)	平均生产力 (t/hm <sup>2</sup> ·a)	平均生物量 (t/hm <sup>2</sup> )	总生物量 (t)	占评价区 总生物量比例 (%)
针叶林	川西云杉、大果圆柏	637.92	7.70	8.51	156.63	99917.41	35.68
阔叶林	藏川杨、川滇高山栎	160.74	1.94	15.39	237.04	38101.81	13.61
人工林	左旋柳	255.06	3.08	10.43	53.04	13528.38	4.83
灌丛	水荀子、长刺茶藨子、砂生槐	2677.95	32.31	6.25	33.26	89068.62	31.81
草原	白草、醉马草、长芒草	1195.29	14.42	3.68	20.86	24933.75	8.90
农作物	青稞、燕麦、玉米	2273.13	27.43	0.96	6.00	13638.78	4.87
河流水域	藻类及水生植物	711.54	8.59	0.08	1.20	853.85	0.30
总计		7911.63	95.47	—		280042.6	100

注:

1) 表中未包括建设用地和其他用地面积 375.48hm<sup>2</sup>, 占评价区面积的 4.53%。

2) 各植被类型平均净生产力数据来源于: 罗天翔, 李文华, 罗辑, 王启金. 青藏高原主要植被类型生物生产量研究[J]. 生态学报, 1999, 19(6): 823-831。

表 4.2.1-14

枢纽工程区及库区自然体系生产力

植被类型	代表植物	面积 (hm <sup>2</sup> )	占评价范围 比例 (%)	平均生产力 (t/hm <sup>2</sup> ·a)	平均生物量 (t/hm <sup>2</sup> )	总生物量 (t)	占评价区 总生物量比例 (%)
针叶林	川西云杉、大果圆柏	480.24	14.41	8.51	156.63	75219.99	52.00
阔叶林	藏川杨、川滇高山栎	30.78	0.97	15.39	237.04	7296.09	5.04
人工林	左旋柳	53.28	1.61	10.43	53.04	2825.97	1.95
灌丛	水荀子、长刺茶藨子、砂生槐	1258.29	38.17	6.25	33.26	41850.73	28.93
草原	白草、醉马草、长芒草	663.75	20.39	3.68	20.86	13845.83	9.57
农作物	青稞、燕麦、玉米	563.31	17.02	0.96	6.00	3379.86	2.34
河流水域	藻类及水生植物	192.69	5.78	0.08	1.20	231.23	0.16
总计		3242.34	98.36%	—	—	144649.69	100

注:

1) 表中未包括建设用地和其他用地面积 54.72hm<sup>2</sup>, 占评价区面积的 1.64%。

2) 各植被类型平均净生产力数据来源于: 罗天翔, 李文华, 罗辑, 王启金. 青藏高原主要植被类型生物生产量研究[J]. 生态学报, 1999, 19(6): 823-831。

表 4.2.1-15

供水灌溉和泉水导排工程区自然体系生产力

植被类型	代表植物	面积 ( $\text{hm}^2$ )	占评价范围比例 (%)	平均生产力 ( $\text{t}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )	平均生物量 ( $\text{t}/\text{hm}^2$ )	总生物量 ( $\text{t}$ )	占评价区总 生物量比例 (%)
针叶林	川西云杉、大果圆柏	157.68	3.17	8.51	156.63	24697.42	18.24%
阔叶林	藏川杨、川滇高山栎	129.96	2.61	15.39	237.04	30805.72	22.75%
人工林	左旋柳	201.78	4.06	10.43	53.04	10702.41	7.90%
灌丛	水荀子、长刺茶藨子、砂生槐	1419.66	28.56	6.25	33.26	47217.89	34.87%
草原	白草、醉马草、长芒草	531.54	10.69	3.68	20.86	11087.92	8.19%
农作物	青稞、燕麦、玉米	1709.82	34.40	0.96	6.00	10258.92	7.58%
河流水域	藻类及水生植物	518.85	10.44	0.08	1.20	622.62	0.46%
总计		4669.29	93.94	—	—	135392.90	100.00

注:

1) 表中未包括建设用地和其他用地面积  $301.06\text{hm}^2$ , 占评价区面积的 6.06%。

2) 各植被类型平均净生产力数据来源于: 罗天翔, 李文华, 罗辑, 王启金. 青藏高原主要植被类型生物生产量研究[J]. 生态学报, 1999, 19(6): 823-831。

$$\text{优势度值 (Do)} = \{ (R_d + R_f) / 2 + L_p \} / 2 \times 100$$

$$\text{密度 (Rd)} = \text{嵌块 i 的数目} / \text{嵌块总数} \times 100$$

$$\text{频度 (Rf)} = \text{嵌块 i 出现的样方数} / \text{总样方数} \times 100$$

$$\text{景观比例 (Lp)} = \text{嵌块 i 的面积} / \text{样地总面积} \times 100$$

表 4.2.1-16 评价区各类斑块优势度值表

景观类型	R <sub>d</sub> (%)	R <sub>f</sub> (%)	L <sub>p</sub> (%)	D <sub>o</sub> (%)
林地	23.54	13.23	12.72	15.68
灌草地	23.69	33.15	32.31	30.58
草地	22.13	15.25	14.42	16.76
耕地	18.56	27.65	27.43	25.32
水域	2.32	8.98	8.59	7.22
建设用地	7.12	4.02	3.80	4.74
其他用地	2.64	1.14	0.73	1.41

景观的各斑块类型中，景观的基本稳定性是由具有较高的生物量和较长生命周期的物种（如树木和大型哺乳动物）起决定作用的高亚稳定性类型决定的，这种类型表现的是抗性稳定性。评价区内灌草地景观优势度最高，优势度 Do 为 30.58%，说明灌草地是该地区的对生态质量调控能力最强的高亚稳定性元素类型，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分。由于灌草地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。耕地的景观优势度为 25.32%，仅次于灌丛，说明人类对该地区的干扰程度较高。

#### 1) 枢纽工程区及库区自然体系生态稳定性分析

运用上述参数计算枢纽工程区各类斑块优势度值，其结果具体见表 4.2.1-17。

表 4.2.1-17

枢纽工程区及库区各类斑块优势度值表

斑块类型	R <sub>d</sub> (%)	R <sub>f</sub> (%)	L <sub>p</sub> (%)	D <sub>o</sub> (%)
林地	20.00	17.20	17.01	17.81
灌草地	26.05	38.05	37.94	34.99
草地	31.14	20.53	20.01	22.92
耕地	17.40	18.06	16.98	17.36
水域	0.39	5.96	5.81	4.49
建设用地	3.65	1.86	1.53	2.14
其他用地	1.36	0.23	0.72	1.16

根据上表分析：枢纽工程区及库区建设前组成景观的各斑块类型中，灌丛和草地是环境资源斑块中对生态质量调控能力最强的高亚稳定性元素类型，优势度 D<sub>o</sub> 分别为 34.99%和 22.92%。由于灌草地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。

## 2) 供水灌溉和泉水导排工程区

运用上述参数计算供水灌溉和泉水导排工程区各类斑块优势度值，其结果具体见表 4.2.1-18。评价范围内各斑块的优势度值中，耕地的优势度 D<sub>o</sub> 最高（30.54%），是灌区内的模地，这表明，灌区内人为作用对景观具有较强的控制作用，人为干扰相对较大。

表 4.2.1-18

供水灌溉工程和泉水导排区各类斑块优势度值表

斑块类型	R <sub>d</sub> (%)	R <sub>f</sub> (%)	L <sub>p</sub> (%)	D <sub>o</sub> (%)
林地	34.21	10.25	9.85	16.04
灌草地	18.15	29.15	28.56	26.11
草地	19.47	11.12	10.69	12.99
耕地	18.15	35.23	34.40	30.54
水域	1.87	10.96	10.44	8.43
建设用地	7.34	5.88	5.32	5.96
其他用地	0.82	1.05	0.74	2.05

### (3) 土地利用现状

评价区内土地利用现状调查是在卫片解译的基础上，结合现有资料，运用景观生态法，即以植被为主导因素，并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将土地利用格局的拼块类型分为有林地、灌木林地、草地、耕地、水域、建设用地、其他用地等 7 种。统计情况见表 4.2.1-19。

表 4.2.1-19 评价范围土地利用现状

用地类型	评价区		枢纽工程区及库区		供水灌溉和泉水导排工程区	
	面积 (hm <sup>2</sup> )	比例 (%)	面积 (hm <sup>2</sup> )	比例 (%)	面积 (hm <sup>2</sup> )	比例 (%)
有林地	1053.72	12.72	564.30	17.01	489.42	9.85
灌木林地	2677.95	32.31	1258.29	37.94	1419.66	28.56
草地	1195.29	14.42	663.75	20.01	532.00	10.70
耕地	2273.13	27.43	563.31	16.98	1710.00	34.40
水域	711.54	8.59	192.69	5.81	519.00	10.44
建设用地	314.91	3.80	50.67	1.53	264.00	5.31
其他用地	60.57	0.73	23.75	0.72	37.00	0.74
合计	8287.11	100	3316.76	100	4970.35	100

从上表可以看出，评价区土地总面积 8287.11hm<sup>2</sup>，其中灌木林地 2677.95hm<sup>2</sup>，所占比例最大，占总面积的 32.31%；耕地面积次之，为 2273.13hm<sup>2</sup>，占总面积的 27.43%，说明评价区土地利用类型以灌木林地和耕地为主。枢纽工程区及库区土地总面积 3316.76 hm<sup>2</sup>，其中灌木林地 1258.29hm<sup>2</sup>，所占比例最大，占总面积的 37.94%；草地面积次之，为 663.75hm<sup>2</sup>，占总面积的 20.01%，说明枢纽工程区土地利用类型以灌木林地和草地为主。供水灌溉和泉水导排工程区土地总面积 4970.35 hm<sup>2</sup>，其中耕地 1710.00hm<sup>2</sup>，所占比例最大，占总面积的 34.40%；灌木林地面积次之，为 1419.66hm<sup>2</sup>，占总面积的 28.56%，说明供水灌溉和泉水导排工程区土地利用类型以耕地和灌木林地为主。

#### 4.2.1.7 环境敏感区

昌都市目前共建立自然保护区 38 个，其中 2 个国家级自然保护区（芒康滇金丝猴国家级自然保护区、类乌齐国家级自然保护区）、1 个国家级森林公园（然乌湖国家森林公园）、1 个自治区级湿地保护区（然乌湖自治区级湿地自然保护区）、1 个市级自然保护区（珠角唐代古柏自然保护区）、33 个县级自然保护区。其中位于卡若区内的除市级珠角唐代古柏自然保护区外，还有 4 个县级自然保护区：柴维自然保护区、嘎玛自然保护区、若巴自然保护区、约巴自然保护区，均不在工程评价范围内。

昌都市目前无国家级风景名胜区，有 2 个自治区级风景名胜区，即：梅里雪山（西坡）风景名胜区和三色湖风景名胜区，2 个风景名胜区均不在工程评价范围内。

昌都市目前有 1 处自治区级地质公园，即西藏然乌自治区级地质公园，不在工程评价范围内。

昌都市卡若区无湿地公园分布，类乌齐县有类乌齐紫曲河国家湿地公园，不在工程评价范围内。

本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等环境敏感区。宗通卡水利枢纽工程与周边环境敏感区相对位置关系见图 4.2.1-11。

#### 4.2.1.8 工程与生态保护红线的关系

目前，西藏自治区生态保护红线正在划定中，尚未公布实施。根据西藏自治区人民政府关于生态保护红线划定工作的阶段性成果，本工程不涉及生态保护红线。

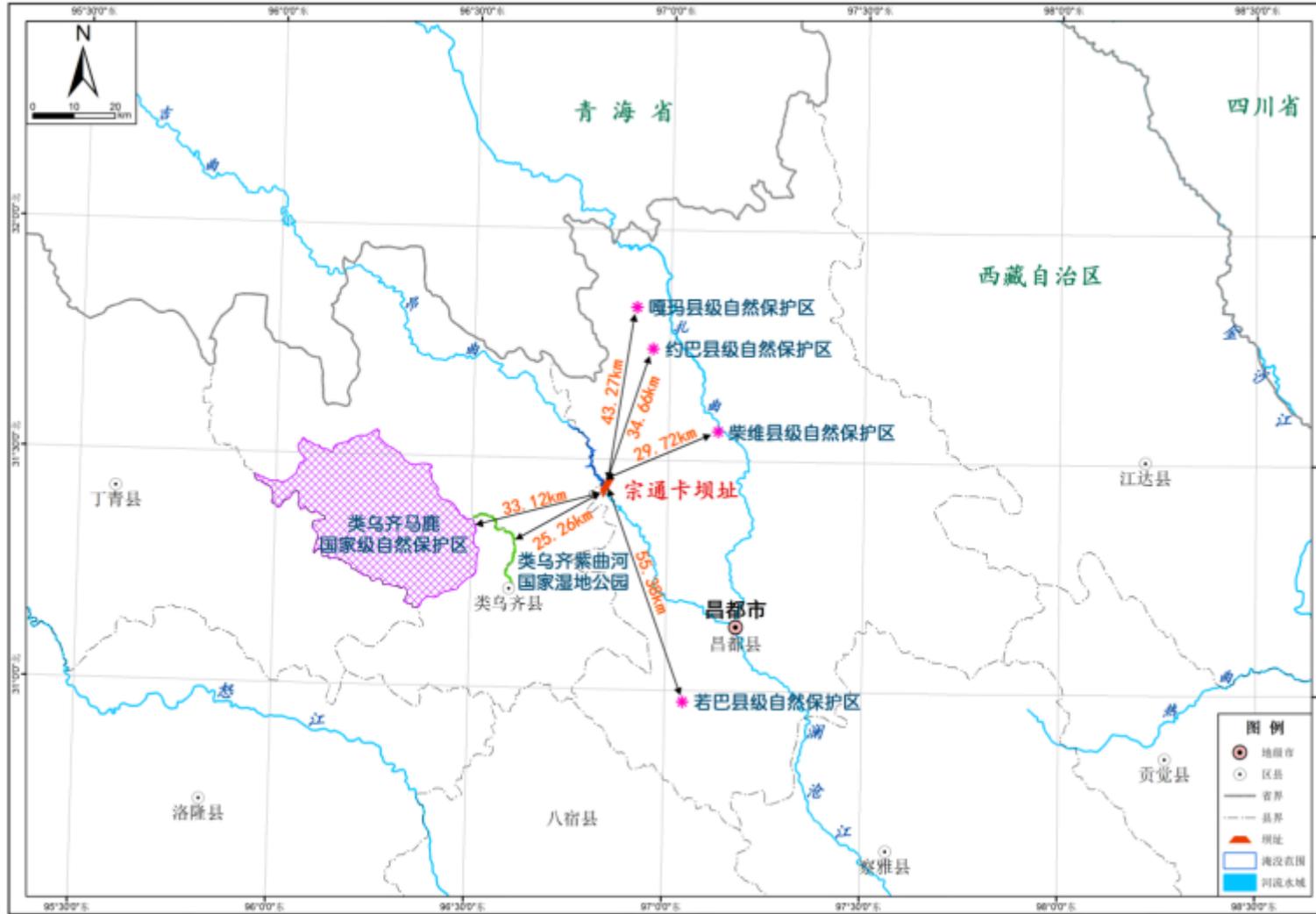


图 4.2.1-11 宗通卡水利枢纽工程与周边环境敏感区相对位置关系图

## 4.2.2 水生生态

### 4.2.2.1 调查内容与方法

#### (1) 断面设置

2014年7月~8月、2018年6月，水利部中国科学院水工程生态研究所对评价区开展了水生生境、水生生物和鱼类资源调查。

水生生态调查断面共设置28个，其中昂曲干流17个（从上游至下游依次为江麻村、吴热、卓登、尚卡2个、宗通卡库中、宗通卡坝前、宗通卡坝下、沙贡库尾、沙贡坝前、沙贡坝下、沙贡减水、朗达、昌都库尾、昌都库中、昌都坝前、昌都坝下河段），昂曲支流9个（从上游至下游依次为义曲、巴曲、琅玛曲2个、芒达曲2个、恩达曲2个、腰曲），设置对照断面2个（扎曲、澜沧江）；鱼类资源调查以区域调查为主。2014年调查断面有20个，2018年调查断面有8个。

调查断面基本情况见表4.2.2-1和图4.2.2-1。

#### (2) 调查内容

水生生境；水生生物，包括浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生高等植物的种类组成、数量分布、主要优势种等；鱼类资源，包括种类组成、资源现状、鱼类重要生境等。

#### (3) 调查方法

参照《水库渔业资源调查规范》、《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《淡水浮游生物研究方法》等进行调查。由于昂曲为典型高原河流，水体营养来源少，底质以岩石、泥沙为主，水生高等植物匮乏，现状调查仅见零星的菹草分布。因此，水生生物的调查以浮游植物、浮游动物和底栖动物为主。

表 4.2.2-1 宗通卡水利枢纽工程水生生物调查断面基本情况

编号	调查断面	水温 (°C)	水色	底质	备注	
1	昂曲干流 (省界至河口)	江麻村	12.0	土黄	细砂质	2014年7月
2		吴热	12.8	土黄	细砂质	2014年7月
3		卓登	13.0	土黄	巨石	2014年7月
4		尚卡1	17.8	土黄	巨石	2014年7月
5		尚卡2	12.3	土黄	砾石、泥沙	2018年6月
6		宗通卡库中	12.5	土黄	砾石、泥沙	2018年6月
7		宗通卡坝址	13.3	土黄	砾石、卵石、泥沙	2018年6月
8		宗通卡坝下	12.2	土黄	卵石、砾石、泥沙	2018年6月
9		沙贡库尾	12.8	土黄	砂质	2014年7月
10		沙贡坝前	13.0	土黄	细砂质	2014年7月
11		沙贡减水	13.0	土黄	巨石	2014年7月
12		沙贡坝下	12.2	泥黄	砾石、泥沙	2018年6月
13		朗达	13.5	土黄	巨石	2014年7月
14		昌都库尾	14.5	土黄	细砂质	2014年7月
15		昌都库中	13.3	土黄	细砂质	2014年7月
16		昌都坝前	13.2	土黄	细砂质	2014年7月
17		昌都坝下	13.2	土黄	巨石	2014年7月
18	昂曲支流	义曲	11.9	淡黄	砾石	2014年7月
19		巴曲	12.0	土黄	砾石	2014年7月
20		琅玛曲1	16.7	淡黄	砾石	2014年7月
21		琅玛曲2	15.8	半透明	砾石、泥沙	2018年6月
22		芒达曲1	18.0	淡黄	砾石	2014年7月
23		芒达曲2	12.2	透明	砾石、泥沙	2018年6月
24		恩达曲1	13.3	淡黄	砾石	2014年7月
25		恩达曲2	16.4	透明	砾石、卵石、泥沙	2018年6月
26		腰曲	16.1	淡黄	砾石	2014年7月
27		对照断面	扎曲	15.3	土黄	巨石
28	澜沧江		14.0	土黄	巨石	2014年7月

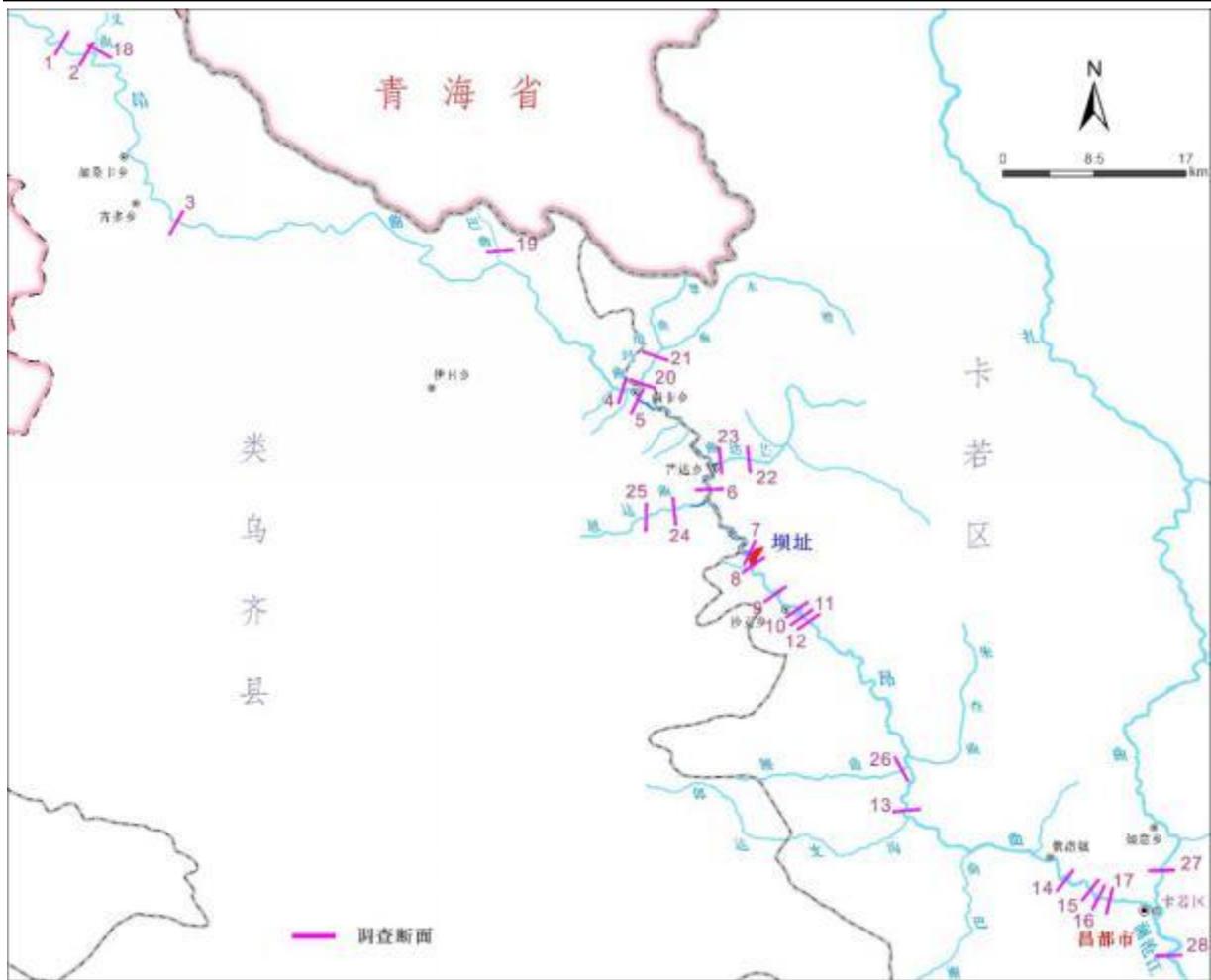


图 4.2.2-1 水生生物调查断面示意图

### 1) 浮游生物

浮游植物和浮游动物的定性样品分别用 25 号和 13 号浮游生物网采集，用鲁哥氏液和甲醛溶液固定保存，室内采用显微镜鉴定种类组成。

浮游植物定量样品用有机玻璃采水器取 2000mL 水样后，添加鲁哥氏液固定，室内沉淀 24 小时，浓缩后保存待检。室内先将样品定量为 30mL，摇匀后吸取 0.1mL 样品置于 0.1mL 计数框内，在显微镜下按视野法计数，数量特别少时全片计数，每个样品计数 2 次，取其平均值，每次计数结果与平均值之差应在 15% 以内，否则增加计数次数。每升水样中浮游植物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{C_s}{F_s \times F_n} \times \frac{V}{v} \times P_n$$

式中： $F_n$ ，为每片计数过的视野数； $V$ ，1L 水样经浓缩后的体积（mL）； $v$ ，计数框的容积（mL）； $P_n$ ，计数所得个数（ind.）。浮游植物生物量的计算采用体积换算法。根据浮游植物的体形，按最近似的几何形测量其体积，形状特殊的种类分解为几个部分测量，然后结果相加。

浮游动物定量样品用采水器取水样 20L，用 25 号浮游生物网过滤后，甲醛溶液固定待检。浮游动物的计数分为原生动物、轮虫、枝角类和桡足类。原生动物和轮虫利用浮游植物定量样品进行计数，原生动物计数是从浓缩的 30mL 样品中取 0.1mL，置于 0.1mL 的计数框中，全片计数，每个样品计数 2 片；轮虫则是从浓缩的 30mL 样品中取 1mL，置于 1mL 的计数框中，全片计数，每个样品计数 2 片。同一样品的计数结果与均值之差不得高于 15%，否则增加计数次数。枝角类和桡足类的计数是用 1mL 计数框，将 20L 过滤出的浮游动物定量样品分若干次全部计数。单位水体浮游动物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{m}{cv}$$

式中： $N$ ，1L 水样中浮游动物的数量（ind./L）； $v$ ，样品浓缩后的体积（L）； $V$ ，采样体积（L）； $C$ ，计数样品体积（mL）； $n$ ，计数所获得的个数（ind.）。显微镜下检测各类浮游动物的种类、数量、大小，分别计算其密度、生物量，浮游动物现存量根据各类浮游动物现存量之和求得。

## 2) 底栖动物

底栖动物分三大类水生昆虫、寡毛类、软体动物。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天平称出湿重，计算底栖动物的现有量和生物量。

### 3) 鱼类

采取捕捞、调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用福尔马林固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。由于西藏昂曲无渔业捕捞活动，鱼类资源量的调查采取现场调查，并向当地渔业主管部门及相关部门搜集资料，以判断资源状况（包括珍稀濒危鱼类、经济鱼类等）。走访沿河居民、渔业部门等，并结合沿河鱼类产卵的历史记录、鱼类生物学特性、鱼类产卵场生境条件及水文学等特征，分析鱼类“三场”分布情况。

#### 4.2.2.2 水生生境

##### (1) 昂曲干流

评价区域干流从江麻村至河口大多数是峡谷急流，其间有极少且短的宽谷河段。河面宽 50m 左右，水流湍急，特别是节曲汇口至尚卡乡等江段山高谷深，为典型的峡谷急流河段。河水含沙量高，水体浑浊，透明度低。江麻村、吴热村、沙贡电站坝下及一些支流的汇口河谷稍宽，其他江段均是峡谷。

宗通卡库尾至坝址江段为峡谷急流河段，上游森林植被较好，越往下游植被越稀疏，河势大致呈现从上游至下游逐渐平坦的趋势。宗通卡坝址以下河流稍平缓，流速也减缓，河流底质的粒径也较小，局部平缓水域底质为细砂质。

目前评价区干流河段已建两座电站，分别为沙贡电站和昌都电站。沙贡电站为引水式开发，目前已停产，水流从坝顶溢出；昌都电站为坝后式

开发，目前正常运行。两座电站均未建过鱼设施。

西藏昂曲干流水生生境情况见图 4.2.2-2。



吴热村附近宽谷江段



尚卡乡江段



宗通卡库尾江段



宗通卡库区江段



宗通卡坝下江段



沙贡电站近坝江段



沙贡电站厂房下游江段

昌都电站坝下江段

图 4.2.2-2 西藏昂曲干流生境情况

## (2) 支流

1) 义曲 位于昂曲中游段，距离宗通卡库尾约 75km，义曲河长 23km，流域面积 134km<sup>2</sup>，河口多年平均流量 1.21m<sup>3</sup>/s，落差 735m，河口高程 3665m。在吴热村汇入昂曲，在河口以上约 1km 已建甲桑卡引水式电站，电站厂房位于河口上游约 100m。该支流为山涧小型溪流，水量较小，水流较平缓。两岸植被稀疏，以灌丛和高山草甸为主，沿岸居民较少。河流中下游与国道 214 线并行。中游局部河段河面开阔，水流平缓，适宜于高原鳅等栖息索饵。下游河流变窄，宽约 3m 左右，深约 0.3m，底质以砾石为主，水体较清澈。

2) 巴曲 位于昂曲中游段，距离宗通卡库尾约 20km，巴曲河长 86km，流域面积 1783km<sup>2</sup>，河口多年平均流量 6.11m<sup>3</sup>/s，落差 595m，河口高程 3535m。该支流为昂曲最大支流，集雨面积大。两岸高山耸立，植被类型上游以高山草甸为主，下游以森林为主。河流水流较大，水流湍急，河水含沙量高。

3) 琅玛曲 位于昂曲下游段，距离宗通卡库尾约 0.6km，河长 12km，流域面积 303km<sup>2</sup>，河口多年平均流量 2.74m<sup>3</sup>/s，落差 566m，河口高程 3500m，于芒达乡申达村汇入昂曲。该支流处于山谷较开阔地带，两岸植被良好，以草甸、灌丛为主，间有森林。河流坡降较小，水流平缓，水体较为清澈，

河流底质以砾石为主。

4) 芒达曲 位于宗通卡库区，河长 18km，流域面积 245km<sup>2</sup>，河口多年平均流量 2.21m<sup>3</sup>/s，落差 717m，河口高程 3479m。该支流位于昂曲左岸，于芒达乡芒达村汇入昂曲。河面宽约 3 至 5m，深约 0.5m，河床底质以砾石为主。两岸植被以草甸和灌丛为主，下游河口有少量村民聚居，农田开发较少，河边有少量生活垃圾。河口以上约 2.5km 有一座小水电，引水式开发，目前已停产。

5) 恩达曲 位于宗通卡库区，河长 15km，流域面积 273km<sup>2</sup>，河口多年平均流量 2.47m<sup>3</sup>/s，落差 692m，河口高程 3449m。该支流位于昂曲右岸，两岸植被良好。河流上游比降大，水流湍急，局部形成小的跌水；下游河谷稍开阔，水流平缓，两岸有少量村落，河面宽 5~8m，水深 1m 左右。距河口以上约 3km 有一座小水电，引水式开发，装机 230kw，目前运行良好。

6) 腰曲 河长 10km，流域面积 112km<sup>2</sup>，河口多年平均流量 1.01m<sup>3</sup>/s，落差 596m，河口高程 3350m。该支流位于昂曲右岸，两岸植被稀疏，以灌丛为主。两岸村庄较多，沿岸村民在该支流取水。

西藏昂曲支流水生生境情况见图 4.2.2-3。



义曲



巴曲



图 4.2.2-3 西藏昂曲支流生境情况

#### 4.2.2.3 浮游植物

##### (1) 种类组成

##### 1) 2014 年调查

调查区域共检出浮游植物 3 门 25 属 48 种 (附录 4)，其中硅藻门 40 种，占检出种类的 83.33%；蓝藻门 4 种，占检出种类的 8.33%；绿藻门 4 种，占检出种类的 8.33%，见表 4.2.2-2。

干流调查断面检出浮游植物共计 3 门 43 种，其中硅藻门 37 种，占检出种类的 86.05%；绿藻门 3 种，占检出种类的 6.98%；蓝藻门 3 种，占检出种类的 6.98%。

支流调查断面检出浮游植物共计 3 门 41 种，其中硅藻门 35 种，占检

出种类的 85.37%；绿藻门 2 种，占检出种类的 4.88%；蓝藻门 4 种，占检出种类的 9.76%。

调查区域浮游植物组成以硅藻门为主，其次为绿藻门、蓝藻门。常见种类有钝脆杆藻、针杆藻、桥弯藻、舟形藻、等片藻等。

## 2) 2018 年调查

调查区域共检出浮游植物计 4 门 38 种（附录 4）。其中硅藻门 30 种、占检出种类的 78.95%；绿藻门 3 种、占检出种类的 7.89%；蓝藻门 4 种、占检出种类的 10.53%；隐藻门 1 种、占检出种类的 2.63%。调查区域浮游植物组成以硅藻门为主，其次为蓝藻门，绿藻门。常见种类有钝脆杆藻、针杆藻、桥弯藻、舟形藻、等片藻等。

干流共检出浮游植物 33 种。其中硅藻门 29 种、占检出种类的 87.88%；蓝藻门 3 种、占检出种类的 9.09%；绿藻门 1 种、占检出种类的 3.03%。调查区域浮游植物组成以硅藻门为主，其次为绿藻门，其它种类偶见。

支流琅玛曲检出浮游植物 18 种。其中硅藻门 17 种、占检出种类的 94.44%；绿藻门 1 种、占检出种类的 5.56%。

芒达曲检出浮游植物 17 种。其中硅藻门 15 种、占检出种类的 88.24%；绿藻门 1 种、占检出种类的 5.88%；绿藻门 1 种、占检出种类的 5.88%。

恩达曲检出浮游植物 19 种。其中硅藻门 16 种、占检出种类的 84.21%；蓝藻门 2 种、占检出种类的 10.53%；隐藻门 1 种、占检出种类的 5.26%。

据各采样断面结果分析，干流浮游植物种类数多于支流。常见种主要有：硅藻门中的脆杆藻属、舟形藻属、羽纹藻属、曲壳藻属，蓝藻门中的席藻属、颤藻属，绿藻门中的丝藻、鼓藻，为常见种，在各采样断面中出现频率较高。

## (2) 现存量

### 1) 2014 年调查

调查区域浮游植物密度平均为  $1.15 \times 10^6 \text{ ind./L}$ ，其中硅藻门占 75.49%、蓝藻门占 24.51%；调查区域干流浮游植物密度平均为  $1.14 \times 10^6 \text{ ind./L}$ 。调查区域支流浮游植物密度平均为  $1.19 \times 10^6 \text{ ind./L}$ ，调查区域各断面的浮游植物密度见表 4.2.2-2。

调查区域浮游植物生物量平均  $2.61 \text{ mg/L}$ ，其中硅藻门占 99.27%、蓝藻门占 0.73%；调查区域干流浮游植物生物量平均为  $2.68 \text{ mg/L}$ 。调查区域支流浮游植物生物量平均为  $2.41 \text{ mg/L}$ ，各断面的浮游植物生物量见表 4.3-2。

### 2) 2018 年调查

调查区域浮游植物密度平均为  $3.6 \times 10^6 \text{ ind./L}$ 。其中硅藻门占 96.22%、蓝藻门占 3.73%、隐藻门占 0.05%。

调查区域干流检出植物密度平均为  $5.05 \times 10^6 \text{ ind/L}$ 。支流朗玛曲检出浮游植物密度为  $1.52 \times 10^6 \text{ ind/L}$ ，芒达曲检出浮游植物密度为  $0.96 \times 10^6 \text{ ind/L}$ ，恩达曲检出浮游植物密度为  $1.39 \times 10^6 \text{ ind/L}$ 。

调查区域浮游植物生物量平均  $1.02 \text{ mg/L}$ 。其中硅藻门占 99.01%、蓝藻门占 0.33%、隐藻门占 0.05%。

调查区域干流检出植物生物量平均为  $1.39 \text{ mg/L}$ 。支流朗玛曲检出浮游植物生物量为  $0.48 \text{ mg/L}$ ，芒达曲检出浮游植物生物量为  $0.38 \text{ mg/L}$ ，恩达曲检出浮游植物生物量为  $0.35 \text{ mg/L}$ 。

表 4.2.2-2 调查水域各断面浮游植物种类数（个）、密度（ $\times 10^6$  ind./L）、生物量（mg/L）和生物多样性指数

调查断面	硅藻门			蓝藻门			绿藻门	隐藻门	合计			生物多样性指数	
	种类	密度	生物量	种类	密度	生物量	种类	种类	种类	密度	生物量		
干流	江麻村	17	1.28	2.00	0	0	0	0	0	17	1.28	2.00	2.45
	吴热	14	0.99	2.19	1	0	0	0	0	15	0.99	2.19	2.57
	卓登	15	0.44	1.02	1	0	0	0	0	16	0.44	1.02	2.47
	尚卡 1	16	1.23	4.70	1	0	0	0	0	17	1.23	4.70	2.96
	尚卡 2	16	1.33	0.39	1	0.14	0	0	1	18	1.47	0.39	1.71
	宗通卡库中	13	2.64	0.72	0	0	0	0	1	14	2.64	0.72	1.73
	宗通卡坝址	23	1.98	0.67	0	0	0	0	1	24	1.98	0.67	1.83
	宗通卡坝下	19	3.39	0.85	0	0	0	0	2	21	3.39	0.85	1.63
	沙贡库尾	13	0.93	2.16	1	0	0	0	0	14	0.93	2.16	2.48
	沙贡坝前	7	0.29	0.35	2	0	0	0	0	9	0.29	0.35	0.72
	沙贡减水	8	0.23	0.79	2	1.75	0.09	0	0	10	1.98	0.88	0.62
	沙贡坝下	18	15.08	4.31	0	0.68	0	0	1	19	15.76	4.34	1.99
	朗达	11	0.43	1.54	1	1.17	0.12	0	0	12	1.59	1.65	1.55
	昌都库尾	11	0.35	1.34	1	0	0.00	0	0	12	0.35	1.34	2.11
	昌都库中	15	1.63	7.88	1	0.58	0.06	1	0	17	2.22	7.93	3.14
昌都坝前	15	1.17	3.62	0	0	0	0	0	15	1.17	3.62	3.38	
昌都坝下	19	1.58	5.75	2	0	0	0	0	21	1.58	5.75	3.35	

续表 4.2.2-2 调查水域各断面浮游植物种类数 (个)、密度 ( $\times 10^6$  ind./L)、生物量 (mg/L) 和生物多样性指数

调查断面		硅藻门			蓝藻门			绿藻门	隐藻门	合计			生物多样性指数
		种类	密度	生物量	种类	密度	生物量	种类	种类	种类	密度	生物量	
支流	义曲	16	0.25	0.56	3	0.41	0.03	0	0	19	0.65	0.59	2.6
	巴曲	22	2.45	6.21	3	1.75	0.09	0	0	25	4.2	6.30	2.76
	琅玛曲 1	23	0.88	2.96	2	0	0	0	0	25	0.88	2.96	3.29
	琅玛曲 2	17	1.52	0.48	1	0	0	0	0	18	1.52	0.48	1.52
	芒达曲 1	21	0.67	2.46	0	0	0	0	0	21	0.67	2.46	3.13
	芒达曲 2	15	0.96	0.38	1	0	0	1	1	17	0.96	0.68	1.20
	恩达曲 1	25	0.65	2.21	0	0	0	1	0	26	0.65	2.21	2.96
	恩达曲 2	16	1.11	0.32	0	0.27	0.02	0	1	19	1.38	0.36	1.66
	腰曲	10	0.07	0.18	0	0	0	1	0	11	0.07	0.18	1.78
扎曲		17	0.93	1.72	1	0	0	0	0	18	0.93	1.72	2.18
澜沧江		11	0.99	2.25	2	0	0	2	0	15	0.99	2.25	2.23

### (3) 生物多样性

调查各断面浮游植物生物多样性在 0.72 ~ 3.38 之间, 平均值为 2.21。昂曲调查水域浮游植物种类及现存量都很低, 主要因为昂曲为高山峡谷、水流湍急, 调查期间水体泥沙含量高、透明度低, 加上昂曲处于高海拔地区, 无机营养盐和有机碎屑来源有限。

### (4) 现状评价

昂曲调查水域浮游植物种类为 59 种, 密度平均和生物量平均分别为  $1.15 \times 10^6$  ind./L、2.61mg/L。浮游植物种类及现存量都很低, 主要因为昂曲为高山峡谷、水流湍急, 调查期间水体泥沙含量高、透明度低, 加上昂曲处于高海拔地区, 且社会经济不发达, 无机营养盐和有机碎屑由地表输入, 来源有限, 大型浮游植物甲藻等未见。

#### 4.2.2.4 着生藻类

着生藻是附着于卵石、木块等物上的一些丝状藻类和单细胞藻类, 丝状藻类通常靠基细胞着生, 单细胞藻类通常有胶质柄。着生藻类是刮食性裂腹鱼的重要饵料, 在水生态系统中, 特别是在高原河流生态系统中具有重要的生态作用。着生藻的生长受环境中的水温、流速、透明度、水位变动及水体营养状况等的影响。

昂曲为典型高原河流, 水温低、流速快、含沙量高、透明度低、水体营养来源少。调查区域内着生藻类以硅藻门为主, 其次是绿藻门, 其他种类较少。

#### 4.2.2.5 浮游动物

##### (1) 种类组成

##### 1) 2014 年调查

本次调查干支流共检出浮游动物 10 属 17 种 (附录 5), 其中原生动物

9 属 16 种，占总种数的 94.12%；轮虫 1 属 1 种，占总种数的 5.88%；枝角类、桡足类未检出。干流检出浮游动物 10 属 15 种，其中原生动物 14 种（占 93.33%）；轮虫 1 种（占 6.67%）。昂曲干流各监测点浮游动物种类数较少，在 1~5 种之间。支流浮游动物仅有原生动物检出，共 5 属 7 种。

评价范围内浮游动物种类组成以原生动物为主，轮虫偶见，枝角类、桡足类在本次调查未检出。常见种为原生动物中的小筒壳虫、淡水筒壳虫等。

## 2) 2018 年调查

本次调查干支流共鉴定出浮游动物 18 种，其中原生动物 3 种、占总种类的 16.67%，轮虫 11 种、占 61.11%，枝角类 1 种、占 5.56%，桡足类 3 种、占 16.67%。

干流共鉴定出浮游动物 12 种，其中原生动物、桡足类各 3 种，分别占干流总种类的 25%，轮虫 5 种、占 41.67%，枝角类 1 种、占 8.33%。干流浮游动物种类在 1~8 种之间，由高到低是：宗通卡坝址>宗通卡库区>宗通卡坝下>宗通卡库尾>沙贡坝下。

支流朗玛曲鉴定出的浮游动物 3 种，其中原生动物 2 种、轮虫 1 种，枝角类和桡足类未检出。芒达曲鉴定出浮游动物 7 种，其中原生动物 1 种、轮虫 6 中，枝角类和桡足类未检出。恩达曲鉴定出的浮游动物 6 种，其中原生动物 2 种、轮虫 4 种，枝角类和桡足类未检出。调查水域浮游动物种类组成以轮虫为主，枝角类种类最少。浮游动物常见种为坛状曲颈壳虫。

## (2) 现存量

### 1) 2014 年调查

评价范围内浮游动物在定量样品中仅有原生动物检出，其密度平均为 316.33ind./L，生物量平均为 0.0008mg/L。昂曲干流原生动物密度在 66.67~866.67ind./L(平均 349.52ind./L)；干流浮游动物生物量 0.0001~

0.0031mg/L (平均 0.0009mg/L)。支流原生动物密度在 100~566.67ind./L (平均 238.89ind./L)，生物量在 0.0001~0.0018mg/L (平均为 0.0006mg/L)。

## 2) 2018 年调查

调查水域浮游动物平均密度为 95.83ind./L，生物量平均为 0.0192mg/L。

调查水域干流宗通卡坝址、宗通卡坝下检出浮游动物，其它监测点在定量样品中未检出 (表 4.2.2-3 和表 4.2.2-4)。宗通卡坝址仅检出轮虫，密度是 67ind./L、生物量是 0.0067ind./L；宗通卡坝下仅原生动物检出，其密度 667ind./L、生物量是 0.0893mg/L。支流朗玛曲、恩达曲在定量样品中未检出浮游动物，芒达曲仅检出轮虫，密度是 33ind./L、生物量是 0.0014mg/L (表 4.2.2-3 和表 4.2.2-4)。

表 4.2.2-3 2018 年 6 月浮游动物密度组成

类群	尚卡	宗通卡库区	宗通卡坝址	宗通卡坝下	沙贡坝下	朗玛曲	芒达曲	恩达曲
原生动物	0	0	0	667	0	0	0	0
轮虫	0	0	67	0	0	0	33	0
枝角类	0	0	0	0	0	0	0	0
桡足类	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	0	0	67	667	0	0	33	0

表 4.2.2-4 2018 年 6 月原生动物生物量组成

类群	尚卡	宗通卡库区	宗通卡坝址	宗通卡坝下	沙贡坝下	朗玛曲	芒达曲	恩达曲
原生动物	0	0	0	0.0893	0	0	0	0
轮虫	0	0	0.0067	0	0	0	0.0014	0
枝角类	0	0	0	0	0	0	0	0
桡足类	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	0	0	0.0067	0.0893	0	0	0.0014	0

## (3) 生物多样性

调查水域浮游动物多样性指数均较低，沙贡库区至昌都库尾浮游动物

多样性指数高于干流其它各点，支流腰曲多样性指数高于其它支流。2014年、2018年调查浮游动物种类、密度和生物量及多样性指数较低，主要因为高原河流水流湍急，无机营养盐和有机碎屑由地表输入，来源有限，不利于浮游动物生长繁殖。

#### (4) 现状评价

昂曲调查水域浮游动物种类为 34 种。浮游动物种类及现存量都很低，主要因为昂曲为高山峡谷、水流湍急，调查期间水体泥沙含量高、透明度低，加上昂曲处于高海拔地区，且社会经济不发达，无机营养盐和有机碎屑由地表输入，来源有限，大型浮游动物枝角类、桡足类未见，小型原生动物种类及现存量也较少。

#### 4.2.2.6 底栖动物

##### (1) 种类组成

##### 1) 2014 年调查

评价区共检出底栖动物 37 种（附录 6），以节肢动物为主，优势种有四节蜉、蚋、多足摇蚊、直突摇蚊、石蝇等。昂曲干流水流湍急，泥沙含量高，底栖动物 23 种，主要有四节蜉、多足摇蚊、蚋、石蝇、短尾石蝇等。

支流底栖动物 30 种，以清洁水体指示物种为主，主要种类有四节蜉、高翔蜉、亚非蜉、蚋、网襁、多足摇蚊等。支流义曲、芒达曲、恩达曲底栖动物种类相对较多，主要由蜉蝣目、摇蚊等种类构成。

##### 2) 2018 年调查

评价区共检出底栖动物 28 种，均为节肢动物，优势种有四节蜉、花翅蜉、倍叉襁、纯石蝇多足摇蚊、直突摇蚊等。

干流水流湍急，泥沙含量高，现存底栖动物 10 种，主要种类有四节蜉、等蜉、多足摇蚊等。宗通卡库区段现存底栖动物 9 种，主要种类有四节蜉、

等蜉、多足摇蚊等；沙贡坝下河段底栖动物种类较少，只检测出蚋属。

支流底栖动物 24 种，主要种类有四节蜉、高翔蜉、花翅蜉、纯石蝇、倍叉襁、直突摇蚊等。支流琅玛曲、芒达曲、恩达曲底栖动物种类相对较多，主要由蜉蛄目、摇蚊等种类构成。

## (2) 现存量

### 1) 2014 年调查

评价区底栖动物密度  $109 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ，生物量  $1.229 \text{ g}/\text{m}^2$ ，节肢动物在现存量组成中占 100%。

干流底栖动物密度  $25 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ，生物量  $0.138 \text{ g}/\text{m}^2$ 。沙贡库区底栖动物密度、生物量分别为  $17 \text{ ind.}/\text{m}^2$ 、 $0.415 \text{ g}/\text{m}^2$ ；坝下减水河段底栖动物密度、生物量分别为  $30 \text{ ind.}/\text{m}^2$ 、 $0.037 \text{ g}/\text{m}^2$ 。昌都库区底栖动物密度、生物量分别为  $19 \text{ ind.}/\text{m}^2$ 、 $0.095 \text{ g}/\text{m}^2$ ；坝下河段底栖动物密度、生物量分别为  $10 \text{ ind.}/\text{m}^2$ 、 $0.007 \text{ g}/\text{m}^2$ 。

支流底栖动物密度  $304 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ，生物量  $3.773 \text{ g}/\text{m}^2$ 。

### 2) 2018 年调查

评价区底栖动物密度  $78 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ，生物量  $0.610 \text{ g}/\text{m}^2$ ，节肢动物在现存量组成中占 100%。

干流底栖动物密度  $5 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ，生物量  $0.045 \text{ g}/\text{m}^2$ 。宗通卡水库库区底栖动物密度  $6 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ，生物量  $0.057 \text{ g}/\text{m}^2$ ；沙贡坝下河段底栖动物现存量较低。

支流底栖动物密度  $201 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ，生物量  $1.550 \text{ g}/\text{m}^2$ 。琅玛曲河段底栖动物密度  $132 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ，生物量  $2.063 \text{ g}/\text{m}^2$ ；恩达曲河段底栖动物密度  $122 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ，生物量  $1.404 \text{ g}/\text{m}^2$ ；芒达曲河段底栖动物现存量较高，密度、生物量分别为  $350 \text{ ind.}/\text{m}^2$ 、 $1.184 \text{ g}/\text{m}^2$ 。

表 4.2.2-5

底栖动物密度和生物量组成

	调查断面	密度 ind./m <sup>2</sup>	生物量 g/m <sup>2</sup>
干流	江麻村	40	0.091
	吴热	50	0.072
	卓登	93	0.5
	尚卡 1	10	0.075
	尚卡 2	15	0.007
	宗通卡库中	1	0.008
	宗通卡坝址	4	0.053
	宗通卡坝下	2	0.159
	沙贡库尾	20	0.728
	沙贡坝前	13	0.102
	沙贡减水	30	0.037
	沙贡坝下	1	0
	朗达	13	0.018
	昌都库尾	27	0.061
	昌都库中	27	0.188
	昌都坝前	3	0.037
	昌都坝下	10	0.007
支流	义曲	413	0.91
	巴曲	27	0.07
	琅玛曲 1	300	1.097
	琅玛曲 2	132	2.063
	芒达曲 1	433	4.741
	芒达曲 2	350	1.184
	恩达曲 1	420	15.09
	恩达曲 2	122	1.404
	腰曲	230	0.73
	扎曲	7	0.005
	澜沧江	10	0.011

### (3) 生物多样性

各采样断面底栖动物 Shannon-Wiener 指数、Margalef 指数总体偏低，且干流较支流更低，与河流流速较大、泥沙含量高等有关。

### (4) 现状评价

评价区底栖动物共 52 种，种类组成中节肢动物占 100%，优势种有四节蜉、蚋、亚非蜉、多足摇蚊、直突摇蚊、石蝇等。

昂曲干流水流湍急，水色浑浊，底栖动物以蜉蝣、石蝇、大蚊等好氧型种类为主，显示昂曲水质较好。由于各断面水文情势不尽相同，加之昂曲生境对底栖动物生长较为不宜，昂曲干流底栖动物种类水平分布存在一定差异，底栖动物现存量整体较低。昂曲支流水量较小，水色较为清澈，底栖动物种类、现存量均高于干流。

#### 4.2.2.7 水生高等植物

由于昂曲为典型高原河流，水温低、流速快、含沙量高、透明度低、水体营养来源少，底质以岩石、泥沙为主，水生高等植物匮乏。根据现场调查，在支流河湾缓流处，有零星菹草生存。

#### 4.2.2.8 鱼类

##### (1) 种类组成

根据调查结果，结合《西藏鱼类及其资源》(西藏自治区水产局, 1995)、《青藏高原鱼类》(武云飞等, 1991)等文献资料，评价范围内分布鱼类8种，隶属于2目3科5属(见表4.2.2-6)。种类组成为鲤形目鲤科(裂腹鱼亚科)、鳅科和鲇形目鲃科鱼类，为典型青藏高原鱼类区系。其中鲤形目鲤科(裂腹鱼亚科)4种、鳅科3种，鲇形目鲃科1种。

##### (2) 重点保护、特有、濒危种类

评价区域内无国家级或自治区重点保护鱼类分布。

在《中国濒危动物红皮书》中，裸腹叶须鱼被列为易危种(V)。

在《中国物种红色名录》中，澜沧裂腹鱼、细尾鲃被列为濒危种(EN)，裸腹叶须鱼被列为易危种(VU)。

调查区域内分布有澜沧江水系特有鱼类3种，分别为澜沧裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鲃。

表 4.2.2-6

昂曲鱼类种类组成及调查情况

目	科	属	种	保护等级	现状调查
I 鲤形目 CYPRINIFORMES	1 鲤科 Cyprinidae	(1) 裂腹鱼属 <i>Schizothorax</i>	1) 光唇裂腹鱼 <i>S. lissolabiatus</i>	/	✓
			2) 澜沧裂腹鱼 <i>S. lantsangensis</i>	澜沧江特有 鱼类; EN	✓
		(2) 叶须鱼属 <i>Ptychobarbus</i>	3) 裸腹叶须鱼 <i>P. Kaznakovi</i> (V) (VU)	V; VU	✓
			(3) 裸裂尻鱼属 <i>Gymnocypris</i>	4) 前腹裸裂尻鱼 <i>S. Anteroventris</i>	澜沧江特有 鱼类
	2 鳅科 Cobitidae	(4) 高原鳅属 <i>Triplophysa</i>	5) 细尾高原鳅 <i>T. stenura</i>	/	✓
			6) 短尾高原鳅 <i>T. brevicauda</i>	/	
			7) 斯氏高原鳅 <i>T. stoliczkae</i>	/	✓
II 鲇形目 SILURIFORMES	3 鲇科 Sisoridae	(5) 鲇属 <i>Pareuchiloglanis</i>	8) 细尾鲇 <i>P. Gracilicaudata</i>	澜沧江特有 鱼类; EN	✓

注: ✓表示现状调查采集到的种类, (V)表示分别表示《中国濒危动物红皮书》易危种, (EN)、(VU)分别表示《中国物种红色名录》濒危种、易危种。

### (3) 主要鱼类生物学特征

#### 1) 光唇裂腹鱼



分类地位: 鲤形目 鲤科 裂腹鱼亚科

生态习性: 为底层冷水性鱼类。以刮食岩石或泥底表层藻类为食, 兼食植物碎叶片。根据《青藏高原鱼类》描述, 每年6、7月份在青海省囊谦扎曲可见集群产卵鱼群, 10月后鱼群分散, 下游或潜入深水沱中。昂曲中下游海拔较囊谦低, 繁殖季节应在4~6月份。

地理分布：为我国青海、西藏、云南常见高原鱼类，主要分布于澜沧江上、中游。评价区内有分布。

## 2) 澜沧裂腹鱼



分类地位：鲤形目 鲤科 裂腹鱼亚科

生态习性：为底层冷水性鱼类。主食丝状藻和植物碎屑。繁殖期为4~8月，主要繁殖期为4~6月。

地理分布：分布于澜沧江水系上游干支流，西藏、云南均有分布。评价范围内主要分布在昂曲下游河口河段。

## 3) 裸腹叶须鱼



分类地位：鲤形目 鲤科 裂腹鱼亚科

生态习性：栖息于高原江河干流回水或缓流砂石底处，为高原常见底栖性冷水鱼类。较小个体常栖息于岸边流速较缓处。主要以水生昆虫和摇蚊幼虫为食，兼食硅藻类。每年4~5月为繁殖季节产卵盛期。

地理分布：分布于我国澜沧江、怒江、金沙江上游干支流。评价区内

有分布。

#### 4) 前腹裸裂尻鱼



分类地位：鲤形目 鲤科 裂腹鱼亚科

生态习性：常栖息于宽谷河流水流较缓处及支流，主要摄食着生藻类，食物中还见有鞘翅目和双翅目昆虫残体。5月以后产卵，主要繁殖季节在5~6月。

地理分布：澜沧江水系上游干支流。评价区内有分布。

#### 5) 细尾鲃



分类地位：鲇形目 鲃科

生态习性：常栖息于水流湍急、多石的岸边。鲃科鱼类繁殖水温高于同区域分布的裂腹鱼类，一般要到汛期开始，水温明显上升后的5~6月份才开始繁殖，一般6~7月份是其繁殖盛期。

地理分布：澜沧江上游干支流。评价区内有分布。

#### (4) 生态特征

### 1) 生境特征

急流底栖类群：此类群部分种类具特化的吸盘或类似吸盘的附着结构，适于附着在急流河底物体上生活，主要以底栖动物为食，评价区分布有 1 种，为细尾鲃。

流水类群：此类群主要生活在江河流水环境中，体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于流水生活，是该河段种类最多的类群。该类群有裂腹鱼亚科的光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼、裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼，鳅科的细尾高原鳅、斯氏高原鳅、短尾高原鳅等。其中裂腹鱼属的种类和叶须鱼属的种类更适应于流水较大的水体，而裸裂尻鱼属和高原鳅属的种类一般适应于水流较缓甚至静水环境。

### 2) 食性

调查区域内鱼类食性可划分为 3 个类型：

以着生藻类为食的类群：该类群大多为口下位，具有锋利的下颌，用以刮食河流底质上的着生藻类，食物中还包括有机碎屑及少量底栖无脊椎动物。这一类群有裂腹鱼亚科的光唇裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼等。

以底栖无脊椎动物为食的类群：该类群以摄食水生昆虫的成虫或幼虫或其它底栖无脊椎动物为主，有的种类也摄食少量着生藻类和植物碎屑。这一类群有澜沧裂腹鱼、裸腹叶须鱼、细尾鲃等。

杂食性类群：此类群部分种类既摄食水生昆虫等动物性饵料，也摄食藻类及植物碎屑等，这一类群主要为高原鳅属鱼类。

### 3) 繁殖习性

昂曲分布的鱼类均为产粘沉性卵鱼类，但根据不同种类的产卵繁殖习性，又可分为以下三种类型：

流水砾石滩产卵类型，主要为裂腹鱼类，一般早春 3~4 月份，冰雪融

化、水温升高，鱼类开始由深潭、主河槽顺着水流向上游和支流上溯，寻找合适的产卵场所，一般在干支流水深较浅、水体较为清澈，底质为砂和砾石的长滩。产出的卵粒，为沉性，具有轻微的粘性，大部分受精卵聚集在小坑内进行胚胎发育，从而避免了被水流冲到河流下游不适宜环境中去。

急流深潭产卵类型，主要为细尾鮡。一般在急流近岸深水区、巨石底质、有一定回水区域产卵。

河岸边浅滩缓流产卵类型，主要为高原鳅等一些小种类，它们个体较多，散布于不同的河段、支流等各类水体，完成生活史所要求的环境范围不大，它们主要在沿岸带适宜的小环境中产卵，一般为细砂质底质，浅水、缓流或静水，甚至有一定水草的区域内。

#### 4) 洄游习性

根据鱼类生态习性，昂曲鱼类整个生活史期间都生活在河流附近水域，不需要穿越不同类型或性质的水域进行长距离洄游，不属于长距离洄游性鱼类。但是随着季节变化，干支流、上下游水温、水量发生变化，饵料生物种类组成和生物量具有时空差异，鱼类为完成产卵、索饵、越冬等生活史过程，会进行短距离上溯或下游，主要是光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼、裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼 4 种裂腹鱼。鮡科鱼类和高原鳅属鱼类均为定居性种类，一般没有洄游习性。

### (5) 鱼类三场

#### 1) 产卵场

参考流域规划环评的鱼类产卵场调查的结果，2014年6月8日至8月10日中国科学院昆明动物所对澜沧江干流及主要支流（南班河、扎曲、昂曲、色曲等）进行鱼类早期资源调查发现，鱼类以产粘沉性卵的鱼类为主，没有发现典型产漂流性卵的鱼类。产粘沉性卵的鱼类对产卵场要求并不严

格，分布较为广泛，但一般规模不大，较为明显的产卵场为温达、加卡、察雅、永宗村、关累、曼打鸠等 22 个，距离昂曲河口下游最近的产卵场（昌都加卡）约 31 km，主要产卵鱼类为澜沧裂腹鱼、光唇裂腹鱼、裸腹叶须鱼、细尾鮡，河床水流平急，卵石、砾石底质。2014 年 7 月 26 日至 8 月 15 日，2018 年 6 月 4 日至 15 日，水利部中国科学院水工程生态研究所对昂曲鱼类产卵场进行了现场调查：

### ① 裂腹鱼类的产卵场

裂腹鱼类对产卵场条件要求并不严格，一般在砾石浅滩、水质较清澈的流水河段产卵繁殖，鱼类产卵后，受精卵落入石砾缝中，在河流流水的冲动中顺利孵化，有的裂腹鱼在河滩地掘沙砾成浅坑，产卵其中孵化。昂曲为典型的高山峡谷河流，特别是在西藏境内宽谷江段极少且短，干流比较集中的产卵场较少，多为零星、分散的浅滩，如支流汇口、河流拐弯处等。

通过实地调查，干流可能比较集中的产卵场仅有 2 处：

a 义曲汇口附近的干流江段，长约 4km。该处河流蜿蜒曲折，一般在河流的凹面，即河岸的凸面，形成浅滩，适宜于裂腹鱼类产卵繁殖。另外该江段有支流义曲汇入，在河口及支流下游，在春季裂腹鱼类繁殖季节，水量较小，水深较浅，也适应于裂腹鱼类的产卵繁殖。

b 甲桑卡乡瓦日村附近江段，长约 4km。该江段河谷较宽，河中多江心滩，江心滩周围及河岸带均有大面积适宜裂腹鱼类产卵繁殖的场所。且该江段右岸有两条小型支流汇入，支流汇口处形成一定范围的冲击浅滩，亦适宜裂腹鱼类产卵繁殖。

重点针对宗通卡水利枢纽工程影响范围内的河道进行了调查，总体来看，该区域为典型峡谷急流河段，适宜裂腹鱼类产卵繁殖的生境较少，仅

在局部区域如河流蜿蜒的凸面、支流汇口等存在零星的砾石浅滩，可能有小规模裂腹鱼类产卵繁殖，如索土村附近、芒达村附近、卡洛村附近、恩达曲河口等河段。见图 4.2.2-4。

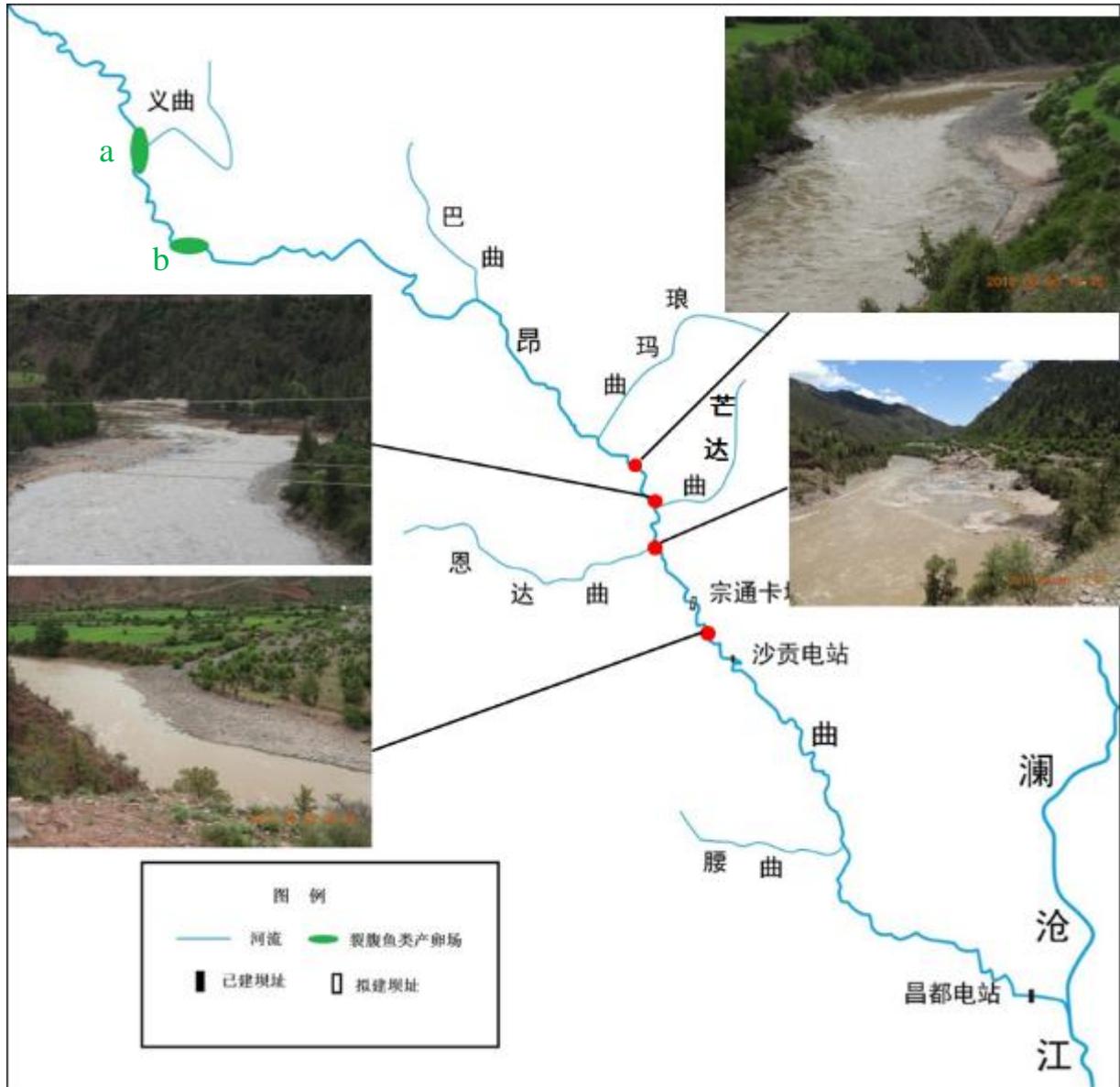


图 4.2.2-4 评价区鱼类产卵场分布示意图

### ② 鮡科鱼类的产卵场

鮡科鱼类的卵有弱粘性，也需在礁石、砾石堆中孵化，它们的产卵场与裂腹鱼不同，多分布于水流较为湍急河段的近岸区域，包括跌水以及一些巨石底质形成的回水、深潭区域。鮡科鱼类为定居性鱼类，栖息、繁殖

均在这些区域，产卵场位置相对稳定，鮡科鱼类的产卵场较为分散，且一般规模不大。

### ③ 高原鳅产卵场

高原鳅对产卵环境要求很低，产卵场一般在近岸缓流处，底质也为砾石、卵石、粗沙砾或有水草的场所。符合以上条件的场所一般在支流与干流的交汇处以及支流水流平缓处，调查河段各支流及其汇口处的浅水湾等场所较适宜高原鳅鱼类繁殖。

### 2) 索饵场

调查江段主要经济鱼类多以着生藻类、底栖动物、有机碎屑等为主要食物，浅水区光照条件好，砾石底质适宜着生藻类生长，往往是鱼类索饵的场所。一般在干流的缓流江段、支流汇口等。

鱼类育幼是鱼类生活史中一个非常关键的阶段，由于仔幼鱼期间，游泳能力差，主动摄食能力不强，抗逆性弱，因此，适宜的育幼环境是鱼类种群增长的必要条件，一些小型支流、干支流的浅水区是裂腹鱼类和高原鳅的重要育幼场，本次野外调查过程中在腰曲、恩达曲等支流均捕获到体长 20mm 左右的裂腹鱼和高原鳅幼鱼。

### 3) 越冬场

调查江段鱼类长期的生态适应和演化，使其具有抵御低温水环境的能力，能在低温环境中顺利越冬。枯水期水量小，水位低，鱼类进入缓流的深水河槽或深潭中越冬，这些水域多为岩石、砾石、沙砾底质，为其提供了适宜的越冬场所。

## (6) 鱼类资源现状

2011年5月28日至7月14日、10月28日至11月26日，水利部中国科学院水工程生态研究所在昂曲采集到鱼类4种，分别为细尾高原鳅、光

唇裂腹鱼、裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼；访问当地群众有分布的种类有 2 种，分别为澜沧裂腹鱼、细尾鲃。

表 4.2.2-7 评价区及周边区域鱼类三场分布

类型	位置	长度	种类	生境概况	与工程位置关系
产卵场	义曲汇口附近的干流江段	4 km	裂腹鱼类	该处河流蜿蜒曲折，一般在河流的凹面，即河岸的凸面，形成浅滩；支流义曲汇入，在河口及支流下游，水深较浅	位于库尾上游 67.5km
	甲桑卡乡瓦日村附近江段	4 km	裂腹鱼类	该江段河谷较宽，河中多江心滩；右岸有两条小型支流汇入，支流汇口处形成一定范围的冲击浅滩	位于库尾上游 57.2km
	索土村附近、芒达村附近、卡洛村附近、恩达曲河口等零星分布有产卵生境				评价区分布
索饵场	一般在干流的缓流江段、支流汇口是裂腹鱼类、高原鳅、鲃科的索饵场				评价区分布
越冬场	深水河槽或深潭中，多为岩石、砾石、沙砾底质				评价区分布

2014 年 8 月 5 日至 15 日，在昂曲干流江麻村、吉多、沙贡电站库尾、沙贡电站库中、昌都电站库尾、昌都电站库中，支流巴曲、琅琊曲、恩达曲、腰曲，共采集鱼类 479.4g、64 尾，经鉴定为 5 种（见表 4.2.2-8），分别为裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、斯氏高原鳅、细尾高原鳅、细尾鲃。

表 4.2.2-8 昂曲渔获物统计（2014 年 8 月）

种类	尾数 (个)	尾数百分比 (%)	重量 (g)	重量百分比 (%)	体长 (mm)		体重 (g)	
					范围	平均值	范围	平均值
裸腹叶须鱼	3	4.7	336.5	70.2	81~288	157	5~263.1	84.1
前腹裸裂尻鱼	19	29.7	13.4	2.8	25~54	42	0.1~1.9	1
斯氏高原鳅	13	20.3	10.5	2.2	25~77	36.2	0.1~5.8	0.8
细尾高原鳅	28	43.8	42.7	8.9	21~148	50.2	0.1~28.8	2.7
细尾鲃	1	1.6	76.3	15.9		174		76.3
合计	64	100.0	479.4	100.0				

2018 年 6 月 4 日至 15 日，在宗通卡库尾、宗通卡库中、沙贡坝下昂曲干流江段及支流恩达曲共采集鱼类 3461.1g、127 尾，经鉴定为 7 种，分别为裸腹叶须鱼、光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、斯氏高原鳅、细尾高原鳅、细尾鲃（见表 4.2.2-9）。渔获物中，前腹裸裂尻鱼的尾数百

分比和重量百分比均最高，重量百分比居第二位的是裸腹叶须鱼，总体情况与 2014 年 8 月调查结果基本一致，本次调查渔获物中新增光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼。

表 4.2.2-9 昂曲渔获物统计 (2018 年 6 月)

种类	尾数 (个)	尾数百分比 (%)	重量 (g)	重量百分比 (%)	体长 (mm)		体重 (g)	
					范围	平均值	范围	平均值
裸腹叶须鱼	13	10.24	734	21.21	11~220	163.8	16~121	56.5
光唇裂腹鱼	5	3.94	457	13.20	55~255	162.2	3~203	91.4
澜沧裂腹鱼	11	8.66	335	9.68	55~215	111.4	3~119	30.5
前腹裸裂尻鱼	69	54.33	1783	51.52	43~186	121.9	1~85	25.8
斯氏高原鳅	23	18.11	103	2.98	43~140	78.7	1~23	4.8
细尾高原鳅	4	3.15	11	0.32	61~72	68.3	2~3	2.8
细尾鲃	2	1.57	38.1	1.10	30~127	78.5	0.1~38	19.1
合计	127	100.0	3461.1	100.0				



现场调查工作照



渔获物



前腹裸裂尻鱼



裸腹叶须鱼

图 4.2.2-3 现场调查及渔获物照片

(7) 鱼类资源现状评价

昂曲为高原峡谷急流，水流湍急，水温较低，河水含沙量高，初级生产力低，鱼类种类少，评价范围内分布鱼类 8 种，种类组成为鲤形目鲤科（裂腹鱼亚科）、鳅科和鲇形目鮡科鱼类，为典型青藏高原鱼类区系；鱼类种群规模不大，且鱼类生长缓慢、性成熟晚，种群世代更替较慢。

调查区域为藏区，受到民族习惯和宗教信仰的影响，藏族同胞没有捕鱼、食鱼的习惯，也不允许其他人下河打鱼。虽然昂曲下游已建昌都、沙贡梯级，对河流连通性产生了一定阻隔影响；由于两座梯级调节性能差，对河流水文情势改变不显著。现状调查采集到鱼类 7 种，相对于文献记载的 8 种，大部分种类均采集到，仅短尾高原鳅可能由于其个体较小，且本身种群规模较小等未采集到。

因此，总体来看，昂曲开发程度较低，除了下游受到一定的阻隔影响外，河流生境基本维持在原有的峡谷急流状态。鱼类种类组成与分布基本与历史记载一致，鱼类资源未受到破坏，基本维持在较自然的状态，但可能与昂曲昌都电站以下及澜沧江干流存在一定的种群阻隔。

#### 4.2.2.9 水生生态功能定位

##### （1）昂曲是澜沧江上游水系的重要组成部分

昂曲是澜沧江上游水系的重要组成部分，其地理气候特点、生物区系特征等与主源扎曲十分相似。从鱼类种类组成上来看，昂曲、扎曲及澜沧江干流西藏段鱼类种类组成基本一致，其中裂腹鱼类具有较强的生殖洄游习性，鱼类种群间有着密切的交流。

##### （2）昂曲是典型的高原河流，西藏境内中下游河段分布有零星裂腹鱼类产卵场

昂曲是典型的高原河流，水温低、营养负荷低、初级生产力低，鱼类种类组成简单，仅有鲤形目鲤科裂腹鱼亚科、鳅科条鳅亚科高原鳅属和鲇

形目鮡科鱼类，为典型青藏高原鱼类区系，且鱼类种类组成与主源扎曲一致。但昂曲中下游以峡谷急流生境为主，在零星分布的小型宽谷段浅滩、支流汇口等分布有小规模裂腹鱼类产卵场，同时下游急流段也是鮡科鱼类的重要生境。

## 4.3 社会环境

### 4.3.1 行政区划与人口

昌都市辖原昌都地区的江达县、贡觉县、类乌齐县、丁青县、察雅县、八宿县、左贡县、芒康县、洛隆县、边坝县和新设立的卡若区。即 1 个区 10 个县，包括 24 个镇，118 个乡。宗通卡水利枢纽工程涉及昌都市卡若区和类乌齐县。昌都市及卡若区、类乌齐县人口情况见表 4.3-1。

表 4.3-1 昌都市及卡若区、类乌齐县人口情况一览表

项目	昌都市	卡若区	类乌齐县
户籍人口 (万人)	74.03	13.16	5.41
农业人口 (万人)	48.09	4.61	2.44
牧业人口 (万人)	17.83	3.95	2.62
非农牧业人口 (万人)	8.11	4.6	0.35
农村人口 (万人)	68.33	8.87	5.12
城镇人口 (万人)	5.7	4.29	0.29
男女比例	1.07	0.8	1.13

### 4.3.2 社会经济

2017 年，昌都市地区生产总值为 169.85 亿元，其中：第一产业生产总值 26.60 亿元，第二产业工业生产总值，9.05 亿元，第二产业建筑业生产总值 64.22 亿元，第三产业生产总值 69.98 亿元。

2017 年，昌都市卡若区地区生产总值为 56.34 亿元，其中：第一产业生产总值 3.88 亿元，第二产业生产总值 24.91 亿元，第三产业生产总值 27.54 亿元。

### 4.3.3 人群健康

卡若区内与工程占地有关的乡卫生院有 3 家，村卫生室共有 11 个；类乌齐县与工程占地相关的乡卫生院有 1 家，村卫生室 7 个。区域内地方性病主要为大骨节、碘缺乏病等。

## 4.4 环境质量现状评价

### 4.4.1 地表水环境质量现状

#### 4.4.1.1 污染源调查

##### (1) 计算方法

##### 1) 居民生活污染负荷

农村生活污水污染负荷计算公式如下：

$$W_{i1} = \alpha_1 \times P \times L_{i1} \times 365 \times 10^{-6}$$

式中， $i$  代表污染物种类； $W_{i1}$  居民生活污染负荷，t/a； $P$  农村居住区人口数，人； $L_{i1}$  农村人均污染物排放量，g/(人·d)； $\alpha_1$  居民生活污染物入河系数。

农村生活污染源强系数采用《生活源产排污系数及使用说明》（2011 修订版）数据，昌都市城区生活污水 COD 定额为 47g/(人·d)、NH<sub>3</sub>-N 定额为 7.14g/(人·d)、TN 定额为 9.14g/(人·d)、TP 定额为 0.58g/(人·d)。农村生活污水入河系数  $\alpha_1$  取 0.4。

##### 2) 畜禽养殖污染负荷

畜禽养殖污染负荷计算公式如下：

$$W_{i2} = \alpha_2 \times N \times L_{i2} \times 10^{-3}$$

式中， $i$  代表污染物种类； $W_{i2}$  畜禽养殖污染负荷，t/a； $N$  畜禽存栏数，头或只； $L_{i2}$  单位畜禽的污染物排放量，kg/(头·a)； $\alpha_2$  畜禽养殖污染物入河系数。

根据《第一次全国污染源普查畜禽养殖业产排污系数与排污系数手册》，西南片区养殖专业户育肥阶段的猪和牛的产污系数见表 4.4.1-1。参考《四川省重点小流域水污染防治规划》等研究成果，畜禽养殖污染入河系数  $\alpha_2$  取 0.08。

表 4.4.1-1 畜禽养殖产污系数 kg/（头 a）

年排放量	COD	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
牛（大牲畜）	621.72	25.15	28.96	2.83
猪（小牲畜）	147.34	2.07	7.21	1.77

### 3) 农田径流污染源

卡若灌区化肥通过灌溉退水进入河道水体的氮、磷总量，可采用土壤营养物质流失公式计算，具体如下：

$$E_{N/P} = abcF_{N/P}$$

式中， $E_{N/P}$  为预测化肥中氮、磷流失进入水体中的总量； $a$  为化肥中氮、磷的平均含量； $b$  为化肥所含氮、磷在土壤中的滞留率； $c$  为进入土壤和水体后化肥中氮、磷的流失率； $F_{N/P}$  为施用化肥总量。

根据对昌都化肥施用情况调查表明，灌溉土地施用的肥料主要是农家肥和化肥（尿素、复合肥和磷酸二氨），农家肥施用量 20kg/亩，化肥施用量 10kg/亩（尿素 3.90kg/亩、复合肥 2.47kg/亩、磷酸二铵 3.63kg/亩），共 30.0kg/亩。根据市场调查，各种化肥的含氮量和含磷量见表 4.4.1-2。当地农家肥主要为人及牲畜的粪尿，氮磷含量根据粪尿的成分和比例计算，含氮量取 2.5%，含磷量取 0.6%。

表 4.4.1-2 现状水平年卡若灌区化肥施用情况

编号	化肥种类	施用量 (kg/亩)	含氮量 (%)	含磷量 (%)
1	尿素	3.90	46	0
2	复合肥	2.47	10	58
3	二铵	3.63	17	47
4	农家肥	20.00	2.5	0.6

## (2) 库区污染负荷

根据现场调查可知，宗通卡库区周边及上游没有工矿企业，没有较大的点源污染。宗通卡库周面污染源的形成主要来自于以下几个方面：农村居民生活污水直接排放；养殖业所产生的畜禽粪便随降雨形成面源污染；种植业农田化肥、农药施用不当，导致氮、磷污染物流失进入河流水体。

宗通卡水库周边涉及卡若区芒达乡和类乌齐县尚卡乡 18 个村委会 58 个自然村，共 1081 户、6606 人；库周范围内大牲畜数量约 19863 头、小牲畜 46347 只，耕地 10593.14 亩。经计算，现状水平年宗通卡库周面源污染负荷为 COD 1626.59 t/a、NH<sub>3</sub>-N 56.52 t/a、TN 101.93 t/a、TP 16.45 t/a，计算结果见表 4.4.1-3。

表 4.4.1-3 现状水平年宗通卡水库库周面源污染年负荷计算 t/a

类别	COD	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
居民生活污染	45.33	6.89	8.82	0.56
畜禽养殖污染负荷	1530.76	47.53	72.56	11.02
农田径流污染负荷	50.50	2.10	20.55	4.87
合计	1626.59	56.52	101.93	16.45

## (3) 坝下河段污染负荷

宗通卡坝址下游至昂曲河口河段无集中点源污染，污染负荷为面源污染，包含居民生活污水直接排放、畜禽养殖的畜禽粪便随降雨径流汇入、农田施肥灌溉的营养元素流失以及天然背景原因导致的 As、Fe、Mn 等(类)重金属的汇入等。

目前，坝下河段沙贡乡集镇及附近村人口约 800 人，卡若灌区施肥耕园地面积约 1.88 万亩；畜禽养殖为 2 处规模化养猪场和分散式的牦牛放养，现状生猪存栏数约为 1.06 万头、牦牛约 3750 头。经计算，现状水平年宗通卡坝址下游污染负荷为 COD 242.11t/a、NH<sub>3</sub>-N 10.48t/a、TN 30.11t/a、

TP 5.78t/a，计算结果见表 4.4.1-4。

表 4.4.1-4 现状水平年宗通卡坝址下游污染年负荷 t/a

类别	COD	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
居民生活污染	5.49	0.83	1.07	0.07
畜禽养殖污染	186.52	7.55	8.69	0.85
农田径流污染	50.10	2.10	20.35	4.86
合计	242.11	10.48	30.11	5.78

#### 4.4.1.2 例行监测断面水环境质量调查与评价

根据评价范围内昂曲和澜沧江国家基本水质监测断面的例行监测资料，对昂曲和澜沧江水质现状进行分析与评价。国家基本水质检测断面位置示意图详见附图 27。

##### (1) 监测频次

昂曲：2009~2018 年（2011 年除外），每月监测 1 次。

澜沧江：2010~2018 年，每月监测 1 次。

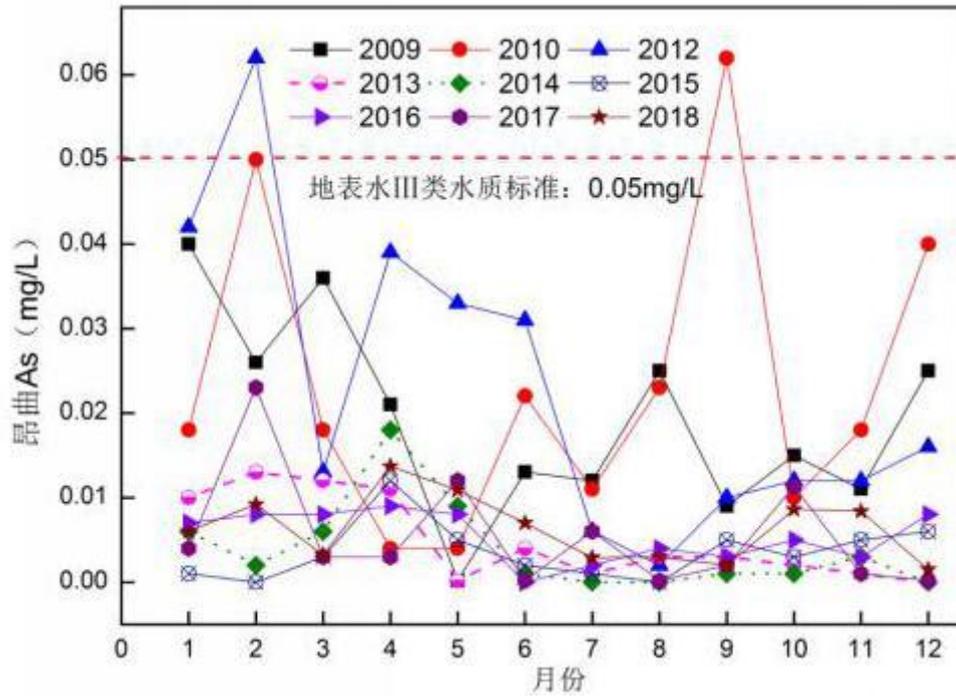
##### (2) 监测指标

监测指标为水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷、总铜、总锌、氟化物、总砷、汞、总镉、六价铬、总铅、硫酸盐、氯离子、硝酸盐氮、总铁等。

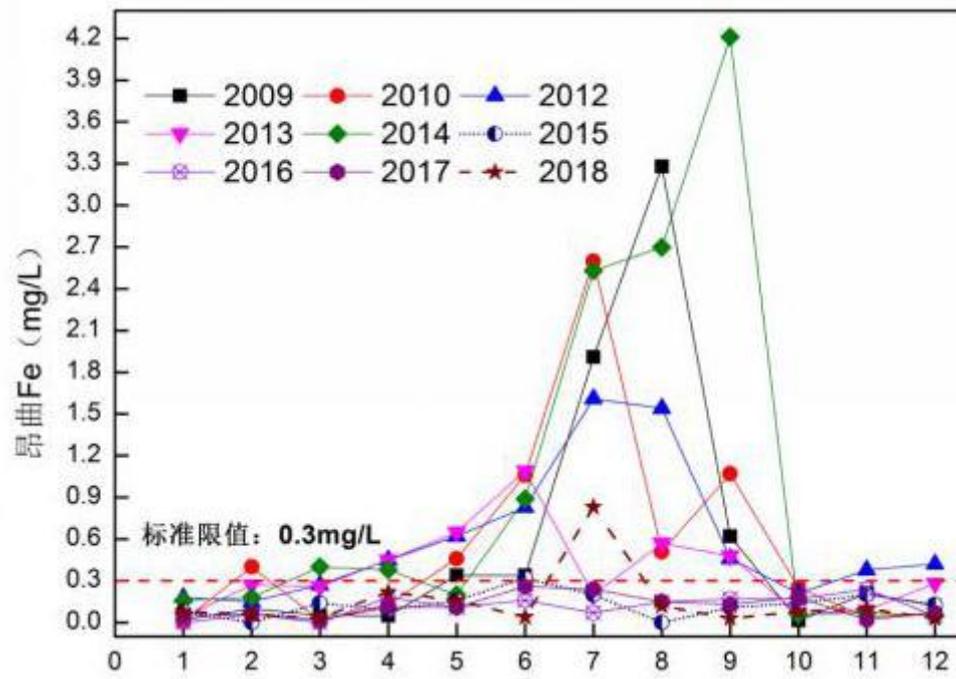
##### (3) 水质评价结果

###### 1) 昂曲干流昌都段水质现状

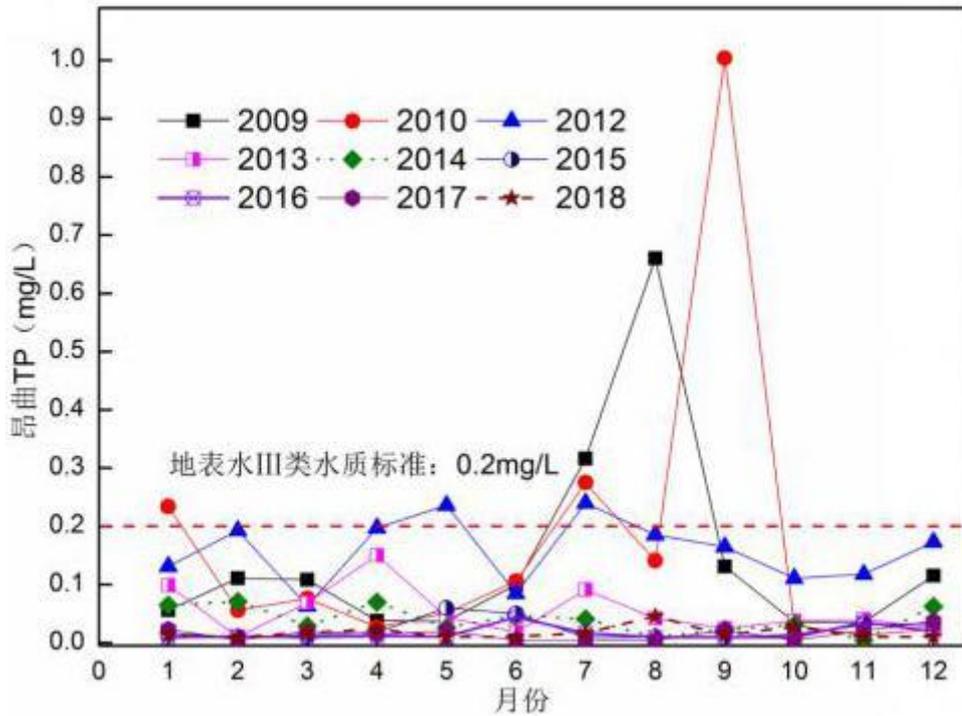
国家基本水质监测断面 2009~2018 年监测数据表明，昂曲干流昌都段水体（类）重金属（As、Fe 等）和 TP 出现超标现象，其他指标均满足水功能区水质标准。As、Fe、TP 浓度随时间变化情况见图 4.4.1-1。



(a) As 含量



(b) Fe 含量



(c) TP 含量

图 4.4.1-1 2009~2018 年昂曲昌都段干流 As、Fe、TP 含量分布图

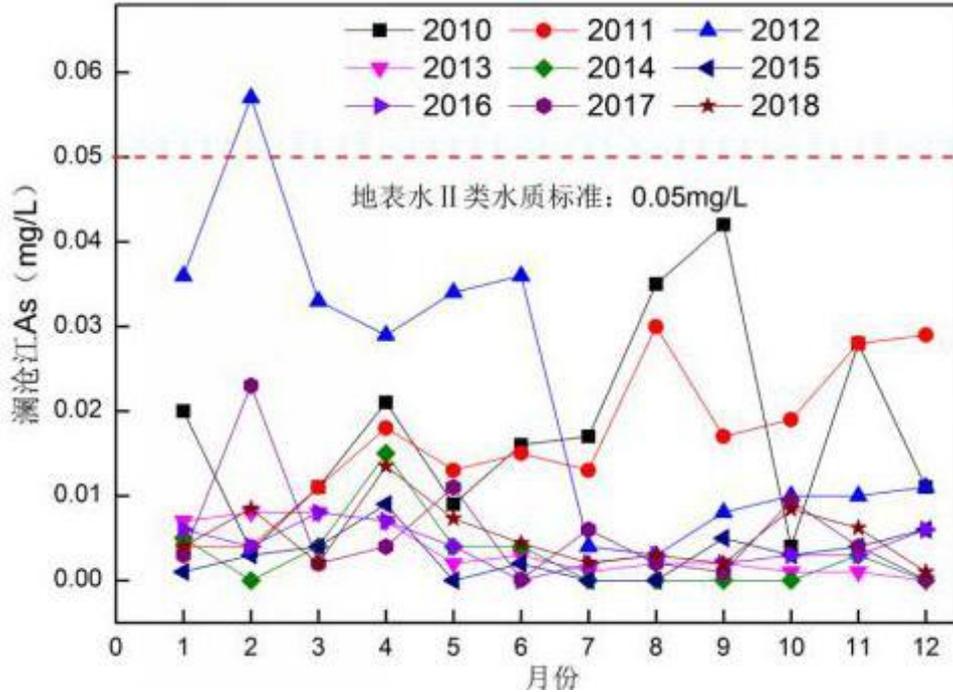
昂曲干流昌都段水体 As 含量表现为季节性变化，一般枯水期相对较高，仅 2010 年 9 月、2012 年 2 月的监测结果超标 0.24 倍，其浓度均为 0.062mg/L；Fe 含量在 2009~2013 年大部分监测时段超标，最大超标 13 倍，超标率为 27.8%；TP 含量在 2009~2012 年出现超标现象，最大超标 4.0 倍，超标率 6.5%，2013~2018 年水体 TP 含量均满足水功能区水质标准。

## 2) 澜沧江干流昌都段水质现状

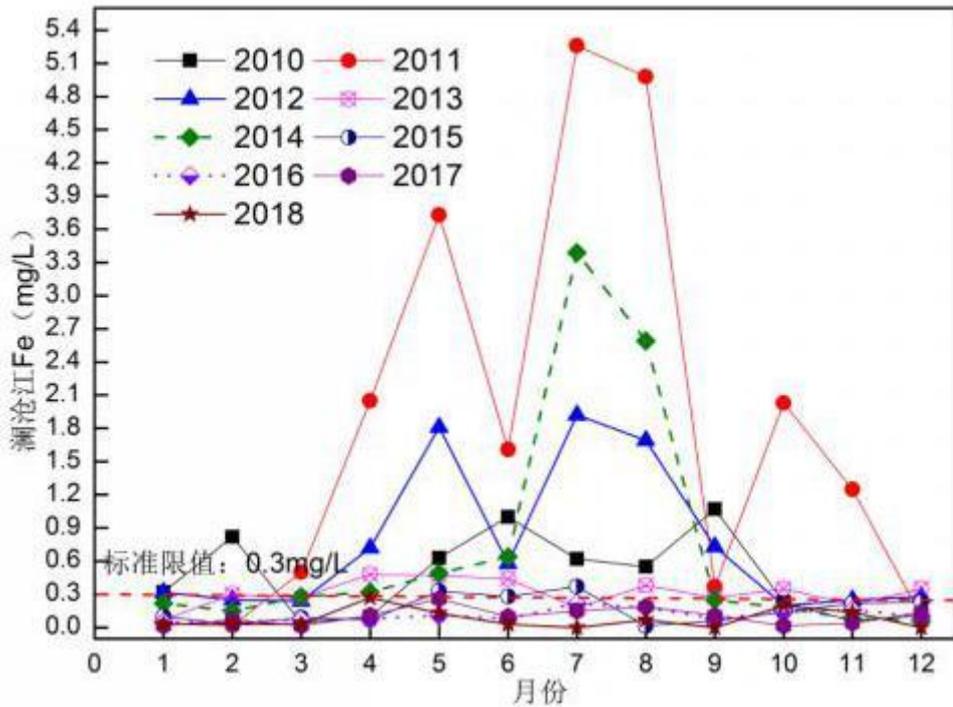
根据 2010~2018 年水质监测结果，澜沧江干流昌都段水体（类）重金属（As、Fe 等）、TP、NH<sub>3</sub>-N 出现超标现象，其他指标均满足水功能区水质标准。As、Fe、TP、NH<sub>3</sub>-N 浓度随时间变化情况见图 4.4.1-2。

澜沧江干流昌都段水体中 As 含量仅在 2012 年 2 月超过 II 类水质标准 0.14 倍（As 浓度为 0.057mg/L）；Fe 含量 2010~2015 年大部分监测时段超过标准限值，最大超标 16.53 倍，超标率为 29.6%；TP 含量在 2010~2014

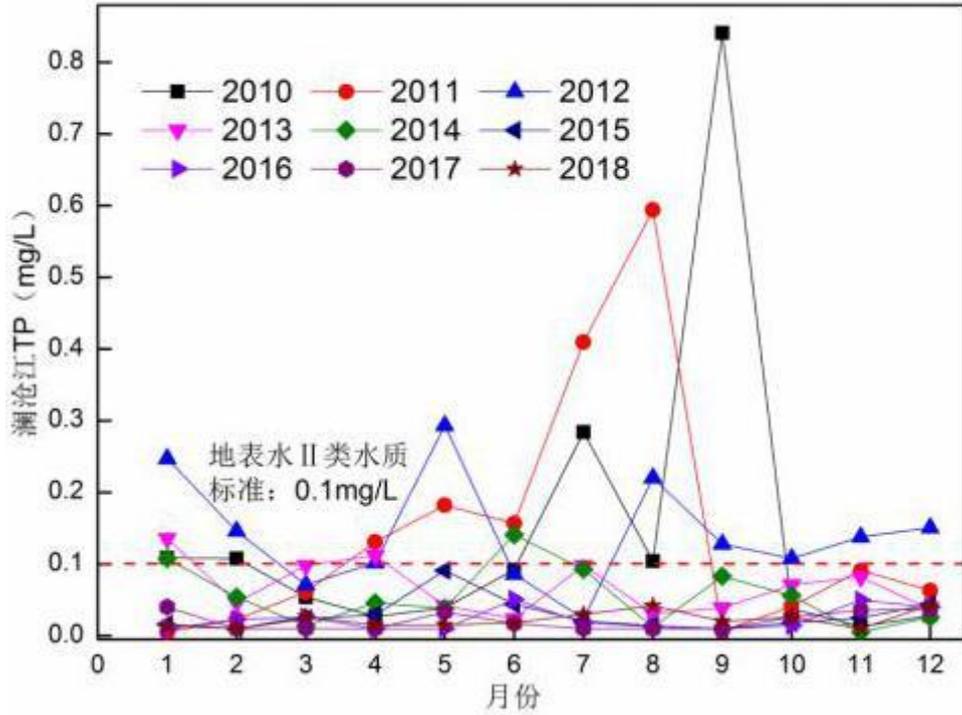
年出现超标现象，最大超标 4.9 倍，超标率为 21.3%，2015~2018 年水体中 TP 含量均满足水功能区水质标准；NH<sub>3</sub>-N 含量仅 2017 年 12 月超标 0.49 倍。



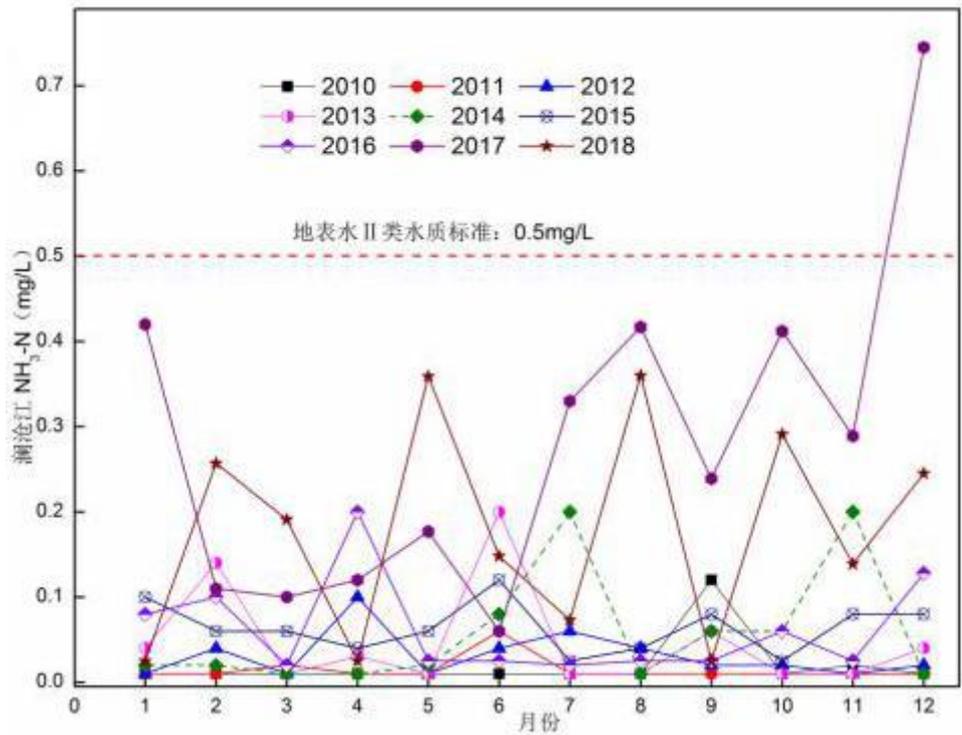
(a) As 含量



(b) Fe 含量



(c) TP 含量



(d) NH<sub>3</sub>-N 含量图

图 4.4.1-2 2010~2018 年澜沧江昌都段干流 As、Fe、TP、NH<sub>3</sub>-N 含量分布图

#### 4.4.1.3 补充监测断面水环境质量调查与评价

为全面反映区域地表水环境质量状况，2015~2019 年对昂曲干支流水质进行补充监测，其中干流布设 27 个监测断面，支流布设 20 个监测断面。

### (1) 昂曲干流水质现状

#### 1) 监测断面设置

2015~2019 年对昂曲青藏省界断面至河口（约 180km 河段）的干流河段补充开展了水质监测，共布设 27 个监测断面，详见表 4.4.1-5，监测断面位置见附图 30。

#### 2) 断面水质评价

昂曲干流监测断面除 Fe、Mn、TP、NH<sub>3</sub>-N 外，其余指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，其中 Fe、Mn 最大超标倍数为 11.9 倍和 1.2 倍，主要受地质背景偏高影响；TP 和 NH<sub>3</sub>-N 仅出现 1 次超标，超标倍数分别为 2.48 倍和 0.21 倍，主要是生活污水排放和灌溉退水的影响。昂曲干流水质评价结果见表 4.4.1-5，各监测断面水质监测数据及评价结果见附表 1。

#### 3) 水质变化规律分析

##### ① 水质空间变化分析

从上游至下游，昂曲干流水体中 As 总体呈现略升高的趋势。高浓度 As 支沟（如芒达曲、恩达曲）汇入致使昂曲干流局部水体明显升高，随后逐渐降低（中间无支沟汇入），可能是由于昂曲水体中的 As 被泥沙吸附后沉降至河底所致。2015~2019 年昂曲干流 As、Fe、Mn 沿程分布详见图 4.4.1-5。受高地质背景原因影响，宗通卡库尾以上干流河段水体中 Fe 超标 6.5~9.6 倍，Mn 超标 0.01~0.45 倍，其他水质因子均满足 III 类水标准。库区干流河段 Fe 超标 0.03~11.87 倍，Mn 超标 0.02~1.22 倍，其他水质因子均满足 III 类水标准；坝下干流水体中 Fe 超标 0.02~3.06 倍，Mn 最大超标 0.08 倍。

表 4.4.1-5 昂曲干流水质评价结果

断面编号	断面名称	离昂曲河口距 (km)	监测时间	监测频次	监测指标	超标指标 (超标倍数)
G1	西藏与青海省界断面	182.7	2018年12月	1	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、镉、汞、钼、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等	均达标
			2019年1月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
G2	宗通卡库尾上游 33.5km	121.8	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁(7.6)、锰(0.3)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		铁(0.07)
G3	宗通卡库尾上游 32km	120.3	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁(7.9)、锰(0.02)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1		均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标
G4	宗通卡库尾上游 27.9km	116.2	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁(7.4)、锰(0.3)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1		均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标
G5	宗通卡库尾上游 26.9km	115.2	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁(9.6)、锰(0.02)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1		均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标
G6	宗通卡库尾上游 14.3km	102.6	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁(6.5)、锰(0.19)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1		均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标

续表 4.4.1-5

昂曲干流水质评价表

断面编号	断面名称	离昂曲河口距 (km)	监测时间	监测频次	监测指标	超标指标 (超标倍数)
G7	宗通卡库尾上游 1km	89.3	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁 (6.8)、锰 (0.4)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年12月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		铁 (0.07)
G8	宗通卡库尾	88.3	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2017年4月	1	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、汞、镉、铬 (六价)、铅、氰化物、氯化物、铁、锰	铁 (0.03)
			2017年8月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁 (3.5)
			2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁 (2.7)、锰 (0.9)
			2018年6月	1		铁 (3.6)、锰 (0.4)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、汞、镉、铬 (六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等	均达标
			2018年12月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
2019年3月	1	铁 (0.07)				
2019年3月	1	均达标				
G9	坝址上游 18.3km	83.7	2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标
G10	芒达曲上游 1km	78.5	2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	铁 (0.4)
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁 (11.9)、锰 (1.2)
			2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁 (3.9)、锰 (0.3)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	铁 (1.4)
			2018年11月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
2019年3月	1	均达标				

续表 4.4.1-5

昂曲干流水质评价表

断面编号	断面名称	离昂曲河口距 (km)	监测时间	监测频次	监测指标	超标指标 (超标倍数)
G11	芒达曲下游 0.5km	78	2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	铁 (0.1)
G12	芒达曲下游 1km	77.5	2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	铁 (0.4)
			2016年6月	1		铁 (0.3)
G13	昂曲干流 (芒达桥)	74.6	2015年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁 (4.2)、 锰 (1.0)
			2018年6月	1		铁 (4.7)、 锰 (0.4)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标
G14	恩达曲上游 0.5km	74.1	2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	铁 (0.6)
			2016年6月	1		均达标
G15	恩达曲下游 0.5km	73.1	2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	铁 (0.1)
			2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	均达标
			2018年6月	1		均达标
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
2019年3月	1	均达标				
G16	恩达曲下游 1km	72.6	2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	铁 (0.5)
			2016年6月	1		铁 (0.1)
			2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁 (4.2)、 锰 (0.8)
			2016年6月	1		铁 (6.4)、 锰 (0.4)
G17	宗通卡上坝址	66.4	2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁 (4.2)、 锰 (0.9)
			2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁 (4.4)、 锰 (0.3)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标

续表 4.4.1-5

昂曲干流水质评价表

断面编号	断面名称	离昂曲河口距 (km)	监测时间	监测频次	监测指标	超标指标 (超标倍数)
G18	宗通卡下坝址	65.4	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	铁(0.6)
			2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	均达标
			2017年8月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、砷、铁、锰、铜、铅、锌、氟化物、砷、六价铬、硫酸盐、氯化物	铁(2.7)
			2017年9月	1	pH值、砷、铁、锰、铅	均达标
			2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁(4.3)、锰(0.8)
			2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	铁(4.1)、锰(0.02)
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氟化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等	均达标
			2018年12月	1	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氟化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等	均达标
			2019年1月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2019年2月	1		均达标
2019年3月	1		均达标			
G19	卡洛村下游50m	63.7	2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	均达标
G20	昂曲河口以上30km	32.6	2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1		均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标
G21	腰曲下游0.5km	32.8	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
G22	郎达支沟上游0.5km	28.5	2017年8月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、砷、铁、锰、铜、铅、锌、氟化物、砷、六价铬、硫酸盐、氯化物	铁(3.1)、锰(0.1)
G23	郎达支沟下游0.5km	27.5	2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	均达标
			2017年8月	1		铁(0.6)
			2017年9月	1	pH值、砷、铁、锰、铅	均达标
G24	谢巴曲上游0.5km	21.1	2015年10月	1		均达标
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年6月	1		均达标
			2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	均达标
			2017年8月	1		铁(0.4)

续表 4.4.1-5

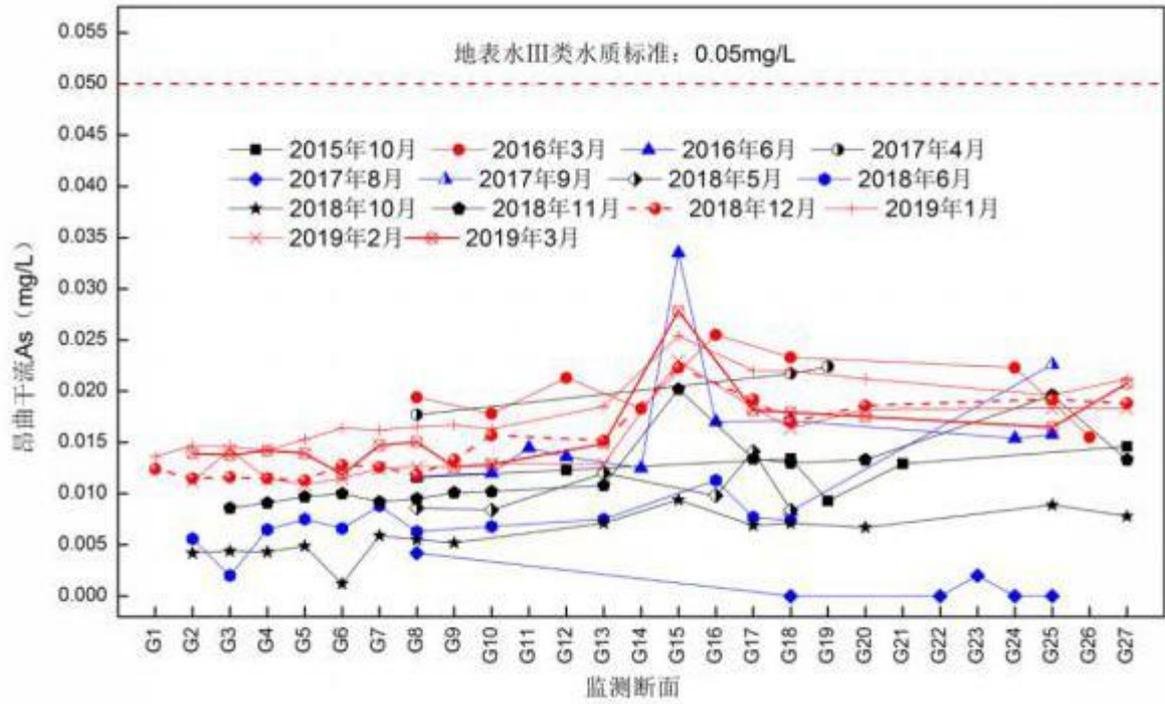
昂曲干流水质评价表

断面编号	断面名称	离昂曲河口距 (km)	监测时间	监测频次	监测指标	超标指标 (超标倍数)
G25	谢巴曲下游 0.5km	20.1	2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	铁(0.1)
			2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	均达标
			2017年8月	1	pH值、砷、铁、锰、铅	铁(0.2)
			2017年9月	1	pH值、砷、铁、锰、铅	均达标
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标
G26	谢巴曲下游 1km	19.6	2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	铁(0.3)
			2016年6月	1		均达标
G27	昂曲河口	2.6km	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2018年10月	1	水温、pH、溶解氧、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉等	均达标
			2018年11月	1	pH、溶解氧、水温、砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、总磷、氨氮、高锰酸盐指数等	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		总磷(2.48)
2019年3月	1	氨氮(0.21)				

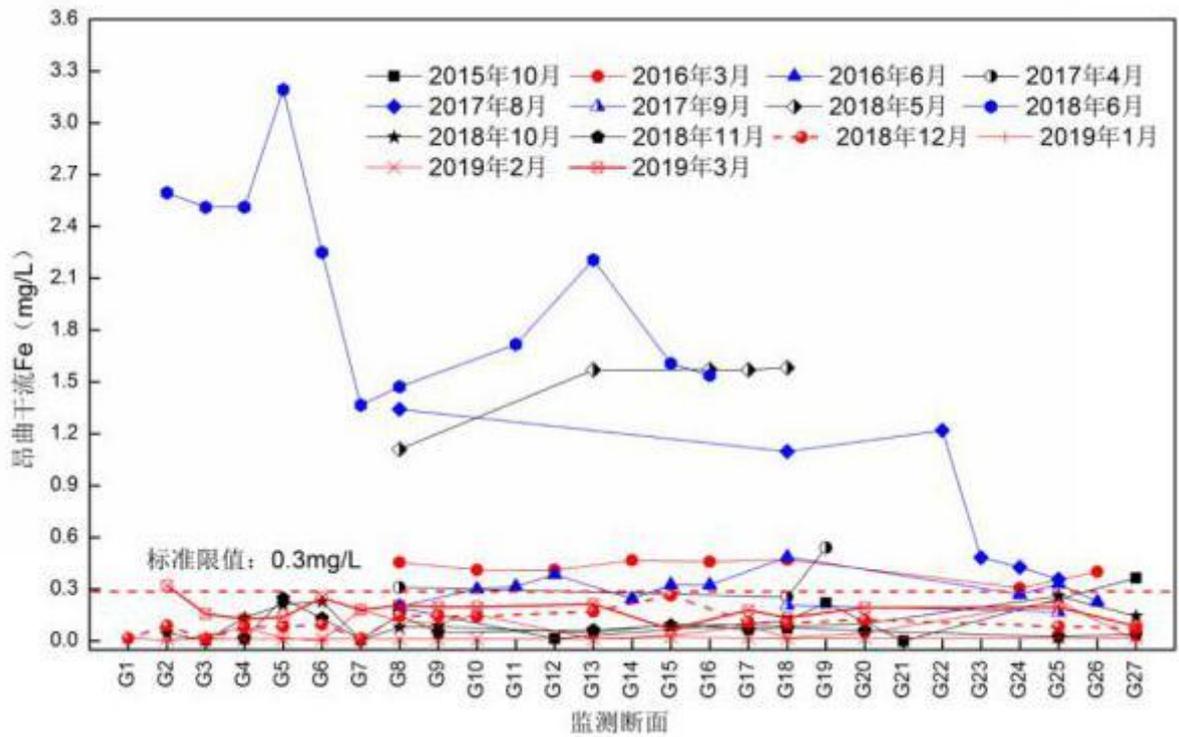
注：丰水期为6~9月，平水期为4~5月、10~11月，枯水期为12月~3月。

## ② 水质时间变化分析

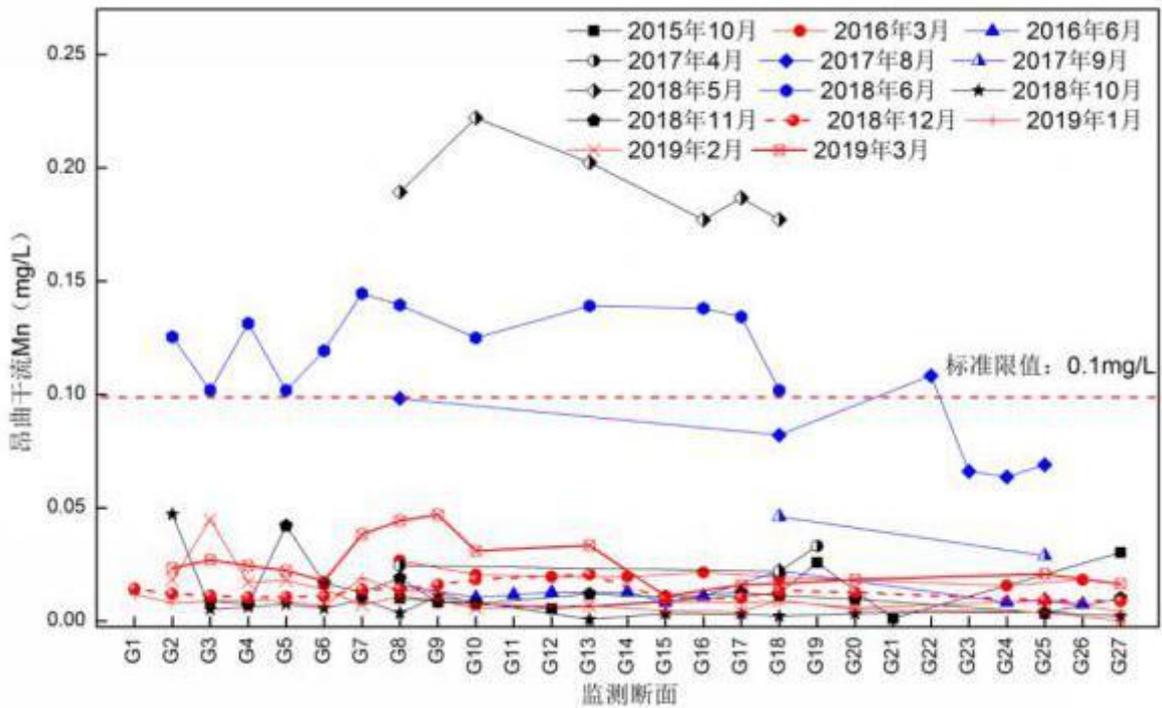
昂曲干流水体 As 含量枯水期普遍高于丰水期和平水期，可能是由于枯水期昂曲干流流量较小、水质受高砷深层地下水影响较大。丰水期 Fe 含量普遍高于枯水期和平水期 Fe 含量，主要是受降雨冲刷作用，岩石和土壤(Fe 含量较高)中的 Fe 随雨水进入昂曲干流，致使水体中 Fe 升高。Mn 是 Fe 的伴生元素，表现出与 Fe 相似变化的特征，丰水期水体 Mn 含量普遍高于枯水期和平水期。



(a) As 含量沿程分布图



(b) Fe 含量沿程分布图



(C) Mn 含量沿程分布图

图 4.4.1-3 2015~2019 年昂曲干流 As、Fe、Mn 沿程分布图

## (2) 昂曲支沟水质现状

### 1) 监测断面设置

2015~2019 年,对昂曲河口至宗通卡库尾以上 33.5km 河段的支沟水质进行了监测,共布设 20 个监测断面,监测断面位置见附图 30。

### 2) 水质评价结果

昂曲支流水质除 As、Fe、Mn 外,其余水质指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。其中,宗通卡库尾以上 33.5km 河段支流 As 含量均满足 III类水质标准,库区河段支沟中仅恩达曲、芒达曲 As 超标,最大超标倍数为 1.7 倍、2.0 倍;坝下河段支流中仅郎达支沟 As 出现超标现象,最大超标倍数 1.2 倍。宗通卡库尾以上 33.5km 河段超标支流中 Fe 超标 0.7~3.3 倍,Mn 超标 1.1 倍;库区河段超标支流中 Fe 超标 0.03~5.6 倍,Mn 超标 0.02~3.5 倍;坝下河段支流中 Fe、Mn 均未超标。多数支流 Fe、Mn 超标主要是由于当地高地质背景的缘故。昂曲支流水质评价结果见表 4.4.1-6。

表 4.4.1-6

昂曲支流水质评价结果

编号	监测断面	离昂曲河口距离 (km)	监测时段	监测频次	监测项目	超标指标(超标倍数)
Z1	伊日曲	116.1	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	Fe (1.7)
			2018年10月	1	砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、pH、溶解氧	Fe (0.8)
			2018年11月	1	砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、pH、溶解氧、 氨氮、总磷、高锰酸盐指数	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		Fe (1.75)
Z2	巴曲(库尾上游16km支沟)	104.3	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	均达标
			2018年10月	1	砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、pH、溶解氧	均达标
			2018年11月	1	砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、pH、溶解氧、 氨氮、总磷、高锰酸盐指数	Fe (0.7)
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标
Z3	库尾上游14km支沟	102.3	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	Mn (1.1)
			2018年10月	1	砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、pH、溶解氧	均达标
			2018年11月	1	砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、pH、溶解氧、 氨氮、总磷、高锰酸盐指数	均达标
			2018年12月	1		均达标
			2019年1月	1		均达标
			2019年2月	1		均达标
			2019年3月	1		均达标
Z4	库尾上游2.3km支沟(库尾支沟1)	90.6	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	Fe (1.1)
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	Fe (3.3)
Z5	琅玛曲(库尾上游1.4km支沟)	89.7	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
Z6	坝址上游19.6km支沟	89.4	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
Z7	坝址上游18.1km支沟	87.9	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
Z8	坝址上游17.5km支沟	19.7	2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	均达标
			2016年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	均达标
Z9	坝址上游15.8km支沟	85.6	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	Fe (5.6)、 Mn (1.3)
Z10	坝址上游15.6km支沟	85.4	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
Z11	坝址上游14.5km支沟	84.3	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	Fe (0.4)
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
Z12	坝址上游13.7km支沟	83.5	2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	Fe (0.4)
Z13	坝址上游12.2km支沟	82	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
Z14	坝址上游10.3km支沟	80.1	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标

续表 4.4.1-6

昂曲支流水质评价表

编号	监测断面	离昂曲河口距离 (km)	监测时段	监测频次	监测项目	超标指标 (超标倍数)
Z15	芒达曲	77.7	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	As (0.6)
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	As (1.5)、Fe (0.7)
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	As (1.1)
			2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	均达标
			2017年8月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、砷、铁、锰、铜、铅、锌、氟化物、硒、六价铬、硫酸盐、氯化物	Fe (3.3)、Mn (3.5)
			2017年9月	1	pH值、砷、铁、锰、铅	As (1.2)
			2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	As (0.5)、Fe (0.9)
			2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	As (0.5)、Fe (2.8)
			2018年10月	1	砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、pH、溶解氧	均达标
			2018年11月	1	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氯化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等	As (1.3)
			2018年12月	1	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氯化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等	As (1.4)
			2019年1月	1		As (2.0)
			2019年2月	1		As (0.9)
			2019年3月	1		As (1.4)
Z16	恩达曲	73.4	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	As (0.4)
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	As (1.6)
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	As (1.1)
			2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	As (1.4)
			2017年8月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、砷、铁、锰、铜、铅、锌、氟化物、硒、六价铬、硫酸盐、氯化物	As (0.1)
			2017年9月	1	pH值、砷、铁、锰、铅	As (1.0)
			2018年5月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	As (0.4)、Fe (1.0)
			2018年6月	1	砷、铁、锰、铜、铅、六价铬	As (0.3)
			2018年10月	1	砷、铁、锰、铜、锌、铅、镉、pH、溶解氧	As (0.01)、Fe (0.03)

续表 4.4.1-6

昂曲支流水质评价表

编号	监测断面	离昂曲河口距离 (km)	监测时段	监测频次	监测项目	超标指标 (超标倍数)
Z16	恩达曲	73.4	2018年11月	1	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等	As (0.9)
			2018年12月	1		As (1.0)
			2019年1月	1		As (1.6)
			2019年2月	1		As (0.8)
			2019年3月	1		As (1.7)
Z17	卡洛支沟	63.9	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	均达标
Z18	腰曲	33.3	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	均达标
Z19	朗达支沟	27.6	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	As (0.4)
			2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	As (0.9)
			2017年8月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、砷、铁、锰、铜、铅、锌、氟化物、砷、六价铬、硫酸盐、氯化物	As (1.2)
			2017年9月	1	pH值、砷、铁、锰、铅	均达标
Z20	谢巴曲	20.5	2015年10月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年3月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2016年6月	1	砷、铁、锰、六价铬	均达标
			2017年4月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、六价铬、铅、硫酸盐、氯化物、铁、锰	均达标
			2017年8月	1	pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、砷、铁、锰、铜、铅、锌、氟化物、砷、六价铬、硫酸盐、氯化物	均达标
			2017年9月	1	pH值、砷、铁、锰、铅	均达标

## 4.4.2 地下水质量现状

### 4.4.2.1 干流沿线地下水质量

#### (1) 现场调查

四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心于2016年10月对工程区地下水环境进行了现状调查和监测。根据对工程区的现场调查，宗通卡库区和枢纽工程区共发现18个泉点，该区域泉主要为基岩裂隙水，其主要受大气降水补给和周边浅层地下水的侧向补给共同影响，其中部分

泉（例如 Q4-1、Q4-2、Q6、Q10 和 Q14 等）受大气降雨影响较大，而部分泉（例如 Q5、Q8、Q9、Q12、Q13 和 Q16 等）受大气降雨影响较小，干流沿线 18 处泉点基本信见表 4.4.2-1 所示。18 处泉点位置见附图 25，部分泉点现状情况见图 4.4.2-1。



图 4.4.2-1 部分泉点现状图

Q1、Q2、Q6、Q11、Q13 和 Q15 位于昂曲两岸斜坡的坡脚处，其主要接受大气降水补给，然后向低洼处径流，在低洼的泉点处出露；Q8、Q16 和 Q17 位于昂曲右岸各冲沟两岸斜坡的坡脚处，其主要接受大气降水补给，其中 Q16 还同时接受上游方向断层破碎带中地下水渗流的补给，然后向低洼处径流，在低洼的泉点处出露；Q12 出露于昂曲左岸斜坡处，紧邻上游断裂带，且泉流量较大，所以推测该泉点由断裂带中地下水以及上游地表水补给；Q3、Q4-1、Q4-2、Q7、Q9、Q10 和 Q14 位于昂曲两岸各冲沟斜坡上，其主要受到大气降水补给及上游地下水含水层补给，通过在基岩裂隙中的径

流，最终在斜坡处出露。

表 4.4.2-1 干流沿线 18 处泉点基本信息表

编号	与坝址的相对位置关系	出露地层	类型	流量 (L/s)	高程 (m)	开发利用状况	地下水类型
Q1	下游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.1	3424.3	生活生产用水	基岩裂隙水
Q2	上游	J <sub>1w</sub>	下降泉	约 0.2	3586.4	生活生产用水	基岩裂隙水
Q3	上游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.2	3683.4	生活生产用水	基岩裂隙水
Q4-1	下游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.4	3641.8	生活生产用水	基岩裂隙水
Q4-2	下游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.4	3664.1	生活生产用水	基岩裂隙水
Q5	下游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.7	3510.8	生活生产用水	基岩裂隙水
Q6	上游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.3	3554.8	生活生产用水	基岩裂隙水
Q7	上游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.1	3560	生活生产用水	基岩裂隙水
Q8	上游	J <sub>2d</sub>	下降泉	约 0.3	3518.6	生活生产用水	基岩裂隙水
Q9	上游	J <sub>2d</sub>	下降泉	约 0.5	3615.8	生活生产用水	基岩裂隙水
Q10	上游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.6	3720.6	生活生产用水	基岩裂隙水
Q11	上游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.6	3469.9	生活生产用水	基岩裂隙水
Q12	下游	J <sub>2d</sub>	下降泉	约 0.5	3560.8	未利用	基岩裂隙水
Q13	下游	J <sub>2d</sub>	下降泉	约 0.3	3489.8	生活生产用水	基岩裂隙水
Q14	下游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.5	4073.6	生活生产用水	基岩裂隙水
Q15	下游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.4	3429.8	生活生产用水	基岩裂隙水
Q16	下游	J <sub>1w</sub>	下降泉	约 0.4	3734.1	生活生产用水	基岩裂隙水
Q17	下游	J <sub>3x</sub>	下降泉	约 0.2	3440	生活生产用水	基岩裂隙水

## (2) 监测点位

### 1) 布设原则

#### ① 泉点出露地层的代表性

枢纽工程区及库区河段主要涉及小索卡组 (J<sub>3x</sub>) 和东大桥组 (J<sub>2d</sub>)，其均属侏罗系，其中小索卡组 (J<sub>3x</sub>) 为紫红、暗红色砂岩、砾岩，东大桥组 (J<sub>2d</sub>) 为紫红色粉砂岩、泥岩夹介屑灰岩。上述地层为枢纽工程及库区河段主要分布及影响地层，故优先选取该类地层的泉点作为地下水采样点。

#### ② 地下水类型、补给径流的典型性

松散岩类孔隙水主要分布在河谷砂卵石层、两侧的河漫滩等，河水与地下水常呈互相补排关系。河流两侧的河漫滩及 I 级阶地的砂卵石层结构松散，孔隙率大，赋水条件好，渗透性大，孔隙水埋深较浅，补排通畅；II、III 级阶地物质为砾卵石土，结构密实，为超固结土，孔隙率小，渗透

性小，赋水条件差，补排不畅。第四系孔隙水主要受大气降雨及两岸基岩裂隙水补给，向下游排泄。基岩裂隙水主要受大气降水补给，向昂曲排泄，其分布受构造、岩性、地貌的控制。基岩裂隙水沿风化裂隙作潜流运动，基岩裂隙水水量小，地下水以下降泉形式出露。浅部碳酸盐岩裂隙溶洞水在岩层露头部分为补给区，补给来源主要为大气降水、地表水和周边浅层地下水。深部碳酸盐裂隙水主要接受浅部裂隙水的补给和大气降水补给，在水压力作用下，沿裂隙渗流，该类型地下水循环微弱，径流途径较长。地下水沿裂隙向沟谷运动，在山坡谷边和坡脚处以下降泉集中排泄。

评价区域地处尚卡向斜核部及两侧、以地表分水岭为界，受尚卡向斜、地形地貌等综合影响，地下水类型以基岩裂隙水与裂隙溶洞水为主、昂曲两侧分布少量孔隙水。区内地下水整体由翼到核、由高向低径流排泄至昂曲及周边支流，并沿昂曲向下游径流；区内地下水以大气降水为主要补给源，浅部裂隙溶洞水沿裂隙向谷底或基岩裂隙水区运动，基岩裂隙水沿风化裂隙作潜流运动、径流至孔隙水区，最终以排泄至昂曲或下降泉的形式出露。总之，重点区域地下水受尚卡向斜、地貌与岩性等控制，以大气降水为主要补给源，以昂曲为最低排泄基准面，地下水整体由翼到核、由高向低径流排泄至昂曲及周边支流，并沿昂曲向下游径流。

### ③ 开发利用的典型性

从地下水开发利用功能角度，优先选取具有生活饮用功能的地下水作为监测点；同时，针对项目区的实际情况，选取点位尽可能涵盖各个规模（服务人口）。

### ④ 与工程相关性

从监测点位与本工程相关性的角度，优先选取位于枢纽工程区或可能造成影响的（包括施工期与运行期）区域地下水作为本次监测对象。

## 2) 监测点位布设

共设置 5 个地下水监测点位，其中库区有 3 个、枢纽工程区 1 个、供水和灌溉工程区 1 个。5 个地下水监测点位（JC-1<sup>#</sup>、JC-2<sup>#</sup>、JC-4<sup>#</sup>、JC-3<sup>#</sup>、JC-5<sup>#</sup>）分别对应的泉点分别是 Q8、Q9、Q3、Q1、Q5。

### 3) 监测点位合理性分析

JC-4<sup>#</sup>、JC-3<sup>#</sup>、JC-5<sup>#</sup> 出露地层为 J<sub>3x</sub>，JC-1<sup>#</sup>、JC-2<sup>#</sup> 出露地层为 J<sub>2d</sub>，其出露地层具有代表性；选取的监测点出露高程为 3424.3m~3615.8m，处于 3000~4000m 之间的高程带（地下水主要排泄区），地下水类型均为基岩裂隙水，其地下水类型及补给径流具有区域典型性；选取的监测点均作为生活饮用水，供水人口 30~400 余人，基本涵盖区内各个规模的生活饮用水；所选择的地下水监测点位均位于枢纽工程区或可能影响区。

综上，本次选取的监测点从水文地质条件、开发利用情况及与工程相关性角度方面均具有代表性。

### (3) 监测项目

监测项目：pH、高锰酸盐指数、氨氮、总硬度、六价铬、氯化物、氟化物、硝酸盐、挥发酚、砷、汞、镉、铅、氰化物、铁、锰、硫酸盐、亚硝酸盐、钾、钙、钠、镁、碳酸盐、碳酸氢盐、溶解性总固体共 25 项。

### (4) 评价方法

本次地下水水质评价采用标准指数评价法，计算公式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：

$P_i$ —第  $i$  个水质因子的标准指数；

$C_i$ —第  $i$  个水质因子的监测浓度值，mg/L；

$C_{si}$ —第  $i$  个水质因子的标准浓度值，mg/L。

pH 的标准指数为：

$$P_{\text{pH}} = \frac{7.0 - \text{pH}}{7.0 - \text{pH}_{\text{sd}}} \quad \text{pH} \leq 7 \text{ 时}$$

$$P_{\text{pH}} = \frac{\text{pH} - 7.0}{\text{pH}_{\text{su}} - 7.0} \quad \text{pH} > 7 \text{ 时}$$

式中：

$P_{\text{pH}}$ ——pH 的标准指数，无量纲；

pH——pH 监测值；

$\text{pH}_{\text{su}}$ ——标准中 pH 的上限值；

$\text{pH}_{\text{sd}}$ ——标准中 pH 的下限值。

#### (5) 现状监测结果及评价结果

地下水环境质量现状评价结果见表 4.4.2-2。评价结果表明，本项目监测的 5 个地下水点位中，除 1 处监测点的高锰酸盐指数超标 0.07 倍（超标原因可能是周边农业面源排放），其余各指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类标准。

#### 4.4.2.2 支沟地下水质量

恩达曲、芒达曲沟口水质的多次监测结果表明，恩达曲和芒达曲的超标因子是 As、Fe、Mn，其中 As 的浓度在绝大多数时段均超标，Fe 的浓度仅超标 6 次，Mn 仅在丰水期出现 1 次超标。

2017~2019 年，对恩达曲温泉、恩达曲冷泉、芒达曲左支沟温泉和芒达曲右支沟温泉进行了多次监测，现场查勘照片见图 4.4.2-2~4.4.2-3。依据两条支流的水质评价结果，重点对恩达曲和芒达曲泉水中的 As、Fe、Mn 进行监测。

按照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类标准进行评价，评价结果见表 4.4.2-3 和表 4.4.2-4。评价结果表明，恩达曲和芒达曲泉水中 As 均超标，且超标严重，超标倍数 9.45~192.3 倍；恩达曲温泉和芒达曲左支沟温泉部分时段 Fe 超标，最大超标 0.34 倍。

表 4.4.2-2

干流沿线地下水质量现状评价结果一览表

项目	III类标准 (mg/L)	检测值					单因子指数				
		JC-1 <sup>#</sup>	JC-2 <sup>#</sup>	JC-3 <sup>#</sup>	JC-4 <sup>#</sup>	JC-5 <sup>#</sup>	JC-1 <sup>#</sup>	JC-2 <sup>#</sup>	JC-3 <sup>#</sup>	JC-4 <sup>#</sup>	JC-5 <sup>#</sup>
pH	6.5-8.5	8.1	7.68	7.95	7.83	7.99	0.73	0.45	0.63	0.55	0.66
总硬度	450	182	121	208	191	266	0.40	0.27	0.46	0.42	0.59
溶解性总固体	1000	213	203	248	271	347	0.21	0.20	0.25	0.27	0.35
挥发性酚类	0.002	$5.00 \times 10^{-4}$	$3.00 \times 10^{-4}$	$6.00 \times 10^{-4}$	$3.00 \times 10^{-4}$ L	$4.00 \times 10^{-4}$	0.25	0.15	0.3	/	0.2
高锰酸盐(耗氧量)	3	2.0	1.4	1.2	<b>3.2</b>	0.6	0.67	0.47	0.4	1.07	0.2
硝酸盐(以N计)	20	1.49	0.314	2.85	0.458	1.19	0.075	0.016	0.14	0.023	0.06
亚硝酸盐(以N计)	1	$1.00 \times 10^{-3}$ L	/	/	/	/	/				
氨氮	0.5	0.127	0.159	0.060	0.162	0.043	0.25	0.32	0.12	0.32	0.09
氟化物	1	0.26	0.19	0.17	0.14	0.16	0.26	0.19	0.17	0.14	0.16
氰化物	0.05	$4.00 \times 10^{-3}$ L	$4.00 \times 10^{-3}$ L	$4.00 \times 10^{-3}$ L	$5.00 \times 10^{-3}$	$4.00 \times 10^{-3}$	/	/	/	0.1	0.08
硫酸盐	250	18.8	5.86	5.97	28.2	62.7	0.075	0.023	0.024	0.11	0.25
氯化物	250	3.48	1.62	5.50	0.99	2.07	0.014	0.0065	0.022	0.004	0.0083
六价铬	0.05	$4.00 \times 10^{-3}$ L	$4.00 \times 10^{-3}$ L	$5.00 \times 10^{-3}$	$4.00 \times 10^{-3}$	$4.00 \times 10^{-3}$	/	/	0.1	0.08	0.08
铁	0.3	0.079	0.165	$8.2 \times 10^{-4}$ L	0.125	$3.93 \times 10^{-3}$	0.26	0.55	/	0.42	0.013
锰	0.1	$2.29 \times 10^{-3}$	$4.29 \times 10^{-3}$	$1.88 \times 10^{-3}$	$3.15 \times 10^{-3}$	$6.05 \times 10^{-3}$	0.023	0.043	0.019	0.032	0.061
镉	0.005	$2.17 \times 10^{-4}$	$2.13 \times 10^{-4}$	$2.10 \times 10^{-4}$	$2.10 \times 10^{-4}$	$2.16 \times 10^{-4}$	0.043	0.043	0.042	0.042	0.043
铅	0.01	$9.00 \times 10^{-5}$ L	/	/	/	/	/				
砷	0.01	$3.55 \times 10^{-3}$	$3.50 \times 10^{-3}$	$3.00 \times 10^{-3}$ L	$3.00 \times 10^{-3}$ L	$4.81 \times 10^{-3}$	0.036	0.035	/	/	0.048
汞	0.001	$4.00 \times 10^{-5}$ L	/	/	/	/	/				

注: \* pH无量纲;

\*\* 未检出值填写该项最低检出限值,并在其后加“L”。

表 4.4.2-3

恩达曲和芒达曲泉水水量与水质统计表

泉点	海拔 (m)	流量情况		水质超标因子情况			
		流量范围 (m <sup>3</sup> /s)	流量时段	超标因子	浓度范围 (mg/L)	最大超标倍数	超标时段
恩达曲温泉	3700	0.039 ~ 0.06	一直有水	As	0.3446 ~ 0.5689	10.38	一直超标
				Fe	0.00082L ~ 0.4029	0.34	5、6月超标
恩达曲冷泉	3681	0.109 ~ 0.28	一直有水	As	0.1045 ~ 0.2389	3.78	一直超标
芒达曲左支沟温泉	4034	0.002 ~ 0.018	一直有水	As	1.1394 ~ 1.933	37.66	一直超标
				Fe	0.0283 ~ 0.3234	0.08	12月超标
芒达曲右支沟温泉	3860	0.0012 ~ 0.009	仅10月有水	As	0.3736 ~ 0.5639	10.28	一直超标



恩达曲温泉



恩达曲温泉



恩达曲冷泉



恩达曲冷泉

图 4.4.2-2 恩达曲泉点现场照片（10 月份）



芒达曲右支沟温泉



芒达曲右支沟温泉



芒达曲左支沟温泉



芒达曲左支沟温泉

图 4.4.2-3 芒达曲泉点现场照片（10 月份）

表 4.4.2-4

恩达曲和芒达曲泉水质量现状评价

监测 点位	监测时间	流量	温度	电导率	pH		砷		铁		锰	
					监测值	标准指数	浓度	标准指数	浓度	标准指数	浓度	标准指数
恩达 曲温 泉	2017年9月	0.060	/	446	7.4	0.27	0.5548	55.48	0.011	0.04	0.0002	0.002
	2017年10月	0.055	/	451	7.32	0.21	0.4123	41.23	0.0265	0.09	0.0002	0.002
	2018年5月	0.044	21.3	496	7.47	0.31	0.3446	34.46	0.4029	1.34	0.00012L	—
	2018年6月	0.042	21.5	492	8.05	0.70	0.3829	38.29	0.366	1.22	0.00012L	—
	2018年10月	0.060	20.4	440	7.49	0.33	0.4861	48.61	0.00082L	—	0.00012L	—
	2018年11月	0.055	18.9	425	8.05	0.70	0.4582	45.82	0.0103	0.03	0.0026	0.026
	2018年12月	0.039	25.0	499	7.6	0.39	0.5407	54.07	0.0632	0.21	0.0024	0.024
	2019年1月	0.049	30.4	431	7.6	0.40	0.5689	56.89	0.00082L	—	0.0005	0.005
	2019年2月	0.051	27.5	533	7.40	0.27	0.4380	43.80	0.2969	0.99	0.00012L	—
	2019年3月	0.043	26.2	497	7.34	0.23	0.4843	48.43	0.0205	0.07	0.0013	0.013
恩达 曲冷 泉	2017年9月	0.240	/	421	7.36	0.24	0.2389	23.89	0.0122	0.04	0.00012L	—
	2017年10月	0.259	/	402	7.61	0.41	0.2255	22.55	0.0194	0.06	0.00012L	—
	2018年5月	0.123	13.5	427	8.24	0.83	0.1254	12.54	0.1601	0.53	0.00012L	—
	2018年6月	0.246	14.7	414	8.45	0.97	0.1386	13.86	0.18	0.60	0.00012L	—
	2018年10月	0.280	10.8	252	8.21	0.81	0.1045	10.45	0.0395	0.13	0.0024	0.024
	2018年11月	0.180	13.1	248	8.29	0.86	0.1698	16.98	0.00082L	—	0.0006	0.006
	2018年12月	0.128	14.0	531	7.7	0.49	0.1841	18.41	0.0471	0.16	0.0014	0.014
	2019年1月	0.109	13.0	440	7.8	0.51	0.2006	20.06	0.00082L	—	0.00012L	—
	2019年2月	0.164	15.0	540	7.52	0.35	0.1574	15.74	0.0366	0.12	0.0007	0.007
	2019年3月	0.128	14.1	383	7.55	0.37	0.1627	16.27	0.0173	0.06	0.0003	0.003

续表 4.4.2-4

恩达曲和芒达曲泉水质量现状评价

监测 点位	监测时间	流量	温度	电导率	pH		砷		铁		锰	
					监测值	标准指数	浓度	标准指数	浓度	标准指数	浓度	标准指数
芒达 曲左 支沟 温泉	2017年9月	0.012	/	1979	7.26	0.17	1.933	193.30	0.068	0.23	0.0182	0.182
	2017年10月	0.018	/	1809	6.72	0.56	1.561	156.10	0.0806	0.27	0.0285	0.285
	2018年5月	0.002	29.3	1974	6.78	0.44	1.271	127.10	0.164	0.55	0.0125	0.125
	2018年6月	0.003	27.4	1941	6.64	0.72	1.213	121.30	0.156	0.52	0.0135	0.135
	2018年10月	0.006	32.2	2287	6.44	1.12	1.468	146.80	0.0436	0.15	0.0195	0.195
	2018年11月	0.008	25.3	2070	6.79	0.42	1.169	116.90	0.0283	0.09	0.0122	0.122
	2018年12月	0.012	32.4	1780	6.6	0.76	1.4435	144.35	0.3234	1.08	0.0354	0.354
	2019年1月	0.016	31.6	1995	6.8	0.40	1.5436	154.36	0.0970	0.32	0.0292	0.292
	2019年2月	0.018	31.6	542	6.85	0.30	1.1394	113.94	0.2979	0.99	0.0267	0.267
2019年3月	0.010	31.9	1514	6.92	0.16	1.1901	119.01	0.2024	0.67	0.0547	0.547	
芒达 曲右 支沟 温泉	2017年10月	0.009	/	1802	7.01	0.01	0.3736	37.36	0.0735	0.25	0.0012	0.012
	2018年5月	断流	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2018年6月	断流	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2018年10月	0.0012	17.5	1577	7.87	0.58	0.5639	56.39	0.1223	0.41	0.00012L	—
	2018年11月 -2019年3月	断流	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：流量： $\text{m}^3/\text{s}$ ，温度： $^{\circ}\text{C}$ ，pH：无量纲，电导率： $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，其他： $\text{mg}/\text{L}$

### 4.4.3 底泥现状评价

#### (1) 底泥监测断面

2018年10月、12月，对昂曲干支流底泥进行了监测，监测点基本情况见表4.4.3-1和附图30。

表4.4.3-1 底泥监测点基本情况

监测点编号	监测点名称	监测项目
CG1	库尾上游33.5km	pH、有机质、含水率、砷、铁、锰、铬、铅、铜、锌、镉、镍、汞
CG2	库尾上游32km	
CG3	库尾上游27.9km	
CZ1	伊日曲	
CG4	库尾上游26.9km	
CZ2	巴曲	
CG5	库尾上游14.3km	
CZ3	库尾上游14km支沟	
CG6	库尾上游1km	
CG7	库尾	
CG8	坝址上游18.3km	
CG9	昂曲干流芒达曲上游1km	
CZ4	芒达曲沟口	
CG10	昂曲干流(芒达桥)	
CZ5	恩达曲沟口	
CG11	昂曲干流恩达曲沟口下游0.5km	
CG12	宗通卡上坝址	
CG13	宗通卡下坝址	
CG14	昂曲河口以上30km	
CG15	昂曲干流谢巴曲下游0.5km(昂曲河口以上20km)	
CG16	昂曲河口	
/	恩达曲温泉	
/	恩达曲冷泉	
/	芒达曲左支沟温泉	

#### (2) 底泥评价

参照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》和西藏土壤背景值开展底泥评价，昂曲干支流大多数监测点底泥中仅As含量超过风险筛选值，但低于风险管制值；其余指标均低于风险筛选值。参考西藏土壤背景值对Fe、Mn进行评价，昂曲干支流部分监测点底泥中Fe含量超过西藏土壤背景值，其余指标均低于西藏土壤背景值，Fe含量较高主要受区域高背景地质地层分布影响。

表 4.4.3-2

昂曲干支流底泥污染评价

单位: mg/kg

序号	监测点名称	有机质		pH		As		Fe (g/kg)		Mn		Hg		Zn		Cd		Cu		Ni		Pb		Cr	
		10月	12月	10月	12月	10月	12月	10月	12月	10月	12月	10月	12月	10月	12月	10月	12月	10月	12月	10月	12月	10月	12月	10月	12月
CG1	宗通卡库尾上游 33.5 km	0.80	1.38	8.5	7.9	<b>35.8</b>	22.7	22.7	19.5	439	271	0.180	0.002L	41.6	20.3	0.12	0.14	12.6	9.1	14.4	11.7	15.3	18.7	31.3	14.4
CG2	宗通卡库尾上游 32 km	1.12	1.09	8.5	7.7	23.2	22.1	23.3	<b>28.2</b>	485	311	0.060	0.002L	41.5	31.6	0.11	0.32	13.9	10.8	17	11.6	12.9	11.1	34.8	21.3
CG3	伊日村支沟上游 0.5 km	1.39	1.90	8.2	7.7	<b>51.8</b>	24.5	18.3	25.6	462	314	0.070	0.002L	56.1	12.2	0.15	0.12	15.7	10.0	14.8	12.1	19.1	9.3	31.1	17.2
CZ1	伊日村支沟	1.11	2.08	8.2	7.8	19.3	<b>39.8</b>	17.8	20.2	421	329	0.130	0.002L	36.9	25.6	0.13	0.16	14.1	11.9	16.6	15.9	7.8	8.0	45.4	31.2
CG4	伊日村支沟下游 0.5 km	1.36	1.66	8.6	7.7	25.1	21.2	18.9	24.3	433	328	0.030	0.002L	40.5	43.7	0.13	0.15	13.6	10.3	16.8	11.8	15.5	10.7	27.8	18.4
CZ2	库尾上游 16 km 支沟	1.04	1.44	8.4	7.8	<b>38.5</b>	18.2	15.0	26.2	287	219	0.050	0.002L	36.6	17.4	0.16	0.13	9.4	7.1	10.4	8.3	8.7	6.1	21	16.9
CG5	库尾上游 14.3km 昂曲干流	0.51	1.22	8.4	7.7	<b>47.6</b>	18.5	19.2	27.0	422	258	0.090	0.002L	44.7	62.7	0.11	0.24	12.2	8.5	13.7	8.8	12	8.2	30.7	16.7
CZ3	库尾上游 14 km 支沟	3.00	1.18	8.1	7.4	11.9	19.5	<b>34.8</b>	<b>30.6</b>	466	285	0.020	0.002L	145	10.8	0.19	0.10	15.8	9.2	14.8	9.7	13.2	10.8	37.2	15.4
CG6	库尾上游 1 km	0.57	1.40	8.6	7.8	20.2	<b>42.5</b>	<b>34.0</b>	<b>36.4</b>	435	405	0.050	0.707	40.8	103.3	0.07	0.33	14.6	11.3	14.2	13.8	15	17.2	27.5	51.8
CG7	宗通卡库尾	1.03	1.70	8.4	7.7	16.7	<b>28.1</b>	21.0	25.2	409	394	0.070	0.506	36.9	58.4	0.1	0.29	13.9	10.8	14.8	13.0	13.7	12.3	32.3	65.1
CG8	宗通卡坝址上 15 km	2.24	1.80	8.4	7.7	<b>35.0</b>	<b>26.4</b>	<b>29.7</b>	<b>37.3</b>	479	305	0.050	0.027	59.8	37.2	0.15	0.13	16.4	9.3	22	12.7	19	8.6	44	21.4
CG9	芒达曲上游 1 km 昂曲干流	1.75	1.48	8.6	7.7	<b>31.2</b>	23.0	23.2	<b>28.2</b>	455	280	0.020	0.002L	66.5	27.1	0.2	0.15	18.6	14.0	20.3	10.0	22.7	10.1	56.7	23.0
CZ4	芒达曲沟口	0.74	2.00	8.3	7.9	<b>31.2</b>	<b>59.9</b>	<b>31.2</b>	25.2	288	324	0.010	0.002L	36.9	113.8	0.05	0.37	12.9	11.5	13.5	13.0	16.9	15.3	59.7	66.4
CG10	芒达桥 (昂曲干流)	1.32	4.00	8.5	7.5	<b>38.3</b>	24.9	17.2	21.8	445	266	0.010	0.002L	39.9	21.7	0.15	0.07	13.2	8.2	15.5	9.3	12.5	8.4	32.7	19.3
CZ5	恩达曲沟口	2.42	2.30	8.2	7.6	<b>48.5</b>	<b>64.0</b>	22.6	<b>42.7</b>	416	280	0.010	0.002L	74.1	38.1	0.21	0.14	13.5	8.5	18.7	12.0	22.8	9.5	36.7	18.8
CG11	恩达曲汇入昂曲下游 0.5 km	0.89	2.52	8.3	7.8	15.7	<b>44.5</b>	26.6	<b>33.9</b>	393	298	0.050	0.461	38.3	48.1	0.1	0.14	15	8.3	14.8	11.3	15.4	12.1	32.3	23.7
CG12	宗通卡上坝址	1.46	2.10	8.4	7.7	23.0	<b>28.5</b>	<b>38.8</b>	<b>28.4</b>	394	248	0.220	0.615	46.7	45.3	0.12	0.19	13.7	16.3	16.6	13.8	25.3	10.8	55.5	26.9
CG13	宗通卡下坝址	0.81	2.70	8.6	7.8	20.7	<b>27.6</b>	<b>39.5</b>	16.0	483	349	0.120	1.024	57.1	32.8	0.14	0.20	15.8	12.2	16.1	16.4	23	15.3	43.6	29.6
CG14	昂曲河口上游 30 km	1.06	2.18	8.7	7.8	<b>27.1</b>	<b>28.7</b>	27.2	<b>28.5</b>	382	301	0.070	0.340	52	84.2	0.14	0.23	12.8	10.6	13.6	13.2	10.4	11.3	42.7	26.2
CG15	昂曲河口上游 20 km	1.48	1.66	8.6	7.9	<b>32.8</b>	<b>26.8</b>	<b>29.6</b>	19.5	442	376	0.850	0.002L	66.9	25.9	0.23	0.10	15.1	8.5	19.3	10.3	21.9	9.0	42.8	15.3
CG16	昂曲河口	1.69	1.74	8.3	7.8	<b>41.9</b>	<b>26.4</b>	<b>32.8</b>	24.0	460	324	0.760	0.002L	65.8	134.2	0.1	0.30	16.3	13.0	24.3	12.6	22.8	12.5	48.9	25.9
/	恩达曲温泉	9.82	15.6	8.3	7.7	<b>358.0</b>	<b>320.4</b>	<b>38.6</b>	<b>55.8</b>	386	445	0.200	0.684	322	77.3	0.3	0.18	25.2	16.6	45.6	28.4	32.2	16.3	71.9	50.7
/	恩达曲冷泉	5.64	12.4	8.1	7.5	<b>68.7</b>	<b>95.6</b>	<b>31.1</b>	20.1	397	175	0.110	0.139	93.7	72.7	0.29	0.30	15.6	8.8	25.9	16.3	20.1	11.1	51.8	30.5
/	芒达曲左支沟温泉	4.88	4.50	7.6	7.9	<b>524.0</b>	<b>1072</b>	4.7	14.2	326	156	0.69	0.002L	17.7	8.1	0.03	0.04	3.8	1.3	5.2	2.0	1.7	0.7	16.5	8L
农用地土壤风险筛选值 (其他)		/		/		25		/		/		3.4		300		0.6		100		190		170		250	
评价结果		/		/		超标		/		/		达标		达标		达标		达标		达标		达标		达标	
西藏土壤背景值		/		/		/		28		565		/		/		/		/		/		/		/	

评价结果表明：整体表现出温泉底泥 As 含量较高、支沟及支沟附近底泥次之、干流最低的现象。

#### 4.4.4 土壤环境质量现状

2018年6月、10月，分别开展了灌区、库区土壤监测工作，共设置了35个监测点。

##### 4.4.4.1 库区土壤环境质量现状

库区土壤监测点位：考虑不同土地利用类型（如林地、耕地、草地、居住区等）、土壤类型（风化土、泥土、沙土）及采样点周边的环境情况等，在典型位置（库尾、坝址、温泉、支沟汇入口、沙贡乡等）布设11个监测点，其中工程占地范围内4个，占地范围外7个。监测点基本情况见表4.4.4-1和附图30。

监测项目包括：pH、Zn、Cd、Cu、Ni、Fe、Mn、Pb、Cr、As、Hg、有机质等。

表 4.4.4-1 宗通卡库区土壤监测点基本情况

编号	监测点名称	土地利用类型	占地范围 (内/外)
KQ1	宗通卡下坝址	林地	内
KQ2	宗通卡上坝址	林地	内
KQ3	恩达曲沟口	风化土	内
KQ4	恩达曲温泉附近	风化土	外
KQ5	芒达曲沟口	耕地	内
KQ6	芒达曲左右支沟汇入口	风化土	外
KQ7	芒达曲汇入昂曲上游1km	耕地	外
KQ8	宗通卡坝址上游18.3km右岸	风化土	外
KQ9	宗通卡坝址上游18.3km左岸	耕地	外
KQ10	宗通卡库尾右岸	耕地	外
KQ11	宗通卡库尾左岸	林地	外

表 4.4.4-2

库区土壤监测及评价结果一览表

序号	有机质	pH		As		Fe		Mn		Hg	
		监测值	土壤酸化、碱化强度	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
KQ1	7.85%	7.68	无酸化或碱化	20.7	0.8	25.5	0.9	534.0	0.9	0.31	0.09
KQ2	13.30%	7.50	无酸化或碱化	15.3	0.5	30.9	1.1	664.0	1.2	0.03	0.01
KQ3	3.53%	8.02	无酸化或碱化	17.1	0.7	33.2	1.2	783.0	1.4	0.09	0.03
KQ4	3.10%	8.08	无酸化或碱化	101.0	4.0	32.4	1.2	694.0	1.2	1.25	0.37
KQ5	5.28%	8.06	无酸化或碱化	40.7	1.6	31.5	1.1	663.0	1.2	0.25	0.07
KQ6	3.04%	8.01	无酸化或碱化	29.8	1.2	28.8	1.0	694.0	1.2	0.16	0.05
KQ7	8.31%	7.61	无酸化或碱化	20.0	0.8	30.1	1.1	724.0	1.3	0.22	0.06
KQ8	3.00%	7.47	无酸化或碱化	19.0	0.6	33.8	1.2	717.0	1.3	0.18	0.08
KQ9	4.38%	7.86	无酸化或碱化	19.7	0.8	26.5	0.9	659.0	1.2	0.06	0.02
KQ10	5.49%	6.59	无酸化或碱化	23.3	0.8	24.1	0.9	486.0	0.9	0.11	0.05
KQ11	15.40%	7.06	无酸化或碱化	16.6	0.6	25.4	0.9	665.0	1.2	0.06	0.03
最大值	15.40%	8.08	/	101.0	/	33.8	/	783.0	/	1.25	/
最小值	3.00%	6.59	/	15.3	/	24.1	/	486.0	/	0.03	/
均值	6.61%	7.63	/	29.4	/	29.3	/	662.1	/	0.25	/
标准差	0.04	0.45	/	23.69	/	3.27	/	80.31	/	0.33	/
检出率	100%	100%	/	100%	/	100%	/	100%	/	100%	/
最大超标倍数	/	/	/	3.0	/	0.2	/	0.4	/	/	/

注: Fe: g/kg, 其他: mg/kg

续表 4.4.4-2

库区土壤监测及评价结果一览表

序号	Zn		Cd		Cu		Ni		Pb		Cr	
	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
KQ1	87.6	0.3	0.14	0.23	19.4	0.2	26.4	0.1	27.3	0.2	53.5	0.2
KQ2	87.7	0.4	0.10	0.33	26.3	0.3	43.3	0.4	31.3	0.3	80.1	0.4
KQ3	88.4	0.3	0.20	0.33	32.8	0.3	35.3	0.2	23.4	0.1	73.4	0.3
KQ4	84.5	0.3	0.18	0.30	23.5	0.2	40.4	0.2	25.1	0.1	77.1	0.3
KQ5	69.4	0.2	0.16	0.27	26.7	0.3	38.7	0.2	36.1	0.2	78.7	0.3
KQ6	126.0	0.4	0.14	0.23	24.6	0.2	37.9	0.2	27.5	0.2	81.2	0.3
KQ7	78.4	0.3	0.19	0.32	35.6	0.4	35.0	0.2	45.3	0.3	72.3	0.3
KQ8	163.0	0.7	0.14	0.47	29.2	0.3	41.5	0.4	38.1	0.3	79.3	0.4
KQ9	85.2	0.3	0.15	0.25	27.6	0.3	29.1	0.2	35.4	0.2	57.2	0.2
KQ10	78.3	0.3	0.17	0.57	21.0	0.2	24.8	0.2	25.1	0.2	51.0	0.3
KQ11	77.4	0.3	0.16	0.53	26.6	0.3	26.8	0.3	36.9	0.3	58.1	0.3
最大值	163.0	/	0.20	/	35.6	/	43.3	/	45.3	/	81.2	/
最小值	69.4	/	0.10	/	19.4	/	24.8	/	23.4	/	51.0	/
均值	93.3	/	0.16	/	26.7	/	34.5	/	32.0	/	69.3	/
标准差	25.99	/	0.03	/	4.51	/	6.32	/	6.60	/	11.24	/
检出率	100%	/	100%	/	100%	/	100%	/	100%	/	100%	/
最大超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注: Fe: g/kg, 其他: mg/kg

Fe、Mn 依据西藏土壤背景值进行评价；其余指标依据《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》中的风险筛选值进行评价。库区土壤环境监测及评价结果见表 4.4.4-2。库区土壤中除 As 含量超标外，其他监测指标（Zn、Cd、Cu、Ni、Pb、Cr、Hg）含量均达标。As 超标的土壤监测点主要为恩达曲、芒达曲支沟及泉水附近的土壤超标，与地表水中 As 含量关联性较强；Fe、Mn 含量普遍高于西藏背景值。

#### 4.4.4.2 灌区

灌区土壤监测点位：根据卡若灌区的分布特点，共布设 24 个土壤监测点，监测点位置见附图 30。

监测项目包括：pH、Zn、Cd、Cu、Ni、Fe、Mn、Pb、Cr、As、Hg、有机质等。

Fe、Mn 依据西藏土壤背景值进行评价；其余指标依据《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》中的风险筛选值进行评价。灌区土壤环境监测及评价结果见表 4.4.4-3。灌区土壤中 As 的含量范围为 6.8~17.5mg/kg，平均含量为 13.3mg/kg；Fe 的含量范围为 26.3~36.4g/kg，平均含量为 31.0g/kg；Mn 的含量范围为 311~745mg/kg，平均含量为 546mg/kg。灌区所有土壤监测指标（Zn、Cd、Cu、Ni、Pb、Cr、Hg、As）均达标，但土壤中 Fe、Mn 含量普遍高于西藏背景值。

#### 4.4.5 声环境质量现状

为了解该项目所在区域声环境质量状况，2016 年 10 月 12~13 日对项目周边的声环境质量现状进行了监测，共布设 12 个监测点。

表 4.4.4-3

灌区土壤环境监测及评价结果一览表

序号	采样点所在灌片编号	有机质	pH		As		Fe		Mn		Hg	
			监测值	土壤酸化、碱化强度	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
GQ1	A2(2)	5.03%	8.5	轻度碱化	8.05	0.32	29	1.04	701	1.24	0.052	0.015
GQ2	A2(1)	7.43%	8.5	轻度碱化	16.5	0.66	32.1	1.15	567	1.00	0.178	0.052
GQ3	B2	6.37%	8	无酸化或碱化	16.4	0.66	33.5	1.20	391	0.69	0.234	0.069
GQ4	B3(1)	4.37%	8.1	无酸化或碱化	12.7	0.51	35.8	1.28	430	0.76	0.1	0.029
GQ5	B3(2)	6.81%	8.1	无酸化或碱化	10.7	0.43	29.9	1.07	507	0.90	0.042	0.012
GQ6	B4	5.17%	8.2	无酸化或碱化	16.4	0.66	28.5	1.02	425	0.75	<0.002	—
GQ7	B5	4.97%	8.2	无酸化或碱化	15.4	0.62	27.7	0.99	570	1.01	<0.002	—
GQ8	A6+A7	3.38%	7.7	无酸化或碱化	9.07	0.36	32.1	1.15	435	0.77	0.003	0.001
GQ9	B7	4.80%	8.2	无酸化或碱化	17.5	0.70	32.2	1.15	311	0.55	0.012	0.004
GQ10	A8	4.88%	8.2	无酸化或碱化	9.7	0.39	26.5	0.95	541	0.96	0.101	0.030
GQ11	B8(2)	4.64%	8.7	轻度碱化	11.8	0.47	31.8	1.14	632	1.12	0.086	0.025
GQ12	B8(1)	6.11%	7.9	无酸化或碱化	16.4	0.66	31.9	1.14	406	0.72	0.147	0.043
GQ13	A9	7.67%	8.5	轻度碱化	7.98	0.32	28.8	1.03	556	0.98	0.054	0.016
GQ14	A10	3.61%	8.7	轻度碱化	12.6	0.50	32.9	1.18	630	1.12	0.017	0.005
GQ15	A11	4.77%	8.7	轻度碱化	6.82	0.27	31.6	1.13	385	0.68	0.072	0.021
GQ16	B10(2)	5.98%	8.8	轻度碱化	16.8	0.67	28.8	1.03	591	1.05	0.021	0.006
GQ17	B10(1)	5.17%	8.4	无酸化或碱化	14.9	0.60	30.9	1.10	608	1.08	0.102	0.030
GQ18	A12	3.73%	8.3	无酸化或碱化	13.3	0.53	26.3	0.94	591	1.05	0.045	0.013
GQ19	B11+B13	4.54%	8.2	无酸化或碱化	15.7	0.63	33.8	1.21	604	1.07	0.294	0.086
GQ20	B14	10.80%	8	无酸化或碱化	16.6	0.66	29.6	1.06	595	1.05	0.04	0.012
GQ21	A23	3.97%	8	无酸化或碱化	17.3	0.69	32.1	1.15	678	1.20	0.081	0.024
GQ22	A24	4.94%	8.9	轻度碱化	14.2	0.57	28.5	1.02	520	0.92	0.002	0.001
GQ23	A25	3.44%	7.7	无酸化或碱化	9.23	0.37	32.1	1.15	676	1.20	0.447	0.131
GQ24	B22+B23	5.32%	7.7	无酸化或碱化	13.9	0.56	36.4	1.30	745	1.32	0.353	0.104
	最大值	10.80%	8.9	/	17.50	/	36.40	/	745.00	/	0.447	/
	最小值	3.38%	7.7	/	6.82	/	26.30	/	311.00	/	0.002	/
	均值	5.33%	8.3	/	13.33	/	30.95	/	545.63	/	0.113	/
	标准差	1.61%	0.3	/	3.32	/	2.59	/	110.79	/	0.117	/
	检出率	100%	100%	/	100%	/	100%	/	100%	/	92%	/
	最大超标倍数	/	/	/	/	/	0.3	/	0.32	/	/	/

注: Fe: g/kg, 其他: mg/kg

续表 4.4.4-3

灌区土壤环境监测及评价结果一览表

序号	采样点所在灌片编号	Zn		Cd		Cu		Ni		Pb		Cr	
		监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
GQ1	A2 (2)	58.1	0.19	0.22	0.37	18.5	0.19	33.9	0.18	9.75	0.06	65.6	0.26
GQ2	A2 (1)	56.8	0.19	0.21	0.35	19.2	0.19	33	0.17	17.9	0.11	49.4	0.20
GQ3	B2	61	0.20	0.14	0.23	24.2	0.24	28.4	0.15	35	0.21	65.6	0.26
GQ4	B3 (1)	51.7	0.17	0.2	0.33	18.9	0.19	32.1	0.17	14.1	0.08	54.1	0.22
GQ5	B3 (2)	55.1	0.18	0.19	0.32	17.4	0.17	26.8	0.14	11.9	0.07	44.7	0.18
GQ6	B4	35.3	0.12	0.16	0.27	14.8	0.15	26.7	0.14	9.16	0.05	46.4	0.19
GQ7	B5	46.7	0.16	0.19	0.32	15.9	0.16	21.5	0.11	8.14	0.05	47.5	0.19
GQ8	A6+A7	54.9	0.18	0.16	0.27	18.1	0.18	28.9	0.15	9.31	0.05	68.5	0.27
GQ9	B7	49	0.16	0.17	0.28	17.2	0.17	28.6	0.15	11.2	0.07	51.6	0.21
GQ10	A8	44.7	0.15	0.13	0.22	14.5	0.15	26.4	0.14	14.6	0.09	37.2	0.15
GQ11	B8 (2)	56.6	0.19	0.14	0.23	18.7	0.19	28.7	0.15	17.2	0.10	58.1	0.23
GQ12	B8 (1)	60.1	0.20	0.13	0.22	18.5	0.19	29.8	0.16	17.1	0.10	52.6	0.21
GQ13	A9	86.1	0.29	0.12	0.20	22.4	0.22	30.6	0.16	9.87	0.06	56.6	0.23
GQ14	A10	55.2	0.18	0.08	0.13	21.7	0.22	35.4	0.19	18	0.11	59.8	0.24
GQ15	A11	47.4	0.16	0.09	0.15	17.3	0.17	37.2	0.20	9.37	0.06	55.2	0.22
GQ16	B10 (2)	72.1	0.24	0.16	0.27	18.1	0.18	26.6	0.14	12.1	0.07	57.6	0.23
GQ17	B10 (1)	50	0.17	0.11	0.18	15.1	0.15	36.1	0.19	11.5	0.07	56.7	0.23
GQ18	A12	44.3	0.15	0.11	0.18	15.8	0.16	20.3	0.11	18	0.11	31.6	0.13
GQ19	B11+B13	52.8	0.18	0.19	0.32	18.3	0.18	28.8	0.15	14.1	0.08	71.7	0.29
GQ20	B14	63	0.21	0.2	0.33	19.3	0.19	27.4	0.14	13.4	0.08	63	0.25
GQ21	A23	57.4	0.19	0.18	0.30	17	0.17	29.9	0.16	16.4	0.10	59.2	0.24
GQ22	A24	79.4	0.26	0.18	0.30	17.4	0.17	24.3	0.13	17.1	0.10	52.7	0.21
GQ23	A25	73.7	0.25	0.1	0.17	23.3	0.23	26.1	0.14	13.3	0.08	70.3	0.28
GQ24	B22+B23	72.1	0.24	0.11	0.18	30.6	0.31	31	0.16	28.1	0.17	70.1	0.28
	最大值	86.10	/	0.22	/	30.60	/	37.20	/	35.00	/	71.70	/
	最小值	35.30	/	0.08	/	14.50	/	20.30	/	8.14	/	31.60	/
	均值	57.65	/	0.15	/	18.84	/	29.10	/	14.86	/	56.08	/
	标准差	11.71	/	0.04	/	3.47	/	4.10	/	6.00	/	10.00	/
	检出率	100%	/	100%	/	100%	/	100%	/	100%	/	100%	/
	最大超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注: Fe: g/kg, 其他: mg/kg

监测结果表明，区域内昼、夜间噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类或2类标准。声环境质量监测结果见表4.4.5-1。

表 4.4.5-1 声环境现状监测成果一览表 单位：dB(A)

监测点位	主要声源	监测时间及结果				评价标准	
		10月12日		10月13日		昼间	夜间
		昼间	夜间	昼间	夜间		
宗通卡拟定坝址处	环境噪声	44.8	38.5	44.5	38.7	55	45
白措村	环境噪声	43.3	37.4	42.9	38.1	55	45
朗加林寺	环境噪声	46.7	40.2	45.6	39.8	60	50
穷卡村	环境噪声	44.2	38.6	44.6	38.5	55	45
温达村	环境噪声	42.5	37.6	42.7	38.1	55	45
瓦航村	环境噪声	41.3	37.8	40.6	38.3	55	45
约达村	环境噪声	41.5	38.4	41.2	38.7	55	45
沙通村	环境噪声	42.3	37.9	41.8	38.2	55	45
加林村	环境噪声	42.7	39.2	43.1	38.8	55	45
卡若区职业教育中心	交通噪声	51.3	43.5	50.8	43.7	60	50
西藏昌都市第二高中	交通噪声	52.2	44.1	51.6	43.5	60	50
烂泥坝	环境噪声	48.7	42.4	49.5	42.1	55	45

#### 4.4.6 环境空气质量现状

为了解项目所在区域环境空气质量状况，2016年10月11日~17日对项目区域的大气环境质量进行了监测，共设3处监测点。

监测项目包括二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）、总悬浮颗粒物（TSP）和可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）。

工程区域环境空气质量监测及评价结果见表4.4.6-1。工程区域环境空气质量良好，SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、TSP、PM<sub>10</sub>均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准的要求。

表 4.4.6-1

环境空气质量监测及评价结果

单位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

监测点位	监测项目	1 小时均值				24 小时均值			
		范围值	平均值	标准值	超标率	范围值	平均值	标准值	超标率
宗通卡拟定坝址处	SO <sub>2</sub>	20L	/	500	0	20L	20L	150	0
	NO <sub>2</sub>	12L~18	/	200	0	14.5~16	15.2	80	0
	TSP	/	/	/	/	65~82	73.1	300	0
	PM <sub>10</sub>	/	/	/	/	29~35	32.1	150	0
约达村	SO <sub>2</sub>	20L	/	500	0	20L	20L	150	0
	NO <sub>2</sub>	12L~18	/	200	0	14.5~16	15.1	80	0
	TSP	/	/	/	/	79~91	85	300	0
	PM <sub>10</sub>	/	/	/	/	36~41	38.8	150	0
昌都市第二高中	SO <sub>2</sub>	20L	/	500	0	20L	20L	150	0
	NO <sub>2</sub>	12L~19	/	200	0	15.7~16.5	15.8	80	0
	TSP	/	/	/	/	119~145	131.7	300	0
	PM <sub>10</sub>	/	/	/	/	58~64	60.7	150	0

## 4.5 主要环境问题

### (1) 生态环境脆弱，地质灾害频繁

工程区域处于横断山脉的北端，山高谷深，海拔高差悬殊，导致气候垂直差异和水平差异十分明显。特定的高山峡谷地理环境，使得气候干燥、土层贫瘠，区域生态系统十分脆弱，极易受到破坏，而且短期内难以恢复。

工程区属高原温带半干旱季风气候区，出露地层主要为侏罗系、三叠系泥岩、泥质粉砂岩、砂岩、板岩及灰岩等，岩石风化速度较快，在节理裂隙不利组合影响、重力、冻融等作用下，极易发生地质灾害。工程区主要的灾害包括滑坡、泥石流等。

### (2) 区域地质背景特殊，对水质影响较大

项目区域地处黑色金属和有色金属矿富集地带，昂曲干支流水体中出现 As、Fe、Mn 等超标现象，高背景环境地质条件已对工程河段现状水质产生较大影响。

## 5 环境影响预测与评价

### 5.1 对水资源利用的影响

#### 5.1.1 对流域水资源总量的影响

工程建成后，2030年工程设计取用水量 $6381.31$ 万 $m^3$ ，占坝址处多年平均来水量 $43.5$ 亿 $m^3$ 的 $1.47\%$ ，工程取用水对昂曲水资源总量影响较小。

#### 5.1.2 对流域水资源时空分配的影响

根据坝址来水和径流调节计算成果，工程建成后各典型年水量变化情况见表5.1.2-1。据表可知，水库出入水量比值均在 $0.9$ 以上，表明宗通卡水利枢纽工程修建后对坝址以下昂曲水资源时空分配影响较小。

### 5.2 对水文情势的影响

#### 5.2.1 施工期及初期蓄水期水文情势影响分析

本工程施工期采用全年土石围堰挡水，一次拦断河床、隧洞泄流的导流方式，永久泄洪洞在施工期兼做导流隧洞，不存在导流洞封堵问题，泄洪（导流）洞建成后即可投入正常使用。供水工程中 $16$ 座供水管桥施工过程中采用枯水时段束窄河床泄流的导流方式，工程施工不会对下游河道水量产生不利影响。本工程施工导流规划见表5.2.1-1。

根据施工导流程序，施工期第2年12月仍采用原河道导流，原有水文情势变化不明显。第3年1月，河床截流，在第3年5月之前利用导流隧洞下泄，第3年6月至第5年11月底，利用导流隧洞和泄洪洞过水。截流时，河道水位逐渐壅高，但下泄流量仍为河道天然来流量，故施工期对下游河段水文情势影响很小。

表 5.1.2-1 典型年宗通卡水利枢纽工程出入库水量成果表 单位: 万 m<sup>3</sup>

时间	丰水年			平水年			枯水年		
	入库水量	出库水量	出入水量比	入库水量	出库水量	出入水量比	入库水量	出库水量	出入水量比
1 月	5184	4614	0.89	9202	8605	0.94	5910	5340	0.90
2 月	5028	4458	0.89	9513	8916	0.94	4380	4225	0.96
3 月	7517	6869	0.91	10212	9539	0.93	11457	10783	0.94
4 月	24132	23302	0.97	13038	12234	0.94	13867	13012	0.94
5 月	45619	44790	0.98	29393	28564	0.97	20140	19310	0.96
6 月	46189	45516	0.99	71280	70606	0.99	41913	41213	0.98
7 月	105572	104743	0.99	75790	74909	0.99	74287	73405	0.99
8 月	138594	137894	0.99	59253	58372	0.99	51192	50311	0.98
9 月	104328	103706	0.99	67133	66563	0.99	29627	29056	0.98
10 月	47097	46526	0.99	38128	37532	0.98	17081	16511	0.97
11 月	37869	37299	0.98	20736	20166	0.97	10342	9772	0.94
12 月	10860	10290	0.95	14800	14230	0.96	6791	6221	0.92

本工程初期蓄水为蓄水至死水位 3464m。工程于第 5 年 11 月底采用导流隧洞进口平板闸门下闸蓄水, 水库水位从导流隧洞底板高程 3414.5m 上升至溢洪道堰顶高程 3462m, 相应水库库容 0.617 亿 m<sup>3</sup>, 蓄水时间约 17.5 天, 导流隧洞下闸后, 利用导流隧洞进水塔两侧闸墩内的生态泄水孔(直径约 1.4m)下泄生态流量 16.3m<sup>3</sup>/s。水位上升至 3462m 以上后, 关闭生态泄水孔阀门, 利用溢洪道闸门下泄生态流量 16.3m<sup>3</sup>/s, 宗通卡水库由高程 3462m 蓄水至死水位 3464m, 相应水库库容 0.071 亿 m<sup>3</sup>, 蓄水时间约 2.0 天。因此, 本工程初期蓄水期间, 分别通过生态泄水孔和溢洪道下泄生态流量, 可基本满足下游河道生态用水需求。初期蓄水期间蓄水过程与下泄流量曲线见图 5.2.1-1。

表 5.2.1-1

宗通卡水利枢纽工程施工导流程序表

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)	备注
第 1 年 3 月 ~ 第 2 年 12 月	全年 $P=20\%$ , $Q_{max}$	1220	原河道	岩埂围堰、 土石围堰	3417.23	/	3420	导流隧洞 及泄洪洞 施工
第 3 年 1 月	$P=10\%$ , $Q_{av}$	50.7	导流隧洞	截流戗堤	3410.71	3417.31	/	截流
第 3 年 1 月 ~ 第 3 年 3 月	12~3 月 $P=20\%$ , $Q_{max}$	131	导流隧洞	防渗墙 施工平台	3411.68	3419.91	上游平台 3421.5, 下游平台 3413	围堰防 渗墙施工
第 3 年 4 月 ~ 第 3 年 5 月	11~5 月 $P=20\%$ , $Q_{max}$	354	导流隧洞	围堰	3413.19	3425.01	上游 3426.5, 下游 3414.5	围堰上部 填筑施工
第 3 年 6 月 ~ 第 5 年 5 月	全年 $P=10\%$ , $Q_{max}$	1480	导流隧洞	围堰	3418.09	3449.17	上游围堰 3451, 下 游围堰 3420	
第 5 年 6 月 ~ 第 5 年 11 月	全年 $P=2\%$ , $Q_{max}$	2060	导流隧洞	大坝	3419.85	3461.80	大坝填筑高程 3463.5	
第 5 年 11 月底	$P=10\%$ , $Q_{av}$	117	生态泄水孔 +溢洪道	大坝	3411.56	3419.53	/	导流隧洞 下闸
第 5 年 11 月 底 ~ 第 6 年 4 月	全年 $P=1\%$ , $Q_{max}$	2300	溢洪道	大坝、导流隧 洞进口闸门	3420.53	3464.0 (水 库死水位)	3477 (坝顶高程)	大坝蓄水 挡水发电

注：1、导流隧洞进、出口高程分别为 3414.5m、3411.5m，过水断面为城门洞型断面 7m×9.5m（宽×高）；  
2、溢洪道堰顶高程 3462m，分 2 孔，单孔尺寸 9m×12m（宽×高）。

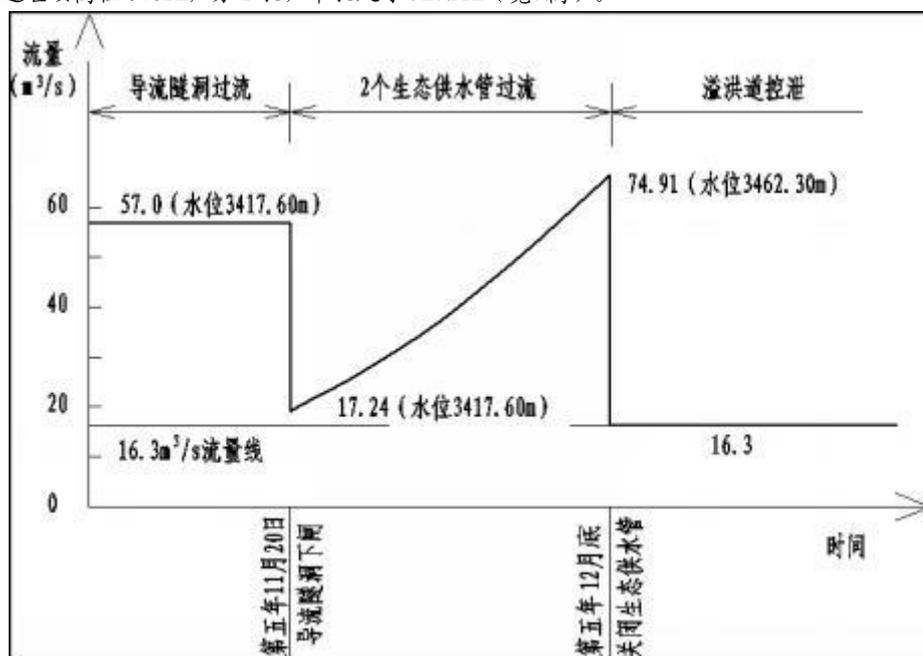


图 5.2.1-1 蓄水过程与下泄流量曲线图

## 5.2.2 运行期库区水文情势影响分析

宗通卡水库蓄水后，库区河段水位均较原水位有不同程度的抬升，库水位维持正常蓄水位 3474m。水库蓄水后，随着水位抬升、水库水面宽增加，

库区河段水域面积由原河道的 1.53km<sup>2</sup>，增加至正常蓄水位时的 5.59km<sup>2</sup>，增幅达 265%。

水库蓄水导致库区河段流速均较天然状况有不同程度的减缓，坝前断面流速减缓接近至零。选择坝前 500m、芒达曲下游 500m、恩达曲下游 500m 作为库区典型断面，分析丰水年 (P=10%)、平水年 (P=50%)、枯水年 (P=90%) 在水库运行前后的断面流速变化，详见表 5.2.2-1。由表可知，坝前 500m、芒达曲下游 500m、恩达曲下游 500m 断面天然状况流速为 0.41 ~ 2.46 m/s、1.02 ~ 2.85 m/s、0.40 ~ 2.91m/s，建库后分别降至 0.01 ~ 0.24 m/s、0.005 ~ 0.34m/s、0.001 ~ 0.038m/s。

表 5.2.2-1 宗通卡水库典型断面流速变化表

不同水文年	芒达曲下游 500m		恩达曲下游 500m		坝前 500m	
	建库前	建库后	建库前	建库后	建库前	建库后
丰水年	0.41 ~ 2.12	0.01 ~ 0.24	1.23 ~ 2.85	0.010 ~ 0.340	0.59 ~ 2.91	0.001 ~ 0.030
平水年	1.02 ~ 2.46	0.02 ~ 0.13	1.02 ~ 2.25	0.011 ~ 0.090	0.54 ~ 1.33	0.020 ~ 0.038
枯水年	0.72 ~ 2.45	0.01 ~ 0.13	1.41 ~ 1.92	0.005 ~ 0.088	0.40 ~ 1.32	0.025 ~ 0.038

### 5.2.3 运行期坝址下游水文情势影响分析

#### 5.2.3.1 模型构建及率定验证

以宗通卡坝址下游河段(即宗通卡坝址-昂曲河口，长约 63km)为对象，利用 EFDC 软件，建立宗通卡坝址下游二维水动力-泥沙数学模型。分别利用宗通卡坝址-昌都河段 2015 年 10 月与 2016 年 3 月、6 月的水文和泥沙调查数据，对坝址下游河段的水动力-泥沙数学模型进行率定与验证。

根据现场调查结果，坝址下游河道入流包括干流来水、支流汇入及降雨径流汇入。其中支沟考虑集水面积较大的四条支沟，见图 5.2.3-1 和表 5.2.3-1。

#### (1) 参数率定

采用 2015 年 10 月昂曲宗通卡坝址-河口河段的水文和泥沙调查数据，对坝址下游河段的水动力数学模型进行率定。其中，2015 年 10 月坝址实测流量  $138.0\text{m}^3/\text{s}$ 、含沙量  $80.2\text{mg}/\text{L}$ ，昂曲河口水位由昌都水文站实测水位推算为  $3219.0\text{m}$ 。坝址下游干流来水、支流汇入情况详见表 5.2.3-1。

表 5.2.3-1 宗通卡坝址下游干流及主要支流基本情况表

类型		流域面积 ( $\text{km}^2$ )	多年平均流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
干流	宗通卡坝址	15592.0	138.0
支流	卡洛支沟	58.7	0.41
	腰曲	112.4	0.99
	朗达支沟	195.6	1.73
	谢巴曲	138.7	1.23

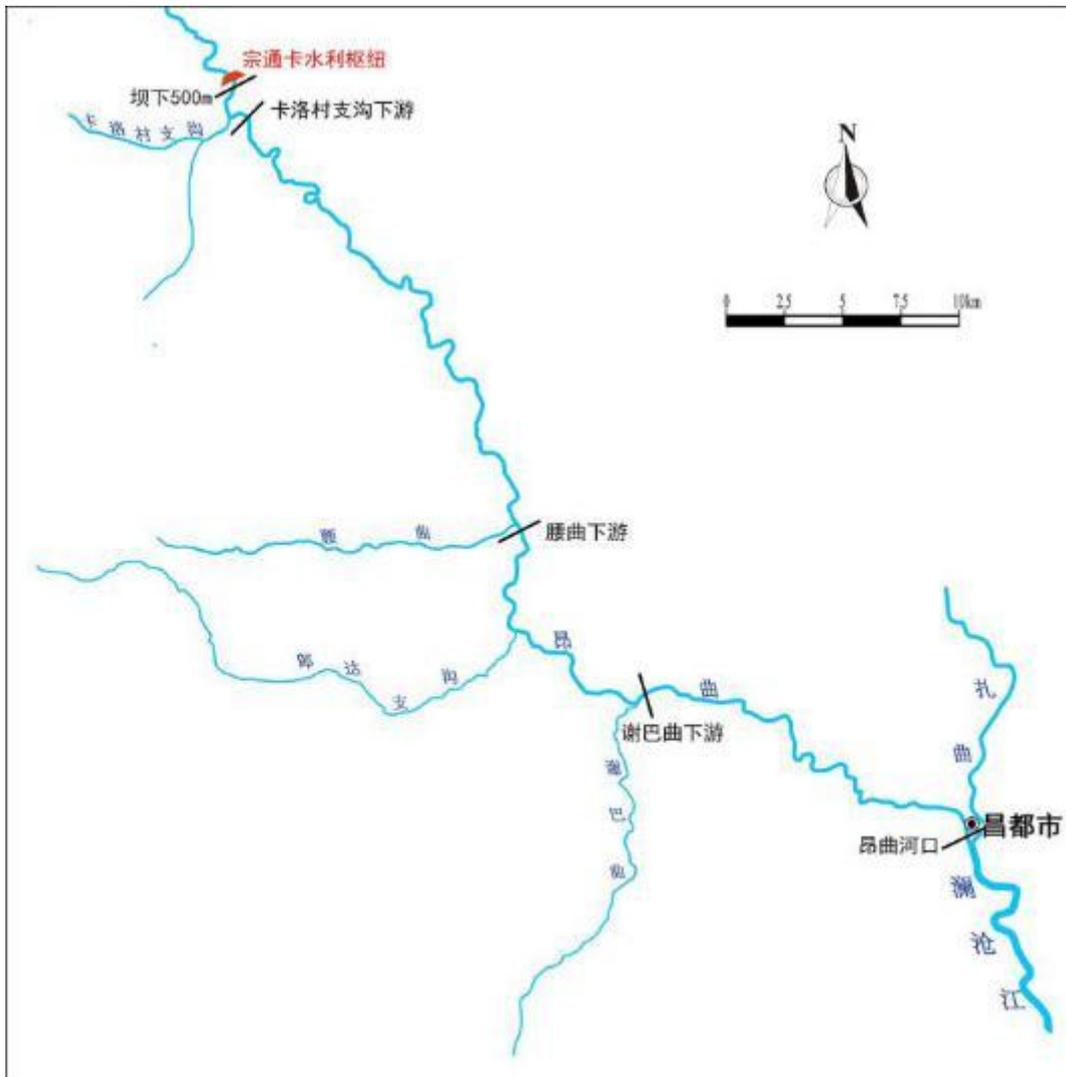


图 5.2.3-1 宗通卡坝址下游计算分析断面

利用 2015 年 10 月现场调查的水深、含沙量数据，对模型参数进行率定，参数率定结果为：糙率 0.04、沉降速率 0.0005m/s、临界冲刷应力 0.0009m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>、临界沉降临界应力 0.001m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>；水位、泥沙的相对误差分别小于 10%、40%。

## (2) 模型验证

采用 2016 年 3 月、2016 年 6 月泥沙调查成果，验证模型模拟的含沙量结果，对比结果见表 5.2.3-2。模拟值与实测值的相对误差在 25%以内，模型可用于预测昂曲宗通卡坝址-河口河段的水动力过程。

表 5.2.3-2 验证期宗通卡坝址-昂曲河口河段泥沙实测结果与计算结果对比

时段	监测点	实测值 (mg/L)	模拟值 (mg/L)	绝对误差 (mg/L)	相对误差 (%)
2016 年 6 月	宗通卡坝址	57.0	57.0	0	0.0
	干流(谢巴曲上游)	55.6	47.2	-8.4	-15.1
	干流(谢巴曲下游)	51.3	46.8	-4.5	-8.8
2016 年 3 月	宗通卡坝址	50.5	50.5	0	0.0
	干流(谢巴曲上游)	41.6	31.8	-9.8	-23.5
	干流(谢巴曲下游)	36.2	31.1	-5.1	-14.1

### 5.2.3.2 典型年水文情势变化分析

宗通卡水库来水扣除库区供水灌溉取水后，其余全部下泄，典型频率水文年各月份下泄流量见表 2.7.3-1。受径流减少影响，昂曲宗通卡坝址至河口约 63km 河段水文情势较天然状况有所改变。选取坝址下游 5 个典型断面，分析不同水平年水库成库前后平均水深、流速、水面宽变化情况。典型断面信息见表 5.2.3-3。

表 5.2.3-3 宗通卡水利枢纽工程坝址下游水文情势计算分析断面

编号	断面名称	距坝址距离 (km)
1	坝下 500m	0.5
2	卡洛支沟下游	10
3	腰曲下游	28
4	谢巴曲下游	42
5	昂曲河口	63

在 P=10%、50%、90%条件下，宗通卡坝址下游昂曲干流各断面水深、水

面宽、流速均小幅度降低，具体见表 5.2.3-4 ~ 表 5.2.3-8。

(1) 坝址下游 500m 断面

在 P=10%条件下，断面平均水深由 2.64m 降低至 2.61m，下降了 0.03m；平均水面宽由 26.40m 下降到 26.13m，下降了 0.27m；流速由 1.95m/s 下降到 1.93m/s，下降了 0.02m/s。

在 P=50%条件下，断面平均水深由 2.44m 降低至 2.41m，下降了 0.03m；平均水面宽由 24.40m 下降到 24.15m，下降了 0.25m；流速由 1.86m/s 降低到 1.85m/s，降低了 0.01m/s。

在 P=90%条件下，断面平均水深由 2.09m 降低至 2.06m，下降了 0.03m；平均水面宽由 20.89m 下降到 20.58m，下降了 0.31m；流速由 1.68m/s 降低到 1.66m/s，降低了 0.02m/s。

(2) 卡洛支沟下游断面

在 P=10%条件下，断面平均水深由 2.48m 降低至 2.45m，下降了 0.03m；平均水面宽度由 19.81m 降低到 19.62m，降低了 0.19m；流速由 2.77m/s 降低到 2.74m/s，降低了 0.03m/s。

表 5.2.3-4 宗通卡水库成库前后坝址下游 500 米断面水深、水面宽、流速变化表

频率	月份	水深 (m)			流速 (m/s)			水面宽 (m)			流量 (m <sup>3</sup> /s)		
		前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
P=10%	1	1.28	1.22	-0.06	1.22	1.19	-0.04	12.79	12.23	-0.56	20.00	17.76	-2.24
	2	1.26	1.21	-0.05	1.21	1.18	-0.04	12.64	12.09	-0.55	19.40	17.23	-2.17
	3	1.47	1.42	-0.05	1.34	1.31	-0.03	14.70	14.21	-0.49	29.00	26.48	-2.52
	4	2.28	2.25	-0.03	1.80	1.78	-0.02	22.76	22.47	-0.29	93.10	89.93	-3.17
	5	2.89	2.87	-0.02	2.11	2.10	-0.01	28.90	28.71	-0.20	176.00	172.85	-3.15
	6	2.90	2.89	-0.01	2.11	2.11	-0.01	29.02	28.88	-0.14	178.00	175.64	-2.36
	7	3.96	3.95	-0.01	2.60	2.59	0.00	39.58	39.47	-0.11	407.00	404.13	-2.87
	8	4.39	4.38	-0.01	2.78	2.78	0.00	43.85	43.76	-0.09	535.00	532.00	-3.00
	9	3.94	3.93	-0.01	2.59	2.59	0.00	39.43	39.33	-0.11	403.00	400.14	-2.86
	10	2.93	2.91	-0.01	2.12	2.12	-0.01	29.27	29.12	-0.15	182.00	179.54	-2.46
	11	2.69	2.68	-0.01	2.01	2.00	-0.01	26.95	26.80	-0.15	146.00	143.87	-2.13
	12	1.69	1.65	-0.03	1.47	1.45	-0.02	16.87	16.54	-0.34	41.90	39.72	-2.18
	均值	2.64	2.61	-0.03	1.95	1.93	-0.02	26.40	26.13	-0.27	185.87	183.27	-2.60

续表 5.2.3-4 宗通卡水库成库前后坝址下游 500 米断面水深、水面宽、流速变化表

频率	月份	水深 (m)			流速 (m/s)			水面宽 (m)			流量 (m <sup>3</sup> /s)		
		前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
P=50%	1	1.59	1.55	-0.04	1.41	1.39	-0.02	15.86	15.47	-0.39	35.50	33.22	-2.28
	2	1.61	1.57	-0.04	1.42	1.40	-0.02	16.06	15.68	-0.38	36.70	34.45	-2.25
	3	1.65	1.61	-0.04	1.45	1.43	-0.02	16.49	16.08	-0.41	39.40	36.83	-2.57
P=50%	4	1.81	1.76	-0.04	1.54	1.52	-0.02	18.07	17.65	-0.42	50.30	47.21	-3.09
	5	2.45	2.42	-0.02	1.89	1.87	-0.01	24.48	24.24	-0.23	113.00	110.16	-2.84
	6	3.42	3.40	-0.01	2.36	2.35	-0.01	34.17	34.05	-0.12	275.00	272.42	-2.58
	7	3.49	3.48	-0.01	2.39	2.39	-0.01	34.94	34.81	-0.14	292.40	289.00	-3.40
	8	3.19	3.17	-0.02	2.25	2.24	-0.01	31.90	31.70	-0.20	228.60	225.20	-3.40
	9	3.34	3.33	-0.01	2.32	2.32	0.00	33.41	33.30	-0.11	259.00	256.82	-2.18
	10	2.70	2.69	-0.02	2.01	2.01	-0.01	27.02	26.86	-0.15	147.10	144.81	-2.29
	11	2.15	2.13	-0.02	1.73	1.72	-0.01	21.50	21.28	-0.23	80.00	77.78	-2.22
	12	1.89	1.87	-0.03	1.59	1.57	-0.02	18.95	18.67	-0.28	57.10	54.88	-2.22
	均值	2.44	2.41	-0.03	1.86	1.85	-0.01	24.40	24.15	-0.25	134.50	131.90	-2.60
P=90%	1	1.34	1.29	-0.05	1.26	1.23	-0.03	13.43	12.92	-0.51	22.80	20.58	-2.22
	2	1.20	1.18	-0.02	1.17	1.16	-0.01	12.00	11.84	-0.16	16.90	16.30	-0.60
	3	1.72	1.68	-0.04	1.49	1.47	-0.02	17.21	16.82	-0.39	44.20	41.56	-2.64
	4	1.85	1.81	-0.04	1.56	1.54	-0.02	18.49	18.06	-0.44	53.50	50.20	-3.30
	5	2.13	2.09	-0.03	1.72	1.70	-0.02	21.27	20.93	-0.34	77.70	74.47	-3.23
	6	2.80	2.78	-0.02	2.06	2.05	-0.01	28.02	27.82	-0.20	161.70	159.00	-2.70
	7	3.47	3.45	-0.02	2.38	2.37	-0.01	34.72	34.55	-0.17	286.60	283.23	-3.37
	8	3.02	3.00	-0.02	2.17	2.16	-0.01	30.21	29.98	-0.23	197.50	194.07	-3.43
	9	2.46	2.44	-0.02	1.89	1.88	-0.01	24.56	24.41	-0.15	114.30	112.12	-2.88
	10	2.00	1.97	-0.03	1.65	1.63	-0.01	20.00	19.74	-0.26	65.90	63.67	-2.23
	11	1.66	1.62	-0.04	1.45	1.43	-0.02	16.57	16.21	-0.35	39.90	37.66	-2.24
	12	1.41	1.37	-0.05	1.31	1.28	-0.03	14.15	13.69	-0.46	26.20	24.01	-2.19
	均值	2.09	2.06	-0.03	1.68	1.66	-0.02	20.89	20.58	-0.31	92.34	89.74	-2.60

在 P=50% 条件下, 断面平均水深由 2.29m 降低至 2.27m, 下降了 0.02 m; 平均水面宽度由 18.32m 降低到 18.13m, 降低了 0.19m; 流速由 2.65m/s 降低到 2.63m/s, 降低了 0.02m/s。

在 P=90% 条件下, 断面平均水深由 1.96m 降低至 1.93m, 下降了 0.03 m; 平均水面宽度由 15.68m 降低到 15.45m, 降低了 0.23m; 流速由 2.38m/s 降低到 2.36m/s, 降低了 0.02m/s。

表 5.2.3-5 宗通卡水库成库前后卡洛支沟下游断面水深、水面宽、流速变化表

频率	月份	水深 (m)			流速 (m/s)			水面宽 (m)			流量 (m <sup>3</sup> /s)		
		前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
P=10%	1	1.20	1.15	-0.05	1.74	1.69	-0.05	9.60	9.18	-0.42	20.08	17.84	-2.24
	2	1.19	1.13	-0.05	1.72	1.67	-0.05	9.49	9.08	-0.41	19.47	17.3	-2.17
	3	1.38	1.33	-0.05	1.91	1.86	-0.04	11.03	10.66	-0.37	29.11	26.59	-2.52
	4	2.14	2.11	-0.03	2.55	2.53	-0.02	17.09	16.86	-0.22	93.45	90.28	-3.17
	5	2.71	2.69	-0.02	2.99	2.98	-0.01	21.69	21.55	-0.15	176.66	173.51	-3.15
	6	2.72	2.71	-0.01	3.00	2.99	-0.01	21.79	21.68	-0.11	178.67	176.31	-2.36
	7	3.71	3.70	-0.01	3.69	3.68	-0.01	29.71	29.63	-0.08	408.53	405.66	-2.87
	8	4.11	4.11	-0.01	3.95	3.94	-0.01	32.92	32.85	-0.07	537.01	534.01	-3.00
	9	3.70	3.69	-0.01	3.68	3.67	-0.01	29.60	29.52	-0.08	404.52	401.66	-2.86
	10	2.75	2.73	-0.01	3.02	3.01	-0.01	21.97	21.86	-0.11	182.68	180.22	-2.46
	11	2.53	2.51	-0.01	2.86	2.84	-0.01	20.23	20.11	-0.11	146.55	144.42	-2.13
	12	1.58	1.55	-0.03	2.09	2.06	-0.03	12.66	12.41	-0.25	42.06	39.88	-2.18
	均值	2.48	2.45	-0.03	2.77	2.74	-0.03	19.81	19.62	-0.19	186.57	183.97	-2.60
P=50%	1	1.49	1.45	-0.04	2.01	1.97	-0.03	11.90	11.61	-0.29	35.63	33.35	-2.28
	2	1.51	1.47	-0.04	2.02	1.99	-0.03	12.05	11.77	-0.28	36.84	34.59	-2.25
	3	1.55	1.51	-0.04	2.06	2.02	-0.03	12.38	12.07	-0.31	39.55	36.98	-2.57
	4	1.70	1.66	-0.04	2.19	2.15	-0.03	13.56	13.24	-0.32	50.49	47.4	-3.09
	5	2.30	2.27	-0.02	2.68	2.66	-0.02	18.37	18.20	-0.17	113.43	110.59	-2.84
	6	3.21	3.19	-0.01	3.35	3.34	-0.01	25.65	25.56	-0.09	276.03	273.45	-2.58
	7	3.28	3.27	-0.01	3.40	3.39	-0.01	26.23	26.13	-0.10	293.10	290.10	-3.00
	8	2.99	2.97	-0.02	3.20	3.18	-0.01	23.94	23.79	-0.15	229.86	226.06	-3.80
	9	3.13	3.12	-0.01	3.30	3.29	-0.01	25.08	25.00	-0.08	259.97	257.79	-2.18
	10	2.53	2.52	-0.01	2.86	2.85	-0.01	20.28	20.16	-0.11	147.55	145.36	-2.19
	11	2.02	2.00	-0.02	2.46	2.44	-0.02	16.14	15.97	-0.17	80.30	78.08	-2.22
	12	1.78	1.75	-0.03	2.26	2.24	-0.02	14.22	14.01	-0.21	57.31	55.09	-2.22
	均值	2.29	2.27	-0.02	2.65	2.63	-0.02	18.32	18.13	-0.19	135.01	132.40	-2.60

续表 5.2.3-5 宗通卡水库成库前后卡洛支沟下游断面水深、水面宽、流速变化表

频率	月份	水深 (m)			流速 (m/s)			水面宽 (m)			流量 (m <sup>3</sup> /s)		
		前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
P=90%	1	1.26	1.21	-0.05	1.79	1.75	-0.05	10.08	9.70	-0.38	22.89	20.67	-2.22
	2	1.13	1.11	-0.02	1.67	1.65	-0.01	9.01	8.89	-0.12	16.96	16.36	-0.60
	3	1.62	1.58	-0.04	2.12	2.09	-0.03	12.92	12.63	-0.29	44.37	41.73	-2.64
	4	1.74	1.69	-0.04	2.22	2.19	-0.04	13.88	13.55	-0.33	53.70	50.40	-3.30
	5	2.00	1.96	-0.03	2.44	2.41	-0.03	15.97	15.71	-0.25	77.99	74.76	-3.23
	6	2.63	2.61	-0.02	2.93	2.92	-0.01	21.03	20.88	-0.15	162.61	159.57	-3.04
	7	3.26	3.24	-0.02	3.38	3.37	-0.01	26.06	25.93	-0.13	288.08	284.31	-3.77
	8	2.83	2.81	-0.02	3.08	3.07	-0.02	22.67	22.50	-0.17	198.74	194.81	-3.93
	9	2.30	2.29	-0.01	2.68	2.67	-0.01	18.43	18.32	-0.11	114.43	112.55	-1.88
	10	1.88	1.85	-0.02	2.34	2.32	-0.02	15.01	14.82	-0.19	66.15	63.92	-2.23
	11	1.55	1.52	-0.03	2.06	2.03	-0.03	12.43	12.17	-0.27	40.05	37.81	-2.24
	12	1.33	1.28	-0.04	1.86	1.82	-0.04	10.62	10.28	-0.34	26.30	24.11	-2.19
	均值	1.96	1.93	-0.03	2.38	2.36	-0.02	15.68	15.45	-0.23	92.69	90.08	-2.60

### (3) 腰曲下游断面

在 P=10% 条件下, 断面平均水深由 2.16m 降低至 2.14m, 下降了 0.02 m; 平均水面宽度由 21.61m 降低至 21.39m, 降低了 0.22m; 流速由 2.91m/s 降低到 2.88m/s, 降低了 0.03m/s。

在 P=50% 条件下, 断面平均水深由 2.00m 降低至 1.98m, 下降了 0.02m; 平均水面宽度由 19.98m 降低至 19.77m, 降低了 0.21m; 流速由 2.78m/s 降低到 2.76m/s, 降低了 0.02m/s。

在 P=90% 条件下, 断面平均水深由 1.71m 降低至 1.68m, 下降了 0.03 m; 平均水面宽度由 17.10m 降低至 16.85m, 降低了 0.25m; 流速由 2.50m/s 降低到 2.48m/s, 降低了 0.02m/s。

表 5.2.3-6 宗通卡水库成库前后腰曲下游断面水深、水面宽、流速变化表

频率	月份	水深 (m)			流速 (m/s)			水面宽 (m)			流量 (m <sup>3</sup> /s)		
		前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
P=10%	1	1.05	1.00	-0.05	1.83	1.77	-0.05	10.47	10.01	-0.46	20.22	17.98	-2.24
	2	1.03	0.99	-0.04	1.81	1.76	-0.05	10.35	9.90	-0.45	19.61	17.44	-2.17
	3	1.20	1.16	-0.04	2.00	1.96	-0.05	12.03	11.63	-0.40	29.32	26.8	-2.52
	4	1.86	1.84	-0.02	2.68	2.66	-0.02	18.63	18.39	-0.24	94.12	90.95	-3.17
	5	2.37	2.35	-0.02	3.14	3.13	-0.01	23.66	23.50	-0.16	177.93	174.78	-3.15
	6	2.38	2.36	-0.01	3.15	3.14	-0.01	23.76	23.64	-0.12	179.95	177.59	-2.36
	7	3.24	3.23	-0.01	3.88	3.87	-0.01	32.40	32.31	-0.09	411.46	408.59	-2.87
	8	3.59	3.58	-0.01	4.15	4.15	-0.01	35.90	35.82	-0.08	540.87	537.87	-3.00
	9	3.23	3.22	-0.01	3.87	3.86	-0.01	32.28	32.19	-0.09	407.42	404.56	-2.86
	10	2.40	2.38	-0.01	3.17	3.16	-0.01	23.96	23.84	-0.12	183.99	181.53	-2.46
	11	2.21	2.19	-0.01	3.00	2.99	-0.01	22.06	21.94	-0.12	147.60	145.47	-2.13
	12	1.38	1.35	-0.03	2.20	2.17	-0.03	13.81	13.54	-0.27	42.36	40.18	-2.18
	均值	2.16	2.14	-0.02	2.91	2.88	-0.03	21.61	21.39	-0.22	187.90	185.31	-2.60
P=50%	1	1.30	1.27	-0.03	2.11	2.07	-0.03	12.98	12.66	-0.32	35.89	33.61	-2.28
	2	1.31	1.28	-0.03	2.12	2.09	-0.03	13.14	12.83	-0.31	37.10	34.85	-2.25
	3	1.35	1.32	-0.03	2.16	2.13	-0.04	13.50	13.16	-0.34	39.83	37.26	-2.57
	4	1.48	1.44	-0.03	2.30	2.26	-0.04	14.79	14.44	-0.35	50.85	47.76	-3.09
	5	2.00	1.98	-0.02	2.81	2.80	-0.02	20.04	19.85	-0.19	114.24	111.40	-2.84
	6	2.80	2.79	-0.01	3.52	3.51	-0.01	27.97	27.87	-0.10	278.01	275.43	-2.58
	7	2.86	2.85	-0.01	3.57	3.56	-0.01	28.60	28.49	-0.11	295.20	292.20	-3.00
	8	2.61	2.59	-0.02	3.36	3.34	-0.01	26.11	25.95	-0.16	231.51	227.71	-3.80
	9	2.73	2.73	-0.01	3.46	3.46	-0.01	27.35	27.26	-0.09	261.84	259.66	-2.18
	10	2.21	2.20	-0.01	3.01	2.99	-0.01	22.11	21.99	-0.12	148.61	146.42	-2.19
	11	1.76	1.74	-0.02	2.58	2.56	-0.02	17.60	17.42	-0.18	80.88	78.66	-2.22
	12	1.55	1.53	-0.02	2.37	2.35	-0.02	15.51	15.28	-0.23	57.72	55.50	-2.22
	均值	2.00	1.98	-0.02	2.78	2.76	-0.01	19.98	19.77	-0.21	135.97	133.37	-2.60
P=90%	1	1.10	1.06	-0.04	1.89	1.84	-0.05	10.99	10.58	-0.41	23.05	20.83	-2.22
	2	0.98	0.97	-0.01	1.75	1.73	-0.02	9.83	9.69	-0.13	17.08	16.48	-0.60
	3	1.41	1.38	-0.03	2.23	2.19	-0.03	14.09	13.77	-0.32	44.69	42.05	-2.64
	4	1.51	1.48	-0.04	2.33	2.30	-0.04	15.14	14.78	-0.36	54.09	50.79	-3.30
	5	1.74	1.71	-0.03	2.56	2.54	-0.03	17.41	17.14	-0.27	78.55	75.32	-3.23
	6	2.29	2.28	-0.02	3.08	3.07	-0.01	22.93	22.77	-0.16	163.78	160.74	-3.04
	7	2.84	2.83	-0.01	3.55	3.54	-0.01	28.42	28.28	-0.14	290.15	286.38	-3.77
	8	2.47	2.45	-0.02	3.24	3.22	-0.02	24.73	24.54	-0.19	200.17	196.24	-3.93
	9	2.01	2.00	-0.01	2.82	2.81	-0.01	20.10	19.98	-0.12	115.25	113.37	-1.88
	10	1.64	1.62	-0.02	2.46	2.44	-0.02	16.37	16.16	-0.21	66.62	64.39	-2.23
	11	1.36	1.33	-0.03	2.17	2.14	-0.03	13.56	13.27	-0.29	40.34	38.10	-2.24
	12	1.16	1.12	-0.04	1.95	1.91	-0.04	11.58	11.21	-0.37	26.49	24.30	-2.19
	均值	1.71	1.68	-0.03	2.50	2.48	-0.02	17.10	16.85	-0.25	93.36	90.75	-2.60

## (4) 谢巴曲下游断面

在 P=10% 条件下, 断面平均水深由 2.14m 降低至 2.12m, 下降了 0.02 m;

平均水面宽度由 32.05m 降低至 31.73m，降低了 0.32m；流速由 1.98m/s 降低到 1.97m/s，降低了 0.01m/s。

在 P=50%条件下，断面平均水深由 1.97m 降低至 1.95m，下降了 0.02m；平均水面宽度由 29.62m 降低至 29.32m，降低了 0.30m；流速由 1.90m/s 降低到 1.88m/s，降低了 0.02m/s。

在 P=90%条件下，断面平均水深由 1.69m 降低至 1.67m，下降了 0.02m；平均水面宽度由 25.35m 降低至 24.99m，降低了 0.36m；流速由 1.71m/s 降低到 1.66m/s，降低了 0.02m/s。

表 5.2.3-7 宗通卡水库成库前后谢巴曲下游断面水深、水面宽、流速变化表

频率	月份	水深 (m)			流速 (m/s)			水面宽 (m)			流量 (m <sup>3</sup> /s)		
		前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
P=10%	1	1.03	0.99	-0.05	1.25	1.21	-0.04	15.52	14.85	-0.68	20.65	18.41	-2.24
	2	1.02	0.98	-0.04	1.24	1.20	-0.04	15.35	14.68	-0.67	20.02	17.85	-2.17
	3	1.19	1.15	-0.04	1.37	1.34	-0.03	17.84	17.25	-0.60	29.94	27.42	-2.52
	4	1.84	1.82	-0.02	1.83	1.81	-0.02	27.63	27.28	-0.36	96.12	92.95	-3.17
	5	2.34	2.32	-0.02	2.14	2.13	-0.01	35.09	34.85	-0.24	181.71	178.56	-3.15
	6	2.35	2.34	-0.01	2.15	2.14	-0.01	35.24	35.06	-0.18	183.76	181.4	-2.36
	7	3.20	3.19	-0.01	2.64	2.64	0.00	48.05	47.92	-0.13	420.19	417.32	-2.87
	8	3.55	3.54	-0.01	2.83	2.83	0.00	53.24	53.12	-0.11	552.34	549.34	-3.00
	9	3.19	3.18	-0.01	2.64	2.63	0.00	47.87	47.74	-0.13	416.06	413.20	-2.86
	10	2.37	2.36	-0.01	2.16	2.16	-0.01	35.53	35.35	-0.18	187.89	185.43	-2.46
	11	2.18	2.17	-0.01	2.05	2.04	-0.01	32.71	32.53	-0.18	150.73	148.60	-2.13
	12	1.37	1.34	-0.03	1.50	1.48	-0.02	20.48	20.08	-0.41	43.26	41.08	-2.18
	均值	2.14	2.12	-0.02	1.98	1.97	-0.01	32.05	31.73	-0.32	191.89	189.30	-2.60
P=50%	1	1.28	1.25	-0.03	1.44	1.41	-0.02	19.25	18.78	-0.47	36.66	34.38	-2.28
	2	1.30	1.27	-0.03	1.45	1.43	-0.02	19.49	19.03	-0.46	37.89	35.64	-2.25
	3	1.33	1.30	-0.03	1.48	1.45	-0.02	20.02	19.52	-0.50	40.67	38.10	-2.57
	4	1.46	1.43	-0.03	1.57	1.54	-0.02	21.94	21.42	-0.52	51.93	48.84	-3.09
	5	1.98	1.96	-0.02	1.92	1.91	-0.01	29.72	29.43	-0.28	116.67	113.83	-2.84
	6	2.77	2.76	-0.01	2.40	2.39	-0.01	41.48	41.33	-0.15	283.91	281.33	-2.58

续表 5.2.3-7 宗通卡水库成库前后谢巴曲下游断面水深、水面宽、流速变化表

频率	月份	水深 (m)			流速 (m/s)			水面宽 (m)			流量 (m <sup>3</sup> /s)		
		前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
P=50%	7	2.83	2.82	-0.01	2.43	2.43	-0.01	42.42	42.26	-0.16	301.46	298.46	-3.00
	8	2.58	2.57	-0.02	2.29	2.28	-0.01	38.73	38.49	-0.24	236.42	232.62	-3.80
	9	2.70	2.70	-0.01	2.36	2.36	0.00	40.56	40.43	-0.13	267.39	265.21	-2.18
	10	2.19	2.17	-0.01	2.05	2.04	-0.01	32.80	32.61	-0.18	151.76	149.57	-2.19
	11	1.74	1.72	-0.02	1.76	1.75	-0.01	26.11	25.83	-0.27	82.59	80.37	-2.22
	12	1.53	1.51	-0.02	1.62	1.60	-0.02	23.00	22.67	-0.34	58.95	56.73	-2.22
	均值	1.97	1.95	-0.02	1.90	1.88	-0.02	29.62	29.32	-0.30	138.86	156.51	-2.60
P=90%	1	1.09	1.05	-0.04	1.29	1.25	-0.03	16.30	15.69	-0.62	23.54	21.32	-2.22
	2	0.97	0.96	-0.01	1.19	1.18	-0.01	14.57	14.38	-0.20	17.44	16.84	-0.60
	3	1.39	1.36	-0.03	1.52	1.49	-0.02	20.90	20.42	-0.48	45.63	42.99	-2.64
	4	1.50	1.46	-0.04	1.59	1.57	-0.03	22.45	21.92	-0.53	55.24	51.94	-3.30
	5	1.72	1.69	-0.03	1.75	1.73	-0.02	25.82	25.41	-0.41	80.21	76.98	-3.23
	6	2.27	2.25	-0.02	2.10	2.09	-0.01	34.01	33.77	-0.24	167.25	164.21	-3.04
	7	2.81	2.80	-0.01	2.42	2.42	-0.01	42.15	41.94	-0.21	296.30	292.53	-3.77
	8	2.44	2.43	-0.02	2.21	2.20	-0.01	36.67	36.40	-0.27	204.41	200.48	-3.93
	9	1.99	1.98	-0.01	1.92	1.92	-0.01	29.81	29.63	-0.19	117.69	115.81	-1.88
	10	1.62	1.60	-0.02	1.68	1.66	-0.01	24.27	23.96	-0.31	68.04	65.81	-2.23
	11	1.34	1.31	-0.03	1.48	1.46	-0.02	20.11	19.68	-0.43	41.19	38.95	-2.24
	12	1.15	1.11	-0.04	1.33	1.30	-0.03	17.18	16.62	-0.55	27.05	24.86	-2.19
均值	1.69	1.67	-0.02	1.71	1.69	-0.02	25.35	24.99	-0.36	95.33	92.73	-2.60	

## (5) 昂曲河口断面

在 P=10%条件下, 平均水深由 2.64m 降低至 2.62m, 下降了 0.02m; 平均水面宽度由 39.65m 降低至 39.25m, 降低了 0.40m; 流速由 1.30m/s 降低到 1.29m/s, 降低了 0.01m/s。

在 P=50%条件下, 断面平均水深由 2.44m 降低至 2.42m, 下降了 0.02m; 平均水面宽度由 36.65m 降低至 36.27m, 降低了 0.38m; 流速由 1.24m/s 降低到 1.23m/s, 降低了 0.01m/s。

在 P=90%条件下，断面平均水深由 2.09m 降低至 2.06m，下降了 0.03m；平均水面宽度由 31.37m 降低至 30.91m，降低了 0.46m；流速由 1.12m/s 降低到 1.10m/s，降低了 0.02m/s。

表 5.2.3-8 宗通卡水库成库前后昂曲河口断面水深、水面宽、流速变化表

频率	月份	水深 (m)			流速 (m/s)			水面宽 (m)			流量 (m <sup>3</sup> /s)		
		前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
P=10%	1	1.28	1.22	-0.06	0.81	0.79	-0.02	19.20	18.37	-0.84	20.69	18.45	2.24
	2	1.27	1.21	-0.05	0.81	0.78	-0.02	18.99	18.16	-0.82	20.06	17.89	2.17
	3	1.47	1.42	-0.05	0.89	0.87	-0.02	22.07	21.33	-0.74	30.00	27.48	2.52
	4	2.28	2.25	-0.03	1.19	1.18	-0.01	34.19	33.75	-0.44	96.30	93.13	3.17
	5	2.89	2.87	-0.02	1.40	1.39	-0.01	43.41	43.11	-0.29	182.06	178.91	3.15
	6	2.91	2.89	-0.01	1.41	1.40	0.00	43.59	43.37	-0.22	184.11	181.75	2.36
	7	3.96	3.95	-0.01	1.73	1.72	0.00	59.44	59.28	-0.16	420.99	418.12	2.87
	8	4.39	4.38	-0.01	1.85	1.85	0.00	65.86	65.72	-0.14	553.40	550.40	3.00
	9	3.95	3.94	-0.01	1.72	1.72	0.00	59.22	59.06	-0.16	416.85	413.99	2.86
	10	2.93	2.92	-0.01	1.41	1.41	0.00	43.96	43.73	-0.22	188.25	185.79	2.46
	11	2.70	2.68	-0.01	1.34	1.33	0.00	40.47	40.25	-0.22	151.02	148.89	2.13
	12	1.69	1.66	-0.03	0.98	0.97	-0.01	25.34	24.84	-0.50	43.34	41.16	2.18
	均值	2.64	2.62	-0.02	1.30	1.29	-0.01	39.65	39.25	-0.40	192.26	189.66	2.60
P=50%	1	1.59	1.55	-0.04	0.94	0.92	-0.02	23.81	23.23	-0.59	36.73	34.45	2.28
	2	1.61	1.57	-0.04	0.95	0.93	-0.01	24.11	23.55	-0.57	37.96	35.71	2.25
	3	1.65	1.61	-0.04	0.96	0.95	-0.02	24.76	24.15	-0.62	40.75	38.18	2.57
	4	1.81	1.77	-0.04	1.02	1.01	-0.02	27.14	26.50	-0.64	52.03	48.94	3.09
	5	2.45	2.43	-0.02	1.25	1.25	-0.01	36.76	36.41	-0.35	116.89	114.05	2.84
	6	3.42	3.41	-0.01	1.57	1.56	0.00	51.32	51.13	-0.18	284.45	281.87	2.58
	7	3.50	3.49	-0.01	1.59	1.59	0.00	52.48	52.28	-0.20	302.04	299.04	3.00
	8	3.19	3.17	-0.02	1.50	1.49	-0.01	47.91	47.61	-0.30	236.87	233.07	3.80
	9	3.34	3.33	-0.01	1.54	1.54	0.00	50.17	50.02	-0.16	267.90	265.72	2.18
	10	2.70	2.69	-0.02	1.34	1.33	-0.01	40.57	40.35	-0.23	152.05	149.86	2.19
	11	2.15	2.13	-0.02	1.15	1.14	-0.01	32.30	31.96	-0.34	82.75	80.53	2.22
	12	1.90	1.87	-0.03	1.06	1.05	-0.01	28.46	28.04	-0.42	59.06	56.84	2.22
	均值	2.44	2.42	-0.02	1.24	1.23	-0.01	36.65	36.27	-0.38	139.12	136.52	2.60

续表 5.2.3-8 宗通卡水库成库前后昂曲河口断面水深、水面宽、流速变化表

频率	月份	水深 (m)			流速 (m/s)			水面宽 (m)			流量 (m <sup>3</sup> /s)		
		前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
P=90%	1	1.34	1.29	-0.05	0.84	0.82	-0.02	20.17	19.41	-0.76	23.58	21.36	2.22
	2	1.20	1.19	-0.02	0.78	0.77	-0.01	18.03	17.79	-0.24	17.47	16.87	0.60
	3	1.72	1.68	-0.04	0.99	0.98	-0.02	25.85	25.26	-0.59	45.72	43.08	2.64
	4	1.85	1.81	-0.04	1.04	1.02	-0.02	27.77	27.12	-0.65	55.35	52.05	3.30
	5	2.13	2.10	-0.03	1.14	1.13	-0.01	31.95	31.44	-0.50	80.36	77.13	3.23
	6	2.81	2.79	-0.02	1.37	1.37	-0.01	42.08	41.78	-0.30	167.57	164.53	3.04
	7	3.48	3.46	-0.02	1.58	1.58	-0.01	52.14	51.89	-0.26	296.87	293.10	3.77
	8	3.02	3.00	-0.02	1.44	1.44	-0.01	45.37	45.03	-0.34	204.80	200.87	3.93
	9	2.46	2.44	-0.02	1.26	1.25	-0.01	36.88	36.65	-0.23	117.91	116.03	1.88
	10	2.00	1.98	-0.03	1.10	1.09	-0.01	30.03	29.65	-0.39	68.17	65.94	2.23
	11	1.66	1.62	-0.04	0.97	0.95	-0.01	24.88	24.35	-0.53	41.27	39.03	2.24
	12	1.42	1.37	-0.05	0.87	0.85	-0.02	21.25	20.57	-0.68	27.10	24.91	2.19
	均值	2.09	2.06	-0.03	1.12	1.10	-0.02	31.37	30.91	-0.46	95.51	92.91	2.60

#### 5.2.4 泥沙情势影响分析

##### (1) 库区泥沙淤积量

建库后，坝前正常蓄水位较天然情况抬高约 59m，改变了天然条件下的水流特性，降低了河道输沙能力，引起泥沙大量落淤，库区泥沙淤积发展迅速。根据泥沙淤积计算成果，水库运行 20 年末，库区泥沙总淤积量 0.30 亿 m<sup>3</sup>，其中悬移质泥沙 0.26 亿 m<sup>3</sup>、推移质泥沙 0.04 亿 m<sup>3</sup>；50 年末，库区泥沙总淤积量 0.70 亿 m<sup>3</sup>，其中悬移质泥沙 0.60 亿 m<sup>3</sup>、推移质泥沙 0.10 亿 m<sup>3</sup>。

##### (2) 出库含沙量

宗通卡水库正常蓄水位时出库含沙量及中值粒径见表 5.2.4-1。随着库区泥沙淤积发展，由于宗通卡枢纽的拦沙作用逐步减弱，出库含沙量由初期的 0.390kg/m<sup>3</sup> 逐步恢复到 50 年末的 0.468kg/m<sup>3</sup> 和 100 年末的 0.536kg/m<sup>3</sup>，但仍未到天然状态下的 0.755kg/m<sup>3</sup>；中值粒径也逐步增大，由初期的 0.004mm 增大到 50 年末的 0.005mm 和 100 年末的 0.007mm，仍显著小于天然状态下的 0.013mm。

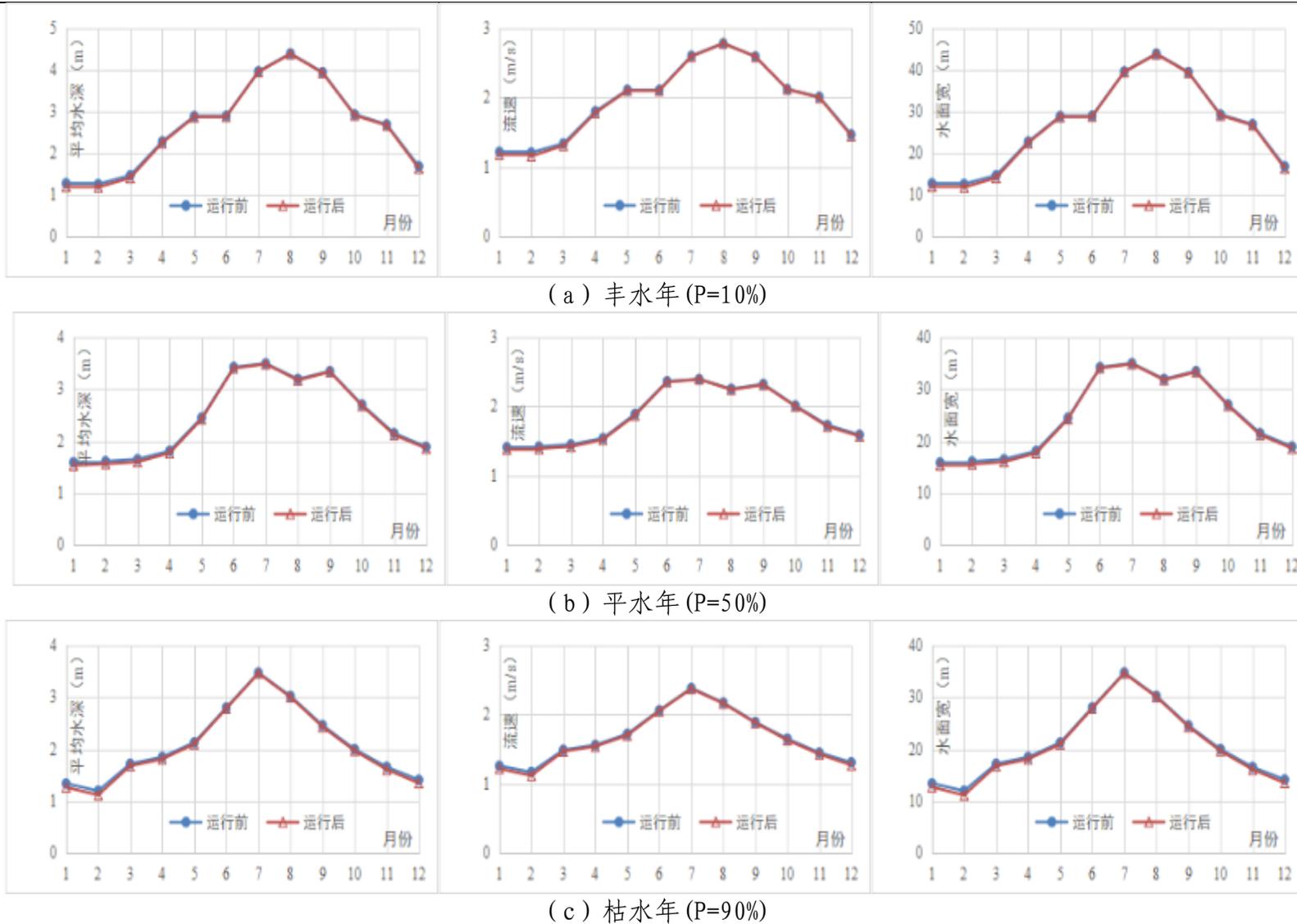


图 5.2.3-2 丰、平、枯水年坝址下游 500m 断面水库运行前后平均水深、流速、水面宽变化情况

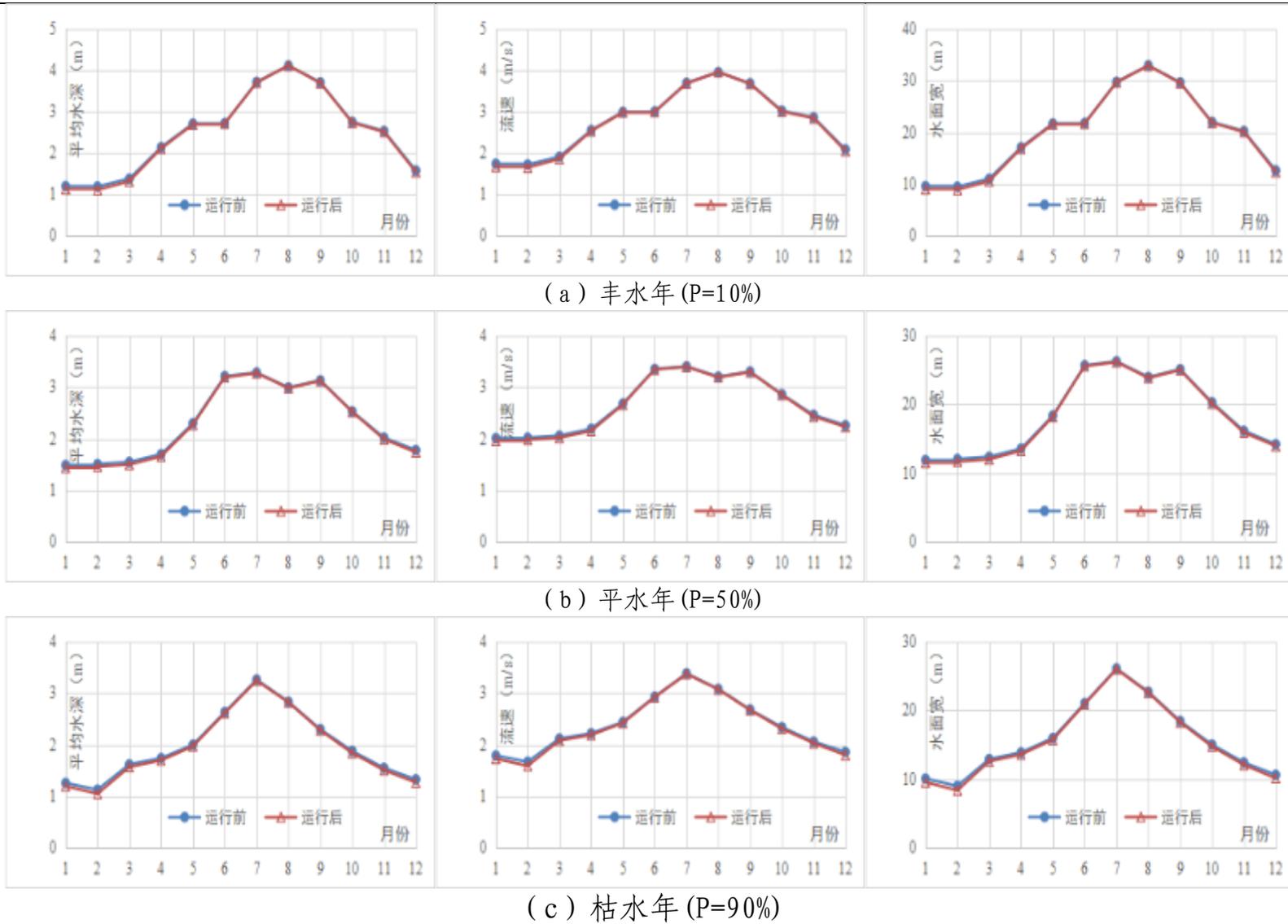


图 5.2.3-3 丰、平、枯水年卡洛支沟下游断面水库运行前后平均水深、流速、水面宽变化情况

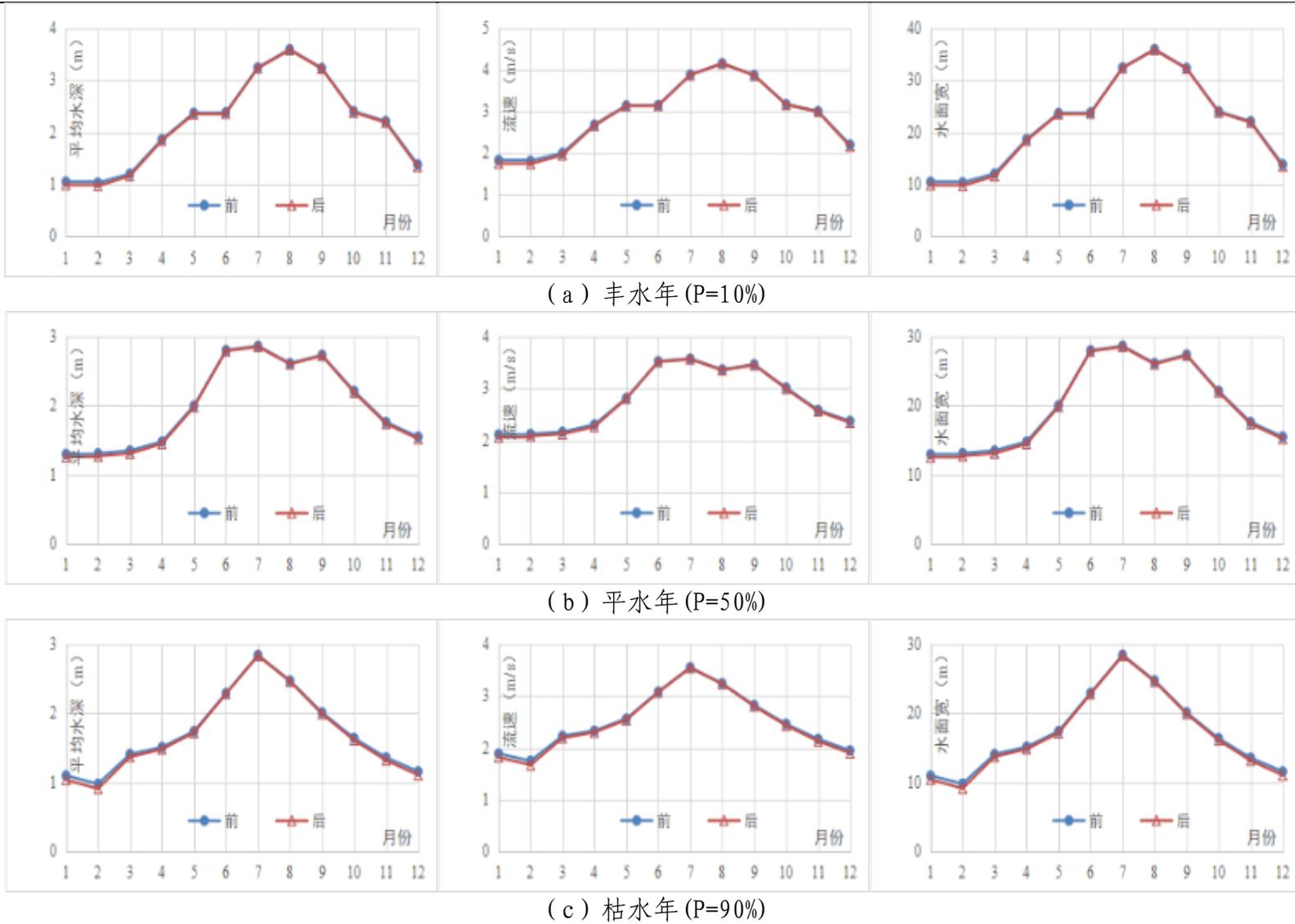


图 5.2.3-4 丰、平、枯水年腰曲下游断面水库运行前后平均水深、流速、水面宽变化情况

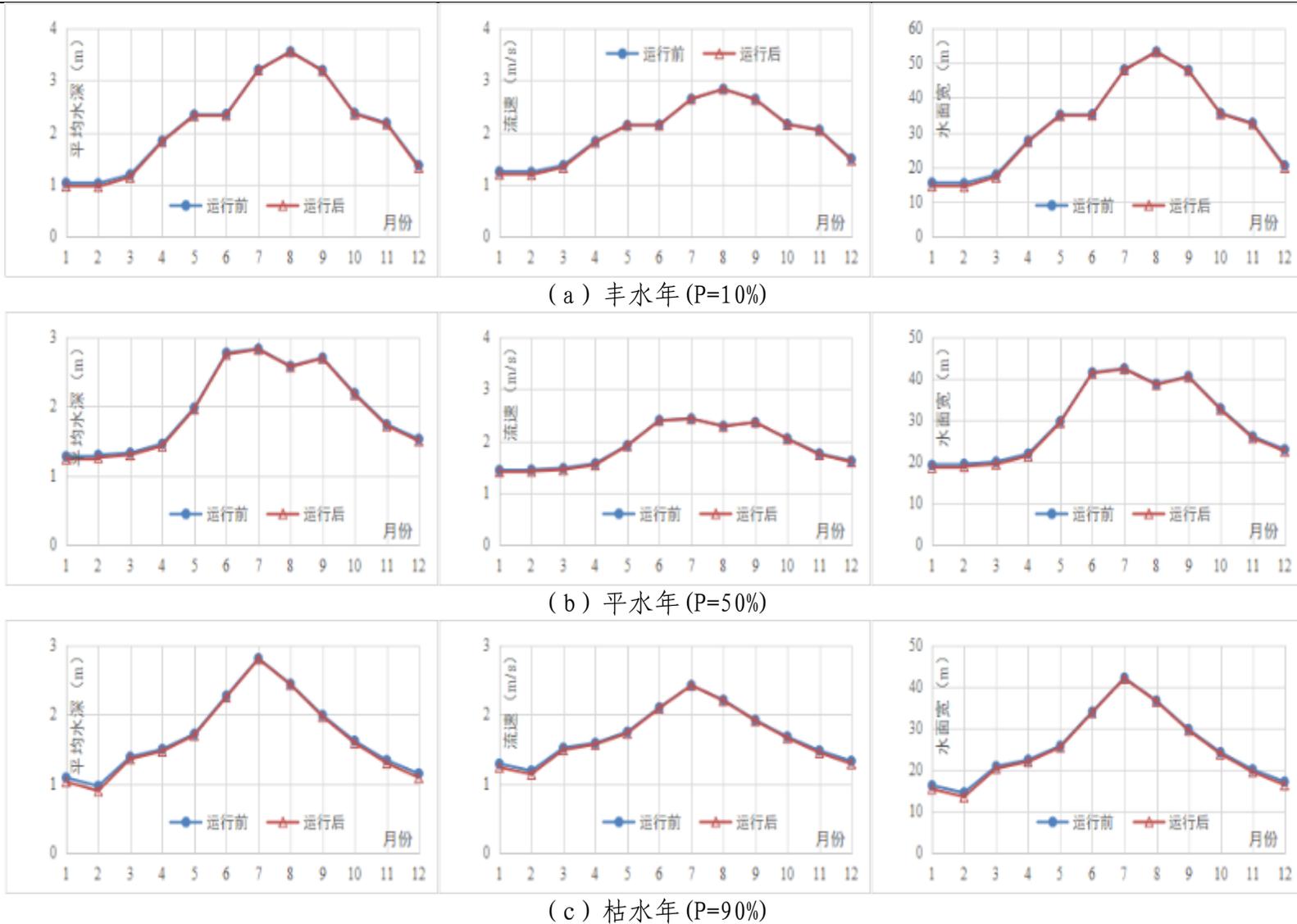


图 5.2.3-5 丰、平、枯水年谢巴曲下游断面水库运行前后平均水深、流速、水面宽变化情况

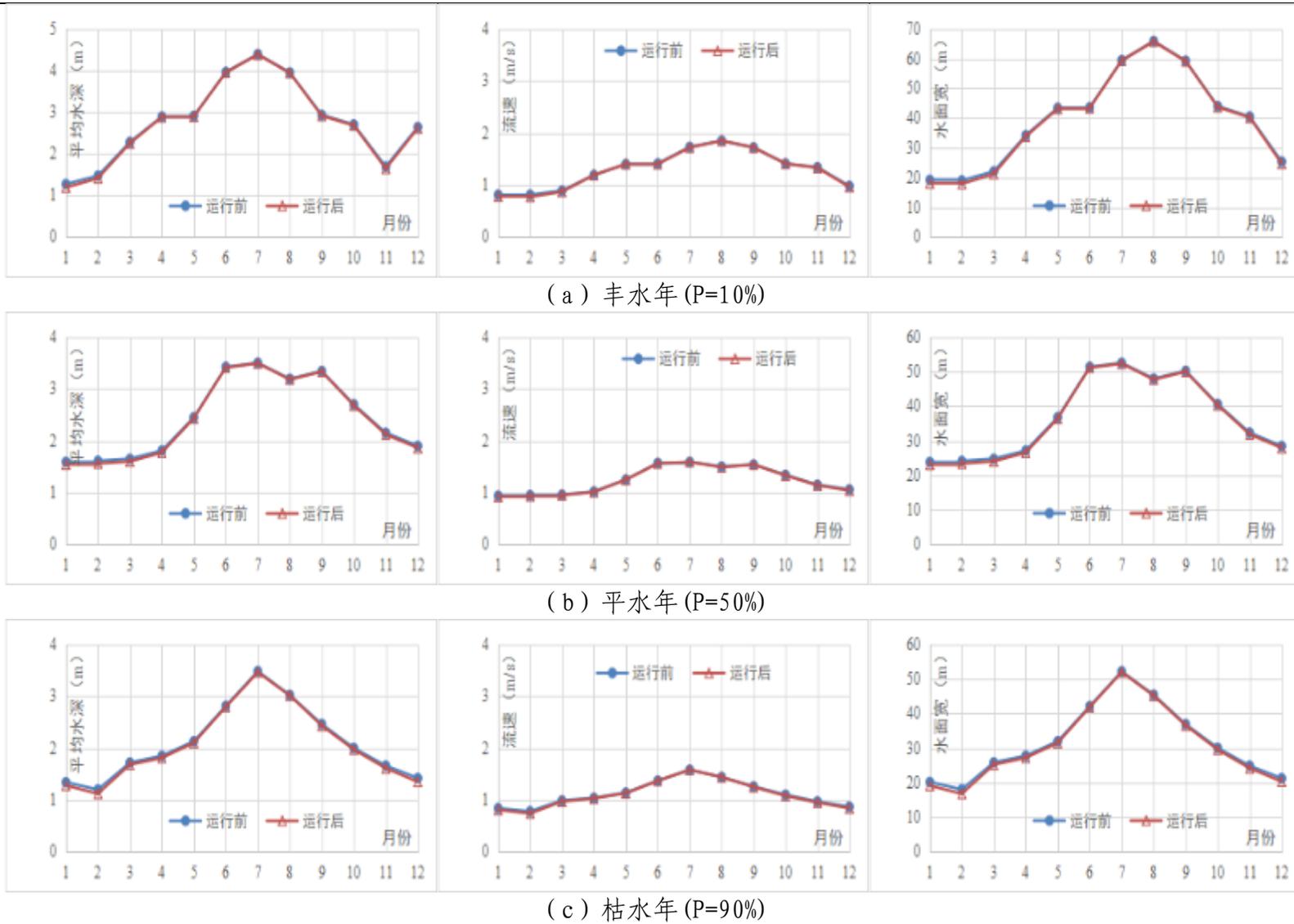


图 5.2.3-6 丰、平、枯水年昂曲河口断面水库运行前后平均水深、流速、水面宽变化情况

表 5.2.4-1 正常蓄水位时出库含沙量统计表

年份	含沙量 (kg/m <sup>3</sup> )	中值粒径 (mm)
10 年末	0.390	0.004
20 年末	0.407	0.005
30 年末	0.421	0.005
40 年末	0.445	0.005
50 年末	0.468	0.005
60 年末	0.488	0.006
70 年末	0.499	0.006
80 年末	0.508	0.006
90 年末	0.525	0.006
100 年末	0.536	0.007

### 5.2.5 坝址下游河段生态需水量分析

宗通卡水利枢纽工程运行后坝下河段水量将略有减少。根据《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会议纪要的函》（环办函〔2006〕11号文）和《水电水利建设项目生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》（环评函〔2006〕4号文），为维护河流的基本生态需求，水电水利工程必须下泄一定的生态流量，将其纳入工程水资源配置中统筹考虑，使河流水资源配置向“绿色”方向发展。生态流量需要考虑以下因素：工农业生产及生活需水量；维持水生生态系统稳定所需水量；维持河道水质的最小稀释净化水量；维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量；水面蒸散量；维持地下水动态平衡所需要的补给水量；航运、景观和水上娱乐环境需水量；河道外生态需水量，包括河岸植被需水量、相连湿地补给水量等。

#### （1）工农业生产及生活需水量

对昂曲宗通卡坝址至河口范围内干流两岸居民的生产生活用水情况进行了实地调查，除昌都市水厂取用昌都电站水库侧渗水外，坝下干流河段无大

型生产生活取水设施。

#### (2) 维持水生生态系统稳定所需水量

历次水生生态调查表明，宗通卡坝下河段无集中鱼类产卵场，仅分布有零星的裂腹鱼类产卵场，工程实施后，若不保障下泄生态流量，减水河段的形成将会对水生生物栖息地造成不利影响。因此，需要考虑为水生生态提供一定的水量。

#### (3) 维持河道水质的最小稀释净化水量

工程坝址所在昂曲水环境功能为Ⅲ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(昌都市中心城区污水排入澜沧江)，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，宗通卡坝下河道除 As、Fe 出现超标外，其余水质指标总体良好；工程建成后，仅少部分生产生活灌溉回归水将退入昂曲。根据 5.3.3 节运行期坝下水环境影响分析，工程退水对干流水质影响轻微，不需要单独考虑维持河流水环境功能所需水量。

#### (4) 水面蒸散量

根据昌都气象站 1951 年建站以来多年气象要素资料统计，多年平均降水量为 491mm，多年平均蒸发量为 1597mm，降雨小于蒸发量。但由于宗通卡坝下河段水域面积较小，水面蒸发消耗的水量对于河道流量而言很少，因此，水面蒸散引起的水量损耗可以忽略。

#### (5) 维持地下水位动态平衡所需要的补给水量

宗通卡坝址以下昂曲干流河段，地下水与地表水关系为两岸地下水位高于河水，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。

#### (6) 河道外生态需水量

宗通卡坝下河段多为河流阶地或河谷斜地地貌，两岸植被需水通过地表径流、降水、冰雪融水补给。因此，下游无河道外生态需水的需求。

### (7) 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，基本无河道外生态需水的需求。因此，生态环境需水量主要考虑维持水生生物生态系统稳定所需要的生态流量。

#### 5.2.5.1 坝址下游河道生态需水量的计算

根据坝址下游河段的水文特征和水生生态特点，参照《水电工程生态流量计算规范》(NB/T35091-2016)，本报告采用水力学法中的湿周法、 $R_2$ -Cross 法和水文学法中的 Tennant 法、流量历时曲线法、近十年最枯月平均流量法分析非汛期（11月~来年4月）和汛期（5月~10月）的河道生态基流；采用生境模拟法分析鱼类主要生长繁殖期（4月~9月）的生态需水量。通过多种生态需水量计算方法的结合和比较，最终合理确定坝址需下泄的生态流量。

#### (1) 水文学法

##### 1) Tennant 法

基于坝址断面 1960-2014 年共 55 年各月平均流量数据，考虑到坝址下游河段鱼类栖息要求，本次采用汛期下泄多年平均流量的 30%、非汛期下泄多年平均流量的 10%作为生态流量，以达到 Tennant 法流量状况描述的“一般水平”。即汛期河道生态需水量为  $41.4\text{m}^3/\text{s}$ 、非汛期河道生态需水量为  $13.8\text{m}^3/\text{s}$ 。

##### 2) 流量历时曲线法

基于坝址断面 1960-2014 年共 55 年各月平均流量数据，取保证率为 90% 条件下的最枯月均流量作为坝址下游河段的生态流量。经计算，90%保证率

最枯月平均流量为  $12.3\text{m}^3/\text{s}$ ，即采用  $Q_{90}$  计算的生态需水量为  $12.3\text{m}^3/\text{s}$ 。

### 3) 近十年最枯月平均流量法

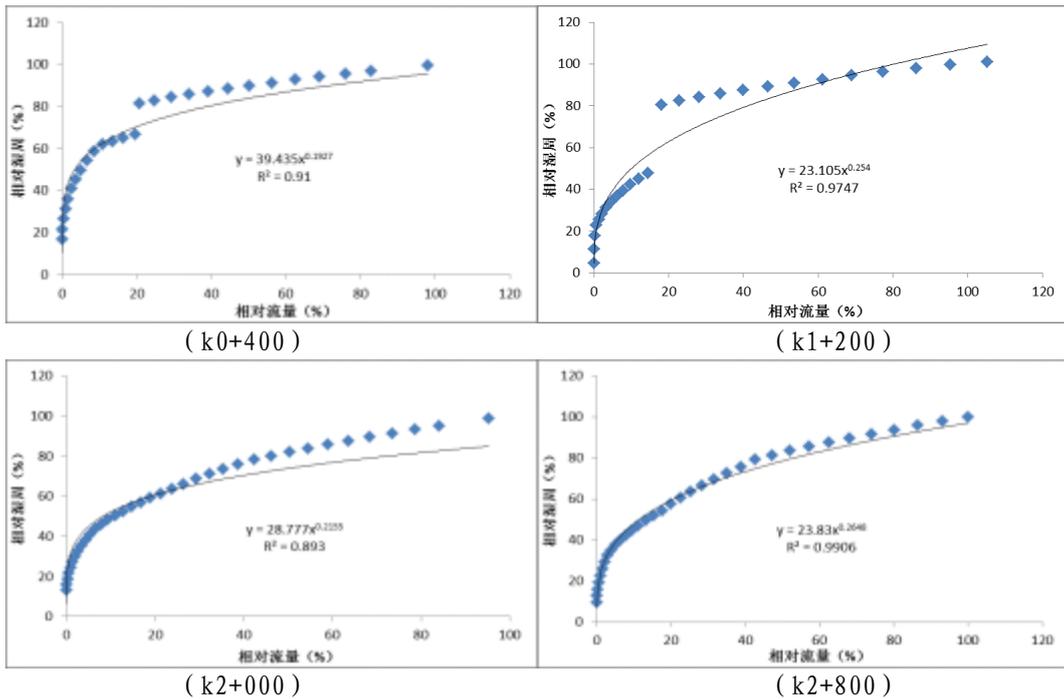
基于坝址断面 2005-2014 年共 10 年各月平均流量数据，取该十年最小月流量的平均值作为坝址下游河段的生态流量。经计算，近十年最枯月平均流量为  $16.3\text{m}^3/\text{s}$ 。

## (2) 水力学法

### 1) 湿周法

湿周法是一种应用较为广泛的生态需水量计算方法，根据湿周与流量的关系来判断河道最小生态需水量。

本工程采用幂函数作为湿周流量关系曲线的拟合函数。各断面相对湿周-流量关系曲线如图 5.2.5-1 所示。



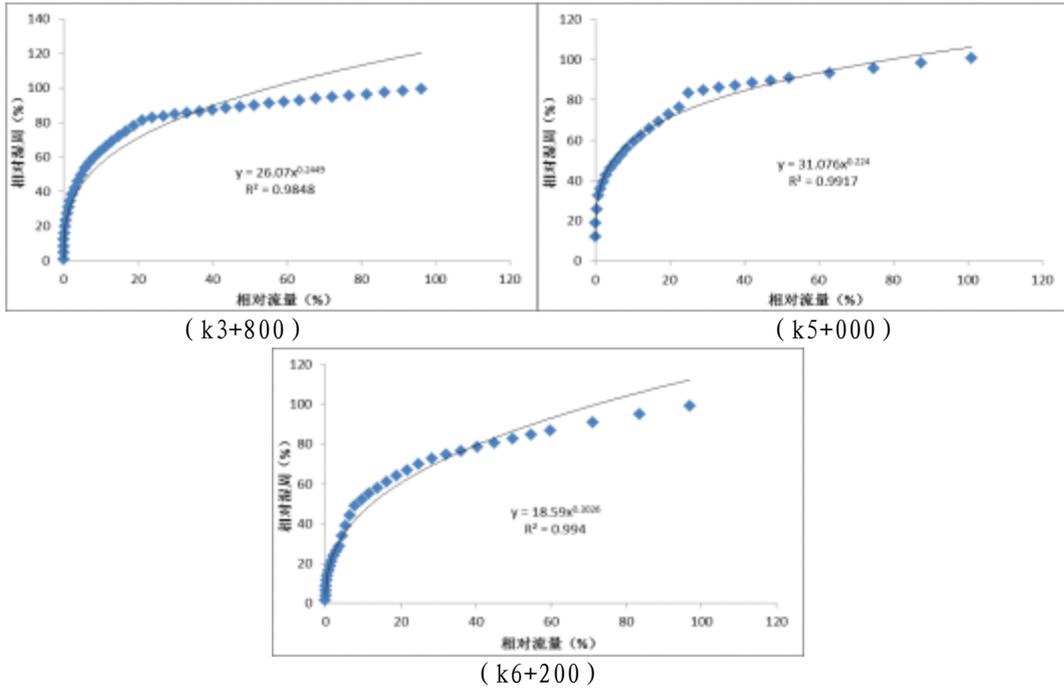


图 5.2.5-1 研究河段断面湿周-流量关系曲线

根据各断面的湿周-流量曲线，采用曲线斜率为 1 的方法拟定各断面的拐点，由拐点处流量估算生态需水量，并计算各断面生态流量下的水深等水力要素，计算结果见表 5.2.5-1。

表 5.2.5-1 各断面湿周法估算结果

断面	拐点对应的流量		相应流量下断面水力参数			
	流量 (m <sup>3</sup> /s)	占多年平均 流量的比例 (%)	流速 (m/s)	平均水深 (m)	最大水深 (m)	湿周率 (%)
K0+400	15.44	11.21	0.69	0.64	1.01	62.05
K1+200	14.27	10.36	0.67	0.54	1.27	53.34
K2+000	14.03	10.19	0.71	0.95	1.32	49.35
K2+800	16.19	11.76	0.74	1.18	1.56	54.81
K3+800	15.38	11.17	0.93	0.76	2.03	65.47
K5+000	16.18	11.75	0.85	0.79	1.49	61.06
K6+200	16.04	11.65	0.79	1.05	1.98	54.81

取各断面湿周法计算得到的最大值作为坝址下游河段生态基流，即 16.19m<sup>3</sup>/s，与近十年最枯月平均流量法计算得到的生态基流结果相近，基本反映了河流的生态需水要求。

2) R2-Cross 法

根据《水电工程生态流量计算规范》(NB/T 35091-2016) 中 R2-Cross 法生态流量判别标准, 统计出各断面河宽为 18.3m、湿周率为 50%、流速为 0.3m/s、平均水深为 0.5m 对应的流量。取各断面 R2-Cross 方法计算得到的最大生态流量作为坝址下游河段生态基流, 即 15.24m<sup>3</sup>/s。

表 5.2.5-2 R2-Cross 法计算生态流量值

断面	流量 (不同因素) (m <sup>3</sup> /s)				外包流量 (m <sup>3</sup> /s)	推荐流量 (m <sup>3</sup> /s)
	河宽 (18.3m)	平均水深 (0.5m)	湿周率 (50%)	平均流速 (0.3m/s)		
K0+400	4.02	9.18	11.08	2.89	11.08	15.24
K1+200	4.15	6.79	14.19	3.06	14.19	
K2+000	9.21	1.81	14.86	0.68	14.86	
K2+800	4.57	1.26	15.24	0.52	15.24	
K3+800	12.04	0.52	6.35	0.31	12.04	
K5+000	3.05	2.16	8.14	0.89	8.14	
K6+200	6.71	0.54	11.42	0.36	11.42	

### (3) 生境模拟法

#### 1) PHABSIM 模型简介

PHABSIM 模型主要由两部分构成, 即水力学模型和栖息地模型。水力学模型的主要功能在于计算不同流量下断面各分区的流速、水位分布; 根据水力学模型计算的不同流量各断面流速与水位的分布情况, 再通过栖息地模型中对象物种的栖息地适应度曲线 (Habitat Suitability Curve), 计算出断面各分区的流速及水位的栖息地适应度指数 (Habitat Suitability Index), 适应度指数与水域平面面积相乘可求得研究河段对象物种的权重可使用栖息地面积 (Weighted Usable Area, 简称 WUA)。模型主要包括确定目标物种、适宜性曲线、鱼类有效栖息地模拟几个过程。具体模拟过程如下:

##### a. 确定目标物种

对于研究河段中目标物种的确定可参照以下两点: ①选择对栖息地变化最为敏感的代表性物种, 它能反映出栖息地中其它物种的变化特征; ②

选择对流量变化最敏感的主要物种。可以通过调查研究文献及分析实验数据的方法确定研究目标物种。

#### b. 确定研究河段

研究河段的确定可参考：①选择对河道内流量较为敏感的河段；②选择生物物种繁殖、生长及活动的河段。

#### c. 适宜性指标

栖息地适宜性标准是将目标鱼种的数量与其生活的栖息地微生境因子（水深、流速等）相关联，并用 0~1 之间的数值反映各影响因子对目标鱼种的影响，1 表示栖息地中各微生境因子均为最适宜目标鱼种生存；0 表示最不宜目标鱼种生存。

#### d. 水力模拟

水力模拟主要针对栖息地的水位和流速等微生境水力学因子进行模拟。

#### 2) 栖息地模拟

栖息地模拟基于以下三点假定：①栖息地适宜性与流量存在一定相关关系；②水位、流速等河流微生境因子的变化是影响物种分布和数量的主要因素；③河床地形在模拟的过程中始终保持不变。

栖息地模拟首先根据目标鱼类对于各微生境因子的适宜性曲线得到每个单元各影响因子适宜性值，然后将其组合得到每个单元的组合适宜性值，最后计算研究河段的加权可利用面积 WUA (Weighted Usable Area)。其中 WUA 的计算方法如下：

$$WUA = \sum_{i=1}^n CSF(V_i, C_i, D_i) \times A_i$$

最后根据计算得到的流速、水位及其对应的生境适宜性指数，得出流量与生境可利用面积之间的模拟曲线，以生境可利用面积最大值对应的流

量作为河道内目标鱼类的生态需水量。

### 3) 目标鱼类

综合以往研究资料，并根据相关文献资料记载，调查区域内的裂腹鱼为特有鱼种，且澜沧裂腹鱼被《中国物种红色名录》列为易危种。经野外调查发现，坝址下游腰曲支流捕获到体长 20mm 左右的裂腹鱼，说明坝址下游具有裂腹鱼生长发育的环境，因此，经综合考虑选择裂腹鱼作为目标鱼类。

### 4) 生境适宜性曲线

经研究发现，裂腹鱼属的种类适应于水流较大的水体，生长发育期位于汛期，经研究确定裂腹鱼类的最适水深为 0.5-1.5m，最适流速为 1-2m/s。昂曲宗通卡坝下河段裂腹鱼水位及流速的适宜性指数见表 5.2.5-3。

表 5.2.5-3 裂腹鱼生境适宜性指数表

目标鱼种	产卵月份	水深范围 (m)	适配度	流速范围 (m/s)	适配度
裂腹鱼	一般从 4 月开始， 并于 5~6 月进入繁殖旺盛期	0	0	0.45	0
		0.5~1.5	1	1~2	1
		≥2.5	0	≥3.5	0

### 5) 模拟工况

考虑到坝址下游支流的汇入，各断面年均流量不同，选取各研究断面多年平均流量的 1%、5%、10% 等 29 个工况作为模拟工况。

### 6) 边界条件

上边界采用坝址断面实测的水位流量关系，河道糙率通过模型进行率定。

### 7) 模拟结果

以坝址下游河段为研究对象，结合裂腹鱼的繁殖及生长需求，设置 29 个模拟工况，分别模拟计算不同断面各个工况对应的栖息地面积，得到了不同断面不同流量条件下的有效栖息地面积。生境模拟法的模拟结果分别见表 5.2.5-4 及图 5.2.5-2。

表 5.2.5-4 裂腹鱼产卵区 PHABSIM 生境模拟估算结果

模拟工况	模拟流量 (m <sup>3</sup> /s)	WUA (m <sup>2</sup> )
1%	1.4	4629
5%	6.9	9155
8%	11.0	24378
10%	13.8	42330
13%	17.9	58751
15%	20.7	68516
17%	23.5	83801
19%	26.2	101214
20%	27.6	114943
21%	29.0	121024
22%	30.4	126678
23%	31.7	130109
24%	33.1	130760
25%	34.5	131024
26%	35.9	131991
27%	37.3	132502
28%	38.6	133763
29%	40.0	134084
30%	41.4	132606
31%	42.8	130543
32%	44.2	128150
33%	45.5	124946
34%	46.9	122529
35%	48.3	120707
50%	69.0	106859
60%	82.8	92084
70%	96.6	81515
80%	110.4	69670
100%	138.0	53475

由表 5.2.5-4 图 5.2.4-2 可以看出, 各断面不同流量下裂腹鱼可利用栖息地面积各不相同, 但均呈先增加后减小的变化趋势。通过判断裂腹鱼产卵区最大可利用栖息地面积所对应的流量来确定断面的生态需水量, 可利用栖息地面积越大, 证明更适合鱼类生存。通过流量与可利用栖息地面积曲线, 将曲线第一拐点处流量及峰值处流量分别当作鱼类生长繁殖所需的最小适宜生态流量及最适宜生态流量。其中曲线上第一拐点处的流量对应鱼类的繁殖初期(4月)所需的流量, 峰值处的流量对应鱼类的繁殖旺期及生长旺期(5~9月)所需的流量。可知, 为满足裂腹鱼的生长繁殖需求, 宗通卡坝址 4 月需

下泄的生态流量为  $31.7\text{m}^3/\text{s}$ ；5~9月需下泄的生态流量为  $40.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

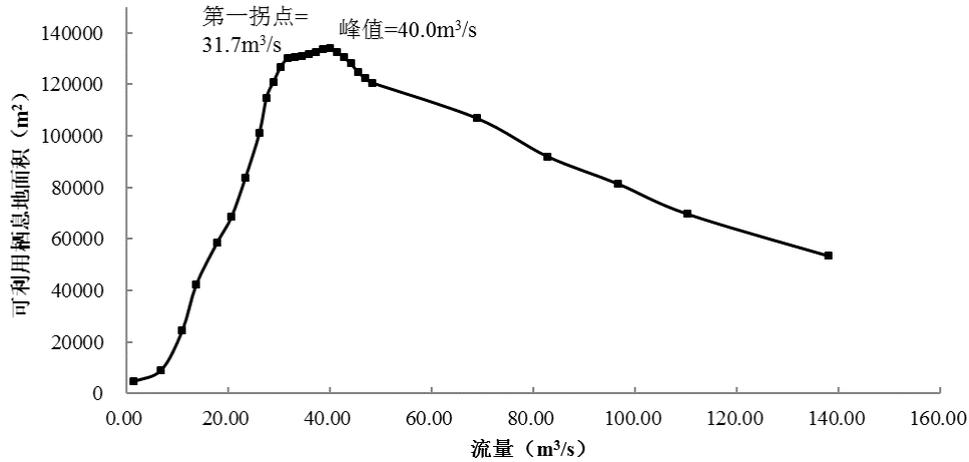


图 5.2.5-2 裂腹鱼产卵区流量与可利用栖息地面积关系图

### 5.2.5.2 坝址下游河段生态需水量综合分析

经调查，坝址下游河道外取用水户较少，下游河道外用水基本可以忽略。河道内生态用水主要考虑鱼类生境用水需求。结合研究河段保护目标的需求及裂腹鱼的生长范围，选取坝址下游的几个典型断面作为研究断面，用于综合分析坝址下游河段的最小生态需水量。依据水文学法、水力学法、生境模拟法的计算结果，取上述计算结果的外包值作为生态流量。即 11 月~来年 3 月生态流量为  $16.3\text{m}^3/\text{s}$ ，约占多年平均流量的 12%；4 月的生态流量为  $31.7\text{m}^3/\text{s}$ ，约占多年平均流量的 23%；5 月~10 月生态流量为  $41.4\text{m}^3/\text{s}$ ，约占多年平均流量的 30%。坝址下游河段生态需水量综合分析详见表 5.2.5-5。

### 5.2.5.3 坝址下游河段生态需水量满足程度分析

依据表 5.2.5-6 可得，不同典型年（丰水年、平水年、枯水年）下泄生态流量均可以满足下游河道生态需水要求。评价范围内昂曲分布有鱼类 8 种，主要产卵期为 4~7 月。根据出库流量分析，在  $p=90\%$  条件下，4~7 月的月平均出库流量为  $56.9 \sim 313.6\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均条件下 4~7 月的月平均出库流量为  $50.7 \sim 311.6\text{m}^3/\text{s}$ ，均大于  $41.4\text{m}^3/\text{s}$ ，因此，现有水库调度运行方式下，基本满足鱼类产卵期的需求。

表 5.2.5-5

宗通卡水库生态需水量综合分析表

单位 m<sup>3</sup>/s

计算方法		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水文学法	Tennant 法	13.8	13.8	13.8	13.8	41.4	41.4	41.4	41.4	41.4	41.4	13.8	13.8
	流量历时曲线法	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
	近十年最枯月平均流量法	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
水力学法	湿周法	16.19	16.19	16.19	16.19	16.19	16.19	16.19	16.19	16.19	16.19	16.19	16.19
	R2-Cross 法	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24
生境模拟法					31.7	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0			
生态流量(取外包值)		16.3	16.3	16.3	31.7	41.4	41.4	41.4	41.4	41.4	41.4	16.3	16.3

注：昂曲汛期为 5 月~10 月，非汛期为 11 月~来年 4 月；鱼类主要生长繁殖期为 4 月~9 月

表 5.2.5-6

不同典型年各月下泄流量满足生态需水量程度情况表

月份	不同典型年各月下泄流量								生态流量要求 (m <sup>3</sup> /s)
	P=10%		P=50%		P=90%年		多年平均		
	流量 (m <sup>3</sup> /s)	占天然流量比例 (%)							
1	17.8	88.83	33.2	93.70	20.6	90.19	31.9	94.94	16.3
2	17.2	88.75	34.4	93.87	16.3	96.45	27.9	94.90	16.3
3	26.5	91.20	36.8	93.53	41.6	94.01	30.9	94.50	16.3
4	89.9	96.60	47.2	93.77	50.2	93.91	50.7	93.20	31.7
5	172.8	98.21	110.2	97.18	74.5	95.79	93.1	96.78	41.4
6	175.6	98.57	272.4	99.06	159.0	98.29	231.9	98.85	41.4
7	404.1	99.22	289.0	98.84	283.2	98.83	311.6	99.14	41.4
8	532.0	99.50	225.2	98.51	194.1	98.26	305.8	99.12	41.4
9	400.1	99.41	256.8	99.15	112.1	98.06	267.5	99.29	41.4
10	179.5	98.79	144.8	98.43	63.7	96.60	151.0	98.76	41.4
11	143.9	98.51	77.8	97.18	37.7	94.39	78.6	97.64	16.3
12	39.7	94.71	54.9	96.13	24.0	91.47	44.1	96.29	16.3

### 5.2.6 过饱和和总溶解气体生成分析

本次采用铜街子水电站作为类比工程，对十年一遇洪水的典型洪水过程下宗通卡水利枢纽泄洪引起的过饱和和总溶解气体生成及其在下游昂曲的释放过程开展预测和分析。宗通卡水利枢纽工程与铜街子水电站基本参数对比见表 5.2.6-1，根据表 5.2.6-1 可知，宗通卡水利枢纽与铜街子水电站均为底流消能，在最大坝高、出口单宽流量、消力池水深等对过饱和和总溶解气体生成水平有重要影响的参数特征具有类比性，因此采用铜街子水电站原型观测成果开展宗通卡水利枢纽过饱和和总溶解气体生成预测分析是合理的。

表 5.2.6-1 宗通卡水利枢纽与铜街子水电站类比分析表

项目	铜街子水电站	宗通卡水利枢纽
最大坝高 (m)	82	71
泄洪建筑物	溢洪道	2 条溢洪道+泄洪放空洞
正常蓄水位下单孔泄洪流量 (m <sup>3</sup> /s)	1984	1150/1145
泄洪水流出口宽度 (m)	14	9/7
泄洪出口单宽流量 (m <sup>2</sup> /s)	141.7	127.8/163.6
消能方式	底流	底流\底流
消能建筑物	消力池	矩形消力池\渐扩式消力池
设计洪水下消力池水深 (m)	13.65	19.90/9.5
发电流量 (m <sup>3</sup> /s)	1985 (原观期间平均发电流量)	206 (额定发电流量)

#### 5.2.6.1 典型洪水下泄过程

本次选择 1970 年典型洪水过程中的十年一遇洪水过程引起的过饱和和总溶解气体影响进行分析，其洪水过程线见图 5.2.6-1。根据洪水过程线和宗通卡的发电机组引用流量，得到 1970 年典型洪水过程下的泄水过程见图 5.2.6-2，泄洪流量最大值为 1274m<sup>3</sup>/s，根据宗通卡水利枢纽泄洪建筑物设计和调度准则，“上游来水小于 1349m<sup>3</sup>/s 时，单独开启溢洪道进行控泄，维持坝前水位 3474.00m”，因此十年一遇洪水条件下，当机组满发时，剩余洪水流量应从溢洪道下泄。

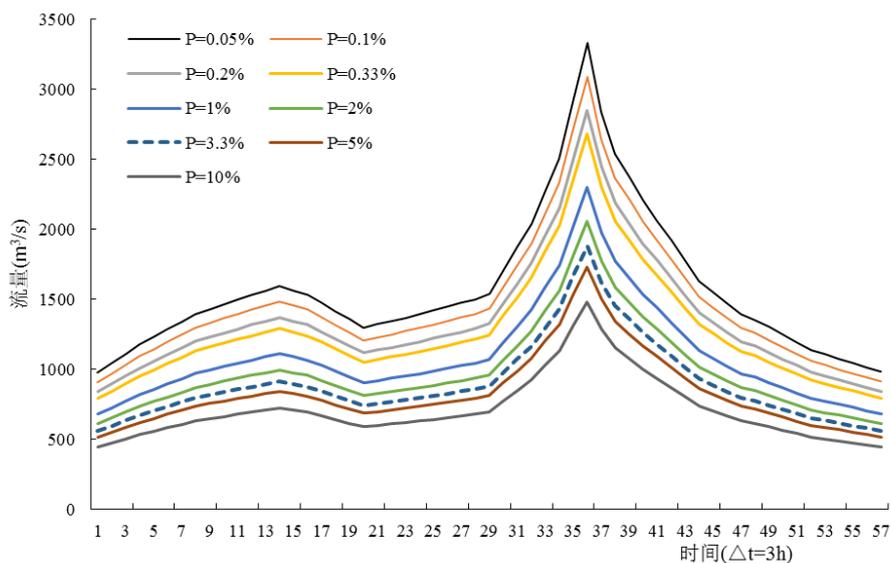


图 5.2.6-1 1970 年坝址设计洪水过程线

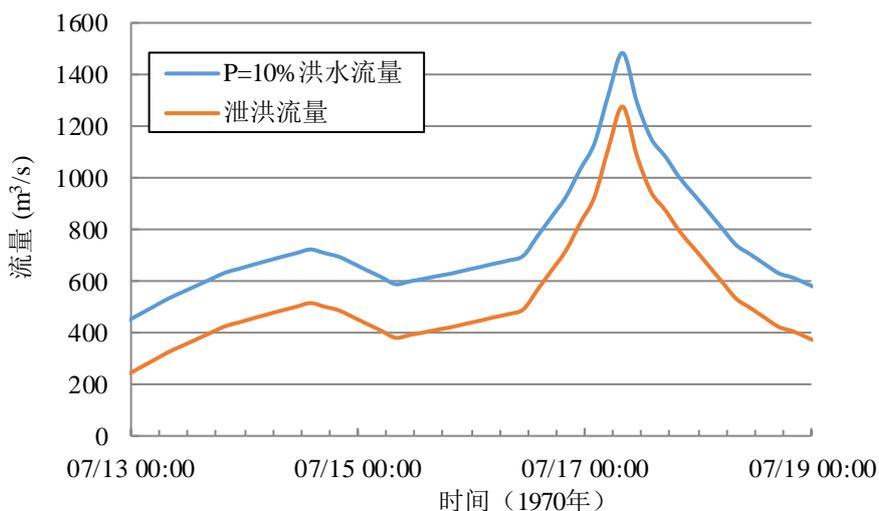


图 5.2.6-2 1970 年坝址典型洪水过程和泄洪流量过程

### 5.2.6.2 铜街子电站过饱和总溶解气体生成和释放观测成果

四川大学分别于 2009 年和 2012 年对铜街子电站开展过饱和和 TDG 观测。观测结果表明：铜街子水电站泄洪生成的过饱和总溶解气体水平随着泄洪流量和消力池水深的增加有一定增加的趋势，但相关性不好。观测期间泄洪流量在  $200 \sim 1300 \text{ m}^3/\text{s}$ ，消力池水深在  $15.8 \sim 17.2 \text{ m}$  间变化，生成的总溶解气体饱和度集中在 140% 左右。

观测期间测得铜街子水电站至安谷水电站间大渡河干流流速约 2.2m/s，平均水深约 5m。过饱和总溶解气体的释放过程符合一阶动力学反应，通过流速反算得到该段过饱和总溶解气体释放系数约  $0.12\text{h}^{-1}$ 。

### 5.2.6.3 宗通卡水利枢纽过饱和总溶解气体生成、释放分析

#### (1) 过饱和总溶解气体生成分析

对坝址十年一遇洪水的典型洪水过程进行分析（见图 5.2.6-3），在 168h 内，约 70%时段内的流量小于  $500\text{m}^3/\text{s}$ ，约 20%时段内的流量大于  $600\text{m}^3/\text{s}$ ，其中仅 5%时段内的流量大于  $1000\text{m}^3/\text{s}$ 。

铜街子电站原观期间的泄洪流量平均值约  $700\text{m}^3/\text{s}$ ，高于宗通卡水利枢纽十年一遇典型洪水过程的平均流量  $510\text{m}^3/\text{s}$ ，也大于该过程中 80%时段内的泄洪流量；铜街子水电站观测到泄洪最大流量为  $1318.7\text{m}^3/\text{s}$ ，大于宗通卡水利枢纽典型洪水过程中的最大流量  $1274.0\text{m}^3/\text{s}$ ；铜街子泄洪期间消力池水深在 15.8~17.2m 间变化，宗通卡水利枢纽泄洪流量小于  $1349\text{m}^3/\text{s}$  时采用溢洪道控泄，其水力学计算结果表明在十年一遇洪水条件下消力池水深为 20.7m，略大于铜街子观测期间下游水深。

综上分析认为，宗通卡采用溢洪道下泄十年一遇洪水时，粗估坝下生成的总溶解气体饱和度约 140%。

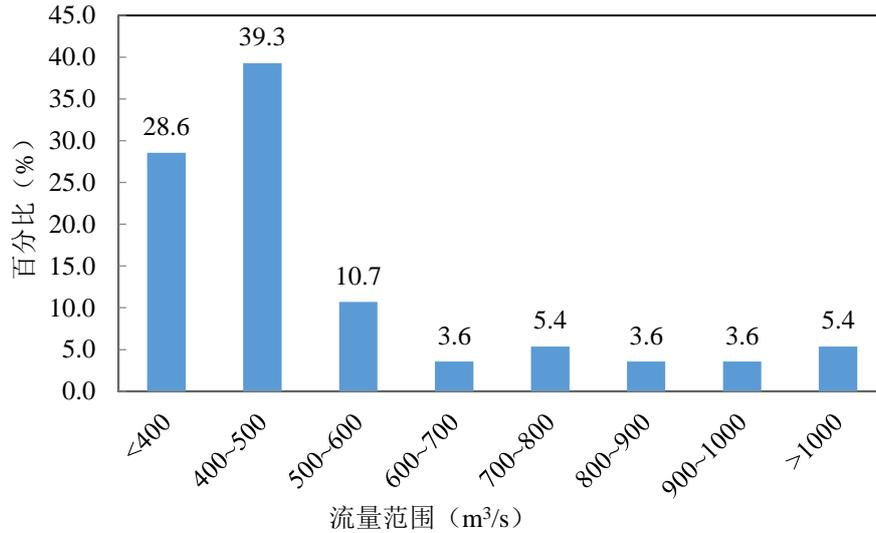


图 5.2.6-3 宗通卡水利枢纽十年一遇洪水的典型过程中的流量占比

### (2) 坝下过饱和和总溶解气体释放分析

根据分析，十年一遇洪水条件下，宗通卡水利枢纽泄洪生成的总溶解气体饱和度约 140%。泄洪水流流经二道坝及护坦时会发生快速释放，其后与左岸的发电尾水发生掺混稀释。由于溢洪道采用斜接的方式与发电尾水交汇，其掺混作用应较充分。

依据铜街子水电站消力池出口至新华大桥段的总溶解气体饱和度变化速度，综合考虑泄洪水流与发电尾水的流量比来类比预测宗通卡消力池出口下游 2.0km 的总溶解气体过饱和程度。不考虑坦化作用，发电尾水的总溶解气体饱和度按 100%计，出库水流流速按 2.2m/s 计，在十年一遇洪水的典型洪水过程下，宗通卡消力池出口下游 2.0km 处的过饱和和总溶解气体过程的类比预测结果（见图 5.2.6-4）。预测结果表明消力池出口下游 2.0km 处的总溶解气体饱和度集中在 120%~130%。

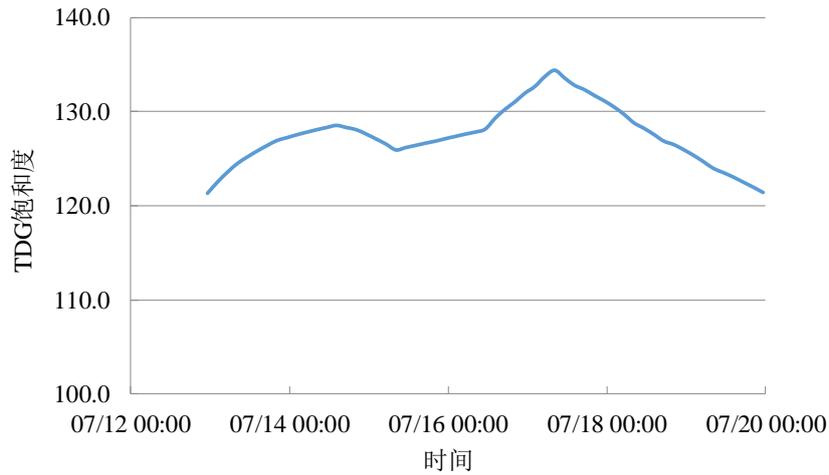


图 5.2.6-4 宗通卡消力池出口下游 2.0km 处的过饱和总溶解气体过程

铜街子水电站坝下河段流速约 2.2m/s，释放系数为  $0.12h^{-1}$ 。不考虑水流传播过程的坦化作用，预测昂曲河口处的过饱和总溶解气体释放过程（见图 5.2.6-5）。预测结果表明昂曲河口的总溶解气体饱和度范围在 108.2%~113.2%。

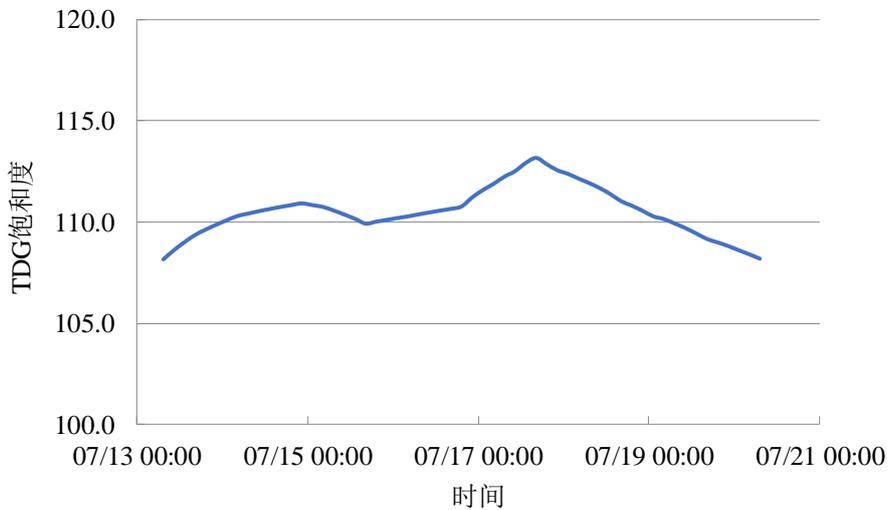


图 5.2.6-5 昂曲河口处的过饱和总溶解气体过程

### 5.3 对地表水环境的影响

#### 5.3.1 水温影响分析

##### 5.3.1.1 水库水温判别

水库建成后，库区河道由于水位抬升，流速减缓，其水温结构将发生

变化。水库水温结构一般分为分层型、过渡型和混合型，通常采用径流—库容比法（ $\alpha$ — $\beta$ 法）进行判别。

$\alpha$ - $\beta$ 法公式为：

$$\alpha = \frac{W}{V}$$

$$\beta = \frac{W_f}{V}$$

式中： $W$  - 多年平均年径流量（ $m^3$ ）； $W_f$  - 一次洪水量（ $m^3$ ）； $V$  - 总库容（ $m^3$ ）； $\alpha$ 、 $\beta$  - 判别指标。

当 $\alpha \leq 10$ 时，为分层型； $\alpha \geq 20$ 时，为混合型； $10 < \alpha < 20$ 时，为过渡型。对于分层型水库，如果遇到 $\beta \geq 1$ 的洪水，则往往成为临时的混合型；而 $\beta \leq 0.5$ 的洪水一般对水温分层影响不大； $0.5 < \beta < 1$ 的洪水对分层的影响介于二者之间。

宗通卡水库总库容为 1.246 亿  $m^3$ ，多年平均年径流量 43.5 亿  $m^3$ ，其  $\alpha$  值为 34.4，大于 20，水库水温结构为混合型。

宗通卡水库正常蓄水位对应库容 1.246 亿  $m^3$ ，根据坝址处多年平均逐月流量计算水力停留时间，计算结果见表 5.3.1-1。由表 5.3.1-1 可知，宗通卡水库不同月份随来水流量的季节性变化有一定的水力停留时间，坝前下泄水体存在一定的水温延迟。当地主要农作物为青稞、小麦，相应灌溉时节为 3~6 月（春小麦）及 9~11 月（冬小麦）。由于水库滞温效应，下泄水温灌溉对小麦、青稞生长影响较大的时间主要为 3~6 月。3~6 月昌都市逐月平均气温为 4.7~15.3℃，白天灌溉水体流经干渠、支渠及田间地头时吸收太阳辐射后水温还会有所升高；加之青稞、小麦喜凉，自身耐寒能力强，水库引起的水温延迟相比气温对农作物生长影响相对较弱。综合来看，水库滞温效应对农作物正常生长的影响相对较小。

表 5.3.1-1 宗通卡水库多年平均流量下水力滞留时间

月份	流量 (m <sup>3</sup> /s)	水力滞留时间 (天)
1月	33.6	42.9
2月	29.4	49.1
3月	32.7	44.1
4月	54.4	26.5
5月	96.2	15.0
6月	235	6.1
7月	314	4.6
8月	308	4.7
9月	269	5.4
10月	153	9.4
11月	80.5	17.9
12月	45.8	31.5

### 5.3.1.2 特殊工况下水库水温模拟分析

秋冬季随着气温降低，水库表层水温随之下降，引起表层水体密度增大并逐渐下沉，与下层水体进行对流掺混。当气温骤降，垂向掺混强度增大甚至引起大规模的水体翻转，有可能引起底泥的再悬浮。因此，本节开展在极端日内气象条件下宗通卡水库水温模拟分析。

#### (1) 水温模型构建

已建果多电站与宗通卡水库水文气象、地质地貌、工程条件相近，水库的水文水温演变过程相似，可采用果多库区的水温模型及其实测数据，对宗通卡水库水温模型参数进行率定验证。果多库区水温数学模型地形采用 DEM 数据，划分曲线正交网格，垂向分为 10 层，共 1437 个网格。

表 5.3.1-2 果多电站与宗通卡水库基本特性对比表

序号	果多电站	宗通卡水库
距离昌都市距离 (km)	58	63
所在河流	扎曲	昂曲
正常蓄水位时坝前水深 (m)	60	59
正常蓄水位时回水长度 (km)	20	22
多年平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	303	138
多年平均含沙量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.723	0.756
总库容 (万 m <sup>3</sup> )	8272	12460

## (2) 水温参数验证

利用 2018 年 10 月底果多电站水位、流量、水温的实测数据，率定果多电站水温数学模型的重要参数。

### 1) 边界条件

影响水库水温的主要因素有来水水温、气象条件和水库调度。借鉴《利用气象因子估算天然河道水温的新公式》中的方法，利用扎曲河口国家基本水质监测断面的水温、气温实测值拟合气温和水温的关系（如图 5.3.1-1），推算库尾来水水温。气象条件采用 2018 年 9 月~10 月昌都逐日气象资料，包括气温、湿度、气压、风速、风向、降水等指标，由于缺少太阳辐射数据实测值，本次由模型根据时间和经纬度生成。果多电站具有周调节性能，2018 年 9 月~10 月水库水位保持为 3417.5m。

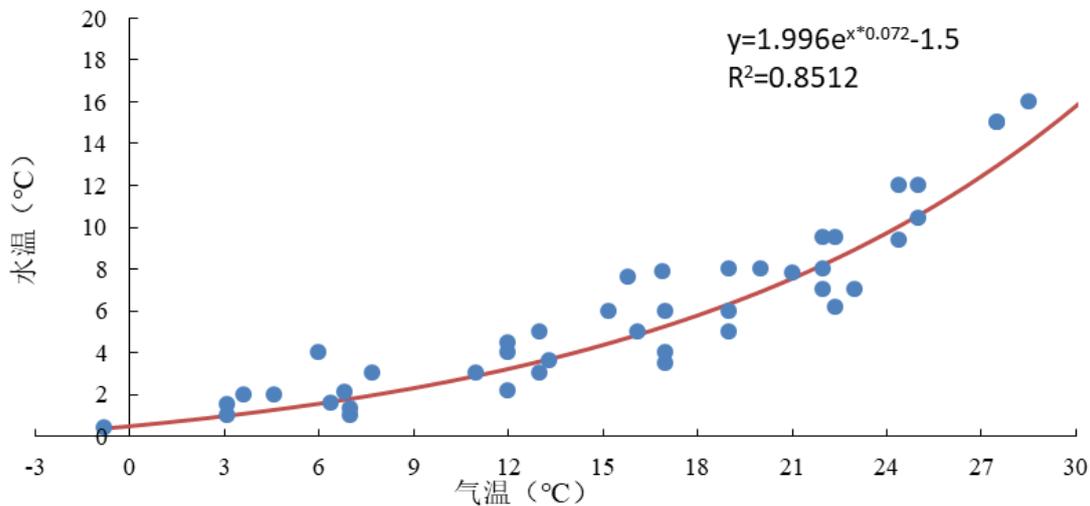


图 5.3.1-1 气温和水温拟合关系

### 2) 模型参数

选用 EFDC 中模拟温度的子模型 CE-QUAL-W2 Method, 初始水体水温 8℃, 底床热力学厚度默认设为 1m, 净水消光系数为 0.3/m。

### 3) 验证结果

2018 年 10 月 30 日果多坝前 0.3km 断面垂向水温模拟结果见图

5.3.1-2, 断面垂向水温拟合较好, 可用于宗通卡水库水温模拟。

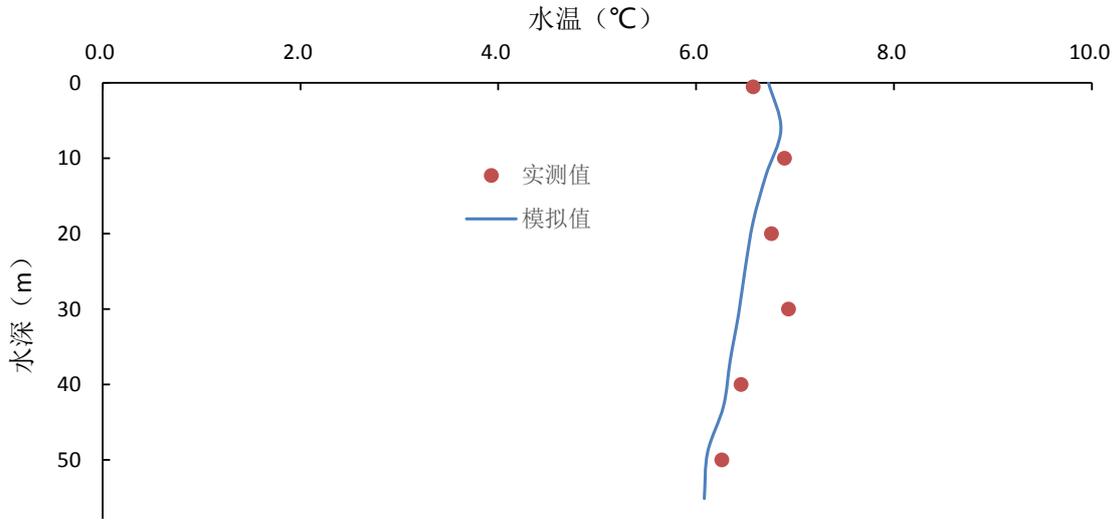


图 5.3.1-2 2018 年 10 月 30 日果多电站坝前 0.3km 断面水温模拟成果

### (3) 水温模拟

根据昌都气象站 1954 年-2017 年逐日最高、最低气温统计, 1987 年 1 月 17 日出现了日内气温由 17.8°C 下降至 -12.1°C 的极端记录。

利用果多电站验证的水温参数模拟宗通卡水库水温, 为探究水温的年内变化、日内变化及评估翻转可能性, 设置两种模拟工况: ①典型水文年水温模拟; ②典型气温骤变条件下的日内水温模拟。

#### 1) 典型水文条件下年内水温模拟

昌都市初冰日期在 10 月下旬或 11 月中旬, 终冰日期为 3 月下旬至 4 月上旬; 且果多电站冰封期与昌都市一致, 因此推测宗通卡水库成库后同样存在冰封期。冰封期由于冰盖阻止了水体与大气的热交换, 库区大部分水体基本呈等温状态, 不会出现垂向翻转。因此本报告主要模拟宗通卡水库无冰期 (4 月初-11 月底) 的水温分布, 以判断无冰期水温翻转的可能性。

水体的水平流动会干扰甚至打破水体的垂向掺混。按偏不利条件考虑, 选择水文频率为 95% 典型枯水年 (来水流量较小, 水平流动对垂向掺混影响

较小)的日均流量过程,开展典型水文条件下年内水温模拟。

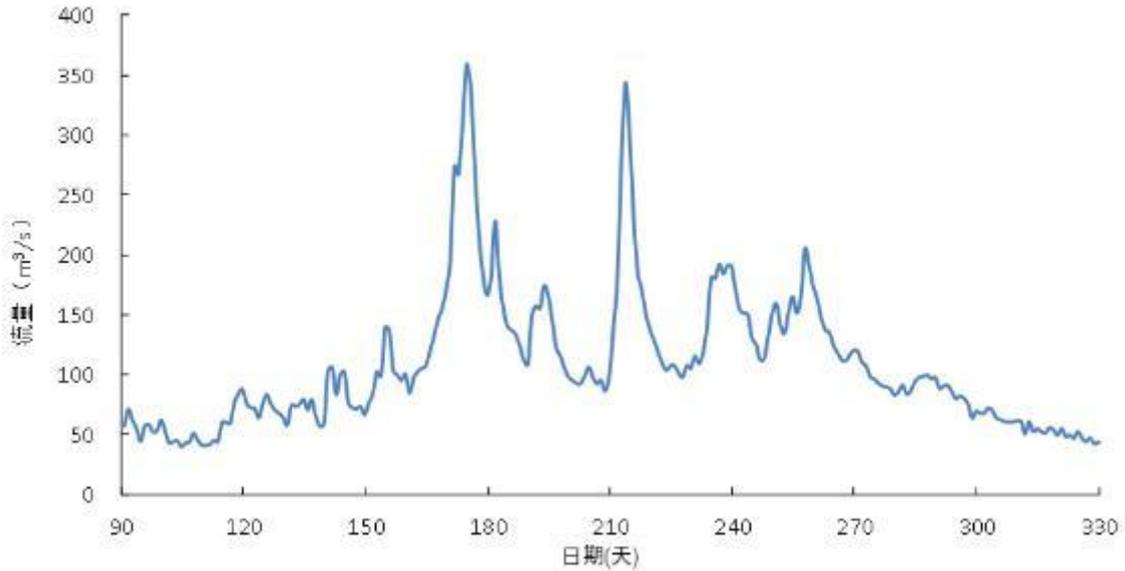


图 5.3.1-3 95%保证率下宗通卡库尾流量过程

气象数据采用 2014 年(来水流量较小)逐日实测值,来水水温根据拟合公式推算,坝前水位恒定为 3474m。

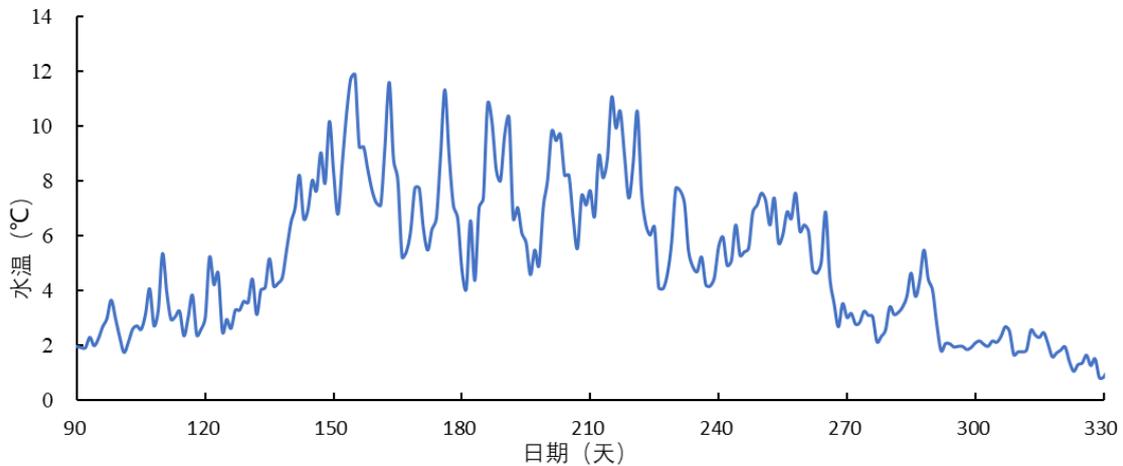


图 5.3.1-4 2014 年宗通卡库尾来水水温过程

### ① 流速分布

库尾流速较大,约为  $0.4 \sim 1.6 \text{ m/s}$ ,库区流速约为  $0.3 \sim 0.03 \text{ m/s}$ ,越靠近坝址流速越小。库区存在垂向紊动,垂向流速约为  $-0.008 \sim 0.002 \text{ m/s}$ ,分布杂乱无规则,不存在垂向环流。

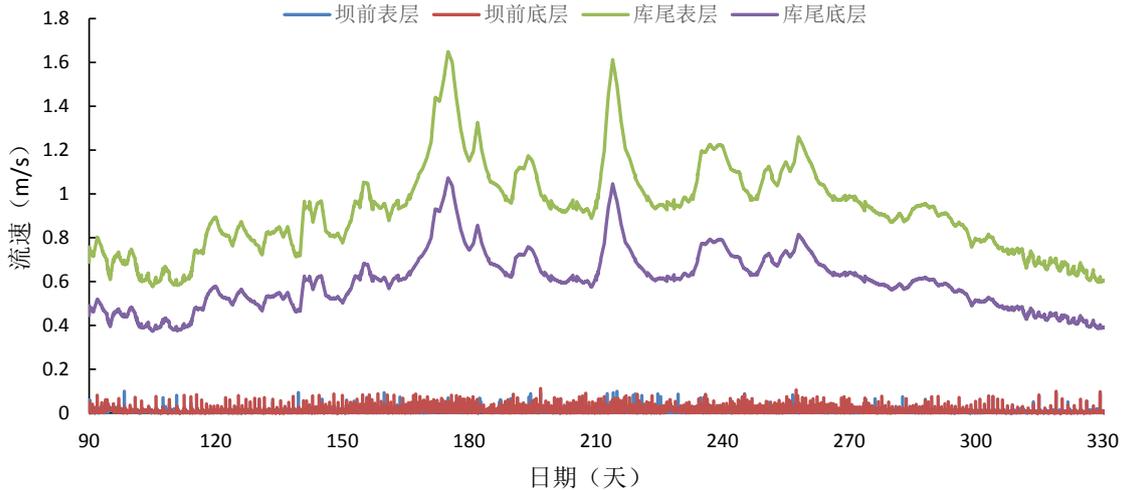


图 5.3.1-5 典型年宗通卡库区坝前、库尾断面表层、底层流速过程

② 水温分布

宗通卡水库在 90~334 天坝前断面的水温过程见图 5.3.1-6，宗通卡库区水温呈夏季高冬季低的变化特征；表层水体受太阳辐射、气温影响水温有较多的波动，底层水温波动相对较少。表层与底层水温差别不大，温差范围约为 0~3℃，中层与底层水温温差范围约 0~1℃；一般情况下，表层水温高于底层水温，在来水流量较大或者进入冬季时，库区呈同温状态，但不会出现表层水温低于底层水温。

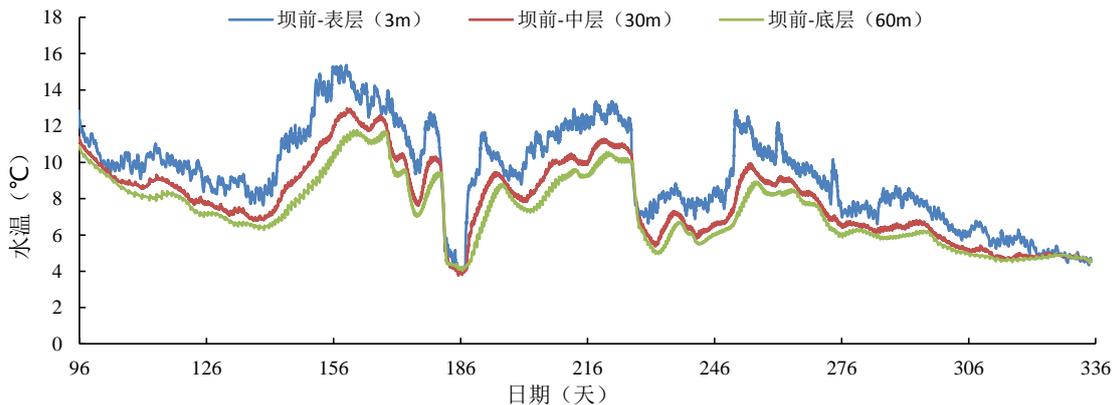


图 5.3.1-6 典型年宗通卡库区坝前断面表层、中层、底层水温过程

③ 密度分布

宗通卡水库在 90~334 天水体密度约为 999.0~1000kg/m<sup>3</sup>，表层水体密度较底层水体波动大，且底层水体密度相对较大，表层与底层密度差在

0 ~ 0.6kg/m<sup>3</sup>，差别较小。

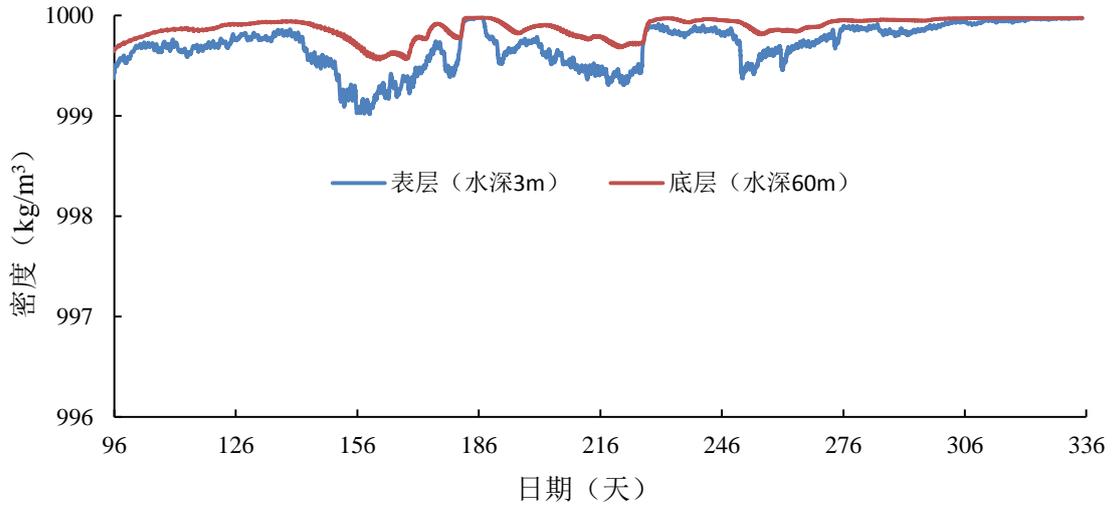


图 5.3.1-7 典型年宗通卡库区坝前断面表层、底层密度过程

2) 典型气温骤降条件下日内水温模拟

根据昌都市 1987 年 1 月 17 日气象资料，设置日内逐时气温、入流水温和太阳辐射过程，如图 5.3.1-3 所示。为突显气温骤变对库区水温的影响，模型采用相同的边界条件，入库流量采用特枯水年 (P=95%) 最小流量 25m<sup>3</sup>/s，持续模拟 9 天。

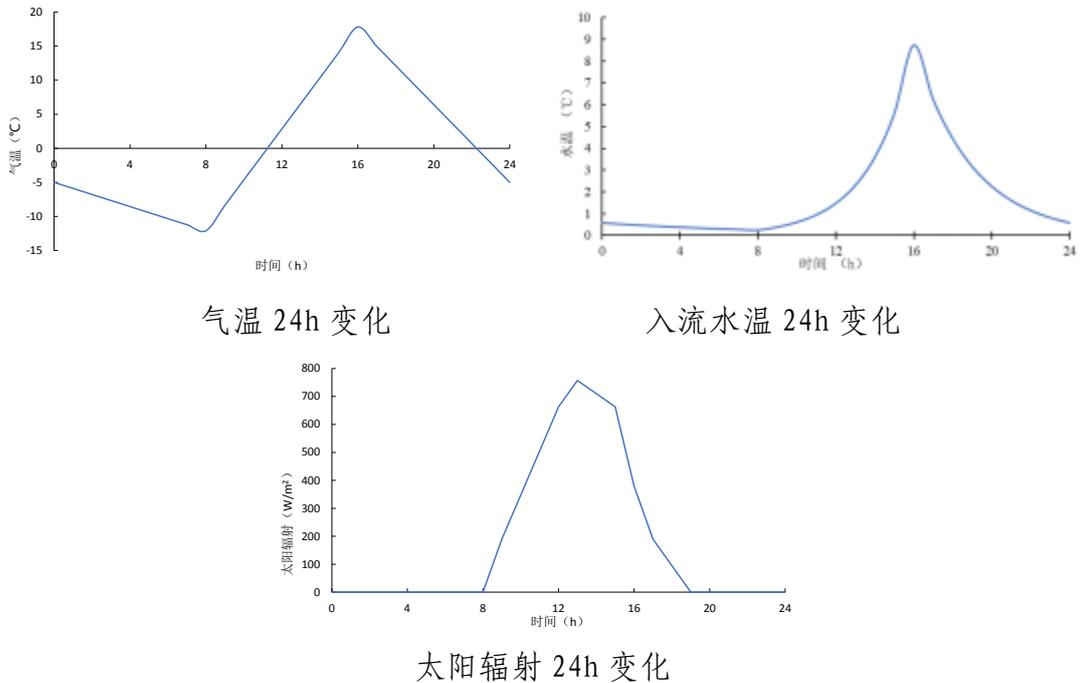


图 5.3.1-8 典型气温骤降条件下日内水温模拟气温、入流水温、太阳辐射变化图

### ① 流速分布

当库尾来水流量为  $25\text{m}^3/\text{s}$  时，库区总体流速较小，其中库区水平流速约为  $0.0001 \sim 0.3\text{m/s}$ ，坝前垂向流速为  $0.0026 \sim 0.0035\text{m/s}$ ，库区流场图如图 5.3.1-9 所示。

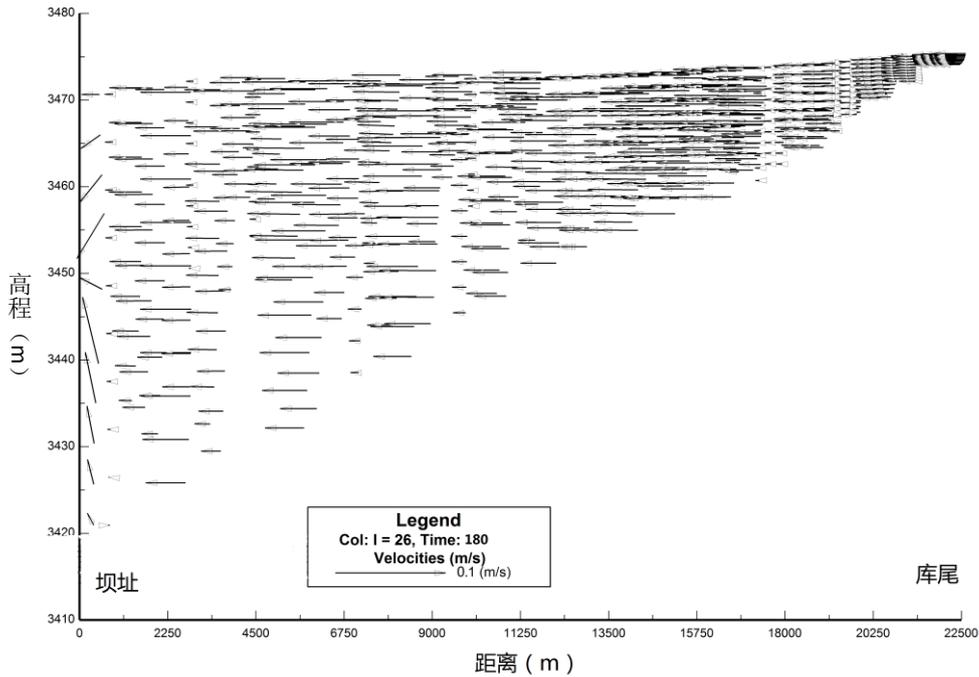


图 5.3.1-9 库区立面流场

### ② 水温分布

受气温骤降和日内太阳辐射影响，库区表层水体水温下降较快，低于底层水体水温，会出现短时间的冷水下沉，但影响范围限于水下 20m 范围，持续时间约为 5h。随水深增加，气温和太阳辐射对中下层水体水温影响越小，水温日内变化较小，日内水温变幅范围在  $0.1^\circ\text{C}$  以内。

### ③ 密度分布

受水温下降影响，宗通卡库区密度逐渐上升，并与水温的规律一致。立面上未出现表层密度大于底层密度的情况。

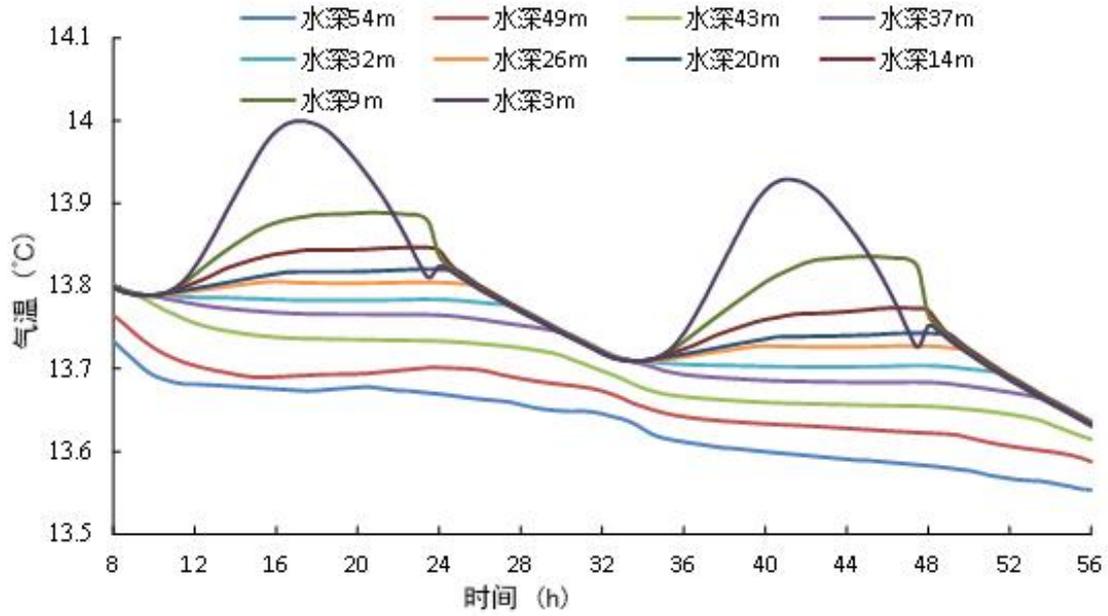


图 5.3.1-10 典型气温骤降情景下坝前不同水深 2 天内水温变化

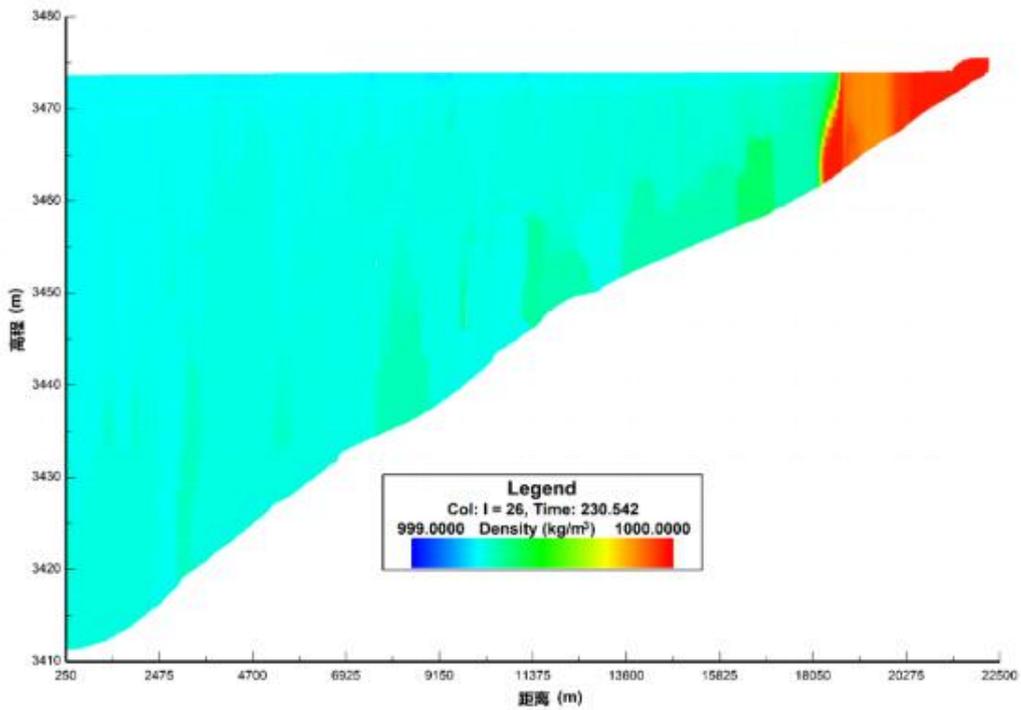


图 5.3.1-11 典型气温骤降情景下宗通卡库区立面密度分布

### (3) 与果多电站气温监测结果的类比分析

2018年10月,对果多电站库区水温进行了监测,监测结果表明,从库尾至坝前表层水温的范围为 $4.5^{\circ}\text{C}\sim 8.9^{\circ}\text{C}$ ,且同一个断面,水体中左中右温度存在一定差异,但不超过 $3^{\circ}\text{C}$ 。库区从表层至底层水温呈现下降趋势,中泓线处垂向上表层和底层水温差异较小,温差均不超过 $2^{\circ}\text{C}$ ,但左右岸垂向上温差略大,但不超过 $3^{\circ}\text{C}$ ,可能主要是由于受地势影响库区两岸接受的光照强度不同所致。库区最深处(即坝前 $0.3\text{km}$ 中泓线,水深约 $60\text{m}$ )垂向上的温度范围为 $5.8\sim 6.9^{\circ}\text{C}$ ,温差约 $1.1^{\circ}\text{C}$ 。

已建果多电站与宗通卡水库水文气象、地质地貌、工程条件相近,水库的水温演变过程相似,因此,类比分析可得,宗通卡水库为混合型水库,无明显的水温分层现象。

#### 5.3.1.3 小结

宗通卡水库为混合型水库,无明显的水温分层现象。在典型气温骤降条件下,水库会出现短时间的冷水下沉,但影响范围仅在水下 $20\text{m}$ 范围,持续时间约 $5\text{h}$ ;随水深增加,中下层水体水温日内变幅趋于稳定,日内水温变幅范围在 $0.1^{\circ}\text{C}$ 以内。

### 5.3.2 库区水质影响分析

#### 5.3.2.1 初期蓄水水质影响分析

##### 5.3.2.1.1 模型构建

利用EFDC软件建立宗通卡库区三维水质数学模型,预测工程初期蓄水各水质参数(As、Fe、Mn、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD、TN和TP)的时空变化。宗通卡库区三维水质数学模型建模过程包括:利用拼接、插值等技术处理宗通卡水库淹没区的地形数据;根据水库淹没范围划分模型网格;输入模型的入库和出库水文及水质边界条件;利用实测数据、室内实验,率定和验证模型

的重要参数。

### 5.3.2.1.2 模型参数率定和验证

采用果多电站 2016 年 3 月、2016 年 6 月、2018 年 10 月泥沙、水质实测数据（见表 5.3.2-1），率定验证水质模型。实测数据表明，果多电站库区河段表层水体含沙量、As、Fe、Mn 呈沿程降低趋势，垂向上含沙量、Fe、Mn 总体呈随水深增加趋势。

表 5.3.2-1 果多电站含沙量及水质监测结果

模拟参数	采样断面（库表）	含沙量（mg/L）	As（ $\mu\text{g/L}$ ）	Fe（ $\mu\text{g/L}$ ）	Mn（ $\mu\text{g/L}$ ）
2016年3月	果多电站库尾	12.4	12.8	616.3	138.1
	果多电站坝址上游 10km	9.5	9.9	170.7	6.7
	果多电站坝址上游 3km	9	8.4	100.2	9.4
2016年6月	果多电站库尾	12.8	7.2	707.2	27.9
	果多电站坝址上游 10km	9.9	6.8	266.3	4.5
	果多电站坝址上游 3km	8.4	6	84	0.3
2018年10月	果多电站库尾	130.7	11.7	836.3	39.4
	果多电站坝址上游 3km	61.1	4.09	380.2	13.4
	果多电站坝址上游 0.3km	58.9	2.68	358.9	12

#### （1）参数率定

##### 1) 水动力与泥沙参数

果多库区模型的水动力与泥沙参数主要包括糙率、泥沙沉降速率、泥沙沉积临界剪应力、泥沙再悬浮临界剪应力，经率定后分别为 0.020、0.00001m/s、0.00045  $\text{m}^2/\text{s}^2$ 、0.0005  $\text{m}^2/\text{s}^2$ 。

##### 2) 水质参数

根据清华大学开展的不同条件下（考虑流速、溶解氧、温度、粒径等因素）As、Fe、Mn 正交吸附实验成果，As 的沉积物-水分配系数受总 As 量和泥沙含量影响；静态条件下 As、Fe 更易富集到粒径小于 63 $\mu\text{m}$  的颗粒物，

而 Mn 则分别富集在小于 63 $\mu\text{m}$  和 500~2000 $\mu\text{m}$  的粒径范围。非静态条件(流速 0.22m/s) 呈现不同的吸附-解吸规律: As 和 Mn 更容易吸附在大颗粒物上, Fe 对小粒径颗粒物亲和性更强。泥沙量和分配系数的关系如下: 含沙量在 0.01~0.3g/L 左右时, 库区 As 的分配系数约为 0.0086~0.226L/mg, Fe 的分配系数约为 0.061~2.5L/mg, Mn 的分配系数约为 0.0001~0.003L/mg。泥沙对水中的 As、Fe、Mn 都表现出吸附作用。根据果多库区含沙量(0.01~0.085g/L)、As 浓度(2.5~10.4 $\mu\text{g/L}$ )、Fe 浓度(295~525 $\mu\text{g/L}$ )、Mn 浓度(10.0~51.5 $\mu\text{g/L}$ )的范围, 最终确定不同水期 As、Fe、Mn 分配系数范围分别为 0.01~0.1L/mg、0.08~1.5L/mg、0.001~0.003L/mg。

根据初期蓄水期、正常运行期、多年运行后库区含沙量、As、Fe、Mn 的平均值, 结合吸附模拟实验结果得到的分配系数规律, 内插确定各模拟工况下的分配系数。

(2) 模型率定结果

2016 年 3 月、2016 年 6 月果多电站模型率定结果见表 5.3.2-2。率定结果表明, 含沙量、As、Fe 模拟成果相对较好, Mn 模拟精度相对略差。

表 5.3.2-2 2016 年 3 月、2016 年 6 月果多电站模型率定结果

时间	采样断面	含沙量 (mg/L)			As ( $\mu\text{g/L}$ )			Fe ( $\mu\text{g/L}$ )			Mn ( $\mu\text{g/L}$ )		
		实测值	模拟值	相对误差	实测值	模拟值	相对误差	实测值	模拟值	相对误差	实测值	模拟值	相对误差
2016 年 3 月	果多电站库尾	12.4	-	-	12.8	-	-	616.3	-	-	138.1	-	-
	果多电站坝址 上游 10km	9.5	8.4	-11.6%	9.9	8.7	-12.1%	170.7	207.8	21.7%	6.7	13.1	50.6%
	果多电站坝址 上游 3km	9	7.3	-18.9%	8.4	6.7	-20.2%	100.2	126.9	26.6%	9.4	10.7	13.8%
2016 年 6 月	果多电站库尾	12.8	-	-	7.2	-	-	707.2	-	-	27.9	-	-
	果多电站坝址 上游 10km	9.9	8.9	-10.1%	6.8	5.8	-14.7%	266.3	324.6	21.9%	4.5	4.1	-8.9%
	果多电站坝址 上游 3km	8.4	7	-16.7%	6	4.9	-18.3%	84	106.8	27.1%	0.3	0.4	33.3%

### (3) 模拟验证结果

采用已率定的模型参数，利用果多库区 2018 年 10 月实测数据，对模型进行验证，见图 5.3.2-1。结果表明，泥沙、As、Fe、Mn 验证结果符合水库垂向水质分布规律，可用于宗通卡水库水质模拟。采样期间果多电站运行情况见表 5.3.2-3。

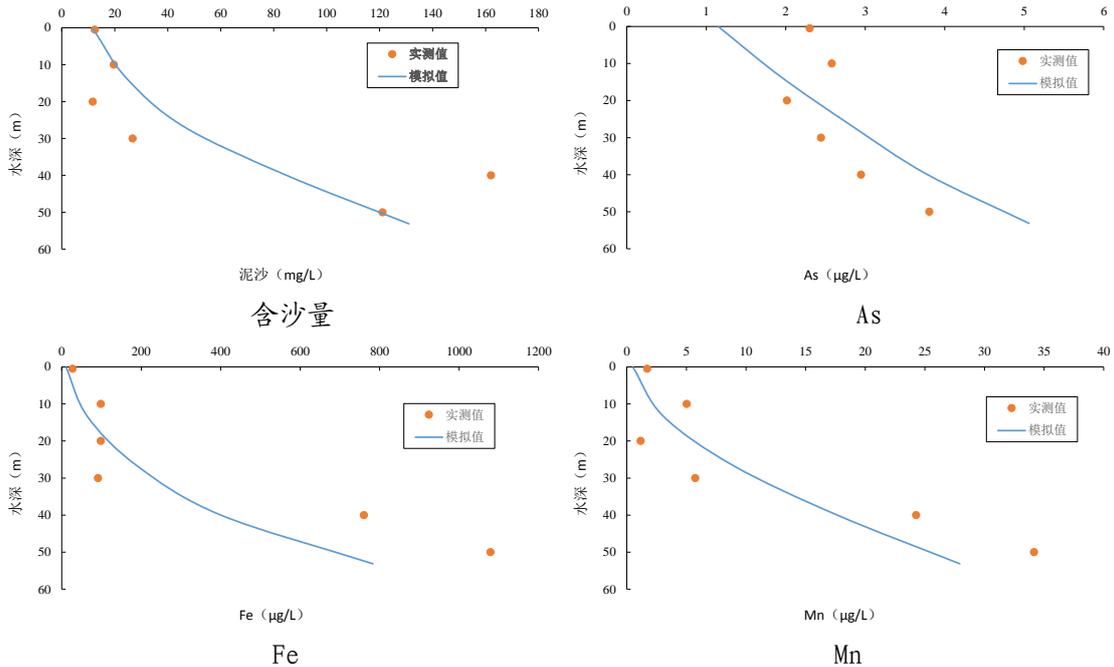


图 5.3.2-1 果多电站坝前 0.3km 断面模型验证结果

表 5.3.2-3 2018 年 10 月果多电站采样期间水库运行情况

日期	入库流量 (m <sup>3</sup> /s)	出库流量 (m <sup>3</sup> /s)	坝前水位 (m)
10 月 28 日	395	392	3417.29
10 月 29 日	386	418	3417.50
10 月 30 日	368	390	3416.13
10 月 31 日	394	367	3416.66

#### 5.3.2.1.3 污染源预测

初期蓄水期汇入库区的外源污染物包括干支流来水携带的污染物，库周面源污染负荷，以及随着库区水位的升高，土壤、岩石浸没过程中可能会释放的污染物。水质模型采用的边界条件详见表 5.3.2-4。

### (1) 来流水质边界

工程计划于施工期第 5 年 11 月初下闸蓄水，宗通卡库区干、支流入库流量采用多年平均同期径流数据，Fe、Mn 浓度采用同期监测数据，考虑最不利工况，As 浓度采用 2015 年~2018 年同期水质实测最大值。

### (2) 库周面源负荷

宗通卡库周面源污染主要包括以下几个方面：农村生活污水直接排放；畜禽养殖产生的养殖废水；化肥、农药施用不当导致氮、磷污染物流失进入河流水体；降雨径流淋融、冲刷地面，并携带 As、Fe、Mn 汇入库区。

现状年宗通卡库周涉及卡若区芒达乡和类乌齐县尚卡乡 18 个村委会 58 个自然村，共 6606 人；库周范围内大牲畜数量约 19863 头、小牲畜 46347 只，耕地 10593.14 亩。水库蓄水淹没耕地 1262.68 亩。经计算，规划水平年库周面源污染负荷为 COD 1514.16t/a、NH<sub>3</sub>-N 52.59t/a、TN 93.98t/a、TP 15.09t/a。径流淋融、冲刷导致 As、Fe、Mn 面源污染按库区不超标支沟 As、Fe、Mn 平均浓度考虑。

### (3) 淹没区土地 As、Fe、Mn 浸没释放

根据不同土地利用类型 30 天 As、Fe、Mn 持续浸没释放规律研究成果，选用 As、Fe、Mn 最大浸没释放速率作为初期蓄水期间淹没区土地浸没释放边界条件。

表 5.3.2-4 宗通卡库区初期蓄水水质模拟的边界条件设置

指标	昂曲干流(背景)	芒达曲	恩达曲	库区淹没区释放	库周面源
流量 (m <sup>3</sup> /s)	80	1.28	1.51	-	0.64
含沙量 (mg/L)	204			-	-
水温 (°C)	8.11	10.54	11.71	-	-
溶解氧 (mg/L)	8.31	8.48	7.23	-	-
化学需氧量 (mg/L)	10.00	10.00	10.00	-	8.24
总磷 (mg/L)	0.01	0.01	0.01	-	0.01
氨氮 (mg/L)	0.05	0.05	0.05	-	0.03
总氮 (mg/L)	0.65	0.41	0.38	-	0.22
砷 (μg/L)	17.7	139.9	119.3	0.11	0.032
铁 (μg/L)	149.7	557.0	585.0	4.08	1.06
锰 (μg/L)	18.9	83.3	32.1	8.02	0.074

#### 5.3.2.1.4 库区水环境影响

##### (1) 各水质指标沿程变化规律

初期蓄水期间库区干流水质沿程变化规律见图 5.3.2-2。

从库区沿程来看，库尾至芒达曲上游，As 浓度呈现缓慢下降趋势；坝前 10.5km 至坝前 5km 河段，由于两条 As 浓度较高的支流（芒达曲、恩达曲）汇入，两条支流汇口下游 As 浓度升高；库区干流 As 浓度受水动力掺混作用逐渐均匀，恩达曲汇口至坝前 As 浓度总体呈下降趋势，坝前 As 浓度为 12.6μg/L，比库尾来水浓度略低，满足地表水Ⅲ类标准。Fe、Mn 呈沿程下降的变化规律，支沟汇入对干流 Fe、Mn 浓度影响较小，坝前 Fe、Mn 浓度分别降至 93.5μg/L、12.7μg/L，均满足地表水标准限值。COD 总体呈沿程下降趋势，NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 沿程变化不大、浓度相对稳定，均满足地表水Ⅲ类标准。

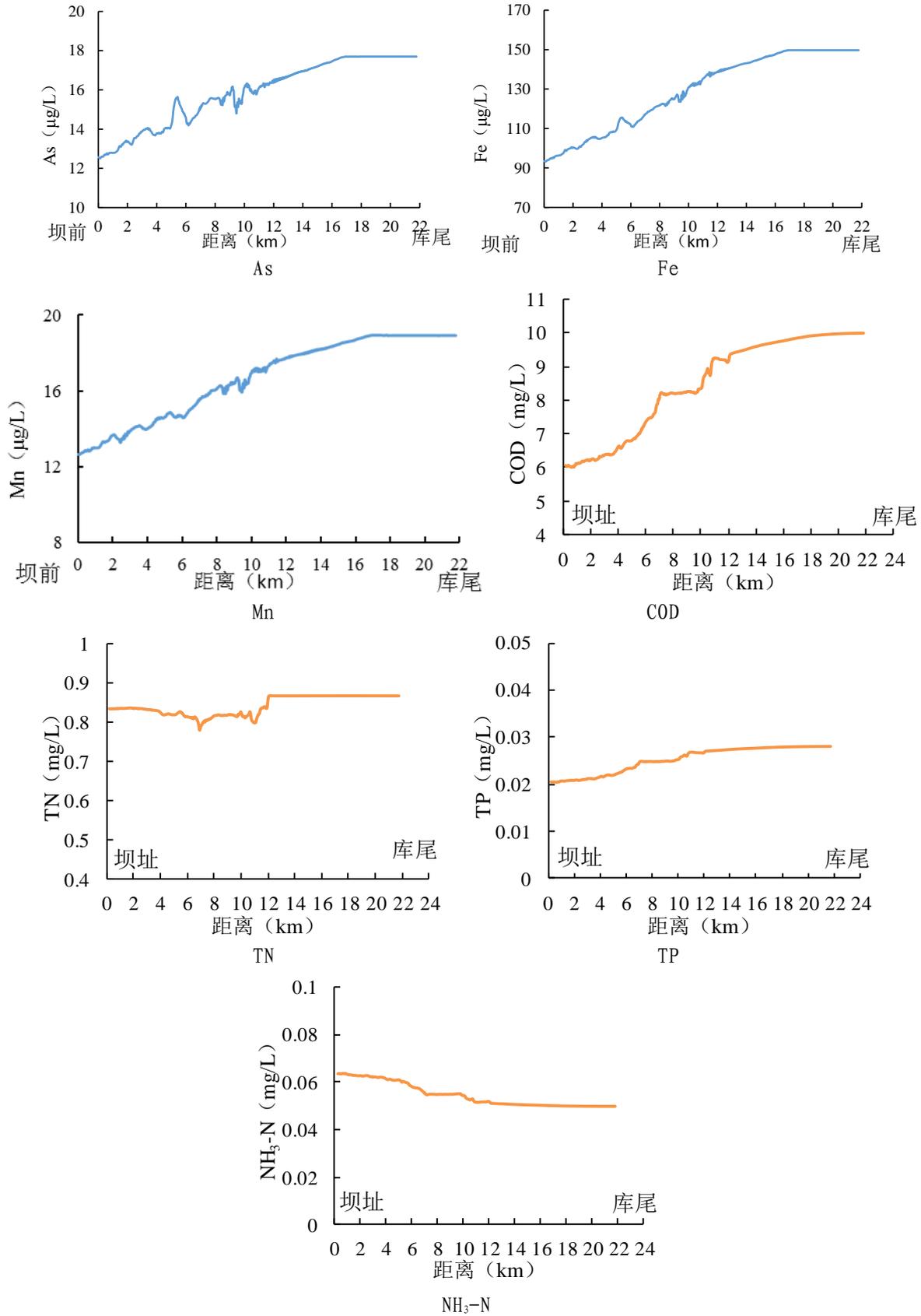
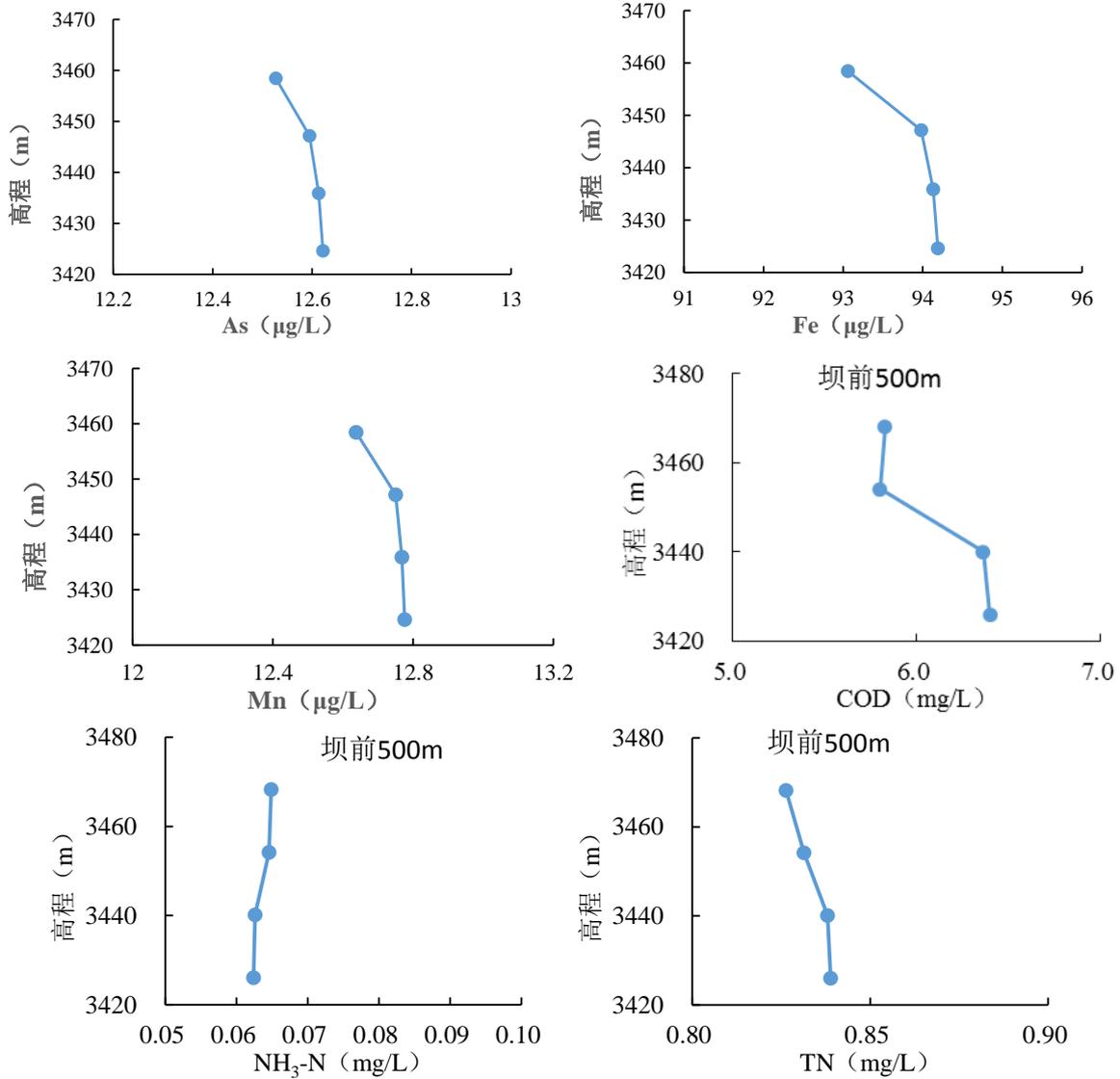


图 5.3.2-2 初期蓄水期库区各水质指标沿程变化

(2) 各水质指标垂向分布规律

水库蓄水后，坝前 500m 断面各水质指标垂向分布见图 5.3.2-3。由图可见，COD 浓度垂向上呈由表层向底层升高趋势；As、Fe、Mn、TN、TP、NH<sub>3</sub>-N 垂向上基本混合均匀。



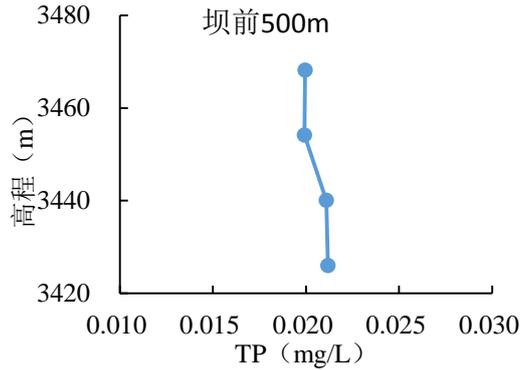


图 5.3.2-3 初期蓄水期坝前 500m 水质垂向分布

(3) 蓄水前与初期蓄水后的水质变化

宗通卡库区初期蓄水与蓄水前的水质变化情况见表 5.3.2-5。与蓄水前相比,初期蓄水后库区的 As 浓度下降,由 17.7 $\mu\text{g/L}$  略降至 12.6~17.7 $\mu\text{g/L}$ ; Fe 浓度降低,由 149.7 $\mu\text{g/L}$  降低至 93.5~149.7 $\mu\text{g/L}$ ; Mn 浓度降低,由 18.9 $\mu\text{g/L}$  降低至 12.7~18.9 $\mu\text{g/L}$ ; As、Fe、Mn 浓度均满足地表水 III 类标准或标准限值。

与蓄水前相比,初期蓄水后库区的 COD 浓度降低,由 10.0 $\text{mg/L}$  降低至 6.1~10.0 $\text{mg/L}$ ;  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度变化不大; TN 浓度升高,由 0.64~0.65 $\text{mg/L}$  升高至 0.83~0.86 $\text{mg/L}$ ; TP 浓度变化不大, COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP 浓度均满足 III 类水标准。

表 5.3.2-5 宗通卡库区初期蓄水与蓄水前水质变化

指标	浓度		
	蓄水前	初期蓄水后	标准值 (III 类)
As ( $\mu\text{g/L}$ )	17.7	12.6~17.7	50
Fe ( $\mu\text{g/L}$ )	149.7	93.5~149.7	300
Mn ( $\mu\text{g/L}$ )	18.9	12.7~18.9	100
COD ( $\text{mg/L}$ )	10	6.1~10.0	20
$\text{NH}_3\text{-N}$ ( $\text{mg/L}$ )	0.05	0.050~0.064	1.0
TN ( $\text{mg/L}$ )	0.64~0.65	0.83~0.86	1.0
TP ( $\text{mg/L}$ )	0.01	0.01~0.03	0.05

(4) 富营养化评价

采用《地表水环境质量评价办法(试行)》中综合营养状态指数法对

水库营养状态进行评价，经分析宗通卡库区正常运行时水体的营养程度为中营养（TSI 值 43.4~49.8），TSI 最高值为 49.8，发生在库尾，主要原因为回水壅托导致流速较小且营养元素浓度较高；最低 TSI 值为坝前 5km 范围。宗通卡水库初期蓄水富营养化评价结果见图 5.3.2-4。

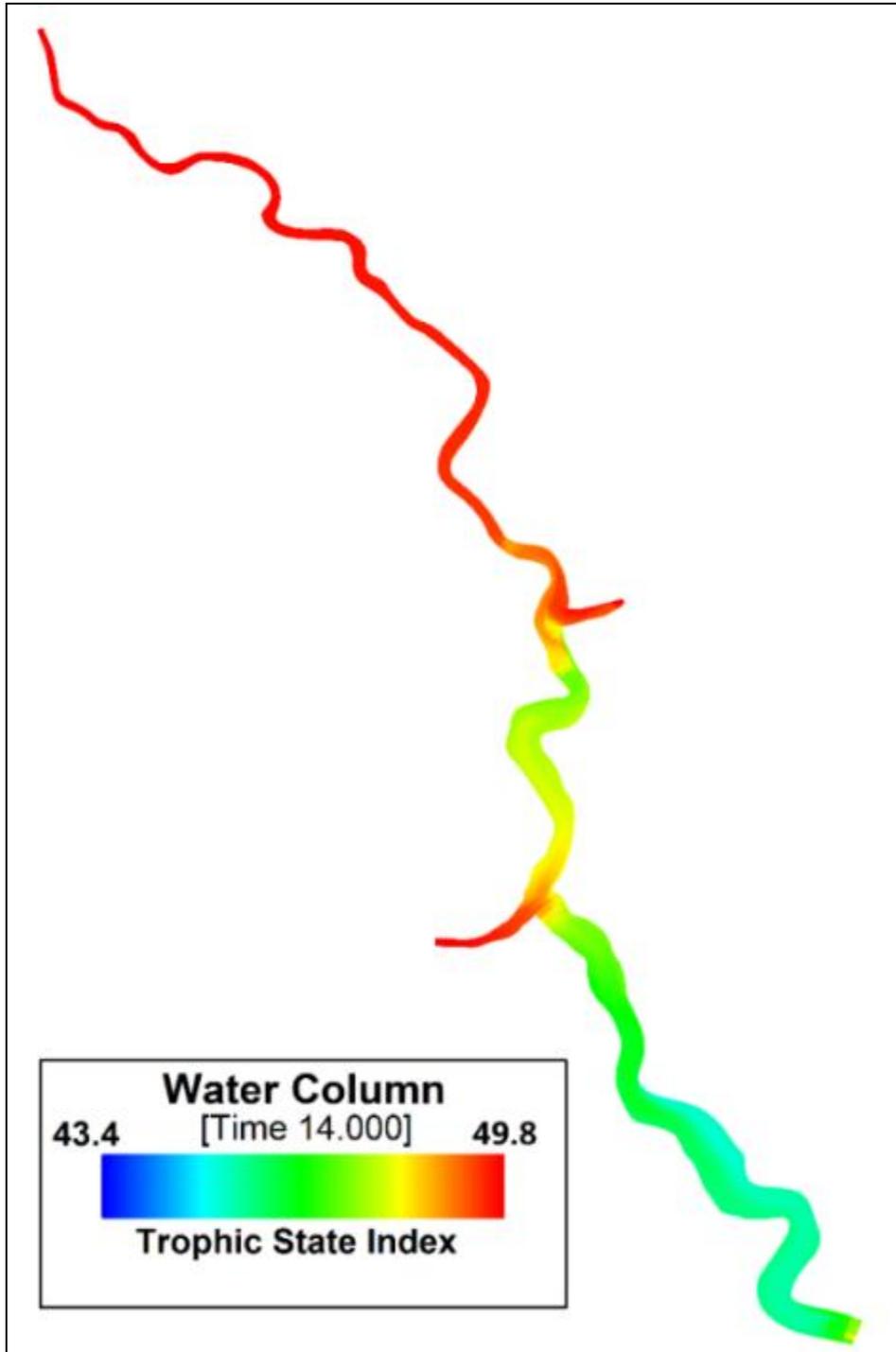


图 5.3.2-4 初期蓄水后宗通卡库区富营养化综合指数图

根据 2018 年 11 月果多电站库区水质监测结果，库中监测断面营养盐含量（TN、TP、NH<sub>3</sub>-N）含量整体较低，其中 TN 含量为 0.64~0.89mg/L，满足地表水Ⅲ水质标准（1mg/L）；TP 含量为 0.004~0.006mg/L，满足地表水Ⅰ类水质标准（0.02mg/L）；NH<sub>3</sub>-N 含量范围为 0.11~0.74mg/L，满足地表水Ⅲ水质标准（1mg/L），且表层水体中 NH<sub>3</sub>-N 含量（0.11~0.44mg/L）满足Ⅱ水质标准（0.5mg/L）。整体上，水库从库尾至坝前，水体中 TN（0.72~0.80mg/L）、TP（0.004~0.006mg/L）含量无明显变化，而 NH<sub>3</sub>-N 含量（0.11~0.44mg/L）存在一定波动。现场调查观测发现，果多电站库区水体未出现藻类增殖迹象，初步判定在无外源污染输入的情况下，果多电站库区发生富营养化的概率低。

已建果多电站与宗通卡水库水文气象、工程规模、污染源强及污染物种类相似，类比分析可知，宗通卡水库发生富营养化的可能性较小、

### 5.3.2.2 运行期水质影响分析

本节利用水环境三维数学模型（与初期蓄水水质预测模型一致），分析正常运行期（丰、平、枯水年）As、Fe、Mn、COD、NH<sub>3</sub>-N、TN 和 TP 等水质指标的变化及时空分布规律。

#### 5.3.2.2.1 情景设置

本环评设置四种情景分别模拟库区水环境状况：

情景一（正常运行工况）：流量边界采用不同典型水期的径流；水质边界采用干支流对应水期的补充监测结果的最大值；内源污染边界采用底泥解吸模拟实验结果；面源污染边界采用库区不超标各支沟 As、Fe、Mn 的平均浓度。

情景二（运行多年工况）：在考虑水库运行 20 年、50 年、100 年后，库区泥沙淤积引起库区（类）重金属累积的情景下，预测库区不同水期的 As 浓度空间分布。

情景三（极端来水+运行多年工况）：考虑最不利情景，即水库运行多年泥沙淤积情况下，遭遇水库来水 As 浓度历史最大（62 μg/L）时，预测水库运行初期、20 年、50 年、100 年后库区 As 浓度空间分布。

情景四（平均来水+运行多年工况）：考虑 2015 年 10 月~2019 年 3 月库尾流量及库尾来水中 As 浓度的平均值的情况下，预测水库运行初期、20 年、50 年、100 年后库区 As 浓度空间分布。

### 5.3.2.2.2 污染源预测

#### （1）库周面源污染预测

至预测水平年，库区周边及上游没有规划工矿企业，也没有其他较大的点源污染，仍以面源污染为主。经计算，规划年库周面源污染负荷为 COD 1514.16 t/a、NH<sub>3</sub>-N 52.59t/a、TN 93.98t/a、TP 15.09t/a，库周面源负荷计算详见表 5.3.2-6。

岩石土壤在风化降水淋溶的作用下，As、Fe、Mn 进入水体的途径为通过支流汇入干流，结合库区无温泉支流历年实测水质资料，综合判断降水淋溶作用的源强 As 在 0.0165~0.0320 mg/s，Fe 在 0.0035~1.0625 mg/s，Mn 在 0.0005~0.0735 mg/s。

表 5.3.2-6 宗通卡水库库周面源污染年负荷计算 t/a

类别	COD	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
居民生活污染	42.27	6.42	8.22	0.52
畜禽养殖污染负荷	1427.41	44.32	67.66	10.28
农田径流污染负荷	44.48	1.85	18.1	4.29
合计	1514.16	52.59	93.98	15.09

#### （2）内源污染预测

内源释放包括库区沉积物 As、Fe、Mn 释放及除芒达曲、恩达曲之外库区地下水排泄。

2018年11月，采集果多电站的表层沉积物不同深度的间隙水样品，并利用一维孔隙水扩散模型计算沉积物-水界面微量重金属扩散通量，以分析库区As、Fe、Mn的释放潜能。

As在距果多坝址10km、4km、2km、1km处的释放通量分别为0.273、0.104、0.014、0.034mg/(m<sup>2</sup>·d)。考虑最不利工况，取As内源释放速率为0.27mg/(m<sup>2</sup>·d)，宗通卡水库库底面积约为543.5万m<sup>2</sup>，单位时间总释放量为16.98mg/s。

Fe仅在距果多坝址4km处沉积物中有释放，其扩散通量为0.36mg/(m<sup>2</sup>·d)，单位时间总释放量为22.65mg/s。

Mn在距果多坝址0.5km和2km处沉积物中有释放，其扩散通量分别为0.332和0.847mg/(m<sup>2</sup>·d)。考虑最不利工况，取Mn内源释放速率为0.85mg/(m<sup>2</sup>·d)，单位时间总释放量为53.47mg/s。

### (3) 地下水排泄汇入

通过对恩达曲和芒达曲的As输入量分别进行计算，可以得到不同地层的输入系数（产率）（见表5.3.2-7），并以此为基础，作为典型的产率参数用于估算库区范围砷输入量。

表5.3.2-7 不同地层As产率推荐值（单位：mg/km<sup>2</sup>\*s）

	T <sub>3j</sub>	T <sub>3d</sub>	T <sub>3b</sub>	T <sub>3a</sub>	J <sub>1ch</sub>	J <sub>2d</sub>	J <sub>2t</sub>	J <sub>3x</sub>
地层分类	三叠系地层		三叠系地层		侏罗系地层			
产率最小值	0		0.52		0			
产率最大值	0.64		8.46		0			

表5.3.2-8 坝址到库尾不同地层面积统计（单位：km<sup>2</sup>）

地层	J <sub>1ch</sub>	J <sub>2d</sub>	J <sub>2t</sub>	J <sub>3x</sub>	T <sub>3b</sub>	T <sub>3a</sub>	T <sub>3d</sub>	T <sub>3j</sub>	E <sub>2d</sub>	E <sub>2s</sub>	K <sub>1l</sub>
面积	85.51	15.30	53.07	73.40	51.61	22.29	37.56	0.83	79.31	1.07	9.28

利用地层输出模数算法推算库区As、Fe、Mn输入的总量分别为425.53~649.39mg/s、249.96~3435.59mg/s、20.03~393.49mg/s。按照

最不利原则考虑，除芒达曲、恩达曲之外库区地下水排泄 As、Fe、Mn 负荷为 2.21~40.81mg/s、7.76~607.89mg/s、11.69~162.45mg/s。

### 5.3.2.2.3 正常运行期

#### (1) 边界设置

采用已率定验证后的宗通卡库区三维水质模型，对丰水年（P=10%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=90%）的丰、平、枯水期典型月（8月、11月、2月）情况下库区水质进行预测分析。基于最不利工况考虑，模型流量边界采用典型年流量排频成果，水质边界采用 2015~2019 年各水期干支流水质实测最大值，模型边界设置见表 5.3.2-9。

#### (2) 水质预测结果

本节分析正常运行期不同水期库区水质在平面与垂向分布及沿程变化趋势。

##### 1) 水质平面分布与沿程变化

###### ① As

模拟结果显示，宗通卡库区干流 As 呈现沿程下降的变化规律；受 As 浓度较高的恩达曲、芒达曲汇入影响，汇口下游河段 As 浓度波动较大；而恩达曲下游至坝前 As 沿程较大幅度下降，坝前 As 浓度相对较低。坝前断面丰水年丰、平、枯水期平均 As 浓度为 9.6 $\mu$ g/L、15.3 $\mu$ g/L、7.0 $\mu$ g/L，平水年丰、平、枯水期平均 As 浓度为 5.6 $\mu$ g/L、11.9 $\mu$ g/L、10.1 $\mu$ g/L，枯水年丰、平、枯水期平均 As 浓度为 4.8 $\mu$ g/L、8.0 $\mu$ g/L、6.5 $\mu$ g/L，均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。宗通卡库区平水年不同水期 As 平面分布见图 5.3.2-5，宗通卡水库 As 沿程变化见图 5.3.2-6。

表 5.3.2-9

宗通卡水库正常运行期模型边界条件设置

项目		干流- 库尾	支流-芒 达曲	支流- 恩达曲	库周 mg/s	内源释放 mg/s	库周地下水 侧向补给 mg/s	
流量 (m <sup>3</sup> /s)	丰水年	丰水期(8月)	535	8.55	10.1	/	/	/
		平水期(11月)	146	2.33	2.76	/	/	/
		枯水期(2月)	19.4	0.31	0.37	/	/	/
	平水年	丰水期(8月)	229	3.66	4.32	/	/	/
		平水期(11月)	80	1.28	1.51	/	/	/
		枯水期(2月)	36.7	0.59	0.69	/	/	/
	枯水年	丰水期(8月)	198	3.16	3.74	/	/	/
		平水期(11月)	39.9	0.64	0.75	/	/	/
		枯水期(2月)	16.9	0.27	0.3	/	/	/
泥沙 (mg/L)	丰水期(8月)	1149	1149	1149	1149	/		
	平水期(11月)	204	204	204	204	/		
	枯水期(2月)	59	59	59	59	/		
As (μg/L)	丰水期(8月)	11.7	81	89.1	0.032	16.98	40.81	
	平水期(11月)	17.7	109.2	102.7	0.032	16.98	40.81	
	枯水期(2月)	19.4	116.3	114	0.032	16.98	40.81	
Fe (μg/L)	丰水期(8月)	1366	1343.9	256.5	1.06	22.65	607.89	
	平水期(11月)	1110	200.6	235.2	1.06	22.65	607.89	
	枯水期(2月)	455	525.9	254	1.06	22.65	607.89	
Mn (μg/L)	丰水期(8月)	139.5	467.2	12	0.074	53.47	162.45	
	平水期(11月)	189.4	85.6	36.2	0.074	53.47	162.45	
	枯水期(2月)	26.7	26.5	24.4	0.074	53.47	162.45	
COD (mg/L)	丰水期(8月)	10	10	10	8.24	/	/	
	平水期(11月)	10	10	10	8.24	/	/	
	枯水期(2月)	10	10	10	8.24	/	/	
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	丰水期(8月)	0.1	0.1	0.1	0.1	/	/	
	平水期(11月)	0.05	0.05	0.05	0.03	/	/	
	枯水期(2月)	0.12	0.12	0.12	0.03	/	/	
TP (mg/L)	丰水期(8月)	0.01	0.01	0.01	0.01	/	/	
	平水期(11月)	0.01	0.01	0.01	0.01	/	/	
	枯水期(2月)	0.01	0.01	0.01	0.01	/	/	
TN (mg/L)	丰水期(8月)	0.81	0.39	0.39	0.22	/	/	
	平水期(11月)	0.65	0.41	0.38	0.22	/	/	
	枯水期(2月)	0.64	0.35	0.35	0.22	/	/	

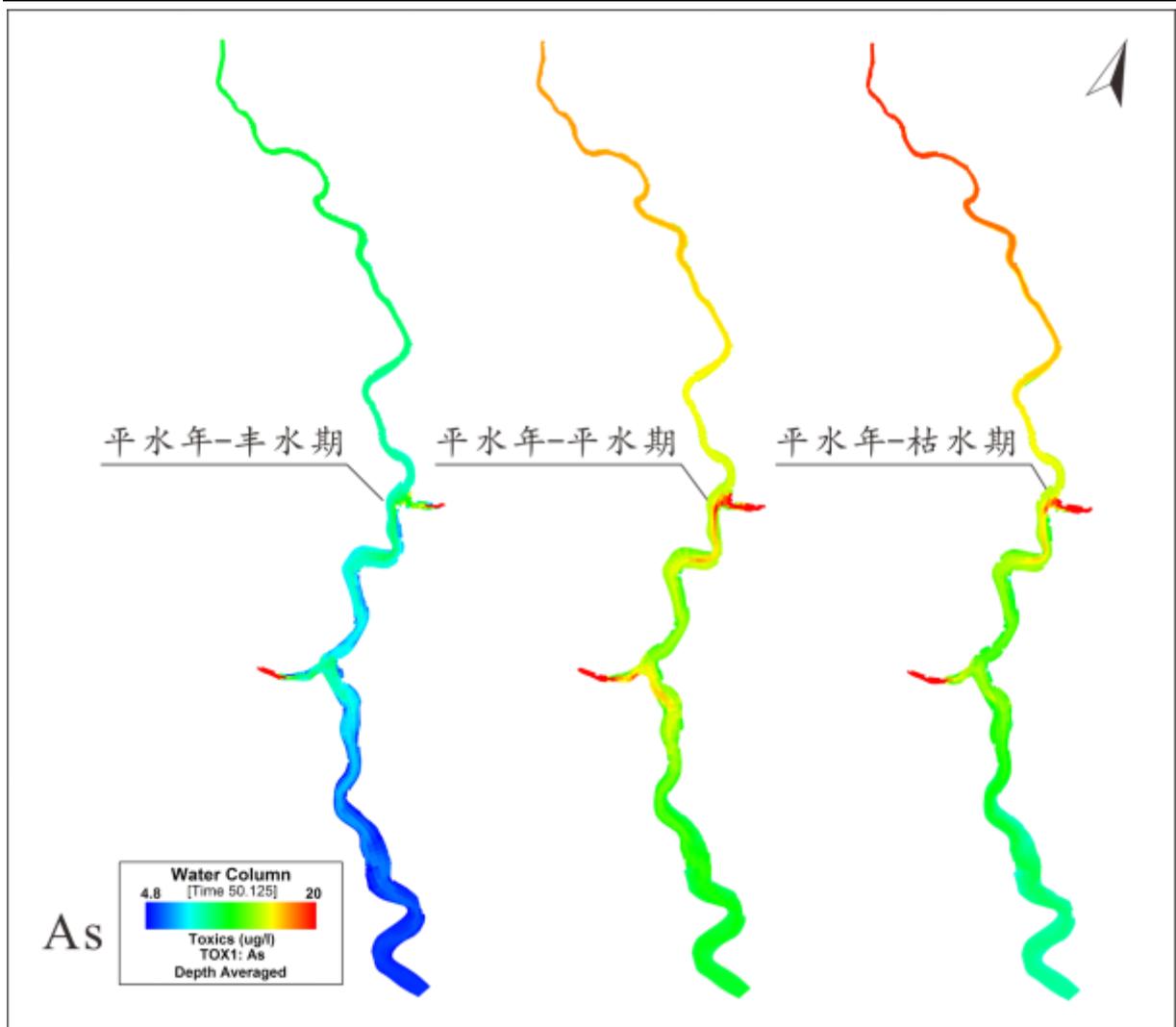


图 5.3.2-5 宗通卡库区平水年不同水期 As 平面分布

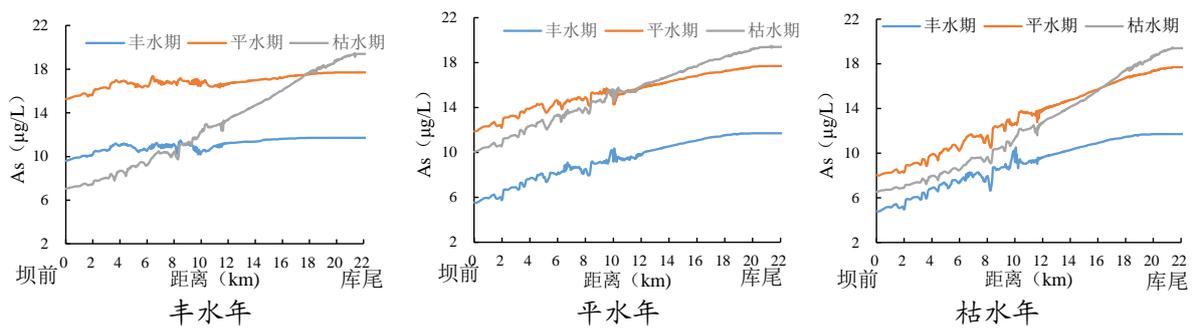


图 5.3.2-6 宗通卡水库不同水平年 As 沿程变化

② Fe

宗通卡库区干流 Fe 呈现显著下降趋势，由于芒达曲、恩达曲 Fe 浓度与干流差别不大，两条支流的汇入并未引起库区干流 Fe 浓度大幅变化。坝

前断面丰水年丰、平、枯水期平均 Fe 浓度为 892.7 $\mu\text{g/L}$ 、782.3 $\mu\text{g/L}$ 、49.9 $\mu\text{g/L}$ ，平水年丰、平、枯水期平均 Fe 浓度为 441.7 $\mu\text{g/L}$ 、595.2 $\mu\text{g/L}$ 、130.7 $\mu\text{g/L}$ ，枯水年丰、平、枯水期平均 Fe 浓度为 401.9 $\mu\text{g/L}$ 、373.3 $\mu\text{g/L}$ 、38.4 $\mu\text{g/L}$ ；受来水高浓度 Fe 含量影响，坝前 Fe 浓度仍超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值。宗通卡库区平水年不同水期 Fe 平面分布见图 5.3.2-7，Fe 沿程变化见图 5.3.2-8。

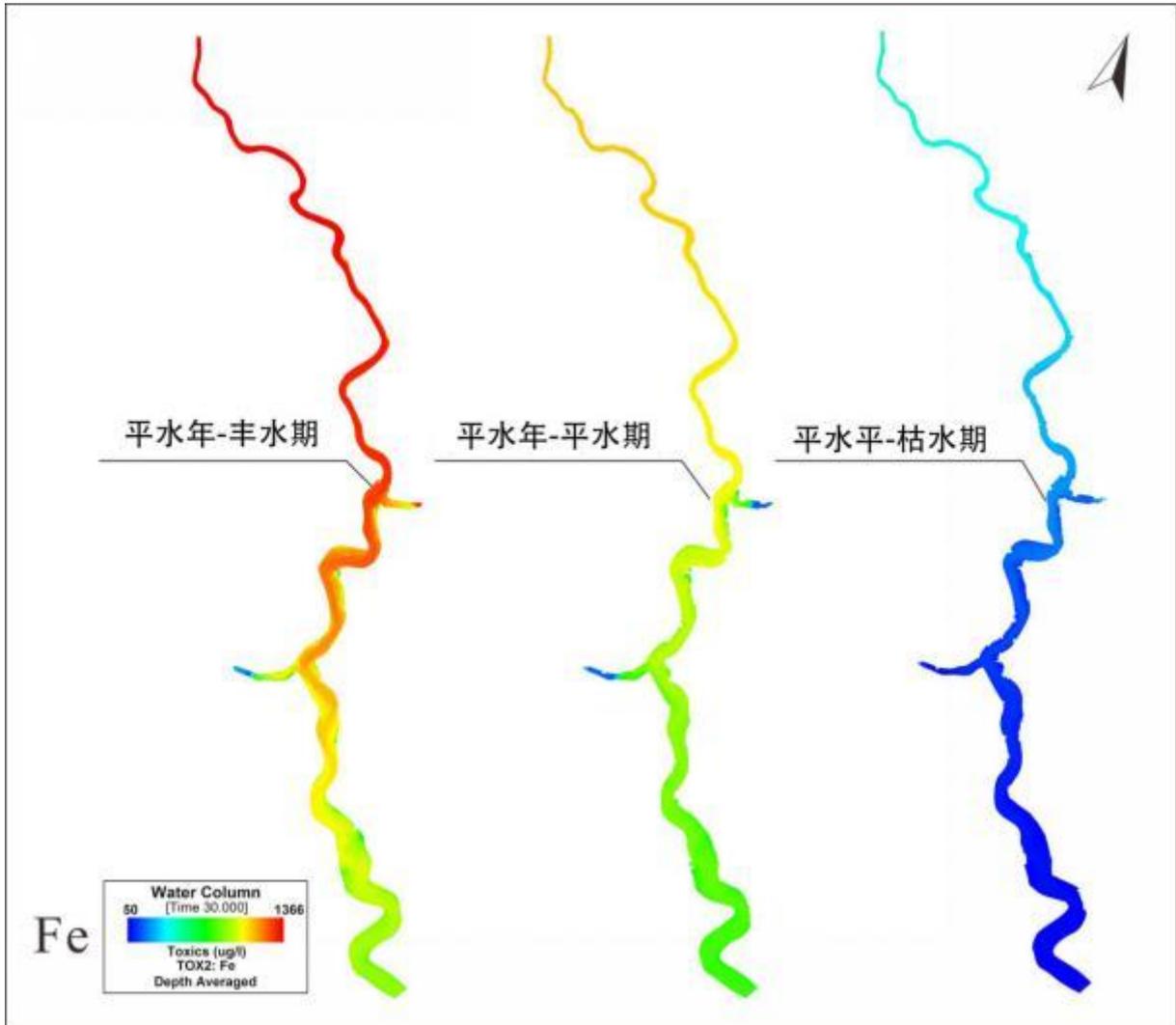


图 5.3.2-7 宗通卡库区平水年不同水期 Fe 平面分布

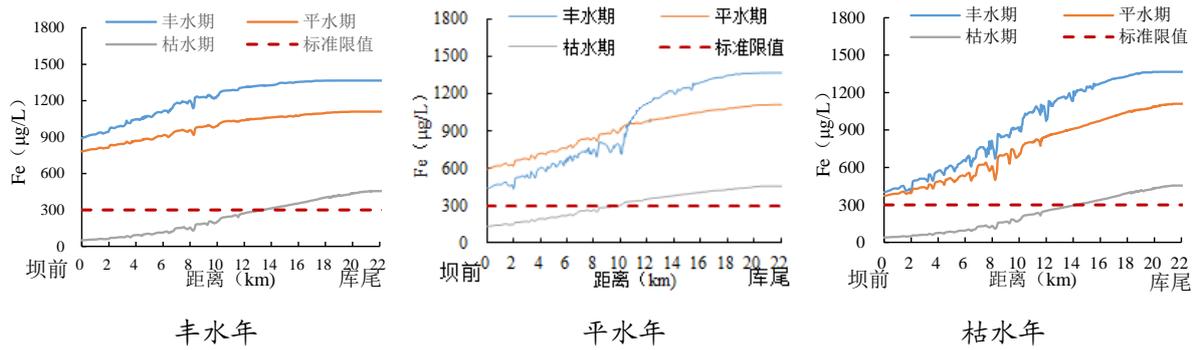


图 5.3.2-8 宗通卡水库不同水平年 Fe 沿程变化

### ③ Mn

与 Fe 平面分布规律类似，宗通卡库区干流 Mn 呈现沿程波动下降的规律，恩达曲、芒达曲汇入对于干流河段 Mn 浓度影响较小。坝前断面丰水年丰、平、枯水期平均 Mn 浓度为 95.1 $\mu\text{g/L}$ 、136.7 $\mu\text{g/L}$ 、6.7 $\mu\text{g/L}$ ，平水年丰、平、枯水期平均 Mn 浓度为 55.0 $\mu\text{g/L}$ 、106.5 $\mu\text{g/L}$ 、10.7 $\mu\text{g/L}$ ，枯水年丰、平、枯水期平均 Mn 浓度为 47.9 $\mu\text{g/L}$ 、70.4 $\mu\text{g/L}$ 、6.1 $\mu\text{g/L}$ ；受来水高浓度 Mn 含量影响，丰水年和平水年的平水期坝前 Mn 浓度超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值。宗通卡库区平水年不同水期 Mn 平面分布见图 5.3.2-9，沿程变化见图 5.3.2-10。

### ④ COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP

由于水库干、支流入库水质较好，库周面源污染负荷低，正常运行期水库水体中常规水质指标 COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 均满足地表水 III 类标准。宗通卡库区平水期水质指标平面分布见图 5.3.2-11。

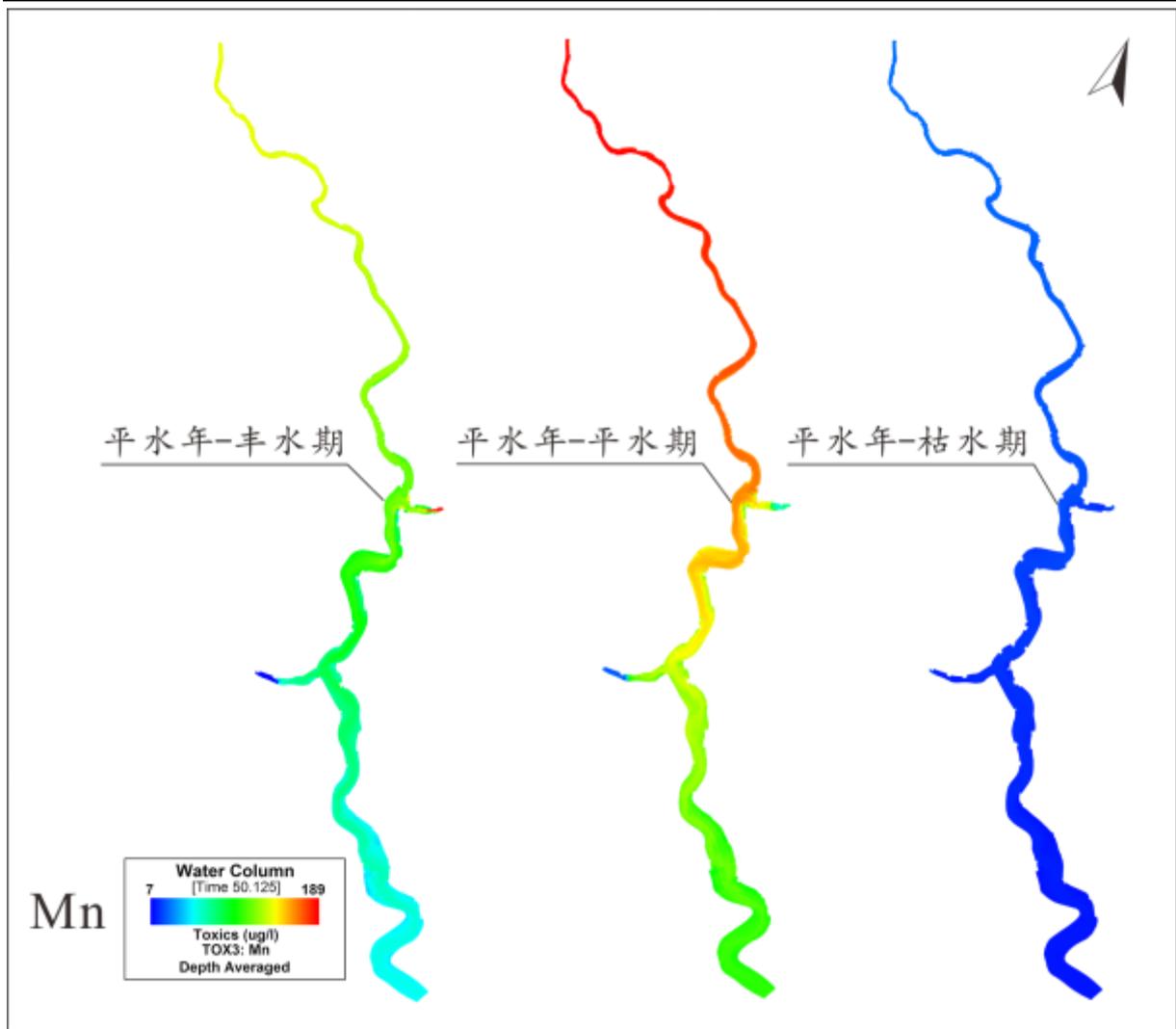


图 5.3.2-9 宗通卡库区平水年不同水期 Mn 平面分布

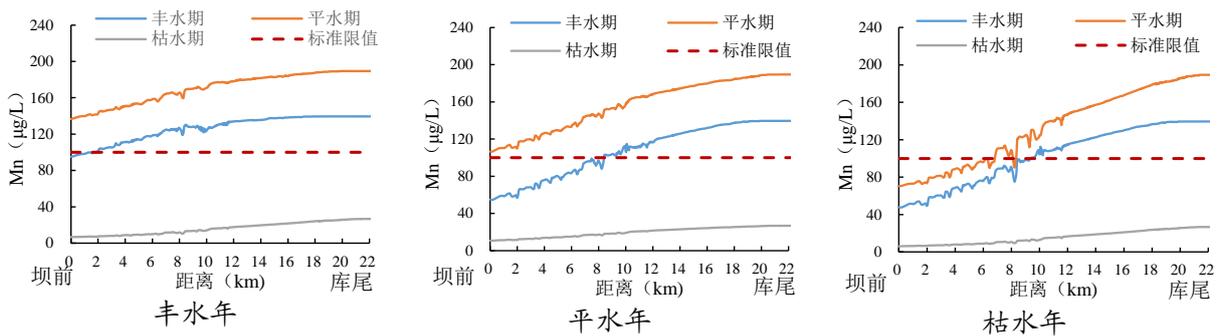
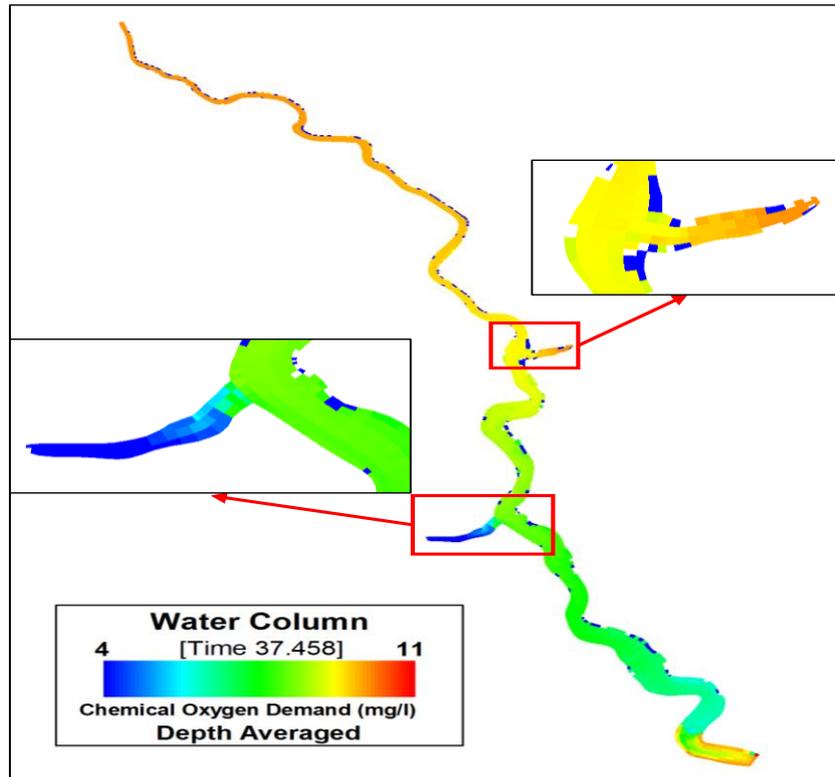
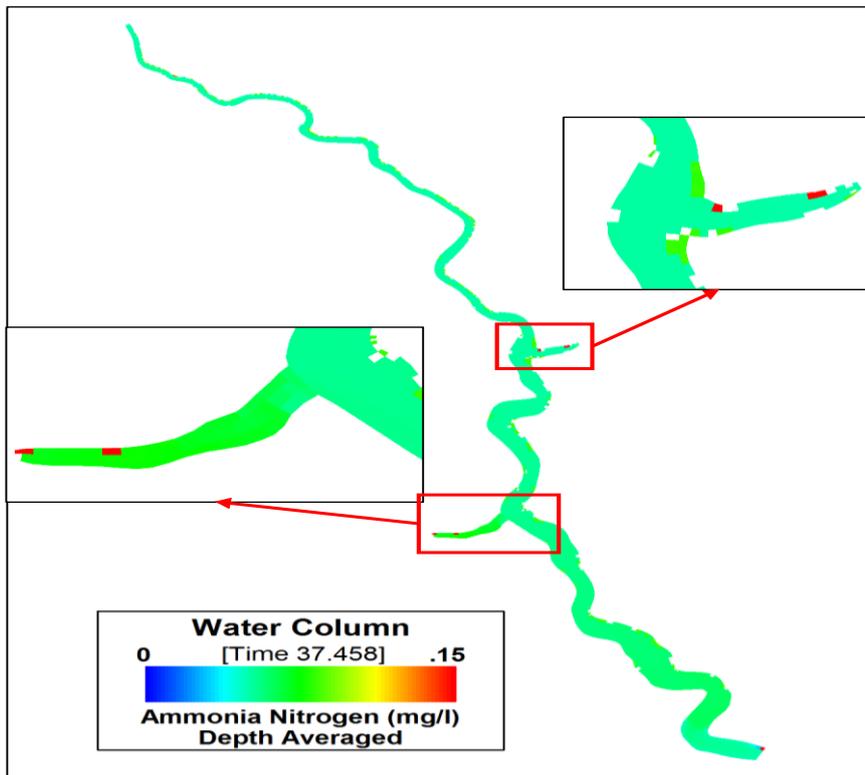


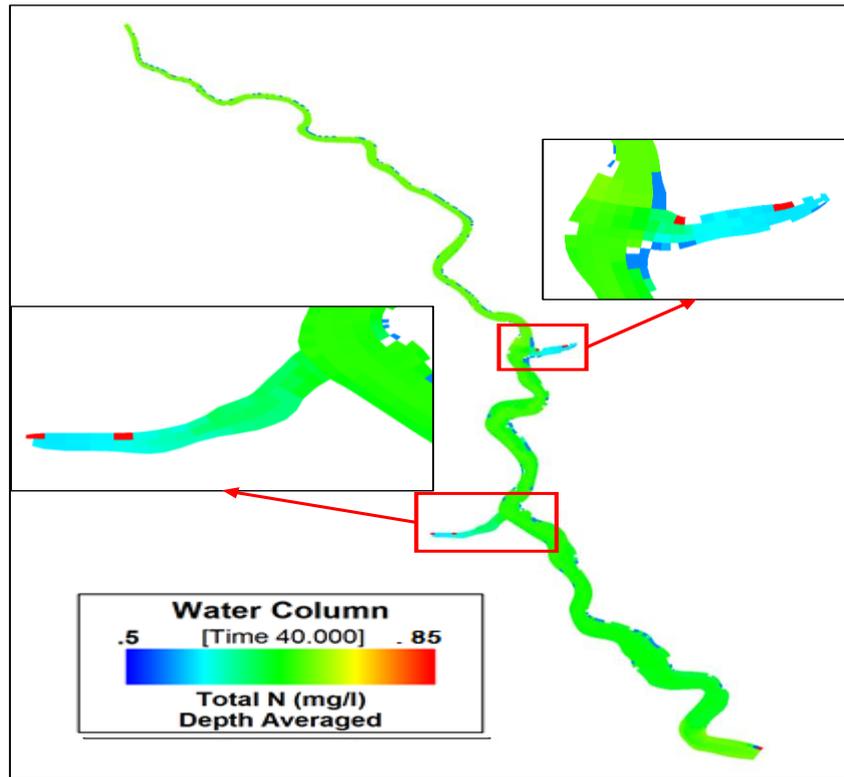
图 5.3.2-10 宗通卡水库不同水平年 Mn 沿程变化



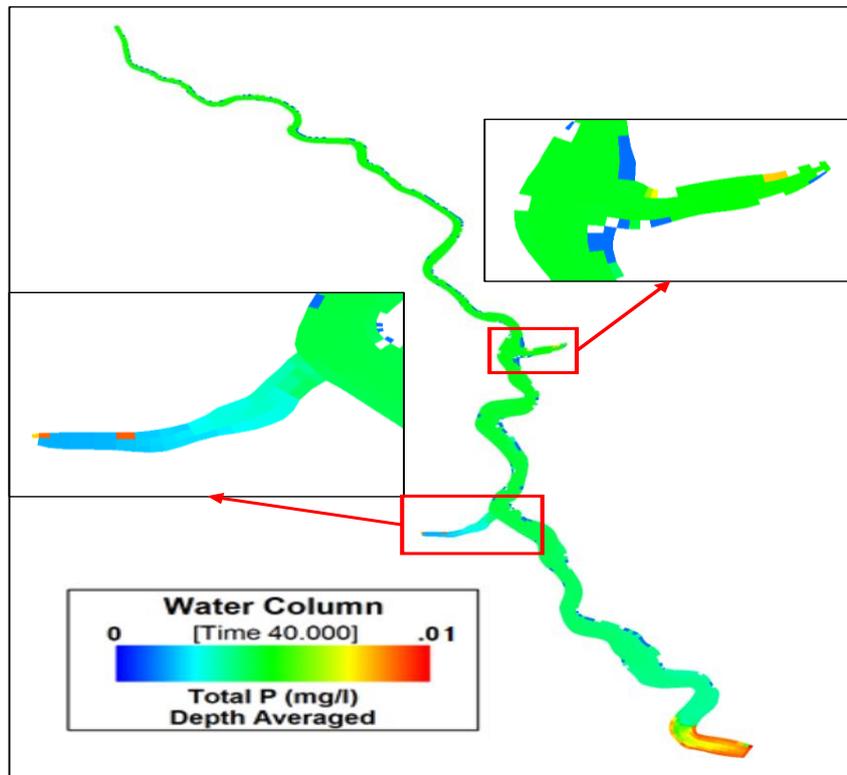
COD



$\text{NH}_3\text{-N}$



TN



TP

图 5.3.2-11 宗通卡库区枯水年平水期水质平面分布

## 2) 水质垂向分布

### ① As

宗通卡水库运行期坝前 500m 断面 As 垂向分布见图 5.3.2-12。由图可知，不同水平年丰、平、枯水期坝前 500m 断面 As 垂向基本混合均匀，浓度范围在 4.5~15.5 $\mu\text{g/L}$  之间，满足 III 类水标准（50  $\mu\text{g/L}$ ）。

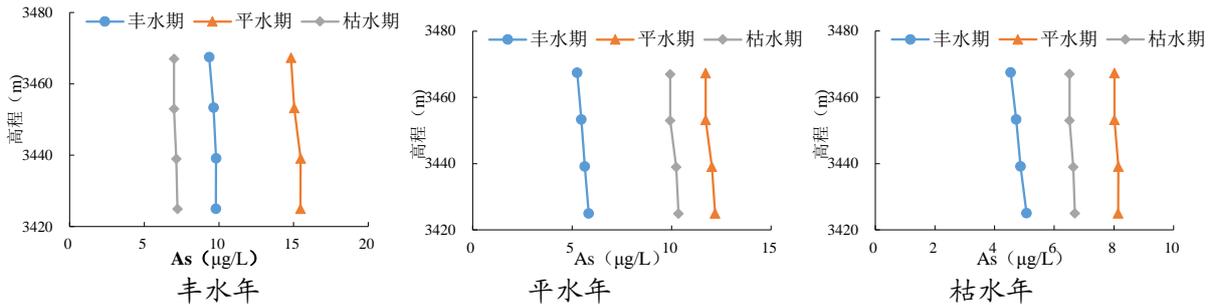


图 5.3.2-12 宗通卡水库坝前 500m 断面 As 垂向分布

### ② Fe

宗通卡水库运行期坝前 500m 断面 Fe 垂向分布呈现由表层至底层略微增大的规律。不同水平年坝前 Fe 浓度范围在 37.3~909.6 $\mu\text{g/L}$  之间，受来水 Fe 含量偏高影响，坝前 Fe 浓度超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值（300  $\mu\text{g/L}$ ）。水库运行期坝前 500m 断面 Fe 垂向分布见图 5.3.2-13。

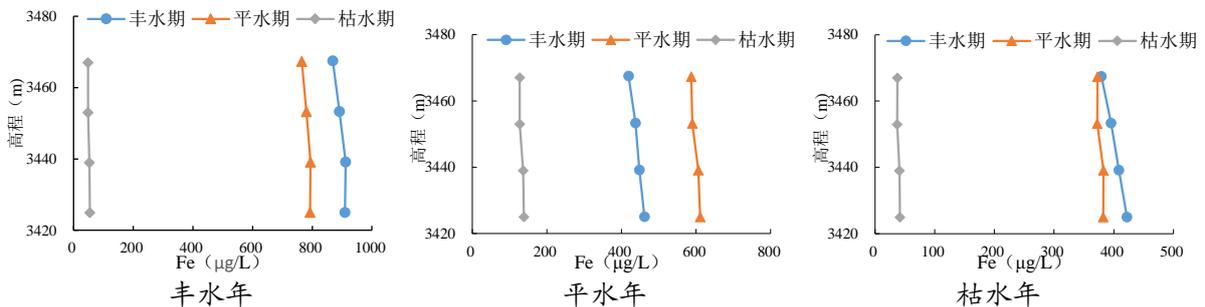


图 5.3.2-13 宗通卡水库坝前 500m 断面 Fe 垂向分布

### ③ Mn

宗通卡水库运行期坝前 500m 断面 Mn 垂向分布见图 5.3.2-14。由图可知，Mn 垂向分布呈现由表层至底层增加的规律，不同水平年坝前 500m 断面 Mn 浓

度范围在 6.1 ~ 138.5 ug/L 之间，受部分时段来水 Mn 含量偏高影响，坝前 Mn 浓度超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值（100ug/L）。

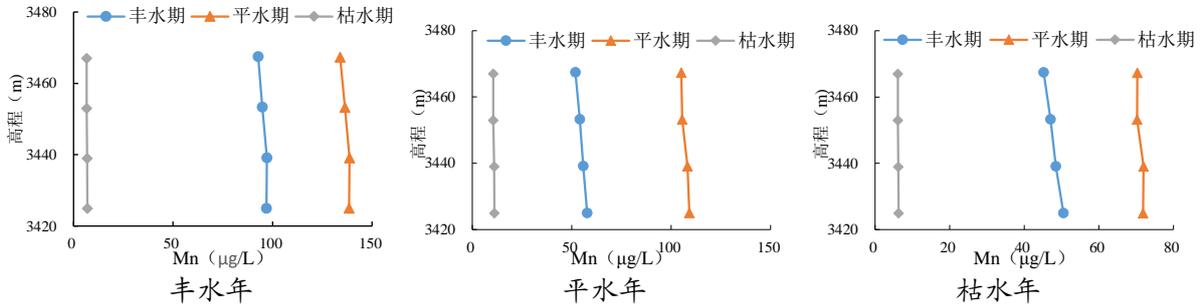


图 5.3.2-14 宗通卡水库坝前 500m 断面 Mn 垂向分布

④ COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP

宗通卡正常运行时，枯水年（P=90%）的丰、平、枯水期宗通卡坝前断面 COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 浓度分别为 5.9 ~ 10mg/L、0.047 ~ 0.120mg/L、0.60 ~ 0.77mg/L、0.001 ~ 0.022mg/L，均满足III类水标准。其中，表层水体至底层水体的 COD、TP 浓度呈现明显减小的变化规律，NH<sub>3</sub>-N、TN 垂向基本混合均匀。坝前 500m 断面 COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 的垂向分布图见图 5.3.2-15。

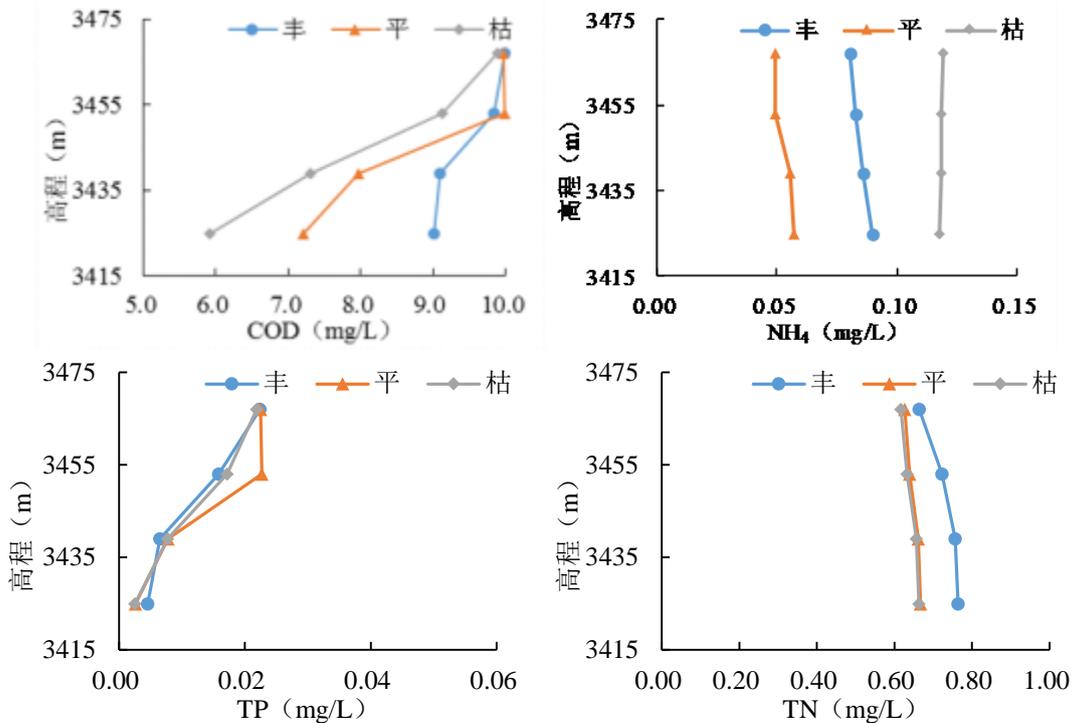


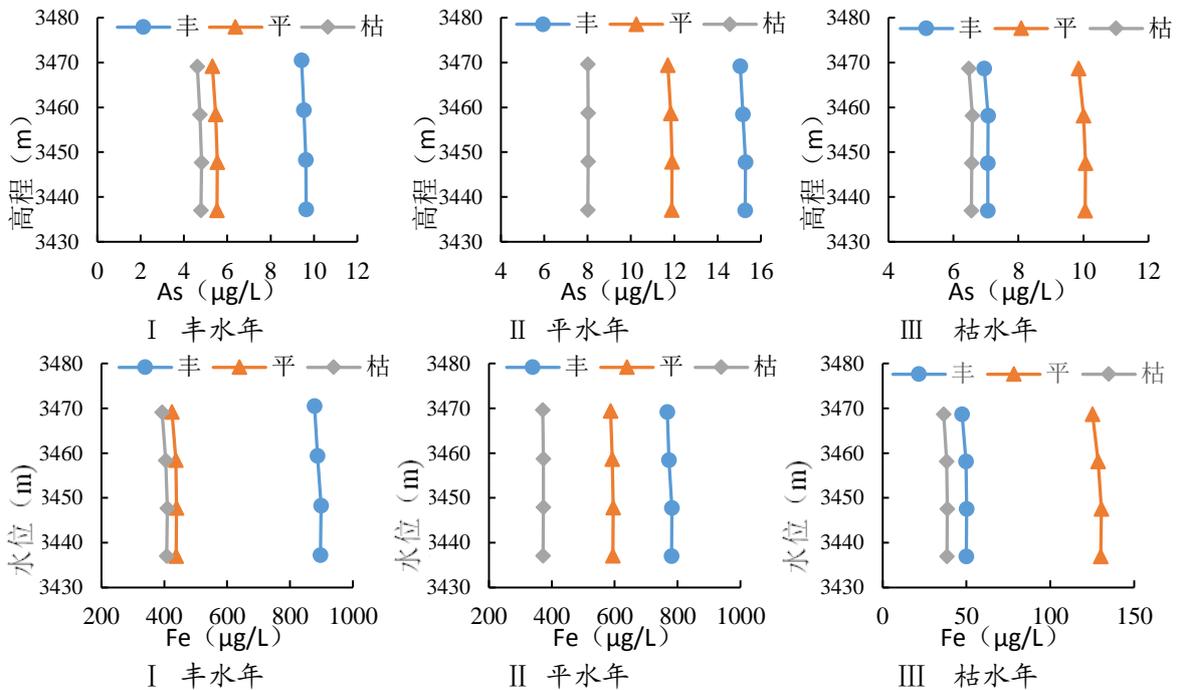
图 5.3.2-15 宗通卡坝前 500m 断面枯水年不同水期 COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 垂向分布

### (3) 坝前取水口处水质预测

宗通卡水库正常运行期，坝前取水口处各指标浓度垂向分布见图 5.3.2-16。

经分析可知，枯水年取水口处三个水期 As、Fe、Mn 垂向分布均匀，各水深浓度几乎一致；三个水期取水口处 As 的浓度范围为 4.8~15.2 $\mu\text{g/L}$ ，满足地表水 II 类标准；Fe 的浓度范围为 36.5~897.0 $\mu\text{g/L}$ ，丰水期和平水期在来水 Fe 浓度较大时超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值；Mn 的浓度范围为 6.0~136.6 $\mu\text{g/L}$ ，平水期在来水 Mn 浓度较大时超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值。

取水口处 COD、TN、TP 垂向分布由表层至底层略有减小；NH<sub>3</sub>-N 垂向分布均匀。COD 浓度范围为 9.7~10.0 $\text{mg/L}$ 、NH<sub>3</sub>-N 浓度范围为 0.05~0.12 $\text{mg/L}$ 、TN 浓度范围为 0.858~0.866 $\text{mg/L}$ 、TP 浓度范围为 0.009~0.011 $\text{mg/L}$ ，其中 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 均满足地表水 II 类标准，TN 超过地表水 II 类标准但满足地表水 III 类标准。



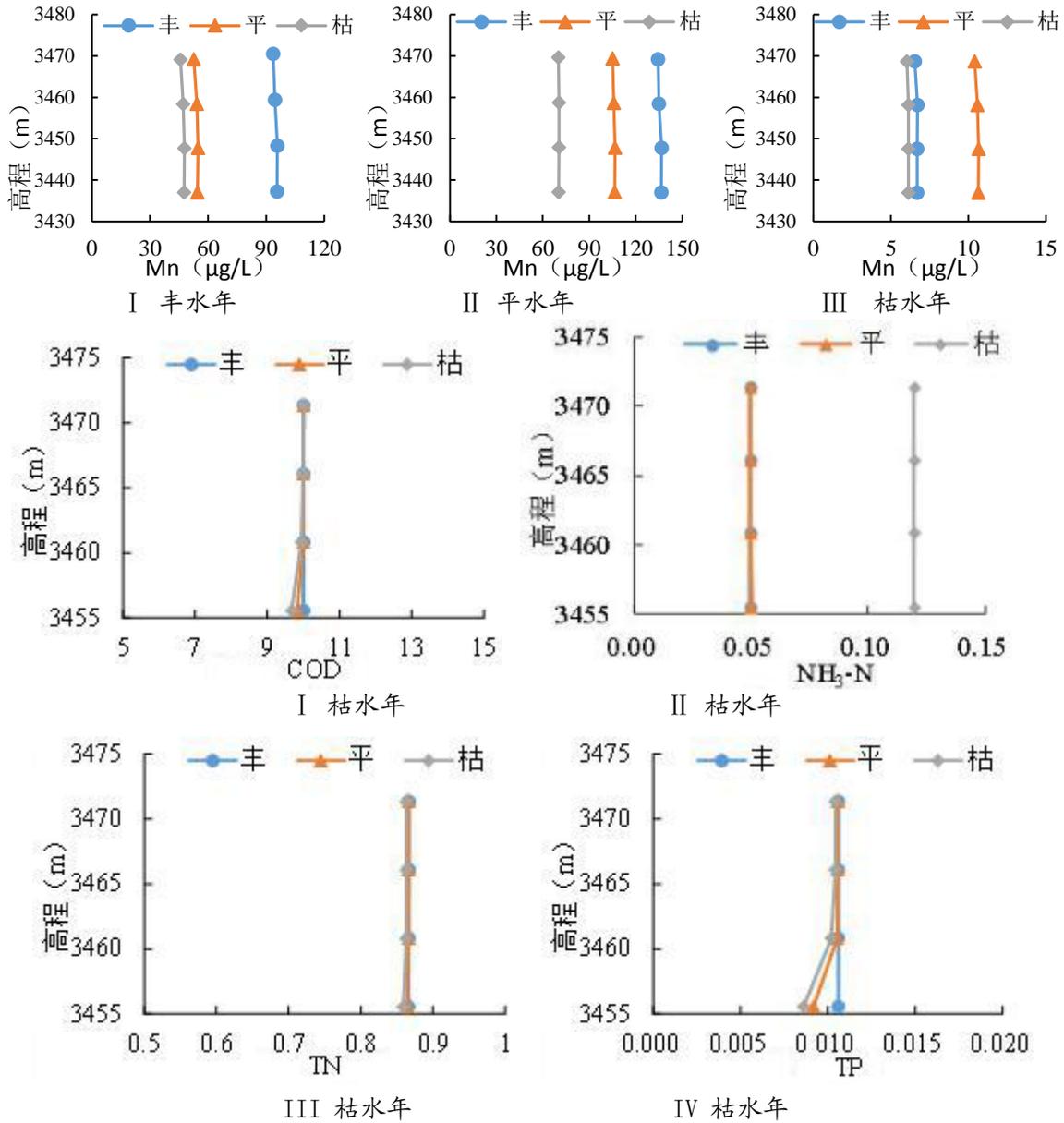


图 5.3.2-16 宗通卡正常运行期坝前取水口各水质指标垂向分布 (μg/L)

### (3) 与果多电站库区水质的类比分析

根据 2018 年 11 月果多电站库区水质监测结果，库尾断面水体中 As、Fe 和 Mn 的浓度分别为 11.70μg/L、123.75μg/L 和 7.20μg/L，明显高于坝前断面的浓度（分别为 2.3μg/L、57.8μg/L 和 2.84μg/L）。由于成库后流速变缓，泥沙被拦截，As、Fe 和 Mn 沿程被吸附沉降，果多水库库尾到坝前 As、Fe 和 Mn 浓度呈降低趋势。果多水库沉积物中 As、Fe、Mn 含量分布与

水体中浓度呈相反趋势，即果多坝前沉积物中的 As、Fe、Mn 浓度高于库尾沉积物中的浓度，进一步说明水体中 As、Fe、Mn 在坝前逐渐被泥沙吸附沉降。

果多电站与宗通卡水利枢纽均处于高背景环境地质条件，且成库后的库区水文情势变化趋势相似，因此，库区水体中 As、Fe、Mn 的变化趋势也相似，即成库后库区水体中 As、Fe、Mn 的浓度将沿程降低，而沉积物中的 As、Fe、Mn 的浓度则沿程升高。

#### 5.3.2.2.4 运行多年 (As)

##### (1) 库区底泥 As 累积分布

##### 1) 不同运行年限下库区泥沙淤积情况

根据预测，水库运行 20 年、50 年、100 年末，不同粒径范围内的泥沙淤积量见表 5.3.2-10。

表 5.3.2-10 水库运行多年后不同粒径泥沙淤积预测表 单位：万 m<sup>3</sup>

时间	库区悬移质泥沙淤积总量	不同粒径范围内的泥沙淤积总量			
		1 ~ 0.5mm	0.5 ~ 0.25mm	0.25mm ~ 0.062mm	<0.062mm
运行 20 年末	2646.6	40.8	76.9	580.4	1948.5
运行 50 年末	6007.1	102.4	204.6	1449.9	4250.2
运行 100 年末	10222.5	224	439.3	2791.5	6767.7

##### 2) 沉积物中 As 的含量

采用昂曲干流已建昌都电站的库区沉积物作为类比。通过采集昌都电站坝前 500 m 处沉积物，分析不同粒径沉积物中 As 的含量。不同粒径沉积物中 As 的含量见表 5.3.2-11，总体看来，昌都电站坝前 500 m 沉积物中，不同粒径中 As 的含量约为 21.38 ~ 23.59 mg/kg，随着粒径增加，As 的含量略有下降。

表 5.3.2-11 昌都电站坝前 500m 处沉积物分粒径重金属含量数据检测结果

采样点名称	粒径范围	As 含量
昌都电站坝前 500m 处	<63 $\mu\text{m}$	23.59 mg/kg
	63 $\mu\text{m}$ ~ 250 $\mu\text{m}$	23.56 mg/kg
	250 $\mu\text{m}$ ~ 500 $\mu\text{m}$	21.41 mg/kg
	500 $\mu\text{m}$ ~ 2000 $\mu\text{m}$	21.38 mg/kg

## 3) 沉积物中 As 的总淤积量

采用昌都电站库区的沉积物与宗通卡水库进行类比，利用宗通卡水库运行 20 年末、50 年末和 100 年末的泥沙淤积预测成果，结合昌都电站库区中不同粒径范围的沉积物中 As 的含量检测结果，得出宗通卡水库运行 20 年末、50 年末和 100 年末 As 的淤积量，见表 5.3.2-12 和图 5.3.2-17。

计算结果表明，水库运行 20 年末、50 年末和 100 年末，沉积物中 As 的累积淤积量分别为 808t、1833t 和 3115t，累积淤积量呈明显上升趋势。

表 5.3.2-12 宗通卡水利枢纽运行多年的 As 累积淤积量

距坝里程 (km)	As 的累积淤积量 (t)		
	运行 20 年末	运行 50 年末	运行 100 年末
24.3-22.15	--	--	1.4
22.15-21.14	--	--	0.9
21.14-19.93	16.5	18.8	21.4
19.93-18.16	34.6	41.5	45.6
18.16-16.48	48.3	56.0	62.0
16.48-14.85	87.0	97.9	109.1
14.85-13.03	149.5	175.7	201.3
13.03-10.71	109.2	352.1	376.7
10.71-8.43	74.3	211.4	242.0
8.43-6.85	194.7	590.7	1035.6
6.85-3.2	76.0	230.7	827.8
3.2-0.98	17.9	58.1	191.3
总计	808	1833	3115

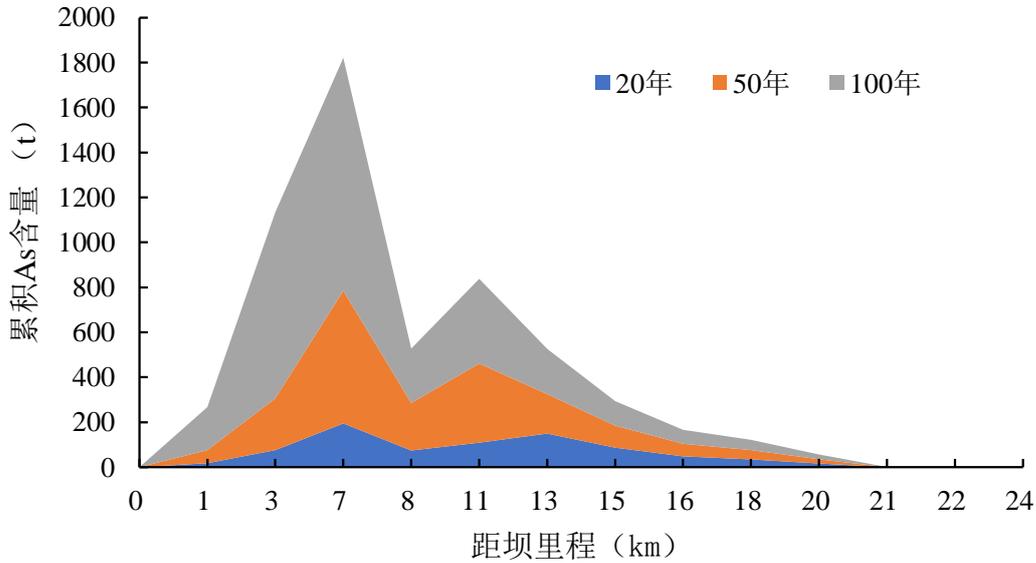


图 5.3.2-17 不同运行年限水库沉积物 As 累积淤积量沿程分布

4) 表层 5cm 沉积物 As 的淤积量

根据宗通卡水库运行 20 年末、50 年末和 100 年末表层 5cm 泥沙淤积预测结果，结合昌都电站库区中不同粒径范围沉积物中 As 的含量检测结果，得出宗通卡水库运行 20 年末、50 年末和 100 年末 As 的表层 5cm 的淤积量，见表 5.3.2-13 和图 5.3.2-18。计算结果表明，水库运行 20 年末、50 年末和 100 年末表层 5cm 泥沙中 As 的淤积量分别为 8.3 t、8.6 t 和 9.0t，随着年份的增加，As 的淤积量呈现略微升高的趋势。

表 5.3.2-13

宗通卡水利枢纽多年运行表层 5cm 的 As 累积淤积量

距坝里程 (km)	表层 5cmAs 的累积淤积量 (t)		
	运行 20 年末	运行 50 年末	运行 100 年末
24.3-22.15	--	--	0.1
22.15-21.14	--	--	0.1
21.14-19.93	0.2	0.2	0.2
19.93-18.16	0.2	0.3	0.3
18.16-16.48	0.3	0.3	0.3
16.48-14.85	0.4	0.5	0.5
14.85-13.03	0.7	0.8	0.8
13.03-10.71	0.9	0.9	1.0
10.71-8.43	0.7	0.7	0.8
8.43-6.85	2.8	2.8	2.9
6.85-3.2	1.7	1.7	1.6
3.2-0.98	0.5	0.5	0.5
总计	8.3	8.6	9.0

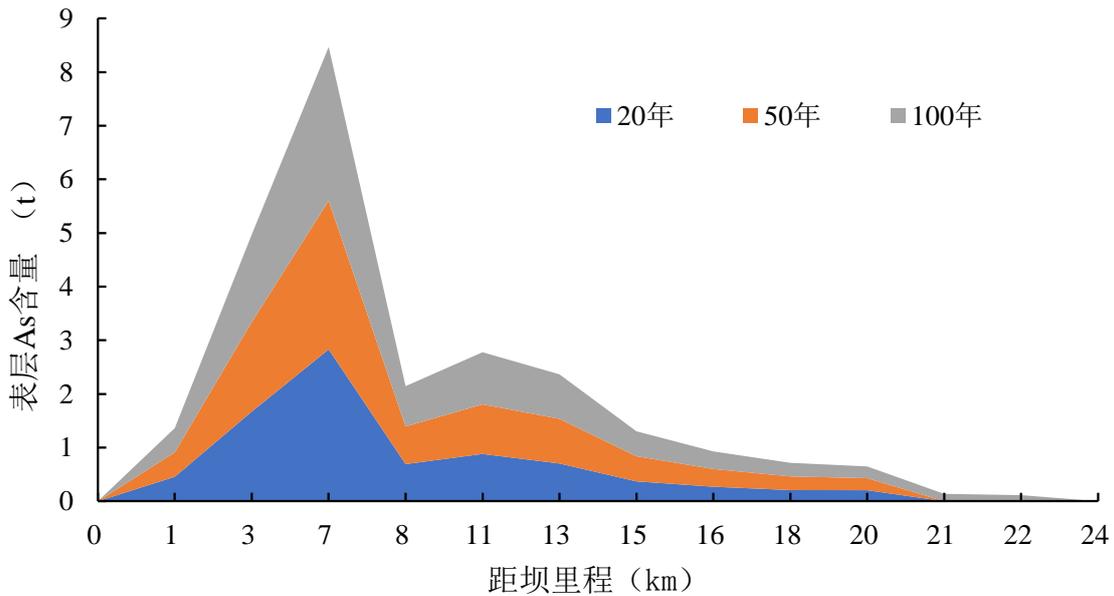


图 5.3.2-18 不同运行年限水库表层 5cm 沉积物 As 累积淤积量沿程分布

(2) 水质预测分析

1) 边界条件

模型的边界条件包括干流和支流的入库水沙水质条件以及出库水位条件。其中干流、支流入库水沙水质条件与 5.3.2.2.3 节一致，出库水位条

件为正常蓄水位 3474m，见表 5.3.2-14。

表 5.3.2-14 宗通卡库区泥沙淤积 20、50、100 年末 As 模拟的边界条件

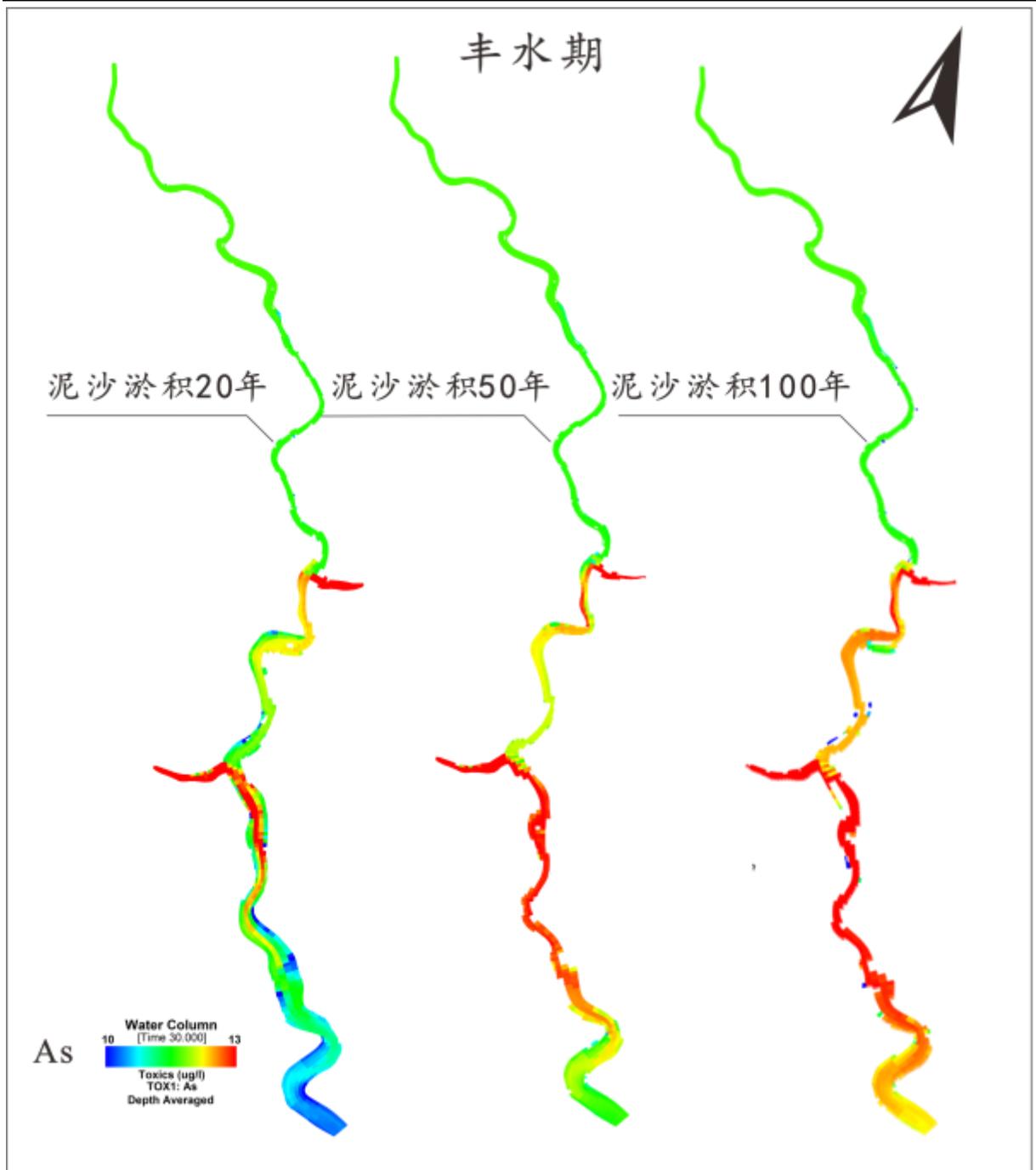
边界位置	干流-库尾			支流-芒达曲			支流-恩达曲			库周面源 (mg/s)	内源释放 (mg/s)	库周地下 水侧向补 给 mg/s
	丰	平	枯	丰	平	枯	丰	平	枯			
模拟时期												
流量(m <sup>3</sup> /s)	535	146	19.4	8.55	2.33	0.31	10.10	2.76	0.37	-	-	-
泥沙 (mg/L)	1149	204	59	1149	204	59	1149	204	59	-	-	-
As (μg/L)	11.7	17.7	19.4	81.0	109.2	116.3	89.1	102.7	114.0	0.032	16.98	40.81
边界条件 选取说明	<b>流量:</b> 分别取丰水年(P=10%)丰平枯水期的典型月(8、11、2月)流量; <b>含沙量:</b> 不同水期多年月平均含沙量; <b>水质:</b> 分别采用干流-库尾各水期 As 历次监测最大值			<b>流量:</b> 采用水文比拟法根据库尾流量推算; <b>含沙量:</b> 降水、地质地貌与库区一致,含沙量与库尾一致; <b>水质:</b> 采用芒达曲汇入口各水期 As 历次监测最大值减去泉水导排的最小值			<b>流量:</b> 采用水文比拟法根据库尾流量推算; <b>含沙量:</b> 降水、地质地貌与库区一致,含沙量与库尾一致; <b>水质:</b> 采用恩达曲汇入口各水期 As 历次监测最大值减去泉水导排的最小值			岩石土壤在风化降水淋溶的作用下,通过支流汇入干流,以库区无温泉支流历年实测水质资料作为库周面源负荷	根据 FICK 定律计算的释放速率; 根据地层输出模数计算地下水排泄	根据地层输出模数计算库周地下水排泄

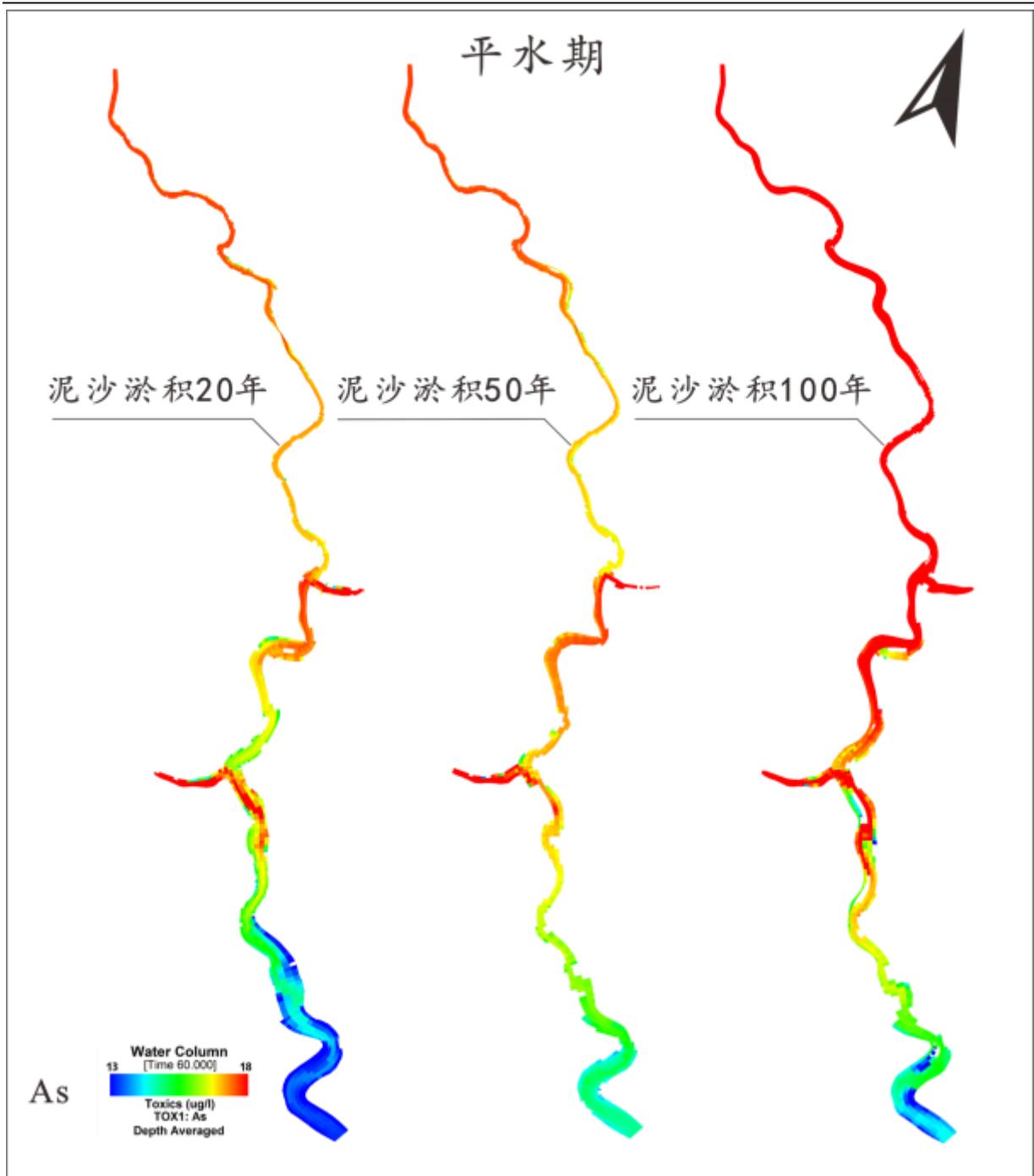
## 2) 模拟结果

针对宗通卡水库运行后，模拟泥沙淤积 20、50、100 年后丰水年的丰水期、平水期、枯水期库区 As 浓度的分布，分析平面分布与沿程变化规律、垂向分布规律等。

### ① 平面分布与沿程变化规律

模拟结果显示，不同泥沙淤积下宗通卡库区干流 As 均呈现沿程波动下降的变化规律，见图 5.3.2-19 和图 5.3.2-20。丰、平、枯水期，库区均表现为丰水期和平水期库尾至芒达曲汇入口 As 浓度变化较小，枯水期则变化相对较大；芒达曲和恩达曲汇入后，干流 As 浓度升高。坝前 3km 内 As 浓度沿程下降，坝前 As 浓度相对较低。丰水期泥沙淤积 20、50、100 年坝前 As 浓度分别为 10.41μg/L、11.61μg/L、12.49μg/L；平水期泥沙淤积 20、50、100 年坝前 As 浓度分别为 13.26μg/L、14.79μg/L、16.32μg/L；枯水期泥沙淤积 20、50、100 年坝前 As 浓度分别为 7.59μg/L、8.97μg/L、10.35μg/L。





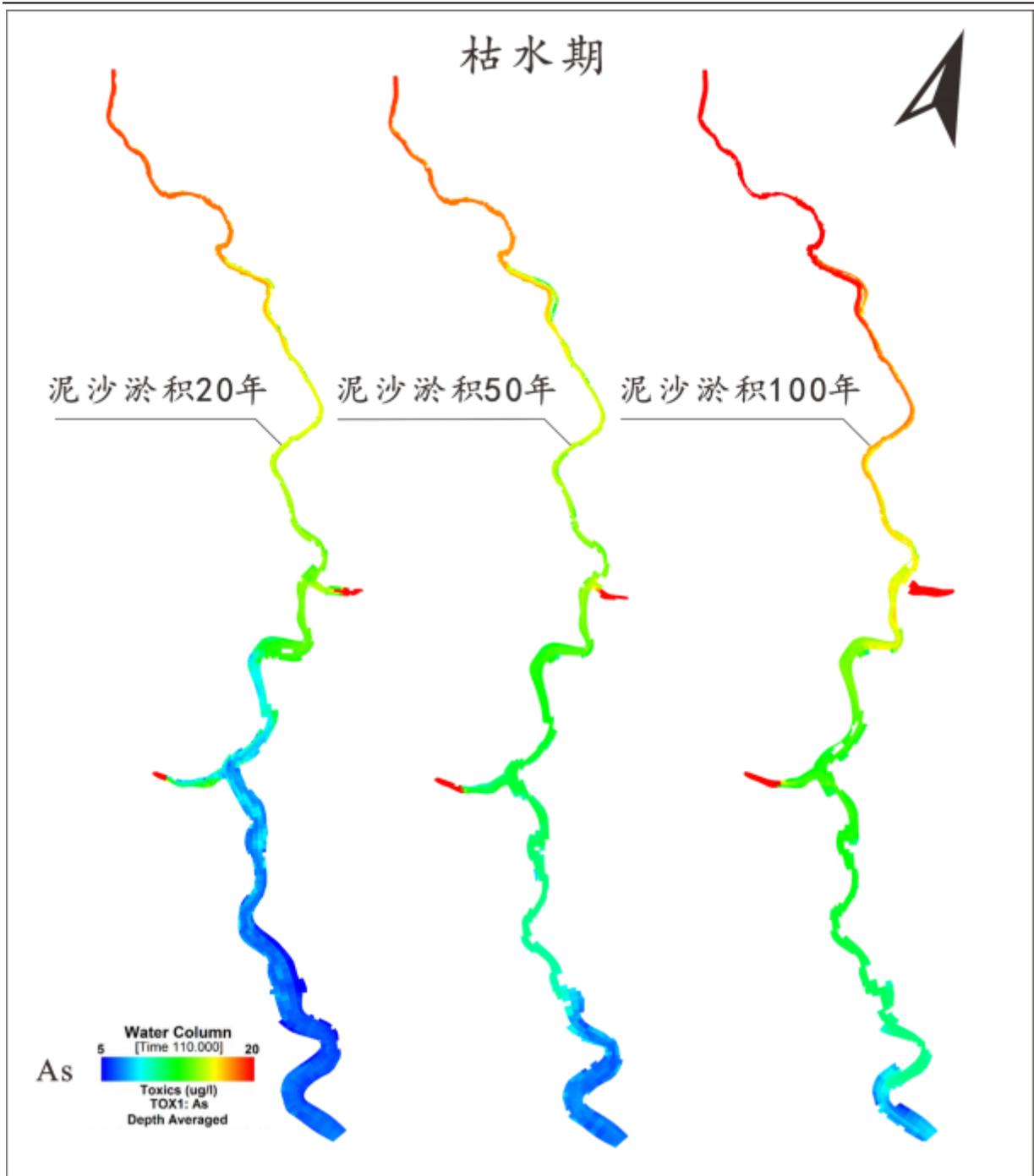


图 5.3.2-19 宗通卡库区泥沙淤积 20、50、100 年 As 平面分布

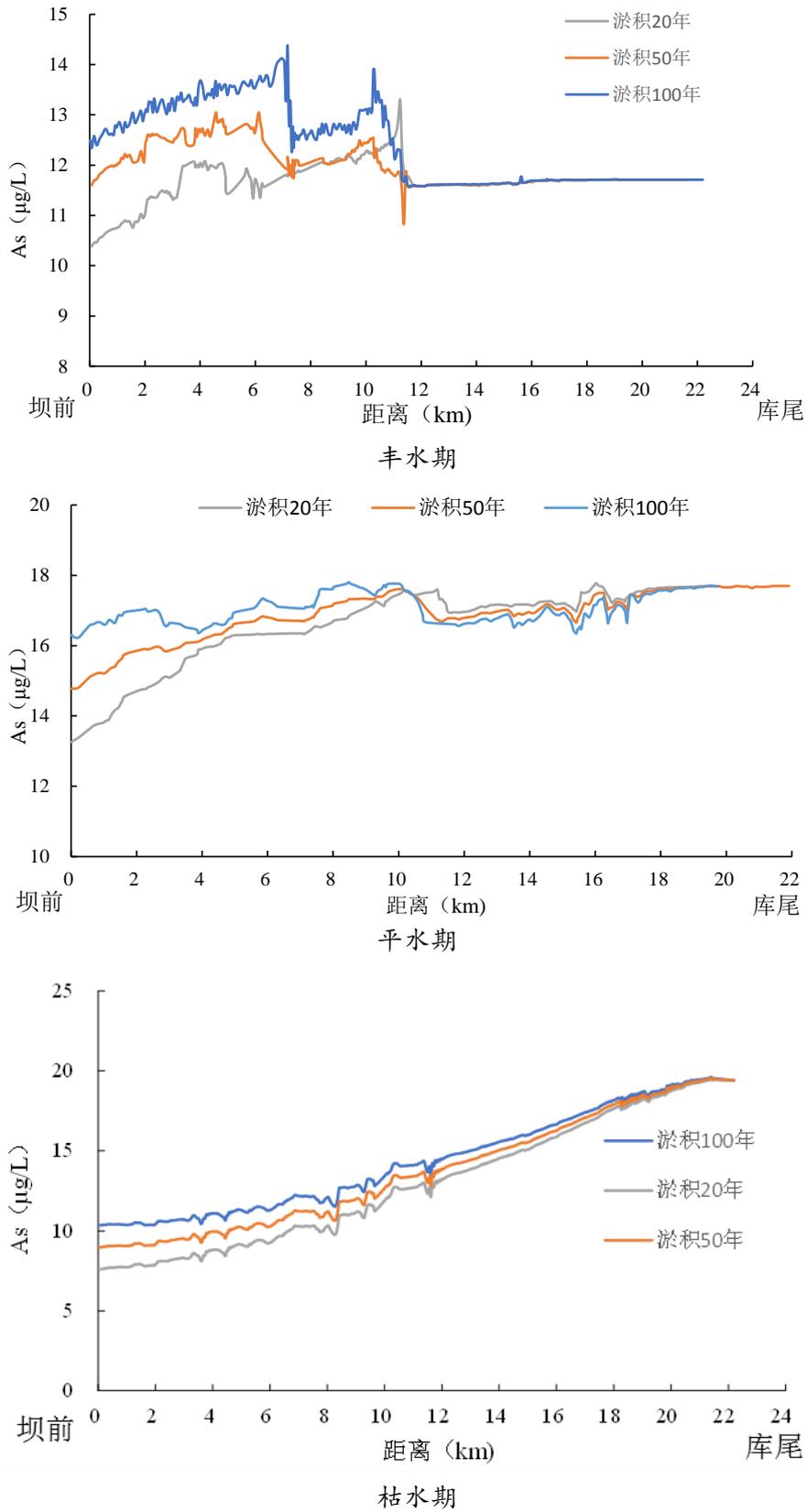


图 5.3.2-20 宗通卡库区泥沙淤积 20、50、100 年 As 沿程分布

## ② 垂向分布规律

不同水期不同泥沙淤积年限下，坝前 As 垂向分布规律几乎一致，见图 5.3.2-21。相同水期，不同泥沙淤积年限下 As 垂向分布比较均匀，不同水深 As 浓度变化不大；相同泥沙淤积年限下，As 浓度呈现平水期>丰水期>枯水期。

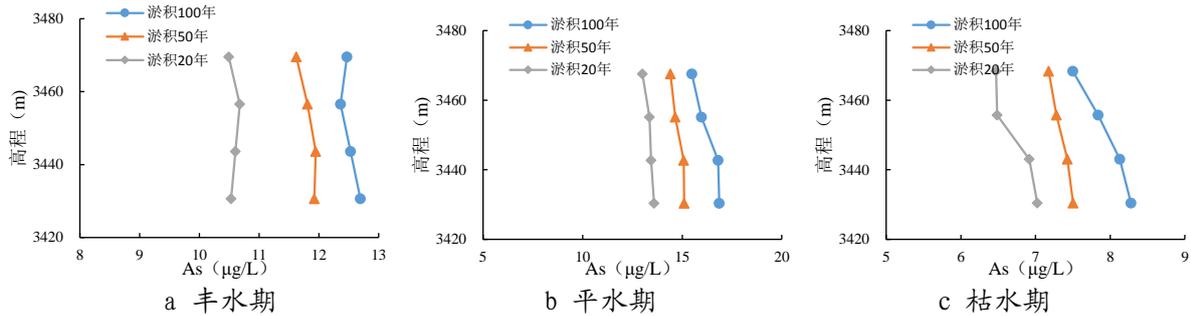


图 5.3.2-21 不同水期不同泥沙淤积年限下宗通卡库区坝前 As 垂向分布

## ③ 小结

上述结果表明，泥沙淤积越多，有效库容越小，水库对 As 的吸附沉降作用越小，库区 As 浓度下降比例越小。在水库运行多年后（库尾来水 As 浓度为 2015~2019 年实测范围内），库区 As 浓度均满足地表水 III 类标准。

### 5.3.2.2.5 运行多年+极端来水 (As)

考虑最不利情景，即水库运行多年泥沙淤积情况下，遭遇水库来水 As 浓度历史最大时，预测水库运行初期、20 年、50 年、100 年后库区 As 浓度空间分布。

#### (1) 边界设置

2015 年 10 月~2019 年 3 月宗通卡库尾断面与昂曲河口断面同期水质监测结果表明，昂曲河口断面 As 浓度一般高于宗通卡库尾断面，见表 5.3.2-15。按最不利原则，取昂曲河口断面历史监测 As 浓度最大值 62.0 μg/L 为库尾来水 As 浓度边界条件。模型预测边界见表 5.3.2-16。

表 5.3.2-15

宗通卡库尾与昂曲河口断面 As 监测数据

单位:  $\mu\text{g/L}$ 

序号	监测时间	宗通卡库尾断面	昂曲河口断面
1	2015 年 10 月	11.6	14.6
2	2016 年 3 月	19.4	23.2
3	2016 年 6 月	11.7	15.5
4	2017 年 4 月	22.1	22.5
5	2017 年 7 月	4.2	22.6
6	2018 年 10 月	5.5	7.8
7	2018 年 11 月	9.5	13.3
8	2018 年 12 月	11.8	18.8
9	2019 年 1 月	16.5	21.2
10	2019 年 2 月	12.6	18.3
11	2019 年 3 月	15.0	20.8

表 5.3.2-16

模型预测边界

边界	指标	数值	选取说明
干流-库尾	流量 $\text{m}^3/\text{s}$	43.0	As 浓度为 $62.0\mu\text{g/L}$ 时对应的流量
	泥沙 $\text{mg/L}$	59	最枯月对应含沙量
	As $\mu\text{g/L}$	62	枯水年 (P=90%) 最枯月河口国家基本水质监测断面实测数据, 其中枯水月为国家基本水质监测断面历次监测最大值
支流-芒达曲	流量 $\text{m}^3/\text{s}$	0.29	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 $\text{mg/L}$	59	降水、地质地貌与库区相似, 含沙量与库尾一致
	As $\mu\text{g/L}$	116.3	在考虑泉水导排量最小情况时, 枯水期芒达曲汇入口 As 监测最大值
支流-恩达曲	流量 $\text{m}^3/\text{s}$	0.35	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 $\text{mg/L}$	59	降水、地质地貌与库区相似, 含沙量与坝址一致
	As $\mu\text{g/L}$	114.0	在考虑泉水导排量最小情况时, 枯水期恩达曲汇入口 As 监测最大值
面源-库周	流量 $\text{m}^3/\text{s}$	0.15	采用水文比拟法根据库尾流量推算
	泥沙 $\text{mg/L}$	59	降水、地质地貌与库区相似, 含沙量与库尾一致
	As $\text{mg/s}$	0.032	岩石土壤在风化降水淋溶的作用下, 通过支流汇入干流, 以库区无温泉支流历年实测水质资料, 计算面源汇入负荷
内源释放	As $\text{mg/s}$	16.98	根据 FICK 定律计算的释放速率
库周地下水侧向补给	As $\text{mg/s}$	40.81	根据地层输出模数计算库周地下水排泄

## (2) 模拟结果

### 1) 平面分布与沿程变化规律

模拟结果显示, 不同泥沙淤积年限情况下, 来水 As 浓度最大时宗通卡

库区 As 呈沿程下降趋势，水库运行初期、20 年、50 年、100 年后坝前水体 As 浓度分别为  $30.7\mu\text{g/L}$ 、 $34.9\mu\text{g/L}$ 、 $39.2\mu\text{g/L}$ 、 $43.5\mu\text{g/L}$ ，见图 5.3.3-22 ~ 5.3.3-23。

水库淤积年限越久，有效库容越小，库区 As 沉降比例越小，库区 As 平均浓度越大。水库运行初期、20 年、50 年、100 年时，库区 As 浓度达标范围分别为坝前 10.5km、8.5km、7.5km、7.0km，即水库运行多年后遭遇库尾来水 As 浓度为  $62\mu\text{g/L}$  时，坝前 7km 范围内可满足地表水 III 类标准。

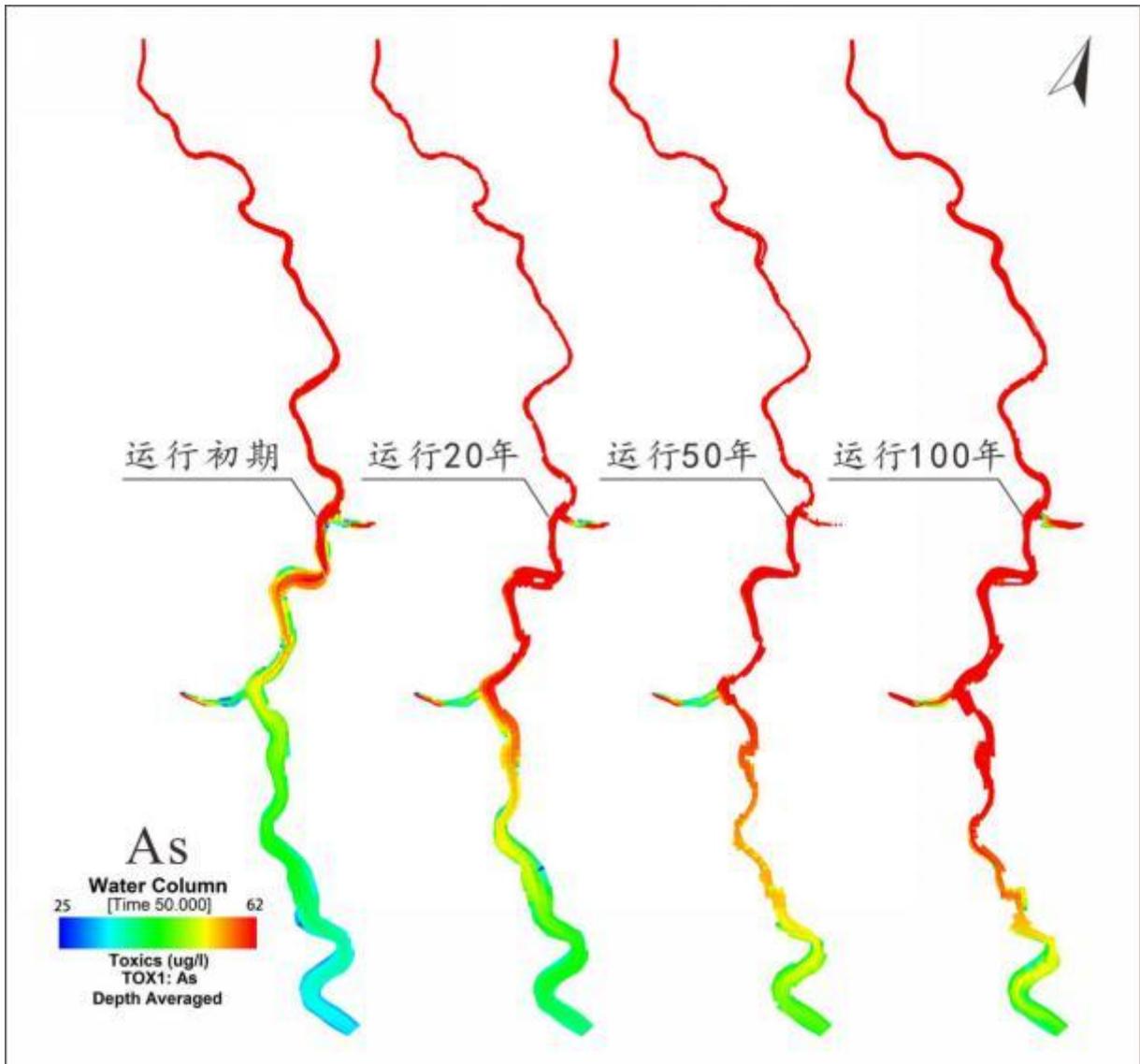


图 5.3.2-22 来水 As 浓度最大时宗通卡库区 As 平面分布

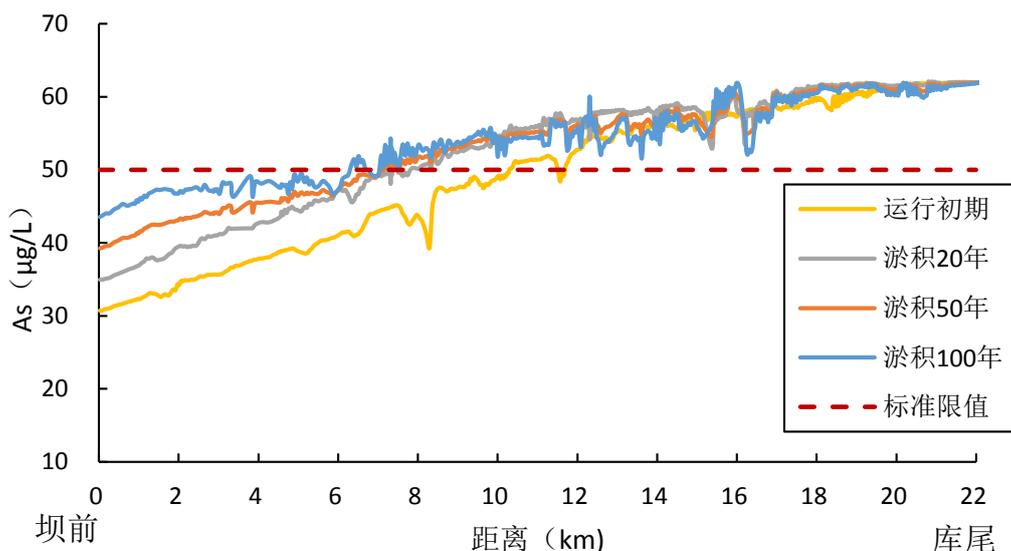


图 5.3.2-23 来水 As 浓度最大时宗通卡库区 As 沿程分布

2) 垂向分布规律

来水 As 浓度最大时，库区不同河段 As 垂向分布规律基本一致，见图 5.3.2-24。As 垂向分布较均匀，As 浓度随水深增加变化幅度较小，其中坝前断面由表层的 30.2-44.7µg/L 增至底层的 31.6-45.0µg/L，满足地表水III类标准。

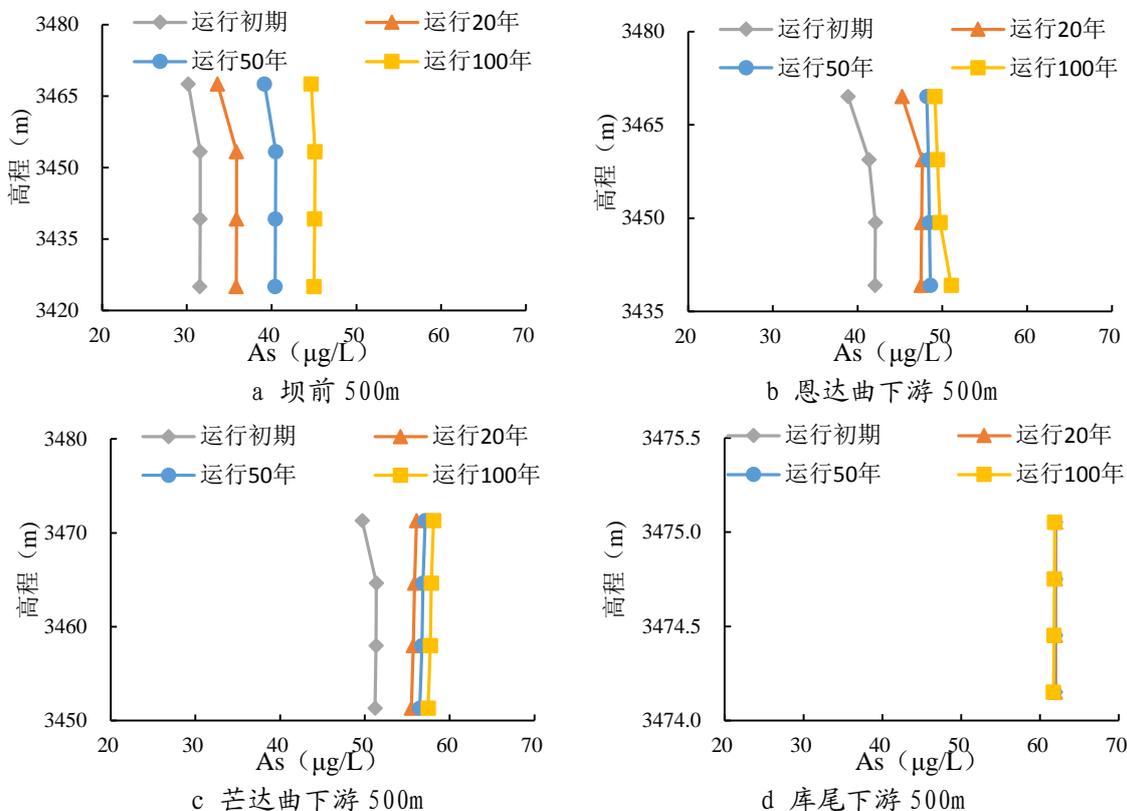


图 5.3.2-24 来水 As 浓度最大时宗通卡库区 As 垂向分布模拟结果

### 5.3.2.2.6 运行多年+平均来水 (As)

当水库运行多年泥沙淤积下，水库来水遭遇平均 As 浓度（水库正常运行期平均情景）时，预测库区水体中 As 浓度的空间分布。

#### (1) 工况设置及边界条件

模型预测边界见表 5.3.2-17。

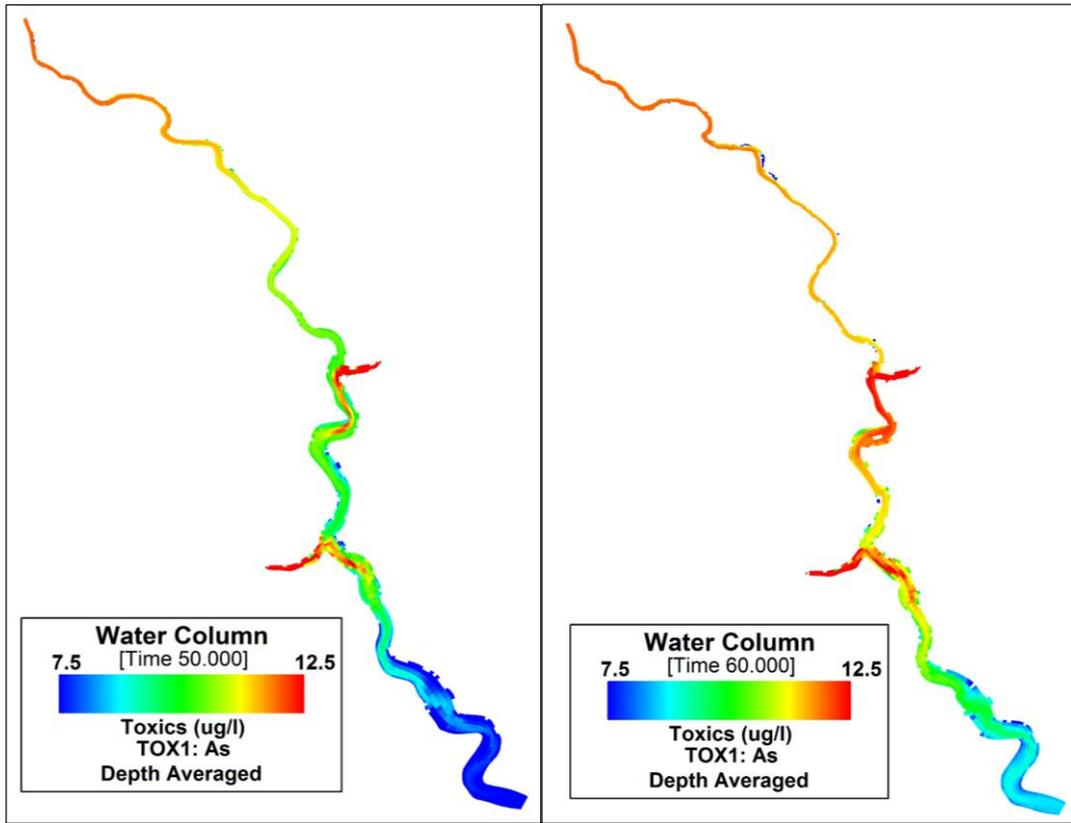
表 5.3.2-17 来水 As 浓度平均时模型预测边界

边界	指标	数值	选取说明
干流-库尾	流量 m <sup>3</sup> /s	81.0	2015 年 10 月~2019 年 3 月宗通卡库尾流量监测平均值。
	泥沙 mg/L	242	多年平均月含沙量。
	As μg/L	12.0	2015 年 10 月~2019 年 3 月宗通卡库尾 As 监测数据平均值
支流-芒达曲	流量 m <sup>3</sup> /s	1.62	2015 年 10 月~2019 年 3 月芒达曲流量监测平均值。
	泥沙 mg/L	59	多年平均月含沙量。
	As μg/L	116.3	2015 年 10 月~2019 年 3 月芒达曲 As 监测数据平均值
支流-恩达曲	流量 m <sup>3</sup> /s	0.35	2015 年 10 月~2019 年 3 月恩达曲流量监测平均值。
	泥沙 mg/L	59	多年平均月含沙量。
	As μg/L	114.0	2015 年 10 月~2019 年 3 月恩达曲 As 监测数据平均值
面源-库周	As mg/s	0.032	岩石土壤在风化降水淋溶的作用下，As 通过支流汇入干流，以库区无温泉支流历年实测水质资料，计算面源汇入负荷
内源释放	As mg/s	16.98	根据 FICK 定律计算的释放速率。
库周地下水侧向补给	As mg/s	40.81	根据地层输出模数计算库周地下水排泄。

#### (2) 模拟结果

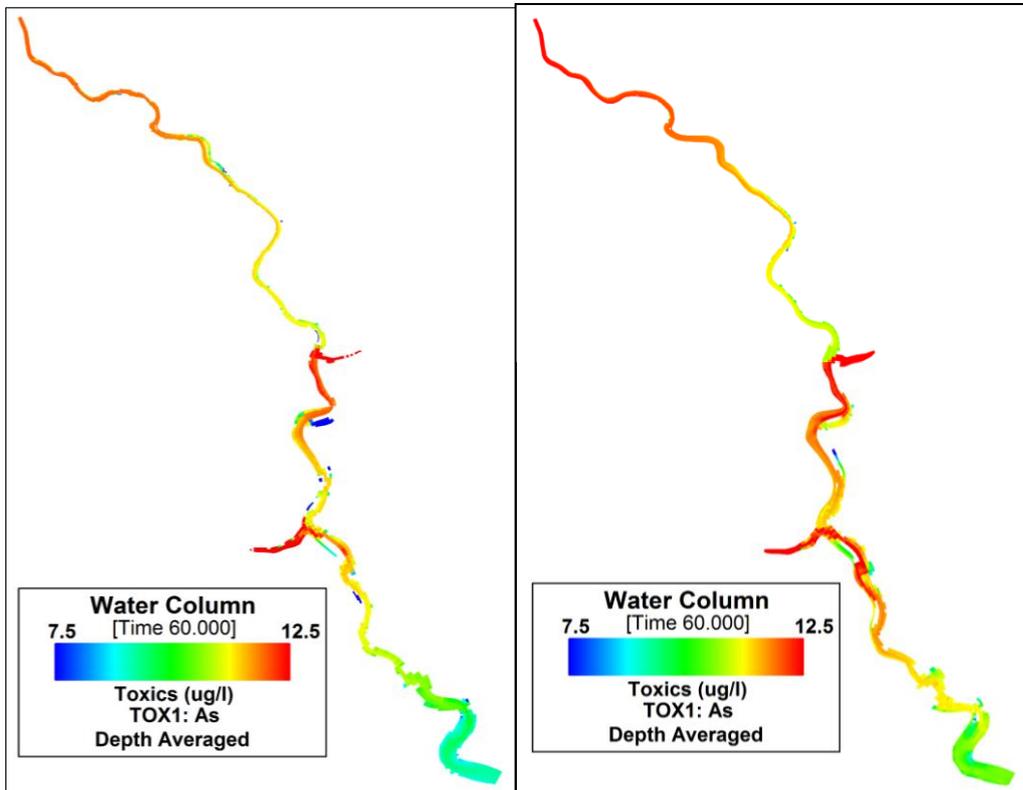
##### 1) 平面分布与沿程变化规律

模拟结果显示，不同运行年限泥沙淤积下来水 As 浓度平均时宗通卡库区干流 As 呈现沿程波动下降的变化规律，见图 5.3.2-25~5.3.2-26。库尾至坝前河段，As 浓度沿程呈一定幅度下降，坝前 As 浓度相对较低，在水库运行初期、20 年、50 年、100 年时坝前断面水体中 As 浓度分别为 7.5μg/L、8.6μg/L、9.2μg/L、10.0μg/L。可知，水库运行多年后遭遇库尾来水 As 浓度为 12μg/L 时，坝前可满足地表水 I 类标准。



(1) 运行初期

(2) 运行20年



(3) 运行50年

(4) 运行100年

图 5.3.2-25 不同运行年限来水 As 浓度平均时宗通卡库区 As 平面分布

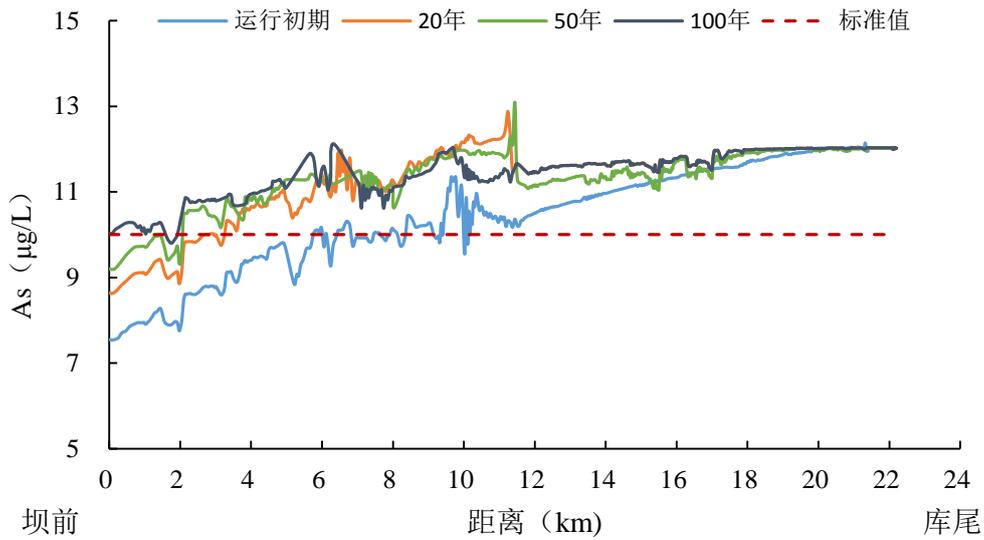


图 5.3.2-26 不同运行年限来水 As 浓度平均时宗通卡库区 As 沿程分布

### 2) 垂向分布规律

来水 As 浓度为平均值时，库区不同河段 As 垂向分布规律基本一致，坝前断面 As 垂向分布情况见图 9.3-56。As 垂向分布较均匀，As 浓度随水深增加变化不明显，其中坝前断面由表层的 7.3~9.8µg/L 增长至底层的 7.6~10.1µg/L，基本满足地表水 I 类标准。

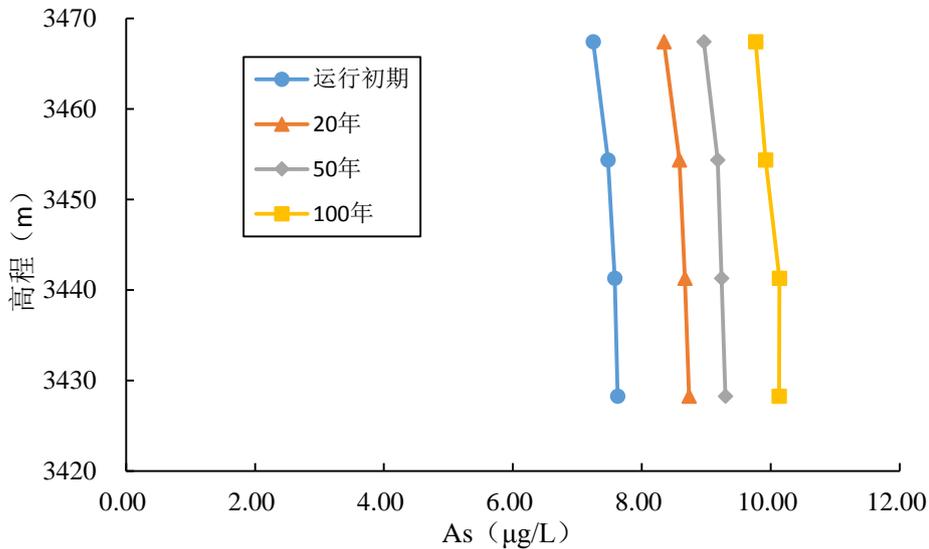


图 9.3-56 不同运行年限来水 As 浓度平均时宗通卡库区坝前断面 As 垂向分布

### 5.3.3 昂曲干流坝址下游河段水质影响分析

本节通过建立坝下河段水环境数学模型，预测正常运行期昂曲坝址下游

河段水质变化情况。

### 5.3.3.1 污染源预测

宗通卡坝址下游河段污染负荷包括四部分，一是沙贡乡居民生活污水和畜禽养殖废水；二是农田灌溉退水；三是泉水经导排处理后排入坝下河道；四是特征污染物的面源汇入。

#### (1) 居民生活和畜禽养殖污染源

目前，宗通卡坝址下游沙贡乡集镇及附近村人口约 800 人。坝址下游集水区内有 2 处规模化养猪场和分散式的牦牛放养。养猪场分别位于卡若镇多普村和果洛村，现状生猪存栏数分别约为 1 万头和 600 头，废污水直接排放至支沟；牦牛放养位于河道两岸的阶地，平均每户约 8 头牦牛，粪便随降雨径流汇入昂曲。经统计，现状水平年粪便直接汇入干流的大牲畜约为 3750 头。

规划水平年将建设污水处理厂，统一收集居民生活与畜禽养殖污染废水，因此，规划水平年的污染负荷主要采用污水处理厂的设计规模和排放浓度。经计算，现状年和规划水平年居民生活年污染负荷见表 5.3.3-1。

表 5.3.3-1 宗通卡坝下河段污染负荷计算 t/a

类别	指标	COD	NH <sub>3</sub> -N	TP
居民生活+畜禽养殖	现状	190.87	6.59	1.40
	规划	328.50	52.56	3.29
灌溉退水	现状	27.98	1.18	2.72
	规划	27.98	1.18	2.72
合计	现状	218.85	7.77	4.12
	规划	356.48	53.74	6.01

#### (2) 灌溉退水污染源

灌溉退水的水质受到农业生产中施用的农药、化肥的影响，一般农药施用量较小，所以灌溉退水水质主要受化肥影响。现状年卡若灌区耕园地

面积约 1.88 万亩，规划水平年施肥面积没有增加，且化肥施用量与现状年一致。因此，灌溉退水污染负荷基本不变。

### (3) 泉水导排处理的污染源

宗通卡库区恩达曲和芒达曲支沟的高砷泉水需导排至下游进行处理，满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准后，排入坝址下游昂曲河段。导排至坝址下游的泉水拟按地表水 III 类标准处理，泉水经处理导排后 As 浓度为按  $50\mu\text{g/L}$  计，Fe、Mn 的浓度采用同期的监测值，分别为  $80.6\mu\text{g/L}$  和  $28.5\mu\text{g/L}$ ，由此计算可得，规划水平年，泉水经导排处理后汇入昂曲宗通卡坝下河段 As、Fe 和 Mn 的负荷分别为  $2.42\text{kg/d}$ 、 $3.90\text{kg/d}$  和  $1.38\text{kg/d}$ ，相应的年汇入量分别为  $0.88\text{t}$ 、 $1.42\text{t}$ 、 $0.50\text{t}$ 。

### (4) 特征污染物面源

根据 2015 年~2018 年坝址下游支沟监测数据，朗达支沟水体 As 浓度超标，主要原因为朗达支沟上游朱古寺温泉高 As 泉水汇入，坝址其他支沟均不超标。因此以不超标支沟水体 As、Fe、Mn 的平均浓度作为坝址下游河段面源特征污染物的浓度，坝址下游河段面源流量按照面积比法推算。

## 5.3.3.2 率定与验证

### (1) 模型率定

利用昂曲宗通卡坝址~河口河段 2015 年 10 月的水位、流量、含沙量、水质实测数据作为边界条件，模拟坝址下游河段水质，以坝址和谢巴曲下游断面的模拟值与实测值相对误差最小为原则，对昂曲宗通卡坝址~河口河段水质模型进行率定。

#### 1) 边界条件

模型率定时，入流边界条件采用干支流和各面源入河流量、含沙量和水质浓度，现状水平年沙贡乡生活污水流量、水质浓度，下游边界条件为

昂曲河口水位。

## 2) 参数率定

模型率定参数包括 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 综合衰减系数和 As、Fe 分配系数。利用 2015 年 10 月现场调查的水位、含沙量数据，对模型参数进行率定。

参数率定结果为：COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 的综合衰减系数分别为 0.41/d、0.31/d、0.32/d，As、Fe、Mn 的分配系数分别为 0.02L/mg、5.0L/mg、1.0L/mg。

## 3) 率定结果

采用率定的参数，模拟坝下河段的 As、Fe、Mn、COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 的含量。将模拟值与实测值对比，如表 5.3.3-2 所示，各水质参数相对误差在 30% 以内。

表 5.3.3-2 宗通卡坝址-昌都河段水质实测结果与模拟结果对比（率定期）

水质参数	监测点	实测值	模拟值	相对误差 (%)
As (μg/L)	宗通卡坝址	13.4	13.4	0.0
	谢巴曲下游	33.9	24.60	-27.4
Fe (μg/L)	宗通卡坝址	117.1	117.10	0.00
	谢巴曲下游	147.5	109.70	-25.6
Mn (μg/L)	宗通卡坝址	12.3	12.30	0.00
	谢巴曲下游	1.1	1.40	27.3
COD (mg/L)	宗通卡坝址	10	10	0.0
	谢巴曲下游	10	9.95	-0.5
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	宗通卡坝址	0.0470	0.0470	0.0
	谢巴曲下游	0.0490	0.0485	-1.0
TP (mg/L)	宗通卡坝址	0.01	0.01	0.0
	谢巴曲下游	0.01	0.011	10.0

## (2) 模型验证

利用昂曲宗通卡坝址~河口河段 2016 年 3 月和 2016 年 6 月的水位、流量、含沙量、水质实测数据作为边界条件，模拟坝址下游河段水质，以坝址和谢巴曲下游断面的模拟值与实测值相对误差最小为原则，对水质模型进行验证。

### 1) 边界条件

模型验证时，入流边界条件采用干支流和各面源入河流量、含沙量和

水质浓度，现状水平年沙贡乡生活污水流量、水质浓度，下游边界条件为昂曲河口水位。

表 5.3.3-3 昂曲宗通卡坝址-河口河段水质实测结果与模拟结果对比（验证期）

水质参数	时段	监测点	实测值	模拟值	相对误差 (%)
As ( $\mu\text{g/L}$ )	枯水期	宗通卡坝址	23.3	23.1	-0.9
		谢巴曲下游	23.0	18.5	-19.6
	丰水期	宗通卡坝址	17.3	17.3	0.0
		谢巴曲下游	15.8	14.7	-7.0
Fe ( $\mu\text{g/L}$ )	枯水期	宗通卡坝址	471.1	471.0	0.0
		谢巴曲下游	331.4	287.5	-13.2
	丰水期	宗通卡坝址	487.7	487.5	0.0
		谢巴曲下游	330.9	369.5	11.7
Mn ( $\mu\text{g/L}$ )	枯水期	宗通卡坝址	19.3	19.3	0.0
		谢巴曲下游	18.2	16.5	-9.3
	丰水期	宗通卡坝址	22.2	22.2	0.0
		谢巴曲下游	7.5	7.0	-6.7
COD (mg/L)	枯水期	宗通卡坝址	10.0	10.0	0.0
		谢巴曲下游	10.0	9.9	-1.0
	丰水期	宗通卡坝址	10.0	10.0	0.0
		谢巴曲下游	10.0	10.0	0.0
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	枯水期	宗通卡坝址	0.039	0.039	0.0
		谢巴曲下游	0.043	0.046	7.0
	丰水期	宗通卡坝址	0.049	0.049	0.0
		谢巴曲下游	0.044	0.052	18.2
TP (mg/L)	枯水期	宗通卡坝址	0.01	0.01	0.0
		谢巴曲下游	0.01	0.01	0.0
	丰水期	宗通卡坝址	0.01	0.01	0.0
		谢巴曲下游	0.01	0.012	20.0

## 2) 验证结果

验证结果表明，模拟值和实测值较接近，模型可较好地模拟昂曲宗通卡坝下河段水质状况。

### 5.3.3.3 常规污染物预测

#### (1) 边界设置

模型边界条件包括：①水库下泄；②坝下四条支流汇入；③灌溉退水；④沙贡乡、俄洛镇污水处理厂排放。

#### 1) 水库下泄

入流边界采用枯水年丰、平、枯水期典型月出库流量，水沙边界采用库区坝前水体平均含沙量和水质浓度，具体见表 5.3.3-4。

#### 2) 坝下四条支流汇入

支流的流量通过面积比推算，支流含沙量采用宗通卡坝址处现状含沙量，支流水质数据采用 2015~2018 年历次实测水质结果最大值，具体见表 5.3.3-4。

#### 3) 灌溉退水

卡若灌区灌溉退水污染负荷见表 5.3.3-5。

#### 4) 沙贡乡、俄洛镇污水处理厂排放

根据昌都市相关规划，规划水平年沙贡乡、俄洛镇将分别建成污水处理站、污水处理厂，收集处理沙贡乡、俄洛镇居民生活和畜禽养殖污水，并执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。

### (2) 模拟结果

#### 1) 昂曲坝下河段水质

##### ① COD

模拟结果表明，昂曲宗通卡坝址~河口河段 COD 浓度沿程总体变化不大。枯水年丰、平、枯三个水期，坝址处 COD 浓度为 9.73mg/L、9.50mg/L、8.97mg/L，河口处为 10.0mg/L、9.91mg/L、9.59mg/L，变化很小。

表 5.3.3-4

宗通卡坝址下游运行期水质模拟的边界条件设置

指标	干流-坝址			4 条支流			面源汇入 (灌区)			沙贡乡、俄洛镇污水处理厂排放		
	丰	平	枯	丰	平	枯	丰	平	枯	丰	平	枯
流量 (m <sup>3</sup> /s)	194.1	37.7	16.3	0.75~2.48	0.15~0.50	0.06~0.21	4.82	0.97	0.41	0.094	0.094	0.094
COD (mg/L)	9.73	9.50	8.97	10	10	10	4.8~9.6	4.8~9.6	4.8~9.6	50	50	50
TP (mg/L)	0.012	0.011	0.010	0.01	0.01	0.01	0.46~0.93	0.46~0.93	0.46~0.93	0.5	0.5	0.5
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	0.051	0.051	0.119	0.044~0.055	0.046~0.053	0.037~0.043	0.2~0.4	0.2~0.4	0.2~0.4	8	8	8

表 5.3.3-5

卡若灌区各个点源农田径流水质浓度

单位: mg/L

指标	COD		NH <sub>3</sub> -N		TP	
	现状	规划	现状	规划	现状	规划
灌片编号						
A02	10.21	9.55	0.43	0.40	0.99	0.93
A06+A07	7.78	8.40	0.33	0.35	0.76	0.82
A08	9.04	9.04	0.38	0.38	0.88	0.88
A09+A10	8.49	8.77	0.36	0.37	0.82	0.85
A11	11.69	10.12	0.49	0.42	1.14	0.98
A12	8.26	8.65	0.35	0.36	0.80	0.84
A23+A24	6.69	7.76	0.28	0.33	0.65	0.75
A25	5.33	6.81	0.22	0.29	0.52	0.66
B02	12.60	10.00	0.53	0.42	1.22	0.97
B03	10.23	9.20	0.43	0.39	0.99	0.89
B04	4.77	6.20	0.20	0.26	0.46	0.60
B05+B06	10.05	9.13	0.42	0.38	0.98	0.89
B07	6.56	7.44	0.28	0.31	0.64	0.72
B08	11.19	9.55	0.47	0.40	1.09	0.93
B10	4.87	6.28	0.20	0.26	0.47	0.61
B11+B13	6.40	7.35	0.27	0.31	0.62	0.71
B14	7.45	7.95	0.31	0.07	0.72	0.77
B22+B23	5.30	6.60	0.22	0.30	0.51	0.64

② NH<sub>3</sub>-N

模拟结果表明,昂曲宗通卡坝址~河口河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度沿程总体变化不大。枯水年丰、平、枯三个水期,坝址处 NH<sub>3</sub>-N 浓度为 0.058mg/L、0.051mg/L、0.119mg/L,河口处为 0.071mg/L、0.071mg/L、0.144mg/L,变化很小。

## ③ TP

模拟结果表明,昂曲宗通卡坝址~河口河段 TP 浓度沿程无明显变化。枯水年丰、平、枯三个水期,坝址处 TP 浓度分别为的 0.012 mg/L、0.011 mg/L、0.011mg/L,河口处分别为 0.013 mg/L、0.015mg/L、0.018mg/L,变化很小。

枯水年不同水期各指标沿程变化详见见图 5.3.3-1~5.3.3-4。

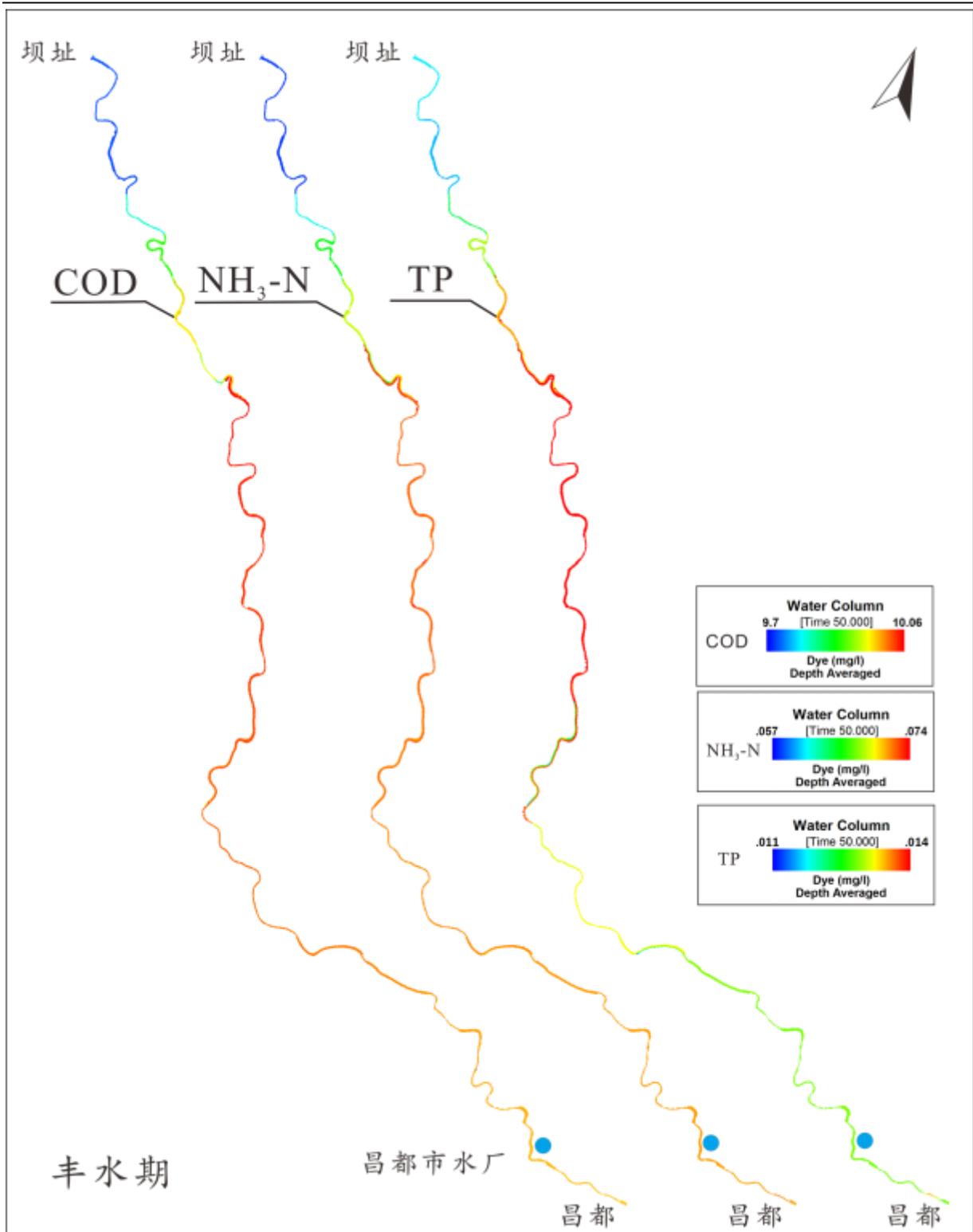


图 5.3.3-1 规划水平年宗通卡坝址下游丰水期各水质指标平面分布

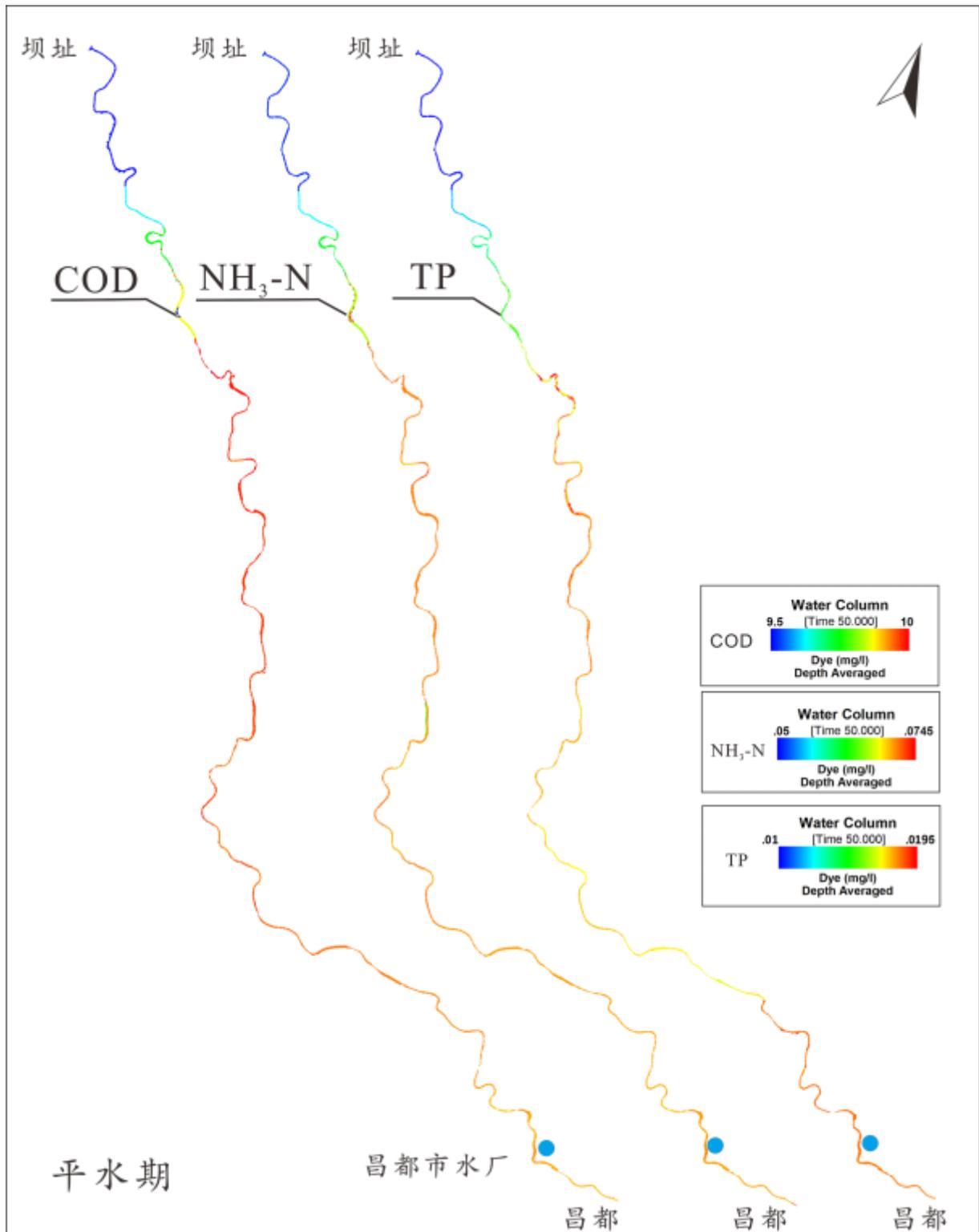


图 5.3.3-2 规划水平年宗通卡坝址下游平水期各水质指标平面分布

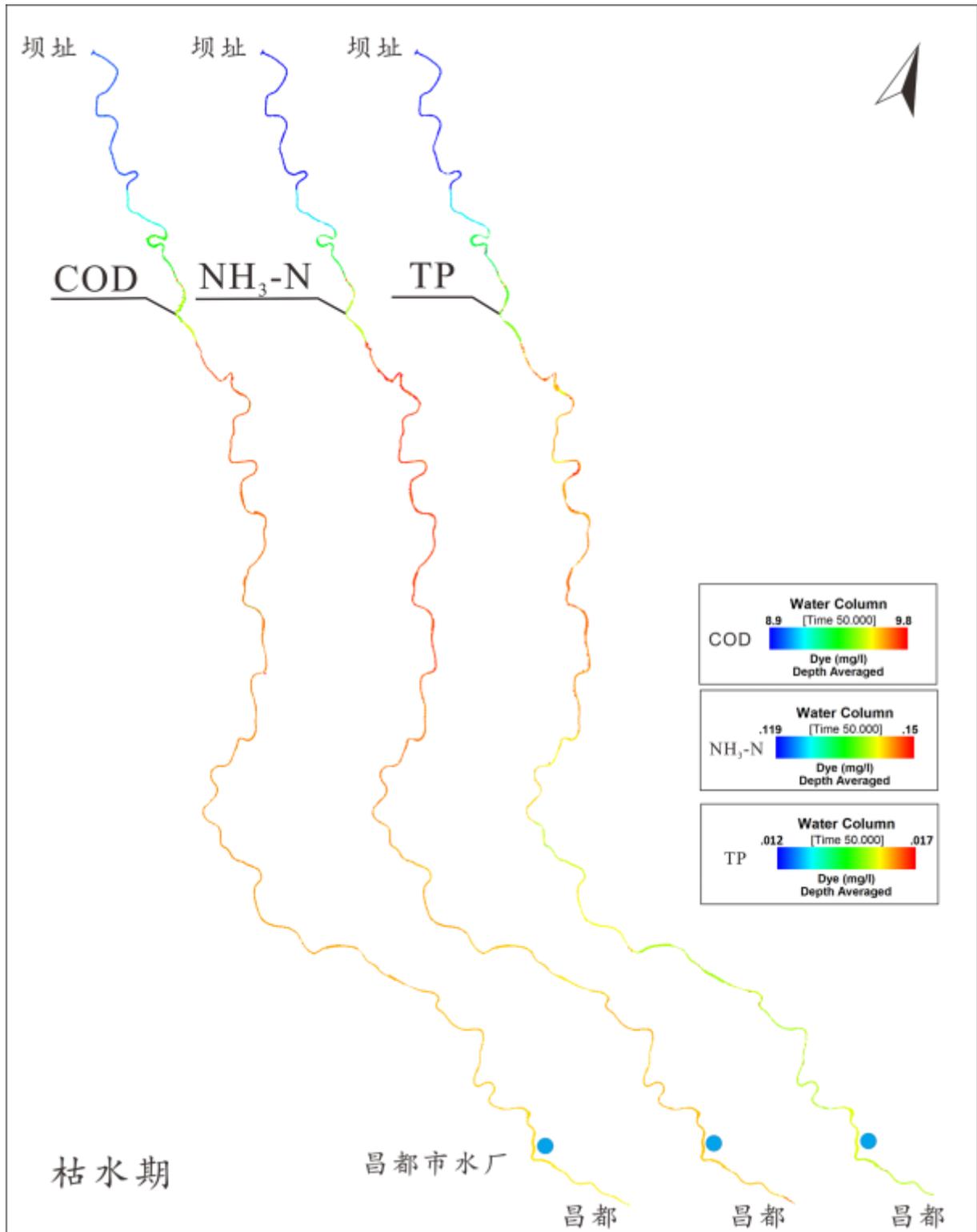


图 5.3.3-3 规划水平年宗通卡坝址下游枯水期各水质指标平面分布

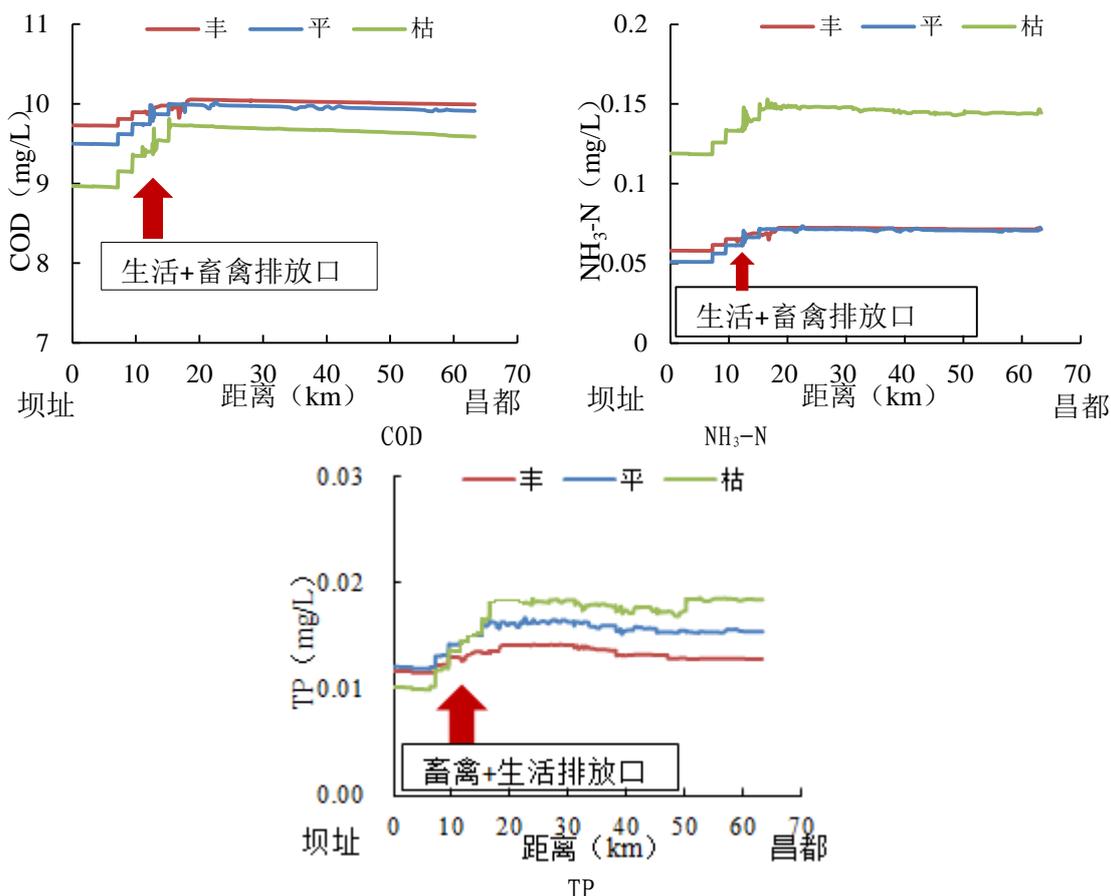


图 5.3.3-4 规划水平年宗通卡坝址下游 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 沿程变化

## 2) 昌都市水厂水源地水质

工程运行后，昌都市水厂断面水体中 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 浓度均满足地表水 II 类标准，见表 5.3.3-6。

表 5.3.3-6 规划水平年昌都市水厂断面水质 单位：mg/L

水期	丰水期	平水期	枯水期
COD	9.9	9.8	9.4
NH <sub>3</sub> -N	0.071	0.071	0.144
TP	0.013	0.015	0.018

### 5.3.3.4 特征污染物预测

#### (1) 边界条件

模型边界条件包括：①水库下泄，②泉水经导排处理后的排放，③坝下四条支沟汇入，④沿岸面源汇入。

### 1) 水库下泄

入流流量采用出库流量；水沙条件采用库区坝前水体平均含沙量和水质浓度；基于最不利原则，选择各水期坝前水质模拟最大值作为下游入流浓度。具体见表 5.3.3-7。

### 2) 泉水经导排处理后的排放

规划水平年拟将高砷泉水处理达到地表水 III 类标准后排至坝下河道。泉水导排处理后的流量采用泉水导排设计流量，见表 5.3.3-8。

### 3) 坝下四条支沟汇入

支流的流量通过面积比推求，支流含沙量采用宗通卡水库坝址处现状含沙量，支流水质数据采用 2015-2018 年历次实测水质数据最大值，具体见表 5.3.3-8。

### 4) 沿岸面源汇入

鉴于坝下河段面源 As、Fe、Mn 无相关监测资料，以坝下不超标支沟实测的 As、Fe、Mn 浓度平均值作为坝下河段特征污染源的输入浓度。见表 5.3.3-8。

## (2) 模拟结果

### 1) 坝下河段水质变化

#### ① As

模拟结果表明，丰水期宗通卡坝址-昂曲河口河段 As 浓度沿程升高。坝址处 As 浓度为 9.6 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，昂曲河口处为 10.5 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，变化较小。平水期及枯水期，宗通卡坝址-昂曲河口河段 As 浓度沿程变化不大，坝址处 As 浓度分别为 15.2 $\mu\text{g}/\text{L}$ 、10.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，昂曲河口处分别为 14.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 、7.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，变化较小。

表 5.3.3-7

宗通卡坝址-昂曲河口河段特征污染物模拟四条支沟边界条件

水期	流域	流量	含沙量	As	Fe	Mn
		( $\text{m}^3/\text{s}$ )	( $\text{mg}/\text{L}$ )	( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	( $\mu\text{g}/\text{L}$ )
丰水期 (丰水年)	坝址下泄	532.0	758.4	9.6	895.4	95.4
	卡洛支沟	1.43	1149	5.0	85.0	29.1
	腰曲	2.74	1149	6.0	70.0	54.3
	朗达支沟	4.78	1149	107.6	170.4	8.1
	谢巴曲	3.39	1149	42.8	279.3	159
平水期 (丰水年)	坝址下泄	143.9	148.0	15.2	783.0	71.1
	卡洛支沟	0.37	242.3	0.9	80.3	29.1
	腰曲	0.70	242.3	2.4	324.8	54.3
	朗达支沟	1.22	242.3	96.0	24.0	6.1
	谢巴曲	0.87	242.3	45.7	147.5	159.0
枯水期 (平水年)	坝址下泄	34.4	16.5	10.1	131.9	10.8
	卡洛支沟	0.10	73.6	7.5	110.0	29.1
	腰曲	0.20	73.6	8.5	150.0	54.3
	朗达支沟	0.35	73.6	10.5	115.0	8.1
	谢巴曲	0.24	73.6	23.0	299.1	23.2

表 5.3.3-8

运行期宗通卡坝址下游特征污染物模拟的边界条件设置

边界位置	干流-坝址			4 条支流			泉水导排处理			面源汇入 (灌区)		
	丰	平	枯	丰	平	枯	丰	平	枯	丰	平	枯
流量 (m <sup>3</sup> /s)	532.0	143.9	34.4	2.01~6.71	0.55~1.83	0.07~0.24	0.56	0.56	0.56	13.01	3.55	0.89
泥沙 (mg/L)	758.5	148.0	16.5	983.6	242.3	73.6	-	-	-	983.6	242.3	73.6
As (μg/L)	9.6	15.2	10.1	5.0~107.6	0.9~96.0	7.5~23.0	50	50	50	17.45	38.53	13.90
Fe (μg/L)	895.4	782.9	131.9	70.0~279.3	24.0~324.8	110~299.1	80.6	80.6	80.6	224.85	208.61	299.10
Mn (μg/L)	95.4	71.1	10.8	8.1~159.0	6.1~159.0	8.1~54.3	28.5	28.5	28.5	16.65	34.71	23.20
边界条件选取说明	<p><b>流量:</b> 分别取各水期最不利情况,即取丰水期(丰水年)、平水期(丰水年)、枯水期(平水年)典型月(2、8、11月)流量;</p> <p><b>含沙量:</b> 不同水期库区模拟坝前结果;</p> <p><b>水质:</b> 不同水期库区模拟坝前结果</p>			<p><b>流量:</b> 采用水文比拟法根据库尾流量推算;</p> <p><b>含沙量:</b> 降水、地质地貌与库区相似,含沙量与库尾一致;</p> <p><b>水质:</b> 分别采用支流各水期 As、Fe、Mn 历次监测最大值</p>			<p><b>流量:</b> 泉水导排流量;</p> <p><b>含沙量:</b> 泉水经处理后排放,含沙量接近于 0;</p> <p><b>水质:</b> 仅考虑 As,泉水经处理后导排,满足地表水 III 类标准</p>			<p><b>流量:</b> 采用水文比拟法根据坝址流量推算;</p> <p><b>含沙量:</b> 降水、地质地貌与库区相似,含沙量与库尾一致;</p> <p><b>水质:</b> As、Fe、Mn 无相关资料,以坝下不超标支沟实测 As、Fe、Mn 浓度平均值作为面源汇入</p>		

## ② Fe

模拟结果表明，宗通卡坝址-昂曲河口河段 Fe 呈现沿程波动下降趋势。丰、平、枯三个水期，Fe 浓度分别由坝址处的 894.5 $\mu\text{g/L}$ 、781.5 $\mu\text{g/L}$ 、120.5 $\mu\text{g/L}$  下降至昂曲河口处的 846.2 $\mu\text{g/L}$ 、642.7 $\mu\text{g/L}$ 、15.3 $\mu\text{g/L}$ ，下降幅度分别为 5.4%、17.8%、22.3%。

## ③ Mn

模拟结果表明，宗通卡坝址-昂曲河口河段 Mn 呈现沿程波动下降趋势。丰、平、枯三个水期，Mn 浓度分别由坝址处的 95.4 $\mu\text{g/L}$ 、71.0 $\mu\text{g/L}$ 、9.8 $\mu\text{g/L}$  下降至昂曲河口处的 90.6 $\mu\text{g/L}$ 、58.8 $\mu\text{g/L}$ 、1.48 $\mu\text{g/L}$ ，下降幅度分别为 5.0%、17.2%、25.7%。

总体来看，坝下河道平水期 As 浓度高于丰水期和枯水期，丰水期 Fe、Mn 浓度高于平水期和枯水期。不同水期各指标沿程变化见图 5.3.3-5 ~ 5.3.3-9。

## 2) 昌都市水厂水源地水质分析

工程运行后，受宗通卡水库的清水下泄影响，昌都市水厂断面 As、Fe、Mn 浓度较运行前有一定程度降低，不同水期 As、Mn 均满足地表水 II 类标准，Fe 在丰水期和平水期超标，主要受背景来水 Fe 超标影响。

表 5.3.3-9 规划水平年宗通卡坝址下游河道昌都市水厂断面水质 单位： $\mu\text{g/L}$

水期	丰水期	平水期	枯水期
As	9.7	15.2	9.8
Fe	894.9	773.7	118.8
Mn	95.4	70.4	10.0

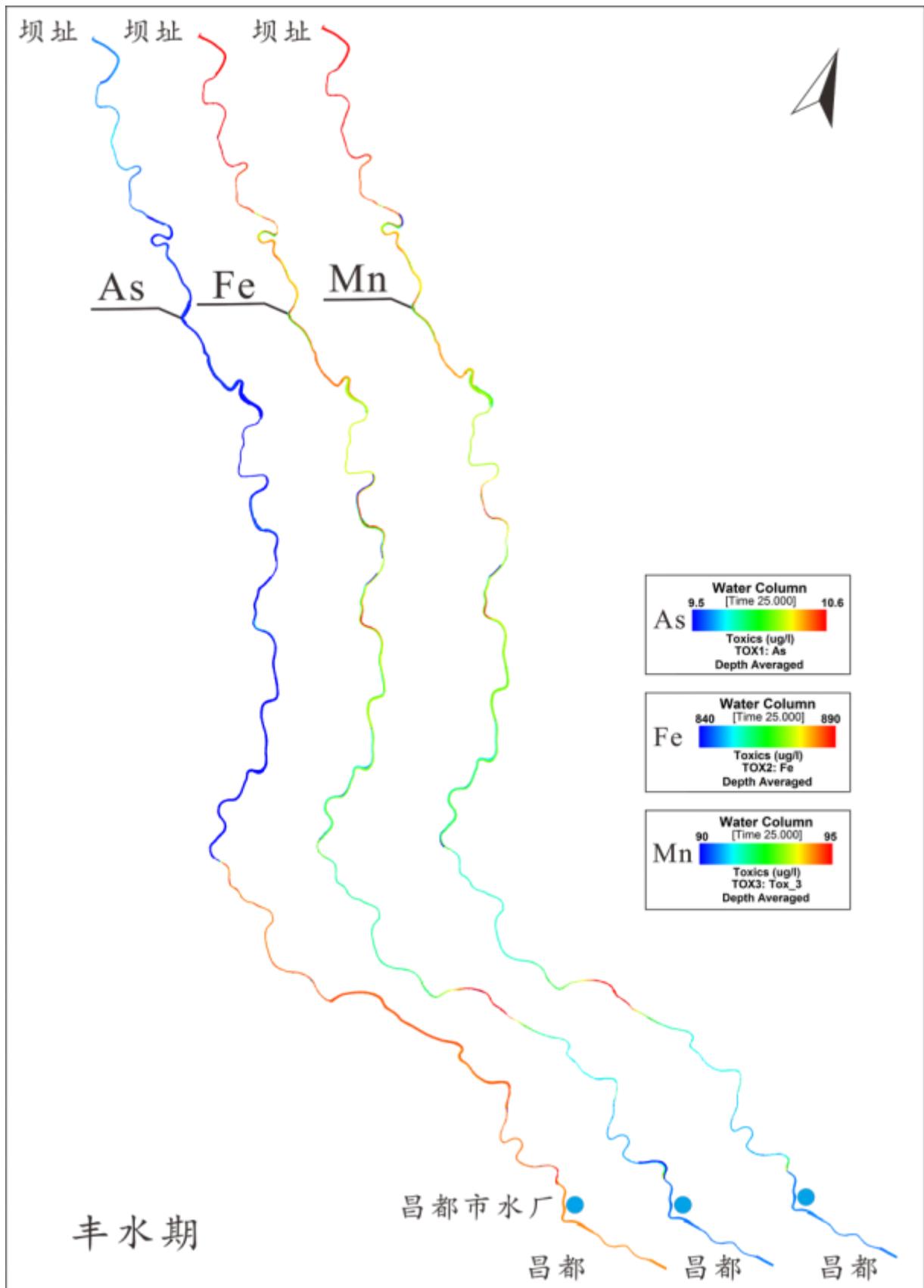


图 5.3.3-5 规划水平年宗通卡坝址下游丰水期各水质指标平面分布

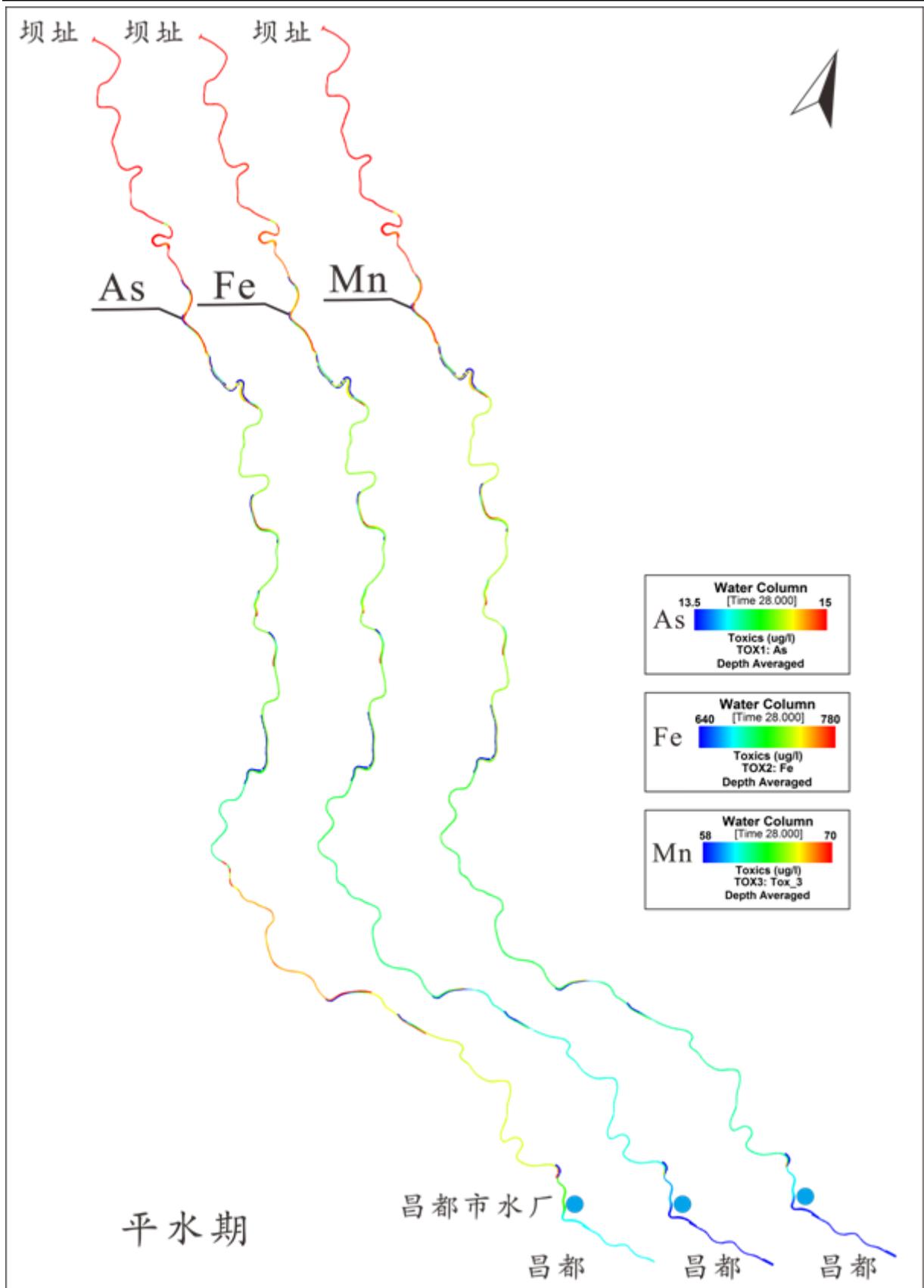


图 5.3.3-6 规划水平年宗通卡坝址下游平水期各水质指标平面分布

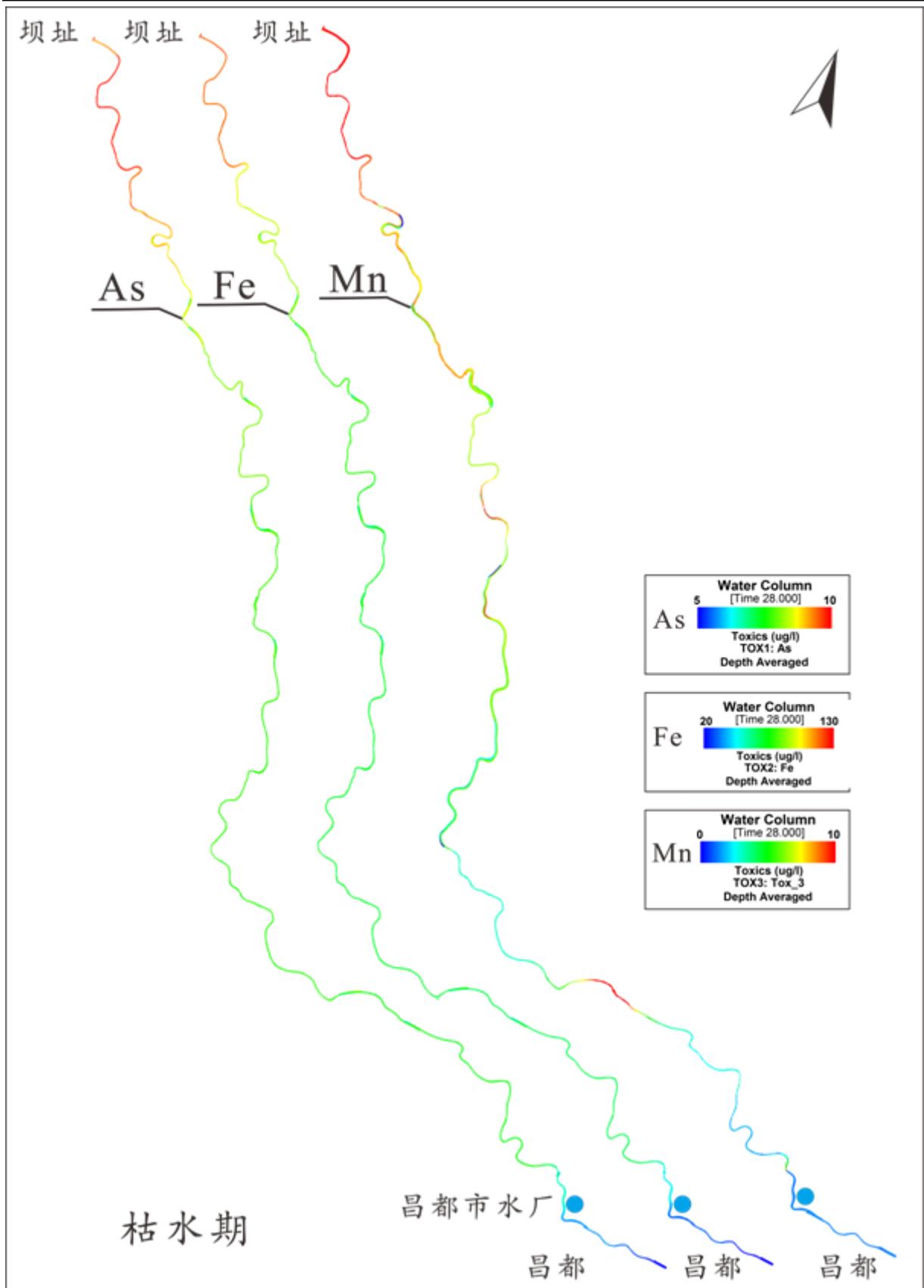


图 5. 3. 3-7 规划水平年宗通卡坝址下游枯水期各水质指标平面分布

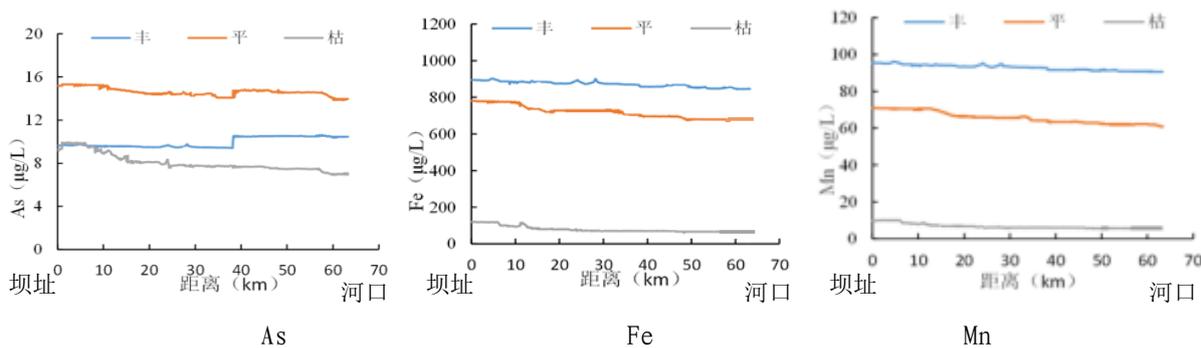


图 5.3.3-8 规划水平年宗通卡坝址下游各水质指标沿程变化

### 5.3.4 澜沧江昌都段水质影响分析

规划水平年昌都市城镇生活污水经昌都市污水处理厂、卡若区卡若镇污水处理厂、昌都经济技术开发区污水处理厂处理后排入澜沧江，其污染物主要为 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP，采取河流二维水质模型进行预测。

#### 5.3.4.1 污染源预测

昌都市现有昌都市污水处理厂 1 座，位于昌都市城区，污水处理规模为 9000m<sup>3</sup>/d，目前执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 B 标准。根据昌都市相关规划，昌都市城区将新建污水处理厂 2 座，新增处理规模 49000m<sup>3</sup>/d，其中卡若污水处理厂位于卡若区卡若镇，距离昌都市中心城区约 12km；昌都经济技术开发区污水处理厂位于昌都经济开发区，距离昌都市城区约 33km，见表 5.3.4-1，规划新建的 2 座污水处理厂污水均排放至澜沧江，执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准。污染物排放浓度见表 5.3.4-2。

表 5.3.4-1 昌都市污水处理厂相关规划

编号	名称	距昂曲河口	规模 (万吨/天)	建成年份
1	昌都市污水处理厂二期工程	1km	3.1	2019
2	卡若污水水处理厂	12.6km	1.8	2019
3	昌都经济技术开发区污水水处理厂	37km	2.5	2019

表 5.3.4-2 昌都市污水入河量计算

指标		COD	NH <sub>3</sub> -N	TP
排放标准 (mg/L)		50	8	0.5
污染物入河速率 (g/s)	现有污水处理厂	8.68	1.39	0.09
	昌都市污水处理厂二期工程	12.73	2.04	0.13
	卡若区卡若镇污水处理厂	10.42	1.67	0.10
	昌都经济技术开发区污水处理厂	14.47	2.31	0.14

### 5.3.4.2 水质预测

#### (1) 水质模型

澜沧江昌都河段多年平均流量  $Q$  大于  $150\text{m}^3/\text{s}$ ，属于大型河段。根据《水域纳污能力计算规程》（GBT 25173-2010），采取河流二维水质模型计算河段水质。具体计算公式如下：

$$C(x, y) = \left[ C_0 + \frac{m}{h\sqrt{\pi E_y x v}} \exp\left(-\frac{v}{4x} \times \frac{y^2}{E_y}\right) \right] \exp\left(-K \frac{x}{v}\right)$$

式中， $C(x, y)$  计算河段代表点的污染物平均浓度，mg/L； $C_0$  初始断面污染物浓度，mg/L； $m$  污染物入河速率，g/s； $h$  设计流量下计算水域的平均水深，m； $E_y$  污染物的横向扩散系数， $\text{m}^2/\text{s}$ ； $x$  沿河段的纵向距离，m； $y$  沿河段的横向距离，m； $v$  设计流量下计算河段的平均流速，m/s； $K$  污染物的综合衰减系数，1/s。

#### (2) 参数选取

##### 1) 设计流量

采用宗通卡坝址 1960-2014 年共 65 年逐月的长系列水文资料，计算宗通卡坝址处不同来水保证率最枯月平均流量，根据面积比法推算昌都水文站处不同保证率下的最枯月平均流量，见表 5.3.4-3。

表 5.3.4-3 澜沧江昌都断面设计流量 (m<sup>3</sup>/s)

统计参数			宗通卡坝址	昂曲河口	昌都水文站
Ex	Cv	Cs/Cv	P=90%	P=90%	P=90%
28.1	0.52	2	11.74	13.34	40.83

## 2) 平均流速和水深

澜沧江昌都河段属于宽浅河道，采用矩形概化河段的过水断面。采用恒定均匀流公式计算设计流量下河道的宽度和深度，见表 5.3.4-4。

表 5.3.4-4 澜沧江昌都河段断面参数

流量 (m <sup>3</sup> /s)	河宽 (m)	深度 (m)	流速 (m/s)	水力坡度
40.83	58	1.8	0.4	0.00125

3) 初始断面污染物浓度 C<sub>0</sub>

参考澜沧江国家水质监测基本站提供的水质监测报告，确定昌都河段内枯水期污染物的背景浓度 (C<sub>0</sub>)，即 COD 浓度为 10.0mg/L、NH<sub>3</sub>-N 浓度为 0.05mg/L、TP 浓度为 0.04mg/L。

## 4) 综合衰减系数

采用宗通卡坝址下游河道率定的 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 综合衰减系数，即 4.75 × 10<sup>-6</sup>/s、3.59 × 10<sup>-6</sup>/s、3.70 × 10<sup>-6</sup>/s。

## 5) 横向扩散系数

根据《水域纳污能力计算规程》(GBT 25173-2010)，采用费休经验公式估算。

$$E_y = (0.1 \sim 0.2)H\sqrt{gHJ}$$

式中，E<sub>y</sub> 污染物的横向扩散系数，m<sup>2</sup>/s；H 河道断面平均水深，m；g 重力加速度，m/s<sup>2</sup>；J 河流水力比降。经计算，E<sub>y</sub> 为 0.04 m<sup>2</sup>/s。

## (3) 预测结果

通过对比无污染物入河与有污染物入河下游断面水质浓度，预测污染

物对下游断面水质的影响，COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 预测结果见表 5.3.4-5。

表 5.3.4-5 澜沧江昌都河段 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 浓度预测结果

	纵向距离 (m)	横向距离 (m)						
		5	10	20	30	40	50	58
COD mg/L	0 (昌都市污水处理厂)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	50	14.25	10.10	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	100	<b>15.60</b>	10.86	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	200	<b>15.41</b>	12.12	10.05	10.00	10.00	10.00	10.00
	400	14.47	12.80	10.43	10.02	10.00	10.00	10.00
	800	13.41	12.70	11.06	10.22	10.02	10.00	10.00
	1600	12.50	12.22	11.39	10.63	10.21	10.04	10.00
	5000	11.43	11.37	11.18	10.91	10.63	10.39	10.24
	10000	10.97	10.95	10.88	10.77	10.64	10.50	10.39
	12600 (卡若污水汇入)	10.84	10.83	10.78	10.70	10.60	10.49	10.40
	13000	11.94	11.52	10.88	10.70	10.59	10.48	10.40
	13600	11.60	11.46	11.07	10.78	10.61	10.48	10.39
	37900 (经济开发区污水处理厂)	10.84	10.82	10.77	10.68	10.57	10.45	10.35
	38000	12.76	11.12	10.77	10.68	10.57	10.45	10.35
	38900	11.89	11.70	11.18	10.79	10.59	10.45	10.35
	NH <sub>3</sub> -N mg/L	0 (昌都市污水处理厂)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
50		<b>0.56</b>	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
100		<b>0.72</b>	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
200		<b>0.70</b>	0.30	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
400		<b>0.59</b>	0.39	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05
800		0.46	0.37	0.18	0.08	0.05	0.05	0.05
1600		0.35	0.32	0.22	0.13	0.08	0.06	0.05
5000		0.22	0.22	0.19	0.16	0.13	0.10	0.08
10000		0.17	0.17	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10
12600 (卡若污水汇入)		0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
13000		0.34	0.27	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11
13600		0.28	0.26	0.20	0.16	0.13	0.12	0.11
37900 (经济开发区污水处理厂)		0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.13	0.12
38000		0.49	0.23	0.17	0.16	0.15	0.13	0.12
38900		0.35	0.32	0.24	0.18	0.15	0.13	0.12

续表 5.3.4-5 澜沧江昌都河段 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 浓度预测结果

NH <sub>3</sub> -N mg/L	纵向距离 (m)	横向距离 (m)						
		5	10	20	30	40	50	58
TP mg/L	0 (昌都市污水处理厂)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	50	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	100	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	200	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	400	0.07	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	800	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	1600	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	5000	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
	10000	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	12600 (卡若污水汇入)	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	13000	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	13600	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
	37900 (经济开发区污水处理厂)	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	38000	0.07	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	38900	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04

由表可知，受城区污水排放影响，澜沧江昌都段 COD 浓度呈先升高后下降趋势，部分河段（昌都污水处理厂排放口至下游 300m）略超过地表水 II 类标准。其中，汇口至卡若区卡若镇河段(12.6km)COD 浓度为 10.0mg/L~15.60mg/L；在 12.6km 处 COD 浓度为 10.40 mg/L~10.84mg/L；受卡若区卡若镇污水处理厂(12.6km)污水汇入影响，COD 浓度再次升高，范围为 10.40 mg/L~11.49mg/L，随后缓慢下降，在 37.9km 处 COD 浓度为 10.35mg/L~10.84mg/L。受经济开发区污水处理厂(37.9km)污水汇入影响，COD 浓度再次升高，范围为 10.35 mg/L~12.76mg/L，随后缓慢下降。

澜沧江昌都段 NH<sub>3</sub>-N 浓度同样呈先升高后下降趋势，部分河段（昌都污水处理厂排放口至下游 600m）超过地表水 II 类标准。其中，汇口至卡若区卡若镇河段(12.6km)NH<sub>3</sub>-N 浓度为 0.05mg/L~0.72mg/L；在 12.6km 处 NH<sub>3</sub>-N 浓度为 0.11mg/L~0.16mg/L；受卡若区卡若镇污水处理厂污水汇入影响，NH<sub>3</sub>-N 浓度再次升高，范围为 0.11mg/L~0.34mg/L，随后缓慢下降；在 37.9km

处  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度为  $0.12\text{mg/L} \sim 0.18\text{mg/L}$ 。受经济开发区污水处理厂（ $37.9\text{km}$ ）污水汇入影响， $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度再次升高，范围为  $0.12\text{mg/L} \sim 0.49\text{mg/L}$ ，随后缓慢下降。

受昌都城区污水排放影响，澜沧江昌都段 TP 浓度呈先升高后下降趋势，全河段满足地表水 II 类标准。其中，汇口至卡若区卡若镇河段（ $12.6\text{km}$ ）TP 浓度为  $0.04\text{mg/L} \sim 0.07\text{mg/L}$ ；在  $12.6\text{km}$  处 TP 浓度为  $0.04\text{mg/L} \sim 0.05\text{mg/L}$ ；受卡若区卡若镇污水处理厂污水汇入影响，TP 浓度再次升高，范围为  $0.04\text{mg/L} \sim 0.056\text{mg/L}$ ，随后缓慢下降，在  $37.9\text{km}$  处 TP 浓度为  $0.04\text{mg/L} \sim 0.05\text{mg/L}$ 。受经济开发区污水处理厂（ $37.9\text{km}$ ）污水汇入影响，TP 浓度再次升高，范围为  $0.04\text{mg/L} \sim 0.065\text{mg/L}$ ，随后缓慢下降。

### 5.3.5 运行期管理区废污水影响分析

宗通卡水利枢纽工程的枢纽工程和供水工程的管理营地合建，拟建的生产生活区（业主营地）位于左岸下游 1# 公路端头，远离左岸下游施工区，卡若灌区实施完成后移交当地政府进行运行期管理，主要由昌都市水利局各乡镇水管站负责管理维护，不再另行修建管理用房。

因此，运行期生活污水主要来源于生产生活区。生产生活区的人数为 63 人。生活用水按  $80\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，生活污水排放量按用水量的 80% 计算，则日污水量最大为  $4\text{m}^3/\text{d}$ 。本工程拟延用施工期业主营地的地埋式成套生活污水设备（A/O 工艺）处理生活污水，处理达标后回用于绿化用水，对昂曲水质影响很小。

## 5.4 对地下水环境的影响

### 5.4.1 施工期地下水水位、水量预测

#### 5.4.1.1 引水隧洞

##### （1）影响半径预测

本项目隧洞穿越地层的主要岩性包括粉细砂岩和泥质粉砂岩，以可研中岩土力学实验参数为基础，结合收集的抽水试验成果资料，以透水率、含水率等为基础来确定本次的计算参数；同时，受不同季节降雨强度不一致的影响，引水隧洞（1<sup>#</sup>）在雨季施工的影响半径为 147.7~171.34m、旱季施工的影响半径为 166.25~237.77m；引水隧洞（2<sup>#</sup>）在雨季施工的影响半径为 67.36~254.43m、旱季施工的影响半径为 73.42~377.32m，详见表 5.4.1-1~4。

#### （2）隧洞涌水量预测

本次涌水量预测以地层岩性为基础、假设同套地层隧洞施工完成后开展止水，结果表明：引水隧洞（1<sup>#</sup>）涌水量 254.5 至 311.02m<sup>3</sup>/d，引水隧洞（2<sup>#</sup>）涌水量 49.46 至 618.35m<sup>3</sup>/d，同种岩性下单位涌水量较为接近，详见表 5.4.1-5~6。

### 5.4.1.2 泄洪洞与导流洞

#### （1）影响半径预测

本项目隧洞穿越地层的主要岩性包括粉细砂岩和泥质粉砂岩，以可研工程地质篇章中岩土力学实验参数为基础，结合收集的抽水试验成果资料，以透水率、含水率等为基础来确定本次的计算参数；同时，受不同季节降雨强度不一致的影响，导流洞在雨季施工的影响半径为 90.56~104.16m、旱季施工的影响半径为 137.37~155.45m，详见表 5.4.1-7~8。

#### （2）隧洞涌水量预测

本次涌水量预测以地层岩性为基础、假设同套地层隧洞施工完成后开展止水，结果表明：导流洞涌水量 144.74~424.7m<sup>3</sup>/d，详见表 5.4.1-9。

表 5.4.1-1 引水隧洞 (1<sup>#</sup>) 分段影响半径结果 (7 月份)

桩号	洞长 (m)	隧洞埋深 (m)	地层岩性	K (m/d)	H (m)	重力给水度 $\mu$	降雨补给强度 W (m/d)	时间 t (d)	影响半径 R (m)
K0+000 ~ K0+039.4	39.4	23 ~ 29	粉细砂岩及泥质粉砂岩	位于地下水水位之上					
K0+039.4 ~ K0+136.3	96.9	30 ~ 67	泥质粉砂岩	0.0475	26.6	0.0046	0.000342	35	147.70
K0+039.4 ~ K0+136.3	89.9	27 ~ 51	粉细砂岩	0.0864	16.6	0.0022	0.000342	33	171.34

表 5.4.1-2 引水隧洞 (1<sup>#</sup>) 分段影响半径结果 (1 月份)

桩号	洞长 (m)	隧洞埋深 (m)	地层岩性	K (m/d)	H (m)	重力给水度 $\mu$	降雨补给强度 W (m/d)	时间 t (d)	影响半径 R (m)
K0+000 ~ K0+039.4	39.4	23 ~ 29	粉细砂岩及泥质粉砂岩	位于地下水水位之上					
K0+039.4 ~ K0+136.3	96.9	30 ~ 67	泥质粉砂岩	0.0475	26.6	0.0046	0.00005	35	166.25
K0+039.4 ~ K0+136.3	89.9	27 ~ 51	粉细砂岩	0.0864	16.6	0.0022	0.00005	33	237.77

表 5.4.1-3 引水隧洞 (2<sup>#</sup>) 分段影响半径结果 (7 月份)

桩号	洞长 (m)	隧洞埋深 (m)	地层岩性	K (m/d)	H (m)	重力给水度 $\mu$	降雨补给强度 W (m/d)	时间 t (d)	影响半径 R (m)
K0+000 ~ K0+043.2	43.2	30 ~ 38	粉细砂岩及泥质粉砂岩	位于地下水水位之上					
K0+043.2 ~ K0+078.4	35.2	28 ~ 34	泥质粉砂岩	0.0475	13.8	0.0046	0.000342	13	67.36
K0+078.4 ~ K0+241.6	163.2	37 ~ 58	粉细砂岩	0.0864	23.8	0.0022	0.000342	60	254.43
K0+241.6 ~ K0+266.3	24.7	6 ~ 20	泥质粉砂岩	位于地下水水位之上					

表 5.4.1-4 引水隧洞 (2<sup>#</sup>) 分段影响半径结果 (1 月份)

桩号	洞长 (m)	隧洞埋深 (m)	地层岩性	K (m/d)	H (m)	重力给水度 $\mu$	降雨补给强度 W (m/d)	时间 t (d)	影响半径 R (m)
K0+000 ~ K0+043.2	43.2	30 ~ 38	粉细砂岩及泥质粉砂岩	位于地下水水位之上					
K0+043.2 ~ K0+078.4	35.2	28 ~ 34	泥质粉砂岩	0.0475	13.8	0.0046	0.00005	13	73.42
K0+078.4 ~ K0+241.6	163.2	37 ~ 58	粉细砂岩	0.0864	23.8	0.0022	0.00005	60	377.32
K0+241.6 ~ K0+266.3	24.7	6 ~ 20	泥质粉砂岩	位于地下水水位之上					

表 5.4.1-5 引水隧洞 (1<sup>#</sup>) 分段涌水量计算结果

桩号	洞长 (m)	隧洞埋深 (m)	地层岩性	K (m/d)	H (m)	影响半径 R (m)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /d·m)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /d)
K0+000 ~ K0+043.2	39.4	23 ~ 29	粉细砂岩及泥质粉砂岩	位于地下水水位之上				
K0+043.2 ~ K0+078.4	96.9	30 ~ 67	泥质粉砂岩	0.0475	23.3	166.25	2.63	254.50
K0+078.4 ~ K0+241.6	89.9	27 ~ 51	粉细砂岩	0.0864	13.3	237.77	3.46	311.02

备注：影响半径取大值。

表 5.4.1-6 引水隧洞 (2<sup>#</sup>) 分段涌水量计算结果

桩号	洞长 (m)	埋深 (m)	地层岩性	K (m/d)	H (m)	影响半径 R (m)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /d·m)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /d)
K0+000 ~ K0+043.2	43.2	30 ~ 38	粉细砂岩及泥质粉砂岩	位于地下水水位之上				
K0+043.2 ~ K0+078.4	35.2	28 ~ 34	泥质粉砂岩	0.0475	11.9	73.42	1.40	49.46
K0+078.4 ~ K0+241.6	163.2	37 ~ 58	粉细砂岩	0.0864	21.9	377.32	3.79	618.35
K0+241.6 ~ K0+266.3	24.7	6 ~ 20	泥质粉砂岩	位于地下水水位之上				

备注：影响半径取大值。

表 5.4.1-7

导流洞分段影响半径结果（7 月份）

桩号	洞长 (m)	隧洞埋深 (m)	地层岩性	K (m/d)	H (m)	重力给水度 $\mu$	降雨补给强度 W (m/d)	时间 t (d)	影响半径 R (m)
K0+000 ~ K0+171.4	171.4	25 ~ 86	微新泥质粉砂岩夹少量薄层泥岩	位于地下水水位之上					
K0+171.4 ~ K0+212.4	41	83 ~ 87	微新粉细砂岩夹泥质粉砂岩	0.0864	10.5	0.94	0.000342	17	104.16
K0+212.4 ~ K0+432.7	220.3	25 ~ 83	微新泥质粉砂岩夹少量薄层砂岩及泥岩	0.0475	11	0.58	0.000342	92	90.56

表 5.4.1-8

导流洞分段影响半径结果（1 月份）

桩号	洞长 (m)	隧洞埋深 (m)	地层岩性	K (m/d)	H (m)	重力给水度 $\mu$	降雨补给强度 W (m/d)	时间 t (d)	影响半径 R (m)
K0+000 ~ K0+171.4	171.4	25 ~ 86	微新泥质粉砂岩夹少量薄层泥岩	位于地下水水位之上					
K0+171.4 ~ K0+212.4	41	83 ~ 87	微新粉细砂岩夹泥质粉砂岩	0.0864	10.5	0.94	0.00005	17	137.37
K0+212.4 ~ K0+432.7	220.3	25 ~ 83	微新泥质粉砂岩夹少量薄层砂岩及泥岩	0.0475	11	0.58	0.00005	92	155.45

表 5.4.1-9

导流洞分段涌水量计算结果

桩号	洞长 (m)	埋深 (m)	地层岩性	K (m/d)	H (m)	影响半径 R (m)	$Q_{max}$ ( $m^3/d \cdot m$ )	$Q_{max}$ ( $m^3/d$ )
K0+000 ~ K0+171.4	171.4	25 ~ 86	泥质粉砂岩	位于地下水水位之上				
K0+171.4 ~ K0+212.4	41	83 ~ 87	粉细砂岩	0.0864	5.75	137.37	3.53	144.74
K0+212.4 ~ K0+432.7	220.3	25 ~ 83	泥质粉砂岩	0.0475	6.25	155.45	1.93	424.70

备注：影响半径取大值。

### (3) 施工期隧洞涌水影响分析

本项目隧洞洞长较短，埋深较浅，所穿越含水层主要为基岩裂隙水含水层时，隧洞施工对地下水最大影响半径为 377.32m。距工程区最近的泉点（Q5）距离为 1.19km、基本不会对调查泉点造成影响，具体影响见表 5.4.1-10。

表 5.4.1-10 本项目隧洞生活生产用水影响情况预测统计表

编号	地下水类型	流量 (L/s)	开发利用状况	是否位于影响半径以内	影响说明
Q1	基岩裂隙水	约 0.1	生活生产用水	否	施工期未影响各泉补给
Q2	基岩裂隙水	约 0.2	生活生产用水	否	
Q3	基岩裂隙水	约 0.2	生活生产用水	否	
Q4-1	基岩裂隙水	约 0.4	生活生产用水	否	
Q4-2	基岩裂隙水	约 0.4	生活生产用水	否	
Q5	基岩裂隙水	约 0.7	生活生产用水	否	
Q6	基岩裂隙水	约 0.3	生活生产用水	否	
Q7	基岩裂隙水	约 0.1	生活生产用水	否	
Q8	基岩裂隙水	约 0.3	生活生产用水	否	
Q9	基岩裂隙水	约 0.5	生活生产用水	否	
Q10	基岩裂隙水	约 0.6	生活生产用水	否	
Q11	基岩裂隙水	约 0.6	生活生产用水	否	
Q13	基岩裂隙水	约 0.3	生活生产用水	否	
Q14	基岩裂隙水	约 0.5	生活生产用水	否	
Q15	基岩裂隙水	约 0.4	生活生产用水	否	
Q16	基岩裂隙水	约 0.4	生活生产用水	否	
Q17	基岩裂隙水	约 0.2	生活生产用水	否	

## 5.4.2 运行期坝基渗流影响预测分析

### 5.4.2.1 预测范围

坝址区蓄水后由于坝址区两侧较大的水位差可能产生坝基坝肩渗透区。

### 5.4.2.2 预测方法

坝址区河床坝基、坝肩均存在透水岩土体，河床坝基卵砾石层属强透水层，基岩以弱透水层为主，浅部具强透水性，可能存在坝基渗漏和绕坝

渗漏问题，可采用数值模拟对水质进行预测。

### 5.4.2.3 坝基坝肩渗漏量

坝址区河床坝基、坝肩均存在透水岩土体，河床坝基卵砾石层属强透水层，基岩以弱透水层为主，浅部具中等透水性，存在坝基渗漏和绕坝渗漏问题。当回水河段由于上游地表水污染存在污染物富集作用时，污染物有可能通过坝基渗漏和绕坝渗漏对地下水产生影响。

由于河床上、下部土体渗透系数相差不大，为简化计算，现取现场试验中的渗透系数最大值作为计算值，对绕坝渗漏与坝基渗漏计算分别采用如下计算公式进行估算：

$$\text{坝基渗漏量计算公式: } Q_{\text{坝基}} = \frac{BKHM}{2b + M}$$

$$\text{绕坝渗漏量计算公式: } Q_{\text{绕坝}} = KH(h_1 + H_1)$$

其中：B 为计算宽度，K 为渗透系数，其余各参数的物理意义见下图

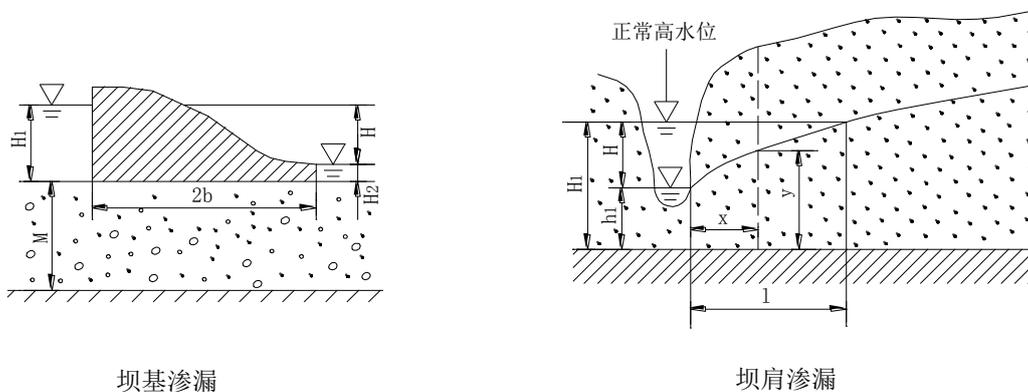


图 5.4.2-1 坝基坝肩渗漏示意图

坝址绕坝渗漏量与坝基渗漏量计算成果见表 5.4.2-1。

表 5.4.2-1 坝址渗漏计算表

计算参数						渗流量	
						坝基渗漏	绕坝渗漏
K (m/s)	B (m)	H (m)	M (m)	2b (m)	h1 (m)	Q <sub>坝基</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1.2×10 <sup>-7</sup>	316	57	37	340	13	2.12×10 <sup>-4</sup>	1×10 <sup>-5</sup>

由表中可知，坝址覆盖层总渗漏量约  $2.22 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ 。

### 5.4.3 运行期地下水水质预测分析

#### 5.4.3.1 模型概化范围及时段

##### (1) 流场模拟概化范围

根据地下水环境调查，区内地下水受尚卡向斜、地貌与岩性等控制，以大气降水为主要补给源，以昂曲为最低排泄基准面，地下水整体由翼到核、由高向低径流排泄至昂曲及周边支流，并沿昂曲向下游径流。本项目地下水模拟预测范围为：以坝体及回水河段为重点，整体以地表水分水岭为界，局部以昂曲为界或设通用边界，模拟范围约  $120 \text{km}^2$ 。本项目调查评价范围见图 5.4.3-1。

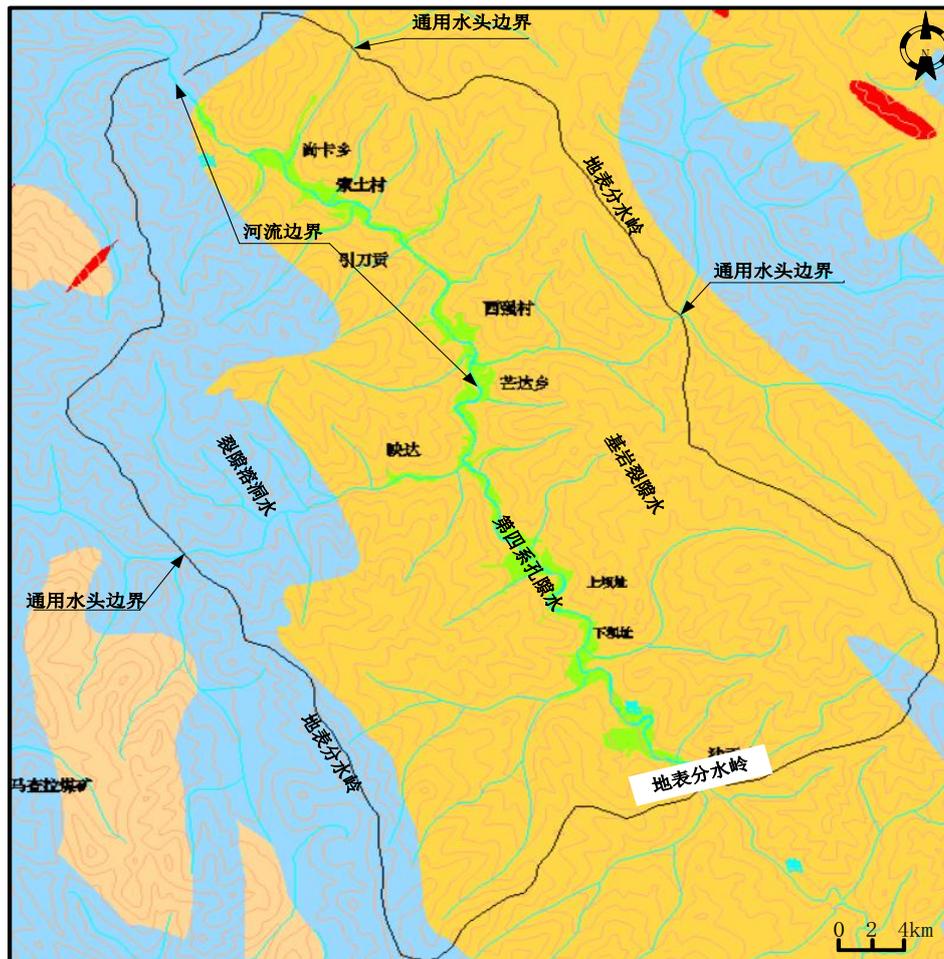


图 5.4.3-1 本项目模拟范围图

## (2) 预测时段

针对本项目特征，针对不同预测情景，模拟预测 7300d，其中非稳定流稳定时间为 3650d。

### 5.4.3.2 预测因子与源强概化

区内无工业污染源，仅昂曲两岸部分地段有农业面源和生活污染源分布、对地下水水质影响较小；区内浅层地下水水质状况整体较好、仅个别点位耗氧量不达标，但深层温泉水中部分指标（如 As）含量较高、其径流排泄至浅层地下水或地表水时可能对周边的地下水水质产生影响；最后，随着水电站的运行、库区内水体交换速度变缓而有污染物富集的风险，加之库区周边地下水同库区内地表水关系密切，其水质受地表水水质影响。

结合污染源特征及水质预测结果等，本次以 As 为预测因子，设置正常运行和非正常运行两种预测工况。其中正常工况采用正常运行期坝前断面 As 的最大预测浓度（ $15.3 \mu\text{g/L}$ ），非正常工况采用库尾来水 As 最大浓度（ $62 \mu\text{g/L}$ ）时、泥沙淤积 100 年后坝前断面 As 的最大预测浓度（ $43.5 \mu\text{g/L}$ ）。

### 5.4.3.3 地下水流场数值模拟

本次数值模拟计算采用 Visual MODFLOW 中的 MODFLOW 模块模拟项目所在区域地下水流场。

#### (1) 模型概化及离散

根据地下水环境调查，区内地下水受尚卡向斜、地貌与岩性等控制，以大气降水为主要补给源，以昂曲为最低排泄基准面，地下水整体由翼到核、由高向低径流排泄至昂曲及周边支流，并沿昂曲向下游径流。模拟区地下水包括第四系孔隙水、基岩裂隙水和裂隙溶洞水，以基岩裂隙水为主。

模拟区西~东方向作为模型 x 轴方向，长度 28570m，每 100m 划分一个网格；南~北方向作为模型 y 轴方向，长度 32879m，每 100m 划分一个网格；对于坝体所在区域进行局部加密；垂直于 xy 平面向上为模型 z 轴正方向，垂向上划分为两大层（基岩裂隙水含水层及相对隔水层）、依据功能需要剖分为六层。其中基岩裂隙水剖分为三层：第一层为第四系孔隙水及对应厚度的强风化层，第二层为第四系底部及周边的强风化层，第三层位弱风化层、为坝体及坝肩需穿过层位，第四层为基岩裂隙水区、为本次模拟的主要含水层（依据坝体深度、剖分两层），第六层为基岩，并将该层下部概化为隔水边界。

## (2) 模型参数选取

### ① 渗透系数

根据本项目可研报告成果、收集邻近区域抽水试验成果等，类比分析不同地层的富水性差异、地层岩性等情况，以地层岩性为基础对模型区的渗透系数进行分区（如图 5.4.3-2），并结合模型验证等确定各区域渗透系数（表 5.4.3-1），其中断层（I 区） $K_x$  与  $K_y$  取 0.25m/d、 $K_z$  取 1.25m/d，坝体及隧洞的  $K_x$  与  $K_y$  取 0.000086m/d、 $K_z$  取 0.0000086m/d。

表 5.4.3-1 各分区渗透系数取值表

渗透系数 $K_x$	G	F	E	D	C	B	A	H
	K1j	J3x	J2d	J1w	T3d	T3a	T3b	Q
第一层	0.8000	0.5000	0.6700	0.1000	1.0900	1.1630	1.2600	29.3800
第二层	0.4000	0.2500	0.3350	0.0500	0.5450	0.5815	0.6300	0.1000
第三层	0.1333	0.0833	0.1117	0.0167	0.1817	0.1938	0.2100	0.0500
第四层	0.0083							

备注： $K_x$  与  $K_y$  相等， $K_z$  取  $K_x$  的五分之一。

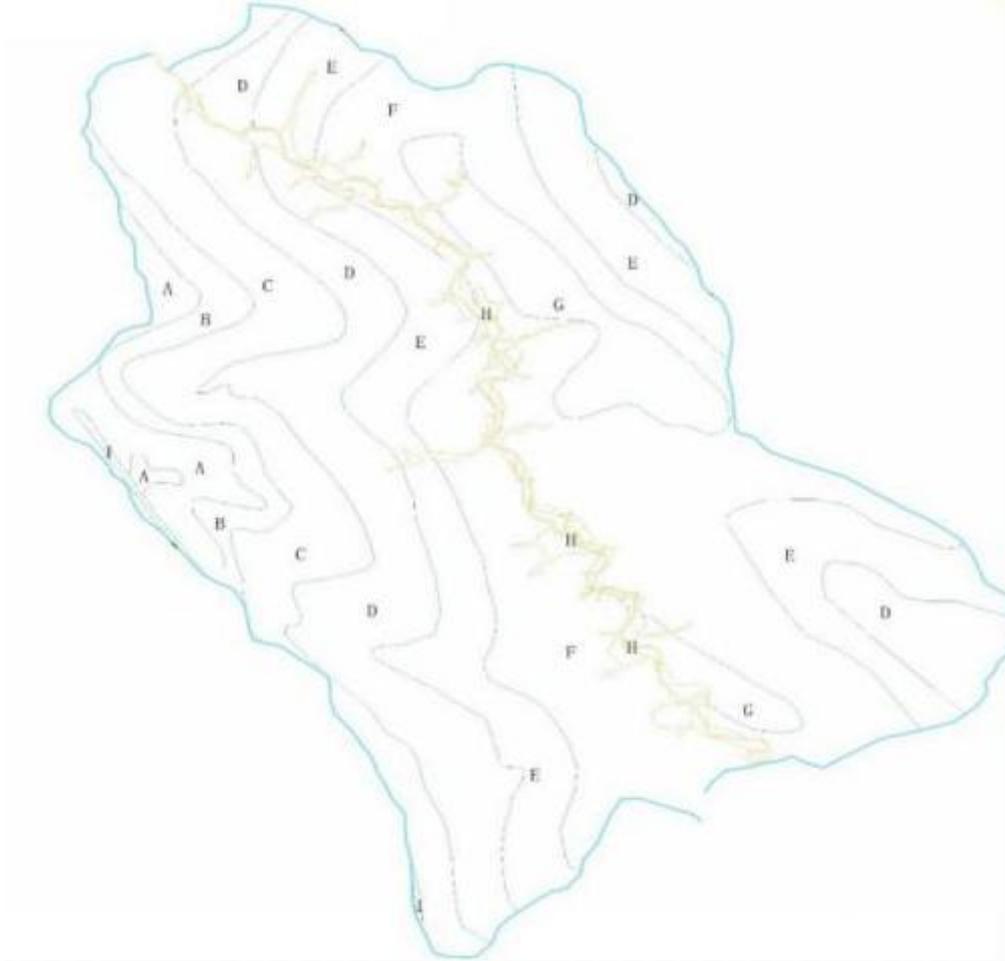


图 5.4.3-2 渗透系数分区图

## ② 降雨入渗系数

根据区域水文地质资料，本项目区内年平均降雨量为多年平均年降水量 477.7mm，丰水期为 6 月~9 月，降雨量为 380.1mm/yr，枯水期为 1 月~5 月和 10 月~12 月，降雨量为 97.6mm/yr。依据《铁路工程水文地质勘察规程》(TB10049-2004)提供的不同含水介质降雨入渗经验值(表 5.4.3-2)。在此基础上，结合本项目的地层岩性及逐月平均降水量，确定降雨入渗量。区内第四系(C 区)表层多为含砾粉质壤土、参考粉砂取 0.08 作为其入渗系数，基岩区参考较破碎岩石、其中地势较缓区(A 区)取 0.18、地势较陡区(B 区)取 0.15。

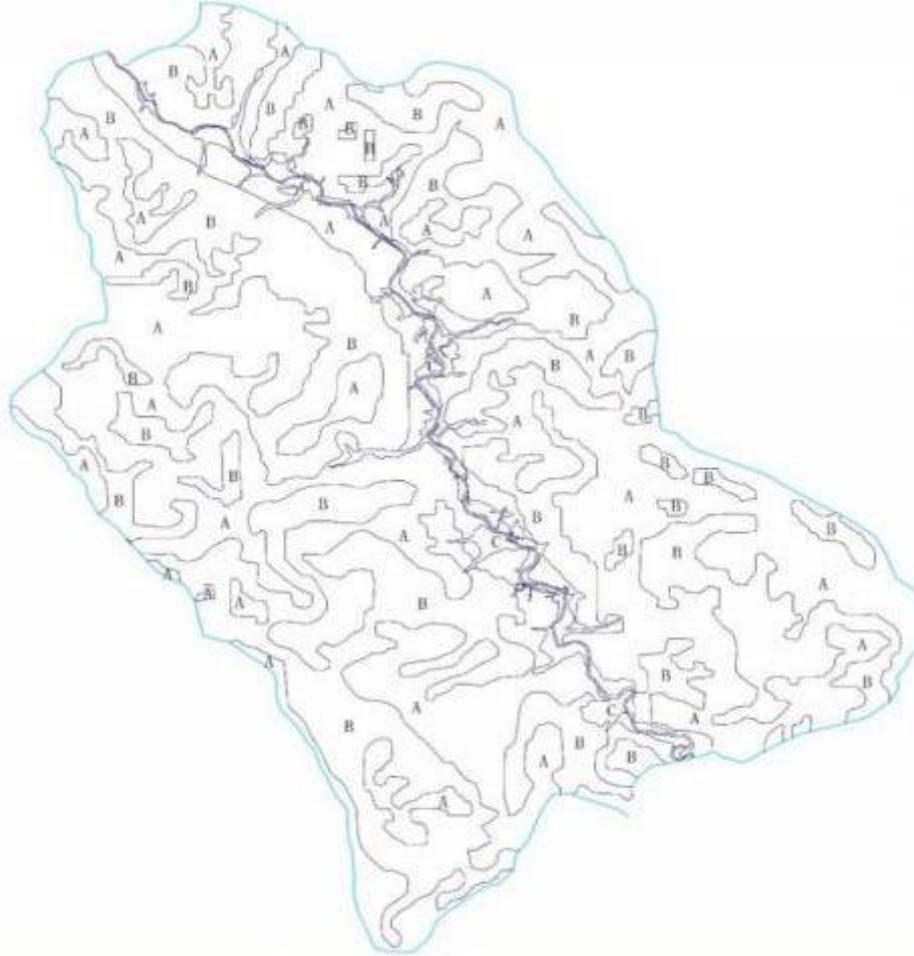


图 5.4.3-3 入渗系数分区图

表 5.4.3-2 降雨入渗系数经验数据

含水介质	$\lambda$	含水介质	$\lambda$
粉质粘土	0.01 ~ 0.02	较完整岩石	0.10 ~ 0.15
粉土	0.02 ~ 0.05	较破碎岩石	0.15 ~ 0.18
粉砂	0.05 ~ 0.08	破碎岩石	0.18 ~ 0.20
细砂	0.08 ~ 0.12	极破碎岩石	0.20 ~ 0.25
中砂	0.12 ~ 0.18	岩溶微弱发育	0.01 ~ 0.10
粗砂	0.18 ~ 0.24	岩溶弱发育	0.10 ~ 0.15
圆砾(夹砂)	0.24 ~ 0.30	岩溶中等发育	0.15 ~ 0.20
卵石(夹砂)	0.30 ~ 0.35	岩溶强烈发育	0.20 ~ 0.50
完整岩石	0.01 ~ 0.10		

### ③ 给水度与有效孔隙度

以可研、中饱水率、裂隙率与含水率等资料数据为基础，充分考虑区

内地层岩性的差异，结合模型验证，给水度及有效孔隙度分区同渗透系数一致，取值如下：

表 5.4.3-3 给水度、有效孔隙度等分区取值表

分区		G	F	E	D	C	B	A	H
		K1j	J3x	J2d	J1w	T3d	T3a	T3b	Q
第一层	给水度	0.0109	0.0065	0.0088	0.0056	0.03	0.035	0.04	0.09
	有效孔隙度	0.0218	0.013	0.0176	0.0112	0.06	0.07	0.08	0.13
	总孔隙度	0.0545	0.0325	0.044	0.028	0.15	0.175	0.2	0.2
第二层	给水度	0.0099	0.0055	0.0078	0.0046	0.02	0.025	0.03	0.0056
	有效孔隙度	0.0198	0.011	0.0156	0.0092	0.04	0.05	0.06	0.0112
	总孔隙度	0.0495	0.0275	0.039	0.023	0.1	0.125	0.15	0.028
第三层	给水度	0.0089	0.0045	0.0068	0.0036	0.015	0.02	0.025	0.0036
	有效孔隙度	0.0178	0.009	0.0136	0.0072	0.03	0.04	0.05	0.0072
	总孔隙度	0.0445	0.0225	0.034	0.018	0.075	0.1	0.125	0.018
第四层	给水度	0.0025							
	有效孔隙度	0.005							
	总孔隙度	0.0125							

### (3) 初始渗流场模拟结果及校验

#### ① 初始流场与源汇项

按照前述建立的数值模型、边界条件和计算参数，以非稳定流模型运行得到的流场作为初始渗流场，见图 5.4.3-4，受区内地形地貌、含水岩组及构造发育等条件控制，本项目山脊区域风化层出现地下水疏干现象，而靠近河流位置地势低，地下水位埋深小，这与本项目所在区域水文地质条件相符。

#### ② 模型校验

模型的识别和验证主要遵循以下原则：①模拟的地下水流场要与实际地下水流场基本一致，即要求地下水模拟等值线与实测地下水位等值线形状相似；②模拟地下水的动态过程要与实测的动态过程基本相似，即要求

模拟与实际地下水位过程线形状相似；③从均衡的角度出发，模拟的地下水均衡变化与实际要基本相符；④识别的水文地质参数要符合实际水文地质条件。

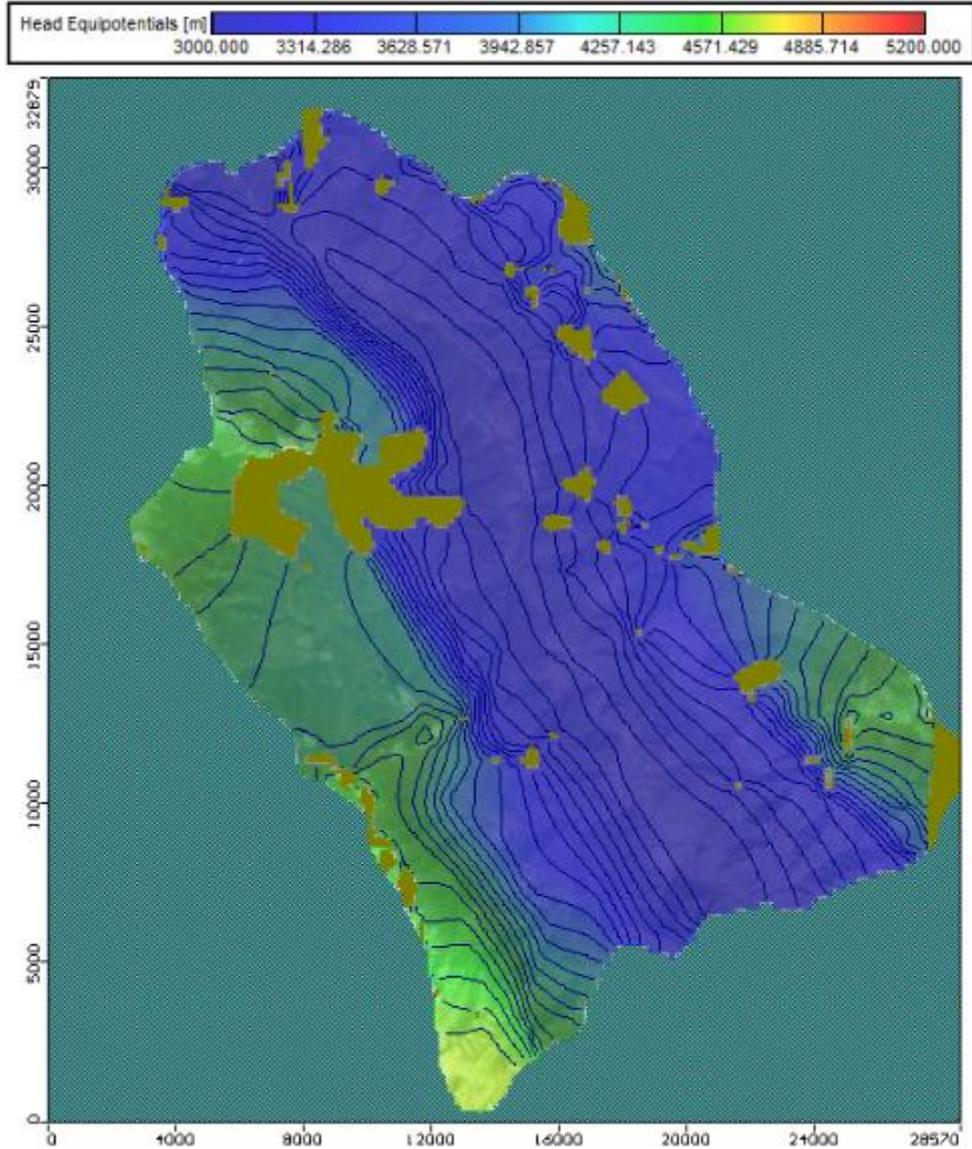


图 5.4.3-4 初始流场图

地下水流模型的识别工作的目的是检验所建立的水文地质概念模型是否合理，以及检验所建立的数学模型是否能够真实地反映实际流场的特点。结合现有资料选择以 2016 年收集与实测水位作为验证，在评价区内选取 11 个地下水水位观测点作为水位观测井。

本次研究，利用试错法对模型参数进行了率定，经过反复调参，得到

了较为理想的模型识别结果。

此外，VisualMODFLOW 软件自身也具有强大的模拟结果自动统计功能。在此，采用 RMS 和 NormalizedRMS 两参数对模拟结果进行分析。

残差均方 RMS (Root Mean Squared Residual) 计算公式如下：

$$RMS = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n R_i^2}$$

式中，n 为计算拟合点个数，R 为单个拟合点的绝对误差

但 RMS 计算公式中没有考虑拟合水位变化幅度对模型精度的影响，因此，VisualMODFLOW 引入另外一个更加准确的判别参数：标准化残差均方根 NormalizedRMS，其计算公式为：

$$NormalizedRMS = \frac{RMS}{(X_{obs})_{max} - (X_{obs})_{min}}$$

经计算，NormalizedRMS 为 9.012%。图 5.4.3-5 更加直观地反映了模型拟合结果。

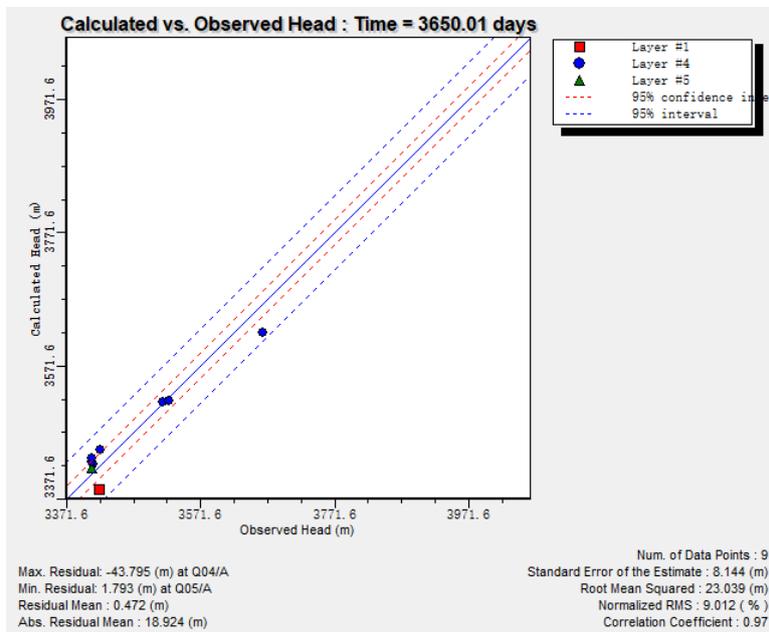


图 5.4.3-5 水位模拟误差分析图

#### (4) 地下水水位变动分析

工程运行期，区内地下水整体由两侧汇入昂曲、以昂曲为最低排泄面；

回水河段周边地下水水位抬升，但均低于调查泉点出露高程、泉点基本不受其影响；最后，蓄水后回水河段内水体循环速度变换，可能造成污染物的累积。

水库蓄水后，按照既有的原则运行调度，引水对河流两岸地下水影响较小。

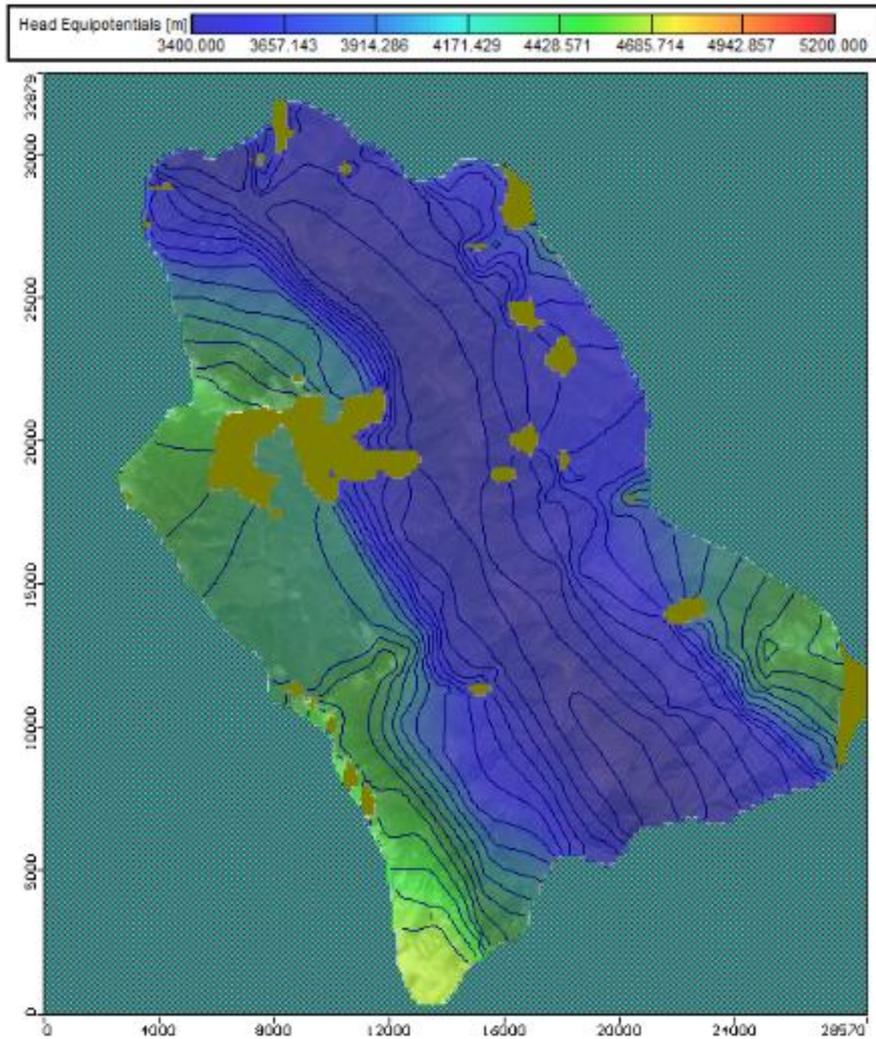


图 5.4.3-6 运行期模拟区地下水渗流场

#### 5.4.3.4 地下水溶质运移模拟

在利用 MODFLOW 模块模拟计算评价区地下水的流场后，采用 Visual MODFLOW 中的 MT3DMS 预测本项目非正常状况下污染物的运移特征及浓度变化趋势。

### (1) 正常运行工况

模拟结果表明，区内地下水整体 As 含量较低，自回水河段（库区）向两侧逐步降低且最大浓度不大于库区内地表水体含量。库区内地表水体含量以低浓度向下游迁移扩散（坝下游），污染扩散羽分布在库区及周边，As 浓度受地表水体含量影响显著且最大浓度不大于库区内地表水体含量，仅在部分区域出现地下水中 As 含量超标情况，但位于库区范围内。

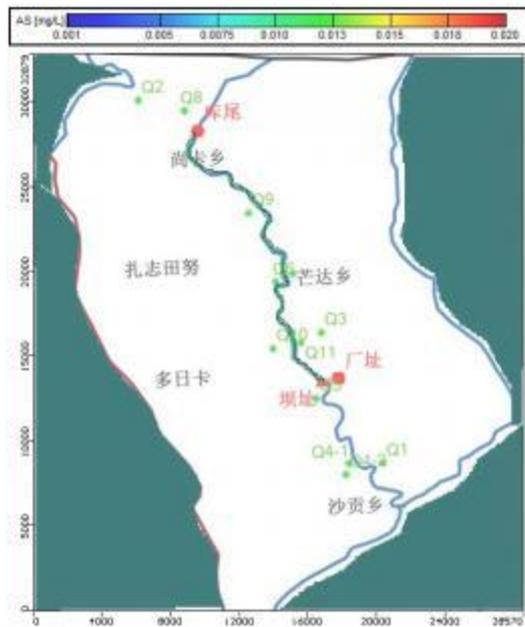


图 5.4.3-7 正常状况下运行 10a 第四系中 As 污染扩散羽

### (2) 非正常工况

模拟结果表明，区内地下水中 As 含量较正常状况高，回水河段（库区）As 比正常状况下含量高，但和正常状况下 As 浓度分布情况相似，依然呈现出自回水河段（库区）向两侧逐步降低且最大浓度不大于库区内地表水体含量的状态。非正常状况下，回水河段中 As 在库区含量较高，且向（坝下游）迁移扩散，污染扩散羽分布在库区及周边，As 浓度受地表水体含量影响显著且最大浓度不大于库区内地表水体含量，部分区域地下水中 As 含量略高于标准值，但位于库区范围内。

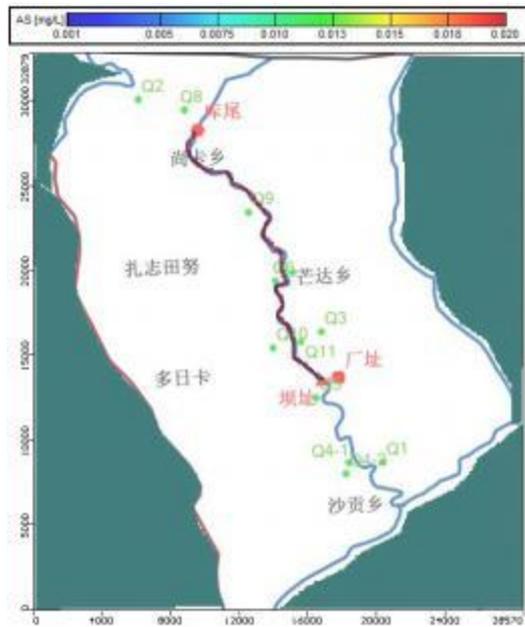


图 5.4.3-8 非正常状况下运行 10aAs 污染扩散羽

## 5.4.4 小结

### 5.4.4.1 施工期地下水环境影响评价

工程施工期生产废水和固体废物按照相关要求处理后达标排放，不会对地下水水质造成明显影响；引水隧洞施工之后，沿着线路两侧形成一定范围的地下水水位下降带，其影响范围以引水隧洞为中心向各方向延伸 50m 左右。通过局部流场图的对比可以看出，地下水水位下降程度和下降区域距离隧道的距离成反比关系，即距离隧道越远，地下水水位降深越小，地下水下降降深约为 0~10m 之间，其中隧道区域降深最大，但调查区域内分布的泉点未在本次影响范围内。

在采取了相关保护措施后，施工期结束，地下水位会逐渐恢复并达到新的平衡。施工期生产废水按照相关要求处理后达标排放，局部采取防渗措施后，基本不会对地下水水质造成明显影响。

### 5.4.4.2 运行期地下水环境影响评价

运行期，区内地下水整体由两侧汇入昂曲，以昂曲为最低排泄面；回

水河段周边地下水水位抬升，但均低于调查泉点出露高程，泉点基本不受其影响。

区内地下水整体 As 含量较低，自回水河段（库区）向两侧逐步降低且最大浓度不大于库区内地表水体含量。库区内地表水体含量以低浓度向下游迁移扩散（坝下游），污染扩散羽分布在库区及周边，As 浓度受地表水体含量影响显著且最大浓度不大于库区内地表水体含量，部分区域地下水中 As 含量略高于标准值，但位于库区范围内。

## 5.5 对生态环境的影响

### 5.5.1 对陆生生态的影响

#### 5.5.1.1 对生态系统的影响

##### （1）对森林生态系统的影响

工程占用森林生态系统面积为 58.90 hm<sup>2</sup>（永久占用 52.05hm<sup>2</sup>、临时占用 6.85 hm<sup>2</sup>）。其中，坝区占用森林生态系统面积为 28.01 hm<sup>2</sup>（永久占用 21.16 hm<sup>2</sup>、临时占用 6.85 hm<sup>2</sup>）；库区淹没森林 30.89 hm<sup>2</sup>，均为永久占地；供水灌溉和泉水导排工程不涉及森林生态系统。工程占地及水库蓄水将带来一部分森林植被的损失，使得植被生物量有所下降，从而影响生活在森林中的动物。工程占用森林生态系统面积占森林生态系统总面积的 5.51%，占比较低。且工程占用植被类型多为大果圆柏、左旋柳等，在评价区内分布广泛。因此工程建设对森林生态系统面积、动植物种群数量和分布的影响均较小，对生态系统结构和功能的影响也较小。此外，灌区工程新增和改善林草地灌溉面积 0.83 万亩，可改善林地灌溉条件，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）对灌丛生态系统的影响

坝区工程占用灌丛生态系统 112.37 hm<sup>2</sup> (永久占用 84.88 hm<sup>2</sup>、临时占用 27.49 hm<sup>2</sup>)；库区淹没灌丛生态系统 123.93 hm<sup>2</sup>，均为永久占地；供水灌溉和泉水导排工程占用灌丛生态系统 28.42 hm<sup>2</sup> (永久占用 2.23hm<sup>2</sup>、临时占用 26.19 hm<sup>2</sup>)。工程占地会带来一部分灌丛的损失，使其生物量有所下降。工程占用灌丛的面积占评价区灌丛生态系统总面积的 9.86%，占用的灌丛及灌草丛多为常见种类，如鸡骨柴、峨眉蔷薇、柃子等，在评价区内广泛分布。因此工程建设对灌丛生态系统面积、动植物种群数量和分布的影响均较小，对灌丛生态系统结构和功能的影响也较小。此外，灌区工程的建设，使得周边灌丛土壤含水量增加，改善其生长环境，有利于灌丛植被的生长发育。

### (3) 对草地生态系统的影响

坝区工程占用草地生态系统 7.83 hm<sup>2</sup> (永久占用 7.65hm<sup>2</sup>、临时占用 0.19hm<sup>2</sup>)；库区淹没草地生态系统 22.87hm<sup>2</sup>，均为永久占地；供水灌溉和泉水导排工程占用草地生态系统 32.38hm<sup>2</sup> (永久占用 5.25hm<sup>2</sup>、临时占用 27.13hm<sup>2</sup>)。施工建设及水库蓄水将带来一部分草地的损失，使其生物量有所下降，工程占用草地生态系统的面积占评价区草地生态系统总面积的 0.66%，占比较低，且均集中于河流两岸及工程的局部区域。工程占用的草地多为海拔 3000~3800m 的常见物种，如白草、醉马草等，在评价区内分布范围较广，因此对草地生态系统的结构和功能基本无影响。工程建设将有效改善林草地灌溉条件，有利于植被生长及正向演替。

### (4) 对湿地生态系统的影响

坝区工程占用水域(河流水面)生态系统 11.76 hm<sup>2</sup>(永久用地 10.61 hm<sup>2</sup>、临时占地 1.16 hm<sup>2</sup>)；库区淹没水域 135.78 hm<sup>2</sup>，均为永久占地；灌区工程占用湿地生态系统 1.27 hm<sup>2</sup>，均为永久占地。水库蓄水后，坝址上游将

新形成一个面积约 559 hm<sup>2</sup> 的水库型湿地。施工期间，围堰施工将扰动水体，造成水体悬浮物浓度短时间内急剧升高，使部分浮游生物因水体理化性质恶化而出现减少。施工过程中生活污水、施工废水排放等对水质和湿地环境产生影响，进而造成湿地动物栖息环境遭到一定程度的破坏。噪声、灯光等会对湿地中野生动物的正常栖息、繁殖的干扰。此外渠系和泉水导排管道施工产生的水土流失对沿线的河流、水库等湿地将也产生不利的影

响。工程实施后，由于水库的修建，库区水域面积增加，库区大部分区域水位上升。新的库区为游禽提供了更广阔的栖息空间，也有利于两栖类及爬行类中的部分种类生活及觅食。运行期，水库对湿地生态系统的不良影响主要体现在灌渠回归水排放对水质和水生生态的影响。

#### (5) 对农业生态系统的影响

坝区工程占用农业生态系统 59.53 hm<sup>2</sup> (永久占用 44.96 hm<sup>2</sup>、临时占用 14.57hm<sup>2</sup>)；库区淹没农业生态系统 85.75 hm<sup>2</sup>，均为永久占地；供水灌溉和泉水导排工程占用农田生态系统 104.00 hm<sup>2</sup> (永久占用 9.30 hm<sup>2</sup>、临时占用 94.70 hm<sup>2</sup>)。工程占地使得耕地面积减少，施工产生的废水、废气、固体废物排放等对农作物产生不利影响，降低农业生产量。工程实施导致的耕地面积减少量占评价区耕地面积的比例为 6.55%，总体影响程度较低。

工程实施将新增和改善灌溉面积 1.88 万亩，其中耕地和园地灌区面积 1.05 万亩，随着灌溉条件的改善，灌溉保证率提高，农业生态系统的水分条件将得到保障，生物生产力将得到提高，农田内生物群落的结构也将趋于多样化和复杂化。

### 5.5.1.2 对陆生植物的影响

#### (1) 施工期影响

##### 1) 施工占地的影响

枢纽工程区占地总面积为 223.43hm<sup>2</sup>，其中，永久占地 172.61hm<sup>2</sup>、临时占地 50.82hm<sup>2</sup>；供水灌溉和泉水导排工程区总占地面积 166.56hm<sup>2</sup>，其中永久占地 18.08hm<sup>2</sup>、临时占地 148.48hm<sup>2</sup>。

### ① 枢纽工程施工占地的影响

枢纽工程区永久占地主要为大坝建筑物、场内道路、工程永久管理区等；供水与灌溉工程区永久占地包括管道、分水池、阀门井、水闸（分水闸、节制闸和退水闸等）、涵管、渡管、跌水等构成输水工程的各类建筑物建设用地等。工程永久占地对植被的破坏是长期的、不可恢复的，将对工程占地区的原有植被产生直接破坏。工程建设后，区域内林地减少 52.05hm<sup>2</sup>、灌木林地减少 211.04hm<sup>2</sup>、草地减少 35.77hm<sup>2</sup>、耕地减少 140.01hm<sup>2</sup>，永久占地主要源于枢纽工程区大坝的建设及库区的淹没。根据现场调查，枢纽工程区及淹没线以下植被主要以干旱河谷灌丛和农业植被为主，灌丛以水栒子灌丛最多，草本植物以尼泊尔酸模、白草、醉马草等常见种，农作物主要为青稞、燕麦等；其次河岸边分布少量的大果圆柏，右岸阴坡分布有川西云杉等针叶林。这些植物种类在评价区均较为常见，因此不会导致评价区某一植被类型或某一物种消失或灭绝，永久占地对植物影响较小。

枢纽工程区临时占地主要是块石料场、弃渣（存料）场、混凝土及砂石加工系统、临时道路、施工变电所、加工厂及施工营地等。临时用地对植被的破坏是短期的、可恢复的。经现场实地调查，枢纽工程区临时占地区植被以灌丛、草地和农业植被为主，植被覆盖度相对较低，次生性较强，临时占地区分布的植物种类在评价区分布广泛，不存在因局部植物物种损失而导致工程临时占地区内植物物种多样性减少或种群消失或灭绝。此外，工程结束后，临时占地区会进行植被恢复，可以有效的弥补临时占地对枢

纽工程区陆生植物的影响。

### ② 供水灌溉工程和泉水导排工程施工占地的影响

供水工程管道敷设的型式主要有①一般地段的挖沟埋管敷设、②沿山坡浅埋砼包封敷设、③公路下埋管敷设、④边坡上架管敷设、⑤过河（沟）敷设、⑥隧洞内铺管敷设等 6 种。其中①③⑥管道敷设方式完成后，地表土地利用类型不会改变，而②④⑤三种方式的施工，会在地表多少形成混凝土固化，形成永久占地。输水管线总长约 105.99km，其中埋地管道长约 91.52km，架空管道长约 14.47km，管道施工过程中仅对线路走向范围的区域进行开挖，主要的管径为 DN1200mm。泉水导排管道全长 52.6km，主要采用埋地敷设，局部管段采用管桥和支墩架管敷设。根据敷设方式，开挖范围最宽不超过线路两侧 3m，根据管道线路走向，所经过区域以灌草丛、农田、已有公路为主，灌草丛植被主要有鸡骨柴群系、峨眉蔷薇群系、毛球蕨群系、密花香薷群系、尼泊尔酸模群系等，在输水线路沿线分布较多。输水管线敷设后，会对开挖地段进行植被恢复，缓解工程临时占地的影响。

### ③ 小结

综上所述，工程影响区的植被多为灌草丛和农业植被，受影响的野生陆生植物种类和植被类型均为评价区广泛分布的类型，工程建设活动对其造成的影响及破坏有限，且施工结束后将对临时占地进行植被恢复工作，因此施工占地对该区域植被及陆生植物多样性不会造成较大影响。

### 2) 施工活动对植物的影响

施工活动对植物的影响主要是废水、废气、固体废弃物等不利影响。依据施工活动对植物的影响方式，可分为直接影响和间接影响，直接影响主要是指人员活动、车辆碾压等使得周围植物及植被的损失，生物量减少；间接影响主要是指施工过程中产生的废气、废水、废渣、扬尘等对植物的

产生的影响，使得周围植物生长变缓、发育不良或死亡。

### 3) 水土流失对植物的影响

施工期基础开挖、施工场地平整、施工道路建设等造成大面积的土壤及山体裸露，同时也产生了大量的施工弃渣，施工时受雨水冲击容易造成水土流失，植物根系由于水土流失而被雨水冲刷，对植物生长造成不利影响。但本项目在可研阶段充分考虑到了水土流失问题，只要切实落实水土保持措施，水土流失对植物的影响较小。

### 4) 隧洞施工对植物的影响

本工程输水线路设置了 4 个隧洞，分别设置在岳宗村、雄达村、俄洛村、小沙贡村，断面尺寸均小于 5m，隧洞长度最长的为雄达村的 2#隧洞，长约 3240.1m。隧洞工程施工最主要的影响反映在对水文系统的扰动带来的水文循环改变。主要表现为隧洞排/涌水、形成地下疏干漏斗、地下水位下降、地表水资源减少以及地下水流动方向改变，这些水文系统的改变可能对地表植被的生长带来不利影响。

隧洞施工过程中，通过采取适当有利的防渗措施后地下水水位降幅很小。本工程隧洞断面尺寸小，隧洞穿越区域上方的植被主要为灌丛和灌草丛，这些植物的根系均不超过 10m，植物生长所需水源主要为天然降水，所以除隧洞口上方的植物根系可能会受隧洞开挖的直接破坏外，对其他区域地表植被根系无直接影响。运行期，隧洞经过支护和衬砌，涌水量很小，不会影响隧洞上方植物的正常生长。

## (2) 运行期影响

### 1) 水库淹没对植物影响

水库蓄水前，将对水库淹没区内所有植被进行清理，淹没区的面积为 424.42hm<sup>2</sup>，其中林地 152.21hm<sup>2</sup>、经济林 1.57 hm<sup>2</sup>、草地 22.68hm<sup>2</sup>、耕地

83.81hm<sup>2</sup>、水域 135.59hm<sup>2</sup>、建设用地及其他用地 28.56 hm<sup>2</sup>。淹没最多的植被类型主要为小檗、水栒子、砂生槐、毛莲蒿等常见的灌丛以及一些草地植被；其次为旱地，主要为青稞、燕麦等。水库蓄水后将直接使该区域植被生境淹没，生物个体失去生长环境，影响程度为不可逆。由于受人为干扰的影响，淹没范围内生物组分的多样性弱，抗逆性差，生产力不高，受淹没影响的植被在评价区不管是库区上游和下游、还是淹没线以上区域均可见到相似的群落。因此，不存在因局部植被淹没而导致种群消失或灭迹，更不会影响区域生态系统的完整性。

根据分析可知，水库淹没面积仅占评价区面积的 4.81%，比例较小，从影响的范围来看，水库蓄水不会改变整个评价区的生态系统的结构和稳定性。水库蓄水后，河谷水面增加，水汽蒸发量随之增加，在一定程度上可提高沿岸小环境的空气湿度，可在一定程度上改善区域内植物的生长环境。但由于宗通卡库区山地土壤长年处于缺水或少水状态，区域内植物在长期的生长繁衍过程中对当地环境的适应，湿润的条件对这些区域的植物来说反而会形成胁迫，使得旱生演替的群落生长受到影响。此外，水库蓄水运行后，消落带由原来的陆生生态系统演变为季节性湿地生态系统：除上述可能会出现一些新的物种外，另一方面原来适应陆生环境生长的物种可能会有逐渐消亡的现象发生。而适应水生环境生长的物种又因消落带的季节性出露水面而成活率低。

## 2) 供水与灌溉工程对植物的影响

本工程规划灌溉面积 1.88 万亩，其中灌溉耕园地面积 1.05 万亩，灌溉林草地面积 0.83 万亩。

灌区主要是通过输水线路将水用于对耕园地和林草地的灌溉，合理的灌溉等人类活动能使灌区下垫面的各种特性朝有利方向变化，因此灌区开

发有利于改善局部区域内的气候和水热条件，可改善区域内农业植被的缺水状况，在一定程度上改善其受到的水分胁迫。但对于该区域内，长期处于干旱环境的自然植物来说，经过长年累月的次生演替和适应，对水分的要求较低，局部区域内土壤水分和空气湿度的增加，对已适应干旱环境的植物来说反而会因水分过多而造成湿害或涝害。

### （3）对重点保护植物和古树名木的影响

在对枢纽工程区、供水灌溉和泉水导排工程影响区的现场调查中，未发现国家级和西藏自治区级重点保护植物的分布。据相关资料记载及访问得知，工程评价区域内可能分布有国家二级保护植物山莨菪和松茸。山莨菪为茄科山莨菪属多年生宿根草本，生于海拔 2000~4400m 的山坡、草坡阳处，高山疏林草丛中。但在现场调查中未发现山莨菪，说明该物种在评价区分布数量较少，并且评价区内存在较多的可替代生境，因此水库蓄水及工程占地对该物种的影响较小。工程施工期间应加强监测，如有发现，应及时报有关部门，在管理部门的指导下采取迁地保护措施，移栽该植物至合适的生境进行栽培。

松茸好生于养分不多而且比较干燥的林地，寒温带海拔 3500m 以上的高山林地，一般在秋季生成，通常寄生于赤松、偃松、铁杉、日本铁杉的根部。评价区 3400m 以上林地主要为川西云杉林，伴生种类主要为大果圆柏、川滇高山栎等，适宜松茸寄生的树种种类极少。库区正常蓄水位为 3474m，且工程占地区域均在海拔 3500m 以下，工程修建不会松茸造成破坏和影响。

现场调查时发现，本工程影响区有古树 2 种 4 株，其中藏川杨 1 株，左旋柳 3 株。根据前述现状描述，1 株藏川杨位于昂曲右岸，而该段供水工程位于昂曲左岸，因此藏川杨不会受到线路工程施工的直接影响。俄洛镇

加林村的3株左旋柳古树距离输水线路分别为230m、230m和270m，工程施工不会对其造成直接影响。

### 5.5.1.3 对陆生动物的影响

#### (1) 施工期对陆生动物的影响

施工期对陆生动物的影响主要包括施工占地对动物生境的占用、开挖破土等引起水土流失对动物生境的破坏，施工废水、废气、固体废物等对动物生境的破坏、污染，施工噪声对动物的惊扰、驱赶以及人为干扰的影响。

#### 1) 对两栖和爬行动物的影响

由于评价区气候较为干燥，总体上两栖和爬行动物种类和数量较为贫乏，在河流沿岸以及居民区附近的各支流附近等相对较为湿润的地段偶见有西藏蟾蜍或草绿龙蜥等两栖爬行类活动。在修筑大坝、厂房、施工附属设施期间，其生境会被占用或污染。施工期随着施工机械和人员的不断进入，施工造成的干扰也逐渐增大，部分个体也会被噪声驱赶。由于坝上坝下均有类似生境，它们可以向这些替代生境中转移，因此工程施工对这些物种不会造成大的影响。

#### 2) 对鸟类的影响

评价区分布的鸟类主要有鸣禽、攀禽、陆禽和猛禽，另外靠近水域的地段还分布有少量游禽（如赤麻鸭）和涉禽（如牛背鹭）。

鸣禽在评价区内种类最多，如喜鹊、淡色崖沙燕、白鹡鸰、灰背伯劳、红嘴山鸦等。攀禽主要有普通夜鹰、绯胸鹦鹉、戴胜、黑啄木鸟等，它们行动能力较强，分布广泛。永久及临时占地、施工噪声等会对其栖息活动产生一定的影响，由于工程占地面积相对于评价区总面积较小，这些鸟类可以向替代生境转移，因此，占地及噪声对鸣禽和攀禽的影响较小。

陆禽类主要有白马鸡、藏雪鸡、高原山鹑、岩鸽等，偶尔活动到评价区的灌丛、农田等生境。工程施工占用灌丛和农田，造成陆禽个体的迁移。但周边栖息生境相对较多，总体上对其影响有限。

猛禽主要有黑鸢、苍鹰、普通鵟、高山兀鹫、红隼等，均为国家级重点保护鸟类，种群数量相对较少，飞行能力强，活动范围广，工程施工对猛禽的直接影响主要是噪声驱赶。因此施工期还要严格控制高噪音机械的使用频率并严格限制每天的爆破次数，防止对猛禽类造成干扰和伤害。另外，随着枢纽区施工人员的聚集，生活垃圾的不合理堆放可能会造成高山兀鹫等食腐肉的猛禽类的聚集，增加被伤害的几率。因此，施工期间要采取严格的管理措施，对生活垃圾进行合理处置。

涉禽有牛背鹭、红脚鹬等，主要分布在河滩地，游禽主要有赤麻鸭、凤头鸊鷉等，主要分布在河流中。枢纽施工区、供水灌溉管道和泉水导排等距离河流较近，工程施工活动对分布于工程区附近的涉禽和游禽产生干扰，使它们迁移至其他替代生境。

### 3) 对兽类的影响

评价区内分布的兽类动物主要为穴居型和地面生活型，也有少量的树栖型和水栖型种类。

穴居型兽类有高原兔、喜马拉雅旱獭、中华姬鼠等，评价区内分布较多，种群数量较大的种类。施工期永久及临时占地可能会占用其局部生境，主要表现为施工开挖破坏其巢穴。施工人员噪声、机械设备噪声等也会惊扰其正常活动，对其栖息活动觅食产生不利影响。同时对于部分种类如高原兔、喜马拉雅旱獭、赤狐等，施工人员进驻会增加被捕猎的风险。

地面生活型兽类如岩羊、豹猫等，它们主要栖息在远离人类干扰的山中林地和裸岩地区，偶尔到工程区周边觅食和饮水。施工期间对它们的影

响主要来自于施工爆破和机械噪声对它们的驱赶作用，一般动物都具有主动避害的能力，为避免施工期间的噪声和其他危害，这些兽类将被迫向工程影响区以外的适宜生境中迁移。当工程完工后，它们仍可以回到原来的栖息地。因此这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

树栖型兽类有红腹松鼠 1 种，分布于昂曲两岸的森林中，由于工程施工占用的森林面积较小，且红腹松鼠性警觉，活动能力强，施工初期即会主动远离工程干扰区域，因此工程施工对红腹松鼠影响较小。

综上所述，工程施工对兽类的影响主要是栖息生境占用、干扰和破坏，噪声的干扰以及施工人员的捕杀等，受工程影响的兽类会迁移至远离工程影响区的相似生境中，不会导致评价区物种种类及数量的变化。

## （2）运行期对陆生动物的影响

### 1）水库蓄水对陆生动物的影响

水库蓄水后，水流变缓，水位抬高，淹没原库区内部分生境。根据现场调查，库区淹没涉及的动物生境主要有草地、农田和灌木林地，使原栖息于此的部分野生动物栖息地损失，使其受到一定影响。淹没动物栖息地类型主要为林地和耕地，大多数沿线耕地附近生活的野生动物如山斑鸠、岩鸽、环颈雉、红嘴山鸦等随着栖息和觅食地的淹没而逐渐向水库周边区域迁移。因此，水位的抬高在一定程度上压缩的陆生动物的栖息地。但由于相似的生境在评价区内较多，它们会向周围相似生境顺利转移，因此水库蓄水淹没对陆生动物栖息和觅食影响在可承受范围内。

另外，水库蓄水后，库区水域面积增加，有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物摄食有利，可能导致库区周边一定范围动物种类和数量增加。水库蓄水后，对游禽、涉禽等类型的鸟类，如赤麻鸭、牛背鹭等有一定的吸引作用，甚至可能会吸引其他种类的水鸟来此栖息。

两栖类、爬行类和小型哺乳动物，受水库淹没影响，在蓄水初期他们会向库周合适的生境中迁移，会使这些地区的动物种群密度相应的有所上升，经过一段时间的调节与适应后，其种群密度将达到新的平衡状态。

## 2) 供水灌溉工程和泉水导排工程运行对陆生动物的影响

### ① 动物生境的改变

当灌区开始引水灌溉后，灌区内农田、草地和林地植被得到改善，为大部分鸟类如高原山鹑、岩鸽、红嘴山鸦等和兽类如高原兔、喜马拉雅旱獭、黄鼬以及小型啮齿类动物等提供良好的栖息环境，为周边野生动物的栖息和觅食产生有利的影响。

### ② 对动物活动的阻隔影响

供水灌溉工程和泉水导排工程的管线大多是采取埋管的施工方式，部分地段为架空和隧洞的施工方式，不会产生较明显的生境破碎化，对动物的阻隔影响较小。但配套建设的斗渠、农渠等可能对动物造成阻隔影响。

综上所述，本工程在运行期对库区造成一定影响，主要为水库水位的上升对周边部分动物栖息地的淹没影响。灌区的影响主要表现在斗渠、农渠等对动物造成的阻隔等，其影响基本可控。总体上，运行期随着灌溉工程的实施，周边的环境得到一定改善；临时占地区域植被恢复等措施实施后，将恢复动物的栖息和觅食环境。

## (3) 对重点保护野生动物的影响

根据现场调查并参考相关资料，宗通卡枢纽工程评价区共有国家 I 级重点保护动物 6 种，即胡兀鹫、金雕、斑尾榛鸡、雉鹑、白唇鹿和林麝，国家 II 级重点保护动物 20 种，分别为高山兀鹫、黑鸢、大鵟、普通鵟、红隼、苍鹰、燕隼、血雉、藏雪鸡、白马鸡、长耳鸮、雕鸮、绯胸鹦鹉、猕猴、黑熊、小熊猫、水獭、黄喉貂、斑羚和岩羊；自治区 I 级重点保护动物 15 种，即胡兀鹫、

高山兀鹫、金雕、黑鸢、大鵟、普通鵟、红隼、斑尾榛鸡、雉鹑、赤狐、藏狐、香鼬、黄鼬、白唇鹿和林麝；自治区Ⅱ级重点保护动物 18 种，即赤麻鸭、苍鹰、燕隼、血雉、藏雪鸡、白马鸡、环颈雉、长耳鸮、雕鸮、绯胸鹦鹉、猕猴、黑熊、小熊猫、水獭、黄喉貂、豹猫、斑羚和岩羊。其中大部分物种既是国家重点保护动物，又是自治区重点保护动物。

胡兀鹫、高山兀鹫、金雕、黑鸢、大鵟、普通鵟、红隼、苍鹰、燕隼、长耳鸮、雕鸮等鸟类为猛禽，工程施工期间，施工噪声和人为活动扰动会减少它们在工程区的觅食行为，但猛禽的活动能力强、活动范围广，可迁至其他类似生境活动，受工程影响较小。

斑尾榛鸡、雉鹑、血雉、藏雪鸡、白马鸡、环颈雉为陆禽，栖息活动于灌丛、农田等生境。工程施工占用灌丛和农田，造成陆禽个体的迁移。周边栖息生境相对较多，总体上对其影响有限。但陆禽食用价值和经济价值较高，应加强施工人员管理，禁止捕猎。

绯胸鹦鹉为攀禽，多栖息于林地中，工程占用林地及施工噪声均会对其产生影响。绯胸鹦鹉警惕性较高，飞翔能力较强，可顺利向替代生境转移，工程对其影响有限。但绯胸鹦鹉观赏价值较高，应加强施工人员管理，禁止捕猎。

赤麻鸭为游禽，水库蓄水后，水面面积增加，增加赤麻鸭栖息生境，有利于赤麻鸭种群数量的增长。

白唇鹿、林麝、猕猴、黑熊、小熊猫、斑羚和岩羊等兽类在评价区数量稀少，主要分布在距离干流较远的林地、裸岩，工程的实施对其影响有限。赤狐、藏狐、香鼬、黄鼬、黄喉貂、豹猫栖息于林地和灌丛中，工程占地会破坏它们的适宜生境，应严格控制工程占地范围，并加强施工人员管理，禁止捕猎。

根据现场调查访问，由于评价区人为干扰较大，水獭在评价区水域较为罕见。施工过程中，水獭受施工干扰影响将远离该水域至周边区域，工程施工对其影响不大；水獭主要以鱼类为食，大坝的阻隔将对部分个体觅食造成不利影响，本工程在设计过程中采取了过鱼措施，将缓解工程实施对水獭正常觅食造成的不利影响。

综上所述，本项目的直接影响范围内栖息的重点保护物种主要为鸟类，活动能力较强。大部分重点保护哺乳类主要栖息在人为干扰较少的高山区域，不在工程的直接影响范围内，并且数量较少，因此总体上本项目对重点保护动物的影响有限。

#### 5.5.1.4 对生态完整性的影响

##### (1) 土地利用变化分析

工程实施后，评价区内土地利用格局发生变化，主要表现为建设用地的面积和水域面积的增加。工程建成后，由于水库淹没、枢纽工程建设以及供水、灌溉、泉水导排等管线建设的永久占地，使得林地、耕地、草地、其他用地等斑块面积减少，水域和建设用地面积增加。宗通卡水利枢纽工程建设前后评价区各用地类型面积及斑块数的变化见表 5.5.1-1。

表 5.5.1-1 工程实施前后评价区主要斑块类型数目和面积变化表

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目 (块)	面积 (hm <sup>2</sup> )	数目 (块)	面积 (hm <sup>2</sup> )	数目 (块)	面积 (hm <sup>2</sup> )
有林地	3441	1053.72	3386	1001.67	-55	-52.05
灌木林地	3168	2677.95	3081	2466.91	-87	-211.04
草地	3420	1195.29	3329	1159.52	-91	-35.77
耕地	2599	2273.13	2402	2133.12	-197	-140.01
水域	197	711.54	185	991.80	-12	280.26
建设用地	880	314.91	1321	484.73	441	169.82
其他用地	176	60.57	143	49.36	-33	-11.21
合计	13881	8287.11	13847	8287.11	-34	0

##### 1) 枢纽工程区及库区土地利用变化

工程实施后，枢纽工程区及库区评价区内土地利用格局发生变化，主要表现为林地、灌草地、耕地和其他用地的面积有所减少，且各用地类型的斑块数目也基本减少；水域的面积有所增加，斑块数量有所减小，主要是因为水库蓄水淹没导致坝址上游河流水域、库区支流等合并成为一个库区整体；其他用地类型的面积和斑块数量基本不变。宗通卡枢纽工程建设前后枢纽工程区及库区各用地类型面积及斑块数的变化见表 5.5.1-2。

表 5.5.1-2 工程实施前后枢纽工程区及库区评价区主要斑块类型数目和面积变化表

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目 (块)	面积 ( $\text{hm}^2$ )	数目 (块)	面积 ( $\text{hm}^2$ )	数目 (块)	面积 ( $\text{hm}^2$ )
林地	1013	564.3	942	512.25	-71	-52.05
灌木林地	1319	1258.29	1261	1049.47	-105	-208.82
草地	1577	663.75	1504	633.23	-73	-30.52
耕地	881	563.31	679	432.60	-202	-130.71
水域	20	192.69	8	474.22	-12	281.53
建设用地	185	50.67	537	202.45	352	151.78
其他用地	69	23.75	36	12.54	-33	-11.21
合计	5064	3316.76	4968	3316.76	-143	0

## 2) 供水灌溉和泉水导排工程区土地利用变化

工程实施后，供水灌溉和泉水导排工程区内土地利用格局发生变化，主要表现为林地、草地、耕地、水域和其他用地的面积有所减少，主要是工程占用林地、草地、耕地、水域和其他用地；建设用地的面积有所增加，主要是灌区工程区内的左右两岸输水主管道、泉水导排管道等建筑物的增加。但由于灌区供水工程的建设，工程区可耕作土地略有增加。宗通卡灌区工程建设前后各类斑块数量以及面积的变化具体见表 5.5.1-3。

### (2) 对自然体系生物量的影响

工程的建设及水库蓄水会造成地表植被的破坏和淹没，会对区域自然体系生物量产生影响。施工期部分临时占地，施工结束后植被会自然恢复，其对区域自然体系生物量的影响是暂时的，可恢复的，但施工区的物种组

成会有所变化。而运行期工程永久占地与水库淹没对地表植被的破坏是永久的、不可恢复的，由于自然植被的减少，将导致自然体系生产力降低。

表 5.5.1-3 工程实施前后供水灌区和泉水导排工程评价区主要斑块类型数目和面积变化表

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目 (块)	面积 (hm <sup>2</sup> )	数目 (块)	面积 (hm <sup>2</sup> )	数目 (块)	面积 (hm <sup>2</sup> )
林地	3239	489.42	3229	489.42	-10	0
灌木林地	1718	1419.66	1703	1417.43	-15	-2.23
草地	1843	531.54	1825	526.29	-18	-5.25
耕地	1718	1709.82	1683	1700.52	-35	-9.30
水域	177	518.85	175	517.58	-2	-1.27
建设用地	695	264.24	818	282.30	123	18.06
其他用地	78	36.82	78	36.82	0	0.00
合计	9468	4970.35	9511	4970.35	43	0

评价区各斑块类型和生物量变化情况见表 5.5.1-4。工程建设后评价区总生物量减少了  $1.63 \times 10^4 \text{t}$ ，生物量的减少主要是由于工程建成后，永久占地和淹没区导致林地、灌丛、草地、农作物面积的减少，但损失生物量占评价区总生物量 ( $2.80 \times 10^5 \text{t}$ ) 的 5.82%，所占比例较小，且工程建设完成后，随着水利条件的改善，灌区耕地和林草地植被的生物量得到一定程度的提高，因此工程建设对评价区的自然体系生物量的影响不大。

表 5.5.1-4 评价区工程实施后评价区生物量变化情况表

生态类型变化		平均生物量 (t/hm <sup>2</sup> )	总生物量 (t)
类型	面积 (hm <sup>2</sup> )		
针叶林	-47.57	156.63	-7450.89
阔叶林	-1.71	237.04	-405.34
经济林	-2.77	53.04	-146.92
灌丛	-211.04	33.26	-7019.19
草地	-35.77	20.86	-746.16
农作物	-140.01	6	-840.06
河流水域	280.26	1.2	336.31
合计	--	--	-16272.25

注：表中未包括增加的建筑用地面积  $169.82 \text{hm}^2$  和减少的其他用地面积  $11.21 \text{hm}^2$ 。各植被类型平均生物量数据来源于：罗天翔，李文华，罗辑，王启金. 青藏高原主要植被类型生物生产量研究[J]. 生态学报, 1999, 19(6): 823-831

### (3) 对自然体系稳定状况的影响

自然生态体系的稳定状况包括两个特征，即恢复稳定性和阻抗稳定性。

恢复稳定性与高亚稳定元素（如植被）的数量和生产能力较为密切，阻抗稳定性与景观异质性关系紧密。

### 1) 对恢复稳定性的影响

自然生态系统的恢复力稳定性是定性的评价生态系统在受到外界干扰后自我恢复能力强弱，是由生态系统中生物组分异质性的高低决定的。简单来说，生态系统组分越简单，在受到外界干扰后，越容易恢复到原来的面貌，即恢复力稳定性较强。相反，则恢复力稳定性越弱。

工程建成后，评价区内自然体系的平均生物量减少了  $1.63 \times 10^4 \text{t}$ 。运行期灌区生产力的降低主要是由于林地斑块面积减少所致，但是灌区工程运行后水热条件的改善可对灌区生态体系带来良好的影响，尤其是农作物和林草地可大幅增产，灌区生产力升高。总体而言，本工程建设和运行对评价区环境生态体系恢复稳定性的影响不大。

### 2) 对阻抗稳定性的影响

自然生态系统的阻抗稳定性是由系统中生物组分异质性的高低决定的。异质性是指一个区域里（景观或生态系统）对一个种或更高级的生物组织的存在起决定作用的资源（或某种性质）在空间或时间上的变异程度（或强度）。由于异质性的组分具有不同的生态位，给动物物种和植物物种的栖息、移动以及抵御内外干扰提供了复杂和微妙的相应利用关系。另一方面，异质化程度高的自然系统，当某一斑块形成干扰源时，相邻的异质性组分就成为了干扰的阻断，从而达到增强生态体系抗御内外干扰的作用，有利于体系生态稳定性的提高。

从评价区的斑块类型数目和面积分析，工程实施后土地利用格局发生变化，但斑块类型并未发生改变。大坝主体工程区建设用地的斑块面积增加，库区水域的斑块面积增加，其它斑块类型均有所减少，增加的水域由

自然的生态系统变为受人工调控的半自然生态系统。而灌区对区域自然体系生态完整性的影响主要由渠线等建筑景观以及增加的农田景观的变化引起，但这些景观均为灌区内原已存在的类型，灌区工程建设和运行基本上不改变各类斑块总体异质化程度，对评价范围内生态体系的阻抗稳定性影响不大。总体而言，工程建设对景观自然体系的生产能力和稳定状况及组分异质化程度影响不大。

#### (4) 对景观生态体系质量的影响

评价区各类景观斑块的优势度值预测情况见表 5.5.1-5。工程建设后，景观格局发生了变化，作为模地的灌丛，优势度值从 30.58%减少到 27.98%，前后变化不大，灌丛斑块的优势度值仍然最高，占绝对优势，分布面积最大。由此可以判定工程建成后灌丛仍然是该地区的模地，对生态环境质量仍将具有较强的调控能力，表明景观生态体系的生产能力和受干扰以后的恢复能力变化不大。

表 5.5.1-5 评价区工程实施前后评价区主要斑块类型优势度值

斑块类型	R <sub>a</sub> (%)		R <sub>r</sub> (%)		L <sub>p</sub> (%)		D <sub>o</sub> (%)	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	23.54	24.64	13.23	12.55	12.72	12.09	15.68	15.34
灌丛	23.69	21.54	33.15	30.85	32.31	29.77	30.58	27.98
草地	22.13	24.34	15.25	14.23	14.42	13.99	16.76	16.64
耕地	18.56	17.44	27.65	26.54	27.43	25.74	25.32	23.86
水域	2.32	1.35	8.98	12.56	8.59	11.97	7.22	9.46
建设用地	7.12	9.66	4.02	6.05	3.80	5.85	4.74	6.85
其他用地	2.64	1.05	1.14	0.98	0.73	0.60	1.41	0.80

#### (5) 生态完整性综合影响分析

工程建设将导致评价区总生物量减少  $1.63 \times 10^4$  t，土地利用格局发生变化，生态系统结构和功能在短时间内也发生一定的变化，水库蓄水淹没导致陆地生态系统转变成湿地生态系统，但随着工程的运行，将在评价区范

围内形成新的稳定的生态系统类型。同时由于灌区水资源量的增加使得区域内生态系统的恢复稳定性有所加强。灌区工程运行后评价区内景观多样性有较大提高，主要是由于耕地面积的增加取代了原有的裸地，同时也使得灌区内景观破碎化程度有所减小。整体而言，工程建设将使灌区生态系统结构更加完善，生态功能将得到更好的发挥，生态系统将趋向更加稳定，对区域生态完整性具有正向作用。

## 5.5.2 对水生生态的影响

### 5.5.2.1 对水生生境的影响

#### (1) 施工期

施工期间，枢纽工程（主要是导流、截流等）、灌区工程、供水工程和泉水导排工程涉水施工，可能会造成施工河段水体悬浮物增加，水体透明度降低，浑浊度增加。其次，施工会破坏河流沿岸的生境的稳定性，对底栖动物、鱼类等的生存造成一定影响。再次，施工过程中，由于工程废水、生活污水、油泄露等因素，可能会影响水生生境质量。施工期大坝截流和初期蓄水阶段，可能导致坝下河段减水。

#### (2) 运行期

工程建成运行后，将在原有昌都电站、沙贡电站的基础上，进一步阻隔河流连通性，拟通过建设过鱼设施、拆除昌都电站和沙贡电站等措施减轻对干流生境阻隔的不利影响。

工程建成运行后，将形成峡谷型水库，库区回水至尚卡乡附近，原有的峡谷急流生境转变为静缓流生境，泥沙沉降，水体透明度增加，营养物质增加。库区支流恩达曲、芒达曲等河口段，工程运行后水位抬升，将形成库湾，使支流河口段水流变缓，水体透明度升高。通过建立库尾上下游

干支流栖息地保护、鱼类增殖放流、拆除恩达曲和芒达曲已建电站等措施，可以减缓和补偿流水生境减少的不利影响。

宗通卡水库不承担日调峰任务，当日天然来流量扣除供水及灌溉用水后全部下泄运行，坝址下游来水比天然来水流量略小，对坝下水生生境影响很小。

运行期间，清水下泄对河道有冲刷影响，考虑到枢纽布置采取了消能防冲措施，可以减缓不利影响。水库泄洪、发电等可能产生气体过饱和现象，对坝下鱼类造成一定影响，可能影响仔幼鱼的存活率，过饱和气体会经过一定流程的逐渐释放恢复到正常水平，影响会逐渐消失。

#### 5.5.2.2 对浮游生物的影响

##### (1) 施工期

施工期间，枢纽工程（主要是导流、截流等）、灌区工程、供水工程和泉水导排工程的涉水施工，可能会造成施工河段水体悬浮物增加，水体透明度降低，浑浊度增加，导致浮游植物光合作用效率降低，不利于浮游植物、浮游动物生长、繁殖，将对浮游生物群落结构产生影响。根据现状调查的结果，昂曲的浮游植物和浮游动物种类组成简单、现存量较低，施工可能造成部分河段的浮游生物密度降低。其次，施工过程中，由于工程废水、生活污水、油泄漏等因素，可能对浮游生物产生不利影响。根据“5.3 对地表水环境的影响”分析，通过加强施工管理、优化施工工艺等保护措施，施工期昂曲水质影响较小，因此对浮游生物影响较小。

##### (2) 运行期

工程建成运行后，将形成峡谷型水库，库区回水至尚卡乡附近，原有的峡谷急流生境转变为静缓流生境，泥沙沉降，水体透明度增加，营养物

质增加，有利于浮游生物生长，库区江段浮游生物种类和生物量会有所增加，增幅从坝前至库尾递减。对于浮游植物，种类组成以硅藻门为主，坝前静水河段蓝藻门和绿藻门种类可能有所增加。由于昂曲地处青藏高原高海拔地区，水体外源性营养物质输入较少，本身不利于浮游生物生长，因此其变化程度也不会十分显著。库区支流恩达曲、芒达曲等河口段，工程运行后将形成库湾，水体透明度高，营养物质来源较为丰富，有利于浮游生物繁衍，种类、密度和生物量均会有较明显的提高，并高于库区。

坝下河段由于受来水影响，浮游植物种类组成与坝前相似，但由于取水口位于正常蓄水位以下较低位置，其本身浮游植物密度较表层水体低，下泄水中浮游植物密度和生物量较小，因此坝下河段浮游植物密度和生物量较天然流水河段低，但这种影响会随着水流逐渐消失。

### 5.5.2.3 对底栖动物的影响

#### (1) 施工期

涉水施工特别是围堰施工、基坑开挖等工程直接占压河床底质，导致坝址、供水管道等区域底栖动物损失。同时施工造成水体干扰，施工区域下游局部底质沉积物增加，影响到周边水域底栖动物的呼吸、摄食等，不利于底栖动物的繁衍，现存量会下降，但该影响会随着施工结束而逐渐消失。

#### (2) 运行期

工程建成运行后，库区底栖动物群落结构和现存量将发生变化，流水性种类减少。预计工程运行初期，现存底栖动物种类在库区范围内将得到延续，在水库深水区，部分耐氧型环节动物、摇蚊将出现并有可能成为优势种，库区河段底栖动物种类、密度、生物量较建库前将有所增加。昂曲支流一般水量较小，比降较大，水库运行对支流底栖动物的整体影响不大。

根据分析，库区支流恩达曲、芒达曲等河口淹没区域，现有蜉蝣目、蚋科底栖种类将减少或消失，摇蚊科将成为优势种，底栖动物种类数分布前后变化不显著，密度、生物量较宗通卡水库运行前将有所增加。

宗通卡水库清水下泄对坝下河段底栖动物栖息生境有影响，考虑到枢纽布置采取了消能防冲措施，可以减缓不利影响。

#### 5.5.2.4 对水生维管束植物的影响

评价区江段为峡谷急流，底质多为岩石、砾石，两岸峡谷山腰可见泥土。工程建成运行后，水位上升，土壤底质得以保留，水生维管束植物有可能增加，一些库湾地区可能会出现一些水草。但由于水库水位变化和库岸多为岩石等原因，加之西藏地区气候环境特征，建库后水生高等植物的增加量预计非常有限。

#### 5.5.2.5 对鱼类的影响

##### (1) 施工干扰对鱼类的影响

施工期间，枢纽工程施工导流、截流等涉水施工将干扰、占用水体，可能会增加周边水域鱼类伤亡几率，也不利于鱼类栖息生长。水域中悬浮物的含量增加，影响鱼类的滤水和呼吸功能，可能会对其造成损伤。施工期间废水废渣排放有可能导致水体质量下降，破坏水生生境，影响鱼类的生长，需加强水环境管理。根据“5.3 对地表水环境的影响”分析施工期昂曲水质影响较小，因此水质变化对鱼类栖息生境影响较小。

另外，施工期间来自施工机械和交通运输等的噪声对鱼类的干扰外，还会对鱼类造成一定程度上的驱赶作用，所以在鱼类繁殖期4~6月尽量避免爆破等高噪音施工。

##### (2) 水环境改变对鱼类的影响

宗通卡水库水温结构为混合型，水库蓄水后，对下泄水体的水温影响较小，因此对坝下鱼类影响较小。

工程实施后，库区及坝址下游 As、COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 浓度有所变化，但均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，Fe、Mn 由于天然地质背景原因在丰水期和平水期部分河段超标，对库区及坝址下游鱼类生长等影响较小。由于库区营养物质富集，鱼类饵料生物增加，对一些适应静缓流生境的种类如前腹裸裂尻鱼、高原鳅等生长有利。

宗通卡水利枢纽泄洪将引起坝下总溶解气体过饱和，类比分析预测消力池出口处的总溶解气体饱和度约 140%，经过二道坝和护坦区的快速释放并与尾水掺混至下游 2.0km 处，大部分时段总溶解气体饱和度小于 130%；至昂曲汇口总溶解气体饱和度接近 110%。宗通卡消力池出口下游 2.0km 水域的总溶解气体饱和度范围是 120%~135%，该水域分布有零星产卵场，大部分主要鱼类繁殖期位于汛期，因此该水域可能对抵御过饱和 TDG 能力较弱的幼鱼有一定影响。考虑到该区域泄洪水流与尾水可能未横向混合均匀，在左岸会形成一定范围的低 TDG 饱和度带，加之汛期为过鱼期将营造诱鱼流态，鱼类可水平探知低饱和度区和利用补偿水深躲避 TDG 不利影响的能力，综合分析认为泄水过饱和的鱼类影响不大。宗通卡下游昂曲为天然河道且水深较浅，过饱和 TDG 释放较快，至昂曲汇口时 TDG 饱和度接近标准限制 110%，宗通卡泄洪引起的 TDG 过饱和对汇昂曲干流坝下至河口河段内的鱼类等水生生物的影响较小。

另外，宗通卡水库不同月份随来水流量的季节性变化有一定的水力滞留时间，下泄水温存在一定程度的延迟，将对坝下鱼类的产卵繁殖、生长等造成一定的影响，鱼类产卵期推迟，生长期滞后，可能对鱼类种群产生

一定影响。

### (3) 对鱼类种类组成的影响

工程建成运行后，形成峡谷型水库，原有连续的峡谷急流生态系统将被大坝阻隔，影响部分鱼类进行短距离上溯或下游，如裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、澜沧裂腹鱼、光唇裂腹鱼等繁殖时期需上溯至上游或支流产卵繁殖；鮡科鱼类和高原鳅属鱼类均为定居性鱼类，阻隔影响相对较小。但是对所有鱼类而言，由于大坝的阻隔，鱼类种群交流会受到不同程度的影响。

水库的形成也使库区原本急流的河流态生境转变为缓流或静水生境，流水性鱼类适应的流水生境丧失或缩小，大部分流水性鱼类逐渐向库尾或支流退缩，种群规模将有所下降，如细尾鮡。

总体而言，由于调查区域为典型的青藏高原鱼类区系，群落结构简单，种类组成仅包括裂腹鱼类、高原鳅类和鮡类。这些种类都不属于长距离洄游性鱼类，且均为产粘沉性卵鱼类，工程建成运行将导致鱼类种群规模有所下降，但不会导致鱼类无法完成生活史。因此，在保证水生态保护措施落实情况，评价区的鱼类种类组成不会发生改变。

### (4) 对鱼类资源量的影响

工程运行后，将改变坝址上下游水文情势等，将对鱼类资源量产生影响。现分别对评价区8种鱼类资源量的影响进行分析预测：

1) 光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼 两种裂腹鱼为喜急流生境种类，主要分布在澜沧江上游干流，其主要分布海拔范围约为1200~3200m，评价区内有分布但资源量相对较少。工程建成运行后，库区江段缓流生境适宜性降低，种群会向库尾及以上江段退缩，且坝下种群无法上溯产卵繁殖，对坝上种群资源补充不足。坝下江段由于阻隔影响，水文情势改变，鱼类资源

会受影响。

2) 裸腹叶须鱼 裸腹叶须鱼为评价区范围内资源量较多的种类，分布在河流的峡谷急流和宽谷缓流江段，食性以底栖动物、有机碎屑、硅藻等为主，具有一定的生殖洄游特性，一般在繁殖季节上溯至上游或较大型支流的流水砾石浅滩产卵繁殖。裸腹叶须鱼个体较大，适应静水生境的能力稍差，对产卵场的要求相对较高，一般需要较大水体，在河流上游或大型支流的宽谷河段，寻找大型的砾石浅滩产卵繁殖。工程建成运行后，库区江段水流变缓，由于是河道型水库，库区江段仍然保持一定流速，裸腹叶须鱼能够适应库区生境。坝下河段，部分个体可能会寻找到适宜的产卵生境，考虑到昂曲下游峡谷生境较多，仅在河流弯道处有小型的砾石滩，难以满足裸腹叶须鱼产卵繁殖需求，种群资源量会受到影响。

3) 前腹裸裂尻鱼 前腹裸裂尻鱼是评价范围内分布较广的种类，适应能力强，急流、缓流和静水生境均有分布，以刮食硅藻为食，具有生殖洄游习性，繁殖季节上溯至支流或河流上游产卵繁殖。工程建成运行后，有利于库区水体透明度增加，营养物质滞留，有利于着生藻类生长，库尾、库周浅水区域前腹裸裂尻鱼种群规模可能增加，但是由于前腹裸裂尻鱼是底层刮食性的鱼类，在坝前深水区种群规模可能较小。坝下部分河段受水文情势改变等影响，鱼类资源量会有所下降，但总体来看，其资源量将依然维持较高水平。

4) 细尾鲃 细尾鲃为喜急流生境的定居性种类，工程建成运行后，库区内的种群资源量均将有所下降。主要表现在库区部分河段急流生境减少，部分种群将向库尾以上河段或支流迁移；坝下河段，水文情势改变对细尾鲃的生境产生一定影响，细尾鲃种群规模将有所下降。

5) 高原鳅属鱼类 细尾高原鳅、斯氏高原鳅、短尾高原鳅为杂食性定居性种类，适应性强，在评价区范围内分布广泛，一般缓流浅水区的小生境就能满足其繁殖产卵的要求。工程建成运行后，库区营养物质增加、浮游生物生物量增加，有利于高原鳅索饵，库区种群资源量可能会有所增加。

#### (5) 对鱼类重要生境的影响

根据对昂曲的监测调查，干流有 2 处比较集中的产卵场，即义曲汇口附近的干流江段和甲桑卡乡瓦日村附近江段。宗通卡水利枢纽工程水库回水不会淹没产卵场。除了这两处集中的产卵场外，评价区范围内分布的鱼类以产粘沉性卵为主，对产卵场条件要求不严格，在砾石浅滩、水质较清澈的河段即可产卵繁殖，如裂腹鱼类在砾石浅滩即可繁殖，鮡科鱼类的产卵场较为零星和分散，宗通卡库区及坝下江段仍有零星适宜鱼类的产卵生境分布。工程建成运行后，库区适宜鱼类产卵的小生境将减少，会影响鱼类的繁殖。宗通卡水库不具备调节能力，且引水流量（ $2.954\text{m}^3/\text{s}$ ）仅占坝址处多年平均流量的 2%，工程引水后，坝址下游平均水深较天然状态下降约 0.04m，平均河面宽下降约 0.35m，平均流速下降约 0.1m/s，坝下游河道水文情势变化较小；宗通卡水库不承担日调峰任务，坝下游河道日内水文情势变化小，因此，对鱼类重要生境的影响很小。

评价范围内裂腹鱼类、高原鳅索饵场主要分布于支流汇口、河流浅滩等，工程建成运行后，库区支流河口被淹没，支流库湾将成为新的索饵场，影响较小。鮡科以底栖动物为食，工程运行对底栖动物生长影响较大，间接影响鮡科鱼类的索饵。总体上，工程建成运行对裂腹鱼类、高原鳅索饵场影响不大，但对鮡科鱼类的索饵有一定影响。

昂曲鱼类种群属于青藏高原高海拔高寒环境的种类，具备抵御低温水

环境的能力，工程建成运行后，库区水体加深，有利于鱼类越冬。

#### (6) 对珍稀特有鱼类的影响

评价区水域内无国家级保护鱼类分布；裸腹叶须鱼被列为《中国濒危动物红皮书》的易危种；在《中国物种红色名录》中，澜沧裂腹鱼、细尾鲃被列为濒危种，裸腹叶须鱼被列为易危种。另外，评价区水域内分布有澜沧江水系特有鱼类 3 种，分别为澜沧裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鲃。根据前述分析，裸腹叶须鱼、澜沧裂腹鱼种群规模有所下降；前腹裸裂尻鱼由于其能够适应静缓流生境，且能在支流等小水体中产卵繁殖，水库形成后其种群规模可以得到维持并可能有所增大；细尾鲃在工程影响区有一定分布，其为急流定居性种类，水库形成后，库区江段生境急流生境消失，种群向库尾退缩，种群规模有所下降。通过采取措施，可以减缓、补偿工程对鱼类种群规模、繁殖和栖息的不利影响。

## 5.6 对土壤环境的影响

### 5.6.1 对库区土壤环境的影响

宗通卡库区土地资源数量较大，但大多为宜牧、宜林土地，宜农土地少，且大多沿昂曲两岸阶地分布。水库建成后，土地面积减少，将淹没耕地 1286.26 亩，使原本不富裕的耕地资源更加紧张。基于耕地占补平衡制度，后靠移民将开荒造田，种植作物，将不可避免地加重水土流失。在保障粮食生产和薪炭砍伐的双重压力下，土壤侵蚀有增无减，构成对库区自然生态的严重威胁，将加重库周土壤环境的压力。土地破坏后导致水土流失加剧，土壤结构遭到严重破坏，土壤中的氮、磷和有机物及无机盐含量迅速下降。同时土壤中动物、微生物及它们的衍生物数量也大大降低，从而使土地条件迅速恶化，给以后的植被恢复和土壤复垦工作增加难度。

土壤肥力降低，势必造成作物产量下降，移民必须种植更多的土地才能满足生活需要，这将形成一个恶性循环。

水土流失除了降低土壤肥力外，还将对水库水质造成一定的不利影响，如处理不当，有可能造成局部水体的富营养化问题。此外，土壤中碱性物质进入水体，有可能对水体的酸碱度带来一定影响。

另外，水库建成后，形成 5.59km<sup>2</sup> 宽阔水面，库区形成特殊的小气候环境。湿度增加，昼夜温差小，抑制土壤有机质的矿化过程，有利于土壤有机质的积累，同时土壤有机质的增加又有利于植物的生长，增加库周的森林植被，增加枯枝落叶，可以增加库周土壤的有机质含量。而且库周水土流失的减少，土壤养分得到均衡发展。

## 5.6.2 对灌区土壤环境的影响

### 5.6.2.1 对灌区土壤次生盐渍化的影响

宗通卡水利枢纽灌区地下水主要受大气降水、冰雪融水补给，向昂曲的河流排泄。灌区内地下水主要为松散堆积层孔隙水，根据钻孔测得，地下水埋深多一般 10~35m。基岩裂隙水主要赋存在砂岩、泥质粉砂岩和泥页岩的裂隙中，而区内以透水性弱的泥质粉砂岩、泥页岩分布最广，在干渠沿线的地质测绘中，基岩中泉水露头极少，表明基岩裂隙水水量贫乏。

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。

灌区灌溉设计流量 0.777m<sup>3</sup>/s，灌区位于昂曲道岸边的山丘坡地，地形

大多倾向河道，排水条件较好。另外，灌区气候干燥，降雨量小，土壤自身渗水性较强，一般不会产生地面涝水。因此，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，但因灌区位于昂曲道岸边的山丘坡地，地形大多倾向河道，排水条件较好，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。作为灌溉水源的昂曲水矿化度低，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，灌区的灌溉用水时段主要为3~9月，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6~9月，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很小。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。在灌区工程运行过程中，对地下水水位的监测和控制仍需加以足够的重视。

#### 5.6.2.2 对灌区土壤重金属的影响

##### (1) 农药对灌区土壤污染的影响

灌区建成后，可有效促进农业的发展，农药的施用量将有所增加，灌溉会把农药等污染物质带入土壤造成土壤污染。但通过对临近俄洛灌区的调查

表明，即使灌区建成后，农药的使用量也不会很大，且主要施用在小麦和青稞上。因此，灌区土壤因农药施用而遭受污染的可能性较小。

## （2）对土壤中重金属的淋溶作用的影响

根据灌区土壤环境质量监测结果，土壤的 pH 为 7.6~8.9，呈弱碱性，土壤环境中的 8 个指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》中农用地土壤污染风险筛选值。

土壤中的重金属可通过雨水、灌溉水的淋溶等作用从土壤环境中释放，并迁移进入地表水和地下水，对人类健康和生态环境安全产生威胁。重金属在土壤中的迁移过程由生物地球化学过程（如吸附、溶解等）决定，主要受土壤 pH，离子强度，土壤溶液组成，粘土、有机物含量及土壤中重金属种类、含量等因素影响。

相关研究表明：As 在土壤中是属于难迁移元素，酸性土壤比碱性土壤更有利于增强土壤中重金属的迁移转化过程。卡若灌区土壤为弱碱性，土壤中重金属的迁移转化效果不明显。另外，根据《饮用水源地重金属溶出的影响研究-以广东石门台水库为例》中的研究结果，淋溶过程中各元素释放强度依次为：Mn>Ni>Cu>Pb>As>Hg。

卡若灌区的灌溉方式为轮灌。根据清华大学对耕地进行的土壤淹没静态释放实验，当淹没 0.5d 时，As 的释放速率可以忽略不计；当淹没 1d 时，As 的释放速率最大为 0.168 mg/(m<sup>2</sup>·d)。As 在淋溶过程中的释放强度相对较低，且属于难迁移的元素，因此在土壤中重金属释放到水体中的浓度也相对较低。

因此，通过淋溶作用从土壤环境中释放、迁移的重金属的量较少，对该区地表水、地下水环境的影响较小。

## 5.7 移民安置环境影响

### 5.7.1 移民安置环境影响

#### 5.7.1.1 迁移环境容量分析

宗通卡水利枢纽工程规划设计水平年生产安置 793 人，搬迁安置 478 人。在充分考虑移民意愿的基础上，工程移民安置方案为：损失耕园地采取一次性补偿，搬迁安置采取移民本村分散后靠安置。

生产安置人口全部可采用一次性补偿安置方案。一次性补偿安置不以土地为要素资源，安置区环境容量能满足要求。搬迁安置人口采取本村范围内后靠分散建房安置，移民安置总容量大于需进行生产安置人口，满足生产安置需求，另外所选择的分散安置点应地质条件良好，无滑坡、塌岸、泥石流等不良地质灾害隐患，水电路等基础设施条件便利，分散安置点环境适宜。本安置方式可以很好的维持迁移人口原有社会关系，不会对迁移人口生产生活造成较大冲击。由于搬迁安置人口较少，工程量小，工期短，对植被扰动以及产生“三废”较少，对移民安置和周边区域环境影响较小。

#### 5.7.1.2 生态环境

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。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，不会导致物种的减少。经现场调查，涉及移民的村庄附近多为农田，区域内没有珍稀、濒危植物的分布，因此移民安置不存在对珍稀、濒危植物的影响。

移民安置活动期间，占地、开挖等施工活动一定程度干扰安置区原有生态系统的平衡，原有植被的丧失剥夺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。从实地调查结果来看，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，因此移民安置对陆生野生动物影响较小。

#### 5.7.1.3 水环境

农村移民安置对水环境的影响主要是分散后靠建房安置点居民排放的生活污水对周围水环境的影响。农村移民搬迁安置 478 人。生活污水不采取任何措施直接排放，将会对居民点附近的环境产生影响，可考虑修建旱厕收集生活污水作为农家肥料。

#### 5.7.1.4 环境空气

农村移民搬迁安置对环境空气的影响源主要是工程开挖、回填等场地平整中产生的粉尘，车辆运行产生的扬尘，各类施工机械排放的废气等。影响时段为施工期，时间较短。

由于工程开挖量较小，其产生的废气量也较小，且施工场地比较分散，因此不会对整个区域的大气环境造成污染，对施工区局部区域的大气环境影响也较小，在采取必要的降尘和防护措施情况下，影响将进一步降低。

#### 5.7.1.5 固体废弃物

##### (1) 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。房屋建设和配套设施建设中产生的弃土弃渣也较小。随着施工结束，应及时清理，否则将会影响施工区的视觉景观和环境卫生。

##### (2) 垃圾的影响

由于移民安置区房屋多为砖混结构，施工期短，公路复建、房屋建设和配套设施施工过程中产生的各种垃圾，但施工人员产生的生活垃圾若不

及时清理，也将会污染附近水域、影响环境卫生和感观。

移民进驻后生活垃圾产生具有长期性和累积性，如果生活垃圾无固定处置场地，乱堆乱弃，不但对移民生活条件和市容卫生产生不良影响，而且垃圾随雨水冲刷流入水体，将会对局部区域的地表水质产生影响。同时，生活垃圾亦是蚊虫孳生、致病以及细菌繁衍、鼠类肆虐的场所，若不及时清理将有害于移民的身体健康。因此，对生活垃圾应妥善处理。

#### 5.7.1.6 人群健康

安置区离原地不远，生活习惯、卫生防疫与原地基本相同，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。

#### 5.7.2 专项设施复建环境影响

宗通卡水利枢纽建设征地涉及专业项目处理任务主要为交通工程、电力及通信线路等。规划确定复建四级公路总长度 40.124km，其中四级双车道 18.483km，四级单车道 21.641km（其中 8.2km 为路面硬化），复建大桥 5 座 621 延米。对淹没涉及的 10kV 和 0.4kV 架空线路和杆架变压器均采用后靠复建。35kV 马查拉变电站拟于芒达乡选址参照原规模新建，按 35kV 和 10kV 为箱式一体化设备，少人值守模式设计。35kV 沙马线结合变电站新址确定绕线路径，恢复功能。对于建设征地影响的电信线路均规划后靠绕线复建。对建设建设征地影响的 1 座基站，规划杆位后靠复建。

专业项目复建施工期产生的施工粉尘及施工机械噪声会对大气及声环境产生不利影响，施工废水和施工人员的生活污水也会对周围水环境产生影响。考虑到工程规模很小，工期较短，对周边局部区域的水环境、大气及声环境影响很小。专项设施复建工程建设不涉及崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态环境状况较差的区域。专项设施的复建总体上对

环境的影响较小。

## 5.8 工程施工环境影响

### 5.8.1 施工期水质影响

#### 5.8.1.1 基坑废水

类比国内同类型水利水电工程基坑废水监测结果，基坑初期排水水质与河流水质相似，对昂曲水质基本无影响。

基坑经常性排水中施工废水最大排水量约为  $150\text{m}^3/\text{h}$ ，废水的悬浮物含量和 pH 值较高，经常性基坑排水的 pH 值达 11~12，悬浮物浓度一般在  $2000\text{mg}/\text{L}$  左右。该部分废水如果直接排入昂曲，将对下游河段水体水质造成一定影响。本工程采用向基坑集水区投加絮凝剂，静置沉淀后用泵将上层清水抽排入昂曲，对昂曲水质影响较小。

#### 5.8.1.2 洞室排水

隧洞采用“短进尺、多循环、少药量”的控制爆破方法，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，隧洞开挖过程中不会有废水产生，不会对周围环境产生影响。

#### 5.8.1.3 砂石料加工冲洗废水

本工程在枢纽工程施工区设置人工砂石加工系统和沥青砂石加工系统。人工砂石加工系统设计处理量  $550\text{t}/\text{h}$ ，沥青砂石加工系统设计处理量  $40\text{t}/\text{h}$ ，砂石加工系统均按两班制生产，每天工作 14h。经估算，人工砂石加工系统和沥青砂石加工系统砂石加工冲洗废水排放量约为  $825\text{m}^3/\text{h}$  和  $60\text{m}^3/\text{h}$ 。冲洗废水主要污染物质为悬浮物，浓度高达  $30000\text{mg}/\text{L}$ 。砂石加工

冲洗废水若不处理直接排放，将对昂曲水质产生不利影响。本工程拟采用DH 高效污水净化器对砂石加工冲洗废水处理回用于系统本身，对昂曲水质基本无影响。

#### 5.8.1.4 混凝土拌和系统碱性冲洗废水

本工程在枢纽工程施工区设置 1 处常规混凝土生产系统，配置 2 座 HZS90 混凝土搅拌站，设置 1 处沥青混凝土生产系统，配置 JD1000 沥青搅拌站一座；在供水和灌溉工程区的 11 个施工区以及泉水导排工程的 3 个施工区分别配置 HZS25 搅拌站 1 座。混凝土生产系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，枢纽工程施工区每处搅拌站冲洗废水产生强度为  $8\text{m}^3/\text{次}$ ，供水和灌溉工程以及泉水导排工程的施工区每处搅拌站冲洗废水产生强度为  $6\text{m}^3/\text{次}$ ，系统按两班制生产，常规混凝土生产系统、沥青混凝土生产系统及供水和灌溉工程（以及泉水导排工程）区的每处搅拌站的最大碱性废水产生量分别为  $32\text{m}^3/\text{d}$ 、 $16\text{m}^3/\text{d}$  和  $12\text{m}^3/\text{d}$ 。混凝土生产系统碱性废水为悬浮物浓度较高的碱性废水，悬浮物浓度可达  $5000\text{mg}/\text{L}$ ，pH 值在 10~12 范围。碱性冲洗废水若不处理直接排放，将对昂曲水质产生不利影响。本工程拟采用中和沉淀法对碱性废水进行处理后循环用于混凝土拌和用水，对昂曲水质基本无影响。

#### 5.8.1.5 机械修配停放场含油废水

本工程在枢纽工程施工区设置 1 处机械修配停放场，高峰期需定期清洗的施工机械约有 217 辆（台）；在供水及灌溉工程区的 11 个施工区各设置 1 处机械修配停放场，高峰期需定期清洗的施工机械约有 128 辆（台）；在泉水导排工程 3 个施工区各设置 1 处机械修配停放场，高峰期需定期清洗的施工机械约有 77 辆（台），主要为工程施工机械修理及停放场地。按每台机械冲洗水量  $0.6\text{m}^3$ 、每天有 70% 的燃油机械需要冲洗计，三个施工区

的机械修配停放场含油废水产生量分别约为 91.2m<sup>3</sup>/d、53.8m<sup>3</sup>/d 和 28.2m<sup>3</sup>/d。施工机械车辆定期维修、冲洗将产生一定的含油废水，主要污染物为石油类和悬浮物，排放的废水中悬浮物约 1000mg/l、石油类约 100mg/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；若排放至附近的昂曲或其支流，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。本工程拟通过汽浮隔油池处理后回用于场地洒水，对昂曲水质影响很小。

#### 5.8.1.6 生活污水

本工程在枢纽工程设置 1 处施工营地和 1 处业主营地，供水及灌溉工程 11 个施工区分别设置 1 处办公生活区，泉水导排工程 3 个施工区分别设置 1 处办公生活区。施工高峰期，施工营地、业主营地、办公生活区（供水及灌溉工程）及办公生活区（泉水导排工程）的施工人数分别为 950 人、150 人、500 人和 200 人。施工人员生活用水量平均以 120L/d 人计，排放量按用水量的 80% 计算，施工营地、业主营地、办公生活区（供水及灌溉工程）及办公生活区（泉水导排工程）的生活污水产生量分别为 91.2m<sup>3</sup>/d、14.4m<sup>3</sup>/d、48m<sup>3</sup>/d 和 19.2m<sup>3</sup>/d。生活污水主要包括食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为 BOD<sub>5</sub>、COD、SS 等。各种污水混合后，BOD<sub>5</sub> 浓度在 200mg/L 左右，COD 浓度在 300mg/L 左右，NH<sub>3</sub>-N 浓度在 30mg/L 左右。生活污水若不处理直接排放，将对昂曲水质产生不利影响。本工程拟采用地埋式成套生活污水设备（A/O 工艺）或厌氧生物膜池工艺处理达标后回用于绿化或洒水降尘，尽量不外排。

#### 5.8.1.7 施工期废水事故排放影响分析

工程河段为 III 类水域，根据《污水综合排放标准》（GB 8978-1996），施工废（污）水应处理达标后排放或回用。因此，本工程针对各种施工废

(污)水的特性分别采取了相应的水处理与回用措施。若事故排放,则将对河流水质造成一定影响。基于砂石骨料加工废水水量较大、生活污水含有 COD 和  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,本次水环境影响预测与评价将针对砂石骨料加工废水和生活污水不经处理直接排放(即事故排放)的最不利工况进行,评价时段选择枯水年的最枯月(即 2004 年 2 月,  $18.4\text{m}^3/\text{s}$ )作为最不利时段。

### (1) 砂石骨料加工废水

#### 1) 预测模型及参数选取

本次预测将昂曲段简化为平直河段考虑,主要污染物为 SS,鉴于水体挟沙能力较大,不考虑其沉降作用,因此采用岸边排放二维稳态混合模式预测混合过程段水质,采用河流完全混合模式预测充分混合段水质。其中,为便于判定污染物扩散混合段长度,当二维稳态混合模式计算值在与水流垂直方向(y 方向)上各断面浓度差值小于 5%时,即可近似视为完全混合,此时,在 x 方向从排污断面至该完全混合断面即为混合段长度。

$$l = \frac{0.4B^2u}{M_y}$$

$$M_y = (0.058H + 0.0065B)(gHI)^{1/2}$$

$$C(x, y) = c_h + \frac{C_p Q_p}{H(\pi M_y x u)^{1/2}} \left[ \exp\left(-\frac{uy^2}{4M_y x}\right) + \exp\left(\frac{-u(2B-y)^2}{4M_y x}\right) \right]$$

式中:

$l$ —混合过程段长度, m;

$B$ —河流平均宽度, m;

$u$ — $x$ 方向平均流速,取枯水年的最枯月平均流速 m/s;

$M_y$ —河流横向混合(弥散)系数,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$H$ —河流平均水深,取枯水年的最枯月平均水深, m;

$x$ —预测点  $x$ 方向坐标值, m;

$y$ —预测点离排放口的横向距离, m;

$Q_p$ —污水流量, 按高峰排放计,  $m^3/s$ ;

$C_p$ —污染物排放浓度,  $mg/L$ ;

$C_h$ —河流上游污染物的浓度(本底浓度),  $mg/L$ 。

## 2) 预测结果

根据二维稳态混合模式, 工程河段污染物混合过程段长度约为 19.4km, 混合过程段的 SS 浓度分布预测结果详见表 5.8.1-1。

预测表明, 排放口下游 19443m 以下河段为充分混合段, SS 浓度为 207mg/L, SS 浓度增量为 191.5mg/L, 对河流水质影响较大。因此要对砂石料废水进行处理后循环利用, 避免废水直接排入河流。

### (2) 生活污水

生活污水中主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂, 主要污染物为 COD 和  $NH_3-N$ , 各种污水混合后, COD 浓度一般为 300mg/L,  $NH_3-N$  浓度一般为 30mg/L。本工程施工高峰期枢纽施工区营地、供水及灌溉工程区和泉水导排工程区营地生活污水排放量最大分别为  $105.6m^3/d$ 、 $48m^3/d$  和  $19.2m^3/d$ 。

表 5.8.1-1 砂石加工废水事故排放混合过程段 SS 浓度预测结果表 单位: mg/L

X\c/Y	0	20	40	60
50	3511	15.5	15.5	16
1000	797	222.6	19.4	16
2000	568	300	54.3	18
3000	467	305.4	92.6	31
4000	406	296	120.8	53
5000	365	283.9	140.8	77
6000	335	272.4	155.6	100
7000	311	262.2	167	120
8000	292	253.6	175.9	137
9000	277	246.4	183.1	151
10000	265	240.3	188.8	162
11000	254	235.2	193.4	172
12000	245	231	197.2	179
13000	237	227	200.2	186
14000	231	224	202.5	191
15000	225	221	204.4	195
16000	220	219	205.8	198
17000	216	217	206.8	201
18000	212	215	207.6	203
19000	209	213	208.1	205
19443	207	212	208.2	205
20000	206	211	208.3	206

采用河流完全混合模式预测充分混合段水质，其中主要污染物 COD 和 NH<sub>3</sub>-N 按照施工高峰期所有生活污水在枯水年最枯月同时排入昂曲的最不利情况进行考虑。计算模型如下：

$$C = (C_p Q_p + C_h Q_h) / (Q_p + Q_h)$$

式中：

$C$ —充分混合后污染物浓度，mg/ L；

$C_h$ —河流本底污染物浓度，mg/ L；

$Q_h$ —河流枯水年最枯月流量，mg/ L；

$C_p$ —污染物排放浓度，mg/ L；

$Q_p$ —污水流量，按高峰排放计， $m^3/s$ 。

预测结果显示，生活污水与昂曲水体充分混合后，河流 COD 和  $NH_3-N$  的浓度分别为 10.01mg/L 和 0.05mg/L，而昂曲枯期 COD 和  $NH_3-N$  本底浓度分别为 10mg/L 和 0.048mg/L，仅增加 0.01mg/L 和 0.002mg/L，施工期生活污水排放对昂曲水质影响较小，但由于生活污水中含有大量细菌和病原体，如果不经处理直接排入水体，将可能对下游水域及人群健康产生一定不利影响。

#### 5.8.1.8 对水源保护区的影响

涉及昌都市水厂饮用水水源保护区的建（构）筑物主要包括供水管桥、管线及隧洞出口。供水管桥施工过程中，将在河床部位进行承台及桥墩施工，涉水施工将造成施工河段局部水域 SS 增长，从而影响水质。本工程采用围堰施工工艺，可有效防止施工引起的水质污染。据类比资料分析，采用围堰施工，施工处下游 100m 范围外 SS 增量不超过 50mg/L，对下游 100m 范围外水源水质基本不产生污染影响。随着施工期的结束，该类污染活动将停止。16#供水管桥位于取水口上游 1km，且昌都市水厂的水源为地下水，因此供水管桥的施工对取水口的水质影响较小。

供水管桥、管线及隧洞施工过程中，将破坏地表植被，但施工结束后将采取水土保持及植被恢复措施，对饮用水水源保护区的影响很小。

综上所述，只要在施工过程中做好污染防治工作，加强各取水口水质监测，同时做好与水厂的沟通工作，工程施工队取水口水质及水源保护区产生的影响较小。

### 5.8.2 大气环境影响

#### 5.8.2.1 环境敏感对象

根据本工程施工布置和外环境关系，本工程环境敏感保护目标见表

5.8.2-1。

表 5.8.2-1 工程区内环境敏感目标与工程相对位置关系

目标名称		保护对象	工程与其位置关系		
枢纽工程区	格秀村	5 户 20 人	距离砂石混凝土加工系统	水平距离	80m
				垂直距离	1m
供水管线区	卡洛村	30 户 120 人	距拟建供水管线	水平距离	5m
				垂直距离	3m
				垂直距离	-3m
	莫仲村	43 户 172 人	距拟建供水管线	水平距离	4m
				垂直距离	-1m
	穷卡村	30 户 120 人	距拟建供水管线	水平距离	3m
垂直距离				-2m	
供水管线区	温达村	17 户 68 人	距拟建供水管线	水平距离	28m
				垂直距离	5m
				垂直距离	3m
	达东村	26 户 104 人	距 Y2# 施工区	水平距离	89m
				垂直距离	8m
			距 Y2# 弃渣场	水平距离	71m
				垂直距离	9m
	多伏村	7 户 28 人	距拟建供水管线	水平距离	126m
				垂直距离	23m
	约宗村完小	200 人	距拟建供水管线	水平距离	170m
				垂直距离	-9m
			距 Z2# 弃渣场	水平距离	100m
				垂直距离	-2m
	约宗村	18 户 72 人	距拟建供水管线	水平距离	31m
				垂直距离	8m
			距 Z2# 弃渣场	水平距离	73m
				垂直距离	23m
	雄达村	10 户 40 人	距拟建供水管线	水平距离	19m
				垂直距离	4m
	沙通村	12 户 48 人	距拟建供水管线	水平距离	14m
				垂直距离	3m
	仁达村	4 户 16 人	距拟建供水管线	水平距离	92m
				垂直距离	13m
	加林村	6 户 24 人	距拟建供水管线	水平距离	9m
垂直距离				2m	
曲尼村	11 户 44 人	距拟建供水管线	水平距离	110m	
			垂直距离	29m	
		距 Y4# 弃渣场	水平距离	45m	
			垂直距离	2m	
俄洛村	8 户 32 人	距拟建供水管线	水平距离	7m	
			垂直距离	2m	

### 5.8.2.2 砂石混凝土加工系统的影响

本工程在仅在枢纽工程区布置 1 处沥青砂石混凝土加工系统和 1 处人工料砂石混凝土加工系统，供水及灌溉工程区的施工区并未设置砂石混凝土加工系统。砂石加工系统在粗碎、筛分、中碎、细碎、制砂、运输等过程中均会产生粉尘。混凝土生产系统粉尘产生在水泥、粉煤灰、骨料的运输、装卸及进料过程中。

类比同类型水利水电工程施工期间施工作业面大气污染物排放情况，砂石料加工系统在附近 100m 范围内排放浓度值相对较高，其余施工作业面和 100m 以外排放浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求。

枢纽工程区砂石混凝土加工系统距格秀村最近水平距离约 80m，高差约 1m，施工过程中产生的施工粉尘对格秀村居民有一定影响。另外，施工中产生的粉尘对现场施工人员也产生一定影响。为降低粉尘对现场工作人员的影响，砂石混凝土加工系统应安装除尘设备，并辅以洒水降尘。

### 5.8.2.3 开挖、爆破的影响

工程开挖、爆破作业主要在枢纽工程施工区、料场开挖区及供水及灌溉工程的隧洞开挖区，开挖、爆破粉尘粒径较大，易于沉降，污染范围有限。根据实测资料，在施工现场 50~200m 范围以外，TSP 符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求。

现场调查，1#块石料场及坝址 300m 范围内均无居民点分布，石料场及枢纽工程开采爆破产生的大气污染物仅对施工区局部环境空气质量造成影响。

### 5.8.2.4 交通运输系统运输扬尘的影响

在道路局部地段积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起扬尘，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 10~70m、高 4~5m 的空间内，3 分钟后较大颗粒即沉降于地面，微细颗粒

(所占比重较小)在空中停留时间较长。

根据分析,枢纽工程施工区 1#施工道路距格秀村居民点最近距离约 80m,交通运输扬尘对其影响很小。另外,供水工程和灌溉工程分别新建施工道路 25km 和 5km,由于莫仲村、穷卡村、俄洛村等居民点距离道路约 4m,因此,施工道路运输产生的 TSP 分别对莫仲村、穷卡村、俄洛村等居民点产生不利影响,应采取洒水降尘、控制车速等措施予以减缓。

#### 5.8.2.5 机械燃油废气的影响

施工废气主要为各类施工机械燃油产生,主要的污染物为  $\text{NO}_2$  等废气。机械燃油废气属于连续、无组织排放源,污染物呈面源分布。根据《环境保护使用数据手册》,柴油发动机大气污染物排放系数  $\text{NO}_x$  为 21.9g/L, CO 为 33.3g/L。根据美国国家环保局推荐使用的计算道路尾气扩散的法规模型中提供的  $\text{NO}_x$  和  $\text{NO}_2$  的转换系数, $\text{NO}_x$  和  $\text{NO}_2$  的转换系数取 0.075。枢纽工程施工区油料用量为 2.44 万 t,供水灌溉和泉水导排工程每处施工区油料用量 0.035 万 t,柴油的密度为 0.85kg/L,计算得出枢纽工程区施工区  $\text{NO}_2$  产生量为 47.15t,CO 产生量 955.91t,供水灌溉和泉水导排工程每处施工区  $\text{NO}_2$  产生量为 0.68t,CO 产生量 13.71t。

工程区环境空气本底状况良好,加之地形作用易形成山谷风,对污染物稀释吹散作用强烈,且环境空气污染物排放会随施工活动停止而停止,不会产生严重的环境空气污染。枢纽工程区、供水和灌溉工程区及泉水导排工程区的施工区距离周边居民点较远,环境空气污染物的影响对象主要为现场施工人员,需加强劳动保护。

#### 5.8.3 声环境影响

工程对声环境的影响主要发生在施工期,运行期主要为发电机组噪声,根据工程布置图,与发电机组距离最近的格秀村约 600m,高差约 36m,对其影响较小,因此本次评价主要分析施工期的噪声影响。

### 5.8.3.1 声环境敏感对象

本工程的声环境敏感目标包括枢纽工程区及供水和灌溉工程区沿线评价范围内的居民点。声环境敏感点情况见表 5.8.3-1。

表 5.8.3-1 工程区内声环境敏感目标与工程相对位置关系

目标名称		保护对象	工程与其位置关系		
枢纽工程区	格秀村	5 户 20 人	距离砂石混凝土加工系统	水平距离	80m
				垂直距离	1m
	交日喀村	16 户 64 人	1#块石料场	水平距离	1500m
				垂直距离	-200m
供水和灌溉工程区	卡洛村	30 户 120 人	距拟建供水管线	水平距离	5m
				垂直距离	3m
	莫仲村	43 户 172 人	距拟建供水管线	水平距离	4m
				垂直距离	-1m
	穷卡村	30 户 120 人	距拟建供水管线	水平距离	3m
				垂直距离	-2m
	温达村	17 户 68 人	距拟建供水管线	水平距离	28m
				垂直距离	5m
	达东村	26 户 104 人	距 Y2#施工区	水平距离	89m
				垂直距离	8m
	多伏村	7 户 28 人	距拟建供水管线	水平距离	126m
				垂直距离	23m
	约宗村完小	200 人	距拟建供水管线	水平距离	170m
				垂直距离	-9m
	约宗村	18 户 72 人	距拟建供水管线	水平距离	31m
				垂直距离	8m
	雄达村	10 户 40 人	距拟建供水管线	水平距离	19m
				垂直距离	4m
	沙通村	12 户 48 人	距拟建供水管线	水平距离	14m
				垂直距离	3m
仁达村	4 户 16 人	距拟建供水管线	水平距离	92m	
			垂直距离	13m	
加林村	6 户 24 人	距拟建供水管线	水平距离	9m	
			垂直距离	2m	
曲尼村	11 户 44 人	距拟建供水管线	水平距离	110m	
			垂直距离	29m	
俄洛村	8 户 32 人	距拟建供水管线	水平距离	7m	
			垂直距离	2m	

### 5.8.3.2 固定点源噪声影响预测

枢纽工程施工区的固定噪声源包括大坝及厂房施工、砂石加工系统、混凝土加工系统、施工工厂等噪声源，其中枢纽工程区砂石加工系统和混

凝土加工系统附近存在 1 处敏感点，为格秀村；供水和灌溉工程区的固定噪声源包括混凝土拌和站和施工工厂，其中 Y2# 施工区附近存在一处敏感点，为达东村。根据固定噪声源预测公式，进行固定噪声源的场界噪声达标距离预测，然后预测工程施工对两处敏感点的影响。

### (1) 预测公式

#### 1) 固定噪声源预测公式

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009），固定点源噪声预测采用以下公式：

$$L_{A(r)} = L_{Aw} - 20 \lg(r/r_0)$$

式中： $L_{A(r)}$ —距声源  $r$  (m) 处的 A 声功率级，dB；

$L_{Aw}$ —测点  $r_0$  处的 A 声功率级，dB；

$r$ —测点与声源的距离，m。

#### 2) 噪声综合预测

用声能迭加求出预测点的噪声级：

$$L_{\text{总}} = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \right)$$

式中： $L_{\text{总}}$ —— 预测声级，dB (A)；

$L_i$ —— 各迭加声级，dB (A)；

$n$ ——  $n$  个声压级。

### (2) 噪声预测

#### 1) 场界噪声影响预测

固定噪声源源强均选择实测值中最大值，进行最不利情况预测。噪声源影响范围预测结果见表 5.8.3-2。

根据固定噪声源的预测结果，砂石料加工系统源强最大，场界达标距离亦最远。通过计算，距离砂石料加工系统作业点 180m 处噪声预测值为 70dB

(A)，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 昼间限值；距离砂石料加工系统作业点 1000m 处噪声预测值为 55dB(A)，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 夜间限值。

表 5.8.3-2 固定噪声源影响预测结果

施工区	声源	源强 dB(A)	与声源与面距离的噪声预测值 dB(A)							
			5	10	20	50	100	150	200	300
枢纽工程区	大坝及厂房施工	110	96.0	90.0	84.0	76.0	70.0	66.5	64.0	60.5
	砂石加工系统	115	101.0	95.0	89.0	81.0	75.0	71.5	69.0	65.5
	施工工厂	95	81.0	75.0	69.0	61.0	55.0	51.5	49.0	45.5
	弃渣场	90	76	70	64	56	50	46.5	44	40.5
	混凝土拌和系统	90	76	70	64	56	50	46.5	44	40.5
供水和灌溉工程区	施工工厂	95	81.0	75.0	69.0	61.0	55.0	51.5	49.0	45.5
	混凝土拌和系统	90	76	70	64	56	50	46.5	44	40.5

## 2) 敏感点预测

根据敏感点分布情况，格秀村受枢纽工程区砂石加工系统的噪声影响，达东村受 Y2#施工区施工工厂的噪声影响。从实际调查结果来看，格秀村及达东村主要是以分散的居民为主，楼层较低，建筑物基本为 1~2 层。枢纽工程区砂石加工系统及供水和灌溉施工区施工工厂夜间不施工，因此仅预测枢纽工程区砂石加工系统及 Y2#施工区昼间施工对敏感点的噪声影响。噪声预测结果见表 5.8.3-3。

表 5.8.3-3 受砂石料加工系统和施工工厂影响的声环境敏感点噪声预测结果

敏感点	噪声源	与噪声源最近距离 (m)	最大贡献值 dB(A)	背景值 dB(A)	叠加值 dB(A)	标准值 dB(A)	超标情况	
							超标户数	超标值 dB(A)
格秀村	枢纽工程区砂石加工系统	80	76.9	44.6	77.2	55	5	7-22.2
达东村	Y2 施工区施工工厂	89	57.2	42.6	57.4	55	2	0-2.4

从预测结果来看，受枢纽工程区砂石加工系统影响的格秀村 5 户居民昼间噪声全部超标，超标最大值为 22.2dB(A)，随着距离的增加，最远敏感点超标 7dB(A)。达东村居民点 2 户居民昼间噪声超标，超标最大值为 2.4dB(A)。

### 5.8.3.3 爆破噪声影响预测评价

#### (1) 爆破噪声预测

本工程施工期爆破噪声主要来自 1#块石料场开采。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009) 中的推荐模式, 并考虑山谷反射、空气吸收及地面效应。

预测公式如下:

$$L_w(r) = L_A(r_0) + \Delta L_r - 20 \lg(r/r_0) - a \times (r - r_0)$$

$L_w(r)$  ——预测点的噪声 A 声压级 (dB);

$L_A(r_0)$  ——参照基准点的噪声 A 声压级 (dB);

$\Delta L_r$  ——山谷反射的叠加值 (dB),  $\Delta L_r$  取 3dB;

$20 \lg(r/r_0)$  ——几何发散衰减 (dB);

$r$  ——预测点到噪声源的距离 (m);

$r_0$  ——参照基准点到噪声源的距离 (m);

$a$  ——空气吸收附加衰减系数 (取 1dB/100m)。

根据其他工程露天爆破实测资料, 0.5kg 炸药在距爆破点 40m 处的最大噪声级约为 84dB(A), 则石料场开采爆破噪声影响范围详见表 5.8.3-4。

表 5.8.3-4 爆破噪声影响范围预测结果

声源	源强 dB(A)	与声源与面距离的噪声预测值 dB(A)						
		100	300	500	1000	1500	2000	3000
爆破噪声	84	78.4	66.9	60.5	49.4	40.9	33.4	19.9

#### (2) 敏感点预测

根据敏感目标分布情况, 可能受爆破噪声源影响的敏感点为交日喀村。交日喀村距离 1#块石料场最近距离约 1500m, 噪声最大贡献值为 40.9dB(A), 且交日喀村声环境质量现状良好, 因此, 爆破噪声基本对交日喀村无影响。

### 5.8.3.4 流动噪声源影响预测评价

本工程施工期流动噪声源预测主要为车辆运输噪声影响。根据现场调查，1#公路附近有格秀村敏感点。因此，对1#公路进行边界噪声评价，以噪声的贡献值作为评价量。

#### (1) 预测公式

噪声预测采用《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)推荐的公路交通运输噪声预测基本模式：

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{OE}})_i + 10 \lg \left( \frac{N_i}{TV_i} \right) + 10 \lg \left( \frac{7.5}{r} \right) + 10 \lg \left( \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{\pi} \right) + \Delta L - 16$$

式中： $L_{eq}(h)_i$ —第*i*类车的小时等效声级，dB(A)；

$(\overline{L_{OE}})_i$ —第*i*类车速度为 $V_i$ ，km/h；水平距离为7.5m处的能量平均A声级，dB(A)；

$N_i$ —昼间，夜间通过某个预测点的第*i*类车平均小时车流量，辆/h；

$r$ —从车道中心线到预测点的距离，m；

$V_i$ —第*i*类车的平均车速，km/h；

$T$ —计算等效声级的时间，1h；

$\Psi_1$ 、 $\Psi_2$ —预测点到有限长路段两端的张角，弧度；

#### (2) 预测模式中参数确定

##### 1) 车速( $V_i$ )和平均小时车流量 $N_i$

1#公路的 $V_i$ 、 $N_i$ 等相关参数参见表5.8.3-5。

表5.8.3-5 1#公路设计参数一览表

道路	等级	路面宽 (m)	路基宽 (m)	路面 材料	设计 时速	车流量(辆/h)	
						昼间	夜间
1#公路	场内三级	6.5	7.5	泥结碎石 /混凝土	30	30	15

##### 2) 车辆平均噪声级 $(\overline{L_{OE}})$

本工程交通运输以大型车辆为主。大型车距行驶路面中心线 7.5m 处的平均辐射噪声级  $(\overline{L_{OE}})$  可按下式计算:

$$(\overline{L_{OE}})_i = 38.5 + 24.61gV$$

$V$ ——大型车辆平均行驶速度

3) 其他因素引起的修正量  $\Delta L$

$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 + \Delta L_3$$

式中:  $\Delta L_1$ ——线路因素引起的修正量, dB (A);

$\Delta L_2$ ——声波传播途径中引起的衰减量, dB (A);

$\Delta L_3$ ——由反射等引起的修正量, dB (A)。

### (3) 道路交通噪声预测

利用流动噪声预测公式, 计算距施工道路中心线不同距离的交通噪声衰减量, 结果见下表。

表 5.8.3-6 1#公路交通噪声衰减预测结果

声源	时段	交通噪声衰减预测结果 dB (A)						
		5m	10m	20m	50m	100m	200m	300m
1#公路	昼间	55.93	50.94	45.31	40.33	36.74	32.82	30.19
	夜间	52.88	47.89	42.25	37.27	33.69	29.77	27.14

表 5.8.3-7 受交通噪声源影响的敏感点影响预测结果

敏感点	噪声源	时段	最大贡献值	背景值	叠加值	标准值	达标情况	超标情况	
								超标户数	超标值 dB (A)
格秀村	1#公路	昼间	45.31	44.7	48.03	70	达标	0	0
		夜间	40.94	38.6	42.94	55	达标	0	0

从预测结果来看, 1#道路车流量较小, 昼间道路两侧噪声均不超过交通干线 4a 类标准限值; 夜间道路两侧部分区域不能满足 4a 类标准限值, 超标距离在 10m 以内。格秀村敏感点距离 1#公路最近距离 80m, 大于 10m, 敏感点噪声不超标。

总体来讲, 交通道路两侧的交通噪声影响较小, 若考虑道路两侧植被

等覆盖物对噪声的衰减，噪声的影响将会更小。

### 5.8.3.5 综合叠加预测

多声源在某一点声压级的叠加公式：

$$L_{P_{\text{总}}} = 10 \log \sum_{i=1}^n (10^{L_{P1}/10} + 10^{L_{P2}/10} + \dots + 10^{L_{Pi}/10})$$

式中：

$L_{P_{\text{总}}}$ ——n 个噪声叠加后的总声压级，dB (A)

$L_{Pi}$ ——第 i 个噪声源对该点的声压级，dB (A)

因此，格秀村受 1<sup>#</sup>公路产生的交通噪声和砂石加工系统的噪声影响，砂石加工系统昼间噪声最大贡献值为 76.9dB (A)，1<sup>#</sup>公路交通昼间噪声最大贡献值为 45.31dB (A)，背景值为 44.7 dB (A)，叠加后噪声值为 76.91 dB (A)，超标最大值为 17 dB (A)。因此，格秀村 5 户居民昼间噪声全部超标，主要是受砂石加工系统作业噪声影响。

## 5.8.4 固体废物影响

### (1) 施工期影响

#### 1) 施工弃渣的影响

工程区施工总弃渣量 203.5 万 m<sup>3</sup> (自然方)，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，若不采取适当的护坡、排水等防护措施，容易造成渣体冲刷、滑落和坍塌，引发新的水土流失。

#### 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，随着施工结束，大量的建筑垃圾 (包括废弃的石块、木料、废铁、废钢筋、油渣油纸等) 及各种杂物堆放在施工区，形成杂乱的施工迹地，若

不采取施工迹地恢复或改造措施，将会影响施工区的视觉景观和环境卫生。

### 3) 生活垃圾的影响

施工期间，枢纽工程施工高峰期施工区施工人数 1100 人，施工期 62 个月；供水和灌溉工程区施工高峰期施工区施工人数 500 人，施工期 45 个月；泉水导排工程区施工高峰期施工区施工人数 200 人，施工期 44 个月。按照人均垃圾产生量为 0.5kg/d 计，枢纽工程施工区、供水和灌溉工程施工区、泉水导排工程施工区生活垃圾产生量分别为 0.55t/d、0.25t/d 和 0.1t/d，施工期共产生垃圾量分别为 1023t、337.5t 和 132t。施工人员的生活垃圾若不妥善处理，一方面将破坏周围自然景观，使环境受到污染；另一方面，生活垃圾亦是蚊虫孳生、致病以及细菌繁衍、鼠类肆虐的场所。因此，对生活垃圾应妥善处理。

### (2) 运行期影响

工程运行期产生的固体废弃物主要为生产生活区的生活垃圾，人均垃圾产生量参照城镇居民按 1.0kg/人 d 计，生产生活区的人数为 63 人，则生活办公区日产生生活垃圾为 0.063t/d，每年 22.39t。生活垃圾若不妥善处理，将造成蚊虫孳生、致病以及细菌繁衍、鼠类肆虐的场所，影响人群健康和污染环境。

## 5.9 对人群健康的影响

施工期间，由于施工人员大规模进驻（本工程施工高峰期劳动力 1800 人），施工区人口密度和流动性增大，施工人员可能带入传染病原体，区内生活服务设施一时难以跟上，对区域环境卫生、人群健康等来不利影响。另外，外来施工人员进入昌都地区，可能产生高原反应等症状，对地方流行病易感染程度相对高于本地人员，易感染疾病。工程区传染病主要有肺结核、

皮肤炭疽、肝炎和痢疾等,地方病主要有大骨节病、地方性氟中毒、碘缺乏病等。生活用水水源的选取和水质处理不当也会导致肠道疾病的发生。

工程运行期间,库区水流减缓,水面增大,为蚊虫等病媒动物的滋生提供了条件,同时鼠类由于库区浸没影响被迫后迁,可能增加库区周围鼠类的密度,从而提高了虫媒传染病发生的机率。

## 5.10 社会经济影响

### 5.10.1 施工期社会经济的影响

宗通卡水利枢纽工程每个单项工程的工期相对较短,施工强度也不是很大,对当地农牧业生产的干扰比较轻微。总体来说,工程施工对昌都市尤其是工程建设区社会经济具有积极的促进作用。工程开工建设可带动工程区原材料加工业、运输业等各相关产业的发展。随着施工人员的大量进驻,将促进当地肉类、蔬菜等副食品的生产和销售,也将促进当地服务业等第三产业的发展,各类临时设施的施工将为当地居民创造大量的就业机会,不仅有利于搞活当地的乡村经济,增加群众经济收入,提高当地人民群众的生活质量,还可以增强工程附近当地群众的商品意识,对当地社会经济产生深远影响。本工程建设将极大地改善当地的交通、通讯、电力等基础设施条件,对当地人民群众脱贫致富具有较大的促进作用。

### 5.10.2 运行期社会经济的影响

宗通卡水利枢纽总装机容量为104MW,多年平均发电量为4.517亿kW·h。本工程实施后,不仅可为该地区的广大农牧民提供清洁、可靠的电力保障,而且对促进该地区农牧民提高劳动生产力,以电力带动农牧业经济的发展、促进生态保护,进而实现经济社会可持续发展与跨越式发展等方面具有重要的意义。

供水工程的实施可提供昌都市区及沙贡乡集镇所在地的人居饮水同时满足工业生产、生态环境建设等经济社会发展对水资源的需求。灌区工程的实施将极大地改善灌区的生产条件，提高灌溉能力，特别是供排水条件，使土地利用方式趋于科学合理，有利于调整农业结构，增强农产品的竞争能力，农业增加值明显上升，促进农作物产量提高和牧业、林业生产的发展，增加农民收入和经济收益。工程的运行有利于区域农业生产的发展和群众生活水平的提高，对区域社会经济发展起积极的促进作用。此外，随着工程的建设以及扶贫移民资金的投入，区内交通、电力、通信以及供水、灌溉等条件得到改善，有利于区域社会经济的发展、人民生活水平的提高和生态环境的改善，对实现社会的和谐发展起到重要的作用。

## 6 环境保护对策措施

### 6.1 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。宗通卡水利枢纽工程环境保护对策措施的设计原则为：

（1）预防或减免环境影响的原则：根据环境影响预测结果，提出优化工程布局，减少工程量，实行封闭式施工管理的环保要求。

（2）恢复环境功能的原则：依法规划设计，通过采取环境保护措施，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。

## 6.2 地表水环境保护措施

### 6.2.1 废污水处理措施

#### 6.2.1.1 施工期基坑废水处理措施

##### (1) 排水概况

基坑排水包括初期排水和经常性排水。其中初期排水包括基坑排水、堰体及岸边渗水、降雨等，水质与河流水质基本相似；经常性排水由基坑渗水、降雨汇水等组成，其主要污染物为 SS 等物质，其中 SS 浓度约 2000mg/L。在施工过程中，初期排水计划 4 天排完，估算初期排水强度为 1300m<sup>3</sup>/h。初选 250S14 型水泵 4 台，其中 1 台备用，水泵扬程 14m；经常性排水考虑一日内排干，最大排水量约为 150m<sup>3</sup>/h，配备 2 台 250S14 型水泵。

##### (2) 处理目标

由于初期排水水质与河流水质基本相似，故可直接排放；考虑到经常性排水包含了大量的渗水及降水，并非真正意义的施工废水，且天然状况下也将直接汇入河道，故本工程基坑排水的处理目标为：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。

##### (3) 方案选择

方案 1：仅向基坑投加絮凝剂处理。

方案 2：沉淀池法处理。

方案 1 仅向基坑投加絮凝剂，不采取另外的处理措施，简单实用。方案 2 需另建相应设施，造价相对方案 1 高。且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，选择方案 1 作为本工程基坑排水处理的推荐方案。

##### (4) 处理方案

本工程拟采用向基坑集水区投加絮凝剂，静置沉淀 2h 后，用清水泵抽出，剩余污泥及时人工清除，运往附近渣场统一处理。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。简单流程具体见下图。

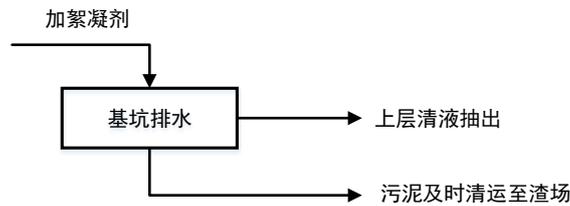


图 6.2.1-1 基坑排水处理流程图

同时，大坝施工活动应尽量避免暴雨时段，并在施工过程中及时防护开挖面，以减少因水土流失而冲刷进入水体的泥沙量。

#### (5) 运行管理和维护

基坑排水处理措施简单，主要注意定时清淤，其管理和维护工作纳入大坝施工统一安排，不另设机构和人员。

### 6.2.1.2 施工期砂石加工系统冲洗废水处理措施

#### (1) 废水概况

本工程在枢纽工程施工区设置了人工砂石加工系统和沥青砂石加工系统各 1 处，设计处理量分别为 550t/h 和 40t/h，均按两班制生产，每天工作 14 小时。经估算，人工砂石加工系统和沥青砂石加工系统砂石加工冲洗废水排放量约为 825m<sup>3</sup>/h 和 60m<sup>3</sup>/h。冲洗废水主要污染物质为悬浮物，浓度可高达 30000mg/L。

#### (2) 处理目标

工程涉及昂曲为 III 类水体，施工废水可经过处理达到一级排放标准后

排放。由于砂石料冲洗废水水量较大、SS 浓度较高，同时考虑到清洁生产 and 环境保护，及提高水资源利用率，本设计中砂石料冲洗废水经处理后回用，不排放。此外，砂石料冲洗废水回用水质要求一般低于一级排放标准，从而可降低废水中污染物的排放要求。

由于砂石料冲洗废水用水本身并无特殊要求，而废水最终将回用于系统本身，根据砂石料系统工艺分析，砂石洗选机的冲洗废水中除 SS 外基本不产生其他污染物，因此只考虑 SS 一项指标，确定本设计的处理目标为出水 SS 浓度 $\leq 100\text{mg/L}$ 。

### (3) 处理方案选择

#### 1) 污水处理工艺比选

根据水利水电工程砂石料废水中细砂粒度级配试验结果，粒径 $\leq 0.15\text{mm}$ 的细砂约占 85.9%，冲洗废水在出砂石料加工系统前经螺旋洗砂机进行脱水，大于 0.15mm 的砂粒沉入槽底由螺旋输送至卸料口排出回收；对于经洗砂机后的冲洗废水，SS 浓度大大降低。砂石系统高浊度废水是水电站施工期生产废水最主要的污染源之一，其废水处理工艺研究较为成熟，各种处理方法都得到了很好的应用。结合国内大中型砂石加工系统废水处理的有效实例，针对本工程的砂石加工系统拟定了絮凝自然沉淀法（以平流式沉淀池为代表），混凝沉淀法（以辐流式混凝沉淀池为代表），集混凝、分离、过滤为一体的成套设备处理法（以 DH 高效污水净化器为代表）3 种方案进行工艺及技术经济比较。

本次砂石加工系统废水处理措施设计由主体细砂回收车间出水开始。

方案一：平流式絮凝沉淀法，处理工艺流程见图 6.2.1-2。

高悬浮物废水经细砂回收装置回收大部分细砂后进入调节池，以除去大颗粒悬浮物，投加絮凝剂后在平流式沉淀池中进行自然沉淀，上清液进

入清水池备回用。该处理方案的特点是工艺流程简单，基建技术要求不高，运行操作简单，运行费用少，但为达到较好的处理效果，沉淀池的规模需较大，系统泥渣处理压力也较大。

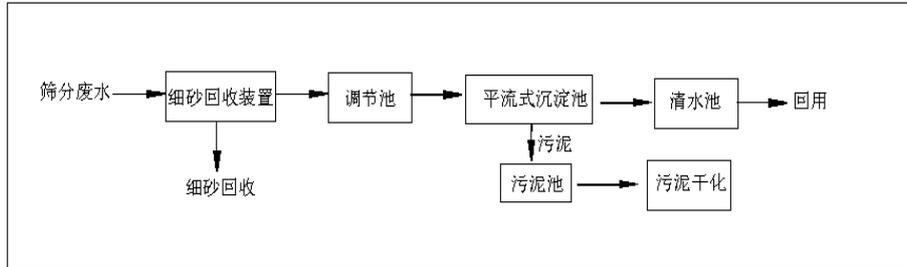


图 6.2.1-2 自然沉淀法工艺流程

方案二：辐流式混凝沉淀法，处理工艺流程见图 6.2.1-3。

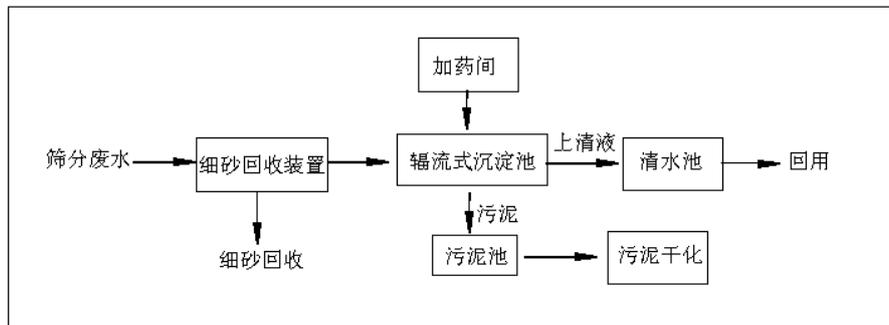


图 6.2.1-3 辐流式混凝沉淀法工艺流程

废水经细砂回收后，在辐流式沉淀池中进行混凝沉淀，污泥进行重力沉降于污泥池内，再排入污泥干化场进行干化，上清液流入清水池以便回用。目前该法在溪洛渡水电站粗骨料砂石加工系统、细骨料砂石加工系统废水处理运用良好，能够满足排放及回用水质要求。

方案三：DH 高效污水净化器成套设备处理法，处理工艺流程见图 6.2.1-4。

成套设备法是国内大部分大型水电工程砂石加工系统废水处理中运用较多的一种处理方法，其成套设备有糯扎渡水电站砂石加工系统采用的高效旋流净化器，溪洛渡水电站、向家坝水电站二次筛分系统的 DH 高效快速净化器等多种成套设备。从运行的效果看，DH 高效污水净化器处理效果更

加理想。

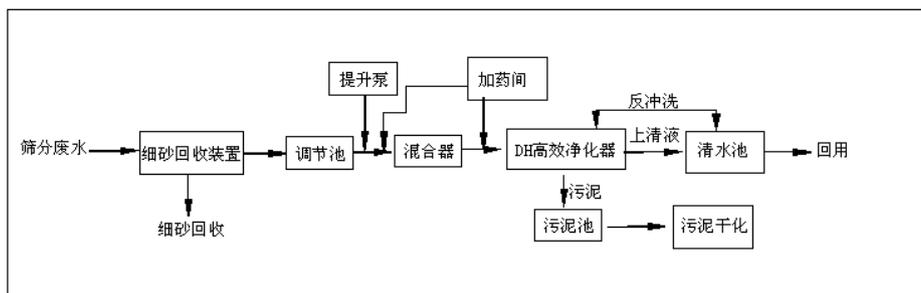


图 6.2.1-4 DH 高效污水净化器成套设备处理法工艺流程

废水经细砂回收装置后进入调节池，用提升泵将加药的废水提升至 DH 高效污水净化器中，经净化器处理后的上清液流入清水池以便回用，从 DH 高效污水净化器出来的污泥进入污泥池中。该套设备处理效果良好，能够满足相应回用水质要求。

对于上述三种处理方案，各有优缺点，本次设计对其进行技术比较见表 6.2.1-1。由表可知，三种方案从技术上均可满足废水达标排放要求。

表 6.2.1-1 三种砂石加工系统废水处理工艺技术比较

序号	项目	DH 高效污水净化器	辐流式混凝沉淀工艺	平流式絮凝沉淀工艺
1	工作原理	采用一体化组合式废水处理技术，将混凝反应、旋流分离、重力分离、污泥浓缩等功能组合运用，将废水沉淀停留时间缩短（20~30min），实现了污水快速高效处理	运用重力沉降原理，废水沉淀停留时间较长，加药絮凝废水沉淀时间不小于 3h，设备体积较大，处理效率略低	采用重力沉降原理，废水加药沉淀停留时间不小于 3h，沉淀池容量要求大，对于细颗粒处理效率较低
2	处理负荷	进水 SS 适应性强，浓度可高达 60000mg/L，对 SS 颗粒无要求。处理 ≤50000mg/L 的高浓度废水时，无需进行预处理减轻处理负荷。可以满足处理负荷水量、水质较大范围的浓度	对高浓度高悬浮物废水处理浓度可高达 170000mg/L，但对处理负荷波动性适应能力相对较差	在沉淀池面积足够大时，对高浓度悬浮物适应能力较强
3	排泥	所排污泥浓度高，污泥含水量 < 80%，排泥量较小	所排污泥浓度高，污泥含水量 < 85%	污泥含水率较高，达 90% 以上
4	运行稳定性	运行稳定可靠，可任意启停，进水水量在 20% 波动范围内不影响处理效果；而冲击负荷强，运行操作简单，可实时监控	运行稳定性较差，影响因素多，如体积庞大，进、出水难均匀，易发生短流，影响沉淀效率	运行较稳定，处理效果受沉淀物的粒径、浓度等影响
5	日常维护保养	本体设备无转动部件，罐体内部无需保养和维护；污泥定时排放，采用快速排泥，不堵塞	刮泥机械故障多，排泥管易堵塞，需人工清理	需人工或机械利泥，劳动强度较大
6	占地面积	单台处理能力 200m <sup>3</sup> /h 的设备占地面积约 16m <sup>2</sup>	单台处理能力为 200m <sup>3</sup> /h 的辐流沉淀池占地面积约 150m <sup>2</sup>	场地条件要求高，处理能力 200m <sup>3</sup> /h 占地面积约 200m <sup>2</sup>
7	效果	可满足砂石加工系统回用水质要求及《城市污水再生利用 城市杂用水水质》中道路清扫、消防及城市绿化水质标准		

考虑本工程砂石料系统施工区用地较为紧张，地形条件特殊，为节约

用地，提高废水处理效率，将方案三作为本阶段的推荐方案。

## 2) 污泥脱水方案比选

常用的污泥脱水方案有人工清理、刮板捞渣机处理以及机械脱水，根据废水处理工艺的不同选择。人工清理方案主要用于自然沉淀法废水处理工艺，刮板捞渣主要用于火电洗煤废水中，在水利水电工程中应用较少。机械脱水目前国内大型砂石加工系统中应用较多的设备有陶瓷真空压滤机、真空带式过滤机、箱式压滤机等，各种设备技术经济比较见表 6.2.1-2。

表 6.2.1-2 砂石加工系统污泥脱水方案技术经济比较

序号	比较项目	陶瓷真空压滤机	真空带式过滤机	箱式压滤机
1	进水要求 (如含水量要求等)	进料浓度 $\geq 50\%$	无要求	无要求
2	出水效果(如 SS 浓度、污泥干化率等参数)	污泥含水率 $\leq 20\%$	污泥含水率 $\leq 35\%$	污泥含水率 $\leq 35\%$
3	设备费用	投资最高	投资适中	投资最低
4	运行费用(元/t 干污泥)	1.0	0.9	0.8
5	自动化程度	自动运行、自动出泥、自动冲洗滤布，可实现无人值守	自动运行、自动出泥、自动冲洗滤布，可实现无人值守	自动化程度低，需人工操作
6	运行情况	需定期酸洗	更换滤布只需半小时，滤布为整块，更换方便	更换滤布较频繁，需人工将滤板分块卸下更换滤布
7	结论	进料要求高，一般较难满足进料要求。且运行维护费用较高	对进料要求适应性强，操作自动化程度高、可连续运行	投资省、需人工较多、间断运行、运行维护较频繁

经比选，真空带式过滤机具有对进料要求适应性强，操作自动化程度高、可连续运行、费用适中等优点，故本次设计推荐使用真空带式过滤机进行污泥脱水，陶瓷真空压滤机为备选方案。下一阶段，承包商可根据自身条件需要，选择符合污泥处理要求的其它工艺及设备。

## (4) 处理方案设计

人工砂石加工系统和沥青砂石加工系统砂石加工冲洗废水排放量约为  $825\text{m}^3/\text{h}$  和  $60\text{m}^3/\text{h}$ ，拟在两处砂石加工系统分别设置 1 处废水处理系统，设计废水处理量分别为  $825\text{m}^3/\text{h}$  和  $60\text{m}^3/\text{h}$ 。

## 1) 处理方案

调节池废水经废水提升泵提升至高效污水净化器中，在废水提升泵出口管道上设置混凝混合器，在混凝混合器前后分别投加絮凝药剂和助凝药剂，在管道中完成直流混凝反应。然后进入净化器中，经离心分离、重力分离及污泥浓缩等过程从净化器顶部排出经处理后的清水，进入清水池后保证全部废水循环利用于砂石加工生产系统。从净化器底部排出的浓缩污泥排入污泥池中，用污泥泵提升至真空带式过滤后将污泥脱水干化，干化污泥用汽车运至就近渣场堆放，过滤后的出水水质一般不能达到回用要求，应回至调节池进一步进入污水处理系统处理。除石粉中和污泥中的含水无法全部回收外，本系统要求其余废水处理量 100%回用于砂石加工系统冲洗。石砂石加工系统废水处理工艺流程见图 6.2.1-5。

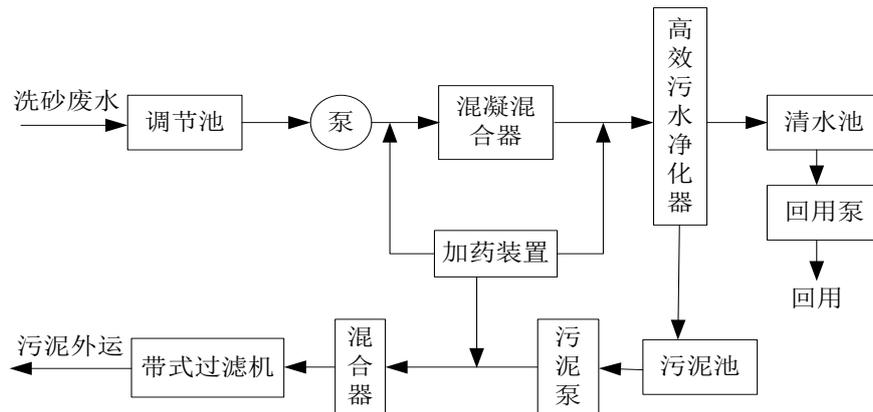


图 6.2.1-5 本工程砂石加工系统废水处理推荐工艺流程

## 2) 污水处理构筑物设计

### ① 人工砂石加工系统污水处理构筑物设计

砂石料加工系统调节池：有效停留时间设计为 1h，则调节池有效容积至少需 825m<sup>3</sup>，设计池体尺寸 17.0m×12.0m×4.3m，其中有效水深为 4.0m。建筑结构为钢筋混凝土结构。

废水提升泵房：其地上部分平面尺寸为 17.0m×12.0m×4.0m，地下部分

尺寸为 12.0m×12.0m×4.3m，选用废水提升泵 4 台，3 用 1 备；地上部分为砖混结构，地下部分为钢筋混凝土结构。

高效混凝混合器：选用型号为 DH-HNQ-300 高效混凝混合器 3 台，单台尺寸  $\phi 1.2\text{m}\times\text{H}4.3\text{m}$ ，混合处理能力  $300\text{m}^3/\text{h}$ 。

DH 高效净化器：选用型号为 DH-SSQ-300 高效（旋流）污水净化器 3 台，单台尺寸  $\phi 4.0\text{m}\times\text{H}12.3\text{m}$ ，处理能力  $300\text{m}^3/\text{h}$ 。

清水池：有效停留时间设计为 1h，回用水池有效容积至少需  $750\text{m}^3$ ，设计池体尺寸  $17.0\text{m}\times 12.0\text{m}\times 4.3\text{m}$ ，其中有效水深为 4.0m，建筑结构为钢筋混凝土结构。

清水泵房：其地上部分平面尺寸为  $17.0\text{m}\times 12.0\text{m}\times 4.0\text{m}$ ，地下部分尺寸为  $12.0\text{m}\times 12.0\text{m}\times 4.3\text{m}$ ，选用中水回用泵 2 台，1 用 1 备。

污泥池：按照进入污泥池悬浮物最高浓度  $50000\text{mg}/\text{L}$ ，含水率 80%，出水悬浮物浓度  $100\text{mg}/\text{L}$  计算，污泥产生量约为  $181.68\text{m}^3/\text{h}$ 。设置污泥停留时间为 3h，则污泥池有效容积至少为  $545\text{m}^3$ ，设计池体尺寸  $12.0\text{m}\times 12.0\text{m}\times 4.3\text{m}$ ，建筑结构为钢筋混凝土结构。

污泥泵房：其地上部分平面尺寸为  $17.0\text{m}\times 12.0\text{m}\times 4.0\text{m}$ ，地下部分尺寸为  $12.0\text{m}\times 12.0\text{m}\times 4.3\text{m}$ ，选用污泥提升泵 2 台，1 用 1 备；地上部分为砖混结构，地下部分为钢筋混凝土结构。

污泥混合器：选用型号为 DH-HNQ-100 的污泥混合器 2 台，混合器单台尺寸： $\phi 0.8\text{m}\times\text{H}2.3\text{m}$ ，污泥混合处理能力  $100\text{m}^3/\text{h}$ 。

带式过滤机：选用滤带宽度为 3.7m，过滤面积为  $74\text{m}^2$  的真空带式过滤机 2 台，单台尺寸为  $24.5\text{m}\times 4.5\text{m}\times 2.65\text{m}$ ，配真空泵 2 台。

污泥脱水车间：平面尺寸为  $30.0\text{m}\times 20.0\text{m}\times 4.3\text{m}$ ，建筑结构为轻钢结构，内设 2 台带式过滤机，滤布冲洗水泵 2 台。

絮凝剂溶解池：絮凝剂选用 PAC，加药量按照 40mg/L 计，一次溶药量按照 24h 药剂用量计，则药剂溶液量为  $9\text{m}^3$ ，絮凝剂溶解池的尺寸为：3.0m×2.0m×1.5m，修建 1 座，配搅拌器 1 套，加药泵 3 台，2 用 1 备。

助凝剂溶解池：助凝剂选用 PAM，加药量按照 4mg/L 计，一次溶药量按照 24h 药剂用量计，则药剂溶液量为  $36\text{m}^3$ ，助凝剂溶解池的尺寸为：6.0m×4.0m×1.5m，修建 1 座，配搅拌器 1 套，加药泵 6 台，4 用 2 备。

加药间：其地上部分平面尺寸为 20.0m×15.0m×4.0m，地下部分尺寸为 10.0m×15.0m×4.3m，内设絮凝剂、助凝剂溶解池各 1 个，并留有一定储药的空间。地上部分建筑结构为砖混结构，地下部分建筑结构为钢筋混凝土结构。

## ② 沥青砂石加工系统污水处理构筑物设计

砂石料加工系统调节池：有效停留时间设计为 1h，则调节池有效容积至少需  $60\text{m}^3$ ，设计池体尺寸 9.0m×4.0m×2.3m，其中有效水深为 2.0m。建筑结构为钢筋混凝土结构。

废水提升泵房：其地上部分平面尺寸为 9.0m×4.0m×2.0m，地下部分尺寸为 4.0m×4.0m×2.3m，选用废水提升泵 2 台，1 用 1 备；地上部分为砖混结构，地下部分为钢筋混凝土结构。

高效混凝混合器：选用型号为 DH-HNQ-100 高效混凝混合器 1 台，单台尺寸  $\phi 1.0\text{m}\times\text{H}2.8\text{m}$ ，混合处理能力  $100\text{m}^3/\text{h}$ 。

DH 高效净化器：选用型号为 DH-SSQ-100 高效（旋流）污水净化器 1 台，单台尺寸  $\phi 1.0\text{m}\times\text{H}2.8\text{m}$ ，处理能力  $100\text{m}^3/\text{h}$ 。

清水池：有效停留时间设计为 1h，回用水池有效容积至少需  $60\text{m}^3$ ，设计池体尺寸 9.0m×4.0m×2.3m，其中有效水深为 2.0m，建筑结构为钢筋混凝土结构。

清水泵房：其地上部分平面尺寸为 9.0m×4.0m×2.0m，地下部分尺寸为 4.0m×4.0m×2.3m，选用中水回用泵 2 台，1 用 1 备。

污泥池：按照进入污泥池悬浮物最高浓度 50000mg/L，含水率 80%，出水悬浮物浓度 100mg/L 计算，污泥产生量约为 14.54m<sup>3</sup>/h。设置污泥停留时间为 3h，则污泥池有效容积至少为 44m<sup>3</sup>，设计池体尺寸 5.0m×4.0m×2.3m，建筑结构为钢筋混凝土结构。

污泥泵房：其地上部分平面尺寸为 9.0m×4.0m×2.0m，地下部分尺寸为 5.0m×4.0m×2.3m，选用污泥提升泵 2 台，1 用 1 备；地上部分为砖混结构，地下部分为钢筋混凝土结构。

污泥混合器：选用型号为 DH-HNQ-50 的污泥混合器 1 台，混合器尺寸：φ0.4m×H1.3m，污泥混合处理能力 50m<sup>3</sup>/h。

带式过滤器：选用滤带宽度为 1.25m，过滤面积为 10m<sup>2</sup>的真空带式过滤器 1 台，单台尺寸为 10.5m×2.5m×1.35m，配真空泵 1 台。

污泥脱水车间：平面尺寸为 15.0m×10.0m×2.3m，建筑结构为轻钢结构，内设 1 台带式过滤器，滤布冲洗水泵 1 台。

絮凝剂溶解池：絮凝剂选用 PAC，加药量按照 40mg/L 计，一次溶药量按照 24h 药剂用量计，则药剂溶液量为 0.8m<sup>3</sup>，絮凝剂溶解池的尺寸为：1.0m×1.0m×0.8m，修建 1 座，配搅拌器 1 套，加药泵 2 台，1 用 1 备。

助凝剂溶解池：助凝剂选用 PAM，加药量按照 4mg/L 计，一次溶药量按照 24h 药剂用量计，则药剂溶液量为 3m<sup>3</sup>，助凝剂溶解池的尺寸为：2.0m×1.5m×1.0m，修建 1 座，配搅拌器 1 套，加药泵 2 台，1 用 1 备。

加药间：其地上部分平面尺寸为 10.0m×3.0m×2.0m，地下部分尺寸为 5.0m×3.0m×2.3m，内设絮凝剂、助凝剂溶解池各 1 个，并留有一定储药的空间。地上部分建筑结构为砖混结构，地下部分建筑结构为钢筋混凝土结构。

## (5) 主要工程量

主要工程量见表 6.2.1-3。

表 6.2.1-3 砂石加工系统废水处理系统主要工程量

序号	项目名称	单位	数量
1	土建工程		
1.1	总平工程	项	2.00
1.2	调节池	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1003.04
	石方开挖	m <sup>3</sup>	429.88
	土石方回填	m <sup>3</sup>	298.01
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	174.91
	钢筋	t	19.24
	砂浆	m <sup>2</sup>	549.20
1.3	废水提升泵房	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	717.02
	石方开挖	m <sup>3</sup>	307.30
	土石方回填	m <sup>3</sup>	239.01
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	129.31
	钢筋	t	14.22
	砂浆	m <sup>2</sup>	971.20
	砖砌体	m <sup>3</sup>	85.20
1.4	清水池及回用泵房	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1720.07
	石方开挖	m <sup>3</sup>	737.17
	土石方回填	m <sup>3</sup>	537.02
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	304.22
	钢筋	t	33.46
	砂浆	m <sup>2</sup>	1520.40
	砖砌体	m <sup>3</sup>	85.20
1.5	污泥池及污泥泵房	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1454.43
	石方开挖	m <sup>3</sup>	623.33
	土石方回填	m <sup>3</sup>	483.22
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	264.14
	钢筋	t	29.06
	砂浆	m <sup>2</sup>	1391.60
	砖砌体	m <sup>3</sup>	85.20
1.6	加药系统车间	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	742.90
	石方开挖	m <sup>3</sup>	318.38
	土石方回填	m <sup>3</sup>	248.21
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	133.57
	钢筋	t	14.69
	砂浆	m <sup>2</sup>	1080.80
	砖砌体	m <sup>3</sup>	99.60

续表 6.2.1-3

砂石加工系统废水处理系统主要工程量

序号	项目名称	单位	数量	
1.7	污泥脱水车间	个	2.00	
	土方开挖	m <sup>3</sup>	2696.40	
	石方开挖	m <sup>3</sup>	1155.60	
	轻钢厂房	m <sup>2</sup>	750.00	
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	404.59	
	钢筋	t	44.51	
	2	主要设备		0.00
DH 型高效污水净化器 (300m <sup>3</sup> /s)		台	3.00	
DH 型高效污水净化器 (100m <sup>3</sup> /s)		台	1.00	
污水混合器 (300m <sup>3</sup> /s)		台	3.00	
污水混合器 (100m <sup>3</sup> /s)		台	1.00	
污泥混合器 (100m <sup>3</sup> /s)		台	2.00	
污泥混合器 (50m <sup>3</sup> /s)		台	1.00	
真空带式过滤机		台	3.00	
废水提升泵		台	6.00	
污泥提升泵		台	4.00	
清水回用泵		台	4.00	
滤布冲洗泵		台	3.00	
真空泵		台	3.00	
搅拌器		套	4.00	
絮凝剂加药泵		台	4.00	
助凝剂加药泵		台	6.00	
电气控制系统		套	2.00	
电缆		批	2.00	
管道及连接件		批	2.00	
安装附件		批	2.00	
3		安装运输调试费	%	40.00
4		运行维护		0.00
		维护人员	人/年	5.00
		用电量	万 kW·h	200.00
		泥砂外运量	万 m <sup>3</sup>	510.96
		絮凝剂	t	612.36
		助凝剂	t	61.24
	维护材料	批	2.00	
	管理费	项	2.00	
	大修理基金	项	2.00	

### (6) 运行管理与维护

由于砂石加工系统冲洗废水处理构筑物简单,没有机械设备维护问题,在运行过程中主要注意定时清理。管理工作纳入砂石加工系统统一安排,不另设机械和运行人员。

### 6.2.1.3 施工期混凝土拌和系统碱性冲洗废水处理措施

#### (1) 废水概况

本工程在枢纽工程施工区设置 1 处常规混凝土生产系统，配置 2 座 HZS90 混凝土搅拌站；设置 1 处沥青混凝土生产系统，配置 JD1000 沥青搅拌站一座；在供水和灌溉工程区的 11 个施工区以及泉水导排工程的 3 个施工区分别配置 HZS25 搅拌站 1 座。混凝土生产系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，枢纽工程施工区每处搅拌站冲洗废水产生强度为  $8\text{m}^3/\text{次}$ ，供水和灌溉工程以及泉水导排工程施工区每处搅拌站冲洗废水产生强度为  $6\text{m}^3/\text{次}$ ，系统按两班制生产，常规混凝土生产系统、沥青混凝土生产系统及供水和灌溉工程（以及泉水导排工程）区的每处搅拌站的最大碱性废水产生量分别为  $32\text{m}^3/\text{d}$ 、 $16\text{m}^3/\text{d}$  和  $12\text{m}^3/\text{d}$ 。混凝土生产系统碱性废水为悬浮物浓度较高的碱性废水，悬浮物浓度可达  $5000\text{mg}/\text{L}$ ，pH 值在 10~12 范围。

#### (2) 处理目标

废水执行《混凝土用水标准》（JGJ63-2006）（ $\text{pH}>5$ ， $\text{SS}\leq 2000\text{mg}/\text{L}$ ），处理达标后循环用于混凝土拌和用水。

混凝土拌和系统冲洗废水主要污染为 SS 和 pH，拟处理后回用。

#### (3) 处理方案选择

本工程主要对（中和）沉淀法和成套设备法两种方案进行比选。

1）（中和）沉淀法：采用简易的沉淀池将每台班末的冲洗废水排入池内，或采用中和或不采用中和工艺，对废水静置至 6h~8h 后，清水外排。适用于废水量较小的处理系统。

2）采用一体化组合式废水处理技术，将混凝反应、旋流分离、重力分离、污泥浓缩等功能组合运用，将废水处理时间缩短为（20-30min），

实现了污水快速高效处理，适用于废水量大、连续排放的处理系统。

宗通卡水利枢纽工程拌和楼废水处理量小，且时间间隔长，采用中和沉淀法处理既经济又合理，该方案是在沉淀的基础上进一步采取了中和沉淀方法。废水经沉淀、中和处理后循环利用，两个简易沉砂池一备一用，在沉淀池污泥沉淀到一定程度则换备用沉砂池。原沉淀池的污泥进行自然干化，干化后可用抓斗机抓取装运载斗车运输至渣场。

本工程混凝土系统的拌和楼冲洗废水处理流程如图 6.2.1-6。

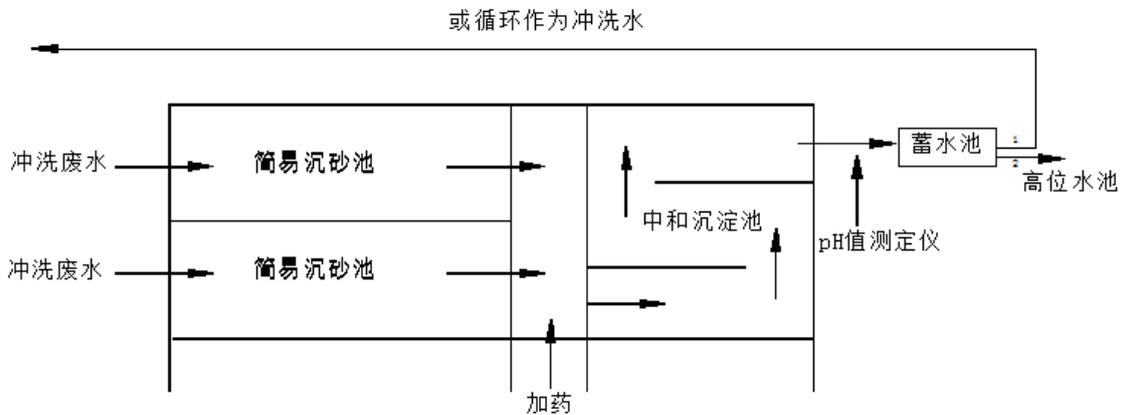


图 6.2.1-6 混凝土拌和系统废水处理工艺流程图

#### (4) 处理方案设计

##### 1) 12m<sup>3</sup>/d 混凝土拌和系统废水处理构筑物设计

简易沉砂池：设计停留时间 12h，1 座 2 格间歇使用，单格尺寸为 3.0m×1.5m×1.8m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

中和沉淀池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 3.0m×3.0m×1.8m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

蓄水池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 3.0m×3.0m×1.8m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

加药廊道：其平面尺寸为 3.0m×1.0m×1.8m，采用人工加药，建筑结构为钢筋混凝土结构。

2) 16m<sup>3</sup>/d 混凝土拌和系统废水处理构筑物设计

简易沉砂池：设计停留时间 12h，1 座 2 格间歇使用，单格尺寸为 4.0m×1.5m×1.8m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

中和沉淀池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 4.0m×3.0m×1.8m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

蓄水池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 4.0m×3.0m×1.8m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

加药廊道：其平面尺寸为 4.0m×1.0m×1.8m，采用人工加药，建筑结构为钢筋混凝土结构。

3) 32m<sup>3</sup>/d 混凝土拌和系统废水处理构筑物设计

简易沉砂池：设计停留时间 12h，1 座 2 格间歇使用，单格尺寸为 6.0m×2.0m×1.8m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

中和沉淀池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 6.0m×4.0m×1.8m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

蓄水池：设计停留时间 24h，池体尺寸为 6.0m×4.0m×1.8m，建筑结构为钢筋混凝土结构；

加药廊道：其平面尺寸为 6.0m×1.0m×2.0m，采用人工加药，建筑结构为钢筋混凝土结构。

(5) 主要工程量

本工程混凝土拌和系统废水处理主要工程量见表 6.2.1-4。

表 6.2.1-4 本工程混凝土拌和系统废水处理工程量

序号	项目名称	单位	数量
1	土建工程费		
1.1	简易沉砂池	个	16
	土方开挖	m <sup>3</sup>	541.77
	石方开挖	m <sup>3</sup>	232.19
	土石方回填	m <sup>3</sup>	216.78

续表 6.2.1-4

本工程混凝土拌和系统废水处理工程量

序号	项目名称	单位	数量
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	265.57
	钢筋	t	29.21
	防水砂浆	m <sup>2</sup>	712.80
1.2	中和沉淀池	个	16
	土方开挖	m <sup>3</sup>	438.57
	石方开挖	m <sup>3</sup>	187.96
	土石方回填	m <sup>3</sup>	146.98
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	187.96
	钢筋	t	20.68
	砂浆	m <sup>2</sup>	525.60
1.3	蓄水池	个	16
	土方开挖	m <sup>3</sup>	438.57
	石方开挖	m <sup>3</sup>	187.96
	土石方回填	m <sup>3</sup>	146.98
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	187.96
	钢筋	t	20.68
	砂浆	m <sup>2</sup>	525.60
1.4	加药廊道	个	16
	土方开挖	m <sup>3</sup>	214.68
	石方开挖	m <sup>3</sup>	92.00
	土石方回填	m <sup>3</sup>	97.59
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	114.29
	钢筋	t	12.57
	砂浆	m <sup>2</sup>	299.60
2	主要设备费		
	加药桶	个	17.00
	搅拌机	个	17.00
	管件及阀门	批	16.00
3	安装运输调试费	%	120
4	运行费		
	泥砂清掏及外运量	万 m <sup>3</sup>	269.25
	絮凝剂	t	11.66
	助凝剂	t	1.17
	用电量	万 kw·h	24.00

### (6) 运行管理与维护

由于混凝土冲洗废水处理构筑物简单,没有机械设备维护问题,在运行过程中主要注意定时清理。管理工作纳入混凝土拌和系统统一安排,不另设机械和运行人员。

### 6.2.1.4 施工期机械修配停放场含油废水处理措施

#### (1) 废水概况

本工程在枢纽工程施工区设置 1 处机械修配停放场，高峰期需定期清洗的施工机械约有 217 辆（台）；在供水及灌溉工程区的 11 个施工区各设置 1 处机械修配停放场，高峰期需定期清洗的施工机械约有 128 辆（台）；在泉水导排工程 3 个施工区各设置 1 处机械修配停放场，高峰期需定期清洗的施工机械约有 77 辆（台），主要为工程施工机械修理及停放场地。按每台机械冲洗水量  $0.6\text{m}^3$ 、每天有 70% 的燃油机械需要冲洗计，三个施工区的机械修配停放场含油废水产生量分别约为  $91.2\text{m}^3/\text{d}$ 、 $53.8\text{m}^3/\text{d}$  和  $28.2\text{m}^3/\text{d}$ 。施工机械车辆定期维修、冲洗将产生一定的含油废水，主要污染物为石油类和悬浮物，排放的废水中悬浮物约  $1000\text{mg}/\text{l}$ 、石油类约  $100\text{mg}/\text{l}$ 。

#### (2) 处理目标

昂曲为 III 类水体，废水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，处理达标后回用于场地洒水。

#### (3) 处理方案选择

根据含油废水的水量、产生时段特点，对废水处理工艺拟定 4 个设计方案进行比选，详见表 6.2.1-5。

表 6.2.1-5 本工程含油废水处理方案

处理方案	方案比较
方案 1: 简易除油沉淀	适用于场地狭窄、处理规模小的机修及保养系统。设置集水池及简易隔油池处理后排放。在施工区车辆停放场，可在洗车检修台下布置排水沟，车辆停放场周边布置集水池，收集排水沟内的机械清洗废水，在集水池末端设隔油板，集水池出口处设薄壁堰溢流水。定时清除隔油板壁聚积的废油，并清理沟底淤泥
方案 2: 隔油沉淀法	由隔油池与沉淀池组成，占地规模较大，处理量灵活。设置集水沟和隔油池，并进行一定时间的沉淀处理后出水。在施工区车辆停放场，可在洗车检修台下布置集水沟
方案 3: 汽浮隔油法	含油污水中通过通入空气并使水中产生微气泡，是污水中的浮化油、分散油或水中悬浮颗粒附在气泡上，随气泡一起上浮到水面并加以回收
方案 4: 成套油水分离器	油水分离效果好，油份回收和去除率高，适用于含油量高的废水，能满足大修时石油类高峰浓度达标排放的要求

宗通卡水利枢纽工程含油废水处理量小，且时间间隔长，因此从经济合理性考虑，选择隔油池+气浮隔油法。

#### (4) 处理方案设计

宗通卡水利枢纽工程施工区含油废水由布设于机械维修场周围的排水沟收集，汇集于调节池。经隔油池进行油水初级分离，上层浮油由浮油回收机回收，下层含油乳化油的液体进入气浮装置。一个工作日所产生的含油废水经收集后，在夜间由污水泵抽至气浮装置进行深度处理，即在气浮分离室进行渣水分离。定期由刮渣机刮入浮渣槽，清水由集水管引出进入后续处理构筑物，其中部分清水，则经回流水泵加压，进入压力溶气灌；经多介质过滤器过滤，水质可满足中水回用水要求。宗通卡水利枢纽工程施工区生产废水处理流程见图 6.2.1-7。



图 6.2.1-7 宗通卡水利枢纽工程含油废水处理工艺流程图

隔油池排水沟断面为梯形，用浆砌石衬砌，隔油池基体由开挖筑成，四壁及池底先铺防渗膜，再用砖砌，并以水泥砂浆抹面，最后内衬树脂防腐涂料。隔油池池底挡板由砖砌构成，池壁挡板为钢板，池壁预先埋槽钢。宗通卡水利枢纽工程在枢纽工程区布设 1 处机械修配停放场，设置 1 座隔油池，隔油池规模按  $100\text{m}^3/\text{d}$  设计，机械停放场隔油池设计型号为《小型排水构筑物》04S519 中 GC-1QF 型，供水及灌溉工程区的 11 个施工区及泉水导排工程区的 3 个施工区各设置 1 处机械修配停放场，分别设置 1 座隔油

池，隔油池规模按  $10\text{m}^3/\text{d}$  设计，机械停放场隔油池设计型号为《小型排水构筑物》04S519 中 GC-1QF 型。隔油池在空置时进行人工清渣。由于机械冲洗废水中可能含有一定量的泥沙，在隔油池中布设筛网，对大颗粒泥沙进行滤除。为保证隔油池的正常工作，池体表面加盖，盖板用 C25 混凝土和 A3 号钢钢筋预制，以防火、防雨、保温及防止油气散发。

### (5) 主要工程量

含油废水处理主要工程量见表 6.2.1-6。

表 6.2.1-6 施工区含油废水处理设施工程量

序号	项目名称	单位	数量
1	土建工程		15
1.1	土方开挖	$\text{m}^3$	412.70
1.2	石方开挖	$\text{m}^3$	176.87
1.3	土石方回填	$\text{m}^3$	209.78
1.4	混凝土 (C25)	$\text{m}^3$	185.78
1.5	钢筋	t	20.25
1.6	井盖及支座	套	15
2	废水处理量	$\text{m}^3$	279486.00

### (6) 运行管理与维护

由于含油废水处理构筑物简单，没有机械设备维护问题，在运行过程中主要注意定时清理。管理工作纳入机械修配停放场统一安排，不另设机械和运行人员。

#### 6.2.1.5 施工期生活污水处理设施

##### (1) 废水概况

本工程在枢纽工程设置 1 处施工营地和 1 处业主营地，供水及灌溉工程 11 个施工区分别设置 1 处办公生活区，泉水导排工程 3 个施工区分别设置 1 处办公生活区。施工高峰期，施工营地、业主营地、办公生活区（供水及灌溉工程）及办公生活区（泉水导排工程）的施工人数分别为 950 人、

150人、500人和200人。施工人员生活用水量平均以120L/d人计，排放量按用水量的80%计算，施工营地、业主营地、办公生活区（供水及灌溉工程）及办公生活区（泉水导排工程）的生活污水产生量分别为91.2m<sup>3</sup>/d、14.4m<sup>3</sup>/d、48m<sup>3</sup>/d和19.2m<sup>3</sup>/d。生活污水主要包括食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为BOD<sub>5</sub>、COD、NH<sub>3</sub>-N等。各种污水混合后，BOD<sub>5</sub>浓度约200mg/L、COD浓度约300mg/L、NH<sub>3</sub>-N浓度约30mg/L。

### （2）处理目标

由于昂曲为III类水体，废水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，处理达标后回用于场地洒水、绿化用水等。

### （3）处理方案选择

针对宗通卡水利枢纽工程业主及施工营地生活污水的处理，本阶段拟定成套处理设备、污水处理站及厌氧生物膜池3种方案进行比选，具体见表6.2.1-7。

表6.2.1-7 生活污水处理方案比选

名称	成套生活污水处理设备	污水处理站	厌氧生物膜池
工艺	A/O（厌氧+生物接触氧化法） A/A/O（厌氧+缺氧+生物接触氧化法）	A/A/O（活性污泥法）	A/A/O（活性污泥法）
运行费用	1元/m <sup>3</sup> ~2元/m <sup>3</sup>	1元/m <sup>3</sup> ~2元/m <sup>3</sup>	0.3元/m <sup>3</sup> ~0.6元/m <sup>3</sup>
占地	较小	较大	一般
处理能力	200m <sup>3</sup> /d以下	5000m <sup>3</sup> /d以上	200m <sup>3</sup> /d以下
处理效果	满足《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB T 18920-2002）	满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》 GB-18918-2002一级A、B标	满足《污水综合排放标准》一级、二级标准
运行管理	全自动控制，不需人员管理	需专人管理运行	无需专人管理运行

由于昂曲为III类水体，废水处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准即可。规模较小（小于15m<sup>3</sup>/d）的采用厌氧生物

膜池工艺，规模较大（ $15\text{m}^3/\text{d}$  以上）推荐采用成套生活污水处理设备（A/O 工艺）。

#### （4） 处理方案设计

在枢纽施工区业主营地和施工营地分别设置 1 处成套生活污水处理设备，设计处理能力分别为  $110\text{m}^3/\text{d}$  和  $18\text{m}^3/\text{d}$ ；在供水和灌溉工程的 11 个施工区以及泉水导排工程的 3 个施工区的办公生活区各设置 1 处生活污水处理设施，采用厌氧生物膜池工艺，设计处理能力为  $10\text{m}^3/\text{d}$ 。

##### 1) 工艺流程

厌氧生物膜池工艺流程见图 6.2.1-8，成套生活污水处理设备（A/O 工艺）工艺流程见图 6.2.1-9。

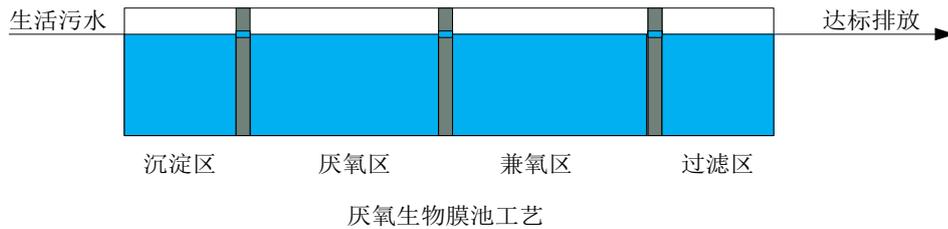


图 6.2.1-8 厌氧生物膜池工艺流程图

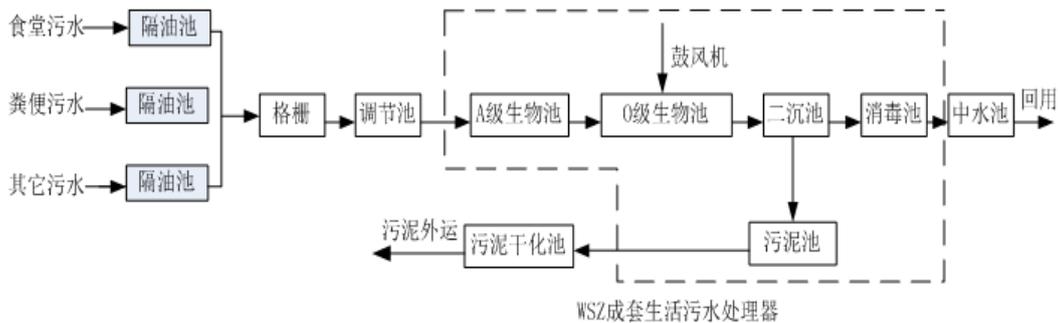


图 6.2.1-9 成套生活污水处理设备（A/O 工艺）工艺流程图

##### 2) 污水处理构筑物设计

###### ① 枢纽工程区生活污水处理设施

拟采用成套设备（A/O 工艺）处理工艺处理生活污水，设计处理能力分别为  $110\text{m}^3/\text{d}$  和  $18\text{m}^3/\text{d}$ ，设计调节池的有效停留时间为 8h，回用水池的停

留时间为 12h。污水处理构筑物尺寸见表 6.2.1-8。

表 6.2.1-8 污水处理构筑物设计表（成套设备）

序号	项目名称	尺寸 (m)	备注
规模 (18m <sup>3</sup> /d)			
1	格栅渠	2.0×0.6×1.5	选用 RSD-500×2000×5
2	隔油池	1.5×1.0×3.7	GG-1SF
3	化粪池	2.95×1.35×4.25	G1-2QF
4	调节池	2.0×1.7×2.0	
5	成套污水处理设备	占地 24m <sup>2</sup>	WSZ-F-1, 3L13×D 型风机 2 台, 功率为 1.5kW, AS10-2CB 型水泵 2 台, 功率 1.1kW
6	污泥池	1.5×1.0×1.5	
7	污泥干化池	3.0×1.5×1.5	滤料 4.5m <sup>3</sup>
8	回用水池	3.0×1.7×2.0	回用水泵 1 台
规模 (110m <sup>3</sup> /d)			
1	格栅渠	2.0×0.6×1.5	选用 RSD-500×2000×5
2	隔油池	1.5×1.0×3.7	GG-1SF
3	化粪池	6.00×3.10×5.25	G10-40QF
4	调节池	4.0×3.0×3.5	
5	成套污水处理设备	占地 50m <sup>2</sup>	WSZ-F-5, 3L21WD 型风机 2 台, 功率为 2.2kW, AS10-2CB 型水泵 2 台, 功率 1.1kW
6	污泥池	3.0×2.0×2.5	
7	污泥干化池	3.0×2.0×2.5	滤料 12.0m <sup>3</sup>
8	回用水池	4.5×4.0×3.5	回用水泵 1 台

② 供水和灌溉工程及泉水处理导排工程生活污水处理设施

拟采用厌氧生物膜池法处理生活污水，设计处理能力为 10m<sup>3</sup>/d。污水处理构筑物尺寸见表 6.2.1-9。

表 6.2.1-9 污水处理构筑物设计表（厌氧生物膜池）

序号	项目名称	尺寸 (m)	停留时间 (h)	备注
1	沉淀区	1.0×2.0×3.0	12	/
2	厌氧区	2.0×2.0×3.0	24	立体弹性填料: 16m <sup>3</sup>
3	兼氧区	2.0×2.0×3.0	24	
4	过滤区	1.0×2.0×3.0	12	滤料: 4m <sup>3</sup>

(5) 主要工程量

生活污水处理设施主要工程量见表 6.2.1-10。

表 6.2.1-10

生活区污水处理工程量表

序号	项目	单位	数量
厌氧生物膜池处理工艺工程量			
1	土建工程		
1.1	厌氧生物膜池	处	14
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1270.96
	石方开挖	m <sup>3</sup>	544.70
	土石方回填	m <sup>3</sup>	806.65
	池体混凝土 (C25 抗渗 S6)	m <sup>3</sup>	505.01
	钢筋	t	55.55
	池外壁水泥砂浆	m <sup>2</sup>	1344.00
	立体弹性填料	m <sup>3</sup>	224.00
	滤料	m <sup>3</sup>	56.00
2	污水处理量	m <sup>3</sup>	90144.00
成套设备处理工艺			
1	土建工程		
1.1	隔油池	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	40.60
	石方开挖	m <sup>3</sup>	17.40
	土石方回填	m <sup>3</sup>	31.12
	C25 混凝土	m <sup>3</sup>	15.78
	钢筋	t	1.74
	通气管	m	10.00
	管罩	个	2.00
	90° 三通	个	4.00
	井盖及支座	套	2.00
1.2	化粪池	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	228.92
	石方开挖	m <sup>3</sup>	98.11
	土石方回填	m <sup>3</sup>	160.00
	C25 混凝土	m <sup>3</sup>	52.45
	钢筋	t	5.77
	砂浆抹面	m <sup>2</sup>	154.68
	通气管 (DN100)	m	10.00
	管套	个	2.00
	90° 三通	个	4.00

续表 6.2.1-10

生活区污水处理工程量表

序号	项目	单位	数量
	双层加锁井盖及盖座	套	2.00
	管道支架	付	2.00
1.3	格栅渠	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	10.89
	石方开挖	m <sup>3</sup>	4.67
	土石方回填	m <sup>3</sup>	4.32
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	7.63
	钢筋	t	0.84
	砂浆	m <sup>2</sup>	18.00
1.4	调节池	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	87.00
	石方开挖	m <sup>3</sup>	37.28
	土石方回填	m <sup>3</sup>	47.60
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	27.88
	钢筋	t	3.07
	砂浆	m <sup>2</sup>	79.20
1.5	回用水池	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	116.81
	石方开挖	m <sup>3</sup>	50.06
	土石方回填	m <sup>3</sup>	58.67
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	34.99
	钢筋	t	3.85
	砂浆	m <sup>2</sup>	101.40
1.6	污泥池	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	34.09
	石方开挖	m <sup>3</sup>	14.61
	土石方回填	m <sup>3</sup>	16.44
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	15.01
	钢筋	t	1.65
	砂浆	m <sup>2</sup>	40.00
1.7	污泥干化池	个	2.00
	土方开挖	m <sup>3</sup>	40.89
	石方开挖	m <sup>3</sup>	17.53
	土石方回填	m <sup>3</sup>	18.60
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	18.07
	钢筋	t	1.99

续表 6.2.1-10

生活区污水处理工程量表

序号	项目	单位	数量
	砂浆	m <sup>2</sup>	49.00
	粗砂	m <sup>3</sup>	4.32
	砾石	m <sup>3</sup>	2.88
2	主要设备费		
	RSD 人工格栅	套	2.00
	WSZ-F-5 型成套污水处理设备	套	1.00
	WSZ-F-1 型成套污水处理设备	套	1.00
	管件及阀门	批	2.00
	运输安装调试费	%	20.00
3	运行费		
	维护人员	人/年	5.00
	污水处理量	m <sup>3</sup>	143910.00

### (6) 维护及运行管理

每套设备需操作人员 1 名，在上岗前由设备厂家负责其技术管理培训，操作人员应按照操作技术规程，进行正确的操作和定期维护。

#### 6.2.1.6 运行期生活污水处理措施

##### (1) 废水概况

运行期生产生活区的人数为 63 人。生活用水按 80L/人 d，生活污水排放量按用水量的 80% 计算，则日污水量最大为 4m<sup>3</sup>/d。

##### (2) 处理目标

由于昂曲为 III 类水体，废水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准，处理达标后回用于绿化用水。

##### (3) 方案选择与处理方案

本工程运行期生活污水延用施工期业主营地的成套生活污水处理设备处理生活污水，污水处理达标后用于场地绿化用水。

#### 6.2.1.7 污废水处理方案可行性分析

(1) 从节约用水、节省投资的角度出发，本工程在进行污废水处理

方案的设计时，首先考虑污水的回用，在进行砂石加工冲洗废水、混凝土生产系统废水处理方案设计时，均考虑处理后回用自身系统或用于施工场内洒水降尘。

(2) 在对各废污水处理工艺选择时，首先考虑技术可行、节约投资，然后再考虑施工环节衔接等问题，因此，本次在对各废污水处理工艺选择上，根据国内各大型水利水电工程施工期废污水处理经验，提出适合本工程的处理工艺。各处理系统出水水质均可以达到排放标准，能够满足设计标准要求。

根据以上分析，本设计对各废污水拟采取的处理措施是合理可行的。

### 6.2.2 生态流量保障措施

根据前述宗通卡坝址下游河道生态需水分析，本报告提出生态流量下泄要求为：11月~次年3月下泄生态流量 $16.3\text{m}^3/\text{s}$ ；4月下泄生态流量 $31.7\text{m}^3/\text{s}$ ，5月~10月下泄生态流量 $41.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

在工程建设期、初期蓄水期及运行期的不同阶段，生态流量的泄放保障措施如下：

#### (1) 施工期

根据施工组织设计，导流隧洞拟安排在第1年3月至第2年12月施工。导流隧洞施工期利用原河床过流，不存在生态流量泄放保障问题。在导流隧洞完成并具备过流能力后，第3年1月开始进行大坝截流，准备进行水库大坝坝基开挖。在此期间至蓄水初期，大坝施工导流采用围堰挡水，一次拦断河床、隧洞泄流的导流方式。导流隧洞为城门洞型，断面尺寸为 $7\text{m}\times 9.5\text{m}$ （宽 $\times$ 高），对上游来水不产生拦蓄作用，可以满足坝址断面泄放生态流量的需要。

供水工程中16座供水管桥施工过程中采用枯水时段束窄河床泄流的导流方式，施工期利用原河床过流，不存在生态流量泄放保障问题。

因此，在施工期不同阶段，分别通过原河床和导流隧洞泄流的方式，可以保障上游来流的下泄。

(2) 初期蓄水期

按照施工组织设计，工程从第 5 年 11 月底开始水库下闸蓄水，采用导流隧洞进口平板闸门下闸。按 11 月份保证率 80% 的月平均流量  $57\text{m}^3/\text{s}$  蓄水计算，扣除下游生态供水流量  $16.3\text{m}^3/\text{s}$ ，水库水位从导流隧洞底板高程 3414.5m 上升至溢洪道堰顶高程 3462m，相应水库库容 0.617 亿  $\text{m}^3$ ，蓄水时间约 17.5 天；由高程 3462m 蓄水至死水位 3464m，相应水库库容 0.071 亿  $\text{m}^3$ ，扣除下游生态供水流量，蓄水时间约 2.0 天。

根据施工组织设计，导流隧洞下闸时，通过导流隧洞进水塔两侧闸墩内的生态泄水孔下泄生态流量，生态泄水孔底板高程与导流隧洞底板高程同高为 3414.5m，两个生态泄水孔均采用直径 1.4m 的圆形钢管，中间设球阀，如图 6.2.2-1 所示。两个生态泄水孔的泄流能力共为  $17.24\text{m}^3/\text{s}$ ，随着蓄水高程的增加，两个生态泄水孔的泄流能力最大可增至  $74.91\text{m}^3/\text{s}$ ，可满足生态流量泄放保障要求。待水库水位升至超过溢洪道堰顶高程 3462m 后关闭生态供水管，采用溢洪道进口闸门控泄，下泄生态流量  $16.3\text{m}^3/\text{s}$ 。工作门为弧形闸门，闸门任意开度均可保证安全。

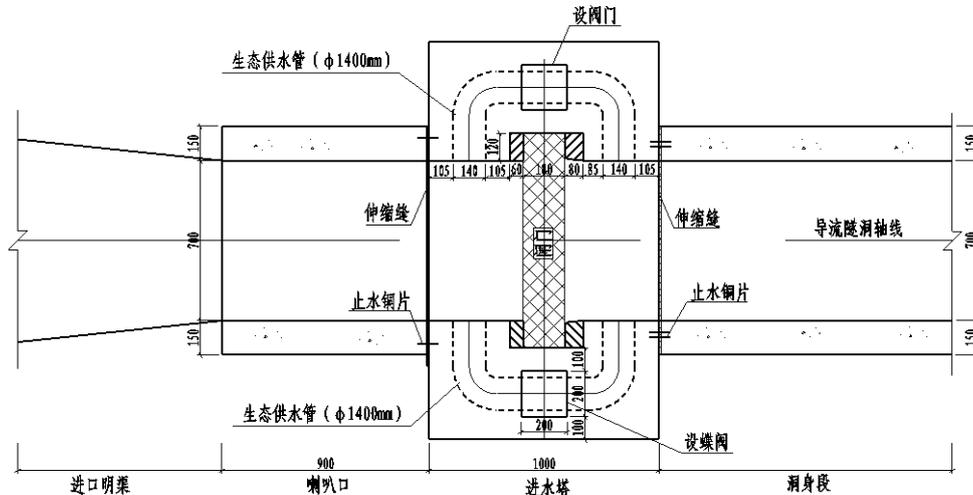


图 6.2.2-1 生态泄水孔布置图

### (3) 运行期

运行期间，可通过以下措施保证生态流量：

1) 宗通卡水库共装设 4 台机组，其中 2 台大机组单台额定流量为  $84.1\text{m}^3/\text{s}$ ，2 台生态机组单台额定流量为  $18.9\text{m}^3/\text{s}$ ，生态流量通过机组发电尾水的形式向下游泄放。

当任意单台机组正常发电时（发电流量 $\geq 18.9\text{m}^3/\text{s}$ ），下泄最小流量为  $18.9\text{m}^3/\text{s}$ ，可满足 11 月~来年 3 月生态流量下泄需要；当有单台大机组发电时（发电流量 $\geq 84.1\text{m}^3/\text{s}$ ），可满足全年生态流量下泄需要；仅有 2 台生态机组发电时（发电流量 $\geq 37.8\text{m}^3/\text{s}$ ），可满足 11 月~来年 4 月生态流量下泄需要。

2) 若不能通过机组发电或仅有单台生态机组发电（发电流量 $\leq 18.9\text{m}^3/\text{s}$ ）时，采用溢洪道泄放生态流量。本工程溢洪道堰顶高程 3462m，低于死水位 3464m，其工作闸门均为弧形门，通过调节闸门开度，泄水建筑物可泄放  $3330\text{m}^3/\text{s}$  以下任意水量。下泄流量通过调整闸门开度控制，可满足生态流量下泄需要。

## 6.2.3 运行期水质保护措施

### 6.2.3.1 库区水质保护措施

#### (1) 开展库底卫生清理

根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）要求，为防止淹没于宗通卡水库内的树木、杂物及人畜粪便等对水体污染和对水库安全运行的影响，在宗通卡水库蓄水前必须对库底进行清理。根据现状调查结果，清理对象主要包括常规的粪坑、畜圈、宅基、坟墓、植物等。

#### (2) 划定水源保护区

根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》和《饮用水水源保护区划分技术规范》，在宗通卡水源地一定水域和陆域划定饮用水水源保护区，严格控制污染物排放和实施水库水资源保护规划，建立严格的环境管理制度，保障昌都市城区、沙贡乡集镇饮水安全。

宗通卡水库总库容为 1.246 亿  $m^3$ ，依据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）中关于水库型饮用水水源地的分类，本工程属于大型水库，水源保护区一般划分为一级保护区和二级保护区，必要时增设准保护区。宗通卡水库饮用水水源保护区的保护范围划分要求如下。

#### 1) 一级保护区

水域范围：取水口半径不小于 500m 范围内的水域面积。

陆域范围：一级保护区水域外不小于 200m 范围内的陆域，但不超过流域分水岭范围。

#### 2) 二级保护区

水域范围：一级保护区外径向距离不小于 2000m 区域的水域面积，但不超过水域范围。

陆域范围：一级保护区外径向距离不小于 3000m 的区域，但不超过相应的流域分水岭。

### (3) 库周污染源控制

1) 为保护库周环境及水库水质，库周及库区上游干、支流建议严禁发展污染企业，严禁设置各类排污口，禁止人畜粪便、垃圾、生活污水直接下河；建设单位应配合地方环保部门做好库区及上游环境污染监督监察。

2) 保护库周植被，涵养水源，不得对库周灌木林地、林地随意砍伐，做好退耕还林、退牧还草规划。

3) 限制库区养殖业的发展，以免引起营养物质富集，造成局部水域

富营养化，影响水质与景观。

4) 实施水库隔离防护工程，减少人为活动对水源地的影响，避免溺水事件的发生，水库隔离防护网拟建设约 10km；同时在水库周边乡镇、村庄等居民点共设置 6 块水源地保护警示牌，提醒进入饮用水水源保护区的车辆和行人，在饮用水源一级保护区，禁止垂钓、弃倒垃圾、洗涤、放牧等一切违法行为。

### 6.2.3.2 坝下游水环境保护措施

#### (1) 加快城镇生活污水处理设施建设

##### 1) 落实《昌都市水污染防治行动计划工作方案》的相关要求

2016 年 6 月 16 日，昌都市人民政府以昌政办发〔2016〕151 号印发了《昌都市水污染防治行动计划工作方案》，该工作方案对“强化城镇生活污染治理”提出了具体要求，并落实责任单位。具体内容如下：

##### ① 加快城镇污水处理设施建设与改造

2016 年年底，住建部门负责完成我市已建污水处理厂建设与运行情况调查。按照国家、自治区新型城镇化规划要求，积极争取建设资金，加大城镇污水处理厂的改扩建和新建工作力度，确保我市主要城镇生活污水集中处理率达到预期目标。

##### ② 加强配套管网建设

加快雨污排水管网的分流改造。新建的污水处理设施配套管网要同步设计、同步建设、同步投入运行。2030 年年底，我市城镇建成区完成管网雨污分流改造，污水基本实现全收集、全处理。严禁向城中水体（澜沧江卡若区段、昂曲、扎曲）排放污水。

##### ③ 推进污泥处理处置

污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处理处置，

处理后达到农用标准的污泥可用于园林绿化等，禁止污水处理厂剩余污泥进入耕地。2020 年底前，城镇污泥无害化处置率达到 90%以上。

## 2) 城镇生活污水处理厂改扩建要求

随着宗通卡水利枢纽工程的实施，昌都市、卡若区的生活污水和灌溉退水的排放量随之增大，对昂曲、澜沧江水体的水环境也将产生一定不利影响，因此需加强废污水处理相关的基础设施建设。

据了解，昌都市现有昌都市污水处理厂 1 座，位于西藏昌都市卡若区马草坝康乐新村西南侧，紧邻澜沧江，一期工程设计规模 9000m<sup>3</sup>/d，采用 A<sup>2</sup>O 工艺，出水水质执行一级 B 标准，排入澜沧江。昌都市绝大部分的城市污水通过城市排水管网和污水泵站进入昌都市污水处理厂进行处理。随着城区生活污水排放量的增大和国家对于污水处理标准的提高。目前，沙贡乡、俄洛镇等乡镇没有集中式污水处理系统，居民生活污水大多未经处理直接排放，对昂曲、澜沧江水质产生不利影响。

根据昌都市相关规划，沙贡乡规划新建污水处理站一座，俄洛镇规划新建俄洛镇污水处理厂一座，昌都市规划新建卡若污水处理厂一座，扩建现有昌都市污水处理厂，详见表 6.2.3-1 和图 6.2.3-1。

表 6.2.3-1 昌都市相关规划污水处理厂一览表

序号	污水处理厂名称	建设地点	建设性质	建设内容及规模
1	昌都市污水处理厂	昌都市城区	扩建	已建 0.9 万 t/d，扩建至 3.1 万 t/d
2	规划卡若污水处理厂	卡若镇	新建	近期 1 万 t/d，远期 1.8 万 t/d
3	规划俄洛镇污水处理厂	俄洛镇	新建	近期 0.5 万 t/d，远期 0.8 万 t/d
4	规划沙贡乡污水处理站	沙贡乡	新建	/
5	昌都经济技术开发区污水处理厂	昌都经济开发区	新建	2.5 万 t/d



图 6.2.3-1 评价区规划污水处理厂分布示意图

根据废污水预测，到 2030 年，昌都市中心城区废污水排放量为 7.5 万 t/d，俄洛镇废污水排放量为 1.5 万 t/d，沙贡乡废污水排放量为 0.13 万 t/d。经对比分析可得，现有规划污水处理厂的处理规模不能满足要求，其中昌都市需新增污水处理规模 2.6 万 t/d，俄洛镇需新增污水处理规模 0.7 万 t/d，沙贡乡需新增污水处理规模 0.13 万 t/d。

因此，为满足规划水平年废污水处理的需求，建议昌都市污水处理厂扩建至 5 万 t/d，规划卡若污水处理厂后期扩建至 2.5 万 t/d，规划俄洛镇污水处理厂后期扩建至 1.5 万 t/d，规划沙贡乡污水处理站处理规模确定为 0.13 万 t/d。各已建及规划污水处理厂的处理标准应满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。

## （2）加强治理农村面源，防止二次污染

### 1）落实《昌都市水污染防治行动计划工作方案》的相关要求

《昌都市水污染防治行动计划工作方案》中对“控制农业面源污染”提出了具体要求，并落实责任单位。

严格执行《关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见》（农科教

发〔2015〕1号），全面做好农业面源污染防治工作。推广测土配方，科学施用化肥、农药和动植物生长调节剂，推广使用低毒、低残留农药和可降解的农用薄膜，加强废旧农药、化肥包装物和废旧农用薄膜的回收。推行植物病虫害的综合防治，推广生物防治措施，防止对土壤的破坏和农作物、农畜产品的污染。加强对农产品基地的环境监督管理。到2020年，测土配方施肥技术推广覆盖率达到80%以上，化肥利用率提高到30%以上，农作物病虫害统防统治覆盖率达到30%以上。

## 2) 其他要求

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安全正确施用的农业技术教育，让广大农民依法办事，做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。

## (3) 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。同时大力推广节水灌溉制度、非充分灌溉制度等先进的灌溉技术，降低农业用水定额。

### 6.2.3.3 泉水重金属处理方案

#### (1) 泉水导排与处理的必要性

根据 2015~2019 年现场调查与监测，宗通卡库尾、坝址来水 As 浓度均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准，而库区分布的恩达曲、芒达曲沟口水体 As 浓度超过地表水 III 类水质标准，超标约 0.3~2.0 倍，其中恩达曲分布有 1 处温泉和 1 处冷泉、芒达曲左支沟和右支沟分别分布有 1 处温泉，泉水 As 浓度超过地表水 III 类标准 1.5~37.66 倍，泉水对支沟水体中 As 的浓度影响较大。

宗通卡水利枢纽的工程任务是以供水为主，其水质应满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准。根据《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ 338-2018)，宗通卡水库的一定水域和陆域将划定饮用水水源保护区。为了保证水源保护区水质安全，按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》，高砷泉水作为库区内砷的集中输入来源，应对其采取措施进行处理。为了降低库区水质安全风险，本设计采取将泉水导排至坝址下游，并建设泉水处理厂进行异位处理的方案。

#### (2) 泉水处理规模与目标

泉水导排工程在昂曲两岸分别设置独立的导排系统将泉水导排至大坝下游泉水处理厂。导排管道系统包括恩达曲导排管线与芒达曲导排管线，其中恩达曲导排管线长 16.8km，芒达曲导排管线管道长 35.8km。导排系统由集水口与导排水管道组成。

泉水处理规模与泉水导排规模一致，约为 5 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。泉水处理对象主要是 As、Fe、Mn。

目前，受纳水体昂曲干流尚未划定水功能区或水环境功能区。基于昂曲两岸俄洛镇、沙贡乡的社会经济发展的需求，并根据《昌都市环境保护局关于“西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程环境影响评价执行标准”的批复》，昂曲干流按照地表水 III 类标准执行。因此，导排至坝址下游的高砷泉水拟按地表水 III 类标准处理。

### (3) 泉水处理工艺设计

#### 1) 处理技术可行性论证

##### ① 泉水处理可行性论证

中国科学院生态环境研究中心开展了本项目水体重金属处理的专题研究。针对重金属 (As、Fe、Mn) 含量高的水体的处理，目前常见的技术有混凝沉淀技术、常规吸附技术、离子交换技术、膜分离技术、新型复合材料吸附技术等，其适用范围、吨水成本、去除效果、运行维护要求等对比情况见表 6.2.3-2。

表 6.2.3-2 常见重金属处理工艺综合对比

技术指标	混凝沉淀技术	常规吸附技术 (以氧化铝为例)	膜分离技术	新型复合材料吸附技术
适用范围	高砷污染水体	低砷的大型水体	分散性饮用水体	大型水体
吨水成本	较低	较低	高	较低
投资成本	低	低	高	低
去除效果	低浓度砷无法去除，易引入新金属	良好	优	优
产水率 (%)	98%	96%	75%~80%	99.6%
材料使用情况	投加大量混凝剂	吸附剂材料更换周期短	膜材料更换周期 3~5 年，维护复杂	材料用量少，材料更换周期 10 年
二次污染	产生大量污泥，需后续处置	产生强碱性再生废液，需处置才能排入城市污水管网。	产水浓水高	产生的废液为中性，满足排放要求。
技术成熟度	+++++	+++	++++	+++++
操作难易性	运行管理简单，绝大多数操作可实现自动化	再生操作复杂、时间长；pH 值控制要求严格	系统复杂，管理要求精密度高，易操控	运行管理简单，绝大多数操作可实现自动化
系统稳定性	可长期稳定运行	运行 1 年后吸附容量大幅下降；长期运行滤床可能板结	需定期更换膜组件	可长期稳定运行

注：由于离子交换法投资成本昂贵，自控程度低，市场应用少，多进行于实验室中，故此排除离子交换技术。

鉴于恩达曲和芒达曲的 4 处泉水砷浓度高，出水要求高，结合西藏地区的高原环境、交通、运输、运行维护管理等方面，应尽量选择工艺成熟、去除效果好、运行操作简单、建设工程少、投资费用低等特点的技术工艺。因此，拟推荐选用新型复合材料吸附技术作为导排泉水重金属处理工艺。

目前常用的新型复合材料包括改性活性炭、改性沸石、复合活性氧化铝、倍特复合矿物质水处理材料、复合金属氧化物吸附材料等，其去除效果、适用范围、优缺点见表 6.2.3-3。

表 6.2.3-3 不同新型吸附材料对比表

指标名称	砷去除率	适用范围	优点	缺点
改性活性炭	70%~75%	应用于小型供水地点	空隙大，表面积大，价格低廉，市场成熟	对 pH 要求高，再生复杂
改性沸石	70%~80%	应用于分散供水地点	去除效果好，价格低廉	改性后成本提高，市场应用少
复合活性氧化铝	85%~90%	应用于中、小型供水地点	吸附效果良好，材料来源广	制作复杂，未规模化应用
倍特复合矿物质水处理材料	90%~95%	适用高砷浓度；大、中型水体	吸附效果好，对多种重金属去除效率高，价格适中，市场成熟，投资低，运行费用低，无二次污染	对高浓度砷去除快，对于低浓度砷去除不彻底
复合金属氧化物吸附材料	90%~99%	适用低砷浓度；大、中型水体	材料使用量小，材料形式多样，吸附效果好，价格适中，市场成熟，投资低，无二次污染	对于高浓度砷去除速度慢

综上分析，改良的复合吸附材料如改性活性炭、改性沸石、复合氧化铝等，对于砷的吸附效果虽然提升，但是这些新型改性材料制作复杂，多用于实验室规模，未能形成商品化应用。而新型吸附材料中的倍特复合矿物质水处理材料与复合金属氧化物材料，具有吸附容量高，能够去除高砷含量水源，吸附周期长，不必采用氧化设备，制作成本低，市场商品化成熟，价格合理等优点。故推荐选用倍特复合矿物质水处理材料和复合金属氧化物吸附材料两种新型复合材料。

倍特复合矿物质水处理材料已成功运用到云南阳宗海砷污染治理工程，现场实验表明：该材料可使水体中高浓度的砷快速降低至 0.03mg/L 左

右，同时对天然水体中铁、锰也有良好的去除作用。另外，复合金属氧化物吸附材料已在河南大沙河水体砷污染治理工程中成功运用，检测结果表明，处理后排放至下游的河水中砷浓度可有效控制在 0.05mg/L 以下。因此，使用倍特复合矿物质水处理材料和复合金属氧化物吸附材料对高砷泉水处理是技术可行的。

## ② 含砷污泥处置可行性论证

导排泉水重金属处理过程中会产生相应的含砷污泥，按照目前实际条件，不具备判断该污泥是否是危险废物的鉴别条件，暂定为疑似危险废物。含砷污泥的处置方法主要有土地填埋、污泥焚烧、水泥窑协同处置，各处置技术的优缺点见表 6.2.3-4。

表 6.2.3-4 重金属污泥处置技术对比

处置方式	优点	缺点
安全填埋	投资少、能耗低、运行费用低、有机部分可转化成土壤改良剂成分	占地面积大，填埋场必须远离居民区；回复的填埋场将因沉降而需要不断地维修；填埋在地下的危险废物，通过分解可能会产生易燃、易爆或毒性气体，需加以控制和处理等
污泥焚烧	减容、减重率高，处理速度快，节省土地，无害化较彻底	处理设施投资大，处理费用高，设备维护成本高，而且产生强致癌物质二恶英
水泥窑协同处置	资源化效率高；无害化较彻底；处理温度高、高温停留时间长、处理规模大、无二次固体废物排放等；经济效益高等	如水泥窑协同处置等，审批程序复杂（客观因素），厂区技术要求较高

水泥窑协同处置含砷污泥具有处理温度高、高温停留时间长、处理规模大、无二次固体废物排放等显著优点。通过水泥生产和处置含砷污泥的结合，充分利用水泥生产的余热，减少传统能源消耗量，有效消减含砷污泥，而且降低水泥生产成本，降低含砷综合利用成本，实现资源再利用和经济的可持续发展。2008 年河南大沙河水体高浓度砷污染事件，经过投加药剂后，产生的含砷污泥最终经过风干处理，最终均进行污泥综合利用，采用水泥窑协同处置。经长期检测，污泥处置资源化与无害化效果良好。

根据西藏自治区昌都地理位置、环境条件，采取填埋、直接固化或焚

烧方式处理处置含砷污泥，显然不符合当地的现实情况。水泥窑协同处置含砷污泥生产工艺，既是一种固废处理工艺，又可以创造经济效益，是适合当地经济发展模式和环境条件的污泥无害化处理、资源化利用技术。因此，本项目中导排泉水产生的含砷污泥的最终处置，经过污泥脱水后，采用水泥窑协同处置技术进行无害化处置。导排泉水中天然杂质很少，污泥主要为投加的新型复合矿物材料，污泥中的主要成分为  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、铁、锰、砷酸盐（单位质量含量约 0.1%）等，与水泥原材料中的成分类似；且导排泉水处理产生的污泥量较小，西藏昌都高争建材股份有限公司年产水泥规模 18 万吨，有能力接纳导排泉水处理产生的含砷污泥。西藏昌都高争建材股份有限公司已出具《关于同意接纳西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程导排泉水处理产生的含砷污泥的函》（见附件 11）。

## 2) 实验结果

实验室模拟实验和工艺设备现场实验结果表明：先投加倍特复合矿物质水处理材料，5 分钟后投加复合金属氧化物吸附材料；倍特复合矿物质水处理材料和复合金属氧化物吸附材料最佳投加量分别为 75mg/L 和 5mg/L，处理后水体中 As 的浓度分别为 10.4  $\mu\text{g/L}$  和 13.5  $\mu\text{g/L}$ 。在此实验条件下，重金属去除效果较好，运行成本较低，产生絮体快，形态凝聚好。结合浅层离子气浮设备，短时间内即可固液分离，水质稳定。

## 3) 工艺设计

芒达曲和恩达曲的泉水经导排工程自流引入泉水处理设施，集水池前端管道上设置管道混合器、流量控制计及自动加药装置，根据均匀混合后的管道流量，前端投加倍特复合矿物质水处理材料，管道后端投加复合金属氧化物吸附材料，然后进入集水池中。两种新型复合吸附材料与水中的砷、铁、锰等重金属在集水池中充分反应后，自流进入离子气浮系统，实现固

液分离。清水经检测达标后，通过明渠自流进入下游引水管排入昂曲干流；分离出的固体悬浮物首先进入污泥平衡池，后经污泥提升泵进入污泥脱水间，污泥干化后外运至西藏昌都高争建材股份有限公司，一日一清，采用水泥窑协同处置方法进行处理，污泥暂存池和污泥脱水间中的上清液通过管道返回到集水池中再次进行处置。处理工艺流程图详见下图 6.2.3-2。

本项目泉水处理过程中，倍特复合矿物质水处理材料以干粉投加形式投加，复合金属氧化物吸附材料先配制成溶液，利用自动控制系统，根据水量变化采用计量泵投加。

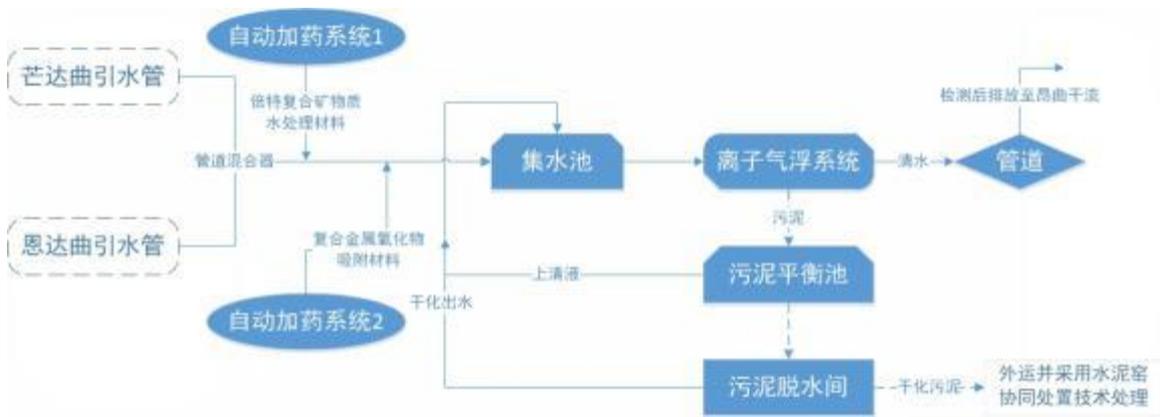


图 6.2.3-2 泉水处理设施工艺流程图

#### （4）泉水处理工程设计

综合考虑水、电、道路交通、占地面积和管理等因素，泉水处理设施拟选址在枢纽工程施工区的机械修配停放场和砂石混凝土加工系统的部分区域。施工后期，随着工程施工强度的降低，机械修配停放场和砂石混凝土加工系统的规模随之减少，即可留出部分土地，用于泉水处理设施的建设。泉水处理设施总占地面积为 7815m<sup>2</sup>，其中占用机械修配停放场的面积为 2327m<sup>2</sup>，占用砂石混凝土加工系统的面积为 5488m<sup>2</sup>。除集水池和加药间布置在原机械修配停放场处（高程相对高），其余构筑物 and 建筑物均布置在原砂石混凝土加工系统处（高程相对低）。泉水处理设施的平面布置图详见附图 31。

### 1) 集水池

泉水处理规模为 5 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，集水池停留时间按 0.5h 计，并考虑调节容积，集水池的容积确定为  $1042\text{m}^3$ 。集水池平面尺寸  $18\times 15\text{m}$ ，有效水深 4m，超高 0.2m，有效调节容积  $1080\text{m}^3$ 。为方便气浮系统检修或应急，集水池设溢流管。

### 2) 加药间

加药间内共布置 2 套倍特复合矿物质水处理材料投药装置，1 套复合金属氧化物吸附材料投药装置。加药间平面尺寸为  $18\times 9\text{m}$ ，其中加药间平面尺寸  $12\times 9\text{m}$ ，药库平面尺寸  $6\times 9\text{m}$ 。

### 3) 离子气浮车间

离子气浮装置车间设浅层离子气浮机 2 台，单台功率 4.4kW；回流水泵 3 台（2 用 1 备），单台流量  $220\text{m}^3/\text{h}$ ，功率 55kW；空压机 2 台（1 用 1 备），单台风量  $1.2\text{m}^3/\text{min}$ ，功率 11kW；混凝剂加药泵 3 台（2 用 1 备），单台功率 0.75kW；助凝剂加药泵 3 台（2 用 1 备），单台功率 1.5kW；混凝剂溶药池搅拌装置 2 套（1 用 1 备），单套功率 2.2kW；助凝剂自动泡药机 1 套，功率 4.8kW。离子气浮装置车间平面尺寸  $42\times 24\text{m}$ 。

### 4) 污泥平衡池

由于原水没有常年监测数据，浊度暂按 10NTU 考虑；倍特复合矿物质水处理材料投加量  $75\text{mg}/\text{L}$ ，复合氧化处理材料投加量  $5\text{mg}/\text{L}$ ，药剂转化成泥量的系数为 1。经计算，每天的泉水处理设施的设计干泥量为  $4.75\text{t}/\text{d}$ 。

离子气浮车间排泥的含水率按 98% 计，故无需浓缩可直接进行机械脱水。离心脱水机为非连续性工作，故设置平衡池容积按储存 8 小时污泥量（含水率 98%）计算，平衡池容积  $120\text{m}^3$ ，有效水深 3m，平面尺寸  $8\times 5\text{m}$ 。

### 5) 污泥脱水间

污泥脱水采用离心脱水机，设计工作周期为两班制 16 小时工作。絮凝剂采用 PAM，投加比例 0.5%。污泥脱水间平面尺寸 30×12m。

污泥脱水间设进料污泥螺杆泵 2 台，单台功率 4.5kW；泵前设污泥切割机，功率 2.2kW，泵后设流量计。设离心脱水机 2 台，单台处理能力 15m<sup>3</sup>/h（含水率 98%湿污泥），单台功率 37.5kW；出泥口设刀闸阀，功率 0.55kW。配套水平和倾斜皮带输送机各 1 台，功率分别为 2.2kW 和 3kW；一体化 PAM 投加设备 1 套，总功率约 0.75kW。脱水后的污泥含水率不大于 60%，体积为 11.88m<sup>3</sup>/d。

#### 6) 主要附属构筑物

水厂附属构筑物有值班室（控制室）和变配电室等。值班室建筑面积 54 m<sup>2</sup>，平面尺寸 9×6m。变配电室及柴发机房建筑面积 135m<sup>2</sup>，平面尺寸 15×9m。

#### 7) 供电设计

泉水处理设施的用电来源于宗通卡水利枢纽工程的发电，架空线采用 JKYJ-10-3\*35，供电距离约为 1km，在泉水处理设施外末端杆处转变电缆入变电所。另外，备用电源柴油发电机组，容量为 300KW。

水厂内设附设式变电所一座。内设高低压配电室，柴发机房及控制室等。变电所低压配电系统均选择 GGD 低压开关柜 5 台。放射式向各建构筑物供电。加药间室设 GGD 配电柜 2 台，污泥脱水间安装 GGD 配电柜 2 台。气浮间设 GGD 配电柜 2 台。

本工程采用 10KV 采用过流速断保护；所有现场设备均采用技术先进安全可靠自动控制方式；各照明电源就近引自本建筑物的低压配电柜；厂内建、构筑物按三级防雷考虑；设置电视监控系统，兼有工艺设备监视和安全保卫两种功能，该系统连续监视整个厂区。

### (5) 投资估算

#### 1) 建设投资

经初步估算，泉水处理设施的建设投资约为 1282.12 万元，详见表 6.2.3-2。

## 2) 运行费用

泉水处理设施的运行费用主要考虑电费、材料费、人工费，泉水处理设施的年运行吨水成本约为 1.32 元，详见表 6.2.3-3。按最不利情景考虑，每年泉水总处理量约为 1778 万  $m^3$ ，年处理费用约为 2348 万元；基于现有泉水流量监测资料，根据水动力模拟预测成果，泉水的年排放量为 904 万  $m^3$ ，年处理费用约为 1194 万元。

表 6.2.3-2 泉水处理设施建设投资估算表 单位：万元

序号	工程项目名称	建筑工程	设备购置费	安装工程	合计
1	厂区工艺	/	/	74.60	74.60
2	厂区绿化	3.50	/	/	3.50
3	集水池	59.40	/	/	59.40
4	加药间	42.12	13.55	1.08	56.75
5	离子气浮车间	197.56	526.90	35.00	759.46
6	污泥平衡池	9.60	/	/	9.60
7	污泥脱水间	38.00	53.40	4.27	95.67
8	控制室配电室	27.14	/	/	27.14
9	采暖通风设计	/	/	9.45	9.45
10	电气工程	/	26.20	1.83	28.03
11	自控工程	/	48.55	5.22	53.77
12	值班室	14.31		/	14.31
13	变配电室及柴发机房	35.10	7.50	0.60	43.20
14	围墙及大门	32.09	8.00	/	40.09
15	工器具及生产家具购置费	/	7.14	/	7.14
合计		458.82	691.24	132.06	1282.12

表 6.2.3-3 泉水处理设施运行费用估算表 单位：元

费用名称	电费	材料费	人工费	吨水成本(元)
金额	0.06	1.22	0.04	1.32

## (6) 泉水处理效果分析

利用坝下游建立的水环境数学模型，预测极端来水、丰水年丰水期、丰水年平水期、平水年枯水期工况下，泉水导排后处理和不处理对坝下游

水质的影响，预测边界条件及分析结果见表 6.2.3-4。

表 6.2.3-4 泉水处理和不处理工况下，坝下游水体中 As 浓度对比分析

工况条件		丰水期	平水期	枯水期	极端来水	
边界条件	坝址下泄流量 (m <sup>3</sup> /s)	532	143.9	34.4	41.8	
	坝址下泄水中 As 的浓度 (μg/L)	9.6	15.2	10.1	30.7	
	库尾来水中泥沙含量 (mg/L)	1149	204	59	59	
	库尾来水中 As 的浓度 (μg/L)	11.7	17.7	19.4	62.0	
	泉水流量 (m <sup>3</sup> /s)	0.56	0.56	0.56	0.56	
泉水中 As 的浓度 (μg/L)	不处理	277.9	277.9	277.9	277.9	
	处理	50	50	50	50	
分析结果	形成污染带的长度 (m) (As 浓度超过 50μg/L 的范围)	不处理	/	150	160	230
		处理	/	/	/	/
	形成混合区的长度 (m) (As 浓度基本完全混合的范围)	不处理	1600	2300	2700	4300
		处理	240	300	400	350
	昌都水厂断面 As 的浓度 (μg/L)	不处理	11.8	15.6	11.4	27.2
		处理	10.6	14.5	7.5	25.0
		降低	1.2	1.1	3.9	2.2
	昂曲河口断面 As 的浓度 (μg/L)	不处理	11.6	15.0	10.0	26.7
		处理	10.5	14.0	6.9	24.5
降低		1.1	1.0	3.1	1.2	

根据表 6.2.3-4 可知，泉水导排后不处理排放工况下，丰水期坝下游水质均满足地表水 III 类水质标准，形成混合区长度约 1600m，其中昌都水厂断面、昂曲河口断面 As 的浓度分别为 11.8 μg/L、11.6 μg/L；平水期、枯水期、极端来水工况下昂曲排放口下游分别仅约 150m、160m、230m 的河段 As 浓度超过 50 μg/L，形成混合区长度分别约 2300m、2700m、4300m，但昌都水厂断面、昂曲河口断面均满足地表水 III 类标准，其中昌都水厂断面 As 的浓度分别为 15.6 μg/L、11.4 μg/L、27.2 μg/L，昂曲河口断面 As 的浓度分别为 15.0 μg/L、10.0 μg/L、26.7 μg/L。

泉水导排后处理排放工况下，丰水期、平水期、枯水期、极端来水工况下坝下游水质均满足地表水 III 类水质标准，昂曲排放口下游分别形成约 400m、300m、240m、350m 的混合区。昌都水厂断面 As 的浓度分别为 10.6 μg/L、14.5 μg/L、7.5 μg/L、25.0 μg/L，昂曲河口断面 As 的浓度分别为 10.5 μg/L、14.0 μg/L、6.9 μg/L、24.5 μg/L。

天然情况下，昂曲干流水体中 As 浓度沿程呈现略升高趋势。宗通卡水利枢纽工程实施后，泉水导排后处理、不处理而直接排放两种情况下，与天然来水 As 浓度相比，坝址下游水体中 As 浓度均有所降低，坝下河段水质有所改善，即坝址下游水体中 As 浓度均低于天然情况。与泉水导排后直接排放情况相比，泉水导排处理后将不会形成约 230m 的污染带，坝址下游河段水体中 As 的浓度将有不同程度的下降，下降幅度约为  $1.0 \sim 3.9 \mu\text{g/L}$ 。

### (7) 导排入河口下游水环境保护管控要求

1) 鉴于泉水导排不处理而直接排放情况下，坝址下游将形成约 230m 的污染带 (As 浓度超过  $50 \mu\text{g/L}$  的范围)，泉水处理后将消除污染带；导排泉水处理后坝址下游河段水体中 As 的浓度将下降约  $1.0 \sim 3.9 \mu\text{g/L}$ ，因此，为减轻导排泉水排放对坝址下游水环境的影响，建议对导排泉水进行处理后排放，处理后应满足地表水 III 类水质标准。

2) 泉水处理设施建成运行后，应加强进出口水质、水量以及混合区水质的监测，保证其正常运行和出水稳定达标。

3) 鉴于泉水导排后不处理直接排放情况下将导致坝下游形成 4300m 的混合区，为确保下游用水安全，建议泉水处理设施入河口下游 4300m 范围内不得设置取水口等取水设施。

## 6.3 地下水环境保护措施

### 6.3.1 施工期地下水保护措施

由于工程建设期，施工期生产废水和固体废物按照相关要求处理后达标排放，局部采取防渗措施后，基本不会对地下水水质造成明显影响。

#### 6.3.1.1 引水隧洞施工期地下水保护措施

(1) 建立专门的地质超前预报机制，配足够的仪器设备监测对地勘

报告揭示的地下水可能集中用水突水的段落，在施工中进行地质预报，进一步从微观上查明水文、地质形态及分布等，为顺利施工创造条件，杜绝漏报、错报。

(2) 隧洞施工应采用“短进尺、快循环、弱爆破、少扰动、紧封闭”的施工方法。为防止隧洞开挖过程出现高压用水，破坏隧洞顶生态环境，隧洞施工过程要贯彻“堵水防漏”原则，做到“先探水、预注浆、后开挖、补注浆、再衬砌”施工工序。通过注浆来有效控制隧洞涌水。

(3) 施工中加强支护，做到边开挖边衬砌，在初期衬砌后及时铺设防水板，并进行二次复合式衬砌；在水平施工缝或环形施工缝使用橡胶止水带。

(4) 引水隧洞施工时控制工程进度和采取适当有利的防渗措施，当岩体完整性较差的地下水含水层区段时，可预先对该区段采取灌浆措施，灌浆结束、泥浆凝固后再进行开挖掘进。采取上述措施止水措施后，即减少地下水渗漏对区域地下水水位的影响，同时也减轻了对施工造成的影响。为了减小施工时对地下水的影响，该区域处尽可能选择在枯水期进行施工。

#### 6.3.1.2 重点区域防渗

区内第四系主要为砂砾石、砾卵石（渗透系数  $2 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ），局部表层为含砾粉质壤土、但不连续，包气带防污性能弱；依据地下水导则、充分考虑油库区特征污染物为石油类，需对该区域采取重点防渗，对其它工程区域采区简单防渗措施。

重点防渗区（油库）：等效粘土防渗层  $M_b \geq 6.0 \text{m}$ ， $K \leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ；简单防渗区采区一般地面硬化。

#### 6.3.2 运行期地下水保护措施

运行期废水仅为厂区工作人员的生活污水，延用施工期业主营地的成套生活污水处理设备处理生活污水，污水处理达标后用于场地绿化用水。

## 6.4 陆生生态保护措施

宗通卡水利枢纽工程对陆生生态的影响主要集中在施工期，运行期的影响主要表现在库区陆生生境的淹没。从整体性保护出发，针对工程建设和运行过程中对评价范围内陆生生态的影响程度，通过采取避让、减缓、恢复和补偿多种措施，建立动植物栖息地保护与修复、加强管理、监测与保护效果评价、风险防范等综合保护体系，见表 6.4-1。

### 6.4.1 陆生植物和植被保护措施

#### 6.4.1.1 生态影响的避让措施

(1) 枢纽工程区、供水灌溉工程区及泉水导排工程区的施工占地在设计时尽量避免和减少对国家级公益林、林地和耕地的占用，特别是施工道路和供水管线的布设时，要尽量避免和减少占用灌区林地和耕地。

表 6.4-1 宗通卡水利枢纽工程陆生生态保护方案

实施对象	措施类型	措施体系内容	备注
陆生植物	避让措施	严格划定施工范围；对堆渣、车辆等遮挡覆盖；加强材料包装、车辆检查	植物资源保护
	减缓措施	表层土（0~30cm）剥离留存	维持土壤结构，保证植被恢复效果
	恢复和补偿措施	植被恢复方案	补偿施工破坏和占用的植被
	管理措施	环保教育；设置警示牌	植物资源保护
	重点保护植物保护	专项普查	山茱萸、松茸保护
	古树名木保护	档案登记、圈禁、挂宣传牌和警示标志	4株古树保护
	陆生植物监测	自然植被监测；植被恢复效果监测；古树名木监测	长期监测，优化施工、生态保护及时发现问题并提出对策和建议
陆生动物	避让措施	宗通卡枢纽工程区施工强度较大，施工布置密集。在施工期间应严格控制施工范围，防止进一步占用和破坏动物栖息地。爆破施工干扰较大，要避免在晨昏和夜间等动物活动频繁及休息时间施工；严格控制废弃物对动物栖息地的污染，加强巡护并提高施工人员的动物保护意识	
	减缓措施	施工期间在各工程区如施工场地、临时便道、弃渣场、料场等区域设置警示牌，标明工程施工区范围，禁止越界施工占地，减少对周边动物栖息地的破坏和扰动	
	恢复补偿措施	在施工期结束后立即对临时占地区如各施工场地、临时便道、弃渣场、料场等破坏的植被进行恢复，恢复过程中主要选取当地土著物种，重新营造动物栖息环境	
	管理措施	施工前培训，增强施工人员的动物保护意识	
	陆生动物监测	动物种类、种群数量、分布、保护动物	动物资源保护，为优化工程施工、蓄水、竣工验收、生态保护提供依据

(2) 项目取、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和对植被的破坏。

(3) 防止外来入侵种的扩散。本次调查中未发现外来入侵种，但评价区生态环境抵抗力、稳定性较差，应加大宣传力度，针对外来入侵植物的危害及传播途径向施工人员进行宣传。

#### 6.4.1.2 生态影响的减缓措施

根据本工程的特点，建议采用以下生态影响减缓措施。

(1) 施工人员应在施工征地范围内活动，尽量减轻非施工因素对周围植被的占用与压踏。

(2) 将施工开挖地表面表层土(0~30cm)剥离，进行留存。待施工结束后用于施工场地平整，便于植被恢复和复垦。

#### 6.4.1.3 生态影响的恢复与补偿措施

##### (1) 生态恢复措施

本工程对陆生生态的影响主要体现在对陆生植被的影响。因此施工结束后，应结合水土保持的植物措施，对各类施工迹地实施生态修复措施。

##### 1) 植被修复原则

① 保护原有生态系统的原则：根据前面现状所述，工程影响区范围内主要植被类型为针叶林、阔叶林、灌丛、草丛和农业植被，工程占地区河谷谷底地带历史人为活动强烈，稍平坦的河谷阶地或台地上多已被开垦，河谷坡地耕种亦较为常见。因此，在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以针叶林、阔叶林、灌丛和草地植被为主体的陆生生态系统。

② 保护生物多样性的原则：植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且

需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。在保证物种多样性的前提下，防止外来入侵种的扩散。

## 2) 恢复植物的选择

① 生态适应性原则：植物生态习性必须与当地气候环境条件相适应。恢复时还需考虑适合工程区的植被区系。

② 本土植物优先原则：恢复乡土种对生态恢复很重要。乡土种在当地食物链中已经形成相对稳定的结构，与生境建立了和谐的关系，适应性强，有利于保护生物多样性和维持当地生态平衡，并且能体现当地的地域特点。

根据评价区生态环境特点以及工程影响区的植被现状，选择区域乡土物种进行植被恢复，如大果圆柏、川西云杉、藏川杨、左旋柳等乔木，水栒子、小叶锦鸡儿、砂生槐等灌木，毛莲蒿、白草、长芒草、尼泊尔酸模等草本，甘青铁线莲等攀缘植物。

## 3) 植被恢复方案

评价区生态恢复分区的总体思路为：首先对工程区域的植被现状进行调查和分析，确定工程区域主要的植物群落类型以及主要特征；其次对工程区域扰动后立地条件进行分析，对工程区域立地条件（海拔高度、地形、坡度、坡向与部位、土壤条件、水文）分类；再次根据工程总布置和施工总布置确定工程建成运行后的功能要求；最后根据工程区域现状植被特征、各工程区域立地条件以及各工程区域功能要求确定生态修复分区。

根据以上分区思路，结合水土保持植物措施，本工程生态修复区分为枢纽工程区（枢纽主体工程区、料场区、施工道路区、施工临建区、移民安置区）、供水灌溉和泉水导排工程区（渠系及渠系建筑物区、施工道路区、施工临建区、弃渣场）。

植物措施包括施工迹地植被恢复和工程施工创伤面两大方面，工程施

工迹地植被恢复以经果林、水土保持林和景观园林绿化等模式为主，其中经果林考虑成片规划在施工期存料场，景观园林绿化主要规划在业主营地（主体工程已设计）、库外永久征地部分以及移民集中安置区内。

工程施工创伤面主要包括开挖边坡、填筑边坡、平台迹地、堆渣和土料迹地边坡、高位边坡及自然边坡治理区等，植被恢复措施包括种植槽栽植攀援植物和灌草绿化、厚层基材植被护坡、撒播灌草护坡、液力喷播植草护坡和框格植草护坡等。对泥石流沟治理区种植水土保持林，进行植被恢复。

根据不同恢复区的特点及植物现状，对每个恢复区实行不同的恢复方案。详见下表。

表 6.4-2 植被恢复措施一览表

工程分区	恢复方法	恢复物种组合	配置方式
枢纽工程区			
枢纽主体工程区	空隙地绿化；裸露边坡铺种草皮；种植行道树	乔木：大果圆柏、藏川杨 灌木：水栒子 草本：尼泊尔酸模	大果圆柏和藏川杨株间混交，行距 2m，株距 2m，每种栽植密度各为 1250 株/hm <sup>2</sup> 。水栒子采用株间混交，行距 1m，株距 1m，每种栽植密度 3750 株/hm <sup>2</sup> 。草籽采用撒播，播种量为 60kg/hm <sup>2</sup>
块石料场	开挖坡脚种植攀岩植物；场地灌草结合恢复水保林	灌木：水栒子； 草本：毛莲蒿； 藤本：甘青铁线莲	开挖坡面采用全坡面覆盖，播种量为 90kg/hm <sup>2</sup> ；水栒子采用株间混交，行距 1m，株距 1m，每种栽植密度 3750 株/hm <sup>2</sup> 。草籽采用撒播，播种量为 60kg/hm <sup>2</sup>
施工道路	路肩种植行道树；一般挖方边坡种植槽绿化；一般填筑边坡营造水土保持林	乔木：左旋柳、藏川杨 灌木：水栒子、小叶锦鸡儿； 草本：毛莲蒿、长芒草	左旋柳和藏川杨株间混交，行距 2m，株距 2m，每种栽植密度各为 1250 株/hm <sup>2</sup> 。水栒子和小叶锦鸡儿采用株间混交，行距 1m，株距 1m，每种栽植密度 3750 株/hm <sup>2</sup> 。草籽采用撒播，播种量为 60kg/hm <sup>2</sup>
施工临建区	施工迹地种植乔灌木绿化；景观园林绿化	乔木：大果圆柏 灌木：水栒子 草本：毛莲蒿	乔灌木均采用穴植，其中水栒子采用片植，草皮采用满铺形式
移民安置区	部分区域农田复垦，安置点附近绿化地种植乔木、撒播草籽	乔木：藏川杨 草本：尼泊尔酸模	乔木均采用穴植，草皮采用满铺形式

续表 6.4-2

植被恢复措施一览表

供水灌溉和泉水导排工程区			
渠系及渠系建筑物区	空隙地绿化; 管线基础周边撒播草籽绿化; 倒虹吸管全埋段种植灌木、撒草籽绿化	灌木: 水栒子、小叶锦鸡儿; 草本: 长芒草、尼泊尔酸模	水栒子、小叶锦鸡儿采用株间混交, 行距 1m, 株距 1m, 每种栽植密度 3750 株/hm <sup>2</sup> 。草籽采用撒播, 播种量为 60kg/hm <sup>2</sup>
施工道路区	施工迹地按永临结合种植灌草绿化; 临时撒播草籽护坡	灌木: 砂生槐 草本: 长芒草、毛莲蒿	砂生槐采用株间混交, 行距 1m, 株距 1m, 每种栽植密度 3750 株/hm <sup>2</sup> 。草籽采用撒播, 播种量为 60kg/hm <sup>2</sup>
施工区	对 14 个施工区的施工迹地种植乔灌草绿化	灌木: 砂生槐 草本: 尼泊尔酸模、毛莲蒿	砂生槐采用株间混交, 行距 1m, 株距 1m, 每种栽植密度 3750 株/hm <sup>2</sup> 。草籽采用撒播, 播种量为 60kg/hm <sup>2</sup>
弃渣场	弃渣场区种植灌丛、草丛绿化; 临时撒播草籽护坡	灌木: 砂生槐、水栒子、小叶锦鸡儿 草本: 长芒草、毛莲蒿、白草	砂生槐、水栒子、小叶锦鸡儿采用株间混交, 行距 1m, 株距 1m, 每种栽植密度 3750 株/hm <sup>2</sup> 。草籽采用撒播, 播种量为 60kg/hm <sup>2</sup>

## (2) 生态补偿措施

1) 对工程永久占用的耕地, 按照“占多少, 垦多少”的原则, 异地开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地。

2) 对工程临时占用的耕地, 分类采取针对性强的综合治理措施进行复垦, 恢复土地功能和生产力。

3) 对于工程建设征地涉及的国家级公益林, 应严格遵照《国家林业局 财政部关于印发〈国家级公益林区划界定办法〉和〈国家级公益林管理办法〉的通知》(林资发〔2017〕34号)中第九条的要求: “严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的, 严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的, 按相关规定依法办理林木采伐手续。经审核审批同意使用的国家级公益林地, 可按照本办法第十八条、第十九条的规定实行占补平衡, 并按本办法第二十三条的规定报告国家林业局和财政部。”本工程共临时占用国家二级公益林 2.97hm<sup>2</sup>, 永久占用国家二级公益林 68.97hm<sup>2</sup>, 永久占用集体所有国家级二级公益林 0.86hm<sup>2</sup>。

4) 按照基本农田补划等质等量的原则, 本项目基本农田在项目所在的卡若区及类乌齐县内进行补划。工程共补划基本农田  $9.813\text{hm}^2$ , 其中卡若区  $4.413\text{hm}^2$ 、类乌齐县  $5.4\text{hm}^2$ , 全部为旱地, 补划的基本农田面积比占用的基本农田面积多  $0.075\text{hm}^2$ 。

#### 6.4.1.4 生态管理措施

(1) 加强对施工人员及施工活动的管理。施工过程中, 加强施工人员的管理, 禁止施工人员对植被滥砍滥伐乱挖, 严格限制人员的活动范围, 严禁破坏沿线的生态环境。

(2) 施工过程中若发现保护植物应上报上级主管部门, 对其进行保护。工程施工期、运行期都应对陆生植物资源的影响进行监测或调查。植物应重点调查植物物种、植被类型、优势种群、生物量等以及生态系统整体性变化。通过调查或监测, 加强对生态的管理, 在工程管理机构, 应设置生态环境管理人员, 建立各种管理及报告制度。

(3) 施工期间, 在各主要施工区及植被较好的位置设置生态保护警示牌(警示牌安置地点分别为: 块石料场、2个弃渣场、1个存料场、1个存弃渣场、炸药库、油库、综合加工厂、混凝土加工系统、施工营地、机械停放场等11处枢纽工程区人员往来较多及材料储存地点, 并于供水灌溉和泉水导排工程区的施工运输道路旁或分水口、分水池等设置9处, 分别位于沙贡乡琼卡村、约宗村、学土村、朗达村、沙通村、加林村古树、俄洛镇、俄洛镇白格村、小恩达村)。警示牌上标明工程施工区范围, 禁止越界施工占地或破坏植被, 尽量减少占地造成的植被损失。

(4) 在工程建设期间, 以散发宣传册和教育培训等形式, 加强对施工人员的生态保护宣传教育, 拟于施工准备期和开工动员大会共实施两次宣传和教育培训; 并在施工人员活动较多、植被覆盖相对较好的地方设置宣传环保标识牌, 分别设置在枢纽工程施工营地、左岸上游2#弃渣场、块

石料场、沙贡乡多伏村、俄洛镇小思达村等 5 处地点，严禁施工人员随意破坏植被。

(5) 在工程建设期，在施工区、临时居住区及周围山上竖立防火警示牌，划出可生火范围、巡回检查、做好消防队伍及设施的建设工作等，以预防和杜绝森林火灾发生。在施工期严格管理，避免可能引起林火的施工作业，对施工人员加强管理，严禁一切野外用火。

#### 6.4.1.5 对重点保护植物和古树名木的保护措施

根据前面的现状描述和影响分析，评价区古树均位于灌区，不受水库蓄水淹没的影响，也不受工程施工的直接影响，但可能受工程施工间接影响和人为活动的影响。因此建议采取就地保护，包括在档案登记、周围修建石砌护墙和挂宣传牌，防火、防烟气措施等。

(1) 如在施工过程中发现山茛菪等重点保护野生植物，应及时上报当地林业局，采取相应的保护措施。

(2) 古树保护责任单位对每棵古树进行档案登记，包括古树的名称、直径、树龄、特点、习性、保护注意事项等，负责浇灌、施肥、防止病虫害，并配备专用工具。

(3) 沙贡乡 1 株藏川杨距离输水线路最近距离约 260m，建议对其进行挂牌并圈地保护。俄洛镇加林村的 3 株左旋柳距离输水线路分别为 230m、230m 和 270m，建议在场地平整前对古树进行圈禁保护，在靠近输水线路一侧沿输水线路边沿采用浆砌石加钢丝围栏进行圈禁，并挂宣传牌和警示标志，禁止在古树周围堆放设备器材、倒土堆渣等施工活动。

(4) 在涉及古树的施工合同中，明确施工单位对古树的保护责任及保护措施；在古树周边施工，施工单位要做好设计，施工中要进行监督，一旦发现问题，及时进行处置。

(5) 禁止在古树周围带火、带气作业，严禁在古树周围堆放易燃品，

及时清理已有杂物。

## 6.4.2 陆生动物保护措施

### 6.4.2.1 生态影响的避让措施

(1) 枢纽工程区施工布置较为集中，各施工场地、临时便道、弃渣场、料场等优先避开评价区内各植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏和干扰动物栖息环境。

(2) 施工废水严禁不经处理直接排放；针对建筑物及其他材料堆放处，建议采取临时防风、防雨设施；施工场地经常采取洒水降尘，对施工运输车辆应采取遮挡措施，避免废水、废渣及废气对周围动物生境的破坏。

(3) 大型作业及爆破活动要避开动物活动的高峰期。野生鸟类和兽类大多是晨昏或夜间觅食，为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和夜晚进行爆破。

(4) 提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。在施工的过程中，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》的相关要求，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家重点保护野生动物。在进场施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别国家保护动物，在动物经常出入的地方要加强巡护，对故意捕获野生动物的个人和组织要加大打击力度，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

### 6.4.2.2 生态影响的减缓措施

(1) 施工期间加强料场、弃渣场防护，防止水土流失。加强施工人员的各类卫生管理，禁止生活污水未经处理直接排放，减少水体污染。

(2) 施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛。为噪声对野生动物的惊扰，对高噪声的装备安装降噪减震装置。

(3) 施工期间，在各主要施工作业区设置的 20 块生态保护警示牌，

标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木，禁止捕猎野生动物，尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

#### 6.4.2.3 生态影响的恢复和补偿措施

(1) 工程完工后尽快做好生态环境的恢复工作，尤其是临时占地，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

(2) 运行期随着水资源的利用较为便捷，可以优先考虑在未利用荒地上多采取植树造林等活动，为周边的动物提供觅食及隐蔽场所。

#### 6.4.2.4 生态管理措施

(1) 在施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，以散发宣传册和教育培训等形式，加强对施工人员的野生动物保护宣传教育，在施工准备期和开工动员大会，与陆生植物宣传教育同步进行。

(2) 在施工期和运行期要加强工程区的生态环境的监控和管理，防止施工活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。

#### 6.4.2.5 重点保护动物保护措施

本工程评价区共有国家Ⅰ级重点保护动物 6 种，国家Ⅱ级重点保护动物 20 种，自治区Ⅰ级重点保护动物 15 种，自治区Ⅱ级重点保护动物 18 种。针对国家和自治区级重点保护动物，除了进行常规的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物法律法规宣传工作。在枢纽工程的施工营地、弃渣（存料）场、块石料场，以及供水及灌溉工程区的沙贡乡多伏村、俄洛镇小恩达村等 5 处设置宣传标识牌，对重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义等。

表 6.4-3 重点保护动物保护措施一览表

名称	国家保护等级		自治区保护等级		保护措施
	I	II	I	II	
赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>				√	施工区夜晚停止施工，减少噪声、施工灯光对湿地鸟类的影响。禁止施工废水未处理直接排放周边水体污染湿地环境。
黑鸢 <i>Milvus migrans</i>		√	√		
金雕 <i>Aquila chrysaetos</i>	√		√		严禁施工人员猎杀、破坏鸟巢，施工区夜晚停止施工，减少噪声、施工灯光对鸟类的影响。另外施工区域周边禁止使用灭鼠药物等，防止鹰隼类觅食中毒死亡的动物。
高山兀鹫 <i>Gyps himalayensis</i>		√	√		
胡兀鹫 <i>Gyps himalayensis</i>	√		√		
苍鹰 <i>Accipiter gentilis</i>		√		√	
普通鵟 <i>Buteo buteo</i>		√	√		
大鵟 <i>Buteo hemilasius</i>		√	√		
红隼 <i>Falco tinnunculus</i>		√	√		
燕隼 <i>Falco subbuteo</i>		√		√	
斑尾榛鸡 <i>Bonasa sewerzowi</i>	√		√		
雉鹑 <i>Tetraophasis obscurus</i>	√		√		
藏雪鸡 <i>etraogallus tibetanus</i>		√		√	减少爆破施工量，禁止夜间施工，尽可能减少突发噪声对雉科鸟类的繁殖和觅食造成影响；加强对林区监管和维护，严禁施工人员的猎捕。
白马鸡 <i>rossoptilon crossoptilon</i>		√		√	
血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>		√		√	
环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>				√	
雕鸮 <i>Bubo bobo</i>		√		√	严禁施工人员猎杀、破坏鸟巢，施工区夜晚停止施工，减少噪声、施工灯光对鸟类的影响。另外施工区域周边禁止使用灭鼠药物等，防止鹰隼类觅食中毒死亡的动物。
长耳鸮 <i>Asio otus</i>		√		√	
绯胸鹦鹉 <i>sittacula alexandri</i>		√		√	减少爆破施工量，禁止夜间施工，尽可能减少突发噪声对其正常栖息觅食的惊扰。
猕猴 <i>Macaca mulatta</i>		√		√	加强对林区监管和维护，严禁施工人员的猎捕。减少爆破施工量，禁止夜间施工，尽可能减少突发噪声对其正常栖息觅食的惊扰。
赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>			√		
藏狐 <i>Vulpes ferrilata</i>			√		
黑熊 <i>Selenacros thibtanus</i>		√		√	
黄喉貂 <i>Martes flavigulu</i>		√		√	
黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>			√		
香鼬 <i>Martes flavigulu</i>			√		
水獭 <i>Lutra lutra</i>		√		√	做好鱼类保护措施，保证其充足的食物来源。禁止施工废水未处理直接排放。
小熊猫 <i>Ailurus fulgens</i>		√		√	加强对林区监管和维护，严禁施工人员的猎捕。减少爆破施工量，禁止夜间施工，尽可能减少突发噪声对其正常栖息觅食的惊扰。
豹猫 <i>Felis bengalensis</i>				√	
斑羚 <i>Naemorhedus goral</i>		√		√	
岩羊 <i>Capricornis sumatraensis</i>		√		√	
林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	√		√		
白唇鹿 <i>Gervus albirostris</i>	√		√		

## 6.5 水生生态保护措施

### 6.5.1 水生生态保护思路和布局

宗通卡水利枢纽工程建成运行后，库区河流水流变缓，水体透明度增

加，营养物质滞留，初级生产力将有所增加；适应流水生境的裂腹鱼、鮡类可能受影响，高原鳅受影响较小。从流域整体性保护出发，针对工程建设和运行对流域水生生态的影响程度，水生生态保护措施的制定以预防、补偿、减缓生态影响为目的，建立栖息地保护与修复、过鱼设施、增殖放流、下泄生态流量、渔政管理、监测与保护效果评价、基础科学研究等综合保护体系。

基于上述总体思路，水生生态保护措施的主要内容如表 6.5.1-1 所示。

表 6.5.1-1 宗通卡水利枢纽工程水生生态保护方案

措施类型	水生生态保护体系内容	备注
施工期、蓄水初期保护措施	设置水生生物保护警示牌；增强施工人员鱼类保护意识，严禁施工人员捕捞、垂钓等行为；建立应急救护机制	鱼类资源保护
栖息地保护与修复	将昂曲干流宗通卡坝址以上~青海与西藏自治区河段（约 117km）、昂曲干流宗通卡坝址以下~昂曲河口河段（约 63km）及重要支流琅玛曲（约 12km）、芒达曲（约 18km）、恩达曲（约 15km）作为鱼类栖息地保护河段，保持河流的连通性，不再进行水电开发。对拟拆除的昂曲干流昌都、沙贡电站、支流芒达曲芒达村水电站和恩达曲恩达村电站的工程河段进行生境修复	修复已产生阻隔的生境，鱼类资源保护
过鱼设施	修建过鱼设施（短鱼道+升鱼机组合方案），4~6 月为主要过鱼季节，主要过鱼对象为裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、澜沧裂腹鱼、光唇裂腹鱼等	减缓工程阻隔影响
增殖放流	建设鱼类增殖放流站，放流对象为裸腹叶须鱼、澜沧裂腹鱼、光唇裂腹鱼和细尾鮡，在宗通卡库尾、沙贡乡下游 4.5km 处选取缓流河段作为放流点，每年放流苗种 22 万尾，先期放流 10 年	补偿工程运行后可能造成的鱼类资源减少；促进昂曲流域水生生物增殖放流发展；珍稀特有鱼类资源保护
拦鱼措施	取水口处采用拦鱼电栅拦鱼	阻止鱼类进入取水口
下泄生态流量	施工期，利用导流隧洞下泄生态流量；蓄水初期，水位蓄至溢洪道过流前，采用生态泄水孔下泄生态流量，待水位升至溢洪道过流后，采用溢洪道下泄生态流量，下泄生态流量 16.3m <sup>3</sup> /s；运行期采用生态机组下泄生态流量，11 月~次年 3 月生态流量 16.3m <sup>3</sup> /s，4 月生态流量为 31.7m <sup>3</sup> /s，5 月~10 月生态流量为 41.4m <sup>3</sup> /s	施工期、蓄水初期、运行期生态流量保证措施
渔政管理	建立禁渔制度，确定禁渔期、禁渔区；防止生物入侵，保护鱼类生物多样性；加强鱼类资源保护宣传等	加强昂曲渔政能力建设，有效地解决鱼类资源人为破坏的问题
水生态监测	施工期、运行期水生生态、水生生物、鱼类资源等监测	为优化工程施工、运行提供依据，建立昂曲长效监测体系，强化生态优先、绿色发展
基础科研	鱼类生物学与生态学研究；细尾鮡人工繁殖技术研究；昂曲鱼类增殖放流效果评估；昂曲过鱼设施运行效果评估	保护流域生物多样性

## 6.5.2 施工期、蓄水初期保护措施

(1) 工程建设单位联合当地渔业主管部门，制定水生生态环境保护手册，建立和完善鱼类资源保护规章制度，在宗通卡坝址河段、库区、坝

下至河口段设置水生生物保护警示牌，增强施工人员鱼类保护意识，严禁施工人员捕捞、垂钓等行为。

(2) 针对工程涉水施工过程中产生的废水、污水，需加强监管，优化施工工艺，严格按环保要求处理后回用或综合利用，杜绝影响水生生境的污染事故发生，见“6.2.1节 废污水处理措施”。

(3) 建立鱼类应急保护机制。坝址围堰施工，需对围堰内的鱼类及时保护，并放流至施工区域外的水域；水下爆破作业前，采用声、电或网具等手段驱赶鱼类，减少鱼类资源的损失。

(4) 在截流、初期蓄水期间坝址下游出现减水情况时，及时启动应急保护机制，对搁浅鱼类及时救护，最大限度保护鱼类资源。

### 6.5.3 栖息地保护与修复

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》提出的澜沧江流域水生生物栖息地保护范围：江源区源头至囊谦约 425km 河段、昌都至旧州干流 32.5 卡贡河段及 58km 色曲、麦曲两大支流等范围划入栖息地，未将支流昂曲划入栖息地。“昂曲河流比降大，全部为峡谷急流，河流湍急，两岸植被较差，河水泥沙含量较大，鱼类生境较差，资源量较少；鱼类种类组成上与扎曲相同，种类较少，主要为裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼及高原鳅、细尾鮡等，从生物多样性保护的角度来看，扎曲上游的保护基本上能保护裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼及高原鳅，细尾鮡的分布海拔相对较低，主要保护河段应以昂曲汇口附近及以澜沧江上游干流为主”。规划环评报告书审查意见（环审〔2016〕47号）提出：昂曲所在区域生态环境脆弱，南腊河、南班河、罗闸河具有水生生态保护功能，建议取消以上支流规划拟建的水电梯级，已开发的梯级根据保护需要开展生态修复。

宗通卡水利枢纽建成运行后，将改变河流原有急流（或缓流）的生态

系统，流水生境缩小将影响流水性鱼类种群。根据流域规划环评要求，以及昂曲流域鱼类分布特点及保护需求，结合干支流特点，制定鱼类栖息地保护与修复措施。

(1) 坝上河段

宗通卡水库成库后，原急流河流生境转变为静缓流水库生境，能够适应静缓流水体的前腹裸裂尻鱼、高原鳅等在库区仍然能够生存，而流水性种类裸腹叶须鱼等将退缩至库尾或支流，且前腹裸裂尻鱼、裸腹叶须鱼等鱼类均需要在流水生境中产卵繁殖。因此栖息地保护的重点是库尾及主要支流流水生境。

该区域内有较大支流 3 条，分别为琅玛曲、芒达曲、恩达曲，均位于宗通卡坝址以上。对三条支流的河流特征、生境状况、鱼类资源等进行分析（见表 6.5.3-1 和图 6.5.3-1），最终确定栖息地保护范围。

表 6.5.3-1 宗通卡水利枢纽影响范围内主要支流栖息地保护筛选

支流名称	琅玛曲	芒达曲	恩达曲
左右岸	左岸	左岸	右岸
河长 (km)	12	18	15
流域面积 (km <sup>2</sup> )	303	245	273
流量 (m/s)	2.74	2.21	2.47
河口高程	3500	3479	3449
正常蓄水位时回水长度 (km)	不涉及	0.9	1.4
生境状况	该支流处于山谷较开阔地带，两岸植被良好，以草甸、灌丛为主，间有森林。河流坡降较小，水流平缓，水体较为清澈，河流底质以砾石为主。汇口位于尚卡坝址下游约 3km，宗通卡库尾，能够与干流形成较为完整的流水生境，为裂腹鱼类产卵繁殖提供生境条件	河面宽约 3~5m，深约 0.5m，河床底质以砾石为主。两岸植被以草甸和灌丛为主，下游河口位于芒达乡，有藏民聚居，两岸有少量农田开发。河口以上约 2.5km 已建农村小水电，目前已停止使用，拆除该电站，恢复河流连通性。以便于前腹裸裂尻鱼等繁殖期可上溯至该支流产卵繁殖	两岸植被良好，森林茂密。河流上游比降大，水流湍急，局部形成小的跌水，下游河谷稍开阔，水流平缓，两岸有少量村落。下游距河口约 3km 修建有小型电站。由于其河口距宗通卡坝址较近，水库蓄水后回水淹没范围较大，回水至尚卡电站厂房附近。拆除尚卡电站，恢复河流连通性，以便于前腹裸裂尻鱼等繁殖期可上溯至该支流产卵繁殖
鱼类资源状况	三条支流的鱼类资源状况基本相似，鱼类种类组成以前腹裸裂尻鱼、高原鳅为主，有少量裸腹叶须鱼，以小个体为主，是前腹裸裂尻鱼、裸腹叶须鱼的产卵场，也是幼鱼重要的栖息地和庇护所		



琅玛曲生境



琅玛曲河口生境



芒达曲生境



芒达曲下游已建小水电站



恩达曲上游生境



恩达曲下游已建小水电

图 6.5.3-1 主要支流栖息地保护筛选

支流的流水生境相对较重要，前腹裸裂尻鱼等鱼类可以在支流产卵、育幼，在水库中觅食、生长，有利于维持种群资源。通过综合比选，三条支流中琅玛曲虽然河流长度最短，但流量最大，比降较小，河流较平缓，生态环境良好，适宜鱼类繁殖栖息，而且由于其河口位于库尾，宗通卡水

库运行后回水对其无影响，大部分流水性鱼类将集中在库尾，繁殖期可能会集中上溯到琅玛曲繁殖，因此琅玛曲是最有保护价值的河流。

芒达曲生境条件与琅玛曲相似，芒达乡位于河流下游，人类活动如取水、排污、河道治理等对其有一定影响，且河口位于库中江段，宗通卡成库后水库回水约 0.9km，水库低水位运行时，回水长度更短，因此对河流生境影响较小，成库后昂曲库中江段的鱼类将以前腹裸裂尻鱼和高原鳅为主，繁殖期将有鱼类上溯至该支流产卵繁殖，因此该支流仍然具有一定保护价值，芒达曲河口以上约 2.5km 已建小水电，目前已停止使用。建议拆除该电站，恢复河流连通性，以便于前腹裸裂尻鱼等繁殖期可上溯至该支流产卵繁殖。芒达曲坡降较小，水流较平缓，砾石底质，是裂腹鱼类理想的产卵生境，对鱼类资源保护将有显著作用。

恩达曲下游已建尚卡电站，为引水式开发，坝址距河口约 3km，厂房距河口约 2km，形成约 1km 长的减脱水河段，恩达曲河口距宗通卡坝址较近，成库后回水长度约 1.4km，其流水河段长度将所剩无几，因此建议拆除尚卡电站，恢复河流连通性，以便于前腹裸裂尻鱼等繁殖期可上溯至该支流产卵繁殖，鱼类资源将会显著恢复。

综上，选取支流琅玛曲（约 12km）、芒达曲（约 18km）、恩达曲（约 15km）作为鱼类重要栖息地加以保护。结合《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》审查意见（环审〔2016〕47 号）对于昂曲的保护要求，将宗通卡坝址以上~青海与西藏省界河段（约 117km）作为鱼类栖息地保护河段。

## （2）坝下河段

宗通卡坝下河段有昌都、沙贡 2 座已建梯级，对河道产生阻隔影响。

昂曲是澜沧江最大支流，是澜沧江的“西源”，是澜沧江上游水系的重要组成部分，其地理气候特点、生物区系特征等与主源扎曲十分相似。从鱼类种类组成上来看，昂曲、扎曲及澜沧江干流西藏段鱼类种类组成基本

一致，其中主要种类—裂腹鱼类具有较强的生殖洄游习性，鱼类种群间有着密切的交流，裂腹鱼类一般在繁殖期洄游上溯至上游或支流产卵繁殖，幼鱼又顺水而下进入下游干流索饵、越冬，支流与干流形成有机的整体，为鱼类等水生生物提供了完成生活史的必要条件，鱼类等水生生物也是经过了长期进化适应了河流干支流、急流浅滩等多样性的生境条件。昌都水电站为坝后式水电站，且昌都水电站距离昂曲河口仅约 5.3km，昂曲昌都水电站以下及澜沧江干流鱼类难以上溯至昂曲中上游产卵繁殖，也阻断了昂曲与澜沧江干流的生态联系，其阻隔影响十分明显。根据澜沧江流域综合规划，昂曲汇口以下澜沧江干流有 12km 的禁止开发区，禁止开发区下游滇藏省界附近有长 386km 的规划保留区，因此在将来很长一段时期，该河段都将维持较好的自然河流形态，还有较大支流色曲、麦曲等，是澜沧江上游鱼类重要栖息地。而昂曲汇口以上的扎曲干流有 134km 的开发利用区，目前扎曲距河口 60km 处已建果多电站，下游还规划有林场、如意、向达等梯级，均处于开发利用河段，这些梯级的开发将严重影响扎曲与下游澜沧江干流的连通性，阻隔澜沧江干流鱼类向扎曲的洄游通道。在此条件下，昂曲作为澜沧江干流裂腹鱼类等的生殖洄游通道显得尤为重要。

昌都水电站建设之初主要是为了给昌都市提供电源，已运行近 52 年，且考虑藏东电网已稳定运行，宗通卡水利枢纽建成后其发电量远大于昌都水电站，因此，从恢复澜沧江与昂曲、昂曲上下游连通性的角度，昌都市政府已承诺在宗通卡水利枢纽蓄水前退出昌都水电站，以恢复河流连通性，形成澜沧江与昂曲水生生态的整体性保护。

另外，沙贡水电站为引水式电站，大坝为滚水坝，水头很低，目前沙贡电站已停运。

连通性恢复是水生生态栖息地保护与修复的重要手段，建议拆除昌都、沙贡 2 座已建梯级，并进行生境修复，恢复河流自然连通。同时将昂曲干

流宗通卡坝址~昂曲河口段(约63km)作为鱼类栖息地保护河段。

### (3) 小结

栖息地保护与修复要求:

1) 将昂曲干流宗通卡坝址以上~青海与西藏自治区界河段(约117km)、昂曲干流宗通卡坝址以下~昂曲河口河段(约63km)以及重要支流琅玛曲(约12km)、芒达曲(约18km)、恩达曲(约15km)作为鱼类栖息地保护河段,保持河流的连通性,不再进行水电开发。

2) 拆除昂曲干流已建的昌都、沙贡水电站和支流已建的芒达曲芒达村水电站、恩达曲尚卡水电站,并对工程河段进行生境修复,恢复河流自然连通性,禁止建设拦河建筑物。拆除供电线路、生产设备及设施,封闭电站取水口、填平基坑,平整场地,恢复地貌。

3) 维持栖息地水生生境,禁止排污、侵占等破坏栖息地行为。栖息地保护范围内加强渔政管理,全年禁渔。

4) 昌都市人民政府承诺在宗通卡水利枢纽工程蓄水前拆除昌都、沙贡、尚卡、芒达村水电站,责任主体为昌都市人民政府,并与宗通卡水利枢纽工程同步实施、同步完工。

## 6.5.4 过鱼设施

### 6.5.4.1 过鱼措施的必要性

《中华人民共和国水法》第27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32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。因此,为了减缓大坝对河流的阻隔影响,有必要设置过鱼设施。

#### 6.5.4.2 过鱼对象

根据水生生态影响预测分析，宗通卡水利枢纽工程建成运行后，对裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼的阻隔影响较明显，主要表现为坝下种群无法上溯，不能对库区鱼类资源形成有效地补充，库区鱼类资源量将有所下降。因此，将裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、澜沧裂腹鱼及光唇裂腹鱼作为主要过鱼对象。

由于高原鳅和细尾鲃为定居性鱼类，在较小的生境范围即可以完成生活史。为了保护鱼类生物多样性，促进坝上坝下鱼类的种群交流，将高原鳅、细尾鲃等鱼类兼作过鱼对象。

#### 6.5.4.3 过鱼季节

裂腹鱼类的主要繁殖季节为4~6月，因亲鱼繁殖前即具有生殖洄游行为，过鱼季节从3月开始，考虑到7~8月少数个体仍具有繁殖行为，因此主要过鱼季节为4~6月，兼顾过鱼季节为3月及7~8月。

#### 6.5.4.4 过鱼条件

##### (1) 设计水位

##### 1) 洪水调度方式

宗通卡水利枢纽不承担调峰任务，一般情况下维持在正常蓄水位运行。当发生洪水时，水库按敞泄方式进行洪水调节，即当洪水来量小于泄洪设备泄洪能力时按洪水来量下泄，维持坝前水位不变；当洪水来量大于泄洪设备泄洪能力时按泄洪能力下泄，坝前水位相应抬高。宗通卡水库调洪起调水位从正常蓄水位3474m开始。

##### 2) 水库调度运用方式

宗通卡水利枢纽开发任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉等综合利用。根据开发任务主次协调综合用水各部门的关系，并在确保工程安全

的前提下，初拟水库运行方式如下：

① 当来水大于生态流量与供水流量（城市用水+灌溉用水）之和时，扣除供水以外的流量均通过发电机组和泄洪建筑物下泄。② 当来水小于生态流量与供水流量（城市用水+灌溉用水）之和时，优先保障供水，其次为生态流量，电站按基荷方式运行。相应措施为：当来水小于生态流量与供水流量之和、且大于生态流量时，发电结合生态流量要求按生态流量下泄，供水流量不足部分由水库补足；当来水小于生态流量时，发电结合生态用水按来水流量下泄，城镇用水全部由水库补给。

### 3) 出入库水位

根据宗通卡 1960~2014 年出入库流量及库水位统计分析，在主要过鱼季节的 4~6 月，仅 2001 年 4~5 月、2002 年 5 月、2005 年 4 月、2006 年 4 月和 2010 年 5 月，库水位低于 3470m。其余时段库水位均在 3470m 以上，绝大多数时段库水位为 3474m。

### 4) 设计水位

综合水库运行调度方式以及 1960~2014 年共 55 年的出入库水位分析成果，按过鱼水位保证率大于 90%，过鱼季节上游运行水位确定为 3470~3474m，下游为 3409.61~3415.50m。上游水位变幅 4.0m，下游 5.89m，最大工作水头 64.39m。

表 6.5.4-1 宗通卡水利枢纽工程过鱼设施工作特征水位表

设计水位		取值依据	水位 (m)	水位变幅 (m)	工作水头 (m)
坝址 下游	最低	最小下泄流量（生态流量）下游水位	3409.61	5.89	64.39
	最高	过鱼季节频率高水位	3415.50		
坝址 上游	最低	过鱼季节上游频率低水位	3470	4.00	
	最高	正常蓄水位	3474		

## (2) 鱼类克流能力

本工程过鱼对象主要为裂腹鱼类，根据近些年国内围绕裂腹鱼类克流能力开展的研究（见表 6.5.4-2 和表 6.5.4-3），可为本工程提供参考。

根据以上测试数据，同时参考藏木鱼道主要过鱼对象的克流能力，本工程过鱼孔口设计流速暂按 1.1m/s 控制，下阶段根据鱼类克流能力研究成果进行优化。

表 6.5.4-2 部分裂腹鱼亚科鱼类临界流速

鱼种	全长 (m)	测试水温 (°C)	临界流速 (m/s)	资料来源
齐口裂腹鱼	0.34±0.01 (SE)	16.2~18.2	0.65~1.09	傅菁菁等, 2013[39]
齐口裂腹鱼	0.19±0.01 (SE)	14.2~23.7	0.48~1.34	Cai et al., 2014b[8]
细鳞裂腹鱼	0.11±0.01 (SE)	25.0~27.0	1.11±0.02 (SE)	袁喜等, 2012[39]
巨须裂腹鱼	0.26~0.32	5.0~18.0	0.81~1.54	水生态所测试成果
异齿裂腹鱼	0.14~0.43	15.0~17.0	0.80~1.45	叶超等, 2013
异齿裂腹鱼	0.21~0.41	4.7~5.7	0.77~1.29	水生态所测试成果
长丝裂腹鱼	0.19~0.28	12.5~15.9	0.70~0.91	水生态所测试成果
短须裂腹鱼	0.25~0.36	13.2~15.6	0.64~0.87	水生态所测试成果

表 6.5.4-3 部分裂腹鱼亚科鱼类突进流速

鱼种	全长 (m)	测试水温 (°C)	突进流速 (m/s)	资料来源
齐口裂腹鱼	0.34±0.01 (SE)	17.2~21.6	0.85~1.53	傅菁菁等, 2013[39]
巨须裂腹鱼	0.13~0.33	5.3~6.1	0.90~1.50	水生态所测试成果
异齿裂腹鱼	0.14~0.32	15.0~17.0	1.18~2.20	叶超等, 2013[40]
异齿裂腹鱼	0.24~0.42	5.0~5.8	1.02~1.59	水生态所测试成果
长丝裂腹鱼	0.21~0.30	12.9~15.0	1.05~1.46	水生态所测试成果
短须裂腹鱼	0.26~0.32	12.8~15.2	1.08~1.42	水生态所测试成果

#### 6.5.4.5 过鱼设施型式

##### (1) 过鱼设施类型及特点

过鱼设施的主要型式包括鱼道、仿自然通道、鱼闸、升鱼机、集运鱼系统等，不同的过鱼方式对不同类型的阻隔影响和不同生态习性的鱼类的过鱼效果差异较大，需要进行综合比选，各种过鱼措施优缺点见表 6.5.4-4。

表 6.5.4-4

各种过鱼措施应用范围、效果以及优缺点

类型	原理	应用范围	优缺点	效果
仿自然通道	绕过大坝并呈模仿自然外观,呈现自然形式的鱼道	适合于低水头并且上下游水位变幅较小的工程	优点是适应种类多,过鱼连续等,缺点是坡度缓、占地面积大,适应水位变化能力差	过鱼量较大,在欧洲应用较多,但通道易淤积,需要进行周期性维护
鱼道	采用混凝土通道,内部设有各式隔板、狭槽等,将水槽分隔成一系列互相沟通的水池,有时成阶梯式	型式较多,适合于中、低水头大坝	优点是过鱼连续,效果稳定,缺点是对于高水头工程,占地较大,鱼类须连续克服水流,易产生疲劳,影响通过率	鱼道是最常见的过鱼设施,效果相对稳定
鱼闸	和船闸原理相似,上下游两端都有可控的闸门,通过水位抬升帮助鱼类过坝	适用于高水头,或空间以及水流量有限区域	优点是鱼类过坝较轻松,缺点是运行较为复杂,工作耗水量大	近代已较少采用
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,通过渠道连通上游	适用于高水头,或空间以及水流量有限区域,尤其适用于如高坝	需要空间不大,适应地形能力强,维护和运行要求较高	国外有较多成熟案例,国内升鱼机刚起步
集运鱼系统	与升鱼机作用原理基本相同,通过坝下集鱼设施把鱼收集后,利用车辆或船将坝下鱼类运至库区放流,达到坝下、坝上鱼类繁殖交流	适用于高水头,或空间以及水流量有限区域,如高坝,通常与枢纽工程区地形、枢纽工程布置无关联	需要空间不大,设施布置灵活,但所需集鱼、运鱼设施要求相对较高。其缺点是运行费用大,受诱鱼效果的制约较大,特别是诱集底层鱼类较困难,噪音、振动及油污也影响集鱼效果	国内有实施先例,效果有待进一步分析

## (2) 相应管理要求

不同的过鱼设施类型适应不同的工程、不同的过鱼种类,具有不同的特点。根据2006年1月9日,原环境保护部办公厅下发的《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、鱼梯、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、过渔船,以及采取人工网捕过坝措施。

2014年5月10日,原环境保护部和国家能源局联合下发了《关于深

化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发〔2014〕65号），提出：现阶段对水头较低的水电建设项目，原则上应重点研究采取仿自然通道措施；对水头中等的水电建设项目，原则上应重点研究采取鱼道或鱼道与仿自然通道组合方式；对水头较高的水电建设项目，应结合场地条件和枢纽布置特性，研究采取鱼道、升鱼机、集运鱼系统或不同组合方式的过鱼措施。

### （3）重点研究比选方案

本工程过鱼设施最大工作水头 64.39m，研究比选鱼道与人工辅助类过鱼设施。

人工辅助类过鱼设施中，升鱼机和集运鱼设施近年来应用较多，鱼闸因为耗水量大，效率不高等原因，在国际上已较少采用；集运鱼系统多应用在具有通航建筑物的工程中或配备运鱼车运鱼。而升鱼机在国际中高水头大坝中采用较多，技术较为成熟，2018年我国建成投运的新疆 SK 水利枢纽升鱼机在进行优化改进后，也取得了较好的过鱼效果。因此升鱼机方案做为重点比选方案。

2015年建成的西藏雅江藏木鱼道的初步有效运行证明了：①鱼类能够上溯通过水头超过 60m 的鱼道；②鱼道的结构型式基本能够适应裂腹鱼类的上溯需求。因此，参考藏木鱼道取得的过鱼效果，从生态效益最大化考虑，鱼道方案亦作为重点比选方案。

综合以上案例，对于水头 60m 左右的工程，鱼道和升鱼机均有相对成功的案例，因此以下对升鱼机和鱼道方案进行重点比较。

#### 6.5.4.6 鱼道方案设计

##### （1）鱼道布置

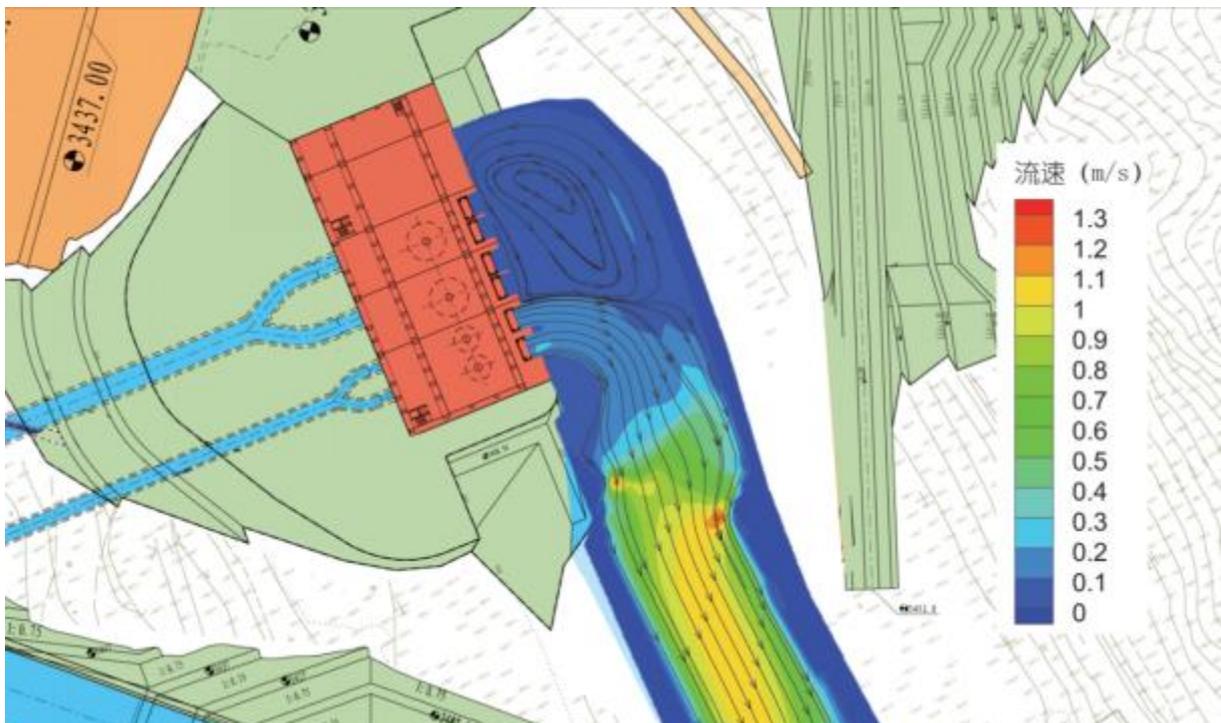
##### 1) 鱼类密集水域分析及进鱼口选址

进鱼口位置选址一般遵循以下原则：

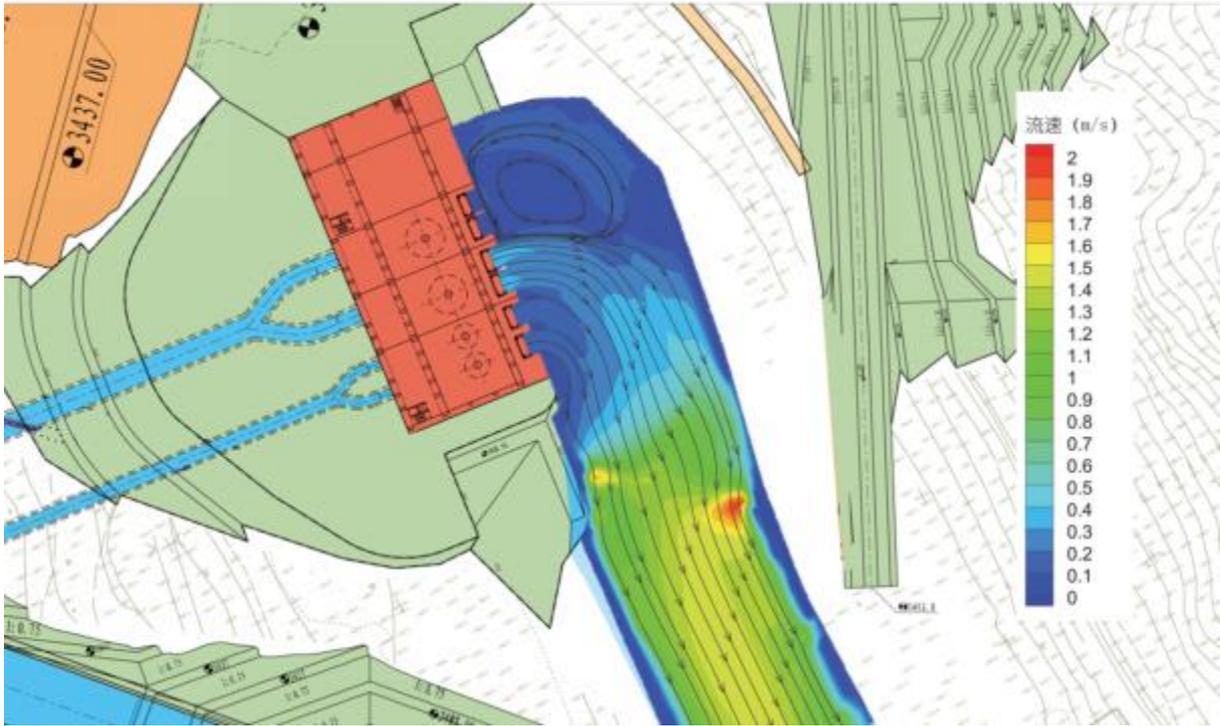
- ① 尽可能靠近有经常性水流下泄的位置，如厂房尾水；
- ② 尽可能放置在鱼类可能上溯到的最上沿；
- ③ 若存在鱼类的流速屏障，进口不应布置在屏障之上。

本阶段通过数值模拟对不同工况下坝下环境流场进行了计算，结果见图 6.5.4-1。

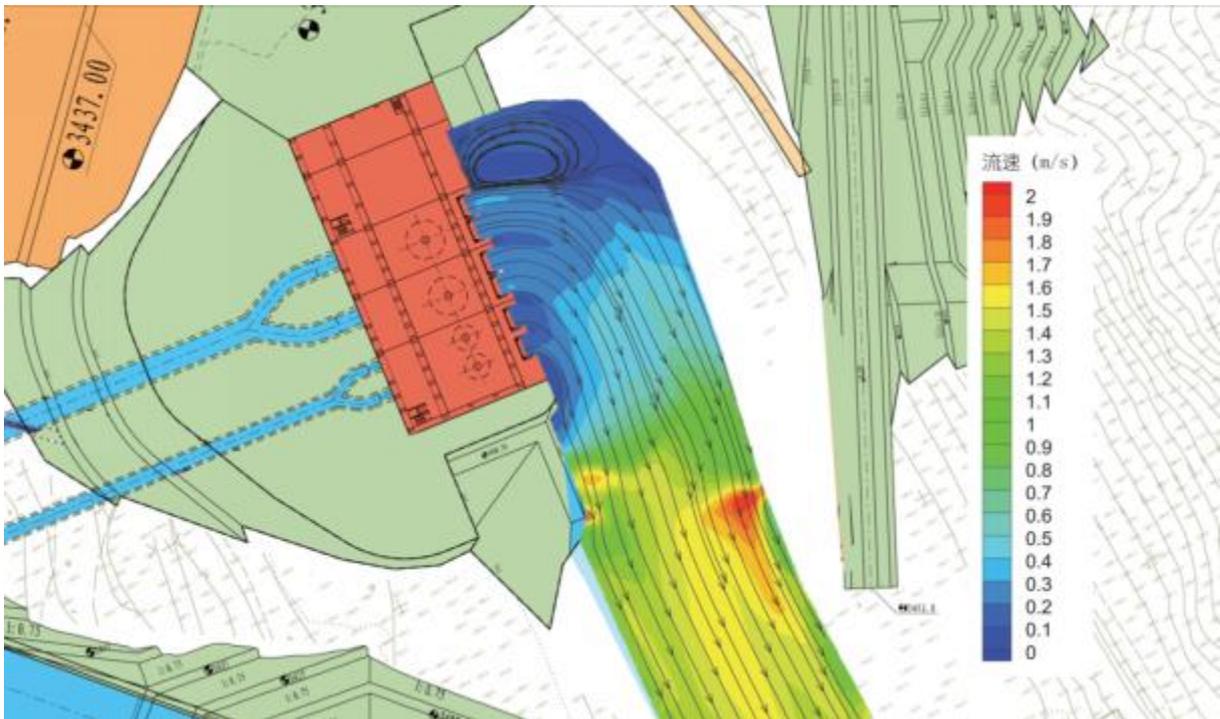
根据模拟结果，发电期间（最小生态流量  $16.3\text{m}^3/\text{s}$  ~ 电站满发流量  $206\text{m}^3/\text{s}$ ）尾水渠出口断面平均流速约  $0.03 \sim 1.4\text{m}/\text{s}$ ，不存在鱼类的上溯流速屏障，满足鱼类上溯需求；尾水区流速适宜，具备鱼类集群条件；鱼类主要密集分布区应在尾水渠下方及两侧水域（见图 6.5.4-2）。鱼道进口宜紧靠厂房尾水塔布置。



典型工况 1 坝下流场（生态机组发电，流量  $37.8\text{m}^3/\text{s}$ ）



典型工况 2 坝下流场（生态机组和 1 台机组合发电，流量  $121.9\text{m}^3/\text{s}$ ）



典型工况 3：机组满发，流量  $206.0\text{m}^3/\text{s}$

图 6.5.4-1 典型工况下坝下环境流场



图 6.5.4-2 主要鱼类密集分布区及进鱼口选址方案

(注：黄色区域为可能的鱼类主要密集分布区)

## 2) 出口设计

根据工程上游水位变幅，需设置 4 个出鱼口，综合考虑各水位的出现频率，4 个出鱼口高程分别为 3469m、3470m、3471m 及 3472m。。

出口位置不宜距进水口及溢洪道、泄洪洞进水口过近，以防上溯成功的鱼类被发电及泄水水流重新带入下游。

## 3) 总体布置

根据枢纽布置格局，鱼道有左岸布置和右岸布置 2 种布置格局。

### ① 左岸鱼道布置方案

左岸鱼道进口位于电站尾水塔两侧，全长 2.89km，平面布置见图 6.5.4-3。根据下游水位变幅共设置 3 个进口，高程分别为 3407m、3409m、3411m。鱼道在电站后侧进行盘折布置后，在坝后厂坪采用框架结构螺旋抬升，然后向左与左岸过鱼隧洞下游相衔接；过鱼隧洞绕左岸坝肩布置，隧洞全长约 413m，

过鱼隧洞上游与出鱼口段衔接，衔接处设置一道防洪挡水闸门；出鱼口段沿5#施工道路布置，延伸至坝上约300m处，沿程设置4个出口，高程分别为3469m、3470m、3471m及3472m。鱼道螺旋上升段、出鱼口段、隧洞段的结构剖面情况见图6.5.4-4~6.5.4-6。

## ② 右岸鱼道布置方案

右岸鱼道方案进口布置与左岸方案一致，鱼道进口位于电站尾水塔两侧，根据下游水位变幅共设置3个进口，高程分别为3407m、3409m、3411m。进口段在电站右侧、电站后侧盘折布置后，在坝后厂坪采用框架结构螺旋抬升，然后回转向右岸并采用渡槽形式从顶部跨过溢洪道，与右岸坝肩的过鱼隧洞相衔接，右岸过鱼隧洞全长412m；过鱼隧洞上游与鱼道出鱼口段衔接，衔接处设置一道防洪挡水闸门；上游出鱼口段沿6#施工道路布置，延伸至坝上约360m处。沿程设置4个出口，高程分别为3469m、3470m、3471m及3472m。右岸鱼道全长2.86km，右岸鱼道方案平面布置见图6.5.4-7。

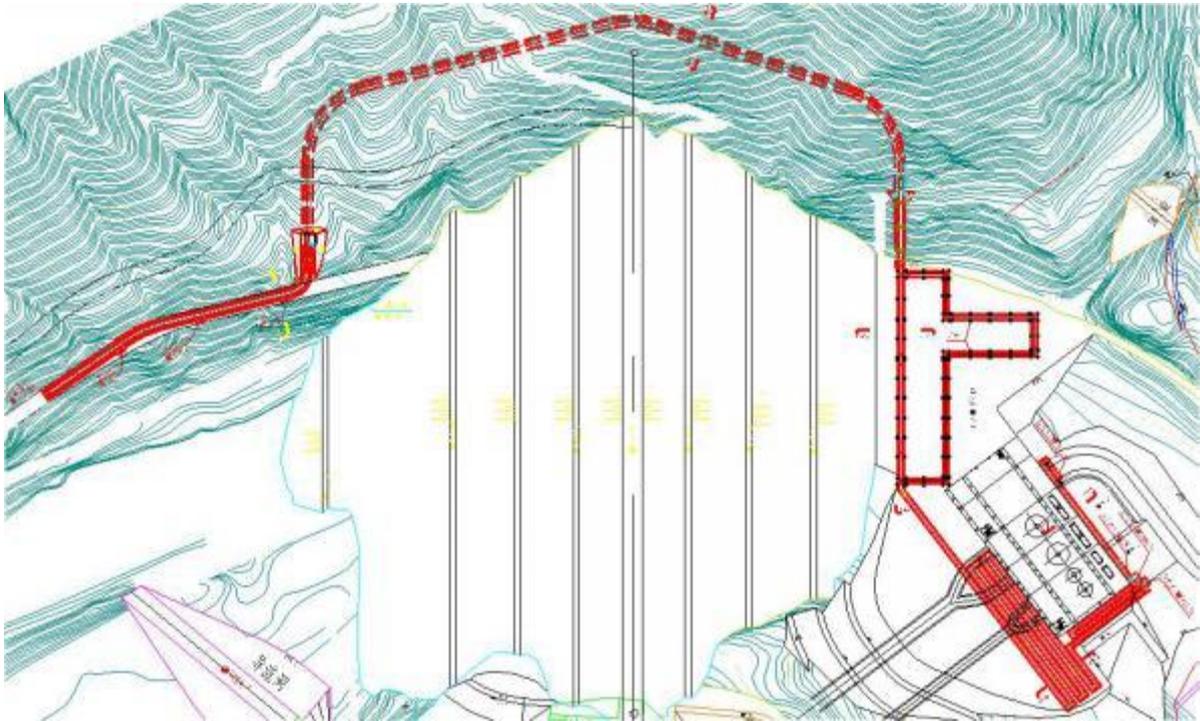
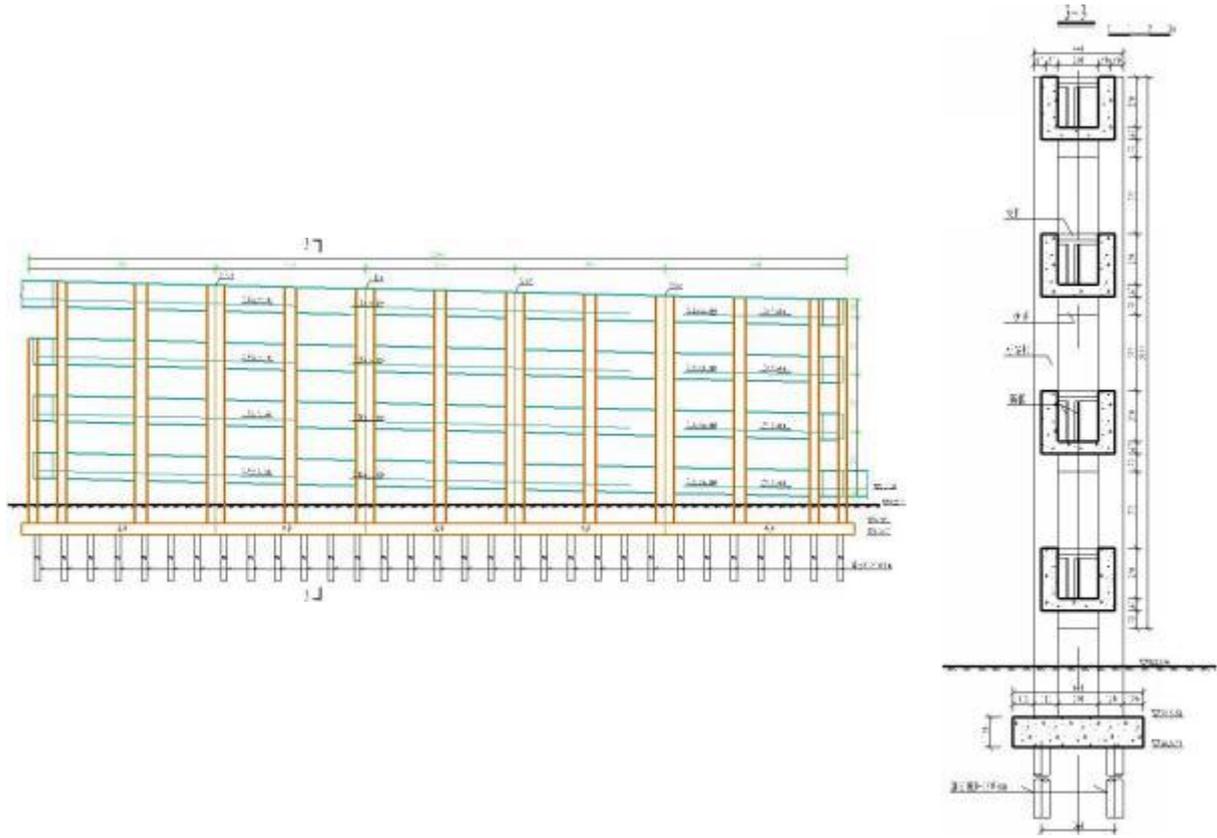


图 6.5.4-3 左岸鱼道方案平面布置图



(a) 立视图

(b) 断面图

图 6.5.4-4 左岸鱼道方案螺旋段结构示意图

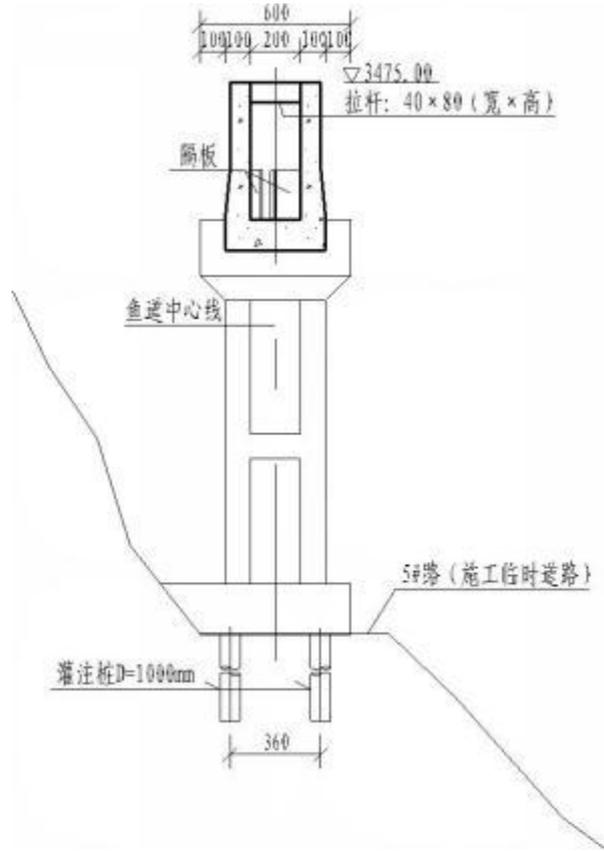


图 6.5.4-5 左岸鱼道方案出鱼口段结构剖面图

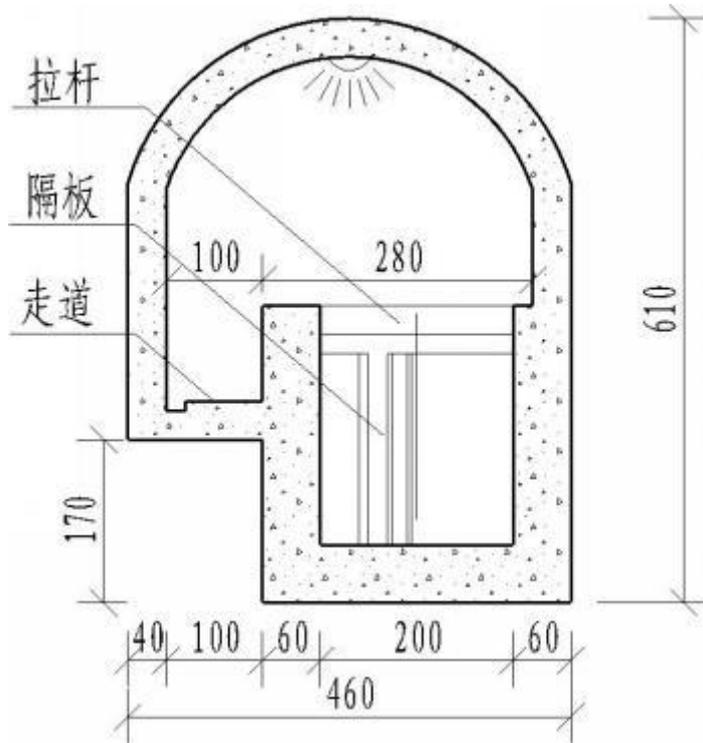


图 6.5.4-6 左岸鱼道方案隧洞段结构剖面图

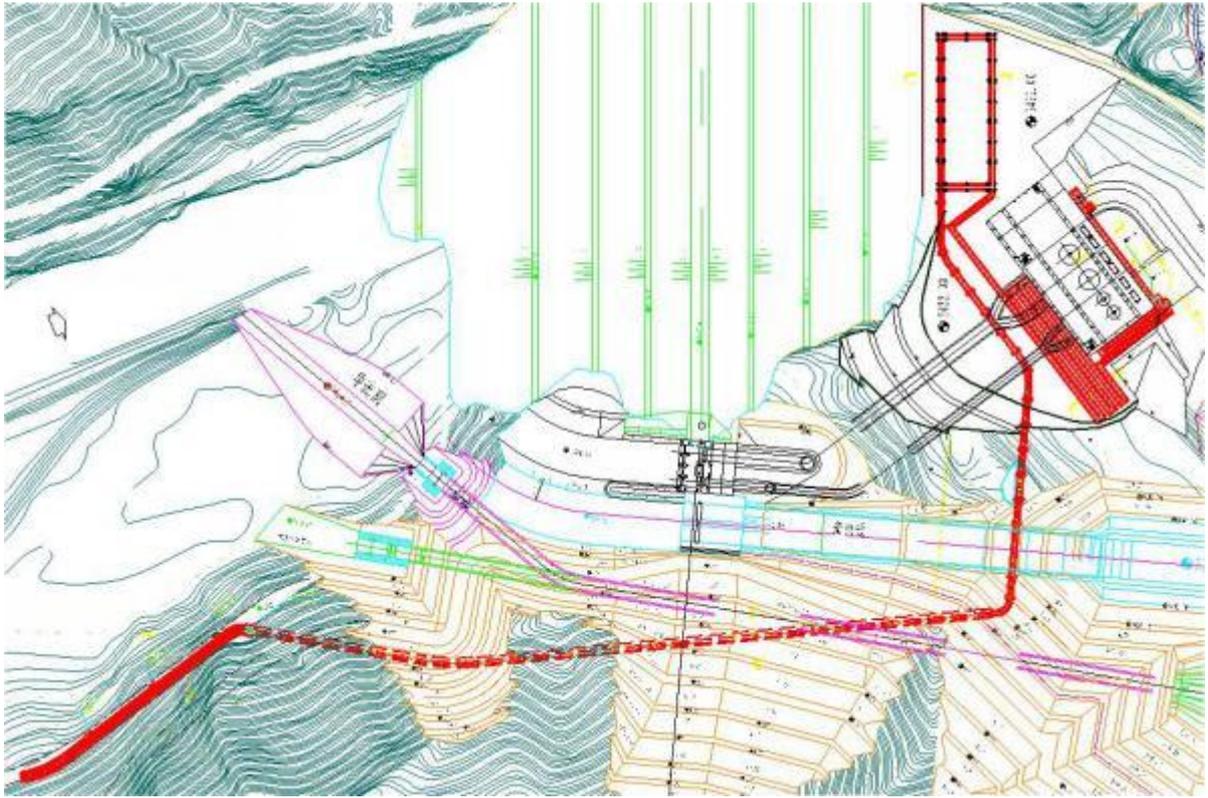


图 6.5.4-7 右岸鱼道方案平面布置图

### ③ 布置方案比选

左岸鱼道方案和右岸鱼道方案，下游进鱼口布置及鱼道内的池室水力学条件基本相同，影响鱼类洄游的主要区别在于鱼类出鱼口的位置。左岸鱼道的出鱼口位于库区左侧的凹岸，由于没有其他工程布置，受水利枢纽日常调度的影响较小；右岸鱼道的出鱼口位于库区右侧的凹岸，邻近泄洪洞、溢洪道的取水口，鱼道出鱼口受水利枢纽日常调度的影响较大。从鱼道运行条件角度比较，左岸鱼道方案比右岸鱼道方案更优。

左岸鱼道与导流、泄洪建筑物分两岸布置，互不干扰；右岸鱼道需要从顶部跨越溢洪道，布置空间和施工次序均存在着一定的干扰。因此，从布置和施工的角度比较，左岸鱼道方案优于右岸鱼道方案。

综合比较，本阶段推荐采用左岸鱼道布置方案。

### (2) 池室结构

### 1) 池室结构类型

目前常见的几种鱼道结构样式有丹尼尔式、溢流堰式和竖缝式 3 种。三种鱼道的优缺点比较见表 6.5.4-5。综合考虑工程特性和鱼类的生态习性，鱼道采用垂直竖缝式型式。

表 6.5.4-5 各种鱼道形式优缺点比较

鱼道型式	优点	缺点	适用范围
丹尼尔式	消能效果好，鱼道体积较小 鱼类可在任何水深中通过且途径不弯曲 表层流速大，有利于鱼道进口诱鱼	鱼道内水流紊动剧烈，气体饱和度高 鱼道尺寸小，过鱼量少	规模较小的溪流； 水头差较小的工程； 游泳能力较强的鱼类
溢流堰式	消能效果好 鱼道内紊流不明显	不适应上下游水位变幅较大的地方 易淤积	翻越障碍能力较强的鱼类（如鳟鱼、鲑鱼）
垂直竖缝式	消能效果较好 表层、底层鱼类都可适应 适应水位变幅较大 不易淤积	鱼道下泄流量较小时，诱鱼能力不强（需要补水系统）	过鱼种类较多，包含底层和表层鱼类； 上下游水位变化较大的工程。

### 2) 规模尺寸

池室长度、宽度与水流的消能效果和鱼类的休息条件关系密切，同时也直接影响鱼道的全长。较长的池室，水流条件较好，休息水域较大，对于过鱼有利。同时，过鱼对象个体越大，池室长度也应越大。

根据《水利水电工程鱼道设计导则》（SL609-2013），池室宽度不应小于最大过鱼目标体长的 2 倍；池室长度不应小于最大过鱼目标体长的 2.5 倍；池室长宽比宜取 1.2~1.5。本工程主要过鱼对象主要为裂腹鱼类，根据渔获物情况，该江段鱼类规格较小，一般尺寸 < 50cm，很少有超过此规格鱼类，因此综合考虑本鱼道的过鱼规模、过鱼对象、池室流态及鱼道总体长度，本鱼道池室宽度取 2.0m，长度取 2.5m，池室长宽比为 1.25:1。

### 3) 竖缝设计

鱼道的竖缝宽度直接关系到鱼道的消能效果和鱼类的可通过性，竖缝宽度越宽，越适合大型鱼类的通过，但同时，鱼道的消能效果也随之降低，



息池底坡 1:100。另外，在鱼道的转角设置平底休息池。

### (3) 辅助设施

鱼道在进鱼口、出鱼口及过坝段共布置 5 套鱼类洄游监测系统，用以统计成功上溯的鱼类种类和数量，评估鱼道的过鱼效果，兼具鱼类生态保护示范及宣传功能。监测系统包括观察窗、过鱼计数器等设备。观测窗布置在观测室靠鱼道侧，窗口与鱼道侧槽壁齐平，底部与鱼道过鱼池底高程相同，顶部高程与鱼道水面齐平。在观测窗附近设置水下视频或红外扫描等设备配合视频分析软件对鱼类进行计数和统计。观察计数系统结构见图 6.5.4-9。

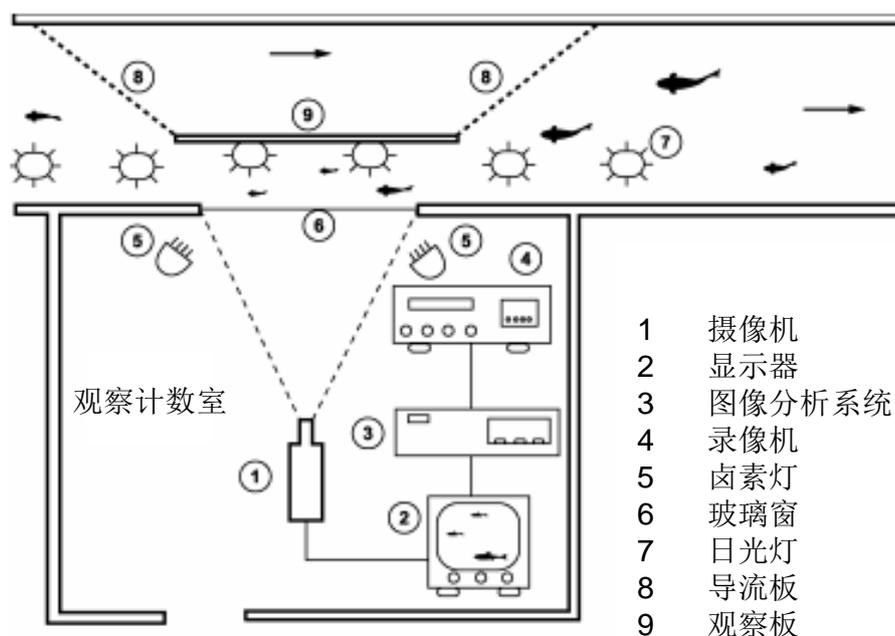


图 6.5.4-9 观察计数系统结构示意图

#### 6.5.4.7 升鱼机方案设计

##### (1) 总体布置

##### 1) 系统组成

本工程升鱼机系统由集鱼系统、补水系统、提升运输系统和控制监测系统四大部分组成。其中，集鱼系统的作用是将聚集在坝下需要洄游过坝

的鱼类诱集并收集至集鱼箱中；补水系统的作用是为集鱼系统提供诱鱼所需要的流量，在进鱼口形成诱鱼所需要的流速；提升运输系统的作用是将装有鱼类的集鱼箱从坝下沿大坝提升过大坝，将集鱼箱中鱼类放流至库区，并且将放空的集鱼箱运回集鱼地点重新进行集鱼；控制监测系统的作用主要是对所有集鱼、补水、提升、运输、放流等不同过程进行控制和监控，同时可以对收集的鱼类进行分拣和监测。

## 2) 过鱼流程

升鱼机过鱼流程分为：①诱鱼→②集鱼→③提升运输→④放流。

诱鱼：本工程诱鱼方式为水流诱鱼，利用补水系统从坝上引水，具体流程为开启补水系统，根据坝下水位调节补水流量，为进鱼口提供强化水流，以达到诱鱼要求；

集鱼：当鱼类被升鱼机水流吸引进入集鱼通道后，通过一定的驱鱼设施将鱼类驱赶进入集鱼箱；

提升运输：鱼类进入集鱼箱后，采用提升运输系统将集鱼箱提升并运输过坝；

放流：集鱼箱运输过坝后，将集鱼箱中的鱼类通过放流设施放流至上游，完成整个过鱼流程。

## 3) 布置方案

宗通卡升鱼机布置在坝址下游电站左侧。其中集鱼系统布置在电站厂房右侧，全长 33.0m，进鱼口位于电站尾水渠上游右侧，集鱼系统下泄水流与尾水渠水流衔接。提升运输系统与集鱼池相连，沿左坝肩过坝。补水系统采用管道引水，管道沿岸坡布置，接入集鱼系统补水调节池。

### (2) 集鱼系统设计

#### 1) 进口选址

根据已建过鱼建筑物的经验，电站尾水渠由于长泄水流的存在，是坝下受阻隔鱼类的集聚区，本阶段集鱼系统进鱼口布置在电站厂房尾水渠右侧。

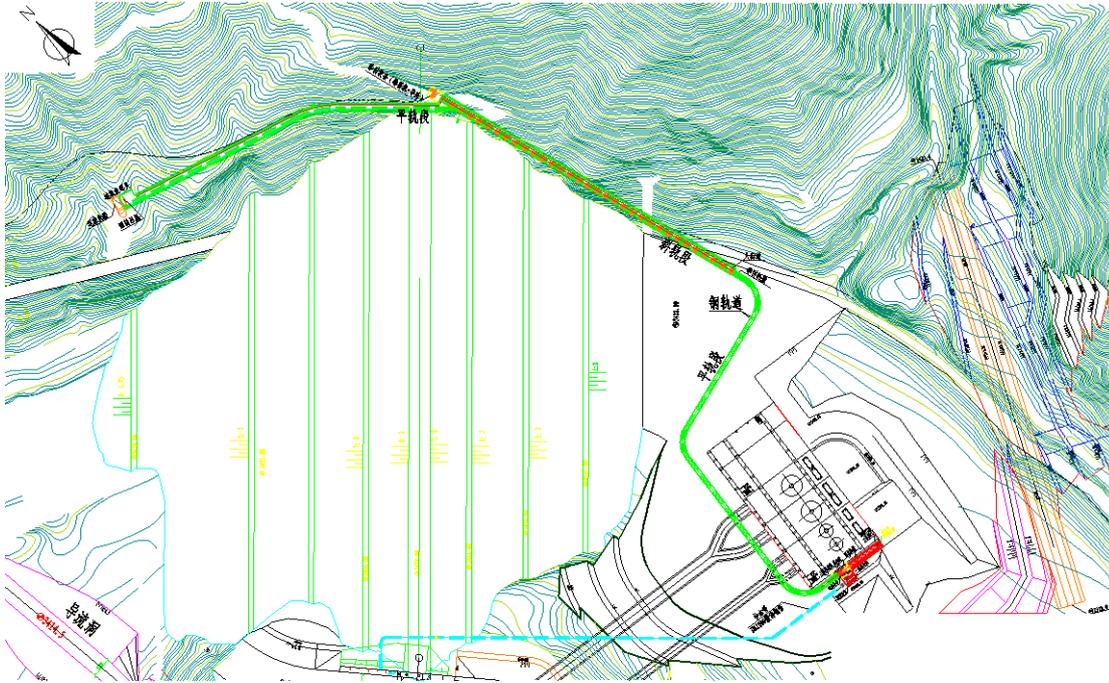


图 6.5.4-10 升鱼机平面布置图

## 2) 集鱼系统

集鱼系统主要由进鱼口、集鱼通道和集鱼池三大部分组成，其中进鱼口设有检修闸门和控流门，集鱼通道中设有驱鱼格栅、集鱼池中设有集鱼箱。其结构布置见图 6.5.4-11 及 6.5.4-12。

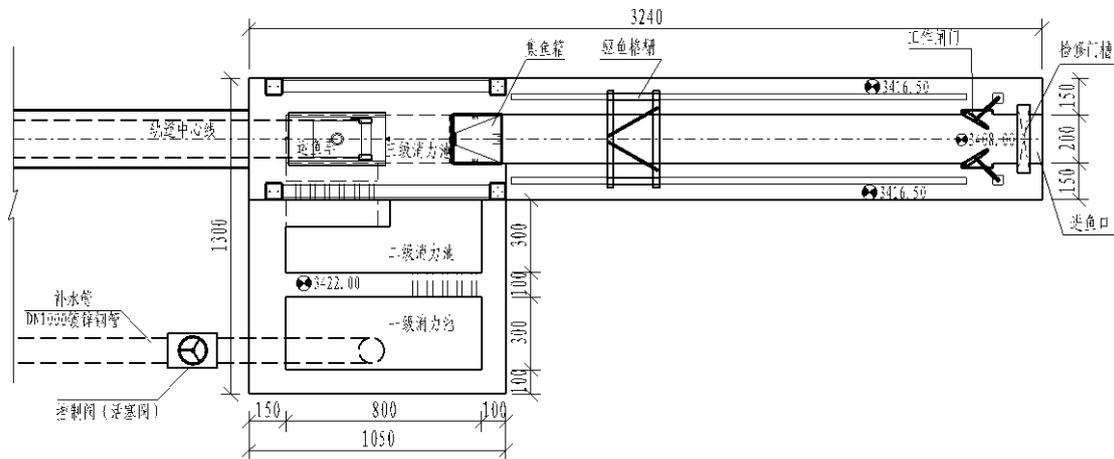


图 6.5.4-11 集鱼系统平面布置图

### 3) 进鱼口设计

#### ① 水位

升鱼机进鱼口工作位置水位在 3409.61 ~ 3415.50m 之间变化，水位变幅为 5.89m，本升鱼机采用单进口，进口底板高程 3408m。在不同水位条件下，通过补水流量的控制及进口控流门的开启程度来调节进鱼口处的流速，以达到诱鱼流速的要求。

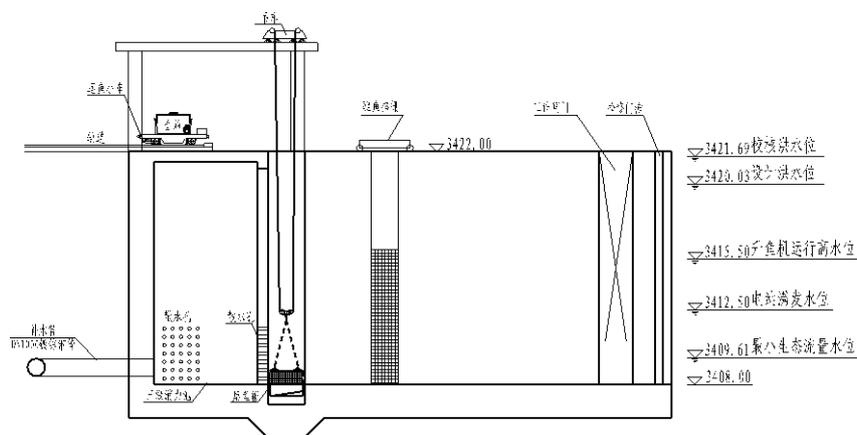


图 6.5.4-12 集鱼系统立面图

#### ② 流速

本工程目标过鱼种类主要为裂腹鱼类，裂腹鱼亚科游泳能力相关指标大致类似，根据目前掌握的几种裂腹鱼测试结果分析初步判断，目标鱼裂腹鱼亚科的感应流速约为 0.06 ~ 0.1 m/s、持续泳速 0.5 ~ 0.7 m/s、突进泳速 1.1 ~ 1.4m/s。最佳的诱鱼流速范围为临界流速的 60% ~ 80%，因此本阶段进口流速暂按 0.8 ~ 1.1m/s 考虑。

#### ③ 进鱼口结构

为不影响底层鱼类及表层鱼类的通过，进鱼口采用矩形结构，这种结构还可以最大限度适应下游水位变化。在进口处设置 1 套对开式旋转闸门，在不同下游水位情况下通过调节竖缝宽度控制诱鱼水流流速，见图 6.5.4-13。闸门采用橡塑止水，用集成式液压启闭机操作，启闭机采用远程集中控制方式。

另外，进鱼口外设置检修门一套，采用叠梁门结构，满足集鱼系统的检

修和维护要求。



图 6.5.4-13 对开式进口闸门

#### 4) 集鱼通道设计

集鱼通道的主要功能为将进入进鱼口的鱼类暂时保存在通道内，因此通道不可过小，以免引起鱼类的胁迫而使得其逃逸。

集鱼通道采用敞开式通道，通道中不设置挡板。通道宽度为 2 m，通道长 15m。池室采用钢筋混凝土结构，边墙混凝土厚 1.0m，通道内内设驱鱼格栅，驱鱼格栅采用钢结构，局部格栅采用不锈钢结构，为保证鱼类不会发生逃逸，格栅孔径 < 3cm，驱鱼格栅由两扇格栅门形成反喇叭口型式，中间竖缝宽度约 20~30cm，进入进鱼口的鱼类收到集鱼通道内流速的吸引，沿喇叭口中间的窄缝进入集鱼通道，反方向由于开口较小，且没有导向结构，鱼类不易发生逃逸，以实现鱼类的收集。另外，驱鱼格栅在鱼类收集状态中可以完全关闭，以防止鱼类逃逸。集鱼通道实例见图 6.5.4-14。

#### 5) 驱鱼格栅设计

驱鱼格栅采用钢结构，局部格栅采用不锈钢结构，为保证鱼类不会发生逃逸，格栅孔径 < 3cm，驱鱼格栅由两扇格栅门形成反喇叭口型式，中间竖缝宽度约 20~30cm，进入进鱼口的鱼类收到集鱼通道内流速的吸引，沿

喇叭口中间的窄缝进入集鱼通道，反方向由于开口较小，且没有导向结构，鱼类不易发生逃逸，以实现鱼类的收集。另外，驱鱼格栅在鱼类收集状态中可以完全关闭，以防止鱼类逃逸。

#### 6) 集鱼箱设计

目前国内外升鱼机所采用的集鱼箱结构主要有两种类型：

##### ① 自带防逃笼型

此种类型集鱼箱前段自带一个鱼类防逃装置，使得溯游进入的鱼类不易逃出提升箱。采用此类型集鱼箱，通常不设赶鱼设施。其结构形式见图 6.5.4-15。

##### ② 沉底式

沉底式提升舱通过将提升箱安放在集鱼池下面，集鱼时将提升舱提升，将鱼类收集起来。通常需要拖曳格栅将鱼类驱赶进入集鱼池。其结构形式见图 6.5.4-16。



图 6.5.4-14 集鱼通道实例图



图 6.5.4-15 自带防逃笼型提升舱（法国 Poutes 大坝升鱼机）



图 6.5.4-16 沉底型提升箱（俄罗斯 Krasnodar 大坝）

两种类型集鱼箱各有优缺点并有一定的适用条件，根据本工程主要过鱼目标及河段鱼类资源状况分析，本河段鱼类资源量较小，集鱼系统诱集至单次过鱼数量可能耗时较长，若采用自带防逃笼型提升舱，已经收集的

鱼类需要长时间滞留在提升舱中，期间提升舱内的防逃笼很可能对鱼类造成机械损伤。因此，工程拟采用对鱼类损伤较小的底部提升型集鱼箱。

集鱼箱长宽均为 2.0m，高 1.5m，上半部分为透水格栅，格栅间距为 3cm，下半部分为不透水结构，集鱼箱底板呈一定角度倾斜，侧面的最低点，设有一个 0.5×0.5m 的放鱼孔，放鱼孔设有闸门，详见图 6.5.4-16。

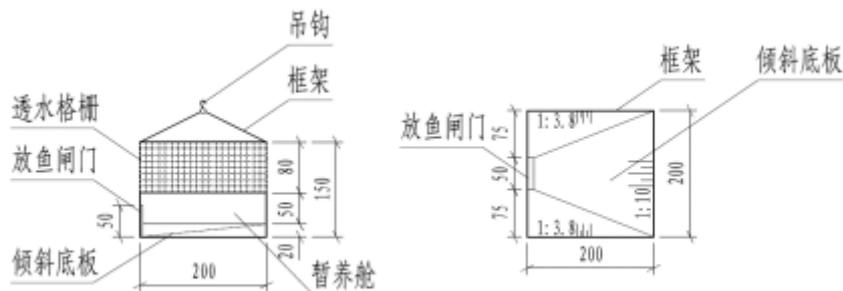


图 6.5.4-17 集鱼箱设计（左：立视图，右：俯视图）

### （3）补水系统设计

#### 1) 取水方式

本工程升鱼机集鱼系统诱鱼水流采用坝上引水，取水点位于厂房进水口旁，横向取水，取水高程位于死水位以下，高程为 3462.00mm。

#### 2) 输水系统

输水采用 DN1000 钢管，沿岸坡及马道铺设，采用球阀控制流量，活塞阀消能，并采用电磁流量计对流量进行监控。

#### 3) 补水系统

补水系统位于集鱼池后方，输水管接入调节池，经过疏密 2 层花墙的镇流和消能，最终通过补水格栅进入集鱼池和集鱼通道，最终在进鱼口形成诱鱼流速。根据鱼类克流能力，进鱼口流速控制在 0.8~1.1m/s，以达到最佳的诱鱼效果。同时，为避免集鱼通道中的鱼产生疲劳，集鱼通道流速控制在 0.1~0.5m/s。根据计算，不同水位运行工况下，升鱼机补水流量为

0.64 ~ 3.0m<sup>3</sup>/s。

#### (4) 提升转运系统设计

##### 1) 主要提升转运方式

升鱼机的提升转运系统主要分为垂直提升转运、公路提升转运、轨道提升转运、索道提升等类型。

垂直提升转运型指集鱼箱在塔架或竖井中垂直升降。提升系统相对独立，在集鱼池中将提升舱垂直提升，到达过坝高程后，通过放流渠道将鱼类放流至坝上水域。垂直提升转运型一般适用于混凝土重力坝或拱坝。宗通卡挡水建筑物为土坝，引水式电站尾水距土坝轴线距离约为 210 ~ 250m，升鱼机采用塔式提升后穿坝需较长的水平运输距离，工程代价大，不宜采用。

索道提升转运型采用缆线吊装的方式升降集鱼箱。此类提升方式布置灵活，适用于高落差、长距离的过坝运输，同时对主体工程的干扰影响较小。类比国内已建鱼道工程经验，宗通卡水利枢纽升鱼机采用索道提升转运方式基本可行。

轨道提升转运型采用钢轨道运送集鱼箱过坝。连接坝顶和坝后的钢轨道沿坝体或岸边倾斜布置，采用卷扬机和钢缆绳斜拉运鱼小车实现升降。轨道提升转运型升鱼机受人工操作影响因素少，各环节技术成熟，管理简单，适合宗通卡水利枢纽升鱼机选用。

综上所述，对轨道提升和索道提升进行重点比选。

##### 2) 提升方式比选

###### ① 索道提升（方案一）

索道承重装置的运行方式，有往复式和循环式之分。往复式索道的线路上只有一个或一组固接在牵引索上的承重装置往复运行，可爬 45°的坡，

但运距越长输送能力越低。循环式索道的闭合线路上，每隔一定距离布置一承重装置，多个承重装置循环运行，适用于运量大、运距长的场合。由于运量不大，可采用往复式索道形式来满足较大坡度的要求。本工程索道起点位于厂房尾水处，沿右坝肩布置，终点位于坝上约 250m 处，总长度约 660m。见图 6.5.4-18。

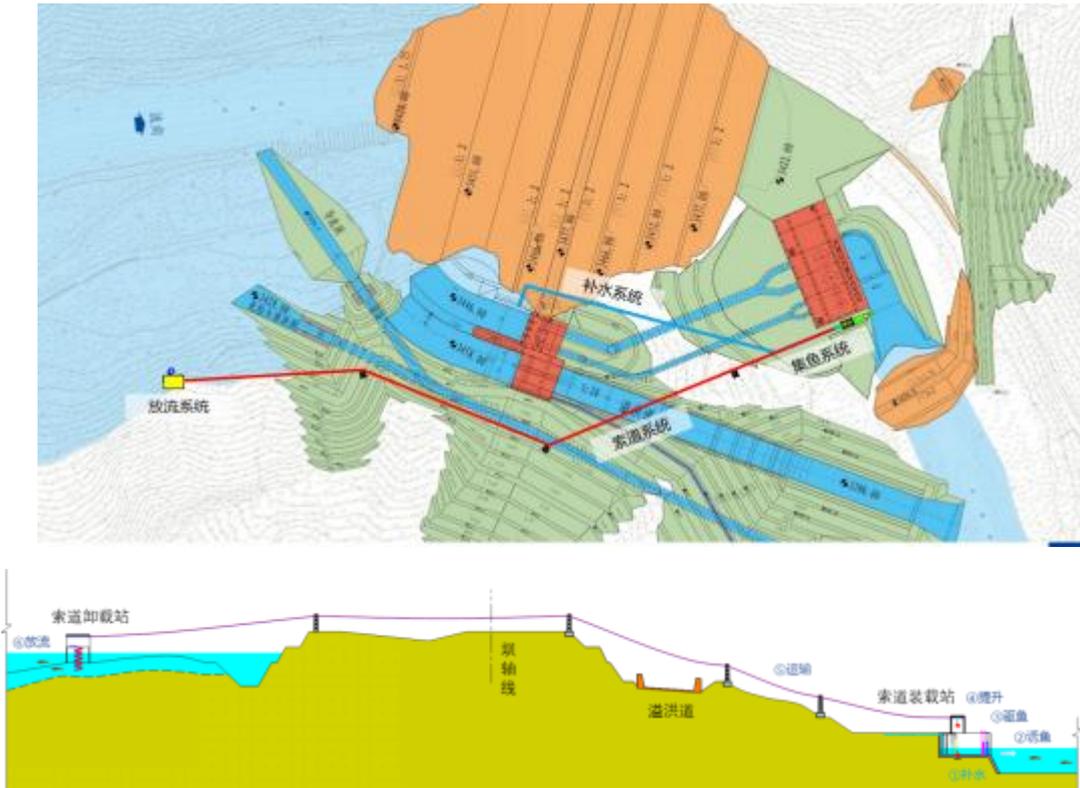


图 6.5.4-18 宗通卡升鱼机索道系统布置图

索道由装载站、卸载站、支架、承载索、牵引索、驱动装置、锚固装置和张紧装置、电气设备等主要部分组成。在装载和卸载站间架设的钢丝绳作承载索，承载索一端锚固、另一端张紧，中间由若干支架支承。牵引索上用抱索器固接集鱼箱，集鱼箱以承载索为轨道被牵引索拉动运行。在装载站，集鱼箱经过站口的偏斜鞍座从承载索上过渡到站内的架空扁轨上，同时脱开器使抱索器松开，集鱼箱与牵引索脱离，用其他机械将提升箱移至停放点。要运送的集鱼箱推至发车处，抱索器抱紧牵引索，向卸载站方

向运行。集鱼箱到达卸载站后，与上述一样过渡到架空扁轨上并与牵引索脱开，然后卸载。卸载后，空提升箱被发往装载站，完成一个循环，可实现就地控制。索道运送集鱼箱的形式如图 6.5.4-19 所示。

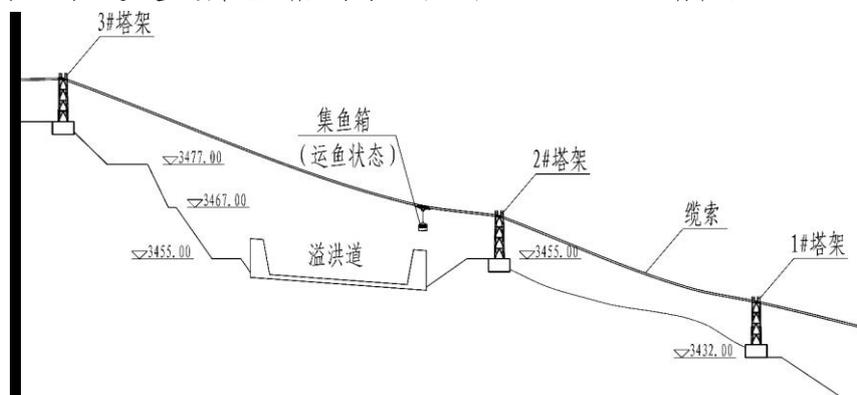


图 6.5.4-19 索道运送集鱼箱跨越溢洪道示意图

### ② 轨道提升（方案二）

轨道提升系统由专用自行轨道车、轨道、卷扬机等组成。通过尾水升鱼机将集鱼箱提升至停靠在尾水平台的专用自行轨道车，之后自行轨道车在平轨段靠自身动力运行，到达斜坡段之后通过卷扬机牵引进行提升，到达坝顶平轨段后牵引装置和轨道车脱离，轨道车靠自身动力将集鱼箱运输至上游码头。轨道全长约 630m，其中斜坡段约为 165m，其余为水平段。轨道提升方案平面布置及剖面图见图 6.5.4-10 和 6.5.4-20。

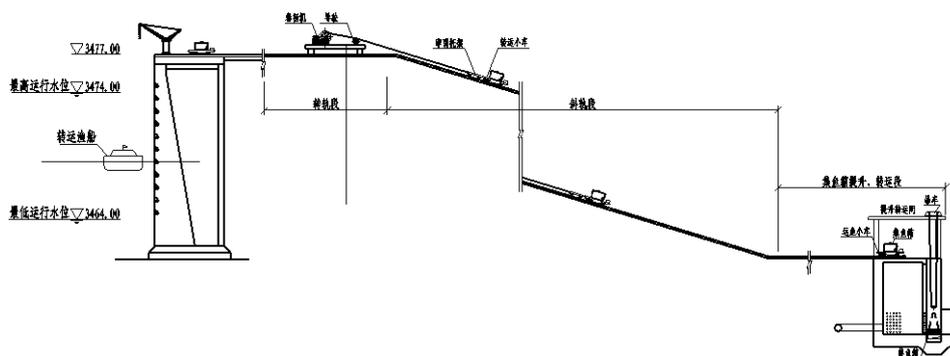


图 6.5.4-20 轨道升鱼机剖面示意图

### ③ 推荐方案

索道提升受风速、降雨及气温等原因影响较大，提升机械设备较多，

出现故障可能性较大，后期的维护、管理相对复杂。

轨道提升方案采用专用轨道小车延固定铁轨运行，受人为因素影响相对较少；基本不受气候条件影响；轨道运输方案技术相对成熟，出现故障可能性较小，维护、管理相对简单。

因此，升鱼机的过坝方式推荐采用轨道提升。

### 3) 放流系统设计

放流系统主要由转运码头、运鱼放流船及放流辅助设施组成。一般情况下，轨道小车将运鱼箱在转运码头转入运鱼放流船后，船舶行驶至库区具有一定流速（平均流速 $>$ 鱼类感应流速 $0.19\text{m/s}$ ）的水域将鱼类放流至江中。

### (5) 监测监控系统

为对整个集鱼、提升、分拣、装载、转运、运输、放流全过程各环节进行监控，集运鱼系统设置有视频监控、水下视频监控、在线水质监控、运鱼船定位跟踪系统及警报系统。能够对集运鱼各环节进行无死角监控，切实保障集运鱼的有效运行。

## 6.5.4.8 短鱼道+升鱼机组合方案设计

### (1) 总体布置

#### 1) 系统组成

短鱼道+升鱼机的组合方案由鱼道段、集鱼系统、补水系统、提升运输系统和控制监测系统五大部分组成。其中，鱼道段的作用是适应下游水位变化，将聚集在坝下需要洄游过坝的鱼类诱集至鱼道中；集鱼系统的作用是将进入鱼道的鱼类收集至集鱼箱中；补水系统的作用是为集鱼系统及鱼道段提供诱鱼所需要的流量，在进鱼口形成诱鱼所需要的流速；提升运输系统的作用是将装有鱼类的集鱼箱从坝下沿大坝提升过大坝，将集鱼箱中鱼类放流至库区，并且将放空的集鱼箱运回集鱼地点重新进行集鱼；控制

监测系统的作用主要是对所有集鱼、补水、提升、运输、放流等不同过程进行控制和监控，同时可以对收集的鱼类进行分拣和监测。

## 2) 过鱼流程

短鱼道+升鱼机的组合方案过鱼流程分为：①鱼道诱鱼→②集鱼→③水平轨道运输→④斜面提升运输→⑤码头转运→⑥船舶放流。

鱼道诱鱼：本工程诱鱼方式为鱼道诱鱼，利用补水系统从坝上引水，具体流程为开启补水系统，根据坝下水位调节补水流量，为鱼道进鱼口提供强化水流，以达到诱鱼要求；

集鱼：当进入鱼道的鱼类上溯至鱼道末端的集鱼通道及集鱼池后，通过一定的驱鱼设施将鱼类驱赶进入集鱼箱；

坝下水平轨道运输：鱼类进入集鱼箱后，采用提升运输系统将集鱼箱提升至尾水平台，装载进入位于尾水平台上的运鱼轨道小车中，小车沿轨道自行行驶至位于左岸的对接点 A 处；

斜面提升及坝上水平运输：小车在对接点 A 与牵引托架相连接后，通过位于坝顶牵引平台的牵引机构将小车沿斜面轨道提升至坝顶高程，然后小车与牵引托架脱离，小车沿坝上轨道自行至转运码头，通过码头上的回转吊将运鱼箱转移至位于码头的运鱼船中；

船舶放流：运鱼船行驶至坝上支流汇口等适宜放流水域，将鱼类放流至自然水体，完成整个过鱼流程。

## 3) 布置方案

短鱼道进口位于电站尾水塔两侧，根据下游水位变幅共设置 3 个进口，高程分别为 3407m、3409m、3411m，进口布置同鱼道方案。在 3 号进鱼口之后接集鱼通道，集鱼通道中设有驱鱼格栅、集鱼池中设有集鱼箱，集鱼通道后接提升运输系统，沿左坝肩过坝，集鱼通道及提升运输系统基本同轨

道式升鱼机布置方案，平面布置见图 6.5.4-21。



图 6.5.4-21 短鱼道结合轨道升鱼机平面布置示意图

## (2) 鱼道段设计

鱼道段全长 184.0m，布置在厂房尾水塔的前沿及右侧，根据下游水位变幅共设置 3 个进口，高程分别为 3407m、3409m、3411m，进口布置同鱼道方案。鱼道段池室结构采用垂直竖缝式，池室长 2.5m，宽 2.0m，结构同鱼道方案。

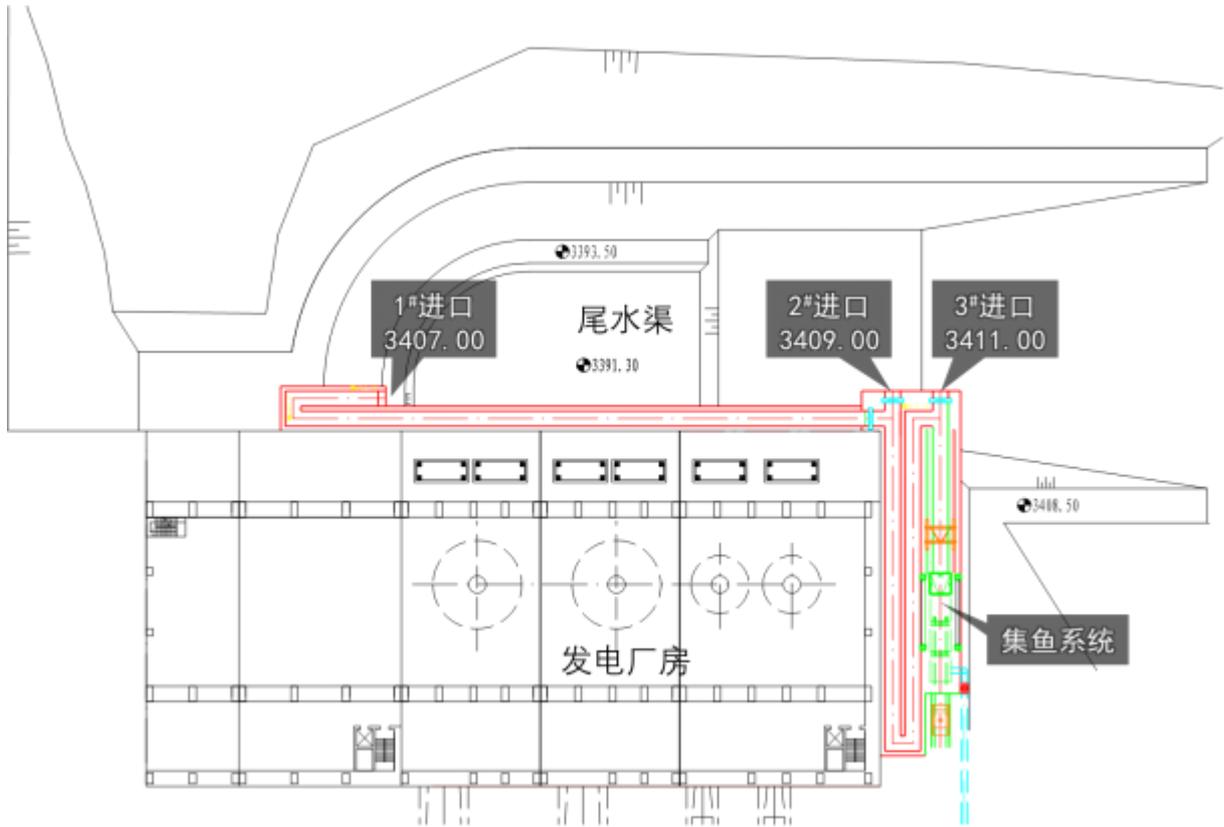


图 6.5.4-22 鱼道段平面布置示意图

### (3) 集鱼系统设计

集鱼系统主要由集鱼通道和集鱼池三大部分组成，其中进鱼口设有检修闸门和控流门，集鱼通道中设有驱鱼格栅、集鱼池中设有集鱼箱。其结构布置见图 6.5.4-24 及 6.5.4-25。

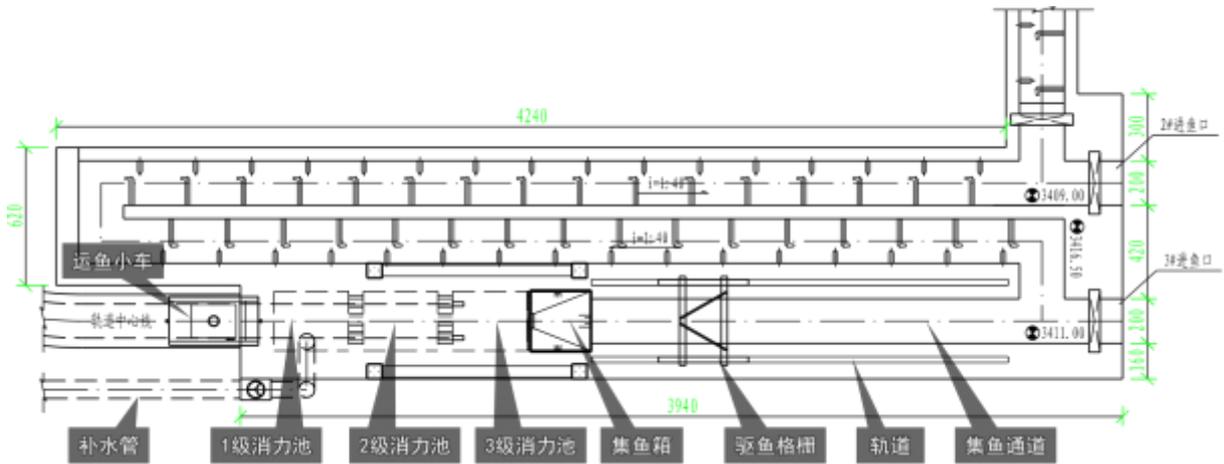


图 6.5.4-24 集鱼系统平面布置示意图

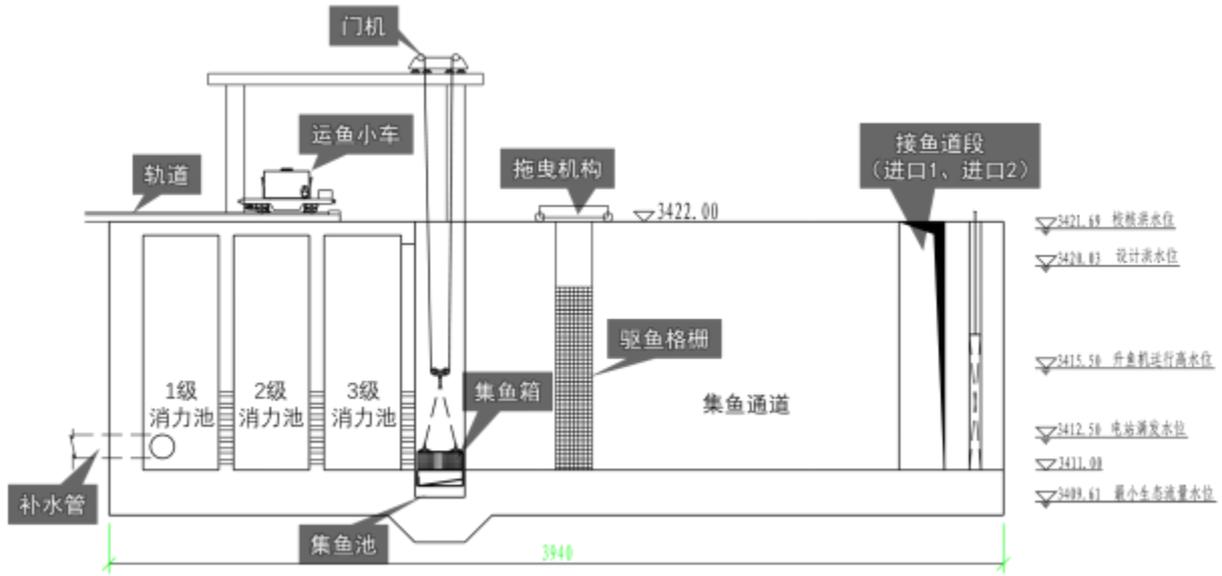


图 6.5.4-25 集鱼系统剖面示意图

### (3) 补水系统设计

短鱼道+升鱼机的组合方案补水系统的取水方式及输水系统与升鱼机方案相同。与升鱼机方案不同，由于使用鱼道段来适应下游水位变幅，短鱼道+升鱼机的组合方案补水流量为  $0.5 \sim 1.9\text{m}^3/\text{s}$ ，较升鱼机方案补水流量小。

### (4) 提升转运系统设计

短鱼道+升鱼机的组合方案提升转运系统由坝下平轨段、斜面提升段、坝上平轨段及转运码头组成。其中坝下平轨段长 247.8m，斜面提升段长 165.0m，坝上平轨段长 206.5m。提升转运系统剖面示意图见下图。

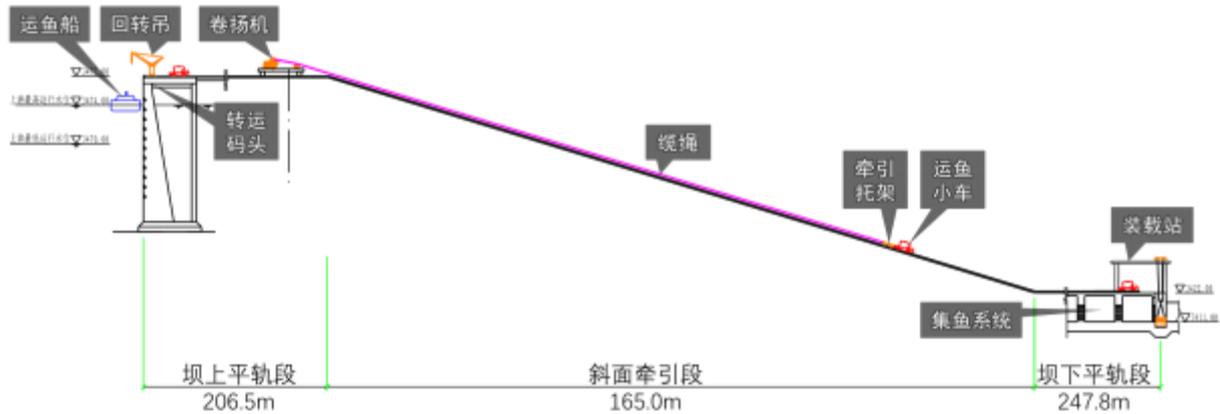


图 6.5.4-26 提升转运系统剖面示意图

### （5）监测监控系统

为对整个集鱼、提升、分拣、装载、转运、运输、放流全过程各环节进行监控，集运鱼系统设置有视频监控、水下视频监控、在线水质监控、运鱼船定位跟踪系统及警报系统。能够对过鱼各环节进行无死角监控，切实保障集运鱼的有效运行。

#### 6.5.4.9 过鱼方案比选

根据以上分析，左岸鱼道方案、轨道提升式升鱼机方案和短鱼道+升鱼机组合方案在技术层面都具备可行性，但在过鱼效果、运行维护、建设条件及工程投资方面具有不同的优缺点，以下对上述三种过鱼设施方案进行详细比较。

##### （1）左岸鱼道方案

优点：

- 1) 进鱼口分散，集鱼效果更加可靠；
- 2) 能够连续过鱼，过鱼效果稳定；
- 3) 过鱼种类较多并能维持一定的水系连通性；
- 4) 工程故障率低，运行维护简单，后期运行成本低。

缺点：

1) 鱼道需要一定的底坡来克服沿程水头(底坡 1:50~1:100),宗通卡鱼道最大工作水头 64.36m,采用鱼道的过鱼方式其长度接近 3km,长时间上溯产生的疲劳效应对鱼类顺利过坝不利;

2) 由于上下游水位变幅较大,鱼道设置了 3 个进口、4 个出口,当水位频繁变化时,各进出口闸门需要频繁调度,不但操作复杂,还可能影响鱼道运行效果;

3) 由于宗通卡坝址特殊的地质条件及工程布置,需要大量的排架结构及隧洞结构,工程投资较大,增加了工程安全风险。

## (2) 轨道提升式升鱼机方案

优点:

1) 通过升鱼机提升,鱼类不必耗费体力便可翻越高坝且过坝速度快,不存在长时间洄游引起的疲劳效应;

2) 通过运鱼船可将鱼类运至天然江段环境放流,鱼类可以继续洄游上溯;

3) 升鱼机占地较少,易于布置且对枢纽影响较小,适应地形地质条件能力强。

4) 投资较节省。

缺点:

1) 过鱼不连续;

2) 集鱼地点相对单一;

3) 补水流量较大,运行成本较高;

4) 运行过程中人工干预较多,运行管理要求高,维护费用较高。

## (3) 短鱼道+升鱼机组合方案

优点:

- 1) 进鱼口分散，集鱼效果更加可靠；
- 2) 补水流量较升鱼机方案小，较鱼道方案灵活可控，因此进口诱鱼水流条件更佳；
- 3) 通过升鱼机提升，鱼类不必耗费体力便可翻越高坝且过坝速度快，不存在长时间洄游引起的疲劳效应；
- 4) 通过运鱼船可将鱼类运至天然江段环境放流，鱼类可以继续洄游上溯；
- 5) 升鱼机占地较小，易于布置且对枢纽影响较小，适应地形地质条件能力强。
- 6) 投资较省。

缺点：

- 1) 机械结构较为复杂；
- 2) 运行过程中人工干预较多，运行管理要求高，维护费用较高。

#### (4) 类似工程过鱼效果对比分析

结合本工程过鱼条件，类比了两种条件相近的过鱼设施的过鱼效果：藏木鱼道和新疆 BEJSK 升鱼机。

##### 1) 鱼道

藏木水电站于 2017 年 3~10 月，累计净上行个体 12764 尾次，观测种类主要为异齿裂腹鱼、巨须裂腹鱼、拉萨裂腹鱼，异齿数量最多；2018 年 3~7 月，累计净上行个体约 6347 尾次，观测种类主要为异齿裂腹鱼、巨须裂腹鱼、拉萨裂腹鱼，拉萨裸裂尻，黑斑原鲃。

##### 2) 升鱼机

新疆 BEJSK 水利枢纽升鱼机于 2019 年开始试运行，每天过鱼 8~10 次，共 10h，截至到 2019 年 9 月，升鱼机实际运鱼总量约 45000 尾，其中 6~

8cm 的尖鳍鮡种群最多，并有少量的北极茴鱼、阿勒泰岁鱼、贝尔加雅罗鱼、湖拟鱼以及阿勒泰杜父鱼。其中最大的一条贝加尔雅罗鱼长度约 30cm、北极茴 20cm、湖拟鲤 25cm。

#### (4) 综合比选

三种过鱼设施方案综合比较见表 6.5.4-6。

表 6.5.4-6 宗通卡水利枢纽工程过鱼设施方案综合比较

过鱼方案	过鱼效果	运行维护	布置条件	投资	
				建设费	运行费
左岸 鱼道方案	<p><b>优点:</b></p> <p>① 过鱼连续，稳定；</p> <p>② 中间环节少。</p> <p><b>缺点:</b></p> <p>鱼类长时间连续克流，易产生疲劳并折返。</p>	<p><b>优点:</b></p> <p>① 正常运行时，不需要人工干预；</p> <p>② 不易出现故障。</p> <p><b>缺点:</b></p> <p>① 水位频繁变化时，3 个进口，4 个出口，闸门调度较复杂；</p> <p>② 改造难度较大。</p>	左岸为顺向坡，岩体较破碎，边坡开挖的地质风险大，穿坝段宜采用排架鱼道及过鱼隧洞。	2.1 亿元	50~100 万元/年
轨道提升 式升鱼机 方案	<p><b>优点:</b></p> <p>① 节省鱼类体力，过坝时间短；</p> <p>② 不受上游水位变化影响；</p> <p>③ 能够将鱼类运输至适宜水域放流。</p> <p><b>缺点:</b></p> <p>① 中间环节较多；</p> <p>② 人工干预较多。</p>	<p><b>优点:</b></p> <p>① 运行效果不佳时，相对易于改造。</p> <p>② 适应水位变幅能力强。</p> <p><b>缺点:</b></p> <p>① 机械结构较为复杂；</p> <p>② 运行管理要求高，维护费用较高。</p>	布置灵活，适应地形地质条件好。	8838 万元	150~250 万元/年
短鱼道+ 升鱼机组 合方案	<p>优缺点基本同轨道式升鱼机；</p> <p>和升鱼机方案相比，主要<b>优点</b>是：</p> <p>① 进口较多且位置分散，利于诱鱼；</p> <p>② 补水量较小且灵活可控；</p> <p>③ 运行成本降低且诱鱼连续性较优。</p>	<p><b>优点:</b></p> <p>① 运行效果不佳时，相对鱼道易于改造。</p> <p>② 相对鱼道适应上游水位变幅能力强。</p> <p><b>缺点:</b></p> <p>① 机械结构较为复杂；</p> <p>② 运行管理要求高，维护费用较高。</p>		10438 万元	100~200 万元/年

从已建工程的过鱼效果来看，左岸鱼道方案和轨道提升式升鱼机方案

均能发挥过鱼效益，左岸鱼道方案主要限制因素是宗通卡坝址左岸地质条件差，右岸建筑物密集，鱼道需要大量的排架结构及隧洞结构，面临更多的建设及运行安全风险。

轨道式升鱼机方案及短鱼道+升鱼机组合方案的优点是占地小，易于改造，对鱼类的体能消耗及过坝后的生境适宜性方面更为友好，工程限制因素较少，相对更适合本工程采用。

与轨道提升式升鱼机相比，短鱼道+升鱼机的组合方案采用了鱼道段诱鱼并适应下游水位变化，同时补水流量灵活可控，因此适应水位变幅能力更强，诱鱼效果更加稳定，同时运行成本更低。

因此，从过鱼效果稳定性、运行可靠性、工程安全性及建设运行成本等方面综合考虑，本工程过鱼设施推荐采用短鱼道+升鱼机组合过鱼方案。

### 6.5.5 增殖放流

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》关于增殖放流措施：

(1) 澜沧江流域主要增殖放流种类为裸腹叶须鱼、澜沧裂腹鱼、光唇裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、灰裂腹鱼、后背鲈鲤、叉尾鲇、丝尾鳠、南方白甲鱼、中国结鱼、大鳞结鱼、云南四须鲃、高体四须鲃等特有珍稀经济种类作为近期重点放流种类；细尾鮡、兰坪鮡、德钦纹胸鮡、无斑褶鮡、裂峡鲃、刀鲇、巨鲈、红鳍方口鲃等作为中长期增殖放流对象，近期主要开展驯养与繁殖技术研究。其中昂曲流域分布的种类有裸腹叶须鱼、澜沧裂腹鱼、光唇裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鮡。

(2) 初拟 5 个增殖放流站，其中林场增殖放流站（规划梯级，位于昌都市区以上 7.9km）放流对象为裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼，放流水域为冬中、果多、向达、如意、林场库尾（位于澜沧江扎曲干流）及支流昂曲等。

结合流域规划环评的要求，针对宗通卡水利枢纽工程的影响、昌都电

站的影响，从促进昂曲流域水生生物增殖放流发展和珍稀特有鱼类资源保护角度出发，建立昂曲流域人工增殖放流站。

鱼类人工种群建立及增殖放流是目前保护鱼类物种、增加鱼类种群数量的重要措施之一，在一定程度上可以缓解水利工程对鱼类资源的不利影响。增殖放流一般按放流目的可分为物种保护放流和渔业补偿放流，物种保护放流以珍稀濒危特有鱼类为主，渔业补偿放流以经济鱼类为主。

### （1）放流河段和放流对象选择

放流河段的选择应满足以下要求：交通方便；水流平缓，水域较开阔的库湾或河道中回水湾；水深 5m 以内；饵料生物相对丰富。初步拟定在宗通卡库尾、沙贡乡下游 4.5km 处（此处为 C 形河湾，河谷较宽，水流相对平缓，且有一小型支流汇入，饵料资源丰富）选取缓流河段作为放流点。

根据水生生态影响预测与分析，前腹裸裂尻鱼、细尾高原鳅、短尾高原鳅、斯氏高原鳅可适应静水环境，工程运行后资源数量上升，因此不考虑对此 4 种鱼类进行增殖放流。

本工程放流对象选取裸腹叶须鱼（易危种）、细尾鲃（濒危种、特有种）、澜沧裂腹鱼（濒危种、特有种）和光唇裂腹鱼（经济种）4 种。裸腹叶须鱼、光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼已经人工繁殖成功；细尾鲃可以借鉴黑斑原鲃人工繁殖成功经验，待攻克人工繁殖技术后，再实施增殖放流。

### （2）增殖放流工艺

站址选在业主营地附近，能较好地满足放流站运行过程中所需的水、电等基本要求，规划占地 15 亩。

鱼类增殖站技术工作流程见图 6.5.5-1。

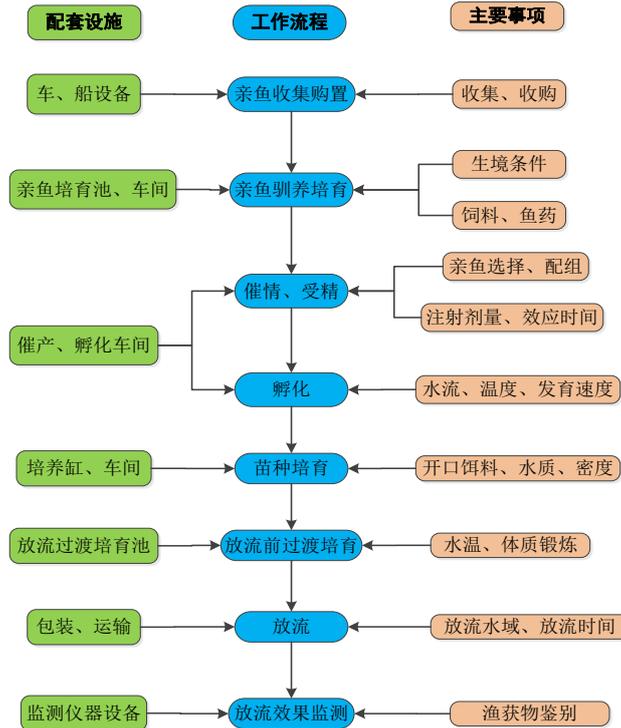


图 6.5.5-1 鱼类增殖站技术工作流程图

### (3) 放流规模

#### 1) 放流鱼种质量标准、数量及规格

放流的苗种必须是由昂曲野生亲本人工繁殖的子一代，放流的苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。

放流鱼种的规格越大，适应环境的能力和躲避敌害生物的能力越强，成活率越高。但鱼种规格越大，培育成本越高，所需生产设施也越多。综合考虑，放流鱼种应以鳞被形成为标准，此阶段鱼种的眼、鳍、口和消化道功能已完全形成，从其生活史上划分，已经是幼鱼阶段，并形成了自己固有的生活方式。同时，鳞被形成后体表皮肤的各种机能已趋于完善，皮肤分泌的粘液能够减小水体对鱼体的阻力，保证鱼体在水中的游动速度，使鱼类更高效地捕食和更好地躲避其它鱼类的捕食；皮肤分泌的粘液在体外形成保护膜，能有效抵御水体中各种细菌的侵入，保持机体的健康；粘液还能使鱼体周围水体中的悬浮物质加快沉淀，保持自

身所处水体的稳定。此外，鳞被形成后大部分鱼类表皮细胞的色素已形成，并与其所处水体的背景相适应，使鱼类在水体环境中能够更好的隐藏自己，从而可以更有效地捕食和躲避其它鱼类的捕食。放流规格根据各鱼类的适应能力可以多样化。

表 6.5.5-1 宗通卡鱼类增殖放流站放流鱼种质量标准、数量及规格

放流种类	放流规模(万尾/年)	放流规格 (cm)	保护级别
裸腹叶须鱼	10	4~6	易危种
澜沧裂腹鱼	5	4~6	濒危种、特有种
光唇裂腹鱼	5	4~6	经济种
细尾鲃	2	3~5	濒危种、特有种
合计	22		

### 2) 催产率、受精率、孵化率、幼鱼成活率

影响鱼类催产率的因素主要包括鱼类的种类、亲鱼的成熟度、催产时水温等环境条件、催产方式、催产药物的种类和剂量等；影响鱼类受精率的因素主要包括雌雄亲鱼的比例、卵细胞的发育、精子的活力、水温等；影响鱼类孵化率的因素主要是水温、水体溶氧等环境条件；影响幼鱼培育成活率的主要因素包括水温、水体溶氧、食性转化期的开口饵料及驯食、养殖密度、病害防治等。根据鱼类繁育生物学特性，鱼类人工繁育初期一般催产率和受精率较低；孵化率和出膜率主要依赖管理，管理得当可以获得理想效果；苗种培育比较理想的成活率 70~80%。见表 6.5.5-2。

表 6.5.5-2 宗通卡鱼类增殖放流站放流鱼类苗种和受精卵生产量 (万尾/年)

种类	规格 cm	数量 (万尾/年)	全长 4~6cm	全长 1.5~3.0cm	稚鱼	受精卵
裸腹叶须鱼	全长 4~6	10	10.00	14.29	23.81	37.20
光唇裂腹鱼	全长 4~6	5	5.00	7.14	11.90	18.60
澜沧裂腹鱼	全长 4~6	5	5	7.14	11.90	18.6
细尾鲃	全长 3~5	2	2	2.86	4.76	7.44
合计		22	22	31.43	52.38	81.85

### 3) 亲鱼数量的确定

鱼的种类不同，其平均怀卵量、平均产卵量也不同，而且产卵量受亲鱼成熟度和外界环境等条件的影响。据相关研究资料，各种鱼类每尾雌性亲鱼的平均产卵量如表 6.5.5-3。

影响鱼类催产率的因素主要包括鱼类的种类、亲鱼的成熟度、催产时水温等环境条件、催产方式、催产药物的种类和剂量等；影响鱼类受精率的因素主要包括雌雄亲鱼的比例、卵细胞的发育、精子的活力、水温等；影响鱼类孵化率的因素主要是水温、水体溶氧等环境条件。推算所需亲鱼数量为 388 尾，重 387.52kg，加上后备亲鱼总重为 503.78 kg。各种亲鱼数量见表 6.5.5-3。

根据增殖放流的数量、鱼类的平均产卵量、催产率、受精率、孵化率和幼鱼成活率，推算出达到放流规模所需要的各种成熟雌性亲鱼数量。自然产卵、受精雌雄亲鱼的性比为 1:1.5，如采用人工授精方法，雌雄亲鱼的性比可为 1.5:1，自然水域鱼类分布的性比一般为 1:1。本方案设计采用 1:1 的性比，另外增加 30% 的后备亲鱼。

表 6.5.5-3 宗通卡鱼类增殖放流站亲鱼需求量

种类	需生产受精卵量 (万粒)	受精率	产卵量 (万粒/尾)	催产率	雌性亲鱼 (尾)	雄性亲鱼 (尾)	个体重 (kg)	雌性亲鱼 重(kg)	雄性亲鱼 重(kg)	小计(kg)
裸腹叶须鱼	37.20	0.80	0.80	0.60	97	97	1.00	96.88	96.88	193.76
光唇裂腹鱼	18.60	0.80	1.00	0.60	39	39	0.50	19.38	19.38	38.75
澜沧裂腹鱼	18.60	0.70	0.80	0.60	55	55	1.00	55.36	55.36	110.72
细尾鲃	7.44	0.70	0.08	0.60	221	221	0.10	22.14	22.14	44.29
合计	81.85				412	412		194	194	387.52

#### 4) 总体规划

增殖站的建筑物主要包括综合楼、蓄水沉淀池、亲鱼培育车间、鱼苗培育和催产孵化车间、防疫隔离池、活饵培育池、柴油发电机房、门房等配套设施。各构筑物规格见表 6.5.5-4。

表 6.5.5-4

宗通卡鱼类增殖放流站构筑物规格

鱼池名称	养殖水体规格			个数	面积 (m <sup>2</sup> )
	长 (m)	宽 (m)	深 (m)		
催产池	1.5	1.5	1.3	2	14.13
玻璃钢孵化槽	2.00	0.80	0.60	4	6.40
尤先科孵化槽	3.26	0.85	0.89	2	5.54
圆锥形孵化桶	0.43	0.43	1.10	4	2.32
圆形开口苗培养缸	0.50	0.50	1.00	35	27.48
鱼苗培育缸	1.00	1.00	1.50	40	125.60
亲鱼培育缸	1.50	1.50	1.50	36	254.34
活饵培育池	15.00	5.00	1.50	2	150.00
防疫隔离池	15.00	5.00	1.50	2	150.00
鱼苗培育和催产孵化车间	72.30	15.00		1	1102
亲鱼培育车间	54.00	18.00		1	986
蓄水池	15.00	10.00	3.00	2	300.00
综合楼	39	17.5		1	1388

经蓄水沉淀池处理过的水通过管道分别进入车间（培养缸）和养殖池，由泵站抽来的水到达蓄水沉淀池后并联分别进入各养殖设施，一般情况下直接进入各养殖设施，特殊情况下才使用蓄水池的水。

催产孵化和开口苗培育车间、亲鱼培育车间、鱼苗培育车间采用循环水养殖，水源由蓄水沉淀池单独供应，日补充系统水量的 10%。

本方案的亲鱼、鱼苗生产安排及需水量计算见表 6.5.5-5、表 6.5.5-6 和表 6.5.5-7。

水泵选型主要以单个蓄水池在 8 小时抽满为准，即 500m<sup>3</sup> 水体 8 小时抽满，需流量为 0.017m<sup>3</sup>/s，建议水泵选型为 0.15m<sup>3</sup>/s。

表 6.5.5-5

鱼类增殖放流站亲鱼生产安排表

鱼池名称	养殖水体规格			个数 (个)	面积 (m <sup>2</sup> )	常规放养密度 (kg/m <sup>2</sup> )	常规放养量 (kg)	实际放养密度 (kg/m <sup>2</sup> )	实际亲鱼放养量 (kg)
	半径 (m)	半径 (m)	水深 (m)						
圆形亲鱼培育池	1.5	1.5	1.3	36	254.34	0.225	57.2	2.0	503.78
亲鱼池小计				36					503.78

表 6.5.5-6

鱼类增殖放流站放流鱼种生产安排表

生产阶段	鱼池名称	鱼池面积 (m <sup>2</sup> )	个数 (个)	面积 (m <sup>2</sup> )	放养密度 (万尾/m <sup>2</sup> )	放养量 (万尾)	产出量(万尾)	使用次数	生产特点
培育至 1.5-3.0cm	圆形开口苗培养缸 (r=0.5m)	0.785	35	27.475	0.342	9.40	5.64	1	各培养缸总体循环使用 1 次, 培育出 1.5-3.0cm 的鱼苗 31.43 万尾。进行密度稀释继续培育
	苗种培育缸 (r=1m)	3.14	40	125.6	0.342	42.98	25.79	1	
	小计			153.075		52.38	31.43		
培育至 3-6cm	圆形开口苗培养缸 (r=0.5m)	0.785	35	27.475	0.205	5.64	3.95	1	培育至 3-6cm 时进行放流
	苗种培育缸 (r=1m)	3.14	40	125.6	0.205	25.79	18.05	1	
	小计			153.1		31.43	22.00		

表 6.5.5-7

鱼类增殖放流站需水量

鱼池名称	养殖水体规格				个数	面积 (m <sup>2</sup> )	水体 (m <sup>3</sup> )	供水方式
	长 (m)	宽 (m)	深 (m)	水深 (m)				
玻璃钢孵化槽	2	0.8	0.6	0.4	4	6.4	2.56	循环系统 1
尤先科孵化槽	3.26	0.85	0.89	0.6	2	5.54	3.33	循环系统 1
圆锥形孵化桶	0.43	0.43	1.1	1.1	4	2.32	2.55	循环系统 1
圆形开口苗培养缸	0.5	0.5	1	0.8	35	27.475	21.98	循环系统 1
圆形鱼苗培养缸	1	1	1.5	1.3	40	125.60	163.28	循环系统 1
亲鱼培育缸	1.5	1.5	1.5	1.3	36	254.34	330.64	循环系统 2
小计							524.34	平均补水量 138.65
日需补水量 (m <sup>3</sup> )	时变化系数 1.5							207.98
圆形催产池	1.5	1.5	1.3	0.8	2	14.13	11.30	蓄水池直供
活饵培育池	15	5	1.5	1.3	2	200	260.00	
防疫隔离池	15	5	1.5	1.3	2	150	195.00	蓄水池直供
蓄水池	15	10	3	2.5	2	300	750.00	
水泵选型 (m <sup>3</sup> /s)							0.0087	

#### (4) 建构筑物工艺设计

##### 1) 蓄水池

为保证增殖放流站的用水, 需要在室外建 2 个蓄水沉淀池, 单个规格为长 15m、宽 10m、高 3m、蓄水深 2.5m, 单个容积设计为 450m<sup>3</sup>。水经过沉淀后流到养殖车间, 以保证进入各养殖设施和循环水处理设备的水始终保

持彻底清澈，这是鱼卵孵化和循环水处理系统设备的基本要求，必须满足。

为便于水体自由进入各养殖设施，蓄水沉淀池池底高程较最高养殖设施进水口高程高 1m 以上。综合考虑，蓄水沉淀池布设在增殖放流站的最高处。

由于洪水季节江河和库区水体含泥沙较多，需进行彻底沉淀处理而设置 2 个交替使用。蓄水沉淀池的水主要为保证鱼苗培育和催产孵化车间、亲鱼培育车间。为避免河水中的悬浮物进入输水管，在泵站抽水管口装配铁纱网进行粗滤。室外活饵培育池、防疫隔离池用水由泵站直接供水而未经过蓄水沉淀池以保证蓄水沉淀池中水彻底沉淀供应给循环水处理系统。

进出水管道布设：泵站输水管道到达蓄水沉淀池后一分二，其中一头再一分为二分别与进入 2 个蓄水沉淀池的同管径管道相接并设置控制阀，蓄水沉淀池进水口在蓄水沉淀池顶部；另外一头与进入室外各养殖设施供水管道相接。2 个蓄水沉淀池出水管由三通相连并分别设置控制阀，然后到达需水处。由于宗通卡属于高寒地区，蓄水沉淀池需要进行防冻处理。

## 2) 亲鱼培育车间

### ① 亲鱼对养殖水体要求

亲鱼培育是鱼类繁殖的关键，性腺发育良好的雌雄亲鱼是鱼类人工繁殖的物质基础。亲鱼培育要求水体大，溶氧充足。如水体较小，亲鱼可能停止性腺发育，达不到人工催产的标准。小水体环境变化波动较大，不利于亲鱼的培育。放流鱼类均为冷水性鱼类，夏季养殖水温不宜超过 20 摄氏度，冬季养殖车间水温在零度以上，不结冰为宜。

亲鱼对水体条件要求较高，常规方式培育放养密度一般为  $2250\text{kg}/\text{hm}^2$ ，亲鱼培育放养密度主要由水体溶氧决定，如果采用循环水培育方式，则可以增加放养密度。圆形亲鱼培育池日循环 10 次，以保证水质和水温的稳定。

### ① 亲鱼培育缸

建设圆形亲鱼培育缸 36 个，面积为 254.34m<sup>2</sup>。圆形亲鱼池结构：纤维玻璃钢鱼池，直径 3 米，池深 1.5m，有效水深 1.3m，单池水面面积 7.065m<sup>2</sup>，池底由四周向中心排水口倾斜，便于排水和排污。主供水管 φ90mm，支供水管 φ63mm，进入培育缸的供水管 φ32mm。主回水管 φ110mm，支回水管 φ90mm。主排水排污管 φ110mm，支排水排污管 φ90mm。各节点均采用相应球阀控制。

### ③ 培育车间

亲鱼培育车间 1 个，规格为 54m×18m，亲鱼培育车间单独使用一套循环水处理系统。养殖水体日循环 10 次，冬季水温在零度以上，不结冰为宜。

### 3) 鱼苗培育和催产孵化车间

鱼苗培育和催产孵化车间 1 栋，长 72.3m，宽 15m，面积 1102 m<sup>2</sup>。其中催产孵化车间长 30m，宽 15m，车间内设催产池 2 个，配备 4 个孵化槽、2 个改进型尤先科孵化器、4 个孵化桶、35 个开口苗培育缸和循环水处理系统。车间内催产池所需用水由蓄水池直接供应；孵化设施和开口苗培养缸用水采用循环水系统供水。水温在零度以上，不结冰为宜。

#### ① 催产池

催产池是性腺发育成熟的亲鱼注射催情激素后等待产卵的场所。亲鱼经激素催情后需要一定的水流刺激，圆形催产池进水沿池壁冲入，池中心排水，池中水体可以沿池壁转动。中心排水口要求水能排出、鱼不能逃逸。

车间内布设 2 个催产池，为直径各 3m 的圆形钢筋混凝土水泥池，池壁高为 1.3m，其中地面 1.3m。进水管用球阀控制，以控制流速，进水口水平切入，进水管中心线高程为 313.75m（高度：离池壁底 0.75m），进水管采用 DN100 的 UPVC 管。催产池池底均匀向中心倾斜，一般中心较四周低 10~15cm。池底中心设圆形排水口 1 个，排水管采用 DN200 的 UPVC 管。排水口上方设置内 R200mm 拦鱼栅凹槽，用于安置拦鱼栅（拦鱼栅外径 R200mm），

凹槽深 50mm。排水口在池壁外接控制球阀，球阀控制排水大小。

### ② 玻璃钢孵化槽

玻璃钢孵化槽孵化未脱粘的粘性受精卵，共设置 4 个，净尺寸为 2.0m×0.8m×0.6m，有效水深 0.4m，用于粘性卵孵化。

进出水管道布设：进水管设在孵化槽一端，进水用 DN20 的 PVC 管和球阀控制。出水在一端的底部接 DN32 的 PVC 管，球阀控制，球阀前 2cm 设置 1 个三通，上接 1 根 DN32 的 PVC 溢水管，溢水管高控制孵化槽水位，控制水位 0.4m；排水孔前 100mm 两边设置拦鱼苗槽，用于插拦鱼苗栅。

### ③ 尤先科孵化器

尤先科孵化器孵化沉性受精卵和脱粘后的粘性受精卵。将装有受精卵的孵化筛设置在孵化水槽中，水流从上往下喷淋，孵化水槽水体定时由划水板划动使脱粘的受精卵在孵化过程中不粘结、沉性受精卵不缺氧。增殖站设置尤先科孵化器共设置 2 个，净尺寸为 3.26m×0.85m×0.89m，有效水深 0.6m。主要结构组成：孵化筛，孵化水槽，轨道式划水板，三角水斗，复位重力砣，进水花洒，支架。

整个设备外接 DN20 的进水管，设备安置地面需有地漏，经地漏接 DN100 的排水管。

### ④ 孵化桶

孵化桶共设置 4 个，直径 0.86m，高 1.15m，为孵化桶孵化漂流性受精卵，要求孵化桶中的水体产生由下而上均匀的水流，使受精卵在孵化桶中均匀翻滚。出水处要求水能流出，而受精卵和刚孵化的鱼苗不能随着水流流出。孵化桶可用白铁皮、玻璃钢等材料制造，上面纱窗可用铜丝布、筛绢制成，规格为 46~55 目/吋。



图 6.5.5-2 尤先科孵化器效果图

进出水：进水管为  $\phi 20\text{mm}$  的 PVC 管，从底部圆锥形顶端进水，进水量由球阀控制；出水经上部纱窗溢出。

### ⑤ 开口苗培育缸

室内鱼苗开口培育缸：苗种培育成活率的高低与开口摄食密切相关，只有适时开口摄食了饵料的鱼苗才能成活。鱼苗开口期的合理放养密度、饵料大小和密度、水质条件等直接影响鱼苗能否及时开口摄食。为了提高鱼苗培育的成活率一般采用鱼苗培养缸，培养缸为直径 1.0m 的玻璃钢圆形缸，缸深 1.0m，控制水位 0.7m。根据放流量宜设置 35 个培养缸。

进出水管道布设：进水管设在缸顶，进水管管径为  $\phi 32\text{mm}$  的 PVC 管，采用球阀控制流速。排水经培育缸中心鱼苗防逃器过滤网至底部排水管，排水管在培育缸外接三通，三通一端接水位控制溢流管，溢出的水经回水管到达循环水处理设；另一端接球阀后接排污管，排污管回合到主排污管直接接中水处理处。回水管和排污管管径为  $\phi 110\text{mm}$  的 PVC 管。

### ⑥ 鱼苗培育车间

鱼苗培育车间紧靠催产孵化车间，此两个车间共用 1 套循环水处理系统。冬季水温在零度以上，不结冰为宜。鱼苗培养车间规格为 42×15m，布设  $\phi 2000\text{mm}$  的鱼苗培养缸 40 个。

主供水管  $\phi 90\text{mm}$ ，支供水管  $\phi 63\text{mm}$ ，进入培育缸的供水管  $\phi 32\text{mm}$ 。主回水管  $\phi 110\text{mm}$ ，支回水管  $\phi 90\text{mm}$ 。主排水排污管  $\phi 110\text{mm}$ ，支排水排污管  $\phi 90\text{mm}$ 。各节点均采用相应球阀控制。

鱼苗培育缸进出水方式同鱼苗开口培养缸。



图 6.5.5-3 鱼苗培育车间内部布设效果图

### 4) 防疫隔离池

江河收集或者采购进入增殖放流站的鱼类，先在防疫隔离池培育 10~15 天，采取消毒和隔离培育后再进行分类培育。

防疫隔离池面积  $150\text{m}^2$ 。规格  $15\text{m}\times 5\text{m}\times 2\text{m}$  个，水深控制 1.3m。

防疫隔离池建在地面上，池子地面以上高度为 1.5m。池底呈微倾斜状，进水口与出水口呈对角线布置，为利于排水和排污，池底向出水口倾斜，出水口设置在隔离池一侧。

进出水管道布置：防疫隔离池进水口设置在池一侧中间，进水管采用

DN40 的 UPVC 管，采用球阀（球阀型号同进水管管径）控制流速，进水管口位于隔离池上部，进水管中心线高程为相对池底高程 1.2m。排水口设置同圆形鱼种培育池。

#### 5) 活饵培育池

鱼苗开口期需要摄食天然饵料生物，在预计鱼苗开口摄食前进行活饵料培育。培育方式采用豆浆培育法，以保证饵料生物清洁无病菌。

活饵料培育池面积 150m<sup>2</sup>。规格 15m×5m×2 m，2 个，水深控制 1.3m。排水口和楼梯在池的一角，确定排水口后再确定进水口，进水口与排水口成对角线。排水口具体结构同环形亲鱼池。

#### 6) 综合楼

展示厅兼标本室：140m<sup>2</sup>，设置在一楼；

实验室：7.5m×7.8m/间，3 间；设置在二楼；

办公室：3.9m×7.5m/间，2 间；设置在二楼；

宿舍：3.9m×7.5m/间，10 间；设置在一、二楼；

工具室：3m×7.5m/间，1 间；设置在一楼；

饲料储藏室：4.2m×7.5m/间，1 间；设置在一楼。

#### 7) 附属设施

包括输变电工程、生活用水、站区公路、交通工具等。

#### 8) 仪器设备

包括实验室设备、水循环处理系统设备、培育缸、孵化槽等。

### (5) 运行管理

考虑鱼类增殖站实际情况，将增殖放流工作划分为两个部分，分别为技术攻关与生产操作。技术攻关项目可以采用项目招标方式，发包给有相当能力的单位执行。生产操作则由放流站内固定员工完成。

## (6) 放流方案

鱼类运输、放流需进行消毒处理和过渡培育。鱼类运输过程中对鱼体的影响主要是鱼体擦伤，因此，运输到达放流地点时应进行预防鱼体发生细菌性疾病，一般采用漂白粉液消毒。

放流鱼种从人工养殖水体进入天然水体需要一定的适应期，可以采用过渡培育，以便提高放流鱼种的成活率。过渡培育选择在库湾、水深 3~5m 的水域，设置鱼种网箱或围网进行过渡培育，过渡培育时间一般为 10~15 天。

## (7) 放流效果监测评价及定期报告制度

建设单位应定期向地方环保部门报告鱼类放流及放流效果监测情况，每年 3 月前对前一年的增殖放流站运行工作和监测结果向地方环保部门报告。

### 6.5.6 拦鱼措施

宗通卡水利枢纽工程引水口设计流量  $2.954\text{m}^3/\text{s}$ ，引水过程中可能有少量鱼类个体进入引水口，一旦鱼类或者幼鱼进入输水管道，进入灌溉或供水系统，会使个体死亡，对鱼类资源量造成一定影响，因此，需要采用一定的拦鱼措施阻止鱼类进入引水口。

一般的拦鱼设施分为机械和电器两种，前者又分为栅栏和网栏两类。如果在引水口设置多层金属拦鱼栅、网、尼龙拦鱼网等机械拦鱼网，运行过程中由于拦鱼网网眼较小，容易造成堵塞，甚至破坏拦鱼网，因此后期的维护和投资较大。拦鱼电栅是利用电极形成电场，使鱼感电后发生防御性反应后改变游向，避开电场达到拦鱼目的的一种设施。电栅拦鱼的效果取决于鱼的行为特性和拦鱼电场的分布。鱼的特性主要包括洄游习性、集群性、逃避习性和鱼的抗流能力。上述特性对电栅拦顺水鱼的成败起决定性作用，设置在水流速度小于鱼的克流速度但大于鱼的感应速度处的电栅拦顶流性强、集群性好、逃避方向由浅向深、由小水面向大水面逃离的鱼

成功可能性就高。实践表明，电拦鱼栅是一种有效的拦截鱼类的行之有效的方法，不仅可防止鱼类随水流流走，而且不影响正常的排污、泄洪，维修也极为方便，通过已有的多项应用实例来看，拦鱼效率在90%以上。

具体拦鱼电栅方案设计需根据地形、水深、水宽、流速、电导率及拦鱼种类、大小、分布水层等进行专题研究设计。

对于鱼卵、无主动游泳能力的鱼苗、游泳能力较弱的幼鱼和小型鱼类成鱼可能随水流进入引水口而导致鱼类资源损失的问题，目前尚无有效阻挡措施，后期加强监测，加强相关科学研究和试验，尽早开发有效的解决方法，同时通过增殖放流对鱼类资源进行补充。

### 6.5.7 渔政管理

需要强化渔政管理，有效地保护鱼类资源，维持水域生态系统的结构和功能的完整性。

(1) 建立禁渔制度。昂曲流域居民以藏族为主，由于宗教信仰和生活习惯等原因，鱼类资源保护较好，无渔业捕捞等现象。但是施工期应加强外来施工人员宣传教育和管理工作，禁止下河捕捞。另外，随着水库建成运行后，库区交通改善，且水库静水环境易于捕捞，可能会出现渔业捕捞现象，应加强运行期渔政管理。建议针对昂曲干流青海省界至昂曲河口河段及其重要支流朗玛曲、恩达曲、芒达曲实施全面禁渔。

(2) 防止生物入侵。藏族同胞有放生的习惯，在拉萨河等人口较密集区域已经出现放生导致的外来鱼类入侵等问题。高原生态系统脆弱，鱼类多样性较低，水库形成后，由于生境改变，水库形成初期是一个不稳定的生态系统，也极易被入侵。目前青藏高原河流，如拉萨河、雅鲁藏布江等由于人们放生等，外来鱼类已经十分普遍。入侵成功的外来鱼类一般都具有较强的耐受力和适应性，且繁殖能力强，能迅速扩张种群并占领生态

位，直接挤占土著鱼类的生存空间，食物竞争，甚至直接捕食土著鱼类的幼鱼和鱼卵，携带病菌，基因渗透等，对土著鱼类带来巨大威胁，甚至造成土著鱼类濒危和灭绝。要加强宣传教育和引导，禁止将外流域的鱼类等其他水生生物有意或无意地带入自然水体。

#### 6.5.8 水生生态监测

为了解宗通卡工程影响水域的鱼类种群组成、资源量及水生生物丰度的变化情况，掌握鱼类资源保护方案实施的效果，需要对鱼类资源特别是特有鱼类、保护鱼类的资源动态进行系统监测。监测获得的数据可以有效地适时预警预报工程施工期及运行期出现的突发事件并可给出具体处理措施的建议。

开展水生生态断面监测、增殖放流跟踪监测、过鱼效果监测等。具体监测计划见“7.3.5 水生生态监测”。

#### 6.5.9 基础科学研究

关于高原河流生态学、高原鱼类的生物学和生态学等方面研究基础相对薄弱，从保护流域水生生物多样性出发，结合宗通卡水利枢纽工程的影响，建议开展以下研究：鱼类生物学与生态学研究，细尾鲃人工繁殖技术研究，昂曲鱼类放流效果评估，昂曲过鱼设施运行效果评估。

### 6.6 土壤环境保护措施

库区应适时开展封山育林，育林上注意林草结合，培育多层次植被群落；造林、采伐、护林职责必须明确，依法治林，库区内严禁乱砍滥伐，任意开荒；防止水土流失，使土不下山，水不乱流，调节气候，以利植物生长。

积极发展生态农业，推广施用高效、低毒、低残留农药，禁止使用剧毒农药。要尽量施用有机肥、农家肥，严格控制化肥和农药的施用量。

针对灌区农田土壤化学成分实际情况采取合适的灌溉方式、灌溉技术和种植方式，加强灌溉用水管理和排泄通道的维护，确保排泄通畅等，以降低灌区土地发生次盐碱化问题。另外，工程实施后加强对灌区土壤的监测，为制订土壤环境保护措施提供依据。

耕作层土壤是自然界风化并凝结人类劳动，是土地的精华和不可再生的农业生产资源。本工程占用农田的耕作层土壤，进行剥离后用作复垦项目的复耕用地、土地整理、开发项目的土层增厚和土壤改良等用途。

## 6.7 移民安置环境保护措施

本工程移民安置采用就近分散后靠安置的方式。考虑工程建设场地分散，单个房屋的建设规模不大，施工工期较短，局部水土流失量小，施工期对周边局部区域的水环境、声环境和环境空气等的影响有限。故移民安置工程施工区主要采取加强宣传和监督力度的措施，减少施工期的水土扰动和环境破坏。

中共中央、国务院印发了《乡村振兴战略规划（2018-2022年）》，其中在“持续改善农村人居环境”提出“以建设美丽宜居村庄为导向，以农村垃圾、污水治理和村容村貌提升为主攻方向，开展农村人居环境整治行动，全面提升农村人居环境质量。”结合工程区域现有的经济社会发展水平，提出移民安置的环境保护要求如下：

### （1）农村垃圾处理

移民安置过程中产生的建筑垃圾和生活垃圾，在进行垃圾分类和资源化利用的前提下，应充分依托村庄的垃圾处理设施进行处理。

### （2）农村生活污水处理

鉴于工程区域的村庄存在人口较少、居住分散的特点，建议采用建设

户用污水处理设施，开展生活污水源头减量和尾水回收利用。生活污水可通过修建沼气池进行收集并集中处理。按群众接收、经济适用、使用和维护方便、不污染公共水体的要求，建议新建住房配套建设无害化卫生厕所。

### （3）水土保持

在住房建成后，应对施工场地进行绿化，实现“村屯园林化、道路林荫化、庭院花果化”的乡村绿化格局。

### （4）人群健康

对搬迁新址进行清理和消毒，切实做好灭鼠工作，预防和控制传染性疾病和自然疫源性疾病的流行，确保搬迁新址卫生环境安全。

## 6.8 施工环境保护措施

### 6.8.1 环境空气保护措施

#### 6.8.1.1 设计标准

控制并削减施工期环境空气污染物排放量，阻碍污染物扩散，改善施工现场空气质量，保护敏感点的环境空气质量。工程区环境空气质量应达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，其中 TSP 的日平均浓度控制在 $\leq 0.30\text{mg}/\text{m}^3$ ；污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的新污染源大气污染物无组织排放监控浓度限值二级标准，其中 TSP 控制目标为 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

#### 6.8.1.2 开挖、爆破粉尘的消减与控制

（1）工程爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破技术等，以减少粉尘产生量。在施工过程中严格执行湿法作业，以降低粉尘产生量。

（2）在开挖、爆破高度集中的枢纽工程区和料场区，以及供水灌溉

和泉水导排工程沿线，在非雨日进行洒水降尘。

(3) 考虑到工程区气候干燥、蒸发量较大的气候特征，每日洒水次数应不低于 3 次；特别是在施工、爆破前后应增加洒水降尘频次，可起到防止粉尘扬起和加速粉尘沉降的作用，以缩小粉尘影响的时间与范围。

(4) 隧洞开挖爆破时需注意洞内通风，保持空气流畅；并在各工作面现场洒水降尘。隧洞开挖运渣车辆在出洞口处先对车辆进行冲洗，对运渣进行洒水并用草袋等遮盖物予以覆盖，避免运渣车沿途洒落废渣及运输途中产生扬尘。

### 6.8.1.3 砂石与混凝土生产系统粉尘消减与控制

#### (1) 施工工艺

1) 砂石生产应采用湿法筛分 and 全封闭式的生产方式，从源头上最大程度地控制粉尘的产生量和向周围扩散的途径。同时砂石加工系统应在初碎、预筛分、主筛分、中细碎车间配备除尘装置，使粉尘可得到有效控制。

2) 混凝土采用封闭式拌和楼生产，内设袋式除尘器，控制混凝土拌和外扬粉尘的扩散。水泥运输采用封闭运输，可避免在运输过程中的扬尘污染，但需确保运输容器密闭良好。

3) 对砂石与混凝土生产系统封闭装置破损部位进行及时修补，确保封闭装置有效发挥作用。

#### (2) 除尘措施

1) 为减少砂石破碎过程中的粉尘，在皮带机机头位置和破碎设备出料口增设喷雾器进行喷洒降尘。各喷雾器的喷口直径不小于 2mm，扩散角大于 30~60°，既可润湿物料，减少粉尘产生量，同时可使扬尘尽快沉降。

2) 对各混凝土生产、拌和系统附近场地采取洒水降尘、定期冲洗清扫的方法，每日洒水次数应不低于 3 次；结合水保措施在加工系统外围种

植植物，以降低粉尘污染影响的程度与范围。

#### 6.8.1.4 燃油废气的消减与控制

(1) 施工期间，往来车辆多为燃柴油的大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量均较高，需安装尾气净化器，保证尾气达标排放。

(2) 严格执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，及时更新。

(3) 定期维修、保养机械设备，排污量大的燃油设备需配置尾气净化装置。每年11月至次年4月，加强对燃油机械废气的削减力度。

#### 6.8.1.5 交通粉尘消减与控制

施工期长期运行，施工车辆来往频繁，路面难免有散落渣土进而产生扬尘，因此，本工程拟定如下交通扬尘控制措施：

(1) 成立公路养护、维修、清扫专业队伍，及时清除路面洒落物体和浮土，保持道路清洁、运行状态良好。

(2) 装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用篷布遮盖；运送水泥等细颗粒材料的车辆应采用密封储罐车；装卸、堆放中应防止物料流散并经常清洗运输车辆。

(3) 在枢纽工程和泉水导排工程施工区配备1辆机动洒水车，在供水和灌溉工程区配备1辆机动洒水车，另外，每处施工区设置1辆手推式洒水车洒水降尘。

(4) 在施工道路区非雨日至少洒水3次，还应据天气情况酌情增加洒水次数，具体为：在高温燥热时间，施工人群密度较大区域要求一日内路面洒水4~6次，其余路面2~4次；气候温和时至少每日洒水2次。对途径穷卡村、莫仲村、俄洛村和施工营地路段可适当增加洒水次数。

(5) 在施工车辆途径莫仲村、穷卡村、俄洛村等居民点附近路段设

置限速标志牌，防止车速过快产生扬尘污染环境，影响居民及施工人员的健康和正常生活。

(6) 结合水保措施，做好公路绿化，尤其是在施工营地和穷卡村、莫仲村、俄洛村等居民点附近路段，使栽植的行道树等不但起到美化景观、生态修复的效果，也达到防尘隔离等效果。

(7) 加强施工区道路硬化工程建设，供水和灌溉工程区的新建道路以及枢纽工程区格秀村附近的1#施工道路必须道路硬化。

#### 6.8.1.6 个人防护

受工程环境空气污染影响严重的主要为施工人员，应采取佩带防尘口罩、眼罩等劳动保护和个人防护措施。

### 6.8.2 声环境保护措施

#### 6.8.2.1 噪声防护标准

各施工区满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，昼、夜间噪声限值分别为75dB(A)、55dB(A)；乡村区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准，昼、夜噪声控制标准分别为55dB(A)、45dB(A)；城镇区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准，昼、夜噪声控制标准分别为60dB(A)、50dB(A)；施工道路两侧45m以内的区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a类标准，昼、夜噪声控制标准分别为70dB(A)、55dB(A)。

#### 6.8.2.2 保护措施

##### (1) 预防措施

1) 优化施工布置，施工区内的施工工厂尽量远离格秀村、达东村等居民点布置；

2) 合理安排施工时间，临近居民点的工程应避免夜间运输、施工。

## (2) 施工机械及爆破等施工噪声控制

- 1) 选用低噪声设备和工艺，降低源强；
- 2) 加强设备的维护和保养，保持机械润滑，减少运行噪声；
- 3) 振动大的机械设备使用减震基座降低噪声；
- 4) 破碎机、制砂机、筛分楼、拌和楼、空压机、制冷压缩机等车间尽可能采用多孔性隔声与吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间，进行封闭生产；
- 5) 严格控制爆破时间，距离格秀村、达东村等居民点较近的施工活动应禁止夜间（22:00~次日6:00）施工，爆破时间应尽量避免夜间和野生动物繁殖期；
- 6) 供水管线铺设过程中在通过居民点等敏感点时，在施工区外设置临时围挡，以减小噪声影响。

## (3) 交通噪声控制

### 1) 交通管制措施

加强交通管制，在敏感路段设置交通标志牌，在施工交通沿线的穷卡村、莫仲村、俄洛村等居民点附近、业主营地等路段上下行进出口处分别设立1个交通警示牌，限制车辆时速在25km以内，并在路牌上标示禁止施工车辆鸣笛，降低噪声源强。

2) 加强道路的养护和车辆的维护保养，降低噪声源。

3) 各施工公路沿线加强行道树种植与养护，从传播途径上控制交通噪声影响。

4) 使用的车辆必须符合《汽车定置噪声限值》（GB 16170-1996）和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB 1495-2002）的要求。

## (4) 个人防护措施

工程施工噪声主要影响对象为场内施工人员，可采取配备使用耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施进行保护。

#### (5) 敏感点保护措施

采取如下措施降低交通噪声对格秀村的不利影响：加强交通管制，在敏感路段设置交通标志牌，施工车辆在经过敏感点时需减速慢行，车速不得高于 20km/h，并在路牌上标明禁止施工车辆大声鸣笛。在临近砂石加工系统的格秀村居民点设置隔声屏障，隔声屏障长度约 200m。施工结束后为避免影响周围景观应及时拆除声屏障。

### 6.8.3 固体废物处置措施

#### 6.8.3.1 处置要求

- (1) 保证施工区及营地区良好的卫生条件；
- (2) 防止生活垃圾随意堆放污染周边大气和水环境；
- (3) 确保施工区及营地区生活垃圾得到妥善处理。

#### 6.8.3.2 处置措施

##### (1) 生活垃圾处置

枢纽工程施工高峰期施工区施工人数 1100 人，施工期 62 个月；供水和灌溉工程区施工高峰期施工区施工人数 500 人，施工期 45 个月；泉水导排工程区施工高峰期施工区施工人数 200 人，施工期 44 个月。按照人均垃圾产生量为 0.5kg/d 计，枢纽工程施工区、供水和灌溉工程施工区、泉水导排工程施工区生活垃圾产生量分别为 0.55t/d、0.25t/d 和 0.1t/d，施工期共产生垃圾量分别为 1023t、337.5t 和 132t。

工程运行期生产生活区的人数为 63 人，人均垃圾产生量 1.0kg/人·d，生活垃圾产生量为 0.063t/d、22.39t/a。

考虑到施工区环境保护要求，拟在枢纽工程区施工营地、11 个供水和

灌溉工程施工区、3个泉水导排工程施工区以及运行期生产生活区建立生活垃圾收运系统，生活垃圾做到一日一清。为收集场内生活垃圾，施工营地内按50人设置一个垃圾桶，因此，枢纽工程施工区设置22个垃圾桶，供水和灌溉工程的11个施工区分别设置5个垃圾桶，泉水导排工程的3个施工区分别设置2个垃圾桶，并配备垃圾车1辆，定期将垃圾外运。针对生活垃圾的处理处置，本次考虑3种方案进行比选：

方案一：目前，昌都市建设有垃圾填埋场，本工程施工期和运行期生活垃圾运至该垃圾填埋场处置。昌都市卡若区垃圾填埋场位于城关镇野堆村孜通坝，2010年9月22日正式投入运行，设计使用年限50年，日处理量为80-90t，垃圾填埋总量为80万m<sup>3</sup>，2014年10月，垃圾填埋场进行一次全面的整治工程，使垃圾填埋场处置能力和标准大幅度提高。枢纽工程施工区距该垃圾填埋场约68km。

方案二：兴建垃圾卫生填埋场，要满足环保要求，从填埋场的选址、填埋场的设计、运行管理及封场处理等都有严格要求，投资较大，实际操作复杂，难度较大。

方案三：将生活垃圾进行分拣后处理的方法，实际操作也比较复杂，可操作性差。

通过以上分析，施工期生活垃圾处理属于临时工程，生活垃圾总量不大，方案二对本工程来说基本上是不可行的；方案三实际操作复杂，可操作性差；方案一操作简单、运行方便。根据上述分析，目前拟定方案为纳入昌都市卡若区生活垃圾处理体系中处理本工程生活垃圾。

此外，施工结束后，及时拆除工棚，对其周围的生活垃圾、简易厕所、污水坑必须进行清理和填平，并用石炭酸和生石灰进行消毒。施工区垃圾桶需经常喷洒灭害灵等药水，防止苍蝇等传染媒介孳生，以减少生活垃圾

对环境和施工人员的健康产生不利影响。

### (2) 建筑垃圾和生产废料处置

各施工承包商应安排专人负责生产废料的收集，废铁、废钢筋、废木碎块等应堆放在指定的位置，严禁乱堆乱放；废棉纱统一回收，集中处理。

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、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。

### (3) 交通运输垃圾处理

在建筑材料运输过程中，应对运输货物采取遮盖方式，避免砂石、土料等沿途洒落。定期对施工交通要道路面进行清理。

### (4) 运行期生活垃圾处理

运行期，宗通卡水库生产生活区人员产生少量生活垃圾，应集中堆放、及时清运，委托昌都市环卫部门统一处理，纳入市政管理系统。

## 6.9 人群健康保护措施

为保护施工人员及当地居民人群健康，防止外源疾病的输入，防止因环境卫生条件等因素引发传染病流行，在本工程施工期必须进行人群健康保护。

### (1) 施工区卫生清理

在工程准备期，结合场地平整工作，对枢纽工程区、供水和灌溉工程区的施工营地和施工人员集中活动场所进行一次性清理和消毒。经统计，需进行卫生清理的施工区面积约 55.6 万 m<sup>2</sup>。

### (2) 卫生宣传与管理

加强施工区卫生宣传与管理工作。本工程拟每年集中开展 1 次卫生宣传教育工作，承包商及建设管理单位应实行专人负责，利用黑板报、墙报、宣传画报等多种形式，宣传肺结核、乙肝、流行性腮腺炎、痢疾和流行性感 冒等传染病防治知识和计划免疫预防接种知识，提高施工区人群卫生知识水平和健康保护意识。

### (3) 卫生防疫措施

#### 1) 建档及疫情普查

对准备进入施工区的施工人员进行卫生检疫，以了解将要进入施工区的施工人员的健康情况，及时发现和控制带病者及新病种，防止在施工人群中造成相互传染和流行。检查合格者发放“作业人员健康许可证”，否则不允许进入工区。建档及疫情普查项目为：肺结核、传染性肝炎、痢疾，外来施工人员还应检查来源地传染病等。调查和建档人数按施工高峰期人数计，为 1800 人。

#### 2) 疫情抽查及预防计划

旨在提高施工人群在施工期对疾病的抵抗能力，防止危害较大且易感染的疾病在施工区爆发流行，危害施工人群健康。疫情抽查的内容主要为当地易发的肝炎、痢疾等消化道传染病、肺结核等呼吸道疾病以及其它疫情普查中常见的传染病，发现病情需及时进行治疗。

施工人员和管理人员进场前必须进行总人数 20%的检疫；之后，在施工期间每年按施工人数的 10%抽检 2 次。严密关注施工区传染病流行情况，保证施工人员的健康，一旦有被传染迹象立即服用备用药品。

#### 3) 疫情监控和应急措施

在各施工营地处设疫情监控点，落实责任人，按当地政府制定的疫情管理及报送制度进行管理。一旦发现疫情，及时采取隔离、观察、治疗等

措施，对易感人群提出预防措施。此项工作由工区卫生防疫机构负责落实。

工区及影响区一旦发生传染病流行，应按疫情上报制度及时上报并采取治疗、抢救、隔离措施，对易感人群采取预防措施。由于工区医疗条件所限，应与地方有关医院保持经常联系，做到有备无患。工区应有一定量的应急药品储备。

#### (4) 环境卫生及食品卫生管理与监督

施工区和施工影响区食品卫生是影响人群健康的重要方面，应按相关规定加强管理和执法。管理内容包括：

##### 1) 对生活饮用水水质进行监控

为保证向施工人员提供符合卫生要求的饮用水，应随时掌握水源水及饮用水水质变化动态，委托有资质的单位进行监测。

2) 定期对公共餐饮场所进行卫生清理和卫生检查，除日常清理外每月集中清理不得少于 2 次，生活废弃物要妥善处理。根据气候变化及时安排灭蚊、灭蝇、灭鼠。

3) 对食堂服务人员和供水工作人员实行“健康证制度”，每年定期进行健康检查，有传染病带病者要及时撤离岗位。

4) 成立专门的清洁队伍，负责生活、办公区环境卫生清扫，并根据工区人口密度和人员流动情况，在生活区、办公区设废物箱，配置清运车，定期运至昌都市垃圾填埋场卫生填埋处置。

5) 合理布置施工现场公共卫生设施，同时须符合国家规定的卫生标准和要求。

#### (5) 施工区卫生设施设置

施工单位在业主营地设医疗卫生站，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。

按每 50 人设一蹲位，每座临时厕所 4 个蹲位计，枢纽工程施工区需设置 6 个临时厕所，供水和灌溉工程及泉水导排工程的每个施工区应设置不少于 2 个临时厕所。

## 6.10 环境保护对策措施实施效果分析

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。

宗通卡水利枢纽工程的环境保护措施的实施效果分析见下表 6.10-1，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。

表 6.10-1

宗通卡水利枢纽工程环境保护措施实施效果分析表

环境类别	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	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境效果
水环境	工程区附近昂曲干支流的水质和周边土壤环境	施工期基坑废水排放增加水体的 SS 浓度	-2S	采用向基坑投加絮凝剂的方法	基坑	第 3 年~第 5 年	及时清渣、保证资金到位	处理达标后排放	-1S
		施工期砂石料加工系统排放废水增加水体的 SS 浓度	-2S	采用 DH 高效污水净化器	枢纽工程区的人工砂石加工系统和沥青砂石加工系统	第 1 年~第 5 年	及时清渣、保证资金到位、注意废水监测频次	处理达标后回用	-1S
		施工期混凝土生产系统废水排放增加水体的 pH 和 SS 浓度	-2S	采用中和沉淀法	枢纽工程施工区的 1 处常规混凝土生产系统和 1 处沥青混凝土生产系统, 供水和灌溉工程区的 11 处混凝土搅拌站, 以及泉水导排工程区的 3 处混凝土搅拌站	第 1 年~第 5 年	及时清渣、保证资金到位、注意废水监测频次	处理达标后回用	-1S
		施工期含油废水排放增加水体的石油类和 SS 浓度, 污染场区土地	-2S	采用隔油池沉淀工艺	枢纽工程区的 1 处机械修配停放场, 供水和灌溉工程区的 11 处机械修配停放场, 以及泉水导排工程区的 3 处混凝土搅拌站	第 1 年~第 5 年	注意废油的收集和沉渣的清运, 保证资金到位	处理达标后回用	-1S
		施工期和运行期生活污水排放增加水体中 COD 和 BOD5 的浓度	-2S	采用成套生活污水处理设备或厌氧生物膜池工艺	枢纽施工的 1 处施工营地和 1 处业主营地, 供水及灌溉工程区的 11 个施工区的办公生活区, 以及泉水导排工程区的 3 处混凝土搅拌站	第 1 年~第 6 年	及时清渣、保证资金到位	处理达标后回用	-1S
		运行期生活回归水和灌溉回归水排放增加附近水体中总氮、总磷浓度	-2S	提出改善污水处理基础设施建设、发展生态农业等建议	供水区涉及的昌都市中心城区、沙贡乡等城镇, 以及卡若灌区	运行后	建议昌都市在后期规划中予以考虑	可减轻生活回归水和灌溉回归水对水质的影响	-1S

续表 6.10-1

宗通卡水利枢纽工程环境保护措施实施效果分析表

环境类别	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	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境效果
生态环境	陆生植物	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5年	确保资金，专款专用	减少施工对植物的影响	-1S
	陆生动物	施工中对动物的惊吓（施工爆破）、生境破坏（占用草地、淹没）以及可能发生的人为捕猎	-3S	加强施工管理，合理安排施工布置及施工时间	工程施工区	第1年~第5年	环保费用纳入承包合同，确保到位	减少施工对动物的影响	-1S
	水生生物	大坝阻隔及水下施工破坏鱼类生境条件	-3L	开展栖息地保护，建设鱼类增殖站，修建过鱼设施（短鱼道+升鱼机组合方案），对拟拆除的干流昌都电站、沙贡电站及支流芒达曲和恩达曲的2座水电站的工程河段进行生境修复	工程影响范围内的昂曲干流及其重要支流	第1年~第5年	确保资金，专款专用	减少工程施工和运行对水生生物的影响	-1L
环境空气	居民点及施工人员	车辆扬尘、施工粉尘和机械废气影响施工人员和附近居民身体健康	-2S	采用湿法施工，洒水降尘，加强施工人员防尘保护	施工区及施工道路	第1年~第5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	居民点及施工人员	施工噪声及交通运输噪声对居民和施工人员有影响	-2S	施工区加强隔音措施、居民点设置交通警示牌或临时遮挡	施工营业、业主营地及沿线村庄	第1年~第5年	施工劳动合同落实到位、施工期间加强与周边受影响居民交流	减少施工噪声对居民和施工人员的影响	-1S
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5年	垃圾、厕所要及时清理外运，配备医疗卫生站，对施工人员开展疫情抽检	防止施工区传染病、地方病的爆发、流行	&S
固体废物	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，配备垃圾车，施工结束后施工场地清理消毒	施工区域	第1年~第5年	生活垃圾及时清运，生产垃圾回收、集中处理	减轻施工废弃物对环境的影响	&S

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。

## 7 环境管理、监理和监测

### 7.1 环境管理

#### 7.1.1 环境管理目的

环境管理是工程建设管理的重要组成部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。宗通卡水利枢纽工程环境管理目的在于保证工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程施工和运行产生的不利环境影响得到减免，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

#### 7.1.2 环境管理原则

##### (1) 预防为主、防治结合的原则

宗通卡水利枢纽工程在施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

##### (2) 分级管理原则

工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

##### (3) 相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国现行环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

##### (4) 针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理机构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

### 7.1.3 环境管理目标

(1) 保证各项环境保护措施按照工程环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，并保证各项环境保护设施正常、有效运行。

(2) 预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放、合理回用，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到环境功能区划要求的标准。

(3) 生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有生态环境质量。

(4) 做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病率，避免传染病爆发和蔓延。

(5) 协调工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进施工区环境美化，争创环保优秀工程。

### 7.1.4 环境管理体系

宗通卡水利枢纽工程施工区环境管理分为外部环境管理和内部环境管理两大部分，并纳入整个宗通卡水利枢纽工程环境管理体系之中。

#### (1) 外部环境管理

外部环境管理指国家及地方生态环境保护行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对各工程建设阶段进行不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。

本工程外部环境管理体系由生态环境部、西藏生态环境厅及昌都市生态环境局组成。

#### (2) 内部环境管理

内部环境管理指建设单位、施工单位和工程运行管理单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保

护措施，保证达到国家建设项目环境保护要求和地方生态环境部门要求。

工程施工期由建设单位负责组织实施，对工程环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。内部环境管理体系由建设单位和施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。

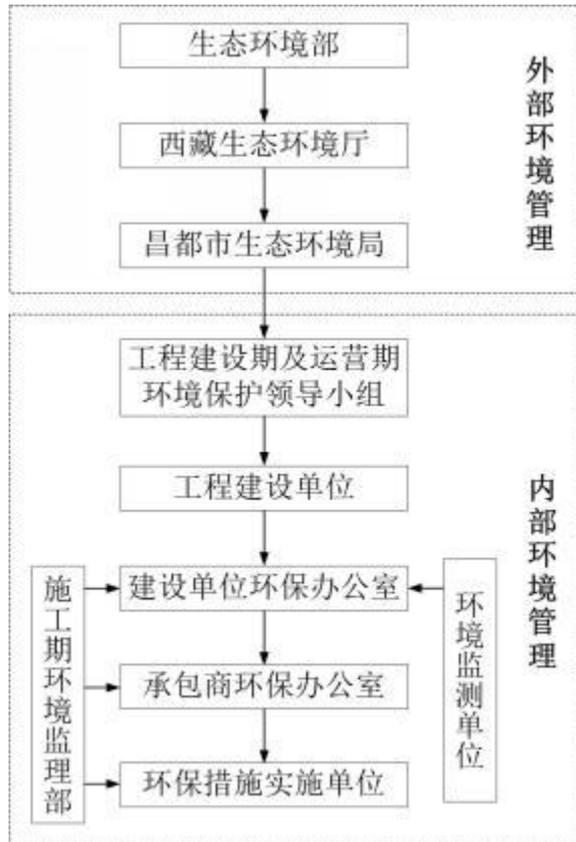


图 7.1-1 宗通卡水利枢纽工程环境管理体系

### 7.1.5 环境管理机构设置及其职责

建设单位须设立环境管理机构，其主要职责如下：

(1) 宣传、贯彻、执行国家和地方有关环境保护的政策、法律、法规，熟悉相关技术标准，确定工程环境保护方针和环境保护目标，制定环境保护管理办法。

(2) 负责落实环保经费，按照审批的设计文件要求和施工现场实际，按计划落实工程项目建设全过程的生态与环境保护工作，主要包括生态与

环境工作计划的编制、监测项目与保护措施的实施、专题调查与研究、环境信息统计以及各阶段验收和专项验收等。

(3) 协调处理并配合国家、地方各级生态环境行政主管部门环境保护监督检查,协调处理各有关部门的环保工作,指导、检查、考核各施工承包单位环境保护管理机构的建设运行及施工期和运行期环保设施的实施、运行情况等。

(4) 及时处理施工和运行过程中出现的环境问题,建立建设单位内部、外部环境保护信息定期、不定期报送制度。

### 7.1.6 环境管理制度

#### (1) 环境保护责任制

在环境保护管理体系中,建立环境保护责任制,明确各环境管理机构的环境保护责任。

#### (2) 分级管理制度

建立由各参建单位分工负责的环境保护分级管理制度。在施工招标文件、承包合同中,明确污染防治和生态保护设施与措施条款,由各施工承包单位负责组织实施,环境监理联合工程建设监理进行日常监督检查,建设单位环境保护办公室负责定期检查,对检查中所发现的问题通报监理单位,由监理单位督促施工单位整改。

#### (3) 监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段,是进行环境管理的主要依据。委托具备相应监测资质的单位,按环境监测计划要求对工程区域及周围的环境质量进行定期监测,实施监测成果月报、年报和环境保护工作季报、年报制度,并根据环境监测结果,适时优化调整环境保护措施。

#### (4) “三同时”验收制度

工程建设过程中的污染防治及其他公害的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。

#### (5) 制定突发事件的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方生态环境行政主管部门接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理。

#### (6) 宣传、培训制度

为增强工程建设者（包括管理人员和施工人员）的环境保护意识，建设单位环境管理机构应经常采取广播、宣传栏、专题讲座等方法对工程参建人员进行环境保护宣传，提高环保意识，使其都能自觉地参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为。

对环境保护专业技术人员应定期进行业务培训，同时组织考察学习，以提高其业务水平。

### 7.1.7 环境管理任务

#### (1) 工程筹建期

筹建环境管理机构，组织环境管理人员培训。

根据环境影响报告书和环境保护设计要求，落实制订工程招、投标文件及合同文件中相关环境保护条款，保证环境影响报告书和环境保护设计中环境保护措施纳入工程施工文件。

#### (2) 工程建设期

##### 1) 施工区环境管理

贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规条例，制订工程施工期环境保护管理规定与管理办法。按照国家有关环保法规和工程环保规定，对施工区环境保护工作实施统一管理。

编制环境管理工作计划，整编监测资料，建立工程生态与环境保护信息库。定期编制环境质量报告，报送上级主管部门和地方环保部门。

加强施工期生态保护和污染防治管理工作。制订施工期生态保护和污染防治管理规定，提出控制施工污染源排放的具体措施和要求，提出施工期水质保护、水生生态保护、陆生生态保护、土地资源保护和生态景观保护的具体要求，根据工程施工进度，提出施工期生态环境保护措施和环保设施建设的实施进度和要求。

开展施工期环境监理和环境监测工作，会同地方生态环境部门进行监督与检查，监督施工合同环境保护条款的执行情况。负责协调处理施工过程中的环境纠纷和环境污染事故。

加强环境保护宣传教育，提高工程环境管理人员的技术水平。

## 2) 移民安置环境管理

协同环境监理单位，监督拆迁安置环保措施执行情况，定期对安置区生态与环境、社会经济、公共卫生、文化教育状况等进行调查，必要时开展环境监测与后评价工作，避免环境问题的发生。

## (3) 工程运行期

负责落实工程运行期各项环境保护措施。

根据环境保护管理规定和要求，协同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。

通过监测，掌握各环境因子的变化规律及影响范围，及时发现可能与工程运用有关的环境问题，提出防治对策和措施。

制订库区生态与环境保护和建设规划方案，协同地方环保部门，开展

库区生态恢复和环境保护建设工作。

组织开展环保科研工作。

## 7.2 环境监理

### 7.2.1 环境监理目的

在工程建设管理及环境管理中，实行环境监理制，有利于落实国家有关环境保护法律、法规，有利于施工合同环保条款的执行，实施环境保护措施。环境监理具有实时监督的功能，能有效避免工程建设环境保护工作流于形式，保证工程对环境的不利影响减小到最低程度。

### 7.2.2 环境监理目标和任务

#### (1) 监理目标

1) 按照工程建设单位的要求，建立健全工程建设环境保护监督管理体系与体制。

2) 依据已批准的有关文件和有关合同中环境保护内容与要求，严格按环境保护“三同时”制度，监督施工单位切实履行工程合同规定的环境保护条款，以及各项环境保护设施、措施的落实。

3) 及时掌握工程建设各阶段的环境状况与变化趋势。

4) 消除施工活动中的不良环境影响，保护区域环境和人群健康。

5) 确保竣工的工程是环境保护合格的工程。

#### (2) 监理任务

环境监理工作应贯穿工程建设全过程。环境监理的主要任务包括制订环境监理规划及环境监理实施细则，根据工程建设特点和工程影响区环境状况，评估施工环境影响，指导施工单位完成施工环境保护工作，监督、审查环保措施的落实情况，督查施工单位环境工作报告，建立环境监理档案，做好环境监理记录和成果资料管理工作。

### 1) 项目建设区环境监理

监督检查施工过程中的各项环保措施和地方对工程环境保护的意见与处理情况，包括：施工区生活水源地水质保护，施工河段水生生物、污水处理、空气污染控制、噪声污染控制、固体废弃物处理、卫生防疫、施工现场环境卫生等方面。

监督承包商对于合同中的环保条款的执行情况，并负责解释环保条款。对重大环境问题提出处理意见和报告，通过工程总监理工程师责成有关单位限期纠正。

参加承包商提出的施工组织设计、施工技术方案的施工进度计划的审查会议，就环境保护方面提出改进意见。审查承包商提出的可能造成污染的施工材料、设备清单及其所列的环保指标。

对施工区出现的环境问题及时发现，进行妥善的处理。对某些环境指标下达监测指令，并对监测结果进行分析研究，并提出环境保护改善方案。

监督与环境有关的合同条款的执行，签署环境监理意见，使工程施工符合环境保护法规的要求。

协调建设各方有关环保的工作关系和有关环境问题的争议。

记录现场出现的环境问题及处理结果，每月向环境管理单位提交月报表，并根据积累的有关资料整理环境管理档案。

参加单元工程的竣工验收工作，负责组织和参加已完成工程的限期清理和恢复现场工作，调查评价工程区施工迹地恢复及绿化等措施落实情况。

### 2) 移民安置环境监理

为了保障安置区各项环境保护工程的实施，建议监理机构应配备至少一名专业环境监理人员，负责监督、审查、评估环境保护措施的落实情况。具体工作内容如下：

审查实施单位在总进度和年度计划下的环保设施施工组织设计和进度

计划，超出实施规划、年度计划及有关合同协议之间的变更，调整，及时报告建设单位批准。

在移民搬迁过程中检查和督促计划的实施，确保“三同时”制度得到执行。

监督移民安置环境保护工作和环境保护设施的落实情况，监理单位对移民安置环保设施是否按批准的规划及批复的环境影响报告书设计标准进行施工。

对环保资金的使用、去向与环保措施实施进度进行控制。

参加由实施单位组织的初步验收和由建设单位或上级主管部门主持的竣工验收活动。

### 7.2.3 环境监理机构设置和工作方式

宗通卡水利枢纽工程环境监理既是环境管理的重要组成方面，又具有相对的独立性，因此，环境监理机构设于环境管理机构中，成立环境监理部。环境监理部设置专职监理人员。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据，发现问题后，立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

在枢纽工程建设区、供水和灌溉工程建设区和泉水导排工程建设区共设置4名环境监理工程师，环境监理总工程师1人，环境监理工程师3人。

### 7.2.4 环境监理工作程序与质量控制

#### (1) 监理工作程序

根据工程施工环境监理的任务要求，制定环境监理工作程序。

1) 组建环境监理机构，选派总监理工程师、监理工程师、监理员和

其他工作人员。

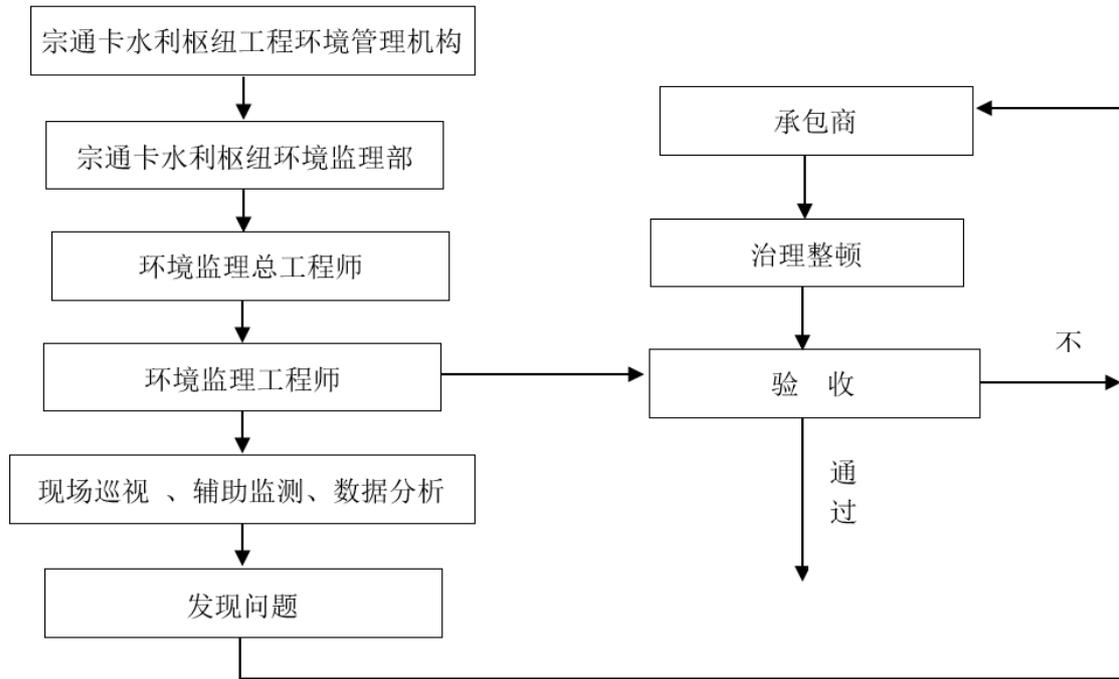


图 7.2-1 宗通卡水利枢纽工程环境监理机构设置和工作方式图

2) 熟悉与环境监理有关的各种资料、报告、文件，熟悉工程施工场地与环境。

- 3) 编制监理规划和实施细则。
- 4) 对环境监理工作进行交底。
- 5) 实施环境监理工作。
- 6) 参与与环境保护有关的各种验收，签署监理意见。
- 7) 向业主提交环境监理档案资料，归还所提供物件。
- 8) 向业主提交环境监理工作总结。

(2) 质量控制

1) 环境监理机构应建立和健全质量控制体系，并在监理工作过程中不断改进和完善。

2) 环境监理机构应监督承包商建立和健全环境保护质量保证体系，

并监督其贯彻执行。

3) 环境监理单位应按照有关环境标准和合同要求, 对环境保护措施的建设、运行效果以及施工环境进行监督和检查, 按照事前审批、事中监督和事后检验等程序进行质量控制。

4) 根据检查结果, 审查和评估工程施工环境保护措施的有效性, 不满足或未能全部满足要求的, 按规定程序督促施工单位改进, 直至满足要求为止。

5) 根据评估结果和施工单位落实情况, 确定工程对环境的实际影响, 编制监理工作报告。

### 7.2.5 环境监理工作方法和工作制度

#### (1) 工作方案

施工区环境监理工作内容应包括国家环保政策、法规、宗通卡水利枢纽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。环境监理的主要工作方案详见下表。

#### (2) 工作制度

环境监理工程师每天根据工作情况作出工作记录(监理记录); 组织编写月、季度、半年及年度监理报告, 报建设单位环境管理办公室; 在监理工作中发现的问题或对承包商提出的规定和要求必须通过书面函件的形式, 递交承包商和建设单位环境管理办公室; 实行环境例会制度和会议纪要签发制度, 对重大环境污染及环境影响事故, 由环境监理总工程师组织环保事故的调查, 会同建设单位、地方生态环境部门共同研究处理方案, 下发承包商实施。

表 7.2-1 宗通卡水利枢纽工程环境监理主要工作方案一览表

序号	监理项目	监理内容	监理目标	工作方法
1	生活供水	1. 供水水质	达到《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006) 相关标准	监测
2	生产废、污水处理	1. 各废、污水处理设施设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2. 处理后排放水质	达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准	监测
3	环境空气污染防治	1. 开挖、爆破粉尘、砂石与混凝土加工系统粉尘、燃油废气、交通粉尘消减与控制措施的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2. 施工区、生活区、施工道路废气排放	达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 中的二级标准	监测
4	噪声控制	1. 噪声源、传声途径、个人防护噪声控制措施的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2. 施工工地、生活区、道路声环境监测	达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 标准	监测
5	施工区垃圾处理	1. 施工区生活垃圾、建筑垃圾收集和处置系统的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查
		2. 垃圾的收集和处置	正常运行	监督、检查
6	人群健康保护	1. 施工区卫生清理措施	达到《水利水电工程水库库底清理设计规范》(SL644-2014) 要求	监督、检查
		2. 施工人群健康保护(施工人员卫生检疫、健康检查、预防免疫、疫情控制等)	措施的落实和效果	监督、检查
		3. 环境卫生及食品卫生保护措施的设计、施工和运行	与主体工程达到“三同时”，并通过竣工验收	监督、检查

## 7.3 环境监测

### 7.3.1 监测目的和任务

对施工区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，发现环境问题及时提出对策措施，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。

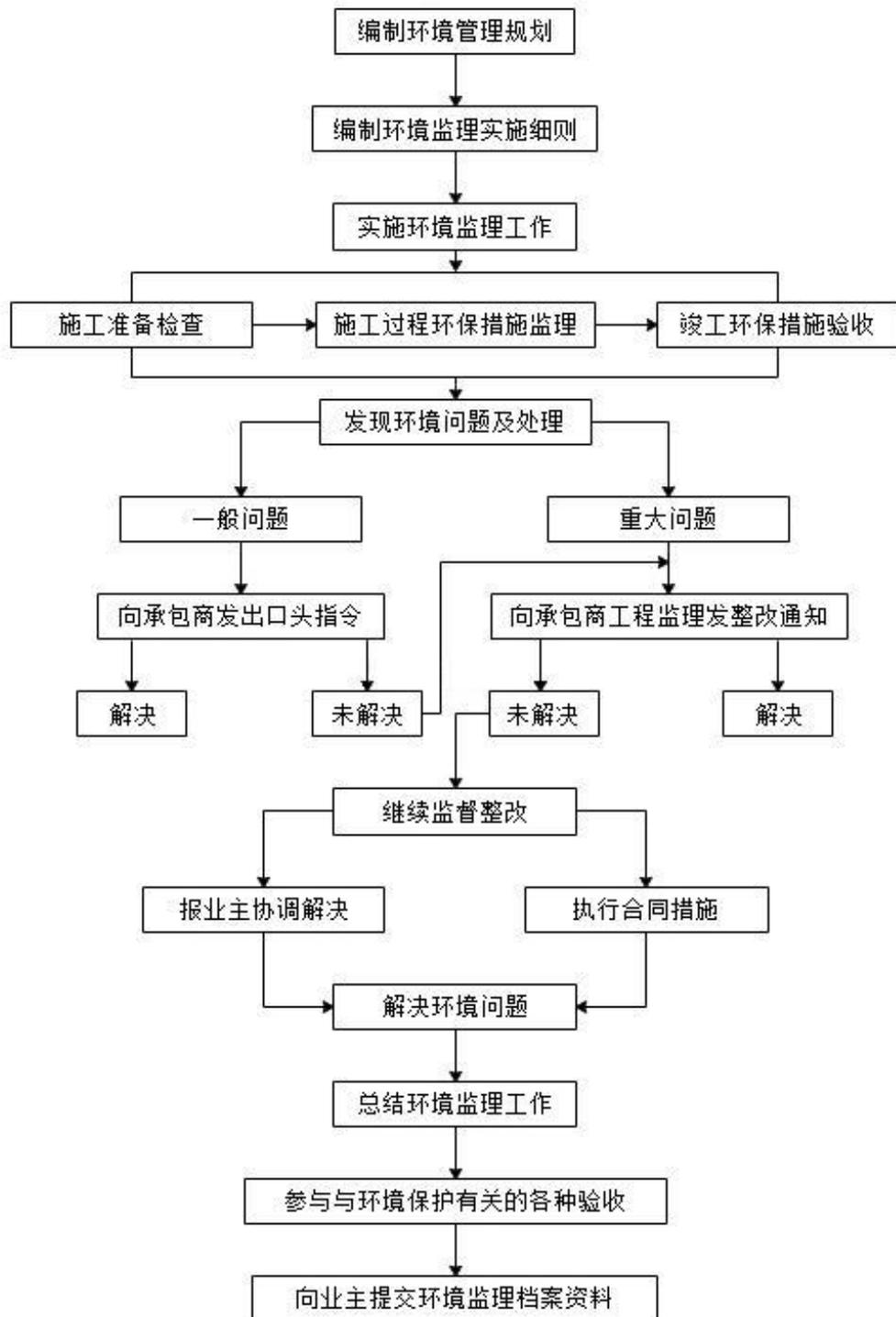


图 7.2-2 环境监理工作程序图

### 7.3.2 总体规划原则

#### (1) 与工程建设紧密结合的原则

宗通卡水利枢纽工程环境监测系统的主要任务之一是为工程环境保护服务。因此，监测系统的范围、对象和重点应结合工程施工和运行特点，全面反映工程施工和运行过程中周围环境的变化，以及环境变化对工程施工和运行的影响。

#### (2) 针对性原则

根据环境现状和环境影响预测评价结果，选择对环境影响大、对区域或流域环境影响起控制作用的主要因子进行监测，力求做到监测方案有针对性和代表性，并根据工程的实际运行效果，对监测点和监测项目进行适当的调整或增减。

#### (3) 经济性与可操作性原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测系统主要任务为前提，尽量利用附近现有监测机构，设置可操作性强的新建监测站点，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

#### (4) 统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，分期分步建立，逐步实施和完善。

### 7.3.3 水环境监测

为便于工程施工管理以及满足工程竣工验收要求，做好工程施工区水环境保护工作，验证水环境影响预测评价结果，预防突发性水污染事故对水环境的危害，同时为工程施工期水污染控制和环境管理的环境保护工作提供科学依据，有必要开展水环境监测工作。

根据本工程项目特征，拟计划对施工期废污水、施工期地表水、施工

期生活饮用水卫生状况及运行期地表水水质进行监测。所有监测及采样技术要求按照相关环境监测技术规范和环境标准监测分析方法执行。

### 7.3.3.1 施工期

#### (1) 污废水水质监测

##### 1) 监测点布设

在满足《环境监测技术规范》要求的基础上，在生产废水处理系统和生活污水处理系统的进水口、出水口设置监测点。

##### 2) 监测技术要求

水样采集按照《环境监测技术规范》的规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定及《环境监测技术规范》的选配方法执行。

根据不同施工废（污）水污染特性确定的监测指标、监测时间及频率见表 7.3-1。

#### (2) 地表水水质监测

监测目的：施工区上、下游河道水质进行常规地表水的监测，以分析和评价施工废水对环境保护目标的影响。

监测点位：在宗通卡水库库尾、坝址上游 500m、坝址下游 500m、昌都市水厂水源地各设 1 个断面，共 4 个。

监测项目：pH、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、挥发酚、总磷、砷、镉、铅、锌、汞、六价铬、氰化物、粪大肠菌群等。

监测频次：施工前监测 1 次，施工期每年丰、平、枯三个水期各监测 1 次，施工结束后 1 次，每次监测 3 天。

表 7.3-1

施工期废污水监测表

监测对象	监测点位	监测指标	监测时间及频率
砂石加工系统冲洗废水处理系统进出口水质	2 个 (枢纽工程施工区 2 处砂石料加工系统冲洗废水处理系统的进口及清水池出口)	废水流量、SS	工程施工期内每季度监测 1 期, 每期监测 2 天, 每天监测 3 次
混凝土生产系统碱性废水处理系统进出口水质	7 个 (枢纽工程施工区 2 处, 供水和灌溉工程 11 个施工区选择 4 处, 泉水导排工程施工区选择 1 处) 代表性混凝土生产系统碱性废水处理系统的进出口	废水流量、pH、SS	工程施工期内每季度监测 1 期, 每期监测 2 天, 选择混凝土拌和冲洗废水排放时间 (交班时段, 每天 3 次) 进行监测
机械修配停放场含油废水处理系统进出口水质	6 个 (枢纽工程施工区 1 处, 供水和灌溉工程 11 个施工区选 4 处, 泉水导排工程施工区选择 1 处) 代表性机械修配停放场含油废水处理系统进出口	废水流量、SS、石油类	工程施工期内每季度监测 1 期, 每期监测 2 天, 每天监测 3 次
基坑废水处理系统进出口水质	1 个 (枢纽工程施工区 1 处) 代表性基坑废水处理系统进出口及清水池水质	废水流量、SS	施工期内, 每季度监测 1 期, 每期监测 2 天。
生活污水处理系统进出口水质	7 个 (枢纽工程施工区 2 处, 供水和灌溉工程 11 施工区选 4 处, 泉水导排工程施工区选择 1 处) 代表性生活区污水处理系统进口及清水池出口	化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、粪大肠菌群、污水流量、同步调查施工人数	工程施工期内每季度监测 1 期, 每期监测 2 天, 每天监测 3 次

### (3) 生活饮用水水质监测

监测目的: 工程所在区域生活饮用水卫生监测, 以保障施工人员饮用水水质安全。

监测点位: 枢纽工程施工区水厂出水口设 1 个监测点, 供水和灌溉工程 11 个施工区随机选择 4 个水厂出水口各设 1 个监测点, 泉水导排工程 3 个施工区随机选择 1 个水厂出水口设 1 个监测点, 共 6 个监测点。

监测项目: 按《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006) 规定的常规水质指标: 浑浊度、臭和味、pH、总硬度、铁、挥发酚类、硫酸盐、溶解

性总固体、氯化物、氟化物、氰化物、汞、砷、镉、六价铬、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群等 31 项。

监测频次：施工期每季度监测 1 次，每次监测 1 天。

#### (4) 地下水监测

监测井的布设：满足《地下水监测规范》（SL183-2005）的基础上，选择能够反应工程建设前后整个工程区域地下水水位变化情况的具有代表性的点位进行监测。结合地质勘探钻孔，在引水隧洞沿线设置 2 处监测井，成井深度应达到历史地下水最低水位 5m 以下。

监测项目：地下水位。

监测井的监测频率为：施工期每月监测 1 次。

监测方法：按照《地下水监测规范》（SL183-2005）以及《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2016）的有关规定执行。

### 7.3.3.2 运行期

#### (1) 地表水水质监测

##### 1) 常规性监测

为了解宗通卡水利枢纽工程运行后水文情势的改变及生活和灌溉退水对河流水质的影响，对宗通卡水库入库断面、芒达曲、恩达曲、宗通卡水库坝前、泉水导排处理措施出口断面、沙贡电站坝前、约达村、昌都市水厂水源地、昂曲汇入澜沧江口处、澜沧江，共设置 9 断面进行水质监测，监测技术要求见表 7.3-2，监测结果将应用于指导和优化水库调度运行，评判工程建设对水质的影响。

表 7.3-2 运行期宗通卡水库水质监测表

监测断面	断面位置	监测项目	监测时间及频次	监测方法
宗通卡水库库尾	大坝上游 22km 处	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量 (COD)、五日化学需氧量 (BOD <sub>5</sub> )、氨氮、总氮、总磷、铜、锌、氟化物、砷、汞、镉、铬 (六价)、铅、氰化物、石油类、粪大肠菌群、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰共 26 项。	水库蓄水前 1 年, 水库蓄水第 2 年, 竣工验收后连续测 2 年, 每年丰、平、枯水期各监测 1 次	《环境监测技术规范》和《地表水环境质量标准》
芒达曲	汇入昂曲前 200m 处			
恩达曲	汇入昂曲前 200m 处			
宗通卡水库坝前	大坝上游 500m 处			
泉水导排处理措施出口	导排措施出水口下游 200m 处			
昂曲干流 (约达村)	腰曲汇入昂曲干流下游 500m 处			
昌都市水厂水源地	水厂取水井上游 100m			
昂曲河口	昂曲汇入澜沧江口处前 200m 处			
澜沧江下游 2km	昂曲汇入澜沧江口下游 2000m			

## 2) 温 (冷) 泉水处理效果监测

为了解泉水处理措施效果, 对温 (冷) 泉水处理措施进、出口进行水质监测, 监测结果将应用于调整和优化温 (冷) 泉水处理工艺和规模。

监测点位: 分别在芒达曲、恩达曲泉水处理措施进、出口分别设置 1 套地表水水质在线监测系统。

监测项目: 流量、pH、砷、铁、锰、溶解氧、电导率。

## 3) 自动监测

在坝前取水口处设置 1 套地表水水质在线监测系统, 实时了解取水口水质情况。监测指标包括: COD、NH<sub>3</sub>-N、常规五参数 (水温、pH、溶解氧、电导率、浊度) 及砷、铁等共 9 个指标。

建设内容: 水质自动监测站建设内容包括建安工程、仪器设备、其他辅助设施、试运行维护 4 个方面 (见表 7.3-3)。具体如下:

① 建安工程。坝前取水口附近新建站房 1 处 (约 40m<sup>2</sup>), 站房中配备符合自动监测站房要求的供电、供水及附属设施。

② 水质自动监测站仪器设备配置。包括：水质五参数自动分析仪、高锰酸盐指数自动分析仪、氨氮自动分析仪、重金属在线监测仪、采配水系统、控制和数据采集系统、中心站管理软件各 1 套。

③ 其他辅助设施。主要包括：标准配置的附件、备品备件各 1 套。

④ 试运行维护。水质自动监测站建好后，开展为期一个月的试运行维护。

表 7.3-3 水质自动监测站设施及仪器配置明细表

序号	工程项目	单位	数量	备注
一	建安工程			
1	站房建设及装修	座	1	面积约 40m <sup>2</sup>
2	供电、供水及附属设施	套	1	包括外接电、自来水、消防、供暖和防雷等设施
3	室外工程	套	1	环境绿化等
二	仪器设备			
1	水质五参数自动分析仪	套	1	水温
		套	1	pH
		套	1	溶解氧
		套	1	电导率
		套	1	浊度
2	高锰酸盐指数自动分析仪	套	1	
3	氨氮自动分析仪	套	1	
4	重金属在线监测仪	套	1	砷、铁等
5	采配水系统	套	1	
6	控制和数据采集系统	套	1	
7	中心站管理软件	套	1	
三	其他相关配套			
1	标准配置的附件	批	1	消耗品备件
2	其他备品备件	批	1	消防、安全设施等
四	试运行维护			
1	试运行维护及培训	月	1	安装调试、人员培训

## (2) 地下水监测

监测井的布设：结合地质勘探钻孔，在引水隧洞沿线设置 2 处监测井，成井深度应达到历史地下水最低水位 5m 以下。

监测项目：地下水位。

监测井的监测频率为：施工完成后每季度监测 1 次。

监测方法：按照《地下水监测规范》（SL183-2005）以及《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2016）的有关规定执行。

### （3）坝下生态流量监控

为确保生态流量下泄措施的有效运行，需对工程在不同阶段的下泄流量进行实时监控，同时可为生态流量对下游水环境、水生生态及河道景观的影响与效果研究提供基础资料。本工程拟在宗通卡坝址下游设置 1 处流量自动监测系统。

#### 1) 监控方案与技术要求

综合比较目前较常用的流量测量方法，初拟采用缆道流速仪法和 H-ADCP 测流仪相结合的方式对生态流量进行在线监控，数据传输与终端接收纳入水情自动测报系统。具体方法为：

##### ① 缆道流速仪法流量测验

采用缆道流速仪法施测坝下河道断面流量，建立断面水位~流量关系，利用在线水位数据查算在线流量，主要设施包括水准点、遥测水位设备及水文缆道。

##### ② H-ADCP 流量测验

采用 H-ADCP 测流仪器测验断面指标流速，缆道流速仪法计算断面平均流速，建立指标流速~断面平均流速关系，利用在线指标流速推求在线断面平均流速，从而推算出在线流量。H-ADCP 的最大特点在于能够自动测验和实时测验。

#### 2) 监控时间

为满足初期蓄水阶段生态流量的监控要求，生态流量监测系统需在水库蓄水前安装完成。

### （4）运行期生活污水水质监测

监测点位：生产生活区生活污水排放口。

监测项目：水量、SS、化学需氧量、五日化学需氧量、总磷、氨氮、粪大肠菌群。

监测频次：每季度监测 1 次。

### 7.3.4 陆生生态监测

#### (1) 监测目的

在施工期，主要对涉及敏感点的施工区域进行监测；还要加强对区域性分布的重点保护动植物的调查，在施工过程中若发现有重点保护对象，及时上报主管部门，迁地保护。

运行期主要监测生境的变化，植被的变化以及生态系统整体性变化。包括主要物种组成、数量，主要资源植物的种类及分布状况，主要古树的种类、数量、生长状况，库周消落区内植被种类、土壤状况及理化特性。此外还应进行物候观测，除常见的、分布较广的动植物外，还应根据区域特点对选定的、对当地季节和农事有指示意义的地方性种类进行观测。监测动物生境和种群数量的变化。通过监测，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员和管理人员环境意识。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

随着工程的建设和绿化造林的进行，山、水、林、鸟构成新的景观，评价区内人类的将逐步增加，若再加上旅游开发，将会给环境污染带来新的隐患。因此，必须加强管理，减少污染，配备相应的垃圾处理设施，防止工作人员的生活垃圾和废水对下游河道的污染。

因此，工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。通过对陆生动植物的监测了解工程施工和建成运行对陆生生态的影响，掌握

陆生生态修复及其它保护措施的实际效果，为陆生生态环境保护和流域环境管理提供依据。

根据工程建设对陆生生态环境影响特征以及陆生生态变化趋势特点，陆生生态监测内容包括陆生植被监测、古树圈地保护监测、植被恢复效果监测、陆生动物监测。

## (2) 陆生植被监测

监测布点：采用线路调查和剖面调查相结合，线路调查沿芒达乡→白措村→坝址左右岸→沙贡乡→约宗村→朱查曲汇口→腰曲汇口→郎达村→白格村等设 11 个监测点，详见表 7.3-4。

表 7.3-4 陆生植被监测点位

编号	地点	北纬	东经
1	块石料场	31°27' 33.76"	96°43' 16.22"
2	芒达乡	31°30' 28.59"	96°48' 42.07"
3	白措村	31°27' 48.00"	96°48' 45.52"
4	坝址右岸	31°26' 17.50"	96°50' 31.14"
5	坝址左岸	31°26' 17.15"	96°50' 51.76"
6	沙贡乡	31°24' 1.27"	96°51' 58.20"
7	约宗村	31°19' 16.13"	96°56' 52.27"
8	朱查曲汇口	31°16' 20.73"	96°58' 24.90"
9	腰曲汇口	31°15' 35.30"	96°58' 10.03"
10	郎达村	31°13' 5.47"	96°58' 1.91"
11	白格村	31° 9' 23.28"	97° 7' 8.43"

监测内容及方法：在各监测点位根据陆生生物组成设置固定样线 2-3 条，根据各样线群落面积确定设置的样地数量，着重调查植物的垂直和水平分布、植物物种。此外，监测过程中应密切关注外来入侵种的种类、数量、入侵速度。

监测时间及频次：水库蓄水前调查 1 次；蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测，每期监测在一个年度内分别进行雨季和旱季 2 次监测，物候观测则考虑春、夏、秋季各 1 期；重点关注的珍稀保护物种每年观测 1 次。

### (3) 古树圈地保护监测

监测布点：俄洛镇加林村 3 株左旋柳古树，由于 3 株古树距离较近，共设置监测点 1 个，经纬为 N 31°11′28.33"，E 97°1′40.50"。

监测内容：本工程涉及古树数量较少，且都分布在灌区，采取就地圈地保护措施，工程施工期间派专人对施工活动进行监督，严禁在圈地范围内进行开挖和输水管道埋设。每季度对古树的生长情况进行调查，记录古树长势情况，包括盖度、叶片情况、冠幅变化等。

监测时间及频次：施工前调查 1 期，施工期间调查 1 期，施工完成后第 1 年，第 3 年和第 7 年各调查 1 期。

### (4) 植被恢复效果监测

监测点位：枢纽工程区的块石料场、坝址左右岸、施工营地，供水与灌溉工程的沙贡乡、沙贡乡约宗村、雄达村、俄洛镇朗达村、曲尼村、白格村等共设置 10 个点位，详见表 7.3-5。

监测内容：植被恢复初期，在各生态修复区设置 1~2 个 5m×5m 或 2m×2m 的小样方，对小样方内植物生长情况进行调查，包括植物成活率、萌发情况、幼树长势、植被覆盖率、植物种类变化等。

监测时间及频次：生态修复工程实施后，每 2 年调查 1 期，共调查 3 期。

表 7.3-5 陆生植被恢复效果监测点位

编号	地点	纬度	经度
1	块石料场	31° 27′ 33.76"	96° 43′ 16.22"
2	坝址右岸	31° 26′ 17.50"	96° 50′ 31.14"
3	坝址左岸	31° 26′ 17.15"	96° 50′ 51.76"
4	施工营地	31° 25′ 56.64"	96° 50′ 35.53"
5	沙贡乡	31° 23′ 17.85"	96° 53′ 1.43"
6	约宗村	31° 19′ 16.13"	96° 56′ 52.27"
7	雄达村	31° 16′ 38.23"	96° 58′ 21.75"
8	朗达村	31° 13′ 5.47"	96° 58′ 1.91"
9	曲尼村	31° 10′ 52.26"	97° 5′ 36.33"
10	白格村	31° 9′ 23.28"	97° 7′ 8.43"

### (5) 陆生动物监测

监测布点：与陆生植被监测点位相同，详见表 7.3-4。

监测内容及方法：在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2~3 条，统计兽类、鸟类、两栖类、爬行类的物种出现率。还可进行民间访问和市场调查来了解野生动物的情况。

监测频次：水库蓄水前调查 1 次；蓄水后，以 2 年为 1 个监测周期，进行 3 期监测；重点关注的珍稀保护物种每年观测 1 次。

### 7.3.5 水生生态监测

水生生态监测主要包括建设期和运行期的水生生态常规监测、增殖放流效果跟踪监测、过鱼效果监测等。

#### (1) 水生生态常规监测

##### 1) 监测目的与内容

为了解施工期和运行期工程影响范围内鱼类资源及水生生物的演变情况，需要对鱼类资源（特别是珍稀特有鱼类）和水生生物进行监测。监测结果能够有效地预警预报工程施工期、运行期出现的突发事件并可给出具体处理措施的建议。监测项目如下：

水质：透明度、pH、悬浮物、COD、BOD<sub>5</sub>、叶绿素、溶氧、电导等。

水生生物：浮游植物、浮游动物、水生高等植物、着生藻类、底栖动物的种类组成、现存量（密度和生物量）、优势种等。

鱼类：珍稀特有鱼类、经济鱼类的种群资源动态、“三场”分布、鱼类早期资源动态等。

##### 2) 监测断面

监测断面的设置在施工期主要考虑施工影响区（坝址上游断面、供水管桥施工断面），而运行期则主要考虑整个评价区干支流。

水生生态监测断面可以根据实际情况做适当调整，但是调查结果必须能够反映工程影响区内的鱼类资源现状及其变化趋势，并能够根据监测结果提出水生生物保护措施的改进意见和建议。断面设置见表 7.3-6。

表 7.3-6 工程施工期与运行期水生生态监测断面

序号	区域	监测断面	监测项目					监测时间		备注
			水质	水生生物	鱼类			4月	9月	
					种群动态	三场	早期资源			
1	昂曲干流	宗通卡库尾	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
2		宗通卡库中	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
3		宗通卡坝前	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
4		宗通卡坝下	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
5		腰曲汇口下	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
6		昌都库尾	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
7		昂曲河口	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
8	支流	琅琊曲	√	√	√	√	√	√	√	栖息地保护支流
9		芒达曲	√	√	√	√	√	√	√	栖息地保护支流
10		恩达曲	√	√	√	√	√	√	√	栖息地保护支流
11	澜沧江	昂曲汇口下	√	√	√	√	√	√	√	对照断面

### 3) 监测频率

在施工期、运行期前 5 年的每年 4 月和 9 月进行监测，可以根据监测情况适时调整监测计划。

#### (2) 增殖放流效果跟踪监测

##### 1) 调查范围

为调查宗通卡水利枢纽增殖放流对恢复鱼类资源的效果，需对本工程增殖放流河段进行全面的跟踪调查。

##### 2) 技术要求

通过标志放流技术的应用，对河段内鱼类区系及特点、种群数量、分布

进行监测，了解鱼类增殖放流站增殖放流效果，并及时调整增殖放流方案。

### 3) 调查方法

按《水库渔业资源调查规范》（SL167-96）和《内陆水域渔业自然资源调查规范》的规定执行。

### 4) 时间和频率

与常规调查监测时间和频率一致。

## (3) 过鱼效果监测

水库蓄水后应开展过鱼设施效果的观测评估，包括进鱼口集鱼效果、过鱼效果等。进鱼口等设置视频监控摄像机，结合鱼类观察室的视频，可以监视鱼类回游和活动情况。

### 1) 集鱼效果观测

A. 观测评估在各种运行情况和水文情势条件下，鱼类是否都能聚集进入进鱼口，分析集鱼种类和比例。

B. 观测评估进口区域的光、色、水流条件和影响鱼类寻找进口的其它因素。

C. 观测评估下游水位涨落、水文情势变化对进口水流条件和鱼类寻找进口的影响。

D. 记录最有利的进鱼条件、进口水流、水深、光色、进鱼量最大的时间和季节。

E. 进行标志投鱼试验，估算正常运行情况下的进鱼比例。

### 2) 过鱼效果观测评估

A. 过鱼能力的观测。

B. 鱼类损伤情况观测。

### 3) 时间和频率

与常规调查监测时间和频率一致。

### 7.3.6 环境空气质量监测

监测点布设：在枢纽工程施工区的砂石混凝土加工系统场界处及附近格秀村各设 1 个监测点，另外，随供水和灌溉工程的实施，随工程进度适时在附近村庄设 1 个监测点，共 3 个监测点。

监测项目：二氧化硫、总悬浮颗粒物、二氧化氮，共 3 项。

监测频率：施工期正常工况每季度监测一次，每期连续监测 7 天，每次连续采样至少 12h。

### 7.3.7 声环境质量监测

监测点布设：在枢纽工程施工区的砂石混凝土加工系统场界处及附近格秀村各设 1 个监测点，另外，随供水和灌溉工程的实施，随工程进度适时在附近村庄设 1 个监测点，共 3 个监测点。

监测项目：Leq，同步统计车流量。

监测频率：施工期每季度各监测 1 次，每次监测 1d，24h 连续监测，并分别统计 Ld（06:00~22:00）和 Ln（22:00~次日 06:00）。

### 7.3.8 人群健康监测

监测内容：人群健康常规监测主要目的是对施工区的疫情变化进行监控，根据工程影响区具体情况，由卫生防疫站派出专业人员进行技术指导，重点对病毒性肝炎、细菌性痢疾等传染性疾病进行监控。在上述监控的基础上，在传染病流行季节和高发区域，对易感人群进行抽检和预防接种，抽检比例为 20%。

监测对象：施工人员和移民。

监测时间：施工期及移民安置期内各 1 次。

### 7.3.9 监测计划的实施

#### （1）监测组织实施

由宗通卡水利枢纽业主单位负责组织实施本工程环境监测计划，包括

经费筹措、监测实施与评估机构选择和成果汇总等。

### (2) 监测制度及资料整编

1) 每次监测前,需对监测仪器、设备进行检验,合格后方可投入使用。

2) 监测过程中要及时对资料进行整理,对各次监测结果进行统计对比分析,作出简要的分析与评价;若发现异常情况,应立即通知业主与当地行政主管部门。

3) 监测全部结束后,对监测结果作出综合评价与分析,编制监测报告。各监测系统原始监测资料及整编成果 4 份,交宗通卡水利枢纽工程环境管理部门存档备查,同时抄送设计单位作为设计信息反馈。

### 7.3.10 监测资料的编报

#### (1) 资料编制

采用报告的形式对资料进行整理编制,监测成果采用文字和表格的形式,并进行分析说明。资料原始记录包括采样点位、分析测试方法、时段、周边环境情况、监测仪器、方法、误差、监测原始数据等的采用附录形式附于报告之后。

#### (2) 资料报送

施工期监测:资料采用一期一编报形式,将监测分析报告送至监理、各分标承包单位及建设单位;经建设单位核定后定期(半年或一年)报送业务主管部门及当地生态环境主管部门。

运行期监测:资料采用一期一编形式,将监测分析报告送至建设单位;经建设单位核实后定期(半年或一年)上报业务主管部门和当地生态环境主管部门。

报送份数:监理单位、承包单位、业务主管部门每次报送 2 份;生态环境部门按主管部门要求份数要求报送。

## 7.4 竣工环境保护验收计划

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中的有关要求，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。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。结合本工程环境保护工程实施要求，宗通卡水利枢纽工程环境保护工程验收计划如下：

### （1）施工期环境保护工程运行阶段验收

对主体工程施工期所需投入使用的环境保护工程土建情况进行验收，如鱼类增殖放流站土建工程、过鱼设施土建工程、砂石加工废水处理系统土建工程、混凝土生产系统废水处理系统土建工程、生活污水处理系统土建工程、含油废水处理系统土建工程、限速和禁鸣标志设置等验收。此外，针对工程环境监测及环境监理、环境管理、部分区域生态修复、施工迹地清理等进行验收。

### （2）水库蓄水阶段环境保护验收

蓄水阶段环境保护验收主要是针对蓄水前施工期内须开展建设的环境保护工程进行验收，以落实和督促其按要求及时建设，主要包括鱼类保护工程、施工区生产生活废污水处理工程、施工区水土保持工程及生态恢复设施、水库库底清理、水库蓄水和运行环保方案，以及坝下生态流量在线自动监测系统等。

### （3）工程竣工环境保护工程验收

主要是工程竣工后的鱼类增殖放流运行、环境保护工程验收，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》有关规定实施，验收内容包括枢纽工程区、供水和灌溉工程区以及泉水导排工程区的各项措施。

本工程“三同时”竣工环境保护验收见表 7.4-1。

表 7.4-1

宗通卡水利枢纽工程环境保护验收清单

治理对象		验收主要内容	
		措施内容	处理所达到的效果
废污水处理	砂石加工系统废水	采用 DH 高效污水净化器，经处理后全部回用于生产	执行《污水综合排放标准》 (GB8978-1996) 一级标准
	混凝土生产系统废水	采用中和沉淀法处理，经处理后全部回用于生产	
	施工人员生活污水	业主营地生活污水采用成套生活污水处理设备处理，供水和灌溉工程和泉水导排工程施工区的 14 个办公生活区生活污水采用厌氧生物膜池工艺，经处理后回用于场地洒水、绿化用水等	
	机械修配停放场含油废水	采用隔油池+汽浮隔油法处理，经处理后回用于场地洒水	
	基坑废水	采用向基坑投加絮凝剂处理，经处理后排放	
	运行期生产生活区生活污水	延用施工期业主营地的成套生活污水处理设备处理，经处理后用于场地绿化用水	
废气处理	道路扬尘、车辆尾气	加强燃油机械的保养，施工区配备机动洒水车或手推式洒水车，场内施工道路定期洒水，施工人员配备防尘口罩	执行《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996) 中的二级标准。
噪声处理	施工噪声	选用低噪声的设备和机械，加强对噪声设备的维护管理，施工区设置临时围挡，高噪声施工人员配备噪声耳塞等降噪设施	施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 标准；运行期分别执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) 的二类标准
固体废物处置	生活垃圾	施工营地生活区设置垃圾桶，施工区生活垃圾利用垃圾车运至昌都市垃圾填埋场处理	及时清运，保持该区清洁卫生
水环境保护	水质保护	库底清理；初期蓄水的临时泄放设施、生态流量永久泄放设施和下泄生态流量的自动测报、自动传输、储存系统的建设	库底建(构)筑物、林木得到清理；初期蓄水期间通过生态泄水孔、溢洪道等设施，按照要求下泄足够生态流量；生态机组建设完成，且额定流量满足生态流量下泄要求；安装有流量自动监测系统。

续表 7.4-1

宗通卡水利枢纽工程环境保护验收清单

治理对象		验收主要内容	
		措施内容	处理所达到的效果
水环境保护	水质保护	宗通卡库区划定饮用水水源保护区；设置自动监测站1个，常规监测断面9个	水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准
	泉水导排与处理	泉水导排工程建设完成，在枢纽工程施工区建设完成泉水处理设施	泉水处理后达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准
陆生生态保护	陆生植被	生态保护宣传、警示牌、植被修复、珍稀植物保护、古树保护	施工迹地恢复，减少植被破坏；珍稀植物和古树不因工程建设受到伤害
	陆生动物	生态保护宣传、合理布置施工时间、珍稀动物保护	保护野生动物，严禁捕猎
水生生态保护	鱼类保护	设置水生生物保护警示牌；在业主营地附近建设增殖放流站；补建；取水口处设置拦鱼电栅	鱼类增殖站、过鱼设施（短鱼道+升鱼机组合方案）、拦鱼电栅完成建设并正常运行
		将宗通卡坝址以上~青海与西藏省界河段（约117km）和昂曲干流宗通卡坝址~昂曲河口段（约63km）及其支流琅玛曲（约12km）、芒达曲（约18km）、恩达曲（约15km）划为鱼类栖息地保护范围；并对拟拆除的干流昌都电站、沙贡电站及支流芒达曲芒达村水电站和恩达曲恩达村电站的河段进行生境修复	按要求划定鱼类栖息地保护范围并严加管理；昂曲干支流4座电站拆除后开展生境修复，保持和恢复河流连通性
人群健康保护	施工人员	开工前，对营地进行清理和消毒；开展施工区卫生宣传教育；施工人员以20%比例进行入场卫生检疫，施工人员每年按10%比例抽检；加强环境卫生及食品卫生管理与监督；在业主营地设医疗卫生站；设置临时厕所	防止与工程施工活动有关的病媒生物孳生，保护施工人员和当地居民的身体健

## 8 环境保护投资估算及环境影响经济损益分析

### 8.1 环境保护投资估算

#### 8.1.1 编制原则

(1) 以水利水电工程设计概算编制的有关规定为基础，结合工程建设情况和环境保护工程的特点，采用单价法和指标法来计算环境保护投资。

(2) 价格水平年与主体工程一致。

(3) 主体工程本身具有的环境保护功能设施的费用列入主体工程概算，本概算不再重复计列。

(4) 主要材料价格及建筑工程单价与主体工程一致。

(5) 对于没有定额、主体工程中亦无单价的项目，其单价采用类比法结合市场调查法确定。

(6) 独立费用按主体工程概算独立费用取费标准计算。

#### 8.1.2 编制依据

(1) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006）。

(2) 《水利部关于发布〈水利建筑工程预算定额〉、〈水利建筑工程概（估）算定额〉、〈水利工程施工机械台时费定额〉及〈水利工程设计概（估）算编制规定〉的通知》（水总〔2002〕116号）。

(3) 《国家计委、建设部关于发布〈工程勘测设计收费管理规定〉的通知》（计价格〔2002〕10号）。

(4) 《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）。

(5) 《财政部 国家发改委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》（财综〔2008〕78号）。

（6）工程主体工程设计成果及环境保护设计成果。

（7）其它有关资料。

### 8.1.3 价格水平年

环境保护投资估算价格水平年与主体工程保持一致，按照2019年第2季度价格水平估算。

### 8.1.4 项目划分和取费标准

#### 8.1.4.1 项目划分

根据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006），环境保护工程项目共划分为五个部分，分别为：

##### 第一部分：环境保护措施

主要指为减免工程对环境的不利影响和满足工程功能要求而兴建的环境保护措施。包括水环境保护、陆生植物保护、陆生动物保护、水生生物保护、人群健康保护、移民安置保护以及其他等。

##### 第二部分：环境监测措施

主要是指在施工期开展的环境监测工作、运行期需要建设的环境监测设施和开展的监测工作。包括水质监测、大气监测、噪声监测、卫生防疫监测、生态监测等。

##### 第三部分：环境保护仪器设备及安装

主要指为保护环境和开展监测工作所需要的仪器设备及安装。仪器设备包括环境保护设备、环境监测仪器设备和其他设备等。

##### 第四部分：环境保护临时措施

工程施工过程中，为保护施工区及其周围环境和人群健康所采取的临

时措施。包括生产废水和生活污水处理、噪声防治、固体废物处理、环境空气质量控制、人群健康保护等临时措施。

#### 第五部分：环境保护独立费用

包括建设管理费、环境监理费和科研勘测设计咨询费。

#### 8.1.4.2 取费标准

##### (1) 工程单价

建筑工程单价直接采用主体工程预算单价。

##### (2) 独立费用

主要包括环境建设管理费、环境监理费、科研勘测设计咨询费等。

##### ① 建设管理费

包括环境管理经常费、环境保护设施竣工验收费、环境保护宣传及技术培训费。其中：

环境管理经常费：按环保措施实际费用的 3% 计列；

环境保护设施竣工验收费：按实际工作量计列；

环境保护宣传及技术培训费：按环保措施实际费用的 3% 计列。

##### ② 环境监理费

参照主体工程监理人员费用标准，按环境监理人数和时间计算。

##### ③ 科研勘测设计咨询费

包括环境保护科学研究试验费、环境影响评价费、环境保护勘测设计费、技术咨询费。其中：

环境保护科学研究试验费：按实际需要计列；

环境影响评价费：按有关收费标准计列；

环境保护勘测设计费：按环保措施实际费用的 8% 计列；

技术咨询费：按国家有关规定计列。

### (3) 基本预备费

基本预备费采用与主体工程一致的费率标准，基本预备费费率为 12%。

## 8.1.5 环境保护总投资

本工程环境保护投资估算为 27164.58 万元，其中环境保护措施费 8429.37 万元，环境监测措施费 1611.77 万元，环境保护仪器设备及安装费 1351.66 万元，环境保护临时措施费 2900.27 万元，环境保护独立费 9961.03 万元，基本预备费 2910.49 万元。

本工程环境保护投资具体情况见表 8.1.5-1 ~ 表 8.1.5-3。

表 8.1.5-1 宗通卡水利枢纽工程环境保护总投资估算表

编号及费用名称	投资	占总投资比例
	(万元)	(%)
第 I 部分环境保护措施	8429.37	31.03%
第 II 部分环境监测措施	1611.77	5.93%
第 III 部分环保仪器设备及安装	1351.66	4.98%
第 IV 部分环境保护临时措施	2900.27	10.68%
第 V 部分环境保护独立费用	9961.03	36.67%
第 VI 部分基本预备费	2910.49	10.71%
环境保护总投资	27164.58	100%

表 8.1.5-2

宗通卡水利枢纽工程环境保护措施投资表

序号	项目	单位	数量	单价(元)	投资(万元)	备注
	第 I 部分环境保护措施				8429.37	
一	水质保护				1332.72	
1	污水处理工程				1282.12	
1.1	泉水处理设施土建及设备安装费				1282.12	
1.2	运行期生产生活区水质处理					延用施工期生活污水处理设备
1.3	泉水导排工程	项			29829.35	投资已计入主体工程中
2	水源地生态防护与恢复				50.6	
2.1	水库隔离防护	km	10	50000	50	
2.2	警示牌	块	6	1000	0.6	
3	库底清理					计入移民专项投资
二	生态保护				7043.85	
1	陆生生态保护				584.24	
1.1	宣传教育费					已计入环境保护宣传及技术培训费
1.2	野生动植物保护警示牌	个	20	600	1.2	
1.3	野生动物救助	项	1		50	
1.4	古树名木保护	株	3	20000	6	
1.5	植被恢复	m <sup>2</sup>	878400	6	527.04	
2	水生生态保护				6459.61	
2.1	鱼类救护	项	1		20	针对受伤的鱼类的暂养、消毒、放流等的费用
2.2	栖息地保护与修复				2825.9	
2.2.1	昂曲干流宗通卡坝址以下至青海省断面河段、宗通卡坝址以下至昂曲河口河段以及主要支流栖息地保护					纳入主体管理中
2.2.2	对拆除的昌都、沙贡站、芒达村、尚卡水电站工程河段进行生境修复				500	每个电站坝址上下游各 500m 河段进行生境修复
2.2.3	昌都、沙贡、芒达村、尚卡水电站拆除实施费				2325.9	
2.3	鱼类增殖放流站				3387.71	
2.3.1	建设费	项	1		2337.21	
2.3.2	设备费	项	1		664	
2.3.3	运行费	年			386.5	按试运行 3 年考虑

续表 8.1.5-2

宗通卡水利枢纽工程环境保护措施投资表

序号	项目	单位	数量	单价(元)	投资(万元)	备注
2.4	短鱼道+升鱼机				10438	投资已计入主体工程中
2.5	拦鱼电栅	项			200	
2.6	渔政管理				26	
2.6.1	警示牌	块	5	2000	1	
2.6.2	施工期渔政执法管理	年	5	50000	25	重点是加强施工期渔政管理
2.6.3	宣传教育费	项			0	已计入环境保护宣传及技术培训费
三	移民安置点保护				52.8	
1	生活污水处理设施(旱厕)	座	96	5000	48	
2	生活垃圾收集桶	个	96	500	4.8	
第II部分环境监测措施					1611.77	
一	水质监测				269.32	
1	施工期监测				181.24	
1.1	施工期废污水监测				28.77	
1.1.1	基坑废水处理系统进出口水质监测	点*次	13	400	0.52	
1.1.2	砂石料加工系统废水处理系统进出口水质监测	点*次	41	400	1.65	
1.1.3	碱性废水处理系统进出口水质监测	点*次	116	600	6.96	
1.1.4	含油废水处理系统进出口水质监测	点*次	95	600	5.72	
1.1.5	生活污水处理系统进出口水质监测	点*次	116	1200	13.92	
1.2	施工期地表水监测	点*次	80	8000	64.00	
1.3	施工期饮用水监测	点*次	95	8000	76.27	
1.4	施工期地下水监测井建设费用	点*次	2	60000	12.00	
1.5	施工期地下水监测	点*次	20	100	0.20	
2	运行期监测				88.08	按试运行3年考虑
2.1	运行期地表水监测	点*次	108	8000	86.40	
2.2	运行期地下水监测	点*次	24	100	0.24	
2.3	运行期生活污水处理系统进出口水质监测	点*次	12	1200	1.44	

续表 8.1.5-2

宗通卡水利枢纽工程环境保护措施投资表

序号	项目	单位	数量	单价(元)	投资(万元)	备注
二	环境空气监测	点*次	56	5800	32.67	
三	声环境监测	点*次	56	1500	8.45	
四	陆生生态监测与调查			0	59.10	
1	陆生植物调查	点*次	84	3000	25.20	
2	古树圈地保护监测	点*次	5	3000	1.50	
3	植被恢复效果监测	点*次	24	3000	7.20	
4	陆生动物调查	点*次	84	3000	25.20	
五	水生生态监测				1224.00	
1	水生生态常规监测	年	10.2	1200000	1224.00	施工期5.2年,运行期5年,每年2次
2	增殖放流站放流效果监测与评估					纳入增殖站运行费用
六	人群健康监测				18.22	
1	施工人员人群健康常规监测	人*次	720	200	14.40	
2	移民人群健康常规监测	人*次	191	200	3.82	
第III部分环境保护仪器设备及安装					1351.66	
一	环境保护设备				904.66	
1	砂石加工系统废水处理设备及安装				589.06	
2	混凝土加工系统冲洗废水处理设备及安装				43.78	
3	生活污水处理设备及安装				116.84	
4	机动洒水车	辆	2	250000	50	
5	手推式洒水车	辆	15	50000	75	
6	微型密封式垃圾车	t	1	250000	25.00	
7	垃圾桶	个	83	600	4.98	
二	环境监测仪器				447	
1	取水口水质在线监测系统				167	
2	生态流量监测	项	1	0	280	考虑试运行期3年

续表 8.1.5-2

宗通卡水利枢纽工程环境保护措施投资表

序号	项目	单位	数量	单价(元)	投资(万元)	备注
第IV部分	环境保护临时措施				2900.27	
一	废污水处理				2660.68	
1	基坑废水处理				32.4	
1.1	运行费(絮凝剂)	t	21.6	15000	32.4	
2	砂石加工系统废水处理				1776.31	
2.1	土建工程费				365.10	
2.2	运行费				1411.22	
3	混凝土生产系统冲洗废水处理				546.85	
3.1	土建工程费				120.71	
3.2	运行费				426.13	
4	含油废水处理				84.75	
4.1	土建工程费				28.85	
4.2	运行费				55.90	
5	生活污水处理				220.37	
5.1	厌氧生物膜池处理土建工程量				85.67	
5.2	厌氧生物膜池处理运行费				13.52	
5.3	成套设备处理土建工程量				29.59	
5.4	成套设备处理运行费				91.59	
二	噪声防护				13.7	
1	隔声屏	m <sup>2</sup>	200	300	6	
2	交通警示牌	个	14	1500	2.1	
3	临时围挡	项	1		2	
4	耳塞、耳罩、防声头盔等劳保用品	人	360	100	3.6	按施工高峰期人数的20%计算
三	环境空气质量保护				34.6	
1	洒水车施工期运行费	月	62	5000	31	包含人工及汽车修理等费用
2	防尘口罩、眼罩等劳保用品	人	360	100	3.6	按施工高峰期人数的20%计算

续表 8.1.5-2

宗通卡水利枢纽工程环境保护措施投资表

序号	项目	单位	数量	单价(元)	投资(万元)	备注
四	固体废弃物处置				30.09	
1	垃圾清运处理费				30.09	
1.1	垃圾清运	万 t.km	10.149	12000	12.18	与垃圾处理单位协议,由处理单位负责清运
1.2	垃圾处理	t	1492.5	120	17.91	就近垃圾处置场处理
五	人群健康保护				161.2	
1	建立医疗卫生站	个	1	500000	50	
2	施工区卫生清理及消毒	m <sup>2</sup>	556000	0.5	27.8	包括枢纽工程区1个施工区,供水与灌溉工程的11个施工区,泉水导排工程的3个施工区
3	施工人员定期体检	人	1872	150	28.08	施工期按5.2年计,每年体检2次,体检比例为10%。施工高峰期人数1800人
4	防疫费				15.12	
4.1	甲肝	人*年	2160	30	6.48	施工期接种1次
4.2	疟疾	人*年	2160	40	8.64	在疾病流行季节进行预防接种或服药
5	卫生宣传教育	项			0	已计入环境保护宣传及技术培训费
6	临时厕所				40.2	
6.1	土建费用	个	34	10000	34	
6.2	运行清理费用	次	62	1000	6.2	
第 I 至第 IV 部分合计					14293.06	
第 V 部分环境保护独立费用					9961.03	
一	建设管理费				1657.58	
1	环境管理经常费				428.79	按 I ~ IV 部分和的 3% 计

续表 8.1.5-2

宗通卡水利枢纽工程环境保护措施投资表

序号	项目	单位	数量	单价(元)	投资(万元)	备注
2	环境保护设施竣工验收费				800	按实际工作量估列
3	环境保护宣传及技术培训费				428.79	按 I ~ IV 部分和的 3% 计
二	环境监理费	人*年	10.4	500000	520	施工期按 5.2 年, 监理人员按 2 人计
三	科研勘测设计咨询费				7783.45	
1	科学研究费				3440	
1.1	珍稀濒危特有鱼类的基础生物学和人工繁殖技术研究	项	1		300	细尾鲃等
1.2	饮用水砷安全应急处理措施研究	项	1		500	
1.3	高砷地质背景下库区水-沉积物两相间砷迁移转化规律研究	项	1		400	
1.4	升鱼机试运行监测及优化改造相关研究	项	1		2000	
1.5	昌都、沙贡电站拆除后生境修复研究	个	2	900000	180	
1.6	尚卡、芒达村电站拆除后生境修复研究	个	2	300000	60	
2	环境影响评价费				2000	
3	环境影响后评价费				1000	
4	环境保护勘测设计费				1143.45	按 I ~ IV 部分和的 8% 计
5	技术咨询费				200	
第 I 至第 V 部分合计					24254.09	
第 VI 部分预备费					2910.49	与主体工程一致, 按 I ~ V 部分和的 12% 计
环境保护总投资					27164.58	

表 8.1.5-3 宗通卡水利枢纽工程地表水环境保护投资估算表

序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)
砂石加工系统废水处理					2365.38
1	土建工程				365.10
1.1	总平工程	项	2.00		
1.2	调节池	个	2.00		31.32
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1003.04	22.28	2.23
	石方开挖	m <sup>3</sup>	429.88	43.01	1.85
	土石方回填	m <sup>3</sup>	298.01	33.78	1.01
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	174.91	952.13	16.65
	钢筋	t	19.24	3739.39	7.19
	砂浆	m <sup>2</sup>	549.20	43.43	2.39
1.3	废水提升泵房	个	2.00		30.08
	土方开挖	m <sup>3</sup>	717.02	22.28	1.60
	石方开挖	m <sup>3</sup>	307.30	43.01	1.32
	土石方回填	m <sup>3</sup>	239.01	33.78	0.81
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	129.31	952.13	12.31
	钢筋	t	14.22	3739.39	5.32
	砂浆	m <sup>2</sup>	403.20	43.43	4.22
	砖砌体	m <sup>3</sup>	60.48	528.56	4.50
1.4	清水池及回用泵房	个	2.00		61.40
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1720.07	22.28	3.83
	石方开挖	m <sup>3</sup>	737.17	43.01	3.17
	土石方回填	m <sup>3</sup>	537.02	33.78	1.81
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	304.22	952.13	28.97
	钢筋	t	33.46	3739.39	12.51
	砂浆	m <sup>2</sup>	952.40	43.43	6.60
	砖砌体	m <sup>3</sup>	142.86	528.56	4.50
1.5	污泥池及污泥泵房	个	2.00		54.12
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1454.43	22.28	3.24
	石方开挖	m <sup>3</sup>	623.33	43.01	2.68
	土石方回填	m <sup>3</sup>	483.22	33.78	1.63
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	264.14	952.13	25.15
	钢筋	t	29.06	3739.39	10.87
	砂浆	m <sup>2</sup>	823.60	43.43	6.04
	砖砌体	m <sup>3</sup>	123.54	528.56	4.50
1.6	加药系统车间	个	2.00		32.03
	土方开挖	m <sup>3</sup>	84.45	22.28	1.66
	石方开挖	m <sup>3</sup>	36.19	43.01	1.37
	土石方回填	m <sup>3</sup>	34.53	33.78	0.84

续表 8.1.5-3 宗通卡水利枢纽工程地表水环境保护投资估算表

序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	30.91	952.13	12.72
	钢筋	t	3.40	3739.39	5.49
	砂浆	m <sup>2</sup>	88.40	43.43	4.69
	砖砌体	m <sup>3</sup>	13.26	528.56	5.26
1.7	污泥脱水车间	个	2.00		156.14
	土方开挖	m <sup>3</sup>	2696.40	22.28	6.01
	石方开挖	m <sup>3</sup>	1155.60	43.01	4.97
	轻钢厂房	m <sup>2</sup>	750.00	1200.00	90.00
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	404.59	952.13	38.52
	钢筋	t	44.51	3739.39	16.64
2	主要设备				490.88
	DH 型高效污水净化器 (300m <sup>3</sup> /s)	台	3.00	730000.00	219.00
	DH 型高效污水净化器 (100m <sup>3</sup> /s)	台	1.00	530000.00	53.00
	污水混合器 (300m <sup>3</sup> /s)	台	3.00	70000.00	21.00
	污水混合器 (100m <sup>3</sup> /s)	台	1.00	50000.00	5.00
	污泥混合器 (100m <sup>3</sup> /s)	台	2.00	48000.00	9.60
	污泥混合器 (50m <sup>3</sup> /s)	台	1.00	36000.00	3.60
	真空带式过滤机	台	3.00	300000.00	90.00
	废水提升泵	台	6.00	17000.00	10.20
	污泥提升泵	台	4.00	8700.00	3.48
	清水回用泵	台	4.00	26000.00	10.40
	滤布冲洗泵	台	3.00	26000.00	7.80
	真空泵	台	3.00	26000.00	7.80
	搅拌机	套	4.00	30000.00	12.00
	絮凝剂加药泵	台	4.00	10000.00	4.00
	助凝剂加药泵	台	6.00	10000.00	6.00
	电气控制系统	套	2.00	50000.00	10.00
	电缆	批	2.00	20000.00	4.00
	管道及连接件	批	2.00	50000.00	10.00
	安装附件	批	2.00	20000.00	4.00
3	安装运输调试费	%	20.00	4908800.00	98.18
4	运行维护				1411.22
	维护人员	人/年	5.00	140000.00	70.00
	电费	万 kW·h	200.00	7430.00	148.60
	泥砂外运	万 m <sup>3</sup>	510.96	15000.00	766.44
	絮凝剂	t	612.36	2500.00	153.09
	助凝剂	t	61.24	25000.00	153.09
	维护材料	批	2.00	200000.00	40.00

续表 8.1.5-3 宗通卡水利枢纽工程地表水环境保护投资估算表

序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)
	管理费	项	2.00	150000.00	30.00
	大修理基金	项	2.00	250000.00	50.00
混凝土加工系统冲洗废水处理					590.63
1	土建工程费				120.71
1.1	简易沉砂池	个	16.00		42.24
	土方开挖	m <sup>3</sup>	541.77	22.28	1.21
	石方开挖	m <sup>3</sup>	232.19	43.01	1.00
	土石方回填	m <sup>3</sup>	216.78	33.78	0.73
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	265.57	952.13	25.29
	钢筋	t	29.21	3739.39	10.92
	防水砂浆	m <sup>2</sup>	712.80	43.43	3.10
1.2	中和沉淀池	个	16.00		30.19
	土方开挖	m <sup>3</sup>	438.57	22.28	0.98
	石方开挖	m <sup>3</sup>	187.96	43.01	0.81
	土石方回填	m <sup>3</sup>	146.98	33.78	0.50
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	187.96	952.13	17.90
	钢筋	t	20.68	3739.39	7.73
	砂浆	m <sup>2</sup>	525.60	43.43	2.28
1.3	蓄水池	个	16.00		30.19
	土方开挖	m <sup>3</sup>	438.57	22.28	0.98
	石方开挖	m <sup>3</sup>	187.96	43.01	0.81
	土石方回填	m <sup>3</sup>	146.98	33.78	0.50
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	187.96	952.13	17.90
	钢筋	t	20.68	3739.39	7.73
	砂浆	m <sup>2</sup>	525.60	43.43	2.28
1.4	加药廊道	个	16.00		18.09
	土方开挖	m <sup>3</sup>	214.68	22.28	0.48
	石方开挖	m <sup>3</sup>	92.00	43.01	0.40
	土石方回填	m <sup>3</sup>	97.59	33.78	0.33
	混凝土 (C25)	m <sup>3</sup>	114.29	952.13	10.88
	钢筋	t	12.57	3739.39	4.70
	砂浆	m <sup>2</sup>	299.60	43.43	1.30
2	主要设备费				19.90
	加药桶	个	17.00	2500.00	4.25
	搅拌机	个	17.00	4500.00	7.65
	管件及阀门	批	16.00	5000.00	8.00
3	安装运输调试费	%	120.00	163000.00	23.88
4	运行费				426.13
	泥砂清掏及外运	m <sup>3</sup>	269.25	10	403.88
	絮凝剂	t	11.66	1600	2.33
	助凝剂	t	1.17	10000	2.33
	电费	万 kw·h	24.00	7300	17.59

续表 8.1.5-3 宗通卡水利枢纽工程地表水环境保护投资估算表

序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)
	助凝剂	t	0.97	20000.00	1.94
	电费	万 kw·h	21.00	7330.00	15.39
生活污水处理系统					337.21
厌氧生物膜池处理工艺工程量					99.19
1	土建工程				85.67
1.1	厌氧生物膜池	处	14.00		85.67
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1270.96	22.28	2.83
	石方开挖	m <sup>3</sup>	544.70	43.01	2.34
	土石方回填	m <sup>3</sup>	806.65	33.78	2.72
	混凝土 (C25 抗渗 S6)	m <sup>3</sup>	505.01	952.13	48.08
	钢筋	t	55.55	3739.39	20.77
	水泥砂浆	m <sup>2</sup>	1344.00	43.43	5.84
	立体弹性填料	m <sup>3</sup>	224.00	100	2.24
	滤料	m <sup>3</sup>	56.00	150	0.84
2	废水处理费	m <sup>3</sup>	90144.00	1.5	13.52
成套设备处理工艺					238.02
1	土建工程				29.59
1.1	隔油池	个	2.00		2.81
	土方开挖	m <sup>3</sup>	40.60	22.28	0.09
	石方开挖	m <sup>3</sup>	17.40	43.01	0.07
	土石方回填	m <sup>3</sup>	31.12	33.78	0.11
	C25 混凝土	m <sup>3</sup>	15.78	952.13	1.50
	钢筋	t	1.74	3739.39	0.65
	通气管	m	10.00	50	0.05
	管罩	个	2.00	500	0.10
	90°三通	个	4.00	200	0.08
	井盖及支座	套	2.00	800	0.16
1.2	化粪池	个	2.00		9.67
	土方开挖	m <sup>3</sup>	228.92	22.28	0.51
	石方开挖	m <sup>3</sup>	98.11	43.01	0.42
	土石方回填	m <sup>3</sup>	160.00	33.78	0.54
	C25 混凝土	m <sup>3</sup>	52.45	952.13	4.99
	钢筋	t	5.77	3739.39	2.16
	砂浆抹面	m <sup>2</sup>	154.68	43.43	0.67
	通气管 (DN100)	m	10.00	50	0.05
	管套	个	2.00	500	0.10
	90°三通	个	4.00	200	0.08
	双层加锁井盖及盖座	套	2.00	800	0.08
	管道支架	付	2.00	600	0.06

续表 8.1.5-3 宗通卡水利枢纽工程地表水环境保护投资估算表

序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	投资(万元)
1.3	格栅渠	个	2.00		1.18
	土方开挖	m <sup>3</sup>	10.89	22.28	0.02
	石方开挖	m <sup>3</sup>	4.67	43.01	0.02
	土石方回填	m <sup>3</sup>	4.32	33.78	0.01
	混凝土(C25)	m <sup>3</sup>	7.63	952.13	0.73
	钢筋	t	0.84	3739.39	0.31
	砂浆	m <sup>2</sup>	18.00	43.43	0.08
1.4	调节池	个	2.00		4.66
	土方开挖	m <sup>3</sup>	87.00	22.28	0.19
	石方开挖	m <sup>3</sup>	37.28	43.01	0.16
	土石方回填	m <sup>3</sup>	47.60	33.78	0.16
	混凝土(C25)	m <sup>3</sup>	27.88	952.13	2.65
	钢筋	t	3.07	3739.39	1.15
	砂浆	m <sup>2</sup>	79.20	43.43	0.34
1.5	回用水池	个	2.00		5.89
	土方开挖	m <sup>3</sup>	116.81	22.28	0.26
	石方开挖	m <sup>3</sup>	50.06	43.01	0.22
	土石方回填	m <sup>3</sup>	58.67	33.78	0.20
	混凝土(C25)	m <sup>3</sup>	34.99	952.13	3.33
	钢筋	t	3.85	3739.39	1.44
	砂浆	m <sup>2</sup>	101.40	43.43	0.44
1.6	污泥池	个	2.00		2.41
	土方开挖	m <sup>3</sup>	34.09	22.28	0.08
	石方开挖	m <sup>3</sup>	14.61	43.01	0.06
	土石方回填	m <sup>3</sup>	16.44	33.78	0.06
	混凝土(C25)	m <sup>3</sup>	15.01	952.13	1.43
	钢筋	t	1.65	3739.39	0.62
	砂浆	m <sup>2</sup>	40.00	43.43	0.17
1.7	污泥干化池	个	2.00		2.98
	土方开挖	m <sup>3</sup>	40.89	22.28	0.09
	石方开挖	m <sup>3</sup>	17.53	43.01	0.08
	土石方回填	m <sup>3</sup>	18.60	33.78	0.06
	混凝土(C25)	m <sup>3</sup>	18.07	952.13	1.72
	钢筋	t	1.99	3739.39	0.74
	砂浆	m <sup>2</sup>	49.00	43.43	0.21
	粗砂	m <sup>3</sup>	4.32	102	0.04
	砾石	m <sup>3</sup>	2.88	100	0.03

续表 8.1.5-3 宗通卡水利枢纽工程地表水环境保护投资估算表

序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	投资(万元)
2	主要设备费				116.84
	RSD人工格栅	套	1.00	2000	0.20
	WSZ-F-5型成套污水处理设备	套	1.00	900000	90.00
	WSZ-F-1型成套污水处理设备	套	1.00	250000	25.00
	管件及阀门	批	1.00	30000	3.00
	运输安装调试费	%	20.00	1182000	23.64
3	运行费				91.59
	维护人员	人/年	5.00	140000	70.00
	废水处理费	m <sup>3</sup>	143910.00	1.5	21.59
	含油废水处理				84.75
1	土建工程	处	15		28.85
	土方开挖	m <sup>3</sup>	412.70	22.28	0.92
	石方开挖	m <sup>3</sup>	176.87	43.01	0.76
	土石方回填	m <sup>3</sup>	209.78	33.78	0.71
	混凝土(C25)	m <sup>3</sup>	185.78	952.13	17.69
	钢筋	t	20.25	3739.39	7.57
	井盖及支座	套	15.00	800.00	1.20
2	废水处理费	m <sup>3</sup>	279486.00	2.00	55.90
	基坑废水处理				32.4
1	絮凝剂	t	21.6	15000	32.4
	合计				3327.30

### 8.1.6 分年度环境保护投资计划

宗通卡水利枢纽工程分年度环境保护投资计划见表 8.1.6-1。

## 8.2 环境影响经济损益分析

### 8.2.1 效益分析

#### 8.2.1.1 经济效益

##### (1) 城乡供水效益

本工程通过修建水库至城区的输水管线，向沙贡乡水厂、昌都市水厂俄洛分厂和昌都市水厂供水。工程的建设不仅保障了昌都市区取水安全，提高供水质量和保证率，而且也为昌都市城市未来发展提供了充足而可靠的水源供应，可满足 2030 年昌都市城区发展对水量的需求。规划至 2030

年，本工程城乡供水毛供水量为 5721.3 万  $\text{m}^3$ ，使城乡供水保证率达到 95%，其供水效益按用水户支付意愿分析估算。本报告以宗通卡现行综合自来水价格为基础，结合水价在 1993~2015 年的增幅，预测至 2030 年用户支付意愿约为 2.0 元/ $\text{m}^3$ 左右。考虑到水源工程与城区制配水的成本分摊，本项目 2030 年城乡供水效益约 11510 万元。

### (2) 发电效益

本工程装机容量 10.4 万 kW，多年平均年发电量 4.517 亿 kWh。采用最优等效替代法计算，即以替代燃油火电工程的年费用作为发电效益。年费用包括燃油火电站固定资产投资、年运行费和流动资金。经分析计算，多年平均发电经济效益约 30234 万元。

### (3) 农业灌溉效益

卡若灌区内主要作物为青稞、小麦和蔬菜。现状条件下因缺乏大中型骨干水利工程，仅有一些小型农田水利工程且设施老旧，灌区缺水问题较严重，因缺水而弃耕的荒地较多，部分耕地灌溉保证率低。项目建成后由于有了稳定的水源，到 2030 年，耕地灌溉保证率达到 75%，规划卡若灌区灌溉面积 1.88 万亩，其中改善（恢复）灌溉的耕地面积 1.05 万亩，新增林草地灌溉面积 0.83 万亩，并且灌区农作物种植结构得以调整，高原生态农业如蔬菜等经济作物种植面积由 1.6%提高到 20%。同时也为发展沿河两岸林木、改善草场的生长环境，促进地区林业和畜牧业的健康发展提供了基础条件。

通过有无项目对比，采用分摊系数法估算项目建成后的灌溉效益，经估算，项目建成运行后，可取得灌溉效益 1349.20 万元。

表 8.1.6-1

宗通卡水利枢纽工程分年度环境保护投资计划表

序号	项目	投资 (万元)	工程 筹备期	施工 第1年	施工 第2年	施工 第3年	施工 第4年	施工 第5年	施工 第6年	试运行期 1年	后续 运行期
第 I 部分环境保护措施		8429.37	838.81	1524.59	1523.39	1636.17	896.23	204.96	509.27	602.10	693.84
一	水质保护	1332.72	0	0	0	0	0	0	384.64	563.45	384.64
二	生态保护	7043.85	786.01	1524.59	1523.39	1636.17	896.23	204.96	124.63	38.65	309.20
1	陆生生态保护	584.24	34.98	36.18	34.98	145.76	151.59	145.76	34.98	0	0
2	水生生态保护	6459.61	751.03	1488.41	1488.41	1490.41	744.64	59.20	89.65	38.65	309.20
三	移民安置点保护	52.80	52.80	0	0	0	0	0	0	0	0
第 II 部分环境监测措施		1611.77	10.20	30.34	285.34	41.01	285.84	55.95	28.02	284.21	590.86
一	水质监测	269.32	0.00	26.23	32.32	32.42	32.46	32.30	21.75	33.12	58.72
1	施工期监测	181.24	0.00	26.23	32.32	32.42	32.46	32.30	21.75	3.76	0
2	运行期监测	88.08	0	0	0	0	0	0	0	29.36	58.72
二	环境空气监测	32.67	0	3.27	6.53	6.53	6.53	6.53	3.27		
三	声环境监测	8.45	0	0.85	1.69	1.69	1.69	1.69	0.85		
四	陆生生态监测与调查	59.10	10.20	0	0	0.36	0.36	1.02	2.16	2.46	42.54
五	水生生态监测	1224.00	0	0	244.80	0	244.80	0	0	244.80	489.60
六	人群健康监测	18.22	0	0	0	0	0	14.40	0	3.82	0
第 III 部分环境保护仪器设备及安装		1351.66	904.66	0	0	0	0	0	0	447.00	0
一	砂石加工系统废水处理设备及安装	589.06	589.06	0	0	0	0	0	0	0	0
二	混凝土加工系统冲洗废水处理设备及安装	43.78	43.78	0	0	0	0	0	0	0	0
三	生活污水处理设备及安装	116.84	116.84	0	0	0	0	0	0	0	0
四	机动洒水车	50.00	50.00	0	0	0	0	0	0	0	0
五	手推式洒水车	75.00	75.00	0	0	0	0	0	0	0	0
六	微型密封式垃圾车	25.00	25.00	0	0	0	0	0	0	0	0
七	垃圾桶	4.98	4.98	0	0	0	0	0	0	0	0
八	地表水水质在线监测系统	167.00	0	0	0	0	0	0	0	167.00	0
九	生态流量监测	280	0	0	0	0	0	0	0	280	0

续表 8.1.6-1

宗通卡水利枢纽工程分年度环境保护投资计划表

序号	项目	投资 (万元)	工程 筹备期	施工 第1年	施工 第2年	施工 第3年	施工 第4年	施工 第5年	施工 第6年	试运行期 1年	后续 运行期
第IV部分	环境保护临时措施	2900.27	753.19	213.13	415.44	433.44	446.65	428.65	209.77	0	0
一	废污水处理	2660.68	629.93	198.48	399.67	410.74	417.22	406.15	198.48	0	0
二	噪声防护	13.70	8.10	0.36	1.12	1.32	1.32	1.12	0.36	0	0
三	环境空气质量保护	34.60	1.55	3.46	3.82	6.92	10.02	6.92	1.91	0	0
四	固体废弃物处置	30.09	1.50	3.01	3.01	6.02	9.03	6.02	1.50	0	0
五	人群健康保护	161.20	112.11	7.82	7.82	8.44	9.06	8.44	7.51	0	0
第 I 至第 IV 部分合计		14293.06	2506.86	1768.07	2224.18	2110.62	1628.72	689.56	747.05	1333.31	1284.70
第 V 部分	环境保护独立费用	9961.03	2217.58	287.70	362.34	489.87	595.30	404.61	206.54	880.00	4517.08
一	建设管理费	1657.58	150.41	106.08	133.45	126.64	97.72	41.37	44.82	880.00	77.08
二	环境监理费	520.00	0	47.27	94.55	94.55	94.55	94.55	94.55	0	0
三	科研勘测设计咨询费	7783.45	2067.17	134.34	134.34	268.69	403.03	268.69	67.17	0	4440.00
第 I 至第 V 部分合计		24254.09	4724.45	2055.77	2586.52	2600.49	2224.03	1094.16	953.60	2213.31	5801.78
第 VI 部分	预备费	2910.49	566.93	246.69	310.38	312.06	266.88	131.30	114.43	265.60	696.21
环境保护总投资		27164.58	5291.38	2302.46	2896.90	2912.55	2490.91	1225.46	1068.03	2478.90	6497.99

### 8.2.1.2 社会效益

随着宗通卡水利枢纽工程的建设，工程资金的投入等，将为区域经济发展创造良好的机遇。因本效益难于货币化，暂不计列。

建设期大量施工人员的生活需求将主要由当地农产品及服务满足。以施工人员每人每月平均消费 500 元计，施工期间平均每年使当地消费额增加 2400 万元以上，建设期合计逾 1.2 亿元。消费需求的猛增，将促进当地农业、餐饮业和其他服务业的发展，利于地方农业产业结构调整 and 第三产业的快速发展。

另外，宗通卡水利枢纽工程建设过程中，将新建场内道路（桥梁）43.86km，改扩建场内道路 20.7km，使工程区域对外交通条件得到明显改善，有利于区域经济的良好发展，将带来长期且难以预估的社会经济效益。

### 8.2.1.3 生态效益

水电为清洁能源，工程建成后每年可获得清洁能源约 4.517 亿 kW h，将减免建火电站运行带来的“三废”污染。

本工程环境保护方案实施后，工程建设可能造成的新增水土流失基本可以得到控制，水土流失的控制、地表植被覆盖度的增加为项目区及当地生态环境的改善创造了有利条件，同时也使施工迹地尽量恢复自然景观，促进生态系统的良性循环。

## 8.2.2 主要环境损失分析

### 8.2.2.1 建设征地与移民安置补偿

#### （1）农村部分补偿费

农村部分补偿费包括征地补偿费、房屋及附属建筑物补偿费、移民新址征地及基础设施建设费、农副业设施补偿费、小型水利水电设施补偿费、农村文教卫等单位补偿费、宗教设施补偿费、搬迁补助费、其他补偿补助

费等，共计 30483.58 万元。

#### (2) 镇外单位

本项目征地涉及芒达乡和尚卡乡 5 家镇外单位，按实物指标进行一次性补偿，共计 410.62 万元。

#### (3) 工业企业

本项目征地涉及西藏昌都市和鑫矿业有限责任公司生活区，按实物指标进行一次性补偿，共计 1309.65 万元。

#### (4) 专业项目

本工程涉及的专业项目主要包括公路工程、电力工程、通信工程和文物古迹保护，共计 37209.73 万元。

#### (5) 其他费用

其他费用包括库底清理费、基本预备费、税费等，共计 29635.63 万元。

综上，本工程建设建设征地与移民安置补充费共 98829.50 万元。

### 8.2.2.2 环境保护和补偿措施

为减免、恢复或补偿本工程建设和运行所带来的不利环境影响，拟采取的环境保护措施主要包括：施工期污废水处理及回用、大气污染防治、噪声污染防治、固体废弃物处置；运行期水环境保护和水质管理；生态保护；移民安置环境保护等环保措施方案。在进行技术经济分析及方案比选的基础上，提出了各项环保措施推荐方案及其费用估算，主要采用“恢复费用法”对所需费用进行计算。工程环保措施总投资为 27164.58 万元。

### 8.2.3 环境损益分析

根据以上分析，工程具有较好的经济、社会及环境效益，为减免不利环境影响所采取的环保措施总费用为 27164.58 万元，工程建设建设征地与移民安置补充费为 98829.50 万元，在各项环保措施和补偿措施得到落实的

情况下，其费用产生的环境效果较为明显，可较大程度地减免因环境损失而造成的潜在经济损失。因此从环境损益及环境经济角度分析，工程的建设是可行的。

## 9 环境风险分析

### 9.1 评价目的

本工程投资规模较大、涉及范围较广、建设地点较集中、建设内容较多、施工工期较长、影响因素较多，工程建设和运行中可能存在一些不确定的突发性事故风险因素，造成一定的环境风险，诸如由于自然条件恶劣、人为操作失当等原因，可能在工程区域引起火灾、爆炸、污染物未经处理大量排放等风险事故，造成人身伤亡、环境危害等。另外，鉴于工程区特殊的地质背景条件，水库运行后，在某种特定的情景条件下水库水质安全可能存在风险。因此，有必要进行环境风险分析，并采取必要的措施。

根据原国家环保总局（90）环管字 057 号《关于对重大环境污染事故隐患进行风险评价的通知》和原环境保护部环发〔2012〕77 号文《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》的要求，依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）的规定，结合项目风险特征，本环境风险评价的主要内容为识别工程施工和运行期间，可能发生的风险环节和潜在事故隐患，确定潜在环境风险事故的影响程度，并提出事故防范措施和应急预案，提高风险管理水平，使项目的环境风险影响尽可能降到最低，达到安全施工、运行的目的。

### 9.2 风险识别与源项分析

#### （1）爆炸、火灾及危险品运输事故源

工程建设期间由外界运入并使用大量炸药、油料，工程区进驻大量施工人员，可能发生爆炸、油料泄漏等事故，并引发生态破坏和水质污染等次生灾害。

## (2) 废污水事故源

工程施工期间将产生一定的生产废水和生活污水，废污水经过一定处理后回用或用于场地洒水。在各处理系统正常运行下，对昂曲水体水质的影响很小，但在事故排放情况下，影响则增加，其中砂石料加工系统冲洗废水水量最大、浓度最高，砂石料加工系统废水产生量均为  $810\text{m}^3/\text{h}$ ，事故排放下 SS 浓度为  $30000\text{mg}/\text{L}$ 。

## (3) 生态风险源

宗通卡水利枢纽工程将采取生态恢复措施，针对施工迹地、道路及营地区进行绿化，需种植苗木或撒播草籽。本工程植被恢复过程人工种植的植物种类如有入侵物种，将对区域生态系统产生一定的风险。

## (4) 水质安全风险源

项目区域地处黑色金属和有色金属矿富集地带，昂曲干支流水体中出现 As、Fe、Mn 等超标现象，高背景环境地质条件已对工程河段现状水质产生影响；水库形成后，水体中重金属（As、Fe、Mn）由水相通过悬浮物沉积在库底，库底的沉积物在一定条件下成为污染物的释放源，对库区水质产生一定的累积影响。针对库区恩达曲和芒达曲的泉水，本工程采取导排并处理的措施。由于西藏特殊的自然环境，导排和处理措施可能出现故障，对库区及坝址下游水质产生不利影响。在典型洪水条件下，由于河道冲刷作用，沉积物中 As、Fe、Mn 等重金属可能又释放到水体中，对水体水质产生一定的不利影响。考虑水库运行多年泥沙淤积情况下，并遭遇水库来水 As 浓度历史最大（ $62\ \mu\text{g}/\text{L}$ ）时，对库区水体水质将产生较大影响。

## 9.3 风险分析

### 9.3.1 炸药库风险分析

### (1) 风险识别

炸药库风险类型主要为运输、储存和使用过程中的爆炸，危害因素主要为静电、电气火花等。

### (2) 源项分析

管理人员违反规定，违章吸烟或未按有关规定操作产生火种，引燃炸药或触发雷管；由静电作用而造成炸药爆炸；由雷电引发电火花而引燃炸药。

### (3) 后果估算

本工程位于山区，如若引发火灾或者爆炸，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物。另外，炸药库布置在昂曲岸边，若爆炸将导致部分污染物进入附近水体，对水体水质产生不利影响。

### (4) 风险分析

爆破材料库设计中，委托专业设计单位根据有关规程规范进行设计，拟考虑的安全措施包括：各类消防设施；在库内设置避雷设施和各类防静电设施；严格按照相关设计规范，设置库内各类建筑物的安全防护距离；设置事故报警系统；按照《水电水利工程爆破施工技术规范》、《爆破安全规程》等，严格制定操作规程规范。爆破材料库是整个工程施工中的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据以往水利水电工程施工情况，发生爆炸事故的概率很小。

## 9.3.2 油库风险分析

### (1) 风险识别

油库风险类型主要为油料在运输、装卸过程和加油过程中的泄漏、火灾和爆炸，危害因素主要为静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、储罐冒罐等。

### (2) 源项分析

油库发生事故可能出现的环境危害的风险类型是泄漏、火灾和爆炸。储罐、管道阀门和泵由于维护不当出现故障，造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸。油品在装卸作业时，若流速过大易产生静电，在雷电等条件下可能引发火灾燃烧，或由于操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾燃烧事故。一旦泄漏或爆炸，对昂曲水质具有潜在危险。

### (3) 后果估算

油库周边无工矿企业和居民点，但临近昂曲，运输过程和事故的油料泄漏对周边水体可能产生环境风险。

### (4) 风险分析

油库是工程施工期的安全、消防重点管理区，建立严格的安全管理制度。从已有水利水电工程施工情况看，发生油库事故的案例极少，且水利水电施工管理较为严格，因此本工程油库在施工期发生泄漏和爆炸的概率不大。

## 9.3.3 森林火灾风险分析

### (1) 风险识别

宗通卡水利枢纽工程所处区域气候干燥，野外用火很容易发生森林火灾，火灾的主要危害因素是雷电、静电、电气火花、自燃、人为因素等。

### (2) 源项分析

引起森林火灾的最主要危害因素为雷电和人为因素，其中雷电为自然不可抗力，人为因素主要是在林区吸烟、野外生活等。另外，工程施工期爆破、油库作业的不规范，也可能引起森林火灾。

### (3) 后果估算

工程库周森林植被较好，现有植被多为原生植被，材积量较高，因此工程区一旦发生事故引发森林火灾，将造成较大的损失。

#### (4) 风险分析

工程施工期间，不允许施工人员进入施工区占地范围外的林区，施工炸药库、油库等为整个施工区的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，易燃易爆器材使用时也规定了一定的安全防火范围。因此，工程施工的人为行为引起森林火灾的概率较小。

### 9.3.4 施工期废污水事故排放风险分析

#### (1) 风险识别

施工期主要废污水为砂石混凝土加工系统冲洗废水及碱性废水、含油废水和施工生活污水等。工程建设期间各类废污水均进行处理，禁止直接排入昂曲，在各处理系统正常运行情况下对昂曲及下游水体水质影响很小，但施工过程中可能因回用水泵或各污废水处理设施故障等情况造成污废水处理不及时，而发生事故排放，在汛期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，会造成水土流失，从而对水体水质造成影响。

#### (2) 源项分析

工程建设期间各类废污水均进行处理并回用，在各处理系统正常运行情况下对昂曲及下游水质不会造成影响，但在系统事故排放情况下可能对水体水质造成影响。

在暴雨径流期间，施工开挖面和各临时占地的汇流将携带大量的悬浮物，使河道内的悬浮物浓度大幅度提高，进而影响到下游水质。工程建设期间最大的废水来源为砂石料冲洗废水，施工期砂石料系统冲洗废水事故排放的可能原因主要有：

##### 1) 设备及电力原因导致的可能性

根据工程设计，砂石料冲洗废水处理系统主要的设备为 DH 高效净水装置，故障时可能发生系统设备完全瘫痪导致事故排放。系统设有清水回用

池，事故排放情况下，可作为临时短期的事故废水贮存池，由于砂石料废水中主要污染物为 SS，其在清水池中停留一定时间后，出水 SS 浓度将有所降低。

工程施工期的砂石料系统为施工区主要的用电设施之一，属较重要的供电对象，因此在电力供应和维护上具有较高的保证。

## 2) 进水水质原因导致的可能性

工程环保设计中选择 DH 高效污水净化器法对砂石料冲洗废水进行处理，该处理工艺效果好，且施工砂石料来源于同一料源，砂石料加工所需的单位用水量也较为稳定，因此生产废水中 SS 浓度变化不大，即进水水质负荷变化不大。因此，从进水水质角度分析，在设备正常运行的情况下，其导致的事故排放可能性不大。

## 3) 运行管理原因导致的可能性

工程建设单位将成立专门的施工期环保管理部门，并设置专/兼职和专业人员，开展施工期环境监理，负责和落实环保管理工作，检查环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题。

砂石料冲洗废水处理系统采用的 DH 高效污水净化器法有一定的运行维护要求，因此存在由于运行管理不善而导致污废水事故排放的可能性。

## (3) 后果估算

如果发生废污水事故泄漏排放，可能对昂曲水质和水功能造成不利影响。

## (4) 风险评价

根据施工期事故排放预测结果，砂石料系统冲洗废水若未经处理发生事故排放，将对下游河道水质造成较大影响。砂石料系统污染源较大，若发生事故排放可使河道中悬浮物浓度增幅较大，施工期间存在一定的事故

排放风险。

### 9.3.5 生态风险分析

工程区以灌丛和针叶林等植被类型为主，群落的伴生种较多，群落稳定性一般，因此生物入侵的主要危害因素为人为带入的外来物种。工程实施景观绿化、植被恢复措施过程中，禁止使用易引起入侵的植物种类，优先选择乡土种、本地种或已被证明无入侵风险的物种；加强管理，不允许任何人将未知种类植物种植于工程区；鱼类增殖放流选择本区域原有并适生的鱼苗；在取水口处设置拦鱼电栅防止鱼类进入输水管理。根据其它类似工程情况，发生生物入侵事故的概率很小。

### 9.3.6 水质安全风险分析

#### 9.3.6.1 泉水导排措施失效库区水质风险

当泉水导排失效时，芒达曲和恩达曲以天然浓度汇入昂曲，若遭遇库尾来水 As 最大浓度时，库区水质风险较大。利用三维水质数学模型，模拟库尾来水 As 浓度最大且泉水导排失效时下库区 As 的时空分布。

##### (1) 边界条件

库区特征污染物的来源，主要包括：①昂曲干流上游来水；②芒达曲、恩达曲来水；③库周面源汇入等。其中昂曲干流、芒达曲、恩达曲来水采用最不利水质情况。泉水导排措施失效时库区水质预测边界条件见表 9.3.6-1。

##### (2) 模拟结果

模拟结果表明，库尾至坝前河段，As 浓度沿程下降，坝前 As 浓度相对较低，降至  $33.9\mu\text{g/L}$ 。库尾至坝址上游 10km 河段 As 浓度较高，超过地表水 III 类标准。坝前至坝址上游 10km 范围 As 浓度满足地表水 III 类标准。宗通卡库区干流 As 沿程分布和平面分布情况见图 9.3.6-1 ~ 9.3.6-2。

由此可见，当来水 As 浓度为历史监测最大值时，宗通卡水库对 As 仍有较好的沉降效果，取水口附近 As 满足地表水 II 类标准。

表 9.3.6-1 泉水导排措施失效时库区水质预测边界条件

边界	指标	数值	选择说明
干流-库尾	流量 m <sup>3</sup> /s	43.0	2012 年 2 月 As 浓度为 62 μg/L 时对应流量
	泥沙 mg/L	59	最枯月对应含沙量
	As μg/L	62	枯水年 (P=90%) 最枯月河口国家基本水质监测断面实测数据，其中枯水月为国家基本水质监测断面历次监测最不利情况
支流-芒达曲	流量 m <sup>3</sup> /s	0.29	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 mg/L	59	降水、地质地貌与库区相似，含沙量与库尾一致
	As μg/L	<b>149.0</b>	芒达曲河口历次监测最大值
支流-恩达曲	流量 m <sup>3</sup> /s	0.35	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 mg/L	59	降水、地质地貌与库区相似，含沙量与坝址一致
	As μg/L	<b>132.4</b>	恩达曲河口历次监测最大值
面源-库周	流量 m <sup>3</sup> /s	0.15	采用水文比拟法根据库尾流量推算。
	泥沙 mg/L	59	降水、地质地貌与库区相似，含沙量与库尾一致
	As mg/s	0.032	岩石土壤在风化降水淋溶的作用下，通过支流汇入干流，以库区无温泉支流历年实测水质资料，计算 As 面源汇入负荷
内源释放	As mg/s	16.98	根据 FICK 定律计算的释放速率
库周地下水侧向补给	As mg/s	40.81	根据地层输出模数计算库周地下水排

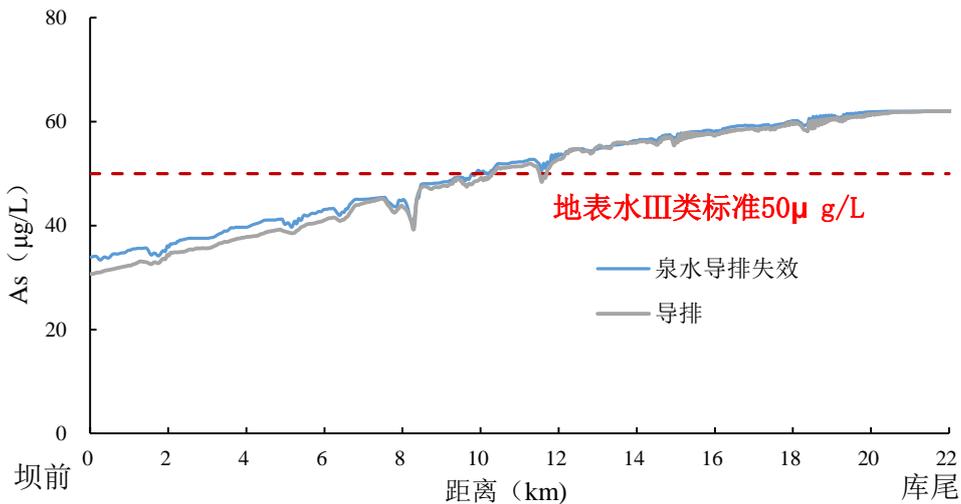


图 9.3.6-1 库尾来水 As 浓度最大时宗通卡库区 As 沿程分布

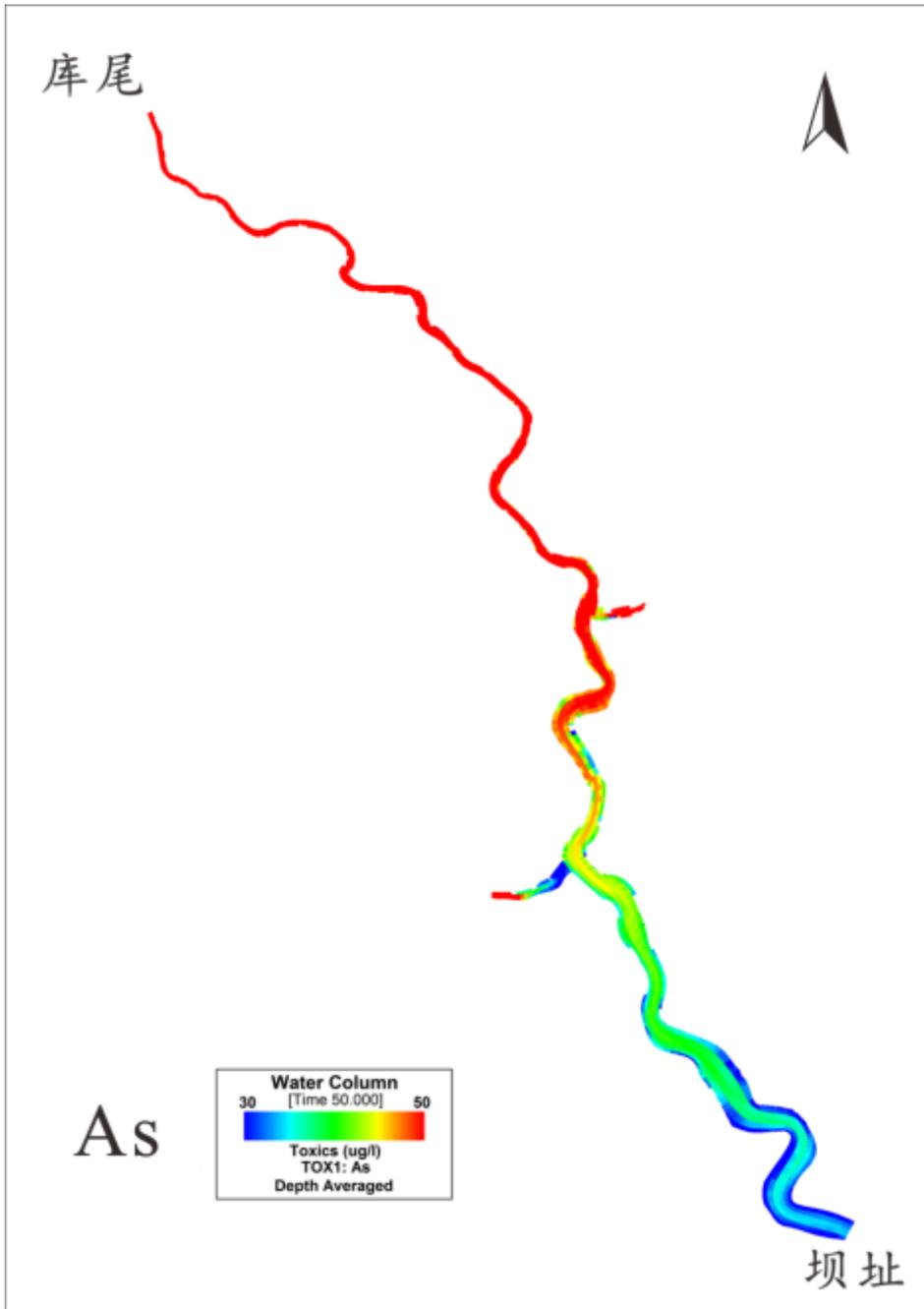


图 9.3.6-2 库尾来水 As 浓度最大时宗通卡库区 As 平面分布

### 9.3.6.2 泉水处理设施失效坝址下游水质风险

当泉水处理设施失效时，恩达曲和芒达曲 4 处泉点的导排泉水未经处理直排入坝址下游河道。利用坝址下游二维水质数学模型，模拟水库运行初期极端来水情况下泉水处理设施失效时导排泉水的排放对坝址下游河道

As 的影响。

### (1) 边界条件

坝址下游特征污染物的来源，主要包括：①坝址下泄；②泉水导排；③坝下四条支沟汇入；④沿岸灌区退水等。泉水处理设施失效坝址下游风险预测边界条件见表 9.3.6-2。

表 9.3.6-2 泉水处理设施失效坝址下游风险预测边界条件

边界	指标	数值	选择理由
干流-坝址	流量 m <sup>3</sup> /s	41.8	2012 年 2 月 As 浓度为 62μg/L 时对应流量
	泥沙 mg/L	16.5	库尾来水 As 浓度最大时模拟坝前含沙量
	As μg/L	30.7	库尾来水 As 浓度最大时模拟坝前 As 浓度
四条支流	流量 m <sup>3</sup> /s	0.14~0.46	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 mg/L	59	最枯月含沙量
	As μg/L	7.5~23.0	坝下四条支沟 2015~2019 年水质监测枯水期最大值
泉水导排	流量 m <sup>3</sup> /s	0.56	泉水导排设计流量
	泥沙 mg/L	0	泉水经沉淀处理后，含沙量接近于 0
	As μg/L	277.9	泉水处理设计最大 As 浓度
面源汇入	流量 m <sup>3</sup> /s	0.13	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 mg/L	59	降水、地质地貌与支沟相似，含沙量与支沟一致
	As μg/L	8.0	以坝址下游支沟实测 As 浓度平均值作为面源汇入

### (2) 模拟结果

模拟结果表明，泉水处理设施失效时宗通卡坝址-昂曲河口河段 As 呈现沿程升高再下降趋势，见图 9.3.6-3~9.3.6-4。受高 As 泉水排放影响，昂曲干流河道 As 浓度由 30.7μg/L 增加至 37.3μg/L。泉水导排设施排放口下游形成污染带（As 浓度超过 50 μg/L 的范围）的长度约为 230m，最大宽度约 6m；形成混合区（As 浓度基本完全混合的范围）长度约 4300m。昌都水厂处 As 浓度为 27.2μg/L、昂曲河口处 As 浓度为 26.7μg/L，均满足地表水 III 类标准。

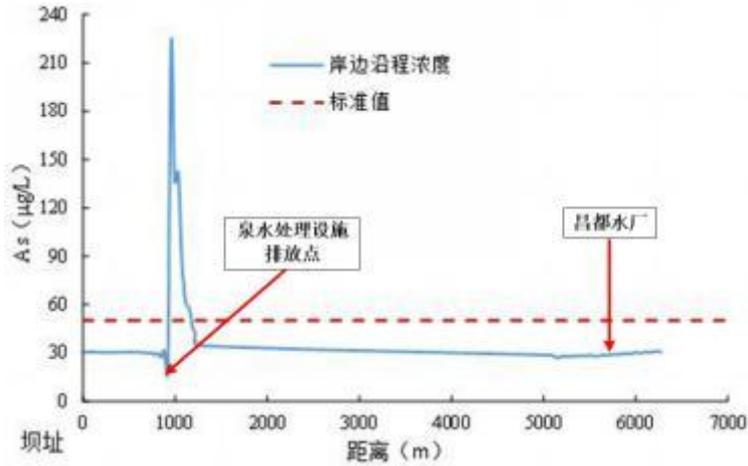


图 9.3.6-3 泉水处理设施失效时宗通卡坝址-昂曲河口河段 As 沿程变化

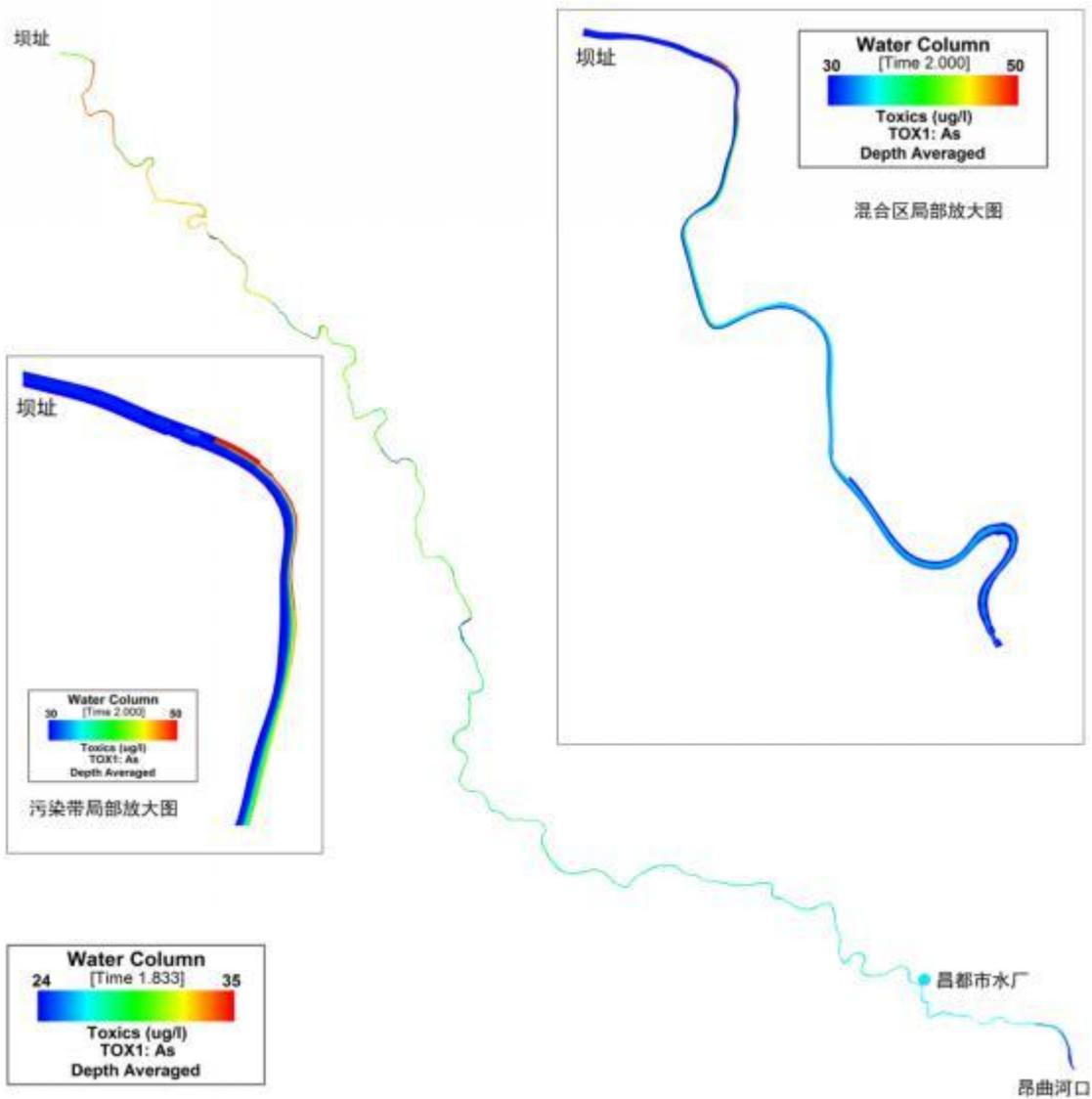


图 9.3.6-4 泉水处理设施失效时宗通卡坝址-昂曲河口河段 As 平面分布

### 9.3.6.3 典型洪水下泄水质风险

典型洪水下泄时，坝前沉积物在扰动条件下可能释放 As，对坝址下游河道水质产生一定风险。选取 100 年一遇洪水为典型洪水，利用下游河道水环境数学模型，根据解吸实验确定 As 入河浓度，模拟典型洪水下泄对水库下游河道 As 浓度的影响。

#### (1) 下泄流量

水库正常蓄水位 3474m 时遭遇 100 年一遇洪水洪峰流量  $2300\text{m}^3/\text{s}$ ，泄洪洞和溢洪道同时开启、敞泄洪水，此时泄洪洞下泄流量为  $482\text{m}^3/\text{s}$ 、溢洪道下泄流量为  $1798\text{m}^3/\text{s}$ 。当上游遭遇洪水时，下游河道亦遭遇洪水，按照面积指数法推算下游集水区域内各个支流的洪峰流量，见表 9.3.6-3。

表 9.3.6-3 宗通卡坝址下游河道边界条件

流域	流域面积 ( $\text{km}^2$ )	洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	含沙量 ( $\text{mg/L}$ )	As ( $\mu\text{g/L}$ )
宗通卡坝址	15592.0	2300.0	758.5	16.3
卡洛村支沟	58.7	8.66	1990.5	7.5
腰曲	112.4	16.58	1990.5	8.5
朗达支沟	195.6	28.85	1990.5	10.5
谢巴曲	138.7	20.46	1990.5	23.0

#### (2) 下泄 As 浓度

采集与宗通卡条件相似的果多电站和昌都电站库区表层沉积物，以纯水作为上覆水，采用正交模拟实验，考虑 pH、水体扰动、溶解氧、含沙量、温度、粒径等因素，分析不同环境条件下沉积物中 As 的解吸情况，以此类比宗通卡水库成库后沉积物中 As 的释放情况。正交实验得出的沉积物中 As 的解吸速率结果如表 9.3.6-4 所示。

表 9.3.6-4 库区重金属沉积物模拟解吸实验结果

24h 解吸	pH	转速	DO	泥沙量	温度	粒径	As 解吸速率	
		rpm	mg/L	g/100ml	°C	μm	mg/(kg·h)	
							果多 500m	昌都 2km
1	7	0.13	0	0.1	5	<63	0.068	0.091
2	7	0.13	0	0.1	5	63~250	0.028	0.082
3	7	0.13	5	0.5	15	250~500	0.016	0.023
4	7	0.44	0	0.5	15	500~2000	0.025	0.015
5	7	0.44	5	0.1	15	<63	0.029	0.064
6	7	0.44	5	0.5	5	63~250	0.014	0.017
7	9	0.13	5	0.5	5	250~500	0.014	0.005
8	9	0.13	5	0.1	15	500~2000	0.025	0.079
9	9	0.13	0	0.5	15	<63	0.024	0.074
10	9	0.44	0	0.1	5	63~250	0.054	0.048
11	9	0.44	5	0.5	5	250~500	0.014	0.005
12	9	0.44	0	0.1	15	500~2000	0.087	0.032

根据下列公示计算可得，成库之后水库沉积物密度约为  $1.4 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

$$m_{\text{沉}} = h \times S \times \rho_{\text{沉}}$$

$$M = v \times m_{\text{沉}} \times t \times 10^{-6}$$

$$c = \frac{M}{V} \times 10^9$$

上述式中， $h$  取 0.05m， $S$  为库底面积， $\text{m}^2$ ； $\rho_{\text{沉}}$  为沉积物平均密度， $\text{kg/m}^3$ ； $M$  为解吸量， $\text{kg}$ ； $v$  为解吸速率， $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ ； $t$  为解吸时间， $\text{h}$ ； $c$  为解吸浓度增量， $\mu\text{g/L}$ ； $V$  为成库后库容， $\text{m}^3$ 。

由表 9.3.6-5 可知，果多电站库区沉积物 As 解吸量在 127.83 ~ 794.35kg/d 之间，平均解吸量为 302.83kg/d，相应的 As 解吸浓度增量在 1.03 ~ 6.37 $\mu\text{g/L}$  之间，平均浓度增量为 2.43 $\mu\text{g/L}$ ；昌都电站水库沉积物 As 最大解吸量为 45.65 ~ 830.88kg/d，平均值为 407.07kg/d；相应的 As 解吸浓度增量在 0.37 ~ 6.66 $\mu\text{g/L}$  之间，平均解吸浓度增量为 3.26 $\mu\text{g/L}$ 。总体看来，考虑 As 的内源释放时采用最大不利情况，即 As 解吸总量为 830.88kg/d，As 解吸浓度增量为 6.66 $\mu\text{g/L}$ 。因此按偏不利原则，丰水期坝前水体 As 浓度 9.64 $\mu\text{g/L}$ ，则水库下泄 As 浓度为 9.64 $\mu\text{g/L}$ +6.66 $\mu\text{g/L}$ =16.30 $\mu\text{g/L}$ 。

表 9.3.6-5 沉积物中 As 解吸总量和 As 浓度增量

24h 解吸	pH	转速	D0	泥沙量	温度	粒径	As 解吸总量		As 解吸浓度增量	
		rpm	mg/L	g/100mL	℃	μm	kg		μg/L	
							果多 500m	昌都 2km	果多 500m	昌都 2km
1	7	0.13	0	0.1	5	<63	620.87	830.88	4.98	6.66
2	7	0.13	0	0.1	5	63~250	255.65	748.70	2.05	6.00
3	7	0.13	5	0.5	15	250~500	146.09	210.00	1.17	1.68
4	7	0.44	0	0.5	15	500~2000	228.26	136.96	1.83	1.10
5	7	0.44	5	0.1	15	<63	264.78	584.35	2.12	4.69
6	7	0.44	5	0.5	5	63~250	127.83	155.22	1.03	1.24
7	9	0.13	5	0.5	5	250~500	127.83	45.65	1.03	0.37
8	9	0.13	5	0.1	15	500~2000	228.26	721.31	1.83	5.78
9	9	0.13	0	0.5	15	<63	219.13	675.66	1.76	5.42
10	9	0.44	0	0.1	5	63~250	493.05	438.26	3.95	3.51
11	9	0.44	5	0.5	5	250~500	127.83	45.65	1.03	0.37
12	9	0.44	0	0.1	15	500~2000	794.35	292.18	6.37	2.34

(3) 边界条件

典型洪水下泄时坝址下游特征污染物的来源，主要包括：①坝址 100 年一遇洪水下泄；②泉水导排处理；③坝下四条支沟汇入；④沿岸灌区退水等。典型洪水下泄时坝址下游水质预测边界条件见表 9.3.6-6。

表 9.3.6-6 典型洪水下泄时坝址下游水质预测边界条件

边界	指标	数值	选择说明
干流-坝址	流量 m <sup>3</sup> /s	2300	坝址典型洪水 (P=1%) 洪峰流量 2300 m <sup>3</sup> /s
	泥沙 mg/L	1990.5	由于无洪水期含沙量数据，取最大月平均含沙量
	As μg/L	16.31	丰水期坝前 As 的预测浓度与沉积物扰动作用下再释放的 As 浓度之和
四条支流	流量 m <sup>3</sup> /s	8.66~28.85	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 mg/L	1990.5	降水、地质地貌与库区相似，含沙量与库尾一致
	As μg/L	7.5~23.0	历年丰水期水质监测最大值
泉水导排处理	流量 m <sup>3</sup> /s	0.56	泉水导排流量
	泥沙 mg/L	0	泉水经沉淀处理后，含沙量接近于 0
	As μg/L	50	泉水 As 浓度经处理后达到地表水 III 类标准
面源汇入	流量 m <sup>3</sup> /s	0.13	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 mg/L	1990.5	降水、地质地貌与库区相似，含沙量与库尾一致
	As μg/L	8.0	以坝址下游支沟实测 As 浓度平均值作为面源汇入

(4) 模拟结果

模拟结果表明，典型洪水期宗通卡坝址-昂曲河口河段 As 呈现沿程波动下降趋势，见图 9.3.6-5~9.3.6-6。其中坝址至谢巴曲汇入口上游 As 随泥沙落淤沿程沉降，受 As 浓度较高的谢巴曲汇入影响，干流河道 As 浓度

由  $13.74\mu\text{g/L}$  增加至  $14.53\mu\text{g/L}$ ，谢巴曲汇入口至昂曲河口 As 浓度缓慢下降，昂曲河口处 As 浓度为  $12.20\mu\text{g/L}$ ，均满足地表水 III 类标准。

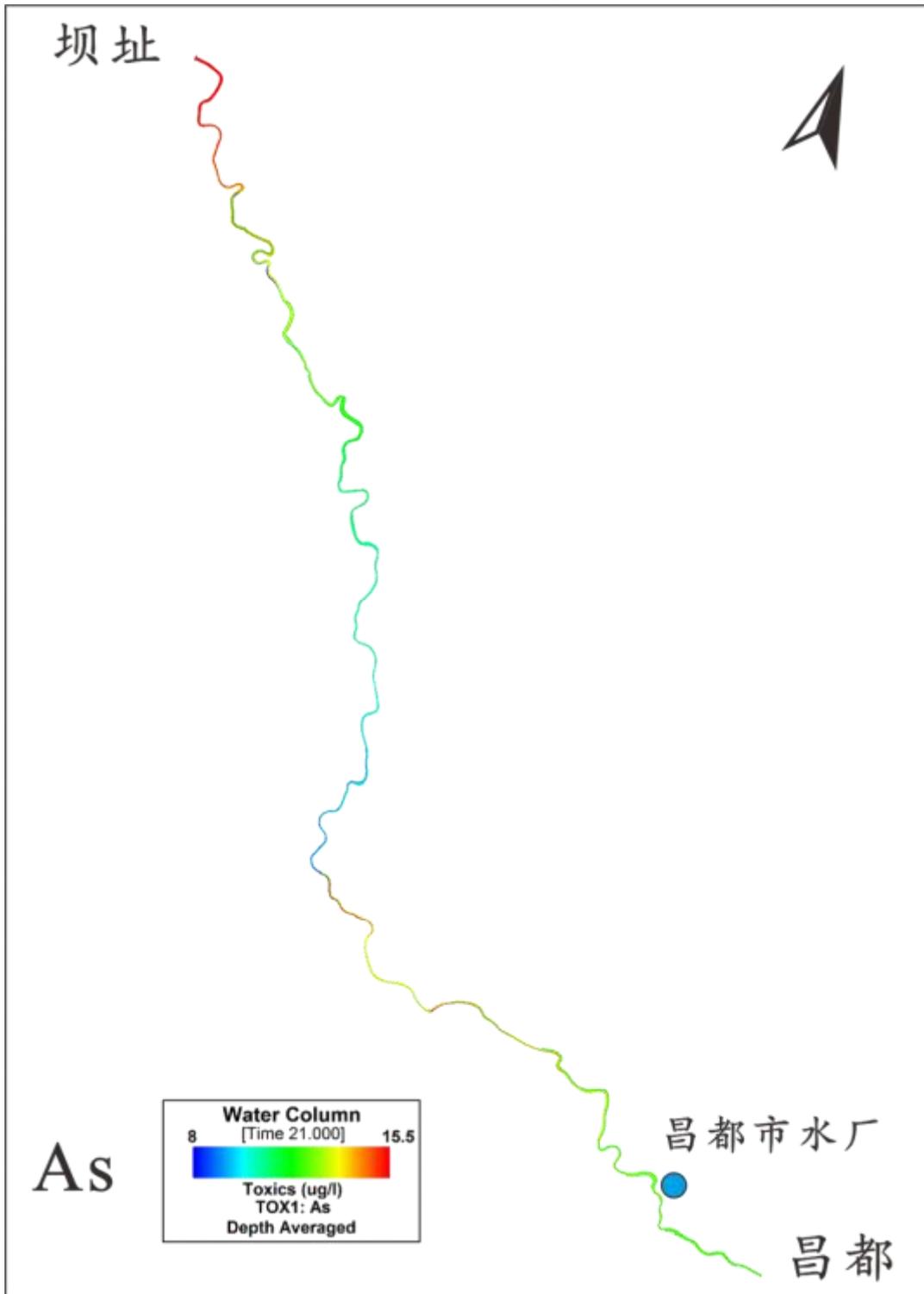


图 9.3.6-5 宗通卡坝址-昌都河段典型洪水期 As 平面分布

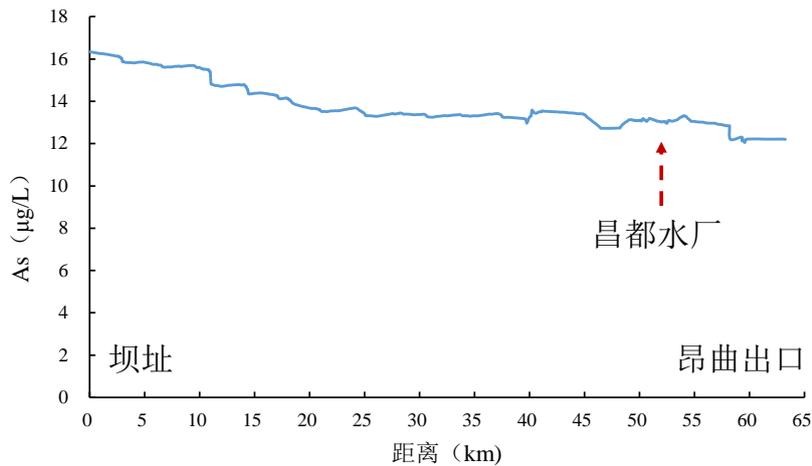


图 9.3.6-6 宗通卡坝址-昌都河段典型洪水期 As 沿程变化

### 9.3.6.4 库区底泥翻转 As 释放风险

#### (1) 水库沉积物翻转 As 模拟实验

##### 1) 实验设计

采集果多电站坝前 500m 处沉积物，在圆柱形容器底部填充至深约 5cm，开展厌氧翻转释放模拟实验。在模拟过程中定期剧烈搅拌上覆水（通过曝氮气）直至沉积物被大幅度翻转，翻转 5min 之后立刻取第一个样品，然后 0.5h（0~0.5h）内每 5min 取 1 次样品，之后（0.5~2h）每 10min 取 1 次样品，再之后（2~6h）是每 0.5h 取 1 次样品，之后的 6~12h 内每 1h 取 1 次样品。每次均在同一深度取上覆水样品，以分析 As 的释放规律和强度。第 1 次翻转 24h 之后，再次剧烈搅拌上覆水，操作同上，进行采样分析；共进行 3 次翻转模拟。每次翻转之前测一下上覆水中 As 的原始浓度。

##### 2) 数据处理

累积释放速率按以下公式计算：

$$m_n = C_1V_1 + C_2V_2 + \dots + C_nV_n$$

$$M_n = C_n \bullet V + m_{n-1}$$

$$K = \frac{M_n}{t_n \bullet m_{nR}}$$

式中,  $m_n$  第  $n$  次累积取样量,  $\mu\text{g}$ ;  $C_n$  第  $n$  次取样的 As 浓度,  $\mu\text{g/L}$ , 的;  $V_n$  第  $n$  次取样体积, L;  $M_n$  第  $n$  次取样累积总释放量,  $\mu\text{g}$ ;  $V$  沉积物和水总体积, L;  $K$  累积释放速率,  $\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ ;  $t_n$  第  $n$  次取样累积时间, h;  $m$  沉积物的质量, g。

### 3) 结果分析

类比果多电站库区沉积物厌氧翻转模拟实验结果, 宗通卡水库 As 的累积释放速率、累积释放浓度和累积释放量见图 9.3.6-7~9.3.6-9。由图 9.3.6-7 可知, 水库沉积物 3 次翻转后 As 的累积释放速率变化趋势基本一致, 初始释放速率较高, 随后大幅降低再逐渐趋于平衡, 平衡时 As 累积释放速率降到  $0.0002\sim 0.001\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{s})$ 。As 的释放发生在厌氧翻转之后非常短的时间, 前 5min 平均释放速率为  $0.028\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{s})$ , 之后释放量极少, 200min 左右趋于平衡; 第 1 次翻转 24h 之后进行第 2 次翻转, 前 5min 的 As 释放速率下降至  $0.023\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{s})$ , 200min 左右趋于平衡; 第 2 次翻转 24h 之后进行第 3 次翻转, 前 5min 的 As 释放速率快速降低至  $0.0046\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{s})$ , 125min 左右趋于平衡。

第 1 次厌氧翻转后平衡时 As 累积释放浓度增量为  $0.052\sim 0.066\mu\text{g/L}$ , 24h 的 As 的累积释放量为 7.77kg; 第 2 次翻转后平衡时 As 累积释放浓度增量为  $0.038\sim 0.054\mu\text{g/L}$ , 24h 的 As 的累积释放量为 5.24kg; 第 3 次翻转后平衡 As 累积释放浓度增量为  $0.008\sim 0.010\mu\text{g/L}$ , 24h 的 As 的累积释放量为 1.10kg。第 1 次和第 2 次翻转后 As 累积释放量在 200min 左右趋于平衡, 平衡后第 1 次翻转后 As 累积释放量波动范围为  $6.49\sim 8.17\text{kg}$ , 第 2 次翻转后 As 累积释放量波动范围为  $4.70\sim 6.67\text{kg}$ ; 第 3 次翻转后 As 累积释放量在 125min 左右趋于平衡, 平衡后 As 累积释放量  $0.97\sim 1.27\text{kg}$ 。

沉积物厌氧翻转模拟实验结果表明, 即使水库出现厌氧翻转情况, 水体中 As 的浓度仅增加  $0.038\sim 0.066\mu\text{g/L}$ , 对库内水质影响很小。

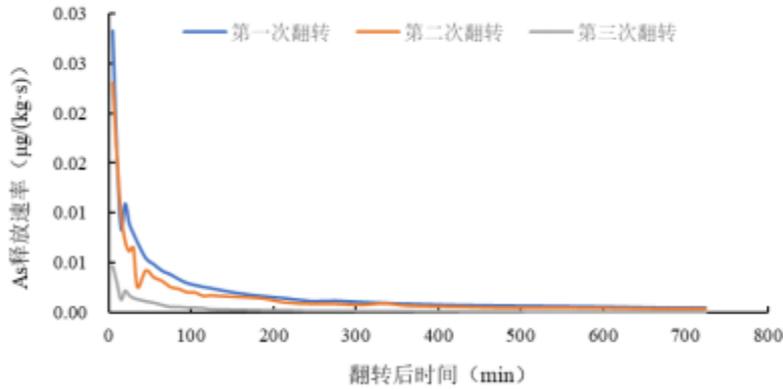


图 9.3.6-7 果多库区沉积物翻转 3 次后 As 释放速率

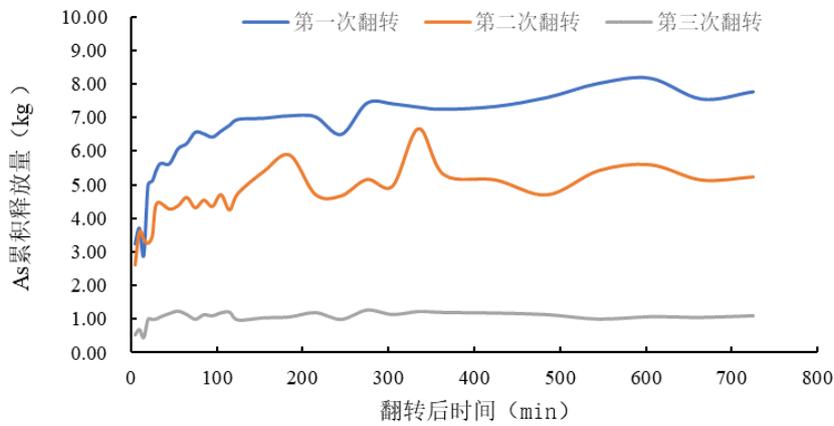


图 9.3.6-8 果多库区沉积物翻转 3 次后 As 累积释放量

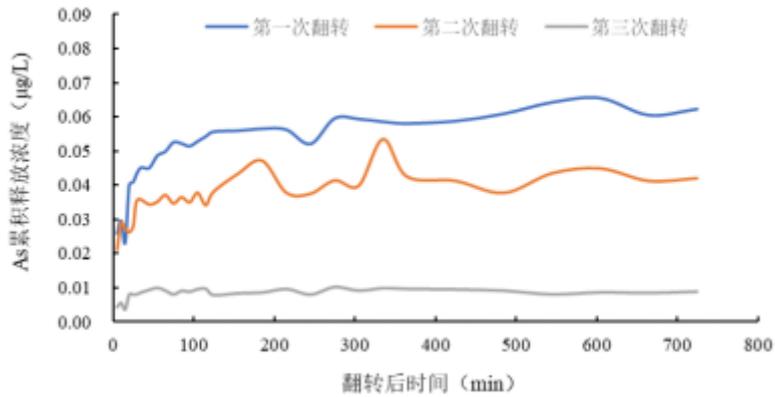


图 9.3.6-9 果多库区沉积物翻转 3 次后 As 累积释放浓度

## (2) 水库沉积物翻转 As 释放风险分析

宗通卡水库为混合型水库，常年表层与底层水温温差不超过 3.0℃。根据青藏高原其他湖泊（班公错、达则错）实测水温数据发现秋冬季（结冰

前)及冬春季(融冰后)湖泊会出现垂向掺混甚至翻转。因此,宗通卡成库后在秋冬季及冬春季同样会出现垂向掺混,但受水库调节的影响,垂向掺混的持续时间、作用深度和发生强度都远远小于湖泊。

根据气温骤降情况下日内水温模拟可知,当气温骤降时表层水快速冷却并下沉,冷水下沉深度不超过 30m,持续时间不超过 5h,即不会造成水库大范围的翻转。

根据沉积物翻转实验,在沉积物翻转时库区 As 浓度仅增加 0.038 ~ 0.066 $\mu\text{g/L}$ ,对库区水体中 As 浓度的影响较小。

#### 9.3.6.4 水库运行多年且遭遇来水 As 浓度历史最大时库区水质风险

##### (1) 边界设置

按最不利原则,取昂曲河口断面历史监测 As 浓度最大值 62 $\mu\text{g/L}$ 为库尾来水 As 浓度边界条件。模型预测边界见表 9.3.6-7。

表 9.3.6-7 模型预测边界

边界	指标	数值	选取说明
干流-库尾	流量 $\text{m}^3/\text{s}$	43.0	As 浓度为 62 $\mu\text{g/L}$ 时对应的流量
	泥沙 $\text{mg/L}$	59	最枯月对应含沙量
	As $\mu\text{g/L}$	62	枯水年 (P=90%) 最枯月河口国家基本水质监测断面实测数据,其中枯水月为国家基本水质监测断面历次监测最大值
支流-芒达曲	流量 $\text{m}^3/\text{s}$	0.29	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 $\text{mg/L}$	59	降水、地质地貌与库区相似,含沙量与库尾一致
	As $\mu\text{g/L}$	116.3	在考虑泉水导排量最小情况时,枯水期芒达曲汇入口 As 监测最大值
支流-恩达曲	流量 $\text{m}^3/\text{s}$	0.35	采用水文比拟法根据坝址流量推算
	泥沙 $\text{mg/L}$	59	降水、地质地貌与库区相似,含沙量与坝址一致
	As $\mu\text{g/L}$	114.0	在考虑泉水导排量最小情况时,枯水期恩达曲汇入口 As 监测最大值
面源-库周	流量 $\text{m}^3/\text{s}$	0.15	采用水文比拟法根据库尾流量推算
	泥沙 $\text{mg/L}$	59	降水、地质地貌与库区相似,含沙量与库尾一致
	As $\text{mg/s}$	0.032	岩石土壤在风化降水淋溶的作用下,通过支流汇入干流,以库区无温泉支流历年实测水质资料,计算面源汇入负荷
内源释放	As $\text{mg/s}$	16.98	根据 FICK 定律计算的释放速率
库周地下水侧向补给	As $\text{mg/s}$	40.81	根据地层输出模数计算库周地下水排泄

## (2) 模拟结果

### 1) 平面分布与沿程变化规律

模拟结果显示，不同泥沙淤积年限情况下，来水 As 浓度最大时宗通卡库区 As 呈沿程下降趋势，水库运行初期、20 年、50 年、100 年后坝前水体 As 浓度分别为  $30.7\mu\text{g/L}$ 、 $34.9\mu\text{g/L}$ 、 $39.2\mu\text{g/L}$ 、 $43.5\mu\text{g/L}$ ，见图 9.6.3-10。

水库淤积年限越久，有效库容越小，库区 As 沉降比例越小，库区 As 平均浓度越大。水库运行初期、20 年、50 年、100 年时，库区 As 浓度达标范围分别为坝前 10.5km、8.5km、7.5km、7.0km，即水库运行多年后遭遇库尾来水 As 浓度为  $62\mu\text{g/L}$  时，坝前 7km 范围内可满足地表水 III 类标准。

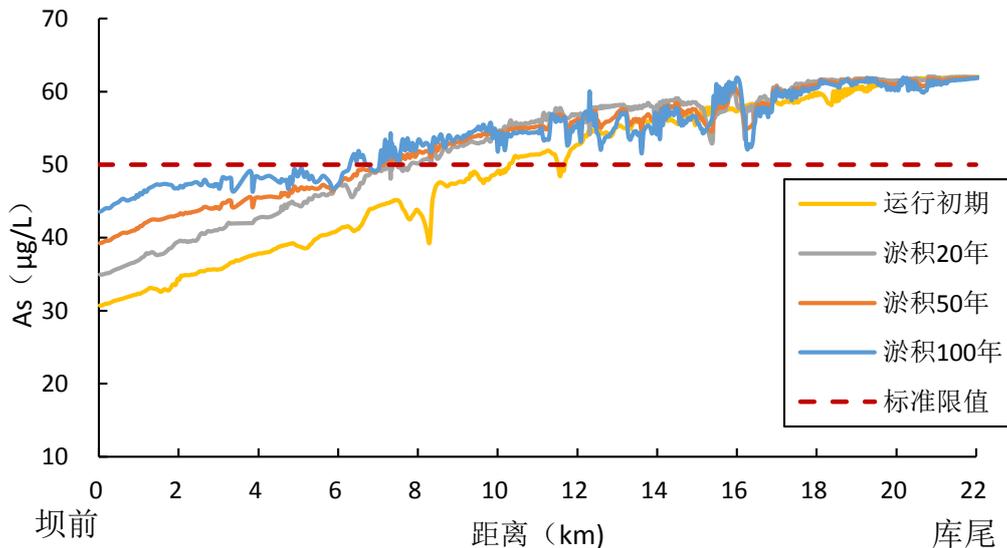


图 9.6.3-10 来水 As 浓度最大时宗通卡库区 As 沿程分布

### 2) 垂向分布规律

来水 As 浓度最大时，库区不同河段 As 垂向分布规律基本一致，见图 9.6.3-11。As 垂向分布较均匀，As 浓度随水深增加变化幅度较小，其中坝前断面由表层的  $30.2\sim 44.7\mu\text{g/L}$  增至底层的  $31.6\sim 45.0\mu\text{g/L}$ ，满足地表水 III 类标准。

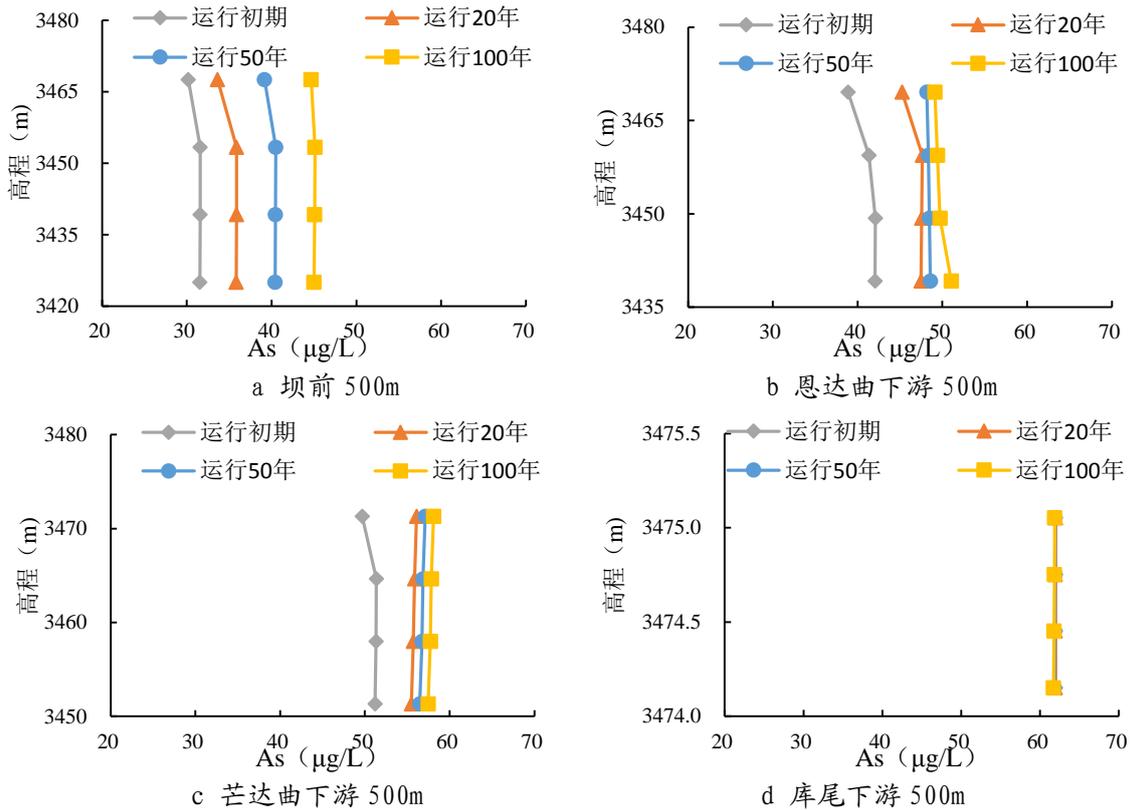


图 9.6.3-11 来水 As 浓度最大时宗通卡库区 As 垂向分布模拟结果

## 9.4 环境风险防范措施

### 9.4.1 炸药库和油库风险防范措施

(1) 建立以枢纽工程建设环境保护领导小组为核心的责任制，层层签订责任书，明确各级环保人员应承担的环境风险管理责任；

(2) 环境保护领导小组应加强各施工队伍的环境风险意识的宣传教育，并与运输炸药、石油类物质的承包方签订事故责任合同，确保运输风险减缓措施得到落实；

(3) 对属于业主管管的炸药库、储油库等易发生环境事故的工程设施，应建立岗位责任制，并明确管理者责任；

(4) 运输油类、炸药等有毒有害物质，必须事先申请并经公安、环保等有关部门批准、登记并设置防渗、防漏、防溢设施，经有关部门批准后方可按照规定运输；

(5) 建议运油车采用密闭性能优越的储油罐，炸药与雷管应分开运输；

(6) 运输人员应严格遵守易燃、易爆等危险货物运输的有关规定，具体包括《道路危险货物运输管理规定》、《汽车运输 装卸危险货物作业规程》；

(7) 加强运输人员的环境污染事故安全知识教育，增强风险意识；

(8) 建议运油车采用密闭性能优越的储油罐，炸药与雷管应分开运输。

#### 9.4.2 森林火灾风险防范措施

(1) 严格执行野外用火和爆破的相关报批制度；

(2) 对施工人员进行防火宣传教育，并严格规范和限制施工人员的野外活动，严禁施工人员私自野外用火；

(3) 做好吸烟和生活用火等火源管理，严格控制易燃易爆器材的使用；

(4) 建议在施工区内建立防火及火灾警报系统；

(5) 制定和执行严格的爆破规程，爆破时采取有效的隔离和防火措施；

(6) 对进入施工区的外来车辆进行登记，明确其防火责任等。

#### 9.4.3 施工期废污水事故排放风险防范措施

(1) 为防范施工期废污水事故排放，按照“三同时”原则，在各施工生产设施开始施工前，即按照本环评提出的砂石料加工废水、混凝土拌和废水、生活污水的处理措施，修建废污水处理设施。

(2) 砂石料加工系统废水排放量较大，生产过程中需要对废水处理设备定期维护修理；在每班末进行设备检查，保证正常运转，每月安排两次全面检

修。当上述设备出现事故、运行中断时，应立即停止砂石料加工生产。

(3) 混凝土拌和废水处理设施简单，处理设备多为土建设施，仅需配备潜污泵，用于废水抽排。生产过程中应保证及时更换沉砂池中的砂砾石滤料，保证处理设施处于一用一备状态；一套设施发生故障后，应立即启用备用设施，并及时对故障设施进行修缮。此外，应定期对处理设施进行全面检修，及时发现故障，尽快维修。一旦废水处理设施发生故障，不能正常运行处理时，要立即停止混凝土拌和系统施工作业，待废水处理设施恢复正常运转后再施工。

(4) 为防范生活污水事故排放对河流水质的影响，首先应切实落实本环评提出的生活污水处理措施，即采用成套生活污水处理设备。各处理设施应定期检修排查，及时发现设备问题，进行修缮，并预留紧急备用设备，及时更换，处理后的废水按要求排放。

(5) 废污水处理系统的运行管理人员应加强对处理系统的巡视和水质监控，定期检查，确保各处理池能够正常蓄水，并及时清理各池，确保有足够容积处理来水；保证各类废水的处理设施都能正常运转发挥作用。

#### 9.4.4 水质安全风险防范措施

(1) 加强流域内重金属污染源的监测和管控。定期对留置的地下水监测井内水质以及库区水质进行监测，发现问题及时查明原因并予以解决。

(2) 应加强输水管线及分水池的卫生管理，防止对水质产生污染。输水管线周边应进行水土保持和绿化建设，加强水政宣传教育，不得在管线、分水池等建筑物内淘洗、抛弃有毒有害和污秽物品，严禁企业排污入管。

(3) 加强水质监测与预警。建立宗通卡水利枢纽水质在线监测系统和水质预警系统，一旦在取水口处出现水质 As、Fe、Mn 超标或库区发生突发性污染事故，立即停止取供水，并展开水质污染及污染事故调查，及时

上报水质污染和污染事故信息，采取防止污染扩散或降低污染的应急措施，使水库尽快恢复供水功能。

(4) 在遇到短时间暴雨和泉水流量突增的突发情况下，本工程采用的无压流输水管道可充分拓展和利用的管道上部空隙，尽可能吸纳超限导排泉水，配合中途接合并的调蓄作用，共同削减削过流量峰值，保障导排工程的正常运行。

### 9.4.5 环境事故应急预案

#### 9.4.5.1 体系定位及应急处置程序

根据国务院《国家突发公共事件总体应急预案》确定的全国突发公共事件总体应急预案体系的划分原则，本工程应急预案体系为突发公共事件地方应急预案和地方环境污染和生态破坏事故应急预案。突发公共事件的应急处理程序主要包括以下4个方面。

##### (1) 信息报告

特别重大或者重大突发公共事件发生后，要立即报告上级应急指挥机构并通报有关地区和部门，最迟不得超过4小时。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

##### (2) 先期处置

突发公共事件发生后，在报告特别重大、重大突发公共事件信息的同时，要根据职责和规定的权限启动相关应急预案，及时有效地进行处置，控制事态。

##### (3) 应急响应

对于先期处置未能有效控制事态的特别重大突发公共事件，要及时启动相关预案，由上一级应急指挥机构统一指挥或指导有关地区、部门开展处置工作。现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作。

需要多个相关部门共同参与处置的突发公共事件，由该类突发公共事件的业务主管部门牵头，其他部门予以协助。

#### (4) 应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

### 9.4.5.2 环境事故应急预案

#### (1) 应急计划区

本工程应急计划区包括炸药库区、林区、库区。应急事件包括火灾、爆炸、水质事故等。

#### (2) 应急组织机构、人员

##### 1) 应急领导机构

根据事故发生地点，应急总领导机构为自治区人民政府突发公共事件应急委员会。当事故发生时，由自治区及昌都市共同组成应急委员会，协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地方应急领导机构由涉及各县区的分管环保的区/县长、生态环境局及其他相关各协作部门负责人组成。

现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、承包商单位分管环保的领导组成。

##### 2) 现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，火灾、爆炸时一般由消防队长担任现场指挥，负责指挥应急反应行动的全过程。水质事故应急行动由政府主管领导负责指挥。

##### 3) 应急救援人员及应急程序

应急救援人员包括：

A. 危险源控制组：主要是负责在紧急状态下的现场抢救作业，及时控制危险源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业救护队伍。

B. 伤员抢救组：负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责。

C. 医疗救护组：负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作。

D. 消防组：负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成。

E. 安全疏散组：负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全监督部门、安全保卫人员和当地政府人员组成。

F. 安全警戒组：负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责。

H. 物资供应组：负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地县区政府负责。

I. 环境监测组：负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地生态环境局负责。

J. 专家咨询组：负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位和承包商单

位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织。

K. 综合协调组：负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成。

L. 善后处理组：负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。

应急程序见图 9.4-1。

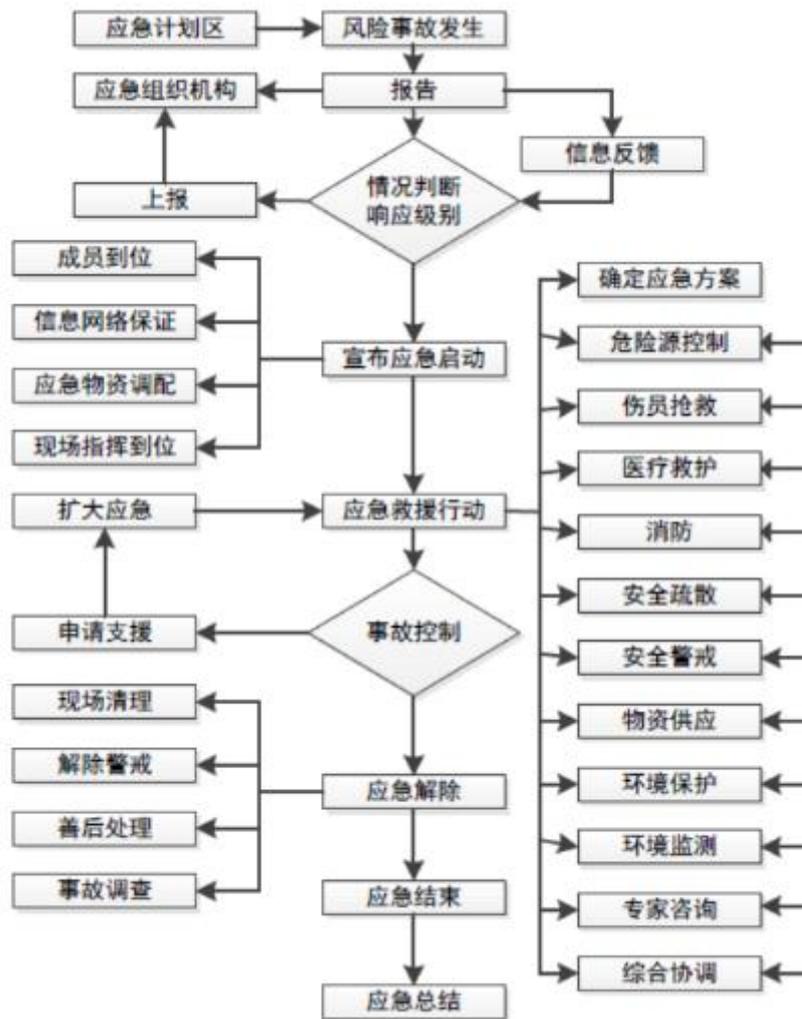


图 9.4-1 事故应急程序图

#### 4) 预案分级响应

事故分为以下 4 个等级：特别重大（I 级），重大（II 级），较大（III 级），一般（IV 级）。针对不同事故等级，实行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，其中，I级、II级响应：现场指挥在事故应急领导机构的统一领导下，具体安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因、责任及处理决定公布于众，接受社会的监督。

III级、IV级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作，防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

#### 5) 应急救援保障

##### A. 油库火灾和爆炸应急设备

主要包括专用消防水池、消火栓、灭火器、防火堤、消防车、消防水收集系统、溢油控制应急设备和器材。

##### B. 爆破材料库火灾和爆炸应急设备

主要包括消防水池、消火栓、消防车等。

#### 6) 报警、通讯联络方式

A. 报警方式：在施工封闭管理区内设置专线报警电话，设置施工区火灾报警器；当地火警电话 119。

B. 应急通讯：应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系；现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用统一频道（消防频道），若无线通讯中断，应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

C. 信息报送程序：发生环境风险事故时，必须及时上报，按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后，报告应急领导机构和其它相关部门、上级部门，报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

#### 7) 应急监测、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场，对事故原因、性质进行初步分析，并做好样品快速取送和检测工作，及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见，并发布应急监测简报，对事故发生后周围的安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据，确保群众和救援人员的安全防护。

#### 8) 应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处置，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

#### 9) 人员疏散、撤离组织计划

受灾区域内被围困人员由安全疏散组负责搜救；警戒区域内无关人员

由建设单位配合安全疏散组实施紧急疏散。

当事故可能危及周边地区较大范围人员安全时，现场指挥应综合专家组及有关部门的意见，及时向领导小组提出实施群体性人员紧急疏散的建议，建议应当明确疏散的范围、时间与方向。

现场指挥应当及时发布事故信息，经领导小组批准，及时发布周边地区人员紧急疏散的公告；当地政府及各有关部门，应当按照领导小组的指令，及时、有序、全面、安全地实施人员疏散，妥善解决疏散人员的临时生活保障问题。

#### 10) 事故应急救援关闭程序与恢复措施

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。

建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除危害因素。

善后处理组针对事故对人体、动植物、土壤、水体、空气造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

#### 11) 应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。

每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养

各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行 1 次应急演习，在模拟的事故状态下，检查应急机构、应急队伍、应急设备和器材、应急通讯等各方面的实战能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

#### 12) 公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民和施工人员进行宣传教育，并即时发布相关信息。

#### 9.4.5.3 水环境风险控制预案与应急管理要求

根据风险识别，库区水环境风险主要来源于泉水导排失效、库区底泥翻转、水库运行多年且遭遇来水 As 浓度最大以及其他突发事件（人为原因导致危险物品进入水体）等。

一旦发生水环境风险，应立即启动环境事故应急预案，可按“9.4.5.1 小节”和“9.4.5.2 小节”的要求执行。为有效预防、及时控制和消除地表饮用水源突发环境污染事件的危害，保障公众饮用水安全和身体健康，可能采取的应急处理措施主要有：关闭取水口，启动备用水源；强化水厂常规工艺去除污染物等；在污染到达进水口之前，清除水中的污染物，使污染物在水系统中得到有效控制。

##### (1) 关闭取水口，启动备用水源

关闭取水口是最有效和可靠的防止污染物进入水厂和供水管网的应急措施。但前提是：①在污染物到达进水口之前，发现并确定污染；②在水中污染物浓度减低到水质标准前一段时间内，进水口须处于关闭状态。然而，为满足居民生活需要，关闭取水口时，需要同时启动备用供水系统，包括启动备用水源进入水厂处理、将其它水厂出水引入管网，当然容量大的原水或清水池将在一定程度上达到上述的效果。

## (2) 河流水系统中的污染控制

对于有毒有害化学品污染现场应急处理方法，主要有人工处理法、化学处理法等。

①人工应急处理法：将事故排放污染物(如油品、未破损包装的有毒有害化学品)清理及打捞出水或进行拦污隔离等。

②化学应急处理法：在污染水域抛洒化学药剂，减轻和净化污染水域。常见的化学处理方法是根据污染物的化学性质确定，酸性物质用碱性物质来中和，如硝酸、硫酸用氢氧化钠处理；氰化物用漂白粉、次氯酸钠处理等；碱性物质用酸性物质来中和；利用氧化还原反应来处理；利用絮凝剂、分散剂、消油剂等加速污染物沉降、分解，防止污染物扩散。

## 10 环境影响评价结论

### 10.1 工程概况

#### 10.1.1 流域概况

昂曲是澜沧江右岸一级支流，也是澜沧江最大的支流。昂曲发源于西藏巴青县贡日乡桑堆敌玛村境内，北流经巴青县、丁青县进入青海省，转东、东南流经青海省杂多县结多乡、苏鲁乡、囊谦县东坝乡、吉尼赛乡、吉曲乡后又进入西藏，吉曲乡以上河段称吉曲，经类乌齐县甲桑卡乡、尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇汇入澜沧江。

昂曲流域位于东经  $94^{\circ}10' \sim 97^{\circ}15'$ 、北纬  $31^{\circ} \sim 33^{\circ}$  之间，流域面积  $17715\text{km}^2$ ，干流全长约  $499.3\text{km}$ ，河道天然落差  $1926\text{m}$ 。昂曲径流主要由降水、地下水及融雪形成。昂曲流域地处青藏高原东南部，属高原温带半干旱季风气候区，流域内日照充足，干湿季分明，年无霜期短，以寒冷为基本特点，气温具有区域性分布差异明显特点。昂曲流域上游气温最低，下游温度较高，年平均气温在  $3.7 \sim 7.8^{\circ}\text{C}$  之间；多年平均降水量在  $500 \sim 550\text{mm}$  之间。宗通卡水利枢纽工程位于昂曲干流下游河段，坝址控制流域面积  $15592\text{km}^2$ ，多年平均流量  $138\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量  $43.5$  亿  $\text{m}^3$ 。

宗通卡水利枢纽库区主要支流有琅玛曲、芒达曲、恩达曲，各支流河口多年平均流量分别为  $2.74\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2.21\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2.47\text{m}^3/\text{s}$ ，河流落差分别为  $566\text{m}$ 、 $717\text{m}$ 、 $692\text{m}$ 。

#### 10.1.2 工程位置

宗通卡水利枢纽工程坝址位于昌都市卡若区卡洛村附近，距昂曲河口河道长约  $63\text{km}$ 。

### 10.1.3 工程任务、规模与布置

宗通卡水利枢纽的开发任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。水库正常蓄水位 3474m，死水位 3464m，总库容 1.246 亿  $m^3$ ，死库容 0.6883 亿  $m^3$ 。工程供水对象为昌都市城区和沙贡乡集镇所在地的城镇用水以及卡若灌区的灌溉用水；工程总引水流量 2.954 $m^3/s$ ，其中城镇供水引水流量 2.177 $m^3/s$ ，灌溉供水引水流量 0.777 $m^3/s$ ；至 2030 年，工程年供水总量 6381.31 万  $m^3$ ，其中城镇供水年供水量 5721.3 万  $m^3$ ，灌溉年供水量 660.01 万  $m^3$ 。卡若灌区规划灌溉面积 1.88 万亩，均采用自流灌溉方式，其中耕园地面积 1.05 万亩，林草地面积 0.83 万亩。本工程装机容量 104MW，多年平均年发电量 4.517 亿 kW·h。

宗通卡水利枢纽的枢纽工程采用沥青混凝土心墙坝，主体工程由挡水建筑物、泄水建筑物、引水建筑物、发电厂房、过鱼设施（短鱼道+升鱼机组合方案）、泉水导排工程等组成；供水工程由管道隧洞、管桥、倒虹吸等组成；灌溉工程由分水池、阀门井等组成。枢纽工程区布置 1 处施工区，供水和灌溉工程区布置 11 处施工区，泉水导排工程区布置 3 处施工区。

### 10.1.4 建设征地与移民安置

宗通卡水利枢纽工程建设征地涉及卡若区的芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇和类乌齐县尚卡乡共 2 个县（区）、5 个乡、33 个村。建设征地涉及土地面积 12268.51 亩，其中，耕地 3655.83 亩、园地 83.32 亩、林地 4854.42 亩、草地 946.26 亩。

规划设计水平年搬迁安置人口规模为 478 人，均为分散后靠安置；生产安置人口规模为 793 人，均采用一次性补偿安置方式。

### 10.1.5 工程调度运行方式

根据开发任务主次协调综合用水各部门的关系，并在确保工程安全的

前提下，拟定水库运行方式具体如下：

(1) 当入库流量大于供水、灌溉需水和生态流量之和时，可维持正常蓄水位运用，即在保证供水、灌溉要求的前提下，其余水量均用于发电，维持出入库平衡。

(2) 当来水小于生态流量与供水流量之和、且大于生态流量时，按生态流量下泄水量，供水流量不足部分由水库补足；当来水小于生态流量时，全部按来水流量下泄，此时发电可结合生态用水，城镇用水全部由水库补给。

宗通卡坝下河段分布的鱼类均为产粘沉性卵鱼类，为避免日调峰造成坝下河道水位急剧波动对鱼类等水生生物造成不利影响，电站将不承担日调峰任务。

### 10.1.6 施工进度及工程总投资

宗通卡水利枢纽工程施工总工期为 5 年 2 个月（62 个月），其中施工准备期 1 年 10 个月（22 个月），主体工程施工期 2 年 11 个月（35 个月），工程完建期 5 个月；首批机组发电工期 4 年 9 个月（57 个月）。工程筹建期 1 年不计入总工期。宗通卡水利枢纽工程静态总投资 553327.10 万元。

## 10.2 工程合理性分析

(1) 在切实做好生态环境保护，并落实本报告提出的各项环保措施的情况下，宗通卡水利枢纽工程建设基本满足《全国主体功能区规划》、《西藏自治区主体功能区规划》、《全国生态功能区划》、《西藏自治区生态功能区划》、《关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见》、《西藏生态安全屏障保护与建设规划（2008-2030 年）》以及《青藏高原区域生态建设与环境保护规划（2011-2030 年）》对该区域的发展定位。

(2) 宗通卡水利枢纽工程的建设总体符合《澜沧江流域综合规划》、《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》的要求。

(3) 宗通卡水利枢纽工程的建设与《西藏自治区国民经济和社会发展规划“十三五”规划》、《昌都市水利发展“十三五”规划》等相关规划的要求是基本一致的。

(4) 工程的建设及不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等生态敏感区以及一级国家级公益林，综合考虑节水措施、陆生生态、水生生态和生态流量下泄措施并保障实施后，宗通卡水利枢纽工程建设与“三线一单”的管控要求是基本一致的。

(5) 宗通卡水利枢纽工程在规划、设计各阶段，对水源选址、正常蓄水位、枢纽布置、施工布置等均做了多方案优化和比选，充分考虑了环境影响，工程建设环境合理可行。

## 10.3 环境影响评价与环境保护措施

### 10.3.1 水资源配置

至规划水平年 2030 年，本工程投入运行后，设计取用水量为 6381.31 万  $m^3$ ，占坝址处多年平均来水量 43.5 亿  $m^3$  的 1.47%，占昂曲流域多年平均地表水资源量 61.0 亿  $m^3$  的 1.05%。因此，工程运行期取用水对昂曲水资源总量影响较小。

根据坝址来水和径流调节计算成果，水库出入水量比值均在 0.9 以上，表明宗通卡水利枢纽工程修建后对坝址以下昂曲水资源时空分配影响较小。

### 10.3.2 水文情势

#### 10.3.2.1 对水文情势的影响

##### (1) 库区水文情势影响分析

宗通卡水库蓄水后，由于水库日内不调峰，库水位维持正常蓄水位 3474m；库区水面面积由 1.53km<sup>2</sup> 增大到 5.59km<sup>2</sup>；为天然状况下的 3.65 倍；库区河段流速均较天然状况有不同程度的减缓，坝前 500m 断面的天然状况流速由 0.41 ~ 2.46 m/s 降至 0.01 ~ 0.24 m/s。

### (2) 坝下游水文情势影响分析

宗通卡水库蓄水后，丰水年坝址下游 500m 断面平均水深由 2.64m 降低至 2.61m，下降了 0.03m；平均水面宽由 26.40m 下降到 26.13m，下降了 0.27m；流速由 1.95m/s 下降到 1.93m/s，下降了 0.02m/s。平水年断面平均水深由 2.44m 降低至 2.41m，下降了 0.03m；平均水面宽由 24.40m 下降到 24.15m，下降了 0.25m；流速由 1.86m/s 下降到 1.85m/s，下降了 0.01m/s。枯水年断面平均水深由 2.09m 降低至 2.06m，下降了 0.03m；平均水面宽由 20.89m 下降到 20.58m，下降了 0.31m；流速由 1.68m/s 下降到 1.66m/s，下降了 0.02m/s。

### (3) 过饱和和总溶解气体分析

采用铜街子水电站作为类比工程，对十年一遇洪水的典型洪水过程下宗通卡水利枢纽泄洪引起的过饱和 TDG 生成及其在下游昂曲的释放过程开展预测和分析，类比分析结果表明宗通卡水利枢纽泄洪将引起坝下 TDG 过饱和，消力池出口处的 TDG 饱和度约 140%，经过二道坝和护坦区的快速释放并与尾水掺混至下游 2.0km 处，大部分时段 TDG 饱和度小于 130%；至昂曲汇口 TDG 饱和度接近 110%。

#### 10.3.2.2 泥沙情势影响分析

水库建成后改变了天然条件下的水流特性，降低了河道输沙能力，引起泥沙大量落淤。根据泥沙淤积计算成果，水库运行 20 年末和 50 年末，库区泥沙总淤积量分别为 0.3 亿 m<sup>3</sup> 和 0.7 亿 m<sup>3</sup>。随着库区泥沙淤积发展，由于宗通卡枢纽的拦沙作用逐步减弱，出库含沙量由初期的 0.390kg/m<sup>3</sup> 逐步恢复到 50 年末

的  $0.468\text{kg}/\text{m}^3$ ，但仍未到天然状态下的  $0.755\text{kg}/\text{m}^3$ 。

### 10.3.2.3 生态流量需水分析

经过调查，坝址下游河道外取用水户较少，下游河道外用水基本可以忽略。河道内生态用水主要考虑鱼类生境用水需求。结合研究河段保护目标的需求及裂腹鱼的生长范围，选取坝址下游的几个典型断面作为研究断面，用于综合分析坝址下游河段的最小生态需水量。

依据 Tennant 法、流量历时曲线法、近十年最枯月平均流量法、湿周法、R2-Cross 法、生境模拟法的计算结果，取上述计算结果的外包值作为生态流量，即 11 月~来年 3 月生态流量为  $16.3\text{m}^3/\text{s}$ ，约占多年平均流量的 11.8%；4 月的生态流量为  $31.7\text{m}^3/\text{s}$ ，约占多年平均流量的 23%；5 月~10 月生态流量为  $41.4\text{m}^3/\text{s}$ ，约占多年平均流量的 30%。

评价范围内昂曲分布有鱼类 8 种，主要产卵期为 4~7 月。根据出库流量分析，在  $p=90\%$  条件下，4~7 月的月平均出库流量为  $56.9\sim 313.6\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均条件下 4~7 月的月平均出库流量为  $50.7\sim 311.6\text{m}^3/\text{s}$ ，均大于  $41.4\text{m}^3/\text{s}$ ，因此，现有水库运行调度条件下，基本满足鱼类产卵期的需求。

### 10.3.2.4 生态流量保障措施

#### (1) 施工期

在施工期不同阶段，分别通过原河床和导流隧洞泄流的方式，对上游来流的下泄基本不产生影响，不会影响生态流量的下泄。

#### (2) 初期蓄水期

导流隧洞下闸时，通过导流隧洞进水塔两侧闸墩内的生态泄水孔下泄生态流量，生态泄水孔底板高程与导流隧洞底板高程同高为  $3414.5\text{m}$ ，两个生态泄水孔均采用直径  $1.4\text{m}$  的圆形钢管，中间设球阀。两个生态泄水孔的最小泄流能力共为  $17.24\text{m}^3/\text{s}$ ，随着蓄水高程的增加，两个生态泄水孔的泄

流能力最大可增至  $74.91\text{m}^3/\text{s}$ ，可满足生态流量泄放保障要求。水库水位从  $3414.5\text{m}$  上升至溢洪道堰顶高程  $3462\text{m}$  的蓄水时间约  $17.5$  天。待水库水位超过  $3462\text{m}$  后关闭生态供水管，采用溢洪道进口闸门控泄，下泄生态流量  $16.3\text{m}^3/\text{s}$ 。水库水位从  $3462\text{m}$  上升至死水位  $3464\text{m}$  的蓄水时间约  $2.0$  天。工作门为弧形闸门，闸门任意开度均可保证安全。

### (3) 运行期

1) 宗通卡水库共装设 4 台机组，其中 2 台大机组单台额定流量为  $84.1\text{m}^3/\text{s}$ ，2 台生态机组单台额定流量为  $18.9\text{m}^3/\text{s}$ ，生态流量通过机组发电尾水的形式向下游泄放。

当任意单台机组正常发电时（发电流量  $\geq 18.9\text{m}^3/\text{s}$ ），下泄最小流量为  $18.9\text{m}^3/\text{s}$ ，可满足 11 月～来年 3 月生态流量下泄需要；当有单台大机组发电时（发电流量  $\geq 84.1\text{m}^3/\text{s}$ ），可满足全年生态流量下泄需要；仅有 2 台生态机组发电时（发电流量  $\geq 37.8\text{m}^3/\text{s}$ ），可满足 11 月～来年 4 月生态流量下泄需要。

2) 若不能通过机组发电或仅有单台生态机组发电（发电流量  $\leq 18.9\text{m}^3/\text{s}$ ）时，采用溢洪道泄放生态流量。本工程溢洪道堰顶高程  $3462\text{m}$ ，低于死水位  $3464\text{m}$ ，其工作闸门均为弧形门，通过调节闸门开度，泄水建筑物可泄放  $3330\text{m}^3/\text{s}$  以下任意水量。下泄流量通过调整闸门开度控制，可满足生态流量下泄需要。

## 10.3.3 地表水

### 10.3.3.1 现状和保护目标

#### (1) 质量现状

昂曲执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 III 类标准，澜沧江执行 II 类标准。

根据国家基本水质监测断面 2009～2018 年的水质监测数据分析可知，

昂曲干流昌都段水体（类）重金属（As、Fe 等）和 TP 存在超标现象，其中 TP 含量仅在 2009~2012 年出现超标现象，最大超标 4.0 倍；As 的含量范围为 0.0002~0.062mg/L，10 年逐月监测仅超标 2 次；Fe 含量在 2009~2013 年大部分监测时段超标，最大超标 13 倍。澜沧江干流昌都段水体（类）重金属（As、Fe 等）、TP、NH<sub>3</sub>-N 出现超标现象，TP 含量在 2010~2014 年出现超标现象，最大超标 4.9 倍；Fe 含量 2010~2015 年大部分监测时段超过标准限值，最大超标 16.53 倍；NH<sub>3</sub>-N 和 As 仅超标 1 次，分别超标 0.49 倍和 0.14 倍。

根据 2015~2019 年补充监测结果，昂曲干流监测断面除 Fe、Mn、TP、NH<sub>3</sub>-N 外，其余指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。昂曲干流枯水期 As 浓度普遍高于丰水期和平水期，从上游省界断面至下游昂曲河口，As 浓度呈现缓慢升高的趋势。昂曲干流 Fe 超标较为频繁，Mn 仅在 2018 年 5 月和 6 月超标，铁、锰最大超标倍数分别为 11.9 倍和 1.2 倍。昂曲支流水体除 As、Fe、Mn 外，其余水质指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准；宗通卡库尾以上 33.5km 河段支流 As 浓度均满足 III 类水标准，库区河段支流中仅恩达曲、芒达曲 As 浓度超标，最大超标倍数分别为 1.7 倍、2.0 倍，坝下河段支流中仅郎达支沟 As 浓度超标，最大超标倍数 1.2 倍。昂曲多数支流均表现 Fe、Mn 超标现象，其中，宗通卡库尾以上 33.5km 河段超标支流中 Fe 超标 0.7~3.3 倍，Mn 超标 1.1 倍，宗通卡库区河段超标支流中 Fe 超标 0.03~5.6 倍，Mn 超标 0.02~3.5 倍，宗通卡坝下河段支流中 Fe、Mn 均未超标。

## （2）保护目标

维持评价范围内昂曲及澜沧江干流水体功能，对施工废水及生活污水进行必要的处理，确保昂曲和澜沧江的水体功能类别不因施工和运行而降

低。通过合理的调度运行和应急处理措施，保障城乡供水安全。

### 10.3.3.2 影响预测评价

#### (1) 水温影响预测分析

采用  $\alpha$ - $\beta$  指数法对宗通卡水库水温结构类型进行判别，宗通卡水库径  $\alpha$  为 34.4，水库水温结构属混合型，水库蓄水后，不会产生水温分层现象和低温水下泄问题。

在典型气温骤降条件下，水库会出现短时间的冷水下沉，影响范围限于水下 20m 范围，持续时间约 5 小时；随水深增加，中下层水体水温日内变幅趋于稳定，日内水温变幅范围在 0.1℃ 以内。

#### (2) 水质影响预测

##### 1) 库区水质预测

##### ① 初期蓄水期间

蓄水前相比，初期蓄水后库区的 As 浓度由 17.7 $\mu\text{g/L}$  略降至 12.6~17.7 $\mu\text{g/L}$ ；Fe 浓度由 149.7 $\mu\text{g/L}$  降低至 93.5~149.7 $\mu\text{g/L}$ ；Mn 浓度由 18.9 $\mu\text{g/L}$  降低至 12.7~18.9 $\mu\text{g/L}$ ；As、Fe、Mn 浓度均满足地表水 III 类标准或标准限值。初期蓄水 COD 浓度降低，由 10.0 $\text{mg/L}$  降低至 6.1~10.0 $\text{mg/L}$ ； $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度变化不大；TN 浓度略有升高，由 0.64~0.65 $\text{mg/L}$  升高至 0.83~0.86 $\text{mg/L}$ ；TP 浓度变化不大，COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP 浓度均满足 III 类水标准。

##### ② 正常运行期间

采用经率定验证后的宗通卡库区三维水质模型，对丰水年（ $P=10\%$ ）、平水年（ $P=50\%$ ）、枯水年（ $P=90\%$ ）的丰、平、枯水期典型月（8 月、11 月、2 月）情况下库区水质进行预测分析。模拟结果如下：

As：坝前断面丰水年丰、平、枯水期平均 As 浓度为 9.6 $\mu\text{g/L}$ 、15.3 $\mu\text{g/L}$ 、7.0 $\mu\text{g/L}$ ，平水年丰、平、枯水期平均 As 浓度为 5.6 $\mu\text{g/L}$ 、11.9 $\mu\text{g/L}$ 、

10.1 $\mu\text{g/L}$ , 枯水年丰、平、枯水期平均 As 浓度为 4.8 $\mu\text{g/L}$ 、8.0 $\mu\text{g/L}$ 、6.5 $\mu\text{g/L}$ , 均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。

Fe: 坝前断面丰水年丰、平、枯水期平均 Fe 浓度为 892.7 $\mu\text{g/L}$ 、782.3 $\mu\text{g/L}$ 、49.9 $\mu\text{g/L}$ , 平水年丰、平、枯水期平均 Fe 浓度为 441.7 $\mu\text{g/L}$ 、595.2 $\mu\text{g/L}$ 、130.7 $\mu\text{g/L}$ , 枯水年丰、平、枯水期平均 Fe 浓度为 401.9 $\mu\text{g/L}$ 、373.3 $\mu\text{g/L}$ 、38.4 $\mu\text{g/L}$ ; 受来水高浓度 Fe 含量影响, 坝前 Fe 浓度仍超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 标准限值。

Mn: 坝前断面丰水年丰、平、枯水期平均 Mn 浓度为 95.1 $\mu\text{g/L}$ 、136.7 $\mu\text{g/L}$ 、6.7 $\mu\text{g/L}$ , 平水年丰、平、枯水期平均 Mn 浓度为 55.0 $\mu\text{g/L}$ 、106.5 $\mu\text{g/L}$ 、10.7 $\mu\text{g/L}$ , 枯水年丰、平、枯水期平均 Mn 浓度为 47.9 $\mu\text{g/L}$ 、70.4 $\mu\text{g/L}$ 、6.1 $\mu\text{g/L}$ ; 受来水高浓度 Mn 含量影响, 丰水年及平水年坝前 Mn 浓度仍超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 标准限值。

常规水质指标: 由于水库干、支流入库水质优良, 库周面源污染负荷低, 常规水质指标 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP 均满足地表水 III类标准。

### ③ 水库运行多年

在考虑水库运行 20 年、50 年、100 年后, 库区泥沙淤积引起库区(类)重金属累积的情景下, 预测库区不同水期的 As 浓度空间分布。

模拟结果显示, 坝前 3km 内 As 浓度沿程下降, 坝前 As 浓度相对较低。丰水期泥沙淤积 20、50、100 年坝前 As 浓度分别为 10.41 $\mu\text{g/L}$ 、10.68 $\mu\text{g/L}$ 、11.51 $\mu\text{g/L}$ ; 平水期泥沙淤积 20、50、100 年坝前 As 浓度分别为 13.26 $\mu\text{g/L}$ 、14.79 $\mu\text{g/L}$ 、16.32 $\mu\text{g/L}$ ; 枯水期泥沙淤积 20、50、100 年坝前 As 浓度分别为 7.59 $\mu\text{g/L}$ 、8.97 $\mu\text{g/L}$ 、10.35 $\mu\text{g/L}$ 。

### ④ 水库运行多年+来水 As 浓度最大

考虑最不利情景, 即水库运行多年泥沙淤积情况下, 遭遇水库来水 As

浓度历史最大 ( $62 \mu\text{g/L}$ ) 时, 预测水库运行初期、20 年、50 年、100 年后库区 As 浓度空间分布。

模拟结果显示, 不同泥沙淤积年限情况下, 来水 As 浓度最大时, 水库运行初期、20 年、50 年、100 年坝前 As 浓度分别为  $30.7 \mu\text{g/L}$ 、 $34.9 \mu\text{g/L}$ 、 $39.2 \mu\text{g/L}$ 、 $43.5 \mu\text{g/L}$ ; 库区 As 浓度达标范围分别为坝前 10.5km、8.5km、7.5km、7.0km, 即水库运行多年后遭遇库尾来水 As 浓度为  $62 \mu\text{g/L}$  时, 坝前 7km 范围内可满足地表水 III 类标准。

## 2) 昂曲坝址下游河段水质预测

采用经率定验证后的宗通卡坝下游二维水质模型, 对坝下游水质进行预测分析。模拟结果如下:

特征水质指标, 丰水期 (丰水年)、平水期 (丰水年)、枯水期 (平水年) 昂曲河口断面 As 浓度分别为  $10.5 \mu\text{g/L}$ 、 $14.0 \mu\text{g/L}$ 、 $7.0 \mu\text{g/L}$ , Fe 浓度分别为  $846.2 \mu\text{g/L}$ 、 $642.7 \mu\text{g/L}$ 、 $15.3 \mu\text{g/L}$ , Mn 浓度分别为  $90.6 \mu\text{g/L}$ 、 $58.8 \mu\text{g/L}$ 、 $1.48 \mu\text{g/L}$ 。

常规水质指标: 受生活污水排放和灌溉退水影响, 枯水期丰水期、平水期、枯水期 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 浓度略微升高, 但均满足地表水 III 类标准。

受宗通卡水库的清水下泄影响, 昌都水厂断面 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、As、Mn 浓度均满足地表水 III 类标准, Fe 在丰水期和平水期超标, 主要原因是背景来水 Fe 浓度超标。

## 3) 澜沧江干流 (昂曲河口至加卡经济开发区河段) 水质影响预测

宗通卡成库后, 受城区污水排放影响, 澜沧江昌都段 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 浓度范围分别为  $10.0 \sim 15.6 \text{mg/L}$ 、 $0.05 \sim 0.72 \text{mg/L}$ 、 $0.04 \sim 0.07 \text{mg/L}$ , 均呈先升高后下降趋势, 在污水处理厂排口下游 300m、600m 河段 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度超过地表水 II 类标准。

### 10.3.3.3 保护措施

#### (1) 库区水环境保护措施

在宗通卡水源区一定水域和陆域划定水源保护区，严格控制污染物排放，保障昌都市、沙贡乡饮水安全；宗通卡水库蓄水前必须对库底的粪坑、畜圈、宅基、坟墓、植物等进行清理；库周及库区上游干、支流建议严禁发展污染企业，并保护库周植被，涵养水源。

#### (2) 坝下游水环境保护措施

全面落实《昌都市水污染防治行动计划工作方案》的相关要求；建议昌都市城区、沙贡乡、俄洛镇等应配套建立生活污水集中处理设施，农村地区则通过逐步建设化粪池对生活污水进行处理，避免污水未经处理直接排入昂曲；推广节水灌溉技术，加强节水灌溉管理；积极发展生态农业，推广施用高效、低毒、低残留农药；利用媒体加强宣传，提高农民环保意识。

#### (3) 恩达曲和芒达曲泉水处理

本工程将恩达曲和芒达曲的 4 处高砷泉水导排至坝址下游。为防止高砷泉水的排放对坝址下游水环境产生不利影响，拟在坝址下游约 0.8km 处建设泉水处理设施，选用倍特复合矿物质水处理材料和复合金属氧化物吸附材料两种新型复合材料，对高砷泉水进行处理，处理后的泉水满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准后排放。

### 10.3.4 地下水

#### (1) 现状及保护目标

##### 1) 干流沿线地下水质量

共布置 5 个干流沿线地下水水质监测点。监测结果表明：除 1 处监测点的高锰酸盐指数超标 0.07 倍（超标原因可能是周边农业面源排放），其

余各指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

## 2) 支沟地下水质量

针对恩达曲和芒达曲的4处泉点开展流量和水质监测。监测结果表明：芒达曲右支沟温泉仅10月有水，其他监测时间断流，恩达曲冷泉、恩达曲温泉及芒达曲左支沟温泉常年有水；所有泉水中As均超标，其中恩达曲温泉As的浓度范围为0.3446~0.5689mg/L，恩达曲冷泉As的浓度范围为0.1045~0.2389mg/L，芒达曲左支沟温泉As的浓度范围为1.1394~1.933mg/L，芒达曲右支沟温泉As的浓度范围为0.3736~0.5639mg/L；部分温泉在部分时段出现Fe浓度超标，其中恩达曲温泉5、6月Fe浓度超标，最大浓度为0.4029mg/L，芒达曲左支沟温泉12月Fe浓度超标，最大浓度为0.3234mg/L，其余重金属（Mn、Cu、Pb、Cd、Zn、Cr）浓度均不超标。

## 3) 保护目标

维持区域地下水位及地下水水质。

### (2) 影响预测评价

引水隧洞施工之后，沿着线路两侧形成一定范围的地下水水位下降带，其影响范围以引水隧洞为中心向各方向延伸50m左右。地下水水位下降程度和下降区域距离隧洞的距离成反比关系，即距离隧道越远，地下水水位降深越小，地下水下降降深约为0m~10m之间，其中隧洞区域降深最大，但调查区域内分布的泉点未在本次影响范围内。

运行期，区内地下水整体由两侧汇入昂曲河，以昂曲河为最低排泄面；回水河段周边地下水水位抬升，但均低于调查泉点出露高程，泉点基本不受其影响。

### (3) 保护措施

引水隧洞施工时控制工程进度和采取适当有利的防渗措施，当穿越断

层及岩体完整性较差的地下水含水层区段时，可预先对该区段采取灌浆措施，灌浆结束、泥浆凝固后再进行开挖掘进。

### 10.3.5 陆生生态

#### 10.3.5.1 现状和保护目标

##### (1) 现状

华中师范大学于2016年8月和2019年9月对本工程评价区的陆生生态现状进行了调查。

评价区陆生植物区系组成上属于东亚植物区—中国-喜马拉雅植物亚区—三江峡谷亚地区。

评价区维管植物共有68科204属454种，其中蕨类植物3科3属3种、裸子植物3科3属5种、被子植物62科198属446种。评价区内未发现国家重点保护野生植物和自治区重点保护植物的分布，但可能分布有国家二级保护植物山茛菪和松茸。评价区发现古树4株，其中藏川杨1株，左旋柳3株，距输水线路最近距离约230m；

评价区共有陆生脊椎动物4纲22目51科107种，其中两栖纲1目3科3种，爬行纲1目1科3种，鸟纲14目30科75种，哺乳纲6目15科26种。评价区共有国家I级重点保护动物金雕、胡秃鹫等6种，国家II级重点保护动物高山秃鹫、黑熊、斑羚等20种，自治区I级重点保护动物红隼、赤狐等15种，自治区II级重点保护动物藏雪鸡、豹猫等18种。

##### (2) 保护目标

工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区。根据西藏自治区环保厅关于生态保护红线划定工作最新的阶段性成果，工程不涉及生态保护红线。生态环境保护目标为根据历史资料记载评价区可能分布的国家II级保护植物山茛菪和松茸，4株古树，6种国家I级保护野生动

物，20种国家Ⅱ级重点保护野生动物，15种自治区Ⅰ级重点保护动物和18种自治区Ⅱ级重点保护动物。

### 10.3.5.2 影响预测评价

#### (1) 对陆生植物的影响

施工期对陆生植物的影响主要表现在工程施工活动包括开挖、回填、弃渣、占地以及水库淹没对地表植被造成的直接损失。工程占用植被类型主要为干旱河谷灌丛和农业植被，造成总生物量损失16272.25t，占评价区总生物量的5.82%，工程占用的植被类型以水栒子灌丛最多，草本植物以尼泊尔酸模、白草、醉马草最多。这些植被类型均为评价区广泛分布的类型，工程建设活动对其造成的影响及破坏有限，且主体工程区施工结束后将对临时占地进行生态修复工作，因此主体工程区的施工建设活动会造成植被类型和群落的消亡，也不会造成区域生态景观体系组成和结构的不稳定。工程占地区域均在海拔3500m以下，不涉及松茸的适宜生境。评价区分布的4株古树距离工程200m以上，工程建设不会对其造成直接影响。

#### (2) 对陆生动物的影响

施工期间工程对周边动物影响相对较大的主要为工程占地及施工噪声，其次为人为干扰和污染物的不合理排放。受影响较大的主要是工程影响区附近的鸟类和兽类，施工期间，部分个体会因干扰较大而被迫迁移至周边干扰较小的区域。运行期水库水位的上升将淹没424.42hm<sup>2</sup>的土地，使部分动物的生境被淹没。供水灌溉及泉水导排工程区的影响主要表现在管线对动物生境的阻隔，本工程的管线大多是采取埋管的施工方式，部分地段为架空和隧洞的施工方式，不会产生较大的阻隔。

黑鸢、苍鹰、普通鵟、高山兀鹫、红隼等猛禽活动范围较广，工程建设对其影响较小。斑尾榛鸡、藏雪鸡等为陆禽，工程施工占用灌丛和农田，

会造成陆禽个体的迁移。绯胸鹦鹉为攀禽，工程占用林地及施工噪声均会对其产生影响。但由于鸟类警惕性高，飞翔能力强，受到干扰即会迁移至替代生境，工程对鸟类影响较小。林麝、黑熊、斑羚、岩羊等主要分布在距离干流较远的林地或裸岩生境内，距离施工区较远，工程建设对上述重点保护动物的影响主要为高噪声施工和爆破造成的惊扰以及非法捕猎等。工程的施工和运营不会造成这些重点保护动物个体的死亡，更不会造成物种消失，总体来说工程对重点保护动物影响较小。

### 10.3.5.3 保护措施

#### (1) 生态影响的避免和消减措施

尽量避免和减少对林地和耕地的占用，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植被的占用与压踏。防止外来入侵种的扩散。施工废污水采取处置措施，加强施工人员的各类卫生管理，避免生活污水的直接排放，合理处置弃渣，避免对水体造成污染。提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。防止爆破噪声对野生动物的惊扰。

#### (2) 生态影响的恢复和补偿措施

对弃渣场、施工临建设施等临时用地区进行复垦，把施工前剥离的表层熟土回填至临时占地区进行复垦。施工营地、弃渣场、料场等临时占地，通过及时进行绿化等措施，防止水土流失，为鸟类和其他野生动物提供栖息环境或通道。对植被恢复的区域，在“适地适树、适地适草”的原则下，树种、草种的选择，以当地优良、生长快的乡土树种草种为主。

#### (3) 生态管理措施

在各主要施工区及植被较好的的位置设置生态保护警示牌。开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员、移民和管理人员环境意识。严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物。

#### (4) 古树名木的保护措施

对距离施工道路较近的俄洛镇加林村的 3 株左旋柳古树，在靠近输水线路一侧沿输水线路边沿采用浆砌石加钢丝围栏进行圈禁，并挂宣传牌和警示标志，禁止在古树周围堆放设备器材、倒土堆渣等施工活动。对距离施工道路较远的沙贡乡的 1 株藏川杨进行挂牌并圈地保护。

### 10.3.6 水生生态

#### 10.3.6.1 现状和保护目标

##### (1) 现状

水利部中国科学院水工程生态研究所于 2014 年和 2018 年对评价区开展了水生生境、水生生物和鱼类资源调查。

2014 年，共检出浮游植物 48 种，浮游动物 17 种，底栖动物 37 种，2018 年，共检出浮游植物计 38 种，浮游动物 18 种，底栖动物 28 种。着生藻类以硅藻门为主，水生高等植物匮乏。

根据调查结果及文献资料，评价范围内分布鱼类 2 目 3 科 5 属 8 种，种类组成为鲤形目鲤科裂腹鱼亚科、鳅科高原鳅属和鲇形目鲃科鱼类，为典型青藏高原鱼类区系。评价区内无国家级或省（自治区）级保护鱼类，澜沧江水系特有鱼类 3 种，分别为澜沧裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鲃；

《中国濒危动物红皮书》、《中国物种红色名录》中易危种 1 种，为裸腹叶须鱼；《中国物种红色名录》中濒危种 2 种，为澜沧裂腹鱼和细尾鲃。

评价区内分布的鱼类均为产粘沉性卵鱼类，干流可能比较集中的产卵场仅有 2 处，义曲汇口附近的干流江段（长约 4km）、甲桑卡乡瓦日村附近江段（长约 4km），均位于宗通卡库尾以上 50km 以上河段，不会受到本工程影响。宗通卡水利枢纽工程影响范围内的河道为典型峡谷急流河段，不适宜裂腹鱼类产卵繁殖，仅在局部区域如河流蜿蜒的凸面、支流汇口等存

在零星的砾石浅滩，可能有小规模裂腹鱼类产卵繁殖，如索土村附近、芒达村附近、卡洛村附近、恩达曲河口等河段。评价范围内索饵场一般在干流的缓流江段、支流汇口是裂腹鱼类、高原鳅、鮡科的索饵场。评价范围内越冬场位于深水河槽或深潭中，这些水域多为岩石、砾石、沙砾底质。

## (2) 保护目标

水生生态敏感目标为《中国濒危动物红皮书》《中国物种红色名录》中易危种：裸腹叶须鱼；《中国物种红色名录》中濒危种：澜沧裂腹鱼、细尾鮡，澜沧江水系特有鱼类：澜沧裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鮡；零星分布的产卵生境：索土村、芒达村、卡洛村、恩达曲河口等砾石浅滩生境

水生生态保护对象主要为河段珍稀特有鱼类及其栖息生境。保护评价区域水生生态系统，初期蓄水期和运行期下泄生态流量保障坝下河段鱼类的适生环境，以及满足其他环境功能要求；优化运行调度方案，采取鱼类增殖放流、过鱼、栖息地保护等措施，保证足够的鱼类资源量存在，以维持鱼类种群的稳定。

### 10.3.6.2 影响预测评价

#### (1) 对饵料生物的影响

施工期间，涉水施工水体悬浮物增加，不利于浮游植物和浮游动物的生长、繁殖，将对浮游生物群落结构产生影响；围堰施工、基坑开挖等工程直接占压河床底质，干扰水体，导致区域底栖动物损失。枢纽工程建成运行后，将形成峡谷型水库，水体透明度增加，营养物质增加，有利于浮游生物生长，库区江段浮游生物种类和生物量会有所增加；库区底栖动物群落结构和现存量将发生变化，流水性种类减少。

#### (2) 对鱼类的影响

施工期间，枢纽工程（主要是导流、截流等）、灌区工程、供水工程和泉水导排工程涉水施工，可能会造成施工河段水体悬浮物增加，水体透明度降低，浑浊度增加，对鱼类等的生存造成一定影响。

工程建成运行后，将形成峡谷型水库，库区回水至尚卡乡附近，库区水文情势发生变化，水流变缓，泥沙沉降，水体透明度增加，营养物质增加。库区支流恩达曲、芒达曲等河口段，工程运行后水位抬升，将形成库湾，使支流河口段水流变缓，水体透明度升高。原有的峡谷急流生境转变为静缓流生境。宗通卡水库不承担日调峰任务，当日天然来流量扣除供水及灌溉用水后全部下泄运行，坝址下游来水比天然来水流量略小，水位日内变幅很小，对坝下水生生境影响很小。

工程建成运行后，形成峡谷型水库，原有连续的峡谷急流生态系统将被大坝阻隔，影响部分鱼类进行短距离上溯或下游，如裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、澜沧裂腹鱼、光唇裂腹鱼等繁殖时期需上溯至上游或支流产卵繁殖；鮡科鱼类和高原鳅属鱼类均为定居性鱼类，阻隔影响相对较小。但是对所有鱼类而言，由于大坝的阻隔，鱼类种群交流会受到不同程度的影响。水库的形成也使库区原本急流的河流态生境转变为缓流或静水生境，流水性鱼类适应的流水生境丧失或缩小，大部分流水性鱼类逐渐向库尾或支流退缩，种群规模将有所下降，如细尾鮡。调查区域为典型的青藏高原鱼类区系，群落结构简单，种类组成仅包括裂腹鱼类、高原鳅类和鮡类。这些种类都不属于长距离洄游性鱼类，且均为产粘沉性卵鱼类，工程建成运行将导致鱼类种群规模有所下降，但不会导致鱼类无法完成生活史。在保证水生态保护措施落实情况，评价区的鱼类种类组成不会发生改变。

类比分析可知，宗通卡消力池出口下游 2.0km 水域的 TDG 饱和度范围

是 120%~135%，该水域可能对抵御过饱和 TDG 能力较弱的幼鱼有一定影响。考虑到该区域泄洪时在左岸会形成一定范围的低 TDG 饱和度带，鱼类可水平探知低饱和度区和利用补偿水深躲避 TDG 不利影响的能力，因此泄水产生的气体过饱和对鱼类影响较小。

宗通卡水库不同月份随来水流量的季节性变化有一定的水力滞留时间，下泄水温存在一定程度的延迟，将对坝下鱼类的产卵繁殖、生长等造成一定的影响，鱼类产卵期推迟，生长期滞后，可能对鱼类种群产生一定影响。

### （3）对鱼类重要生境的影响

昂曲干流有 2 处比较集中的产卵场，义曲汇口附近的干流江段和甲桑卡乡瓦日村附近江段，距离宗通卡水利枢纽工程库尾 50km 以上，工程不会淹没产卵场。但是由于大坝阻隔，坝下亲鱼无法上溯繁殖，其产卵场功能可能有所削弱。裂腹鱼类、高原鳅索饵场主要分布于支流汇口、河流浅滩等，工程建成运行后，库区支流河口被淹没，支流库湾将成为新的索饵场，影响较小。鮡科以底栖动物为食，工程运行对底栖动物生长影响较大，间接影响鮡科鱼类的索饵。工程建成运行后，库区水体加深，有利于鱼类越冬。

宗通卡水库不承担日调峰任务，坝下游河道水文情势较天然状态变化小，对鱼类重要生境的影响很小。

### （4）对珍稀特有鱼类的影响

评价区水域内无国家级保护鱼类分布，澜沧裂腹鱼、细尾鮡被列为濒危种，裸腹叶须鱼被列为易危种。裸腹叶须鱼、澜沧裂腹鱼因生境变化，种群会向库尾及以上江段退缩，且坝下种群无法上溯产卵繁殖，对坝上种

群资源补充不足，种群规模有所下降；前腹裸裂尻鱼由于其能够适应静缓流生境，且能在支流等小水体中产卵繁殖，水库形成后其种群规模有所增大；细尾鮡为急流定居性种类，水库形成后，库区江段生境急流生境消失，种群向库尾退缩。通过采取措施，可以减缓、补偿工程对鱼类种群规模、繁殖和栖息的不利影响。

### 10.3.6.3 保护措施

基于宗通卡水利枢纽建设后对环境变化的影响，鱼类保护措施主要包括栖息地保护与修复、过鱼设施、增殖放流、渔政管理、基础科研等。

#### (1) 栖息地保护与修复

将昂曲干流宗通卡坝址以上~青海与西藏省界河段（约117km）、昂曲干流宗通卡坝址以下~昂曲河口河段（约63km）及重要支流琅玛曲（约12km）、芒达曲（约18km）、恩达曲（约15km）划为栖息地保护河段，不再进行水电开发。拆除干流已建昌都电站、沙贡电站和支流芒达曲已建芒达村水电站、恩达曲已建尚卡水电站，并对拆除电站后的工程河段进行生境修复，恢复河流连通性。

#### (2) 过鱼设施

根据昂曲鱼类组成及生活习性，以及工程实施对鱼类的影响分析，将裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、澜沧裂腹鱼、光唇裂腹鱼作为主要过鱼对象，将高原鳅、细尾鮡等兼作过鱼对象。主要过鱼季节为4~6月，兼顾过鱼季节为3月及7~8月。

根据左岸鱼道方案、轨道式升鱼机方案及短鱼道+升鱼机组着方案优缺点的分析及多种因素的比较，从已建工程的过鱼效果来看，均能发挥过鱼效益。鱼道方案主要限制因素是宗通卡坝址左岸地质条件差，右岸建筑物

密集，鱼道需要大量的排架结构及隧洞结构，面临更多的建设及运行安全风险。升鱼机方案占地小，易于改造，对鱼类的体能消耗及过坝后的生境适宜性方面更为友好，工程限制因素较少，相对更适合本工程采用。升鱼机方案中，轨道提升式升鱼机与短鱼道+升鱼机的组合方案相比，短鱼道+升鱼机的组合方案采用鱼道段诱鱼并适应下游水位变化，诱鱼更加稳定，适应水位变幅能力更强，同时运行成本更低。因此，从过鱼效果稳定性、运行可靠性、工程安全性及建设运行成本等方面综合考虑，本工程过鱼设施推荐采用短鱼道+升鱼机组合过鱼方案。

### （3）增殖放流

工程拟在业主营地附近建设增殖放流站，规划占地面积 15 亩。增殖放流对象选取裸腹叶须鱼、细尾鮡、澜沧裂腹鱼和光唇裂腹鱼 4 种，每年放流苗种 22 万尾，先期运行放流 10 年，初步拟定在宗通卡库尾、沙贡乡下游 4.5km 处选取缓流河段作为放流点。

### （4）渔政管理

针对昂曲干流青海省界至昂曲河口河段及其重要支流朗玛曲、恩达曲、芒达曲实施全面禁渔，加强昂曲渔政能力建设；防止生物入侵，保护鱼类生物多样性；加强鱼类资源保护宣传等。

### （5）基础科研

主要开展鱼类放流效果评估和过鱼设施运行效果评估研究工作。

## 10.3.7 土壤环境

### （1）现状及保护目标

土壤环境质量现状：2018 年 6 月、10 月，分别开展了灌区、库区土壤监测工作，共设置了 35 个采样点。监测结果表明：库区土壤中除 As 含量

超标外，其他土壤监测指标（Zn、Cd、Cu、Ni、Pb、Cr、Hg）含量均达标，As 超标的土壤采样点主要为恩达曲、芒达曲支沟及泉水附近的土壤超标，Fe、Mn 含量普遍高于西藏背景值；灌区所有土壤监测指标（Zn、Cd、Cu、Ni、Pb、Cr、Hg、As）均达标，但土壤中 Fe、Mn 含量普遍高于西藏背景值。

保护目标：保护工程影响区土壤环境，不因工程施工造成土壤质量的下降。

## （2）影响分析

宗通卡水库建成后，将淹没耕园地 1286.26 亩，基于耕地占补平衡制度，后靠移民将开荒造田，种植作物，将不可避免地加重水土流失。水土流失除了降低土壤肥力之外，还将对水库水质造成一定的不利影响。另外，水库形成后将改善库周局地气候，有利于库区植被的生长，一定程度可改善土壤质量。

卡若灌区工程实施后，灌溉用水水质良好，灌区土壤因灌溉而遭受污染的可能性很小。只要合理灌溉、规范运行管理，灌区不会产生大面积的土壤潜育化和次生盐渍化现象。

## （3）保护措施

库区内严禁乱砍滥伐，任意开荒。防止水土流失，使土不下山，水不乱流，调节气候，以利植物生长。积极发展生态农业，推广施用高效、低毒、低残留农药，禁止使用剧毒农药。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，防止有毒有害成分残留土壤。同时，针对灌区实际情况采取合适的灌溉方式、灌溉技术和种植方式，加强灌溉用水管理和排泄通道的维护，确保排泄通畅等。

### 10.3.8 施工环境

#### （1）现状及保护目标

## 1) 现状

根据四川省核工业辐射测试防护院对宗通卡水利枢纽工程区大气环境和声环境的监测结果，区域环境空气和声质量良好，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准的要求和《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类或2类标准。

地表水环境质量现状见“10.3.3 水环境”。

## 2) 保护目标

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达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；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，施工区周围乡村和城镇区域声环境分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类和2类标准，施工道路两侧45m以内的区域达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准；地表水环境保护目标见“10.3.3 水环境”。

## （2）影响分析

### 1) 对水环境的影响

工程施工期间产生的基坑废水、砂石料加工冲洗废水、混凝土拌和系统碱性冲洗废水、机械修配停放场含油废水经处理后回用或达标排放，在处理系统正常运行情况下对玉曲河水质不会造成影响。只有在砂石料冲洗废水处理系统事故情况下排放可能会对昂曲水体水质造成影响。经预测，在砂石料冲洗废水事故排放的情况下，其对昂曲局部水域影响较大，形成较明显的污染带，与昂曲水体完全混合后影响相对减小。

生活污水经处理达标后回用于绿化或洒水降尘，工程施工期生活污水排放对昂曲水质影响甚微，不会改变昂曲水质类别。事故排放条件下，污染带有所增加，但由于两个施工营地污水排放量很小，且污染物背景浓度

不高，其影响程度有限，不会改变水质类别。

## 2) 对环境空气的影响

根据本工程施工总布置和外环境关系，本工程环境空气敏感保护目标包括格秀村、莫仲村、穷卡村、俄洛村等居民点。枢纽工程区砂石混凝土加工系统距格秀村最近水平距离约 80m，高差约 1m，因此砂石混凝土加工系统的施工粉尘对格秀村居民有一定影响。1#块石料场及坝址 300m 范围内均无居民点分布，石料场及坝区开采爆破产生的大气污染物仅对施工区局部环境空气质量造成影响。由于莫仲村、穷卡村、俄洛村等居民点距离道路约 4m，施工道路运输产生的 TSP 以及供水管网施工对莫仲村、穷卡村、俄洛村居民点产生不利影响，需采取环境保护措施予以减缓。

## 3) 对声环境的影响

工程施工对声环境的影响主要来自于大坝施工、砂石加工系统、混凝土加工系统、施工工厂、弃渣场等活动。根据预测，格秀村受 1#公路产生的交通噪声和砂石加工系统的噪声影响，5 户居民昼间噪声全部超标，超标最大值为 17dB(A)；1#块石料场的爆破噪声对基本对交日喀村无影响。另外，施工区噪声也将对施工人员产生一定不利影响。

## 4) 对固体废物的影响

固体废弃物主要包括生活垃圾、建筑垃圾和辅助企业生产垃圾等。工程施工期和运行期需处理生活垃圾量约 0.9t/d 和 0.063t/d。生活垃圾如不妥善处理，对周边环境将产生不利的影 响。一方面将破坏周围自然景观，使土壤受到污染；另一方面，生活垃圾亦是苍蝇、蚊虫孳生以及细菌繁衍、鼠类肆虐的场所。

# (3) 保护措施

## 1) 废污水处理措施

通过向基坑投加絮凝剂的方法处理基坑废水，处理达标后排放；采用DH 高效污水净化器对砂石加工系统废水进行处理，处理后回用于砂石料系统生产用水；采用中和沉淀法对混凝土拌和系统冲洗碱性废水进行处理后回用于混凝土拌和罐冲洗用水；采用隔油池沉淀工艺对含油废水进行处理，处理达标后回用于场地洒水。生活污水处理采用成套生活污水处理设备或厌氧生物膜池工艺处理，处理达标后回用于绿化用水。

#### 2) 环境空气保护措施

优化施工工艺，采用除尘设备，运输车辆安装尾气净化器，保证尾气达标排放。对交通道路及施工作业面洒水降尘。给现场作业人员配备防尘用具，加强劳动保护。

#### 3) 声环境保护措施

施工单位选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，加强施工机械的维修保养，从源头上降低噪声源强。在格秀村设置隔声屏障，减缓工程施工期间交通噪声对以上敏感点的影响。给现场作业人员配备耳塞、耳罩、防声头盔等防护措施。

#### 4) 固体废物处置措施

施工营地内设置 77 个垃圾桶，并配备垃圾车 1 辆，将生活垃圾收集后运至昌都市卡若区垃圾填埋场处理，垃圾处理做到一日一清。各施工承包商应安排专人负责生产废料的收集，废铁、废钢筋、废木碎块等应堆放在指定的位置，严禁乱堆乱放。

### 10.3.9 移民安置

#### (1) 环境适宜性分析

生产安置人口全部可采用一次性补偿安置方案。一次性补偿安置不以土地为要素资源，安置区环境容量能满足要求。

搬迁安置人口采取本村范围内后靠分散建房安置，移民安置总容量大于需进行生产安置人口，满足生产安置需求，另外所选择的分散安置点应地质条件良好，无滑坡、塌岸、泥石流等不良地质灾害隐患，水电路等基础设施条件便利，分散安置点环境适宜。

### （2）主要环境影响分析

宗通卡水利枢纽工程规划设计水平年生产安置人口规模为 793 人，均采用一次性补偿安置；搬迁安置人口规模为 478 人，均为分散后靠安置；小型水利设施、农村副业设施、小型宗教设施、文教卫服务设施、零星林（果）木等予以一次性补偿。

搬迁安置人口采取本村范围内后靠分散建房安置，本安置方式可以很好的维持迁移人口原有社会关系，不会对迁移人口生产生活造成较大冲击。由于搬迁安置人口较少，工程量小，工期短，对植被扰动以及产生“三废”较少，不会带来严重的环境破坏。在迁移人口安置过程中，场地平整、房屋及生产生活配套设施等建设活动将不可避免地当地地形地貌、植被等造成影响、扰动，从而新增水土流失。本迁移人口安置工程采取本村范围内后靠分散建房安置，通过采取切实有效的水土保持措施，可以防治迁移人口安置工程造成的新增水土流失，有效防止土壤被雨水、径流冲刷，保护当地的水土资源。

### （3）保护措施

根据工程区域现有的经济社会发展水平，结合《乡村振兴战略规划（2018-2022年）》的相关要求，提出移民安置环境保护措施如下：移民安置过程中产生的建筑垃圾和生活垃圾，在进行垃圾分类和资源化利用的前提下，应充分依托村庄的垃圾处理设施进行处理；采用建设户用污水处理设施，开展生活污水源头减量和尾水回收利用，生活污水可通过修建沼气池进行收集并

集中处理，新建住房配套建设无害化卫生厕所；在住房建成后，应对施工场地进行绿化，实现“村屯园林化、道路林荫化、庭院花果化”的乡村绿化格局；对搬迁新址进行清理和消毒，切实做好灭鼠工作，预防和控制传染性疾病和自然疫源性疾病的流行，确保搬迁新址卫生环境安全。

## 10.4 环境管理、监理和监测

建设单位设立环境保护管理机构，实施项目环境监理。各级环保及水行政主管部门对各阶段环境保护工作进行监督。

根据科学性、全面性、代表性和可行性的原则，结合工程建设区和区域环境特点，建立宗通卡水利枢纽环境监测系统，包括水环境监测系统、水生生态环境监测系统、陆生生态环境监测系统、施工区环境监测系统、移民安置区环境监测系统等，落实环境监测计划，并及时反馈到工程建设中。

## 10.5 环境保护投资

本工程环境保护投资估算为 27164.58 万元，其中环境保护措施费 8429.37 万元，环境监测措施费 1611.77 万元，环境保护仪器设备及安装费 1351.66 万元，环境保护临时措施费 2900.27 万元，环境保护独立费 9961.03 万元，基本预备费 2910.49 万元。

## 10.6 环境风险分析

### 10.6.1 风险分析

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、运行和管理中主要潜在风险为爆炸、火灾及危险品运输事故风险、废污水事故风险、生态风险、水质安全风险等。通过严格执行设计规范，加强现场施工管理等，可将爆炸、火灾及危险品运输事

故、废污水事故、生态风险事故造成的环境危害性将在可控制范围之内。

库区水质风险主要有泉水导排措施失效、泉水处理措施失效、典型洪水下泄和沉积物再释放。

### (1) 泉水导排失效库区水质风险

当支沟泉水导排失效时，芒达曲和恩达曲以天然浓度汇入昂曲，利用三维水质数学模型，模拟来水水质最不利情况下库区 As 的时空分布。边界条件选取昂曲干流、芒达曲、恩达曲来水 As 浓度的历次监测最大值等最不利情况。模拟结果显示，昂曲干流来水 As 浓度呈现沿程下降的变化规律，自库尾  $62.0\mu\text{g/L}$ （昂曲河口历史监测最大值）的降至坝前的  $33.9\mu\text{g/L}$ ，坝前至坝址上游  $10\text{km}$  As 浓度满足地表水 III 类标准。

### (2) 泉水处理措施失效坝址下游河段水质风险

利用坝址下游二维水质数学模型，模拟枯水期泉水处理失效时导排对坝址下游河道 As 的影响，边界条件选取坝址下泄、泉水导排、坝下四条支沟汇入均采用 As 浓度最大等最不利情况。

模拟结果表明，泉水处理设施失效时宗通卡坝址-昂曲河口河段 As 呈现沿程升高再下降趋势，见图 9.3.6-3~9.3.6-4。受高 As 泉水排放影响，昂曲干流河道 As 浓度由  $30.7\mu\text{g/L}$  增加至  $37.3\mu\text{g/L}$ 。泉水导排设施排放口下游形成污染带（As 浓度超过  $50\mu\text{g/L}$  的范围）的长度约为  $230\text{m}$ ，最大宽度约  $6\text{m}$ ；形成混合区（As 浓度基本完全混合的范围）长度约  $4300\text{m}$ 。昌都水厂处 As 浓度为  $27.2\mu\text{g/L}$ 、昂曲河口处 As 浓度为  $26.7\mu\text{g/L}$ ，均满足地表水 III 类标准。

### (3) 典型洪水下泄水质风险

选取 100 年一遇洪水为典型洪水，利用下游河道水环境数学模型，根据解吸实验确定 As 下泄浓度，模拟典型洪水下泄对水库下游河道 As 浓度

的影响。

模拟结果显示，典型洪水期宗通卡坝址-昌都河段 As 呈现沿程下波动下降的变化规律。坝址至谢巴曲汇入口上游 As 随泥沙落淤沿程沉降，受 As 浓度较高的谢巴曲汇入影响，干流河道 As 浓度由  $11.74\mu\text{g/L}$  增加至  $13.53\mu\text{g/L}$ ，谢巴曲汇入口至昂曲河口 As 浓度缓慢下降，昂曲河口处 As 浓度为  $12.20\mu\text{g/L}$ ，均满足地表水 III 类标准。

#### (4) 库区底泥翻转 As 释放风险

采集果多电站坝前 500m 沉积物样品，进行水库沉积物翻转 As 模拟实验，根据实验结果，即使水库出现厌氧翻转情况，水体中砷的浓度仅增加  $0.038 \sim 0.066 \mu\text{g/L}$ ，对水质安全影响很小。

根据水温模拟可知，宗通卡水库为混合型水库，常年表层与底层水温温差不超过  $3.0^{\circ}\text{C}$ 。根据气温骤降情况下日内水温模拟可知，当气温骤降时表层水快速冷却并下沉，冷水下沉深度不超过 30m，持续时间不超过 5 小时，不会造成水库大范围的翻转。

#### (5) 水库运行多年且遭遇来水 As 浓度历史最大时库区水质风险

选取水库运行多年泥沙淤积情况下，并遭遇水库来水 As 浓度历史最大时 ( $62 \mu\text{g/L}$ ) 时，模拟水库运行初期、20 年、50 年、100 年后库区 As 浓度空间分布。

模拟结果显示，水库运行初期、20 年、50 年、100 年后坝前水体 As 浓度分别为  $30.7 \mu\text{g/L}$ 、 $34.9 \mu\text{g/L}$ 、 $39.2 \mu\text{g/L}$ 、 $43.5 \mu\text{g/L}$ ，库区 As 浓度达标范围分别为坝前 10.5km、8.5km、7.5km、7.0km，即水库运行多年后遭遇库尾来水 As 浓度为  $62 \mu\text{g/L}$  时，坝前 7km 范围内可满足地表水 III 类标准。

### 10.6.2 环境风险防范措施

炸药库和油库配套设置防渗、防漏、防溢设施以及管理措施。规范施

工活动，修建废水处理措施，防止施工废水进入河道。加强植物检疫工作，加强对外来有害生物的防治工作。针对突发性水污染事故建立完善的风险防范制度，加强流域内重金属污染源的监测和管控，建立宗通卡水利枢纽水质在线监测系统和水质预警系统。

## 10.7 公众参与

### (1) 公众参与过程

本项目在开展环评工作过程中，建设单位于2016年9月进行了宗通卡水利枢纽工程公众参与第一次公示，公示方式主要在昌都市政府网站、昌都报等公众媒体进行信息公示，以及现场张贴公告；2018年4月进行了宗通卡水利枢纽工程公众参与第二次公示，公示方式主要在昌都市政府网站、昌都报等公众媒体进行信息公示，现场张贴公告，发放调查问卷，以及在昌都市召开公众参与座谈会。2019年11月，根据工程方案和运行调度方案的优化调整，在对宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书修改后，建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》的有关要求，在昌都市政府网站、《昌都报》进行了信息公示，并现场张贴公告。

自公示信息发布以来，建设单位和环评单位均未收到公众就公示内容发表的意见。

### (2) 公众参与意见采纳情况

根据本次公众参与调查，部分群众担心工程建设期间各类污染物排放对生态环境的影响及移民安置补偿等问题，建设单位对工程建设、运行可能产生的环境影响和工程设计拟采取的环境保护措施进行了说明和公示，取得了公众的认同，公众认为只要在施工和工程运行时落实报告书拟定的环境保护措施与生态恢复措施，施工过程中的环境影响会得到有效控制，

本工程建设不存在制约工程建设的环境问题。

关于征地拆迁和移民安置问题，公众主要关注移民实物指标的认定，搬迁安置方案、生产安置方案的制定，补偿金标准和发放等问题，建设单位已将涉及移民方面的问题反馈给移民安置规划编制单位，并表示将对公众关于工程建设、搬迁安置等意见和建议予以采纳并落实，并通过工程设计和加强施工管理等措施避免工程建设对生态环境的影响。

建设单位对不支持工程建设的 3 个受访对象进行了电话回访，受访者重点关注工程建设对当地生态环境的影响，建设单位向其介绍了环评报告针对项目建设采取的相关环保措施及项目环境管理体系、环境监测计划的实施等，经解释沟通后，受访人表示不反对工程建设。

### （3）公众参与调查结论

公众参与调查结果表明，本工程建设得到了宗通卡水利枢纽工程建设影响范围内及关注工程建设的绝大多数群体的关注和支持，参与调查者普遍对工程建设持赞成态度，受影响方主要关注的问题是移民安置补偿和生产安置问题，建设单位已将意见反馈给移民安置规划编制单位，并在移民安置规划中落实和处理。

## 10.8 环境影响评价综合结论

宗通卡水利枢纽工程是《澜沧江流域综合规划（2019-2035 年）》提出优先实施的综合水利枢纽工程，工程实施将明显提高昌都市城镇供水保证率，有力保障昌都市城市发展所需的水资源，并能提高卡若灌区灌溉保证率，有助于改善农牧业生产条件和打造下游河谷绿色生态廊道，有利于促进昌都市经济社会全面可持续发展，具有显著的经济效益、社会效益和生态效益。

工程实施会对工程影响区的水文情势、水环境、水生生态、陆生生态、土地资源及人群健康等带来一定的影响,施工“三废”和噪声对区域环境质量也会带来一定的影响,在采取鱼类栖息地保护与恢复河流连通性、修建过鱼设施(短鱼道+升鱼机组合方案)、人工增殖放流、生态补偿与修复和污染防治等相关措施后,可有效减缓工程带来的不利环境影响。库区干、支流多年监测资料及不同工况下建库后水质预测成果表明,建库后取水水源As可满足集中式饮用水源地水质标准;并针对芒达曲、恩达曲两条支沟高砷泉水引流导排与处理后,库区水质安全保障程度得到进一步提高。因项目区域地处重金属和有色金属富集分布带,特征背景污染物分布与释放、形态与分配、迁移与影响因素较为复杂,今后通过加强库区入流及上游来水水质监测,严格执行风险监控计划,发现问题及时查明并予以解决,并采取在水厂增加As处理单元(或工艺)等水质风险防范与应急措施,取水水质安全风险总体可控。从环境保护的角度来看,工程建设基本可行。

## 10.9 建议

(1) 加强库区水质监测,严格控制库区周边矿产资源开发活动,严格执行集中式饮用水水源地管理要求。

(2) 由于工程所在区域地质背景复杂、矿产资源丰富,区域河流水体中As、Fe、Mn含量较高,对库区水质存在一定的潜在安全风险,建议继续系统和针对性开展特征污染物源项及水环境影响的观测、研究工作,优化调整保护措施和应急预案,为项目管理提供可靠和坚实的技术支持。

## 昌都市人民政府关于委托编制《西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》的函

长江勘测规划设计研究有限责任公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》的有关规定，西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程可行性研究阶段需编制环境影响报告书。为此，特委托贵公司编制《西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》。



## 情况说明

### 生态环境部：

昌都市兴水水利水电创业投资有限公司（统一社会信用代码：91540300MA6T1K3E8R）于2016年11月正式成立，主要经营市政府授权范围内水利国有资产的运营管理、大中型水源工程、供排水工程等中小型水电站项目开发、投资及销售水利水电设备材料，隶属西藏昌都市水利局。

根据昌都市人民政府昌政复[2017]17号文件要求，西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程项目法人为昌都市兴水水利水电创业投资有限公司，昌都市人民政府担任主管单位。在此之前，由昌都市人民政府主导承担西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程项目的各项前期工作。

特此说明！

2017年8月21日

昌都市兴水水利水电创业投资有限公司



## 关于委托编制《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》的函

长江勘测规划设计研究有限责任公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，兹委托贵单位承担西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价工作，请按国家有关法律法规、技术规范要求开展环境影响评价工作，编制环境影响报告书。

昌都市兴水水利水电创业投资有限公司

2017年11月16日



### 建设项目环评审批基础信息表



填表单位(盖章):

昌都市兴水水利水电创业投资有限公司

填表人(签字):

洛松丁增

项目经办人(签字):

许雪峰

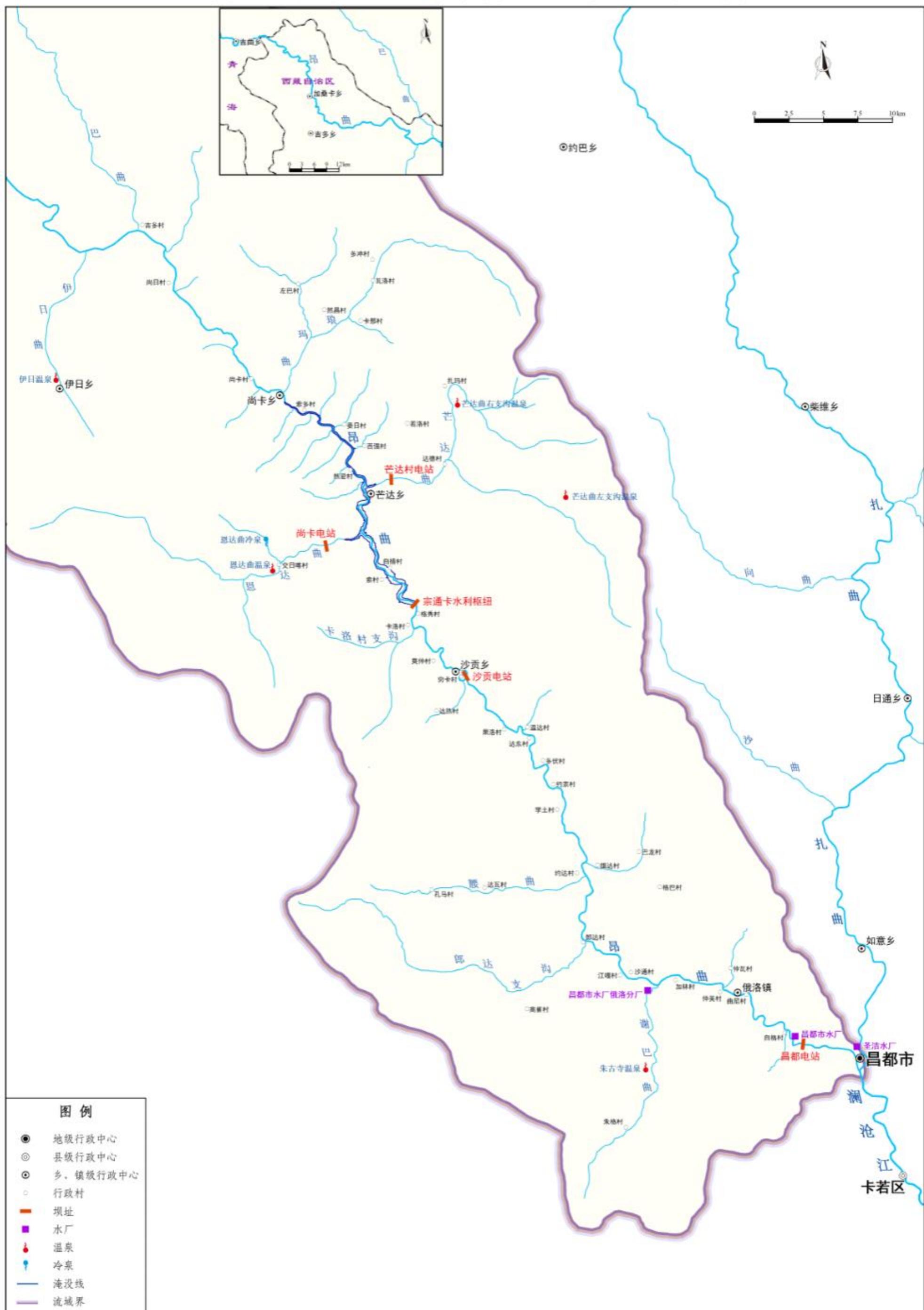
建设 项目	项目名称	西藏昌曲宗通卡水利枢纽工程项目				建设内容、规模	建设内容:本工程由枢纽工程、供水工程、灌区工程、泉水导排工程等组成。其中枢纽工程主要包括挡水建筑物、泄水建筑物、发电引水建筑物、发电厂房、过鱼建筑物等;供水工程主要包括输水管道、管桥、管道隧洞等;灌区工程主要包括分水池和支管等;泉水导排工程主要包括集水池、管道、管桥等。规模:水库正常蓄水位为3474m;总库容为1.264亿m <sup>3</sup> ;供水工程总设计流量为2.954m <sup>3</sup> /s;规划灌溉面积1.88万亩;总装机容量104MW,多年平均年发电量4.517亿kW·h;泉水导排工程设计流量0.564m <sup>3</sup> /s				
	项目代码 <sup>1</sup>	2019-000052-76-01-002750									
	建设地点	西藏自治区昌都市卡若区卡洛村附近									
	项目建设周期(月)	62.0				计划开工时间	2019年12月				
	环境影响评价行业类别	兴利-水库				预计投产时间	2024年3月				
	建设性质	新建(迁建)				国民经济行业类型 <sup>2</sup>	其他水利管理业				
	现有工程排污许可证编号(改、扩建项目)	无				项目申请类别	新申项目				
	规划环评开展情况	已开展并通过审查				规划环评文件名	澜沧江流域综合规划环境影响报告书				
	规划环评审查机关	环境保护部				规划环评审查意见文号	环审【2016】47号				
	建设地点中心坐标 <sup>3</sup> (非线性工程)	经度		纬度		环境影响评价文件类别	环境影响报告书				
	建设地点坐标(线性工程)	起点经度	96.841564	起点纬度	31.438879	终点经度	97.127488	终点纬度	31.155233	工程长度(千米)	112.30
	总投资(万元)	553327.10				环保投资(万元)	27164.58		所占比例(%)	4.91%	
建设 单位	单位名称	昌都市兴水水利水电创业投资有限公司	法人代表	王明轩	评价 单位	单位名称	长江勘测规划设计研究有限责任公司	证书编号	A2609		
	统一社会信用代码(组织机构代码)	91540300MA6T1K3E8R	技术负责人	林学锋		环评文件项目负责人	张仲伟	联系电话	18502776622		
	通讯地址	西藏昌都市卡若区城关镇邦达路27号	联系电话	13908953833		通讯地址	湖北省武汉市江岸区解放大道1863号				
污 染 物 排 放 量	污染物	现有工程(已建+在建)		本工程(拟建或调整变更)	总体工程(已建+在建+拟建或调整变更)			排放方式			
		①实际排放量(吨/年)	②许可排放量(吨/年)	③预测排放量(吨/年)	④“以新带老”削减量(吨/年)	⑤区域平衡替代本工程削减量 <sup>4</sup> (吨/年)	⑥预测排放总量(吨/年)				⑦排放增减量(吨/年)
	废水	废水量(万吨/年)					0.000	0.000	<input checked="" type="radio"/> 不排放 <input type="radio"/> 间接排放: <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="radio"/> 直接排放: 受纳水体_____		
		COD					0.000	0.000			
		氨氮					0.000	0.000			
		总磷					0.000	0.000			
	废气	废气量(万标立方米/年)					0.000	0.000	/		
		二氧化硫					0.000	0.000			
		氮氧化物					0.000	0.000			
		颗粒物					0.000	0.000			
	挥发性有机物					0.000	0.000	/			
项目涉及保护区与风景名胜区的 情况	影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象(目标)	工程影响情况	是否占用	占用面积(公顷)	生态防护措施		
	生态保护目标										
	自然保护区								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)		
	饮用水水源保护区(地表)				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)		
	饮用水水源保护区(地下)		昌都市水厂饮用水水源保护区	二级保护区	/	二级保护区	是	0.22	<input type="checkbox"/> 避让 <input checked="" type="checkbox"/> 减缓 <input checked="" type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)		
风景名胜区				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)			

注: 1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码  
 2、分类依据: 国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)  
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标  
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量  
 5、⑦=③-④-⑤, ⑩=②-④+③

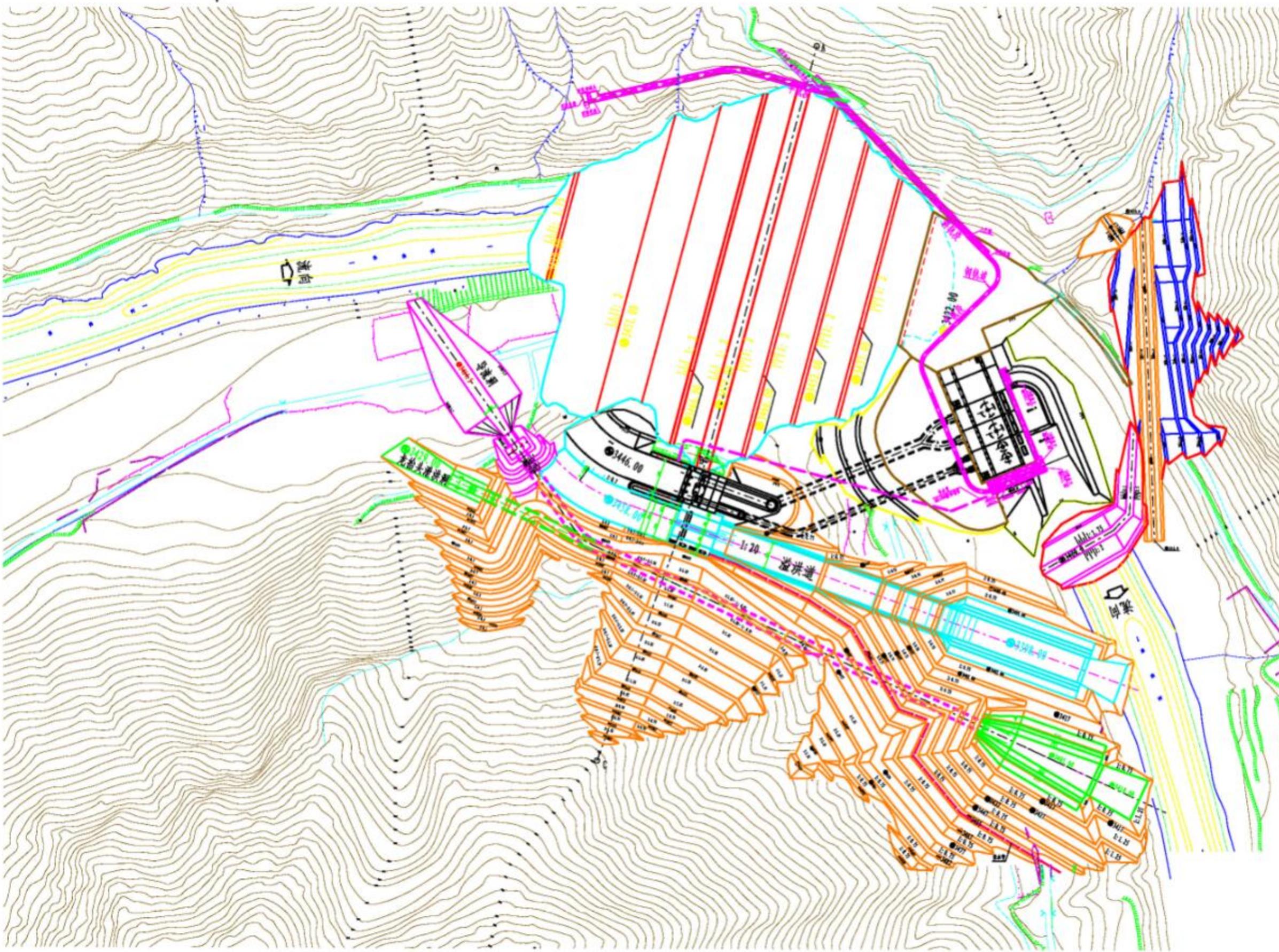
附图1 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程地理位置示意图



附图2 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程区域水系图



附图3 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程枢纽平面布置图



工程主要特性表

项目名称	单位	数量或特征
特性流量	控制流域面积	km <sup>2</sup> 15692
	多年平均年径流量	亿 m <sup>3</sup> 43.5
	设计洪水流量	m <sup>3</sup> /s 2300
	校核洪水流量	m <sup>3</sup> /s 3330
特性水位	正常蓄水位	m 3474.00
	死水位	m 3464.00
	设计洪水位	m 3474.00
	校核洪水位	m 3476.02
库容	总库容	亿 m <sup>3</sup> 1.2460
	调节库容	亿 m <sup>3</sup> 0.4479
	死库容	亿 m <sup>3</sup> 0.6883
灌溉	总灌溉面积	万亩 1.88
	设计引水流量	m <sup>3</sup> /s 0.777
供水	设计流量	m <sup>3</sup> /s 2.177
	装机容量	MW 104
	保证出力	MW 8.0
发电	多年平均发电量	亿 kWh 4.617
	年利用小时数	h 4343
	坝型	坝首重心堆坝
大坝	坝顶高程	m 3477
	最大坝高	m 71
	坝轴线长度	m 316
溢洪道	孔口尺寸	m×m 2-9×12
	消能方式	底流
泄洪洞	控制断面尺寸	m×m 7×7
	洞身断面尺寸	m×m 7×9.5
	消能方式	底流
导流洞	洞身断面尺寸	m×m 7×9.5
	消能方式	底流
发电引水建筑物	引水道型式	坝式进水口+隧洞
	额定流量	m <sup>3</sup> /s 18.1 (大机组)
		m <sup>3</sup> /s 18.9 (小机组)
	洞身型式 (大机/小机)	m 6.6/4.0
发电厂房	型式	地面厂房
	主厂房尺寸	m×m×m 95.04×5.56
过鱼设施	型式	短鱼道+升鱼机
	最大设计水头	m 64.39
	鱼道长度	m 194.0
	补水流量	m <sup>3</sup> /s 0.5~1.9

说明:  
 1. 本图采用1954年北京坐标系, 1985国家高程基准。  
 2. 图中单位: 高程以米计, 结构尺寸以厘米计。

控制点	X	Y
A	580189.975	3480306.767
B	579949.238	3480068.928
C	579754.593	3479907.601



发电引水建筑物主要特性表

项目名称	单位	数量或特征
引水建筑物	正管管水位	m 3474.00
	死水位	m 3464.30
	设计供水位	m 3474.00
	检修供水位	m 3476.34
引水渠	渠底高程	m 3448
	渠式	渠式水冲口
进水口	渠底尺寸	m×m×m 32×28.9×34
	控制闸孔尺寸、数量	m×m×m (4.6×25)×4
	进水口底高程	m 3448
压力管道	引洞长度	m 168.2/77.0
	引水隧洞长度	m 132/270
	断面尺寸	m 4.0/4.0

发电厂房及开关站主要特性表

项目名称	单位	数量或特征
引水建筑物	正管管水位	m 3421.92
	最低管水位	m 3409.61
	检修管水位	m 3411.27
	设计供水位 (D=10)	m 3420.19
	检修管水位 (D=10)	m 3420.86
引水渠	最大水头	m 64.63
	最小水头	m 51.67
	额定水头	m 57.00
	加权平均水头	m 58.99
引水渠	装机容量	MW 134
	保证出力	MW 8.0
	多年平均发电量	10 <sup>4</sup> kWh 4.571
引水渠	年利用小时数	h 4343
	渠式	渠式厂房
	主厂房尺寸	m×m×m 95×44.5×34
引水渠	开关站	CIS
	水轮机型号	HL-2J-320, HL-1J-157
	台数	2+2
引水渠	额定流量	m <sup>3</sup> /s 84.1/78.9
	发电机型号	GF42.5-32/600, GF.5-16/350
	单机容量	MW 42.5/8.5
	主变容量及接线	2台200kVA/10kV/220kV, 2台150kVA/10kV/220kV
	电压等级	kV 220
引水渠	电压等级	kV 110

1#引水管道控制点坐标

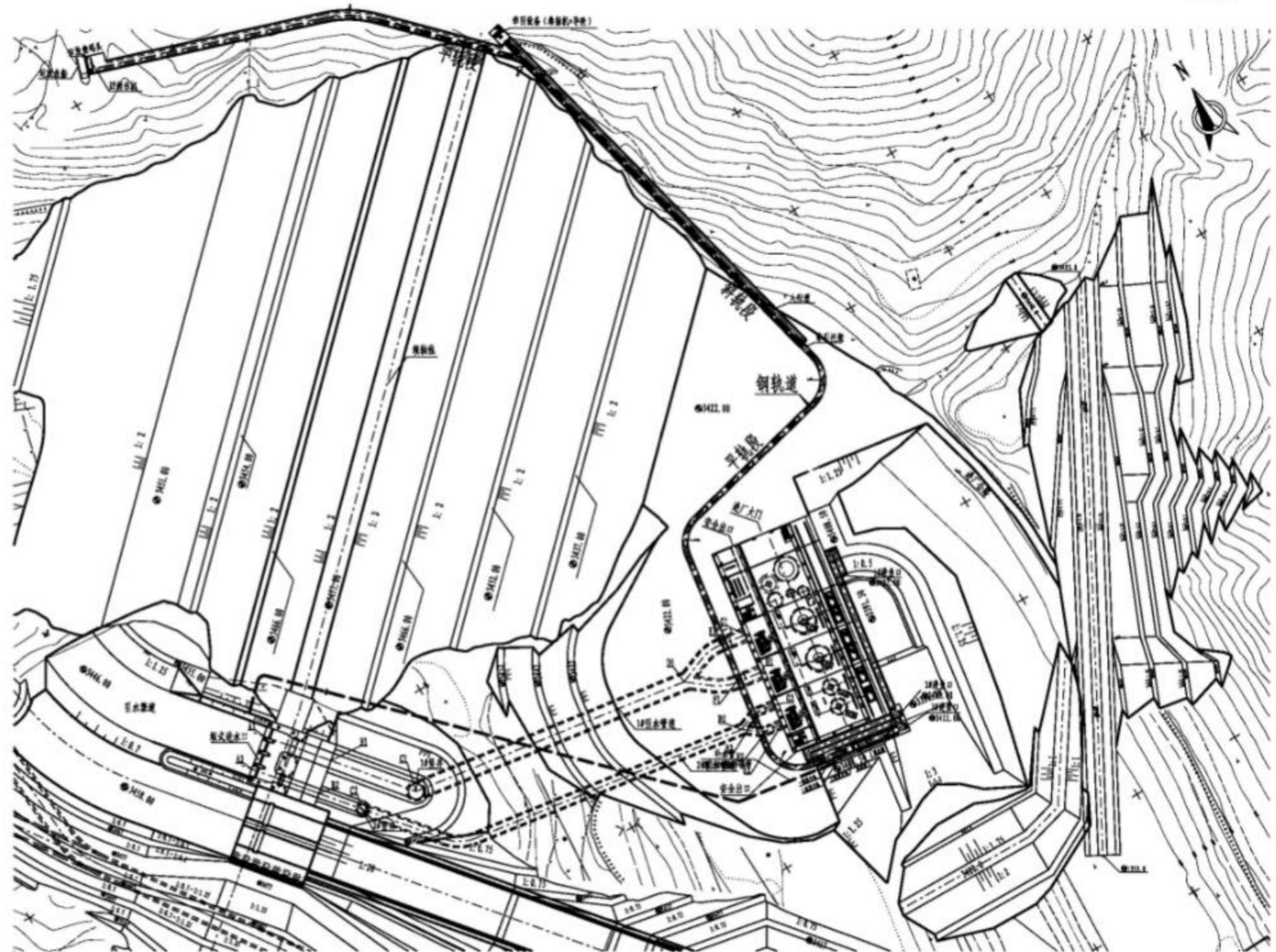
控制点	X	Y
A1	579930.0400	348067.1181
B1	579930.2862	348062.7894
C1	579975.7316	348061.9835
D1	580182.4520	347994.8654
E1	580124.5871	348008.8251
F1	580122.8666	347982.2025
G1	580136.2361	347998.3817
H1	580133.6908	347998.5578

2#引水管道控制点坐标

控制点	X	Y
A2	579938.1873	348057.2189
B2	579938.2724	348052.8893
C2	579951.1346	348017.3700
D2	580113.7811	347963.8349
E2	580124.8473	347966.1551
F2	580123.5441	347956.8469
G2	580131.5199	347965.2116
H2	580131.5199	347965.2116

附图4 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程厂区平面布置图

1:1000

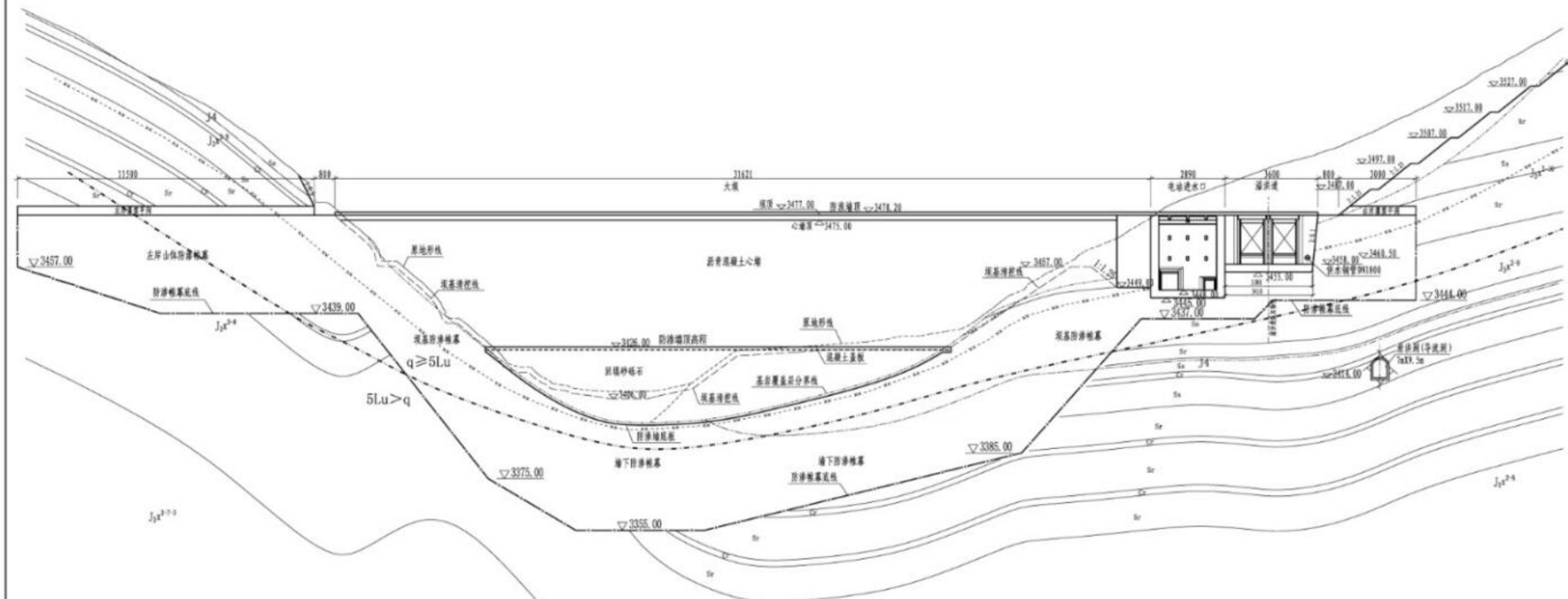


说明:

1. 本图是根据西藏自治区水利枢纽工程厂区平面布置图
2. 本图设计曾以地形图及1:2000的地形图为基础。
3. 图中坐标、高程以设计。

附图5 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程上游立视图

0 10 20m



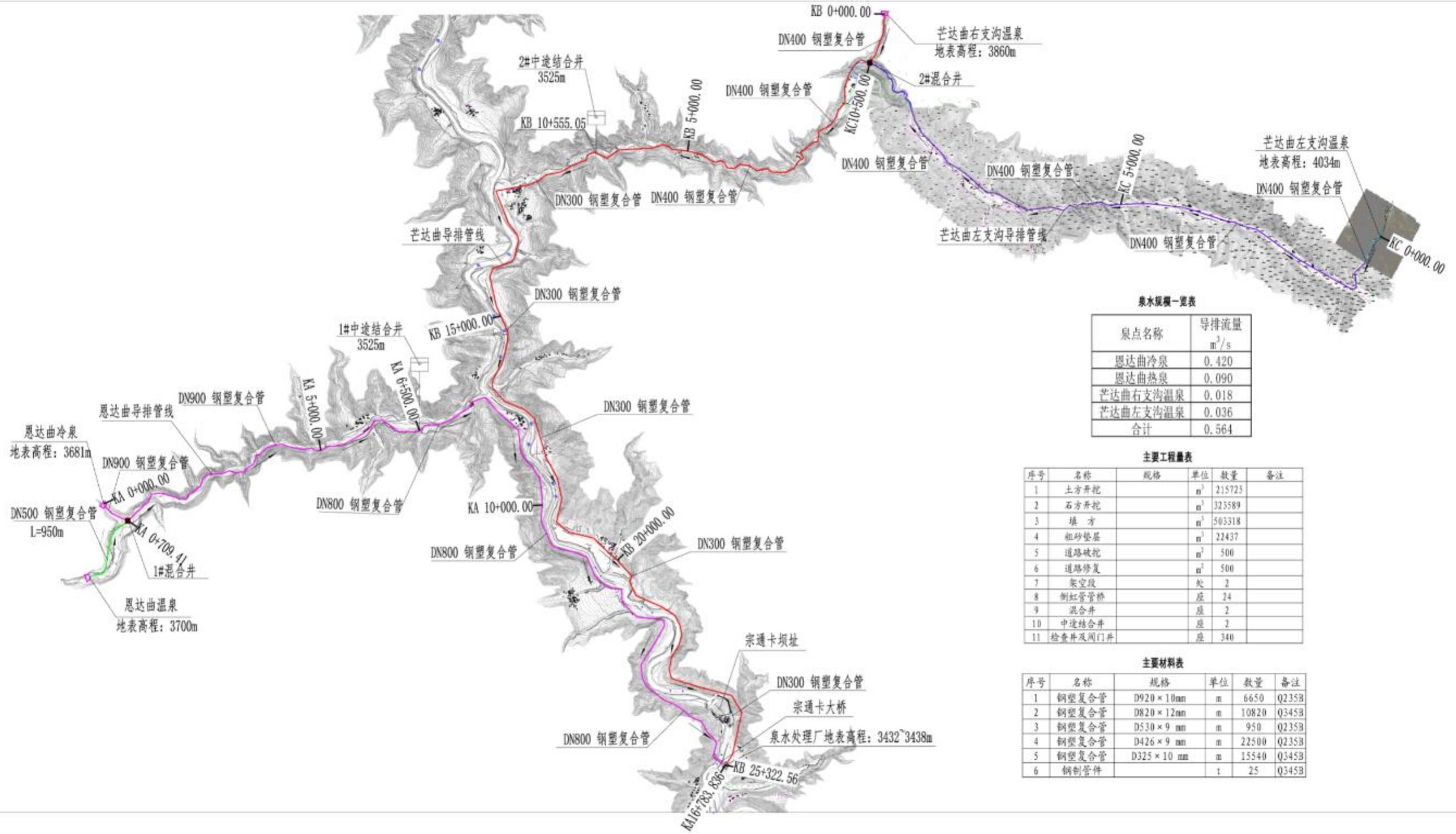
图例

- |                   |              |                                 |  |                   |
|-------------------|--------------|---------------------------------|--|-------------------|
| 侏罗系<br>上组<br>小寨上段 | $J_2x^{2-9}$ | 紫灰色、中厚层状、粗砂岩杂薄层暗紫红色泥质粉砂岩        |  | 岩性界线 (虚线为推测)      |
|                   | $J_2x^{2-8}$ | 暗紫红色、中厚层状、泥质粉砂岩夹泥岩、砂岩薄层 (覆盖层覆盖) |  | 层序界线 (虚线为推测)      |
|                   | $J_2x^{2-7}$ | 紫灰色中厚层状砂岩夹含泥岩薄层                 |  | 地层界线 (虚线为推测)      |
|                   | $J_2x^{2-6}$ | 紫红色中厚层~厚层状泥质粉砂岩夹泥岩及砂岩薄层         |  | 第四系与基岩分界线 (虚线为推测) |
|                   | cr           | 泥岩                              |  | 洞 (窟) 风化下陷        |
|                   | sr           | 泥质粉砂岩                           |  | 夹层位置及编号           |
|                   | sa           | 砂岩                              |  | 岩体渗透性 $5L_0$ 界线   |

说明:

1. 本图坐标采用1954北京坐标, 高程采用1985国家高程基准。
2. 图中高程、坐标以米计, 结构尺寸以厘米计, 管径以毫米计。

附图6 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程泉水导排工程总平面布置图



泉水规模一览表

泉点名称	导排流量 m <sup>3</sup> /s
恩达曲冷泉	0.420
恩达曲温泉	0.090
芒达曲右支沟温泉	0.018
芒达曲左支沟温泉	0.036
合计	0.564

主要工程量表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	土方开挖		m <sup>3</sup>	215725	
2	石方开挖		m <sup>3</sup>	323589	
3	填方		m <sup>3</sup>	503318	
4	粗砂垫层		m <sup>3</sup>	22437	
5	道路破除		m <sup>2</sup>	500	
6	道路修复		m <sup>2</sup>	500	
7	架空段		处	2	
8	钢管管桥		座	24	
9	混合井		座	2	
10	中途结合井		座	2	
11	检查井及阀门井		座	340	

主要材料表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	钢塑复合管	D920×10mm	m	6650	Q235B
2	钢塑复合管	D820×12mm	m	10820	Q345B
3	钢塑复合管	D530×9mm	m	950	Q235B
4	钢塑复合管	D426×9mm	m	22500	Q235B
5	钢塑复合管	D325×10mm	m	15540	Q345B
6	钢管管件		t	25	Q345B



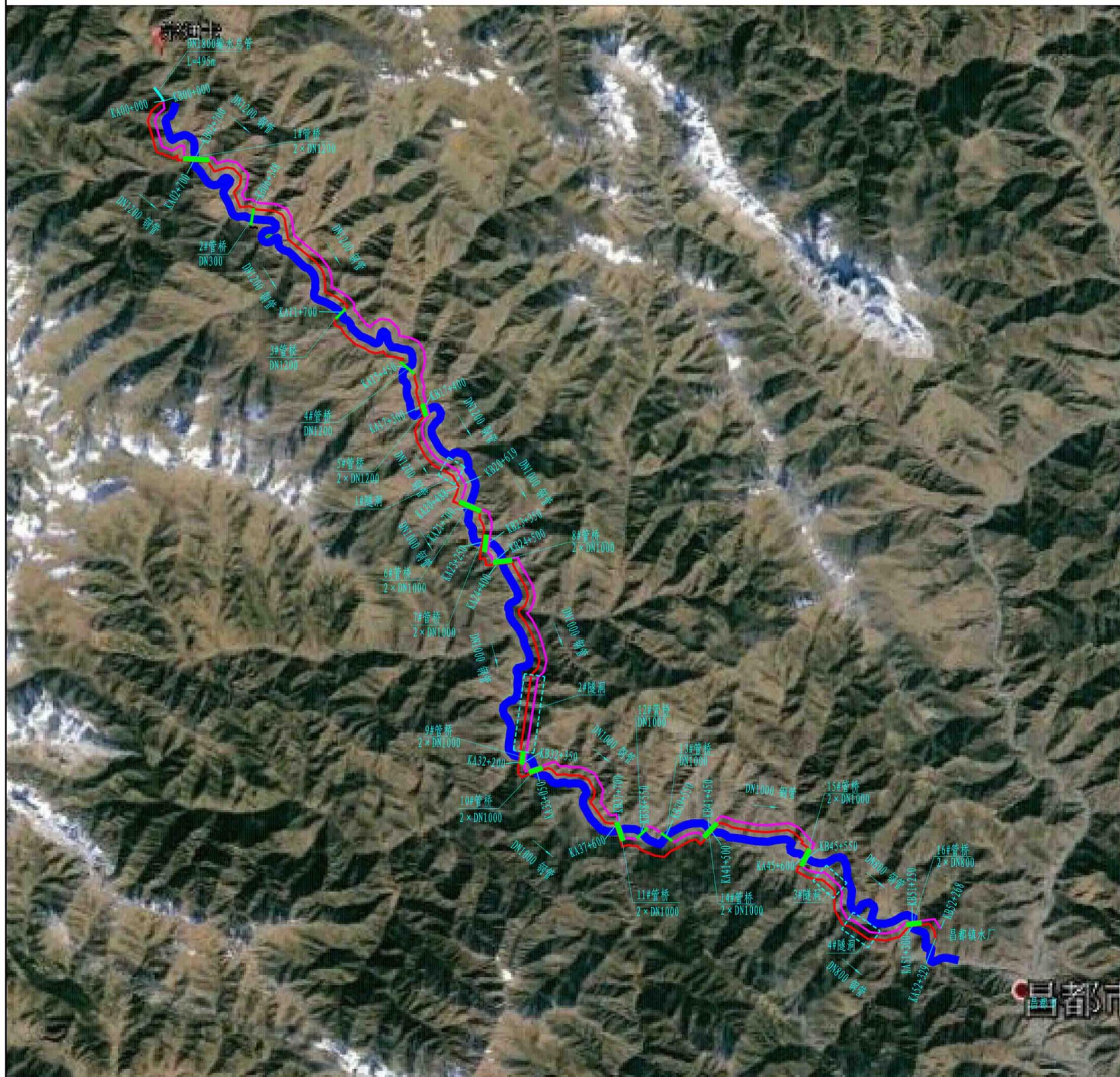
说明:

- 图中单位: 管径以毫米计, 其他均以米计。
- 中途结合井上游为重力流, 中途结合井下游为重力流。

比例尺



附图7 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程供水工程总平面布置图



比例尺



供水工程特性表

序号	项目名称	规格	单位	数量	备注
1	总引水流量		m <sup>3</sup> /s	2.954	
2	取水总管	DN1800	km	0.495	
3	输水A干管	DN1200-DN800	km	52.329	线路长
4	输水B干管	DN1200-DN800	km	52.268	线路长
5	跨昂曲河管桥	DN1200-DN800	座	16	
6	跨冲沟倒虹管	2×DN1200	座	3	
7	隧洞	单座长0.4-3.2km 2×DN1200-2×DN800	座	4	

图例:

- 输水总管
- A管
- B管
- 管桥
- 昂曲河

说明:

1. 图中单位: 管径以毫米计, 其他均以米计。

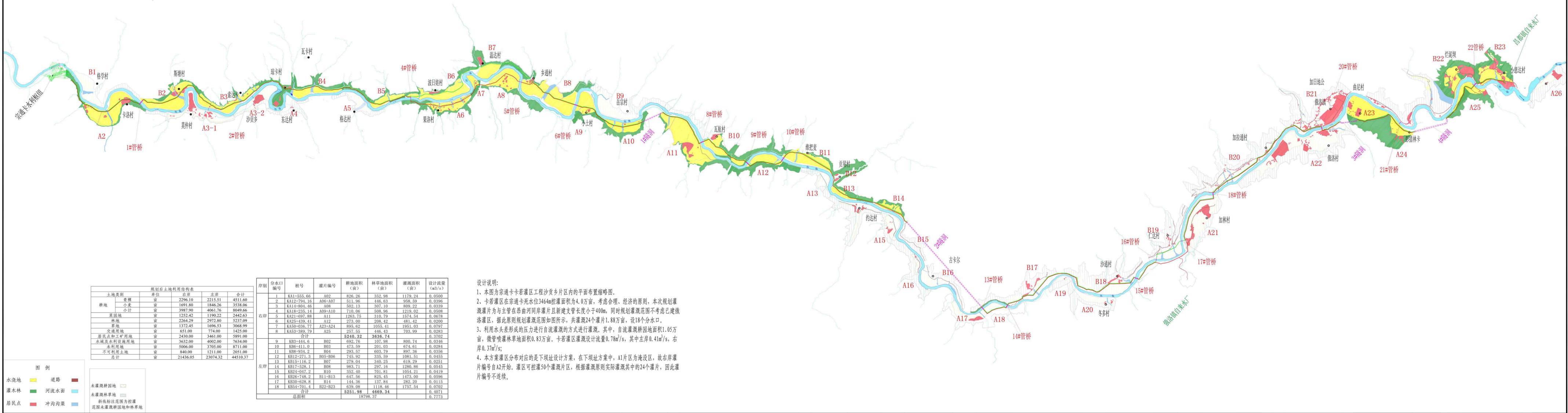
A管分水口一览表

编号	桩号	分水口流量(L/s)	分水管管径(mm)	备注
1	KA1+402.26	50.0	300	灌溉分水口
2	KA2+640.16	39.6	200	灌溉分水口
3	KA6+350.00	30.0	300	卡贡乡分水口
4	KA14+421.80	33.9	250	灌溉分水口
5	KA17+198.67	50.8	300	灌溉分水口
6	KA20+488.47	67.8	350	灌溉分水口
7	KA39+081.04	359.0	700	俄洛镇水厂分水口
8	KA47+704.44	79.7	350	灌溉分水口
9	KA50+361.25	28.3	250	灌溉分水口
10	KA52+328.83	894.0	800	昌都镇水厂分水口

B管分水口一览表

编号	桩号	分水口流量(L/s)	分水管管径(mm)	备注
1	KB3 288.11	34.6	250	灌溉分水口
2	KB6-245.19	28.4	250	灌溉分水口
3	KB8-686.43	35.6	250	灌溉分水口
4	KB11-956.15	45.5	300	灌溉分水口
5	KB14-773.36	25.1	200	灌溉分水口
6	KB16 940.70	54.5	300	灌溉分水口
7	KB22-543.94	41.9	300	灌溉分水口
8	KB24-258.68	20.0	200	灌溉分水口
9	KB25-200.63	59.6	300	灌溉分水口
10	KB28 767.93	11.5	150	灌溉分水口
11	KB51 404.21	70.2	350	灌溉分水口
12	KB52-267.53	894.0	800	昌都镇水厂分水口

### 附图8 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程卡若灌区缩略图



土地类别	单位	右岸	左岸	合计
耕地	青稞	2296.10	2215.51	4511.60
	小麦	1691.80	1846.26	3538.06
	小计	3987.90	4061.76	8049.66
菜园地	亩	1252.42	1190.22	2442.63
林地	亩	2264.29	2972.80	5237.09
草地	亩	1372.45	1696.53	3068.99
交通用地	亩	651.00	774.00	1425.00
居民点和工矿用地	亩	2430.00	3461.00	5891.00
水域及水利设施用地	亩	3632.00	4002.00	7634.00
未利用地	亩	5006.00	3705.00	8711.00
不可利用土地	亩	840.00	1211.00	2051.00
总计	亩	21436.05	23074.32	44510.37

岸别	分水口编号	桩号	灌片编号	耕地面积(亩)	林草地面积(亩)	灌溉面积(亩)	设计流量(m <sup>3</sup> /s)
右岸	1	KA1+555.66	A02	826.26	352.98	1179.24	0.0500
	2	KA12+794.16	A06+A07	511.96	446.63	958.59	0.0396
	3	KA14+804.46	A08	502.13	307.10	809.22	0.0339
	4	KA18+235.14	A09+A10	710.06	508.96	1219.02	0.0508
	5	KA21+697.88	A11	1263.75	310.79	1574.54	0.0678
	6	KA25+439.41	A12	273.00	208.42	481.42	0.0200
	7	KA50+036.77	A23+A24	895.62	1055.41	1951.03	0.0797
	8	KA53+389.79	A25	257.55	446.43	703.99	0.0283
		合计	5240.32	3636.74		0.3702	
左岸	9	KB3+444.6	B02	692.76	107.98	800.74	0.0346
	10	KB6+411.0	B03	473.59	201.03	674.61	0.0284
	11	KB8+934.2	B04	293.57	603.79	897.36	0.0356
	12	KB12+271.3	B05+B06	745.92	335.59	1081.51	0.0455
	13	KB15+116.2	B07	279.04	340.25	619.29	0.0251
	14	KB17+528.1	B08	983.71	297.16	1280.86	0.0545
	15	KB24+047.2	B10	352.40	701.81	1054.21	0.0419
	16	KB26+748.2	B11+B13	647.56	825.45	1473.00	0.0596
	17	KB30+628.8	B14	144.36	137.84	282.20	0.0115
	18	KB54+701.4	B22+B23	639.08	1118.46	1757.54	0.0702
		合计	5251.98	4669.34		0.4071	
		总面积		18798.37		0.7773	

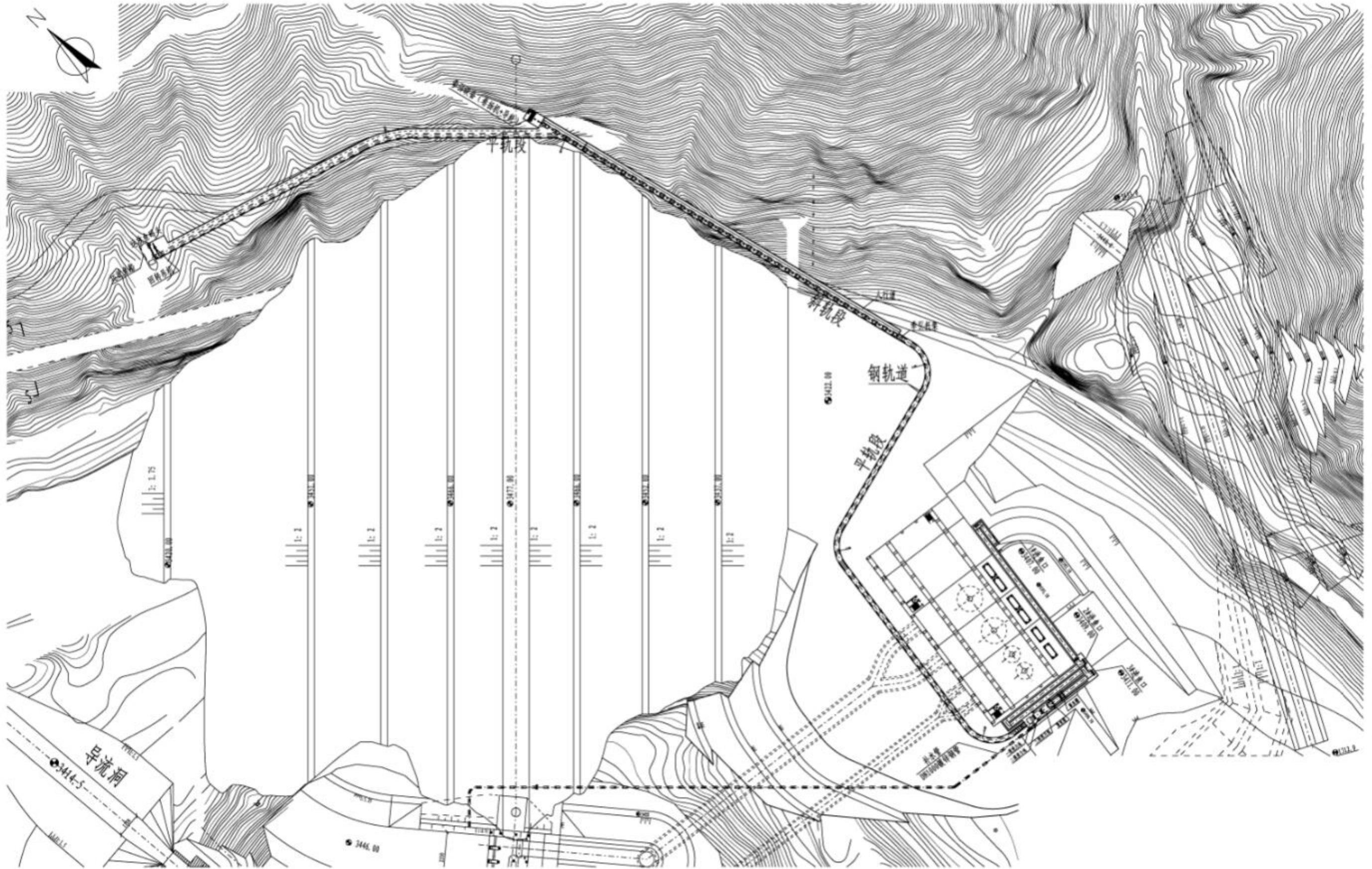
设计说明:

- 1、本图为宗通卡卡若灌区工程沙贡乡片区内的平面布置缩略图。
- 2、卡若灌区在宗通卡死水位3464m控制灌溉面积为4.0万亩，考虑合理、经济的原则，本次规划灌溉灌片为与主管在昂曲河同岸灌片且新建支管长度小于400m，同时规划灌溉范围不考虑已建俄洛灌区，据此原则规划灌溉范围如图所示，共灌溉24个灌片1.88万亩，设18个分水口。
- 3、利用水头差形成的压力进行自流灌溉的方式进行灌溉，其中，自流灌溉耕地面积1.05万亩，微管喷灌林地面积0.83万亩。卡若灌区灌溉设计流量0.78m<sup>3</sup>/s，其中左岸0.41m<sup>3</sup>/s，右岸0.37m<sup>3</sup>/s。
- 4、本方案灌区分布对应的是下坝址设计方案，在下坝址方案中，A1片区为淹没区，故右岸灌片编号自A2开始。灌区可控灌50个灌溉片区，根据灌溉原则实际灌溉其中的24个灌片，因此灌片编号不连续。



附图9 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程短鱼道+升鱼机组合方案布置图（推荐方案）

0 10 20 30m



说明:

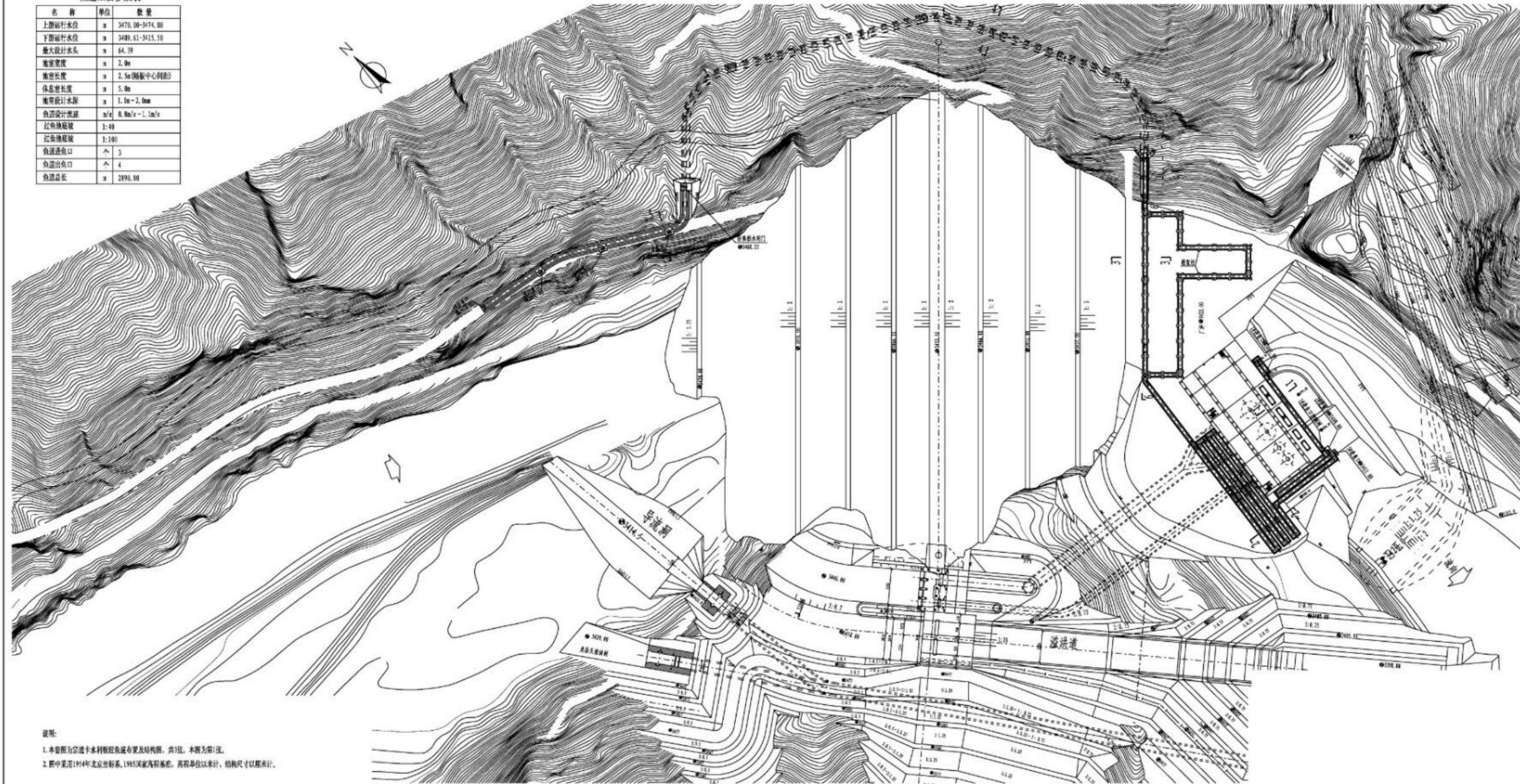
1. 图中采用1954年北京坐标系, 1985国家高程基准, 高程单位以米计, 结构尺寸以厘米计。

附图10 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程左岸鱼道方案布置图（比选方案）

1:1000

鱼道主要参数表

名称	单位	数量
上游运行水位	m	3470.00-3474.00
下游运行水位	m	3409.61-3415.50
最大设计水头	m	64.39
泄室宽度	m	2.0m
泄室长度	m	2.5m(隔室中心间距)
休息室长度	m	5.0m
泄室设计水深	m	1.1m-2.0m
鱼道设计流速	m/s	0.8m/s-1.1m/s
过鱼栅底坡		1:40
过鱼栅底坡		1:100
鱼道进口	个	3
鱼道出口	个	4
鱼道总长	m	2890.00

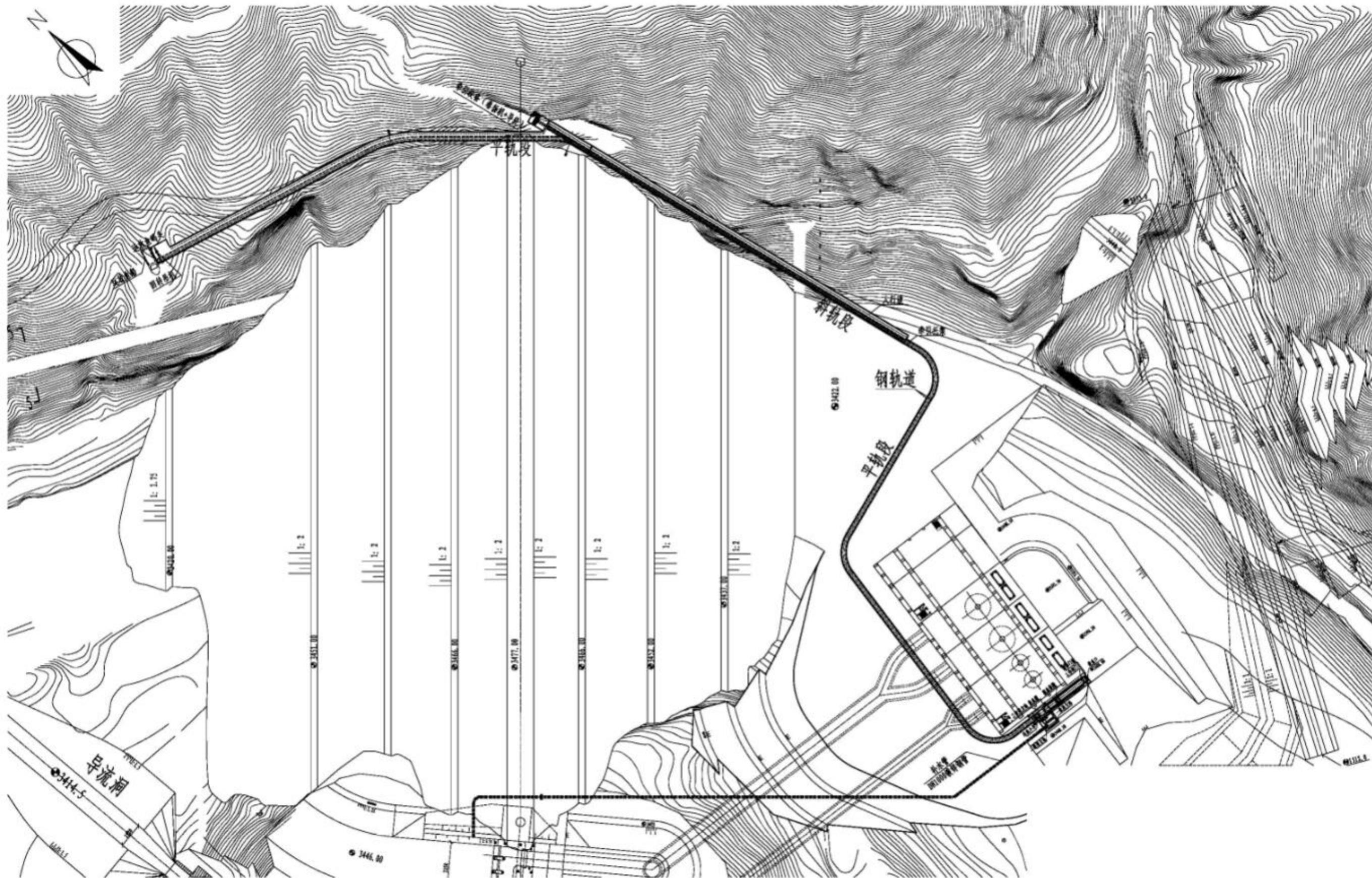


说明:

1. 本图为宗通卡水利枢纽鱼道布置及结构图, 共3张, 本图为第1张。
2. 图中采用1954年北京坐标系, 1985国家高程基准, 高程单位以米计, 结构尺寸以厘米计。

附图11 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程轨道式升鱼机方案布置图（比选方案）

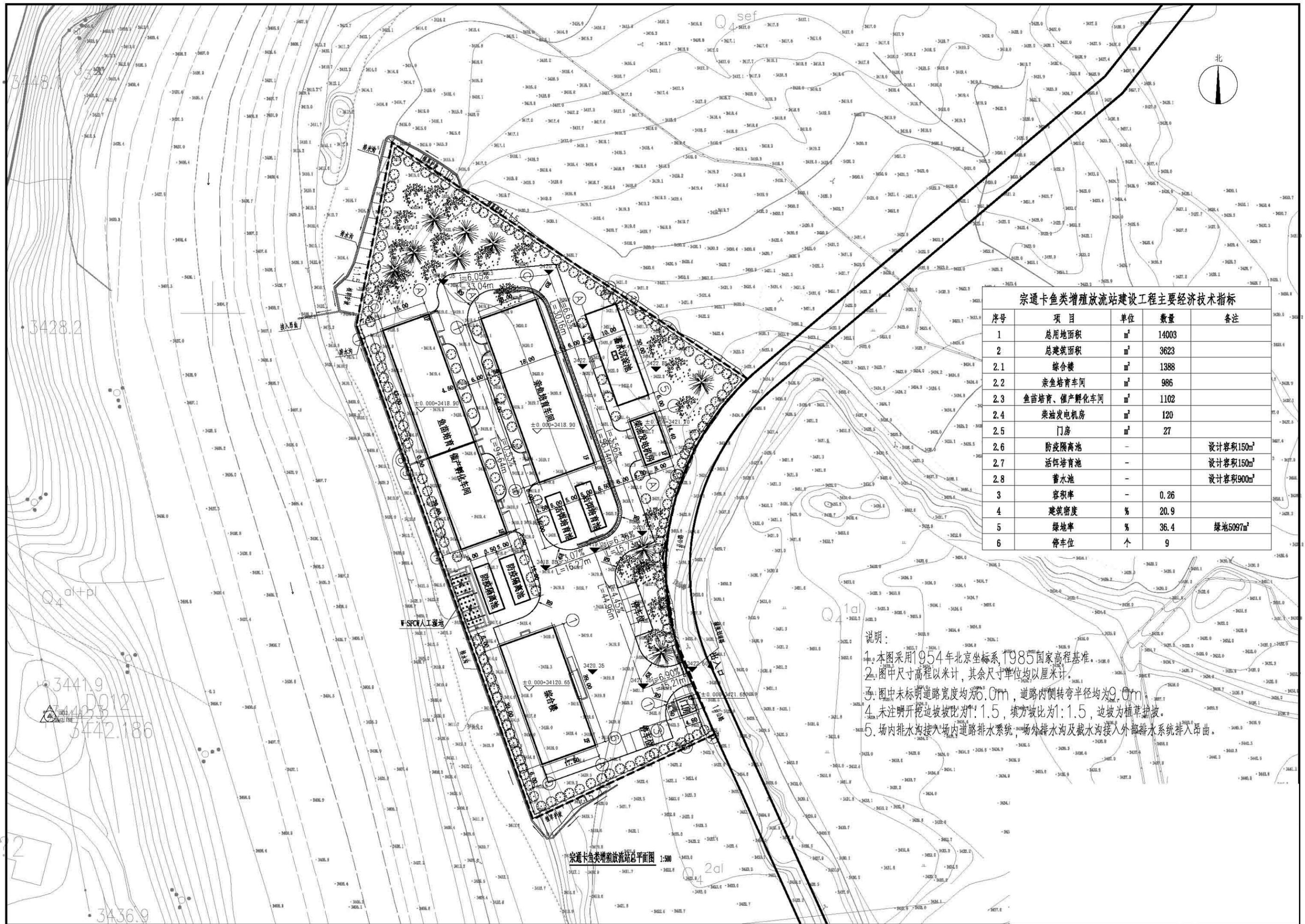
0 10 20 30m



说明:

1. 本套图为宗通卡水利枢纽轨道式升鱼机布置及结构图, 共2张, 本图为第1张。
2. 图中采用1954年北京坐标系, 1985国家高程基准, 高程单位以米计, 结构尺寸以厘米计。

附图12 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程鱼类增殖放流站平面布置图

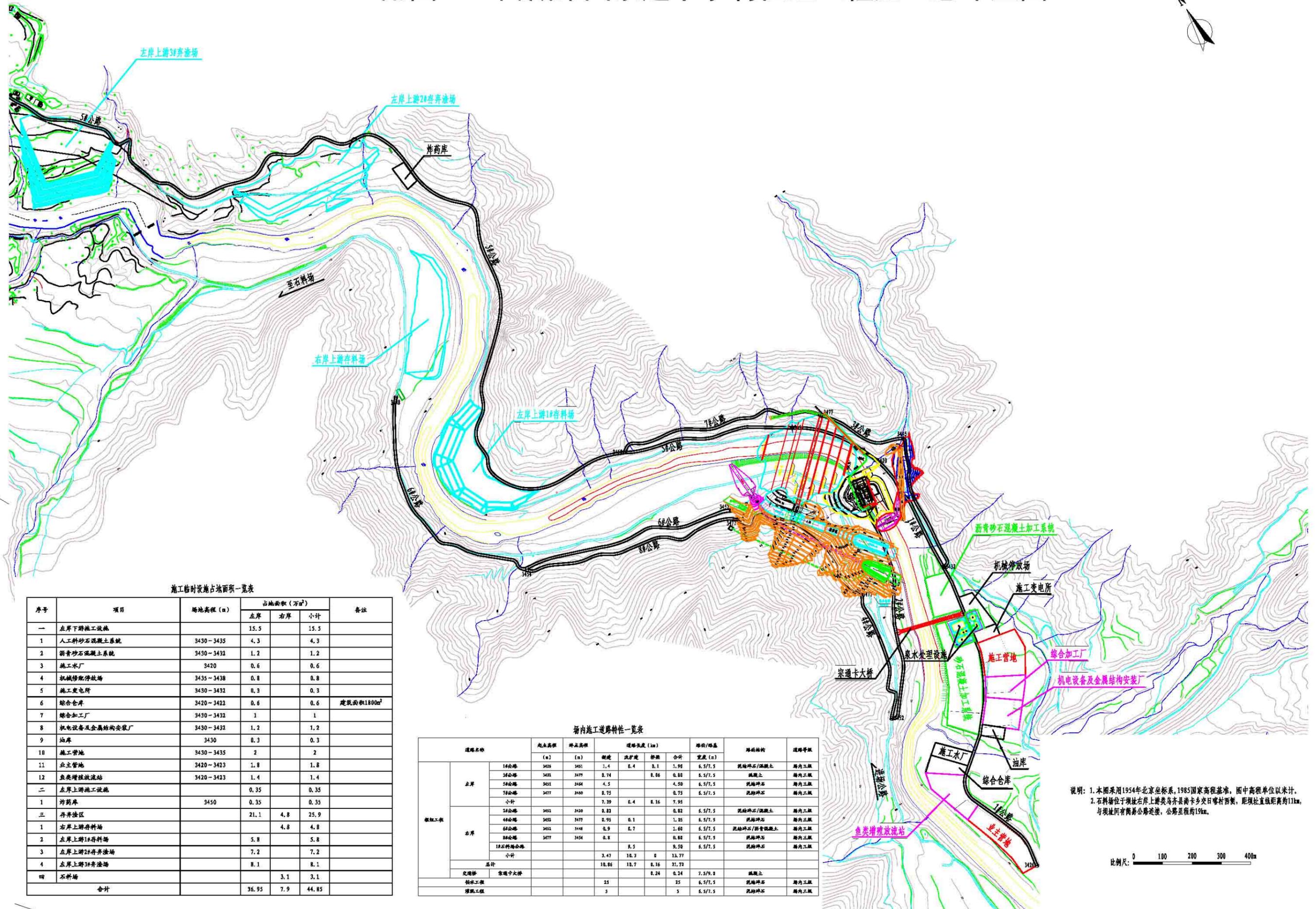


序号	项目	单位	数量	备注
1	总用地面积	m <sup>2</sup>	14003	
2	总建筑面积	m <sup>2</sup>	3623	
2.1	综合楼	m <sup>2</sup>	1388	
2.2	亲鱼培育车间	m <sup>2</sup>	986	
2.3	鱼苗培育、催产孵化车间	m <sup>2</sup>	1102	
2.4	柴油发电机房	m <sup>2</sup>	120	
2.5	门房	m <sup>2</sup>	27	
2.6	防疫隔离池	-		设计容积150m <sup>3</sup>
2.7	活饵培育池	-		设计容积150m <sup>3</sup>
2.8	蓄水池	-		设计容积900m <sup>3</sup>
3	容积率	-	0.26	
4	建筑密度	%	20.9	
5	绿地率	%	36.4	绿地5097m <sup>2</sup>
6	停车位	个	9	

说明：  
 1. 本图采用1954年北京坐标系，1985国家高程基准。  
 2. 图中尺寸高程以米计，其余尺寸单位均以厘米计。  
 3. 图中未标明道路宽度均为6.0m，道路内侧转弯半径均为9.0m。  
 4. 未注明开挖边坡坡比为1:1.5，填方坡比为1:1.5，边坡为植草护坡。  
 5. 场内排水为接入场内道路排水系统，场外排水沟及截水沟接入外部排水系统排入昂曲。

宗通卡鱼类增殖放流站总平面图 1:500

# 附图13 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程施工总布置图



施工临时设施占地面积一览表

序号	项目	场地高程 (m)	占地面积 (万m <sup>2</sup> )			备注
			左岸	右岸	小计	
一	左岸下游施工设施		15.5		15.5	
1	人工料砂混凝土系统	3430-3435	4.3		4.3	
2	沥青砂混凝土系统	3430-3432	1.2		1.2	
3	施工水厂	3420	0.6		0.6	
4	机械停放场	3435-3438	0.8		0.8	
5	施工变电所	3430-3432	0.3		0.3	
6	综合仓库	3420-3422	0.6		0.6	建筑面积1800m <sup>2</sup>
7	综合加工厂	3430-3432	1		1	
8	机电设备及金属结构安装厂	3430-3432	1.2		1.2	
9	油库	3430	0.3		0.3	
10	施工营地	3430-3435	2		2	
11	业主营地	3420-3423	1.8		1.8	
12	鱼类增殖放流站	3420-3423	1.4		1.4	
二	左岸上游施工设施		0.35		0.35	
1	炸药库	3450	0.35		0.35	
三	弃渣区		21.1	4.8	25.9	
1	右岸上游弃渣场			4.8	4.8	
2	左岸上游2#弃渣场		5.8		5.8	
3	左岸上游2#弃渣场		7.2		7.2	
4	左岸上游3#弃渣场		8.1		8.1	
四	石料场			3.1	3.1	
合计			36.95	7.9	44.85	

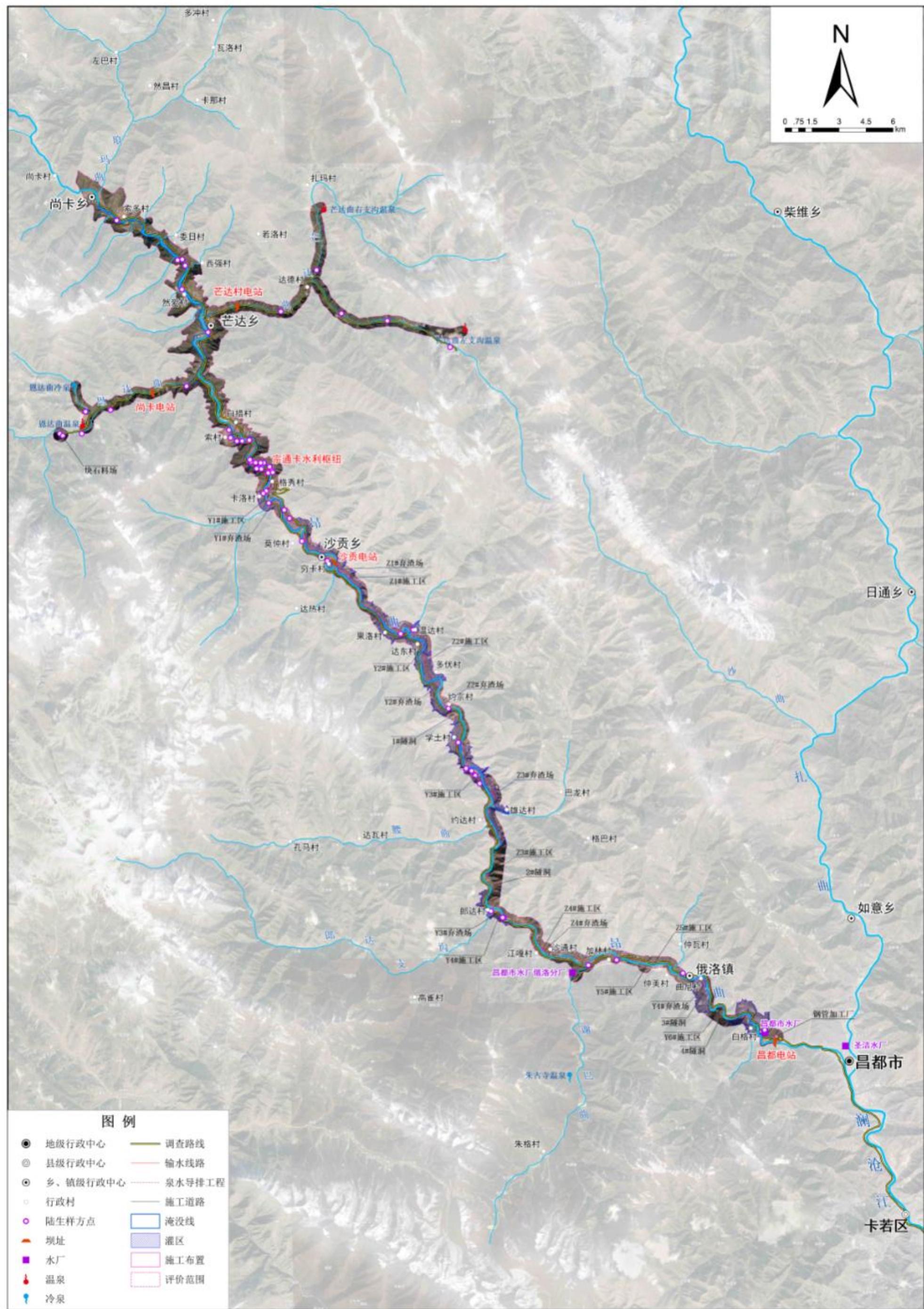
场内施工道路特性一览表

道路名称	起点高程 (m)	终点高程 (m)	道路长度 (km)				路面/路基	路面结构	道路等级
			新建	改扩建	桥梁	合计			
场内道路	1#公路	3425	3451	1.4	0.4	0.1	1.96	泥结碎石/混凝土	场内三级
	5#公路	3431	3479	0.74		0.06	0.80	泥结碎石	场内三级
	5#公路	3451	3454	4.5			4.50	泥结碎石	场内三级
	7#公路	3477	3450	0.75			0.75	泥结碎石	场内三级
	小计			7.39	0.4	0.16	7.95		
	2#公路	3451	3420	0.83			0.83	泥结碎石/混凝土	场内三级
	4#公路	3451	3477	0.95	0.1		1.05	泥结碎石	场内三级
	6#公路	3451	3448	0.9	0.7		1.60	泥结碎石/沥青混凝土	场内三级
	8#公路	3477	3454	0.8			0.80	泥结碎石	场内三级
	1#石料场公路					0.5	0.50	泥结碎石	场内三级
小计			3.47	10.3	0	13.77			
总计			10.86	10.7	0.16	21.72			
交通桥	宗通卡大桥				0.24	0.24	混凝土		
桥涵工程			25			25	泥结碎石	场内三级	
灌溉工程			3			3	泥结碎石	场内三级	

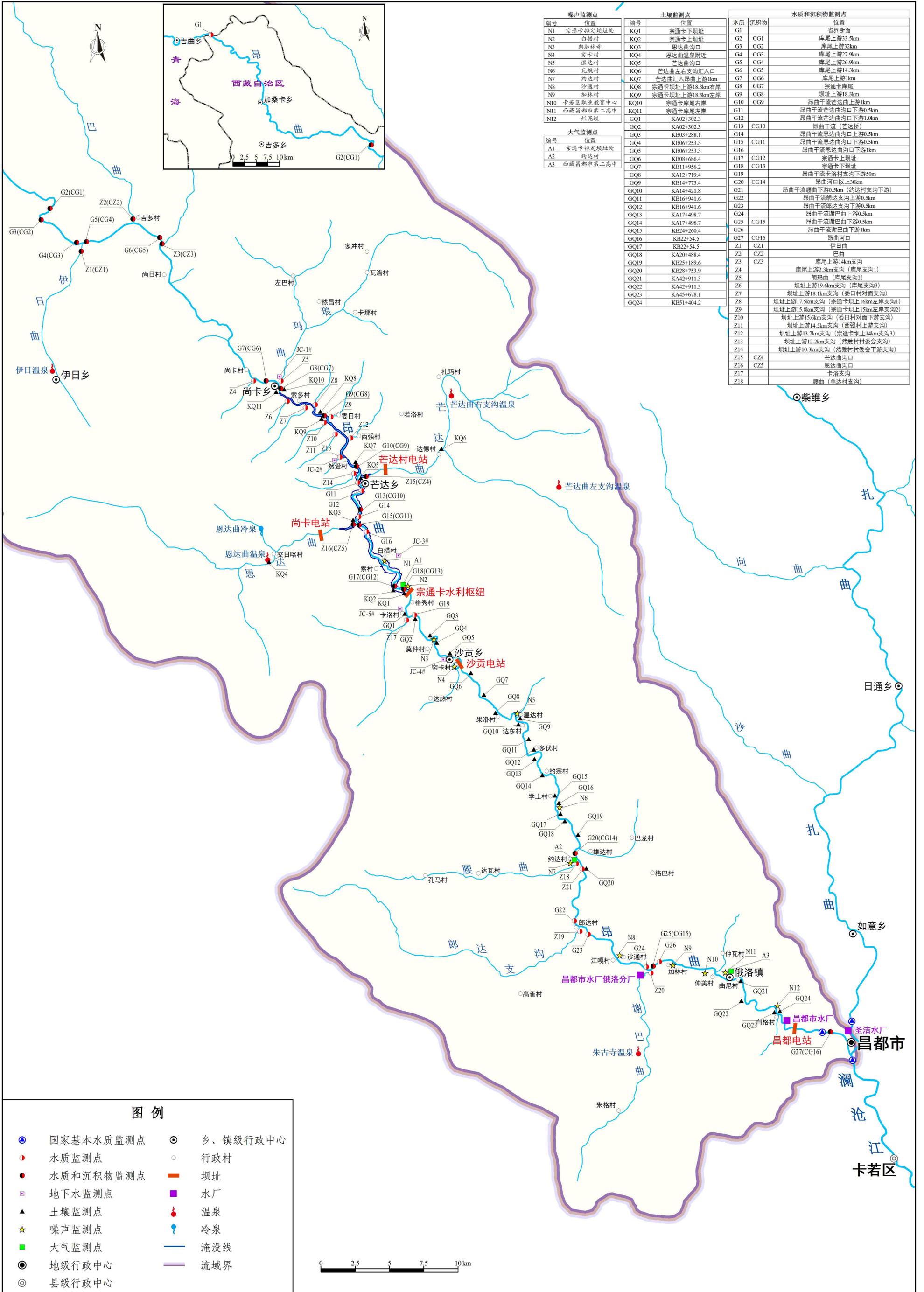
说明: 1. 本图采用1954年北京坐标系, 1985国家高程基准, 图中高程单位以米计。  
2. 石料场位于坝址右岸上游类乌齐县卡乡交日喀村西侧, 距坝址直线距离约11km, 与坝址间有简易公路连接, 公路里程约19km。



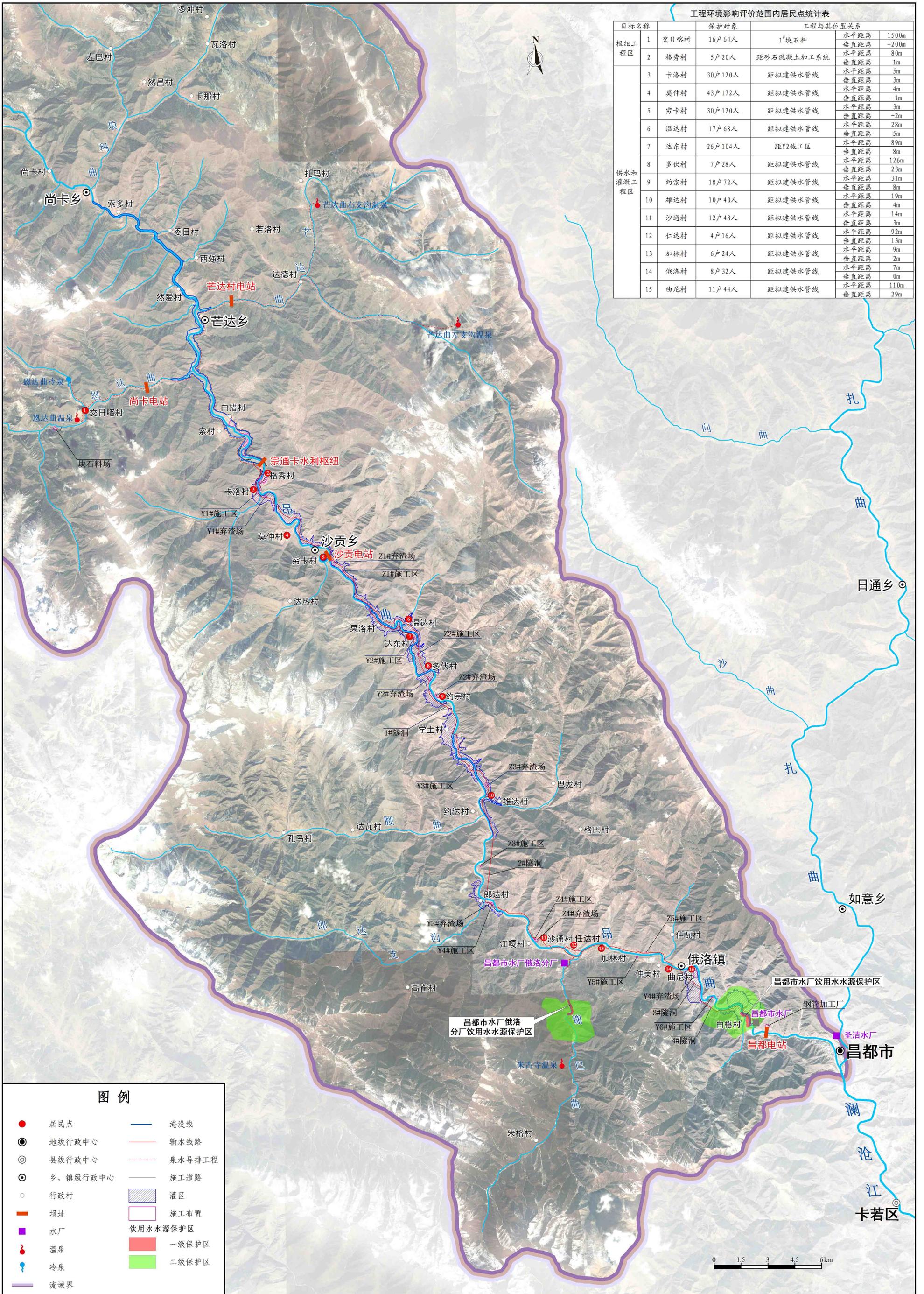
附图14 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程评价区调查路线及样方点分布图



附图15 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境现状监测布点示意图

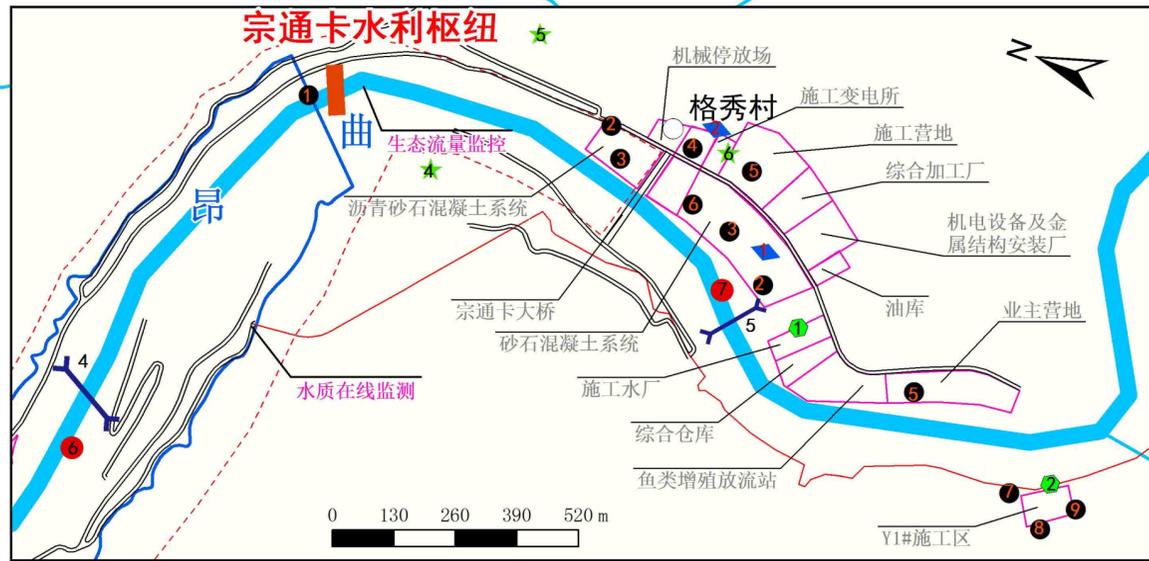
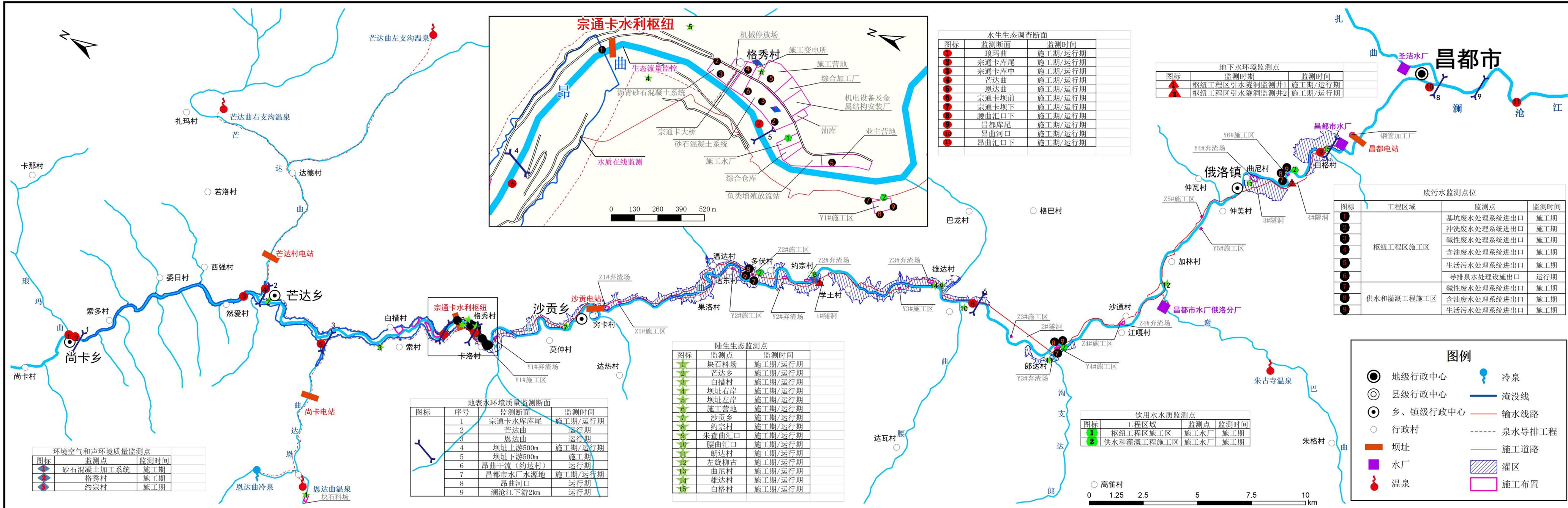


附图16 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境敏感目标分布示意图





附图18 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境监测计划点位布局示意图



图标	监测断面	监测时间
1	琅玛曲	施工期/运行期
2	宗通卡库尾	施工期/运行期
3	宗通卡库中	施工期/运行期
4	芒达曲	施工期/运行期
5	恩达曲	施工期/运行期
6	宗通卡坝前	施工期/运行期
7	宗通卡坝下	施工期/运行期
8	腰曲汇口下	施工期/运行期
9	昌都库尾	施工期/运行期
10	昂曲河口	施工期/运行期
11	昂曲汇口下	施工期/运行期

图标	监测时期	监测时间
1	枢纽工程区引水隧洞监测井1	施工期/运行期
2	枢纽工程区引水隧洞监测井2	施工期/运行期

图标	工程区域	监测点	监测时间
1	枢纽工程区施工区	基坑废水处理系统进出口	施工期
2		冲洗废水处理系统进出口	施工期
3		碱性废水处理系统进出口	施工期
4		含油废水处理系统进出口	施工期
5		生活污水处理系统进出口	施工期
6	供水和灌溉工程施工区	导排水处理设施出口	运行期
7		碱性废水处理系统进出口	施工期
8		含油废水处理系统进出口	施工期
9		生活污水处理系统进出口	施工期

图标	监测点	监测时间
1	块石料场	施工期/运行期
2	芒达乡	施工期/运行期
3	白措村	施工期/运行期
4	坝址右岸	施工期/运行期
5	坝址左岸	施工期/运行期
6	施工营地	施工期/运行期
7	沙贡乡	施工期/运行期
8	约宗村	施工期/运行期
9	朱查曲汇口	施工期/运行期
10	腰曲汇口	施工期/运行期
11	朗达村	施工期/运行期
12	左旋柳古	施工期/运行期
13	曲尼村	施工期/运行期
14	雄达村	施工期/运行期
15	白格村	施工期/运行期

图标	序号	监测断面	监测时间
1	1	宗通卡水库库尾	施工期/运行期
2	2	芒达曲	运行期
3	3	恩达曲	运行期
4	4	坝址上游500m	施工期/运行期
5	5	坝址下游500m	施工期
6	6	昂曲干流(约达村)	运行期
7	7	昌都市水厂水源地	施工期/运行期
8	8	昂曲河口	运行期
9	9	澜沧江下游2km	运行期

图标	监测点	监测时间
1	砂石混凝土加工系统	施工期
2	格秀村	施工期
3	约宗村	施工期

图标	工程区域	监测点	监测时间
1	枢纽工程区施工区	施工水厂	施工期
2	供水和灌溉工程施工区	施工水厂	施工期

**图例**

- 地级行政中心
- 县级行政中心
- 乡、镇级行政中心
- 行政村
- 坝址
- 水厂
- 温泉
- 冷泉
- 淹没线
- 输水线路
- 泉水导排工程
- 施工道路
- 灌区
- 施工布置

# 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程 环境影响评价公众参与说明

建设单位：昌都市兴水水利水电创业投资有限公司

调查单位：昌都市兴水水利水电创业投资有限公司

二〇一九年十一月



# 目 录

1 概述.....	1
2 首次环境影响评价信息公开情况.....	2
2.1 公示内容及时限.....	2
2.2 公开方式.....	2
2.3 公众意见情况.....	6
3 征求意见稿公示情况.....	7
3.1 公示内容及时限.....	7
3.2 公示方式.....	7
3.3 查阅情况.....	23
3.4 公众提出意见情况.....	23
4 其他公众参与情况.....	24
4.1 调查问卷.....	24
4.2 座谈会.....	26
5 公众意见处理情况.....	27
5.1 公众意见概述和分析.....	27
5.2 公众意见采纳情况.....	27
5.3 公众意见未采纳情况.....	28
6 其他.....	29
6.1 存档备查情况.....	29
6.2 其他需要说明的内容.....	29
7 诚信承诺.....	30

# 1 概述

为了解本工程涉及区域民众对西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程的态度和意见，以及工程可能造成的环境影响的看法，增强公众的环境保护意识，通过向公众介绍项目的类型、规模和同项目有关的环境问题，让公众真正了解项目的情况，同时了解公众对项目建设的态度以及环境保护方面的意见和要求，更有效地了解区域环境特点和可能引起的环境影响，提高环境影响评价质量，采取相应的措施更好地做好工程的环境保护工作。通过公众参与，在工程建设单位、设计单位、环境保护部门和工程所在地区民众及社会各界人士之间架起沟通的桥梁，有利于取得各方面的配合和支持，充分发挥公众对环境保护工作的参与和监督作用，尽量把业主与相关民众之间的矛盾在项目实施之前解决或缓和，实现评价方与公众之间的双向交流。

本项目公众参与采取问卷调查、网络公示、报纸公示、张贴公示、座谈会相结合的形式进行。本项目位于昌都市卡若区，与工程具有较大相关程度的为工程周边村镇团体及个人。部分单位和个人对工程建设较为关注和感兴趣，或可能受工程建设间接影响，也作为本次公众参与调查的对象。

由于本项目环境影响评价工作在《环境影响评价公众参与办法》施行之前已确定环境影响评价单位，因此，第一次信息公开和第一次征求意见稿公示按原《环境影响评价公众参与暂行办法》要求执行，第二次征求意见稿公示根据新颁布的《环境影响评价公众参与办法》要求执行。

## 2 首次环境影响评价信息公开情况

### 2.1 公开内容及日期

建设单位于 2016 年 9 月 23 日起进行了工程的首次环境影响评价信息公示，公示内容包括工程基本情况、建设单位名称和联系方式、环境影响报告书编制单位名称和联系方式、环境影响评价的工作程序和主要工作内容、征求公众意见的主要事项以及公众提出意见的主要反馈方式等，公开内容及日期满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。

### 2.2 公开方式

#### 2.2.1 网络

建设单位通过网络公示的方式，于 2016 年 9 月 23 日至 10 月 11 日在“今日西藏昌都”网站上对工程环境影响评价信息进行公开，公开方式满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求，详见图 2.2-1。



图 2.2-1 首次环境影响评价信息网站公示

## 2.2.2 报纸

建设单位于 2016 年 9 月 27 日至 10 月 13 日在《昌都报》进行了公示，公示内容包括工程基本情况、建设单位名称和联系方式、环境影响报告书编制单位名称和联系方式、环境影响评价的工作程序和主要工作内容、征求公众意见的主要事项以及公众提出意见的主要反馈方式等，公开内容及日期满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。



### 2.2.3 张贴

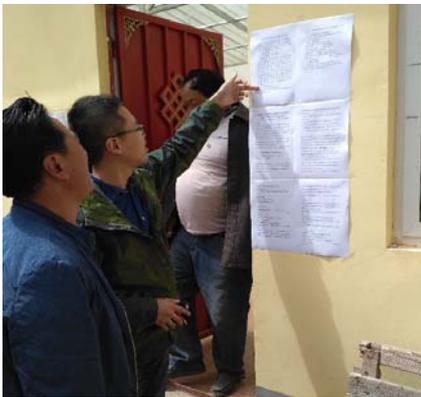
建设单位于 2016 年 9 月在在尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、卡洛村、朗达村、芒达村人民政府政务公开栏进行了张贴公告。公示内容包括工程基本情况、建设单位名称和联系方式、环境影响报告书编制单位名称和联系方式、环境影响评价的工作程序和主要工作内容、征求公众意见的主要事项以及公众提出意见的主要反馈方式等，公开内容及日期满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。



俄洛镇



卡若镇



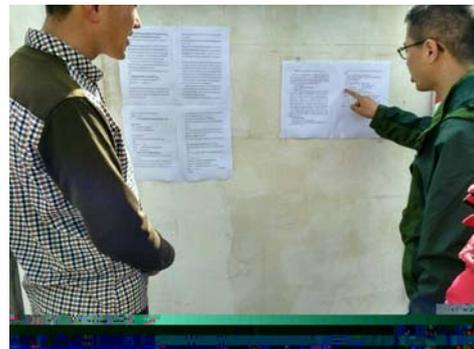
尚卡乡



芒达乡



沙贡乡



卡洛村



朗达村



芒达村

图 2.2-3 首次环境影响评价信息公告公示

## 2.3 公众意见情况

首次环境影响评价信息公开期间，建设单位未收到公众对本工程提出关于环保方面的意见和建议。

## 3 征求意见稿公示情况

### 3.1 公示内容及时限

建设单位在 2018 年 4 月 18 日和 2019 年 11 月 11 日起进行了工程环境影响报告书征求意见稿公示，公示内容包括环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径、征求意见的公众范围、公众意见表的网络链接、公众提出意见的方式和途径、公众提出意见的起止时间等，公示内容及时限满足《环境影响评价公众参与办法》的相关要求。

### 3.2 公示方式

#### 3.2.1 网络

本次在 2018 年 4 月 18 日于昌都市人民政府网站上（<http://www.changdu.gov.cn/1164/201804/MIT23231.shtml>）进行了网络公示，公布了环境影响报告书征求意见稿全文内容。环境影响报告书征求意见稿网络公示时间自 2018 年 4 月 18 日至 5 月 3 日，见图 3.2-1。网络公示满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。



#### 6、征求公众意见的主要事项

- (1) 公众对宗通卡水利枢纽工程所在地环境现状的看法，以及环境现状结论是否可信；
- (2) 公众对本环境影响评价结论的可信程度；
- (3) 公众对减缓不良环境影响措施和补偿措施的意见；
- (4) 宗通卡水利枢纽工程在设计、施工和运行中与环境保护相关的意见和建议；
- (5) 公众感兴趣的与本项目相关的其他环保问题。

西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书201804

图 3.2-1 本工程环境影响报告书征求意见稿网络公示

根据工程方案和运行调度方案的优化调整，在对宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书修改后，建设单位再次于 2019 年 11 月 11 日至 11 月 22 日在昌都市人民政府网站上（<http://www.changdu.gov.cn/cdrmzf/c100386/201911/cd986f1431c44435aa6776f850017534.shtml>）再次进行了网络公示，公布了环境影响报告书征求意见稿全文内容，并链接公众意见表，见图 3.2-2。网络公示满足《环境影响

评价公众参与办法》的相关要求。



图 3.2-2 本工程环境影响报告书征求意见稿网络公示

### 3.2.2 报纸

本次报纸公示选择在工程所在地报纸《昌都报》2018年4月27日至5月12日进行了公示,详见图3.2-3。报纸公示满足《环境影响评价公众

2018年4月27日 星期五  
第3版  
综合  
编辑 杜文江 助理编辑 张少伟

# 2017年度抓基层党建工作述职报告

**书记抓党建工作述职**

根据安排，按照履行党建第一责任人职责抓基层党建述职要求，现将本人抓基层党建工作述职如下。

（一）坚持党建引领，在抓党建促脱贫攻坚上求突破。一是推动党建与脱贫攻坚深度融合，将脱贫攻坚作为党建工作的重中之重，把脱贫攻坚作为检验党建工作成效的试金石，把脱贫攻坚作为检验党员干部担当作为的试金石，把脱贫攻坚作为检验基层党组织战斗力的试金石。二是坚持问题导向，补齐党建短板。三是坚持抓党建促脱贫攻坚，推动脱贫攻坚与乡村振兴有效衔接。

（二）坚持党建引领，在抓党建促乡村振兴上求突破。一是推动党建与乡村振兴深度融合，将乡村振兴作为党建工作的重中之重，把乡村振兴作为检验党建工作成效的试金石，把乡村振兴作为检验党员干部担当作为的试金石，把乡村振兴作为检验基层党组织战斗力的试金石。二是坚持问题导向，补齐党建短板。三是坚持抓党建促乡村振兴，推动乡村振兴与脱贫攻坚有效衔接。

（三）坚持党建引领，在抓党建促基层治理能力提升上求突破。一是推动党建与基层治理能力提升深度融合，将基层治理能力提升作为党建工作的重中之重，把基层治理能力提升作为检验党建工作成效的试金石，把基层治理能力提升作为检验党员干部担当作为的试金石，把基层治理能力提升作为检验基层党组织战斗力的试金石。二是坚持问题导向，补齐党建短板。三是坚持抓党建促基层治理能力提升，推动基层治理能力提升与脱贫攻坚、乡村振兴有效衔接。

## 我市“三区”科技人才作用发挥初显成效

【本报记者 张少伟】2017年以来，昌都市深入贯彻落实“三区”人才支持计划，选派科技特派员、科技专家、科技骨干等科技人才，深入贫困村、贫困户，开展科技培训、技术服务等工作，科技人才作用发挥初显成效。

## 昌都市代表团与江苏省发改委座谈

【本报记者 张少伟】昌都市代表团一行，日前赴江苏省南京市，与江苏省发展和改革委员会座谈，就两市在脱贫攻坚、乡村振兴、文化旅游等方面合作进行了交流。

## 昌都市旅游业发展态势良好

【本报记者 张少伟】昌都市旅游业发展态势良好，今年以来，昌都市旅游业呈现出强劲的发展势头，游客数量持续增加，旅游收入稳步增长。

## 市一高举行“文化滋养心灵 艺术点缀人生”第六届校园文化艺术节

【本报记者 张少伟】26日，昌都市第一高级中学举行“文化滋养心灵 艺术点缀人生”第六届校园文化艺术节，活动丰富多彩，师生参与热情高涨，营造了浓厚的校园文化氛围。

## 注销公告

昌都市数联汽车俱乐部有限公司（注册号：5403000012461），于2018年08月27日在西藏自治区昌都市工商行政管理局办理了注销登记手续，自公告之日起30日内，如有利害关系人提出异议，请向昌都市工商行政管理局提出。

## 遗失声明

因不慎，将西藏自治区昌都市第一高级中学（注册号：5403000012461）的公章一枚遗失，声明作废。如有冒用，概与本人无关。

昌都市数联汽车俱乐部有限公司（注册号：5403000012461）的公章一枚遗失，声明作废。如有冒用，概与本人无关。

## 在希望的田野上

【本报记者 张少伟】在希望的田野上，农民们正辛勤耕耘，播种希望。随着春耕生产的全面展开，田间地头呈现出一派繁忙的景象，农民们脸上洋溢着喜悦的笑容。

## 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价第二次公示

【西藏自治区水利厅公告】西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价第二次公示。项目位于西藏自治区昌都市，工程内容包括大坝、溢洪道、发电厂房等。公示期为2018年4月25日至2018年5月5日。

建设单位：西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程指挥部  
地址：昌都市宗通卡镇西环路54号  
联系人：张少伟  
联系电话：15989898989

环境影响评价单位：西藏水利设计院  
地址：拉萨市北京中路100号  
联系人：张少伟  
联系电话：15989898989

公示期间，如有利害关系人对环评报告提出异议，请向西藏自治区水利厅或昌都市水利局提出。

图 3.2-3 本工程环境影响报告书征求意见稿报纸公示

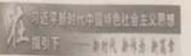
根据工程方案和运行调度方案的优化调整，在对宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书修改后，建设单位再次于2019年11月12日、15日、19日在工程所在地报纸《昌都报》分3次进行了公示，公示了环境影响报告书全文查询方式及纸质版报告查阅方式，以及公众提出意见的方式及途径，详见图3.2-4。报纸公示满足《环境影响评价公众参与办法》的相关要求。



# 解决好群众操心事烦心事揪心事

## ——泸州市各级强基办与驻村工作队大力推进主题教育

记者 李静



泸州市委主题教育领导小组副组长、办公室主任 王德明

“可学新时代中国特色主义思想”“一领一学”“新时代新使命”……

主题教育开展以来，泸州市各级强基办、驻村工作队、村社干部、广大党员、群众积极参与，主题教育取得阶段性成效。

针对部分村(居)民小组……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

# 糖尿病的营养治疗

创卫·健康(重庆)

糖尿病的营养治疗……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

# 养猪之变

记者 李静

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

# 立足脱贫攻坚新起点

记者 李静

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

# 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价公示

一、项目概况  
二、环境影响评价文件名称及编制单位  
三、公众参与方式  
四、公众提出意见的方式和途径  
五、联系方式

……

# 注销公告

……

# 减资公告

……

# 遗失声明

……

### 福建援藏又出新成果 健康“师带徒”，从福建走向昌都

#### 【授徒带教 见闻】

本报记者张瑞报道 16日，昌都市疾病预防控制中心健康促进科副科长林国斌，在昌都市委党校为该市疾病预防控制中心工作人员进行健康促进知识培训。

#### 采访手记>>> 从“授人以鱼”到“授人以渔”

昌都市疾病预防控制中心健康促进科副科长林国斌，在昌都市委党校为该市疾病预防控制中心工作人员进行健康促进知识培训。

林国斌是福建省疾病预防控制中心健康促进科科长，此次他来昌都，是应福建省疾病预防控制中心健康促进科副科长林国斌的邀请，为昌都市委党校工作人员进行健康促进知识培训。

自2016年以来的42位援藏专家中，林国斌是第16位。他此次来昌都，是应福建省疾病预防控制中心健康促进科副科长林国斌的邀请，为昌都市委党校工作人员进行健康促进知识培训。

### 卖猪之道

【上接一版】再往前走，明年2月以后，猪的价格就会涨到100元，到时候，养殖户将有1200万需要养猪。届时，猪价将比现在涨50%。

林国斌说，猪的价格涨到100元，养殖户将有1200万需要养猪。届时，猪价将比现在涨50%。

### 风雨同舟60载 凝心聚力再出发

【上接一版】60年前，昌都政协作为民族民主联合会的组成部分，是昌都各界爱国人士在中国共产党领导下，为实现民族解放和民主自由而斗争的产物。

60年前，昌都政协作为民族民主联合会的组成部分，是昌都各界爱国人士在中国共产党领导下，为实现民族解放和民主自由而斗争的产物。

### 变更公告

昌都市中峰建设有限公司(统一社会信用代码:915403003976077181)...

### 变更公告

昌都市卡那区民族扶贫开发投资有限公司(统一社会信用代码:91540300MA6T1A2V54)...

### 变更公告

昌都市中峰物业管理有限公司(统一社会信用代码:91540300MA6T1A2V54)...

### 昌都市监察委员会关于聘请第一届特约监察员的决定

为深化国家监察体制改革，自觉接受中国共产党纪律检查委员会和昌都市监察委员会的监督，根据《中华人民共和国监察法》和《西藏自治区监察委员会特约监察员管理办法》有关规定，现聘请第一届特约监察员如下：

### 变更公告

昌都市中峰建设有限公司(统一社会信用代码:915403003976077181)...

### 变更公告

昌都市卡那区民族扶贫开发投资有限公司(统一社会信用代码:91540300MA6T1A2V54)...

### 变更公告

昌都市中峰物业管理有限公司(统一社会信用代码:91540300MA6T1A2V54)...

### 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价公示

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第4号)等法律法规，建设单位委托我单位编制了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价报告》。

### 二、环境影响报告书全文查阅方式和期限

公众可通过网络途径：<http://www.changshibao.com>或<http://www.changshibao.com>...

### 三、公众提出意见的方式和途径

公众可通过网络途径：<http://www.changshibao.com>或<http://www.changshibao.com>...

### 四、公众提出意见的方式和途径

公众可通过网络途径：<http://www.changshibao.com>或<http://www.changshibao.com>...

### 五、联系方式

单位名称：昌都市水利水运局 地址：昌都市中峰路34号 联系人：李俊峰 联系电话：0895-8252480

图 3.2-4 本工程环境影响报告书征求意见稿报纸公示

### 3.2.3 张贴

2018年4月，建设单位在卡若区、尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇及相关村组对本工程环境影响评价主要内容进行了张贴公告，公示地点主要在各级政府政务信息公开栏。见图3.2-5。张贴公示满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。



城关镇



白格村



小恩达村



俄洛镇



俄洛村



加林村



朗达村



约达村



委日村



沙通村



仁达村



曲尼村



芒达村



白措村



西强村



莫堆村



达德村



莫美村



索村



然爱村



沙贡乡



达东村



格秀村



莫仲村



果洛村



多普村

图 3.2-5 本工程环境影响报告书征求意见稿张贴公示

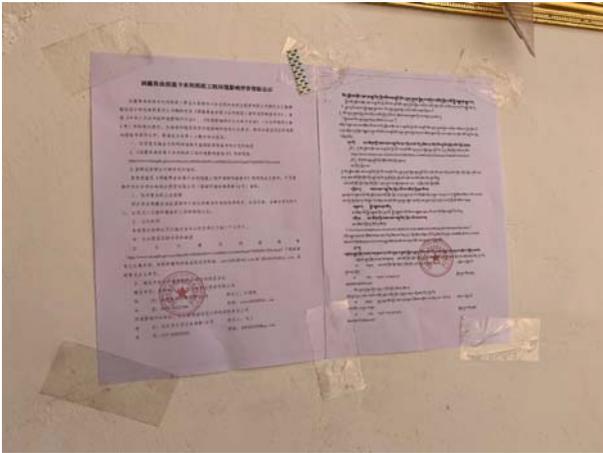
根据工程方案和运行调度方案的优化调整，在对宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书修改后，建设单位再次于2019年11月11日~12日在卡若区、尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇及相关村组对本工程环境影响评价主要内容进行了张贴公告，公示了环境影响报告书全文查询方式及纸质版报告查阅方式，以及公众提出意见的方式及途径，公示地点主要在各级政府政务信息公开栏。见图3.2-6。张贴公示满足《环境影响评价公众参与办法》的相关要求。



城关镇



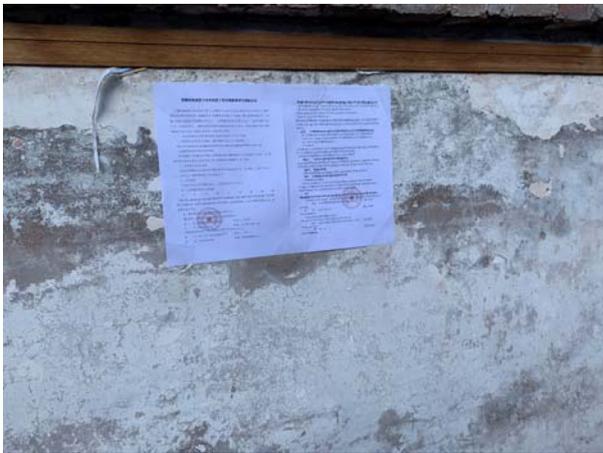
白格村



小恩达村



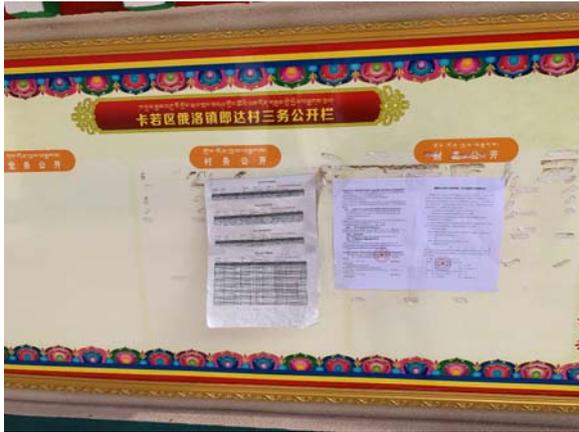
俄洛镇



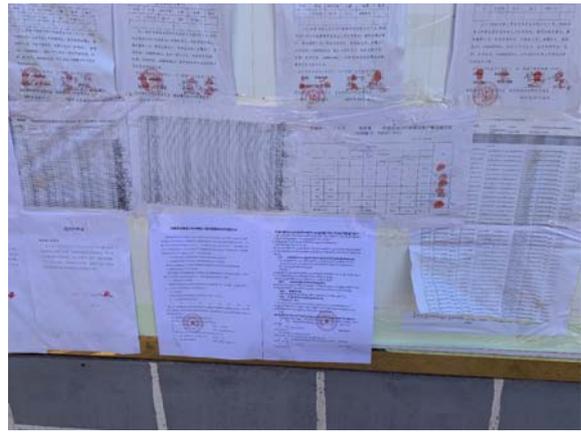
俄洛村



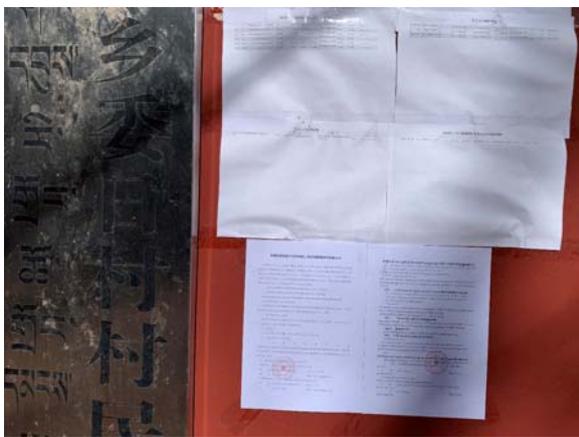
加林村



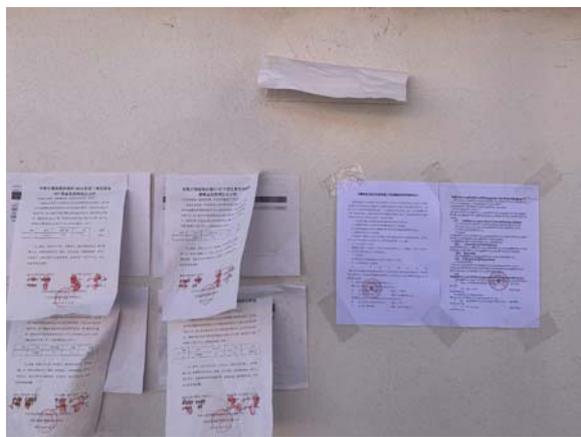
朗达村



约达村



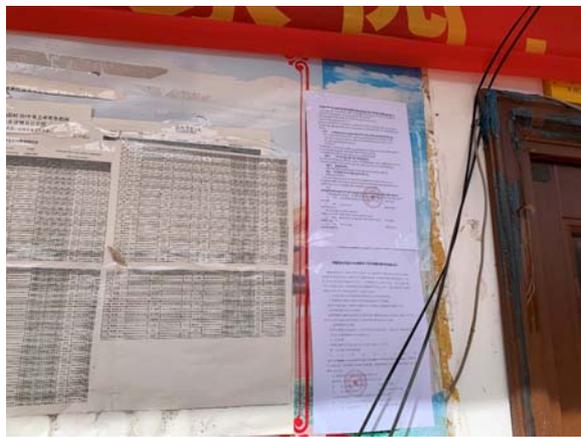
委日村



沙通村



仁达村



曲尼村



芒达村



白措村



西强村



莫堆村



达德村



莫美村



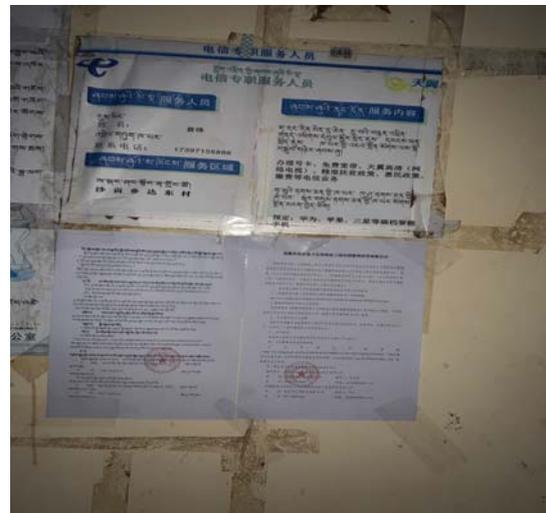
索村



然爱村



沙贡乡



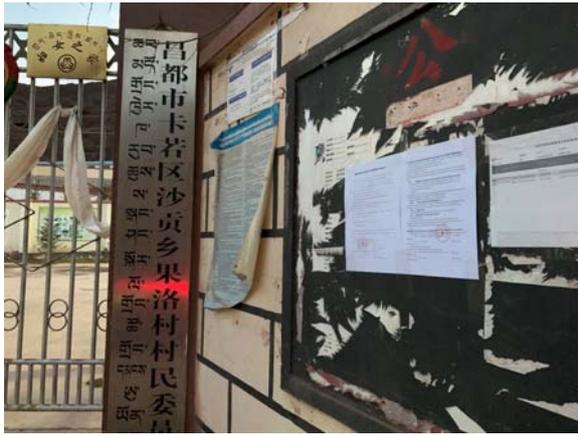
达东村



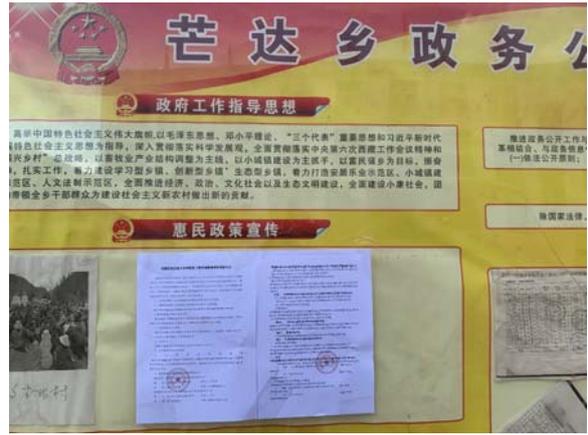
格秀村



莫仲村



果洛村



芒达乡

图 3.2-6 本工程环境影响报告书征求意见稿张贴公示

### 3.2.4 其他

本次征求意见稿公示未采取其他方式公示。

## 3.3 查阅情况

本次征求意见稿公示期间的查阅场所设置在昌都市兴水水利水电创业投资有限公司（昌都市城关镇西路 34 号），征求意见稿公示期间无公众对环境影响报告书征求意见稿进行查阅。

## 3.4 公众提出意见情况

征求意见稿公示期间，建设单位未收到公众对本工程提出关于环保方面的意见和建议。

## 4 其他公众参与情况

### 4.1 公众座谈会、听证会、专家论证会等情况

2018年4月25日，由建设单位及评价单位共同组织，在昌都市水利局召开了公众参与座谈会。会上对工程方案、主要的环境影响、公众参与的目的、程序等进行介绍，通过介绍宗通卡水利枢纽工程概况及与工程有关的环境问题，使来自政府部门的公众了解本工程，收集政府部门对工程的态度、关心的环境问题以及对敏感性环境问题的意见和建议等反馈信息，并将在环境影响报告书中予以反映。满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。

#### 4.1.1 调查对象

调查对象有昌都市人民政府办公室及各职能部门、类乌齐县和卡若区各职能部门以及尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇的代表。



图 4.2-1 座谈会

## 4.1.2 公众提出意见情况

座谈会期间，参会单位均表示支持工程建设，提出的具体意见和建议见表 4.2-1。

表 4.2-1 公众参与座谈会意见统计一览表

参会单位	关注的问题及意见
卡若区国土资源局	在施工中应注意质量的监督管理，及时处理扬尘、弃渣以及生活废物的堆放，排放的固体废物及废水。
昌都市人民政府	做好移民安置和土地补偿，补偿和扶持措施落实到位；落实环保措施，将不利影响降到最低。
昌都市国土局	坚守环保标准，强化预案制定，注重环境保护，在工程实施过程中控制好噪声和扬尘
卡若区环保局	做好施工期的扬尘处理工作，按环评要求处理各类建设和生活垃圾
卡若区发改委	建议增加水土保持预防措施；建议考虑鱼类洄游通道或相应措施；建议考虑库区清淤措施。
类乌齐县国土资源局	加强土地节约利用；减少植被破坏
尚卡乡政府	适当提高对移民搬迁户补偿标准，同时解决好配套产业，后续就业，以及可持续增收，确保群众搬得出、稳得住、能致富；做好工程前期和后期运营期的环境监管、整治等，以达到统一按环保要求进行施工；建议加强水土流失的预防和治理，以及生态恢复工作，减少对生态的破坏。

## 4.2 其他公众参与情况

2018年4月，在环境影响报告书征求意见稿公示后开展了公众参与问卷调查，主要调查公众对本工程施工、运行期间造成环境影响的看法，以及对工程建设的总体态度，满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。

### 4.2.1 调查对象

本次公众参与调查范围为与工程有直接和间接关系的团体和个人以及关心本工程建设的单位和个人。在本次公众参与问卷调查过程中，对工程建设涉及的2个区县职能部门、3个乡政府、2个镇政府及相关的33个村委会发放了“团体”问卷，共发放调查问卷49份，收回有效书面答卷49份，回收率100%。向政府机关及职能部门工作人员，涉及村的移民和

普通村民发放“个人”调查问卷，对涉及的村以户为单位进行问卷调查，问卷调查范围覆盖了全村每户，共发放 310 份“个人”问卷，收回有效调查答卷 298 份，回收率 96%。

#### **4.2.2 公众提出意见情况**

本次问卷调查过程中，被调查团体和个人未对工程建设环境保护方面提出相关意见和建议。绝大多数团体（98.0%）对宗通卡水利枢纽工程建设都持支持态度；绝大多数人（95.0%）支持宗通卡水利枢纽工程建设，1.0%的人（3 人）不支持宗通卡水利枢纽工程建设，不支持的主要原因是认为项目工期长、投资大，效益不确定，且担心工程建设会对当地的生态环境产生明显影响。

#### **4.3 宣传科普情况**

本次公众参与调查未开展科普宣传。

## 5 公众意见处理情况

### 5.1 公众意见概述和分析

在首次环境影响评价信息公开和 2019 年 11 月征求意见稿公示期间，建设单位、环评单位均未收到公众对本工程提出关于环保方面的意见和建议。在 2018 年 4 月征求意见稿公示期间，建设单位、环评单位均未收到公众对本工程提出关于环保方面的意见和建议，在座谈会和问卷调查中，主要的公众意见包括施工期污染、生态破坏、水土流失等问题。

### 5.2 公众意见采纳情况

#### 5.2.1 公众意见处理

针对公众对该项目建设提出的意见和建议，均在环境影响报告书中有较好的体现，并在工程设计施工中予以落实。主要公众意见采纳及落实情况见表 5.2-1。

表 5.2-1 主要公众意见采纳、落实情况表

序号	公众意见	采纳、落实情况说明
1	征地拆迁与安置	(1) 根据《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》等文件的相关规定予以合理补偿； (2) 将征地拆迁的政策、补偿内容、补偿标准予公示与众，拆迁补偿费应及时足额支付。 (3) 搬迁采取分散后靠安置。
2	施工期环境污染控制	(1) 根据工程总体布局、规模和环境条件，合理布局施工区，布置必要的环境保护措施，同时加强施工期环境管理； (2) 开工前开展对施工单位的环保培训工作，要求文明作业，自觉接受地方环保监控单位的监督，妥善处理公众投诉。
3	水土流失治理	(1) 要求设计单位按批准的水土保持方案报告进行水土保持设计，施工单位按程序和管理要求及时落实水土保持工程措施； (2) 施工迹地在施工结束后及时进行清理、平整，按设计要求进行复垦或植树种草。
4	植被恢复	(1) 施工结束后，应及时对工程临时占地区和植被扰动区域进行植被恢复； (2) 植被恢复的物种应优先考虑本土原生植被。
5	其它环保措施	主体设计及本报告书已提出一系列环境保护措施，工程设计、施工等各阶段应严格执行落实。

## 5.2.2 意见反馈

### (1) 意见反馈

根据本次公众参与调查，部分群众担心工程建设期间各类污染物排放对生态环境的影响及移民安置补偿等问题，建设单位对工程建设、运行可能产生的环境影响和工程设计拟采取的环境保护措施进行了说明和公示，取得了公众的认同，公众认为只要在施工和工程运行时落实报告书拟定的环境保护措施与生态恢复措施，施工过程中的环境影响会得到有效控制，本工程建设不存在制约工程建设的环境问题。

关于征地拆迁和移民安置问题，公众主要关注移民实物指标的认定，搬迁安置方案、生产安置方案的制定，补偿金标准和发放等问题，建设单位已将涉及移民方面的问题反馈给移民安置规划编制单位，建设单位表示将对公众关于工程建设、拆迁安置等意见和建议予以采纳并落实，并通过工程设计和加强施工管理等措施避免工程建设对生态环境的影响。

### (2) 意见回访及处理

已对不支持工程建设的个人进行了电话回访，受访者为卡若区芒达乡莫美村村民，重点关注工程建设对当地生态环境的影响，建设单位向其介绍了环评报告针对项目建设采取的相关环保措施、项目环境管理体系、环境监测计划等，经解释沟通后，受访人表示不反对工程建设。

## 5.3 公众意见未采纳情况

本次公众参与过程中公众意见均采纳，没有未采纳情况。

## 6 其他

### 6.1 存档备查情况

本次公众参与的三次信息公开的报纸、环境影响报告书征求意见稿、现场张贴公告的照片、网络公示截图以及公众问卷调查表共 347 份(个人 298 份, 团体 49 份), 已由建设单位进行存档。

### 6.2 其他需要说明的内容

无。

## 7 诚信承诺

我单位已按照《环境影响评价公众参与办法》要求，在西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书编制阶段开展了公众参与工作，在环境影响报告书中充分采纳了公众提出的与环境影响相关的合理意见，对未采纳的意见按要求进行了说明，并按照要求编制了公众参与说明。

我单位承诺，本次提交的《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价公众参与说明》内容客观、真实，未包含依法不得公开的国家秘密、商业秘密、个人隐私。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由昌都市兴水水利水电创业投资有限公司承担全部责任。

承诺单位：昌都市兴水水利水电创业投资有限公司

承诺时间：2019年11月26日

