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有限责任公司

二〇一八年八月



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：长江勘测规划设计研究有限责任公司

住　　所：湖北省武汉市江岸区解放大道1863号

法定代表人：钮新强

资质等级：甲级

证书编号：国环评证　甲字第　2609　号

有效期：2016年7月25日至2020年7月24日

评价范围：环境影响报告书甲级类别 — 农林水利***

环境影响报告表类别 — 一般项目***

2016年7月25日

仅供《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》使用

项目名称：西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程

文件类型：环境影响报告书

适用的评价范围：农林水利

法定代表人：钮新强

主持编制机构：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环境影响报告书

编制人员名单

编制主持人		姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	专业类别	签名
		周玮	HP0003855	A260901505	农林水利	
主要编制人员情况	序号	姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	编制内容	签名
	1	张曦	HP0003846	A260901707	总则、结论与建议	
	2	万艳雷	HP0009943	A260902308	工程概况、工程分析	
	3	段光福	HP00013172	A260902607	地表水、水文情势	
	4	王士勇	HP00019919	A260903005	陆生生态	
	5	高艳娇	HP00017497	A260902208	水生生态	
	6	蔡贵珍	HP0005653	A260902707	环境现状、地下水、环境风险	
	7	李曦	HP0010176	A26090120700	施工环境、投资估算、环境管理与监测	
	8	马力	HP0005648	A260902505	土地资源、人群健康	

参与人员：何云蛟、肖志豪、闵洋、陈思宝、马俊超、王苑、胡小燕。

前　　言

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。昂曲全长约 499.3km，流域面积 17715km^2，落差 1926m。

宗通卡水利枢纽工程的工程任务是以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。本工程坝址位于卡若区卡洛村附近，水库正常蓄水位为 3474m，相应库容为 1.1362 亿 m^3，校核洪水位为 3476.34m，相应总库容为 1.2460 亿 m^3，死水位为 3464m，相应死库容为 0.6883 亿 m^3。供水对象为昌都市城区和沙贡乡的城乡用水，以及卡若灌区的灌溉用水。总设计流量为 2.954m^3/s，其中城镇供水设计流量 2.177m^3/s，灌溉供水设计流量 0.777m^3/s；至 2030 年，城乡供水毛供水量为 5721.3 万 m^3，灌溉年供水总量 660.01 万 m^3。灌区工程规划灌溉面积1.88万亩,全部采用自流灌溉方式,其中灌溉耕园地面积1.05万亩,林草地灌溉面积0.83万亩。本工程采用坝后式发电,总装机容量104MW,多年平均年发电量 4.517 亿 kW•h。

2016 年 7 月，水利部长江水利委员会编制《澜沧江流域综合规划》(报批稿)。澜沧江流域综合规划指出，昌都市城区城镇供水存在供水规模不足、城区河段河水水质季节性砷化物及铁元素严重超标等诸多问题。为适应昌都市经济社会发展需求，规划建设宗通卡水库作为城市水源工程。流域规划同时指出，昌都昂曲耕地相对集中，应大力发展具有一定调蓄能力的蓄

水工程，结合引、提水工程，对灌区进行以节水为核心的续建配套和节水改造，配套田间工程，重点发展卡若灌区。规划提出宗通卡水库作为灌溉水源，充分发挥其综合效益和作用。在重要支流规划以及近期实施工程意见也提出，宗通卡水利枢纽工程具有供水、灌溉、发电等综合效益，根据经济社会发展需要，近期优先开发宗通卡梯级。

2014 年 12 月，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”）完成《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程必要性与可行性论证报告》。2015 年 1 月 15 日～18 日，水利部水利水电规划设计总院在北京组织了第二次讨论会，形成了会议纪要，与会各方一致认为“宗通卡水利枢纽在进一步论证基础上可纳入西藏水利发展“十三五”规划”。

2015 年 12 月，长江设计公司编制了《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《昂曲宗通卡水利枢纽工程项目建议书报告》进行了咨询。随后长江设计公司根据总院咨询意见完成了《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》、《西藏宗通卡水利枢纽工程水质专题研究（第一阶段）论证报告》，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》进行了再次咨询。基本确定了项目建设必要性和工程任务、规模。

2016 年 2 月，昌都市人民政府根据西藏自治区人民政府要求，筹建项目法人积极推进前期工作，2016 年 5 月，完成了项目可行性研阶段至施工图阶段勘察设计工作的招投标，并正式委托长江设计公司承担本项目全阶段勘测设计工作。2016 年 6 月，水电水利规划总院在成都组织召开了昂曲尚吉至宗通卡河段开发方案深入研究论证讨论会，会议认为：“该河段采用宗通卡一级开发方案是可行的”。

在项目建议书、咨询意见以及历次讨论会的基础上，依照可行性研究阶段的工作要求，长江设计公司于2016年10月编制了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告》(初稿)，2017年6月编制了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告》(送审稿)，2017年11月编制了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告》(审定稿)。2018年1月11～12日，中咨公司组织专家在北京召开咨询会，对宗通卡项目整体技术方案进行了技术咨询。长江设计公司依据中咨公司专家意见对可研报告进行了完善，完成了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告》(中咨公司评估稿)。

2016年9月，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进行本项目的环境影响评价工作。接受任务后，评价单位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枢纽工程区、供水工程区、灌溉工程区及库区进行了现场查勘。同时，评价单位委托四川省核工业辐射测试防护院、华中师范大学、水利部中国科学院水工程生态研究所、长江科学院和四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心分别开展了本项目的环境质量监测、陆生生态专题、水生生态专题、水环境专题、地下水专题等专题研究工作，并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。

在以上工作的基础上，长江设计公司于2017年8月编制完成了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》(初稿)。2017年9月，水利部水利水电规划设计总院对环评报告书进行了咨询，长江设计公司依据咨询意见对环评报告书进行了完善，提出了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》(送审稿)。

在环评报告书编制过程中，得到了西藏自治区环境保护厅、水利厅、昌都市人民政府、市环保局、市国土资源局、市农牧局、市林业局、市统

计局、昌都报社以及工程涉及的卡若区和类乌齐县的环保、国土、农牧、城管等相关部门和机构的大力支持和协助，在此一并表示衷心感谢!

目　　录

1　总 则 1

1.1　项目由来 1

1.2　评价目的 2

1.3　编制依据 3

1.4　评价标准 10

1.5　评价等级 12

1.6　评价范围及评价水平年 15

1.7　环境保护目标 17

1.8　评价工作重点及程序 19

2　工程概况 23

2.1　流域概况 23

2.2　流域规划概况 24

2.3　流域水利水电建设现状 27

2.4　工程建设的必要性 30

2.5　工程任务、规模及组成 37

2.6　工程总布置及主要建筑物 45

2.7　施工组织设计 53

2.8　建设征地与移民安置 75

2.9　初期蓄水及运行方式 86

2.10　工程投资 88

3　环境现状调查与评价 89

3.1 自然环境 89
3.2 陆生生态 102
3.3 水生生态 145
3.4 社会环境 160
3.5 环境质量现状评价 163
3.6 主要环境问题及成因分析 180
4 工程分析 189
4.1 与相关政策和规划符合性分析 189
4.2 工程建设的环境合理性分析 200
4.3 工程环境影响源分析 217
4.4 环境影响识别和评价因子筛选 234
4.5 工程分析结论 235
5 环境影响预测与评价 239
5.1 对水资源配置的影响 239
5.2 对水文情势的影响 253
5.3 对地表水环境的影响 323
5.4 对地下水环境的影响 411
5.5 对陆生生态的影响 425
5.6 对水生生态的影响 444
5.7 对土壤环境的影响 451
5.8 对环境地质的影响 458
5.9 移民安置的影响 463
5.10 其他环境 467
6 环境保护措施 480

6.1 设计原则 480
6.2 地表水环境保护措施 480
6.3 地下水环境保护措施 521
6.4 陆生生态保护措施 522
6.5 水生生态保护措施 531
6.6 环境地质保护措施 570
6.7 移民安置环境保护措施 573
6.8 施工环境保护措施 573
6.9 社会环境保护措施 580
6.10 环境保护对策措施实施效果分析 583
7 环境管理、监理和监测 586
7.1 环境管理 586
7.2 环境监理 592
7.3 环境监测 598
7.4 环境保护工程竣工验收计划 617
8 环境保护投资估算及环境影响经济损益分析 620
8.1 环境保护投资估算 620
8.2 环境影响经济损益分析 638
9 环境风险分析 642
9.1 评价目的 642
9.2 风险源识别 642
9.3 可能发生的风险及原因分析 643
9.4 事故预防措施和应急计划 645
9.5 建 议 649

10　评价结论与建议 651
10.1　评价结论 651
10.2　建 议 677

1 总 则

1.1 项目由来

《澜沧江流域综合规划》(2016 年 7 月报批稿)指出，昌都市城区城镇供水存在供水规模不足、城区河段河水水质季节性砷化物及铁元素严重超标等诸多问题；同时指出，昌都昂曲两岸耕地相对集中，应大力发展具有一定调蓄能力的蓄水工程，结合引、提水工程，对灌区进行以节水为核心的续建配套和节水改造，配套田间工程，重点发展卡若灌区；明确提出在昂曲干流上修建具有供水、灌溉、发电等综合效益的宗通卡水利枢纽工程，并列为近期实施工程。

为贯彻落实中央第六次西藏工作座谈会的精神，支持和保障昌都市经济社会发展，提出“十三五”期间建设宗通卡城市供水水源工程。根据《西藏自治区水利发展“十三五”规划》，宗通卡水利枢纽工程作为重点工程安排建设，建成后可为昌都市城区提供稳定、充足的优质水源，大幅提高昂曲两岸土地灌溉保证率，为当地矿产资源开发及相关产业的发展带来更多的电力保障。

2014 年 12 月，长江设计公司完成《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程必要性与可行性论证报告》。2015 年 1 月，水利部水利水电规划设计总院在北京组织讨论，形成会议纪要，与会各方一致认为“宗通卡水利枢纽在进一步论证基础上可纳入西藏水利发展“十三五”规划”。2015 年 12 月，长江设计公司完成《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，水利部水利水电规划设计总院在北京进行咨询。随后长江设计公司根据咨询意见完成了《宗通卡水利枢纽工程项目建设必要性及工程规模简要报告》、《西藏宗通卡水利枢纽工程水质专题研究(第一阶段)论证报

告》。2016 年 3 月，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设必要性及工程规模简要报告》进行了再次咨询，基本确定了项目建设必要性和工程任务、规模。

2016 年 2 月，项目法人西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程管理局成立，并积极推进前期工作，2016 年 5 月正式委托长江设计公司开展项目全阶段勘察设计工作。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》，2016 年 9 月，西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程管理局委托长江设计公司开展本项目的环境影响评价工作。接受任务后，评价单位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枢纽工程区、供水灌溉工程区及库区等进行了现场查勘。同时，评价单位委托水利部中科院水工程生态研究所、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、四川省核工业辐射测试防护院分别开展了本项目的水生生态、水环境、地下水、陆生生态、环境质量现状监测等专题研究工作。

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ/2.1-2016）、《环境影响评价技术导则 （大气环境、地面水环境、声环境、生态影响、地下水环境、水利水电工程）》（HJ2.2-2008、 HJ/T2.3-1993、 HJ2.4-2009、HJ19-2011、HJ610-2016、HJ/T88-2003）等技术导则与规范，并经过咨询及修改完善，于 2018 年 5 月编制完成了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》（送审稿）。

1.2 评价目的

本工程属于综合利用水利枢纽工程，总体上属环境、资源正效益项目，但在施工期和工程投入使用后，仍不可避免地产生一些环境影响或潜在的

环境问题，因此本次环评将针对这些环境影响问题，并结合工程特性，坚持以下原则，达到以下目的:

（1） 调查和评价工程涉及区域的水环境、大气环境、声环境、生态环境和社会环境现状，分析区域环境功能要求及区域存在的主要环境问题;

（2） 分析工程建设、水库淹没、供水与灌溉、移民安置、工程运行等活动的特征，预测评价工程活动对评价区水文情势、水环境、陆生生态、水生生态、社会经济等环境造成的有利和不利影响;

（3） 针对工程带来的不利影响，制定技术经济可行的环境保护对策措施，使区域环境质量不因工程建设和运行而下降，达到相应的质量标准，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程区域经济、社会、资源、环境的可持续发展;

（4） 制定工程施工期和运行期的环境监测计划，便于及时掌握工程对环境的实际影响程度，为工程的环境管理提供科学依据;

（5） 制定工程环境管理计划，明确各方的环境保护任务和职责，为环境保护措施的实施提供制度保证;

（6） 综合分析，从环境保护的角度论证工程建设的可行性，从而为工程方案论证和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》(2016 年 7 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》（2015 年 8 月修订）；

（8）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1997 年 3 月施行）；

（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》（2004 年 8 月修订）；

（11）《中华人民共和国传染病防治法》（2004 年 8 月修订）；

（12）《中华人民共和国野生动物保护法》（2016 年 7 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）《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 2 月修订）；

（16）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 6 月修订）；

（17）《基本农田保护条例》（2011 年 1 月施行）；

（18）《中华人民共和国河道管理条例》（2017 年 10 月修订）；

（19）《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）；

（20）《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）；

（21）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月施行）；

（22）《西藏自治区环境保护条例》（2013 年 7 月修订）；

（23）《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）；

（24）《西藏自治区实施<中华人民共和国渔业法>办法》（2006 年 3

月 1 日实施);

（25） 《西藏自治区实施<中华人民共和国水法>办法》（2013 年 5 月修订）;

（26） 《西藏自治区实施<中华人民共和国水土保持法>办法》（2013 年 7 月）;

（27） 《西藏自治区文物保护管理条例（修正）》（1996 年 10 月）;

（28） 《西藏自治区实施〈宗教事务条例〉办法（试行）》（2006 年 9 月）;

（29） 《西藏自治区实施<中华人民共和国森林法>办法》（2006 年 10 月）;

（30） 《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） 《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38 号）;

（2） 《全国主体功能区规划》（国发[2010]46 号）;

（3） 《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）;

（4） 《产业结构调整指导目录（2011 年本，2013 年修正）》（2013 年 5 月，国家发展和改革委员会令第 21 号）;

（5） 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2018 年 4 月修正）;

（6）《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）;

（7） 《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）;

（8）《重点保护水生野生动物名录》（2005 年）；

（9）《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）；

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

（13）《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）；

（14）《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）；

（16）《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）；

（17）《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010 年 12 月修订）；

（18）《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）；

（19）《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）；

（20）《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）；

（21）《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）；

（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）《西藏自治区主体功能区规划》（西藏自治区人民政府，2014年10月）；

（25）《西藏自治区国家重点保护野生动物名录》（2005年）；

（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）《西藏自治区水污染防治行动计划工作方案》（2016年1月）；

（30）《中国水生生物资源养护行动纲要》（2006年2月）；

（31）《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）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》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-1993）；

（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》（HJ2.2-2008）；

（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 水利水电工程》（HJ/T88-2003）；

（8）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）；

（9）《水电水利工程环境保护设计规范》（DL/T5402-2007）；

（10）《环境监测技术规范》（原国家环保总局，1996年）；

（11）《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）;

（12）《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）;

（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）《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）;

（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（昌都市人民政府，2016 年 9 月）;

（2） 《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）;

（3） 《澜沧江流域综合规划（报批稿）》（水利部长江水利委员会，2016 年 7 月）;

（4） 《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见;

（5） 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告》（长江设计公司，2018 年 4 月）;

（6） 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水质论证报告》（长江水利委员会长江科学院，2018 年 4 月）;

（7） 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水资源论证报告书》（长江设计公司，2018 年 4 月）;

（8） 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程移民安置规划报告》（长江设计公司，2017 年 8 月）;

（9） 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程地下水环境影响专题评价报告》（四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心，2018 年 5 月）;

（10） 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程陆生生态影响专题报告》（华中师范大学，2018 年 5 月）;

（11） 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水生生态影响专题报告》（水利部中国科学院水工程生态研究所，2018 年 5 月）;

（12）《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程地表水环境影响专题报告》（长江水利委员会长江科学院，2018 年 5 月）;

（13）《2017 年西藏昂曲宗通卡库区 2 条砷超标支沟污染源调查、模拟分析及处理方案成果报告》(长江水利委员会长江科学院，2017 年 12 月)等。

1.4 评价标准

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》，执行如下评价标准:

1.4.1 环境质量标准

（1） 地表水: 执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的 III 类标准。

（2） 地下水: 执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的 III 类标准。

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

（4） 声: 位于交通主干道两旁 35 米范围内执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a 类标准，其他区域执行 2 类标准。

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	
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)	III 类	pH（无量纲）	6～9
		高锰酸钾指数（mg/L）	≤6
		溶解氧（mg/L）	≥5
		COD（mg/L）	≤20
		BOD_5（mg/L）	≤4
		氨氮（NH_3-N）（mg/L）	≤1.0
		总氮 （湖、库，以 N 计）（mg/L）	≤1.0
		总磷（以 P 计）（mg/L）	≤0.2(湖、库 0.05)
		Cu（mg/L）	≤1.0
		氟化物（以 F^- 计）	≤1.0
		砷（mg/L）	≤0.05
		铬（六价）（mg/L）	≤0.05
		Zn（mg/L）	≤1.0
		Hg（mg/L）	≤0.0001
		Pb（mg/L）	≤0.05

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		
《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）	标准限值	硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）（mg/L）		250
		Fe（mg/L）		0.3
		Mn（mg/L）		0.1
《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）	Ⅲ类	pH		6.5～8.5
		总硬度（以 $CaCO_3$ 计，mg/L）		≤450
		溶解性总固体（mg/L）		≤1000
		硫酸盐（mg/L）		≤250
		氯化物（mg/L）		≤250
		Fe（mg/L）		≤0.3
		As（mg/L）		≤0.01
		氟化物		≤250
		Hg		≤0.001
		Pb		≤0.1
		Cd		≤0.01
		Cr^{6+}		≤0.05
标准名称	标准等级	主要指标及限值		
《环境空气质量标准》（GB3095-2012）	二级（mg/m^3 标准状态）	SO_2	年平均	0.06
			24 小时平均	0.15
			1 小时平均	0.5
		NO_2	年平均	0.04
			24 小时平均	0.08
			1 小时平均	0.2
		PM_{10}	年平均	0.07
			24 小时平均	0.15
		TSP	年平均	0.2
			24 小时平均	0.3
《声环境质量标准》（GB3096-2008）	2 类[dB（A）]	昼间		60
		夜间		50
	4a 类[dB（A）]	昼间		70
		夜间		55

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；生活垃圾渗滤液执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）表 2 中的新建生活垃圾填埋场污染物排放浓度限值标准。

（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。

表 1.4-2　　宗通卡水利枢纽工程污染物排放执行标准

地表水		环境空气		声环境			
《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^3）		《建筑施工场界噪声排放标准》（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_{10}	1.0	夜间	55	夜间	50
石油类	≤5	SO_2	0.4				
化学需氧量（COD）	≤100	NO_2	0.12				
五日生化需氧量（BOD_5）	≤20						
氨氮	≤15						
粪大肠菌群数（个/L）	≤500						

1.4.3　生态评价标准

生态环境评价以不减少区域内濒危珍稀动植物和不破坏当地生态系统完整性为标准；土壤侵蚀标准执行《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）。

1.5　评价等级

1.5.1　生态环境

本工程永久占地（含水库淹没）面积约 6.2km^2，临时占地约 2.0km^2，涉及水域长度大于100km，工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等生态敏感区。由于工程涉及建坝带来的阻隔影响，因此根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）中评价工作分级的要求，将评价工作等级上调一级，即本工程生态评价工作等级为一级。

1.5.2　地表水环境

本工程运行期除了退水外，基本不排放其他废水，因此地表水环境评

价等级的确定以施工期废水排放量为判据。施工期生产废水主要来源于砂石料加工系统、混凝土拌和系统及机械停放维修产生的废水，生活污水主要源于施工人员产生的生活污水,施工高峰期废污水总产生量约为3600m^3/d。废污水的主要污染物为SS、pH、石油类、COD、BOD_5，污水水质复杂程度属简单。工程坝址处多年平均流量138m^3/s，属中型河流。

工程运行期后退水规模大，受纳水体水域功能要求为Ⅲ类；另外，水库水体作为集中式饮用水水源地，坝下昂曲昌都段有昌都水厂集中式饮用水水源地，水源为昌都水电站库区侧渗水，环境敏感程度高。因此，依据《环境影响评价技术导则-地面水环境》（HJ/T2.3-93）有关规定，确定本工程的地表水环境影响评价等级为二级。

1.5.3 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源点分布较散、源强小，为无组织、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》(HJ2.2-2008)中估算模式计算，TSP最大地面浓度占标率 P_{max}<10%。运行期对环境空气没有影响。因此，确定本工程大气环境影响评价工作等级为三级。

1.5.4 声环境

本工程建设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居住环境，属《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的声环境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，其中与交日喀村相距1.5km；输水线路区沿线总人数较多，但分布较分散。施工结束后噪声影响随即消失。按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ/T2.4-2009）的有关规定，确定声环境影响评价工作等级为二级。

1.5.5 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，不开展地下水环境影响评价。

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，附近泉点供少数居民生活生产用水。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，本次地下水评价工作等级为三级。

1.5.6 环境风险

项目涉及卡若区和类乌齐县，由于水库淹没范围内的白措村、卡洛村和索村的部分村民要进行外迁；灌区工程施工量较小，周边敏感点分布较为分散。结合项目的特点，根据《建设项目环境风险评价技术导则》附录A.1评价等级及判定依据，涉及的危险物主要来自于枢纽工程炸药库和燃料（汽油、柴油），属于易燃、易爆物质。枢纽工程左岸下游施工区设置了1处油库，占地面积0.3万m^2；考虑炸药库的安全影响范围，将炸药库布置于坝址左岸上游，占地面积0.35万m^2。运行期主要环境风险主要为大坝溃决，根据评价项目的物质危险性和重大危险源判定结果以及环境敏感程度

等因素，确定风险评价等级为二级。

1.5.7 其 他

根据影响程度按《土壤侵蚀分类分级标准》和相关规定进行确定。

1.6 评价范围及评价水平年

1.6.1 评价范围

1.6.1.1 陆生生态

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向外扩展300m的范围，评价范围面积为 8230.86hm^2。重点评价范围为水库淹没区、施工场地、施工道路、弃渣场、料场和移民安置区等工程建设占地区。

1.6.1.2 水生生态

从生态系统完整性考虑，评价范围为干流自青藏省界附近至昂曲河口（约160km)；重点评价范围为库区、坝址下游河段及其区间支流。

1.6.1.3 地表水环境

评价范围为水库库尾~昂曲河口总长约 106km 的干流，及干流两侧琅玛曲、芒达曲、恩达曲、腰曲、朱查曲及谢巴曲等主要支流。

1.6.1.4 地下水环境

评价范围包括库区、枢纽工程区、输水线路两侧200范围、及灌区等。其中以坝址区、引水隧洞、库区的连接区域及周围为重点评价范围，其面积约120km^2。

1.6.1.5 环境空气

本工程大气污染物以粉尘、扬尘为主，易沉降，扩散范围不大的特点。参考已建同类项目，评价范围确定为距各施工区、料场、弃渣场等边界 200m 的区域及运输线路两侧 200m 以内的范围。

1.6.1.6 声环境

施工期声环境影响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以外 200m 范围。

1.6.1.7 移民安置

由于供水工程、灌区工程不涉及移民安置问题，因此移民安置影响评价范围主要为水库淹没、枢纽工程涉及的本村就地后靠安置点。

1.6.2 评价水平年

现状评价水平年：本工程社会环境现状评价水平年为 2015 年；地下水环境、声环境、环境空气、陆生生态均采用 2016 年现场调查与监测结果；水生生态采用 2014、2018 年现场调查与监测结果；地表水现状评价采用 2015-2018 年的现场监测数据，并注重对历史资料及近期调查资料的利用。

预测评价水平年：根据本工程枢纽施工和移民安置规划，确定环境影响预测评价时段。

（1）枢纽工程施工期环境影响预测水平年为施工高峰年，预计为第 3 年。

（2）移民安置环境影响的预测评价水平年与本工程水库移民安置规划水平年一致。

（3）本工程运行期环境影响评价水平年为工程运行后第 3 年。

1.7 环境保护目标

宗通卡水利枢纽工程不涉及自然保护区、风景名胜区、湿地公园等生态敏感区。根据本工程影响范围内环境现状以及工程施工、移民安置和工程运行特点，将环境保护目标分为环境功能保护目标和环境敏感保护对象。

1.7.1 环境功能保护目标

（1） 地表水环境

保护宗通卡水库库尾~昂曲汇入澜沧江河口河段，以及区间支流水域水质，要求涉及水域水质能够满足现有的水域功能要求。

（2） 地下水环境

评价范围不涉及地下水集中式饮用水水源保护区。当地居民多以山间溪沟水作为生活饮用水和生产用水水源。因此，本工程地下水保护目标为保护地下水水质，防止地下水被污染，不因本工程建设和运行而变差。

（3） 生态环境

陆生生态：保护工程永久占地区、施工区和移民安置区生态系统的连通性、稳定性和完整性；保护工程影响区域生物多样性，减缓工程兴建对植被的破坏，降低对动物生境以及觅食、栖息、繁殖的影响；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；采取过鱼设施、增殖放流、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。

（4） 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，要求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，施工区废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准。

（5） 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，要求施工区周围声环境达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，交通主干道 35 米范围内达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，施工场地边界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523－2011）中的噪声限值；运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的二类标准。

（6） 土地资源

工程占地应符合现有土地管理政策，合理利用土地资源，切实保护耕地。

（7） 土壤环境

工程影响区的土壤环境质量不因工程的建设而导致土壤环境发生污染和恶化。

（8） 移民环境

保障移民的生产条件、生态环境、生活环境和生活质量，使移民的生产、生活不低于现状水平，并得到改善和逐步提高。移民生产安置人均耕地不低于现状水平、人均年纯收入高于现状水平。

（9） 人群健康

加强工程施工区、移民安置区医疗卫生防疫体系的建设，防止与水库蓄水和工程施工活动有关的病媒生物滋生，使有关的传染病发病率不高于

现状水平。尤其是防止鼠疫等传染病的暴发流行，保护施工人员和库区、移民安置区居民身体健康。

1.7.2 环境敏感保护目标

宗通卡水利枢纽工程的环境敏感保护目标详见表 1.7-1。

1.8 评价工作重点及程序

1.8.1 评价工作重点

根据宗通卡水利枢纽工程的特点、工程区环境功能、环境保护目标和环境影响因子筛选结果，将工程建设产生的生态影响、水环境影响及工程拟采取的环保措施等确定为本次评价工作重点。其中，施工期以生态、水环境及生态恢复措施作为评价重点；运行期则重点分析对取水口水质的影响以及新增生活污水排放、灌溉退水对坝址下游河段水质的影响，以及对保证下游居民生活用水、灌区土地生产功能提高等方面的正效益。

1.8.2 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。

表 1.8-1　　宗通卡水利枢纽工程主要环境敏感目标一览表

环境敏感目标名称			保护对象	与工程位置关系	影响因素
环境因子	敏感点类别	敏感点名称			
生态环境	陆生植物	国家 II 级重点保护植物	山莨菪	分布于评价区山坡、草坡阳处，高山疏林草丛	施工活动产生的废气、废水等
		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	评价范围内共记录有国家和自治区 I 级重点保护野生动物 15 种；国家和自治区 II 级重点保护野生动物 18 种。	位于枢纽工程区、供水及灌溉工程区	施工占地,施工活动产生的废气、废水、噪声等
	水生生物	珍稀濒危鱼类	裸腹叶须鱼、澜沧裂腹鱼、细尾鮡	评价范围内的河段有分布	涉水施工、水文情势、水质、生境阻隔等
		特有鱼类	澜沧裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鮡		
		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）	位于库尾以上，均不会被淹没（距库尾约 67.5km、57.2km）	不影响
			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	库区及坝下有零星分布	库区零星分布的产卵生境被淹没,坝下产卵生境受水文情势变化的影响
水环境	饮用水源保护区（待批）	昌昌都市水厂	取水点水质	位于坝址下游昌都河段，取水水源为昌都水电站库区侧渗水	受水库运行及工程退水影响
	水质	受工程影响的昂曲干支流河段	库区水质、坝下水环境质量	库区及下游	涉水施工、水文情势等
地下水		泉点、温泉等	地下水位、水质	项目范围内	
声环境及环境空气		卡洛村、格秀村		位于枢纽工程区，距管道施工最近约 10m	施工产生的噪声、扬尘等
		莫仲村、果洛村、穷卡村、学土村、温达村、多伏村、约宗村、达东村、俄洛村、加林村、郎达村、约达村、雄达村、沙通村、仁达村、曲尼村、白格村、小恩达村		位于供水与灌溉施工区，距管道施工最近约 10m	
		约宗村完小		距离供水管线最近约 2m	
社会环境	文物古迹	沙贡寺、约达寺等		距离管道施工最近约 25m	施工产生的扬尘、噪声等
	宗教设施	佛塔、祭祀台、经幡、拉康、玛尼堆、玛尼杆、天葬点、坐床、煨桑点、查查房、法王脚印、神湖		库区淹没	水库淹没
	移民安置	生产安置人口 793 人，搬迁安置人口 478 人		位于库区、枢纽工程区、供水和灌溉工程区	水库淹没、施工期的影响
	基础设施	道路、桥梁等		库区淹没	影响当地居民出行
	社会经济	工程涉及的昌都市的卡若区和类乌齐县			工程施工和运行的影响

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，对评价区域内的水环境、环境空气和声环境进行现状监测，对评价范围内陆生生态、水生生态及生态系统进行详细的现状调查和专题评价工作，对工程涉及区域社会环境现状进行详细调查与收资，开展各项专题研究工作，在此基础上进行工程区环境影响预测评价。

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，进行环保投资概算和技术经济论证；编制环境影响报告书初步成果；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 1.8-1。

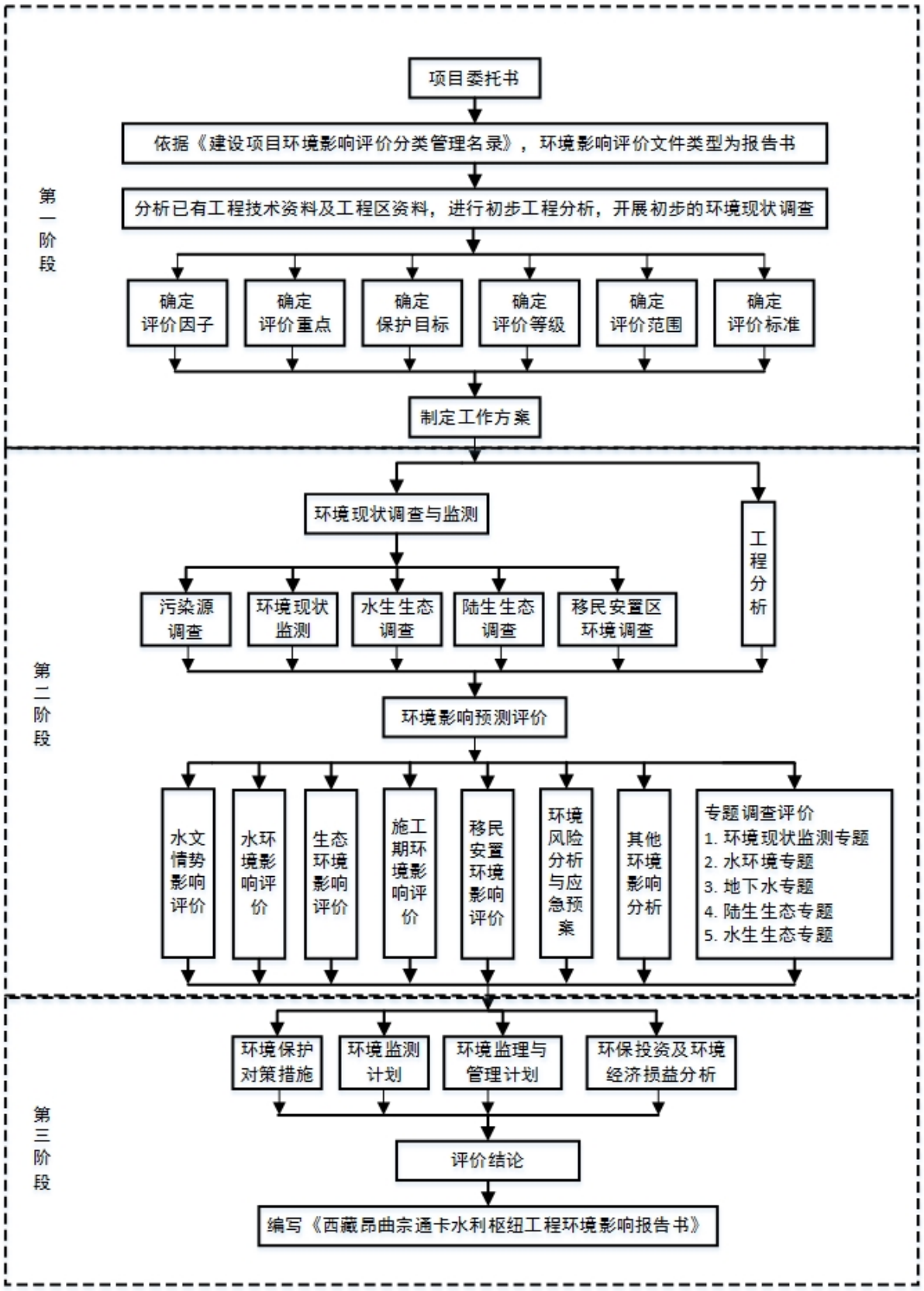


图 1.8-1　宗通卡水利枢纽工程环境影响评价工作程序图

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，源头为海拔 5160m 的拉塞贡码山。澜沧江北部隔唐古拉山与长江上游通天河相邻，西部隔唐古拉山脉及延伸的怒山山脉与怒江大致并行南下，以他念他翁山作为与怒江的分水岭,东部以宁静山脉、云岭及无量山山脉作为金沙江和红河分水岭。

扎曲和昂曲自青海流入西藏，两河于昌都汇合后称澜沧江，西藏昌都以上为澜沧江上游，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。流域地势西北高、东南低，由北向南呈条带状分布。两头稍宽，中间稍窄。澜沧江水系呈羽毛状，长而大的支流少，干流源远流长，流域内植被良好。

昂曲又称吉曲，是澜沧江右岸一级支流，也是澜沧江最大的支流，发源于西藏巴青县贡日乡桑堆敌玛村境内，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、昌都市沙贡乡、俄洛镇汇入澜沧江。昂曲全长约 499.3km，流域面积 17715km^2，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。昂曲流域水系分布不均，右岸支流主要有木曲、羊木涌、沙木曲，左岸支流主要有巴曲。支流主要分布在右岸，右岸水系相对发育。

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。宗通卡坝址位于澜沧江支流昂曲下游河段，控制流域面积15592km^2，距昌都直线距离约63km。

2.2 流域规划概况

（1） 澜沧江流域综合规划

2009年，长江水利委员会组织开展澜沧江流域综合规划编制工作，2015年7月，长江水利委员会编制《澜沧江流域综合规划》（2015年修订稿），水利部对《澜沧江流域综合规划》进行了技术审查。2016年7月，编制完成《澜沧江流域综合规划》（报批稿）。规划报告提出，修建宗通卡水库解决昌都市卡若区城镇供水及坝址下游沿岸沙贡等乡（镇）供水问题，保障卡若区等城（镇）供水安全，满足昌都市经济发展需求。以宗通卡水库作为灌溉水源工程，发展昌都境内的卡若灌区。规划报告推荐昂曲干流水电开发“一库7级”方案，从上游往下依次为尚吉（3610m/200MW）、宗通卡（3478m/113MW）、沙贡（3394.4m/3.2MW，已建）、约宗（3385m/73MW）、郎达（3345m/83.8MW）、加林（3300m/47MW）、昌都（3244m/8MW，已建），总装机容量528MW。根据经济社会发展需要，近期开发宗通卡梯级。

综合规划报告在“主要规划意见”章节中提出以下内容:

1） 供水：修建宗通卡水利枢纽工程解决昌都市卡若区供水及坝址下游沿岸沙贡等乡（镇）供水问题，保障供水安全，满足昌都市经济发展需求；通过新建各类饮水工程，解决农牧民供水安全问题。

2） 灌溉：……流域重点发展昌都境内的卡若灌区，规划以宗通卡水

库为水源，采用自流和提水灌溉相结合的方式，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。

3） 水力发电：昂曲水力资源理论蕴藏量 1149.7MW，干流水电开发拟采用“一库 7 级”方案，总装机容量 528MW。目前，已建有沙贡和昌都两座电站。根据经济社会发展需要，近期优先开发宗通卡梯级，适时开发尚吉梯级，远期进一步研究开发约宗、郎达和加林梯级的可能性。

4）重要枢纽工程：宗通卡水利枢纽工程具有供水、灌溉、发电等综合效益，工程坝址位于昂曲干流昌都镇上游约 60km，规划水库正常蓄水位 3478m，相应库容 1.19 亿 m^3，调节库容 0.25 亿 m^3；供水范围为昌都市中心城区及枢纽工程以下的乡镇，规划 2030 年城乡生产生活供水量约 0.99 亿 m^3；以宗通卡水库为下游卡若灌区的灌溉水源，规划有效灌溉面积约 6.38 万亩，年灌溉需水量约 0.19 亿 m^3；初步拟定工程装机容量 113MW，多年平均发电量约 4.55 亿 kW·h。

（2） 澜沧江流域综合规划环境影响报告书及审查意见

2016 年 4 月，环境保护部以环审[2016]47 号文批复了《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》。规划环评报告中提出：

昂曲水力资源理论蕴藏量 1149.7MW，干流水电开发拟采用“一库 7 级”方案，总装机容量 528MW。目前，已建有沙贡和昌都两座电站。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。

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》的审查意见中关于宗通卡水利枢纽工程的要求:

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） 加强栖息地和重要生境保护。将干流源头至囊谦、古水和托巴库尾，以及支流色曲、麦曲、德庆河、基独河、罗闸河、小黑江（左右两支）、南班河、南腊河、南阿河、阿东河等纳入栖息地保护，研究设计西双版纳南班河珍稀鱼类等自然保护区，除必要的供水、灌溉等民生工程外，不再开发建设水利水电工程，完善栖息地保护措施。

3） 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。

4） 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 流域水利水电建设现状

（1） 供 水

1） 城乡供水

昌都市现有昌都市水厂、昌都市水厂俄洛分厂和圣洁水厂（应急备用水厂）三个水厂。三个水厂位置示意图见图 2.3-1。



图 2.3-1 昌都市三个水厂位置示意图

① 昌都市水厂

昌都市水厂（也叫白格水厂）位于昂曲左岸俄洛镇白格村附近昌都水电站水库岸边，水源地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：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。

昌都市水厂水源取自昂曲昌都水电站水库侧渗补给浅层地下水。设有 1

座主井和4座辅助井，深井水位呈不断下降趋势，4座辅助井因淤堵目前只有1座能正常取水，其余3座涌水量少，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大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（也叫珠古雄曲），设计日供水量3万t。2014年11月建成投入运行，设计日供水量3万t。服务范围：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）。

水源地昂曲右岸支流谢巴曲，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；同时每年春耕时节（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；夏季汛期时水源地的浊度较大。上述原因造成水厂无法正常供水。

③ 圣洁水厂（应急备用水厂）

圣洁水厂（应急备用水厂）位于扎曲河畔深圳路119号，水源地原水为扎曲河，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：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，每逢枯水季节，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号文通知市住建局关停圣洁水厂水源地，圣洁水厂作为市备用水源地，由市住建局负责做好水厂的管护工作。

（2） 灌 溉

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，鉴于沟道引水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。

2014 年，在俄洛镇建成俄洛灌区，俄洛灌区水源主要为右岸的支流瓦贡曲和谢巴曲。

截止 2015 年底，昌都市建成地表水蓄水工程 1427 座，引水水渠 4015 条，6918.2km；昌都市共有耕地 73.23 万亩，有效灌溉面积 2818.41 万亩，其中农田有效灌溉面积、牧草地有效灌溉面积和林地有效灌溉面积分别占总有效灌溉面积的 1.24%、38.17%和 60.59%。

昂曲干流河谷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 年在俄洛镇建成俄洛灌区，俄洛灌区现灌溉耕地面积为 4143.33 亩，林草地为 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，分水口预留 48 处。由于干渠和支渠修筑高程较耕地高程高出较多，当地居民灌溉时采用直接将分水口打开，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，林草地靠降雨解决。耕地水资源浪费严重，有效利用率不足 30%，很多耕地得不到有效灌溉，每年实际得到灌溉的耕地约 0.6 万亩，但灌溉保证率严重不足。灌水

方式为大水漫灌方式，水多多灌，水少少灌，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。

（3） 水力发电

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。沙贡水电站位于卡若区沙贡乡，工程装机容量为 3.2MW，额定水头水头为 7.4 m，额定引用流量约 50m^3/s，利用河道近 360° 拐弯地形采用引水式开发，引水隧洞长约 150m，正常蓄水位为 3394 m，正常蓄水位以下库容为 38 万 m^3，水库无调节能力。该电站于 1984 年开工建设，1989 年底建成发电。根据《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》，沙贡电站由于存在设计、施工、运行等隐患缺陷，致使发电效率降低，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，工程装机容量为 8MW，额定水头水头为 11.8m，额定引用流量约 78m^3/s，采用坝式开发，正常蓄水位为 3244m，正常蓄水位以下库容约为 480 万 m^3，水库具有日调节能力。该电站于 1965 年开工建设，1967 年底建成发电，目前运行状态良好。

另外在昂曲右岸一级支流恩达曲建设有尚卡水电站，尚卡水电站于 2006 年 1 月建成并投入运行，工程装机容量为 230kW，采用引水式开发，主要供电范围是尚卡乡。目前运行良好。

2.4 工程建设的必要性

（1） 是落实中央打赢脱贫攻坚战，全面建成小康社会的具体体现

《中共中央国务院关于打赢脱贫攻坚战的决定》提出“加强贫困地区基础设施建设，加快破除发展瓶颈制约”，具体指出“加强贫困地区重大水利工程、病险水库水闸除险加固、灌区续建配套与节水改造等水利项目建设。实施农村饮水安全巩固提升工程，全面解决贫困人口饮水安全问题。”

中央第六次西藏工作座谈会强调，西藏和四省藏区已经进入全面建成小康社会决定性阶段。要牢牢把握改善民生、凝聚人心这个出发点和落脚点，大力推动西藏和四省藏区经济社会发展。党的十九大也提出:“到2020年，是全面建成小康社会决胜期。”

宗通卡水利枢纽工程实施后，到2030年可向昌都城乡供水5721.3万m^3，彻底解决昌都市中心城区、沙贡乡存在的供水能力不足，部分水质指标超标等问题；工程装机容量104MW，年发电量4.517亿kW·h，其中枯水期（11月~次年4月）发电量为0.943亿kW·h，可缓解昌都市存在的枯水期电力缺额现象，促进昌都市社会经济快速发展；同时为卡若灌区提供稳定的、充足的灌溉用水，改善灌溉条件，有效促进当地农牧业的发展和加快藏区人民致富奔小康的建设步伐。

目前，宗通卡水利枢纽工程所在的昂曲的居民一般居住在沿河的公路或河流边，多为集中居住，形成规模不等的自然村落，主要以农牧业来维持生活。宗通卡水利枢纽工程施工总工期62个月，高峰期劳动力1600人，在项目实施过程中，当地较多的居民可参与到工程建设中去，以此可为当地居民创造更多的就业机会，将促进当地居民生产生活的改善；另外，工程实施期间，将新建和改扩建场内道路约50km，并在坝址下游新建一座永久公路桥，将改善工程区周边及对外交通条件，可增大当地与外界沟通交流的机会，以此促进当地贸易往来、文化交流发展，有利于提高当地居民

生活质量。

综上所述，实施宗通卡水利枢纽工程，符合国家关于西部大开发和加强基础设施建设的政策以及全面建成小康社会的要求，亦符合党中央兴边富民战略，工程建设对实现地区水资源的优化配置，对改善灌区农牧民的生产、生活条件，提高农牧民收入，增进民族团结和社会安定，改善生态环境，全力打造西藏生态屏障，保障国家生态安全，具有重要的现实意义，对建设富裕、和谐、幸福、法治、文明、美丽社会主义新西藏，推动各民族共同团结奋斗、共同繁荣发展，促进西藏地区经济社会可持续发展具有十分重要的意义。

（2） 对促进民族团结、稳定边疆具有重要意义

西藏地处我国西南边陲，边境线长达 4000km，分别与尼泊尔、不丹、印度、缅甸、克什米尔等国家和地区接壤，是通向南亚的重要节点地区，国防地位举足轻重。西藏稳定关系国家稳定，西藏安全关系国家安全。维护西藏稳定、实现长治久安，符合西藏各族人民的根本利益，是包括西藏人民在内的全国各族人民的共同愿望。党中央、国务院历来高度重视西藏的稳定和发展。中央第六次西藏工作座谈会对推进西藏实现跨越式发展和长治久安作出了全面战略部署。

坚持发展是解决西藏一切问题的基础和关键。西藏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。西藏水利发展的目标是通过建设骨干水源工程、骨干电源工程、农牧业灌溉工程、城乡供水工程、防洪保安工程、水土保持工程及水资源与水生态保护工程等，为西藏自治区产业发展以及人民生产方式的转变及生活水平的提高提供水资源、电力、防洪安全等全方位的保障。

昌都作为藏东的门户和战略枢纽，处于维护国家安全和反分裂的前沿，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。昌都市水利、农牧业基础设施薄弱，人口与资源矛盾突出。藏区的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、实现幸福生活也有着同样的憧憬和期待。宗通卡水利枢纽工程可提供充足的水资源，作为昌都中心城区主要水源，是满足城市发展的基础性资源；结合农村供水管网建设，可提高农村居民安全饮水保障；可实现对下游沿岸灌区的自流灌溉，提高灌溉用水保证率，将来建成后也可为植树造林提供生态用水，打造“绿色生态廊道”；工程建设一定程度上也有利于下游两岸村庄、农田及昌都镇的防洪安全。

因此，通过建设宗通卡水利枢纽工程，可提高当地居民生活水平，带动相关产业的发展，推动当地经济社会的快速发展，缓解人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾，促进民族团结、实现安定和谐、稳定祖国边疆。

（3） 具有环境保护和节能减排的效益

昌都市部分无电地区能源供给主要由燃烧木材和农作物废料获得。昌都市属于高寒地区，长期大量的森林砍伐将使植被面积持续减少、生态环境退化，而破坏的自然生态环境长期难以恢复。宗通卡水利枢纽工程枯水期电力以满足当地需求为主，可减少森林砍伐，具有较大的环境保护效益。

宗通卡水利枢纽工程的建设可减少废气、废物排放，减少对不可再生的石油和煤炭资源的消耗，具有节能减排效益。宗通卡水利枢纽工程建成发电后，每年约可节约原煤 30.0 余万 t，可减少 CO_2排放量约 15.2 万 t，减少 SO_2排放量约 0.6 万 t，减少 NOx 排放量约 1.0 万 t，减少烟尘排放量

约 106.2t。

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实施后，通过改善坝址下游灌区和林地的灌溉条件，有效遏制土地退化，对维护该区域的生物多样性及生态系统的完整性，建设打造西藏国家生态安全屏障具有十分重要的现实意义。

（4） 昌都市解决城乡供水安全的需求

据卡若区卫生部门统计，昂曲河谷两岸大骨节病、氟中毒病例主要分布在俄洛镇、卡若乡、日通乡，患病比例高达 20%左右，其发病的原因与当地的自然环境，特别是与水土因素有密切关系。

目前，昌都市中心城区正在运行的水厂为昌都市水厂和昌都市水厂俄洛分厂，总设计供水能力为 5 万 m^3/d，2016 年停用圣洁水厂（应急备用水厂），设计供水能力为 3 万 m^3/d。按照昌都市城市总体规划，2020 年城市供水规模要增加到 11.5 万 m^3/d，目前设计供水能力仅为 2020 年城市供水规模的 44%，供水规模明显不足。同时，昌都市现有的 2 个水厂实际供水能力远低于设计供水能力。

根据已有监测资料，昌都市现有供水水源地均存在部分水质指标超标现象。昌都市水厂水源地的铅、总氮等指标间歇性不满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类水质标准，且当竖井周边介质长期吸附水中的矿物质（如 As、Fe、Pb 等）并达到饱和时，水质超标风险将随着水厂的运行持续增大；昌都市水厂俄洛分厂水源地的砷、总氮、总磷等指标间歇性不满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III 类水质标准，且水

源地上游分布有朱古寺温泉，温泉水中 As、Cr、Pb 等严重超标，受温泉水污染影响，水源地水质存在较大安全风险；圣洁水厂（应急备用水厂）水源地的总氮、总磷、粪大肠菌群不满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002）III类水质标准，且根据水源地上游约 800m 处的扎曲干流国家水质监测站断面的监测数据（2010-2017 年），扎曲干流存在砷、铁、铬、总磷间歇性超标现象。

综上所述，昌都市中心城区供水安全存在重大隐患，已严重影响到当地群众的生产、生活和身心健康。因此，亟需寻找新的供水水源地，为昌都市中心城区供水安全提供切实保障。

昌都市水资源比较丰富，扎曲和昂曲在昌都中心城区汇合为澜沧江。综合分析 2009～2017 年水质监测成果，以及社会经济、生态、水文地质、矿产资源等资料，开展昌都市中心城区水源地综合比选，可得出结论为：① 扎曲（昌都段）分布有铜矿床、砷矿床，并伴生的有锰、钼、铼、金、银、钴等多种大型矿床，由于水循环作用，导致水体中存在砷、铁、锰、铬间歇性超标现象，且扎曲下游人类活动频繁，污水未经处理或处理未达标直接排入扎曲，导致水体中溶解氧、总磷、总氮、化学需氧量不满足《地表水环境质量标准》III类水质标准要求；② 澜沧江干流昌都段水体受人为活动及上游来水影响较大，水体中砷、铁、铬、总氮为间歇性超出《地表水环境质量标准》III类水质标准要求；③ 昂曲宗通卡村以下干流分布有多个砷矿矿床，尤其是分布俄洛桥大型砷矿床，并伴生有汞矿，矿体在地表大面积出露，由于水循环作用，导致水体中出现砷、铁、铅元素含量间歇性超标问题；④ 昂曲宗通卡村以上干流河段水质总体较好，除 Fe 以外，其它水质指标均达到《地表水环境质量标准》中III类水质标准。昂曲宗通卡村以上昂曲两岸分水岭内侧区域无砷矿矿床和矿点分布，区域断裂地下

水及温泉主要位于昂曲两岸分水岭外侧，库区仅分布有两处温泉流入支沟，且无工矿企业，人口稀少，自然植被较为丰富，植被覆盖度相对较高，具有较好的涵养水源、防风固沙条件，区域构造、水文地质环境、区域水质、库盆封闭等条件较优。因此，昂曲宗通卡上游干流水质较好，受地质条件和人为活动影响较小，是该区域相对最为理想的水源地。

综上，宗通卡水利枢纽建成后，通过水库建设设置一定的库容，不但可以满足近期城区发展的需要，还可满足城市远期发展需要，可从根本上解决昌都城市供水水质、水量等问题。宗通卡水利枢纽工程是解决昌都供水安全的根本措施，是维护地区和谐稳定、促进昌都跨越发展的重要水资源保障，是贯彻中央第六次西藏工作座谈会精神的重要举措。因此，宗通卡水利枢纽工程建设是十分必要而迫切的。

（5） 昌都市发展对电力的需求

昌都市水能资源极其丰富，水能资源理论蕴藏量就达 40468MW，是全国平均水平的 125 倍，但目前已开发的水能资源约 100MW，约为全国平均水平的 1/3.5，水能资源开发利用率低，发展潜力大。电力电量平衡结果表明，在果多、觉巴两电站投产后，昌都电网 2016 年和 2017 年丰期电力富余，但枯期分别存在 120MW 和 177MW 的电力缺额。约龙和卡贡等电站投产后，2025 年和 2030 年昌都电网丰期电力富余，枯期则存在 242MW 和 322MW 的电力缺额。

宗通卡水库具有日调节能力，枯水期发电平均出力约 105.4MW，可全部在昌都电网枯水期消纳，在系统负荷较高的时段，通过调节库容可部分满足系统尖峰负荷，增加系统调峰灵活性。

因此，宗通卡水利枢纽工程为昂曲水电资源中开发条件较好的工程之一，在满足供水灌溉用水的前提下，兴建电站，可为昌都市提供一定的电

力和电量，对满足昌都市能源需求特别是枯水期能源需求是非常必要的。

（6） 昌都市保障粮食安全的需求

卡若灌区位于昂曲河谷，谷地势较平坦，耕地集中，是卡若区土地资源条件相对较好的区域，对于保障卡若区和昌都市的粮食安全，满足藏族同胞的生活需求，有十分重要的意义和作用。目前，受耕地地形、水源条件等因素影响，灌区还有40%的耕地得不到有效灌溉，灌溉保证率低。同时灌区已有灌溉配套工程建设规模小，渠系数量少、破损严重。

宗通卡水利枢纽工程建成后，通过灌区配套建设，发展自流耕地和林草地灌区1.88万亩,灌溉保障率提高到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。远期，可为昂曲谷经济带的进一步发展提供充足的灌溉生态用水。

另外，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%。随着宗通卡水利枢纽工程的建设以及卡若灌区的进一步发展，灌区农牧民的粮食产量会大大提高，农牧民的收入将显著提高，不但可实现灌区农牧民的脱贫，而且可带动灌区经济社会的进一步发展,有助于实现2020年全国脱贫致富建设小康社会的共同目标。

因此，修建宗通卡水利工程是解决卡若灌区灌溉水源问题，提高灌溉保证率，保障地区粮食安全，实现灌区农民脱贫致富的需要，也是贯彻落实中央第六次西藏工作座谈会的精神，是实现富民兴藏、长期建藏的重要举措，其建设十分必要而迫切。

2.5 工程任务、规模及组成

2.5.1 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° 08′ 03″ ~ 31° 27′ 21″，东经 96° 49′

40″～97° 10′ 36″之间。坝址位于卡洛村附近，距沙贡乡约9km，距昌都市约63km，利用国道及地方道路可以直接到达本枢纽坝址附近；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。

2.5.2 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。该工程是解决昌都市卡若区供水及坝址下游沿岸沙贡乡（镇）供水问题，保障供水安全，满足卡若灌区灌溉和昌都市用电需求，促进昌都市经济发展的重要枢纽工程，也是《澜沧江流域综合规划》推荐的近期开发工程。

（1） 供 水

目前，昌都城乡供水存在供水保障程度低、水质间歇性砷铁含量超标、水源点分散、冬季水量不足等诸多现实问题，迫切需要一个稳定、可靠，具备一定调节能力的水库来支撑昌都城区的未来发展。新昌都市已经成立，未来昌都城市规模将进一步扩大、人口将进一步增加、经济将进一步发展，用水需求将进一步增长。宗通卡水利枢纽作为昌都未来的主要水源地，对昌都市中心城区经济社会的发展有着十分重要的意义和作用。供水是工程建设的主要任务。

（2） 发 电

改革开放以来，西藏自治区的经济社会发展进入持续快速健康发展。预计“十三五”及2020年以后西藏的GDP仍将保持年均两位数的增长态势。国民经济发展，电力先行，随着经济的快速增长和人民生活水平的不断提高，西藏地区尤其是昌都市电力缺口较大，联网工程也难以解决中长期枯期电力短缺问题。宗通卡水利枢纽装机容量104MW，年发电量4.517亿kW·h，

其中枯水期（11 月～次年 4 月）发电量为 0.943 亿 kW·h；上游龙头梯级尚吉电站投入后，发电效益进一步提高，可为当地经济发展提供可靠的能源保障。

（3） 灌 溉

昂曲在宗通卡水利枢纽以下耕地相对较多，但较分散，耕地高程大致分布在 3450m～3250m 之间,相对昂曲水面高程较高,河道取水灌溉难度大，河道两岸灌溉用水保证率低，农业基础设施薄弱，缺少稳定的灌溉水源，制约了地区农业生产的发展。同时，昌都属农牧业集中区，随着农牧业产业结构调整和三江生态保护，高原特色农牧业和绿化工程的逐步实施，水利灌溉以及设施配套建设需求进一步加大，而灌溉设施滞后、灌溉效率低的问题严重制约着地区农牧业的发展和藏区人民致富奔小康的建设步伐。工程建设后，可提供稳定的、充足的灌溉用水，为坝址下游地区发展灌溉奠定基础，提高农牧业生产力。本工程在满足昌都市用水、发电的同时，一定要兼顾昂曲两岸农业灌溉，为昂曲谷经济带的发展提供有力的保障，灌溉工程也是工程建设的任务之一。

2.5.3 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 1.2460 亿 m^3，调节库容 0.4479 亿 m^3，水库调节性能为日调节；电站采用坝式开发，共有“2 大 2 小”4 台发电机组，总装机容量为 104MW，多年平均发电量为 4.517 亿 kw·h。供水工程总设计流量为 2.954m^3/s，其中城镇供水设计流量 2.177m^3/s，灌溉供水设计流量 0.777m^3/s。

（2）供水工程

供水工程承担坝下游城镇和灌区供水任务。根据规划，供水工程总设

计流量为 2.954m^3/s。城镇供水设计流量 2.177m^3/s，其中左岸昌都市水厂设计流量 1.788m^3/s，右岸沙贡乡沙贡乡设计流量 0.03m^3/s，昌都市水厂俄洛分厂设计流量 0.359m^3/s；灌溉供水设计流量 0.777m^3/s，其中左岸灌区设计流量 0.4069m^3/s，右岸灌区设计流量 0.3701m^3/s。

根据总布置方案，本方案输水管道主管总长约 105km，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。

（3） 灌溉工程

卡若灌区灌溉工程规模为 18 个灌片，灌溉面积共 18798.37 亩，其中耕地和园地的自流灌区面积 10492.3 亩，林草地压力流灌区面积 8306.08 亩。根据灌溉面积、灌区种植结构以及灌溉水综合利用系数计算，灌区设计年引水量为 660.01 万 m^3，左岸设计灌水率为 0.2918m^3/s·万亩，右岸设计灌水率为 0.2937m^3/s·万亩。按照设计灌水率、灌溉面积以及灌溉引水水量损失计算，右岸灌溉引水流量为 0.37m^3/s，左岸灌溉引水流量为 0.41m^3/s。灌溉与供水采用同一主管道，流量在管道设计时一并考虑。根据灌区规划种植结构和灌溉制度计算灌区年需水量，左岸灌区年毛需水量为 342.09 万 m^3,右岸灌区年毛需水量为 317.92 万 m^3。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。

2.5.4 工程组成

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。项目组成见表 2.5-1。

表 2.5-1　　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 71.00m，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 3462.00m，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 3431.00m，控制段孔口尺寸 5.5m×4.0m（宽×高）。洞身段长 457m,出口高程为 3418.00m
	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	过鱼建筑物采用升鱼机型式，集鱼系统布置在电站厂房下游侧
	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。 输水工程分 A、B 管线：A 管线路总长约 53km，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；输水 B 管线路总长约 53km，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。
辅助工程	施工导流	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 13 处、机械设备停放场 12 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 个
	施工营地	办公生活区 13 处、综合仓库 12 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	主要包括基坑废水处理设施、砂石料废水处理设施、混凝土拌合系统废水处理设施、含油废水处理设施、生活污水处理设施
	陆生生态保护工程	警示宣传、古树名木保护等
	水生生态保护工程	设置升鱼机、增殖放流、栖息地保护、生态调度、加强渔政管理、科学研究等
	环境空气和声环境保护工程	选择低尘施工工艺、洒水、覆盖草袋等降尘措施，配置洒水车，采用隔声降噪措施，施工车辆限速禁鸣等措施
	移民安置环境保护工程	生活污水、生活垃圾处理措施及生态保护措施

2.5.5　工程特性表

宗通卡水利枢纽工程主要特性详见表 2.5-2。

表 2.5-2　　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^2	17715	
坝址以上	km^2	15592	
2.多年平均年径流量	亿 m^3	43.5	
多年平均流量	m^3/s	138	
施工导流标准（p=10%）流量	m^3/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^3	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	3464.00	
总库容（校核洪水位以下库容）	亿 m^3	1.2460	
回水长度	km	24.297	20%频率
最小下泄流量	m^3/s	16.3	
相应下游水位	m	3409.85	
2.供水工程			
年供水总量	万 m^3	6381.31	
设计总引水流量	m^3/s	2.954	
城市供水设计引用流量	m^3/s	2.177	
供水保证率 p	%	95	
引水线路长度	km	106	含城镇供水支管
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	
水库调节性能		日调节	
4.灌溉工程			
设计灌区面积（耕园地）	万亩	1.05	耕地（含园地）
设计灌区面积（林草地）	万亩	0.83	林草地
灌溉保证率 p（耕地）	%	75	

续表 2.5-2　　宗通卡水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
灌溉保证率 p（林草地）	%	50	
规划设计流量	m^3/s	0.777	2030 年
规划年灌溉需水总量	万 m^3	660.01	2030 年
三、淹没损失及工程永久占地			
1.土地总面积	亩	9278.99	
耕园地	亩	2076.62	
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^2	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^3/s	168.2/37.8	

续表 2.5-2　　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	3448.00	
引水道型式		隧洞和压力管道	
长度	m	232/270	
断面尺寸	m	φ6.8/φ4.0	
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	3401.00	
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		升鱼机	
集鱼系统尺寸	m×m	33×4	
提升运输系统长度	m	350（索道）	
补水流量（最小/最大）	m^3/s	0.64/3.0	
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^3	345.16	
石方洞挖	万 m^3	16.83	
土石方填筑	万 m^3	314.11	
混凝土	万 m^3	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^2	1.32	
2.主要建筑材料数量			
木材	万 m^3	0.7	
水泥	万 t	18.4	
钢筋、钢材	万 t	8.6	
3.所需劳动力			
高峰工人数	人	1600	
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	
运量	万 t	48.98	
6.施工导流（方式、型式、规模）			

续表 2.5-2　　宗通卡水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
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^3/s	1480	10%频率最大瞬时
中后期导流流量	m^3/s	2060	2%频率最大瞬时
7.施工期限			
准备工期	月	22	
投产工期	月	57	
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系统		DH 高效污水净化器	
混凝土系统废水处理系统		中和沉淀法处理	
含油废水处理系统		隔油池处理	
生活污水处理系统		成套生活污水处理设备或厌氧生物膜池工艺处理	
2.下泄生态流量	m^3/s	16.3（11 月～次年 3 月），31.7（4 月），41.3（5 月～10 月）	
3.鱼类增殖放流	万尾	17	
七、经济指标			
静态总投资	万元	499136.49	

2.6　工程总布置及主要建筑物

2.6.1　主要建筑物级别

宗通卡水利枢纽工程等别为Ⅱ等，工程规模为大（2）型。大坝、泄洪放空洞、溢洪道及坝式进水口为 2 级建筑物；引水隧洞、升鱼机、电站厂房及开关站为 3 级建筑物。

根据《水利水电工程边坡设计规范》，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。

本工程大坝、龙抬头泄洪洞、溢洪道、电站引水建筑物等永久建筑物的合理使用年限 100 年，电站厂房、输水管线、升鱼机混凝土部分、管桥卡及若灌区等永久建筑物的合理使用年限 50 年。枢纽区永久道路的使用年限为 10 年。本工程龙抬头泄洪洞、溢洪道、发电引水建筑物等建筑物闸门合理使用年限 50 年，其它建筑物上闸门合理使用年限 30 年。

供水工程主要建筑物（取水口建筑物、输水管线、管桥、隧洞）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(斗农渠渠道、水闸、渡槽、涵洞、跌水等建筑物的级别均为 5 级)，洪水标准均采用 10 年一遇。

2.6.2 工程布置

2.6.2.1 枢纽工程布置及主要建筑

河床布置沥青混凝土心墙坝；发电引水建筑物采用坝后式引水，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。宗通卡水利枢纽工程枢纽布置情况见附图 5。

（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 3478.20m,大坝坝顶公路高程为 3477.00m，最大坝高 71.00m。坝顶长 316.21m，宽 10m。坝顶道路与防浪墙间设宽 150cm 高出路面 15cm 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°，进水渠起点至

护坦末端平面投影长度为 487m，从上游至下游依次为进水渠（112m）、控制段（34m）、泄槽段（203m）、消力池段（108m）、护坦（30m）。进水渠底宽 28.1m，长 112m，渠道底高程 3458.00m。控制段宽 36m，长 34m，顶高程 3477.00m，设有 2 个泄洪表孔，堰顶高程为 3462.00m，孔口尺寸为 9m×12m（宽×高），工作闸门为弧形门。泄槽底宽 21.5m，平面投影长度 203m。消力池为矩形消力池，底宽 21.5m，长 108m，池底高程 3398.00m，底板厚 3m。消力池边墙为重力式挡墙，挡墙顶宽 3m，墙顶高程 3420.00m。消力池对岸设有 300m 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°，进水渠起点至护坦末端平面投影长度为 651.70m，从上游至下游依次为进水渠（50m）、进水塔（30m）、龙抬头段（95.70m）、洞身段（336m）、出口斜坡段（30m）、综合消力池段（110m）。进水塔长 30m（顺流向），宽 15m，塔顶高程 3477.00m，塔高 49m。泄洪孔进口底高程 3431.00m，控制段孔口尺寸 7m×7m（宽×高）。龙抬头段由高程 3430.00m 降至 3414.50m，长 95.70m。洞身段利用导流洞，长 336m，坡度为 0.89%，洞身为城门洞型，底宽 7m，高度为 9.5m，其中直墙段为 7.47m。出口斜坡段平面投影长度为 30m，坡度 1∶4，底板混凝土厚 3m。泄洪放空洞消能工为渐扩式综合消力池，扩散角为 5.71°，包括为下挖段和护坦段。下挖段首端宽度 12.2m，尾端宽度 26.2m，全长 70m，池底高程 3405m，底板厚 3m；护坦段长 40m，顶面高程为 3410.00m。消力池边墙为重力式挡墙，挡墙顶高程 3425.00m，墙顶宽 3m。

（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 3448.0m，坝顶高程 3477.0m；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#引水线路长 232m，主管直径为 6.8m，支管直径为 4.8m，2#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。宗通卡水利枢纽工程厂区布置情况见附图 6。

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

过鱼建筑物采用升鱼机型式，升鱼机系统由集（诱）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。其中集鱼系统布置在电站厂房左侧，主要由进鱼口、集鱼通道和集鱼池组成，并设置检修门、控流门、驱鱼格栅、集鱼箱等设备，进鱼口位于机组上游，与尾水渠衔接，底板高程 3408.00m。提升运输系统采用往复式索道形式，垂直于坝轴线布置，起于集鱼系统，止于坝顶，索道总长度约 350m。放流系统采用放流滑槽形式，从坝顶铺设至死水位以下 1m；补水系统采用管道引水，取水点位于厂房进水口旁，沿岸坡铺设，补入集（诱）鱼系统。

2.6.2.2 供水工程布置及主要建筑

宗通卡水利枢纽供水工程包括取水工程和输水工程两部分，总平面布置情况见附图 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，井内分别设有一台电动检修阀和一台手动检修阀，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

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 处跨过昂曲河后，

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 管跨过昂曲河后沿右岸路边和山坡敷设至坝址下游 16km 处，跨过昂曲河后在左岸与 B 管并行敷设至坝址下游 18km 处，双管跨过昂曲河后沿右岸敷设至 1#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#隧洞（雄达村隧洞），管道出 2#隧洞跨过昂曲河后沿右岸并行敷设，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 管跨过昂曲河后沿左岸敷设至坝址下游 40km 处再跨过昂曲河后与 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#隧洞（俄洛村隧洞）和 4#隧洞（小沙贡村隧洞）后在坝址下游 52km 处跨过昂曲河后沿左岸公路敷设至终点昌都市水厂。

输水 A 管线路总长约 52.3km，其中起点（KA0+000）至 1#隧洞出口（KA20+488）输水管管径为 DN1200mm，1#隧洞出口（KA20+488）至 15#管桥（KA45+660）之间输水管管径为 DN1000mm，15#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（卡贡乡分水口、昌都市水厂俄洛分厂分水口、昌都市水厂分水口）。

输水 B 管线路总长约 52.3km，其中起点（KB0+000）至 1#隧洞出口（KB20+619）输水管管径为 DN1200mm，1#隧洞出口（KB20+619）至 15#管桥（KB45+598）之间输水管管径为 DN1000mm，15#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）。

根据总布置方案，本方案输水管道线路总长约 105.99km（A、B 干管及生活分水支管），其中埋地管道长约 91.52km，架空管道长约 14.47km；输

水工程沿线昂曲河上共设有 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 2.6.2-1。

表 2.6.2-1　　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	供水规模		m^3/s	2.954	
2	城镇分水口		个	3	总分水流量 2.187 m^3/s
3	灌溉分水口		个	18	总分水流量 0.777m^3/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	

（3） 城乡净水工程

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（卡贡乡分水口、昌都市水厂俄洛分厂分水口、昌都市水厂分水口）。

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）。

昌都市水厂设计日供水量 2 万 t，服务于俄洛镇、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地区。

昌都市水厂俄洛分厂设计日供水量 3 万 t。服务于俄洛镇和昌都镇（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）等地区。

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。

2.6.2.3 灌区工程布置及主要建筑

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。卡若灌区规划情况见附图 9。

卡若灌区灌区共 50 个灌片，卡若灌区灌溉范围的确定以合理、经济为原则，覆盖范围为自坝址至昌都市昂曲河两岸的适宜灌片。首先，拟灌灌片位于供水主管敷设的昂曲河同岸，方便引支管灌溉；其次，每个灌片的灌溉范围为对应于水库死水位特征水位情况下，供水主管道压力水头覆盖下，昂曲河两岸适宜灌溉的耕地及其周边的林草地。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河同一岸别，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。

根据宗通卡卡若灌区灌溉规划，本次实际灌溉工程规模为与主管同岸的18个灌片,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。

2.7 施工组织设计

2.7.1 施工条件

（1） 对外交通条件

宗通卡水利枢纽工程位于昂曲下游河段昌都市境内，昌都市位于澜沧江上游扎曲和昂曲汇口处，附近有G317和G214国道通过。枢纽工程挡水坝坝址下距昌都镇公路距离约63km，距沙贡乡上游约9km。利用国道及地方道路可以直接到达本枢纽坝址附近。

（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。

2.7.2 料源选择与开采

（1） 料场概况

可研阶段地质勘察报告，枢纽工程用料共选择了建筑物开挖料、2个块

石料场及 2 个砂砾石料场。供水工程及灌溉工程区共选择了 6 个料场，其中砂砾石料场 3 个，块石料场 3 个。

1） 建筑物开挖料

坝址区总开挖方量约 258.86 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。

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，不适宜用作大坝填资料。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） 枢纽工程料场

① 1#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。距下坝址直线距离约 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^{3al}）：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。

② 2#石料场

2#石料场位于类乌齐县尚卡乡多日喀村西北侧恩达曲左岸冲沟内，距离沟口约 1.1km。距下坝址直线距离约 11km，坝址区与交日卡村有简易公路相连，交日卡村至 2#石料场间需要新修长约 1.5km 的施工道路，公路里程约 18km。

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。第四系地层主要为冲洪积层（Q_4^{pal}）：碎石土、土夹碎块石。

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。

料场规划范围沿东北侧冲沟方向长约 160m，宽约 150m，平均剥离层厚度小于 5m，灰岩有用层总储量约为 186 万 m^3，剥采比约为 0.12：1，储量满足设计要求。

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^2，最大开采厚度约 25m。剥离层储量约为 34 万 m^3，有用层储量约为 168 万 m^3，质量、储量满足要求。

④ 2#砂砾石料场

2#砂砾石料场位于坝址上游左岸一级阶地,与下坝址直线距离约2.0km。表层为崩坡积土夹碎石，主要为砂岩；下部靠阶地后缘主要为崩坡积碎块石夹土，原岩成分为砂岩，阶地前缘主要为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层，主要为砂岩、灰岩及少量花岗岩、石英等，厚约25～30m。

料场质量满足土石坝填筑料质量技术指标要求。不适合选作混凝土骨料料源。

料场规划平面面积约 7 万 m^2，最大开采厚度约 22m。剥离层储量约为25 万 m^3，有用层储量约为135 万 m^3，质量、储量满足要求。

3） 供水及灌溉工程料场

① 冬达村砂岩料场

该料场位于沙贡乡冬达村昂曲河右岸，有乡村公路从前缘通过。料场面积约 0.16km^2，为昂曲河右岸边坡，形成陡崖。出露地层为侏罗系上统小索卡组（J_3x），岩石弱风化。料场岩性为砂岩，表层有0.5～1m的碎块石土。料场砂岩岩体结构以薄－中厚层状为主，质量符合做块石料质量要求，也满足一般混凝土用人工骨料质量要求。

该料场长约400m，宽可采20m，高约10～15m，料场剥离层厚约0.5～1m，可开采储量约5万 m^3。

② 约达村砂岩料场

该料场位于昂曲河右岸俄洛镇约达村下游，有乡村公路从前缘通过。料场面积约 0.05km^2，为腰曲右岸边坡，天然地形坡度25°～45°，靠腰曲形成陡崖。出露地层为侏罗系上统小索卡组（J_3x），岩石多呈弱风化状，局部强风化。料场岩性为砂岩，无覆盖层。

料场砂岩岩体结构以薄－中厚层状为主，质量符合做块石料质量要求，

也满足一般混凝土用人工骨料质量要求。

该料场长约 100m，宽可采 50m，厚约 15m，强风化厚约 0.5～1m，料场剥离层厚约 0.5～1m，可开采储量约 7.5 万 m^3。

③ 加林村砂岩料场

该料场位于昂曲河右岸俄洛镇加林村上游，有乡村公路从前缘通过。料场面积约 0.09km^2，为昂曲河右岸边坡，天然地形坡度 25°～35°。出露地层为侏罗系中统土拖组（J_3t），岩石多呈弱风化状，局部强风化。料场岩性为砂岩，料场两侧一级阶地覆盖层。料场砂岩岩体结构以薄－中厚层状为主，质量符合做块石料质量要求，也满足一般混凝土用人工骨料质量要求。

该料场长约 240m，可采宽 30～40m，高约 15～30m，强风化厚约 0.5～3m，料场剥离层厚约 0.5～3m，可开采储量约 10 万 m^3。

④ 穷卡村砂砾石料场

该砂砾石料场位于昂曲河左岸，沙贡电站尾水下游（穷卡村）。为一河漫滩。

该料场沿昂曲河呈条带状分布，分布面积约 0.12km^2，地形平坦，天然地形坡度＜5°，为昂曲左岸河漫滩，以砂卵石为主，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩及少量灰岩、花岗岩、石英团块等。砂卵石层厚约 8～10m，储量丰富，有用层储量约 10 万 m^3。

料场后缘为乡村公路，交通方便。

⑤ 沙贡乡砂砾石料场

该砂砾石料场位于昂曲河右岸，沙贡乡达东村。为一河漫滩，目前乡政府已进行开采，主要用于公路、房屋建设。该料场位于昂曲河转弯处，沿昂曲河呈条带状分布，分布面积约 0.18km^2，地形平坦，天然地形坡度＜

5°，为昂曲右岸河漫滩，以砂卵石为主。砂卵石层厚约 10～15m，储量丰富，有用层储量约 15 万 m^3。

有乡村公路连接，交通方便。供水线路工程在该料场附近段可就近至该料场购买砂砾石料。

⑥ 白格村砂砾石料场

该砂砾石料场位于昂曲河左岸，俄洛镇白格村。该处石砾石主要用于制作混凝土，少量用于公路、房屋建设。

该料场位于昂曲河左岸河边，沿昂曲河呈条带状分布，分布面积约 0.1km^2，地形平坦，天然地形坡度＜5°，为昂曲河河流冲积层，以砂卵石为主，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩及少量灰岩、花岗岩、石英团块等。开采储量大于 20 万 m^3。

料场后缘为国道，有乡村公路连接，交通方便。供水线路工程在该料场附近段可就近至该料场购买砂砾石料。

（2） 料源选择

枢纽工程：混凝土骨料从 1#块石料场开采，料场规划开采量约 56.97 万 m^3。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#砂砾石料场开采。砂砾石料和过渡料从 1#砂砾石料场开采。料场规划开采量约 22.94 万 m^3（自然方）。

供水工程：混凝土骨料部分从 1#块石料场开采，部分从市场购买。1#块石料场规划开采量约 8.98 万 m^3（自然方），市场购买 20.75 万 m^3。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^3，还需从 1#砂砾石料场开采，规划料场开采 10.09 万 m^3（自然方）。砂（碎石）垫层料一部分从 1#砂砾石料场开采 4.62 万 m^3，其余部分从沿线市场购买，市场购买 4.19 万 m^3。灌溉工程：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。

2.7.3 施工导流

（1） 施工导流

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^2，导流隧洞进、出口高程分别为3414.5m和3411.5m。

大坝上游围堰与大坝结合，上游围堰轴线长259m，顶宽8m，堰顶高程3451.0m，围堰最大高度43.0m。下游围堰轴线长152m，顶宽6m，堰顶高程3421.0m，围堰最大高度12m。

（2） 导流方式和方案

综合工程总体布置、水文和地形地质条件，宗通卡水利枢纽沥青混凝土心墙坝施工适宜采用围堰一次性拦断河床、隧洞泄流的导流方式。导流洞布置于河床右岸，采用城门洞型，断面尺寸7m×9.5m（宽×高），大坝基坑采用全年土石围堰挡水，上游围堰与大坝结合。导流隧洞后期改建成永久泄洪洞。

（3） 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^3/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。

2.7.4 施工交通及施工总布置

2.7.4.1 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。

枢纽工程坝型为沥青心墙堆石坝，对外来物资的需求量相对较少，对外交通运输总量为 33.22 万 t。供水工程主要项目为供水钢管，对外交通运输总量为 15.66 万 t。灌溉工程布置较为分散，其土建工程量较小，主要的外来物资需求较少，对外交通运输总量为 0.1 万 t。

（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。场内道路总长度约 21.72km，其

中左岸道路长度 7.95km，右岸道路长度 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

供水工程管线沿昂曲河两岸布置，起点在宗通卡坝址，终点至昌都镇。由起点至终点河段，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，新建场内道路总长度约 25km。

（4） 灌溉工程场内交通

灌溉工程主要项目为分水口、至各灌区的引水支管及田间工程等，分水口位于供水管线上，其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，新建场内道路总长度约 5km。

2.7.4.2 施工总布置

（1） 施工总布置规划

根据坝址区地形地质条件，坝址左岸下游 1.2km 处及坝址右岸下游 1.9km 处均有沿江缓坡地可布置施工场地。本工程主要施工场地集中布置在左岸下游的缓坡地，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、施工营地、鱼类增殖放流站、业主营地；因本工程土石方开挖工程量较大，所需炸药量较多，考虑炸药库的安全影响范围，将炸药库布置于坝址左岸上游。枢纽工程施工总布置情况见附图 12。

表 2.7-1　　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

表 2.7-2　　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^2）			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^2
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#存料场		5.8		5.8	
3	左岸上游 2#存弃渣场		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	

供水工程主要是以埋管为主，分两岸布置；灌溉工程基本沿供水管线分散布置。考虑供水管线、跨江管桥、分水口建筑物及灌区的分布，按每10km 左右设置一个施工区兼顾供水工程及各灌区施工。施工临时道路可结合埋管线路布置，以满足施工需要。根据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），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。施工分区布置详见表 2.7-3，供水工程施工总布置情况见附图 9。

（2） 主要施工工厂设施

1） 砂石混凝土系统

a. 砂石加工系统

根据施工总布置，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三级配骨料，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 2 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。

表 2.7-3　　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^2）	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	B2, B3, B4, B5, B6
	Z2#施工区	KB16+500	0.5	KA16+000～KA17+900, KA22+200～KA24+000, KB11+800～KB17+600, KB21+900～KB23+700	B7, B8, B10
	Z3#施工区	KB31+000	1.0	KA25+000～KA33+000, KB24+700～KB32+700	B11, B13, B14
	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	B22, B23
	小计		3.5		
右岸	Y1#施工区	KA01+400	0.5	KA0+000～KA02+700, KB0+000～KB02+700	A2
	Y2#施工区	KA15+300	0.5	KA11+800～KA16+000	A6, A7, A8, A9, A10
	Y3#施工区	KA24+500	0.6	KA17+900～KA22+200, KA24+000～KA25+000, KB17+600～KB21+900, KB23+700～KB24+700	A11, A12
	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	A23, A24
	Y6#施工区	KA52+800	0.7	KA48+600～KA53+245, KB48+100～KB52+762	A25
	小计		3.5		
合计			7.0		
钢管加工厂			2.0		
总计			9.0		

b. 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生产常态混凝土；沥青混凝土生产系统生产沥青混凝土。

常规混凝土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 90m^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。

该工程沿供水管道线路共设置 11 个施工区，各施工区负责相应区域的供水及灌溉工程用混凝土，混凝土骨料通过外部采购获取。其中左岸设置 5 个区，右岸设置 6 个区，11 个施工区均按两班制生产。根据生产强度要求，11 个施工区均配置 HZS25 搅拌站一座，单座搅拌站占地面积 0.2 万 m^2，单座搅拌站设备功率 65kW。

2） 施工供电

① 枢纽工程

施工供电电源拟由昌都县境内昌都二站 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 供水及灌溉工程

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^2，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,取水泵站设在昂曲河左岸水厂旁，采用缆车取水。

② 供水及灌溉工程

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，可从昂曲或澜沧江取水，经净化后取用。

（3） 土石方平衡

1） 枢纽工程

开挖、拆除料共计 258.86 万 m^3 中：140.11 万 m^3 用于各建筑物的填筑料；20.0 万 m^3 用于坝址施工区场地平整；剩余 98.75 万 m^3 弃于各弃渣场。

建筑物填筑料共 238.19 万 m^3（折成自然方 215.74 万 m^3），除利用开挖料 140.11 万 m^3 外，考虑开采、运输、加工等损耗还需从砂砾石料场规划开采 59.84 万 m^3（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^3，砂（碎石）垫层料需从 1#砂砾石料场规划开采 1.65 万 m^3，从沿线市场购买 6.88 万 m^3，剩余开挖弃料及拆除料共计 36.91 万 m^3 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^3，其中考虑枢纽建筑物附近的输水管道混凝土 6.5 万 m^3 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^3；其余混凝土骨料 20.75 万 m^3 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^3，土石方回填量 0.93 万 m^3。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。（土石方流程表，流向图，参照水保方案）

土石方平衡见表 2.7-4。

根据主体工程土石方平衡调配，本工程土石方开挖总量 421.70 万 m^3（自然方，下同），土石方回填 353.68 万 m^3，外借 76.08 万 m^3，工程建设产生弃渣 144.08 万 m^3，按 1.43 的松散系数折算，弃渣松散方 206.03 万 m^3。土石方平衡调配见表 2.7-5。

表 2.7-5 宗通卡水利枢纽工程土石方平衡调配分析表 单位：万 m^3

项目		土石方开挖	土石方回填	调入		调出		外借		废弃	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
枢纽工程区	上游围堰	0.36	35.90	0.65	导流洞开挖			4.70	1#砂砾石料场	0.36	左岸 2#弃渣场
				12.03	泄洪洞开挖						
				18.52	厂房开挖						
	下游围堰	4.37	2.22	1.87	厂房开挖			0.35	1#砂砾石料场	4.37	左岸 2#弃渣场
	导流洞	14.38				0.65	上游围堰			4.99	左岸 2#弃渣场
						5.38	大坝				
						2.81	厂房				
						0.55	导流洞进出口围堰				
	莫拿隆冲沟处理	11.68	0.33			5.81	大坝			5.55	左岸 3#弃渣场
	导流洞进出口围堰	0.74	0.55	0.55	导流洞开挖					0.74	左岸 3#弃渣场
	溢洪道	109.30	1.75			0.75	泄洪道出口围堰			25.90	左岸 2#弃渣场
						50.62	大坝			12.45	左岸 3#弃渣场
						7.81	厂房				
						10.00	施工场地平整				
	溢洪道出口围堰	1.02	0.75	0.75	溢洪道开挖					1.02	
	泄洪洞	51.99				12.03	上游围堰			19.26	左岸 3#弃渣场
						20.71	大坝				
	大坝	12.48	154.11	5.38	导流洞开挖	10.00	施工场地平整	70.03	1#砂砾石料场	2.48	左岸 3#弃渣场
				50.62	溢洪道开挖						
				5.81	莫拿隆冲沟处理						
				20.71	泄洪洞开挖						
				1.57	引水隧洞开挖						
	厂房	50.42	19.56	7.81	溢洪道开挖	18.52	上游围堰			21.09	左岸 3#弃渣场
				2.81	导流洞开挖	1.87	下游围堰				

续表 2.7-5　　宗通卡水利枢纽工程土石方平衡调配分析表　　单位：万 m^3

项目		土石方开挖	土石方回填	调入		调出		外借		废弃	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
枢纽工程区	引水隧洞	1.85				1.57	大坝			0.28	左岸2#弃渣场
	渗控工程	0.27								0.27	左岸2#弃渣场
	施工场地平整		20.00	10	大坝开挖						
				10	溢洪道开挖						
	表土剥离与回覆	15.60	13.11			2.49	供水及灌区工程区覆土				
	小计	276.24	248.14	149.08		153.49		75.08		98.75	
供水及灌区工程区	KA（KB）02+900～KA（KB）11+800	21.11	11.81								Z1#弃渣场
	KA16+500～KA18+000,KB11+800～KB18+000	10.86	7.38								Z2#弃渣场
	KA（KB）22+400～KA（KB）33+000	18.25	7.45								Z3#弃渣场
	KA33+000～KA46+000	17.04	12.70								Z4#弃渣场
	KA（KB）0+000～KA（KB）02+900	4.66	3.78								Y1#弃渣场
	KA11+800～KA16+500,KA（KB）18+000～KA（KB）22+400	15.26	10.12								Y2#弃渣场
	KB33+000～KB46+000	13.57	12.05								Y3#弃渣场
	KA（KB）46+000～KA（KB）53+245	13.79	7.20								Y4#弃渣场
	表土剥离与回覆	18.70	21.19	2.49	枢纽工程区表土剥离						
	小计	133.25	93.67	12.08		9.59		49.64		35.67	
灌溉工程		12.22	9.96					1.00	外购	3.26	沿线弃渣场
合计		421.70	353.68	153.50		153.49		76.08		144.08	

（4） 存、弃渣规划

1） 枢纽工程：枢纽工程坝址区内共布置 2 个弃渣场、1 个存料场和 1 个存弃渣场。枢纽工程存弃渣规划详见表 2.7-6。

表 2.7-6 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^3）	存料量（万 m^3）	总容量（万 m^3）	规划顶高程（m）	占地面积（万 m^2）
右岸上游存料场	右岸上游 1.3km		26	26	3450	4.8
左岸上游 1#存料场	左岸上游 1.0km		45	45	3448	5.8
左岸上游 2#存弃渣场	左岸上游 2.0km	49	22	71	3474	7.2
左岸上游 3#弃渣场	左岸上游 2.8km	80		80	3464	8.1

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 2.7-7。工程开挖利用料考虑就地回填，故不另设置回填备料场。

表 2.7-7 供水及灌溉工程存弃渣规划

弃渣场名称		弃渣场位置	弃渣场容量（万 m^3）	占地面积（万 m^2）	规划顶面高程（m）	备注
左岸	Z1#弃渣场	KB08+200	17.2	5.7	3396	
	Z2#弃渣场	KB19+200	6.1	2.5	3372	
	Z3#弃渣场	KB26+300	19.5	3.6	3370	
	Z4#弃渣场	KB37+100	7.6	2.3	3316	
	小计		50.4	14.1		
右岸	Y1#弃渣场	KA01+900	1.5	1.1	3415	
	Y2#弃渣场	KA18+300	8.1	2.5	3370	
	Y3#弃渣场	KA33+600	3.1	1.5	3324	
	Y4#弃渣场	KA48+000	11.4	7.4	3276	
	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^2，其中，左岸占地面积 36.95 万 m^2，右岸占地面积 7.9 万 m^2。

供水及灌溉工程:供水及灌溉工程施工临时设施总占地面积约 71.6 万 m^2。共布置 11 处施工区负责供水及灌溉工程的施工，施工区总占地面积为 7.0 万 m^2。钢管加工厂占地面积 2.0 万 m^2。供水工程弃渣场总占地面积约 26.6 万 m^2。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^2；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^2。

2.7.5 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表见附图 13。

（2） 控制性工期

工程筹建期进行施工征地、进场公路及跨江大桥施工等工作;

第 1 年 3 月开始导流洞进出口开挖及支护施工;

第 1 年 8 月开始导流洞洞身开挖;

第 2 年 4 月导流洞洞身开挖完成,5 月开始导流洞洞身混凝土衬砌施工;

第 2 年 11 月底导流洞具备通水条件，12 月开始围堰填筑施工，第 3 年 1 月初进行河床截流;

第 2 年 12 月中旬月至第 3 年 3 月进行围堰防渗墙施工,至 5 月底,上、下游河床围堰填筑完成;

第 3 年 4 月进行基坑开挖，6 月开始大坝填筑及沥青心墙施工，至第 5 年 11 月大坝填筑至坝顶高程，第 6 年 4 月进行坝顶防浪墙施工;

第 2 年 12 月开始厂房基础开挖，第 3 年 3 月至第 5 年 4 月进行厂房混凝土浇筑;

第 5 年 5 月开始机组安装及调试，10 月底完成第一台机组安装，11 月初导流洞下闸蓄水，第 5 年 12 月初蓄水至发电水位，首台机组发电；

第 6 年 4 月底，全部 4 台机组发电，工程完工。

（3） 分项工程施工进度

1） 导流工程

① 导流洞

第 1 年 3 月至 8 月在进行导流洞进出口开挖并进行喷护，形成施工导流洞洞身的工作面，第 1 年 8 月至第 2 年 4 月进行洞身开挖，第 2 年 5 月在洞身开挖完成后，开始洞身混凝土衬砌，10 月洞身混凝土浇筑完成，至 11 月隧洞洞身固结灌浆和回填灌浆完成。11 月底，导流洞具备通水条件。

第 1 年 3 月填筑导流洞出口全年围堰，第 1 年 3 月至 8 月，在全年围堰的保护下，进行导流洞出口及洞身开挖和混凝土浇筑施工，因全年围堰占压导流洞出口底板的部分衬砌段，于第 2 年 9 月拆除全年围堰为枯水期围堰，第 2 年 10 月进行导流洞出口衬砌施工，11 月拆除枯水期围堰。

② 河床围堰

第 2 年 12 月开始河床上游围堰和下游围堰填筑施工，第 3 年 1 月初进行河床截流，第 2 年 12 月中旬至第 3 年 3 月进行围堰防渗墙施工，第 3 年 5 月河床上游围堰及下游围堰填筑完成。

③ 溢洪道围堰

第 3 年 5 月填筑溢洪道出口全年围堰，第 3 年 6 月至第 4 年 9 月，在全年围堰的保护下，进行溢洪道出口开挖及混凝土浇筑施工，因全年围堰占压溢洪道出口底板的部分衬砌段，第 4 年 10 月拆除全年围堰为枯水期围堰，第 5 年 3 月进行出口衬砌施工，4 月拆除枯水期围堰。

2） 大坝工程

第 2 年 7 月至第 2 年 11 月进行大坝坝肩开挖，第 3 年 4 月至 5 月进行大坝基坑开挖，第 3 年 6 月开始大坝填筑及沥青心墙施工，至第 5 年 11 月大坝填筑完成，第 5 年 12 月至第 6 年 3 月进行大坝沉降，第 6 年 4 月进行顶防浪墙施工。

3） 溢洪道工程

第 1 年 5 月至 10 月进行溢洪道 3477m 以上高程的开挖，第 3 年 6 月至第 4 年 3 月进行溢洪道 3477m 以下高程的开挖，第 4 年 4 月至第 5 年 6 月进行溢洪道混凝土浇筑，第 4 年 8 月至第 5 年 7 月进行金属结构安装。

4） 泄洪洞工程

第 1 年 3 月至 8 月进行泄洪洞进出口开挖及支护，第 1 年 9 月至 11 月进行泄洪洞龙抬头段（除预留岩塞外）开挖及支护，第 1 年 12 月至第 2 年 2 月进行龙抬头段（除预留岩塞外）混凝土衬砌，第 2 年 9 月至 11 月进行泄洪洞进口闸门及金属结构安装，第 5 年 11 月在导流洞下闸后进行泄洪洞岩塞拆除及改建工作。

5） 电站工程

第 1 年 6 月至 11 月进行厂房进水口开挖，第 3 年 5 月至 11 月进行进水塔混凝土浇筑施工，第 4 年 3 月至 8 月进行进水口金属结构安装。

第 3 年 2 月至第 3 年 7 月进行引水隧洞洞挖，第 3 年 8 月至第 4 年 6 月进行混凝土浇筑施工，第 3 年 10 月至第 4 年 6 月进行钢管安装施工。

第 2 年 12 月至第 3 年 5 月进行厂房及尾水出口土石方开挖，第 3 年 3 月至第 5 年 10 月进行主厂房混凝土浇筑，第 4 年 7 月至第 5 年 10 月进行厂房金属结构安装。第 5 年 5 月开始机组安装及调试，至第 5 年 10 月底完成首台机组安装，之后每两个月安装完一台机组，12 月初蓄水至发电水位，首台机组发电，至第 6 年 4 月底全部机组发电。

6） 过鱼建筑物

过鱼建筑物为升鱼机，布置在坝址下游电站旁，主要由集鱼系统、提升运输系统和补水系统组成，安排在第 5 年 7 月至第 6 年 4 月进行施工。

7） 供水工程

第 2 年 3 月至第 5 年 7 月进行供水工程土石方开挖，第 2 年 4 月至第 5 年 9 月进行供水钢管生产及安装，第 2 年 5 月至第 5 年 11 月进行供水工程土石方回填，第 5 年 12 月至第 6 年 4 月进行供水工程通水调试。

8） 灌溉工程

灌溉工程的工程量较小，且工程布置较为分散考虑，可进行分区施工。安排灌溉工程与枢纽工程及供水工程平行施工，施工时段为第 3 年 3 月至第 5 年 11 月。

（4） 施工强度

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

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

（5） 主要技术供应

劳动力：本工程施工高峰期劳动力 1600 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。

主要建筑材料：水泥 18.4 万 t，钢筋、钢材 8.6 万 t，木材 0.7 万 m^3。

2.8 建设征地与移民安置

2.8.1 建设征地范围

宗通卡水利枢纽工程建设征地调查范围包括水库区、坝区和供水区三

部分。其中，供水区包括供水工程的供水主管建设区和卡若灌区工程的引水支管建设区，灌区工程中的斗渠、农渠等其他建设区不计列征地。

宗通卡水利枢纽工程建设征地涉及土地面积12268.51亩，其中，水库区6418.69亩（陆域4381.99亩、水域2036.7亩），坝区3351.48亩（陆域3175.02亩、水域176.46亩），供水区2498.34亩（陆域2479.31亩、水域19.03亩）。详见表2.8-1。

表2.8-1　　宗通卡水利枢纽工程建设征地土地面积汇总表　　单位：亩

项目		陆地面积	水域面积	小计
水库区	水库淹没区	4329.58	2036.7	6366.28
	水库影响区	52.41		52.41
	小计	4381.99	2036.7	6418.69
坝区	永久征地	2430.07	159.09	2589.16
	临时用地	744.95	17.37	762.32
	小计	3175.02	176.46	3351.48
供水区	永久征地	252.11	19.03	271.14
	临时用地	2227.2		2227.2
	小计	2479.31	19.03	2498.34
合计	永久征地	7064.17	2214.82	9278.99
	临时用地	2972.15	17.37	2989.52
	小计	10036.32	2232.19	12268.51

2.8.2　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2.8-2、2.8-3。

（1）　农村部分

工程建设征地涉及农户 91 户、458 人；工程建设征地总土地面积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^3、祭祀台17座、经幡130套、天葬点5个、玛尼堆2912.57m^3、玛尼杆10杆、查查房79.87m^2、经堂281.19m^2。

表 2.8-2　　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	
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^2	32322.78	18931.28	13391.5	31112.33	17720.83	13391.5	1210.45	1210.45	
2.1	主房	m^2	28133.17	15780.81	12352.36	27279.85	14927.49	12352.36	853.32	853.32	
2.2	杂房	m^2	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^2	8086.13	3597.81	4488.32	7779.81	3291.49	4488.32	306.32	306.32	
3.2	墙面	m^2	3436.98	1899.46	1537.52	3300.03	1762.51	1537.52	136.95	136.95	
3.3	吊顶	m^2	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^3	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^2	1047.04	699.77	347.27	994.33	647.06	347.27	52.71	52.71	
4.3	地坪	m^2	1659.63	997.5	662.13	1639.35	977.22	662.13	20.28	20.28	
4.4	水池	m^3	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^3	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 2.8-2　　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^3	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^2	191.82		191.82	191.82		191.82			
4.13	混凝土构筑物	m^3	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^2	4446.65	889.2	3557.45	4282.25	724.8	3557.45	164.4	164.4	
4.17	烟道（木）	m^3	29.4		29.4	29.4		29.4			
4.19	浆砌石构筑物	m^3	260.08	0.87	259.21	259.79	0.58	259.21	0.29	0.29	
4.20	货架	m^3	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^2	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	砼晒场	m^2	45	45		45	45				

续表 2.8-2　　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	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	
8	文教卫服务设施										恩达村教学点、然爱村委会、芒达村委会（旧）
8.1	数量	家	3	1	2	3	1	2			
8.2	房屋	m^2	1194.76	122.85	1071.91	1194.76	122.85	1071.91			
8.3	乳胶漆墙面	m^2	438.84	438.84		438.84	438.84				
8.4	院落砖石围墙	m^2	828.02	7.02	821	828.02	7.02	821			
8.5	院落土围墙	m^2	402.5		402.5	402.5		402.5			
8.6	砼晒场	m^2	1062.87	195.3	867.57	1062.87	195.3	867.57			
8.7	砼水池	m^3	13.13	1.35	11.78	13.13	1.35	11.78			
8.8	砖石水池	m^3	96	96		96	96				
8.9	垃圾池	m^3	605	605		605	605				
8.10	粪池	个	1		1	1		1			
8.11	花坛	m^3	3.08		3.08	3.08		3.08			
8.12	混凝土构筑物	m^3	9.02		9.02	9.02		9.02			
8.13	水井	m^3	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^3	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^2	150	150		150	150				
9.6	玛尼堆	m^3	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 2.8-2　　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	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	
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^2	79.87		79.87	79.87		79.87			
9.13	经堂	m^2	281.19		281.19	281.19		281.19			然爱村委会经堂
二	镇外单位										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
1	数量	家	5	3	2	5	3	2			
2	房屋	m^2	2469.07	1616.13	852.94	2469.07	1616.13	852.94			
3	墙面装修	m^2	1485.06	1485.06		1485.06	1485.06				
4	地面装修		1419.8	1419.8		1419.8	1419.8				
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^3	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^2	374.8	257.08	117.72	374.8	257.08	117.72			
11	砼晒场	m^2	366.36	213.72	152.64	366.36	213.72	152.64			
12	砼水池	m^3	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^3	6.44	6.44		6.44	6.44				
17	卫星接收器	户	3	3		3	3				
18	藏床	m^3	2.52	2.52		2.52	2.52				
19	混凝土构筑物	m^3	1.28	1.28		1.28	1.28				
20	花坛	m^3	12		12	12		12			
21	零星林木	株	30	30		30	30				

续表 2.8-2　　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	
三	工业企业										昌都市 马查拉煤矿生活区
1	房屋	m^2	5887.83		5887.83	5887.83		5887.83			
2	院落围墙	m^2	2136.6		2136.6	2136.6		2136.6			
3	砼晒场	m^2	1590.57		1590.57	1590.57		1590.57			
4	砼水池	m^3	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^2	116		116	116		116			
8	卫星接收器	户	2		2	2		2			
9	混凝土构筑物	m^3	0.94		0.94	0.94		0.94			
10	浆砌石构筑物	m^3	48.11		48.11	48.11		48.11			
11	水井	m^3	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 2.8-2　　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^2	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 2.8-3　　宗通卡水利枢纽建设征地主要实物指标汇总表

范围		县级	乡级	总面积	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			
					小计	旱地	小计	果园	小计	有林地	灌木林地	小计	天然牧草地	小计	农村住宅用地	小计	工矿仓储用地	小计	公路用地	农村道路用地	小计	河流水面	坑塘水面	内陆滩涂
水库淹没影响区	淹没区	卡若区	芒达乡	3054.8	839.94	839.94			937.89	77.96	859.93	180.78	180.78	15.28	15.28			48.61	44.32	4.29	948.74	948.74		
			沙贡乡	15.17	1.32	1.32			0.63		0.63	0.17	0.17								13.05	13.01		
		类乌齐县	尚卡乡	3135.62	415.92	415.92	23.58	23.58	1341.09	681.62	659.47	159.3	159.3	8.87	8.87			55.18	52.65	2.53	1047.14	1044.57	0.33	
			马查拉煤矿生活区	129.39												129.39	129.39							
		共有土地		31.3					3.53		3.53										27.77	27.51		
		小计		6366.28	1257.18	1257.18	23.58	23.58	2283.14	759.58	1523.56	340.25	340.25	24.15	24.15	129.39	129.39	103.79	96.97	6.82	2036.7	2033.83	0.33	
	影响区	卡若区	芒达乡	42.33					37.35	2.39	34.96							4.98	4.98					
		类乌齐县	尚卡乡	10.08	5.5	5.5			1.81	1.75	0.06	2.77	2.77											
		小计		52.41	5.5	5.5			39.16	4.14	35.02	2.77	2.77					4.98	4.98					
		卡若区		3112.3	841.26	841.26			975.87	80.35	895.52	180.95	180.95	15.28	15.28			53.59	49.3	4.29	961.79	961.75		
	合计	类乌齐县		3275.09	421.42	421.42	23.58	23.58	1342.9	683.37	659.53	162.07	162.07	8.87	8.87	129.39	129.39	55.18	52.65	2.53	1047.14	1044.57	0.33	
		共有土地		31.3					3.53		3.53										27.77	27.51		
		小计		6418.69	1262.68	1262.68	23.58	23.58	2322.3	763.72	1558.58	343.02	343.02	24.15	24.15	129.39	129.39	108.77	101.95	6.82	2036.7	2033.83	0.33	
枢纽工程建设区	永久征地	卡若区	芒达乡	1056.16	257.82	257.82			679.15	17	662.15	50.79	50.79					25.09	0.23	24.86	43.31	42.23		
			沙贡乡	1217.16	287.98	287.98			736		736	63.83	63.83	1.87	1.87			13.65	13.65		113.83	85.7		27.4
		类乌齐县	尚卡乡	244.36	127.39	127.39			110.89		110.89							5.57	5.57		0.51	0.51		
		共有土地		71.48	1.2	1.2			64.61		64.61	0.11	0.11					4.12	4.12		1.44	0.51		
		小计		2589.16	674.39	674.39			1590.65	17	1573.65	114.73	114.73	1.87	1.87			48.43	23.57	24.86	159.09	128.95		27.4
	临时用地	卡若区	芒达乡	149.1	14.44	14.44			130.53		130.53	2.62	2.62								0.03			
			沙贡乡	347.12	204.06	204.06			123.86	1	122.86	0.17	0.17	0.06	0.06			0.33	0.33		16.06	4.67		10.8
		类乌齐县	尚卡乡	244.68					239.31	239.31											1.28	1.28		
		共有土地		21.42					21.42		21.42													
		小计		762.32	218.5	218.5			515.12	240.31	274.81	2.79	2.79	0.06	0.06			0.33	0.33		17.37	5.95		10.8
	合计	卡若区		2769.54	764.3	764.3			1669.54	18	1651.54	117.41	117.41	1.93	1.93			39.07	14.21	24.86	173.23	132.6		38.3
		类乌齐县		489.04	127.39	127.39			350.2	239.31	110.89							5.57	5.57		1.79	1.79		
		共有土地		92.9	1.2	1.2			86.03		86.03	0.11	0.11					4.12	4.12		1.44	0.51		
		小计		3351.48	892.89	892.89			2105.77	257.31	1848.46	117.52	117.52	1.93	1.93			48.76	23.9	24.86	176.46	134.9		38.3
供水管线建设区	永久征地	卡若区	沙贡乡	100.06	57.55	57.55			11.78		11.78	20.43	20.43								10.3			10.3
			俄洛镇	68.98	31.33	31.33			20.59		20.59	9.33	9.33					0.31	0.31		7.42			7.42
			城关镇	4	1.62	1.62			1.07		1.07										1.31			1.31
			卡若区	98.1	49.05	49.05						49.05	49.05											
		小计		271.14	139.55	139.55			33.44		33.44	78.81	78.81					0.31	0.31		19.03			19.0
	临时用地	卡若区	沙贡乡	1082.85	782.72	782.72			121.91		121.91	178.22	178.22											
			俄洛镇	890.35	521.73	521.73			245.14		245.14	116.55	116.55					6.93	6.93					
			城关镇	254	56.26	56.26	59.74	59.74	25.86		25.86	112.14	112.14											
		小计		2227.2	1360.71	1360.71	59.74	59.74	392.91		392.91	406.91	406.91					6.93	6.93					
	合计			2498.34	1500.26	1500.26	59.74	59.74	426.35		426.35	485.72	485.72					7.24	7.24		19.03			19.0
总计				12268.51	3655.83	3655.83	83.32	83.32	4854.42	1021.03	3833.39	946.26	946.26	26.08	26.08	129.39	129.39	164.77	133.09	31.68	2232.19	2168.73	0.33	57.3

本工程建设征地不涉及基本农田。

（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^2、地面装修1419.8m^2、墙面装修1485.06m^2、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^2、院落围墙2136.6m^2、砼晒场1590.57m^2、木质围栏116m^2、浆砌石构筑物48.11m^3、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^2，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6），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7），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。目前不存在压覆重要矿产资源问题。

2.8.3 移民安置规划

2.8.3.1 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（其中水库区377人，坝区339人，供水区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（其中水库区 464 人，坝区 14 人，供水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。

2.8.3.2 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。

2.8.3.3 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。

2.8.3.4 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。

2.9 初期蓄水及运行方式

2.9.1 初期蓄水

本工程计划于施工期第 5 年 11 月初导流隧洞下闸蓄水，采用导流隧洞进口平板闸门下闸，第 5 年 12 月初蓄水至发电水位，初期蓄水期生态流量为 16.3m^3/s。

按 11 月份保证率 80%的月平均流量 57m^3/s 蓄水计算，扣除下游生态供水流量 16.3m^3/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 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 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 1.2m 的圆形生态放水孔，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，采用生态泄水孔供水，最小生态流量按 16.3m^3/s 考虑。水位上升至溢洪道堰顶堰顶高程 3462m 以上后，关闭生态泄水孔阀门，利用溢洪道闸门进行控泄。

2.9.2 水库调度运行方式

宗通卡正常蓄水位 3474m 到死水位 3464.0m 之间的库容有 4479 万 m^3。水库蓄满后，当入库流量大于供水、灌溉需水和生态基流之和时，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。枯水期，当入库流量小于供水、灌溉和生态基流之和时，水库入库流量下泄，供水、灌溉需水量由水库供给，可在保障向卡若区供水的同时，生态用水不至于恶化。初拟水库运行方式如下:

（1）当来水大于生态基流与供水流量(城市用水+灌溉用水)之和时，扣除供水以外的流量可用于发电，发电流量应考虑生态流量要求，按不小于生态基流控制；电站以日调节方式运行，初拟日调节消落水位不低于3472m。

（2）当来水小于生态基流与供水流量(城市用水+灌溉用水)之和时，优先保障供水，其次为生态基流用水，电站按基荷方式运行。相应措施为:

1） 当来水小于生态基流与供水流量之和、且大于生态基流时，发电结合生态流量要求按生态基流下泄，供水流量不足部分由水库补足;

2） 当来水小于生态基流时，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。

2.9.3 河道生态基流泄放要求

依据水力学法、水文学法、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～次年 3 月生态流量为 16.3m^3/s，4 月的生态流量为 31.7m^3/s，5 月～10 月生态流量为 41.4m^3/s。

为满足下游河道生态基流的用水要求，宗通卡水库通过生态小机组泄放生态用水，具体调度方式为：当水库来水大于生态基流 16.3m^3/s 时，水库下泄到下游河道水量不小于 16.3m^3/s，多余水量蓄至水库中；当水库来水小于 16.3m^3/s 时，水库停止蓄水，按来水泄放到下游河道。

2.10 工程投资

按 2017 年 6 月物价水平计算，工程总投资 499136.49 万元。其中，枢纽工程静态总投资 218436.87 万元,供水工程静态总投资 152600.17 万元，灌区工程静态总投资 1674.33 万元，水库移民征地补偿投资 98829.50 万元等。

3 环境现状调查与评价

3.1 自然环境

3.1.1 地形地貌

宗通卡水利枢纽工程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。

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。

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）。

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。

3.1.2 地 质

工程区大地构造上属于羌北–昌都–思茅（微）陆块（Ⅲ1）西部。羌北–昌都–思茅（微）陆块（Ⅲ1）形成于印支期（晚二叠纪–晚三叠纪），分别以班公错一怒江缝合带和金沙江缝合带为边界。区内主要断裂为 NW－NWW 向。其构造属性、规模、活动时代、活动强度等具有明显的差异，NW－NWW 向断裂规模较大，有些具深大断裂性质，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，规模也较大，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） 水库区

水库区位于昂曲中下游河段，地势整体北高南低，属于青南藏东山原区，为高原区高山峡谷地貌。目前，河床一般宽 35～70m，河床大多基岩裸露，河漫滩不发育，正常蓄水位 3474m 高程时，库水面宽 70～500m 不等，蜿蜒展布。

在河流的一岸或两岸见有阶地，大多只在一岸分布有阶地。阶地分为三级阶地。Ⅰ级阶地分布范围较广，其中面积较大的分布在马查拉煤矿生活区、芒达乡、希奇目及然爱村等地，顺河流呈长条状或长圆形展布，规

模相对较大，阶地台面一般高出河床 6～28m，台面高程 3434～3496m; II 级阶地分布不连续，阶地台面一般高出河床 30～62m，阶地台面高程 3450～3530m。比较大的阶地分布在索村、宗通卡、白措村、乃机卡、芒达乡、圭卓、希奇目、引刀贡、洗枪、夏达、索社等;III级表现为基座阶地，侵蚀严重，在一些大的II级阶地后缘残留有一些III级阶地物质及台地，阶地台面一般高出河床 70～105m，阶地台面高程 3500～3570m。阶地台面上大多种植有青稞。

昂曲河两岸溪沟较发育，溪沟流向多为 NNE 或 SSE,其中库区较大的溪沟左岸有芒达曲，回水长约 0.9km，右岸有恩达曲，回水长约 1.4km。

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）;第四系地层主要有冲积、洪积、冲洪积、崩坡积等。

宗通卡库区处于芒达复向斜（①芒达向斜、②粘被背斜、③沙贡向斜）西南翼次级褶皱沙贡向斜核部附近（见图 3.1.2–1）。芒达复向斜位于芒达、沙贡一带，呈北西向展布，北部仰起，核部最新地层为下白垩统老然组棕红、灰色岩屑砂岩。翼部为侏罗系紫红色砂泥岩。它由一系列近于平行连续发育的背、向斜褶皱组成，褶皱形态类型属水平褶皱，总体表现为向斜开阔，核部产状平缓,倾角10°～20°;背斜较紧密,核部产状较陡,倾角50°～60°，并在软弱岩层内出现复杂的寄生褶皱。另外还表现出西翼平缓，东翼较陡，褶皱逐渐紧密的特点。库区岩层总体倾向 NE，倾角 22°～70°。在芒达乡至校当见有北西向展布的小型褶皱，为芒达向斜内的寄生褶皱。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。

库区岩石为砂岩、泥质粉砂岩、泥岩、页岩等碎屑岩类。除砂岩外其

它岩石泥质含量较高，软化系数低，岩体抗风化能力较差，受地表水、地下水及气候等因素影响明显，地表岩体多呈强风化～弱风化状。该区域强化层厚度一般 3～6m；弱风化层厚度一般 5～20m。

库区两岸在山坡陡峻地带，岩石裸露，岩体浅表层卸荷明显，砂岩间的泥岩、页岩等风化剥蚀后，形成悬空的岩体，加之岩体裂隙较发育，在节理裂隙不利组合影响、重力、冻融等作用下，会加速岩体崩塌。库区的崩塌体的规模一般较小。推测两岸强卸荷水平深度 2～5m，弱卸荷水平深度 5～10m。

（2） 枢纽区

枢纽区昂曲河在平面上近似呈斜“S”型，河谷为“U”型谷。河流总体流向由 NW 至 SE，河床最低高程约 3407m，两岸山脊最大高程大于 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）。

1） 左 岸

左岸山坡坡度一般 25°～40°，局部 20°～30°，谷底地形较平缓，地形坡度 3°～15°。左岸冲沟较发育，局部分布有Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级阶地（见照片 3.1-1）。

Ⅰ级阶地：左岸Ⅰ级阶地主要分布于上坝址，平面上呈“弯月”形，阶面高程 3420～3436m，阶面平缓，长约 800m，宽 20～130m 不等，前缘以高约 6～20m 陡坡（坎）与河床相接，后缘以高约 8～10m 的陡坡与Ⅱ级阶地相接。

Ⅱ级阶地：Ⅱ级阶地分布于上坝址处，平面上呈“弯月”形，阶面高程 3440～3447m，阶面平缓，长约 320m，宽约 20～60m。

Ⅲ级阶地：Ⅲ级阶地分布于上坝址左坝肩之上，阶地前缘高程 3504～3514m，阶面高程 3534～3538m，后缘被崩坡积层所覆盖，阶面地形坡度

3° ~12° 。阶面长约 210m，宽约 50m。

阶地后缘以上山坡坡度：上游段约为 20° ~40° ，下游段约为 25° ~40° 。左岸分布有一条冲沟—枢纽区②号冲沟，该冲沟位于左岸下坝址坝轴线下游约 400m。

左岸植被稀疏，见草和零星的灌木。高程 3415~3435m 分布有一条宽约 3~5m 的乡村简易公路。

2） 河床及漫滩

河床面高程 3404~3413m，地面平缓，地形坡度一般小于 5° 。丰水期河水位 3410~3416m，河床宽 60~85m，水深 3~8m。

漫滩主要分布在上、下坝址之间右岸，呈条带状发育，长度约 300m，宽度 10~30m 不等。

3） 右 岸

右岸山坡坡度一般 25° ~35° ，局部 30° ~45° ，谷底地形较平缓，地形坡度 3° ~10° 。右岸冲沟较发育，局部分布有Ⅰ、Ⅲ级阶地。

Ⅰ级阶地：右岸Ⅰ级阶地主要分布于上坝址下游，在上坝址上游 400m 亦有分布。阶面高程 3419~3433m，地面平缓，长约 1000~2000m，宽约 20~140m，前缘以高约 6~22m 陡坡（坎）与河床相接。

Ⅲ级阶地分布于下坝址右坝肩下游侧。阶地前缘高程为 3468~3472m，阶面高程为 3490~3515m，后缘被崩坡积层所覆盖，阶面地形坡度 3° ~15° 。阶面长度约 320m，宽度约 120m。

阶地后缘以上山坡坡度：上游段为 25° ~40° ，下游段为 20° ~35° 。右岸分布有一条冲沟—枢纽区①号冲沟，该冲沟位于右岸上坝址坝轴线下游约 160m 处。右岸植被茂密，树木茂盛。在高程 3428~3457m 分布有一条宽约 4~5m 的乡镇公路，该公路为沥青路面公路。

枢纽区基岩为侏罗系上统小索卡组（J_{3X}）地层；第四系覆盖层主要为

更新统冲积层（Q_P^{al}）、全新统冲积层（Q_4^{al}）及崩坡积层（Q^{col+dl}），覆盖层主要分布于谷底平缓地带。

枢纽工程区在大地构造上位于羌塘地块上，地质构造较复杂。坝址区位于芒达复向斜的次级褶皱沙贡向斜核部附近（图 3.1.2-3），受地质构造影响，区内岩层产状变化较大，伴生褶皱发育。褶皱、层间挤压错动带、裂隙为坝址区的主要构造形迹。

（3） 供水及灌溉工程区

宗通卡坝址至昌都市城区段昂曲河流整体呈近 SE 向蜿蜒流向下游。河谷为对称的“U”型宽谷，谷底高程 3200～3410m，平均纵坡降 3‰。

宗通卡坝址至昌都市城区供水管道沿昂曲两岸布置。管道沿线地貌主要为河谷斜坡（见照片 3.1－2）、河流阶地平台（照片 3.1－3）。

宗通卡坝址至昌都市城区，按管道经过的河谷斜坡、河流阶地平台地貌特征大致可将左岸管道沿线地貌分为 3 段,右岸管道沿线地貌分为 3 段，现分述如下:

1） 左岸管道地貌

格学村至穷卡村段：该段管道工程沿线多为河流阶地地貌，约占 85%，少量斜坡地貌。河流阶地多为一级阶地，少量二级阶地，分布高程 3406～3433m，地形较缓，地形坡度约 0° ～15° 。斜坡地貌多为基岩与崩坡堆积体，管道经过高程 3430～3450m，斜坡一般高大于 30m，地形稍陡，地形坡度约 25° ～40° ，坡顶局部崩落形成陡崖。

穷卡村至沙通村段：该段管道工程沿线多为河谷斜坡地貌，约占 80%，少量河流阶地地貌。该段管道沿斜坡布置，高程约 3315～3450m,河谷斜坡高多大于 20～50m，多为基岩边坡，少量为三级阶地平台前缘坡、第四系崩坡堆积斜坡。地形多较陡，地形坡度一般 30° ～50° ，少量 20° ～30°

和大于 50°，局部坡顶崩落形成陡崖。经过河流阶地平台 5 段，高程多在 3420～3430m，以二级阶地平台为主，局部地段为一级阶地。地形较缓，地形坡度 0°～15°。

沙通村至小恩达村段:该段管道工程沿线多为河流阶地地貌,约占 70%,少量斜坡地貌。河流阶地地貌多为一级阶地，少量二级阶地，分布高程 3220～3315m，地形较缓，地形坡度约 0°～15°。斜坡地貌多为基岩与崩坡堆积体，管道经过高程 3255～3315m，多沿乡村公路外侧布置，公路外侧斜坡一般高约 15～20m，地形稍陡，地形坡度约 30°～45°。

2） 右岸管道地貌

卡洛村至果洛村段：该段管道工程沿线多为河谷斜坡地貌，约占 55%，其余为河流阶地平台地貌,约占 45%。该段管道沿乡村公路,高程约 3380～3440m,河谷斜坡高多大于 20～40m，多为基岩边坡，少量为二级阶地平台前缘坡、第四系崩坡堆积斜坡。地形多稍陡,地形坡度一般 20°～45°,少量大于 45°,局部因公路开挖崩落形成约 75°。经过河流阶地平台 6 段，高程多在 3385～3420m，以一级阶地平台为主。地形较缓，地形坡度 0°～15°。

果洛村至江卡村段：该段管道工程沿线多为河流阶地平台地貌，约占 75%，其余为河谷斜坡地貌，约占 25%。河流阶地地貌多为一级阶地平台，少量二级阶地平台，分布高程 3285～3380m，地形较缓，地形坡度约 0°～15°。斜坡地貌多为基岩与崩坡堆积体、少量为二级、三级平台前缘坡地，管道经过高程 3275～3390m，多沿乡村公路布置，公路外侧斜坡一般高约 15～30m，内侧斜坡高一般 5～25m。地形稍陡，地形坡度约 30°～45°，少量大于 45°，局部因公路开挖崩落形成约 75°。

江卡村至白格村段：该段管道工程沿线多为河谷斜坡地貌，约占 85%，其余为河流阶地平台地貌，约占 15%。该段管道沿河谷斜坡坡角及阶地平台

后缘布置，高程约 3225～3285m,河谷斜坡高多大于 20～40m，多为基岩边坡,少量为第四系崩坡堆积斜坡。地形多较陡,地形坡度一般 35°～55°，少量大于 55°，局部崩落形成陡崖。经过河流阶地平台（白格村、昌都电站大坝右岸）2 段，高程多在 3245～3265m，以一级阶地平台为主。地形较缓，地形坡度 0°～15°。

灌区、供水管道工程区出露的基岩为白垩系老然组（K_1l）、侏罗系上统小索卡组（J_{3X}）、中统东大桥组（J_2d）、土拖组（J_2t）、下统查郎嘎组（J_1ch）;第四系有三级阶地堆积（Q_P^{al}）、二级阶地堆积（Q_4^{1al}）、一级阶地堆积（Q_4^{2al}）、河漫滩冲积（Q_4^{3al}）、冲洪积（Q_4^{al+pl}）、泥石流堆积（Q_4^{sef}）、残坡积（Q_4^{el+dl}）、滑坡堆积（Q_4^{del}）及崩坡积（Q_4^{col+dl}）。见图 3.1.2-4。

灌区、供水管道工程在大地构造上位于羌塘地块上,地质构造较复杂。基岩地层总体走向 290°～340°，倾向 NE（下游）,倾角以 30°～55°为主。局部受褶皱或断层影响，岩层产状变化较大。

灌区、供水线路工程区发育区域断裂（俄洛桥断裂 F8）一条，断层走向 315°～340°倾向 NE，倾角 50°～75°，断层带宽约 30m，带内以糜棱岩为主,偶见灰岩构成,为一压性逆冲断层,地质测绘时,未见明显露头点，该断层在地形上多表现为凹槽，被第四系覆盖。

3.1.3 气候与气象

工程区地处青藏高原东南部，属高原温带半干旱季风气候区，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，具有分布明显及区域性差异特点。

根据昌都气象站 1951 年建站以来多年气象特征值统计，多年平均降雨量 491mm，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 1597mm；多年平均气温 7.8℃，历年最高气温 33.4℃,最低气温-20.7℃;多年平均日照 2412h;多年平均雪日数 46.7d;多年平均风速 1m/s，最大风速 15m/s（NW)。

3.1.4 水资源

（1） 地表水

根据《澜沧江流域综合规划报告》，昂曲流域面积 17715km^2，流域地表水资源量 61.0 亿 m^3，地下水资源量 27.0 亿 m^3，水资源总量 61.0 亿 m^3。根据《西藏自治区水资源公报（2015 年）》，昌都市 2015 年地表水资源量 325.61 亿 m^3，地下水资源量 104.56 亿 m^3，水资源总量 325.61 亿 m^3，水资源总量较多年平均偏少 28.7%。

2015 年昌都市经济社会用水总量 3.319 亿 m^3，全市现状水资源开发利用率约 0.73%。2015 年昌都市用水现状情况详见表 3.1.4-1。

表 3.1.4-1　　2015 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^3）	比例（%）	类型	用水量（亿 m^3）	比例（%）
居民生活用水	0.142	4.3	地表水源供水量	3.037	91.5
工业用水	0.126	3.8	（1）蓄水工程	0.16	4.8
城镇公共与环境用水	0.178	5.4	（2）引水工程	2.837	85.5
农田灌溉用水	2.22	66.9	（3）提水工程	0.04	1.2
林牧渔畜用水	0.653	19.7	地下水源供水量	0.282	8.5
合计	3.319	100.0	合计	3.319	100.0

昂曲流域上游海拔高，自然条件恶劣，人口稀少，经济发展水平滞后，下游海拔相对较低，自然条件相对较好，昌都市卡若区是流域内人口密集、经济相对发达区域，人口、经济体量在流域占显著比重。

由于资料欠缺，根据 2014 年卡若区人口、经济、耕地面积在昌都市占比估算，卡若区生活用水占比约 26.9%，工业用水占比约 33.8%，公共与环境用水占比约 70.95%，农田灌溉用水占比约 11.2%，林牧渔畜用水占比约 6.66%，据此估算卡若区现状经济社会用水总量约为 0.5 亿 m^3 左右，估算用水量占全市总用水量约 15%左右。

卡若区下辖 3 镇 12 乡，其中，芒达乡、沙贡乡、俄洛镇位于昂曲流域，

城关镇（昌都镇）用水一部分取自扎曲、一部分取自昂曲，若巴乡位于色曲支流若曲、埃西乡位于埃曲，嘎玛乡、约巴乡、柴维乡、日通乡、如意乡、面达乡、拉多乡、妥巴乡位于扎曲干流及其支流热曲、盖曲等。据此分析，卡若区在昂曲流域取用水量不大。

（2） 地下水

昌都所处的高原断块是由相对稳定的块体与比较活动的狭窄条带相间的构造组成，基岩山区地下水分布受构造、岩性、地貌控制。根据地矿部《昌都地区综合水文地质报告》，区域内岩溶水单泉流量最大 470L/s，岩浆岩裂隙水单泉流量最大 15.8L/s，砂岩裂隙水单泉流量最大 72L/s，总体上，区内大泉暗河系统不发育，以裂隙性岩体含水为主。主要有以下特点：岩性上，区内碳酸盐岩呈狭窄条带状分布，主要地下水为碎屑岩类裂隙水。构造上，区内含水构造主要以大型断块及边缘断裂带、紧密褶皱带、岩浆岩与围岩接触带的构造裂隙最发育，蕴藏的地下水相对较为丰富。

区内断块构造发育，断裂带地下水的线性特征显著，在断裂谷、带状山间盆地、热温泉呈带状分布；沿强烈剪切的陆壳裂片分布地热异常，地下水多沿断裂（断层）以泉水的形式排泄于地表。在地貌上，高山地带受冰缘融雪补给条件优越，基岩裂隙水相对丰富；而河谷地带（特别是干热河谷），气候上为横断山“雨影区”，降雨量仅 200-400mm，地形陡俊，地表水土流失严重，植被稀少，地下水补给较为贫乏，泉点分布少，流量甚微。

泉是地下水涌出地表的天然水点。根据泉水的补给来源（含水层埋藏条件）和成因（出露条件）将泉分为上升泉和下降泉两个大类。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，具体统计情况如表 3.1.4-2 所示。

表 3.1.4-2　　泉点特征情况统计表

编号	经度	纬度	出露地层	类型	流量（L/s）	开发利用状况	地下水类型
Q1	96° 52 ‘26.04”	31° 23’ 47.54”	J_3x	下降泉	约 0.1	生活生产用水	基岩裂隙水
Q2	96° 42 ‘56.51”	31° 35’ 09.32”	J_1w	下降泉	约 0.2	生活生产用水	基岩裂隙水
Q3	96° 50 ‘03.95”	31° 27’ 53.91”	J_3x	下降泉	约 0.2	生活生产用水	基岩裂隙水
Q4-1	96° 51 ‘08.51”	31° 23’ 35.76”	J_3x	下降泉	约 0.4	生活生产用水	基岩裂隙水
Q4-2	96° 51 ‘07.40”	31° 23’ 29.28”	J_3x	下降泉	约 0.4	生活生产用水	基岩裂隙水
Q5	96° 50 ‘07.97”	31° 25’ 46.98”	J_3x	下降泉	约 0.7	生活生产用水	基岩裂隙水
Q6	96° 48 ‘32.77”	31° 29’ 25.07”	J_3x	下降泉	约 0.3	生活生产用水	基岩裂隙水
Q7	96° 48 ‘34.4”	31° 29’ 26.24”	J_3x	下降泉	约 0.1	生活生产用水	基岩裂隙水
Q8	96° 44 ‘39.89”	31° 34’ 52.26”	J_2d	下降泉	约 0.3	生活生产用水	基岩裂隙水
Q9	96° 47 ‘09.89”	31° 31’ 40.18”	J_2d	下降泉	约 0.5	生活生产用水	基岩裂隙水
Q10	96° 48 ‘18.49”	31° 27’ 20.48”	J_3x	下降泉	约 0.6	生活生产用水	基岩裂隙水
Q11	96° 49 ‘16.4”	31° 27’ 33.6”	J_3x	下降泉	约 0.6	生活生产用水	基岩裂隙水
Q12	97° 02 ‘14.64”	31° 11’ 10.92”	J_2d	下降泉	约 0.5	未利用	基岩裂隙水
Q13	96° 59 ‘54.36”	31° 11’ 26.62”	J_2d	下降泉	约 0.3	生活生产用水	基岩裂隙水
Q14	96° 56 ‘21.46”	31° 13’ 23.26”	J_3x	下降泉	约 0.5	生活生产用水	基岩裂隙水
Q15	96° 57 ‘57.35”	31° 16’ 21.67”	J_3x	下降泉	约 0.4	生活生产用水	基岩裂隙水
Q16	96° 57 ‘23.03”	31° 20’ 50.73”	J_1w	下降泉	约 0.4	生活生产用水	基岩裂隙水
Q17	97° 00 ‘48.80”	31° 12’ 13.83”	J_3x	下降泉	约 0.2	生活生产用水	基岩裂隙水

区内温泉主要沿主要断裂构造带分布，受活动断裂构造控制明显。主干断裂被横向张扭断裂切割处以及构造线转折部位、活动断裂带，大部分温泉呈串珠状分布。温泉水 PH 值一般 6～9，属中偏碱性，泉流量 20 至 60L/s，部分温泉中（W1 与 W2）砷含量较高；同时，受断裂构造作用影响，深循环地下水在循环、径流过程易于同浅层地下水混合或以温泉的形式出露汇入地表水体，该类深循环地下水多在温泉周边呈线性排泄、深循环地下水径流、排泄量约为温泉流量的数倍至十倍左右（经验判断）。该类水体同浅层地下水混合或汇入地表水中，导致部分区域水体中砷含量较高、进而对下游地下水水质变化构成风险。

其中 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。

3.1.5 水文、泥沙

昂曲流域地势高峻，气候干冷，降水强度小，历年变化不大，流域内很少有日降水大于 50mm 的暴雨。雨季多受西南季风控制，由于海拔较高，即使在气温较高的夏秋季节，亦有部分降水以降雪的形式出现。流域洪水主要由降水形成，属暴雨洪水，春季融雪有时也形成洪水。

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。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 83.4％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 1.63%，该月径流补给来源主要是大气降水；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。

宗通卡坝址位于昂曲下游，昂曲属山区性河流，位于雪域高原区，径流补给中雪山融水、地下水占有较大比重，人类活动主要为牧业，农业比重低，泥沙侵蚀模数不大。据澜沧江干流昌都站 1960～2014 年实测

泥沙资料统计，昌都站多年平均含沙量 0.731kg/m^3，平均悬移质输沙模数 205t/km^2·a。采用经验系数法估算宗通卡坝址多年平均推移质输沙量为 33 万 t。

3.1.6 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。

各灌溉片区为阶地平台，地形平缓，为一级、二级阶地堆积，阶段物质主要为壤土、碎石土、砂卵石、卵漂石，少量碎块石等。透水性较强。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。根据赋存条件，可分为松散堆积层孔隙水和基岩裂隙水。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。

3.2 陆生生态

3.2.1 调查时间、范围及方法

（1） 调查时间

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

（2） 调查范围

调查范围包括包括枢纽工程区、库区、供水工程区、灌区、存弃渣场、料场、移民安置区等。

（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，报告编写的过程中，同时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，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 25。

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 45 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、供水工程区、灌区的相关生境。具体调查样线及点位情况见表 3.2.1-1

表 3.2.1-1　　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

3.2.2　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。

表 3.2.2-1　　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 生态系统
面积（hm^2）	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^2，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，其植被类型以针叶林、落叶阔叶林为主，常见有川西冷杉林（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、大鵟、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^2，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*）、褐岩鹨（*Prunella fulvescens*）、北红尾鸲（*Phoenicurus ochruros*）、橙翅噪鹛（*Garrulax elliotii*）、灰眉岩鹀（*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^2，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 centrasiaticum*）、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（*Pyrrhocorax 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 711.45hm^2，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 leucocephahus*）等。

（5） 农业生态系统

评价区农业生态系统面积为 2273.13hm^2，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^2，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。

3.2.3 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，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%。

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 203 属，其中野生维管束植物 445 种，隶属于 68 科 197 属（附录 1）。属在植物分类学上被认为是一个外部形态特征和分布区都是相对稳定的而且易于区别的等级，在区系特征的分析上具有特别的意义。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。

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。

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

1） 植被区划

根据《西藏植被》(中国科学院植物研究所，1988）一书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，19 个群系。评价区人工植被主要为人工林和农作物。有关评价范围的植被分类系统、主要植被概况及其在评价范围的分布详见。

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，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（Form. *Picea likiangensis* var. *balfouriana*）和大果圆柏群系（Form. *Sabina tibetica*）。评价区针叶林面积为 618.12hm^2，占评价区面积的 7.51%。

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，优势种为水枸子（*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，优势种为薹草（*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，优势种为水枸子，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 159.12hm^2，占评价区面积的 1.93%。

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。主要有水枸子群系、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 2458.96hm^2，占评价区面积的 23.14%。

水枸子群系（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，优势种为水枸子，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*）、毛球莸（*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，伴生种有水枸子、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、薹草、垂穗披碱草、槲蕨（*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*),伴生种有水枸子、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，伴生种有水枸子、小叶香茶菜、毛球莸等；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。

长刺茶蔗子群系（Form. *Ribes alpestre*）在评价区零星分布，群落高约 1m，盖度 60%左右，优势种为长刺茶蔗子，盖度 50%，高约 1.2～1.8m，伴生种有水栒子、毛球荛、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*）、[艹/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#存弃渣场），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、旱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 1179.63hm^2，占评价区总面积的 14.33%。

长芒草群系（Form. *Stipa bungeana*）是一种比较喜暖温的旱生多年生禾草，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 gymnandrum*）、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、萹蓄（*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、萹蓄、反苞蒲公英、肉果草(*Lancea tibetica*)、小苜蓿(*Medicago minima*)、露蕊乌头、麻花艽(*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处，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*）、萹蓄、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、麻花艽（*Gentiana straminea*）等。样方地点：淹没区（左岸上游 1#存弃渣场），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：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，两岸山体较雄厚，山坡坡度较陡。基于此，枢纽工程区不利于农耕，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显示，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丛为主，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。路边及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，以枢纽工程区的植被垂直分布特征较为明显。详见 3.2.5 节枢纽工程区生态环境现状。

（3） 重点保护植物和古树名木

1） 重点保护野生植物

依据《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莨菪(*Anisodus tanguticus*)。山莨菪为茄科山莨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。

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。

（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^2，永久占用国家二级公益林 69.57hm^2，分别占区域国家二级公益林总面积(354km^2)的 0.008%和 0.20%。见附图 22。

建设单位应根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》的相关要求编制建设项目使用林地可行性报告，报林业主管部门审核审批。

3.2.4 陆生动物

2016 年 8 月，华中师范大学对本工程评价区的陆生动物现状进行了实地调查。在调查过程中，根据工程特点，选择典型生境进行考察分析，采用样线法、样方法对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 3.2.4-1。

表 3.2.4-1　　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；根据《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)，国家和自治区保护级别的效力是同等的，因此在统计重点保护种类时将国家和自治区级重点保护种类进行合并统计。评价范围内共记录有国家和自治区 I 级重点保护野生动物 15 种；国家和自治区 II 级重点保护野生动物 18 种。

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-IVB 青海藏南亚区-青藏东布省（IVB2）-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占较为明显的优势。动物分布的特点和区系特征吻合。评价区处于古北界和东洋界的交界处，由于横断山区独特的地形地貌特点，使区域内成为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(*Scutiger 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）: 包括高山倭蛙 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（名录见附录），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）：包括玉斑锦蛇（*Elaphe mandarina*）1 种。它们主要在评价区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（名录见附录）。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 9 种，即胡兀鹫（*Cypaetus barbatus*）、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*）、斑尾榛鸡（*Bonasa sewerzowi*）、雉鹑（*Tetraophasis obscurus*）；国家和自治区 II 级重点保护鸟类 10 种，即赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）、苍鹰（*Accipiter gentilis*）、燕隼（*Falco subbuteo*）、血雉（*Ithaginis cruentus*）、藏雪鸡（*Tetraogallus tibetanus*）、白马鸡（*Crossoptilon crossoptilon*）、环颈雉（*Phasianus colchicus*）、长耳鸮（*Asio otus*）、雕鸮（*Bobo bobo*）和绯胸鹦鹉（*Psittacula alexandri*）。

② 区系组成

在评价范围内的鸟类中，有东洋种有 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优一定比例，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%，大对数为夏侯鸟。

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）：包括䴙䴘目和雁形目鸭科种类：凤头䴙䴘（*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，它们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）：包括鹳形目、鹤形目和鸻形目的牛背鹭（*Bubulcus ibis*）、红脚鹬（*Tringa totanus*）共 2 种，它们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。它们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，它们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、

鹃形目戴胜目和鴷形目的普通夜鹰（*Caprimulgus indicus*）、绯胸鹦鹉、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，它们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*）等共有 41 种，它们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（名录见附录），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 6 种，为赤狐（*Vulpes vulpes*）、藏狐（*Vulpes ferrilata*）、香鼬（*Mustela altaica*）、黄鼬（*Mustela sibirica*）、白唇鹿（*Gervus albirostris*）和林麝（*Moschus berezovskii*）；国家和自治区 II 级重点保护哺乳类 8 种，为猕猴（*Macaca mulatta*）、黑熊（*Selenacros thibtanus*）、小熊猫（*Ailurus fulgens*）、水獭（*Aonyx cinerea*）、黄喉貂（*Martes flavigulu*）、豹猫（*Felis bengalensis*）、斑羚（*Naemorhedus goral*）和岩羊（*Pseudois nayaur*）。

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）: 此种类型的有藏鼩鼱（*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。它们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）: 评价区内只有 1 种，即水獭。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区共有国家和自治区 I 级重点保护野生动物 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;国家和自治区 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。具体保护种类如下表 3.2.4-3 所示。

3.2.5 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

坝址位于卡洛村，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，主要有小叶栒子灌草丛（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*）等。枢纽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。

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 个断面做植被的剖面分析，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，常见植物有水栒子、鸡骨柴、密花香薷、毛球莸等；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。

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，常见为水栒子、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、水枸子灌丛、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,主要为以水枸子灌丛、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、圆叶枸子灌丛、密花香薷灌草丛等。

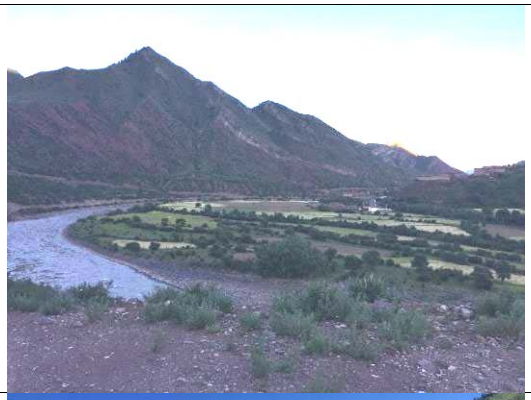
沿河两岸典型的植被剖面是河滩地→灌丛及灌草丛带→森林带，部分河岸地带为河滩地→农作物带→灌丛及灌草丛带→森林带，部分河段无森林带。河滩地比较窄，一般只有几米，受水位涨落的影响，植被极其稀疏，多覆盖为砾石。部分河滩地之上分布有农作物，农作物带的宽度主要受人为影响，根据现场调查，农作物带因为地形及人为因素，其带宽一般较窄，主要作物为小麦、青稞等。灌草丛主要有密花香薷灌草丛、尼泊尔酸模灌草丛和鸡骨柴灌草丛等常见植被。森林植被主要有大果圆柏林、人工种植的左旋柳林等。整体看来，宗通卡水利枢纽淹没区植被以灌草丛为主，均为本地区比较常见的种类。

（2） 供水及灌溉工程区生态环境现状

通过供水干管、支管将水输送至各灌区片区。灌区新建支管长约 2.91km，支管连接微干管，通过微干管、微支管对林草地进行灌溉。供水支管末端

设置分水池，通过斗渠、农渠向农田输水灌溉。灌区内共布置 18 座分水池，阀门井 20 座。供水和灌溉工程区生态环境现状见表 3.2.4-2。

表 3.2.4-2　　供水和灌溉工程区生态环境现状

序号	灌片	陆生植物现状	陆生动物现状	现场照片
1	A02	主要为农业植被（如：青稞、燕麦）	西藏蟾蜍、红隼、环颈雉、红嘴山鸦等	
2	A20	主要为农业植被（如：玉米、青稞）	高原山鹑、山斑鸠、大杜鹃、喜鹊、高原兔等	

续表 3.2.4-4　　供水和灌溉工程区生态环境现状

序号	片名	陆生植物现状	陆生动物现状	现场照片
3	B11	主要为农业植被（如：青稞、燕麦）	戴胜、黄臀鹎、白顶溪鸲、白鹡鸰、灰鼠兔等	
4	B20	主要为农业植被（如：阳芋、青稞、燕麦）	高山兀鹫、高原山鹑、橙翅噪鹛、喜鹊等	

（3） 存弃渣（存料）场生态环境现状

1） 枢纽工程区

枢纽工程区共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。

右岸上游存料场布置于坝址右岸上游 1.3km 处，占地面积 4.8hm^2，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^2，存料场顶部高程 3448m。植被主要为灌丛，也分布有少量的草丛，如水枸子灌丛、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7.2hm²。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 hm²，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#），弃渣场坡比均为1：2，每隔10m高程设置一条2m宽的马道。工程开挖利用料考虑就地回填，故不另设置回填备料场。

弃渣场主要设置在山脚的山坡和山坳处，所占植被主要为农作物以及少量的灌丛、草丛。农作物主要为青稞、小麦、豌豆等，灌丛主要为砂生槐灌丛、鸡骨柴灌丛等，草丛主要为长芒草草丛、毛莲蒿草丛等。

（4） 料场生态环境现状

根据工程资料可知，本工程共布置1个块石料场及1个砂砾石料场，另外部分粗砂和碎石垫层料采用商品料。

1） 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。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。本区域中生活的动物常见的有西藏蟾蜍、白鹡鸰、淡色崖沙燕、白顶溪鸲、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 1.5km，结合右岸上游存料场布置，存料利用完后作为砂砾石料场，生态现状同前述右岸上游存料场。

（5） 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。

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。

（6） 施工道路生态环境现状

昌都至坝址途径 G317 和地方道路，总里程约 63km，其中 G317 里程约 20km，地方公路里程约 43km。枢纽工程区场内道路总长度约 21.72km，其

中左岸道路有：1#、3#、5#、7#公路，全长 7.95km；右岸道路有：2#、4#、6#、8#及 1#石料场路（其中有改扩建道路 9.5km），全长 13.77km。供水工程场内道路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，新建道路长约 25km。灌溉工程场内交通可利用两岸地方公路及供水工程新建施工道路，并新建场内道路长约 5km。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。

（7） 移民安置区生态环境现状

本工程规划设计水平年生产安置人口 793 人；搬迁安置人口规模为 478 人。

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。根据现场调查，现有的村庄附近多为农作物，主要种植有青稞（*Hordeum vulgare* var. *nudum*）、燕麦（*Avena sativa*）、玉米（*Zea mays*）、阳芋（*Solanum tuberosum*）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（*Pyrrhocorax pyrrhocorax*）、高原兔（*Lepus oiostolus*）等。

3.2.6 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 3.2-13。

评价区总生物量 2.80×10^{5}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 637.92hm^{2}，占 7.70%，生物量 9.99×10^{4}t，占评价区总生物量 35.68%；灌丛面积为 2677.95hm^{2}，占 31.81%，生物量 8.91×10^{4}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^{4}t，占评价区总生物量的 13.61%；农作物面积达 2273.13hm^{2}，生物量 1.36×10^{4}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

根据现场调查和卫片解译，结合枢纽工程区和库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 3.2.6-2。

枢纽工程区总生物量为 1.45×10^{5}t，平均每公顷的生物量为 44.61t。

2） 供水及灌溉工程区

根据现场调查和卫片解译，结合供水和灌溉工程区地表植被覆盖现状和植被立地情况，将该区植被类型划分为 7 类，评价区自然体系生产力现状见表 3.2.6-3。

表 3.2.6-1　　评价区自然体系生产力

植被类型	代表植物	面 积（hm^2）	占评价范围比例（%）	平均生产力（$t/hm^2.a$）	平均生物量（t/hm^2）	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
经济林	左旋柳	255.06	3.08	10.43	53.04	13528.38	4.83
灌丛	圆叶茼子、长刺茶藨子、砂生槐	2677.95	32.31	6.25	33.26	89068.62	31.81
草地	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^2，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 3.2.6-2　　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^2）	占评价范围比例	平均生产力（$t/hm^2.a$）	平均生物量（t/hm^2）	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
经济林	左旋柳	53.28	1.61	10.43	53.04	2825.97	1.95
灌丛	圆叶茼子、长刺茶藨子、砂生槐	1258.29	38.17	6.25	33.26	41850.73	28.93
草地	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^2，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 3.2.6-3　　供水和灌溉工程区自然体系生产力

植被类型	代表植物	面 积（hm^2）	占评价范围比例（%）	平均生产力（$t/hm^2.a$）	平均生物量（t/hm^2）	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	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%
经济林	左旋柳	201.78	4.06	10.43	53.04	10702.41	7.90%
灌丛和灌草丛	圆叶茼子、长刺茶蔗子、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 301.06hm^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。

供水和灌溉工程区总生物量为 1.34×10^{5}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。

景观生态系统的质量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。

优势度值（Do） = {（Rd+Rf）/2 + Lp}/2 ×100

密度（Rd）=嵌块 i 的数目/嵌块总数 ×100

频度（Rf）=嵌块 i 出现的样方数/总样方数 ×100

景观比例（Lp）=嵌块 i 的面积/样地总面积 ×100

表 3.2.6-4　　评价区各类斑块优势度值表

景观类型	R_d（%）	R_f（%）	L_p（%）	D_o（%）
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 3.2.6-5。

表 3.2.6-5　　枢纽工程区及库区各类斑块优势度值表

斑块类型	R_d（%）	R_f（%）	L_p（%）	D_o（%）
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 Do 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） 供水及灌溉工程区

运用上述参数计算供水和灌溉工程区各类斑块优势度值，其结果具体见表 3.2.6-6。

表 3.2.6-6　　供水及灌溉工程区各类斑块优势度值表

斑块类型	R_d（%）	R_f（%）	L_p（%）	D_o（%）
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

根据上表分析：在供水和灌溉工程评价范围内各斑块的优势度值中，耕地的优势度 Do 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。

（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 3.2.6-7。

表 3.2.6-7　　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		供水灌溉工程区	
	面积	比例	面积	比例	面积	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^2，其中灌木林地 2677.95hm^2，所占比例最大，占总面积的 32.31%；耕地面积次之，为 2273.13hm^2，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^2，其中灌木林地 1258.29hm^2,所占比例最大,占总面积的 37.94%;草地面积次之,为 663.75hm^2,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。供水与灌溉工程区土地总面积 4970.35 hm^2，其中耕地 1710.00hm^2，所占比例最大，占总面积的 34.40%；灌木林地面次之，为 1419.66hm^2，占总面积的 28.56%，说明供水与灌溉工程区土地利用类型以耕地和灌木林地为主。

3.2.7 生态敏感区

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有 4 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，均不在工程范围内。

昌都市目前有国家级和自治区级风景名胜区为：梅里雪山（西坡）风景名胜区、三色湖风景名胜区，均为自治区级风景名胜区且不在工程范围内。

昌都市目前有自治区级地质公园：西藏然乌自治区级地质公园，不在工程范围内。

昌都市卡若区并未分布有湿地公园，类乌齐县内分布有类乌齐紫曲河

国家湿地公园，不在工程范围内。

宗通卡水利枢纽工程与周边生态敏感区相对位置关系见图 3.2-9。本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、湿地公园、地质公园等生态敏感区。

3.2.8 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。本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、湿地公园、地质公园等生态敏感区，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。

3.3 水生生态

3.3.1 调查内容与方法

（1） 断面设置

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。

（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，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。

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，室内采用显微镜检测种类组成。

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：*Fn*，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）；*Pn*，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:

$$N=\frac{nv}{CV}$$

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。依据断面长度布设采样点，用 Petersen 氏底泥采集器采集定量样品，每个采样点采泥样 2～3 个。将采集的泥样，用 60 目分样筛筛洗，然后装入封口塑料袋中，室内进行挑拣，把底栖动物标本拣入标本瓶中，用 7%的福尔马林溶液保存待检。软体动物定性样品用 D 形踢网进行采集，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，计算底栖动物的数量和生物量。

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。

3.3.2 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。河谷宽狭窄，河面宽 50m 左右，水流湍急，特别是节曲汇口至尚卡坝址等江段山高谷深，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。

宗通卡水利枢纽工程区域从库尾至坝下江段为峡谷急流河段，上游森林植被较好，越往下游植被约稀疏。河势大致呈现从上游至下游逐渐略微平坦的趋势，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。

（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^2，河口多年平均流量 1.21m^3/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，适宜于高原鼢等栖息索饵。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，巴曲汇口以下至昌都为下游段，距离宗通卡库尾约 20km，巴曲河长 86km，流域面积 1783km^2，河口多年平均流量 6.11m^3/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^2，河口多年平均流量 2.74m^3/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^2，河口多年平均流量 2.21m^3/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，下游河口有少量藏民聚居，农田开发较少，河边有少量生活垃圾。河口以上约 2.5km 已建有一座农村小水电，目前已停用。

5） 恩达曲　位于宗通卡库区，河长 15km，流域面积 273km^2，河口多年平均流量 2.47m^3/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。下游

距河口约 5km 修建有小型引水式电站，且河口距宗通卡坝址较近（约 7km），水库蓄水后回水淹没范围较大。

6）腰曲　河长 10km，流域面积 112km^2，河口多年平均流量 1.01m^3/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，沿岸村民在该支流引取水、洗涤甚至倾倒垃圾。西藏昂曲支流水生生境情况见图 3.3-3。

3.3.3 浮游植物

（1） 种类组成

评价区共检出浮游植物 8 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 3.3-2。

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） 现存量

调查区域浮游植物密度平均为 1.15×10^6ind./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 1.14×10^6ind./L。调查区域支流浮游植物密度平均为 1.19×10^6ind./L，调查区域各断面的浮游植物密度见表 3.3-2。

调查区域浮游植物生物量平均 2.61mg/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 2.68mg./L。调查区域支流浮游植物生物量平均为 2.41mg./L。

（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 2.44。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。

3.3.4 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，由于其峡谷河道特征，水位波动较大，均不利于着生藻类生长。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。

3.3.5 浮游动物

（1） 种类组成

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） 现存量

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)。

（3） 生物多样性

调查水域采样点浮游动物多样性指数均多样性指数极低，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 Shannon-Wiener 和Margalef 多样性指数最高的均为昌都库尾，支流腰曲多样性指数高于其它支流。

3.3.6 底栖动物

（1） 种类组成

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。支流现存底栖动物 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、网蜎、多足摇蚊等。支流义曲、昌曲、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） 现存量

评价区底栖动物密度 109ind./m^2，生物量 1.229g/m^2，节肢动物在现存量组成中占100%。干流底栖动物密度25ind./m^2，生物量0.138g/m^2。

沙贡库区底栖动物密度、生物量分别为17ind./m^2、0.415g/m^2；坝下减

水河段底栖动物密度、生物量分别为 30ind./m^2、0.037g/m^2。昌都库区底栖动物密度、生物量分别为 19ind./m^2、0.095g/m^2；坝下河段底栖动物密度、生物量分别为 10ind./m^2、0.007g/m^2。

支流底栖动物密度 304ind./m^2，生物量 3.773g/m^2。

（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，且干流较较支流更低，可能与河流流速较大、泥沙含量高等有关。

3.3.7 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。

3.3.8 鱼 类

调查区域为藏区，受到民族习惯和宗教信仰的影响，藏族同胞没有食鱼的习惯，也有鱼类保护意识，鱼类种群面临的捕捞压力较小（存在垂钓、偷捕现象）。另外，考虑到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，并不利于鱼类的生长繁衍，总体上，昂曲鱼类种类少，且种群规模不大。

（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。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鮡科鱼类，为典型青藏高原鱼类区系。其中鲤形目鲤科 4 种、鳅科 3 种，鲇形目鮡科 1 种。

（2） 重点保护、特有、濒危种类

调查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。

在《中国物种红色名录》中，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。

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、细尾鮡。

（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。6-8 月为繁殖期，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。

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。以底栖动物主食丝状藻和植物碎屑。繁殖期为 4 月～8 月。

地理分布：分布于澜沧江和怒江水系上游干支流，青海、西藏、云南均有分布。评价范围内主要分布在昂曲河口以下河段。

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 月～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。

地理分布：澜沧江水系上游干支流。评价区内分布。

5） 细尾鮡

分类地位：鲇形目 鮡科

生态习性：常栖息于水流湍急、多石的岸边。鮡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。

分布：澜沧江上游干支流。评价区内分布。

（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，为细尾鮡。

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，食物中有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、细尾鮡等。

杂食性类群: 此类群部分种类既摄食水生昆虫、虾类、软体动物等动物性饵料，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，刚产出时具有轻微的粘性，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型种类，他们个体较多，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，需要随着季节变化在不同江段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

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，有的裂腹鱼在河滩的掘沙砾成浅坑，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，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，可能有小规模的裂腹鱼类产卵繁殖，如索土村附近、芒达村附近、卡洛村附近、恩达曲河口等河段。

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，当地称之为“二道水”。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都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～7 月 14 日、10 月 28 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、细尾鮠。

2014 年 8 月 5 日-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、琅玛曲、恩达曲、腰曲，共采集鱼类 479.4g、64 尾，经鉴定为 5 种，分别为裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、斯氏高原鳅、细尾高原鳅、细尾鮠。

2018 年 6 月 4 日-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、细尾鮠。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，说

明文献记录及原报告中的判断正确。

3.4 社会环境

3.4.1 行政区划与人口

昌都位于东经 93° 6′ ~99° 2′，北纬 28° 5′ ~32° 6′之间，东与四川省的德格、白玉、石渠、巴塘四县隔江相望，东南与云南省的德钦县接壤，西南与林芝地区毗邻，西北与那曲地区相连，北面与青海省的玉树州交界。总面积为 11 万 km^2，占西藏自治区总面积的 8.9%。

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。即一个区十个县，包括 24 个镇，118 个乡。

2014 年，昌都市户籍人口为 77.02 万人，其中：农牧业人口 56.74 万人，非农牧业人口 20.28 万人;常住人口 82.87 万人,其中:城镇人口 26.13 万人，乡村人口 56.74 万人。宗通卡水利枢纽工程的供水灌溉范围为昌都市卡若区。

2014 年，昌都市卡若区户籍人口为 17.11 万人，其中：农牧业人口 3.87 万人，非农牧业人口 13.24 万人；常住人口 22.32 万人，其中：城镇人口 18.54 万人，乡村人口 3.78 万人。

3.4.2 社会经济

2014 年，昌都市地区生产总值为 117.11 亿元，其中：第一产业生产总值 20.53 亿元，第二产业工业生产总值 5.1 亿元。第二产业建筑业生产总值 42.75 亿元，第三产业生产总值 48.73 亿元。宗通卡水利枢纽工程的供水灌溉范围为昌都市卡若区。

2014 年，昌都市卡若区地区生产总值为 38.17 亿元，其中：第一产业生产总值 2.91 亿元，第二产业工业生产总值 1.62 亿元。第二产业建筑业

生产总值 14.55 亿元，第三产业生产总值 19.09 亿元。

3.4.3 土地资源

根据《卡若区土地利用总体规划（2006-2020 年）》和《类乌齐县土地利用总体规划（2006-2020 年）》，卡若区土地总面积 1079322.15 公顷。其中农用地 998343.76 公顷，占土地总面积的 92.50%；建设用地 2138.72 公顷，占土地总面积的 0.20%；其他土地 78839.67 公顷，占土地总面积的 7.30%。类乌齐县土地总面积为 633792.87 公顷。其中农用地面积 503377.53 公顷，占土地总面积的 79.42%；建设用地面积 1136.92 公顷，占土地总面积的 0.18%；其他土地面积 129278.42 公顷，占土地总面积的 20.40%。

卡若区农用地主要分为耕地、园地、林地、牧草地和其他农用地。其中，耕地面积 7148.99 公顷，占农用地面积的 0.72%，主要分布在俄洛镇、卡若镇、嘎玛乡、沙贡乡、柴维乡等乡镇；园地面积 11.95 公顷，主要分布在俄洛镇、卡若镇、芒达乡三个乡镇；林地面积 556109.73 公顷，占农用地面积的 55.70%，主要分布在俄洛镇、卡若镇、拉多乡、柴维乡、妥坝乡、若巴乡等乡镇；牧草地面积 434043.07 公顷，占农用地面积的 43.48%，全部为天然草地，主要分布在拉多乡、面达乡、妥坝乡等乡镇；其他农用地面积 1030.02 公顷，占农用底面积的 0.10%，包括设施农用地、农村道路、坑塘水面、农田水利用地和田坎，主要分布在俄洛镇、卡若镇、芒达乡、沙贡乡等乡镇。

类乌齐县农用地面积主要分为耕地、林地、牧草地和其他农用地。其中，耕地面积 3256.86 公顷，占农用地面积的 0.65%，水浇地 44.06 公顷，占耕地面积的 1.35%，旱地 3212.80 公顷，占耕地面积的 98.65%，主要分布在类乌齐镇、桑多镇、加桑卡乡、吉多乡、伊日乡、尚卡乡、滨达乡 7

个乡（镇）；林地面积为 254499.52 公顷，占农用地面积的 50.56%，其中有林地 106409.56 公顷，灌木林地 132152.72 公顷，其他林地 15937.24 公顷，分别占林地面积的 41.81%、51.93%、6.26%，县域十个乡（镇）均有分布，分布最多的乡（镇）为桑多镇；牧草地面积为 245240.47 公顷，占农用地面积的 48.72%，其中天然草地 242847.25 公顷，人工草地 2393.22 公顷，分别占牧草地面积的 99.02%、0.08%，县域十个乡（镇）均有分布，分布较多的乡（镇）有类乌齐镇、桑多镇、岗色乡、加桑卡乡、吉多乡、伊日乡、长毛岭乡、卡玛多乡；其他农用地：面积为 380.68 公顷，占农用地面积的 0.06%，包括设施农业用地 0.15 公顷、农村道路 190.48 公顷、农田水利用地 0.74 公顷和田坎 189.31 公顷，县域十个乡（镇）均有分布，分布较多的乡（镇）有类乌齐镇、桑多镇、尚卡乡。

3.4.4 矿产资源

昌都市矿产资源十分丰富，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，此外，还有丰富的非金属矿产等。根据其成矿地质构造背景和矿产分布特征，区域范围内大体可划分为三个主要矿带，包括玉龙铜钼成矿亚带、昌都砷汞成矿亚带、丁青-类乌齐-左贡铬金多金属成矿亚带。其中与本项目相关的主要为昌都砷汞成矿亚带。

根据《西藏自治区国土资源厅对宗通卡水利枢纽工程建设征地区没有压覆重要矿产资源的证明》（藏国土资函[2016]153 号），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。目前不存在压覆重要矿产资源问题。

3.4.5 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。近年来昌都市通过扶贫项目、援藏资金等途径，在边坝、洛隆、丁青、八宿、芒康五县部分大骨节病重病区，采取异地搬迁、易地育人、补硒、换粮等综合措施，大骨节病患病率已明显下降。

3.4.6 民族与民俗

昌都市在人口的民族构成上，藏族占总人口的 95%以上，是主体民族。此外还有汉族、纳西族、侗族、苗族、黎族、白族、土家族、瑶族、布依族等民族。其中位于南部与云南省交界地区的盐井乡是西藏唯一的纳西族民族自治乡。

藏族主要民俗节日有藏历年和仲确节。藏族禁食驴肉、马肉和狗肉，有些地方也忌食五爪类和飞禽类肉。出于宗教信仰，一般反对捕杀野生动物。不管是朝拜寺庙，还是行路遇到寺院、玛尼堆、佛塔等宗教设施，都是从左往右绕行；不得跨越法器、火盆；经筒、经轮不得逆转。忌讳别人用手触摸其头。

3.4.7 交通设施

昌都市现已形成以川藏（南、北）、青藏、滇藏为骨架的公路网，国道 317、318、214 及省道 303、302 线横跨境内。通车里程 6408.7 公里，其中国道 1634 公里，省道 671.2 公里，县道 4103.2 公里。拥有各类机动车辆 4936 余辆，年货物吞吐量达 32.28 万吨，客运量达 5210 万人次。

3.5 环境质量现状评价

3.5.1 地表水环境质量

3.5.1.1 水（环境）功能区划

根据资料及现场调查，昂曲尚未划分水（环境）功能区划。

3.5.1.2 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:

$$W_{1i}=\alpha_1\times P\times L_{1i}\times 365\times 10^{-6} \quad (3\text{-}1)$$

式中，i 代表污染物种类；W_{1i}居民生活污染负荷，t/a；P 农村居住区人口数，人；L_{1i} 农村人均污染物排放量，g/（人·d）；α_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，西藏昌都地区生活污水 COD 定额为 47g/（人.d）、NH_3-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 α_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:

$$W_{2i}=\alpha_2\times N\times L_{2i}\times 10^{-3} \quad (3\text{-}2)$$

式中，i代表污染物种类；W_{2i}畜禽养殖污染负荷，t/a；N畜禽存栏数，头或只；L_{2i}单位畜禽的污染物排放量，kg/（头·a）；α_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 3.5.1-1。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 α_2

取 0.08。

表 3.5.1-1　　畜禽养殖产污系数　　kg/（头·a）

年排放量	COD	NH_3-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:

$$E_{N/P} = abcF_{N/P} \qquad (3-3)$$

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），2016 年施用量为农家肥 20kg/亩，化肥 10kg/亩(尿素 3.90kg/亩、复合肥 2.47kg/亩、磷酸二铵 3.63kg/亩)，共 30.0kg/hm^2。根据市场调查，三种化肥的含氮量和含磷量见表 3.5.1-2。当地农家肥的主要材料为人及牲畜的粪尿，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 3.5.1-2　　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
合计		291.20	10.5	10.9

（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，加上不合理的农田灌溉，导致氮、磷污染物流失进入河流水体。

1）居民生活污染负荷

宗通卡水库区间集水范围涉及卡若区芒达乡和类乌齐县尚卡乡 2 个县（区）2 个乡 18 个村委会 58 个自然村，共 1081 户、6606 人。按照公式（3-1）计算，现状年居民生活年污染负荷见表 3.5.1-3。

2）畜禽养殖污染负荷

根据《可研报告》，昌都市人均养殖 3 头大牲畜、7 头小牲畜估算，现状水平年库区集水范围内大牲畜养殖数量约 19863 头、小牲畜 46347 只。按照公式（3-2）计算，现状年畜禽养殖年污染负荷见表 3.5.1-3。

3）农田径流污染负荷

宗通卡水库区间集水范围涉及卡若区芒达乡、沙贡乡和类乌齐县尚卡乡 2 个县（区）2 个乡，含耕地 10593.14 亩。按照公式（3-3）及昌都市现状水平年化肥施用量估算农田径流污染负荷见表 3.5.1-3。

表 3.5.1-3　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	指标	COD	NH_3-N	TN	TP
居民生活污染	现状水平年	45.33	6.89	8.82	0.56
畜禽养殖污染负荷	现状水平年	1530.76	47.53	72.56	11.02
农田径流污染负荷	现状水平年	50.50	2.10	20.55	4.87

（3）坝下河段污染负荷

宗通卡坝址下游河道污染负荷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等三方面。

1）居民生活污染负荷

目前，沙贡乡集镇及附近村人口约 800 人。经计算居民生活年污染负荷见表 3.5.1-4。

表 3.5.1-4　　现状水平年宗通卡坝址下游污染年负荷　　t/a

类别	COD	NH_3-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

2） 畜禽养殖污染负荷

根据调查，宗通卡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入干流的有约 3750 头大牲畜。将大牲畜以牛计，小牲畜以猪计，经计算畜禽养殖年污染负荷见表 3.5.1-4。

3） 农田径流污染源

农田径流的水质受到农业生产中施用的农药、化肥量的影响，一般农药施用量较小，所以农田径流水质主要受化肥影响。

卡若灌区施肥耕园地面积约 1.88 万亩，根据《全国水环境容量核定技术指南》,单位面积标准农田 COD 和 NH_3-N 排放量分别为 150 和 30kg/(hm^2·a)，卡若灌区化肥营养元素流失计算见表 3.5.1-4。

3.5.1.3　区域内河流水质现状

根据调查和收集相关资料，区域内设置了昂曲（汽检中心站、预制厂站）、扎曲（汽车连站）和澜沧江（昌都澜二站）3 个国家基本水质监测站，

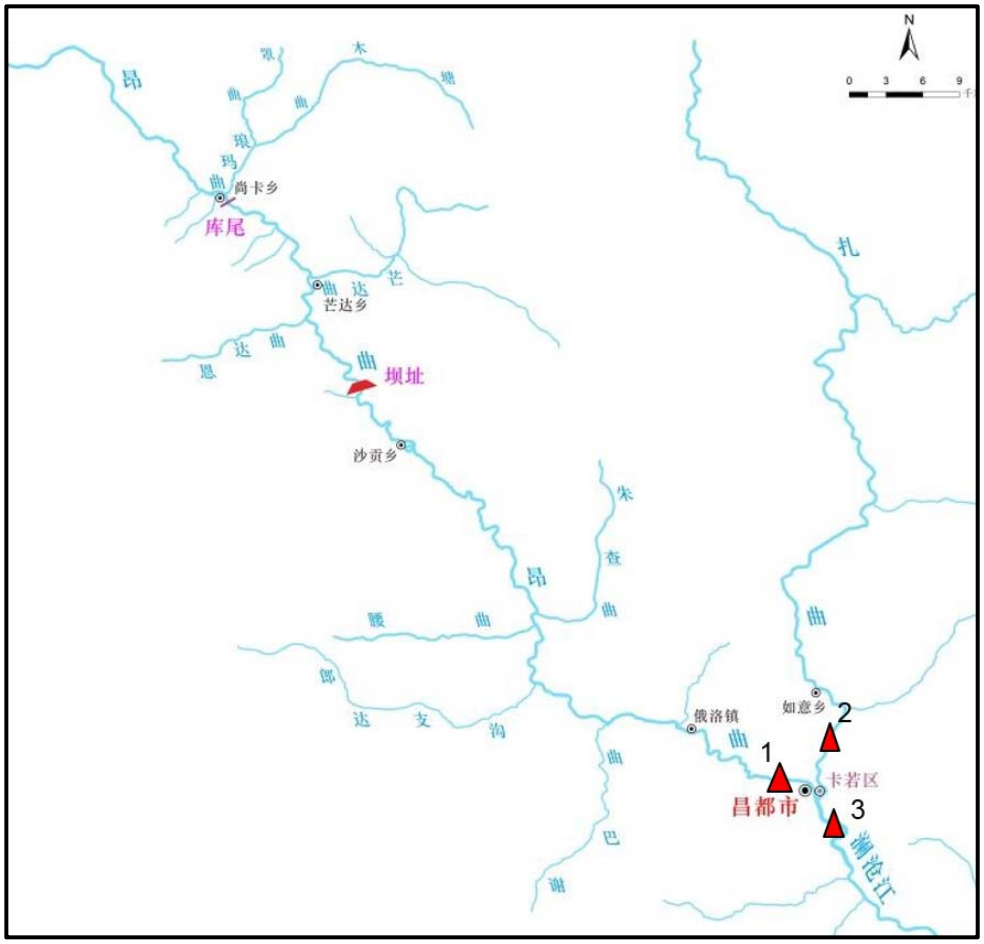
对其 2009～2017 年水质监测结果进行评价与分析。

（1）监测断面

监测断面：昂曲（汽检中心、预制厂）、扎曲（汽车连）、澜沧江（昌都澜二）。断面布置详见图 3.5.1-1。

监测频次：每月一次，每年 12 次。

监测指标：主要为气温、水温、pH、电导率、悬浮物、钙离子、镁离子、氯离子、硫酸盐、碳酸根、重碳酸根、矿化度、总硬度、总碱度、溶解氧、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、高锰酸盐指数、氟化物、砷化物、六价铬、铁、总磷等。



监测站点：1-昂曲（汽检中心站、预制厂站）；2-扎曲（汽车连站）；
3-澜沧江（昌都澜二站）

图 3.5.1-1　国家基本水质监测站分布图

（2）水质评价结果

1）扎曲干流昌都段水质现状

根据 2010～2017 年水质监测结果（见图 3.5.1-2），扎曲干流昌都段水体中（类）重金属和总磷存在间歇性超标问题，（类）重金属主要超标项目是 As、Fe、Cr 等。

As 存在间歇性超标，主要是 2010 年 9 月、2012 年 2 月水体中 As 含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

Fe 超标较为频繁，2010-2014 年大部分监测时段（不同月份）及 2016 年 11 月水体中 Fe 含量均超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值，最大超标倍数为 16 倍。

Cr 仅在 2012 年 5 月监测中刚超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

2）昂曲宗通卡下游干流水质现状

根据 2009～2017 年水质监测结果，昂曲干流昌都城区段水体（类）重金属和总磷存在间歇性超标问题，（类）重金属主要超标项目是 As、Fe 等。

昂曲干流昌都段水体中 As 含量较高，且表现为季节性变化，一般枯水期相对偏高。2010、2012 年水体中 As 含量超标，2009～2013 年大部分监测时段水体 Fe 含量超标。

3）澜沧江干流昌都段水质现状

依据 2010～2017 年水质监测数据（见图 3.5.1-4），澜沧江干流昌都段水体（类）重金属和总磷存在间歇性超标问题，（类）重金属主要超标项目是 As、Fe、Cr 等。

2012 年 2 月水体中 As 含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类水质标准。

2010～2015年大部分监测时段水体中Fe含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值，最大超标倍数达到10倍以上。

同时发现，较少部分监测时段（2011年7月）水体Cr含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质标准，Cr存在间歇性超标问题。

4）小结

综上所述，扎曲、昂曲及澜沧江三者昌都段的干流水体中存在（类）重金属间歇性超标，其中扎曲和澜沧江的水体中主要是 As、Fe、Cr 超标，昂曲的水体中主要是As、Fe超标。

3.5.1.4 昂曲干流水质现状

由昂曲国家基本水质监测站（汽检中心、预制厂站）2009-2015水质监测结果可知，昂曲干流水质中主要是As、Fe超标。为此，在2015-2018年间着重开展对昂曲水体中As、Fe等因子的调查。

（1）监测断面

2015年10月-2018年6月，对昂曲河口至其上游113.5km范围内干流共布置27个监测断面进行监测。

（2）水质评价结果

昂曲干流水体中主要是As、Fe等因子含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质标准或限值，其他水质因子均满足Ⅲ类水质标准。为了进一步说明水体中As、Fe含量的分布特征，对其浓度及采样点单独分析。

As仅在坝址下游的2015年2月和2017年9月检测采样中出现超标，超标倍数在0.12～0.42倍；坝址以上干流As的含量均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质标准，且含量较为稳定。

Fe 在全河段普遍存在间歇性超标，超标倍数在 0.022～11.87 倍，且不同采样点水体中 Fe 的含量差异较大。

3.5.1.5 昂曲支沟水质现状

（1） 监测断面

2015 年 10 月-2018 年 6 月，对昂曲河口至其上游 113.5km 范围内支沟进行布点监测。

（2）水质评价结果

昂曲支沟水体中主要是 As、Fe 的含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质标准或限值。除了 Mn、TP 的含量存在个别超标外，其他水质因子均满足Ⅲ类水质标准。为了进一步说明支沟水体中 As、Fe 含量的分布特征，对其浓度及采样点单独分析。

水体中 As 主要在库区的芒达曲（Z15）、恩达曲（Z16）及坝下的郎达支沟（Z20）等支沟中存在超标，超标倍数在 0.146～1.798 倍，其他支沟采样点水体中 As 含量均符合Ⅲ类水质标准。同时，2015 年 10 月与 2017 年 4、2018 年 5 月与 2018 年 6 月 3 日、2016 年 3 月与 2016 年 6 月支沟采样点水体中 As 含量变化趋势相同。

可知，支沟水体中 Fe 的含量普遍存在间断性超标，除 2017 年 9 月支沟采样点水体中 Fe 含量达标外，其他时段支沟采样点 Fe 的含量均存在不同程度标，且不同采样点水体中 Fe 含量差异较大。

3.5.1.6 昂曲重点支沟水质现状

根据上述水质监测及评价结果，Fe 在昂曲干支流均存在普遍的间歇性超标。As 在宗通卡坝址以上的昂曲干流中并未超标，但库区的恩达曲和芒达曲存在 As 超标现象，对库区水质产生一定威胁。为了摸清宗通卡库区支沟 As、Fe 浓度分布状况，在对库区内所有支沟开展多次水质监测工作的基

础上，重点对恩达曲和芒达曲支沟水体中 As、Fe 的含量及分布做进一步监测与分析。

（1） 恩达曲水质现状

1） 监测断面

2017 年 9 月～2018 年 6 月，在恩达曲布设了 10 个监测断面进行采样监测。

2） 水质评价结果

恩达曲水体中除 As、Fe 超标外，其他水质均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质标准或限值。进一步对恩达曲 As、Fe 的含量及分布特征进行分析，见图 3.5.1-12 和 3.5.1-13。

除 E1（温泉上游 10km）和 E5（温泉上游 0.5km）水体中 As 含量均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质标准外，其他监测断面水体中 As 含量均超标。其中，在 E6（温泉汇入点下游）、E7（冷泉汇入点下游）中 As 含量急剧升高超标、随后又出现下降的趋势，这主要是由于高浓度的含 As 温（冷）泉水汇入后，导致水体中 As 含量明显上升（E6、E7）的结果。

除 E6（温泉汇入点下游）和 E7（冷泉汇入点下游）水体中 Fe 含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中标准限值外，其他监测断面水体中 Fe 含量均达标；2017 年 9 月和 10 月，恩达曲不同监测断面水体中 Fe 的含量均较低，而且较为稳定；2018 年 6 月份 2 次调查，恩达曲不同监测断面水体中 Fe 的含量差异较大，这主要由于 6 月份为雨季，Fe 的含量受周边地表径流汇入的影响较大。

（2）芒达曲水质现状

1） 监测断面

2017 年 9 月～2018 年 6 月，在芒达曲布设了 18 个监测断面进行采样监测。2） 水质评价结果

芒达曲水体中除 As、Fe 超标外，其他水质均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质标准或限值。进一步对芒达曲 As、Fe 的含量及分布特征进行分析。

芒达曲大部分监测断面水体中 As 含量均超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质标准。芒达曲左支沟 M5（温泉点下游）及其以下监测断面、右支沟 M14（温泉点下游）及其以下监测断面的 As 含量急剧升高随后又降低的趋势，主要是受芒达曲左、右支沟高浓度的含 As 温泉水影响所致。

芒达曲水体中 Fe 超标的监测断面和次数均较少，主要集中在 2018 年 6 月雨后的部分监测断面中，不同监测断面 Fe 的含量差异较大，这主要由降雨后周边地表径流汇入的影响造成。同时， 2017 年 9 月和 10 月的监测断面中 Fe 未出现超标，其含量均较低、而且较为稳定。

3.5.2 地下水环境质量

3.5.2.1 浅层地下水水质监测

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现状进行了监测。

（1） 监测点位

共设置 5 个地下水监测点位。

（2） 监测项目

监测项目：pH、高锰酸盐指数、氨氮、总硬度、铬（六价）（Cr^{6+}）、氯化物、氟化物、硝酸盐、挥发酚、砷（As）、汞（Hg）、镉（Cd）、铅（Pb）、氰化物、铁（Fe）、锰（Mn）、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。

（3） 评价方法

本次地下水环境影响评价采用单因子指数评价法，计算公式如下:

$$S_{i,j}=\frac{C_{i,j}}{C_{s,j}}$$

式中:

$S_{i,j}$——单项水质评价因子 i 在 j 点的标准指数;

$C_{i,j}$——单项水质评价因子 i 在 j 取样点的浓度，mg/L;

$C_{s,j}$——单项因子的评价标准，mg/L。

pH 的标准指数为:

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}},pH_j\le 7.0$$

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0},pH_j>7.0$$

式中:

$S_{pH,j}$——pH 的标准指数;

pH_j——pH 实测值;

pH_{sd}——地表水质标准中规定的 pH 值下限;

pH_{su}——地表水质标准中规定的 pH 值上限。

（4） 现状监测结果及评价结果

本次评价执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准。根据评价结果可知，本项目监测的 5 个地下水点位中，仅有 JC-4＃的高锰酸盐指数超标 1.07 倍（其超标原因有可能是由于周边农业污染源引起）且超标倍数很小，其余各指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准。

3.5.2.2 深层地下水水质监测

根据 3.5.1 章节内容,长江科学院流域水环境研究所于 2017 年 9 月(丰

水期）和 10 月（平水期），分别对宗通卡库区 2 条支沟的干、支流及其附近的温泉、冷泉进行了采样分析。

根据现场调查及访问,芒达村左支沟温泉(2017 年 10 月流量为 16L/s）冬季流量较小，夏季流量较大；芒达村右支沟上的 2 个温泉以前几乎处于干涸状态，2017 年 10 月开始有水体流出（流量分别为 1L/s 和 6L/s）。恩达曲上的温泉(2017 年 10 月流量为 27L/s)和冷泉(2017 年 10 月流量 60L/s）流量常年无明显变化。

（1） 监测点位

2017 年 9 月，在恩达曲和芒达曲分别监测了 2 个和 1 个采样点，在此基础上，同年 10 月分别监测了 2 个和 3 个采样点。

（2） 监测项目

监测项目主要为 pH、电导率、As、Fe、Pb、Mn。

（3） 监测结果

1） 恩达曲地下水质量

本项目恩达曲监测的 3 个地下水点位中， As 含量全部超标，超标倍数在 21.6～54.5 倍,其余各指标均满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017）III类标准。

2） 芒达曲地下水质量

本项目芒达曲监测的 3 个地下水点位中， As 含量全部超标，超标倍数在 34.6～193.3 倍,其余各指标均满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017）III类标准。

根据评价结果知，本项目监测的恩达曲和芒达沟深循环地下水温泉及冷泉 As 含量均超过地下水 III 类水质标准。

结合本次浅层地下水监测点位以下降泉为取样点，且位于温泉等深循

环地下水出露、径流区之外，评价结果为地下水水质状况较好（As 达标）的现状，进一步佐证了温泉等深循环地下水 As 污染为局部原生地质问题且影响范围相对有限。

综上所述，本项目所在地区内浅层地下水水质总体较好，仅局部存在温泉砷超标的原生地质问题、且影响范围相对有限。

3.5.3 声环境质量

为了解该项目所在区域声环境质量状况，四川省核工业辐射测试防护院分别于 2016 年 10 月 12 日和 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。

声环境监测点分布情况见图 3.5.3-1。

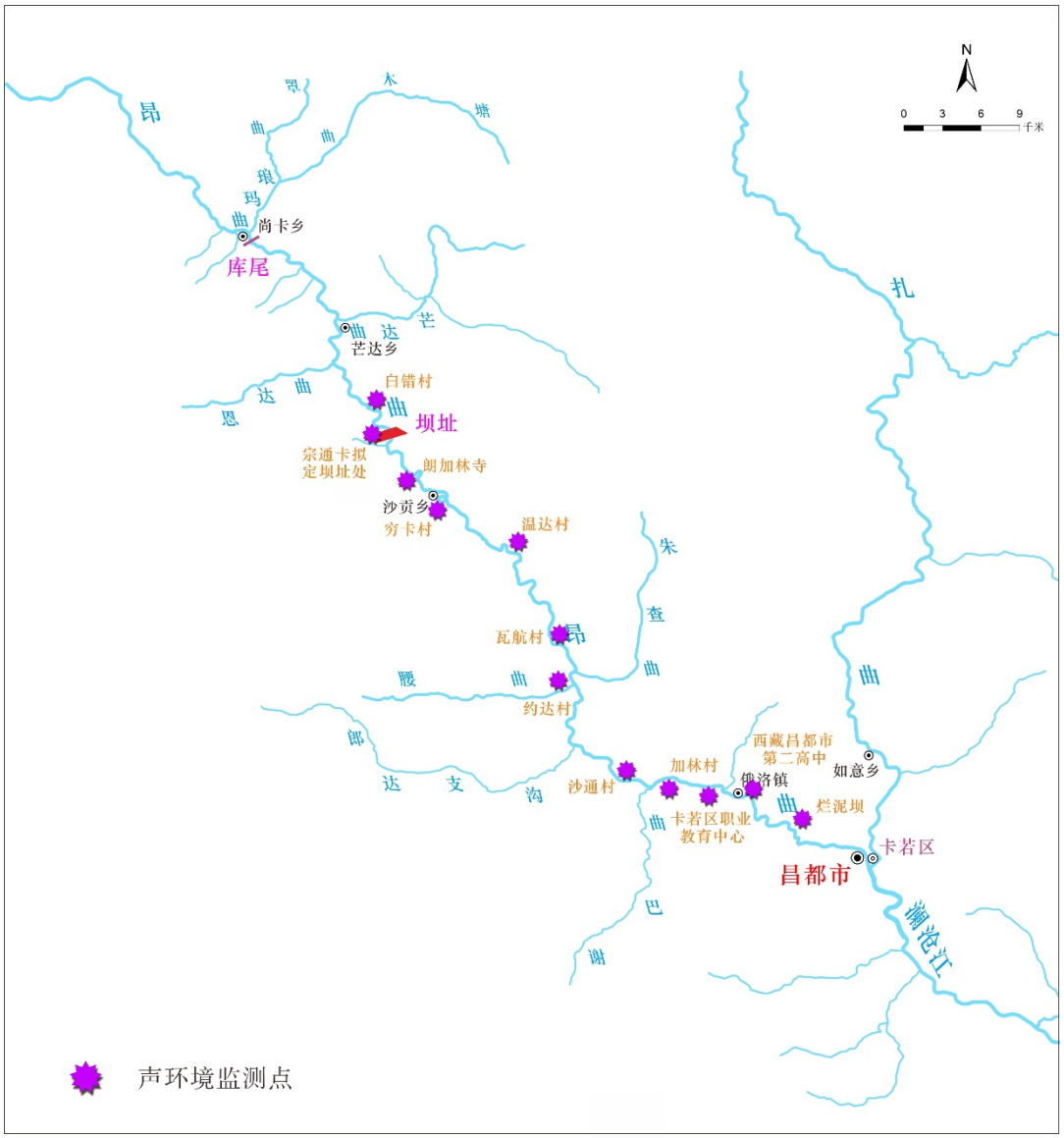


图 3.5.3-1　声环境监测点分布示意图

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）2 类标准。从总体上看，工程区周边声环境质量较好。声环境质量监测结果见表 3.5.3-1。

表 3.5.3-1　　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	
宗通卡拟定坝址处	环境噪声	44.8	38.5	44.5	38.7	《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准：昼间 60，夜间 50
白措村	环境噪声	43.3	37.4	42.9	38.1	
朗加林寺	环境噪声	46.7	40.2	45.6	39.8	
穷卡村	环境噪声	44.2	38.6	44.6	38.5	
温达村	环境噪声	42.5	37.6	42.7	38.1	
瓦航村	环境噪声	41.3	37.8	40.6	38.3	
约达村	环境噪声	41.5	38.4	41.2	38.7	
沙通村	环境噪声	42.3	37.9	41.8	38.2	
加林村	环境噪声	42.7	39.2	43.1	38.8	
卡若区职业教育中心	交通噪声	51.3	43.5	50.8	43.7	
西藏昌都市第二高中	交通噪声	52.2	44.1	51.6	43.5	
烂泥坝	环境噪声	48.7	42.4	49.5	42.1	

3.5.4 环境空气质量

为了解项目所在区域环境空气质量状况，评价单位委托四川省核工业辐射测试防护院对项目区域的大气环境质量进行了监测。本次监测共设 3 处监测点，详见图 3.5.4-1。

监测时间为 2016 年 10 月 11 日～10 月 17 日；监测项目包括二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）、总悬浮颗粒物（TSP）和可吸入颗粒物（PM_{10}）。

工程区域环境空气质量监测及评价结果见表 3.5.4-1。由表 3.5.4-1 可得，工程区域环境空气质量良好，SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准的要求。

表 3.5.4-1　　环境空气质量监测及评价结果　　单位：ug/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_2	20L	/	500	0	20L	20L	150	0
	NO_2	12L-18	/	200	0	14.5-16	15.2	80	0
	TSP	/	/	/	/	65-82	73.1	300	0
	PM_{10}	/	/	/	/	29-35	32.1	150	0
约达村	SO_2	20L	/	500	0	20L	20L	150	0
	NO_2	12L-18	/	200	0	14.5-16	15.1	80	0
	TSP	/	/	/	/	79-91	85	300	0
	PM_{10}	/	/	/	/	36-41	38.8	150	0
昌都市第二高中	SO_2	20L	/	500	0	20L	20L	150	0
	NO_2	12L-19	/	200	0	15.7-16.5	15.8	80	0
	TSP	/	/	/	/	119-145	131.7	300	0
	PM_{10}	/	/	/	/	58-64	60.7	150	0

3.5.5 土壤环境质量

（1） 采样点布设

在库区和灌区分别设置了 2 个和 24 个采样点。

（2） 监测时间

2015 年 10 月、2018 年 7 月各监测 1 次。

（3） 监测指标

监测指标选取 pH、As、Fe、Mn、Cr、Pb、Cu、Zn、Al 等。

（4） 评价标准

采用《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）三级标准，同时参考西藏土壤背景值。

（5） 监测及评价结果

依据《土壤环境质量标准》，库区和灌区采样点中 pH、As、Cr、Pb、Cu、Zn 含量满足三级标准，也均比三级标准值低较多，但这些因子在部分采样点中的含量均高于西藏土壤背景值。由于《土壤环境质量标准》中没有 Fe、Mn、Al 的标准限值，其在部分采样点中的含量也均高于西藏土壤背景值。

3.6 主要环境问题及成因分析

3.6.1 主要环境问题

（1） 生态环境脆弱，人为干扰明显

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。

另外，随着人口不断增长，消费需求对生态环境的压力增大，家庭能源的需求量也相应增加。居住在高山峡谷之间的居民，村落分散，交通、供水、供电不便，主要依靠薪柴为主要燃料。这必然导致区域森林面积减少，林木蓄积量降低，对生态环境造成进一步的破坏。

（2） 地质灾害频繁，局部水土流失严重

工程区地处青藏高原东南部，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。项目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 3715.05km^2，类乌齐县水土流失面积为 1312.07km^2。同时，区域泥石流、崩塌、滑坡、冻胀融沉等地质灾害频繁，进而加剧了水土流失的发生，对区域的生态环境、当地农牧业生产和经济发展造成破坏和严重影响。

3.6.2 水质问题成因分析

3.6.2.1 地表径流携带作用分析

（1） 区域矿床分布

根据《中华人民共和国区域地质调查报告》(1/25 万昌都县幅）和《西藏昌都市矿产资源分布图》及说明书，昌都地区构造复杂，岩浆活动频繁，成矿地质条件优越，矿产资源丰富，矿产成因类型多样。

1） 区域构造特点对成矿控制

由于“三江”是古特提斯成矿发育区，幔源岩浆成矿作用十分活跃，铜、镍、金、铂族、铁、铬、石棉等矿产有良好的成矿远景。该区地质发展史中、元古代、晚古生代，三迭系等时期多次经历火山岛弧阶段，其成矿元素以铜、铅、锌、铁、金、银等为主。新特提斯成矿期，由于地壳运动强烈，陆内形变发育，形成了碱性系列的斑岩铜矿、钼、汞、锑、铅、锌等矿产，还有与壳源花岗岩类有关的锡、钨、铜、铁多金属、稀土、宝石等。矿体分布规模较清楚，形成了线型展布的构造——岩浆成矿带。在沉积盆地边缘受断裂活化作用改造，往往形成断层控制型的铅锌、锑、汞、铜、菱铁矿、金、银等矿床，一般规模较大。成矿物质来源于火山沉积岩系，变质岩系和蛇绿岩等。

2） 成矿带的划分及基特征

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，此外，还有丰富的非金属矿产等。根据其成矿地质构造背景和矿产分布特征，大体划分出以下五个矿带，其中涉及昌都的矿带主要有三个。

a．玉龙铜钼矿成矿亚带

位于妥坝——芒康断裂与宇嘎断裂之间，呈弧形带状展布，向北入青海的纳日贡玛，南至芒康徐中进入云南。主要成矿期为燕山——喜马拉雅期，在浅成、超浅成的花岗岩或二长花岗岩中，形成规模宏大的斑岩铜多金属矿带。该带贵金属也很有远景，沉积矿产有第三系岩盐等。其中典型矿床为玉龙斑铜钼矿床。

玉龙斑铜钼矿区位处江达——芒康岛弧与昌都弧后盆地的交接地带。矿区地层主要为中上三迭统甲丕拉组，见于岩体东侧和矿区北部，岩性为细粒长石石英砂岩夹粉砂岩、泥页岩、灰岩、白云岩等。玉龙地区岩浆活动强烈，侵入体十分发育，除规模较大的玉龙含铜斑岩体外，还有不含矿的小岩体（脉）约 50 个，均侵入于上三迭统中，多以喜山早期的花岗闪长岩为主，属钙碱性岩系。玉龙斑岩铜（钼）矿的形成与岩浆期后的热液活动有直接关系，矿化发生在二长花岗岩与围岩的蚀变带中。玉龙铜矿床已探求铜金储量 650 万 t，与铜伴生的有用元素钼、铼、金、银、钴、钨、铋、锌等达大型规模；铂族、铁和黄铁矿达中型规模。在该成矿带还分布有 4 处大型铜矿或铅锌矿。玉龙铜矿带是我国最有远景的铜矿带，经总量预测，潜在的远景储量是已探明的铜储量的三倍以上。

b．昌都砷、汞成矿亚带

在澜沧江断裂带与妥坝——芒康断裂之间，带中古生界地层发育，形成以煤、石膏、石灰岩等为主的沉积矿产，还有砷、汞、锑、金的成矿远景区。其中俄洛桥砷矿矿床的保有储量，名列全国第六位，而且近年来进一步发现有新的矿点和矿化点，资源前景广阔。

俄洛桥砷矿床位于昌都市俄洛镇昂曲下游右岸山坡，处于澜沧江断裂带（F4）上，澜沧江断裂是其导矿断裂，矿体主要产于波黑拉组组成的破背斜转折端，并受三组裂隙控制，为低温热液裂隙充填型矿床，雌磺呈金黄色，结晶完好。砷储量大于 20 万 t，硫储量约 9 万 t，其中伴生有汞矿。砷为大型矿床，硫为小型矿床，汞为矿点。矿石矿物主要是雌磺，其次为雄黄、硫黄、砷铁矾、辰砂等。矿体围岩为一大型灰岩矿床。俄洛桥大型砷矿床是我国重要的砷矿后备产地，尚未进行大规模开发。除了俄洛桥砷矿床外，在沙贡乡下游的昂曲右岸，日通乡扎曲右岸还分布有小型砷矿床。宗通卡昂曲上游无砷矿分布。

c．类乌齐铬金多元素成矿亚带

位于羌南——左贡成矿区的东南部，在怒江断裂与澜沧江断裂之间。为大片变质岩分布区，燕山期花岗岩分布较广泛，形成有锡、钨等多金属矿和铁矿，在卡贡一带的铁矿分布受层位控制较明显，与海相火山沉积有关。北部的超基性岩带规模较大，与之有关的铬铁矿、石棉矿点分布较多。该带由东向西可能出现的成矿带，铁矿、火山岩型含铜黄铁矿、锡、钨矿带——铜、铅锌、金、银、汞、锑多金属矿带。

（2） 水质问题成因分析

昂曲以及澜沧江昌都城区河段均位于昌都砷、汞成矿亚带范围内，昂曲宗通卡村昂曲宗通卡村上游两岸分水岭内侧区域无砷矿矿床和矿点分布，下游干流分布有多个砷矿矿床，尤其是分布俄洛桥大型砷矿床，部分地质

断层导致区域内矿床沿断裂带出露，岩体抗风化能力较差，由于昼夜温差大，岩石物理风化作用强烈。相对阴坡地带来说，阳坡地带植被不发育，光照时间长，岩石风化速度较快。据宗通卡坝址区勘探成果，该区域强化层厚度一般 3～6m；弱风化层厚度一般 5～20m。加之区域降水相对集中，出露矿床风化产生的土体在降雨径流的作用下，会将砷及部分伴生元素等带入水体。因此，地表径流携带作用是昂曲及澜沧江昌都城区河段砷间隙性超标的原因之一。

另外，昌都市的昂曲、扎曲、澜沧江河谷地带分布大面积的红色砂泥岩，铁含量高，铁的物质来源丰富。在雨季河谷水土流失严重，大量含铁泥沙进入河流水体，河水普遍呈红色、褐色、黄色，造成 Fe 铁元素超标，且具有一定普遍性。

3.6.2.2 地下水排泄因素分析

（1） 区域水文地质状况

昌都所处的高原断块是由相对稳定的块体与比较活动的狭窄条带相间的构造组成，基岩山区地下水分布受构造、岩性、地貌控制。根据地矿部《昌都地区综合水文地质报告》，区内大泉暗河系统不发育，主要以松散岩类孔隙水及基岩裂隙水为主。区域水文地质具体见图 3.6.2-3。

松散岩类孔隙水主要分布在河谷砂卵石层、两侧的河漫滩及Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级阶地。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，根据钻孔测得，地下水埋深多一般 10～35m。

基岩裂隙水沿风化裂隙作潜流运动，其分布受构造、岩性、地貌的控制。区域大型断块及边缘断裂带、紧密褶皱带、岩浆岩与围岩接触带的构造

裂隙较为发育，裂隙水线性（带状）特征显著，地下水多沿断裂（断层）以下降泉形式出露。基岩裂隙水水量贫乏，主要含水层为分布较少的中等~强透水岩体，地下水位埋深在河谷下部较浅，到上部越高越深，勘察期间地下水位埋深最深达 90m 以上。

从区域上看，昂曲宗通卡村上游地区地下水化学类型为重碳酸钙质、重碳酸钙镁质、重碳酸镁钙质水，适宜饮用，水质较好。昌都城区及扎曲地下水重碳酸盐钠质、重碳酸盐钠钙质、重碳酸盐钙钠质、重碳酸硫酸钙质、重碳酸硫酸镁钙质水，部分水中矿化度、总硬度、硫酸根、氟和铁等项目超标，需经处理后可饮用。

（2） 地下水补给及排泄

a．地下水补给

区域地下水的补给受气象、水文、地貌及地下水含水层系统等因素控制，补给来源一般以降雨补给为主，冰雪消融水、河水补给次之。松散岩类孔隙水主要受大气降水、冰雪融水补给，基岩裂隙水主要受大气降水、冰雪融水及松散岩类孔隙水补给。

松散岩类孔隙水动态受人工灌溉、降雨、冰雪消融水、土壤蒸发和植被蒸腾等多种因素控制具有双峰型特点，变化较明显，年最大变幅 4~5m。基岩裂隙水泉流量变化同样具有双峰或多峰型特点，从 2 月起降雨量逐渐增加，泉流量开始增大。5 月降雨高峰季节，泉流量达第一个峰值。7 月、9 月降雨量第二、第三峰值时，泉流量与此相应，并在 9 月出现泉流量最高峰。尔后，随降雨量减少，泉流量逐渐降低。

b．地下水排泄

松散岩类孔隙水沿山间盆地和河流分布，地下水径流方向由盆地周边流向中心，由河流两岸高阶地流向低阶地。

基岩裂隙水与区域断裂构造展布规律一致，地下水流向从北西流向南

东。在区域断裂构造网络中地下水运移途径长并富集，地下热水也受该断裂构造网络的控制。

温泉出露部位主要为主干断裂（澜沧江断裂带、金沙江断裂带）被横向张扭断裂切割处以及构造线转折部位、活动断裂带，大部分温泉呈串珠状分布。温泉的水温除受构造控制外，还与热水循环活动的介质有关。碎屑岩中温泉水温相对较低，火成岩及变质岩等岩体中的温泉水温最高，最高水温达 98℃。温泉水 pH 值一般 6～9，属中偏碱性；温泉水多为中等矿化度水，主要阴离子通常为 CO_3^{2-}、HCO_3^-、Cl^-和 SO_4^{2-}，主要阳离子有 Na^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}，其它物质有 F、As 等。

（3） 地下水质量背景状况

由 3.5.2.3 节地下水环境质量可知，5 个松散岩类孔隙水监测点位中，仅有 JC-4＃的高锰酸盐指数超标 1.07 倍(其超标原因有可能是由于周边农业污染源引起）且超标倍数很小，其余各指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准。6 个基岩裂隙水监测点位中， As 含量全部超标，其余各指标均满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准。

从地下水类型来看，松散岩类孔隙水水质相对较好，基岩裂隙水主要为 As 含量超标，超标倍数在 21.6～193.3 倍不等。

（4） 水质问题成因分析

松散岩类孔隙水其径流和排泄受地形、地貌控制明显，水质相对较好，对昂曲地表水重金属超标几乎没有影响。

对于基岩裂隙水，其径流和排泄主要受区域断裂构造控制，水质受区域成矿带和断裂构造共同影响。昂曲宗通卡村上游两岸分水岭内侧区域无

砷矿矿床和矿点分布。区域沿主干断裂带的基岩裂隙水及温泉主要位于昂曲两岸分水岭外侧，部分中、小型断裂带上有基岩裂隙水出漏，比如恩达曲和芒达曲温泉的 As 超标。昂曲宗通卡村下游干流分布有多个砷矿床，尤其是分布俄洛桥大型砷矿床，澜沧江断裂带穿过该大型砷矿床，沿断裂带温泉带状出露，部分向昂曲排泄，例如宗通卡村下游的朱古寺温泉，泉水砷含量是《地表水环境质量标准》III类标准的 40 倍。因此，以泉水形式向地表水排泄的基岩裂隙水，是引起昂曲地表水 As 超标的主要因素之一。

3.6.2.3 水质问题成因总结

综合前述分析，区域内有丰富的 Fe、As、Pb、Cr 等矿物质来源，昂曲水质主要受区域地质背景、矿产资源以及水文气象的影响。

水体为矿物元素运移的主要载体，昌都地区年降水量 400～700mm，枯季最小月降水量小于 15mm。夏季短暂（5～9 月），常以冰雹和阵雨形式降水补给河流水。冬季漫长（10～4 月），降水以固态水为主，地表径流系数小，甚至等于零。雨季大气降水量大，河流水质受大气降水与地下水活动双重影响，大气降水及冰雪融化易携带浅地表层矿物元素排泄于河流，地下水多沿区域断裂带以泉水等形式排泄于地表，通过支沟再排泄至河流。旱季河流水体水质主要受地下水补给影响为主，地下水携带流经岩体或矿床的矿物元素排泄于河流。一般而言，当河段区域降水（或融雪）偏高，地下水活动强烈，而河道基流偏小时，河流水质因地表水与地下水携带矿物质多，而河道来水量偏小、稀释作用弱，易出现某些矿物元素超标现象。

总之，昂曲水质受地质背景、水文气象条件等多重因素影响，当多种不利因素组合时即出现矿物质元素超标现象，这也是 Fe、As、Mn 等在特定年份或季节超标的主要原因。其中引起 As 超标的主要原因为基岩裂隙水，

其次为地表径流的携带作用；引起 Fe、Mn 超标的主要原因为地表径流的携带作用。

4 工程分析

4.1 与相关政策和规划符合性分析

4.1.1 与国家相关政策符合性分析

（1） 与新时期治水战略的符合性分析

党的十九大和十八届五中全会提出了一系列生态文明建设和生态文明制度建设的新理念、新思路、新举措，提出了“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期治水战略。

昌都市 2011 年城镇居民住宅生活用水定额 90L/（人·d）左右，远低于全国平均水平，在供水规模确定中，坚持“节水优先”的原则，进一步强化节水措施，加快供水管网设施改造，减少跑、冒、滴、漏损失；推进餐饮、宾馆、娱乐等行业实施节水技术改造，在安全合理的前提下，积极采用中水和循环用水技术、设备；加强公共建筑和住宅节水设施建设，扩大再生水利用；推行和普及用水单位和居民家庭使用节水型器具，提高水重复利用率和中水回用率。

卡若灌区存在取水困难、建设规模小、渠系数量少、破损严重、灌溉水利用效率低等问题，灌溉工程采取渠道防渗、建立节水型灌溉制度、采取畦灌技术、渠系统一规划布局等工程和管理措施，提高灌溉水利用系数，减少灌溉用水量。

综上，工程建设与新时期治水战略基本符合。

（2） 与“水十条”的符合性分析

《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17 号）中提出“……，合理确定发展布局、结构和规模。充分考虑水资源、水环

境承载能力，以水定城、以水定地、以水定人、以水定产。”

工程在区域水资源配置中，在最大程度地维护昂曲的生态系统的结构和功能的基础上，保障坝址下游河道生态流量，合理确定供水规模。随着社会经济的发展，水资源供需矛盾将更加突出，且现状水源存在供水能力不足，供水水质季节性超标、调节能力弱等问题，在强化受水区节水措施和提高用水效率的基础上，充分考虑水资源、水环境承载能力，以水定产，合理控制卡若灌区面积。工程建设基本符合“水十条”的要求。

（3） 与国家相关产业政策的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修正），水利类中跨流域调水工程、城乡供水水源工程、综合利用水利枢纽工程均被列为鼓励类。

本工程开发任务以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。工程建成后，可向昌都市中心城区和沙贡乡的年供水总量达到 5721.3 万 m^3，供水保证率达到 75%，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，使灌溉面积达到 1.88 万亩，耕地灌溉保证率达到 75%，林地灌溉保证率达到 50%，大幅提高昂曲两岸土地灌溉保证率，促进农业生产的发展；工程装机容量 10.4 万 kW，多年平均发电量 4.517 亿 kW·h，可进一步推动昌都地区的水电开发，实行“以电养水”，并为当地矿产资源开发及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列入“综合利用水利枢纽工程”，属于鼓励类项目。符合国家的产业政策。

4.1.2 与相关主体功能区划的符合性分析

（1） 与《全国主体功能区划》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。优化开发区域是优化进行工业化城镇化开发的城市化地区。重点开发区域是重点进行工业化城镇化开发的城市化地区。限制开发区域分为两类,一类是农产品主产区,一类是重点生态功能区,是限制进行大规模高强度工业化城镇化开发的地区。禁止开发区域是依法设立的各级各类自然文化资源保护区域,以及其他禁止进行工业化城镇化开发、需要特殊保护的重点生态功能区。国家层面禁止开发区域包括国家级自然保护区、世界文化自然遗产、国家级风景名胜区、国家森林公园和国家地质公园。省级层面的禁止开发区域包括省级及以下各级各类自然文化保护资源保护区域、重要水源地以及其他省级人民政府根据需要确定的禁止开发区域。

经分析,本工程不涉及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,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),为一般区域,在国家层面上无明显限制。因此,本工程与《全国主体功能区划》是相符合的。

(2) 与《西藏自治区主体功能区规划》符合性分析

2014 年 10 月,西藏自治区以“藏政发[2014]108 号”发布了《西藏自治区主体功能区规划》,本规划以全国主体功能区规划为指导,将西藏自治区国土空间分为以下主体功能区:按开发方式,分为重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域;按开发内容分为城镇化地区、农产品主产区、重点生态功能区;按层级,分为国家和自治区两个层面。

本工程不涉及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，但涉及限制开发区域（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，对于保障卡若区的粮食安全，满足藏族同胞的生活需求，有十分重要的意义和作用。目前，卡若灌区的耕地多分布在阶地上，田高水低，缺乏控制型的水利工程，不能实现自流灌溉，而提水灌溉所需要的电力缺乏、灌溉成本高，灌区重要水源的缺乏是制约灌区经济社会发展的主要原因。同时，灌溉配套工程建设规模小，渠系数量少、破损严重，灌溉水利用效率低也是重要的影响因素。宗通卡水库建成后抬高水位、积蓄水量，完全解决了卡若灌区的水源问题。通过灌区配套建设，发展自流耕地和林草地灌区 4.0 万亩，灌溉保障率提高到 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。因此，本工程与《西藏自治区主体功能区规划》是相符合的。

4.1.3 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》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，可进一步推动昌都地区的水电开发，有效促进“以电代燃”战略的实施，将大大改善昌都市电力缺口问题，为当地经济发展提供可靠的能源保障，有利于保护当地脆弱的生态环境。另外，工程实施后，使灌溉面积达到 1.88 万亩，耕地灌溉保证率达到 75%，林地灌溉保证率达到 50%，大幅提高昂曲两岸土地灌溉保证率，促进农业生产的发展；同时林草地灌溉条件的改善，新增林草地灌溉面积 0.83 万亩，将有助于水土涵养，改善水土流失现状。因此，本工程与《全国生态功能区划》是相符合的。

（2） 与《西藏自治区生态功能区划》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，对施工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”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，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。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。

4.1.4 与生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线的协调性

（1） 与生态保护红线的协调性

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《生态保护红线划定指南》（环办生态[2017]48号）等相关文件，本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、湿地公园、地质公园等生态敏感区，同时结合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，本工程不涉及生态保护红线区范围。因此，本工程与西藏自然区生态保护红线的管控要求无冲突。

（2） 与环境质量底线的协调性

根据现状监测数据，坝址以上干流水质除Fe超标外，其他水质因子均满足III类水质标准要求。支沟仅芒达曲、恩达曲存在As、Fe超标问题；坝址以下干流水质存在As、Fe、Cr、Pb、Mn等因子间歇性超标问题。本工程已拟定相关措施，要求施工及运行期废污水处理达标，尽量不外排。库区支沟（芒达曲、恩达曲）温泉水As超标，拟采取预氧化－絮凝沉淀的方式处理。灌溉退水经预测，As、Fe、COD、NH_3-N、TN、TP等因子均未出现超标现象。因此，本工程的实施满足区域环境质量底线的控制要求。

（3） 与资源利用上线的协调性

本工程属于《澜沧江流域综合规划》的近期实施工程，为落实最严格水资源管理制度的水资源开发利用和用水效率控制两条红线。按照昌都市实现最严格水资源管理考核办法的规定，至2030年，本工程卡若区用水总

量为 6321.3 万 m^3（城镇用水 5721.3 万 m^3，灌溉用水 660.01 万 m^3），不突破水资源利用上线；卡若灌区配套工程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，均高于自治区灌溉用水利用系数控制目标值。因此，与流域资源利用上线相协调。

4.1.5 与流域相关规划的符合性

（1） 与《澜沧江流域综合规划》符合性分析

2009 年，长江水利委员会组织开展澜沧江流域综合规划编制工作，2015 年 7 月，编制《澜沧江流域综合规划》（2015 年修订稿）。澜沧江流域综合规划指出，昌都市城区城镇供水存在供水规模不足、城区河段水质季节性超标、冬季取水量不足等诸多问题。为贯彻落实中央第六次西藏工作座谈会长期建藏的精神，支持和保障昌都市经济发展，提出“十三五”期间建设宗通卡城市供水水源工程。宗通卡水利枢纽工程建成后将极大提高昌都市城镇供水保证率，促进昌都市水生态文明建设。流域规划同时指出，昌都昂曲耕地相对集中，应大力发展具有一定调蓄能力的蓄水工程，结合引、提水工程，对灌区进行续建配套和节水改造，配套田间工程，进一步建设卡若灌区。规划提出宗通卡水库作为灌溉水源，充分发挥其综合效益和作用。在重要支流规划以及近期实施工程意见也提出，宗通卡水利枢纽具有供水、灌溉、发电等综合效益，应结合昂曲干流水电开发“一库 7 级”方案，根据经济社会发展需要，近期开发宗通卡梯级。

因此，宗通卡水利枢纽工程与《澜沧江流域综合规划》是相符合的。

（2） 与《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审批意见符合性分析

2016 年 4 月，环境保护部以环审[2016]47 号文批复了《澜沧江流域综

合规划环境影响报告书》。规划环评中关于宗通卡水利枢纽工程的要求:

昂曲水力资源理论蕴藏量1149.7MW,干流水电开发拟采用“一库7级”方案，总装机容量528MW。目前，已建有沙贡和昌都两座电站。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。

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》的审查意见中关于宗通卡水利枢纽工程的要求:

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） 加强栖息地和重要生境保护。将干流源头至囊谦、古水和托巴库尾，以及支流色曲、麦曲、德庆河、基独河、罗闸河、小黑江(左右两支)、南班河、南腊河、南阿河、阿东河等纳入栖息地保护，研究设计西双版纳南班河珍稀鱼类等自然保护区，除必要的供水、灌溉等民生工程外，不再开发建设水利水电工程，完善栖息地保护措施。

3） 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。

4） 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。

本阶段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》及审批意见中的相关要求的落实情况详见表 4.1.5-1。

4.1.6 与区域规划的符合性分析

（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

《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。

表 4.1.5-1　　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宗通卡水利枢纽工程的相关要求	落实情况
1	建议取消昂曲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。	宗通卡水利枢纽工程的主要建设任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉，属于综合利用水利枢纽工程；另外，本环评报告中已提出对已建的昌都电站补建过鱼设施的要求。
2	加强栖息地和重要生境保护，除必要的供水、灌溉等民生工程外，不再开发建设水利水电工程，完善栖息地保护措施。	禁止在支流琅玛曲、芒达曲、恩达曲上新建拦河坝，并建议拆除已建沙贡水电站。
3	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。	已开展宗通卡水利枢纽工程水生生态研究，并提出以下措施，如：（1）通过生态小机组下泄生态流量；（2）禁止在支流琅玛曲，并建议拆除已建沙贡水电站；（3）设置升鱼机；（4）设置增殖放流站；（5）加强渔政管理；（6）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；（7）已建昌都电站补建鱼道。另外，已制定生态流量、水生生态、陆生生态、生物多样性和水文、水环境的监测方案。
4	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。	

宗通卡水利枢纽工程的主要建设任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。宗通卡水利枢纽的兴建，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”，并为当地矿产资源开发及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》是相符合的。

（2） 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，区内水系发育，金沙江、澜沧江、怒江和雅鲁藏布江及其支流水量丰富，季节变异较小，是我国水力资源最丰富的地区之一。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。该亚区属高原温带半湿润气候，主要生态系统类型以云、冷为主体的亚高山暗针叶林，此外有较大面积的硬叶阔叶林和云南松林。主要治理措施是保护生物多样性，加强水源涵养。

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

宗通卡水利枢纽工程建设主要是对河谷灌丛植被产生影响，以及施工

期产生的短期环境污染和水土流失影响，为减免对生态环境的不利影响，本报告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，并在工程建设中进一步予以贯彻落实，对区域生态环境保护、水土流失防治以及植被恢复及景观等具有积极作用。同时，也符合该区域生态环境保护及生态建设的规定和要求。因此，宗通卡水利枢纽工程与西藏自治区环境保护与生态建设规划要求相一致。

（3） 与《昌都市水利发展“十三五”规划》的符合性分析

《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》是相符合的。

4.2 工程建设的环境合理性分析

4.2.1 工程规模的环境合理性分析

4.2.1.1 最严格水资源管理制度协调性分析

2012 年 1 月 12 日，国务院以国发〔2012〕3 号印发的《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》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。

西藏自治区制定了考核办法，以《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）正式发布施行。昌都市水资源严格管理控制指标如下:

用水总量:2020年、2030年全市社会经济用水总量分别力争不超过5.15亿m^3、5.46亿m^3。

用水效率：2015年，工业万元增加值用水指标较2010年水平下降30%以上；农田灌溉水利用系数不低于0.414。

水功能区达标：2020年、2030年重要江河湖泊水功能区水质达标率不低于90%。

1） 用水总量控制指标

到2030年，宗通卡水利枢纽工程向昌都市中心城区和卡若区沙贡乡提供城乡用水5721.3万m^3，向卡若灌区提供灌溉用水约660万m^3，工程电站年均发电用水34.15亿m^3，以及工程生产管理年均办公和生活用水0.491万m^3。其中，发电用水属河道内用水，不影响区域用水总量红线控制目标。

城乡用水主要是置换昌都市中心城区、沙贡乡现有供水水源，以及保障满足该区域经济社会发展的用水增长需求，不属于工程开发建设产生的用水增长范畴。另一方面，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。宗通卡水库提供灌溉供水，主要替换灌区范围内现状灌溉水源，改善灌溉条件，提高灌溉保障率。因此，仅灌区新增灌面灌溉水量，属于工程开发建设产生的河道外经济社会用水量增长，年均约8.61万m^3。

工程生产管理年均办公和生活用水0.491万m^3，属于河道外经济社会用水增长需求。

综上所述，工程开发运行产生的用水增长量主要为灌区新增灌面灌溉用水量及生产管理办公和生活用水量，年均约合 9.101 万 m^3，新增用水量较少，对区域经济社会用水总量红线指标 5.46 亿 m^3 增加的压力较小，符合昌都市最严格水资源管理用水总量控制指标的要求。

2） 用水效率控制指标

根据计算，工程电站工业增加值用水指标约 0.37m^3/万元；在现状水平年运行，工程电站约能将昌都市现状综合工业用水水平提高 21.84%、万元 GDP 用水水平提高 0.95%。

根据工程设计，宗通卡水利枢纽卡若灌区配套工程耕园地综合灌溉水利用系数 0.662，林草地综合灌溉水利用系数 0.776，灌溉水利用系数高于自治区灌溉用水利用系数控制目标值。

因此，宗通卡水利枢纽工程开发和运行，能够提高昌都市的用水效率和用水水平，并且满足昌都市最严格水资源管理制度用水效率控制指标要求。

3） 水功能区水质达标率控制指标

宗通卡工程发电退水、水库弃水、机组技术供水系统退水、升鱼机系统退水量年均合计 42.73 亿 m^3，为天然水质，基本无污染排放下游河道。工程生产管理年均办公和生活年均退水 0.36 万 m^3，其中工程管理区约 0.17 万 m^3 采用生活污水处置措施处理达标后中水回用或排放，灌区属地管理区约 0.067 万 m^3 采用属地排水系统排放，远程管理区约 0.122 万 m^3 采用昌都市市政管网排水系统处置达标后排放。

宗通卡水利枢纽配套灌区的农作物均为旱作，灌溉退水主要来自田间渗漏与渠道入渗。通过对灌溉需水量过程分析，以 6 月为最不利影响月统

一计算灌溉退水。经水质预测，下游河道 As 浓度降低，满足《地表水环境质量标准》I 类标准；Fe 浓度降低，小于《地表水环境质量标准》标准限值；COD 浓度降低，满足《地表水环境质量标准》I 类标准；NH_3-N 浓度升高，满足《地表水环境质量标准》I 类标准；TN 浓度升高，满足《地表水环境质量标准》III 类标准；TP 浓度升高，满足《地表水环境质量标准》Ⅱ类标准。具体结果见表 4.2.1-1。

表 4.2.1-1　　运行期下游河道水质变化分析表

分项		现状水平年		规划水平年	
		浓度	是否超标	浓度	是否超标
丰水期	As（μg/L）	13.5-17.3	否	7.6-8.7	否
	Fe（μg/L）	430.2-487.7	是①	60.2-64.8	否
	COD（mg/L）	9.90-10.00	否	9.36-9.40	否
	NH_3-N（mg/L）	0.049-0.049	否	0.066-0.067	否
	TN（mg/L）	0.77-0.77	否	0.90-0.93	否
	TP（mg/L）	0.010	否	0.042-0.048	否
平水期	As（μg/L）	10.0-13.4	否	6.1-8.7	否
	Fe（μg/L）	96.6-117.1	否	62.5-74.9	否
	COD（mg/L）	9.80-10.00	否	9.32-9.40	否
	NH_3-N（mg/L）	0.047-0.047	否	0.066-0.067	否
	TN（mg/L）	0.63-0.64	否	0.90-0.98	否
	TP（mg/L）	0.010	否	0.042-0.063	否
枯水期	As（μg/L）	5.5-23.3	否	3.1-12.2	否
	Fe（μg/L）	74.3-471.1	部分超标②	9.5-147.5	否
	COD（mg/L）	9.80-10.00	否	8.14-8.24	否
	NH_3-N（mg/L）	0.039-0.039	否	0.113-0.119	否
	TN（mg/L）	0.72-0.73	否	0.84-1.10	否
	TP（mg/L）	0.010	否	0.041-0.100	否

超标范围备注：①坝址至昌都全河段；②坝址至沙贡乡长约 10km 河段。

因此，本工程新增退水水质未出现超标情况，是符合水功能区水质达标率控制指标要求。

综上所述，本工程在用水总量、用水效率、水功能区水质达标率上均满足“三条红线”的要求，符合最严格的水资源管理制度。

4.2.1.2 水资源配置“三先三后”原则符合性分析

（1） 关于先节水后供水原则

宗通卡水利枢纽工程开发任务以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。工程用水主要包括城乡供水、发电用水和灌溉用水，其中，发电用水为河道内用水。初步分析，工程在发电用水方面节水潜力不大，在城乡供水和灌溉用水方面有一定节水潜力。

1） 城镇用水节水

工程水库城乡供水目标为下游昌都城区、沙贡乡，用水户包括居民生活用水、城镇公共用水、工业用水等，规划水平年城乡供水年供水规模为5721.3万m^3。根据各用水户的用水特点，主要节水措施可以包括为:

① 城镇节水降损措施。包括: 推进昌都市城区供水管网漏损改造; 鼓励昌都市城区餐饮、宾馆、娱乐等行业实施节水技术改造，视实际情况执行特种用水价格; 鼓励和推进新建公共建筑和政府投资的住宅建筑安装建筑中水设施，便利社会生产、生活的中水利用; 加强城区公园绿地雨水、再生水等非常规水源利用设施建设; 推进城区污水再生利用和雨水资源化利用，鼓励居民选用节水器具，利用价格或补贴机制鼓励中水利用，推进昌都市节水型城市建设。

② 工业节水增效措施。提高工程供水范围内工业企业用水效率，以用水效率作为区域产业结构调整的重要依据，加快建设节水型企业; 推动企业通过整体设计、过程控制和深化管理，挖掘节水潜力; 根据区域国民经济“十三五”规划和区域水资源特点，探索和实践对工业企业的取水审批实行负面清单制度管理。

③ 节水宣传和监管措施。广泛开展节水宣传，加强节水教育培训，倡导节水行为；编制节水规划，严格用水强度管理，严格节水监管，全面实施区域最严格水资源管理制度。

综上所述，工程实施，满足“先节水后供水”的原则。

（2） 关于先治污后通水原则

根据现状调查，水库库区及上游河段无工业企业，农村居民分布较少，基本上没有生活污水排入河流，农业面源也很少。坝址下游污染源主要为沿河两岸灌区农林牧业生产、畜牧养殖、农村生活污水等，无直接退水入河，污染源主要以地面汇流或地下潜流方式汇入昂曲或其支沟。

为贯彻落实国务院《水污染防治行动计划》（国发[2015]17号）和《西藏自治区水污染防治行动计划工作方案》（藏政办发〔2015〕101号）相关要求，昌都市人民政府制定了《昌都市水污染防治行动计划工作方案》，针对谁污染提出了以下要求和措施:

1） 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。

2） 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。

3） 加强工业水循环利用，选矿企业继续严格执行污水循环利用和零排放制度，对污水处理设施定期检修、保障正常运转。

4） 重点打击私设暗管或利用渗井、渗坑、溶洞排放、倾倒含有毒有害污染物废水、含病原体污水。

工程实施后，一方面置换昌都市现有城市用水水源，另一方面替代灌区现有灌溉水源。城乡供水和灌溉供水年耗水量4634万m^3，城乡供水达标

排放约 1953 万 m^3，灌溉用水回流约 212.5 万 m^3。工程施工和运行期河道外用水基本中水回用或达标排放，不影响区域现状水质和规划水质目标。

综上所述，工程实施，满足“先治污后通水”的原则。

（3） 关于先环保后用水原则

工程设计充分考虑了坝址下游生态环境的用水需求，在水库建设和运行期间实施各项生态避让、减缓、恢复和补偿措施，尽量降低对坝下减水区域的生态影响。

根据昂曲年内径流分配不均的特点，采用多种计算方法，同时结合河道鱼类生态习性，将坝址断面生态流量按照 11 月～次年 3 月不小于断面多年平均流量的 16.3m^3/s、4 月不小于 31.7m^3/s、5 月～10 月不小于 41.4m^3/s 控制。同时，蓄水初期在实际调度运行过程中，为了进一步改善下游生态环境，下泄流量可以大于生态流量 16.3m^3/s。

另外，工程实施后，水库大坝阻隔将对昂曲鱼类生境条件和种群资源产生影响。通过调查与研究，本次环评提出将库尾琅玛曲支沟及昂曲以上干流河段划为栖息地保护水域；在枢纽区修建升鱼机，以减缓拦河建筑物对鱼类的阻隔影响；在业主营地建设人工增殖放流站，开展裸腹叶须鱼、光唇裂腹鱼等鱼类的人工增殖放流，补充鱼类资源，同时开展鮡科鱼类的人工繁殖技术研究；对坝址下游已建沙贡电站提出拆除的建议，对昌都电站建议补建过鱼通道，恢复昂曲的连通性。

综上所述，在采取上述各项保护措施后，工程建设符合“先环保后用水”的原则。

4.2.2 工程方案的环境合理性分析

4.2.2.1 正常蓄水位比选环境合理性分析

本工程可行性研究阶段正常蓄水位选择研究过程中，拟定了 3472m、

3473m、3474m、3475m 共 4 个正常蓄水位方案进行比选，不同正常蓄水位方案主要环境要素的比选情况见表 4.2.2-1。

（1） 水文情势

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

（2） 水温及水质

宗通卡坝址多年平均年径流量为 43.5 亿 m^3，采用 α 法判别宗通卡水库水温结构，各正常蓄水位方案的 α 值分别为 35.7、35.3、34.9、35.7，均大于 10。因此，各蓄水位方案水库均属于混合型水库，下泄水温基本与天然水温无差别。

工程运行后，水库水体流速较天然水体有所减缓，污染物降解能力有所降低，但水库上游水质负荷现状水平较低，从区域负荷及社会发展规划分析，污染负荷近期不会有大的增加，且各蓄水位方案入库污染源基本一致，各方案水库淹没产生的库区污染的可能性基本相同，因此各蓄水方案对水质的影响差别不大。由于库区干流河段存在 Fe 超标现象，库区内两条支沟存在 As 超标现场，因此通过建立水质分析模型，分析不同正常蓄水位方案下库区 As、Fe 浓度的空间分布，分析结果表明，由于泥沙沿程落淤，在泥沙对 As、Fe 的吸附作用下，库区水体 As、Fe 浓度呈现沿程下降的变化趋势，有利于水库供水，水库坝前水位越高，对水质净化越有利。

（3） 生态环境

各蓄水位方案均不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园等生态敏感区域，受工程直接影响的区域主要为淹没区和施工占地区。受影响植被类型均为较为常见的植被类型，各蓄水方案水库淹没对植物生物量、区域的陆生生态系统产生一定的影响，但各方案间影响差别很小。水库蓄水后，陆生动物的活动范围有所减小，但陆生动物大多具有活动范围广泛的特点，随着库区水位的抬升，将向周边转移。本工程各方案对鱼类生境及其他水生生物的影响基本相同。

（4） 移民及社会影响

4 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 289 人、343 人、369 人、449 人。随着水位抬高，移民安置人口增加，影响递增；随着正常蓄水位的增加淹没影响土地数量有所增加，增加的土地主要为耕园地和林地；移民安置点不涉及重要环境保护敏感区，移民安置及社会影响也将随正常蓄水位的抬高而增加。

（5） 小结

从上述分析来看可研阶段拟定的 3472m、3473m、3474m 和 3475m 四个方案，随着正常蓄水位的增加，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，水温、鱼类生境及其他水生生物、人群健康等方面的影响基本相同，对水质的改善影响也将逐步增强，环境影响不是正常蓄水位选择的限制因素。综合考虑宗通卡水利枢纽工程的作用及其供水要求、水库淹没和经济指标等方面，拟定的 3474m 方案是基本合理的。

表 4.2.2-1　　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^3）	0.4191	0.4335	0.4479	0.4199
	总库容（亿 m^3）	1.2172	1.2316	1.246	1.218
水温	α 值(α β 法)	35.7	35.3	34.9	35.7
水质		通过建立水质分析模型，分析不同正常蓄水位方案下库区 As、Fe 浓度的空间分布，分析结果表明，由于泥沙沿程落淤，在泥沙对 As、Fe 的吸附作用下，库区水体 As、Fe 浓度呈现沿程下降的变化趋势，有利于水库供水，水库坝前水位越高，对水质净化越有利。			
陆生生态	生物量损失	随着水位的抬高，生物量损失有所增加			
	淹没植物种类	基本一致			
	淹没珍稀保护植物	根据调查，淹没区均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）	289	343	369	449
	房屋（m^2）	26500	28581	29910	33202
	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）	8618	8748	8878	9049
	耕园地面积	1887	1950	2012	2074
	耕园地所占比例	0.2189603	0.22291	0.22663	0.229196596
	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			
人群健康		不同正常蓄水位方案对人群健康的影响差别不明显			
重要环境敏感对象		均不涉及，均无影响			

4.2.2.2 坝址比选环境合理性分析

在可行性研究阶段，拟定了上、下两个坝址，两坝址相距约 1km，坝址位置见图 4.2-1。



图 4.2-1 坝址位置示意图示意图

下坝址在地层岩性、地质构造、隧洞围岩分类、溢洪道边坡及基础稳定、大坝防渗处理上均略优于上坝址；上坝址发电厂房开挖量较大，输水干管总长较长；下坝址装机容量略优于上坝址，工程投资相对较小。经综合比较，推荐下坝址。

两个方案对环境的影响程度相差不大，在环境保护方面均没有制约因素。相对而言，从水环境影响分析，下坝址方案形成的水库的水环境容量相对较大，水体自净能力较好，供水安全保障程度较高。宗通卡各坝址的环境影响见表 4.2.2-2。

表 4.2.2-2　　宗通卡水利枢纽工程各坝址方案环境影响比较表

项目	环境因子	下坝址	上坝址
环境敏感目标		水生生态：主要为鱼类三场，澜沧江特有鱼类澜沧裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鮡；陆生生态：国家重点保护动植物古树名木；规划搬迁安置人口 478 人。	规划搬迁安置 452 人，其他敏感目标同方案一。
环境影响	水环境	水库径流—库容比 α 为 34，对水温的而影响与上坝址方案差异较小。水库总库容 1.246 亿 m^3 比上坝址大。水库回水长度 24.3km，比上坝址长。	水库径流—库容比 α 为 38，对水温的而影响与下坝址方案差异较小。水库总库容 1.139 亿 m^3 比下坝址小。水库回水长度 23.3km，比下坝址短。
	陆生生态	受影响陆生植被面积为 8351.6 亩，永久占用林草地 6308.33 亩，对陆生植物的影响比上坝址大	受影响陆生植物面积为 8134.84 亩，永久占用林草地 5917.51 亩，对陆生植物的影响比下坝址小；
	水生生态	两个方案实施后，均形成阻隔影响，对水生生物的影响基本没有差异	
	移民	永久占用耕地 1941.05 亩，规划搬迁安置人口 478 人	永久占用耕地 1790.57 亩，规划搬迁安置人口 452 人
	工程施工	两个方案施工布置与施工方法基本相同，施工强度相当，各方案对环境影响程度总体差异不大。	
综合影响分析		两个方案对环境的影响程度相差不大，在环境保护方面均没有制约因素。相对而言，从水环境影响分析，下坝址方案形成的水库的水环境容量相对较大，水体自净能力较好，供水安全保障程度较高。	

4.2.3 施工方案环境合理性分析

4.2.3.1 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、供水和灌溉工程区进行分区集中布置。本工程施工场地在布置过程中，力求协调紧凑，节约用地，尽量利用荒地、滩地、坡地和水库淹没土地，少占耕地和经济林地；最大限度地减少对当地群众生产、生活的不利影响。

根据坝址区地形地质条件，坝址左岸下游 1.2km 处及坝址右岸下游 1.9km 处均有沿江缓坡地可布置施工场地，但右岸下游缓坡地周围房屋等建筑较多，若布置施工场地，对当地居民影响较大且可能会增加拆迁移民数量，故本工程主要施工场地考虑集中布置在左岸下游的缓坡地；因本工程土石方开挖工程量较大，所需炸药量较多，考虑炸药库的安全影响范围，将炸药库布置于坝址左岸上游，减轻对爆炸风险对周边居民的影响。

施工期，格秀村约 10 户主要受施工区施工工厂产生的噪声影响，居民与施工工厂的最近水平距离为 65m，垂直距离约为 1m，距离较远，村民受施工噪声的影响较小。工程建设范围内的文物古迹均无保护级别，已由西藏文物保护研究所评估可采取相应保护措施，不制约工程建设。

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，施工区（营地）均布置在沿江缓地，尽量利用荒地、滩地、坡地和水库淹没土地，少占耕地和经济林地，且距离附近居民点较远，工程施工对周边居民影响较小。

综上所述，宗通卡水利枢纽工程施工总布置无重大环境制约因素，工程布置充分利用坝址下游左岸沿江缓地进行施工布置，尽量减少工程施工额外占地面积和对原有地貌及原生植被的扰动与破坏，减轻施工占地对周边居民带来的不利影响，其所造成的局部影响可通过采取相应措施

予以减缓。

4.2.3.2 料场选址的环境合理性分析

本项目的枢纽工程用料共选择了建筑物开挖料、2 个块石料场及 2 个砂砾石料场。供水工程及灌溉工程区共选择了 6 个料场，其中砂砾石料场 3 个、块石料场 3 个。

（1） 枢纽工程料场

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。距下坝址直线距离约 11km，与坝址间有简易公路连接，公路里程约 19km。

2#石料场位于类乌齐县尚卡乡多日喀村西北侧恩达曲左岸冲沟内，距离沟口约 1.1km。距下坝址直线距离约 11km，坝址区与交日卡村有简易公路相连，交日卡村至 2#石料场间需要修施工道路，公路里程约 18km。

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。地面高程 3440～3455m，地表最大地形坡度小于 15°。

2#砂砾石料场位于坝址上游左岸一级阶地，与下坝址直线距离约 2.0km。地面高程 3445～3455m，地表最大地形坡度小于 15°。

从料场分布位置来看，2 处石料场离坝址区较远，公路里程约 19km 左右。石料运输时，可能会对沿路两侧居民产生噪声、扬尘的影响。在采取降速禁鸣、扫水降尘等环保措施后，其不利影响较小。2 处砂砾石料场离坝址区近，直线距离约 2.0km，石料运输对环境影响较小。

从料场现场调查来看，2 处石料场和 2 处砂砾石料场周围 200m 范围内都没有居民点等环境敏感对象的分布。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。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，考虑到本工程区生态环境特

点，在做好料场开挖后的植被恢复和水土保持措施的前提下，料场的选址在环境上是可以接受的。

（2） 供水及灌溉工程料场

3 处砂岩料场均分布在昂曲河右岸边坡上，都有乡村公路从前缘通过。3 处砂砾石料场沿昂曲河两岸呈条带状分布，均为一河漫滩，沙贡乡砂砾石料场目前乡政府已进行开采。从料场分布位置来看，6 处料场离施工区较近，均有乡村公路连通，运输距离较短，沿途居民分布较少，对其影响不大；从料场现场调查来看，6 处料场分布在河漫滩或河岸边坡上，主要以裸地为主，植被环境比较单一，天然地形坡度较小。开挖量也不大，且充分利用工程开挖料，施工结束后及时进行土地整治及植被恢复。其环境影响程度和范围可以接受。

4.2.3.3 弃渣场选址的环境合理性分析

枢纽工程坝址区内共布置 2 个弃渣场、1 个存料场和 1 个存弃渣场。右岸上游存料场布置于坝址右岸上游 1.3km 处，存料场顶部高程 3450m，主要用于堆存工程开挖利用料；左岸上游 1#存料场布置于坝址左岸上游 1.0km 处（5#公路旁），主要用于堆存工程开挖利用料；左岸上游 2#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，主要用于堆弃工程开挖弃渣。上述弃渣场均为库底型弃渣场，无需新增占地，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，枢纽工程区的弃渣场基本合理。

供水及灌区工程为线性工程，管线长度较长，不适宜集中布置弃渣场，考虑于供水线路沿线的低洼空地处分别布置小型弃渣场堆弃工程开挖弃渣。管线沿线共布置 8 处弃渣场。管线沿线弃渣场布置区域不存在居民点、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，弃渣场布置基本是环境合理的。

4.2.3.4 施工道路布置的环境合理性分析

本工程规划新建和扩建场内施工道路 51.72km,占地面积为 456.61 亩，其中永久道路征地 272.88 亩，临时道路征地 183.73 亩。考虑到施工道路区的生态环境特征，道路工程开挖、爆破及弃渣将会占压植被，破坏陆生动物生境，将对沿线的陆生动植物产生较明显的影响。建议工程道路规划充分考虑当地环境特点，在充分利用现有道路的基础上，优化施工道路布置和出渣方式，尽量减少道路长度，降低对当地生态环境的影响。枢纽工程区施工道路周边 200m 内都没有居民点等环境敏感对象的分布，因此交通噪声对周边居民点基本无影响。同时，应加强施工道路区两侧的植被恢复和水土保持措施，降低工程新增水土流失对生态环境的影响。

4.2.4 移民安置方案的环境合理性分析

4.2.4.1 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。

4.2.4.2 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，不会带来严重的环境破坏。

4.2.4.3 专业项目处理方案合理性分析

本工程的主要专项设施包括交通运输工程、电力工程、电信工程及文

物古迹等。建设征地影响的四级公路、桥梁按恢复原功能的原则进行复建；建设征地影响的电力工程采取搬迁变压器及恢复低压主线方案；建设征地影响的电信工程采用征地线外后靠绕线方案；受建设征地影响的文物古迹按自治区文物局审定的文物调查方案进行考古发掘清理和搬迁工作。

上述专项设施工程规模不大，施工期短，工程对环境的影响很小，无环境制约性因素。综上所述，从环境保护的角度看，专项项目处理方案总体合理。

4.3 工程环境影响源分析

4.3.1 工程施工

4.3.1.1 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。上述废水如直接排放，将对昂曲岸边局部水域或土壤结构产生一定影响。

（1） *砂石加工冲洗废水*

枢纽工程施工区设置共人工砂石混凝土系统和沥青砂石混凝土系统 2 处。人工砂石加工系统生产工程所需的混凝土骨料、垫层料、反滤料和排水料；沥青砂石加工系统生产沥青混凝土骨料。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 2 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^3/h 和 60m^3/h。冲洗废水主要污染物质为悬浮物，浓度可高达 30000mg/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。

（2） 混凝土拌和系统碱性冲洗废水

枢纽工程共设置 2 个混凝土生产系统：常规混凝土生产系统生产常态混凝土；沥青混凝土生产系统生产沥青混凝土。常规混凝土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；沥青混凝土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 1 座。供水及灌溉工程 11 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^3/次，供水及灌溉工程单处搅拌站冲洗废水产生强度为 6m^3/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、供水及灌溉工程单处搅拌站的最大碱性废水产生量分别为 32m^3/d、16m^3/d 和 12m^3/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 5000mg/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，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)。按每台机械冲洗水量 0.6m^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 91.2m^3/d 和 53.8m^3/d。含油废水主要污染物为悬浮物和石油类，排放的废水中悬浮物约 1000mg/L、石油类约 100mg/L。含油废水若不处理直接排放，将对昂曲水质产生不利影响。

（4） 基坑排水

工程基坑排水包括初期排水和经常性排水。基坑初期排水计划 4 天排完，估算初期排水强度为 1300m^3/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，水库区年最大 24h 降水量为 55.3mm，基坑考虑一日内排干，最大排水量约为 150m^3/h。由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑水的悬浮物含量和 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 2000mg/L 左右。基坑废水若不经处理直接排放，将对昂曲水质产生不利影响。

（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。施工高峰期，施工营地、业主营地及办公生活区的施工人数分别为 950 人、150 人和 500 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、业主营地及办公生活区的生活污水产生量分别为 91.2m^3/d、14.4m^3/d 和 48m^3/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_5、COD、氨氮等。各种污水混合后，BOD_5浓度约 200mg/L、COD 浓度约 300mg/L、氨氮浓度约 30mg/L。

4.3.1.2 地下水

枢纽工程的导流隧洞、泄洪放空洞、引水系统以及输水隧洞等都涉及

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#引水线路长 232m，主管直径为 6.8m，支管直径为 4.8m，2#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_3x^{2-8}、J_3x^{2-9}、J_3x^{2-10}）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，如果引水隧洞施工过程中该段含水层地下水发生大量渗漏，将会在隧洞沿线一定范围内形成地下水降落漏斗区，造成引水隧洞周边区域地下水水位下降。因此施工中应采取必要的止水措施。

4.3.1.3 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的破坏，永久占地导致不可逆影响，直接破坏植被和动物生境；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。

4.3.1.4 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。另外，施工期间水环境污染对水生生物的生长、繁殖有不利影响。

4.3.1.5 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。因此，本节从固定噪声源、爆破噪声源和流动噪声源三个方面对噪声源产生的影响进行分析。

（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合等。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 4.3.1-1。

表 4.3.1-1　　大坝施工期间主要机械噪声实测值

施工区域	噪声源	测试点位置	噪声级（dB）（A）
大坝施工区	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，本工程砂石料加工系统噪声值在在 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合楼、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合楼的拌合作业，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 4.3.1-2　　施工工厂工厂噪声实测值

施工区域	噪声源	测试点位置	噪声级（dB）（A）
机械加工厂	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。

4.3.1.6 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，主要的污染物为 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 NOx 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 NOx 和 NO_2 的转换系数，NOx 和 NO_2 的转换系数取 0.075。本工程枢

纽工程区施工区施工期油料用量为 2.44 万 t，供水和灌溉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 NO_2产生量为 47.15t，CO 产生量 955.91t，供水和灌溉工程每处施工区 NO_2产生量为 0.68t，CO 产生量 13.71t。

（2） 爆破及边坡开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和 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 200kg/t 炸药，NO_2的排放系数为 15.27kg/t 炸药，CO 的排放系数为 41.75kg/t 炸药。

本工程施工期炸药用量为 4600t，施工爆破及开挖产生产生粉尘总量 920t，NO_2总量 70.24t，CO 总量为 192.05t。本工程料场附近无敏感点分布。

（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 0.77kg/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 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 18.4 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 TSP。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^2，则汽车行驶产生的扬尘量为 3.13kg/km·辆。

4.3.1.7 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

1） 生活垃圾成分及特性

生活垃圾成分受生活水平、生活习惯和能源结构等因素的影响，本工程施工区生活垃圾成分有其自身的特点。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。

2） 生活垃圾产生量

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，按照人均垃圾产生量为 0.5kg/d 计，枢纽工程施工区和供水和灌溉工程施工区生活垃圾产生量分别为 0.55t/d 和 0.25t/d，施工期共产生垃圾量分别为 1023t 和 337.5t。

（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144.08万m^3，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、蓄电池等。

4.3.1.8 人群健康

枢纽工程施工总工期62个月，施工高峰期施工人数1100人；供水和灌溉工程施工总工期45个月，施工高峰期施工人数500人。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。

4.3.1.9 环境地质

宗通卡水库水库为峡谷型水库，距两岸分水岭高差均在1000m以上，两岸山体雄厚，地形封闭条件好。库盆地层岩性主要为侏罗系上统小索卡组（J_3x）、中统东大桥组（J_2d）及土拖组（J_2t）泥岩、页岩，泥质粉砂岩及砂岩，均为隔水岩层或相对隔水岩层。库区处于尚卡向斜西南翼，无区域性断裂通过，构造相对简单。水库区内地下水埋藏条件受地形地貌控制明显，地下水位由河谷向两岸分水岭迅速抬高，不存在沿地下岩溶通道及构造结构面向外渗漏的可能性。

泄洪洞施工开挖后揭露泥质粉砂岩和泥岩，泥质粉砂岩和泥岩具有易风化的特点，开挖后易产生风化剥落，长期裸露会引起崩塌。建议开挖完后及时对泥质粉砂岩和泥岩部位进行封闭。

4.3.1.10 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 4.3.1-3。

4.3.2 工程运行期

4.3.2.1 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。初期蓄水生态流量下泄方式为：枯水期河道截流至围堰填筑期间，通过导流隧洞向下游泄水；大坝施工期间，汛期洪水由导流隧洞下泄，围堰挡水度汛；大坝施工完成，导流隧洞下闸后水库蓄水期，水位蓄至溢洪道过流前，采用导流隧洞进口闸墩两侧的生态供水管向下游供水，待水位升至溢洪道过流后关闭生态供水管，采用溢洪道进口闸门控泄，下泄生态流量 16.3m^3/s。

（2） 运行期库区水文情势分析

宗通卡水利枢纽工程为日调节水库，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。

（3） 运行期坝下河段水文情势分析

工程引水将减少宗通卡大坝下游河段水量，改变大坝下游水文情势。宗通卡水库仅具有日调节能力，扣除供水、灌溉需水外，基本按天然日来水量下泄，仅在满足电力系统需要日调峰运行时，下泄过程较天然来水过程略有改变。建库前、后下游河道流量、水位变化小，不会改变下游用水及河势。

表 4.3.1-3　　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^3/h，经常性排水最大排水量约为 150m^3/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^3/h 和 60m^3/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^3/d 和 16m^3/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
			11 处，每处是 12m^3/d	供水和灌溉施工区的搅拌站	
	机械修配停放场含油污水	SS，1000mg/L 石油类，100mg/L	1 处，91.2m^3/d	枢纽工程施工区的机械修配停放场	点源，间歇排放
			11 处，共 53.8m^3/d	供水和灌溉施工区的机械修配停放场	
	生活办公区生活污水	COD，400mg/L 氨氮，35mg/L	2 处，共 105.6m^3/d	枢纽施工区的施工营地和业主营地	点源，连续排放
			11 处，共 48m^3/d	供水和灌溉施工区的办公生活区	
环境空气	机械燃油废气	粉尘、CO、NO_x等	NO_2为 47.83t，CO 为 969.62t	施工区	面源，无组织排放
	爆破及开挖作业	粉尘、CO、NO_x等	NO_2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	施工场地	面源
	交通噪声	Leq	85～94dB	场内交通公路	线源
	施工爆破	Leq	130dB	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	2 个砂石加工系统、13 个混凝土生产系统	面源
固体废弃物	生活办公区	生活垃圾	1023t	枢纽施工区的施工营地和业主营地	
			337.5t	供水和灌溉施工区的办公生活区	
	主体工程	弃渣	144.08 万 m^3	大坝工程、坝后厂房、供水管网开挖等	

工程运行期通过生态小机组下泄生态流量，以满足下游生态需水。即11月~次年3月生态流量为16.3m³/s，4月的生态流量为31.7m³/s，5月~10月生态流量为41.4m³/s。

4.3.2.2 地表水

（1） 水 温

采用径流-库容比法对宗通卡水库水温结构进行初步判别。其判别指标为:

$$\alpha = \frac{w}{v}$$

$$\beta = \frac{w_f}{v}$$

式中: w －多年平均年径流量（m³）；w_f－一次洪水量（m³）；v－总库容（m³)；α、β－判别指标。

当$\alpha \leqslant 10$时，为分层型；$\alpha \geqslant 20$时，为混合型；$10<\alpha<20$时，为过渡型。对于分层型水库,如果遇到$\beta \geqslant 1$的洪水,则往往成为临时的混合型;而$\beta \leqslant 0.5$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m³，多年平均年径流量43.5亿m³，其α值为34.4，大于20，水库水温结构为混合型。因此，宗通卡水库蓄水后，不会发生低温水下泄的现象。

（2） 水 质

1） 水库水质

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

2） 坝下河道和灌区水质

水利枢纽初期蓄水时坝下保持一定的下泄流量，坝下河道水质主要取

决于库区水质，会对下游河道水质造成一定影响。由于供水和灌溉，河道水质受进入河道的生活和灌溉回归水的影响，局部水质可能会出现下降。

3） 电站油污水

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

4） 生活污水

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，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所污水处理设施进行处理；拟在昌都市区合建宗通卡水利枢纽管理局营地和远程监控中心管理营地，人员编制为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53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 3.39m^3/d。生产生活区管理人员产生的生活污水如排放会对周边环境产生一定影响。

4.3.2.3 地下水

（1） 对地下水水位影响

工程运营期，由于坝址上游库区蓄水，将抬升库区水位产生淹没区，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附近及尚卡乡

然爱村附近，浸没影响区面积约 1.42×10⁴㎡；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，将抬升两岸库区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。

4.3.2.4 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。随着水库蓄水淹没，库区生态景观也随之发生变化，景观斑块数量将增加，原生景观斑块的数量将减少，主要体现为灌丛景观将缩小，水体景观将增加，由于水利枢纽区扰动和淹没范围主要涉及河谷区域，不涉及海拔较高的区域，不会改变区域整体景观基质。

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。

4.3.2.5 水生生态

工程运行期间库区水文情势改变、生境阻隔等，对鱼类群落结构、生物多样性、遗传基因的交流有不利影响。

4.3.2.6 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。

4.3.2.7 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。

4.3.2.8 固体废弃物

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，则生活办公区日产生固体废弃物量为0.063t/d，每年22.39t。生活垃圾若处理不当会对环境产生一定影响。

4.3.2.9 环境地质

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

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

宗通卡水利枢纽水库蓄水不会引起库盆的明显变化，库区地质构造相对单一，断裂不发育，蓄水后不具备诱发地震的地质条件。

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

4.3.3 水库淹没、占地与移民安置

4.3.3.1 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、住宅用地26.02亩、工矿仓储用地129.39亩、交通运输用地164.77亩、水域及水利设施用地2232.19亩、其他用地176.25亩。

工程建设征地涉及农户 91 户、458 人（均为农业人口）；居民房屋 32322.78m²（主房 28133.17m²、杂房 4189.61m²）；地面装修 8086.13m²、墙面装修 3436.98m²、吊顶 906.05m²、门 152 扇、窗 229 扇、柱 112 根、梁 561.4m、壁柜 405.8m³、经堂经柜 107.94m³；院落围墙 1047.04m²、地坪 1659.63m²、水池 6.29m³、粮仓 305.64m³、卫星接收器 63 个、藏床 416.76m³、混凝土构筑物 37.1m³、围栏 3606.31m²。

工程建设征地涉及零星树木 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 1391.96m³、祭祀台 17 座、经幡 130 套、天葬点 6 个、玛尼堆 2912.57m³、玛尼杆 10 杆、查查房 79.87㎡、经堂 281.19㎡；涉及镇外单位 5 家；涉及工业企业 1 家。

宗通卡水利枢纽蓄水后将淹没草地、部分林地、耕地和裸地，取而代之的是水域；枢纽工程、供水和灌溉工程占地、施工道路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，侵占或占用了部分动物栖息地和会对陆生动物的觅食、栖息等产生影响。

水库蓄水改变水域生境条件，水库蓄水后引起水生生物及鱼类资源种类和分布发生变化。

水库淹没及工程占地对当地土地资源造成一定的压力，影响当地居民的生活质量和生活方式。

4.3.3.2 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，生产安置人口为 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，移民安置对环境造成的不利影响较小。生产安置采取一次性补偿方案。从环境适宜性分析，生产安置方案是合理的。但农村移民安

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。

在移民安置初期，淹没迁移使移民面临着重建家园、社会关系重组、适应新的产业等多种心理负担，部分移民生活质量可能有所下降。随着水库建设资金的投入，移民生活逐步恢复。库区产业结构的调整，对促进社会发展与进步将产生深远的积极作用。

4.3.3.3 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。

4.4 环境影响识别和评价因子筛选

4.4.1 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、供水管网等主体工程基础开挖、混凝土浇筑、弃渣场堆放及施工生活区建设等占地及扰动破坏植被，造成一定生物量损失，并引起新的水土流失，由此产生不利影响；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，处理不当易产生水土流失等对环境造成不利影响。

（2） 运行期

工程运行期对昂曲库区及坝址下游水文情势产生影响，进而对库区及下游河流的水环境、地下水及其生态系统产生影响；工程管理人员生活污水直接排放会造成局部纳污河段的水质污染，工程管理区生活垃圾堆放等会破坏自然环境。工程实施能够满足昌都市、沙贡乡生活和工业发展用水需求，提高卡若灌区灌溉保证率，并充分利用弃水发电，社会、经济、环境效益显著。

根据上述分析，初步对本工程建设的主要环境影响要素进行了识别，详见表 4.4.1-1。

4.4.2 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下表。

通过环境影响识别，本工程重点评价的环境要素是水文情势、水环境、生态和移民，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、环境地质、人群健康。

4.5 工程分析结论

（1） 工程方案

宗通卡水利枢纽工程列入“综合利用水利枢纽工程”，属于鼓励类项目。符合国家的产业政策；符合“新时期治水战略”、“最严格水资源管理制度”、“水十条”等政策要求；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；符合《澜沧江流域综合规划报告》及其环境影响评价的相关要求；符合地方相关区域规划的相关要求。

表 4.4.1-1　　环境影响因子识别与筛选

环境要素		工程施工					水库淹没	工程占地	工程运行	
		枢纽工程	供水工程	灌溉工程	施工人员活动	施工机械运行			大坝阻隔	工程引水
生态环境	陆生植物	-1	-1	-1	-1	□	-2	-2	□	1
	陆生动物	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	□	1
	生态完整性	-2	-1	-1	□	□	-2	-1	-2	1
	水生生物	-2	-1	□	-1	□	-1	□	-2	-1
	自然景观	-1	-1	-1	□	□	-1	-1	-1	1
水环境	水文情势	-1	□	□	□	□	-2	□	-2	-1
	水质	-2	-1	-1	-1	-1	-1	□	-2	-2
	水温	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	地下水	-1	□	□	□	□	-1	□	□	□
环境空气		-1	-1	-1	-1	-2	□	□	□	□
声环境		-1	-1	-1	-1	-2	□	□	□	□
固体废物		-1	-1	-1	-1	□	□	□	□	□
人群健康		-2	-1	-1	-1	□	-1	□	□	□
土壤		-1	-1	-1	□	□	-1		□	1
土地资源		-1	-1	-1	□	□	-2	-2	□	2
移民		□	□	□	□	□	-2	-1	□	□
环境地质		-1	-1	□	□	□	-1		□	□

注：“+”、“-”分别表示影响性质为有利影响、不利影响；“□”、“1”、“2”、“3”分别表示影响程度为无影响、影响小、影响中等、影响大。

宗通卡水利枢纽工程在规划设计各阶段，对坝址、坝型、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，工程在环境保护方面无重大环境制约因素，工程建设环境合理可行。

（2） 工程施工

本工程的开挖、弃渣、占地以及“三废”及噪声排放等施工活动，将扰动原地貌、损坏土地和植被，造成新的水质、噪声、大气污染和新增水土流失，对施工区内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、土地资源利用、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、场地平整等破坏植被、扰动地表，产生弃渣对生态环境造成影响；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、陆生生态和水生生态环境产生一定变化，对工程江段生态系统及陆生、水生动植物及其生境将产生一定影响。此外，生活回归水和灌溉回归水的排放对坝下河段水质产生一定影响。

本工程对环境影响分析主要结论详见表 4.5-1。

表 4.5-1　　宗通卡水利枢纽工程建设及运行对环境主要影响分析表

影响时段	工程活动	影响源	可能产生的环境影响
施工期	工程施工	施工占地及开挖	1、占压土地，改变土地利用方式及施工区地貌； 2、破坏施工区植被及野生动物栖息环境； 3、对河道水质造成一定影响； 4、影响施工区空气质量及现场作业人员身体健康； 5、使施工人员及交通运输公路沿线部分居民受噪声影响； 6、增加疾病传染的可能性。
		生产生活废（污）水排放	
		存弃渣堆放	
		施工废气	
		噪声	
		施工人员进驻	
	移民安置	居民建房	1、破坏植被及安置区野生动物生境； 2、改变土地利用方式，造成水土流失影响； 3、对人群健康的影响。
		专项设施复建	
运行期	水库淹没	淹没植被及野生动物生境	1、降低库周植被覆盖率，迫使野生动物迁移； 2、土地资源减少，加剧人地矛盾，短期影响库周社会经济发展； 3、基础设施复建对水环境、生态环境、声环境等环境要素产生一定不利影响。
		淹没土地资源	
		淹没部分基础设施	
	水库蓄水	初期蓄水	1、水库蓄水初期坝下游流量减少； 2、截断河流及水生生物通道； 3、改变库区水环境，影响水生生物生境； 4、水库蓄水，易引起蚊、鼠传播疾病的流行。
		大坝拦截	
		水库形成	
	水库运行	工程引水	1、改变下游河道水环境，影响水生生物生境； 2、生活回归水和灌溉回归水的排放对坝下河段水质产生一定影响。

5 环境影响预测与评价

5.1 对水资源配置的影响

5.1.1 区域水资源状况

（1） 水资源量

根据《澜沧江流域综合规划报告》，昂曲流域面积 17715km^2，流域地表水资源量 61.0 亿 m^3，地下水资源量 27.0 亿 m^3，水资源总量 61.0 亿 m^3。根据《西藏自治区水资源公报（2015 年）》，昌都市 2015 年地表水资源量 325.61 亿 m^3，地下水资源量 104.56 亿 m^3，水资源总量 325.61 亿 m^3，水资源总量较多年平均偏少 28.7%。

（2） 地表水时空分布特征

宗通卡坝址以上流域多年平均降水量 500～550mm，昌都附近区域降水量 400～500mm，昂曲流域降水自上游向下游逐渐递减，且全年降雨分布不均，干湿季节分明，多集中在夏、秋两季。

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%，径流补给来源主要是大气降水。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。

5.1.2 区域水资源开发利用现状分析

5.1.2.1 区域水资源开发利用现状

昌都市多年平均水资源总量约 457 亿 m^3，根据《西藏自治区水资源公报（2015 年）》，2015 年昌都市经济社会用水总量 3.319 亿 m^3，全市现状水资源开发利用率约 0.73%。2015 年昌都市用水现状情况详见表 5.1.2-1。

表 5.1.2-1 2015 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^3）	比例（%）	类型	用水量（亿 m^3）	比例（%）
居民生活用水	0.142	4.3	地表水源供水量	3.037	91.5
工业用水	0.126	3.8	（1）蓄水工程	0.16	4.8
城镇公共与环境用水	0.178	5.4	（2）引水工程	2.837	85.5
农田灌溉用水	2.22	66.9	（3）提水工程	0.04	1.2
林牧渔畜用水	0.653	19.7	地下水源供水量	0.282	8.5
合计	3.319	100.0	合计	3.319	100.0

昂曲流域上游海拔高，自然条件恶劣，人口稀少，经济发展水平滞后，下游海拔相对较低，自然条件相对较好，昌都市卡若区是流域内人口密集、经济相对发达区域，人口、经济体量在流域占显著比重。

由于资料欠缺，根据 2014 年卡若区人口、经济、耕地面积在昌都市占比估算，卡若区生活用水占比约 26.9%，工业用水占比约 33.8%，公共与环境用水占比约 70.95%，农田灌溉用水占比约 11.2%，林牧渔畜用水占比约 6.66%，据此估算卡若区现状经济社会用水总量约为 0.5 亿 m^3 左右，估算用水量占全市总用水量约 15%左右。

卡若区下辖 3 镇 12 乡，其中，芒达乡、沙贡乡、俄洛镇位于昂曲流域，城关镇（昌都镇）用水一部分取自扎曲、一部分取自昂曲，若巴乡位于色曲支流若曲、埃西乡位于埃曲，嘎玛乡、约巴乡、柴维乡、日通乡、如意乡、面达乡、拉多乡、妥巴乡位于扎曲干流及其支流热曲、盖曲等。据此分析，卡若区在昂曲流域取用水量不大。

目前卡若区现有自来水厂有 3 处，分别是圣洁水厂从扎曲干流取水，设计日供水量为 3 万 m^3；昌都市水厂从昌都水电站水库侧渗水取水，设计日供水量为 2 万 m^3；昌都市水厂俄洛分厂从昂曲右岸支流谢巴曲取水，设计日供水量为 3 万 m^3。

5.1.2.2 区域现状用水水平分析

由于暂缺昂曲流域准确的现状用水资料，而且宗通卡水利枢纽工程供水范围包括昂曲、扎曲以及澜沧江干流的辖区范围，因此将昌都市现状用水水平作为工程所在区域现状用水水平论证分析。

根据《西藏自治区水资源公报（2015 年）》，经初步计算，2015 年昌都市居民平均生活用水指标 47L/人·d,城镇人均公共与环境用水指标 187L/人·d，万元工业产值用水指标约 143m^3/万元，万元工业增加值用水指标约 247m^3/万元，农作物播种面积亩均灌溉用水指标约 268m^3/亩，万元 GDP 用水指标 283m^3/万元，人均综合用水指标 401m^3/人·a。2015 年昌都市人均综合用水量、万元 GDP 用水指标、工业增加值用水指标分别约是同期全国平均水平的 0.9 倍、2.95 倍、4.2 倍，居民生活用水指标也远低于全国平均水平。另外，卡若区万元 GDP 用水指标约 131m^3/万元，约是全国平均水平的 1.36 倍，较大幅度高于昌都市平均用水水平，主要原因是该区用水结构优于昌都市整体用水结构。

综合分析可得，昌都市现状用水水平具有以下特点。

（1） 高寒气候和生活习俗对昌都市居民生活用水有极大影响，导致昌都市居民生活用水指标较低，随着经济发展、能源保障水平提高，居民生活抵抗气候能力加强，生活习惯会发生一些改变，预计未来居民生活用水指标将有较大幅度提高，但提升趋势较缓。

（2） 昌都市现状工业用水指标较高，反映区域工业结构以低附加值

工业为主，相比自治区其它地市，昌都市有较好区位优势，初步分析，昌都市比较优势工业仍将以现状工业产业为主，未来工业用水水平提高不太可能通过工业结构调整实现，而是将主要通过现状工业产业的技术升级和进步实现。

（3） 昌都市城镇人均公共用水指标较高，反映以旅游业为主的第三产业相对繁荣，昌都市未来第三产业、城镇环境仍有较大提升空间，城镇公共和环境用水量仍将有较大幅度的增加，但随着区域城镇化的推进，城镇人口聚集度也将提高，目前尚难判断该指标未来发展趋势，以现有城镇人口增长预测速度与现状旅游业发展速度趋势比较，城镇人均公共用水指标继续增长的可能性更大。

（4） 在较大经济用水指标生产条件下，昌都市人均综合用水指标仍低于全国平均水平，反映地区经济规模不大，经济相对欠发达，由于不存在水资源自然条件制约，该指标存在较大增长和提升空间。

（5）囿于自然条件，以及与资源禀赋和地理相匹配的区域经济结构，预计昌都市全市万元 GDP 用水水平在未来较长时期仍将落后于全国平均水平；昌都市卡若区用水结构较优，初步预测，随着地区经济发展，其万元 GDP 用水水平可能在不长的时期内达到全国平均水平。

总体而言，昌都市居民生活用水水平、经济用水水平低于全国平均水平，与区域自然气候、经济结构和发展水平相适应。

5.1.2.3 区域经济社会用水供、用、耗、排分析

2015 年昌都市供水总量、用水总量均为 3.319 亿 m^3。根据《西藏自治区水资源公报（2015 年）》，2015 年，西藏自治区灌溉综合耗水率 82.6%，林牧渔畜用水综合耗水率 86.5%，工业耗水率 40%，居民生活用水耗水率 74.8%，城镇公共和环境用水耗水率 100%，据此估算，2015 年昌都市综合耗水总量约 2.733 亿 m^3，排放及回流总水量约 0.586 亿 m^3。

昌都市下辖一区十县，其中，卡若区、类乌齐县、察雅县中心城镇位于澜沧江流域，其它各县中心城镇分布于金沙江流域、怒江流域。卡若区城关镇位于澜沧江河源干流扎曲与昂曲汇合口处(自此以下始称澜沧江)，类乌齐县中心城镇桑多镇位于澜沧江支流色曲上游河段，察雅县中心城镇烟多镇位于澜沧江支流麦曲下游河段。

根据藏政办发〔2014〕72 号文《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》，2020 年、2030 年昌都市经济社会用水总量分别不超过 5.15 亿 m^3、5.46 亿 m^3。根据现状各类别用水耗水率估算，预计 2020 年，昌都市供水总量、用水总量不超过 5.15 亿 m^3，相应耗水总量约为 4.24 亿 m^3，排放及回流总水量约 0.91 亿 m^3；预计 2030 年，昌都市供水总量、用水总量相平衡，均不超过 5.46 亿 m^3，相应耗水总量约为 4.49 亿 m^3，排放及回流总水量约 0.96 亿 m^3。根据相关水资源综合规划成果数据，昌都市澜沧江、怒江、金沙江、雅鲁藏布江及藏南诸河各水资源三级区 2020 年、2030 年区域经济社会用水总量比重分别为 37：38：22：3 和 40：36：21：3，据此推算，昌都市澜沧江区域 2020 年供水总量、用水总量不超过 1.92 亿 m^3，相应耗水总量约为 1.58 亿 m^3，排放及回流总水量约 0.24 亿 m^3；2030 年供水总量、用水总量不超过 2.16 亿 m^3，相应耗水总量约为 1.78 亿 m^3，排放及回流总水量约 0.38 亿 m^3。

5.1.2.4 区域水资源利用开发潜力

根据昌都市国民经济发展“十三五”规划，昌都市在“十三五”期间乃至 2030 年，坚持工业强市，积极发展构建以清洁能源、矿产资源开发、新型建材、高原绿色食（饮）品加工、藏药加工和民族手工业等为主的绿色工业体系；优先发展旅游业，大力发展商贸服务业、现代物流业，推动文旅融合、商旅互动，以大旅游经济促进第二产业互动发展、

引领第三产业全面发展；提速推进新型城镇化；稳定农作物总播种面积，开发高原特色农畜产品，建设“高原特色农畜产品生产基地”，以实现粮食、蔬菜、肉类自给为目标。据此分析，昌都市城镇居民生活用水、工业用水、城镇公共与环境用水在内的城镇用水未来将有较大幅度增长。由于现状用水基数和发展规划差异，预计增长速度从高至低依次为工业用水、城镇公共与环境用水、城镇居民生活用水，各类用水量占比将有不同程度增加；由于灌溉用水量大的特点，未来农田灌溉用水量、林牧渔畜用水量占比虽有所下降，但因用水量基数大，农业灌溉用水仍将作为最大用水户，占显著比重。

综合判断，为实施国民经济发展“十三五”规划，“十三五”期间以及至2030年，昌都市城镇用水量将有较大幅度增长，因基数较小，虽增速、增幅极大，但总体用水增量有限；灌溉用水量随保灌面积的增加而增加，增速、增幅有限，但用水增量占比不低。由于昌都市幅员广阔，经济相对欠发达，水资源供需矛盾主要体现为工程性缺水、水质性缺水，仍需提高蓄、引、提、调各类工程供水能力以满足区域经济社会用水增长需求，未来昌都市将处于供水管理和需水管理并重阶段。昌都市水资源丰富，多年平均水资源总量约457亿m^3；人均水资源量约5.5万m^3，约是全国平均水平的28倍左右，区域现状水资源开发利用率仅0.73%，区域水资源条件能够支持极大的经济发展空间；继续加强各类供水工程建设，提高区域工程供水能力，加强经济社会用水排污控制和监管，其经济社会用水增长也基本不存在对区域以外第三方不利影响的负外部性。

5.1.2.5 区域水资源开发利用存在的主要问题

目前，经过历年水利基础设施的投入和建设，昌都市已建水利基础设施体系保障了区域经济社会发展，但仍不能完全满足未来经济社会发展需要，存在的主要问题包括:

（1） 区域城乡居民生活用水安全尚未得到完全保障。部分区域或存在水质性缺水、或存在工程性缺水问题，需要落实和建设集中饮水水源工程，以及加强用水水源地保护。

（2） 区域粮食用水安全尚未充分保障。为实现稳定粮食生产，实现粮食基本自给目标，在提高单产水平同时，需要增加和保证保灌面积，实施新、改、扩建灌区工程，以及结合农牧特色产业园区规划，继续加强配套项目及节水改造建设。

（3） 为适应城镇化社会发展趋势，以及保障经济社会发展规划，仍需加强城乡供水水源工程和市政管网工程建设，满足城镇公共和环境用水发展需求，并加强工业企业自备水源工程的审批和监管。

（4） 部分地区仍存在防洪安全和地质灾害问题。仍需加快中小河流治理和山洪地质灾害防治；提高城镇防洪标准，完善县乡排涝设施，进一步加强冰湖灾害治理、水土流失治理等地质灾害的评估及治理。

（5） 仍需加快推进藏东南“三江”及其支流综合开发，为流域土地整理、土地开发，以及耕地灌溉等提供前提保障。

（6） 地区财政资金有限，水利自我发展能力不足。

5.1.3 水资源供需平衡分析

5.1.3.1 用水量分析

昂曲是澜沧江上游河源支流，涉及青海省的囊谦县和杂多县、西藏自治区昌都市的卡若区和类乌齐县；青海囊谦县、杂多县中心城镇均位于澜沧江河源干流扎曲，人口和经济体量主要集中在扎曲流域；西藏类乌齐县中心城镇位于澜沧江支流色曲上游河段，人口和经济体量主要集中在色曲流域。昂曲流域上、中游海拔 3600～5600m，自然条件不太适宜生产和生活，目前主要分布有分属西藏和青海的贡日乡、结多乡、苏鲁乡、东坝乡、吉尼赛乡、吉曲乡、甲桑卡乡等，巴曲河口至工程坝址河段分布有尚卡乡、

芒达乡。工程坝址以上流域自然条件恶劣，生产力低下，人口规模小，主要从事农业、林业、牧业生产，经济体量微小。

根据藏政办发〔2014〕72 号文《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》,昌都市 2020 年、2030 年经济社会用水总量分别不超过 5.15 亿 m^3、5.46 亿 m^3。根据相关规划成果数据推算，昌都市澜沧江区域 2020 年用水总量不超过 1.92 亿 m^3，相应耗水总量约为 1.58 亿 m^3，排放及回流约 0.24 亿 m^3；2030 年用水总量不超过 2.16 亿 m^3,相应耗水总量约为 1.78 亿 m^3,排放及回流约 0.38 亿 m^3。

昌都市未来经济社会用水增长主要来自于：城镇化推进下城镇居民人口增长带来的城镇居民生活用水增长，定点规划规模以上工业企业带来的工业用水增长，旅游业增长带来的城镇公共与环境用水增长，以及农业保灌面积增加带来的灌溉用水增长。因此，区域未来经济社会用水增长主要集中于城市、城镇、规划规模以上工矿企业点、规划灌区。宗通卡工程坝址以上昂曲流域生产力低下，人口基本为农业人口，主要从事的农、林、牧生产，经济活动、对外交通不活跃，用水总量增长较缓，与现状用水规模差异不大，耗水总量变化较小。

5.1.3.2 水资源配置分析

宗通卡坝址多年平均流量 138m^3/s，多年平均径流量 43.5 亿 m^3。工程坝址以上流域高程 3500m 以上，海拔高，自然气候恶劣，区域人口规模、经济体量微小，主要从事的农、林、牧生产，基本处于自然状态，用水增长较缓，与现状用水规模差异不大，耗水变化小，因此，工程坝址处 2030 年可供水量与现状一致考虑，即多年平均条件下可供水量为 43.5 亿 m^3。

（1） 城乡需水量分析

本工程供水对象为昌都市中心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。本次

选定现状基准年为2014年，设计水平年为2030年。在需水量计算过程中，选取昌都市中心城区以及沙贡乡的工业、城镇居民生活、乡镇居民生活供水保证率为95%。

根据区域经济社会发展趋势，并考虑水库到水厂之间的管道输水损失，2030年，昌都市中心城区城镇需水量为5385.2万m^3，沙贡乡城镇需水量为75.7万m^3，合计城乡供水的毛需水总量为5748.3万m^3。城镇供水需水预测成果见表5.1.2-1。

表5.1.3-1　　城镇供水需水量预测成果

用水范围	用水分类	2030年（万m^3）	备注
昌都市城区	综合生活用水	1390.5	按照《室外给水设计规范》（GB50013-2006）
	企业工业用水	2923.74	
	浇洒道路和绿地用水	245.4	
	管网漏损水量	547.2	
	未预见用水	561.8	
	再生水利用	-283.4	
	小计	5385.2	
沙贡乡镇	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		5460.9	
毛需水量		5748.3	管道输水损失系数取0.95

（2） 灌溉需水量分析

根据本工程灌溉需水量分析，卡若灌区需水总量为660.01万m^3。卡若灌区灌溉需水量及过程见表5.1.2-2和表5.1.2-3。

表 5.1.3-2　　卡若灌区灌溉需水量　　单位：万 m^3

片区	耕地面积	林地面积	灌溉总面积	月综合净灌溉定额（m^3/亩）												灌溉净需水量	灌溉水利用系数		灌溉毛需水量
	亩	亩	（亩）	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	
	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^3）			（10^4m^3）
	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	65.46	-	0.776	84.34
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	84.05	-	0.776	108.29
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

表 5.1.3-3　　宗通卡卡若灌区历年逐月需水量成果表　　单位：万 m^3

年份	年需水量	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1960	663	8.8	10.8	76.9	138.1	108.5	106.1	80.0	64.9	24.4	9.0	26.1	9.1
1961	652	3.2	10.7	65.9	134.4	55.6	176.0	20.8	57.9	60.7	33.0	24.6	9.6
1962	572	8.7	9.7	68.1	133.7	99.5	94.1	65.4	0.0	22.8	30.7	30.5	8.9
1963	725	8.7	5.2	69.6	127.4	136.0	134.1	68.0	56.7	82.5	5.0	22.5	9.6
1964	688	8.6	4.9	67.3	134.7	142.3	91.1	98.7	31.4	46.6	25.8	30.6	6.3
1965	545	8.2	10.9	76.6	117.0	122.8	69.2	61.7	5.0	28.2	9.4	29.4	6.4
1966	593	8.1	5.0	75.6	128.2	117.5	74.3	86.2	5.0	38.6	24.8	22.2	7.2
1967	788	8.8	9.4	63.0	138.2	137.1	125.4	109.0	105.0	46.9	8.0	27.8	9.3
1968	735	8.7	5.0	75.0	108.8	102.4	112.3	90.3	103.7	62.1	30.5	28.2	7.6
1969	650	5.5	11.0	76.6	127.2	137.6	125.4	44.7	63.4	6.2	16.8	28.0	7.8
1970	597	7.8	10.0	64.1	136.7	109.6	140.6	5.0	70.5	21.5	5.0	16.6	9.6
1971	811	8.6	10.6	70.1	133.9	95.3	156.3	76.3	105.1	106.1	13.4	25.8	9.6
1972	681	8.8	9.7	73.5	121.5	125.6	173.2	8.8	108.4	18.9	5.0	22.6	5.3
1973	702	7.5	7.0	76.6	125.7	125.8	113.7	91.2	72.8	52.6	3.4	21.7	4.1
1974	680	7.8	10.6	59.9	118.0	93.7	131.7	82.4	60.6	41.2	34.2	29.8	9.6
1975	764	5.9	8.7	72.3	102.3	139.5	170.8	51.7	112.5	51.3	9.2	30.6	9.6
1976	693	8.7	10.5	65.3	115.5	127.8	95.7	105.9	72.9	37.6	18.4	29.5	4.8
1977	637	8.6	5.0	53.0	122.2	117.6	156.8	94.4	5.0	44.1	5.0	22.0	2.9
1978	653	8.8	11.0	76.6	116.2	90.9	109.4	84.4	77.4	33.8	26.5	8.4	9.6
1979	684	8.8	5.0	69.2	134.5	129.5	145.7	87.4	54.4	15.4	5.0	22.5	6.5
1980	651	5.9	2.6	66.3	133.6	103.4	158.3	93.6	5.0	46.5	5.0	23.6	7.6
1981	756	8.8	6.5	62.6	127.6	103.6	170.9	61.7	102.1	62.0	31.8	18.5	0.0
1982	720	8.8	8.9	75.8	111.8	148.1	87.5	83.2	105.5	40.6	21.7	25.9	2.4
1983	831	8.7	4.4	59.6	128.2	135.8	131.0	115.6	112.8	65.1	36.2	23.9	9.4
1984	780	8.2	11.0	57.3	124.6	114.6	155.8	96.2	126.3	40.1	5.5	30.6	9.6
1985	597	7.5	9.5	57.7	94.2	117.6	75.8	84.5	73.2	26.7	17.6	23.3	9.0
1986	749	5.6	10.1	70.8	100.8	153.5	173.2	124.5	56.2	19.7	5.0	21.4	8.2
1987	566	7.8	10.4	61.4	119.9	131.2	164.2	30.9	7.6	5.0	5.0	22.5	0.5
1988	607	6.4	4.9	55.3	112.5	52.7	186.6	86.0	43.3	3.0	24.4	21.8	9.6
1989	634	6.8	9.3	75.6	101.1	118.7	131.0	76.7	51.6	44.3	5.0	5.6	7.8
1990	564	7.3	7.8	77.0	95.6	143.2	78.2	52.9	65.7	5.0	5.0	17.4	9.1
1991	526	5.7	8.4	65.0	94.6	128.2	120.8	5.0	5.0	25.4	29.0	30.4	8.5
1992	861	8.3	9.1	65.3	128.2	113.0	174.5	141.4	64.8	90.5	27.7	29.7	8.8
1993	595	8.6	6.6	74.6	116.1	128.7	161.0	33.7	5.0	2.7	18.3	30.6	9.2
1994	836	8.6	10.3	69.0	115.9	102.1	160.5	126.9	117.5	87.5	1.1	27.4	9.6
1996	637	8.6	8.4	52.4	109.9	117.8	153.5	27.3	116.7	6.4	5.0	21.8	9.6

续表 5.1.3-3　　宗通卡卡若灌区历年逐月需水量成果表　　单位：万 m^3

年份	年需水量	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1997	705	8.8	10.9	73.4	125.1	118.2	113.6	104.3	83.0	21.5	16.6	20.3	9.0
1998	560	8.6	1.3	66.7	123.9	115.2	81.6	68.6	5.0	64.6	0.0	19.4	5.5
1999	666	8.3	5.0	66.4	124.3	109.3	156.2	120.2	5.0	44.1	0.0	17.6	9.6
2000	609	7.4	10.6	67.4	80.1	104.5	168.1	53.3	37.4	23.6	18.1	29.4	9.2
2001	612	4.9	11.0	63.9	110.6	111.0	141.1	31.9	35.8	47.1	15.4	29.5	9.6
2002	702	4.9	10.0	75.1	122.7	120.2	157.2	60.3	92.1	7.0	14.6	29.1	8.6
2003	721	8.8	7.5	73.5	130.7	131.4	133.5	108.7	55.5	33.0	5.0	23.4	9.6
2004	502	2.7	2.7	28.2	117.8	109.2	64.7	79.1	79.1	2.7	7.0	2.7	6.0
2005	653	3.8	3.8	41.7	160.4	130.0	90.0	109.1	93.0	3.8	9.8	3.8	3.8
2006	540	2.7	2.7	28.1	117.5	108.9	64.5	78.9	78.9	29.3	5.1	21.0	2.7
2007	519	2.8	2.8	28.7	119.2	110.5	65.5	80.1	80.1	9.0	5.8	12.0	2.8
2008	635	3.5	3.5	37.7	147.6	137.0	82.4	100.1	100.1	6.0	8.0	5.8	3.5
2009	694	4.1	4.1	44.9	170.5	118.0	96.1	116.3	89.0	22.0	16.1	4.1	9.0
2010	353	1.6	1.6	24.4	73.9	78.2	38.6	48.2	48.2	16.0	1.6	19.0	1.6
2011	683	4.2	4.2	47.1	152.0	114.0	100.2	105.0	121.2	13.0	11.0	4.2	7.0
2012	717	4.4	4.4	48.7	160.0	124.0	103.2	94.0	124.8	24.0	4.4	21.0	4.4
2013	649	5.8	3.8	42.1	141.0	130.0	90.7	110.0	85.0	12.8	16.0	3.8	8.0
2014	742	5.2	5.2	65.4	138.0	129.0	134.7	112.5	112.5	15.2	12.0	5.2	7.0
多年平均	660	6.9	7.4	62.1	123.1	117.1	122.8	78.4	67.1	33.3	13.3	21.4	7.3

（3） 升鱼机需水量分析

根据升鱼机补水系统设计成果，升鱼机补水流量为 0.64-3.0m^3/s。本次按最小补水流量 0.64m^3/s 考虑升鱼机所需的补水量，经计算，升鱼机年需水量为 0.1977 亿 m^3。

（4） 水资源配置成果

根据宗通卡水库 1960～2014 年长系列月调节计算，至 2030 年，宗通卡水利枢纽工程水库多年平均条件下可供水量为 43.5 亿 m^3，向昌都市中心城区以及卡若区沙贡乡提供城乡供水 5748.3 万 m^3，向卡若灌区提供灌溉用水 600.01 万 m^3，年均发电用水 34.06 亿 m^3，机组供水系统年均用水量 93.8

万 m^3，升鱼机年均用水 1977 万 m^3，工程管理人员年均生产管理办公和生活用水量约 0.45 万 m^3，水库年均弃水 8.47 亿 m^3。工程水库 2030 年各频率可供水量配置如表 5.1.3-4 所示。

表 5.1.3-4　　宗通卡工程水库 2030 年水量配置表　　单位：亿 m^3

分项	入库水量	城乡供水	灌溉供水	发电水量	升鱼机补水量	弃水量
多年平均	43.42	0.575	0.060	34.06	0.1977	8.53
P=50%典型年	43.26	0.575	0.063	37.26	0.1977	5.17
P=75%典型年	33.54	0.575	0.058	29.79	0.1977	2.92
P=95%典型年	26.62	0.575	0.055	25.25	0.1977	0

注：工程管理人员年均生产管理办公和生活用水量约 0.45 万 m^3，由于用水量过小，计列入表中“城乡供水”项目。机组供水系统年均用水 93.8 万 m^3，计列入“发电用水”项目。

5.1.4　水资源配置的影响

5.1.4.1　对流域水资源总量的影响

至规划水平年 2030 年，本工程投入运行后，本工程设计取用水量为 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。

5.1.4.2　对流域水资源时空分配的影响

宗通卡水库具有日调节性能，总库容为 1.246 亿 m^3，调节库容 0.4479 亿 m^3，工程实施对昂曲水资源的时空分布产生一定影响。根据坝址来水和径流调节计算成果，宗通卡水利枢纽工程建成后各典型年水量变化情况见表 5.1.4-1。根据表 5.1.4-1 可知，出入水量比值均在 0.9 以上，比值较高，说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，不会对供水区生活、农业生产及下游河道用水等用水需求产生不利影响。

表 5.1.4-1　　典型年宗通卡水利枢纽工程出入库水量成果表　　单位：万 m^3

时间	1963 年（P=5%）			1974 年（P=25%）			1976 年（P=50%）			2003 年（P=75%）			1973 年（P=95%）		
	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	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	13770	13004	0.94	9534	8768	0.92	9189	8423	0.92	9828	9062	0.92	8707	7941	0.91
2 月	12369	11603	0.94	8241	7475	0.91	9512	8746	0.92	9996	9230	0.92	7846	7080	0.90
3 月	12817	12051	0.94	8868	8102	0.91	10208	9442	0.92	10634	9868	0.93	9359	8593	0.92
4 月	17778	17012	0.96	12233	11467	0.94	13050	12284	0.94	13972	13206	0.95	13865	13099	0.94
5 月	24141	23375	0.97	18587	17821	0.96	29382	28616	0.97	16908	16142	0.95	19470	18704	0.96
6 月	96337	95571	0.99	60290	59524	0.99	71282	70516	0.99	44827	44061	0.98	42666	41900	0.98
7 月	141222	140456	0.99	80962	80196	0.99	75787	75021	0.99	63880	63114	0.99	33243	32477	0.98
8 月	99708	98942	0.99	98814	98048	0.99	59256	58490	0.99	55720	54954	0.99	41427	40661	0.98
9 月	101105	100339	0.99	114238	113472	0.99	67141	66375	0.99	67961	67195	0.99	36012	35246	0.98
10 月	60369	59603	0.99	49198	48432	0.98	38134	37368	0.98	36223	35457	0.98	22089	21323	0.97
11 月	32242	31476	0.98	23422	22656	0.97	20746	19980	0.96	5519	4753	0.86	13332	12566	0.94
12 月	19942	19176	0.96	14503	13737	0.95	14799	14033	0.95	8523	7757	0.91	9099	8333	0.92

5.2 对水文情势的影响

5.2.1 工程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，因此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 22 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。宗通卡水利枢纽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。

本工程初期蓄水为蓄水至死水位 3464m。工程于第 5 年 11 月初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 3413m 上升至泄洪洞进口高程 3431m，相应水库库容 0.050 亿 m^3，蓄水时间约 1.4 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 1.2m）下泄生态流量 16.3m^3/s。水位上升至 3431m 以上后，关闭生态泄水孔阀门，利用泄洪洞闸门下泄生态流量 16.3m^3/s，宗通卡水库由高程 3431m 蓄水至死水位 3464.0m，相应水库库容 0.638 亿 m^3，蓄水时间约 19 天。因此，本工程初期蓄水期间，分别通过生态泄水孔和泄洪洞下泄生态流量，可基本满足下游河道生态用水需求。

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%，Qmax	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%，Qav	50.7	导流隧洞	截流戗堤	3410.71	3415.87	/	截流
第 3 年 1 月～第 3 年 3 月	12～3 月 P=20%，Qmax	131	导流隧洞	防渗墙施工平台	3411.68	3418.41	上游平台 3420，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%，Qmax	354	导流隧洞	围堰	3413.19	3423.51	上游 3425.0，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%，Qmax	1480	导流隧洞+泄洪洞	围堰	3418.09	3446.32	上游围堰 3448，下游围堰 3420	考虑调蓄
第 5 年 6 月～第 5 年 11 月	全年 P=2%，Qmax	2060	导流隧洞+泄洪洞	大坝	3419.85	3457.02	大坝填筑高程 3459	考虑调蓄
第 5 年 11 月底	P=10%，Qav	117	导流隧洞+泄洪洞	大坝	3411.56	3418.03	/	导流隧洞下闸
第 5 年 12 月～第 6 年 4 月	全年 P=1%，Qmax	2300	溢洪道+泄洪洞	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 3413m、3410m，过水断面为城门洞型断面 7m×9.5m（宽×高）；
2、泄洪洞进口高程 3431m，控制段孔口为矩形断面 5.5m×4.0m（宽×高）；
3、溢洪道堰顶高程 3462m，分 3 孔，单孔尺寸 8m×12m（宽×高）。

5.2.2　运行期库区水文情势影响分析

选择坝前 500m、芒达曲下游 500m、恩达曲下游 500m、库尾下游 1000m 作为库区典型断面，分析 P=10%（丰水年）、50%（平水年）、90%（枯水年）及 95%（特枯水年）等典型水文年在水库运行前后的水文情势变化。具体断面信息和位置见表 5.2.2-1，典型水文年水库调度情况见表 5.2.2-2。

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，越靠近坝址抬升越明显。由于宗通卡水库无防洪要求，仅具日调节性能，坝前水位基本维持在 3474m。水库蓄水后，随着水位抬升、水库水面宽增加，库区河段的水域面积由原河道的 1.53km^2,增加至正常蓄水位时的 5.59km^2，增幅达 265%。大坝蓄水导致库区河段流速均较原天然流速有不同程度的减缓，越靠近坝址减缓越明显，至坝前接近为 0。

表 5.2.2-2　　宗通卡水库库区水文情势模拟边界条件

P（%）	10	50	90	95

月份	流量	水位	流量	水位	流量	水位	流量	水位
1	20	3474	35.5	3474	22.8	3474	33.6	3474
2	19.4	3474	36.7	3474	16.9	3473.8	30.3	3474
3	29	3474	39.4	3474	44.2	3474	36.1	3474
4	93.1	3474	50.3	3474	53.5	3474	53.5	3474
5	176	3474	113	3474	77.7	3474	75.1	3474
6	178	3474	275	3474	162	3474	165	3474
7	407	3474	292	3474	287	3474	128	3474
8	535	3474	229	3474	198	3474	160	3474
9	403	3474	259	3474	114	3474	139	3474
10	182	3474	147	3474	65.9	3474	85.2	3474
11	146	3474	80	3474	39.9	3474	51.4	3474
12	41.9	3474	57.1	3474	26.2	3474	35.1	3474

（1） P=10%

在 P=10%条件下，干流库尾断面平均水深由 2.01m 提高到 2.07m，提高了 0.06m；平均水面宽度由 24.09m 增加到 24.90m，增加了 0.81m；流速由 2.94m/s 降低到 2.91m/s，降低了 0.03m/s。

干流芒达曲下游断面平均水深由 3.06m 提高到 13.70,提高了 10.64m;平均水面宽度由 36.74m 增加到 164.41m,增加了 127.67m;流速由 1.23m/s 降低到 0.083m/s，降低了 1.14m/s。

干流恩达曲下游断面平均水深由 2.34m 提高到 11.41m,提高了 9.07m;平均水面宽度由 28.10m 增加到 136.93m，增加了 108.83m;流速由 2.06m/s 降低到 0.12m/s，降低了 1.94m/s。

干流坝前断面平均水深由 2.70m 提高到 37.55，提高了 34.85m；平均水面宽度由 32.41m 增加到 450.64m，增加了 418.23m；流速由 1.57m/s 降低到 0.011m/s，降低了 1.56m/s。

（2） P=50%

在 P=50%条件下，干流库尾断面平均水深由 1.57m 提高到 1.76m，提高了 0.19m；平均水面宽度由 18.88m 增加到 21.21m，增加了 2.33m；流速由 3.88m/s 降低到 3.07m/s，降低了 0.81m/s。

干流芒达曲下游断面平均水深由 2.35m 提高到 13.69,提高了 11.34m;

平均水面宽度由 28.23m 增加到 164.30m，增加了 136.08m；流速由 1.67m/s 降低到 0.06m/s，降低了 1.61m/s。

干流恩达曲下游断面平均水深由 1.57m 提高到 11.39m，提高了 9.82m；平均水面宽度由 18.82m 增加到 136.69m，增加了 117.87m；流速由 3.95m/s 降低到 0.086m/s，降低了 3.86m/s。

干流坝前断面平均水深由 2.05m 提高到 37.54，提高了 35.50m；平均水面宽度由 24.56m 增加到 450.52m，增加了 425.96m；流速由 2.20m/s 降低到 0.008m/s，降低了 2.19m/s。

（3） P=90%

在 P=90%条件下，干流库尾断面平均水深由 1.30m 提高到 1.50m，提高了 0.20m；平均水面宽度由 15.59m 增加到 17.97m，增加了 2.38m；流速由 3.69m/s 降低到 2.77m/s，降低了 0.92m/s。

干流芒达曲下游断面平均水深由 2.09m 提高到 13.70，提高了 11.61m；平均水面宽度由 25.06m 增加到 164.37m，增加了 139.31m；流速由 1.40m/s 降低到 0.041m/s，降低了 1.36m/s。

干流恩达曲下游断面平均水深由 1.29m 提高到 11.39m，提高了 10.11m；平均水面宽度由 15.45m 增加到 136.73m，增加了 121.28m；流速由 3.94m/s 降低到 0.059m/s，降低了 3.88m/s。

干流坝前断面平均水深由 1.77m 提高到 37.54，提高了 35.77m；平均水面宽度由 21.24m 增加到 450.52m，增加了 429.27m；流速由 1.94m/s 降低到 0.005m/s，降低了 1.94m/s。

（4）P=95%

在 P=95%条件下，干流库尾断面平均水深由 1.25m 提高到 1.44m，提高了 0.19m；平均水面宽度由 14.95m 增加到 17.28m，增加了 2.32m；流速由 3.98m/s 降低到 3.01m/s，降低了 0.97m/s。

干流芒达曲下游断面平均水深由2.09m提高到13.71,提高了11.62m;平均水面宽度由25.06m 增加到164.49m,增加了139.43m;流速由1.40m/s降低到0.037m/s，降低了1.36m/s。

干流恩达曲下游断面平均水深由1.27m提高到11.40m,提高了110.13m;平均水面宽度由15.28m 增加到136.85m,增加了121.58m;流速由3.94m/s降低到0.053m/s，降低了3.89m/s。

干流坝前断面平均水深由1.77m提高到37.55，提高了35.78m;平均水面宽度由21.28m 增加到450.64m，增加了429.35m;流速由1.94m/s 降低到0.005m/s，降低了1.93m/s。

P=10%、50%、90%、95%条件下干流库尾、芒达曲下游、恩达曲下游、坝前4个断面各月水位、水深、流速、水面宽度变化情况见表5.2.2-3～表5.2.2-18。

表 5.2.2-3　　宗通卡水库库尾断面丰水年（P=10%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3474.35	3474.45	0.10	0.80	0.90	0.10	2.59	2.04	-0.55	9.62	10.85	1.23
2	3474.32	3474.43	0.11	0.79	0.90	0.11	2.59	2.01	-0.58	9.48	10.77	1.29
3	3474.65	3474.70	0.05	0.97	1.01	0.05	2.59	2.35	-0.23	11.60	12.16	0.56
4	3476.05	3475.81	-0.23	1.64	1.40	-0.23	2.90	3.95	1.05	19.63	16.81	-2.82
5	3476.61	3476.52	-0.09	2.20	2.11	-0.09	3.03	3.30	0.27	26.40	25.30	-1.10
6	3476.62	3476.53	-0.09	2.21	2.12	-0.09	3.03	3.29	0.26	26.54	25.47	-1.06
7	3477.64	3477.99	0.35	3.23	3.58	0.35	3.26	2.65	-0.61	38.72	42.97	4.25
8	3478.08	3478.71	0.63	3.67	4.30	0.63	3.31	2.41	-0.91	44.01	51.63	7.62
9	3477.62	3477.97	0.35	3.21	3.56	0.35	3.26	2.65	-0.60	38.54	42.69	4.15
10	3476.64	3476.56	-0.08	2.23	2.15	-0.08	3.04	3.28	0.24	26.81	25.82	-0.99
11	3476.43	3476.28	-0.15	2.02	1.87	-0.15	2.98	3.48	0.50	24.23	22.43	-1.80
12	3475.14	3475.00	-0.14	1.13	0.99	-0.14	2.75	3.56	0.81	13.52	11.88	-1.64
均值	3476.18	3476.25	0.07	2.01	2.07	0.07	2.94	2.91	-0.03	24.09	24.90	0.81

表 5.2.2-4　　宗通卡水库库尾断面平水年（P=50%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3475.07	3475.18	0.11	0.90	1.01	0.11	3.41	2.70	-0.71	11.64	13.07	1.43
2	3475.09	3475.20	0.11	0.91	1.02	0.11	3.68	2.93	-0.75	10.94	12.26	1.32
3	3475.13	3475.24	0.11	0.95	1.06	0.11	3.66	2.94	-0.72	11.36	12.68	1.32
4	3475.26	3475.37	0.11	1.08	1.19	0.11	3.60	2.96	-0.63	12.95	14.27	1.32
5	3475.71	3475.93	0.22	1.53	1.75	0.22	4.04	3.09	-0.95	18.32	20.96	2.64
6	3476.61	3476.83	0.22	2.43	2.65	0.22	3.89	3.27	-0.62	29.13	31.77	2.64
7	3476.68	3476.90	0.22	2.50	2.72	0.22	3.88	3.28	-0.60	30.04	32.68	2.64
8	3476.31	3476.61	0.30	2.13	2.43	0.30	4.19	3.22	-0.97	25.62	29.22	3.60
9	3476.46	3476.76	0.30	2.28	2.58	0.30	4.16	3.25	-0.91	27.33	30.93	3.60
10	3475.81	3476.16	0.35	1.63	1.98	0.35	4.60	3.12	-1.48	19.58	23.78	4.20
11	3475.51	3475.66	0.15	1.33	1.48	0.15	3.76	3.04	-0.72	15.98	17.78	1.80
12	3475.32	3475.44	0.12	1.14	1.26	0.12	3.64	2.98	-0.66	13.72	15.16	1.44
均值	3475.75	3475.94	0.19	1.57	1.76	0.19	3.88	3.07	-0.81	18.88	21.21	2.33

表 5.2.2-5　　宗通卡水库库尾断面枯水年（P=90%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3474.83	3475.00	0.17	0.81	0.98	0.17	2.92	1.97	-0.94	9.69	11.77	2.08
2	3474.73	3474.91	0.19	0.72	0.91	0.19	2.72	1.71	-1.01	8.63	10.88	2.25
3	3475.18	3475.30	0.12	1.00	1.12	0.12	3.71	2.95	-0.75	11.96	13.40	1.44
4	3475.28	3475.40	0.12	1.10	1.22	0.12	3.67	2.97	-0.70	13.22	14.69	1.47
5	3475.50	3475.65	0.14	1.32	1.47	0.14	3.71	3.01	-0.70	15.86	17.60	1.74
6	3475.93	3476.25	0.32	1.75	2.07	0.32	4.39	3.14	-1.25	21.03	24.88	3.85
7	3476.64	3476.88	0.24	2.46	2.70	0.24	3.96	3.28	-0.68	29.49	32.42	2.92
8	3476.15	3476.46	0.31	1.97	2.28	0.31	4.24	3.18	-1.06	23.67	27.33	3.66
9	3475.60	3475.93	0.33	1.42	1.75	0.33	4.70	3.09	-1.61	17.06	21.05	3.99
10	3475.40	3475.53	0.13	1.22	1.35	0.13	3.67	3.00	-0.67	14.68	16.24	1.56
11	3475.12	3475.24	0.12	0.94	1.06	0.12	3.74	2.95	-0.79	11.31	12.75	1.43
12	3474.88	3475.06	0.18	0.87	1.05	0.18	2.87	1.98	-0.89	10.46	12.60	2.14
均值	3475.44	3475.63	0.20	1.30	1.50	0.20	3.69	2.77	-0.92	15.59	17.97	2.38

表 5.2.2-6　　宗通卡水库库尾断面特枯水年（P=95%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3475.04	3475.16	0.12	0.86	0.98	0.12	3.79	2.93	-0.86	10.32	11.73	1.42
2	3475.00	3475.13	0.12	0.83	0.95	0.12	3.70	2.80	-0.91	9.91	11.40	1.49
3	3475.07	3475.19	0.12	0.89	1.01	0.12	3.76	2.94	-0.83	10.73	12.15	1.42
4	3475.28	3475.40	0.12	1.10	1.22	0.12	3.67	2.97	-0.70	13.22	14.69	1.47
5	3475.48	3475.62	0.14	1.30	1.44	0.14	3.69	3.01	-0.69	15.62	17.31	1.69
6	3475.95	3476.27	0.32	1.77	2.09	0.32	4.38	3.15	-1.24	21.26	25.09	3.83
7	3475.70	3476.03	0.33	1.52	1.85	0.33	4.60	3.10	-1.50	18.27	22.24	3.97
8	3475.92	3476.24	0.32	1.74	2.06	0.32	4.40	3.14	-1.27	20.88	24.74	3.86
9	3475.79	3476.12	0.33	1.61	1.94	0.33	4.48	3.07	-1.41	19.30	23.29	4.00
10	3475.55	3475.71	0.16	1.37	1.53	0.16	3.78	3.05	-0.73	16.44	18.32	1.87
11	3475.26	3475.38	0.12	1.08	1.20	0.12	3.67	2.97	-0.70	12.96	14.40	1.45
12	3475.06	3475.18	0.12	0.88	1.00	0.12	3.78	2.94	-0.84	10.56	11.97	1.42
均值	3475.43	3475.62	0.19	1.25	1.44	0.19	3.98	3.01	-0.97	14.95	17.28	2.32

表 5.2.2-7　　宗通卡水库芒达曲上游断面丰水年（P=10%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3462.27	3473.99	11.71	1.99	13.70	11.71	0.42	0.01	-0.41	23.85	164.41	140.56
2	3462.27	3473.99	11.72	1.98	13.70	11.72	0.41	0.01	-0.40	23.78	164.41	140.63
3	3462.42	3473.99	11.56	2.14	13.70	11.56	0.53	0.01	-0.52	25.64	164.41	138.77
4	3463.07	3473.99	10.92	2.78	13.70	10.92	1.00	0.04	-0.96	33.37	164.41	131.04
5	3463.49	3473.99	10.49	3.21	13.70	10.49	1.42	0.08	-1.35	38.50	164.41	125.91
6	3463.50	3473.99	10.48	3.22	13.70	10.48	1.43	0.08	-1.35	38.62	164.41	125.79
7	3464.41	3473.99	9.58	4.12	13.70	9.58	2.00	0.18	-1.81	49.48	164.41	114.93
8	3464.87	3473.99	9.12	4.58	13.70	9.12	2.12	0.24	-1.88	55.02	164.41	109.39
9	3464.40	3473.99	9.59	4.11	13.70	9.59	1.99	0.18	-1.81	49.34	164.41	115.07
10	3463.52	3473.99	10.47	3.23	13.70	10.47	1.45	0.08	-1.37	38.78	164.41	125.63
11	3463.35	3473.99	10.64	3.06	13.70	10.64	1.30	0.06	-1.23	36.77	164.41	127.64
12	3462.59	3473.99	11.39	2.31	13.70	11.39	0.66	0.02	-0.64	27.70	164.41	136.71
均值	3463.35	3473.99	10.64	3.06	13.70	10.64	1.23	0.083	-1.14	36.74	164.41	127.67

表 5.2.2-8　　宗通卡水库芒达曲上游断面平水年（P=50%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3461.99	3473.98	11.99	1.70	13.69	11.99	1.02	0.02	-1.01	20.43	164.30	143.88
2	3462.00	3473.98	11.97	1.72	13.69	11.97	1.04	0.02	-1.02	20.61	164.30	143.69
3	3462.04	3473.98	11.94	1.75	13.69	11.94	1.07	0.02	-1.06	20.99	164.30	143.31
4	3462.18	3473.98	11.80	1.90	13.69	11.80	1.17	0.02	-1.14	22.76	164.30	141.54
5	3462.64	3473.98	11.33	2.36	13.69	11.33	1.69	0.05	-1.64	28.29	164.30	136.01
6	3463.36	3473.98	10.62	3.08	13.69	10.62	2.42	0.12	-2.30	36.92	164.30	127.38
7	3463.43	3473.98	10.55	3.15	13.69	10.55	2.46	0.13	-2.33	37.74	164.30	126.56
8	3463.17	3473.98	10.81	2.88	13.69	10.81	2.29	0.10	-2.19	34.61	164.30	129.69
9	3463.29	3473.98	10.68	3.01	13.69	10.68	2.39	0.12	-2.27	36.10	164.30	128.21
10	3462.82	3473.98	11.16	2.54	13.69	11.16	1.90	0.07	-1.84	30.44	164.30	133.86
11	3462.46	3473.98	11.51	2.18	13.69	11.51	1.40	0.04	-1.37	26.14	164.30	138.16
12	3462.26	3473.98	11.72	1.97	13.69	11.72	1.22	0.03	-1.20	23.69	164.30	140.61
均值	3462.64	3473.98	11.34	2.35	13.69	11.34	1.67	0.060	-1.61	28.23	164.30	136.08

表 5.2.2-9　　宗通卡水库芒达曲上游断面枯水年（P=90%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3461.79	3473.99	12.19	1.51	13.70	12.19	0.84	0.01	-0.83	18.06	164.40	146.34
2	3461.68	3473.86	12.17	1.39	13.57	12.17	0.72	0.01	-0.72	16.73	162.83	146.10
3	3462.10	3473.99	11.89	1.82	13.70	11.89	1.12	0.02	-1.10	21.78	164.44	142.66
4	3462.22	3473.99	11.77	1.93	13.70	11.77	1.19	0.02	-1.17	23.20	164.45	141.26
5	3462.45	3473.99	11.54	2.16	13.71	11.54	1.38	0.03	-1.35	25.97	164.48	138.51
6	3462.89	3474.00	11.11	2.60	13.72	11.11	1.99	0.07	-1.92	31.25	164.59	133.34
7	3463.41	3474.02	10.60	3.13	13.73	10.60	2.45	0.13	-2.32	37.51	164.75	127.25
8	3463.05	3474.01	10.96	2.76	13.72	10.96	2.16	0.09	-2.08	33.13	164.64	131.51
9	3462.65	3474.00	11.34	2.37	13.71	11.34	1.70	0.05	-1.65	28.40	164.52	136.12
10	3462.35	3473.99	11.64	2.06	13.70	11.64	1.29	0.03	-1.26	24.78	164.46	139.68
11	3462.05	3473.99	11.94	1.76	13.70	11.94	1.07	0.02	-1.05	21.13	164.42	143.29
12	3461.85	3473.99	12.14	1.56	13.70	12.14	0.90	0.01	-0.89	18.72	164.41	145.69
均值	3462.37	3473.98	11.61	2.09	13.70	11.61	1.40	0.041	-1.36	25.06	164.37	139.31

表 5.2.2-10　　宗通卡水库芒达曲上游断面特枯水年（P=95%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3461.96	3473.99	12.03	1.67	13.70	12.03	1.00	0.01	-0.98	20.09	164.42	144.33
2	3461.91	3473.99	12.08	1.62	13.70	12.08	0.96	0.01	-0.94	19.49	164.42	144.93
3	3461.99	3473.99	11.99	1.71	13.70	11.99	1.03	0.02	-1.02	20.49	164.43	143.93
4	3462.22	3473.99	11.77	1.93	13.70	11.77	1.19	0.02	-1.17	23.20	164.45	141.26
5	3462.43	3473.99	11.56	2.14	13.71	11.56	1.36	0.03	-1.33	25.74	164.48	138.74
6	3462.91	3474.00	11.09	2.62	13.72	11.09	2.00	0.07	-1.92	31.48	164.59	133.11
7	3462.73	3474.00	11.27	2.44	13.71	11.27	1.79	0.06	-1.73	29.29	164.55	135.26
8	3462.89	3474.00	11.11	2.60	13.72	11.11	1.97	0.07	-1.90	31.23	164.59	133.36
9	3462.78	3474.00	11.22	2.50	13.71	11.22	1.86	0.06	-1.80	29.95	164.56	134.61
10	3462.50	3473.99	11.49	2.21	13.71	11.49	1.45	0.04	-1.41	26.57	164.49	137.92
11	3462.19	3473.99	11.80	1.91	13.70	11.80	1.18	0.02	-1.16	22.88	164.45	141.57
12	3461.98	3473.99	12.01	1.69	13.70	12.01	1.02	0.02	-1.01	20.31	164.43	144.11
均值	3462.37	3473.99	11.62	2.09	13.71	11.62	1.40	0.037	-1.36	25.06	164.49	139.43

表 5.2.2-11　　宗通卡水库芒达曲下游断面丰水年（P=10%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3463.77	3474.02	10.25	1.16	11.41	10.25	1.24	0.01	-1.23	13.91	136.93	123.01
2	3463.75	3474.02	10.26	1.15	11.41	10.26	1.23	0.01	-1.22	13.76	136.93	123.16
3	3463.93	3474.02	10.08	1.33	11.41	10.08	1.37	0.02	-1.35	15.92	136.93	121.00
4	3464.66	3474.02	9.35	2.06	11.41	9.35	1.83	0.06	-1.77	24.70	136.93	112.22
5	3465.13	3474.02	8.89	2.52	11.41	8.89	2.30	0.11	-2.19	30.29	136.93	106.64
6	3465.14	3474.02	8.88	2.53	11.41	8.88	2.32	0.11	-2.20	30.35	136.93	106.57
7	3466.09	3474.02	7.93	3.48	11.41	7.93	2.79	0.26	-2.53	41.81	136.93	95.12
8	3466.56	3474.02	7.46	3.95	11.41	7.46	2.85	0.34	-2.51	47.45	136.93	89.48
9	3466.08	3474.02	7.94	3.47	11.41	7.94	2.79	0.26	-2.53	41.67	136.93	95.26
10	3465.16	3474.02	8.86	2.55	11.41	8.86	2.33	0.12	-2.21	30.64	136.93	106.29
11	3464.97	3474.02	9.05	2.36	11.41	9.05	2.18	0.09	-2.08	28.36	136.93	108.56
12	3464.13	3474.02	9.89	1.52	11.41	9.89	1.50	0.03	-1.48	18.30	136.93	118.63
均值	3464.95	3474.02	9.07	2.34	11.41	9.07	2.06	0.1190	-1.94	28.10	136.93	108.83

表 5.2.2-12　　宗通卡水库芒达曲下游断面平水年（P=50%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3463.44	3474.00	10.56	0.83	11.39	10.56	1.32	0.0113	-1.31	10.00	136.69	126.69
2	3463.46	3474.00	10.54	0.85	11.39	10.54	1.02	0.0116	-1.01	10.23	136.69	126.46
3	3463.50	3474.00	10.50	0.89	11.39	10.50	1.41	0.0125	-1.40	10.70	136.69	126.00
4	3463.66	3474.00	10.34	1.05	11.39	10.34	1.41	0.0158	-1.39	12.62	136.69	124.07
5	3464.19	3474.00	9.81	1.58	11.39	9.81	1.48	0.0349	-1.44	19.01	136.69	117.68
6	3464.99	3474.00	9.01	2.38	11.39	9.01	1.91	0.0843	-1.82	28.57	136.69	108.12
7	3465.06	3474.00	8.93	2.46	11.39	8.93	2.25	0.0895	-2.16	29.49	136.69	107.20
8	3464.77	3474.00	9.22	2.17	11.39	9.22	2.04	0.0705	-1.97	26.03	136.69	110.67
9	3464.91	3474.00	9.09	2.30	11.39	9.09	1.71	0.0795	-1.63	27.65	136.69	109.04
10	3464.39	3474.00	9.61	1.78	11.39	9.61	1.42	0.0455	-1.38	21.35	136.69	115.34
11	3463.98	3474.00	10.02	1.38	11.39	10.02	1.41	0.0250	-1.39	16.50	136.69	120.19
12	3463.75	3474.00	10.25	1.14	11.39	10.25	1.41	0.0177	-1.39	13.72	136.69	122.97
均值	3464.17	3474.00	9.82	1.57	11.39	9.82	1.57	0.0415	-1.52	18.82	136.69	117.87

表 5.2.2-13　　宗通卡水库芒达曲下游断面枯水年（P=90%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3463.26	3474.01	10.75	0.65	11.40	10.75	1.41	0.0070	-1.40	7.81	136.80	128.99
2	3463.24	3473.88	10.64	0.63	11.27	10.64	1.41	0.0051	-1.40	7.57	135.23	127.67
3	3463.57	3474.01	10.44	0.96	11.40	10.44	1.41	0.0138	-1.40	11.58	136.82	125.24
4	3463.70	3474.01	10.31	1.10	11.40	10.31	1.41	0.0168	-1.39	13.16	136.83	123.67
5	3463.96	3474.01	10.05	1.36	11.40	10.05	1.46	0.0242	-1.44	16.30	136.85	120.55
6	3464.47	3474.02	9.55	1.86	11.41	9.55	1.92	0.0500	-1.87	22.36	136.92	114.56
7	3465.04	3474.02	8.99	2.43	11.42	8.99	1.78	0.0881	-1.69	29.19	137.02	107.83
8	3464.64	3474.02	9.38	2.03	11.41	9.38	1.90	0.0609	-1.84	24.39	136.95	112.56
9	3464.20	3474.01	9.82	1.59	11.41	9.82	1.82	0.0354	-1.79	19.07	136.87	117.80
10	3463.85	3474.01	10.16	1.25	11.40	10.16	1.52	0.0208	-1.50	14.96	136.83	121.87
11	3463.51	3474.01	10.50	0.90	11.40	10.50	1.41	0.0126	-1.39	10.80	136.80	126.01
12	3463.29	3474.01	10.72	0.68	11.40	10.72	1.41	0.0085	-1.40	8.16	136.80	128.64
均值	3463.89	3474.00	10.11	1.29	11.39	10.11	1.57	0.0286	-1.54	15.45	136.73	121.28

表 5.2.2-14　　宗通卡水库芒达曲下游断面特枯水年（P=95%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3463.41	3474.01	10.60	0.80	11.40	10.60	0.48	0.0105	-0.47	9.63	136.81	127.18
2	3463.36	3474.01	10.65	0.75	11.40	10.65	0.48	0.0094	-0.47	9.00	136.81	127.81
3	3463.45	3474.01	10.56	0.84	11.40	10.56	0.57	0.0114	-0.56	10.13	136.81	126.68
4	3463.70	3474.01	10.31	1.10	11.40	10.31	0.94	0.0168	-0.92	13.16	136.83	123.67
5	3463.94	3474.01	10.07	1.34	11.40	10.07	1.30	0.0235	-1.28	16.03	136.85	120.82
6	3464.48	3474.02	9.53	1.88	11.41	9.53	1.31	0.0508	-1.26	22.54	136.92	114.38
7	3464.28	3474.01	9.74	1.67	11.41	9.74	1.84	0.0396	-1.80	20.07	136.89	116.82
8	3464.46	3474.02	9.55	1.86	11.41	9.55	1.99	0.0494	-1.94	22.26	136.92	114.66
9	3464.34	3474.01	9.67	1.73	11.41	9.67	1.83	0.0429	-1.79	20.81	136.90	116.09
10	3464.02	3474.01	9.99	1.41	11.40	9.99	1.32	0.0265	-1.30	16.95	136.85	119.91
11	3463.68	3474.01	10.33	1.07	11.40	10.33	1.19	0.0160	-1.18	12.83	136.82	123.99
12	3463.43	3474.01	10.57	0.83	11.40	10.57	0.67	0.0113	-0.66	9.92	136.81	126.89
均值	3463.88	3474.01	10.13	1.27	11.40	10.13	1.16	0.0257	-1.13	15.28	136.85	121.58

表 5.2.2-15　　宗通卡水库坝前断面丰水年（P=10%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3438.12	3474.00	35.88	1.67	37.55	35.88	0.60	0.00	-0.59	20.07	450.64	430.57
2	3438.11	3474.00	35.90	1.66	37.55	35.90	0.59	0.00	-0.59	19.88	450.64	430.76
3	3438.28	3474.00	35.73	1.83	37.55	35.73	0.72	0.00	-0.72	21.92	450.64	428.72
4	3438.96	3474.00	35.04	2.51	37.55	35.04	1.23	0.01	-1.22	30.14	450.64	420.50
5	3439.37	3474.00	34.64	2.92	37.55	34.64	1.72	0.01	-1.71	35.02	450.64	415.63
6	3439.38	3474.00	34.63	2.93	37.55	34.63	1.73	0.01	-1.72	35.10	450.64	415.54
7	3440.08	3474.00	33.93	3.63	37.55	33.93	2.58	0.02	-2.56	43.51	450.64	407.13
8	3440.36	3474.00	33.64	3.91	37.55	33.64	2.91	0.03	-2.88	46.94	450.64	403.71
9	3440.07	3474.00	33.94	3.62	37.55	33.94	2.57	0.02	-2.54	43.42	450.64	407.23
10	3439.39	3474.00	34.61	2.94	37.55	34.61	1.75	0.01	-1.74	35.31	450.64	415.33
11	3439.24	3474.00	34.77	2.79	37.55	34.77	1.57	0.01	-1.56	33.44	450.64	417.20
12	3438.47	3474.00	35.54	2.02	37.55	35.54	0.86	0.00	-0.86	24.21	450.64	426.43
均值	3439.15	3474.00	34.85	2.70	37.55	34.85	1.57	0.011	-1.56	32.41	450.64	418.23

表 5.2.2-16　　宗通卡水库坝前断面平水年（P=50%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3437.81	3473.99	36.19	1.36	37.54	36.19	0.54	0.020	-0.52	16.26	450.52	434.26
2	3437.82	3473.99	36.17	1.37	37.54	36.17	0.55	0.020	-0.53	16.46	450.52	434.07
3	3437.86	3473.99	36.13	1.41	37.54	36.13	0.57	0.020	-0.55	16.92	450.52	433.60
4	3438.02	3473.99	35.98	1.57	37.54	35.98	0.61	0.021	-0.59	18.79	450.52	431.73
5	3438.52	3473.99	35.47	2.07	37.54	35.47	0.88	0.025	-0.86	24.88	450.52	425.64
6	3439.24	3473.99	34.75	2.79	37.54	34.75	1.31	0.037	-1.27	33.52	450.52	417.01
7	3439.31	3473.99	34.68	2.86	37.54	34.68	1.33	0.038	-1.29	34.36	450.52	416.17
8	3439.06	3473.99	34.93	2.61	37.54	34.93	1.22	0.034	-1.19	31.31	450.52	419.21
9	3439.18	3473.99	34.81	2.73	37.54	34.81	1.28	0.036	-1.25	32.78	450.52	417.74
10	3438.71	3473.99	35.29	2.26	37.54	35.29	1.00	0.028	-0.97	27.09	450.52	423.44
11	3438.33	3473.99	35.67	1.88	37.54	35.67	0.73	0.023	-0.71	22.53	450.52	428.00
12	3438.11	3473.99	35.89	1.66	37.54	35.89	0.64	0.021	-0.62	19.87	450.52	430.65
均值	3438.50	3473.99	35.50	2.05	37.54	35.50	0.89	0.027	-0.86	24.56	450.52	425.96

表 5.2.2-17　　宗通卡水库坝前断面枯水年（P=90%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3437.60	3474.00	36.41	1.15	37.55	36.41	0.45	0.026	-0.43	13.78	450.64	436.86
2	3437.48	3473.87	36.40	1.03	37.42	36.40	0.40	0.025	-0.37	12.31	449.08	436.77
3	3437.93	3474.00	36.07	1.48	37.55	36.07	0.59	0.026	-0.56	17.77	450.64	432.87
4	3438.06	3474.00	35.94	1.61	37.55	35.94	0.63	0.027	-0.60	19.30	450.64	431.34
5	3438.31	3474.00	35.69	1.86	37.55	35.69	0.72	0.027	-0.70	22.31	450.64	428.33
6	3438.78	3474.00	35.22	2.33	37.55	35.22	1.05	0.031	-1.02	27.99	450.64	422.65
7	3439.29	3474.00	34.71	2.84	37.55	34.71	1.32	0.038	-1.29	34.12	450.65	416.52
8	3438.94	3474.00	35.07	2.49	37.55	35.07	1.15	0.033	-1.11	29.84	450.64	420.80
9	3438.53	3474.00	35.48	2.08	37.55	35.48	0.89	0.029	-0.86	24.91	450.64	425.73
10	3438.20	3474.00	35.80	1.75	37.55	35.80	0.67	0.027	-0.65	21.04	450.63	429.59
11	3437.87	3474.00	36.13	1.42	37.55	36.13	0.57	0.026	-0.54	17.02	450.63	433.61
12	3437.66	3474.00	36.34	1.21	37.55	36.34	0.48	0.026	-0.45	14.50	450.63	436.13
均值	3438.22	3473.99	35.77	1.77	37.54	35.77	0.74	0.028	-0.71	21.24	450.51	429.27

表 5.2.2-18　　宗通卡水库坝前断面特枯水年（P=95%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3437.78	3474.00	36.23	1.33	37.55	36.23	0.53	0.026	-0.51	15.93	450.63	434.70
2	3437.73	3474.00	36.28	1.28	37.55	36.28	0.51	0.026	-0.48	15.31	450.64	435.33
3	3437.81	3474.00	36.19	1.36	37.55	36.19	0.55	0.026	-0.52	16.36	450.64	434.28
4	3438.06	3474.00	35.94	1.61	37.55	35.94	0.63	0.027	-0.60	19.30	450.64	431.33
5	3438.29	3474.00	35.72	1.84	37.55	35.72	0.71	0.027	-0.69	22.03	450.64	428.61
6	3438.80	3474.00	35.21	2.35	37.55	35.21	1.05	0.031	-1.02	28.14	450.64	422.49
7	3438.60	3474.00	35.40	2.15	37.55	35.40	0.94	0.029	-0.91	25.84	450.64	424.80
8	3438.77	3474.00	35.23	2.32	37.55	35.23	1.04	0.031	-1.01	27.84	450.64	422.80
9	3438.66	3474.00	35.34	2.21	37.55	35.34	0.98	0.030	-0.95	26.55	450.64	424.09
10	3438.36	3474.00	35.64	1.91	37.55	35.64	0.76	0.028	-0.73	22.91	450.64	427.72
11	3438.03	3474.00	35.97	1.58	37.55	35.97	0.62	0.027	-0.59	19.00	450.64	431.64
12	3437.80	3474.00	36.20	1.35	37.55	36.20	0.54	0.026	-0.52	16.18	450.64	434.45
均值	3438.22	3474.00	35.78	1.77	37.55	35.78	0.74	0.028	-0.71	21.28	450.64	429.35

5.2.3 运行期下游水文情势影响分析

5.2.3.1 预测模型构建

本节建立宗通卡下游二维水动力数学模型，模拟成库后宗通卡坝址下游河段水文情势变化过程。模型范围为宗通卡坝址-昌都河段干流长约63km，沿程有格学村支沟、沙贡乡支沟、琼卡村支沟、温达村支沟、雄达村支沟、腰曲、仲瓦村支沟、朗达支沟、谢巴曲共九条支沟汇入，宗通卡坝址-昌都水系图见5.2.3-2。

（1） 模型率定验证

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数学模型进行率定与验证。

根据2015年10月调查结果，坝址下游河道入流包括干流来水、支流汇入及面源汇入。其中支沟考虑集水面积大于 20km^2 的九条支沟，见图5.2.3-1。

表5.2.3-1 宗通卡坝址-昌都河段率定期干支流水沙边界

类型		流域面积（km^2）	流量（m^3/s）
干流	宗通卡坝址	15592.0	138.000
支流	格学村支沟	58.7	0.520
	沙贡乡支沟	22.7	0.201
	琼卡村支沟	46.3	0.410
	雄达村支沟	103.4	0.915
	温达村支沟	45.05	0.399
	腰曲	112.4	0.995
	仲瓦村支沟	30.8	0.273
	朗达支沟	195.6	1.731
	谢巴曲	138.7	1.228

干流来水采用宗通卡坝址水文站实测流量138.0m^3/s、含沙量80.2mg/L；格学村支沟、琼卡村支沟等九条支流的流量按照面积比法由坝址处流量推算干流出口水位由昌都水文站实测水位推算，为3219.0m。

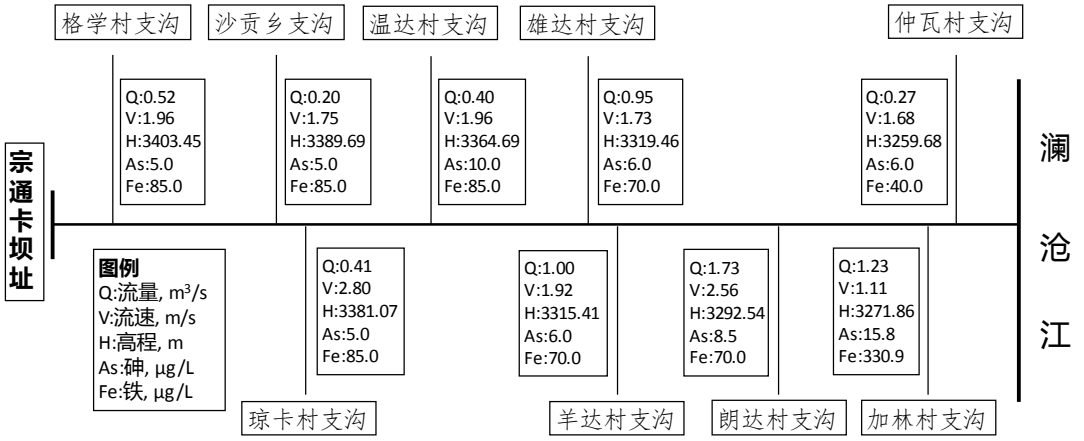


图 5.2.3-2　宗通卡坝址-昌都河段水系概化（图中数据为 2016 年 10 月监测资料）

（2） 模型率定验证结果

水动力模型率定的参数包括糙率、沉降速率、临界冲刷应力和临界沉降临界应力。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。率定标准为水位相对误差小于 10%，泥沙小于 40%。

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^2/s^2、临界沉降临界应力 0.001m^2/s^2。

采用率定的参数，验证期模型模拟的含沙量。验证期模拟河段的含沙量沿程变化规律与率定期一致。将模拟含沙量与沿程实测含沙量对比，结果见表 5.1.5-6。模拟值与实测值的相对误差较小，在±25%以内。因此模型能够很好地模拟宗通卡坝址-昌都河段的水动力过程。

表 5.2.3-2　　验证期宗通卡坝址-昌都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

（1）水文情势预测范围和预测点的布设

坝址下游预测范围为宗通卡坝址至下游出口，约 63km 河段，预测断面

重点选择主要支流汇入口，具体预测断面见表 5.2.3-3。预测范围和预测断面见图 5.2.3-1。

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	琼卡村支沟下游	10
3	雄达村支沟上游	28
4	谢巴曲下游	42
5	昂曲汇入澜沧江口	63

（2） 预测参数及预测时期

根据工程建设进度安排，正常运行期预测评价水平年为项目建成后的第 3-5 年（预计为 2030 年），分别从成库前后典型断面的流速、水位、水深、水面面积等指标分析水文情势的变化。

（3） 边界条件

干流入库条件选择宗通卡坝址不同保证率下典型年的逐月平均下泄流量，选择 P=10%（丰水年）、50%（平水年）、90%（枯水年）及 95%（特枯水年）等典型水文年模拟预测成库后坝址下游的水文情势变化。

根据《可研报告》，典型水文年的月流量见表 5.2.3-4。在宗通卡水库运行期，当入库流量大于供水、灌溉需水和生态基流之和时，扣除供水以外的流量可用于发电，发电流量应考虑生态流量要求；电站以日调节方式运行，初拟日调节消落水位不低于 3472m。根据水库调度运行方式计算水库水位，见表 5.2.3-4。

（4） 模拟结果

宗通卡水库为日调节水库，每日来水小部分用于供水灌溉（2.954m^3/s）、其余全部下泄。来水流量越小，坝址下游河道流量较原流量下降比例越大，越靠近坝址下降越明显。

1） 坝址下游 500m 断面

在 P=10%条件下，坝址下游 500m 断面平均水深由 2.56m 降低至 2.52m，

下降了 0.04m；平均水面宽由 25.64m 下降到 25.22m，下降了 0.42m；流速由 2.38m/s 升高到 2.53m/s，升高了 0.15m/s。

在 P=50%条件下，断面平均水深由 2.23m 降低至 2.19m，下降了 0.04m；平均水面宽由 22.26m 下降到 21.91m，下降了 0.35m；流速由 2.43m/s 升高到 2.54m/s，升高了 0.11m/s。

在 P=90%条件下，断面平均水深由 1.79m 降低至 1.74m，下降了 0.05m；平均水面宽由 17.87m 下降到 17.43m，下降了 0.44m；流速由 2.50m/s 升高到 2.69m/s，升高了 0.19m/s。

在 P=95%条件下，断面平均水深由 1.75m 降低至 1.71m，下降了 0.04m；平均水面宽由 17.49m 下降到 17.09m，下降了 0.40m；流速由 2.51m/s 升高到 2.66m/s，升高了 0.15m/s。

P=10%、50%、90%、95%条件下坝址下游 500m 断面各月水位、水深、流速、水面宽度变化情况见表 5.2.3-5～表 5.2.3-8。

表 5.2.3-4　　宗通卡水库坝址下游水文情势模拟边界条件　　单位：m^3/s

频率	月份	坝址流量	格学村支沟	沙贡乡支沟	琼卡村支沟	温达村支沟	雄达村支沟	腰曲	仲瓦村支沟	朗达支沟	谢巴曲	昂曲汇入澜沧江口水位
单位	月	m^3/s										m
P=10%	1	17.05	0.08	0.03	0.06	0.06	0.13	0.14	0.04	0.25	0.18	3220.74
	2	16.45	0.07	0.03	0.06	0.06	0.13	0.14	0.04	0.24	0.17	3220.72
	3	26.05	0.11	0.04	0.09	0.08	0.19	0.21	0.06	0.36	0.26	3220.99
	4	90.15	0.35	0.14	0.28	0.27	0.62	0.67	0.18	1.17	0.83	3222.10
	5	173.05	0.66	0.26	0.52	0.51	1.17	1.27	0.35	2.21	1.57	3222.81
	6	175.05	0.67	0.26	0.53	0.51	1.18	1.28	0.35	2.23	1.58	3222.82
	7	404.05	1.53	0.59	1.21	1.18	2.70	2.93	0.80	5.11	3.62	3224.28
	8	532.05	2.01	0.78	1.59	1.55	3.55	3.86	1.06	6.71	4.76	3225.00
	9	400.05	1.52	0.59	1.20	1.16	2.67	2.90	0.79	5.06	3.58	3224.26
	10	179.05	0.68	0.26	0.54	0.53	1.21	1.31	0.36	2.28	1.62	3222.85
	11	143.05	0.55	0.21	0.43	0.42	0.97	1.05	0.29	1.83	1.30	3222.57
	12	38.95	0.16	0.06	0.12	0.12	0.28	0.30	0.08	0.53	0.37	3221.29
P=50%	1	32.55	0.13	0.05	0.11	0.10	0.24	0.26	0.07	0.45	0.32	3221.05
	2	33.75	0.14	0.05	0.11	0.11	0.24	0.26	0.07	0.46	0.33	3221.08
	3	36.45	0.15	0.06	0.12	0.11	0.26	0.28	0.08	0.49	0.35	3221.14
	4	47.35	0.19	0.07	0.15	0.15	0.33	0.36	0.10	0.63	0.45	3221.38
	5	110.05	0.43	0.16	0.34	0.33	0.75	0.81	0.22	1.42	1.01	3222.18
	6	272.05	1.03	0.40	0.82	0.79	1.82	1.98	0.54	3.45	2.45	3223.39
	7	289.05	1.10	0.42	0.87	0.84	1.94	2.10	0.58	3.66	2.60	3223.51
	8	226.05	0.86	0.33	0.68	0.66	1.52	1.65	0.45	2.87	2.04	3223.07
	9	256.05	0.97	0.38	0.77	0.75	1.72	1.87	0.51	3.25	2.30	3223.27
	10	144.05	0.55	0.21	0.44	0.42	0.98	1.06	0.29	1.84	1.31	3222.48
	11	77.05	0.30	0.12	0.24	0.23	0.53	0.58	0.16	1.00	0.71	3221.86
	12	54.15	0.21	0.08	0.17	0.16	0.38	0.41	0.11	0.72	0.51	3221.52

续表 5.2.3-4　　宗通卡水库坝址下游水文情势模拟边界条件　　单位：m^3/s

频率	月份	坝址流量	格学村支沟	沙贡乡支沟	琼卡村支沟	温达村支沟	雄达村支沟	腰曲	仲瓦村支沟	朗达支沟	谢巴曲	昂曲汇入澜沧江口水位
单位	月	m^3/s										m
P=90%	1	19.85	0.09	0.03	0.07	0.07	0.15	0.16	0.04	0.29	0.20	3220.73
	2	13.95	0.06	0.02	0.05	0.05	0.11	0.12	0.03	0.21	0.15	3220.54
	3	41.25	0.17	0.06	0.13	0.13	0.29	0.32	0.09	0.55	0.39	3221.24
	4	50.55	0.20	0.08	0.16	0.15	0.35	0.39	0.11	0.67	0.48	3221.44
	5	74.75	0.29	0.11	0.23	0.22	0.52	0.56	0.15	0.97	0.69	3221.84
	6	159.05	0.61	0.24	0.48	0.47	1.07	1.17	0.32	2.03	1.44	3222.60
	7	284.05	1.08	0.42	0.85	0.83	1.90	2.07	0.57	3.60	2.55	3223.47
	8	195.05	0.74	0.29	0.59	0.57	1.31	1.43	0.39	2.48	1.76	3222.86
	9	111.05	0.43	0.17	0.34	0.33	0.76	0.82	0.22	1.43	1.01	3222.19
	10	62.95	0.25	0.10	0.20	0.19	0.44	0.47	0.13	0.83	0.59	3221.67
	11	36.95	0.15	0.06	0.12	0.12	0.26	0.29	0.08	0.50	0.35	3221.15
	12	23.25	0.10	0.04	0.08	0.08	0.17	0.19	0.05	0.33	0.23	3220.82
P=95%	1	30.65	0.13	0.05	0.10	0.10	0.22	0.24	0.07	0.42	0.30	3221.00
	2	27.35	0.11	0.04	0.09	0.09	0.20	0.22	0.06	0.38	0.27	3220.92
	3	33.15	0.14	0.05	0.11	0.10	0.24	0.26	0.07	0.45	0.32	3221.06
	4	50.55	0.20	0.08	0.16	0.15	0.35	0.39	0.11	0.67	0.48	3221.44
	5	72.15	0.28	0.11	0.22	0.22	0.50	0.54	0.15	0.94	0.67	3221.80
	6	162.05	0.62	0.24	0.49	0.48	1.09	1.19	0.33	2.07	1.47	3222.63
	7	125.05	0.48	0.19	0.38	0.37	0.85	0.92	0.25	1.61	1.14	3222.31
	8	157.05	0.60	0.23	0.47	0.46	1.06	1.15	0.32	2.01	1.42	3222.59
	9	136.05	0.52	0.20	0.41	0.40	0.92	1.00	0.27	1.74	1.24	3222.41
	10	82.25	0.32	0.12	0.25	0.25	0.57	0.61	0.17	1.07	0.76	3221.92
	11	48.45	0.19	0.07	0.15	0.15	0.34	0.37	0.10	0.64	0.46	3221.40
	12	32.15	0.13	0.05	0.10	0.10	0.23	0.25	0.07	0.44	0.31	3221.04

表 5.2.3-5　　宗通卡水库坝址下游 500m 断面丰水年（P=10%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1.00	3409.55	3409.48	-0.07	0.86	0.80	-0.07	2.67	3.14	0.47	8.65	7.98	-0.67
2.00	3409.54	3409.47	-0.07	0.85	0.78	-0.07	2.67	3.16	0.48	8.52	7.84	-0.68
3.00	3409.73	3409.68	-0.06	1.05	0.99	-0.06	2.65	2.96	0.31	10.47	9.90	-0.57
4.00	3410.63	3410.59	-0.03	1.94	1.91	-0.03	2.47	2.55	0.08	19.42	19.10	-0.32
5.00	3411.44	3411.41	-0.03	2.75	2.73	-0.03	2.32	2.37	0.04	27.52	27.26	-0.25
6.00	3411.45	3411.43	-0.03	2.77	2.74	-0.03	2.32	2.36	0.04	27.69	27.44	-0.26
7.00	3413.12	3413.11	-0.01	4.44	4.42	-0.01	2.07	2.08	0.01	44.39	44.24	-0.15
8.00	3413.79	3413.77	-0.02	5.11	5.08	-0.02	2.05	2.07	0.02	51.07	50.85	-0.22
9.00	3411.10	3411.02	-0.08	4.43	4.34	-0.08	2.05	2.14	0.08	44.29	43.44	-0.85
10.00	3411.49	3411.46	-0.03	2.80	2.78	-0.03	2.31	2.36	0.04	28.04	27.78	-0.26
11.00	3411.17	3411.14	-0.03	2.49	2.46	-0.03	2.36	2.41	0.05	24.87	24.60	-0.28
12.00	3409.95	3409.91	-0.05	1.27	1.22	-0.05	2.60	2.81	0.21	12.69	12.21	-0.48
均值	3411.08	3411.04	-0.04	2.56	2.52	-0.04	2.38	2.53	0.15	25.64	25.22	-0.41

表 5.2.3-6　　宗通卡水库坝址下游 500m 断面平水年（P=50%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1.00	3409.85	3409.80	-0.05	1.16	1.11	-0.05	2.62	2.87	0.25	11.63	11.11	-0.52
2.00	3409.87	3409.82	-0.05	1.18	1.13	-0.05	2.62	2.86	0.24	11.84	11.33	-0.51
3.00	3409.91	3409.86	-0.05	1.23	1.18	-0.05	2.61	2.83	0.22	12.29	11.79	-0.49
4.00	3410.08	3410.04	-0.04	1.40	1.35	-0.04	2.57	2.74	0.17	13.98	13.54	-0.44
5.00	3410.85	3410.81	-0.04	2.16	2.13	-0.04	2.42	2.50	0.08	21.62	21.27	-0.36
6.00	3412.22	3412.21	-0.02	3.54	3.52	-0.02	2.20	2.22	0.02	35.38	35.20	-0.18
7.00	3412.34	3412.32	-0.01	3.65	3.64	-0.01	2.19	2.20	0.02	36.52	36.39	-0.13
8.00	3411.87	3411.85	-0.02	3.19	3.17	-0.02	2.25	2.28	0.03	31.88	31.67	-0.21
9.00	3412.09	3412.07	-0.03	3.41	3.38	-0.03	2.23	2.26	0.03	34.10	33.84	-0.25
10.00	3411.18	3411.15	-0.03	2.50	2.47	-0.03	2.36	2.41	0.05	24.97	24.69	-0.27
11.00	3410.48	3410.44	-0.03	1.79	1.76	-0.03	2.49	2.59	0.10	17.92	17.57	-0.35
12.00	3410.18	3410.14	-0.04	1.50	1.45	-0.04	2.55	2.70	0.15	14.97	14.54	-0.43
均值	3410.91	3410.88	-0.03	2.23	2.19	-0.03	2.43	2.54	0.11	22.26	21.91	-0.34

表 5.2.3-7　　宗通卡水库坝址下游 500m 断面枯水年（P=90%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1.00	3409.61	3409.55	-0.06	0.92	0.86	-0.06	2.67	3.07	0.40	9.25	8.62	-0.63
2.00	3409.48	3409.41	-0.07	0.79	0.72	-0.07	2.68	3.23	0.56	7.95	7.23	-0.72
3.00	3409.99	3409.94	-0.05	1.31	1.26	-0.05	2.59	2.79	0.20	13.06	12.59	-0.47
4.00	3410.13	3410.09	-0.04	1.44	1.40	-0.04	2.56	2.72	0.16	14.44	14.02	-0.43
5.00	3410.45	3410.41	-0.04	1.77	1.73	-0.04	2.49	2.60	0.11	17.65	17.28	-0.37
6.00	3411.32	3411.29	-0.03	2.64	2.61	-0.03	2.33	2.39	0.05	26.36	26.06	-0.30
7.00	3412.30	3412.27	-0.03	3.61	3.59	-0.03	2.20	2.23	0.04	36.14	35.85	-0.29
8.00	3411.63	3411.60	-0.03	2.95	2.92	-0.03	2.28	2.32	0.04	29.45	29.20	-0.26
9.00	3410.86	3410.82	-0.04	2.17	2.14	-0.04	2.41	2.49	0.08	21.75	21.39	-0.36
10.00	3410.30	3410.26	-0.04	1.62	1.58	-0.04	2.53	2.65	0.12	16.15	15.77	-0.38
11.00	3409.92	3409.87	-0.05	1.24	1.19	-0.05	2.61	2.83	0.22	12.37	11.88	-0.49
12.00	3409.68	3409.62	-0.06	0.99	0.93	-0.06	2.66	3.00	0.35	9.93	9.34	-0.59
均值	3410.47	3410.43	-0.04	1.79	1.74	-0.04	2.50	2.69	0.19	17.87	17.43	-0.44

表 5.2.3-8　　宗通卡水库坝址下游 500m 断面特枯水年（P=95%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1.00	3409.82	3409.76	-0.05	1.13	1.08	-0.05	2.63	2.90	0.26	11.30	10.77	-0.53
2.00	3409.76	3409.70	-0.06	1.07	1.02	-0.06	2.64	2.94	0.30	10.71	10.16	-0.55
3.00	3409.86	3409.81	-0.05	1.17	1.12	-0.05	2.62	2.87	0.25	11.74	11.22	-0.52
4.00	3410.13	3410.09	-0.04	1.44	1.40	-0.04	2.56	2.72	0.16	14.44	14.02	-0.43
5.00	3410.42	3410.38	-0.04	1.73	1.69	-0.04	2.50	2.61	0.11	17.33	16.95	-0.38
6.00	3411.35	3411.32	-0.02	2.66	2.64	-0.02	2.33	2.37	0.04	26.61	26.36	-0.24
7.00	3411.00	3410.97	-0.03	2.31	2.29	-0.03	2.39	2.45	0.06	23.12	22.86	-0.27
8.00	3411.30	3411.27	-0.03	2.62	2.59	-0.03	2.34	2.39	0.05	26.16	25.87	-0.29
9.00	3411.10	3411.08	-0.03	2.42	2.39	-0.03	2.37	2.43	0.06	24.20	23.90	-0.29
10.00	3410.54	3410.50	-0.04	1.85	1.82	-0.04	2.48	2.58	0.10	18.54	18.19	-0.35
11.00	3410.10	3410.06	-0.04	1.41	1.37	-0.04	2.57	2.73	0.16	14.14	13.71	-0.43
12.00	3409.84	3409.79	-0.05	1.16	1.10	-0.05	2.62	2.88	0.25	11.57	11.04	-0.52
均值	3410.43	3410.39	-0.04	1.75	1.71	-0.04	2.51	2.66	0.15	17.49	17.09	-0.40

2） 琼卡村支沟汇入下游断面

在 P=10%条件下，琼卡村支沟汇入下游断面平均水深由 2.60m 降低至 2.56m,下降了 0.04m;平均水面宽度由 25.97m 降低到 25.62m,降低了 0.35m;流速由 2.23m/s 升高到 2.36m/s，升高了 0.13m/s。

在 P=50%条件下,断面平均水深由 2.32m 降低至 2.29m,下降了 0.03m;平均水面宽度由 23.21m 降低到 22.87m，降低了 0.34m;流速由 2.21m/s 升高到 2.31m/s，升高了 0.10m/s。

在 P=90%条件下,断面平均水深由 1.88m 降低至 1.84m,下降了 0.04m;平均水面宽度由 18.75m 降低到 18.38m，降低了 0.38m;流速由 2.25m/s 升高到 2.40m/s，升高了 0.15m/s。

在 P=95%条件下,断面平均水深由 1.85m 降低至 1.79m,下降了 0.06m;平均水面宽度由 18.47m 降低到 17.93m，降低了 0.54m;流速由 2.24m/s 升高到 2.41m/s，升高了 0.17m/s。

P=10%、50%、90%、95%条件下琼卡村支沟汇入下游断面各月水位、水深、流速、水面宽度变化情况见表 5.2.3-9～表 5.2.3-12。

3） 雄达村支沟汇入上游断面

在 P=10%条件下，雄达村支沟汇入上游断面平均水深由 3.64m 降低至 3.61m,下降了 0.03m;平均水面宽度由 36.41m 降低至 36.10m,降低了 0.31m;流速由 1.17m/s 升高到 1.18m/s，升高了 0.01m/s。

在 P=50%条件下,断面平均水深由 2.10m 降低至 2.07m,下降了 0.03m;平均水面宽度由 20.97m 降低至 20.67m，降低了 0.30m;流速由 2.62m/s 升高到 2.72m/s，升高了 0.10m/s。

表 5.2.3-9　宗通卡水库坝址下游琼卡村支沟汇入下游断面丰水年（P=10%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3377.28	3377.21	-0.07	0.91	0.84	-0.07	2.39	2.81	0.42	9.15	8.44	-0.71
2	3377.27	3377.20	-0.07	0.90	0.83	-0.07	2.39	2.82	0.43	9.00	8.29	-0.71
3	3377.48	3377.42	-0.06	1.11	1.05	-0.06	2.37	2.64	0.27	11.07	10.49	-0.58
4	3378.41	3378.38	-0.03	2.05	2.02	-0.03	2.22	2.29	0.07	20.46	20.16	-0.30
5	3379.27	3379.25	-0.03	2.91	2.88	-0.03	2.09	2.12	0.04	29.05	28.79	-0.26
6	3379.29	3379.27	-0.03	2.92	2.90	-0.03	2.08	2.12	0.04	29.22	28.97	-0.25
7	3380.68	3380.66	-0.01	4.31	4.30	-0.01	2.19	2.21	0.01	43.10	42.95	-0.14
8	3381.22	3381.21	0.00	4.85	4.84	0.00	2.28	2.28	0.00	48.47	48.43	-0.04
9	3380.66	3380.64	-0.01	4.29	4.28	-0.01	2.19	2.20	0.01	42.90	42.76	-0.14
10	3379.32	3379.30	-0.02	2.96	2.93	-0.02	2.08	2.12	0.03	29.55	29.31	-0.24
11	3378.99	3378.96	-0.03	2.62	2.60	-0.03	2.12	2.17	0.05	26.22	25.95	-0.27
12	3377.71	3377.66	-0.05	1.34	1.29	-0.05	2.33	2.51	0.17	13.41	12.93	-0.48
均值	3378.97	3378.93	-0.03	2.60	2.56	-0.03	2.23	2.36	0.13	25.97	25.62	-0.34

表 5.2.3-10　　宗通卡水库坝址下游琼卡村支沟汇入下游断面平水年（P=50%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3377.60	3377.54	-0.05	1.20	1.15	-0.05	2.47	2.70	0.24	12.00	11.46	-0.54
2	3377.62	3377.57	-0.05	1.25	1.20	-0.05	2.35	2.56	0.21	12.51	11.98	-0.53
3	3377.67	3377.62	-0.05	1.30	1.25	-0.05	2.33	2.54	0.20	13.00	12.47	-0.53
4	3377.85	3377.79	-0.06	1.50	1.44	-0.06	2.24	2.42	0.18	15.00	14.43	-0.57
5	3378.65	3378.61	-0.04	2.30	2.26	-0.04	2.14	2.22	0.08	23.00	22.56	-0.44
6	3379.99	3379.98	-0.02	3.62	3.61	-0.02	2.09	2.11	0.02	36.24	36.08	-0.17
7	3380.10	3380.08	-0.02	3.73	3.71	-0.02	2.10	2.12	0.02	37.29	37.09	-0.21
8	3379.68	3379.66	-0.02	3.32	3.29	-0.02	2.08	2.11	0.03	33.15	32.93	-0.22
9	3379.90	3379.88	-0.02	3.53	3.51	-0.02	2.08	2.10	0.02	35.29	35.09	-0.19
10	3379.00	3378.97	-0.03	2.63	2.60	-0.03	2.12	2.17	0.04	26.31	26.04	-0.27
11	3378.27	3378.23	-0.04	1.90	1.86	-0.04	2.22	2.31	0.08	18.96	18.61	-0.35
12	3379.04	3379.03	-0.01	1.58	1.58	-0.01	2.28	2.30	0.02	15.81	15.75	-0.05
均值	3378.78	3378.75	-0.03	2.32	2.29	-0.03	2.21	2.31	0.10	23.21	22.87	-0.34

表 5.2.3-11　　宗通卡水库坝址下游琼卡村支沟汇入下游断面枯水年（P=90%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3377.35	3377.28	-0.07	0.98	0.91	-0.07	2.38	2.75	0.37	9.79	9.11	-0.68
2	3377.21	3377.14	-0.07	0.84	0.77	-0.07	2.40	2.87	0.48	8.40	7.67	-0.73
3	3377.75	3377.70	-0.05	1.38	1.33	-0.05	2.32	2.50	0.19	13.81	13.29	-0.52
4	3377.90	3377.85	-0.04	1.53	1.49	-0.04	2.30	2.43	0.13	15.27	14.85	-0.42
5	3378.23	3378.19	-0.05	1.87	1.82	-0.05	2.23	2.35	0.12	18.66	18.18	-0.48
6	3379.14	3379.11	-0.03	2.77	2.74	-0.03	2.11	2.15	0.04	27.72	27.45	-0.27
7	3380.06	3380.04	-0.02	3.69	3.68	-0.02	2.10	2.12	0.02	36.95	36.76	-0.19
8	3379.45	3379.43	-0.02	3.08	3.06	-0.02	2.09	2.12	0.03	30.80	30.57	-0.22
9	3378.67	3378.62	-0.05	2.30	2.25	-0.05	2.16	2.24	0.09	22.99	22.54	-0.46
10	3378.63	3378.69	0.06	1.71	1.77	0.06	2.26	2.11	-0.15	17.09	17.69	0.60
11	3377.68	3377.62	-0.05	1.31	1.26	-0.05	2.34	2.53	0.20	13.07	12.55	-0.52
12	3377.42	3377.36	-0.06	1.05	0.99	-0.06	2.37	2.68	0.31	10.51	9.89	-0.63
均值	3378.29	3378.25	-0.04	1.88	1.84	-0.04	2.25	2.40	0.15	18.75	18.38	-0.38

表 5.2.3-12　　宗通卡水库坝址下游琼卡村支沟汇入下游断面特枯水年（P=95%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3377.56	3377.51	-0.06	1.19	1.14	-0.06	2.35	2.59	0.24	11.95	11.38	-0.57
2	3377.50	3377.44	-0.06	1.13	1.07	-0.06	2.37	2.62	0.26	11.32	10.74	-0.57
3	3377.61	3377.56	-0.05	1.24	1.19	-0.05	2.34	2.56	0.22	12.41	11.87	-0.54
4	3377.90	3377.85	-0.04	1.53	1.48	-0.04	2.30	2.43	0.13	15.27	14.85	-0.42
5	3378.20	3378.03	-0.17	1.83	1.66	-0.17	2.24	2.72	0.48	18.31	16.61	-1.70
6	3379.17	3379.14	-0.03	2.80	2.77	-0.03	2.10	2.15	0.05	28.02	27.73	-0.30
7	3378.81	3378.79	-0.03	2.44	2.42	-0.03	2.14	2.19	0.05	24.44	24.18	-0.26
8	3379.12	3379.10	-0.03	2.75	2.73	-0.03	2.11	2.15	0.04	27.54	27.26	-0.27
9	3378.92	3378.89	-0.03	2.56	2.53	-0.03	2.13	2.18	0.05	25.56	25.25	-0.30
10	3378.33	3378.30	-0.04	1.96	1.93	-0.04	2.21	2.29	0.08	19.63	19.28	-0.35
11	3377.87	3377.81	-0.06	1.50	1.44	-0.06	2.29	2.49	0.19	14.97	14.37	-0.60
12	3377.59	3377.54	-0.06	1.22	1.17	-0.06	2.35	2.58	0.23	12.22	11.67	-0.55
均值	3378.22	3378.16	-0.05	1.85	1.79	-0.05	2.24	2.41	0.17	18.47	17.93	-0.54

在 P=90%条件下，断面平均水深由 1.72m 降低至 1.69m，下降了 0.04m；平均水面宽度由 17.25m 降低至 16.87m，降低了 0.38m；流速由 2.56m/s 升高到 2.71m/s，升高了 0.16m/s。

在 P=95%条件下，断面平均水深由 1.70m 降低至 1.66m，下降了 0.03m；平均水面宽度由 16.99m 降低至 16.64m，降低了 0.35m；流速由 2.59m/s 升高到 2.71m/s，升高了 0.12m/s。

P=10%、50%、90%、95%条件下雄达村支沟汇入上游断面各月水位、水深、流速、水面宽度变化情况见表 5.2.3-13～表 5.2.3-16。

4） 谢巴曲汇入下游断面

在 P=10%条件下，谢巴曲汇入下游断面平均水深由 3.96m 降低至 3.93m，下降了 0.03m；平均水面宽度由 59.44m 降低至 58.92m，降低了 0.52m；流速由 0.66m/s 升高到 0.67m/s，升高了 0.01m/s。

在 P=50%条件下，断面平均水深由 2.49m 降低至 2.45m，下降了 0.04m；平均水面宽度由 37.28m 降低至 36.81m，降低了 0.47m；流速由 1.20m/s 升高到 1.24m/s，升高了 0.04m/s。

在 P=90%条件下，断面平均水深由 1.70m 降低至 1.65m，下降了 0.05m；平均水面宽度由 25.44m 降低至 24.80m，降低了 0.64m；流速由 1.90m/s 升高到 1.99m/s，升高了 0.09m/s。

在 P=95%条件下，断面平均水深由 2.09m 降低至 2.05m，下降了 0.04m；平均水面宽度由 31.37m 降低至 30.79m，降低了 0.58m；流速由 1.12m/s 升高到 1.16m/s，升高了 0.04m/s。

P=10%、50%、90%、95%条件下谢巴曲汇入上游断面各月水位、水深、流速、水面宽度变化情况见表 5.2.3-17～表 5.2.3-20。

表 5.2.3-13　　宗通卡水库坝址下游雄达村支沟汇入上游断面丰水年（P=10%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3319.65	3319.59	-0.06	2.63	2.57	-0.06	0.29	0.30	0.01	26.29	25.66	-0.63
2	3319.64	3319.57	-0.06	2.62	2.55	-0.06	0.28	0.30	0.01	26.17	25.53	-0.64
3	3319.82	3319.77	-0.05	2.80	2.75	-0.05	0.37	0.38	0.01	27.97	27.45	-0.51
4	3320.60	3320.57	-0.03	3.58	3.55	-0.03	0.73	0.74	0.01	35.76	35.49	-0.28
5	3321.27	3321.25	-0.02	4.25	4.23	-0.02	0.97	0.98	0.01	42.55	42.34	-0.21
6	3321.29	3321.27	-0.02	4.27	4.25	-0.02	0.98	0.99	0.01	42.69	42.48	-0.21
7	3320.91	3320.97	0.07	3.89	3.95	0.07	2.69	2.60	-0.09	38.88	39.54	0.67
8	3321.16	3320.98	-0.18	4.47	4.30	-0.18	2.67	2.90	0.22	44.74	42.99	-1.75
9	3321.00	3321.06	0.06	3.87	3.93	0.06	2.69	2.61	-0.09	38.68	39.32	0.64
10	3321.32	3321.30	-0.02	4.30	4.28	-0.02	0.99	1.00	0.01	42.97	42.76	-0.21
11	3321.05	3321.03	-0.02	4.03	4.01	-0.02	0.90	0.91	0.01	40.32	40.10	-0.23
12	3320.02	3319.97	-0.04	2.99	2.95	-0.04	0.47	0.48	0.01	29.95	29.53	-0.42
均值	3320.64	3320.61	-0.03	3.64	3.61	-0.03	1.17	1.18	0.01	36.41	36.10	-0.31

表 5.2.3-14　　宗通卡水库坝址下游雄达村支沟汇入上游断面平水年（P=50%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3319.92	3319.88	-0.05	1.20	1.15	-0.05	2.48	2.68	0.20	11.96	11.50	-0.46
2	3319.94	3319.89	-0.05	1.21	1.17	-0.05	2.49	2.68	0.20	12.15	11.69	-0.45
3	3319.98	3319.94	-0.04	1.25	1.21	-0.04	2.50	2.69	0.19	12.55	12.11	-0.44
4	3320.13	3320.09	-0.04	1.40	1.36	-0.04	2.55	2.70	0.15	14.04	13.65	-0.39
5	3320.78	3320.75	-0.03	2.06	2.03	-0.03	2.67	2.75	0.07	20.56	20.28	-0.28
6	3321.91	3321.90	-0.02	3.19	3.17	-0.02	2.71	2.74	0.03	31.87	31.70	-0.17
7	3322.01	3321.99	-0.02	3.28	3.27	-0.02	2.71	2.73	0.03	32.85	32.68	-0.17
8	3321.63	3321.61	-0.02	2.91	2.89	-0.02	2.71	2.74	0.04	29.08	28.89	-0.19
9	3321.82	3321.80	-0.02	3.09	3.07	-0.02	2.71	2.74	0.03	30.93	30.75	-0.18
10	3321.06	3321.04	-0.02	2.34	2.31	-0.02	2.70	2.75	0.05	23.35	23.12	-0.23
11	3320.47	3320.44	-0.03	1.74	1.71	-0.03	2.63	2.73	0.10	17.44	17.13	-0.31
12	3320.21	3320.18	-0.04	1.49	1.45	-0.04	2.58	2.71	0.13	14.89	14.52	-0.37
均值	3320.82	3320.79	-0.03	2.10	2.07	-0.03	2.62	2.72	0.10	20.97	20.67	-0.30

表 5.2.3-15　　宗通卡水库坝址下游雄达村支沟汇入上游断面枯水年（P=90%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3319.71	3319.65	-0.06	0.98	0.92	-0.06	2.37	2.69	0.31	9.80	9.21	-0.59
2	3319.58	3319.52	-0.07	0.86	0.79	-0.07	2.29	2.70	0.41	8.59	7.91	-0.68
3	3320.05	3320.01	-0.04	1.32	1.28	-0.04	2.53	2.69	0.17	13.22	12.81	-0.41
4	3320.17	3320.13	-0.04	1.44	1.41	-0.04	2.57	2.70	0.14	14.44	14.07	-0.37
5	3320.44	3320.41	-0.03	1.72	1.69	-0.03	2.63	2.73	0.10	17.20	16.88	-0.32
6	3321.17	3321.15	-0.02	2.45	2.43	-0.02	2.70	2.75	0.05	24.49	24.27	-0.22
7	3321.98	3321.96	-0.02	3.26	3.24	-0.02	2.71	2.74	0.03	32.56	32.39	-0.17
8	3321.43	3321.41	-0.02	2.70	2.68	-0.02	2.71	2.75	0.04	27.04	26.84	-0.20
9	3320.79	3320.76	-0.03	2.06	2.04	-0.03	2.67	2.75	0.07	20.65	20.37	-0.28
10	3320.32	3320.28	-0.03	1.59	1.56	-0.03	2.60	2.71	0.11	15.91	15.58	-0.33
11	3319.99	3319.94	-0.04	1.26	1.22	-0.04	2.51	2.69	0.18	12.62	12.18	-0.43
12	3319.77	3319.71	-0.05	1.04	0.99	-0.05	2.41	2.68	0.27	10.43	9.89	-0.54
均值	3320.45	3320.41	-0.04	1.72	1.69	-0.04	2.56	2.71	0.16	17.25	16.87	-0.38

表 5.2.3-16　宗通卡水库坝址下游雄达村支沟汇入上游断面特枯水年（P=95%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3319.89	3319.84	-0.05	1.17	1.12	-0.05	2.47	2.68	0.21	11.67	11.19	-0.47
2	3319.84	3319.79	-0.05	1.11	1.06	-0.05	2.44	2.68	0.24	11.14	10.63	-0.50
3	3319.93	3319.89	-0.05	1.21	1.16	-0.05	2.49	2.68	0.20	12.05	11.60	-0.45
4	3320.17	3320.13	-0.04	1.44	1.41	-0.04	2.56	2.70	0.14	14.44	14.07	-0.38
5	3320.42	3320.39	-0.03	1.69	1.66	-0.03	2.62	2.73	0.10	16.92	16.60	-0.32
6	3321.20	3321.17	-0.02	2.47	2.45	-0.02	2.70	2.75	0.05	24.71	24.50	-0.21
7	3320.91	3320.88	-0.02	2.18	2.16	-0.02	2.69	2.75	0.06	21.83	21.59	-0.24
8	3321.16	3321.14	-0.02	2.43	2.41	-0.02	2.70	2.75	0.05	24.34	24.12	-0.22
9	3321.00	3320.97	-0.02	2.27	2.25	-0.02	2.69	2.75	0.06	22.73	22.49	-0.24
10	3320.52	3320.49	-0.03	1.80	1.77	-0.03	2.64	2.73	0.09	17.96	17.67	-0.29
11	3320.14	3320.10	-0.04	1.42	1.38	-0.04	2.56	2.70	0.14	14.18	13.79	-0.38
12	3319.92	3319.87	-0.05	1.19	1.14	-0.05	2.48	2.68	0.20	11.90	11.44	-0.46
均值	3320.42	3320.39	-0.03	1.70	1.66	-0.03	2.59	2.71	0.13	16.99	16.64	-0.35

表 5.2.3-17　　宗通卡水库坝址下游谢巴曲汇入下游断面丰水年（P=10%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3270.17	3270.09	-0.08	2.89	2.82	-0.08	0.16	0.17	0.01	43.41	42.26	-1.16
2	3270.15	3270.07	-0.08	2.88	2.80	-0.08	0.16	0.16	0.01	43.19	42.01	-1.18
3	3270.37	3270.31	-0.06	3.09	3.03	-0.06	0.20	0.21	0.01	46.42	45.51	-0.91
4	3271.20	3271.17	-0.03	3.93	3.90	-0.03	0.40	0.41	0.01	58.96	58.52	-0.44
5	3271.86	3271.84	-0.02	4.59	4.57	-0.02	0.56	0.56	0.00	68.83	68.53	-0.31
6	3271.88	3271.86	-0.02	4.60	4.58	-0.02	0.56	0.57	0.00	69.04	68.73	-0.31
7	3271.50	3271.57	0.06	4.23	4.30	0.06	1.52	1.47	-0.05	63.48	64.44	0.97
8	3271.75	3271.58	-0.17	4.80	4.63	-0.17	1.55	1.67	0.12	71.95	69.39	-2.55
9	3271.59	3271.65	0.06	4.21	4.28	0.06	1.51	1.47	-0.04	63.21	64.14	0.93
10	3271.90	3271.88	-0.02	4.63	4.61	-0.02	0.57	0.57	0.00	69.45	69.15	-0.30
11	3271.65	3271.62	-0.02	4.37	4.35	-0.02	0.51	0.51	0.01	65.58	65.25	-0.34
12	3270.59	3270.55	-0.05	3.32	3.27	-0.05	0.25	0.26	0.01	49.82	49.08	-0.74
均值	3271.22	3271.18	-0.04	3.96	3.93	-0.04	0.66	0.67	0.01	59.44	58.92	-0.53

表 5.2.3-18　　宗通卡水库坝址下游谢巴曲汇入下游断面平水年（P=50%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3270.49	3270.43	-0.06	1.57	1.51	-0.06	0.96	1.03	0.08	23.57	22.69	-0.88
2	3270.51	3270.46	-0.05	1.59	1.54	-0.05	0.96	1.03	0.07	23.91	23.10	-0.81
3	3270.55	3270.51	-0.05	1.63	1.59	-0.05	0.98	1.04	0.06	24.52	23.83	-0.69
4	3270.72	3270.68	-0.04	1.80	1.76	-0.04	1.03	1.08	0.05	27.05	26.47	-0.58
5	3271.38	3271.36	-0.02	2.46	2.44	-0.02	1.24	1.26	0.02	36.97	36.61	-0.36
6	3272.47	3272.46	-0.02	3.56	3.54	-0.02	1.45	1.46	0.01	53.38	53.13	-0.25
7	3272.57	3272.55	-0.02	3.65	3.64	-0.02	1.46	1.47	0.01	54.79	54.56	-0.24
8	3272.21	3272.19	-0.02	3.29	3.27	-0.02	1.41	1.43	0.02	49.35	49.08	-0.27
9	3272.38	3272.37	-0.02	3.47	3.45	-0.02	1.44	1.45	0.01	52.02	51.76	-0.26
10	3271.65	3271.63	-0.02	2.74	2.72	-0.02	1.31	1.33	0.02	41.06	40.73	-0.33
11	3271.07	3271.05	-0.03	2.16	2.13	-0.03	1.15	1.18	0.03	32.33	31.94	-0.39
12	3270.81	3270.77	-0.04	1.89	1.86	-0.04	1.06	1.11	0.04	28.40	27.83	-0.57
均值	3271.40	3271.37	-0.03	2.49	2.45	-0.03	1.20	1.24	0.04	37.28	36.81	-0.47

表 5.2.3-19　　宗通卡水库坝址下游谢巴曲汇入下游断面枯水年（P=90%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3270.23	3270.16	-0.07	1.32	1.25	-0.07	0.88	0.98	0.10	19.76	18.70	-1.06
2	3270.09	3270.00	-0.09	1.17	1.08	-0.09	0.82	0.96	0.14	17.53	16.25	-1.29
3	3270.63	3270.58	-0.05	1.71	1.67	-0.05	1.00	1.06	0.06	25.72	25.00	-0.72
4	3270.76	3270.72	-0.04	1.85	1.81	-0.04	1.05	1.09	0.05	27.68	27.09	-0.60
5	3271.05	3271.01	-0.04	1.16	1.12	-0.04	3.88	4.16	0.28	17.34	16.74	-0.60
6	3271.76	3271.74	-0.02	1.87	1.84	-0.02	3.10	3.17	0.07	27.99	27.67	-0.32
7	3272.54	3272.52	-0.02	2.64	2.63	-0.02	2.74	2.77	0.03	39.66	39.41	-0.25
8	3272.01	3271.99	-0.02	2.11	2.09	-0.02	2.96	3.01	0.05	31.69	31.40	-0.29
9	3271.39	3271.36	-0.02	1.49	1.47	-0.02	3.42	3.53	0.11	22.37	22.01	-0.36
10	3270.92	3270.88	-0.03	2.00	1.97	-0.03	1.10	1.14	0.04	30.01	29.50	-0.51
11	3270.56	3270.52	-0.04	1.64	1.60	-0.04	0.98	1.04	0.05	24.65	23.99	-0.66
12	3270.31	3270.24	-0.07	1.39	1.33	-0.07	0.90	0.99	0.09	20.89	19.91	-0.98
均值	3271.02	3270.98	-0.04	1.70	1.65	-0.04	1.90	1.99	0.09	25.44	24.80	-0.64

表 5.2.3-20　　宗通卡水库坝址下游谢巴曲汇入下游断面特枯水年（P=95%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3270.45	3270.40	-0.06	1.54	1.48	-0.06	0.95	1.02	0.07	23.04	22.20	-0.84
2	3270.39	3270.33	-0.06	1.47	1.42	-0.06	0.93	1.01	0.08	22.11	21.26	-0.85
3	3270.50	3270.44	-0.06	1.58	1.53	-0.06	0.96	1.03	0.07	23.71	22.88	-0.83
4	3270.76	3270.72	-0.04	1.85	1.81	-0.04	1.05	1.09	0.05	27.68	27.09	-0.59
5	3271.02	3270.98	-0.04	2.10	2.07	-0.04	1.13	1.17	0.04	31.53	30.98	-0.55
6	3271.78	3271.76	-0.02	2.87	2.85	-0.02	1.34	1.36	0.02	43.04	42.72	-0.32
7	3271.50	3271.48	-0.02	2.59	2.56	-0.02	1.27	1.30	0.02	38.84	38.47	-0.37
8	3271.75	3271.73	-0.02	2.83	2.81	-0.02	1.33	1.35	0.02	42.50	42.17	-0.32
9	3271.59	3271.57	-0.02	2.68	2.65	-0.02	1.29	1.32	0.02	40.14	39.80	-0.34
10	3271.12	3271.09	-0.03	2.21	2.18	-0.03	1.17	1.20	0.03	33.10	32.63	-0.47
11	3270.73	3270.70	-0.03	1.81	1.78	-0.03	1.04	1.08	0.04	27.22	26.71	-0.52
12	3270.49	3270.42	-0.06	1.57	1.51	-0.06	0.95	1.03	0.08	23.53	22.58	-0.95
均值	3271.01	3270.97	-0.04	2.09	2.05	-0.04	1.12	1.16	0.05	31.37	30.79	-0.58

5） 昌都出口断面

在 P=10%条件下，昌都出口断面平均水深由 7.03m 降低至 6.99m，下降了 0.04m；平均水面宽度由 70.29m 降低至 69.87m，降低了 0.42m；流速由 0.33m/s 升高到 0.34m/s，升高了 0.01m/s。

在 P=50%条件下，断面平均水深由 5.21m 降低至 5.17m，下降了 0.04m；平均水面宽度由 52.13m 降低至 51.71m，降低了 0.42m；流速由 0.42m/s 升高到 0.43m/s，升高了 0.01m/s。

在 P=90%条件下，断面平均水深由 4.76m 降低至 4.70m，下降了 0.05m；平均水面宽度由 47.56m 降低至 47.01m，降低了 0.55m；流速由 0.33m/s 升高到 0.34m/s，升高了 0.01m/s。

在 P=95%条件下，断面平均水深由 4.75m 降低至 4.70m，下降了 0.05m；平均水面宽度由 47.53m 降低至 47.04m，降低了 0.49m；流速由 0.33m/s 升高到 0.34m/s，升高了 0.01m/s。

P=10%、50%、90%、95%条件下昌都出口断面各月水位、水深、流速、水面宽度变化情况见表 5.2.3-21～表 5.2.3-24。

5.2.3.3 典型日水文情势变化分析

电站以日调节方式运行，本节选取丰水年（P=10%）丰水期，平水年（P=50%）平水期，枯水年（P=90%）枯水期典型日流量，利用二维水动力数学模型模拟分析水库日调节发电调度对坝下水文情势的影响。

（1） 边界条件

根据《可研报告》，在宗通卡水库运行期，当入库流量大于供水、灌溉需水和生态基流之和时，扣除供水、灌溉用水以外的流量可用于发电，发电流量应考虑生态流量要求。

表 5.2.3-21　　宗通卡水库坝址下游昌都出口断面丰水年（P=10%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3220.64	3220.55	-0.10	5.67	5.58	-0.10	0.06	0.06	0.00	56.74	55.77	-0.97
2	3220.63	3220.53	-0.10	5.65	5.56	-0.10	0.06	0.06	0.00	56.55	55.56	-0.99
3	3220.90	3220.82	-0.08	5.93	5.85	-0.08	0.08	0.08	0.00	59.28	58.51	-0.77
4	3222.03	3222.00	-0.03	7.05	7.03	-0.03	0.19	0.19	0.00	70.55	70.26	-0.29
5	3222.76	3222.74	-0.02	7.79	7.77	-0.02	0.29	0.29	0.00	77.88	77.66	-0.23
6	3222.77	3222.75	-0.02	7.80	7.78	-0.02	0.29	0.29	0.00	78.03	77.81	-0.22
7	3222.35	3222.42	0.07	7.38	7.45	0.07	0.75	0.73	-0.01	73.78	74.51	0.73
8	3222.63	3222.44	-0.19	8.11	7.92	-0.19	0.81	0.85	0.04	81.06	79.16	-1.90
9	3222.45	3222.52	0.07	7.36	7.43	0.07	0.74	0.73	-0.01	73.56	74.27	0.71
10	3222.80	3222.78	-0.02	7.83	7.81	-0.02	0.30	0.30	0.00	78.33	78.11	-0.22
11	3222.51	3222.48	-0.03	7.54	7.51	-0.03	0.26	0.26	0.00	75.40	75.14	-0.26
12	3221.20	3221.14	-0.07	6.23	6.17	-0.07	0.11	0.11	0.00	62.32	61.65	-0.67
均值	3221.97	3221.93	-0.04	7.03	6.99	-0.04	0.33	0.33	0.00	70.29	69.87	-0.42

表 5.2.3-22　　宗通卡水库坝址下游昌都出口断面丰平水年（P=50%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3221.06	3220.99	-0.07	4.08	4.01	-0.07	0.21	0.22	0.01	40.76	40.06	-0.70
2	3221.08	3221.02	-0.07	4.10	4.04	-0.07	0.22	0.23	0.01	41.04	40.35	-0.69
3	3221.15	3221.08	-0.07	4.17	4.10	-0.07	0.23	0.23	0.01	41.67	40.98	-0.68
4	3221.39	3221.33	-0.06	4.41	4.35	-0.06	0.26	0.27	0.01	44.09	43.46	-0.63
5	3222.21	3222.18	-0.03	5.23	5.20	-0.03	0.41	0.42	0.00	52.30	52.03	-0.28
6	3223.46	3223.44	-0.02	6.47	6.45	-0.02	0.66	0.66	0.00	64.74	64.53	-0.21
7	3223.58	3223.56	-0.02	6.59	6.57	-0.02	0.67	0.68	0.00	65.94	65.74	-0.20
8	3223.13	3223.11	-0.02	6.15	6.13	-0.02	0.61	0.61	0.00	61.49	61.29	-0.20
9	3223.34	3223.32	-0.02	6.36	6.34	-0.02	0.64	0.64	0.00	63.59	63.38	-0.21
10	3222.52	3222.49	-0.03	5.54	5.51	-0.03	0.48	0.48	0.00	55.40	55.13	-0.26
11	3221.89	3221.85	-0.04	4.91	4.87	-0.04	0.33	0.34	0.01	49.06	48.68	-0.37
12	3221.53	3221.47	-0.06	4.55	4.49	-0.06	0.28	0.28	0.01	45.49	44.91	-0.58
均值	3222.19	3222.15	-0.04	5.21	5.17	-0.04	0.42	0.42	0.01	52.13	51.71	-0.42

表 5.2.3-23　　宗通卡水库坝址下游昌都出口断面枯水年（P=90%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3220.73	3220.64	-0.09	3.75	3.66	-0.09	0.16	0.17	0.01	37.50	36.60	-0.90
2	3220.54	3220.44	-0.11	3.56	3.46	-0.11	0.13	0.14	0.01	35.62	34.57	-1.05
3	3221.26	3221.19	-0.07	4.28	4.21	-0.07	0.24	0.25	0.01	42.76	42.08	-0.68
4	3221.46	3221.39	-0.06	4.48	4.41	-0.06	0.27	0.27	0.01	44.77	44.15	-0.63
5	3221.86	3221.82	-0.04	4.88	4.84	-0.04	0.33	0.33	0.01	48.77	48.39	-0.38
6	3222.65	3222.62	-0.02	5.67	5.64	-0.02	0.50	0.51	0.00	56.67	56.43	-0.25
7	3223.54	3223.52	-0.02	6.56	6.54	-0.02	0.67	0.67	0.00	65.58	65.37	-0.21
8	3222.92	3222.90	-0.02	5.94	5.92	-0.02	0.56	0.57	0.00	59.37	59.17	-0.20
9	3222.22	3222.19	-0.03	5.24	5.21	-0.03	0.42	0.42	0.00	52.40	52.12	-0.28
10	3221.69	3221.64	-0.05	4.71	4.66	-0.05	0.30	0.30	0.01	47.07	46.57	-0.50
11	3221.16	3221.09	-0.07	4.18	4.11	-0.07	0.23	0.24	0.01	41.78	41.09	-0.68
12	3220.83	3220.74	-0.08	3.85	3.76	-0.08	0.18	0.19	0.01	38.46	37.63	-0.83
均值	3221.74	3221.68	-0.05	4.76	4.70	-0.05	0.33	0.34	0.01	47.56	47.01	-0.55

表 5.2.3-24　　宗通卡水库坝址下游昌都出口断面特枯水年（P=95%）水位、水深、流速、水面宽变化表

月份	水位（m）			水深（m）			流速（m/s）			水面宽（m）		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
1	3221.01	3220.94	-0.07	4.03	3.96	-0.07	0.21	0.21	0.01	40.32	39.60	-0.71
2	3220.93	3220.86	-0.08	3.95	3.88	-0.08	0.19	0.20	0.01	39.52	38.77	-0.75
3	3221.07	3221.00	-0.07	4.09	4.02	-0.07	0.22	0.22	0.01	40.91	40.21	-0.70
4	3221.46	3221.39	-0.06	4.48	4.41	-0.06	0.27	0.27	0.01	44.77	44.15	-0.63
5	3221.82	3221.78	-0.04	4.84	4.80	-0.04	0.32	0.33	0.01	48.43	48.03	-0.40
6	3222.67	3222.65	-0.02	5.69	5.67	-0.02	0.51	0.51	0.00	56.92	56.68	-0.24
7	3222.35	3222.32	-0.03	5.37	5.34	-0.03	0.44	0.45	0.00	53.69	53.42	-0.27
8	3222.63	3222.61	-0.02	5.65	5.63	-0.02	0.50	0.51	0.00	56.51	56.26	-0.25
9	3222.45	3222.42	-0.03	5.47	5.44	-0.03	0.46	0.47	0.00	54.68	54.42	-0.26
10	3221.95	3221.91	-0.03	4.97	4.93	-0.03	0.35	0.35	0.00	49.65	49.32	-0.33
11	3221.41	3221.35	-0.06	4.43	4.37	-0.06	0.26	0.27	0.01	44.32	43.70	-0.62
12	3221.05	3220.98	-0.07	4.07	4.00	-0.07	0.21	0.22	0.01	40.67	39.97	-0.71
均值	3221.73	3221.68	-0.05	4.75	4.70	-0.05	0.33	0.33	0.01	47.53	47.04	-0.49

P=10%丰水年丰水期典型日来水流量为 824m³/s，供水、灌溉流量为 2.63m³/s，发电下泄流量恒定为 821.37m³/s；P=50%平水年平水期典型日来水流量为 138m³/s，供水、灌溉流量为 2.3m³/s，发电下泄流量呈 0-7 点和 14-17 点流量较低、8-13 点和 18-23 点流量较高的规律；P=90%枯水年枯水期典型日来水流量为 24.4m³/s，供水、灌溉流量为 1.851m³/s，发电下泄流量 23-8 点和 13-18 点按生态流量 16.3m³/s 下泄，其余时间按照 34.975m³/s 下泄。电站日调节过程见表 5.2.3-25 和图 5.2.3-3。

坝址下游昌都处出口设定流量边界，流量值为上游来水的总和，流向指向下游。

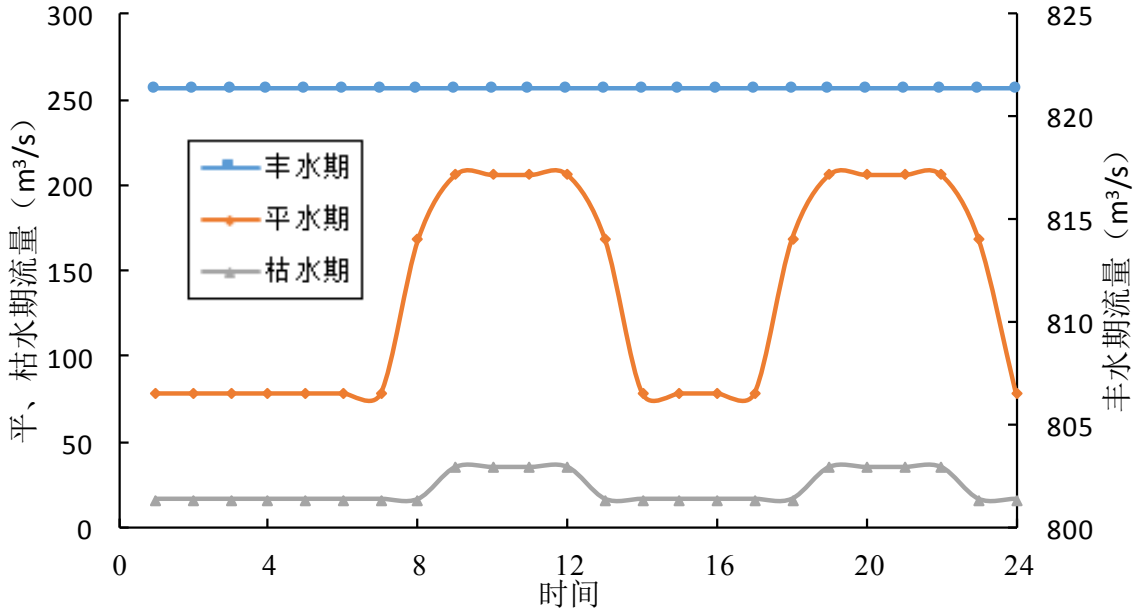


图 5.2.3-3　宗通卡水库发电典型日下泄流量过程线

表 5.2.3-25　　宗通卡水库发电典型日调节过程

时间（h）	流量（m³/s）		
	丰水期（6-9 月）	平水期（4、5、10、11 月）	枯水期（12-3 月）
1	821.37	78	16.3
2	821.37	78	16.3
3	821.37	78	16.3
4	821.37	78	16.3
5	821.37	78	16.3
6	821.37	78	16.3
7	821.37	78	16.3

续表 5.2.3-25　　宗通卡水库发电典型日调节过程

时间（h）	流量（m^3/s）		
	丰水期（6-9 月）	平水期（4、5、10、11 月）	枯水期（12-3 月）
8	821.37	168.2	16.3
9	821.37	206	34.975
10	821.37	206	34.975
11	821.37	206	34.975
12	821.37	206	34.975
13	821.37	168.2	16.3
14	821.37	78	16.3
15	821.37	78	16.3
16	821.37	78	16.3
17	821.37	78	16.3
18	821.37	168.2	16.3
19	821.37	206	34.975
20	821.37	206	34.975
21	821.37	206	34.975
22	821.37	206	34.975
23	821.37	168.2	16.3
24	821.37	78	16.3
平均值	821.37	135.7	16.3

（2） 模拟结果

选取坝址下游河道支流汇入口作为控制断面，分析水库发电调节对坝址下游水文情势的影响，控制断面相关信息见表 5.2.3-26。

表 5.2.3-26　　坝址下游控制断面信息

编号	断面名称	距坝址距离（km）
1	坝下 500m	0.5
2	琼卡村支沟下游	10
3	雄达村支沟上游	28
4	谢巴曲下游	42
5	昂曲汇入澜沧江口	63

1） 坝址下游 500m

丰水期，坝址下游 500m 处水位为 3417.23-3417.24m，日最大变幅为 0.01m，流速为 2.05-2.06m/s，日变幅为 0.01m/s；平水期，坝址下游 500m 处水位和流速变化幅度均较大，水位为 3411.62-3413.08m，日最大变幅为 1.46m，流速为 1.11-1.89m/s，日最大变幅为 0.77m/s；枯水期，坝址

下游100m处水位、流速均呈现一定幅度的变化，水位为3410.53-3410.95m，日最大变幅为0.41m，流速为0.51-0.76m/s，日最大变幅为0.25m/s。

与蓄水前相比，丰水期典型日，坝址下游500m断面平均水位由3417.32m降低至3417.24m，下降了0.08m；流速几乎不变，约为2.05m/s。平水期典型日，断面平均水位由3412.35m降低至3412.26m，下降了0.09m；流速由1.45m/s降低至1.43m，下降了0.02m/s；枯水期典型日，断面平均水位由3408.83m降低至3408.77m，下降了0.06m；流速由0.61m/s降低至0.59m，下降了0.02m/s。丰、平、枯水期典型日坝址下游100m断面各时水位、流速变化情况见表5.2.3-27。

2） 琼卡村支沟下游

丰水期，琼卡村支沟汇入昂曲干流处水位为3384.75-3384.90m，日最大变幅为0.15m，流速为4.27-4.35m/s，日变幅为0.08m/s；平水期，琼卡村支沟汇入昂曲干流处水位和流速变化幅度均较大，其中水位为3381.09-3382.18m，日最大变幅为1.09m，流速为1.79-2.92m/s，日最大变幅为1.13m/s；枯水期，琼卡村支沟汇入昂曲干流处水位、流速局呈现一定幅度的变化，其中水位为3380.21-3380.54m，日最大变幅为0.34m，流速为0.80-1.21m/s，日最大变幅为0.41m/s，见图5.2.3-6及5.2.3-7。

与蓄水前相比，丰水期典型日，琼卡村支沟下游断面平均水位由3384.82m降低至3384.77m，下降了0.05m；流速由4.38m/s降低至4.34m，下降了0.04m/s。平水期典型日，断面平均水位由3381.59m降低至3381.56m，下降了0.03m；流速由2.32m/s降低至2.31m，下降了0.01m/s；枯水期典型日，断面平均水位由3380.32m降低至3380.31m，下降了0.01m；流速由0.94m/s降低至0.93m，下降了0.01m/s。

3） 雄达村支沟上游

丰水期，雄达村支沟上游处水位为 3318.82-3318.84m，日最大变幅为 0.03m，流速为 3.23-3.25m/s，日变幅为 0.02m/s；平水期，雄达村支沟上游处水位和流速变化幅度均较大，其中水位为 3315.32-3316.30m，日最大变幅为 0.98m，流速为 1.30-1.95m/s，日最大变幅为 0.65m/s；枯水期，雄达村支沟上游处水位、流速局呈现一定幅度的变化，其中水位为 3314.15-3314.52m，日最大变幅为 0.37m，流速为 0.57-0.85m/s，日最大变幅为 0.28m/s，见图 5.2.3-8 及 5.2.3-9。

与蓄水前相比，丰水期典型日，雄达村支沟上游断面平均水位由 3318.84m 降低至 3318.83m，下降了 0.01m；流速由 3.26m/s 降低至 3.25m/s，下降了 0.01m/s。平水期典型日，断面平均水位由 3315.66m 降低至 3315.65m，下降了 0.01m；流速由 1.55m/s 降低至 1.53m/s，下降了 0.02m/s。枯水期典型日，断面平均水位由 3314.22m 降低至 3314.21m，下降了 0.01m；流速由 0.63m/s 降低至 0.62m，下降了 0.01m/s。

4） 谢巴曲下游

丰水期，谢巴曲下游水位恒定为 3275.69m，流速恒定为 1.17m/s；平水期，谢巴曲下游水位和流速变化幅度均较大，其中水位为 3271.55-3272.65m，日最大变幅为 1.10m，流速为 0.73-1.03m/s，日最大变幅为 0.30m/s；枯水期，谢巴曲下游水位、流速局呈现一定幅度的变化，其中水位为 3270.35-3270.80m，日最大变幅为 0.45m，流速为 0.23-0.42m/s，日最大变幅为 0.18m/s，见图 5.2.3-10 及 5.2.3-11。

与蓄水前相比，丰水期典型日，谢巴曲下游断面平均水位由 3275.70m 降低至 3275.69m，下降了 0.01m；流速由 1.18m/s 降低至 1.17m/s，下降了 0.01m/s。平水期典型日，断面平均水位由 3271.88m 降低至 3271.87m，下降了 0.01m；流速由 0.84m/s 降低至 0.82m/s，下降了 0.02m/s。枯水

期典型日，断面平均水位由 3270.44m 降低至 3270.43m，下降了 0.01m；流速由 0.29m/s 降低至 0.28m，下降了 0.01m/s。

5） 昂曲汇入澜沧江口

丰水期，昌都出口处水位恒定为 3250.19m，流速恒定为 1.50m/s；平水期，昌都出口水位和流速变化幅度均较大，其中水位为 3246.05-3247.15m，日最大变幅为 1.1m，流速为 0.56-1.16m/s，日最大变幅为 0.60m/s；枯水期，昌都出口水位、流速会呈现一定幅度的变化，其中水位为 3247.36-3247.73m，日最大变幅为 0.36m，流速为 0.20-0.43m/s，日最大变幅为 0.23m/s，见图 5.2.3-12 及 5.2.3-13。

与蓄水前相比，丰水期典型日，昂曲昌都出口断面平均水位由 3250.19m 降低至 3250.15m，下降了 0.04m；流速由 1.51m/s 降低至 1.50m，下降了 0.01m/s。平水期典型日，断面平均水位由 3246.38m 降低至 3246.37m，下降了 0.01m；流速由 0.82m/s 降低至 0.80m/s，下降了 0.02m/s。枯水期典型日，断面平均水位由 3247.57m 降低至 3247.56m，下降了 0.01m；流速由 0.28m/s 降低至 0.27m，下降了 0.01m/s。

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约抬高 58m，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^3，其中悬移质泥沙 0.26 亿 m^3、推移质泥沙 0.04 亿 m^3；50 年末，库区泥沙总淤积量 0.70 亿 m^3，其中悬移质泥沙 0.60 亿 m^3、推移质泥沙 0.10 亿 m^3；100 年末，库区泥沙总淤积量 1.22 亿 m^3，其中悬移质泥沙 1.02 亿 m^3、推移质泥沙 0.20 亿 m^3。

（2） 出库含沙量

宗通卡水库正常蓄水位3474m方案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^{3}逐步恢复到 50 年末的 0.468kg/m^{3}和 100 年末的0.536kg/m^3，但仍未到天然状态下的0.755kg/m^3；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。

表5.2.4-1 正常蓄水位3474m方案出库含沙量统计表

年份	含沙量（kg/m^3）	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

根据《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会议纪要》的函（环办函【2006】11号文）和“关于印发《水电水利建设项目生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》的函”（环评函【2006】4号文），为维护河流的基本生态需求，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，使河流水电动能经济规模和水资源配置向“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；维持地下水位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。

环境保护部、国家能源局《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）明确规定：“合理确定生态流量，认真落实生态流量泄放措施。应根据电站坝址下游河道水生生态、水环境、景观等生态用水需求，结合水力学、水文学等方法，按生态流量设计技术规范及有关导则规定，编制生态流量泄放方案。

宗通卡坝址至入澜沧江河口处无工业及生产生活取水要求,无航运用水要求；河段径流主要来自降水、冰雪融水及地下水补给，地下水补给来源一般以降雨、冰雪消融水补给为主；坝下河段两岸无工矿企业，仅分布少量的农业面源和畜禽污染，不需要单独考虑维持河流水环境功能所需水量；无重要的旅游景观分布，工程河段景观和水下娱乐环境需水要求；工程减水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。在维持河道水生生态系统所需水量满足的情况下，由于湿周对两岸的浸润作用，河道外生态需水量不需单独考虑。坝下河段仅分布有零星的裂腹鱼类产卵场，工程实施后，若不下泄生态流量，减水河段的形成将会对水生生物栖息地造成不利影响。

5.2.5.1 坝址下游河道生态需水量的计算

在常用的几类生态需水量计算方法中，生境模拟法因为结合水生生物的生境需求，说服力较强，在国外应用中受到了重视。但在我国，由于对水生生物的生境需求研究还处于起步阶段，积累的资料较少，目前还难以按其标准程序和内容进行全面分析，本报告将一些参数简化后，只考虑水深和流速两个水力生境参数，采用简化的生境模拟法对研究河段进行分析。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、R2-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。通过各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，按照《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）》推荐的 Tennant 法进行计算分析，考虑到坝址下游河段鱼类栖息要求，本次以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%做为生态流量进行分析，则可以达到 Tennant 法流量状况描述的“一般水平”。Tennant 法计算得到的汛期河道生态需水量为 41.4m^3/s、非汛期河道生态需水量为 13.8m^3/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 12.3m^3/s，即采用 Q_{90} 计算的生态需水量为 12.3m^3/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 16.3m^3/s。

通过以上三种方法计算得到的生态流量取外包值作为水文学法计算的

坝址下游河段生态需水量，即 16.3m³/s，为坝址处多年平均流量的 12%。

（2） 水力学法

1） 湿周法

本报告选择湿周法作为水力学法中计算生态流量的方法。

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。

本项目采用幂函数作为湿周流量关系曲线的拟合函数。

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。

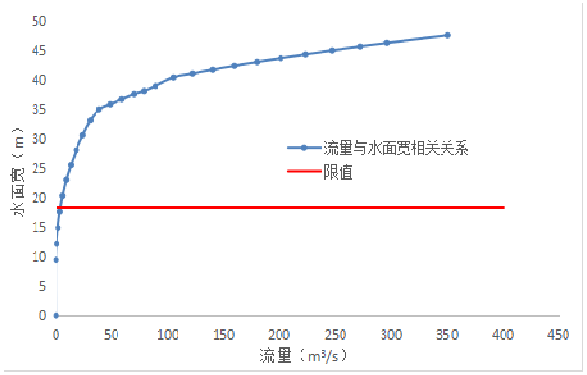
表 5.2.5-1 各断面湿周法估算结果

断面	拐点对应的流量		相应流量下断面水力参数			
	占多年平均流量的比例（%）	流量（m³/s）	流速（m/s）	平均水深（m）	最大水深（m）	湿周率（%）
K0+400	11.21	15.44	0.69	0.64	1.01	62.05
K1+200	10.36	14.27	0.67	0.54	1.27	53.34
K2+000	10.19	14.03	0.71	0.95	1.32	49.35
K2+800	11.76	16.19	0.74	1.18	1.56	54.81
K3+800	11.17	15.38	0.93	0.76	2.03	65.47
K5+000	11.75	16.18	0.85	0.79	1.49	61.06
K6+200	11.65	16.04	0.79	1.05	1.98	54.81

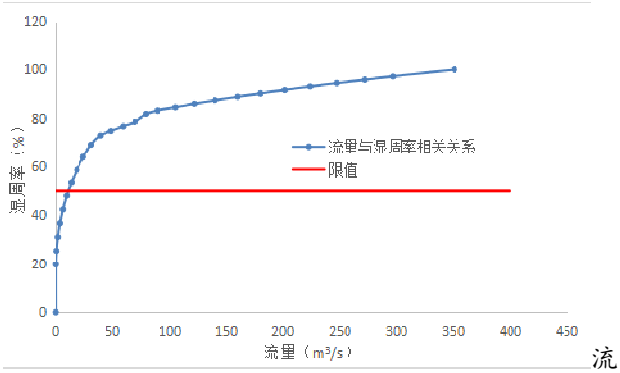
取各断面湿周法计算得到的最大值作为坝址下游河段生态基流，即 16.19m³/s，为多年平均流量的 11.76%。与 Tennant 法计算得到的生态基流结果较相近，基本反映了河流的生态需水要求。

2） R2-Cross 法

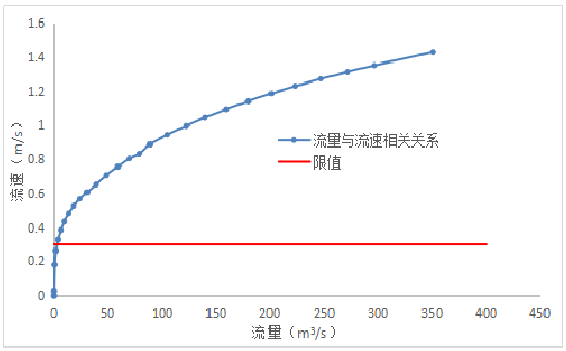
根据《水电工程生态流量计算规范》（NB/T 35091-2016）中 R2-Cross 方法计算生态流量。典型断面流量与水面宽、平均水深、湿周率、流速相关关系如下:



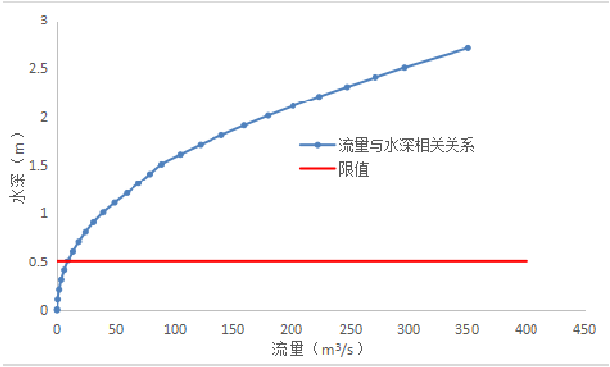
流量与水面宽相关关系



流量与湿周率相关关系

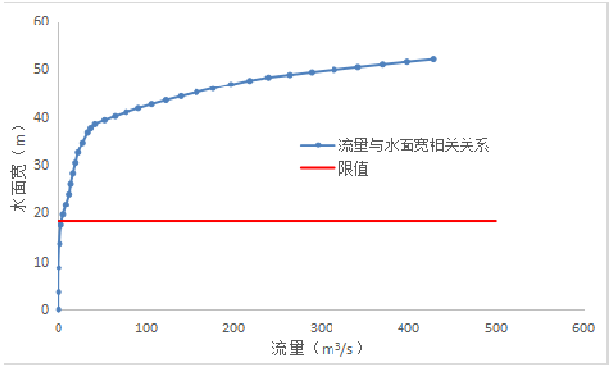


流量与流速相关关系

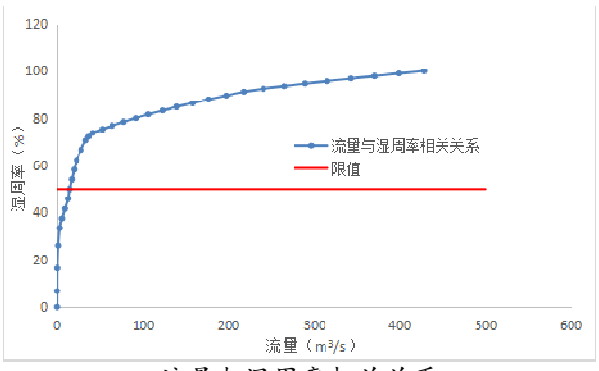


流量与水深相关关系

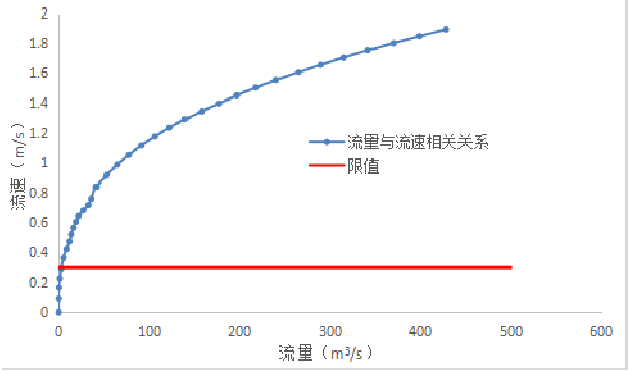
K0+400 断面



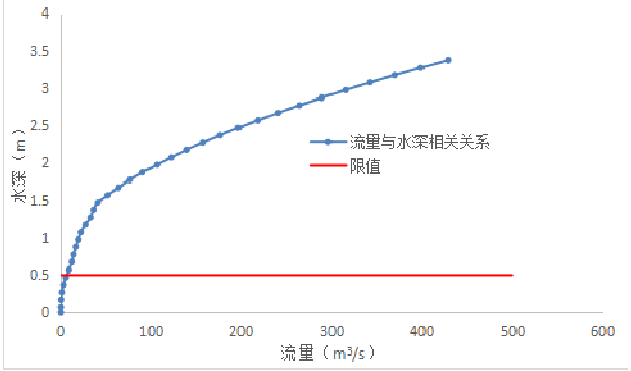
流量与水面宽相关关系



流量与湿周率相关关系

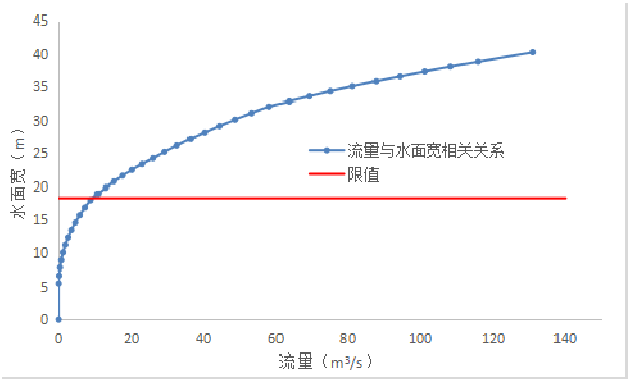


流量与流速相关关系

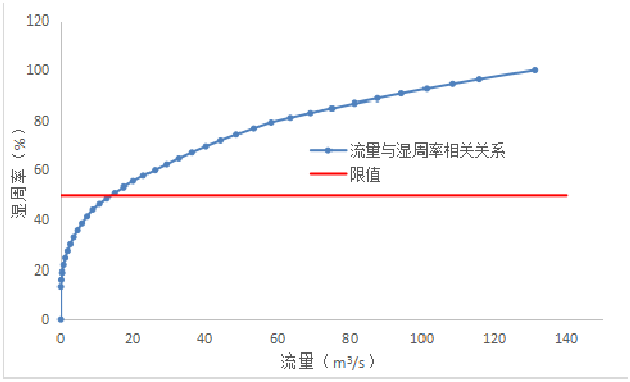


流量与水深相关关系

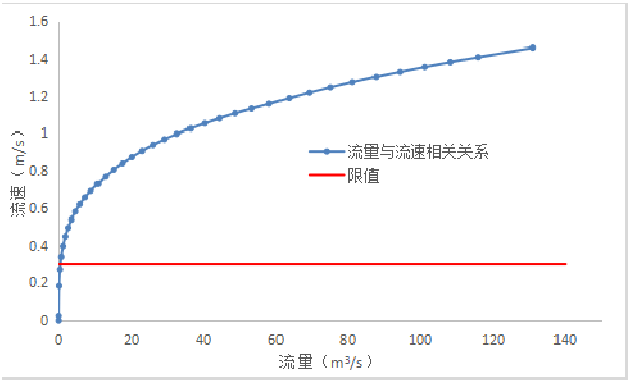
K1+200 断面



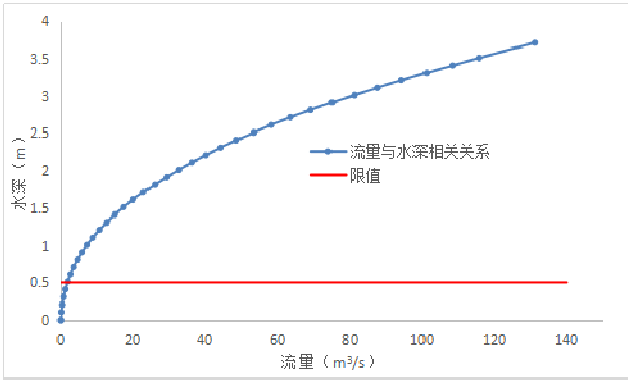
流量与水面宽相关关系



流量与湿周率相关关系

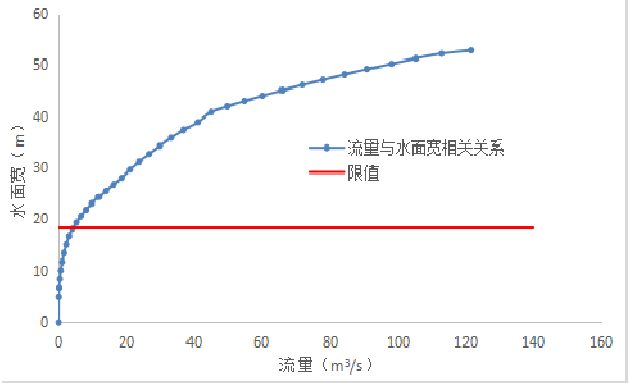


流量与流速相关关系

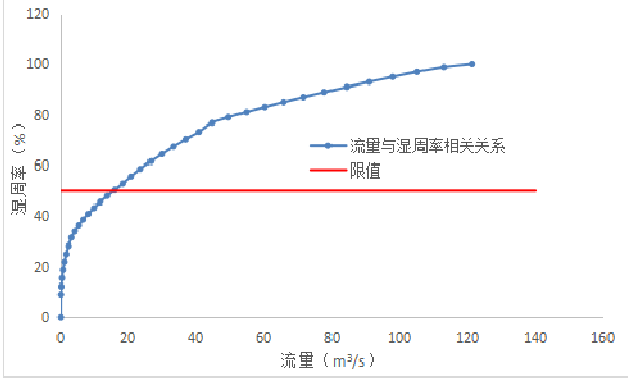


流量与水深相关关系

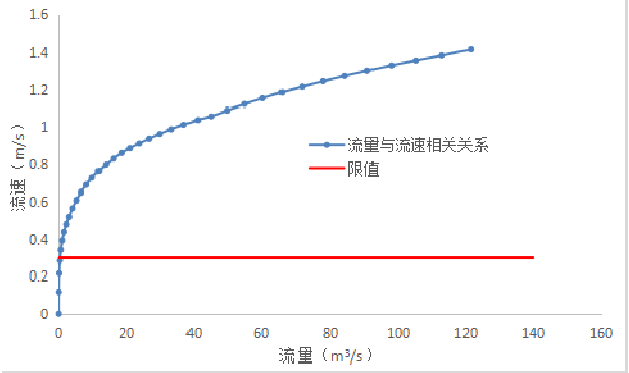
K2+000 断面



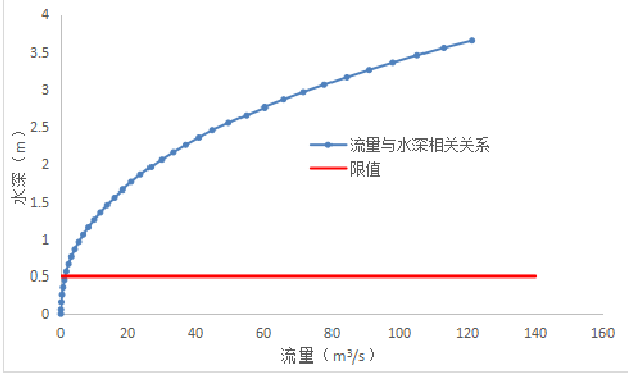
流量与水面宽相关关系



流量与湿周率相关关系

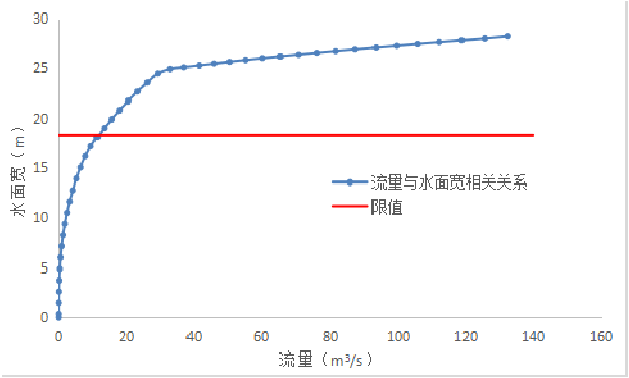


流量与流速相关关系

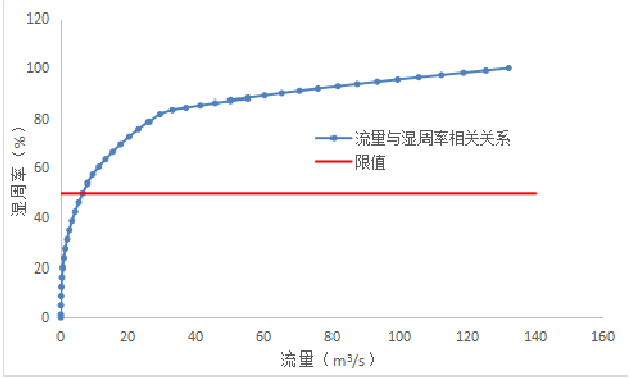


流量与水深相关关系

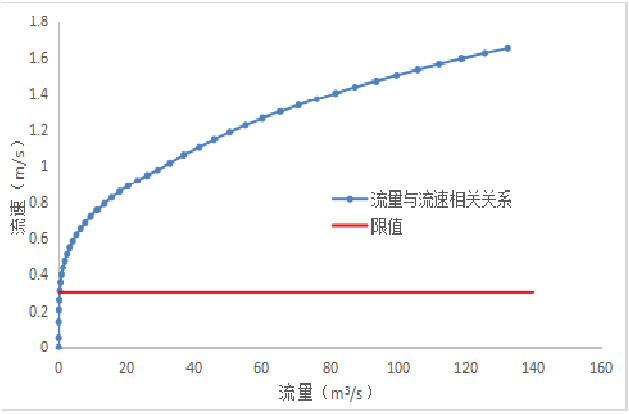
K2+800 断面



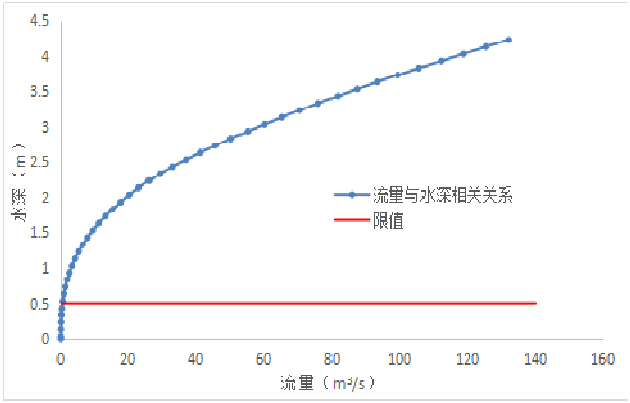
流量与水面宽相关关系



流量与湿周率相关关系

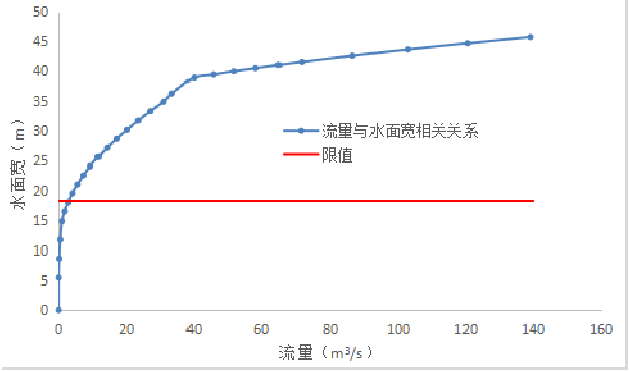


流量与流速相关关系

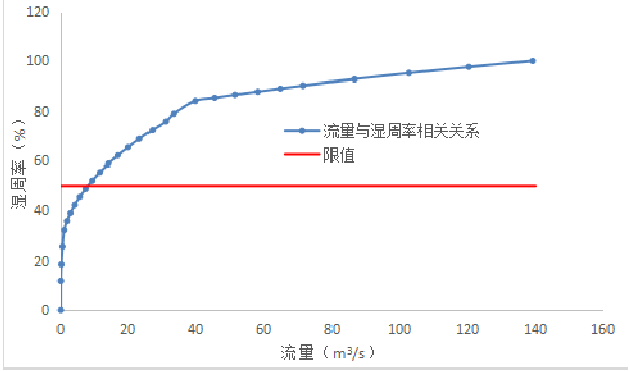


流量与水深相关关系

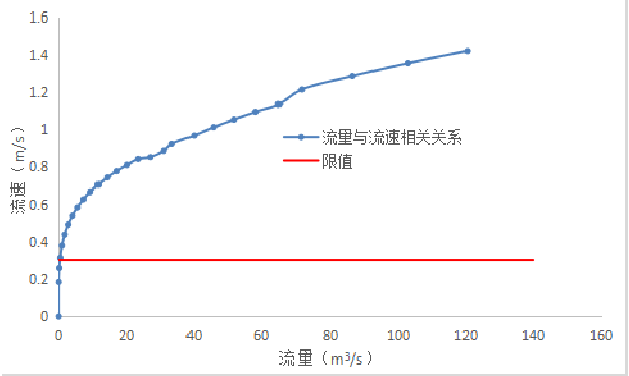
K3+800 断面



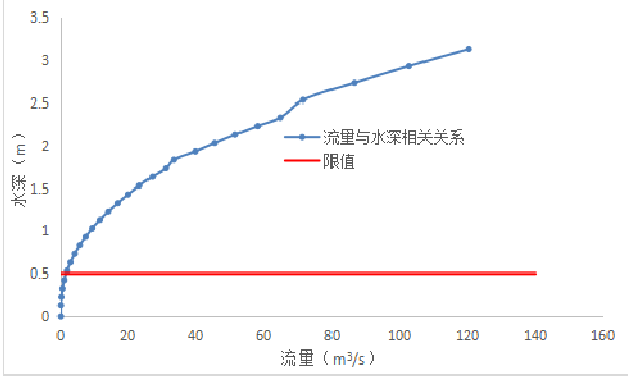
流量与水面宽相关关系



流量与湿周率相关关系

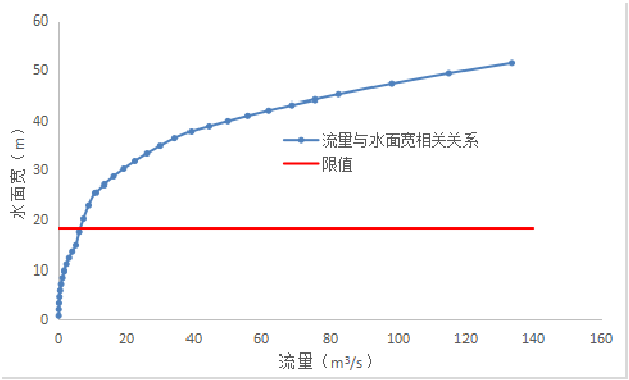


流量与流速相关关系

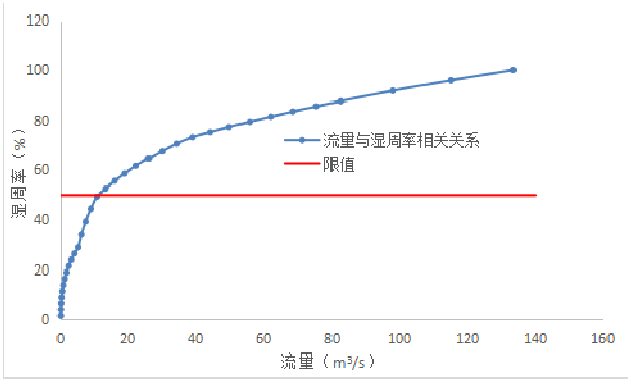


流量与水深相关关系

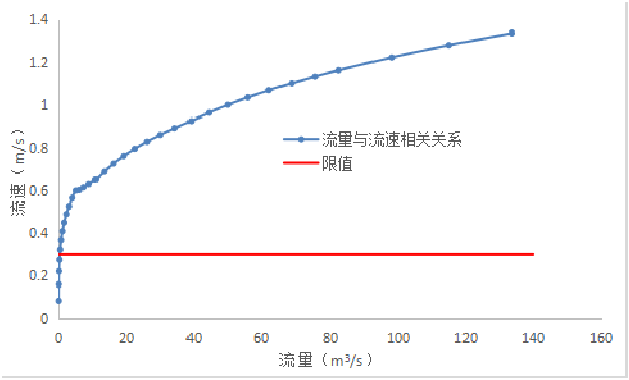
K5+000 断面



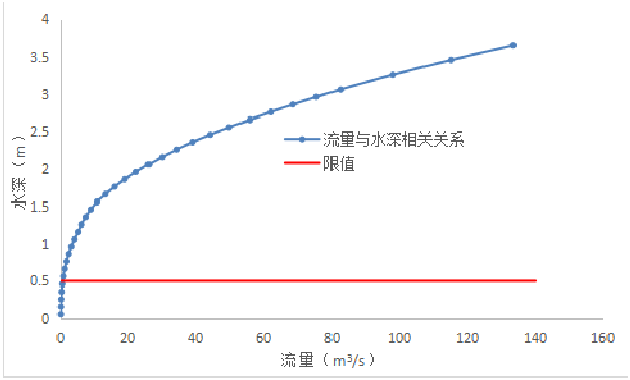
流量与水面宽相关关系



流量与湿周率相关关系



流量与流速相关关系



流量与水深相关关系

K6+200 断面

图 5.2.5-2　　坝址下游河段断面流量与各水力要素关系曲线

根据 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 15.24m³/s，约为多年平均流量的 11.0%。

表 5.2.5-2　　R2-Cross 法计算生态流量值

断面	流量（不同因素）				外包流量（m³/s）	推荐值（m³/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（Hab1tat 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（Hab1tat 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.确定目标物种及其生命

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表示最不适宜目标鱼种生存。

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:

$$WUA=\sum_{i=1}^{n}CSF\left(V_i,C_i,D_i\right)\times A_i \tag{5-22}$$

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。确定得到研究河段目标鱼类水位及流速的适宜性曲线见表 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 5.2.5-4。

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^3/s)	$WUA(m^2)$
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

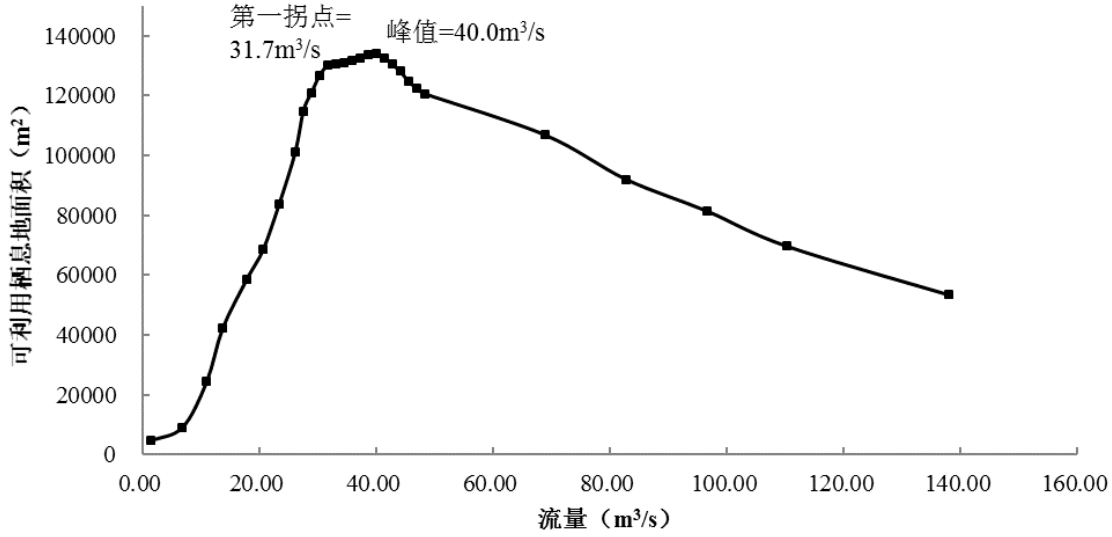


图 5.2.5-4　裂腹鱼产卵区流量与可利用栖息地面积关系图

由表 5.2.5-4 图 5.2.4-4 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 31.7m³/s；5¯9 月需下泄的生态流量为 40.0m³/s。5.2.5.2 坝址下游河段生态需水量综合分析

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 16.3m³/s，约占多年平均流量的 11.8%；4

月的生态流量为 31.7m³/s，约占多年平均流量的 23%；5 月～10 月生态流量为 41.4m³/s，约占多年平均流量的 30%。

5.2.5.3 坝址下游河段生态需水量满足程度分析

经分析宗通卡水利枢纽长系列（1960 年至 2014 年）共计 660 个月的调度过程可知，5 月～10 月（共 330 个月）出库流量小于 41.4 m³/s 的月均流量有 3 个月，占总月份的 0.9%，生态流量保证率为 99.1%；4 月（共 55 个月）出库流量小于 31.7 m³/s 的月均流量有 6 个月，占总月份的 10.9%，生态流量保证率为 89.1%；11 月～来年 3 月（共 275 个月）出库流量小于 16.3m³/s 的月均流量有 19 个月，占总月份的 6.9%，生态流量的保证率为 73.1%。综合分析可知，生态流量的保证率为 95.8%。所以，在现有调度规程下，坝址下游下泄水量基本可以满足下游河道生态需水要求。

昂曲分布有鱼类 10 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 56.9～313.6m³/s，多年平均条件下 4～7 月的月平均出库流量为 50.7～311.6m³/s，均大于 41.4m³/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。

同时根据宗通卡水利枢纽不同典型年（丰水年、平水年、枯水年）及多年平均各月出库流量，评价坝址下游各月生态需水量保障率状况，评价结果见表 5.2.5-5。可知，宗通卡水利枢纽蓄水运行后，不同典型年及多年平均条件下各月下泄水量几乎等于天然来水量，且均大于下游所需的生态需水量。所以，宗通卡水利枢纽运行后，丰平枯水年及多年平均条件下汛期、非汛期下泄流量均能满足下游河道生态需水要求。

表 5.2.5-5　　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	不同典型年各月天然流量（m^3/s）				不同典型年各月出库流量（m^3/s）				生态需水量（m^3/s）	不同典型年生态需水量满足程度（%）			
	丰水年（p=10%）	平水年（p=50%）	枯水年（p=90%）	多年平均	丰水年（p=10%）	平水年（p=50%）	枯水年（p=90%）	多年平均		丰水年（p=10%）	平水年（p=50%）	枯水年（p=90%）	多年平均
1	19.6	38.1	25.4	33.6	17.7	36.2	23.6	31.9	16.3	109	222	145	196
2	18.9	38.5	18.4	29.4	17.1	36.7	16.6	27.9	16.3	105	225	102	171
3	28.0	44.7	49.1	32.7	25.9	42.6	47.1	30.9	16.3	159	261	289	190
4	91.2	62.7	59.6	54.4	88.1	59.6	56.9	50.7	31.7	541	366	349	311
5	173.0	114.0	86.8	96.2	170.0	111.1	84.1	93.1	41.4	412	269	204	225
6	175.0	317.0	181.0	234.6	172.7	314.4	178.7	231.9	41.4	418	761	433	561
7	399.0	319.0	316.0	314.3	396.4	316.3	313.6	311.6	41.4	959	766	759	754
8	522.0	314.0	220.0	308.5	519.8	311.6	217.6	305.8	41.4	1258	754	527	740
9	397.0	154.0	127.0	269.4	395.0	152.1	125.2	267.5	41.4	956	368	303	648
10	178.0	124.0	73.7	152.9	176.2	122.2	71.9	151.0	41.4	426	296	174	366
11	143.0	66.9	44.7	80.5	141.2	65.0	42.9	78.6	16.3	866	399	263	482
12	41.2	42.9	28.9	45.8	39.4	41.1	27.1	44.1	16.3	241	252	166	271

5.3 对地表水环境的影响

5.3.1 施工期水质影响分析

5.3.1.1 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 150m^3/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 2000mg/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。

5.3.1.2 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。

5.3.1.3 砂石料加工冲洗废水

本工程在枢纽工程施工区设置 2 处砂石料加工系统，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；沥青砂石加工系统生产沥青混凝土骨料。人工砂石加工系统设计处理量 500t/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 750m^3/h 和 60m^3/h。冲洗废水主要污染物质为悬浮物，浓度高

达 30000mg/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后回用于系统本身，对昂曲水质基本无影响。

5.3.1.4 混凝土拌合系统碱性冲洗废水

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 $8m^3$/次，供水和灌溉工程施工区每处搅拌站冲洗废水产生强度为 $6m^3$/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区的每处搅拌站的最大碱性废水产生量分别为 $32m^3/d$、$16m^3/d$ 和 $12m^3/d$。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 5000mg/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。

5.3.1.5 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）。另外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），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 $0.6m^3$、每天有 70％的燃油机械需要冲洗计，两个施工区的机械修配停放场含油废水产生量分别约为 $91.2m^3/d$ 和 $53.8m^3/d$。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。

5.3.1.6 生活污水

本工程在枢纽施工区设置 1 处施工营地和 1 处业主营地，另外在供水及灌溉工程区的 11 个施工区分别设置 1 处办公生活区。本工程施工高峰期枢纽工程施工区施工营地和业主营地施工人数分别为 950 人和 150 人，供水及灌溉工程区施工人数为 500 人，施工人员生活用水量平均以 120L/d 人计，生活污水排放量按用水量的 80%计算，施工高峰期枢纽施工区施工营地、业主营地和供水及灌溉工程施工区营地生活污水产生量分别为 91.2m^3/d 和 14.4m^3/d 和 48m^3/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_5、COD、SS 等。各种污水混合后，BOD_5 浓度在 200mg/L 左右，COD 浓度在 300mg/L 左右，氨氮浓度在 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。

5.3.1.7 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，在正常情况下不会对河流水质造成影响；但若事故排放，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 NH_3-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，评价时段也选择枯水年的最枯月（即 2004 年 2 月，18.4m^3/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《环境影响评价技术导则-地面水环境》（HJ/T 2.3-93）推荐的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。

$$l=\frac{0.4B^2u}{M_y}$$

$$M_y=(0.058H+0.0065B)(gHI)^{1/2}$$

$$C(x,y)=c_h+\frac{C_PQ_P}{H(\pi M_yxu)^{1/2}}\left[exp(-\frac{uy^2}{4M_yx})+exp(\frac{-u(2B-y)^2}{4M_yx})\right]$$

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，m^2/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 5.3.1-1。

表 5.3.1-1　　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

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、洗涤剂等，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、供水及灌溉工程区营地生活污水排放量最大分别为 105.6m^3/d、48m^3/d。

采用《环境影响评价技术导则地面水环境》（HJ/T 2.3-93）推荐的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_3-N 按照施工期高峰期所有生活污水在枯水年最枯月同时直接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，由预测结果可知，本工程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。

5.3.2 初期蓄水水质影响分析

本节采用地表水三维水环境数学模型，模拟预测工程建成后库区及下游河道 As、Fe、NH_3-N、COD、TN、TP 等水质参数的时空变化，并与蓄水前对比，分析评价工程运行对河道水环境的影响。评价范围包括水库库区与

下游河段，范围内地形变化较大，水动力和水质变化过程复杂。采用的水环境数学模型在水平方向采用正交曲线坐标，垂直方向采用σ坐标变换，可以较好地反映库区和下游河道的实际边界和水下地形；动力学方程采用有限差分法求解，水平方向采用交错网格离散，时间积分采用二阶精度的有限差分法，可以定量反映库区和下游河道水文情势纵向、横向、垂向的变化过程；水质控制方程分别考虑了As、Fe与NH_3-N、COD、TN、TP的不同迁移转化过程，且同时考虑了富营养指数的变化，更加准确的反映不同水期，库区和下游河道不同水质参数的纵向、横向、垂向变化过程。经实测数据率定验证，本模型模拟精度较高，能够较好地用于开展本工程水环境影响评价。

5.3.2.1 水环境数学模型原理

本模型模拟的水质参数包括As、Fe、NH_3-N、COD、TN和TP，其中NH_3-N、COD、TN和TP的模拟采用通用水质方程，As与Fe的模拟采用金属迁移转化控制方程。

（1） 通用水质方程

NH_3-N、COD、TN和TP的运动过程，可用下列通用水质方程来表达：

$$\frac{\partial}{\partial t}(\mathrm{m}_x m_y HC)+\frac{\partial}{\partial x}(m_y H\mu C)+\frac{\partial}{\partial y}(m_x H\nu C)+\frac{\partial}{\partial z}(m_x m_y \omega C)$$
$$=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{m_y HA_x}{m_x}\frac{\partial C}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{m_x HA_y}{m_y}\frac{\partial C}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(m_x m_y \frac{A_z}{H}\frac{\partial C}{\partial z}\right)+m_x m_y HS_c \quad (5\text{-}8)$$

式中，C为各水质状态变量的浓度；μ,ν,ω分别为在曲线σ坐标下x,y,z方向的速度分量；A_x,A_y,A_z分别为x,y,z方向上的紊流扩散系数；S_c每个单位体积的内外源汇项；H为水体深度；m_x,m_y分别为水平曲线坐标x,y方向上的比例因子；$\frac{\partial}{\partial x}(m_y H\mu C)$、$\frac{\partial}{\partial y}(m_x H\nu C)$和$\frac{\partial}{\partial z}(m_x m_y \omega C)$三项表示平流传输过程；

$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{m_y H A_x}{m_x}\frac{\partial C}{\partial x}\right),\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{m_x H A_y}{m_y}\frac{\partial C}{\partial y}\right)$和$\frac{\partial}{\partial z}\left(m_x m_y \frac{A_z}{H}\frac{\partial C}{\partial z}\right)$三项表示扩散传输过程；$m_x m_y H S_c$表示每个水质变量的源汇项。

（2） As 和 Fe 输运方程

重金属迁移转化控制方程为:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\mathrm{m}_x m_y HC)+\frac{\partial}{\partial x}(m_y H\mu C)+\frac{\partial}{\partial y}(m_x H\nu C)+\frac{\partial}{\partial z}(m_x m_y \omega C)$$
$$=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{m_y H A_x}{m_x}\frac{\partial C}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{m_x H A_y}{m_y}\frac{\partial C}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(m_x m_y \frac{A_z}{H}\frac{\partial C}{\partial z}\right)+Q_c+F_0 \quad (5-9)$$

式中：C为水体中重金属的浓度；μ,ν,ω分别为在曲线σ坐标下x,y,z方向的速度分量；A_x,A_y,A_z分别为x,y,z方向上的紊流扩散系数；H为水体深度；m_x,m_y：水平曲线坐标x,y方向上的比例因子，Q_c为外部源汇项，F_0为沉积物中到水体中重金属净通量。

$$F_0=\max(J_0,0)(\frac{f_p^b}{S^b}+\varepsilon_r\frac{\rho_w}{\rho_s}f_d^b)C^b+\min(J_0,0)(\frac{f_p^w}{S^w}+\varepsilon_d\frac{\rho_w}{\rho_s}f_d^w)C^w \quad (5-10)$$

式中：J_0为水体和沉积物中泥沙交换通量；下标w 和b分别定义水体和沉积床；ρ_s和ρ_w为泥沙和水的密度；ε_r和ε_d为悬浮和沉降条件下沉积床的表面孔隙比；f_p和f_d定义如下:

$$f_p=\frac{PS}{\theta+PS}=\frac{C_p}{C} \quad (5-11)$$

$$f_d=\frac{PS}{\theta+PS}=\frac{C_d}{C} \quad (5-12)$$

式中：P为平衡分配系数；C_p为颗粒态重金属浓度；C_d为溶解态重金属浓度ρ_s和ρ_w为泥沙和水的密度；θ为孔隙度。

（3） 定解条件

基于上述水质状态变量通用方程，确定定解条件，水质模型的定解条

件包括边界条件和初始条件。

边界条件:

$$C(x,y,z,t)=C(t) \tag{5-13}$$

初始条件:

$$C(x,y,z,0)=CONST \tag{5-14}$$

5.3.2.2 模型参数率定和验证

宗通卡库区三维水沙-水质数学模型的重要参数难以采用该河段天然实测数据率定与验证。宗通卡水库目前尚未蓄水，库区河道两岸山势比较陡峻，落差较大，水流湍急，具有山区河流的特点；蓄水后库区淹没范围将大大增加，河道的地形条件、水动力条件等将发生显著变化。因此，若采用目前宗通卡库区天然河流实测数据，率定与验证水质数学模型的重要参数，将难以准确、真实反映蓄水后宗通卡库区的水质演变过程。

本项目采用宗通卡附近的果多库区水环境模拟，对宗通卡水质数学模型的重要参数进行率定和验证。果多水库与宗通卡水库条件相似，主要表现为①宗通卡与果多水库均位于澜沧江流域，地理位置相近（水平距离不超过 40km），因此水文、泥沙、气象、水质、地质条件相似；②宗通卡与果多水库库容较接近，库区回水长度分别为 15km 与 20km，因此水库的水质演变过程相似。因此，可采用果多库区的水环境模型及其实测数据，对水库水质数学模型重要参数进行科学地率定和验证。

利用果多库区 2016 年 3 月、6 月现场调查的水位、泥沙、流量、水质实测数据，率定验证果多库区水质数学模型重要参数。此外，分配系数主要综合考虑吸附实验结果。

（1） 水动力与泥沙参数

果多库区模型的水动力与泥沙重要参数包括糙率、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。根据库区实际情况，并参考相关文献，拟定上述水动力和泥沙参数的数值范围，开展果多库区的水动力和泥沙模拟，通过反复试算和对比，以模拟值与实测值误差最小为原则确定上述参数。率定标准为水位相对误差小于10%，泥沙小于30%。

1） 水动力参数

库区河床为岩板、砂砾石或卵石组成，两侧岸壁为土砂或石质，床面较平整，水流通畅，根据《水力学》（赵昕等，2009 年），糙率系数取值范围为 0.020-0.026。在 0.020-0.026 均匀设置多组糙率分别模拟库区水动力过程，通过反复试算和对比，确定糙率为 0.020。

2） 泥沙参数

根据库区不同采样点泥沙监测结果,库区中值粒径范围为 14.3-20.4μm,采用泥沙颗粒在清水中的沉降速度公式（孙玉波公式，Concha 公式等），计算得到库区泥沙沉降速度范围 0.000001-0.001m/s。通过反复试算和对比，确定泥沙沉降速度为 0.000008m/s。

泥沙沉积和再悬浮临界剪应力同样是输沙过程的重要参数，但受许多因子影响,并且随时间和沉积床深度发生变化。在 0.00001-0.001m^2/s^2范围内设置多组参数，通过反复试算和对比，确定泥沙沉积和再悬浮临界剪应力分别为 0.00045m^2/s^2、0.0005 m^2/s^2。

（2） 水质参数

水质重要参数主要为 As、Fe 分配系数。分配系数是每单位浓度的悬浮固体中颗粒态浓度与溶解态浓度的比值，按照下式计算:

$$P=\frac{C_p}{C_d}\cdot\frac{1}{S} \quad (5-15)$$

式中，P 分配系数，L/mg；C_p颗粒态金属浓度，ug/L；C_d溶解态金属浓度，ug/L；S 沉积物浓度，mg/L。

通过开展吸附实验，分析悬浮泥沙对 As、Fe 的吸附作用，并综合考虑果多库区水环境模拟率定结果，确定模型水质参数-分配系数。率定标准为水质相对误差小于 30%。

根据 2015 年 10 月、2016 年 3 月岩石、土壤、沉积物采样分析结果，选择 2016 年 3 月采集的污染物含量较低的宗通卡村沉积物（As 含量为 19.99mg/kg,Fe 含量为 20292.5mg/kg)作为研究对象,中值粒径 d_{50} 为 74μm，泥沙含量为 4.0g/L。

实验条件: 温度（23℃、15℃和 10℃）、水溶液初始浓度（Fe 2.00mg/L、As 0.50mg/L；Fe 1.00mg/L、As 0.25mg/L；Fe 0.50mg/L、As 0.10mg/L）。

验结果显示，大多实验组 Fe 溶解态小于 0.82μg/L，Fe 几乎全部吸附于泥沙上；泥沙对 As 的吸附规律符合用 Langmuir 吸附等温式，拟合结果见图 5.3.2-1。根据吸附实验平衡后颗粒态浓度、溶解态浓度以及泥沙含量计算分配系数。

1） As 的分配系数

计算结果显示，对于 As，其分配系数与初始浓度成负相关关系，与温度成正相关关系。实验用沙中值粒径为 45.6μm，大于宗通卡附近河段天然水体悬移质粒径 14.3-20.4μm。根据相关研究，粒径越小，比表面积越大，吸附能力越强，分配系数越大，因此需要将实验成果得到的分配系数推求至天然小粒径条件下的分配系数，以用于模型模拟。

用果多电站的实测数据，对天然小粒径下 As 的分配系数规律进行推

求。根据果多库区水质参数率定结果，As 分配系数为 0.3L/mg 时相对误差最小，因此以 0.3L/mg 作为 10℃小粒径的分配系数。利用 As 吸附实验成果得到不同温度、不同初始浓度下分配系数之间的比例关系，推求小粒径下不同温度、不同初始浓度的分配系数规律，见图 5.3.2-2。针对丰水期、平水期和枯水期的代表温度，可推出对应 As 的分配系数分别为 0.41、0.35 和 0.30 L/mg。

2） Fe 的分配系数

对于 Fe，大多实验组溶解态小于 0.82μg/L，其分配系数大于 24.9L/mg，其中 23℃下初始浓度为 2mg/L 时溶解态浓度为 2.2μg/L，分配系数为 9.58L/mg。根据果多库区水质参数率定结果，随着分配系数增加，Fe 的模拟值减小，当分配系数大于 8L/mg 时，模拟结果对分配系数不敏感，不再随分配系数变化而变化。由于粒径越小，分配系数越大，由此推测天然小粒径分配系数大于 9.58L/mg，对模拟结果影响很小。综合考虑 Fe 吸附实验成果，以 9.58L/mg 做为果多率定期、验证期及宗通卡丰平枯 3 个水期 Fe 的分配系数。

综上所述，率定的模型重要参数为糙率 0.02、沉降速率 0.000008m/s、泥沙沉积临界剪应力 0.00045m^2/s^2、泥沙再悬浮临界剪应力 0.0005m^2/s^2、率定期和验证期 As 分配系数 0.30 和 0.35L/mg、Fe 分配系数均为 9.58L/mg。

（3） 参数率定的模拟结果

采用上述率定的重要参数，利用果多库区 2016 年 3 月现场调查的水位、泥沙、流量、水质数据，对模型进行验证。

1） 水动力模拟结果

模拟结果显示，果多库区的水位为 3414.49-3414.52m，呈现沿程下降

的趋势，见图 5.3.2-3。坝上游 10km 范围内水位变幅小，水面处于水平，符合一般水库的水位变化规律。

模拟结果显示,果多库区的流速为 0.02-0.5m/s,呈现沿程下降的趋势，见图 5.3.2-3。上游河道河底比降较大，流速较大，坝上游 3km 范围内流速很小，符合一般水库的流速分布规律。

2） 泥沙模拟结果

模拟结果显示，果多库区含沙量为 0.002-12.4mg/L，呈现明显的沿程减小趋势,见图 5.3.2-3。将模拟含沙量与实测含沙量对比,见表 5.3.2-1，两者相对误差较小，在±15%以内，泥沙模拟精度较高。

表 5.3.2-1 果多库区泥沙、As、Fe 模拟结果与实测数据对比（率定期）

模拟参数	采样点	实测值	模拟值	绝对误差	相对误差
泥沙浓度（mg/L）	果多电站库尾	12.4	12.4	0.0	0.1%
	果多电站上游 10km 库区	9.5	9.1	-0.4	-3.8%
	果多电站上游 3km 库区	9.00	7.9	-1.1	-12.2%
As（μg/L）	果多电站库尾	12.8	12.7	-0.1	-1.0%
	果多电站上游 10km 库区	9.9	10.3	0.3	3.2%
	果多电站上游 3km 库区	8.4	8.2	-0.3	-3.2%
Fe（μg/L）	果多电站库尾	616.3	616.1	-0.2	-0.03%
	果多电站上游 10km 库区	170.7	218.7	48.0	28.1%
	果多电站上游 3km 库区	100.2	129.9	29.7	29.7%

3） 水质率定

模拟结果显示，果多库区 As 浓度为 2.3-12.8μg/L，呈现沿程减小的变化趋势,见图 5.3.2-4。将模拟 As 浓度与实测 As 浓度对比,见表 5.3.2-1，两者的相对误差较小，总体相对误差在±5%以内，As 模拟精度较高。

模拟结果显示，果多库区 Fe 浓度为 0.03-616.3μg/L，呈现沿程减小的变化趋势,见图 5.3.2-5。将模拟 Fe 浓度与实测 Fe 浓度对比,见表 5.3.2-1，

两者的相对误差较小，总体相对误差在±30%以内，Fe 模拟精度相对较高。

（4） 参数验证的模拟结果

采用上述率定的重要参数,利用果多库区 2016 年 6 月现场调查的水位、泥沙、流量、水质数据，对模型进行验证。

1） 水动力验证结果

模拟结果显示，果多库区的水位为 3414.8-3414.8m，呈现沿程下降的趋势，见图 5.3.2-5。坝上游 10km 范围内水位变幅小，水面处于水平，符合一般水库的水位变化规律。

模拟结果显示,果多库区的流速为 0.02-0.5m/s,呈现沿程下降的趋势,见图 5.3.2-5。上游河道河底比降较大，流速较大，坝上游 3km 范围内流速很小，符合一般水库的流速分布规律，因此模型能够很好的模拟果多库区内的水动力过程。

2） 泥沙验证结果

模拟结果显示，果多库区含沙量为 0.002-31.4mg/L，呈现明显的沿程减小趋势,见图 5.3.2-5。将模拟含沙量与实测含沙量对比,见表 5.3.2-2,两者相对误差较小，在±15%以内，泥沙模拟精度较高。

表 5.3.2-2　　果多库区泥沙、As、Fe 模拟结果与实测数据对比（验证期）

模拟参数	采样点	实测值	模拟值	绝对误差	相对误差
泥沙浓度（mg/L）	果多电站库尾	31.4	31.1	0.4	1.11%
	果多电站上游 10km 库区	17.1	21.0	-3.9	-23.0%
	果多电站上游 3km 库区	10.7	10.7	0	0.0%
As（μg/L）	果多电站库尾	7.2	7.11	-0.1	-1.1%
	果多电站上游 10km 库区	6.8	6.12	-0.7	-10.0%
	果多电站上游 3km 库区	6.0	5.12	-0.8	-14.1%
Fe（μg/L）	果多电站库尾	707.2	699.3	-8.0	-1.1%
	果多电站上游 10km 库区	266.3	336.4	70.0	26.3%
	果多电站上游 3km 库区	84.0	108.3	24.3	28.9%

3） 水质验证

模拟结果显示，果多库区 As 含量为 1.8-8.0μg/L，呈现沿程减小的变化趋势，见图 5.3.2-6。将模拟 As 含量与实测 As 含量对比，见表 5.3.2-2，两者的相对误差较小，总体相对误差在±15%以内，As 模拟精度较高。

模拟结果显示，果多库区 Fe 含量为 0-708.7μg/L，呈现沿程减小的变化趋势，见图 5.3.2-6。将模拟 Fe 含量与实测 Fe 含量对比，见表 5.3.2-2，两者的相对误差较小，总体相对误差在±30%以内，Fe 模拟精度相对较高。

验证结果表明，水位、流速的模拟值符合水库的水位、流速分布规律，含沙量的模拟值与实测值相对误差在±25%以内，As 的模拟值与实测值相对误差在±20%以内，Fe 的模拟值与实测值相对误差在±30%以内，模拟精度较高，模型设置的重要参数能够较好地模拟水库水环境的演变规律。

5.3.2.3 污染源预测

蓄水初期汇入库区的外源污染物包括上游来水中的污染物、主要支沟内高浓度特征污染物水体的汇入；随着库区水位的升高，淹没区域的土壤或岩石中可能会有污染物释放进入水体；直接进入库区的库周面源污染负荷。

（1） 来流水质边界

宗通卡库区干、支流入库断面采用平水年的入库流量过程，见表 5.3.2-3。其中 12 月～3 月为枯水期，4-5、10-11 月为平水期，6-9 月为丰水期。选取对应水期的水质监测成果代表入库断面的水质浓度，枯水期水质采用 2016 年 3 月的监测值，平水期采用 2015 年 10 月的监测值，丰水期采用 2016 年 6 月的监测值，入库断面水质浓度见表 5.3.2-4。

表 5.3.2-3　　宗通卡水库干支流入库流量　　单位：m^3/s

水系	河流名称	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均

干流	昂曲	33.6	29.4	32.7	54.4	96.2	235	314	308	269	153	80.5	45.8	138
支流	芒达曲	3.2	2.8	3.1	5.1	9.0	22.0	29.4	28.9	25.2	14.3	7.5	4.3	12.9
	恩达曲	2.8	2.4	2.7	4.5	8.0	19.5	26.0	25.5	22.3	12.7	6.7	3.8	11.4

表 5.3.2-4　　现状年入库断面水质浓度

水质因子	入库断面	丰水期（6 月-9 月）	平水期（4-5、10-11 月）	枯水期（12 月-3 月）
As（μg/L）	昂曲库尾	11.71	11.64	19.44
	芒达曲汇入口	104.5	80.6	126.9
	恩达曲汇入口	103.5	71.5	129.1
Fe（μg/L）	昂曲库尾	200.3	192.9	455.0
	芒达曲汇入口	202.0	129.8	505.9
	恩达曲汇入口	57.7	396.2	100.4
COD（mg/L）	昂曲库尾	10.0	10.0	10.0
	芒达曲汇入口	10.0	10.0	10.0
	恩达曲汇入口	10.0	10.0	10.0
NH_3-N（mg/L）	昂曲库尾	0.10	0.05	0.12
	芒达曲汇入口	0.10	0.05	0.12
	恩达曲汇入口	0.10	0.05	0.12

续表 5.3.2-4　　现状年入库断面水质浓度

水质因子	入库断面	丰水期（6 月-9 月）	平水期（4-5、10-11 月）	枯水期（12 月-3 月）
TP（mg/L）	昂曲库尾	0.01	0.01	0.01
	芒达曲汇入口	0.01	0.01	0.01
	恩达曲汇入口	0.01	0.01	0.01
TN（mg/L）	昂曲库尾	0.81	0.65	0.64
	芒达曲汇入口	0.39	0.41	0.35
	恩达曲汇入口	0.39	0.38	0.35

（2） 库区淹没污染负荷现状及预测

目前宗通卡水库尚未建设运行，淹没区为现状河道，污染物渗出极少。成库后，淹没区域的土壤或岩石中可能会有重金属释放进入水体中。

选取宗通卡库区的典型性固体样品（岩石、土壤、沉积物），开展浸出毒性试验，模拟环境中 As 元素浸出，分析浸出液中的 As 金属元素含量，以期掌握岩石、土壤、沉积物的浸出毒性，为库区水环境模拟提供依据。

1） 实验样品

选择 2018 年 6 月采集的宗通卡库区沉积物、岩石、宗通卡坝址下游灌区土壤（原样）作为研究对象，开展浸出试验。

2） 实验方法

① 实验仪器：摇床、过滤装置、筛、天平等。

② 依据的规范：《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》（HJ 557-2009）。

③ 实验步骤：样品的杂物取出后，将样品破碎，过 100 目筛，称取 50g 至 2L 具旋塞和内盖的广口瓶内，按照固液比 1:10 添加昂曲河水（As:7.7μg/L），盖紧瓶盖后垂直固定在恒温振荡装置上，频率为 110±10 次/min，在 20℃条件下恒温振荡。分别于第 1h、2h、4h、8h、12h、24h、

48h 取样，收集浸出液，然后消解浸出液，在压力过滤器上过滤（0.45μm 滤膜），用 ICP-MS 测定浸出液金属元素含量。

3） 实验结果

对 2018 年 6 月采集的沉积物、岩石、土壤（原样）的浸出毒性试验，浸出液中金属元素 As 含量结果见表 5.3.2-5。

表 5.3.2-5　　沉积物、土壤、岩石中 As 元素的释放量

类别	时间	水中 As 浓度（μg/L）	增加值（μg/L）
宗通卡库区岩石-坝址上游 4km（As：64.0mg/kg）	1h	8.35	0.65
	2h	8.33	0.63
	4h	8.92	1.22
	8h	8.84	1.14
	12h	8.59	0.89
	24h	9.02	1.32
	48h	7.94	0.24
宗通卡库区岩石-坝址上游 6km（As：18.0mg/kg）	1h	8.78	1.08
	2h	9.00	1.30
	4h	8.61	0.91
	8h	8.51	0.81
	12h	8.23	0.53
	24h	8.33	0.63
	48h	7.87	0.17
宗通卡库区沉积物-库尾（As：53.2mg/kg）	1h	8.90	1.20
	2h	9.42	1.72
	4h	9.12	1.42
	8h	10.70	3.00
	12h	9.95	2.25
	24h	11.01	3.31
	48h	9.01	1.31
坝址下游土壤-B7 灌区（As：17.5mg/kg）	1h	8.40	0.70
	2h	8.11	0.41
	4h	8.76	1.06
	8h	8.38	0.68
	12h	8.82	1.12
	24h	11.04	3.34
	48h	8.82	1.12

由表 5.3.2-5 可知，江水浸泡库区岩石、土壤和沉积物过程中，江水中 As 与土壤中 As 存在吸附-解吸动态平衡过程，在 24h 之前江水中 As 浓度呈增加趋势，主要表现为解吸，在 24h 时达到 As 解吸最大值为

1.32-3.34μg/L；24h-48h 江水中 As 浓度下降，主要表现为吸附，岩石、土壤和沉积物又将江水中 As 吸附一部分。当库区岩石、土壤和沉积物被浸泡时，江水中 As 浓度最大值为 11.04μg/L，若来水 As 浓度大于 11.04μg/L 则来水中 As 被吸附，来水中 As 浓度降低；若来水 As 浓度小于 11.04μg/L 则来水中 As 浓度增加，但最大值不会超过 11.04μg/L。

（3） 库周面源负荷现状及预测

根据调查，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，加上不合理的农田灌溉，导致氮、磷污染物流失进入河流水体。

1） 居民生活污染负荷

宗通卡水库区间集水范围涉及卡若区芒达乡和类乌齐县尚卡乡 2 个县（区）2 个乡 18 个村委会 58 个自然村，共 1081 户、6606 人，其中 446 人水库建设移民。经计算，现状年和规划水平年居民生活年污染负荷见表 5.3.2-6。

2） 畜禽养殖污染负荷

根据《可研报告》，昌都市人均养殖 3 头大牲畜、7 头小牲畜估算，大牲畜养殖数量约 19863 头、小牲畜 46347 只。经预测，现状年和规划水平年畜禽养殖年污染负荷见表 5.3.2-6。

3） 农田径流污染源

宗通卡水库区间集水范围涉及卡若区芒达乡、沙贡乡和类乌齐县尚卡乡 2 个县（区）2 个乡，含耕地 10593.14 亩，其中 1262.68 亩为水库蓄水淹没征地。按照昌都市现状水平年化肥施用量估算农田径流污染负荷见表

5.3.2-6。

表 5.3.2-6　　宗通卡坝址下游面源污染年负荷计算　　t/a

类别	指标	COD	NH_3-N	TN	TP
居民生活污染	现状水平年	45.33	6.89	8.82	0.56
	规划水平年	42.27	6.42	8.22	0.52
畜禽养殖污染负荷	现状水平年	1530.76	47.53	72.56	11.02
	规划水平年	1427.41	44.32	67.66	10.28
农田径流污染负荷	现状水平年	50.50	2.10	20.55	4.87
	规划水平年	44.48	1.85	18.10	4.29

5.3.2.4　库区水环境影响分析

本节利用水环境三维数学模型，模拟预测初期蓄水库区水环境变化过程。选择 4 个典型断面(库尾下游 1km、芒达曲下游 500m、恩达曲下游 500m、坝前 500m，见图 5.3.2-7)，分析库区初期蓄水和运行期（丰、平、枯水期）As、Fe、NH_3-N、COD、TN 和 TP 等水质指标的变化规律，以及平面、纵向、垂向等空间分布规律。

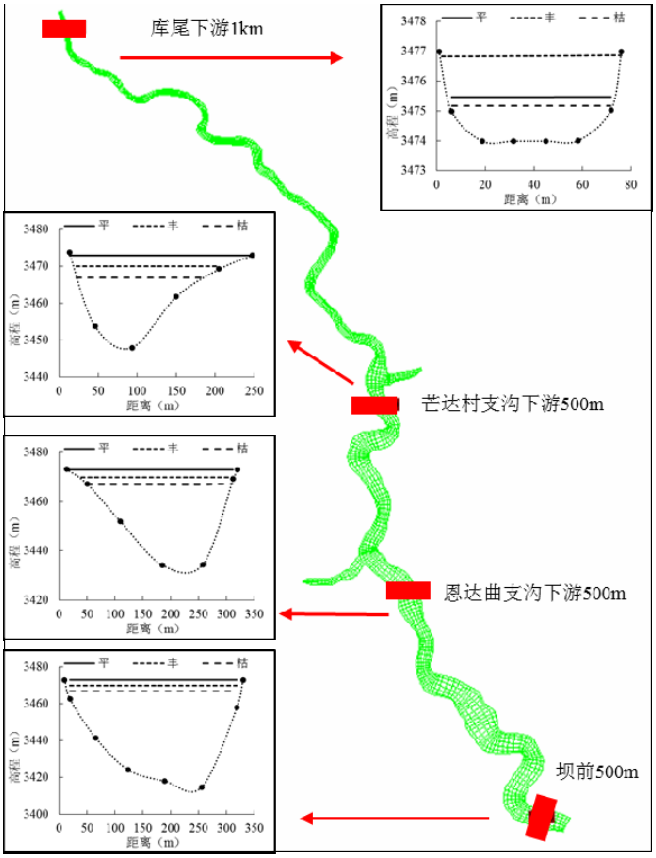


图 5.3.2-7　宗通卡库区典型断面位置分布图

地表水环境预测范围和预测点的布设以及地表水环境影响时期的划分均与水文情势影响分析相同。针对库区的特征污染物以及成库后的主要污染源，选择 As、Fe、NH_3-N、COD、TN 和 TP 等水质指标进行模拟分析。

（1） 模型参数

模型水质参数主要通过相关实验、文献参考和模型率定等方式联合确定。对于 As 和 Fe 参数——分配系数，利用果多水库（与宗通卡水库类似）水环境数学模型率定，As 的分配系数为 0.35L/mg、Fe 的分配系数为 9.58L/mg。对于营养元素参数，主要参考一般湖库水质模拟的参数，见表 5.3.2-7。

表 5.3.2-7　　宗通卡库区模型主要水质参数

类别	参数	率定结果
磷	难溶颗粒有机磷最小溶解速率（1/d）	0.01
	活性颗粒有机磷最小溶解速率（1/d）	0.08
	溶解态有机磷最小矿化速率（1/d）	0.1
氮	难溶颗粒有机氮最小溶解速率（1/d）	0.01
	活性颗粒有机氮最小溶解速率（1/d）	0.02
	溶解态有机磷最小矿化速率（1/d）	0.03
	最大硝化反应速率（1/d）	0.03
化学需氧量	化学需氧量降解系数（1/d）	0.05
溶解氧	复氧系数	0.5

（2） 边界条件

根据 5.3.2.3 节，库区的典型性固体样品（岩石、土壤、沉积物）毒性试验浸出，当来水 As 浓度大于 11.04μg/L 时，来水中 As 被吸附，来水中 As 浓度降低。蓄水初期昂曲来水 As 浓度为 11.64μg/L,大于 11.04μg/L，因此蓄水初期水库淹没区的 As 不会释放。

考虑到初期蓄水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，水质模拟的边界条件见表 5.3.2-8。

表 5.3.2-8　　宗通卡库区初期蓄水水质模拟的边界条件设置

模型水质指标	昂曲干流	芒达曲	恩达曲	库区淹没区	库周面源
水温（℃）	8.11	10.54	11.71	-	-
溶解氧 DO（mg/L）	8.31	8.48	7.23	-	-
化学需氧量 COD（mg/L）	10.00	10.00	10.00	-	8.56
总磷 TP（mg/L）	0.01	0.01	0.01	-	0.01
氨氮 NH_3-N（mg/L）	0.05	0.05	0.05	-	0.04
总氮 TN（mg/L）	0.65	0.41	0.38	-	0.25
砷 As（μg/L）	11.64	80.6	71.5	10.24	-
铁 Fe（μg/L）	192.85	129.8	396.2	-	-

（3） 模拟结果

利用水环境三维数学模型，在初期蓄水库区水动力模拟的基础上，进一步模拟库区水质参数分布规律。根据水库蓄水计划，工程于施工第 5 年 11 月初导流隧洞下闸蓄水。按 11 月份保证率 80%的月平均流量 57m^3/s 蓄水计算，扣除下游生态供水流量 16.3m^3/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;由高程 3462m 蓄水至死水位 3464m。模型中初期蓄水按 11 月份开始蓄水。模型计算的结束时间为坝前水位达到死水位 3464m。最后分别通过各指标平面分布及沿程变化规律、垂向分布规律来分析工程初期蓄水库区水环境的影响情况。

1） 各指标的平面分布及沿程变化规律

① As

初期蓄水期间库区干流 As 呈现沿程波动升高的变化规律,见图 5.3.2-2 及图 5.3.2-3。库尾至芒达曲上游，呈现缓慢下降的变化规律；芒达曲至恩达曲河段，由于两条 As 浓度较高的水流汇入，汇入口下游汇入侧 As 浓度陡升，在左右岸分别形成明显的污染带并延长至坝前 5km，主河道 As 浓度受水动力掺混作用逐渐均匀；坝前 As 浓度相对升高，达 19.3μg/L。

② Fe

初期蓄水期间库区干流 Fe 呈现沿程波动的变化规律，见图 5.3.2-2 及图 5.3.2-3。库尾至芒达曲上游，呈现缓慢下降的变化规律；芒达曲的 Fe 浓度较低，汇入干流后，左岸 Fe 浓度降低，并形成低浓度带至坝前 5km；恩达曲的 Fe 浓度较高，右岸 Fe 浓度升高，右岸形成污染带至坝前 5km，主河道 Fe 浓度受水动力掺混作用逐渐均匀；坝前 Fe 浓度相对较低，降至 184.4μg/L。

③ COD

2015 年 10 月宗通卡坝址下游干流 COD 浓度均小于检测限 10mg/L，按不利原则设置，入库 COD 浓度为 10mg/L。模拟结果显示，初期蓄水宗通卡库区干流 COD 呈现沿程下降的变化规律，见图 5.3.2-8 及图 5.3.2-9。库尾至芒达曲上游，呈现缓慢下降变化；坝前 COD 浓度相对较低，降至 6.1mg/L。

④ NH_3-N

初期蓄水期间库区干流 NH_3-N 呈现沿程微略升高的变化规律，见图 5.3.2-8 及图 5.3.2-9。库尾至芒达曲上游 NH_3-N 浓度基本不变，两条支流的 NH_3-N 浓度稍高，汇入干流后，坝前 NH_3-N 浓度略有升高，升至 0.064mg/L。总体上对水体中 NH_3-N 含量影响很小。

⑤ TN

初期蓄水期间库区干流 TN 呈现沿程波动下降的变化规律，见图 5.3.2-2 及图 5.3.2-3。总体上 TN 浓度变化幅度不大，约为 0.78-0.87mg/L，基本不对水体中 TN 的含量产生影响。

⑥ TP

初期蓄水期间库区干流 TP 呈现沿程缓慢降低的变化规律，坝前 TP 浓度降低至 0.021mg/L，见图 5.3.2-8 及图 5.3.2-9。总体上 TP 浓度变化幅度不大，基本不对水体中 TP 的含量产生影响。

2） 各指标垂向分布规律

水库蓄水至正常蓄水位 3474m 时，库区不同河段各指标垂向分布规律不一样，见图 5.3.2-10-图 5.3.2-15。针对库尾下游 1km 断面，各指标垂向分布都比较均匀；对于芒达曲下游 500m 断面、恩达曲下游 500m 断面、坝前 500m 断面，As、Fe 垂向分布由表层至底层呈现增大的变化规律；COD、TN、TP 呈现略增的变化规律；NH_3-N 呈现略减的变化规律。

3） 富营养化评价

采用国家环保部推荐的“湖泊（水库）富营养化评价方法及分级技术规定”，用综合营养状态指数（TSI）对库区支流水体营养状态进行评价，相关加权综合营养状态指数式为：

$$TSI\left(\sum\right)=\sum_{j=1}^{m}W_j \bullet TSI(j) \qquad (5\text{-}16)$$

式中：TSI（Σ）综合营养状态指数；W_j第 j 种参数的营养状态指数的相关权重。TSI（j）第 j 种参数的营养状态指数。

以叶绿素 a（Chl-a）、总磷（TP）、总氮（TN）、透明度（SD）为富营养化状况评价指标，各指标营养状态指数计算公式为：

$$\begin{aligned} TSI(Chl-a)&=10\times(2.5+1.086\ln Chl-a)\\ TSI(TP)&=10\times(9.436+1.624\ln TP)\\ TSI(TN)&=10\times(5.453+1.694\ln TN)\\ TSI(SD)&=10\times(5.118-1.94\ln SD) \end{aligned} \qquad (5\text{-}17)$$

式中：叶绿素 a（Chl-a）单位为 mg/m^3，透明度（SD）单位为 m；其它指标单位均为 mg/L。

采用归一法计算各指标权重，各参数与基准参数 Chl-a 的相关系数见表 5.3.2-3，各指标权重计算公式如下：

$$W_i = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^2} \qquad (5\text{-}18)$$

式中：r_{ij}为第 j 种参数与基准参数 Chl-a 的相关系数；m 为评价参数的个数；W_j同上。

表 5.3.2-9　　各项指标与叶绿素 a 相关关系

参数	Chl-a	TP	TN	SD
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889

注：引自金相灿等著《中国湖泊环境》，表中 r_{ij}源自中国 26 个主要湖泊调查数据的统计结果。

采用 0-100 的系列连续数字对库区水体营养状态进行分级、评价，分级标准为：TSI(Σ)＜30，贫营养；30≤TSI(Σ)≤50，中营养；TSI(Σ)>50，富营养；50＜TSI（Σ）≤60，轻度富营养，60＜TSI（Σ）≤70，中度富营养；TLI（Σ）>70，重度富营养。在同一营养状态下，指数值越高，其营养程度越重。

根据上述评价方法，对宗通卡库区初期蓄水的模拟结果进行富营养化评价，结果见图 5.3.2-16。

可知，整体上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，主要原因为营养元素浓度较低。

（4） 蓄水前与初期蓄水的水质对比

宗通卡库区干流河段蓄水前与初期蓄水的水质变化情况见表 5.3.2-10。与蓄水前相比，初期蓄水库区的 As 浓度略微升高，由 11.6-13.4μg/L 略升至 11.6-19.3μg/L；Fe 浓度小幅度升高，由 117.1-192.9μg/L 升高至 184.4-192.9μg/L，As 浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准，Fe 浓度满足《地表水环境质量标准》标准限值（GB3838-2002）

（以下简称“地表水标准限值”）。

蓄水前相比,初期蓄水COD浓度降低,由10.0mg/L降低至6.1-10.0mg/L; NH_3-N浓度变化不大；TN浓度略有升高，由0.64-0.65mg/L升高至0.83-0.86mg/L；TP浓度变化不大，COD、NH_3-N、TN、TP浓度均满足III类水标准。富营养化指数均值小于50，库区整体处于中营养状态。

表5.3.2-10　　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	标准值
As（μg/L）	11.6-13.4	11.6-19.3	50
Fe（μg/L）	117.1-192.9	184.4-192.9	300
COD（mg/L）	10	6.1-10.0	20
NH_3-N（mg/L）	0.05	0.050-0.064	1.0
TN（mg/L）	0.64-0.65	0.83-0.86	1.0
TP（mg/L）	0.01	0.01-0.03	0.05

5.3.3　运行期库区水质影响分析

本节利用水环境三维数学模型，模拟预测运行期库区水环境过程。选择4个典型断面（库尾下游1km、芒达曲下游500m、恩达曲下游500m、坝前500m，见图5.3.2-1），分析库区运行期（丰、平、枯水期）As、Fe、NH_3-N、COD、TN和TP等水质指标的变化规律，以及平面、纵向、垂向等空间分布规律。

5.3.3.1　污染源预测

根据现场调查可知，库区周边及上游没有工矿企业，也没有其他较大的污染源。根据水质现状监测结果，除Fe外，坝址以上昂曲干流水质均能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的III类标准。运行期汇入库区的外源污染物包括上游来水中的污染物、主要支沟内高浓度特征污染物水体的汇入;直接进入库区的库周面源污染负荷。到预测水平年，库区干、支流的来流水质状况不会进一步恶化；库周面源因移民安置，

减少了居民生活、畜禽养殖和农田径流污染负荷。

（1） 来流污染负荷预测

根据蓄水初期污染源计算，来流污染负荷预测水平年与现状水平年保持一致，见表 5.3.3-1。

表 5.3.3-1　　现状年宗通卡库区来流污染负荷统计表　　单位：t

水质因子	入库断面	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
As	昂曲库尾	1.75	1.38	1.70	1.64	2.90	7.13	9.85	9.66	8.16	4.77	2.43	2.38	50.6
	芒达曲汇入口	0.19	0.16	0.18	0.19	0.33	1.04	1.44	1.41	1.19	0.54	0.28	0.26	6.9
	恩达曲汇入口	0.21	0.19	0.21	0.19	0.33	1.16	1.61	1.57	1.33	0.54	0.28	0.29	7.5
Fe	昂曲库尾	40.9	32.4	39.8	27.2	49.7	122.0	168.5	165.2	139.7	79.0	40.2	55.8	887.2
	芒达曲汇入口	0.75	0.59	0.73	0.30	0.55	2.02	2.79	2.73	2.31	0.87	0.44	1.02	13.8
	恩达曲汇入口	0.17	0.13	0.16	1.03	1.88	0.65	0.89	0.88	0.74	2.99	1.52	0.23	11.0
COD	昂曲库尾	899.9	711.2	875.8	1410.0	2576.6	6091.2	8410.2	8249.5	6972.5	4097.9	2086.6	1226.7	41997.
	芒达曲汇入口	14.75	11.66	14.36	23.12	42.24	99.86	137.87	135.24	114.30	67.18	34.21	20.11	688.5

续表 5.3.3-1　　现状年宗通卡库区来流污染负荷统计表　　单位：t

水质因子	入库断面	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
COD	恩达曲汇入口	16.60	13.12	16.15	26.00	47.52	112.34	155.11	152.14	128.59	75.58	38.48	22.62	774.5
NH_3-N	昂曲库尾	10.80	8.53	10.51	7.05	12.88	60.91	84.10	82.49	69.72	20.49	10.43	14.72	373.3
	芒达曲汇入口	0.18	0.14	0.17	0.12	0.21	1.00	1.38	1.35	1.14	0.34	0.17	0.24	6.1
	恩达曲汇入口	0.20	0.16	0.19	0.13	0.24	1.12	1.55	1.52	1.29	0.38	0.19	0.27	6.9
TP	昂曲库尾	0.90	0.71	0.88	1.41	2.58	6.09	8.41	8.25	6.97	4.10	2.09	1.23	42.0
	芒达曲汇入口	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.10	0.14	0.14	0.11	0.07	0.03	0.02	0.7
	恩达曲汇入口	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.11	0.16	0.15	0.13	0.08	0.04	0.02	0.8
TN	昂曲库尾	57.60	45.52	56.05	91.65	167.48	493.39	681.22	668.21	564.77	266.37	135.63	78.51	3203.3
	芒达曲汇入口	0.52	0.41	0.50	0.95	1.73	3.89	5.38	5.27	4.46	2.75	1.40	0.70	27.0
	恩达曲汇入口	0.58	0.46	0.57	0.99	1.81	4.38	6.05	5.93	5.02	2.87	1.46	0.79	29.9

（2） 库周面源负荷预测

根据调查，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，加上不合理的农田灌溉，导致氮、磷污染物流失进入河流水体。

1） 居民生活污染负荷

宗通卡水库区间集水范围涉及卡若区芒达乡和类乌齐县尚卡乡 2 个县（区）2 个乡 18 个村委会 58 个自然村，共 1081 户、6606 人，其中 446 人水库建设移民。经计算，现状年和规划水平年居民生活年污染负荷见表 5.3.3-3。

2） 畜禽养殖污染负荷

根据《可研报告》，昌都市人均养殖 3 头大牲畜、7 头小牲畜估算，现

状水平年大牲畜养殖数量约 19863 头、小牲畜 46347 只，规划水平年大牲畜养殖数量约 18480 头、小牲畜 43120 只。经计算，现状年和规划水平年畜禽养殖年污染负荷见表 5.3.3-2。

表 5.3.3-2　　宗通卡水库库周面源污染年负荷计算　　t/a

类别	指标	COD	NH_3-N	TN	TP
居民生活污染	现状水平年	45.33	6.89	8.82	0.56
	规划水平年	42.27	6.42	8.22	0.52
畜禽养殖污染负荷	现状水平年	1530.76	47.53	72.56	11.02
	规划水平年	1427.41	44.32	67.66	10.28
农田径流污染负荷	现状水平年	50.50	2.10	20.55	4.87
	规划水平年	44.48	1.85	18.10	4.29

3） 农田径流污染源

宗通卡水库区间集水范围涉及卡若区芒达乡、沙贡乡和类乌齐县尚卡乡 2 个县（区）2 个乡，含耕地 10593.14 亩，其中 1262.68 亩为水库蓄水淹没征地。按照昌都市现状水平年化肥施用量估算农田径流污染负荷见表 5.3.3-3。

表 5.3.3-3　　宗通卡水库库周面源污染年负荷计算　　t/a

类别	指标	COD	NH_3-N	TN	TP
居民生活污染	现状水平年	45.33	6.89	8.82	0.56
	规划水平年	42.27	6.42	8.22	0.52
畜禽养殖污染负荷	现状水平年	1530.76	47.53	72.56	11.02
	规划水平年	1427.41	44.32	67.66	10.28
农田径流污染负荷	现状水平年	50.50	2.10	20.55	4.87
	规划水平年	44.48	1.85	18.10	4.29

5.3.3.2　泉水未导排下库区水质模拟

（1） 边界条件

宗通卡水库建成蓄水后，库区水动力条件的改变将影响污染物的迁移转化过程。本节通过库区水环境数学模型，模拟并评估水库运行（不考虑

泉水导排）对库区水质的影响。综合考虑运行期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、恩达曲来水等，宗通卡库区正常运行期水质模拟的边界条件见表 5.3.3-4。

表 5.3.3-4　　宗通卡库区运行期水质模拟的边界条件设置

边界位置	干流-库尾			支流-芒达曲			支流-恩达曲		
模拟指标	丰水期	平水期	枯水期	丰水期	平水期	枯水期	丰水期	平水期	枯水期
流量（m^3/s）	380.8	97.6	27.5	6.1	1.6	0.4	7.2	1.8	0.5
泥沙（mg/L）	983.6	242.3	73.6	983.6	242.3	73.6	983.6	242.3	73.6
水温（℃）	11.8	8.1	6.3	12.6	10.5	6.7	13	11.7	5.7
溶解氧 DO（mg/L）	7.22	8.31	8.25	7.24	8.48	8.4	7.24	7.23	8.52
化学需氧量 COD（mg/L）	10	10	10	10	10	10	10	10	10
总磷 TP（mg/L）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
氨氮 NH_3-N（mg/L）	0.1	0.05	0.12	0.1	0.05	0.12	0.1	0.05	0.12
总氮 TN（mg/L）	0.81	0.65	0.64	0.39	0.41	0.35	0.39	0.38	0.35
砷 As（μg/L）	11.71	11.64	19.44	104.5	80.6	126.9	103.5	71.5	129.1
铁 Fe（μg/L）	200.3	192.9	455	202	129.8	505.9	57.7	396.2	100.4

*流量数据丰水期取 6-9 月份平均值，平水期取 4-5 和 10-11 月份平均值，枯水期取 12 和 1-3 月份平均值。

（2）最不利工况 As、Fe 计算结果

不考虑泥沙对 As、Fe 的吸附作用，最不利工况下，As、Fe 在库区内均匀混合。采用河流零维模型计算，库区 As、Fe 浓度，公式如下：

$$C = (C_p Q_p + C_0 Q_0)/(Q_p + Q_0) \qquad (5\text{-}19)$$

式中，C 污染物浓度，μg/L；C_p 排放的废污水污染物浓度，μg/L；C_0 初始断面的污染物浓度，μg/L；Q_p 废污水排放流量，m^3/s；Q_0 初始断面的入流流量，m^3/s。

将水系概化，见图 5.3.3-1。根据公式（5-19）分别计算丰水年丰水期、平水年平水期、枯水年枯水期芒达曲汇入和恩达曲支沟汇入后干流水质浓度，见表 5.3.3-5。

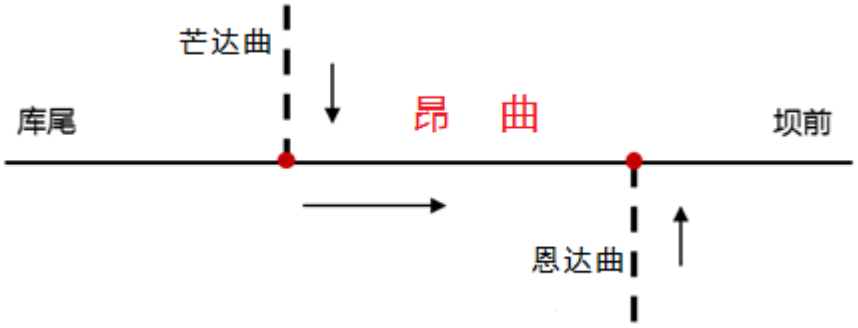


图 5.3.3-1　库区水系概化图

表 5.3.3-5　最不利工况下库区 As、Fe 浓度　　单位：流量，m^3/s；As、Fe，μg/L

水期	丰水期			平水期			枯水期		
位置	流量	As	Fe	流量	As	Fe	流量	As	Fe
干流-库尾	380.8	11.7	200.3	97.6	11.6	192.9	27.5	19.4	455.0
支沟-芒达曲	6.1	104.5	202.0	1.6	80.6	129.8	0.4	126.9	505.9
干流-芒达曲汇入后	386.9	13.2	200.3	99.2	12.8	191.9	27.9	21.0	455.7
支沟-恩达曲支沟	7.2	103.5	57.7	1.8	71.5	396.2	0.5	129.1	100.4
干流-恩达曲支沟汇入后	394.1	14.8	197.7	101.0	13.8	195.5	28.4	22.9	449.5

由表 5.3.3-4 可知，最不利工况下干流 As、Fe 浓度变化不大，主要在于两个支沟的流量较小，仅占干流的 1.45-1.89%，支沟汇入后对干流 As、Fe 影响较小。三个水期库区干流 As 浓度为 11.6-22.9μg/L，均满足地表水 III 类标准。丰水期和平水期库区干流 Fe 浓度为 191.9-200.3μg/L，均小于地表水标准限值；受来水 Fe 浓度偏高影响，枯水期库区干流 Fe 浓度为 449.5-455.7μg/L，超过地表水标准限值。

（3） 运行期模拟结果

在前期运行期库区水动力模拟的基础上，利用水环境三维数学模型，进一步模拟运行期丰、平和枯三个水期库区水质分布规律，通过各指标丰平枯水期变化规律、平面分布与沿程变化规律、垂向分布规律、成库前后对比情况等分析宗通卡水利枢纽运行期库区水环境影响情况。

1） 各指标丰平枯水期变化规律

库区 As 浓度呈现枯水期大于平水期和丰水期的变化特征。主要与上游和支沟来水 As 浓度季节变化相关，枯水期干流来水 As 浓度为 19.4μg/L，整个库区平均 As 浓度为 16.0μg/L；丰水期和平水期干流来水 As 浓度分别为 11.6 μg/L、11.7μg/L，整个库区平均 As 浓度为 11.9μg/L 和 11.1μg/L。

根据 5.3.6 节水温分析，宗通卡水库在春秋季出现短暂的水温分层现象，进而表层和下层水体形成密度梯度，引起水体垂向上的对流翻转。河床泥沙有可能受垂向扰动再悬浮。

在自然条件下，还原环境对砷溶出的影响在很大程度上要借助沉积物中微生物的异化砷还原作用和细胞质砷还原作用。沉积物中铁氧化物和氢氧化物以及锰氧化物表面是砷的专性吸附位点分布密集的地方，还原条件可能会通过影响吸附位点的存在形式进而影响砷的溶出。在还原性条件下铁锰氧化物被还原溶解为二价铁锰离子失去氧化性，使沉积物表面三价砷向砷酸根离子的转化受阻，从而促进砷的释放（付博，2013）。因而，有机质含量过高、水体溶解氧含量偏低等都可能促进砷的释放。

各种自然活动（风浪、潮流、潮汐等）、人为干扰活动（清淤、挖掘采沙、船舶运输、拖网捕鱼等）以及底栖生物活动（掘穴、生物灌溉等）都能够引起沉积物的再悬浮现象。当干扰活动在沉积物表面产生的切应力能够抵消沉积物颗粒间的粘合力时，沉积物颗粒就会发生再悬浮。再悬浮使还原态沉积物暴露于有氧环境，改变沉积物性质（氧化还原电位、pH 值、微生物活性等）以及砷在水-沉积物界面的分配平衡，使原本吸附或结合于沉积物中的砷得到释放进入上覆水体。

沉积物再悬浮使上覆水体中的颗粒态和水溶态砷浓度提高。沉积细颗粒物在干扰作用下悬起进入上覆水体是颗粒态砷释放的主要途径，这是一个物理悬浮释放的过程。上覆水体中水溶态砷浓度的提高则是由于再悬浮

使还原态沉积物暴露于有氧环境，导致沉积物性质发生变化（如氧化还原电位、好氧微生物活性升高以及 pH 值降低），有机质和金属硫化物被氧化，促使砷从悬浮颗粒上解吸或释放。沉积物再悬浮过程中水溶态砷的释放主要是一个化学氧化过程（俞慎，2010）。

由于吸附作用、水解作用和联合沉淀作用，排入水体的砷仅有部分以自由离子的形式存在水相中，其余则转移至沉积物。风浪、潮汐、底栖生物活动及挖砂等活动造成水力扰动，引起沉积物的再悬浮，使沉积物的氧化还原电位、pH 值、有机质和粒径分布等理化性质发生变化，导致砷从沉积物向水体迁移和释放。根据王晟亦（王晟亦，2017）等的再悬浮模拟实验表明，实验剪切力为 0.2-0.5 N/m 时，再悬浮作用能使实验沉积物中溶解态 As 迁移进入上覆水中，其平均通量可达 0.55μg/(m^2·min)。沉积物中砷的释放与水动力条件密切相关，且随着水动力的增强释放量增加。在水动力条件显著时，再悬浮释放的颗粒态砷是水中砷的主要存在形式（王超，2011），因此，即使发生再悬浮，其引起的砷释放风险也较低。

库区 Fe 浓度整体呈现枯水期较高，平水期和丰水期较低的规律。主要与上游与支沟来水 Fe 浓度季节变化相关，枯水期干流来水 Fe 浓度为 455.0μg/L，整个库区平均 Fe 浓度为 363.0μg/L；丰水期和平水期干流来水 Fe 浓度分别为 200.3 μg/L、192.8μg/L，整个库区平均 Fe 浓度为 191.2 μg/L、175.1μg/L。

2015 年 10 月、2016 年 3 月及 6 月 COD 实测浓度均小于检测限值 10mg/L，按不利原则设置为入库 COD 浓度为 10mg/L。水库蓄水后，库区 COD 浓度整体呈现丰水期稍高，平水期和枯水期稍低的变化特征，丰、平、枯三个水期整个库区平均 COD 浓度为 9.17 mg/L、8.13 mg/L、6.48mg/L。

库区 NH_3-N 浓度整体呈现枯水期>丰水期>平水期的变化特征。主要与上

游来水 NH_3-N 季节变化相关，枯水期干流来水 NH_3-N 浓度为 0.12mg/L，库区平均 NH_3-N 浓度为 0.118mg/L；丰水期和平水期干流来水 NH_3-N 浓度分别为 0.10mg/L、0.05mg/L，整个库区平均 NH_3-N 浓度为 0.091 mg/L、0.054mg/L。

库区 TN 浓度整体呈现丰水期最高，平水期和枯水期较低的变化特征。主要与上游来水 TN 浓度季节变化相关，丰水期干流来水 TN 浓度为 0.81mg/L，整个库区平均 TN 浓度为 0.78mg/L；平水期和枯水期干流来水 TN 浓度分别为 0.65 mg/L、0.64mg/L，整个库区平均 TN 浓度为 0.66 mg/L、0.65mg/L。宗通卡蓄水后，丰平枯水期库区 TP 浓度相差不大，库区平均 TP 浓度分别为 0.011 mg/L、0.010mg/L、0.0096mg/L。

2） 各指标平面分布与沿程变化规律

① As

模拟结果显示，丰、平、枯三个水期宗通卡库区干流 As 呈现沿程波动下降的变化规律，见图 5.3.3-2～5.3.3-4。其中库尾至恩达曲上游，呈现缓慢下降变化；受 As 浓度较高的恩达曲汇入，汇入口下游 As 浓度小幅度上升(恩达曲汇入后 As 浓度上升 11-28%),随后恩达曲汇入口至坝前河段，As 浓度沿程较大幅度下降，坝前 As 浓度相对较低，丰、平、枯水期分别降至 3.09 μg/L、2.61 μg/L、2.80μg/L。恩达曲和芒达曲 As 浓度较高，在汇入口附近干流 As 浓度有超标风险，建议对支沟 As 导排至下游。

② Fe

模拟结果显示，丰、平、枯三个水期宗通卡库区干流 Fe 呈现显著下降的变化规律，见图 5.3.3-2～5.3.3-4。其中库尾至恩达曲上游，呈现缓慢下降变化（由于芒达曲、恩达曲的 Fe 浓度与干流差别不大，所以两条支流的汇入未导致库区干流 Fe 浓度大幅度变化）；恩达曲汇入口至坝前河段，

随着泥沙的落淤，Fe 浓度沿程下降幅度较大，坝前 Fe 浓度相对较低，丰、平、枯水期分别降至 41.0 μg/L、37.5 μg/L、63.0μg/L，远低于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值（300μg/L）。

③ COD

模拟结果显示，丰、平、枯三个水期宗通卡库区干流 COD 呈现沿程波动变化规律。受水深增加影响，库尾至坝前 3km 河段水温逐渐降低、溶解氧浓度逐渐升高,COD 浓度降低;坝前 3km 河段受水库下泄扰动,温度升高,溶解氧浓度降低,COD 浓度升高。受坝前泄水扰动见图 5.3.3-2～5.3.3-4。

④NH_3-N

模拟结果显示，丰、平、枯三个水期宗通卡库区干流 NH_3-N 呈现沿程变化较小，见图 5.3.3-2～5.3.3-4。其中库尾至芒达曲上游，NH_3-N 基本无变化；芒达曲至坝前 3km，两条 NH_3-N 浓度较高支流汇入，对干流 NH_3-N 含量略有影响，但影响不大。

⑤ TN

模拟结果显示，丰、平、枯三个水期宗通卡库区干流 TN 呈现沿程波动变化规律，见图 5.3.3-2～5.3.3-4。其中库尾至坝前 3km，TN 浓度缓慢降低；受两条 TN 浓度较低支流汇入的影响，TN 浓度略微降低；坝前 3km 内丰水期 TN 浓度下降，平水期和枯水期 TN 浓度略有上升。

⑥ TP

模拟结果显示，丰、平、枯三个水期宗通卡库区干流 TP 呈现沿程波动变化规律，见图 5.3.3-2～5.3.3-4。其中库尾至恩达曲，TP 浓度缓慢降低；芒达曲 TP 浓度与干流接近，汇入后干流 TP 浓度变化不明显；恩达曲 TP 浓度低于干流，汇入后干流 TP 浓度略微降低，之后逐渐升高，在坝前 TP 有上升趋势,丰、平和枯水期 TP 浓度分别为 0.012mg/L、0.011mg/L、0.010mg/L。

3） 各指标垂向分布规律

① As

宗通卡蓄水后,库区不同河段 As 垂向分布规律不一样,见图 5.3.3-5～5.3.3-7 及 5.3.3-9。针对库尾下游 1km 断面，As 垂向分布较均匀；对于芒达曲下游 500m 断面、恩达曲下游 500m 断面、坝前 500m 断面，As 垂向分布由表层至底层呈现增大的变化规律，其中坝前断面丰平枯水期由表层的 0.4-1.1μg/L 增长至底层的 8.7-11.6μg/L，有利于水库坝前取水。

② Fe

宗通卡蓄水后,库区不同河段 Fe 垂向分布规律不一样,见图 5.3.3-5～5.3.3-7 及 5.3.3-10。库尾下游 1km 断面、对于芒达曲下游 500m 断面、恩达曲下游 500m 断面、Fe 垂向分布相对均匀；坝前 500m 断面，Fe 垂向分布由表层至底层呈现显著增大的变化规律，丰平枯三个水期由表层的 8.3-14.6μg/L 增长至底层的 126.6-208.4μg/L，有利于水库坝前取水。

③ COD

宗通卡正常运行时，库区不同河段 COD 垂向分布规律不一样，见图 5.3.3-11。库尾下游 1km 断面、芒达曲下游 500m 断面、恩达曲下游 500m 断面，COD 垂向分布均匀；对于坝前 500m 断面，COD 垂向分布由表层至底层呈现明显减小的变化规律，丰平枯三个水期由表层的 9.9-10.0mg/L 降低至底层的 5.9-9.0mg/L。

④ NH_3-N

宗通卡蓄水后，库区不同河段 NH_3-N 垂向分布规律不一样，见图 5.3.3-12。库尾下游 1km 断面、芒达曲下游 500m 断面、恩达曲下游 500m 断面，NH_3-N 垂向分布均匀；对于坝前 500m 断面，丰水期 NH_3-N 垂向分布由表层至底层呈现增大的变化规律，但增大幅度不大，丰平枯三个水期表层 NH_3-N 浓度 0.047-0.120mg/L,底层 NH_3-N 浓度 0.057-0.118mg/L,变化不大。

⑤ TN

宗通卡蓄水后,库区不同河段TN垂向分布规律不一样,见图5.3.3-13。库尾下游1km断面，TN垂向分布均匀；对于芒达曲下游500m断面、恩达曲下游500m断面、坝前500m断面,TN垂向分布由表层至底层呈现增大趋势，但变化不大，丰平枯三个水期表层TN为0.60-0.67mg/L，底层TN为0.64-0.77mg/L。

⑥ TP

宗通卡蓄水后，库区不同河段TP垂向分布规律不一样，见图5.3.3-14。库尾下游1km断面、芒达曲下游500m断面、恩达曲下游500m断面，TP垂向分布均匀；对于坝前500m断面，TP垂向分布由表层至底层略有减小，且三个水期变化幅度相当，由表层的0.022mg/L减少至底层的0.001mg/L。

4） 各指标成库前后对比

① As

宗通卡蓄水后，丰、平、枯三个水期，库区不同河段As浓度较成库之前均有一定程度下降，见表5.3.3-5。越接近坝前降低幅度越大，其中坝前降低幅度最大，由13.4-23.3下降至4.3-6.2μg/L，有利于坝前取水。

宗通卡成库前后，丰、平、枯三个水期库区干流水体As浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，芒达曲和恩达曲As浓度超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

② Fe

宗通卡蓄水后，库区不同河段Fe浓度较成库之前均有明显的降低，见表5.3.3-5。丰、平、枯三个水期，芒达曲下游500m处由316.2-501.9下降至183.1-199.4μg/L，恩达曲下游500m处由324.6-459.0下降至170.4-280.1μg/L，而坝前由117.1-471.1下降至62.5-98.5μg/L，降低幅

度达到47-83%，有利于坝前取水。

③ COD

宗通卡蓄水后,库区COD浓度较入库COD浓度有小幅下降,见表5.3.3-5。丰、平、枯三个水期，芒达曲下游500m处COD平均浓度由10.0 mg/L下降至7.5-9.7mg/L，恩达曲下游500m处由10.0下降至4.4-9.3mg/L，而坝前500m处由10mg/L下降至8.1-9.5mg/L。宗通卡成库前后，库区河段COD浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

④ NH_3-N

宗通卡蓄水后，库区NH_3-N浓度较入库NH_3-N浓度有小幅下降，见表5.3.3-5。丰、平、枯三个水期，成库前后芒达曲下游500m处NH_3-N平均浓度由0.17-0.19mg/L下降至0.052-0.116mg/L,恩达曲下游500m处由0.11-0.19mg/L下降至0.055-0.116mg/L，坝前500m处由0.04-0.05mg/L上升至0.053-0.119mg/L。宗通卡成库前后，库区河段NH_3-N浓度均满足地表水III类标准。

⑤ TN

宗通卡蓄水后,库区TN浓度较入库TN浓度有轻微上升,见表5.3.3-5。丰、平、枯三个水期，成库前后库尾下游1km处TN平均浓度均为0.64-0.81mg/L，芒达曲下游500m处由0.35-0.41mg/L升高至0.64-0.82mg/L，恩达曲下游500m处由0.35-0.39mg/L上升至0.65-0.81mg/L，坝前的TN浓度由0.64-0.77mg/L升高至0.65-0.80mg/L。但宗通卡成库之后，库区TN浓度小于1mg/L，满足地表水III类标准。

⑥ TP

蓄水后，库区TP浓度较入库TP浓度几乎无变化，见表5.3.3-6。

表 5.3.3-6　　宗通卡成库前后各水质指标浓度对比

水期	断面或河段	As（μg/L）				Fe（μg/L）				COD（mg/L）			
		实测值	预测值	标准值	成库前后对比(%)	实测值	预测值	标准值	成库前后对比(%)	实测值	预测值	标准值	成库前后对比(%)
丰水期	干流-库尾	11.7	11.7	50	0	200.3	200.3	300	0	10	10	20	0
	干流-芒达曲下游	14.5	12.8		-11.7	316.2	199.4		-36.9	10	9.7		-0.3
	干流-恩达曲下游	17	13.5		-20.6	324.6	195		-39.9	10	9.3		-0.7
	干流-坝前	17.3	6.2		-64.2	487.7	82.8		-83	10	9.5		-0.5
	支流-芒达曲	104.5	92		-12	202	188.1		-6.9	10	9.4		-0.6
	支流-恩达曲	103.5	85.3		-17.6	57.7	43.7		-24.3	10	7.8		-2.2
平水期	干流-库尾	11.6	11.6		0	192.9	192.9		0	10	10		0
	干流-芒达曲下游	12.3	11.9		-3.3	-	183.1		-	10	9.1		-0.9
	干流-恩达曲下游	-	11.5		-	-	170.4		-	10	7.9		-2.1
	干流-坝前	13.4	4.4		-67.2	117.1	62.5		-46.6	10	9.5		-0.5
	支流-芒达曲	80.6	78.6		-2.5	129.8	117.8		-9.2	10	8.8		-1.2
	支流-恩达曲	71.5	69.2		-3.2	396.2	380.8		-3.9	10	6.2		-3.8
枯水期	干流-库尾	19.4	19.4		0	455	455		0	10	9.9		-0.1
	干流-芒达曲下游	21.1	17.1		-19	501.9	369		-26.5	10	7.5		-2.5
	干流-恩达曲下游	25.5	14		-45.1	459	280.1		-39	10	4.4		-5.6
	干流-坝前	23.3	4.4		-81.1	471.1	98.5		-79.1	10	8.1		-1.9
	支流-芒达曲	126.9	114.5		-9.8	505.9	434		-14.2	10	6.8		-3.2
	支流-恩达曲	129.1	115.8		-10.3	100.4	72.6		-27.7	10	3.9		-6.1

续表 5.3.3-6　　宗通卡成库前后各水质指标浓度对比

水期	断面或河段	NH_3-N（mg/L）				TN（mg/L）				TP（mg/L）			
		实测值	预测值	标准值	成库前后对比(%)	实测值	预测值	标准值	成库前后对比(%)	实测值	预测值	标准值	成库前后对比(%)
丰水期	干流-库尾	0.1	0.1	1.0	0	0.81	0.81	1.0	0.0	0.01	0.01	0.05	0.0
	干流-芒达曲下游	0.17	0.102		-40	0.39	0.82		110.3	0.01	0.01		0.0
	干流-恩达曲支沟下游	0.17	0.104		-38.8	0.39	0.81		107.7	0.01	0.009		-10.0
	干流-坝前	0.05	0.071		42	0.77	0.80		3.9	0.01	0.012		20.0
平水期	干流-库尾	0.05	0.05		0	0.65	0.65		0.0	0.01	0.01		0.0
	干流-芒达曲下游	0.18	0.052		-71.1	0.41	0.65		58.5	0.01	0.01		0.0
	干流-恩达曲支沟下游	0.11	0.055		-50.9	0.38	0.66		73.7	0.01	0.009		-10.0
	干流-坝前	0.05	0.053		6	0.64	0.64		0.0	0.01	0.011		10.0
枯水期	干流-库尾	0.12	0.12		0	0.64	0.64		0.0	0.01	0.01		0.0
	干流-芒达曲下游	0.19	0.116		-38.9	0.35	0.64		82.9	0.01	0.009		-10.0
	干流-恩达曲支沟下游	0.19	0.116		-38.9	0.35	0.65		85.7	0.01	0.008		-20.0
	干流-坝前	0.04	0.119		197.5	0.73	0.65		-11.0	0.01	0.011		10.0

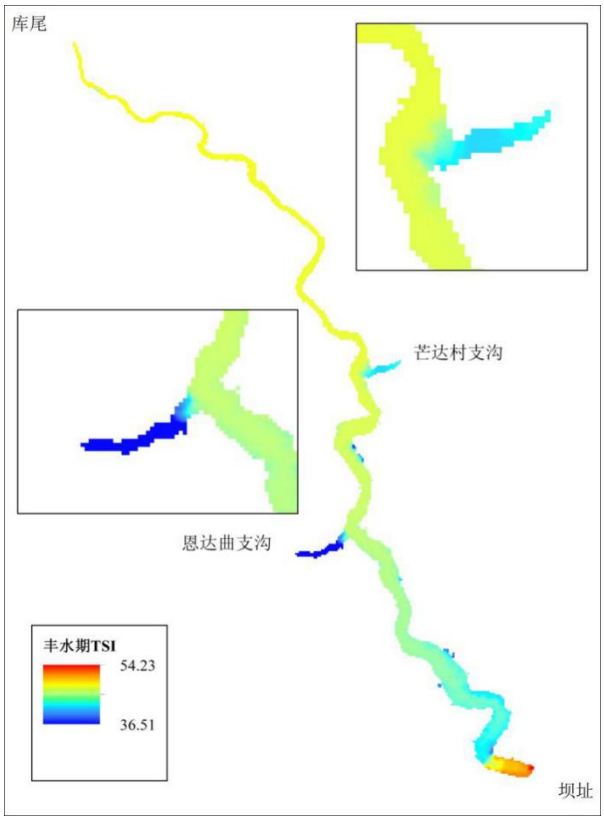
丰、平、枯三个水期，成库前后库尾下游 1km 处 TP 平均浓度均为 0.010mg/L，芒达曲下游 500m 处由 0.010mg/L 下降至 0.009-0.010mg/L，恩达曲下游 500m 处由 0.010mg/L 下降至 0.008-0.010mg/L，坝前的 TP 浓度由 0.01mg/L 升高至 0.012mg/L。宗通卡成库之后，库区坝前区域 TP 浓度满足地表水 II 类标准。

5） 富营养化评价

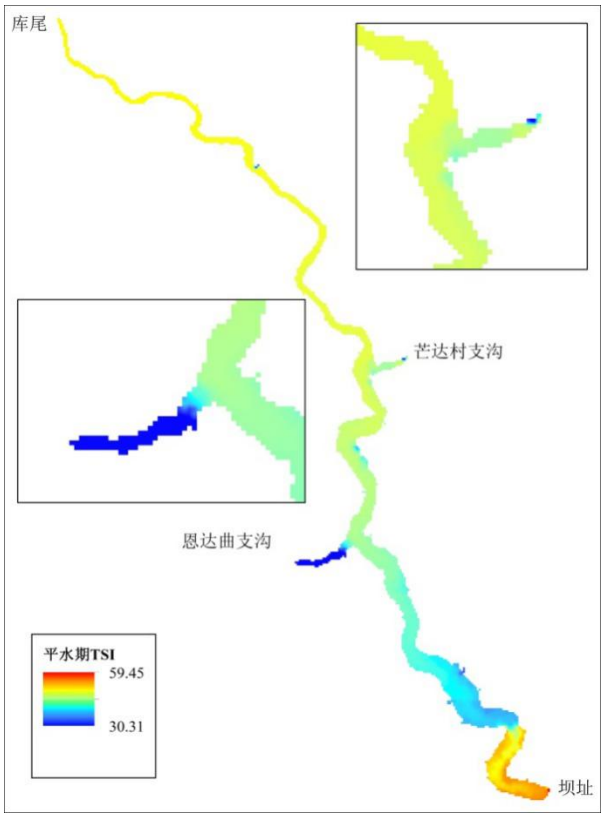
根据初期蓄水库区富营养化评价方法，对宗通卡库区正常运行期三个水期的模拟结果进行富营养化评价，结果见表 5.3.3-7、图 5.3.3-15。

表 5.3.3-7　　宗通卡库区正常运行期综合营养状态统计

统计量	时段		
	丰水期	平水期	枯水期
最小值	36.5	30.3	33.1
最大值	54.2	59.5	52.5
平均值	49.8	48.2	46.7
标准差	1.73	2.79	3.57



a 丰水期



b 平水期

从表 5.3.3-7、图 5.3.3-15 的结果可看出，整体上宗通卡库区正常运行时水体的平均 TSI 值为 46.7-49.8，属于中营养程度，坝前区域 TSI 值升高至 52.5-59.5，处于轻度富营养程度。

（3） 蓄水前与运行期的水环境对比

宗通卡库区干流河段运行期水质与蓄水前的变化情况见表 5.3.3-8。

表 5.3.3-8　　宗通卡运行期与蓄水前库区水环境变化

水期	指标	浓度范围		浓度
		蓄水前	运行期	标准值
丰水期	As（μg/L）	11.7-17.3	8.7-11.7	50
	Fe（μg/L）	200.3-487.7①	64.8-200.3	300
	COD（mg/L）	10	6.0-10.0	20
	NH_3-N（mg/L）	0.05-0.1	0.06-0.10	1.0
	TN（mg/L）	0.77-0.81	0.80-0.82	1.0
	TP（mg/L）	0.01	0.009-0.012	0.05

续表 5.3.3-8　　宗通卡运行期与蓄水前库区水环境变化

水期	指标	浓度范围		浓度
		蓄水前	运行期	标准值
平水期	As（μg/L）	11.6-13.4	7.9-11.6	50
	Fe（μg/L）	117.1-192.9	74.9-192.9	300
	COD（mg/L）	10	5.9-10.0	20
	NH_3-N（mg/L）	0.05	0.05	1.0
	TN（mg/L）	0.64-0.65	0.64-0.65	1.0
	TP（mg/L）	0.01	0.009-0.011	0.05
枯水期	As（μg/L）	19.4-23.3	11.9-19.4	50
	Fe（μg/L）	455.0-471.1②	147.5-455.0③	300
	COD（mg/L）	10	5.9-9.9	20
	NH_3-N（mg/L）	0.04-0.12	0.05-0.12	1.0
	TN（mg/L）	0.64-0.73	0.64-0.65	1.0
	TP（mg/L）	0.01	0.008-0.011	0.05

备注：①芒达曲汇入口至坝前超标；②库尾至坝前超标；③库尾至坝前 3km 超标。

1） As、Fe 的变化

与蓄水前相比,运行期库区 As 浓度降低,坝前 As 浓度由 13.4-23.3μg/L 降低至 7.9-11.9μg/L，库区干流河段蓄水前和运行期均满足地表水Ⅲ类标准；运行期库区 Fe 浓度降低，坝前 Fe 浓度由 117.1-471.1μg/L 降低至 64.8-147.5μg/L，蓄水前库区部分干流河段超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值，运行期满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值。

2） COD、NH_3-N、TN、TP 的变化

与蓄水前相比，运行期库区 COD 浓度降低，坝前 COD 浓度由 10.0mg/L 降低至 8.1-9.5mg/L;库区 NH_3-N 浓度升高,坝前 NH_3-N 浓度由 0.04-0.05mg/L 上升至 0.053-0.119mg/L；库区 TN 浓度基本不变，坝前 TN 浓度由 0.64-0.77mg/L 略升至 0.65-0.80mg/L；库区 TP 浓度几乎不变，坝前 TP 浓度由 0.01mg/L 变化至 0.012mg/L，库区干流河段 COD、NH_3-N、TP 浓度均满足地表水Ⅱ类标准，TN 浓度满足地表水Ⅲ类标准。

（4） 对取水口水质的影响

经模型结果计算分析，宗通卡水库运行期，坝前右岸取水口处各指标浓度垂向分布见图 5.3.3-16。三个水期 As、Fe 垂向分布由表层至底层呈增加趋势；COD、TN、TP 垂向分布由表层至底层略有减小；NH_3-N 垂向分布均匀。三个水期取水口处 As 的浓度范围为 0.14-3.82μg/L，满足地表水 I 类标准；Fe 的浓度范围为 1.84-84.98μg/L，小于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值；COD 的浓度范围为 9.7-10.0mg/L，满足地表水 I 类标准；NH_3-N 的浓度范围为 0.05-0.12mg/L，满足地表水 I 类标准；TN 的浓度范围为 0.86-0.87mg/L,超过地表水 II 类标准、满足地表水III类标准；TP 的浓度范围为 0.049-0.051mg/L，略微超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

三个水期取水口附近 3km 内水体 As 浓度范围为 0.15-8.71μg/L,均满足地表水 I 类标准；Fe 浓度范围为 0.81-267.7μg/L，小于地表水标准限值；COD 浓度范围为 5.6-10.8 mg/L，均满足地表水 I 类标准；NH_3-N 浓度范围为 0.05-0.13 mg/L，均满足地表水 I 类标准；TN 浓度范围为 0.79-0.89mg/L，均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；由平面分布图可知，取水口处 TP 浓度最高，三个水期取水口附近 6km 内水体 TP 浓度逐渐减小，取水口 3km 内 TP 范围为 0.028-0.050mg/L，均满足地表水III类标准。

5.3.3.3 泉水排放与支沟 As 浓度响应关系的模拟分析

根据 2017 年 10 月宗通卡库区恩达曲、芒达曲地表水采样分析结果，恩达曲 As 污染主要来源于恩达曲温泉和冷泉，芒达曲 As 污染主要来源于芒达曲左、右支沟上的温泉。

本节建立恩达曲和芒达曲 As 迁移扩散模型，通过模拟分析掌握泉水排放与恩达曲、芒达曲 As 浓度的响应关系。

（1） 恩达曲

根据水文水质调查结果，将恩达曲水系概化，见图 5.3.3-17 和表 5.3.3-9。

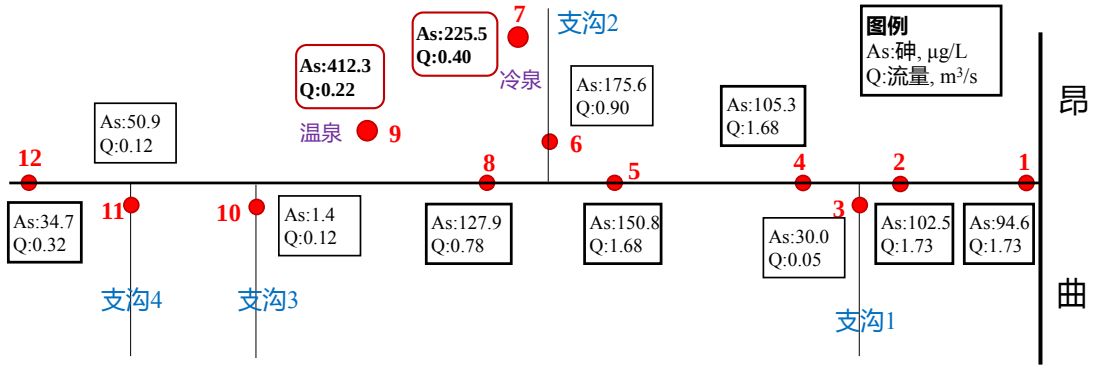


图 5.3.3-17 恩达曲水系概化

表 5.3.3-9 恩达曲水文水质推求结果(2017 年 10 月)

序号	名称	流量	As
		(m^3/s)	(μg/L)
1	恩达曲汇入昂曲前	1.73	94.6
2	支沟 1 汇入口下游	1.73	102.5
3	支沟 1	0.05	30.0
4	支沟 1 汇入口上游	1.68	105.3
5	冷泉汇入恩达曲后	1.68	150.8
6	支沟 2（冷泉下游）	0.90	175.6
7	恩达曲冷泉	0.40	225.5
8	冷泉汇入口上游	0.78	127.9
9	恩达曲焦日卡温泉	0.22	412.3
10	支沟 3	0.12	1.4
11	支沟 4	0.12	50.9
12	恩达曲温泉上游 10km	0.32	34.7

为预测支沟水体 As 的迁移扩散，根据《环境影响评价技术导则—地面水环境》（HJ/T2.3-93），采用沉降作用明显河流持久性污染物的衰减模式计算。

$$c = c_0 e^{\left[-K \frac{x}{86400u}\right]} \tag{5-20}$$

$$c_0 = \left(c_p Q_p + c_h Q_h\right)/\left(Q_p + Q_h\right) \tag{5-21}$$

式中，x 预测点离排放点的距离，m；c 预测点 x 处污染物的浓度，μg/L；c_p 污水中污染物的浓度，μg/L；c_0 初始点污染物的浓度，μg/L；Q_p 污水流量，

m^3/s；c_h河流上游污染物的浓度（本底浓度），μg/L；u 河流横断面平均流速（x 方向），m/s；K污染物沉降系数，1/d。

根据恩达曲沿程河道形态特征，并考虑沿程泉水、次级支沟的汇入，利用上述公式，针对恩达曲分段建立 As 迁移扩散模型，各段的河道特征和沉降系数 K 见表 5.3.3-10。

表 5.3.3-10　　恩达曲分段模型参数

河段	长度（m）	河宽（m）	水深（m）	流速（m/s）	沉降系数（1/d）
12-8 河段	9600	3.54	0.225	0.85	2.42-3.88
8-5 河段	1000	8.55	0.275	0.950	
5-4 河段	4000	8.13	0.375	1.000	
4-2 河段	200	7.00	0.300	1.10	
2-1 河段	3000	6.25	0.350	1.300	

根据分段模型，按照下式计算各类污染源汇集到恩达曲出口的污染物负荷，分析各类污染源对支沟 As 的贡献度，见表 5.3.3-10。

$$C_{泉}Q_{泉} = C_{泉0}Q_{泉}\exp\left(-K_1\frac{x_1}{86400u_1}\right)\exp\left(-K_2\frac{x_2}{86400u_2}\right) \times \exp\left(-K_3\frac{x_3}{86400u_3}\right)\cdots\cdots \quad (5\text{-}22)$$

其中，$C_{泉0}$为泉水初始 As 浓度，μg/L；K_1、K_2、K_3分别为 1、2、3 段模型的衰减沉降系数，1/d；x_1、x_2、x_3、分别为 1、2、3 段的河长，m；u_1、u_2、u_3分别为 1、2、3 段的河段平均流速，m/s。

表 5.3.3-11　　恩达曲各类 As 污染源及其贡献

编号	分类	As 负荷	贡献率
		μg/s	%
1	河道本底值	4.9	3.0%
2	支沟 1	1.4	0.8%
3	支沟 2	43.5	26.6%
4	支沟 3	0.1	0.1%
5	支沟 4	3.2	1.9%
6	温泉	52.7	32.2%
7	冷泉	57.8	35.3%

合计	167.4	163.7

由表可知，恩达曲温泉和冷泉 As 污染负荷分别为 52.7、57.8μg/s，贡献率分别为 32.2、35.3%，总贡献率为 67.5%，说明泉水是恩达曲 As 负荷的主要来源。

为减少恩达曲 As 对库区水质的影响,拟将泉水导排至宗通卡坝址下游。泉水导排后恩达曲出口处 As 浓度按照下式计算:

$$C' = \frac{\left(C_0 Q_0 - C_{泉} Q_{泉}\right)}{\left(Q_0 - Q_{泉}\right)} \qquad (5\text{-}23)$$

其中，C_0、C'分别为泉水导排前后的恩达曲出口断面 As 浓度，μg/L；$C_{泉}$为泉水迁移至恩达曲出口时 As 浓度，μg/L；Q_0、$Q_{泉}$分别为恩达曲出口断面、泉水流量，m^3/s。

利用 2017 年 10 月调查数据，根据公式（5-23）计算得到泉水导排后的恩达曲浓度，见图 5.3.3-18。泉水导排后，恩达曲出口上游 18.3km 范围内 As 浓度由 94.6-150.8μg/L 下降至 8.8-72.6μg/L，下降幅度为 46.9-119.1μg/L，其中恩达曲出口 As 浓度由 94.6μg/L 下降为 47.7μg/L，下降比例为 49.6%。由此可见，泉水导排后恩达曲 As 浓度大幅度下降，出口处 As 浓度满足地表水Ⅲ类标准。

表 5.3.3-12　　泉水导排前后恩达曲水质

序号	名称	导排前	导排后	差值	比例
1	恩达曲汇入昂曲前	94.6	47.7	46.9	49.6%
2	支沟 1 汇入口下游	102.5	51.7	50.8	49.6%
4	支沟 1 汇入口上游	105.3	50.7	54.6	51.9%
5	冷泉汇入恩达曲后	150.8	72.6	78.2	51.9%
8	冷泉汇入口上游	127.9	8.8	119.1	93.1%
12	恩达曲温泉上游 10km	34.7	34.7	0.0	0.0%

（2） 芒达曲

根据水文水质调查结果，将芒达曲水系概化，见图 5.3.3-19 和表 5.3.3-13。

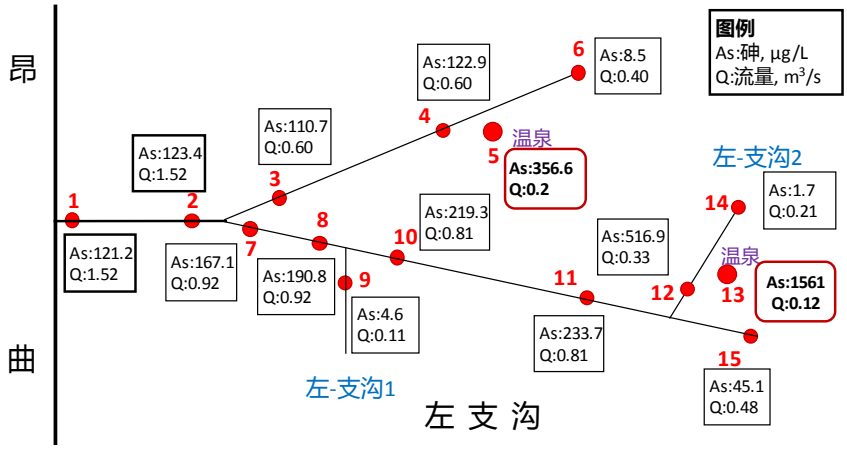


图 5.3.3-19　芒达曲水系概化

表 5.3.3-13　　芒达曲水文水质推求结果

序号	名称	流量（m^3/s）	As（μg/L）	备注
1	芒达曲	1.52	121.2	芒达曲
2	芒达左、右支沟汇入口下游	1.52	123.4	
3	右支沟	0.60	110.7	芒达右支沟
4	右支沟温泉点下游 500m	0.60	122.9	
5	右支沟上、下温泉	0.2	356.6	
6	右支沟次级支沟 1 汇入口下	0.40	8.47	
7	左支沟	0.92	167.1	芒达左支沟
8	左支沟次级支沟 1 汇入口下游	0.92	190.8	
9	左支沟次级支沟 1	0.11	4.63	
10	左支沟次级支沟 1 汇入口上游	0.81	219.3	
11	左支沟次级支沟 2 汇入口下游	0.81	233.7	
12	左支沟次级支沟 2（温泉和支沟汇入下游）	0.33	516.9	
14	左支沟温泉	0.12	1561	
15	左支沟次级支沟 2（温泉上游）	0.21	1.69	
16	左支沟次级支沟 2 汇入口上游	0.48	45.1	

根据芒达曲沿程河道形态特征，并考虑沿程泉水、次级支沟的汇入，利用公式（5-21）及（5-22），针对芒达曲分段建立 As 迁移扩散模型，各段的河道特征和沉降系数 *K*，见表 5.3.3-14。可知，沉降系数 K 大都位于 7.14-10.82/d 区间，说明模型适用性良好。

表 5.3.3-14　　芒达曲分段模型参数

河段	长度（m）	河宽（m）	水深（m）	流速（m/s）	沉降系数（1/d）
14-12 河段	2470	4.6	0.25	0.7	10.32
15-11 河段	3500	7.1	0.27	0.78	10.46
11-10 河段	1000	4.4	0.26	1.3	7.14
10-8 河段	500	4.6	0.22	1.65	10.14

8-7 河段	1600	4.6	0.25	1.45	10.03
6-4 河段	1500	2.5	0.15	1.5	10.02
4-3 河段	1500	2.5	0.16	1.4	9.57
7-2 河段	2000	6.9	0.28	1.3	10.82
2-1 河段	2000	6.2	0.26	1.8	1.16

根据分段模型，按照公式（5-22）计算各类污染源汇集到芒达曲出口的污染物负荷，分析各类污染源对支沟 As 的贡献度，见表 5.3.3-15。

表 5.3.3-15　　芒达曲各类 As 污染源及其贡献

编号	分类	As 负荷	贡献率
		μg/s	%
1	河道本底值	16.9	9.2
2	支沟	0.6	0.3
3	左支沟温泉	113.6	61.7
4	右支沟温泉	53.1	28.8
合计		184.2	100.0

由表可知，芒达曲左温泉和右温泉 As 出露点污染负荷分别为 113.6、53.1μg/s，贡献率分别为 61.7、28.8%，总贡献率为 90.5%，说明泉水是芒达曲 As 负荷的主要来源。

利用 2017 年 10 月调查数据，根据公式（5-23）计算得到泉水导排后的芒达曲浓度，见图 5.3.3-20。泉水导排后，芒达曲左支沟上游 14.3km 范围，As 浓度由 167.1-233.7μg/L 下降至 22.4-31.3μg/L，下降幅度为 144.7-202.4μg/L；右支沟上游 9.5km 范围，As 浓度由 110.7-122.9μg/L 下降至 7.3-8.2μg/L，下降幅度为 103.4-114.7μg/L。其中芒达曲出口 As 浓度由 121.2μg/L 下降为 14.6μg/L，下降比例为 88.0%，满足地表水Ⅲ类标准。

表 5.3.3-16　　泉水导排前后芒达曲水质

序号	名称	导排前	导排后	差值	比例（%）	备注
1	芒达曲	121.2	14.6	106.6	88.0	芒达曲
2	芒达左、右支沟汇入口下游	123.4	14.8	108.6	88.0	

3	右支沟	110.7	7.3	103.4	93.4	芒达右支沟
4	右支沟温泉点下游500m	122.9	8.2	114.7	93.4	
6	右支沟次级支沟1汇入口下	8.47	8.47	0.0	0.0	
7	左支沟	167.1	22.4	144.7	86.6	芒达左支沟
8	左支沟次级支沟1汇入口下游	190.8	25.6	165.2	86.6	
10	左支沟次级支沟1汇入口上游	219.3	29.4	189.9	86.6	
11	左支沟次级支沟2汇入口下游	233.7	31.3	202.4	86.6	
16	左支沟次级支沟2汇入口上游	45.1	45.1	0.0	0.0	

5.3.3.4 泉水导排后库区As浓度变化趋势分析

（1） 泉水导排后恩达曲和芒达曲出口As浓度变化情况

根据2017年10月恩达曲、芒达曲各节点实测砷浓度和流量资料，结合5.3.3.3节分析结果，可知：恩达曲温泉和冷泉As污染负荷总贡献率为67.5%，芒达曲左温泉和右温泉As污染负荷总贡献率为90.5%，说明泉水是恩达曲和芒达曲As负荷的主要来源。

采取泉水导排措施后，恩达曲和芒达曲汇入昂曲沟口砷浓度将大幅下降，根据初步分析，恩达曲沟口砷浓度由导排前实测的 94.6ug/L 降低为47.7ug/L,芒达曲沟口砷浓度由导排前实测的121.2ug/L降低为14.6ug/L，均满足地表水III类水质标准。

（2） 泉水导排后库区As浓度变化趋势分析

泉水导排前，恩达曲沟口砷浓度丰、平、枯水期分别为 103.5ug/L、71.5ug/L和129.1ug/L,芒达曲沟口砷浓度丰、平、枯水期分别为104.5ug/L、80.6ug/L 和 126.9ug/L。

根据 5.3.3.2 节预测分析，在泉水未导排工况下，宗通卡建库后，坝前砷浓度分别由丰水期实测（建库前）的 17.3ug/L 降低为 6.2ug/L，平水期实测（建库前）的 13.44ug/L 降低为 4.4ug/L，枯水期实测（建库前）的23.3ug/L 降低为 4.4ug/L。

采取泉水导排措施后，根据 2017 年 10 月实测资料分析，恩达曲、芒达曲沟口砷浓度将显著降低,均在 50ug/L 以下,满足地表水Ⅲ类水质标准，并可进一步降低坝前砷浓度。

5.3.3.5 枯水期水位消落对水库 As 浓度的影响

宗通卡库区两条支沟（恩达曲和芒达曲）存在 As、Fe 浓度超标，将对库区水质带来安全隐患。其中 As 元素有较强的生理毒性，严重威胁了水源地水质安全，为评估库区 As 污染风险，拟将预测库区水位消落时支沟 As 渗出对库区 As 浓度的影响。

宗通卡水库采取按日调节的运行方式,正常蓄水位 3474m,死水位 3464m。当枯水期入库水量很小时（小于生态基流 16.3m^3/s），水库水位将缓慢下降，可能降至死水位。

随着水库水位的变化，库周土壤与岩石中的 As 将被淋洗入水库，可能对水库水质产生不利影响。当水库蓄至正常蓄水位时，整个库区水位上涨，As 浓度相对较低的库水将进入两岸土壤、岩石裂隙或松散孔隙中，并在淹没浸泡过程中析出土壤和岩石中的 As；当水库降至死水位时，整个库区水位下降,库周土壤和岩石中 As 浓度较高的水体将会渗出,并进入水库水体，对水库的水质产生威胁。

本节首先根据宗通卡库区岩土体分布及其渗透特性等，计算水库由正常蓄水位（3474m）下降至死水位（3464m）时，库周岩土体渗出的水量，并结合恩达曲与芒达曲 As 渗出浓度的概算成果，计算水位消落时库周岩土体 As 的渗出量；利用宗通卡库区三维水环境数学模型，进一步开展水库 As 浓度的模拟计算，分析水位消落时 As 渗出对水库 As 浓度的影响。

（1） 水库蓄水位消落时 As 渗出量的计算

1） 水位消落时库区 As 渗出量的计算方法

根据宗通卡库区 As 浓度监测数据及空间分布规律，分析水位消落时库区 As 主要渗出区域，以此为对象，计算水位消落时库区 As 渗出量。As 渗出量计算公式:

$$m=V\times c \qquad (5-24)$$

其中，m 为 As 渗出量，kg；V 为消落带渗出水量,m^3；c 为渗出水体中 As 浓度,kg/m^3。

2） 水位消落时库区 As 主要渗出区域分析

根据水库调度原则，宗通卡水库的水位消落主要发生在枯水期；同时，根据《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水环境影响评价专题报告》，库区 As 浓度呈现枯水期较高的特征。因此,本节依据 2016 年 3 月宗通卡库区水体、岩石、土壤及沉积物 As 含量监测数据（监测断面位置见图 5.3.3-21），分析 As 的空间分布规律，进一步分析水位消落时库区 As 的主要渗出区域。As 的检测结果如表 5.3.3-17 所示。

表 5.3.3-17　　宗通卡库区 As 含量检测结果汇总表（2016 年 3 月）

断面	采样点名称	水体 As（mg/L）	岩石 As （mg/kg）	土壤 As（mg/kg）	沉积物 As（mg/kg）	备注
D01	宗通卡村上游 20km	0.0194	<25	<40	<40	
D02	芒达曲汇入昂曲上游 1 公里	0.0178	23.7	<40	20.8	
D03	芒达曲	0.1269	5.5	<40	73.8	
D04	芒达曲汇入昂曲下游 1 公里	0.0213	2.8	24.5	<40	
D05	恩达曲汇入昂曲上游 1 公里	0.0183	<25	<40	<40	
D06	恩达曲	0.1291	<25	225.8	119.2	温泉附近
D07	恩达曲汇入昂曲下游 1 公里	0.0255	<25	<40	<40	
D08	宗通卡村	0.0233	<25	<40	<40	

注：As 的Ⅲ类水质标准:0.05g/L；土壤环境质量二级标准：25mg/kg；土壤环境质量三级标准：40mg/kg；西藏土壤背景值：16.8mg/kg

从检测结果来看，芒达曲与恩达曲水体中及沉积物中 As 含量均较高，恩达曲温泉附近土壤 As 含量较高，其余岩石及土壤中 As 含量均较低。因此，宗通卡库区的 As 主要来源于芒达曲及恩达曲，水位消落时库区 As 主

要渗出区域为恩达曲与芒达曲淹没区域，见图 5.3.3-22。

3） As 主要渗出区域的库水入渗厚度计算

库区 As 主要来源于芒达曲和恩达曲，计算范围为两支沟消落带。通过库区消落带附近钻孔资料概化风化层厚度，根据库区压水试验、岩性推算各岩土体等效渗透系数，依据等效渗透系数计算库水渗入岩层厚度。

① 库区岩体风化层厚度

宗通卡库区基岩风化层可以划分为强风化层、弱风化层和微新岩体。坝址区钻孔岩体风化层厚度统计如表 5.3.3-18 所示。

表 5.3.3-18　　钻孔岩体风化层厚度一览表

坝址	部位	孔号	孔口高程（m）	覆盖层厚度（m）	强风化层			弱风化层		
					孔深（m）	厚度（m）	底板高程（m）	孔深（m）	厚度（m）	底板高程（m）
上坝址	左岸	JZK01	3524.71	19	18.9	0	3505.8	22.1	3.2	3502.61
		JZK02	3478.44	**0**	2.6	**2.6**	3475.8	18	**15.4**	3460.44
		JZK03	3431.47	20	20.4	0	3411.1	27	6.6	3404.47
		JZK06	3431.82	24	30	6.1	3401.8	38	8	3393.82
		JZK08	3466.85	**0**	2.6	**2.6**	3464.3	6.3	**3.7**	3460.55
		JZK09	3428.86	13	13	0	3415.9	15.7	2.7	3413.16
		JZK12	3479.27	**6.4**	6.4	**0**	3472.9	19.9	**13.5**	3459.37
		JZK15	3434.35	3.1	4.2	1.1	3430.2	5	0.8	3429.35
		JZK16	3436.14	7.1	9.6	2.5	3426.5	14.1	4.5	3422.04
		JZK17	3448.65	38	41.3	3.2	3407.4	42	0.7	3406.65
		ZK5	3443.69	40	45.6	5.8	3398.1	49.3	3.7	3394.39
	河床及漫滩	JZK04	3414.52	0	0	0	3414.5	6	6	3408.52
		JZK10	3416.47	5	5	0	3411.5	7.9	2.9	3408.57
		JZK14	3413.45	1.1	1.1	0	3412.4	5.5	4.4	3407.95
	右岸	JZK05	3525.4	0	7	7	3518.4	20.8	13.8	3504.6
		JZK07	3457.84	2.2	4.3	2.1	3453.5	18	13.7	3439.84
		JZK11	3457.77	15	19	4.4	3438.8	21	2	3436.77
		JZK13	3434.36	8.5	9.4	0.9	3425	22.3	12.9	3412.06
		ZK4	3450.09	0	1.6	1.6	3448.5	13.7	12.1	3436.39

通过部分钻孔资料概化各风化层平均厚度。从表 5.3.3-17 中选取高程位于 3464-3474m 附近的钻孔，即 JZK02、JZK08 及 JZK12，其中覆盖物（土体）最大厚度为 6.4m，平均厚度为 2.13m，覆盖物之下为强风化层、微风化层及微新岩体，通过钻孔揭露的岩层概算各风化层厚度，其中强风化层平均厚 1.73m，弱风化层平均厚 10.86m。假定 3Lu 线（表征渗透率）为相对隔水层边界线，估算微新层厚度约为 67.08m。

② 库区岩层等效渗透性

据《西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程可行性研究报告》，为查明岩体的透水性，在枢纽区基岩钻孔中进行了压水试验共计 587 段，部分成果统计见表 5.3.3-19。根据钻孔压水试验统计成果，泥岩弱风化带岩体一般呈弱～中等透水性，微新风化带岩体呈微～中等透水性；泥质粉砂岩弱风化

带岩体一般呈弱~中等透水性，少部分呈微透水性，微新风化带岩体一般呈微~弱透水性，少部分呈中等透水性；粉细砂岩弱风化带岩体一般呈弱~中等透水性，少部分呈微透水性，微新风化带岩体一般呈微~中等透水性。总体上基岩的透水性随风化程度的减弱而减小。枢纽区左岸 3Lu 线自地面以下埋深 10.5~81.8m；右岸 3Lu 线自地面以下埋深 8.2~55.6m。

表 5.3.3-19　　枢纽区岩体透水性统计表

坝址	岩石名称	风化状态	试验总段数	岩体透水率分级							
				极微透水		微透水		弱透水		中等透水	
				q<0.1Lu		0.1Lu≤q<1Lu		1Lu≤q<10Lu		10Lu≤q<100Lu	
				段数	百分比（%）	段数	百分比（%）	段数	百分比（%）	段数	百分比（%）
上坝址	泥岩	弱风化	7	0	0	0	0	5	**71**	2	29
		微新	33	0	0	4	12	28	85	1	3
	泥质粉砂岩	弱风化	14	0	0	0	0	9	**64**	5	36
		微新	151	0	0	37	24	105	70	9	6
	粉细砂岩	弱风化	2	0	0	0	0	0	0	2	**100**
		微新	38	0	0	9	24	21	55	8	21

从地层结构上来看，库区地表为第四系全新统（Ⅰ、Ⅱ级阶地、河床漫滩冲积层）砾卵石、卵漂石，其下依次为强风化层、弱风化层、微新层。为了测定岩土体透水性，对土体进行了钻孔注水试验，试验结果表明：第四系土体砾卵石、卵漂石渗透系数建议平均值为 29.38m/d，强风化层最大渗透系数为 17.28m/d。通过岩体透水率计算，弱风化层平均渗透系数值约为 1.08m/d，微新岩层平均渗透系数值约为 0.90m/d。

表 5.3.3-20　　岩层参数统计表

岩层参数	砾石层	强风化层	弱风化层	微新岩层
平均厚度（m）	2.13	1.73	10.86	67.08
平均渗透系数（m/d）	29.38	17.28	1.08	0.9

注：为计算偏不利情况，岩层参数取值较实际值偏大

假定同类风化层各处厚度近似相同，垂直层面方向的等效渗透系数公式为：

$$K_v=\frac{\sum_{i=1}^{n}M_i}{\sum_{i=1}^{n}\frac{M_i}{K_i}} \quad (5\text{-}25)$$

其中，Kv 为垂直层面等效渗透系数；Ki 为 i 层渗透系数；Mi 为 i 层岩层厚度。

根据等效渗透系数公式，计算库区消落带等效渗透系数为 0.96m/d。

③ 库区岩层入渗厚度

为计算水库水位消落时渗出水量，需计算库水入渗至周围岩土体的厚度。库水入渗岩层示意图如图 5.3.3-23 所示。

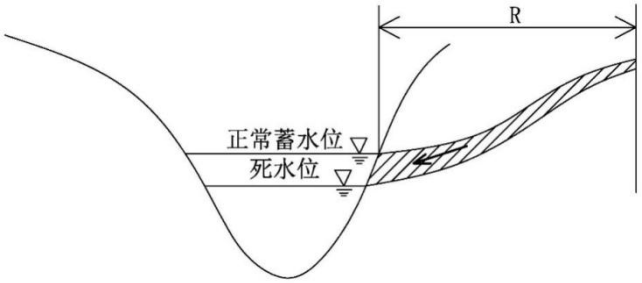


图 5.3.3-23 岩层入渗厚度示意图

水位消落释水问题，可以看作是稳定抽水井问题。稳定抽水井影响半径经验公式为：

$$R=2\Delta H\sqrt{KH} \quad (5\text{-}26)$$

其中，R 为影响半径，m；△H 为降深，m；K 为渗透系数，m/d；H 为相对潜水位，m。

在本计算中，降深△H 为 10m，渗透系数 K 为 0.96m/d，相对潜水位 H 为 10m。根据影响半径经验公式计算出水库水位下降到死水位后，两侧岩土体平均入渗较远距离为 61.97m。计算值大于《西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程可行性研究报告》中给出的右岸 3Lu 最大埋深线 52.1m。按偏不利情况考虑，入渗厚度取 61.97m。

4） 水位消落时库区 As 主要渗出区域的 As 渗出浓度分析

根据 2017 年恩达曲、芒达曲 2 条支沟流量、水质调查数据，泉水是恩达曲、芒达曲 As 负荷的主要来源。其中泉水占恩达曲 As 负荷的 67.5%，占芒达曲 As 负荷的 90.5%，且主要以地下水渗出为主要途径。

按偏不利考虑，采用的支沟泉水的平均浓度作为水位消落时的渗出浓度，即恩达曲的 As 渗出浓度为 291.78μg/L，芒达曲的 As 渗出浓度为 808.25μg/L。

5） 库区岩土体给水度分析

根据不同类型岩土给水度的经验值，结合库区岩土体风化程度、岩性等选取库区给水度。据毛昶熙主编《堤防工程手册》，各岩土体给水度经验值如表 5.3.3-21 所示。

表 5.3.3-21　　各岩土体给水度经验值

岩土类别	渗透系数 K（cm/s）	孔隙率 n	给水度 μ
砾	240	0.371	0.354
粗砾	160	0.431	0.338
砂砾（粗）	0.76	0.327	0.251
砂砾（中）	0.17	0.265	0.182
砂砾（细）	7.2e-2	0.335	0.161
中粗砂	4.8e-2	0.394	0.18
含黏土的砂	1.1e-4	0.397	0.0052
含黏土 1%的砂砾	2.3e-5	0.394	0.0036
含黏土 16%的砂砾	2.5e-6	0.342	0.0021

根据计算出的最大等效渗透系数、岩层风化程度及岩性，结合各岩土体给水度经验值，可以看出等效渗透系数 0.96m/d（即 0.0011cm/s）介于含黏土的砂与中粗砂之间，考虑偏不利情况，拟选取消落带给水度为 0.18。

6） 水位消落时 As 渗出量的计算成果

根据 As 主要渗出区域的库水入渗厚度为 61.97m，通过库区地形数据，利用 ArcGIS 属性分析方法，计算出水位从正常蓄水位下降至死水位，芒达曲和恩达曲释水岩土体面积分别为 68533.4m^2和 128605.6m^2，假设岩土体释

水达到平衡,给水度按0.18计算,则释水量分别为123360.1m³和231490.1m³。

按芒达曲和恩达曲最大概化面源污染浓度808.25μg/L和291.78μg/L来计算消落带最大渗出As的量。其中芒达曲渗出总量为99.71kg，恩达曲最大渗出总量为67.54kg。计算成果如表5.3.3-22所示。

表5.3.3-22　　As渗出量计算成果表

支沟名称	释水面积（m²）	释水高度（m）	给水度	释水量（m³）	As浓度（μg/L）	As渗出量(kg)
芒达曲	68533.4	10	0.18	123360.1	808.25	99.71
恩达曲	128605.6	10	0.18	231490.1	291.78	67.54

（2） 水库蓄水位消落时As渗出对水库As浓度的影响

采用宗通卡库区三维水环境模型，模拟枯水期水位消落前后库区As浓度的空间分布，分析水位消落时As渗出对水库As浓度的影响。

1） 边界条件

根据现场调查可知，库区周边及上游没有工矿企业，也没有其他较大的污染源，各干支流采用现状年来流负荷作为预测水平年来流污染负荷。

模型的边界条件包括干流、支流入库水沙水质条件、坝址出库水位条件。

① 干支流入库水沙水质条件

干流入库条件选择宗通卡库区典型枯水年枯水期水沙数据（数据来源于《西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程可行性研究报告》），枯水期取12和1-3月份平均值。

宗通卡库区入库支流重点考虑芒达曲和恩达曲，流量由面积法推算，含沙量与干流库尾一致。枯水期支流入库水质条件采用2016年3月实测数据。具体见表5.3.3-23。

② 支流As渗出条件

支流As渗出条件包括流量和水质条件，其中流量条件根据释水量与水

位消落时间计算，水质条件取地下水补给浓度的最大值。

当库区水位急剧消落时，方存在地下水的渗出，故以最不利工况推求水位急剧消落时间。枯水期当来水小于生态基流时，水库按来水流量下泄，城镇用水全部由水库补给。按偏不利考虑，假设枯水期来水流量为 0m^3/s，水库按照生态基流与供水流量之和出水，计算水库水位消落至死水位的最短时间。

宗通卡水库正常蓄水位 3474m，死水位 3464m，调节库容 0.4479 亿 m^3，11 月～次年 3 月生态流量为 16.3m^3/s，供水设计流量为 2.954m^3/s。经计算，枯水期水位消落至死水位需要 26.92 天。

根据 2.6 节计算结果，水位消落时芒达曲和恩达曲的释水量分别为 123360.1、231490.1m^3，按 26.92 天计算渗出流量。经计算，水位消落时芒达曲和恩达曲的释水流量分别为 0.0530、0.0995m^3/s。

水位消落时芒达曲和恩达曲地下水渗出浓度分别为 808.25μg/L 和 291.78μg/L。

④ 坝址出库水位条件

坝前控制水位分别选择 3474、3464m 为典型水位，见表 5.3.3-23。

表 5.3.3-23　　宗通卡库区不同水位下 As、Fe 模拟的边界条件设置

边界位置	流量（m^3/s）	泥沙（mg/L）	砷 As（μg/L）	备注
干流-库尾	27.5	73.6	19.44	水位消落前后均添加
支流-芒达曲	0.4	73.6	126.9	
支流-恩达曲	0.5	73.6	129.1	
地下水渗出-芒达曲	0.0530	0	808.25	水位消落至 3464m 后添加
地下水渗出-恩达曲	0.0995	0	291.78	
坝址水位	3474m 下降至 3464m			

2） 模拟结果

模拟宗通卡水库水位消落前后库区 As 浓度的分布，通过平面分布与沿

程变化规律，分析水位消落时 As 渗出对水库 As 浓度的影响。

① 平面分布与沿程变化规律

模拟结果显示,枯水期宗通卡库区干流 As 呈现沿程波动下降的变化规律，见图 5.3.3-24 及 5.3.3-25。其中库尾至恩达曲上游，呈现缓慢下降变化；受高 As 浓度的恩达曲汇入，汇入口下游 As 浓度小幅度上升（恩达曲汇入后 As 浓度分别上升 28、63%），随后恩达曲汇入口至坝前河段，As 浓度沿程较大幅度下降，坝前 As 浓度相对较低，消落前后分别降至 2.80、3.46μg/L。

① 消落前后对比

枯水期宗通卡水库水位消落后，库区 As 浓度较消落之前有一定程度升高，见表 5.3.3-24。支沟汇入口附近升高幅度最大，距离坝址越近升高幅度越小，由 2.80 升高至 3.46μg/L，升高幅度较小。

枯水期宗通卡水库水位消落前后，库区干流水体 As 浓度均满足地表水Ⅲ类标准，芒达曲和恩达曲 As 浓度超过地表水Ⅲ类标准。

表 5.3.3-24　　枯水期宗通卡水库水位消落前后 As 浓度对比（μg/L）

水期	断面或河段	消落前（3474m）		消落后（3464m）		消落前后对比
		预测值	是否超标	预测值	是否超标	（%）
枯水期	干流-库尾	19.4	否	19.4	否	0.0
	干流-芒达曲下游	17.1	否	18.6	否	8.8
	干流-恩达曲下游	14.0	否	19.0	否	35.7
	干流-坝前	4.4	否	6.3	否	43.2
	支流-芒达曲	114.5	是	180.8	是	57.9
	支流-恩达曲	115.8	是	144.6	是	24.9

（3） 小 结

根据枯水期宗通卡库区水样、岩石、土壤及沉积物样品中 As 含量的监测数据，表明库区中 As 来源主要为芒达曲及恩达曲。本研究以芒达曲和恩达曲为水位消落时的 As 主要渗出区域,计算水库水位由正常蓄水位(3474m)消落至死水位（3464m）时 As 的渗出量及对水库 As 浓度的影响。主要结论

如下:

1） 考虑偏不利情况，水库水位由正常蓄水位（3474m）消落至死水位（3464m）时，芒达曲和恩达曲渗出水量分别为 123360.1m^{3}和 231490.1m^3，渗出 As 总量分别为 99.71kg 和 67.54kg。

2） 宗通卡水库 As 浓度的模拟结果显示，水位消落后水库 As 浓度有一定程度升高,升高幅度为 8.8-57.9%,坝前 As 浓度由 4.4 升高至 6.3μg/L。水位消落前后库区干流水体 As 浓度均满足地表水Ⅲ类标准。

5.3.4 运行期坝下水环境影响分析

宗通卡水利枢纽工程建设运行后，一方面水库泄水会影响下游河段水质，另一方面工程供水区域的居民生活和畜禽养殖面源、农田径流（灌溉退水）会使下游河段水体水质发生变化。本节在宗通卡下游水动力数学模型基础上，建立下游水环境数学模型，模拟分析正常运行期水库泄水、居民生活和畜禽养殖面源、农田径流（灌溉退水）对下游河道水环境的影响。模型范围为宗通卡坝址-昌都河段干流，模型中考虑点源和面源污染的汇入影响。

5.3.4.1 污染源预测

宗通卡坝址下游河道污染负荷包含两部分，一是库区下泄水流汇入的污染负荷和沿岸周边支流汇入的污染负荷，另一部分是直接进入河道面源污染负荷，主要包括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等三方面。

（1） 干支流污染源

现状水平年干流污染物浓度采用 2015 年 10 月（平水期）、2016 年 3 月（枯水期）和 2016 年 6 月（丰水期）调查结果。规划水平年干流污染物浓度采用坝址处丰水年丰水期、平水年平水期和枯水年枯水期的污染物模拟

成果，见表 5.3.4-1。

根据现场调查可知，昂曲（坝址-昌都）周边没有工矿企业，也没有其他较大的污染源。根据昌都市总体规划，坝址下游河道周边主要排污乡镇将逐步完善给排水工程。至预测水平年，坝址下游周边支流的来流水质状况不会进一步恶化。为此，本次评价从最不利角度考虑，各支流采用现状年来流浓度作为预测水平年来流污染浓度，见表 5.3.4-1。

表 5.3.4-1　　宗通卡坝址下游干支流污染浓度

水期	流域	年份	COD	NH_3-N	TP	As	Fe
			（mg/L）	（mg/L）	（mg/L）	（μg/L）	（μg/L）
丰水年丰水期	宗通卡坝址	现状（实测）	10.0	0.049	0.01	17.3	487.7
		规划（水库下泄）	9.73	0.058	0.04	3.64	55.2
	格学村支沟	现状/规划	10.0	0.047	0.01	5.0	85.0
	沙贡乡支沟	现状/规划	10.0	0.047	0.01	5.0	85.0
	琼卡村支沟	现状/规划	10.0	0.047	0.01	5.0	85.0
	温达村支沟	现状/规划	10.0	0.050	0.01	10.0	85.0
	雄达村支沟	现状/规划	10.0	0.055	0.01	6.0	70.0
	腰曲	现状/规划	10.0	0.055	0.01	6.0	70.0
	仲瓦村支沟	现状/规划	10.0	0.058	0.01	6.0	40.0
	朗达支沟	现状/规划	10.0	0.044	0.01	8.5	70.0
	谢巴曲	现状/规划	10.0	0.044	0.01	15.8	330.9
平水年平水期	宗通卡坝址	现状（实测）	10.0	0.047	0.01	13.4	117.1
		规划（水库下泄）	9.5	0.051	0.04	2.4	36.5
	格学村支沟	现状/规划	10	0.046	0.01	7.5	120
	沙贡乡支沟	现状/规划	10.0	0.046	0.01	7.5	120.0
	琼卡村支沟	现状/规划	10.0	0.046	0.01	7.5	120.0
	温达村支沟	现状/规划	10.0	0.045	0.01	9.5	90.0
	雄达村支沟	现状/规划	10.0	0.053	0.01	8.0	145.0
	腰曲	现状/规划	10.0	0.053	0.01	8.0	145.0
	仲瓦村支沟	现状/规划	10.0	0.045	0.01	7.0	30.0
	朗达支沟	现状/规划	10.0	0.049	0.01	7.5	135.0
	谢巴曲	现状/规划	10.0	0.049	0.01	33.9	147.5
枯水年枯水期	宗通卡坝址	现状（实测）	10.0	0.039	0.01	23.3	471.1
		规划（水库下泄）	8.9	0.119	0.04	2.8	62.7
	格学村支沟	现状/规划	10.0	0.037	0.01	0.9	110.0
	沙贡乡支沟	现状/规划	10.0	0.037	0.01	1.0	110.0
	琼卡村支沟	现状/规划	10.0	0.037	0.01	1.0	110.0
	温达村支沟	现状/规划	10.0	0.046	0.01	11.0	50.0
	雄达村支沟	现状/规划	10.0	0.041	0.01	72.0	150.0
	腰曲	现状/规划	10.0	0.041	0.01	72.0	150.0
	仲瓦村支沟	现状/规划	10.0	0.037	0.01	63.0	30.0
	朗达支沟	现状/规划	10.0	0.043	0.01	96.0	115.0
	谢巴曲	现状/规划	10.0	0.043	0.01	56.0	331.4

（2） 居民生活和畜禽养殖污染源

工程供水范围为宗通卡坝址以下至昌都市中心城区，主要为沙贡乡和昌都市中心城区提供用水。其中昌都市生活污水排放至澜沧江，因此下游坝址-昌都河段的水环境模拟主要考虑沙贡乡居民生活和畜禽养殖污染汇入。

1） 居民生活、畜禽养殖污染负荷

2015 年，沙贡乡集镇及附近村人口约 800 人，人均养殖 3 头大牲畜、7 头小牲畜，尚无污水处理厂，居民生活与畜禽养殖污染经径流以面源形式汇入坝址下游河道。

根据《可研报告》，沙贡乡、俄洛镇 2030 年需水总量分别为 75.7 万 m^3、912 万 m^3，污水产生量分别约为 1948m^3/d、15614 m^3/d。根据昌都市相关规划，沙贡乡、俄洛镇将分别新建污水处理厂（污水处理站）一座，处理规模分别为 2000m^3/d、16000 m^3/d，污水处理厂执行排放一级标准的 A 标准，污水经处理后排放至昂曲。经计算，现状年和规划水平年居民生活年污染负荷见表 5.3.4-3。

表 5.3.4-2　　宗通卡坝址下游面源污染年负荷计算　　t/a

类别	指标	COD	NH_3-N	TP
居民生活+畜禽养殖污染	规划水平年	328.50	52.56	3.29
农田径流污染负荷	规划水平年	50.48	2.12	4.90

2） 入河浓度计算

根据径流量年内分配过程，对坝址下游居民生活和畜禽养殖面污染源计算结果进行年内过程分配。其中径流量按照面积比法推算，见表 5.3.4-3。污染物入河浓度以月污染物负荷与月径流量相除得到，见表 5.3.4-4。

表 5.3.4-3　　居民生活和畜禽养殖集水区径流计算　　万 m^3

区域	坝址上游集水区（15592km^2）				生活和畜禽集水区（43.54 km^2）			
月份	丰水年	平水年	枯水年	多年平均	丰水年	平水年	枯水年	多年平均
1 月	20.00	35.50	22.80	33.60	0.06	0.10	0.06	0.09
2 月	19.40	36.70	16.90	29.40	0.05	0.10	0.05	0.08
3 月	29.00	39.40	44.20	32.70	0.08	0.11	0.12	0.09
4 月	93.10	50.30	53.50	54.40	0.26	0.14	0.15	0.15
5 月	176.00	113.00	77.70	96.20	0.49	0.32	0.22	0.27
6 月	178.00	275.00	162.00	235.00	0.50	0.77	0.45	0.66
7 月	407.00	292.00	287.00	314.00	1.14	0.82	0.80	0.88
8 月	535.00	229.00	198.00	308.00	1.49	0.64	0.55	0.86
9 月	403.00	259.00	114.00	269.00	1.13	0.72	0.32	0.75
10 月	182.00	147.00	65.90	153.00	0.51	0.41	0.18	0.43
11 月	146.00	80.00	39.90	80.50	0.41	0.22	0.11	0.22
12 月	41.90	57.10	26.20	45.80	0.12	0.16	0.07	0.13
平均	187.00	135.00	92.90	138.00	0.52	0.38	0.26	0.39

表 5.3.4-4　　居民生活和畜禽养殖面源污染入河浓度

阶段	指标	居民生活+畜禽养殖	排放浓度（mg/L）		
		年排放量（t/a）	丰	平	枯
现状水平年（多年平均）	COD	192.01	15.80	15.80	15.80
	NH_3-N	8.38	0.69	0.69	0.69
	TN	9.76	0.80	0.80	0.80
	TP	0.92	0.08	0.08	0.08
规划水平年（丰、平、枯水年）	COD	328.50	50	50	50
	NH_3-N	52.56	8	8	8
	TN	98.55	15	15	15
	TP	3.29	0.5	0.5	0.5

（3） 农田径流污染源

1） 污染负荷预测

规划水平年卡若灌区灌溉面积 1.88 万亩，其中耕园地 1.05 万亩，林草地 0.83 万亩。根据灌区设计，卡若灌区针对昂曲左右岸分别设置供水管道，并按灌区分布设立分水口（右岸用 A 表示，左岸用 B 表示），将灌区划分为 18 个灌片，并根据灌片地形规划退水口，对应的灌区信息如表 5.3.4-5，

灌区分布见图 5.3.4-1。

从灌区地形来看，卡若灌区分两部分，一是分布于昂曲两岸阶地上相对平坦或坡度小于 25 度的区域，简称阶地平坦区；二是供水主管道压力水头覆盖范围内坡度较陡的山坡，简称山坡区。考虑灌区灌水方式、气象特点、土质条件、水文地质条件和排水系统密度等因素，参考国内外有关实验资料，并结合附近灌区实地调查，宗通卡枢纽配套灌区的田间灌溉水入渗率 a 取 0.28。计算各个灌区概化点源的渗漏退水水量，灌区渠系退水和渗漏退水两部分相加得到灌区退水水量，结果见表 5.3.4-5。

表 5.3.4-5　　灌区退水水量计算

灌区	面积（亩）	现状径流量（万 m^3）			灌溉回归水量（万 m^3）		
		丰水期	平水期	枯水期	丰水期	平水期	枯水期
A02	1179.28	3.68	1.25	0.46	2.28	2.35	1.13
A06+A07	958.63	2.99	1.02	0.38	1.71	1.65	0.70
A08	809.2	2.52	0.86	0.32	1.51	1.51	0.69
A09+A10	1219.06	3.80	1.30	0.48	2.23	2.20	0.97
A11	1574.59	4.91	1.68	0.62	3.20	3.39	1.73
A12	481.42	1.50	0.51	0.19	0.87	0.86	0.37
A23+A24	1951.01	6.09	2.08	0.77	3.34	3.13	1.23
A25	704.03	2.20	0.75	0.28	1.14	1.03	0.35
B02	800.74	2.50	0.85	0.31	1.88	1.83	0.91
B03	674.62	2.10	0.72	0.26	1.45	1.36	0.62
B04	897.36	2.80	0.95	0.35	1.51	1.27	0.39
B05+B06	1081.51	3.37	1.15	0.42	2.31	2.16	0.98
B07	619.29	1.93	0.66	0.24	1.14	1.00	0.37
B08	1280.87	4.00	1.36	0.50	2.86	2.72	1.29
B10	1054.21	3.29	1.12	0.41	1.78	1.50	0.46
B11+B13	1473.01	4.60	1.57	0.58	2.68	2.35	0.85
B14	282.2	0.88	0.30	0.11	0.54	0.48	0.19
B22+B23	1757.54	5.48	1.87	0.69	3.03	2.58	0.84

农田径流的水质受到农业生产中施用的农药、化肥量的影响，一般农药施用量较小，所以农田径流水质主要受化肥影响。目前，昌都市正在实施测土配方施肥，该方法通过有效调解作物需肥和土壤供肥之间的矛盾，通常能够优化施肥结构、降低化肥施用量。因此，按照不利原则，假定规划水平年化肥使用量与现状水平年一致。

现状水平年灌区尚未建设，农田径流主要靠降雨产生，因此现状水平年农田径流以农田面积按照面积比法推算；规划水平年灌区建设运行，农田径流按照灌区年内需水定额计算。以月污染物负荷与月径流量相除得到污染物入河浓度，见表 5.3.4-8。

灌溉退水同时会携带 As 元素。根据宗通卡坝址下游灌区土壤 As 浸出实验，雨水或江水冲刷灌区土壤过程中，灌区退水中 As 与土壤中 As 存在吸附-解吸动态平衡过程，在 24h 之前退水中 As 浓度呈增加趋势，在 24h

达到解吸最大值为 3.34μg/L，此时退水中浓度为 11.04μg/L，按照偏不利原则考虑，以 11.04μg/L 作为灌区退水 As 浓度，见表 5.3.4-6。

表 5.3.4-6　　卡若灌区各个点源农田径流水质浓度　　mg/L

指标	COD（mg/L）		NH_3-N（mg/L）		TP（mg/L）		As（μg/L）
编号	现状	规划	现状	规划	现状	规划	现状/规划
A02	10.21	9.55	0.43	0.40	0.99	0.93	11.04
A06+A07	7.78	8.40	0.33	0.35	0.76	0.82	11.04
A08	9.04	9.04	0.38	0.38	0.88	0.88	11.04
A09+A10	8.49	8.77	0.36	0.37	0.82	0.85	11.04
A11	11.69	10.12	0.49	0.42	1.14	0.98	11.04
A12	8.26	8.65	0.35	0.36	0.80	0.84	11.04
A23+A24	6.69	7.76	0.28	0.33	0.65	0.75	11.04
A25	5.33	6.81	0.22	0.29	0.52	0.66	11.04
B02	12.60	10.00	0.53	0.42	1.22	0.97	11.04
B03	10.23	9.20	0.43	0.39	0.99	0.89	11.04
B04	4.77	6.20	0.20	0.26	0.46	0.60	11.04
B05+B06	10.05	9.13	0.42	0.38	0.98	0.89	11.04
B07	6.56	7.44	0.28	0.31	0.64	0.72	11.04
B08	11.19	9.55	0.47	0.40	1.09	0.93	11.04
B10	4.87	6.28	0.20	0.26	0.47	0.61	11.04
B11+B13	6.40	7.35	0.27	0.31	0.62	0.71	11.04
B14	7.45	7.95	0.31	0.07	0.72	0.77	11.04
B22+B23	5.30	6.60	0.22	0.30	0.51	0.64	11.04

（4）坝址下游污染源对比

宗通卡坝址下游干流河段成库前后污染负荷的变化情况见表 5.3.4-7。

表 5.3.4-7　　宗通卡坝址下游面源污染年负荷计算　　t/a

类别	指标	COD	NH3-N	TP
居民生活+畜禽养殖污染	现状	190.87	6.59	1.40
	规划	328.50	52.56	3.29
	新增	137.63	45.97	1.89
农田径流污染负荷	现状	50.1	2.1	4.86
	规划	50.48	2.12	4.9
	新增	0.38	0.02	0.04

成库之后，受宗通卡水库供水影响，沙贡乡、俄洛镇生产生活污水及卡若灌区退水均排入坝址下游河道，导致坝址下游河道污染物负荷增加。

由于灌区化肥施用变化较小，成库前后入河污染负荷变化不大；受人

口、畜禽增长影响，居民生活与畜禽养殖污水负荷 COD、NH_3-N、TP 分别增长 137.63、45.97、1.89t/a。

5.3.4.2 坝址下游水质模拟率定验证

宗通卡水利枢纽坝下河道水质主要受坝址下泄水、居民生活和畜禽养殖面源、农田径流影响。利用与库区水环境模型相同的模型机理，建立下游河道水环境数学模型，分别利用宗通卡坝址-昌都河段丰水期（2016 年 6 月）、平水期（2015 年 10 月）和枯水期（2015 年 2 月）的水沙水质数据，对天然河道的水质进行率定与验证。

（1） 模型率定

利用宗通卡坝址-昌都河段 2015 年 10 月的水位、流量、含沙量、水质实测数据，对宗通卡坝址-昌都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，下游边界条件为昌都水位。其中，入河水沙条件与坝下河段水沙模型一致，干支流水质边界条件见表 5.3.4-1，面源水质边界条件见表 5.3.4-4 和 5.3.4-8。

2） 参数率定

下游河道水环境数学模型率定的参数包括 COD 综合衰减系数、NH_3-N 综合衰减系数、TN 综合衰减系数、TP 综合衰减系数、As 分配系数和 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。率定标准为水质相对误差小于 40%。

参数率定结果为：COD 综合衰减系数 0.021/d、NH_3-N 综合衰减系数 0.031/d、TP 综合衰减系数 0.032/d、As 分配系数 0.02L/mg、Fe 分配系数 5.0L/mg。

3） 率定结果

采用率定的参数，模拟计算河段的 As、Fe、COD、NH3-N、TP 的含量。将模拟值与实测值对比，如表 5.3.4-8 所示，各水质参数相对误差在 35%以内。

表 5.3.4-8　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（μg/L）	模拟值（μg/L）	绝对误差（μg/L）	相对误差（%）
As	宗通卡坝址	13.4	13.4	0	0.0
	加林村下游	33.9	22.2	-11.7	-34.5
Fe	宗通卡坝址	117.1	117.1	0	0.0
	加林村下游	147.5	105.7	-41.8	-28.3
COD	宗通卡坝址	10	10	0	0.0
	加林村下游	10	9.95	-0.05	-0.5
NH_3-N	宗通卡坝址	0.0470	0.0470	0	0.0
	加林村下游	0.0490	0.0485	-0.0005	-1.0
TN	宗通卡坝址	0.64	0.64	0	0.0
	加林村下游	0.65	0.64	-0.003	-0.5
TP	宗通卡坝址	0.01	0.01	0	0.0
	加林村下游	0.01	0.011	0.001	10.0

（2） 模型验证

利用宗通卡坝址-昌都河段 2016 年 6 月和 2015 年 2 月的水位、流量、含沙量、水质实测数据，对宗通卡坝址-昌都河段水质模型进行验证。

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，下游边界条件为昌都水位。其中，入河水沙条件与坝下河段水沙模型一致，干支流水质边界条件见表 5.3.4-1，面源水质边界条件见表 5.3.4-4 和 5.3.4-8。

表 5.3.4-9　宗通卡坝址-昌都河段 As 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	绝对误差	相对误差（%）
As（μg/L）	枯水期	宗通卡坝址	23.3	23.1	-0.2	-0.9
		加林村下游	23.0	15.5	-7.5	-32.6
	丰水期	宗通卡坝址	17.3	17.3	0	0.0
		加林村下游	15.8	14.7	-1.1	-7.0

续表 5.3.4-9　宗通卡坝址-昌都河段 As 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	绝对误差	相对误差（%）
Fe（μg/L）	枯水期	宗通卡坝址	471.1	471.0	-0.1	0.0
		加林村下游	331.4	287.5	-43.9	-13.2
	丰水期	宗通卡坝址	487.7	487.5	-0.2	0.0
		加林村下游	330.9	369.5	38.6	11.7
COD（mg/L）	枯水期	宗通卡坝址	10.0	10.0	0	0.0
		加林村下游	10.0	9.9	-0.1	-1.0
	丰水期	宗通卡坝址	10.0	10.0	0	0.0
		加林村下游	10.0	10.0	0	0.0
NH_3-N（mg/L）	枯水期	宗通卡坝址	0.039	0.039	0	0.0
		加林村下游	0.043	0.046	0.003	7.0
	丰水期	宗通卡坝址	0.049	0.049	0	0.0
		加林村下游	0.044	0.052	0.008	18.2
TN（mg/L）	枯水期	宗通卡坝址	0.73	0.73	0	0.0
		加林村下游	0.64	0.73	0.09	14.1
	丰水期	宗通卡坝址	0.77	0.77	0	0.0
		加林村下游	0.81	0.78	-0.03	-3.7
TP（mg/L）	枯水期	宗通卡坝址	0.01	0.01	0	0.0
		加林村下游	0.01	0.01	0	0.0
	丰水期	宗通卡坝址	0.01	0.01	0	0.0
		加林村下游	0.01	0.012	0.002	20.0

2）验证结果

利用已经率定的参数，模拟计算验证期河段的 As、Fe、COD、NH_3-N、TN、TP 的含量，并与实测值对比，如表 5.3.4-9 所示，结果表明验证期各水质参数模拟值和实测值较接近，其中 As 和 Fe 相对误差小于 35%，COD、NH_3-N、TN、TP 相对误差小于 20%，说明模型精度较高，可较好地模拟宗通卡坝址-昌都河段水环境演变规律。

5.3.4.3　成库后泉水未导排时坝址下游水质模拟

（1）　边界条件

宗通卡水库建成蓄水后，将影响坝址下游河道污染物的迁移转化过程。

本节通过坝址下游水环境数学模型，模拟并评估水库蓄水（不考虑泉水导排）对下游水质的影响。

根据水库调度运行规则，选择丰平枯水期典型流量下泄时，计算坝址下游消力池末端流速，见表 5.3.4-10。由表可知，典型流量下泄时，消力池末端流速为 0.502-1.67m/s，与河道现状流速范围一致。坝址下游河道河床由沙卵石块组成，比较稳定。因此可推断坝址下泄水流不会引起泥沙再悬浮，不存在 As 再释放问题。

表 5.3.4-10　　典型流量下泄时消力池末端流速

指标	单位	丰水期	平水期	枯水期
下泄流量	m^3/s	380.8	97.6	27.5
溢洪道流量	m^3/s	174.0	0.0	0.0
厂房流量	m^3/s	206.8	97.6	27.5
消力池末端流速	m/s	1.67	1.055	0.502

模型的边界条件包括：①运行期坝址下泄；②坝下九条支沟汇入；③沿岸灌区退水；④沙贡乡、俄洛镇污水处理厂排放。干支流入河条件、污水处理厂入河条件、灌溉退水的入河条件分别见表 5.3.4-11、表 5.3.4-12 和表 5.3.4-13。

表 5.3.4-11　　宗通卡坝址-昌都河段干支流边界条件

水期	流域	流量	含沙量	COD	NH_3-N	TP	As	Fe
		（m^3/s）	（mg/L）	（mg/L）	（mg/L）	（mg/L）	（μg/L）	（μg/L）
丰水年-丰水期	宗通卡坝址	380.75	204.2	9.73	0.051	0.012	3.1	41.0
	格学村支沟	1.43	983.6	10.0	0.047	0.01	5.0	85.0
	沙贡乡支沟	0.55	983.6	10.0	0.047	0.01	5.0	85.0
	琼卡村支沟	1.13	983.6	10.0	0.047	0.01	5.0	85.0
	温达村支沟	1.10	983.6	10	0.050	0.01	10.0	85.0
	雄达村支沟	2.52	983.6	10.0	0.055	0.01	6.0	70.0
	腰曲	2.74	983.6	10.0	0.055	0.01	6.0	70.0

续表 5.3.4-11　　宗通卡坝址-昌都河段干支流边界条件

水期	流域	流量	含沙量	COD	NH_3-N	TP	As	Fe
		(m^3/s)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(μg/L)
丰水年-丰水期	仲瓦村支沟	0.75	983.6	10.0	0.058	0.01	6.0	40.0
	朗达支沟	4.78	983.6	10.0	0.044	0.01	8.5	70.0
	谢巴曲	3.39	983.6	10.0	0.044	0.01	15.8	330.9
平水年-平水期	宗通卡坝址	97.58	46.5	9.50	0.051	0.011	2.6	37.45
	格学村支沟	0.37	242.3	10.0	0.046	0.010	7.5	120.0
	沙贡乡支沟	0.14	242.3	10.0	0.046	0.010	7.5	120.0
	琼卡村支沟	0.29	242.3	10.0	0.046	0.010	7.5	120.0
	温达村支沟	0.28	242.3	10.0	0.045	0.01	9.5	90.0
	雄达村支沟	0.65	242.3	10.0	0.053	0.010	8.0	145.0
	腰曲	0.70	242.3	10.0	0.053	0.010	8.0	145.0
	仲瓦村支沟	0.19	242.3	10.0	0.045	0.010	7.0	30.0
	朗达支沟	1.22	242.3	10.0	0.049	0.010	7.5	135.0
	谢巴曲	0.87	242.3	10.0	0.049	0.010	33.9	147.5
枯水年-枯水期	宗通卡坝址	27.53	10.2	8.97	0.119	0.011	2.8	63.0
	格学村支沟	0.10	73.6	10.0	0.037	0.010	0.9	110.0
	沙贡乡支沟	0.04	73.6	10.0	0.037	0.010	1.0	110.0
	琼卡村支沟	0.08	73.6	10.0	0.037	0.010	1.0	110.0
	温达村支沟	0.08	73.6	10.0	0.046	0.01	11.0	50.0
	雄达村支沟	0.18	73.6	10.0	0.041	0.010	72.0	150.0
	腰曲	0.20	73.6	10.0	0.041	0.010	72.0	150.0
	仲瓦村支沟	0.05	73.6	10.0	0.037	0.010	63.0	30.0
	朗达支沟	0.35	73.6	10.0	0.043	0.010	96.0	115.0
	谢巴曲	0.24	73.6	10.0	0.043	0.010	56.0	331.4

表 5.3.4-12　　宗通卡坝址-昌都河段生活和畜禽养殖污水边界条件

阶段	流量 (m^3/s)	含沙量 (mg/L)	COD (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	TP (mg/L)
丰水期	1.06	983.60	41.06	1.39	0.30
平水期	0.27	242.30	56.88	1.93	0.42
枯水期	0.08	73.60	82.65	2.80	0.60

表 5.3.4-13　　宗通卡坝址-昌都河段灌溉退水边界条件

灌区	流量（m^3/s）			含沙量（mg/L）			COD	NH_3-N	TP
	丰-丰	平-平	枯-枯	丰-丰	平-平	枯-枯	（mg/L）	（mg/L）	（mg/L）
灌区 1	0.009	0.009	0.004	983.6	242.3	73.6	9.55	0.40	0.93
灌区 2	0.007	0.006	0.003	983.6	242.3	73.6	8.40	0.35	0.82
灌区 3	0.006	0.006	0.003	983.6	242.3	73.6	9.04	0.38	0.88
灌区 4	0.009	0.008	0.004	983.6	242.3	73.6	8.77	0.37	0.85
灌区 5	0.012	0.013	0.007	983.6	242.3	73.6	10.12	0.42	0.98
灌区 6	0.003	0.003	0.001	983.6	242.3	73.6	8.65	0.36	0.84
灌区 7	0.013	0.012	0.005	983.6	242.3	73.6	7.76	0.33	0.75
灌区 8	0.004	0.004	0.001	983.6	242.3	73.6	6.81	0.29	0.66
灌区 9	0.007	0.007	0.004	983.6	242.3	73.6	10.00	0.42	0.97
灌区 10	0.006	0.005	0.002	983.6	242.3	73.6	9.20	0.39	0.89
灌区 11	0.006	0.005	0.001	983.6	242.3	73.6	6.20	0.26	0.60
灌区 12	0.009	0.008	0.004	983.6	242.3	73.6	9.13	0.38	0.89
灌区 13	0.004	0.004	0.001	983.6	242.3	73.6	7.44	0.31	0.72
灌区 14	0.011	0.010	0.005	983.6	242.3	73.6	9.55	0.40	0.93
灌区 15	0.007	0.006	0.002	983.6	242.3	73.6	6.28	0.26	0.61
灌区 16	0.010	0.009	0.003	983.6	242.3	73.6	7.35	0.31	0.71
灌区 17	0.002	0.002	0.001	983.6	242.3	73.6	7.95	0.07	0.77
灌区 18	0.012	0.010	0.003	983.6	242.3	73.6	6.60	0.30	0.64

（2） 模拟结果

1） 各指标丰平枯水期变化规律

模拟结果显示，规划水平年，坝址下游河道 As、Fe 浓度整体枯水期高于丰水期和平水期，主要与上游和支沟来水流量及 As、Fe 浓度季节变化相关；COD、TP 浓度整体相差不大；NH_3-N 浓度整体呈现枯水期高于丰水期和平水期的规律，主要与上游和支沟来水流量及污染物浓度季节变化相关。各指标丰平枯水期沿程变化详见见图 5.3.4-5～5.3.4-8。

2） 各指标平面分布及沿程变化规律

① As

模拟结果显示，丰、平两个水期，宗通卡坝址-昌都河段 As 浓度沿程

变化不大。坝址处 As 浓度分别为 3.1 μg/L、2.6μg/L，昌都处为 3.0 μg/L、2.2 μg/L，变化很小。枯水期，宗通卡坝址-昌都河段 As 浓度沿程波动较大，坝址处 As 浓度为 2.9μg/L，昌都处增加为 40.9μg/L；主要受昌都上游 30km 内的朗达支沟、谢巴曲等 As 浓度较大的支沟汇入，干流 As 浓度陡升，坝址下游 45.5km-56.0km 河段内 As 超过地表水Ⅲ类标准。

② Fe

模拟结果显示，宗通卡坝址-昌都河段 Fe 呈现沿程波动下降的变化规律。丰、平、枯三个水期，Fe 浓度分别由坝址处的 41.0 μg/L、37.5 μg/L、63.0μg/L 下降至昌都的 39.5 μg/L、26.0 μg/L、4.4μg/L，下降幅度分别为 3.7%、30.7%、93.0%。

① COD

模拟结果显示，宗通卡坝址-昌都河段 COD 沿程总体变化不大。丰、平、枯三个水期，坝址处 COD 浓度为 9.73 mg/L、9.50 mg/L、8.97mg/L，昌都处为 10.0 mg/L、9.91 mg/L、9.59mg/L，基本上没有变化。

④ NH_3-N

模拟结果显示，宗通卡坝址-昌都河段沿程 NH_3-N 浓度总体变化不大。丰、平、枯三个水期，坝址处 NH_3-N 浓度为 0.058 mg/L、0.051 mg/L、0.119mg/L，昌都处为 0.071 mg/L、0.071 mg/L、0.144mg/L，变化很小。

⑤TP

模拟结果显示，宗通卡坝址-昌都河段 TP 沿程无明显变化，见图 5.3.4-2～5.3.4-5。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，昌都 TP 浓度分别为 0.013 mg/L、0.015mg/L、0.018mg/L，TP 浓度总体变化很小。

5.3.4.4 成库后泉水导排下坝址下游规划水平年砷模拟

宗通卡库区两条支沟（恩达曲和芒达曲）存在 As、Fe 浓度超标，将对库区水质带来安全隐患。其中 As 元素有较强的生理毒性，严重威胁了水源地水质安全，为消除库区 As 污染风险，拟将库区支沟上的泉水直接引至坝址下游河道。本节通过坝址下游水环境数学模型，模拟并评估宗通卡蓄水后泉水导排至坝址下游河道，对下游河道 As 浓度的影响。根据 5.3.4.2 节模拟结果，枯水期坝址下游 As 浓度超标且流量较小，按偏不利原则考虑，模拟枯水期泉水导排对坝址下游河道 As 的影响。

（1） 边界条件

根据 3.5 节库区支沟水质调查，恩达曲和芒达曲上游的泉水基本信息见表 5.3.4-15。将泉水经处理至 50μg/L 后导排至坝址下游，坝址下游河道的 As 导排边界包括：①运行期坝址下泄；②坝下九条支沟汇入；③沿岸灌区退水；④芒达曲、恩达曲泉水导排。模型的其他干支流入河水沙水质条件、下游出口水位条件与 5.3.4.3 节一致。模型的边界条件见表 5.3.4-16。

表 5.3.4-15　　库区集水区域内泉水基本信息

编号	分布位置	流量（m^3/s）	As 浓度（μg/L）	
			导排前	导排后
W1	库区右岸支流恩达曲主沟内	0.22	412.3	50
W2	库区右岸支流恩达曲内	0.40	225.5	
W3	库区左岸支沟芒达右支沟	0.029（上出露点）	397.4（上出露点）	
		0.171（下出露点）	349.8（下出露点）	
W4	库区左岸支沟芒达左支沟	0.12	1561	
合计		0.94	467.6（平均值）	

表 5.3.4-16　　宗通卡坝址-昌都河段干支流边界条件

水期	边界	流量	含沙量	As
		（m^3/s）	（mg/L）	（μg/L）
枯水期	宗通卡坝址	27.53	10.2	2.8
	泉水导排	0.94	0.0	50
	格学村支沟	0.10	73.6	0.9
	沙贡乡支沟	0.04	73.6	1.0
	琼卡村支沟	0.08	73.6	1.0
	温达村支沟	0.08	73.6	11.0
	雄达村支沟	0.18	73.6	72.0
	腰曲	0.20	73.6	72.0
	仲瓦村支沟	0.05	73.6	63.0

	朗达支沟	0.35	73.6	96.0
	谢巴曲	0.24	73.6	56.0

（2） 模拟结果

枯水期宗通卡坝址-昌都河段 As 浓度沿程呈现先升高后下降的规律，见图 5.3.4-6～5.3.4-7。坝址处 As 浓度为 2.90μg/L，泉水导排后浓度升高至 2.95μg/L，随后缓慢下降，坝址下游 33km 至昌都段的朗达支沟、谢巴曲等 As 浓度较大的支沟汇入，干流 As 浓度陡升，坝址下游 45.5km-56.0km 河段内 As 超过地表水Ⅲ类标准。枯水期坝址处 As 浓度为 2.95μg/L，昌都处为 41.2μg/L，波动较大，下游河道平均 As 浓度为 19.8μg/L，相比泉水未导排时平均 As 浓度增加 0.4μg/L，坝址下游 As 超标范围与未导排时几乎一致，昌都水电站断面水质仍满足地表水Ⅲ类标准要求。

表 5.3.4-17　　泉水导排前后坝址下游河道 As 对比

水期	枯水期	
情景	浓度范围（μg/L）	超标范围
泉水未导排	2.42-53.86	坝址下游 45.5km-56.0km
泉水导排	2.51-54.78	坝址下游 45.5km-56.0km

5.3.4.5 典型洪水下泄水环境影响分析

利用下游河道水环境数学模型，根据解析实验确定 As 和 Fe 入河浓度，模拟典型洪水下泄时，高含沙水流对水库下游河道 As、Fe 浓度的影响。

根据《可研报告》，宗通卡水利枢纽泄水建筑物由溢洪道和泄洪洞组成，因泄洪洞兼做施工期的导流洞，其出口高程偏低，永久运行期闸门工作水头达 64m，故应尽量减少泄洪洞闸门局部开启运行方式。因此，拟定来量小于 1480m^3/s（10 年一遇洪水）下采用溢洪道控泄；来量大于 1480m^3/s 时，采用溢洪道和泄洪洞联合泄洪。

本节选取 100 年一遇洪水为典型洪水，此时进口高程较低的泄洪洞开启，泄洪时会携带大量泥沙及其携带的 As、Fe 进入下游河道，对下游水体

河道 As、Fe 浓度产生一定影响。

（1） 入河流量

根据《可研报告》，泄洪建筑物泄流能力见表 5.3.4-17。水库水位 3474m 时遭遇 100 年一遇洪水洪峰流量 2300m^3/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 482m^3/s、溢洪道下泄流量为 1798m^3/s。当上游遭遇洪水时，下游河道亦遭遇洪水，按照面积指数法推求下游集水区域内各个支流的洪峰流量，见表 5.3.4-18。

表 5.3.4-17　　宗通卡水利枢纽泄洪建筑物泄流能力

上游水位	m	3476	3475	3474	3472	3470	3468	3466	3464
溢洪道泄流量 Q1	m^3/s	2280	2028	1798	1334	920	581	307	109
泄洪洞泄流量 Q2	m^3/s	494	488	482	470	457	444	430	417

表 5.3.4-18　　宗通卡坝址下游河道主要参数

流域	流域面积（km^2）	洪峰流量（m^3/s）	含沙量（mg/L）			As 和 Fe（μg/L）	
			1 倍	5 倍	10 倍	As	Fe
宗通卡坝址	15592.0	2300.0	1990.5	9952.7	19905.3	17.8	323.7
格学村支沟	58.7	55.6	1990.5	9952.7	19905.3	5.0	85.0
沙贡乡支沟	22.7	21.5	1990.5	9952.7	19905.3	5.0	85.0
琼卡村支沟	46.3	47.5	1990.5	9952.7	19905.3	5.0	85.0
温达村支沟	45.1	46.7	1990.5	9952.7	19905.3	10.0	85.0
雄达村支沟	103.4	81.2	1990.5	9952.7	19905.3	6.0	70.0
腰曲	112.4	85.8	1990.5	9952.7	19905.3	6.0	70.0
仲瓦村支沟	30.8	36.2	1990.5	9952.7	19905.3	6.0	40.0
朗达支沟	195.6	124.2	1990.5	9952.7	19905.3	8.5	70.0

（2） 入河含沙量

按不利原则设置，水库泄洪洞下泄 100 年一遇洪水的排沙比为 100%。由于缺乏洪水过程中的含沙量数据，利用坝址处历史多年月平均输沙量数据（来源于《可研报告》）推算最大月平均含沙量，按照最大月平均含沙量的 1、5 和 10 倍设置洪峰含沙量，见表 5.3.4-21。

支流流域与宗通卡水库流域地形地貌一致、植被覆盖相似，具有同等

级的土壤侵蚀，因此利用宗通卡库尾含沙量过程代表九条支流的含沙量。

（3） 入河 As、Fe 浓度

大洪水期，泄洪洞排水排沙时，下泄水流流速较快，泥沙紊动作用增强，库区水体 As 和 Fe 浓度一定程度上受泥沙中 As 和 Fe 的解吸影响。为确定泥沙受扰动作用下的 As 和 Fe 解吸情况，以坝址处泥沙为对象，开展泥沙中 As 和 Fe 的解吸实验，掌握泥沙中 As 和 Fe 的解吸量。

1） 试验条件

根据 2015 年 10 月、2016 年 3 月岩石、土壤、沉积物采样分析结果，选择 2016 年 3 月采集的污染物含量较低的宗通卡村沉积物（As 含量为 19.99mg/kg，Fe 含量为 20292.5mg/kg）作为研究对象。考虑到成库后坝前泥沙因吸附一定量 As 元素，金属含量会升高，因此将宗通卡村沉积物置于高浓度 As 溶液中，使其达到吸附容量，模拟高含量 As 沉积物（As 含量 70mg/kg，Fe 含量为 20292.5mg/kg）在水流扰动下的解吸过程。

试验基本条件为汛期水温（约 25℃），江水 pH（约 8.26），泥沙粒径为坝址处泥沙颗粒级配，试验控制条件为泥沙初始吸附量（高、低两组）、泥沙含沙量（大、小两组）。

2） 实验方法

将泥沙样品风干和磨碎,过 100 目筛,分别称取一系列 1.0000g、2.000g 泥沙样品至 1L 具塞广口瓶内，加入江水，盖紧瓶盖后固定水浴恒温振荡器上，转速设为 150±10r/min，温度设置成 25℃，溶液 pH 用氢氧化钠和盐酸调节，振荡 48h 后，离心取上清液。消解上清液，过滤后用 ICP-MS 测定解吸的 As 和 Fe 的总浓度（溶解态和悬浮颗粒态之和）。试验工况如表 5.3.4-19 所示。

表 5.3.4-19　　解吸试验工况

编号	含沙量（mg/L）	溶剂As和Fe含量（μg/L）	泥沙中As和Fe含量（mg/kg）	其他条件
1	1000	江水（As：<0.2；Fe：8.6）	底质①（As：20；Fe：20292）	水温25℃、pH8.6，转速150r/min
2	1000	江水（As：<0.2；Fe：8.6）	底质②（As：70；Fe：20292）	
3	2000	江水（As：<0.2；Fe：8.6）	底质①（As：20；Fe：20292）	
4	2000	江水（As：<0.2；Fe：8.6）	底质②（As：70；Fe：20292）	
5	2000	江水（As：3.51；Fe：233.8）	底质①（As：20；Fe：20292）	

3） 实验结果

采用不同的底质（第①组底质As含量20mg/kg、Fe含量20292mg/kg、第②组底质As含量70mg/kg、Fe含量20292mg/kg），以及不同含沙量（1000mg/L和2000mg/L）作为初始条件，Fe和As的解吸实验结果见表5.3.4-20及表5.3.4-21。从表中可看出，含沙量为1000mg/L和底质①组（编号3）的As解吸量最高，为7.45mg/kg，江水中的As浓度由初始的未检出变成解吸后的7.45μg/L；含沙量为2000mg/L编号5底质的Fe的解吸量最高，为129.4mg/kg，江水中的Fe由初始浓度233.8μg/L变成解吸后的492.7μg/L。

表5.3.4-20　　As解吸实验结果

编号	实验条件	As				
		解吸前		解吸后		
		泥沙初始含量（mg/kg）	水体初始浓度（μg/L）	水中总浓度（μg/L）	泥沙吸附量（mg/kg）	泥沙解吸量（mg/kg）
1	2000mg/L底质①+江水	20	<0.2	7.56	16.22	3.78
2	2000mg/L底质②+江水	70	<0.2	9.17	65.42	4.59
3	1000mg/L底质①+江水	20	<0.2	7.45	12.55	7.45
4	1000mg/L底质②+江水	70	<0.2	7.91	62.09	7.91
5	2000mg/L底质①+江水	20	3.51	6.13	18.69	1.31

表5.3.4-21　　Fe解吸实验结果

编号	实验条件	Fe				
		解吸前		解吸后		
		泥沙初始含量（mg/kg）	水体初始浓度（μg/L）	水中总浓度（μg/L）	泥沙吸附量（mg/kg）	泥沙解吸量（mg/kg）
1	2000mg/L底质①+江水	20847	8.6	36.2	20833.2	13.8
3	1000mg/L底质①+江水	20847	8.6	25.3	20830.3	16.7
5	2000mg/L底质①+江水	20847	233.8	492.7	20717.6	129.4

4） As、Fe 入河量分析

当水库发生大洪水时，入库泥沙含量较大（坝前库底含沙量1990.5mg/L），以 2000mg/L 江水解吸实验结果分析 As、Fe 入河浓度。

① As 入河量分析

根据宗通卡库区模拟结果，丰水期坝前河床泥沙 As 含量 40.7mg/kg，下泄泥沙 As 的解吸量处于底质①和底质②解吸量之间。含沙量 2000mg/L 江水解吸实验中 As 的最大解吸量为 4.59 mg/kg，因此按偏不利原则，取 4.59mg/kg 作为大洪水期泥沙中 As 的解吸量。丰水期坝前水体 As 浓度 8.70μg/L,则水库下泄 As 浓度为 8.70μg/L +4.59 mg/kg×2g/L =17.87μg/L。

② Fe 入河量分析

根据宗通卡库区模拟结果,丰水期坝前河床泥沙Fe含量21051.6mg/kg，因此按偏不利原则，取 129.44mg/kg 作为大洪水期泥沙中 Fe 的解吸量。丰水期坝前水体 Fe 浓度 64.8μg/L，则水库下泄 Fe 浓度为 64.8μg/L+129.44mg/kg×2g/L=323.7μg/L。

（4） 边界条件

模型的边界条件包括入河水沙水质条件和下游出口水位条件。其中干流入河条件采用坝址处的典型洪水下泄流量、含沙量和库尾丰水期水质实测数据，支流入库条件主要考虑宗坝址-昌都河段八条主要支流的对应入河洪水、含沙量和丰水期实测水质过程。流量、含沙量、As 和 Fe 边界条件见表 5.3.4-12。出库水位条件根据昌都水文站水位资料推求，为 3223.0m。

（5） 模拟结果

1） As

模拟结果显示，典型洪水期不同含沙量下宗通卡坝址-昌都河段 As 呈现沿程下降的变化规律，见图 5.3.4-8 及图 5.3.4-9。干流 As 随泥沙落淤

沿程沉降，1倍、5倍和10倍月最大含沙量条件下，下游河道As浓度由坝址17.8μg/L下降至昌都处的6.6-8.4μg/L，均满足地表水Ⅲ类标准。

2） Fe

模拟结果显示，典型洪水期不同含沙量下宗通卡坝址-昌都河段Fe呈现沿程下降的变化规律，见图5.3.4-10及图5.3.4-11。干流Fe随泥沙落淤沿程沉降，1倍、5倍和10倍月最大含沙量条件下，下游河道Fe浓度由坝址323.7μg/L下降至昌都处的109.1-141.4μg/L，大部分河段Fe浓度满足地表水标准限值，仅坝址附近5.5km内超过地表水标准限值。

5.3.4.6 昌都河段水质影响分析

宗通卡水利枢纽运行对澜沧江昌都河段水质影响主要包括坝址下泄、沙贡乡生活污水、农田灌溉退水以及昌都市生产生活污水，其中坝址下泄、沙贡乡生活污水、农田灌溉退水的影响通过昂曲江水汇入表示。本节针对澜沧江昌都河段（澜沧江汇入口-康乐新村，长约800m），建立二维水质模型，预测分析宗通卡水利枢纽工程运行对昌都河段水质的影响。

（1） 污染物汇入量分析

1） 昂曲新增污染物汇入量

根据5.3.4.3节模拟预测成果，规划水平年（2030年）昂曲出口断面各污染物的浓度、入河速率，见表5.3.4-22。

表5.3.4-22　　昂曲水污染物入河量计算

年份	指标	COD	NH_3-N	TP
现状水平年	浓度（mg/L）	9.88	0.048	0.012
	流量（m^3/s）	13.4		
	污染物入河速率（g/s）	132.39	0.64	0.16
规划水平年	浓度（mg/L）	9.40	0.14	0.018
	流量（m^3/s）	16.3		
	污染物入河速率（g/s）	153.22	2.28	0.29
新增	浓度（mg/L）	-0.48	0.092	0.006

	流量（m^3/s）	2.9		
	污染物入河速率（g/s）	20.83	1.64	0.13

2） 昌都污水排放量

2014 年，昌都市卡若区常住总人口 18.75 万人（含暂住人口），昌都市城区工业增加值 11.3 亿元，其中一般工业 1.2 亿元，建筑业 10.1 亿元。预计到 2030 年，昌都市中心城区人口约达 22.41 万人，工业增加值达 48.44 亿元，其中一般工业 9.69 亿元，建筑业 38.75 亿元。

根据《可研报告》，昌都市中心城区 2030 年需水总量为 5385.2 万 m^3，污水产生量约为 80327m^3/d。据了解，昌都市现有昌都市污水处理厂 1 座，2018 年底污水处理规模可增加至 15000m^3/d，按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准执行。按照最严格的水资源管理制度和节水型社会建设的要求，昌都市中心城区将新建污水处理厂两座，新增处理规模达到 65000m^3/d，污水处理厂执行排放一级标准的 A 标准，污水经处理后排放至澜沧江。各污染物排放浓度见表 5.3.4-23。

表 5.3.4-23　　昌都市污水入河量计算

指标		COD	NH_3-N	TN	TP
排放标准（mg/L）		50	8	15	0.5
污染物入河速率（g/s）	现有污水处理厂	8.68	1.39	2.60	0.09
	新增污水处理厂 1	18.81	3.01	5.64	0.19
	新增污水处理厂 2	18.81	3.01	5.64	0.19

（2） 水质预测方案

1） 水质模型

澜沧江昌都河段多年平均流量 Q 大于 150m^3/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:

$$C(x,y)=\left[C_0+\frac{m}{h\sqrt{\pi E_y x v}}\exp\left(-\frac{v}{4x}\times\frac{y^2}{E_y}\right)\right]\exp\left(-K\frac{x}{v}\right) \quad (5\text{-}31)$$

式中，C（x,y）计算河段代表点的污染物平均浓度，mg/L；C0 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；Ey 污染物的横向扩散系数，m^2/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） 模型参数

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，见表 5.3.4-24。根据面积比法推求昌都水文站处不同保证率下的最枯月平均流量，见表 5.3.4-24。

表 5.3.4-24　　澜沧江昌都断面设计流量（m^3/s）

统计参数			宗通卡坝址	昂曲出口	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

① 平均流速和水深

河道断面地形图见图 5.3.4-12，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 5.3.4-25。

表 5.3.4-25　　澜沧江昌都河段断面参数

流量（m^3/s）	河宽（m）	深度（m）	流速（m/s）	水力坡度
40.83	58	1.8	0.4	0.00125

② 初始断面污染物浓度 C_0

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_0），COD 浓度为 10.0mg/L、NH_3-N 浓度为 0.05mg/L、TP 浓度为 0.14mg/L。

③ 综合衰减系数

污染物综合衰减系数 k 值是反映污染物沿程变化的综合系数，本节参照宗通卡坝址下游河道率定的 COD、NH_3-N、TP 综合衰减系数，即 2.43×10^{-7}/s、3.59×10^{-7}/s、3.70×10^{-7}/s。

④ 横向扩散系数

河流的横向扩散系数受河流的自然特征影响，与河流的水深、河道的弯曲性、河岸的规则程度及水流的摆动幅度密切相关。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。

$$E_y = (0.1 \sim 0.2) H\sqrt{gHJ} \qquad (5\text{-}32)$$

式中，E_y污染物的横向扩散系数，m^2/s；H河道断面平均水深，m；g重力加速度，m/s^2；J河流水力比降。根据公式（5-44）计算，E_y为 0.04 m^2/s。

（3） 昌都河段水质影响分析

以澜沧江昌都河段为计算区域，采用《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）和《全国水资源综合规划地表水资源保护补充技术细则》中提供的计算方法，计算90%最枯月平均流量的水质。

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。

以昂曲水和昌都市生活污水作为污染源，经计算，昌都河段90%最枯月平均流量时，下游康乐新村断面COD、NH_3-N、TP岸边浓度分别为15.87mg/L、0.84mg/L、0.19 mg/L，具体计算结果见表5.3.4-26。

表5.3.4-26　　澜沧江昌都河段COD、NH_3-N、TP浓度计算结果

项目	长度（m）	综合衰减系数（1/s）	初始浓度（mg/L）	污染物入河速率（g/s）		下游断面浓度（mg/L）		增加量（mg/L）
				昌都污水	昂曲汇入	背景值	污染汇入	
COD	800	2.43×10^{-7}	10.0	46.30	20.83	10.0	15.87	5.87
NH_3-N	800	3.59×10^{-7}	0.05	7.41	1.64	0.05	0.84	0.79
TP	800	3.70×10^{-7}	0.14	0.46	0.13	0.14	0.19	0.05

由表可知，工程运行后下游断面COD、NH_3-N和TP浓度分别为15.87mg/L、0.84mg/L、0.19 mg/L。较背景值增加了5.87mg/L、0.79mg/L、0.05mg/L，说明工程退水带来的污染负荷汇入会使澜沧江昌都段水质浓度升高，但仍满足地表水Ⅲ类标准。

历史水质监测数据表明，澜沧江昌都河段As及Fe元素间歇性超标。宗通卡水库建设运行后，昂曲段的As、Fe将分别被拦截20%和60%左右，澜沧江昌都河段As、Fe浓度将会以一定幅度下降。

5.3.5 废污水排放影响

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 53 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 3.39m^3/d。生产生活区管理人员产生的生活污水如排放会对周边环境产生一定影响。生产生活区管理人员产生的生活污水如排放会对周边环境产生一定影响。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。

5.3.6 对水温的影响

库内水温是否因滞留而分层，我国现行的水库环境影响评价中普遍采用库水交换次数法和密度佛汝德数法这两种经验方法来判断。

（1） α-β 指数法（库水交换次数法）

α-β 指数法判别指标为:

$$\alpha = \frac{w}{v}$$
$$\beta = \frac{w_f}{v} \qquad (5-33)$$

式中: w - 多年平均年径流量（m^3）; wf - 一次洪水量（m^3）; v - 总库容（m^3）; α、β - 判别指标。

当α ≤10 时，为分层型; α ≥20 时，为混合型; 10<α<20 时，为过渡型。对于分层型水库，如果遇到 β ≥1 的洪水，则往往成为临时的混合型; 而 β ≤0.5 的洪水一般对水温分层影响不大; 0.5<β<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 1.265 亿 m^3，多年平均年径流量 43.5 亿 m^3，其 α 值为 34.4，大于 20，水库水温结构为混合型。

（2） 密度佛汝得数法

密度佛汝得数法表征水库平均流动速度的惯性力与保持密度稳定的重

力之比，反映了水库中驱使流动的因素和维持密度分层稳定因素的对比关系，计算表达式为:

$$F_r = \frac{u}{\left(\frac{\Delta\rho}{\rho_0} g d\right)^{1/2}} \quad (5-34)$$

$$u = \frac{Q}{bd} \quad (5-35)$$

式中：d-水库的平均深度（m）；b-水库的平均宽度（m）；Q-通过水库的流量（m^3/s）；$\Delta\rho$-深度 d 范围的密度差；ρ_0-参考密度。

因为资料限制，采用公式的另一种形式，如下:

$$F_r = 320\frac{LQ}{HV} \quad (5-36)$$

式中：F_r-密度佛汝德数；L-水库长度(m)；Q-入流量(m^3/s)；H-平均水深(m)；V-蓄水体的体积(m^3)；当 F_r<0.1，水库为分层型；0.1≤F_r<1.0 为过渡型；F_r>1.0 水库为混合型，在计算佛汝德数系数时，本报告采用式(5-36)。

宗通卡水库正常蓄水位时回水长 22km,正常蓄水位库容 1.1362 亿 m^3，水库平均水深 21.5m，多年平均流量 138m^3/s，计算的 F_r=0.426，水库水温结构为过渡型。

根据上述经验判别法判断，宗通卡水库水温结构为过渡型到混合型。

昌都地区初冰日期在 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。经调查，附近果多电站库区冬季有结冰现象，可推断宗通卡成库后冬季有结冰甚至封冻现象。根据《季节性冰封水库垂向水温分布研究》(2006，蒲灵）等相关研究成果，高海拔地区水库由于冬季形成冰盖，影响了库区水体热量交换方式，在秋冬季由于气温下降表层水温（0℃）低于下层水温（4℃)、在冬春季由于气温升高表层水温（10℃左右）高于下层水温（4℃)，出现短暂的水温分层现象，在每次大翻转之后，库内将保持全同温一段时间。

5.4 对地下水环境的影响

本项目地下水环境影响预测原则为:

（1） 考虑到地下水环境污染的隐蔽性和难恢复性，遵循环境安全性原则，为评价各方案的环境安全和环境保护措施的合理性提供依据。

（2） 预测的范围、时段、内容和方法根据评价工作等级、工程特征与环境特征，结合当地环境功能和环保要求确定，以拟建项目对地下水水质的影响及由此而产生的主要环境水文地质问题为重点。

因此，本次预测以地下水水质影响为主、采用数值法进行预测分析，对施工期的涌水部分采用解析法进行预测分析。数值法预测范围基于现场调查，扩展至回水河段、坝体等所处水文地质单元边界；解析法主要针对引水隧洞等施工开挖引起的隧洞涌水与排水、及对周边敏感点的影响。

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，引水隧洞（1#）在雨季施工的影响半径为 147.7 至 171.34m、旱季施工的影响半径为 166.25 至 237.77m；引水隧洞（2#）在雨季施工的影响半径为 67.36 至 254.43m、旱季施工的影响半径为 73.42 至 377.32m，详见表 5.4.1-1 至 5.4.1-4。

（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#）涌水量 254.5 至 311.02m^3/d，引水隧洞

（2#）涌水量 49.46 至 618.35m³/d，同种岩性下单位涌水量较为接近，详见表 5.4.1-5 与 5.4.1-6。

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 至 104.16m、旱季施工的影响半径为 137.37 至 155.45m，详见表 5.4.1-7 与表 5.4.1-8。

（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 至 424.7m³/d，详见表 5.4.1-9。

表 5.4.1-1 引水隧洞（1#）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μ	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#）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μ	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#）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μ	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#）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 μ	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#）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）	Qmax（m^3/d·m）	Qmax（m^3/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#）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）	Qmax（m^3/d·m）	Qmax（m^3/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μ	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μ	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）	Qmax（m^3/d*m）	Qmax（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，具体影响用水见表 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

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

据可研报告，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:

$$\text{坝基渗漏量计算公式：Q 坝基} = \frac{BKHM}{2b + M}$$

$$\text{绕坝渗漏量计算公式：Q 绕坝} = KH(h1 + H1)$$

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

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 坝基（m^3/s）	Q（m^3/s）
1.2×10-7	316	57	37	340	13	2.12×10^{-4}	1×10^{-5}

由表中可知，坝址覆盖层总渗漏量约 $2.22\times10^{-4}m^3/s$。

5.4.3 运营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，以昂曲河为最低排泄基准面，地下水整体由翼到核、由高向低径流排泄至昂曲河及周边支流，并沿昂曲河向下游径流。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，局部以昂曲河为界或设通用边界，模拟范围约 120km^2。本项目调查评价范围见图 5.4.3-1。

（2） 预测情景

现状预测情景：主要为基于自然现状进行模拟预测，通过模拟流场与实测水位点的校核来验证相关参数的选取;

完全运行预测情景：以水电站完全运行为基础，针对库区内地表水体污染物累积后入渗进行预测。

（3） 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，仅昂曲河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（如砷）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。

依据地表水环境预测内容（章节 5），对温泉排入库区、不排入库区两种情景下库区内地表水水质进行预测，其中温泉排入库区结果为：枯水期库区平均As浓度为16.0μg/L,丰水期和平水期库区平均As浓度为11.9μg/L和11.1μg/L，略高于地下水质量标准III类标准限值（10μg/L）；枯水期库区平均Fe浓度为363.0μg/L,丰水期和平水期库区平均Fe浓度为191.2μg/L、175.1μg/L，仅枯水期略高于地下水质量标准III类标准限值（300μg/L）；枯水期整个库区平均NH_3-N浓度为0.118mg/L，丰水期和平水期平均NH_3-N浓度为 0.091mg/L、0.054mg/L，远小于地下水质量标准III类标准限值（0.5mg/L）；丰、平和枯水期 TP 浓度分别为 0.042mg/L、0.041mg/L、0.040mg/L，未超过地表水III类标准限值（0.05mg/L）。泉水导排下库区 As浓度呈现枯水期大于丰水期的特征。枯水期库区平均 As 浓度为 15.6μg/L;丰水期库区平均 As 浓度为 11.2μg。

总之，结合污染源特征及水体现状等，充分考虑深层温泉水出露汇入地表水的现状，本次以 As、Fe 为预测因子；基于不利工况，选取 As 与 Fe 的最大浓度作为本次模拟的源强，即 As 为 16.0μg/L、Fe 为 363.0μg/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，以昂曲河为最低排泄基准面，地下水整体由翼到核、由高向低径流排泄至昂曲河及周边支流，并沿昂曲河向下游径流。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工程地质部分成果、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）Kx 与 Ky 取 0.25m/d、Kz 取 1.25m/d,坝体及隧洞的 Kx 与 Ky 取 0.000086m/d、Kz 取 0.0000086m/d。

表 5.4.3-1　　各分区渗透系数取值表

渗透系数 Kx	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：Kx 与 Ky 相等，Kz 取 Kx 的五分之一。

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查规程》(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。

表 5.4.3-2　　降雨入渗系数经验数据

含水介质	λ	含水介质	λ
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

以可研工程地质章节中饱水率、裂隙率与含水率等资料数据为基础,,充分考虑区内以地层岩性的差异，结合模型验证，给水度及有效孔隙度分区同渗透系数一致且取值如下:

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。

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:

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:

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。

（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；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，在保证生态基流的情况下，减水河段对河流两岸地下水影响较小。

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。

区内地下水整体含量较低，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；垂向上，自第四系孔隙水含水层至基岩裂隙水含水层，其浓度逐步降低。总之，回水河段中 As 等仅在库区含量略高（As 最大浓度 11.9μg/L、受地表水影响显著）、以低浓度向下游迁移扩散（坝体下游），污染扩散羽分布在库区及周边、污染物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，部分区域地下水中砷含量略高于标准值、但位于库区范围内。

5.4.4 地下水环境影响评价

5.4.4.1 施工期地下水环境影响评价

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，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，分析其因素主要有地层岩性、地质构造、地形地貌条件及地下水位距离隧道底板的深度等。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 0m～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。

区内地下水整体含量较低，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；垂向上，自第四系孔隙水含水层至基岩裂隙水含水层，其浓度逐步降低。总之，回水河段中 As 等仅在库区含量略高（As 最大浓度 11.9μg/L、受地表水影响显著）、以低浓度向下游迁移扩散（坝体下游），污染扩散羽分布在库区及周边、污染物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，部分区域地下水中砷含量略高于标准值、但位于库区范围内。

5.5 对陆生生态的影响

5.5.1 对生态系统的影响

（1） 对森林生态系统的影响

1） 有利影响

工程对森林生态系统的有利影响主要体现在灌区工程运行后，增大了评价区的有效灌溉面积,在一定条件下改善了局部环境的水热条件,促进森林生态系统结构的多层次化和复杂化,有利于森林生态系统的正向演替。

2） 不利影响

工程实施对森林生态系统的不利影响主要为工程占地及水库蓄水将带来一部分森林植被的损失，使得植被生物量有所下降，从而影响生活在森林中的动物。

（2） 对灌丛生态系统的影响

1） 有利影响

工程对灌丛生态系统的有利影响与森林生态系统相似，主要是灌区工程的建设，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。

2） 不利影响

工程实施对于灌丛生态系统的影响主要为施工建设及水库蓄水将带来一部分灌丛的损失，使其生物量有所下降。

（3） 对草地生态系统的影响

1） 有利影响

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。工程对草地生态系统的有利影响与森林生态系统相似，主要是运行期灌溉对分布在灌区内的草地生态系统存在有利影响。

2） 不利影响

工程实施对于草地生态系统的影响主要为施工建设及水库蓄水将带来一部分草地的损失,使其生物量有所下降,但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。

（4） 对湿地生态系统的影响

1） 有利影响

工程实施后，由于水库的修建，库区水域面积增加，淹没区变为新的湿地，库区大部分区域水位上升。新的库区为傍水生活的鸟类（如：游禽等）提供了更广阔的栖息空间，也有利于两栖类及爬行类中的部分种类生活及觅食；水量增多将使库区水质得到改善，为部分鱼类、水生植物的栖息提供了有利条件。

2） 不利影响

施工期，枢纽工程区围堰施工将扰动水体，造成水体悬浮物增加；施工过程中生活污水、施工废水等对水质和湿地环境的污染，从而对湿地动物栖息环境造成破坏。噪声、灯光等会对湿地中野生动物的正常栖息、繁殖的干扰，将降低湿地生态系统的生物多样性。此外渠系施工产生的水土流失对项目沿线的河流、水库等湿地将也产生不利的影响。

运行期，水库对湿地生态系统的不利影响主要体现在淹没区湿地植被减少、坝下水量减少、灌渠回归水对水质的影响等方面。

（5） 对农业生态系统的影响

1） 有利影响

工程实施对农业生态系统的有利影响主要体现在灌区水量增加，有利于农业生产。灌溉工程实施对提高灌区生态用水、农田灌溉用水、牲畜用水、农田局部小气候的相对湿度等方面将起到重要作用。灌溉水源的增加

使原半干旱地区成为条件较好的宜垦土地，灌区建成后，对提高农作物产量，改善作物品质有利；农田局部小气候的相对湿度增大，对土壤改良以及农作物生长有利。

2） 不利影响

施工期对农业生态系统的不利影响主要体现在工程占地使得耕地面积减少，施工产生的废水、废气、固体废物等对农作物的影响等。宗通卡水利枢纽工程的建设，永久占用耕地面积为 138.44hm^2，降低农业生产量，但随灌溉面积增加，宜耕土地增加，因此总体来讲，这种不利影响会被削弱或消除。

5.5.2 对陆生植物的影响

（1） 施工期对陆生植物与植被的影响

1） 施工占地的影响

枢纽工程区占地总面积为 223.43hm^2，其中，永久占地 172.61hm^2，临时占地 50.82hm^2；供水与灌溉工程区总占地面积 166.56hm^2，其中永久占地 18.08hm^2，临时占地 148.48hm^2。

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；灌区工程区（供水管线建设区）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。现场实地调查显示，枢纽工程区永久占地区植被以灌丛和草丛以及农业植被为主，灌丛以水枸子灌丛最多，草本植物以尼泊尔酸模、白草、醉马草等为常见种，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较为常见，因此不会导致枢纽工程区某一物种消失或灭绝，永久占地对植物影响较小。

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植物生产力的影响。

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生态修复工作，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，可分为直接影响及间接影响，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。

废气主要来源于施工中燃油机械的尾气，其主要污染物为 SO_2、NO_2、CO 等。废气对植物的影响主要是在叶脉间或边缘出现不规则水渍状，导致叶片逐渐坏死，植物无法进行光合作用，加速植物死亡。但是施工车辆尾气属移动线源排放，污染物排放量相对较低，对植物的影响较小。

废水分为施工废水和生活污水，生产废水主要来源于基坑废水、砂石料冲洗废水和机械检修场含油废水等。废水对植物的影响主要是破坏了原有植被的生长环境，改变其生长环境，抑制植物的生长。但采取相应的措施后使废水达标排放或采取措施零排放后，其对陆生植物的影响可控。

废渣主要来源于基础开挖、施工场地以及施工道路建设等，随意堆放不仅会破坏堆放处的植被和景观，而且可能导致局部区域的水土流失，施工结束后对所破坏的植被进行补偿，采取种植林、灌、草相结合的植被恢复措施，恢复影响区域的植被覆盖率。

扬尘主要来源于主体工程开挖、弃渣堆放、施工机械使用和施工车辆行驶过程中产生的扬尘。扬尘导致叶片对光能和 CO_2 的吸收减少，抑制植物

的光合作用，从而影响植物的正常生长；长期覆盖的植物，其正常生长、繁殖等都受到了一定程度的抑制，不利于植物的发育。但在采取相应的保护措施（如洒水、使用防尘网等）后，其影响可以得到减缓。

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。与此同时，水土流失导致土壤中的有机质也不断流失，从而破坏了土壤的结构，增加植被复垦工作的难度。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方案，水土流失对植物的影响较小。

4） 隧洞施工的影响

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。

实际隧洞施工过程中，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，隧洞穿越评价区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过十米，植物生长所需水源主要为天然降水，所以隧洞穿越评价区段的隧洞开挖，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） 运行期对陆生植物与植被的影响

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^2，其中林地 152.21hm^2、经济林 1.57 hm^2、草地 22.68hm^2、耕地83.81hm^2、水域 135.59hm^2、建设用地及其他用地 28.56 hm^2。淹没最多的植被类型为林地，主要为小檗、水枸子、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，有利于库区周围植被的自然演替。

2） 灌区工程（供水工程）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引起局部区域内的气候，特别是贴地层局地气候的改善，促成地区良好生态环境的形成。在良好的水热条件下，灌区植被将发生正向演替。

（3） 对重点保护植物和古树名木的影响

在对本工程枢纽工程区和灌区工程(供水工程)影响区的现场调查中，未发现国家和西藏自治区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。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。为尽量减小工程对山莨菪造成的不利影响，在工程施工前，应继续开展调查工作，明确工程区域内及淹没区域内山莨菪等保护植物的分布情况。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。

现场调查时发现，本工程影响区（枢纽工程区和供水管线建设区）古树有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 260m，距离工程施工有一定的距离。现场调查显示，左旋柳古树生长于村落周围，旁边有公路，受到一定的外界干扰的影响，而左旋柳的萌发力强，能吸收二氧化硫等有毒有害气体，并具有一定的抗性，因此施工活动产生的废气、废水等对其的影响有限。

5.5.3 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。但是由于坝上坝下均有类似生境，他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，但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堆放。

涉禽有牛背鹭、红脚鹬等，主要分布在河滩地，工程施工对涉禽影响较小。

游禽主要有赤麻鸭、风头䴙䴘等，主要分布在河流中，距离施工区较远，工程施工对游禽影响很小。

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。施工期永久及临时占地可能会占用其局部生境，施工开挖破坏其巢穴。施工人员噪声、机械设备噪声等也会惊扰其正常活动，对其栖息活动觅食产生不利影响。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，偶尔到枢纽区周边觅食和饮水。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很小，且施工区距离森林距离较远，因此工程施工对红腹松鼠影响较小。

水栖型兽类有小爪水獭 1 种，主要分布于昂曲河，工程施工对它们的影

响主要有施工扰动水质，影响它们的栖息生境，施工噪声干扰等，小爪水獭生性警觉，工程期间会寻找替代生境生活，工程施工对其影响较小。

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，但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） 枢纽工程运行期对陆生动物的影响

枢纽工程在运行期的影响主要体现在：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。其中淹没较大的主要是卡若区芒达乡以及类乌齐县的的尚卡乡，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的高海拔区域迁移。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，水库建成蓄水后，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。水库建成蓄水后，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后，其种群密度将达到新的平衡状态。

2） 灌区工程（供水工程）运行期对陆生动物的影响

灌区工程（供水工程）实施后，区域内的土地利用格局发生变化，未开发利用的土地基本可以得到开发，灌溉面积增大，人类活动增强，加之各种土地利用类型相互调整。因此，灌区运行期间对动物的影响涉及到各种生境中的动物种类，影响主要在于动物的分布格局以及分布密度有所改变，但不会对其生存和繁殖造成威胁。

① 动物生境的改变

当灌区开始引水灌溉后，灌区内农田、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了良好的栖息环境，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

由于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，不会产生较明显的生境破碎化，因此总体上在运行期灌区工程对陆生动物不会产生较大阻隔。且周边生境丰富，这在一定程度上减轻了工程的阻隔影响，因此对动物的阻隔影响较小。

综上所述，本工程在运行期对枢纽区造成一定影响，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。待植被恢复等措施实施后，将对动物的栖息和觅食带来有利影响。

（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和自治区Ⅰ级重点保护野生动物 15 种，即胡兀鹫、高山兀鹫、金雕、黑鸢、大

鹞、普通鹞、红隼、斑尾榛鸡、雉鹑、赤狐、藏狐、香鼬、黄鼬、白唇鹿和林麝；国家和自治区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。

胡兀鹫、高山兀鹫、金雕、黑鸢、大鹞、普通鹞、红隼、苍鹰、燕隼、长耳鸮、雕鸮等鸟类为猛禽，猛禽的活动能力强、活动范围广，枢纽工程区及灌区现状亦有一定的人为活动，不属于其主要的分布区域，工程施工期间，其将迁至其他类似生境活动，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，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。

绯胸鹦鹉为攀禽，行动能力较强，分布广泛，由于工程占地面积相对于评价区总面积较小，其可以向替代生境转移。

赤麻鸭为游禽，水库蓄水后，水面面积增加，增加了赤麻鸭的活动空间，有利于赤麻鸭种群数量的增长。

赤狐、藏狐、香鼬、黄鼬、白唇鹿、林麝、猕猴、黑熊、小熊猫、黄喉貂、豹猫、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，工程的实施对其影响有限。

水獭是在河流生境中生活的种类，工程施工涉及水域较为少见。施工期，水獭在其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。运行期，工程投运后，宗通卡坝下游水量减少，但减少比例很小，河段减水对水獭影响很小，而上游水量增多，坝上游活动的水獭生境扩大，食物增多，从而数量可能增多。

5.5.4 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 5.5.4-1。

表 5.5.4-1　　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^2）	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）
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	0.00

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、坑塘水库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 5.5.4-2。

表 5.5.4-2　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（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（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	0.00

2）供水和灌溉工程区土地利用变化

工程实施后，供水和灌溉工程区评价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，主要是灌区工程占用了林地、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、支管、微支管、分水池等建筑物的增加。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 5.5.4-3。

表 5.5.4-3 工程实施前后供水及灌区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^2）	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）
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	0.00

（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。

评价区各斑块类型和生物量变化情况见表 5.5.4-4。

表 5.5.4-4　　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 / hm²）	总生物量（t）
类型	面积（hm²）		
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 169.82hm².和减少的其他用地面积 11.21hm²。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

上表数据显示：工程建设后评价区总生物量减少了 1.63×10^{4}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（2.80×10^{5}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。

（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，是有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 1.63×10^{4}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，本工程的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，是评价区内自然体系可以承受的。

2） 对抵抗稳定性的影响

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了变化，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 5.5.4-5。

表 5.5.4-5 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_d（%）		R_f（%）		L_p（%）		D_o（%）	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	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

上表数据显示：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。

（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 1.63×10^4t，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。

5.6 对水生生态的影响

5.6.1 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）、灌区工程和供水工程涉水施工，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，可能引起水体中有毒有害物质增加，从而水生生境质量。施工期大坝截流和初期蓄水阶段，可能导致坝下河段减脱水，拟采用隧洞泄流方式和生态供水管方式等，保证坝下河段的生态流量。

（2） 运行期

枢纽工程建成运行后，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和拆除沙贡电站，减轻对干流生境阻隔的不利影响。

枢纽工程建成运行后，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，营养物质富集。库区支流恩达曲、芒达支沟等河口段，工程运行后水位抬升，将形成库湾，使支流河口段水流变缓，水体透明度高。通过建立库尾上游干支流栖息地保护、鱼类增殖放流等措施，可以减缓和补偿流水生境减少的不利影响。

坝下江段由于受水库调节运行的影响，清水下泄，对河道的有冲刷影响，考虑到枢纽布置采取了消能防冲措施，可以减缓不利影响；水库调峰运行会影响坝下河段水位波动，影响下游河道生境稳定性。

5.6.2 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）、灌区工程和供水工程涉水施工，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，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，可能引起水体中有毒有害物质增加，从而对浮游生物产生不利影响。根据“5.2 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

枢纽工程建成运行后，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，营养物质富集，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高寒地区、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，并高于主库区。

坝下河段由于受来水影响，浮游植物种类组成与坝前相似，但由于发电站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，下泄水体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会较天然流水河段低，但这种影响会随着水流逐渐消失。

坝下河段由于受来水影响，浮游生物种类组成与坝前相似，但由于电站取水口位于正常蓄水位以下较低位置，其本身浮游生物密度较表层水体低，下泄水体中浮游生物密度和生物量较小，因此坝下河段浮游生物密度和生物量会较天然流水河段低，但这种影响会随着水流逐渐消失。

5.6.3 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、摄食等生命活动，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。本工程水库库容较小，且为日调节水库，而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。根据分析预测，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。

5.6.4 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，加之西藏地区特殊的气候环境，建库后水生高等植物的增加量预计非常有限。

5.6.5 对鱼类的影响

5.6.5.1 施工干扰

施工期间，枢纽工程施工导流、截流以及主体工程涉水施工干扰、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、繁殖等种群生活史活动。水域中悬浮物的含量增加，影响鱼类的滤水和呼吸功能，特别是仔鱼、幼鱼及鱼卵运动能力较弱，可能会对其造成损伤。施工期间废水废渣排放将导致水体质量下降，破坏水生生境，影响鱼类的生长，需加强水环境管理。根据“5.2 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，所以在工程施工期需要对噪音采

取必要的控制措施。

施工期间，施工人员集中在施工河段，应加强管理，避免人为捕捞对鱼类资源造成影响。

5.6.5.2 对鱼类种类组成的影响

根据鱼类生态习性，昂曲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、光唇裂腹鱼等繁殖时期需上溯至上游或支流产卵繁殖；澜沧裂腹鱼主要分布评价区昂曲河口下游河段，阻隔影响不明显；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亚科、高原鳅属和鮡科鱼类。这些种类都不属于长距离洄游性鱼类，且均产粘沉性卵鱼类，枢纽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下，评价区的鱼类种类组成不会发生改变。

5.6.5.3 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，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　光唇裂腹鱼为喜急流生境种类，常栖息于河流回水处，为底层冷水性鱼类。主要分布在澜沧江上游干流，评价区内分布。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，对坝上种群不能形成补充。坝下江段由于阻隔影响，水库的调节运行，水文情势改变，鱼类资源会受影响。

（2） 澜沧裂腹鱼　澜沧裂腹鱼为底层冷水性鱼类。澜沧江水系上游干支流有分布，评价范围内主要分布在昂曲河口以下河段。工程建成运行后，水库为日调节，坝下水文情势影响较小，相应地水生生态保护措施，以及水环境保护措施，因此对澜沧裂腹鱼资源的影响较小。

（3） 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。相对于前腹裸裂尻鱼，裸腹叶须鱼个体较大，适应静水生境的能力稍差，且对产卵场的要求较高，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，由于是日调节水库，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。

（4） 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，

有利于库区藻类生长，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。

（5）细尾鮡　细尾鮡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鮡的生境产生一定影响，细尾鮡种群规模均有所下降。

（6）高原鳅属鱼类　细尾高原鳅、斯氏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，库区营养物质富集、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。

总体来看，工程建成运行后，裸腹叶须鱼、光唇裂腹鱼、细尾鮡鱼类资源量将有所下降。

5.6.5.4　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，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，如鮡科鱼类的产卵场较为零星和分散。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。

评价范围内裂腹鱼类、高原鳅索饵场主要分布于支流汇口，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冷水性种类，具备抵御低温水环境的能力，工程建成运行后，河道水体加深，有利于鱼类越冬。

5.6.5.5 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、细尾鮡被列为濒危种，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、细尾鮡。通过以上分析，裸腹叶须鱼种群规模有所下降，但下降幅度不大；澜沧裂腹鱼分布海拔相对较低，主要分布于昂曲下游和河口及澜沧江上游干流，受宗通卡影响较小；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；细尾鮡在宗通卡影响区有一定分布，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。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。

5.7 对土壤环境的影响

5.7.1 灌溉对土壤气、热状况的影响

土壤是一种多孔体，土壤水分和土壤空气共存于土壤孔隙中，水多则气少，容易造成土壤闭气，恶化土壤的通气条件；水少则空气增加，土壤通气良好。土壤中的水分，直接制约着通气状况。

土壤水分状况还影响着土壤的热状况。水的容积热容量比空气高 3000 多倍，在灌溉后，土壤水分较多，提高或降低一定土温所需的热量就多，

这使土壤温度不容易升高和降低。水的导热率比空气大 25～30 倍。因此，土壤水分多时，土壤的导热性显著提高。

由于湿土易导热，灌溉土壤表面白天吸收的热量很快向下传导，表土的温度不易升高，而夜间又因下层热量对流向上传导，表土温度也不容易下降，使灌区土壤昼夜的温差较小，可以达到“以水调温”的目的。

5.7.2 灌溉对土壤微生物的影响

在灌水后的一两天内，微生物数量将有所减少，但接着就会很快增加，一般至第 4～5 天达到最大值，然后再缓慢地恢复至初始状况。受灌溉影响最大的有硝化细菌、放线菌、反硝化细菌和破坏纤维素的细菌等。反硝化细菌和纤维素细菌的破坏在 80％的饱和含水量时最为强烈，这就是说，在灌溉以后这几类微生物的发育最为迅速。在最小含水量时，即为饱和含水量的 20％，放线菌得到最好的发育条件。但是，随着土壤的干燥，硝化过程则逐步减弱。

5.7.3 灌溉对土壤养分的影响

作物从土壤中吸收养分必须以土壤水为媒介，灌溉能提高作物对土壤中钾的吸收能力。但是，灌水过多，速效性的硝态氮容易变成游离态氮消失在空气中，常温下氧气在水中的溶解度约为 10mg/1，灌水土壤表层约有数毫米的氧化态，其下则为还原态。氮素（$NH4^{+}$）在氧化层中以硝酸态形式存在（即硝化作用），当其进入还原层中则逐步还原为氮气逸出（即反硝化作用）。

土壤灌水后，土壤中的部分 $FePO_4$ 被还原为 $Fe_3(PO_4)_2$，$Fe_3(PO_4)_2$ 的溶解度大于 $FePO_4$，且土壤在浸水过程中磷酸铁由结晶态转变为无定形的胶态，表面积增大，使土壤中磷素易溶于水，从而导致土壤中的磷素被淋洗

和流失。

同时，土壤水分过多，通气不良，在腐殖质化时，还积累大量的有机醇、酮等中间产物和硫化氢、甲烷等还原性物质，对作物和微生物产生毒害作用。

5.7.4 灌溉对土壤次生盐渍化的影响

干旱气候区的灌区，在灌溉过程中直接影响土壤的水盐状况，由于灌溉携带的盐分在灌溉土壤中累积，同时灌溉后地下水位升高，在干燥炎热和过度蒸发条件下，土壤毛管水上升运动强烈，致使地下水及土壤中盐分向地表迁移并在地表附近发生积盐的过程及结果就称为土地盐渍化或土地盐碱化。如果由于灌溉不当等人类活动原因引起一些非盐渍化的土地发生盐渍化，则称为次生盐渍化。

（1） 土壤次生盐渍化产生的原因

土壤的次生盐渍化是包气带岩性、地下水埋深、水文地质条件、水文气象条件等综合作用的产物，特别是水文地质条件及地下水的埋深更是对土壤次生盐渍化的形成发展起着决定性的因素，兹将各因素简单分析如下:

① 包气带岩性

灌区内土壤发生次生盐渍化的地段，包气带的岩性一般质地比较粘重，质地粘重土壤的包气带毛细水上升高度要比质地轻的土壤高。如果毛细水上升到地表土层，由于蒸发的作用，地下水中的盐分就留在地表土壤中，毛细作用又不断地将盐分运移至地表，水分不断蒸发便形成了土壤的盐渍化。在干旱季节，不致引起表土积盐的最小地下水埋深，称为地下水临界埋深，土壤质地与地下水临界深度的关系具体见下表。

表 5.7-1　　土壤质地与地下水临界深度的关系

土壤质地	砂土	砂壤土～轻壤土	中壤土	重壤土～粘土
临界深度（m）	1．5	1．8～2．1	1．6～1．9	2～1．4

② 地下水的埋深及水质

土壤次生盐渍化形成的主要因素应是地下水的埋深，凡水位埋深小于地下水临界埋深的地段均有可能发生盐渍化，而大于却不易见到盐渍化。水质及地下水的循环条件是土壤发生次生盐渍化的次要因素，在地下水循环条件好的地段，土壤中的盐分被地下水溶解带走，而地下水循环差的地段，土壤中盐分相对容易富集。灌溉水以及地下水的水质对土壤次生盐渍化的形成也有较大的影响，盐渍土中的盐分，是通过水分运动带来的，而且主要是地下带来的。所以，干旱地区地下水位的埋深和地下水含盐量（矿化度）大小，密切地影响着土壤盐渍化的程度，地下水位越高，矿化度越大，土壤表层积盐就越严重。地下水埋深及矿化度对土壤盐渍化程度的影响具体见下表。

表 5.7-2　　地下水埋深及矿化度对土壤盐渍化程度的影响

盐渍化程度	地形	地下水埋深（m）	地下水矿化度（g/l）	土壤及地下水盐分组成
非盐渍化土地	缓岗	＞3	0.5～1	Cl^-、HCO_3^-、SO_4^{2-}、CO_3^{2-}
轻盐渍化土地	微斜平地交接洼地边缘	2～3	1～2 2～5	HCO_3^-、SO_4^{2-}、HCO_3^-、Cl^-
重盐渍化土地	洼地边缘	0.5～2	2～5 5～10	Cl^-、、$SO4^{2-}$、Cl^-

③ 气候

降水量小，蒸发量大等气候条件是形成土壤次生盐渍化的另外一个重要因素。降水量小、气候干燥，蒸发量远大于降水量这些气候特点有利于土壤中水分的蒸发，无法蒸发的盐分逐渐驻留在土壤中，待雨季或灌溉时才被淋溶返回，在如此反复的作用下便促进了盐渍化的形成。

（2） 灌区土壤次生盐渍化产生趋势

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^3/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，但灌区的灌溉用水时段主

要为 3~9 月份，12 月部分农田进行冬灌，但灌溉水量很小，而灌区的集中降水时段为 6~9 月份，集中的降水对灌溉期间的小量聚盐有较好的冲洗降盐作用，降低了灌区发生土壤次生盐渍化的可能性。

总体上分析，只要采取科学合理的灌溉方式，灌区发生大面积土壤次生盐渍化的可能性极小。但从小地形来看，尤其是在低洼地区的局部高处，由于蒸发快，盐分聚积更强烈，随着时间的推移以及盐分积累效应，有可能发生局部盐渍化。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。

5.7.5 灌溉对土壤物理性质和结构的影响

本工程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。大水漫灌可以破坏土壤的团粒结构，将使土壤胶质膨胀，并减弱粘结力，使与水接触的表层土形成板结层，不利于排水和防盐。同时，灌溉水还会减少土壤的空隙率，使耕性和肥力条件相应恶化。

5.7.6 灌溉对土壤污染的影响

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。再者，灌溉用水水质良好，因此，灌区土壤因灌溉而遭受污染的可能性较小。

（1） 土壤重金属溶出条件分析

土壤中重金属溶出需要很多特定的外界因素，如 pH、水温、Eh(氧化电位)等，重金属溶出到一定程度后达到平衡，不再形成新的污染。由于水库蓄水后水体体积增大，对土土壤重金属污染物稀释作用增强，且由于水流

作用，水体不断发生交换，因此库区重金属超标土壤被水浸泡其重金属释放可能性很低。

（2） 土壤重金属溶出对水库水质影响分析

1） 类似试验研究

根据农业部环境保护科研监测所关于污染土壤重金属释放动力学研究成果，土壤中重金属的累积释放量随时间延长而增加，当达到一定时间后，累积释放量接近极限，释放非常缓慢，重金属的释放量不再随时间延长而显著增加。

2） 影响分析

土壤中的重金属按来源可分为 2 类：①母质风化后残留的(内源)；②人为活动通过各种污染途径积累的(外源)。根据浙江大学对不同来源重金属污染土壤中重金属的释放行为的研究结论，2 类污染土壤中的重金属在不同颗粒中的分布有很大差异：外源重金属污染土壤的重金属主要分布于细颗粒中，重金属具有明显的向细颗粒富集的特点；而内源重金属污染土壤的重金属颗粒分异特征相对不明显，提取试验表明，内源重金属污染土壤中重金属主要以残余态形式存在，较为稳定，释放较缓慢，内源重金属污染土壤颗粒磨细程度对土壤重金属释放的影响明显高于外源重金属污染土壤，pH 对外源和内源重金属污染土壤中重金属的溶出均有较大影响，连续淋溶试验表明，外源重金属污染土壤释放重金属的强度虽然较高，但其释放持续时间较短，而内源重金属污染土壤释放重金属的强度较低，但其持续时间较长。

根据以上分析可以判断，灌区土壤砷含量较高主要来自内源，因此重金属释放时间较长，多年来灌区土壤被灌溉和淋溶，重金属释放可能已经

达到平衡，现存于土壤中的重金属主要以残余态为主，其次为有机质结合态和氧化物结合态，水溶性和交换态重金属所占比例较低，在灌溉水浸泡作用下重金属释放很少。因此，灌溉土壤砷溶出对水质的污染风险很低。

在暴雨条件下或者汛期，土壤重金属污染物主要以泥沙颗粒态形态随地表径流迁移，但此过程主要在产流初期，随产流时间的延长，颗粒态对径流中的重金属总量贡献率快速降低并趋于稳定，因此在汛期可能由于地表径流带入的重金属会对昂曲水质产生一定影响；在非汛期，灌区土壤中的重金属释放率很低，对昂曲水质的贡献非常有限。

5.8 对环境地质的影响

5.8.1 水库诱发地震

库坝区内无区域性断裂和活动断裂通过，分布的岩性为泥岩、砂岩等隔水层或弱透水岩层,不具备向深部渗水的导水通道；水库容量不大，对地壳影响较小，水库蓄水后诱发地震的可能性小。

5.8.2 物理地质现象

库区的物理地质作用主要表现为岩体风化、卸荷、崩塌、冻融等。库区未发现滑坡体（变形体）分布。

（1） 风 化

库区岩石为砂岩、泥质粉砂岩、泥岩、页岩等碎屑岩类。除砂岩外其它岩石泥质含量较高，软化系数低，岩体抗风化能力较差，受地表水、地下水及气候等因素影响明显，地表岩体多呈强风化～弱风化状。库区地处高原寒冷半干旱气候区，昼夜温差大，岩石物理风化作用强烈。相对阴坡地带来说，阳坡地带植被不发育，光照时间长，岩石风化速度较快，风化产生的土体易被雨水带走。据宗通卡坝址区勘探成果，该区域强化层厚度

一般 3～6m；弱风化层厚度一般 5～20m。

（2） 卸荷、崩塌

库区两岸在山坡陡峻地带，岩石裸露，岩体浅表层卸荷明显，砂岩间的泥岩、页岩等风化剥蚀后，形成悬空的岩体，加之岩体裂隙较发育，在节理裂隙不利组合影响、重力、冻融等作用下，会加速岩体崩塌。库区崩塌现象较普遍，坡脚及部分谷坡中、下部大多有崩坡积层分布。在河流左岸的引刀贡，库岸陡峻，岩体卸荷严重，岩体松弛，存在危岩体，常有岩块崩落产生。崩塌体一般堆积在坡脚，或陡崖的下部较平缓地带。库区的崩塌体的规模一般较小。推测两岸强卸荷水平深度 8～15m，弱卸荷水平深度 15～30m。

（3） 冻 融

库区属高原亚温带亚湿润气候区。夏季气候温和湿润，雨日较多，雨季特征明显，冬季气候干冷，降雨偏少，旱季特征突出，平均相对湿度 1 月份最小，年温差小，日温差大。属于季节性冻土区，土体的冻胀–融沉现象较典型，这种现象会加剧库区两岸岩体的风化剥落，另对建筑物的基础结构带来一定的破坏作用，区域标准冻深 0.8～1.0m。

5.8.3 水库渗漏

（1） 地形封闭条件

宗通卡水库干流库长约 22km，两条较大的支沟，右岸恩达曲，回水长约 1.4km；左岸芒达曲，回水长约 0.9km。库区干、支流河谷多为峡谷，水库为峡谷型水库。

区内昂曲右岸紫曲、左岸扎曲等大河流流向与昂曲流向近似平行，最近距离均＞10km，宗通卡库水位距两岸分水岭高差均在 1000m 以上，两岸

山体雄厚,地形封闭条件好,见图 5.8-1,不存在沿低矮垭口渗漏的可能性。

（2） 岩性封闭条件

库盆地层岩性主要为侏罗系上统小索卡组(J3x)、中统东大桥组(J2d)及土拖组（J2t）泥岩、页岩，泥质粉砂岩及砂岩，均为隔水岩层或相对隔水岩层。水库岩性封闭条件好。

（3） 构造封闭条件

库区处于尚卡向斜西南翼（见图 5.8-1），无区域性断裂通过，构造相对简单。水库区内地下水埋藏条件受地形地貌控制明显，地下水位由河谷向两岸分水岭迅速抬高，不存在沿地下岩溶通道及构造结构面向外渗漏的可能性。

（4） 近坝库段渗漏问题

库首上坝址左岸（下坝址右岸）地形上虽为河湾地块，但该区域出露地层岩性均为侏罗系上统小索卡组（J3x）砂岩、泥质粉砂岩及泥岩等隔水岩组，且不存在大的贯穿性构造断裂，隔水条件好，蓄水后库首不存在河湾地块渗漏问题。

综上所述，宗通卡水利枢纽水库封闭条件好，水库蓄水后不存在水库渗漏问题。

5.8.4 水库浸没

宗通卡水库库区为峡谷型水库，两岸阶地发育。库区Ⅰ级阶地阶面分布高程一般在 3469～3479m 之间，而阶地内的潜水位一般仅略高于正常蓄水位，Ⅰ级阶地阶面在芒达乡以下河段均低于正常蓄水位 3474m，均被库水淹没，不存在浸没问题；芒达乡、然爱村及希其木村附近Ⅰ级阶地阶面高程与水库正常蓄水位 3474m 较接近，略低于或略高于正常蓄水位，地下水主要受大气降水补给，水位略高于昂曲水位，向昂曲及其支流排泄。水库蓄水后，地下水位雍高，补给排泄关系不变，浸没地段主要区域集中芒达乡、然爱村及希其木村一带Ⅰ级阶地平台。按照浸没成因属顶托型浸没。

阶面分布高程一般在3469～3477m之间，Ⅰ级阶地台面上分布有农田、及少量居民区，按照浸没影响对象，又可分为农作物浸没（农田浸没）和建筑物浸没（居民浸没）。

据库区浸没调查，水库正常蓄水位以上周边库岸耕地主要为青稞、小麦，植物根系层埋深多小于0.5m，农业区安全超高值可按0.5m考虑，加上毛细管水上升高度1.0m，农业区浸没的临界地下水位埋深为1.5m。

据调查库区房屋基础主要为条形基础或圈梁基础，基础埋深多在0.5～1.0m，多挖至砂卵石层，受水位抬高影响不大，居民区安全超高值可按1.0m考虑，加上毛细管水上升高度1.0m，居民区浸没的地下水位临界埋深为2.0m。

最高潜水位一般不会超过 3475m。根据上面确定的临界地下水位埋深，对库区浸没进行复判，农业区的浸没范围为高程 3474～3475.5m 间区域，居民区浸没范围为高程3474～3476.0m间区域。

表 5.8-1　　库岸浸没预测影响范围分段统计表

岸别	编号	位置	距坝址（下坝址）里程（km）	典型剖面编号	岸坡类型	预测浸没影响规模			岸坡物质组成	影响对象	处理建议
						长度（m）	最大宽度（m）	面积（$104m^2$）			
左岸	JM1	芒达乡	10.93～11.29	L16	Ⅱ1	235	80	1.06	主要为砂砾石、卵漂石及粉细砂夹层等，地表为厚约 1～4m 的黏土层。	耕地及少量房屋	蓄水后加强观测，必要时进行处理
右岸	JM^2	然爱村	12.84～13.17	R3、R4	Ⅱ1	330	29	0.36	砂砾石、卵漂石及等，地表为厚约 1～5m 的黏土层。	房屋、耕地	蓄水后加强观测，必要时进行处理

按此标准:在芒达乡政府附近及尚卡乡然爱村附近分别存在一处阶地平台受浸没影响（表 5.8-1）。芒达乡政府前缘阶地平台高程 3469～3479m 不等，阶地表层为厚约 1～2.5m 的含砾粉质壤土，下部为砂卵砾石层，正常蓄水位 3474m 时，高程 3474～3476m 间平台存在受浸没影响的可能，面积约为 $1.06\times10^{4}m^{2}$;尚卡乡然爱村临河侧地面高程 3475～3480m 不等,地表厚约 0.8～1.8m 为粉质壤土，下部为砂卵砾石层，正常蓄水位 3474m 时，高程 3474～3476m 间平台存在受浸没影响的可能，面积约为 $0.36\times10^{4}m^{2}$。

水库区库岸地下水位虽然埋藏较浅，但地表水、地下水排泄顺畅，且一般排泄量大于补给量，故产生沼泽的可能性小。同时，地下水矿化度低，亦不会引起盐渍化等环境地质问题。

总之，水库蓄水后受浸没影响的区域主要分布在芒达乡政府附近及尚卡乡然爱村附近，浸没影响区面积约 $1.42\times10^{4}m^{2}$，同时鉴于该区域民房基础埋深均较浅，预测浸没影响区面积不大，建议水库运行期进行观测、巡视，根据影响情况进行处理。

5.9 移民安置的影响

5.9.1 移民安置环境影响

5.9.1.1 迁移环境容量分析

环境容量是指在一定的范围和时期内，按照拟定的规划目标和安置标准，通过对该区域自然资源的综合开发利用后，可接纳生产安置人口的数量。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。规划设计水平年生产安置人口规模为 793 人（其中水库区 377 人，坝区 339 人，供水区 77 人），搬迁安置人口规模为 478 人（其中水库区 464 人，坝区 14 人，供

水区不涉及搬迁安置人口）。

在充分考虑移民意愿的基础上，经卡若区、类乌齐人民政府慎重研究并同意，确定移民安置方案为：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。

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，建设征地涉及生产安置人口全部可采用一次性补偿安置方案。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。

5.9.1.2 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。经实地考察，该区域内没有珍稀、濒危植物的分布，不存在对珍稀、濒危植物的影响。

移民安置活动期间，占地、开挖等施工活动一定程度地干扰了安置区原有生态系统的平衡，原有植被的丧失剥夺了小型兽类，如各种鼠类的生存环境，地表的扰动也对动物的栖息环境造成一定的干扰，迫使该区域动物迁往它处。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。

5.9.1.3 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。

5.9.1.4 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，施工工期也不集中，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，实质影响将进一步降低。

5.9.1.5 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。因此，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。

5.9.1.6 人群健康

安置区离原住地不远，且生活习惯、卫生防疫与原住地基本相同，且安置后移民生活环境、质量都有所提高，移民安置不会增加新的传染病种，对现有附近居民健康不会产生不良影响，相反，随着经济水平的不断提高，移民安置区居民的医疗卫生条件会不断改善，逐渐改变就医难的现状。

5.9.1.7 社会生活

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，搬迁安置人口规模为 478 人。

根据移民意愿及地方政府意见，建设征地涉及全部生产安置人口均采用一次性补偿安置方式。一次性补偿安置方式的标准是以选择一次性补偿安置方式的移民被征收的耕园地面积为基础，按审定的耕地年产值标准和补偿补助倍数，以户为单位，将土地补偿费和安置补助费一次性补偿给迁移户。移民可用一次性补偿费用经营商业、服务业、运输业、建筑业、养殖业等行业，在地方政府的指导下，保证其收入能够满足将来共同生活家庭成员的基本生活需求。

搬迁安置人口均规划在本村内后靠分散建房安置，迁移人口搬迁后仍在当地居民聚居地范围内，原有的社会关系不发生变化，并可利用原有公共和基础设施，不会对迁移人口生活质量产生影响。由于移民安置居住环境的变迁，移民迁建新建房屋，房屋质量提高，改善卫生条件，移民生活环境将得到改善。

5.9.2 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。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。

专业项目工程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。其中施工废水以混凝土拌和机冲洗废水为主，废水特点是污染物 SS 浓度高、由于施工期较短，废水产生量少，初步估计混凝土搅拌机每次冲洗废水约 0.6m^3，排放方式为间歇式，对地表水体影响很小。考虑到工程规模很小，工期不长，对周边局部区域的环境空气及声环境影响很小，造成局部水土流失量很小，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。专业项目建设总体上对生态环境、水土流失和社会环境的影响较轻。

5.10 其他环境

5.10.1 对环境空气的影响

5.10.1.1 环境空气敏感对象

根据本工程施工布置和外环境关系，本工程环境空气敏感保护目标见表 5.10.1-1。

表 5.10.1-1　　工程区内大气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
				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
				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

5.10.1.2　砂石混凝土加工系统的影响

本工程在枢纽工程区布置 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。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。

5.10.1.3 开挖、爆破的影响

工程开挖、爆破作业主要在坝区、料场区及隧洞开挖区，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。

5.10.1.4 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至地面，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。

5.10.1.5 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 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 NOx 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 NOx 和 NO_2 的转换系数，NOx 和 NO_2 的转换系数取 0.075。宗通卡水利枢纽工程的枢纽工程区施工区施工期油料用量为 2.44 万 t，供水和灌溉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 NO_2 产生量为 47.15t，CO 产生量 955.91t，供水和灌溉工程每处施工区 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。

5.10.1.6 供水管线工程

工程施工过程中环境空气污染源主要为机械开挖、弃渣堆放和装卸以及交通运输产生的粉尘。尽管管线施工作业面较小，开挖面较小，但粉尘会出现飘散、洒落的情况，对莫仲村、穷卡村、俄洛村部分居民点产生一定影响，因而在管线施工沿线区域需加强洒水降尘等措施。

5.10.2 对声环境的影响

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。

5.10.2.1 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 5.10.2-1。

表 5.10.2-1　　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	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
				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
	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
	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

5.10.2.2 固定点源噪声影响预测

根据本工程施工总布置图，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/T2.4-2009)，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:

$$L_{总} = 10\lg(\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1L_i})$$

式中: $L_{总}$—— 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 5.10.2-2。

表 5.10.2-2　　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
	混凝土拌合系统	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
	混凝土拌合系统	90	76	70	64	56	50	46.5	44	40.5

根据以上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。

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 5.10.2-3。

表 5.10.2-3　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	60	5	2～17
达东村	Y2 施工区施工工厂	89	57.2	42.6	57.4	60	0	0

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 17dB（A），随着距离的增加，最远敏感点超标 2dB(A)。达东村居民点噪声满足《声环境质量标准》(GB3096-2008）2 类标准。

5.10.2.3 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/T2.4-2009）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:

$Lw(r)=LA(r0)+\Delta Lr-20lg(r/r_0)-a\times(r-r_0)$

$L_w(r)$——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）;

ΔL_r——山谷反射的叠加值（dB），ΔLr 取 3dB;

$20lg(r/r_0)$——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，则石料场开采爆破噪声影响范围详见表 5.10.2-4。

表 5.10.2-4 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

根据本工程施工总布置图和敏感目标分布情况，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。

5.10.2.4 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:

$$L_{eq}(h)_i = \left(\overline{L_{OE}}\right) + 10\lg\left(\frac{N_i}{TV_i}\right) + 10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right) + 10\lg\left(\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{\pi}\right) + \Delta L - 16$$

式中：Leq（h）$_i$— 第 i 类车的小时等效声级，dB（A）;

$\left(\overline{L_{OE}}\right)$— 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;

Ψ_1、Ψ_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 5.10.2-5。

表 5.10.2-5　　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△L

$$\Delta L=\Delta L_1—\Delta L_2+\Delta L_3$$

式中：ΔL_1—线路因素引起的修正量，dB（A）；

ΔL_2—声波传播途径中引起的衰减量，dB（A）；

ΔL_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值，结果见下表。

表 5.10.2-6　　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 5.10.2-7　　受交通噪声源影响的敏感点影响预测结果

敏感点	噪声源		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。

5.10.2.5 综合叠加预测

多声源在某一点声压级的叠加公式:

$$L_{P总} = 10\log\sum_{i=1}^{n}(10^{L_{P1}/10} + 10^{L_{P2}/10} + \ldots\ldots + 10^{L_{Pi}/10})$$

式中:

$L_{P总}$——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#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#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。

5.10.3 对固体废物的影响

（1） 施工期影响

1） 施工弃渣的影响

工程区施工总弃渣量 144.08 万 m^3（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，按照人均垃圾产生量为 0.5kg/d 计，枢纽工程施工区和供水和灌溉工程施工区生活垃圾产生量分别为 0.55t/d 和 0.25t/d，施工期共产生垃圾量分别为 1023t 和 337.5t。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。

5.10.4 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 1600 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。

6 环境保护措施

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规划设计原则为:

（1） 预防或减免环境影响的原则：根据环境影响分析结果，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 施工期水质保护措施

6.2.1.1 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^3/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^3/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。

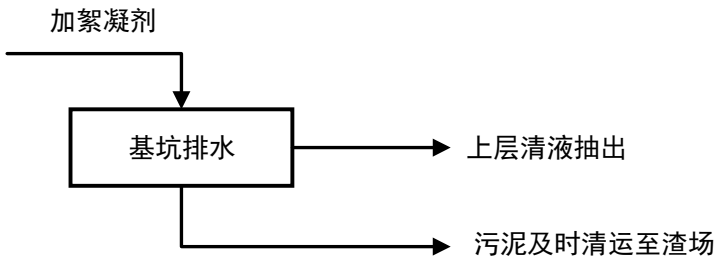


图 6.2.1-1　基坑排水处理流程图

同时，大坝施工活动尽量避开暴雨时段，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　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 500t/h 和 40t/h，均按 2 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 750m^3/h 和 60m^3/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和环境保护，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≤100mg/L。

（3） 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≤0.15mm 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。

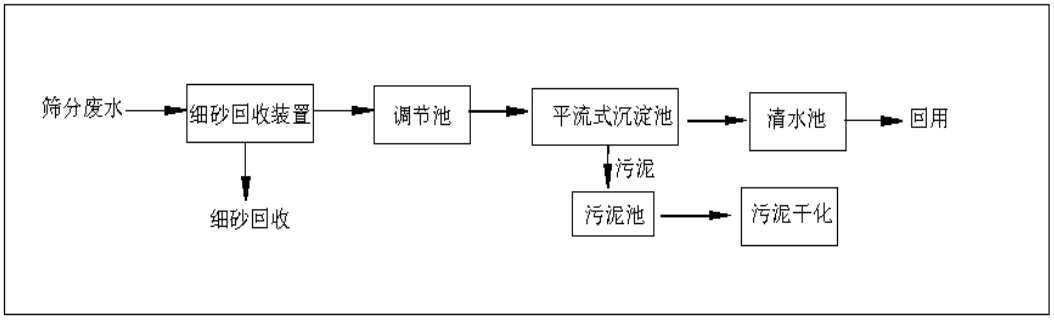


图 6.2.1-2　　自然沉淀法工艺流程

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。

方案二：辐流式混凝沉淀法，处理工艺流程见图 6.2.1-3。

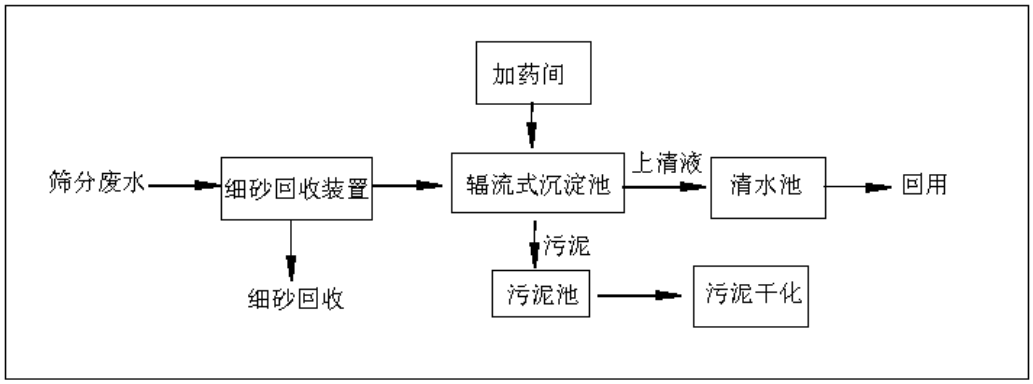


图 6.2.1-3　　辐流式混凝沉淀法工艺流程

废水经细砂回收后，在辐流式沉淀池中进行混凝沉淀，污泥进行重力沉降至污泥池内，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。

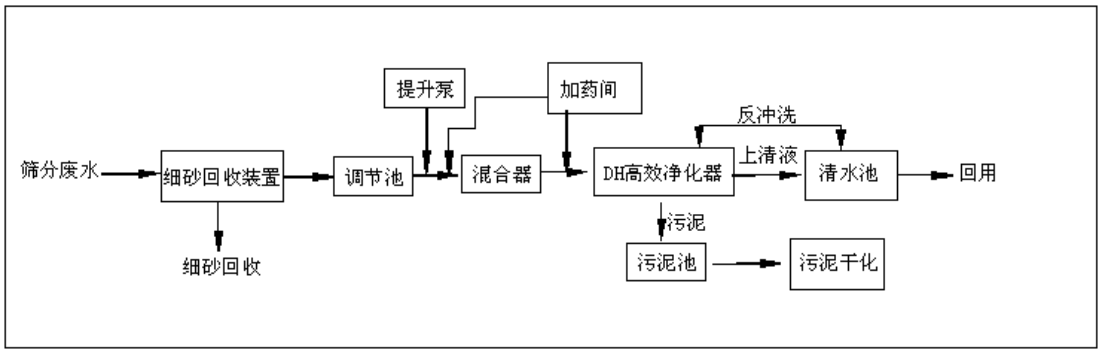


图 6.2.1-4　　DH 高效污水净化器成套设备处理法工艺流程

成套设备法是国内大部分大型电站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。

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^3/h 的设备占地面积约 16m^2	单台处理能力为 200m^3/h 的辐流沉淀池占地面积约 150m^2	场地条件要求高，处理能力 200m^3/h 占地面积约 200m^2
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，在水利工程中应用较少。机械脱水目前在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≥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≤20%	污泥含水率≤35%	污泥含水率≤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

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 750m^3/h 和 60m^3/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 750m^3/h 和 60m^3/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。

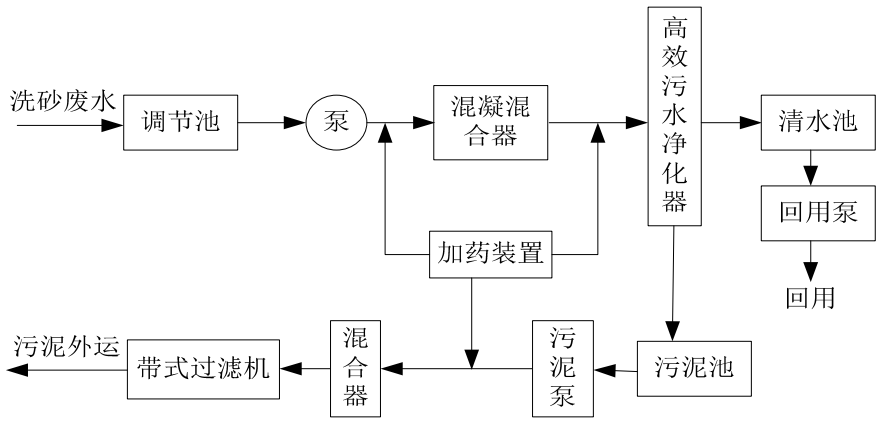


图6.2.1-5　本工程砂石加工系统废水处理推荐工艺流程

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750m^3，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-250 高效混凝混合器 3 台，单台尺寸φ1.2m×H4.3m，混合处理能力 250m^3/h。

DH 高效净化器:选用型号为 DH-SSQ-250 高效(旋流)污水净化器 3 台，单台尺寸φ4.0m×H12.3m，处理能力 250m^3/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 750m^3，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。

清水泵房：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 181.68m^3/h。设置污泥停留时间为 3h，则污泥池有效容积至少为 545m^3，设计池体尺寸 12.0m×12.0m×4.3m，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 17.0m×12.0m×4.0m，地下部分尺寸为 12.0m×12.0m×4.3m，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-100 的污泥混合器 2 台，混合器单台尺寸：φ0.8m×H2.3m，污泥混合处理能力 100m^3/h。

带式过滤机：选用滤带宽度为 3.7m，过滤面积为 74m^2的真空带式过滤机 2 台，单台尺寸为 24.5m×4.5m×2.65m，配真空泵 2 台。

污泥脱水车间:平面尺寸为 30.0m×20.0m×4.3m,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：混凝剂选用 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 9m^3，混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36m^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60m^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φ1.0m×H2.8m，混合处理能力100m^3/h。

DH高效净化器:选用型号为DH-SSQ-250高效(旋流)污水净化器3台，单台尺寸φ3.6m×H8.0m，处理能力250m^3/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60m^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^3/h。设置污泥停留时间为 3h,则污泥池有效容积至少为 44m^3,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^3/h。

带式过滤机：选用滤带宽度为 1.25m，过滤面积为 10m^2的真空带式过滤机 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 台带式过滤机，滤布冲洗水泵 1 台。

絮凝剂溶解池：混凝剂选用 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^3,混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^3，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^3	1003.04
	石方开挖	m^3	429.88
	土石方回填	m^3	298.01
	混凝土（C25）	m^3	174.91
	钢筋	t	19.24
	砂浆	m^2	549.20
1.3	废水提升泵房	个	2.00
	土方开挖	m^3	717.02
	石方开挖	m^3	307.30
	土石方回填	m^3	239.01
	混凝土（C25）	m^3	129.31
	钢筋	t	14.22
	砂浆	m^2	971.20
	砖砌体	m^3	85.20
1.4	清水池及回用泵房	个	2.00
	土方开挖	m^3	1720.07
	石方开挖	m^3	737.17
	土石方回填	m^3	537.02
	混凝土（C25）	m^3	304.22
	钢筋	t	33.46
	砂浆	m^2	1520.40
	砖砌体	m^3	85.20
1.5	污泥池及污泥泵房	个	2.00
	土方开挖	m^3	1454.43
	石方开挖	m^3	623.33
	土石方回填	m^3	483.22
	混凝土（C25）	m^3	264.14
	钢筋	t	29.06
	砂浆	m^2	1391.60
	砖砌体	m^3	85.20
1.6	加药系统车间	个	2.00
	土方开挖	m^3	742.90
	石方开挖	m^3	318.38
	土石方回填	m^3	248.21
	混凝土（C25）	m^3	133.57
	钢筋	t	14.69
	砂浆	m^2	1080.80
	砖砌体	m^3	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^3	2696.40
	石方开挖	m^3	1155.60
	轻钢厂房	m^2	750.00
	混凝土（C25）	m^3	404.59
	钢筋	t	44.51
2	主要设备		0.00
	DH 型高效污水净化器	台	4.00
	污水混合器	台	4.00
	污泥混合器	台	3.00
	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	万 m^3	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 混凝土拌合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 8m^3/次，供水和灌溉工程施工区每处搅拌站冲洗废水产生强度为 6m^3/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区的每处搅拌站的最大碱性废水产生量分别为 32m^3/d、16m^3/d 和 12m^3/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 5000mg/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）（pH>5，SS≤2000 mg/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） 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。

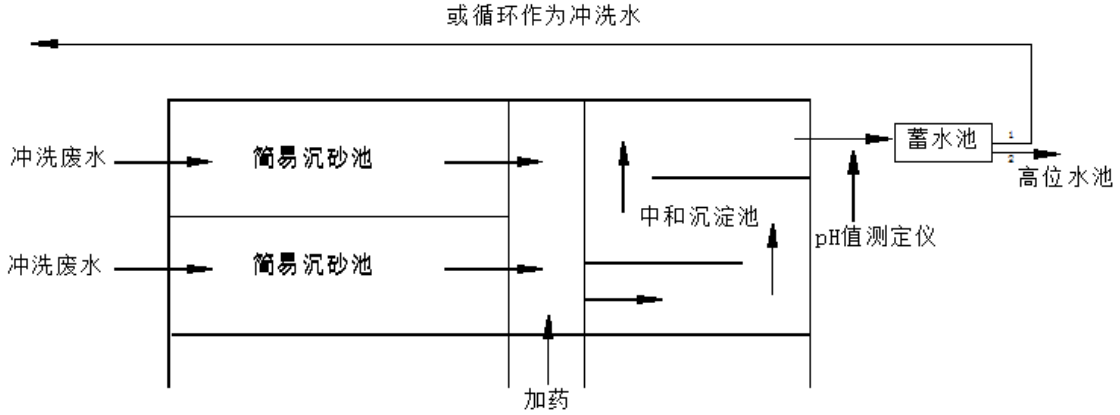


图 6.2.1-6　混凝土拌和系统废水处理工艺流程图

（4） 处理方案

1） 12m^3/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^3/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^3/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	13
	土方开挖	m^3	448.497
	石方开挖	m^3	192.213
	土石方回填	m^3	178.794
	混凝土（C25）	m^3	218.916
	钢筋	t	24.08076
	防水砂浆	m^2	588.6
1.2	中和沉淀池	个	13
	土方开挖	m^3	363.1635
	石方开挖	m^3	155.6415

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
	土石方回填	m^3	120.897
	混凝土（C25）	m^3	154.908
	钢筋	t	17.03988
	砂浆	m^2	433.8
1.3	蓄水池	个	13
	土方开挖	m^3	363.1635
	石方开挖	m^3	155.6415
	土石方回填	m^3	120.897
	混凝土（C25）	m^3	154.908
	钢筋	t	17.03988
	砂浆	m^2	433.8
1.4	加药廊道	个	13
	土方开挖	m^3	177.632
	石方开挖	m^3	76.128
	土石方回填	m^3	80.96
	混凝土（C25）	m^3	94.2
	钢筋	t	10.362
	砂浆	m^2	247.4
2	主要设备费		0
	加药桶	个	14
	搅拌器	个	14
	管件及阀门	批	13
3	安装运输调试费	%	360
4	运行费		0
	泥砂清掏及外运费	万 m^3	258.426
	絮凝剂费	t	9.72
	助凝剂费	t	0.972
	电费	万 kw·h	21

（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。

（7） 可行性分析

本方案不借助任何机械动力，经重力沉降及适当人工投加绿矾和聚丙烯酰胺的混合物以降低悬浮物浓度和降低沉淀池内的碱性。经过处理后，排放的废水中浓度可以达标排放。

6.2.1.4 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）。另外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），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 0.6m^3、每天有 70％的燃油机械需要冲洗计，两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^3/d 和 53.8m^3/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。

（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） 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出水。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+汽浮隔油法。

（4） 处理方案

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。

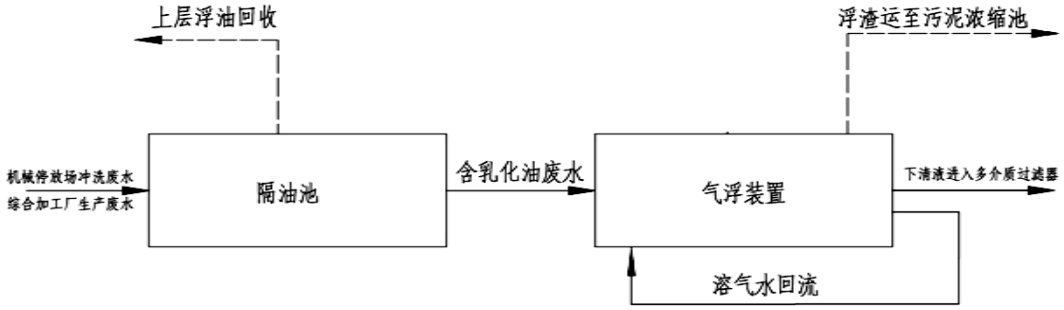


图 6.2.1-7　宗通卡水利枢纽工程含油废水处理工艺流程图

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 100m^3/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 m^3/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		12
	土方开挖	m^3	351.17
	石方开挖	m^3	150.50
	土石方回填	m^3	173.18
	混凝土（C25）	m^3	152.47
	钢筋	t	16.62
	井盖及支座	套	12.00
2	运行	m^3	242262.00

（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 生活污水处理设施

（1） 废水概况

本工程在枢纽施工区设置 1 处施工营地和 1 处业主营地，另外在供水及灌溉工程区的 11 个施工区分别设置 1 处办公生活区。本工程施工高峰期枢纽工程施工区施工营地和业主营地施工人数分别为 950 人和 150 人，供水及灌溉工程区施工人数为 500 人，施工人员生活用水量平均以 120L/d 人

计，生活污水排放量按用水量的 80%计算，施工高峰期枢纽施工区施工营地、业主营地和供水及灌溉工程施工区营地生活污水产生量分别为 91.2m^3/d 和 14.4m^3/d 和 48m^3/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_5、COD、SS 等。各种污水混合后，BOD_5 浓度在 200mg/L 左右，COD 浓度在 300mg/L 左右，氨氮浓度在 30mg/L 左右。

（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） 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^3～2 元/m^3	1 元/m^3～2 元/m^3	0.3 元/m^3～0.6 元/m^3
占地	较小	较大	一般
处理能力	200m^3/d 以下	5000m^3/d 以上	200m^3/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，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^3/d）的采用厌氧生物膜池工艺，规模较大（15m^3/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

在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 110m³/d 和 18m³/d；在供水和灌溉工程的 11 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 10m³/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。

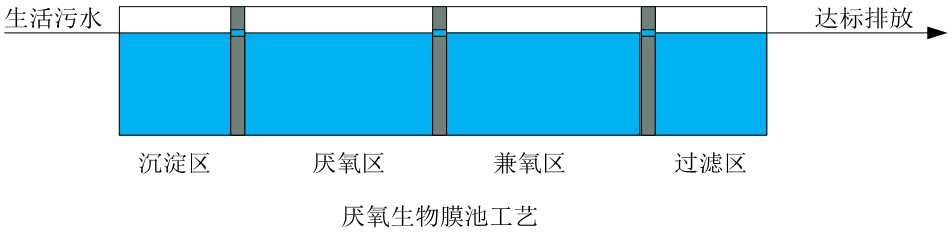


图 6.2.1-8 厌氧生物膜池工艺流程图

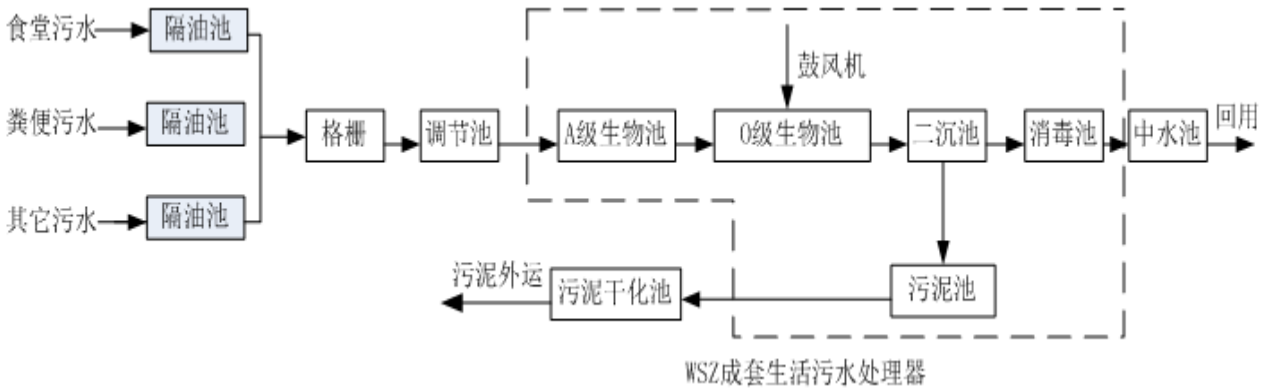


图 6.2.1-9 成套生活污水处理设备（A/O 工艺）工艺流程图

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 110m³/d 和 18m³/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（18m³/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 24m²	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 4.5m³
8	回用水池	3.0×1.7×2.0	回用水泵 1 台
规模（110m³/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 50m²	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 12.0m³
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 10m³/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：16m³
3	兼氧区	2.0×2.0×3.0	24	
4	过滤区	1.0×2.0×3.0	12	滤料：4m³

（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	11

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
	土方开挖	m^3	998.61
	石方开挖	m^3	427.98
	土石方回填	m^3	633.80
	池体混凝土（C25 抗渗 S6）	m^3	396.79
	钢筋	t	43.65
	池外壁水泥砂浆	m^2	1056.00
	立体弹性填料	m^3	176.00
	滤料	m^3	44.00
2	运行费	m^3	64800.00
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^3	40.60
	石方开挖	m^3	17.40
	土石方回填	m^3	31.12
	C25 混凝土	m^3	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^3	228.92
	石方开挖	m^3	98.11
	土石方回填	m^3	160.00
	C25 混凝土	m^3	52.45
	钢筋	t	5.77
	砂浆抹面	m^2	154.68
	通气管（DN100）	m	10.00
	管套	个	2.00
	90° 三通	个	4.00
	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^3	10.89
	石方开挖	m^3	4.67
	土石方回填	m^3	4.32

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
	混凝土（C25）	m^3	7.63
	钢筋	t	0.84
	砂浆	m^2	18.00
1.4	调节池	个	2.00
	土方开挖	m^3	87.00
	石方开挖	m^3	37.28
	土石方回填	m^3	47.60
	混凝土（C25）	m^3	27.88
	钢筋	t	3.07
	砂浆	m^2	79.20
1.5	回用水池	个	2.00
	土方开挖	m^3	116.81
	石方开挖	m^3	50.06
	土石方回填	m^3	58.67
	混凝土（C25）	m^3	34.99
	钢筋	t	3.85
	砂浆	m^2	101.40
1.6	污泥池	个	2.00
	土方开挖	m^3	34.09
	石方开挖	m^3	14.61
	土石方回填	m^3	16.44
	混凝土（C25）	m^3	15.01
	钢筋	t	1.65
	砂浆	m^2	40.00
1.7	污泥干化池	个	2.00
	土方开挖	m^3	40.89
	石方开挖	m^3	17.53
	土石方回填	m^3	18.60
	混凝土（C25）	m^3	18.07
	钢筋	t	1.99
	砂浆	m^2	49.00
	粗砂	m^3	4.32
	砾石	m^3	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
	废水处理量	m^3	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 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 运行期水质保护措施

6.2.2.1 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78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6.24m^3/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。

6.2.2.2 生态流量保障措施

本工程初期蓄水期生态流量为 16.3m^3/s；运行期 11 月～来年 3 月生态流量为 16.3m^3/s，4 月的生态流量为 31.7m^3/s，5 月～10 月生态流量为 41.4m^3/s。经初步分析，在现有水库调度规程下，坝下游下泄水量可满足下游河道生态流量要求。

（1） 初期蓄水生态流量保障措施

本工程大坝为沥青混凝土心墙坝，不能在坝体埋设钢管下泄生态流量，因此需结合引泄水建筑物下泄生态流量。根据施工导流布置方案，枢纽工程施工导流采用围堰一次拦断河床、隧洞泄流的导流方式，永久泄洪洞在施工期兼做导流隧洞，因此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。

根据施工进度安排，河道截流时，河水由导流隧洞下泄；大坝施工施工时，河水通过导流隧洞和泄洪洞过水；导流隧洞下闸，水库开始蓄水时，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，生态泄水孔的直径均约为 1.2m，泄流能力可满足生态流量下泄要求，水位上升至泄洪洞进口堰顶高程 3431m 以上后，关闭生态泄水孔阀门，利用泄洪洞闸门进行控泄。工作门为弧形闸门，闸门任意开度均可保证安全。

（2） 运行期生态流量保障措施

运行期间，可通过以下措施保证生态流量:

1） 宗通卡水库总装机容量为 104MW，装设 4 台机组，其中 2 台大机组装机容量均为 42.5MW，单台额定流量为 84.1 m^3/s，2 台生态机组装机容量均为 9.5MW，单台额定流量为 18.9m^3/s。生态流量通过机组发电尾水的形式

向下游泄放。

2） 枯水期利用生态机组发电泄放生态流量时，2 台生态机组可互为备用，提高生态流量的保障程度。

3） 若不能通过机组发电时，采用由大坝闸门泄放生态流量，下泄流量通过闸门开度控制。

6.2.2.3 库区水环境保护措施

（1） 划定水源保护区

根据《饮用水水源保护区污染防治规定》和《饮用水源保护区划分技术规范》，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、沙贡乡饮水安全。

宗通卡水库总库容为 1.246 亿 m^3，依据《饮用水水源地保护区划分技术规范》（HJ/T 338-2007）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，其中:

一级保护区：取水口半径 500m 范围内的水域面积，取水口侧正常水位线以上 200m 范围内的陆域;

二级保护区：水域面积为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面范围，陆域面积为一级保护区外不小于 3000m 的区域。

（2） 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。该项费用在水库淹没处理专项费中列支。

（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。

6.2.2.4 恩达曲和芒达曲水体预防和治理

（1） 加强恩达曲和芒达曲水质监测

长期监测恩达曲和芒达曲两支沟入汇段的重金属含量，保证这两条重要支沟不会对库区水质造成影响，确保水库供水安全；针对宗通卡库区 Fe 污染问题，应长期开展库区和重点支沟水体中 Fe 的定期监测，以准确掌握库区和支沟水体中 Fe 的含量情况，确保水库供水安全。

（2）恩达曲和芒达曲泉水处理

根据恩达曲支沟和芒达曲水质调查与分析，宗通卡库区恩达曲和芒达曲 2 条支沟 As 超标的主要原因是支沟上游存在含高浓度 As 的温泉（或冷

泉)。需对2条支沟上的温泉（或冷泉）进行处理，以确保库区水质达标。

1）编制依据

①《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)

②《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)

③《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)

④《污水混凝与絮凝处理工程技术规范》(HJ 2006-2010)

⑤《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》(CJJ 131-2009)

⑥《关于印发<城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策（试行）>的通知》(建城[2009]23号)

⑦《关于加强城镇污水处理厂污泥污染防治工作的通知》(环办[2010]157号)

⑧支沟水质调查资料及项目相关的水文、地质、地形资料

2）设计原则

①选用成熟、合理、可靠的处理工艺，充分利用现有自然环境条件，按照设计要求，结合地形、地质条件等特征合理安排，紧凑布置，降低工程成本;

②设计方案简易可行，便于操作，运营维护方便。

3）除砷工艺选择

砷具有复杂多样的存在形式，其氧化态就有四种。然而研究发现，在自然水环境中，三价及五价砷是最为常见的两种氧化态形式。研究表明，砷的三价和五价氧化态形式存在于地表水中，但因地下水所处的还原性环境使其中砷以三价氧化物形态为主(关小红,2009)。在酸性和中性条件下，As(Ⅲ)主要以 $As(OH)_3$ 形态存在；碱性条件下(pH>7)，$As(OH)_3$ 开始部分电离为 $AsO(OH)^{2-}$ 碎片，当pH=9时，其部分电离的 $AsO(OH)^{2-}$ 碎片含量达到50%，

而 AsO_3^{3-}和 $AsO_2(OH)^{2-}$只有在 pH>11 的强碱性条件下少量存在。由图 6.2.2-1 可以发现，对于高价态的砷(V)，在中性的条件下，$AsO_2(OH)^{2-}$和 $AsO_3(OH)^{2-}$几乎具有相同的浓度(各占约 50%)；在碱性(pH>11)条件下，AsO_4^{3-}含量开始增加，pH>12 时，As(V)主要以 AsO_4^{3-}存在，其含量达到 75%(季常青，2016)。因此，温泉水 pH 值在一定程度上影响着砷(As)的存在形态，在处理温泉水时，调节 pH 能够有效控制水中砷的去除率和毒性。

国内目前处理含高砷废水的方法主要有混凝法、直接沉淀法、离子交换法、萃取法、反渗透法、生物法、吸附法等。其中适用最广的则是混凝沉淀法和吸附法，工艺技术较为成熟，适合的除砷条件因此本项目拟采用混凝沉淀+吸附工艺。

因诸多实验表明五价砷被去除的可能性远大于三价砷，利用氧化技术将三价砷氧化成五价，是常用的提升对三价砷去除能力的方法之一。苑宝玲等（2006）分析研究高铁酸盐对水中砷氧化去除，发现对于高砷水样，当投入高铁酸盐量为水中砷浓度的 15 倍时可使出水中砷浓度符合国家标准。高铁酸盐药剂目前尚处于试制阶段，药剂来源有限，价格昂贵，且性能不稳定，因此不具备实际使用条件。液氯价格便宜，但氯瓶使用有安全性问题。次氯酸钠溶液，有效含量仅 10%左右，且存储时间有限，如运输距离长则不宜采用。投加 $KMnO_4$会增加出水色度，采用 ClO_2作氧化剂则成本较高，且氯化会导致大量卤化有机污染物生成，污染物不易去除，可能造成出水的毒理学安全性下降，相比之下 H_2O_2是一种较为理想的预氧化剂（王桂荣，2005；孙士权，2007)。

常用的混凝药剂主要有铝盐、铁盐和聚合盐三类（表 6.2.2-1），而实际应用中主要采用铁盐，尤其是三价铁盐或者聚合硫酸铁（PFS）。

表 6.2.2-1　　常用混凝剂及使用条件

混凝剂		水解产物	适用条件
铝盐	硫酸铝 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	Al^{3+}、$[Al_2(OH)_2]^{+}$、 $[Al_2(OH)_n]^{(6-n)+}$	适用于 pH 高、碱度大的原水。 破乳及去除水中有机物时,pH 宜在 4～7 之间。 去除水中悬浮物 pH 宜在 6.5～8 适用水温 20～40℃
	明矾 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$		
铁盐	三氯化铁 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$	$Fe(H_2O)_6^{3+}$、 $[Fe_2(OH)_n]^{(6-n)+}$	对金属、混凝土、塑料均有腐蚀性 亚铁离子必须先经氧化成三价铁，当 pH 较低时须曝气充氧或投加助凝剂氯氧化。 pH 值得适用范围宜在 7～8.5 之间。 絮体形成较快，较稳定，沉淀时间短
	硫酸盐铁 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$		
聚合盐类	聚合氯化铝 $[Al_2(OH)_nCl_{6-n}]_m$	$[Al_2(OH)_n]^{(6-n)+}$	受 pH 和温度影响较小,吸附效果稳定。 pH 为 6～9 适应范围宽，一般不必投加碱剂。 混凝效果好，耗药量少，出水浊度低、色度小，原水高浊度时尤为显著。 设备简单，操作方便，劳动条件好
	聚合硫酸铁 $[Fe_2(OH)_n(SO_4)_{6-n}]_m$ PFS	$[Fe_2(OH)_n]^{(6-n)+}$	

针对 2008 年阳宗海砷超标，陈景等(2015)对此利用铁盐进行喷洒除砷实验,发现针对 50L 的湖水(pH=8.6),当铁盐用量范围在 1.62-3.20mg/L 时，湖水的除砷率可达 95%以上，大面积性砷污染水域环境，通过将铁盐溶液雾化喷洒不仅可达到高效除砷的目的，且方法简便低成本。严群（2014）等研究表明，利用三氯化铁混凝沉淀处理含砷选矿废水，砷去除率可达 99.14%，出水砷浓度降至 0.361mg/L，达到国家污水综合排放标准(GB8978-1996)。

吸附法是一种工艺成熟、操作简单的水处理技术，利用具有高比表面积的不溶性固体材料作为吸附剂，通过污染物与吸附剂之间较强的亲和力将砷化物固体固定在其表面，从而达到净化除砷的目的。该法具有操作简单净化效果好、能回收废水中的砷、较少二次污染,且处理量大、经济适用等优势。吸附除砷的机理主要为物理吸附、化学吸附、离子交换吸附。在实际的吸附案例中，往往是几种方式共同发生作用.吸附法中，吸附剂的选择是影响吸附性能的主要因素，目前常用的吸附材料主要分为 2 类:天然吸附材料和人工合成材料.天然吸附材料主要有沸石、活性炭、软锰矿、黏土矿物、针铁矿、石英砂等.人工合成材料主要有二氧化锰、二氧化钛、活性氧化铝、粉

煤灰、赤泥、钢渣等。根据文献资料（廖家隆，2018），典型的吸附剂对砷的去除率可达 60～95%以上（表 6.2.2-2），而部分改性纳米材料对低浓度砷（<0.25mg/L）的吸附率可达 85%以上，并可以保证吸附滤池出水达到《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)砷≤0.01mg/L（苏颖，2015）。

表 6.2.2-2　　典型吸附剂的吸附特性

名称		特性	吸附效果及影响因素
天然吸附材料	沸石	由硅氧四面体和铝氧四面体连成的三维格架，格架中具有各种大小不一但排列整齐的晶穴、晶孔和孔道，比表面积巨大，具备独特的吸附性.	As(V)吸附容量为 1.48 mg/g.Cu 改性沸石脱砷效果较优.
	活性炭	化学性质稳定、孔隙结构丰富、比表面积大，且其孔表面还含有大量羧基、羟基、酚羟基等官能团.	As(V)吸附容量为 5.12 mg/g.pH 影响显著，当 pH 为 7 时，改性前后的活性炭对砷的吸附量达到最高.Fe 改性显著提高脱砷效果.
	软锰矿	主要成分为 β-MnO_2，属于金红石族氧化物矿物，其对 As(Ⅲ)具有氧化和吸附作用.	砷吸附效果显著，对砷原液浓度为 204.45 μg/L 的去除率高达 90.26 %.pH 对吸附效果影响较大.
	黏土矿物	以铝、镁为主的硅酸盐矿物，其颗粒细小、比表面积大、孔隙率高，且具有很好的物理吸附性和表面化学性.	As 吸附容量为 8.13 mg/g，吸附过程遵循二级动力学方程.
	针铁矿	比表面积大，吸附主要分为两个阶段，第一阶段为针铁矿表面联合体的形成，第二阶段为联合体转变为沉淀物.	有效降低溶液 As 浓度，脱砷率可达 61.36 %.无定型铁含量的提高，对 As 的稳定化效果趋于显著.
	石英砂	机械性能好，但其比表面积、孔隙率小，吸附能力有限，一般是通过改性提高吸附性能.	As(Ⅲ)的吸附容量可达 89.92 mg/g，pH 值影响较大，其最适 pH 值范围为 4.0~9.0.
人工合成材料	二氧化锰	具备氧化和吸附的双重特性，As(Ⅲ) 首先被氧化成 As(V)，然后被吸附在 MnO_2 表面.	对 As(V)的最大吸附量约为 100 mg/g、50 mg/g，pH 值为 2 是较优吸附条件.
	二氧化钛	具有比表面积大、活性高及稳定性好等优点，作为一种光学催化剂，在光照和溶解氧作用下，可将 As(可将氧化成 As(V).	在酸性体系下，可将 2.5 g/L 的 As(Ⅲ)降至国家工业废水排放标准以下(<0.5 mg/L).
	活性氧化铝	表面积大、孔隙结构合理、物理化学性能稳定.	初始砷浓度为 10 mg/L 时，砷的去除率均在 90 %以上.当初始砷浓度为 50 mg/L 时，动态吸附量为 3.43 mg/g.
	粉煤灰	具有粒径大、比表面积大的特点，是一种经济有效的除砷吸附剂.	对废水中砷的吸附率高达 98.88 %.Fe 改性粉煤灰后脱效果更佳.
	赤泥	氧化铝厂的工业废弃物，含有大量的 CaO、SiO_2、Al_2O_3，具有颗粒细、比表面积大和活性高等特性.	对溶液中砷的脱除效果较好，酸活化、热活化或联合活化后的赤泥显著提高脱砷效果.
	钢渣	炼钢废弃物，含有大量的 Fe_2O_3、P_2O_5、SiO_2、Al_2O_3，具有一定的碱性，对除砷的机理既有化学沉淀又有吸附作用.	最高 As(Ⅲ)吸附容量可达 35.8 mg/g，吸附以 Elovich 方程为较优模型.

综上分析，拟采用预氧化-絮凝沉淀-活性吸附工艺对砷浓度过高的温泉分别进行净化处理（图 6.2.2-2）。通过管道从超标温泉处引水，并设置水泵和闸门对引水流量进行控制。As 超标温泉水体经过取水管道自流通过细格栅后，进入 As 处理设施前端的收集池。在收集池内投加氧化剂 H_2O_2，水体经过氧化处理后进入絮凝池，将 As^{3+}氧化为 As^{5+}。待处理水体在沉淀池与溶液池加入的聚合硫酸铁（PFS）和聚丙烯酰胺（PAM）充分混合，随后通过配水花墙进入沉淀池，实现絮体与净化水体分离，达到去除水中 As 的

目的。为进一步提高温泉水中砷的去处效率,在沉淀池后计入并联 2 级活性吸附滤池,滤池填料以石英砂、锰砂及砷高效去除纳米吸附材料等按照一定颗粒级配组成复合滤层，通过填料的吸附作用去除温泉水中剩余的砷，同时在滤料的过滤作用下进一步分离平流沉淀池未能完全沉淀的絮凝体。最后通过导排管收集滤池出水，达标后排放至坝址下游。沉淀池及絮凝池内的污泥通过污泥泵收集至污泥浓缩池，污泥在重力作用下浓缩脱水。随后将初步脱水的污泥加入石灰在自然干化场进行强化干化。脱水后的污泥运往最终处置场地进行无害化处理，脱水机产生的废水经过污水回流管进入收集池再次净化。

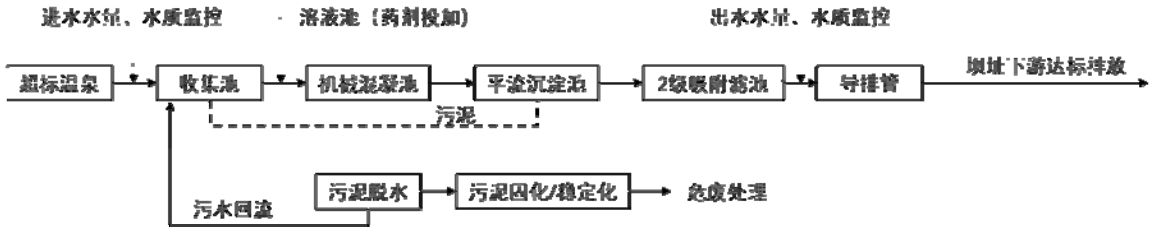


图 6.2.2-2　温泉 As 净化工艺技术路线

4）场地布置

根据现场调查，砷超标支沟分别位于上游的恩达曲和芒达曲。其中恩达曲距宗通卡坝址 4.9km，温泉点位于焦日卡，场地高程为 3700m，温泉点距恩达曲入昂曲河口 7.9km。芒达曲距宗通卡坝址 9.0km，其中左支沟温泉点位于莫美村上游,场地高程为 4034m,温泉点距芒达曲入昂曲河口 20.1km,右支沟扎玛村下游，场地高程为 3843m，距芒达曲入昂曲河口 13.2km。综合考虑交通、水量和管理等因素，拟建设两处砷超标温泉水处理设施，分别对恩达曲和芒达曲 3 处温泉点砷超标水进行处理。其中恩达曲温泉点处理设施位于焦日卡村，场地高程 3695m，占地面积约为 300m^2。芒达曲则先通过引水管线将左右支沟温泉点砷超标水引至达德村进行处理，引水管线沿支沟布置，其中左支沟管线 11.2km，右支沟管线 4.3km，达德村处理场

地高程为 3650m，占地面积约为 300m²（图 6.2.2-3）。

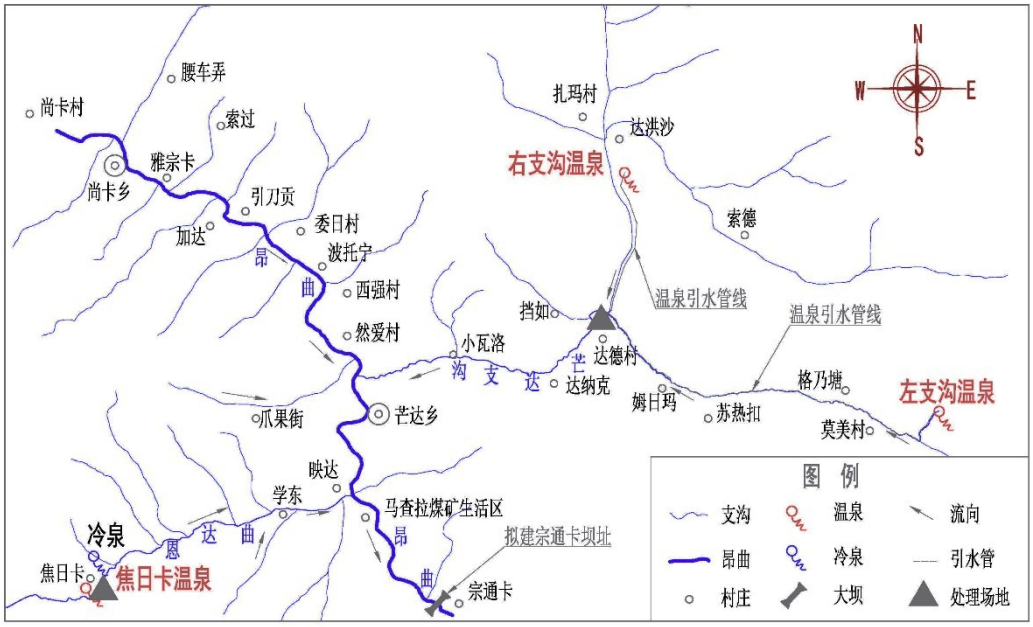


图 6.2.2-3　砷超标支沟净化措施总平面布置图

根据预氧化-絮凝沉淀-活性吸附工艺的技术要求和管理需要，结合场地条件，单个处理场地平面布置如图 6.2.2-4 所示。收集池与进水格栅合建，在格栅后端安装进水水量水质监测设备，重点监测水体流量、pH、温度、砷含量等参数，2 级滤池出水口安装在线监测设备对出水水质及流量进行实时监测，主要监测出水流量、pH 及砷含量等。所有在监测设备及水泵均采用自动控制及手动控制两种方式，中央控制系统通过 PCL 集成于中控室对部分进行实时控制。预氧化剂及混凝剂均在药剂混合间分区存放及处理。沉淀池内的污泥经过 2 座并联运行的污泥浓缩池经初步脱水后，泵送至污泥干化厂投加生石灰自然干化。当检测到出水水质不达标时，出水暂不进入尾水接收管，而是进入事故池，等待工艺调整后，重新进入收集池再次净化，直至达标为止。

5）污泥处理与处置

根据水质监测报告，与城市生活污水处理厂相比，本项目温泉水中有

机污染物含量相对较低，且为化学絮凝处理，故本项目污泥拟采用直接浓缩脱水，不经硝化。

主要的污泥脱水及干化工艺有：自然脱水和机械脱水（包括筛分脱水、真空过滤脱水、加压过滤脱水、离心脱水、冷冻脱水，毛细管脱水及电渗透脱水等）。

其中自然干化脱水是最为简单最为经济的处理方案，由于本工程规模较小，且污泥为化学沉淀，有机污染物含量较低，污泥不会造成蚊蝇滋生环境。结合当地气象资料，昌都地区多年（1981-2014 年）平均降水量 487.18mm，多年平均蒸发量 1571.31mm，因此可采用自然干化技术对絮凝污泥进行处理。

污水处理过程中产生的污泥，含有高浓度的砷（处理后石灰砷渣通常含砷质量分数为 1%-30%），如处置不当将造成二次污染，故必须妥善处理。污泥的最终处置有堆肥、水泥添加剂、焚烧、卫生填埋、排海、制造建筑材料等综合利用途径。表 6.2.2-3 为这几种处置方法的优缺点比较表。

表 6.2.2-3　　不同污泥处置方式优缺点比较

污泥处置方式	优点	缺点
堆肥（土地利用）	用于绿化肥，可减少农药用量，处理成本较低	必须去除有机污染物及重金属，达到无害化
水泥添加剂	可使污泥无害化，资源化，可做水泥的添加料达到综合利用，解决污泥的出路问题，节约部分能源	需按照水泥强度要求适量添加，处理成本较高
焚烧（热处理）	彻底达到污泥的无害化，解决污泥的出路问题，灰分可综合利用	技术和设备要求复杂，处置成本高，并可造成大气污染
填埋	可缓解污泥的无出路问题，处置成本较低	无害化要求的标准较高，占用农田，不利于可持续发展
固化稳定化	直接将有害污染物永久封存	成本稍高，占用一定场地

根据实际情况，污泥最终处置可以考虑采用四种方法：①将脱水泥饼

用作绿化地基肥；②将脱水泥饼直接运至农村，与生活垃圾、杂草等混合厌氧堆肥，经无害化稳定后，用作农肥；③将脱水泥饼进行卫生填埋；④将脱水污泥送至热电厂、水泥厂进行综合利用。

就本工程的实际情况而言，混凝沉淀池中的污泥砷含量较高，后续会对环境产生明显不利影响。根据当地污泥处置的现状，将污泥投加生石灰自然干化脱水是一种经济实用，又能有效防止高砷污泥释放造成的二次污染。稳定化处理后的污泥根据危险废物监管要求，交由有资质单位进行最终处置。

6）处理费用

根据估算水量（2000m^3/d）及工艺，对温泉水进行有效处理需要建设污水收集池、机械絮凝池、平流沉淀池、吸附滤池、溶液调制及药剂存储房、电气及自动控制房、在线监测及传感控制设备等，根据类似工程经验，估计工程土建投资约 400 万元，设备安装投资约 250 万元。工程建成运营后还需配备相应管理人员负责处理设施的日常运营、设备检修维护、滤池反洗、调料更换、污泥处理等，年运行费用初步估算约 200 万元。

（3） 恩达曲和芒达曲温泉导排

1） 处理原则

根据恩达曲和芒达曲水质调查与分析，支沟水体超标是受砷浓度超标严重的温泉水汇入而造成，温泉点上游的支沟水体水质中砷含量并未超标。因此，将温泉水通过管道引入坝址下游约 1km 处排放。

2） 温泉引水方案

引水方案在昂曲河两岸分别设置独立的引水系统将泉水引至大坝下游排放。引水系统由集水口，引水管道及排水口组成。集水口包括集水池及结合井，功能是收集地表出流泉水，泉水经消能后进入引水管道；引水管

道采用重力无压流，管道浅埋敷设，先沿冲沟附近边坡上敷设至昂曲河河口，再沿岸边公路内侧边坡敷设至排水口,管材为 UPVC 排水管，保温材料为 100mmm 厚硬质聚氨酯泡沫，不同温度泉汇合处设置混合池。左岸芒达曲引水系统管道总长 32.1km，直径 DN200～DN300mm，坡度 0.003，共设置排水检查井 270 座,混合池 1 座;右岸恩达曲引水系统管道系统总长 16.5km，直径 DN300mm～DN600mm，坡度 0.003，共设置排水检查井 138 座。左右岸排水口均位于大坝下游 200m 处，排水口由八字口及跌水渠组成。温泉引水方案投资估算见表 6.2.2-4，引水线路示意图见图 6.2.2-5。

表 6.2.2-4　　温泉引水方案主要工程量

编号	项目	规格	单位	数量
1	土方开挖		m^3	71638
2	石方开挖		m^3	17909
3	土方回填		m^3	65491
4	粗砂回填		m^3	17310
5	保温材料 δ=100mm		m^2	6110
6	UPVC 排管	DN200	m	4357
7	UPVC 排管	DN300	m	29376
8	UPVC 排管	DN600	m	16274
9	渠道闸门	600×600	套	4
10	渠道闸门	300×300	套	6
11	集水池	V=300m^3	座	4
12	钢筋混凝土结合井	L×B×H=5×4.5×3.5m	座	4
13	混合池	V=300m^3	座	2
14	钢筋混凝土检查井	Ø1000, H=2.5m	座	408
15	八字排水口		座	2
16	混凝土跌水渠	0.5×0.5m	m	60
17	C25 混凝土		m^3	3000
18	钢材		t	2

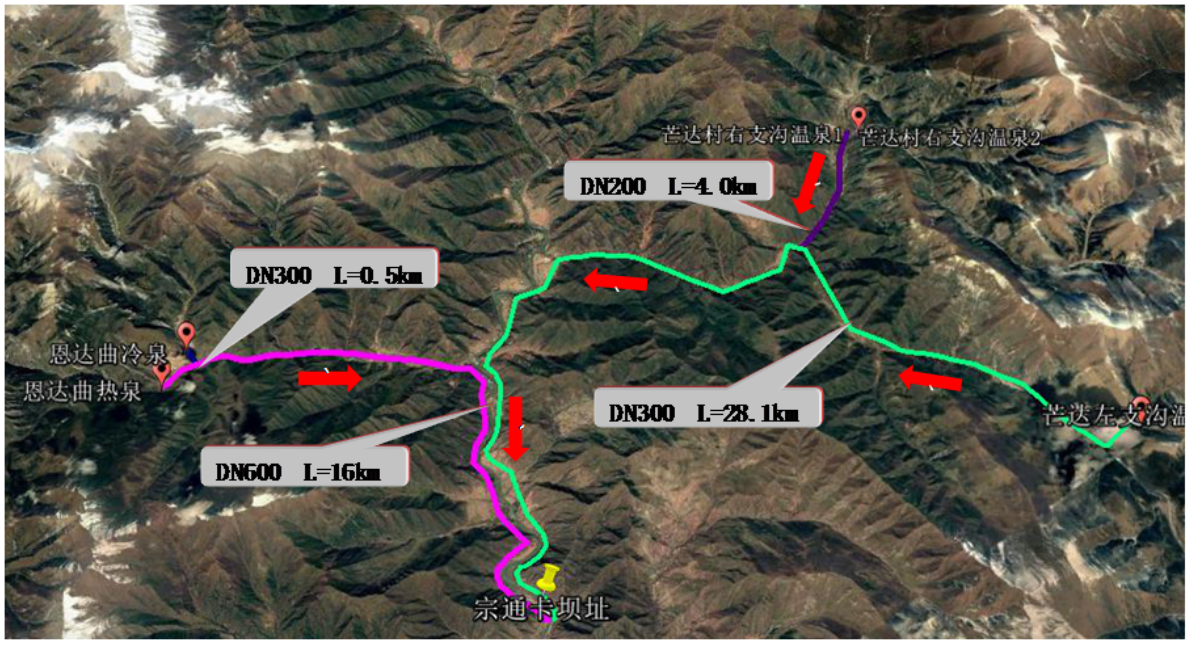


图 6.2.2-5　恩达曲和芒达曲温泉引排方案示意图

6.2.2.5　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

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，对昂曲干支流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^3/d，采用 A^2O 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，昌都市已开展昌都市污水处理厂二期改扩建工程的前期工作，计划于 2018 年底完成污水处理厂的试运行。二期工程实施后，污水处理规模可增加至 15000m^3/d，通过工艺方案升级使处理后的污水可达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。因此，宗通卡水利枢纽工程实施后，可根据污水排放量、污水处理厂处理能力以及国家对澜沧江水质的保护要求，适时增加污水处理厂及配套污水管网的建设。

宗通卡坝址下游沙贡乡、俄洛镇等乡镇及农村目前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，对昂曲水质产生不小威胁。因此，建议沙贡乡、俄洛镇等人口集中的乡镇应逐渐建立生活污水集中处理设施，使污水处理达标后排放；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。

（2） 加强治理农村面源，防止二次污染

粗放型农业耕作模式造成农灌退水和化肥农药流失量大，因此，在加强点源控制基础上，必须加大面污染源的治理和控制力度，结合农业灌溉生产与环境特征采取一定的措施，尽量减缓其对环境的影响。

积极发展生态农业，推广施用高效、低毒、低残留农药。农药对环境

影响根本原因是农药的分子特性决定的。要减缓影响应从农药的使用上，尽量使用生产半衰期小于 2.5 天的低毒高效或无害的农药。要尽量施用有机肥、农家肥，严格控制化肥和农药的施用量，禁止使用剧毒农药，以防残留物随地表径流污染河流水体。

提高公众的环境保护意识和素质，依照环境保护法广泛开展法制教育和农运好安全正确施用的农业技术教育，让广大农民依法办事，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。

（4） 提高农民环保意识

利用媒体加强宣传。利用县级及以下电视台或其他传媒进行环保公益宣传，宣传生活污水污染对健康的影响及如何有效进行生活污水治理等方面内容，对农村环境整治进展情况进行跟踪采访报导，及时发布连农村环境整治工作动态。

制作大型宣传标牌进行宣传。在主要路口及人口集中区域树立大型环保公益广告牌，有力营造农村环保连片整治宣传氛围。在农村道路旁边树立环境保护宣传标语，既能起到环境保护的宣传氛围，同时能给农民群众传授环境保护知识。

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 2×10^{-2}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，对其它区域采区简单防渗措施。

重点防渗区（油库）：等效粘土防渗层 Mb≥6.0m，K≤1×10^{-7}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

水电站为清洁能源，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。

各施工生活区设置垃圾桶，并配备垃圾运输车，定期清运至弃渣场填埋处理。电站运行期厂区设置一个垃圾中转场，由电站保洁人员负责定时清运到垃圾处理场统一处理。

6.4 陆生生态保护措施

6.4.1 陆生植物和植被的保护措施

6.4.1.1 生态影响的避让措施

（1） 枢纽工程区及灌区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。

（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，应该加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以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

根据本项目工程的特点，建议采用以下生态影响的减缓措施。

（1） 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。

（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） 植被恢复措施

本工程对陆生生态的影响主要体现在对陆生植被的影响上。因此施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各类施工迹地实施陆生生态修复措施。

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、草地和农业植被，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：乔木—大果圆柏、川西云杉、藏川杨、左旋柳；灌木—水枸子、小叶锦鸡儿、砂生槐；草本—毛莲蒿、白草、长芒草、尼泊尔酸模；攀缘植物—甘青铁线莲。

3） 植被恢复方案

评价区生态恢复分区总体思路为：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，结合水保植物措施，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）、供水和灌溉工程区（渠系及渠系建筑物区、施工道路区、施工临建区、弃渣场）。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 6.4-1　　植被恢复措施一览表

工程分区	恢复方法	恢复物种组合
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：水枸子 草本：尼泊尔酸模
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：水枸子；草本：毛莲蒿； 藤本：甘青铁线莲
施工道路	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：水枸子、小叶锦鸡儿； 草本：毛莲蒿、长芒草
施工临建区	施工迹地种植乔灌草绿化	灌木：水枸子 草本：毛莲蒿
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
供水和灌溉工程区		
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：水枸子、小叶锦鸡儿； 草本：长芒草、尼泊尔酸模
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
施工区	对 11 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
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、水枸子、小叶锦鸡儿 草本：长芒草、毛莲蒿、白草

（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；根据征地实物调查成果和农村移民安置规划成果，本工程永久占用耕地总计 2076.62 亩，按要求计列耕地开垦费。

2） 本工程临时占用耕地 1579.21 亩，对工程建设区临时用地及供水管线建设区临时用地占用的耕地，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） 对于宗通卡水利枢纽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^2，永久占用国家二级公益林 68.97hm^2，永久占用集体所有国家级二级公益林 0.86hm^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，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。工程建设施工期、运行期都应对陆生植物资源的影响进行监测或调查。植物应重点调查植物物种、植被类型、优势种群、生物量等情况以及生态系统整体性变化。通过调查或监测，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度。

（3） 设置警示牌：施工期间，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（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，并于供水和灌溉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、俄洛镇小恩达村等 5 处地点，严禁施工人员随意破坏植被。环保意识体现在日常工作中，宣传教育工作持续不可懈怠。

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，但可能受工程施工和人为活动的影响。因此可采取相应的避让措施和保护措施来减缓和消除影响。对古树的保护措施最好是能就地保护为宜，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） 在施工之前对占地范围内的重点保护植物进行专项普查，如在施工过程中发现山莨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 270m，不会受到线路工程施工的直接影响，但由于工程施工期间，人员往来活动较多，应对古树进行挂牌并圈地保护。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 260m，距离工程施工有一定的距离，在场地平整前对古树进行圈禁，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；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） 防火、防烟气，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，已有的杂物要清理干净。

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） 本工程的施工场地、临时便道、弃渣场、料场等临时占地，优先避开评价区内各植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏动物生境。

（2） 施工时的废水严禁不经处理的直接排放，建筑物及其他材料堆放好，建议采取临时防风、防雨设施；经常采取洒水降尘，对施工运输车辆应采取遮挡措施，尤其是运输水泥等材料时，避免废水、废渣及废气对周围动物生境的破坏。

（3） 枢纽工程施工等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爆破施工。

（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》，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，避免生活污水的直接排放，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。防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器。

（3）施工期间,在各主要施工作业区设置的20块生态保护警示牌上，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） 加强工程区的生态环境的监控和管理。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和自治区Ⅰ级重点保护野生动物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；国家和自治区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。对于此类国家和自治区级重点保护动物，除了进行一般动物的避让、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 处地点设置的宣传标识牌上，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 6.4-2　　重点保护动物保护措施一览表

名称	国家和自治区保护等级		保护措施	分布	
	Ⅰ	Ⅱ		枢纽区	灌区
赤麻鸭 Tadorna ferruginea		√	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 Milvus migrans	√		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。	√	√
金雕 Aquila chrysaetos	√				√
高山兀鹫 Gyps himalayensis	√			√	√
胡兀鹫 Gyps himalayensis	√				√
苍鹰 Accipiter gentilis		√		√	√
普通鵟 Buteo buteo	√			√	√
大鵟 Buteo hemilasius	√				√
红隼 Falco tinnunculus	√			√	√
燕隼 Falco subbuteo		√			√
斑尾榛鸡 Bonasa sewerzowi	√		减少爆破施工量，禁止间施工，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。		√
雉鹑 Tetraophasis obscurus	√				√
藏雪鸡 Tetraogallus tibetanus		√			√
白马鸡 Crossoptilon crossoptilon		√			√

续表 6.4-2　　重点保护动物保护措施一览表

名称	国家和自治区保护等级		保护措施	分布	
	I	II		枢纽区	灌区
血雉 Ithaginis cruentus		√			√
环颈雉 Phasianus colchicus		√			√
雕鸮 Bobo bobo		√	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 Asio otus		√			√
绯胸鹦鹉 Psittacula alexandri		√	减少爆破施工量，禁止间施工，尽可能减少突发噪声对其正常栖息觅食的惊扰。		√
猕猴 Macaca mulatta		√	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 Vulpes vulpes	√				√
藏狐 Vulpes ferrilata	√				√
黑熊 Selenacros thibtanus		√		√	√
黄喉貂 Martes flavigulu		√			√
黄鼬 Mustela sibirica	√			√	√
香鼬 Martes flavigulu	√			√	
水獭 Lutra lutra		√	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周边水体污染湿地环境。	√	
小熊猫 Ailurus fulgens		√	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 Felis bengalensis		√		√	√
斑羚 Naemorhedus goral		√			√
岩羊 Capricornis sumatraensis		√		√	√
林麝 Moschus berezovskii	√				√
白唇鹿 Gervus albirostris	√				√

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

科鱼类可能受影响，高原鳅受影响较小。从流域整体性保护出发，强化“生态优先、绿色发展”的战略定位，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 所示。

表 6.5-1　　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	栖息地范围：昂曲干流芒达村至尚卡村（约 16km）及其支流芒达曲（约 12km）、琅玛曲（约 18km）。补建干流昌都电站过鱼设施，拆除支流沙贡电站、农村小水电（芒达曲）和尚卡电站。	修复已经产生阻隔的生境，鱼类资源保护
过鱼设施	采用升鱼机系统，3 下旬-9 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、光唇裂腹鱼等	减缓工程阻隔影响
增殖放流	建设人工增殖放流站，选取裸腹叶须鱼、光唇裂腹鱼和细尾鮈，每年放流苗种 17 万尾，先期运行放流 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
下泄生态流量	施工期，采用隧洞泄流方式；蓄水初期，水位蓄至溢洪道过流前，采用生态供水管方式，待水位升至溢洪道过流后，采用溢洪道进口闸门控泄，下泄生态流量 16.3m^3/s；运行期，11 月～次年 3 月生态流量 16.3m^3/s，4 月的生态流量为 31.7m^3/s，5 月～10 月生态流量为 41.4m^3/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、运行期水生生境、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；细尾鮈人工繁殖技术研究；昂曲鱼类放流效果评估；昂曲过鱼设施运行效果评估	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 节“地表水环境保护措施”。

（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进行保护，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

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。根据昂曲鱼类的分布特点，格学、沙贡（海拔 3400-3500m）以上主要分布的鱼类有裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、高原鳅等，以下分布的种类除上述种类外，还有细尾鮡以及主要分布在昌都以下澜沧江干流的光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼等。从昂曲流域鱼类分布特点及保护需求出发，结合干支流特点，鱼类栖息地保护措施主要分为以下两个方面:

（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。

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、鱼类资源等进行必选（见表 6.5-2 和图 6.5-1），最终确定栖息地保护范围。

表 6.5-2　　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^2）	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 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 修建有小型引水式电站（尚卡水电站），坝下至厂房河段为减脱水河段。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



芒达曲生境（芒达乡附近）



恩达曲上游生境



恩达曲下游已建尚卡电站

图 6.5-1　区域内栖息地生境图

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。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。

综上，选取昂曲干流芒达村至尚卡村（约 16km）及其支流芒达曲（约 12km）、琅玛曲（约 18km）作为鱼类重要栖息地加以保护。

栖息地保护要求:

1） 保持支流琅玛曲、芒达曲河流自然连通性，拆除已建小水电，恢复河流连通性，禁止建设拦河建筑物;

2） 维持支流良好生境，特别是在鱼类繁殖期，尽量减少人类活动干扰，包括拦河引水、排放污水、捕捞等;

3） 对干流栖息地保护河段，禁止捕捞。

（2） 坝下河段

宗通卡坝下河段有沙贡、昌都 2 座已建梯级，对河道产生阻隔影响。连通性恢复是水生生态栖息地保护与修复的重要手段，建议如下:

1） 建议补建昌都水电站的过鱼设施，恢复河流连通性。目前藏木电站鱼道已成功运行，说明裂腹鱼类具有较强的上溯习性和逆流而上的游泳能力，昌都水电站为低水头大坝，建议在左岸建设鱼道，进鱼口设置于厂房尾水处，将会达到较好的过鱼效果。

2） 沙贡水电站为引水式电站，大坝为滚水坝，水头很低。目前沙贡电站已停产，建议拆除水坝，恢复河流自然连通。

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。2006 年 1 月 9 日，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、鱼道、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过渔船，以及采取人工网捕过坝措施。同时应重视掌握各种鱼类生态习性和水电水利工程对鱼类影响的研究，加强过鱼措施实际效果的监测，并据此不断修改过鱼设施设计，调整改建过鱼设施，优化运行管理。”

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、光唇裂腹鱼作为主要过鱼对象。

由于澜沧裂腹鱼主要分布在昂曲汇口下游河段；高原鳅和细尾鮡为定居性鱼类，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，若有澜沧裂腹鱼、高原鳅、细尾鮡等鱼类通过过鱼设施，兼作过鱼对象。

6.5.4.3 过鱼季节

根据昂曲鱼类繁殖特性，裂腹鱼类一般每年的 3 月中下旬开始进入产卵期，5～6 月份进入为繁殖旺期，持续至 8 月；鮡科鱼类要到汛期开始，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；

考虑少数个体繁殖期长，过鱼期延续至 9 月。综上，本工程主要过鱼季节为 3 月下旬～9 月，其它季节为兼顾过鱼季节。

6.5.4.4 过鱼条件

（1） 工作水位

本工程特征工作水位见表 6.5-3。

表 6.5-3 宗通卡水利枢纽工程过鱼设施工作特征水位表

工作水位		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	水库死水位	3464	9	
	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，可为本工程提供参考。见表 6.5-4 和 6.5-5。

表 6.5-4 裂腹鱼亚科部分鱼类临界游速

鱼 种	全长（m）	测试水温（℃）	临界游速（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 6.5-5 裂腹鱼亚科部分鱼类突进游速

鱼 种	全长（m）	测试水温（℃）	突进游速（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 过鱼设施比选

大坝过鱼的措施较多，主要包括鱼道、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6.5-6。

表6.5-6　　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
仿自然旁通式鱼道	绕过大坝并呈模仿自然外观，呈现自然形式的鱼道。	适合于所有具有足够空间的障碍，对于现存的坝堰改善特别有用，在上游设计蓄水水位变化较大时不适用。	占地面积大，枢纽区两侧以及上游需具备布置空间，在地面设置深沟，需结合技术型鱼道构造。	可使所有水生动物种类通过（鱼类、饵料生物等），为流水性水生生物提供栖息空间，是唯一能够绕过大坝且能很好与当地环境结合的鱼道。
技术型鱼道（狭槽鱼道、水池鱼道、丹尼尔鱼道等）	采用混凝土式通道，内部设有各式隔板、狭槽等，将水槽分隔成一系列互相沟通的水池，有时成阶梯式	采用型式较多，适合于中、低水头大坝，或用于大坝改造增设过鱼设施	难以适应于建设高坝水利水电工程	鱼道型式多样，狭槽型鱼道可通过较大水流，便于形成较好的吸引水流，一般不易堵塞；水池型鱼道所需流量较低，较易堵塞；丹尼尔鱼道需较大的流量，不适宜上游水位变化频繁的区域。
鱼闸	为凹形通道，上下游两端都有可控制的闸门，通过控制闸门的开关或往通道注水来形成吸引流。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域。	较高的设计和建造技术要求，需要频繁地维护和运行，建造和维修费用高，但对水消耗较低，适用于需要考虑大型鱼类（如鲟鱼类）的地方	主要适用于鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类，对中、底层以及小型鱼类不适用。
升鱼机组合方案	为配置有运送水槽和机械装置的升降机，通过把鱼从下游吊起送到上游，通过渠道连通上游。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，尤其适用于如高坝。	需要空间不大，在设计和建造上对技术要求较高，需频繁地维护和运行，建造和维修费用高。	对游泳能力弱的鱼类效果较好
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，利用陆域运鱼系统将坝下鱼类运至库区放流，达到坝下、坝上鱼类繁殖交流。	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。

（1） 鱼道

鱼道采用垂直竖缝的隔板形式，净宽 2m。进口设在厂房尾水处，主体段布置在大坝左岸，鱼道在下游转折后延伸至上游，鱼道纵坡取 1:50,中段设置休息池，总长度约 3.5km。

优点：结构简单，过鱼连续。

缺点：① 鱼类连续上溯时间长，消耗体力大，克流能力弱的鱼类较难通过;② 为适应 5.89m 的下游水位变幅以及高达 10.00m 的上游水位变幅，需设置 4 个以上的进鱼口以及 6 个以上的出鱼口,本工程具备日调节性能，上下游水位频繁变动，不同进口出口调度难度大，互相切换时间长，影响鱼道工作效果；③ 坝址两岸天然边坡陡峭，鱼道距离长，开挖量大，支护难度高。

（2） 仿自然通道

仿自然通道通常具有较缓的纵坡和边坡，本工程总工作水头 64.39m，若采用仿自然通道，通道全场将长达 7km，且无法开挖形成仿自然通道所需要的自然边坡，因此，本工程采用仿自然通道不具备可行性。

（3） 升鱼机

升鱼机由集鱼系统和提升转运系统组成，集鱼系统布置在厂房尾水附近，利用尾水诱集鱼，收集到鱼类之后利用提升转运系统将鱼类运输过坝并在库区放流。

优点：① 鱼类过坝较为轻松； ② 占地小，工程量较小；③ 能够适应上游的水位变幅。

缺点:① 机械结构较为复杂,操作较为复杂； ② 运行维护成本较高。

（4） 鱼闸

鱼闸由集鱼系统、竖井及出口段组成，集鱼系统布置与升鱼机相同，

区别主要为提升方式不同，为利用向竖井内充水来实现鱼类的提升。因此，对于水头差超过 60m 鱼闸，其运行耗水量极大，不适合本工程采用。

（5） 集运鱼系统

集运鱼系统包括集鱼系统和转运系统，集鱼系统与升鱼机方案相同，区别是转运方式不同，采用运鱼箱配合活鱼运输车来过坝，在合适水域通过码头进行放流。

优点：① 鱼类过坝较为轻松；② 占地小，工程量较小；③ 能够适应上游的水位变幅。

缺点：①转运环节较多，可能对鱼类产生伤害；②运行维护成本较高。

通过以上对不同过鱼设施方案优缺点及适用性的分析，鱼道由于无法适应上下游水位变化因而不推荐采用，仿自然通道没有修建空间，其它方式中升鱼机方案技术相对成熟，在国内外中高水头大坝中应用也较多，因此推荐采用升鱼机方案。

6.5.4.6 升鱼机设计

（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，见图 6.5-2。

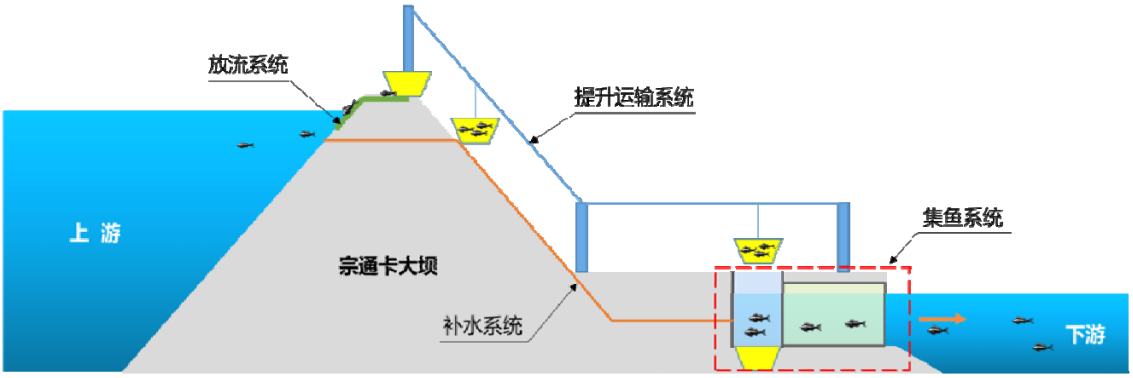


图 6.5-2　宗通卡升鱼机系统组成与过鱼流程示意图

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，通过一定的区域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旁，其中集鱼系统布置在电站厂房左侧，全长 33.0m，进鱼口位于机组上游，与尾水渠衔接，提升运输系统采用索道形式，索道装载站与集鱼池相连，起始点位于坝下约 205m 处，沿右坝肩过坝，坝上索道卸载站伸入库区约 250m，距离发电尾水进水口 300m。补水系统采用管道引水，取水点位于电站引水口左侧，管道沿岸坡布置，接入集鱼系统补水调节池。见图 6.5-3。

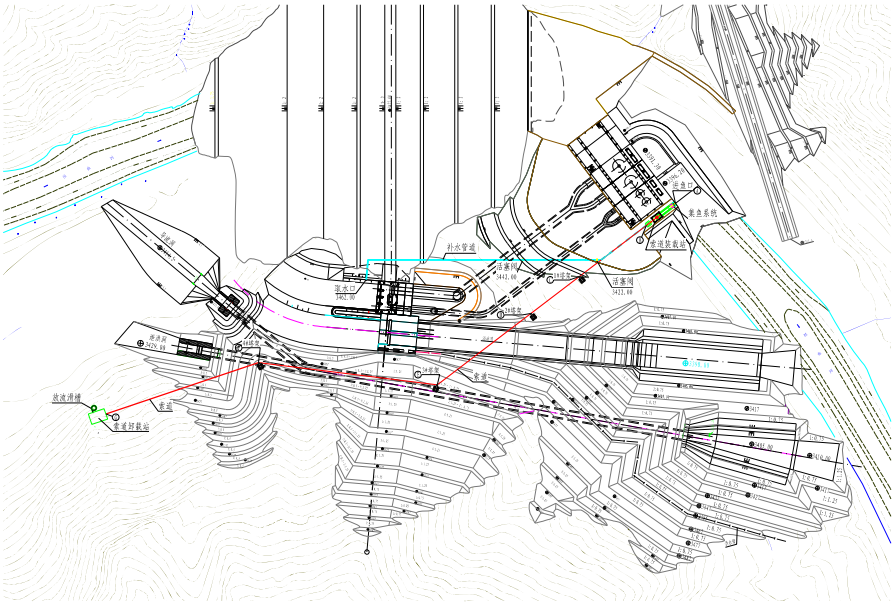


图 6.5-3　宗通卡升鱼机系统平面布置图（详见附图）

（2） 集鱼系统设计

1） 鱼类密集水域分析及进鱼口选址

和鱼道一样升鱼机系统的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，如电站厂房尾水;

② 尽可能放置在鱼类可能上溯到的最上沿;

② 若存在鱼类的流速屏障，进口不应布置在屏障之上。

根据以上布置原则，结合宗通卡工程特点，鱼类主要密集分布区应在尾水渠下方及两侧（见图 6.5-4），可行的升鱼机进口布置点有 A、B 点。



图 6.5-4　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）

以下对 A、B 两个进口布置方案进行优缺点比较:

A 方案，进口处于小机组的下游侧，贴近尾水洞，是鱼类密集水域，且小机组运行保证率高，能够最大程度保证集鱼效果。缺点是集鱼箱提升运输路线较长，且较为曲折。

B 方案，进口处于大机组的上游侧，也是鱼类的密集分布水域之一，同时也是鱼类能够上溯到的最前沿，但 A 区域局部存在回流，可能对于进鱼存在影响，且大机组部分工况下不启用，将对集鱼效果带来影响。

综合考虑以上因素，本阶段升鱼机进口推荐布置在 A 点，下阶段根据对坝下流场的模拟计算并结合鱼类克流能力进行进一步分析和优化。

2） 集鱼系统方案

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 6.5-5 及 6.5-6。

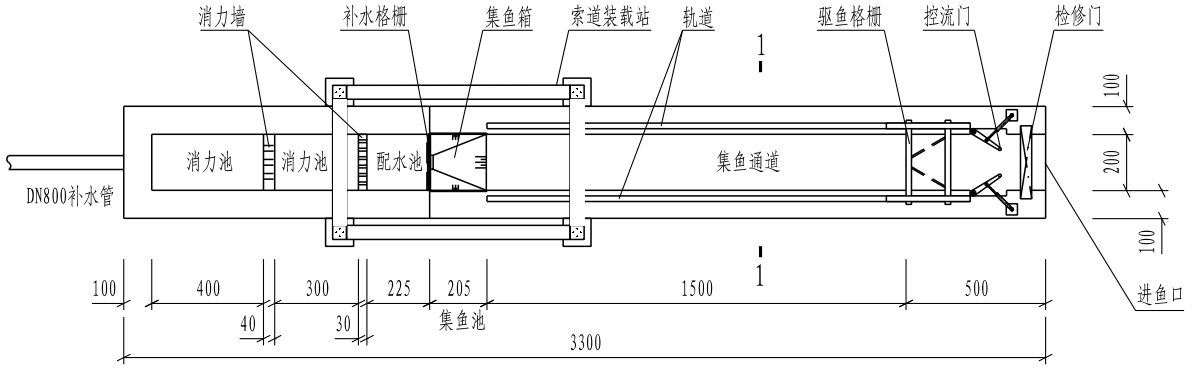


图 6.5-5　集鱼系统平面布置图

3） 进鱼口设计

① 水位

根据前文工作水位分析，升鱼机进鱼口工作位置水位在 3409.61m-3415.50m 之间变化,水位变幅为 5.89m,由于宗通卡为日调节水库，设置多进口在水位频繁变化情况下需要频繁调度各进口的启闭，会对进入的鱼类产生一定干扰。因此综合考虑，本升鱼机采用单进口，进口底板高程

3408.00m。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。

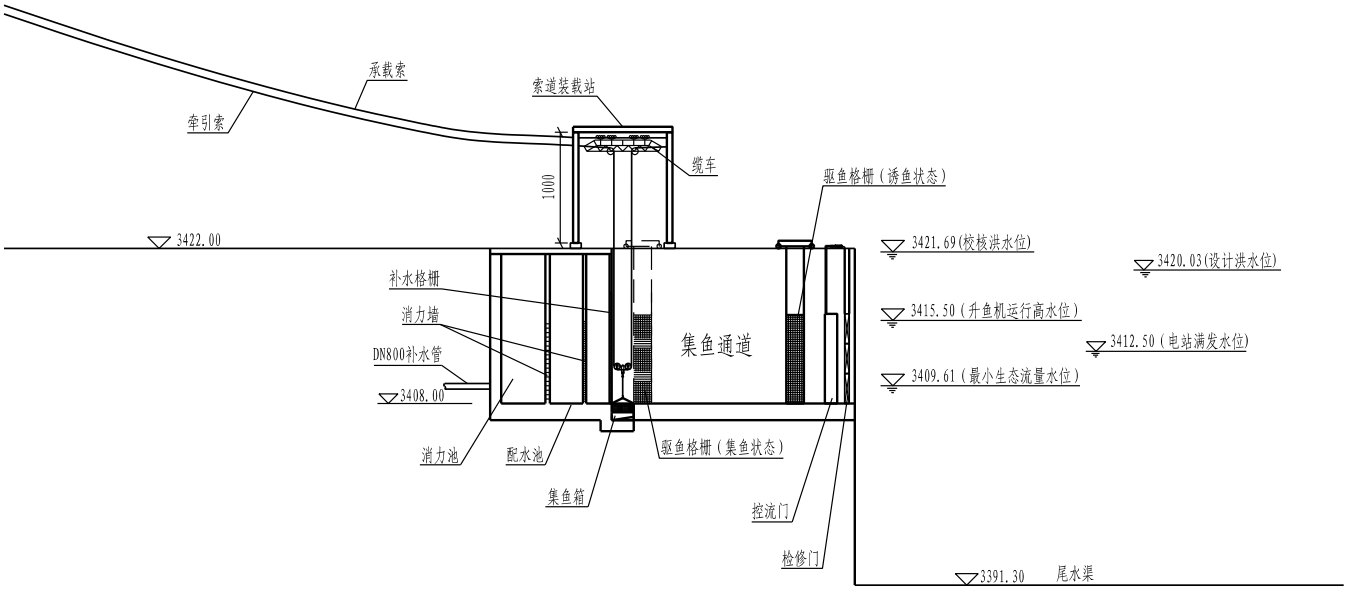


图 6.5-6　集鱼系统立面图

② 流速

过鱼设施进口一般采用一股高速水流进行诱鱼，诱鱼流速主要与鱼类的游泳能力相关，一般过鱼设施诱鱼流速取鱼类临界游速和突进游速之间，这样保证足够的吸引力与影响范围的同时也不会形成对鱼类的流速屏障及对鱼类产生疲劳效应。

本工程目标过鱼种类主要为裂腹鱼类，根据前文 5.11.2.2 调研所得数据来看，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 1.1-1.5 m/s。根据调研结果，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 6.5-7。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。



图 6.5-7　对开式进口闸门

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。

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 6.5-8。

5） 驱鱼格栅设计

集鱼通道内的驱赶设施为驱鱼格栅。驱鱼格栅布置于防逃笼前方，尺寸与通鱼通道尺寸相适应。拖拽格栅采用对开门形式，平时集鱼时段，拖拽格栅开启，目标鱼类可以通过过鱼通道。在收集到一定数量的鱼类后，拖拽格栅的对开门关闭。通过系统控制设置在集鱼通道端部的卷扬机及滑轮装置牵引拖曳格栅系向前平行移动，将目标鱼类驱赶入集鱼池中。等待集鱼池内的提升舱将鱼提升后。系统控制拖拽格栅沿通鱼通道向后平行移动，回到原位置后，对开门开启。



图 6.5-8　集鱼通道实例图

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

6.5-9。

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 6.5-10。



图 6.5-9　自带防逃笼型提升舱（法国 Poutes 大坝升鱼机）



图 6.5-10　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会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6.5-11。

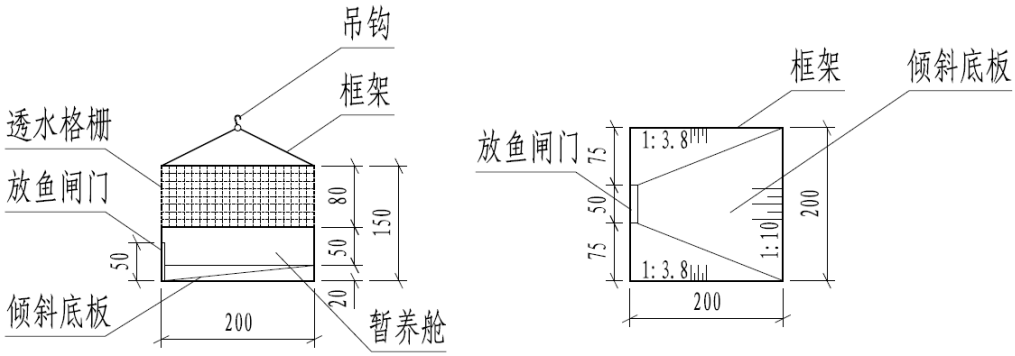


图6.5-11　集鱼箱设计（左：立视图，右：俯视图）

（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DN800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^3/s。

（4） 提升运输系统设计

1） 方式比选

升鱼机的提升系统主要分为垂直提升、轨道提升、索道提升三种类型。

A 垂直提升型

一般用在坝高较低的工程中。提升系统一般相对独立，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。工程案例见图 6.5-12。

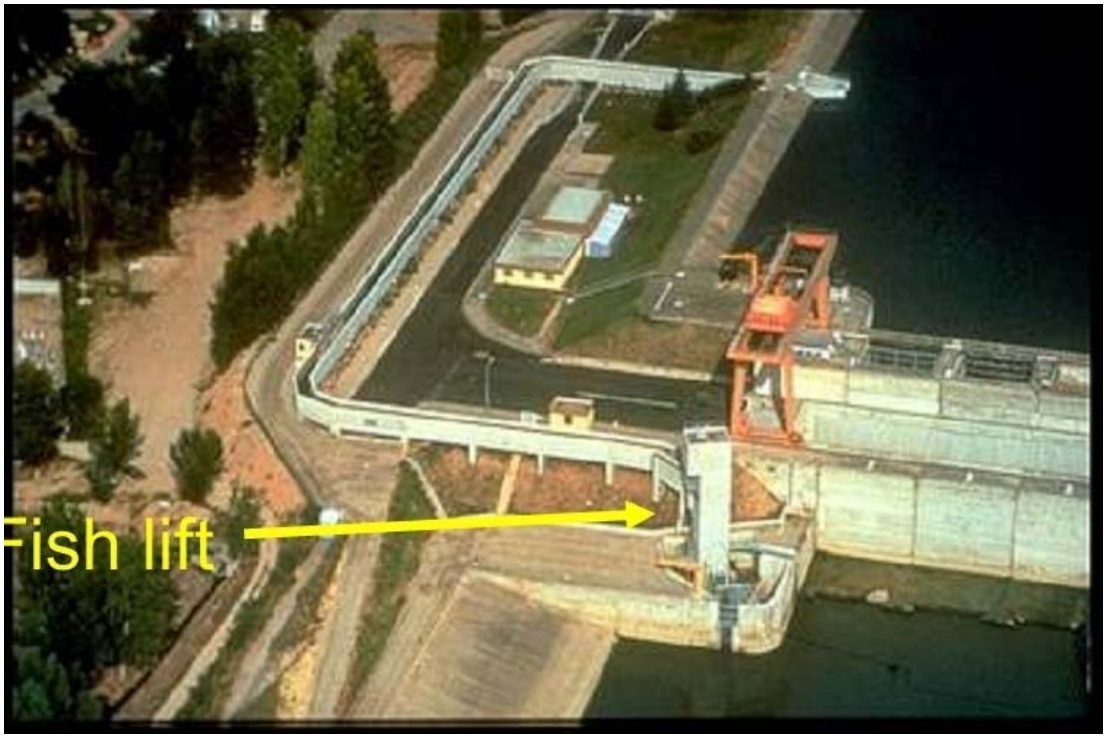


图 6.5-12 垂直提升型升鱼机

B 车辆运输

鱼类通过专用运输车辆经过坝道路将鱼类运输至上游。车辆运输相对

灵活，放流点可根据需要设置。一般运用在增补过鱼设施中，车辆运输案例见图 6.5-13。



图 6.5-13　专用运鱼车

C 轨道提升型

轨道提升型：提升舱沿坝体布置的轨道进行提升，一般应用于提升过程中较少改变方向和角度的高坝工程中。工程案例见图 6.5-14。

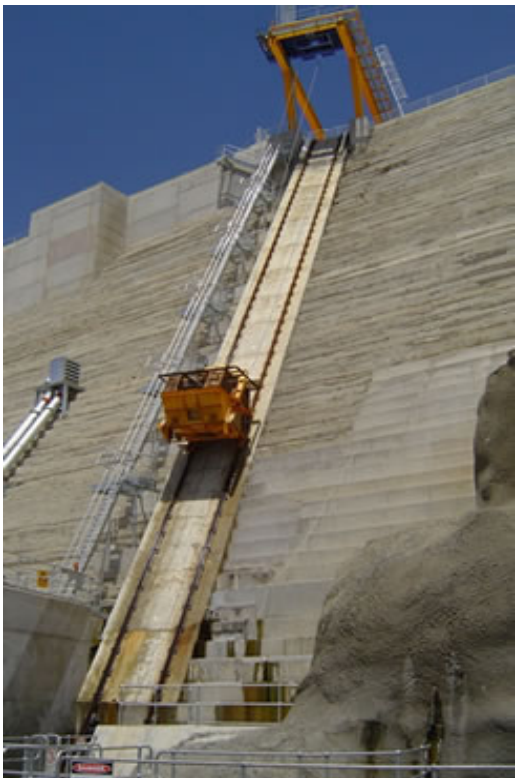


图 6.5-14　轨道提升型升鱼机

D 索道提升型

索道提升型主要是采用缆线吊装的方式提升提升舱，一般应用于高坝工程中。工程案例见图 6.5-15。

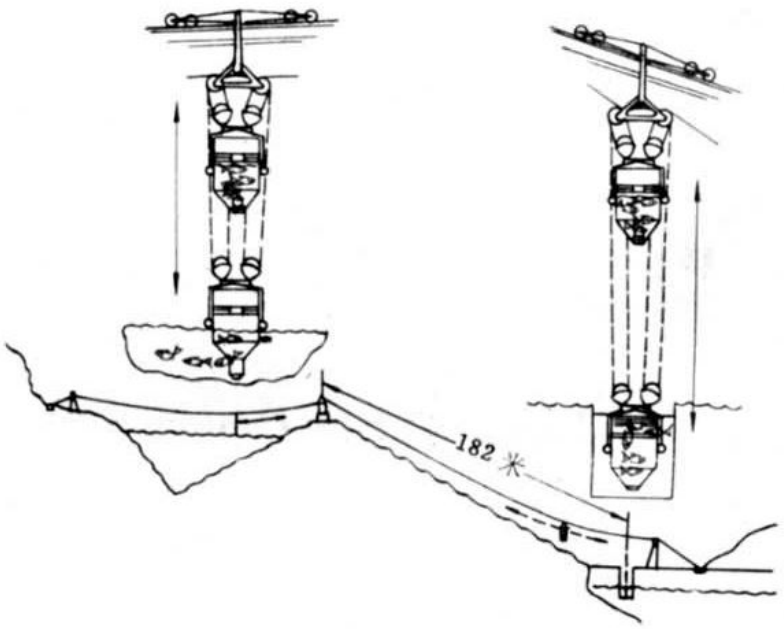


图 6.5-15　索道型升鱼机（美国 Round Butte 坝升鱼机）

四种提升方式中垂直提升方式最为简单，中间环节少，但垂直提升仅适用于坝高较小的工程。本工程提升高度约 71m，采用垂直提升方式难度较大。

轨道提升运行管理相对简单，适用于运输路线较为顺直的工程，由于本工程过鱼运输存在水平方向、上坡方向和下坡方向三个方向的往复移动，使用坝面铺轨将面临方向改变，卷扬机布置难度增大，影响集鱼箱运输的平稳性，而且根据运输路线，轨道需穿越溢洪道，因此轨道方案无法布置。

车辆运输方案布置灵活，可在坝下将鱼类装载上车，通过过坝道路运输至坝上鱼类适宜生境放流。缺点是，运输环节人为操作过多，运输时间较长。

索道提升方式布置灵活，对主体工程的干扰影响较小，适合坝高较大

的工程。由于本工程升鱼机进口位于尾水洞出口附近，距离大坝有一定距离，索道方案可以兼顾集鱼箱的提升、过坝以及鱼类的放流，因此本阶段推荐采用索道提升方式。

2） 索道设计

本工程鱼类上行过坝采取索道提升方式。索道承重装置的运行方式，又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 6.5-16。

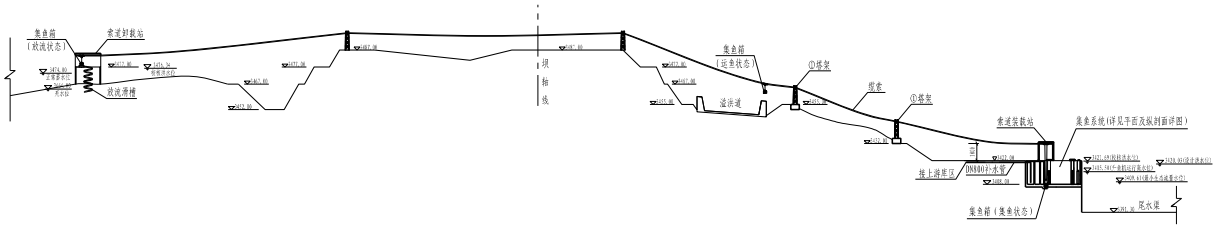


图 6.5-16　宗通卡升鱼机索道系统布置剖面图（详见附图）

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 6.5-17 所示。

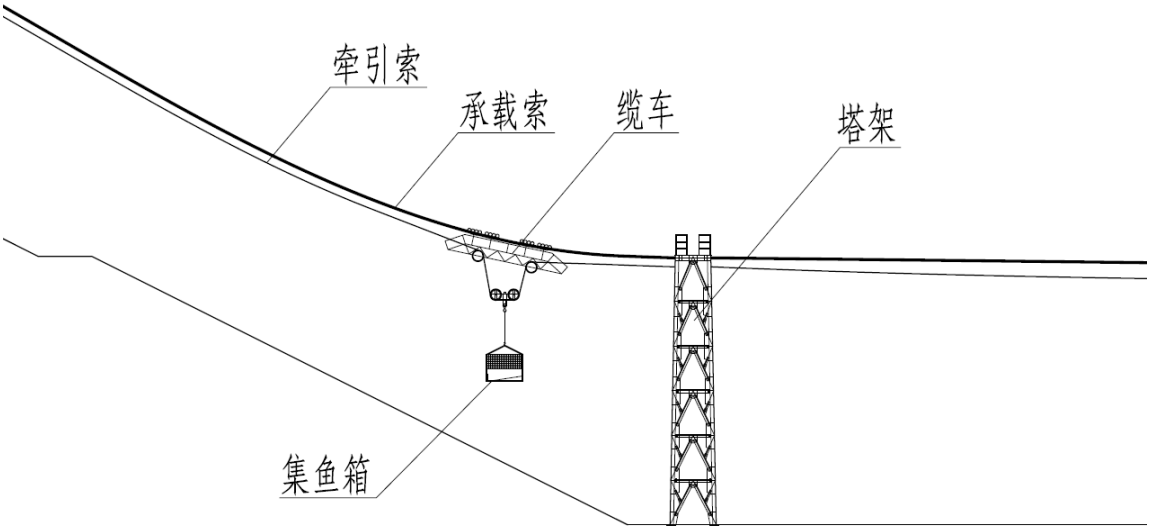


图 6.5-17　索道运送集鱼箱示意图

3） 放流系统设计

索道卸载站内设有鱼类放流前适应池，池为半径 1m，高 1m 的玻璃钢培养缸，当集鱼箱提升至坝顶卸载站后，开启集鱼箱的阀门，将鱼类通过放鱼孔泄放至卸载站内的适应池内，此时可根据需要对鱼类进行分拣和统计。统计后，在确认鱼类处于健康状态后，开启适应池与放流滑槽之间的闸门，水和鱼一起从闸门排出，在重力的作用下，和水一起沿螺旋放流滑槽流入库区。

放流滑槽是宽 0.5m，高 0.5m 的螺旋 U 型玻璃钢定制渠道，放流滑槽表面光滑，并具有一定坡度，能够保证鱼类顺利滑至库区。放流槽上端设置由补水设施，放流时向槽内补水，保证槽表面湿润光滑。见图 6.5-18。

（5） 监测监控系统

1） 集控及监测设施

集控室位于索道卸载站内，升鱼机各操作环节，包括控流门、区域格

栅、补水控制阀、索道系统等均可在集控室集中操作。另外，为对集鱼和运输过程进行监测，在升鱼机各环节包括进鱼口、驱鱼格栅、集鱼通道、集鱼池、集鱼箱、装载站、索道节点、卸载站等重要部位均设置视频监控设施，监控终端位于集控室。



图 6.5-18　放流滑槽

2）鱼类监测室

卸载站内设有鱼类监测室一座，内部有鱼类分拣，监测及救护设备，能够满足鱼类采样、分拣、统计以及救护功能。

6.5.5　增殖放流

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，物种保护放流一般以珍稀濒危特有鱼类为主，渔业补偿放流一般以经济鱼类为主。针对宗通卡水利枢纽工程的影响、昌都电站的影响，以及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，建立人工增殖放流站。

（1） 放流对象

根据水生生态影响预测与分析，考虑到澜沧裂腹鱼主要分布在昂曲汇口下游河段，且工程对其种群影响程度较小；前腹裸裂尻鱼、细尾高原鮈、短尾高原鮈、斯氏高原鮈可适应静水环境，工程运行后资源数量上升，因此不考虑对此 5 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）、细尾鮡（濒危种、特有种）、和光唇裂腹鱼（经济种）3 种。裸腹叶须鱼、光唇裂腹鱼已经人工繁殖成功；细尾鮡可以借鉴黑斑原鮡人工繁殖成功经验，待攻克人工繁殖技术后，再实施增殖放流。

（2） 增殖放流工艺流程

站址选在业主营地，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 6.5-19。

（3） 方案

1） 放流鱼种质量标准、数量及规格

放流的苗种必须是野生亲本人工繁殖的子一代，保证苗种无伤残和病害、体格健壮。供应商水产苗种生产和管理符合农业部颁发的《水产苗种管理办法》（2005 年 4 月 1 日），并有自治区水产管理部门核发的《水产苗种生产许可证》。根据鱼类资源调查结果，估算鱼类受影响程度，并根据不同种类在渔获物中的比例，确定各种类放流规模与放流规划，暂定放流计划 10 年，见表 6.5-7。

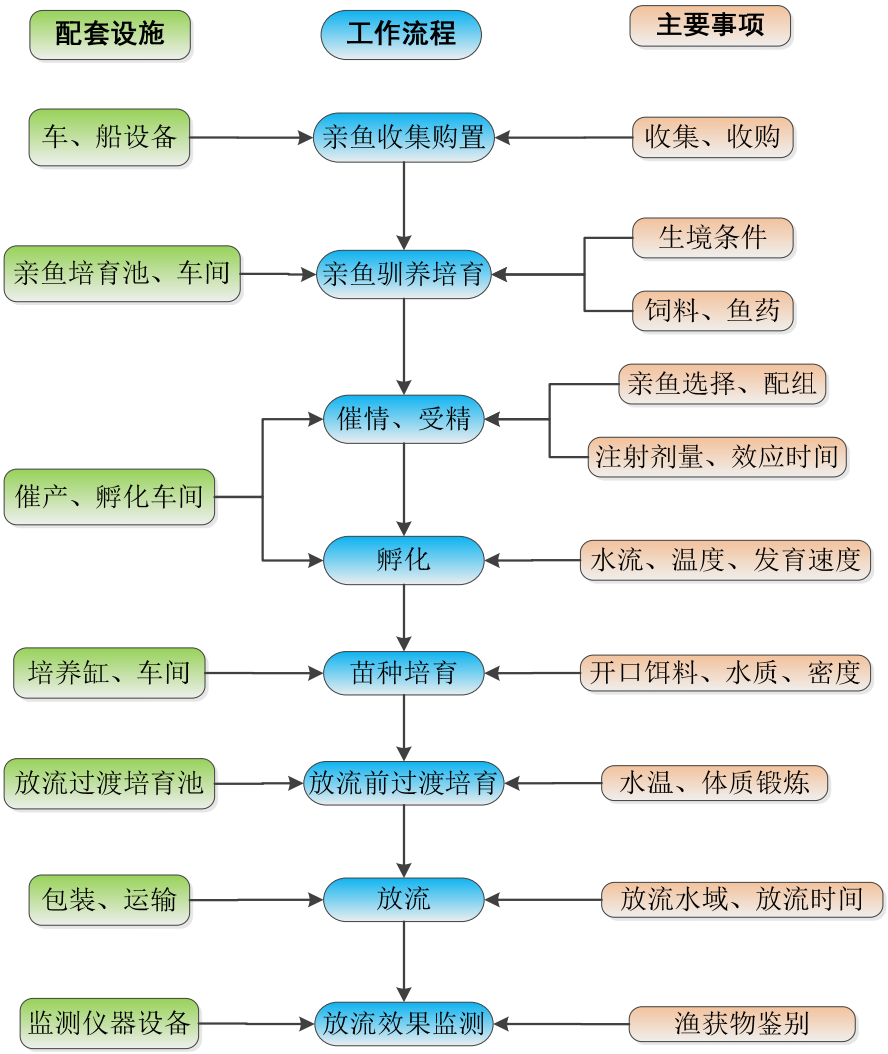


图 6.5-19　鱼类增殖站技术工作流程图

表 6.5-7　　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
光唇裂腹鱼	5	4-6	经济种
细尾鮡	2	3-5	濒危种、特有种
合计	17		

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 6.5-8。

表 6.5-8　　宗通卡鱼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	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
合计		15.00	15.00	21.43	35.71	55.80

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 6.5-9。

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 232 尾，重 232.51kg，加上后备亲鱼总重为 302.27 kg。各种亲鱼数量见表 6.5-8。

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 6.5-9　　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
合计	55.80				136	136		116	116	232.51

4） 总体规划

增殖站的建筑物主要包括综合楼和展示厅、蓄水沉淀池、催产孵化和开口苗培育车间、亲鱼培育车间、鱼苗培育车间、防疫隔离池、活饵培育池、锅炉房、综合楼等配套设施。各构筑物规格见表 6.5-10。

表 6.5-10　　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^2）	布置地点
	长（m）	宽（m）	深（m）			
催产池	1.5	1.5	1.3	2	14.13	催产孵化车间
玻璃钢孵化槽	2.00	0.80	0.60	4	6.40	催产孵化车间
尤先科孵化槽	3.26	0.85	0.89	2	5.54	催产孵化车间
圆锥形孵化桶	0.43	0.43	1.10	4	2.32	催产孵化车间
圆形开口苗培养缸	0.50	0.50	1.00	35	27.48	催产孵化车间
鱼苗培育缸	1.00	1.00	1.50	32	100.48	鱼苗培育车间
亲鱼培育缸	1.50	1.50	1.50	30	211.95	亲鱼培育车间
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	室外
催产孵化车间	30.48	14.48		1	499.00	
鱼苗培育车间	36.00	15.00		1	540.00	
亲鱼培育车间	48.00	18.00		1	864.00	
蓄水池	10.00	10.00	3.00	2	200.00	
综合楼	32	12		1	384.00	

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6.5-11、表6.5-12和表6.5-13。

表6.5-11　　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^2）	常规放养密度（kg/m^2）	常规放养量（kg）	实际放养密度（kg/m^2）	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	30	211.95	0.225	47.7	1.4	302.27
亲鱼池小计				30					302.27

表6.5-12　　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^2）	个数	面积	放养密度(万尾/m^2)	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	0.279	7.67	4.60	1	各培养缸总体循环使用1次，培育出1.5-2.0cm的鱼苗21.43万尾。进行密度稀释继续培育。
	苗种培育缸（r=1m）	3.14	32	100.48	0.279	28.04	16.83	1	
	小计			127.955		35.71	21.43		
培育至4—6cm	圆形开口苗培养缸（r=0.5m）	0.785	35	27.475	0.167	4.60	3.22	1	培育至4—6cm时进行放流。
	苗种培育缸（r=1m）	3.14	32	100.48	0.167	16.83	11.78	1	
	小计			128.0		21.43	15.00		

表6.5-13　　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^2）	水体（m^3）	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	0.7	35	27.475	19.23	循环系统1
圆形鱼苗培养缸	1	1	1	0.7	32	100.48	70.34	循环系统1

续表 6.5-13　　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^2）	水体（m^3）	供水方式
	长（m）	宽（m）	深（m）	水深（m）				
亲鱼培育缸	1.5	1.5	0.8	0.6	30	211.95	127.17	循环系统 2
							225.18	93.78
日需补水量（m^3）	时变化系数 1.5							140.67
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	97.5	
防疫隔离池	15	5	1.5	1.3	2	150	97.5	蓄水池直供
蓄水池	10	10	3	2.5	2	200	250	
水泵选型（m^3/s）							0.0029	

水泵选型主要以单个蓄水池在 8 小时抽满为准，即 500m^3 水体 8 小时抽满，需流量为 0.017m^3/s，建议水泵选型为 0.15m^3/s。

（4） 增殖放流站建构筑物工艺设计

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，规格为长 10m、宽 10m、高 3m、蓄水深 2.5m，容积设计为 600m^3。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催产孵化和开口苗培育车间、鱼苗培育车间、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

站直接供水而不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 2250kg/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。

② 亲鱼培育缸

建设圆形亲鱼培育缸 30 个，面积为 211.95m^2。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^2，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 48m×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） 催产孵化及开口苗培育车间

催产孵化及开口苗培育车间 1 栋，长 30m，宽 15m，面积 450m^2。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。主要结构组成为：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。见图 6.5-20。



图 6.5-20　尤先科孵化器效果图

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。

进出水：进水管为φ20mm 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φ32mm 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φ110mm 的 PVC 管。

4） 鱼苗培育车间

鱼苗培养车间 1 个，鱼苗培育车间紧靠催产孵化及开口苗培育车间，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 36×15m，布设φ2000mm 的鱼苗培养缸 32 个。

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。鱼苗培育缸进出水方式同鱼苗开口培养缸。见图 6.5-21。



图 6.5-21　鱼苗培育车间内部布设效果图

5）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 150m²。规格 15m×5m×2 m×2 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。

6）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 150m²。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。

7） 综合楼

综合楼：规格为 32m×12m 的二层。一层布置：展示室、仓库、厨房、食堂和值班用房；二层布置：实验室、办公室、职工寝室。

8） 附属设施

输变电工程、生活用水、站区公路、交通工具、仪器设备等。

（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

1） 放流过渡培育

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。

2） 放流地点的选择

放流地点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、昌都库尾选取缓流河段作为放流点。

（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。

6.5.6 下泄生态流量

（1） 施工期、蓄水初期

宗通卡水利枢纽工程坝址河段河流弯曲，左岸山体陡峻，右岸滩地覆盖层深厚，且大坝采用沥青混凝土心墙坝，难以布置导流明渠，施工导流采用围堰一次拦断河床、隧洞泄流的导流方式，不影响施工期上游流量下泄。

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。

导流隧洞下闸后水库蓄水期，水位蓄至溢洪道过流前，采用导流隧洞进口闸墩两侧的生态供水管向下游供水，待水位升至溢洪道过流后关闭生态供水管，采用溢洪道进口闸门控泄，下泄生态流量16.3m^3/s。

（2） 运行期

运行期 11 月～来年 3 月生态流量为 16.3m^3/s，4 月的生态流量为31.7m^3/s，5 月～10 月生态流量为 41.4m^3/s。经初步分析，在现有水库调度规程下，坝下游下泄水量可满足下游河道生态流量要求:

1） 宗通卡水库总装机容量为104MW，装设 4 台机组，其中 2 台大机组装机容量均为 42.5MW，单台额定流量为 84.1 m^3/s，2 台生态机组装机容量均为 9.5MW，单台额定流量为 18.9m^3/s。生态流量通过机组发电尾水的形式向下游泄放。

2） 枯水期利用生态机组发电泄放生态流量时，2 台生态机组可互为备用，提高生态流量的保障程度。

3） 若不能通过机组发电时，采用由大坝闸门泄放生态流量，下泄流

量通过闸门开度控制。

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，加强渔政能力建设。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。但是随着水库建成运行后，库区交通改善，可能会出现渔业捕捞现象。为了保护西藏珍稀鱼类资源，在尊重藏族地区风俗习惯的前提下，建议禁止捕捞，并加强昌都渔政能力建设。

（2）保护流域水生生物多样性。对于昂曲段的珍稀濒危鱼类及特有鱼类，需要严格保护，禁止捕捞，并加强保护宣传工作，在库区、坝址下游河段设置警示牌。另外，需要防止人为放流外来鱼类，外来入侵鱼类一般都具有较强的耐受力和适应性，且繁殖能力强，挤占土著鱼类的生存空间，渔业主管部门应加强宣传，并采取措施移除已经入侵的鱼类。

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。

开展水生生态常规监测、增殖放流跟踪监测、过鱼效果监测、重要栖息地监测等。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；细尾鮡人工繁殖技术研究；昂曲鱼类放流效果评估；昂曲过鱼设施运行效果评估。

6.6 环境地质保护措施

库坝区内无区域性断裂和活动断裂通过，分布的岩性为泥岩、砂岩等隔水层或弱透水岩层,不具备向深部渗水的导水通道；水库容量不大，对地壳影响较小，水库蓄水后诱发地震的可能性小。

宗通卡水利枢纽水库封闭条件好，水库蓄水后不存在水库渗漏问题。

水库蓄水后受浸没影响的区域主要分布在芒达乡政府附近及尚卡乡然爱村附近，同时鉴于该区域民房基础埋深均较浅，预测浸没影响区面积不大，建议水库运行期进行观测、巡视，根据影响情况进行处理。

6.6.1 防治原则与方法

根据评估区地质灾害发育特点与地质环境条件，为了确保工程的顺利建设与安全运行（营），对评估区尤其是建设用地涉及的和可能影响到建设工程的地质灾害需进行防治。通过前面章节的分析，评估区工程建设地质灾害防治原则是：①以防为主，防治结合，经济合理，加强防范意识。尽量保持斜坡的天然坡形，减小对地质环境的扰动，对大型灾害体尽量进行避让，保护植被与生态环境。②重点防治，确保工程建筑物安全。对于重要工程，重要部位采取工程措施进行重点防治，对于影响与可能影响重要工程的地质灾害体及时进行治理。③注重科学，要科学设计、科学施工、科学管理。④针对危害工程的地质灾害体进行，具体的工程防治方法应视地质灾害类型及规模而定。

6.6.2 防治措施建议

（1） 潜在不稳定斜坡防治措施建议与防治难度分析

潜在不稳定斜坡防治主要是针对工程建筑物有影响的潜在不稳定斜坡体进行，两岸供水管道沿线穿过多个斜坡地段，多为基岩，少量为崩坡堆积体。而基岩多为顺向坡，且倾裂隙发育。在冻融作用下，基岩岩体及其上覆的崩坡堆积物发生变形位移，或崩落导致斜坡局部悬空，而导致管道基础失稳定。

根据工程经验，对评估区内分布的潜在不稳定斜坡体，工程建设应尽量避免开挖潜在不稳定斜坡体（特别是不宜在潜在不稳定斜坡边坡下部进行切脚开挖），如不能避免也应尽量减少开挖量，减少对潜在不稳定斜坡体的爆破等施工扰动。

（2） 滑坡防治措施建议与防治难度分析

灌区、供水管道工程区右岸供水管道沿线经过 4 个滑坡，其中加林村滑坡（HP4）已治理，基本稳定；达东村滑坡（HP1）、约达村滑坡（HP2）整体欠稳定，地表局部见坐滑陡坎。达东村滑坡（HP1）沿河长约 430m，宽约 80～100m，滑坡体积约 25×10^4 m^3,供水管道可以沿滑坡后缘绕过。约达村滑坡（HP2）平面长 1200m，宽约 220～280m，前缘与后缘高程差约 600m。供水管道无法绕开，该滑坡稳定性差，可能发生变形。郎达村滑坡（HP3）原为崩坡堆积层，整体基本稳定，沿公路内侧有垮塌现象。建议供水管线通过 1#滑坡（HP1）、2#滑坡（HP2）部位时，采取绕行或避让措施，通过其它滑坡（变形体）部位应针对供水管道施工、供水过程中渗漏水等采取必要的工程防护加固措施，避免诱发或加剧滑坡（变形体）变形。

（3） 泥石流防治措施建议

灌区、供水管道工程区发现泥石流沟 9 条。其中较大的泥石流沟为学

土村泥石流沟(NSL6)。学土村泥石流沟位于学土村下游约500m昂曲右岸，桩号KA22+970～KA23+500。乡村公路从堆积扇中部通过。泥石流沟宽约80～100m，延伸长约3km，枯水期为干沟，汇水面积约4.3km^2。

泥石流沟两岸松散物质丰富，该沟属大型泥石流沟，目前已对该泥石流沟做防治处理，修建了导流墙，后缘修建了钢筋石笼块石挡墙。拟定供水管道线路从乡村公路外侧（泥石流的堆积区）埋设，泥石流对供水管道危害性较少，对其运行使用影响较小。管道埋设时，应采取防冲刷措施。

其余8条泥石流沟规模均较小，强降雨情况下形成泥石流的规模小，且供水管线均从泥石流沟的堆积区通过，对工程及周围建筑危害性小，危险性小。

（4） 坍岸防治措施建议

水库蓄水后存在潜在坍岸地段共有7处，左岸4处、右岸3处，总长度约2540m,占库岸总长的4.74%，坍岸宽度一般15～20m，最宽达36.5m。影响对象主要为耕地、公路、房屋及寺庙白塔塔基等。影响范围最高高程均高于土地征收线（坝前正常蓄水位3474.0m加0.5m安全超高接五年一遇洪水回水）及居民迁移线（坝前正常蓄水位3474.0m加1.0m安全超高接二十年一遇洪水回水)。建议对土质岸坡进行监测，及时发现坍岸现象，以便及时采取处理措施。

（5） 人工边坡变形破坏防治措施建议

对于主体工程的人工边坡均应进行有序开挖和及时支护。施工道路应尽可能利用现有乡村公路、小路，减少对地质环境扰动，保护植被等生态环境。

（6） 在冲沟内进行工程建设，应避免将冲沟堵塞，并对冲沟采取排导等措施，如设置过水涵洞、排水管等，较易防治。

（7） 在引水隧洞开挖过程中，应加强对围岩稳定和地下水进行超前预测预报工作，及时采取支护和排水措施，以保障工程及施工安全。

6.7 移民安置环境保护措施

至规划水平年，工程涉及搬迁安置人口 478 人，规划采取移民本村后靠分散建房安置方式。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。

农村移民生活垃圾以厨余等有机物为主，多用于家禽及牲畜饲养，垃圾产生量很少。生活垃圾采取分户收集、分拣后用作农肥。

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 保护目标

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≤0.30mg/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 1.0mg/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，以及供水和灌溉工程沿线，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和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）在枢纽施工区配 1 辆机动洒水车和 1 辆手推式洒水车洒水降尘；在供水和灌溉工程区设置 1 辆机动洒水车，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 保护目标

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）；整个工程区执行《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）。

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，爆破时间应尽量避开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 保护目标

（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 保护措施

（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，供水和灌溉工程区施工高峰期施工区施工人数 500 人，人均垃圾产生量为 0.5kg/d，枢纽工程施工区和供水和灌溉工程施工区生活垃圾产生量分别为 0.55t/d 和 0.25t/d，施工期共产生垃圾量分别为 1023t 和 337.5t。

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，11 个供水和灌溉工程施工区分别设置 5 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，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。根据上述分析目前暂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 社会环境保护措施

6.9.1 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^2。

（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1600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，供水工程每个施工区应设置不少于 2 个临时厕所。

6.9.2 交通影响减缓措施

工程应与地方交通部门配合，加强交通管理和调度，协调好工程物资运输与当地其他交通运输之间的关系，避免运输高峰重叠。

对于本工程涉及地方交通，建议加强交通管制，并增设交通标志牌。

工程车辆需加强维修和保养，避免机械事故造成道路堵塞。对于场内交通，需采用有顶盖的自卸汽车作为出渣车，做到公路无掉渣，并指派专人打扫施工公路，保持干净整洁。

6.9.3 民族文化和宗教的保护措施

本工程所在区域为藏民族聚居区，藏族人民在本区域进行生产生活的历史较为久远，在长期的社会发展过程中，形成了独特的民族文化，因此，工程建设全过程均需尊重和保护藏民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施。施工人员进场前需进行宣传教育与培训，发放宣传材料，提高施工人员素质，从法律及主观意识角度规范进驻施工人员的行为，使之尊重和保护藏族文化和藏民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施，避免与当地藏族同胞发生冲突，与工程区居民和谐相处。

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，以及供水和灌溉工程区的 11 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 处机械修配停放场和供水和灌溉工程区的 11 处机械修配停放场	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，以及供水及灌溉工程区的 11 个施工区的办公生活区	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	供水区涉及的沙贡乡、俄洛镇等乡镇及农村，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
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	生态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，采用升鱼机过鱼	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

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
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
地质环境	施工区地质	库区受浸没影响	—1S	水库运行期进行观测、巡视	芒达乡政府附近及尚卡乡然爱村附近	运行期		减轻工程建设对地质环境的影	&S
固体废弃物	周围环境	施工弃渣、建筑垃圾、施工人员生活垃圾随意丢弃影响周围环境	—2S	设垃圾桶，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、西藏环境保护厅及地方环保部门组成。

（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环境保护部门要求。

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。

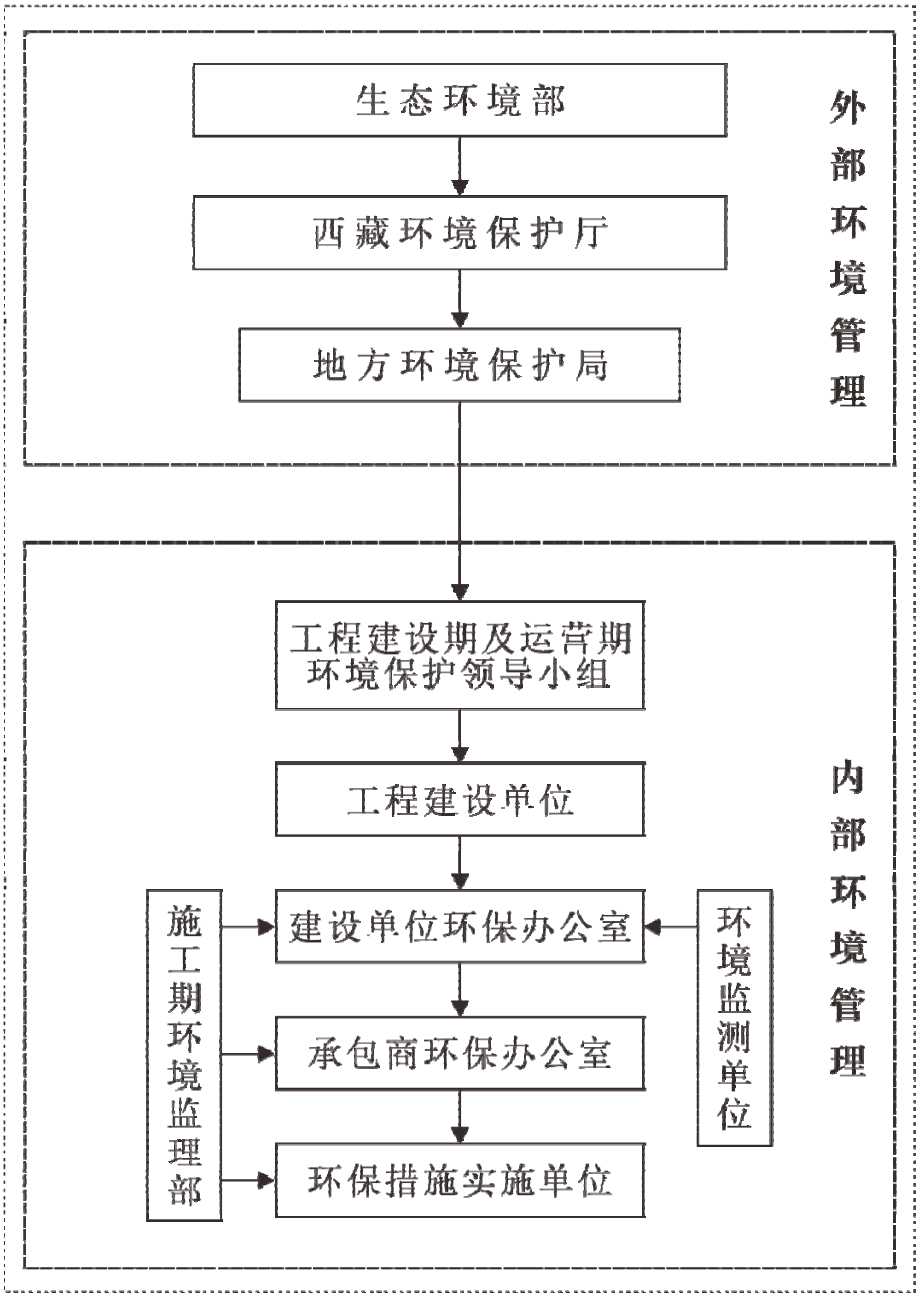


图 7.1-1　宗通卡水利枢纽工程环境管理体系

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，负责确定其环保方针、审查项目环境

目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

环境管理机构主要职责如下:

（1） 宣传、贯彻、执行国家和地方有关环境保护的政策、法律、法规，熟悉相关技术标准，确定工程环境保护方针和环境保护目标，制定环境保护管理办法。

（2）负责落实环保经费,按照审批的设计文件要求和施工现场实际，按计划落实工程项目建设全过程的生态与环境保护工作，主要包括生态与环境工作计划的编制、监测项目与保护措施的落实、专题调查与研究、环境信息统计以及各阶段验收和专项验收等。

（3） 协调处理并配合国家、地方各级环境保护行政主管部门环境保护监督检查，协调处理各有关部门的环保工作，指导、检查、考核各施工承包单位环境保护管理机构的建设运行及施工期和营运期环保设施的实施、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部门，由监理部门督促施工单位整改。

（3） 监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。委托当地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） 制定突发事故的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方环境保护行政主管部门接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理。

（6） 宣传、培训制度

为增强工程建设者（包括管理人员和施工人员）的环境保护意识，建设单位环境管理机构应经常采取广播、宣传栏、专题讲座等方法对工程参建人员进行环境保护宣传，提高环保意识，使其都能自觉地参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为。

对环境保护专业技术人员应定期进行业务培训，同时组织考察学习，

以提高其业务水平。

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。

委托具有相应资质等级的环境工程监理部门，开展施工期环境监理工作；委托具有相应资质等级单位，开展环境监测工作。会同地方环保部门环境监督与检查，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、施工技术方案和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，调查评价工程区水土保持、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

据国内目前实施的大型水利工程移民监理工作经验，移民监理通常是由工程建设单位与移民主管部门共同委托具有监理资格的机构来共同完成。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。其体工作内容如下:

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，监理实施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。

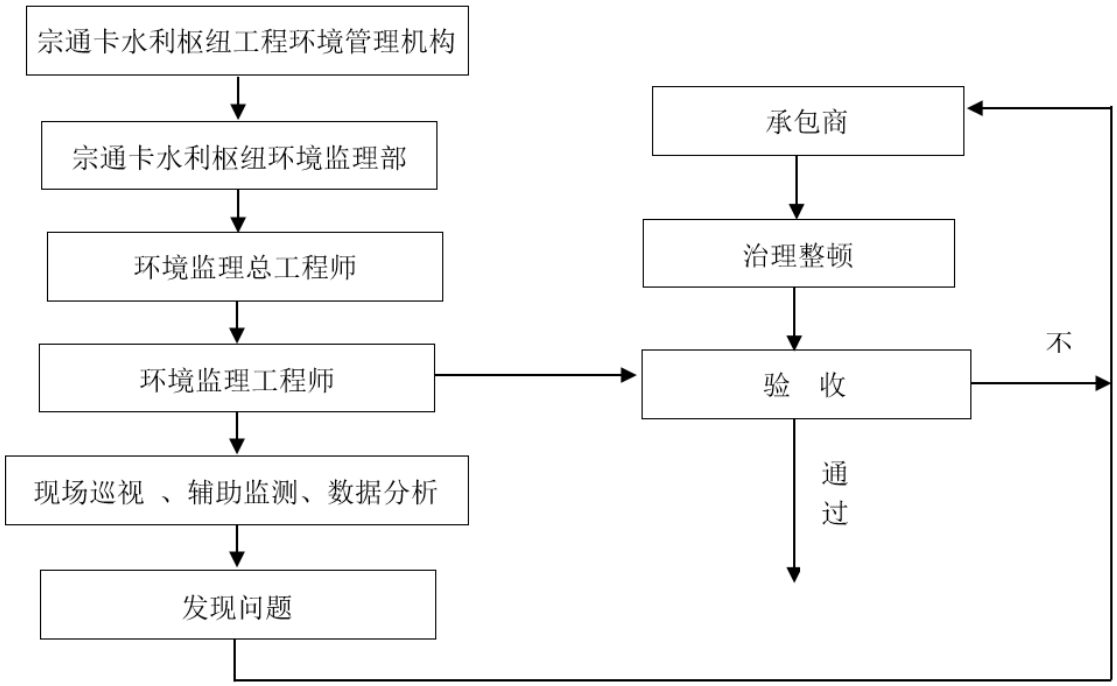


图 7.2-1　宗通卡水利枢纽工程环境监理机构设置和工作方式图

在枢纽工程建设区和供水和灌溉工程建设区共设置 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。

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） 环境监理机构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，由环境总监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方环境保护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》（GB16297-2012）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《水电工程水库库底设计规范》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

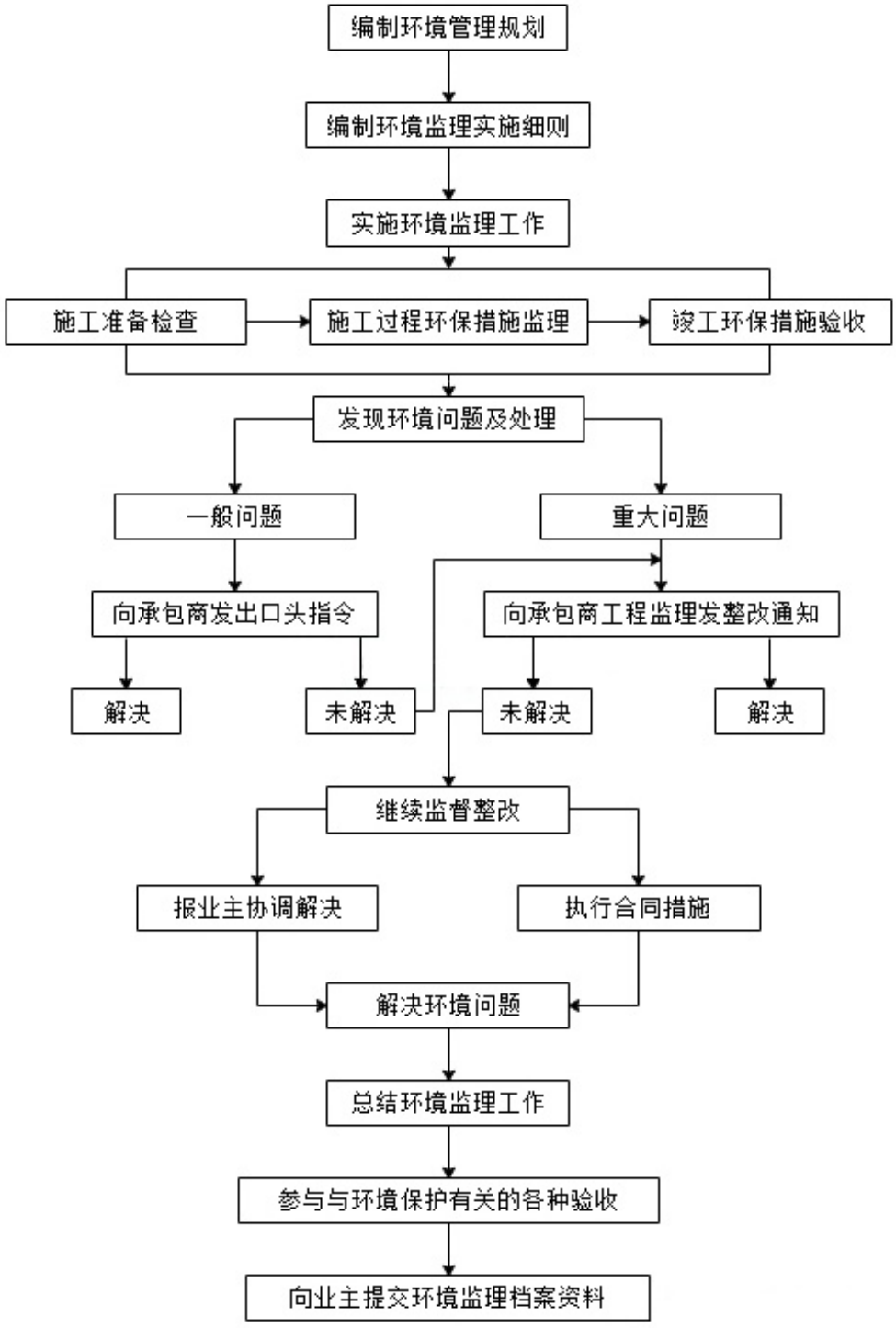


图 7.2-2　环境监理工作程序图

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。

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、昌都市水厂取水口上游 500m 处各设 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	6 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）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，选择混凝土拌合冲洗废水排放时间（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	5 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)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	6 个（枢纽工程施工区 2 处，供水和灌溉工程 11 施工区选 4 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，共 5 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、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。

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_{Mn}、氨氮、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。

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
宗通卡水库入库断面	大坝上游 24.3km 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_5）、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 200m 处			
沙贡电站坝前	大坝上游 200m 处			
约达村	昂曲干流约达村下游 100m 处			
昌都市水厂水源地	水厂取水井上游 190m			
昂曲汇入澜沧江口处	昂曲汇入澜沧江口处前 200m 处			
澜沧江	昂曲汇入澜沧江口下游 2000km			

2） 自动监测

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 7.3-2）。具体如下：

① 建安工程。坝前取水口附近新建站房 1 处（约 40m^2），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 7.3-2　　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^2
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

1） 监控目的

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。

2） 监控断面布设

在宗通卡坝址下游约 400m 处已建设 1 处水文站，可实时监测流量，因此，拟在库尾上游约 1km 处设置 1 处流量自动监测系统，结合坝址下游已建的水文站，通过比较天然流量、取水流量与要求的生态流量之间的关系，确定并保障生态流量下泄。

3） 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进行生态流量在线监控，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。

4） 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：每季度监测一次。

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，评价区内人类的活动将逐步增加，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，线路调查沿淹没区芒达乡→淹没区白措村→坝址左右岸→沙贡乡→沙贡乡约宗村→朱查曲汇口→腰曲汇口→俄洛镇小恩达村等设 11 个监测点，详见表 7.3-3。

表 7.3-3 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	淹没区芒达乡	31°30'28.59"	96°48'42.07"
3	淹没区白措村	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	沙贡乡约宗村	31°19'16.13"	96°56'52.27"
8	朱查曲汇入口	31°16'20.73"	96°58'24.90"
9	腰曲汇入口	31°15'35.30"	96°58'10.03"
10	俄洛镇朗达村	31°13'5.47"	96°58'1.91"
11	俄洛镇小恩格村	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。每隔一个月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厂、坝址附近、施工营地，供水与灌溉工程的沙贡乡、沙贡乡约宗村、俄洛镇朗达村、小恩格村、等共设置 7 个点位，详见表 7.3-4。

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 7.3-4　　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	坝址下游卡洛村	31°26'4.91"	96°50'25.68"
3	施工营地、混凝土加工系统	31°25'56.64"	96°50'35.53"
4	沙贡乡	31°24'1.27"	96°51'58.20"
5	沙贡乡约宗村	31°19'16.13"	96°56'52.27"
6	俄洛镇朗达村	31°13'5.47"	96°58'1.91"
7	俄洛镇小恩格村	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 7.3-3。

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、增殖放流跟踪监测、过鱼效果监测、重要栖息地监测等。

（1） 监测项目

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_5、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 7.3-5。

表 7.3-5　　工程施工期与运行期水生生态监测断面

序号	监测断面		监测项目					监测时间		备注
			水质	水生生物	鱼类					
					种群动态	三场	早期资源	5 月	10 月	
1	宗通卡坝上	吴热	√	√	√	√	√	√	√	集中产卵生境
2		卓登	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
3		琅玛曲达伊	√	√	√	√	√	√	√	重要保护栖息地
4		琅玛曲汇口	√	√	√	√	√	√	√	重要保护栖息地
5	宗通卡库区	加达	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
6		芒达汇口	√	√	√	√	√	√	√	重要保护栖息地
7		索土	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
8		坝前	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
9	宗通卡坝下～河口	卡洛	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
10		沙贡电站	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
11		腰曲汇口	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
12		昌都电站	√	√	√	√	√	√	√	常规断面
13	扎曲		√	√	√	√	√	√	√	常规断面
14	澜沧江		√	√	√	√	√	√	√	常规断面
15	过鱼效果监测									
16	增殖放流跟踪监测									

（3） 监测频率

1）常规断面、重要栖息地监测　拟在施工期、运行期每年的 5 月和 10 月进行监测，可以根据监测情况适时调整监测计划，施工期 5 年、运行期前 5 年。

2）过鱼效果监测　升鱼机与主体工程同时运行，需要进行跟踪监测，对过鱼种类、过鱼规模、过鱼效果等进行监测和评估。拟每年开展 1 次效果监测。

3）增殖放流跟踪监测　鱼类增殖放流后需要进行跟踪监测，评价放流效果。拟在实施放流后每年开展 1 次标记放流监测，并对放流效果进行评估，周期为运行期前 10 年。

7.3.5.1　水生生态

本次水生生态调查，共设置 20 个断面，其中干流 12 个、支流 6 个。调查水域共检出浮游植物 8 门 25 属 48 种,其中硅藻门 40 种、蓝藻门 4 种、

绿藻门 4 种。干流调查断面检出浮游植物共计 3 门 43 种，支流调查断面检出浮游植物共计 3 门 41 种；浮游动物 10 属 17 种，其中原生动物 9 属 16 种、轮虫 1 属 1 种，枝角类、桡足类未检出。干流检出浮游动物 10 属 15 种，支流仅有原生动物检出，共 5 属 7 种；底栖动物 37 种，均为节肢动物。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。支流现存底栖动物 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、网蜎、多足摇蚊等。

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，未发现大面积的水生维管束植物群落，仅在支流河湾缓流处，有零星菹草生存。

调查区域内分布鱼类 8 种，隶属于 2 目 3 科 5 属。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鮡科鱼类，为典型青藏高原鱼类区系。其中鲤形目鲤科 4 种、鳅科 3 种，鲇形目鮡科 1 种。调查区域内无国家级或省（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、细尾鮡。

调查区域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）。总的来看，昂曲干流大面积、集中的适宜裂腹鱼类产卵的场所较少，一般在支流的汇口、河流弯曲度较大的地方，形成一定面积的砾石滩，为裂腹鱼类提供产卵繁殖场所。主要渔获物为细尾高原鳅、光唇裂腹鱼、裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鮡。

7.3.5.2 对水生生态的影响

宗通卡水利枢纽工程对水生生态系统的影响因素主要是枢纽工程，表现在施工期间涉水施工对水生生态的影响，运行期间水文情势改变、生境阻隔等影响。另外，供水工程（向昌都城区）、卡若灌区工程的涉河施工将会对水体产生扰动，随着工程施工结束，不利影响逐渐降低。

施工期间，涉水施工等原因，造成施工河段水体悬浮物增加，工程废水、生活污水排放，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，营养物质富集，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，库区部分耐氧型环节动物、摇蚊将出现并有可能成为优势种。

对于鱼类，施工期间，枢纽工程施工导流、截流以及主体工程涉水施工干扰、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、繁殖等种群生活史活动。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。

工程建成运行后，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、光唇裂腹鱼等繁殖时期需上溯至上游或支流产卵繁殖。对于流水性鱼类而言，流水生境丧失或缩小，将导致库区流水性种群规模将逐渐下降，库尾和支流流水性种类分布增多。特别是对于细尾鮠等喜急流生境的种类，库区缓流或静水生境将不适宜其生存，种群规模可能减少。

由于阻隔影响（繁殖洄游），坝下河段性成熟亲鱼无法上溯产卵繁殖，

对库区鱼类资源无法形成有效地补充，鱼类资源量将有所下降，但下降幅度不大。由于昂曲下游已建沙贡、昌都梯级造成了河流阻隔影响，昌都水电站下游（昂曲、澜沧江干流）鱼类已不能上溯至昂曲上游河段繁殖产卵，昂曲鱼类资源量补充不足现象已经存在，而本工程产生的阻隔影响仅为宗通卡坝址至昌都坝址河段。针对鱼类资源量补充不足的现状，本工程将提出具体的水生生态保护措施，对昂曲鱼类生境进行生态修复，辅以过鱼设施、增殖放流措施，加强管理，将有助于恢复流域内鱼类资源量。

根据对昂曲的监测调查，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，宗通卡水利枢纽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。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。

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。通过分析，裸腹叶须鱼种群规模有所下降，但下降幅度不大；澜沧裂腹鱼分布海拔相对较低，主要分布于昂曲下游和河口及澜沧江上游干流，受宗通卡影响较小；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；细尾鮡在宗通卡影响区有一定分布，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。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。

7.3.5.3 水生生态环境保护措施

从流域整体性保护出发，强化“生态优先、绿色发展”的战略定位，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、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、高原鱼类保护科学研究等综合保护体系。

（1） 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。

（2） 栖息地保护与修复

宗通卡库尾以上干流（至尚吉坝址）、支流朗玛曲水生生境保护；昌都电站补建过鱼设施，拆除沙贡大坝，修复已经产生阻隔的生境，进行鱼类资源保护。

（3） 过鱼设施

采用升鱼机系统，3 下旬-9 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、光唇裂腹鱼等，减缓工程阻隔影响。

（4） 增殖放流

建设人工增殖放流站，选取裸腹叶须鱼、细尾鮡和光唇裂腹鱼，每年放流苗种 17 万尾，先期运行放流 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，保护珍稀特有鱼类资源。

（5） 下泄生态流量

施工期，采用隧洞泄流方式；蓄水初期，水位蓄至溢洪道过流前，采用生态供水管方式，待水位升至溢洪道过流后，采用溢洪道进口闸门控泄，下泄生态流量 16.3m^3/s；运行期，11 月～次年 3 月生态流量 16.3m^3/s，4 月的生态流量为 31.7m^3/s，5 月～10 月生态流量为 41.4m^3/s。通过上述措施，以保证施工期、蓄水初期、运行期生态流量。

（6） 渔政管理

建立禁渔制度，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。

（7） 水生态监测

施工期、运行期水生生境、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。

（8） 基础科研

从保护流域生物多样性出发，开展细尾鮡人工繁殖技术研究、宗通卡鱼类放流效果评估、过鱼设施运行效果评估、建立珍稀鱼类种质资源库等。

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，承担监测的单位应具备相应资质。

（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。

宗通卡水利枢纽工程环境监测实施计划详见表 7.3-6。

表 7.3-6　　宗通卡水利枢纽工程环境监测实施计划

环境监测项目	实施单位	承担单位
一、水环境监测		
1、施工期废水水质监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
2、施工期地表水水质监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
3、运行期水质监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门

续表 7.3-6　　宗通卡水利枢纽工程环境监测实施计划

环境监测项目	实施单位	承担单位
二、生态		
1、陆生生态	建设单位	委托专业性较强的科研机构
2、水生生态	建设单位	委托专业性较强的科研机构
三、环境空气质量监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
四、声环境监测	建设单位	委托具有环境监测资格的环境监测部门
五、人群健康监测	建设单位	委托具有监测资格的卫生防疫部门
六、移民安置人群健康监测	移民安置涉及县（区）的移民局	委托具有监测资格的卫生防疫部门

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、各分标承包单位及业主（筹建处）；经业主核定后定期（半年或一年）报送业务主管部门及当地环境保护主管部门。

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环境保护主管部门。

报送份数：监理单位、承包单位、业务主管部门每次报送 2 份；环境保护部门按主管部门要求份数要求报送。

7.4　环境保护工程竣工验收计划

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须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、升鱼机土建工程、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） 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管理办法》有关规定实施，验收内容包括枢纽工程区以及供水和灌溉工程区的各项措施。

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

阶段	治理对象		验收主要内容	
			措施内容	处理所达到的效果
施工期	废水处理	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，供水和灌溉工程施工区的 11 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	
	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
	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康
	陆生植物保护	陆生植被	生态保护宣传、警示牌、植被修复、珍稀植物保护	施工迹地恢复，减少植被破坏
	陆生动物保护	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	水生生物	在业主营地附近建设增殖放流站；建设升鱼机；加强渔政管理	保护水生生境，保障河段水生生境的连通性、鱼类的多样性。
	文物保护	文物	库区淹没范围内的墓葬文物，需要对其进行考古发掘和清理工作，宗教设施需迁移至淹没范围和施工占地范围外，	保护文物
运行期	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
	水生生态保护	鱼类保护	将琅玛曲、芒达曲、恩达曲（尚卡电站下游河段）设为栖息地保护范围；拆除沙贡电站；补建尚卡、昌都电站的过鱼设施；加强渔政管理	保护水生生境，保障河段水生生境的连通性、鱼类的多样性
	废水处理	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	执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准

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） 以水电水利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。

（7） 本项目主要生态保护措施投资已列入水土保持投资中。

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

工程环境保护投资概算与主体工程投资估算编制的水平年一致，按照 2017 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和运行期需要建设的环境监测设施。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

指为了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 20010.79 万元，其中环境保护措施费 10141.12 万元，环境监测措施费 817.71 万元，环境保护仪器设备及安装费 1328.38 万元，环境保护临时措施费 1512.59 万元，环境保护独立费 4066.97 万元，基本预备费 2144.01 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	10141.12	50.7%
第Ⅱ部分环境监测措施	817.71	4.1%
第Ⅲ部分环保仪器设备及安装	1328.38	6.6%
第Ⅳ部分环境保护临时措施	1512.59	7.6%
第Ⅴ部分环境保护独立费用	4066.97	20.3%
第Ⅵ部分预备费	2144.01	50.7%
环境保护总投资	20010.79	100.00%

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					10141.12	
一	水质保护				5493.85	
1	污水处理工程				5443.25	
1.1	芒达曲水质处理				700	
1.1.1	土建费用	项	1		128	
1.1.2	设备采购及安装	项	1		72	
1.1.3	运行费	年	5	1000000	500	运行费暂按 5 年考虑
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	温泉水导排工程	项			4743.25	
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					已计入移民专项投资
二	生态保护				4594.47	
1	陆生生态保护				57.2	
1.1	宣传教育费				0	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	
2	水生生态保护				4537.27	
2.1	鱼类救护	项	1		80	
2.2	栖息地保护与修复				150	
2.2.1	昂曲芒达曲河口以上干流和支流栖息地保护					纳入主体管理中
2.2.2	补建昌都水电站鱼道				300	
2.2.3	拆除沙贡电站、农村小水电（芒达曲）、尚卡电站及生境修复				200	
2.3	人工增殖放流				1976.27	
2.3.1	鱼类增殖放流站设计与建设	项	1		1800.00	
2.3.2	增殖站运行费	年	10	1000000	1131.4	按试运行 10 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	升鱼机				2330	
2.4.1	升鱼机建设与安装	项	1	21800000	2180	
2.4.2	升鱼机运行管理	年	3	500000	150	按试运行 3 年考虑
2.5	渔政管理				51	
2.5.1	警示牌	块	5	2000	1	纳入主体
2.5.2	宣传教育费	项				已计入环境保护宣传及技术培训费
2.5.3					50	
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					848.91	
一	水质监测				242.07	
1	施工期监测				153.99	
1.1	施工期废污水监测				25.25	
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	101	600	6.08	
1.1.4	含油废水处理系统进出口水质监测	点*次	81	600	4.84	
1.1.5	生活污水处理系统进出口水质监测	点*次	101	1200	12.16	
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	81	8000	64.53	
1.4	施工期地下水监测	点*次	20	100	0.20	
2	运行期监测			0	88.08	
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	考虑连续监测 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
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				1200.00	
1	水生生态常规监测	年	10	1200000	1200.00	施工期5年，运行期5年
2	增殖放流站放流效果监测与评估					纳入增殖站运行费用
3	过鱼效果监测与评估					纳入升鱼机运行费用
六	人群健康监测			0	16.62	
1	施工人员人群健康常规监测	人*次	640	200	12.80	
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					1328.38	
一	环境保护设备				881.38	
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				35.86	
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	12	50000	60	
6	微型密封式垃圾车	t	1	250000	25.00	
7	垃圾桶	个	77	600	4.62	
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					1512.59	
一	废污水处理				1283.43	
1	基坑废水处理				32.4	
1.1	基坑废水处理运行费（絮凝剂）	t	21.6	15000	32.4	
2	砂石加工系统废水处理				662.92	
2.1	砂石加工系统废水处理土建工程费				365.10	
2.2	砂石加工系统废水处理运行费				297.82	
3	混凝土生产系统冲洗废水处理				317.73	
3.1	混凝土生产系统冲洗废水处理土建工程费				99.53	
3.2	混凝土生产系统冲洗废水处理运行费				218.20	
4	含油废水处理				72.16	
4.1	含油废水处理土建工程费				23.71	
4.2	含油废水处理运行费				48.45	
5	生活污水处理				198.21	
5.1	厌氧生物膜池处理土建工程量				67.31	
5.2	厌氧生物膜池处理运行费				9.72	
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				13.3	
1	隔声屏	m^2	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	320	100	3.2	按施工高峰期人数的 20%计算
三	环境空气质量保护				34.2	
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	320	100	3.2	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				27.43	
1	垃圾清运处理费				27.43	
1.1	垃圾清运	万 t.km	9.2514	12000	11.10	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	1360.5	120	16.33	就近垃圾处置场处理
五	人群健康保护				154.24	
1	建立医疗卫生站	个	1	500000	50	
2	施工区卫生清理及消毒	m^2	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
3	施工人员定期体检	人	1920	150	28.8	施工期按 6 年计，每年体检 2 次，体检比例为 10%。施工高峰期人数 1600 人
4	防疫费				13.44	
4.1	甲肝	人*年	1920	30	5.76	施工期接种 1 次
4.2	疟疾	人*年	1920	40	7.68	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				34.2	
6.1	土建费用	个	28	10000	28	
6.2	运行清理费用	次	62	1000	6.2	
第Ⅰ至第Ⅳ部分合计					13799.80	
第Ⅴ部分环境保护独立费用					4066.97	
一	建设管理费				967.99	
1	环境管理经常费				413.99	按Ⅰ～Ⅳ部分和的 3%计
2	环境保护设施竣工验收费				140	按实际工作量估列
3	环境保护宣传及技术培训费				413.99	按Ⅰ～Ⅳ部分和的 3%计
二	环境监理费	人*年	11	150000	165	施工期按 6 年，监理人员按 2 人计

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
三	科研勘测设计咨询费				2933.98	
1	水生生态科学研究				600	鱼类生物学与生态学研究；细尾鮠人工繁殖技术研究；昂曲鱼类放流效果评估；昂曲过鱼设施运行效果评估
2	饮用水砷安全应急处理措施研究	项	1		200	
3	环境影响评价费				600	
4	环境保护勘测设计费				1103.98	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					17866.78	
第Ⅵ部分预备费					2144.01	与主体工程一致，按Ⅰ～Ⅴ部分和的 12%计
环境保护总投资					20010.79	

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					2365.37
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^3	1003.04	22.28	2.23
	石方开挖	m^3	429.88	43.01	1.85
	土石方回填	m^3	298.01	33.78	1.01
	混凝土（C25）	m^3	174.91	952.13	16.65
	钢筋	t	19.24	3739.39	7.19
	砂浆	m^2	549.20	43.43	2.39
1.3	废水提升泵房	个	2.00		30.08
	土方开挖	m^3	717.02	22.28	1.60
	石方开挖	m^3	307.30	43.01	1.32
	土石方回填	m^3	239.01	33.78	0.81
	混凝土（C25）	m^3	129.31	952.13	12.31
	钢筋	t	14.22	3739.39	5.32
	砂浆	m^2	403.20	43.43	4.22
	砖砌体	m^3	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^3	1720.07	22.28	3.83
	石方开挖	m^3	737.17	43.01	3.17
	土石方回填	m^3	537.02	33.78	1.81
	混凝土（C25）	m^3	304.22	952.13	28.97
	钢筋	t	33.46	3739.39	12.51
	砂浆	m^2	952.40	43.43	6.60
	砖砌体	m^3	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^3	1454.43	22.28	3.24
	石方开挖	m^3	623.33	43.01	2.68
	土石方回填	m^3	483.22	33.78	1.63
	混凝土（C25）	m^3	264.14	952.13	25.15
	钢筋	t	29.06	3739.39	10.87
	砂浆	m^2	823.60	43.43	6.04
	砖砌体	m^3	123.54	528.56	4.50
1.6	加药系统车间	个	2.00		32.03
	土方开挖	m^3	84.45	22.28	1.66
	石方开挖	m^3	36.19	43.01	1.37
	土石方回填	m^3	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^3	30.91	952.13	12.72
	钢筋	t	3.40	3739.39	5.49
	砂浆	m^2	88.40	43.43	4.69
	砖砌体	m^3	13.26	528.56	5.26
1.7	污泥脱水车间	个	2.00		156.14
	土方开挖	m^3	2696.40	22.28	6.01
	石方开挖	m^3	1155.60	43.01	4.97
	轻钢厂房	m^2	750.00	1200.00	90.00
	混凝土（C25）	m^3	404.59	952.13	38.52
	钢筋	t	44.51	3739.39	16.64
2	主要设备		0.00		490.88
	DH 型高效污水净化器	台	4.00	680000.00	272.00
	污水混合器	台	4.00	65000.00	26.00
	污泥混合器	台	3.00	44000.00	13.20
	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
	搅拌器	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		0.00		297.82
	维护人员	人/年	5.00	24000	96.00
	用电量	万 kW·h	200.00	7300	13.53
	泥砂外运	万 m^3	0.00	250000	57.73
	絮凝剂	t	612.36	2000	9.89
	维护材料	批	2.00	200000	40.00
	管理费	项	2.00	203345	40.67
	大修理基金	项	2.00	200000	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）
混凝土加工系统冲洗废水处理					542.31
1	土建工程费				99.53
1.1	简易沉砂池	个	13.00		34.83
	土方开挖	m^3	224.25	22.28	1.00
	石方开挖	m^3	96.11	43.01	0.83
	土石方回填	m^3	89.40	33.78	0.60
	混凝土（C25）	m^3	109.46	952.13	20.84
	钢筋	t	12.04	3739.39	9.00
	防水砂浆	m^2	294.30	43.43	2.56
1.2	中和沉淀池	个	13.00		24.89
	土方开挖	m^3	363.16	22.28	0.81
	石方开挖	m^3	155.64	43.01	0.67
	土石方回填	m^3	120.90	33.78	0.41
	混凝土（C25）	m^3	154.91	952.13	14.75
	钢筋	t	17.04	3739.39	6.37
	砂浆	m^2	433.80	43.43	1.88
1.3	蓄水池	个	13.00		24.89
	土方开挖	m^3	363.16	22.28	0.81
	石方开挖	m^3	155.64	43.01	0.67
	土石方回填	m^3	120.90	33.78	0.41
	混凝土（C25）	m^3	154.91	952.13	14.75
	钢筋	t	17.04	3739.39	6.37
	砂浆	m^2	433.80	43.43	1.88
1.4	加药廊道	个	13.00		14.91
	土方开挖	m^3	177.63	22.28	0.40
	石方开挖	m^3	76.13	43.01	0.33
	土石方回填	m^3	80.96	33.78	0.27
	混凝土（C25）	m^3	94.20	952.13	8.97
	钢筋	t	10.36	3739.39	3.87
	砂浆	m^2	247.40	43.43	1.07
2	主要设备费		0.00		16.30
	加药桶	个	14.00	2500.00	3.50
	搅拌器	个	14.00	4500.00	6.30
	管件及阀门	批	13.00	5000.00	6.50
3	安装运输调试费	%	120.00	163000.00	19.56
4	运行费		0.00		218.20
	泥砂清掏及外运费	m^3	212415	10	212.42
	絮凝剂费	t	2.7744	1600	0.44
	助凝剂费	t	0.27744	10000	0.28
	电费	万 kw·h	6.936	7300	5.06

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）
	助凝剂费	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					315.05
厌氧生物膜池处理工艺工程量					77.03
1	土建工程				67.31
1.1	厌氧生物膜池	处	11.00		67.31
	土方开挖	m^3	998.61	22.28	2.22
	石方开挖	m^3	427.98	43.01	1.84
	土石方回填	m^3	633.80	33.78	2.14
	混凝土（C25 抗渗 S6）	m^3	396.79	952.13	37.78
	钢筋	t	43.65	3739.39	16.32
	水泥砂浆	m^2	1056.00	43.43	4.59
	立体弹性填料	m^3	176.00	100	1.76
	滤料	m^3	44.00	150	0.66
2	运行费	m^3	64800.00	1.5	9.72
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^3	40.60	22.28	0.09
	石方开挖	m^3	17.40	43.01	0.07
	土石方回填	m^3	31.12	33.78	0.11
	C25 混凝土	m^3	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^3	228.92	22.28	0.51
	石方开挖	m^3	98.11	43.01	0.42
	土石方回填	m^3	160.00	33.78	0.54
	C25 混凝土	m^3	52.45	952.13	4.99
	钢筋	t	5.77	3739.39	2.16
	砂浆抹面	m^2	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

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）
	管道支架	付	2.00	600	0.06
1.3	格栅渠	个	2.00		1.18
	土方开挖	m^3	10.89	22.28	0.02
	石方开挖	m^3	4.67	43.01	0.02
	土石方回填	m^3	4.32	33.78	0.01
	混凝土（C25）	m^3	7.63	952.13	0.73
	钢筋	t	0.84	3739.39	0.31
	砂浆	m^2	18.00	43.43	0.08
1.4	调节池	个	2.00		4.66
	土方开挖	m^3	87.00	22.28	0.19
	石方开挖	m^3	37.28	43.01	0.16
	土石方回填	m^3	47.60	33.78	0.16
	混凝土（C25）	m^3	27.88	952.13	2.65
	钢筋	t	3.07	3739.39	1.15
	砂浆	m^2	79.20	43.43	0.34
1.5	回用水池	个	2.00		5.89
	土方开挖	m^3	116.81	22.28	0.26
	石方开挖	m^3	50.06	43.01	0.22
	土石方回填	m^3	58.67	33.78	0.20
	混凝土（C25）	m^3	34.99	952.13	3.33
	钢筋	t	3.85	3739.39	1.44
	砂浆	m^2	101.40	43.43	0.44
1.6	污泥池	个	2.00		2.41
	土方开挖	m^3	34.09	22.28	0.08
	石方开挖	m^3	14.61	43.01	0.06
	土石方回填	m^3	16.44	33.78	0.06
	混凝土（C25）	m^3	15.01	952.13	1.43
	钢筋	t	1.65	3739.39	0.62
	砂浆	m^2	40.00	43.43	0.17
1.7	污泥干化池	个	2.00		2.98
	土方开挖	m^3	40.89	22.28	0.09
	石方开挖	m^3	17.53	43.01	0.08
	土石方回填	m^3	18.60	33.78	0.06
	混凝土（C25）	m^3	18.07	952.13	1.72
	钢筋	t	1.99	3739.39	0.74
	砂浆	m^2	49.00	43.43	0.21
	粗砂	m^3	4.32	102	0.04
	砾石	m^3	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
	废水处理量	m^3	143910.00	1.5	21.59
含油废水处理					72.16
1	土建工程	处	12.00		23.71
	土方开挖	m^3	351.17	22.28	0.78
	石方开挖	m^3	150.50	43.01	0.65
	土石方回填	m^3	173.18	33.78	0.58
	混凝土（C25）	m^3	152.47	952.13	14.52
	钢筋	t	16.62	3739.39	6.22
	井盖及支座	套	12.00	800.00	0.96
2	运行	m^3	242262.00	2.00	48.45
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。

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		10141.12	504.41	1041.14	1038.94	1749.90	2006.46	1459.65	1370.01	195.60	775.00
一	水质保护	5493.85	0.00	474.33	474.33	948.65	948.65	948.65	1148.65	150.60	400.00
二	生态保护	4594.47	451.61	566.81	564.61	801.25	1057.81	511.00	221.36	45.00	375.00
1	陆生生态保护	57.20	3.36	4.56	3.36	14.00	14.56	14.00	3.36	0.00	0.00
2	水生生态保护	4537.27	448.25	562.25	561.25	787.25	1043.25	497.00	218.00	45.00	375.00
三	移民安置点保护	52.80	52.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第Ⅱ部分环境监测措施		817.71	10.20	28.81	87.49	37.96	87.99	51.30	26.49	195.01	292.46
一	水质监测	210.87	0.00	24.70	29.27	29.37	29.41	29.25	20.22	18.72	29.92
1	施工期监测	165.99	0.00	24.70	29.27	29.37	29.41	29.25	20.22	3.76	0.00
2	运行期监测	44.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.96	29.92
二	环境空气监测	32.67		3.27	6.53	6.53	6.53	6.53	3.27		
三	声环境监测	8.45		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	0.00	0.00	0.36	0.36	1.02	2.16	2.46	42.54
五	水生生态监测	490.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	0.00	170.00	220.00
六	人群健康监测	16.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	0.00	3.82	0.00
第Ⅲ部分环境保护仪器设备及安装		1328.38	881.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	447.00	0.00
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	35.86	35.86	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	50	0	0	0	0	0	0	0	0
五	手推式洒水车	60	60	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	4.62	4.62	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		1512.59	702.38	79.75	148.34	165.69	178.64	161.28	76.52	0.00	0.00
一	废污水处理	1283.43	585.25	65.61	133.16	143.85	150.33	139.64	65.61	0.00	0.00
二	噪声防护	13.30	8.10	0.32	1.04	1.24	1.24	1.04	0.32	0.00	0.00
三	环境空气质量保护	34.20	1.55	3.42	3.74	6.84	9.94	6.84	1.87	0.00	0.00
四	固体废弃物处置	27.43	1.37	2.74	2.74	5.49	8.23	5.49	1.37	0.00	0.00
五	人群健康保护	154.24	106.11	7.66	7.66	8.28	8.90	8.28	7.35	0.00	0.00
第Ⅰ至第Ⅳ部分合计		13799.80	2098.37	1149.70	1274.77	1953.56	2273.09	1672.23	1473.02	837.61	1067.46
第Ⅴ部分环境保护独立费用		4066.97	831.10	254.38	276.88	448.01	597.58	431.13	223.58	230.26	774.05
一	建设管理费	967.99	125.90	68.98	76.49	117.21	136.39	100.33	88.38	190.26	64.05
二	环境监理费	165.00		15.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00		
三	科研勘测设计咨询费	2933.98	705.20	170.40	170.40	300.80	431.20	300.80	105.20	40.00	710.00
第Ⅰ至第Ⅴ部分合计		17866.78	2929.47	1404.08	1551.65	2401.57	2870.67	2103.36	1696.60	1067.87	1841.51
第Ⅵ部分预备费		2144.01	351.54	168.49	186.20	288.19	344.48	252.40	203.59	128.14	220.98
环境保护总投资		20010.79	3281.01	1572.57	1737.85	2689.75	3215.15	2355.76	1900.19	1196.01	2062.49

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 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/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 kW·h。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 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。

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和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 51.72km，改扩建场内道路 5km，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 损失分析

8.2.2.1 建设征地损失

（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 30402.39 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。

8.2.2.2 环境影响损失

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 20010.79 万元。

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 20010.79 万元，在各项环保措施得到落实的情况下，其费用产生的环境效果较为明显，可较大程度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，工程实施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。

根据国家环保总局（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/T169-2004）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 风险源识别

宗通卡水利枢纽工施工期对环境的影响主要为非污染生态影响，运行期产生的“三废”排放量较少，相应环境风险主要为外源风险，本工程的施工与运行主要是增加风险发生概率或加剧风险危害。根据本工程施工及运行特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，本工程的建设、运行和管理中主要潜在风险的类型有：溃坝风险、水质安全风险。

9.3 可能发生的风险及原因分析

9.3.1 大坝垮塌风险分析

宗通卡水利枢纽工程正常蓄水位 3474m，大坝最大坝高 71m，若工程施工中存在质量问题，会造成大坝垮塌的可能，大坝垮塌将会造成下河段水位剧增，对下游河段两侧居民的生产生活造成严重的影响，将使供水、灌溉和电站不能正常运行，造成直接经济损失。因此，大坝的建设将会给下游带来一定的环境风险。

从构成环境风险的因素来分析，有可能影响大坝稳定性的因素主要包括：区域构造的稳定性，大坝自身结构的稳定性以及水库蓄水诱发地震的强弱等。从坝址区的地质稳定性来看，该区域的地震基本烈度均为Ⅶ度，区域构造稳定性较好，不存在诱发地震的条件。就大坝自身结构稳定性而言，推荐坝型为沥青混凝土心墙坝，由于该坝型在国内有较为成熟的施工经验，只要严格执行相应的技术规程，可以达到良好的施工质量；设防烈度遵循有关设计规程，可以满足安全需要。因此，在保证设计质量和施工质量的情况下，由大坝自身结构稳定性引起的环境风险非常小。

9.3.2 水质安全风险分析

由于本工程所在区域涉及昌都砷、汞成矿亚带，区域地质背景、温(冷)泉等含 As 的矿物质较多，可能对库区水质产生一定的环境安全风险。其风险来源主要有如下 3 种。

（1）库周岩石、土壤进入库区，受水体浸容，含 As 物质析出对水质造成影响。

长江科学院于 2015 年 10 月（平水期）分别在库区布设了岩石、土壤采样点，主要检测重金属含量。

库区岩石中 As、Fe、Mn、Al 的含量差异较大，其含量分别为 0～23.7mg/kg、19.0～88.9g/kg、47～1025mg/kg、1.1～13.0g/kg。其中采样点中 As 的含量低于《土壤环境质量标准》中二级标准；绝大多数采样点中 Fe 的含量超过了西藏土壤背景值，这与当地含 Fe 较高的地质背景有关，在昌都地区具有普遍性；有 2 处采样点中 Mn 的含量超过了西藏土壤背景值；采样点中 Al 的含量均低于西藏土壤背景值。

库区土壤中除 Fe 以外，其余重金属含量低于《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准或西藏土壤背景值。土壤采样点中 Fe 含量普遍高于西藏土壤背景值，与当地地质背景值较高有关。

综上所述，库区周边岩石、土壤中除 Fe 以外，As、Mn、Al 的含量较低，特别是 As 的含量均低于《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准。同时，通过解吸实验表明，岩石、土壤中 As 的解吸量很少，在 1.31～7.91 mg/kg。因此，库周岩石、土壤进入库区，不会对库区水质造成安全风险。

（2）水库运行，泥沙吸附含 As 物质后不断淤积在库底形成底泥，对库区水质存在一定风险隐患。

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^3；50 年末，泥沙总淤积量 0.70 亿 m^3；100 年末，泥沙总淤积量 1.22 亿 m^3。同时，泥沙对 As 具有较强的吸附作用，随着泥沙不断沉淀淤积，底泥中含 As 物质不断增加，形成污染源，对库区水质造成安全威胁。

在一定的环境条件下，特别是在春耕或秋季气温变化差异大的情况下，库区水体的表层和底层形成温度差，产生水体对流，可能引起吸附在泥沙的含 As 物质重新释放于水中，造成新的面源污染物和水体的二次污染，从而对水质造成一定的安全风险。

（3）水库形成后，库区水体与深层地下水的水力联系，或者形成新的出露泉点，可能对库区水体造成水质安全风险。

根据现场调查与分析，宗通卡库盆位于芒达复式向斜核部附近，向斜核部走向与昂曲流向近似一致，北部仰起。出露基岩均为侏罗系(J)泥岩、泥质粉砂岩及粉细砂岩等碎屑岩隔水岩组，岩层厚度大于5000m,具有较好的隔水作用，而且库盆无区域断裂发育，封闭条件较好。因此，库区水体与断裂带深层地下水（温泉）无水力联系。同时，库区调查到的温（冷）泉出露高程比水库正常蓄水位高出约200~500m,且距库区直线距离均大于10km。因此，水库形成后，库区内不会形成新的出露泉点。

9.4 事故预防措施和应急计划

（1） 突发性污染事故预防措施

1） 委托具有相应资质、运输条件的单位负责油料运输，驾驶员需有相应的运输证件，运输车辆保证良好的车况;

2） 油料运输应当避开暴雨等不利时段，避免由于路况影响造成交通隐患;

3） 发生油料泄漏事故后，应及时通报地方环保部门，环保部门接报后立即通知下游有关单位，同时派人员到现场进行监测分析，及时打捞掉入水体的车辆和容器，处置被污染的现场;

（2） 供水风险措施

应加强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。

加强管理；增加监测次数。当水库发生污染事故，水质受到威胁时，

应立即展开水质监测，调查事故发生原因，采取措施消除水质污染。

（3） 火灾爆炸事故预防措施

工作时严禁吸烟，禁止携带火种、穿带钉皮鞋等进入易燃易爆区，严禁钢制工具敲打、撞击、抛掷；在易燃易爆区附近安装避雷装置；保持转动设备部位的清洁和润滑，防止因摩擦引起杂物燃烧；炸药和油料的运输需专门的运输单位并使用专用设备进行运输。

为避免和减少火灾危害，设备及材料的选择在满足技术经济合理的前提下，优先选用不燃性或难燃性的电气设备和建筑材料。针对水利工程的具体情况，严格考虑防火间距、安全疏散通道、消防设备配置和对外通道。采用消防水源、设备事故排油、排烟、消防配电以及自动报警等消防措施，并积极采用先进的防火技术，做到保障安全、使用方便、技术先进、经济合理。

水库、电站配备各种灭火用具，在施工和运行过程中加强防火管理，确定目标责任制，并建立一整套完整的防火和灭火体系，一旦出现火情，可迅速启动预案，并与当地公安消防建立联动机制，最大限度地降低水库施工和运行过程中火灾和爆炸发生的概率。

（4） 溃坝风险预防措施

为了确保该项目水库大坝安全，除害兴利，延长库坝寿命，充分发挥效益，努力避免垮坝灾害风险，该项目建设从勘测、设计、施工、运行全过程中应采取各种有效的防范和应急措施，做到防患未然，防微杜渐。根据该项目库坝环境风险原因分析结果，参照国内外库坝安全工作研究成果，针对可能引起库坝破坏和溃决的主要原因，提出如下防范和应急措施。

1） 认真贯彻执行《水库大坝安全管理条例》（国务院[1991]第 77 号令）。该条例对坝高 15m 以上或库容 100 万 m^3 以上的水库大坝建设、管理

和险库处理都作了明确规定和严格要求。

2） 严格按照水利项目管理程序办事。为防止发生水库大坝破坏和溃决，应依次做好勘测、设计、施工、验收、运行、鉴定、加固工作。

3） 加强工程地质勘测工作。该项目库区、坝址、厂址工程地质条件较为复杂，应进行详细的工程地质和地下水文调查，继续查明情况。

4） 严格按照规范精心设计。枢纽区主要工程地质问题为人工开挖边坡稳定、洞室围岩稳定及及坝基渗漏等问题。不存在难以处理或工程处理技术难度高的重大工程地质问题。因此，建议全面考虑整体工程布置，妥善处理枢纽工程与非枢纽工程的关系，合理规划布局，认真勘测设计，优化工程设计和施工方案。

5） 加强工程施工质量管理。为确保水库安全运行，库坝建设施工期必须树立“百年大计，质量第一”的观念，加强工程施工监理，组织工程质量监督、检查、评估和验收，做到施工工艺规范、施工用材合理和施工作业严格，并做好遗留尾工处理，保证工程质量，杜绝“豆腐渣”工程。

6） 加强水库运行技术管理。为确保水库安全运行，库坝投产运行期必须建立健全水库运行调度和安全操作技术体系，提高技术管理水平，合理编制水库防洪预案和调度运用计划，遵守水库安全操作规定；重视大坝安全监测、鉴定工作，加强库岸坝体防护加固和闸门吊车维修养护，设置满足大坝安全观测设施，经常检查和定期观测大坝安全情况，并对洪水数据进行复核，做到及时发现问题及时采取措施，杜绝水库带病冒险运行；重视建设可靠的预报、预警系统和改善交通、通讯设施，制定应急度汛计划，做到洪水来前有准备，洪水来时有对策，并设置满足闸门启闭备用电源和设备，保证及时宣泄洪水。对超标的特大暴雨洪水，应事先作好非常泄洪措施的准备，并应事先通知下游作好防汛抢险准备。

7） 禁止库区引发滑塌作业。库坝投产运行期还应禁止在库区内外附近周围炸石等爆破活动以及在库区和坝下附近河段两岸边坡随意堆放大量物料和建筑，以免引起滑塌。

（5） 事故应急计划

事故应急指挥系统是紧急事故发生后进行事故救援处理的体系，该系统对事故发生后作出迅速反应，及时处理事故，减少事故损失。事故应急指挥系统包括组织机构、通讯联络、人员救护和事故处理、安全管理等方面内容。

1） 组织体系

工程在施工和运行过程中应成立应急指挥部，明确职责，在遇到如火灾、爆炸、特大洪水灾害和突发性污染事故等情况下作出及时反应。

2） 通讯联络

在工程施工过程中，建立各施工区、生活区、办公区、社会各救援机构和地方政府之间的通讯网络，保证信息畅通，以提高事故发生时的快速反应能力。

3） 人员救护和事故处理

在遭遇突发事件时，如特大洪水、火灾和爆炸等事件时，应急指挥部与当地政府有关部门密切合作，及时组织力量进行抢救、救护和安全转移。同时做好事故后处理工作，及时转移或保护影响范围内财产。

5） 安全管理

水库、电站的保卫部门负责做好消防安全工作，做好对火源的控制，负责消防安全教育，组织培训厂内消防人员。

（6） 水质安全风险预防措施

本工程位于卡洛村附近，距昌都市约63km，库区周围居民点较少、交通不便，无工矿企业分布。其对水质产生的突发性污染事件概率极低，在采取相关的监测、预防和防范措施后，可有效的减轻不利影响。针对工程区域地质背景As含量较高，且对库区水质存在环境风险的情况下，重点采取风险预防措施：①长期监测库区、恩达曲和芒达曲水体中As的含量，实时了解水质状况，保证库区水质安全；②对恩达曲和芒达曲含高浓度As的温（冷）泉水进行收集、处置后导排至坝址下游；③在供水水厂设置的As处理单元（或工艺），确保水厂的供水安全；④工程建设、运行期间，加强环境管理与监督，保证含As处理设施、导排管线的安全运行。

9.5 建 议

针对工程存在的上述风险，提出建议如下：

（1） 对于大坝可能发生的垮塌事故，应采取必要的分洪措施，确保下游河段群众的生命财产安全，并尽可能将影响程度降到最低。

（2） 做好必要的山坡排水、斜坡防护等水土保持工程，使其产生的水土流失量降到最小。同时，提高管理和导流能力，减少因泥沙淤积带来的风险。

（3） 高度重视工程影响区的生态环境保护和建设，选取最佳的取、弃土和砂石料场，并将弃土、弃渣及时堆放到设计好的弃渣场，并采取一定的防护措施。做好地表植被的保护与恢复，对自然条件较好的地段，精选适合高原生长的树种、草种，尽最大可能恢复地表植被，缓解和减免建设项目对环境的造成的不利影响。

（4）施工生存过程中，若出现施工废水事故排放，应立即停止生产，停止废水的排放，尽快找出事故原因，检查、检修出事故的机器，使其正

常运转。

（5） 针对爆破飞石的影响，在爆破前要严格控制炸药量，掌握好爆破方法，放炮前鸣笛示警，并设置安全线。

10 评价结论与建议

10.1 评价结论

10.1.1 工程概况

工程位于昌都市卡若区境内，坝址位于沙贡乡上游约9km，距昌都市约63km。结合西藏昌都市经济社会现状以及发展需求，工程开发任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。

水库正常蓄水位为3474m，相应库容为1.1362亿m^3，校核洪水位为3476.34m，相应总库容为1.2460亿m^3，死水位为3464m，相应死库容为0.6883亿m^3。供水对象为昌都市城区和沙贡乡的城乡用水，以及卡若灌区的灌溉用水。总设计流量为2.954m^3/s，其中城镇供水设计流量2.177m^3/s，灌溉供水设计流量0.777m^3/s；至2030年，城乡供水毛供水量为5721.3万m^3，灌溉年供水总量660.01万m^3。灌区工程规划灌溉面积1.88万亩，全部采用自流灌溉方式，其中灌溉耕园地面积1.05万亩，林草地灌溉面积0.83万亩。本工程采用坝后式发电，总装机容量104MW，多年平均年发电量4.52亿kW•h。

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，水库区6418.69亩，坝区3351.48亩，供水区2498.34亩。规划设计水平年生产安置人口规模为793人（其中水库区377人，坝区339人，供水区77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。

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），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。

10.1.2 环境质量现状

10.1.2.1 自然环境

工程位于青藏高原东南部，属高原温带半干旱季风气候区，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，具有分布明显及区域性差异特点。

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。

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）。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。

根据《澜沧江流域综合规划报告》，昂曲流域面积 17715km^2，流域地表水资源量 61.0 亿 m^3，地下水资源量 27.0 亿 m^3，水资源总量 61.0 亿 m^3。根据对工程区的现场调查，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。

昂曲流域地势高峻，气候干冷，降水强度小，历年变化不大，流域内很少有日降水大于 50mm 的暴雨。流域洪水主要由降水形成，属暴雨洪水，春季融雪有时也形成洪水。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。径流年内分配不均，汛枯期分明，汛期为每年 5 月到 10 月，枯期为 11 月到次年 4 月。

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。各灌溉片区为阶地平台，地形平缓，为一级、二级阶地堆积，阶段物质主要为壤土、碎石土、砂卵石、卵漂石，少量碎块石等，透水性较强。

10.1.2.2 陆生生态

评价区陆生生态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，灌丛生态系统最大，面积为 2677.95hm^2，占评价区总面积的 32.31%；农业生态系统和城镇/村落生态系统主要分布在灌区内，且面积较大。

评价区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。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。植被类型划分为 4 个植被型组，8 个植被型，19 个群系。主要有川西云杉群系、大果圆柏群系、川滇高山栎群系、藏川杨群系、水枸子群系、小叶锦鸡儿群系、砂生槐群系、鸡骨柴群系、长刺茶藨子群系、长芒草群系、醉马草群系、白草群系、毛莲蒿群系、尼泊尔酸模群系、密花香薷群系等。人工

林主要有左旋柳林、榆树林，农作物主要有青稞、燕麦、玉米、阳芋等。

评价区共有陆生脊椎动物 4 纲 22 目 51 科 107 种,从动物区系成分看，以古北种为主。记录有国家和自治区 I 级重点保护野生动物 15 种；国家和自治区 II 级重点保护野生动物 18 种。

根据实地调查，评价区内未发现重点保护植物分布，发现古树 4 株，其中藏川杨 1 株，左旋柳 3 株。

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^2，永久占用国家二级公益林 69.57hm^2,分别占区域国家二级公益林总面积(354km^2)的 0.008%和 0.20%。

工程不涉及自然保护区、风景名胜区、湿地公园、地质公园等生态敏感区，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。

10.1.2.3 水生生态

评价范围内共检出浮游植物 8 门 25 属 48 种，其中硅藻门 40 种、蓝藻门 4 种、绿藻门 4 种。干流调查断面检出浮游植物共计 3 门 43 种，支流调查断面检出浮游植物共计 3 门 41 种；浮游动物 10 属 17 种，其中原生动物 9 属 16 种、轮虫 1 属 1 种，枝角类、桡足类未检出。干流检出浮游动物 10 属 15 种，支流仅有原生动物检出，共 5 属 7 种；底栖动物 37 种，均为节肢动物。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。支流现存底栖动物 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、网蜎、多足摇蚊等。

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，

未发现大面积的水生维管束植物群落，仅在支流河湾缓流处，有零星菹草生存。

调查区域内分布鱼类 8 种，隶属于 2 目 3 科 5 属。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鮡科鱼类，为典型青藏高原鱼类区系。其中鲤形目鲤科 4 种、鳅科 3 种，鲇形目鮡科 1 种。调查区域内无国家级或省（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、细尾鮡。

调查区域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）。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，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，可能有小规模的裂腹鱼类产卵繁殖，如索土村附近、芒达村附近、卡洛村附近、恩达曲河口等河段。主要渔获物为细尾高原鳅、光唇裂腹鱼、裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鮡。

10.1.2.4 社会环境

2014 年，昌都市户籍人口为 77.02 万人，其中：农牧业人口 56.74 万人，非农牧业人口 20.28 万人；常住人口 82.87 万人，其中：城镇人口 26.13 万人，乡村人口 56.74 万人。宗通卡水利枢纽工程的供水灌溉范围为昌都市卡若区。2014 年，昌都市卡若区户籍人口为 17.11 万人，其中：农牧业人口 3.87 万人，非农牧业人口 13.24 万人；常住人口 22.32 万人，其中：城镇人口 18.54 万人，乡村人口 3.78 万人。

昌都市矿产资源十分丰富，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。区域范围内大

体可划分为三个主要矿带，包括玉龙铜钼成矿亚带、昌都砷汞成矿亚带、丁青-类乌齐-左贡铬金多金属成矿亚带。其中与本项目相关的主要为昌都砷汞成矿亚带。

区域内地方性病主要为大骨节、碘缺乏病等。近年来昌都市通过扶贫项目、援藏资金等途径，在边坝、洛隆、丁青、八宿、芒康五县部分大骨节病重病区，采取异地搬迁、易地育人、补硒、换粮等综合措施，大骨节病患病率已明显下降。

10.1.2.5 水环境质量状况

（1）由2015年10月-2018年6月昂曲干流水质监测结果可知：水体中主要是As、Fe的含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类水质标准或限值。其中，As仅在坝址下游存在超标，坝址以上As的含量满足III类水质标准，且含量较为稳定；Fe在全河段普遍存在间歇性超标，且不同采样点水体中Fe的含量差异较大。

（2）由2015年10月-2018年6月昂曲支沟水质监测结果可知：昂曲支沟水体中主要是As、Fe的含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类水质标准或限值。其中，As主要是库区的芒达曲、恩达曲及坝下的郎达支沟存在超标，超标倍数在0.146～1.798倍，其他支沟As含量满足III类水质标准；Fe在支沟中普遍存在间断性超标，且不同采样点水体中Fe含量差异较大。

（3）由2017年9月-2018年6月恩达曲、芒达曲水质监测结果可知：两者水体中As超标都是由As高浓度的温（冷）泉水引起，都出现在温（冷）泉水汇入口下游的监测点水体中As含量急剧升高超标后、又逐渐下降；Fe在恩达曲、芒达曲水体出现超标次数较少，主要集中在2018年6月雨后的部分监测断面中，且不同监测断面Fe的含量差异较大，这主要由降雨后周

边地表径流汇入的影响造成。

10.1.2.6 地下水环境质量

（1）5 个浅层地下水水质监测点位中，仅有 JC-4＃的高锰酸盐指数超标 1.07 倍（其超标原因有可能是由于周边农业污染源引起）且超标倍数很小，其余各指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

（2）恩达曲、芒达曲各 3 个深层地下水水质监测点位中，均是 As 含量超标，其超标倍数分别为 21.6～54.5 倍和 34.6～193.3 倍；其余各指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

10.1.2.6 环境空气和声环境质量状况

监测结果表明，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)2 类标准。

10.1.2.7 土壤环境质量

根据土壤监测数据可知，库区和灌区采样点中 pH、As、Cr、Pb、Cu、Zn 含量满足三级标准，也均比三级标准值低较多，但这些因子在部分采样点中的含量均高于西藏土壤背景值。由于《土壤环境质量标准》中没有 Fe、Mn、A1 的标准限值，其在部分采样点中的含量也均高于西藏土壤背景值。

10.1.3 工程分析结论

（1） 工程方案

宗通卡水利枢纽工程列入“综合利用水利枢纽工程”，属于鼓励类项目。符合国家的产业政策；符合“新时期治水战略”、“最严格水资源管理制度”、“水十条”等政策要求；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；符合《澜沧江流域综合规划报告》及其环境影响评价的相关要求；符合地方相关区域规划的相关要求。

宗通卡水利枢纽工程在规划设计各阶段，对坝址、坝型、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、供水和灌溉规模，充分考虑了环境影响，工程在环境保护方面无重大环境制约因素，工程建设环境合理可行。

（2） 工程施工

本工程的开挖、弃渣、占地以及“三废”及噪声排放等施工活动，将扰动原地貌、损坏土地和植被，造成新的水质、噪声、大气污染和新增水土流失，对施工区内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、土地资源利用、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、场地平整等破坏植被、扰动地表，产生弃渣对生态环境造成影响；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、陆生生态和水生生态环境产生一定变化，对工程江段生态系统及陆生、水生动植物及其生境将产生一定影响。此外，生活回归水和灌溉回归水的排放对坝下河段水质产生一定影响。

10.1.4 环境影响预测分析

10.1.4.1 对水资源配置的影响

至规划水平年 2030 年，本工程投入运行后，设计取用水量为 6321 万 m^3，占坝址处多年平均来水量 43.5 亿 m^3的 1.45%，占昂曲流域多年平均地表水资源量 61.0 亿 m^3的 1.04%。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，宗通卡水利枢纽工程建成后各典型年出入水量比值均在 0.9 以上，比值较高，说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，不会对供水区生活、农业生产及下游河道用水等用水需求产生不利影响。

10.1.4.2 对水文情势的影响

工程运行后，因水位抬升，坝前水深增加、水面变宽，库区河段的水域面积由原河道的 1.53km^2,增加至正常蓄水位时的 5.59km^2,增幅达 265%。大坝阻隔导致库区河段流速均较原天然流速有不同程度的减缓，越靠近坝址减缓越明显。

宗通卡水库为日调节水库,每日来水小部分用于供水灌溉(2.954m^3/s)、其余全部下泄。来水流量越小,坝址下游河道流量较原流量下降比例越大,越靠近坝址下降越明显。

（2） 运行期水质影响

1） 对水温的影响

宗通卡水库水温结构为混合型，水库蓄水后，不会发生低温水下泄的现象。

2） 初期蓄水水质影响分析

与蓄水前相比，库区 As 浓度略微升高，由 11.6-13.4μg/L 略升至

11.6-19.3μg/L；Fe 浓度小幅度升高，由 117.1-192.9μg/L 升高至 184.4-192.9μg/L，均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准及标准限值。库区 COD 浓度降低，由 10.0mg/L 降低至 6.1-10.0mg/L；NH_3-N 浓度变化不大；TN 浓度略有升高，由 0.64-0.65mg/L 升高至 0.83-0.86mg/L；TP 浓度变化不大，COD、NH_3-N、TN、TP 浓度均满足地表水III标准。富营养化指数均值小于 50，库区整体处于中营养状态。

3） 运行期库区水质影响分析

与蓄水前相比,库区 As 浓度降低,由 13.4-23.3μg/L 降低至 7.9-11.9μg/L;库区 Fe 浓度降低,由 117.1-471.1μg/L 降低至 64.8-147.5μg/L，均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准及标准限值。库区 COD 浓度降低，NH_3-N、TN、TP 浓度升高，但均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

经预测可得，运行期取水口至上游 3km 范围内的昂曲干流水体中 As、Fe、COD、TN、TP、NH_3-N 可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准及标准限值。

4） 运行期坝下游水质影响分析

规划水平年，宗通卡坝址下游河段 As 浓度为 2.2-53.8μg/L，其中坝址下游 45.0km-56.0km 内超过地表水III类标准；Fe 浓度为 4.4-63.0μg/L，小于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）标准限值；COD 浓度为 9.0-10.0mg/L、NH_3-N浓度为0.051-0.144mg/L、TP浓度为0.045-0.053mg/L，均满足地表水II类标准，TN 浓度为 0.85-0.89mg/L，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

为了消除库区砷污染风险，拟将库区支沟上的泉水直接引至坝址下游河道，通过坝址下游水环境数学模型。丰水期宗通卡坝址-昌都河段 As 浓

度沿程呈现先升高后下降的规律，相比泉水未导排时平均 As 浓度增加 0.09μg/L。泉水导排后坝址下游全河段 As 浓度满足地表水Ⅲ类标准。

枯水期宗通卡坝址-昌都河段 As 浓度沿程呈现先升高后下降的规律，坝址下游 33km 至昌都段的朗达支沟、谢巴曲等 As 浓度较大的支沟汇入，干流 As 浓度陡升，坝址下游 45.0km-56.0km 河段内 As 超过地表水Ⅲ类标准。相比泉水未导排时平均 As 浓度增加 1.88μg/L，坝址下游 As 超标范围与未导排时几乎一致。

5） 对澜沧江昌都河段水质的影响

宗通卡工程运行后，澜沧江昌都段下游断面 NH_3-N 和 TP 浓度分别上升了 0.606mg/L 和 0.135mg/L,说明两种污染物汇入会使昌都河段水质浓度升高，但升高幅度不大，均满足满足地表水Ⅲ标准。

历史水质监测数据表明，澜沧江昌都河段 As 及 Fe 元素间歇性超标。宗通卡水库建设运行后，昂曲段的 As、Fe 将分别被拦截 20%和 60%左右，澜沧江昌都河段 As、Fe 浓度会一定程度下降。

10.1.4.3 对地下水环境的影响

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。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 0m～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。

水库蓄水后，因坝址下游河段水位下降，河流两岸地下水含水层补给河流的径流量增大，两岸地下水水位会有一定幅度的下降。在保证一定生态基流的情况下，下游同时有小支沟等水流补给河水，因此在平水期及枯水期，下游河段对河流两岸地下水影响较小。丰水期降水量相对较大，地表水、降水补给河流两岸补给的地下水水量增加，下游河段对地下水的影响不大。

10.1.4.4 对陆生生态的影响

（1） 陆生植物

施工期对陆生植物的影响主要表现在工程施工活动对地表植被造成的直接损失。工程影响区的植被多为灌丛和农业植被，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对该区域植被及陆生植物多样性不会造成较大影响。

水库蓄水前，将对水库淹没区内所有植被进行清理，受淹没影响的土地面积为 424.42hm^2。水库淹没面积相对于评价区面积所占比例较小，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，有利于库区周围植被的自然演替。

根据现场调查，本工程影响区发现古树有 2 种 4 株，其中藏川杨 1 株，左旋柳 3 株。藏川杨距离输水线路最近距离约 270m，不会受到线路工程施工的直接影响。加林村的 3 株左旋柳古树距离输水线路分别为 230m

230m 和 260m，距离工程施工有一定的距离，基本不会受到工程施工的影响。左旋柳的萌发力强，能吸收二氧化硫等有毒有害气体，并具有一定的抗性，施工废气、废水对其影响有限。

（2） 陆生动物

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。

本工程在运行期对枢纽区造成一定影响，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。待植被恢复等措施实施后，将对动物的栖息和觅食带来有利影响。

黑鸢、苍鹰、普通鵟、高山兀鹫、红隼等鹰类猛禽活动范围较广，施工期会因噪声干扰而被迫迁徙至周边影响较少的地带活动，本工程对其影响不大。枢纽区周边为岩羊的觅食范围，施工期间噪声影响较大区域会对岩羊觅食产生一定影响。但由于附近相似环境较多，受影响的岩羊会在施工期间转移至影响较小区域，总体上对其影响基本可控。

10.1.4.5 对水生生态的影响

宗通卡水利枢纽工程对水生生态系统的影响因素主要是枢纽工程，表

现在施工期间涉水施工对水生生态的影响，运行期间水文情势改变、生境阻隔等影响。另外，供水工程（向昌都城区）、卡若灌区工程的涉河施工将会对水体产生扰动，随着工程施工结束，不利影响逐渐降低。

施工期间，涉水施工等原因，造成施工河段水体悬浮物增加，工程废水、生活污水排放，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，营养物质富集，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，库区部分耐氧型环节动物、摇蚊将出现并有可能成为优势种。

对于鱼类，施工期间，枢纽工程施工导流、截流以及主体工程涉水施工干扰、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、繁殖等种群生活史活动。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。

工程建成运行后，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、光唇裂腹鱼等繁殖时期需上溯至上游或支流产卵繁殖。对于流水性鱼类而言，流水生境丧失或缩小，将导致库区流水性种群规模将逐渐下降，库尾和支流流水性种类分布增多。特别是对于细尾鮡等喜急流生境的种类，库区缓流或静水生境将不适宜其生存，种群规模可能减少。

由于阻隔影响，坝下河段性成熟亲鱼无法上溯产卵繁殖，对库区鱼类资源无法形成有效地补充，鱼类资源量将有所下降，但下降幅度不大。针对鱼类资源量补充不足的现状，本工程将提出具体的水生生态保护措施，

对昂曲鱼类生境进行生态修复，辅以过鱼设施、增殖放流措施，加强管理，将有助于恢复流域内鱼类资源量。

根据对昂曲的监测调查，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，宗通卡水利枢纽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。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。

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。通过分析，裸腹叶须鱼种群规模有所下降，但下降幅度不大；澜沧裂腹鱼分布海拔相对较低，主要分布于昂曲下游和河口及澜沧江上游干流，受宗通卡影响较小；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；细尾鮡在宗通卡影响区有一定分布，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。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。

10.1.4.6 对土壤环境的影响

合理的灌溉方式可改善土壤气、热状况，土壤微生物，土壤养分等条件，对土壤改良具有一定积极作用。

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。

灌区建成后，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。再者，灌溉用水水质良好，因此，灌区土壤因灌溉而遭受污染的可能性较小。

10.1.4.7 对环境地质的影响

库区两岸松散堆积物丰富，雨季时两岸冲沟常有小型山洪泥石流，且库区上游泥砂较丰富，建库后，库岸还存在一定塌岸问题。总之，水库将存在一定程度淤积问题，淤积来源主要为水库上游泥沙和雨季时冲沟泥沙。水库封闭条件较好，库区不存在浸没和渗漏问题。

同时，根据《西藏自治区国土资源厅对宗通卡水利枢纽工程建设征地区没有压覆重要矿产资源的证明》（藏国土资函〔2016〕153号），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。目前不存在压覆重要矿产资源问题。

昂曲两岸地质灾害主要表现为滑坡、泥石流，沿线共发育滑坡体（变形体）4处，泥石流冲沟9处。沿线地质灾害点对供水管线有一定影响，但均可采取工程措施进行处理。

10.1.4.8 移民安置的影响

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。本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。

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，建设征地涉及生产安置人口全部可采用一次性补偿安置方案。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对当地地形地貌、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。

10.1.4.9 其他环境

（1） 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。

（2） 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。

（3） 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 0.8t/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。

（4） 对人群健康的影响

枢纽工程对人群健康的影响主要由施工人员进驻引起。施工高峰期劳动力 1600 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，施工人员聚集，加大区域人口密度，若不加强环境卫生、饮用水卫生、食品卫生管理，如不注意环境卫生和疾病检疫、防疫，有可能造成痢疾、病毒性肝炎、肺结核等传染病流行；施工人员来自不同地区，可能会带来其居住地的病原体，相互感染。如不加强预防检疫工作，可能导致疾病流行。施工人员应加强自身防护，对发现异常状况的人员及时隔离治疗。

目前，工程所在的卡若区及乡镇一级，已建立了较完善的区、乡医院卫生保健体系，可为外来施工人员提供医疗服务。施工单位在进驻施工区期间，应加强防疫和公共卫生管理工作，以避免疾病的传播和流行。

10.1.5 环境保护对策措施

10.1.5.1 地表水环境保护措施

（1） 施工区废污水处理措施

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合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） 运行期水质保护措施

1） 运行期生活污水处理措施

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。

2） 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。

3） 坝下游水环境保护措施

建议沙贡乡、俄洛镇等人口集中的乡镇应逐渐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。

10.1.5.2 地下水环境保护措施

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。

10.1.5.3 陆生生态环境保护措施

（1） 生态影响的避免和消减措施

枢纽工程区及灌区工程区的施工占地在设计时尽量避免和减少对林地

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。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。

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。

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，应该加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传。

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，合理处理弃渣，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。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。

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。

工程完工后所占据的临时用地如弃渣场、料场、临时道路、工人生活区等区域的植被恢复工作应尽快进行，并结合动物栖息地进行。防止噪声对动物的不利影响，在植被覆盖率高的路段采用加密绿化带，有利于动物适应新的生境。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。

（3） 生态管理措施

工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。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。

施工期间，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。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。

在施工的过程中，施工人员必须遵守相关的法律法规，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。加大执法力度，加强市场管理，并联合公安、工商、林业等相关部门严厉打击捕捉、收购、贩卖国家重点保护动物的不法行为，并依法惩罚。

（4） 古树名木的保护措施

评价区古树均不受水库蓄水淹没的影响，可能受工程施工和人为活动的影响。因此可采取相应的避让措施和保护措施来减缓和消除影响。对古树的保护措施最好是能就地保护为宜，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。对距离施工道路较近的 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。

（5） 对重点保护野生动物的保护措施

黑鸢、苍鹰、普通鵟、高山兀鹫、红隼在枢纽工程区及灌区工程区内均有分布。对于此类国家级重点保护动物，除了进行一般动物的避让、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，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，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。

10.1.5.4 水生生态环境保护措施

从流域整体性保护出发，强化“生态优先、绿色发展”的战略定位，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、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、高原鱼类保护科学研究等综合保护体系。

（1）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。

（2）栖息地保护与修复

栖息地范围为昂曲干流芒达村至尚卡村(约16km)及其支流芒达曲(约12km)、琅玛曲（约18km)。补建干流昌都电站过鱼设施，拆除支流沙贡电站、芒达电站和尚卡电站，修复已经产生阻隔的生境，进行鱼类资源保护。

（3）过鱼设施

采用升鱼机系统，3月下旬-9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、光唇裂腹鱼等，减缓工程阻隔影响。

（4）增殖放流

建设人工增殖放流站，选取裸腹叶须鱼、光唇裂腹鱼和细尾鮡，每年放流苗种17万尾，先期运行放流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，保护珍稀特有鱼类资源。

（5）下泄生态流量

施工期，采用隧洞泄流方式；蓄水初期，水位蓄至溢洪道过流前，采用生态供水管方式，待水位升至溢洪道过流后，采用溢洪道进口闸门控泄，下泄生态流量16.3m^3/s；运行期，11月~次年3月生态流量16.3m^3/s，4

月的生态流量为 31.7m³/s，5 月～10 月生态流量为 41.4m³/s。通过上述措施，以保证施工期、蓄水初期、运行期生态流量。

（6）渔政管理

建立禁渔制度，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。

（7）水生态监测

施工期、运行期水生生境、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。

（8）基础科研

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；细尾鮡人工繁殖技术研究；昂曲鱼类放流效果评估；昂曲过鱼设施运行效果评估。

10.1.5.5 环境地质保护措施

昂曲两岸地质灾害主要表现为滑坡、泥石流，沿线共发育滑坡体（变形体）4 处，泥石流冲沟 9 处。建议供水管线通过 1#滑坡（HP1）、2#滑坡（HP2）部位时，采取绕行或避让措施，通过其它滑坡（变形体）部位应针对供水管道施工、供水过程中渗漏水等采取必要的工程防护加固措施，避免诱发或加剧滑坡（变形体）变形。沿线地质灾害点对供水管线有一定影响，但均可采取工程措施进行处理。

10.1.5.6 移民安置环境保护措施

目前，工程涉及的搬迁安置区尚未建设生活污水处理系统。后靠安置迁移人口产生的生活污水可通过修建旱厕进行收集用于农家肥；专业项目施工期间产生的生活污水可通过修建移动厕所进行收集用于农田灌溉施肥。

本工程搬迁安置人口通过本村后靠分散建房进行安置，后靠安置迁移人口产生的生活垃圾可由村内统一收集后转运至乡镇生活垃圾处理设施。

10.1.5.7 施工环境保护措施

（1） 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。

（2） 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。

（3） 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。

10.1.5.8 社会环境保护措施

（1） 人群健康保护措施

各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责施工区管理范围内的卫生防疫工作并通过广播、墙报、印发宣传手册等多种形式，对施工人员进行施工安全、卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的健康意识。

在施工人员相对集中的地点设立医疗点，配备常用的治疗药品，开展

简单治疗和工伤事故紧急处理，负责施工期卫生防疫工作。施工人员进驻施工区前，必须进行卫生检疫，抽样检查人数为施工平均人数的10%。患有传染病人不得进入施工队伍，防止在施工人群中造成相互传染和流行。同时建立施工人员健康档案；定期对施工人员采取预防性服药及免疫接种等措施，坚持疫情报告制度和对施工人群的健康抽样检查，掌握各类疾病流行的动态变化。

（2） 交通影响减缓措施

工程应与地方交通部门配合，加强交通管理和调度，协调好工程物资运输与当地其他交通运输之间的关系，避免运输高峰重叠。对于本工程涉及地方交通，建议加强交通管制，并增设交通标志牌。

（3） 民族文化和宗教的保护措施

工程建设全过程均需尊重和保护藏民族的宗教信仰、生活习俗和宗教设施。施工人员进场前需进行宣传教育与培训，发放宣传材料，提高施工人员素质，避免与当地藏族同胞发生冲突，与工程区居民和谐相处。

10.1.6 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等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。

10.1.6 环境保护投资

本工程环境保护投资估算为 20010.79 万元，其中环境保护措施费

10141.12 万元，环境监测措施费 817.71 万元，环境保护仪器设备及安装费 1328.38 万元，环境保护临时措施费 1512.59 万元，环境保护独立费 4066.97 万元，基本预备费 2144.01 万元。

10.1.7 环境风险分析

宗通卡水利枢纽工程存在的环境风险主要表现为大坝的垮塌风险、泥石流引起的泥沙淤积风险、水土流失等生态恶化风险、施工废水事故排放风险、爆破飞石风险等。经分析，在保证设计质量和施工质量的情况下，引发环境风险的几率非常小。

针对工程存在的上述风险，提出了相应的对策措施或应急预案。如高度重视工程影响区的生态环境保护和建设；施工生存过程中，若出现施工废水事故排放，应立即停止生产，查找事故原因；严格控制炸药量，掌握好爆破方法，放炮前鸣笛示警，并设置安全线等。

10.1.8 综合结论

宗通卡水利枢纽工程是《澜沧江流域综合规划》（2015 年修订）中近期重点建设工程之一，本工程的开发任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉，工程实施将极大提高昌都市城镇供水保证率、林地及耕地灌溉保证率，缓解能源短缺矛盾，充分发挥其综合效益和作用，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，但在采取鱼类栖息地保护、人工增殖放流、建设升鱼机、生态补偿与修复、污染防治等措施，并认真落实这些环保措施后，工程建设对环境的不利影响可以得到有效控制。另外，本工程不涉及自然保护区、风景名胜区以及地质公园等生态敏感区。

宗通卡库区分布有两条砷超标的支沟，对库区水质安全存在一定风险。经调查和分析，库区两条支沟水质砷超标是由于温泉水的注入，支沟上游来水是满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准和标准限值的。本工程拟将温泉水通过管道引至坝址下游达标排放，最大程度的减缓了砷超标水质对库区和坝址下游水质的不利影响。

总体来说，宗通卡水利枢纽工程的建设不会对区域生态系统的完整性和稳定性造成严重影响，所产生的影响通过采取保护措施减缓后，在可接受范围内。从环境保护角度来看，工程建设不存在重大的环境制约性因素，工程建设是可行的。

10.2 建 议

（1） 根据“三同时”原则，宗通卡鱼类增殖站需在工程完工前建成并投入运行，同时落实宗通卡水电站栖息地保护措施，并开展细尾鮠人工繁殖技术研究，增殖放流效果监测、评估工作，切实保护鱼类资源。

（2） 建议针对宗通卡升鱼机开展专题研究，进一步明确集鱼系统、提升运输系统、补水系统及监控系统的方案和具体设计，优化结构设计，为升鱼机系统的稳定型及过鱼效果的提升提供保障。

（3） 为防止宗通卡库区可能出现 As、Fe 超标问题，应长期开展库区和芒达曲、恩达曲等重点支沟中 As、Fe 的定期监测，保证水库供水安全。同时，应在供水水厂设置 As 的处理单元（或工艺），保证供水水质与供水安全。

（4） 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 含量较高，对库区水质存在一定安全风险。同时，水环境的影响预测与工程建成后实际产生的影响存在一定差异。建议在工程运行后 3~

5年内开展环境影响后评价工作,重点评估工程运行对水环境的实际影响及其环保措施的有效性，采取改善措施，减小库区水质存在的安全风险。

（5） 工程各项建设与开发活动需高度重视环境保护工作与安全生产运行，加强施工期、运行期的环境管理与监管，落实环境监理、环境监测及水土保持监测。特别是支沟As的收集、处理及导排的安全运行，防止发生突发环境事件，产生二次污染。

附　件

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》。

昌都市人民政府

2016 年 9 月 22 日

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！

2019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贫家工作，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）：	许创锋	项目经办人（签字）：	

建设项目	项目名称	西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程				建设内容、规模	（建设内容：本工程由枢纽工程、供水工程和卡若灌区工程组成。宗通卡水库正常蓄水位为3474m，总库容为1.264亿m^3；总装机容量104MW，多年平均年发电量4.517亿kW•h；供水工程总设计流量为2.954m3/s；灌区工程的规划灌溉面积1.88万亩。）			
	项目代码[1]										
	建设地点	西藏自治区昌都市卡若区和类乌齐县									
	项目建设周期（月）	62.0				计划开工时间					
	环境影响评价行业类别	A1水库				预计投产时间					
	建设性质	新 建（迁 建）				国民经济行业类型[2]	N76水利管理业				
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）					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[3]（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）	499136.49				环保投资（万元）	20010.79			所占比例（%）	4.01%
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	周玮		联系电话	027-82926421
	通讯地址	西藏昌都市卡若区帮达社区27号		联系电话	18502778868		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[4]（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)			129.600			129.600	129.600	◉不排放 ○间接排放：☐市政管网 ☐集中式工业污水处理厂 ○直接排放：受纳水体_____
		COD			0.000			0.000	0.000	
		氨氮			0.000			0.000	0.000	
		总磷						0.000	0.000	
		总氮						0.000	0.000	
	废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000	/
		二氧化硫						0.000	0.000	/
		氮氧化物						0.000	0.000	/
		颗粒物						0.000	0.000	/
		挥发性有机物						0.000	0.000	/

项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施 / 生态保护目标	名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施
	自然保护区							☐避让☐减缓☐补偿☐重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）			/				☐避让☐减缓☐补偿☐重建（多选）
	饮用水水源保护区（地下）			/				☐避让☐减缓☐补偿☐重建（多选）
	风景名胜区			/				☐避让☐减缓☐补偿☐重建（多选）

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码

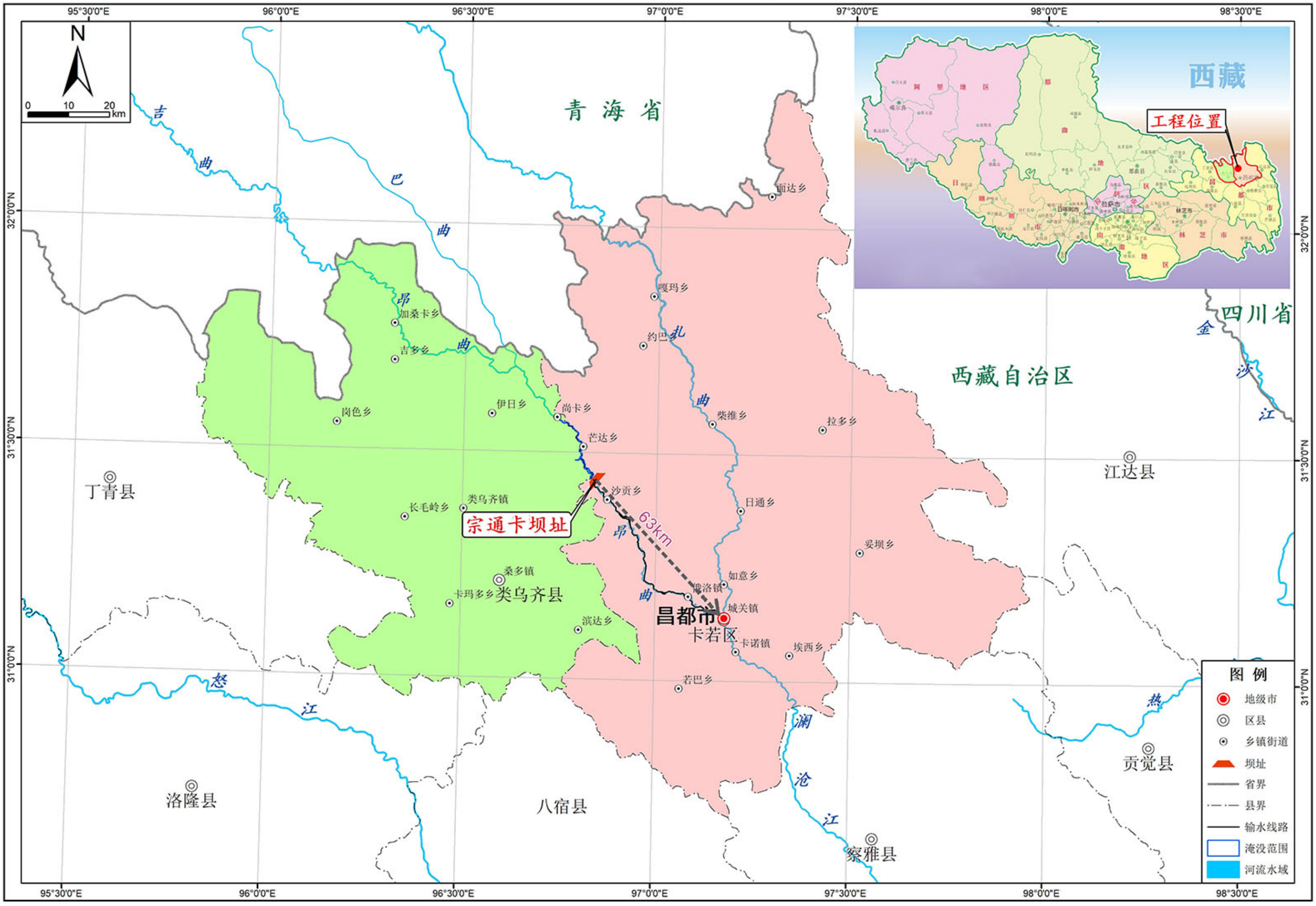
2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)

3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标

4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量

5、⑦=③-④-⑤，⑥=②-④+③

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升鱼机平面布置图

0　10　20m

升鱼机主要特性表

项目名称		单位	数量或特征
运行水位	上游高水位	m	3474.0
	上游低水位	m	3464.0
	下游高水位	m	3415.5
	下游低水位	m	3409.6
集鱼系统	集鱼通道	m	15×2
	集鱼池	m	2×2
	集鱼箱	m	2×2×1.5
补水系统	引水管径	mm	DN800
	引水管长度	m	400
	最大补水流量	m/s	3.0
提升运输系统	型式		索道
	总长度	m	350
	塔架数量	个	2
	最大启动力	t	15
放流系统	型式		放流滑槽
	放流槽尺寸	m	0.5×0.5
	放流槽长度	m	75

1:2　3477.00　1:2　1:2　1:2

3466.00　3466.00　3452.00　3437.00

3468.50　3392.50　3391.30　3396.20

进鱼口　集鱼系统　索道装载站

放流滑槽　索道卸载站　索道　索道塔架　索道塔架　活塞阀　活塞阀　补水管道　补水管道　取水口　溢洪道

3455　3455

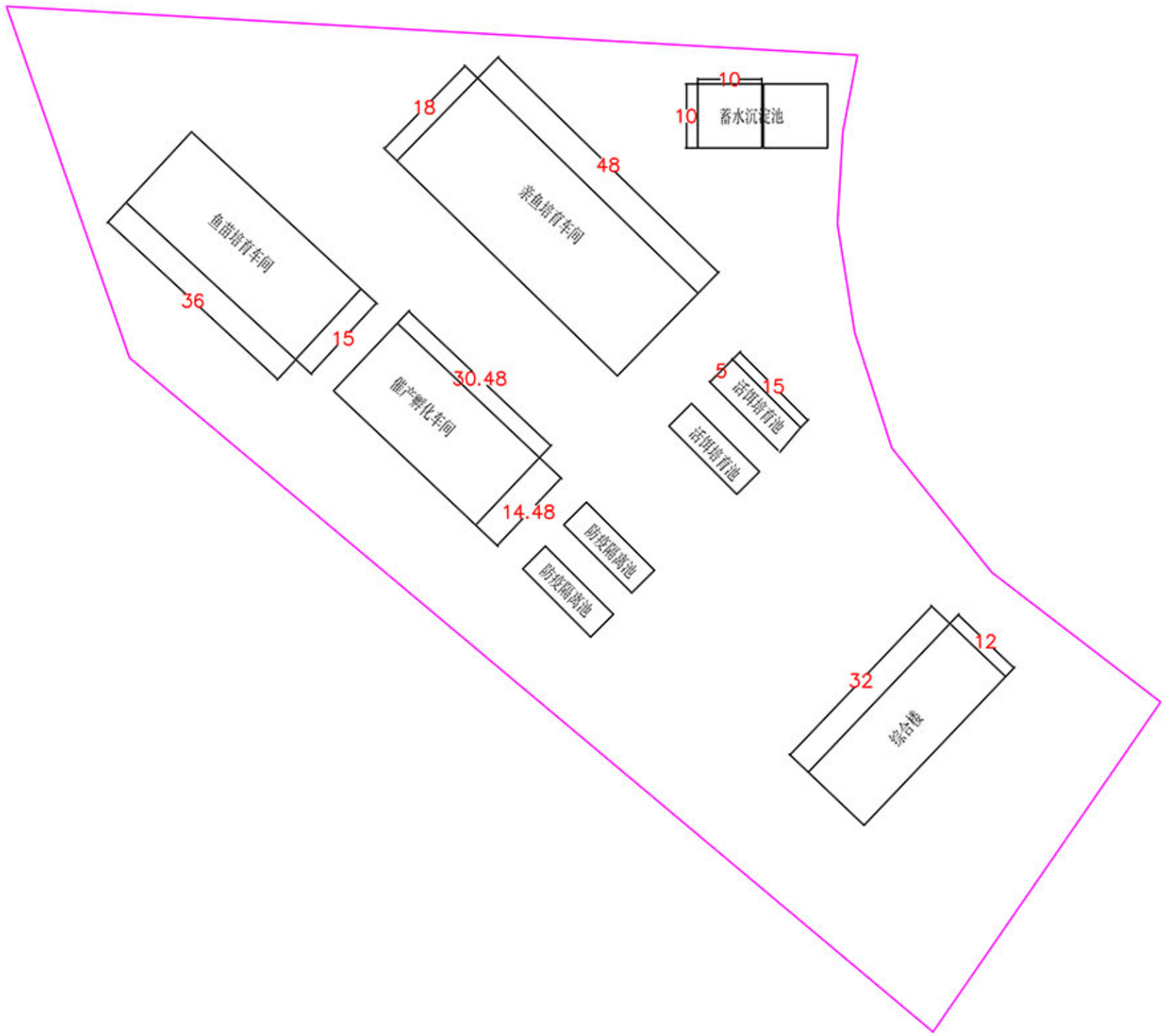
说明：

1. 本套图为宗通卡水利枢纽下坝址方案1（推荐方案）升鱼机结构布置图，共2张，本图为第1张。
2. 本图采用1954年北京坐标系，1985国家高程基准。
3. 图中单位：高程以米计，结构尺寸以厘米计。

控制点坐标

坐标点	X	Y
A	580173.444	3479930.652
B	580140.769	3479935.272
C	580106.260	3479940.151
D	580029.4171	3480017.930
E	579960.099	3480088.093
F	579975.688	3480146.782

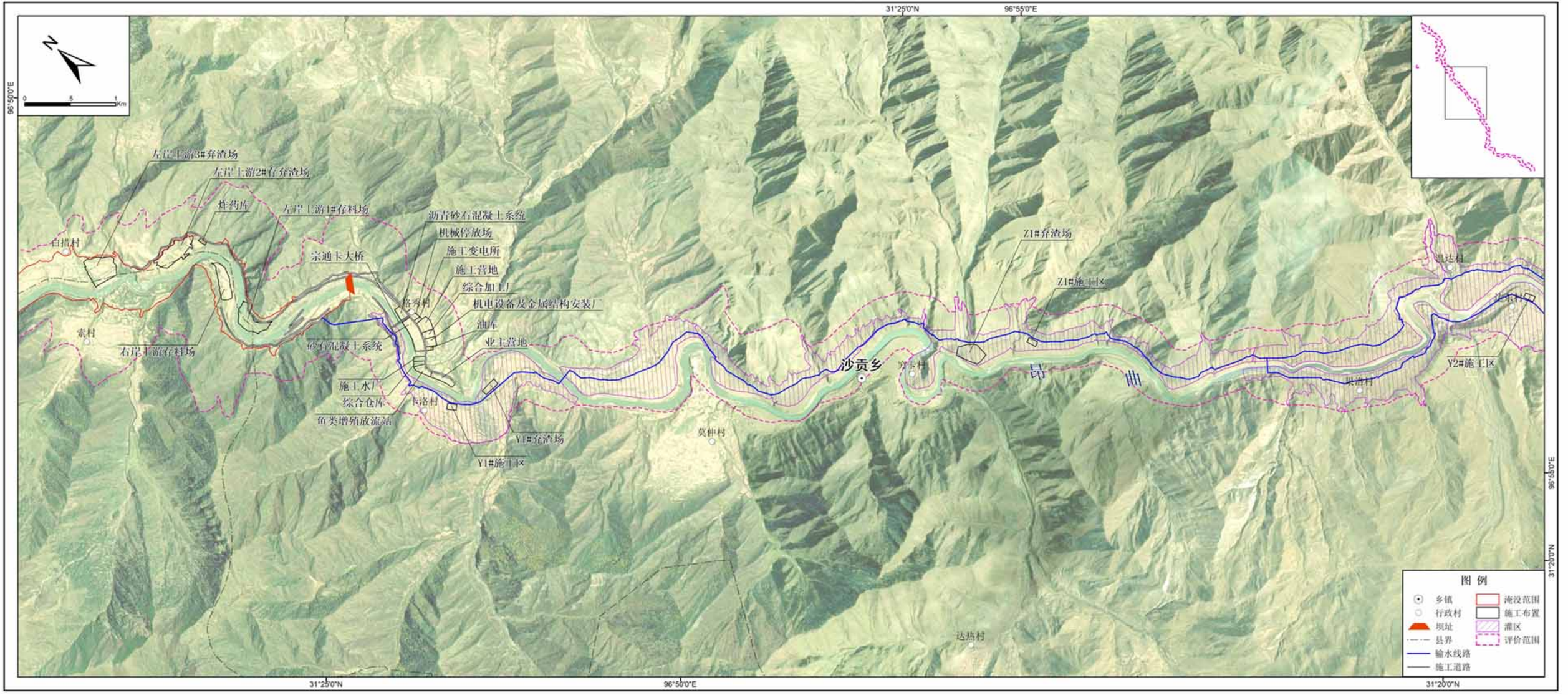
附图 4　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程增殖放流站平面布置图



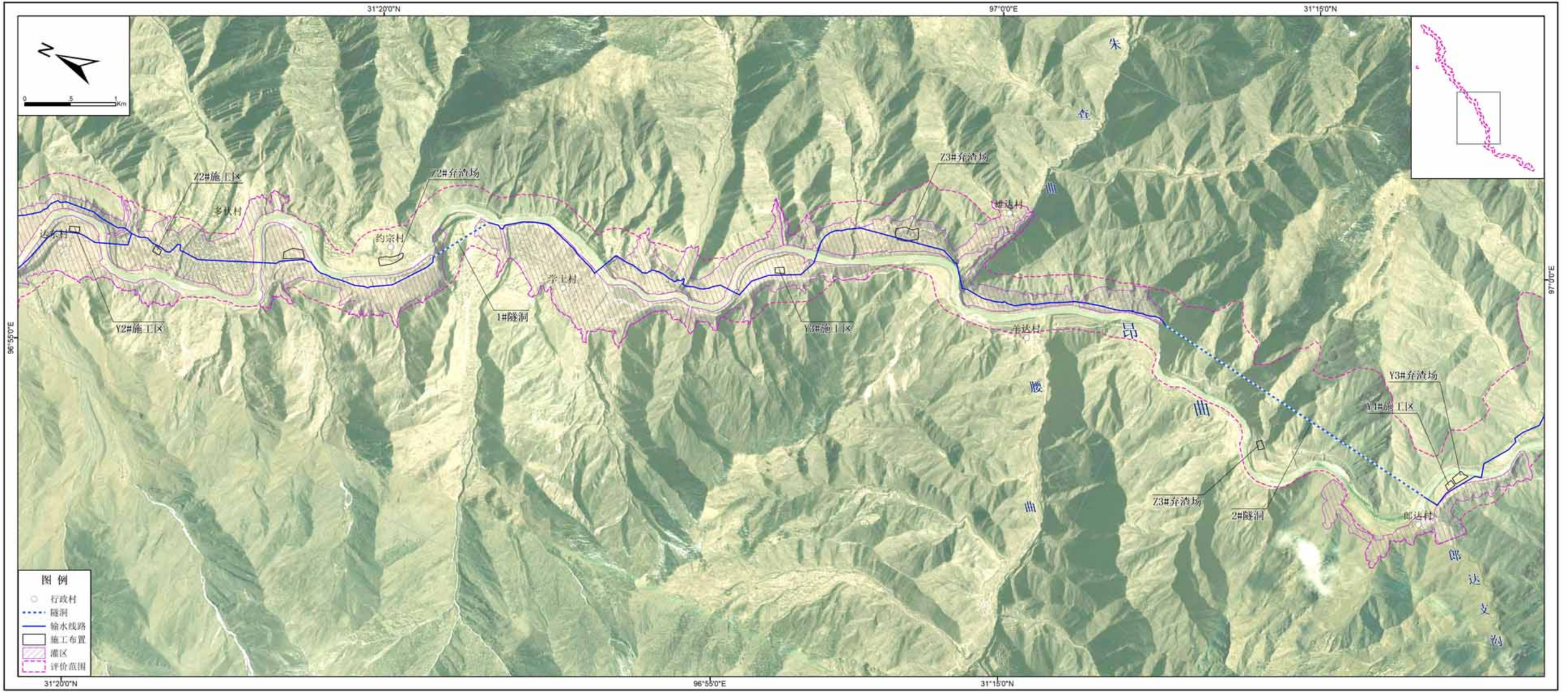
附图 5　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程卫星影像图（1/4）



附图5　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程卫星影像图（2/4）



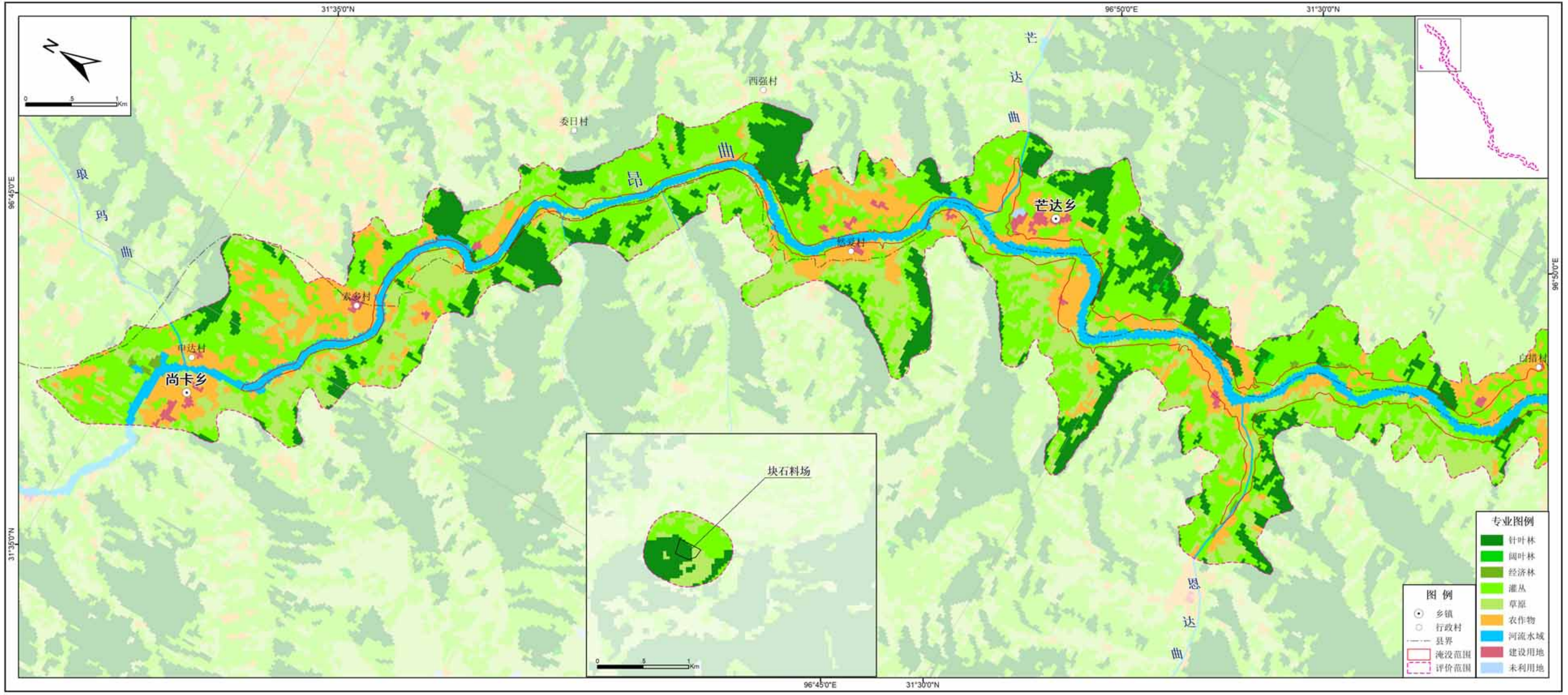
附图5 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程卫星影像图（3/4）



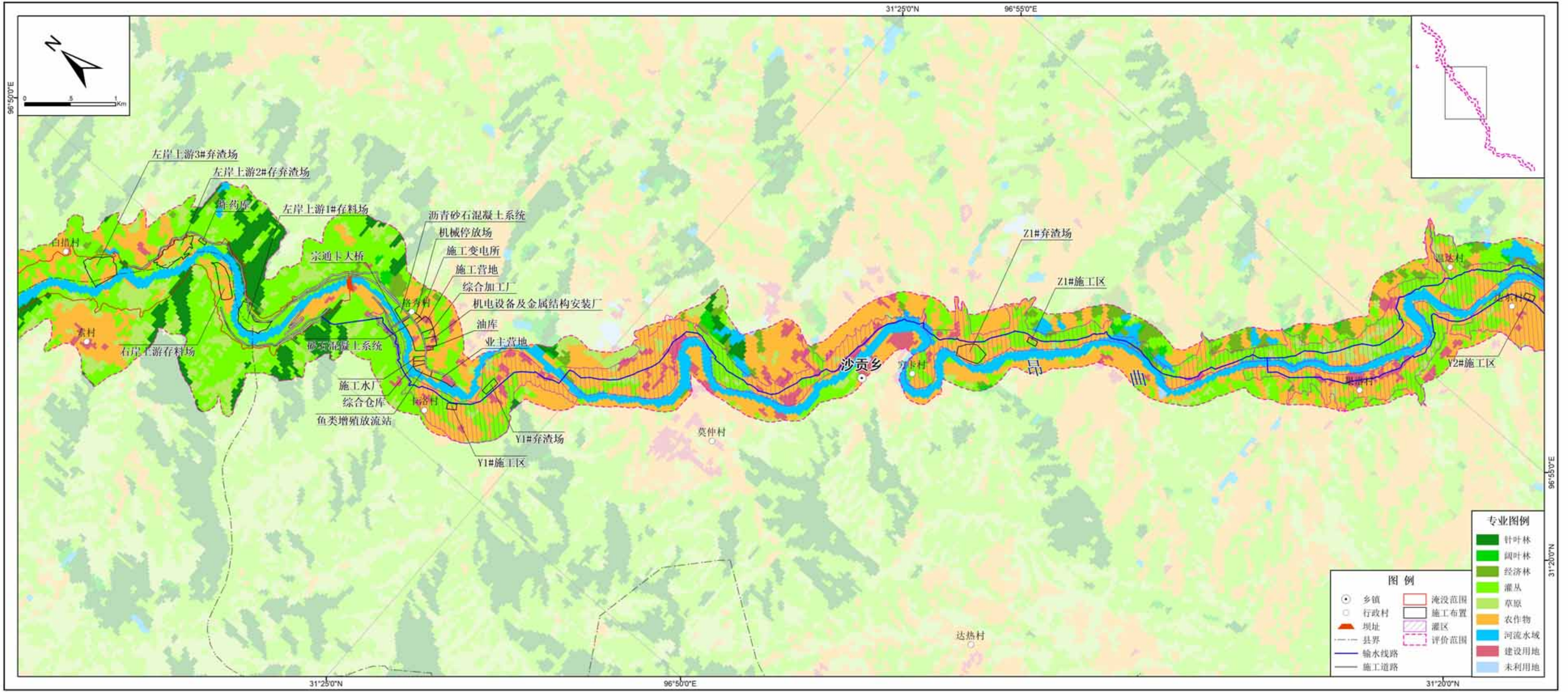
附图5　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程卫星影像图（4/4）



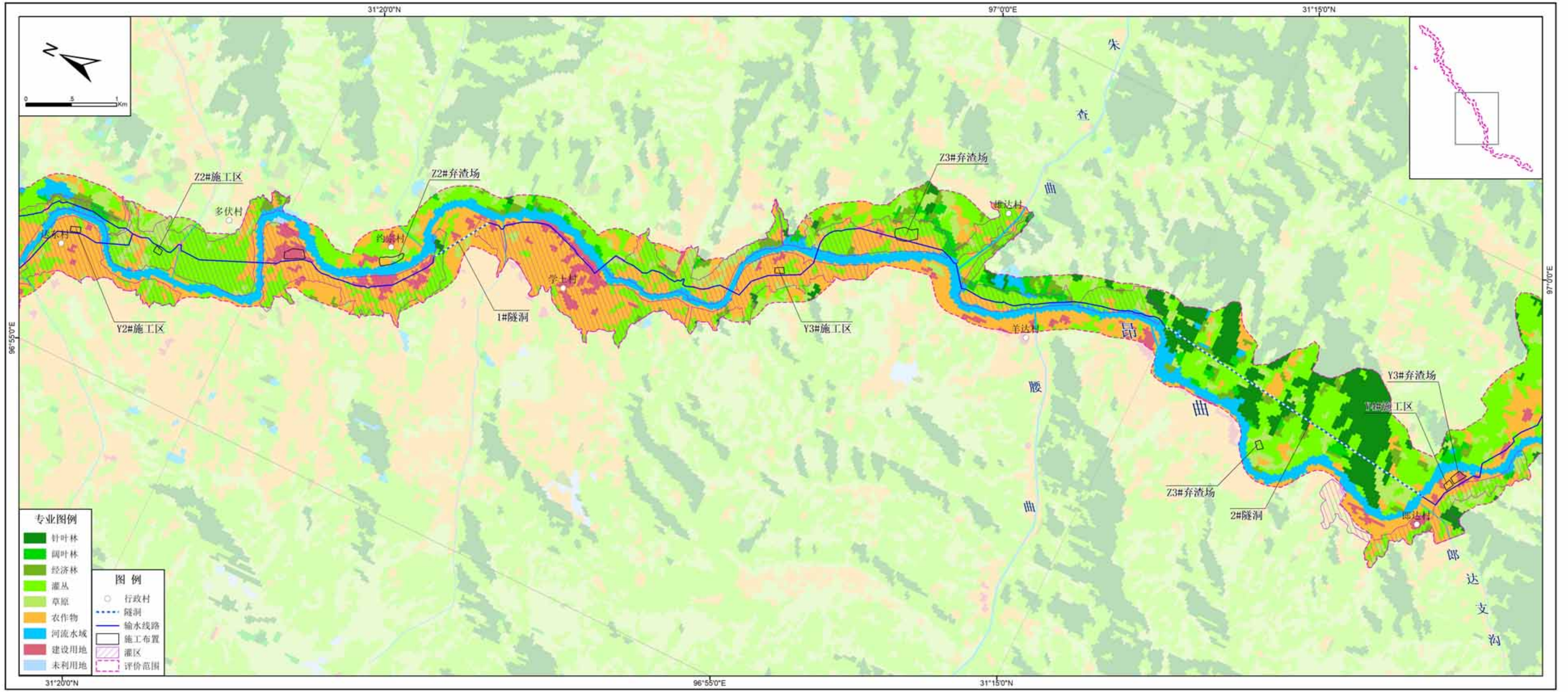
附图6　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程植被类型图（1/4）



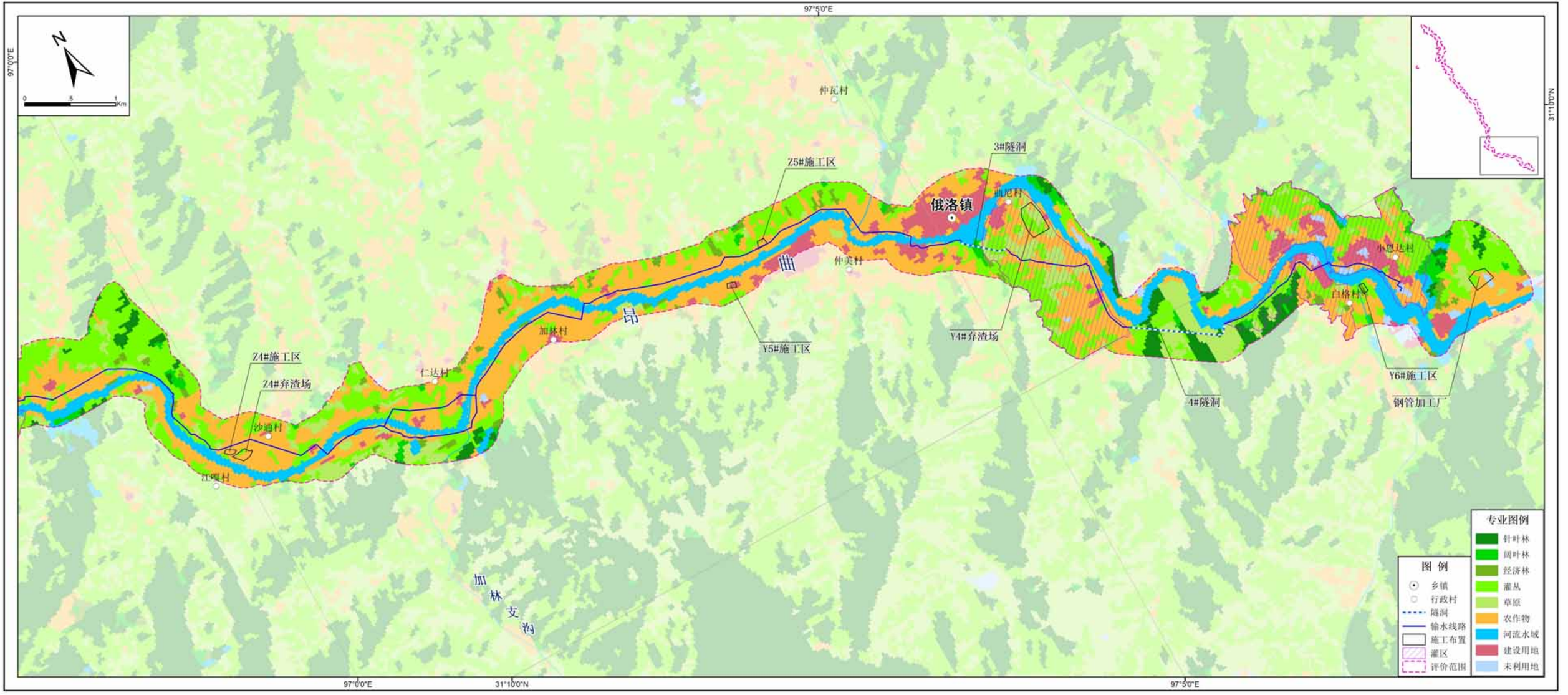
附图6　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程植被类型图（2/4）



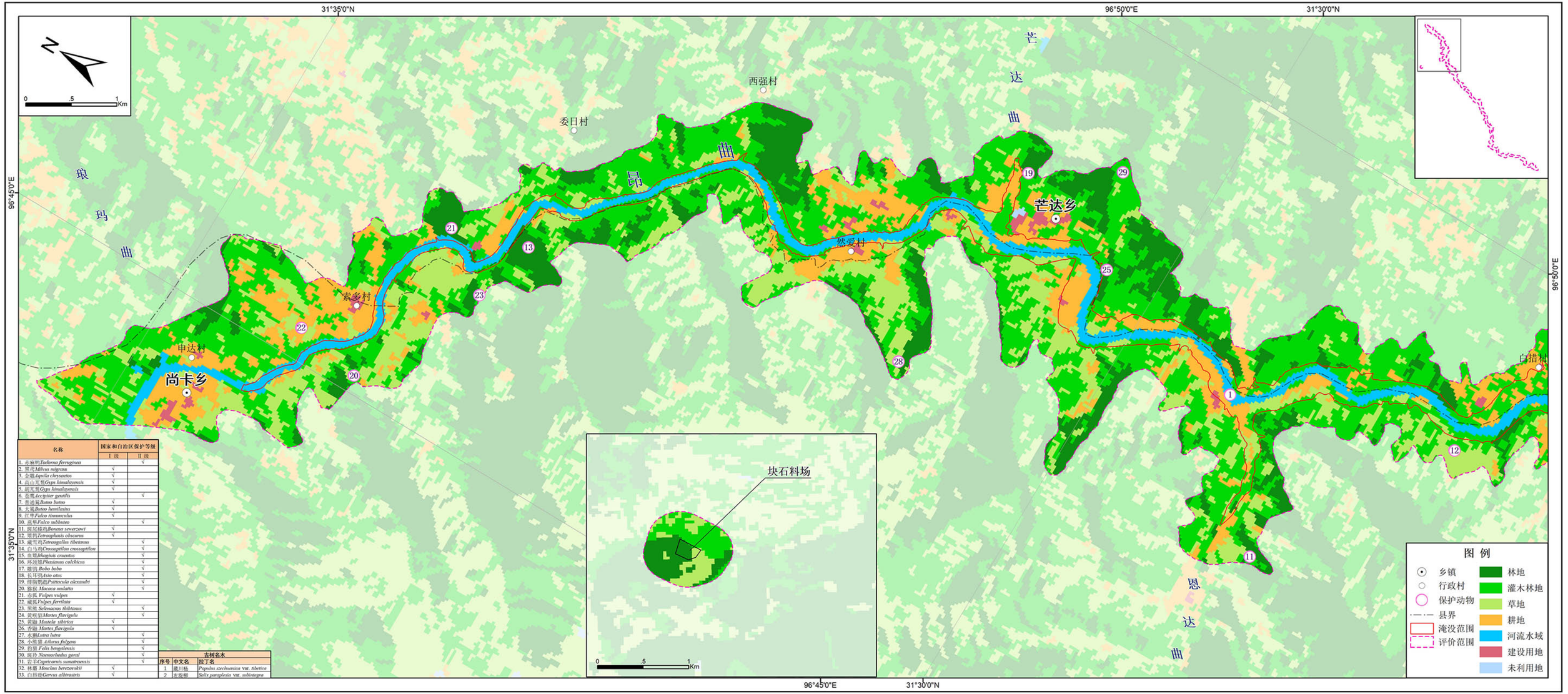
附图6　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程植被类型图（3/4）



附图6　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程植被类型图（4/4）



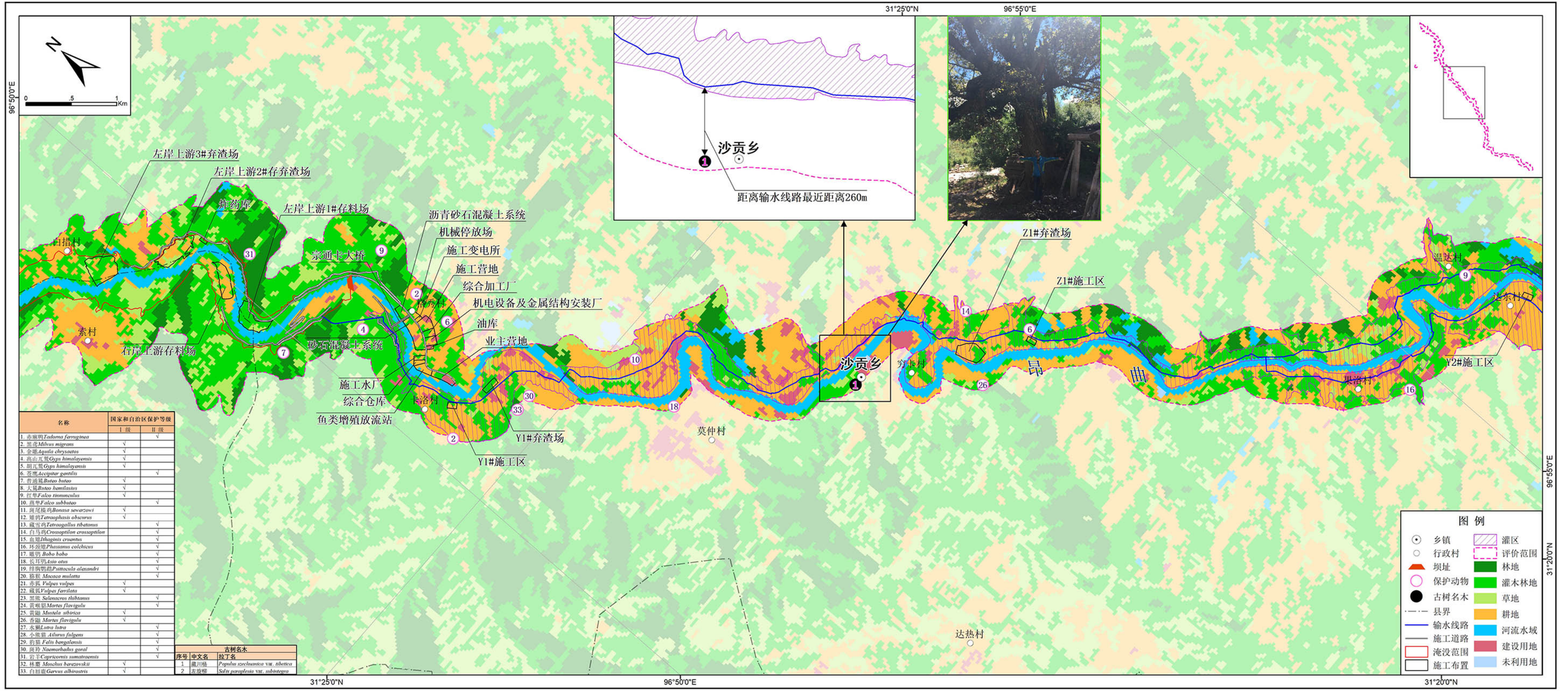
附图 7　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程评价区保护动物与古树名木分布图（1/4）



名称	国家和自治区保护等级	
	Ⅰ级	Ⅱ级
1. 赤麻鸭*Tadorna ferruginea*		√
2. 黑鸢*Milvus migrans*	√	
3. 金雕*Aquila chrysaetos*	√	
4. 高山兀鹫*Gyps himalayensis*	√	
5. 胡兀鹫*Gyps himalayensis*	√	
6. 苍鹰*Accipiter gentilis*		√
7. 普通鵟*Buteo buteo*	√	
8. 大鵟*Buteo hemilasius*	√	
9. 红隼*Falco tinnunculus*	√	
10. 燕隼*Falco subbuteo*		√
11. 斑尾榛鸡*Bonasa sewerzowi*	√	
12. 黑鹑*Tetraophasis obscurus*	√	
13. 藏雪鸡*Tetraogallus tibetanus*		√
14. 白马鸡*Crossoptilon crossoptilon*		√
15. 血雉*Ithaginis cruentus*		√
16. 环颈雉*Phasianus colchicus*		√
17. 普通鸨 *Bobo bobo*		√
18. 长耳鸮*Asio otus*		√
19. 棕腹鹛莺*Psittacula alexandri*		√
20. 猕猴 *Macaca mulatta*		√
21. 赤狐 *Vulpes vulpes*	√	
22. 藏狐 *Vulpes ferrilata*	√	
23. 黑熊 *Selenarctos thibetanus*		√
24. 黄喉貂*Martes flavigula*		√
25. 黄鼬 *Mustela sibirica*	√	
26. 香鼬 *Martes flavigula*	√	
27. 水獭*Lutra lutra*		√
28. 小熊猫 *Ailurus fulgens*		√
29. 豹猫 *Felis bengalensis*		√
30. 斑羚 *Naemorhedus goral*		√
31. 岩羊*Capricornis sumatraensis*		√
32. 林麝 *Moschus berezovskii*	√	
33. 白唇鹿*Cervus albirostris*	√	

古树名木		
序号	中文名	拉丁名
1	藏川杨	*Populus szechuanica* var. *tibetica*
2	皮斯柳	*Salix pseuplesia* var. *subintegra*

附图 7　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程评价区保护动物与古树名木分布图（2/4）



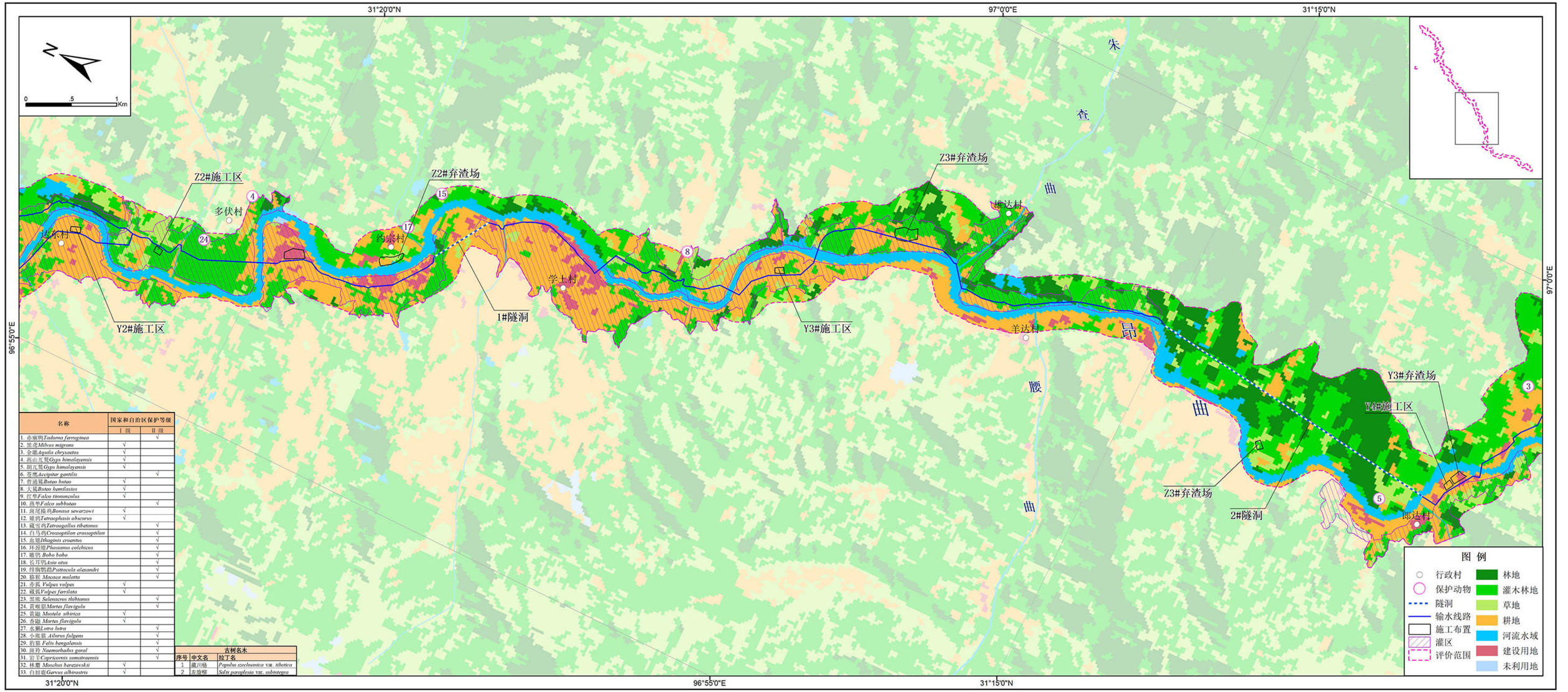
名称	国家和自治区保护等级	
	Ⅰ级	Ⅱ级
1. 赤麻鸭*Tadorna ferruginea*		√
2. 黑鸢*Milvus migrans*	√	
3. 金雕*Aquila chrysaetos*	√	
4. 高山兀鹫*Gyps himalayensis*	√	
5. 胡兀鹫*Gyps himalayensis*	√	
6. 苍鹰*Accipiter gentilis*		√
7. 普通鵟*Buteo buteo*	√	
8. 大鵟*Buteo hemilasius*	√	
9. 红隼*Falco tinnunculus*	√	
10. 燕隼*Falco subbuteo*		√
11. 斑尾榛鸡*Bonasa sewerzowi*	√	
12. 雉鸡*Tetraophasis obscurus*	√	
13. 藏雪鸡*Tetraogallus tibetanus*		√
14. 白马鸡*Crossoptilon crossoptilon*		√
15. 血雉*Ithaginis cruentus*		√
16. 环颈雉*Phasianus colchicus*		√
17. 鹞鹰 *Bubo bubo*		√
18. 长耳鸮*Asio otus*		√
19. 纹腹鹨鸡*Pistocula alexandri*		√
20. 猞猁 *Mouxca mulatta*		√
21. 赤狐 *Vulpes vulpes*	√	
22. 藏狐*Vulpes farvilata*	√	
23. 黑熊 *Selenarcos thibtanus*		√
24. 黄喉貂*Martes flavigulu*		√
25. 黄鼬 *Mustela sibirica*	√	
26. 青鼬 *Martes flavigulu*	√	
27. 水獭*Latra lutra*		√
28. 小熊猫 *Ailurus fulgens*		√
29. 豹猫 *Felis bengalensis*		√
30. 斑羚 *Naemorhedus goral*		√
31. 岩羊*Capricornis sumatraensis*		√
32. 林麝 *Moschus berezovskii*	√	
33. 白腹锦*Garvus albirostris*	√	

古树名木		
序号	中文名	拉丁名
1	藏川杨	*Populus szechuanica* var. *tibetica*
2	左旋柳	*Salix paraplesia* var. *subintegra*

图 例

- 乡镇
- 行政村
- 坝址
- 保护动物
- 古树名木
- 县界
- 输水线路
- 施工道路
- 淹没范围
- 施工布置
- 灌区
- 评价范围
- 林地
- 灌木林地
- 草地
- 耕地
- 河流水域
- 建设用地
- 未利用地

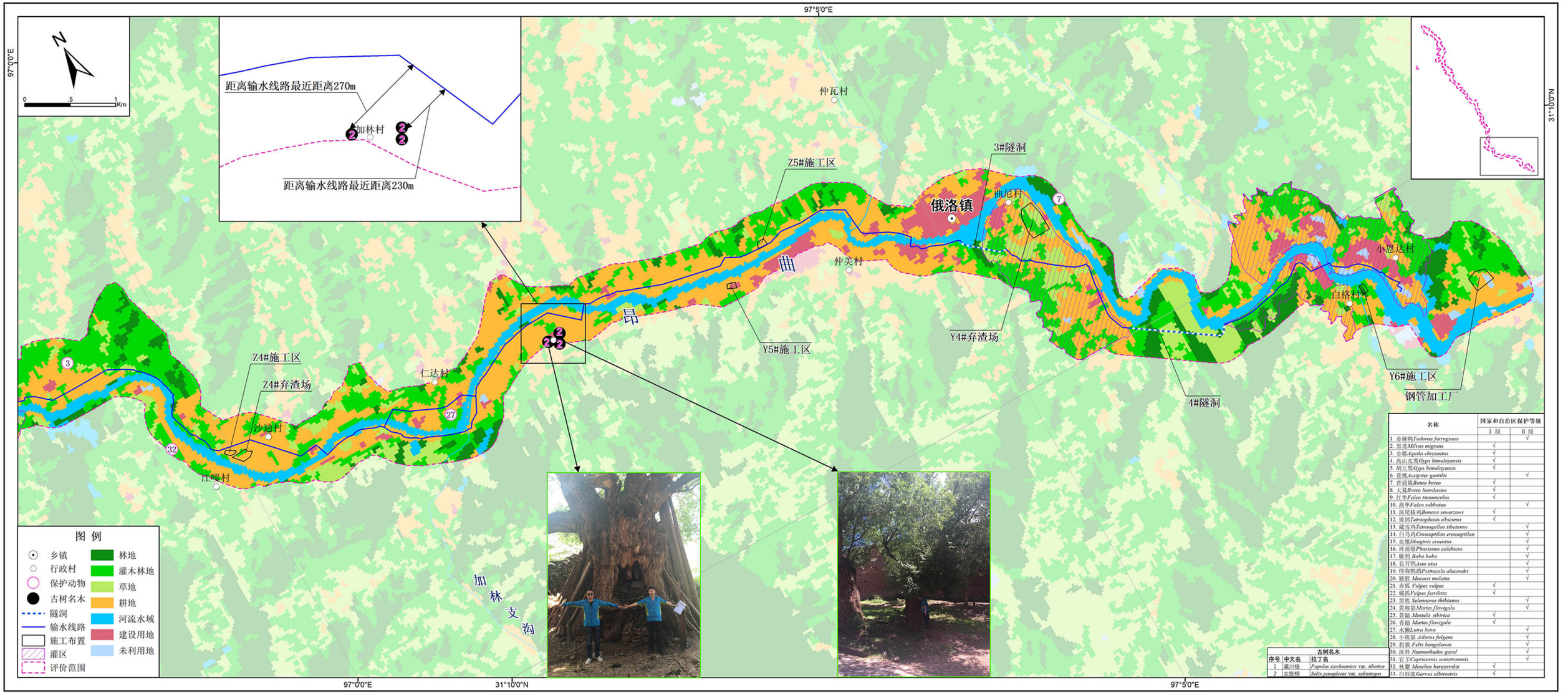
附图 7　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程评价区保护动物与古树名木分布图（3/4）



名称	国家和自治区保护等级	
	Ⅰ级	Ⅱ级
1. 赤麻鸭*Tadorna ferruginea*		√
2. 黑鸢*Milvus migrans*	√	
3. 金雕*Aquila chrysaetos*	√	
4. 高山兀鹫*Gyps himalayensis*	√	
5. 胡兀鹫*Gyps himalayensis*	√	
6. 苍鹰*Accipiter gentilis*		√
7. 普通鵟*Buteo buteo*	√	
8. 大鵟*Buteo hemilasius*	√	
9. 红隼*Falco tinnunculus*	√	
10. 燕隼*Falco subbuteo*		√
11. 斑尾榛鸡*Bonasa sewerzowi*	√	
12. 雉鹑*Tetrophasis obscurus*	√	
13. 藏雪鸡*Tetraogallus tibetanus*		√
14. 白马鸡*Crossoptilon crossoptilon*		√
15. 血雉*Ithaginis cruentus*		√
16. 环颈雉*Phasianus colchicus*		√
17. 雕鸮 *Bubo bubo*		√
18. 长耳鸮*Asio otus*		√
19. 纹腹鸺鹠*Psitnocula alexandri*		√
20. 猞猁 *Mouscu mulatta*		√
21. 赤狐 *Vulpes vulpes*	√	
22. 藏狐*Vulpes farvilata*	√	
23. 黑熊 *Selenarcos thibtanus*		√
24. 黄喉貂*Martes flavigulu*		√
25. 黄鼬 *Mustela sibirica*	√	
26. 香鼬 *Martes flavigulu*	√	
27. 水獭*Lutra lutra*		√
28. 小熊猫 *Ailurus fulgens*		√
29. 豹猫 *Felis bengalensis*		√
30. 斑羚 *Naemorhedus goral*		√
31. 岩羊*Capricornis sumatraensis*		√
32. 林麝 *Moschus berezovskii*	√	
33. 白肩雕*Garvus albirostris*	√	

古树名木		
序号	中文名	拉丁名
1	藏川杨	*Populus szechuanica* var. *tibetica*
2	左旋柳	*Salix paraplesia* var. *subintegra*

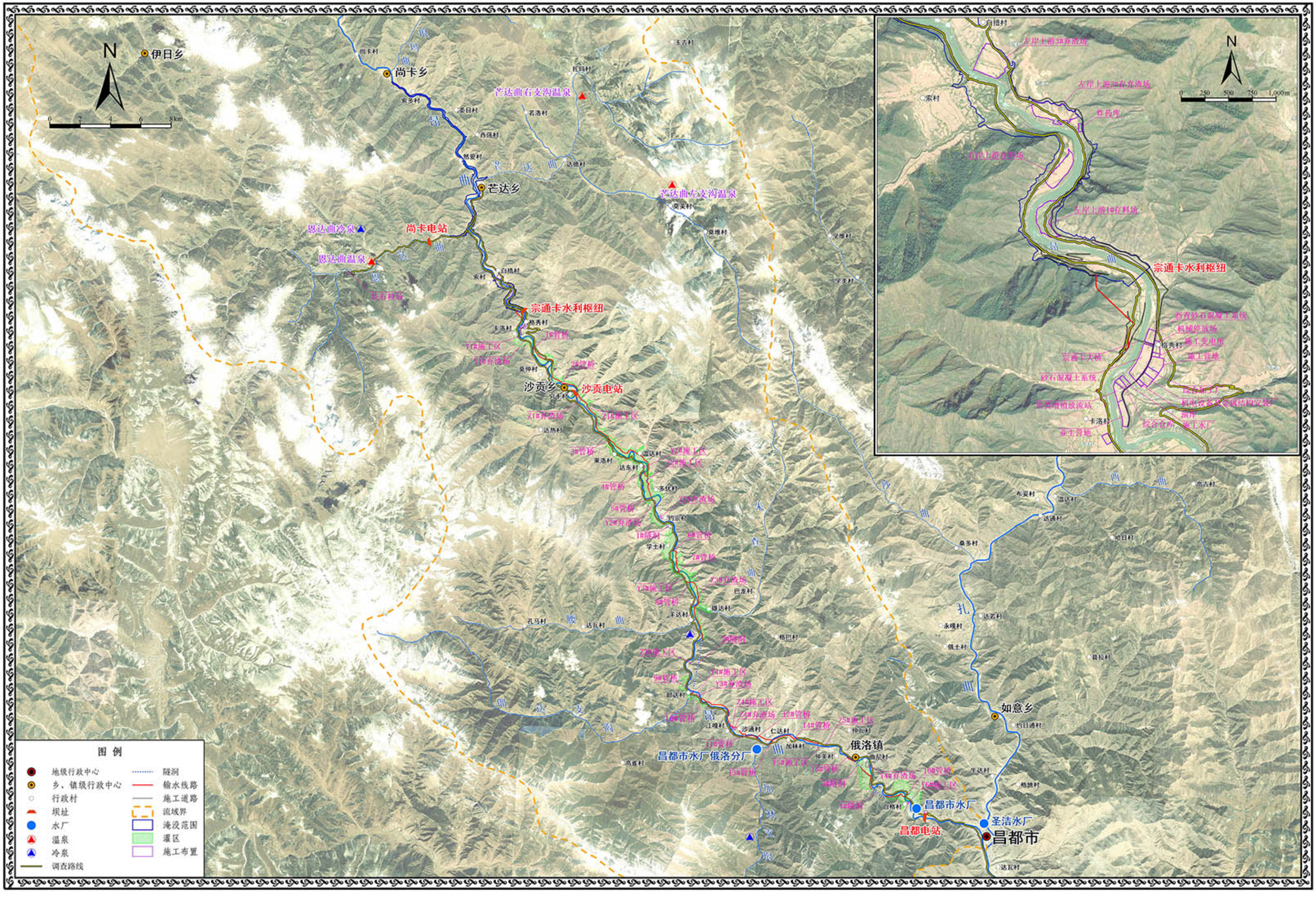
附图 7　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程评价区保护动物与古树名木分布图（4/4）



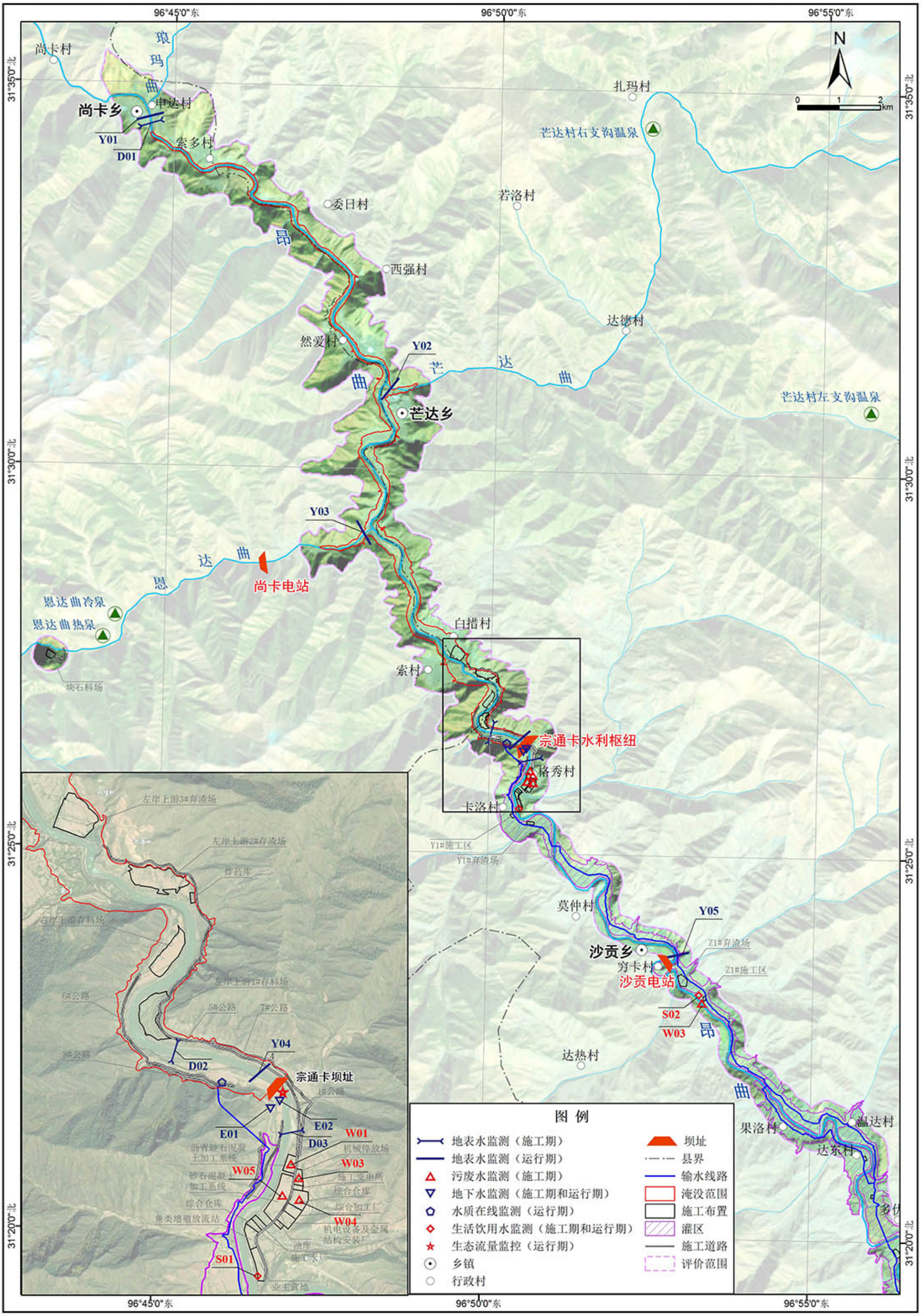
名称	国家和自治区保护等级	
	Ⅰ级	Ⅱ级
1. 赤麻鸭*Tadorna ferruginea*		√
2. 黑鸢*Milvus migrans*	√	
3. 金雕*Aquila chrysaetos*	√	
4. 高山兀鹫*Gyps himalayensis*	√	
5. 胡兀鹫*Gyps himalayensis*	√	
6. 苍鹰*Accipiter gentilis*		√
7. 普通鵟*Buteo buteo*	√	
8. 大鵟*Buteo hemilasius*	√	
9. 红隼*Falco tinnunculus*	√	
10. 燕隼*Falco subbuteo*		√
11. 斑尾榛鸡*Bonasa sewerzowi*	√	
12. 雉鹑*Tetraophasis obscurus*	√	
13. 藏雪鸡*Tetragallus tibetanus*		√
14. 白马鸡*Crossoptilon crossoptilon*		√
15. 血雉*Ithaginis cruentus*		√
16. 环颈雉*Phasianus colchicus*		√
17. 雕鸮 *Bobo bobo*		√
18. 长耳鸮*Asio otus*		√
19. 纹腹鸺鹠*Psitnocula alexandri*		√
20. 猕猴 *Macaca mulatta*		√
21. 赤狐 *Vulpes vulpes*	√	
22. 藏狐*Vulpes fervilata*	√	
23. 黑熊 *Selenarcos thibtanus*		√
24. 黄喉貂*Martes flavigulu*		√
25. 黄鼬 *Mustela sibirica*	√	
26. 香鼬 *Martes flavigulu*	√	
27. 水獭*Lutra lutra*		√
28. 小熊猫 *Ailurus fulgens*		√
29. 豹猫 *Felis bengalensis*		√
30. 斑羚 *Naemorhedus goral*		√
31. 岩羊*Capricornis sumatraensis*		√
32. 林麝 *Moschus berezovskii*	√	
33. 白腹鹞*Garvus albivustris*	√	

古树名木		
序号	中文名	拉丁名
1	黄川杨	*Populus szechuanica* var. *tibetica*
2	左旋柳	*Salix paraplesia* var. *subintegra*

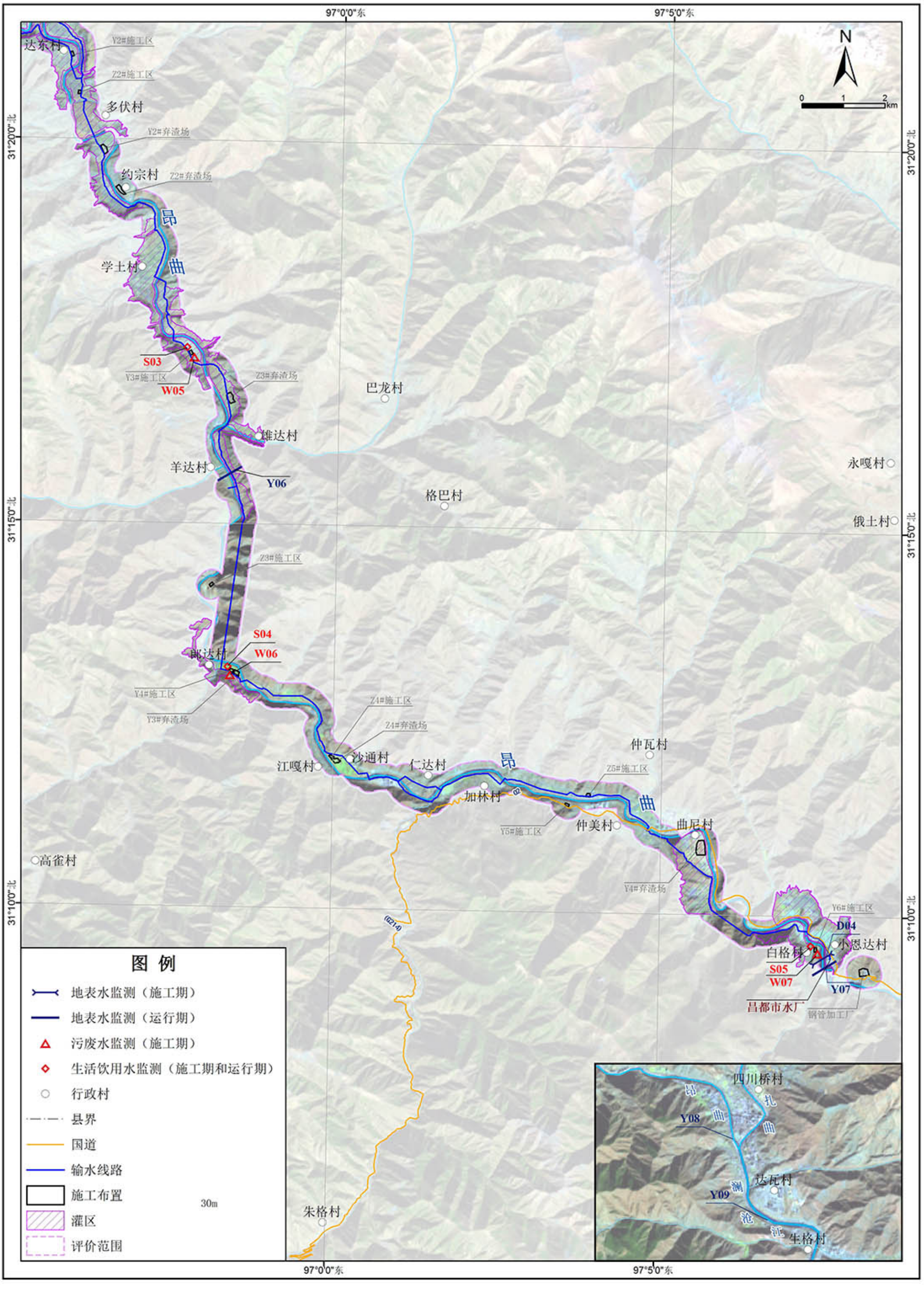
附图 8　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程陆生生态调查路线图



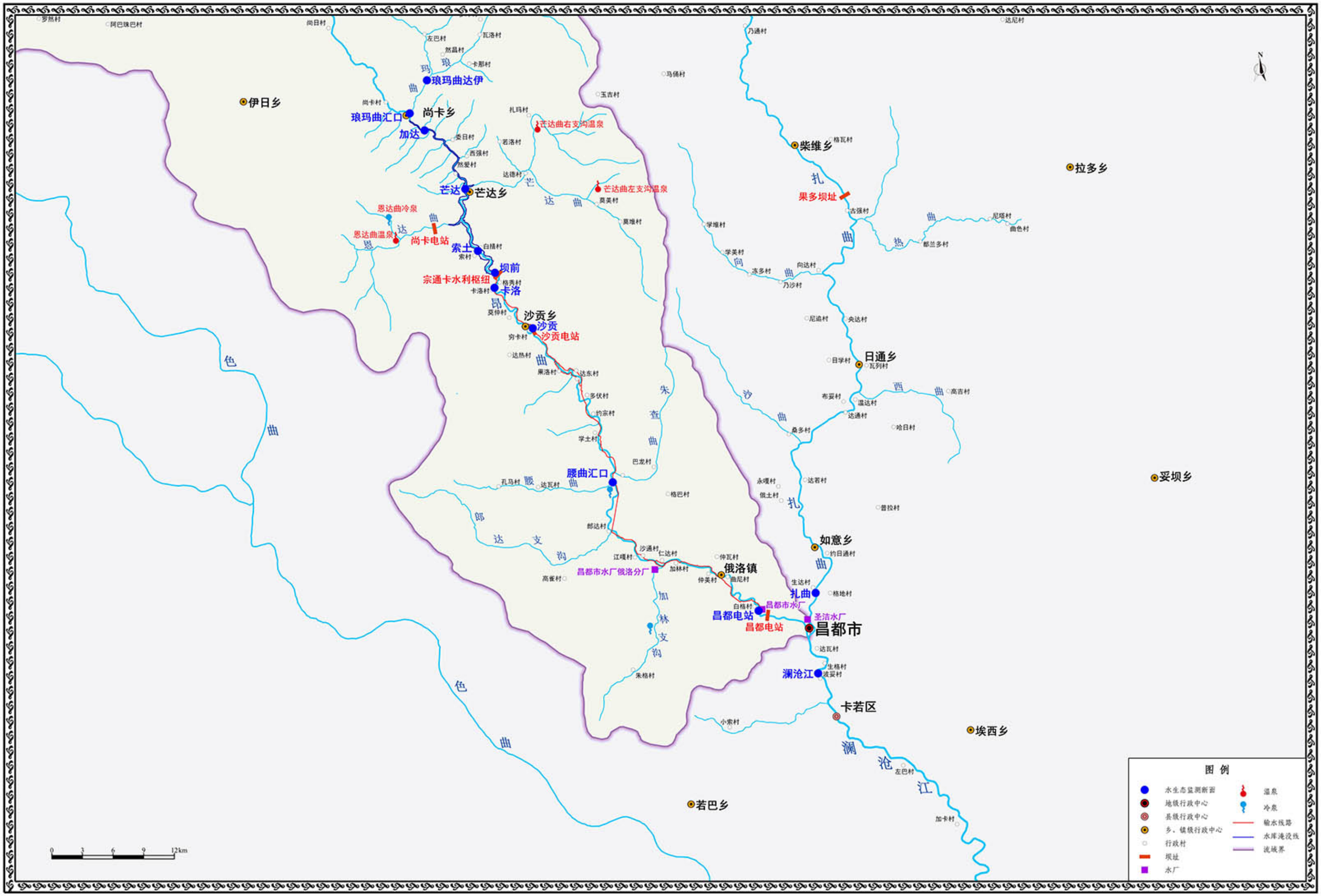
附图 9　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水环境监测点布置图（1/2）



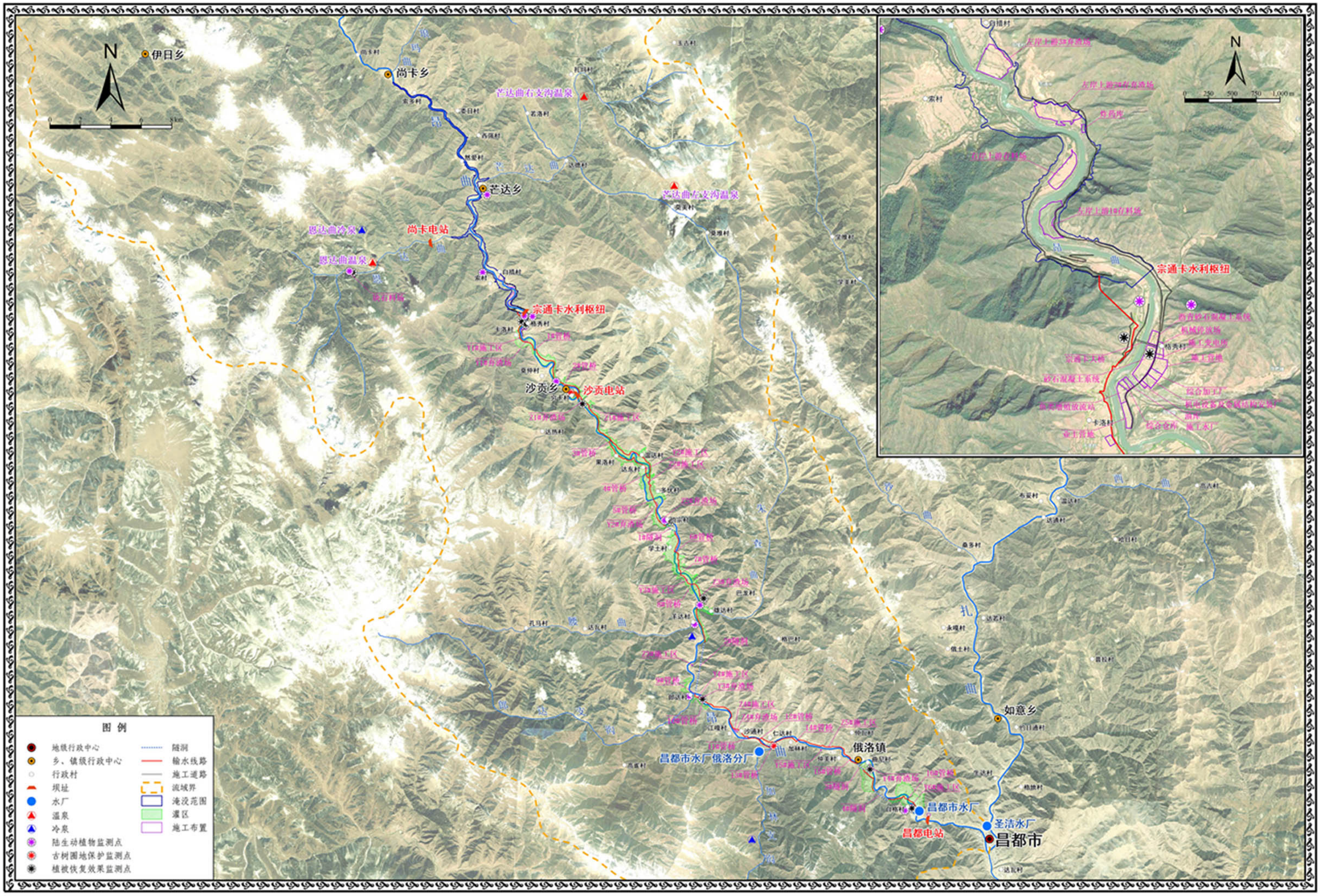
附图 9　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水环境监测点布置图（2/2）



附图10　西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水生生态监测点布置图



附图11 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程评价区陆生生态监测点分布图



西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程
公众参与调查

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

二〇一八年八月

目　　录

1　工程概况.....1
2　公众参与依据、目的和原则.....1
3　公众参与总体方案概述.....2
3.1　公众参与对象.....2
3.2　公众参与方式.....3
4　公众参与意见调查情况.....18
4.1　调查对象基本情况.....18
4.2　调查结果.....21
5　公众参与意见和建议的落实处理情况.....27
5.1　公众意见处理.....27
5.2　意见反馈.....29
6　公众参与调查结论.....30
6.1　公众参与的合法性.....30
6.2　公众参与的有效性.....31
6.3　公众参与的代表性.....32
6.4　公众参与的真实性.....32
6.5　调查结论.....32

1 工程概况

昂曲又称吉曲，是澜沧江右岸一级支流，也是澜沧江最大的支流，发源于西藏巴青县贡日乡桑堆敌玛村境内，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、昌都市沙贡乡、俄洛镇汇入澜沧江。昂曲全长约 499.3km，流域面积 17715km^2，落差 1926m。

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，坝址位于卡洛村附近，距沙贡乡约 9km，距昌都市约 63km；供水工程起点位于取水管道末端叉管处，终点为昌都镇水厂，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。水库正常蓄水位 3474m，死水位 3464m，总库容 1.2460 亿 m^3，调节库容 0.4479 亿 m^3，水库调节性能为日调节；电站采用坝式开发，共有“2 大 2 小”4 台发电机组，总装机容量为 104MW，多年平均发电量为 4.517 亿 kw·h。供水工程总设计流量为 2.954m^3/s，其中城镇供水设计流量 2.187m^3/s，灌溉供水设计流量 0.777m^3/s。

2 公众参与依据、目的和原则

为了体现以人为本的原则，维护公众的合法环境权益，根据《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）、《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发 2006[28 号]）、《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 7 月）的规定，在编制环境影响报告书的过程中需开展公众参与工作。

公众参与是环境影响评价工作的重要组成部分，是项目建设方或者环评方同公众之间的一种双向交流，贯穿于宗通卡水利枢纽工程环境影响评

价全过程。作为受影响地区的有关机构和个人，其对工程建设会比较关心，对周围的环境也比较了解。通过公众参与，收集公众对工程的态度以及关心的环境问题，使环境影响预测评价结果更为详实，使提出的环境保护措施更具有针对性，有利于提高建设项目环境影响评价成果的质量。通过向工程建设所涉及的西藏自治区昌都市类乌齐县、卡若区及其他关注本工程建设情况的公众发布工程的有关信息，让公众了解工程的主要情况、建设运行特点和与工程有关的重大环境问题；帮助评价人员发现问题，确认所有工程引起的重大环境问题已在环境影响报告书中得到分析评价；确认环境保护措施的可行性，优化措施方案等。广泛征询公众意见，也有助于评价单位更准确分析该区域环境特征和各环境要素的现状质量水平，使本评价提出的各项环保措施更加切实可行，更加合理有效，从而最大限度发挥项目的综合和长远效益。

3 公众参与总体方案概述

3.1 公众参与对象

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》中规定，在编制环境影响报告书的过程中，应当公开有关环境影响评价的信息，征求有关单位、专家和公众对环境影响报告书的意见。本工程公众参与对象主要包括昌都市职能部门、类乌齐县和卡若区政府部门，基层组织（如尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇政府、涉及村的村委会等），移民，普通村民等。本次公众参与调查政府单位为 49 个，政府工作人员、移民和村民 298 人。本工程公众参与调查对象主要分为以下两大类群体:

（1）受昂曲宗通卡水利枢纽工程直接影响的群体和个人。主要包括受工程建设直接影响的类乌齐县和卡若区的相关基层组织（如尚卡乡乡、芒

达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇政府、涉及村的村委会等）、移民、村民。

（2）受昂曲宗通卡水利枢纽工程间接影响或关注本工程的群体和个人。主要包括昌都市政府各部门，类乌齐县、卡若区政府、相关职能部门及机关工作人员。

3.2 公众参与方式

3.2.1 公众参与方式及时间

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》，结合本项目特点，本工程在环评期间开展公众参与的主要形式为项目信息网络公示、现场访谈、座谈会和问卷调查。各种形式的公众参与工作开展的时间节点详见表 3.2-1。

表 3.2-1　　宗通卡水利枢纽工程公众参与方式一览表

序号	公众参与时间	公众参与方式	主要内容	备注
1	2016 年 9 月	网络公示	在昌都市人民政府网站上进行公示，公示工程概况，介绍了环评的工作内容和工作程序。	第一次公示
2	2016 年 9 月	报纸公示	在《昌都报》进行登报公示，公示工程概况，介绍了环评的工作内容和工作程序。	第一次公示
3	2016 年 9 月	张贴公告	在工程涉及的尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、卡洛村、朗达村、芒达村进行张榜公示，公示工程概况，介绍了环评的工作内容和工作程序。	第一次公示
4	2018 年 4 月	网络公示	在昌都市人民政府网站上进行公示，公示了环境影响报告书主要内容和报告书简本，征求公众意见。	环境影响报告书送审前公示（第二次公示）
5	2018 年 4 月	报纸公示	在《昌都报》进行登报公示，公示了环境影响报告书主要内容和报告书简本，征求公众意见。	环境影响报告书送审前公示（第二次公示）
6	2018 年 4 月	张贴公告	在工程涉及的类乌齐县、卡若区、尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇及相关村组进行张榜公示，公示了环境影响报告书主要内容和报告书简本，征求公众意见。	环境影响报告书送审前公示（第二次公示）
7	2018 年 4 月	召开公众参与座谈会	组织工程涉及的类乌齐县、卡若区、尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇召开公众参与座谈会，了解公众对宗通卡水利枢纽工程建设、环境影响评价的意见和建议。	
8	2018 年 4 月	发放公众参与调查表	对工程建设及周围影响范围内公众发放公众参与调查表，了解公众对宗通卡水利枢纽工程建设、环境影响评价、环境保护措施等的意见和建议。	

3.2.2 信息公示

3.2.2.1 第一次信息公示

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》的有关要求，建设单位昌都市兴水水利水电创业投资有限公司于2016年9月在昌都市人民政府网站上对宗通卡水利枢纽工程进行了公众参与第一次公示，网址分别为：今日西藏昌都网：http://www.xzcd.com/_news/bumengonggao/20160923/60530.html；并同期在《昌都报》（2016年9月27日版）进行了公示，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，公示见图3.2-1、图3.2-2、图3.2-3。公示内容主要包括：宗通卡水利枢纽工程建设概况，环境影响评价的工作程序，公众参与调查活动的工作程序、主要工作内容和意见反馈方式，环评单位和建设单位的联系方式等。



图 3.2-1　　第一次信息公示（今日西藏昌都网）

昌都报
E-mail:changdubao@126.com
综合
2016年9月27日
编辑　刘晓江　李强

草鞋走出的长征

——“画说长征”之一

新华社记者 刘菁 高皓亮 赖星

年过八旬的陈罗寿弯下腰，拉紧绷在草鞋耙上的四根麻绳，一根根金黄的稻草，插进麻绳搭成的经纬格局中。和泛黑的草鞋耙一样刻着岁月痕迹的双手，此时满是灵气，指尖缠绕，稻草翻飞，一双草鞋已然成形。

陈罗寿一辈子生活在江西省于都县，这里正是82年前中央红军主力长征集结出发地。从他记事起，母亲反复讲述的故事就像一幅幅画面始终印记在他的脑海里：1934年重阳节前后，于都迎来了集结的大部队。母亲赶制了20多双草鞋，一一送给即将长征的红军战士。那之前，陈罗寿当红军的父亲曾捎信回来，嘱咐母亲多打些草鞋。

“母亲就是用这套草鞋耙给红军打草鞋的。母亲说，父亲参加红军前也用过它。”陈罗寿是遗腹子，父亲在他出生前的一次战斗中牺牲，草鞋耙算是父亲留下的唯一遗物。

每次看着草鞋耙，陈罗寿感觉父亲好像就在身边。上世纪60年代起，陈罗寿在农作之余拿起草鞋耙，边给家乡的孩子们打草鞋边讲草鞋与长征的故事。

故事发生在82年前。中央红军主力及中央、军委机关8.6万余人在于都县集结出发，这给赣南小城烙下了难以磨灭的印记。亲人要出远门，打双草鞋送他们上路，是当年苏区群众最热忱的方式。

1934年9月8日，新华社的前身红中社主办的《红色中华》报刊发了一篇根据《募集廿万双草鞋慰劳红军》，号召苏区群众在10月10日前完成20万双草鞋，“不要使一个红色战士赤足作战”。

这是长征出发集结地的又一幅历史画面：家家户户打草鞋，母亲做给儿子、妻子做给丈夫、未婚妻做给情郎……更多的苏区群众背着打好的草鞋赶到于都河边，把草鞋送给途经的战士。十月的于都河畔，红军战士就是穿着一双双苏区群众亲手编织的草鞋，踏上战略转移的伟大征程。

草鞋涉水方便，爬山更能防滑。一些红军战士长征中爬雪山过草地，穿的就是它。在那个生与火交织的岁月，草鞋成为连接故乡和远方的最强纽带。

在于都中央红军长征出发纪念馆的展柜里，珍藏着一双绑着绣球的草鞋。草鞋的主人叫谢志坚。82年前，红军战士谢志坚要出发长征了，未婚妻春秀连夜给他打了一双草鞋。长征路上，谢志坚一直舍不得穿，常常在行军休息时拿出来看一看、摸一摸。经过金沙江时，草鞋穿上了一次；渡过大渡河时，谢志坚担心随时可能牺牲，他再一次穿上了这双草鞋。

1951年，谢志坚回到家乡于都寻找春秀姑娘，这才知道，红军走后不久，春秀就被敌人杀害了。后来，谢志坚在仅穿过两次的草鞋上绑了一对毛线绣球，把它捐给了纪念馆。

长征胜利80周年，于都中央红军长征出发纪念馆每天都要接待大批参观者。怎么让年轻人了解长征，以什么为载体讲述长征？在斗笠、红缨枪、草鞋等物件中，纪念馆最终选择了草鞋。在他们看来，草鞋有对初心的细怀。

于是，纪念馆的墙上现在多了这样一幅画面：80双草鞋组成的一幅中国地图。“二万五千里长征，是战士们穿着草鞋走出来的。”纪念馆副馆长张小平说，“80双草鞋代表红军长征胜利80周年，而中国地图则寓意红军脚穿草鞋取得长征的伟大胜利，迎来了一个新中国。”

年迈手缓，过去陈罗寿两三个小时就能打成一双草鞋，如今需要大半天。初秋的阳光下，老人微颤着双手，教远方来的学生娃系上草鞋带。　　（新华社南昌电）



《纪念红军长征胜利80周年》

在江西省于都县中央红军长征出发纪念馆，副馆长张小平向游客介绍由80双草鞋组成的“草鞋墙”（8月10日摄）。　新华社发

西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程环境影响评价第一次公示

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、原国家环保总局《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28号）以及《关于加强建设项目环境影响评价工作中公众参与活动的通知》（藏环发[2012]303号）有关规定，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对“西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程”开展环境影响评价工作。现将项目环境影响评价的有关事宜公告如下：

一、建设项目名称及概况

1、项目名称：西藏昌都市宗通卡水利枢纽工程

2、建设性质：新建工程

3、项目概况：宗通卡水利枢纽工程位于澜沧江干流右岸支流昂曲，其建设任务为供水、发电，兼顾灌溉。宗通卡水利枢纽为Ⅱ等大（2）型工程，由指水、泄水及电站厂房主要建筑物组成。正常蓄水位为3475m，相应库容为1.178亿m3，死水位为3466m，电站装机10.6万kW。供水工程的供水对象为昌都市城区和沙贡乡集镇的人民群众，同时满足工业生产、生态环境等经济社会发展用水。供水工程起点位于取水管道末端叉管处，终点为昌都市加卡经济开发区加卡水厂，总长约149.3km。灌区范围包括昂曲河昌都市上游的两岸灌溉范围和昂曲河昌都市下游的卡若镇、左巴村和加卡村适宜灌溉的耕地及其周边的林草地范围。灌溉输水结合供水管路进行，并实施田间配套工程建设。

宗通卡水利枢纽的兴建可为昌都市城区提供稳定、充足的优质水源；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”，并为当地矿产资源开发及相关产业的发展带来更多的电力保障。

二、建设单位名称和联系方式

建设单位：昌都市人民政府
地　址：昌都市城关镇西路34号
邮编：854000
联系人：许剑锋
邮箱：cdzzk001@163.com
电　话：0895-4825480
传真：0895-4827194

三、环境影响评价机构的名称和联系方式

环境影响评价单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司
地　址：湖北省武汉市江岸区解放大道1863号
邮编：430010
联系人：何工
邮箱：406464792@qq.com
电　话：027-82820595
传真：027-82920432

四、环境影响评价的工作程序和主要工作内容

1、评价工作程序

建设单位委托有资质的环评单位开展环境影响评价工作。受委托的单位根据国家的有关法律、法规、技术导则、标准和有关要求开展环境影响评价工作，评价单位进行现场查勘、资料收集，环境现状调查与监测，工程分析，环境影响预测与评价，提出环境保护对策措施和评价结论，编制环境影响报告书。在报告书报送审批前，以座谈会、问卷调查、网上公示等方式广泛征求公众意见，环评单位将作出对相关意见采纳和不采纳的说明，根据各方面意见完善环境影响报告书。待环境影响报告书经过评审后，环评单位根据评审意见对环境影响报告书修改完善后，由建设单位上报环保主管部门。

2、环境影响评价的主要工作内容

（1）工程分析；（2）环境现状调查与评价；（3）环境影响识别；（4）环境影响预测分析与评价；（5）拟定环境保护对策措施；（6）制定环境管理与监测计划；（7）公众参与；（8）评价结论。

五、征求公众意见的主要事项

1、您是否知道/了解本项目及可能产生的环境问题；

2、根据您掌握的情况，认为该工程实施后对促进地区经济可持续发展、生态环境保护具有的重要作用和意义；

3、您认为该工程实施过程中或实施后可能对生态环境造成的影响以及影响的程度如何；

4、您在工程实施过程中所关心的主要环境问题是什么；

5、您对该工程实施过程中应采取的生态环境保护措施方面有何建议和要求。

六、公众提出意见的主要方式

在本次信息公示后，公众可向上述指定地址和联系方式通过电子邮件、电话、传真、信函或者面谈等方式发表对该工程建设、环境影响、环境影响评价工作的意见和看法。公示时间为本公示发布之日起10个工作日内。

招　标　公　示

图 3.2-2　　第一次信息公示（昌都报）



俄洛镇



卡若镇



尚卡乡



芒达乡



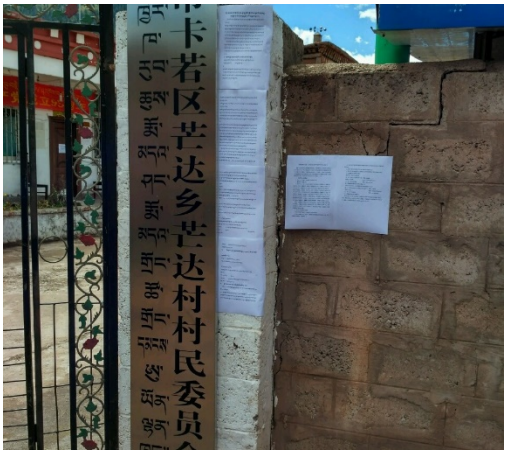
沙贡乡



卡洛村



朗达村



芒达村

图 3.2-3　　第一次信息公示（现场张贴公告）

3.2.2.2 第二次信息公示

（1）网络公示

在宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书初稿完成后，环评单位会同建设单位于2018年4月在昌都市人民政府网（http://www.changdu.gov.cn/1164/201804/MIT23231.shtml）进行公众参与第二次网上公示。公示的内容主要包括：建设单位及环评单位基本情况及联系方式，项目基本情况，建设项目对环境可能造成影响，预防或者减轻项目不良环境影响的对策和措施要点，综合评价结论，公众提出意见的主要方式，公众提出意见的起止时间。

同时在网站上公示了环评报告书的简本，主要内容包括：项目概况、工程与相关规划协调性分析、工程方案环境合理性分析、项目周围环境现状、项目环境影响预测及拟采取的主要措施与效果、环境风险分析、环境影响评价结论及环评单位与建设单位联系方式。



中央人民政府 | 西藏人民政府　　昌都报 | 2018年5月5日 星期六

中国·昌都

首 页　新闻中心　政务公开　办事服务　援藏工作　互动交流　走进昌都

您现在的位置： 首页 >> 公示公告

西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价第二次公示

昌都市人民政府门户网站　2018-04-18　来源：　【打印本稿】【关闭】

《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响报告书》现已由长江勘测规划设计研究有限责任公司初步编制完成。为了体现环境影响评价工作公开、公正的原则，进一步扩大环境影响评价公众参与度和政务信息公开力度，更好地保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，现将环境影响报告书的有关情况公示如下：

一、建设项目概况

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，建设任务为以供水为主，结合发电，兼顾灌溉。

宗通卡水库正常蓄水位3474m，死水位3464m，总库容1.246亿m3，水库调节性能为日调节；电站采用坝式开发，总装机容量为104MW，多年平均发电量为4.517亿kw·h。供水工程总设计流量为2.954m3/s，其中城市供水设计流量2.177m3/s，灌溉供水设计流量0.777m3/s；卡若灌区工程设计灌溉面积约为1.88万亩，其中灌溉耕园地面积约为1.05万亩，灌溉林草地面积约为0.83万亩。

本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。本工程建设征地涉及土地面积12268.51亩，规划设计水平年生产安置人口规模为793人，搬迁安置人口规模为478人。本工程施工总工期为62个月。

二、建设项目可能造成的环境影响概述

1、有利影响

宗通卡水利枢纽的兴建可为昌都市城区提供稳定、充足的优质水源；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”，并为当地矿产资源开发及相关产业的发展带来更多的电力保障。

2、不利影响

宗通卡水利枢纽工程运行后将改变工程下游河段径流的日内分配，对库区及下游河段的水文情势、水温、水生生态和陆生生态等方面产生一定影响；大坝阻隔将阻碍鱼类上下游交流，对鱼类资源量产生一定影响；工程占地和水库蓄水将占用和淹没河谷区原有植被。另外，工程施工期“三废”及噪声排放也将对水质、大气和声环境造成局部污染，对工程区居民、施工人员

图 3. 2-4　第二次信息公示（网络公示）

（2）报纸公示



在希望的田野上

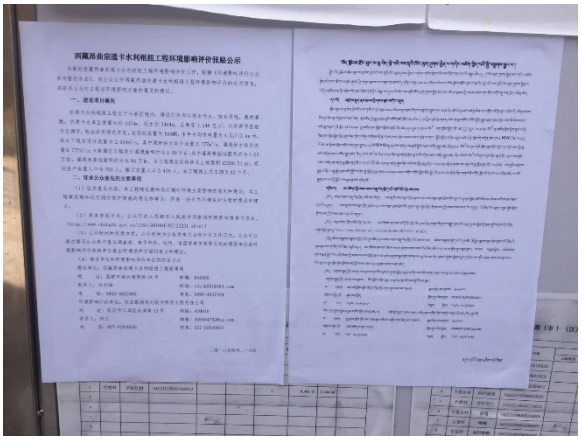
西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价第二次公示

遗失声明

图 3.2-5　第二次信息公示（昌都报）

在网络公示的同时，环评单位会同建设单位昌都市兴水水利水电创业投资有限公司在《昌都报》（2018 年 4 月 27 日版）上进行了西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程环境影响评价公众参与第二次公示。公示的内容主要包括：建设单位及环评单位基本情况及联系方式，项目基本情况，建设项目对环境可能造成影响，预防或者减轻项目不良环境影响的对策和措施要点，综合评价结论，公众提出意见的主要方式，公众查阅环境影响报告书简本的方式和期限，公众提出意见的起止时间。

（3）张贴公告



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



雄达村



沙通村



仁达村



曲尼村



芒达村



白措村



索土村



委日村



西强村



莫堆村



达德村



莫美村



瓦洛村



扎玛村



索村



然爱村



沙贡乡



达东村



格秀村



莫仲村



果洛村



多普村

图 3.2-6　第二次信息公示（张贴公告）

由于宗通卡水利枢纽工程区域交通、通信不便，为尽量让工程涉及的乡村公众了解宗通卡水利枢纽工程环境影响评价主要内容和报告书简本内容，在 2018 年 4 月进行网络和报纸公示的同时，建设单位在类乌齐县、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。

3.2.2.3 公众意见反馈情况

自 2016 年 9 月第一次信息公示至 2018 年 4 月第二次信息公示以来，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。

3.2.3 座谈会

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，参会的单位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。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。



图 3.2-7 座谈会

3.2.4 调查公众意见

2016 年 4 月 25 日～31 日，建设单位和环评单位开展问卷调查方式收集公众意见，调查的地域范围基本覆盖了工程建设的直接影响范围和间接

影响范围，即昌都市各职能部门和类乌齐县、卡若区及涉及各乡、村，调查对象主要是政府职能部门及基层组织、移民和普通村民。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%。

本次调查主要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 公众参与意见调查情况

4.1 调查对象基本情况

（1）单位基本情况

调查对象共涉及昌都市、类乌齐县和卡若区的 49 个政府、职能部门及基层组织，其中昌都市职能部门 5 个，类乌齐县政府职能部门 7 个包括尚卡乡人民政府及工程涉及的村委会等，卡若区政府职能部门 37 个包括卡若区人民政府及工程涉及的乡、镇、村委会等。

表 4.1-1　　宗通卡水利枢纽工程公众参与政府部门及基层单位代表

范围	序号	单位或地址	联系方式
昌都市	1	昌都市人民政府办公室	15708055877
	2	昌都市住房和城乡建设局	4843917 18108958419）
	3	昌都市环境保护局	0895-4822284
	4	昌都交通运输局	13989059588
	5	昌都市国土资源局	13908951299
类乌齐县	6	西藏类乌齐县发展和改革委员会	
	7	西藏类乌齐县水利局	
	8	西藏类乌齐县国土资源局	18076959560
	9	类乌齐县尚卡乡人民政府	13618950725
	10	尚卡乡然爱村	13908944929

	11	尚卡乡珠多村村民委员会	18728452798
	12	尚卡乡索村村民委员会	13549052052
卡若区	13	西藏昌都市卡若区国土资源局	
	14	昌都市卡若区环境保护局	0895-4822293
	15	昌都市卡若区发展和改革委员会	15181460516
	16	昌都市卡若区水利局	13908955575
	17	昌都市卡若区芒达乡人民政府	
	18	昌都市卡若区芒达乡白措村村民委员会	
	19	昌都市卡若区芒达乡芒达村村民委员会	
	20	昌都市卡若区芒达乡索土村村民委员会	
	21	昌都市卡若区芒达乡委日村村民委员会	
	22	昌都市卡若区芒达乡西强村村民委员会	
	23	昌都市卡若区芒达乡莫堆村村民委员会	
	24	昌都市卡若区芒达乡达德村村民委员会	
	25	昌都市卡若区芒达乡莫美村村民委员会	
	26	昌都市卡若区芒达乡瓦洛村村民委员会	13678946056
	27	昌都市卡若区芒达乡扎玛村村民委员会	17784567771
	28	昌都市卡若区沙贡乡人民政府	15889056886
	29	昌都市卡若区沙贡乡卡洛村村民委员会	18189059540
	30	昌都市卡若区沙贡乡格秀村村民委员会	13549059400
	31	昌都市卡若区沙贡乡莫仲村村民委员会	18308087741
	32	昌都市卡若区沙贡乡果洛村村民委员会	18889059322
	33	昌都市卡若区沙贡乡穷卡村村民委员会	17789096651
	34	昌都市卡若区沙贡乡温达村村民委员会	
	35	昌都市卡若区沙贡乡多普村村民委员会	18289088947
	36	昌都市卡若区沙贡乡约宗村村民委员会	
	37	昌都市卡若区沙贡乡学土村村民委员会	13308957259
	38	昌都市卡若区沙贡乡达东村村民委员会	15208081348
	39	昌都市卡若区城关镇人民政府	18989052909
	40	昌都市卡若区城关镇小恩达村	13889058361
	41	昌都市卡若区城关镇白格村村委会	
	42	昌都市卡若区俄洛镇	13989057858
	43	昌都市卡若区俄洛镇加林村村委会	13989950984
	44	昌都市卡若区俄洛镇约达村村委会	
	45	昌都市卡若区俄洛镇约达村村委会	13989953611
	46	昌都市卡若区俄洛镇雄达村村委会	15089079178
	47	昌都市卡若区俄洛镇沙通村村委会	13908950140
	48	昌都市卡若区俄洛镇仁达村村委会	17888054156
	49	昌都市卡若区俄洛镇曲尼村村委会	18898054343

（2）受工程直接或间接影响的个人

调查对象共计 298 人，对象构成中性别组成以男性为主，占 75.2%，年龄层次以 23～60 岁的人群为主，占 65.4%，23～40 岁人群，占 30.5%；民

族以藏族人口为主，占 94.0%，文化程度以高中及以下学历人员为主，占67.1%。参与问卷调查的公众基本信息统计见表 4.1-2。

表 4.1-2　　直接或间接影响个人基本情况统计一览表

调查内容	选项	人数	比例（%）
性别	男	224	75.2
	女	74	24.8
年龄	23～40	91	30.5
	40～60	104	34.9
	60 岁以上	51	17.1
	未填	52	17.4
民族	汉族	15	5.0
	藏族	280	94.0
	未填	3	1.0
文化程度	本科及以上	13	4.4
	大专	7	2.3
	高中及以下	200	67.1
	未填	78	26.2

4.2　调查结果

4.2.1　现场访谈意见

评价单位在受项目影响区域对移民、受影响的居民选取典型进行现场访谈。

在工程建设征地涉及的扎郎村、珠拉村、学巴村均进行入户现场访谈。受访的村民均表示支持工程建设，重点关注征地拆迁及安置补偿方案，并表示对补偿标准的制定、补偿资金的发放等问题表示担心，希望能多听取他们的意见，不脱离实际。

对于移民安置补偿方式、标准等方面意见，评价单位已将其反馈给地方政府部门、建设单位和移民安置规划的编制单位。

4.2.2　座谈会与会公众意见及建议

座谈会邀请了昌都市人民政府办公室、市环保局、市水利局；卡若区水利局、区环保局、区国土资源局、区发改委；类乌齐县水利局、县环保局、县国土资源局、县发改委；俄洛镇政府、沙贡乡政府、尚卡乡政府、

芒达乡政府；昌都市鑫盛水务投资有限公司等16个政府部门及企业参加会议。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。

4.2.3　问卷调查结果及建议

（1）结果统计

1）公众参与当地政府、职能部门及基层组织调查结果

绝大多数（91.8%）受调查的团体都知道宗通卡水利枢纽工程。61.2%的团体认为当地的环境现状较好，没有团体认为当地环境差。69.4%的团体认为当地的经济状况一般，认为发达的团体只占 8.2%。而对于当地最突出的社会及环境问题，被调查团体认为主要是经济落后（59.2%）、交通不便（42.9%）和文化教育落后（40.8%）。对于项目施工期的不利影响环境因素，被调查团体主要关注植被破坏及水土流失（69.4%）、淹没农田耕地（46.9%）、水环境（44.9%）和移民搬迁（42.9%）。而对于项目运行期的不利影响环境因素，团体比较关注植被破坏及水土流失（65.3%）和土地资源（53.1%）。被调查团体认为宗通卡水利枢纽工程建设能够提高供水和灌

溉保证率(71.4%)、增加供电保障(71.4%)、带动地方经济发展(65.3%)、增加就业机会(65.3%)、提高收入水平(51.0%)和促进基础设施建设(44.9%)。61.2%的团体认为宗通卡水利枢纽工程实施对当地环境影响的总趋势是有利影响。大多数团体（67.3%）认为宗通卡水利枢纽工程建设不会影响当地民俗习惯。大多数团体（77.6%）认为宗通卡水利枢纽工程建设对当地经济有促进作用。77.6%的团体认为宗通卡水利枢纽工程建设能够提高当地群众生活水平。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。

表 4.2-3　　宗通卡水利枢纽工程公众参与问卷调查表（团体）结果统计表

调查内容	选项	份数	比例（%）
1、贵单位知道宗通卡水利枢纽工程吗？	A.知道	45	91.8%
	B.不知道	4	8.2%
2、贵单位认为当地的环境现状如何？	A. 较好	30	61.2%
	B.一般	17	34.7%
	C. 较差	2	4.1%
	D. 差	0	0.0%
3、贵单位认为当地的经济状况如何？	A. 发达	4	8.2%
	B. 一般	34	69.4%
	C. 不发达	11	22.4%
4、贵单位认为当地最突出的社会及环境问题是？（多选）	A. 经济落后	29	59.2%
	B. 居民用水和灌溉用水无法得到保证	14	28.6%
	C. 交通不便	21	42.9%
	D. 水污染	5	10.2%
	E. 电力紧张	10	20.4%
	F. 水土流失严重	12	24.5%
	G.生态环境脆弱	16	32.7%
	H.文化教育落后	20	40.8%
5、贵单位比较关心项目施工期的哪些不利影响？（多选）	A. 植被破坏及水土流失	34	69.4%
	B. 鱼类资源及生境破坏	16	32.7%
	C. 移民搬迁	21	42.9%
	D. 淹没农田耕地	23	46.9%
	E.施工期噪声、扬尘	11	22.4%
	F.水环境	22	44.9%
	G.民族文化遗失	3	6.1%
6、贵单位比较关心项目运行期的哪些不利影响？（多选）	A. 植被破坏及水土流失	32	65.3%
	B. 鱼类资源及生境破坏	18	36.7%
	C. 水环境	16	32.7%
	D. 群众收入影响	12	24.5%

调查内容	选项	份数	比例（%）
	E. 土地资源	26	53.1%
	F.民族文化遗失	2	4.1%
7、贵单位认为宗通卡水利枢纽工程的实施产生的有利影响主要体现在哪些方面？（多选）	A. 提高供水和灌溉保证率	35	71.4%
	B. 带动地方经济发展	32	65.3%
	C.增加就业机会	32	65.3%
	D.提高收入水平	25	51.0%
	E.增加供电保障	35	71.4%
	F.促进基础设施建设	22	44.9%
8、贵单位认为宗通卡水利枢纽工程的实施对当地环境影响的总趋势是？	A. 有利影响	30	61.2%
	B. 不利影响	9	18.4%
	C. 无影响	10	20.4%
9、贵单位认为宗通卡水利枢纽工程的实施是否会影响当地民俗习惯？	A.不会	33	67.3%
	B.会	4	8.2%
	C.不清楚	12	24.5%
10、贵单位认为宗通卡水利枢纽工程的实施对当地经济的影响如何？	A. 有促进作用	38	77.6%
	B. 有促进作用但不大	8	16.3%
	C. 没有促进作用	3	6.1%
11、贵单位认为宗通卡水利枢纽工程的实施是否能够提高当地群众生活水平？	A. 是	38	77.6%
	B. 否	0	0.0%
	C. 不确定	11	22.4%
12、贵单位是否支持本项目建设？请说明理由：	A.支持	48	98.0%
	B.无所谓	1	2.0%
	C.不支持	0	0.0%

2）公众参与个人调查结果

在受调查的普通群众中，绝大多数人（94.3%）知道宗通卡水利枢纽工程。52.3%的被调查人员认为当地的环境现状较好，45.6%的被调查人员认为当地的环境现状一般。77.2%的人认为当地的经济状况一般。而对于当地最突出的社会及环境问题，被调查者认为主要是交通不便（53.7%）、经济落后（47.7%）和居民用水和灌溉用水无法得到保证（38.3%）。对于项目施工期的不利影响环境因素，群众主要关注植被破坏及水土流失(61.4%)、淹没农田耕地（43.6%）和移民搬迁（37.2%）。而对于项目运行期的不利影响环境因素，群众比较关注土地资源（62.1%）和植被破坏及水土流失（61.7%）。超过半数的人认为宗通卡水利枢纽工程建设能够增加供电保障（62.8%）、增加就业机会（59.1%）、提高供水和灌溉保证率（54.4%）和提高收入水平（52.0%）。认为宗通卡水利枢纽工程实施对当地环境影响的总趋势是有利影响的占 69.1%。大多数人（61.7%）认为宗通卡水利枢纽工程建设不会影响当地民俗习惯。

53.4%的人认为宗通卡水利枢纽工程建设对其个人生活及工作是有利影响，32.6%的人认为不清楚。大多数人（75.2%）认为宗通卡水利枢纽工程建设对当地经济有促进作用。69.8%的人认为宗通卡水利枢纽工程建设能够提高当地群众生活水平，27.9%的人认为不确定，只有 2.3%的人认为不能提高当地群众生活水平。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。

个人部分的问卷调查统计结果见表 4.2-5。

表 4.2-5　　宗通卡水利枢纽工程公众参与问卷调查表（个人）结果统计表

调查内容	选项	份数	比例（%）
1、您是否知道宗通卡水利枢纽工程？	A.知道	281	94.3%
	B.不知道	17	5.7%
2、您认为当地的环境现状如何？	A. 较好	156	52.3%
	B.一般	136	45.6%
	C. 较差	4	1.3%
	D. 差	2	0.7%
3、您认为当地的经济状况如何？	A. 发达	45	15.1%
	B. 一般	230	77.2%
	C. 不发达	23	7.7%
4、您认为当地最突出的社会及环境问题是？（多选）	A. 经济落后	142	47.7%
	B. 居民用水和灌溉用水无法得到保证	114	38.3%
	C. 交通不便	160	53.7%
	D. 水污染	35	11.7%
	E. 电力紧张	51	17.1%
	F. 水土流失严重	51	17.1%
	G.生态环境脆弱	67	22.5%
	H.文化教育落后	85	28.5%
5、您比较关心项目施工期的哪些不利影响？（多选）	A. 植被破坏及水土流失	183	61.4%
	B. 鱼类资源及生境破坏	45	15.1%
	C. 移民搬迁	111	37.2%
	D. 淹没农田耕地	130	43.6%
	E.施工期噪声、扬尘	53	17.8%
	F.水环境	83	27.9%
	G.民族文化遗失	28	9.4%
6、您比较关心项目运行期的哪些不利影响？（多选）	A. 植被破坏及水土流失	184	61.7%
	B. 鱼类资源及生境破坏	58	19.5%
	C. 水环境	57	19.1%
	D. 群众收入影响	58	19.5%
	E. 土地资源	185	62.1%
	F.民族文化遗失	24	8.1%
7、您认为宗通卡水利枢纽工程的实施产生的有利影响主要体现在哪些方面？（多选）	A. 提高供水和灌溉保证率	162	54.4%
	B. 带动地方经济发展	142	47.7%
	C.增加就业机会	176	59.1%
	D.提高收入水平	155	52.0%
	E.增加供电保障	187	62.8%
	F.促进基础设施建设	85	28.5%
8、您认为宗通卡水利枢纽工程的实施对当地环境影响的总趋势是？	A. 有利影响	206	69.1%
	B. 不利影响	57	19.1%
	C. 无影响	35	11.7%
9、您认为宗通卡水利枢纽工程的实施是否会影响当地民俗习惯？	A.不会	184	61.7%
	B.会	17	5.7%
	C.不清楚	97	32.6%
10、宗通卡水利枢纽工程的实施对您个人生活及工作的影响？	A. 有利影响	159	53.4%
	B. 不利影响	42	14.1%

调查内容	选项	份数	比例（%）
	C. 无影响	97	32.6%
11、您认为宗通卡水利枢纽工程的实施对当地经济的影响如何？	A. 有促进作用	224	75.2%
	B. 有促进作用但不大	63	21.1%
	C. 没有促进作用	11	3.7%
12、您认为宗通卡水利枢纽工程的实施是否能够提高当地群众生活水平？	A. 是	208	69.8%
	B. 否	7	2.3%
	C. 不确定	83	27.9%
13、您是否支持本项目建设？请说明理由	A.支持	283	95.0%
	B.无所谓	12	4.0%
	C.不支持	3	1.0%

4.2.4 调查意见汇总

受调查公众基本都知道宗通卡水利枢纽工程。绝大部分调查对象认为工程建设将带动地方经济发展、扩大就业机会、提高收入水平、促进基础设施建设，认为宗通卡水利枢纽工程的建设对区域环境和经济社会发展利大于弊，支持工程建设。

公众认为工程建设主要不利影响依次是植被破坏及水土流失、土地资源减少、群众收入影响等，移民主要补偿资金发放情况、补偿安置是否及时、移民安置方式、移民安置补偿标准等安置补偿问题。

5 公众参与意见和建议的落实处理情况

对于本工程的公众参与意见和建议，评价单位逐一进行了沟通、反馈、解决和落实。在工程设计中能落实、解决的问题，均与各设计专业进行了沟通，共同协商解决；对现阶段不能解决的问题建议在下阶段进一步进行研究。具体意见落实情况如下:

5.1 公众意见处理

针对公众对该项目建设提出的意见和要求，将相关意见反馈给项目业主，并提出相应的建议措施，对收集到的有关环境保护方面的意见均在环

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。

建设单位：工程建设单位应在当地政府的积极配合下，严格按照国家、地方有关法律、法规的要求和环境报告书提出的要求进行拆迁安置和征地补偿工作，确实保护拆迁户的权益，切实有效地做好拆迁安置中的各项工作；针对公众对施工管理意见，建设单位应联合设计、施工、监理单位，对施工管理要高标准、严要求，做到安全施工、文明施工、环保施工；对工程施工过程中产生的砂石料加工系统废水、混凝土加工系统废水、生活污水等对环境污染问题的意见，工程建设单位将在工程实施各阶段严格执行本《环境影响报告书》提出的各项环保措施。

施工单位：施工单位在签定合同时要包含文明施工条款合同，在工程建设施工期，机械噪声、施工扬尘以及施工人员的生活污水、垃圾等将对生态环境造成一定的影响，施工单位应采取有效的保护措施，尽量减轻工程施工过程中对环境的造成的污染。

评价机构：评价单位将收集到的公众意见分析整理，并在本工程环境影响分析过程中就上述问题进行了重点分析，对公众提出的意见和建议进行了充分采纳。

主要公众意见采纳及落实情况见表 5-1。

表 5-1　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　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、评价单位对工程建设、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，环评单位已将涉及移民方面的问题反馈给建设单位和移民安置规划的编制单位，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

环评单位、建设单位均于2018年6月3日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，环评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，对受访人表示不反对电站建设。

各部门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应充分与移民和地方政府进行沟通，并得到大家的认可。虽然本工程涉及的移民人数很少，但是仍应高度关注，否则存在影响社会稳定的风险。

环评单位在调查期间进行了入户调查，并对移民填写公众参与调查表，充分反应移民的意愿。

环评单位已将部门关注涉及移民方面的问题反馈给建设单位和移民安置规划的编制单位，在移民安置规划中落实和处理。

6 公众参与调查结论

6.1 公众参与的合法性

在宗通卡水利枢纽工程环境影响评价过程中，严格按照《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28号）的有关规定开展了公众参与工作，及时公开项目环境影响评价的相关信息，征求了公众意见。在宗通卡水利枢纽工程开展环境影响评价工作之初，建设单位于2016年9月在昌都市人民政府网站对宗通卡水利枢纽工程进行了第一次项目信息公示，同时，在尚卡乡、芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、卡洛村、朗达村、芒达村等县、乡人民政府

政务公开栏及村委会进行了张榜公示，在《昌都报》进行了报纸公示。

在环评报告初稿完成后，建设单位于 2018 年 4 月分别采用网络公示、报刊公示、张榜公示等 3 种方式在昌都市以及涉及区县、乡、村进行了环境影响评价主要内容和报告书简本信息公示（第二次公示）。另外，建设单位会同评价单位于2018年4月采用公众参与座谈会、发放公众参与问卷调查表的形式调查了公众对项目建设的意见。公众参与调查的程序合法、形式有效。

建设单位于 2018 年 4 月，在昌都市人民政府网站（http://www.changdu.gov.cn/1164/201804/MIT23231.shtml）对环评报告全本进行了公示；同时在《昌都报》进行了报纸公示；在类乌齐县、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。

本次环评符合《环境影响评价公众参与暂行办法》,符合《关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知》(环办[2013]103号)相关要求。因此，本次公众参与的程序是合法的。

6.2 公众参与的有效性

本项目所采用的信息公示方式包括：在基层组织信息公告栏中张贴公告、在政府网站发布项目及环评信息公示、在报纸刊登信息公示。选择进行公示的政府网站及报纸等均为当地的主流媒体平台，对宣传本项目环评公众参与起到了良好的作用。公众参与过程中发放汉藏文公众参与问卷调查表（团体）和问卷调查表（个人），公开环评报告简本以征求公众意见。同时，还采取了公众参与座谈会书面征求各级公众意见等多种形式的公众参与方式。综上，本项目环评公众参与的形式是有效的。

6.3 公众参与的代表性

本工程环评报告书简本信息公示后，建设单位会同评价单位以发放公众参与调查问卷形式公开征询了公众对项目建设的意见。公众意见收集范围覆盖了宗通卡水利枢纽工程涉及的类乌齐县、卡若区等的有关政府部门、基层组织、社会公众。回收公众参与调查表（个人）298 份，征求了工程涉及区域的公众意见。回收公众参与调查表（团体）49 份，基本涵盖了工程涉及的相关区县、乡、村所有行政主管部门。宗通卡水利枢纽工程环境影响评价公众参与工作得到了类乌齐县、卡若区以及乡镇、村一级的各级政府部门、社会组织、公众等的广泛参与，调查对象具有很好的代表性。

6.4 公众参与的真实性

本项目环评过程中的公众参与调查工作都是在地方政府的配合下，建设单位和评价单位现场全程参与完成的，尤其是评价单位工作人员在现场与地方群众进行了多种形式的解释和沟通工作，调查对象在填写公众参与调查表前，充分了解清楚了调查表信息，调查成果满足结果真实性的要求。环保信息公示、公众意见调查表的发放均严格按照相关要求进行，公示内容准确反应建设项目相关信息，工作过程透明有效，调查结果真实可靠。

综上，西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程公众参与严格遵循了《环境影响评价公众参与暂行办法》和《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）的有关要求，其成果符合程序合法性、形式有效性、对象代表性、结果真实性等要求。

6.5 调查结论

宗通卡水利枢纽工程公众意见调查共发放问卷 359 份，收回有效调查答卷 298 份，回收率 96.7%。其中“政府、职能部门和基层组织”问卷发放了 49 份，回收 49 份；“移民和普通村民”问卷发放 310 份，收回有效调查答卷

298 份。根据问卷调查结果及电话回访结果统计，政府、职能部门和基层组织、移民及非移民代表均支持宗通卡水利枢纽工程建设。

宗通卡水利枢纽工程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，环评单位已将意见反馈给建设单位和移民安置规划编制单位，并在移民安置规划中落实和处理。