



中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司
CHENGDU ENGINEERING CORPORATION LIMITED

四川省雅砻江牙根一级水电站 环境影响报告书

建设单位：雅砻江流域水电开发有限公司

环评单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

2022年8月



四川省雅砻江牙根一级水电站

环境影响报告书

建设单位：雅砻江流域水电开发有限公司

环评单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司



打印编号: 1659855062000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	08diss		
建设项目名称	四川省雅砻江牙根一级水电站		
建设项目类别	41--088水力发电		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	雅砻江流域水电开发有限公司		
统一社会信用代码	91510000201870221H		
法定代表人 (签章)	祁宁春		
主要负责人 (签字)	郭绪元		
直接负责的主管人员 (签字)	王红梅		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司		
统一社会信用代码	915100004507513971		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
刘园	07355143507510274	BH011765	刘园
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
姜跃良	总则、环境风险分析	BH010226	姜跃良
肖玥	附图、附件	BH015598	肖玥
吉小盼	水文情势影响预测	BH015599	吉小盼
陈明曦	鱼类栖息地保护方案设计	BH010225	陈明曦

张伟	工程分析、环境保护对策措施	BH047451	张伟
梁媛	过鱼方案设计	BH010228	梁媛
刘盛赞	环境现状、环境管理和环境监测	BH015603	刘盛赞
刘园	工程概况、环境影响预测与评价	BH011765	刘园

概 述

一、建设项目特点

雅砻江是金沙江最大的支流，发源于青海省玉树县境内的巴颜喀拉山南麓，自西北向东南流，在呷衣寺附近流入四川省，沿途接纳了鲜水河、小金河、安宁河后在攀枝花下游的保果汇入金沙江。干流河道全长1535km，流域面积约12.84万km²，占金沙江(宜宾以上)集水面积的25.8%。雅砻江两河口以上为上游河段，两河口至卡拉段为中游河段，卡拉至江口为下游河段。雅砻江上、中、下游干流河道长度分别为738km、385km、412km，其中青海省境内166km，四川省境内1369km。

牙根一级水电站所在的两河口～卡拉段为雅砻江中游河段，长385km，天然落差985m，河道平均比降2.56‰，于2002年启动水电开发规划工作，并于2006年6月、10月分别编制完成《四川省雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划报告》和《雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》。2007年1月，原四川省环境保护局以“川环函[2007]162号”文印发了《关于〈雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书〉的审查意见》，明确提出：“同意一库六级的规划推荐方案，将两河口、牙根梯级列为先期开发工程”；2008年12月，四川省人民政府以“川府函[2008]368号”文对《四川省雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划报告》进行了批复，同意推荐6级开发方案，由上至下依次为两河口、牙根、楞古、孟底沟、杨房沟和卡拉。其中，牙根水电站被列为雅砻江中游的首期开发项目。

为贯彻落实以人为本和科学发展观的指导思想，妥善解决雅砻江中游原规划的牙根电站水库淹没涉及雅江县城的实际问题，2010年8月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司(以下简称“我公司”)完成《四川省雅砻江两河口～牙根河段水电开发方案研究报告》，并通过了水电水利规划设计总院会同四川省发展和改革委员会组织的审查。2012年2月，四川省发展和改革委员会以“川发改能源函[2012]133号”文印发了审查意见，同意将原规划的牙根梯级调整为牙根一级和牙根二级两个梯级，分别与上游的两河口水电站与下游的楞古水电站衔接，并在两个梯级之间的雅江县城附近保留了长约6km的天然河段。至此，雅砻江干流中游河段(两河口～卡拉段)推荐7级开发方案，即两河口、牙根一级、牙根二级、楞古、孟底沟、杨房沟、卡拉。

随着雅砻江下游梯级电站的开工建设以及中游梯级前期工作的开展，为进一步协调、

处理好雅砻江干流中下游河段水电开发与环境保护的关系，2013年6月，中国水电工程顾问集团公司联合我公司共同完成了《雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》。2013年9月，原环境保护部以“环办函[2013]1072号文”印发了《关于四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》，明确了牙根一级为第一类开发项目，可适时明确开发，同时提出了雅砻江中下游水电开发环境保护措施规划总体布局以及流域水电开发环境管理机制等，进一步为牙根一级水电站环境影响评价及环境保护措施设计明确了方向。

牙根一级水电站是雅砻江中游两河口至卡拉河段规划(含规划调整)七级电站的第二个梯级电站，电站坝址位于四川省甘孜州雅江县境内雅砻江干流上，坝址上距中游控制性工程两河口电站约20.2km，下距雅江县城约5km，坝址处控制流域面积6.59万km²，多年平均流量677m³/s。工程开发任务主要为发电，并对两河口水电站进行日内反调节，同时促进地方经济社会发展。电站采用河床式开发，最大坝高68.8m，水库正常蓄水位2605m，相应库容0.4142亿m³，死水位2598m，调节库容0.1913亿m³，具有日调节能力。电站厂房为河床式，布置在河床左侧，总装机300MW，多年平均年发电量11.53亿kWh(与两河口联合)。工程土石方开挖总量为368.40万m³(自然方)，工程剩余土石方总量102.06万m³(合松方为121.46万m³)。电站建设总工期为48个月，施工高峰年施工人数约为3511人。牙根一级水电站工程建设总占地面积360.2hm²，其中永久占地面积344.22hm²，临时占地面积15.98hm²。至规划水平年，共需生产安置574人，均采取逐年货币补偿安置方式；搬迁安置346人，全部采取分散安置，就近后靠建房。移民安置不涉及集镇、宗教活动点，也无集中安置点。牙根一级水电站工程静态总投资52.38亿元，其中环境保护静态投资约2.82亿元。

二、环境影响评价工作过程

按照《环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规规定，雅砻江流域水电开发有限公司委托我公司开展牙根一级水电站环境影响评价工作。环境影响评价工作过程中，我公司始终坚持生态优先理念，环境影响评价全过程介入，对可研阶段工程正常蓄水位、坝址、坝型、枢纽布置、施工总布置等重大方案从环境保护角度提出了优化调整意见，从源头减轻了生态环境影响；按照国家及四川省各项生态环境保护法律法规、政策及技术规范要求，多次对项目现场进行了资料收集、现场踏勘，并结合工程特点确定了环境影响评价的工作重点，明确了主要环境保护目标、评价因子、评价

等级、评价标准、评价范围；根据相关技术导则要求，在结合区域原有例行监测的成果上，委托四川省川环源创检测科技有限公司对区域地表水环境、地下水环境、声环境、土壤环境等进行了现状补充监测，以掌握区域环境质量现状；同时，分别委托水利部中国科学院水工程生态研究所、成都金玉垒环保科技有限公司开展了水生生态调查和陆生生态调查分析工作；对两河口~牙根河段水电开发现状以及工程依托的鱼类增殖站、污水处理系统等环保措施进行了回顾；深入分析预测了工程建设、蓄水、运行及移民安置可能带来的各种环境影响，并对重大生态环境保护措施进行了多方案的比选论证；按照《环境影响评价公众参与办法》要求开展了公众参与公示等相关工作。在以上工作的基础上，我公司于2022年8月编制完成了《雅砻江牙根一级水电站环境影响报告书》（送审稿）。

三、项目的规划符合性

牙根一级水电站工程建设符合国家相关法律法规、产业政策要求，其开发建设符合国家、四川省能源发展战略，是实现“碳达峰、碳中和”目标的有效措施，能为“30·60 双碳目标”的实现提供有力支撑，是拉动民族地区经济发展、落实“六保六稳”的重要途径。

牙根一级水电站工程为《雅砻江流域综合规划》《雅砻江中游（两河口至卡拉河段）水电规划报告》及《雅砻江中下游水电开发环境影响回顾性评价研究报告》中推荐首批开发建设的梯级，工程建设不存在外部制约因素。

根据四川省“三线一单”分区管控方案，牙根一级水电站属于水能资源开发河段，工程建设区不涉及优先保护单元、生态保护红线、自然保护区、饮用水源地生态功能重要区，为一般生态空间，工程建设符合相应综合管控单元和要素管控区管控要求，符合生态环境准入清单相关要求。

牙根一级正常蓄水位、坝址、坝型、枢纽布置、施工总布置等重大方案比选设计时，已充分考虑环境影响因素，最终推荐方案是环境合理的。

四、关注的主要环境问题及环境影响

牙根一级水电站上游与已蓄水的两河口水电站衔接，并作为两河口水电站的反调节水库；下游为规划的牙根二级水电站，其间分布有包括雅江县城在内的长约6km保留河段。根据区域环境现状及工程特性，关注的主要环境问题是工程实施对区域水文情势、水生生态、陆生生态、施工期环境影响及环境保护措施。

(1) 水文情势

牙根一级水电站属于日调节电站，作为两河口的反调节水库，可以对两河口调峰发电的不稳定流进行再调节，一定程度上减少日内下泄不稳定流的影响，其在水文情势、水温、水质等方面不会造成明显的累积性影响。工程运行后，坝下河段日内流量过程受牙根一级反调节影响，需保证一定的生态流量，工程下泄生态流量主要为满足坝下天然河段水生生态需水、水环境需水及景观需水。

报告提出，牙根一级最小下泄生态流量为 $112\text{m}^3/\text{s}$ (占多年平均流量的16.5%)，在鱼类主要繁殖期间，牙根一级每月制造7~10d为一周期的生态需水过程，过程中需满足鱼类繁殖期适宜需水量要求。

同时建立坝下生态流量在线监测系统，充分利用电站设置的水情自动测报系统，雅江县水文站监测数据适时掌握坝下流量变化。

(2) 水生生态

牙根一级水电站建设后，将对工程河段水生生态形成进一步阻隔影响，在上游两河口水电站已建成的情况下，将对河段水生生态产生进一步累积影响。为减缓工程建设对水生生态造成的不利影响，在充分借鉴已有工程鱼道运行经验的基础上，工程开展了过鱼设施方案设计。下阶段在专项设计中，将进一步优化诱鱼设施、鱼道结构、运行管理等具体内容，以不断提升工程过鱼设施效果。此外，工程依托已建成的两河口鱼类增殖站开展人工增殖放流，进一步补充影响河段鱼类资源量。在对坝址下游保留河段及支流生境深入调查的基础上，经多方面的技术比选论证，选择牙根一级坝下~牙根二级库尾间雅砻江干流约6km天然保留河段以及保留河段左岸支流卧龙寺沟（又名王呷河）全流域作为鱼类栖息地保护范围，为鱼类营造栖息繁殖生境条件，以减缓工程建设对水生生态造成的不利影响。

(3) 陆生生态

工程占地影响植被类型主要为灌木林地植被和人工栽培植被，均为区域常见植被类型，工程建设对区域植被影响不大。工程水库淹没和施工占地不涉及珍稀保护植物及古树名木分布，也未发现聚集生长于某一特定生境中的狭域物种。

评价区范围内分布有重点保护动物7种；其中国家Ⅱ级重点保护6种，分别为白马鸡、大鸛、红隼、猕猴、赤狐、黑熊，四川省重点保护野生动物1种，即白喉针尾雨燕(*Hirundapus caudacutus*)。这些珍稀保护鸟类中大鸛、红隼、白马鸡主要生活在森林或者灌丛中，有

时会到工程占地区觅食，施工过程中产生的噪音，粉尘等干扰会在一定程度上使得这些鸟类暂时迁移至附近适合生存的环境。保护兽类均生活在海拔较高的山区，仅在冬末春初食物匮乏时，出现在村落周围觅食，因此水电站建设对其无直接影响。

报告制定的陆生生态保护措施主要包括优化工程施工方案、表层土收集等，减少工程扰动范围和面积，以减缓工程建设对区域生态环境的影响。施工结束后分区对占地区域进行陆生生态修复。通过加强施工管理和宣教，建立生态破坏惩罚制度，严禁捕猎野生动物和乱砍树木；施工期间重点注意珍稀濒危保护动物和野生保护植物，如发现应及时上报或就地保护。

(4) 施工期环境影响

工程所在区域大气、噪声敏感目标分布不多，施工作业基本不会对施工区环境空气质量产生影响。受场内施工车辆运输影响，施工期施工道路附近零星居民点昼间噪声略有超标，但超标范围较小。

报告提出施工期各类生产废水和生活污水均经水处理设施处理后回用，不外排。混凝土生产系统和砂石加工系统选用低噪声机械设备和工艺、并采取减震设施和洒水降尘等措施；大坝枢纽开挖采用先进爆破技术降尘，配备洒水车，在场内交通道路、施工区无雨日洒水降尘；针对噪声影响，报告书提出设置限速标志和禁鸣标志、合理安排施工作业时间，夜间禁止施工，施工运输车辆经过敏感区段时减速、种植行道树、并预留备用对策等要求。施工区内设置分类垃圾桶，垃圾经分类收集后统一运至雅江县生活垃圾填埋场进行处理。

五、环境影响评价主要结论

牙根一级水电站是《雅砻江流域综合规划》《雅砻江中游水电规划》及规划环评以及《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》推荐适时、优先开发的梯级，工程建设符合国家产业政策和地方社会经济发展规划，符合长江经济带发展与保护战略要求，是国家实现2030年前碳达峰行动方案中能源绿色低碳转型行动的重要组成部分，工程建设不涉及各类环境敏感区及生态保护红线，符合四川省“三线一单”管控要求。

本工程建设的主要不利影响是工程日调节对坝下河段日内水文情势的影响，大坝阻隔、水文情势变化等对水生生态特别是鱼类的影响，工程占地和水库淹没对陆生生态的影响，以及施工期“三废一噪”的影响。工程运行调度设计过程中，充分考虑对两河口

调峰发电的不稳定流进行再调节，尽可能缓解日内水位波动对下游水生的影响；提出生态流量与生态调度、鱼类栖息地保护、鱼类增殖放流、过鱼设施等保护方案；优化了施工总布置，避免占用河道管理范围，制定了施工迹地生态修复方案；制定了系统的环境监测及环境管理计划。在落实以上措施的基础上，可有效减缓和降低工程建设运行对区域环境质量、生态系统及生物多样性的影响。

牙根一级水电站的建设有利于增加我国清洁能源供应，保障能源安全，改善能源结构，符合国家能源发展战略，将有效促进地方经济社会发展。在落实报告书提出的各项环保措施和要求后，工程建设的不利环境影响可以得到消除或减缓，从环境保护角度分析，本工程的建设是可行的。

六、致谢

本次环境影响评价过程中，得到了生态环境部、生态环境部环境工程评估中心、四川省生态环境厅和自然资源厅、林业和草原局、甘孜州生态环境局、水电水利规划设计总院的精心指导和帮助，得到了雅江县人民政府及相关部门的协助，得到了雅砻江流域水电开发有限公司的全力支持，得到了技术协作单位水利部中国科学院水工程生态研究所、成都金玉垒环保科技有限公司、四川省川环源创检测科技有限公司的配合协助，在此一并表示衷心感谢！

目 录

1 总则	1
1.1 任务来源	1
1.2 编制目的	1
1.3 编制依据	2
1.4 评价原则	8
1.5 评价标准	8
1.6 评价工作等级	10
1.7 评价范围与时段	13
1.8 评价因子筛选与评价重点	14
1.9 环境保护目标	20
1.10 评价工作过程与程序	23
2 工程概况	25
2.1 流域概况	25
2.2 雅砻江中游水电规划环评概况	32
2.3 工程开发背景与必要性	43
2.4 工程特性	51
2.5 项目组成	54
2.6 工程枢纽布置及主要建筑物	55
2.7 工程施工	57
2.8 建设征地及移民安置	92
2.9 工程运行调度计划	95
2.10 工程投资	98
2.11 上、下游梯级电站建设情况及环境影响回顾性分析	98
3 工程分析	109
3.1 工程与相关环境保护政策和规划的符合性分析	109
3.2 工程方案的环境合理性分析	125
3.3 环境影响因素分析	133

3.4 工程分析结论	144
4 环境现状调查与评价	147
4.1 地形地貌及环境地质	147
4.2 气候气象	150
4.3 水文情势	152
4.4 水温	161
4.5 地表水质	162
4.6 地下水环境	176
4.7 水生生态	179
4.8 陆生生态	236
4.9 环境空气	278
4.10 声环境	287
4.11 土壤环境质量现状	291
4.12 固体废物	294
4.13 人群健康	294
4.14 移民安置区环境现状	295
4.15 环境敏感区	295
4.16 环境现状综合评价及主要环境问题	303
5 环境影响预测评价	306
5.1 气候影响预测与评价	306
5.2 水文情势影响预测与评价	306
5.3 水温影响预测与评价	337
5.4 地表水质影响预测与评价	340
5.5 地下水环境影响预测与评价	345
5.6 土壤环境影响预测评价	347
5.7 水生生态影响预测与评价	349
5.8 陆生生态影响预测与评价	361
5.9 人群健康影响预测与评价	371
5.10 移民安置区环境影响预测与评价	372

5.11 枢纽工程施工环境影响预测与评价	375
6 环境保护对策措施及其计技术经济论证	392
6.1 生态流量泄放与生态调度措施	392
6.2 库区水质保护措施	425
6.3 地下水环境保护措施	426
6.4 水生生态环保措施	427
6.5 陆生生态保护措施	486
6.6 土壤环境保护措施	493
6.7 人群健康保护措施	493
6.8 移民安置环境保护措施	496
6.9 枢纽工程施工环境保护措施	499
6.10 其他保护措施	519
6.11 环境保护措施实施计划	520
6.12 环境保护措施效果综合分析	526
7 环境风险评价与风险管理	528
7.1 评价目的	528
7.2 环境风险识别	528
7.3 环境风险评价	530
7.4 环境风险防范措施	533
7.5 突发环境事件应急预案	534
8 环境监测规划	540
8.1 监测目的	540
8.2 总体原则	540
8.3 监测总体布局	540
8.4 枢纽工程施工环境监测	541
8.5 枢纽工程运行环境监测	545
8.6 生态监测	547
8.7 移民安置环境监测	553
9 环境管理与监理规划	555

9.1 环境管理规划	555
9.2 环境监理规划	562
9.3 环境保护“三同时”管理规划.....	566
10 环境保护投资估算与环境影响经济损益分析	570
10.1 编制说明	570
10.2 环境保护费用估算	574
10.3 环境影响经济损益分析	586
11 环境影响评价结论	589
11.1 综合评价结论	589
11.2 建议	601

附件：

附件1：生态环境部关于《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》的审查意见（环审[2020]33号）

附件2：原四川省环境保护局“关于提交《雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》审查意见的函”（川环函[2007]162号）

附件3：中华人民共和国环境保护部办公厅“关于四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函”（环办函[2013]1072号）

附件4：四川省发展和改革委员会关于印送《四川省雅砻江两河口至牙根河段水电开发方案研究报告审查意见》的通知（川发改能源函[2012]133号）

附件5：国家发展改革委办公厅《关于同意四川雅砻江牙根一级和孟底沟水电站开展前期工作的复函》（发改办能源[2013]900号）

附件6：水电水利规划设计总院关于报送《四川省雅砻江牙根一级水电站预可行性研究报告审查意见》的函（水电规规[2013]1号）

附件7：水电水利规划设计总院关于报送《四川省雅砻江牙根一级水电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告审查意见》的报告（水电规规[2013]98号）

附件8：水电水利规划设计总院关于印发《四川省雅砻江牙根一级水电站可行性研究阶段施工总布置专题报告审查意见》的函（水电规规[2014]22号）

附件9：水电水利规划设计总院关于印送《四川省雅砻江牙根一级水电站装机容量、机组机型及台数选择专题报告审查意见》的函（水电规规[2021]94号）

附件10：甘孜州生态环境局“关于雅砻江牙根一级水电站环境影响评价执行标准的确认函”（甘环函[2021]245号）

附件11：雅江县自然资源局“关于牙根一级水电站建设征地范围与雅江县生态保护红线关系的复函”（雅自然资函[2021]33号）

附件12：甘孜州发展和改革委员会关于明确达曲河、曲入河、卧龙寺沟不再进行水电开发的通知（甘发改[2013]678号）

附件13：牙根一级用地预审与选址意见书

附件14：关于印发《四川省雅砻江两河口鱼类增殖放流站工程设计报告审查意见》的函（水电规环保[2015]31号）

附件15：牙根一级水电站环境现状补充监测结果（四川省川环源创检测科技有限公司）

附录：

附录1：牙根一级水电站陆生植物样方调查表

附录2：牙根一级水电站工程评价区植物名录

附录3：牙根一级水电站工程评价区两栖动物名录

附录4：牙根一级水电站工程评价区爬行动物名录

附录5：牙根一级水电站工程评价区鸟类名录

附录6：牙根一级水电站工程评价区兽类名录

附录7：牙根一级水电站工程评价区浮游植物名录

附录8：牙根一级水电站工程评价区浮游动物名录

附录9：牙根一级水电站工程评价区底栖动物名录

附录10：牙根一级水电站工程评价区鱼类名录

附表：

附表1：牙根一级水电站大气环境影响评价自查表

附表2：牙根一级水电站地表水环境影响评价自查表

附表3：牙根一级水电站土壤环境影响评价自查表

附表4：牙根一级水电站生态影响评价自查表

附图：

附图1：牙根一级水电站地理位置示意图

附图2：雅砻江流域水系图

附图3：雅砻江中游（两河口~卡拉河段）梯级开发方案平面图

附图4：雅砻江中游（两河口~卡拉河段）梯级开发方案纵剖面图

附图5：牙根一级水电站枢纽平面布置图

附图6：牙根一级水电站水库淹没范围示意图

附图7：牙根一级水电站施工总布置图图

附图8：牙根一级水电站外环境关系示意图

附图9：牙根一级水电站陆生生态调查线路及样方分布示意图

附图10：牙根一级水电站评价区土地利用类型图

附图11：牙根一级水电站评价区植被类型分布图

附图12：牙根一级水电站评价区植被覆盖图空间分布图

附图13: 牙根一级水电站评价区生态系统类型图

附图14: 牙根一级水电站评价区珍稀保护植物分布示意图

附图15: 牙根一级水电站评价区珍稀保护动物分布示意图

附图16: 牙根一级水电站评价区生态公益林分布图

附图17: 牙根一级水电站评价区土地利用类型变化预测图

附图18: 牙根一级水电站评价区植被类型变化预测图

附图19: 牙根一级水电站评价区景观变化预测图

附图20: 牙根一级水电站评价区芒苞草适宜生境预测图

附图21: 牙根一级水电站评价河段水生生物调查采样断面示意图

附图22: 牙根一级水电站评价河段鱼类重要生境预测图

附图23: 牙根一级水电站环境保护措施总体布局图

附图24: 牙根一级水电站生态恢复措施示意图

附图25: 牙根一级水电站砂石加工系统废水处理系统平面布置图

附图26: 牙根一级水电站鱼道平面布置图

附图27: 牙根一级水电站鱼道纵剖面图

附图28: 两河口鱼类增殖放流站总平面布置图

附图29: 牙根一级水电站鱼类栖息地保护范围示意图

附图30: 铁泉电站过鱼方案平面布置示意图

附图31: 牙根一级水电站施工期环境监测点位及生态调查范围图

附图32: 牙根一级水电站运行期环境监测点位及生态调查范围图

1 总则

1.1 任务来源

2010年11月，雅砻江流域水电开发有限公司与我公司签订了四川雅砻江牙根一级水电站预可行性、可行性研究阶段勘察设计公司，合同包括开展牙根一级水电站环境影响评价工作。

1.2 编制目的

根据雅砻江牙根一级水电站工程特性、区域和流域环境特点及有关法律法规要求，确定本工程环境影响评价目的在于：

(1) 落实流域生态环境保护和高质量发展要求，分析工程建设方案与流域综合规划、生态环境保护规划、环境功能区划、雅砻江中下游环境影响回顾性评价等的符合性与协调性，以及工程方案的环境合理性，提出优化建议。

(2) 详细调查分析工程涉及区域的自然环境、生态环境和环境质量状况，敏感保护对象及其环境问题，明确当地的环境功能、环境质量现状及其发展趋势。

(3) 回顾两河口～牙根河段在建的两河口水电站实际环境影响，调查环境保护实施情况、措施效果及存在问题，统筹考虑流域梯级开发生态环境保护要求，从两河口～牙根河段保护角度，对鱼类资源保护、重要物种资源恢复和保护等方面提出保护规划和建设方案。

(4) 全面预测评价工程施工、电站运行、淹没占地和移民安置等工程活动对评价区域环境造成的各种影响，针对工程带来的不利影响，制定可行的环境保护对策措施，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程涉及区域经济、社会、环境的可持续发展。

(5) 在预测评价和环保措施的基础上，制定工程施工期和运行期的环境监测计划，以便掌握工程对环境的实际影响程度，为工程的环境管理提供科学依据。

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

(7) 对工程拟采取的环境保护措施进行技术经济分析，提出环境保护投资估算，为

环境保护措施的实施提供资金保障。

(8) 根据环境影响预测评价结论，结合环境保护法律法规、政策的要求，从环境保护角度分析工程建设的可行性，为工程的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

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月)
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月)
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》(2018年1月)
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月)
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2021年12月)
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年9月)
- (7) 《中华人民共和国土地管理法》(2019年8月)
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》(2011年3月)
- (9) 《中华人民共和国水法》(2016年9月)
- (10) 《中华人民共和国森林法》(2020年7月)
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018年10月)
- (12) 《中华人民共和国渔业法》(2014年3月)
- (13) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019年1月)
- (14) 《中华人民共和国草原法》(2021年4月)
- (15) 《中华人民共和国防洪法》(2016年7月)
- (16) 《中华人民共和国长江保护法》(2021年3月)

1.3.2 行政法规

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年10月)
- (2) 《中华人民共和国河道管理条例》(2017年10月)
- (3) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(1996年9月，国务院令第204号，2017年10月修订)
- (4) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2003年，国务院令第377号，2017年10月修正)

- (5) 《中华人民共和国基本农田保护条例》(2011年1月)
- (6) 《土地复垦条例》(2011年2月, 国务院令第592号)
- (7) “国务院关于印发《全国生态环境保护纲要》的通知”(国发[2000]38号)
- (8) “国务院关于印发《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)
- (9) “国务院关于印发《中国水生生物资源养护行动纲要》的通知”(国发[2006]9号)
- (10) “国务院关于印发《国务院关于环境保护若干问题的决定》”(国发[1996]31号)
- (11) 《国务院关于印发《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030年)》的批复》(国函[2011]167号)
- (12) 《中华人民共和国水污染防治实施细则》(国务院令第284号, 2000年3月)
- (13) 《国务院关于印发《水污染防治行动计划》的通知》(国发[2015]17号)
- (14) 《国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见》(国办发[2018]95号)
- (15) 《地下水管理条例》(国务院令第748号, 2021年12月)

1.3.3 部委规章

- (1)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2020年11月部令第16号)
- (2)《产业结构调整指导目录(2019年本)》(2019年11月,国家发展和改革委员会令第29号)
- (3)《国家重点保护野生植物名录》(2021年9月,国家林业和草原局 农业农村部)
- (4)《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局、农业农村部公告,2021年第3号)
- (5)《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(林业部林策通字[1992]29号,2016年2月修正)
- (6)《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(农业部令第1号,2013年12月修正)
- (7)《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第4号)

1.3.4 地方法规

- (1)《四川省环境保护条例》(四川省第十二届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过, 2018年1月1日起实施)
- (2)《四川省固体废物污染环境防治条例》(2022年6月)
- (3)《四川省〈中华人民共和国环境影响评价法〉实施办法》(2019年9月)

- (4)《四川省〈中华人民共和国水法〉实施办法》(2012年7月)
- (5)《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》(2012年9月)
- (6)《四川省〈中华人民共和国渔业法〉实施办法》(2016年11月)
- (7)《四川省〈中华人民共和国野生动物保护法〉实施办法》(2009年3月)
- (8)《四川省〈中华人民共和国土地管理法〉实施办法》(2012年7月)
- (9)《四川省〈中华人民共和国文物保护法〉实施办法》(2006年7月)
- (10)《四川省〈中华人民共和国防洪法〉实施办法》(2007年8月)
- (11)《四川省新增重点保护野生动物名录》(2000年8月)
- (12)《四川省重点保护野生植物名录》(川府函[2016]27号)

1.3.5 规范性文件

- (1)“关于加强自然资源开发建设项目的生态环境管理的通知”(环发[1994]664号)
- (2)“关于加强水电建设环境保护工作的通知”(环发[2005]13号)
- (3)“关于印发《国家重点生态功能保护区规划纲要》的通知”(环发[2007]165号)
- (4)“关于印发《全国生物物种资源保护与利用规划纲要》的通知”(环发[2007]163号)
- (5)国家环境保护总局“关于进一步加强生态保护工作的意见”(环发[2007]37号)
- (6)“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)
- (7)“关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知”(环办[2012]4号)
- (8)“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)
- (9)“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)
- (10)“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)
- (11)《全国生态功能区划(修编版)》(环境保护部, 2015年11月)
- (12)《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)
- (13)《关于印发长江经济带生态环境保护规划的通知》(环规财[2017]88号)
- (14)《长江流域重点水域禁捕和建立补偿制度实施方案》(农长渔发[2019]1号)
- (15)四川省环境保护局、四川省实施西部大开发领导小组办公室“关于发布实施《四川省生态功能区划》的通知”(川环发[2006]62号)

- (16)《四川省主体功能区规划》(四川省人民政府, 2013年4月)
- (17)“四川省地面水水域环境功能划类管理规定”(川府发[1992]5号)
- (18)《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发[2018]24号)
- (19)《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发[2020]9号)
- (20)《四川省污染防治“三大战役”实施方案》(四川省委办公厅、四川省人民政府办公厅, 2016年)
- (21)《四川省长江经济带发展负面清单实施细则(试行)》(川长江办[2019]8号, 2019年8月)
- (22)《四川省发展和改革委员会关于印发〈四川省国家重点生态功能区产业准入负面清单(第一批)(试行)〉的通知》(2017年8月, 川发改规划[2017]407号)
- (23)《四川省发展和改革委员会关于印发〈四川省重点生态功能区产业准入负面清单(第二批)(试行)〉的通知》(川发改规划[2018]263号)
- (24)《四川省人民政府关于进一步加强和规范水电建设管理的意见》(川府发[2016]47号)

1.3.6 技术规范

- (1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)
- (2)《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)
- (3)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)
- (4)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)
- (5)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)
- (6)《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)
- (7)《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003)
- (8)《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)
- (9)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)
- (10)《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192-2015)
- (11)《水域纳污能力计算规程》(GB/T 25173-2010)
- (12)《水电工程环境影响评价规范》(NB/T 10347-2019)
- (13)《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10079-2018)

- (14)《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10080-2018)
- (15)《水电工程生态流量计算规范》(NB/T 35091-2016)
- (16)《水电工程水温计算规范》(NB/T 35094-2017)
- (17)《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T 35037-2014)
- (18)《水电工程过鱼设施设计规范》(NB/T 35054-2015)
- (19)《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T 35033 -2014)
- (20)《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)》(环评函[2006]4号)
- (21)《河流水生生物栖息地保护技术规范》(NB/T 10485-2021)
- (22)《水电工程环境保护设计规范》(NB/T 10504-2021)
- (23)《水电工程环境影响经济损益分析技术规范》(NB/T 10608-2021)
- (24)《水电工程水土保持生态修复技术规范》(NB/T 10510-2021)
- (25)《水电工程景观规划设计规范》(NB/T 10346-2019)
- (26)《建设项目危险废物环境影响评价指南》(原环境保护部, 2017年10月)
- (27)《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则(试行)》(川建发[2018]16号)

1.3.7 相关技术文件及批复文件

- (1)《长江流域综合规划(2012~2030年)》(长江设计院, 2012年)及批复意见(国务院国函[2012]220号)
- (2)《雅砻江流域综合规划》(水利部长江水利委员会, 2017年10月)及批复意见(水规计[2020]268号)
- (3)《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》(长江水资源保护科学研究所, 2019年12月)及审查意见(生态环境部[2020]33号)
- (4)《四川省雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划报告》(2006年6月, 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院)及批复意见(川府函[2008]368号)
- (5)《四川省雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》(2006年10月, 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院)及审查意见(川环函[2007]162号)
- (6)《四川省雅砻江两河口至牙根河段水电开发方案研究报告》(2010年8月, 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院)及批复意见(川发改能源函[2012]133号)
- (7)《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》(2013

年6月,中国水电工程顾问集团公司)及审查意见(环办函[2013]1072号)

(8)《四川省雅砻江牙根一级水电站预可行性研究报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2012年5月)及审查意见(水电规[2013]1号)

(9)《四川省雅砻江牙根一级水电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2013年5月)及审查意见(水电规[2013]98号)

(10)《雅砻江牙根一级水电站可行性研究阶段坝址、坝型及枢纽布置格局选择专题报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2014年5月)及审查意见(水电规水工[2014]32号)

(11)《四川雅砻江牙根一级水电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2014年5月)及其审查意见(水电规[2014]22号)

(12)《四川省雅砻江牙根一级水电站装机容量、机组机型及台数选择专题报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2021年4月)及审查意见(水电规[2021]94号)

(13)《四川省雅砻江牙根一级水电站可行性研究报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2021年12月)及审查意见(水电规水工[2022]41号)

(14)《雅砻江牙根一级水电站水生生态调查与评价专题》(水利部中国科学院水工程生态研究所,2021年10月)

(15)《雅砻江牙根一级水电站陆生生态调查与评价专题》(成都金玉垒环保科技有限公司,2022年5月)

(16)《雅砻江牙根一级水电站环境现状补充监测报告》(四川省川环源创检测科技有限公司,2021年10月)

(17)《雅砻江两河口水电站环境影响报告书》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2013年12月)及其批复意见(环审[2013]327号)

(18)《四川省雅砻江两河口水电站蓄水阶段环境保护验收调查报告》(中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司,2020年9月)及验收意见

(19)《四川省雅砻江两河口鱼类增殖放流站设计报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2015年1月)及审查意见(水电规环保[2015]31号)

(20)《四川省雅砻江两河口水电站蓄水计划及调度方案报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2022年10月)及批复意见(长水资管[2020]549号)

(21)《雅砻江两河口水电站环境监测年报》(2019~2021年度,四川省天晟源环保股

份有限公司)

(22)其它地方环境保护相关规划

1.4 评价原则

(1) 生态优先、依法评价原则

贯彻落实习近平总书记生态文明思想，坚持生态优先、绿色发展，严格执行环境保护相关法律法规、标准、政策等，落实四川省“三线一单”管控要求。牙根一级水电站环境影响分析及措施制定与长江保护法、流域综合规划、中游水电开发规划及中下游回顾性评价协调一致；同时，与上下游已建、拟建梯级的生态环境保护措施相协调，与雅江县生态建设互为裨益。

(2) 客观公正、科学评价原则

按照环境保护相关规范导则，采用数值模拟、物理模型、统计分析等评价方法，科学、客观、公正地分析和评价工程建设对水文、水温、水质、水生生态、陆生生态等环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，并针对不利环境影响提出科学合理的环境保护措施。

(3) 全面分析、突出重点原则

根据工程建设内容及其特点，全面梳理其外环境关系，识别重点、敏感的环境问题，并针对工程主要环境影响如水文情势变化、水生生态影响、施工期环境影响等方面予以重点分析和评价，借鉴已建、在建水电站环境保护措施的成功经验提出切实可行的环保措施。

1.5 评价标准

工程评价标准根据工程区域环境功能，按照甘孜州生态环境局“关于雅砻江牙根一级水电站环境影响评价执行标准的函”（甘环函[2021]245号）所确认的标准执行。

1.5.1 环境质量标准

(1) 地表水环境质量：按照2011年国务院批准的《全国重要江河湖泊水功能区划(2011~2030)》，牙根一级所在河段位于“雅砻江石渠甘孜西昌保留区”，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类水域标准。

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

(3) 环境空气质量：施工区及周边区域执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。

(4) 声环境质量：施工区及周边区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2类标准，其中交通干线道路两侧道路红线外30m范围以内区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的4a类标准。

(5) 土壤环境：工程影响区域农用地土壤环境执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)农用地土壤污染风险筛选值，建设用地土壤环境执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地筛选值。

主要环境质量标准值表

表 1.5-1

《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) II类(mg/L)		《地下水质量标准》 (GB/T 14848-2017) III类		《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级 (mg/m ³ 标准状态，日均值)		《声环境质量标准》 (GB3096-2008) [dB(A)]		
项目	标准限值	项目	标准限值	项目	标准限值	项目	2类	4a类
pH	6~9	pH	6.5~8.5	TSP	0.30	昼间	60	70
溶解氧	≤6	总硬度 (以CaCO ₃ 计)	≤450	PM ₁₀	0.15	夜间	50	55
COD _{Cr}	≤15	溶解性总固体	≤1000					
高锰酸盐指数	≤4	铁	≤0.3					
BOD ₅	≤3	铜	≤1.0					
氨氮(NH ₃ -N)	≤0.5	锰	≤0.1					
氟化物	≤1.0	锌	≤1.0					
总氮(湖、库以 N计)	≤0.5	镉	≤0.01					
总磷(以P计)	≤0.1 (湖、库 0.025)	铬(六价)	≤0.05					
氰化物	≤0.05	铅	≤0.05					
挥发酚	≤0.002	硝酸盐(以N计)	≤20					
石油类	≤0.05	阴离子合成洗涤剂	≤0.3					
砷	≤0.05							
汞	≤0.00005	挥发酚(以苯酚计)	≤0.002					
六价铬	≤0.05	氟化物	≤1.0					
阴离子表面活性 剂	≤0.2	氰化物	≤0.05					
粪大肠菌群 (个/L)	≤2000	砷	≤0.05					
pH	6~9	硒	≤0.01					
		汞	≤0.001					
		氯化物	≤250					
		硫酸盐	≤250					

1.5.2 污染物排放标准

(1) 废(污)水治理目标及排放标准：工程河段属Ⅱ类水域，禁止新建排污口，生产(生活)废水处理后综合利用或回用，禁止外排。

(2) 环境空气污染防治目标及排放标准：做好施工期环境保护工作，减免工程施工对区域环境空气的不利影响，主要施工区域大气污染物排放标准执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-2012)中的新污染源无组织排放浓度限值及《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB512682-2020)。

(3) 噪声污染防治目标及排放标准：做好施工期噪声控制工作，施工区噪声排放执行《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2类标准。

(4) 固体废弃物处理目标及标准：一般固废执行《一般工业固体废物贮存、处置的污染控制标准》(GB18599—2020)；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)。

污染防治目标主要参数及排放标准限值详见表1.5-2。

污染防治目标主要参数及排放标准限值表

表 1.5-2

大气污染物排放标准					噪声排放标准				
《大气污染物综合排放标准》(GB16297-2012) (mg/m ³)		《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB512682-2020)(μg/m ³)			《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011) [dB(A)]			《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类[dB(A)]	
项目	无组织排放监控浓度限值	项目	拆除工程/土方开挖/土方回填阶段	其他工程阶段	项目	昼间	夜间	昼间	夜间
颗粒物	1.0	总悬浮颗粒物(TSP)	600	250	L _{eq}	70	55	60	50
					L _{Amax}		70		

1.6 评价工作等级

1.6.1 地表水环境

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ/T2.3-2018)，本工程施工期为水污染影响型，由于施工期间产生的生产、生活废(污)水将综合利用、不排放，因此施工期评价等级为三级B。

运行期属于水文要素影响型，按照径流-库容法， $\alpha=512>20$ (多年平均径流量210亿

m³, 总库容0.4142亿m³), 兴利库容与年径流量百分比 $\beta=0.00091<2$ (调节库容0.1913亿m³, 多年平均径流量210亿m³); 但工程坝下6km保留河段已纳入雅砻江中下游水生生态栖息地保护范围, 根据导则评价工作等级为二级。

进一步根据《水电工程环境影响评价规范》(NB/T 10347-2019)对运行期水文情势、水温评价等级进行判别, 其中:

(1) 水文情势: 工程所在的雅砻江属大河, 水库为日调节水库, 水文情势评价等级初步判定为二级, 但考虑到工程坝下6km保留河段已纳入雅砻江中下游水生生态栖息地保护范围, 水文情势评价等级上调一级, 评价等级定为一级。

(2) 水温: 经计算, 牙根一级 α 值为 $512>20$, 属于混合型水库, 河流水温敏感程度为敏感, 水温评价等级判定为二级。

(3) 地表水质: 工程施工期及运行期有一定的废(污)水产生, 但全部综合利用不外排, 评价河段沿岸现有点源直接排放的废水量在200~20000m³/d之间, 属于中负荷水平, 考虑到牙根一级坝下约5km处分布有雅江县城, 对区域水功能及城市景观需水要求较高, 综合判定地表水质评价等级判定为二级。

1.6.2 地下水环境

本工程为水电项目, 属《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)中明确的III类建设项目。据调查, 影响评价范围内没有涉及地下水的集中式饮用水源地、分散式饮用水源地及特殊地下水资源保护区等敏感区域, 地下水环境敏感程度为不敏感, 根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016), 地下水环境影响评价工作等级为三级。

1.6.3 生态环境

工程不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境, 工程占地规模小于20km², 但工程运行期属于水文要素影响型且地表水评价等级达到二级, 根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022), 生态影响评价等级定为二级。同时针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级, 其中因大坝阻隔、水库蓄水和运行调度将对河道水文情势产生较明显的改变, 因此将水生生态影响评价工作等级上调一级, 评价等级定为一。工程占地范围涉及公益林, 综合评定陆生生态评价等级定为二级。

1.6.4 大气环境

工程大气影响主要来源于施工期土石方开挖、填筑、弃渣、爆破和汽车扬尘等活动，主要污染物为TSP，具有源强小、间断性、分散性、无组织排放等特性，影响随着施工结束而消失，且施工区域污染物稀释扩散条件较好，大气污染物的影响范围和程度有限。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）估算模式计算，工程施工过程中TSP最大地面质量浓度占标率 $P_{max} < 1\%$ 。对照导则判定，大气环境评价等级为三级。

1.6.5 声环境

工程区域适用《声环境质量标准》（GB3096-2008）中规定的2类或4a类区。工程声环境影响主要来源于施工期机械使用、开挖爆破、汽车行驶等活动，具有间断性、分散性等特点，且影响随着施工结束而消失。施工区200m范围内人口数量较少，受噪声影响人口数量没有显著增加，施工期在未采取声环境减缓措施情况下，各声环境敏感目标噪声级增高量3dB(A)~5dB(A)。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）评价等级分级原则，本工程施工期声环境评价等级确定为二级。

1.6.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》（HJ964-2018），本工程属生态影响型项目，根据行业类别，“水力发电”属于II类建设项目；工程位于中高山峡谷区，土壤含盐量 $< 2\text{g/kg}$ ，土壤pH在5.5~8.5之间，建设项目所在地土壤环境敏感程度为“不敏感”。对照导则判定，土壤环境评价等级确定为三级。

1.6.7 环境风险

工程施工期环境风险源主要为工程炸药库和油库，属于易燃、易爆物质，均利用上游两河口水电站已建设施。目前，两河口水电站油库建成容量为 680m^3 ，其中柴油容量 620m^3 ，汽油容量 60m^3 ；换算后柴油最大存油量约533.2t，汽油最大存油量约43.8t；本项目施工期内使用乳化炸药量共计1188t，利用两河口西地土料场附近设置的地下炸药库临时储存，每次乳化炸药储存量按施工使用半个月计，约30t，炸药主要成分硝酸铵含量约为85%，临时存储量约为25.5t。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录C，本工程危险物质数量与临界量的比值 $Q = (533.2 + 43.8) / 2500 + 25.5 / 50 = 0.74$ ，Q小于1，则该项目环境风险潜势为I级；同时，两河口水电站施工过程中针对炸药库和油库已布设完善的防范措施体系，

且稳定运行多年，从未发生泄露、爆炸等环境风险事故。因此，综合判定牙根一级水电站环境风险评价等级为简单分析。

1.7 评价范围与时段

1.7.1 评价范围

1.7.1.1 地表水环境

由于牙根一级水电站为雅砻江中游控制性水库两河口水电站的反调节水库，对两河口电站日内调峰形成的不稳定流具有一定削峰、坦化作用。因此，本次地表水环境评价范围应结合两河口水电站日调节运行对下游水文情势的影响范围以及下游电站建设情况及支流汇入情况综合确定。

根据两河口和牙根一级联合运行调度方案及其水文情势影响范围，确定本次地表水环境评价范围为牙根一级水库库尾~下游孟底沟库尾的雅砻江干流河段及牙根一级库区、坝下6km保留河段内主要支沟。其中重点调查河段为牙根一级水库库尾~牙根一级水电站坝址之间约20.2km的库区河段、坝下至牙根二级库尾之间长约6km的保留河段以及区间苦乐沟、湾地沟、卧龙寺沟（又名王呷河）、格西沟等主要支流。

1.7.1.2 地下水环境

本工程建设对地下水的影响途径主要为水库蓄水后造成库周区域地下水水位变化，施工场地施工废污水或生活垃圾等固体废物未有效处理下渗对地下水的影响，由此确定地下水评价范围主要为库周及枢纽工程区水文地质单元。

1.7.1.3 生态环境

(1) 水生生态

与地表水环境评价范围相同，即牙根一级水库库尾~下游孟底沟库尾的雅砻江干流河段及牙根一级库区、坝下6km保留河段内主要支沟。其中重点调查河段为牙根一级水库库尾~牙根一级水电站坝址之间约20.2km的库区河段、坝下至牙根二级库尾之间长约6km的保留河段以及区间苦乐沟、湾地沟、卧龙寺沟（又名王呷河）、格西沟等主要支流。

(2) 陆生生态

工程所在区域地处雅砻江中游峡谷，河谷生态特征明显。根据工程特点，确定本工程陆生生态评价范围为：牙根一级水电站库尾~坝址下游1000m(包含整个施工区)第一

层岭脊线以内的陆域范围，评价区总面积44.418km²，海拔范围为2560-3756m。其中重点评价范围为水库淹没区、施工占地区、移民安置与专项设施复建区等。

1.7.1.4 大气环境

结合本项目施工布置及水电工程施工特点，确定大气环境的评价范围为工程大坝枢纽区、各施工占地区、场内施工道路、移民安置点、专项设施复建区及其周边200m范围，重点是场内施工道路两侧居民点。

1.7.1.5 声环境

与大气环境评价范围保持一致，主要为工程大坝枢纽区、各施工区、场内施工道路、移民安置点、专项设施复建区及其周边200m范围，重点是各工区附近受交通噪声影响的居民点。

1.7.1.6 土壤环境

大坝枢纽区、水库淹没区、施工占地区和移民安置区等征占地范围及其周边1km范围内。

1.7.2 评价时段

环境现状评价水平年为2021年，并注重历史资料的收集。

施工环境影响预测水平年为施工高峰年(预计2025年)，运行期预测水平年为工程竣工后的第3年。

1.8 评价因子筛选与评价重点

1.8.1 环境影响识别

在全面、深入开展工程区环境现状调查、发展规划资料收集等工作基础上，根据工程区环境保护要求和保护目标特点，结合本工程的工程任务、影响范围以及开发方式等基本情况，并参考国内外同类项目环境影响及环境保护的实践经验，根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)及《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019)，采用矩阵法对工程各环境因素可能产生的影响进行初步识别分析，结果见表1.8-1。

1.8.2 评价因子筛选

根据环境影响识别，本项目的主要环境影响因子是水文情势、水生生态、陆生生态、声环境等。工程环境影响评价现状评价因子和预测评价因子详见表1.8-2。

牙根一级水电站环境影响识别表

表 1.8-2

环境要素	现状评价因子	预测评价因子
水环境	水文情势、水质	水文情势、水质
生态环境	陆生生态、水生生态、水土流失	陆生生态、水生生态、水土流失
声环境	LAeq	LAeq
固体废物	生活垃圾	生活垃圾

1.8.3 评价重点

根据评价因子筛选结果，结合环境敏感对象及环境保护目标，拟定牙根一级水电站环境影响评价重点内容详见表1.8-3。

牙根一级水电站环境影响评价重点内容一览表

表 1.8-3

环境要素	评价时段	评价重点内容
地表水环境影响	施工期	工程施工对河流中SS浓度的影响
	运行期	电站运行对库区水文情势的影响
		运行期对坝下水质的影响
声环境影响	施工期	工程施工噪声对区域声环境的影响
生态环境影响	施工期	工程施工对陆生生态、水土流失的影响
	运行期	水库淹没及工程占地对植被和陆生生物多样性的影响
		大坝阻隔、水文情势变化对水生生态、鱼类及其“三场”的影响

牙根一级水电站环境影响识别与评价因子筛选矩阵表

表 1.8-1

环境要素	环境因子		枢纽工程施工							枢纽工程运行				移民安置				筛选结果
	因子	在区域环境中的权重	施工导流	施工工厂	施工生活	交通运输	施工占地	施工采石取土	施工弃渣	大坝阻隔	水库蓄水	调度运行	电厂运行管理	农村移民	城镇迁建	专业项目处理	库底清理	
气候气象	气温	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	△
	降水	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	△
	湿度	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	△
	风	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	△
	蒸发	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	△
水文情势	流量	III	-2SRD	0	0	0	0	0	0	0	-2LND	-2LND	0	0	0	0	0	★
	水位	III	0	0	0	0	0	0	0	-2LNDC	-2LNDC	-2LNDC	0	0	0	0	0	★
	水深	III	0	0	0	0	0	0	0	-2LNDC	-2LNDC	-2LNDC	0	0	0	0	0	★
	流速	III	-1SRD	0	0	0	0	0	0	-2LNDC	-2LNDC	-2LNDC	0	0	0	0	0	★
	悬移质	II	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	☆
	推移质	II	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	☆
	泥沙淤积	II	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	☆
	潮汐	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	△
水温	水温	II	0	0	0	0	0	0	0	0	-1LND	-1LND	0	0	0	0	0	☆
地表水质	pH值	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	SS	II	0	0	0	0	0	0	0	-1LRD	-1LRD	-1LRD	0	0	0	0	0	☆
	COD	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LRD	-1LRD	-1LRD	0	0	0	0	0	★
	BOD ₅	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LRD	-1LRD	-1LRD	0	0	0	0	0	☆
	DO	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LRD	-1LRD	-1LRD	0	0	0	0	0	☆
	石油类	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	总磷	III	0	0	0	0	0	0	0	-2LRD	-2LRD	-2LRD	0	0	0	0	0	★
	氨氮	III	0	0	0	0	0	0	0	-2LRD	-2LRD	-2LRD	0	0	0	0	0	★
	高锰酸盐指数	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆

环境要素	环境因子		枢纽工程施工							枢纽工程运行				移民安置				筛选结果
	因子	在区域环境中的权重	施工导流	施工工厂	施工生活	交通运输	施工占地	施工采石取土	施工弃渣	大坝阻隔	水库蓄水	调度运行	电厂运行管理	农村移民	城镇迁建	专业项目处理	库底清理	
	水体营养状况	III	0	0	0	0	0	0	0	-2LRD	-2LRD	-2LRD	0	0	0	0	0	★
	水域纳污能力	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LRD	-1LRD	-1LRD	0	0	0	0	0	☆
	总溶解气体饱和度	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
地下水环境	水位	II	0	0	0	0	0	0	0	0	-1LRD	-1LRD	0	0	0	0	0	☆
	pH值	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	溶解性总固体	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	氨氮	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	高锰酸盐指数	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
水生生态	水生生境适宜性	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	★
	水生生物多样性	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	★
	鱼类种类	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	★
	鱼类资源量	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	★
	鱼类种群生存力	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	★
	水生生态系统连通性	III	-2SRD	0	0	0	0	0	0	-2LNDC	-2LNDC	-2LNDC	0	0	0	0	0	★
	水生生态系统结构	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	★
	水生生态系统功能	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	★
	保护鱼类与重要经济鱼类	III	0	0	0	0	0	0	0	-1LNDC	-1LNDC	-1LNDC	0	0	0	0	0	★

环境要素	环境因子		枢纽工程施工							枢纽工程运行				移民安置				筛选结果
	因子	在区域环境中的权重	施工导流	施工工厂	施工生活	交通运输	施工占地	施工采石取土	施工弃渣	大坝阻隔	水库蓄水	调度运行	电厂运行管理	农村移民	城镇迁建	专业项目处理	库底清理	
陆生生态	水生生态敏感区	III	0	0	0	0	0	0	0	-2LNDC	-2LNDC	-2LNDC	0	0	0	0	0	★
	土壤结构	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	△
	土壤理化性状	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	土壤肥力	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	△
	植被类型	III	-1SRD	-1SRD	-1SRD	-1SRD	-1SRD	-1SRD	-1SRD	0	-1LND	0	0	0	0	0	0	★
	植被分布	III	-1SRD	-1SRD	-1SRD	-1SRD	-1SRD	-1SRD	-1SRD	0	-1LND	0	0	0	0	0	0	★
	植物多样性	III	0	-1SRD	0	0	-1SRD	-1SRD	-1SRD	0	-1LND	-1LND	0	-1LND	-1LND	-1LND	-1LND	★
	陆生动物多样性	III	0	-1SRD	0	0	-1SRD	-1SRD	-1SRD	0	-1LND	-1LND	0	-1LND	-1LND	-1LND	-1LND	★
	陆生生态系统类型	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	★
	陆生生态系统功能	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	★
	陆生生态系统完整性	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	★
	保护动植物、狭域种以及古树名木	III	0	-1SRD	0	0	-1SRD	-1SRD	-1SRD	0	-1LND	-1LND	0	-1LND	-1LND	-1LND	-1LND	★
大气环境	陆生生态敏感区	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	TSP	II	0	-1SRD	0	-1SRD	0	-1SRD	-1SRD	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	NO _x	II	0	-1SRD	0	-1SRD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	SO ₂	II	0	-1SRD	0	-1SRD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆

环境要素	环境因子		枢纽工程施工							枢纽工程运行				移民安置				筛选结果
	因子	在区域环境中的权重	施工导流	施工工厂	施工生活	交通运输	施工占地	施工采石取土	施工弃渣	大坝阻隔	水库蓄水	调度运行	电厂运行管理	农村移民	城镇迁建	专业项目处理	库底清理	
声环境	噪声	III	0	-2SRD	0	-2SRD	0	-2SRD	-2SRD	0	0	0	0	0	0	0	0	★
人群健康	传染病源	II	0	0	-1SRD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
景观	景观资源	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	☆
	景观视觉	II	0	0	0	0	0	0	0	-1LND	-1LND	-1LND	0	0	0	0	0	☆

填表说明：

- 1 影响性质，有利影响用+表示，不利影响用-表示；长期影响用L表示，短期影响用S表示；可逆影响用R表示，不可逆影响用N表示；直接影响用D表示，间接影响用I表示；累积影响用C表示。
- 2 影响程度，无影响用0表示，影响小用1表示，影响中等用2表示，影响大用3表示。
- 3 权重，重要用III表示，次要用II表示，可忽略用I表示。
- 4 筛选结果，重点评价用★表示、一般评价用☆表示、不做评价用△表示。

1.9 环境保护目标

1.9.1 保护目标

1.9.1.1 预防保护目标

(1) 优化施工布置、施工工艺、施工程序及施工管理，尽量减少对环境敏感对象的影响。

(2) 控制施工占地，减少对工程地区现有林地、耕地的占压和破坏；加强施工管理，减轻工程活动对区域动、植物特别是珍稀保护物种造成不利影响，维护工程及其周边区域的生态完整性、稳定性和生物多样性。

(3) 维护工程区域水环境、环境空气及声环境质量，重点做好施工期的环境保护工作。加强施工期管理，强化施工期各类污染物产生与排放的控制，防止施工扬尘、噪声对工程区周围环境以及当地居民正常生活产生影响。

(4) 保护工程区域水生生态系统，加强涉水工程施工管理，防治施工污染对水生生态的影响；结合主体工程方案优化设计，综合考虑水生生态保护需求。

(5) 合理规划移民安置方案，保证不降低移民安置点生态环境质量。

1.9.1.2 污染控制目标

(1) 水环境保护目标：施工期施工生产废水和污水处理后综合利用，不外排，减免工程施工期对区域水环境的不利影响，维护工程河段现有水域功能和水环境质量。加强施工附属建筑物等区域的地面防渗措施，避免污染工程占地区地下水环境。

(2) 大气环境保护目标：作好施工期大气环境保护工作，施工期废气排放按《大气污染物综合排放标准》(GB16297-2012)中的新污染源无组织排放浓度限值及《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB512682-2020)控制，确保施工影响区环境空气质量达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。

(3) 声环境保护目标：各施工工区边界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB16297-2011)相应标准，敏感点声环境质量达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)相应限值。

(4) 固体废弃物处置目标：完善施工区固体废物收运系统，使工程施工期生活垃圾、建筑垃圾、危险废物收集处置率达100%，避免二次污染。

1.9.1.3 恢复治理目标

(1) 陆生生态恢复保护目标：重视开挖边坡及渣场的防护，通过集中挡护弃渣和种植林草植被等工程和植物措施，保护水土资源，使工程防治责任范围内的表土保护率达90%以上，林草植被恢复率达99%以上，林草植被覆盖率达18%。治理和预防因工程建设产生的水土流失和景观破坏，满足区域生态环境保护要求。

(2) 水生生态保护措施：根据流域水生生态保护措施体系规划，结合本工程特点，采取栖息地保护、过鱼、人工增殖放流、科学研究、开展水生生态监测和加强渔政管理等综合措施。

(3) 移民安置环境保护目标：采用工程及植物措施防治移民安置区水土流失与植被破坏，营造良好的生产、生活环境。

1.9.2 环境敏感对象

本工程不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、生态保护红线、水产种质资源保护区等环境敏感区。工程征占地范围距格西沟国家级自然保护区最近直线距离约1.17km，保护区最低点海拔2800m，高于牙根一级水电站正常蓄水位2605m，牙根一级水电站工程枢纽布置及水库淹没均不涉及该保护区；庆达沟省级森林公园位于牙根一级库尾以上河段，森林公园边界距牙根一级库尾最近水平距离约0.8km，牙根一级水电站工程枢纽布置及水库淹没均不涉及该森林公园；牙根一级库区湾地沟内分布有呷拉镇饮用水水源保护地，依据批复的该饮用水水源保护区范围（甘府函[2019]218号），该饮用水水源保护地取水口高程2840m，远高于牙根一级水电站正常蓄水位2605m，保护区外边界距离湾地沟支库回水末端约3km，工程建设对呷拉镇饮用水水源保护地没有影响。

根据工程布置和周围环境特征，本工程环境保护对象及保护要求详细情况见表1.9-1，工程外环境关系图见附图7。

牙根一级水电站工程环境敏感对象一览表

表 1.9-1

环境要素	敏感对象		保护级别	区位关系	保护目标
水环境	地表水	工程河段河流水体	II类	工程江段干支流	处理后综合利用，禁止外排，维护工程河段现有水域功能。
				坝址下游河段	为鱼类繁殖、鱼卵孵化和幼鱼发育创造条件
生态环境	主要珍稀保护物种	厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡	国家二级	工程河段均有分布，部分为历史上记载有分布	水生物种
		长丝裂腹鱼、青石爬鮡	省级		水生生物
		白马鸡、大鸮、红隼	国家二级	河谷区比较罕见	珍稀保护鸟类
		白喉针尾雨燕	省级	工程区偶有活动	珍稀保护鸟类
		猕猴、赤狐、黑熊	国家二级	偶见于河谷区活动	珍稀保护兽类
	重要生境	呷拉镇河段裂腹鱼类产卵场		上端经纬度： E101°0'7.81"， N30°6'40.54"	保护鱼类生境
				下端经纬度： E101°1'14.51"， N30°6'19.96"	
				河道长度约1.0km	
		卧龙寺沟河口裂腹鱼类产卵场		上端经纬度： E101°1'6.13"， N30°1'52.93"	
				下端经纬度： E101°0'45.89"， N30°1'27.59"	
				位于坝下5km，河道长度约0.6km	
		下渡林场河段鮡科鱼类产卵场		上端经纬度： E101°1'4.96"， N29°58'5.15"	
				下端经纬度： E101°1'21.55"， N29°57'40.80"	
				位于坝下12km，河道长度约1km	
		霍曲河河口裂腹鱼类、鮡科鱼类产卵场		上端经纬度： E101°5'7.79"， N29°44'26.64"	
				下端经纬度： E101°5'7.64"， N29°43'34.71"	
				位于坝下42km，河道长度约1.5km	
	生态敏感区	公益林	国家二级	施工占地及水库淹没涉及公益林33.86hm ²	
声环境与环境空气	集中居民点	雅江县社会福利救助中心(共有职工5人，孤寡老人12人)	农村居民点/企事业单位	工程2#施工公路附近，最近直线距离约18m，高差+9m	声环境与环境空气质量

环境要素	敏感对象		保护级别	区位关系	保护目标
		雅江县看守所(海拔高程约2602m), 占地面积约1920m ²		工程2#施工公路附近, 最近直线距离约25m, 高差+10m	
		雅江县森林武警营地(海拔高程约2601m), 占地面积约5475m ²		工程2#施工公路附近, 最近直线距离约24~95m, 高差+5m~+25m	
		雅江县森林消防大队营地(海拔高程约2599m), 占地面积约3193m ²		工程2#施工公路附近, 距离约19m, 高差+9m;	
		白姑村居民点(约26户, 100人)		沿1#公路终点、3#公路间原S220沿线分布; 距离约7~146m, 高差约+3m~42m	
景观环境	雅江县城	雅江县城是全县政治、经济、文化中心, 县城建成面积约0.8km ² , 聚居人口约1.2万人		牙根一级水电站坝址上距雅江县城约5km	维护雅江县城水质及水域景观
其他	文物古迹	基俄西北塔	三普文物点	均位于正常蓄水位2605m以下	尽量恢复原有功能
		基俄吊桥	三普文物点		
		章给白塔	小型宗教设施		

1.10 评价工作过程与程序

按照《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》的要求, 本工程环境影响评价工作划分为调查分析和工作方案制定阶段、分析论证和预测评价阶段、报告书编制三个阶段。本工程环境影响评价程序见图1.10-1。

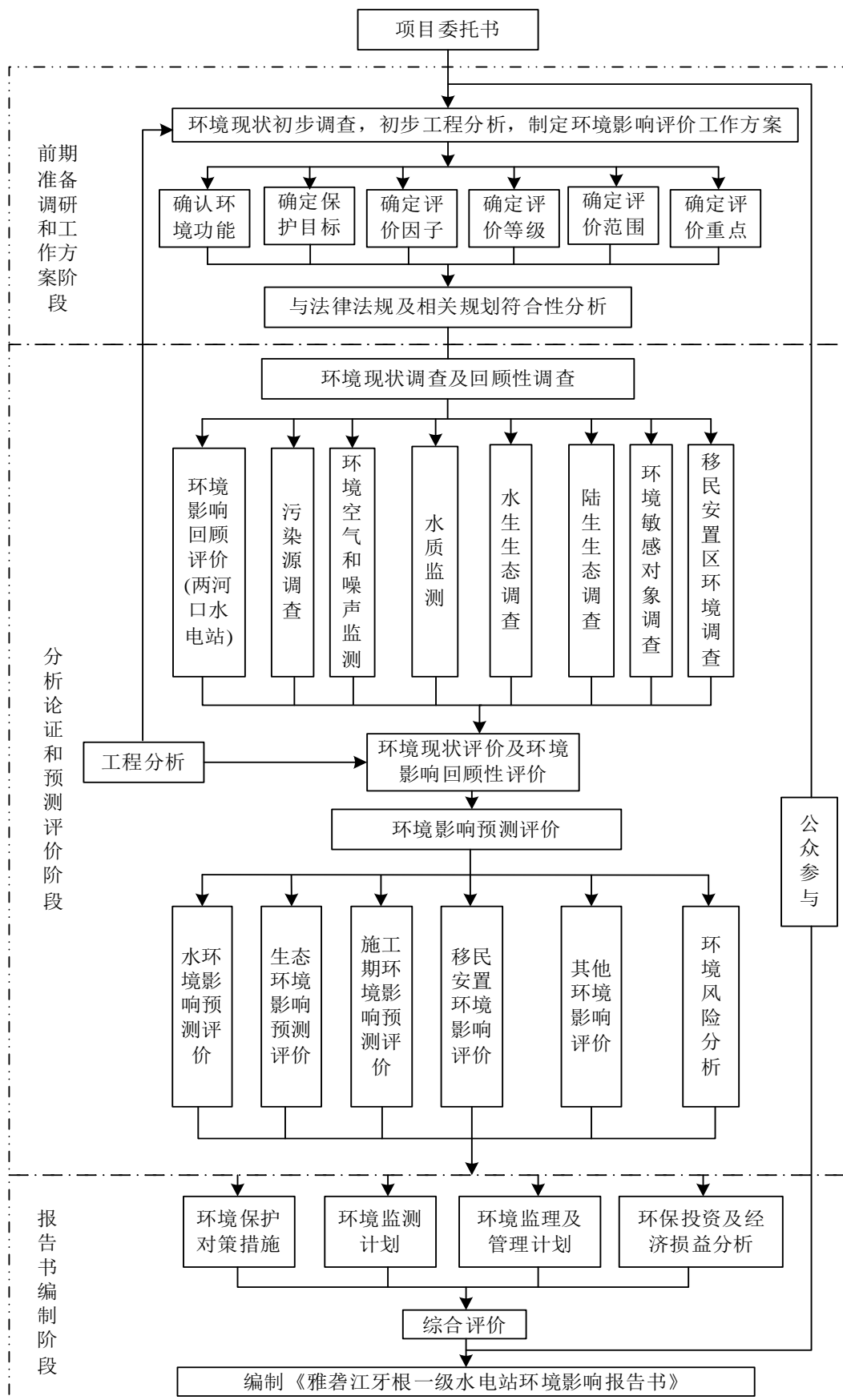


图 1.10-1 牙根一级水电站环境影响评价工作程序

2 工程概况

2.1 流域概况

2.1.1 流域基本情况

雅砻江是金沙江第一大支流，发源于青海省玉树县境内的巴颜喀拉山南麓，自西北向东南流，在呷依寺附近进入四川省，至两河口与左岸鲜水河汇合后转向南流，经雅江至洼里上游约8km处右岸有小金河汇入，其后折向东北，绕锦屏山形成长约150km的著名大河湾，巴折以下继续南流，至小得石下游约3km处左岸又有安宁河加入，再向南流，于攀枝花市下游的保果汇入金沙江。雅砻江两河口以上为上游河段，两河口至卡拉段为中游河段，卡拉至江口为下游河段，上、中、下游干流河道长度分别为738km、385km、412km。雅砻江流域概况详见附图2。

雅砻江河源至江口干流全长约 1535km，流域面积约 12.84 万 km^2 ，约占金沙江(宜宾以上)集水面积的 25.8%；其中四川境内河长 1427km，天然落差 3156m。江口处多年平均流量为 $1930\text{m}^3/\text{s}$ ，年径流量 610 亿 m^3 。整个流域大致呈南北向条带状，流域平均长度约 950km，平均宽度约 137m，河系为羽状发育。雅砻江河道下切十分强烈，沿河岭谷高差悬殊，相对高差一般在 500~1500m，河源至河口海拔自 5400m 降至 980m，落差达 4420m，平均坡降 2.82‰。

牙根一级水电站位于雅砻江中游河段，坝址下距雅江县城约5km，上距雅砻江中游控制性水库两河口水电站坝址约20.2km，坝址控制流域面积6.59万 km^2 ，多年平均流量 $677\text{m}^3/\text{s}$ 。牙根一级水电站地理位置详见附图1。

2.1.2 流域水电规划及开发利用现状

2.1.2.1 雅砻江流域综合规划

2020年12月，水利部以“水规计[2020]268号”文批复了《雅砻江流域综合规划》。《雅砻江流域综合规划》根据国家对流域的定位，提出坚持“节约优先，保护优先，自然恢复”等流域治理开发与保护的原则。在水资源综合利用方面坚持节约优先，着力推进水资源高效利用，提高水资源利用率和生产率；在水环境方面坚持保护优先，加大水环境保护力度，坚持预防为主、综合治理，有效改善水环境质量；实行最严格的湿地保护制度，贯彻落实党中央、国务院关于湿地的决策部署，加强流域内湿地保护与管理；

在水生态方面坚持自然恢复为主，加大生态保护和修复力度，从源头上维系良好的生态系统。正确处理开发与保护、经济与生态的关系，合理开发水资源，维护河流优良生态，努力实现流域人口、资源、环境的协调发展。

《雅砻江流域综合规划》对干流河段水能资源进行了开发分区。为预防因开发导致区域环境破坏，保护脆弱的生态环境及民族文化，将河源至仰日73km河段划为水能资源禁止开发河段，将雅砻江干流上游仰日至甘孜506km河段划为水能资源规划保留河段，两河段占干流河道总长的37.7%。雅砻江干流甘孜以下河段（956km）在保护生态环境、严守生态红线的前提下，保障农产品供给，保障供水安全和供水能力，增强能源保障能力，确保民生安全，改善区域生态环境，维护下游的鱼类生境，发挥河段防洪作用，适时适度开发水能资源。初拟甘孜以下河段共布置19个梯级，从上到下依次为木罗、仁达、林达、乐安、新龙、共科、甲西、两河口、牙根一级、牙根二级、楞古、孟底沟、杨房沟、卡拉、锦屏一级、锦屏二级、官地、二滩、桐子林，装机容量28105MW，并明确指出“近期完成在建的两河口、杨房沟、桐子林等水电站建设，优先开发牙根一级、牙根二级、楞古、孟底沟、卡拉等梯级”。

2.1.2.2 雅砻江干流水电规划

雅砻江流域水量充沛，落差巨大集中，水能资源蕴藏丰富，干支流水能资源技术可开发总量34620MW，其中干流29590MW，占全流域的85%。根据河流水能资源分布特征，将雅砻江干流划分为上游(东西两源汇合处清水河镇～两河口)、中游(两河口～卡拉)、下游(卡拉～江口)三段分别进行水电规划与开发。

(1) 雅砻江上游段

为推进雅砻江上游水电开发，在四川省发改委的安排下，2006年我公司先期启动了雅砻江上游水电规划研究工作。经过多次现场查勘，开展了测量、地质、勘探、试验及大量规划设计和协调工作，联合有关单位开展了雅砻江上游水电规划环境影响评价相关专题研究，于2011年7月完成了《雅砻江上游河段水电规划报告（中间成果）》。同年7月底水电水利规划设计总院对雅砻江上游水电规划进行了现场检查，并委托中国水利水电建设工程咨询公司对《雅砻江上游河段水电规划报告（中间成果）》进行了咨询。遵照提出的建议和乐安河段梯级方案的变化，2014年3月完成了《雅砻江上游河段水电规划报告（修改稿）》；2015年1月，水电水利规划设计总院在北京主持召开了《雅砻江上游水电规划环境影响报告书（初稿）》技术讨论会，根据专家意见和建议，同年9月完成

了《雅砻江上游河段水电规划报告（咨询稿）》。为贯彻党的“十九大”和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，根据《中华人民共和国长江保护法》的规定和《雅砻江流域综合规划》的要求，2021年5月完成了《雅砻江上游河段水电规划报告（送审稿）》，同年5月下旬水电水利规划设计总院在成都组织召开了送审稿技术评审会议。根据现阶段规划成果，规划报告推荐在已建鄂曲水电站以下布置温波、木能达、格尼、木罗、仁达、林达、乐安、新龙、共科、甲西“1库10级”的梯级规划方案，初拟总装机容量2283MW。

目前，雅砻江上游段规划尚未正式审查批复。

(2) 雅砻江中游段

雅砻江中游两河口～卡拉河段长385km，天然落差985m，河道平均比降2.56‰。该河段自2002年开始启动水电开发规划工作；2006年6月，我公司编制完成了《四川省雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划报告》，并通过了水电水利规划设计总院会同四川省发展和改革委员会组织的审查；2008年12月，四川省人民政府以“川府函[2008]368号”文批复同意了该规划报告。根据规划报告及其批复意见，雅砻江中游两河口～卡拉河段的开发任务主要是以发电为主，兼顾防洪，并促进地方经济社会发展，同时具有改善下游通航条件、拦沙和保护生态环境等综合效益；报告推荐6级开发方案，自上而下分别为两河口、牙根、楞古、孟底沟、杨房沟、卡拉，总装机容量1122万kW。

2010年3月，考虑到牙根梯级水库淹没影响涉及雅江县城发展用地的实际情况，为减小淹没损失、降低移民数量、促进地方社会经济发展，我公司对雅砻江牙根河段的开发方案进行了进一步的深入研究。2010年8月，我公司完成了《四川省雅砻江两河口～牙根河段水电开发方案研究报告》，并通过了水电水利规划设计总院会同四川省发展和改革委员会组织的审查；2012年2月，四川省发展和改革委员会以“川发改能源函[2012]133号”文印发了审查意见，同意该开发方案。根据研究报告与审查意见，该河段由原来的一级开发调整为牙根一级和牙根二级两级开发，自上而下为：牙根一级（21.4万kW）、牙根二级（99万kW）。其中，牙根一级水电站坝址位于雅江县城上游约5km处，水库回水与两河口水电站尾水衔接，充分利用其调节库容对两河口水电站发电流量进行反调节，以保证在负荷低谷时段下泄生态流量；牙根二级坝址位于茨玛绒沟上游长约3.2km的河段上，采取坝式开发，水电站通过降低正常蓄水位，在雅江县城段和牙根一级水电站之间保留了约6km的天然河段，避让了对雅江县城发展用地的淹没影响。

根据上述规划与开发方式研究成果，雅砻江中游两河口～卡拉河段最终推荐7级开

发方案，自上而下分别为两河口、牙根一级、牙根二级、楞古、孟底沟、杨房沟、卡拉。同时，根据《雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及有关意见，两河口、牙根一级、牙根二级、孟底沟、杨房沟和卡拉6个梯级划分为第一类项目，可适时开发；楞古梯级划分为第二类项目，需进一步研究论证。

目前，两河口水电站于2014年核准开工，2020年12月下闸蓄水，2021年9月首台机组发电，2022年3月，全部机组投产；杨房沟水电站于2015年核准开工，2020年12月下闸蓄水，2021年6月首台机组并网发电；卡拉、孟底沟已经核准开工，卡拉预计2029年投产发电，孟底沟2032年投产发电；牙根一级、牙根二级、楞古正在开展前期工作。

(3) 雅砻江下游段

雅砻江下游卡拉~江口河段长约412km，天然落差930m，河道平均比降2.26‰。该河段是雅砻江干流最早进行水电开发的河段，1992年编制完成了《雅砻江干流(卡拉至江口河段)水电规划报告》，并于1996年3月通过了原四川省计委组织的审查。根据规划报告及审查意见，雅砻江干流下游江段共分为5级开发，从上游往下分别为锦屏一级、锦屏二级、官地、二滩、桐子林，总装机容量1470万kW。

截止目前，下游河段各梯级电站均已建成。

雅砻江干流各梯级电站主要技术经济指标详见表2.1-1~表2.1-3，平面与纵剖面布置情况详见附图3与附图4。

雅砻江上游水电规划梯级开发方案各梯级主要技术经济指标表

表 2.1-1

项目	单位	温波	木能达	格尼	木罗	仁达	林达	乐安	新龙	共科	甲西	合计
建设地点		石渠县	石渠县 德格县	甘孜县	甘孜县 新龙县	新龙县	新龙县	新龙县	新龙县	新龙县	新龙县	
坝址控制流域面积	km ²	19829	22382	31267	33692	34996	35956	36037	36660	38619	41148	
多年平均流量	m ³ /s	115	146	250	280	296	309	310	318	345	380	
初拟正常蓄水位	m	3930	3853	3455	3328	3285	3185	3148	3107	3036	2948	
调节库容	亿m ³	0.71	13.73	0.31	0.03	0.31	0.07	0.04	0.25	0.18	0.23	15.86
防洪库容	亿m ³		5.0									5.0
调节性能		周	年	周	日	周	日	日	日	日	日	
利用落差	m	40	111	67	43	100	37	26	54	88	71	637
初拟装机容量	MW	60	220	220	160	400	144	99	220	400	360	2283
年发电量	亿kWh	2.75	10.09	11.19	7.86	19.96	7.25	4.96	11.12	18.64	17.58	111.40
水库淹没影响人口	人	537	1735	240	125	619	116	122	809	1884	336	6523
水库淹没耕地园	亩			357.4	155.9	1064.2	651.7	622.9	2432.8	3587.3	1365.4	10237.6
水库淹没林草地	亩	54948.3	78223.2	6744.6	2812.9	5526.2	2211.9	1721.3	3813.5	6621.1	4203.7	166826.7

项目	单位	温波	木能达	格尼	木罗	仁达	林达	乐安	新龙	共科	甲西	合计
建设地点		石渠县	石渠县 德格县	甘孜县	甘孜县 新龙县	新龙县	新龙县	新龙县	新龙县	新龙县	新龙县	
开发方式		坝式	坝式	坝式	坝式	坝式	坝式	坝式	坝式	坝式	坝式	
最大坝高	m	69	138	105	71	120	68	57	67	115	95	
工程静态投资	万元	535126.94	1087321.72	543459.23	315019.22	761213.43	249993.85	214255.06	526299.77	843970.92	648955.94	5725616.08
单位千瓦静态投资	元/kW	89188	49424	24703	19689	19030	17361	21642	23923	21099	18027	25079
建设工期	月	69	93	78	67	78	72	60	60	76	72	

注：资料来源《雅砻江上游水电规划报告》(成都院，2021年5月)。

雅砻江中游各梯级主要技术经济指标表

表 2.1-2

项目	单位	梯级名称						
		两河口	牙根一级	牙根二级	楞古	孟底沟	杨房沟	卡拉
建设地点		雅江县	雅江县	雅江县	雅江县	九龙县、木里县	木里县	木里县
控制流域面积	km ²	65725	65915	71004	77543	79564	80754	81874
多年平均流量	m ³ /s	666	677	745	843	882	893	907
开发方式		坝式	坝式	坝式	混合式	坝式	坝式	坝式
正常蓄水位	m	2865	2605	2560	2479	2254	2102	1986
死水位	m	2785	2598	2555	2477	2248	2100	1984
正常蓄水位以下库容	亿m ³	101.54	0.4142	2.54	2.19	8.535	5.27	3.58
调节库容	亿m ³	65.60	0.1913	0.40	0.12	0.86	0.21	0.20
调节性能		多年调节	日调节	日调节	日调节	日调节	日调节	日调节
装机容量	MW	3000	300	990	2718	2400	1500	1080
年发电量	单独	亿kW.h	110.00	11.53	112.80	112.80	94.22	63.21
	联合	亿kW.h	-		126.82	126.82	101.48	70.62
发电引用流量	m ³ /s	1492	1617	1487	1478	1787	1484	1514
淹没指标	人口	人	7569	574	90	90	158	250
	耕地	亩	5012.64	630.87	48	48	13.71	375
	林地	亩	134674.8	770.15	3540	3540	3148.16	7072
	草地/园地	亩	19530.82	396.71			438.56	
勘测设计与建设情况		已发电	可行性研究 未建	可行性研究 未建	可行性研究 未建	在建	已发电	在建

注：在建、已核准的项目，采用最新的建设或核准指标，牙根一级数据来源最新可研设计成果。

雅砻江下游水电规划梯级开发方案各梯级主要技术经济指标表

表 2.1-3

项目	单位	梯级名称				
		锦屏一级	锦屏二级	官地	二滩	桐子林
建设地点		盐源县	盐源县	盐源县	攀枝花	攀枝花
控制流域面积	km ²	102560	102663	110117	116400	127624
多年平均流量	m ³ /s	1200	1220	1430	1650	1890
开发方式		坝式	引水式	坝式	坝式	坝式
正常蓄水位	m	1880	1646	1330	1200	1015
死水位	m	1800	1640	1328	1155	1012
正常蓄水位以下库容	亿m ³	77.60	0.15	7.53	57.90	0.72
调节库容	亿m ³	49.10	0.05	0.28	33.70	0.15
调节性能		年调节	日调节	日调节	季调节	日调节
利用落差	m	233	317	127	185	28
装机容量	MW	3600	4800	2400	3300	600
年发电量	单独	亿kW.h	174.00	210.81	87.13	170.00
	联合	亿kW.h	184.00	249.92	115.10	198.80
发电引用流量	m ³ /s	2024	1833	2399	2226	3512

项目		单位	梯级名称				
			锦屏一级	锦屏二级	官地	二滩	桐子林
淹没指标	人口	人	4841		910	29370	2791
	耕地	亩	14163		1331	32731	48
	林地	亩	67313		11173		626
勘测设计与建设情况			已建	已建	已建	已建	已建

2.2 雅砻江中游水电规划环评概况

2.2.1 雅砻江流域综合规划环评概况

雅砻江流域综合规划编制期间，同步开展了流域综合规划环境影响评价工作，2019年12月，长江水资源保护科学研究所编制完成《雅砻江流域综合规划环评报告书》，2020年3月，生态环境部以“环审[2020]33号”文出具了审查意见。

2.2.1.1 规划环境影响报告书总体结论

雅砻江流域综合规划通过水力发电及供水灌溉规划，可合理开发雅砻江水力资源，实现优势资源向优势产业的转化，促进流域经济社会又好又快发展，可保障城乡饮水安全，满足供水要求，提高灌区经济、环境效益。通过防洪与水土保持规划，可保障防洪安全，保障人民生命财产安全及社会安定，促进经济社会发展，综合治理水土流失，促进流域生态文明建设，改善山区人民的生产生活条件。通过水资源与水生态环境保护规划，可保障水体水质和生态环境用水，满足生活、生产和生态用水的水量和水质要求，确保流域水环境质量底线不被破坏；同时治理因开发对生物生境产生的破坏，降低对流域生物多样性和完整性的影响。通过流域综合管理规划，可建立起高效的跨部门和跨地区协调机制，实现水质、水量和水生态环境信息的联合监测和采集，提高科技支撑能力。

规划的实施也将改变雅砻江流域水文情势，造成水库泥沙淤积及河床冲淤变化；降低部分水体稀释扩散能力，导致局部水体富营养化和岸边水污染；减少部分耕地、林地；梯级电站和供水水库的建设将使河流生境改变，大坝阻隔对水生态系统尤其是鱼类生存繁殖带来不利影响；对流域自然生态系统产生叠加累积影响。

综合规划以“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”新时期治水思路为主导，以改善民生为核心，以保护生态为前提，统筹协调流域内各种水事关系，保障和支撑流域经济社会可持续协调发展，并通过与规划环评的互动，优化规划布局、调整规划规模、合理布置开发时序，严守生态红线、环境质量底线与资源利用上线，从规划层面上尽可能减少规划实施对生态环境的影响。针对目前流域开发存在的环境问题，通过落实规划

环评提出的加强饮用水源地保护，加强污染源控制，提高河流生态调度能力，保障河流生态环境需水，建设过鱼设施，营造适宜鱼类产卵的生境，开展雅砻江梯级对鱼类洄游阻隔效应的专题研究工作，实施河岸带生态修复、河漫滩、敞水区生态修复等措施要求，加强流域环境监测，可使雅砻江流域水资源开发利用在流域生态环境可持续发展的条件下进行。从环境角度评价，推荐规划方案的实施总体是合理可行的。

2.2.1.2 规划环评主要审查意见

审查意见认为“报告书”在生态环境现状调查分析的基础上，开展了流域开发生态环境影响回顾性评价，识别了“流域规划”实施的主要生态环境制约因素，分析了“流域规划”与有关规划的协调性和“流域规划”实施的不确定性，预测评价了“流域规划”实施对水文情势、水环境、水生生态、陆生生态以及重要生态环境保护目标的影响，提出了“流域规划”优化调整建议和预防或减缓不良环境影响的对策措施，“报告书”优化调整建议总体可行，评价结论基本可信。

同时，审查意见提出了流域环境保护总体布局要求“应在维护流域生态安全和改善生态环境的目标下，妥善处理好流域开发与保护的关系，落实生态要求刚性约束的资源开发与配置原则，优化流域规划任务，强化流域生态修复规划内容，保护生态空间，严格生态环境准入，完善和落实各项生态环境保护对策措施，有效预防和减轻流域规划实施的不良环境影响”。

最后，审查意见对后续流域规划实施提出了优化调整建议及应重视的主要问题，其中，对水力发电规划提出的建议主要包括：

(1) 严格保护生态空间。进一步优化空间布局；统筹干支流生态保护空间，甘孜以上雅砻江干支流及河源区，两河口库尾以上流水河段，鲜水河、达曲河、卧龙寺沟（又名王呷河）、惠民河、永兴河流水段，力丘河、鳧鱼河干支流等河段作为鱼类栖息地纳入生态保护空间，以上河段规划期内不再建设其他水电工程。

(2) 严格限制流域开发强度。雅砻江干流甘孜至两河口段规划的木罗、仁达、林达、乐安、新龙、共科、甲西7级电站临近沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线，是多种保护鱼类的主要栖息地，应充分考虑该河段生态脆弱、区域生物多样性及生态保护红线保护要求，规划期内暂缓实施；鉴于干流楞古水电站上下游涉及鱼类重要生境，存在较大环境制约因素，建议进一步论证，依法依规慎重决策。

(3) 加强流域生态保护和修复。甘孜至两河口河段干支流暂不开发水电工程，两河

口以下河段统筹考虑河段梯级调度模式，保证重要控制断面生态流量。桐子林至两河口段加强管理，设置常年禁捕区，加强两河口、锦屏一级、官地、二滩等已建或在建水电站消落带区域生态环境保护工作。

2.2.1.3 规划环评及审查意见中涉及牙根一级水电站环境保护工作要求

(1) 鱼类栖息地保护措施

将雅砻江干流牙根一级至牙根二级间6km不开发河段、牙根一级坝下支流卧龙寺沟（又名王呷河）全河段纳入栖息地保护，卧龙寺沟规划期内不再建设其他水电工程。

(2) 连通性恢复措施

要求水电开发过程中各梯级电站过鱼设施建设依据工程特性、地形条件、水文条件、鱼类生活习性以及不同过鱼设施的适应性等，合理论证过鱼方式。建议拟建的牙根一级采用鱼道过鱼方式。

(3) 鱼类增殖放流措施

雅砻江中下游拟建设四个鱼类增殖放流站，其中两河口增殖放流站位于两河口水电站业主营地，承担两河口、牙根一级、牙根二级水电站的放流任务。

(4) 生态调度

对卡拉、楞谷、牙根提出“在鱼类繁殖期间，通过生态调度，保证坝下流水生境和水位的相对稳定（水位变幅小于3m），为鱼类繁殖、鱼卵孵化和幼鱼发育创造条件”的生态调度要求。同时将牙根一级坝下雅江断面列为重要控制断面，明确要求其生态基流“不低于112m³/s”。

2.2.2 雅砻江中游水电规划环评概况

2006年6月，我公司编制完成了《雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》，同年11月通过了由四川省环境保护局会同四川省发展和改革委员会组织的审查，2007年1月，四川省环境保护局以“川环函[2007]162号”文向四川省发展和改革委员会提交了审查意见，作为规划审批的重要依据。

2.2.2.1 规划环境影响报告书总体结论

根据《雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》，雅砻江中游水电规划符合国家能源开发产业政策及西部大开发战略，符合四川省的国民经济与社会发展规划与发展战略，加快开发利用雅砻江丰富的水能资源，利用其电源质量优越的特点，不仅可为四川省的经济发展提供强大的优质电力，对促进四川省国民经济的全面发展具

有重要意义，而且对“川电外送”战略工程的实现也具有积极和重要的促进作用。总体来看，规划推荐“一库六级”方案的经济指标最优、环境影响相对较小，规划实施带来的不利环境影响可采取相应的环保措施予以控制和减缓，基本不存在重大环境制约因素，从环境保护角度规划方案原则可行。

规划及规划环评通过对各规划梯级的地形地质条件、工程规模与调节性能、水库淹没指标、环境敏感因素、工程技术、经济指标、对外交通及对其它梯级滚动开发的带动作用等方面综合考虑，拟定了规划梯级的开发时序，推荐两河口、牙根梯级电站为雅砻江中游河段的近期开发工程。

同时，根据环境影响评价结果，针对规划方案存在的主要不利环境影响，制订了包括预防性措施、减量化措施和修复补救措施的影响减缓措施体系与总体布局，主要措施内容及总体布局如下：

(1) 环境影响减量化措施

- 1) 强化施工期“三废”污染源的达标治理与可靠处置措施；
- 2) 严格库底清理和库周污染源控制及下泄生态环境流量的水环境保护措施；
- 3) 做好移民安置区环境保护工程的移民安置环保措施，保护宗教民俗文化，创建水电规划区域“民俗博物馆”；
- 4) 强化生态环境保护宣传教育与水土保持方案及施工迹地植被恢复的生态环境保护措施等。

(2) 生物多样性修复补救措施布局

1) 建立鱼类增殖放流站，开展人工增殖放流

考虑在两河口库尾的和平乡及楞古减水河段各选一地点建鱼类人工增殖放流站，放流站主要以裸腹叶须鱼、长丝裂腹鱼、青石爬鮡等珍稀特有鱼类为主，根据天然河道鱼类种类的分布情况，上游站侧重放流青石爬鮡和裸腹叶须鱼，下游站侧重放流裂腹鱼类。放流地点选择在中、下游梯级电站之间保留的天然河道，以及鲜水河、霍曲河等较大支流等水域。

2) 鱼类栖息地保护

尤拉西沟、孜拖西沟、曲入河、霍曲河、三岩龙河、火烧桥沟、白龙柯等支流受人为干扰小，自然生态环境保存较好，是区域珍稀植物的集中分布区和陆生动物及鱼类理想的栖息地，其中尤拉西沟和孜拖西沟已经建立了自然保护区。为维护本地区的生态环

境及物种多样性，对已经建立保护区的区域应加强管理，其余区域的开发活动也应慎重进行，并建议在曲入河、白龙柯、白拖河、火烧桥沟等支流建立鱼类保护区。

3) 珍稀保护鱼类研究

加快裸腹叶须鱼、长丝裂腹鱼、青石爬鮡等珍稀保护鱼类的生物学及其人工繁殖技术研究。

2.2.2.2 规划环评主要审查意见

根据《雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》审查意见(川环函[2007]162号)，首先对“报告书”中有关流域及规划概况、区域环境概况、环境影响预测、预防或减轻不利环境影响的对策措施等内容进行了评价，认为“报告书”的编制目的正确，评价依据较充分，规划区域环境状况与规划方案的介绍较清楚，应执行的环境保护政策与环境保护目标明确，环评采用的技术路线及评价方法较合理，环评成果总体反映了规划环评的特征，“报告书”提出的综合评价结论总体可信，拟定的预防或减轻不利环境影响的对策措施内容较全面、基本可行，对实施“规划方案”及规划项目建设中的环境保护具有一定针对性与指导作用。

其次，审查意见对“规划方案”及其环境可行性进行了总体评价。评价结论显示，雅砻江中游水电梯级开发建设将改变区域原来产业结构单一，工业基础薄弱的状况，并为矿业和其它产业的发展提供能源保障，有明显的经济效益和社会效益。在各“规划方案”中，由于“方案一”的经济指标最优、环境影响相对较小，实施该规划方案带来的不利环境影响可采取相应的环保措施予以控制和减缓，基本不存在重大环境制约要素，原则同意作为规划环评推荐方案。环评推荐的“规划方案”符合国家能源开发产业政策及西部大开发战略，符合四川省的国民经济与社会发展规划和省人民政府将水电列为全省六大支柱产业之一的发展战略。加快开发利用雅砻江丰富的水能资源，利用其电源质量优越的特点，不仅可为四川省的经济发展提供强大的优质电力，对促进四川省国民经济的全面发展具有重要意义，而且对“川电外送”战略工程的实现也具有积极的和重要的促进作用。实施环评推荐的“规划方案”，是四川省响应国家西部大开发战略、实现“西电东送”、发展水电支柱产业的重要组成部分。

最后，审查意见对规划方案实施及下阶段工程设计与项目环评提出了应重视的主要问题，主要包括规划方案实施中的道路工程建设规划研究，选址、选线的环保合理性论证，珍稀濒危及重点保护植物的保护，鱼类资源保护措施落实以及栖息地重点

保护区域的划定，移民生产生活质量保障及民族宗教习俗的维系，流域水电开发生态补偿建议等。

2.2.2.3 规划环评及审查意见对梯级电站项目环评及环境保护总体要求

规划环评及审查意见对涉及流域敏感性与制约性环境问题的各梯级电站项目环评及环境保护提出了相应要求。主要包括以下几个方面：

(1) 项目环评阶段应进一步落实规划环评阶段提出的对珍稀保护鱼类和特有鱼类的保护性和补救性措施，如对长丝裂腹鱼、青石爬鮡、裸腹叶须鱼进行人工增殖放流等，还要根据具体电站影响水域的鱼类资源和“三场”分布，细化和具体落实鱼类资源保护措施，并协调和处理好投资分摊问题；

(2) 应抓紧开展移民安置政策及移民安置的经济补偿标准的研究工作，切实落实移民可靠安置问题，消除规划梯级电站建设的社会环境影响障碍及可能导致的社会不安定要素。如在移民安置规划时，充分尊重少数民族同胞的宗教信仰和民风民俗，注重移民社会关系的维系，对于受工程建设间接影响的寺庙、村落等对象的保护与恢复措施应与水库淹没搬迁安置协同考虑；

(3) 要特别重视选址、选线的环保合理性论证，强化区域生态环境保护和水土流失防治；

(4) 要特别强化区域重点保护植物的调查分析，结合工程建设的环境影响预测评价，从环境保护角度指导优化工程建设方案及施工组织设计，明确提出切实有效的珍稀濒危及重点保护植物的保护方案；

(5) 应对受人为干扰小、自然生态环境保存较好的尤拉西沟、孜拖西沟、曲入河、白龙柯、火烧桥沟等支流进一步调查，根据自然生境及生物资源分布状况，划定需要重点保护的区域；

(6) 应重视对施工期“三废”的污染防治，应采取有效措施防止施工活动及“三废”排放对附近城镇、村庄和居民等的影响等。

2.2.2.4 规划环评及审查意见对牙根梯级项目环评具体要求

规划的牙根电站建设影响区域内有五小叶槭和侧柏，在梯级电站设计及项目环评过程中，要特别强化区域重点保护植物调查分析，结合工程建设的环境影响预测评价，从环境保护角度优化及指导工程建设方案及施工组织设计，明确提出切实有效的珍稀濒危及重点保护植物保护方案。

推荐规划方案的各梯级电站均存在重点保护和地方特有鱼类影响问题，除按照规划环评从流域及规划河段角度提出的鱼类保护措施外，还要根据具体电站影响水域的鱼类资源和“三场”分布，细化和具体落实鱼类资源保护措施，并协调和处理好投资分摊问题。

2.2.3 两河口至牙根河段水电规划调整主要环境影响评价结论

受雅砻江流域水电开发有限公司委托，为了规避原中游规划拟建的牙根水电站对雅江县城的淹没，我公司于2010年3月承担了雅砻江两河口至牙根河段水电开发方案研究及环境影响评价工作，完成的《四川省雅砻江两河口~牙根河段水电开发方案研究报告》于2010年通过水电水利规划设计总院会同四川省发展和改革委员会组织的审查（川发改能源函[2012]133号）。该报告包括了环境影响评价专章，从环境保护的角度客观地对两河口~牙根河段水电开发一级开发方案（牙根梯级，正常蓄水位2602m，坝式开发，最大坝高161m，利用落差123m，装机容量140万kW）和二级开发方案（牙根一级，正常蓄水位2602m，坝式开发，最大坝高59m，利用落差24m，装机容量21.4万kW；牙根二级，正常蓄水位2560m，坝式开发，最大坝高115m，利用落差81m，装机容量99万kW）进行了对比。

该报告就环境影响评价的结论如下：

一级开发方案和二级开发方案均不存在制约性环境因素。方案的实施均将促进流域、四川省、甘孜州及雅江县社会、经济及环境的可持续发展，梯级水电站发电后的能源替代效应也将为区域生态环境保护创造条件。

从环境影响程度比较，二级开发方案优化了开发河段的梯级布局，避免了对雅江县城的浸没影响，且在雅江县城保留了约6km的天然河段，能够为流水性鱼类提供一定的生存空间，水库淹没及移民安置造成的环境影响较一级开发方案小，在一定程度上减轻了中游水电梯级开发带来的累积性和叠加性环境影响。因此，从环境影响程度分析，二级开发方案较一级开发方案更优。

二级开发方案的实施不可避免地带来一些环境问题，主要是大坝阻隔对河流水文情势和鱼类的影响、牙根一级电站日调节运行对雅江县城河段景观及生态功能的影响、工程建设对移民的影响等，但这些不利影响均可以通过采取一些减免或保护措施，予以减缓或消除。

因此，从环境保护角度认为，两河口至牙根河段由一级开发调整为二级开发的方案环境可行且更优。

2.2.4 雅砻江中下游水电开发环境影响回顾性评价研究概况

2.2.4.1 回顾性评价研究工作概述

雅砻江干流下游水电开发时间较早，规划阶段未开展规划环境影响评价工作，单个工程项目环评亦未充分考虑环境要素的累积性影响和区域生态环境的总体保护要求；而雅砻江干流中游河段(两河口至卡拉)水电规划过程中，虽同步开展了规划环境影响评价，但也没有从流域特别是中下游河段统筹的角度宏观把握影响的趋势和管理要求。同时，从下游开发的实际情况分析，多个工程的生态环境影响通过叠加、累积而逐步显现，流域环境管理方面也需要重新认识和研究合适的管理机制，随着水电开发活动向中上游延伸，涉及到的区域生态环境更加敏感、脆弱。此外，流域梯级开发除了引发单个工程所带来的生态环境影响外，由于系统的关联和累积效应，还存在对流域生态系统的潜在影响。为坚持“在做好生态保护和移民安置的前提下积极发展水电”的原则和遵循“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的指导方针，进一步推进雅砻江水电项目的有序开发，协调、处理好雅砻江干流中下游河段水电开发与环境保护的关系，探索流域水电开发环境管理的模式和机制，强化对策措施，促进雅砻江流域的可持续发展，雅砻江公司委托中国水电工程顾问集团公司承担四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究工作。

2013年6月，中国水电工程顾问集团公司完成了中下游回顾性影响评价成果，并于7月通过了环境保护部组织的专家论证。论证意见认为，该研究报告在识别雅砻江干流中下游河段水电开发的环境敏感对象和环境限制性因素的基础上，重点回顾评价了二滩水电站及雅砻江下游水电开发的环境影响，核查了已建梯级电站环境保护措施落实情况，分析评价了中下游规划梯级全面实施后对水环境、区域生态和经济社会的区域性和累积性影响，提出了环境管理优化建议，从流域层面规划了进一步的环境保护对策和生态补救措施，明确了雅砻江中下游干流未建梯级的开发时序和布局。研究报告内容全面，结论总体可信，研究成果对协调雅砻江干流中下游河段电站梯级开发与生态环境保护关系、优化水电开发方案、完善流域生态环境保护对策措施等具有十分重要意义。

2.2.4.2 回顾性评价专家论证会主要审查意见

2013年7月，环境保护部环境影响评价司在北京主持召开了《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》专家论证会，并形成了有关意见。

意见根据“在做好生态保护的前提下积极发展水电”要求，同意《研究报告》从环

境敏感对象、环境限制性因素等角度综合分析提出的雅砻江中下游干流未建梯级电站开发时序意见，即：两河口、牙根一级、牙根二级、孟底沟、杨房沟和卡拉6个梯级环境影响较小，可适时开发；楞古梯级存在环境制约性因素，须论证环境影响可控及环境保护措施可行后再有序推进。

同时，意见提出了已建电站运行和后续梯级建设过程中应重点做好的环境保护工作，其中涉及牙根一级水电站的主要意见包括：

(1) 制定雅砻江中下游河段梯级电站水库蓄水和运行调度环保方案，确保下泄生态环境用水。后续梯级电站项目环评阶段，应根据下游河道不同时段生态用水需求，深入开展不同时段下泄生态流量研究，制定生态流量泄放方案，并建设泄放生态流量的专用设施及在线监控系统，与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

(2) 重视牙根二级电站库尾雅江县城水污染防治工作，避免对电站库区水质产生污染。

(3) 保证研究河段鱼类基因交流和关键生境的功能完整性，依法承担电站建设和运行造成对鱼类影响的责任，采取鱼道、升鱼机、鱼类增殖放流、鱼类栖息地保护等补救措施。后续梯级电站中牙根一级水电站建设鱼道过鱼设施，其他待建梯级电站应结合地形、枢纽布置格局等条件，研究采取鱼道、升鱼机等不同过鱼方式的适宜性，落实过鱼设施规划及建设。

(4) 统筹中下游河段鱼类增殖放流站布局和功能定位，可考虑建设两河口、杨房沟、锦屏一级、桐子林四个鱼类增殖放流站，满足各梯级电站增殖放流任务。抓紧长丝裂腹鱼、裸腹叶须鱼和青石爬鮡等鱼类的人工繁殖和放流技术研究工作。长期进行标记放流及放流效果技术评估工作，根据放流效果调整电站增殖放流任务。开展重要保护鱼类繁殖水力学条件和人造洪峰诱导产卵技术研究。

(5) 结合栖息地生境本底、替代生境相似度和种群相似度，编制栖息地保护规划方案，由省环境保护行政主管部门牵头，相关部门配合联合进行审批。实施流域层面“两区一段”栖息地保护(中游高原鱼类栖息地保护区、雅砻江汇口栖息地保护区、下游东部江河平原鱼类大河湾保护段)以及局部水域栖息地保护(曲入河、达曲河、卧龙寺沟（又名王呷河）、惠民河、永兴河流水段、鱈鱼河支库、力丘河干支流部分河段)，其中甘孜州发展和改革委员会以甘发改[2013]678号文（附件12）承诺，明确曲入河、达曲河、卧龙寺沟不再进行水电工程建设。建设单位须协商地方相关行政主管部门，尽快完成其他河段保护工作，形成多方联动机制，由地方相关行政主管部门主导，建设单位提供技术

和资金支持。

(6) 落实陆生生态保护和生态补偿措施。加强施工期环境管理，减缓对野生动物、自然植被的影响。从规划河段生态环境整体考虑，建立栖息地保护、生态景观修复、就近保护等综合保护体系。重视已建电站库区消落带生态修复研究和建设工作，为其它未建梯级电站提供借鉴。

(7) 建立流域水电开发环境保护综合管理机构，统一开展流域生态环境保护、环境监测和基础科学研究工作。长期进行生态跟踪监测，构建流域生态环境监测体系和生态环境数据库建设，跟踪观测流域重要珍稀保护鱼类“三场”、重要物种栖息环境和分布变化，动态观测水温恢复、过鱼、增殖放流、生态调度、生态修复措施实施效果，为流域环境保护提供技术支持。适时启动流域环境影响跟踪评价和梯级电站环境影响后评价工作，进一步完善生态环境保护对策措施。

2.2.4.3 雅砻江中游梯级开发时序研究结论

中下游回顾性影响评价研究成果显示，雅砻江中游水电开发任务总体合理，各梯级工程建设区及影响区不涉及全国主体功能区及四川省生态功能区划定的禁止区，其开发布局较为合理，并根据“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的方针要求，从开发时序上提出了优化建议。

研究报告以是否涉及环境敏感对象、是否存在环境限制性因素为时序开发原则，将雅砻江中下游河段后续开发电站分为第一类项目和第二类项目，分类推进开发。其中牙根一级为一类项目，可适时开发。

2.2.4.4 中下游环境保护措施总体规划与布局对牙根一级水电站的要求

中下游环境影响回顾性评价从流域层面出发，以“统筹协调性”、“有效性”、“科学性”、“针对性”、“可操作性”为原则，在现有环境保护措施的基础上提出了整个中下游环境保护措施的总体规划方案，主要包括水环境、水生生态、陆生生态和社会环境保护规划4个方面，其中涉及流域性总体布局以及针对牙根一级水电站专门提出的措施内容详见表2.2-1。

雅砻江干流中下游区域环境保护总体布局(涉及牙根一级水电站部分)

表 2.2-1

措施体系		措施体系具体内容
水环境保护	库周污染源控制	(1) 建议流域内的市、县及集镇尽快建设污水处理厂,其生活垃圾应按照“减量化、资源化、无害化”的原则进行科学合理的处理处置,严禁垃圾下河。雅江县城位于牙根一级和牙根二级之间的保留河段内的沿河两岸,地方政府应尽快建设污水处理措施。 (2) 区域内工矿企业污废水应该严格按照环保政策要求禁排或达标排放,尤其加强栖息地规划河流、拟建梯级保留河段(两河口库尾上游段、雅江县城段、卡拉坝下段、桐子林坝下至江口段)和减水河段内入汇支流(如卧龙寺沟、力丘河、九龙河)的污染治理力度和强度。 (3) 加强库周生态环境管理和水土保持管理,加强农田面源污染的治理。
	施工废污水处理	制定经济、有效、方便的废水处理工艺和运行管理模式,项目环境影响报告书中予以制定,废污水处理设施与产污设施同步设施。
	库底卫生清理和库区污染防治	(1) 水库蓄水前严格执行库底清理。(2) 水库运行过程中及时清理库区污染物,防止污染进一步扩散。(3) 严格限制各梯级库区网箱养殖的规模,密切监视库区重点是支库库尾的水体营养状态,杜绝水华现象出现。
	生态调度	结合水库发电、防洪调度,合理利用水库的调蓄库容,以牙根一级、楞古、锦屏二级、桐子林4个梯级的坝下流水河段水文过程和两河口、锦屏一级、二滩的水温恢复为重点,尽量结合水生生物繁衍、水域景观需求以及生境修复需求,科学制定生态调度方案。
	水环境监测	建议建立水环境监测体系,对雅砻江中下游区域开展长期的、系统的水环境调查及评估,以掌握开发进程中流域环境状况的动态变化为目的。
水生生态保护	栖息地保护	实施局部水域栖息地保护,即曲入河、达曲河、卧龙寺沟、惠民河、永兴河流水段、鲢鱼河支库;力丘河的甲根坝以上干流河段、支流色乌绒沟、金顶尾水至河口3km未开发河段;干流流水河段、干支流汇口段。
	渔政管理	将上述栖息地规划水域设置为常年禁捕区。
	过鱼设施	各梯级均考虑设置过鱼设施。牙根一级采用鱼道过鱼,其他待建梯级的过鱼方式待项目环评阶段研究。
	生态调度	牙根一级、楞古和锦屏二级落实最小生态流量,根据研究确定的人工洪峰下泄生态流量,并根据生境修复需求,研究生态流量过程。
	生态调查与跟踪监测	对雅砻江中下游区域开展长期的、系统的水生生态调查与鱼类放流效果的跟踪监测及评估。
	增殖放流站	在两河口业主营地建1个增殖站,兼顾两河口、牙根一级、牙根二级放流需要。
	人工放流	中下游干流的流水河段。
陆生生态保护	挂牌保护	对可能受影响的珍稀植物修筑防护栏进行保护,并设立保护标志。
	生态调查与跟踪监测	对雅砻江中下游区域开展长期的、系统的陆生生态调查与移栽效果的跟踪监测及评估,每年的调查频次和调查方案依据该年的实际情况具体部署,以保持监测成果的系统性和代表性为原则,建议由一家单位承担。
	异地恢复	珍稀物种异地恢复。

2.3 雅砻江流域水风光互补清洁能源基地规划情况

2.3.1 规划背景情况

“2030年碳达峰、2030年非化石能源消费占比25%、2060年碳中和”等一系列最新发展目标的提出,对能源高质量发展提出了更高的要求,需要在更高起点上推动“四个革命、一个合作”能源安全新战略走深走实,全面构建清洁低碳、安全高效的能源体系。为实现相应发展目标,必须加快推进能源结构调整,促进能源绿色低碳转型大幅提速。因此,在“十四五”时期乃至更长时期内,亟需大力发展水能、风能、太阳能等清洁能源,持续推动可再生能源高比例发展,力促可再生能源开发持续增长并实现大范围增量

替代和区域性存量替代，着力减少化石能源开发利用。

2020年4月7日，国家能源局下发《关于开展“十四五”水风光一体化可再生能源综合开发基地专题研究的通知》（以下简称《通知》），通知要求湖南、广西、四川、贵州、云南、西藏、甘肃、青海省（自治区）能源局，国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司，华能、大唐、华电、国投电、三峡、国家能源、国投集团公司、水电水利规划设计总院，组织有关单位开展水风光一体化可再生能源综合开发基地专题研究，以大型水电基地为依托，统筹本地消纳和外送，综合建设无国家补贴的光伏、风电等新能源发电项目，充分利用水电的调节能力，优化调度、联合运行、高效利用，建设水风光一体化可再生能源综合开发基地，降低可再生能源综合开发成本，提高送出通道利用率，推动可再生能源可持续健康发展。

2020年8月27日，国家发展改革委 国家能源局就《国家发展改革委 国家能源局关于开展“风光水火储一体化”“源网荷储一体化”的指导意见（征求意见稿）》公开征求意见，《指导意见》（征求意见稿）提出了“两个一体化”的范畴与内涵。一是“风光水火储一体化”侧重于电源基地开发，强化电源侧灵活调节作用，优化各类电源规模配比，确保电源基地送电可持续性。二是“源网荷储一体化”侧重于围绕负荷需求开展，充分发挥负荷侧的调节能力，实现就地就近、灵活坚强发展，激发市场活力、引导市场预期。

2021年2月25日，国家发展改革委 国家能源局发布《关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见》（发改能源规〔2021〕280号）。《指导意见》提出积极实施存量“风光水火储一体化”提升，稳妥推进增量“风光水（储）一体化”，探索增量“风光储一体化”，严控增量“风光火（储）一体化”。并将风光水（储）一体化就存量和增量划分为两种情况。对于存量水电项目，结合送端水电出力特性、新能源特性、受端系统消纳空间，研究论证优先利用水电调节性能消纳近区风光电力、因地制宜增加储能设施的必要性和可行性，鼓励通过控制性电站建设优化出力特性，实现就近打捆。对于增量风光水（储）一体化，按照国家及地方相关环保政策、生态红线、水资源利用政策要求，严控中小水电建设规模，以大中型水电为基础，统筹汇集送端新能源电力，优化配套储能规模。

2.3.2 雅砻江流域水风光互补清洁能源基地规划概况

目前，雅砻江流域水风光互补清洁能源基地已纳入国家和四川省“十四五”规划。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出“大力提升风电、光伏发电规模…建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到20%左右”，并将雅砻江流域纳入了“十四五”重点建设的九个大清洁能源基地；《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》明确提出“重点推进凉山州风电基地和‘三州一市’光伏基地建设，加快金沙江流域、雅砻江流域等水风光一体化基地建设”。

雅砻江流域具备丰富的水能、风能和太阳能资源，鉴于雅砻江上游水电规划暂未批复，同时考虑雅砻江流域干流水电站电压送出等级和风光项目合理的电网汇集成本，雅砻江流域水风光一体化可再生能源综合开发基地范围覆盖甘孜州、凉山州和攀枝花市。

根据编制完成的《雅砻江流域水风光一体化可再生能源综合开发基地规划》，雅砻江流域水风光一体化可再生能源综合开发基地水电、风电、光伏总资源规模为26360MW、4503MW、25850MW，基地总资源规模56713MW。其中，两河口水风光一体化项目推荐规模方案为：接入两河口水电站的光伏电站规模为320万kW、风电场装机规模为30万kW。

2.4 工程开发背景与必要性

2.4.1 建设牙根一级水电站符合国家能源发展战略

长期以来，我国能源结构以煤为主的特征非常突出，2020年，能源消费总量49.8亿吨标准煤，比上年增长2.2%。煤炭消费量增长0.6%，原油消费量增长3.3%，天然气消费量增长7.2%，电力消费量增长3.1%。尽管近年来国家采取多种措施大力调整能源结构，促进水电、风电、太阳能、天然气等清洁能源的发展，但是能源结构调整任务依然艰巨。2020年，全年煤炭消费量占能源消费总量的比重为56.8%，但能源消耗占比依旧居高不下；水电、风电、太阳能、天然气等清洁能源消费量占比为24.3%，较上年提高1.0个百分点。

当前全球气候变化、生态环境破坏和能源资源紧缺，深刻影响着人类社会的生存和发展。减少化石能源消耗、大力发展清洁能源、遏制气候变暖、发展低碳经济已成为世界的共识，建设发展安全绿色可靠的低碳能源更已成为世界能源发展的潮流和方向。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出，要推动能源清洁低碳安全高效利用。水电是清洁的可再生能源，在我国能源结构中占有重要的地位，调整能源结构、开发利用水能资源是我国能源发展战略的必然选择。

水电是我国仅次于煤炭的第二大常规能源资源，在我国能源结构中占有极其重要的地位，更是目前可再生和非化石能源中资源最明确、技术最成熟、最清洁和最经济的能源。随着我国在降低二氧化碳排放方面的压力和责任越来越大，水电对降低二氧化碳排放、发展低碳经济的作用和效果将愈加显现。同时，水电机组启停迅速、运行灵活，可通过调节库容为不稳定的风电、光伏电源进行补偿，将随机波动的风电、光电调整为平滑、安全、稳定的优质电源，有助于带动新能源的开发利用，也有利于电网安全稳定运行。

我国水能资源世界第一，技术可开发量 6.87 亿 kW，截至 2020 年底，我国常规水电总装机规模约 3.38 亿 kW，全国开发比例约 49%，开发潜力较大。四川是国家重要国家重要的清洁能源基地，目前全省水电开发率约 54.5%，仍有较大开发潜力。加快开发利用四川剩余优质水能资源，对我国调整能源结构、减少污染排放前提下保障能源供应安全均有重要意义。

实现非化石能源跨越式发展，需要继续推动大型水电基地建设。牙根一级水电站是雅砻江水电基地的重要组成，其开发建设符合国家产业政策，是落实新时代我国能源发展战略的需要。

2.4.2 牙根一级水电站的建设是实现碳减排目标的有效措施

为应对气候变化，实现2030年单位国内生产总值的二氧化碳排放比2005年下降65%以上，我国政府将单位国内生产总值二氧化碳排放作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划。国家主席习近平在第七十五届联合国大会上承诺，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。“30·60双碳目标”将引领促进我国经济社会全面绿色转型。

实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，已纳入生态文明建设整体布局，这将推动出台更有约束力的应对气候变化政策，强化能耗双控，倒逼能源结构转型升级，统筹推进化石能源压减和非化石能源发展。当前我国距离实现碳达峰目标已不足 10 年，从碳达峰到实现碳中和目标也仅有 30 年，与发达国家相比，我们实现碳达峰、碳中和远景目标时间更紧、幅度更大、困难更多、任务异常艰巨，必须充分利用我国水、风、光资源丰富的禀赋条件，构建清洁、低碳的新型能源体系。

牙根一级水电站装机容量 300MW，多年平均电量 11.53 亿 kWh，正常运行时替代火电装机 31.5 万 kW，替代火电电量约 12.1 亿 kWh。如以燃煤火电为替代电源，按火

电每 kWh 耗标准煤 300g 计算，每年可减少二氧化碳排放 94.4 万 t，具有较大的清洁能源效益，节能减排效益显著，能为“30 60 双碳目标”的实现提供有力支撑。

2.4.3 牙根一级水电站建设符合四川省能源发展战略

四川省地处我国西南地区，幅员辽阔，人口众多，是一个人口和资源大省。“十三五”以来，四川以打造国家清洁能源示范省为抓手，加快建设全国重要优质清洁能源基地，能源生产和消费结构调整优化，清洁能源产业加快发展，能源普遍服务能力进一步提升，城乡居民用能条件明显改善，为经济社会发展提供了坚强的能源保障。

四川目前总体还处于工业化和城镇化快速推进期，能源消费绝对量仍然刚性增长，未来较长时期电力需求仍将保持较快增长，在“十四五”期间电力外送通道容量规模超过 6000 万 kW 以上，水电外送量增加，四川电力供需形势将从宽松逐步趋紧，电力供应保障面临较大压力，加之约七成成品油和六成以上煤炭消费依靠省外调入，中远期能源安全保障形势不容乐观。同时，间歇性、波动性很强的风电、光伏发电机组大规模集中并网，对四川电网平稳安全运行提出了新的挑战。

未来一段时期，四川将以绿色低碳发展为基础取向，以改革创新和开放合作为动力，以满足经济社会发展和人民日益增长的美好生活清洁用能需求为根本目的，统筹发展和安全，着力增强能源安全保障能力，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，深化国家清洁能源示范省建设，打造全国能源高质量发展示范区，为推动治蜀兴川再上新台阶和成渝地区双城经济圈建设提供坚强能源保障。

按照《四川省“十四五”能源发展规划》，四川将继续推进电源建设，科学有序开发水电，在加强生态环境保护和做好移民安置的前提下，重点推进金沙江、雅砻江、大渡河“三江”水电基地建设，有序推进中型水电开发，着力优化水电结构，优先建设季以上调节能力水库电站，统筹推进流域综合管理。“十四五”期间核准建设规模 1200 万 kW，新增投产水电装机规模 2500 万 kW；2025 年水电规划装机达到 1.05 亿 kW，2030 年接近 1.3 亿 kW。

牙根一级水电站位于四川“三江”水电基地，是《四川省“十四五”能源发展规划》的电源重点建设项目，其开发建设有利保障四川清洁能源供应和进一步优化能源，符合四川能源发展战略。

2.4.4 牙根一级水电站发挥反调节作用是梯级开发的重要组成部分

四川能源资源禀赋，决定了四川电源的建设以水电为主，随着水电在四川电力系统中的比重将逐步增大，电网汛期不缺电量但缺少调峰容量，存在弃水调峰；枯水期不缺容量但缺少电量。

两河口是雅砻江中游的“龙头”水库，正常蓄水位以下库容 101.54 亿 m^3 ，调节库容 65.6 亿 m^3 ，库容系数 31%，具有多年调节能力。电站装机容量 300 万 kW，设计枯水年丰水期平均出力 43.1 万 kW，平枯水期平均出力 108.0 万 kW，平枯水期平均出力较丰水期平均出力大 64.9 万 kW；中水年丰水期平均出力 138.9 万 kW，枯水期平均出力 121.9 万 kW，枯水期平均出力与丰水期平均出力相近。其水电出力特性为枯多丰少且规模巨大，两河口水电站对改善四川电网的电源结构和供电质量作用显著，其建成后将成为四川电网全年（汛期、非汛期）的主力调峰电源。

根据四川径流特性、水电站群出力特点和电力系统需要，两河口水库按年调节方式运行，6 月~9 月水库蓄水，遭遇系统枯水年，两河口电站蓄水时月平均出力 77.3 万 kW，遭遇两河口设计枯水年，两河口电站蓄水时月平均出力不低于 22.7 万 kW，两河口水电站 6 月~9 月水库蓄水时平均下泄流量较小。

从减小淹没损失，减少移民数量，保留雅江县城发展用地，促进地方社会经济发展，雅江县城河段保留为天然河段。结合《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》提出的重要控制断面生态基流控制目标，雅江断面（两河口坝下）生态基流为 $112\text{m}^3/\text{s}$ 。牙根一级水电站调节库容 1913 万 m^3 ，具有日调节性能。其装机容量 300MW，3 台轴流机组，最大引用流量 $1617\text{m}^3/\text{s}$ ，牙根一级建成投产后，能够利用日调节库容，采用单机稳定运行（带 35%基荷，发电流量约 $211\text{m}^3/\text{s}$ ）的方式满足负荷低谷时段下游生态流量要求；可以让两河口水电站日内尽量在高峰时段发电，平枯时段蓄水，可充分发挥上游水头高、库容大的两河口龙头水库电站调峰效益和水库梯级补偿效益。

牙根一级水电站作为近期开发的电源点，水库淹没少，地质、技术和环境问题相对简单，交通相对方便等特点，且便于与两河口统筹安排电力外送。加快开发牙根一级电站的建设，可充分利用两河口水库调蓄作用，一方面提供给四川电力系统安全可靠的优质电能，另一方面对两河口发电流量进行反调节，使下泄流量满足下游河段的生态用水要求，从而可释放两河口调峰能力，使两河口充分发挥调峰作用，实现两河口及下游梯级在系统中的容量电量效益。

因此，从发挥反调节作用充分释放两河口调峰能力、改善四川电网的电源结构、发挥两河口水库巨大的补偿效益分析，牙根一级水电站的建设是梯级开发的重要组成部分，对改善四川系统水电站群的供电质量具有较大作用，另外，两河口及其下游梯级是优质的调峰电源，有利于与风能、太阳能等新能源互补运行，牙根一级的建设将充分释放其调峰能力，将促进雅砻江流域内风电光伏的开发与消纳。

2.4.5 牙根一级水电站电力电量有足够的消纳空间

四川省是我国清洁能源示范省和国家重要的优质清洁能源基地，是国家“西电东送”、“西气东输”的能源输送枢纽，在国家能源安全战略格局中具有重要地位。中央财经委员会第六次会议提出，要推动成渝地区双城经济圈建设，在西部形成高质量发展的重要增长极。四川省水电资源得天独厚、风能太阳能资源较富集的能源资源特点，决定了四川省能源供给侧宜建立以水电为主，风光电为辅的清洁可再生能源系统，为成渝地区双城经济圈建设提供清洁低碳、安全高效的能源保障。

随着成渝地区双城经济圈的建设、节能减排与清洁能源替代等政策的实施，四川省电力需求将进一步增长。根据四川省最新的负荷预测成果，四川电网 2030 年全社会用电量 4400 亿 kWh，最大负荷和 8500 万 kW。同时，四川是国家实施“西电东送”、中部通道的送电端，“川电外送”方向包括重庆、华中（四省）和华东地区。根据最新电网规划，2021 年雅中直流的投运以后，扣除金沙江界河省外消纳部分后的川电外送规模为 2330 万 kW。考虑外送 2330 万 kW 及备用容量，2030 年四川电力系统需要的有效装机容量约 12140 万 kW。

至 2020 年底，四川省水电装机容量 6662 万 kW（不含溪洛渡、向家坝、观音岩和乌东德水电站），在建、核准水电装机容量 1329 万 kW（不含金沙江梯级）。扣除金沙江界河直送电源后，供电四川电网 2030 年已明确能建成的水电装机容量为 7991 万 kW（有效 7416 万 kW），火电按 2300 万 kW，风电有效容量按 21 万 kW 考虑。初步分析计算，考虑已、在建电站及目前已核准的水电电源情况下，2030 年四川省电力缺口约 2400 万 kW，电量供应方面，通过积极开发利用风能、太阳能后，合理布局新能源开发规模，各水平年电量供应基本能满足系统需求。根据施工安排，牙根一级水电站预计 2028 年左右建成发电，届时四川电网有足够的市场空间消纳牙根一级水电站的电力电量。

因此，牙根一级电站的电力电量有足够的消纳空间。

2.4.6 牙根一级水电站的建设是拉动民族地区经济发展、落实“六保六稳”的需要

面对严峻复杂的外部环境和国内加大的经济下行压力，党中央审时度势，我国提出逐步形成以“国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进”的新发展格局，提出扎实做好“六稳”工作，全面落实“六保”任务，大力部署新基建，以刺激国内投资、拉动消费。面对当前全球需求不足、经济增长乏力，能源应围绕“化石能源清洁化”、“清洁能源规模化”、“多种能源综合化”的能源转型战略思路，积极建设雅砻江中游水电项目。牙根一级在建设期，是实现中央“六稳六保”中稳就业、稳投资的具体体现，牙根一级建成后，可提供大量的清洁能源，是保产业链供应链稳定的着力点。

习近平在中央第七次西藏工作座谈会上强调，面对新形势新任务，必须全面贯彻新时代党的治藏方略，坚持统筹推进“五位一体”总体布局、协调推进“四个全面”战略布局，坚持稳中求进工作总基调，铸牢中华民族共同体意识，提升发展质量，保障和改善民生，推进生态文明建设，加强党的组织和政权建设，确保国家安全和长治久安，确保人民生活水平不断提高，确保生态环境良好，确保边防巩固和边境安全，努力建设团结富裕文明和谐美丽的社会主义现代化新西藏。中央将继续加大对四省涉藏工作的支持力度，帮助涉藏州县改善基础设施、加强生态保护、保障和改善民生、发展特色产业，让群众过上更加美好的生活。

藏区经济社会发展，长期以来主要依靠国家财政和内地各省（区）援助，由于受多方面制约和影响，其丰富的自然资源未得到很好的开发利用，未形成自身的支柱产业。因此，将水电开发作为经济社会发展的支柱产业，将资源优势转换为经济优势，由此带动相关产业的发展，对推动四川藏区经济社会高质量发展意义重大。

甘孜州的水力资源丰富，水电工业的成长和发展，可以为少数民族自治州的经济注入活力，可增加区域国民经济的发展后劲。继续开发境内丰富的水能资源，将资源优势转化为经济优势，是加快该地区经济发展的一条重要途径，也是落实中央民族工作会议精神 and 《中共中央、国务院关于进一步加强民族工作、加快少数民族和民族地区经济社会发展的决定》的具体体现，对于解决发展不平衡不充分问题，维护社会稳定，增进民族团结、保持藏区长治久安，具有重大的现实意义和深远的历史影响。

随着电站建设的进行，工程建设税费将大大增加地方财政收入；工程建设所需的水泥、钢材、木材、油料、粉煤灰、施工用电和用水等，对当地经济发展有较大的拉动作用，经测算，在牙根一级水电站建设期间可拉动四川省 GDP 新增 83 亿元，对四

川省、甘孜州地区生产总值的贡献率分别为 0.01%和 0.88%。建设资金投入对促进库区贫困人口脱贫致富、减轻地方财政负担、增加新的就业岗位。生产、生活设施的建设能够带动建筑、建材等相关产业的发展的作用巨大。

牙根一级水电工程的建设，还可改善沿线地方基础设施，拉动沿线地区经济发展。牙根一级水电站的建设将为藏区民族团结繁荣、经济社会发展、人民生活水平提高、巩固脱贫攻坚成果和全面推进乡村振兴做出重要贡献。

因此，牙根一级的建设将给地方建材、建筑、服务等相关产业带来发展机遇，增加就业岗位，带动其他资源开发，有效拉动经济增长，增加地方财政收入，巩固沿江少数民族地区脱贫攻坚胜利成果。开发牙根一级水电站符合国家实施西部大开发战略，符合藏区和少数民族地区经济社会实现高质量发展要求。

2.4.7 牙根一级水电站建设条件较好，不存在重大制约因素

牙根一级水电站为雅砻江两河口～卡拉河段梯级开发的第二级，上游与两河口水电站衔接。牙根一级水电站正常蓄水位 2605m，电站装机容量 300MW，建成后将供电四川，并参与川电外送。

牙根一级水电站为坝式开发，枢纽主要建筑物由挡水建筑物、泄洪建筑物、发电建筑物、消能防冲建筑物等组成。主体工程采用河床分期导流。牙根一级无制约工程开发的重大技术问题，水库淹没损失小，工程静态总投资 52.38 亿元，静态单位千瓦投资 17960 元。电站财务分析表明，与目前省内同类型的电站相比，牙根一级水电站上网电价相对略高。但水电作为可再生和清洁能源，是国家鼓励开发和扶持的电力产业，在我国具有广阔的发展前景。与未来同期建成的部分水电站等相比，仍可能有一定的竞争优势。

牙根一级水电站工程建设对环境的不利影响主要是电站运行对水文情势、水生生态的影响，水库淹没、工程占地、施工开挖及弃渣等对陆生生态及水土流失的影响；此外，工程施工期“三废”及噪声排放、施工人员进驻、施工交通干扰等也将对工程河段自然环境及社会环境带来短期影响。在采取相应的环境保护措施后，各种不利影响均可得到一定程度的减免。从环境影响评价结果来看，电站无制约工程建设的重大环境问题，其不利环境影响可采取适当的措施减免或消除。

综上所述，牙根一级水电站的建设符合国家能源发展战略，是实现碳减排目标的有效措施，是四川省打造全国能源高质量发展示范区和推动治蜀兴川再上新台阶的需要；电站发挥反调节作用释放两河口调峰能力进而改善四川电力系统电源结构，是雅砻江干

流梯级开发的重要组成，具有显著的经济效益和社会效益；电站的建设对促进民族团结繁荣、维护社会稳定、保持藏区长治久安、拉动民族地区经济发展、提高人民生活水平、巩固脱贫攻坚和推动藏区经济社会高质量发展具有重要意义。因此，开发建设牙根一级水电站是十分必要的。

2.5 工程特性

工程名称：牙根一级水电站

工程建设地点：四川省甘孜州雅江县

工程开发河流：雅砻江干流

工程建设性质：新建

工程等别：二等大(2)型工程，主要建筑物为2级建筑物，次要建筑物为3级建筑物

工程开发方式：河床式

工程开发任务：工程开发任务主要为发电，并对两河口水电站进行日内反调节，同时促进地方经济社会发展

工程主要特性指标详见表2.4-1。

四川省雅砻江牙根一级水电站工程特性表

表 2.4-1

序号	名称	单位	数量	备注
一	水文			
1	流域面积			
	坝址控制流域面积	km ²	65915	
2	多年平均年径流量	亿m ³	210	
3	代表流量			
	多年平均流量	m ³ /s	677	
	设计洪水流量 (P=1%)	m ³ /s	5810	
	校核洪水流量 (P=0.1%)	m ³ /s	6560	
4	泥沙			
	坝址多年平均悬移质年输沙量	万t	42.7	两河口水库拦沙后
			492	天然情况
	坝址多年平均含沙量	g/m ³	20.4	两河口水库拦沙后
			235	天然情况
	坝址多年平均推移质年输沙量	万t	27.80	天然情况
二	水库			
1	水库水位			

序号	名称	单位	数量	备注
	校核洪水位	m	2605.29	P=0.1%
	设计洪水位	m	2605	P=1%
	正常蓄水位	m	2605	
	死水位	m	2598	
2	正常蓄水位时水库面积	km ²	3.07	
3	回水长度	km	20.2	雅砻江干流
4	水库容积			
	总库容	亿m ³	0.4142	
	正常蓄水位库容	亿m ³	0.4142	
	调节库容	亿m ³	0.1913	
	死库容	亿m ³	0.2229	
5	调节特性		日调节	
6	库容系数		0.001	
三	下泄流量及相应下游水位			
1	设计洪水位时最大泄量	m ³ /s	5810	
	相应下游水位	m	2590.22	
2	校核洪水位时最大泄量	m ³ /s	6560	
	相应下游水位	m	2591.54	
3	电站额定流量	m ³ /s	1443	
4	电站下泄最小生态基流	m ³ /s	112	
四	工程效益指标			
1	发电效益			
	装机容量	MW	300	
	多年平均年发电量	亿kW·h	11.53	
	额定水头	m	21.4	
五	建设征地和移民安置			
1	水库淹没处理			
	生产安置人口	人	574	采用逐年货币补偿方式
	搬迁安置人口	人	334	分散安置，就近后靠建房，无集中安置点
	拆迁房屋	m ²	1806.11	
六	主要建筑物及设备			
1	挡水建筑物			
	型式		混凝土重力坝	
	坝顶高程	m	2607.00	
	最大坝高	m	68.8	
	顶部长度	m	247.9	
2	泄水建筑物			
	型式		泄洪闸	
	孔数及尺寸	m	3-10m×18m	
	消能方式		底流消能	
3	引水建筑物			
	进水口底板高程	m	2555.46	

序号	名称	单位	数量	备注
	尾水管出口底板高程	m	2548.47	
4	厂房			
	型式		河床式	
	主厂房尺寸	m×m×m	94.40×24.80×55.3	(长×宽×高)
5	鱼道工程			
5.1	型式		竖缝式鱼道	
5.2	总长度	m	1413	
5.2.1	进口段	m	178.155	
5.2.2	坝下游明渠段	m	727.23	
5.2.3	过坝段	m	90.95	
5.2.4	库区明渠段	m	126.5	
5.2.5	出口段	m	290	
5.3	宽度/长度	m	2.0/3.0	池室宽度/长度
七	施工			
1	主体土石方工程量			
	挖方	万m ³	368.4	
	填方	万m ³	266.34	
2	料源			
	混凝土骨料	万m ³	259.0	
	填筑料	万m ³	247.36	
3	工程弃渣			
	渣场数量及占地	处, hm ²	1处, 7.85hm ²	
	规划容量	万m ³	150	
	最终堆渣	万m ³	102.06	自然方
4	施工导流			
	导流方式与建筑物	-	枯期隧洞导流、汛期分期拦断河床的导流方式	
5	所需劳动力			
	总工日	万工日	290.11	
	平均高峰人数	人	3511	工程施工高峰年施工人数
6	施工交通运输			
	对外交通运输	km	425	成都~牙根一级坝址
	场内交通主干道长度	km	7.49	
7	施工总工期	月	48	
八	经济指标			
1	总投资	万元	603754.83	
1.2	静态投资	万元	523834.07	
1.1	环保投资	亿元	2.82	

2.6 项目组成

牙根一级水电站由枢纽工程、边坡工程、施工辅助工程、移民安置工程、环境保护工程等部分组成，工程项目组成详见表2.5-1。

工程项目组成表

表 2.5-1

项目组成		建设内容
枢纽工程	挡泄水建筑物	右岸挡水坝段采用混凝土重力坝，右侧主河道紧邻厂房坝段依次布置3孔泄洪闸，泄洪闸设一道检修门及一扇弧形工作门，共用1台门机，工作门为固定启闭机操作。泄洪闸右侧布置储门槽坝段。
	挡水发电建筑物	厂区枢纽建筑物主要由厂房坝段、进水管、尾水管、副厂房、主变及GIS室等组成。
	消能防冲建筑物	闸室下游设置消力池，采用钢筋混凝土结构，长度120m，消力池下游为70m长的海漫。
	过鱼建筑物	牙根一级水电站鱼道主要由进口、明渠段、穿安装间段、出口和鱼道附属设施等部分组成，全长1413m。
边坡工程	左岸坝肩边坡	边坡总体处于稳定状态，边坡支护以浅层喷锚支护为主。边坡开口线外设截水沟拦截坡面来水，并设柔性防护网拦截坡面滚石。
	左岸下游堆积体边坡	坝址左岸下游约2592m高程上方发育覆盖层堆积体，堆积体地貌上呈圈椅状，计算堆积体总体积约30万m ³ ，推荐采用全部清除覆盖层方案。
	右岸坝肩边坡	右岸坝肩分布有堆积块碎石土，分布高程2592~2666m，顺河长约37m，顺河高约46m，推测水平厚度约5m，体积约为6300m ³ 。初步拟定处理措施为沿基覆界线清除该部位覆盖层，开挖坡面采取挂网喷混，系统布置锚杆、排水孔等。
	章给寨滑坡	章给寨滑坡位于雅砻江右岸，章给寨村对岸，坝址上游，滑坡及变形体总体积约58万m ³ ，采用边坡锚索支护、前缘坡脚回填处理、混凝土护坡进行库岸防护等措施后总体满足水库边坡要求。
施工辅助工程	施工导流	枢纽建筑物由右岸挡水坝段、泄洪闸坝段、左岸厂房坝段及安装间坝段等组成。根据施工导流规划，主体工程采用枯期隧洞导流、汛期分期拦断河床的方式进行施工。
	生产生活设施	主要包括仓库系统、砂石加工系统、混凝土拌合系统、供水厂、供风系统、供电系统、钢筋加工厂、木材加工厂、机电及金属结构安装厂、机械修配、汽车修配及机械停放场等，总占地面积33.99hm ² 。
	场地平整	工程设三处场地平整，坝址上游的章给寨场平、坝址下游的左右岸场平。章给寨场平利用自身边坡开挖料和施工弃渣回填，下游左右岸场平均采用土石回填，干砌石护坡。
	渣料场设置	设置1处弃渣场和1个表土堆存场，渣场布置在上游左岸两河口水电站左下沟渣场内，表土堆存场布置在磨子沟沟内；工程不设置料场，由两河口水电站瓦支沟石料场开采供应毛料。
	施工道路	本工程新建场内道路总长为7.49km；其中永久公路6.09km（其中隧洞1.93km），新建临时公路1.40km。
	业主营地、承包商营地	直接利用两河口水电站白玛业主营地、2#承包商营地。
移民安置	移民安置	本工程涉及生产安置人口574人，生产安置采取逐年补偿的安置方式；搬迁安置人口346人，全部采取分散安置，就近后靠建房。
	专项设施改（迁）建	专项设施复建涉及库周公路、输电线路、通讯线路等。
环境保护工程	生态流量泄放工程	初期蓄水：通过泄洪闸控制闸门开度下泄不低于112m ³ /s的生态流量。 运行期：电站运行期通过单台机组带基荷满足生态流量下泄要求。在机组检修，或上游来流低于单台机组带基荷情况下，通过泄洪闸局部开启下泄不低于112m ³ /s的生态流量。
	鱼类保护工程	①鱼道，采用竖缝式鱼道，鱼道由进口、明渠段、过坝段及出口等部分组成，全长约1413m； ②依托两河口鱼类增殖放流站开展鱼类增殖放流； ③将坝下至牙根二级库尾干流保留河段、支沟卧龙寺沟（又名王呷河）全流域纳入鱼类栖息地保护范围。
	陆生动植物保护工程	避让措施、减缓措施，植被恢复与补偿措施，管理措施。

项目组成	建设内容
施工废(污)水处理工程	配套新建砂石骨料加工系统废水处理设施、混凝土生产系统废水处理设施；业主营地、承包商营地直接利用两河口已建污水处理设施。
环境空气和声环境保护工程	配置洒水车在无雨日每天洒水 4~5次、提升场内公路等级、限速及禁鸣标牌，加强跟踪监测，预留后期措施费用。
固体废物处置工程	设置垃圾收集箱，外运至雅江县垃圾填埋场处理；施工期和运行期设危险废物贮存间，委托有资质单位清运处置。
运行期污染防治工程	和上游两河口共用油水分离装置，厂房设置成套生活污水处理设备、生活垃圾外运处置。
移民安置及专项设施复建环保措施	农村移民安置：配套修建户用化粪池，生活垃圾采取分户收集、村、乡统一外运处理，采取加强宣传和监督力度，减少施工期的水土扰动和环境破坏； 专项设施复建：施工期“三废”防治措施、后期结合水土保持措施进行生态恢复或复耕。

2.7 工程枢纽布置及主要建筑物

枢纽主要建筑物由挡水建筑物、泄水建筑物、发电建筑物、消能防冲建筑物、鱼道等组成。工程枢纽平面布置见附图5。

2.7.1 挡水、泄水建筑物

枢纽建筑物从左至右依次布置左岸挡水坝段、发电厂房坝段、泄洪闸、储门槽坝段。

右岸挡水坝段采用混凝土重力坝，坝顶高程2607.00m，坝顶宽16.65m，最大坝高34m，坝段长21m。

厂房坝段分为主机间坝段和高、低安装间坝段和接头坝段，坝顶高程为2607.00m，坝高68.80m，沿坝轴线方向总长度为160.70m。主机间坝段紧邻泄洪闸布置，沿坝轴线方向总长度为95.4m，顺水流方向宽度为92.15m。安装间坝段布置在主机间坝段左侧，沿坝轴线长度为55.55m，由低安装间坝段和高安装间坝段组成。低安装间坝段紧邻主机间坝段，沿坝轴线长度为22.45m，顺水流向宽度为92.15m；高安装间坝段布置于低安装间坝段左侧，沿坝轴线长度为33.10m，顺水流向宽度为57.15m，接头坝段沿坝轴线方向总长度9.75m，顺水流方向长度为28m。

右侧主河道紧邻厂房坝段依次布置3孔泄洪闸，均为胸墙式平板闸。泄洪闸闸孔尺寸为10m×23m（宽×高），底板顶高程2577.00m，闸室顺水流方向长度50m，泄洪闸中墩厚5m，左侧边墩厚6m，右侧边墩厚4m。泄洪闸设一道检修门及一扇弧形工作门，共用1台门机，工作门为固定启闭机操作。

泄洪闸右侧布置储门槽坝段，采用重力式断面，顶宽16.75m，最大坝高34m。

2.7.2 发电建筑物

(1) 进水渠、进水口

进水渠布置于主机间坝段上游，宽95.40m，顺河向长71.89m，前端设拦沙坎；

进水段长度28.80m，布置有拦污栅、检修门、事故门。进水口过流段设一中墩，中墩厚3.50m，边墩厚3.91m，每台机组进水口流道被分为2孔，每个孔口净宽9.48m，总净宽18.96m。每个孔口设拦污栅两道，以备清污，压力流道前设检修闸门和事故闸门各一道。事故闸门下游侧设有通气孔，通至坝顶高程。

(2) 主厂房

主厂房由主机间和安装间组成，主机间沿坝轴线方向长95.40m，安装间沿坝轴线方向长55.55m，内部净宽度26.00m。主机间内共装三台轴流水轮发电机组，单机容量10万kW，总装机300MW。

(3) 开关站

开关站布置于厂房下游侧尾水平台，尾水平台高程为2594.00m，整个开关站面积为88.5m×21.00m(长×宽)，双层框架结构，紧邻厂房下游墙布置，屋顶布置出线场，开关站户外高压试验场地与尾水平台尾水门机共用。

(4) 副厂房

副厂房布置在主机间与尾水平台之间，在安装间层(EL.2594.0m)以下与主厂房齐长，长度为114.40m，宽度为21.0m。

GIS设备室位于副厂房左侧高程2606.50m处，平面尺寸：91.95m×21.00m，主要布置GIS设备，并与副厂房相通；GIS室屋顶为出线架层(EL2620.50m)，布置了主出线架和相关电气设备。

(5) 尾水建筑物

副厂房下游为尾水出口段，尾水闸墩平台宽12.5m，高程为2594.00m，尾水闸墩平台布置有尾水闸门启闭门机，用以启闭尾水事故检修闸门。

2.7.3 消能防冲建筑物

泄洪闸下游设置消力池，采用钢筋混凝土结构，长度120m，宽42m，前端采用1:4斜坡，始端厚8m，中部底板厚3m，底板高程为2572.00m，后部设置4m高尾坎，采用1:0.5反坡。

消力池下游为110m长的海漫，与导流明渠左侧边墙相结合，导墙顶部高程为

2590.00m，海漫的底板高程为2574.00m，底板厚度为2m，末端设置7m深的齿墙。

2.7.4 鱼道建筑物

牙根一级水电站鱼道布置于左岸，全长约为1413m。鱼道由河道下游至上游沿线分为进口段、坝下游明渠段、过坝段、库区明渠段、出口段等。

鱼道进口段结合牙根一级水电站工程泄水导墙和尾水闸墩布置。鱼道进口段起点位于尾水闸墩右缘处，沿尾水闸墩向左岸布置，直至尾水渠左岸下游3#进口末端，全线长178.155m。

坝下游明渠段接鱼道3#进口末端，沿尾水渠左岸向下游布置，在尾水闸墩下游约115.40m处向左侧转向180°向上游绕行三次，至安装间2594.00m平台下游向右侧转向90°横穿进厂公路，穿过进厂公路后继续向下游绕行一次至5#转弯休息池止，全长约727.23m。

过坝段沿安装间边墙布置，起于5#转弯休息池末端，垂直坝轴线由下游向上游布置，止于大坝前缘，全长约90.95m，坝后布置一个挡洪闸门，保证坝后鱼道及建筑物运行安全。

库区明渠段连接鱼道过坝段末端，进入库区后左转90°沿坝轴线方向布置至进水口左缘，然后右转约90°沿着进水口明渠左侧边坡向上游布置至4#鱼道出口，全长约126.5m。

出口段布置在大坝库区内，距离坝轴线约100m~468m，沿河道左岸布置，全线长约290m。

2.8 工程施工

2.8.1 施工总布置

2.8.1.1 布置条件

牙根一级水电站坝址区河谷深切，两岸山体雄厚，岸坡陡峻，河滩地及阶地数量有限。坝址上游至呷拉镇区域河谷呈略不对称的“V”型峡谷，河谷较开阔，左右岸阶地较发育，沿岸分布I~V级阶地，但多为耕地或居民点。

坝址至雅江县城间无开阔场地，仅在坝后土窝有部分台地，驻有雅江森林武警大队、森林消防支队、雅江看守所、雅江县社会福利救助中心等，仅余少量滩地和耕地可利用。

牙根一级水电站作为两河口水电站的反调节水库，考虑两座电站距离较近，且同属于一家建设单位，为减少施工临时用地及其带来的环境影响，牙根一级水电站充分利用或依托两河口已建相关设施，包括业主营地、承包商营地、综合仓库、部分施工工厂、渣场、料场等，具体如下：

(1)考虑牙根一级与两河口水电站联合运行，且工程运行管理人员不多，经复核现有

两河口的业主营地容量，并与两河口管理局商议，牙根一级业主管理营地利用现有两河口的业主营地，不再单独设置。

两河口工程业主营地位于左岸下游脚泥堡对岸，对外交通专用公路隧洞出口附近的白马坡，距离牙根一级电站坝址约2.5km。海拔高程在2625~2735m之间，营地占地面积约160000m²，建筑面积约70000 m²，设计入住人员700-800人。

两河口工程业主营地配套建设的白玛营地污水处理站于2008年7月建成投运，建筑面积800余m²，处理规模为480m³/d，采用A²/O工艺，处理后回用于营地内、营地边坡及周边的绿化浇灌。

(2) 牙根一级电站承包商营地直接利用两河口现有2#承包商营地，不再单独设置，该承包商营地位于两河口隧道进口上部缓坡地，总建筑面积69740m²，占地面积71514m²。

两河口2#承包商营地于2016年建成1座处理规模为1680m³/d，占地面积600m²的二级生化处理污水站，生活污水经处理后全部回用。

(3) 牙根一级水电站不单独设置料场，选择由两河口水电站瓦支沟石料场开采供应毛料。

(4) 利用两河口磨子沟渣场设置牙根一级水电站表土堆存场。

(5) 利用两河口左下沟渣场平台布置牙根一级左下沟施工区，工区内新建一座砂石加工系统和新布设一处渣场。

(6) 牙根一级水电站需要钢筋储量3500t，钢材储量600t，木材储量500m³，水泥储量20000t（其中袋装水泥约1000t），根据施工进度安排，利用两河口工程现有部分仓库。其中，物资仓库利用两河口水电站工程在白孜村至白玛村附近设置的综合物资仓库，满足袋装水泥存储量5000t、钢筋存量1~1.2万t的储存要求；油库利用两河口隧道出口与下游永久桥之间布置的油库，设计容量为680m³，其中柴油620m³，汽油60m³；炸药库利用两河口西地土料场附近设置的地下炸药库，可储存炸药238.5t，雷管60万发。

2.8.1.2 施工分区规划

根据施工总布置原则，结合本工程实际情况，坝址下游场地缺乏，两岸坝肩岸坡陡峭，将主要施工场地布置在上游，本工程施工场地主要划分为三个工区。

(1) 章给寨工区

章给寨工区主要布置有1#供水站、施工变电站、混凝土生产系统、钢筋加工厂、木材加工厂、金属结构制作场及机电安装场、修配系统等设施。另在章给寨上游端设置回

采渣场，作为围堰填筑备料用地。

1) 混凝土生产系统

位于坝址上游左岸章给寨回填场地下游段，场地高程2615m，建筑面积1000m²，占地面积21000m²。

2) 修配系统

位于坝址上游左岸章给寨回填场地上游段，场地高程2615m，建筑面积1600m²，占地面积6000m²。

3) 钢筋加工厂

位于坝址上游左岸章给寨回填场地中部，场地高程2615m，建筑面积4000m²，占地面积20000m²。

4) 备料场

布置在章给寨回填场地上游端，场地高程2615m，占地面积约3.5万m²。

5) 金属结构及机电安装场

布置在备料场位置，根据施工进度安排，备料场取料后，作为金属结构及机电安装场，建筑面积1100m²，占地面积16000m²。

(2) 大坝工区

该工区分布于坝下游1.5km范围内的雅砻江两岸，布置有1#~2#供风站、1#~2#施工机械停放场。

1#供风站布置在坝址左岸下游。

1#机械停放场布置在坝址下游左岸1.3km处。

2#供风站布置在坝址右岸下游。

2#机械停放场布置在坝址下游雅江县社会福利救助中心附近。

(3) 左下沟工区

该工区分布于两河口水电站左下沟附近，工区内新建有砂石加工系统、左下沟渣场；同时沿用两河口水电站已建左下沟水厂、左下沟机电设备仓库。

砂石加工系统布置在两河口现有左下沟渣场后缘，需对该场地进行平整并分层碾压，场地高程2740~2750m，建筑面积600m²，占地面积68000m²。

本工程弃渣考虑在两河口现有左下沟弃渣场前缘继续堆存，最大堆渣高度45m，渣顶高程2740m。

左下沟水厂布置于左下沟沟口附近2785m高程，建筑面积5000m²，占地面积10000m²。

左下沟机电设备仓库布置于左下沟沟口附近场地，建筑面积6500m²，占地面积48000m²。

主要施工临建设施规模见表2.8-1。

牙根一级水电站施工设施用地表

表 2.8-1

序号	类别		项目	位置	面积（m ² ）		备注
					建筑	占地	
1	仓库系统		综合仓库	白孜大桥桥头	（1000）		利用现有两河口工程设施
			油库	左下沟	（500）		
			炸药库	西地	（500）		
			永久机电设备仓库	左下沟	6500	48000	
			小计		6500	48000	
2	生活设施		业主营地	白玛营地	（2000）		利用现有两河口工程营地
			承包商营地	白孜大桥桥头	（24710）		
			小计		（26710）		
3	施工工厂设施	砂石加工系统	砂石加工系统	左下沟	600	68000	
		混凝土生产系统	混凝土生产系统	章给寨	1000	21000	
		修配系统	机械修配厂	章给寨	600	3000	
			汽车修配厂	章给寨	1000	3000	
		综合加工系统	钢筋加工厂	章给寨	4000	20000	
			木材加工厂	章给寨	1000	8000	
		供风系统	1#供风站	大坝下游左岸	370	740	
			2#供风站	大坝下游右岸	310	620	
			3#供风站	瓦支沟料场	550	1100	
		供水系统	1#供水站	章给寨	300	1500	
			左下沟水厂	左下沟	500	10000	
		制作安装系统	金属结构场	章给寨	600	6000	
			钢管拼装机电安装场	章给寨	500	10000	
		合计				11330	152960
4	其他		施工变电站	章给寨	300	1200	
			1#施工机械停放场	下游大桥左岸桥头	500	8000	
			2#施工机械停放场	大坝下游右岸	300	2000	
			合计		1100	11200	
5	总计				18930	212160	

2.8.1.3 枢纽工程建设区用地范围

根据施工场地布置规划测算，本工程共需用地88.16hm²，其中，永久用地51.82 hm²，临时用地36.34hm²。

牙根一级水电站工程建设施工用地面积见表2.8-2。

牙根一级水电站工程建设施工用地面积表

表 2.8-2

序号	项 目		单位	可研阶段		
				用地面积	库区淹没或两河口已征 地	小计
1	永久用地	水工建筑	hm ²	33.93	(7.70)	51.82 (12.28)
		永久公路	hm ²	11.29	(2.46)	
		生产生活设施	hm ²	6.60	(2.12)	
		料场	hm ²			
		渣场	hm ²			
2	临时用地	各类临时设施	hm ²	27.79	(18.13)	36.34 (26.01)
		临时公路	hm ²	0.68		
		料场	hm ²			
		渣场	hm ²	7.88	(7.88)	
3	合 计		hm ²	88.16	(38.28)	88.16 (38.28)

2.8.2 施工导流

2.8.2.1 导流方式及导流程序

根据地形地质条件和水工枢纽建筑物布置特点，牙根一级水电站不具备围堰一次拦断河床的导流条件。经导流方案综合比选，推荐枯期隧洞导流、汛期分期拦断河床的导流方式。

根据导流方案的选择及大坝施工进度安排，施工导流规划如下：

第一年1月开始准备施工，第一年1月~第一年10月完成导流洞施工；第一年10月底之前完成左、右岸边坡水上部分开挖。

第一年11月上旬进行主河床截流，进行一期一枯围堰施工。至第二年5月，完成基坑开挖、基坑内导流明渠（2594.00m高程以下明渠左导墙）施工和厂房基坑全年上下游围堰施工。一期枯水期围堰挡水高程2598.45m。

第二年5月底前拆除一期枯期围堰。第二年6月~10月，由导流明渠和枯期导流洞联合泄流，厂房坝段全年施工。厂房基坑全年围堰挡水高程为2591.73m。

第二年11月上旬，导流明渠截流，开始施工明渠上下游枯期围堰。第二年11月~第三年5月，进行导流明渠改建3孔泄洪闸，期间由枯期导流洞泄流，期间上游挡水高程为2598.45m。第三年5月底前拆除明渠二期上下游枯期围堰。

第三年6月~第三年10月，枯期导流洞和3孔泄洪闸联合泄流，全年施工厂房坝段。第四年1月中旬，厂房进水口闸门安装完毕，第四年3月中旬，厂房尾水闸门安装完毕，

第四年3月下旬，拆除二期全年围堰。

第三年11月上旬，枯期导流洞下闸。第三年11月~第四年5月，进行枯期导流洞封堵施工，封堵期间由3孔泄洪闸泄流。

第四年5月下旬，择机蓄水至正常蓄水位2605.00m，第四年6月底首台机组发电。在第四年12月底，枢纽建筑物完建。

导流规划详见表2.8-3。

施工导流规划表

表 2.8-3

导流时段			施工部位	导流标准		挡水建筑物	过水建筑物	河床水位		备注
				频率(%)	流量(m³/s)			上游水位(m)	下游水位(m)	
初期导流	大江截流	第一年11月上旬	主河道截流	10 (两河口2台机)	498	截流戗堤 (2587.50m)	导流洞	2586.87	2578.49	截流落差8.8m
	一枯	第一年11月 ~ 第二年5月	闸坝导流明渠、二期全年围堰及厂房坝段	10 (两河口满发)	1492	一期河床枯期围堰 (2600m)	导流洞	2598.45	2581.14	2594.00m 高程以下明渠左导墙施工
	一汛	第二年6月 ~10月	厂房坝段	5	4730	厂房基坑全年围堰 (2600m, 汛前2594m) 明渠左导墙 (2600m, 汛前2594m)	导流洞+ 闸坝明渠 (43m) 964+3766	2591.73	2588.11	泄洪闸仅修建两侧边墙, 厂房基坑全年施工
	明渠截流	第二年11月上旬	导流明渠截流	10 (两河口2台机)	498	截流戗堤 (2587.50m)	导流洞	2586.87	2578.49	改建导流明渠
	二枯	第二年11月~ 第三年5月	厂房坝段 3孔泄洪闸	5 (两河口满发)	1492	二期明渠枯期围堰 (2600m) 厂房基坑全年围堰 (2600m)	导流洞	2598.45	2581.14	3孔泄洪闸汛前完建
	二汛	第三年6月~ 第三年10月	厂房坝段	5	4730	厂房基坑全年围堰 (2600m) 明渠左导墙 (2600m)	导流洞+3孔泄洪闸 (30m)	2595.43	2588.11	厂房坝段全年施工, 3孔泄洪闸联合导流洞过流

导流时段			施工部位	导流标准		挡水建筑物	过水建筑物	河床水位		备注
				频率(%)	流量(m ³ /s)			上游水位(m)	下游水位(m)	
后期导流	导流洞下闸/封堵	第三年11月上旬/第三年11月~第四年5月	导流洞下闸/封堵	10 (两河口2台机)/5 (两河口满发)	498/1492	导流洞进口枯期围堰(2589m) 厂房基坑全年围堰(2600m)	3孔泄洪闸(30m)	2581.41/2587.53	2578.49/2581.14	下闸水头4.41m
	坝体度汛	第三年11月~第四年5月	厂房坝段	2 (两河口满发)	1492	导流洞进口枯期围堰(2589m) 厂房坝段临时断面挡水	3孔泄洪闸(30m)	2587.53	2581.14	导流洞封堵施工标准
		第四年6月~第四年12月	厂房坝段	2	5360	厂房坝段临时断面挡水	3孔泄洪闸(30m)	2601.31		大坝临时断面挡水标准
蓄水	第四年5月下旬	蓄水								择机蓄水

2.8.2.2 导流建筑物

导流建筑物包括挡水建筑物和泄水建筑物。挡水建筑物有一期河床枯期围堰、厂房基坑全年围堰、二期明渠枯期围堰等。泄水建筑物为导流洞、明渠及3孔泄洪闸。

(1) 导流洞

本工程导流洞推荐采用城门洞型断面，断面尺寸为11m×14m。导流洞进口采用常规进口型式，引渠长约20m，进口引渠底板高程为2577.00m，引渠底板采用厚1.0m的C25混凝土保护。导流洞进口引渠边墙采用C25混凝土；洞身为城门洞型的有压洞，进口底高程2577.00m，出口底高程2576.00m。洞身全长585m。导流洞段断面尺寸为11.0×14.0m（宽×高），封堵洞段最大断面尺寸为11.0×17.0m（宽×高）；导流洞出口采用常规出口型式，出口引渠长约45m，出口引渠底板高程为2576.00m，引渠底板、边墙布置与进口段一致。

(2) 一期导流建筑物

一期河床枯期围堰的保护对象为导流明渠、厂房基坑全年围堰、右岸挡水坝段及厂房基坑。一期枯期导流建筑物主要包括一期河床枯期上游围堰、一期河床枯期下游围堰及导流洞。

1) 一期河床枯期上游围堰

① 围堰顶高程

一期枯期导流设计流量为 $Q_{p=10\%}=1492\text{m}^3/\text{s}$ ，上、下游水位分别为2598.45m和

2581.14m，加上安全超高及波浪爬高，拟定一期河床枯期上游围堰顶高程2600.00m，下游围堰顶高程2582.00m。

②堰体及堰基防渗

一期河床枯期上游围堰防渗高度较小，为简化施工程序，缩短工期，围堰基础及堰体防渗按一体化防渗考虑，均采用0.8m厚的高喷防渗墙。高喷防渗墙按0.6m的孔间距布置，从堰顶延伸至入岩1.0m，最大防渗高度约28.0m。

③堰体结构设计

一期河床枯期上游围堰采用土石围堰结构形式。堰顶宽8.0m，堰顶轴线长156m，堰顶布置30.0cm厚的泥结石碎石土路面。围堰迎水面坡比1:1.75，背水面坡比1:1.75。为便于高喷防渗墙施工，在堰顶轴线两侧3.0m的范围内填筑砂砾石料或强风化开挖料，坡比1:0.5，外侧采用堆石料填筑，最大堰高约24.6m。高程2583.00m以下迎水面采用粒径不小于70cm的大块石进行防护，高程2583.00m以上迎水面采用1.0m厚的粒径不小于40cm的大块石进行防护。

2)一期河床枯期下游围堰

①围堰顶高程

一期枯期导流设计流量为 $Q_{p=10\%}=1492\text{m}^3/\text{s}$ ，下游水位分别为2581.14m，加上安全超高及波浪爬高，拟定一期河床枯期下游围堰顶高程2582.50m。围堰最大高度约6.5m。

②堰体及堰基防渗

一期河床枯期下游围堰防渗高度较小，为简化施工程序，缩短工期，同上游围堰，围堰基础及堰体防渗均采用0.8m厚的高喷防渗墙。高喷防渗墙按0.6m的孔间距布置，从堰顶延伸至入岩1.0m，最大防渗高度约11.0m。

③堰体结构设计

一期河床枯期下游围堰采用土石围堰结构形式。堰顶宽8.0m，堰顶轴线长160m，堰顶布置30.0cm厚的泥结石碎石土路面。围堰迎水面坡比1:1.75，背水面坡比1:1.75。为便于高喷防渗墙施工，在堰顶轴线两侧3.0m的范围内填筑砂砾石料或强风化开挖料，坡比1:0.5，外侧采用堆石料填筑，最大堰高约6.0m。迎水面采用粒径不小于70cm的大块石进行防护。

(3) 导流明渠

导流明渠结合3孔泄洪闸布置，包括引渠段、泄洪闸段及海漫段。

引渠布置在河床右岸，坝轴线之前按永久泄洪要求开挖形成 40.0m 宽的引渠，梯形断面；引渠底板与泄洪闸底板同高程 2577.00m，平坡。

受制于 3 孔泄洪闸布置，明渠泄流控制断面为泄洪闸段，实际过流断面为宽 30.0m 的矩形断面。二期导流期间最大设计洪水流量 $Q_{P=5\%}=4730\text{m}^3/\text{s}$ 时的上游水位为 2598.80m，考虑安全超高和波浪爬高后，选取引渠左导墙顶高程 2601.00m，最大挡水水头为 21.80m。

导流明渠泄洪闸段与 3 孔泄洪闸全结合布置，布置有 3 孔 10m×23m（宽×高）的泄洪闸，底板高程 2577.00m；下游为消力池段，底板高程 2570.00m，过流断面宽 42.0m。

导流明渠海漫段与水工海漫段结构全结合布置，底板高程 2572.00m，过流断面宽 42.0m~69.0m。

(4) 厂房基坑全年围堰

1) 厂房基坑上游全年围堰

厂房基坑上游全年围堰位于坝轴线上游 126.226m 处，挡水最高水位为 2598.45m，考虑波浪爬高和安全超高后，拟定厂房基坑上游全年围堰顶高程为 2600.00m，上游围堰最大堰高约 37m。

厂房基坑上游全年围堰采用土石围堰结构形式。堰顶宽 8.0m，堰顶轴线长约 131.0m，堰顶布置厚 30.0cm 的泥结石土路面。全年围堰在一期河床枯期围堰的保护下干地施工。

堰体迎水面与背水面坡比均为 1:1.75，迎水面采用 0.70m 厚的干砌石护坡保护；堰体采用复合土工膜（350g/0.8mmHDPE/350g）心墙防渗，最大防渗高度约 35.5m；心墙部位开挖至基岩，通过混凝土盖板与基础帷幕灌浆相连。土工膜两侧分别填筑顶宽 1.0m 的垫层料及顶宽 3.0m 宽的过渡料，填筑坡比均为 1:0.5，外侧采用堆石料填筑。迎水面采用 0.7m 厚的干砌石保护。

2) 厂房基坑下游全年围堰

厂房基坑下游全年围堰位于坝轴线下游 211.278m 处，考虑波浪爬高、壅高和安全超高后，拟定厂房基坑下游全年围堰顶高程为 2590.00m，最大堰高约 18.0m。

厂房基坑下游全年围堰采用土石围堰结构形式。堰顶宽 8.0m，堰顶轴线长约 119.18m，堰顶布置厚 30.0cm 的泥结石土路面。全年围堰在一期河床枯期围堰的保护下干地施工。

堰体迎水面与背水面坡比均为 1:1.75，迎水面采用 0.70m 厚的干砌石护坡保护；堰体采用复合土工膜（350g/0.8mmHDPE/350g）心墙防渗，最大防渗高度 14.00m；心墙部位开挖至基岩，通过混凝土盖板与基础帷幕灌浆相连。土工膜两侧分别填筑顶宽 1.0m 的垫

层料及顶宽3.0m宽的过渡料，填筑坡比均为1:0.5，外侧采用堆石料填筑。迎水面采用0.7m厚的干砌石保护。

(5) 二期明渠枯期围堰

1) 二期明渠枯期上游围堰

二期导流明渠改建泄洪闸施工期间，由导流洞泄流，上游水位为2598.45m，考虑波浪爬高和安全超高后，拟定二期明渠枯期上游围堰顶高程为2600.00m，最大堰高约23.0m。围堰采用土石围堰结构形式。堰顶宽8.0m，堰顶轴线长50m。2585.00m高程以上，围堰迎水面坡比1:1.75，背水面坡比1:1.75；2585.00m高程以下，上游采用坡比1:1.5，下游采用1:2坡比。为便于高喷防渗墙施工，在堰顶轴线两侧3.0m的范围内填筑砂砾石料或强风化开挖料，坡比1:0.5，外侧采用堆石料填筑。

2) 二期明渠枯期下游围堰

二期泄洪闸施工期间，由导流洞泄流，下游水位为2581.14m，考虑波浪爬高和安全超高后，拟定二期明渠枯期下游围堰顶高程为2582.50m，围堰最大高度为10.5m。围堰采用土石围堰结构形式。堰顶宽8.0m，堰顶轴线长50m。围堰迎水面坡比1:1.75，背水面坡比1:1.75。为便于高喷防渗墙施工，在堰顶轴线两侧3.0m的范围内填筑砂砾石料或强风化开挖料，坡比1:0.5，外侧采用堆石料填筑。

2.8.2.3 截流

工程需进行两次截流，一枯大江截流和二枯导流明渠截流。根据施工进度安排，第一年10月导流洞完建，一枯截流后枯期施工的项目为导流明渠、主河床全年围堰等发电的关键项目，施工工期紧张；第二年枯期导流明渠截流后，在枯期需要实施泄洪闸闸墩、闸门安装等工程，施工工期紧张。两次截流后的枯期施工时段类，相关施工项目工期较为紧张，因此综合考虑合理利用枯水期和控制截流难度等，宜选择在11月初截流。推荐采用单戗立堵截流方式。

2.8.3 施工工厂设施

2.8.3.1 砂石加工系统

(1) 生产规模

本工程砂石加工系统布置于两河口水电站左下沟渣场后缘，该渣场顶部高程为2740m~2750m，主要承担本工程导流及主体工程109.34万m³混凝土所需的成品骨料及2.64万m³围堰垫层料的供应，供应成品骨料总量为270.10万t，最大粒径150mm，料源为

两河口水电站瓦支沟石料场开采料。

根据施工总进度安排，混凝土浇筑高峰期月平均强度为 6.4万m^3 ，持续时间3个月，考虑不均匀系数1.1，加工系统成品骨料生产能力为 500t/h ，毛料处理能力为 600t/h ，二班制生产，其中人工砂生产能力 180t/h 。

(2) 工艺流程

系统采用湿法生产，主要由粗碎、第一筛分、中细碎、第二筛分、超细碎、第三筛分、棒磨车间等组成。具体生产流程为：

第一筛分车间设置2台3YKR1852H型圆振动筛，半成品料堆物料经胶带机输送到第一筛分车间，经一筛分级筛分后 $150\sim 80\text{mm}$ 粒径的物料部分进入成品料堆；部分与 $>150\text{mm}$ 物料一起进入中碎车间， $80\sim 40\text{mm}$ 粒径的物料进入细碎车间；筛下 $<40\text{mm}$ 粒径的物料通过胶带机输送到第二筛分车间。

中细碎车间设置2台CI532型反击式破碎机、2台1650型圆锥破碎机，来料首先进入调节料仓，然后通过料仓下的给料机进入破碎机破碎，破碎后通过出料胶带机进入第二筛分车间。

第二筛分车间共布置两组4台3YKR2460型圆振动筛，筛孔尺寸分别为 $80\times 80\text{mm}$ 、 $40\times 40\text{mm}$ 、 $20\times 20\text{mm}$ 、 $5\times 5\text{mm}$ 。筛分后 $>80\text{mm}$ 粒径的物料通过胶带机返回中细碎车间； $80\sim 40\text{mm}$ 物料可进入成品料堆堆存，亦可送入中细碎车间进行再破碎； $40\sim 5\text{mm}$ 粒径物料送入超细碎再破碎；筛下 $<5\text{mm}$ 粒径的物料通过胶带机输进入制砂车间。

超细碎车间设置有3台B9100SE型立轴破碎机。来料首先进入调节料仓，通过给料机进入立轴破碎机破碎，破碎后经通过胶带机进入第三筛分车间。

第三筛分车间布置有3台3618VM型高频振动筛，经三筛筛分分级后： $>20\text{mm}$ 的物料经胶带机输返回立轴式破碎； $20\sim 10\text{mm}$ 粒径的物料可以通过胶带机直接进成品料堆，也可以通过胶带机进入棒磨车间； $10\sim 5\text{mm}$ 物料通过胶带机直接进成品料堆；筛下 $<5\text{mm}$ 物料一起通过螺旋洗砂机、脱水筛、胶带机输送到成品砂仓。

(3) 系统布置

砂石加工系统主要车间集中布置弃渣场顶部 2750m 、 2740m 高程上。第一筛分车间、中细碎车间、第二筛分车间布置在 2750m 弃渣平台上；超细碎车间、第三筛分车间棒磨车间布置于 2740m 弃渣平台上；成品料堆、废水处理车间布置于 2740m 弃渣平台上。

2.8.3.2 混凝土生产系统

在坝址上游左岸设置1处混凝土生产系统，距坝址约1.0km，供应导流及主体工程混凝土，生产混凝土总量约109.34万 m^3 。设计生产能力230 m^3/h ，设置HL180-3F3000混凝土拌和楼2座，三班制生产。

系统内设置5个1500t粉料罐，其中1个为粉煤灰罐，4个为水泥罐，储存量约5630t，成品骨料由左下沟砂石加工系统生产供应，由20t自卸汽车运至牙根一级混凝土生产系统，运距约12km。

2.8.3.3 施工供风、供水及供电系统

(1) 施工供风

工程共设置3个供风站。

1#供风站：设置于坝址左岸下游，主要供应主副厂房、安装间、开关站及交通洞施工用风，设计规模154 m^3/min ，选用5L-40/8型空压机5台（其中备用一台）。采用循环供水，配套4BA-12A型水泵3台，BL-100型冷却塔2台。

2#供风站：设置于坝址右岸下游，主要供应右岸闸段施工用风，设计规模80 m^3/min ，选用5L-40/8型空压机3台（其中备用一台）。采用循环供水，配套3BA-9A型水泵3台，BL-50型冷却塔1台。

3#供风站：设置于瓦支沟石料场附近，供该料场开采施工用风，设计规模200 m^3/min ，选用5L-40/8型空压机6台（其中备用一台）。采用循环供水，配套4BA-12A型水泵3台，BL-100型冷却塔2台。

(2) 施工供水

施工供水系统主要供应主体工程施工、混凝土拌和及养护、施工辅助企业等生产用水，以及生活区生活用水。根据施工总布置规划，共设置2个供水站。

1#供水站：设置坝址上游左岸章给寨场地附近，主要供应工程施工用水、各施工设施生产用水等，设计规模550 m^3/h ，从雅砻江取水，选用12sh-6A水泵2台，其中1台备用，在2640m高程设置2个600 m^3 蓄水池。

左下沟水厂：利用两河口水电站现有左下沟水厂，供应白玛业主营地施工期及运行期生活用水、承包商营地、左下沟砂石加工系统施工期生产用水等，其设计规模为4300 m^3/h ，满足本工程用水需要。

(3) 施工供电

根据施工总布置，本工程施工场地主要划分为三个工区，总的施工用电高峰负荷约为8900kW。

牙根一级水电站的左下沟工区、业主营地、承包商营地、综合仓库沿用两河口设施，维持原供电方案：左下沟工区（2710kW）由两河口左下沟10kV开关站供电，电源引自220kV西地变；业主营地、承包商营地、综合仓库维持原供电方案，电源引自35kV白孜变。

章给寨和大坝工区计划在章给寨新建1座10kV开关站（暂按2进4出考虑），新建2回10kV线路至35kV白孜变取电，线路长约2×5km，导线截面暂按185考虑。

2.8.3.4 综合加工及机械修配厂

钢筋加工厂布置在坝址上游左岸施工区，设计规模90t/班，高峰期每天二班制生产；

木材加工厂布置在坝址上游左岸施工区，设计生产规模为10m³/班，高峰期每天需两班生产方能满足施工用量；

根据检修需要，拟在坝址附近设1个机械修配站，二班制生产，其高峰年计划劳动量约9万工时；

工程所在地靠近雅江县城，大修及一级保养可以利用雅江县资源，故现场汽车保养站主要承担运输机械的二级保养及小修，简单零部件的制作和修复。拟在坝址上游左岸章给寨施工区设1个汽车保养站，汽车保养规模为70保养标准台；

金属结构拼装场、机电安装场设在大坝上游左岸。

2.8.3.5 仓储系统及炸药库

根据施工进度安排，钢筋、钢材、水泥、木材等材料按10天储量计算，牙根一级水电站需要钢筋储量3500t，钢材储量600t，木材储量500m³，水泥储量20000t（其中袋装水泥约1000t），高峰期最大年柴油用量800t，仓库仓储规模按60t考虑。

两河口工程在白孜村至白玛村附近设有综合物资仓库，满足袋装水泥存储量5000t、钢筋存量1~1.2万t的储存要求；在两河口隧道出口与下游永久桥之间布置有油库，设计容量为680m³，其中柴油620m³，汽油60m³；在西地土料场附近设有地下炸药库，可储存炸药238.5t，雷管60万发。

综合仓库距牙根一级坝址约6km，交通便利，故牙根一级直接利用两河口工程现有仓库。

2.8.4 施工交通

2.8.4.1 对外交通

根据牙根一级水电站地理位置、区域现有公路交通状况和地方交通发展规划、电站物资来向、重大件运输要求，本阶段推荐对外交通运输方案为：

（1）大宗物资运输方案

根据牙根一级水电站地理位置、区域现有公路交通状况和地方交通发展规划、电站物资来向、除粉煤灰外，推荐采用公路运输方式从生产厂家或采购地直接通过公路运输至电站工区，运输路线为：成都起，沿G5京昆高速143km至雅安，再沿G4218雅叶高速135km至康定，接G318线经桥瓦泽乡142km至雅江县，转S220往雅砻江上游的呷拉镇方向5km抵达牙根一级水电站坝址区，线路全长425km；其中，四川峨胜水泥有限公司水泥运输里程为337km，四川泸定桥水泥运输里程为209 km。

粉煤灰推荐采用铁路、公路联合运输方式，由铁路运至成昆铁路汉源（乌斯河）火车站，转公路运输，运输路线为：汉源（乌斯河）火车站起，沿S306线42km至汉源，接G108线41km至石棉，与S217线相接，沿S217线北行92km至甘谷地，接G318线202km至雅江县，接S220往雅砻江上游的呷拉镇方向5km至抵达牙根一级水电站坝址区，公路线路全长382km。若运输粉煤灰时，泸定至石棉高速已建成通车，则运输线路调整为：汉源（乌斯河）火车站起，沿S306线42km至汉源，接G108线41km至石棉，转泸定至石棉高速97km至泸定，接G4218雅叶高速44km至康定，接G318线142km至雅江，转S220往雅砻江上游的呷拉镇方向5km至抵达牙根一级水电站坝址区，线路全长371km。

（2）重大件运输方案

根据主要重大机电设备尺寸及重量等特性，对重大件分三类分别进行运输方案拟定，形成重大件运输方案。

①满足铁路二级超限重大件运输方案（不含变压器组装前散件运输）

满足铁路二级超限要求的重大件为水轮机大轴、发电机大轴（下半轴）、大梁（单根）、小车车架、变压器（组装前散件）等，采用铁路、公路联运方式，其运输控制件为大梁，重约65t，公路运输对桥梁荷载要求为挂-120。采用铁路运输至汉源（乌斯河）再转公路运输，运输线路为：汉源（乌斯河）火车站起，沿S306线42km至汉源，接G108线41km至石棉，与S217线相接，沿S217线北行92km至甘谷地，接G318线202km至雅江县，接S220往雅砻江上游的呷拉镇方向5km至抵达牙根一级水电站坝址区，公路线路全

长382km。沿途桥涵满足运输要求。若运输重大件时，泸定至石棉高速已建成通车，则公路运输线路调整为：汉源（乌斯河）火车站起，沿S306线42km至汉源，接G108线41km至石棉，转泸定至石棉高速97km至泸定，接G4218雅叶高速44km至康定，接G318线142km至雅江，转S220往雅砻江上游的呷拉镇方向5km至抵达牙根一级水电站坝址区，线路全长371km。沿途桥涵满足运输要求。

②不满足铁路二级超限重大件运输方案

不满足铁路二级超限要求的重大件为转轮轮毂体、转子中心体、推力头、镜板、下机架中心体等，采用公路运输（或水路、公路联运）方式，其运输控制件为转轮的轮毂体，重约75t，对沿线桥梁荷载要求为挂-120。运输路线为：成都（或经海航运输，转长江内河航运和岷江内河航运，在乐山重大件码头上岸转公路，运输路线从乐山）起，沿G5京昆高速143km（或沿成渝环线高速公路成乐高速段122km）至雅安，再沿G4218雅叶高速135km至康定，接G318线经桥瓦泽乡142km至雅江县，接S220往雅砻江上游的呷拉镇方向5km至抵达牙根一级水电站坝址区，线路全长425km（404km）。沿途桥涵满足运输要求。

③变压器运输方案

考虑到变压器组装技术成熟可靠、安装方便，且费用不高，故对变压器可考虑整体及散件两种运输方式：变压器整体尺寸为8.2（长）×3.4（宽）×3.8（高），重112t，不满足铁路二级超限要求，只能通过公路运输（或水路、公路联运），需对运输方案公路沿线桥涵按特-160荷载标准进行加固，该运输方式费用较高；变压器散件尺寸为3.2（长）×2.5（宽）×3.6（高），重32t，能满足铁路二级超限要求，可采用公路运输距离较短的铁路、公路联运的方式，沿途桥涵满足运输要求，且牙根一级水电站坝址区附近有两河口水电站拼装厂可利用，无需另建厂房，故变压器组装成本低，该运输方式费用较低；相较整体与散件两种运输方式来看，变压器散件运输方式更有优势。故本阶段拟定牙根一级水电站变压器运输方式采用：变压器散件运输至两河口水电站拼装厂组装后再整体运输。

根据拟定的变压器运输方式，确定变压器采用铁路运输至汉源（乌斯河）再转公路运输，运输线路为：汉源（乌斯河）火车站起，沿S306线42km至汉源，接G108线41km至石棉，与S217线相接，沿S217线北行92km至甘谷地，接G318线198km至雅江县两河口对外交通公路大梁子隧道进口经两河口对外交通公路8km至拼装厂，组装完成后于两河

口对外交通公路接S220往雅砻江下游的雅江县城方向5km至抵达牙根一级水电站坝址区，线路全长386km。沿途桥梁满足运输要求。

2.8.4.2 施工期过坝交通

牙根一级水电站地处雅砻江中游干流的高山峡谷，受地形地质、电站枢纽结构物布置及地方交通通行需求等条件控制，电站枢纽工程区交通布置困难，其中过坝交通的建设为电站筹建期主要工程；结合电站施工总布置及施工总进度安排，电站过坝交通根据枢纽工程区交通工程建设进度和主体工程建设要求，分期实施如下：

第一期：通过整治利用枢纽工程区右岸沿江公路S220（原X037），作为电站筹建工程建设初期过坝交通通道，以满足电站筹建期工程建设要求。

第二期：枢纽工程区交通工程上、下游交通桥及左岸1#公路建成后，即组成上下游连接右岸现有S220(原X037)的过坝交通通道，其绕避了电站枢纽区主体工程施工范围，满足了电站建设、运营要求及地方交通通行需求。

在上述各时段内，过往地方交通与场内交通间会存在不可避免的相互干扰、影响，虽然牙根一级水电站工程区地方交通量较小，总体看来与场内交通相互影响较小，但为保证工程建设安全、顺利，仍需采取以下管理措施。

(1) 在重点岔道口（如上坝交通洞（102#公路）与1#公路岔道口、进厂交通洞（103#公路）与1#公路岔道口，1#公路章给寨台地路段与章给寨各施工场区岔道口，2#公路沿线与地方交通岔道口等）及2#公路沿线居民密集区等重点位置安排专人值守、指挥，避免不同流向车流发生堵塞。

(2) 在上、下游交通桥和1#、2#公路等部位，设置醒目、清晰、明亮的交通标志，保证上述道路、桥梁交通安全、顺畅。

2.8.4.3 场内交通

目前，S220（原X037）线公路从施工区域右岸通过，拟改建至左岸，在白姑村附近设跨河桥至左岸，向下游连接章给寨，以隧洞方式通过左坝肩，在章给寨沟下游约1.5km附近跨河至右岸，接原有的S220线公路。

(1) 左岸交通

左岸交通以永久改线交通公路为依托，分不同高程线路分别接线衔接至各工作面，并通过连通两河口水电站对外交通专用公路，连接牙根一级电站的对外交通。

1#公路：起于上游永久大桥右桥头上游约220m处，止于下游永久大桥右桥头下游约

220m处，道路利用S220改线公路连接坝址上下游，分不同高程接线至施工场地、左岸坝肩、左岸上下游围堰以及厂房等。同时，1#公路也作为本工程对外永久交通干道的一部分。

101#公路：1#公路接线至左岸坝肩，主要满足前期围堰填筑、基坑、厂房等施工，临时道路。

102#公路：1#公路接线至坝顶2607m高程，左岸永久上坝道路。

103#公路：1#公路连接至厂房，作为进厂道路，永久道路。

104#公路：103#公路连接至下游围堰顶部，临时道路。

105#公路：1#公路连接下游左岸施工场地，临时道路。

(2) 右岸交通

右岸交通以现有的省道S220（原X037）线为依托，在适当的位置接线至各工作面。

2#公路：下游永久大桥右桥头连接至右岸坝肩，利用现有省道S220线，经改扩建后作为右岸上坝公路，永久上坝道路。

201#公路：2#公路接线至右岸低线工作面，临时道路。

3#公路：连接现有S220线，经改扩建后作为本工程进场主要通道，永久道路。

4#公路：省道S220线路连接两河口白玛大桥，经两河口1#公路连通两河口水电站对外交通专用公路，连接牙根一级电站的对外交通，永久道路。

(3) 桥梁规划

本工程设置2座跨雅砻江施工桥，利用省道S220改线公路在坝址上、下游设置的跨江桥沟通两岸。

1) 上游永久大桥

上游永久大桥位于白姑村下游端，为省道S220改线公路上游跨雅砻江大桥，连接白姑村和章给寨，桥面高程2608m，混凝土桥，桥长约260m。

2) 下游永久大桥

下游永久大桥位于厂房下游0.9km附近，为省道S220改线公路坝址下游跨雅砻江大桥，桥面高程2591m，混凝土桥，桥长约270m。

(4) 场内主要交通干线与重要交通设施布置方案、工程量

根据规划，主要的场内交通线路包括：左右岸交通主干道、左右岸施工支路等，共布置场内交通道路7.49km（其中隧洞1.93km）。其中永久公路6.09km（其中隧洞1.93km），

新建永久公路1.28km（其中隧洞0.38km），改扩建永久公路4.81km（其中隧洞1.55km）；临时公路1.40km，新建临时公路1.40km。场内交通公路、桥梁规划详见表2.8-4、表2.8-5。

牙根一级工程场内施工道路规划表

表 2.8-4

项 目	说 明	线路长度 (m)	隧洞长度 (m)	路面宽度 (m)	线路等级	荷载等级	路面类型	备 注
1#公路	下游永久大桥至上游永久大桥	3550	1550	7.0	场内二级	公路-I级	混凝土路面	S220改线公路，永久道路
101#公路	1#公路至左岸坝前工作面	500		6.5	场内三级	汽-40	泥结碎石	临时道路
102#公路	1#公路至坝顶	130	130	6.5	场内三级	汽-40	混凝土路面	永久道路
103#公路	1#公路至左岸厂房	500	250	6.5	场内三级	汽-40	混凝土路面	永久道路/近厂房200m路面宽11m
104#公路	103#公路至下游围堰	270		6.5	场内三级	汽-40	泥结碎石	临时道路
105#公路	1#公路至下游左岸场地	350		6.5	场内三级	汽-40	泥结碎石	临时道路
2#公路	下游大桥至右岸坝顶	1250		7.0	场内二级	汽-40	混凝土路面	S220改扩建段700m，新建段550m
201#公路	2#路至右岸坝区工作面	280		6.5	场内三级	汽-40	混凝土路面	永久道路
3#公路	进场公路连接S220段	560		7.0	场内二级	公路-I级	混凝土路面	S220公路改建，永久道路
4#公路	进场公路连接白玛大桥	100		6.5	场内三级	汽-40	混凝土路面	永久道路
合 计		7490	1930					

说明：1#公路利用S220改线公路，道路等级结合川藏铁路工程建设需求设计；3#公路利用S220公路改建，工程量均计入主体工程项目。

牙根一级工程场内施工桥梁规划表

表 2.8-5

项 目	说 明	桥长 (m)	路面宽度 (m)	线路等级	荷载等级	路面类型	备 注
上游永久大桥	改线路上游跨雅砻江大桥	260	9.0	场内二级	公路-I级	混凝土	利用S220改线公路上游跨江交通桥
下游永久大桥	改线路上游跨雅砻江大桥	270	9.0	场内二级	公路-I级	混凝土	利用S220改线公路下游跨江交通桥

2.8.5 料场、渣场及表土堆存场设置

2.8.5.1 料场

依据施工规划，牙根一级水电站不设料场，由两河口水电站瓦支沟石料场开采供应毛料，牙根一级水电站自建砂石加工系统供应成品骨料。

瓦支沟石料场位于两河口水电站坝址上游庆大河左岸瓦支沟沟口下游侧，距牙根一

级水电站坝址公路里程约22km。料场分布高程2780~3300m，地形坡度35~45°。有料场专用公路衔接，开采运输条件方便。

瓦支沟石料场开采过程中，已考虑牙根一级水电站施工需要，预留石料场开采区，预留开采区为2975m~2850m高程之间部位，开采区高度125m，储量170.83万m³（为设计需要量的1.49倍），满足工程需求。根据现状调查，瓦支沟石料场终采坡面在2975m以上开采边坡坡面采取了支护措施，各级马道设置了马道排水沟，料场内设置了临时排水沟和沉砂池，开采边线外设置了截水沟。

2.8.5.2 渣场及表土堆存场规划

本工程不设置暂存料场，工程按需开采，仅在章给寨工区前期设置了回采区，工程围堰填筑和闸坝填筑完成后场地平整作为施工临时场地使用；牙根一级水电站设置1处弃渣场和1个表土堆存场。

根据施工进度安排，施工导流工程的围堰填筑所需填筑料就近从章给寨工区回采，取料后由工程开挖渣料补充；围堰拆除渣料运至左下沟渣场堆放。施工场地原则上考虑由场地自身挖填平衡，开挖弃渣不流入主体工程渣场。

(1) 左下沟弃渣场

1) 左下沟渣场场地基本情况

根据《四川省雅砻江两河口水电站水土保持方案报告书（报批稿）》，左下沟渣场位于两河口水电站坝址下游左岸的左下沟内，渣场设计容量约550万m³，设计最终弃渣约为534.24万m³（松方），为沟道型渣场；左下沟渣场已于2020年12月完成了蓄水阶段水土保持设施验收，根据《雅砻江两河口水电站蓄水阶段水土保持设施验收报告》，左下沟渣场已堆放弃渣544.92万m³，渣顶最大长度约1233m，渣顶最大宽度约120m，渣脚高程约2611m，渣顶高程约2690m~2750m，堆渣最大高度65m，渣场在高程2695m、2714m各设置一处平台，2695m平台长约178m，宽约110m，2714m平台长约129m，宽约92m，顶部平台长约692m，宽52m~11m，现状左下沟堆渣区占地面积10.61hm²。

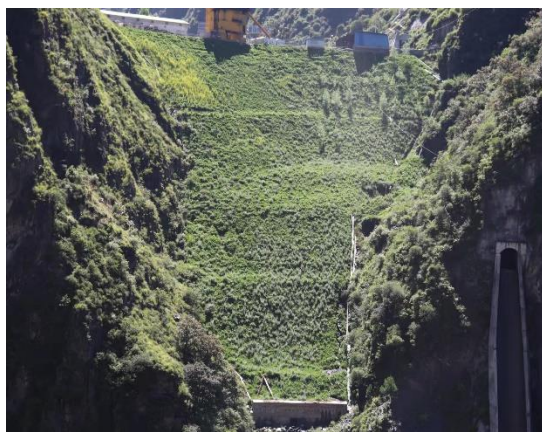
2) 两河口左下沟弃渣场弃渣设计、水土保持措施设计及实施情况

根据《四川省雅砻江两河口水电站水土保持方案报告书》（报批稿），左下沟原始地形为“V型”型峡谷地貌，左下沟渣场为沟道型渣场，设计的水土保持工程措施有挡渣堤、截水沟、挡水坝、排水洞，植物措施有渣顶灌草绿化、马道灌草绿化，坡面撒草，临时措施有排水箱涵、临时排水沟、沉砂池等措施，渣场渣脚高程2610m，渣顶高程2750m，

设计堆渣量534.24万 m^3 （松方），渣场容量为550万 m^3 。两河口水电左下沟弃渣场未考虑牙根一级水电站的弃渣。

根据《雅砻江两河口水电站蓄水阶段水土保持设施验收报告》及现场调查，左下沟渣场现已堆放两河口水电站弃渣544.92万 m^3 ，渣场等级为1级渣场。

两河口水电站已在渣体上方沟道内实施有挡水坝，渣体范围外实施有排水洞、拦石栅、箱涵，渣体周边实施有截排水沟，在高程2695m设置有两河口专用公路（两河口水电站5#公路），在高程2695m以下实施了拦渣堤、石块护脚、钢筋石笼、截水沟、框格梁植草护坡；在高程2695m以上实施了播撒草籽，马道栽植灌木、播撒草籽；目前左下沟渣场上方目前布置有引水发电标修配厂、泄洪标前方指挥中心等施工临时设施，目前施工场地正在按计划拆除。



渣场已实施的挡渣堤、护坡、排水洞（2965m以下）



渣场2740m~2750m平台段设置的排水沟和绿化



渣场2740m~2750m内部道路段设置的截水沟、排水沟、绿化





左下沟渣场顶部上方布设的挡水坝、排水洞、拦石栅

3) 堆渣规划

在两河口水电站左下沟渣场的前缘渣体平台进行堆渣，工程各区域可通过两河口水电站对外交通专用公路、省道220、两河口专用公路（两河口水电站5#公路）、两河口专用公路（两河口水电站1#公路）运渣至左下沟渣场，堆渣原始场地高程2695~2740m，场地现状为两河口水电站的施工场地；牙根一级水电站设计最终弃渣量为102.06万m³（自然方，合松方121.46万m³），设计堆渣渣脚高程为2695m，渣顶高程为2740m，最大堆高45m，堆渣范围面积7.85hm²，堆渣区域容量为150万m³（自然方，合松方180万m³）。



图 2.8-1 左下沟渣场现状及场地规划

牙根一级水电站左下沟渣场特性表

表 2.8-6

地理坐标		堆渣范围 面积 (hm ²)	设计堆渣范围 内		渣场容 量 (万 m ³)	渣场设计堆 渣量 (万 m ³)	上游汇水面 积 (km ²)	周边情况
经度 (东经)	纬度 (北纬)		渣脚高 程 (m)	渣顶高 程 (m)				
101°1'28.62"~ 103°1'40.61"	30°10'7.01"~ 30°10'0.56"	7.85hm ²	2695	2740	180万m ³ (松方, 考 虑有电 站运行 期弃渣 量)	121.46万m ³ (松方, 不 含两河口 水电站和 牙根一 级水电站 运行期弃 渣)	堆渣区左岸 0.383, 右岸 0.295 (仅堆 渣范围两侧 山体汇水)	堆渣范围上游已有挡水 坝、排水洞、拦石栅、 箱涵、截水沟, 下方有 两河口专用公路 (5#公 路), 原有渣场临河侧 有挡渣堤, 本工程堆渣 不受洪水影响, 堆渣范 围内的施工场地正在按 计划拆除。

(2) 表土堆存场

牙根一级水电站共设置1处表土堆存场, 表土堆存场布置在磨子沟沟内, 位于雅砻江牙根一级水电站坝址上游右岸约15.3km。

该场地现状为两河口水电站磨子沟渣场, 根据《雅砻江两河口水电站蓄水阶段水土保持设施验收报告》、《四川省雅砻江两河口水电站水土保持方案 (弃渣场补充) 报告书》及现场调查, 两河口水电站磨子沟渣场占地面积2.13hm², 渣场容量26.30万m³, 已

堆放弃渣量22.24万 m^3 （含表土8.09万 m^3 ），目前该渣场已堆渣结束，渣顶已临时堆放了表土；根据资料及雅砻江流域水电开发有限公司对两河口水电站的工作安排，两河口水电站主体工程已于2022年5月完工，磨子沟渣场的表土预计在2022年12月前完成回采，磨子沟渣场表土回采平台高度在2643.6m，回采量7.95万 m^3 （0.14万 m^3 用于磨子沟渣场2634~2660m高程范围绿化覆土）。

牙根一级水电站预计2023年开工，届时两河口水电站已完成对磨子沟渣场表土的回采工作，且回采后，磨子沟渣场剩余容量12.01万 m^3 ，牙根一级水电站规划在磨子沟渣场内第一级平台2634m平台绿化顶部向上堆放至2660m高程硬化场地边线，堆土区域面积0.72 hm^2 ，堆土区堆土容量为8.22万 m^3 ，本项目堆放电站枢纽工程剥离表土6.23万 m^3 ，堆土区底部高程2634m，最大堆高26m，不受雅砻江洪水影响。

牙根一级水电站表土堆存场特性表

表 2.8-7

位置	占地面积	堆土容量 (万 m^3)	设计堆土量 (万 m^3)	堆场底高程 (m)	堆场顶高程 (m)	最大堆高 (m)	边坡比
两河口水电站磨子沟渣场	0.72	8.22	6.23	2634	2660	26	1:2

(3) 土石方平衡分析

工程土石方开挖总量为368.40万 m^3 （含表土7.24万 m^3 ，自然方，下同），填筑总量为266.34万 m^3 （含表土7.24万 m^3 ），最终弃渣总量102.06万 m^3 （合松方121.46万 m^3 ）全部运至左下沟弃渣场堆放。

牙根一级工程土石调运规划表

表 2.8-8

序号	项目	开挖 (万m³)			回填 (万m³)			调入 (万m³)			调出 (万m³)			外借 (万m³)		余方 (万m³)		
		表土	土石方	小计	表土	土石方	小计	表土	土石方	来源	表土	土石方	去向	数量	来源	土石方	松方	去向
I	1	枢纽工程	挡水坝	0.13	7.79	7.92							III-2~III-4、V			7.79	9.27	左下沟弃渣场
	2		泄洪闸坝	0.17	10.31	10.48		2.53	2.53		2.53	I-4	III4			10.31	12.28	
	3		安装间	0.42	75.62	76.04							I-2、I-3、I-9、III-1、III-4			0.00	0	
	4		进水渠	0.12	9.13	9.25							IV			9.13	10.86	
	5		尾水渠	0.21	29.03	29.24							III-1、III-4			0.00	0	
	6		鱼道	0.71	10.38	11.09							III-1、IV			0.00	0	
	7		边坡防护		0.05	0.05	0.01	4.47	4.48	0.01	4.47	I-3、I-8				0.05	0.06	
	8	施工导流	导流开挖	0.25	68.87	69.12							I-9、III-1~III-3、IV			0.20	0.24	左下沟弃渣场
	9		围堰填筑					57.74	57.74		57.74	I-3、I-8				0.00	0	
	10		围堰拆除		43.34	43.34										43.34	51.57	
			小计	2.01	254.52	256.53	0.01	64.74	64.75	0.01	64.74					70.82	84.28	
II	1	交通设施	场内公路	0.37	9.63	10	0.61		0.61	0.24			II-2					左下沟弃渣场
	2		进厂公路	0.99	36.51	37.5	0.04	1.41	1.45				III-1、II-1、III-4、IV			31.24	37.18	
			小计	1.36	46.14	47.5	0.65	1.41	2.06	0.24						31.24	37.18	
II I	1	施工生产生活场地	章给寨场地	2.52	49.4	51.92	2.49	162.87	165.36		113.47		III-2					
	2		1#机械停放场	0.2	0.37	0.65	0.3	11.4	11.8	0.0	11.1	I-9、I-1						

序号	项目		开挖（万m³）			回填（万m³）			调入（万m³）			调出（万m³）			外借（万m³）		余方（万m³）		
			表土	土石方	小计	表土	土石方	小计	表土	土石方	来源	表土	土石方	去向	数量	来源	土石方	松方	去向
			8			3	7		5										
3		2#机械停放场	0.03	0.4	0.43	0.07	8.28	8.35	0.04	7.88	I-9、I-1								
4		砂石加工系统				1.15		1.15	1.15		I-2~I-3、I-5								
5		供风、供水站	0.03		0.03	0.03		0.03											
		小计	2.86	50.17	53.03	4.07	182.62	186.69	1.24	132.45		0.03							
IV		弃渣场		0	0.1	0.1	1.5	0.1	1.6	1.5		I-4、I-6、I-8							
V		料场																	
VI	1	专项设施改（迁）建工程	复建公路		0.45	9.35	9.8	0.45	9.4	9.85		0.05	VI-2						
	2		输电、供水线路等专项设施		0.56	0.88	1.44	0.56	0.83	1.39				0.05	VI-1				
			小计		1.01	10.23	11.24	1.01	10.23	11.24		0.05			0.05				
合计			7.24	361.16	368.4	7.24	259.1	266.34	2.99	197.24		2.99	197.24				102.06	121.46	

注：1.无特殊说明，土石方均为自然方；

2.加粗斜体（如“III-4”）为表土的调入或调出；

3.后期围堰拆除中：一期枯水期围堰2577m以下部位和二期上游围堰高程2582.5m以下部位的围堰填筑部分用作河道凹地平整利用，不拆除。

4.移民安置工程的复建工程受制于设计深度，专项设施复建工程土石方根据《四川雅砻江牙根一级水电站建设征地移民安置规划报告》估列土石方，如后期优化设计变化，专项设施复建土石方以优化后的专项设施复建工程土石方为准。

2.8.6 施工总进度及主要施工指标

2.8.6.1 筹建期

筹建期进度安排以满足导流及主体工程施工需要为前提。筹建工程主要包括：施工对外交通（主要涉及贯穿工程区的S220公路改线的桥梁、隧洞公路施工等）、坝区危险源治理、施工供电系统的变电站及其低压供电线路、施工通讯系统、施工征地和临时房屋建筑、标书编制及招标等项目。

本工程安排筹建工程工期24个月，为第一年1月准备工程开工前的2年。

2.8.6.2 施工总工期

本工程施工总工期48个月，其中：准备工程占直线工期10个月，从第一年1月～第一年10月；主体工程工期32个月，从第一年11月～第四年6月底第一台机组发电；工程完建期6个月，从第四年7月～12月。

2.8.6.3 施工劳动力

本工程施工分年度工程量及劳动力见表2.8-9。

主要工程量及劳动力分年度表

表 2.8-9

	项目	单位	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	备注
工程量	土石明挖	万 m ³	303.51	181.28	92.7	10.77	18.8	
	石方洞挖	万 m ³	13.71	13.71				
	土石填筑	万 m ³	56.8	20.87	34.69	1.24		
	混凝土浇筑	万 m ³	106.513	15.85	43.273	41.83	5.56	
	锚杆	万根	7.792	6.496	1.244	0.052		
	喷混凝土	万 m ³	1.49	1.239	0.251			
	固结灌浆	万 m	1.941	0.181	0.74	1.02		
	帷幕灌浆	万 m	2.58	0.35	1.37	0.86		
	金属结构	t	8204			5742.8	2461.2	
劳动力		人		2316	3511	1828	290	
总工日		万工日	290.11	66.32	113.51	81.27	29.01	

说明：劳动力中已包括管理人员（按生产人员8%计算）和缺勤人员（按生产、管理人员之和的5%计算）。

2.8.6.4 主要施工设备

工程施工机械设备数量，规格型号等见表2.8-10。

主体工程施工机械设备表

表 2.8-10

序号	设备名称	规格型号	单位	最大 选用量	功率 (kW)		重量 (T)		分年度使用量				备注
					单机	合计	单机	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	
1	履带液压钻	D7	台	3					3	3	3	3	
2	挖掘机	3m ³	台	2					2	2	2	2	
3	推土机	132kw	台	3					3	3	3	3	
4	自卸汽车	20t	台	13					13	13	13	13	
5	鄂式破碎机	C125	台	2	160	320	38	76	2	2	2	2	
6	反击破	CI532	台	2	250	500	16	32	2	2	2	2	
7	圆锥破碎机	1650	台	2	160	320	9.1	18.2	2	2	2	2	
8	立轴冲击破碎机	B9100SE	台	3	370	1110	9.3	27.9	3	3	3	3	
9	棒磨机	MBZ2136	台	1	210	210	57.4	57.4	1	1	1	1	
10	螺旋分级机	FG-15	台	5	7.5	37.5	11.7	58.5	5	5	5	5	
11	圆振动筛	3YKR1852H	台	2	30	60	11.5	23	2	2	2	2	
12	圆振动筛	3YKR2460	台	4	37	148	13.77	55.08	4	4	4	4	
13	高频振动筛	3618VM	台	2	37	74	13.6	27.2	2	2	2	2	
14	振动给料机	GZG125-160	台	57	3	171	1.15	65.55	57	57	57	57	
15	振动给料机	GZG110-150	台	13	2.2	28.6	0.96	12.48	13	13	13	13	
16	振动给料机	GZG60-100	台	1	0.74	0.74	0.37	0.37	1	1	1	1	
17	棒条式给料机	HPF1560 (s)	台	2	30	60	9.3	18.6	2	2	2	2	
18	石粉回收及脱水装置	2SG48-120W-4A	套	3					3	3	3	3	
19	胶带输送机	B1000	台	4					4	4	4	4	
20	胶带输送机	B800	台	11					11	11	11	11	
21	胶带输送机	B650	台	37					37	53	37	37	

砂石加工系统主要设备表

续表 2.8-10

序号	设备名称	规格型号	单位	最大 选用量	功率 (kW)		重量 (T)		分年度使用量				备注
					单机	合计	单机	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	
1	履带液压钻	D7	台	3					3	3	3	3	
2	挖掘机	3m ³	台	2					2	2	2	2	
3	推土机	132kw	台	3					3	3	3	3	
4	自卸汽车	20t	台	13					13	13	13	13	
5	鄂式破碎机	C125	台	2	160	320	38	76	2	2	2	2	
6	反击破	CI532	台	2	250	500	16	32	2	2	2	2	
7	圆锥破碎机	1650	台	2	160	320	9.1	18.2	2	2	2	2	
8	立轴冲击破碎机	B9100SE	台	3	370	1110	9.3	27.9	3	3	3	3	
9	棒磨机	MBZ2136	台	1	210	210	57.4	57.4	1	1	1	1	
10	螺旋分级机	FG-15	台	5	7.5	37.5	11.7	58.5	5	5	5	5	
11	圆振动筛	3YKR1852H	台	2	30	60	11.5	23	2	2	2	2	
12	圆振动筛	3YKR2460	台	4	37	148	13.77	55.08	4	4	4	4	
13	高频振动筛	3618VM	台	2	37	74	13.6	27.2	2	2	2	2	
14	振动给料机	GZG125-160	台	57	3	171	1.15	65.55	57	57	57	57	
15	振动给料机	GZG110-150	台	13	2.2	28.6	0.96	12.48	13	13	13	13	
16	振动给料机	GZG60-100	台	1	0.74	0.74	0.37	0.37	1	1	1	1	
17	棒条式给料机	HPF1560 (s)	台	2	30	60	9.3	18.6	2	2	2	2	
18	石粉回收及脱水装置	2SG48-120W-4A	套	3					3	3	3	3	
19	胶带输送机	B1000	台	4					4	4	4	4	
20	胶带输送机	B800	台	11					11	11	11	11	
21	胶带输送机	B650	台	37					37	53	37	37	

混凝土生产系统主要设备表

续表 2.8-10

序号	设备名称	规格型号	单位	最大选用 量	功率 (kW)		重量 (t)		分年度使用量				备注
					单机	合计	单机	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	
1	拌和楼	HL180-3F3000	座	2	560	560	480	480	2	2	2	1	
2	振动给料机	GZG1003	台	14	2.2	30.8	0.762	10.668	9	14	11	5	
3	电动弧门给料机	800×800	台	5	0.75	3.75	0.5	2.5	3	5	5	2	
4	空气压缩机	5L-40/8	台	3	250	500	0.91	2.73	1	2	2	1	含备用1台
5	胶带机	B=650mm	条	6		120.0		633.9	3	6	6	3	

施工供风、供水系统主要设备表

续表 2.8-10

序号	设备名称	规格型号	单位	最大	功率 (KW)		重量 (T)		分年度使用量				备注
				选用量	单机	合计	单机	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	
1	空压机	5L-40/8	台	14	250	3500	5	70	7	7	6	3	备用2台
2	水泵	14Sh-6A	台	2	260	520			1	1	1	1	备用1台

钢筋加工厂主要主要设备表

续表 2.8-10

序号	设备名称	型号	单位	最大用量	功率 (kW/kVA)		重量 (t)		分年度使用量			
					单机	合计	单机	合计	第1年	第2年	第3年	第4年
1	钢筋切断机	GJ5-40 (切断直径6~40mm)	台	2	7.5	15	0.95	1.9	1	1	1	2
2	钢筋弯曲机	GJ740 (弯曲直径6~40mm)	台	3	3.0	9	0.425	1.275	1	3	3	2
3	钢筋调直机	GTJ4-4/14 (调直直径4~14mm)	台	2	9.0	18	1.5	3	1	2	2	1
4	对焊机	UN ₁ -100 (焊接直径25~40mm)	台	1	/100	/100	0.465	0.465	1	1	1	1
5	对焊机	UN ₁ -75 (焊接直径22~36mm)	台	2	/75	/150	0.445	0.89	1	2	2	1
6	弧焊机	BX ₁ -330-1	台	3	/22.8	/68.4			1	3	3	2
7	弧焊机	BX-500	台	2	/32	/64			1	2	2	1
8	点焊机	DN ₁ -75	台	1	/75	/75			1	1	1	1
9	点焊机	DN ₂ -100	台	1	/100	/100			1	1	1	1

序号	设备名称	型号	单位	最大用量	功率 (kW/kVA)		重量 (t)		分年度使用量			
					单机	合计	单机	合计	第1年	第2年	第3年	第4年
10	氧气焊接及切割设备		台	2					1	2	2	1
11	汽车起重机		台	1			7.9	7.9	1	1	1	1
12	平板车		台	4					1	4	4	1
13	电动砂轮机		台	4					1	4	4	1
14	钢筋矫正台		台	4					1	4	4	1
15	辊道台		台	6					2	6	4	2
16	合计			38		42/557.4		15.43				

木材加工厂主要主要设备表

续表 2.8-10

序号	设备名称	型号	单位	用量	功率		重量		分年度使用量				备注
					(kW / kVA)		(t)		第一年	第二年	第三年	第四年	
					单机	合计	单机	合计					
1	细木工带锯机	MJ318	台	1	5.5	5.5	0.92	0.92	1	1	1	1	1
2	万能木工圆锯	MJ225	台	1	4	4	0.475	0.475	1	1	1	1	1
3	平、压两用刨	MQ206	台	1	5.5	5.5	1.2	1.2	1	1	1	1	1
4	多用木工机床	MQ493	台	1	3	3	0.7	0.7	1	1	1	1	1
5	万能磨锯机	MR1212	台	1					1	1	1	1	1
6	锯条辊压机	MR417	台	1	1	1	0.182	0.182	1	1	1	1	1
7	排尘离心通风机	C4-73-11	台	2	7.5	15	0.148	0.296	1	1	1	1	1
8	单梁电动葫芦	LD-A	台	1	3	3	2.91	2.91	1	1	1	1	1
9	汽车起重机	QY5	台	1	90hp	90hp	7.9	7.9	1	1	1	1	1
10	合计		台	10		37		14.583	9	9	9	9	9

汽车保养站主要设备表

续表 2.8-10

序号	设备名称	型号	单位	用量	功率 (kW)		重量 (t)		分年度使用量				备注
					单机	合计	单机	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	
1	普通车床	C620×1500	台	1	4.125	4.125	2.15	2.15	1	1	1	1	
2	普通车床	CW6180×3000	台	1	11.225	11.225	5.5	5.5	1	1	1	1	
3	普通车床	C630×2800	台	1	10.125	10.125	3.45	3.45	1	1	1	1	
4	立式钻床	Z525	台	1	4.5	4.5			1	1	1	1	
5	牛头刨床	B665	台	1	11.1	11.1	4	4	1	1	1	1	
6	铣床	X62W	台	1	14.145	14.145	5.3	5.3	1	1	1	1	
7	摇臂钻床	Z32K	台	1	3.59	3.59	2.2	2.2	1	1	1	1	
8	合 计			7		58.8		22.6					

机械修配站主要设备表

续表 2.8-10

序号	设备名称	型号	单位	用量	功率 (kW)		重量 (t)		分年度使用量				备注
					单机	合计	单机	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	
1	普通车床	CA6140	台	1	7.84	7.84			1	1	1	1	
2	普通车床	C618	台	1	3	3			1	1	1	1	
3	普通车床	C620	台	1	4.125	4.125			1	1	1	1	
4	牛头刨床	B6050	台	1	3	3			1	1	1	1	
5	牛头刨床	B696	台	1	3	3			1	1	1	1	
6	铣床	X52K	台	1	9.06	9.06			1	1	1	1	
7	滚齿机	Y38-1	台	1	3.125	3.125			1	1	1	1	
8	钻床	Z5125	台	1	2.29	2.29			1	1	1	1	
9	万能外圆磨床	M131W	台	1	7.9	7.9			1	1	1	1	
10	合 计			9		43.3			9	9	9	9	

2.8.7 施工方法

2.8.7.1 枢纽建筑物施工

(1) 施工道路

左、右两岸开挖分别依托左岸1#公路和右岸现有道路（X037）作为施工主干道，至岸坡施工道路考虑从上述道路接线设施工道路至开挖工作面进行施工。至基坑施工道路考虑从上述道路到达围堰顶高程，经过上、下游围堰背坡“之”字型道路进入基坑进行施工。

至边坡开挖施工道路考虑单车道，路面宽度4m，纵坡不超过12%，局部设错车道。至基坑施工道路考虑后期运输混凝土及施工强度的要求，考虑双车道，路面宽度8m，纵坡不超过12%。

(2) 开挖及支护

1) 土石明挖

边坡土石方开挖采用自上而下分层开挖，梯段高9~12m，采用潜孔钻钻孔，边坡喷锚支护根据开挖情况分层进行。

基坑石方开挖高度5~6m，保护层厚度2~3m，覆盖层和石渣均采用液压挖掘机挖装15~20t自卸汽车出渣，孤石解爆采用手风钻钻孔。

为保证开挖边坡稳定和施工安全，施工期临时支护结合永久支护统一考虑，喷混凝土、锚杆滞后边坡开挖1个梯段高度完成；永久锚索滞后2层马道完成。

锚杆施工采用潜孔钻钻孔，锚索施工采用KB8070型全液压潜孔钻钻孔，导槽人工下锚方式、分级张拉施工。喷混凝土采用PH-30型混凝土喷射机喷射。

2) 石方洞挖

两岸灌浆平洞洞挖采用手风钻钻孔，周边光面爆破，开挖渣料采用人工手推车推至洞口，装载机装15t自卸汽车出渣。

(3) 混凝土浇筑

1) 一期工程

施工时考虑在基坑上游布置1台门机，主要负责闸墩和坝体混凝土浇筑，兼顾上游部分导墙施工；在下游消力池底板上布置1台门机，负责闸室边墙、消力池及下游部分导墙施工；门机覆盖不到的地方，采用25T汽车吊或长臂挖掘机辅助入仓浇筑。

闸底板及纵向导墙基础混凝土浇筑采用6m³搅拌运输车运输混凝土直接卸料入仓。

闸墩、挡水坝混凝土浇筑采用 6m^3 搅拌运输车运输，MQ900B型门机吊 3m^3 卧罐入仓。消力池混凝土采用 6m^3 搅拌车运输，25T汽车吊吊 3m^3 卧罐入仓或长臂挖掘机入仓。上游护岸、下游贴坡防护混凝土，采用 6m^3 搅拌运输车运输、HB30混凝土泵直送入仓。

2) 二期工程

二期工程施工时考虑在上游进水渠前沿布置2台MQ900B型门机，负责主机间、储门槽坝段及部分安装间混凝土浇筑；在尾水渠内布置2台MQ900B型门机，负责副厂房及尾水闸墩混凝土浇筑。门机覆盖不到的地方，采用25T汽车吊或长臂挖掘机辅助入仓浇筑。

厂房及安装间混凝土采用 6m^3 搅拌运输车进行水平运输，MQ900B型门机吊 $3\sim 6\text{m}^3$ 吊罐入仓浇筑。

拦砂坎及尾水导墙混凝土采用 6m^3 搅拌运输车运输，HB60混凝土泵送入仓。

引渠和尾水渠混凝土采用 6m^3 搅拌运输车进行水平运输，直接入仓浇筑。

(4) 基础处理

基础处理包括固结灌浆和帷幕灌浆。固结灌浆安排在基础混凝土浇筑到一定厚度、满足压重要求后进行。固结灌浆采用XU-100型地质钻机钻孔，下导管，孔口封闭，孔内循环自上而下灌浆，段长 $1\sim 2\text{m}$ ，分三序施工，逐序加密灌浆。

帷幕灌浆在基础廊道内进行，对于多排孔帷幕，先做下游排，后做上游排，再做中间排，采用XU-100型地质钻机钻孔，孔口封闭，同一排中的灌浆孔，自上而下分段灌注，分三序，并按分序加密的原则进行，TBW-200/40型灌浆泵灌浆。

2.8.7.2 鱼道施工

覆盖层开挖及清坡采用 2m^3 液压挖掘机装30t自卸汽车运输，辅以120HP推土机集渣。石方开挖采用YQ100型潜孔钻钻孔，手风钻辅助， 2m^3 液压挖掘机装30t自卸汽车运输，辅以120HP推土机集渣。

鱼道进口段与厂房尾水渠同时或稍滞后施工，混凝土拟采用 6m^3 搅拌运输车运输至尾水渠，转门机吊 1m^3 吊罐入仓浇筑或采用 1.6m^3 反铲辅助入仓浇筑。鱼道出口及明渠段混凝土由 6m^3 混凝土搅拌车运输，混凝土泵泵送入仓，插入式振捣器振捣，组合钢模施工。

2.8.7.3 下游河道护岸施工

(1) 开挖及支护

边坡土石方开挖采用自上而下分层开挖，梯段高 6m ，采用潜孔钻钻孔， 2m^3 液压挖掘机装30t自卸汽车出渣。边坡喷锚支护根据开挖情况分层进行。

基坑石方开挖高度5~6m,保护层厚度2~3m,覆盖层和石渣均采用2m³液压挖掘机挖装30t自卸汽车出渣,孤石解爆采用手风钻钻孔。

为保证开挖边坡稳定和施工安全,施工期临时支护结合永久支护统一考虑,喷混凝土、锚杆滞后边坡开挖1个梯段高度完成;永久锚索滞后2层马道完成。

锚杆施工采用潜孔钻钻孔,人工下锚,分段注浆施工。

(2) 混凝土浇筑

底板混凝土浇筑采用6m³搅拌运输车运输,长臂挖掘机入仓浇筑。

边墙混凝土采用6m³搅拌运输车运输,转溜槽入仓浇筑。

2.8.7.4 环境边坡治理工程施工

危险源治理遵循少开挖,少扰动的原则。至右岸危险源施工道路考虑从右岸现有公路接线修建人行施工便道至工作面。人行施工便道尽量减少挖方,少扰动边坡,部分路段采用钢管支撑、编织竹片、钢管爬梯等形成,便道宽约1~2m,总长约2000m。

施工所需锚杆、锚索、钢筋、防护网、脚手架等材料采用简易溜索或人工背运至工作面。所需混凝土在临时拌制点采用混凝土搅拌机拌和。手风钻、地质钻机、灌浆泵等设备均由人工抬运至工作面。

危岩体清理采用手风钻钻孔爆破,爆破渣料采用人工搬运至施工便道处,装30t自卸汽车出渣。锚杆和锚筋束施工采用手风钻或YQ100型潜孔钻机钻孔,人工插筋,注浆机注浆。锚索施工采用YQ100型潜孔钻机钻孔,灌浆泵注浆。喷混凝土采用PH-30型混凝土喷射机喷射,主动防护网施工均采用人工施工。

2.8.7.5 机电设备及金属结构安装

泄水、引水、尾水、鱼道建筑物等的闸门门叶在专业工厂分节或整体加工制作,运输至现场拼装焊接。

金属结构的门槽等埋件由混凝土施工的门机吊运至工作面,手动葫芦启吊就位安装。

(1) 安装程序

闸门和启闭机安装主要施工程序为:安装准备→埋件安装和二期混凝土浇筑→启闭机和电气设备安装→门叶安装→试运行→防腐等尾工。

(2) 平板闸门安装

1) 埋件安装

平板闸门埋件安装包括底槛、主轨、反轨、侧轨和门楣。一般均采用二期混凝土埋

设。安装程序为：底槛→门楣→主轨→反轨→侧轨。主、反、侧轨的安装由下向上逐节进行，埋件安装和二期混凝土浇筑交替进行。

2) 门叶安装

门叶安装主要施工程序为：安装准备及平台搭设→门叶吊装（组合、节间焊接或铆接）→启闭机、门叶连接做起落试验→防腐等尾工。

(3) 弧形闸门安装

1) 埋件安装

弧形闸门埋件安装包括底槛、侧止水座板、侧轮导板、门楣、铰座基础螺栓架或铰座钢梁及铰座。一般除铰座基础螺栓架采用一期混凝土预埋外，其余均采用二期混凝土埋设。埋件安装既可配合土建进度分段进行，也可集中连续进行，其安装程序为：底槛→铰座基础螺栓架→铰座→侧止水座板和侧轮导板→门楣。

2) 门叶安装

门叶安装主要施工程序为：安装准备→铰链、铰座和支腿吊装→门叶分节吊装→门叶、支腿连接→门叶接缝焊接→支腿接缝焊接→支腿间行架安装、门楣和顶、侧、底止水件安装→启闭试验→防腐等尾工。

(4) 启闭机安装

1) 液压式启闭机安装

液压式启闭机安装可安排在启闭机室土建工作全部结束，闸门处于挡水位置时开始。其安装程序除在启闭机中增加油库设备、管路安装、滤油和启闭机充油工序外其余与固定式启闭机安装基本相同。

2) 门式启闭机安装

门式启闭机安装应在土建工作完成后进行，可安排在相应部位闸门埋件安装的同时或埋件安装之后进行，并应争取在闸门门叶安装前装好投入使用。

安装施工程序为：安装准备→轨道吊装、加固、焊接→二期混凝土浇筑→行走机构吊装、门腿吊装→上平台吊装、调整、焊（铆）接→启闭机吊装→机房等附件安装→门机行走机构行程试验→启闭机空载试验→启闭机与门叶连接、负荷、操作试验→防腐等尾工。

2.9 建设征地及移民安置

2.9.1 建设征地实物指标

依据审定的《四川省雅砻江牙根一级水电站移民安置规划》，牙根一级水电站建设征地涉及雅江县河口镇、呷拉镇2个镇5个村，涉及土地面积5402.95亩（征收5163.25亩，征用239.70亩），其中耕地630.87亩（征收543.14亩，征用87.73亩），园地396.71亩（征收380.73亩，征用15.98亩），林地791.70亩（按用地性质划分，征收695.79亩，征用95.91亩；按权属类别划分，国有林地545.61亩，集体林地246.09亩），其他草地52.34亩（征收52.34亩），内陆滩涂144.28亩，农业设施建设用地73.22亩，居住用地18.64亩，交通运输用地53.69亩，水域与水利设施用地0.25亩，陆地水域3218.49亩，其他土地22.76亩；人口79户334人，房屋面积192472.22m²；零星林木37164株。

涉及的主要专项设施包括三级公路1.2km，四级公路3.78km，汽车便道2.59km，吊桥3座，人行道2.53km，通讯线路18.83杆km，35kV输电线路3.79杆km，10kV输电线路3.41杆 km；国家永久性测量标志（二等）1座，文物点3处；企事业单位6家，其中工矿企业3家，事业单位3家。建设征地不涉及压覆矿产和永久基本农田。

2.9.2 移民安置规划

2.9.2.1 生产安置方案

牙根一级水电站基准年共有生产安置人口553人，全部位于呷拉镇；其中，水库淹没影响区473人，枢纽工程建设区80人。按人口自然增长率推算至规划水平年共有生产安置人口574人，其中水库淹没影响区493人，枢纽工程建设区81人。

根据移民环境容量分析及移民意愿调查成果，规划生产安置人口采用以逐年货币补偿为主，对应耕园地面积835.7亩。

牙根一级水电站农村移民生产安置方案汇总表

表 2.9-1

单位：人

镇	行政村	规划水平年生产安置人口（人）	安置方案（人）	相应耕地面积（亩）	备注
			逐年补偿安置	逐年补偿安置	
呷拉	脚泥堡	183	183	235.29	
呷拉	白孜	284	284	465.17	
呷拉	呷拉	87	87	112.81	
呷拉	西地	20	20	22.43	
合计		574	574	835.7	

2.9.2.2 搬迁安置方案

牙根一级水电站基准年共有搬迁安置人口334人，其中，水库淹没影响区265人，枢纽工程建设区69人。按人口自然增长率推算至规划设计水平年，搬迁安置人口为346人，其中水库淹没影响区276人，枢纽工程建设区70人。

结合移民搬迁安置意愿调查成果，规划对79户346人全部采取分散安置，就近后靠建房。

牙根一级水电站农村移民搬迁安置方案汇总表

表 2.9-2

单位：人

乡/镇	行政村	规划水平年搬迁安置人口	搬迁安置方式	搬迁安置去向
			分散安置	就近后靠建房
呷拉	脚泥堡	38	38	38
呷拉	白孜	288	288	288
呷拉	呷拉	20	20	20
合计		346	346	346

2.9.3 专业项目处理

2.9.3.1 交通工程

(1) 等级公路

工程建设征地涉及省道S220公路呷拉集镇上游段，规划对该段进行复建，复建路线全长1.6km，其中隧道825m/1座。复建路线设计速度30km/h，路基宽度7.5m，路面宽度6.5m，沥青路面。

(2) 库周交通

为恢复建设征地涉及交通工程原功能，库区复建汽车便道2.89km（苦乐沟左岸对外连接道路、复建基俄组连接道路），复建吊桥1座，复建人行驿道3.94km。

复建白孜村苦乐沟左岸对外连接道路路线全长0.203km，其中设中桥65.06m/1座，无隧道；基俄组连接道路路线全长2.69km，无桥隧。各线路均采用水泥混凝土路面。

复建比地吊桥采用主跨190m车行吊桥，引道长度为80m。

规划新建、复建人行道2段共3.94km，其中新建人行道2.31km，复建人行道1.63km。新建、复建人行道宽度为1.50m，基本采用全开挖断面，路面采用15cm厚C20砼硬化路面。

2.9.3.2 防护工程

为保护昆地生态农业开发合作社耕地，对其进行垫高，并在沿河侧增设防护堤，经布置，防护长度约707m，防护堤采用重力式挡墙型式，顶宽度0.5m~1m，临水侧直立，

背水侧1: 0.5, 墙身高度约0.6m~3.8m, 基础埋深0.6~1m, 墙身材料采用M10浆砌块石, 临水侧用1: 2防水水泥砂浆抹面, 厚20mm, 墙身设梅花型排水孔, 每10m~15m分缝。局部岸坡易塌岸地段采用0.3m厚浆砌石进行护坡处理, 护坡防护至基岩出露处, 长度419m。



图 2.9-1 昆地生态农业开发合作社防护范围

2.9.3.3 电力工程

牙根一级水电站建设征地涉及输电线路7.20km, 其中35kV输电线路3.79km, 10kV输电线3.41km。输电线路复(改)建长度共计12.08km, 其中35kV输电线路6.19km, 10kV输电线路5.89km。

2.9.3.4 通信工程

建设征地涉及光缆18.83杆km, 其中中国移动6.65杆 km, 中国联通6.7杆km, 中国电信5.47杆km。需根据受影响程度以及实际需要进行复(改)建, 规划共建共享通信杆路长度8.2km, 复建光缆总长度25.26km, 其中24芯光缆长度18.18km, 12芯光缆长度7.08km。

2.9.3.5 文物古迹

牙根一级水电站水库淹没涉及三处“三普”文物点, 分别是基俄西北塔、基俄吊桥, 同时在工程枢纽区新发现文物点一处, 即章给白塔。规划对上述三处文物点进行资料提取。

2.9.3.6 压覆矿产

根据《关于牙根一级水电站工程建设征地压覆已查明重要矿产资源的评估报告》和雅砻江牙根一级水电站压覆重要矿产资源查询表(编号: YF202106110001), 牙根一级水电站建设征地区影响不涉及重要矿产资源。

2.9.3.7 国家永久性测量标志

建设征地涉及国家永久性测量标志点1座（二等），当水库达到正常蓄水位时将对其淹没，遵照《中华人民共和国测绘法》相关规定需迁建。

2.9.4 企事业单位处理方案

2.9.4.1 企业

工程建设征地涉及雅江县宏发加气混凝土砖厂有限责任公司、雅江县裕康物业有限责任公司采砂场、雅江本家地砖厂等三家企业，均采用一次性补偿处理方式。

2.9.4.2 事业单位

工程建设征地涉及雅江县国有林保护管理局江北片区管护站、雅江国有林保护管理局管护二队综合楼、甘孜州生态环保局雅江县城上游水质监测站等三家事业单位，经征求权属单位法人和雅江县人民政府意见，雅江县国有林保护管理局江北片区管护站、雅江国有林保护管理局管护二队综合楼房屋采用异地迁建，甘孜州生态环境局雅江县城上游水质监测站采用一次性补偿处理方式。

2.10 工程运行调度计划

2.10.1 蓄水计划

2.10.1.1 初期蓄水时段

根据施工进度安排，考虑施工期第4年3月厂房进出口闸门安装完毕，5月上旬大坝开始蓄水，5月底首台机组具备发电条件。

2.10.1.2 初期蓄水计划

依据《水电工程水利计算规范》（NB/T10083-2018），牙根一级水电站初期蓄水的设计来水频率采用75~80%。根据《水库调度设计规范》（GB/T 50587-2010）要求，按来水保证率75%和50%选择设计代表年。因此，结合牙根一级工程实际情况，初期蓄水计划选择设计来水频率为75%。牙根一级水库蓄水初步计划在五月上旬，入库流量为两河口下泄流量。

(1) 代表时段选择

根据施工总进度安排，牙根一级水电站于第4年5月初下闸，分析来水情况后，全部蓄水时间位于5月上旬，因此代表年选择以5月上旬为主选择来水过程。根据上游两河口的调度运行方式，5月水库处于供水期。经分析，选择1971年5月上旬为初期蓄水的代表时段（频率为75%，旬平均流量为356m³/s），选择丰、平、枯三个代表时段分别为2019

年5月上旬、2016年5月上旬和1960年5月上旬。三个代表时段的均值与多年平均值接近，代表性较好。各代表时段的水量和频率对照表见表2.10-1。

三个代表时段水量和频率对照表

表 2.10-1

项目	天然流量 (m ³ /s)	两河口调度后流量 (m ³ /s)	频率 (%)
丰水年 (2019年5月上旬)	663	984.6	5%
平水年 (2016年5月上旬)	426	832.1	50%
枯水年 (1960年5月上旬)	222	560.3	90%
75%来水保证率 (1971年5月上旬)	356	541.3	75%

(2) 蓄水过程

牙根一级水电站采用分期导流方式施工，3孔泄洪闸在初期蓄水前敞泄过流。根据5月上旬75%保证率入库径流，及三个代表年5月上旬入库径流，分析牙根一级水库蓄水过程。

根据蓄水计算，当5月上旬75%保证率、50%保证率和95%保证率入库径流时，牙根一级水电站蓄水至正常蓄水位时间均为8天；当5月上旬5%保证率入库径流时，牙根一级水电站蓄水至正常蓄水位时间为7天。牙根一级水电站不同保证率入库径流蓄水过程如表2.10-2至表2.10-5。

牙根一级水电站 75%保证率入库径流蓄水过程

表 2.10-2

时间	入库径流	出库径流	蓄水量	时段末库容	水库水位	蓄水速率
	m ³ /s	m ³ /s	万 m ³	万 m ³	m	m/d
蓄水前	446.3	446.3	0.0	54.5	2581.7	0.0
5月上旬第1天	446.3	430.8	134.2	188.7	2584.7	3.0
5月上旬第2天	451.3	424.0	236.0	424.7	2587.7	3.0
5月上旬第3天	459.3	415.3	380.5	805.2	2590.7	3.0
5月上旬第4天	508.3	451.0	494.9	1300.1	2593.7	3.0
5月上旬第5天	562.3	489.9	625.7	1925.9	2596.7	3.0
5月上旬第6天	562.3	477.0	737.1	2662.9	2599.7	3.0
5月上旬第7天	559.3	465.0	814.8	3477.7	2602.7	3.0
5月上旬第8天	582.3	505.4	664.7	4142.5	2605.0	2.3

牙根一级水电站 5%保证率丰水年入库径流蓄水过程

表 2.10-3

时间	入库径流	出库径流	蓄水量	时段末库容	水库水位	蓄水速率
	m ³ /s	m ³ /s	万 m ³	万 m ³	m	m/d
蓄水前	1142.6	1142.6	0.0	258.4	2585.8	0.0
5月上旬第1天	1142.6	1108.5	294.4	552.8	2588.8	3.0
5月上旬第2天	1044.6	995.8	421.6	974.3	2591.8	3.0
5月上旬第3天	945.6	882.5	545.3	1519.6	2594.8	3.0
5月上旬第4天	929.6	852.4	667.0	2186.6	2597.8	3.0
5月上旬第5天	913.6	824.2	772.8	2959.4	2600.8	3.0
5月上旬第6天	915.6	819.0	834.8	3794.2	2603.8	3.0
5月上旬第7天	991.6	951.3	348.3	4142.5	2605.0	1.2

牙根一级水电站 50%保证率平水年入库径流蓄水过程

表 2.10-4

时间	入库径流	出库径流	蓄水量	时段末库容	水库水位	蓄水速率
	m ³ /s	m ³ /s	万 m ³	万 m ³	m	m/d
蓄水前	791.1	791.1	0.0	140.7	2583.9	0.0
5月上旬第1天	791.1	766.7	211.1	351.8	2586.9	3.0
5月上旬第2天	799.1	760.4	334.7	686.5	2589.9	3.0
5月上旬第3天	803.1	748.3	473.3	1159.8	2592.9	3.0
5月上旬第4天	787.1	719.8	581.6	1741.4	2595.9	3.0
5月上旬第5天	784.1	701.1	717.4	2458.8	2598.9	3.0
5月上旬第6天	798.1	706.3	792.9	3251.7	2601.9	3.0
5月上旬第7天	807.1	707.4	861.5	4113.2	2604.9	3.0
5月上旬第8天	843.1	839.7	29.2	4142.5	2605.0	0.1

牙根一级水电站 95%保证率平水年入库径流蓄水过程

表 2.10-5

时间	入库径流	出库径流	蓄水量	时段末库容	水库水位	蓄水速率
	m ³ /s	m ³ /s	万 m ³	万 m ³	m	m/d
蓄水前	565.3	565.3	0.0	82.7	2582.5	0.0
5月上旬第1天	565.3	547.2	156.3	239.0	2585.5	3.0
5月上旬第2天	565.3	533.4	275.4	514.4	2588.5	3.0
5月上旬第3天	560.3	512.5	412.8	927.2	2591.5	3.0
5月上旬第4天	550.3	489.1	528.8	1456.0	2594.5	3.0
5月上旬第5天	544.3	468.2	657.9	2113.9	2597.5	3.0
5月上旬第6天	547.3	459.2	761.6	2875.6	2600.5	3.0
5月上旬第7天	557.3	461.2	830.4	3706.0	2603.5	3.0
5月上旬第8天	568.3	517.8	436.5	4142.5	2605.0	1.5

(3) 生态流量泄放措施

牙根一级水电库容较小，蓄水过程较短，采用边蓄边泄的蓄水方式，出库流量虽然

较入库流量有所减少，但完全满足生态基流（ $112\text{m}^3/\text{s}$ ）和5月鱼类繁殖期生态需水（ $203.1\text{m}^3/\text{s}$ ）的泄放要求；同时初期蓄水期间，3孔泄洪闸已完建，通过泄洪闸可保障泄水要求。

2.10.2 水库运行方式

牙根一级水电站的开发任务主要为发电，并对两河口进行日内反调节，同时促进地方经济社会发展。

（1）水库运行方式

根据牙根一级水电站在雅砻江梯级电站开发中所处的位置和开发任务，其水库的运行方式为：全年（汛期和非汛期）水库水位在正常蓄水位和死水位之间变化。

牙根一级水电站与上游两河口电站的衔接，考虑两河口～牙根一级区间几乎无较大支流入汇，经两河口调蓄后，牙根一级水电站年内入库流量较均匀。一般情况下，牙根一级水库水位在正常蓄水位2605m以下2m范围内消落运行，当电力系统需要时可消落至死水位2598m。

（2）电站运行方式

牙根一级与两河口联合运行，对两河口日内发电流量进行反调节，通过35%单机出力基荷下泄流量满足生态流量要求，释放两河口的调峰能力，在此基础上可与两河口联合参与调峰运行。

2.11 工程投资

工程静态总投资52.38亿元，其中土建投资25.01亿元。

2.12 上、下游梯级电站建设情况回顾

牙根一级水电站是雅砻江中游水电规划推荐“一库七级”中的第二级，上游与两河口水电站衔接，并作为两河口水电站的反调节水库；下游为牙根二级水电站，其间分布有包括雅江县城在内的长约6km保留河段。目前，两河口水电站全部机组投产发电、正在开始第三阶段蓄水工作，牙根二级尚在开展可行性研究工作，故重点对已蓄水发电且与牙根一级联系紧密并作为同一组电源的两河口水电站进行回顾。

2.12.1 两河口工程概况

两河口水电站是雅砻江中游两河口至卡拉河段规划的“龙头”水库电站，也是整个流域的控制性工程，位于四川省甘孜州雅江县境内。电站坝址位于雅砻江干流和支流鲜水河汇口(即两河口)下游约 2km 河段，下距雅江县城约 25km，距离牙根一级水电站坝址约 20.2km，两河口坝址处控制流域面积 6.6 万 km²，多年平均流量 666m³/s。工程开发任务为以发电为主，兼顾防洪，并促进地方经济社会发展。电站采用坝式开发，为砾石土心墙堆石坝，最大坝高 295m；水库正常蓄水位 2865m，相应库容 101.54 亿 m³，死水位 2785m，调节库容 65.6 亿 m³，具有多年调节能力。电站厂房为地下厂房，总装机 3000MW(6 台)，多年平均年发电量 110.0 亿 kW.h。

2.12.2 工程建设过程

2010年10月，水利部以“水保函[2012]380号”文批复了《四川省雅砻江两河口水电站水土保持方案报告书》；

2013年7月，原环境保护部以“环审[2013]327号”文批复了《四川省雅砻江两河口水电站环境影响报告书》；

2014 年 9 月，国家发展和改革委员会以“发改能源[2014]2060 号”对工程予以核准。

2014年10月，主体工程开工建设；

2015年11月，实现大江截流；

2020年6月，通过蓄水阶段环境保护自主验收；

2020年12月，工程正式下闸蓄水，2021年9月29日，第一台机组发电，2022年3月18日，最后一台机组投产发电。

2.12.3 蓄水过程

两河口蓄水过程分三阶段蓄水，2020年11月1日2#导流洞下闸，第一阶段蓄水开始，至2020年12月18日蓄水至水位高程2682.0m，之后进入稳定期，库水位基本维持在高程2680m，标志着第一阶段蓄水工作完成；

2021年6月10日，5#导流洞开始控泄，至2021年8月20日，蓄水至死水位2785.0m，第二阶段蓄水工作完成；

2022年7月1日，开始第三阶段蓄水，计划2022年10月30日蓄水至2845m，2023年10

月底至正常蓄水位2865m。

2.12.4 牙根一级水电站所依托的环保措施概况

施工规划时，考虑牙根一级水电站与两河口水电站距离较近，两河口水电站部分设施可直接利用，从而减少施工临时用地及其带来的环境影响。其中，牙根一级水电站不设生活营地，业主管理人员、施工人员居住于两河口白玛业主营地、2#承包商用地；牙根一级水电站不单独设置料场，由两河口水电站瓦支沟石料场供应毛料；利用两河口磨子沟渣场设置本项目表土堆存场；利用两河口左下沟渣场平台布置牙根一级左下沟施工区，工区内设置本项目砂石加工系统及渣场；直接利用两河口水电站综合物资仓库、油库、炸药库及左下沟水厂等施工辅助设施。

根据《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及其审查意见对中下游干流鱼类增殖站的统筹规划成果，以及《雅砻江两河口水电站环境影响报告书》及其批复、《四川省雅砻江两河口鱼类增殖放流站工程设计报告》及其审查意见相关要求，明确两河口增殖站承担两河口、牙根一级、牙根二级共3个水电站的增殖、放流、科研任务。

综上所述，牙根一级水电站可依托的环保措施主要包括两河口鱼类增殖站，白玛业主营地、2#承包商营地的生活污水处理设施及垃圾收运系统及瓦支沟石料场防护措施。

2.12.4.1 两河口鱼类增殖站

(1) 工程设计情况

根据两河口环境影响报告书相关要求，2014年1月，建设单位委托我公司编制完成《四川省雅砻江两河口鱼类增殖放流站设计报告》；同年2月，水电水利规划设计总院在成都市召开了该设计报告审查会议，我公司根据审查意见对报告进行了补充完善；同年7月提出该设计报告的审定本；同年9月，水电水利规划设计总院在成都市召开了该设计报告审查收口会；2015年4月，水电水利规划设计总院以《关于印发<四川省雅砻江两河口鱼类增殖放流站设计报告>审查意见的函》(水电规环保[2015]31号)出具了审查意见。

根据设计报告，两河口鱼类增殖站设计放流规模50万尾/年，其中近期放流规模35万尾/年(长丝裂腹鱼21万尾/年、短须裂腹鱼10万尾/年、四川裂腹鱼4万尾/年)，远期放流规模15万尾/年(厚唇裸重唇鱼4万尾/年、裸腹叶须鱼6万尾/年、青石爬鮡5万尾/年)，同时远期放流对象也是人工繁殖研究对象。

各梯级电站放流规模一览表

表 2.11-1

单位：万尾

梯级名称	近期			远期		
	长丝裂腹鱼	短须裂腹鱼	四川裂腹鱼	裸腹叶须鱼	厚唇裸重唇鱼	青石爬鮡
两河口	11.34	5.4	2.16	3.24	2.16	2.7
牙根一级	4.2	2	0.8	1.2	0.8	1
牙根二级	5.46	2.6	1.04	1.56	1.04	1.3
合计	21	10	4	4	6	5

(2) 工程建设情况

依据工程施工总结报告，两河口鱼类增殖放流站位于两河口水电站坝址下游15km处，雅砻江左岸业主白玛营地下侧江边，工程占地约74亩，雅砻江流向从场地西侧自北向南。场地进口处左侧三角区为门卫室。其它建(构)筑物在场地内从上游向下游进行纵向布置。场地外侧(临河)从上游至下游布置有生态鱼池、亲鱼培育车间1、亲鱼培育车间2、鱼苗培育车间1、养殖弃水池、一体化污水处理设备；场地内侧(临山)从上游至下游布置有配电及发电机房、停车场、综合用房、催产孵化车间、鱼苗培育车间2、饵料池、12个室外鱼苗池、仿生态亲鱼池、回收水池和污水管理房。

场地外侧和内侧分别设置一条从上游至下游的纵向场内道路，路宽3.5m，内外侧纵向道路间根据构(建)筑物位置设置6条3.5m和1条8m宽横向道路形成了场内的网状交通。取水工程布置在场地上游侧岸边河床上，高位水池根据给排水需要布置于场地的后缘边坡2622.60m平台上，并修建梯步与场地内部连接。

两河口鱼类增殖放流站于2016年9月正式开工，2019年12月开展试运行，2020年8月30日投入运行，实际建设费用约7900万元。

两河口鱼类增殖放流站主要建(构)筑物技术指标表

表 2.11-2

序号	名称	单位	数量	备注
1	建筑物			
其中	1)催产孵化车间	m ²	991.44	
	2)亲鱼培育车间	m ²	3288.20	共2栋，面积均为1644.10m ²
	3)鱼苗培育车间	m ²	3201.36	共2栋，面积分别为1897.20m ² 和1304.16m ²
	5)办公楼	m ²	312.40	
	6)门卫室	m ²	26	
	7)配电及发电机房	m ²	102	
	8)污水管理房	m ²	68	
2	构筑物(池类)			
其中	9)室内亲鱼培育池	个	24	16.3m×4.0m×1.5m 共12个；

序号	名称	单位	数量	备注
				8.0m×4.0m×1.5m 共 12 个;
	10)室内鱼苗池	个	18	规格: 6.3m×6.0m×1.5m
	11)防疫隔离池	个	4	规格: 3.0m(直径)×1.0m
	12)催产池	个	4	规格: 4.0m×2.0m×1.0m
	13)室外鱼苗池	个	6	规格: 6.0m×3.0m×1.5m
	14)饵料池	个	1	规格: 6.0m×3.0m×1.5m
	15)环形亲鱼池	个	1	规格: 宽 2.5m、深 2.3
	16)仿生态亲鱼池	个	1	梯形断面, 底宽 0.5m~1.6m, 池壁高 1.1m, 池壁坡度为 1:0.5;
	17)弃水池	个	1	规格: 20.0m×13.0m×2.5m
	18)回用水池	个	1	规格: 10.0m×8.0m×2.7m
	19)沉砂池、高位水池	个	1	高位水池容积 1500m ³
3	养殖设施			
其中	20)玻璃钢孵化槽	个	14	规格: 2.0m×0.8m×0.6m
	21)尤先科孵化器	个	2	规格: 3.2m×0.8m×0.6m
	22)高密度开口苗培育缸	个	4	规格: 5.0m×0.8m×1.0m
	23)鱼苗开口培育缸	个	90	规格: 1.0m(直径)×1.0m



图 2.11-1 两河口增殖站现场面貌

(3) 运行管理情况

两河口鱼类增殖站由雅砻江流域水电开发有限公司环境保护管理中心负责自主运行管理，二滩实业公司负责提供辅助技术服务工作。

依据现场调查情况，两河口鱼类增殖站运行正常，站内日常运行管理及增殖放流、科研等工作正常开展，鱼类增殖站内野生亲本捕捞、驯养、人工繁殖和苗种培育、科研等工作按计划有序开展，建立了完善的日常管理、运行制度及配备了充足的技术人员。

目前，站内养殖短须裂腹鱼亲鱼150余尾，长丝裂腹鱼亲鱼及后备亲鱼200余尾，四川裂腹鱼亲鱼70余尾。从2021年3月开始，依次开展了短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼人工繁殖工作，已为两河口电站2021年度增殖放流工作提供鱼苗15万尾，后期逐年提高养殖生产规模。

针对中远期放流鱼类，2020年已委托西南大学开展《雅砻江两河口水电站厚唇裸重唇鱼繁殖生物学及主要栖息地研究》工作，同时站内收集了厚唇裸重唇鱼2~5龄个体约70尾进行驯养研究，驯化方面取得阶段性成果，所有个体经过驯化均已摄食人工配合饲料；因裸腹叶须鱼资源量极其稀少，计划近期外委科研单位开展《雅砻江两河口水电站裸腹叶须鱼基础生物学和人工驯养繁育技术研究》，争取在3年内完成裸腹叶须鱼人工驯养繁育工作，为其增殖放流保护提供技术支撑；青石爬鮡人工驯养及繁殖技术依托锦屏·官地鱼类增殖站正在开展科研攻关，两河口鱼类增殖站同步开展野生亲本收集和驯养工作。

(4) 鱼类增殖放流活动开展情况

1) 2017年~2020年

两河口鱼类增殖放流站建成前，为满足先期鱼类放流的要求，2017年至2020年通过从雅砻江锦屏·官地鱼类增殖站外运鱼苗的方式开展了两河口水电站的鱼类放流，4年期间内分别放流长丝裂腹鱼13.8万尾、短须裂腹鱼25.88万尾、四川裂腹鱼8.33万尾等，共计48.01万尾。苗种平均长度达8cm，放流苗种无伤残和病害、体格健壮，符合放流质量与品种要求，放流地点为两河口水电站坝下增殖放流站处。

两河口水电站 2017~2020 年度增殖放流情况一览表

表 2.11-3

放流年度	种类	数量(万尾)
2017年6月	长丝裂腹鱼	4.2
	短须裂腹鱼	10.1
	四川裂腹鱼	4.9
	小 计	19.2

放流年度	种类	数量(万尾)
2018年4月	长丝裂腹鱼	5.3
	短须裂腹鱼	7.6
	小 计	12.9
2019年6月	长丝裂腹鱼	4.3
	短须裂腹鱼	8.18
	四川裂腹鱼	3.43
	小 计	15.91
2020年9月	长丝裂腹鱼	3.5
	短须裂腹鱼	6.0
	四川裂腹鱼	2.5
	小 计	12
合 计		48.01



2017 年放流活动



2018 年放流活动



2019 年放流活动



2020 年放流活动

图 2.11-2 两河口水电站放流活动现场（2017 年~2020 年）

2) 2021年

2021年10月，两河口电站开展了2021年度鱼类放流活动，放流鱼苗均来自两河口鱼类增殖放流站站内养殖，经过地方渔政主管部门现场监督确认，放流短须裂腹鱼8万尾、长丝裂腹鱼4万尾、四川裂腹鱼3万尾，共计15万尾。



图2.11-3 两河口水电站放流活动现场（2021年）

2.12.4.2 生活污水处理设施

(1) 白玛营地生活污水处理系统

两河口水电站业主白玛营地下距雅江县城约10km，上距两河口水电站15km，海拔高程在2625~2735m之间，营地占地面积约160000m²，建筑面积约70000 m²，入住人员700-800人（高峰期）。业主营地内所有人员的生活污水均被纳入营地污水处理站，处理后回用于营地边坡及周边的绿化浇灌。白玛营地污水处理站于2008年7月建成投运，建筑面积800余m²，处理规模为480m³/d，采用A²/O工艺，污水处理站面貌见图2.11-4。2017年，为保证污水站中水利用的零排放，白玛营地加大了绿化喷洒面积对营地绿化进行了全覆盖。

此外，污水处理站投入使用10余年后，出水水质异味大，用于绿化浇灌存在安全隐患。为了确保污水站出水水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)中的标准要求，2019年开始对业主营地污水处理站主要设备进行了更换，于2020年5月完成更换投运。通过环水保监理部对生活污水处理设施的例行检查，白玛营地生活污水处理设施设备维护保养到位，运行工况良好，水质监测结果稳定达标，中水回用工作正常开展，未出现生活污水直接排入雅砻江水体的现象。



图 2.11-4 白玛营地污水处理站及中水回用

(2) 2#承包商营地生活污水处理系统

两河口水电站施工承包商营地主要有1#承包商营地、2#承包商营地和武警营地，其中2#营地和武警营地建设相邻，共建一个污水处理站，2016年污水处理站建设完成，建成处理规模为1680m³/d，占地面积600m²，采用接触氧工艺。依据环水保监理报告，该套污水处理系统运行正常，水质监测结果基本达标，生活污水经处理后全部回用于边坡绿化喷洒及车辆清洗。



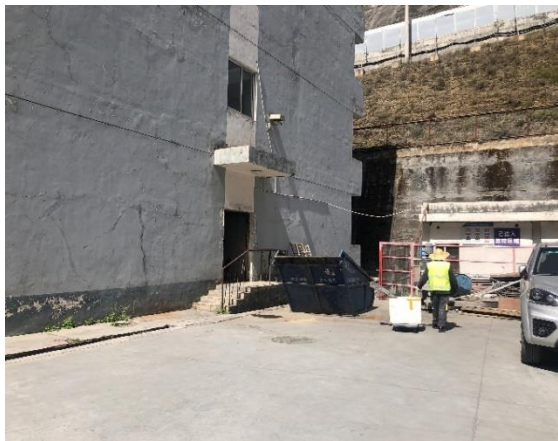
图 2.11-5 2#承包商营地污水处理站及中水回用

(3) 垃圾处理系统

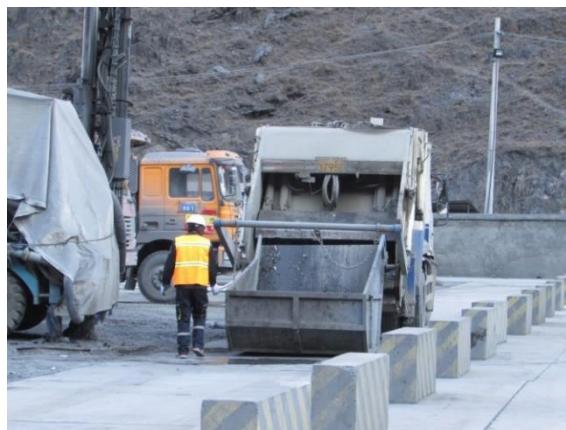
两河口水电站白玛业主营地及各施工生活区均配备了足够数量的垃圾桶，生活垃圾采取集中收集分类处理、定期外运进行处置。

建设单位与雅江县人民政府签订了《雅砻江两河口水电站施工区生活垃圾委托处理协议书》，根据合同内容，雅江县人民政府接收处理两河口水电站的生活垃圾。

经现场调查得知，二滩实业两河口分公司负责将施工区内的生活垃圾分类收集、运输，施工区产生的厨余垃圾回收用于牲畜喂养；废纸、废玻璃瓶、废塑料、废金属等可回收垃圾有专门从事废品回收的人员到施工区进行收购。同时在承包商营地及施工生活区统一设置垃圾斗(桶)，并定期对垃圾斗(桶)进行消毒处理，实业公司配备了全自动垃圾托运车，每天外运至雅江县生活垃圾填埋场进行处理。



承包商营地垃圾斗



全自动垃圾托运车

图 2.11-6 工程施工区生活垃圾处理措施

(4) 瓦支沟石料场防护措施

依据已审定的《四川省雅砻江牙根一级水电站水土保持方案报告书》，在牙根一级水电站石料场开采范围线以外，两河口水电站瓦支沟石料场已实施了截水沟、沉砂池、马道排水沟和边坡支护，牙根一级水电站石料开采利用现有截水沟、沉砂池，在本次开采范围内的马道上面设置马道排水沟，马道排水沟两端接现有截水沟，开采区间相对高差为125m，最大挖深为60m，开采结束后对开采边坡采取喷锚支护，可降低水土流失产生的机会；本工程石料场不涉及崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区，且石料场不在城镇、景区、河道范围内；两河口水电站已完成了牙根一级水电站预留开采区间范围内的覆盖层和无用层的剥离，预留根一级水电站开采区间牙基本全部为可利用料，牙根一级水电站左下沟石料场开采料无废料，避免了弃方的产生。

3 工程分析

3.1 工程与相关环境保护政策和规划的符合性分析

3.1.1 与产业政策的符合性分析

牙根一级水电站装机容量300MW，为大型水电工程，属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》第一类(鼓励类)中的“四、电力”中的大中型水力发电及抽水蓄能电站，符合国家宏观产业政策。

3.1.2 与相关法律法规符合性分析

3.1.2.1 与《中华人民共和国水法》符合性分析

根据《中华人民共和国水法》第二十一条规定：“开发、利用水资源，应当首先满足城乡居民生活用水，并兼顾农业、工业、生态环境用水以及航运等需要”；第二十六条规定：“国家鼓励开发、利用水能资源。在水能丰富的河流，应当有计划地进行多目标梯级开发。建设水力发电站，应当保护生态环境，兼顾防洪、供水、灌溉、航运、……等方面的需要”；第二十七条规定：“国家鼓励开发、利用水运资源。在水生生物洄游通道、通航或者竹木流放的河流上修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼、过船、过木设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施，并妥善安排施工和蓄水期间的水生生物保护、航运和竹木流放，所需费用由建设单位承担”。

牙根一级水电站为雅砻江中游(两河口~卡拉)段梯级规划7个梯级电站中的第2级，采用河床式开发，开发任务为发电，装机容量300MW。环境影响评价工作中，已充分考虑下游“城乡居民生活用水，并兼顾农业、工业、生态环境用水以及航运等需要”，开展生态流量计算分析，并明确提出初期蓄水及运行期下游生态流量要求；同时，为减缓工程建设对水生生态的影响，提出生态流量泄放、鱼类增殖放流、过鱼设施建设、管理与科研等保护措施。

因此，本工程建设与《中华人民共和国水法》要求相符合。

3.1.2.2 与《中华人民共和国渔业法》符合性分析

根据《中华人民共和国渔业法》第三十二条规定：“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。为减缓工程建设对水生生态的影响，提出了栖息地保护、生态流量泄放、鱼类增殖放

流、过鱼设施建设、管理与科研等水生生态保护措施体系。

因此，工程建设与《中华人民共和国渔业法》要求相符合。

3.1.2.3 与《中华人民共和国水污染防治法》符合性分析

《中华人民共和国水污染防治法》中第二十七条规定“国务院有关部门和县级以上地方人民政府开发、利用和调节、调度水资源时，应当统筹兼顾，维持江河的合理流量和湖泊、水库以及地下水体的合理水位，维护水体的生态功能”；第二十九条规定“从事开发建设活动，应当采取有效措施，维护流域生态环境功能，严守生态保护红线。”

牙根一级工程设计提出了初期蓄水及运行期下游生态流量，下泄生态流量考虑了水生生态需水、水环境需水及景观需水，以满足各类生态用水需求。工程河段为Ⅱ类水域功能区，工程建设中产生的各类废污水依托已有措施、配套新建处理措施后全部回用，不外排。根据雅江县自然资源局对本项目工程征地范围与生态保护红线确认结果（雅自然资函[2021]33号），工程建设不涉及生态保护红线及各类保护地。

因此，工程建设与《中华人民共和国水污染防治法》要求相符合。

3.1.2.4 与《中华人民共和国环境保护法》符合性分析

《中华人民共和国环境保护法》第十九条规定：“编制有关开发利用规划，建设对环境有影响的项目，应当依法进行环境影响评价”；第二十九条规定：“国家在重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等区域划定生态保护红线，实行严格保护”；第三十条规定：“开发利用自然资源，应当合理开发，保护生物多样性，保障生态安全，依法制定有关生态保护和恢复治理方案并予以实施”。

工程可研阶段同步进行了环境影响评价工作，以保护区域生态环境。根据雅江县自然资源局对本项目工程征地范围与生态保护红线确认结果（雅自然资函[2021]33号），工程建设不涉及生态保护红线及各类保护地。环境影响评价工作中，评估了环境现状，预测了工程主要环境影响，并针对性提出了相应的保护要求，减缓或降低工程建设对生态环境的影响。

因此，工程建设与《中华人民共和国环境保护法》要求相符合。

3.1.2.5 与《中华人民共和国长江保护法》符合性分析

2020年12月26日，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过《中华人民共和国长江保护法》，自2021年3月1日起施行。《长江保护法》第二十九条规定：“长江流域水资源保护与利用，应当根据流域综合规划，优先满足城

乡居民生活用水，保障基本生态用水，并统筹农业、工业用水以及航运等需要。”第三十一条规定：“长江干流、重要支流和重要湖泊上游的水利水电、航运枢纽等工程应当将生态用水调度纳入日常运行调度规程，建立常规生态调度机制，保证河湖生态流量；其下泄流量不符合生态流量泄放要求的，由县级以上人民政府水行政主管部门提出整改措施并监督实施。”第五十九条规定：“在长江流域水生生物产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等重要栖息地应当实施生态环境修复和其他保护措施。对鱼类等水生生物洄游产生阻隔的涉水工程应当结合实际采取建设过鱼设施、河湖连通、生态调度、灌江纳苗、基因保存、增殖放流、人工繁育等多种措施，充分满足水生生物的生态需求”。

牙根一级水电站工程为《雅砻江流域综合规划》推荐优先开发梯级、雅砻江中下游河段水电规划及相应的规划环评中推荐先期开发工程、环境影响回顾性评价中推荐可适时开发梯级，工程建设不存在外部制约因素。同时工程建设提出了初期蓄水及运行期下游生态流量要求，以及栖息地保护、生态流量泄放、鱼类增殖放流、过鱼设施建设、管理与科研等水生生态保护措施体系。

因此，本工程建设与《中华人民共和国长江保护法》要求相符合。

3.1.3 与相关规划符合性分析

3.1.3.1 与国家及地方社会经济发展规划符合性分析

2021年3月发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要和2035年远景目标纲要》中第十一章第三节提出“加快发展非化石能源，坚持集中式和分布式并举，大力提升风电、光伏发电规模，加快发展东中部分布式能源，有序发展海上风电，加快西南水电基地建设……建设金沙江上下游、雅砻江流域、黄河上游等……清洁能源基地”。

2021年2月发布的《四川省“十四五”规划和2035年远景目标纲要》中明确提出“科学有序开发水电，优先建设季以上调节能力水库电站，重点建设“三江”水电基地大中型水电站”。

牙根一级水电站为雅砻江水电基地的重要组成部分，为中游水电站规划推荐先期开发的梯级。工程为大型水电站，建设开发可提高再生能源系统比例，推动能源高质量发展，具有较大的碳减排效益。其建设符合国家、四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划目标任务。

3.1.3.2 与《2030 年前碳达峰行动方案》的规划符合性分析

2021 年 10 月 24 日，国务院发布的《2030 年前碳达峰行动方案》(国发[2021]23 号)中，提出因地制宜开发水电“积极推进水电基地建设，推动金沙江上游、澜沧江上游、雅砻江中游、黄河上游等已纳入规划、符合生态保护要求的水电项目开工建设，推进雅鲁藏布江下游水电开发，推动小水电绿色发展。推动西南地区水电与风电、太阳能发电协同互补。统筹水电开发和生态保护，探索建立水能资源开发生态保护补偿机制。“十四五”、“十五五”期间分别新增水电装机容量 40000MW 左右，西南地区以水电为主的可再生能源体系基本建立”。

牙根一级水电站是雅砻江水电基地的重要组成，为中游水电站规划推荐先期开发的梯级，电站无外部环境制约性因素，符合生态环保要求。电站装机容量 300MW，多年平均电量 11.53 亿 kWh，正常运行时替代火电装机 31.5 万 kW，替代火电电量约 12.1 亿 kWh。如以燃煤火电为替代电源，每年可减少二氧化碳排放 94.4 万 t，节能减排效益显著，能为“30 60 双碳目标”的实现提供有力支撑。

因此，牙根一级电站符合《2030 年前碳达峰行动方案》要求。

3.1.3.3 与国家及地方主体功能区划及生态功能区划的符合性分析

(1) 与国家及地方主体功能区规划的符合性分析

根据国务院2010年12月发布的《全国主体功能区规划》，牙根一级水电站位于“川滇森林及生物多样性生态功能区”，属于限制开发区的重点生态功能区。其开发管制原则中提出：“开发矿产资源、发展适宜产业和建设基础设施，都要控制在尽可能小的空间范围之内，并做到天然草地、林地、水库水面、河流水面、湖泊水面等绿色生态空间面积不减少”。该区能源开发布局规划为“以水电开发为主，……，建成以水电为主体的综合性能源输出地”。

根据《四川省主体功能区规划》，本工程位于限制开发区域的重点生态功能区中的川滇森林及生物多样性生态功能区，该区的主体功能定位为：大熊猫、羚牛、金丝猴等重要珍稀生物的栖息地，国家乃至世界生物多样性保护重要区域，四川省重要的生物多样性、涵养水源、保持水土、维系生态平衡的主要区域，需重点保护原生森林、流域生态系统，加强造林绿化、小流域治理、矿山生态恢复、河流水生态恢复等生态工程。区域内限制大规模高强度的工业化城镇化开发，但仍允许一定程度的能源和矿产资源开发。

牙根一级水电站属于可再生能源开发项目，是国家及地方主体功能区规划中允许

开发的项目类别；虽然水库蓄水将淹没河谷区植被，但受影响植被以河谷稀树灌木草丛、次生性山地灌草丛为主，作为区域“地带性”“代表性”和“天然植被的顶级植物群落”的阔叶林和针叶林主要分布于海拔3000m以上区域，该类型基本不受工程建设影响，区域生态环境质量的控制性组分未发生变化；同时工程通过划定鱼类栖息地、建设过鱼设施及开展鱼类增殖放流，在一定程度上可缓解工程对水生生态的影响。总体上，牙根一级水电站开发不违背主体功能区规划的发展定位，在工程切实做好生态环境保护前提下，符合国家和四川省主体功能区规划的要求。

(2) 与国家及地方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)》，牙根一级水电站工程所在地属于(14)川西北水源涵养与生物多样性保护重要区中的川西北水源涵养与生物多样性保护功能区，该区是长江重要支流雅砻江、大渡河、金沙江的源头区和水源补给区，也是黄河上游重要水源补给区。区域主要生态问题为大规模水电开发导致的生态破坏加剧，湿地疏干垦殖和过度放牧导致的沼泽萎缩、草甸退化和草地沙化问题突出。拟定的生态保护主要措施：合理开发水电资源，强化水电开发与运行中的生态保护，严格控制支流小水电的无序开发。

根据《四川省生态功能区划》，牙根一级水电站所在区域位于生态区划中“川西高原横断山区寒温带-温带针叶林生态区一大雪山-沙鲁里山云杉冷杉林-高山灌丛-高山草甸生态亚区—雅砻江中游林牧业与土壤保持生态功能区”，该区生态建设与发展方向：保护森林和草原植被，保护生物多样性，巩固天然林保护和退耕还林成果，防治山地灾害和水土流失。科学发展林牧业，合理开发利用水力资源，禁止建设严重污染型的工业企业。

牙根一级水电站属于可再生能源开发项目，工程所在雅砻江为国家有序推进开发的大型水电基地，电站建设过程中对自然环境、生态环境等会产生一定程度的不利影响，为减缓电站施工及运行对周围环境的影响，工程拟定了全面详细的生态保护与水土保持措施，将影响降至生态环境可接受的限度内，不会影响该区生态功能。

因此，本工程建设总体符合国家及地方生态功能区划的有关要求。

3.1.3.4 与国家及地方环境保护规划符合性分析

(1) 水污染防治行动计划

2015年4月国务院以国发[2015]17号文发布了《水污染防治行动计划》。该计划以改

善水环境质量为核心，按照“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”原则，贯彻“安全、清洁、健康”方针，强化源头控制，水陆统筹、河海兼顾，对江河湖海实施分流域、分区域、分阶段科学治理，系统推进水污染防治、水生态保护和水资源管理。坚持政府市场协同，注重改革创新；坚持全面依法推进，实行最严格环保制度；坚持落实各方责任，严格考核问责；坚持全民参与，推动节水洁水人人有责，形成“政府统领、企业施治、市场驱动、公众参与”的水污染防治新机制，实现环境效益、经济效益与社会效益多赢，为建设“蓝天常在、青山常在、绿水常在”的美丽中国而奋斗。

牙根一级水电站为生态型建设项目，工程施工期及运行期针对污废水均制定了有效的治理措施，污废水经处理后回用，禁止排入河道，同时加强施工监管，能够确保工程建设不会影响区域水环境质量。因此，本工程建设符合水污染防治行动计划的目标和要求。

(2) 长江经济带生态环境保护规划

2017年7月，原环境保护部以(环规财[2017]88号文)印发了《长江经济带生态环境保护规划》。规划提出，优先保障枯水期供水和生态水量，保障长江干支流58个主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在15%左右，其中干流在20%以上。开展河流梯级开发水生态修复研究，尽快开展长江水生态修复工作，加强过鱼设施建设，实施并优化梯级水库鱼类增殖放养措施。

牙根一级水电站在生态流量制定的过程中，充分落实规划要求，确定电站下泄生态流量过程，全年下泄生态需水量为 $112\text{ m}^3/\text{s}$ ，约占坝址多年平均流量 $677\text{ m}^3/\text{s}$ 的16.7%。同时工程提出实施过鱼措施、鱼类栖息地保护措施、依托两河口增殖放流站实施鱼类增殖放流。因此，本工程建设符合长江经济带生态环境保护规划的目标和要求。

(3) 与青藏高原区域生态建设与环境保护规划的符合性分析

本工程所在的四川省甘孜藏族自治州雅江县属于《青藏高原区域生态建设与环境保护规划(2011-2030年)》川滇森林区森林及生物多样性生态功能区。该功能区重点保护区域丰富的生物多样性和珍稀野生动植物，继续实施天然林保护，巩固退耕还林成果，加强水土流失治理和地质灾害综合防治，加强河流两侧山体生态防护林建设，在保护生态的前提下合理有序开发水能资源。

该生态功能区存在的主要生态环境问题：目前区域生态系统有所退化，需要限制大范围高强度的工业化城镇化开发，以保持并提高生态产品供给能力。

该生态功能区的主要生态环境建设任务：需要加强生态保护与建设，恢复和提高水源涵养和生物多样性保护功能，继续强化天然林资源保护，巩固退耕还林成果，加强封山育林和扩大森林面积；加强水土流失治理，加强地质灾害防治；加强环境污染防治，加强流域水污染的治理、工业污染防治力度，继续实施主要污染物的总量控制制度，强化重点企业污染防治，重点防范流域重金属和化工污染，控制云南、四川和西藏交界处的矿产开发，冶金类工业污染，逐步控制农村面源污染，加大农村环境综合整治力度，加强农村环境污染防治，强化固体废物安全处置等；提高生态环境监管和科研能力；发展环境友好型产业，其中主要包括合理有序开发水能资源、加快传统农牧业生态转型，实施生态移民和传统能源的替代，促进生态旅游健康发展等工程任务。

牙根一级水电站为《雅砻江流域综合规划》推荐优先开发梯级、雅砻江中下游河段水电规划及相应的规划环评中推荐先期开发工程、环境影响回顾性评价中推荐可适时开发梯级，工程符合流域和区域相关规划。牙根一级水电站建设过程中通过采取优化施工方案、生态恢复、动植物保护措施和水土保持措施等维持了区域水源涵养、生物多样性保护功能，控制了水土流失。

因此，牙根一级水电站的建设符合青藏高原区域生态建设与环境保护规划的相关要求。

(4) 与《川西北生态示范区“十四五”发展规划》的符合性分析

2021年9月，四川省人民政府发布了《川西北生态示范区“十四五”发展规划》，规划对其发展目标设定为：到2025年，生态文明建设、生态产业发展、基本公共服务和社会治理达到更高水平，建成全国重点生态功能区生态保护和高质量发展的典范，为全国碳达峰、碳中和作出积极贡献。“十四五”期间，川西北生态示范区将打造国家生态文明建设示范区、国际生态文化旅游目的地、现代高原特色农牧业基地、国家重要清洁能源基地。

牙根一级水电站是雅砻江水电基地的重要组成，工程具有较大的碳减排效益，能为“30·60双碳目标”的实现提供有力支撑。因此，项目建设符合《川西北生态示范区“十四五”发展规划》的相关要求。

3.1.3.5 与流域相关规划符合性分析

(1) 与雅砻江流域综合规划的符合性分析

2020年12月，水利部以“水规计[2020]268号”文批复《雅砻江流域综合规划》，明确指出“近期完成在建的两河口、杨房沟、桐子林等水电站建设，优先开发牙根一级、

牙根二级、孟底沟等梯级”。

因此，牙根一级水电站为《雅砻江流域综合规划》推荐优先开发梯级，工程建设符合《雅砻江流域综合规划》。

(2) 与雅砻江流域综合规划环境影响报告书的符合性分析

雅砻江流域综合规划编制同步开展了流域综合规划环评工作，2019年12月，长江水资源保护科学研究所编制完成《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》；2020年4月，生态环境部以“环审[2020]32号”文出具了审查意见。《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》提出近期加快完成中下游河段两河口、牙根一级、牙根二级等梯级开发。

同时，规划环评报告中制定了完整的环保及保护措施体系，其中上游主要以水生生物栖息地保护为主，中下游以水环境保护、水生生态生境修复与保护和社会环境保护为主。

本次环评报告书措施设计中，充分考虑并响应规划环评报告对流域后续开发项目的环保要求，详见表3.1-1。因此，牙根一级水电站符合《雅砻江流域综合规划环境影响报告》的相关要求。

牙根一级水电站与雅砻江流域规划环评及其审查意见要求符合性分析表

表 3.1-1

序号	规划环评及审查意见对牙根一级水电站相关要求	牙根一级水电站响应情况
1	严格保护生态空间，进一步优化空间布局；统筹干支流生态保护空间，甘孜以上雅砻江干支流及河源区，两河口库尾以上流水阶段，鲜水河、达曲河、卧龙寺沟（又名王呷河）、惠民河、永兴河流水段，力丘河、鲢鱼河干支流等河段作为鱼类栖息地纳入生态保护空间，以上河段规划其内不再建设其他水电工程。	开展了栖息地保护范围筛选工作，重点对工程河段干支流水生现状、鱼类资源及鱼类重要生境开展了调查，经综合比选，选择牙根一、二级间保留河段(6km)以及保留河段左岸支流卧龙寺沟（又名王呷河）全流域作为工程江段鱼类栖息地加以保护。
2	为加强流域水资源管理，结合雅砻江流域生态环境特征和干支流现有的水文监测断面，将雅砻江干流雅江断面（牙根一级坝下约6km）作为生态基流主要控制断面，并明确“其中雅江控制断面生态基流不低于112m³/s”。	根据导则，采用水文学法、生态水力学法、生境模拟法等计算分析生态流量，确定生态基流为112m³/s，裂腹鱼类繁殖期3~5月、8~9月下泄不低于203.1m³/s，6~7月鮡科鱼类繁殖期下泄不低于236.9m³/s，并制定了初期蓄水及运行期间生态流量的泄放及保障措施。
3	拟建的电站牙根一级采用鱼道过鱼方式。	设置竖缝式鱼道，布置于左岸，分为进口段、坝下游明渠段、过坝段、库区明渠段、出口段等，全长约为1413m。
4	雅砻江中下游建设四个鱼类增殖放流站，其中两河口增殖放流站建在两河口水电站业主营地，承担两河口、牙根一级、牙根二级水电站的放流任务。	依托两河口鱼类增殖站开展牙根一级增殖放流任务。目前两河口鱼类增殖站已建成投运，建成规模满足牙根一级水电站增殖放流需求。
5	在鱼类繁殖期间，通过生态调度，保证坝下流水生境和水位的相对稳定（水位变幅小于3m），为鱼类繁殖、鱼卵孵化和幼鱼发育创造条件，保证鱼类顺利完成繁殖产卵及鱼卵孵化过程，提高鱼类早期资源的成活率，保护鱼类资源。	根据水文情势数值模拟预测分析，牙根一级水电站对两河口日内发电流量反调节后，坝下河段主要鱼类产卵场日内水位变幅均满足小于3m的要求；同时，为进一步缓解日内流量波动影响，已提出鱼类产卵期生态调度要求。

(3) 与干流水电规划的符合性分析

《四川省雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划报告》于2006年编制完成，四川

省人民政府于2008年以“川府函[2008]368号文”对该报告进行了批复。规划河段范围为君坝桥至卡拉河口，河段总长度约385km，报告推荐采用6级开发。根据规划结果，牙根水电站是第二个梯级电站，为坝式开发，坝址位于雅江县城下游约54km处，电站初拟正常蓄水位2602m，装机容量140万kW，开发任务主要是发电。

考虑到牙根梯级水库淹没影响涉及雅江县城发展用地的实际情况，从减小淹没损失，减少移民数量，促进地方社会经济发展出发，体现以人为本和科学发展观的指导思想，2010年3月，雅砻江流域水电开发有限公司委托开展了两河口至牙根河段的开发方式研究。根据《四川省雅砻江两河口～牙根河段水电开发方案研究报告》及审查意见(川发改能源函[2012]133号)，将牙根河段由原来的一级开发调整为牙根一级和牙根二级两级开发。其中，牙根一级水电站采用坝式开发，开发任务为发电，坝址位于雅江县城上游约5km的雅砻江干流河段上，正常蓄水位2602m，装机容量21.4万kW。同时要求下阶段进一步研究牙根一级的规模，以满足对上游两河口反调节的需要。

牙根一级水电站于2012年完成预可研方案，2013年~2021年可研工作期间，为满足对上游两河口水电站的反调节作用，对坝段、坝址及正常蓄水位等水库特征指标开展了进一步优化论证，相关专题先后通过水电水利规划设计总院的审查或咨询。

1) 坝址比选专题

开发优化阶段，牙根一级坝址位于雅江县城上游约4.5km处；可研阶段在雅砻江干流白姑村~雅江县森林武警大队下游约2.5km河段内拟定了上、中、下三个坝址开展了比选，推荐采用中坝址方案，距雅江县城约5km。可研阶段推荐坝址与开发优化阶段基本一致。

2) 正常蓄水位及装机容量

开发优化阶段牙根一级初拟正常蓄水位为2602m，装机容量21.4万kW。

2013年12月，水电总院以“水电规规[2013]98号”文印发了《关于报送四川省雅砻江牙根一级水电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告审查意见》的报告，同意牙根一级水电站正常蓄水位选择2605m。2021年6月，水电总院以“水电规规[2021]94号”文印发了《关于报送四川省雅砻江牙根一级水电站装机容量、机组机型及台数选择专题报告审查意见》的函，同意推荐装机容量30万kW。

正常蓄水位、装机容量变化的原因主要为：①随着可研阶段工作的深入，径流延长使坝址多年平均流量增加，因此工程装机规模同步增大；②从梯级衔接交角度考虑，牙

根一级应抬高正常蓄水位，与两河口水库适当水头重叠（两河口1台机满发运行时尾水位2602.27m，3台机满发运行时尾水位2604.30m，6台机满发运行时尾水位2606.83m），有利于与两河口调峰运行时的合理衔接，提高牙根一级的反调节作用；同时2013年原环境保护部以“环审[2013]327号”批准的两河口环评报告书中，已明确反调节工程牙根一级水库正常蓄水位为2605m。③为进一步提高牙根一级电站的灵活运行、反调节作用以及后续两河口水风光一体化、抽水蓄能运行调度要求，适当增大牙根一级调节库容，有利于发挥梯级整体效益、改善四川电网的供电质量，因此牙根一级水电站死水位降低至2598m，相应调节库容为1913万m³，推荐装机容量300MW。

从环保角度分析，适当提高正常蓄水位，牙根一级与两河口水电站梯级衔接，相应总库容和调节库容增大，考虑两河口水电站的调蓄作用和调峰运行特点，在日内反调节运行时，能够尽量发挥容量作用，通过机组稳定运行下泄流量，减低坝下水文情势变化。另一方面，适当提高正常蓄水位，增加运行水头，有助于提高装机容量，增加发电效益，有利于节能减排与清洁能源替代，积极应对气候变化，推进节能减排，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，更好的践行国家制定的“30 60”双碳目标。

总体上，牙根一级水电站的开发方式、开发任务符合干流水电开发规划。

(4) 与干流水电规划环评的符合性分析

中游干流水电规划时同步开展了规划环评工作，遵循“预防为主”的原则制订了规划环境保护对策与减缓措施，针对牙根梯级项目环评，提出了妥善安置移民，维护社会稳定、加强水生生态保护、重视水土保持，防治地质灾害等方面的要求。两河口至牙根河段开发方式研究期间，编写了环保篇章，环保篇章依据水电规划环评制定的措施原则，对项目环评要求进一步细化。

牙根一级水电站可行性勘测设计和环境影响评价过程中，对《雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》及审查意见、《四川省雅砻江两河口～牙根河段水电开发方案研究报告》环水保篇章中提出的项目环评相关要求予以了高度重视，并逐一进行了对比，分析符合性。牙根一级水电站对规划环评及其审查意见的落实情况详见表3.1-2。

牙根一级水电站与雅砻江中游水电规划环评及其审查意见要求符合性分析表

表 3.1-2

序号	规划环评及审查意见对牙根一级水电站相关要求	牙根一级水电站落实情况
1	重视选址、选线的环保合理性论证，强化区域生态环境保护 and 水土流失防治。	全过程参与工程重大方案比选，并在坝址选择、坝型选择、正常蓄水位选择、施工总布置、渣(料)场布置、施工场内交通规划等方面进行了环境合理性论证，提出了优化布置建议，拟定了一系列环境保护与水土保持措施体系，以最大限度保护生态环境和水土资源。
2	项目环评阶段应进一步落实规划环评阶段提出的对珍稀保护鱼类和特有鱼类的保护性和补救性措施，如对长丝裂腹鱼、青石爬鮡进行人工增殖放流等，还要根据具体电站影响水域的鱼类资源和“三场”分布，细化和具体落实鱼类资源保护措施，并协调和处理好投资分摊问题。	牙根一级水电站根据工程特点和评价区生态环境特征，拟定了栖息地保护、人工增殖放流、过鱼措施、科学研究、渔政管理的鱼类保护措施体系。其中鱼类增殖放流依托两河口鱼类增殖站，并按放流规划分摊了增殖站的建设与运行费用，计划近期放流对象为长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼。
3	对受人为干扰小、自然生态环境保存较好的尤拉西沟、孜拖西沟、曲入河、白龙柯、火烧桥沟等支流做进一步调查，根据自然生境及生物资源分布状况，划定需要重点保护的区域。	结合工程涉及河段支流分布特征，将牙根一、二级间保留河段(6km)以及保留河段左岸支流卧龙寺沟(又名王呷河)全流域作为工程江段鱼类的栖息生境加以保护。
4	重视对施工期“三废”的污染防治，应采取有效措施防止施工活动及“三废”排放对附近城镇、村庄和居民等的影响等。	针对施工废(污)水采取了相应的水处理及回用措施，禁止施工废(污)水排放；采取洒水降尘、优化施工工艺等措施降低施工扬尘(粉)尘污染；加强施工管理等措施减缓施工噪声影响；生活垃圾分类收集后送至雅江县垃圾填埋场进行集中处置。通过上述措施，可有效防止施工“三废”排放对周围环境及敏感对象的不利影响。
5	应抓紧开展移民安置政策及移民安置的经济补偿标准的研究工作，切实落实移民可靠安置问题，消除规划梯级电站建设的社会环境影响障碍及可能导致的社会不安定要素。如在移民安置规划时，充分尊重少数民族同胞的宗教信仰和民风民俗，注重移民社会关系的维系，对于受工程建设间接影响的寺庙、村落等对象的保护与恢复措施应与水库淹没搬迁安置协同考虑。	牙根一级水电站在搬迁安置方案设计时，充分尊重移民意愿，尽量使宗教和风俗习惯相近的移民就近搬迁安置，基本未打破原来的居住格局，尽可能维系其原有社会关系。

综上，牙根一级水电站环境保护工作基本按审批的规划环评报告执行，符合规划环评及其审查意见对流域及本工程环境保护的要求。

(5) 与雅砻江中下游水电开发回顾性评价研究成果的符合性分析

《雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》于2013年9月经原环境保护部审查通过并取得审查意见(环办函[2013]1072号)。该研究报告从流域层面规划了进一步的环境保护对策和生态补救措施，明确了雅砻江中下游干流未建梯级的开发时序和布局。根据该研究报告，根据“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的方针要求，牙根一级水电站无环境限制性因素，环境影响相对较小的梯级，因此被列为第一类项目，可适时进行开发。

同时，牙根一级水电站环境影响评价和可行性研究工作中，充分考虑了雅砻江中下游水电开发回顾性评价研究工作所提出来的流域、梯级电站环保措施总体布局，并进行了深化研究与设计。各主要环境保护措施落实情况详见表3.1-3。

牙根一级水电站与雅砻江中下游回顾性评价环境保护措施体系符合性分析表

表 3.1-3

措施体系		雅砻江中下游回顾性评价中的措施规划	牙根一级水电站措施落实情况
水环境保护	库周污染源控制	(1) 建议流域内的市、县及集镇尽快建设污水处理厂，其生活垃圾应按照“减量化、资源化、无害化”的原则进行科学合理的处理处置，严禁垃圾下河。雅江县城位于牙根一级和牙根二级之间的保留河段内的沿河两岸，地方政府应尽快建设污水处理措施。(2) 区域内工矿企业污水应该严格按照环保政策要求禁排或达标排放，尤其加强栖息地规划河流、拟建梯级保留河段(两河口库尾上游段、雅江县城段、卡拉坝下段、桐子林坝下至江口段)和减水河段内入汇支流(如卧龙寺沟、力丘河、九龙河)的污染治理力度和强度。(3) 加强库周生态环境管理和水土保持管理，加强农田面源污染的治理。	雅江县已建设2座生活污水处理厂/站，并完善了收集管网。县城生活污水统一收集后达标排放，依据收集的近三年当地例行断面水环境监测和补充监测成果，工程区域地表水环境满足Ⅱ类水质标准。根据《水污染防治行动计划四川省工作方案》《水污染防治行动计划甘孜州实施方案》《甘孜州雅砻江流域污染防治暨达标方案》，雅江县后续将推动呷拉镇生活污水处理厂（规划工程规模1500m ³ /d）建设；提标改造河口镇一期污水处理厂，出水标准由一级B提升为一级A标准；推进农村“厕所革命”，因地制宜推广农村卫生改厕模式，加强农村生产生活面源污染治理；深入推进化肥、农药零增长行动，推广测配方施肥技术、鼓励增施有机肥；加强防治畜禽养殖污染，推广生态养殖模式，推进畜禽粪污资源化利用，加大畜禽粪污资源化利用和病死畜禽无害化处理力度。同时环评报告中制定了库周污染源治理措施。
	施工污水废水处理	制定经济、有效、方便的废水处理工艺和运行管理模式，项目环境影响报告书中予以制定，废污水处理设施与产污设施同步实施。	施工期：砂石加工系统采用磁介质混凝沉淀技术（MagCS）处理工艺、混凝土拌和系统采用自然沉淀、含有污水采取隔油沉淀池处理、生活污水依托两河口水电站各营地已建一体化污水处理设备处理；运行期：厂区生活污水采用一体化污水处理设备，电站检修废水采用油水分离器、委托专业公司外运处置；移民安置区：配套各户建设化粪池；上述废污水均不外排。
	库底卫生清理和库区污染防治	(1) 水库蓄水前严格执行库底清理。(2) 水库运行过程中及时清理库区污染物，防止污染进一步扩散。(3) 严格限制各梯级库区网箱养殖的规模，密切监视库区重点是支库库尾的水体营养状态，杜绝水华现象出现。	按照《水电工程水库库底清理设计规范》(DL/T5381-2007) 制定了库底清理措施；运行期提出对库内的枯枝树叶和垃圾等进行定期打捞和清理；禁止库区网箱养殖。
	水环境监测	建议建立水环境监测体系，对雅砻江中下游区域开展长期的、系统的水环境调查及评估，以掌握开发进程中流域环境状况的动态变化为目的。	根据本工程施工期及运行期特点制定了施工期及运行期水环境监测计划。
	水质污染应急处理	制定水质污染应急处理措施、建立体系和机构、配备必要的设施。	提出编制应急方案、建立应急体系和机构、制定水质污染应急处理措施、配备必要设施的要求。
水生生态保护	栖息地保护	实施局部水域栖息地保护，即曲入河、达曲河、卧龙寺沟、惠民河、永兴河流水段、鱈鱼河支库；力丘河的甲根坝以上干流河段、支流色乌绒沟、金顶尾水至河口3km未开发河段；干流流水河段、干支流汇口段。	将牙根一级坝下至牙根二级库尾长约6km（包含雅江县城）保留河段及左岸一级支流卧龙寺沟（又名王呷河）划为鱼类栖息地进行保护。
	渔政管理	建立业主单位与渔业行政主管部门的协调机制，进一步明确各自职责和分工，建立长期有效的沟通协调与渔政管理制度。	按照《长江保护法》“长江十年禁渔”等法规政策要求，结合工程河段水生生态保护目标，制定了渔政管理方案。
	过鱼设施	各梯级均考虑设置过鱼设施。牙根一级采用鱼道过鱼，其他待建梯级的过鱼方式待项目环评阶段研究。	本工程通过比选，推荐采用“鱼道过鱼方案”。
	生态调查与	对雅砻江中下游区域开展长期的、系统的水生生态调查与鱼类放流效果的跟踪监测	制定了详细的施工期及运行期水生生态监测方案。

措施体系		雅砻江中下游回顾性评价中的措施规划	牙根一级水电站措施落实情况
121	跟踪监测	及评估，每年的调查频次和调查方案依据该年的实际情况具体部署，以保持监测成果的系统性和代表性为原则，建议由一家单位承担。	
	增殖放流站	在两河口库尾和平乡建1个增殖站，兼顾两河口、牙根一级、牙根二级。	依托已建成运行的两河口鱼类增殖站开展增殖放流，放流规模为10万尾/年，其中近期放流规模为9.4万尾/年，远期放流规模为0.6/万尾/年。
		在楞古~卡拉河段建1个增殖站，兼顾楞古、孟底沟、杨房沟、卡拉梯级。	
		在锦屏二级建设单位用地建设大沱增殖放流站，兼顾锦屏一、二级和官地水电站。	
		在桐子林大坝枢纽管理区内建设增殖放流站，兼顾桐子林、二滩水电站。	
	人工放流	中下游干流的流水河段。	放流地点为雅江县城段、卧龙寺沟和牙根一级库区。
	生境人工修复	在受工程影响的主要生境修复产卵场，待建项目的生境修复方案建议在各项目的环境影响报告书中予以确定。	对坝下6km保留河段和支流卧龙寺沟沟口产卵场进行修复。
	栖息地保护	在区域内保护植物桧木、毛红椿及珍稀保护野生动植物如侧柏、五小叶槭集中分布区挂牌保护或划定保护地。	工程直接影响区内未发现珍稀保护植物分布。
	异地恢复	珍稀物种异地恢复。	
	采种育苗	与地方林业科技部门协作，对五小叶槭和侧柏两种植物进行采种、育苗，提前作好技术与物质储备。	
陆生生态保护	宣传教育	全部梯级建设均对施工人员及附近村民进行生态保护的宣传教育。	制定了施工期生态保护宣传教育措施。
	挂牌保护	对可能受影响的珍稀植物修筑防护栏进行保护，并设立保护标志。	本工程占地范围内不涉及珍稀保护植物。
	生态调查与跟踪监测	对雅砻江中下游区域开展长期的、系统的陆生生态调查与移栽效果的跟踪监测及评估，每年的调查频次和调查方案依据该年的实际情况具体部署，以保持监测成果的系统性和代表性为原则，建议由一家单位承担。	制定了详细的施工期及运行期陆生生态监测计划。
	火灾风险防控措施	加强工程区火灾管理，加强宣传教育，针对野生生物保护及森林植被保护，建立有效的奖惩制度与风险防范及应急措施。	制定了施工期环境风险防范措施。
	生境、生态景观恢复	施工迹地绿化恢复。营造库岸防护林。	制定了工程区施工基地恢复和景观修复措施。
	梯级调整	原中游规划的牙根梯级调整成牙根一级和牙根二级两个梯级，避免对雅江县城的淹没影响。	
	人群健康保护	施工人员定期健康检查；环境、食品卫生管理与监督；设置卫生防疫机构，定期检查疫情定期杀灭蚊虫；饮用水水源水质监测。	制定了施工期人群健康保护措施。
其他保护措施	宗教、民族文化保护	进驻施工人员的民族知识教育、培训；高度重视受影响宗教活动点的复建工作。	工程不涉及大型宗教实施。
	文物保护	涉及的文物进行挖掘、记录、清理；对已知的墓葬及有价值的文物进行发掘和搬迁。	规划对三处文物点采取进行资料提取的保护方式。
	移民安置配套措施	安置区绿化；做好生活污水处理、垃圾处理设计实施；重视移民搬迁后的扶持和后期生产发展；安置区生活垃圾、污水处理；加强移民生产配套设施建设；加强后期扶持；加强人群健康宣传；饮用水水源水质监测。	对79户346人搬迁安置移民全部采取分散安置、就近后靠建房的方式，各户配套修建化粪池处理生活污水、生活垃圾收集后统一外运处理，饮用水源依托当地已建水源地。
	下游预警	电站运行期需建立预警系统，避免水位、水量变化对沿河居民生命、财产安全造成影响。	制定了运行期下游河道安全预警措施。

3.1.3.6 与“三线一单”管控要求符合性分析

根据《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发[2020]9号), 本项目位于一般管控单元, 总体管控要求为落实生态环境保护基本要求。

(1) 与生态保护红线的符合性分析

根据《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发〔2018〕24号), 四川省生态保护红线面积14.8万km², 占全省国土面积的30.45%, 分为5大类13个区块。2019年7月10日, 自然资源部与生态环境部联合下发《关于开展生态保护红线评估工作的函》(自然资办函〔2019〕1125号), 要求科学评估生态保护红线划定情况、调整完善划定成果。目前, 全省生态保护红线评估调整成果已基本划定。

根据2021年7月8日甘孜州人民政府发布的《“三线一单”生态环境分区管控成果》中生态红线划定情况, 同时依据雅江县自然资源局以“雅自然资函[2021]33号”出具的《关于牙根一级水电站建设征地范围与雅江县生态保护红线关系的复函》(附件11), 本工程不涉及四川省生态保护红线。

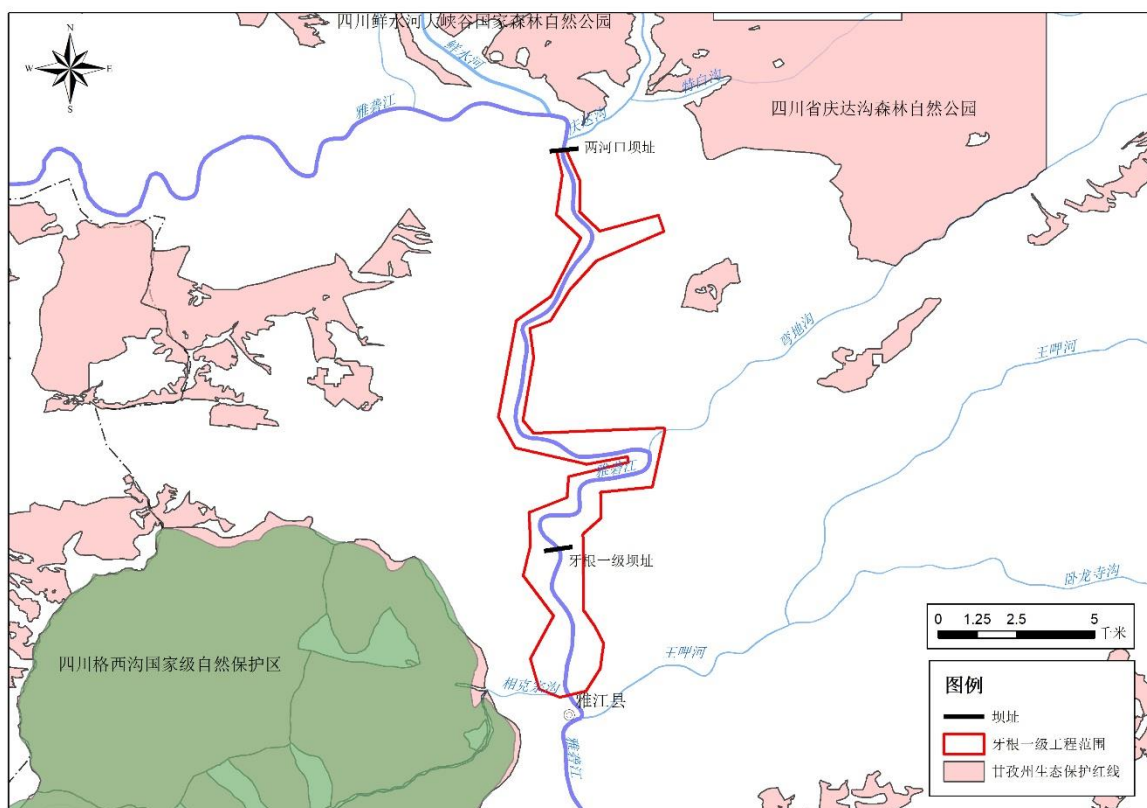


图 3.1-1 牙根一级水电站建设占地范围与四川省生态保护红线位置关系图

(2) 与环境质量底线的符合性分析

根据与《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发[2020]9号)技术成果对比,牙根一级电站工程区涉及水环境一般管控区、土壤一般管控区,大气环境一般管控区。各环境要素管控区的要求及符合性分析见下表。

牙根一级水电站与环境质量底线符合性分析表

表 3.1-4

序号	管控区	管控要求	符合性分析
1	水环境一般管控区	“减少人类活动对自然生态系统的干扰和破坏,维持自然生态环境现状,确保水质稳中趋好……维护好水质量,持续推进水质改善。加强环境风险防范,坚持预防为主,构建以企业为主体的环境风险防控体系,严格环境风险源头防控,加强环境风险评估,开展沿江石化、化工、医药、纺织、印染、化纤、危化品和石油类仓储、涉重金属和危险废物等重点企业环境风险评估;强化工业、企业集中分布区环境风险管控,加快建设规范的工业园区,实施技术、工艺、设备等生态化、循环化改造,并按要求设置生态隔离带,建设相应的防护工程。	水电为清洁可再生能源,属于非污染生态影响类项目,运行期基本无“三废”排放,对水环境的影响主要集中在施工期。针对工程对水环境的影响,牙根一级电站环评报告书提出废(污)水处理达标后综合利用不外排,避免了对地表水环境影响;同时,综合考虑坝下保留河段水生生态需水量、景观需水量等的要求,提出了生态流量泄放和生态调度措施,可有效维持坝下河段水环境质量。因此,牙根一级电站符合水环境质量底线管控要求。
2	大气环境一般管控区	减少工业化、城镇化对大气环境的影响,严格执行国家、省、市下达的相关大气污染防治要求。	水电为清洁可再生能源,属于非污染生态影响类项目,运行期基本无“三废”排放,对大气环境的影响主要集中在施工期施工粉(扬)尘对周边环境空气的影响。针对工程影响,牙根一级电站提出优化施工工艺、洒水降尘、车辆冲洗等措施,可以有效降低大气污染。因此,牙根一级电站符合大气环境质量底线管控要求。
3	土壤一般管控区	结合区域功能定位和土壤污染防治需要,科学布局产业;落实《土壤污染防治行动计划四川省工作方案》相关要求,加强林地、园地和未利用地的土壤环境管理。	水电属于非污染生态影响类项目,不是《土壤污染防治行动计划四川省工作方案》第六条“加强污染源监管,做好土壤污染预防工作”中所列的须严格防控、管控的行业。依据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》,本报告书针对施工区施工布置提出了施工期土壤环境源头控制措施、过程防控措施,以及土壤环境施工期、运行期监测计划。经分析,在落实报告书相关环境保护措施的前提下,项目建设符合《方案》中第五条第16款中“防范建设用地新增污染”相关要求。因此,牙根一级水电站符合土壤环境防控底线管控要求。

(3) 与资源利用上线的符合性分析

1) 水资源利用上线

牙根一级电站所在的河段属于水资源一般管控区,相关管控要求为:“在保护生态的前提下,加快中小型水利工程和牧区水利建设,合理开发水能资源,加快推进灌溉供水、生活供水工程建设,提高供水保障能力;针对区域内水电开发引起的河道减流、断流等水生态问题,严格控制最小下泄生态流量,保障河流生态用水需求,实施生态修复,

维持河流健康。加大水环境保护力度，确保水功能区水质稳定达标”。

水电开发不直接消耗水资源，只是改变水资源的时空分布规律。牙根一级水电站为雅砻江中下游控制性工程两河口水电站的反调节电站，工程建成后对两河口发电流量进行日内反调节，进一步加强两河口调峰作用，对增强区域水资源安全、提高水资源利用效率具有重要作用。

同时，综合确定坝址最小下泄生态流量为 $112\text{m}^3/\text{s}$ ，初期蓄水期间通过泄洪闸下泄生态流量，运行期通过发电机组或泄洪闸下泄生态流量，同步设置生态流量在线监测系统的保障措施。

因此，牙根一级水电站符合水资源利用上线管控要求。

2) 土地资源利用上线

牙根一级水电站所在的江段为土地资源一般管控区，未对该区域土地利用提出相关管控要求。牙根一级水电站占用耕地 37.73hm^2 ，面积较小，工程结束对部分临时占地进行生态修复，整体上不会改变区域内现有土地利用类型的基本格局。

因此，牙根一级水电站符合土地资源利用上线要求。

3) 能源资源利用上线

牙根一级水电站所在的川西北生态示范区能源管控要求为：“应坚持以水电为主的能源开发方针，着力调整优化水电开发结构；重点推进金沙江、雅砻江、大渡河“三江”水电基地建设，优先建设龙头水库电站；严格控制中型水电项目核准。”

牙根一级水电站为雅砻江水电开发规划推荐优先开发的大型水电项目，工程建设对两河口发电流量进行反调节，从而使两河口充分发挥调峰作用。电站装机 300MW ，多年平均电量 11.53亿kWh ，正常运行时替代火电装机 31.5万kW ，替代火电电量约 12.1亿kWh 。如以燃煤火电为替代电源，每年可减少二氧化碳排放 94.4万t ，具有较大的清洁能源效益，节能减排效益显著，能为“30·60双碳目标”的实现提供有力支撑，对调整能源结构、减少温室气体排放、保护生态环境作用巨大。

因此，牙根一级水电站符合能源资源利用上线要求。

(4) 与环境准入清单的符合性分析

经查询四川省“三线一单”管控单元，牙根一级水电站工程建设区所涉及的环境综合管控单位为一般管控单元(雅江县一般管控单元)，不涉及生态保护红线、自然保护区、饮用水源地和生态功能重要区，为一般生态空间。牙根一级水电站与四川省“三线一单”

环境准入清单符合性分析见下表，总体上牙根一级水电站工程建设符合四川省生态环境准入清单要求。

牙根一级水电站与四川省“三线一单”环境准入清单符合性分析表

表 3.1-4

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍及符合性分析
类别		对应管控要求		
一般管控单元： 雅江县一般管控单元(ZH51332530001)	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止在长江流域河湖管理范围内倾倒、填埋、堆放、弃置、处理固体废物；严控新增建设用地规模和非农建设占用耕地；坚持最严格的耕地保护制度，对全部耕地按限制开发的要求进行管理，对全部基本农田按禁止开发的要求进行管理；严格限制农用地转为建设用地，控制建设用地总量，对耕地实行特殊保护	工程设置1处弃渣场，均不占用雅砻江干流及其支流河道管理范围，施工期及运行期生活垃圾运输至雅江县生活垃圾填埋场处理；建设征地占用耕地比例较小，后期通过复垦可以进一步降低对耕地的影响，临时征地范围不涉及永久基本农田，因此工程建设符合空间布局约束要求
		污染物排放管控	污水及垃圾：基本实现乡镇污水处理设施全覆盖，配套建设污水收集管网，乡镇污水处理率达到50%；县城生活垃圾无害化处理率达95%以上	施工期和运行期污水全部经污水处理设施处理达标后回用，不外排；施工期及运行期生活垃圾全部运输至雅江县生活垃圾填埋场处理，符合污染物排放管控要求
		环境风险防控	加强“散乱污”企业环境风险防控；严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿(渣)等可能对土壤造成污染的固体废物	工程产生环境风险的物质储存量少，环境风险危害性较小，且报告制定了详细的环境风险防范措施；施工期产生的弃渣、生活垃圾、污泥等均按环评要求进行无害化处置，不会对耕地和农用地产生影响，满足环境风险防控要求
		资源开发利用效率	严格实行用水总量和强度控制	水电站主要利用水能发电，不消耗水资源，且通过水资源论证，符合资源开发利用效率要求

3.2 工程方案的环境合理性分析

3.2.1 坝址选择的环境合理性分析

根据建坝河段的地形、地质条件及河道特征，本工程可研阶段在雅砻江干流白姑村~雅江县森林武警大队下游约2.5km河段内拟定了上、中、下三个坝址，其中上坝址位于章给吊桥上游约120m处，中坝址位于雅江县森林武警大队营房上游500m处，下坝址位于雅江县森林武警大队营房下游约300m处，上坝址与中坝址、下坝址距离分别约为1.7km和2.45km。

由于下坝址将淹没雅江县森林武警营地，属于军队序列，征地手续办理难度大，移民专业原则上建议坝址比选重点考虑上坝址和中坝址。后续，主体专业从水能利用条件、

地质地形条件、枢纽布置、施工方案、机电及金属结构、环境影响、投资分析等方面综合技术经济比较，认为中坝址方案调节库容增大，调节和反调节能力略有提高，有利于与两河口的联合运行。推荐中坝址为本工程的选定坝址。



图 3.2-1 牙根一级河段上、中、下坝址位置图

从环保角度分析，上、中坝址方案对工程影响范围内的水环境、生态环境、水土流失、移民安置等的影响程度仅因为各比选坝址方案中土石方开发量、混凝土浇筑量及施工占地的不同存在一定差异，但均不构成对各坝址比选方案的制约。

差别在于对雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所、雅江县森林武警营地、雅江

县森林消防大队等企事业单位的影响差异。上坝址位于白姑村下游~章给寨吊桥之间，距离上述企事业单位最近水平距离1.8km，且有山脊阻挡，工程施工产生的粉尘、噪声对其基本无影响；中坝址位于雅江县森林武警大队上游，距离营地、社会福利救助中心等最近水平距离约500m，施工期“三废”及噪声对其有一定的影响，但通过相应的保护措施能有效缓解其影响。

电站日调节运行时，其下泄不稳定流对下游河岸造成一定冲刷影响。上坝址和中坝址均位于雅江县森林武警大队上游，均会对营房河岸造成一定冲刷影响，但影响差别很小。

总体而言，雅江县森林武警大队、雅江县社会福利救助中心等不构成对坝址选择的环境制约性因素，且上、中坝址方案均不涉及特殊敏感性环境保护对象，各方案施工布置及占地范围基本相同，各坝址方案间无明显差异，故认为主体设计推荐中坝址方案基本合理。

3.2.2 坝线、枢纽布置方案的环境合理性分析

可研阶段在主体工程推荐的中坝址方案上，拟定了上、下两条坝线进行比选，上坝线在下坝线上游约160m，详见图3.2-1。主体专业综合考虑地形地质条件的适应性、枢纽布置、泄洪消能及下游河道防护等，上、下坝线条件基本一致。为避开左岸覆盖层边坡，改善河流归槽条件以尽量减少对森警营地等单位的影响，推荐上坝线作为推荐坝线。

从环保角度考虑，由于上、下坝线之间距离约为160m，区间无特殊敏感性环境保护对象分布，在采取措施后，枢纽区施工噪声不会对雅江县森林武警大队、社会福利救助中心等日常活动产生影响，加上各方案施工布置及占地范围基本相同，故对环境的影响也基本相同。因此，从环境影响角度分析，各坝线方案间无明显差异，在坝线选择方面不存在环境制约性因素，同意主体推荐的上坝线方案。

后续，在推荐的上坝线方案基础上，继续开展左厂+右闸和左闸+右厂方案进行枢纽布置比选。各方案工程地质条件基本相当，均采用明渠导流方案，施工进度相同，施工难度相当，无制约工程实施的技术难题，施工总布置基本相同，考虑到“左厂+右闸”方案的导流建筑物布置更顺畅，导流明渠出流条件更优，从施工专业的角度，建议选择“左厂+右闸”的枢纽布置格局。从建设征地移民安置比较，两方案的建设征地实物指标、移民安置方案、移民投资概算基本无差别。从投资角度来看，“左厂+右闸”方案比“左闸+右厂”枢纽工程投资少2322.90万元，“左厂+右闸”方案略优。

从环保角度考虑，两种方案对水文情势、水温、水质、水生生态、陆生生态等各环节要素的影响基本一致，在对厂房下游河段采取河道护坡的措施后，电站日调节运行对下游河岸的冲刷影响也较小，因此从环境保护角度分析，各方案均不涉及环境敏感制约因素，施工期、运行期环境影响无明显差别，从环境影响的角度各方案差异不显著。综合地质条件、工程布置条件、施工条件、水库淹没损失、动能经济和生态环境等多方面因素，主体设计推荐的左闸+右厂枢纽布置方案合理。

3.2.3 正常蓄水位选择的环境合理性分析

可研阶段考虑上下游梯级衔接，正常蓄水位选择专题报告拟定了2603m，2604m，2605m、2606m四个正常蓄水位方案，

牙根一级水电站水库淹没区范围不涉及环境敏感区、珍稀保护植物和古大树、文物古迹及重要宗教设施，主要环境保护目标为工程河段分布的短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼、厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡等保护濒危及特有鱼类。各水位方案水库均回水至两河口坝下，淹没河段范围相当。高水位方案库区抬高水位略高，最大差异3m，各方案水库对径流调节能力相当；各蓄水位方案均能够保障本阶段确定的生态流量下泄不低于112m³/s的要求，对下游河段的水文情势影响相当。

水库淹没区位于雅砻江河谷，各方案淹没影响的主要植被类型干旱河谷灌丛，这些植被类型在评价区广泛分布，水库淹没不会导致这些植被类型在评价区消失。各水位方案中高水位方案淹没损失略大，但因淹没的植被类型和植物种类相同，无珍稀保护植物，各方案对植物植被的影响基本相当。水库蓄水将淹没部分农耕地和灌草丛，将使生活在该生境中的陆生动物的种群数量有所减少，但总体各水位方案对动物的影响程度有限。

各水位方案，都将淹没呷拉镇产卵场，各水位方案对上下游水生生境的阻隔影响程度相当，对水生生态影响程度相当。

从环保角度分析，4个方案对区域环境的影响无实质性差别，不成为正常蓄水位比选制约因素，从与两河口梯级衔接和动能经济指标看，主体工程综合推荐正常蓄水位2605m方案是合适的。

各正常蓄水位方案环境因子比选情况表

表 3.2-1

环境要素	环境因子	项目		方案一 2603m	方案二 2604m	方案三 2605m	方案四 2606m
水环境	水文情	库区	回水水位(m)	2617.29m	2617.34m	2617.41m	2617.50m

环境要素	环境因子	项目		方案一 2603m	方案二 2604m	方案三 2605m	方案四 2606m
影响	势影响		回水长度	18.669	19.551	20.243	20.243
			坝前水深(m)	42.1	43.1	44.1	45.1
		坝下保留河段	长度(km)	6	6	6	6
	水温结构			混合型	混合型	混合型	混合型
	水库水质	水库淹没面积(hm ²)		331.16	341.18	353.64	364.26
		污染负荷		各方案污染负荷相差不大			
生态环境影响	陆生生态影响	耕地面积(亩)		108.14	108.14	112.95	112.95
		林地面积(亩)		1478.35	1626.67	1727.62	1845.14
	水生生态影响	是否淹没呷拉镇产卵场		淹没	淹没	淹没	淹没
		大坝阻隔	抬高水位/m	42.1	43.1	44.1	45.1
其他环境影响	枢纽工程施工期环境影响、水土流失影响、移民安置环境影响			在采取施工期环境保护措施、水土保持措施、移民安置环境保护措施后，各方案对环境影响程度相当			
比选结果	各方案环境影响差异不显著，环境影响不是正常蓄水位选择的限制因素，2605m作为正常蓄水位是基本合理的						

3.2.4 装机容量选择的环境合理性分析

可研阶段，通过拟定装机容量24万kW、27万kW、30万kW和33万kW四个方案，以轴流转桨式机型为代表进行了装机容量比选。

从动能经济指标分析，牙根一级装机容量从24万kW增加到30万kW时，尽管牙根一级本身的发电量增长的极为有限，但是其增长的装机容量给四川电力系统带来的容量作用和减少系统弃电量作用相对较好，30万kW继续往上增长时带来的增量收益降低。因此，从总费用现值的角度30万kW方案最优。

从梯级协调运行灵活性和流量匹配性来看，雅砻江流域正在推进水风光一体化可再生资源综合基地建设，两河口周边新能源资源丰富，未来将进一步实现水风光互补运行，届时将对两河口的日内运行方式产生一定的影响。牙根一级水电站与两河口梯级衔接，区间无支流汇入，自身水头变幅较小，且调节库容有限，两河口水风光互补运行后，对牙根一级的运行灵活性要求将进一步提高。充分考虑两河口水电站的调蓄作用和调峰运行特点，适当增大牙根一级的装机容量，在日内反调节运行时，尽量发挥容量作用，有利于发挥梯级整体效益、改善四川电网的供电质量。此外，牙根一级适当增大装机容量，可以兼顾远景风光一体化或抽水蓄能接入后电网调度的匹配性和适应性。

从环保角度考虑，牙根一级各装机容量方案均能发挥牙根一级的反调节作用，在两河口低谷蓄水时，保证最小下泄生态流量112m³/s，满足基荷下泄生态流量起到反调节作

用。在主要保护鱼类产卵季节，四个装机容量方案基本能够满足“在鱼类繁殖期间，保证坝下流水生境和水位的相对稳定（水位变幅小于3m）”的要求，但后续牙根一级和两河口运行调度仍需要紧密配合，统筹调度，进一步缩小牙根一级下泄流量的变幅，满足生态调度需求。

因此，统筹考虑电站经济效益及与上游两河口水电站联合运行的适宜性，认为主体专业推荐的装机容量30万kW方案是可行的。

3.2.5 施工规划环境合理性分析

3.2.5.1 施工总布置合理性分析

工程坝址区河谷深切，两岸基岩裸露，岸坡陡峭，阶地不发育，呈典型的峡谷地貌，近坝下游基本没有可供利用的平缓山坡和滩地，施工布置条件较差；施工总布置因地制宜，充分利用、依托上游两河口水电站已建设施，同时结合本工程施工需要，利用现有场地条件，采用集中与分散相结合的布置方式。

为尽量减少工程占地，降低对地貌和原生植被的扰动与破坏，充分利用两河口水电站已建施工辅助设施，牙根一级施工临时用地总面积36.34hm²，其中19.37hm²(约53.3%)利用两河口已有施工场地。电站不单独设置业主管理营地、承包商营地及综合物资仓库，直接利用现有两河口的业主营地、2#承包商营地及综合仓库，上述生活营地均配套建设了污水处理设施，已稳定达标运行多年，可妥善处理本工程管理人员、施工人员的生活污水。料场利用两河口瓦支沟石料场，表土堆存场利用两河口磨子沟渣场布置。左下沟施工区利用两河口左下沟渣场平台布置一座砂石加工系统和一处渣场，并沿用两河口左下沟水厂、左下沟机电设备仓库。

同时，本工程在施工布置时尽可能避开了环境敏感对象，如高噪声施工企业主要布置在坝址上游的章给寨工区和左下沟工区，尽可能避开了分布于坝下人口较为集中的雅江县看守所、雅江县社会福利救助中心、森林武警营地及森林消防支队营地。

综上所述，牙根一级水电站施工总布置无重大环境制约因素，且通过充分利用上游两河口水电站已有设施进行施工布置，有效减少了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，而其所造成的局部影响也可通过采取相应措施予以减缓，因此从环境保护角度，牙根一级水电站施工总布置总体合理。

3.2.5.2 料源选择及料场设置环境合理性分析

依据施工规划，牙根一级水电站不设料场，由两河口水电站瓦支沟石料场开采供应

毛料。

两河口水电站选定的瓦支沟石料场地质储量约1200万 m^3 ，其中两河口可用料开采量约为630万 m^3 （自然方），剩余部分地质储量约为570万 m^3 （自然方），可开采储量约为485万 m^3 （自然方），约为牙根一级设计需要量的4.4倍，满足工程需求。同时，在牙根一级水电站石料场开采范围线以外，两河口水电站瓦支沟石料场已实施了截水沟、沉砂池、马道排水沟和边坡支护，开采结束后对开采边坡采取喷锚支护，可降低水土流失产生的机会；两河口水电站已完成了牙根一级水电站预留开采区间范围内的覆盖层和无用层的剥离，预留根一级水电站开采区间牙基本全部为可利用料，牙根一级水电站左下沟石料场开采料无废料，避免了弃方的产生。

由于牙根一级水电站不新建料场，从而避免了料场开采造成的地表扰动、植被破坏、水土流失、噪声和扬尘等环境影响，同时避免了料场占地对土地利用的影响。因此，从环保角度，牙根一级水电站的料源选择是合理的。

3.2.5.3 渣场布置环境合理性分析

工程规划了左下沟1处渣场。工程前期开挖渣料用于章给寨场内场地平整，平整后布设章给寨施工工区，该工区经征地后周围无居民点分布，场地平整过程中对周围环境产生的不利影响有限；牙根一级水电站左下沟渣场利用两河口水电站左下沟渣场平台布设，不新增占地，节约了土地，周围无敏感点分布，在本次新增左下沟渣场布设水保措施基础上，工程完建后可以通过覆土恢复立地条件进行绿化，使破坏的林草植被及景观生态恢复到原有水平。

综上，本工程渣场规划不存在重大的环境制约因素，且通过充分利用两河口水电站原有施工场地，尽可能的节约了土地资源，减少了对表土资源的扰动和对陆生植被的破坏，因此渣场规划从环境保护角度总体合理。

3.2.5.4 场内交通规划布置合理性

工程施工期场内交通主要利用已有S220线作为施工各工区间连接的交通主干道，结合各施工区域的布置，由主干道引接临时施工道路至施工作业面附近；新建的场内交通主要为各作业面连接道路、S220线复建道路、上下游永久交通桥等。

经过合理布置，本工程新建场内道路7.49km(含隧道1.93km)，新建永久桥梁2座，总长0.53km。总体上，本工程场内交通设施主要采取隧道的方式施工，桥隧比达32.84%，一定程度缩短了明线里程，减少了施工公路建设对地表植被的扰动和水土流失危害，因

此从环境保护角度场内施工道路规划总体合理。

3.2.5.5 运行调度方式的环境合理性

牙根一级水电站具有日调节能力，全年（汛期和非汛期）水库水位在正常蓄水位和死水位之间变化，与两河口联合运行，对两河口日内发电流量进行反调节，通过35%单机出力基荷下泄流量满足生态流量要求，释放两河口的调峰能力，在此基础上与两河口联合参与调峰运行。

牙根一级水电站坝址下游保留河段内分布有雅江县城，为维持本电站下游河段的景观需求，在牙根一级水电站日调节运行期间，电站拟采用3台轴流式机组，单台机组稳定运行最小功率为35%，额定水头工况下对应的最小发电流量 $211\text{m}^3/\text{s}$ 、最大水头工况下对应的最小发电流量 $145\text{m}^3/\text{s}$ ，均满足环评阶段拟定的不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量要求。同时考虑到坝下保留河段分布有鱼类产卵场，该河段也是拟定的干流鱼类栖息地保护河段，牙根一级水电站未建时，上游两河口水电站年调节运行及日内调峰运行水位频繁变化将对下游鱼类生境产生影响。牙根一级建成后，对两河口电站日内调峰形成的不稳定流具有一定削峰、坦化作用，能够保证坝下流水生境和水位的相对稳定（水位变幅小于3m），为裂腹鱼类、爬鲃类繁殖、鱼卵孵化和幼鱼发育创造条件，保证鱼类顺利完成繁殖产卵及鱼卵孵化过程。

综上，从环境保护角度，牙根一级水电站运行调度方式是合理的。

3.2.6 移民安置方案环境适宜性分析

3.2.6.1 生产安置方案的环境合理性分析

根据牙根一级水电站农村移民生产安置方案，至规划水平年需生产安置人口574人，采用逐年货币补偿方式进行安置，对应耕园地面积835.7亩。

由于大部分移民选择了不受土地资源限制的逐年补偿安置方式，环境容量不再制约牙根一级移民生产安置，可使移民有长期稳定的收益，同时对原有社会网络、宗教关系和野生资源采集收入基本没有影响，有利于民族地区的社会稳定。因此，从环境保护角度来看，此种安置方式较为合理。

3.2.6.2 搬迁安置方案的环境合理性分析

牙根一级水电站至规划水平年涉及搬迁安置人口79户346人。结合移民搬迁安置意愿调查成果，搬迁安置方案确定为全部采取分散安置，就近后靠建房。在这种安置方式下的移民搬迁安置不再受土地因素制约，具有充分的自主性。移民与原居住地相距较近，

保持了移民原有的社会关系、生活习俗及宗教信仰等；从而最大限度的保障了其特有文化不因移民搬迁而受到影响。

移民分散建房过程中不可避免的造成地表扰动，产生水土流失，但由于搬迁人数少，安置工程规模小，且随着工程完建和水土保持工程、植物措施的实施，水土流失将得到有效控制。

总体来讲，牙根一级水电站搬迁安置人口数量少，安置方式简单，对区域生态环境的影响也较小，因此，从环境保护角度分析，牙根一级水电站移民搬迁安置规划总体合理。

3.2.6.3 专项设施复建的环境合理性分析

牙根一级水电站涉及的专项设施主要包括及三处“三普”文物点、等级公路、汽车便道、吊桥、库区防护工程和电力通信设施。牙根一级水电站水库淹没与工程占地区共发现“三普”文物点三处，《雅砻江牙根一级水电站建设工程文物调查勘探复核报告》要求对要求对其进行资料提取。交通工程主要是是对省道S220公路呷拉集镇上游段进行复建，对苦乐沟左岸对外连接道、基俄组连接道路、比地吊桥及引道进行复建。

专项设施复建后，其原有功能将得到有效恢复，且复建等级有所提高，对方便移民生产生活、提高当地基础设施建设水平具有显著的作用。对于水库蓄水后的昆地生态农业开发合作社耕地采取工程防护进行处理，减少了搬迁安置人口。总体上，牙根一级水电站专项设施选址选线不存在重大环境制约因素，专项设施复建规划总体合理。

3.3 环境影响因素分析

3.3.1 施工期影响

3.3.1.1 地表水污染源

(1) 砂石加工系统废水

本工程在坝址上游（原两河口水电站左下沟渣场）布置一个砂石料加工系统，系统设计成品骨料生产能力为500t/h，毛料处理能力为600t/h，二班制生产。砂石料加工系统最大用水量1000m³/h，废水产生量按用水量的85%考虑，则砂石料生产废水高峰产生量为850m³/h。砂石加工系统废水主要污染物为SS，SS浓度达80000mg/L左右，具有废水量大、SS浓度高的特点。

(2) 混凝土生产系统冲洗废水

本工程在坝址上游左岸设置1处混凝土生产系统，距坝址约1.0km，供应导流及主体

工程混凝土，生产混凝土总量约109.34万 m^3 。混凝土浇筑月高峰强度7.4万 $\text{m}^3/\text{月}$ ，设计生产能力230 m^3/h ，设置HL180-3F3000混凝土拌和楼2座，三班制生产。

根据混凝土拌合系统的生产规模，每台班冲洗一次，拌合系统废水总量为5 $\text{m}^3/\text{次}$ ，则每天两座拌和楼的冲洗废水为30 m^3 。类比同类工程，废水pH值约为11，废水中悬浮物浓度约5000 mg/L ，具有SS浓度高、污水排放量小、间歇集中排放的特点。

(3) 机械及汽车冲洗含油污水

根据施工总布置，施工区设置机械修配厂和汽车保养站1处，汽车和施工机械冲洗含油废水量约为20 m^3/d ，废水主要污染物为石油类和SS，根据类似工程实测结果，其浓度分别约为30 mg/L 和3000 mg/L 。

(4) 基坑排水

基坑排水包括初期排水和经常性排水。

初期排水总量包括围堰闭气后的基坑积水量、围堰的渗水量、围堰及基坑覆盖层内的含水量和可能的降水量组成，基坑初期排水水质与河流水质基本相似。

经计算，一期枯期围堰的渗水量为6.895万 m^3 ，排水总量约32.1万 m^3 ，一期基坑初期排水强度为1911 m^3/h ；主河床全年围堰在一期主河床枯期围堰的保护下干地施工，厂房基坑初期排水已与一枯基坑排水统一考虑；二期枯期明渠基坑围堰的渗水量为4.7万 m^3 ，排水总量约14.5万 m^3 ，二期基坑初期排水强度为863 m^3/h 。

经常性基坑排水包括围堰基础渗水、混凝土养护和冲洗废水、灌浆废水及可能出现的降水等。经计算，一期枯期基坑经常排水强度为1335 m^3/h 、厂房基坑经常排水强度为700 m^3/h 、二期枯期明渠基坑经常性排水强度为825 m^3/h 。经常性排水污染物主要是SS，其浓度约为500 mg/L 。

(5) 生活污水

根据施工规划，工程施工期间业主管理人员约50人，类比白玛营地生活污水产生量，生活用水量取250 $\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，污水排放系数取0.8，时变化系数取2.5。管理人员生活污水排放量约为10 m^3/d 。利用营地现有污水处理设施，可以实现污水零排放。

工程施工高峰年施工人数约3511人，由于项目施工生活环境艰苦，高峰期用水量较大且较为集中，因此施工人员用水定额取值为200 $\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ 。污水排放系数取0.8，时变化系数取2.5，生活污水排放量561.76 m^3/d 。施工人员居住于两河口水电站2#承包商营地，已建成一座污水处理站，处理能力1680 m^3/d ，能够满足本工程施工人员生活污水处理要求。

该套系统已稳定运行数年，出水用于边坡绿化及车辆清洗。

(6) 施工期废污水源强统计

综上所述，施工期各类水污染源源强核算见表 3.3-1。

牙根一级水电站施工期水污染源强核算汇总表

表 3.3-1

来源	废水、污水产生情况			处理工艺	回用情况		废水、污水排放情况					影响对象
	污染因子	浓度 (mg/L)	水量		回用量 (m ³ /h)	回用去向	浓度 (mg/L)	水量 (m ³ /h)	排放时段	排放去向	达标情况	
砂石料加工废水	SS	80000	850 m ³ /h	磁介质混凝沉淀技术 (MagCS) 工艺	全部回用	绿化浇灌、场地冲洗	-	-	-	-	-	-
混凝土拌和系统废水	pH	11	30 m ³ /d (间歇排放)	间歇式自然沉淀	全部回用	场地冲洗	-	-	-	-	-	-
	SS	5000										
修配系统废水	SS	3000	20 m ³ /d	沉淀池+成套油水分离器	废油回收、清水全部回用	场地冲洗与洒水降尘	-	-	-	-	-	-
	石油类	30										
施工生活污水	COD	250	571.76 m ³ /d	依托两河口水电站白玛营地、2#承包商营地已建一体化污水处理设备处理	全部回用	绿化浇灌、场地冲洗	-	-	-	-	-	-
	BOD5	150										
基坑与洞室排水	初期排水	与天然河流水质基本相似	11.595 万 m ³	直接回归河道	-	-	-	-	-	-	-	-
	经常性排水	SS	500	一期枯期基坑：1335m ³ /h、厂房基坑 700m ³ /h、二期枯期明渠基坑 825m ³ /h 沉淀处理后，回归河道	-	-	-	-	大坝施工期	下游河道	达标	-

3.3.1.2 地下水污染源

工程可能造成地下水污染的途径仅在施工期，如施工期生活垃圾处置不当导致渗滤液渗漏污染地下水，同时场内道路规划有隧洞施工，隧洞开挖可能对开挖区及周边地下水的流场、水位、水量等造成一定影响。

3.3.1.3 大气污染源

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、炸药爆破作业、砂

石加工系统、交通运输系统、施工作业面等，排放的主要污染物为粉尘、废气和扬尘。

(1) 机械燃油废气

本工程使用柴油 1859t，多为重型车辆。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》，油料的大气污染物排放系数 CO 为 29.35kg/t、NO_x 为 48.261kg/t、SO₂ 为 3.522kg/t。工程施工机械燃油废气属于非连续、无组织排放源，污染物呈面源分布，由于施工范围大，污染物排放分散且强度并不大。

(2) 爆破及开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和 NO₂ 等污染物，污染源主要集中在坝基开挖和石料开采爆破施工部分。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，对工程附近的环境空气质量产生一定的影响。类比两河口水电站，施工期开挖爆破产生的粉尘、CO、NO₂ 排放系数分别以 200kg/t 炸药、41.75kg/t 炸药和 15.27kg/t 炸药计，牙根一级水电站施工期间炸药用量为 1188t，施工爆破及开挖产生粉尘总量 237.6t，CO 总量 49.6t，NO₂ 总量 18.14t。

(3) 砂石加工系统粉尘

砂石加工系统排放的污染物主要是粉尘，在粗碎、中碎、细碎、筛分的运输过程中均会产生粉尘污染。工程规划 1 处砂石加工系统，加工系统成品骨料生产能力为 500t/h，毛料处理能力为 600t/h。

根据《三废处理工程技术手册(废气卷)》，砂石料加工系统湿法生产系统粉尘排放强度为 0.05kg/t 产品计算，牙根一级水电站砂石加工系统粉尘排放强度为 25kg/h，在生产过程中采取定时洒水降尘措施后，颗粒物的去除量可达 94%，飘散的粉尘量较少，可控制在 6%以下，则砂石加工系统粉尘排放强度为 1.5kg/h。

(4) 施工作业面扬尘

施工作业面扬尘主要产生于大坝开挖面、料场、渣场等，在干燥的天气情况下，特别在大风时容易产生扬尘。粉尘产生量与施工方法、作业面大小、施工机械、施工方法、天气状况及洒水频率等有关。根据相关文献，本工程施工作业面扬尘排放量参照建筑工地施工粉尘排放速率为 $19.44 \times 10^{-5} \text{kg/s.m}^2$ ，采取降尘措施后粉尘可控排放速率为 $1.17 \times 10^{-5} \text{kg/s.m}^2$ 。

(5) 交通道路扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶，可占施工总扬尘量的60%以上，扬尘量与路面形式、清洁程度和车速有关。一般情况车辆行驶产生的扬尘在同样路面清洁程度下，车

速越快，扬尘量越大；而在同样车速下，路面越脏扬尘量越大。施工道路主要依托已有S220进行改扩建，新建的场内交通均已考虑尽可能采用混凝土路面，减少扬尘产生。单辆汽车每公里粉尘排放量约为4.1g/km 辆，本工程场内交通总计最大交通量为85辆/h（两河口对外交通公路~牙根一级水电站4#公路），根据估算，场内交通扬尘排放速率最大约为9.68mg/m s。

(6) 施工期大气污染源源强统计

综上所述，施工期各类大气污染源源强核算见表 3.3-2。

牙根一级水电站施工期大气污染源强核算汇总表

表 3.3-2

来源	污染物产生情况		处理工艺	污染物排放情况					影响对象
	污染因子	产生量或排放速率		浓度 (mg/m ³)	排放速率 (kg/h)	排放时段	排放方式	达标情况	
机械燃油废气	CO	29.35kg/t	洒水降尘、加强车辆管理			施工期	无组织排放		周围环境空气
	NOx	48.261kg/t							
	SO ₂	3.522kg/t							
爆破及开挖粉尘	粉尘	200kg/t炸药	先进的爆破工艺、洒水降尘			施工爆破	无组织排放		周围环境空气
	CO	41.75kg/t炸药							
	NO ₂	15.27kg/t炸药							
砂石加工系统粉尘	粉尘	25kg/h	全封闭施工、配置除尘袋		1.5kg/h	施工期	无组织排放		周围环境空气
施工作业面扬尘	粉尘	19.44×10 ⁻⁵ kg/s.m ²	道路清扫、洒水降尘		1.17×10 ⁻⁵ kg/s.m ²	施工期	无组织排放		周围环境空气
交通道路扬尘	粉尘	4.1g/km 辆	限速、洒水降尘		9.68mg/m s	施工期	无组织排放		周围环境空气

3.3.1.4 噪声污染源

工程施工期间噪声主要来源于砂石加工和混凝土生产系统噪声，木材加工厂、钢筋加工厂等辅助企业噪声，弃渣场、砂石料场等场区的机械作业噪声以及运输车辆交通噪声，枢纽主体工程施工噪声等。

(1) 砂石加工系统

砂石加工系统为固定连续式噪声污染源，参照已建水电工程施工机械设备噪声实测值(见表3.3-3)，各类噪声均大于90dB(A)。

砂石加工系统设备噪声实测值表

表 3.3-3

噪声源	作业区	实测值[dB(A)]	工程项目
鄂式破碎机	工人作业点	95	葛洲坝
棒磨机	工人作业点	115	葛洲坝
粗碎机		94~98	湖南东江
吊筛	平台	106.1	铜街子
座筛	平台	108	铜街子
筛分楼	砂石筛分	114	湖南东江
砂石料场皮带机	机头	106	葛洲坝
地笼漏斗下料震动物	砂石下料	111	湖南东江

(2) 辅助企业

施工区施工工厂噪声源主要来自于木材加工厂、钢筋加工厂等施工工厂企业以及作业区施工机械噪声。根据两河口电站施工期的实际监测数据，其中金属拼装及机械安装厂等施工工厂噪声源强一般在75dB(A)左右；噪声源强较大的施工工厂主要为综合加工厂(包括钢筋加工和木板加工)等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在80~95dB(A)之间。

(3) 交通噪声

本工程交通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。大型运输机械噪声源强度多在90dB(A)以上，参照国内已建水电工程施工机械噪声实测值，10~20t汽车1m处10s内的噪声强度为100~101dB(A)。

(4) 大坝工区施工噪声

大坝主体工程施工噪声主要来自钻孔、开挖与出渣、大坝浇筑等主体枢纽施工，噪声主要来自于空压机、挖掘机、推土机、钻孔、振捣、灌浆及开挖等机械施工活动，各类设备噪声源强在75~110dB(A)不等，作业面整体噪声源强一般在95~110dB(A)之间。

施工爆破噪声主要产生于大坝作业面，其声强与爆破方式、爆破炸药量和敏感点位置有关。类比其它工程露天爆破实测资料，爆破噪声值一般在130~140dB(A)之间。

(5) 施工期噪声源源强统计

综上所述，施工期各类噪声源源强核算见表 3.3-4。

牙根一级水电站施工期噪声源源强核算汇总表

表 3.3-4

来源	声源类型	噪声源强[dB(A)]	处理工艺	厂界噪声[dB(A)]	影响时段	达标情况	影响对象
砂石加工	系统内各主	95~115	使用减振机	-	昼间	厂界外42m处	周边无居民

来源	声源类型	噪声源强 [dB(A)]	处理工艺	厂界噪声 [dB(A)]	影响时段	达标情况	影响对象
系统	要噪声源看作点声源		座或减振垫、加强设备维护和保养			达标	点、影响对象主要为施工人员
辅助企业	面声源	80~95	禁止夜间施工、加强设备运行维护		昼间、夜间	昼间厂界外34m处、夜间厂界外240m处达标	周边无居民点、影响对象主要为施工人员
交通噪声	线声源	100~101	限制车速、控制夜间车流量、提升施工道路等级、绿化降噪、预留后期对策措施费用	-	昼间、夜间	雅江县社会福利救助中心昼间超标2.5dB、夜间超标8.4dB；雅江县看守所昼间达标、夜间超标6.5dB；雅江县森林武警营地昼间达标、夜间超标1.1dB；白姑村昼间超标3.7dB。	雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所、雅江县森林武警营地、白姑村居民点
大坝施工噪声	面声源	95~110	采用先进施工工艺、强化施工管理	-	昼间、夜间	昼间厂界10m处、夜间137m处	周边无居民点、影响对象主要为施工人员
	爆破噪声（点声源）	130~140	合理安排爆破时间、采用先进爆破工艺	-	爆破期间	距爆破点约500m处	

3.3.1.5 固体废物

施工区固体废弃物主要包括工程弃渣、建筑垃圾、生活垃圾和危险废物。

(1) 工程弃渣

牙根一级水电站设计最终堆渣量为102.06万m³（自然方，合松方121.46万m³），堆存于规划的左下沟渣场。

(2) 建筑垃圾

建筑垃圾主要包括渣土、废石料、散落的砂浆和混凝土、碎金属、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料和其它废弃物。

(3) 生活垃圾

根据两河口水电站垃圾外运处理台账，两河口水电站各营地施工期日均垃圾产生量约5.9t/d，依据施工人员比例，估算牙根一级水电站施工期日生活垃圾产生量约为1.76t；规划沿用现有垃圾处置模式，由二滩实业两河口分公司负责将施工区内的生活垃圾外运处理。

(4) 危险废物

本工程在坝址上游章给寨台地设置1处机械修配站及汽车保养站，主要承担本工程机械、汽车的小修及保养工作，机修及保养期间会产生一定废油（废物代码900-210-08）和废弃蓄电池（废物代码900-052-31），机械及汽车冲洗含油废水经处理时产生一定的浮油（废物代码900-210-08），以上废油和废弃蓄电池均属于危险废物。

(5) 施工期固体废物影响源强统计

牙根一级水电站施工期固体废物影响源强核算汇总表

表 3.3-5

来源	单位	产生量	处置方式	储存方法	储存去向	影响对象
工程弃渣、弃土	m ³	102.06万m ³ （自然方，合松方121.46万m ³ ）	弃渣场堆存	集中堆放	左下沟渣场	周边植被
生活垃圾	t	1.76（施工高峰期日均量）	外运	场内临时分类收集	雅江县生活垃圾卫生填埋场	-
工业废物	m ³ （t）	不连续产生	场内临时贮存	专用容器临时储存	有资质单位定期清运	-

3.3.1.6 生态影响源

(1) 水生生态影响

枢纽工程开挖可能造成河流水体混浊，微粒泥沙将附着表面，鱼卵缺氧降低孵化率；工程施工噪音可能对鱼类产卵、摄食不利；施工期废水若排入雅砻江，产生的悬浮物对鱼类鳃器官的吸附和堵塞，减少对水体中氧量的吸收，造成体内缺氧从而降低鱼类存活率。大坝截流后，随着过流面积的减小，上下游水位差及流速增大，将会对鱼类的上溯产生一定影响。

(2) 陆生生态影响

1) 工程占地

牙根一级工程施工占地地区位于雅砻江河谷两岸，工程永久占地将使区域植被面积减少，各类施工活动干扰影响工程区原有野生动物的正常活动。

2) 土石方开挖、弃渣

各类施工活动将扰动占地区的地表，损坏部分水土保持设施，增加水土流失强度。工区场地各类建筑材料和土石方堆放，容易引发新的水土流失。但工程布置时已充分考虑利用两河口水电站现有设施，如弃渣和表土堆置场均利用两河口水电站左下沟渣场和磨子沟渣场，可一定程度上减少水土流失。

3.3.1.7 人群健康影响源

部分啮齿类是一些自然疫源性疾病的传染媒介，施工期间，施工人员的聚集，会吸引一些鼠类到来，使得施工人员居住区域内鼠类的种群密度增加，可能增加自然疫源性疾病的传播，对施工人员的健康构成威胁。

同时，目前新冠疫情的风险仍然存在，施工期会有大量外来人员进出工程区，存在新冠疫情传染风险。

3.3.2 运行期影响

3.3.2.1 水文情势影响

(1) 初期蓄水

根据施工进度安排，考虑电站施工期第4年3月厂房进出口闸门安装完毕，5月上旬大坝开始蓄水。电站正常蓄水位以下的库容为0.4142亿 m^3 ，5月已进入汛期，水库可很快蓄满，依据规划专业设计成果，不同来水保证率下，7d~8d内水库即可蓄满。工程蓄水期间大坝下游的下泄流量将较天然情况下有所减少，但蓄水周期短，且初期蓄水采取边蓄边放的形式，至首台机组投产前，由泄洪闸向下游放水，可保障下游生态流量需求。

(2) 水库运行调度

牙根一级水电站水库蓄水后，库区河段由急流河道转变为缓流河道型水库，水文情势发生较大变化，水深增加、水面变宽、流速减缓。库区水位2598~2605m之间日内调度运行，对水位消落部分的库岸稳定性及陆生、水生生态可能会造成一定影响。

电站仅具有日调节作用，日均、月均流量主要受上游两河口来水量控制。日内调度运行对下游河段水文情势和水生生态造成一定影响。

3.3.2.2 水环境影响

(1) 水温

本工程年径流量与总库容比值 α 为512，远大于20，水库水温结构为混合型，基本不会对河道水温产生影响，但作为两河口水电站的反调节水库，库区水温主要受两河口水电站下泄水温影响。

(2) 管理人员生活污水

按“无人值班，少人值守”的原则，牙根一级水电站电厂运行后职工总人数为95人，生活设施沿用白玛业主营地，生活污水日产生量约19 m^3/d 。

(3) 水质

水库蓄水后，回水区域内水体容积增加，稀释作用加强，但流速减缓不利于水体充氧和有机物扩散迁移。

污染源现状调查表明，库周工程所处江段基本无工业污染源分布，农业生产方式相对落后，农业面源污染不大。牙根一级水电站移民安置人数较少，采用分散安置方式。电站管理区生活污水处理继续使用施工期成套污水处理设备及回用设施，均不外排。运行期库区水质、富营养化变化不会明显。

坝址处下泄的流量交天然状态有所变化，但坝下河段居民人数不多，雅江县城已逐步完善了生活污水收集及处理，入河污染物较小。正常运行工况下坝下河段水质变化甚微。

(4) 气体过饱和

本工程泄洪闸下消能采用底流消能方式，建筑物型式为“消力池+海漫”的组合形式，即在闸室下游布置一定长度的消力池将水流平顺地导向下游，并利用末端的海漫进行消能防冲。泄洪期间，在消能过程中水流不会与枢纽建筑物、空气、水体之间不会产生剧烈摩擦、冲击和碰撞，且泄洪时水头不大，因此，工程产生的气体过饱和以及雾化影响较为轻微。

3.3.2.3 生态环境影响

(1)对水生生态的影响

牙根一级水电站建成后，库区河段的水动力学过程将发生较大的变化，水文情势的变化将对库区的水生生境、浮游动植物和底栖动物带来影响。由于大坝的阻隔，完整的河流环境被分割成不同的片段，使各水生生物种群将受到不同程度的影响。日内调峰运行对下游河段日内径流过程有一定影响，对下游河道水生生态尤其是产粘沉性鱼类产卵期间可能会造成一定影响。

(2)对陆生生态的影响

工程施工结束后，临时占用的少量耕地、园地将复耕，占用的河谷灌草丛将采取植物措施恢复绿化。工程永久占地，主要是一些干旱河谷灌丛，工程建设过程中将结合水土保持措施、电站的绿化美化措施，增加植被恢复。

3.3.2.1 环境空气和声环境

工程建成后运行期不产生大气污染物，对环境空气无影响。工程建成运行后，噪声源主要为发电厂房内的发电机组(水轮机)，由于机组位于坝后厂房室内，周边200m内无

声环境敏感点，不影响区域声环境质量。

3.3.2.2 固体废物

(1) 生活垃圾

主要为电厂人员生活垃圾，额定定员95人，产生量按1.0kg/人.d计，则电站运行期间日产垃圾量约95kg/d。此外，运行期垃圾还包括库区打捞的漂浮物。

(2) 危险废物

运行期发电厂房机组运行过程产生少量的废润滑油（废物代码900-217-08）、废变压器油（废物代码900-220-08），属于危险废物。类比黄金坪水电站(4台200MW机组，2017~2019年危险废物分别为2.99t、3.3t、4.9t)，单台机组每年产生量约1.2t，牙根一级根据装机规模按比例推算每年产生危废约3.6t。

3.3.3 移民安置

至规划水平年，牙根一级水电站共搬迁安置人口为346人，均采用后靠分散安置方式；生产安置人口574人，采取逐年货币补偿、自主安置的生产安置方式；迁移人口的生活安置将对居民点周围环境产生一定的影响。

(1) 搬迁安置点环境影响源

本工程规划水平年搬迁人口为346人，采取分散建房的方式进行搬迁安置，无集中安置点。迁移人口安置点建设过程中，因土石方开挖将带来一定的施工扬尘，施工机械作业将产生一定的施工噪声，施工人员将产生少量的生产废水、生活污水、生活垃圾，安置点占地将占用各安置所在村建设用地。

搬迁人口的日常生活将会产生一定量的生活污水（约33.22m³/d）和生活垃圾（约0.173t/d），规划给每户分散安置移民修建化粪池一个，生活污水经化粪池处理后用于农林浇灌，对周围水环境的影响较小。迁移人口安置点主要为生活垃圾，经所在村组统一收集外运处理后对周围环境的影响较小。

(2) 专项复建工程污染源分析

专项复建工程主要有复建公路、电力工程和通信工程，专项工程在施工过程中由于开挖、填筑等活动会扰动地表植被，损坏植被；施工产生的部分泥浆废水和施工人员生活污水若直接排放可能对周围水环境产生一定的影响。

3.4 工程分析结论

(1) 工程方案

雅砻江干流中下游段是我国能源发展规划的十三大水电基地之一，牙根一级水电站是雅砻江水电站基地以及西南地区综合能源基地的重要组成部分，符合国家、四川省国民经济和社会发展规划第十四个五年规划目标任务。牙根一级水电站为二等大(2)型工程，属《产业结构调整指导目录(2019年本)》中鼓励类项目，符合相关产业政策与能源发展规划要求；建设方案不涉及四川省生态保护红线，工程建设符合环境质量底线和资源利用上线要求，符合雅砻江流域规划环境影响评价、流域水电规划环境影响评价及水电开发环境影响回顾性评价研究相关要求。

牙根一级水电站在规划设计各阶段，对坝址、坝型、正常蓄水位、施工布置、装机容量等均做了多方案优化和比选，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

施工期工程开挖、弃渣、占地、“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，带来水质、噪声、大气等污染和新增水土流失，对施工区附近部分居民和野生动物栖息环境产生一定影响。

(3) 工程运行

工程运行期间，库区与坝下水文情势、陆生生境、水生生境等将发生一定变化，对工程江段生态系统及陆生、水生动植物将产生一定影响。

(4) 移民安置

移民安置与专项设施复建主要对区域的自然生态、水土流失、生产及生活水平等带来一定影响，分散安置移民的生活污水和生活垃圾排放可能污染周围环境。

牙根一级水电站工程分析结果见表3.4-1。

牙根一级水电站环境影响源分析表

表 3.4-1

活动时期	环境要素	影响源及源强	主要污染物及浓度、影响	处理工艺及效果	影响对象
施工	地表水环境	砂石骨料加工废水，废水量约850m ³ /h	SS: 80000mg/L	设置相关废污水处理措施，污水全部回用不外排	临近区域地表水环境
		混凝土拌和系统冲洗废水，约30m ³ /d	SS:5000mg/L; pH:11		
		机修系统含油污水，20m ³ /d	悬浮物: 3000mg/L 石油类: 30mg/L		

活动时期	环境要素	影响源及源强	主要污染物及浓度、影响	处理工艺及效果	影响对象
期		初期排水：一期基坑1911m ³ /h；二期基坑863m ³ /h	与河流水质相似	直接回归河道	
		一期枯期基坑经常排水强度为1335m ³ /h、厂房基坑经常排水强度为700m ³ /h、二期枯期明渠基坑经常性排水强度为825m ³ /h	SS：500mg/L	沉淀处理后回归河道	
		施工生活污水，排放总量571.76m ³ /d	BOD ₅ 、COD _{Cr} ，其浓度分别为200mg/L和400mg/L左右	利用两河口白玛营地、2#承包商营地已有措施，废水全部回用不外排	
地下水环境		施工期生活垃圾处置不当导致渗滤液渗漏污染地下水；隧洞开挖可能对开挖区及周边地下水的流场、水位、水量等造成一定影响	BOD ₅ 、COD _{Cr} 、石油类、总磷、总氮、氨氮等	隧道开挖支护、防渗处理及排水	开挖区及周边地下水环境
大气环境		爆破粉尘：炸药总用量1188t	TSP、CO、NO _x 等	湿法作业、洒水降尘、加强车辆管理、施工人员加强个人防护	周围环境空气
		砂石骨料加工	TSP		
		施工作业面扬尘	TSP：1.17×10 ⁻⁵ kg/s.m ²		
		交通扬尘：高峰期车流量85辆/h	TSP、CO、NO _x		
		机械燃油废气	SO ₂ 、NO ₂ 、烟尘		
声环境		砂石骨料加工系统噪声	1m处声强级约为95~115dB(A)	禁止夜间爆破、降低夜间施工强度、禁止大声鸣笛、限制车速、道路维护等措施	周围声环境
		交通噪声：最大车流量85辆/h	10~20t汽车1m处10s内的噪声强度为100~101dB(A)		
		辅助企业：木材加工厂、钢筋加工厂等施工工厂企业以及作业区施工机械噪声	80~95dB(A)		
		大坝工程施工机械噪声	95~110dB(A)		
		爆破噪声	130~140dB(A)，瞬时间断噪声		
固体废弃物		设计最终堆渣量为102.06万m ³ （自然方，合松方121.46万m ³ ）	产生水土流失	指定渣场集中堆放，工程防护	生态环境、人群健康
		建筑垃圾	渣土、废石料、散落的砂浆和混凝土、碎金属、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料和其它废弃物	集中收集，定时清运	
		施工生活区：施工期日生活垃圾产生量约为1.76t	生活垃圾及臭气带来蚊虫和细菌	设置垃圾桶和垃圾清运车，外运处理	
		危险废物	废弃蓄电池、机械及汽车冲洗含油废水	场内暂存、委托专业公司处理	
生态环境		工程永久占地342.03hm ² ，临时占地36.28m ²	占压和扰动地表面积，损坏植被；废污水事故排放降低鱼类存活率。对鱼类的上溯产生一定影响	施工临时设施拆除，部分迹地平整；临时占用耕地复耕；加强施工管理；合理安排施工时间等	工区及其周边生态系统
		大坝截流、废污水事故排放			
人群健康		外来人员增加，人员聚集	增加自然疫源性疾病的传播和新冠疫情传染风险	加强卫生防疫及卫生检查	
运行	水文情势	初期蓄水	蓄水期间大坝下游的下泄流量将较天然情况下有所减少	采取边蓄边放的形式由导流洞、泄洪闸向下游放水，可保障下游生态流量需求	水文情势

活动时期	环境要素	影响源及源强	主要污染物及浓度、影响	处理工艺及效果	影响对象
期		水库蓄水以及日内运行调度	库区及坝下水文情势变化	生态流量下泄及生态调度	
	水温及溶解气体过饱和	低温水、坝下气体过饱和	水温主要受两河口水电站下泄水温影响；工程采用底流消能方式，产生的气体过饱和以及雾化影响较小，且雅砻江中游控制性水库两河口已建成运行，泄洪频率大幅降低	加强监测	库区、坝下河段水生生态，特别是鱼类
	运行期电站废污水	电厂人员生活污水	BOD ₅ : 200mg/L COD _{Cr} : 400mg/L	利用白玛营地已有措施	临近区域地表水环境
	地下水环境	水库渗漏与浸没	水库蓄水后可能造成库周地下水上升		库周区域地下水位
	声环境	厂房机组设备运行		厂房封闭，厂区实行少人管理，对周围及员工影响小	场界达标，影响对象位于厂内
	固体废弃物	电厂职工95人，生活垃圾日产生量约95kg/d	若处理不当影响周边土壤	收集、统一外运	土壤环境
		危险废物废机油、废透平油废油		油污分离器、委托专业公司处理	
	生态环境	工程永久占地342.03hm ² ，水库淹没区占地271.96hm ²	淹没陆生植被，影响部分陆生动植物个体及其生境；土地资源减少，改变土地利用结构与生产水平	加强生态保护；受影响土地及居民进行生产安置与搬迁安置	生态环境与土地利用
		水库蓄水，大坝阻隔	影响鱼类迁徙，改变原有流水生境	采取鱼道、划定鱼类栖息地，依托两河口鱼类增殖站开展增殖放流	工程河段鱼类资源
移民安置	水环境	搬迁安置移民346人，生活污水分散排放	BOD ₅ : 200mg/L COD _{Cr} : 400mg/L	各户配套建设化粪池	临近区域地表水质
	生态环境	占地扰动地表	破坏地表植被并引起水土流失		生态环境、土地利用
	固体废弃物	搬迁安置移民346人，生活垃圾日产生量0.173t/d，分散排放	垃圾及臭气带来蚊虫和细菌	所在村组统一收集处理	人群健康及景观

4 环境现状调查与评价

牙根一级水电站是雅砻江中游七级开发方案中的第二个梯级，上游与两河口衔接，下游为规划的牙根二级水电站，中间保留了包括雅江县城在内长约6km的天然河段。牙根一级水电站枢纽工程位于四川省甘孜州雅江县境内的雅砻江干流上，坝址下距雅江县城约5km，建设征地与水库淹没涉及雅江县呷拉、河口2镇。工程所在的雅江县总人口为5.89万人，其中农业人口4.42万人，占到了总人口数的75.04%，是以藏民族为主体的少数民族聚居区，以藏族人口占绝大多数。县域内受自然、交通等条件制约，经济发展水平较为落后，以传统的农业、畜牧业生产为主，工业十分薄弱。牙根一级水电站工程河段水资源开发利用程度不高，工程河段沿岸人类活动较少，区段未有在雅砻江干流取水的用水单位和取水设施，工程占地及水库淹没也不涉及规划的旅游景点。牙根一级水电站坝址区与雅江县城有省道S220线公路相连，国道G318线经过雅江县城，距成都约514km，对外交通相对方便。

4.1 地形地貌及环境地质

4.1.1 地形地貌

牙根一级水电站位于四川省甘孜藏族自治州境内，工程区位于青藏高原东南部，地貌区划属川西高原，紧邻川西南高山区。区内地势呈现东西侧高，中部相对较低的态势。地貌基本形态是具夷平面（或山麓剥夷面）的大起伏高山。区内山顶面海拔一般4000~5000m。区域断裂和褶皱构造控制了区内主要山脊的总体走向，呈现出“构造地貌”山体的特征。

新生代以来形成了三级夷平面。一级夷平面在研究区内称为“理塘期”高原夷平面，其海拔为4600~4800m，二级夷平面海拔为4200~4400m的夷平面，三级夷平面海拔为3800~4000m的夷平面。此外，区内高山山顶冰斗（湖）、悬谷等冰川地貌较为发育，从地貌上看，区内冰川地貌和冰川活动遗迹主要零星残留于4200m以上的高山山脊地区，古冰川悬谷多在4000m以上，区内终碛最低位多在海拔3600m左右。

雅砻江及其支流，河道下切强烈，河谷狭窄、谷坡陡峻，沿河岭谷高差悬殊，相对高差一般在500~1500m，属典型的侵蚀峡谷，间夹宽谷地貌，宽谷中一般可见4~5级阶地，阶地多为基座和侵蚀阶地。

4.1.2 地质

4.1.2.1 地质构造

牙根一级水电站位处松潘—甘孜造山带，在大地构造部位上，工程区位于鲜水河—安宁河—则木河—小江断裂带和金沙江—红河断裂带所围限的“川滇巨型菱形断块”之次级块体“雅江—理塘”菱形断块（其边界断裂为鲜水河断裂带、甘孜—理塘断裂带、玉龙希（八窝龙）断裂带、理塘—德巫断裂带）中。块内整体性好，断裂构造不发育，构造格局为弧顶向南凸出的雅江弧形褶皱构造带，弧形构造带变形形式以紧闭复式褶皱为主，构造变形组合以弧形褶皱为特征。

边界断裂中，鲜水河断裂带（F4），位于坝址北东侧，距坝址58km，该断裂带具有明显的全新世活动性，是四川省地震最多、强度最大的一条地震带。玉农希断裂带（F12），位于坝址南东侧，距坝址81km以远，该断裂带为一条晚更新世活动断层，全新世具有一定的活动性。理塘—德巫断裂带（F9、F10），位于坝址南西侧，距坝址约60.5km，该断裂带是一条全新世活动断层，为川滇菱形断块内部的主要活动断裂带（发震构造带）之一。甘孜—理塘断裂带（F8），位于坝址北西侧72.5km以远，该断裂带地震活动性相对较弱，历史地震资料显示发生于该带地震均为弱微地震，新活动主要在早—中更新世，晚更新世以来活动微弱。

“雅江—理塘”菱形块体内部构造相对简单，整体性好，构造格局为弧顶向南的雅江弧形褶皱构造带，褶皱构造发育，且规模较大。断裂构造不甚发育，较之边界断裂，其规模也小得多，主要发育康多、玛中、热公、大海子等断层。

近场区主要断裂有北西向的干怀尼奶断裂、额德—姜嘎阔断裂、热公断裂和南北向米龙断裂。近场区主要断裂均为前晚更新世活动断裂，即属前第四纪活动断裂和早—中更新世活动断裂类型，断裂总体规模不大。坝区发育顺层挤压的3条小断层，规模不大，晚更新世以来均不具活动性。

4.1.2.2 地震

据地震地质背景和地震危险性分析，块体边界为本地区强烈的地质和地震活动的场所，最新的活动构造，特别是晚更新世以来的活动构造，6级以上的强震和现代中小地震条带，基本上集中于此。近场区不具备发生强震的地质构造条件，其危险性主要受外围强震活动的波及影响，最大地震影响烈度达VI—VII度。近场区和场址区内均无活断层分布。据四川地震局批复的《雅砻江牙根一级水电站工程场地地震安全性评价报告》，工程场

地地震危险性的概率分析成果：50年超越概率10%的基岩水平峰值加速度为137.2 gal，相应地震基本烈度为Ⅶ度。

4.1.2.3 库区地质条件

库区相对高差一般在500~1500m，为典型的高山峡谷，两岸具左岸较右岸略低的特征。水库库尾（两河口坝址）到西地段长约7km，雅砻江河道下切十分强烈，河谷狭窄、谷坡陡峻，呈对称的“V”型峡谷，两岸阶地零星分布。西地到牙根一级坝址段长约13km，雅砻江河谷较开阔，左右岸阶地较发育，河谷呈略不对称的“V”型峡谷。库区雅砻江沿岸分布Ⅰ~Ⅴ级阶地。

库区出露地层较简单，以三叠系浅变质砂板岩为特征。出露的地层为两河口组的二段和三段。第四系松散堆积物按成因类型有崩坡积、残积、冲洪积、冰碛、泥石流堆积、滑坡堆积等。冲洪积漂卵砾石层呈带状分布于沟谷河床及两岸阶地。崩坡积、残积块碎石土在沟谷两侧山坡、坡脚零星分布。滑坡堆积层零星分布于纵向谷河段，泥石流堆积则主要在部分库段沟谷出口形成一些“滩”或“碛”。

库区构造不发育，主要构造格局为弧顶向南的雅江弧形褶皱构造带，即雅江弧。自北向南，库区内主要弧形褶皱有：亚德向斜、郎德背斜、呷拉向斜、弯地背斜。库区断裂主要有北西向的亚德南断裂、比德断裂，断裂规模较小，断层破碎带胶结紧密，无新活动痕迹，晚更新世以来不具活动性。

库区物理地质现象不甚发育，库岸岩体风化较弱，但卸荷崩塌作用相对较强。沿河两岸断续分布倒石堆，主要表现为点多面广、堆积体方量较小的特点。库区内滑坡主要有章给寨滑坡、西地滑坡及呷拉上游滑坡三处。滑坡的分布位置和发育程度明显地受地貌、岩性、地质构造和河谷结构等因素的影响，有较强的规律性，一般分布在河流的凹岸部位。滑坡规模不大，前缘位于正常蓄水位以下，滑坡以后退式分级解体破坏为主。调查统计表明，库区共发育银鸡沟等泥石流沟共计12条，泥石流发育密度0.57条/km，残存堆积体体积总计约428.1万m³。库区泥石流活动具有退化特征，泥石流的规模不大、现代活动性不强。

4.1.2.4 坝址地质条件

坝址位于雅江县森林武警营地上游，河段长约430m，河流流向S20°W。坝址区无漫滩和阶地发育，两岸山体雄厚，左岸临河高约300m，右岸300~400m。左岸较右岸缓，左岸自然坡度45~50°，右岸自然坡度55~60°，陡处可达70°。河谷相对较宽，枯水期

2578m时，河水面宽度120~135m，水深1.5~4m。坝址为斜向谷，左岸为斜反向坡，右岸为斜顺向坡。左岸地形较完整，冲沟不发育，坝轴线下游约400m发育切割较深的章给沟，常年有流水；右岸地形完整较差，冲沟发育，坝轴线上游约85m处发育一条较大的浅干沟，雨季时有短暂流水，沟口有部分洪积物堆积，下游约400m处的银鸡沟切割较深，常年有流水。

坝址区位于弯地背斜南翼，宏观上为一单斜地层，地层层序正常，岩层总体产状近EW / S \angle 55~75°。构造主要以断层和节理裂隙为主。

坝区发育的III级结构面主要为f3断层，以顺层挤压为主，在河心ZK106钻孔揭示，最大带宽约30cm，位于T3lh3(1)层中部。IV级结构面以陡倾角顺层挤压为主，河心ZK105、ZK107、ZK108钻孔共揭示三条，带宽3~9cm，位于T3lh3(1)层。据地表调查及河心钻孔揭示，坝区裂隙主要以中陡倾角为主，缓裂少量发育。

4.2 气候气象

雅砻江流域地处青藏高原东侧边缘地带，属川西高原气候区，主要受高空西风环流和西南季风影响，干、湿季分明。每年11月至次年4月为流域的干季，干季日照多，湿度小，日温差大；5月至10月是流域的雨季，雨量约占全年雨量的90~95%，雨日占全年的80%左右，雨季日照少、湿度较大、日温差小。

流域多年平均降水量为500~2470mm，分布趋势由北向南递增。根据牙根一级水电站坝址下游约4.5km的雅江县气象站，上游10km设有两河口专用气象站。雅江县气象站与牙根一级水电站工程区气象成因更为接近，故选择雅江县气象站为本电站的气象代表站。

据雅江县气象站历年实测资料统计，多年平均降水量为746.1mm，雨季（5~10月）降水量为694.2mm，占全年的93.0%，历年最大日降水量为70.6mm。多年平均年蒸发量为1919.3mm（20cm口径蒸发皿）。多年平均相对湿度值为55%，最小值为0%。多年平均气温为10.9℃，极端最高气温为35.9℃，极端最低气温为-15.9℃。多年平均风速1.8m/s，最大风速23.0m/s，相应风向WSW。雅江县气象站气象要素特征值见表4.2-1。

雅江县气象站气象要素特征值统计表

表 4.2-1

台站海拔高程：2600.9m

项 目 \ 月 份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
气温 (℃)	历年平均	1.9	5.6	9.2	12.4	15.8	17.2	18.0	17.5	15.2	11.1	5.5	1.2	10.9
	极端最高	26.6	29.4	33.5	33.2	35.9	35.7	35.6	35.4	33.3	31.4	27.1	23.3	35.9
	极端最低	-15.9	-14.7	-7.6	-6.3	-0.1	0.7	5.9	3.4	1.5	-5.4	-10.7	-14.7	-15.9
降水 (mm)	历年平均	0.3	1.7	10.4	31.3	71.4	162.2	159.1	136.2	125.4	39.9	6.6	1.7	746.1
	历年一日最大	2.4	9.5	11.6	27.0	36.1	53.4	53.9	46.5	70.6	29.4	15.8	13.2	70.6
相对湿度 (%)	平均	35	33	38	47	54	68	73	72	74	68	54	45	55
	最小	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	7.0	8.0	8.0	10.0	6.0	1.0	0.0	0.0
风速 (m/s)	历年平均	1.3	2.2	2.7	2.5	2.5	2.0	1.7	1.8	1.6	1.5	1.1	0.9	1.8
	最大风速及风向	14.0 NW	15.2 W	18.5 NW	19.0 ENE	18.0 WNW WSW	23.0 WSW	12.5 E	13.8 W	18.0 WNW	13.0 W WSW	17.0 WNW	12.0 NE	23.0 WSW
地面温度 (℃)	历年平均	-0.1	6.4	11.6	15.7	19.8	21.1	22.1	21.6	18.7	13.7	6.6	-2.1	12.9
	极端最高	41.2	47.9	57.2	65.5	70.7	70.4	70.2	67.6	65.7	55.2	44.0	31.9	70.7
	极端最低	-18.4	-12.3	-9.4	-4.0	-1.1	0.0	6.3	4.1	2.5	-5.7	-10.5	-15.0	-18.4
蒸发量 (mm)		83.7	131.8	184.5	200.3	236.5	203.9	197.6	195.0	151.9	138.9	112.8	82.3	1919.3
日照 (h)	平均日照时数	143.7	168.6	192.1	187.9	199.1	171.7	172.2	176.4	164.4	183.6	160.6	121.1	2041.3
	日照百分率	45	54	52	49	47	41	40	43	45	52	51	38	46
年均霜日 (d)		21.9	10.7	4.1	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	22.5	26.8	92.8
积雪 (d)	年积雪日数	0.4	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	2.2
	最大积雪深度 (cm)	3.0	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	7.0	7.0

4.3 水文情势

4.3.1 水系

牙根一级水电站坝址下距雅江县城约5km，上距雅砻江中游龙头水库两河口水电站坝址约20.2km，坝址控制流域面积6.59万km²，坝址下距规划的牙根二级坝址约37km，距规划的楞古坝址约51km，距已核准的孟底沟坝址约130km。牙根一级库区相对较大的常年流水性支沟主要包括湾地沟、苦乐沟，坝下6km保留河段内相对较大支沟主要包括卧龙寺沟（又名王呷河）及格西沟，牙根二级库尾以下河段（至孟底沟库尾）相对较大支沟主要包括霍曲河及力丘河。

研究河段主要支流基本情况一览表

表 4.3-1

序号	河流名称	支流级别	岸别	流域面积 km ²	河口多年平均流量 m ³ /s	干流总长 km	天然落差 m	比降 ‰	水电开发情况	备注
1	苦乐沟	雅砻江一级支流	左岸	157.8	2.27	38.08	1620	53	无	位于牙根一级库区
2	湾地沟	雅砻江一级支流	右岸	58.1	0.84	13.68	-	-	无	位于牙根一级库区，沟内划定集中式饮用水水源地1处，即呷拉镇湾地沟水源地
3	格西沟	雅砻江一级支流	右岸	154	2.16	20.64	2014	117	无	位于牙根一级坝下保留河段，在雅江县城处汇入雅砻江，沟内分布有格西沟国家级自然保护区、支沟麻格宗沟建有雅江县自来水厂
4	卧龙寺沟（又名王呷河）	雅砻江一级支流	左岸	778.2	10.97	右源王呷河55.6km、左源卧龙寺沟50.86km	1360	25	原建2座小电站，小水电整改中拆除一座，保留一座	位于牙根一级坝下保留河段，在雅江县城处汇入雅砻江
5	霍曲河	雅砻江一级支流	右岸	3333	52.71	172	1830	17	干流河段规划推荐采用“一库三级”开发方案、支流吉珠沟推荐采用“一库四级”开发方案	霍曲河干流水电规划最后一级达阿果水电站、支流吉珠沟最后一级葛达水电站均已建成发电
6	力丘河	雅砻江一级支流	左岸	789	89.1	203.5		10.21	力丘河甲根坝至河口段已批复“一库四级”开发方案	力丘河甲根坝以上长105.5km河段、金顶电站厂房尾水至河口长3km河段及支流色乌绒沟纳入鱼类栖息地保护河段

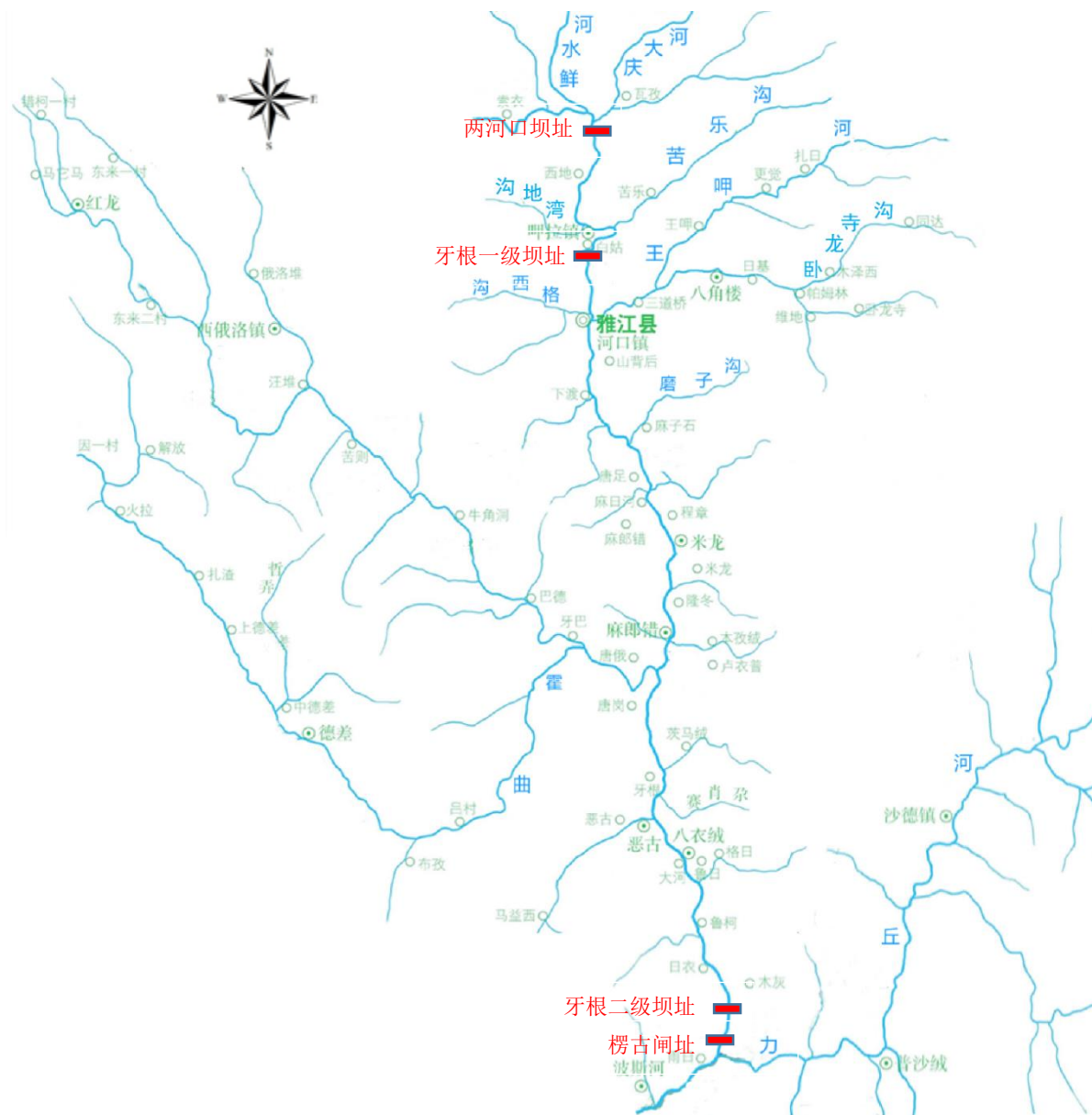


图 4.3-1 牙根一级河段区域水系图

4.3.1.1 库区主要支流

(1) 湾地沟

湾地沟为雅砻江右岸一级支流，发源于呷拉镇湾地村东面，由东往西流，于呷拉镇场镇处汇入雅砻江，河流全长13.68km，流域面积58.1km²，平均流量0.84m³/s，水力发电理论蕴藏量0.15万kw，未进行水电开发。

沟内分布有呷拉镇地表水饮用水水源保护地（水源为湾地沟地表水及沟内出露泉水），配套修建了呷拉镇自来水厂。依据批复的该饮用水水源保护区范围（甘府函

[2019]218号)，该饮用水水源保护区外边界范围距离湾地沟汇口约3km。



湾地沟与雅砻江汇口处

(2) 苦乐沟

苦乐沟为雅砻江左岸一级支流，发源于康定县境内的巴日措，上游为康定和雅江的界河，最高点海拔高程4513m，由东北流向西南，于呷拉镇的东北部进入雅江境，后流经帕德岗、苦乐、迪岗、白孜等村，至白孜村境内汇入雅砻江。

河流主河道长38.08km，全流域面积157.8km²，落差1620m，河道平均坡降53.0‰，河口多年平均流量2.27m³/s，年径流总量1.19亿m³。雅江县境内河段长35.22km，落差1100m。流域内有帕德岗、迪岗两个自然村和一个行政村苦乐，均位于下游段，上游无场镇和村庄，人烟稀少、公路，交通不便，流域内未进行水电开发。



苦乐沟与雅砻江汇口处

4.3.1.2 坝下保留河段主要支流

(1) 卧龙寺沟

卧龙寺沟，当地又称王呷河或者米西沟，是雅砻江重要的一级支流。其中，左源卧龙寺沟发源于与康定交界的八角楼乡同达村，从东北向西南流出，途经木泽西，继续向

西在帕姆林村与野人沟合流，由此沿318国道继续向南流出，途经日基村、仁布村，在三道桥附近与王呷河合流，全长50.86km，流域面积330.3km²，多年平均流量4.65m³/s，与雅砻江汇口处多年平均流量10.97m³/s。右源王呷河源于康定市的泽如，于雅江县八角楼乡扎日村此卢入境，向西流经扎日村、更觉村、王呷村和王呷一村，在卡仁布村与卧龙寺沟交汇，交汇后继续称为卧龙寺沟；两源汇合后再向西流10km，经河口镇三道桥村，于河口镇城厢村注入雅砻江。右源王呷河全长55.6km，流域面积778.2km²，其中雅江县境内41.85km，多年平均流量6.32m³/s。

流域内主要支流有一级支流日阿沟和二级支流野人沟（卧龙寺沟支流）。日阿沟源于康定塔克乡，从八角楼乡扎日村此卢东北角入雅江境内，最后在扎日村汇入王呷河右岸，境内长1.35km，沟口多年平均流量1.45m³/s。野人沟又名中古隆巴沟，起源于八角楼乡卧龙寺村，从维他东面经过卧龙寺继续东流和同达沟向汇于维他，最后北上汇入卧龙寺沟，全长16.7km，沟口多年平均流量1.88m³/s。

卧龙寺沟（雅江段）流域主要水系统统计表

表 4.3-1

编号	河流名称	干支级别	岸别	长度 (km)	境内河长 (km)	流域面积 (km ²)	流量 (m ³ /s)	行政区别	备注
1	王呷河	右源	左	55.6	41.85	778.2	6.32	八角楼、 河口	跨县
2	日阿沟	王呷河支流	右	21.81	1.35	103.6	1.45	八角楼	跨县
3	卧龙寺沟	左源	左	50.86	50.86	330.3	4.65（汇流 后10.97）	八角楼	乡镇
4	野人沟	卧龙寺沟支 流	右	16.7	16.7	134.1	1.88	八角楼	乡镇



卧龙寺沟（与王呷河汇口以上段）



王呷河（与卧龙寺沟汇口以上段）



王岷河、卧龙寺沟汇流处



与雅砻江交汇处

整个流域人口稀少，无工业取水口和饮用水取水口，流域内仅在卧龙寺沟干流（王岷河汇口以下）建有铁泉电站（1.3MW）和三道桥电站（0.5MW），其余河段均未进行水电开发和规划。

(2) 格西沟

格西沟，又名相格走宗沟，是雅砻江的一级支流。地处河口镇西南侧，源头位于河口镇本达宗村海拔4702m的剪子湾山，向东流至雅江县城西侧海拔2688m处，从右岸汇入雅砻江。河流全长20.64km，流域面积154km²，河口多年平均流量2.16m³/s，年径流量2.7亿m³。

格西沟流域未进行水电开发，上游左岸支流麻格宗沟为河口镇集中饮用水源，配套修建了雅江县自来水厂。同时，格西沟内分布有四川格西沟国家级自然保护区，详细内容见4.15.2章节。

格西沟流域主要水系统计表

表 4.3-2

河流名称	干支级别	岸别	长度 (km)	流域面积 (km ²)	流量 (m ³ /s)	行政区别
格西沟	1	右	20.64	154	2.16	河口镇
麻格宗沟	2	左	13.72	79.7	1.12	河口镇

4.3.1.3 牙根二级库尾以下河段

(1) 霍曲河

霍曲河为雅砻江一级支流，在牙根二级库区入汇，河流全长172km，流域面积3333km²，河口多年平均流量52.71m³/s。2007年8月，四川大学工程设计研究院编制完成了《四川省甘孜州霍曲河干流及支流吉珠沟水电规划报告》，2008年，四川省发展改革委、省水利厅以“川发改能源[2008]57号”文出具了批复意见。依据审定的规划报告，霍曲河干流河段规划推荐采用“一库三级”开发方案，自上而下依次为德差（72MW）、

雄美(80MW)和达阿果水电站(200MW)，规划总装机容量352MW；霍曲河支流吉珠沟推荐采用“一库四级”开发方案，自上而下依次为汪堆(32MW)、盆达(22MW)、巴德(38MW)和葛达水电站(52MW)。

根据现场调查，霍曲河干流水电规划最后一级达阿果水电站、支流吉珠沟最后一级葛达水电站均已建成发电，其余梯级正在开展前期工作。同时，本世纪初，雅江县实施“送电下乡”工程期间、霍曲河水电规划前，已在霍曲河上建成唐岗水电站，装机规模7.5MW，工程采用引水式开发，坝址距霍曲河汇口约3km、厂房距汇口约1km，长江经济带小水电清理整改期间被列为保留类电站。

(2) 力丘河

力丘河为雅砻江左岸一级支流，流域面积789 km²，河长203.50km，河口多年平均流量89.10 m³/s，河道平均比降10.21‰。力丘河具有“上游平、中游缓、下游陡”的特点，上游塔公区为高原沼泽地带，地势平坦，比降小，曲流发育，水流不畅；中游呷巴、呷根坝、朋布西、沙德和六巴乡为浅丘高原地带；进入普沙绒乡后为高原峡谷地带，河流切割深，形成河谷狭窄、谷壁陡峭、比降达26‰的峡谷河段，径流丰沛。

甘孜州结合自身的资源状况，将力丘河定为重要的水电开发基地，根据已审定的《四川省康定县力丘河干流甲根坝至河口段水电规划报告》及《四川省康定县力丘河干流甲根坝至河口段水电规划环境影响报告书》，力丘河甲根坝至河口段已批复“一库四级”电站，总装机容量56万千瓦。四川省人民政府办公厅也已经于2016年4月12日以“B(2016)0725-2号文”正式同意甘孜州自主开发力丘河。

后由于雅砻江孟底沟水电站建设鱼类保护需要，未规划水电开发的部分河段被纳入孟底沟水电站鱼类栖息地保护范围，保护河段为力丘河甲根电站坝址以上长105.5km河段、金顶电站厂房尾水至河口长3km河段及支流色乌绒沟。

4.3.2 水文站点

工程研究河段就上、下游干流设有甘孜、雅江、麦地龙等水文站，相关站点资料情况见表 4.3-3。根据电站所处位置及各站资料条件，选取雅江水文站作为该电站水文分析计算设计依据站。牙根一级水电站坝址与雅江水文站区间面积 58km²，仅占雅江水文站 0.088%，故牙根一级电站直接采用雅江水文站的水文分析计算成果。

牙根一级电站水文分析计算各相关水文站资料情况统计表

表 4.3-3

站名	站别	集水面积 (km ²)	资料年限	
			水位	流量
甘孜	基本水文	32925	1952.4~今	1956.1~1967.12、1969.1~1971.12、 1980.1~1986.12、2008.1~今
雅江	基本水文	65857	1952.4~今	1952.6~1968.12; 1970.1~今
麦地龙	专用水文	81161	2000.6~今	2000.6~今

4.3.3 径流

4.3.3.1 天然径流特征

雅砻江流域径流主要来源于降水，其次是地下水和上游山源地带的融雪水。根据雅江水文站 1952 年 6 月~2019 年 5 月径流系列统计，多年平均流量 677m³/s，折合年径流量为 213.5 亿 m³。径流年际变化不大，最大年平均流量 996m³/s（1965 年 6 月~1966 年 5 月），是多年平均流量的 1.47 倍，最小年平均流量 424m³/s（1973 年 6 月~1974 年 5 月），是多年平均流量的 0.63 倍。径流年内分配不均匀，主要集中在丰水期 6~10 月，水量约占全年的 75.2%；枯水期 11 月至次年 5 月，水量占全年的 24.8%。最枯流量多发生在 1~3 月，历年实测最小流量 94.0m³/s（1974 年 1 月 4 日）。

雅江水文站径流年际变化。雅江水文站多年年、月平均流量见表 4.3-4。

雅江水文站多年年、月平均流量统计表

表 4.3-4

流量单位：m³/s

时段 项目	月 份												年 (6~5月)
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
多年平均流量	1070	1560	1270	1310	858	434	247	177	168	189	300	504	677
径流百分比 (%)	13	19.6	15.9	15.9	10.8	5.3	3.1	2.2	1.9	2.4	3.6	6.3	100

4.3.3.2 两河口运行后牙根一级坝址径流特征

目前，两河口水电站已蓄水发电，鉴于两河口是雅砻江中游控制性水库，具有年调节能力，“蓄丰补枯”作用将导致下游丰水期水量减少、平枯期水量增加。

两河口水电站运行后牙根一级水电站坝址各典型年流量逐月变化情况见表4.3-5。

两河口调蓄后、牙根一级坝址月平均流量统计表

表 4.3-5

流量单位: m³/s

时段	月 份												年 (6~5月)
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
1964-1965 (中水年)	742	742	742	742	742	552	563	584	614	654	710	771	680
1973-1974 (枯水年)	220	220	220	220	220	492	504	526	554	590	639	689	425

4.3.4 洪水

4.3.4.1 天然洪水特征

雅砻江流域洪水主要由暴雨形成。每年夏季季风强盛时期，西南季风将印度洋和孟加拉湾的水汽源源不断地输进流域。同时，西太平洋副高北移，冷空气在副高前受阻，在这种大气环流形势下，本流域常发生大范围暴（大）雨。影响本流域降水的天气系统主要是切变线和低涡，其次有南支波动、倒槽、东风波等，而以涡切变—低压型、高空槽—切变—冷锋型所形成的暴雨历时长、笼罩面积广、强度较大，是产生流域较大洪水的主要降雨天气系统。

雅江以上流域降雨一般出现在 6~9 月，主要集中在 7、8 两月，且多连续降雨。一次降雨过程为 3~8d，两次连续过程为 15d 左右或更长一些，主雨段多在 1~3d。流域大部分地区由于地势高、纬度偏北（30°N 以北）水汽输送量少，雨强不大，历年最大 1 日降水量为 70.6mm。暴雨在流域的空间分布特点是南部雨量大，北部雨量小，暴（大）雨的移动规律多自上游向下游移动。由于地形影响，在高山峡谷与青藏高原过渡区形成稳定的暴雨中心，多位于甘孜、东谷以南，其次在新龙~炉霍~东谷一带。该区雨强不大，但雨区面积较广，并呈南北向的椭圆形雨区，雨区的暴雨最大值在雅江。

雅砻江较大洪水多为两次以上的连续降雨形成，汛期內连绵不断的降雨使河流底水逐渐抬高，如发生 1~3d 较为集中的大面积暴雨，即可形成较大洪水。洪水过程多呈双峰或多峰型，一般单峰过程 6~10d，双峰过程 12~17d。洪水起涨时底水流量较大，一般可占洪峰流量的 1/2~1/3 左右。由于流域大部分地区雨强不大，加之流域形状呈狭长带状，不利于洪水汇集，故洪水一般具有洪峰相对不高、洪量大、历时长的特点。

据雅江水文站年最大洪水资料统计，7 月份出现年最大洪水机会最多，占 47.1%，8 月次之，占 20.5%，6 月、9 月各占 16.2%。雅江水文站年最大流量出现频次见表 4.3-6。

雅砻江雅江水文站年最大流量发生频次统计表

表 4.3-6

项目	6月	7月	8月	9月	合计	统计年份
次数	11	32	14	11	68	1952~2019年
频次 (%)	16.2	47.1	20.5	16.2	100	

由于牙根一级电站坝址与雅江水文站面积相差甚小，牙根一级电站坝址设计洪水直接采用雅江水文站设计洪水成果。雅江站分期设计洪水成果见表4.3-7。

牙根一级电站坝址天然情况设计洪水成果表

表 4.3-7

项 目	各频率设计值							
	P=0.05%	P=0.1%	P=0.2%	P=0.5%	P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%
Q _m (m ³ /s)	7680	7260	6830	6260	5810	5360	5010	4730

4.3.4.2 两河口运行后牙根一级洪水特征

根据两河口水库设计洪水的调洪计算结果，1000年一遇设计洪水过程由洪峰7260m³/s削减为6560m³/s，500年一遇设计洪水过程由洪峰6830m³/s削减为6440m³/s，对等于或小于200年一遇设计洪水的洪峰流量无削减作用。由于两河口水库与牙根一级电站区间仅占牙根一级电站的控制集水面积的0.29%，所以牙根一级电站受两河口水库调蓄影响后的设计洪水直接采用两河口水库设计洪水调节后的出库成果，牙根一级电站受两河口水库运行后的分期设计洪水成果见表4.3-8。

牙根一级电站受两河口水库调蓄影响后的设计洪水成果表

表 4.3-8

项目\频率	P=0.05%	P=0.1%	P=0.2%	P=0.5%	P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%
洪峰Q _m (m ³ /s)	6910	6560	6440	6260	5810	5360	5010	4730

4.3.5 泥沙

4.3.5.1 天然泥沙特征

坝址多年平均悬移质年输沙量504万t，多年平均含沙量236g/m³，多年汛期（6~9月）平均含沙量334g/m³，最大含沙量4540g/m³（1984年7月15日）。输沙量年际变化较大，最大年输沙量1270万t（2012年），是多年平均年输沙量的2.52倍，是最小年输沙量124万t（1973年）的10.2倍。输沙量年内分配很不均匀，主要集中在汛期（6~9月），汛期输沙量占年输沙量的91%，其中7月份输沙量最大，占年输沙量的35.7%。牙根一级水电站

坝址多年逐月平均含沙量及输沙量年内分配见表4.3-9。

牙根一级水电站坝址多年逐月平均含沙量及输沙量年内分配表

表 4.3-9

月 份	1~4	5	6	7	8	9	10	11~12	年
含沙量(g/m ³)	8.88	168	260	432	306	285	87	7.40	236
输沙量(万t)	1.91	22.8	74.5	180	103	101	19.9	1.33	504
占全年输沙量 百分数 (%)	0.38	4.52	14.8	35.7	20.4	20.0	3.95	0.26	100

4.3.5.2 两河口运行后牙根一级泥沙特征

牙根一级上游梯级两河口水库拦沙后对牙根一级水库入库泥沙影响较大。根据两河口水电站可研阶段泥沙设计成果，两河口水库运行100年内，悬移质出库率为8.4%，年平均出库悬移质沙量41.3万t，出库含沙量为20.0g/m³，出库悬移质最大粒径0.025mm，中数粒径0.00215mm。

两河口坝址至牙根一级坝址的区间面积为188km²，采用雅江水文站输沙模数推算得区间年平均悬移质输沙量为1.44万t。

因此，两河口水库拦沙后，牙根一级坝址悬移质年平均输沙量约为42.7万t，平均含沙量20.4g/m³。

4.4 水温

4.4.1 天然水温特征

依据雅江水文站的水温资料，坝址处年平均水温为8.5℃，最高水温为19.6℃，最低水温为0℃。

牙根一级坝址处天然状态下多年月平均水温(℃)

表 4.4-1

项 目 \ 月 份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
水温 (℃)	历年均值	0.4	2.4	5.7	9.3	12.5	14.2	15	15.1	13.2	9.2	4.2	0.8	8.5
	最高	2.6	7	10.2	13.6	17.2	18.2	19.6	19.4	17	14.6	8.6	4.6	19.6
	最低	0	0	0.2	4	5.2	8	10.2	10.4	8	4.4	0.2	0	0

4.4.2 两河口运行后牙根一级坝址水温特征

两河口建库后，采用叠梁门取水方案，4~6月与同期天然水温的差距减小，平均降温基本可控制在1℃左右，最大降温为1.3℃(5月份)，其中最好的恢复效果出现在4月上

旬。以平水年为例，4月上旬叠梁门旬均下泄水温为7.4℃，较旬均坝址天然水温低0.4℃，日最大温降仅为1.06℃。此外，4月~10日下泄水温已基本恢复至与天然水温相同。

4.5 地表水质

4.5.1 污染源

牙根一级库区河段沿岸仅分布有雅江县呷拉镇一个集镇，规模不大，无集中污水处理设施；牙根一级坝址下游河段沿岸依次分布有河口镇（雅江县城）、米龙乡、麻郎错镇、八衣绒乡、波斯河镇、牙衣河乡等，除河口镇外，其他乡镇生活污水以散排为主。

河口镇已建设2座污水处理厂，分别为雅江县城市生活污水处理厂、雅江县东城区污水处理站，其中雅江县城市生活污水处理厂建成处理规模1500m³/d，服务范围为雅江县县城老城区（河口片区）居民生活污水，采用“预处理+A²O+紫外线消毒”处理工艺，出水水质达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级B标要求后排放至东侧雅砻江，2018年10月项目建成。雅江县东城区污水处理站位于雅江县河口镇东城区雅江中学外侧公路下，占地面积约730m²。建成处理规模500m³/d，服务范围为雅江县东城区（雅砻江左岸）沿线主城片区的居民生活污水，采用“预处理+AO+MBR+紫外线消毒”工艺，出水水质达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标要求后排放至西侧雅砻江，2019年1月项目建成。

经统计，工程影响河段各乡镇生活源、农业源详见表4.5-1。

工程影响河段各乡镇污染源统计表

表 4.5-1

乡镇		生活源	农业源		备注
		常住人口	耕地（亩）	牲畜（头）	
库区	呷拉镇	7164	7121	3295	
坝下	河口镇	12489	5641	4845	已建 2 座污水处理厂
	米龙乡	2187	4846	8051	
	麻郎错镇	2167	3226	4251	
	恶古乡	2386	4105	7616	
	八衣绒乡	2923	4045	8874	
	波斯河镇	1104	2903	2192	
	牙衣河乡	1024	3108	3322	

注：数据来源自《雅江县2020年统计年鉴》

根据《四川省用水定额》(川府函〔2021〕8号)、《第二次全国污染源普查 污染源产排污系数手册》，计算得出工程河段沿江城镇污水排放量及污染负荷，详见表4.5-2。

其中，库区河段呷拉镇生活污水散排约28.6万m³/a，污染负荷COD、NH₃-N、TN、TP主要来自畜禽养殖、生活污水、农田径流，分别排放106.9t/a、10.6t/a、21t/a、3.1t/a；坝下河段沿江分布多个乡镇，其中河口镇（雅江县城）生活污水61.7万m³/a经污水处理厂处理后排入雅砻江，其他乡镇生活污水散排约41.6万m³/a，污染负荷COD、NH₃-N、TN、TP主要来自畜禽养殖、生活污水、农田径流，分别排放452.5t/a、46.6t/a、109.2t/a、20.1t/a。

总体上，牙根一级工程影响河段地广人稀，社会经济不发达，无工业污染源，以农牧业自然经济为主，水污染源总体较少，主要为沿河城镇和集中居民点的生活污染源、沿岸农业污染源，污（废）水及污染负荷排放量较低。

工程研究河段污水及污染负荷统计表

表 4.5-2

单位：t/a

库区	乡镇	生活污水					农田径流			牲畜养殖			
		污水	COD	NH ₃ -N	TN	TP	NH ₃ -N	TN	TP	COD	NH ₃ -N	TN	TP
坝下	呷拉镇	285786	48.3	4.7	6.3	0.6	0.02	0.24	0.03	58.6	5.9	14.4	2.4
	河口镇	616897	33.4	5.4	9.0	3.4	0.02	0.19	0.02	53.7	5.3	13.0	2.2
	米龙乡	77006	2.8	0.20	0.35	0.03	0.02	0.16	0.02	78.4	7.7	18.8	3.2
	麻郎错镇	76305	2.8	0.20	0.34	0.03	0.01	0.11	0.01	65.9	6.6	16.1	2.7
	恶古乡	84400	3.5	0.27	0.44	0.04	0.01	0.14	0.02	62.2	6.1	14.8	2.5
	八衣绒乡	102796	3.6	0.25	0.44	0.03	0.01	0.14	0.02	78.1	7.7	18.7	3.2
	波斯河镇	39046	1.6	0.12	0.20	0.02	0.01	0.10	0.01	12.2	1.2	2.9	0.5
	牙衣河乡	36255	1.5	0.12	0.19	0.02	0.01	0.11	0.01	52.7	5.3	12.9	2.2

4.5.2 水质现状

4.5.2.1 常规监测

牙根一级水电站所在河段属于“雅砻江石渠甘孜西昌保留区”，执行Ⅱ类水质标准。经调查，工程涉及河段布设有省控断面3个，其中干流为雅江县雅砻江上游断面（牙根一级坝址下游约300m）、雅江县雅砻江下游断面（牙根一级坝址下游约10km）；支流为雅江县格西沟断面。各常规监测断面分布示意图4.5-1。

本次环评收集到以上三个断面2019年~2021年各月监测数据，各年度各断面监测结果均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅱ类水标准，格西沟断面部分时段能够达到Ⅰ类水标准。各常规监测断面监测内容及监测结果见表4.5-3、表4.5-4。

雅江县雅砻江干流河段常规断面监测内容一览表

表 4.5-3

编号	点位名称	点位坐标	距牙根一级坝址距离(km)	监测内容	监测时间
1	雅江县雅砻江上游	(E101.00944°, N30.0756°)	500m	水温、pH、溶解氧、COD、高锰酸盐指数、BOD ₅ 、氨氮、总氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、六价铬、氰化物、挥发酚、阴离子表面活性剂、硫化物、镉、铅、石油类	每月一次
2	雅江县雅砻江下游	(E101.01389°, N30.0089°)	8km		
3	雅江县318国道71km(格西沟)	(E100.98922°, N30.0414°)	距雅江县城约71km		

雅江县雅砻江干流河段常规断面 2019~2021 年水质监测结果

表 4.5-4

监测时间	监测结果			备注
	雅江县雅砻江上游断面	雅江县雅砻江下游断面	格西沟断面	
2019 年 1 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2019 年 2 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2019 年 3 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2019 年 4 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2019 年 5 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅰ类	
2019 年 6 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅰ类	
2019 年 7 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2019 年 8 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2019 年 9 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2019 年 10 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅰ类	
2019 年 11 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2019 年 12 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 1 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 2 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 3 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 4 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 5 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 6 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 7 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 8 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 9 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 10 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 11 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2020 年 12 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	
2021 年 1 月	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	

监测时间	监测结果			备注
	雅江县雅砻江上游断面	雅江县雅砻江下游断面	格西沟断面	
2021年2月	II类	II类	II类	
2021年3月	II类	II类	II类	
2021年4月	II类	II类	II类	
2021年5月	II类	II类	II类	
2021年6月	II类	II类	II类	
2021年7月	II类	II类	II类	
2021年8月	II类	II类	II类	
2021年9月	II类	II类	II类	
2021年10月	II类	II类	II类	
2021年11月	II类	II类	II类	
2021年12月	II类	II类	II类	

4.5.2.2 补充监测

为进一步全面了解工程涉及河段的水质现状，我公司委托四川省川环源创检测科技有限公司对工程河段水质进行了三期补充监测。

(1) 监测断面、监测内容

共设置6个断面，其中3个干流断面，3个支流断面。监测内容包括水温、pH、悬浮物、溶解氧、高锰酸盐指数等，断面布置及详情见表4.5-5及图4.5-1。

(2) 监测时间和频次

2021年枯水期(3月)、平水期(5月)、丰水期(6月)各监测1次，每次连续监测3日。

(3) 监测结果

干流河段监测结果详见表4.5-6，支流监测结果见表4.5-7。

牙根一级水电站地表水补充监测断面现状监测断面表

表 4.5-5

编号	点位名称	点位坐标	距牙根一级坝址距离(km)	监测内容	监测频次
1	牙根一级水电站库尾断面	(E101.01172°, N30.19853°)	20.2	水温、pH、悬浮物、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD _{Cr})、五日生化需氧量(BOD ₅)、氨氮(NH ₃ -N)、总磷(以P计)、氰化物、总氮(以N计)、铜、锌、铬(六价)、氟化物、硒、砷、汞、镉、铅、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、叶绿素a、透明度	丰水期、平水期、枯水期各一次
2	牙根一级水电站坝前断面	(E101.00825°, N30.07369°)	0		
3	保留河段雅江县城下游	(E101.01132°, N30.02685°)	6		
4	支流苦乐沟沟口	(E101.00425°, N30.11107°)			
5	支流卧龙寺沟(又名王呷河)河口	(E101.01964°, N30.03316°)	5		
6	支流格西沟沟口	(E101.00821°, N30.03958°)	5		



图 4.5-1 牙根一级水电站干流河段例行监测断面、补充监测断面示意图

(4) 监测时间和频次

2021年枯水期(3月)、平水期(5月)、丰水期(6月)各监测1次，每次连续监测3日。

(5) 监测结果

干流河段监测结果详见表4.5-6，支流监测结果见表4.5-7。

牙根一级水电站工程河段水质环境现状监测结果统计表（干流河段）

表 4.5-6

单位: mg/L

检测项目	单位	牙根一级水电站库尾断面									牙根一级水电站坝前断面									保留河段雅江县城下游 100m									II 类标准
		2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	
pH	无量纲	8.10	8.13	8.09	8.23	8.21	8.21	8.40	8.40	8.40	8.32	8.29	8.27	8.24	8.22	8.24	8.40	8.40	8.50	8.24	8.21	8.23	8.29	8.27	8.29	8.40	8.40	8.40	6~9
水温	℃	9.40	9.50	9.40	16.4	16.3	16.1	16.8	16.8	16.7	9.60	9.70	9.70	16.6	16.5	16.3	15.1	15.0	14.9	8.40	8.60	8.50	15.8	15.5	15.1	16.0	16.1	15.9	
溶解氧	mg/L	6.82	6.88	6.85	7.42	7.40	7.38	6.70	6.74	6.68	7.96	7.98	7.95	9.24	9.21	9.23	6.74	6.72	6.71	8.33	8.26	8.21	9.06	9.03	9.08	6.65	6.67	6.68	≤6
高锰酸盐指数	mg/L	1.10	1.00	1.10	1.20	1.20	1.20	1.80	1.70	1.70	1.10	1.10	1.10	1.20	1.20	1.20	1.90	1.90	1.90	1.10	1.00	1.00	1.20	1.20	1.20	1.80	1.80	1.90	≤4
悬浮物	mg/L	-	-	-	-	-	-	6.00	5.00	6.00	-	-	-	4.00	5.00	4.00	8.00	8.00	6.00	-	-	-	5.00	5.00	5.00	7.00	8.00	7.00	
COD _{Cr}	mg/L	-	-	-	4.00	5.00	6.00	12.00	13.00	14.00	-	-	-	6.00	5.00	5.00	7.00	8.00	8.00	-	-	-	8.00	7.00	6.00	11.00	11.00	12.00	≤15
BOD ₅	mg/L	-	-	-	1.80	1.70	1.60	2.20	2.40	2.60	-	-	-	2.10	2.00	2.00	2.60	2.20	2.90	-	-	-	2.40	2.30	2.30	2.30	2.50	2.40	≤3
氨氮	mg/L	0.05	0.04	0.05	-	-	-	0.12	0.11	0.12	0.06	0.05	0.05	-	-	-	0.12	0.12	0.11	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	0.09	0.09	0.08	≤0.5
总磷	mg/L	-	-	-	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	≤0.1
总氮	mg/L	1.43	1.47	1.62	0.35	0.34	0.34	1.02	1.00	1.02	0.90	0.97	0.93	0.38	0.38	0.37	0.83	0.82	0.85	1.23	1.28	1.29	0.37	0.37	0.37	0.47	0.47	0.49	（湖、库，以 N 计） ≤0.5
石油类	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.05
粪大肠菌群	MPN/L	<10	<10	<10	63.00	52.00	63.00	275.00	288.00	272.00	<10	<10	<10	7.6×10 ²	7.4×10 ²	7.8×10 ²	495.00	546.00	495.00	52.00	41.00	41.00	2.4×10 ³	2.2×10 ³	2.3×10 ³	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	≤2000

检测项目	单位	牙根一级水电站库尾断面									牙根一级水电站坝前断面									保留河段雅江县城下游 100m											II 类标准
		2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18			
挥发酚	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.002		
透明度	cm	152.00	152.00	152.00	110.00	110.00	110.00	24.00	24.00	24.00	148.00	147.00	148.00	102.00	102.00	102.00	31.00	31.00	31.00	146.00	146.00	146.00	98.00	98.00	98.00	17.00	17.00	17.00			
叶绿素 a	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
硫化物	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.1		
氟化物	mg/L	0.26	0.27	0.25	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.24	0.24	0.11	0.12	0.11	0.13	0.14	0.14	0.20	0.20	0.21	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13	≤1		
氰化物	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.05		
阴离子表面活性剂	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.2		
铬	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.05		
铅	mg/L	-	-	-	0.81×10 ⁻³	0.54×10 ⁻³	0.48×10 ⁻³	0.56×10 ⁻³	0.57×10 ⁻³	0.51×10 ⁻³	2.0×10 ⁻⁴	1.5×10 ⁻⁴	1.4×10 ⁻⁴	0.58×10 ⁻³	0.58×10 ⁻³	0.55×10 ⁻³	0.51×10 ⁻³	0.48×10 ⁻³	0.45×10 ⁻³	-	-	-	0.45×10 ⁻³	0.44×10 ⁻³	0.44×10 ⁻³	0.62×10 ⁻³	0.66×10 ⁻³	0.65×10 ⁻³	≤0.01		
镉	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.005		
铜	mg/L	1.19×10 ⁻³	1.13×10 ⁻³	9.6×10 ⁻⁴	0.54×10 ⁻³	0.48×10 ⁻³	0.48×10 ⁻³	1.13×10 ⁻³	1.13×10 ⁻³	1.14×10 ⁻³	6.7×10 ⁻⁴	6.3×10 ⁻⁴	6.4×10 ⁻⁴	0.64×10 ⁻³	0.6×10 ⁻³	0.61×10 ⁻³	1.12×10 ⁻³	1.11×10 ⁻³	1.09×10 ⁻³	7.4×10 ⁻⁴	6.9×10 ⁻⁴	7.3×10 ⁻⁴	0.6×10 ⁻³	0.56×10 ⁻³	0.57×10 ⁻³	1.06×10 ⁻³	1.08×10 ⁻³	1.04×10 ⁻³	≤1.0		
汞	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.0005		
砷	mg/L	1.4×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	0.8×10 ⁻³	0.8×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	0.7×10 ⁻³	0.5×10 ⁻³	0.6×10 ⁻³	9.0×10 ⁻⁴	9.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻³	0.4×10 ⁻³	0.6×10 ⁻³	0.5×10 ⁻³	0.5×10 ⁻³	0.5×10 ⁻³	0.5×10 ⁻³	9.0×10 ⁻⁴	9.0×10 ⁻⁴	9.0×10 ⁻⁴	0.6×10 ⁻³	0.6×10 ⁻³	0.6×10 ⁻³	0.6×10 ⁻³	0.6×10 ⁻³	0.6×10 ⁻³	≤0.05		
硒	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.01		
锌	mg/L	-	-	-	-	-	-	1.42×10 ⁻³	1.42×10 ⁻³	1.44×10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	1.09×10 ⁻³	0.98×10 ⁻³	0.85×10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	1.43×10 ⁻³	1.53×10 ⁻³	1.65×10 ⁻³	≤1.0		

注：低于检出限的以“-”标记，河流不进行总氮评价。

牙根一级水电站工程河段水质环境现状监测结果统计表（支流）

表 4.5-7

单位: mg/L

检测项目	单位	支流苦乐沟沟口									支流卧龙寺沟沟口									支流格西沟沟口									II 类标准
		2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	
pH	无量纲	8.41	8.37	8.35	8.54	8.57	8.53	8.5	8.5	8.6	7.99	8.02	7.95	8.04	7.98	7.97	8.3	8.4	8.3	8.37	8.31	8.29	8.43	8.41	8.4	8.5	8.6	8.6	6~9
水温	℃	11.3	11.4	11.4	16.6	16.5	16.1	14.8	14.8	14.7	8.1	8.2	8.2	16.1	16.3	15.9	16.2	16.2	16.1	7.8	7.8	7.9	16.7	16.5	16	15.7	15.7	15.5	
溶解氧	mg/L	7.19	7.21	7.18	7.68	7.65	7.59	6.62	6.6	6.57	7.97	7.93	7.96	8.11	8.07	8.09	6.27	6.21	6.25	7.15	7.18	7.11	8.13	8.11	8.09	6.78	6.7	6.68	≤6
高锰酸盐指数	mg/L	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.1	1.1	1.1	2	2	2	2.2	2.2	2.2	1	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1.1	1	≤4
悬浮物	mg/L	4	5	5	8	9	9	4	4	4	-	-	-	10	11	10	10	11	10	-	-	-	5	5	5	8	9	9	
COD _{Cr}	mg/L	-	-	-	7	7	7	9	10	10	-	-	-	8	8	8	14	14	15	-	-	-	5	5	4	14	12	15	≤15
BOD ₅	mg/L	-	-	-	2.3	2.5	2.2	2.8	2	2.9	-	-	-	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.9	-	-	-	1.7	1.8	1.7	2.8	2.8	2.8	≤3
氨氮	mg/L	0.048	0.048	0.042	0.446	0.436	0.43	0.179	0.145	0.165	0.09	0.079	0.084	0.039	-	-	0.145	0.128	0.12	0.065	0.051	0.056	-	-	-	0.072	0.058	0.053	≤0.5
总磷	mg/L	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.05	0.04	0.05	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	≤0.1
总氮	mg/L	2.81	2.8	2.48	1.48	1.47	1.49	0.51	0.55	0.48	1.23	1.26	1.29	0.08	0.07	0.08	0.72	0.73	0.74	0.95	0.98	0.93	0.4	0.4	0.39	0.33	0.33	0.32	（湖、库，以 N 计） ≤0.5
石油类	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.05
粪大肠菌群	MPN/L	1.7×10 ⁴	1.3×10 ⁴	1.7×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	6.1×10 ²	6.8×10 ²	6.3×10 ²	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	>2.4×10 ⁴	399	384	384	≤2000
挥发酚	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.002

检测项目	单位	支流苦乐沟沟口									支流卧龙寺沟沟口									支流格西沟沟口									II类标准
		2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	
透明度	cm	>20	>20	>20	>25	>25	>25	>32	>32	>32	>32	>32	>32	>42	>42	>42	13	13	13	>54	>54	>54	>83	>83	>83	>45	>45	>45	
叶绿素a	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
硫化物	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.1
氟化物	mg/L	0.18	0.19	0.18	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.17	0.17	0.18	0.12	0.11	0.12	0.08	0.08	0.1	0.14	0.14	0.14	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	≤1
氰化物	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.05
阴离子表面活性剂	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.2
铬(六价)	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.05
铅	mg/L	-	-	-	0.36×10 ⁻³	0.34×10 ⁻³	0.37×10 ⁻³	0.26×10 ⁻³	0.25×10 ⁻³	0.24×10 ⁻³	1.8×10 ⁻⁴	-	-	0.56×10 ⁻³	0.57×10 ⁻³	0.56×10 ⁻³	0.6×10 ⁻³	0.5×10 ⁻³	0.48×10 ⁻³	-	-	-	0.31×10 ⁻³	0.31×10 ⁻³	0.32×10 ⁻³	0.27×10 ⁻³	0.24×10 ⁻³	0.23×10 ⁻³	≤0.01
镉	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.005
铜	mg/L	3.0×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	2.3×10 ⁻⁴	0.3×10 ⁻³	0.3×10 ⁻³	0.29×10 ⁻³	0.53×10 ⁻³	0.52×10 ⁻³	0.52×10 ⁻³	4.1×10 ⁻⁴	3.6×10 ⁻⁴	3.9×10 ⁻⁴	0.59×10 ⁻³	0.59×10 ⁻³	0.59×10 ⁻³	1.12×10 ⁻³	1.05×10 ⁻³	1.01×10 ⁻³	3.2×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻⁴	0.25×10 ⁻³	0.24×10 ⁻³	0.25×10 ⁻³	0.52×10 ⁻³	0.52×10 ⁻³	0.52×10 ⁻³	≤1.0
汞	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.0005
砷	mg/L	4.0×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	-	-	-	-	-	-	1.9×10 ⁻³	1.5×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	1.3×10 ⁻³	1.2×10 ⁻³	1.3×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.05
硒	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0.01
锌	mg/L	-	-	-	-	-	-	2.02×10 ⁻³	1.88×10 ⁻³	1.98×10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	1.74×10 ⁻³	1.47×10 ⁻³	1.45×10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	1.31×10 ⁻³	1.29×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	≤1.0

注：低于检出限的以“-”标记，河流不进行总氮评价。

(6) 地表水现状评价

工程河段执行 II 类水域功能标准。根据水质监测数据,采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)中的单项水质参数标准指数法评价工程河段水质现状。计算公式如下:

1) 一般性水质因子(随着浓度增加而水质变差的水质因子)的指数计算公式:

$$S_{ij} = C_{ij} / C_{si}$$

式中: S_{ij} —— 评价因子*i*的水质指数,大于1表明该水质因子超标;

C_{ij} —— 评价因子*i*在*j*点的实测统计代表值, mg/L;

C_{si} —— 评价因子*i*的水质评价标准限制, mg/L。

2) 溶解氧(DO)的标准指数计算公式:

$$S_{DOj} = DO_s / DO_j \quad (DO_j \leq DO_f \text{时})$$

$$S_{DOj} = |DO_f - DO_j| / (DO_f - DO_s) \quad (DO_j > DO_f \text{时})$$

式中: S_{DOj} —— 溶解氧的标准指数,大于1表明该水质因子超标;

DO_j —— 溶解氧在*j*点实测统计代表值, mg/L;

DO_s —— 溶解氧的地表水水质标准, mg/L;

DO_f —— 饱和溶解氧浓度, mg/L, 对于河流, $DO_f = 468 / (31.6 + T)$; 对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域, $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$;

S —— 实用盐度符号,量纲为1;

T —— 水温, °C。

3) pH值标准指数计算公式:

$$S_{pHj} = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad (pH_j \leq 7.0 \text{时})$$

$$S_{pHj} = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad (pH_j > 7.0 \text{时})$$

式中: S_{pHj} —— pH值的指数,大于1表明该水质因子超标;

pH_j —— pH值实测统计代表值;

pH_{sd} —— 评价标准中pH值的下限值;

pH_{su} —— 评价标准中pH值的上限值。

工程河段各水质指标监测成果的标准指数见表4.5-8、表4.5-9。

工程评价河段补充监测断面地表水水质评价指数表（干流河段）

表 4.5-8

检测项目	牙根一级水电站库尾断面									牙根一级水电站坝前断面									保留河段雅江县城下游100m								
	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18
pH	0.55	0.57	0.55	0.62	0.61	0.61	0.70	0.70	0.70	0.66	0.65	0.64	0.62	0.61	0.62	0.70	0.70	0.75	0.62	0.61	0.62	0.65	0.64	0.65	0.70	0.70	0.70
溶解氧	0.88	0.87	0.88	0.81	0.81	0.81	0.90	0.89	0.90	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	0.89	0.89	0.89	0.72	0.73	0.73	0.66	0.66	0.66	0.90	0.90	0.90
高锰酸盐指数	0.28	0.25	0.28	0.30	0.30	0.30	0.45	0.43	0.43	0.28	0.28	0.28	0.30	0.30	0.30	0.48	0.48	0.48	0.28	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.45	0.45	0.48
COD	-	-	-	0.27	0.33	0.40	0.80	0.87	0.93	-	-	-	0.40	0.33	0.33	0.47	0.53	0.53	-	-	-	0.53	0.47	0.40	0.73	0.73	0.80
BOD ₅	-	-	-	0.60	0.57	0.53	0.73	0.80	0.87	-	-	-	0.70	0.67	0.67	0.87	0.73	0.97	-	-	-	0.80	0.77	0.77	0.77	0.83	0.80
氨氮	0.11	0.08	0.10	-	-	-	0.25	0.22	0.23	0.12	0.11	0.09	-	-	-	0.23	0.24	0.22	0.08	0.07	0.09	0.12	0.13	0.11	0.18	0.17	0.15
总磷	-	-	-	0.30	0.20	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-	-	-	0.20	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20
石油类	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
粪大肠菌群	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.14	0.14	0.14	0.01	0.01	0.01	0.38	0.37	0.39	0.25	0.27	0.25	0.03	0.02	0.02	1.20	1.10	1.15	12.00	12.00	12.00
挥发酚	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
硫化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
氟化物	0.26	0.27	0.25	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.24	0.24	0.11	0.12	0.11	0.13	0.14	0.14	0.20	0.20	0.21	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13
氰化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
阴离子表面活性剂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
铬	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

检测项目	牙根一级水电站库尾断面									牙根一级水电站坝前断面									保留河段雅江县城下游100m								
	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18
铅	-	-	-	0.08	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.02	0.02	0.01	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	-	-	-	0.05	0.04	0.04	0.06	0.07	0.07
镉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
铜	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
硒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
锌	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*注：加粗表示超标；低于检出限的以“-”标记，河流不进行总氮评价。

工程评价河段补充监测断面地表水水质评价指数表（支流）

表 4.5-9

检测项目	支流苦乐沟沟口									支流卧龙寺沟（又名王呷河）沟口									支流格西沟沟口								
	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18
pH	0.71	0.69	0.68	0.77	0.79	0.77	0.75	0.75	0.80	0.50	0.51	0.48	0.52	0.49	0.49	0.65	0.70	0.65	0.69	0.66	0.65	0.72	0.71	0.70	0.75	0.80	0.80
溶解氧	0.83	0.83	0.84	0.78	0.78	0.79	0.91	0.91	0.91	0.75	0.76	0.75	0.74	0.74	0.74	0.96	0.97	0.96	0.84	0.84	0.84	0.74	0.74	0.74	0.88	0.90	0.90
高锰酸盐指数	0.35	0.33	0.33	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.28	0.28	0.28	0.50	0.50	0.50	0.55	0.55	0.55	0.25	0.23	0.23	0.23	0.25	0.25	0.25	0.28	0.25
COD	-	-	-	0.47	0.47	0.47	0.60	0.67	0.67	-	-	-	0.53	0.53	0.53	0.93	0.93	1.00	-	-	-	0.33	0.33	0.27	0.93	0.80	1.00
BOD ₅	-	-	-	0.77	0.83	0.73	0.93	0.67	0.97	-	-	-	0.90	0.93	0.90	0.93	0.87	0.97	-	-	-	0.57	0.60	0.57	0.93	0.93	0.93
氨氮	0.10	0.10	0.08	0.89	0.87	0.86	0.36	0.29	0.33	0.18	0.16	0.17	0.08	0.00	0.00	0.29	0.26	0.24	0.13	0.10	0.11	0.00	0.00	0.00	0.14	0.12	0.11
总磷	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.50	0.40	0.50	0.10	0.20	0.10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
石油类	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
粪大肠菌群	8.50	6.50	8.50	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	0.31	0.34	0.32	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	0.20	0.19	0.19

检测项目	支流苦乐沟沟口									支流卧龙寺沟（又名王呷河）沟口									支流格西沟沟口								
	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18	2021.3.30	2021.3.31	2021.4.1	2021.5.25	2021.5.26	2021.5.27	2021.6.16	2021.6.17	2021.6.18
挥发酚	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
硫化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
氟化物	0.18	0.19	0.18	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.17	0.17	0.18	0.12	0.11	0.12	0.08	0.08	0.10	0.14	0.14	0.14	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
氰化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
阴离子表面活性剂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
铬（六价）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
铅	-	-	-	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	-	-	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	-	-	-	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
镉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
铜	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
硒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
锌	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*注：加粗表示超标；低于检出限的以“-”标记，河流不进行总氮评价。

上述监测及评价结果表明：工程河段干、支流水环境质量总体良好，除TN和粪大肠菌群外，各期水质参数指标均可满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水域水质要求，这与当地例行水环境监测结果较为一致，表明工程河段水质较好。干流雅江县城下游及支流苦乐沟、格西沟、卧龙寺沟（又名王呷河）存在粪大肠菌群超标，最大超标倍数达到12倍，主要是由于当地村落生活污水散排及畜禽粪便进入水体造成。

4.6 地下水环境

4.6.1 地下水类型

根据坝址地下水赋存条件和含水介质特性、岩性及其组合的特点，地下水的类型分为松散堆积层孔隙水、基岩裂隙水两类，基岩裂隙水可进一步分为浅层风化卸荷裂隙水、裂隙潜水和裂隙承压水。

松散堆积层孔隙潜水：主要分布在沿岸冲积物、坡积物等各种成因的第四纪松散堆积体内。由于第四系松散堆积体规模不大，地下水赋存条件较差，富水程度往往受季节变化和地貌限制影响较大。泉水零星出露，规模较小，为侵蚀下降泉。

浅层风化卸荷裂隙潜水与基岩裂隙潜水：为坝址区最重要的地下水类型，分布广泛，地下水主要受大气降水补给，排泄于雅砻江。承压裂隙水主要赋存在砂岩层的裂隙中，总体呈条带状，受板岩相对隔水层的限制而显承压性。

4.6.2 地下水补、排关系及水动力特征

坝址区地下水空间形态上部为孔隙潜水与基岩裂隙潜水，下部局部为裂隙承压水。孔隙潜水与覆盖层的分布相关，局部出露；浅层风化卸荷裂隙潜水出露于岩体的风化卸荷带内；潜水总体为一面状含水层，有较稳定的地下水位。裂隙承压水主要出露于粉、细砂岩中，为条带状含水层，其顶底板多为相对隔水的板岩类岩层，从而显示承压性。

潜水多受大气降水的补给，最终排泄于雅砻江，地下水位受大气降水的影响变幅较为明显。

裂隙承压水受大气降水的补给，沿岩体内裂隙，尤其是陡倾角裂隙缓慢径流，并赋存于裂隙中。承压水径流相对较弱，排泄不畅，且各条带状承压水间水力联系也较微弱。

坝区河谷深切，岸坡陡峻，总体上地下水补给江水。

4.6.3 地下水开发利用情况

据现场调查，牙根一级工程区及库区两岸居民生活用水绝大部分取自支沟水，仅有库区呷拉镇和脚泥堡村取自山泉水。呷拉镇所取山泉水出露点位于湾地沟沟心，泉眼出水与湾地沟水汇合后划分为呷拉镇饮用水水源地；脚泥堡村饮用水水源也取自该处水源地。

依据雅江县政府编制的《四川省雅江县17个乡镇集中式饮用水源地保护区划分技术报告》及调整、批复的该饮用水水源保护区范围（甘府函[2019]218号），湾地沟集中式饮用水水源地基本情况如下。

湾地沟集中式地表水饮用水水源地基本情况

表 4.6-1

县域	乡镇	调整、批复文号	水源地名称	取水口	一级保护区范围	二级保护区范围
雅江县	呷拉镇	甘府函[2019]218号	湾地沟水源地	湾地沟村湾地沟右岸 (E100°57'14.36"N; 30°6'24.31')	取水口上游100m至取水口下游1000m，多年平均水位对应的高程线下的水域，一级保护区水域边界沿两岸水平纵深50m的陆域范围	取水口下游300m处以上集水范围内，除一级保护区外的全部水域和陆域范围

4.6.4 地下水环境质量现状

4.6.4.1 已有监测成果

牙根一级上游梯级两河口水电站在其坝下即牙根一级水电站库区布设有部分施工场地，施工期内设有4个地下水监测点位，其中，左下沟、磨子沟观测地下水位；脚泥堡村、呷拉镇观测地下水流量，监测频次为各年度丰水期、枯水期、平水期监测一次。根据2019年、2020年两河口水电站坝下地下水监测结果，左下沟地下水位在28~38m、磨子沟地下水位在5~7m，脚泥堡村、呷拉镇地下水流量在35~86m³/d范围内。

两河口水电站施工期间地下水监测结果（坝下部分）

表 4.6-2

地下水观测点位	距牙根一级坝址距离 (km)	观测项目	单位	2019 年			2020 年		
				枯水期	丰水期	平水期	枯水期	丰水期	平水期
左下沟 (ZKX01)	17.8	水位	m	37.8	28.35	35.82	受疫情影响，未检测	28.38	34.98
磨子沟 (ZKX02)	15.8	水位	m	6.91	5.94	6.73		5.84	6.84
脚泥堡村泉水附近 (ZKX03)	4.7	流量	m ³ /d	38	81	39		80	37
呷拉镇 (ZKX04)	12	流量	m ³ /d	36	86	38		84	37

4.6.4.2 补充监测

为进一步掌握工程区域地下水环境质量状况，我公司委托四川省川环源创检测科技有限公司于2021年3月底对工程区域地下水环境质量现状开展了一期补充监测，监测点位，监测因子等具体情况见表4.6-3，监测结果见表4.6-4。监测结果表明：区域地下水水质总体较好，感官性状及一般化学指标均能达到《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类水水质要求，且大部分指标能达到 I 类水质要求；但微生物指标仅能达到IV、V类标准，超标原因主要是采样点为当地出露泉水，易受居民生活污水及牲畜粪便污水污染所致。

现状监测点位、因子及时间一览表

表 4.6-3

点位位置	距牙根一级坝址距离 (km)	检测项目	检测频次
牙根一级坝址 (E101.00999°; N30.07914°)	0	pH、氨氮(以N计)、挥发性酚类(以苯酚计)、氰化物、总硬度(以CaCO ₃ 计)、溶解性总固体、耗氧量(COD _{Mn} 法,以O ₂ 计)、总大肠菌群、菌落总数、碳酸根、重碳酸根、氟化物、氯化物、亚硝酸盐(以N计)、硝酸盐(以N计)、硫酸盐、铬(六价)、镉、铁、锰、铅、钾、钙、钠、镁、汞、砷	1次/天, 监测2天
牙根一级电站库区 呷拉集镇 (E101.00361°; N30.11133°)	12		
牙根一级电站坝址下游森林武警大队 (E101.00653°; N30.07287°)	0.5		

工程区地下水监测结果及现状评价一览表

表 4.6-4

点位编号 检测项目		检测结果						达标情况（标准限制 (GB/T14848-2017)
		1牙根一级坝址		2牙根一级电站库区 呷拉集镇		3牙根一级电站坝址下 游森林武警大队		
		2021.3.31	2021.4.1	2021.3.31	2021.4.1	2021.3.31	2021.4.1	
pH（现场）	无量纲	8.43	8.37	8.18	8.11	8.08	8.03	Ⅰ类标准
pH（实验 室）	无量纲	8.44	8.47	8.48	8.45	8.46	8.44	
水温	℃	11.1	11.3	9.6	9.4	10.4	10.3	-
总硬度 （以CaCO ₃ 计）	mg/L	281	280	272	268	172	170	Ⅱ类标准
溶解性总固 体	mg/L	287	288	303	304	194	195	Ⅱ类标准
挥发性酚类 （以苯酚 计）	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	Ⅰ类标准
氨氮 （以N计）	mg/L	未检出	未检出	0.175	0.160	0.051	0.042	Ⅲ类标准

点位编号 检测项目		检测结果						达标情况（标准限制 (GB/T14848-2017)
		1牙根一级坝址		2牙根一级电站库区 呷拉集镇		3牙根一级电站坝址下 游森林武警大队		
		2021.3.31	2021.4.1	2021.3.31	2021.4.1	2021.3.31	2021.4.1	
氰化物	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	I 类标准
铅	μg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	I 类标准
镉	μg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	I 类标准
砷	μg/L	0.8	0.7	0.6	0.7	未检出	未检出	I 类标准
汞	μg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	I 类标准
耗氧量 （COD _{Mn} 法，以O ₂ 计）	mg/L	0.18	0.70	1.41	1.37	0.83	0.79	II 类标准
总大肠菌群	MPN/L	1.0×10 ³	1.0×10 ³	1.5×10 ³	1.6×10 ³	8.2×10 ³	8.2×10 ³	V 类标准
菌落总数	CFU/mL	7.9×10 ²	6.2×10 ²	2.2×10 ²	2.6×10 ²	7.2×10 ²	8.9×10 ²	IV类标准
铬（六价）	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	I 类标准
氟化物	mg/L	0.060	0.054	0.193	0.198	0.094	0.094	I 类标准
硝酸盐 （以N计）	mg/L	0.042	0.053	3.29	3.57	0.050	0.050	II 类标准
氯化物	mg/L	0.221	0.222	6.00	5.91	0.190	0.188	I 类标准
硫酸盐	mg/L	18.4	18.0	18.6	18.7	5.85	5.85	I 类标准
亚硝酸盐 （以N计）	mg/L	未检出	未检出	0.006	0.006	未检出	未检出	I 类标准
碳酸根	mg/L	12	12	未检出	未检出	未检出	未检出	-
重碳酸根	mg/L	305	305	303	299	211	209	-
钾	mg/L	0.06	未检出	1.07	1.04	0.36	0.34	-
钠	mg/L	7.20	6.72	12.4	12.4	5.15	5.15	I 类标准
钙	mg/L	28.4	27.3	49.3	49.5	42.6	42.7	-
镁	mg/L	51.5	51.0	34.8	34.9	17.8	17.8	-
铁	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	I 类标准
锰	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	I 类标准

4.7 水生生态

4.7.1 调查时间、方法和断面

4.7.1.1 水生生物调查

(1) 调查时间

为了解工程所在河段水生生态现状，我公司委托水利部中国科学院水工程生态研究

所于2021年4月~6月、2021年8~9月对工程评价河段开展了两期水生生态调查。

(2) 调查范围和断面

调查范围为牙根一级水库库尾~下游孟底沟库尾的雅砻江干流及其主要支流。其中重点调查河段为牙根一级水库库尾~牙根一级水电站坝址之间约20.2km的库区河段、坝下至牙根二级库尾之间长约6km的保留河段、以及区间苦乐沟、湾地沟、卧龙寺沟（又名王呷河）、格西沟等主要支流。

共布设13个水生生态监测断面，其中雅砻江干流布设10个，支流布设3个，断面设置见表4.7-1及附图20。采取分区域调查的方式，分为保留河段以上、保留河段以下。

牙根一级水电站水生生物调查断面设置一览表

表 4.7-1

序号	断面	坐标	距坝址距离 (km)	备注
1	牙根一级库尾	N30°9'20", E101°0'36"	18.6	干流
2	牙根一级库中	N30°8'29", E101°0'1"	14.7	
3	牙根一级坝址	N30°4'25", E101°0'40"	0	
4	保留河段	N30°2'27", E101°0'41"	4.0	
5	雅江县	N30°1'38", E101°0'38"	6.0	
6	磨子沟汇口下	N29°55'42", E101°3'7"	19.3	
7	唐俄乡	N29°44'20", E101°4'60"	44.8	
8	牙根乡	N29°39'38", E101°5'18"	54.4	
9	八衣绒乡	N29°35'9", E101°6'33"	69.8	
10	力丘河汇口下	N29°25'3", E101°8'50"	113.1	
11	苦乐沟	N30°7'19", E101°3'11"	6.5	支流
12	格西沟	N30°2'23", E101°0'16"	4.4	
13	卧龙寺沟（又名王呷河）	N30°2'45", E101°2'57"	5.0	

(3) 调查方法

调查内容：浮游植物、着生藻类、浮游动物、底栖动物的种类组成和现存量。

调查方法：饵料生物的调查取样、室内分析等均按《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《淡水浮游生物研究方法》等相关规定进行。

4.7.1.2 鱼类调查

(1) 调查时间

针对牙根一级工程河段，水利部中国科学院水工程生态研究所分别于2021年4月~6月、2021年8~9月开展了2次鱼类调查工作。同时在现状调查基础上，注重历史资料的回顾、梳理和复核。自2005年起，四川省水产研究所、水利部中国科学院水工程生态研究

所、华中农业大学、西南大学等单位对评价区及上下游河段开展了多次现场调查，历次调查情况如图4.7-1所示。

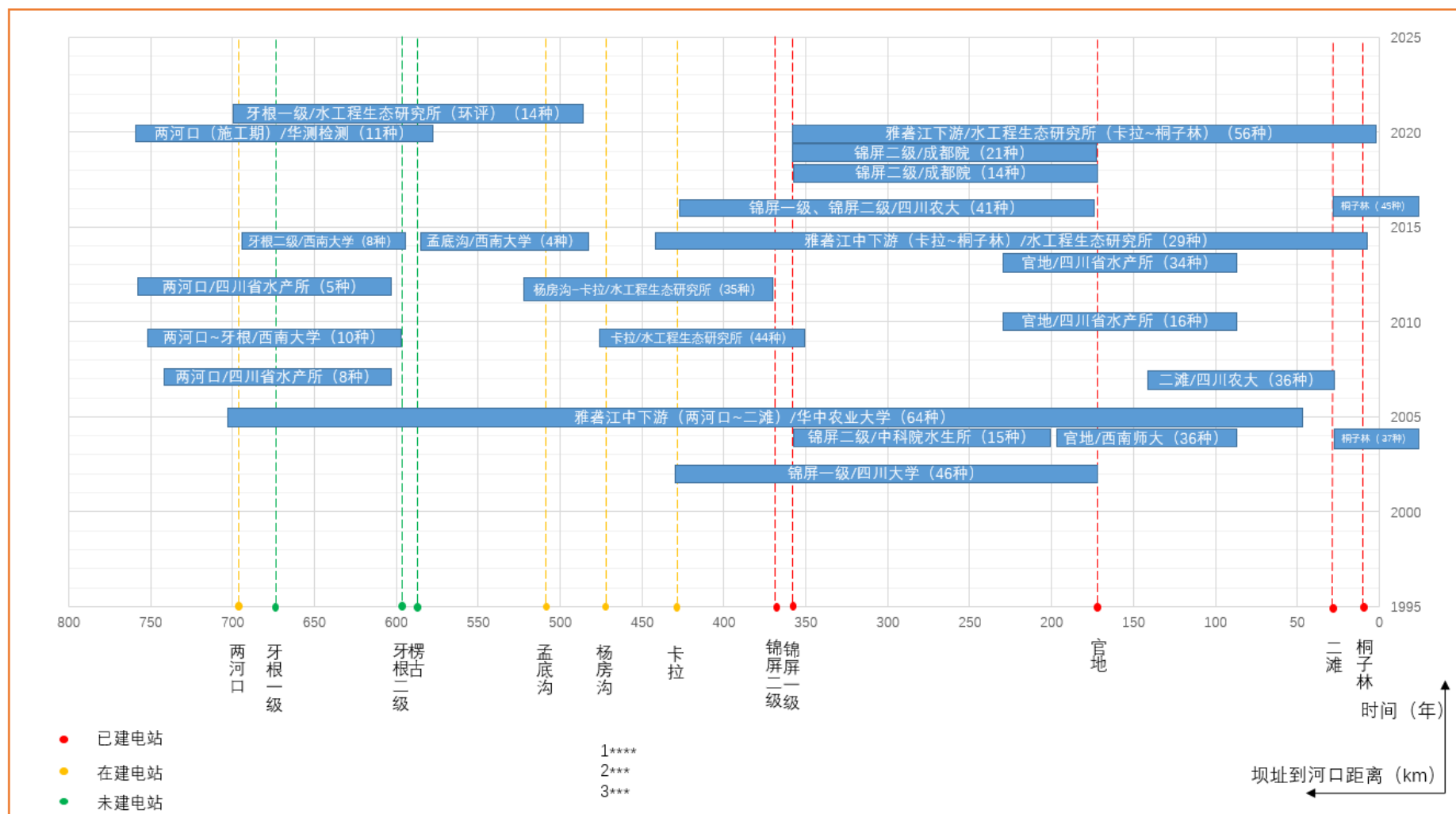


图 4.7-1 历次水生生态调查情况

(2) 调查范围

鱼类资源调查以区域性调查为主，主要调查河段为牙根一级水库库尾~牙根一级水电站坝址之间约20.2km的库区河段、坝下至牙根二级库尾之间长约6km的保留河段、以及区间，其他河段鱼类资源调查以收集整理历次调查成果为主。

(3) 调查内容与方法

调查内容：调查鱼类的种类、区系组成、生态习性、资源量、“三场”分布及其对环境的适应性。

调查方法：按《内陆水域渔业自然资源调查手册》进行鱼类资源调查。

① 鱼类区系组成调查

根据鱼类区系研究方法，在不同河段设置站点，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用福尔马林固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。

② 鱼类资源现状调查

鱼类资源量的调查采取社会捕捞渔获物统计分析结合现场调查取样进行。采用访问调查和统计表调查方法，调查资源量和渔获量。向沿江渔业主管部门和渔政管理部门及渔民调查了解渔业资源现状以及鱼类资源管理中存在的问题，对渔获物资料进行整理分析，得出各工作站点主要捕捞对象及其在渔获物中所占比重，不同捕捞渔具渔获物的长度和重量组成，以判断鱼类资源状况。

③ 鱼类“三场”调查

走访沿江居民和主要捕捞人员，了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类种群组成，结合鱼类生物学特性和水文学特征，分析鱼类“三场”分布情况，并通过有经验的捕捞人员进行验证。



鱼类资源调查



渔获物

4.7.2 水生生境调查与评价

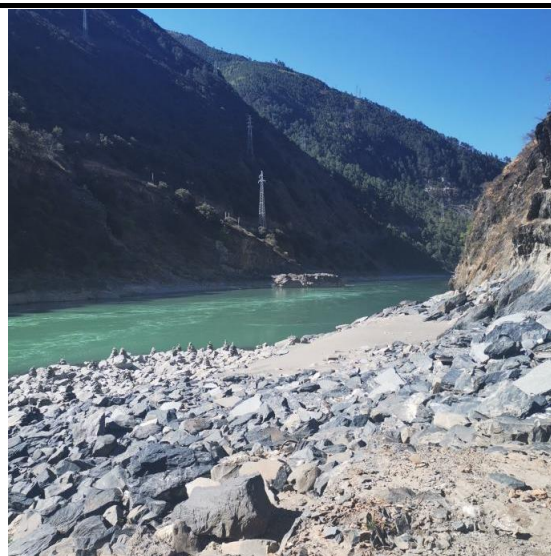
4.7.2.1 水生生境现状

牙根一级评价河段水生生境调查现状见表4.7-2。

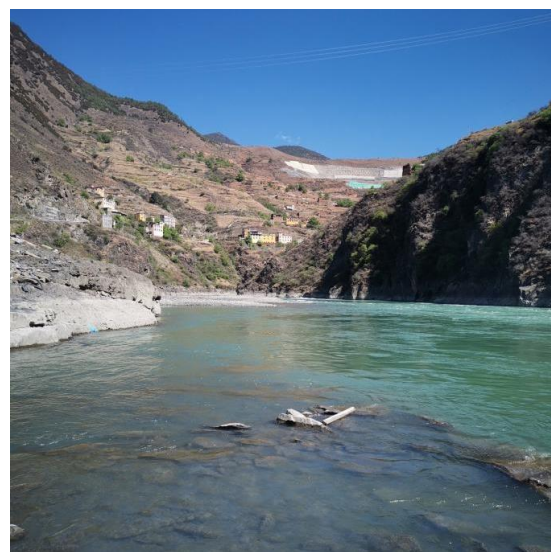
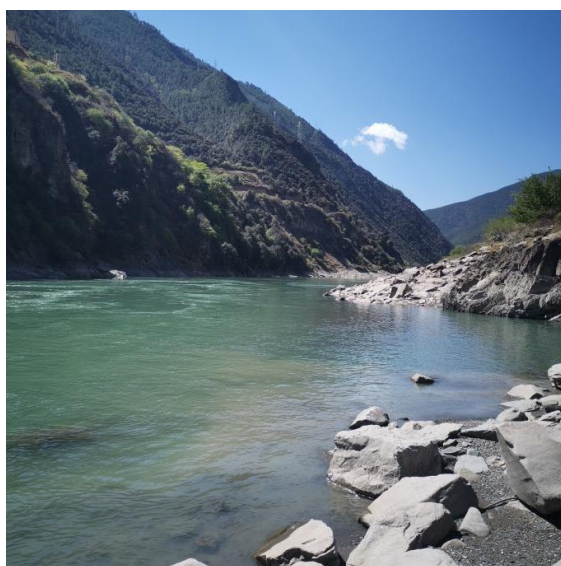
牙根一级评价河段水生生境调查现状

表 4.7-2

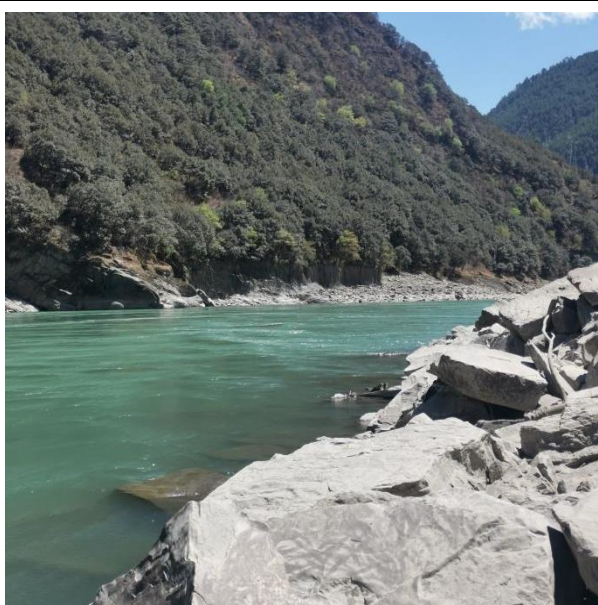
调查点位	1、牙根一级库尾								
调查时间	经度	纬度	高程 (m)	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植被 多样性	岸边土地 利用类型
2021.4.23	101°0'39.70"	30°9'11.89"		130	1.2	大型砾石	稳定	以草灌丛为主，覆盖度 低于 70%	无耕地



调查点位	2、牙根一级库中								
调查时间	经度	纬度	高程 (m)	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植被 多样性	岸边土地 利用类型
2021.4.23	100°59'56.03"	30°8'19.12"		140	1.4	大型砾石	稳定	以草灌丛为主，覆盖度 低于 60%	无耕地



调查点位	3、牙根一级坝址								
调查时间	经度	纬度	高程 (m)	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植被 多样性	岸边土地 利用类型
2021.4.23	101°0'40.70"	30°4'31.38"		120	1.2	大型砾石	稳定	以草灌乔为主，覆盖度低 于 70%	无耕地



调查点位	4、坝下保留河段								
调查时间	经度	纬度	高程 (m)	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植被 多样性	岸边土地 利用类型
2021.4.22	101°0'49.11"	30°2'16.46"		100	1.1	大型砾石	稳定	以乔木、灌丛 为主，覆盖度 低于 20%	无耕地



调查点位	5、雅江县城								
调查时间	经度	纬度	高程 (m)	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植被 多样性	岸边土地 利用类型
2021.4.22	101°0'45.89"	30°1'27.59"		110	1.7	大型砾石	稳定	水泥护堤	无耕地



调查点位	6、磨子沟汇口下								
调查时间	经度	纬度	高程 (m)	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植被 多样性	岸边土地 利用类型
2021.4.25	101°3'11.70"	29°55'33.93"		110	1.5	大型砾石、砂砾	稳定	以乔木、草被为主，覆盖度低于10%	无耕地



调查点位	7、唐俄乡								
调查时间	经度	纬度	高程 (m)	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植被 多样性	岸边土地 利用类型
2021.4.25	101°5'5.63"	29°44'13.89"		130	1.2	大型砾石	稳定	以草灌乔木为主，覆盖度低于20%	无耕地



调查点位	8、牙根乡								
调查时间	经度	纬度	高程 (m)	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植被 多样性	岸边土地 利用类型
2021.4.24	101°5'25.51"	29°39'29.38"		120	0.6	大型砾石	稳定	以草被为主，覆盖度低于 30%	无耕地



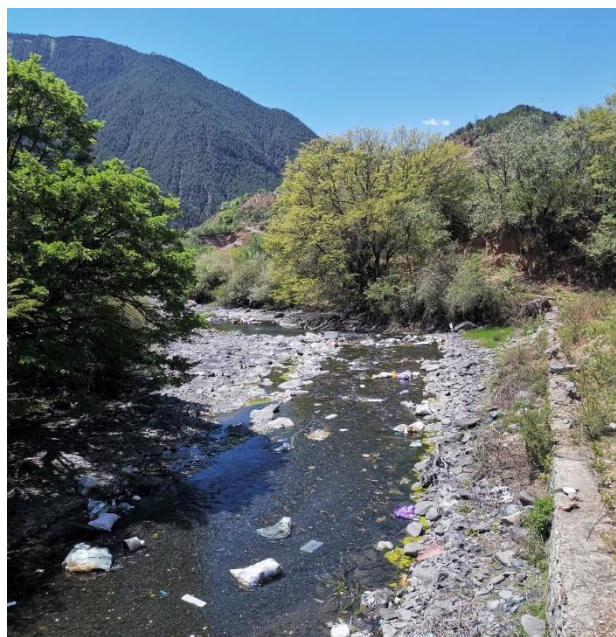
调查点位	9、八衣绒乡							
调查时间	经度	纬度	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植被 多样性	岸边土 地 利用类 型
2021.4.24	101°6′32.81″	29°35′8.87″	120	1.3	砾石	稳定	右岸以草灌乔木为主，覆盖度低于20%；左岸右岸水泥护堤	无耕地



调查点位	10、力丘河汇口下							
调查时间	经度	纬度	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植 被多样 性	岸边土 地利用 类型
2021.4.26	101°8'50.21"	29°25'5.47"	130	1.1	大型砾石、 卵石、砂砾	稳定	右岸以 草灌乔 木为主， 覆盖度 低于10%	无耕地



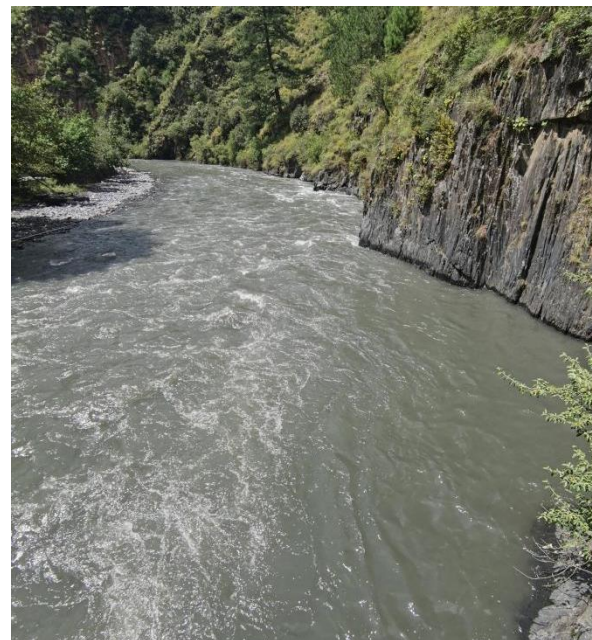
调查点 位	11、苦乐沟							
调查 时间	经度	纬度	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植 被多样 性	岸边土 地利用 类型
2021.4. 23	101°2'41.65"	30°6'45.51"	10	1.0	卵石、砾 石	稳定	以灌草 乔为主， 覆盖度 低于 70%	无耕 地



调查点 位	12、格西沟							
调查 时间	经度	纬度	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸植 被多样 性	岸边土 地利用 类型
2021.4.22	101°0'46. 90"	30°2'9.26"	10	1.2	大型 砾石	稳定	近岸水 泥护堤	无耕地



调查点 位	13、卧龙寺沟（又名王呷河）							
调查 时间	经度	纬度	河宽 (m)	流速 (m/s)	底质	河岸 稳定性	坡岸 植被 多样性	岸边土地 利用类型
2021.4. 22	101°14'40.17"	30°24'48.7"	12	1.2	砾石、 卵石	稳定	以乔木、 草被为 主，覆盖 度低于 50%	无耕地



4.7.2.2 评价结果

(1) 河流连通性评价

利用闸坝数量评价指标来评价本项目调查水域的河流连通性，评价分级标准见表4.7-3，评价结果见表4.7-4。

闸坝数量指标评价河流连通性分级标准

表 4.7-3

指标	河流类别	分级标准				
		优秀	良好	一般	较差	差
每百公里闸坝数量 (C)	大型河流	$C < 0.3$	$0.3 \leq C < 0.5$	$0.5 \leq C < 0.8$	$0.8 \leq C < 1.2$	$C \leq 1.2$
	中、小型河流	$C < 3$	$3 \leq C < 8$	$8 \leq C < 10$	$10 \leq C < 20$	$C \leq 20$

注:大型河流多年平均流量大于或等于150m³/s; 中、小型河流多年平均流量小于150m³/s。

调查河段河流连通性评价结果

表 4.7-4

	调查区段	河流类别	每百公里闸坝数量 (C)	评价结果
干流	牙根一级库尾至孟底沟库尾	大型河流	$C < 0.3$	优秀
支流	苦乐沟	中、小型河流	$C < 3$	优秀
	格西沟	中、小型河流	$C < 3$	优秀
	卧龙寺沟(又名王呷河)	中、小型河流	$C < 3$	优秀

调查河段干流及支流段河流连通性评价结果均显示优秀，整体河流系统基本天然连通。

(2) 河流生境综合评价

1) 评价方法

河道生境综合评价是栖息地生态系统保护的主要内容，准确进行栖息地生境评价，能够为生境保护提供依据与支持，根据牙根一级、二级水电站影响河段水生生境调查结果，在借鉴Barbour（1996）提出的生境指标综合评分法的基础上，建立涵盖物理结构、水文状况、土地利用等多种特征的生境评价指标体系，以反映河流水生生物栖息地的质量状况，指标体系由底质、生境复杂性、流速和水深结合特性、堤岸稳定性、河道变化、河水水量状况、植被多样性、水质状况、人类活动强度和河岸土地利用类型等指标构成。拟建立的栖息地评价指标与标准如表4.7-5所示。每个指标20分，根据生境环境质量状况优劣程度，将指标分成4个级别，4个级别的分值范围为：20~16（好）、15~11（较好）、10~6（一般）、5~0（差）。

河流生境评价指标与评价标准

表 4.7-5

序号	评价指标	好	较好	一般	差
1	底质	75%以上是碎石、鹅卵石、大石，余为细沙等沉积物	50%~75%是碎石、鹅卵石、大石，其余为细沙等沉积物	25%~50%是碎石、鹅卵石、大石，其余为细沙等沉积物	碎石、鹅卵石、大石少于25%，其余为细沙等沉积物
2	生境复杂性	有水生植被、倒木、倒凹堤岸和巨	有水生植被、倒凹堤岸和巨石等小栖境	以1种或2种小栖境为主	以1种小栖境为主，底质多以淤泥或细沙为主

序号	评价指标	好	较好	一般	差
		石等各种小栖境			
3	流速和水深结合特性	慢-深、慢-浅、快-深和快-浅4种类型均有出现，且几乎是平均分布	只有3种情况出现（如果是快-浅没有出现，分值比缺少其它的情况分值低）	只有2种情况出现（如果快-浅和慢-浅没有出现，分值要低）	只有1种类型出现
4	堤岸稳定性	堤岸很稳定，无侵蚀痕迹，观察范围内（100m）有小于5%的堤岸受到了损害	比较稳定，观察范围内（100m）有5%~30%的面积出现了侵蚀现象	观察范围内30%~60%的面积发生了侵蚀，且有可能在洪水期间发生大的隐患	观察范围内60%以上的堤岸发生了侵蚀
5	河道变化	渠道化没有出现或很少出现，河道维持正常模式	渠道化出现较少，通常在桥墩周围处出现渠道化，对水生生物影响较小	渠道化比较广泛，在两岸有筑堤或桥梁支柱出现，对水生生物有一定影响	河岸由铁丝和水泥固定，对水生生物的影响很严重，使其生活环境完全改变
6	河水水量状况	水量较大，河水淹没到河岸两侧，或仅有少量的河道暴露	水量比较大，河水淹没75%左右的河道	水量一般，河水淹没25%~75%的河道	水量很小，河道干涸
7	植被覆盖情况	河两岸50%以上的堤岸覆盖有植被	河两岸50%~25%堤岸覆盖有植被	河两岸少于25%的堤岸覆盖有植被	河两岸周围几乎没有任何植被
8	水质状况	很清澈，无污染，河水静置后无沉淀物质	比较清澈，岸边有少量的垃圾，河水静置后有少量的沉淀物质	比较浑浊，岸边有垃圾，河水静置后有沉淀物质	很浑浊，岸边有大量垃圾，河水静置后沉淀物很多
9	人类活动强度	无人类活动干扰	人类干扰较小，有少量人类活动	人类干扰较大，并有少量的机动车通过	人类干扰很大，交通要道必经之路，经常有机动车通过
10	河岸土地利用类型	河岸两侧无耕作土壤，营养丰富	河岸一侧无耕作土壤，另一侧为耕作土壤	河岸两侧耕作土壤，需要施加化肥和农药	河岸两侧为耕作废弃的裸露的风化土壤层，营养物质很少
分值		20~16	15~11	10~6	5~0

2) 河流生境质量评价结果

采取累计求和的方式计算河流生境质量综合评价结果，10项指标总和的满分为200分。参考Kwang等（2002）对生境质量的分级方法以及牙根一级影响河段水生生境的实际情况，根据综合评价结果的分布范围划分河流生境质量（HR）等级见表4.7-6。

河流生境质量评价分级标准

表 4.7-6

分值	分级标准
$HR > 150$	好
$120 < HR \leq 150$	较好
$90 < HR \leq 120$	一般
$60 < HR \leq 90$	较差
$HR \leq 60$	差

按照以上评价标准，根据现场调查结果，对牙根一级水电站影响河段各调查断面的生境质量综合评价进行指标赋分。

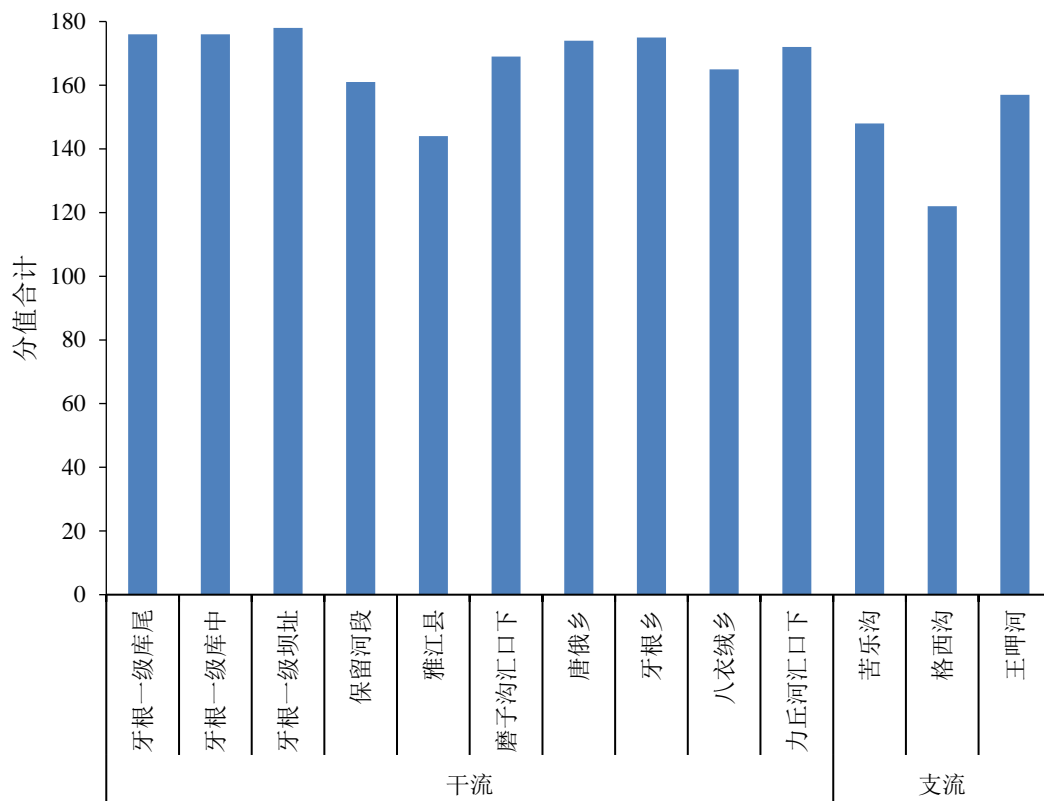


图 4.7-2 调查河段生境质量综合评价分布

调查河段生境质量综合评价结果

表 4.7-7

指标	干流										支流		
	牙根一级库尾	牙根一级库中	牙根一级坝址	保留河段	雅江县	磨子沟汇口下	唐俄乡	牙根乡	八衣绒乡	力丘河汇口下	苦乐沟	格西沟	卧龙寺沟(又名王呷河)
底质	19	18	19	17	19	16	18	19	19	19	16	19	19
生境复杂性	13	13	13	13	14	13	15	13	14	13	10	10	13
流速和水深结合特性	17	18	18	17	17	18	18	18	18	18	8	8	15
堤岸稳定性	18	19	18	19	19	19	19	19	18	19	18	18	18
河道变化	19	19	19	13	9	19	19	19	15	19	13	10	15
河水水量状况	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	13	11	15
植被多样性	18	17	18	13	5	12	13	13	8	10	15	6	14
水质状况	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	11	18
人类活动强度	16	16	17	13	5	16	16	18	17	18	18	10	5
河岸土地利用类型	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
分值合计	176	176	178	161	144	169	174	175	165	172	148	122	157
评价等级	好	好	好	好	较好	好	好	好	好	好	较好	较好	好

根据调查河段生境质量综合评价结果可以看出，雅砻江干流总体水量充沛，河道蜿蜒，水体流态多样性高，底质以大型砾石、卵石为主，人工干扰极少，坡岸多保持自然状态，除雅江县城段及其附近支流，其余断面质量综合评分在161分~178分，生境质量好；雅江县城段河道总体人工干扰强度大，包括河道堤岸的人工防护，导致以上河段生境质量略低于其他干流河段。

苦乐沟是雅砻江左岸的一级支流，从雅江县呷拉镇的苦乐村穿行而过，汇入雅砻江。河流从峡谷穿行，呈“V”型，水体清澈见底，径流量小，水流较平缓，底质为卵石、砾石。河口处经过苦乐村，河口以上河段沿岸无人居，河流呈自然形态发展。

格西沟是雅砻江右岸的一级支流，经雅江县河口镇汇入雅砻江。河口以上约2km处，河道分为两支，其中国道G318沿格西沟右支河岸布置。河谷呈“V”型，河道坡降大，水流急，底质为卵石、砾石。河口段经雅江县城，人居聚集，其他以上河道较自然发展。

卧龙寺沟（又名王呷河）是雅砻江左岸的一级支流。源出康定县塔公乡大雪山脉折多山脉西南麓，向西南流经康定县贡布、塔格进入雅江县东部，经雅江县八角楼乡、三道桥村等地后，由雅江县城东河口镇东南郊入雅砻江。全长约63km，流域面积790km²，自然落差1704m，河口年均流量10.97m³/s。水系发育，支流众多，较大支流有卧龙寺沟、日拉西沟、安乐沟等。卧龙寺沟（又名王呷河）主要在高山峡谷中穿行，呈“V”型峡谷，为典型的高山峡谷地貌景观。随着山体走势，河道较窄，蜿蜒曲折。河道坡降大，多呈现阶梯状，水流较急。径流量较小，水体较浅，底石出露，底质多为砾石、卵石。王呷河与卧龙寺沟汇合以上河段河道较开阔，平浅，水体流态分布较均匀，多心滩、边滩发育，汇口以下河道收窄，坡降增加，水流湍急。

总体上，雅砻江支流河道蜿蜒度高，河道坡降较大，底质以砾石、卵石为主，坡岸也鲜少进行人工的防护，周边人居较少，坡岸草、灌、乔木茂盛，但因各支流径流量较低，水体较浅，底质卵石、砾石多出露，水流形态简单，多见快-浅和慢-浅两种流态，支流生境质量综合评分稍低于干流水平，但总体生境质量较好。

4.7.3 水生生物调查与评价

4.7.3.1 浮游植物

(1) 种类组成

2021年调查河段共检出浮游植物7门48属87种，浮游植物目录详见附录7。调查河段浮游植物种类组成详见图4.7-3，各断面中硅藻门种类占绝对优势；绿藻门的种类在样本

中也占有较大的比例；蓝藻门、隐藻门、裸藻门的种类零星分布。造成这种现象的主要原因为牙根一级水电站处于雅砻江中游，人口密度相对较小，并且水流湍急，水体污染负荷极低，适宜喜急流洁净水体硅藻门、绿藻门生长发育。从各采样断面的采样来看，调查河段优势种主要是硅藻门的小环藻、尖针杆藻、曲壳藻等。

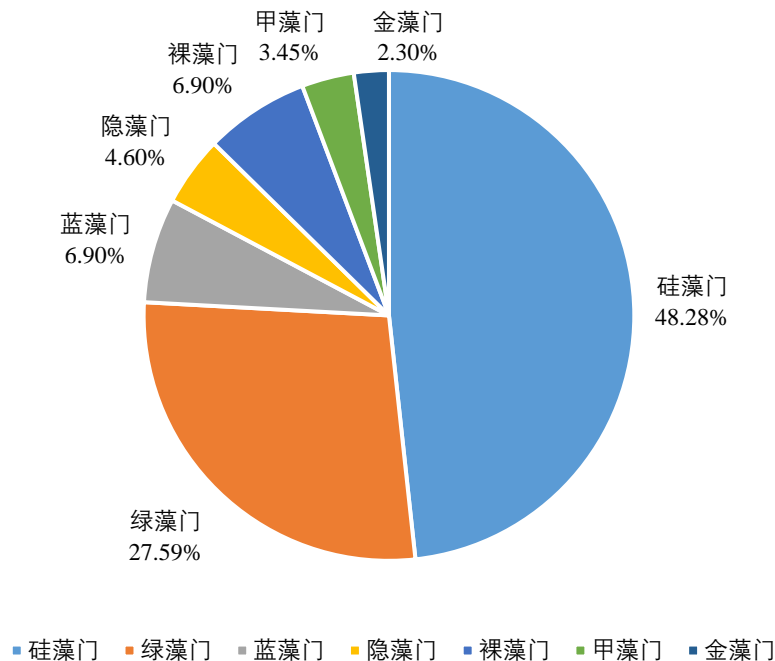


图 4.7-3 调查河段浮游植物种类组成

1) 保留河段以上

保留河段以上江段调查共检出浮游植物计7门82种。其中，干流采集到浮游植物72种，支流采集到浮游植物61种。浮游植物种类组成均以硅藻门为主，其次为绿藻门，其他种类较少，各断面浮游植物常见种类为小环藻、美丽星杆藻、肘状脆杆藻、尖针杆藻、曲壳藻、飞燕角甲藻等。总体上支流中适宜流水生境的硅藻种类所占比例较干流段高。

保留河段以上江段各断面浮游植物种类

表 4.7-8

断面		采样时间	硅藻门	绿藻门	蓝藻门	隐藻门	裸藻门	甲藻门	金藻门	合计
干流	牙根一级库尾	4月	6	5	1	3	2	1	0	18
		8月	8	0	0	3	0	1	2	14
	牙根一级库中	4月	6	6	2	2	2	1	0	19
		8月	12	2	1	3	0	1	2	21
	牙根一级坝址	4月	7	6	1	3	2	1	0	20

断面		采样时间	硅藻门	绿藻门	蓝藻门	隐藻门	裸藻门	甲藻门	金藻门	合计
	保留河段	8月	7	0	1	1	0	1	2	12
		4月	9	8	1	2	2	2	0	24
		8月	10	1	1	2	0	2	1	17
	雅江县	4月	7	8	2	2	3	1	0	23
		8月	13	0	0	3	0	1	1	18
	支流	苦乐沟	4月	7	5	0	2	3	0	17
			8月	15	2	1	0	1	0	19
		格西沟	4月	8	6	2	2	1	0	20
			8月	16	0	0	0	0	1	17
		卧龙寺沟（又名王呷河）	4月	9	4	1	3	2	1	20
			8月	8	0	0	0	0	0	8

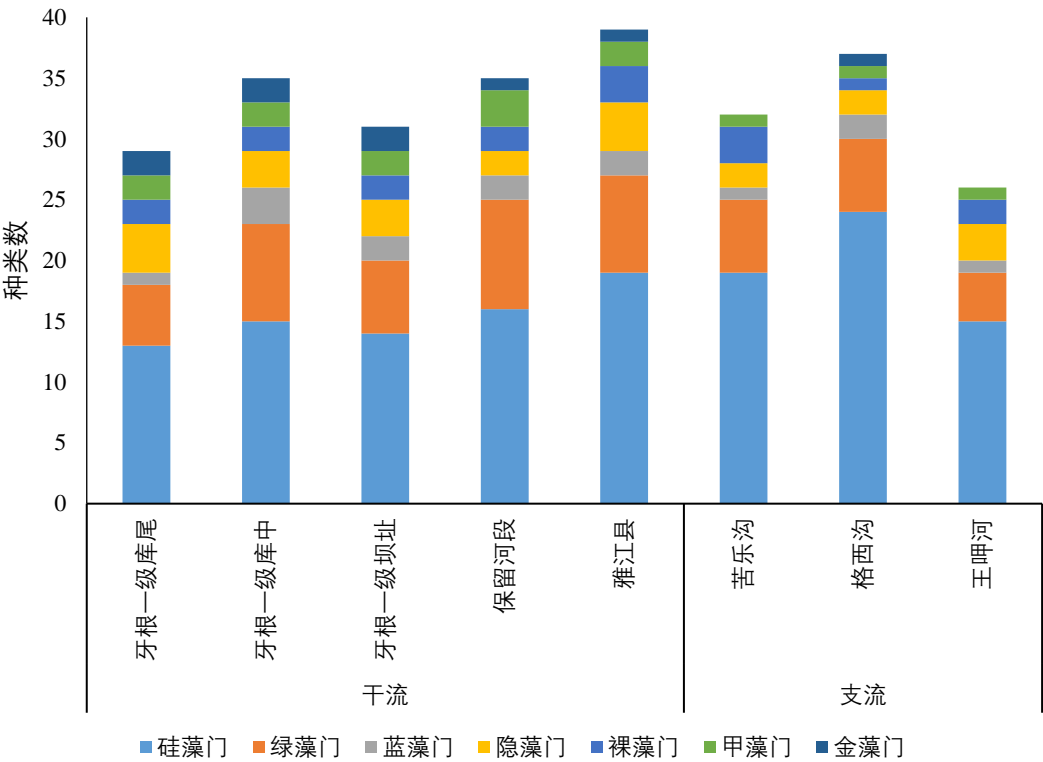


图 4.7-4 保留河段以上江段浮游植物种类组成及水平分布

2) 保留河段以下

共检出浮游植物计7门72种，浮游植物分布趋势与保留河段以上调查结果较为一致。浮游植物种类组成以硅藻门为主，其次为绿藻门，其他种类较少。

保留河段以下江段各断面浮游植物种类

表 4.7-9

断面	采样时间	硅藻门	绿藻门	蓝藻门	隐藻门	裸藻门	甲藻门	金藻门	合计
磨子沟汇口下	4月	7	4	0	2	2	2	0	17
	8月	12	0	0	1	0	1	2	16

断面	采样时间	硅藻门	绿藻门	蓝藻门	隐藻门	裸藻门	甲藻门	金藻门	合计
唐俄乡	4月	10	6	3	2	3	1	0	25
	8月	7	1	0	1	0	1	1	11
牙根乡	4月	9	7	3	1	2	0	0	22
	8月	17	0	1	1	0	1	1	21
八衣绒乡	4月	7	5	1	3	2	2	0	20
力丘河汇口下	4月	12	7	3	3	4	1	0	30

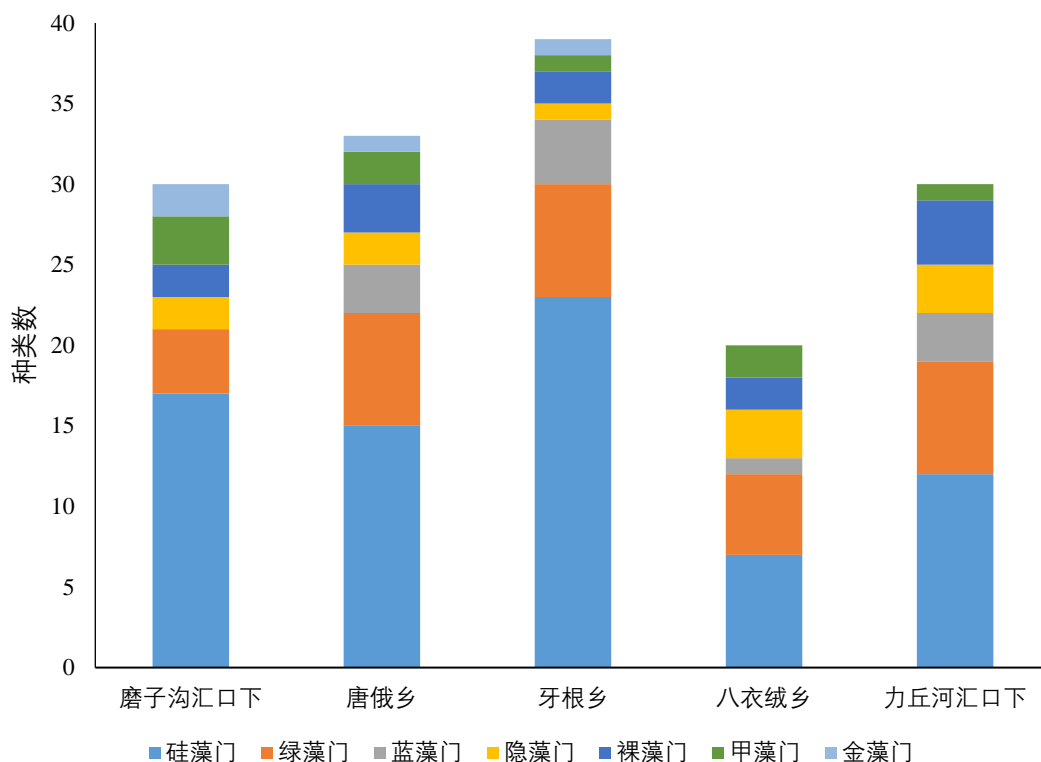


图 4.7-5 保留河段以下江段浮游植物种类组成及水平分布

(2) 浮游植物现存量

1) 密度

调查河段浮游植物密度平均393864cells/L，其中，干流河段浮游植物密度平均为443329cells/L，支流河段平均为228980cells/L，干流浮游植物密度高于支流。调查水域检出浮游植物密度组成以硅藻门为主，其次是蓝藻门和绿藻门，其他门类较少，且支流浮游植物密度中适宜流水生境的硅藻所占比例明显高于干流河段。

调查河段各断面浮游植物密度

表 4.7-10

单位: cells/L

密度组成	干流		支流		调查水域	
	密度	密度%	密度	密度%	密度	密度%
硅藻门	168666	38.05	118878	51.92	157176	39.91

密度组成	干流		支流		调查水域	
	密度	密度%	密度	密度%	密度	密度%
蓝藻门	111977	25.26	33551	14.65	93878	23.84
绿藻门	95476	21.54	42696	18.65	83296	21.15
隐藻门	29656	6.69	16776	7.33	26683	6.77
裸藻门	19502	4.40	12582	5.49	17905	4.55
甲藻门	15909	3.59	4194	1.83	13206	3.35
金藻门	2144	0.48	303	0.13	1719	0.44
合计	443329	100.00	228980	100.00	393864	100.00

①保留河段以上

该段浮游植物密度平均为291887cells/L，干流浮游植物密度平均为329631cells/L，支流浮游植物密度平均为228980cells/L。干流与支流采集到的浮游植物密度组成均以硅藻门为主，其次是绿藻门，再者是蓝藻门。各断面检出浮游植物密度从高到低排列依次为雅江县城>保留河段>牙根一级坝址>牙根一级库中>牙根一级库尾，呈从上游至下游逐渐升高的趋势。

保留河段以上江段各断面浮游植物密度

表 4.7-11

单位: cells/L

断面		采样时间	硅藻门	蓝藻门	绿藻门	隐藻门	裸藻门	甲藻门	金藻门	合计
干流	牙根一级库尾	4月	62908	150979	113235	50326	25163	37745	0	440357
		8月	40909	0	0	18182	0	0	13636	72727
	牙根一级库中	4月	75490	50326	113235	25163	12582	25163	0	301959
		8月	215152	0	6061	36364	0	0	15152	272727
	牙根一级坝址	4月	251632	50326	150979	25163	25163	37745	0	541010
		8月	29545	0	0	2273	0	0	2273	34091
	保留河段	4月	188724	201306	150979	50326	37745	25163	0	654244
		8月	32727	0	1818	3636	0	1818	0	40000
	雅江县	4月	163561	327122	264214	37745	37745	25163	0	855550
		8月	65455	0	0	14545	0	0	3636	83636
支流	苦乐沟	4月	100653	0	62908	25163	37745	0	0	226469
		8月	75000	0	4545	0	0	0	0	79545
	格西沟	4月	276796	201306	125816	50326	25163	12582	0	691989
		8月	96364	0	0	0	0	0	1818	98182
	卧龙寺沟（又名王呷河）	4月	125816	0	62908	25163	12582	12582	0	239051
		8月	38636	0	0	0	0	0	0	38636

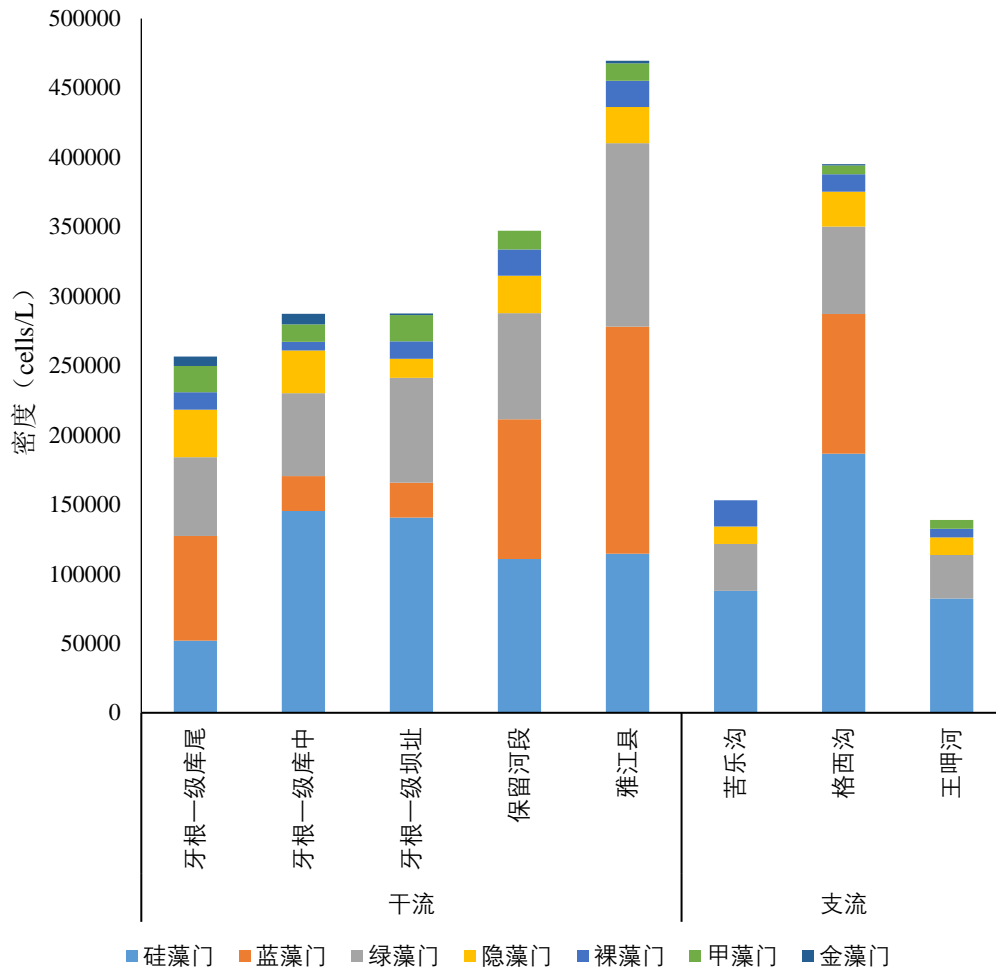


图 4.7-6 保留河段以上江段浮游植物密度组成及水平分布

②保留河段以下

该段浮游植物密度平均为557027cells/L，浮游植物密度分布趋势同样以硅藻门为主。各断面检出浮游植物密度从高到低排列依次为力丘河汇口下>八衣绒乡>牙根乡>唐俄乡>磨子沟汇口下，从上游至下游呈逐渐升高的分布趋势。

该河段浮游植物密度总体上高于保留河段，主要原因为随着下游各支流的汇入，水流平缓且营养物质汇集，有利于浮游植物的生长繁殖。

保留河段以下江段各断面浮游植物密度

表 4.7-12

单位: cells/L

断面	采样时间	硅藻门	蓝藻门	绿藻门	隐藻门	裸藻门	甲藻门	金藻门	合计
磨子沟汇口下	4月	163561	0	150979	25163	25163	12582	0	377449
	8月	140909	0	0	4545	0	0	4545	150000
唐俄乡	4月	314541	100653	138398	37745	25163	12582	0	629081
	8月	49091	0	1818	7273	0	1818	3636	63636
牙根乡	4月	176143	301959	138398	25163	25163	12582	0	679408

断面	采样时间	硅藻门	蓝藻门	绿藻门	隐藻门	裸藻门	甲藻门	金藻门	合计
	8月	245455	0	0	3030	0	0	0	248485
八衣绒乡	4月	213888	176143	226469	50326	37745	37745	0	742316
力丘河汇口下	4月	364867	352285	113235	62908	50326	25163	0	968785

注：由于汛期洪水，道路被淹，八衣绒乡、力丘河汇口下未采样

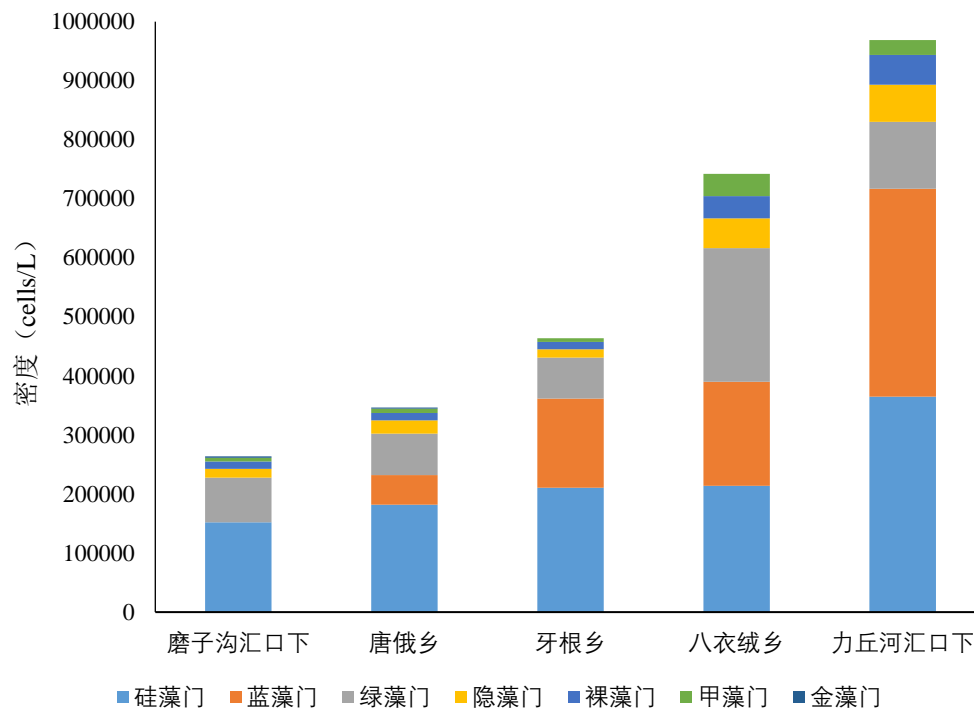


图 4.7-7 保留河段以下江段浮游植物密度组成及水平分布

2) 生物量

调查水域浮游植物生物量平均0.1134mg/L，和密度分布趋势一致，生物量组成以甲藻门为主，其次是硅藻门。

调查河段浮游植物生物量组成

表 4.7-13

单位 mg/L

生物量组成	干流		支流		调查水域	
	生物量	生物量%	生物量	生物量%	生物量	生物量%
硅藻门	0.0325	25.27	0.0247	39.33	0.0307	27.07
蓝藻门	0.0004	0.31	0.0002	0.32	0.0004	0.35
绿藻门	0.0057	4.43	0.0049	7.80	0.0055	4.85
隐藻门	0.0095	7.39	0.0018	2.87	0.0077	6.79
裸藻门	0.0229	17.81	0.0142	22.61	0.0209	18.43
甲藻门	0.0559	43.47	0.0168	26.75	0.0468	41.27
金藻门	0.0017	1.32	0.0002	0.32	0.0014	1.23
合计	0.1286	100.00	0.0628	100.00	0.1134	100.00

①保留河段以上

保留河段以上江段浮游植物生物量平均为0.0917mg/L，其中干流浮游植物生物量平均为0.1090mg/L，支流浮游植物生物量平均为0.0628mg/L。该河段干流采集到的浮游植物生物量组成以甲藻门为主，其次是硅藻门，而支流河段生物量则以硅藻门为主，其次甲藻门和裸藻门也占较高比例，干流段与支流段浮游植物生物量组成有一定差异。且支流段适宜流水生境硅藻所占比例明显较干流段高。

保留河段以上江段各断面浮游植物生物量

表 4.7-14

单位: mg/L

断面		采样时间	硅藻门	蓝藻门	绿藻门	隐藻门	裸藻门	甲藻门	金藻门	合计
干流	牙根一级库尾	4月	0.0162	0.0004	0.0084	0.0088	0.0175	0.151	0	0.2022
		8月	0.0082	0	0	0.0234	0	0	0.0109	0.0425
	牙根一级库中	4月	0.0064	0.0006	0.0044	0.0025	0.005	0.1007	0	0.1196
		8月	0.0864	0	0.0003	0.0555	0	0	0.0121	0.1542
	牙根一级坝址	4月	0.044	0.0006	0.01	0.0025	0.0302	0.1107	0	0.198
		8月	0.0039	0	0	0.0045	0	0	0.0018	0.0102
	保留河段	4月	0.0052	0.0005	0.0053	0.0028	0.0151	0.0604	0	0.0893
		8月	0.0147	0	0.0004	0.0038	0	0.0091	0	0.028
	雅江县	4月	0.0195	0.0012	0.0229	0.0075	0.0426	0.1007	0	0.1944
		8月	0.0251	0	0	0.0222	0	0	0.0029	0.0502
支流	苦乐沟	4月	0.0179	0	0.0038	0.0052	0.0501	0	0	0.0769
		8月	0.0256	0	0.0006	0	0	0	0	0.0261
	格西沟	4月	0.0474	0.0009	0.0228	0.0028	0.0302	0.0503	0	0.1545
		8月	0.03	0	0	0	0	0	0.0015	0.0315
	卧龙寺沟（又名王呷河）	4月	0.0136	0	0.0024	0.0025	0.005	0.0503	0	0.0738
		8月	0.0138	0	0	0	0	0	0	0.0138

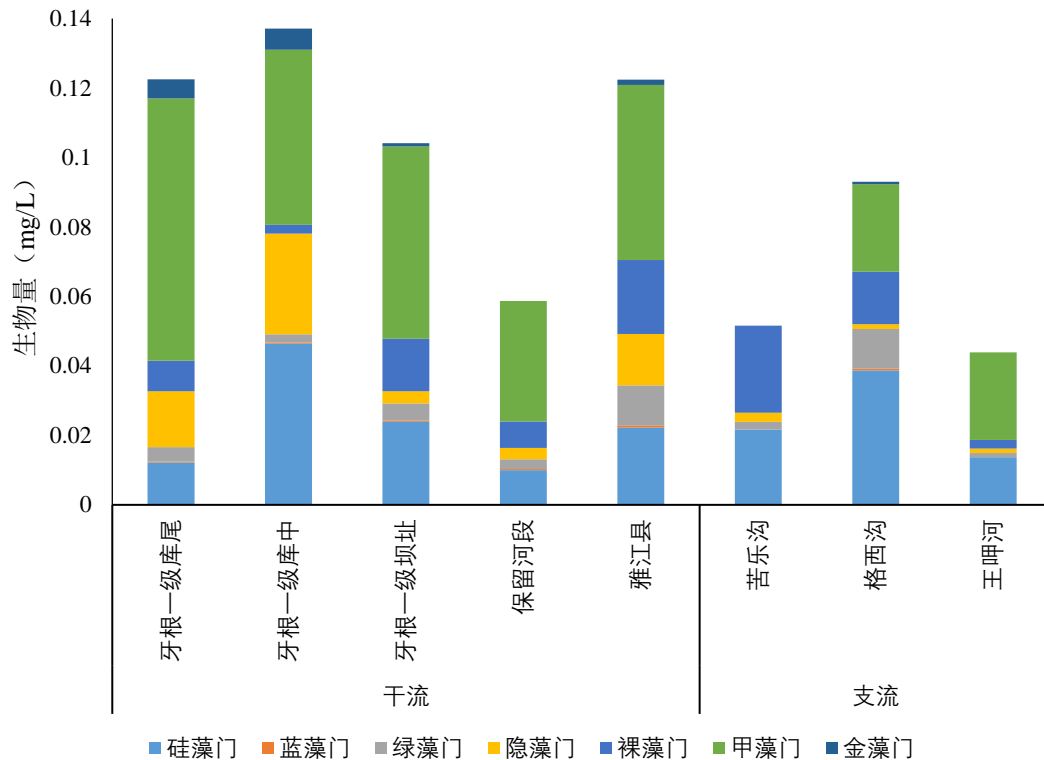


图 4.7-8 保留河段以上江段浮游植物生物量组成及水平分布

②保留河段以下

保留河段以下江段浮游植物生物量平均为0.1482mg/L，生物量组成以甲藻门为主，各断面检出浮游植物生物量从高到低排列依次为八衣绒乡>力丘河汇口下>唐俄乡>磨子沟汇口下>牙根乡。

保留河段以下江段各断面浮游植物生物量

表 4.7-15

单位: mg/L

断面	采样时间	硅藻门	蓝藻门	绿藻门	隐藻门	裸藻门	甲藻门	金藻门	合计
磨子沟汇口下	4月	0.025	0	0.0374	0.0063	0.0503	0.0101	0	0.129
	8月	0.0613	0	0	0.0091	0	0	0.0036	0.074
唐俄乡	4月	0.0383	0.0005	0.0035	0.0015	0.0175	0.0503	0	0.1116
	8月	0.0271	0	0.0002	0.0007	0	0.0909	0.0029	0.1218
牙根乡	4月	0.0089	0.0014	0.0039	0.0025	0.0175	0.0101	0	0.0443
	8月	0.1129	0	0	0.0061	0	0	0	0.1189
八衣绒乡	4月	0.0339	0.0004	0.0055	0.0077	0.0628	0.1107	0	0.221
力丘河汇口下	4月	0.0393	0.0013	0.0034	0.0078	0.0678	0.1007	0	0.2202

注：由于汛期洪水，道路被淹，八衣绒乡、力丘河汇口下未采样

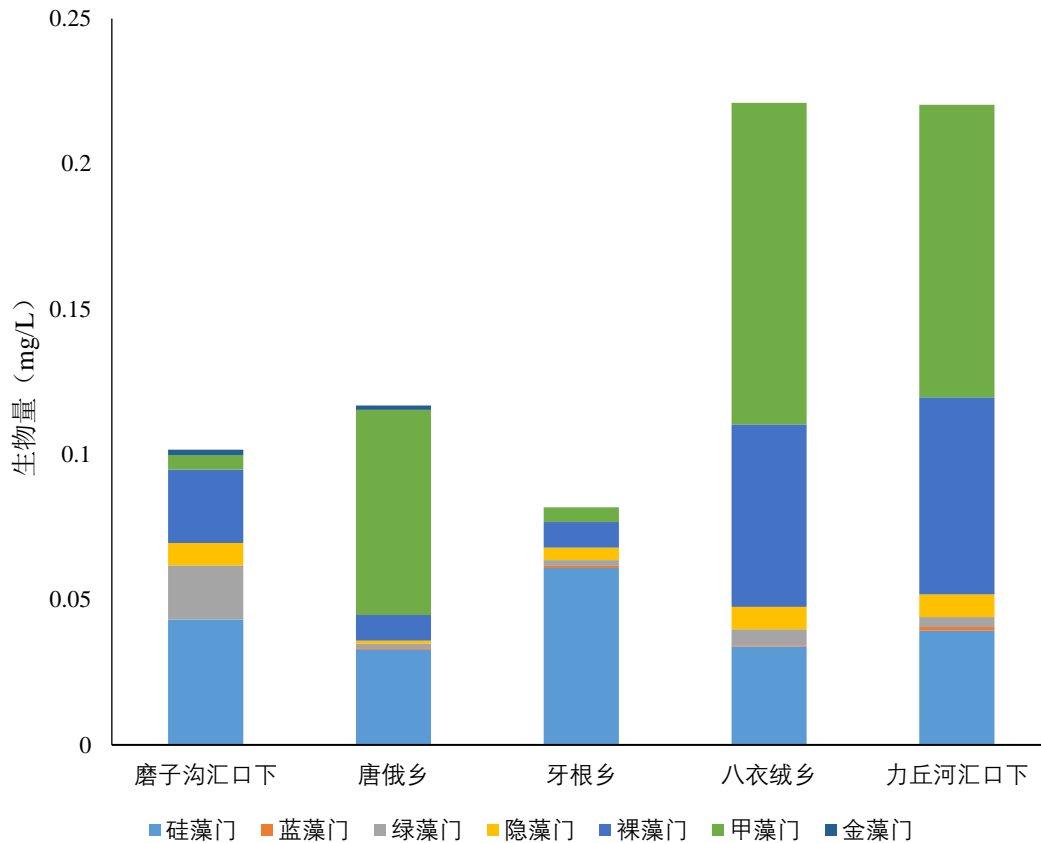


图 4.7-9 保留河段以下江段浮游植物生物量组成及水平分布

(3) 多样性指数

浮游植物生物多样性采用Shannon-Wiener指数公式计算，调查区域各段浮游植物生物多样性指数见表4.7-16、4.7-17。

保留河段以上江段浮游植物多样性指数

表 4.7-16

断面		多样性指数		
		4月	8月	平均
干流	牙根一级库尾	2.332	1.944	2.138
	牙根一级库中	2.658	2.017	2.338
	牙根一级坝址	2.697	1.275	1.986
	保留河段	2.592	2.26	2.426
	雅江县城	2.555	1.785	2.170
支流	苦乐沟	2.582	2.002	2.292
	格西沟	2.699	2.044	2.372
	卧龙寺沟（又名王呷河）	2.653	1.642	2.148
平均		2.596	1.871	2.234

保留河段以下江段浮游植物多样性指数

表 4.7-17

断面	多样性指数		
	4月	8月	平均
磨子沟汇口下	2.662	1.979	2.321
唐俄乡	2.727	1.993	2.360
牙根乡	2.692	2.278	2.485
八衣绒乡	2.705	—	2.705
力丘河汇口下	2.759	—	2.759
平均	2.709	2.083	2.526

保留河段以上江段浮游植物生物多样性指数为2.234，其中干流段平均为2.212，支流段平均为2.270。牙根一级坝址河道较窄，水流相对较急，采集到的浮游植物种类数较其他断面稍低，使其多样性指数较低；保留河段断面最高，保留河段断面经雅江县城，人居聚集，外源性营养物质丰富，水流较平缓，分布的浮游植物种类和数量相对较丰富，其多样性指数水平较高。保留河段以下江段浮游植物的平均生物多样性指数范围为2.321~2.759，以磨子沟汇口下断面最低，力丘河汇口下断面最高。总体上，上下游江段浮游植物生物多样性指数差别不大。

4.7.3.2 浮游动物

(1) 种类组成

调查河段共检出浮游动物67种，其中原生动物24种、占总种类的35.82%，轮虫28种、占41.79%，枝角类7种、占10.45%，桡足类8种、占11.94%。

1) 保留河段以上

保留河段以上江段共检出浮游动物59种。其中原生动物21种、占35.59%，轮虫24种、占40.68%，枝角类、桡足类各7种、分别占11.86%。该河段浮游动物常见种类为馍状圆壳虫、无棘匣壳虫、旋轮虫、疣毛轮虫、象鼻蚤、无节幼体等。

干流检出浮游动物53种，其中原生动物17种，轮虫23种，枝角类7种，桡足类6种。干流各监测点浮游动物种类在28种~36种之间，在水平分布上牙根一级库尾至保留河段逐渐递减。支流检出浮游动物18种，其中原生动物种类最多14种，轮虫9种，枝角类1种，桡足类4种。各支流浮游动物种类差异不大，在14~16种之间，支流浮游动物种类比干流少。

总体上8月浮游动物种类比4月丰富，主要因为4月水温偏低，浮游动物种类较少；8月水温较为适宜浮游动物生长，相对种类丰富。

保留河段以上江段各断面浮游动物种类

表 4.7-18

监测点		时间	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
干流	牙根一级库尾	4月	0	8	0	3	11
		8月	8	8	7	6	29
	牙根一级库中	4月	1	8	0	0	9
		8月	8	7	6	6	27
	牙根一级坝址	4月	0	5	0	2	7
		8月	7	7	5	6	25
	保留河段	4月	1	7	0	2	10
		8月	5	6	6	4	21
	雅江县	4月	0	10	0	2	12
		8月	3	7	6	6	22
支流	苦乐沟	4月	3	2	0	3	8
		8月	6	0	1	2	9
	格西沟	4月	3	7	0	0	10
		8月	4	0	0	0	4
	卧龙寺沟（又名王呷河）	4月	3	5	0	1	9
		8月	6	1	0	0	7

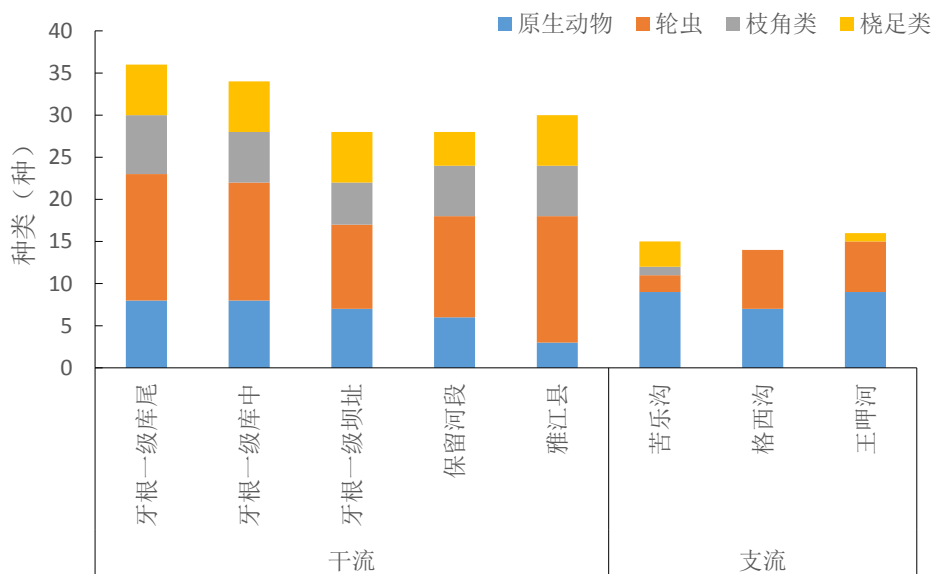


图 4.7-10 保留河段以上江段浮游浮游动物种类组成及水平分布

2) 保留河段以下

总体上保留河段以下江段调查共检出浮游动物51种，以原生动物和轮虫为主，保留河段以上江段、保留河段以下江段浮游动物种类差异不大。

保留河段以下江段各断面浮游动物种类

表 4.7-19

监测点	时间	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
磨子沟汇口下	4月	1	7	0	1	9
	8月	4	9	6	5	24
唐俄乡	4月	1	5	0	1	7
	8月	8	6	6	4	24
牙根乡	4月	1	9	0	1	11
	8月	9	3	4	3	19
八衣绒乡	4月	2	3	0	1	6
力丘河汇口下	4月	3	8	0	0	11

注：由于8月汛期洪水，道路被淹，八衣绒乡、力丘河汇口下未采样

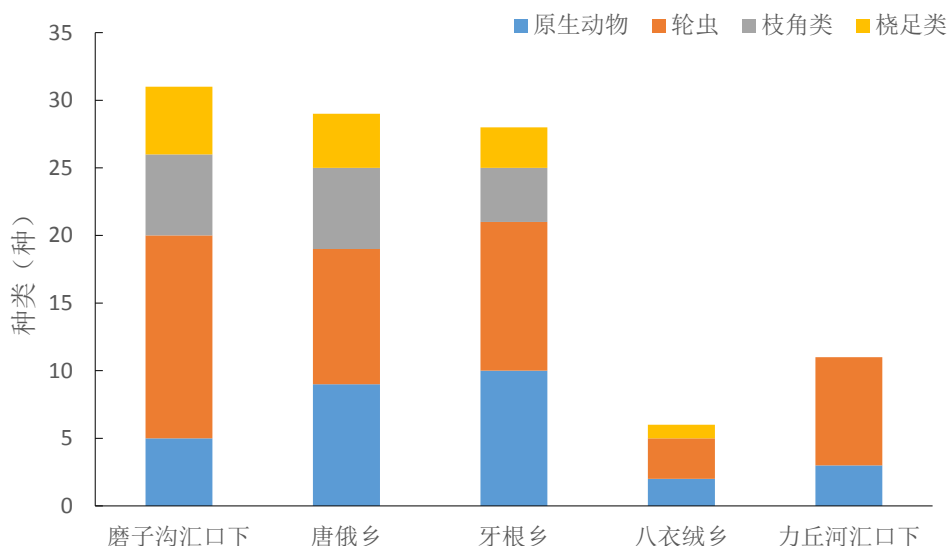


图 4.7-11 保留河段以下江段浮游动物种类组成及水平分布

(2) 浮游动物现存量

1) 密度

调查水域浮游动物密度在250~1840.03ind./L之间，其中原生动物密度平均是470.28ind./L、占密度平均的90.98%，占绝对优势。

①保留河段以上

保留河段以上江段浮游动物密度平均为453.59ind./L，其中原生动物占89.56%，轮虫占9.99%，枝角类占0.080%，桡足类占0.37%。保留河段以上江段浮游动物密度水平分布上无明显变化规律，支流以格西沟密度最高，其次是苦乐沟，卧龙寺沟（又名王呷河）偏低。

保留河段以上江段各断面浮游动物密度

表 4.7-20

单位: mg/L

监测点		时间	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
干流	牙根一级库尾	4月	250	70	0	0.08	320.08
		8月	500	25	1.03	8.45	534.48
	牙根一级库中	4月	250	50	0	0	300
		8月	1250	25	1.68	6.63	1283.31
	牙根一级坝址	4月	500	40	0	0.03	540.03
		8月	250	25	0.85	4	279.85
	保留河段	4月	750	160	0	0.08	910.08
		8月	250	25	1.25	3.55	279.8
	雅江县	4月	250	90	0	0.18	340.18
		8月	250	25	0.25	0.78	276.03
支流	苦乐沟	4月	250	30	0	0.05	280.05
		8月	250	50	0.73	2.78	303.51
	格西沟	4月	750	100	0	0	850
		8月	250	0	0	0	250
	卧龙寺沟（又名王呷河）	4月	250	10	0	0	260
		8月	250	0	0	0	250

②保留河段以下

保留河段以下浮游动物密度平均为594.54ind./L，其中原生动物占92.51%，轮虫占7.29%，枝角类占0.03%，桡足类占0.17%。在水平分布上八衣绒乡最高，力丘河汇口下最低。

保留河段以下江段各断面浮游动物密度

表 4.7-21

单位: mg/L

监测点	时间	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
磨子沟汇口下	4月	500	30	0	0.03	530.03
	8月	250	50	1.05	5.13	306.18
唐俄乡	4月	1000	150	0	0	1150
	8月	250	0	0.05	0.83	250.88
牙根乡	4月	750	20	0	0.03	770.03
	8月	250	0	0	0.13	250.13
八衣绒乡	4月	1750	90	0	0.03	1840.03
力丘河汇口下	4月	250	60	0	0	310

2) 生物量

调查水域浮游动物生物量平均0.1006mg/L，其中原生动物平均是0.024mg/L、占2.34%，轮虫0.0538mg/L、占53.49%，枝角类0.0113mg/L、占11.20%，桡足类0.0332mg/L、

占32.97%。4月、8月浮游动物密度平均分别是0.0861mg/L、0.1151mg/L。

①保留河段以上

保留河段以上江段浮游动物生物量平均0.1082mg/L，其中干流浮游动物生物量平均为0.1407mg/L，在水平分布上保留河段最高。支流浮游动物生物量平均是0.0541mg/L，以苦乐沟生物量最高。

保留河段以上江段各断面浮游动物生物量

监测点		时间	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
干流	牙根一级库尾	4月	0.0013	0.084	0	0.0002	0.0855
		8月	0.0025	0.03	0.0328	0.1457	0.211
	牙根一级库中	4月	0.0013	0.06	0	0	0.0613
		8月	0.0063	0.03	0.0662	0.1924	0.2949
	牙根一级坝址	4月	0.0025	0.048	0	0.0001	0.0506
		8月	0.0013	0.03	0.0306	0.1155	0.1774
	保留河段	4月	0.0038	0.192	0	0.0002	0.196
		8月	0.0013	0.03	0.0476	0.0815	0.1604
	雅江县	4月	0.0013	0.108	0	0.0005	0.1098
		8月	0.0013	0.03	0.0078	0.0211	0.0602
支流	苦乐沟	4月	0.0013	0.036	0	0.0002	0.0374
		8月	0.0013	0.06	0.025	0.0616	0.1479
	格西沟	4月	0.0038	0.12	0	0	0.1238
		8月	0.0013	0	0	0	0.0013
	卧龙寺沟（又名王呷河）	4月	0.0013	0.012	0	0	0.0133
		8月	0.0013	0	0	0	0.0013

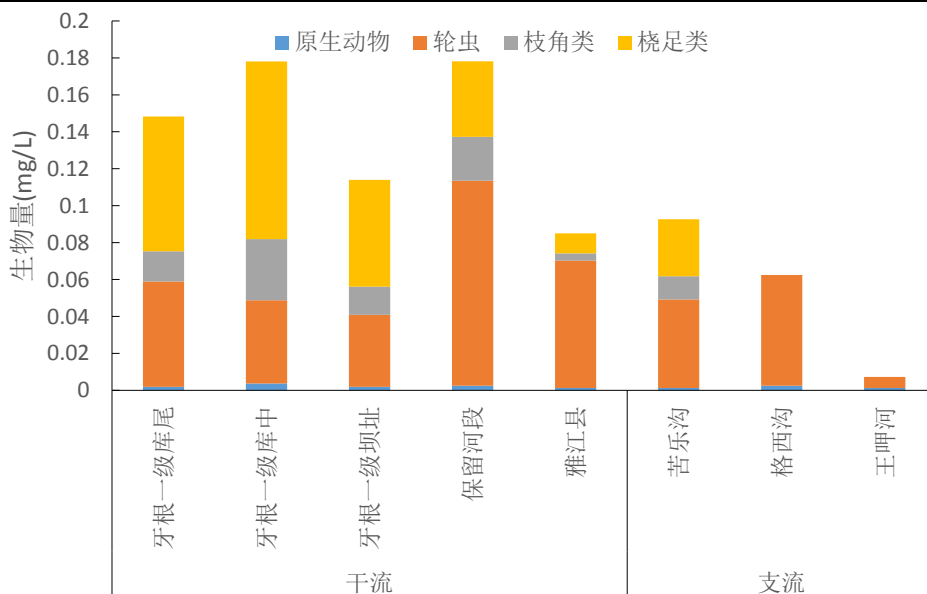


图 4.7-12 保留河段以上江段浮游动物生物量组成及水平分布

②保留河段以下

保留河段以下浮游动物生物量平均为0.0795mg/L，在水平分布上由高到低依次是八

衣绒乡>磨子沟汇口下>唐俄乡>力丘河汇口>牙根乡。

保留河段以下江段各断面浮游动物生物量

表 4.7-23

单位: mg/L

监测点	时间	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
磨子沟汇口下	4月	0.0025	0.036	0	0.0001	0.0386
	8月	0.0013	0.06	0.036	0.0893	0.1866
唐俄乡	4月	0.005	0.18	0	0	0.185
	8月	0.0013	0	0.0019	0.0167	0.0199
牙根乡	4月	0.0038	0.024	0	0.0001	0.0278
	8月	0.0013	0	0	0.0047	0.006
八衣绒乡	4月	0.0088	0.108	0	0.0001	0.1168
力丘河汇口下	4月	0.0013	0.072	0	0	0.0733

注: 由于汛期洪水, 道路被淹, 八衣绒乡、力丘河汇口下未采样

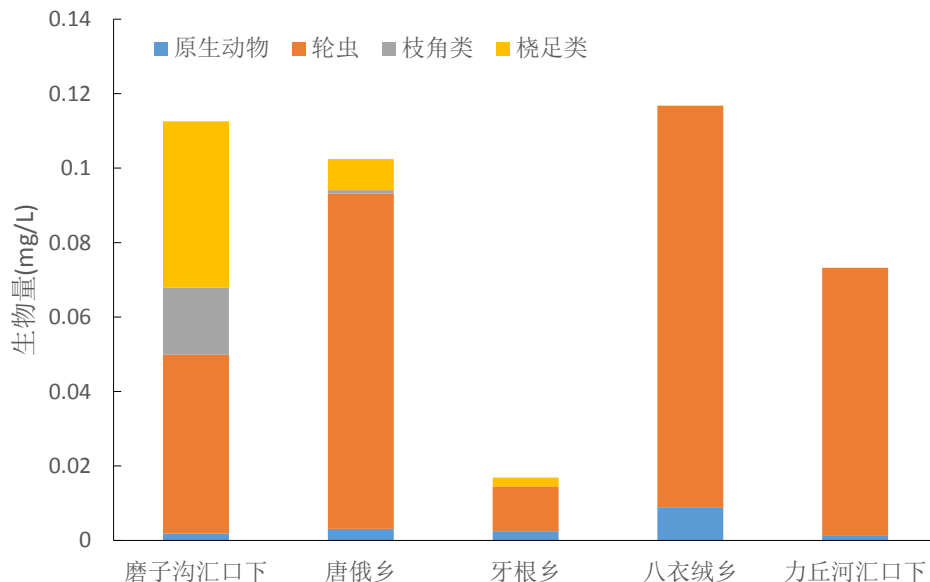


图 4.7-13 保留河段以下江段浮游动物生物量组成及水平分布

(3) 多样性指数

保留河段以上江段浮游动物生物多样性指数平均为1.38, 其中干流多样性指数平均是1.44, 保留河段以下浮游动物生物多样性指数平均为1.29。

调查河段浮游动物多样性指数

表 4.7-24

监测点			4月		8月	
			定量种类数	多样性指数	定量种类数	多样性指数
保留河段以上	干流	牙根一级库尾	4	1.75	14	1.36
		牙根一级库中	4	1.79	13	1.22
		牙根一级坝址	5	2.25	11	0.59
		保留河段	6	1.92	10	0.59

监测点			4月		8月	
			定量种类数	多样性指数	定量种类数	多样性指数
	支流	雅江县	5	2.05	12	0.91
		苦乐沟	4	2	10	0.75
		格西沟	6	2.29	1	0
		卧龙寺沟（又名王呷河）	3	1.59	2	1
保留河段以下	干流	磨子沟汇口下	3	1.31	12	0.94
		唐俄乡	9	2.75	4	0.02
		牙根乡	4	1.92	1	0
		八衣绒乡	10	3.07		
		力丘河汇口下	5	2.24		

4.7.3.3 底栖动物

(1) 种类组成

2021年调查河段共检出底栖动物36种。其中环节动物1种，占检出种类的2.778%；节肢动物35，占检出种类的97.222%。优势种有钩虾、扁蜉、四节蜉、高翔蜉、溪蛭蜉、锯形蜉、花翅蜉、叉襁、角石蛾、摇蚊蛹、摇蚊、多足摇蚊、环足摇蚊、直突摇蚊等。

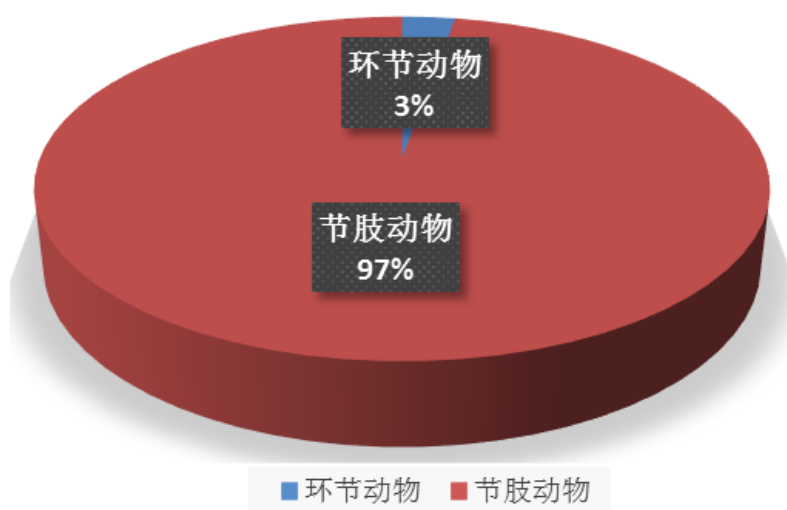


图 4.7-14 调查河段底栖动物组成

1) 保留河段以上

保留河段以上江段调查共检出底栖动物35种。底栖动物种类结构中节肢动物占比较大。其中，干流共检出底栖动物13种，支流共检出底栖动物35种。干流底栖动物种类受汛期影响较大，支流底栖动物种类明显高于干流。

保留河段以上江段各断面底栖动物种类

表 4.7-25

监测点	时间	环节动物	节肢动物	合计
干流	牙根一级库尾	4月	0	5
	牙根一级库中	4月	0	2
	牙根一级坝址	4月	0	1
		8月	0	2
	保留河段	4月	0	3
	雅江县	4月	0	4
支流	苦乐沟	4月	0	18
		8月	0	10
	格西沟	4月	0	7
		8月	0	9
	卧龙寺沟（又名王呷河）	4月	0	4
		8月	1	7

2) 保留河段以下

保留河段以下江段共检出底栖动物11种，该段底栖动物种类整体较少。4月份受底质及人为因素影响，底栖动物种类不多；8月份因汛期河道涨落频繁，全段未检出底栖动物。

保留河段以下江段各断面底栖动物种类

表 4.7-26

监测点	时间	环节动物	节肢动物	合计
磨子沟汇口下	4月	0	2	2
唐俄乡	4月	0	4	4
牙根乡	4月	0	2	2
八衣绒乡	4月	0	6	6
力丘河汇口下	4月	0	4	4

(2) 底栖动物现存量

1) 保留河段以上

保留河段以上江段底栖动物密度、生物量见表4.7-27、4.7-28。从表中可以看出，密度、生物量组成中节肢动物占比较大。其中，干流底栖动物密度62ind./m²，生物量0.214g/m²，支流底栖动物密度109ind./m²，生物量0.982g/m²，密度、生物量组成均以节肢动物为主。

保留河段以上江段底栖动物密度组成

表 4.7-27

单位: ind./m²

断面		时间	密度ind./m ²		
			环节动物	节肢动物	合计
干流	牙根一级库尾	4月	0	34	34
	牙根一级库中	4月	0	6	6
	牙根一级坝址	4月	0	1	1
		8月	0	4	4
	保留河段	4月	0	10	10
	雅江县	4月	0	38	38
支流	苦乐沟	4月	0	480	480
		8月	0	26	26
	格西沟	4月	0	42	42
		8月	0	23	23
	卧龙寺沟（又名王呷河）	4月	0	56	56
		8月	1	23	24

保留河段以上江段底栖动物生物量组成

表 4.7-28

单位: g./m²

断面		时间	生物量g/m ²		
			环节动物	节肢动物	合计
干流	牙根一级库尾	4月	0.000	0.053	0.053
	牙根一级库中	4月	0.000	1.162	1.162
	牙根一级坝址	4月	0.000	0.003	0.003
		8月	0.000	0.003	0.003
	保留河段	4月	0.000	0.033	0.033
	雅江县	4月	0.000	0.028	0.028
支流	苦乐沟	4月	0.000	4.168	4.168
		8月	0.000	0.174	0.174
	格西沟	4月	0.000	0.514	0.514
		8月	0.000	0.554	0.554
	卧龙寺沟（又名王呷河）	4月	0.000	0.226	0.226
		8月	0.040	0.214	0.254

2) 保留河段以下

磨子沟汇口下至力丘河汇口下段4月份调查底栖动物密度16ind./m²，生物量0.028g/m²，密度、生物量组成中节肢动物占比百分百。8月份因汛期河道涨落频繁，未采集到底栖动物。

保留河段以下江段底栖动物密度组成

表 4.7-29

单位: ind./m²

监测点	时间	环节动物	节肢动物	合计
磨子沟汇口下	4月	0	4	4
唐俄乡	4月	0	22	22
牙根乡	4月	0	3	3
八衣绒乡	4月	0	39	39
力丘河汇口下	4月	0	12	12

保留河段以下江段底栖动物生物量组成

表 4.7-30

单位: g/m²

监测点	时间	环节动物	节肢动物	合计
磨子沟汇口下	4月	0	0.001	0.001
唐俄乡	4月	0	0.034	0.034
牙根乡	4月	0	0.002	0.002
八衣绒乡	4月	0	0.009	0.009
力丘河汇口下	4月	0	0.093	0.093

(3) 多样性指数

保留河段以上江段、保留河段以下江段底栖动物多样性指数分别见表4.7-31、4.7-32。保留河段以上江段底栖动物生物多样性指数为1.069，其中干流段平均为0.418，支流段平均为2.156。保留河段以下江段底栖动物生物多样性指数为0.749，其中恶古沟汇口河段底栖动物生物多样性指数为1.528，底栖动物生物多样性相对较高，其它河段底栖动物生物多样性相对较低。

保留河段以上江段底栖动物多样性指数

表 4.7-31

断面		多样性指数		
		4月	8月	平均
干流	牙根一级库尾	1.185	0.000	0.593
	牙根一级库中	0.016	0.000	0.008
	牙根一级坝址	0.000	1.000	0.500
	保留河段	0.664	0.000	0.332
	雅江县	1.302	0.000	0.651
支流	苦乐沟	1.374	2.998	2.186
	格西沟	2.496	2.947	2.721
	卧龙寺沟	1.516	1.606	1.561
平均		1.069	1.069	

保留河段以下江段底栖动物多样性指数

表 4.7-32

监测点	时间	多样性指数
磨子沟汇口下	4月	0.54
唐俄乡	4月	0.701
牙根乡	4月	0.637
八衣绒乡	4月	1.528
力丘河汇口下	4月	0.337

4.7.3.4 着生藻类

(1) 种类组成

调查河段共检出着生藻5门39属88种。其中保留河段以上江段共检出着生藻计3门79种，保留河段以下江段共检出着生藻计5门60种。各段着生藻水平分布规律基本一致，以硅藻门占绝对优势，其次为绿藻门和蓝藻门。常见种类为等片藻、针杆藻、舟形藻、桥弯藻、异极藻、曲壳藻、谷皮菱形藻等。

(2) 多样性指数

调查水域着生藻生物多样性指数平均为1.6926，其中保留河段以上江段着生藻生物多样性指数为1.5562（干流段平均为1.5898，支流段平均为1.5002），保留河段以下段着生藻生物多样性指数为2.0846。

4.7.4 鱼类调查与评价

4.7.4.1 种类组成

根据《四川鱼类志》（1994）记载，以及近年来雅砻江流域、两河口电站、原牙根河段相关水生生物专题调查、评价与监测报告成果统计，调查河段共有鱼类14种，分属2目4科8属。其中鲤形目7属12种，占种数的85.71%；鲇形目1属2种，占种数的14.29%。

调查河段鱼类种类组成

表 4.7-33

目	科	历史记录			现场采集		
		属	种	%	属	种	%
鲤形目	鳅科	3	6	42.86	2	4	36.36
	鲤科	3	5	35.71	3	5	45.46
	平鳍鳅科	1	1	7.14			
鲇形目	鲇科	1	2	14.29	1	2	18.18
总计		8	14	100.00	6	11	100%

4.7.4.2 珍稀特有鱼类

在14种调查及记录到的种类中，共有保护鱼类3种，其中国家二级保护鱼类2种，即厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡；四川省级保护鱼类2种，为长丝裂腹鱼、青石爬鮡。《中国生物多样性红色名录》种类6种，其中，濒危种（EN）有黄石爬鮡、青石爬鮡2种，易危种（VU）有长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、软刺裸裂尻鱼4种。长江上游特有鱼类8种，分别为戴氏山鳅、短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼、西昌华吸鳅、黄石爬鮡、青石爬鮡。调查河段珍稀保护鱼类分布见图4.7-15。

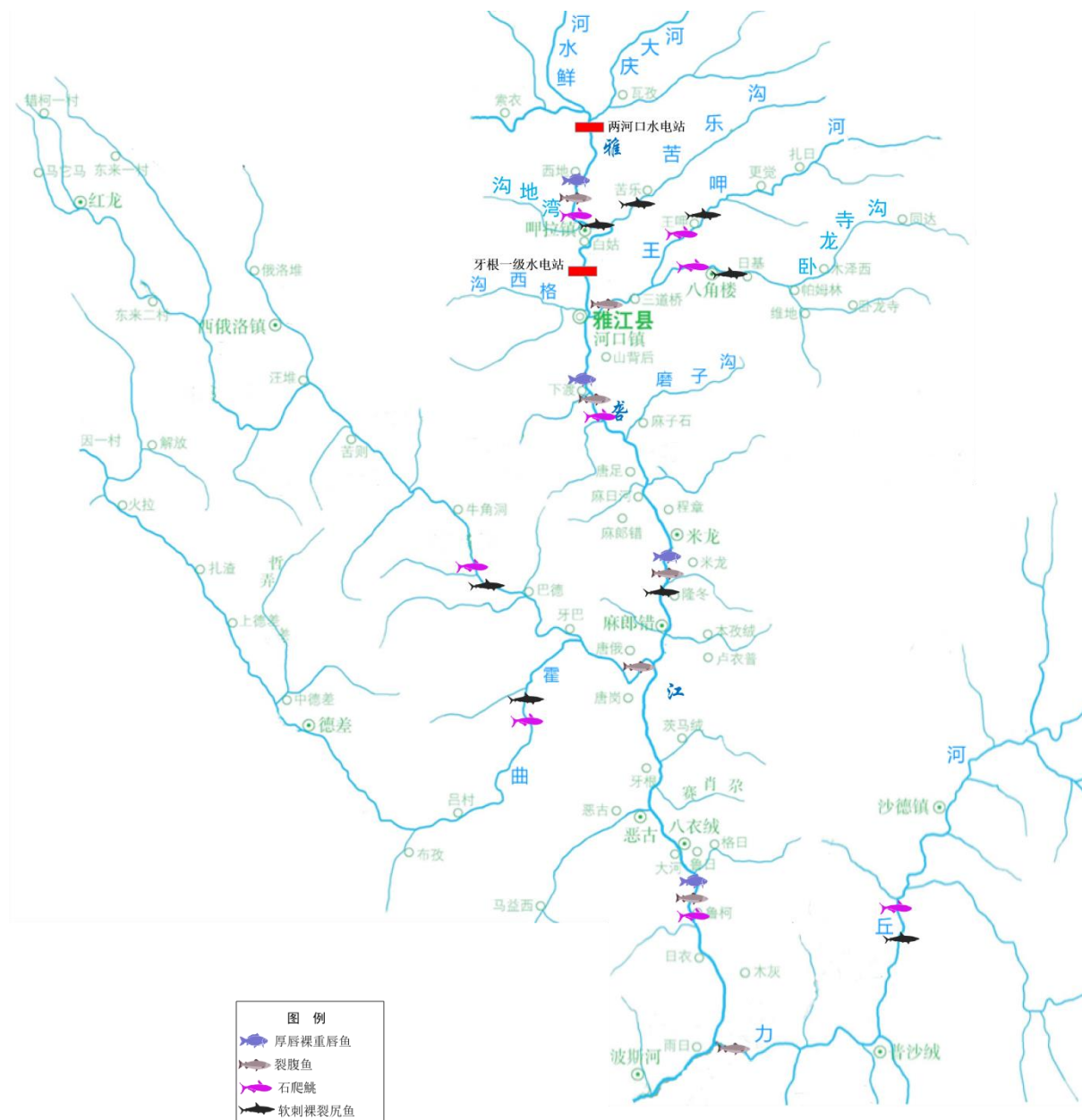


图 4.7-15 调查河段保护鱼类分布示意图

4.7.4.3 区系特征

中国的淡水鱼类属东亚淡水鱼类区系，它是在第三纪后期，特别是第四纪初期，青藏高原隆升的同时，在东亚地区形成的东亚特有的淡水鱼类类群，它们在地质历史上出现的时间较晚，在地理分布上仅限于东亚地区。不同水域鱼类的种类组成与该水域的自然环境相适应，具有地理和历史的原因。鱼类区系复合体，是指一群有相似地理来源，并适应于其发源地的生物和非生物环境的种。通常可根据特定水域的地理和地形特点，对其鱼类的分类地位和区系组成进行鉴定和分析。需要指出的是，同一水域的鱼类组成可以来自不同的区系复合体。鱼类的区系划分历来是鱼类学家关心的议题，划分方法各抒己见。

史为良在《水产科学》上发表文章提出自己对鱼类动物区系复合体的看法，认为中国的淡水鱼类主要由八个区系复合体构成，包括中国江河平原区系复合体、南方平原区系复合体、南方山地区系复合体、中亚山地区系复合体、北方平原区系复合体、晚第三纪早期区系复合体、北方山地区系复合体、北极淡水区系复合体。本项目调查河段调查与记录到的鱼类种类主要分为南方山地区系复合体、中亚山地区系复合体、晚第三纪早期区系复合体等3个区系，其区系分类及其特点如下：

1) 南方山地区系复合体：

此类鱼有特化的吸附构造，如吸盘等，适应于南方山区急流的河流中生活。分布于我国南部山区及东南亚山区河流中，经济价值不大。

本项目采集到的鱼类中，平鳍鳅科、鲃科等属于该复合体。

2) 中亚山地区系复合体：

该复合体鱼类以耐寒、耐碱、性成熟晚、生长慢、食性杂为特点，其生殖腺对哺乳类有毒。是中亚高寒地带的特有鱼类。分布于我国西部高原及印度、巴基斯坦、阿富汗、新疆和苏联的毗邻地区，是随喜马拉雅山的隆起由鲃亚科鱼类分化出来的种类。一些有较高经济价值的种类在我国青藏高原和新疆均有分布。

本项目采集到的鱼类中，裂腹鱼亚科的所有种类以及某些条鳅亚科种类等属于该复合体。

3) 晚第三纪早期区系复合体：

该区系的鱼类是更新世以前北半球亚热带动物的残余，由于气候变冷，该动物区系复合体被分割成若干不连续的区域，有的种类并存于欧亚，但在西伯利亚已绝迹，故这

些鱼类被视为残遗种类。它们的共同特征是视觉不发达，嗅觉发达，多以底栖生物为食者，适应于浑浊的水中生活。这些鱼类为第三纪早期，在旧大陆北半球北温带地区形成，经第四纪冰川期后残留下的种类。

本项目采集到的鱼类中，泥鳅等属于该复合体。

牙根一级水电站所在河段属雅砻江中游，地处川西北丘状高原山区，青藏高原东部边缘，因此，本调查水域的鱼类区系组成以适宜高寒地带的中亚山地区系复合体的裂腹鱼亚科和条鳅亚科种类为主，占可能分布种类的71.43%；其次是适宜山区急流生境的南方山地区系复合体的平鳍鳅科和鮡科种类，占可能分布种类的21.43%；最后1种为晚第三纪早期区系复合体种类。该调查水域鱼类主要区系类群种类优势突出，区系组成单一。

4.7.4.4 鱼类生态特点

(1) 栖息习性

根据水域流态特征及鱼类的栖息特点，调查水域鱼类大致可分为以下类群：

1) 流水中、下层生态类群

主要生活在江河水体中、下层，其中部分种类适应性较强，在流水、缓流水及静水都能生存自如。身体较长、侧扁，适应于流水、急流水中穿梭游泳，活动掠食；头部呈锥形，适应于破水前进，躯干部较长，是产生强大运动的动力源，各鳍发达，尾鳍深叉形，都是适应水体中、下层快速游泳，在急流水体中、下层穿梭翻滚捕食低等动物和流水急流水带来的有机食物。

此类群在调查河段主要为裂腹鱼类共5种，占种数的35.71%。

2) 流水底层生态类群

该类群鱼类适应流水水底的河沱、河槽底栖性生活，底层多卵石、砾石，一般不进入静水和缓流水水域活动。该类群鱼类身体呈纺锤型，尾柄发达，口横裂或弧形，有触须2对，适应于流水或急流水底穿行和觅食。此类群在调查河段主要为鳅科大部分种类共有5种，占种数的35.71%。

3) 流水吸附生态类群

这是一类具备特异性生理结构适应急流水底生活特化的种类，一般栖息在急流滩槽的底层。此类群有特殊的吸盘或类似吸盘的吸附结构，其头胸部宽扁，胸、腹鳍向两侧水平展呈吸盘，胸腹面具纹状或羽状吸着器，适应于吸附在江河急流险滩水体底层物体上生活，并能攀爬瀑布、跌水而上到上面河段中活动，以着生藻类或底栖动物为食。这

一类群有平鳍鳅科、鮡科的部分种类共3种，占种数的21.43%。

4) 静水洞穴生态类群

主要为泥鳅，此类群鱼类，主要生活于洞穴之中，尤其是喜生活于稻田、沟渠、侧流、坑凼静水、缓流水堤岸洞穴之中。

(2) 繁殖习性

调查区域鱼类种类数量较少，根据相关资料，调查河段鱼类均为产粘沉性卵类型。其中短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、软刺裸裂尻鱼等鱼类卵为粘沉性，产卵时要一定的水流刺激，繁殖需要一定的流水条件，产卵时要进行短距离的生殖洄游，需要底质砾石相对粗大、水流缓急交错的河床，鱼类产卵后，受精卵落入石砾缝中，在水流的不断冲刷中顺利孵化。这些鱼类繁殖季节略有差别，长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼繁殖季节一般在每年3~5月，据当地渔民反映甚至2月就已开始；四川裂腹鱼则3~6月前后。这类裂腹鱼繁殖水温上下限约为10~16℃，性成熟年龄多在3~4龄，怀卵量约为2~4万粒。软刺裸裂尻鱼主要生活于雅砻江上游的宽谷河段，繁殖季节较晚，一般从5月维持到9月，在6月和8月有两个繁殖高峰期。青石爬鮡产卵于急流石缝中，产卵期5~7月；黄石爬鮡等生活于急流中的种类，繁殖一般也在此类水域环境中，所产粘沉性卵受精后粘附于水底砾石上发育，产卵期通常在4~6月。戴氏山鳅、短尾高原鳅、梭形高原鳅、斯氏高原鳅、拟细尾高原鳅等鳅科种类，其种群个体较多，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，他们主要在沿岸带砾石滩及支流适宜的小环境中产粘性卵。如斯氏高原鳅5~8月繁殖，怀卵量2000~5000粒。这类鱼主要以繁殖规模来保证种群的延续。少数鱼类产卵时不需要水流刺激，可在静缓流水环境下繁殖，产粘性卵，其卵有的黏附于水草发育，如泥鳅等。

(3) 食性

调查河段鱼类以食性可划分为以下几个类群。

1) 以动物为主要食物的鱼类。其中包括凶猛肉食性鱼类，即通常以较大的活脊椎动物为食，其中主要是鱼，甚至包括本种鱼种类；温和性肉食类鱼类，主要以虾，水生昆虫及其他无脊椎动物为食，有的也兼食一些着生藻类的种类；以浮游动物为食的种类3类。本项目调查河段分布的该类群鱼类主要是以底栖无脊椎动物为食，包括鳅科的戴氏山鳅、短尾高原鳅、梭形高原鳅、斯氏高原鳅、拟细尾高原鳅，平鳍鳅科的西昌华吸鳅，鮡科的青石爬鮡、黄石爬鮡等。该类群是本江段鱼类食物类型中最大的类群，以摄食水

生昆虫的成虫或幼虫为主，有的种类也摄食着生藻类和植物碎屑。摄取的食物，除少部分生长在深潭和缓流河段泥沙底质中的摇蚊科幼虫和寡毛类外，多数是急流的砾石河滩石缝间生长的毛翅目、鞘翅目、蜉游目、蜉蝣目昆虫的幼虫或稚虫。

2) 以水生植物为主要食物的鱼类。该类群包括以固着藻类为主要食物、以水生维管束植物为主要食物，以浮游植物为主要食物3类。由于该段大部分水域水流急，水温低，水质清瘦，浮游动植物及水生维管束植物稀少，本项目调查河段分布的该类群鱼类主要是以固着藻类及有机碎屑为食。这一类群包括裂腹鱼亚科的短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、软刺裸裂尻鱼等。该类群均为口下位，具有发达的触须及锋利的下颌或肥厚的唇，用以感触刮取吸摄食物。

3) 杂食性鱼类。这类鱼所摄取的食物种类比较广泛，有的种类以动物性食物为主，兼食其他植物性食料，有的则恰恰相反。这类食性鱼的食物成分中，往往有水草枝叶，碎屑，浮游生物，水生昆虫，固着藻类，偶尔还有虾类和小鱼等。该类群主要为泥鳅等。

4.7.4.5 鱼类主要生境

(1) 产卵场

一般而言，裂腹鱼类繁殖时虽有一定的集群的行为，但亲鱼并不过于集群，不会形成特别集中、规模庞大而稳定的产卵场。它们对产卵环境要求不严苛，其中裂腹鱼类卵多沉性，需要砾石、沙砾底质，水深多在0.5~1.5m的浅水区产卵，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，有的裂腹鱼在河滩挖掘沙砾成浅坑，产卵其中孵化。该类河滩或形成于峡谷河流中偶见的开阔河谷间的宽阔河床区段，或形成于S型或Ω型河道的凸岸，或位于较大支流与干流平浅汇口处。调查河段相对集中的裂腹鱼类产卵场主要有3处：呷拉镇江段、卧龙寺沟（又名王呷河）汇入江段、霍曲汇口江段等产卵场。

石爬鮡等鮡科鱼类卵有弱粘性，多在滩潭交替、水流缓急相间的河段产卵。产卵底质多为礁石、砾石堆，多分布于干支流的峡谷、窄谷及水流较为湍急单一河道江段，产卵场位置相对稳定。调查河段相对集中的有2处：下渡林场江段产卵场、霍曲汇口江段产卵场。

高原鳅等小型鱼类，它们对产卵场的要求更不严格，一般在干支流沿岸水深较浅、水流较缓区域等一些小生境即可完成产卵繁殖，因此其没有固定的、集中的产卵场。

总体而言，裂腹鱼类、鮡科鱼类及高原鳅适应高原生活的鱼类，它们多产粘沉性卵，

对产卵环境要求并不严苛，大多需要浅水河滩，颗粒大小不等的砾石河床，适宜的产卵水温。这类产卵水域原本在这些鱼类的生活水域中分布的广泛而零散。



呷拉镇裂腹鱼类产卵场



卧龙寺沟（又名王呷河）汇口裂腹鱼类产卵场



霍曲河汇口产卵场（上半段适宜裂腹鱼产卵、下半段水流较急段适宜鮡科鱼类产卵）



下渡林场鮡科鱼类产卵场

调查河段主要产卵场分布

表 4.7-34

名称	位置及规模	主要产卵种类
呷拉镇	牙根一级坝上游约 9km，产卵河段长度约 1km	裂腹鱼亚科
卧龙寺沟汇入段	牙根一级坝下约 5km，产卵河段河段长度约 0.6km	裂腹鱼亚科
下渡林场段	牙根一级坝下约 12km，产卵河段河段长度约 1km	鲃科
霍曲汇口段	牙根一级坝下约 42km，产卵河段河段长度约 1.5km	裂腹鱼亚科、鲃科

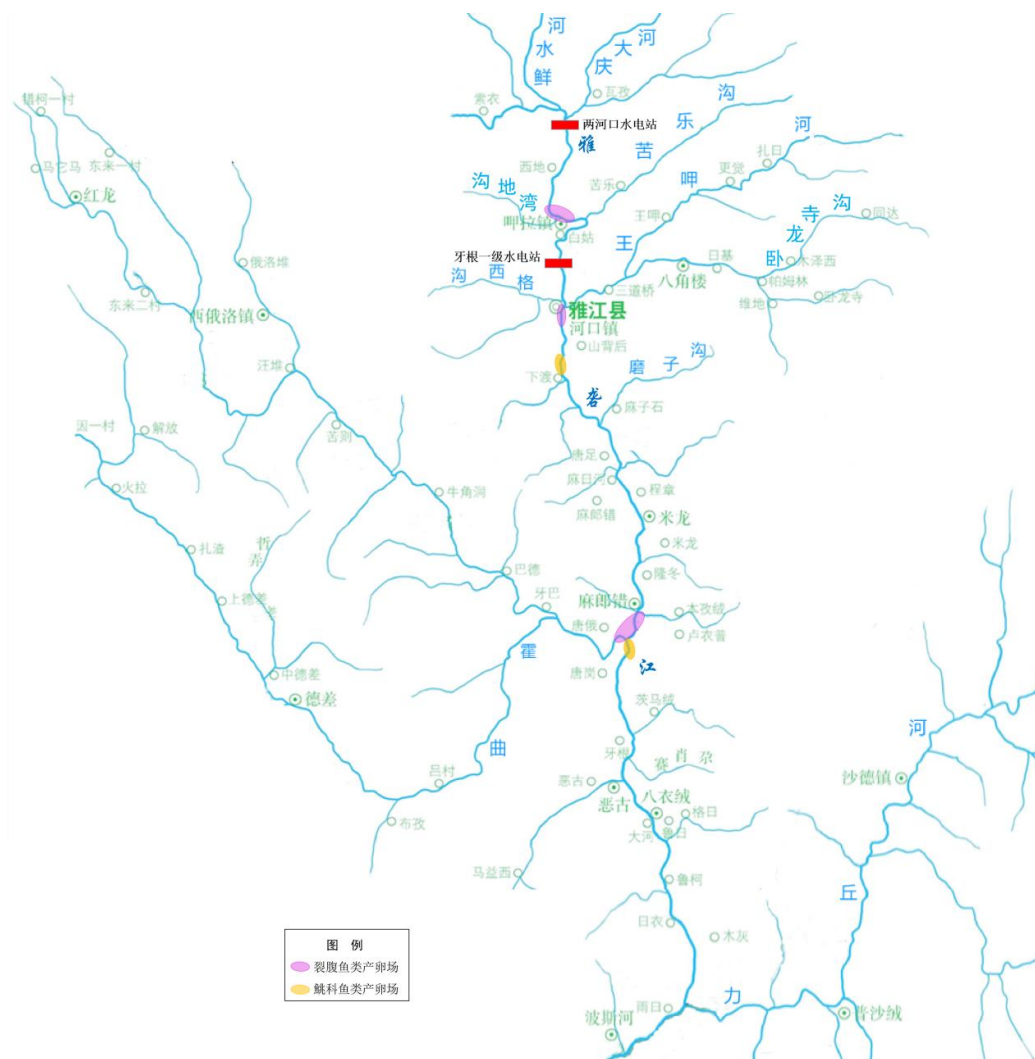


图 4.7-16 调查河段主要产卵场分布示意图

(2) 索饵场

调查河段鱼类多以着生藻类和底栖无脊椎动物等为主要食物的鱼类，浅水区光照条件好，礁石或砾石滩适宜着生藻类生长，相应地底栖无脊椎动物也较为丰富，往往成为鱼类重要的索饵场所。3月份后，水温逐渐回升，来水量逐渐增加，鱼类开始从越冬深水區上溯至河流浅水的礁石或砾石滩索饵。索饵场多为静微流河段，水深较浅，不足0.5m，其间有砾石、礁石，沙质岸边，这些地方形成较深的水坑、凼、凸岸浅水区、静水缓流

区，与干流深水处邻近，易于躲避敌害。同时，这些地方着生、底栖饵料生物丰富，敌害生物少，有利于幼鱼生存。鱼类摄食与其食性、垂直捕食范围有密切关系，并且鱼类一般在水体透明度小，觅食的水层浅，反之，觅食的水层较深；白天觅食水层深，夜间觅食水层浅，大多数鱼类喜欢晚上觅食。成鱼的索饵场一般在浅滩急流水域，而幼鱼的索饵场一般在缓流水的浅水水域。据各河段渔民捕捞渔获物情况分析，流速湍急的激流溪沟的岩石间主要为鮡科鱼类索饵区；水浅流急的砾石滩是裂腹鱼类的主要索饵场；裸裂尻鱼、鳅科鱼类等的索饵场主要在岸边浅水区及支流的缓流、回水湾，鳅科鱼类更多栖息于缓流河段的石砾缝隙或水草丛中，以底栖的昆虫幼虫为食。由于调查河段河道较顺直，水流湍急，底质多砾石、卵石，河道近岸多适合裂腹鱼与鮡科鱼类的索饵，特别是与其产卵场临近江段。裸裂尻和鳅科鱼类索饵场多主要集中在各支流及其汇口河段，如苦乐沟、卧龙寺沟等。

(3) 越冬场

冬季来临之前，水量减少，水位降低，气温、水温逐渐下降，鱼类的活动力将减弱，部分鱼类为了保证在寒冷的季节有适宜的栖息条件，往往由支流及浅水区进入干流或深潭越冬。鱼类越冬场位于干流的河床深处或坑穴中，一般水深3~4m以上，多为河沱、河槽、湾沱、回水或微流水或流水，底质多为乱石或礁石，凹凸不平。调查河段雅砻江干流两岸坡度相似，干流河道均呈“V”型，河宽变化不明显，未发现突出的深潭、湾沱等越冬水域。冬季支流鱼类降河至干流越冬。

4.7.4.6 鱼类资源及渔获物组成

(1) 干流河段

1) 牙根一级库尾段

该段河道较顺直，水流湍急，底质多为大型砾石，仅采集到两种高原鳅，种类组成单一，资源量极低。调查到的渔获物中，斯氏高原鳅无论在数量上还是重量上所占比例均在80%左右，占绝对优势。

牙根一级库尾段渔获物组成

表 4.7-35

种类	全长 (cm)		体长 (cm)		体重 (g)		百分比 (%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	尾数	重量
斯氏高原鳅	7.1-13.2	9.4	6.1-11.5	8.2	3.0-13.0	6.2	86.7	79.4
梭形高原鳅	9.0-15.5	12.3	7.8-13.5	10.7	4.0-17.0	10.5	13.3	20.6
合计							100	100

2) 牙根一级库中段

牙根一级库中呷拉镇江段，该江段河道呈“几”字形弯道，河道凸岸形成砾石、卵石边滩，深潭浅滩交错，水流形态较多样，底质多为卵石、砾石，采集到渔获物以裂腹鱼属占绝对优势，另采集到裸重唇鱼属、裸裂尻鱼属和石爬鮡属鱼类各1种，种类组成较其他河段丰富，资源量较充足。调查到的渔获物中，短须裂腹鱼在数量上占比最高，长丝裂腹鱼在重量上占比最高，其次是四川裂腹鱼，其他种类鱼类偶见。

干流牙根一级库中呷拉镇河段渔获物组成

表 4.7-36

种类	全长 (cm)		体长 (cm)		体重 (g)		百分比 (%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	尾数	重量
短须裂腹鱼	14.5-42.0	24.2	12.0-36.0	20.1	34.0-702.0	173.7	37.97	26.07
长丝裂腹鱼	18.0-43.0	31.5	14.5-36.0	26.3	53.0-791.0	370.4	31.65	46.33
四川裂腹鱼	16.0-41.0	29.2	13.2-34.5	24.2	40.0-690.0	258.9	18.99	19.43
青石爬鮡	33.0-37.0	36.0	28.0-32.0	31.0	270.0-335.0	314.0	5.06	6.28
厚唇裸重唇鱼	20.0-24.0	22.0	18.3-21.0	19.9	68.0-152.0	97.3	3.80	1.46
软刺裸裂尻鱼	15.5-19.5	17.5	13.0-16.2	14.6	29.3-56.0	42.7	2.53	0.43
合计							100	100

3) 牙根一级坝址段

牙根一级坝址江段，该江段河道深切，水流湍急，底质多为大型砾石，采集到渔获物仍以裂腹鱼为主，同时，高原鳅在数量上也占据一定比例。调查到的渔获物中，四川裂腹鱼在数量占比最高，长丝裂腹鱼在重量上占比最高。

干流牙根一级坝址河段渔获物组成

表 4.7-37

种类	全长 (cm)		体长 (cm)		体重 (g)		百分比 (%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	尾数	重量
四川裂腹鱼	6.3-40.0	12.0	5.0-34.0	9.9	1.5-672.8	50.0	33.54	36.66
长丝裂腹鱼	8.1-40.0	17.0	6.7-33.0	13.9	4.1-454.0	66.6	28.57	41.61
梭形高原鳅	10.2-17.8	13.9	9.0-15.5	12.1	6.0-29.0	14.8	13.66	4.44
短尾高原鳅	8.5-12.3	10.7	7.0-10.6	9.0	3.0-11.4	6.9	12.42	1.86
短须裂腹鱼	6.0-27.0	16.5	5.0-22.0	13.5	2.0-116.9	53.3	8.70	10.13
软刺裸裂尻鱼	8.4-6.5	7.4	7.2-5.4	6.0	3.5-1.5	2.0	1.24	0.05
厚唇裸重唇鱼	34.5-31.6	32.0	28.9-25.9	27.0	195.4-186.5	192.5	1.24	5.23
西昌华吸鳅	5.9	5.9	5	5	1.4	1.4	0.62	0.02
合计							100.0	100.0

4) 牙根一级坝下、雅江县城以上保留河段

牙根一级坝下江段通过雅江县城，该江段较顺直，县城江段采取了水泥护堤工程，底质多为卵石、大型砾石，使用渔具为地笼，采集到了鱼类4种。调查到的渔获物中，短须裂腹鱼在数量和重量上占比均最高。

干流牙根一级坝下河段渔获物组成

表 4.7-38

种类	全长 (cm)		体长 (cm)		体重 (g)		百分比 (%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	尾数	重量
短须裂腹鱼	14.5-35.0	25.2	12.0-28.0	20.5	23.5-337.1	145.1	53.73	50.05
长丝裂腹鱼	18.2-40.0	28.9	14.5-33.5	23.7	51.1-595.8	257.4	29.85	49.32
梭形高原鳅	7.0-9.5	8.1	6.0-8.5	7.2	2.0-5.0	3.4	14.93	0.33
黄石爬鮡	18.0	18.0	16.2	16.2	31.6	31.6	1.49	0.30
合计							100.0	100.0

5) 保留河段以下江段

保留河段以下江段河道深切，呈“V”型，江段较顺直，底质多为基岩、大型砾石、卵石，使用渔具为流刺网、地笼，采集到了鱼类6种。调查到的渔获物中，软刺裸裂尻鱼在数量占比最高，长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼在重量上占比较高。

干流保留河段以下江段渔获物组成

表 4.7-39

种类	全长 (cm)		体长 (cm)		体重 (g)		百分比 (%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	尾数	重量
软刺裸裂尻鱼	11.3-20.2	15.1	9.4-17.0	12.6	12.8-65.1	31.2	28.57	5.24
短须裂腹鱼	7.4-40.5	21.3	5.9-33.5	17.3	3.1-546.2	165.4	26.19	25.45
长丝裂腹鱼	8.5-45.2	33.1	6.9-37.6	27.0	5.5-916.6	442.8	23.81	61.92
斯氏高原鳅	9.3-11.6	10.0	7.9-10.0	8.7	4.6-12.1	6.6	11.90	0.46
厚唇裸重唇鱼	15.0-16.9	16.0	12.4-13.9	13.3	25.6-33.8	30.1	7.14	1.26
四川裂腹鱼	35.7	35.7	29.3	29.3	405.2	405.2	2.38	5.67
合计							100.00	100.00

6) 合计

雅砻江干流调查河段河道呈“V”字型，河道较顺直，水流湍急，浅滩、心滩偶有分布，底质多为大型砾石，坡岸基本呈自然形态，仅雅江县城河段人居集中，河道两岸有砖石堤岸防护。该河段由于宗教信仰，基本没有当地的专业渔民，没有真正的渔业生产存在。2021年两次调查采集到渔获物以3种裂腹鱼为主，即长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼，这三种渔获在数量上占70.51%，重量上占92.50%；其次为2种高原鳅，即

梭形高原鳅、斯氏高原鳅，这三种渔获在数量上占14.34%，重量上占0.88%；其他种类资源量较少，特别是石爬鮡和华吸鳅属偶见。由于裂腹鱼类个体较大，平均体重在120g以上，其重量上所占比例显著高于高原鳅类。总体上，调查河段渔获物组成以裂腹鱼亚科鱼类为主，其次是条鳅亚科鱼类，渔获物种类组成较简单，具有青藏高原山区河流鱼类组成的特点。对比以上各段历史调查资料，周围人居逐渐增加，水环境污染压力增大；同时随着外来人口的加入，对鱼类资源的捕捞行为出现；上下游对水资源的开发利用，也对水生态系统带来了胁迫。各种影响因素的累积、叠加，使得该河段鱼类资源个体小型化趋势呈现，资源量较历史调查呈下降的态势。

雅砻江干流调查河段渔获物组成合计

表 4.7-40

种类	全长 (cm)		体长 (cm)		体重 (g)		百分比 (%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	尾数	重量
长丝裂腹鱼	8.1-45.2	26.4	6.7-37.6	21.8	4.1-916.6	261.7	27.09	49.21
短须裂腹鱼	6.0-42.0	23.2	5.0-36.0	19.0	2.0-702.0	151.8	26.29	27.70
四川裂腹鱼	6.3-41.0	18.5	5.0-34.5	15.3	1.5-690.0	131.1	17.13	15.59
梭形高原鳅	7.0-17.8	12.1	6.0-15.5	10.6	2.0-29.0	11.2	7.17	0.56
斯氏高原鳅	7.1-13.2	9.5	6.1-11.5	8.3	3.0-13.0	6.3	7.17	0.32
软刺裸裂尻鱼	7.4-20.2	14.9	6.0-17.0	12.4	2.0-65.1	30.8	5.98	1.28
短尾高原鳅	8.5-12.3	10.7	7.0-10.6	9.0	3.0-11.4	6.9	3.98	0.19
重唇裸重唇鱼	15.0-37.0	28.0	12.4-32.0	23.9	25.6-335.0	192.3	3.19	4.26
青石爬鮡	20.0-24.0	22.0	18.3-21.0	19.9	68.0-152.0	97.3	1.20	0.81
黄石爬鮡	18.0	18.0	16.2	16.2	31.6	31.6	0.40	0.08
西昌华吸鳅	5.9	5.9	5	5	1.4	1.4	0.40	0.01
合计							100.0	100.0

(2) 支流河段

1) 苦乐沟

现场渔获物共调查到鱼类2种，种类组成较单一，其组成以裸裂尻鱼占绝对优势。渔获物组成按照数量比例依次为软刺裸裂尻鱼、梭形高原鳅。软刺裸裂尻鱼为该江段最主要的渔获对象，在该江段渔获物中数量比例达83.3%，重量比例达92.2%。

苦乐沟主要渔获物组成中，软刺裸裂尻鱼平均体长7.6cm，体长范围3.0-14.0cm；平均体重11.8g，体重范围0.5-38.0g。梭形高原鳅平均体长6.5cm，体长范围2.5-9.2cm；平均体重5.0g，体重范围0.5-6.0g。

支流苦乐沟河段渔获物组成

表 4.7-41

种类	全长 (cm)		体长 (cm)		体重 (g)		百分比 (%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	尾数	重量
软刺裸裂尻鱼	3.5-17.0	9.1	3.0-14.0	7.6	0.5-38.0	11.8	83.3	92.2
梭形高原鳅	2.9-10.3	7.3	2.5-9.2	6.5	0.5-6.0	5.0	16.7	7.8
合计							100.0	100.0

2) 卧龙寺沟

共调查到鱼类5种, 种类组成较单一, 其组成以软刺裸裂尻鱼占绝对优势, 为河段最主要的渔获对象, 在该河段渔获物中重量占比达82.83%, 数量占比达67.32%。

主要渔获物组成中, 软刺裸裂尻鱼平均体长10.6cm, 体长范围4.0-19.0cm; 平均体重18.2g, 体重范围0.9-71.0g。斯氏高原鳅平均体长9.7cm, 体长范围6.0-13.5cm; 平均体重7.9g, 体重范围2.0-19.0g。梭形高原鳅平均体长9.5cm, 体长范围5.3-14.0cm; 平均体重7.2g, 体重范围1.0-21.7g。

支流卧龙寺沟河段渔获物组成

表 4.7-42

种类	全长 (cm)		体长 (cm)		体重 (g)		百分比 (%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	尾数	重量
软刺裸裂尻鱼	4.7-22.5	12.6	4.0-19.0	10.6	0.9-71.0	18.2	67.3	82.8
斯氏高原鳅	7.0-15.5	11.2	6.0-13.5	9.7	2.0-19.0	7.9	18.3	9.8
梭形高原鳅	6.0-15.3	10.9	5.3-14.0	9.5	1.0-21.7	7.2	11.7	5.7
拟细尾高原鳅	10.5-14.5	11.9	9.0-12.5	10.2	6.4-16.9	9.4	1.9	1.2
泥鳅	11.5-13.0	12.3	10.0-11.5	10.8	7.0-10.0	8.5	0.8	0.5
合计							100.0	100.0

4.7.4.7 主要鱼类生物学特征

(1) 短须裂腹鱼



短须裂腹鱼体呈长纺锤形, 侧扁。全身被细鳞, 峡部后的胸部具明显的鳞片, 侧线完全, 肛门至臀鳍两侧各有一列大型臀鳞。头钝圆, 锥状, 吻长短于眼后头长。前后鼻

孔紧相邻，前鼻孔在鼻瓣中。眼较大，侧上位。口下位，横裂或呈弧形。下颌前缘具锐利角质边缘。下唇后缘游离，内凹呈弧形，表面具乳突。唇后沟连续。须2对，均很短，其长度短于眼径的 $1/2 \sim 2/3$ 。背鳍外缘内凹。末根不分枝鳍条硬，其后缘每侧具13~20枚锯齿。背吻距大于背尾距。腹鳍起点在背鳍起点之后。胸鳍末端超过胸、腹鳍起点距的中点。腹鳍基具腋鳞，腹鳍末端不达肛门。肛门靠近臀鳍起点。臀鳍末端后伸不达尾鳍基部。尾鳍叉形。下叶稍比上叶长。鳔2室，后室长度是前室的2.5倍左右。肠盘曲，为体长的3~5倍左右。腹膜黑色。

体侧和背部金黄色或银灰色，有或无黑色斑点；腹部白色。尾鳍、胸鳍、腹鳍和臀鳍橘红色或灰色，无斑点。

为冷水性鱼类，栖息于较湍急的江、河中下层，以水生无脊椎动物和藻类为食。繁殖期在不同江段有明显差异，如在攀枝花市其繁殖期为12~3月，2月为产卵盛期；而在金沙江的石渠段其繁殖期为5~6月。本调查河段走访其繁殖期在3~5月。繁殖期，雄鱼吻部具颗粒状珠星，雌鱼无珠星。在水深25~55cm的流水滩上产沉性卵，受精卵弱粘性。

在四川境内分布于金沙江、雅砻江、理塘河、水洛河等。目前在调查河段为优势种群，为主要经济鱼类之一。

(2) 长丝裂腹鱼



长丝裂腹鱼体呈长纺锤形，侧扁，全身被细鳞，峡部后的胸部有明显的鳞片，侧线完全，肛门至臀鳍两侧各有一列大型臀鳞。头钝，圆锥状，吻长短于眼后头长。前后鼻孔紧相邻，前鼻孔在鼻瓣中。眼较大，侧上位。口下位，横裂（大个体）或呈弧形（小个体）。下颌前缘具锐利角质边缘。下唇后缘游离，内凹呈弧形，表面具乳突。唇后沟连续。须2对，均长；吻须后伸达眼球中部或眼后缘垂下方，口角须后伸达眼后缘或前鳃盖骨（个别大个体吻须后伸仅达眼前缘下方，口角须后伸仅达眼中部垂下方）。背鳍外缘内凹。末根不分枝鳍条壮且硬，其后缘每侧具12~20枚锯齿。背吻距大于背尾距。腹鳍起点在背鳍起点之后。胸鳍末端超过胸、腹鳍起点距的中点。腹鳍基具腋鳞，腹鳍末

端不达肛门。肛门靠近臀鳍起点。臀鳍末端后伸不达尾鳍基部。尾鳍叉形。下叶稍比上叶长。鳔2室，后室长度是前室的2倍左右。肠盘曲，为体长的3倍左右。腹膜黑色。体侧和背部银灰色或蓝灰色，腹部白色。尾鳍、胸鳍、腹鳍和臀鳍橘红色，无斑点。

为冷水性鱼类，栖息于较湍急的江、河中下层，以水生无脊椎动物和藻类为食。繁殖期3~5月，有溯流产卵习性，产沉性卵，受精卵微粘性。繁殖期，雄鱼吻部具颗粒状珠星，雌鱼无珠星。在江河深水处或岩洞中越冬。

在四川境内分布于金沙江、雅砻江等。目前在调查河段种群数量较大，为优势种群，为主要经济鱼类之一。

(3) 四川裂腹鱼



四川裂腹鱼体呈纺锤形，侧扁。全身被细鳞，峡部后的胸部鳞片明显，侧线完全，肛门至臀鳍两侧各有16~21枚臀鳞。头钝圆锥状，吻长短于眼后头长。前后鼻孔紧相邻，前鼻孔在鼻瓣中；鼻孔距眼前缘较距吻端近。眼较大，侧上位。口下位，呈弧形。下颌前缘无锐利角质边缘。下唇发达，小个体中间叶明显，大个体中间叶被左、右两侧叶掩盖；唇面有皱褶，无乳突；唇后沟连续。须2对，等长或口角须长于吻须，须长为眼径的1.8~2.5倍，吻须后伸达眼前缘乃至眼后缘垂下方，口角须后伸达眼后缘垂下方乃至鳃盖骨。背鳍外缘稍内凹。末根不分支鳍条强壮且硬，其后缘具17~24枚强锯齿。背吻距稍大于背尾距。腹鳍起点在背鳍起点之后。胸鳍末端超过胸腹鳍起点距的中点。腹鳍基具腋鳞，腹鳍末端不达门。肛门靠近臀鳍起点。臀鳍末端后伸不达尾鳍基部。尾鳍叉形，上下叶约等长，末端钝。鳔2室，后室长于前室。肠盘曲，为体长的1.5~2倍左右。腹膜黑色。体侧和背部浅灰蓝色、银灰色或灰棕色，腹部白色。尾鳍、胸鳍、腹鳍和臀鳍浅桔红色或棕红色，无斑点。

冷水性鱼类。栖息于较湍急的江、河中下层，以水生无脊椎动物和藻类为食。繁殖期3~6月，雄鱼有筑巢习性，沉性卵，受精卵粘性弱。繁殖期，雄鱼吻部具颗粒状珠星，雌鱼无。

在四川境内分布于金沙江干、支流和雅砻江干、支流。调查河段种群数量较多，为常见种，主要经济鱼类之一。

(4) 厚唇裸重唇鱼



厚唇裸重唇鱼体呈圆筒形，尾柄细圆。除肩部有2~4行不规则的鳞片和肛门至臀鳍两侧各有一列臀鳞外，全身裸露无鳞，侧线完全。头钝，圆锥状，吻长短于眼后头长。前后鼻孔紧相邻，前鼻孔在鼻瓣中；鼻孔靠近眼前缘。眼侧上位。口下位，呈马蹄形。下颌前缘无锐利角质边缘。下唇发达，分左、右叶，中间有一皮膜将唇后沟隔开，唇面有皱纹。有1对较粗短的口角须。背鳍外缘平截。末根不分枝鳍条较软，后缘无锯齿。背吻距小于背尾距。腹鳍起点与背鳍的第6~8根分枝鳍条相对。胸鳍末端超过胸、腹鳍起点距的中点。腹鳍基具腋鳞，腹鳍末端不达肛门。肛门紧靠臀鳍起点。臀鳍末端后伸达尾鳍基部。尾鳍叉形，上、下叶约等长。鳔2室，后室为前室的2~2.5倍。肠较短，约为体长的1.5倍左右。腹膜黑色。体侧和背部黄褐色，且均匀分布有黑褐色斑点；腹部白色。各鳍灰黄色，有黑褐色斑点。

为冷水性鱼类。多栖息于宽谷江河及湖泊中。以水生无脊椎动物和藻类为食。繁殖期5~7月，有溯流产卵习性。产沉性卵，受精卵在流速较小、水质清澈的河底沙砾间孵化。雄鱼臀鳍宽长，略呈长方形；雌鱼臀鳍较短小，呈三角形。繁殖期，雄鱼臀鳍具颗粒状珠星，雌鱼无。

在四川境内分布于黄河和雅砻江上中游干、支流及附属湖泊中。调查河段种群数量较少，为少见种。

(5) 软刺裸裂尻鱼



体约呈长筒形，侧扁。全身几乎裸露无鳞，仅在肩部有几行不规则的鳞片；臀鳞每侧有17~26枚，行列前端达到腹鳍基后缘或仅达臀鳍起点到腹鳍基后缘距的1/2处。侧线完全。头钝圆锥状，吻长短于眼后头长。鼻靠近眼前缘。眼侧上位。口下位，为略带弧形的横裂状。下颌前缘角质发达，边缘锐利。下唇狭窄，唇后沟中断。无须。背鳍末根不分支鳍条硬或较硬，后缘有明显的锯齿。背吻距小于背尾距。腹鳍起点于背鳍第4~5根分枝鳍条基部相对。胸鳍末端超过胸腹鳍起点距的中点。腹鳍基具腋鳞，腹鳍末端不达门。肛门靠近臀鳍起点。臀鳍末端后伸接近或达到尾鳍基部。尾鳍叉形。上、下叶约等长。鳔2室，后室长度是前室的2.5倍左右。肠盘曲，为体长的2倍左右。背和体侧青灰或黄灰色，有或无黑色小点和斑纹；腹部白色；各鳍灰黄色，有或无黑色斑点。

冷水性鱼类。栖息于高原河流和湖泊中，以藻类和水生无脊椎动物为食。繁殖期8~9月，有溯流产卵的习性，产沉性卵。雄鱼臀鳍较宽，末端圆；雌鱼臀鳍较窄，末端较尖。繁殖期，雄鱼头部、体侧、臀鳍上有颗粒状珠星，雌鱼无。

在四川境内分布于金沙江和雅砻江中、上游的干、支流及湖泊中。调查河段干支流均有分布，但主要以支流河段种群数量较大，为支流的优势种群，而干流段较少。

(6) 西昌华吸鳅



体前段宽，平扁，后段侧扁，背缘呈弧形隆起，腹面平坦。鳃裂较宽，下端延伸到头部腹面。体被细鳞，头部及偶鳍基部的背侧面和胸鳍腋部至腹鳍起点间的体侧以及腹鳍基部之前的腹面无鳞。侧线完全，在体侧中部较平直的延伸到尾鳍基部。头低平。吻端钝圆，边缘薄；吻长大于眼后头长，眼后头长小于头长的1/3。口下位，较小，呈弧形。吻端与上唇之间具较深的吻沟，延伸到口角。吻沟前的吻褶分3叶，叶端圆钝，中叶较大。吻褶叶间具2对小吻须，约等长。口角须2对，内侧1对短小。唇较薄，上唇具8~10个明显的乳突，排成1排；下唇也具乳突。上下唇在口角处相连。下颌前缘外露，表面具放射状的沟和脊。鼻孔较小，具发达的鼻瓣。眼较大，侧上位。眼间隔宽阔，平坦。背吻距稍小于背尾距。偶鳍宽大平展，具发达的肉质鳍柄。胸鳍起点位于眼前缘的垂下方，其末端超过腹鳍起点。鳃盖后缘与胸鳍的4~5不分枝鳍条基部相对。背鳍起点与腹鳍的2~3不分枝鳍条基部相对。左右腹鳍联合成吸盘状，后缘无缺刻，末端不达肛门。肛门靠近臀鳍起点。臀鳍前缘不分枝鳍条为较细弱的扁平硬刺，末端压倒后不达尾鳍基部。尾鳍凹形。体背和体侧灰黄色或灰褐色，背部有5~8个褐色的团状斑块。体侧和偶鳍的肉质鳍柄上均有褐色斑纹。背鳍和尾鳍上有成行的褐斑纹。

底栖鱼类，栖息于水流较湍急的河流砾石滩上，游动敏捷。主要摄食藻类，也食摇蚊幼虫等水生无脊椎动物。繁殖期3~6月，在急流石滩上产沉性卵，受精卵具粘性。雄鱼体较细长，繁殖季节吻部和鳃盖上有追星，腹鳍后缘至臀鳍起点间距较长。雌鱼体较粗短，繁殖季节吻部和鳃盖上无追星，腹鳍后缘至臀鳍起点间距较短。

四川省内分布于雅砻江下游干流及其支流懿鱼河、藤桥河、安宁河，青衣江和赤水河。本次调查河段资源量极少，为偶见种。

(7) 黄石爬鮡



黄石爬鮡体较粗壮，背鳍前扁平，其后渐侧扁，背缘微隆起。无鳞，体表有细小的疣状粒。侧线完全，平直。头扁平。鳃膜与峡部相连。吻圆钝。前后鼻孔相距近，前鼻孔位于鼻须前缘，后鼻孔位于鼻须后缘。眼小，背侧位，眼间距较宽。口下位，横裂。

唇厚，其上有很多乳突。上颌长于下颌。上颌齿带两侧端向后延伸，呈弧形，向后延伸部较长；齿带中央有一节痕，两侧各有一节痕（小个体两侧节痕不明显）。下颌齿带分为两块。无腭齿。唇后沟中断。须 4 对；鼻须基部宽扁，后伸可达眼后缘；颌须基部有宽的皮膜，末端延长成须状，后伸达到或超过鳃孔上角；外侧须须后伸末端达胸鳍起。背鳍外缘平截，无硬刺。背吻距大于背鳍起点至脂鳍起点距。脂鳍较高、长，后缘游离。胸鳍无硬刺，其末端不达腹鳍起点。腹鳍末端不达臀鳍起点。腹鳍起点至臀鳍起点距小于腹鳍起点至鳃孔下角距。肛门距腹鳍基后缘较距臀鳍起点稍近。尾鳍平截。体背和体侧灰黄色或绿灰褐色，腹部浅肉色。各鳍灰黄色或灰绿色，尾鳍上有2个黄色斑。

为冷水性鱼类。栖息于江河、溪流底层，肉食性。常生活在多砾石急流河滩处，用平坦的胸、腹部与特化的胸部和偶鳍条协作，附粘在石上，以克服水流冲击，有效地稳定其身体。一般在5~7月繁殖，一次产卵类型。通常在湾沱中的岩石缝或岩腔中产卵，整体产出包括所有卵粒的椭圆形卵块，卵粒之间紧密地粘连在一起，但卵块无粘性。吸水后，卵球晶莹剔透，有弹性，卵径达7~8mm。属沉性卵，卵块可随水飘流，遇静水则沉于水底。繁殖期，雄鱼肛门后有发达的生殖突，雌鱼生殖突不明显。

四川境内分布于金沙江、雅砻江、大渡河、青衣江、岷江、沱江和涪江上游。省外青海也有分布。在调查河段种群数量稀少，偶见种。

(8) 青石爬鮡



青石爬鮡体长，背鳍前扁平，其后渐侧扁。无鳞，体表有细小的疣状粒。侧线完全，平直。头扁平。鳃膜与峡部相连。吻圆钝。前后鼻孔相距近，前鼻孔位于鼻须前缘，后鼻孔位于鼻须后缘。眼小，背侧位，眼间距较宽。口下位，横裂。唇厚，其上有很多乳突。上颌长于下颌。上颌齿带两侧端向后延伸，呈弧形，向后延伸部较短；齿带中央有一节痕，两侧各有一节痕（小个体两侧节痕不明显）。下颌齿带分为两块。无腭齿。唇后沟中断。须4对；鼻须基部宽扁，后伸达眼前缘；颌须基部有宽的皮膜，末端稍延长，

为一小尖，后伸远不达鳃孔上角；外侧须后伸末端可达胸鳍起点。背鳍外缘平截，无硬刺。背吻距大于或等于背鳍起点至脂鳍起点距。脂鳍较高、长，后缘游离。胸鳍无硬刺，其末端达到或不达腹鳍起点。腹鳍末端超过肛门，不达臀鳍起点。腹鳍起点至臀鳍起点的距离大于腹鳍起点至鳃孔下角的距离。肛门约位于腹鳍基后缘至臀鳍起点的中点。尾鳍平截。体背和体侧黄褐色或青灰色，腹部浅肉色。各鳍灰色，尾鳍上有黄色斑。

为冷水性鱼。栖息于江、河、山溪底层，喜流水。肉食性鱼类。繁殖期5~7月，产粘性卵。繁殖期，雄鱼肛门后有发达的生殖突，雌鱼生殖突不明显。

四川境内分布于雅砻江、安宁河、大渡河、青衣江、岷江、马边河、沱江和涪江上游。调查河段种群数量较小，少见种。

(9) 戴氏山鳅

体条形，前段圆筒形，后段侧扁。无鳞，侧线完全。头较平扁，宽大于高，颊部稍鼓出。吻长等于或稍短于眼后头长。眼小，侧上位。鼻孔在眼前方，前鼻孔在鼻瓣中，前后鼻孔紧相邻。口下位，唇面光滑或有浅皱褶，下唇中部有一V形缺刻。上颌中部有一齿状突起，下颌匙状。须3对，外吻须后伸达眼前缘下方，口角须后伸达到或超过眼后缘的垂下方。鳃膜与峡部相连。背吻距大于背尾距。背鳍末根不分枝鳍条软，背鳍外缘平截。胸鳍圆形，末端达到或超过胸、腹鳍起点距的中点。腹鳍起点在背鳍起点之前，后伸不达肛门。肛门距臀鳍起点近。臀鳍小，后伸不达尾鳍基部。尾鳍后缘深凹入，上、下叶等长。鳔前室分为两侧室，包于骨质囊内，无游离膜质鳔。胃呈“U”字形，肠粗短，直通肛门。随栖息环境不同，体色和斑纹形态变化较大，有的个体斑纹不明显。

栖息在水流较急、水质清澈、石砾底的山区河流中。食物主要是水生无脊椎动物，也食藻类和植物碎屑。繁殖期4~7月，产沉性卵，受精卵弱粘性。

四川境内分布于长江干流、金沙江、雅砻江和大渡河中下游、青衣江、岷江、涪江和嘉陵江上游。本项目未采集到样本，为记录种。

4.7.4.8 鱼类资源综合分析

调查水域鱼类组成较简单，共分布有鱼类14种，分属2目4科8属。其中鳅科6种，裂腹鱼亚科鱼类6种，鲴科2种，属典型的青藏高原鱼类区系。调查河段鱼类对高原高寒生境具有强的适应性，这些鱼类生长发育缓慢、性成熟晚、繁殖力低，对外部环境较敏感。因当地藏族同胞禁止捕捞鱼类，鱼类资源基本处于自然状况。

调查河段雅砻江干流渔获物以3种裂腹鱼为主，即长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂

腹鱼，这三种渔获在数量上占比超过70%，重量占比更是超过90%；其次主要为3种高原鳅，即梭形高原鳅、斯氏高原鳅、短尾高原鳅。调查河段主要支流鱼类组成均以软刺裸裂尻鱼占绝对优势，数量占比在55.6%~83.3%之间，重量占比在61.9%~92.2%之间；其次为高原鳅，泥鳅、青石爬鮡偶见，其鱼类组成较干流单一。总体上，调查河段渔获物组成以裂腹鱼亚科鱼类为主，其次是条鳅亚科鱼类，渔获物种类组成较简单，具有青藏高原山区河流鱼类组成的特点。

4.8 陆生生态

为了解工程所在区域陆生生态现状，我公司委托成都金玉垒环保科技有限公司于2021年4~7月、2022年5月对牙根一级水电站评价范围内的陆生生态进行了专题调查。

4.8.1 调查范围

工程所在区域地处雅砻江中游峡谷，河谷生态特征明显。根据工程特点，确定本工程陆生生态评价范围为：牙根一级水电站库尾~坝址下游1000m(包含整个施工区)第一层岭脊线以内的陆域范围，总面积44.418km²，海拔范围为2560-3756m。重点评价范围为水库淹没区、施工占地区、移民安置与专项设施复建区等。

4.8.2 调查内容

4.8.2.1 植物调查

主要调查植物物种组成，调查保护植物、关键种、土著种、建群种，以及天然的重要经济物种等，明确其分布特征、生长环境，重点调查建筑物、公路、永久及临时占地区域内植物情况，以及是否有国家重点保护野生植物，并调查重点保护野生植物数量和分布情况；调查评价区域内可能存在的重点名木、大树、古树等，并确定其保护范围，如对名木古树造成影响的，提出明确的保护措施。植物多样性的调查以种子植物和蕨类植物为主。

4.8.2.2 植被调查

查阅国内外学者对植物植被类型的划分方法及要求，调查评价区域内群落结构，并划分植被类型（具体到群系优势种、植被覆盖率），主要植被群系的群落结构、主要植被类型的生物量和生产力以及景观生态结构和特点，对于牙根一级电站调查区域内的维管束植物列出包含其生活习性等相关信息的详细清单。调查样地根据植被的类型情况，

并结合工程的特点进行。在数字地形图基础上绘制的样方布置图、植被类型图等展现植被总体情况。

4.8.2.3 动物调查

结合资料的查阅及现场走访、调查等方式，调查评价区域内陆生动物的分布种类及数量，调查评价区域内已有动物的空间活动范围，重点调查评价区域内是否有国家重点保护野生动物等，并调查数量和分布情况以及栖息地。重点调查永久占地区动物的情况，分析水电站的建设对占地区物种种群密度的变化情况，牙根一级电站以河岸为主要调查范围，重点分析两栖动物的变化情况，分析动物的生境变化等。

4.8.3 调查样线

牙根一级水电站工程布置主要沿雅砻江干流两岸布置，调查样线沿雅砻江设置。由于评价河段雅砻江两岸地势陡峭，河谷两侧少有直接到达雅砻江两岸第一重山脊的道路，因此本次评价调查支线较少，在各工区设置了1-2条调查支线，使调查尽量覆盖评价区全部生境类型及电站坝址、库区、库尾等主要占地区域。根据评价区的生态环境状况及道路通达性。牙根一级水电站陆生生态调查共设置调查样线9条，其中水平样线4条，垂直调查样线5条，牙根一级水电站陆生生态调查线路见附图8。评价区内样线布设情况如下：

(1) 水平样线

本项目调查的水平样线主要沿雅砻江干流设置。雅砻江右岸的水平样线从南至北沿江贯穿整个评价区，通过桥梁过江至雅砻江右岸的左下沟工区、章给寨工区附近也沿江设置了水平样线进行调查，调查范围涵盖河谷上下游区域。

1) 雅砻江右岸（水平样线）：起于评价区南端（30°2'12.6"N，101°0'48.98"E，海拔2558m），沿雅砻江右岸新雅公路往北，过江后再雅砻江左岸左下沟工区结束（30°10'14.946"N，101°1'58.93"E，海拔2763m），全长约23.18km。

2) 雅砻江左岸（水平样线）：起于脚泥堡村北侧（30°6'17.38"N，101°1'22.76"E，海拔2658m），沿桥梁至白孜村，然后沿乡道至基俄村，止于白玛营地下方（30°5'38.66"N，101°1'4.52"E，海拔2585m），全长约2.97km。

3) 雅砻江左岸（水平样线）：起于章给寨工区旁桥梁（30°5'6.12"N，101°0'24.45"E，海拔2560m），穿过章给寨工区往南，经过坝址区，止于1#施工机械停放场（30°3'50.01"N，101°0'46.42"E，海拔2590m），全长约3.43km。

4) 雅砻江左岸（水平样线）：起于章给寨工区旁桥梁（30°5'6.12"N，101°0'24.45"E，

海拔2560m)，沿章给寨工区东侧边缘调查，止于章给寨工区南侧（30°4′46.76″N，101°0′46.5″E，海拔2638m），全长约3.79km。

（2）垂直样线

1）左下沟工区（垂直样线）：起于左下沟工区北侧山脚（30°10′9.98″N，101°1′46.55″E，海拔2742m），沿山坡上山至山脊（30°10′35.22″N，101°1′38.44″E，海拔3376m），全长约0.98km。

2）白孜村（垂直样线）：起于白孜村（30°6′44.39″N，101°1′45.23″E，海拔2714m），沿山坡上山至评价区边界（30°7′0.29″N，101°1′39.87″E，海拔3056m），全长约0.56km。

3）脚泥堡村（垂直样线）：起于脚泥堡村山脚（30°6′15.82″N，101°2′13.31″E，海拔2609m），沿便道至山顶（30°6′11.87″N，101°1′28.15″E，海拔2747m），全长约2.33km。

4）章给寨工区（垂直样线）：起于章给寨村山脚（30°5′4.48″N，101°0′30.74″E，海拔2616m），沿乡道至山脊（30°5′7.94″N，101°0′45.59″E，海拔2869m），然后沿山脊下山至山脚（30°5′12.56″N，101°0′25.5″E，海拔2649m），全长约1.05km。

5）雅江县垃圾填埋场（垂直样线）：起于雅江县垃圾填埋场北侧山坡（30°4′31.62″N，101°0′1.5″E，海拔2934m），沿山坡往山脚调查，止于山脚旁公路（30°4′18.86″N，101°0′23.86″E，海拔2735m），全长约1.24km。

4.8.4 调查方法

4.8.4.1 植物多样性调查

（1）野外调查

首先通过卫片图，查看牙根一级电站评价范围内植被类型、道路等基础设施情况，为现场植物多样性调查做好准备。进场后，使用无人机对整个评价区域进行整体摸查，重点摸查评价区域整体植被类型情况、道路情况、及地形变化等为样方调查提供方向。结合区域海拔，坡向等情况调查分析该区域植物种类的大致情况。结合无人机摸查情况，以及历史资料、卫星图像资料，收集整理必要的信息数据，根据现有植被分布情况，植物生长情况等，利用现有道路的分布设置调查样线，沿着样线随机设置样方，样方的设置采取典型抽样法；在样方上记录植物种类、分布海拔、数量、生境等相关信息。

植物多样性调查采用样方法进行调查。森林样地中，设置1个20m×20m的乔木群落调查样方，样方内沿着对角线设置8个面积为5m×5m样方，作为乔木和灌木的基本观测单元，首先记录乔木层郁闭度、树种的组成以及株数，并记录树高大于3m的树的高和胸

径, 根据需要采集植物样品, 并拍照记录, 调查记录灌木的种类组成、盖度、高度、冠幅等; 在20m×20 m样方内沿着对角线设置3个面积为1m×1m样方, 调查记录草本的种类组成、株数、盖度和高度等, 采集每个草本植株样。在灌丛样地中, 设置1个5m×5m样方, 调查记录灌木的种类组成、盖度、高度、冠幅等; 在5m×5 m样方中随机设置1个面积为1m×1m样方, 调查记录草本的种类组成、株数、盖度和高度等, 采集每个草本植株样。同时利用GPS、罗盘等测定、记录样方的经纬度、坡度、坡向等地理信息, 拍摄样地群落结构和外面照片。如发现国家重点保护野生植物, 进行GPS精准定位, 并做好标记, 通知相关部门及施工建设单位, 做好保护措施。

(2) 植物鉴定

植物多样性调查限于维管束植物, 重点是种子植物。在陆生评价调查范围内不同区域的植被类型设置样方, 在调查中以现场鉴定植物为主, 并记录下植物的科、属、种名及其生境特征。对鉴定有困难的物种进行拍摄照片、记录物种的形态学特征、物候等方式, 后期进行准确鉴定。

搜集有关该区域的植物资料和相关研究报告等文献资料, 结合野外调查, 编汇形成牙根一级水电站植物多样性目录表, 同时按照《中国种子植物属的分布区类型》分形评价区内植物区系特征。

4.8.4.2 植被类型调查及划分

按照《中国植被》分类系统, 参考《中国植被》的划分方法对牙根一级水电站评价范围内的植被类型进行划分, 主要将其划分为植被型组、植被型、植被亚型、群系等多级分类系列。分类的主要依据是植被的种类组成、数量、结构、生活型及生态特点, 以优势种等生态位的重要性决定。将建群种生活型相近、群落的外貌形态相似的植物群落归为植被型组; 第二级为植被型, 将建群种生活型相同或近似, 对温度、水分条件生态关系一致的植物群落归为植被型; 第三级为植被亚型, 为植被型的辅助或补充单位, 在植被型内根据优势层片或指示层片的差异进一步划分亚型; 第四级为群系, 将建群种或共建群种相同的植物群落归为群系。

4.8.4.3 动物多样性调查

评价区域动物的野外研究方法主要包括野外观察和识别、动物野外采集和数量统计、样线法和样方进行调查。根据实地调查结果, 并结合资料查阅、检索和整理确定物种组成, 并最终形成牙根一级水电站野生动物名录。

(1) 两栖及爬行动物野外调查

两栖爬行动物多样性状况主要采用实地考察、并结合资料查阅的方法进行调查。

两栖类动物由于对潮湿的生境依赖性强，因此在野外实地考察时主要选取可能有两栖动物生存的环境进行调查，包括溪流、沟渠、耕地等，及其邻近区域，重点是河岸两侧，消落带地段；调查的方法主要是样点和样线调查。此外，咨询当地居民和与野生动物有关的林业管理人员等也是重要的补充手段。由于两栖动物多是夜行性，因此白天主要巡视可能有两栖动物生存的生境，并考察幼体或蝌蚪、卵的情况。两栖类和爬行类动物的样方根据实际情况设置采用10m×10m的样方，或2m×50m的样带。

爬行类动物由于已经基本摆脱对潮湿生境的依赖，因此其活动范围比较广泛，在草丛、灌丛、乱石堆、洞穴、水域等都可能见到它们的踪迹。在野外实地考察时主要选取上述可能有爬行动物生存的生境进行调查；调查的方法主要是样点调查。此外，访问当地居民也是必须的手段。由于爬行动物属外温动物，多喜爱温暖的时段活动，因此主要在白天巡视可能有两栖动物生存的生境。爬行动物重点调查永久占地区及临时占地区内的爬行动物的洞穴，以及水库淹没区内爬行动物的洞穴等。

(2) 兽类动物野外调查

兽类调查应用传统的野外动物调查方法。先进行资料收集，包括收集已经公开发表的和相关报告的未公开发表资料。对于大型野生动物的野外调查，白昼活动的动物采用直接计数法，对与易捕捉的小型动物，采用一次捕捉或多次捕捉法；通过相关指数转换法，用调查与动物数量相关的间接指标来估测动物的数量，如洞口计数法、巢穴计数法、粪便计数法、以及动物留下的足迹、标记、卧迹等；除了常规的样带法、样点法外，对于大中型兽类，辅助采用访问法，即对当地老乡和林业部门（局、站、点）工作人员进行访问，包括他们执法检查时查到的实物拍成的照片；对于鼠形动物，用铗夜法调查。

(3) 鸟类野外调查

鸟类的野外调查主要依靠生态习性，主要采用样带法（包括样方法）进行种类及数量调查。调查过程中在样带内徒步行走，观察记数所见鸟类种类、数量以及羽毛、鸟巢、叫声等痕迹，同时访问有关人士，并详细记录样带内的生境变化，通过全球卫星定位仪（GPS）测定其经纬度和海拔高度变化。根据区内地貌、海拔高度、植被类型等特点，将鸟类生境划为一定的生物地理—植被地带分析论证。确定物种组成、区系构成，对鸟类的数量等级采用路线统计法进行常规统计，一些未在调查中所见种则依据有关文献和

咨询专家进行判别。

4.8.4.4 景观类型调查及分析

景观生态环境调查主要是从大尺度上对评价区域进行调查分析。通过野外对景观要素的形状、大小、密度以及连接情况进行初步分析，利用遥感技术计算景观指数（破碎度指数、斑块形状指数、分离指数、多样性指数等），结合空间统计方法，采用空间分析、波谱分析等方法来描述景观在空间结构上的变化情况。景观格局的野外调查主要是结合地理信息系统的空间分布，现场核实、记录廊道、斑块的空间信息等。以野外GPS定点的植物群落生态学调查结果和野外实时勾绘了植被类型的地形图为基础，参考卫星遥感照片（2021年7月）解译结果，利用3S技术制作评价区的植被分布图。归并各类森林群落、灌丛群落、草地群落，制作出包含主要生态系统类型和斑块类型的景观生态体系分布图。

4.8.4.5 室内作业分析

(1) 数据整理

数据整理主要分为三部分：一是野外采集的动植物物种的分类与整理，主要是将野外调查的样方数据及相关信息资料录入Excel，并建立数据库，进行评价区域内生物量和生态系统生产力的计算等，开展工程评价区域维管植物科属种统计；二是空间数据库的建立，主要是根据吴征镒划分的中国种子植物科和属的分布型，对评价区域内植物所属的分布型进行分区和规化；三是保护动植物和重要野生资源物种的分布情况，主要是结合《国家重点保护野生植物名录》《国家重点保护野生动物名录》《中国植物志》《中国动物志》中保护动植物的种类及分布，结合已建立的数据库和空间数据确定保护动植物及重要野生资源物种的分布及生长和活动范围，为保护动植物和重要的物种保护创造便利条件。

(2) 图件编制方法

在充分搜集和利用现有研究成果、资料的基础上，利用遥感（RS）、全球定位系统（GPS）、地理信息系统（GIS）等技术手段进行数据采集；根据遥感解译结果，结合地形图进行现场调查、勘探与定位实测；并对资料、信息和数据进行汇总、整理、分析，完成生态制图。

4.8.5 土地利用现状

评价区总面积44.418km²，其中旱地2.202km²，占评价区总面积的4.96%；乔木林地

24.615 km² 占评价区总面积的55.42%；灌木林地12.229 km² 占评价区总面积的27.53%；工业用地0.389 km² 占评价区总面积的0.88%；农村宅基地1.507 km² 占评价区总面积的3.39%；河流3.476 km² 占评价区总面积的7.83%。

评价区土地利用类型一览表

表 4.8-1

类别名称	面积/km ²	比例%
旱地	2.202	4.96
水浇地	24.615	55.42
乔木林地	12.229	27.53
灌木林地	0.389	0.88
工业用地	1.507	3.39
农村宅基地	3.476	7.83
河流水面	44.418	100
合计	2.202	4.96

4.8.6 植被

4.8.6.1 分布特点

牙根一级水电站地处雅江县，按照“四川省植被分区”的区划系统，在植被区划上属于“Ⅱ川西高山山原峡谷针叶林地带——ⅡB川西山原针叶林、灌丛、草甸亚带——ⅡB1川西山原植被地区——ⅡB1（2）大雪山西坡南段植被小区”。根据该区域的生态背景情况，具有以下植被特点与分布规律：

(1) 基带植被为干旱河谷灌丛

牙根一级水电站位于雅砻江中游，属于干旱河谷地区，该区域属于干旱半干旱气候类型，由于地处青藏高原东南缘，具有盆地向高原过渡独特的地理和气候环境，河谷植被以羊蹄甲、白刺花、木蓝、蒿类、高山栎、须芒草、香茅、黄茅等为主，构成干旱河谷灌丛植被。

干旱河谷灌丛是以中生性耐旱植物为主的适应河谷气候的特殊灌丛植被，组成的种类多具适应旱生的形态特征：①多刺：如白刺花、扁核木与多种蔷薇等；②多毛：如毛蕊花、蒿属植物等；③小叶型：如川甘亚菊、小叶三点金等；④具挥发香味：荬属、芸香草、香茶菜等；⑤肉质型：景天属等；⑥具“假死现象”：如卷柏类植物等。

由于评价区基本坐落于干旱河谷底部，因此植被的水平分布差异不显著。



评价区干旱河谷灌丛旱生特征

(2) 垂直带谱

调查区域海拔范围在2560-3756m之间，海拔高差有限，植被具有一定垂直带谱，但并不完善，干旱河谷灌丛(基带)上接川滇高山栎林、高山松林，或以黄背栎和矮高山栎为主的栎类灌丛。

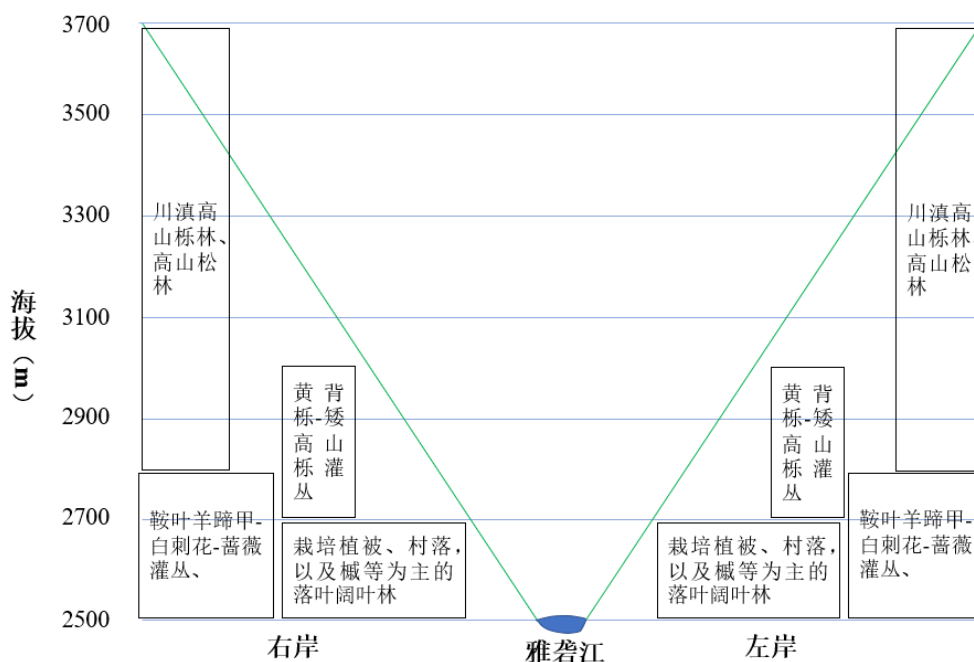
评价区植被分布格局情况表

表 4.8-2

序号	植被类型名称	分布范围(m)	建群种(优势种)
1	栽培植被	2500~2700	玉米、土豆、蔬菜、果树
2	鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛	2500~2800	鞍叶羊蹄甲、白刺花、蔷薇
3	槭等为主的落叶阔叶林	2500~2600	五裂槭、鸡桑
4	黄背栎-矮高山栎灌丛	2700~3000	黄背栎、矮高山栎
5	川滇高山栎林	2800~3700	川滇高山栎
6	高山松林	2800~3700	高山松



评价区植被垂直分布情况



牙根一级水电站坝址及周边区域植被垂直分布剖面图

(3) 水平分布规律

评价区经度和纬度跨越幅度均较小，区内水热条件受海拔垂直梯度影响较大，故评价区植被水平地带性分布特征相对不显著，同一水平梯度上植被型组如针叶林、阔叶林、灌丛等类型由垂直梯度上的水热条件决定，而具体的植被群系类型与自然演化和人为活动均有关系。如沿雅砻江河谷底部的水平梯度上以河谷灌丛、杂类草丛为主，这一梯度上的具体群落是槭树林、白刺花灌丛、羊蹄甲灌丛、蔷薇灌丛等，这些群系与植物群落的自然演替和人为干扰活动等有关系。

(4) 植被演替特征

调查区域属于川西亚高山地区，天然植被的顶级植物群落为典型的亚高山常绿针叶林，它们是该区域气候、土壤等生态条件下自然演替的顶级，是该区域山地垂直带谱上的“地带性”、“代表性”植被类型。但由于青藏高原的隆起、抬升、演化，剧烈的构造运动伴随着一系列的断裂发生，形成了深切河流及南北走向的横断山，加之南亚-东亚季风受横断山脉影响，在背风面的峡谷中形成“焚风”效应，导致河谷气候呈变干变暖趋势，从而使原来的亚高山常绿针叶林被能够耐受干旱和燥热干暖河谷的小叶、多毛、有刺的灌丛植被所代替，成为了调查区域山地生态系统底部河谷地段的“隐域性”植被类型。随着青藏高原继续抬升，这一区域干旱可能进一步加剧，干旱河谷区小叶、多毛、有刺的灌丛植被类型不会发生变化，且将维持较高水平的分布格局。

(5) 植被覆盖度

采样植被指数法估算评价区植被覆盖度，图示植被覆盖度空间分布特点，植被指数法主要是通过对遥感解译数据各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s)$$

式中：FVC为所计算像元的植被覆盖度；

NDVI为所计算像元的NDVI值；

NDVI_s为纯植物像元的NDVI值；

NDVI_v为完全无植被覆盖像元的NDVI值。

通过植被覆盖度计算，区域植被覆盖整体较好，主要为森林和灌丛。河谷地带（两侧）和村落附近主要为低植被覆盖区，主要受人类活动的影响。

4.8.6.2 植被类型

调查范围内植被类型的划分按照《中国植被》分类系统，参考《中国植被》的划分方法，进行植被类型的划分，包括植物型组、植被型、植被亚型和群系（相当于群落类型）四个层次。

按照这一分类原则，评价区域的自然植被可分为3个植被型组，5个植被型，5个植被亚型组和5个群系，以及农业植被。评价区域的具体植被分类表见下表。

植物群落调查结果统计表

表 4.8-3

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占用情况	
					占用面积 (hm ²)	比例 (%)
I针叶林	一、温性针叶林	（一）温性常绿针叶林	1.高山松林	在评价区斑块状分布，多分布在阳坡或半阳坡	12.32	1.00
II阔叶林	二、落叶阔叶林	（二）典型落叶阔叶林	2.五裂槭林	沿河岸零星小块分布	3.44	11.21
	三、硬叶常绿阔叶林	（三）山地硬叶栎类林	3.川滇高山栎林	与高山松林镶嵌分布，分布地多在山腰，近山顶的凹陷部分或漕沟地带	6.86	0.57
III灌丛	四、常绿阔叶灌丛	（四）典型常绿阔叶灌丛	4.黄背栎-矮高山栎灌丛	主要分布在阳坡或半阳坡，上接高山松林或川滇高山栎林	4.05	0.68
	五、落叶阔叶灌丛	（五）暖性落叶阔叶灌丛	5.鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛	主要沿河岸两侧山坡的下部分布，上接栎类灌丛	26.11	4.15
IV农业植被	经济作物：花椒、核桃、苹果、葡萄等 农作物：玉米、青稞、土豆、蔬菜等			沿河岸两侧村庄分布	67.84	22.89

(1) 高山松林 (From. *Pinus densata*)

高山松主要分布在海拔相对较高的区域，常呈现片状分布，多分布在阳坡或半阳坡，土壤多为山地棕壤和山地棕褐土，多以单一树种组成纯林，群落外貌呈现葱绿色，层次明显，结构简单，郁闭度0.4-0.7，林内明亮，树干挺直。高山松株高在15-25m之间，最高大于30m，胸径20-35cm，乔木层仅高山松一种，偶尔有少量其他树种渗入，伴生树种与生态环境有密切关系，在干燥向阳的地区，主要为川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)。

灌木层：盖度在20-50%之间，株高0.5-2m，灌木层的物种组成因坡向、坡度以及局部环境变换而有差异，在向阳干燥的地方灌木树种主要以川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)、矮高山栎 (*Quercus monimotricha*) 为主，伴生有少量锦鸡儿 (*Caragana* spp.) 等，在海拔较高的区域除川滇高山栎以外，还有各种杜鹃 (*Rhododendron* spp.)、金露梅 (*Potentilla fruticosa*) 等，在较为干燥的区域主要是栒子 (*Cotoneaster* spp.)、蔷薇 (*Rosa* spp.)、小檗 (*Berberis* spp.) 等物种。

草本层：盖度一般在20%以下，高度约10-20cm，种类较多，常见的主要有：细柄草 (*Capillipedium parviflorum*)、芸香草 (*Cymbopogon distans*)、须芒草 (*Andropogon yunnanensis*)、荩草 (*Arthraxon hispidus*)、四川嵩草 (*Kobresia setchwanensis*)、繁缕 (*Stellaria media*)、蒺藜 (*Tribulus terrester*)、银莲花 (*Anemone cathayensis*)、委陵菜 (*Potentilla chinensis*)、马鞭草 (*Verbena officinalis*)、筋骨草 (*Ajuga ciliata*)、水棘针 (*Amethystea caerulea*)、密花香薷 (*Elsholtzia densa*)、佩兰 (*Eupatorium fortunei*)、牛膝菊 (*Galinsoga parviflora*) 等。



高山松林

(2) 五裂槭林 (From. *Acer oliverianum*)

五裂槭林在评价区的分布范围较窄，主要在河岸两侧和村落周边。群落外貌绿色或

黄绿色，林冠参差不齐，郁闭度0.3-0.6，结构简单，一般只有乔木、灌木、草本三层。乔木层混生有山杨(*Populus davidiana*)、小叶杨(*Populus simonii*)、鸡桑(*Morus australis*)等物种。

灌木层：盖度在40-60%，高1.5-2m，主要有皱叶醉鱼草(*Buddleja crispa*)、大叶醉鱼草(*Buddleja davidii*)、细枝绣线菊(*Spiraea myrtilloides*)、鞍叶羊蹄甲(*Bauhinia brachycarpa*)、毛杭子梢(*Campylotropis hirtella*)等物种。

草本层：草本植物多生于透光处，盖度10-20%，主要种类有槲蕨(*Drynaria roosii*)、银粉背蕨(*Aleuritopteris argentea*)、细柄草(*Capillipedium parviflorum*)、矛叶荩草(*Arthraxon lanceolatus*)、垂穗鹅观草(*Roegneria nutans*)、双花堇菜(*Viola biflora*)等。



五裂槭林

(3) 川滇高山栎林 (From *Quercus aquifolioides*)

群落外貌黄绿色，呈波浪起伏，群落结构和种类成分简单，郁闭度0.4-0.8，川滇高山栎高15-25m，最高达到30m，胸径40-60cm，郁闭度较大的区域几乎无其他树种渗入，郁闭度较小的区域有桦木(*Betula*)、杨树(*Populus*)等树种出现。

灌木层：灌木随乔木层林冠郁闭度的大小而变化，郁闭度大，灌木稀少，生长不良，常不构成盖度，郁闭度小的灌木层盖度较大，常见的灌木植物有高山绣线菊(*Spiraea alpina*)、忍冬(*Lonicera* spp.)、蔷薇(*Rosa* spp.)、小檗(*Berberis* spp.)、杜鹃(*Rhododendron* spp.)等植物。

草本层：林内阴湿，枯枝落叶层分解不良，盖度达到90%以上，厚度约3-8cm，这些条件对于草本植物的生长和发育都极不利。因而林下草本植物稀少，盖度仅在5%左右，生活力也不强。常见的主要有：掌裂蟹甲草(*Parasenecio palmatisectus*)、川西小黄菊(*Pyrethrum tatsienense*)、林荫千里光(*Senecio nemorensis*)、细柄草(*Capillipedium parviflorum*)、芸香草(*Cymbopogon distans*)、糙野青茅(*Deyeuxia scabrescens*)、须芒

草(*Andropogon yunnanensis*)、川西蒲公英(*Taraxacum chionophilum*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、老芒麦(*Elymus sibiricus*)、羊茅(*Festuca ovina*)、川西黄鹌菜(*Youngia prattii*)、葎草(*Humulus scandens*)、荨麻(*Urtica fissa*)、尼泊尔酸模(*Rumex nepalensis*)等。



川滇高山栎林

(4) 黄背栎-矮高山栎灌丛 (From. *Quercus pannosa* & *Quercus monimotricha*)

黄背栎-矮高山栎灌丛主要分布在阳坡或半阳坡，灌丛生长密集，丛冠平整，盖度80-100%，灌木层常伴生有忍冬(*Lonicera* spp.)、蔷薇(*Rosa* spp.)、小檗(*Berberis* spp.)等，海拔较低靠河谷地段还伴生有鞍叶羊蹄甲(*Bauhinia brachycarpa*)、醉鱼草(*Buddleja* spp.)等。

草本层：盖度在40%左右，主要有羊茅(*Festuca ovina*)、委陵菜(*Potentilla chinensis*)、翻白草(*Potentilla discolor*)、草玉梅(*Anemone rivularis*)、野棉花(*Anemone vitifolia*)、尼泊尔老鹳草(*Geranium nepalense*)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)等。



黄背栎-矮高山栎灌丛

(5) 鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛 (From. *Bauhinia brachycarpa* & *Sophora davidii* & *Rosa* spp.)

该植被属于评价区的基带植被，不同地段群落种类组成有所差异，在阳坡，以白刺

花、羊蹄甲、蔷薇为优势种，各类植物的叶片较湿润地区的叶片小；在较湿润地区，该灌丛以羊蹄甲、蔷薇为优势种，白刺花出现概率减少，另有木帚栒子（*Cotoneaster dielsianus*）、西南杭子梢（*Campylotropis delavayi*）、毛杭子梢（*Campylotropis hirtella*）、平枝栒子（*Cotoneaster horizontalis*）、川西锦鸡儿（*Caragana erinacea*）、云南锦鸡儿（*Caragana franchetiana*）、水栒子（*Cotoneaster multiflorus*）、香薷（*Caryopteris odorata*）、黄荆（*Vitex negundo*）等。

草本主要有须芒草（*Andropogon yunnanensis*）、看麦娘（*Alopecurus aequalis*）、披碱草（*Elymu dahuricus*）、老芒麦（*Elymus sibiricus*）、黄茅（*Heteropogon contortus*）、乱子草（*Muhlenbergia hugelii*）、落芒草（*Oryzopsis munroi*）、白草（*Pennisetum centrasiaticum*）、狗尾草（*Setaria viridis*）、小柴胡（*Bupleurum tenue*）、独活（*Heracleum hemsleyanum*）、羊茅（*Festuca ovina*）、独行菜（*Lepidium apetalum*）、苎草（*Arthraxon hispidus*）等。



鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛

(6) 栽培植被

栽培植被在评价区主要分布在河谷地区，是评价区植被类型的重要组成部分。常见的一年一熟的农作物有青稞、小麦、玉米、洋芋、各种蔬菜等，常见的经济果木有葡萄、核桃、花椒、桃、苹果等。因季节的变化，种植的作物有差异。



栽培植被

4.8.6.3 工程区域植被分布情况

牙根一级水电站主要征地范围处在干旱河谷地段，属于居民聚居区，沿线分布有居民聚集点，以及耕地、经济果木林地，自然植被主要为灌木林地，群落组成成分较少，结构稀疏简单。

工程占地区植被情况

表 4.8-4

工程布置	植被分布情况
水库淹没及影响区	水库主要淹没河岸两侧耕地、经济果木、道路、房屋、灌木林地、零星乔木，自然植被中主要物种有五裂槭、蔷薇、白刺花、栒子、羊蹄甲、醉鱼草、羊茅、鹅观草等
枢纽工程	主要占用水域、耕地、道路，以及两岸少量川滇高山栎林、黄背栎-矮高山栎灌丛、鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛，主要物种有川滇高山栎、黄背栎、矮高山栎、羊蹄甲、白刺花、蔷薇、栒子、醉鱼草、草玉梅、委陵菜等
交通设施	主要占用原有公路、耕地，以及黄背栎-矮高山栎灌丛和高山松林，主要物种有黄背栎、矮高山栎、高山松、羊蹄甲、白刺花、蔷薇、栒子等
章给寨工区	主要占用民房、砂厂、耕地、经济果木，以及少量五裂槭林和灌草丛等自然植被，主要物种有五裂槭、山杨、核桃、羊蹄甲、白刺花、蔷薇、醉鱼草等
机械停放场	1#机械停放场主要占用高山栎类林和林窗草地，主要物种有川滇高山栎、黄背栎、蔷薇、羊茅、鹅观草、早熟禾、委陵菜、草玉梅、珠芽蓼等 2#机械停放场主要占用河岸滩涂的荒草地以及零星乔木，主要物种有桦木、杨树、蒿类、羊茅、芨草等
砂石加工系统	利用两河口已有场地，新增占地不涉及自然植被
机电仓库	利用两河口已有场地，新增占地不涉及自然植被
左下沟水厂	利用两河口已有场地，新增占地不涉及自然植被
供风、供水站系统等	主要占用鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛和林间草地，涉及物种有鞍叶羊蹄甲、白刺花、蔷薇、白刺花、栒子、羊茅、早熟禾、委陵菜等
料场	利用两河口水电站瓦支沟石料场
弃渣场	主要利用两河口已有场地，少量占用周边灌木林地
表土堆存场	利用两河口水电站磨子沟渣场，新增占地不涉及自然植被

(1) 水库淹没及影响区

牙根一级水电站水库淹没及影响区均为永久占地，水库本身的库容较小，淹没范围主要为河道两侧耕地、经济果木、道路、房屋、灌木林地、零星乔木等。耕地和经济果

木涉及的植物主要有青稞、小麦、玉米、洋芋、各种蔬菜、葡萄、核桃、花椒、桃、苹果等。灌木林地以及零星乔木涉及物种主要有五裂槭 (*Acer oliverianum*)、山杨 (*Populus davidiana*)、川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)、黄背栎 (*Quercus pannosa*)、矮高山栎 (*Quercus monimotricha*)、鞍叶羊蹄甲 (*Bauhinia brachycarpa*)、白刺花 (*Sophora davidii*)、蔷薇 (*Rosa spp.*)、栒子 (*Cotoneaster spp.*)、蒿类 (*Artemisia spp.*)、醉鱼草 (*Buddleja crispa*)、翻白草 (*Potentilla discolor*)、羊茅 (*Festuca ovina*)、白草 (*Pennisetum centrasiaticum*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、车前 (*Plantago asiatica*)、大丁草 (*Gerbera anandria*) 等。



库区河谷植被

(2) 枢纽工程

枢纽工程为永久占地，主要占用水域、耕地、道路，以及两岸少量川滇高山栎林、黄背栎-矮高山栎灌丛、鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛，主要物种有川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)、黄背栎 (*Quercus pannosa*)、矮高山栎 (*Quercus monimotricha*)、鞍叶羊蹄甲 (*Bauhinia brachycarpa*)、蔷薇 (*Rosa spp.*)、栒子 (*Cotoneaster spp.*)、醉鱼草 (*Buddleja crispa*)、草玉梅 (*Anemone rivularis*)、委陵菜 (*Potentilla spp.*) 等。



坝址区植被

(3) 交通设施

交通设施主要为永久占地，仅0.68hm²为临时占地，主要占用原有公路、耕地，以及黄背栎-矮高山栎灌丛和高山松林，主要物种有黄背栎 (*Quercus pannosa*)、矮高山栎 (*Quercus monimotricha*)、高山松 (*Pinus densata*)、川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)、鞍叶羊蹄甲 (*Bauhinia brachycarpa*)、白刺花、蔷薇 (*Rosa* spp.)、栒子 (*Cotoneaster* spp.)、醉鱼草 (*Buddleja crispa*) 等。



交通设施区植被

(4) 章给寨工区

章给寨工区主要占用民房、砂厂、耕地、经济果木，以及少量五裂槭林和灌草丛等自然植被，主要物种有五裂槭 (*Acer oliverianum*)、山杨 (*Populus davidiana*)、核桃 (*Juglans regia*)、鞍叶羊蹄甲 (*Bauhinia brachycarpa*)、白刺花 (*Sophora davidii*)、蔷薇 (*Rosa* spp.)、蒿类 (*Artemisia* spp.)、醉鱼草 (*Buddleja crispa*)、草玉梅 (*Anemone rivularis*) 等。



混凝土生产系统占用植被



木材加工厂、钢筋加工厂占用植被

(5) 机械停放场

1#机械停放场主要占用高山栎类林和林间地，主要物种有川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）、黄背栎（*Quercus pannosa*）、细梗蔷薇（*Rosa graciliflora*）、峨眉蔷薇（*Rosa omeiensis*）、木帚栒子（*Cotoneaster dielsianus*）、羊茅（*Festuca ovina*）、鹅观草（*Roegneria spp.*）、早熟禾（*Poa spp.*）、委陵菜（*Potentilla spp.*）、草玉梅（*Anemone rivularis*）、珠芽蓼（*Polygonum viviparum*）等。



1#机械停放场占用植被

2#机械停放场主要占用河岸滩涂的荒草地以及零星乔木，主要物种有桦木（*Betula*）、杨树（*Populus*）、蒿类（*Artemisia spp.*）、羊茅（*Festuca ovina*）、独行菜（*Lepidium apetalum*）、苅草（*Arthraxon hispidus*）等。



2#机械停放场位置

(6) 砂石加工系统

砂石加工系统利用两河口已有场地，新增占地不涉及自然植被。

(7) 机电仓库

机电仓库利用两河口已有场地，新增占地不涉及自然植被。

(8) 左下沟水厂

左下沟水厂利用两河口已有场地，新增占地不涉及自然植被。

(9) 供风、供水站系统等

供风、供水站系统等主要占用鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛和林间草地，涉及物种有鞍叶羊蹄甲 (*Bauhinia brachycarpa*)、川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)、黄背栎 (*Quercus pannosa*)、白刺花 (*Sophora davidii*)、细梗蔷薇 (*Rosa graciliflora*)、峨眉蔷薇 (*Rosa omeiensis*)、木帚栒子 (*Cotoneaster dielsianus*)、平枝栒子 (*Cotoneaster horizontalis*)、羊茅 (*Festuca ovina*)、早熟禾 (*Poa spp*)、委陵菜 (*Potentilla chinensis*)、翻白草 (*Potentilla discolor*) 等。



供风、供水站系统等占用植被

(10) 料场

料场利用两河口水电站瓦支沟石料场。



料场现状

(11) 弃渣场

弃渣场主要利用两河口已有场地，少量占用周边灌木林地。



左下沟工区情况

(12) 表土堆存场

表土堆存场利用两河口水电站磨子沟渣场，新增占地不涉及自然植被。



表土堆存场现状

(13) 移民安置区

规划对79户346人全部采取分散安置，就近后靠建房，各建房安置点用地土地利用属性均属乡镇建设用地，现状主要以农田及灌草丛为主的植被，原生植被和动物分布较少。拟选安置点占地不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感区和生态保护红线，占地范围内无珍稀保护动植物分布。

4.8.7 陆生植物

4.8.7.1 调查样地、样方设置

评价区域的主要调查区域在河道两侧，为掌握评价区陆生生态现状，在2021年4月和7月，对评价区进行了两次野外调查，在2022年5月，再次进行了现场补充调查和复核。根据工程的布设及建设内容的空间分布情况，结合评价区域内自然植被的分布特征，本次野外实地调查以上游左下沟砂石加工场地为起始点，沿流域顺河河道两侧500m，分别设置沿河流域以及垂直水流方向的调查样线，和海拔梯度分析样线，同时在工程占地区设置辅助的调查样方和调查样线。主样线和辅助样地涵盖了工程影响的典型生境区类型，共计设置野外调查样方19个。

样方布设情况

表 4.8-5

编号	经度	纬度	海拔 (m)	植被类型
1	101°1'54.02"	30°7'0.95"	2770	高山松林
2	101°1'40.86"	30°7'3.63"	2913	黄背栎-矮高山栎灌丛
3	101°2'0.37"	30°6'48.33"	2660	鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛
4	101°1'52.94"	30°6'0.26"	2630	鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛
5	101°1'56.34"	30°5'49.38"	2827	川滇高山栎林
6	101°1'6.92"	30°6'14.47"	2740	鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛
7	101°0'2.60"	30°5'20.85"	2866	川滇高山栎林
8	100°59'46.64"	30°5'19.66"	3190	高山松林
9	101°0'37.22"	30°5'9.99"	2695	五裂槭林
10	101°0'45.96"	30°4'38.49"	2760	川滇高山栎林
11	101°0'39.87"E	30°4'38.24"	2620	黄背栎-矮高山栎灌丛
12	101°0'25.09"	30°3'58.93"	2733	川滇高山栎林
13	101°0'9.73"	30°3'53.64"	3080	黄背栎-矮高山栎灌丛
14	101°0'59.54"	30°9'43.32"	2714	五裂槭林
15	101°1'19.35"	30°10'6.28"	2765	黄背栎-矮高山栎灌丛
16	101°1'52.08"	30°10'25.48"	2794	鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛
17	101°1'47.48"	30°10'32.06"	3020	黄背栎-矮高山栎灌丛
18	101°0'54.32"E	30°5'22.17"N	2740	高山松林
19	101°0'46.87"E	30°4'58.86"N	2708	五裂槭林

4.8.7.2 植物多样性及区系分布特点

(1) 植物多样性

根据现场调查和资料查询，评价区共有维管束植物74科191属306种：其中蕨类植物共有11科12属15种，占总科数的14.86%，总属数的6.38%，总种数的4.90%；裸子植物2科5属8种，占评价区域总科数的2.70%，总属数的2.62%，总种数的2.61%；被子植物物种数最多，共有61科174属283种，占评价区域总科数的82.43%，总属数的91.10%，总种数的92.48%。

评价区域维管植物科属种统计表

表 4.8-6

门类		科数	所占比例(%)	属数	所占比例(%)	种数	所占比例(%)
蕨类植物		11	14.86	12	6.38	15	4.90
种子植物	裸子植物	2	2.70	5	2.62	8	2.61
	被子植物	61	82.43	174	91.10	283	92.48
合计		74	100.00	191	100.00	306	100.00

从评价区域内种子植物种的数量来看，物种数量最多的科是菊科（Compositae），共有38个物种，占评价区域植物总数的12.42%；其次是禾本科（Gramineae），共有34个物种，占评价区域植物总数的11.11%；蔷薇科（Rosaceae）共有27个物种，占评价区域植物总数的8.82%；豆科（Leguminosae）共有23个物种，占评价区域植物总数的7.52%；上述四个科的植物物种总数超过评价区域内植物总数的三分之一，是评价区域内最为常见的科。此外，唇形科（Labiatae）共有15个，莎草科（Cyperaceae）共有10个种，上述两个科的植物在评价区域内也较为常见。评价区域内单科单种的植物共有34种，占评价区域植物总数的11.11%。

从属的物种数量来看，物种数量最多的是蔷薇科（Rosaceae）的栒子属（*Cotoneaster*），共有7个物种；其次是蔷薇科（Rosaceae）的委陵菜属（*Potentilla*）、玄参科（Scrophulariaceae）的马先蒿属（*Pedicularis*）、菊科（Compositae）的蒿属（*Artemisia*），各有6个物种；另蔷薇科（Rosaceae）蔷薇属（*Rosa*）、毛茛科（Ranunculaceae）的铁线莲属（*Clematis*）各有5个物种；上述各属是评价区域内最为常见的属。单科单属的植物共有129个属，占评价区域物种总数的42.16%。

(2) 植物区系

按吴征镒院士的中国植物区系分区，评价区处于中国—喜马拉雅森林植物区的横断

山脉地区，因此，评价区的植物区系具有以下明显的特点。

区系成分复杂、温带成分为主。评价区的种子植物属在15个分区中都有出现，表明评价区植物地理成分的复杂和完备。从数字统计显示，评价区的世界分布27属，热带分布37属，温带分布98属，古地中海分布3属，东亚分布12属。评价区的温带分布属占总属数的54.75%，是评价区植物区系的主要组成部分。其中又以北温带分布最多（64属，占总属数的35.75%）。评价区内北温带分布属中，包括了北温带分布的大多数乔木属，如松属(*Pinus*)、柏木属(*Cupressus*)、杨属（杨属）、柳属（*Salix*）、桦木属（*Betula*）、栎属（*Quercus*）、槭属（*Acer*）、杜鹃属（*Rhododendron*）等。

植物区系起源古老。评价区植物区系中有着较多的古老的科属，并保存了不少残遗植物。如裸子植物中产于晚白垩纪的松科（*Pinaceae*），被子植物中白垩纪晚期出现的桦木科(*Betulaceae*)、槭树科(*Aceraceae*)以及老第三纪建立的蔷薇科(*Rosaceae*)、豆科(*Leguminosae*)等科。形态上，评价区的植物区系亦有一定的原始类。如毛茛科（*Ranunculaceae*）的毛茛属（*Ranunculus*）、铁线莲属（*Clematis*）等。

评价区域维种子植物科和属的分布区类型

表 4.8-7

序号	区系类型	科数	百分比 (%)	属数	百分比 (%)
1	世界分布	33	53.38	27	15.08
2	泛热带分布	12	19.05	20	11.17
3	热带亚洲和热带美洲间断分布	2	3.17	3	1.68
4	旧世界热带分布			3	1.68
5	热带亚洲至热带大洋洲分布	1	1.59	1	0.56
6	热带亚洲至热带非洲分布	1	1.59	7	3.91
7	热带亚洲			3	1.68
	热带分布（小结）	16	25.40	37	20.67
8	北温带分布	14	22.22	64	35.75
9	东亚和北美洲间断分布			9	5.03
10	旧世界温带分布			20	11.17
11	温带亚洲分布			5	2.79
	温带分布（小结）	14	22.22	98	54.75
12	地中海区、西亚至中亚分布			1	0.56
13	中亚分布			2	1.12
	古地中海分布（小结）			3	1.68
14	东亚分布			12	6.70
15	中国特有分布			2	1.12
	合计	63	100	179	100

(3) 物种习性

根据已统计维管束植物的生活型分析，种子植物中有草本植物177种，占总数的

60.82%；藤本植物3种，占总数的1.03%；灌木植物91种，占总数的31.27%；乔木植物20种，占总数的6.87%，按照物种的习性划分评价区域内，主要为草本植物。

评价区维管束植物物种习性组成统计表

表 4.8-8

编号	种类	数量	总种数比例（%）
1	草本	176	60.69
2	藤本	3	1.03
3	灌木	91	31.38
4	乔木	20	6.90
合计		290	100.00

4.8.7.3 重要野生植物

依据《环境影响评价技术导则 生态影响(HJ 19—2022)》，重要物种是在生态影响评价中需要重点关注、具有较高保护价值或保护要求的物种，重要野生植物包括国家及地方重点保护野生植物名录所列的物种，《中国生物多样性红色名录》中列为极危(Critically Endangered)、濒危(Endangered)和易危(Vulnerable)的物种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，特有种以及古树名木等。

根据野外调查结果和历史文献资料查证，评价区内分布有国家及地方重点保护野生植物2种，均为国家二级保护物种；分布有易危野生植物5种(包含2种保护植物)；未发现国家和政府列入拯救保护的极小种群物种；分布有特有种78种(其中3种为保护或易危物种)。

(1) 国家重点保护植物

1) 分布现状

根据野外调查和现有国家级保护植物资料查证，调查范围内有国家Ⅱ级保护物种2种：松茸(*Tricholoma matsutake*)、芒苞草(*Acanthochlamys bracteata*)。松茸主要分布在海拔3200~4200m左右的松林、硬叶高山栎林或松栎混交林中，而牙根一级水电站的工程布置区域主要在河岸两侧，海拔在2600-3000m区间，根据松茸分布特点与工程的区位关系，工程建设对松茸无直接影响。

芒苞草主要分布在脚泥堡村东侧的山顶和雅江县垃圾处理站北侧的山坡，植被主要为灌丛群落，灌木盖度不大，工程用地范围沿雅砻江河道两侧分布，影响范围内暂未发现有芒苞草分布。



芒苞草现场调查

重要野生植物调查结果统计表

表 4.8-9

序号	物种	保护级别	濒危等级	特有种	极小种群野生植物	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	松茸(<i>Tricholoma matsutake</i>)	国家二级	易危(VU)	否	否	3200~4200m左右的松林、硬叶高山栎林或松栎混交林中	访问	否
2	芒苞草(<i>Acanthochlamys bracteata</i>)	国家二级	易危(VU)	是	否	脚泥堡村东侧的山顶和雅江县垃圾处理站北侧的山坡	现场调查	否

2)生境评价

物种分布模型 (species distribution models, SDMs) 是基于物种分布信息和对应的环境变量数据对物种潜在分布区进行预测的模型, 广泛应用于濒危物种保护、保护区规划、入侵控制及气候变化对物种潜在分布区进行预测的模型, 广泛应用于濒危物种保护、规划入侵控制及气候变化对生物分布区影响预测等领域。本次评价采用最大熵模型 (maximum entropy model, MaxEnt) 对芒苞草开展生境评价。具体工作步骤如下:

① 通过文献记录、现场调查收集物种分布点数据, 并进行数据筛选; 将分布点的经纬度数据在Excel表格中汇总, 统一为十进制度的格式, 保存用于MaxEnt模型计算;

② 选取环境变量数据以表现栖息生境的生物气候特征、地形特征、植被特征和人为影响程度, 在ArcGIS软件中将环境变量统一边界和坐标系, 并重采样为同一分辨率;

③ 使用MaxEnt MaxEnt软件建立物种分布模型, 以工作特征曲线下面积 (area under the receiving operator curve, AUC) 评价模型优劣; 采用刀切法 (Jackknife test) 检验各个环境变量的相对贡献。根据模型标准及图层栅格出现概率重分类, 确定生境适宜性分级指数范围;

④ 将结果文件导入ArcGIS, 获得物种适宜生境分布图, 叠加建设项目, 分析对物

种分布的影响。

本次评价运用最大熵模型Maxent, 得到工作特征曲线下面积 (area under the receiving operator curve, AUC) AUC值为0.989, 一般认为, 此值>0.9时, 说明模型的预测能力非常好, 预示着当前模型能够反映芒苞草潜在的生境分布特点。接着, 根据出现概率重分类, 确定了生境适宜性的分级指数范围不适宜区 (<0.25), 低适宜区 (0.25-0.5), 中适宜区 (0.25-0.75), 高适宜区 (>0.75), 最后将结果文件导入ArcGIS, 获得了该物种的适宜生境分布图。依据模型预测, 与芒苞草现实的野外分布特点是相一致的。进而模型预测, 影响芒苞草潜在生境的最重要气候因素是温度, 植被因素是灌丛, 相对而言, 地形因素的影响是次要的。根据预测结果, 适宜芒苞草分布的区域主要在脚泥堡村和白孜村的山坡上, 远离牙根一级工程占地范围, 不受工程建设影响。

(2) 易危植物

根据野外调查结果和资料查证, 按照《中国生物多样性红色名录-高等植物卷》, 未在评价区发现极危、濒危植物, 调查发现有易危(VU)植物5种, 分别为鳞皮冷杉、胡桃(栽培)、川西瑞香、芒苞草、松茸。鳞皮冷杉、川西瑞香多分布在评价区内的高山上部或林下生境中, 胡桃为人工栽植, 主要分布在村落及居民点周围, 芒苞草主要分布在脚泥堡村东侧的山顶和雅江县垃圾处理站北侧的山坡。松茸主要分布在海拔3200~4200m左右的松林、硬叶高山栎林或松栎混交林中。评价区5种易危植物的生物学特征简述如下:

1) 鳞皮冷杉 (*Abies squamata*)

鳞皮冷杉为松科冷杉属常绿乔木, 在评价区主要零星分布在高山上部湿润沟谷中。

产于四川西部甘孜藏族自治州(康定以西、金沙江流域以东、道孚以南、九龙、稻城、乡城、得荣以北)及北部阿坝藏族自治州(绰斯甲及马尔康等地)及青海南部与西藏东南部的高山上部。在海拔3500-4000米, 气候干冷, 年降水量约700毫米, 土壤为棕色灰化土地带, 组成大面积纯林, 或与川西云杉、红杉等组成混交林。树皮深纵裂, 成长方块片固着于树干。四年生以上小枝枝皮裂成不规则鳞状薄片脱落, 内皮红色, 一年生枝褐色, 被密毛或近无毛。叶长1.5-3cm, 宽约2mm, 先端尖或钝, 稀微凹, 上面中部以上或近先端有时具3-15条不完整的气孔线, 微有白粉, 下面有两条气孔带; 树脂道2, 中生, 幼树之叶近边生。球果短圆柱形或长卵圆形, 长5-8cm, 径2.5-3.5cm, 熟时黑色, 近无梗; 中部种鳞近肾形, 长1.1-1.4mm, 宽1.4-1.8mm; 苞鳞具长尖, 上端或仅尖头露

出。种子长约5mm，翅与种子近等长。

(2) 胡桃 (*Juglans regia*)

胡桃为胡桃科胡桃属乔木，在评价区为人工栽植，主要分布在村落及居民点周围。

产于华北、西北、西南、华中、华南和华东。分布于中亚、西亚、南亚和欧洲。生于海拔400-1800m之山坡及丘陵地带，我国平原及丘陵地区常见栽培，喜肥沃湿润的沙质壤土，常见于山区河谷两旁土层深厚的地方。种仁含油量高，可生食，亦可榨油食用；木材坚实，是很好的硬木材料。

树高20-25m，树皮老时灰白色，浅纵裂。小枝无毛。复叶长25-30cm，叶柄及叶轴幼时被腺毛及腺鳞；小叶(3)5-9，椭圆状卵形或长椭圆形，长6-15cm，全缘，无毛，先端钝圆或短尖，基部歪斜、近圆，侧脉11-15对，脉腋具簇生柔毛，侧生小叶具极短柄或近无柄，顶生小叶叶柄长3-6cm。雄茱萸花序下垂，长5-10(-15)cm；雄花苞片、小苞片及花被片均被腺毛，雄蕊6-30，花药无毛；雌穗状花序具1-3(4)花。果序短，俯垂，具1-3果；果近球形，径4-6cm，无毛；果核稍皱曲，具2纵棱，顶端具短尖头；隔膜较薄。

(3) 川西瑞香 (*Daphne gemmata*)

川西瑞香为瑞香科瑞香属落叶灌木，在评价区主要分布在高山较湿润的林下或林缘。产四川西北部至西部，为四川特产。

高0.3-1m。根粗壮，多分枝；小枝互生，当年生枝圆柱形，具贴生黄色细柔毛，多年生枝灰色或灰褐色，无毛；芽腋生，卵形，鳞片顶端钝形，外面有黄色绒毛。叶互生，纸质或膜质，倒卵状披针形或倒卵形，长3-8cm，宽0.6-2.2cm，先端钝圆形，稀钝尖或凹陷，基部宽楔形，边缘微反卷，上面亮绿色，干燥后红褐色或黄绿色，下面淡褐色，干燥后黄褐色，幼时疏生淡黄色丝状毛，中脉在上面下陷，下面微隆起，侧脉7-12对，上面微明显，下面隆起；叶柄长1-2mm，有黄色丝状毛，上面有沟槽。花黄色，常5-6朵组成短穗状花序，有时多花，顶生；无苞片；花序梗短，长约2mm，与长0.5mm的花梗密被淡黄色的丝状短柔毛；花萼筒长圆筒状，细瘦，长10-14mm，向上弯斜，外面被黄褐色短的丝状柔毛，裂片5，卵形或椭圆形，长4-5mm，宽2-3mm，顶端稍钝形；雄蕊10，2轮，均着生于花萼筒的中部以下，花丝短，花药长圆形，长约1mm，2室，直裂；花盘一侧发达，近方形，长约为子房的1/3，顶端常2裂，裂片不等长，白色，透明；子房广卵形，长2-2.5mm，顶端疏生黄色细绒毛，花柱极短，柱头头状。果实椭圆形，常为花萼筒所包围，长约4mm，幼时淡绿色，成熟时红色。花期4-9月，果期8-12月。

(4) 芒苞草 (*Acanthochlamys bracteata*)

芒苞草为翡若翠科芒苞草属草本，在评价区主要分布在脚泥堡村东侧的山顶和雅江县垃圾处理站北侧的山坡。

产四川西部（马尔康、乾宁、稻城、乡城）。生于草地上或开旷灌丛中，海拔2700-3500米。

植株高1.5-5cm，密丛生。根状茎坚硬，粗1-2mm；根粗约0.4mm，较长。叶近直立，长2.5-7cm，宽约0.3mm，腹背面均具一纵沟，腹面沟明显较宽而深，中心有2个维管束，老叶则多少中空；鞘披针形，浅棕色，长6-13mm，宽1-3mm，老时常破裂。花茎长2-5.5cm；聚伞花序缩短成头状，外形近扫帚状，长8-10mm，上部宽5-8mm；花红色或紫红色；苞片宿存，在花序基部的2枚长8-10mm，具近革质的浅棕色的鞘，鞘约占苞片全长的1/3；其余的苞片稍短，每花约有8-18枚，具膜质的白色的鞘，鞘约占苞片全长的3/5-4/5；花被长3.5-6.5mm，宽约2mm；外轮裂片卵形，长1.5-3mm，顶端钝或急尖，具3脉；内轮裂片卵形，较小，长1.2-2.2mm，略比外轮的狭；花药长圆形，不等大，外轮的位于下方，长0.8-1mm，内轮的较小，长0.4-0.6mm；子房长圆形，长1.3-2mm，宽约1mm；花柱长2-3mm，下半部常略粗，有时基部在花后增大而呈白色；柱头裂片长约0.3mm。蒴果长约7mm，宽约3mm，顶端海绵质且呈白色，喙长约1mm；种子长约0.8mm，宽约0.5mm，两端近浑圆或钝。花期6月，果期8月。

(5) 松茸 (*Tricholoma matsutake*)

松茸为口蘑科口蘑属食用真菌，在评价区主要分布在海拔3200~4200m左右的松林、硬叶高山栎林或松栎混交林中。

产自黑龙江、吉林、安徽、台湾、四川、甘肃、山西、贵州、云南、西藏等地区，在不同地区生长范围变幅很大，海拔高度500~3000m以上均可见到，子实体一般在夏秋季生于高山栎林(高山栎类灌丛)或者混交林地上，往往和树木形成外生菌根。

松茸菌属于与树木共生的外生菌根真菌，子实体单生或群生，在林下一般形成圆形蘑菇圈或环形菌环，亦称菌塘。根据资料记载，正常条件下松茸从子实体现蕾到老熟约要26~30d，其中现蕾到出土前的童茸期约7~10d，子实体出土到破膜约8~9d，破膜到子实体平展7~10d，平展到最后老熟阶段约8~9d。根据现场调查结果，调查区域的松茸最早可于6月20日左右完成其生活史，形成菌蕾，并于7月初逐渐开始形成松茸子实体；多数年份松茸出菇期为7月上中旬至9月下旬，其中8月份为出菇盛期，并与生长海拔密

切相关，海拔越低，松茸出产时间越早，其中海拔3900m以下区域的松茸出产时间显著早于海拔3900m以上区域。

(3) 特有植物

根据野外调查结果和历史文献资料查证，参照《中国生物多样性红色名录-高等植物卷》，评价区共分布有陆生中国特有植物78种。其中，芒苞草同时也是国家二级保护物种和易危(VU)物种；鳞皮冷杉、川西瑞香为易危(VU)物种；其余的75种中国特有植物既非保护物种也非濒危物种。评价区陆生中国特有植物以被子植物占绝对优势，占评价区特有植物总种数的92.31%；评价区陆生高等植物的约1/4都为中国特有物种，其中裸子植物60%以上的物种都为中国特有种。

评价区陆生中国特有植物物种组成

表 4.8-10

门 类		种数	占评价区特有植物总种数比例(%)	所占评价区各类植物种数比例(%)
蕨类植物		1	1.28	6.67
种子植物	裸子植物	5	6.41	62.50
	被子植物	72	92.31	25.44
合计		78	100	25.49

评价区内分布的特有植物中，均分布于国内多个省份，分布范围较广。根据现场调查、历史资料查阅及特有植物的分布生境、海拔特征，初步筛选出牙根一级水电站工程占地区及淹没区可能分布的特有植物约57种，占评价区特有植物总数的73.08%，分别为陕西假瘤蕨、高山松、独活、长穗兔儿风、分枝亚菊、铃铃香青、大黄橐吾、针叶帚菊、川西蒲公英、川西黄鹌菜、鲜黄小檗、金花小檗、黄花角蒿、川西沙参、巴塘蝇子草、西南杭子梢、小雀花、川西锦鸡儿、云南锦鸡儿、刺序木蓝、黄背栎、头花香薷、大叶香茶菜、四川香茶菜、川西荆芥、甘西鼠尾草、滇黄芩、连翘叶黄芩、秃疮花、中华山蓼、西藏点地梅、银叶铁线莲、长冬草、美花铁线莲、偏翅唐松草、少脉雀梅藤、木帚栒子、暗红栒子、细梗蔷薇、峨眉蔷薇、川滇蔷薇、高丛珍珠梅、细枝绣线菊、野丁香、野花椒、青杨、川滇柳、腋花马先蒿、巴塘马先蒿、大卫氏马先蒿、川西瑞香、三花菰、灰叶堇菜、康定玉竹、中华羊茅、垂枝早熟禾、小菅草。工程占地区内可能有分布的物种多适应高海拔偏干旱的河谷气候，在川西、西藏、青海等河谷生境中广泛分布，它们的分布区与电站占地区生境重合，可能受到施工的直接侵占影响。

(4) 古树名木

调查范围内未发现有挂牌的古树名木分布，也暂未发现聚集生长于某一特定生境中

的狭域物种。

(5) 野生资源植物

评价区内有一定的野生资源植物，主要包括：用材树种、野生观赏植物、药用植物、野生可食植物。

用材树种主要有：岷江冷杉（*Abies faxoniana*）、鳞皮冷杉（*Abies squamata*）、川西云杉（*Picea likiangensis*）、华山松（*Pinus armandii*）、高山松（*Pinus densata*）、青杨（*Populus cathayana*）、山杨（*Populus davidiana*）、小叶杨（*Populus simonii*）、糙皮桦（*Betula utilis*）、川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）等。

野生观赏植物：银莲花（*Anemone cathayensis*）、金露梅（*Potentilla fruticosa*）、银露梅（*Potentilla glabra*）、白刺花（*Sophora davidii*）、清香木（*Pistacia weinmannifolia*）、青榨槭（*Acer davidii*）、车桑子（*Dodonaea viscosa*）、云南勾儿茶（*Berchemia yunnanensis*）、牛奶子（*Elaeagnus umbellata*）、珍珠花（*Lyonia ovalifolia*）、毛喉杜鹃（*Rhododendron cephalanthum*）、亮叶杜鹃（*Rhododendron vernicosum*）、云南杜鹃（*Rhododendron yunnanense*）、针叶帚菊（*Pertya phyllicoides*）、川西小黄菊（*Pyrethrum tatsienense*）、川西蒲公英（*Taraxacum chionophilum*）等。

药用植物：天南星（*Arisaema heterophyllum*）、银莲花（*Anemone cathayensis*）、小苦荬（*Ixeridium dentatum*）、小舌紫菀（*Aster albescens*）、牛蒡（*Arctium lappa*）、川西沙参（*Adenophora aurita*）、党参（*Codonopsis pilosula*）、接骨草（*Sambucus javanica*）、车前（*Plantago asiatica*）、平车前（*Plantago depressa*）、牛至（*Origanum vulgare*）、鸡骨柴（*Elsholtzia fruticosa*）、活血丹（*Glechoma longituba*）、狼毒（*Stellera chamaejasme*）、秃疮花（*Dicranostigma leptopodum*）、蒺藜（*Tribulus terrester*）、狗筋蔓（*Cucubalus baccifer*）等。

野生可食植物：蕨（*Pteridium aquilinum*）、蛇莓（*Duchesnea indica*）、牛奶子（*Elaeagnus umbellata*）、插田泡（*Rubus coreanus*）、毛叶插田泡（*Rubus coreanus* var. *tomentosus*）、牛蒡（*Arctium lappa*）等。

工程调查范围内尽管分布有上述多种类型的野生植物资源，但均零星分布，有突出的资源优势 and 潜在开发价值的种类不多，缺乏可以规模化开发的资源储量，因此对居民的日常生活和经济的来源没有直接的依存关系，工程建设对评价区域野生资源植物的影响甚微。

4.8.7.4 植物多样性评价

物种多样性作为度量群落结构、功能和环境资源的重要数量指标，受多种因素的影响，土壤条件、水分状况、纬度梯度、海拔梯度以及不同演替阶段等综合环境条件变化对群落物种多样性都会产生影响。本次评价对各个样地的生物多样性分乔木层、灌木层、草本层进行定量描述，其多样性指数的计算公式为：

$$\text{Simpson指数 (D)} \quad D = 1 - \sum [Ni(Ni - 1) / N(N - 1)]$$

$$\text{Shannon-Wiener指数 (H)} \quad H = -\sum Pi \ln Pi$$

$$\text{Pielou均匀度指数 (J)} \quad J = H / \ln S$$

$$\text{Margalef丰富度指数 (M)} \quad M = (S - 1) / \ln N$$

其中，N为样方中记录的个体总数，S为样方中物种总数，Ni为第i种的个体总数，Pi为第i种的个体数占样方中所有物种总个体数的比例， $Pi = Ni / N$ 。

评价区植物群落物种丰富度和物种多样性

表 4.8-10

	Shannon-Wiener指数 (H)	Simpson指数 (D)	Pielou 均匀度指数 (J)	Margalef丰富度指数 (M)
乔木层	0.95	0.57	0.68	0.47
灌木层	2.69	0.89	0.79	4.51
草本层	3.34	0.94	0.76	6.94
维管束植物	3.39	0.94	0.72	9.76

根据上表可以看出，乔灌草不同层片的物种多样性指数差别较大，根据19个样方的资料统计，乔木层、灌木层、草本层各层的物种数分别为1.42、7.42、17.92，草本层和灌木层的物种数占整个样地物种数的90%左右。Shannon-Wiener指数(H)、Simpson指数(D)、Margalef丰富度指数(M)均表现为草本层>灌木层>乔木层，仅Pielou均匀度指数(J)表现为灌木层>草本层>乔木层。由此可看出，群落物种多样性在很大程度上取决于灌木层和草本层，总体表现为草本层>灌木层>乔木层。

4.8.8 陆生动物

4.8.8.1 陆生动物组成

工程所在地位于河谷地区，受人类活动影响较为多，野生动物也主要以农田动物群为主。经实地调查与访问以及收集的资料显示，本工程所在区域共有陆生脊椎动物14目35科62种，其中，两栖动物1目2科2种，爬行动物1目2科2种，鸟类7目22科42种，兽类5目9科16种。

评价区陆生动物组成统计表

表 4.8-11

种类	目数	科数	种数
两栖动物	1	2	2
爬行动物	1	2	2
鸟类	7	22	42
兽类	5	9	16
总数	14	35	62

4.8.8.2 两栖动物

根据实地调查并结合文献资料，评价区域内有两栖动物共有1目2科2种，分别是角蟾科的胸腺猫眼蟾（*Scutiger glandulatus*）和蛙科的高原林蛙（*Rana kukunoris*），均为古北界物种。

4.8.8.3 爬行动物

根据实地调查并结合文献资料，评价区域内有爬行动物共有1目2科2种，分别是有鳞目石龙子科的康定滑蜥（*Scincella potanini*），以及游蛇科的棕网腹链蛇（*Amphiesma johannis*）。其中康定滑蜥属于古北界，棕网腹链蛇属于东洋界。

4.8.8.4 鸟类

(1) 物种组成

根据文献资料查阅和现场调查，评价区域共有鸟类7目22科42种，其中非雀形目鸟类共有6目6科9种。分别是：鸡形目雉科的白马鸡（*Crossoptilon crossoptilon*）、环颈雉（*Phasianus colchicus*）、高原山鹑（*Perdix hodgsoniae*）；鸽形目鸠鸽科的山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）；夜鹰目雨燕科的白腰雨燕（*Apus pacificus*）、白喉针尾雨燕（*Hirundapus caudacutus*）；鹃形目杜鹃科的大杜鹃（*Cuculus canorus*）；鹰形目鹰科的大鵟（*Buteo hemilasius*）；隼形目隼科的红隼（*Falco tinnunculus*）。

雀形目最大的科是鹟科（*Muscicapidae*），共有7个种，分别是栗腹歌鹟（*Larvivora brunnea*）、黑喉红尾鹟（*Phoenicurus hodgsoni*）、北红尾鹟（*Phoenicurus aureus*）、白顶溪鹟（*Chaimarrornis leucocephalus*）、紫啸鹟（*Myophonus caeruleus*）、蓝矶鹟（*Monticola solitarius*）、乌鹟（*Muscicapa sibirica*）；其次是鸦科（*Corvidae*），共有五个种，分别是：松鸦（*Garrulus glandarius*）、红嘴山鸦（*Pyrhocorax pyrrhocorax*）、小嘴乌鸦（*Corvus corone*）、大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchos*）、喜鹊（*Pica pica*），其余的科均只有1-2个物种。

(2) 区系组成

按照张荣祖（2011）对分布型和区系的划分，评价区域的42种鸟类中，属于东洋界物种的有19种，占评价区域鸟类总物种数的45.24%；属于古北界物种的有17种，占总物种数的40.48%；属于广布种的有6种，占总物种数的14.29%。

东洋界鸟类有喜马拉雅-横断山型（H）、南中国型（S）和东洋型（W）3种。其中，喜马拉雅-横断山型（H）有13种，占评价区域鸟类总物种数的30.95%；南中国型（S）有2种，占总物种数的4.76%；东洋型（W）有4种，占总物种数的9.52%。

古北界鸟类有全北型（C）、古北型（U）、季风型（E）、中亚型（D）、东北型（M）5个类型。其中，全北型（C）有3种，占评价区域鸟类总物种数的7.14%；古北型（U）有7种，占鸟类总物种数的16.67%；季风型（E）有3种，占鸟类总物种数的7.14%；中亚型（D）1种，占评价区域鸟类总物种数的3.33%；东北型（M）有3种，占总物种数的7.14%。

广布种有不易归类型（O）1种分布型，有6种，占评价区域鸟类总物种数的14.29%。

评价区鸟类组分布型

表 4.8-12

区系	分布型	数量	比例
古北界	全北型（C）	3	7.14
	中亚型（D）	1	2.38
	季风型（E）	3	7.14
	东北型（M）	3	7.14
	古北型（U）	7	16.67
东洋界	喜马拉雅-横断山型（H）	13	30.95
	东洋型（W）	4	9.52
	南中国型（S）	2	4.76
广布种	不易归类型（O）	6	14.29
合计		42	100

(3) 居留型

从鸟类的居留类型来看，评价区域内共分为3种留居型，其中数量最多的是留鸟，共有28种，占评价区域鸟类总数的66.67%，其次是夏候鸟，共有8种，占评价区域鸟类总数的19.05%，冬候鸟有2种，评价区域内最少，占评价区域鸟类总数的4.76%，旅鸟共有4种，占评价区域鸟类总数的9.52%。可见，评价区域内有繁殖鸟38种，占总物种数的85.71%；非繁殖鸟4种，占总物种数的14.29%。

评价区域鸟类居留型组成

表 4.8-13

居留型		物种数	百分比%
繁殖鸟	留鸟	28	66.67
	夏候鸟	8	19.05
	小计	36	85.71
非繁殖鸟	冬候鸟	2	4.76
	旅鸟	4	9.52
	小计	6	14.29
总计		42	100

4.8.8.5 兽类

(1) 物种组成

根据实地调查并结合文献资料，评价区域内共有兽类动物5目9科16种，分别是：灵长目猴科的猕猴（*Macaca mulatta*）；食肉目犬科的赤狐（*Vulpes vulpes*），以及熊科的黑熊（*Ursus thibetanus*），鼬科的黄鼬（*Msutela sibirica*）、猪獾（*Arctonyx collaris*）；偶蹄目猪科的野猪（*Sus scrofa*）；啮齿目松鼠科的珀氏长吻松鼠（*Dremomys pernyi*）和岩松鼠（*Sciurotamias davidianus*），鼠科的黑线姬鼠（*Apodemus agrarius*）、大足鼠（*Rattus nitidus*）、褐家鼠（*Rattus norvegicus*）、北社鼠（*Niviventer confucianus*）、小家鼠（*Mus musculus*），以及豪猪科的中国豪猪（*Hystrix hodgsoni*）；兔形目鼠兔科的川西鼠兔（*Ochotona gloveri*）和藏鼠兔（*Ochotona thibetana*）。

(2) 区系组成

评价区域兽类动物的区系共有两种，分别是东洋界和古北界，其中东洋界共有7种，占评价区域兽类动物总数的43.75%；古北界共有9种，占评价区域兽类动物总数的56.25%。

东洋界物种有喜马拉雅-横断山型（H）、东洋型（W）和南中国型（S）3种分布型。其中，喜马拉雅-横断山型（H）、南中国型（S）各有1种，分别占评价区域兽类总物种数的6.25%；东洋型（W）有5种，占总物种数的31.25%。

古北界物种有全北型（C）、季风型（E）、高地型（P）和古北型（U）4种分布型。其中，全北型（C）、高地型（P）各有1种，分别占评价区域兽类总物种数的6.25%；季风型（E）有2种，占兽类总物种数的12.50%；古北型（U）有5种，占总物种数的31.25%。

评价区域兽类分布型组成

表 4.8-14

区系	分布型	数量	比例
古北界	全北型 (C)	1	6.25
	季风型 (E)	2	12.50
	高地型 (P)	1	6.25
	古北型 (U)	5	31.25
东洋界	喜马拉雅-横断山型 (H)	1	6.25
	东洋型 (W)	5	31.25
	南中国型 (S)	1	6.25
合计		16	100

4.8.8.6 重要野生动物

(1) 重点保护动物

根据历史资料记载和野外调查结果，牙根一级水电站评价区内共有重点保护动物7种；其中国家Ⅱ级重点保护6种，分别为白马鸡（*Crossoptilon crossoptilon*）、大鵟（*Buteo hemilasius*）、红隼（*Falco tinnunculus*）、猕猴（*Macaca mulatta*）、赤狐（*Vulpes vulpes*）、黑熊（*Ursus thibetanus*）。四川省重点保护野生动物1种，即白喉针尾雨燕（*Hirundapus caudacutus*）。

各重点保护动物在调查区主要分布、生境见下表。

评价区域保护动物分布情况

表 4.8-15

序号	种名	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程影响情况
1	白马鸡 (<i>Crossoptilon crossoptilon</i>)	Ⅱ	近危 (NT)	是	3000~4000森林	历史调查资料	否
2	大鵟 (<i>Buteo hemilasius</i>)	Ⅱ	易危 (VU)	否	4000以下草地、灌丛、森林、农田	现场调查	否
3	红隼 (<i>Falco tinnunculus</i>)	Ⅱ	无危 (LC)	否	4000以下草地、灌丛、森林、农田	历史调查资料	否
4	白喉针尾雨燕 (<i>Hirundapus caudacutus</i>)	省级	无危 (LC)	否	3300以上灌丛、森林	历史调查资料	否
5	猕猴 (<i>Macaca mulatta</i>)	Ⅱ	无危 (LC)	否	4000以下草地、森林	访问	否
6	赤狐 (<i>Vulpes vulpes</i>)	Ⅱ	近危 (NT)	否	4000以下草地、灌丛、森林、农田	历史调查资料	否
7	黑熊 (<i>Ursus thibetanus</i>)	Ⅱ	易危 (VU)	否	600~4000森林	访问	否

保护鸟类偶见于评价区域的森林内，及其灌丛林缘周边区域，野外调查未发现4种

保护鸟类在工程占地区周边筑巢。

现场走访并未发现保护兽类的实体及保护兽类动物的活动痕迹等，经过询问当地居民，这三种兽类均生活在海拔较高的山区，仅在冬末春初食物匮乏时，出现在村落周围。

(2) 濒危动物

根据《中国生物多样性红色名录》，评价区野生动物中无极危、濒危物种，分布易危物种有2种，分别是黑熊和大鸕，均为国家二级保护动物。

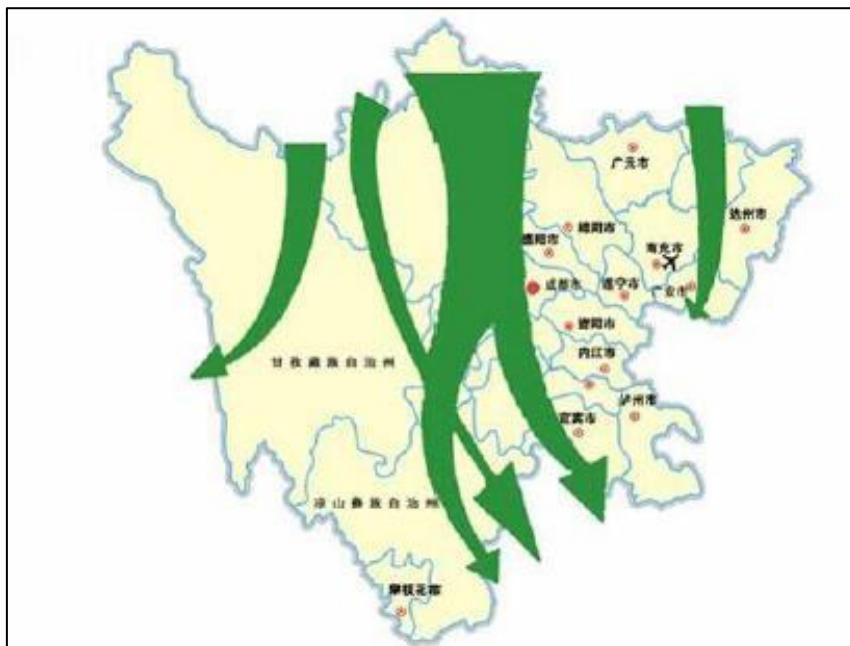
(3) 特有动物

根据《中国生物多样性红色名录》，评价区共有中国特有陆生脊椎动物7种，分别是胸腺猫眼蟾、高原林蛙、康定滑蜥、棕网腹链蛇、白马鸡、岩松鼠、川西鼠兔，除白马鸡外，其余特有动物均不属于重点保护野生动物和濒危动物。两栖类特有种在川西分布范围较广，另在云南、青海、甘肃、西藏等也有分布，爬行类特有种在甘孜、阿坝、西昌、攀枝花等地均有分布，白马鸡在四川、西藏、甘肃、青海、云南均有分布，兽类特有种在四川、青海、云南等地均有分布。

4.8.8.7 重要迁徙物种

根据资料分析和现场调查，评价区野生动物中无极危、濒危物种，重点保护动物中，仅大鸕是冬候鸟，属于迁徙物种。

目前世界上有8条候鸟迁徙路线，其中经过我国的有3条路线，对中国季节性南北迁徙的候鸟而言，其迁飞途径大致可以分为西、中、东3个候鸟迁徙区，其中西部和中部两个区域的候鸟迁徙都要经过四川，途经四川省境内的有2条3支：一是中亚—印度迁徙路线，二是东亚-澳大利亚迁徙路线。根据林业部门收集资料及四川省野生动物资源调查保护管理站提供的四川省鸟类主要迁徙路线和主要鸟类分区概况可知，四川省鸟类主要迁徙路线见下图。四川范围内候鸟的迁徙分为东部、中部和西部3条主要迁徙路线，均呈南北走向。东部主要是从陕西省南迁入境的候鸟，经川东沿着嘉陵江河谷，进入重庆、贵州境内；中部主要沿龙泉山脉，经成都平原进入贵州、云南境内；西部主要从阿坝州，经雅安、凉山、攀枝花等地，沿横断山脉迁徙。主要迁徙通道包括岷山、邛崃山山系南北向的山区迁徙通道和四川盆地及川东丘陵区平原区迁徙通道。



四川境内鸟类迁徙路线图

本项目位于甘孜州雅江县，属四川西部地区，项目周边的小型迁徙鸟类主要有大杜鹃、白腰雨燕、长尾山椒鸟、小云雀等，但均不形成集成分布，珍稀濒危动物中大鸕为冬候鸟，每年10月到次年4月间在本区域活动，夏天到来前往北飞去筑巢繁衍后代，但也并不是所有大鸕都迁徙越冬，主要取决于当地食物是否充足。

4.8.9 生态系统现状

4.8.9.1 生态系统类型

通过遥感数据解析和野外实地勘察，评价区域内主要生态类型有：森林生态系统、灌丛生态系统和农田生态系统，以及城镇生态系统等。

评价区内各类生态系统的面积及所占比例统计表

表 4.8-16

生态系统类型	面积 (km ²)	占总面积比例 (%)
森林生态系统	24.615	55.42
灌丛生态系统	12.229	27.53
农田生态系统	2.202	4.96
湿地生态系统	3.476	7.83
城镇生态系统	1.896	4.27
合计	44.418	100

(1) 森林生态系统

森林生态系统是以乔木为主体的生物群落及其非生物环境综合组成的生态系统。其

主要特点是动物种类繁多，群落的结构复杂，种群的密度和群落的结构能够长期处于稳定的状态。

评价区域内的森林生态系统分布较为广泛，总面积为24.615km²，占评价区总面积的55.42%，可以分为针叶林和阔叶林。其中针叶林主要是以高山松为主亚热带常绿针叶林，阔叶林主要有槭树林、高山栎类林。评价区域内森林生态系统结构和功能完整，稳定性好，但乔木层树种相对较为单一。乔木层除常见的树种外，鲜见其他树种，乔木树种主要是川滇高山栎、高山松、杨树、桦木等。灌木层物种因乔木郁闭度不同而有差异，一般乔木层郁闭度较高的区域，灌木层发育较差，乔木层郁闭度较低的区域灌木层发育较好，常见的灌木植物主要是矮高山栎、匍匐栒子、金花小檗、木帚栒子、西南杭子梢、白刺花、毛杭子梢、马鞍羊蹄甲、蔷薇等。草本植物稀少，主要有须芒草、细柄草、芸香草、荩草、葎草、繁缕、蒺藜、银莲花、紫草等。藤本植物少见，主要为铁线莲。

由于沟谷地区受人为影响较严重，林地内出没的动物也较少，多为鸟类和小型兽类，如山斑鸠、大山雀、矛纹草鹛、黑喉红尾鸲、麻雀、大足鼠、褐家鼠、北社鼠、小家鼠、松鼠等。

(2) 灌丛生态系统

评价区域内的灌丛生态系统主要分布在河岸两侧，海拔相对较低的区域，面积12.229km²，占评价区总面积的27.53%。群种多为中生、簇生的灌木生活型。群落高度多小于3m，偶见小型乔木树种存在。由于评价区域灌丛组成种类众多，生活型多样，类型复杂，因此在评价区域分布的范围较广。受地形和气候影响，评价区域主要是干旱河谷灌丛，其中以鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛为主，常见物种有鞍叶羊蹄甲、白刺花、蔷薇、栒子、悬钩子、锦鸡儿等，鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛长上接黄背栎-矮高山栎灌丛，主要物种有矮高山栎、黄背栎、羊蹄甲、蔷薇、插田泡、锦鸡儿、杜鹃等，靠近村庄、河流、公路等区域草本植物发育良好，常见的草本植物主要有：垂穗鹅观草、狗尾草、鸭跖草、狼毒、马鞭草、筋骨草、草玉梅、翻白草等。部分区域有地衣出现。

林内鸟类数量少于森林生态系统，但是啮齿类动物数量较多，主要是以鼠类为主，且靠近生活区域鼠类明显增加，较为常见的主要有褐家鼠、北社鼠、小家鼠、珀氏长吻松鼠、岩松鼠等，少见大型兽类动物。

(3) 农田生态系统

评价区农田生态系统主要分布在河道两侧台地上，面积2.202km²，占评价区总面积

的4.96%，均为旱地。农田常常引来众多的农林益鸟，如燕科、伯劳科、山雀科、鹛科中的大部分鸟类，它们主要以农田中的昆虫为食；农田中的鼠类较多，因此，也有红隼等食鼠鸟类来此觅食。另外，一些植食性和杂食性的鸟类，如喜鹊、大嘴乌鸦、斑鸠、麻雀等也有分布。农田中也分布较多的小型兽类，主要是黄鼬等。

(4) 湿地生态系统

评价区湿地（河流）生态系统主要为雅砻江水域范围，总面积3.476 km²，占评价区总面积的7.83%。湿地（河流）生态系统呈线型分布，水体是河流生态系统的重要因素，河流水体的流动不仅加强了河流内部的物质交流和循环，还对河岸带的湿地群落的维持有重要作用。河流生态系统还有调控评价区水分分布的重要功能，对评价区其他植被类型的分布具有控制作用。湿地（河流）生态系统内动物种类较多，一些涉禽鸟类和经常活动于河岸带的鸟类在生态系统内极为常见，同时，一些大中型兽类也常下到干扰较小的河边饮水、休憩。

4.8.9.2 生态系统完整性评价

就生态系统结构与功能完整性而言，评价区域的地貌类型以山地为主，沟谷植被受人为影响较深。评价区内涵盖了森林生态系统、灌丛生态系统、河流生态系统和农田生态系统等多种生态系统类型，进一步又可分为亚热带常绿针叶林、亚热带落叶阔叶林、亚热带山地硬叶常绿阔叶林、干旱河谷灌丛等种植植被类型，且物种多样性、建群种种群的年龄结构等都较为稳定。生态系统的构成要素及其时、空分布和物质、能量循环转移的途径完整、生态系统结构和功能完整性较好。

生态过程的完整性主要是体现在评价区域内热量条件优越，土壤微生物过程和凋落物分解都非常迅速，评价区内的生态系统热量生产力预测值高达1486.58g/m².a，水分生产力预测值为1121.71 g/m².a，但由于蒸发量大，干旱缺水仍然是影响包括物质循环在内的生态过程的主要限制因子，生态系统的抗干扰、自组织能力和恢复能力尚好。由于评价区的坡度较大、地表破碎，土壤侵蚀和水土流失导致的评价区表层养分等物质循环和损失较为明显，生态过程的完整性和脆弱性并存。

就生态系统的服务功能完整性而言，评价区内包含有森林生态系统、灌丛生态系统、河流生态系统、农田生态系统等几大重要的生态系统类型，可以基本满足当地社会经济发展和群众生产生活所必须的物质生产、调节气候、涵养水源、保持水土、维持生物多样性、防灾减灾等多功能需求，基本具备较为完整的生态服务功能。

由此可以认为，评价区域内生态系统的结构和功能较为完备，生态系统完整性尚好，在维持区域生态服务功能方面发挥了重要作用。但水电站建设工程中应当通过合理优化施工布局 and 科学组织施工，加强对项目区的生态保护，避免对生态系统的完整性和生态功能产生严重影响。

4.8.10 景观生态现状

4.8.10.1 景观指数

评价区森林、灌丛、草地、农田生态系统等的斑块总数为417块，斑块总面积为44.418km²，平均斑块面积为0.107km²/块。

评价区共有森林斑块226块，斑块最大的是松林群落，共110块，总面积12.345km²，平均斑块面积为0.112km²/块；高山栎类林群落共100块，总面积11.963km²，平均斑块面积0.120km²/块；槭树林群落共16块，总面积0.307km²，平均斑块面积0.019km²/块。评价区的灌丛斑块共144块，斑块最大的是多刺灌丛群落，共52块，总面积6.284km²，平均斑块面积0.121km²/块；常绿阔叶灌丛群落共92块，总面积5.945km²，平均斑块面积0.065km²/块。栽培植被斑块共35块，总面积2.202km²，平均斑块面积0.063km²/块。河流斑块共1块，总面积3.476km²。建设用地斑块数为11块，面积1.896km²，平均斑块面积为0.172km²/块。

评价区内各类斑块的景观指数分析

表 4.8-17

类型	斑块数 (个)	总面积 (km ²)	平均斑块面积 (km ²)	最大斑块面积 (km ²)	标准差
高山松林群落	110	12.345	0.112	3.019	0.311
川滇高山栎林群落	100	11.963	0.12	1.086	0.214
五裂槭林群落	16	0.307	0.019	0.063	0.014
黄背栎-矮高山栎灌丛群落	92	5.945	0.065	0.734	0.107
鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛群落	52	6.284	0.121	2.128	0.303
农业植被	35	2.202	0.063	0.757	0.175
河流	1	3.476	3.476	3.476	0
建设用地	11	1.896	0.172	0.106	0.031

从上表可以看出，斑块面积方面，森林面积最大，达24.308km²，占评价区总面积的55.42%；灌丛次之，面积达12.229km²，占评价区总面积的27.53%；其余斑块的面积均较小。斑块数量方面，森林斑块最多，灌丛次之，水域斑块数量最少。

森林在评价区内分布面积大，主要分布在海拔较高区域，其斑块数量较多，主要受评价区山体阴阳坡的影响，松林和高山栎林呈现镶嵌分布的状态，组成评价区内最大的

自然景观类型；灌丛分布面积次之，斑块数量较多，组成评价区内第二大的自然景观类型；农田主要分布在低海拔河流两岸的平坦地段，随之又形成了人口相对集中的村寨；水体斑块为雅砻江。总体来说评价区景观斑块以森林、灌丛斑块为主，农田、村落等人工拼块较少，森林和灌丛是区域生态环境质量的控制性组分。可见，牙根一级水电站评价区生态环境质量良好，具有较强的阻抗能力和受到干扰以后的恢复能力。

4.8.10.2 景观优势度

评价区内森林群落的优势度值最高达53.63%，在景观种的优势地位远远高于其他类型。优势度值其次为灌丛植被，对景观能量流和物质流有一定的控制作用。根据基质的判定标准，森林面积最大，连通性好，对景观具有极大的控制作用，已经达到景观基质的标准，成为景观基质。水电站工程占地360.20hm²，除去占用的水域214.58 hm²，其他工程占地占评价区总面积的3.27%，占地面积相对较小，建成后评价区内的土地利用方式不会发生明显改变，因此，森林植被仍然是最重要的基质，对于区域景观生态格局具有维系生物多样性丰度、水源涵养和其它生态服务功能的作用。由于这类基质面积较大，工程建设对森林景观基质的影响无论是在面积占比，或者是基质的均匀性和景观动态等方面都是间接和有限的。

评价区内主要景观斑块优势度统计

表 4.8-18

类型	密度 Rd(%)	频度 Rf(%)	景观比例 Lp(%)	优势度 Do(%)
高山松林群落	26.38	27.79	27.79	27.44
川滇高山栎林群落	23.98	26.93	26.93	26.19
五裂槭林群落	3.84	0.69	0.69	1.48
黄背栎-矮高山栎灌丛群落	22.06	13.38	13.38	15.55
鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛群落	12.47	14.15	14.15	13.73
农业植被	6.39	6.35	8.35	6.36
河流	0.24	7.83	7.83	5.93
建设用地	4.64	2.88	0.88	3.32

4.8.10.3 景观连通性

景观生态的连通性采用蔓延度指数、聚集度指数、连接度指数、分割度指数、破碎度指数进行分析。

① 蔓延度指数(Contagion index, CONTAG)

$$CONTAG = 1 + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \left[p_i \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \ln p_i \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] / 2 \ln m$$

g_{ik} : 第 i 、 k 两类间邻接的斑块数, p_i : 第 i 类的斑块所占的比例, m : 分类数。

CONTAG可描述景观里斑块类型的团聚程度或延展趋势, 数值较大表明景观中的优势斑块类型形成了良好的连接, 反之则表明景观是具有多种要素的散布格局, 景观破碎化程度较高。

② 聚集度指数(Aggregation index, AI)

$$AI = \sum_{i=1}^m P_i \frac{g_{ii}}{\max g_{ii}}$$

g_{ik} : 第 i 、 k 两类间邻接的斑块数, p_i : 第 i 类的斑块所占的比例, m : 分类数。

反映景观中不同斑块类型的非随机性或聚集程度。

③ 连接度指数(Connectance index, CONNECT)

$$CONNECT = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ijk}}{\sum_{i=1}^m [0.5n_i(n_i - 1)]}$$

c_{ijk} : 第 j 、 k 的连接性(连接时取1, 不连接时取0), m : 分类数, n_i : 第 i 类的斑块数。

连接度指数指景观在空间结构特征上表现出来的连续性, 数值越高则连续性越强。

④ 分割度指数(Division index, DIVISION)

$$DIVISION = 1 - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{a_{ij}}{A} \right)^2$$

a_{ij} : 斑块面积, A : 景观总面积, m : 分类数, n : 第 i 类的斑块数。

分割度指数指景观中不同景观类型间不同斑块数个体的分割程度。

⑤ 破碎度指数(Fragmentation index, FRAG)

$$FRAG = \left(\sum_{i=1}^m NP_i - 1 \right) \times A_{\min} / A$$

NP_i : 斑块总数, A_{\min} : 最小斑块面积, A : 景观总面积, m : 分类数。

FRAG表征景观被分割的破损程度, 反映景观空间结构的复杂性, 在一定程度上反映了人类对景观的干扰程度。

评价区生态系统空间格局指数

表 4.8-19

指数	CONTAG 蔓延度指数	AI 聚集度指数	COHESION 连通度指数	DIVISION 分割度指数	SPLIT 破碎度指数
数量	42.70	85.70	95.30	0.98	6.67

总体来看,评价区的聚集度指数和连通度指数较高,分别为85.70和95.30,表明评价区的各类型景观分布集中;破碎度指数低,表明区内景观破碎化程度相对较低。

4.8.10.4 工程区陆生生态状况

牙根一级水电站主要征地范围处在干旱河谷地段,属于居民聚居区,沿线分布有居民点,以及耕地、经济果木林地,自然植被主要为灌木林地,如黄背栎-矮高山栎灌丛、鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛等,群落组成成分较少,结构稀疏简单。根据资料记载和野外调查,未在征地范围内发现国家级、省级野生保护植物。由于工程所在的河谷地区植被以低矮灌丛为主,且受人类活动干扰相对较大,缺乏大型兽类栖息的生境,野生动物以在河谷灌草丛区和农耕区生活的鸟类、小型啮齿类及鼬科类动物为主;猕猴、黑熊、赤狐等偶有出现,主要是食物匮乏季节,下山到农耕区盗食作物;其它种类大多分布在海拔较高、植被茂密的林区,在工程所在的河谷区难以见到。

4.9 环境空气

4.9.1 污染源

工程区及周边属乡村环境,除集镇人口相对集中外,其余地区人口稀少且分布分散,无规模以上环境空气污染企业分布。工程区主要的环境空气污染源为沿工程江段分布的S220的交通扬尘及两河口水电站坝下工区的施工作业面扬尘。但由于该条公路的车流量小,污染源强也小;两河口水电站目前已下闸蓄水,施工高峰期已过,不存在较大强度的施工作业,总体对周围大气环境影响有限。

4.9.2 常规监测

根据雅江县生态环境局提供的2019年~2021年环境空气自动监测数据(监测点位位于雅江县城),各年度雅江县空气质量总体较好,基本为优、良天气,仅2019年5月份存在6天轻度污染天气。详细监测结果见表4.9-1,空气质量趋势分布见图4.9-1。

雅江县 2019 年~2021 年环境空气自动监测结果

表 4.9-1

单位: CO 为 mg/m³, 其余均为 μg/m³

城市	区县	时间	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	优	良	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染
甘孜	雅江县	2019-01	4	8	0.8	65	11	23	31	0	0	0	0	0
		2019-02	4	2	0.5	73	10	25	28	0	0	0	0	0
		2019-03	5	6	0.6	62	10	30	31	0	0	0	0	0
		2019-04	9	3	0.7	63	12	27	30	0	0	0	0	0

城市	区县	时间	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	优	良	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染
		2019-05	7	3	0.6	165	14	19	9	16	6	0	0	0
		2019-06	8	5	0.4	116	9	21	22	8	0	0	0	0
		2019-07	4	4	0.2	99	11	21	27	4	0	0	0	0
		2019-08	3	5	0.1	118	12	22	17	14	0	0	0	0
		2019-09	4	6	0.1	84	8	17	29	1	0	0	0	0
		2019-10	4	8	0.7	53	9	21	31	0	0	0	0	0
		2019-11	2	6	0.9	50	12	31	30	0	0	0	0	0
		2019-12	2	4	1.1	71	11	30	31	0	0	0	0	0
		2020-01	2	2	0.8	81	8	21	31	0	0	0	0	0
		2020-02	1	2	1	78	7	15	29	0	0	0	0	0
		2020-03	7	2	1	107	8	20	24	7	0	0	0	0
		2020-04	3	2	0.3	120	10	27	9	21	0	0	0	0
		2020-05	11	3	0.1	127	8	18	15	16	0	0	0	0
		2020-06	11	4	0.3	101	8	19	25	5	0	0	0	0
		2020-07	4	5	0.8	95	11	19	28	3	0	0	0	0
		2020-08	10	8	0.8	110	9	23	26	5	0	0	0	0
		2020-09	5	8	0.8	90	8	21	30	0	0	0	0	0
		2020-10	2	1	0.1	89	9	26	31	0	0	0	0	0
		2020-11	1	1	0.2	88	11	36	27	3	0	0	0	0
		2020-12	1	2	0.6	88	14	35	29	2	0	0	0	0
		2021-01	7	2	0.7	93	9	28	30	1	0	0	0	0
		2021-02	6	2	0.9	94	10	23	27	1	0	0	0	0
		2021-03	8	2	1	127	14	29	12	19	0	0	0	0
		2021-04	5	5	1.1	135	10	26	0	30	0	0	0	0
		2021-05	8	7	0.8	129	10	20	12	19	0	0	0	0
		2021-06	6	7	0.8	93	12	20	29	1	0	0	0	0
		2021-07	7	3	0.8	100	11	19	29	2	0	0	0	0
		2021-08	8	3	0.4	62	11	19	31	0	0	0	0	0
		2021-09	7	2	0.3	64	10	20	30	0	0	0	0	0
		2021-10	9	2	0.4	50	11	20	31	0	0	0	0	0
		2021-11	7	2	0.8	60	12	22	30	0	0	0	0	0
		2021-12	7	4	0.8	71	15	28	31	0	0	0	0	0

注：表中 O₃为日最大8小时平均值，CO为24小时平均值，其余均为月均值

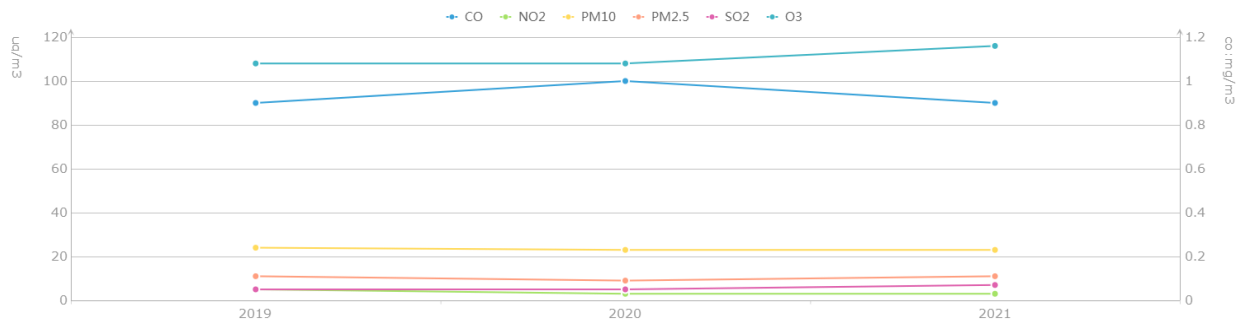


图 4.9-1 雅江县 2019 年~2021 年大气监测结果示意图分（雅江生态环境局提供）

4.9.3 临近工程监测成果

牙根一级上游梯级两河口水电站在其坝下即牙根一级水电站库区布设有部分施工场地，施工期内在坝下设有白玛业主营地、2#承包商营地、脚泥堡村居民点、呷拉村居民点、西地村居民点等监测点位，监测项目为TSP和PM₁₀日均值，每季度监测1次，每次连续监测7天。利用两河口水电站坝下施工区2019~2021年大气环境监测结果（受新冠疫情影响，2020年未开展第一季度监测工作），总体能够反映牙根一级水电站工程区域内大气环境质量。监测点位示意图见图4.9-2，监测成果见表4.9-2。



图 4.9-2 两河口水电站施工期坝下工区大气环境监测点位示意图

两河口水电站施工期 2019 年~2021 年大气环境监测结果统计表

表 4.9-2

监测时间		监测项目	白玛业 主营地	2#承包 商营地	脚泥堡村 居民点	呷拉村 居民点	西地村 居民点	达标情况
2019 年	1 月 12 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	60	64	64	65	52	均达标
		TSP (ug/m ³)	108	115	113	114	94	均达标
	1 月 13 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	53	60	60	64	60	均达标
		TSP (ug/m ³)	95	113	115	116	107	均达标
	1 月 14 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	55	66	65	60	56	均达标
		TSP (ug/m ³)	102	119	115	119	99	均达标
	1 月 15 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	62	62	66	66	62	均达标
		TSP (ug/m ³)	110	116	119	117	109	均达标
	1 月 16 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	57	65	63	60	55	均达标
		TSP (ug/m ³)	98	117	113	113	96	均达标
	1 月 17 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	55	67	62	65	58	均达标
		TSP (ug/m ³)	96	114	116	110	102	均达标
	1 月 18 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	59	60	67	62	59	均达标
		TSP (ug/m ³)	105	115	117	115	101	均达标
	4 月 17 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	58	49	48	57	58	均达标
		TSP (ug/m ³)	113	106	105	112	113	均达标
	4 月 18 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	60	55	47	60	55	均达标
		TSP (ug/m ³)	117	110	103	117	111	均达标
	4 月 19 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	59	47	53	56	60	均达标
		TSP (ug/m ³)	115	103	109	111	116	均达标
	4 月 20 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	49	47	46	57	53	均达标
		TSP (ug/m ³)	106	105	102	112	110	均达标
	4 月 21 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	60	46	57	47	51	均达标
		TSP (ug/m ³)	117	102	112	105	108	均达标
	4 月 22 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	51	60	49	46	50	均达标
		TSP (ug/m ³)	107	114	106	103	107	均达标
	4 月 23 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	59	57	47	44	57	均达标
		TSP (ug/m ³)	115	112	105	101	113	均达标
	7 月 14 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	48	50	48	51	49	均达标
		TSP (ug/m ³)	97	99	99	101	100	均达标
	7 月 15 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	46	52	44	48	52	均达标
		TSP (ug/m ³)	96	101	95	98	103	均达标
	7 月 16 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	51	47	51	49	53	均达标
		TSP (ug/m ³)	101	96	102	99	97	均达标
	7 月 17 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	49	53	52	46	54	均达标
		TSP (ug/m ³)	94	103	103	96	96	均达标

监测时间		监测项目	白玛业 主营地	2#承包 商营地	脚泥堡村 居民点	呷拉村 居民点	西地村 居民点	达标情况
2020 年	7月 18 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	51	46	43	45	47	均达标
		TSP (ug/m ³)	102	94	94	95	96	均达标
	7月 19 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	52	51	42	53	51	均达标
		TSP (ug/m ³)	103	100	92	103	102	均达标
	7月 20 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	52	54	53	54	55	均达标
		TSP (ug/m ³)	104	103	101	104	106	均达标
	11月 12 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	46	53	49	50	47	均达标
		TSP (ug/m ³)	93	104	94	99	98	均达标
	11月 13 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	53	47	50	47	50	均达标
		TSP (ug/m ³)	108	95	93	96	101	均达标
	11月 14 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	49	48	43	48	51	均达标
		TSP (ug/m ³)	98	98	100	97	95	均达标
	11月 15 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	50	51	47	45	52	均达标
		TSP (ug/m ³)	102	101	102	94	94	均达标
	11月 16 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	52	51	50	44	45	均达标
		TSP (ug/m ³)	106	102	97	93	93	均达标
	11月 17 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	51	55	45	52	49	均达标
		TSP (ug/m ³)	104	107	90	101	100	均达标
	11月 18 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	51	45	46	53	53	均达标
		TSP (ug/m ³)	103	93	92	102	104	均达标
2020 年	6月 17 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	59	68	47	47	63	均达标
		TSP (ug/m ³)	90	98	94	98	96	均达标
	6月 18 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	61	74	49	53	63	均达标
		TSP (ug/m ³)	90	103	93	99	94	均达标
	6月 19 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	63	62	41	49	62	均达标
		TSP (ug/m ³)	92	112	101	104	91	均达标
	6月 20 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	60	68	44	51	64	均达标
		TSP (ug/m ³)	86	96	103	102	97	均达标
	6月 21 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	56	59	48	52	67	均达标
		TSP (ug/m ³)	92	104	97	102	95	均达标
	6月 22 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	62	63	43	48	66	均达标
		TSP (ug/m ³)	89	93	90	97	91	均达标
2020 年	6月 23 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	57	71	45	54	65	均达标
		TSP (ug/m ³)	95	102	92	98	92	均达标

监测时间	监测项目	白玛业 主营地	2#承包 商营地	脚泥堡村 居民点	呷拉村 居民点	西地村 居民点	达标情况
9月 17日	PM ₁₀ (ug/m ³)	62	63	62	66	65	均达标
	TSP (ug/m ³)	96	92	92	98	93	均达标
9月 18日	PM ₁₀ (ug/m ³)	63	61	61	65	62	均达标
	TSP (ug/m ³)	95	94	100	93	97	均达标
9月 19日	PM ₁₀ (ug/m ³)	62	65	61	63	64	均达标
	TSP (ug/m ³)	97	98	98	97	96	均达标
9月 20日	PM ₁₀ (ug/m ³)	62	64	63	63	64	均达标
	TSP (ug/m ³)	93	90	96	98	97	均达标
9月 21日	PM ₁₀ (ug/m ³)	64	63	65	63	64	均达标
	TSP (ug/m ³)	99	95	100	96	96	均达标
9月 22日	PM ₁₀ (ug/m ³)	62	63	62	64	64	均达标
	TSP (ug/m ³)	97	94	94	92	91	均达标
9月 23日	PM ₁₀ (ug/m ³)	64	63	61	61	63	均达标
	TSP (ug/m ³)	91	96	90	99	98	均达标
202 0年 12 月 30 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	60	62	62	52	-	均达标
	TSP (ug/m ³)	89	87	90	86	-	均达标
202 0年 12 月 31 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	57	61	62	58	-	均达标
	TSP (ug/m ³)	94	89	91	88	-	均达标
202 0年 12 月 30 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	60	62	62	52	61	均达标
	TSP (ug/m ³)	89	87	90	86	81	均达标
202 0年 12 月 31 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	57	61	62	58	58	均达标
	TSP (ug/m ³)	94	89	91	88	81	均达标
202 1年 1月 1日	PM ₁₀ (ug/m ³)	53	56	61	61	60	均达标
	TSP (ug/m ³)	90	93	87	90	85	均达标
202 1年 1月 2日	PM ₁₀ (ug/m ³)	53	61	52	62	58	均达标
	TSP (ug/m ³)	84	91	81	87	82	均达标
202 1年 1月 3日	PM ₁₀ (ug/m ³)	64	58	56	61	57	均达标
	TSP (ug/m ³)	93	92	81	81	93	均达标

监测时间		监测项目	白玛业 主营地	2#承包 商营地	脚泥堡村 居民点	呷拉村 居民点	西地村 居民点	达标情况
	2021年 1月4日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	60	55	57	59	63	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	88	81	84	81	94	均达标
	2021年 1月5日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	53	60	55	53	53	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	94	86	92	94	83	均达标
2021 年	2021年 3月19日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	54	50	60	56	66	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	103	99	111	106	114	均达标
	2021年 3月20日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	51	54	52	57	68	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	98	104	103	108	117	均达标
	2021年 3月21日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	57	58	61	54	63	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	107	109	112	103	112	均达标
	2021年 3月22日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	48	60	64	51	61	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	95	111	115	100	109	均达标
	2021年 3月23日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	46	55	58	61	60	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	93	106	109	112	108	均达标
	2021年 3月24日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	52	53	54	59	57	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	100	102	104	110	104	均达标
	2021年 3月25日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	49	48	55	62	56	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	97	96	107	113	103	均达标
	2021年 6月24日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	51	52	58	55	53	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	101	98	108	105	100	均达标
	2021年 6月25日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	45	62	67	64	69	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	93	113	116	116	118	均达标
	2021年 6月26日	PM ₁₀ （ug/m ³ ）	43	59	62	62	68	均达标
		TSP（ug/m ³ ）	91	109	111	112	116	均达标

监测时间	监测项目	白玛业 主营地	2#承包 商营地	脚泥堡村 居民点	呷拉村 居民点	西地村 居民点	达标情况
2021年 6月 27日	PM ₁₀ (ug/m ³)	48	56	64	59	65	均达标
	TSP (ug/m ³)	97	105	113	109	113	均达标
2021年 6月 28日	PM ₁₀ (ug/m ³)	54	49	55	54	62	均达标
	TSP (ug/m ³)	104	96	104	103	109	均达标
2021年 6月 29日	PM ₁₀ (ug/m ³)	56	48	53	52	58	均达标
	TSP (ug/m ³)	106	94	101	98	106	均达标
2021年 6月 30日	PM ₁₀ (ug/m ³)	60	46	51	50	55	均达标
	TSP (ug/m ³)	108	93	98	96	104	均达标
2021年 9月 23日	PM ₁₀ (ug/m ³)	69	69	70	68	67	均达标
	TSP (ug/m ³)	97	95	90	92	98	均达标
2021年 9月 24日	PM ₁₀ (ug/m ³)	59	66	63	65	65	均达标
	TSP (ug/m ³)	99	93	93	98	93	均达标
2021年 9月 25日	PM ₁₀ (ug/m ³)	63	59	69	60	59	均达标
	TSP (ug/m ³)	92	98	96	94	96	均达标
2021年 9月 26日	PM ₁₀ (ug/m ³)	67	68	61	64	69	均达标
	TSP (ug/m ³)	98	91	92	92	96	均达标
2021年 9月 27日	PM ₁₀ (ug/m ³)	66	66	68	62	61	均达标
	TSP (ug/m ³)	97	93	96	94	97	均达标
2021年 9月 28日	PM ₁₀ (ug/m ³)	61	53	64	64	58	均达标
	TSP (ug/m ³)	91	96	94	91	95	均达标
2021年 9月 29日	PM ₁₀ (ug/m ³)	63	58	62	59	61	均达标
	TSP (ug/m ³)	91	98	92	99	97	均达标
2021年 12月	PM ₁₀ (ug/m ³)	50	63	61	71	77	均达标
	TSP (ug/m ³)	88	105	104	110	115	均达标

监测时间	监测项目	白玛业 主营地	2#承包 商营地	脚泥堡村 居民点	呷拉村 居民点	西地村 居民点	达标情况
月 21 日							
202 1 年 12 月 22 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	56	62	72	69	80	均达标
	TSP (ug/m ³)	97	104	110	107	118	均达标
202 1 年 12 月 23 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	58	59	74	74	73	均达标
	TSP (ug/m ³)	99	101	112	113	111	均达标
202 1 年 12 月 24 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	52	57	67	76	71	均达标
	TSP (ug/m ³)	91	99	106	115	109	均达标
202 1 年 12 月 25 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	45	54	62	67	66	均达标
	TSP (ug/m ³)	84	97	101	106	105	均达标
202 1 年 12 月 26 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	54	50	70	62	63	均达标
	TSP (ug/m ³)	94	93	108	103	102	均达标
202 1 年 12 月 27 日	PM ₁₀ (ug/m ³)	48	48	57	60	69	均达标
	TSP (ug/m ³)	86	90	99	101	107	均达标
评价标准	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准: TSP 日均值≤300 ug/m ³ , PM ₁₀ 日均值≤150 ug/m ³						

4.9.4 环境空气质量现状评价

临近工程两河口水电站坝下空气质量总体良好,各监测点位近三年监测结果均满足《环境空气质量标准》(3095-2012)二级标准限值。同时结合雅江县环境空气自动监测数据,可判断牙根一级水电站工程区域环境空气质量总体良好。

4.10 声环境

4.10.1 污染源

工程区及周边属乡村环境,除集镇人口相对集中外,其余地区人口稀少且分布分散,

生活噪声污染源较少，也基本无工矿企业噪声污染源分布。工程区主要噪声源来自沿工程江段分布的S220公路的交通噪声以及两河口水电站坝下施工区施工噪声，但由于S220公路的车流量小，噪声源强也小；两河口水电站已下闸蓄水发电，施工高峰期已过，坝下施工区施工噪声较小。

4.10.2 临近工程监测成果

牙根一级上游梯级两河口水电站在其坝下即牙根一级水电站库区布设有部分施工场地，施工期内在坝下设有白玛业主营地、2#承包商营地、脚泥堡村居民点、呷拉村居民点、西地村居民点等监测点位，每年各季度监测1次，每次监测1天，24小时连续监测。利用两河口水电站坝下施工区2019~2021年噪声监测结果，总体能够反映牙根一级水电站工程区域内声环境质量。监测点位示意图见图4.10-1，监测结果见表4.10-1。

两河口水电站施工期各季度敏感点噪声监测结果（2019~2021）

表 4.10-1

单位: dB(A)

监测时间	2#承包商营地		西地村居民点		呷拉村居民点		脚泥堡村居民点		白玛业主营地	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
2019年1月	51.6	40.5	49.9	41.4	51	40.8	49.4	40.3	49.2	40
2019年4月	46.8	38.4	49.1	41.2	46	40.8	44.2	38.1	46.9	37.2
2019年7月	52.1	45.2	49.2	43.9	49.4	45.4	51.4	44.5	49.7	44.8
2019年11月	54.7	42.2	41.2	36.8	54.9	42.1	55	42.4	49.6	45.1
2020年6月	58.8	42.5	47.4	45.2	45	41.2	47.3	45.7	53.4	48.5
2020年9月	45.7	36.0	45.6	36.1	46.1	36.8	53.8	43.1	49.3	36.8
2021年1月	50.8	39.2	49.1	37.6	45.0	38.5	49.8	37.0	50.7	38.4
2021年3月	48.2	40.0	52.7	41.0	47.4	39.0	49.4	38.4	46.8	38.1
2021年6月	54.3	42.8	53.2	44.2	45.0	41.2	54.2	45.4	53.7	44.8
2021年9月	47.6	41.4	49.1	44.9	43.4	40.8	48.3	42.5	49.9	42.4
2021年12月	50.3	45.4	49.5	47.5	59.9	38.6	55.4	39.7	50.3	45.4

4.10.3 补充监测

我公司委托四川省川环源创检测科技有限公司于2021年3月30日~2021年4月1日对牙根一级水电站评价范围声环境背景开展补充监测。监测点位共设置6个：包括牙根一级坝址区、雅江县森林武警大队营房、雅江县看守所、雅江县社会福利救助中心、牙根一级库区白姑村居民点、白孜村居民点。昼间监测2次，夜间监测1次，共监测3天，监测点位示意图见图4.10-1，监测结果见表4.10-2。

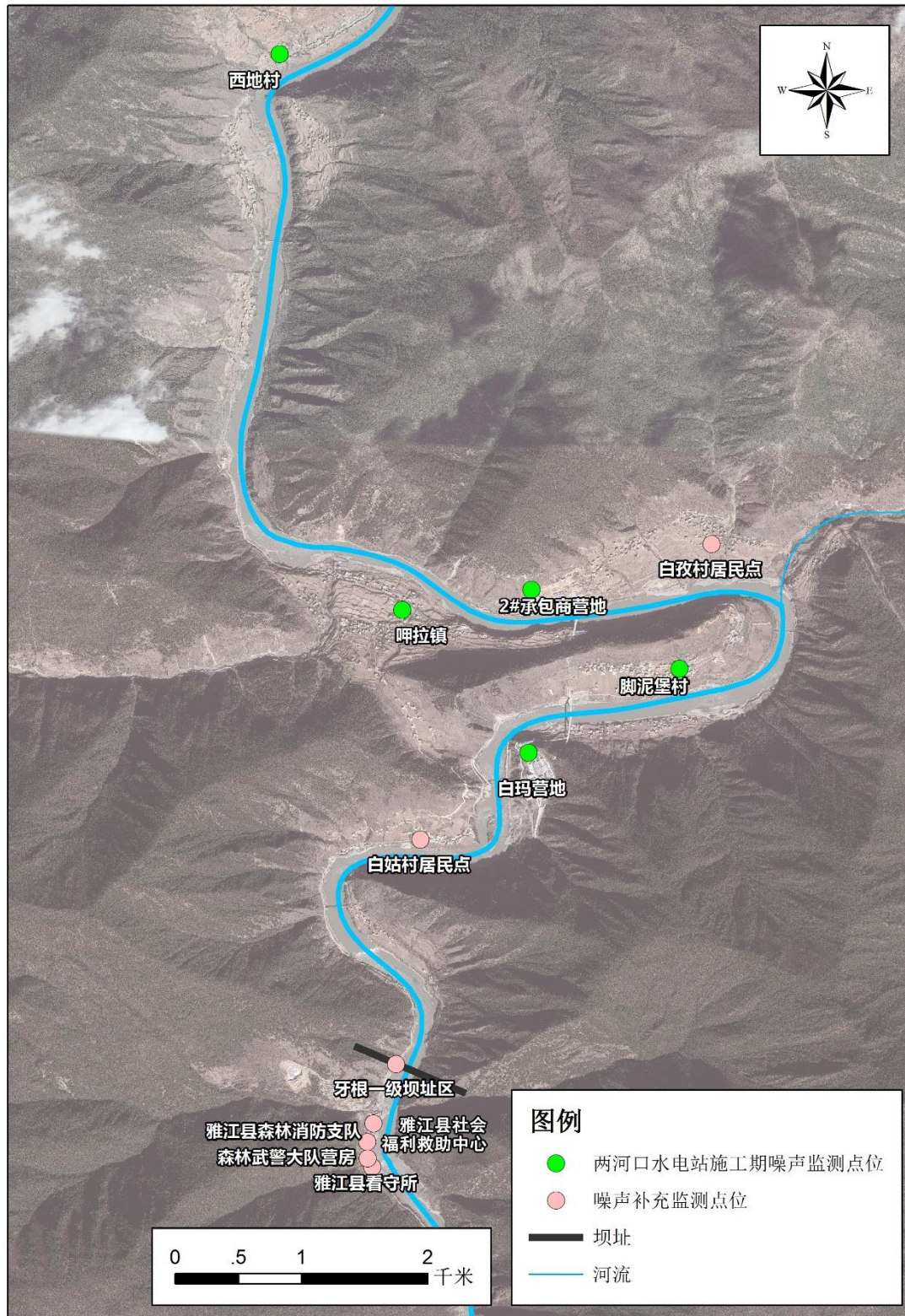


图 4.10-1 两河口水电站施工期坝下工区、本次环评补充监测点位示意图

声环境监测成果一览表

表 4.10-2

监测点位	监测时间及结果(单位: dB(A))												
	2021.3.30			2021.3.31			2021.4.1			标准值		达标情况	
	昼间		夜间	昼间		夜间	昼间		夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
牙根一级坝址区 (E101.00772° N30.07455°)	51	50	45	50	50	46	50	51	47	60	50	达标	达标
雅江县森林武警 大队营房 (E101.00657° N30.07168°)	52	50	45	51	48	44	49	49	46	60	50	达标	达标
雅江县看守所 (E101.00672° N30.07019°)	57	56	56	55	58	56	58	57	54	60	50	达标	超标
雅江县社会福利 救助中心 (E101.00706° N30.06948°)	59	60	57	62	58	58	59	57	58	60	50	超标	超标
牙根一级库区白 姑村 (E101.01289° N30.09266°)	43	39	37	45	42	39	46	45	39	60	50	达标	达标
白孜村 (E101.02301° N30.11087°)	46	45	40	47	44	39	42	44	39	60	50	达标	达标

4.10.4 声环境质量现状评价

临近工程两河口水电站近三年坝下施工区声环境监测结果均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准的限值要求,表明牙根一级库区声环境质量良好。

声环境现状补充监测结果表明,牙根一级库区白姑村居民点、白孜村居民点、牙根一级坝址区、坝下森林武警大队营房环境本底噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准的限值要求;但雅江县社会福利救助中心昼间最大超标2dB、夜间最大超标8 dB,雅江县看守所夜间最大超标6 dB。

根据现场调查,雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所分别距离S220线18m和25m,将受到交通噪声影响;同时,雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所分别距离雅砻江干流44m和42m,且该河段由于早期采砂影响,形成了多处跌水河段,水声较大。总体上,受S220线交通噪声和雅砻江跌水声影响,雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所噪声背景值超标。



临近的雅砻江河道形态

4.11 土壤环境质量现状

为掌握工程区土壤环境质量状况，我公司委托四川省川环源创检测科技有限公司于2021年3月底对牙根一级水电站项目区开展了一期土壤环境质量监测。监测点位共设置3个：牙根一级坝址、脚泥堡村、森林武警营地，监测表层样。

其中牙根一级坝址和森林武警营地的现状评价标准采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)第二类用地的筛选值。脚泥堡村的现状评价标准采用《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)对应风险筛选值，监测结果见表4.11-1和表4.11-12。

监测结果表明，牙根一级坝址、森林武警营地表层样点土壤满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)第二类用地的筛选值。脚泥堡村表层样点土壤满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)对应风险筛选值，工程区域土壤环境质量良好。

建设用地土壤质量现状监测结果一览表

表 4.11-1

单位：mg/kg

点位编号 检测项目		检测结果		执行标准值（GB 36600-2018 表 1筛选值第二类）
		坝址区域	森林武警大队	
		2021.07.29	2021.07.29	
		0~0.2m	0~0.2m	
Ph	-	8.28	8.29	-
水溶性盐总量	g/kg	0.32	0.51	-
铅	mg/kg	20.6	40.4	800
镉	mg/kg	0.19	0.12	65

点位编号 检测项目		检测结果		执行标准值（GB 36600-2018 表 1筛选值第二类）
		坝址区域	森林武警大队	
		2021.07.29	2021.07.29	
		0~0.2m	0~0.2m	
汞	mg/kg	0.023	0.036	38
砷	mg/kg	12.3	15.3	60
铜	mg/kg	28	22	18000
镍	mg/kg	40	34	900
铬（六价）	mg/kg	未检出	未检出	5.7
四氯化碳	μg/kg	未检出	未检出	2.8
氯仿	μg/kg	未检出	未检出	0.9
氯甲烷	μg/kg	未检出	未检出	37
1,1-二氯乙烷	μg/kg	未检出	未检出	9
1,2-二氯乙烷	μg/kg	未检出	未检出	5
1,1-二氯乙烯	μg/kg	未检出	未检出	66
顺-1,2-二氯乙烯	μg/kg	未检出	未检出	596
反-1,2-二氯乙烯	μg/kg	未检出	未检出	54
二氯甲烷	μg/kg	未检出	未检出	616
1,2-二氯丙烷	μg/kg	未检出	未检出	5
1,1,1,2-四氯乙烷	μg/kg	未检出	未检出	10
1,1,2,2-四氯乙烷	μg/kg	未检出	未检出	6.8
四氯乙烯	μg/kg	未检出	未检出	53
1,1,1-三氯乙烷	μg/kg	未检出	未检出	840
1,1,2-三氯乙烷	μg/kg	未检出	未检出	2.8
三氯乙烯	μg/kg	未检出	未检出	2.8
1,2,3-三氯丙烷	μg/kg	未检出	未检出	0.5
氯乙烯	μg/kg	未检出	未检出	0.43
苯	μg/kg	未检出	未检出	4
氯苯	μg/kg	未检出	未检出	270
1,2-二氯苯	μg/kg	未检出	未检出	560
1,4-二氯苯	μg/kg	未检出	未检出	20
乙苯	μg/kg	未检出	未检出	28

点位编号 检测项目		检测结果		执行标准值（GB 36600-2018 表 1筛选值第二类）
		坝址区域	森林武警大队	
		2021.07.29	2021.07.29	
		0~0.2m	0~0.2m	
苯乙烯	μg/kg	未检出	未检出	1290
甲苯	μg/kg	未检出	未检出	1200
间-二甲苯+对-二甲苯	μg/kg	未检出	未检出	570
邻-二甲苯	μg/kg	未检出	未检出	640
硝基苯	mg/kg	未检出	未检出	76
苯胺	mg/kg	未检出	未检出	260
2-氯酚	mg/kg	未检出	未检出	2256
苯并[a]蒽	mg/kg	未检出	未检出	15
苯并[a]芘	mg/kg	未检出	未检出	1.5
苯并[b]荧蒽	mg/kg	未检出	未检出	15
苯并[k]荧蒽	mg/kg	未检出	未检出	151
蒽	mg/kg	未检出	未检出	1293
二苯并[a,h]蒽	mg/kg	未检出	未检出	1.5
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	未检出	未检出	15
萘	mg/kg	未检出	未检出	70

农用地土壤质量现状监测结果一览表

表 4.11-2

单位：mg/kg

检测项目	单位	检测结果	GB 15618-2018	超标情况
		脚泥堡村	PH>7.5	
pH	无量纲	8.19	-	
水溶性盐总量	g/kg	0.46	-	
铅	mg/kg	28.1	170	0
镉	mg/kg	0.10	0.6	0
汞	mg/kg	0.048	3.4	0
砷	mg/kg	24.2	25	0
铜	mg/kg	26	100	0
镍	mg/kg	38	190	0
锌	mg/kg	72	300	0
铬	mg/kg	81	200	0

4.12 固体废物

雅江县已建成一座生活垃圾卫生填埋场，主要服务于雅江县城、周边乡镇及两河口水电站施工期生活垃圾处置。该填埋场位于雅江县河口镇本达宗村的银鸡山，距离县城北部10km，上距牙根一级坝址约780m。该生活垃圾填埋场于2010年11月建成投入使用，库容约14万m³，多年运行后实际填埋库容已满。

目前，雅江县综合执法局牵头对该生活垃圾填埋场进行扩容，扩容工程项目不新增占地，建设内容主要包括现有垃圾初期坝加固加高、填埋场扩容工程和辅助工程等。扩建后垃圾填埋场的设计平均日处理量60t/d，服务期限为8年（2021-2028），服务范围为雅江县城、呷拉镇、呷拉教育园、八角楼乡、河口镇及两河口水电站，项目总投资约3200万元，已于2021年底建成投运。



雅江县垃圾填埋场（2021年6月）

4.13 人群健康

依据收集到的《雅江县2019年统计年鉴》，全县现有医疗卫生机构21个。其中县级医疗机构主要包括雅江县医院、中藏医院、县疾控中心、妇幼保健计划生育服务中心等；

乡镇卫生院17个，村卫生室100个；床位331张，卫计系统人员编制321名。

针对地方性疾病防控，近年来全县持续推进“健康雅江”行动，完善基本药物制度，各级医疗机构狠抓地方病、传染病防控、全县陆续筛查包虫病约2万人次，居民电子健康档案建档率达到92%。总体上工程涉及乡镇的人群健康状况良好，各类传染病发病率均控制在国家要求之内。

4.14 移民安置区环境现状

根据调查，移民安置区占地类型主要以农田及灌草丛为主的植被，原生植被和动物分布较少。各专项复建工程以后靠、抬升为主，与现状环境基本一致。总体上项目移民安置区不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感区和生态保护红线，占地范围内无珍稀保护动植物分布。

4.15 环境敏感区

4.15.1 四川省庆大沟森林公园

4.15.1.1 地理位置

四川省庆达沟森林公园由四川省林业厅于2000年8月以“川林造函[2000]343号”文批复建立。2020年1月，雅江县林草局组织编写完成《四川省庆达沟森林公园总体规划（2020-2030年）》，2020年5月，四川省林业和草原局以“川林自函[2020]317”号文对《总规》予以了批复。

根据批复的《总规》，四川省庆达沟森林公园（以下简称“森林公园”）位于四川省西部甘孜藏族自治州雅江县东北部，地理坐标为东经100°58'16"~101°12'32"，北纬30°9'6"~30°28'59"。森林公园总面积28302.19hm²，森林公园距雅江县政府所在地约26km，距康定市约166m，距成都市426km。

4.15.1.2 森林公园概况

在森林公园自然和人文要素基础上，通过对森林公园区位、资源优势 and 开发条件现状以及发展前景的分析评价，结合雅江县发展规划与功能定位，确定四川省庆达沟森林公园的性质为：

以多类型森林景观为主体，优美的峡谷湖泊湿地为特色，神秘的民俗文化为灵魂，深厚的藏传佛教文化为支撑，立足于高原生态系统保护，同时发挥科普宣教、环境教育

功能以及森林游憩、生态观光、森林康养、文化体验等活动的综合性森林公园。

森林公园采取“三片、四区、七景区”的布局模式，功能分区详见表4.15-1及图4.15-1。

庆达沟森林公园功能分区表

表 4.15-1

功能分区	序号	景区名称	所属片区	位置
核心景观区	1	森林湖泊游憩区	卓玛雍措片区	森林公园南部卓玛雍措湖及附近区域
	2	高寒湿地徒步体验区	卓玛雍措片区	森林公园东部洛冬措湖泊群及沼泽区域
	3	高原雪域游憩区	木绒片区	森林公园北部东翁柯及两侧区域
一般游憩区	4	藏传佛教文化体验区	木绒片区	森林公园西北部亚多寺附近区域
	5	高山森林生态科普宣教区	木绒片区	森林公园东北部木绒村上侧区域
	6	森林康养度假区	庆达沟片区	森林公园东北部亚多村区域
	7	庆达沟大峡谷游乐区	庆达沟片区	森林公园中部庆达河及两岸区域
管理服务区	8	木绒管理服务区	森林公园外	森林公园东北部木绒乡旁（公园外侧）
	9	两河口管理服务区	卓玛雍措片区	森林公园南部两河口附近区域
生态保育区			庆达沟片区、卓玛雍措片区、木绒片区	核心景观区、一般游憩区及管理服务区以外的区域

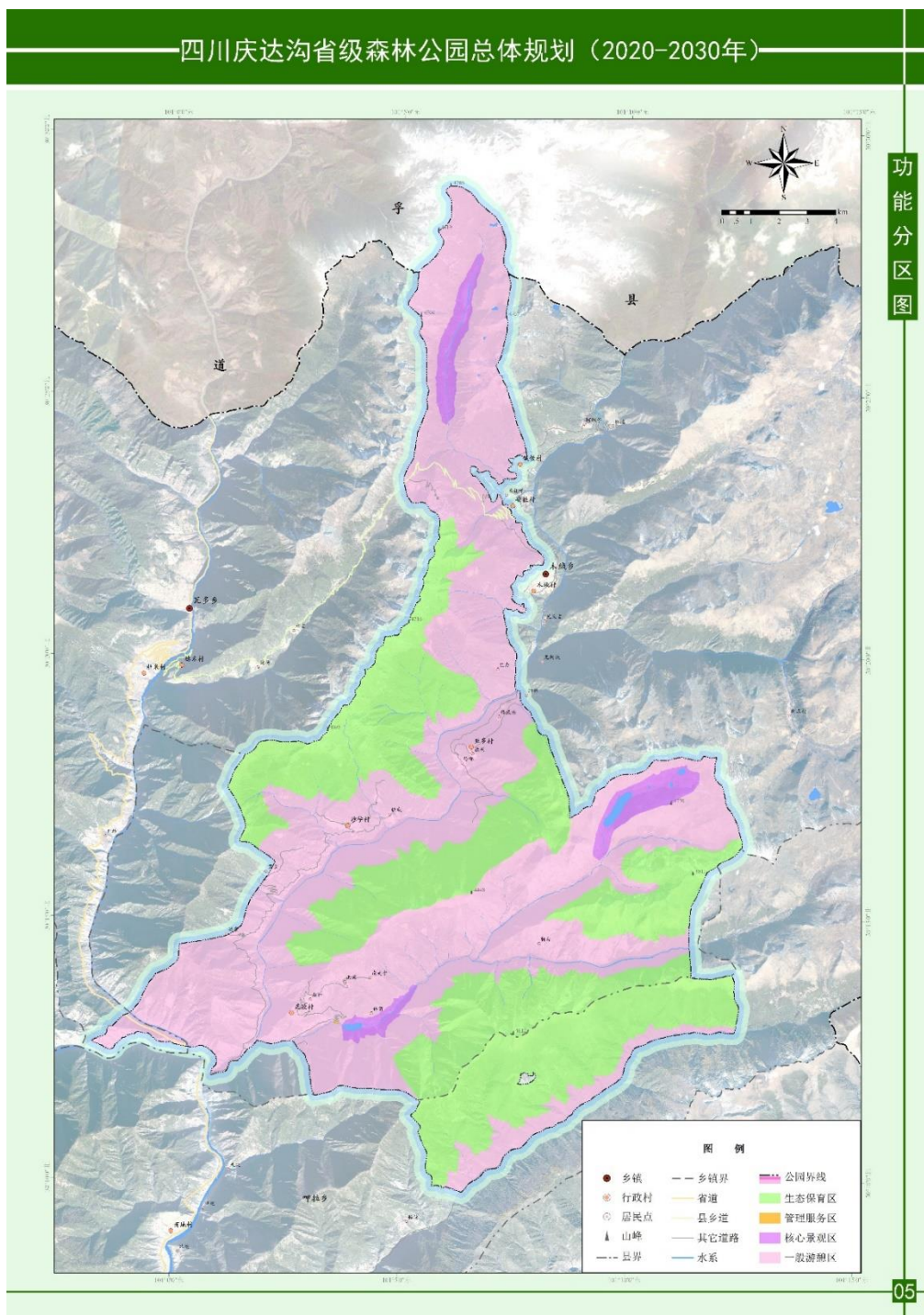


图 4.15-1 四川省庆达沟森林公园功能分区

4.15.1.3 旅游开发现状

庆达沟森林公园自2001年成立至今，一直处于分步开发的阶段，许多旅游基础设施尚未建设，基本处在未开发的状态，也未正式开展有组织的旅游活动。

4.15.1.4 与牙根一级水电站的区位关系

庆达沟省级森林公园位于牙根一级库尾以上河段，森林公园边界距牙根一级库尾最

近水平距离约 0.8km，经叠图分析，牙根一级水电站工程枢纽布置、施工布置及水库淹没均不涉及该森林公园。

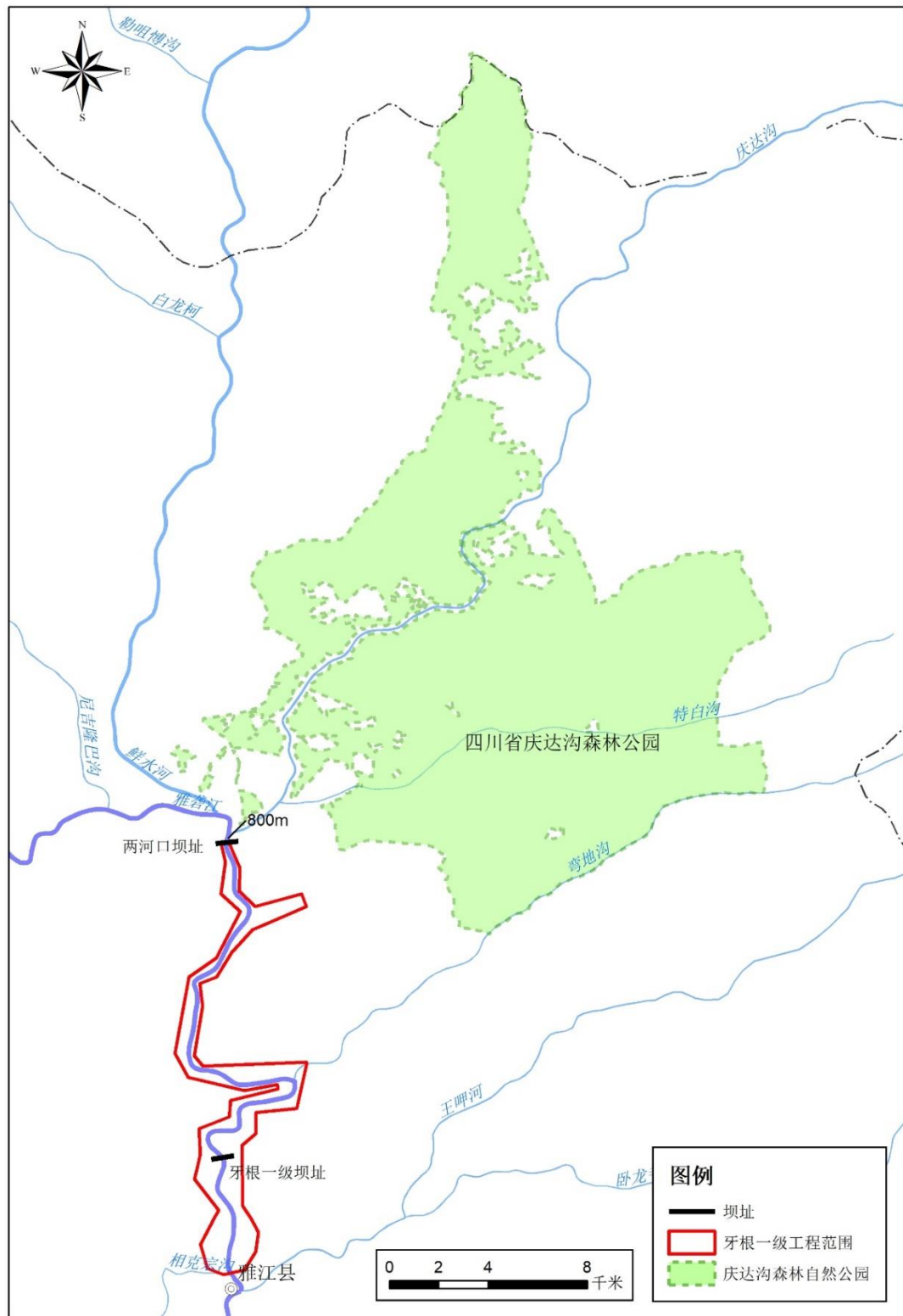


图 4.15-2 牙根一级水电站与四川省庆大沟森林公园区位关系示意图

4.15.2 四川格西沟国家级自然保护区

4.15.2.1 保护区建立情况

四川格西沟国家级自然保护区丰富的动植物资源历来就受到各级政府的高度重视，为了有效保护区内的森林资源和动植物栖息地，保障318国道和雅江县城的安全，防止水土流失，雅江县在上世纪八十年代初就停止了对保护区范围内森林的采伐。1995年，甘孜藏族自治州人民政府以“甘府函[1995]16号”文批准建立格西沟州级自然保护区；2003年，四川省人民政府以“川府函[2003]96号文”批准格西沟自然保护区晋升为省级自然保护区；2012年1月，国务院办公厅以“国办发[2012]7号”文发布格西沟为新建国家级自然保护区。

2013年，自然保护区管理部门组织编写完成了《四川格西沟国家级自然保护区总体规划（2013-2022年）》，2015年8月，国家林业局以(林规发[2015]117)号文对“总规”予以批复。

4.15.2.2 地理位置

四川格西沟国家级自然保护区位于四川省西部甘孜藏族自治州东南部的雅江县河口镇境内，地处雅砻江中游右岸、青藏高原东南部横断山脉剪子弯山西侧。地理坐标介于东经100°51'15"-101°00'13"，北纬29°52'30"-30°05'30"之间。

保护区在行政隶属上属雅江县城所在的河口镇，其北部与雅江县呷拉镇相邻，西北与理塘县呷洼乡接壤，西南与雅江县西俄洛乡毗连，南部与雅江县麻郎措乡接壤。南北最长距离为23.56km，东西最宽距离为15.29km，总面积22896.8hm²。保护区内的最高点是位于其西北部的剪子湾山，海拔4702m；保护区最低点为距雅江烈士墓约1.8km的格西沟沟谷，海拔2800m，垂直高差近2000m。

4.15.2.3 保护区功能分区

保护区是以四川雉鹑（*Tetraothis obscurus*）和绿尾虹雉（*Lophophorus lhuysii*）等高山雉类以及大紫胸鹦鹉（*Psittacula derbiana*）等珍稀野生鸟类为主要保护对象的野生动物兼具森林生态系统类型的公益性国家级自然保护区。

(1) 核心区

保护区核心区分为南北两个部分，中间为国道318线所分隔。

北部核心区的范围如下：以剪子湾山向东北延伸的格西沟和湾地沟分水岭主山脊4560m高程点为起点，过4665m、4695m、4563m、4195m高程点至4073m高程点沿山脊

折向南，过格西沟向南直到格西沟与麻格宗沟分水岭山脊处4310m高程点再向西沿4200m等高线至山脊处，过4659m高程点回到剪子湾山脊。

南部核心区的范围如下：从剪子湾山向东南延伸出的主山脊为起点，过4708m、4672m、4492m高程点到4504m高程点折向东过鲁斋多至阿娘布绒，再沿冲冲阿姜主山脊向北过4274m高程点直至4018m高程点，沿山脊下到沟底，跨下渡沟后沿一条干沟上到4184m高程点向西过沟和脊后沿4000m等高线回到剪子湾山脊起点。

核心区面积为11208hm²，占保护区总面积的48.95%。

(2) 缓冲区

缓冲区位于核心区外围，也分为南北两个部分，主要是保护区北部格西沟和麻格宗沟面向沟谷的区域和东部面向公路、社区的区域，缓冲区的区划也基本以自然山脊为界。北部格西沟内的集体林飞地因处在雅江县城水源保护地内，政府明确不允许砍伐薪柴，为区划得当，缓冲区跨过了极小部分的集体林地。

缓冲区面积为2607.9hm²，占保护区总面积的11.39%。

(3) 试验区

实验区为核心区和缓冲区外围区域，主要包括格西沟中下部区域，靠雅江县城区域，国道318线两侧区域，相格宗、麻格宗、雅江兵站周边区域和下渡沟口、次日顶、日格京区域。实验区因靠社区和公路，并且是当地采集松茸的主要场所，在每年5-9月人为干扰较大。

实验区面积9080.9hm²，占保护区总面积的39.66%。

四川格西沟国家级自然保护区功能区划图

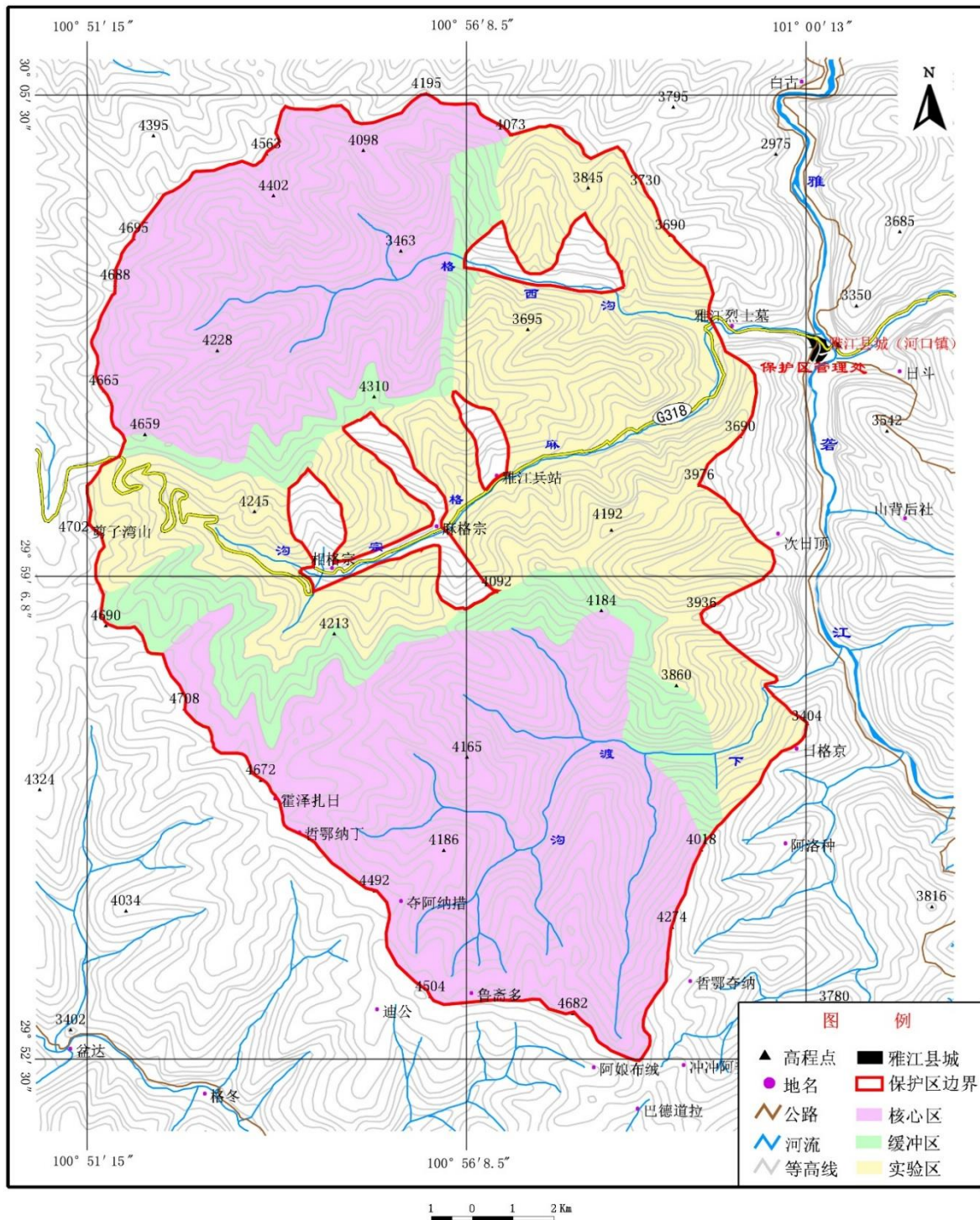


图 4.15-3 四川格西沟国家级自然保护区功能区划图

4.15.2.4 与牙根一级水电站的区位关系

格西沟国家级自然保护区位于牙根一级坝址下游的雅砻江右岸，保护区最低点位于距雅江烈士墓约1.8km的格西沟沟谷，海拔2800m，高于牙根一级水电站正常蓄水位2605m；保护区边界距牙根一级坝址最近水平距离约1.17km。经叠图分析，牙根一级水电站枢纽布置、施工布置及水库淹没均不涉及该保护区。

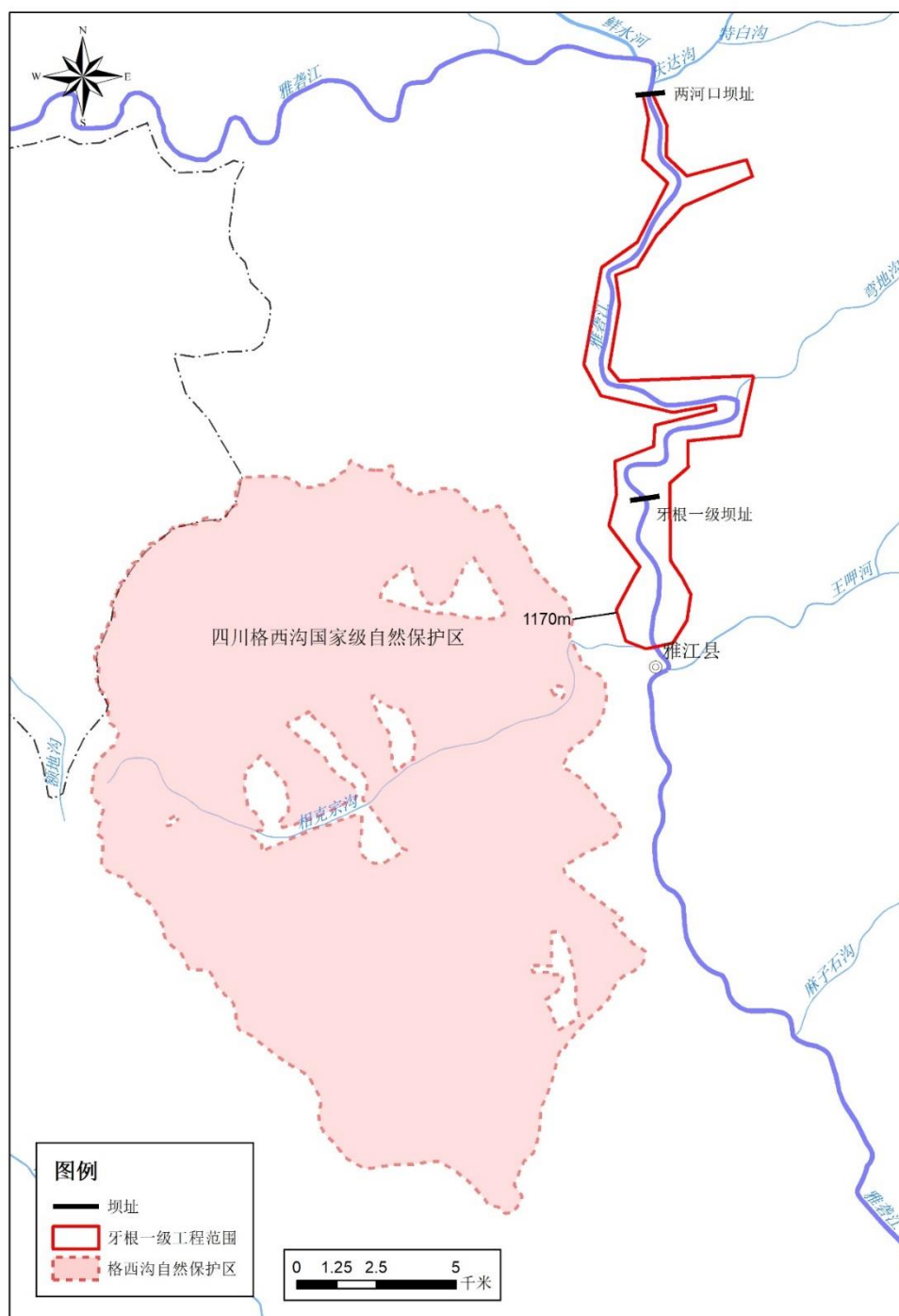


图 4.15-4 牙根一级水电站与四川格西沟国家级自然保护区区位关系示意图

4.15.3 雅江县城

雅江县城所在地河口镇位于县城中部雅砻江与 318 国道的交汇处，距州府康定 146 公里，距成都 482 公里，是西南交通大动脉川藏公路的咽喉。县城分布高程 2577.36m~2700m，其右岸老城区位于雅砻江右岸的 III 级阶地上，主体分布高程在 2604m~2632m 之间。县城建成城区面积约 0.8km²，常住人口约 1.2 万人。牙根一级水电站坝址下距雅江县城约 5km，牙根一级水电站施工期及运行期间，可能会对雅江县城水质及水域景观造成一定的影响。

4.15.4 公益林

依据审定的《四川省雅砻江牙根一级水电站移民安置规划》报告，牙根一级水电站施工占地及水库淹没共涉及国家 II 级公益林 38.66hm²，占整个评价范围内公益林总面积（2637.68hm²）的 1.47%，占用面积比例较小。但在项目建设过程中应尽量避免额外占用公益林，减少公益林的占用面积，并实施占补平衡。2021 年 12 月底，四川省自然资源局以“用字第 513325-2021-00093”号出具了项目用地预审与选址意见书，同意本项目选址，详见附件 13。

4.16 环境现状综合评价及主要环境问题

4.16.1 环境现状评价

牙根一级水电站涉及的四川省甘孜州雅江县河口镇、呷拉镇，地广人稀，经济发展水平落后，基本无工业污染源分布，农业面源污染和生活污水负荷也极低。根据工程区环境现状监测结果可知，工程区水环境、环境空气、声环境及土壤环境质量总体良好，各项监测因子基本可满足相应的环境质量标准要求，仅局部监测断面或监测点位的部分监测因子(如水环境中的粪大肠杆菌等指标)存在偶发性超标现象。

工程区地下水以松散堆积层孔隙水、基岩裂隙水为主。其中，基岩裂隙潜水为坝址区最重要的地下水类型，分布广泛，主要受大气降水补给，排泄于雅砻江；松散堆积层孔隙潜水主要分布在沿岸冲积物、坡积物等各种成因的第四纪松散堆积体内。富水程度往往受季节变化和地貌限制影响较大。泉水零星出露，规模较小，为侵蚀下降泉。总体来看，工程区河谷深切，岸坡陡峻，地下水位略高于雅砻江水位，由地下水补给江水。工程附近的地下水敏感对象主要为呷拉镇湾地沟水源保护区，据地下水水质监测结果可

知，各项水质监测指标均满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)Ⅲ类水标准要求，水质良好。

牙根一级水电站评价区域的自然植被可分为3个植被型，5个群系纲，5个群系组和5个群系，以及栽培植被，由于山体高差巨大，植被山地垂直带谱极为显著。总体而言，工程区处在干旱河谷地段，植被类型组成成分较少，结构稀疏简单，以灌木林地为主；此外，沟谷底部有小麦、玉米、各类蔬菜、水果等人工植被分布。根据文献资料记载及野外调查成果，评价区共有维管束植物74科191属306种，分布有国家Ⅱ级保护植物松口蘑及芒苞草，易危野生植物5种(包含2种保护植物)。另评价范围内有陆生脊椎动物14目35科62种，其中国家级保护动物7种(国家Ⅱ级保护动物6种、四川省保护动物1种)、易危物种有2种，特有物种7种。总体来看，由于工程所在的河谷地区植被以低矮灌丛为主，且受人类活动干扰相对较大，缺乏大型兽类栖息的生境，野生动物以在河谷灌草丛区和农耕区生活的鸟类、小型啮齿类及鼯科类动物为主。

牙根一级水电站所在河段属雅砻江中游，地处川西北丘状高原山区，青藏高原东部边缘，因此，工程水域的鱼类区系组成以适宜高寒地带的中亚山地区系复合体的裂腹鱼亚科和条鳅亚科种类为主，其次是适宜山区急流生境的南方山地区系复合体的平鳍鳅科和鮡科种类，鱼类主要区系类群种类优势突出，区系组成单一。

据现场调查和历史资料记载，工程河段共有鱼类14种，隶属2目4科8属。其中，包括国家Ⅱ级保护鱼类2种，即厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡；四川省级保护鱼类2种，为长丝裂腹鱼、青石爬鮡。濒危种2种，易危种4种，长江上游特有鱼类8种，上述鱼类也是该江段的主要经济鱼类。

综上所述，牙根一级水电站位于雅砻江中上游地区，区内人口稀少，经济不发达，生态系统基本处于良性发展的态势。

4.16.2 主要环境问题

(1) 自然灾害频繁

牙根一级水电站所处的雅砻江中游地区自然灾害种类繁多，成因背景复杂，影响和破坏面广。主要自然灾害有洪灾、旱灾、雪灾、雹灾等气候灾害，滑坡、泥石流、崩塌、水土流失等山地灾害，虫灾、鼠害生物等生物灾害。由于抵御自然灾害的能力有限，尤其是多种灾害并发时，往往给当地居民的生活和森林管护工作造成了巨大的损失，加剧了区域生态环境恶化。

(2) 环保基础设施不足

牙根一级水电站位于少数民族聚集区，属我国社会经济欠发达的边远地区，社会发展程度低，经济总量小，文化教育水平低，交通、环保等基础设施相对落后。目前工程河段仅河口镇建设有生活污水处理、生活垃圾处理相关设施，沿江其他乡镇尚无处理设施，存在生活污水散排入江、生活垃圾随意丢弃的现象。

5 环境影响预测评价

5.1 气候影响预测与评价

牙根一级为低坝日调节水库，水库形成后，正常蓄水位2605m以下库容4142万m³，干流回水长度约20.2km，库水面平均宽度约159m，水面面积虽较天然状况增加了约2.62km²，增加有限。因此从水体体积和水库型态分析，牙根一级水库基本不会对局地气候造成影响，该河段局地气候仍受区域气候控制。

5.2 水文情势影响预测与评价

5.2.1 上游梯级对牙根河段水文情势影响

牙根一级水电站是雅砻江中游两河口至卡拉河段规划的第二级，上游与两河口水电站衔接。目前，两河口水电站已完成第一、二阶段蓄水工作，库水位已蓄至死水位2785m。正在开展第三阶段蓄水，计划2023年10月底蓄至正常蓄水位2865m。结合牙根一级水电站建设计划，工程建成前牙根河段水文情势将受到两河口蓄水及运行调度影响。

5.2.1.1 两河口蓄水对坝下牙根河段水文情势的影响

根据《四川雅砻江两河口水电站枢纽工程蓄水安全鉴定报告》，两河口于2020年11月1日~2020年12月18日完成第一阶段蓄水，水库蓄至2682.0m，蓄水期间分别通过1#、2#、5#导流洞和生态供水洞泄，生态流量；2021年6月10日~2021年8月20日完成第二阶段蓄水，水库蓄至死水位2785.00m，蓄水期间分别通过3#、4#、5#导流洞泄放生态流量。总体来说一、二蓄水阶段下泄流量较天然状态有一定程度降低，但流量过程与天然水文节律基本保持一致。

两河口蓄水阶段各泄水建筑物及特征水位高程

表 5.2-1

枢纽建筑物/特征水位		高程/水位 (m)	对应库容 (亿m ³)
大坝	坝基高程	2580.00	
1#、2#导流洞	进口高程	2600.00	
	闸室底板高程	2597.50	
供水洞	进口高程	2603.50	
	闸室底板高程	2603.50	
5#导流洞	进口高程	2675.00	2.702
3#、4#导流洞	进口高程	2745.00	17.90
死水位		2785.00	35.94

枢纽建筑物/特征水位		高程/水位 (m)	对应库容 (亿m ³)
深孔泄洪洞	进口高程	2810.00	51.73
竖井泄洪洞	进口高程	2840.00	76.01
洞式溢洪道	堰顶高程	2844.00	
正常蓄水位		2865.00	101.54
大坝	坝顶高程	2875.00	

两河口水电站于2022年7月1日开展第三阶段蓄水，依据审定的《四川省雅砻江两河口水电站第三阶段（初期运行期）蓄水规划深化研究专题报告》“办水资管函[2022]129号”，按照“早蓄慢蓄、分级抬升、逐级检验”的原则，第三阶段蓄水分为两个时段，第一时段起从死水位2785m至蓄至2845m后（2022年10月底），开始检验枢纽工程及库岸蓄水响应，对潜在不稳定库岸实施处理，这个过程持续到2023年6月，期间水位再次消落回死水位。第二时段蓄水起蓄水位仍然为死水位2785m，计划2023年10月底蓄至正常蓄水位2865m。各蓄水时段通过放空洞（4#导流洞）、深孔泄洪洞及洞式溢洪道联合控泄，蓄水过程中根据拦蓄要求，不蓄水期间敞泄，蓄水期间余水进行发电，蓄水后下泄流量大于两河口机组过流能力，则按机组最大过流能力进行发电，弃水通过泄水建筑物下泄，总体上满足下泄生态流量要求。75%来水条件下两河口2022年蓄水过程见图5.2-1、2023年蓄水过程见图5.2-2。

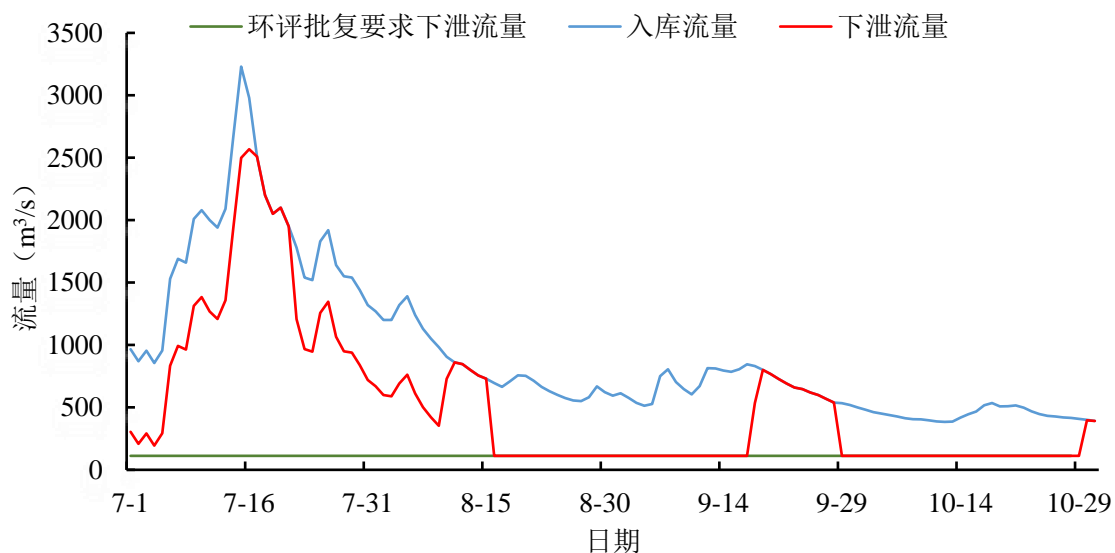


图 5.2-1 两河口第三阶段蓄水过程（2022 年）

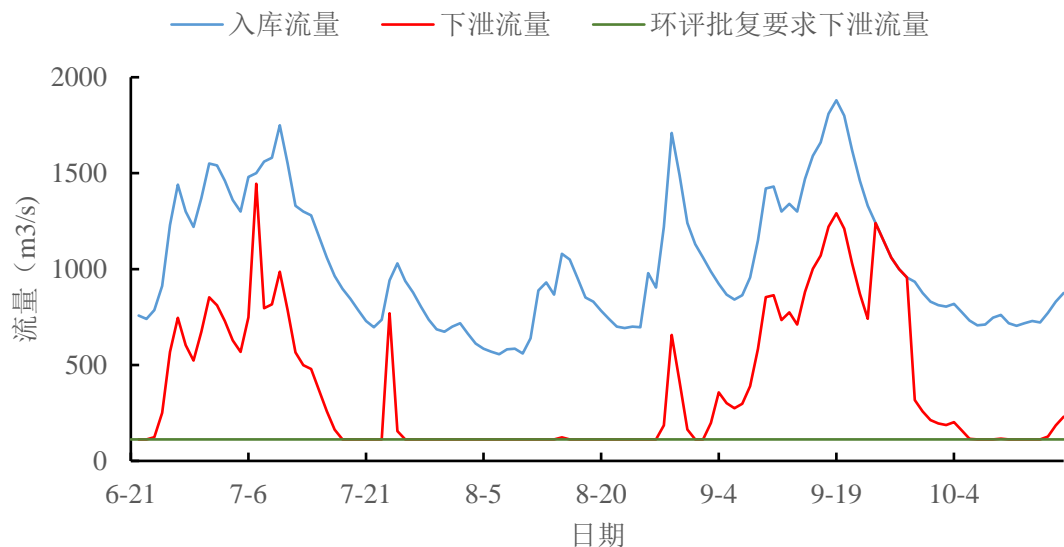


图 5.2-2 两河口第三阶段蓄水过程（2023 年）

5.2.1.2 两河口单独运行对牙根河段水文情势的影响

两河口蓄至正常蓄水位2865m到牙根一级建成前，牙根河段月均流量将受两河口水电站“蓄丰补枯”运行调度影响，见图5.2-3。其中，丰水期6月~10月牙根一级坝址流量较天然减少，最大降幅发生在9月，较天然减少59%；平枯期11月~次年5月流量较天然增加，最大升幅发生在3月，较天然增加267%。日均流量变化趋势与月均流量变化趋势较为类似，见图5.2-4。最大降幅发生在9月15日，较天然减少2028.7m³/s，最大升幅发生在5月4日，较天然增加515.9m³/s。

牙根一级坝址天然和受两河口调蓄后的月均流量一览表

表 5.2-2

流量单位：m³/s

时段 项目	月 份											
	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月
天然状态（平水年）	952	1250	1070	1810	905	458	268	188	178	178	252	481
两河口调蓄后（平水年）	742	742	742	742	742	552	563	584	614	654	710	771
流量差额(m³/s)	-210	-508	-328	-1068	-163	94	295	396	436	476	458	290
变化幅度	-22%	-41%	-31%	-59%	-18%	21%	110%	211%	245%	267%	182%	60%

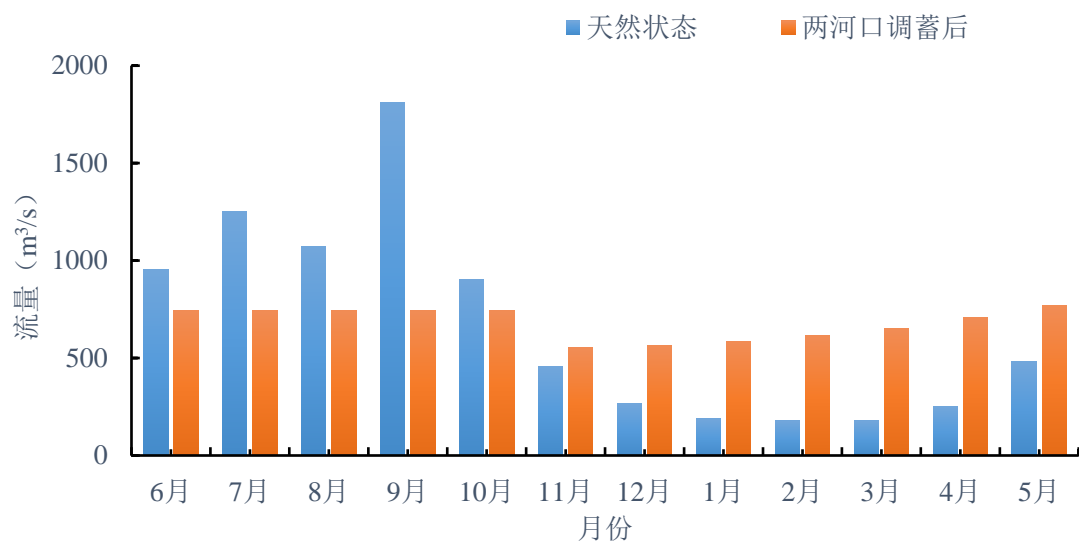


图 5.2-3 平水年两河口运行调度后月均流量变化

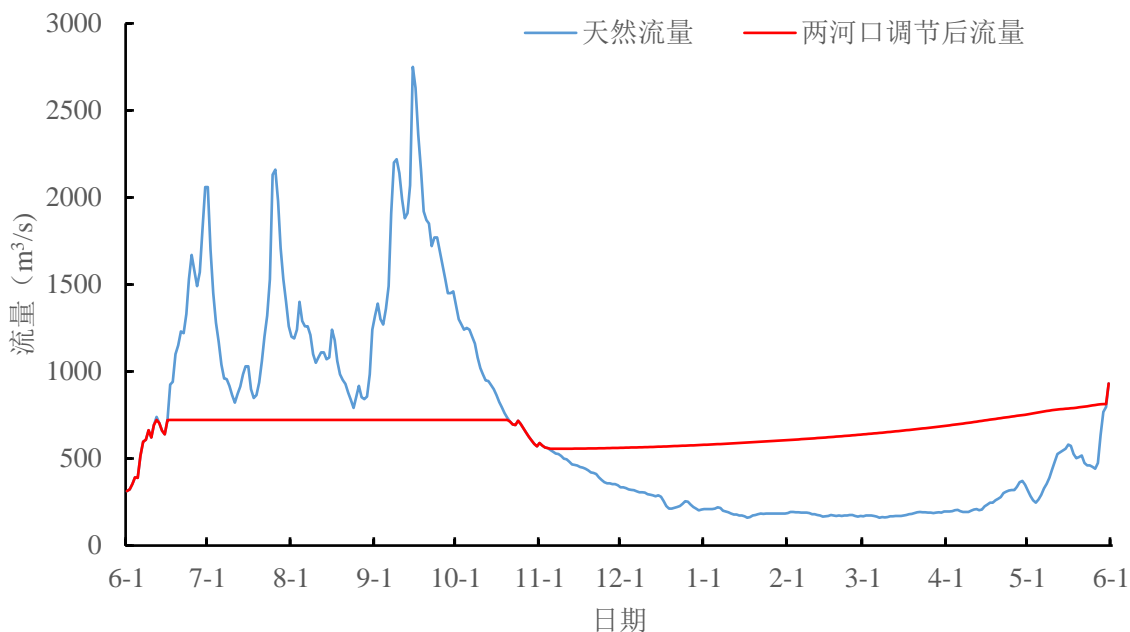


图 5.2-4 牙根一级坝址处天然和受两河口调节后日均流量变化图

两河口单独运行时，以承担基荷的方式，下泄不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量。同时，鉴于下游反调节水库牙根一级尚未建成，因此鱼类繁殖期日内调峰运行暂不完全根据电力系统需要开展，而是控制流量确保下游日内水位波动在 3m 以内，典型日日内流量过程详见图5.2-5。随着水风光互补工程的推进，两河口水电站主要在傍晚~夜间进行调峰运行，以平水年7月典型日内调峰为例，17时至22时之间，下泄流量从 $480\text{m}^3/\text{s}$ 迅速升高至 $1078\text{m}^3/\text{s}$ ，持续5个小时后又降至 $891\text{m}^3/\text{s}$ ，整个过程中最大小时升幅为 $598\text{m}^3/\text{s}$ 、最大降幅为 $187\text{m}^3/\text{s}$ ，引起下游水位波动，但随着下游中型河流霍曲河、力丘河等的入汇，日内

流量波动及其引起的河道水动力学特性变化影响逐渐减弱。

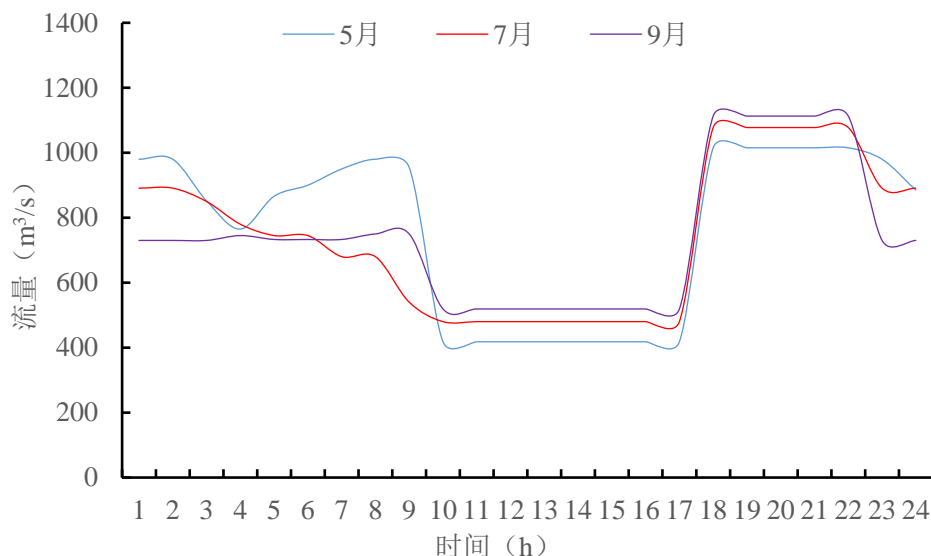


图 5.2-5 平水年两河口水电站单独运行坝下日内流量逐时变化过程

5.2.2 施工期对水文情势影响

5.2.2.1 施工导流对水文情势的影响

根据施工进度安排，本方案施工导流程序如下：

第一年1月开始准备施工，第一年1月~第一年10月完成导流洞施工；第一年10月底之前完成左、右岸边坡水上部分开挖。

第一年11月上旬进行主河床截流，进行一期一枯围堰施工。至第二年5月，完成基坑开挖、基坑内导流明渠（2594.00m高程以下明渠左导墙）施工和厂房基坑全年上下游围堰施工。一期枯水期围堰挡水高程2598.45m。

第二年5月底前拆除一期枯期围堰。第二年6月~10月，由导流明渠和枯期导流洞联合泄流，厂房坝段全年施工。厂房基坑全年围堰挡水高程为2591.73m。

第二年11月上旬，导流明渠截流，开始施工明渠上下游枯期围堰。第二年11月~第三年5月，进行导流明渠改建3孔泄洪闸，期间由枯期导流洞泄流，期间上游挡水高程为2598.45m。第三年5月底前拆除明渠二期上下游枯期围堰。

第三年6月~第三年10月，枯期导流洞和3孔泄洪闸联合泄流，全年施工厂房坝段。第四年1月中旬，厂房进水口闸门安装完毕，第四年3月中旬，厂房尾水闸门安装完毕，第四年3月下旬，拆除二期全年围堰。

施工期导流方案见表5.2-3，根据导流方案，施工期间上游来水通过导流洞、闸坝明

渠或泄洪闸下泄，但由于过水断面变窄，导致围堰壅水增高（2.92m~17.31m），区间流速增大，水文情势变化主要集中在枢纽区局部河段，对其他河段水文情势影响总体不大。

施工导流规划表

表 5.2-3

导流时段			施工部位	导流标准		挡水建筑物	过水建筑物	河床水位		备注
				频率 (%)	流量 (m ³ /s)			上游水位(m)	下游水位(m)	
初期导流	大江截流	第一年11月上旬	主河道截流	10 (两河口2台机)	498	截流戗堤 (2587.50m)	导流洞	2586.87	2578.49	截流落差8.38m
	一枯	第一年11月~第二年5月	闸坝导流明渠、二期全年围堰及厂房坝段	10 (两河口满发)	1492	一期河床枯期围堰 (2600m)	导流洞	2598.45	2581.14	2594.00m高程以下明渠左导墙施工
	一汛	第二年6月~10月	厂房坝段	5	4730	厂房基坑全年围堰 (2600m, 汛前2594m) 明渠左导墙 (2600m, 汛前2594m)	导流洞+闸坝明渠 (43m) 964+3766	2591.73	2588.11	泄洪闸仅修建两侧边墙，厂房基坑全年施工
	明渠截流	第二年11月上旬	导流明渠截流	10 (两河口2台机)	498	截流戗堤 (2587.50m)	导流洞	2586.87	2578.49	改建导流明渠
	二枯	第二年11月~第三年5月	厂房坝段3孔泄洪闸	5 (两河口满发)	1492	二期明渠枯期围堰 (2600m) 厂房基坑全年围堰 (2600m)	导流洞	2598.45	2581.14	3孔泄洪闸汛前完工
	二汛	第三年6月~第三年10月	厂房坝段	5	4730	厂房基坑全年围堰 (2600m) 明渠左导墙 (2600m)	导流洞+3孔泄洪闸 (30m)	2595.43	2588.11	厂房坝段全年施工，3孔泄洪闸联合导流洞过流
后期导流	导流洞下闸/封堵	第三年11月上旬/第三年11月~第四年5月	导流洞下闸/封堵	10 (两河口2台机)/5 (两河口满发)	498/1492	导流洞进口枯期围堰 (2589m) 厂房基坑全年围堰 (2600m)	3孔泄洪闸 (30m)	2581.41/2587.53	2578.49/2581.14	下闸水头4.41m
	坝体度汛	第三年11月~第四年5月	厂房坝段	2 (两河口满发)	1492	导流洞进口枯期围堰 (2589m) 厂房坝段临时断面挡水	3孔泄洪闸 (30m)	2587.53	2581.14	导流洞封堵施工标准

导流时段	施工部位	导流标准		挡水建筑物	过水建筑物	河床水位		备注
		频率(%)	流量(m ³ /s)			上游水位(m)	下游水位(m)	
第四年6月~第四年12月	厂房坝段	2	5360	厂房坝段临时断面挡水	3孔泄洪闸(30m)	2601.31		大坝临时断面挡水标准
蓄水 第四年5月	蓄水	85%保证率						择机蓄水

5.2.2.2 初期蓄水对水文情势的影响

根据施工进度安排，第4年3月厂房进出口闸门安装完毕，5月底首台机组具备发电条件。在第五年5月初，可进行水库蓄水。本电站正常蓄水位以下的库容为0.4142亿m³，5月已进入汛期，各保证率工况下蓄水过程为7d或8d（详见前文表2.9-3至表2.9-6），下闸蓄水期间工程采用完建的3孔泄洪闸边向下游泄水，最小下泄流量为415.3m³/s，可满足下游112m³/s的生态基流和的鱼类产卵期需求（裂腹鱼类203.1m³/s、鮡科鱼类236.9m³/s）。75%保证率下入库径流蓄水过程见表5.2-4，蓄水期间出入库流量对比见图5.2-6。

总体上，初期蓄水不会对下游造成显著不利影响。

牙根一级水电站 75%保证率入库径流蓄水过程

表 5.2-4

时间	入库径流	出库径流	蓄水量	时段末库容	水库水位	蓄水速率
	m ³ /s	m ³ /s	万m ³	万m ³	m	m/d
蓄水前	446.3	446.3	0.0	54.5	2581.7	0.0
5月上旬第1天	446.3	430.8	134.2	188.7	2584.7	3.0
5月上旬第2天	451.3	424.0	236.0	424.7	2587.7	3.0
5月上旬第3天	459.3	415.3	380.5	805.2	2590.7	3.0
5月上旬第4天	508.3	451.0	494.9	1300.1	2593.7	3.0
5月上旬第5天	562.3	489.9	625.7	1925.9	2596.7	3.0
5月上旬第6天	562.3	477.0	737.1	2662.9	2599.7	3.0
5月上旬第7天	559.3	465.0	814.8	3477.7	2602.7	3.0
5月上旬第8天	582.3	505.4	664.7	4142.5	2605.0	2.3

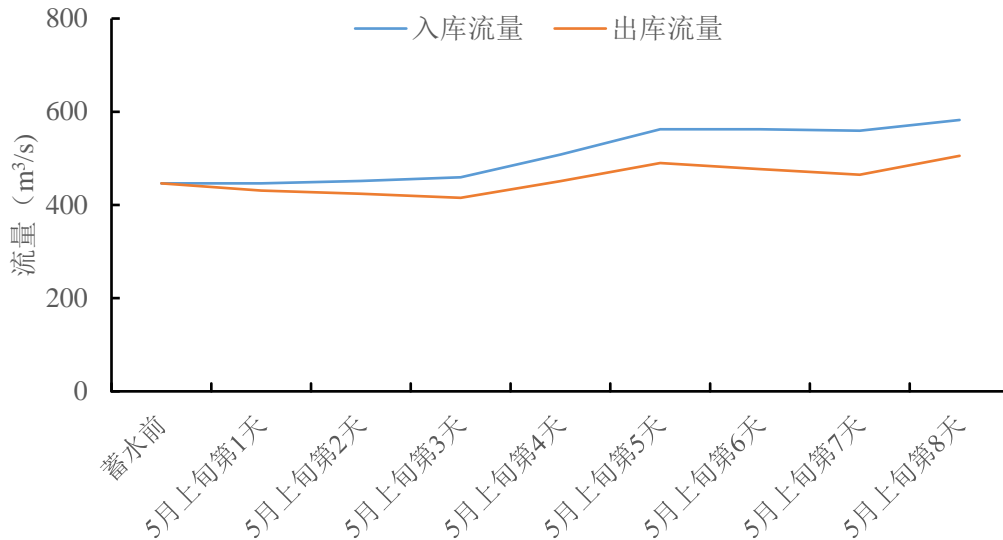


图 5.2-6 牙根一级水电站蓄水期间 75%保证率下出入库流量对比图

5.2.3 运行期对水文情势影响

5.2.3.1 库区水文情势影响

牙根一级水电站正常蓄水位 2605.0m，死水位 2598m，具有日调节能力。水库蓄至正常蓄水位后，相应库容 0.4142 亿 m³，相应水面面积约 3.07km²，坝址处仅较天然枯水期最低河水位抬高约 28m，水库回水至两河口坝址、回水长度 20.2km；水库降至死水位 2598m，仍高于两河口厂房河床高程 2596m，与两河口死水位衔接，对应库容 0.2229 亿 m³。

牙根一级电站建成后，库区由天然流水转变为河道型水库，导致水深和水面宽增加、流速减小。其中，丰水期库区平均水深增加 149.19%，平均水面宽增加 40.95%，平均流速减少 78.61%；平枯水期平均水深增加 233.26%，平均水面宽增加 76.44%，平均流速减少 60.2%。

水库水位、库容等特征参数一览表

表 5.2-5

序号	特征参数	单位	数值
1	正常蓄水位	m	2605
2	死水位	m	2598
3	正常蓄水水面面积	km ²	3.07
4	正常蓄水位库容	亿m ³	0.4142
5	调节库容	亿m ³	0.1913
6	正常蓄水位回水长度	km	20.2
7	坝前最大抬高水位	m	28

建库前后库区水力学特征值对比

表 5.2-6

项目		丰水期（6~10月）					平枯水期（11月至翌年5月）				
		流量 (m^3/s)	库尾	呷拉镇	坝前	库区 平均	流量 (m^3/s)	库尾	呷拉镇	坝前	库区 平均
水深	建库前(m)	1220	8.4	5.8	9.7	6.2	289	6.8	4.3	8.3	4.3
	建库后(m)	720	8.4	16.4	28.2	15.45	647	8.3	16.4	28.2	14.33
	变化(m)	-500	0	10.6	18.5	9.25	358	1.5	12.1	19.9	10.03
	变化率	- 40.98%	0.00%	182.76 %	190.72 %	149.19 %	123.88 %	22.06 %	281.40 %	239.76 %	233.26 %
水面宽	建库前(m)	1220	75.8	106	139.5	117.2	289	60.1	76.2	121.4	93.58
	建库后(m)	720	75.6	156.1	197.8	165.19	647	75	156.1	197.8	165.11
	变化(m)	-500	-0.2	50.1	58.3	47.99	358	14.9	79.9	76.4	71.53
	变化率	- 40.98%	- 0.26%	47.26%	41.79%	40.95%	123.88 %	24.79 %	104.86 %	62.93%	76.44%
流速	建库前 (m/s)	1220	1.92	1.98	0.9	2.01	289	0.71	0.89	0.29	0.98
	建库后 (m/s)	720	1.14	0.28	0.13	0.43	647	1.04	0.25	0.12	0.39
	变化(m/s)	-500	-0.78	-1.7	-0.77	-1.58	358	0.33	-0.64	-0.17	-0.59
	变化率	- 40.98%	- 40.63 %	- 85.86%	- 85.56%	- 78.61%	123.88 %	46.48 %	- 71.91%	- 58.62%	- 60.20%

5.2.3.2 坝下河道水文情势影响

(1) 坝下河道流量变化

牙根一级电站建成后，与两河口联合运行，对两河口日内发电流量进行反调节，因此牙根一级坝址下游河道月均、日均流量过程主要受两河口运行调度影响，日内流量过程主要受牙根一级反调节影响。

1) 月均、日均流量变化

牙根一级水电站仅具有日调节性能，水文节律受两河口水电站运行影响。联合运行工况下对坝下河道月均流量、日均流量的影响与两河口单独运行影响一致，详见前文 5.2.1 章节内容。

2) 日内流量变化

两河口、牙根一级水电站联合运行后，通过牙根一级反调节可一定程度上削弱两河口日内调峰时形成的不稳定流，使两河口充分参与电力系统的调峰运行。以平水年为例，枯水典型日（2月）两河口日内流量最大变幅为 $1342 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最大时变幅为 $1137 \text{ m}^3/\text{s}$ ，经牙根一级反调节后日内流量最大变幅、最大时变幅均减少为 $602 \text{ m}^3/\text{s}$ ；初汛期（春季）产卵高峰典型日（5月）两河口日内流量最大变幅为 $1344 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最大时变幅为 $1190 \text{ m}^3/\text{s}$ ，经牙根一级反调节后日内流量最大变幅、最大时变幅均减少为 $597 \text{ m}^3/\text{s}$ ；主汛期典型日（7月）

两河口日内流量最大变幅为1342m³/s、最大时变幅为1247m³/s，经牙根一级反调节后日内流量最大变幅、最大时变幅均减少为598m³/s；主汛期（秋季）产卵高峰典型日（9月）两河口日内流量最大变幅为1342 m³/s、最大时变幅为938m³/s，经牙根一级反调节后日内流量最大变幅、最大时变幅均减少为594m³/s。总体上，牙根一级反调节对两河口日调峰运行具有一定的削峰作用，在满足下游生态流量要求的基础上，能够进一步降低两河口日内调峰运行下游日内流量变幅。

平水年典型日出入库流量过程见表5.2-7、图5.2-7。

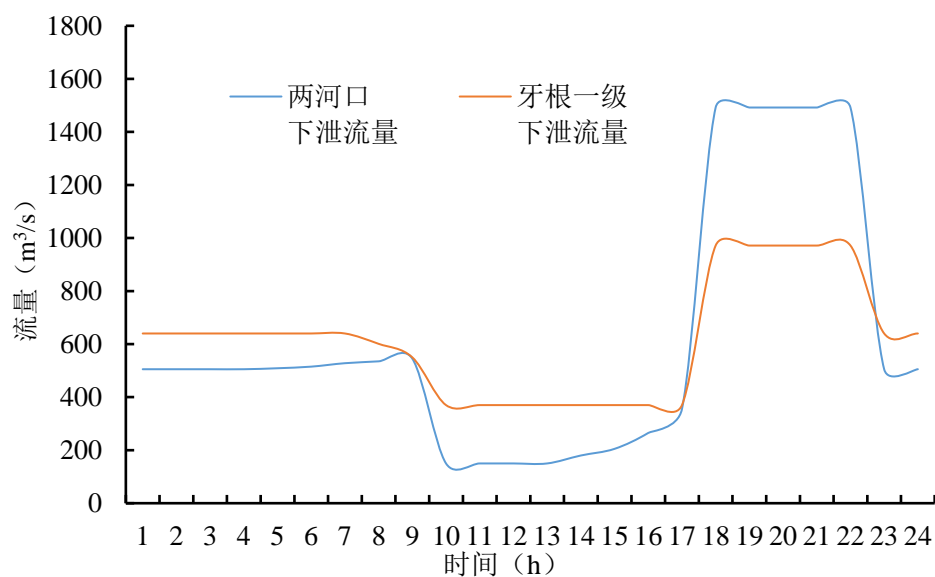
牙根一级水电站平水年各典型日出入库流量过程

表 5.2-7

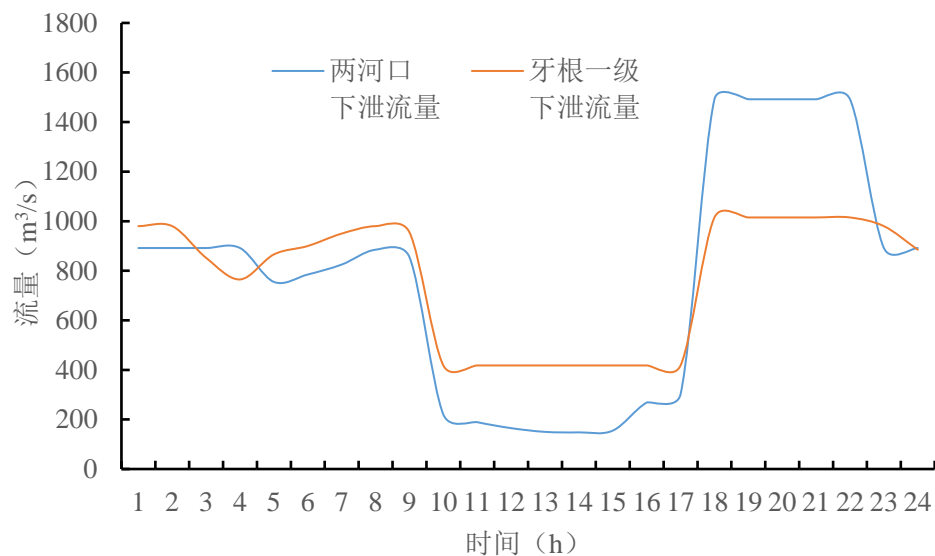
单位：m³/s

时间	2 月		5 月		7 月		9 月	
	两河口下泄流量	牙根一级反调节后下泄流量	两河口下泄流量	牙根一级反调节后下泄流量	两河口下泄流量	牙根一级反调节后下泄流量	两河口下泄流量	牙根一级反调节后下泄流量
1:00	505	640	892	980	858	891	817	730
2:00	505	640	892	980	858	891	817	730
3:00	505	640	892	852	858	850	817	730
4:00	505	640	892	765	858	780	817	745
5:00	509	640	755	866	725	745	758	733
6:00	515	640	785	900	725	745	625	733
7:00	528	640	825	950	645	680	625	733
8:00	535	601	885	980	645	680	625	750
9:00	545	550	855	955	540	540	625	750
10:00	150	370	220	418	385	480	150	519
11:00	150	370	189	418	321	480	168	519
12:00	150	370	165	418	295	480	258	519
13:00	150	370	150	418	150	480	325	519
14:00	180	370	148	418	150	480	278	519
15:00	205	370	155	418	195	480	198	519
16:00	265	370	268	418	185	480	259	519
17:00	355	370	302	418	245	480	554	519
18:00	1492	972	1492	1015	1492	1078	1492	1113
19:00	1492	972	1492	1015	1492	1078	1492	1113
20:00	1492	972	1492	1015	1492	1078	1492	1113
21:00	1492	972	1492	1015	1492	1078	1492	1113
22:00	1492	972	1492	1015	1492	1078	1492	1113
23:00	505	640	892	980	858	891	817	730
0:00	505	640	892	885	858	891	817	730
均值	614	614	771	771	742	742	742	742
最大日内变幅	1342	602	1344	597	1342	598	1342	594

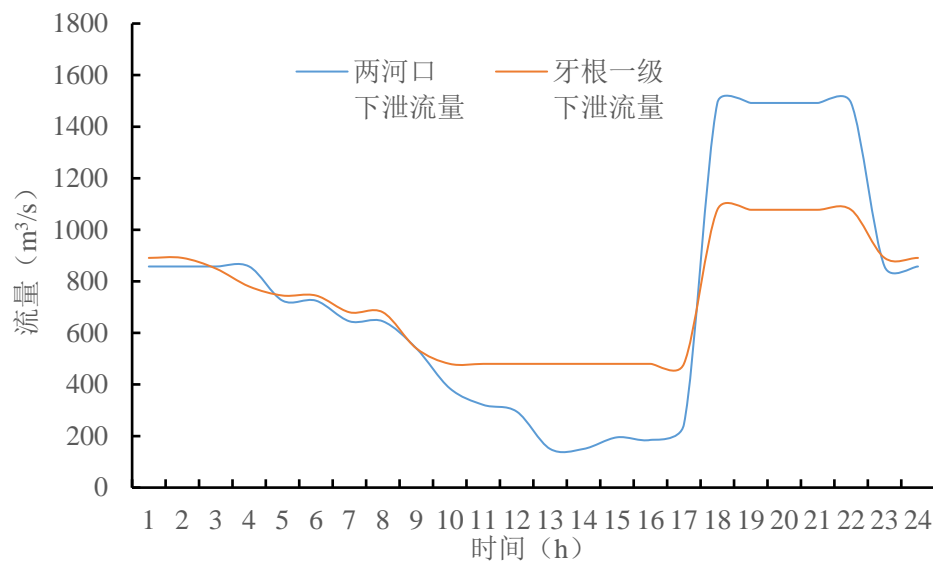
最大 时变 幅	1137	602	1190	597	1247	598	938	594
---------------	------	-----	------	-----	------	-----	-----	-----



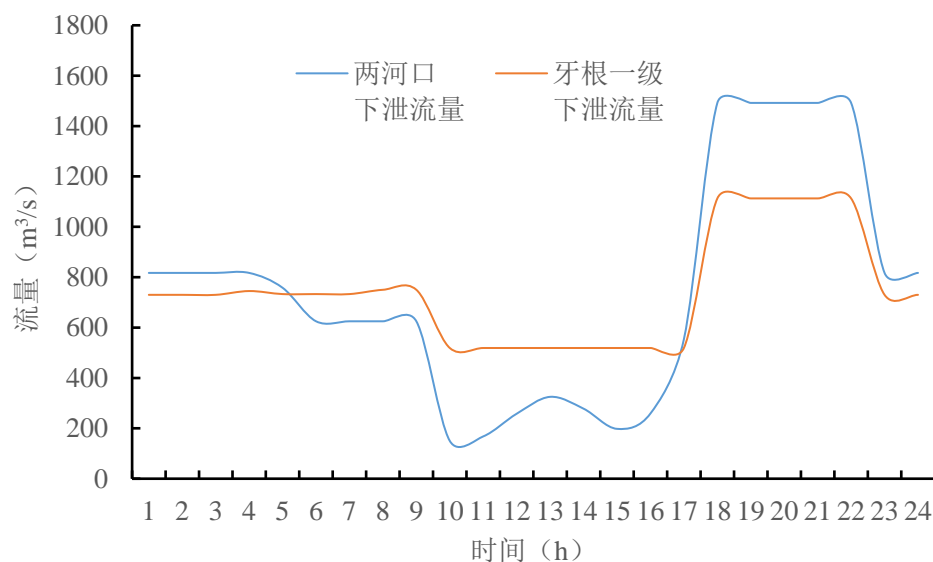
枯水典型日 (2月)



初汛期 (春季) 产卵高峰典型日 (5月)



主汛期典型日（7月）



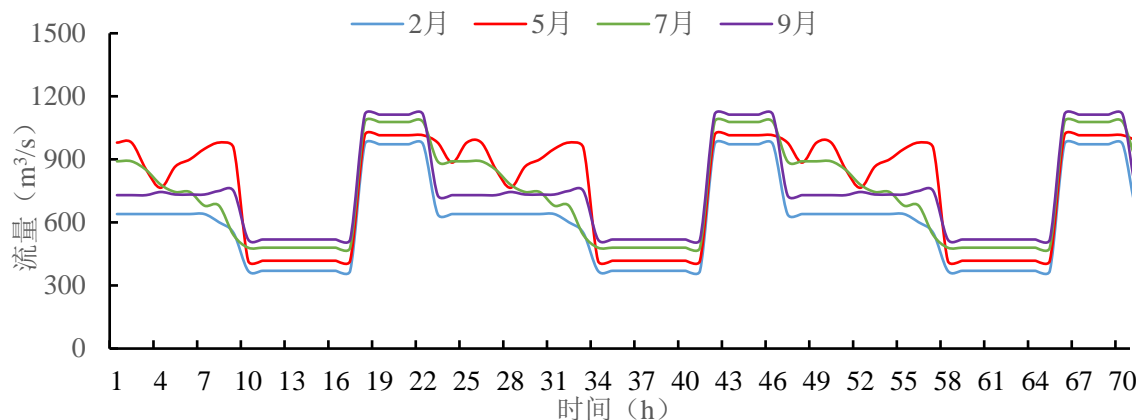
主汛期（秋季）产卵高峰典型日（9月）

图5.2-7 两河口日调峰时与牙根一级反调节时下游河段流量逐时变化特征对比(平水年)

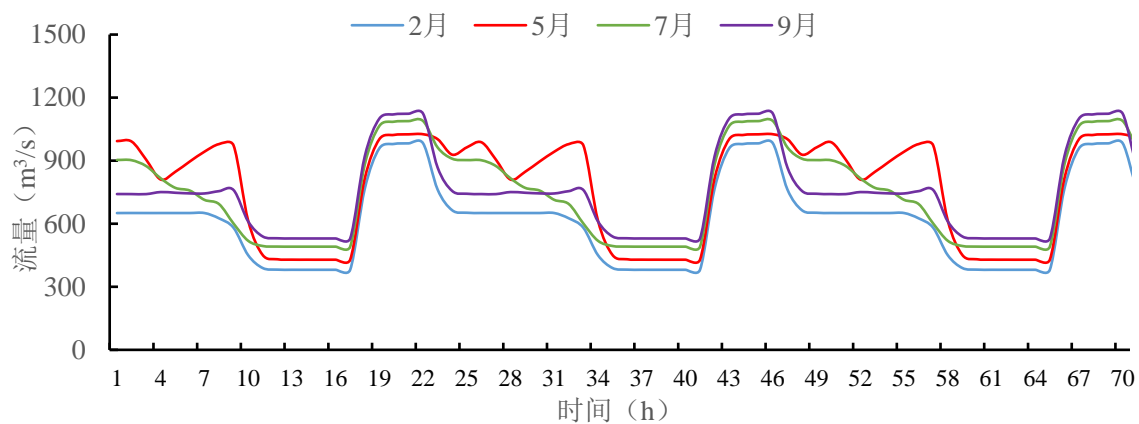
3) 典型日内坝下沿程流量变化

采用MIKE11一维水力模型，模拟典型日内牙根一级下游河段水文情势变化过程。模拟时段设置为72h，并假定牙根一级连续3日均按典型日工况运行。根据计算结果，分析牙根一级平水年典型日下泄流量过程以及坝下各典型断面的流量逐时变化过程。将牙根一级典型日内下泄流量过程与下游河段逐时流量过程进行对比可知，下泄流量的急剧变化将对下游河段产生影响，但越向下游流量过程的逐时升幅和降幅均减小，随着下游中型河流霍曲河、力丘河等的入汇，加之河道的坦化和滞流作用，不稳定流过程线变为光滑的抛物线。

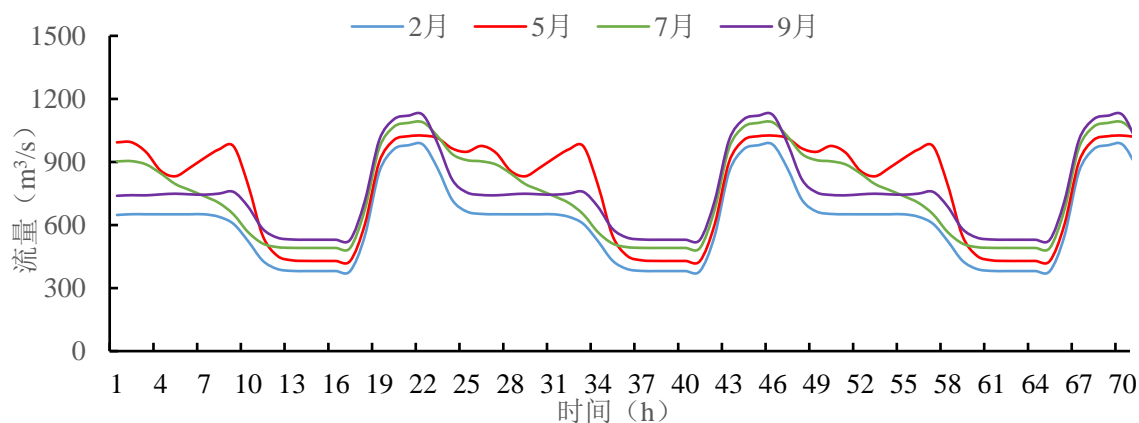
牙根一级下泄流量



卧龙寺沟汇口下游



下渡林场断面



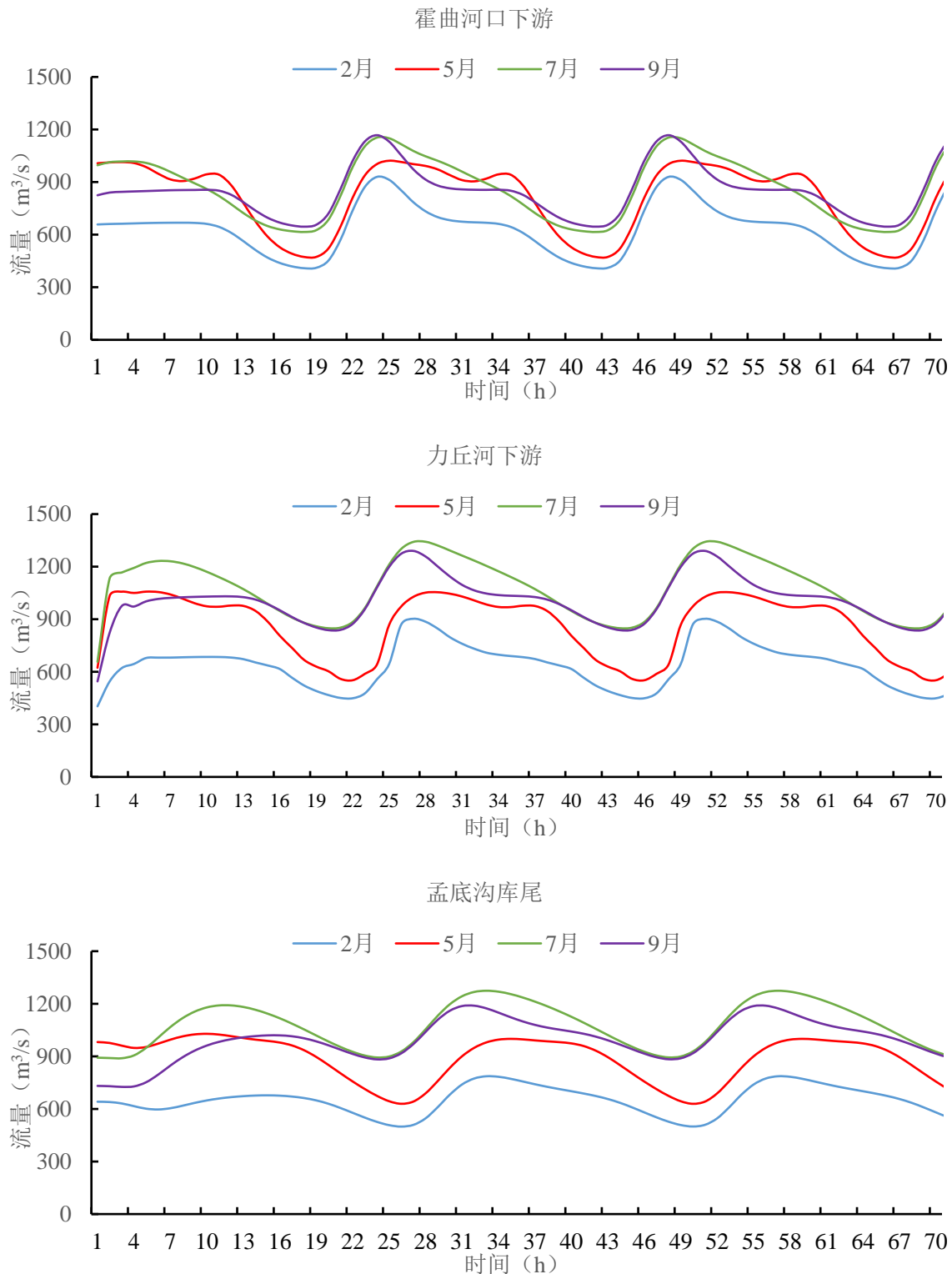


图 5.2-8 两河口日调峰时与牙根一级反调节时下游河段典型断面流量逐时变化过程(平水年)

(2) 水文情势预测模型

1) 预测模型

根据所选的代表断面，同时结合坝下敏感对象分布情况，利用纵向DHI-MIKE11一

维非恒定流水力学模型选取牙根一级坝下典型断面水力学参数进行计算，分析建库后典型断面水深、水面宽、断面平均流速等日内变化情况。

河道水力参数计算采用DHI-MIKE11纵向一维恒定流水动力学模型，该模型计算中以水面线的计算为基础，根据河段流量和河道地形数据，计算得到各断面水面宽、平均流速等水力参数，模型方程如下：

$$Z_i - Z_{i+1} = \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_{i+1}^2} - \frac{1}{A^2} \right) + \frac{\Delta s Q^2}{2} \left(\frac{1}{K_i^2} + \frac{1}{K_{i+1}^2} \right)$$

$$K_i = \frac{1}{n} R_i^{\frac{2}{3}} A_i$$

式中， Z_i 、 Z_{i+1} 分别为流段上游、下游水位（m）； Q 为流量（ m^3/s ）； A 为过水断面面积（ m^2 ）； K 为断面平均流量模数； n 为糙率； R 为水力半径（m）；若已知下游断面的水位 Z_{i+1} ，通过迭代可求出上游水位 Z_i 。

2) 边界条件及工况

根据雅砻江中游各梯级电站建设时序，2022年3月两河口水电站最后一台机组已发电；依据牙根一级水电站施工规划设计成果，预计2028年电站建成发电。本次分析预测时，需考虑牙根一级建成后与两河口联合运行工况，同时两河口需考虑接入水风光互补后的运行调度。本次日调节计算仅考虑了牙根一级坝下卧龙寺沟、霍曲河的入汇(均采用了各条支流的多年平均流量)，计算条件与实际径流条件相比较为不利。

根据牙根一级水电站与两河口水电站调度方案及最新水文径流频率计算成果，选取平水年的枯水典型日（2月）、初汛期（春季）产卵高峰典型日（5月）、主汛期典型日（7月）、主汛期（秋季）产卵高峰典型日（9月）开展分析，预测河段范围为牙根一级坝下至孟底沟库尾。

(3) 坝下河段沿程水文情势变化分析

依据模型预测结果，两河口与牙根一级联合运行后，坝下河段水力学参数沿程变化情况见表5.2-8。

牙根一级与两河口联合运行典型工况水力学参数变幅沿程统计表

表 5.2-8

月份	流量工况	流量 (m^3/s)	流速 (m/s)	最大水深 (m)	水面宽 (m)	水位 (m)
平水年 2月	联合调度日内最大流量	972	0.86~3.82	4.3~19.4	51.4~163.9	2249.1~2579.3
	联合调度日内最小流量	370	0.45~3.11	1.9~19	43.6~129.2	2246.3~2577.5
	联合调度日均流量	614	0.64~3.33	3.4~17.9	48.3~142.2	2247.5~2578.3

	天然日均流量	178	0.27~3.01	0.9~16.3	30.8~122.9	2245.3~2576.7
	日均变幅	345%	6.74%~204.44%	7.25%~286.21%	2.9%~238.93%	7.25%~286.21%
平水年 5月	联合调度日内最大流量	1015	0.89~3.9	4.5~19.3	52~164.8	2249.4~2579.4
	联合调度日内最小流量	418	0.49~3.33	2.4~18.4	46.2~131.9	2246.9~2577.7
	联合调度日均流量	771	0.74~3.62	3.9~18.7	49.7~162.1	2248.4~2578.8
	天然日均流量	481	0.54~3.44	2.8~18.5	46.9~133.6	2247.1~2577.9
	日均变幅	160%	4.66%~48%	0.81%~42.75%	0.67%~67.8%	0.81%~42.75%
平水年 7月	联合调度日内最大流量	1078	0.92~4.09	4.8~18.9	52.8~168.2	2250.7~2579.6
	联合调度日内最小流量	480	0.54~3.58	3.1~19.7	46.9~161.9	2248.4~2577.9
	联合调度日均流量	742	0.72~3.9	3.9~19.3	49.5~164.7	2249.4~2578.7
	天然日均流量	1250	1.02~4.23	5.3~19	54.7~169.9	2251.2~2580
	日均变幅	59.36%	-4%~-35.08%	-1.14%~-26.94%	-0.39%~-16.23%	-1.14%~-26.94%
平水年 9月	联合调度日内最大流量	1113	0.94~4.07	4.9~18.9	53.3~168	2250.6~2579.7
	联合调度日内最小流量	519	0.57~3.56	3.2~19.8	47.3~161.7	2248.3~2578
	联合调度日均流量	742	0.72~3.85	3.9~19.4	49.5~164.1	2249.2~2578.7
	天然日均流量	1810	1.16~4.75	6.6~20.9	56.7~174.8	2252.8~2581.4
	日均变幅	40.99%	-9%~-54.86%	-4.92%~-41.76%	-1.69%~-23.66%	-4.92%~-41.76%

1) 平水年枯水典型日（2月）

两河口与牙根一级联合运行后平水年枯水典型日下游沿程流速、水深、水面宽、水位变化详见图5.2-9~图5.2-12。由图可知，天然状态下，牙根一级坝下河段沿程流速处于0.27~3.01/s之间、最大水深在0.9~16.3m之间、水面宽在30.8~122.9m之间、水位在2245.3~2576.7m之间。联合运行后，由于两河口水电站在枯水期向下游供水，日均下泄流量达到天然状态的3.45倍，坝下沿程各项水力学特性参数较天然状态增加，沿程流速处于0.64m/s~3.33m/s之间，增幅在6.74%~204.44%；最大水深在3.4m~17.9m之间，增幅7.25%~286.21%；水位在2247.5m~2578.3m之间，增幅7.25%~286.21%；水面宽在48.3m~142.2m之间，增幅2.9%~238.93%。

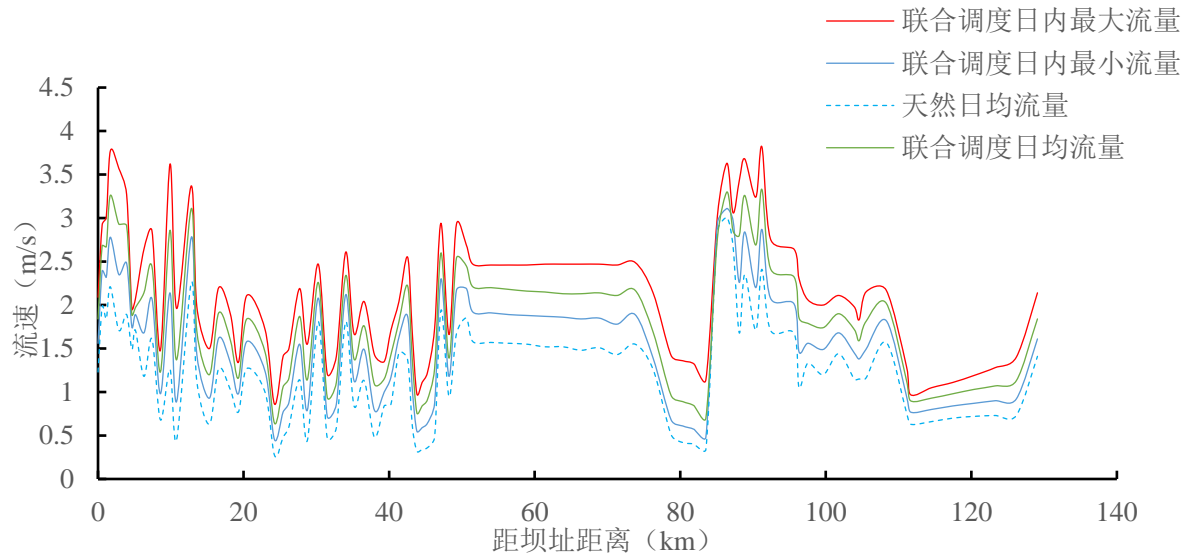


图5.2-9 平水年枯期典型日（2月）坝下流速沿程变化图

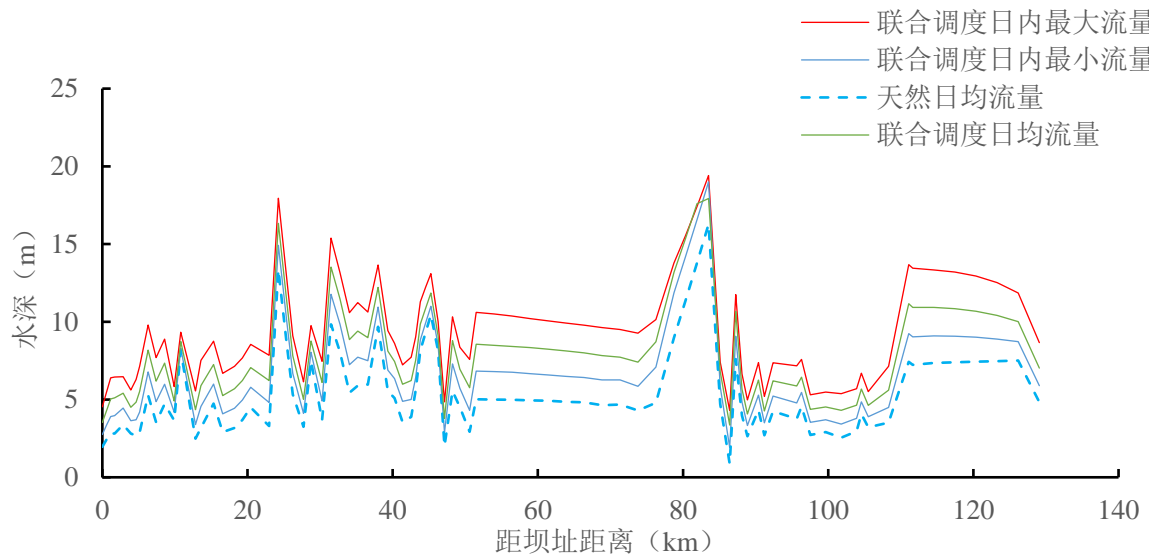


图 5.2-10 平水年枯期典型日（2月）坝下最大水深沿程变化图

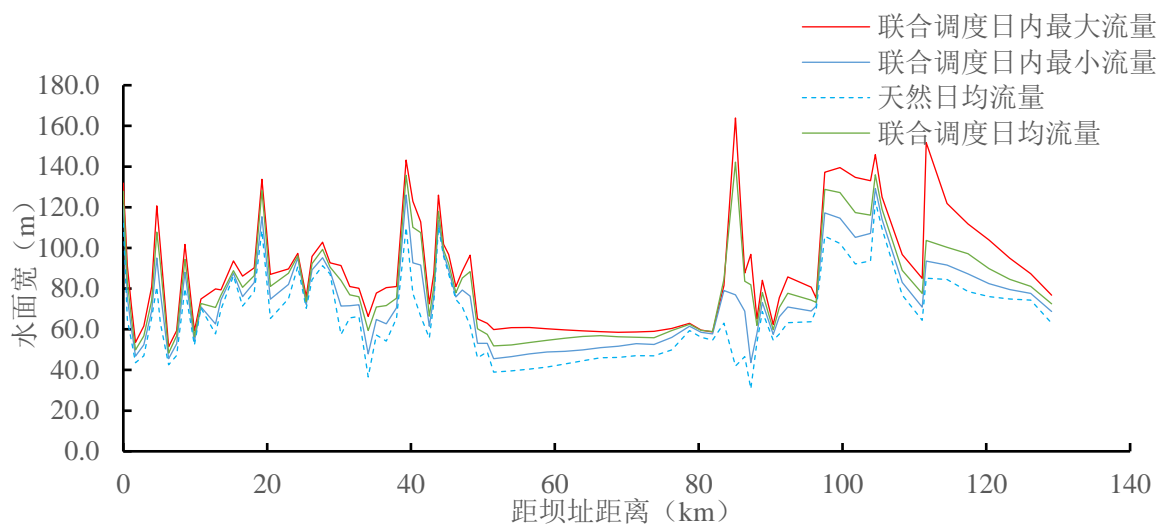


图 5.2-11 平水年枯期典型日（2 月）坝下水面宽深沿程变化图

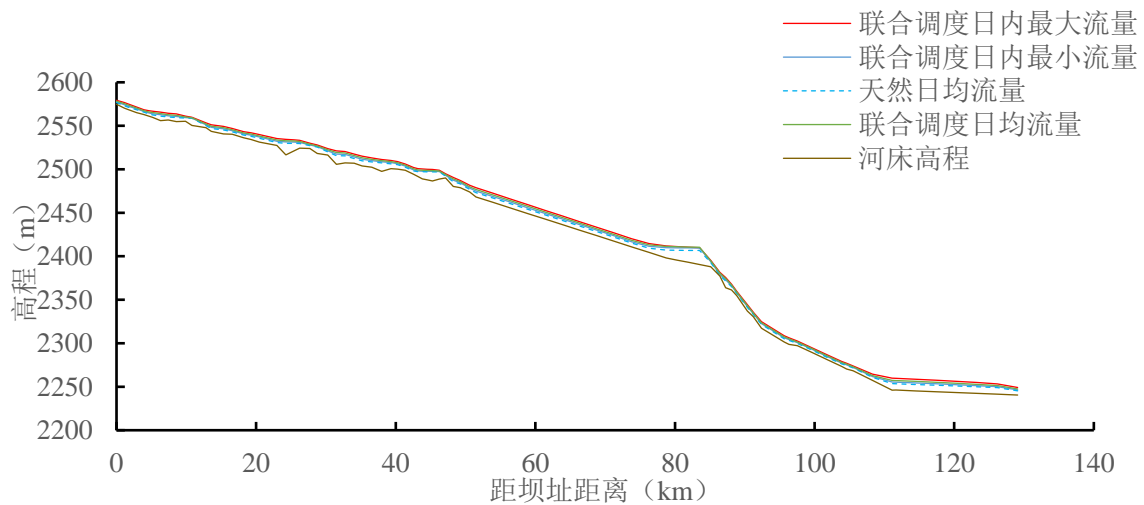


图 5.2-12 平水年枯期典型日（2 月）坝下水位高程沿程变化图

2) 初汛期（春季）产卵高峰典型日（5 月）

两河口与牙根一级联合运行后平水年初汛期（春季）产卵高峰典型日下游沿程流速、水深、水面宽、水位变化详见图5.2-13~图5.2-16。由图可知，天然状态下，牙根一级坝下河段沿程流速处于0.54~3.44m/s之间、最大水深在2.8~18.5m之间、水面宽在46.9~133.6m之间、水位在2247.1~2577.9m之间。联合运行后，由于两河口水电站处于供水期，日均下泄流量达到天然状态的1.6倍，坝下沿程各项水力学特性参数较天然状态增加，沿程流速处于0.74m/s~3.62m/s之间，增幅4.66%~48%；最大水深在3.9m~18.7m之间，增幅0.81%~42.75%；水位在2248.4m~2578.8m之间，增幅0.81%~42.75%；水面宽在49.7m~162.1m之间，增幅0.67%~67.8%。

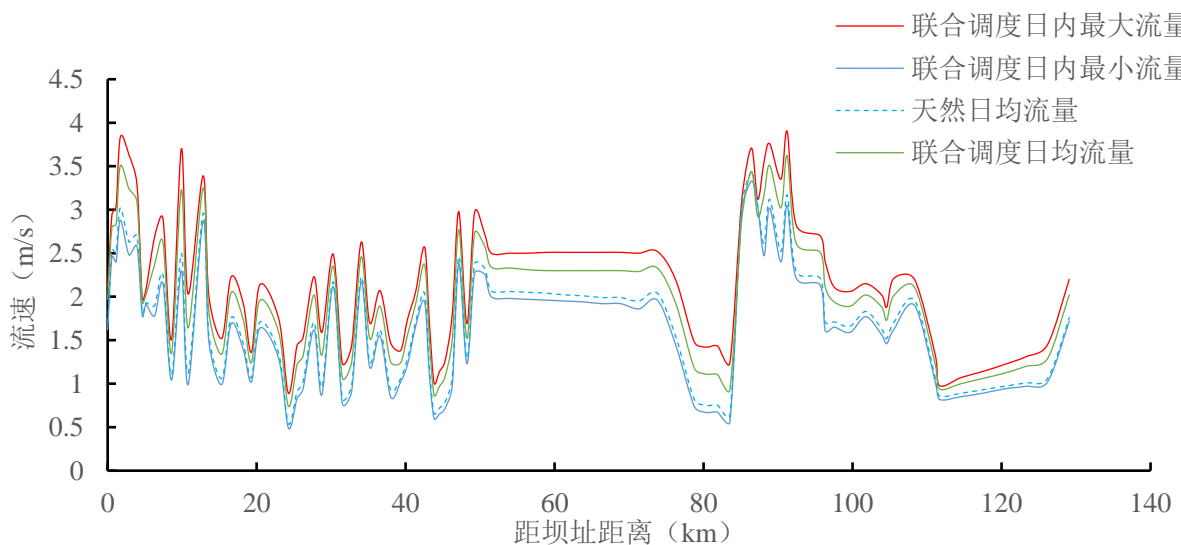


图 5.2-13 平水年初汛期（春季）产卵高峰典型日（5 月）坝下流速沿程变化图

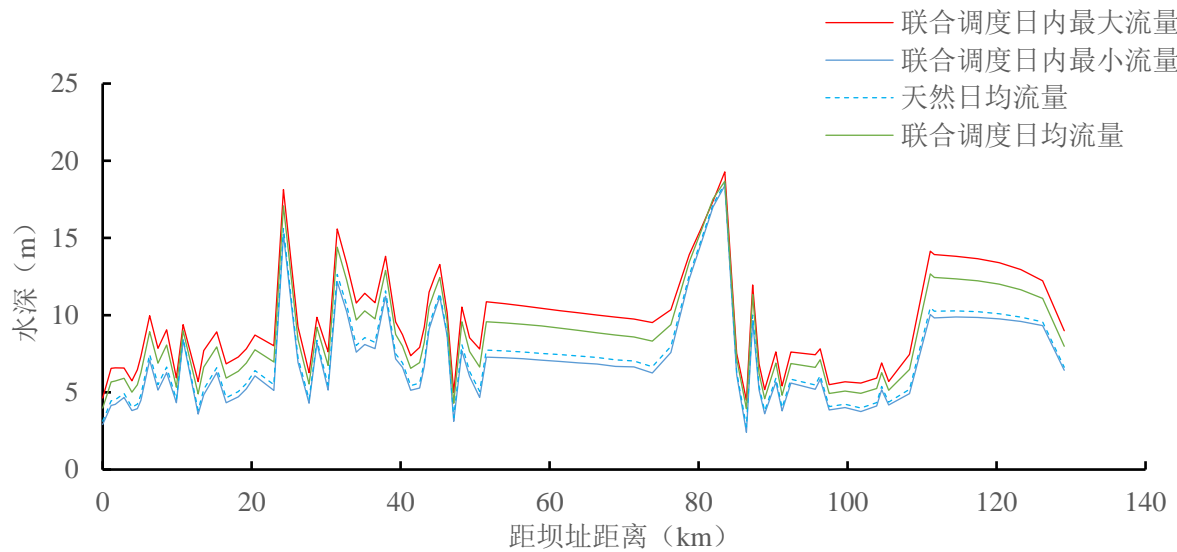


图 5.2-14 平水年初汛期（春季）产卵高峰典型日（5 月）坝下最大水深沿程变化图

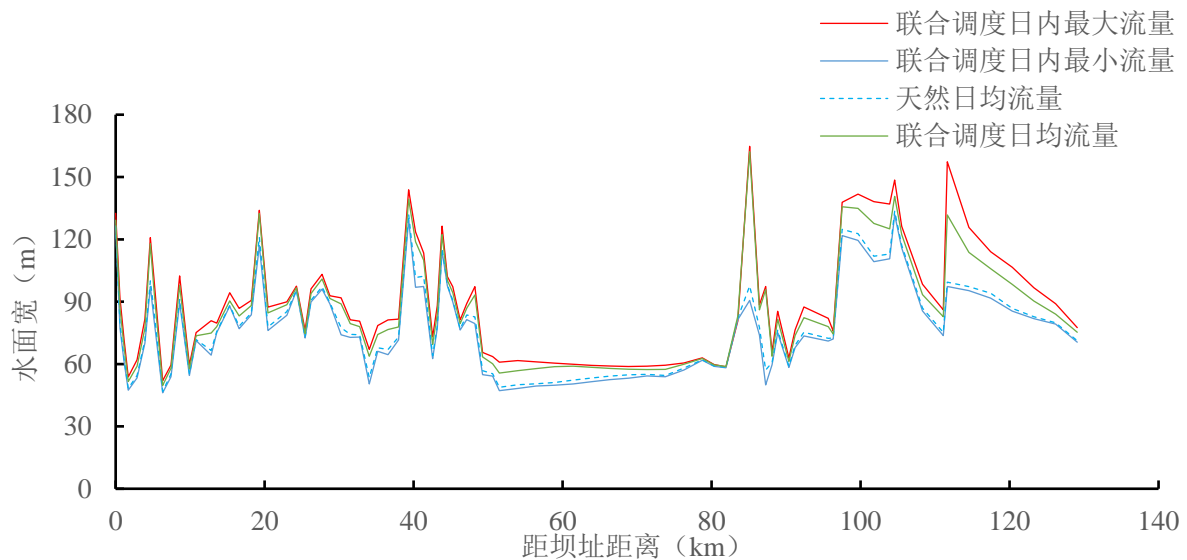


图 5.2-15 平水年初汛期（春季）产卵高峰典型日（5 月）坝下水面宽沿程变化图

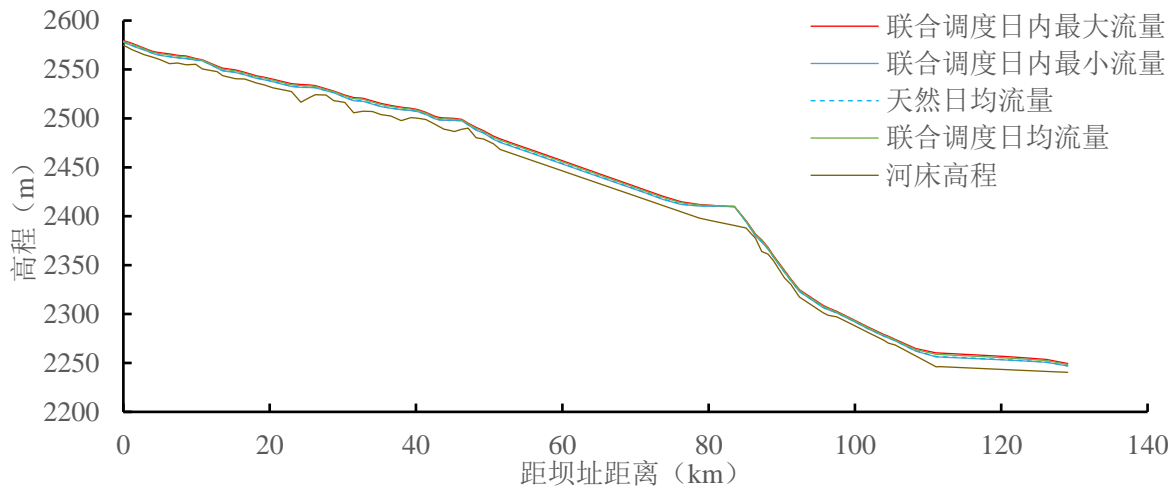


图 5.2-16 平水年初汛期（春季）产卵高峰典型日（5 月）坝下水位沿程变化图

3) 主汛期典型日（7月）

两河口与牙根一级联合运行后平水年枯水典型日下游沿程流速、水深、水面宽、水位变化详见图5.2-17~图5.2-20。由图可知，天然状态下，牙根一级坝下河段沿程流速处于1.02~4.23m/s之间、最大水深在5.3~19m之间、水面宽在54.7~169.9m之间、水位在2251.2~2580m之间。联合运行后，由于两河口水电站在丰水期蓄水，日均下泄流量为天然状态的59.36%，坝下沿程各项水力学特性参数较天然状态减小，沿程流速处于0.72m/s~3.9m/s之间，减幅4%~35.08%；最大水深在3.9m~19.3m之间，减幅1.14%~26.94%；水位在2249.4m~2578.7m之间，减幅1.14%~26.94%；水面宽在49.5m~164.7m之间，减幅0.39%~16.23%。

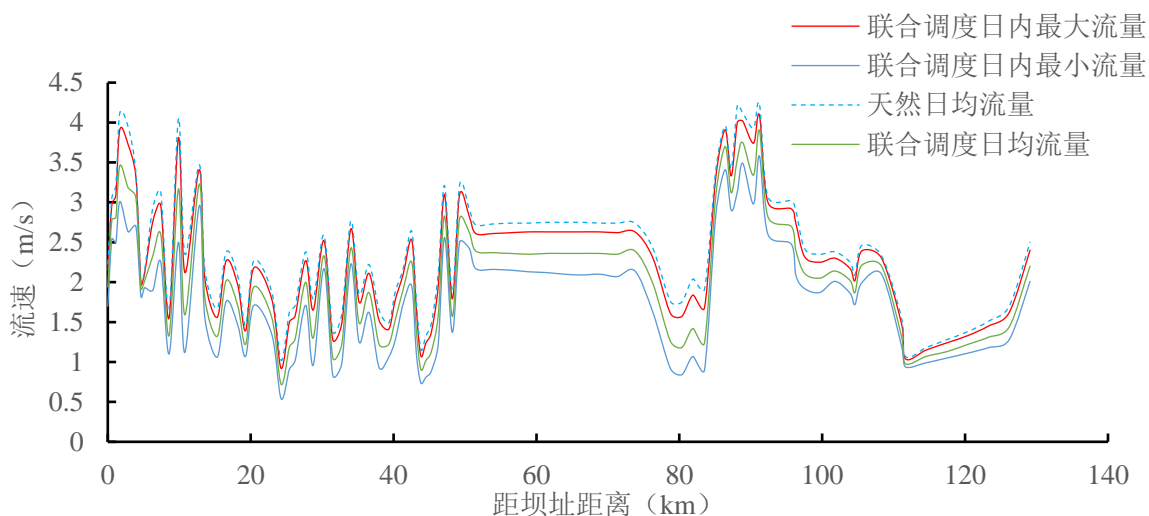


图 5.2-17 平水年主汛期典型日（7 月）坝下流速沿程变化图

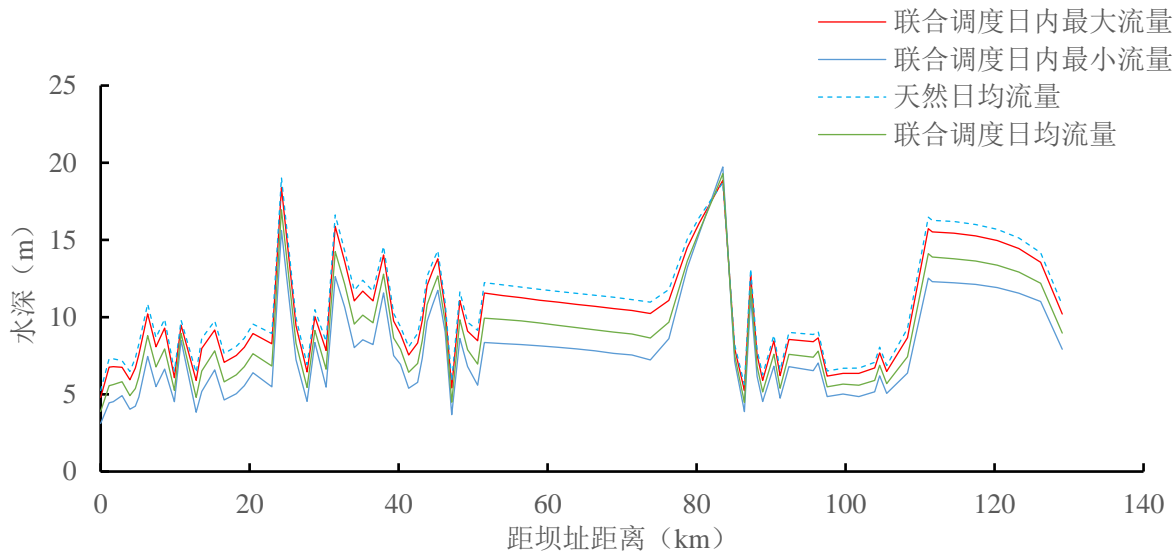


图 5.2-18 平水年主汛期典型日（7 月）坝下最大水深沿程变化图

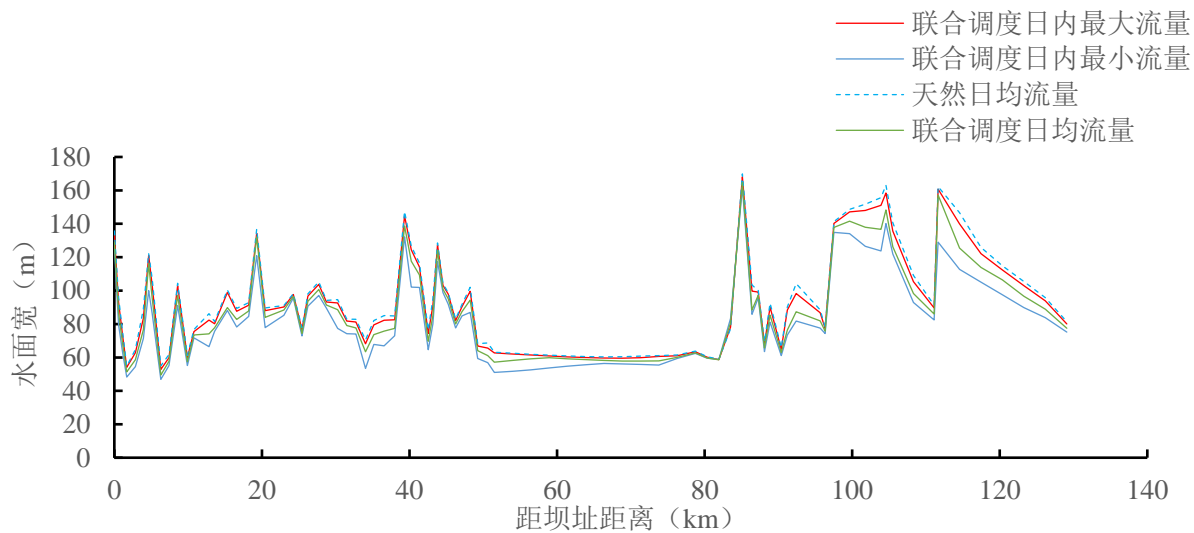


图 5.2-19 平水年主汛期典型日（7 月）坝下水面宽沿程变化图

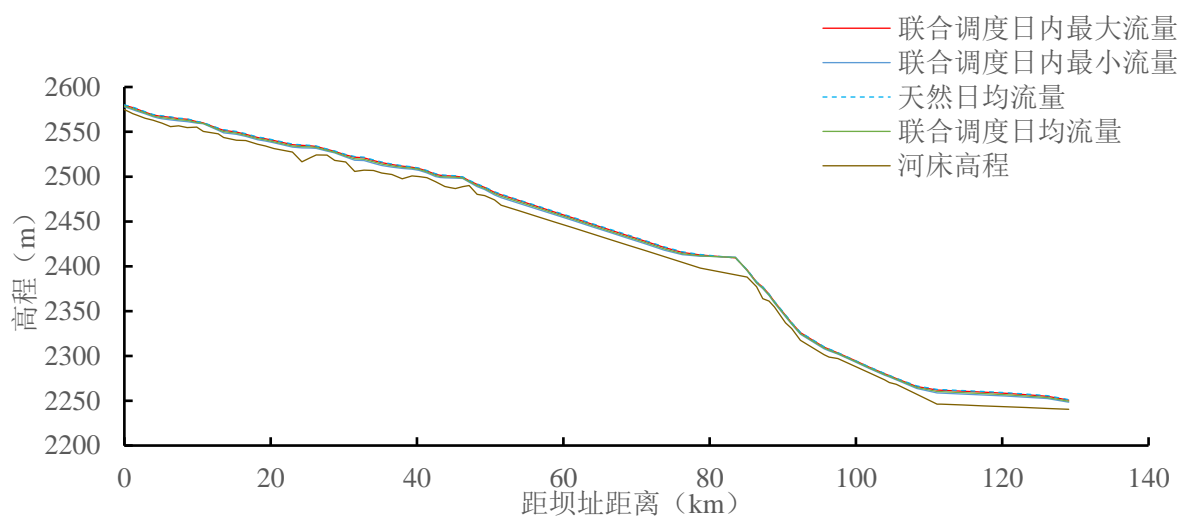


图 5.2-20 平水年主汛期典型日（7 月）坝下水位沿程变化图

4) 主汛期（秋季）产卵高峰典型日（9月）

两河口与牙根一级联合运行后平水年主汛期（秋季）产卵高峰典型日下游沿程流速、水深、水面宽、水位变化详见图5.2-21~图5.2-24。由图可知，天然状态下，牙根一级坝下河段沿程流速处于1.16~4.75m/s之间、最大水深在6.6~20.9m之间、水面宽在56.7~174.8m之间、水位在2252.8~2581.4m之间。联合运行后，由于两河口水电站处于蓄水期，日均下泄流量为天然状态的40.99%，坝下沿程各项水力学特性参数较天然状态减小，沿程流速处于0.72m/s~3.85m/s之间，减幅9%~54.86%；最大水深在3.9m~19.4m之间，减幅4.92%~41.76%；水位在2249.2m~2578.7m之间，减幅4.92%~41.76%；水面宽在49.5m~164.1m之间，减幅1.69%~23.66%。

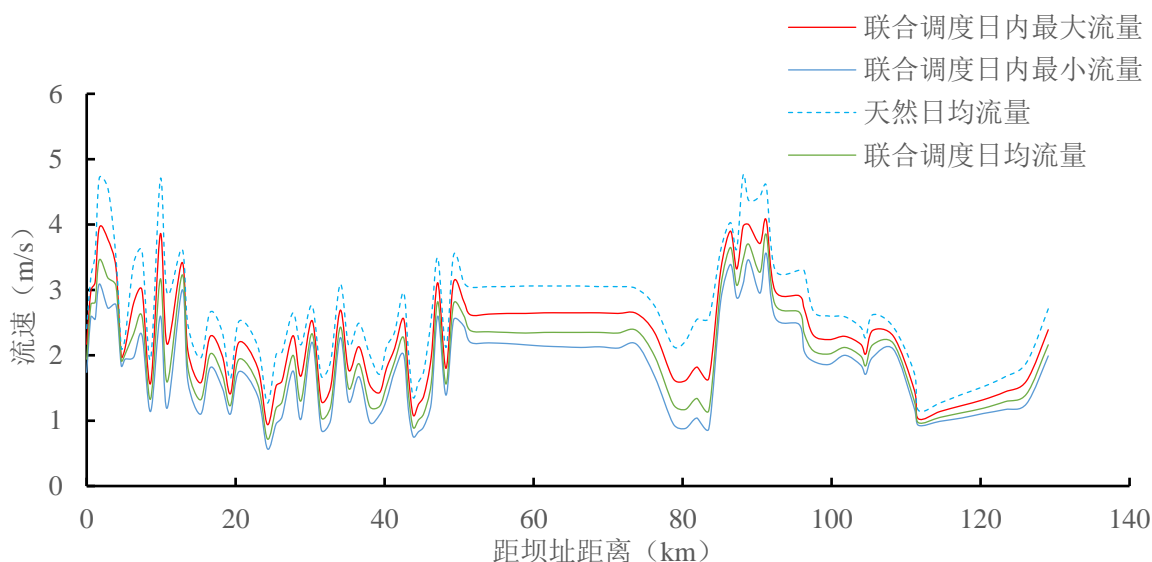


图5.2-21 平水年主汛期（秋季）产卵高峰典型日（9月）坝下流速沿程变化图

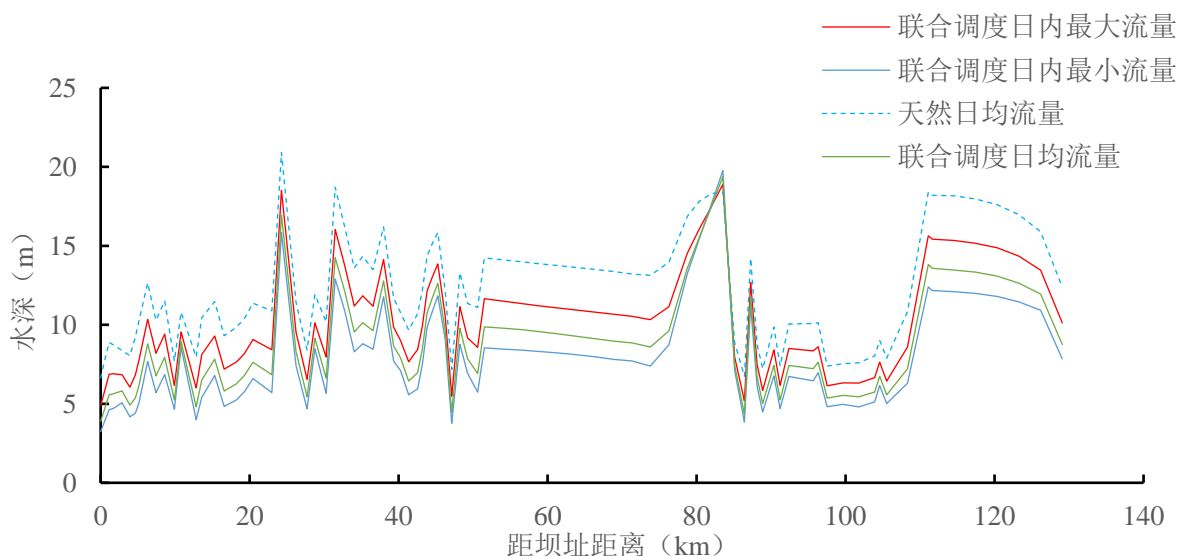


图 5.2-22 平水年主汛期（秋季）产卵高峰典型日（9月）坝下最大水深沿程变化图

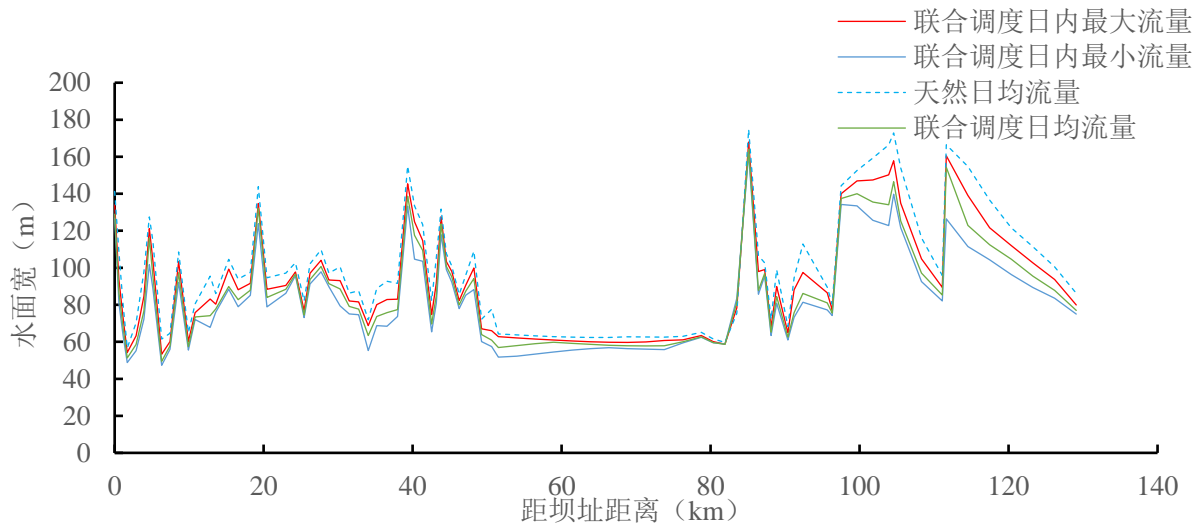


图 5.2-23 平水年主汛期（秋季）产卵高峰典型日（9 月）坝下水面宽沿程变化图

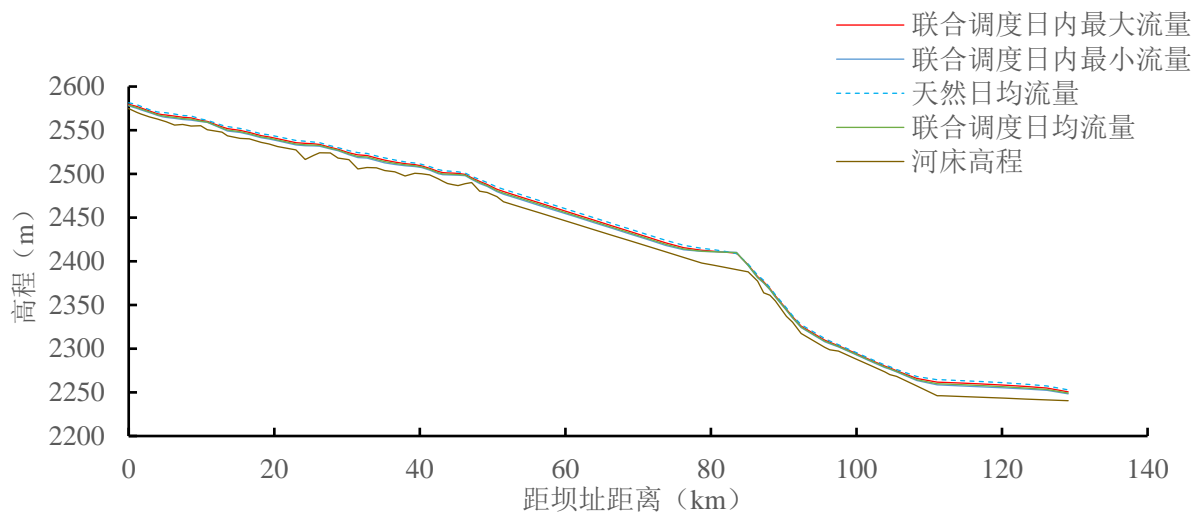


图 5.2-24 平水年主汛期（秋季）产卵高峰典型日（9 月）坝下水位沿程变化图

(4) 牙根一级坝下重要生境水文情势变化分析

牙根一级水电站坝下评价河段分布有3处鱼类产卵场，分别为卧龙寺沟汇口产卵场（裂腹鱼产卵场，距离牙根一级坝址约5km）、下渡林场产卵场（鮡科鱼类产卵场，距离坝址约12km）和霍曲河口产卵场（裂腹鱼、鮡科鱼类产卵场，距离坝址约42km），对这三处产卵场在主要繁殖季节典型日运行工况下的水文情势变化进行分析计算。

1) 卧龙寺沟汇口产卵场

卧龙寺沟汇口产卵场位于雅江县城段，产卵河段长度约0.6km。根据水生调查成果，主要为裂腹鱼类产卵场，考虑工程河段主要裂腹鱼类繁殖期为3~5月、厚唇裸重唇鱼繁殖期5~7月、软刺裸裂尻鱼繁殖期8~9月，选择主要繁殖季节平水年典型日（5月、7月、9月）运行工况下的水文情势变化进行分析计算。卧龙寺沟汇口产卵场典型断面日内流

速、水深变化等水力学参数计算结果见表5.2-9和图5.2-25~5.2-28。

牙根一级与两河口联合运行卧龙寺沟汇口产卵场断面平水年典型日水力学参数变化

表 5.2-9

水力学参数		5 月	7 月	9 月
流速 (m/s)	变化范围	1.84~2.17	1.9~2.18	1.91~2.19
	最大日内变化	0.33	0.28	0.28
水深 (m)	变化范围	4.47~7.32	4.82~7.58	5.04~7.73
	最大日内变化	2.85	2.76	2.69
水位 (m)	变化范围	2564.2~2567.05	2564.55~2567.31	2564.77~2567.46
	最大日内变化	2.85	2.76	2.69
水面宽 (m)	变化范围	82~101.8	86.3~103.1	88.9~103.9
	最大日内变化	19.8	16.8	15.1

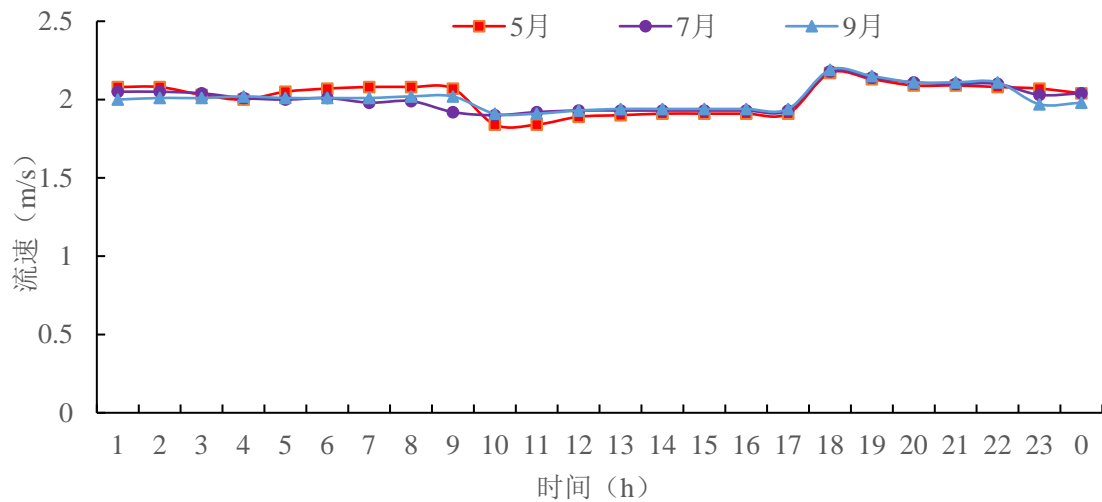


图 5.2-25 卧龙寺沟汇口产卵场平水年各典型日内流速变化图

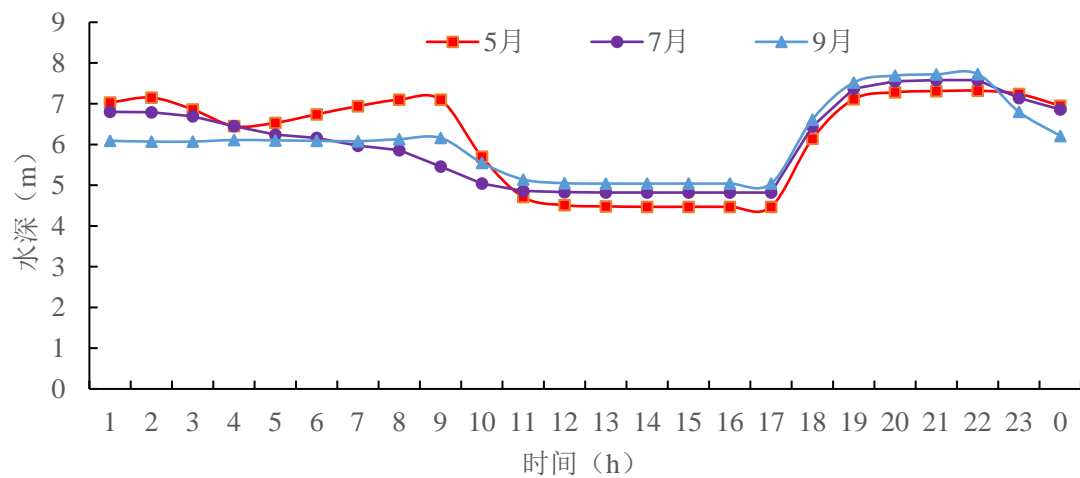


图 5.2-26 卧龙寺沟汇口产卵场平水年各典型日内水深变化图

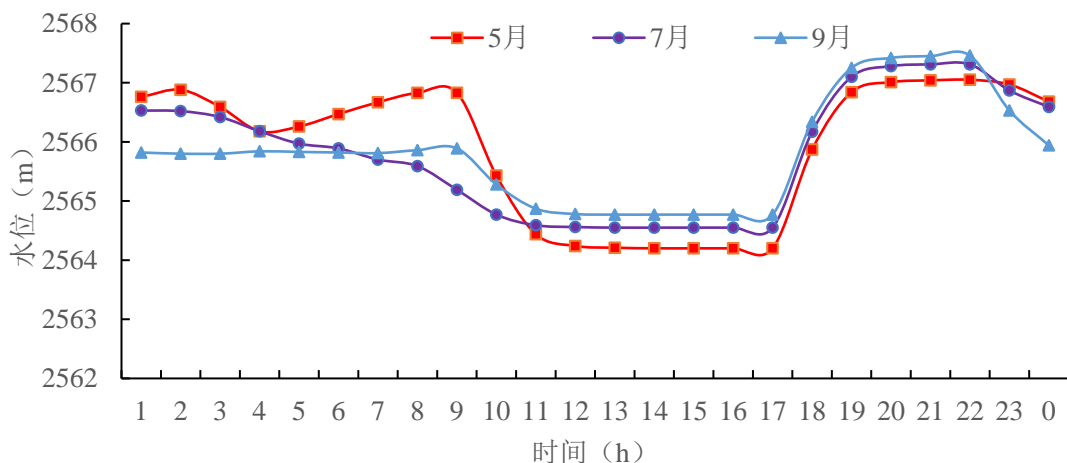


图 5.2-27 卧龙寺沟汇口产卵场平水年各典型日内水位变化图

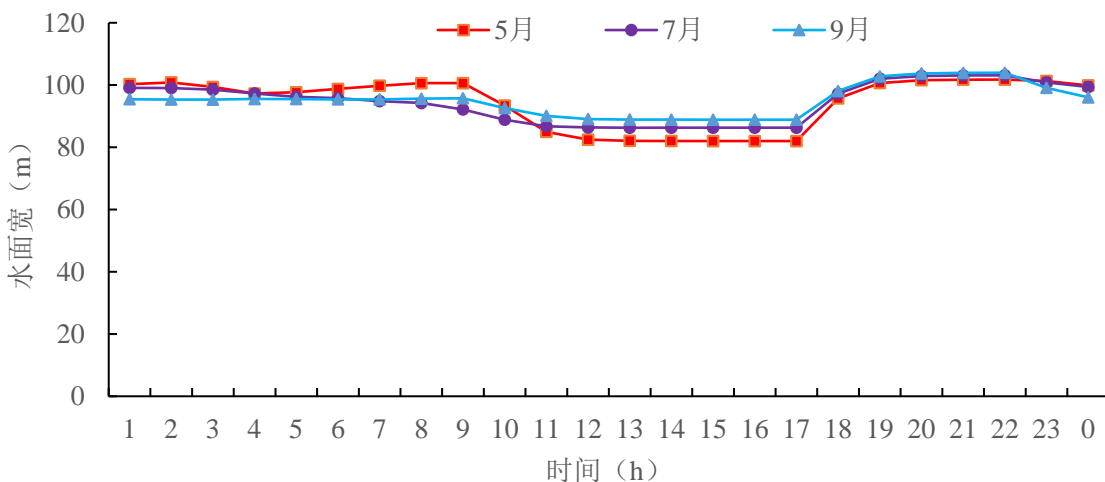


图 5.2-28 卧龙寺沟汇口产卵场平水年各典型日内水面宽变化图

从图可以看出，卧龙寺沟汇口产卵场在5月典型日内流速变化范围为1.84~2.17m/s，最大日内变幅为0.33m/s；水深变化范围为4.47~7.32m，最大日内变幅为2.85m；水位变化范围为2564.2~2567.05m，最大日内变幅为2.85m；水面宽变化范围为82~101.8m，最大日内变幅为19.8m。

7月典型日内流速变化范围为1.9~2.18m/s，最大日内变幅为0.28 m/s；水深变化范围为4.82~7.58 m，最大日内变幅为2.76m；水位变化范围为2564.55~2567.31m，最大日内变幅为2.76m；水面宽变化范围为86.3~103.1m，最大日内变幅为16.8m。

9月典型日内流速变化范围为1.91~2.19m/s，最大日内变幅为0.28m/s；水深变化范围为5.04~7.73m，最大日内变幅为2.69m；水位变化范围为2564.77~2567.46m，最大日内变幅为2.69m；水面宽变化范围为88.9~103.9m，最大日内变幅为15.1m。

2) 下渡林场产卵场

下渡林场产卵场位于下渡沟与雅砻江交汇处，距牙根一级坝址约12km，产卵河段长度约1km。根据水生调查成果，主要为鮡科鱼类产卵场，考虑工程河段主要鮡科鱼类繁殖期，选择主要繁殖季节平水年典型日（5月、7月）运行工况下的水文情势变化进行分析计算。下渡林场产卵场典型断面日内流速、水深变化等水力学参数计算结果见表5.2-10和图5.2-29~5.2-32。

牙根一级与两河口联合运行下渡林场产卵场断面平水年典型日水力学参数变化

表 5.2-10

水力学参数		5 月	7 月
流速 (m/s)	变化范围	2.86~3.41	2.95~3.43
	最大日内变化	0.55	0.48
水深 (m)	变化范围	3.59~5.69	3.84~5.89
	最大日内变化	2.1	2.05
水位 (m)	变化范围	2551.39~2553.49	2551.64~2553.69
	最大日内变化	2.1	2.05
水面宽 (m)	变化范围	64.3~80.8	66.5~82.4
	最大日内变化	16.5	15.9

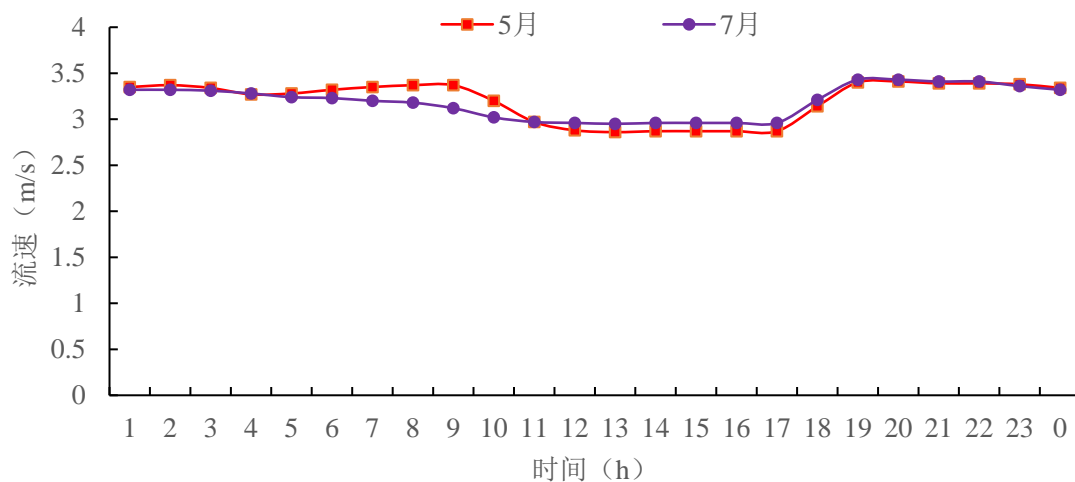


图 5.2-29 下渡林场产卵场平水年各典型日内流速变化图

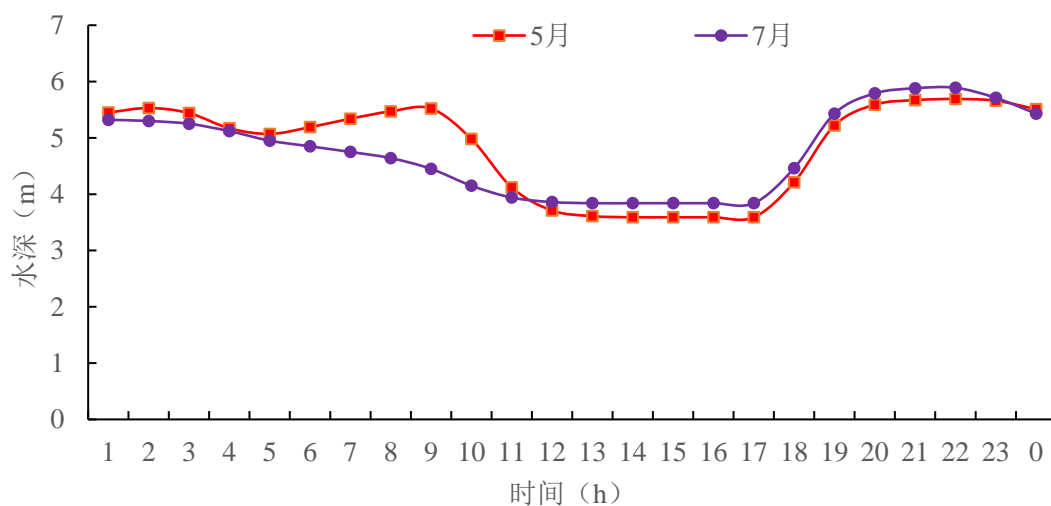


图 5.2-30 下渡林场产卵场平水年各典型日内水深变化图

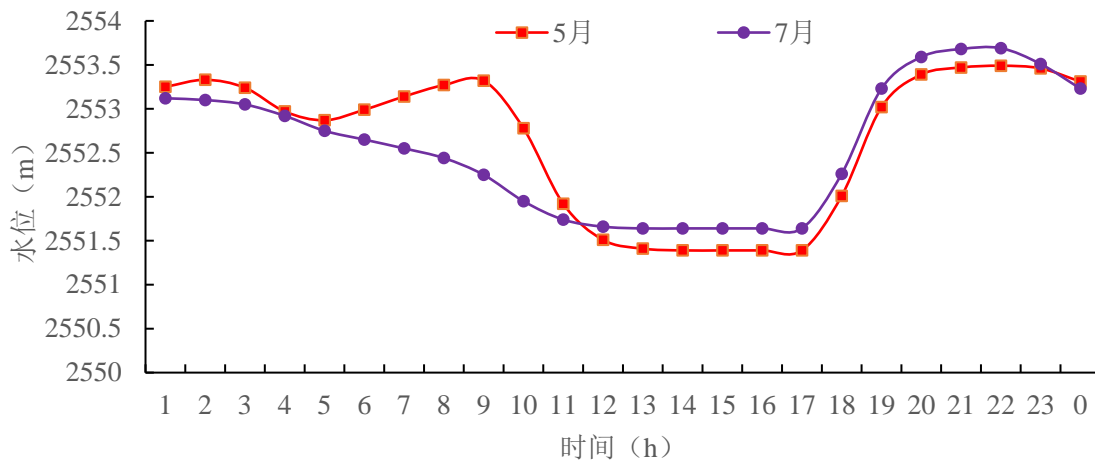


图 5.2-31 下渡林场产卵场平水年各典型日内水位变化图

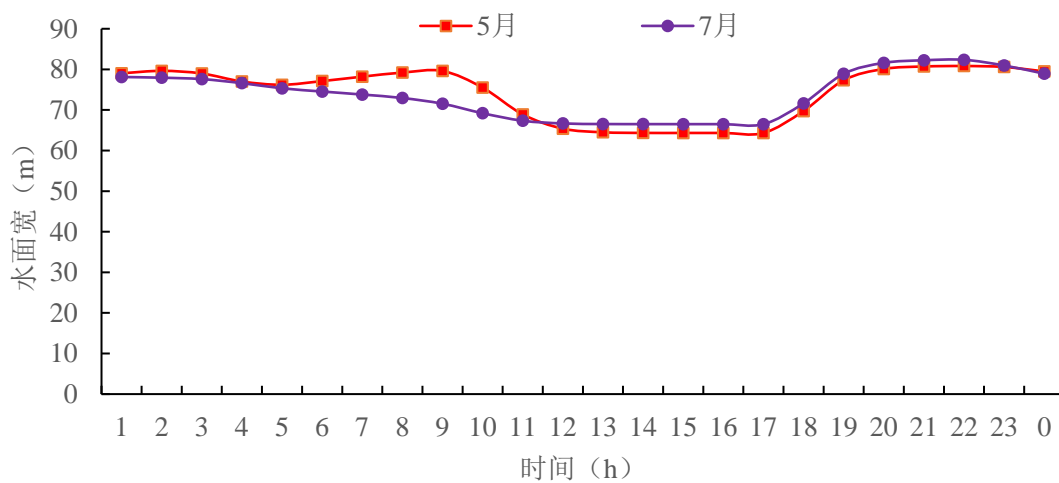


图 5.2-32 下渡林场产卵场平水年各典型日内水面宽变化图

从图可以看出，下渡林场产卵场在5月典型日内流速变化范围为2.86~3.41m/s，最大日内变幅为0.55m/s；水深变化范围为3.59~5.69 m，最大日内变幅为2.1m；水位变化范围为2551.39~2553.49m，最大日内变幅为2.1m；水面宽变化范围为64.3~80.8m，最大日内变幅为16.5m。

7月典型日内流速变化范围为2.95~3.43m/s，最大日内变幅为0.55 m/s；水深变化范围为3.84~5.89 m，最大日内变幅为2.05m；水位变化范围为2551.64~2553.69m，最大日内变幅为2.05m；水面宽变化范围为66.5~82.4m，最大日内变幅为15.9m。

3) 霍曲河汇口产卵场

霍曲河汇口产卵场位于霍曲与雅砻江汇流段，距牙根一级坝址约42km，产卵河段长度约1.5km，上游段适宜裂腹鱼产卵、下游段适宜鮡科鱼类产卵。考虑工程河段主要裂腹鱼类及鮡科鱼类繁殖期，选择主要繁殖季节平水年典型日（5月、7月、9月）运行工况下的水文情势变化进行分析计算。霍曲河汇口产卵场典型断面日内流速、水深变化等水力学参数计算结果见表5.2-11和图5.2-33~5.2-36。

牙根一级与两河口联合运行霍曲河汇口产卵场断面平水年典型日水力学参数变化

表 5.2-11

水力学参数		5 月	7 月	9 月
流速 (m/s)	变化范围	0.62~0.99	0.74~1.06	0.76~1.06
	最大日内变化	0.37	0.32	0.3
水深 (m)	变化范围	9.15~11.36	9.75~11.85	9.87~11.89
	最大日内变化	2.21	2.1	2.02
水位 (m)	变化范围	2498.15~2500.36	2498.75~2500.85	2498.87~2500.89
	最大日内变化	2.21	2.1	2.02
水面宽 (m)	变化范围	114.7~126.1	117.5~127	118.1~127.1
	最大日内变化	11.4	9.6	9.1

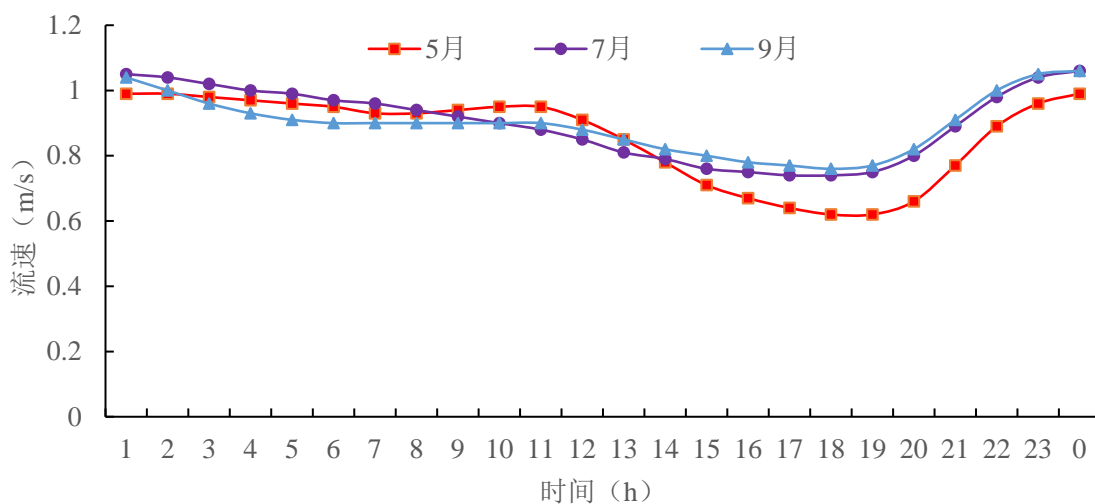


图 5.2-33 霍曲河汇口产卵场平水年各典型日内流速变化图

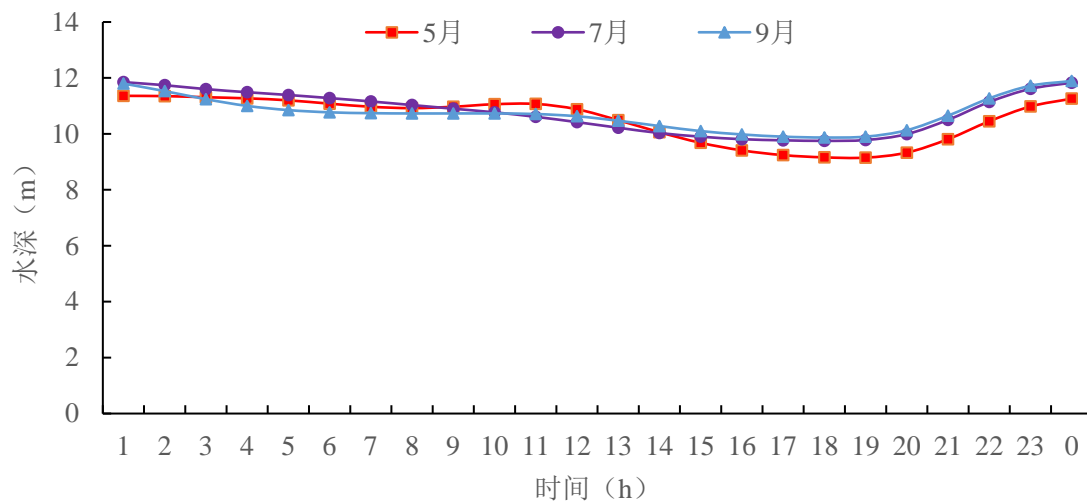


图 5.2-34 霍曲河汇口产卵场平水年各典型日内水深变化图

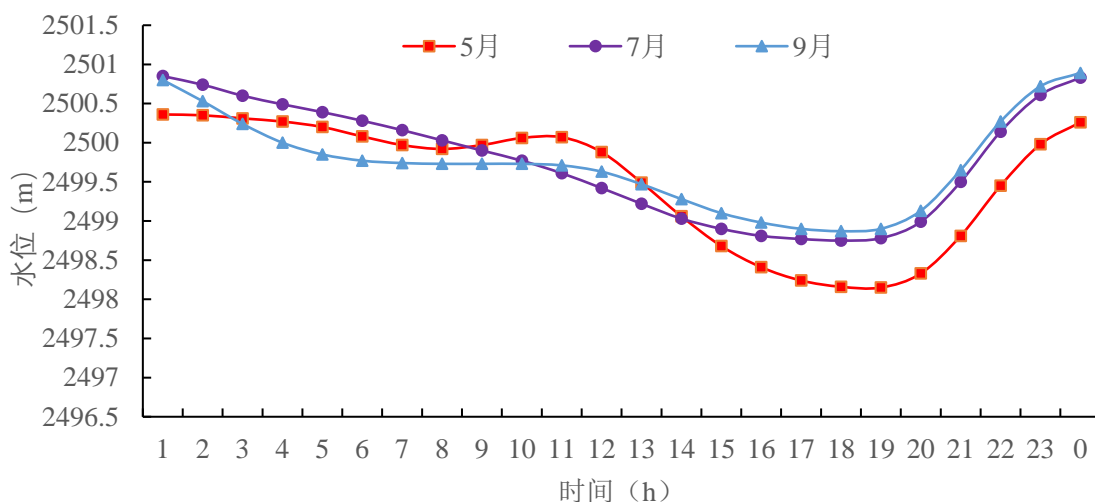


图 5.2-35 霍曲河汇口产卵场平水年各典型日内水位变化图

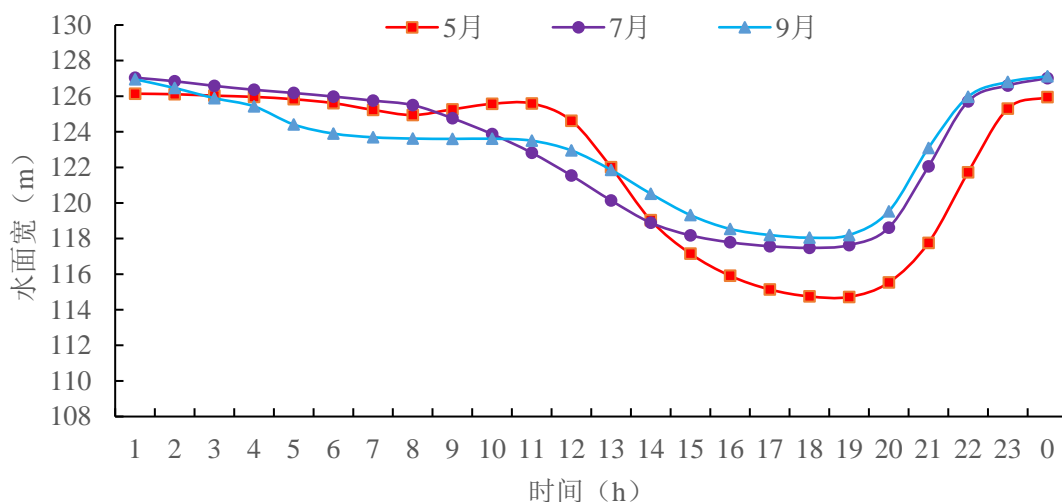


图 5.2-36 霍曲河汇口产卵场平水年各典型日内水面宽变化图

从图可以看出，霍曲河汇口产卵场在5月典型日内流速变化范围为0.62~0.99m/s，最大日内变幅为0.37m/s；水深变化范围为9.15~11.36m，最大日内变幅为2.21m；水位变化范围为2498.15~2500.36m，最大日内变幅为2.21m；水面宽变化范围为114.7~126.1m，最大日内变幅为11.4m。

7月典型日内流速变化范围为0.74~1.06m/s，最大日内变幅为0.32m/s；水深变化范围为9.75~11.85m，最大日内变幅为2.1m；水位变化范围为2498.75~2500.85m，最大日内变幅为2.1m；水面宽变化范围为117.5~127m，最大日内变幅为9.6m。

9月典型日内流速变化范围为0.76~1.06m/s，最大日内变幅为0.3m/s；水深变化范围为9.87~11.89m，最大日内变幅为2.02m；水位变化范围为2498.87~2500.89m，最大日内

变幅为2.02m；水面宽变化范围为118.1~127.1m，最大日内变幅为9.1m。

5.2.4 泥沙情势影响分析

根据两河口水电站环评阶段设计结果，97.6%的上游来沙将被拦截，仅1.36万t泥沙进入牙根一级水库。目前，两河口水电站已蓄水发电，考虑两河口和牙根一级联合运行，牙根一级水库泥沙冲淤计算结果见表5.2-12，泥沙冲淤图见图5.2-37。

牙根一级水库泥沙冲淤计算成果表

表 5.2-12

泥沙淤积年限 (年)	正常蓄水位以下淤积量 (万 m ³)	正常蓄水位以下库容损失率 (%)	调节库容淤积量 (万 m ³)	调节库容损失率 (%)	悬移质出库率 (%)	坝前平均淤积高程 (m)
20	11.55	0.28	1.90	0.10	98.26	2560.91
30	17.32	0.42	2.85	0.15	98.27	2560.92
50	28.43	0.69	4.55	0.24	98.27	2560.93
100	55.41	1.34	8.66	0.45	98.27	2560.94

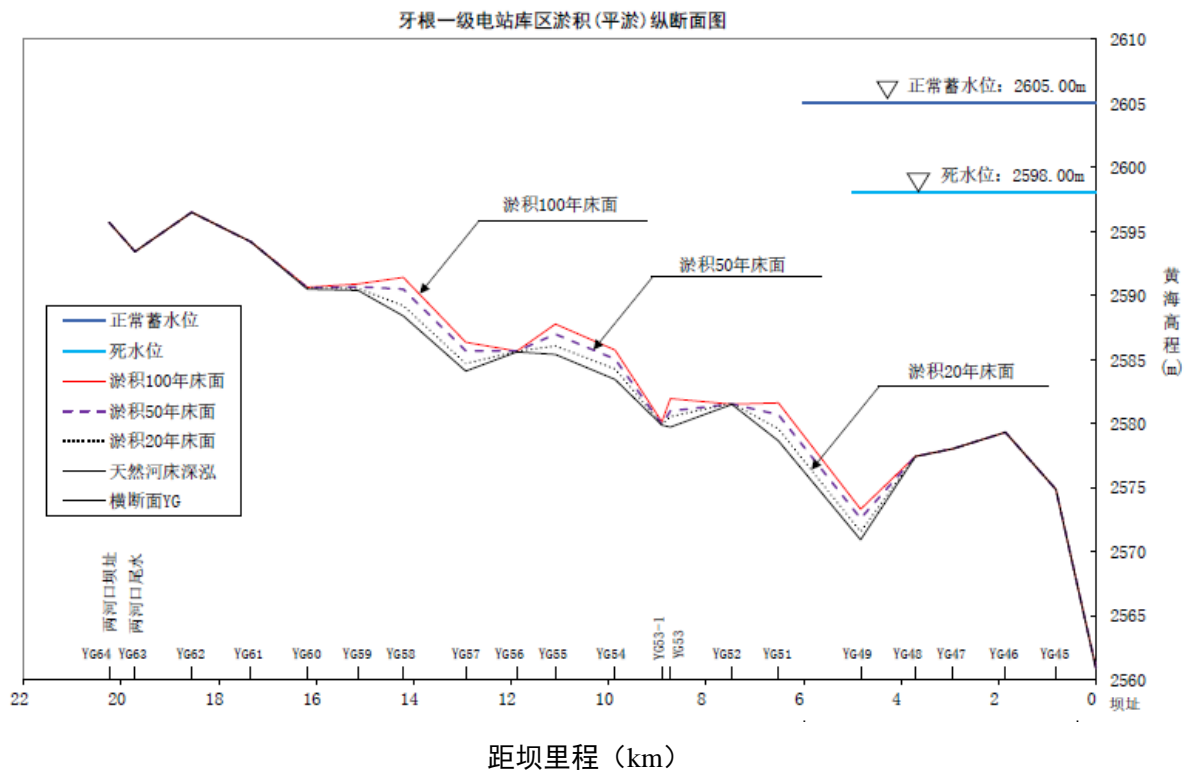


图 5.2-37 水库泥沙冲淤演进图

经水库泥沙淤积计算，水库运用20年，正常蓄水位以下泥沙淤积量11.55万m³，库容损失率0.28%，调节库容损失1.90万m³，调节库容损失率0.10%。水库运用30年，正常蓄水位以下泥沙淤积量17.32万m³，库容损失率0.42%，调节库容损失2.85万m³，调节库容损失率0.15%。水库运用50年，正常蓄水位以下泥沙淤积量28.43万m³，库容损失率0.69%，

调节库容损失4.55万 m^3 ，调节库容损失率0.24%。水库运用100年，正常蓄水位以下泥沙淤积量55.41万 m^3 ，库容损失率1.34%，调节库容损失8.66万 m^3 ，调节库容损失率0.45%。

根据计算成果，水库运行100年期间悬移质泥沙的出库率变化甚小，悬移质泥沙的出库率约为98.27%，悬移质泥沙的出库含沙量约为20.4 g/m^3 。

由于两河口水库下泄的细颗粒泥沙基本不在牙根一级水库内落淤，主要是区间入库泥沙中的一部分粗沙在水库内落淤，且水库较短，库区壅水深度不大，使得库内泥沙呈条带状沿程淤积，对水库库容影响很小。

5.3 水温影响预测与评价

5.3.1 上游梯级对牙根河段水温影响

5.3.1.1 两河口环评报告书预测结果

根据《四川省雅砻江两河口水电站环境影响报告书》预测结果，两河口水库水温分布结构为稳定分层型，库底存在稳定的低温水体，高温季节出现了双温跃层分布；库表水温具有春季比天然水温低、秋季比天然水温高的特点，坝前垂向水温详见图5.3-1。

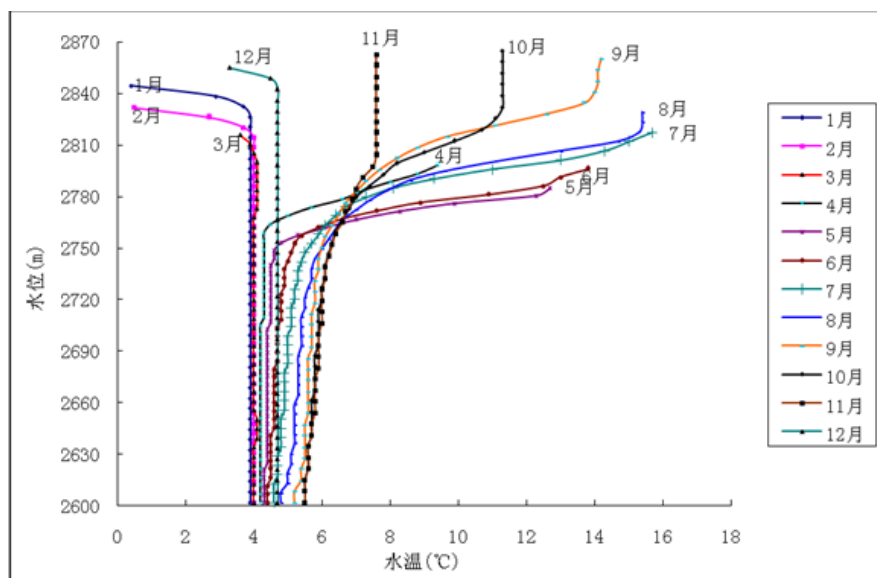


图 5.3-1 两河口水电站平水年坝前垂向水温分布图

受库区水温垂向分层影响，工程4~10月出现下泄低温水问题，最大月均温降3.7℃。为缓解低温水影响，工程开展分层取水方案设计专题研究，并最终推荐采用4×7m叠梁门分层取水措施，该措施运行后，预测7~10月低温水影响消失，4~6月与同期天然水温的差距减小，平均温降基本可控制在1℃左右。

5.3.1.2 两河口初期蓄水阶段水温监测

两河口于2020年11月开展蓄水，2021年8月完成一、二阶段蓄水，并蓄至死水位2785.00m，目前已于2022年7月开展第三阶段蓄水，计划2023年10月蓄至正常蓄水位2865m。初期蓄水期间，于2021年8月、11月对库区垂向水温及下泄水温进行监测，库区水温监测结果详见图5.3-2、图5.3-3。

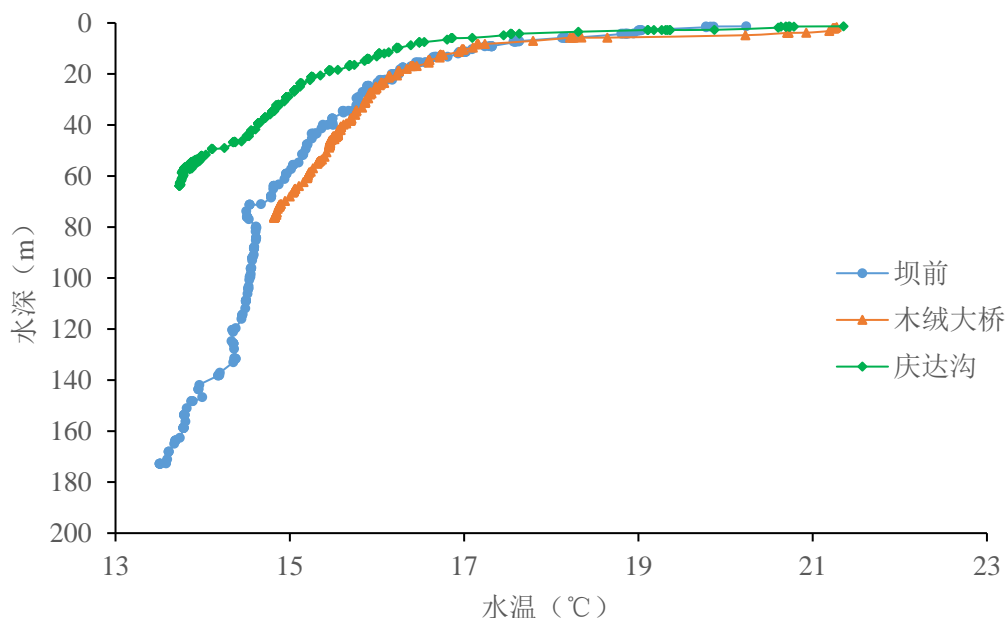


图 5.3-2 2021 年 8 月垂向水温监测结果

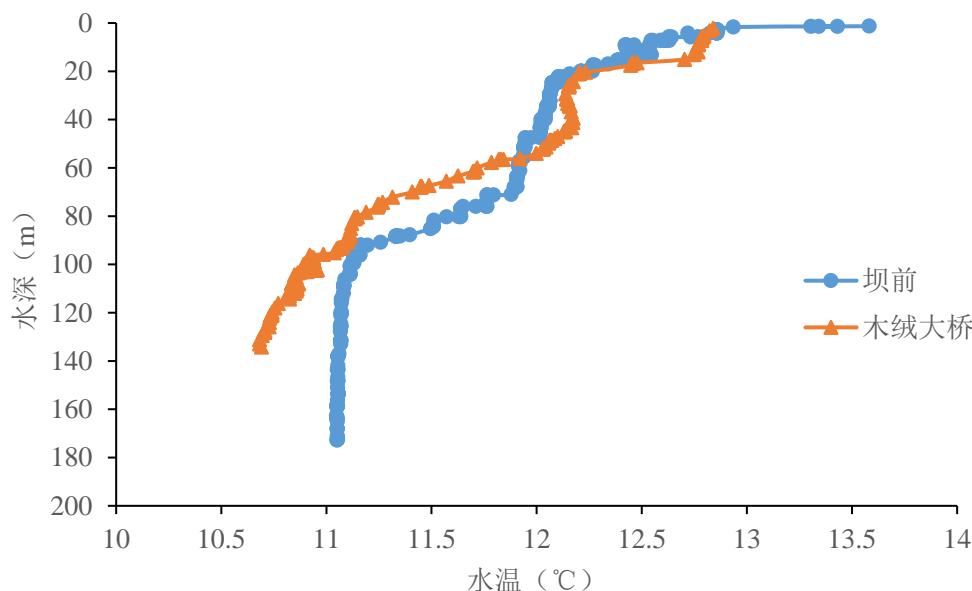


图 5.2-3 2021 年 11 月垂向水温监测结果

监测结果显示，两河口初期蓄水期间，主库及鲜水河支库（木绒大桥）已出现明显的水温分层现象，其中8月温跃层集中在水下0~40m范围，库表与库底温差达到7℃左右；

11月分层现象减弱，库表与库底温减小为2.5℃左右。

总体上，虽然两河口尚处于蓄水阶段，但库区水温分层及下泄低温水影响已初步显现。

5.3.2 牙根一级水库水温结构判断

对于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来判别水库水温结构。

库水交换次数法采用《水电工程水温计算规范》(NB/T 35094-2017)中推荐的库水替换次数判别公式，其判别指标为：

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

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

式中： w 为多年平均年径流量， m^3 ； w_f 为一次洪水总量， m^3 ； v 为正常蓄水位库容， m^3 ； α 、 β 为判别参数。

对于 $\alpha \leq 10$ 时的水库，水温结构为分层型。对于分层型水库，如果遇到 $\beta > 1$ 的洪水，将出现临时混合现象；但如果 $\beta < 0.5$ 时，洪水对水库水温的分布结构没有影响。

对于 $\alpha \leq 20$ 的水库，水温结构为混合型。

对于 $10 < \alpha < 20$ 时的水库，水温结构为过渡型。

经计算，牙根一级水电站采用库水交换次数法计算出 α 值为512， α 值远大于20，判定该水库为混合型，水库不会出现水温分层现象。

5.3.3 牙根一级建库后水温影响分析

根据导则规范要求，采用类比分析法分析牙根一级水电站水温影响。

5.3.3.1 类比对象

根据牙根一级水电站工程特点及运行调度方式，选择大渡河流域2011年建成的深溪沟水电站作为本项目水温预测类比对象，两个工程主要工程特性详见表5.3-1。

总体上，深溪沟水电站在流域开发中的定位、开发方式、工程规模与牙根一级水电站相似，因此可作为牙根一级水电站水温分析类比工程。

大渡河深溪沟水电站与牙根一级水电站主要特性对比

表 5.3-1

特性参数	单位	牙根一级	深溪沟
地理位置		工程地处雅江县，电站坝址位于雅砻江干流上，下距雅江县城约5km	工程涉及四川省汉源县、甘洛县。电站坝址位于大渡河干流上，上距乌斯河镇10.0km，下距金河口镇22.0km
所在流域		雅砻江	大渡河
坝址多年平均流量	m ³ /s	677	1350
正常蓄水位	m	2605	660
死水位	m	2598	655
调节性能		日调节	日调节
正常蓄水位对应库容	万m ³	4241	3227
调节库容	万m ³	1913	787
水库长度	km	20.2	13
坝址多年平均水温	□	8.5	14
α 值		512	1319.3
其他		是雅砻江中游控制性水库两河口反调节水库	是大渡河下游控制性水库瀑布沟反调节水库

5.3.3.2 类比分析结果

根据《四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告》（2013年）、《四川省大渡河深溪沟水电站环境影响后评价报告》（2018年）中深溪沟水库水温监测成果，深溪沟水库为典型的混合型水库，下泄水温(深溪沟坝下)与入库水温(瀑布沟坝下)温差小于0.2℃，水库水温分层现象和下泄低温水影响不明显。

因此，可推断牙根一级水电站成库后，对河道水温不会产生明显影响，库区及坝下水温主要受上游两河口水电站下泄水温控制。

5.4 地表水质影响预测与评价

5.4.1 蓄水初期对水质的影响

水库蓄水初期，淹没区残留的腐烂物质(如杂草、树木和枝叶等)、土壤均会分解释放出有机质，有机质分解使水体中BOD₅、COD、总氮和总磷等浓度增加，溶解氧降低。牙根一级水电站水库淹没范围较小，淹没范围内污染源较少；电站蓄水持续时间短，蓄水期间坝址上下游水体交换频繁。因此，蓄水初期对库区水质的影响有限，不会导致水环境质量下降。

5.4.2 运行期水质影响预测与评价

5.4.2.1 污染源预测分析

根据《水污染防治行动计划四川省工作方案》《水污染防治行动计划甘孜州实施方案》《甘孜州雅砻江流域污染防治暨达标方案》，为确保水环境质量持续为优，积极推动优良水体保护，将进一步加强城乡生活污染处理设施建设、农业农村面源污染消减等工作。推动呷拉镇生活污水处理厂（规划工程规模1500m³/d）建设；提标改造河口镇一期污水处理厂，出水标准由一级B提升为一级A标准；推进农村“厕所革命”，因地制宜推广农村卫生改厕模式，加强农村生产生活面源污染治理；深入推进化肥、农药零增长行动，推广测配方施肥技术、鼓励增施有机肥；加强防治畜禽养殖污染，推广生态养殖模式，推进畜禽粪污资源化利用，加大畜禽粪污资源化利用和病死畜禽无害化处理力度。

随着上述水污染防治工作的实施推进，并统筹考虑雅江县城镇化、农牧业发展，计算分析预测水平年工程河段污水及污染负荷排放情况详见表5.4-1。总体上，呷拉镇和河口镇作为雅江县规划重点发展区域，社会经济和城镇人口将快速发展，生活污水大幅增加，其中位于牙根一级库区河段呷拉镇生活污水排放量为54.75万m³/a，各类污染源污染负荷COD、NH₃-N、TN、TP分别排放75.1t/a、9.2t/a、20.2t/a、4.7t/a。坝下河段中，河口镇生活污水排放量为73万m³/a，其他乡镇生活污水散排约34.2万m³/a，污染负荷COD、NH₃-N、TN、TP主要来自畜禽养殖、生活污水、农田径流，分别排放377.2t/a、39.5t/a、92.6t/a、17.3t/a。

规划水平年工程研究河段污水及污染负荷计算表

表 5.4-1

单位：t/a

乡镇		生活污水					农田径流			牲畜养殖			
		污水	COD	NH ₃ -N	TN	TP	NH ₃ -N	TN	TP	COD	NH ₃ -N	TN	TP
库区	呷拉镇	547500	27.4	4.4	8.2	2.7	0.024	0.242	0.027	47.7	4.8	11.7	2.0
坝下	河口镇	730000	36.5	5.8	11.0	3.7	0.019	0.192	0.021	43.7	4.4	10.6	1.8
	米龙乡	62990	2.13	0.17	0.27	0.02	0.016	0.165	0.018	63.8	6.3	15.3	2.6
	麻郎错镇	62289	2.11	0.17	0.27	0.02	0.011	0.110	0.012	53.7	5.4	13.1	2.2
	恶古乡	70384	2.8	0.24	0.36	0.03	0.014	0.140	0.015	50.7	5.0	12.1	2.0
	八衣绒乡	85276	2.72	0.22	0.35	0.03	0.014	0.138	0.015	63.6	6.3	15.2	2.6
	波斯河镇	32038	1.28	0.11	0.17	0.01	0.010	0.099	0.011	10.0	1.0	2.3	0.4
	牙衣河乡	29247	1.22	0.10	0.16	0.01	0.010	0.106	0.012	42.9	4.3	10.5	1.8

5.4.2.2 库区水质影响预测

牙根一级水电站具有日调节性能，水库蓄水运行后，水深、水面宽增加，流速减缓，

但枯水交换次数达到512,属于河道行水库,根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018),采用DHI-MIKE11纵向一维水质模型,该模型可以模拟多种水质组分,处理复杂的水域。通过控制方程的选择、有限体的离散以及动量方程和连续方程的耦合,模型可以很好的模拟流速、水位、污染物浓度的时空变化,即河道的水文情势和水环境情况。

(1) 预测模型

1) 水动力学方程组

在概化的水文概念模型基础上,引用圣维南方程,建立了描述干流水流的一维非恒定流数学模型:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha \frac{Q^2}{A})}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \\ h(x)|_{\zeta} = h_1 \\ Q(x)|_{\zeta} = q_1 \\ h(t), Q(t)|_{t=0} = h_0, Q_0 \end{array} \right.$$

式中: Q 为流量(m^3/s); A 为断面面积(m^2); q 为源汇项(m^3/s); α 为流速在垂向的分布系数; h 为水深(m); C 为谢才系数; R 为水力半径(m); g 为重力加速度(m/s^2); h_1 、 q_1 为边界水深(m)和流量(m^3/s); h_0 、 q_0 为初始水深(m)和流量(m^3/s); ζ 为边界。

2) 水质方程组

对影响水质的要素进行了合理概化,对于各种物理化学和生物作用过程对水质的影响,统一概化为综合衰减,并由综合衰减系数 K 表征。通过一系列合理的概化,建立了描述模拟河段水质的一维非恒定流数学模型。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v \frac{\partial C}{\partial x} - KC + S$$

$$C(x)|_{\zeta} = c_1$$

$$C(t)|_{t=0} = c_0$$

式中, C 为污染物浓度; D 为扩散系数; v 为断面平均流速; K 为综合衰减系数; S 为源汇项; C_1 、 C_0 分别为边界和初始浓度。

(2) 边界条件

1) 预测因子

按照《全国水资源保护规划（修订）》中“长江片统一采用COD、NH₃-N作为污染物比控指标”和《长江流域综合规划水资源保护报告》中“根据长江流域水质现状和水污染特点，结合长江流域水污染防治和总量控制要求，江河、湖泊的纳污能力计算控制指标确定为COD、NH₃-N”的相关规定和要求，同时结合水库水环境特点，总体选择COD、NH₃-N、TN、TP作为预测因子。

2) 水文边界条件

牙根一级作为两河口的反调节水库，库尾与两河口坝址衔接，因此库区入流采用两河口发电下泄流量，同时库区支沟少且流量较小，不考虑支沟汇流情况。

3) 水质边界

采用2021年水环境现状监测成果作为水质边界。

4) 污染源

根据污染源预测，综合考虑呷拉镇的生活源和农业源，详见4.5.1章节。

(3) 模型参数

1) 河床糙率的选取

根据库区河段水文监测成果对模型模拟率定，最终确定库区河段河床糙率取值0.06。

2) 污染物降解系数

根据国内已有水库、湖泊污染物降解研究成果资料，最终确定牙根一级库区河段COD、NH₃-N、TN、TP的降解指数，详见表5.4-2。

主要污染物降解系数一览表

表 5.4-2

单位：d⁻¹

项目	COD	NH ₃ -N	TN	TP
水库降解系数	0.03	0.08	0.01	0.01
天然河段降解系数	0.1	0.4	0.05	0.05

(4) 模型设置

模型采用的MIKE 11软件系统中描述水质变化规律的对流扩散方程，采用完全时间和空间中心隐式差分格式进行离散，线性方程组的求解采用双重扫描算法，在流量节点和水位节点上都求解模拟变量。对流扩散方程采用了无条件稳定差分格式，同时为了减少三阶截断误差，引入一个校正项，使得带有梯度较大浓度前锋面的对流扩散问题得以

求解。

(5) 预测结果

库区水质预测结果显示库区COD、NH₃-N满足地表水《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的Ⅱ类水质标准，TN及TP由于入库本底值较高，丰、枯水期TN、平水期TP不满足Ⅱ类水质标准，预测结果详见表5.4-3。

模拟结果一览表

表 5.4-3

断面	丰水期浓度				平水期浓度				枯水期浓度				备注
	COD	NH ₃ -N	TN	TP	COD	NH ₃ -N	TN	TP	COD	NH ₃ -N	TN	TP	
库尾	13	0.12	1	0.02	5	0.05	0.34	0.03	4	0.04	1.5	0.01	
呷拉镇下游	12.82	0.12	0.99	0.02	4.94	0.05	0.34	0.03	3.96	0.04	1.49	0.01	距坝址约9.4km
坝址	12.48	0.11	0.98	0.02	4.84	0.05	0.34	0.03	3.87	0.04	1.48	0.01	

5.4.2.3 库区富营养化

水体富营养化发生发展是由于水体环境系统出现失衡，导致某种优势藻类大量繁殖生长的过程。一般情况下，水体发生富营养化需要充足的总磷、总氮等营养盐，以及缓慢的水流形态和适宜的水体温度，三个因素缺一不可。

牙根一级水电站为日调节电站，总库容0.4142亿m³，年库水交换次数达到512次，库区流速在0.04m/s~1.93m/s之间，为河道型水库；同时，牙根一级水库位于高寒地区，与两河口联合运行时，库区全年水温范围在4℃~12℃之间。根据现有研究成果，水库发生富营养化的流速一般在0.05m/s下，水温一般在20℃以上。从水力学、水温角度，并结合库区水质预测的TP浓度相对较低，总体上牙根一级库区发生富营养化的可能性较低，但需要关注呷拉镇所在的湾地沟支库，在运行期加强观测。

5.4.2.4 坝下水质预测

牙根一级为两河口水电站反调节水库，受两河口运行调度，坝下河段汛期下泄水量减少，枯期下泄水量增加，并且下泄流量不小于生态流量112m³/s。根据污染源预测，至预测水平年坝下河口镇（雅江县城）排放污水2000m³/d（约0.0231m³/s），与牙根一级生态流量的污径比为1:4838；下游其他乡镇散排污水与牙根一级生态流量的污径比为1:10320。总体上，雅砻江干流水量丰沛、水质优良，工程河段污染负荷较小，牙根一级与两河口水库联合运行后对下游天然河道水质影响有限。

进一步采用DHI-MIKE11纵向一维水质模型对牙根一级坝址下游河段水质进行预测

模拟，重点分析河口镇（雅江县城）所在的坝下6km保留河段，预测因子选取现状年水质监测的主要特征污染物COD、NH₃-N和总磷，预测工况考虑下泄最小生态流量112m³/s，水质边界选取水质因子浓度相对较高的汛期，其他相关预测模型、边界条件、模型参数、模型设置详见5.4.2.2章节。数值模拟结果显示，牙根一级水电站在下泄最小生态流量时，雅江县城河段受卧龙寺沟支流入汇影响，水质因子略有升高，但仍满足地表水《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的Ⅱ类水质标准；雅江县城以下水质沿程降解，COD、NH₃-N、总磷浓度进一步降低。

5.4.3 泄洪雾化及气体过饱和影响分析

牙根一级水电站为低水头电站，闸下消能采用底流消能方式，建筑物型式为“消力池+海漫”的组合形式，即在闸室下游设置消力池，采用钢筋混凝土结构，后部设置高尾坎；消力池下游设置一定长度的海漫，与导流明渠左侧边墙相结合。泄洪期间，在消能过程中水流不会与枢纽建筑物、空气、水体之间不会产生剧烈摩擦、冲击和碰撞，水体压力差较小，气体过饱和以及雾化影响较为轻微。此外，由于控制性水库两河口已建成运行，牙根一级泄洪频率大幅降低，进一步减轻工程泄洪雾化及气体过饱和影响。

5.5 地下水环境影响预测与评价

5.5.1 施工期地下水影响

基坑开挖后左、右侧为基岩边坡，坝址区河床覆盖层厚度0.8~4.3m，为砂卵砾石层，结构单一，总体属强透水层，基坑施工期间，将会有地下水渗入，考虑到坝址开挖面总体不大且施工时间不长，故坝址处开挖施工对地下水位及地下流场影响较小。

本工程施工期污水采取环保措施处理后回用于生产或绿化，不向地下水排放污染物，正常工况下排放的污染物基本不会进入地下水环境，因此工程施工期不会对地下水水质产生影响。

5.5.2 运行期地下水影响

5.5.2.1 水质、水位影响

运行期仅产生少量污水，采取措施处理后全部回用不外排，不会对库区地下水水质造成污染影响。库区两岸山体雄厚，河谷深切，两岸分水岭高程均在3000m以上，远高于水库正常蓄水位。因此，本工程蓄水运行基本不会对库区地下水位和地下水流场造

成影响，依然表现为地下水补给河水。

5.5.2.2 水库渗漏

从地形地貌及岩性特点分析，牙根一级水库为高山峡谷型水库，周围群山环抱，岸坡陡峻，基岩裸露，分水岭高大雄厚。库区为两河口组二、三段的变质砂、板岩，无灰岩、白云岩等可溶性岩石分布，岩体透水性微弱。两岸山体雄厚，无低矮邻谷。故根据地形地貌及岩性特点分析，库水不存在向邻谷渗漏的条件。

库区无大的区域性断裂通过，水库、坝址区仅发育一些规模较小，延伸长度有限的断层，具挤压性质，渗透性差，水库蓄水后不存在沿断层渗漏的问题。

5.5.2.3 水库浸没

水库蓄水后使库区周围地下水位相应抬高，上升后的地下水可能导致原本高于蓄水位岸坡产生水库浸没问题。水库浸没产生与地形地貌、岸坡物质组成、水文地质条件、岸坡土层的毛细管水上升高度和地表种植的农作物、建筑的基础形式及埋深等因素密切相关。

经调查，库区库尾到西地段由于河谷狭窄，两岸阶地零星发育，且分布高程位于2625m以上，因此初判该段蓄水后无浸没区；西地到坝址段河谷较开阔，两岸阶地发育，地势较平坦，为耕地及居民区，尤其是两岸分布的Ⅰ～Ⅱ级阶地，位于蓄水位附近，水库蓄水后，可能产生浸没。

据野外调查测绘，初步判定可能产生浸没的区域见下表，主要分布在章给寨村、基俄村、脚泥堡、白孜、呷拉村等区域，需采取相关防护措施。

正常蓄水位 2605m 高程浸没统计表

表 5.5-1

地点名称	章给寨	基俄村	脚泥堡	白孜	呷拉
浸没高程分布	2605～2609	2605～2609	2605～2607.5	2605～2607.5	2605～2607.5
浸没面积 (km ²)	0.089	0.174	0.043	0.105	0.097
人口耕地状况	耕地、住房	耕地、住房	耕地	耕地	耕地
阶地物质组成	上部多为粉土，下部为砂卵砾石层				

5.5.2.4 对地下水利用的影响分析

据现场调查，牙根一级工程区及库区两岸居民生活用水绝大部分取自支沟水，仅有库区呷拉集镇取自山泉水。

呷拉镇泉水位于库区呷拉集镇处。经现场调查，该泉水为侵蚀下降泉，属基岩裂隙

水，是该处地下水的一处露头。泉水补给来自降水，受季节影响，水量变化较大，夏季时候水量较大，冬季时相对较小；泉水冬暖夏凉，水质较好。该处基岩出露，为粉砂质板岩，倾倒现象明显；泉眼位于冲沟内，上游冲沟内有水流出，在此处与泉水汇合。该泉水的主要功能为村民生活用水，目前修建了自来水厂加以利用，并已划为饮用水水源地。

根据区位关系分析，牙根一级水电站在呷拉镇附近无工程设施布置，从泉的性质、补给来源以及与工程设施的区位关系判断，工程施工对该泉水无影响。

牙根一级水库建成后，该泉水出露点高程高于雅砻江，也高于牙根一级水库正常蓄水位，其受降水补给，排泄至雅砻江，因此牙根一级水库蓄水不会对其的出露及流量等造成影响。

综合以上分析，牙根一级水电站建设不会对呷拉镇泉水及其用水对象造成不利影响。同时上游两河口电站已将其纳入监测计划，呷拉镇自来水厂亦有例行监测资料，故牙根一级可不再规划相关监测。

5.6 土壤环境影响预测评价

5.6.1 施工期影响

工程施工期各类污废水处理回用，生活垃圾由当地环卫部门及时运至处置，危险废物交由有资质单位运送至危险废物处置中心处置，在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响。工程在两河口磨子沟渣场设置了一处表土堆存场地，对扰动区表土进行收集，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

5.6.2 运行期影响

工程运行期主要污染物为发电厂房生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用或外排，不会引起土壤的酸化、碱化。

运行期水库蓄水后库周地下水位抬升可能造成周边土壤的盐化现象，对水库蓄水可能引起的盐化影响采用《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的附录F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

5.6.2.1 土壤盐化综合评价法

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018), 采用以下公式计算土壤盐化综合评分值(Sa), 具体如下:

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

式中: n --表示影响因素指标数目;

Ix_i --表示影响因素 i 指标评分;

Wx_i --表示影响因素 i 指标权重。

5.6.2.2 土壤盐化影响因素赋值

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018), 土壤盐化影响因素赋值情况见表5.6-1。

土壤盐化因素赋值表

表 5.6-1

影响因素	分值				权重
	0分	2分	4分	6分	
地下水位埋深(GWD)/(m)	$GWD \leq 2.5$	$1.5 \leq GWD < 2.5$	$1.0 \leq GWD < 2.5$	$GWD < 1$	0.35
干燥度(蒸降比值)(EPR)	$EPR < 1.2$	$1.2 \leq EPR < 2.5$	$2.5 \leq EPR < 6$	$EPR \leq 6$	0.25
土壤本底含盐量(SSC)/(g/Kg)	$SSC < 1$	$1 \leq SSC < 2$	$2 \leq SSC < 4$	$SSC \leq 4$	0.15
地下水溶解性总固体(TDS)/(g/L)	$TDS < 1$	$1 \leq TDS < 2$	$2 \leq TDS < 5$	$TDS \leq 5$	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

工程区地下水位埋深较大, 一般埋深大于12m, 水库蓄水完成后, 库区内地下水将升高, 但工程库区为峡谷地区, 且无通向库外的较大规模的透水断裂存在, 无永久性渗漏问题, 不会造成库区两侧土壤地下水水位明显提升, 工程建成后库区两侧地下水埋深仍将大于2.5m, 土壤盐化影响赋值为0分。

工程区多年平均降水量为746.1mm, 多年平均年蒸发量为1919.3mm(20cm口径蒸发皿), 干燥度EPR(多年平均水面蒸发量与降水量的比值)为2.57, 土壤盐化影响赋值为4分。根据土壤环境质量监测结果, 工程区土壤含盐量 $SSC < 1$ g/Kg, 土壤盐化影响赋值为0分。根据地下水水质监测成果, 工程区地下水溶解性总固体在0.194~0.304g/L, $TDS < 1$, 土壤盐化影响赋值为0分。根据土壤理化特性调查结果, 工程区域土壤主要为壤土, 土壤

盐化影响赋值为4分。

5.6.2.3 土壤盐化影响预测

根据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的土壤盐化综合评分值 $Sa=4 \times 0.25 + 4 \times 0.10 = 1.4$ 。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的土壤盐化预测表，本项目建成后可能造成周边土壤轻度盐化现象，主要原因为区域干燥度比较高。长期以来，工程区域现有的干燥度水平并未造成目前河流两岸土壤的盐渍化，本项目建设不会造成库区两侧土壤地下水水位明显提升，也不会明确改变区域干燥度、土壤理化性质。因此，工程建设对库区两侧土壤基本无影响，土壤盐渍化水平将与现状基本相当。

5.7 水生生态影响预测与评价

5.7.1 施工期影响

5.7.1.1 对浮游植物的影响

枢纽工程施工对坝址局部河段河流底质产生扰动，使河道含沙量增加，透明度降低，导致浮游植物种类和数量减少。

5.7.1.2 对浮游动物的影响

枢纽工程施工导致坝址局部水体泥沙量增大，对浮游植物和有机碎屑为食物的浮游动物的生境造成一定不利影响，浮游动物种类和数量在施工期间有所降低。

5.7.1.3 对底栖动物的影响

工程施工期间由于采取了围堰施工等措施，施工区域原有底质环境发生较大改变，对摇蚊、软体动物等种类影响较大，蜉蝣目等游泳型所受种类影响相对较小，底栖动物种类及数量整体分布将有所减少。

5.7.1.4 对鱼类的影响

大坝主体工程施工在坝址河段进行，施工期时间长，规模大，施工人员较多，各种机械在水中作业，声、光、电等物理因素对施工河段鱼类栖息、生长、繁殖和迁移有不利影响；建设期下游河岸防护工程和基坑排水会造成坝址局部河段水体混浊，透明度下降，水质下降，对鱼类(特别是仔幼鱼)的栖息不利；大江截流后，围堰前水位抬高，与下游的落差和流速增大，阻碍下游鱼类上溯。同时各期围堰退水期间，有可能发生基坑鱼类受困、滞留现象，因此，要加强施工期的管理和鱼类救护工作，缓解施工期对鱼类

资源的不利影响。

5.7.2 运行期影响

5.7.2.1 对浮游植物的影响

本工程建成后，形成河道型水库，基本上没有改变原有河道形态。但库区水位提高，水面扩大，流速减缓，泥沙沉积，水体透明度增大，表层水温提高，营养负荷增加，将使得水体初级生产力提高，有利于浮游植物的生长和繁殖，浮游植物种类、现存量将会增加。库尾至坝前由于水文情势不同，不同区域初级生产力提高的幅度有一定的差异，坝前提高幅度相对较大，库尾回水末端较小，库中居中。预计电站建成运行后，库区浮游植物种类、现存量会稍有增加，但硅藻仍将是其主要类群。根据水质预测结果，库区发生水体富营养化的可能性较小。库区尾水段水文条件变化较小，绿藻门、蓝藻门种类会增加，但增加的幅度有限，其它门类的浮游植物也会出现，浮游植物的群落结构将基本保持原河流状态。库中和坝前流速明显减缓，泥沙沉降加剧，透明度增大，营养盐逐渐累积，适合浮游植物生长繁殖，其种类会较库尾增加较多，特别是绿藻门、蓝藻门种类，甲藻门、裸藻门、隐藻门等其它门种类也可能出现。坝下河段受泄水的影响，种类组成和坝前相似。总体看来牙根一级电站运行后，库区河段浮游植物种类和现存量会有所增加，但由于电站按日调节运行，工程对库区的水质影响较小，水体营养负荷增加不大，浮游植物的增加幅度有限。

牙根一级水库形成后，将对位于库中的苦乐沟、湾地沟等支沟汇口产生顶托作用，由于电站为反调节、低水头、日调节型水库，顶托作用影响范围有限，仅在河口附近水域，受库区水位顶托的河口局部水域浮游植物的密度和生物量将会升高，但影响范围和程度较小。

总体而言，类比省内同类型电站库区浮游植物变化，本工程水库形成后库区浮游植物群落结构会发生变化，浮游植物种类和现存量均会稍有增加，但硅藻仍将是其主要优势种类，绿藻和蓝藻种类和数量会提高，其它门种类也可能出现。

5.7.2.2 对浮游动物的影响

水库蓄水后，库区江段水面增大、水深增加，流速减缓，库区由急流河流生境转化为河道型水库生境，库区流速减缓，泥沙沉积，水体透明度增加，水体在库区滞留时间延长，营养物质滞留、累积等，水文情势及水质等生境发生相应变化，使得水体初级生产力提高，将对库区河段浮游动物产生一定的影响。

但由于库尾至坝前水文情势变化程度不同，库区不同区域浮游动物变化幅度有一定的差异，坝前稍大，库尾较小，库中居中。总体看建库后，库区江段浮游动物种类和现存量会有所增加。但考虑到电站水库调节能力有限，加上区间外源性营养输入有限，而且区域温度较低，成库后库区水体水质变化不大，对浮游动物的影响也较小。

坝下江段受泄水的影响，种类组成和库区的变化相似，现存量与库区差异不显著。

5.7.2.3 对底栖动物的影响

库区水体流速下降，透明度增加，预计原喜流水的蜉蝣目等种类在库区大部水域将消失，迁移到水库岸边或库尾及支流的上游河段继续生存和繁衍。浅水区域底栖动物以摇蚊、钩虾、蜻蜓目等水生昆虫为主，深水区静水型摇蚊有可能将成为优势种，库区底栖动物密度、生物量整体将有所增加。

库尾与两河口尾水位衔接，水位涨落频繁，但该段底栖动物种类相对较少，且生境得到保持，对其影响有限，底栖动物种类结构得到保持。

建库后苦乐沟、湾地沟等部分河段水位抬升，现有的喜流水种类蜉蝣目及双翅目消失，退至支流上游流水河段，摇蚊科生物种类会有所增加，底栖动物群落的物种多样性将减少。

格西沟、卧龙寺沟位于坝下保留河段，牙根一级电站蓄水对其基本无影响，底栖动物种类结构得到保持。

5.7.2.4 对水生维管束植物的影响

丰富的营养素、稳定的基质和适当的透明度是水生维管束植物生长的重要条件。由于库区水流变缓，泥沙淤积少的库湾适合水生维管束植物的生长，水库形成后将改变原河道水生维管束植物极少的现状，在一些库湾可能出现少量水生维管束植物，如蓼科和莎草科等湿生植物。尾水区基本无泥沙淤积，加之库区陡峭的库岸受风浪的影响，水生维管束植物出现的概率不大。

5.7.2.5 对鱼类的影响预测与评价

(1) 截流及水库初期蓄水影响

截流期间下泄流量基本不变，对鱼类影响有限，但截流期间的基坑内可能发生鱼类滞留现象，需做好截流期间的鱼类救护工作。

牙根一级水电站库容小，各保证率工况下5月蓄水过程为7d或8d，且下闸蓄水期间工程采用完建的3孔泄洪闸边蓄边泄，最小下泄流量为415.3m³/s，可满足下游112m³/s的

生态基流和 $203.1\text{m}^3/\text{s}$ 的鱼类产卵期需求。

(2) 运行期影响

牙根一级上游为已建两河口水电站，两河口水电站是雅砻江中游两河口至卡拉河段规划的“龙头”水库电站，也是整个流域的控制性工程，具有多年调节性能，对区域生态环境影响较大。作为其反调节水库的牙根一级水电站，水库运行受制于两河口电站调度运行，对水生生态特别是鱼类的影响需充分考虑两河口的叠加影响。

1) 大坝阻隔对种群交流的影响

大坝的建设将使河流的连续性受到影响，对鱼类的上溯交流有一定的阻隔效应。据调查，雅砻江流域不存在大范围洄游的鱼类，完成生命史所需空间相对较小。

牙根一级大坝的建设主要对裂腹鱼等具有短距离洄游特性的鱼类产卵、繁殖产生一定影响，对其生境形成一定的压缩。

考虑到牙根一级上游已建两河口水电站，属于高坝大库，最大坝高达295m，两河口大坝的建设将原有鱼类分隔为上下两个群体，使其不能进行遗传基因的交流，削弱种群的生存力。牙根一级电站的建设，使两河口~牙根河段生境进一步片段化，再度缩小鱼类原有生存空间，对雅砻江中下游水域生态环境和鱼类资源形成叠加影响，牙根一级鱼道建成运行后，结合两河口水电站过鱼措施将在一定程度上减缓对鱼类的影响。

2) 水文情势变化对鱼类资源的影响

水库运行后，库区水流变缓、水深增加、急流生境萎缩，河流的水动力学过程发生了较大的变化。水库库尾受两河口尾水影响，河段近似河流形态，具有河流水文水动力学特征；坝前水域水深、水面宽阔、水流缓甚至是静水；库中水域介于库尾和坝前之间，水文动力特性也介于两者之间。

库区河段水文情势的变化导致鱼类种类组成发生变化。由于库尾河段及库区支流仍有一定的流水生境，可为流水性鱼类提供一定的繁衍栖息条件，维持种群延续。因此水库蓄水后，库区河段原来适应于底栖急流、砾石、洞穴、岩盘底质环境中生活繁衍的鱼类(如裂腹鱼亚科、鲃科的种类)，将逐渐向电站库尾(两河口满发状态下流速约 1.93m/s)及支流等仍具有一定流水性河段迁移，由于库区河段流水生境萎缩，其种群数量将较现状明显减少。库区诸如高原鳅类和软刺裸裂尻等能适应于缓静水环境生活的鱼类种类数量可能增加。由于库区水体容积及水域面积增大，水生生物及鱼类栖息、活动空间增大，在运行一段时间后，库区鱼类总资源量和渔获量均会增加。

牙根一级水电站日调节运行下泄不稳定流，可能造成下游河段水位变化频繁，从而对坝下鱼类的产卵繁殖带来不利影响，具体表现为易造成鱼卵搁浅死亡或无法附着在固着物上进行孵化。

根据5.2.3节坝址下游主要河段典型日内水位变化过程来看，电站运行对坝下游产卵场河段有一定影响。为减缓电站典型日调峰运行对下游水文情势造成的影响，要求进一步开展两河口~牙根河段联合生态调度研究，建立与生态关联的统筹调度机制，科学制定调度方案。

3) 水温变化对鱼类的影响

牙根一级水电站仅具备日调节性能，对河道水温基本不会产生累积效应，库区及坝下水温主要受上游两河口水电站调控。依据两河口水电站环评报告结论，两河口水电站叠梁门分层取水方案实施后，下游河段水温基本处于至鱼类产卵适宜水温范围，区域河段鱼类繁殖产卵低温水不利影响能够得到有效缓解。

4) 对鱼类区系组成的影响

水库形成后，随着库区水文情势的变化，鱼类种类组成也将发生变化，鱼类组成将由流水性鱼类为主，逐渐转变成缓流水和静水鱼类为主。

库区河段原来适应于底栖急流、砾石等底质环境的鱼类，即长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、短须裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡、黄石爬鮡等鱼类，逐渐退缩至库尾及库区支流的流水河段，其在库区种群数量将有所减少，适应缓流水的鱼类如软刺裸裂尻鱼等数量会增加，并可能形成优势种群。

在生态流量泄放的基础上，结合区间支流汇入，坝下河段仍保持着流水生境，与天然状态差别不大，鱼类区系组成不会发生变化，仍以流水性鱼类为主，随着牙根一级大坝的建成，坝下河段将成为区域流水性鱼类的主要分布区域。

5) 对鱼类重要生境的影响

①产卵场

A 库区产卵场

调查水域鱼类多数产粘沉性卵，比较典型的有裂腹鱼亚科、条鳅亚科及鮡科等鱼类产卵均需要在流水中进行，砾石或沙底、水清澈的流水河滩是大部分鱼类产卵的基本要求。牙根一级库尾至力丘河汇入江段大部分江段水流湍急，但同时也存在一些水流较缓、砾石较多的“滩”和“沱”，这种缓急交替的水流条件满足不同鱼类的繁殖要求。牙根

一级水电站的建设致使原有的水文特点发生变化，大坝的阻隔、库区淹没等，使库区原有的浅滩和边滩消失，以流水为繁殖条件以及砾石、卵石为产卵基质的产卵场基本丧失。

牙根一级库区呷拉镇分布有一处裂腹鱼类产卵场，依据库区水文情势预测结果，呷拉镇水位将抬高 13.39m~17.62m，该处产卵场将被淹没，产卵条件消失。

B 坝下河段产卵场

坝下江段分布有卧龙寺沟汇口产卵场、下渡林场产卵场、霍曲河口产卵场等几处裂腹鱼类、爬鮡类产卵场。借助River2D进行栖息地加权可利用面积(WUA)计算，预测工况为牙根一级与两河口联合运行与天然情况进行比较。依据工程河段主要鱼类产卵时段，选择裂腹鱼产卵期的5月、鮡科鱼类产卵的7月及软刺裸裂尻鱼产卵的9月开展分析预测。

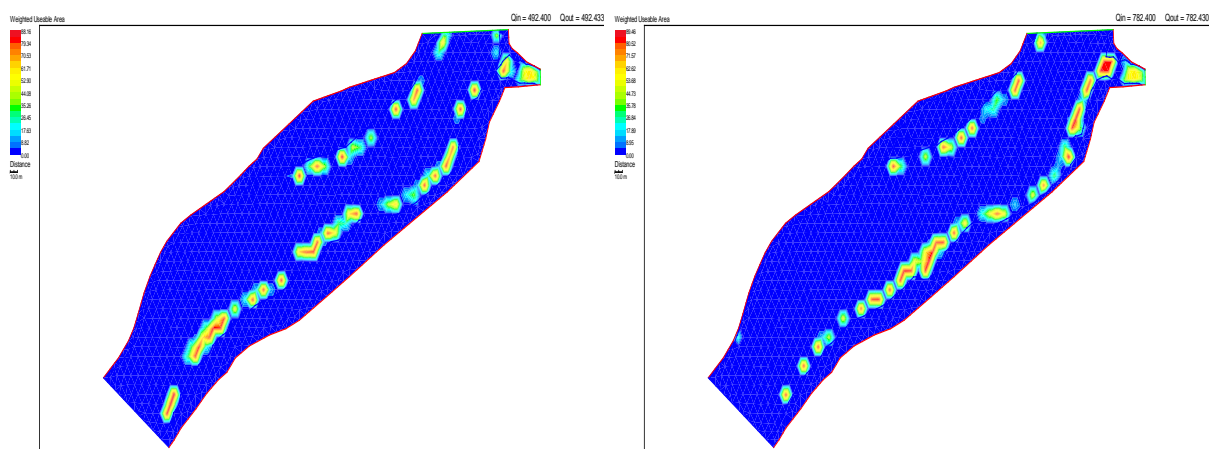
a 卧龙寺沟汇口产卵场（裂腹鱼产卵场）

卧龙寺沟汇口产卵场各典型月栖息地加权可利用面积比较见图5.7-1，栖息地加权可利用面积见表5.7-1。

卧龙寺沟汇口产卵场有效栖息地面积统计表

表 5.7-1

月份	牙根一级坝址月均流量Q (m ³ /s)			卧龙寺沟 汇入流 量Q (m ³ /s)	产卵场出流Q (m ³ /s)			WUA (m ²)			
	天然	调度后	变化		天然	调度后	变化	天然	调度后	变化	变化率 (%)
5月	481	771	290	10.97	492	782	290	4262	4324	62	1.5%
7月	1250	742	-508	10.97	1261	753	-508	3633	4292	659	18.1%
9月	1810	742	-1068	10.97	1821	753	-1068	1326	4292	2966	223.7%



平水年 5 月份天然状态下栖息地面积

平水年 5 月份调蓄后栖息地面积

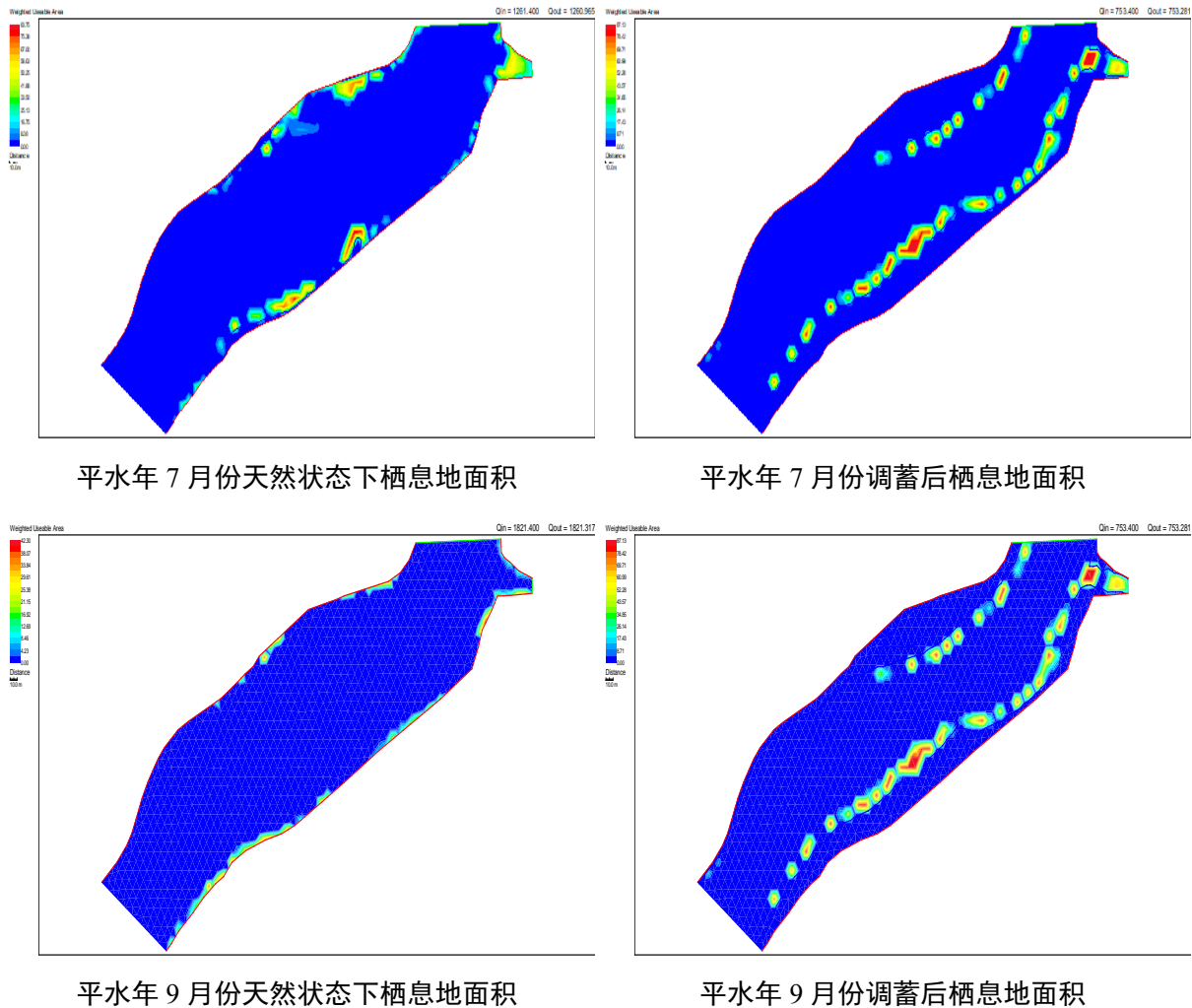


图 5.7-1 卧龙寺沟汇口产卵场各典型月调度后与天然情况的栖息地面积对比

根据模型预测结果，牙根一级与两河口联合运行调度后，平水年5月卧龙寺沟汇口产卵场河段流量（782 m³/s）较天然状态流量（492 m³/s）有所增加，但由于产卵场所在的雅江县城段河道近年受人工干扰强度大，人工河道堤岸等防护工程已经改变了河道形态，因此，上游来流一定程度的增幅未对产卵生境适宜度产生明显影响，平水年5月卧龙寺沟汇口产卵场有效栖息地面积较天然情况增加了1.5%，相差不大；天然状态下7月、9月处于汛期，河道流量大、流速快、水位高，产卵场河段生境水力学条件并不适宜鱼类产卵，通过牙根一级和两河口联合运行调度后，出库流量均化，产卵场河段生境适宜度提高，调度后的7月、9月较天然状态下有效栖息地面积分别提高了18.1%、223.7%。

同时，依据5.2.3章节预测结果，牙根一级日调节运行时，5~9月，卧龙寺沟汇口产卵场河段流速处于1.84m/s~2.19m/s之间，日内水位变幅在2.69m~2.85m之间，河段水文情势变化对鱼类产卵有一定的影响。

建议下一阶段需根据下游鱼类生态习性 & 生物学特性，从满足鱼类繁殖和生存所需

的水文情势条件出发，进一步优化工程调度运行方案，制定上下游梯级联合生态调度方案，同时结合河段生境修复措施，保障卧龙寺沟汇口河段产卵生境。

B下渡林场产卵场（鮡科鱼类鱼产卵场）

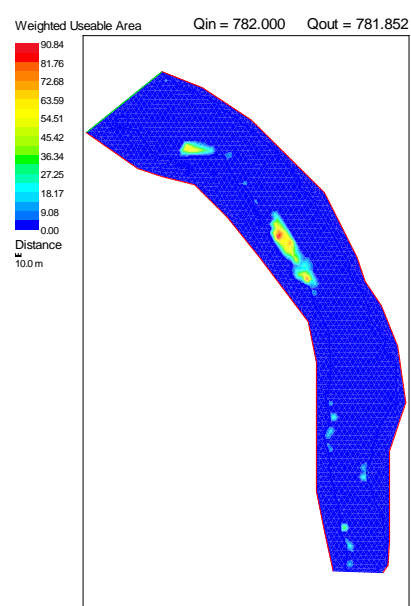
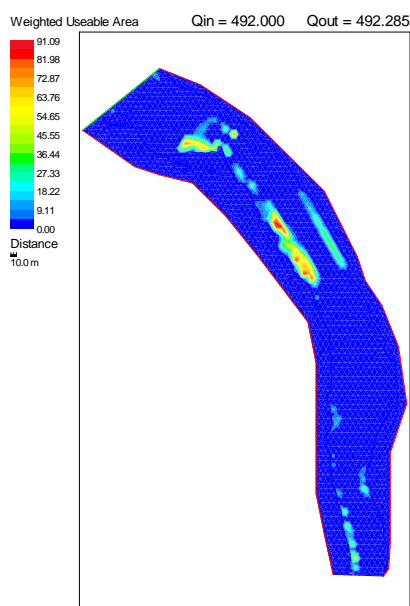
下渡林场产卵场平水年5月、7月栖息地加权可利用面积比较见图5.7-2，栖息地加权可利用面积见表5.7-2。根据模型预测结果，天然状态下5月份（481m³/s）流量较小，河段水文情势较为适宜鮡科鱼类产卵，有效栖息地面积较大，为4752m²。天然状态下7月份（1250m³/s）处于汛期，流量大、流速快、水位高，产卵场河段河滩、心滩等被淹没，导致有效栖息地面积急剧减小至506m²。牙根一级与两河口联合运行调度后，出库流量均化，5月（771m³/s）和7月（742m³/s）流量差异不大，产卵场有效栖息地面积分别为为2540m²和2411m²，相对天然状态分别减少了47%和增加了376.5%。

同时，依据5.2.3章节预测结果，牙根一级日调节运行时，5、7月，下渡林场汇口产卵场河段流速处于2.86m/s~3.43m/s之间，日内水位变幅在2.05m~2.1m之间，初步判断总体能够维持产卵功能。

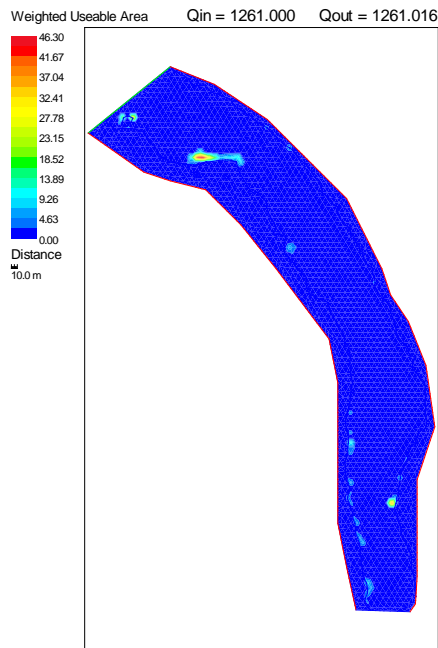
下渡林场汇口产卵场有效栖息地面积统计

表 5.7-2

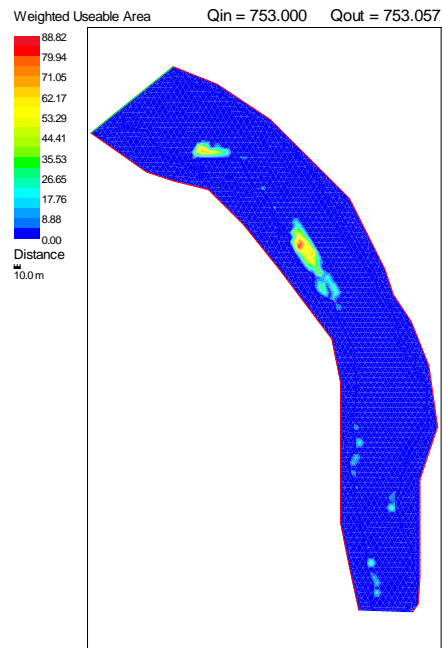
月份	牙根一级坝址月均流量 Q (m³/s)			卧龙寺沟汇入 流量 Q (m³/s)	产卵场出流 Q (m³/s)			WUA (m²)			
	天然	调度后	变化		天然	调度后	变化	天然	调度后	变化	变化率 (%)
5 月	481	771	290	10.97	492	782	290	4752	2540	2212	-47%
7 月	1250	742	-508	10.97	1261	753	-508	506	2411	1905	376.5%



平水年 5 月份天然状态下栖息地面积



平水年 5 月份调度后栖息地面积



平水年 7 月份天然状态下栖息地面积

平水年 7 月份调蓄后栖息地面积

图5.7-2 下渡林场产卵场各典型月调度后与天然情况的栖息地面积对比

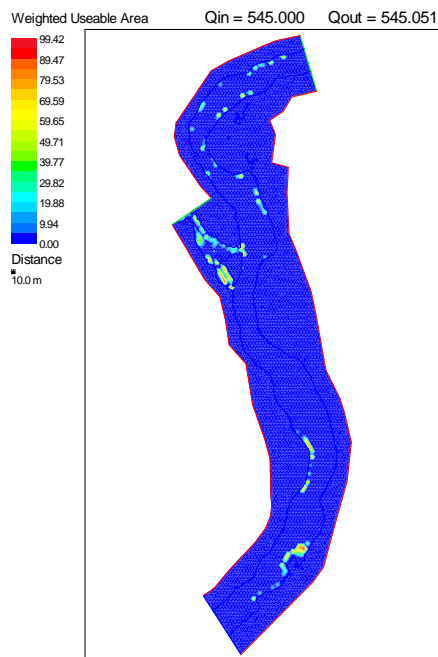
C霍曲河汇口产卵场（裂腹鱼产卵场、鮡科鱼类产卵场）

霍曲河与雅砻江汇口形成的河滩地，上半段适宜裂腹鱼产卵、下半段水流较急段适宜鮡科鱼类产卵，平水年5月、7月、9月裂腹鱼类产卵时段有效栖息地分布见图5.7-3、表5.7-3；5月、7月鮡科鱼类产卵时段有效栖息地分布见图5.7-4、表5.7-4。

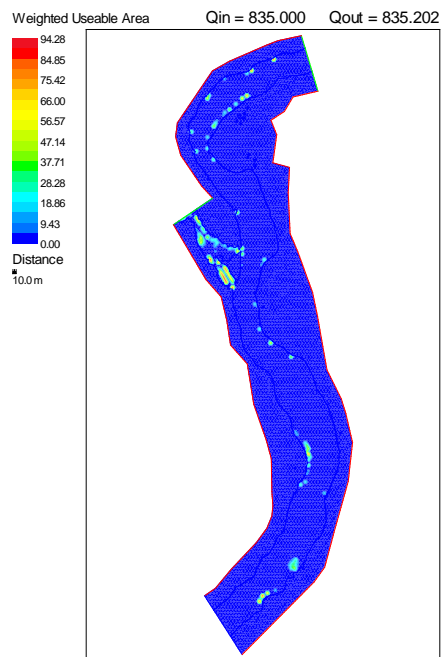
霍曲河汇口产卵场 5 月、9 月有效栖息地面积统计（裂腹鱼产卵期）

表 5.7-3

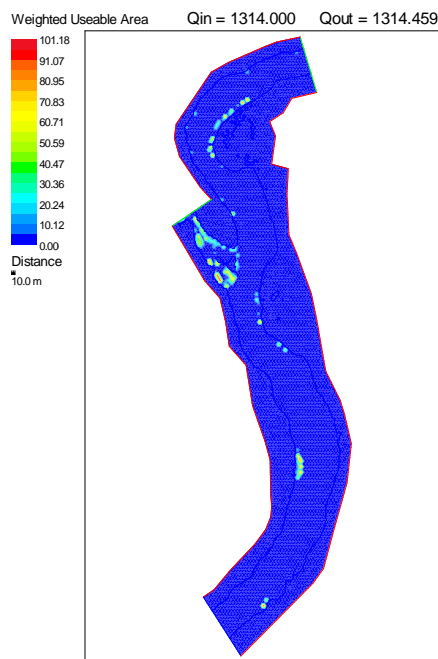
月份	牙根一级坝址月均流量Q (m³/s)			卧龙寺沟 汇入流量Q (m³/s)	霍曲河汇 入流量Q (m³/s)	产卵场出流Q (m³/s)			WUA (m²)			
	天然	调度后	变化			天然	调度后	变化	天然	调度后	变化	变化率 (%)
5月	481	771	290	10.97	52.9	545	835	290	5851	4315	-1536	-26.3%
7月	1250	742	-508	10.97	52.9	1314	806	-508	4355	4799	444	10.2%
9月	1810	742	-1068	10.97	52.9	1874	806	-1068	5142	4799	-343	-6.7%



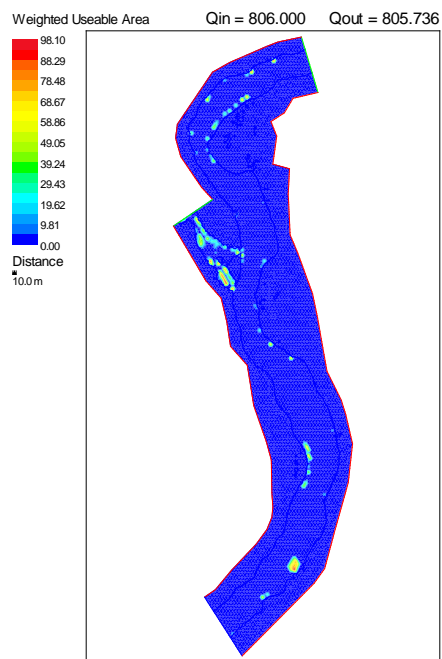
平水年 5 月份天然状态下栖息地面积



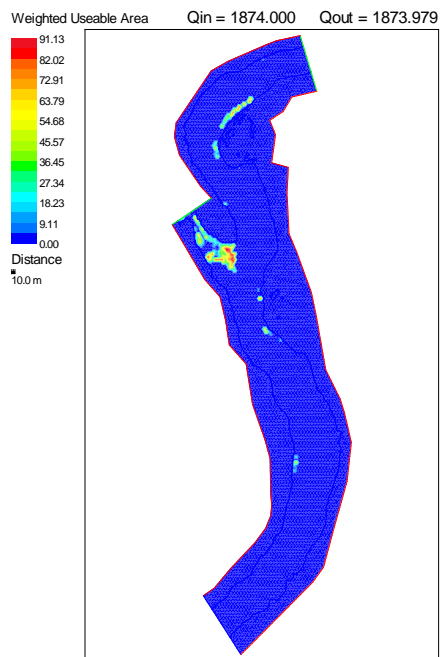
平水年 5 月份调蓄后栖息地面积



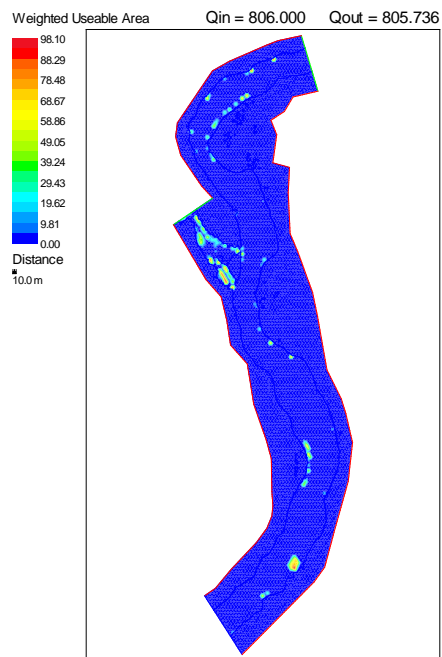
平水年 7 月份天然状态下栖息地面积



平水年 7 月份调蓄后栖息地面积



平水年 9 月份天然状态下栖息地面积



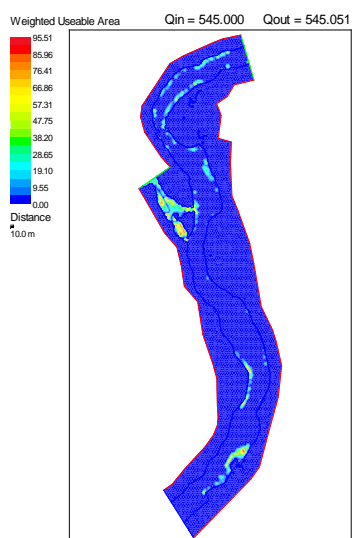
平水年 9 月份调蓄后栖息地面积

图 5.7-3 霍曲河汇口产卵场平水年调度后与天然情况的栖息地面积对比（裂腹鱼类）

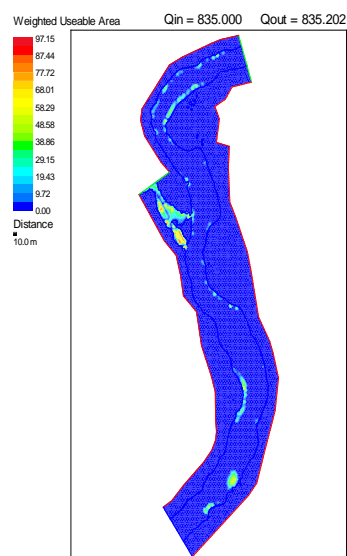
霍曲河汇口产卵场有效栖息地面积统计（鮡科鱼类产卵期）

表 5.7-4

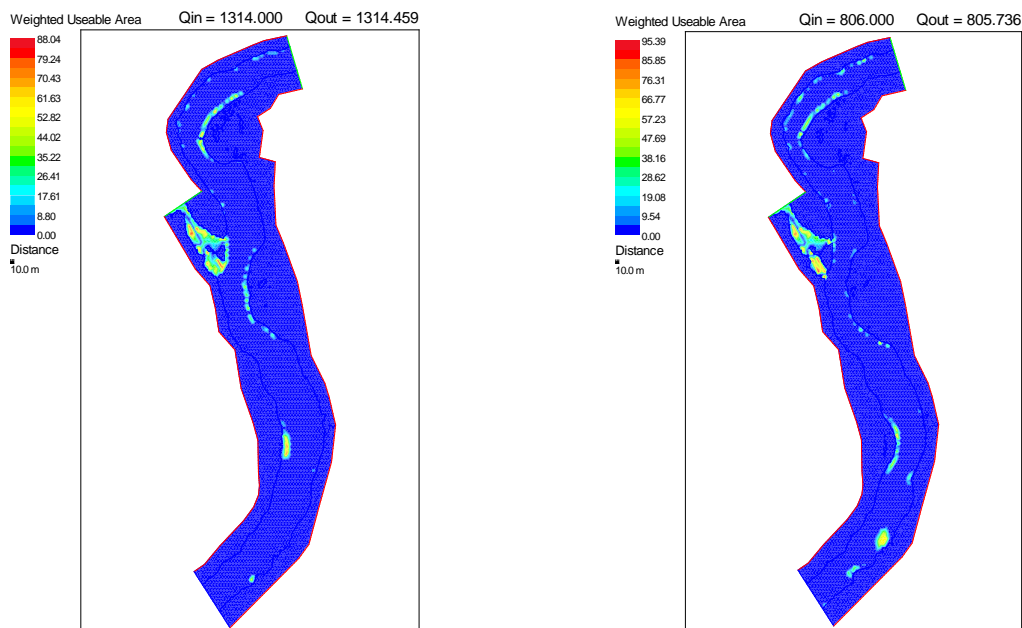
月份	牙根一级坝址月均流量Q (m ³ /s)			卧龙寺沟 汇入流量Q (m ³ /s)	霍曲河汇 入流量Q (m ³ /s)	产卵场出流Q (m ³ /s)			WUA (m ²)			
	天然	调度后	变化			天然	调度后	变化	天然	调度后	变化	变化率 (%)
5月	481	771	290	10.97	52.9	545.3	835.3	290	9324	7794	-1530	-16%
7月	1250	742	-508	10.97	52.9	1314	806	-508	7494	8266	772	10.3%



平水年 5 月份天然状态下栖息地面积



平水年 5 月份调蓄后栖息地面积



平水年 7 月份天然状态下栖息地面积

平水年 7 月份调蓄后栖息地面积

图 5.7-4 霍曲河汇口产卵场平水年调度后与天然情况的栖息地面积对比（鲃科鱼类）

根据模型预测结果，裂腹鱼产卵期内，5月较天然状态有效栖息地面积减少了26.3%、9月减少了6.7%，7月增加了10.2%。鲃科鱼类产卵期内，5月较天然状态有效栖息地面积减少了16%、7月增加了10.3%。

依据5.2.3章节预测结果，牙根一级日调节运行时，5月、7月、9月，霍曲汇口产卵场河段流速处于0.62m/s~1.06m/s之间，日内水位变幅在2.02m~2.21m之间，初步判断牙根一级日调节对霍曲河汇口产卵场产卵功能有一定的影响。

②对索饵场、越冬场的影响

大坝建成后、水库淹没部分耕地、林地和其它残留物，增加水中无机盐类和有机营养物质，加上水库表层水温增高，为库区浮游生物的繁衍，提供良好条件，浮游生物数量将增加，而浮游生物是大部分鱼类幼鱼阶段的饵料，因此库区鱼类索饵育幼场面积将增大。

越冬场建库前位于干流主河道的深潭水域，在调查水域纵向河道形态相似度较高，未发现明显的深潭生境。水库蓄水后，库区水位上升，鱼类的越冬场所将增加，增加的越冬场主要位于坝前水域。

坝下河道与天然状况基本一致，对原分布的索饵场、越冬场基本无影响。

(3) 对珍稀保护特有鱼类的影响

1) 对保护鱼类的影响

工程河段调查及记录到的 14 种鱼类中，共有保护鱼类 3 种，其中国家二级保护鱼类 2 种：厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡，四川省级保护鱼类 2 种，即长丝裂腹鱼、青石爬鮡。

长丝裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡均属流水生活的鱼类，牙根一级电站建设后，对其造成阻隔影响，库区适宜栖息生境萎缩，其种群分布区域将向电站库尾及支流等具有流水性河段迁移，资源量有一定程度的减少。

牙根一级坝下河段将继续保留流水生境，上述保护鱼类可以在该河段完成生活史，并维持一定的资源量。

2) 对长江上游特有鱼类的影响

山鳅为流水型小型鳅类，对生境条件需求较低，牙根一级水电站建设后可在库区支流形成种群规模。华吸鳅、石爬鮡、裂腹鱼类等为流水性或激流性类群，在库区适宜生境萎缩，其分布将退缩至库尾或支流；软刺裸裂尻鱼数量会增加，在库区可能形成优势种群。牙根一级坝下河段及支流仍然维持流水生境，将成为上述鱼类主要的生存场所。

5.8 陆生生态影响预测与评价

5.8.1 对土地利用类型的影响

5.8.1.1 对地类变化的影响

牙根一级水电站总占地面积 360.20hm^2 ，其中工程永久占地 344.22hm^2 ，临时占地 15.98hm^2 。直接影响的土地利用类型为耕地、园地、林地、草地、内陆滩涂、水域及水利设施用地、建设用地、其他土地等，以占用水域及水利设施用地、林地、耕地等为主。随着电站的建设和运行，将有部分土地转变为水域及水利设施用地、交通运输用地等，临时占地则会通过植被恢复等措施，逐渐恢复为原有的土地类型。水电站建设虽然会对部分土地类型产生不可逆的影响，但永久占地和淹没影响范围有限，占用土地面积约占项目评价区总面积的 3.74% ，占用比例较小，整体上不会改变评价区内现有土地利用类型的基本格局。但是土地是一种无法再生的资源，土地的农业利用价值是其它用地无法替代的。因此，在工程建设中应当尽可能少对土地进行占用，严格在征地红线范围内施工，最大限度节约土地资源。

牙根一级水电站工程占地面积表

表 5.8-1

单位: hm^2

		耕地	园地	林地	草地	建设用地	湿地	水域与水利设施用地	其他土地
水库淹没影响区	水库淹没区	32.32	23.18	22.86	3.01	7.69	7.93	206.75	1.28
	水库影响区	0.72	0.91						
枢纽工程建设区	永久占用	3.17	1.29	22.08	0.47	1.42	0.72	6.81	0.16
	临时占用	5.85	1.07	6.39		0.60	0.97	1.03	0.08
等级公路占地区				1.44					
合计		42.06	26.45	52.78	3.49	9.70	9.62	214.58	1.52

5.8.1.2 对林地的影响

牙根一级水电站将永久占用和淹没林地 46.39hm^2 ，占评价区林地的1.88%，占评价区总面积的1.04%。临时占用林地 6.39hm^2 ，占评价区林地的0.26%，占评价区总面积的0.14%。占用林地在一定程度上会改变其生态服务功能，但临时占用林地会在工程完工后进行恢复，且评价区的林地类型在本区及其周边分布面积比较大，呈现斑块状或者连片分布，稳定性良好，加之占用比例极小，工程建设不会降低评价区内森林覆盖率，不会改变林地植被分布情况和森林植物群落结构，更不会对评价区内森林生态系统结构和功能产生实质性的影响。

5.8.1.3 对耕地的影响

牙根一级水电站将永久占用和淹没耕地 36.21hm^2 ，占评价区耕地的16.44%，占评价区总面积的0.83%，临时占用耕地 5.85hm^2 ，占评价区耕地的2.66%，占评价区总面积的0.13%。工程占地对评价区域内的耕地占用的面积较小，评价区域内的农业植被类型不会发生明显改变。依据移民安置规划，对永久占用的耕地进行征收，施工结束后对临时占用的耕地按原比例进行复垦，一定程度上能够缓解因工程建设对耕地的影响。

5.8.2 对公益林的影响

工程占地涉及国家二级公益林 33.86hm^2 ，工程完工后，这些林地将转变为建设用地或水域面积。评价区的公益林主要为灌木林地，以及少量的高山松林、栎类林等，群落结构比较稳定，包含了乔灌草三层结构，为野生动物提供了丰富的栖息环境，其生态系统的抗干扰及恢复能力、自组织能力等相对较强，工程占用后在一定程度上会改变其生态服务功能，但工程占用的面积有限，不会明显改变森林、灌丛的生态服务功能，本着合理和节约集约利用林地的原则，在项目建设过程中应尽量避让公益林，减少公益林的

占用面积，并实施占补平衡。2021年12月底，四川省自然资源局以“用字第513325-2021-00093”号出具了项目用地预审与选址意见书，同意本项目选址，详见附件13。

5.8.3 对植物多样性和植被的影响

5.8.3.1 对区域植被类型的影响

评价区域内的主要植被类型有高山松林、五裂槭林、川滇高山栎林、黄背栎-矮高山栎灌丛、鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛以及栽培植被。从工程占地的影响来看，由于坝址、永久公路、施工场地、水库淹没等影响，使得部分区域的植被消失。从植被类型在评价区的空间分布格局来看，这些植被类型在评价区及其周边大面积分布，没有仅分布在某一区域和环境的植被类型。工程建设对植被影响较大的区域为水电站的淹没区，淹没区以灌丛和耕地为主，主要为鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛群落。由于这几类植被类型均匀分布在评价区内，空间分布格局较为分散，抗干扰能力比较强，所以工程建设对这些植被类型的影响有限。且临时占地区的地表植被在施工结束后将进行恢复，会对植被有一定的改善。从评价区主要植被类型的空间分布格局、施工影响程度和各种植被类型的抗干扰能力分析，牙根一级水电站的建设不会对评价区内的植被类型多样性产生实质性影响。

5.8.3.2 对植物多样性的影响分析

根据现场走访及资料查阅，评价区域内的植物呈现随机分布的空间格局，没有发现聚集生长于某一特定生境中的狭域物种。水电站工程对植物多样性的影响主要集中在建设期，表现为工程占地及施工开挖对植被的破坏，导致永久及临时占地区地表植被的消失，造成局部植物多样性发生变化，受影响的植被类型主要为川滇高山栎林、黄背栎-矮高山栎灌丛、鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛。由于工程永久和临时占地的生境具有一定的可替代性，部分土地利用性质的改变不会引起特有物种生境的消失，工程建设基本不会导致分布在该地块的物种消失。工程施工结束后，对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复，可使得临时占地区植物种类多样性、植被类型均有所恢复。

工程重点区域主要影响的植物群落类型

表 5.8-2

工程布置	永久占地	临时占地	植被情况
水库淹没及影响区	306.65		水库主要淹没河岸两侧耕地、经济果木、道路、房屋、灌木林地、零星乔木，自然植被中主要物种有五裂槭、蔷薇、白刺花、栒子、羊蹄甲、醉鱼草、羊茅、鹅观草等
水工建筑	33.95		主要占用水域、耕地、道路，以及两岸少量川滇高山栎林、黄背栎-矮

工程布置	永久占地	临时占地	植被情况
			高山栎灌丛、鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛，主要物种有川滇高山栎、黄背栎、矮高山栎、羊蹄甲、白刺花、蔷薇、栒子、醉鱼草、草玉梅、委陵菜等
交通设施	6.29	3.87	主要占用原有公路、耕地，以及黄背栎-矮高山栎灌丛和高山松林，主要物种有黄背栎、矮高山栎、高山松、羊蹄甲、白刺花、蔷薇、栒子等
章给寨工区	8.65	10.68	主要占用民房、砂厂、耕地、经济果木，以及少量五裂槭林和灌草丛等自然植被，主要物种有五裂槭、山杨、核桃、羊蹄甲、白刺花、蔷薇、醉鱼草等
机械停放场		1.43	1#机械停放场主要占用高山栎类林和林窗草地，主要物种有川滇高山栎、黄背栎、蔷薇、羊茅、鹅观草、早熟禾、委陵菜、草玉梅、珠芽蓼等 2#机械停放场主要占用河岸滩涂的荒草地以及零星乔木，主要物种有桦木、杨树、蒿类、羊茅、苅草等
砂石加工系统		9.4	利用两河口已有场地，新增占地不涉及自然植被
机电仓库	2.65		利用两河口已有场地，新增占地不涉及自然植被
左下沟水厂	1.83		利用两河口已有场地，新增占地不涉及自然植被
料场		8.08	利用两河口水电站瓦支沟石料场
弃渣场		7.85	主要利用两河口已有场地，少量占用周边灌木林地
表土堆存场		0.72	利用两河口水电站磨子沟渣场，新增占地不涉及自然植被

水电站的建设，由于人为活动的加剧，会无意识的将外界植物带入到评价区域内，增加外来入侵的风险，应加强施工作业人员的培训，提高外来物种入侵的防护意识。

5.8.3.3 对重要野生植物的影响

(1) 对重点保护植物的影响

评价区有2种国家Ⅱ级保护物种：松口蘑(*Tricholoma matsutake*)、芒苞草(*Acanthochlamys bracteata*)。松口蘑主要分布在海拔3200-4200m左右的松林、硬叶高山栎林或松栎混交林中，而牙根一级水电站的工程布置区域主要在河岸两侧，海拔在2500-2700m间，根据松口蘑分布特点与工程的区位关系，工程建设对松口蘑无直接影响。但是施工作业人员可能会对松口蘑进行采摘、食用。建议加强对施工作业人员的宣传教育，严禁私下采摘松口蘑。现场调查发现芒苞草主要分布在脚泥堡村东侧的山顶和雅江县垃圾处理站北侧的山坡，初步判定工程用地范围离芒苞草的分布较远。

(2) 对易危植物的影响

本次评价未发现极危、濒危植物，调查发现有易危(VU)植物5种，分别为鳞皮冷杉、胡桃(栽培)、川西瑞香、芒苞草、松口蘑。鳞皮冷杉、川西瑞香多分布在评价区内的高山上部或林下生境中，远离工程的占地区，因此基本不受水电站施工建设和蓄水淹没影响；胡桃为人工栽植，主要分布在村落及居民点周围，部分植株将受工程直接影响，导致个体数量减少；根据现场调查，芒苞草和松口蘑在工程占地区和蓄水淹没区内没有

分布，不会受到电站的直接影响。

(3) 对特有植物的影响

牙根一级水电站工程施工占地区与水库淹没区可能分布的特有植物约57种，分别为陕西假瘤蕨、高山松、独活、长穗兔儿风、分枝亚菊、铃铃香青、大黄橐吾、针叶帚菊、川西蒲公英、川西黄鹌菜、鲜黄小檗、金花小檗、黄花角蒿、川西沙参、巴塘蝇子草、西南杭子梢、小雀花、川西锦鸡儿、云南锦鸡儿、刺序木蓝、黄背栎、头花香薷、大叶香茶菜、四川香茶菜、川西荆芥、甘西鼠尾草、滇黄芩、连翘叶黄芩、秃疮花、中华山蓼、西藏点地梅、银叶铁线莲、长冬草、美花铁线莲、偏翅唐松草、少脉雀梅藤、木帚栒子、暗红栒子、细梗蔷薇、峨眉蔷薇、川滇蔷薇、高丛珍珠梅、细枝绣线菊、野丁香、野花椒、青杨、川滇柳、腋花马先蒿、巴塘马先蒿、大卫氏马先蒿、川西瑞香、三花菰、灰叶堇菜、康定玉竹、中华羊茅、垂枝早熟禾、小菅草。这些植物多适应高海拔偏干旱的河谷气候，在川西、西藏、青海等河谷生境中广泛分布，并不是分布区极小的狭域分布物种，因此本项目建设占地及库区淹没仅对电站建设河段占地区等局部区域内零星分布的特有植物带来直接侵占影响，对于特有植物在雅砻江河段的分布现状而言影响很小，不会导致特有植物物种在评价区内消失，不会导致特有植物种群植株数量大幅波动。

(4) 对名木古树的影响

根据野外调查，评价区内未发现挂牌的名木古树，因此，工程建设不会对名木古树产生影响。

(5) 对资源物种的影响

评价区内有一定的野生资源植物，主要包括用材树种、野生观赏植物、药用植物、野生可食植物等。牙根一级水电站在建设期间，由于工程占地对植被的破坏，使得部分占地区内的资源植物个体消失。但评价区的资源植物没有突出资源优势或潜在开发价值，当地群众对于这些野生植物零星采收，没有对其日常生活和经济来源构成直接的依存关系。且这些资源植物物种均属于分布比较广的种类，种质资源的可替代性强，工程建设不会对这些资源植物种质资源产生实质影响。

5.8.4 对野生动物的影响

5.8.4.1 对两栖动物的影响

两栖动物迁徙能力相对较弱，对环境的依赖性较强，工程施工和水库蓄水及水位涨

落对两栖动物有一定影响。

工程施工活动将产生废水、废气、废渣和噪声。如果“三废”处理不善，将污染工程区及周边的土壤和水体。这些有害物质污染将影响两栖动物的生存和繁殖。施工期间大量人员、机械的进入对原有两栖动物的生存环境将造成威胁。施工中运行车辆增多，将压死部分往返于生活区与繁殖区横过公路的成蛙和变态后登陆的幼蛙，将导致这些两栖类动物种群数量的下降。但这种不利影响时段有限，主要是施工期，影响范围为施工区。

水库形成后，水域面积的扩大增大了两栖动物的栖息、繁殖场所。水库形成后，对栖息于这里的两栖动物的生活、繁殖有利。

总体来说，两栖类动物长期以来多是生活在干扰频繁的临时性水域，对于人为活动干扰有着很强的适应能力。在工程建设中，它们会进行相应的迁移、躲避，因此，工程建设对它们造成的影响甚微。

5.8.4.2 对爬行动物的影响

施工过程中的开挖和填埋将影响施工区内爬行动物的生存和繁殖；横穿公路的爬行动物，尤其是蛇类也易被各种施工车辆压死，蛇的数量可能会因此而减少。与两栖动物相似，这类影响主要作用于低海拔河谷地带分布的种类及种群，如康定滑蜥等。

水库蓄水将淹没部分农耕地和灌草丛，将使生活在该生境中的爬行动物的种群数量有所减少。另外，但水库形成后，有利于库周植物生长和植被的恢复，给草食昆虫等提供了合适的生境生存与繁殖。昆虫增多，为蜥蜴类提供更好的食物。蜥蜴数量的增加，又为一些、蛇类物种的生存、繁殖创造了更好的条件，有利于它们数量的增加。总的来说，水库建成后，对正常蓄水位以上区域的爬行动物是有利的。

总体来说，该类型生境在评价区分布范围较广，而且评价区爬行动物种类分布海拔区域较宽、适应能力较强，故工程施工和水库淹没对其影响较小。

5.8.4.3 对鸟类的影响

牙根一级水电站建设对鸟类的影响主要是水库淹没和工程施工两方面。工程施工(修路、建房、筑坝、生活等)对破坏部分鸟类的栖息地，导致鸟类种类及种群量有所减少，一些原在此地栖息的涉禽、游禽会迁往它处，如山斑鸠、鹁鸽、麻雀等。工程施工活动结束后，随着施工区植被逐渐恢复，生态环境质量的提高，部分鸟类将会迁回原栖息地，适合在水库、湖泊等静水或缓水中生活的游禽也将返回原有区域，其它鸟类将会迁往它处。

水库蓄水后，流域水面将增加，对雁形目、鹤形目和鹈形目等游禽、涉禽鸟类有一定的吸引作用，其数量会有所增加。秋冬季节将引来一定数量的游禽来此停留、越冬。水库蓄水后，由于有一定的陆地植被被淹没，难免会造成小规模繁殖场地消失，觅食场地减少等后果，但鸟类都有主动适应外界环境条件的能力，而且活动范围大，迁移能力比较强，因此在水库蓄水后，对鸟类的直接影响不大。

5.8.4.4 对兽类的影响

电站建设对兽类造成的不利影响主要为施工期的施工噪声、施工人员活动等可能对其造成的一定干扰。牙根一级水电站工程施工开挖和占地对部分兽类栖息地的破坏，造成兽类的迁移和种群数量的减少，如黄鼬、鼠兔等。而伴随人类生活的鼠类，如褐家鼠、小家鼠等，其种群数量会增加，与此相应，主要以鼠类为食的黄鼬等种群数量会增加。

水库蓄水后将淹没部分灌草丛，使原来栖息于其中的中小型兽类，特别是小型啮齿动物和食虫类向较高海拔生境或食物丰富的人类聚居地附近迁移，造成迁入地的褐家鼠、小家鼠等的种群数量在短时间内较大增加，形成较高密度区。这些啮齿动物常常会传播疾病，在向人类聚居地附近迁移的过程中，将增加疾病传播的危险并造成一定损失。而以啮齿动物为食的黄鼬等兽类将损失部分觅食地，但被淹没和占地影响的地区由于缺乏良好的隐蔽条件而并非良好的觅食地，故这些兽类在淹没区域内种群密度较低，电站建设不会造成其大的种群变化。同时，随着人类聚居地附近小型啮齿类动物种群数量的增加，主要以鼠类为食的兽类也将较频繁地出现在人类聚居地附近。

5.8.4.5 对重要野生动物的影响

(1) 对重点保护动物的影响

1) 保护鸟类

评价区有国家二级保护鸟类3种，分别是大鸺、红隼、白马鸡，省级重点保护鸟类1种，白喉针尾雨燕。重点保护鸟类中大鸺、红隼、白马鸡主要生活在海拔较高的森林或者灌丛中，有时会到工程占地区觅食，施工过程中产生的噪音，粉尘等干扰会在一定程度上使得这些鸟类暂时迁移至附近适合生存的环境，但不会影响其主要生境。白喉针尾雨燕主要在库区河谷两岸的坡地灌丛或崖壁筑巢、栖息，捕食时常盘旋于库区上空。工程施工和水库蓄水后将淹没破坏其部分生境，但由于仅淹没自然植被（林地、草地）共25.88hm²，占评价区林地的0.93%，其淹没生境比例很小，对其造成的影响程度较弱。

2) 保护兽类

评价区内有国家Ⅱ级重点保护兽类3种，猕猴、赤狐、黑熊，这3种兽类在四川境内广泛分布。上述保护兽类在评价区均生活在海拔较高的山区，仅在冬末春初食物匮乏时，出现在村落周围觅食，因此水电站建设对其基本无直接影响。

(2) 对濒危物种的影响

评价区野生动物中无极危、濒危物种，易危物种有2种，分别是黑熊和大鸕，均为国家二级保护动物，工程建设对其的影响详见前文。

(3) 对特有物种的影响

评价区分布的陆生特有脊椎动物种及影响情况见下表。

牙根一级水电站评价区特有陆生脊椎动物可能受影响的类型和强度

表 5.8-3

物种		影响	影响强度
两栖类	胸腺猫眼蟾、高原林蛙	污染使栖息地质量下降，生存力下降。蓄水后淹没，使栖息地减少，坝址个种群数量减少	弱或中*
爬行类	康定滑蜥、棕网腹链蛇		
鸟类	白马鸡	主要活动在海拔3000-4000米的高山和亚高山针叶林和针阔叶混交林带，活动区域距工程施工区较远，受施工和淹没影响较小	弱
兽类	岩松鼠、川西鼠兔	施工期开挖、爆破使岩松鼠、川西鼠兔远离施工区域，随着施工活动减少，可能回到坝址等区域活动	弱

特有物种中，胸腺猫眼蟾多栖于中、小型山溪边或其附近，高原林蛙多生活在海拔2000-4200米高原地区的各种水域及其附近的湿润环境中，故受工程占地与施工活动影响相对较大。棕网腹链蛇因有食用价值，白马鸡因外观漂亮，可食用，都可能有被捕杀的威胁，施工中应注意采取措施进行宣传保护。

综上所述，由于评价区内的动物具有较强活动能力，它们会通过主动迁移来避免工程施工和水库蓄水对其造成的直接伤害，因此，本次工程建设对评价区的陆生脊椎动物的影响较小。

5.8.5 对景观格局与生态系统完整性的影响

5.8.5.1 生态系统类型完整性和结构稳定性分析

根据野外调查及资料查阅，评价区内主要生态类型主要包括森林生态系统、灌丛生态系统、农田生态系统、湿地（河流）生态系统等。虽然水电站的建设占用林地（包含林间草地）和灌丛56.27hm²，占评价区总面积的1.27%，改变评价区森林生态系统的面积占比，但由于该区域森林均为高山松林和川滇高山栎林，森林类型的广布性特征明显，

其建群种和优势种的种群更新、年龄结构和层片分异等都不会有大的影响，水电站建设不会对该区域植被分布情况和森林植物群落结构造成大的改变，森林生态系统类型完整性、结构稳定性和功能多样性基本能够维持在原有水平。

对于灌丛生态系统而言，评价区鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛灌丛种类结构较复杂，不同地段优势种有所变化，但灌丛生态系统结构和功能完整性仍不及当地的森林生态系统。由于该区域水分条件较优越，地表水文过程和土壤养分循环等生态过程都较为活跃，评价区生态系统的物质循环和能量流动顺畅，评价区内生态系统的抗干扰及恢复能力较强。水电站建设将占用一定面积的耕地，但不会引起主要农作物品种和面积的改变，农田生态系统的结构不会被破坏，占用的耕地可通过土地整治等手段予以补偿，农田生态系统的生产能力不会大幅下降。

水电站建设将部分改变了各类生态系统的面积，水域面积增加 98.27hm^2 ，占评价区总面积的2.21%，耕（园）地面积减少 68.51hm^2 ，占评价区总面积的1.54%，林地（包含林间草地）减少 56.27hm^2 ，占评价区总面积的1.27%，但是改变的河流水域、农田和林地等生态系统面积较小，这种变化对评价区内的森林、灌丛、农田等自然生态系统的类型完整性和结构稳定性影响都较为有限。随着施工结束临时占地的恢复，评价区内各生态系统面积、结构和功能会得到恢复。因此，水电站建设导致的生态系统面积的改变，不足以对评价区域内生态系统类型完整性产生明显影响。各类生态系统的结构与功能完整性、生态过程完整性，以及生态服务功能的完整性并没有受到工程建设的实质性影响，依然具有维持良性发展的潜力。

5.8.5.2 生态系统类型变化分析

电站工程占地会对评价区森林、灌丛等斑块造成侵占和分割，各类斑块既有合并转换也有分割，但由于占地区相对集中，总的来看斑块数量变化不大；库区蓄水后，原沿河岸分布的各类斑块融合形成了一个完整的水域斑块，林地、灌丛斑块等因为工程占用斑块数有所增加，整个区域内斑块数量有所增加。因此整个区域内斑块数量有所减少。因施工占地和水库淹没，评价区内森林、灌丛、农田、城镇生态系统均受到影响，其中森林、灌丛、农田生态系统面积减少，湿地、城镇生态系统面积增加。

牙根水电站建设前后评价区生态系统类型变化

表 5.8-4

单位: hm^2

斑块类型	斑块数量比例%			面积(hm^2)		
	施工前	施工后	变化%	施工前	施工后	变化%
森林生态系统	226	234	3.54	24.615	24.354	-1.06%
灌丛生态系统	144	155	7.64	12.229	11.927	-2.47%
农田生态系统	35	56	60.00	2.202	1.517	-31.11%
湿地生态系统	1	1	0	3.476	4.320	24.28%
城镇生态系统	11	36	227.27	1.896	2.300	21.30%
合计	417	482	15.35	44.418	44.418	0

5.8.5.3 陆生生态系统生物量的损失估算

工程建设后各植被面积均有所减少,经估算出工程建设对区域森林和灌丛植被(不含耕地等栽培植被)生物量的直接损失数量为3328.04t,占评价区总生物量的1.44%,工程减少导致的植物生产力减少420.81t/a,占评价区总生产力的1.44%,工程完工后将在临时占地区进行植被恢复,水土保持植被措施等也会恢复林灌植被。工程建设造成的生物量直接损失将会随着建设项目的结束和植被恢复措施的实施逐步得到补偿。

工程建设对植物生物量和生产力影响预测

表 5.8-5

项目	占地面积 (hm^2)		生物量损失 (t)		生产力 (t/a)	
	林地	草地	林地	草地	林地	草地
永久占地	46.39	3.49	2913.06	13.72	367.41	2.79
临时占地	6.39		401.26		50.61	
合计	56.27		3328.04		420.81	

5.8.5.4 自然景观协调性分析

随水电站的建设,水域面积的增加,以及坝址对河流生态系统的阻断等施工活动的发生,势必会影响原有景观生态体系的格局,使自然景观发生变化,造成评价区景观破碎化、异质性程度上升,降低景观的整体连通性。大坝建成后将抬高坝址上游水位,使得原本河流的自然景观形态变为了具有人工特征的渠化河道。库区形成后原来河流两岸的植被斑块将被水体取代,但与评价区内整体的景观面积相比,淹没面积不大,因此整体斑块结构不受太大影响。坝址上游河道宽度增大,河流廊道影响的宽度相应增加,对两岸景观动态交流的阻隔作用增大。水电站施工将新建和拓宽多条公路,施工期间车辆过往频繁,公路线性廊道的阻隔作用将增强。

水电站的建设将占用森林、灌丛、农田等斑块，使它们的优势度值都有所下降，但评价区的基质仍为森林没有发生改变；水域的优势度值增加1.83%，建设用地优势度增加1.45%。总的来看，各类斑块的优势度值发生变化后仍在同一数量级内，评价区的生态系统结构/景观格局不会发生根本性的变化。

牙根水电站建设前后评价区各类斑块优势度值的变化

表 5.8-6

斑块类型	施工前	施工后	变化(%)
高山松林群落	27.44	26.94	-0.5
川滇高山栎林群落	26.19	26.07	-0.12
五裂槭林群落	1.48	1.38	-0.1
黄背栎-矮高山栎灌丛群落	15.55	14.62	-0.93
鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛群落	13.73	12.89	-0.84
农业植被	6.36	5.57	-0.79
河流	5.93	7.76	1.83
建设用地	3.32	4.77	1.45

5.9 人群健康影响预测与评价

工程建设对人群健康的影响主要是大量外来施工人员进入施工场地，对当地居民的卫生状况带来不同程度的影响。通过对当地居民传染病发病状况的分析，结合临时生活区卫生医疗设施条件分析，大量人员的进入对当地原有人群健康的影响以及地方性疾病可能对施工人员造成的影响。

5.9.1 病媒生态的预测

传染病是病原微生物作用于人体而引起传播流行的。能作为疾病传染源或病原微生物中间宿主的病媒生物，由于工程建设而发生迁移、改变的，最主要是老鼠和蚊子。

牙根一级水电站工程水库淹没影响面积较小，未发现有集中的鼠类分布区，工程建设不会导致库周鼠密度和鼠种短期内增加，但不会发生较大的改变。同时水库运行后水位变幅较小，库区为雅砻江干流，不具备蚊子孳生的洼地，因此工程建设也不会带来蚊子密度的升高和蚊类构成比的变化。

5.9.2 自然疫源性疾病影响

工程区近年来均未出现血吸虫和鼠疫病例，也无血吸虫和鼠疫流行史。工程水库淹没面积相对较小，不会导致库周鼠密度和鼠种发生较大的改变，从而基本不会造成自然

疫源性疾病在人群间流行。

5.9.3 介水传染病影响

介水传染病在地区传染病中占主导地位，主要有肝炎、痢疾、感染性腹泻等。肝炎是工程区周围村庄发病率最高的传染病，其原因与居民饮食、生活卫生习惯有关。

肝炎是传染性较强、危害性较大的肠道传染病，与饮用水卫生状况密切相关，因此需要加强饮用水消毒、传染病隔离和外来施工人员的乙肝疫苗的接种工作。

根据施工规划报告，施工期饮用水取自雅砻江，并做适当的消毒净化处理。由于工程区饮用水源统一管理，有效保证了饮用水水质，确保施工人员的饮用水水质安全，介水传染病影响不大。

5.9.4 虫媒传染病影响

虫媒传染病的发病情况与媒介动物的种群、密度以及季节消长有密切关系。传播媒介主要是蚊子，常见传染病主要有乙脑、疟疾等，定期作好消毒消灭工作后影响不大。

5.9.5 新冠肺炎等流行病影响

新冠肺炎疫情爆发以来，我国疫情防控工作取得阶段性成效。但是，当前境外各国疫情发展迅猛，全球还没有得到有效遏制，可能还需要较长时间。因此，电站施工过程中应及时了解全球疫情情况，若本工程开工后疫情仍在蔓延，则施工人员应严格执行个人防护(戴口罩、手消毒等)、不去公共场所、不聚集等防控要求，养成疫情防护的良好习惯，并落实消毒通风、减少出行、减少乘坐公共交通等措施，以防新冠肺炎等流行病在施工人群中传染。

5.10 移民安置区环境影响预测与评价

5.10.1 推荐移民安置点环境容量分析

依据牙根一级水电站建设征地移民安置规划报告，本项目至规划水平年需生产安置人口为574人。根据移民意愿调查成果，库区移民全部选择逐年货币补偿安置方式，生产安置环境容量满足生产安置需求，不制约生产安置。

搬迁安置人口346人，主要采取分散建房安置，范围均在移民原居住地同乡内。分散式安置占地面积小，对安置区土壤环境及生态环境影响小。

5.10.2 推荐移民安置点环境适宜性分析

本工程推荐分散移民安置点选址主要从以下几个方面进行了考虑：

(1) 地形地貌和地质稳定性

根据国家有关规定，禁止开垦25°以上的荒坡地，安置点新址选择应尽量避免25°以上的荒坡地，并且考虑地质稳定性。

经地质专业调查，推荐安置点不存在滑坡、崩塌、泥石流等不良地质现象，安置点地势平坦，坡度小于25°，较适宜移民居住。

(2) 生态环境

推荐安置点不涉及生态敏感区。植被主要以灌丛为主，各安置点建设对生物多样性和生态系统稳定性不会产生大的影响。

(3) 水源条件

推荐各安置点移民用水与原有自来水系统连接，所有饮用水水源确保符合国家饮用水标准。灌溉用水取自原有灌溉设施。与安置前相比，生活用水和灌溉用水的水质、水量均没有下降，水源条件可得到保障。

(4) 供电条件

推荐各安置点属于农网供电范围，根据当地农民生活现状和经济发展水平，移民用电接入当地现有供电设施，必要时可单独配置变压器，可满足安置点的用电需求。

(5) 电信条件

推荐各安置点考虑接入原有通讯线路，各安置点通讯线路均可满足其通讯要求。

(6) 交通条件

推荐各安置点交通便利，可满足安置点交通需求，与原有交通条件差别不大。

(7) 生产、生活条件

各安置点距离原有学校、卫生室、农贸市场变化不大，方便移民的上学、就医和日常生活。

综上所述，本工程各移民安置点不涉及各类保护地、饮用水水源保护区、地质灾害区、珍稀动植物天然集中分布区等环境敏感区，安置点从地质、生态环境、水源、土地、交通、生产生活等各方面看，选址环境基本可行。

5.10.3 安置区环境影响

移民安置过程中，移民安置需进行居民住宅建设、基础设施建设、土地调剂等活动，

都可能对周围的环境产生一定的影响。

5.10.3.1 施工期

安置过程中，因土石方开挖将带来一定的施工扬尘，施工机械作业将产生一定的施工噪声，施工人员将产生少量的生产废水、生活污水、生活垃圾。但本项目均为后靠分散安置，各居民新建房屋规模及工程量均较小，工程施工带来的施工扬尘和噪声影响较小，施工人员生活污水处理后回用，生活垃圾由当地环卫部门清运处理，因此，对周边环境的影响不大。

5.10.3.2 运行期

规划水平年搬迁安置人口为346人，搬迁安置人口的日常生活将会产生一定量的生活污水，由于本工程移民均为农村居民，采取分散建房的方式进行搬迁安置，无集中安置点，规划给每户分散安置移民配套修建化粪池，生活污水经化粪池处理后用于农林浇灌，对周围水环境的影响较小。迁移人口安置点主要为生活垃圾，经所在村组统一收集处理后对周围环境的影响较小。安置点土地类型为建设用地，人类活动频繁，迁移人口安置基本不会对陆生动植物产生明显影响。

5.10.4 专项设施复建环境影响

工程建设征地涉及的主要专项设施包括三级公路1.20km，四级公路3.78km，汽车便道2.59km，吊桥3座，人行道2.53km，通讯线路18.83杆 km，35kV输电线路3.79杆 km，10kV输电线路3.41杆 km，国家永久性测量标志（二等）1座，企事业单位6家，其中企业3家，事业单位3家；不涉及压覆矿产和永久基本农田。

其中，规划对建设征地涉及的雅江县宏发加气混凝土砖厂有限责任公司、雅江县裕康物业有限责任公司、雅江本家地砖厂3家企业单位和甘孜州雅江生态环境局雅江县城上游水质监测站1家事业单位采取一次性补偿处理；对建设征地涉及的雅江县国有林保护管理局江北片区管护站、雅江国有林保护管理局管护二队综合楼进行迁建。涉及到的3家企业中，包括2家砖厂（雅江县宏发加气混凝土砖厂有限责任公司、雅江本家地砖厂）和1家沙场（雅江县裕康物业有限责任公司），上述企业均不涉及工业固废和危险废物产生，仅需对其构筑物进行清理，纳入工程蓄水库底清理工作范围内。

公路改建工程主要为线路路径后靠，抬高至牙根一级水电站淹没线以上，改建工程不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等环境敏感区，不存在环境制约因素。施工过程中将占用现有植被、产生弃渣、扬尘、噪声、施工污废水等环境问题，运行期主要

为噪声和道路扬尘污染。改建道路长度较短，工程量较小，采取抑尘、降噪、沉淀等相应的环保措施后，对附近居民点的影响不大。

昆地生态农业开发合作社防护工程约长度707m，防护堤采用重力式防洪墙护岸，不涉水施工，对地表水环境影响较小，防护工程建成后将减小水库淹没土地的面积，保护土地资源。

防护工程施工期产生的生产废水、生活污水以及机械废水等若不经处理直接排放，将对库区局部水域水质造成污染。此外，施工期弃渣回填可能会造成一定的水土流失、使施工区水体悬浮物浓度增高。

施工过程中施工机械燃油废气、扬尘、施工噪声等将对附近居民点的环境空气及声环境产生影响，随着防护工程施工结束，影响逐渐消失。

电力、通讯以及迁建的事业单位外部配套的电力工程、供水工程等工程建设强度低，施工过程相对简单，仅涉及极少量占地，且主要占用灌草丛植被，对生态影响较小，噪声和大气影响很小。

5.10.5 企事业单位迁建环境影响

电力、通讯以及安置点外部配套的电力工程、供水工程等工程建设强度低，施工过程相对简单，仅涉及极少量占地，且主要占用灌草丛植被，对生态影响较小，噪声和大气影响很小。

5.11 枢纽工程施工环境影响预测与评价

5.11.1 施工废污水影响预测与评价

牙根一级所在雅砻江干流当地无取用水需求，水环境保护目标主要为维持Ⅱ类水域环境质量。

依据工程分析，牙根一级水电站施工期的水污染源包括生产废水和生活污水两大部分，其中生产废水大部分来源于砂石骨料加工废水，另有少量的混凝土拌和冲洗废水、机修系统含油污水及基坑和洞室排水等；生活污水主要来源于生活区的施工人员生活用水。

工程河段为Ⅱ类水域，根据《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)，施工废（废）水应处理后回用或综合利用用于洒水降尘、农林灌溉等，禁止排入水体。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，故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。基于以上考虑，

本次水环境影响预测与评价将针对生产废水和生活污水不经处理直接排放（即事故工况）的最不利工况进行，评价时段也选择枯水年的最枯月的最不利时段。

5.11.1.1 砂石骨料加工废水事故排放

本工程布置有1个砂石骨料加工系统，生产废水源强详见3.3.1.1节。

(1) 预测模型

本工程砂石骨料加工系统废水受纳水体为雅砻江干流，按平直河段考虑，砂石料加工系统废水概化为岸边点源，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 地表水环境》(HJ/T 2.3-2018)推荐的持久性污染物岸边排放二维稳态混合模式。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。

① 混合过程段——岸边排放的二维稳态混合模式

$$l = \frac{0.4B^2u}{M_y} \quad (6.11-1)$$

$$M_y = (0.058H + 0.0068B)(gHI)^{1/2} \quad (6.11-2)$$

$$c(x, y) = c_h + \frac{c_p Q_p}{H \sqrt{\pi M_y x u}} \left\{ \exp \left(-\frac{uy^2}{4M_y x} \right) + \exp \left[-\frac{u(2B-y)^2}{4M_y x} \right] \right\} \quad (6.11-3)$$

式中：c(x,y)——预测点污染物浓度，mg/L；

x, y——预测点x、y方向坐标值，m；

u——x方向平均流速(表示河流中断面平均流速)，m/s；

C_h——河流本底污染物浓度，mg/L；

C_p——污染物排放浓度，mg/L；

Q_p——废水排放量，m³/s；

H——河流平均水深，m；

B ——河流宽度，m；

M_y ——横向混合系数， m^2/s ；

② 充分混合段——河流完全混合模式

$$C = (C_p Q_p + C_h Q_h) / (Q_p + Q_h) \quad (6.11-4)$$

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， m^3/s ；其余同上。

(2) 预测边界条件

考虑上下游电站建设时序，牙根一级水电站施工时，上游两河口水电站已建成发电，库区来水量按照两河口单台机承担227MW基荷考虑，最小下泄流量为 $112m^3/s$ 。

本底浓度选取现状监测值相应断面实测最大值，即SS=8.0mg/L。

(3) 预测结果

根据以上预测模式，工程江段污染物混合过程段长度约为1010m，前期砂石骨料加工废水事故排放后，混合过程段的SS浓度分布预测结果详见5.11-1，下游1010m以下河段为充分混合段，SS浓度为64mg/L，对河流水质影响明显。

由预测结果可以看出，砂石加工系统废水事故排放时，将对下游河段一定范围内水质产生影响，因此，在本工程废水处理及循环回用系统设计时，要充分考虑适用性和可靠性，同时加强系统运行期的维护工作，杜绝事故排放。

砂石骨料加工废水事故排放

表 5.11-1

单位：mg/L

X/c/Y	10	210	410	610	810	1010
0	455.351	105.094	78.119	67.613	62.401	59.292
10	161.005	100.284	77.099	68.244	63.836	61.077
20	13.532	87.258	73.310	67.635	64.564	62.371
30	7.359	69.722	67.772	66.205	64.765	63.248
40	7.330	52.162	61.841	64.472	64.651	63.797
50	7.330	38.423	56.914	62.959	64.433	64.104
60	7.330	30.992	54.132	62.086	64.278	64.239
65	7.330	30.038	53.769	61.971	64.257	64.255

5.11.1.2 混凝土拌合系统冲洗废水

混凝土系统拌和楼废水产生量约 $5m^3$ /次。该废水经处理后回用于系统冲洗，正常情

况下不外排。若处理设备非正常运行导致废水外排，因废水流量小且未间歇排放，不易形成地表径流，其影响范围和程度均较小。

5.11.1.3 含油废水

含油废水排放强度为 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，石油类和SS 浓度分别为 30mg/L 和 3000mg/L ，按处理后石油类和SS浓度分别为 5mg/L 和 100mg/L 。正常情况下，含油污水处理后回用作洗车用水、道路喷洒不外排；若事故排放，则在水体表面形成油膜，对溶解氧恢复和河流水质造成一定的影响。但由于废水量少而分散，其影响范围和程度均较小。此外，浮油和污泥如处理不当，将对周边土壤、水体水质产生影响。

5.11.1.4 基坑排水

基坑废水包括初期废水和经常性废水，其中初期废水由基坑积水和降雨形成的地表径流组成，其特点是废水量大、以天然水体为主，污染物种类少、含量低，对雅砻江水体水质基本无影响；经常性废水产生于大坝基础开挖和混凝土填筑的过程中，由降水、渗水和施工用水组成，废水量少，悬浮物浓度约为 500mg/L ，pH值为11~12，经处理后重归河道，对环境的影响较小。

5.11.1.5 生活污水

生活污水来源于施工期施工和管理人员生活用水和粪便的排放，高峰时段废水总排放量为 $369.36\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为 BOD_5 、 COD_{Cr} ，其浓度分别为 150mg/L 和 250mg/L 左右。工程河段属Ⅱ类水域，生产(生活)废水需处理后综合利用或回用，禁止外排。但当生活污水处理设备检修或故障式其无法正常运行时，或其它各种可能原因导致生活污水事故排放时，生活污水中的污染物将可能形成岸边污染带。因此，需对生活污水事故排放工程水环境影响进行预测。

事故条件下，按最不利情况(同砂石加工废水事故工况)，施工高峰期生活污水同时直接排入雅砻江，高峰时段废水总排放量为 $369.36\text{m}^3/\text{d}$ (合 $0.0043\text{m}^3/\text{s}$)，排入的污水量与施工期上游最小来流($112\text{m}^3/\text{s}$)比值为1:26046，纳污水体流量较大、流速较快，水气掺和充分，稀释降解作用明显，污水排入地表水后很快被混合稀释，对河道水域功能影响不明显。从总体上看，生活污水对雅砻江水质影响甚微，但由于生活污水中含有大量细菌和病原体，若事故排放，将可能对局部水域水质产生一定不利影响。

5.11.2 环境空气影响预测与评价

本工程对环境空气的影响集中在工程施工期，运行期无大气污染物排放。根据施工

总布置，工程砂石骨料加工厂布置于左下沟渣场内，附近无居民点等敏感点分布；拌和系统布置在坝址上游的章给寨施工区，根据移民搬迁规划，工程施工前原章给寨居民点已搬迁，故不将章给寨居民点作为敏感保护目标；本工程环境空气敏感保护目标包括2#公路（利用原S220改扩建）、4#公路（连接两河口水电站对外交通公路）评价范围内的敏感点，包括雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所、雅江县森林武警营地、森林消防支队及白姑村居民点，上述敏感目标主要受交通运输扬尘的影响。

5.11.2.1 运输扬尘影响

交通运输扬尘与道路路面、车辆行驶速度有关。在路面完全干燥的情况下，可以按经验公式进行计算：

$$Q=0.123 \times (V/5) \times (W/6.8)^{0.85} \times (P/0.5)^{0.75}$$

式中：

Q为—汽车行驶产生的扬尘，kg/km.辆；

V为—汽车行驶的速度，kg/h；

W为—汽车载重量，t；

P为—道路表面粉尘量，kg/m²。

一辆载重10t的卡车，通过一段长为500m的公路时，在不同表面清洁度与行驶情况下产生的扬尘量，见下表。

不同车速和地面清洁度时汽车扬尘

表 5.11-2 单位: kg/km 辆

$P(kg/m^2)$ 车速(kg/h)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.051056	0.085865	0.116382	0.144408	0.170715	0.287108
10	0.102112	0.171731	0.232764	0.288815	0.341431	0.574216
20	0.204223	0.343461	0.465528	0.57763	0.682861	1.148431
30	0.306335	0.515192	0.698292	0.866446	1.024292	1.722647

由上表可知，在同样路面情况下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。一般情况下，施工交通道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在100m范围以内。

由外环境关系可知，本项目大气敏感目标均分布在交通道路两侧100m范围内，可能会受施工交通扬尘影响。

5.11.2.2 砂石加工和混凝土生产系统

工程规划1处砂石加工和混凝土生产系统，排放的污染物主要是粉尘，在粗碎、中碎、细碎、筛分、搅拌等工序以及物料运输过程中均会产生粉尘污染。

类比同类型水电工程施工期大气污染物排放情况，砂石加工和混凝土生产系统附近100m范围内排放浓度值相对较高，100m外排放浓度均符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值。本项目砂石加工和混凝土生产系统100m范围内无居民分布，但为降低粉尘对现场施工人员的影响，须确保除尘设备的稳定运行，并辅以洒水降尘。

5.11.2.3 施工爆破扬尘

本工程仅需要消耗炸药约1188t，在坝肩开挖爆破过程中产生的主要污染物是粉尘(TSP)，约为50kg/t，污染源主要集中在大坝作业区，属于瞬间源，大坝施工区距最近的敏感目标约450m，同时工程隧洞较短，工程量不大，爆破作业少，且采用先进爆破技术等措施减少扬尘产生，总体而言，施工爆破对施工区环境空气质量影响较小。

5.11.2.4 施工作业面扬尘

施工作业面对大气环境产生影响的主要是大坝施工作业面、弃渣场、暂存料场、表土堆场等，主要污染物为扬尘。施工期扬尘产生的多少及影响程度的大小与施工场地条件和天气条件等诸多因素有关，根据国内多家监测机构对施工扬尘所做的实测资料，统计结果如下表。

施工现场大气中颗粒物浓度变化表

表 5.11-3

距工地距离(m)		10	20	30	40	50	100	备注
浓度 (mg/m ³)	场地未洒水	1.75	1.30	0.78	0.365	0.345	0.330	测量平均风速 2.5m/s
	场地洒水	0.437	0.350	0.310	0.265	0.250	0.238	

由上表可知，在场地未洒水时施工扬尘影响范围可达施工场地外100m；但通过场地洒水降尘后，施工扬尘影响范围将缩小至施工场地外40m。因此施工过程中可通过限制车速、路面洒水、加盖运输等措施减轻扬尘不利影响。

5.11.2.5 燃油尾气

施工机械燃油过程中将产生含NO_x、CO、THC及SO₂的有害尾气，根据工程分析，油料的大气污染物排放系数CO为29.35kg/t、NO_x为48.261kg/t、SO₂为3.522kg/t。这些污染源排放具有流动性、间歇性特点，属于非连续、无组织排放源，污染物呈面源分布，

由于施工范围大，污染物排放分散且强度并不大，而且河谷风大，有利于燃油废气快速扩散稀释。因此，本工程燃油废气基本不会对施工区及周边环境保护目标的环境空气质量产生影响。

5.11.3 声环境影响预测与评价

5.11.3.1 施工期噪声特点

根据牙根一级水电站工程施工布置及已建同类项目实际工况，水电工程建设过程中，噪声种类及特点具体见下表。

水电站工程施工噪声特性一览表

表 5.11-4

序号	噪声源	噪声特性	噪声源处理方法	噪声源强 (dB (A))	影响时段	备注
1	砂石加工系统噪声	主要砂石破碎、筛分设备噪声，砂石料系统内装运设备噪声；工作时为连续声源	将系统内各主要噪声源看作点源	破碎机 101 棒磨机 115 筛分车间 108	16h	按最不利原则，各源强取最大值
2	混凝土生产系统噪声	拌合设备噪声，拌合系统内部装运设备噪声	将系统内各主要噪声源看作点源	拌和楼 99 空压机 110	24h	
3	金属拼装及机电安装场	主要是机械加工以及转运设备噪声等，为间歇性声源	将作业区域简化为面声源处理	75	16h	
4	木材加工厂	主要是机械加工、制作，以及转运设备噪声等，工作时为连续声源	将作业区域简化为面声源处理	95	16h	
5	钢筋加工厂	主要是机械加工、制作，以及转运设备噪声等，工作时为连续声源	将作业区域简化为面声源处理	95	16h	
6	机械停产场及综合仓库	主要是机械车辆转运噪声等，为间歇性声源	将作业区域简化为面声源处理	95	16h	
7	石料场	主要是挖掘机、装载机等工作噪声，作业点不固定，为流动性间歇噪声	将施工作业区域简化为面声源处理	-	-	利用原有两河口瓦支沟料场
8	表土堆场及弃渣场			95	18h	
9	大坝施工区	主要是导流及坝体基础开挖施工机具产生的噪声，主要设备有挖掘机、装载机等	将坝体施工区简化为面声源进行处理	110	24h	
10	交通噪声	主要是 10~20t 自卸汽车运输噪声	交通噪声为线声源	101	18h	
11	施工爆破噪声	为瞬间点声源	点源	140	24h	

5.11.3.2 施工期噪声预测

由于施工区域主要为交通噪声、砂石加工及混凝土生产系统噪声、施工作业面噪声和施工工厂噪声、交通噪声等噪声的综合叠加影响，因此，根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)推荐的预测模式进行预测，并对各类噪声贡献值、噪声背景值进行叠加预测。

(1) 预测方法

本工程噪声预测使用CadnaA 噪声预测软件进行噪声预测，

预测过程具体如下：

- 1) 根据区域地形地貌特征，建立区域三维地形图；
- 2) 确定大坝工区、章给寨工区、左下沟工区、施工道路等在三维图中的位置；
- 3) 将施工过程中的噪声源简化为点声源、面声源、线声源等噪声源，确定施工噪声源位置及源强，采用最不利条件，设定各施工辅助设施夜间均施工；
- 4) 运行噪声预测软件，生成噪声预测结果；
- 5) 根据噪声预测结果，分析项目施工期噪声对敏感保护目标的影响，提出保护措施。

(2) 预测情景

1) 施工区噪声预测

由于施工噪声有很大的不确定性，各施工作业区或噪声源可能存在同步或不同步作业的情况，为了预测施工噪声的最不利影响，本次各施工区噪声评价针对施工高峰期(砂石料加工、混凝土拌合系统、大坝基础开挖区、施工运输同时作业)的噪声影响进行预测和评价。

2) 交通噪声预测

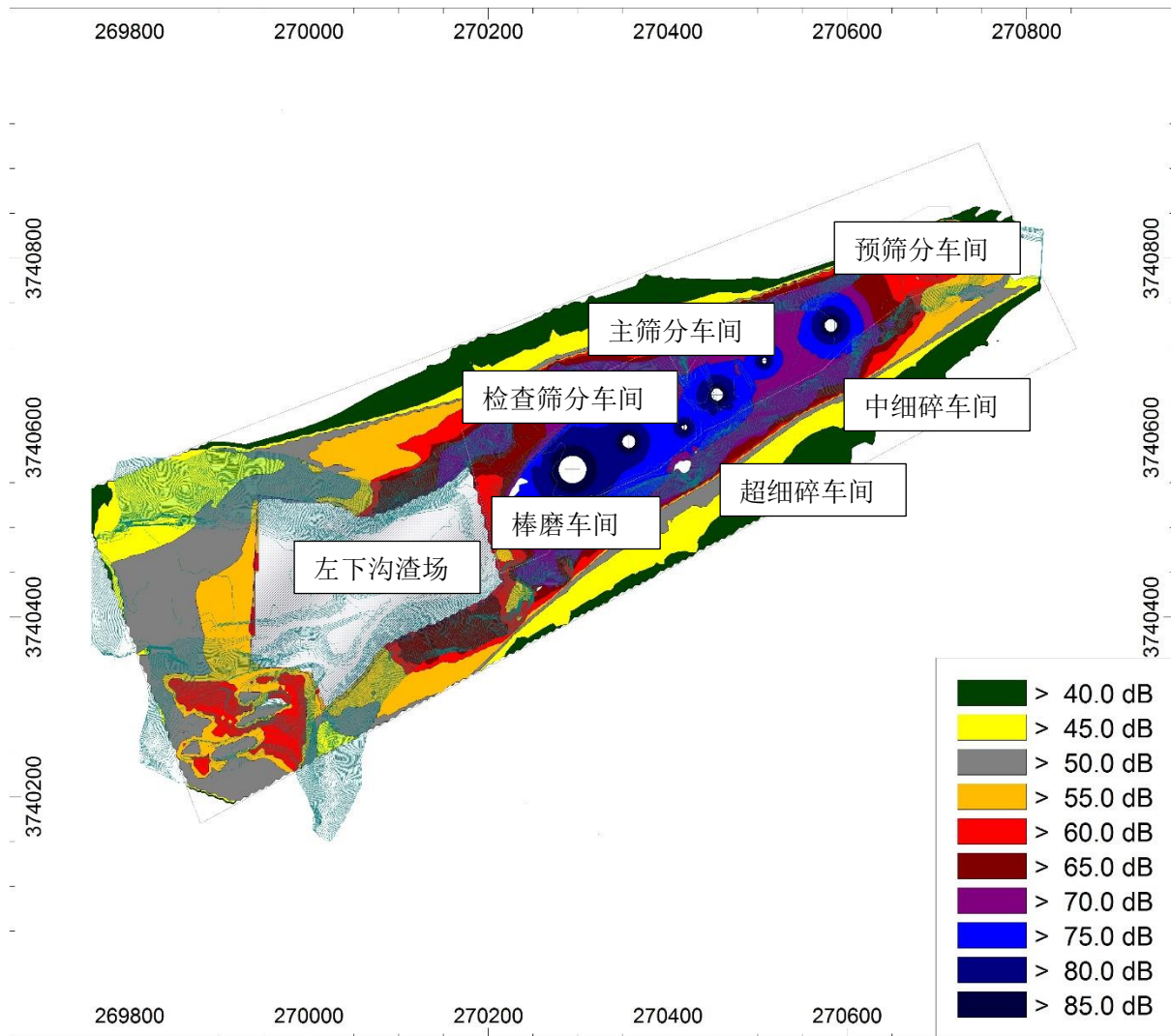
根据施工规划，施工期场内交通道路车流量均以25t自卸汽车运输计算，车流量最大值为85辆/单向小时，各施工车辆通过3#公路进场后沿枢纽区左右岸布置的1#公路、2#公路分流至各施工区。

除混凝土系统为三班值生产，其余主要施工辅助设施基本为二班制生产。因此，开展3#公路噪声预测时，车流量取最大值(85辆/单向小时)，仅预测昼间；2#公路主要连接下游大桥至右岸坝肩，为右岸上坝公路，昼间车流量取日内最大车流量的70%（约为60辆/单向小时）预测，同时考虑大坝混凝土浇筑时，夜间可能施工，类比同类型水电工程，夜间车流量取20辆/单向小时进行预测。

(3) 预测结果

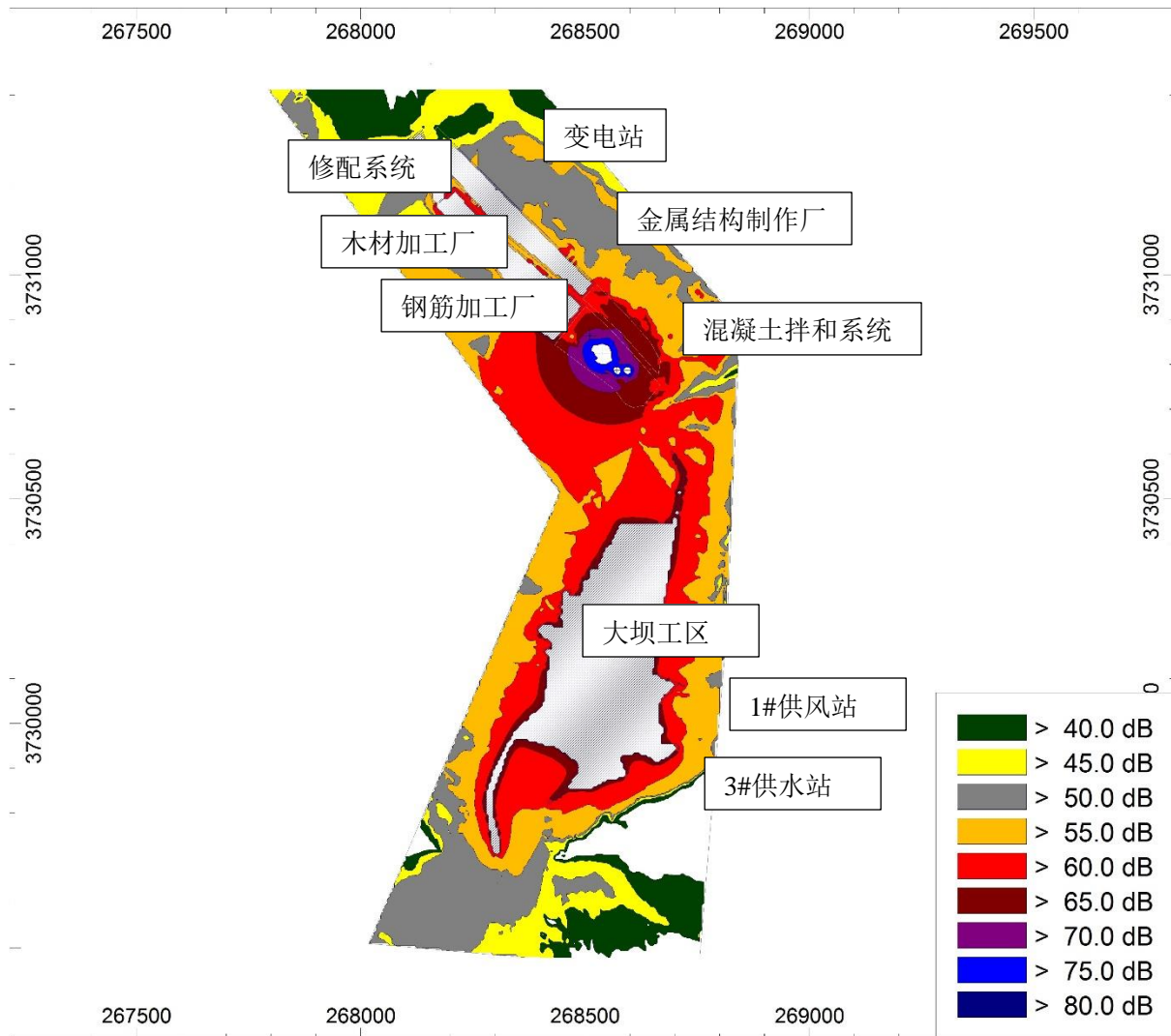
1) 各施工区噪声预测结果

①左下沟工区



左下沟工区噪声预测图

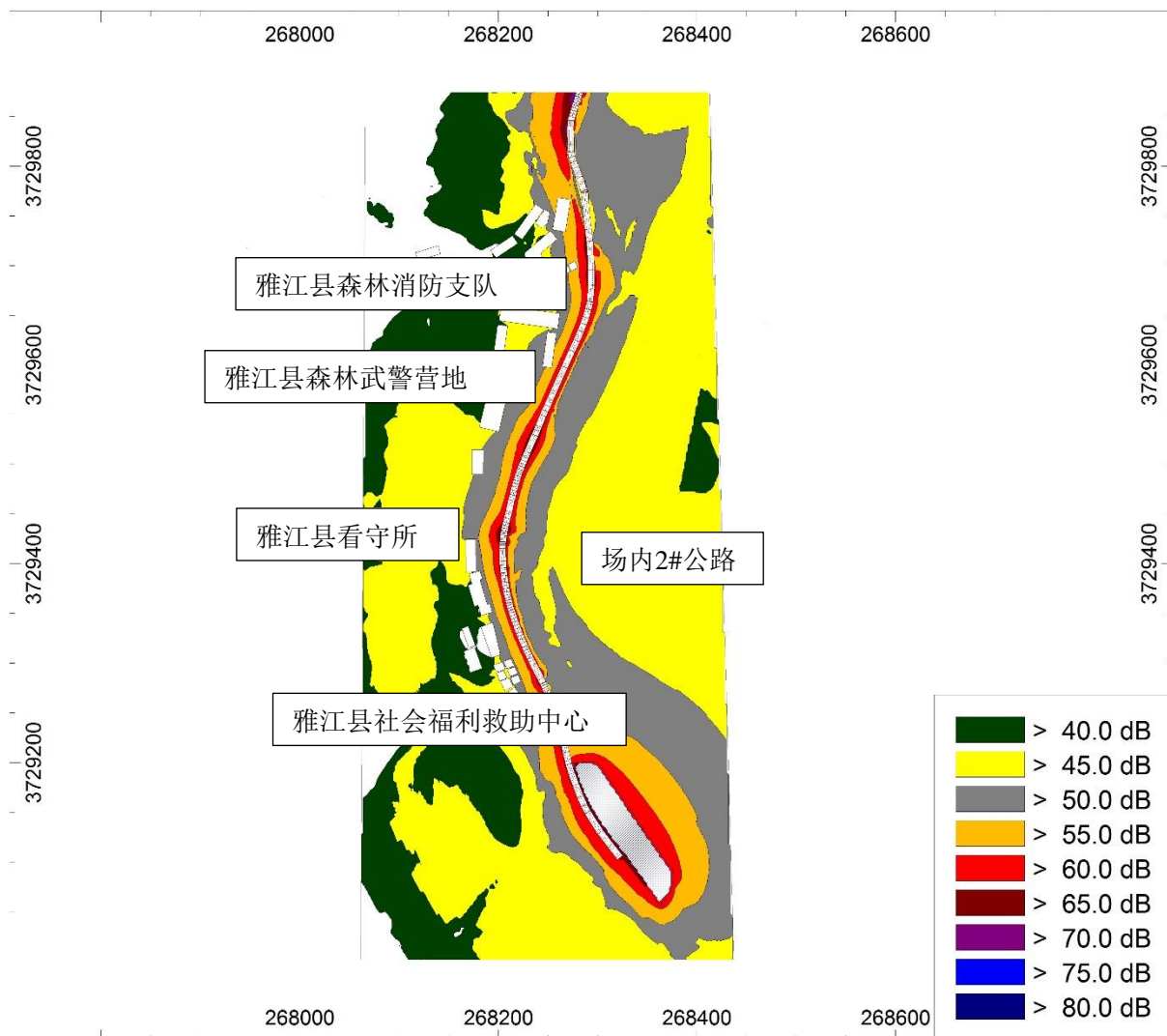
②章给寨工区、大坝工区



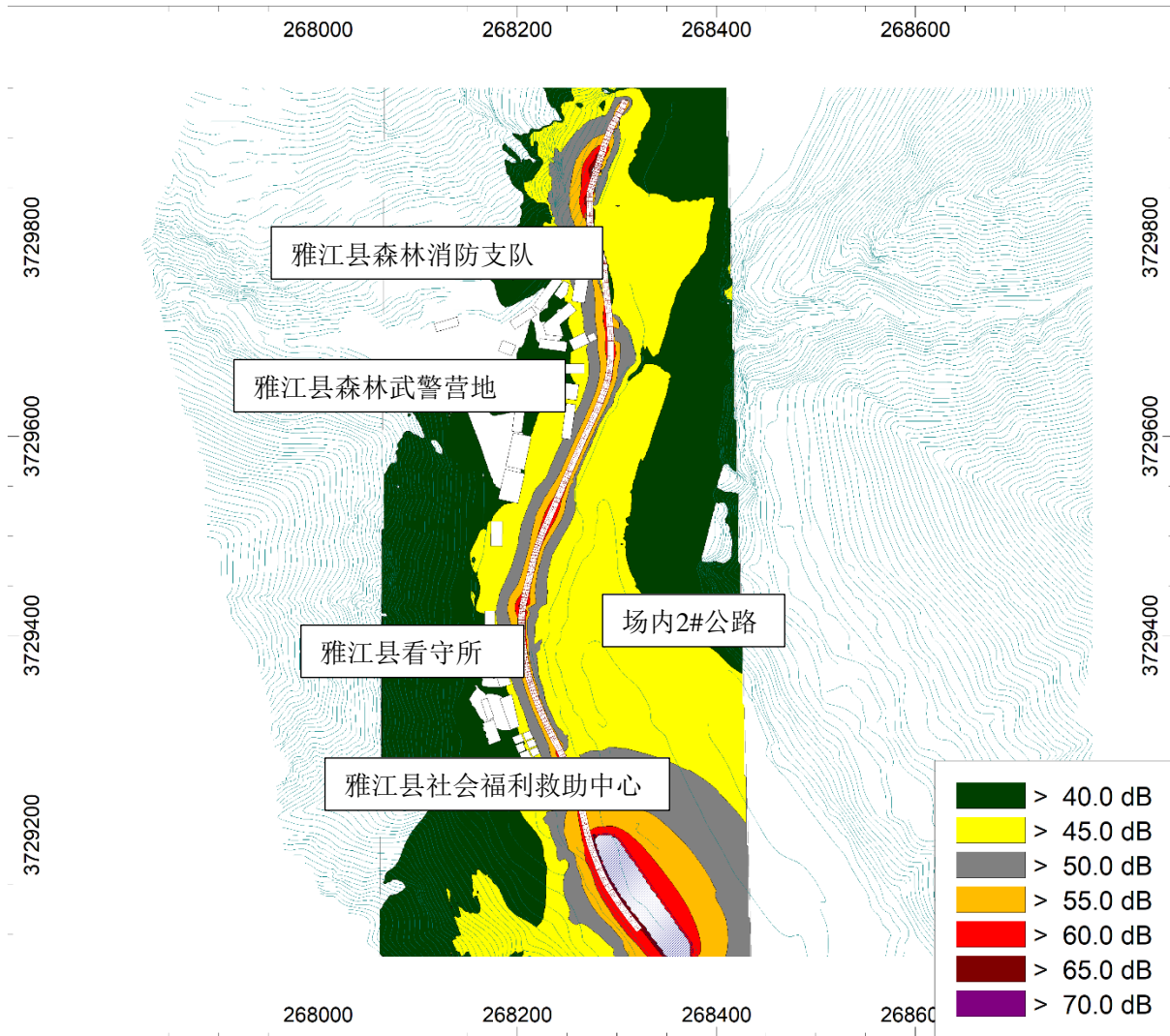
章给寨工区、大坝工区噪声预测图

2) 部分施工道路噪声预测结果

①坝下2#施工道路段

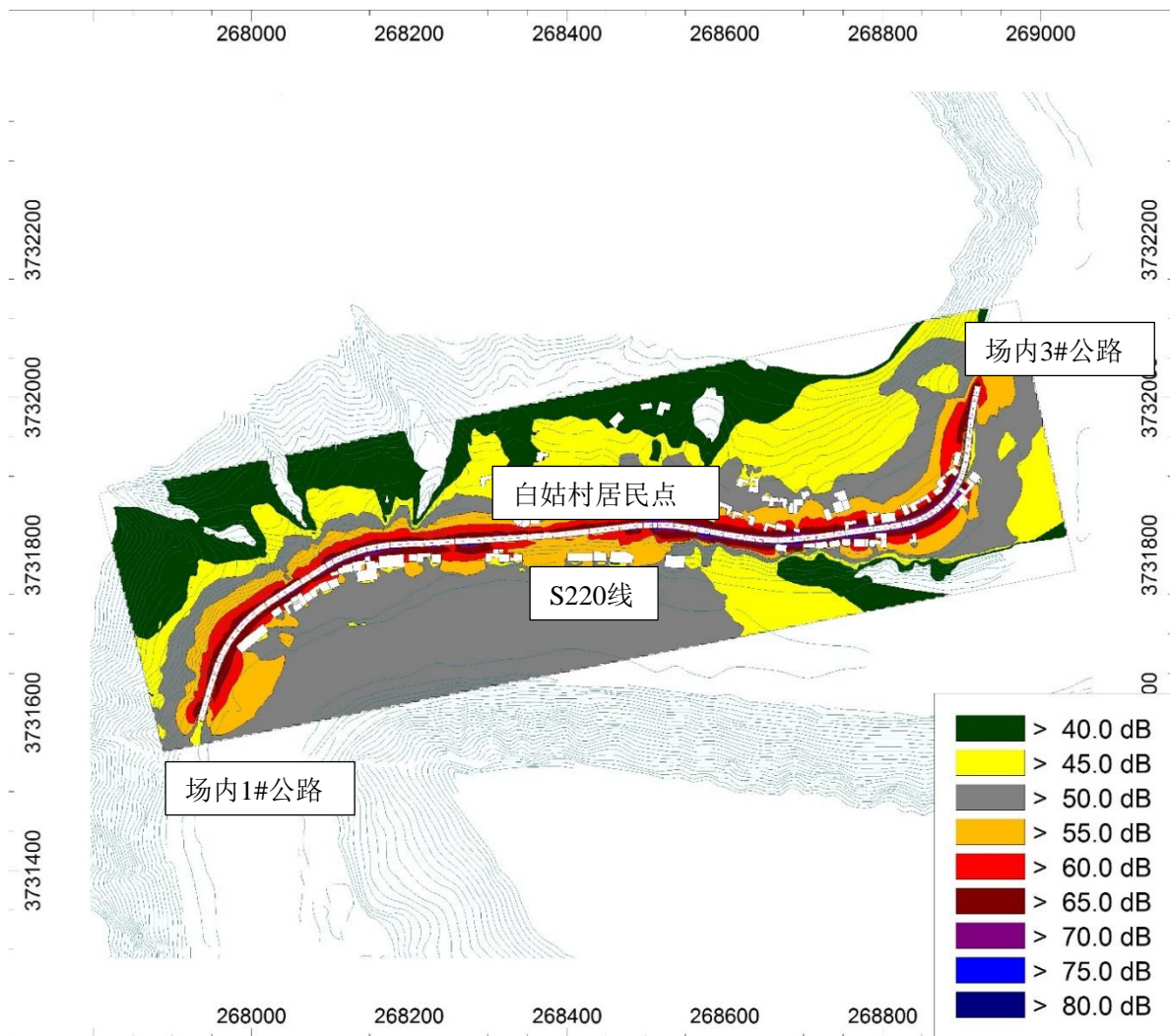


2#施工道路段运输噪声预测图（昼间）



2#施工道路段运输噪声预测图（夜间）

②3#施工道路段



3#施工道路段运输噪声预测图（昼间）

5.11.3.3 噪声影响预测评价

(1) 施工工区噪声影响预测评价

1) 左下沟工区

依据施工布置规划，左下沟工区主要布置有砂石加工系统、左下沟渣场及机电设备仓库，主要噪声源强为砂石系统运行噪声及堆渣车辆运输噪声。根据噪声预测结果，昼间砂石加工系统厂界外42m处、夜间砂石加工系统厂界外50m处即可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中的噪声限值标准；砂石加工系统规划两班制生产，无夜间施工；同时左下沟工区位于原两河口水电站左下沟渣场上游，远离场内交通干道，两岸山体雄厚陡峭，噪声不易外扩，周边无居民分布，总体上施工噪声对区域声环境影响有限，但需加强施工作业人员劳动防护。

2) 章给寨工区

章给寨工区位于大坝上游左岸，布置有施工变电站、混凝土生产系统、钢筋加工厂、木材加工厂、金属结构制作场及机电安装场、修配系统等设施。根据噪声预测结果，昼间厂界外34m处、夜间厂界外240m处即可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中的噪声限值标准；考虑到章给寨工区位于雅砻江河成阶地上，地形开阔，噪声利于发散衰减，厂界周边无居民点分布且与上游白姑村居民点间有山脊阻隔，总体上对区域声环境影响有限；同时，除混凝土生产系统采用三班制生产外，其余各施工辅助企业均为两班制生产，夜间不施工，夜间噪声影响范围将进一步缩减。

3) 大坝工区

在不考虑爆破的情况下，大坝工区噪声预测结果显示，昼间厂界10m处、夜间137m处即可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中的噪声限值标准。大坝施工爆破噪声源强一般在130~140dB(A)，为瞬时点源，其声强与爆破方式、爆破炸药量和敏感点位置有关。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)。

爆破噪声影响范围预测结果详见下表，可见在距爆破点约500m时，其噪声贡献值约为60dB(A)，在距爆破点500m范围内为其影响范围。

爆破噪声影响范围预测结果

表 5.11-5

声源	源强 dB(A)	与声源与面距离的噪声预测值 dB(A)					
		100 m	300 m	500 m	600	750	1000
爆破噪声	84	78.4	66.9	60.5	57.9	54.4	49.4

(2) 敏感保护目标噪声影响预测评价

1) 敏感目标及噪声源强

依据工程施工布置，牙根一级水电站的噪声敏感目标主要为分布于场内2#公路附近的雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所、雅江县森林武警营地、雅江县森林武警消防大队及分布于场内1#公路、3#公路间的白姑村居民点。考虑到雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所、雅江县森林武警营地、雅江县森林武警消防大队与大坝工区直线距离约450m、白姑村居民点与章给寨施工区直线距离约700m，同时区间河道弯曲，均有山脊阻隔，因此可不考虑施工噪声影响，各敏感目标主要噪声源为交通运输活动。敏感目标及噪声源强情况详见表5.11-6。由于3#道路夜间(22:00~6:00)不运输，因此仅开展昼

间噪声预测；枢纽区夜间施工时，施工车辆可沿2#道路至右岸坝肩，需开展昼、夜间噪声预测。

本工程噪声敏感目标及主要噪声源强一览表

表 5.11-6

敏感目标	噪声类别	产生区域	影响时段	最近居民与道路中心线距离(m)	1m处源强(dB(A))	备注
雅江县社会福利救助中心	交通噪声	场内2#公路	24	18	70~100	10~25t 施工运输汽车
雅江县看守所				25		
雅江县森林武警营地				19		
雅江县森林武警消防支队				24~95		
白姑村		场内3#、4#公路	16	7~146		

敏感点噪声预测计算结果见表5.11-7。

施工高峰期噪声对敏感保护目标影响分析表

表 5.11-7

敏感点名称	相对位置关系		敏感点编号	噪声现状最大值	最大噪声贡献值	最大噪声预测值	声功能区	2类标准值	超标值	超标原因
	距离	高差								
雅江县社会福利救助中心	18	9	N11	昼间	62	52.5	2类	60	超标	背景噪声超标
				夜间	58	48.3		50	超标	背景噪声超标
雅江县看守所	25	10	N12	昼间	58	51.3	2类	60	达标	
				夜间	56	47.0		50	超标	背景噪声超标
雅江县森林武警营地	19	8	N13	昼间	52	53.8	2类	60	达标	
				夜间	46	49.5		50	超标	运输车辆噪声
雅江县森林消防支队	24~95	5~25		昼间	52	52	2类	60	达标	
				夜间	46	47.6		50	达标	
白姑村居民点	7~146	-3~42	N14	昼间	46	63.3	2类	60	超标	运输车辆噪声
				夜间	42	-		50	-	

注：雅江县森林消防支队未开展现状监测，与雅江县森林武警营地毗邻，采用其现状监测值预测

从上表可以看出，雅江县社会福利救助中心昼间超标2.5dB、夜间超标8.4dB；雅江县看守所昼间达标、夜间超标6.5dB；雅江县森林武警营地昼间达标、夜间超标1.1dB。

上述声环境敏感目标噪声超标主要原因为受当地社会车辆交通噪声、雅砻江流水声叠加影响，背景值超标较为严重，本项目车辆运输噪声对其的噪声贡献值不大。

白姑村居民沿3#施工道路两侧分布，距离较近，受本项目施工交通噪声影响，昼间超标3.7dB。

5.11.3.4 运行期

运行期噪声污染源主要为枢纽区水力发电噪声和泄洪消力池噪声，发电设备位于发电厂房内，产生的噪声对外界环境的影响很小；泄洪消力池噪声为偶发噪声，仅在泄洪时才会产生，对周边环境的影响有限。

5.11.4 固体废物影响预测与评价

牙根一级水电站施工期固体废物主要包括生活垃圾、工程弃渣、施工区建筑垃圾和危险废物。

(1)生活垃圾

根据工程分析可知，工程施工期间高峰时段日产生生活垃圾1.76t，施工期生活垃圾产生量约1450.55t。生活垃圾成份可分为有机物和无机物，有机物主要有竹木、厨余、纸类、塑料、皮革、鞋类、织物等；无机物主要有废玻璃、废易拉罐、砖石、灰土等；生活垃圾不妥善处置，可能污染环境，影响人群健康。

(2)工程弃渣

弃渣和表土堆置将损坏现有植被，弃渣在雨水冲刷下易造成水土流失。

(3)辅助企业建筑垃圾

工程的场平、道路铺设和其它施工现场将产生部分建筑垃圾，主要包括渣土、废石料、碎金属、竹木材、散落的砂浆和混凝土等，若不妥善处置会对周围环境造成影响。

施工辅助企业生产过程中产生一定数量的固体废物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管等。这些固体废物若露天堆放锈蚀、腐烂后不仅造成物资财产的损失，也会对周围土壤、水体等造成污染，故应加强管理、及时回收利用。

(4)危险废物

施工期机修厂和保养站产生的废油和蓄电池、汽车冲洗含油废水处理后的浮油以及运行期发电厂房产生的废油等属于危险废物，应分类收集临时贮存，定期交由相关资质单位进行处置后，对周围环境影响不大。

5.11.5 景观环境影响

工程建设对景观环境的影响主要体现在施工临时设施场地、施工道路对景观产生的影响，枢纽建筑物的修建及建成后水位变化对景观产生的影响。

(1) 施工临时设施场地对景观产生的影响

本工程施工过程中修建主体工程、弃渣场、施工工厂设施、仓库系统、施工道路、施工材料临时堆放、基础开挖过程中会对原始地貌景观产生破坏，改变了原始地貌，干扰或破坏地表植被，部分地区可能形成裸露边坡。

(2) 施工道路的使用对景观的影响

施工过程中永久道路和临时道路的运行，可能产生大量粉尘和噪音，并对沿路景观产生影响。

(3) 枢纽建筑物的修建对区域景观产生的影响

水电站大坝占据河道空间，阻断了雅砻江连续的原生峡谷自然景观，一定程度上改变了河道既有的景观空间格局。

水电站大坝在改变原生自然景观的同时，创造出了新的人工景观。电站临近中国最美景观大道G318国道，建成后将成为新的人造景观，结合生态保护、科普教育、景观提升、旅游开发等手段，本工程将成为区域内新的标志性景观、雅砻江沿岸的重要打卡节点。

(4) 水位变化对景观产生的影响

水库回水后，上游水位上升，形成一定面积水域，为两岸植被提供充足的水源的同时，也能够提供良好的视觉景观感受。

电站建成后与两河口水电站联合运行，坝下河段日内水位有所波动，但总体变化范围不大，对下游雅江县城水域景观影响总体有限。

6 环境保护对策措施及其计技术经济论证

6.1 生态流量泄放与生态调度措施

6.1.1 坝下河段生态流量计算

6.1.1.1 坝下河段生态需水研究范围

根据雅砻江中下游梯级电站开发建设时序，上游两河口已蓄水，全部机组发电。牙根一级下游牙根二级、楞古正在开展前期设计工作，孟底沟水电站已核准建设。本次坝下河段总体研究范围为牙根一级坝下至孟底沟库尾，重点研究范围为坝下6km保留河段。

6.1.1.2 坝下河段需水量分析

根据《水电工程生态流量计算规范》(NB/T35091-2016)和《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)，河道生态流量需要考虑：(1)水生生态需水；(2)河流湿地需水；(3)水环境需水；(4)景观需水；(5)入海河口生态需水；(6)河道地下水补给需水。同时，考虑研究河段工农业需水和航运需水等社会服务功能要求，综合分析确定总需水量。

根据生态需水研究河段自然环境，社会环境及水生生态环境特征，对各项河道生态需水分析如下：

(1) 水生生态需水

根据研究河段历次水生生态调查成果，共分布保护鱼类3种，其中国家Ⅱ级保护鱼类2种，即厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡；四川省级保护鱼类2种，即长丝裂腹鱼、青石爬鮡。另外，该河段分布有长江上游特有鱼类8种、其中包括2种濒危物种、4种易危物种。同时，坝下6km保留河段纳入流域栖息地保护，沿江分布有卧龙寺沟汇口段、下渡林场段、霍曲河口段等裂腹鱼类、鮡科鱼类产卵场。

因此，需重点考虑水生生态需水。

(2) 水环境需水

据实地调查，工程河段工业不发达，无工业排污口入汇；流域两岸无大面积农耕植被，不存在农业面源污染问题；根据工程河段水质监测结果，各项水质参数指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类水域水质要求，水环境质量较好。但牙根一级坝下

5km 处分布有雅江县城，聚集人口较多，且雅江县城已建成 2 座集中污水处理厂，处理后外排，需考虑水量用于稀释水污染物。

(3) 河流湿地需水

电站坝下河段两岸为中高山峡谷，无湿地分布，且径流年内分配不均，年内水面变动较大，河岸植被基本位于汛期水面之上，两岸植被需水往往通过地下水、降水补给，无河岸相连湿地补给植被需水，因此，不考虑坝址下游河道湿地需水。

(4) 景观需水

牙根一级水电站坝下 5km 处为雅江县城。本工程下泄生态流量需考虑景观需水。

(5) 入海口生态需水量

牙根一级水电站位于雅砻江中游河段，属内陆河流，距入海口距离很远，不存在咸潮上溯问题，因此不需要考虑入海河口生态需水。

(6) 河道地下水补给需水

评价区域地下水丰富，主要来源于大气降水，雅砻江河床为区域地表水和地下水共同的排泄基准面，汛期主要为地下水补给河水，枯期地下水位与雅砻江水面基本平齐，因此不考虑河道地下水补给需水。

(7) 其他社会服务功能需水

根据调查，牙根一级坝址下游河段现状无通航条件，也无航运规划需求，同时无供水取水口。因此，不需要考虑坝址下游工农业及生活需水、航运需水等其他社会服务功能需水。

(8) 综合分析

综上所述，牙根一级水电站下泄生态流量主要为满足坝下天然河段水生生态需水、水环境需水及景观需水。

6.1.1.3 水生生态需水量计算

(1) 水生生态基流计算

根据《水电工程生态流量计算规范》(NB/T35091-2016)，水生生态基流计算方法主要有水力学法、生态水力学法、水文学法。根据各种计算方法的适用范围，并结合工程所在地环境状况、资料获取及研究周期等情况，本次计算分析拟采用生态水力学法、水文学法中的 Tennant 法、水力学法中的湿周法进行计算分析。

1) 生态水力学法

①方法介绍

生态水力学法是通过水生生物适应的水力生境确定合适的流量，属于生境模拟。其假设水深、流速、湿周、水面宽、过水断面的面积、水面面积、水温是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要水力生境参数；急流、缓流、浅滩及深潭是流量变化对物种变化造成影响的主要水力形态。

生态水力学法确定大型河流最小流量的水力生境参数标准详见表 6.1-1。

“生态水力学法”确定大型河流最小流量的水力生境参数标准

表 6.1-1

生态参数指标	最低标准参数值	累计河段长度的百分比
最大水深	鱼类体长的2~3倍	95%
平均水深	$\leq 0.3\text{m}$	95%
平均流速	$\leq 0.3\text{m/s}$	95%
水面宽度	$\leq 30\text{m}$	95%
湿周率	$\leq 50\%$	95%
过水断面面积	$\leq 30\text{m}^2$	95%
水面面积	$\leq 70\%$	
水温	适合鱼类生存、繁殖	

针对牙根一级水电站，本次采用生态水力学法计算选取的生境参数为：最大水深根据坝下河段鱼类分布特征予以确定，结合鱼类资源现状调查结果，相应河段渔获物中性成熟鱼类最大体长（坝下游河段雅砻江干流为长丝裂腹鱼、最大体长 0.36m）其他参数采用上表标准推荐值。

②计算河段范围及断面设置

根据《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019)和《水电工程生态流量计算规范》(NB/T35091-2016)，确定牙根一级水电站水生生态需水研究范围为牙根一级坝址至孟底沟库尾河段。根据现有资料共获取63个大断面地形资料，部分断面见图，其余断面通过插值使其均匀分布。



图 6.1-1 计算断面分布示意图

③工况设置

为较全面了解坝下河段水力生境参数分布特点,选取多年平均流量 10%、15%、20%、25%、枯期多年平均流量 (282m³/s) 五个工况进行模拟,计算分析各工况下坝下河段内的水力生境参数。具体的工况设置如表 6.1-2 所示。

计算工况设置一览表

表 6.1-2

工况	流量 (m³/s)	工况说明
工况 1	67.7	10%坝址处多年平均流量
工况 2	101.55	15%坝址处多年平均流量
工况 3	135.4	20%坝址处多年平均流量
工况 4	169.25	25%坝址处多年平均流量
工况 5	282	枯期多年平均流量

④模拟计算结果

使用DHI-MIKE11一维水动力计算模型对研究河段进行模拟，计算坝下河段内各断面在不同流量下内水深、流速、水面宽、过水断面面积及湿周率等水力生境参数，各工况的计算结果如表6.1-3所示。

生境参数标准及不同流量时各参数达标情况分析表

表 6.1-3

[illegible]

									限值取 0.72m
平均水深	$\leq 0.3\text{m}$	95%	100%	100%	100%	100%	100%	67.7	
平均流速	$\leq 0.3\text{m/s}$	95%	100%	100%	100%	100%	100%	67.7	
水面宽	$\leq 30\text{m}$	95%	90%	100%	100%	100%	100%	71.4	
湿周率	$\leq 50\%$	95%	75%	100%	100%	100%	100%	85.8	
过水断面面积	$\leq 30\text{m}^2$	95%	90%	100%	100%	100%	100%	71.4	

A 最大水深

从鱼类调查结果来看，河段渔获物性成熟鱼类最大个体为长丝裂腹鱼，最大体长 0.36m。根据生态水力学法指标体系标准，河流最大水深达到鱼体长度的 2-3 倍时，可较好满足鱼类在水体中自由游动、藏身、觅食等生境要求。

根据计算结果，当河流流量大于等于 $67.7\text{m}^3/\text{s}$ ，水深满足 0.72 m 的河段达到 100%。由于雅砻江干流水量大，因此坝址处多年流量 10%及以上即可满足鱼类生存对水深的基本要求。

B 平均水深

进行模拟的各种工况下，研究河段均能达到 100%长度的河段水深大于 0.3m，满足鱼类生境需求。

C 平均流速

根据生态水力学法生境形态指标的界定标准，断面平均流速大于等于 1m/s 时水流形态为急流，断面平均流速在 0.5m/s 至 1m/s 时水流形态为较急流，断面平均流速在 0.3m/s 至 0.5m/s 时水流形态为较缓流，断面平均流速小于 0.3m/s 时水流形态为缓流。根据计算结果，各工况下所有断面平均流速均大于 1m/s。根据计算结果可以认为河段的水力形态基本为急流，当流量减小时，开始出现较缓流和缓流，即流量适当减小，将有利于水力形态的多样化。

D 水面宽

雅砻江干流水量大，河面宽较宽。各工况下河段内水面宽度在 26.5m~70.4m 之间，除 $67.7\text{m}^3/\text{s}$ 流量下有 10%长度的河段不能满足水面宽高于 30m 外，其余工况下均能满足。根据计算工况进行插值计算，当坝址处流量为多年平均流量的 10.6%、 $71.4\text{m}^3/\text{s}$ 时，水面宽可以满足生态水力学指标标准。

E 湿周率

各工况下河段内湿周率在 39.3%~82.7%之间，在下泄流量为 $67.7\text{m}^3/\text{s}$ 时，只有 75%

的河段湿周率能达到 50%以上。下泄流量 $101.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，全河段湿周率均能达到 50%以上。根据计算工况进行插值计算，当坝址处流量为多年平均流量的 12.7%，即 $85.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，湿周率可以满足生态水力学指标标准。

F 过水断面面积

各工况下河段内过水断面面积在 $27.19 \text{ m}^2 \sim 115.83 \text{ m}^2$ 之间，过水断面面积分级随着流量的变化与水面宽度类似。除 $67.7 \text{ m}^3/\text{s}$ 流量下有 10%长度的河段不能满足水面宽高于 30m 外，其余工况下均能满足。根据计算工况进行插值计算，当坝址处流量为多年平均流量的 10.6%，即 $71.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，过水断面面积可以满足生态水力学指标标准。

G 小结

综上分析，河道内水深、流速、水面宽等生态水力学指标仍可以基本满足鱼类生存要求。根据综合推算当下泄生态流量达到坝址处多年平均流量的 12.7%，即 $85.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，各项生境参数可以达到生态水力学指标的标准。因此生态水力学法推荐 $85.6 \text{ m}^3/\text{s}$ ，即坝址处多年平均流量的 12.7%作为推荐流量。

2) Tennant法

Tennant 法是一种依赖于河流流量统计的方法，建立在历史流量记录的基础上，根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。以预先确定的年平均河流流量的百分数为基础估算河流不同流量对生态的影响。Tennant 法方法简单易操作，比较适合河流进行最初的目标管理和河流的战略性管理，该计算结果可作为其它方法的一种检验。

保护鱼类、野生动物和有关生态环境资源的河流流量要求

表 6.1-4

流量状况描述	年内较枯时段 (%多年平均流量)	年内较丰时段 (%多年平均流量)
泛滥或最大		200 (48~72 小时)
最佳范围	60~100	60~100
很好	40	60
好	30	50
良好	20	40
一般或较差	10	30
差或最小	10	10
极差	0~10	0~10

牙根一级水电站运行调度后，在一定程度上改变了坝址下游的水文情势，为了维持

生态系统的稳定，保护裂腹鱼类和鮡科鱼类等的生存，按照Tennant法计算，为满足坝下河段生态流量要求，坝址需下泄多年平均流量10%。

3) 湿周法

根据河道大断面实测资料，使用 DHI-MIKE11 建立一维水力学模型，牙根一级坝址下游部分典型断面河床深泓线拟合情况见图 6.1-2，选择 57#卧龙寺沟汇口产卵场断面、26#霍曲河汇口产卵场断面作为典型浅滩断面。典型浅滩断面相对湿周~相对流量的关系曲线见图 6.1-3。

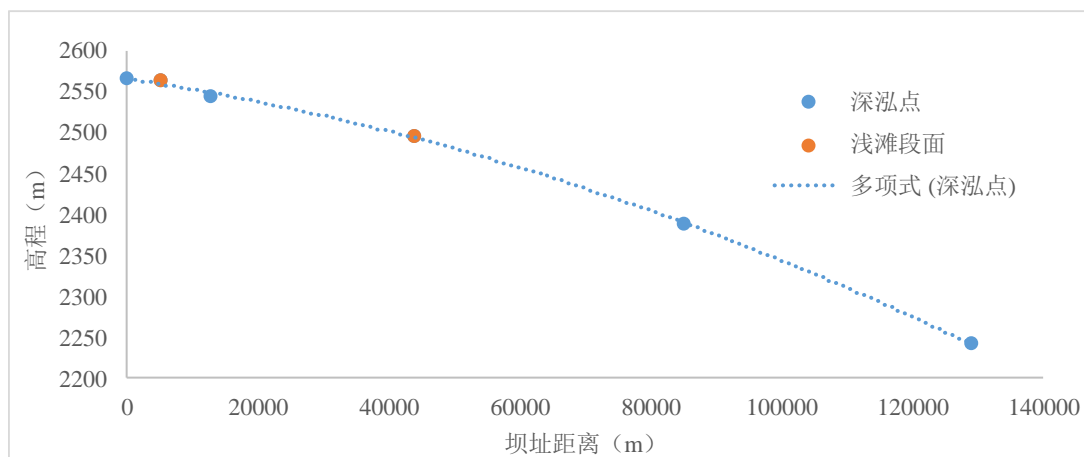


图 6.1-2 坝址下游河段深泓线与典型浅滩断面位置分布图

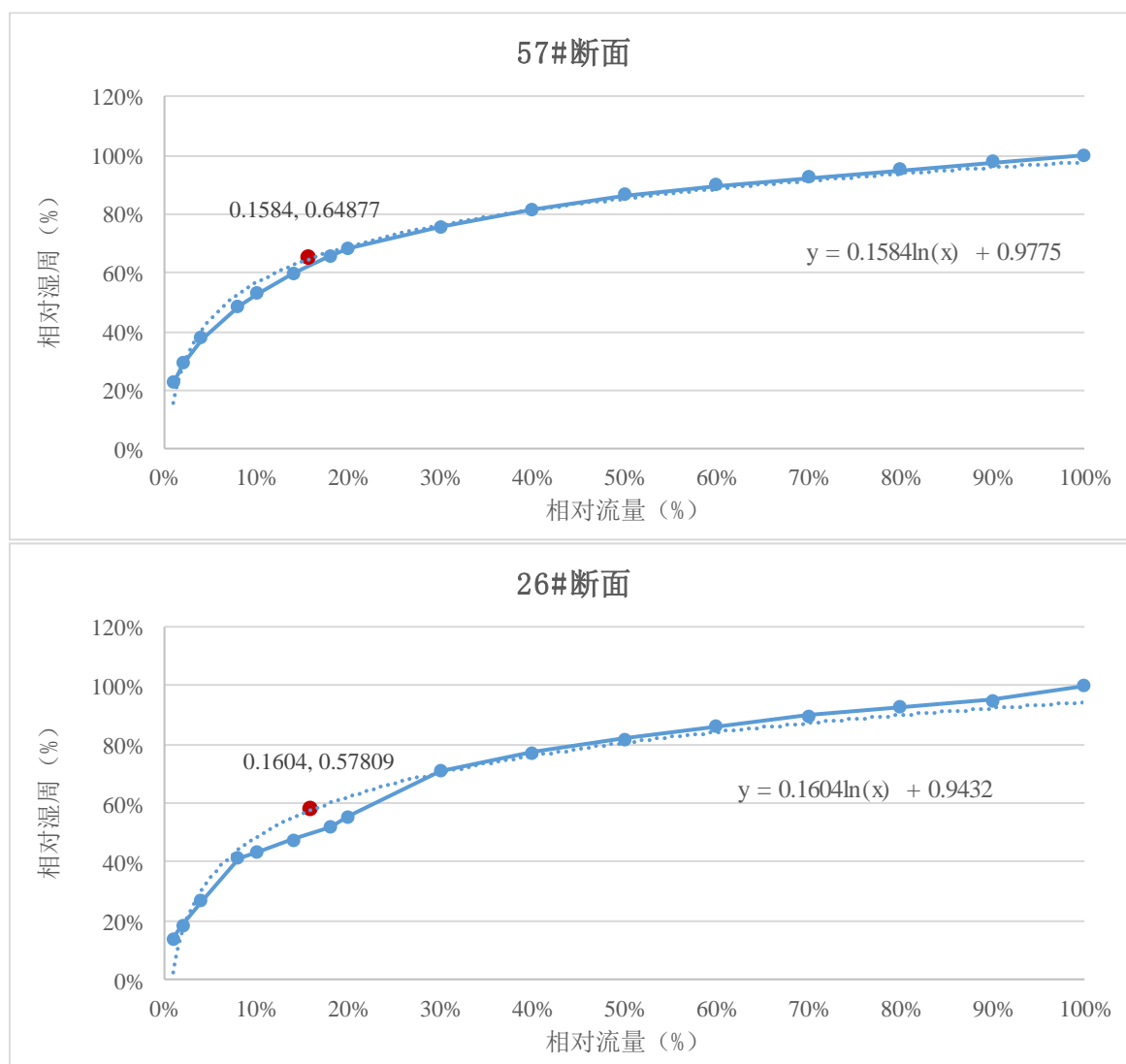


图 6.1-3 典型浅滩断面相对湿周~相对流量的关系曲线

根据河道大断面实测资料,使用 DHI-MIKE11 建立一维水力学模型,根据计算结果,取不同断面计算值外包线,牙根一级水电站需下泄坝址处多年平均流量的 16%,即 $108.3\text{m}^3/\text{s}$ 作为湿周法推荐的断面最小生态流量。

4) 水生生态基流确定

综合三种水生生态基流的确定方法来看,根据计算结果取三种方法计算值的外包线最大值,推荐以坝址处多年平均流量的 16%,即 $108.3\text{m}^3/\text{s}$ 作为坝下河段水生生态基流计算值。

各方法生态流量计算值对比表

表 6.1-5

计算方法	推荐最小下泄生态流量 (m^3/s)	多年平均流量占比值
生态水力学法	85.6	12.7%
Tennant 法	67.7	10%

计算方法	推荐最小下泄生态流量 (m ³ /s)	多年平均流量占比值
湿周法	108.3	16%

(2) 鱼类产卵期生态需水计算

1) 方法介绍

生境模拟法用于计算维持水生生态系统稳定所需水量。IFIM 法是生境模拟法的代表性方法。《水电工程生态流量计算规范》(NB/T35091-2016)和《水电水利建设项目生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》的函(环评函[2006]4 号文)对生境模拟法的适用范围和计算方法进行了说明。

生境模拟法的基本原理是根据指示物种所需的水力条件的模拟,确定河流流量。假设水深、流速、基质和覆盖物是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要因素。调查分析指示物种对水深、流速等的适宜要求,绘制水深、流速等环境参数与喜好度(被表示为 0~1 之间的值)之间的适宜性曲线。将河道横断面分隔成间隔为 W 的 n 个部分单元,根据适宜性曲线确定每个分隔部分的环境喜好度,即水位喜好度(S_h)、流速喜好度(S_v)、基质喜好度(S_s)、河面覆盖喜好度(S_c)。根据下列公式计算每个断面、每个指示物种的权重可利用面积(WUA),其中 A_i 为宽度为 w,长度为两个相邻断面距离的阴影部分的水平面积。计算不同流量下的 WUA,绘制流量与 WUA 曲线,WUA 越大,表明生物在该流量下对生境越适宜。

$$WUA = \sum_{i=1}^n A_i (S_h, S_v, S_s, S_c)$$

2) 指示物种确定及繁殖生境条件

根据本项目水生调查结果,两河口坝下至力丘河汇口所在的雅砻江干流及其间支流分布有记录、调查、走访及采集到的鱼类种类共计 14 种,分属 2 目 4 科 8 属。其中鲤形目 7 属 12 种,占种数的 85.71%;鲇形目 1 属 2 种,占种数的 14.29%。科一级水平上种类最多的分别是鳅科 3 属 6 种,占 42.86%;鲤科 3 属 5 种,占 35.71%。

在 14 种调查及记录到的种类中,共有保护鱼类 3 种,即国家 II 级保护鱼类 2 种,厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡,四川省级保护鱼类 2 种,为长丝裂腹鱼、青石爬鮡。《中国生物多样性红色名录》种类 6 种,其中,濒危种(EN)有黄石爬鮡、青石爬鮡 2 种,易危种(VU)有长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、软刺裸裂尻鱼 4 种。长江上游特有鱼类 8 种,分别为戴氏山鳅、短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、软刺裸裂尻

鱼、西昌华吸鳅、黄石爬鮡、青石爬鮡。

坝下河段分布有卧龙寺沟汇口产卵场（裂腹鱼）、下渡林场产卵场（鮡科鱼类）和霍曲河口产卵场（裂腹鱼、鮡科鱼类）共三处产卵场，因此应将三处产卵场作为重要产卵生境予以深入分析。

指示物种相应生存的水力参数和生境条件见表 6.1-6。

指示物种产卵时段及相应的生境参数要求

表 6.1-6

鱼类名称	产卵场底质特征	偏爱水深(m)	偏爱流速(m/s)	产卵期(月)	偏爱水文过程
裂腹鱼	砾石含砂	0.5~1.5	0.2~1.5	3月~5月、5月~7月、8月~9月	稳定的水位、流量过程
鮡科鱼类	砾石、礁石急流区	0.5~1.0	1.0~2.0	6月~7月	

3) 计算工况及计算边界条件

针对牙根一级坝下的三处产卵场及其不同的指示物种，借助 River2D 进行栖息地加权可利用面积(WUA)计算，得到不同物种、不同流量下 WUA 曲线。

牙根一级坝址处多年平均流量为 $677\text{m}^3/\text{s}$ ，由此，初步拟定多年平均流量的多年平均流量的 10%~55%共计 10 个计算工况。由于卧龙寺沟汇口产卵场位于与雅砻江汇口以下，霍曲河口产卵场位于霍曲河与雅砻江汇口下游，因此在进行工况拟定时应累加汇入流量，具体拟定计算工况见表 6.1-7。计算分析各工况下产卵场目标物种加权可利用栖息地面积，据以确定满足目标物种特定时期内最佳需水量。具体计算工况如所示。

计算工况设置一览表

表 6.1-7

计算工况序号	工况说明（下泄流量占坝址多年平均流量的百分比）	工况取值（ m^3/s ）	备注
工况 1	10%	67.7/79.1/132	后两个流量为卧龙寺沟汇口产卵场和霍曲河口产卵场支流汇入后流量
工况 2	15%	101.5/112.9/165.8	
工况 3	20%	135.4/146.5/199.7	
工况 4	25%	169.2/180.6/233.5	
工况 5	30%	203.1/214.5/267.4	
工况 6	35%	236.9/248.3/301.2	
工况 7	40%	270.8/282.2/335.1	
工况 8	45%	304.6/316.0/368.9	
工况 9	50%	338.5/349.9/402.8	
工况 10	55%	372.3/383.7/436.6	

4) 模拟结果

根据生境模拟法，计算牙根一级下泄不同流量工况下三处产卵场 WUA 面积关系对应表和关系曲线分别详见表 6.1-8~表 6.1-11 和图 6.1-4~6.1-11。

① 卧龙寺沟汇口产卵场

根据水生生态调查结果，该处产卵场主要为裂腹鱼产卵场。根据计算工况及计算边界条件以及裂腹鱼产卵期的生境适宜度关系，对产卵河段水深、流速适宜性及加权可利用面积(WUA)进行模拟。

采用River-2D软件计算不同流量下裂腹鱼产卵期的加权可利用面积。从计算结果可以看出受模拟河段地形影响，WUA与流量关系曲线上存在一个最大值点，综合考虑上下游梯级的调度要求，卧龙寺沟产卵场河段维持鱼类产卵繁殖所需的生态调度流量限值初步推荐为203.1m³/s，占坝址处多年平均流量的30%。

坝址下泄流量与卧龙寺沟汇口裂腹鱼产卵场 WUA 关系表

表 6.1-8

工况	流量 (m ³ /s)	WUA(m ²)	工况	流量 (m ³ /s)	WUA(m ²)
年均 10%	67.7/79.1	6629	年均 35%	236.9/248.3	7868
年均 15%	101.5/112.9	6686	年均 40%	270.8/282.2	7974
年均 20%	135.4/146.8	7200	年均 45%	304.6/316.0	7649
年均 25%	169.2/180.6	7736	年均 50%	338.5/349.9	6850
年均 30%	203.1/214.5	8780	年均 55%	372.3/383.7	6088

注：/前表示坝址下泄流量，/后表示雅江县城产卵场在卧龙寺沟汇入后的流量

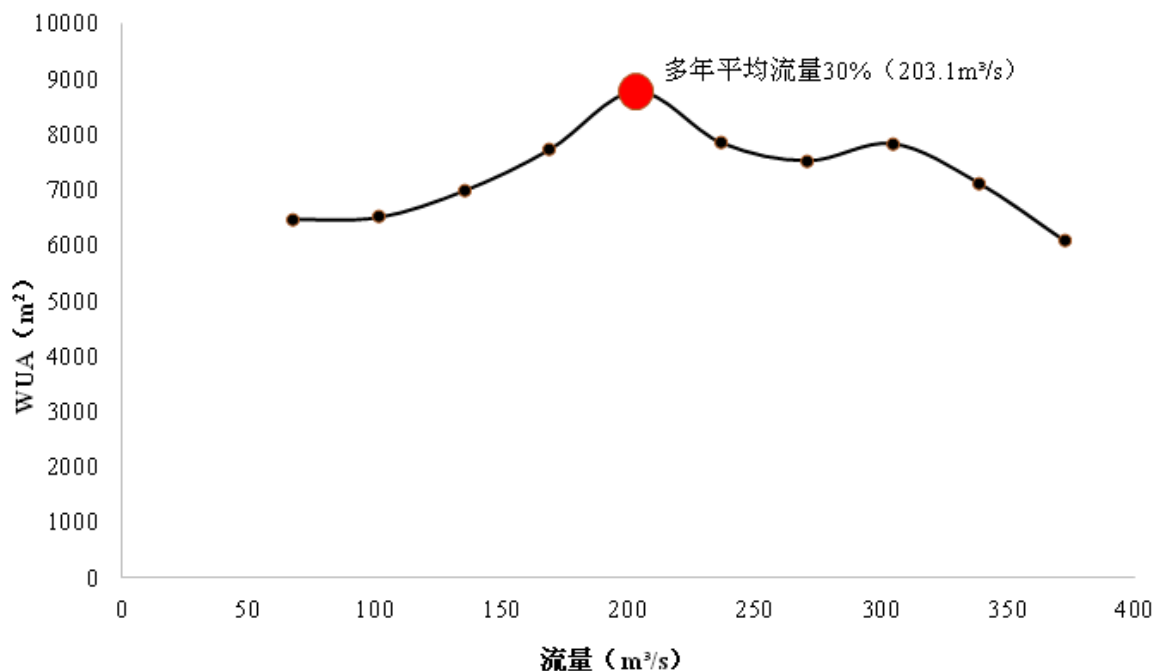
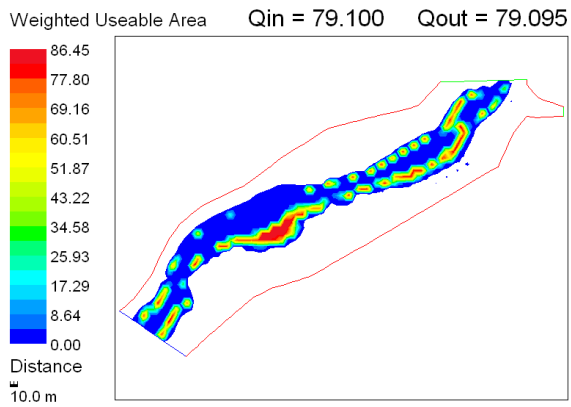
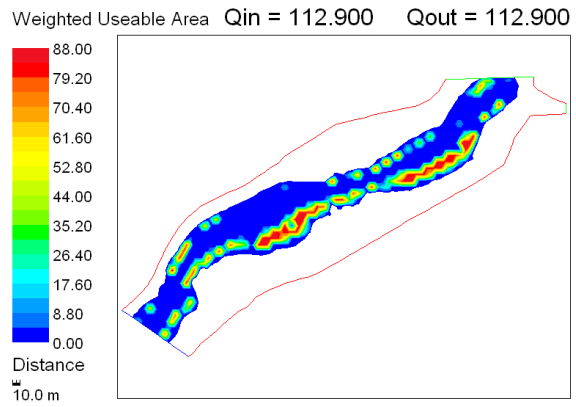


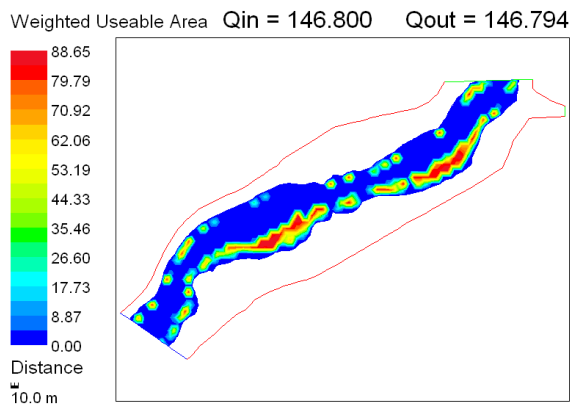
图 6.1-4 坝址下泄流量与卧龙寺沟汇口裂腹鱼产卵场 WUA 关系



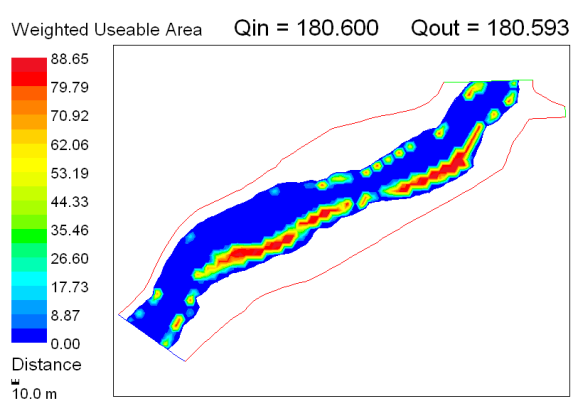
下泄流量 10%工况栖息地面积



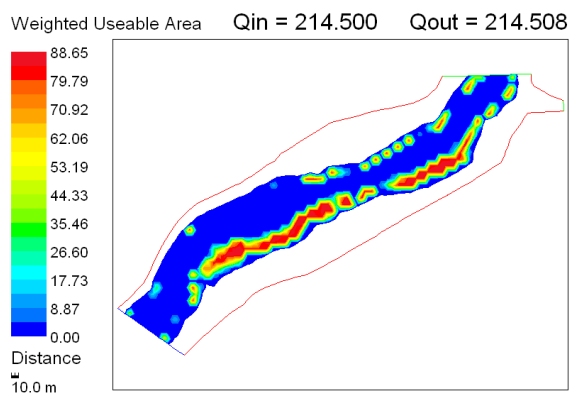
下泄流量 15%工况栖息地面积



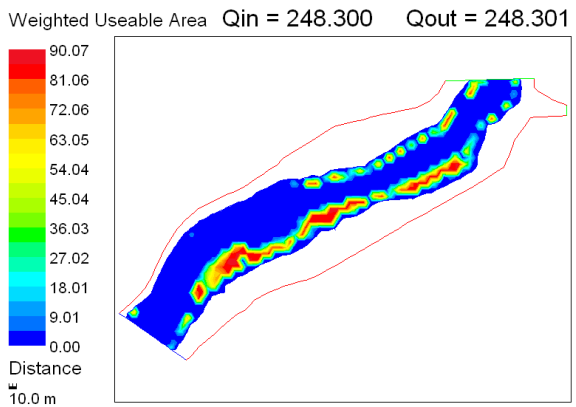
下泄流量 20%工况栖息地面积



下泄流量 25%工况栖息地面积



下泄流量 30%工况栖息地面积



下泄流量 35%工况栖息地面积

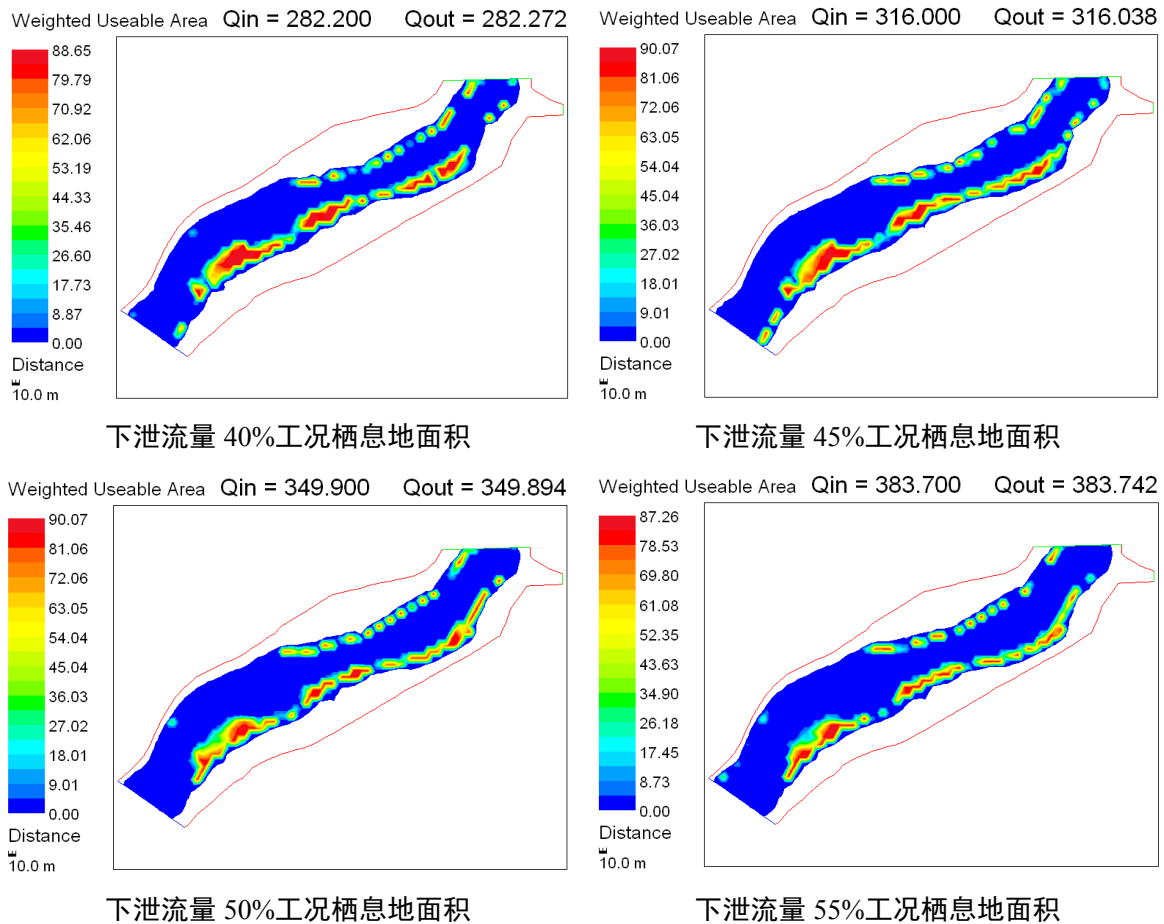


图 6.1-5 不同流量工况下产卵场栖息地面积

② 下渡林场产卵场

根据水生生态调查结果，下渡林场产卵场主要为鮡科鱼类产卵场。依据计算工况及计算边界条件以及裂腹鱼产卵期的生境适宜度关系，对产卵河段水深、流速适宜性及加权可利用面积(WUA)进行模拟。

采用River-2D软件计算不同流量下鮡科鱼类产卵期的加权可利用面积。从计算结果可以看出受模拟河段地形影响，WUA与流量关系曲线上存在一个最大值点，综合考虑上下游梯级的调度要求，下渡林场产卵场河段维持鱼类产卵繁殖所需的生态调度流量限值初步推荐为135.4m³/s，占坝址处多年平均流量的20%。

坝址下泄流量与下渡林场鮡科鱼类产卵场 WUA 关系表

表 6.1-9

工况	流量 (m ³ /s)	WUA(m ²)	工况	流量 (m ³ /s)	WUA(m ²)
年均 10%	67.7/79.1	8897	年均 35%	236.9/248.3	8107
年均 15%	101.5/112.9	10122	年均 40%	270.8/282.2	7966
年均 20%	135.4/146.8	10450	年均 45%	304.6/316.0	7765
年均 25%	169.2/180.6	9937	年均 50%	338.5/349.9	7289

工况	流量 (m³/s)	WUA(m²)	工况	流量 (m³/s)	WUA(m²)
年均 30%	203.1/214.5	8861	年均 55%	372.3/383.7	6379

注：/前表示坝址下泄流量，/后表示卧龙寺沟入汇后的流量

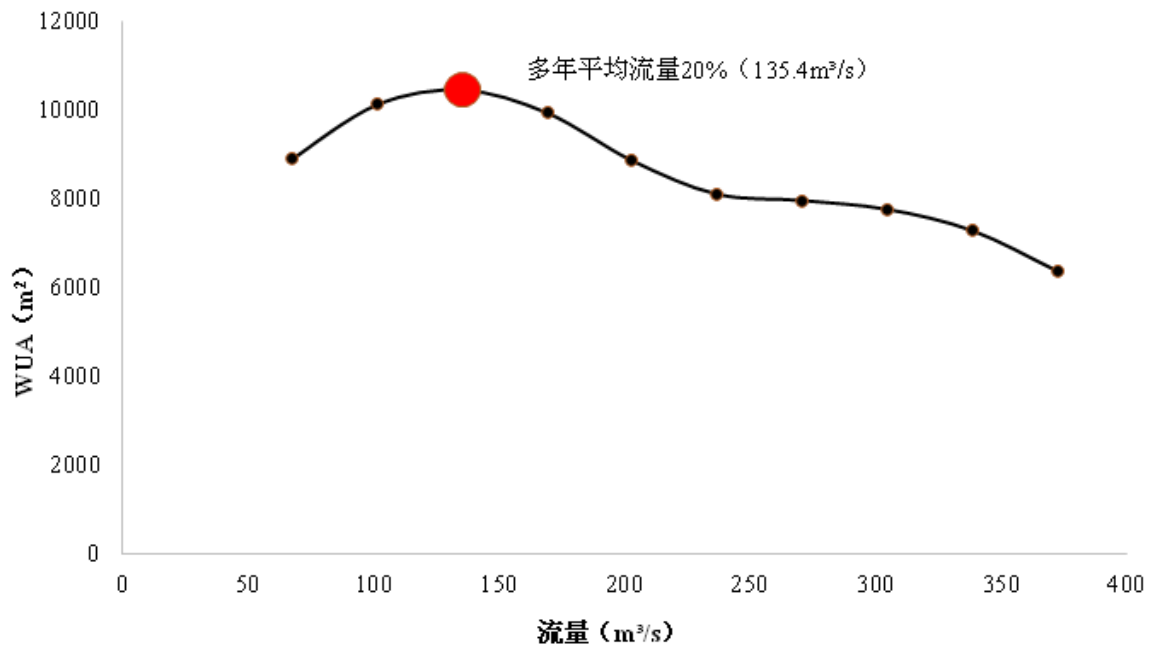
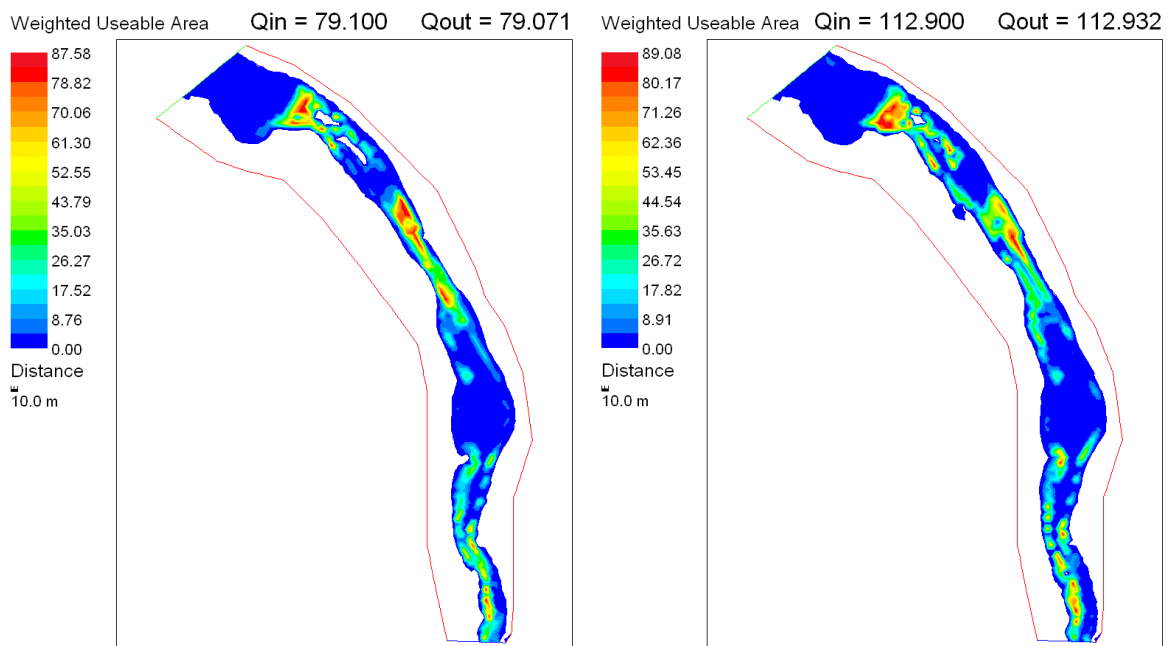


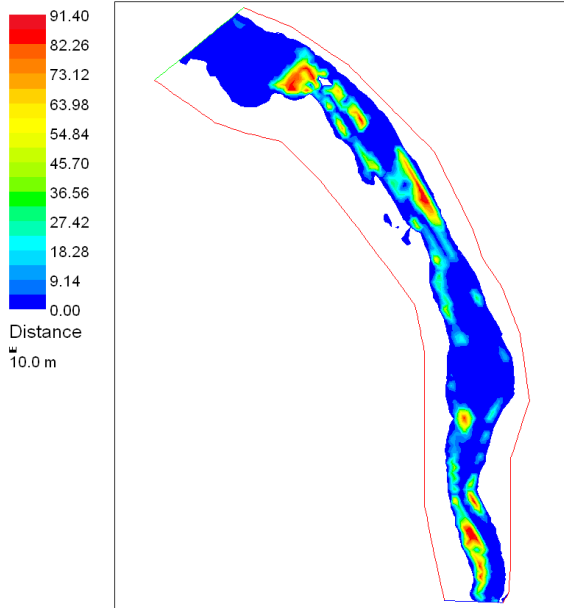
图 6.1-6 坝址下泄流量与下渡林场鮡科鱼类产卵场 WUA 关系



下泄流量 10%工况栖息地面积

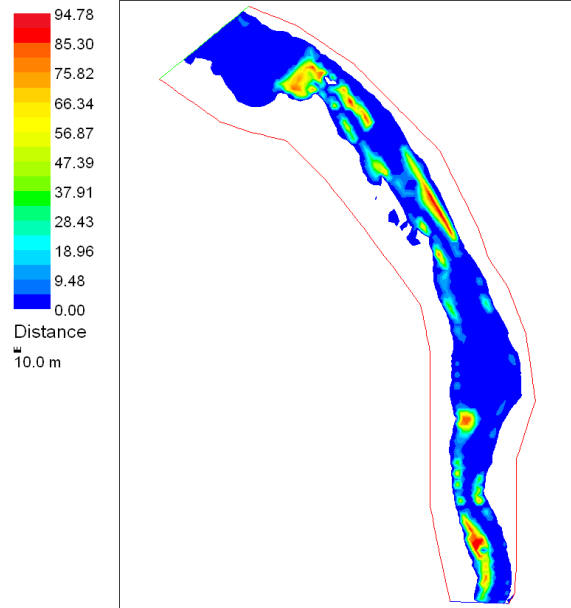
下泄流量 15%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 146.800 Qout = 146.802



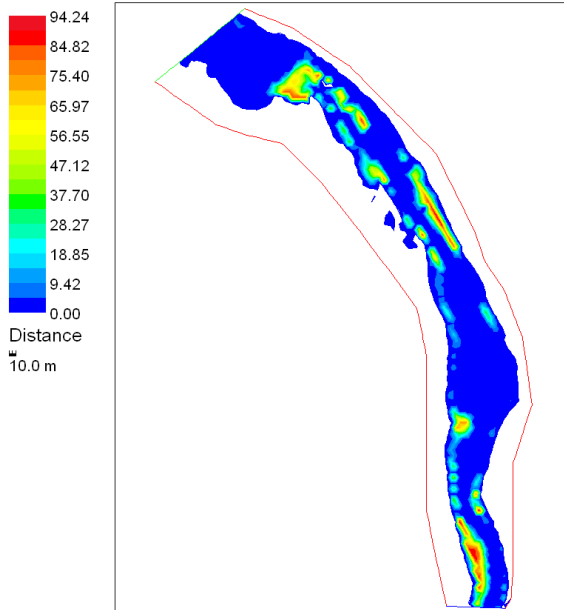
下泄流量 20%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 180.600 Qout = 180.624



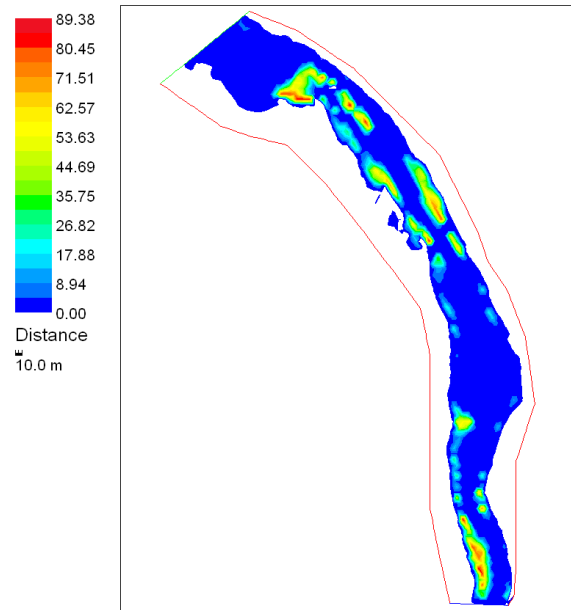
下泄流量 25%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 214.500 Qout = 214.508



下泄流量 30%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 248.300 Qout = 248.316



下泄流量 35%工况栖息地面积

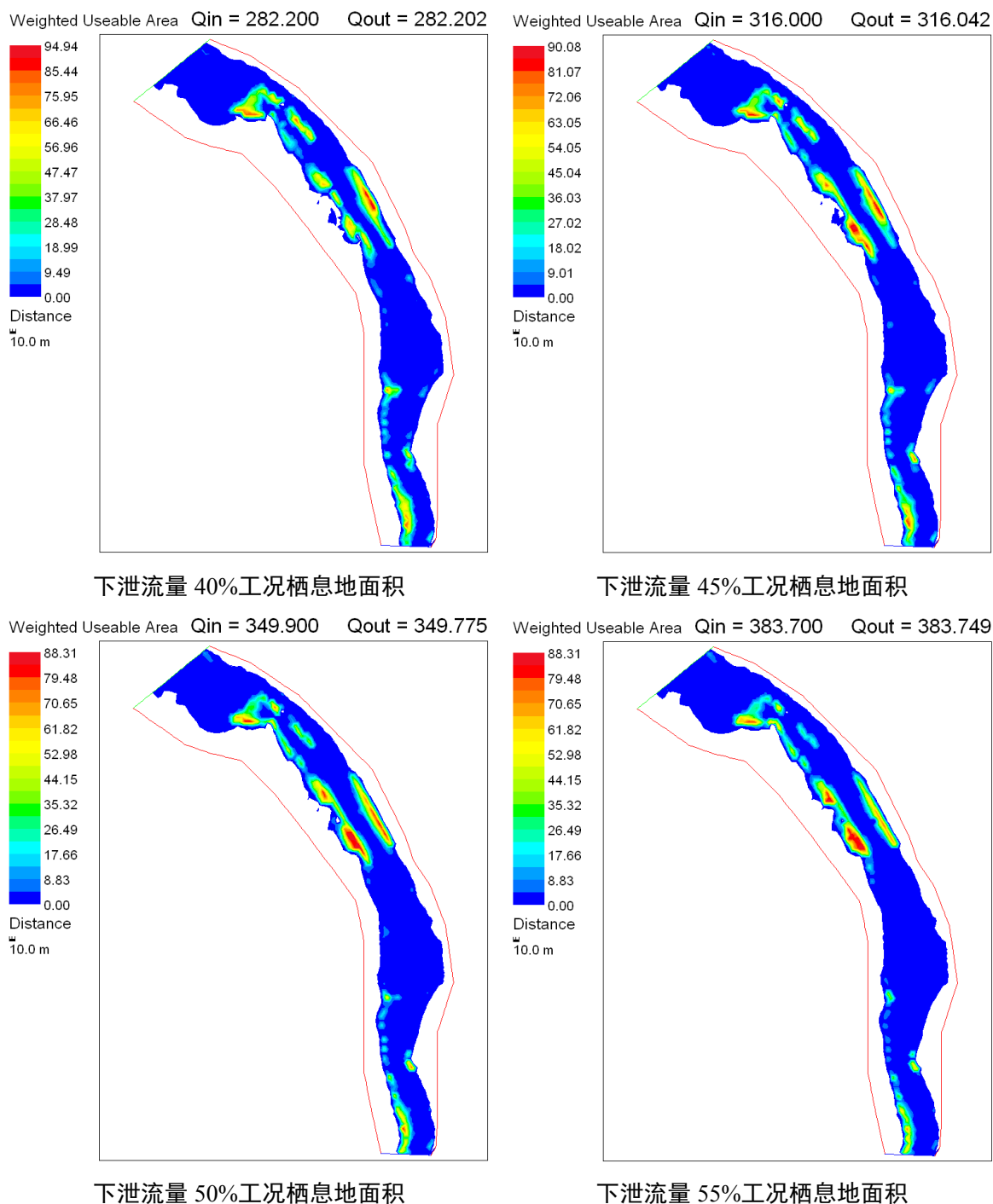


图 6.1-7 不同流量工况下产卵场栖息地面积

③ 霍曲河口产卵场

A 裂腹鱼

根据计算工况及计算边界条件以及裂腹鱼产卵期的生境适宜度关系，对产卵河段水深、流速适宜性及加权可利用面积(WUA)进行模拟。从预测结果可以看出受模拟河段地形影响，WUA与流量关系曲线上存在一个最大值点，综合考虑上下游梯级的调度要求，裂腹鱼产卵期霍曲河汇口段维持鱼类产卵繁殖所需的生态调度流量限值初步推荐为

203.1m³/s，占坝址处多年平均流量的30%。

坝址下泄流量与霍曲河口裂腹鱼产卵场 WUA 关系表

表 6.1-10

工况	流量 (m ³ /s)	WUA(m ²)	工况	流量 (m ³ /s)	WUA(m ²)
年均 10%	67.7/132	7841	年均 35%	236.9/301.2	7822
年均 15%	101.5/165.8	8321	年均 40%	270.8/335.1	7126
年均 20%	135.4/199.7	8280	年均 45%	304.6/368.9	6475
年均 25%	169.2/233.5	9057	年均 50%	338.5/402.8	6607
年均 30%	203.1/267.4	9668	年均 55%	372.3/436.6	6227

注：/前表示坝址下泄流量，/后表示卧龙寺沟、霍曲河入汇后的流量

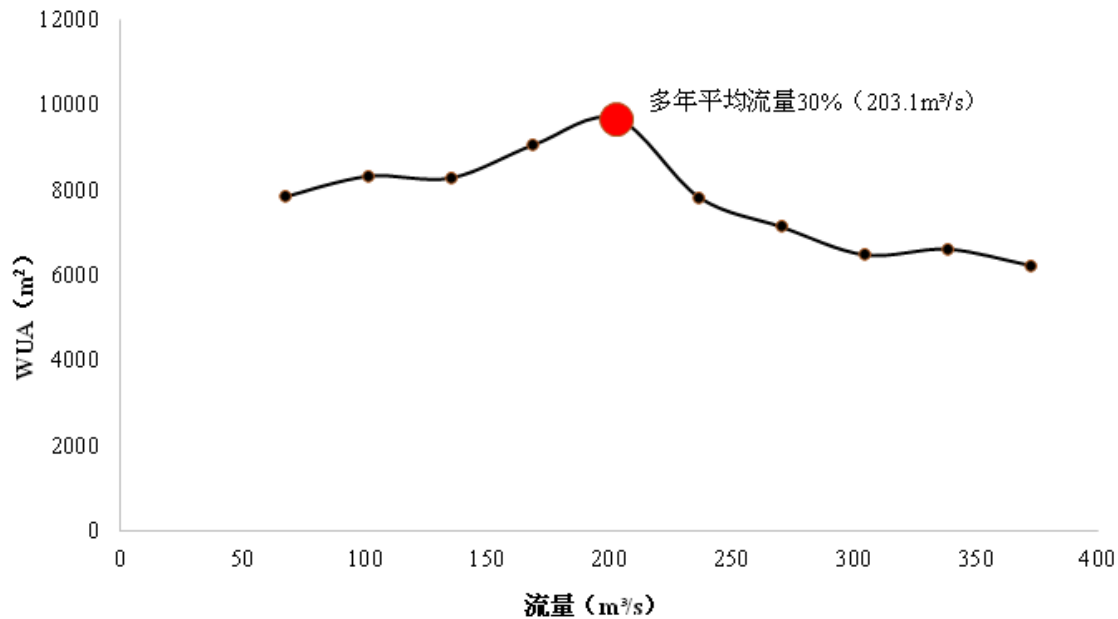
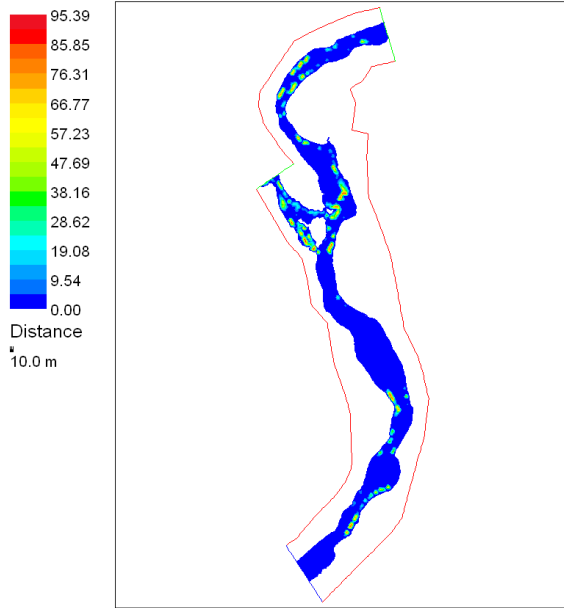
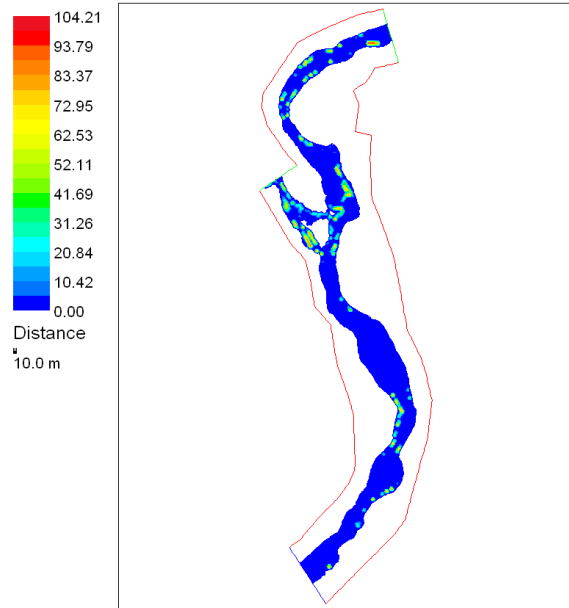


图 6.1-8 坝址下泄流量与霍曲河口裂腹鱼产卵场 WUA 关系

Weighted Useable Area Qin = 132.000 Qout = 132.013



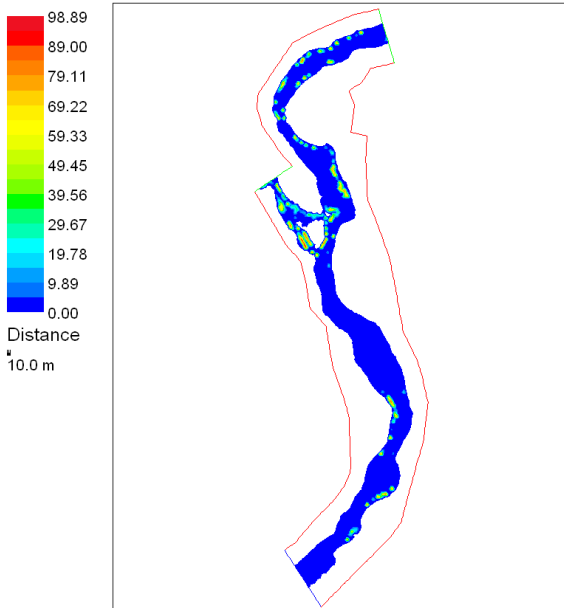
Weighted Useable Area Qin = 165.800 Qout = 165.806



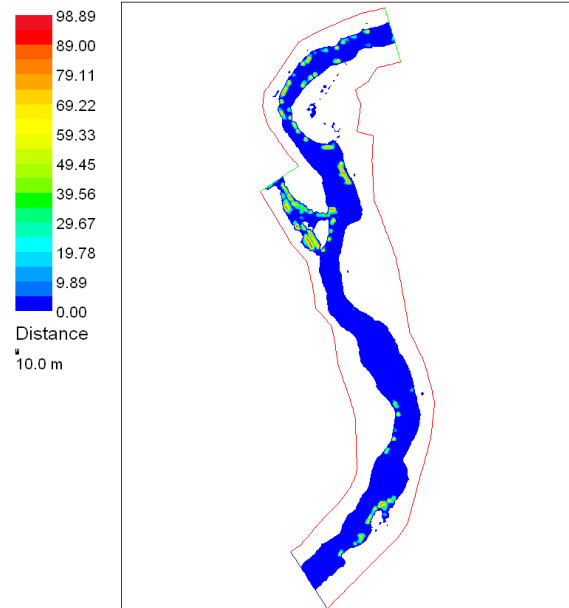
下泄流量 10%工况栖息地面积

下泄流量 15%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 199.700 Qout = 199.708



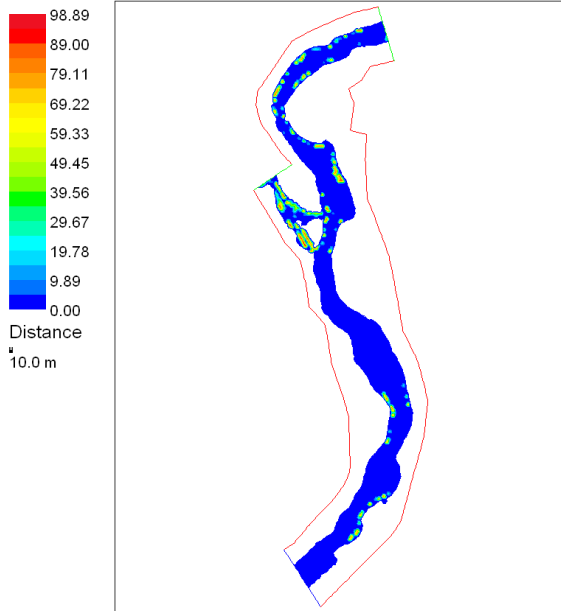
Weighted Useable Area Qin = 233.500 Qout = 233.505



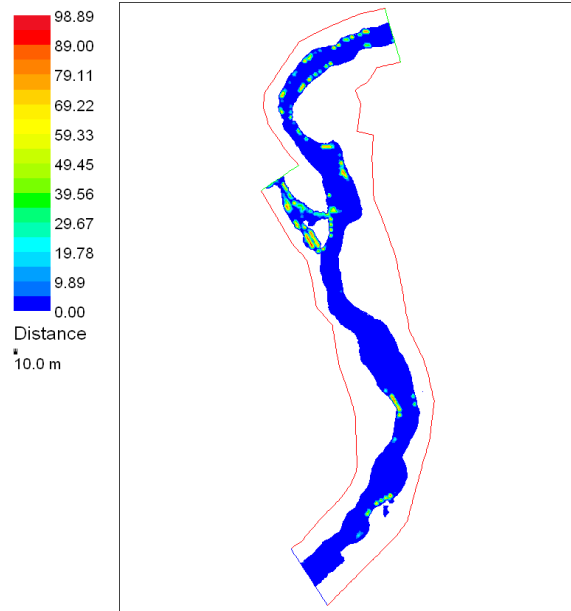
下泄流量 20%工况栖息地面积

下泄流量 25%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 267.400 Qout = 269.743



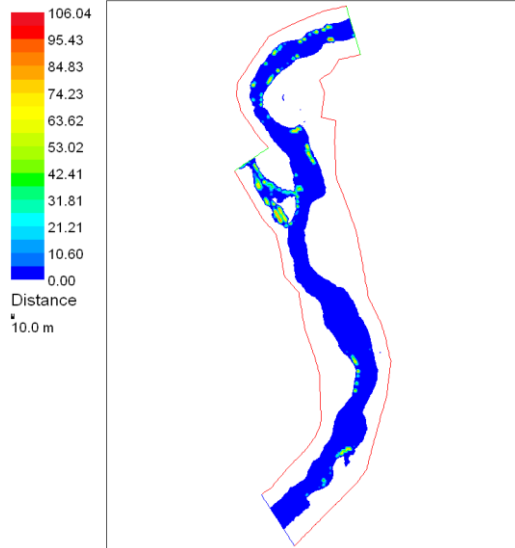
Weighted Useable Area Qin = 301.200 Qout = 301.204



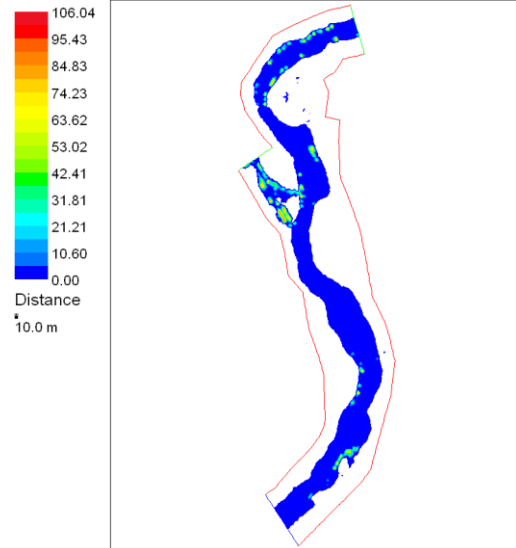
下泄流量 30%工况栖息地面积

下泄流量 35%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 335.100 Qout = 335.063

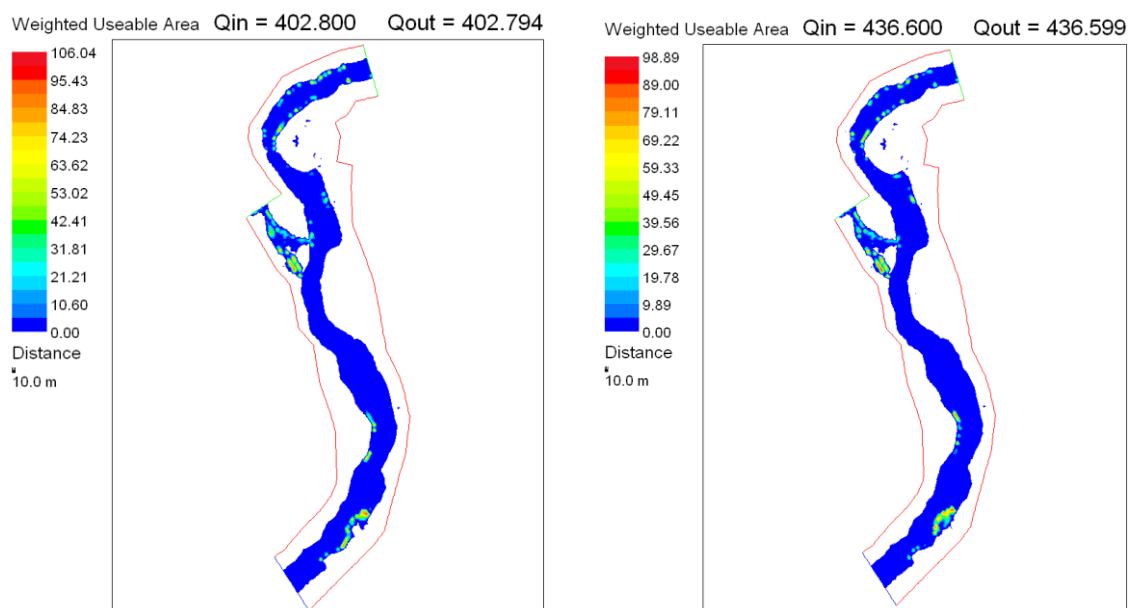


Weighted Useable Area Qin = 368.900 Qout = 368.911



下泄流量 40%工况栖息地面积

下泄流量 45%工况栖息地面积



下泄流量 50%工况栖息地面积

下泄流量 55%工况栖息地面积

图 6.1-9 不同流量工况下产卵场栖息地面积

B 鲢科鱼类

根据计算工况及计算边界条件以及鲢科鱼类产卵期的生境适宜度关系，对产卵河段水深、流速适宜性及加权可利用面积(WUA)进行模拟。从预测结果可以看出受模拟河段地形影响，WUA与流量关系曲线上存在一个最大值点，综合考虑上下游梯级的调度要求，鲢科鱼类产卵期霍曲河汇口段维持鱼类产卵繁殖所需的生态调度流量限值初步推荐为236.9m³/s，占坝址处多年平均流量的35%。

坝址下泄流量与霍曲河口鲢科鱼类产卵场 WUA 关系表

表 6.1-11

工况	流量 (m ³ /s)	WUA(m ²)	工况	流量 (m ³ /s)	WUA(m ²)
年均 10%	67.7/132	12706	年均 35%	236.9/301.2	14287
年均 15%	101.5/165.8	12683	年均 40%	270.8/335.1	10963
年均 20%	135.4/199.7	13043	年均 45%	304.6/368.9	10526
年均 25%	169.2/233.5	13488	年均 50%	338.5/402.8	9876
年均 30%	203.1/267.4	13018	年均 55%	372.3/436.6	9265

注：/前表示坝址下泄流量，/后表示卧龙寺沟、霍曲河入汇后的流量

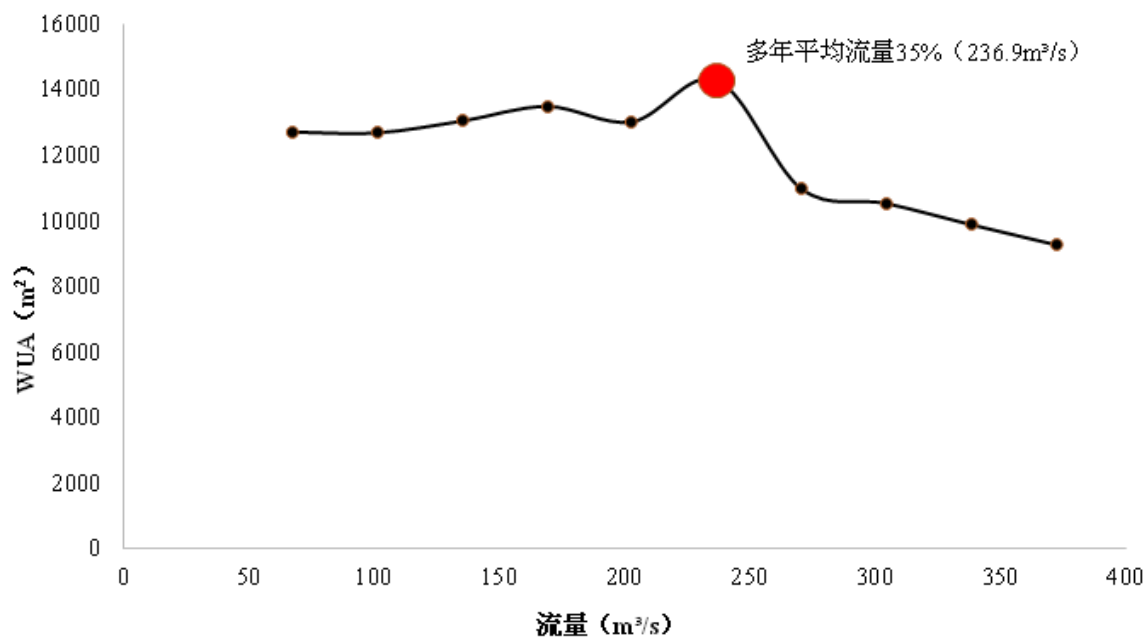
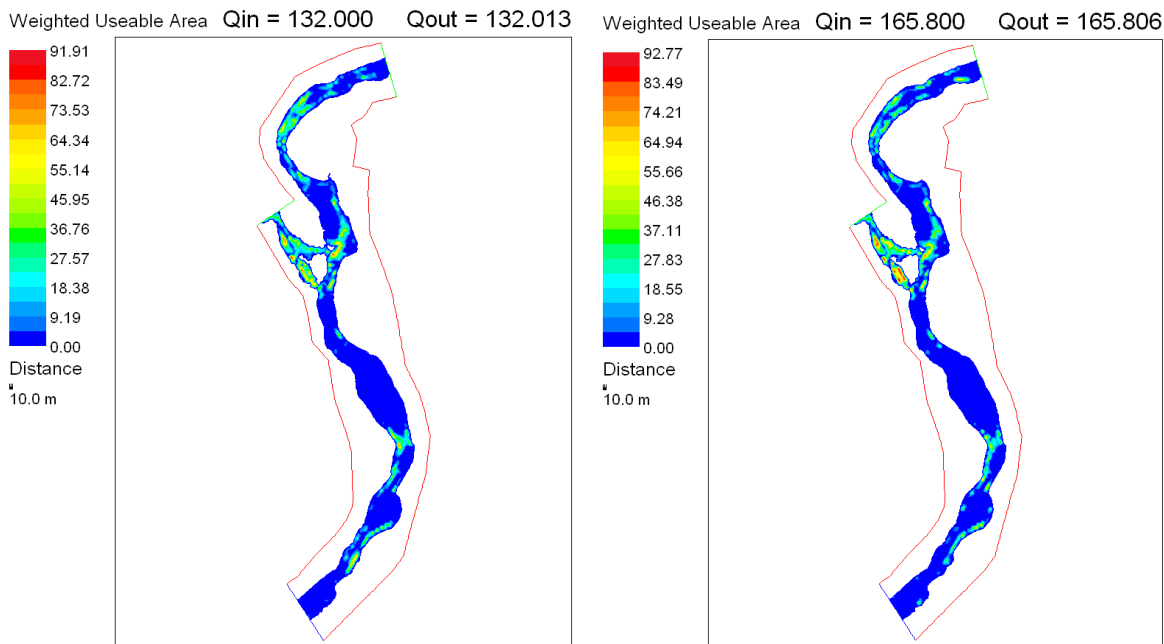


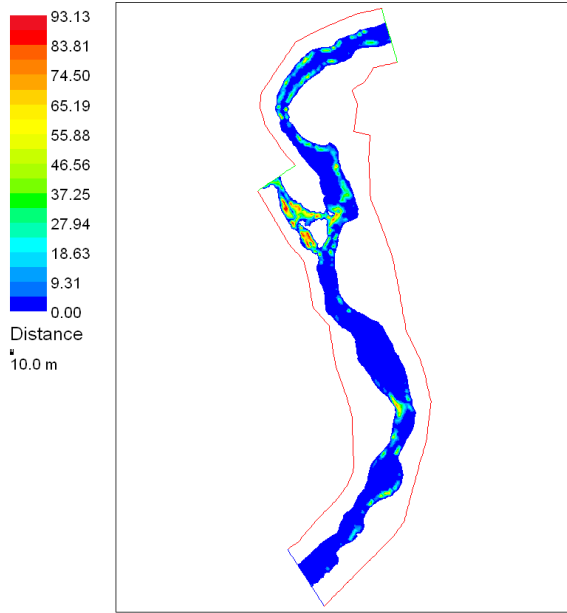
图 6.1-10 坝址下泄流量与霍曲河口鮡科鱼类产卵场 WUA 关系



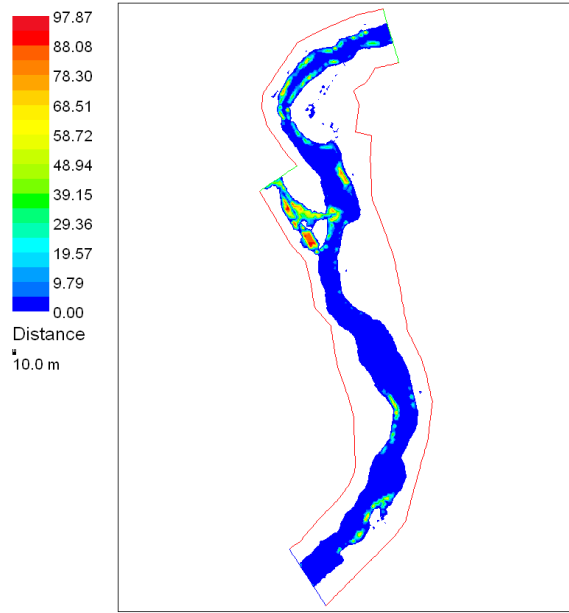
下泄流量 10%工况栖息地面积

下泄流量 15%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 199.700 Qout = 199.708

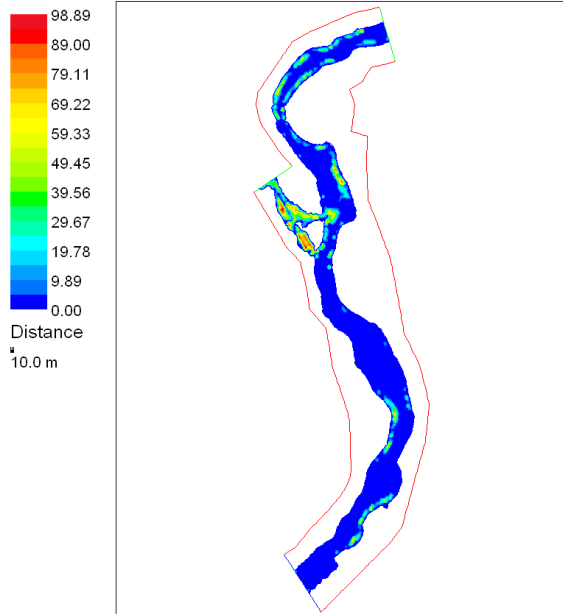


Weighted Useable Area Qin = 233.500 Qout = 233.505



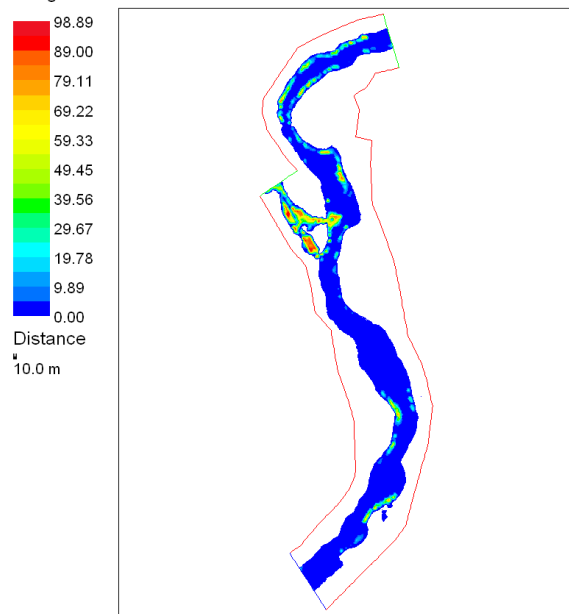
下泄流量 20%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 267.400 Qout = 269.743



下泄流量 25%工况栖息地面积

Weighted Useable Area Qin = 301.200 Qout = 301.204



下泄流量 30%工况栖息地面积

下泄流量 35%工况栖息地面积

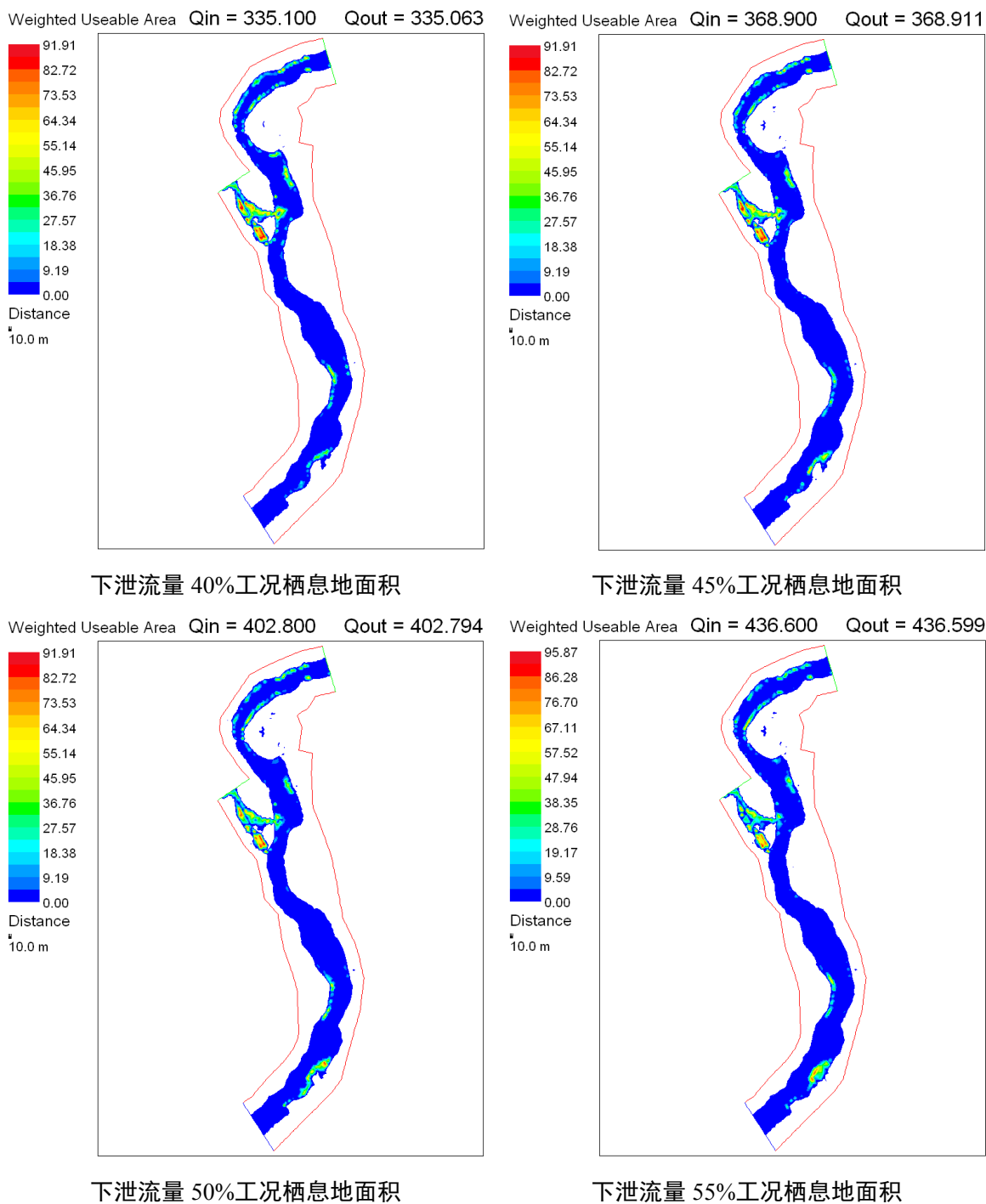


图 6.1-11 不同流量工况下产卵场栖息地面积

5) 小结

根据《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》中对栖息地生境模拟法的定义,就流量与 WUA 曲线而言, WUA 越大,表明生物在该流量下对生境越适宜。根据已有应用经验,常以栖息地加权可利用面积(WUA)——流量关系曲线中的 WUA 最大值或某个拐点对应的流量为目标鱼种特定生长期内的最佳生态需水量。

因此，结合三处产卵场在不同流量下 WUA 值变化曲线可知，坝址下泄流量为多年平均流量的 30%（203.1 m³/s）时为卧龙寺沟汇口产卵场裂腹鱼产卵适宜流量；坝址下泄 20%（135.4 m³/s）时为下渡林场产卵场鮡科鱼类产卵适宜流量；下泄流量为多年平均流量 30%（203.1 m³/s）时，为霍曲河口产卵场裂腹鱼产卵适宜流量，下泄 35%（236.9 m³/s）时为鮡科鱼类产卵适宜流量，详见表 6.1-12。

各鱼类产卵场适宜产卵流量汇总

表 6.1-12

产卵场	产卵鱼类	产卵期最适宜流量时坝址下泄流量 (m ³ /s)	产卵时间
卧龙寺沟汇口产卵场	裂腹鱼	203.1	3 月~5 月、5 月~7 月、8 月~9 月
下渡林场产卵场	鮡科鱼类	135.4	5 月~7 月
霍曲河口产卵场	裂腹鱼	203.1	3 月~5 月、5 月~7 月、8 月~9 月
	鮡科鱼类	236.9	5 月~7 月

6.1.1.4 景观需水量计算

牙根一级坝下保留河段分布有雅江县城，因此通过相应规程计算所需的景观需水量。依据《水电工程生态流量计算规范》（NB/T 35091-2016）提供的景观需水计算方法 C2，景观质量评价法通过建立景观质量评价指标体系，基于层次分析法计算景观质量值，分析确定水域景观等级，根据景观质量评价标准判别水域景观质量。可根据景观特征调整指标和标准。根据控制断面或河段的景观敏感度制定景观需水的控制标准，根据控制标准计算最小满足该标准的河道内流量，作为推荐的景观需水量。景观质量值可按下列公式计算：

$$\bar{M} = \sum_{i=1}^n \frac{M_{i-1} + M_i}{2} \times \frac{l_i}{L}$$

$$M_i = \sum_{k=1}^K \alpha_k \times \sum_{s=1}^S \alpha_{ks} \times \sum_{t=1}^T \partial_{kst} \times M_{kst}$$

式中： \bar{M} ——研究河段景观质量值；

M_i ——第 i 个代表断面某一建水状态下景观质量值；

l_i ——第 $i-1$ 与 i 代表断面之间的间距（m）；

L ——研究河段河流长度（m）；

α_k 、 α_{ks} 、 α_{kst} ——评价指标权重值；

M_{kst} ——评价指标值。

景观质量评价指标可按表6.1-13选择，可按表6.1-14取值。景观质量评价指标的权重值可采用层次分析法（AHP）计算，可按表6.1-15确定。景观质量值得计算结果可按表6.1-16进行判别。

景观质量评价指标体系

表 6.1-13

目标层 (M)	系统层 (K)	状态层 (S)	变量层 (T)
景观质量 (M)	环境 (K1)	水环境 (S11)	水质 (T111)
			水色 (T112)
		生态环境 (S12)	动植物多样性 (T121)
			河岸植被覆盖度 (T122)
	美学 (K2)	水文特征 (S21)	水量 (T211)
			水面宽 (T212)
			流速 (T213)
			水深 (T214)
		滨水区域 (S22)	沿岸弯曲程度 (T221)
			河岸稳定性 (T222)
			滨河带植被宽度 (T223)
	功能 (K3)	文化品位 (S31)	空间感 (T311)
			历史文化感 (T312)
		休闲游憩 (S32)	安全性 (T321)
			公众满意度 (T322)

景观质量评价法评价指标取值

表 6.1-14

评价指标	指标分级取值			备注
评价等级	不可接受	可接受	优良	
对应取值	[0, 3]	(3, 6]	(6, 10]	
水质 (T111)	V类、劣V类水质	III类、IV类水质	II、I类水质	
水色 (T112)	透明度<0.2m	0.2m≤透明度<0.8m	透明度≤0.8m	可根据流量确定
动植物多样性 (T121)	>40%	20%~40%	<20%	受干扰植被面积比
河岸植被覆盖度 (T122)	无保护物种	省级、地区性保护物种	国家级保护物种	
水量 (T211)	多年均流量<10%	多年均流量10%~40%	多年均流量>40%	
水面宽 (T212)	<20m	20m~80m	>80m	
流速 (T213)	流速较枯水期减少50%以上	枯水期河道天然情况下	平水期河道天然情况下	根据工程河段的水文情势、水力条件等计算取值
水深 (T214)	平均水深较枯水期减少50%以上	枯水期河道天然情况下	平水期河道天然情况下	
沿岸弯曲程度 (T221)	经过截弯取直，河道笔直	只有小部分河段进行截弯取直	保存自然弯曲形态，未经截弯取直	

河岸稳定性 (T222)	河岸不稳定， 极度侵蚀，洪 水时存在风 险>50%	河岸稳定，少量区域 存在侵蚀5%~50%	河岸稳定，无明显侵蚀<5%	
滨河带植被宽度 (T223)	<0.1	0.1~1.0	>1.0	
空间感 (T311)	感觉较差	可接受	强烈	
历史文化感 (T312)	感觉较差	可接受	强烈	
安全性 (T321)	不安全	较安全	安全	
公众满意度 (T322)	不满意	较满意	满意	

景观质量评价法指标权重

表 6.1-15

目标层 (M)	系统层 (K) (权重)		状态层 (S) (权重)		变量层 (T) (权重)		总权重
景观质量 (M)	环境 (K1)	0.2	水环境 (S11)	0.6	水质 (T111)	0.5	0.06
					水色 (T112)	0.5	0.06
			生态环境 (S12)	0.4	动植物多样性 (T121)	0.4	0.03
					河岸植被覆盖度 (T122)	0.6	0.05
	美学 (K2)	0.6	水文特征 (S21)	0.6	水量 (T211)	0.2	0.07
					水面宽 (T212)	0.4	0.15
					流速 (T213)	0.2	0.07
					水深 (T214)	0.2	0.07
			滨水区域 (S22)	0.4	沿岸弯曲程度 (T221)	0.4	0.1
					河岸稳定性 (T222)	0.3	0.07
					滨河带植被宽度 (T223)	0.3	0.07
	功能 (K3)	0.2	文化品位 (S31)	0.6	空间感 (T311)	0.5	0.06
					历史文化感 (T312)	0.5	0.06
			休闲游憩 (S32)	0.4	安全性 (T321)	0.6	0.05
					公众满意度 (T322)	0.4	0.03

景观等级划分

表 6.1-16

景观资源	景观效应	不可接受	可接受	优良
优质	景观质量值 \bar{M}	[0, 4)	[4, 6]	(6, 10]
一般		[0, 2)	[2, 6]	(6, 10]

依据上述评价指标及权重的取值，保留河段选取雅江县城断面计算其断面的景观质量值。本文分别依据Tennant法、湿周法、生态水力学法、《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》及《长江保护修复攻坚战行动计划》（环水体〔2018〕181号）的关于生态流

量的相关规定，计算得出相应的生态基流量，计算各生态基流量下各断面的景观质量值 \bar{M} 。计算各河段的景观质量值，见图6.1-12、图6.1-13。

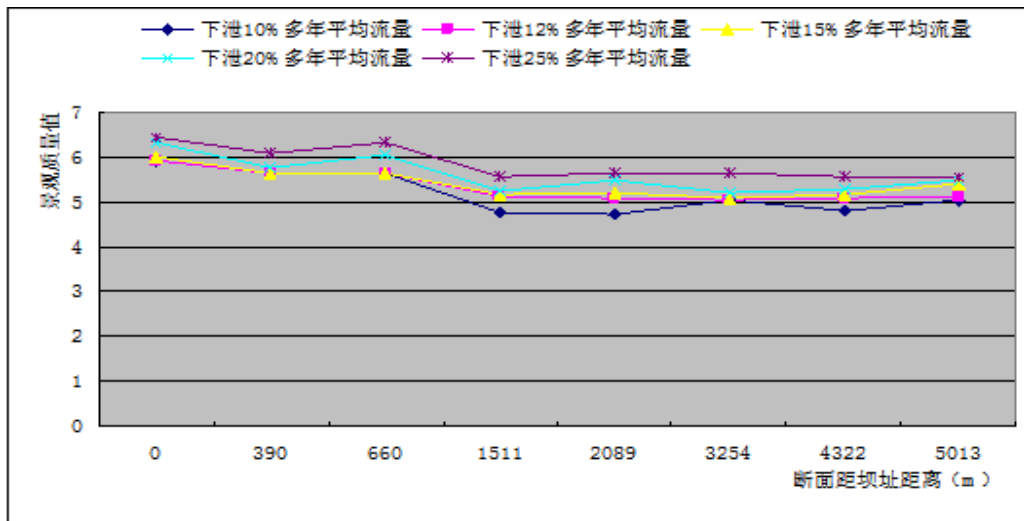


图 6.1-12 6~10 月牙根一级水电站各代表断面不同下泄流量工况下景观质量评价

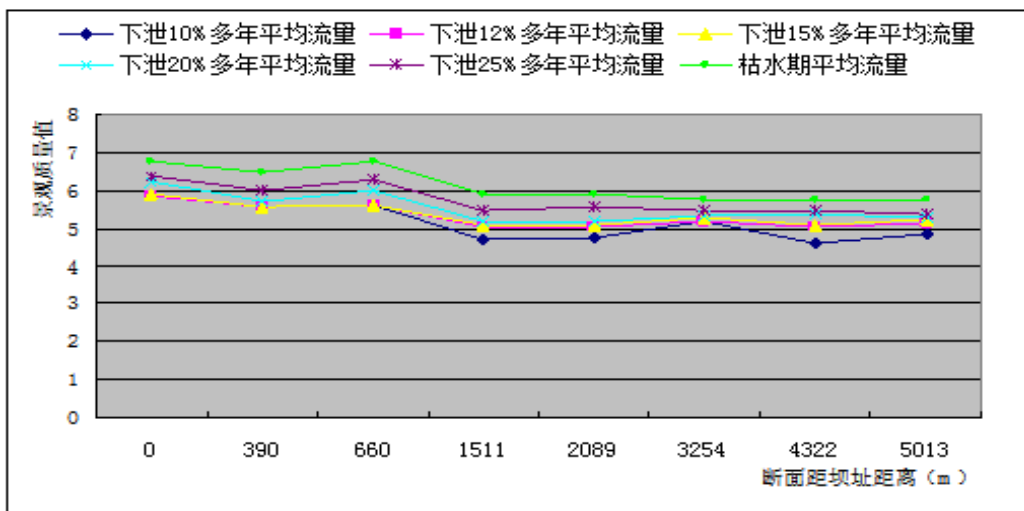


图 6.1-13 11~5 月牙根一级水电站各代表断面不同下泄流量工况下景观质量评价

根据上述标准要求，结合上述结算结果图，牙根一级下游保留河段的景观需水过程线如下表6.1-17所述。

牙根一级水电站下游保留河段景观需水量过程线说明表

表 6.1-17

时段		推荐流量	计算依据
时间划分	时段划分依据		
丰水期（6-10月）	五一节、端午节、国庆节期间	不低于81.24m³/s（12%多年平均流量）	基于景观需水量评价体系及评价标准
	其余时段	不低于67.7m³/s（10%多年平均流量）	
平枯期（11-5月）		不低于67.7m³/s（10%多年平均流量）	

6.1.1.5 水环境需水量计算

牙根一级坝下游除雅江县城人口分布集中外，其他区域均为乡村环境、人口分布稀少且分散，河段内水污染源主要来自雅江县城集中生活污水排放，但总体污染负荷较低。坝下河段排污口主要有雅江县城污水处理厂、雅江东城区污水处理厂排口，处理规模分别为1500m³/d、500m³/d，其中雅江县城污水处理厂出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级B标准、雅江东城区污水处理厂出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级A标准。坝下游河段水环境功能执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类水标准。

根据零维混合模型：

$$Q_p+Q_0=\frac{(C_pQ_p+C_0Q_0)}{C_s}$$

其中， C_p 、 Q_p 为污水处理厂排放浓度及排放流量，采用《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A浓度及预测年污水处理厂排放流量， $Q_{p1}=0.017\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $Q_{p2}=0.006\text{ m}^3/\text{s}$ 。 C_0 为本底水质浓度，按最不利浓度取值，取补充监测断面3#保留河段雅江县城下游100m点位监测成果中最不利情况，即COD_{Cr}: 12.0 mg/L, NH₃-N: 0.08 mg/L、TP: 0.02 mg/L。 C_s 为河段水功能区划，即II类水质标准。

经计算， $Q_0=Q_{01}+Q_{02}=0.65\text{ m}^3/\text{s}+0.12\text{ m}^3/\text{s}=0.77\text{ m}^3/\text{s}$ ，即坝下游河段水环境需水量为0.77m³/s。

6.1.1.6 坝下河段生态需水综合判定

(1)生态流量确定

综合Tennant法、湿周法、生态水力学法等计算方法及景观需水计算结果、水环境需水计算结果，牙根一级水电站坝下河段需水量计算结果见表6.1-18。计算结果表明，水生生态基流量为108.3m³/s，产卵期使用生境模拟法计算的所需生态调度流量限值为203.1m³/s(裂腹鱼类)和236.9m³/s(鮡科鱼类)。

最小生态需水量计算结果一览表

表 6.1-18

一般用水期生态基流量计算值(m ³ /s)			鱼类产卵期生态调度流量限值(m ³ /s)		景观需水量		水环境需水量
湿周法	Tennant法	生态水力学法	生境模拟法		五一节、端午节、国庆节期间	其余时段	
			裂腹鱼	鮡科鱼类			
108.3	67.7	85.6	203.1	236.9	81.24	67.7	0.77

此外，2020年3月，生态环境部以（环审[2020]33号）印发“关于《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》的审查意见”中为加强流域水资源管理，结合雅砻江流域生态环境特征，将雅砻江干流雅江断面作为生态基流主要控制断面，并明确“其中雅江断面生态基流不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$ ”。

因此，综合以上多种方法计算的生态需水量及雅砻江流域综合规划环评具体要求，牙根一级坝址处下泄生态基流采取外包法取最大值应不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$ （占多年平均流量的16.5%）。

(2)生态流量需水过程

基于上述不同时段生态需水量，针对牙根一级水电站提出全年生态流量需水过程见表6.1-19。

牙根一级水电站下游生态流量需水过程

表 6.1-19

时段		流量过程
1~2月	非鱼类集中产卵期	不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$
3~5月	裂腹鱼集中产卵期	每月至少持续1次7至10d的鱼类繁殖需水过程，流量不低于 $203.1\text{m}^3/\text{s}$
		其他时段 不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$
6~7月	裂腹鱼、鲃科鱼类产卵期、	每月至少持续1次7至10d的鱼类繁殖需水过程，流量不低于 $236.9\text{m}^3/\text{s}$
		其他时段 不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$
8~9月	裂腹鱼产卵期	每月至少持续1次7至10d的鱼类繁殖需水过程，流量不低于 $203.1\text{m}^3/\text{s}$
		其他时段 不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$
10~12月	非鱼类集中产卵期	不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$

6.1.2 初期蓄水生态流量泄放措施

根据施工进度安排，第4年3月厂房进出口闸门安装完毕，在第4年5月初，可进行水库蓄水。本电站正常蓄水位以下的库容为 $0.4142\text{亿}\text{m}^3$ ，5月已进入汛期，水库可很快蓄满，具备发电要求。根据前文2.9节蓄水规划中牙根一级水电站不同保证率入库径流蓄水过程（表2.9-3至表2.9-6），各保证率工况下蓄水过程为7d或8d，下闸蓄水期间采用完建的3孔泄洪闸边向下游供水边进行水库蓄水，蓄水过程中的最小下泄流量为 $415.3\text{m}^3/\text{s}$ ，可满足下游 $112\text{m}^3/\text{s}$ 的生态基流需求。

泄洪闸采用胸墙式平板闸，单孔净宽为10m，孔口高度23m，闸顶高程2607.00m，闸底板顶高程2577.00m。牙根一级起蓄水位为2581.7m，高于泄洪闸底板高程，牙根一级蓄水时，泄洪闸已具备过流条件。依据泄洪闸泄流曲线（图6.1-14），起蓄水位对应3孔泄洪闸泄流能力为 $445.89\text{m}^3/\text{s}$ ，满足生态流量泄放要求。

同时，为确保牙根一级初期蓄水期间水库蓄水及下泄生态流量的要求，要求在牙根一级下闸蓄水期间，上游两河口水电站保证下泄不低于 $112\text{m}^3/\text{s}$ 的下泄流量。

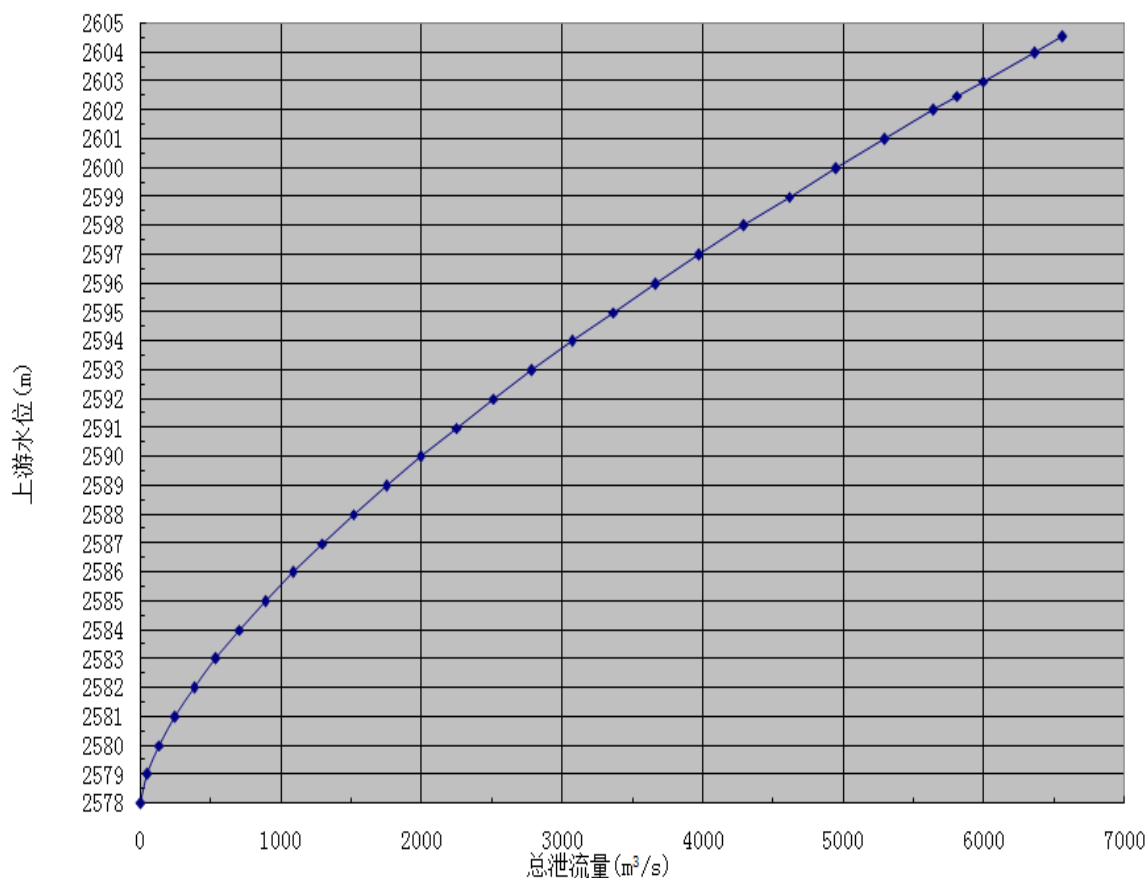


图 6.1-14 泄洪闸泄流能力曲线（3 孔）

6.1.3 运行期下泄流量保障措施

6.1.3.1 正常工况

牙根一级水电站为河床式电站，设置3台单机容量为100MW的轴流转桨式水轮发电机组，单机额定流量为 $538.83\text{m}^3/\text{s}$ ，运行按照35%单机最小出力担任基荷下泄生态流量。同时，机组检修时尽量安排一台运行一台检修以确保发电流量下泄。

6.1.3.2 事故工况

当发生电力系统故障，牙根一级电站的电量不能向外输送，或者机组全部停机，基荷流量不能通过机组下放的情况，通过开启泄洪闸下泄生态流量。

6.1.3.3 实施可靠性分析

(1) 流量保障可靠性分析

牙根一级水电站作为两河口水电站的反调节水库，联合运行调度时，在两河口进行

日调节、蓄水停机的同时，需以承担基荷的方式不间断下泄生态流量。牙根一级水电站正常蓄水位以下库容为4142万 m^3 ，死库容为2229万 m^3 ，调节库容为1913万 m^3 ，利用该调节库容下泄额定工况最小发电流量211 m^3/s ，下泄时间可维持25.2h。利用该调节库容下泄最小生态流量112 m^3/s ，下泄时间可维持47.45h。

因此，要求联合调度运行期间，牙根一级通过35%单机出力基荷下泄流量、库区水位从正常蓄水位消落时，两河口水电站停机时间不得超过25h；牙根一级不发电仅下泄最小生态流量、库区水位从正常蓄水位消落时，两河口水电站停机时间不得超过47h；同时，牙根一级水电站库水位消落到死水位时，两河口水电站需按照两河口环评批复“环审[2013]327号”文要求“以承担基荷发电方式下泄不低于112 m^3/s ”下泄流量。

另外，在鱼类繁殖期3~9月，联合调度时牙根一级平水年3~5月典型日逐时出库流量在418~1015 m^3/s 、8~9月典型日逐时出库流量在519~1113 m^3/s 、6~7月典型日逐时出库流量在480~1078 m^3/s ；可见，电站正常运行时3~5月、8~9月典型日下泄流量均大于203.1 m^3/s 、6~7月典型日下泄流量均大于236.9 m^3/s ，完全能够满足各时段鱼类繁殖期适宜需水量要求。

(2) 机组发电泄放生态流量可靠性分析

牙根一级作为两河口水电站的反调节水库，在进行日调节的同时，需以承担基荷的方式不间断下泄生态流量。电站采用3台单机容量为10万kW的轴流转桨式机组；考虑机组稳定运行要求，单机出力不能小于其额定功率的35%，即3.5万kW。根据水轮机和发电机的运行原理，在不同水头条件下，机组出力3.5万kW对应的发电流量不同，即牙根一级的最小下泄流量受运行水头控制。在低水头段，机组发最小出力对应的下泄流量大，而高水头段，机组发最小出力对应的下泄流量小。为此，根据牙根一级日调节运行库水位变化情况，计算出牙根一级水电站最小下泄流量与水头关系曲线详见图6.1-15。

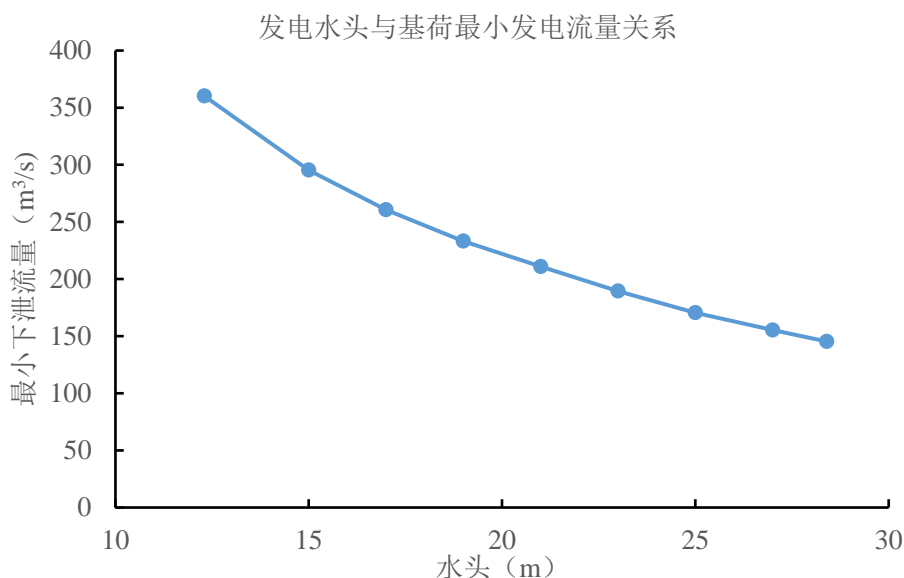


图 6.1-15 牙根一级水电站最小下泄流量与水头关系曲线

由上图可见,在不考虑泄洪情况下,牙根一级水电站机组运行水头变化范围在14.2~28.4m之间,其对应的最小下泄流量变化范围为145m³/s至360m³/s,其中额定水头为21m,额定水头下单机35%最小稳定运行出力发电时流量约211m³/s。由此可见,当机组正常发电时,不同运行水位情况下下泄流量均可满足下游112m³/s的生态基流需求。同时,机组高水头段运行出现的频率极低,大部分运行工况下下泄流量能够满足鱼类繁殖期适宜需水量要求。

(3) 泄洪闸泄放生态流量可靠性分析

牙根一级水电站设置3孔泄洪闸,泄洪闸为胸墙式平底板闸,单孔泄洪闸孔口尺寸为10m×23m(宽×高),闸底板顶高程2577.00m,底板厚度5m;泄洪闸采用大型露顶式弧形钢闸门挡水,弧形闸门尺寸为10m×23m(宽×高),采用液压启闭机启闭。不同水库水位下单孔闸门不同开度时泄流能力见表6.1-20。死水位2598m时单孔开启0.6m即可满足下泄112m³/s生态流量的要求、开启1.2m即可满足裂腹鱼类繁殖期适宜需水量要求、开启1.4m即可满足鮡科鱼类繁殖期适宜需水量要求。泄洪闸既能单独局部开启、又能组合运行,因此,事故或极端工况下局部开启泄洪闸可满足下泄生态流量的要求。考虑泄水建筑物及闸门启闭安全稳定要求,小流量开启时间不宜过长,同时应加强观测,避开剧烈振动区域,尽快恢复机组发电下泄流量的正常工况。

不同库水位下单孔闸门不同开度时泄流能力

表 6.1-20

开度	水位2598m		水位2599m		水位2600m		水位2601m	
(m)	泄洪量	流量系数	泄洪量	流量系数	泄洪量	流量系数	泄洪量	流量系数
0.20	38.38	0.95	39.29	0.95	40.19	0.95	41.06	0.95
0.40	76.40	0.94	78.23	0.94	80.02	0.94	81.77	0.94
0.60	114.04	0.94	116.80	0.94	119.49	0.94	122.13	0.94
0.80	151.30	0.93	155.00	0.93	158.61	0.93	162.14	0.93
1.00	188.15	0.93	192.79	0.93	197.33	0.93	201.77	0.93
1.20	224.52	0.92	230.12	0.92	235.58	0.92	240.92	0.93
1.40	246.15	0.93	251.27	0.93	256.28	0.93	261.20	0.93

6.1.4 生态流量在线监测系统

6.1.4.1 流域现有水情自动测报系统概述

2008年3月，雅砻江流域水电开发有限公司委托我公司完成了雅砻江流域水情自动测报系统总体设计工作；2009年7月，雅砻江流域水电开发有限公司委托北京中水科水电科技开发有限公司进行雅砻江流域水情自动测报系统设备采购及系统集成项目建设；2010年6月1日系统投入试运行，经过两个汛期的检验，系统于2011年12月19日通过竣工验收。

雅砻江流域水情自动测报系统覆盖范围为雅砻江甘孜以下至桐子林水文站之间区域，控制集水面积达10.3万km²，占雅砻江全流域的75.7%，系统现共建设147个遥测站，其中包括：水文（位）站49个、雨量站83个、自动气象遥测站15个。系统通信主要采用北斗卫星和GSM移动通信2种信道组成的混合通信方式。

6.1.4.2 牙根一级站网布设规划

牙根一级施工期以现有雨量站和水文站资料为基础，在大坝上、下游围堰、进出口围堰等地，设立若干组水尺进行水位测报。在施工指挥部附近建立水情预报分中心，水情预报中心与雅砻江水情自动测报系统联网。

运行期在坝上及厂房下游附近各建一个水位站，配置水位计、通信和遥测设备，并更新所需设备及软件。在牙根一级电站办公大楼建立水情自动测报系统分中心站，实时完成两河口电站水情预报成果信息接收；坝上、尾水断面水位数据采集。根据两河口各预见期洪水预报成果经两河口电站调节计算，完成牙根一级水情预报作业，并与雅砻江水情自动测报系统联网。

6.1.4.3 生态流量在线监测规划

牙根一级水电站生态流量在线监测系统应充分利用电站设置的水情自动测报系统，设置计算机监控系统和工业电视系统，实时接收水情自动测报系统观测的水位数据和计算机监控系统的各泄水建筑物闸门开度及其泄流数据，计算并输出电站总下泄流量。考虑到上述3个系统之间相对比较独立，而生态流量在线监测系统是针对生态流量监控的一个完整系统，需要把上述3个系统已利用的各个模块/单元集成一个相对独立的生态流量显示和调度系统，设置与水情自动系统通讯传输设备相匹配的数据接收器，实时接收水情数据。

生态流量在线监测系统可通过计算机设置流量下限阈值，当电站总下泄流量低于生态流量下限值时，会自动发出报警信号给电站中控室，以便电站及时调整调度。为满足生态环境及行业主管部门的系统接入要求，需为外部接入留有接口。

据调查，雅江县水文站新址位于雅江县城城南大桥下游约10m的雅砻江左岸上，距牙根一级坝址约6km，区间有卧龙寺沟、格西沟等支流汇入。目前站内已开展了水位、流速、泥沙、蒸发、水温等常规监测工作。牙根一级水电站建设、运行期间，可依托该水文站对坝下生态流量进行辅助监测。同时，该水文站位于卧龙寺沟汇口处产卵场下游，也可监测鱼类繁殖季节上游河段水位变化情况。

6.2 库区水质保护措施

6.2.1 库区水质保护

(1) 建议依据当地水污染治理规划，加快雅江县呷拉镇污水处理设施建设和河口镇一期污水处理厂提标改造；

(2) 禁止在库周汇水范围处理生活垃圾和规模化畜禽养殖，禁止在库周地区新建对水质可能产生严重污染的工矿企业；

(3) 保护库周植被，涵养水源，控制水土流失，保证库区水质良好。电站运行期应配合做好库周环境管理和宣传教育工作；

(4) 大力推广农业新技术，合理种植农作物，减少土壤侵蚀、水土流失与肥料流失，推广新型复合肥，控制氮、磷肥的使用量，减少营养性物质输入；

(5) 合理规划、严格管理库周旅游发展，避免库区旅游对水质及景观造成不利影响；

(6) 建议严格依照地表水环境功能区划管理规定，加强库区上游水污染源的管理，

避免对库区水质造成局部污染；

(7) 加强库区水质监测和库区富营养化的巡查工作。

6.2.2 库区漂浮物清理

电站库周区域有村庄分布，生活垃圾和枯枝树叶等易随径流进入库区，影响水库水质。运行期需对库内的枯枝树叶和垃圾等进行定期打捞和清理。

6.2.3 库底清理

清库须按照《水电工程水库库底清理设计规范》(DL/T5381-2007)执行，在电站蓄水前合理、有效、科学地清理库区废弃物，重点是淹没的居民点生活垃圾丢弃点、厕所、化粪池、畜禽粪便等污染源，保证库区水质。

6.2.4 运行期电站废污水处理措施

6.2.4.1 生活污水处理

电站业主营地利用两河口水电站管理营地（白玛营地），生活污水采用白玛营地配套已建的污水处理设备进行处理后综合利用，措施内容详见2.12章节。依据环水保监理报告，白玛营地污水处理站于2020年5月完成改造升级，目前运行良好，出水水质满足回用标准，出水回用于营地绿化，可实现污水零排放。

厂区生活污水主要由值班人员及运行维护人员产生，在厂区附近设置1套WSZ-3FB型成套生活污水处理设备，生活污水处理系统出水应满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准，出水用于绿化。WSZ 型埋地式污水处理装置的污泥较少，一般3个月清运一次，可清掏消毒后用于农田施肥。

6.2.4.2 油污水处理

电站机组检修时，为了防治油污染，一方面要加强管理，避免油污泄漏，做到清洁生产；另一方面在四周设置排水沟，收集油污水。上游两河口预计明年全部机组投产发电，已规划购买油污水分离器，牙根一级运行期可共用该套设备，上游梯级机组检修时间错开。

开关站主变压器下设主变油坑，并设置总事故油池，由专业单位回收处理。

6.3 地下水环境保护措施

(1) 水库防渗

水库封闭条件较好，不存在库水向邻谷渗漏的地形条件，采用防渗帷幕对坝基及坝肩进行防渗处理，减小坝址处的水量渗漏。

(2) 水库浸没影响对策措施

在库区章给寨、基俄村、白孜、呷拉及昆地等部位存在不同程度的库岸浸没问题，需结合移民安置规划对上述浸没影响区采取如防洪堤、防洪墙等工程措施。相关费用纳入移民安置规划和移民投资。

(3) 污染防治措施

严格实施施工期和运行期的废污水收集、处理措施，处理后回用，并加强废污水处理系统的管理及风险防范措施，不对地下水水质造成影响。

6.4 水生生态环保措施

6.4.1 水生生态环境保护原则

(1) 流域统筹，整体协调原则：牙根一级水电站地处雅砻江中游，是雅砻江中游七级规划中的第二个梯级，工程水生环境保护措施应根据流域水生生态保护总体布局，从整个中游以及中下游流域范畴统筹规划，处理好上游与下游、干流与支流，整体与局部、近期与远期等的关系。

(2) 因地制宜，生态优先原则：本工程地处雅砻江高山峡谷河段，本工程水生生态措施设计应结合本工程河段地质、地形和地貌条件，针对本工程河段生境及鱼类保护需求，以生态保护优先的原则开展。

(3) 重点突出，可操作性原则：针对工程建设的主要水生生态影响问题，环境保护措施应予以重点研究，避免工程建设对工程所在流域水生生态造成重大影响和破坏。提出的水生生态环境保护措施应从突出技术经济可行性，确保提出环境保护措施能够有效实施，达到预测保护效果。

6.4.2 流域规划环评、水电规划环评及回顾性评价中与本项目相关的水生生态保护要求

雅砻江流域规划环评、中下游水电规划环评及回顾性评价中，从流域层面提出了水生生态保护措施的总体布局要求，主要包括鱼类栖息地保护、过鱼措施、鱼类增殖放流及加强生态监测、强化渔政管理等要求。

(1) 栖息地保护

从流域层面和局部流水河段划定了包括流域层面的“两区一段”栖息地保护规划和

局部水域的栖息地保护规划。根据流域栖息地保护总体布局，牙根一、二级间保留河段(6km)以及其间左岸支流卧龙寺沟全河段作为局部水域纳入流域栖息地保护范围。

(2) 过鱼

拟建的牙根一级电站采用鱼道的过鱼方式。

(3) 增殖放流

雅砻江中下游建设四个鱼类增殖放流站，其中两河口增殖放流站建在两河口水电站业主营地，承担两河口、牙根一级、牙根二级水电站的放流任务。

(4) 渔政管理

健全渔政管理机构，强化渔政管理。

(5) 生态调查与跟踪监测

对雅砻江中下游区域开展长期的、系统的水生生态调查与鱼类放流效果的跟踪监测及评估，每年的调查频次和调查方案依据该年的实际情况具体部署。

6.4.3 牙根一级水电站水生生态保护措施体系规划

根据鱼类的生物学及生态学特性，结合《雅砻江流域综合规划环评报告书》《四川省雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及其审查意见中提出的流域鱼类保护总体规划，同时考虑上、下游梯级电站环评提出的水生生态保护措施，提出本工程以栖息地保护、过鱼、增殖放流、科学研究和渔政管理为主的鱼类保护措施体系，详见表6.4-1。

牙根一级水电站鱼类保护措施体系规划表

表 6.4-1

序号	措施名称	牙根一级水电站采取的措施	保护对象	主要作用
1	施工期及蓄水初期鱼类保护	加强宣传、设置警示牌、建立鱼类及时救护机制等措施	评价河段鱼类	通过宣传教育、加强管理及应急救护等措施，降低工程施工对鱼类的影响
2	栖息地保护	牙根一、二级间保留河段(6km)以及保留河段左岸支流卧龙寺沟全流域作为鱼类栖息地加以保护；开展栖息地保护河段的连通性修复和监测管理	评价河段鱼类	保护鱼类重要“三场”，维护可满足土著鱼类完成生活史的流水生境及相应的水文条件，有效补偿水电开发造成生境破碎化及流水生境的减小
3	过鱼	竖缝式鱼道	主要过鱼对象为长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、短须裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼和青石爬鮡，兼顾过鱼对象为山鳅、斯氏高原鳅、短尾高原鳅、梭形高原鳅、拟细尾高原鳅和黄石爬鮡	减轻阻隔影响，维护鱼类种群基因交流

序号	措施名称	牙根一级水电站采取的措施	保护对象	主要作用
4	增殖放流	依托两河口鱼类增殖站开展牙根一级增殖放流任务，年放流规模10万尾，近期放流规模为9.4万尾/年，远期放流规模为0.6万尾/年	依托已建两河口鱼类增殖放流站，近期放流对象为长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼和四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼，远期放流对象为青石爬鮡	通过补充鱼类种群数量，恢复鱼类资源
5	生态流量泄放	在鱼类主要产卵期3~9月每月各持续一次7~10d的生态需水过程	维持河段水生生境	保护鱼类生境，保障鱼类资源
6	科学研究	栖息地保护设计专项研究、过鱼对象上溯条件及集群分布观测研究、鱼道优化及适应性管理研究、生态调度研究	珍稀特有保护鱼类驯养繁育技术研究、过鱼设施效果研究、鱼类栖息地保护效果研究、生态调度方案及效果研究	保护鱼类资源及重要生境
7	渔政管理	加强地方渔政管理投入和力度，严格执行禁渔期和禁渔区制度	评价河段鱼类	加强管理，保护鱼类资源及重要生境

6.4.4 施工期及蓄水初期保护措施

(1) 加强宣传，制定施工期生态环境保护手册，设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识。

(2) 加强监管，严格按环保要求施工，生活污水和施工废水按环保要求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。

(3) 建立鱼类保护应急机制，针对汛期围堰漫流后可能滞留在围堰基坑内的鱼类，应结合工程施工特点，在施工排水期间，会同当地渔政部门进行捕捞放流，放流区域主要选择在坝下河段，对于捕捞放流的鱼类应进行登记备案；如捕捞到受伤的重点保护鱼类，应转移到地方渔政管理部门进行暂养与救护。

6.4.5 栖息地保护

6.4.5.1 流域栖息地保护规划方案

(1) 流域栖息地保护总体布局

栖息地保护是保护和恢复鱼类自然资源的有效措施。根据《四川省雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》及其审查意见，应对各级支流做进一步调查，根据自然生境及生物资源分布状况，划定重点保护的区域。

《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》进一步对整个中下游江段及其主要支流(包括中游规划环评中拟规划建设鱼类保护区的4条支流)的开发与保护情况、鱼类资源与生境状况等进行了全面调查，并对其是否可作为鱼类栖息地进行了适应性评价。在上述调查评价的基础上，以“生态优先”和“统筹考虑”为基本

原则，提出了雅砻江中下游区域的鱼类栖息地保护的总体规划布局，即分别从流域层面和局部流水河段划定了包括流域层面的“两区一段”栖息地保护规划和局部水域的栖息地保护规划，详见表6.4-2。

2020年编制完成的《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》中，从河流生态环境整体考虑，形成干流上下游、干支流统筹保护的格局出发，同意《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》划定的栖息地保护规划方案。

栖息地保护规划具体保护范围及保护方法

表 6.4-2

名称	保护范围	保护对象及其保护重点	针对性措施
一、流域层面的“两区一段”栖息地保护规划			
1、中游高原鱼类栖息地保护区	两河口库尾3.9km保留河段、34.8km变动回水区域及以上流水江段、支流曲入河。	短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、齐口裂腹鱼等裂腹鱼及高原鳅类。重点是裂腹鱼类。	雅砻江流域水电开发有限公司与省渔业行政主管部门协调并共建雅砻江干流中下游水产种质资源保护区，加强渔政管理，严禁生产型的渔业作业。
2、雅砻江汇口栖息地保护区	桐子林坝下15km流水江段及雅砻江汇口附近乌东德库尾金沙江流水江段。	雅砻江下游除产长距离漂流性卵的大多数喜流水生境鱼类。	雅砻江流域水电开发有限公司与省渔业行政主管部门协调并共建雅砻江干流中下游水产种质资源保护区，严禁生产型的渔业作业。
3、下游东部江河平原鱼类栖息地保护区	锦屏二级坝址以下119km减水河段和官地库区。	保护该区域原有的所有的鱼类，特别是需要长距离漂流的产漂流性卵鱼类，如圆口铜鱼等。重点是保护该河段流水生境。	雅砻江流域水电开发有限公司与相关行政主管部门协调，将原冕宁县雅砻江鲈鲤长丝裂腹鱼省级种质资源保护区升级为冕宁县雅砻江鲈鲤长丝裂腹鱼省级自然保护区，锦屏二级闸址至厂址之间的119km河段全河段划入。实施统一管理。保持河流连通性，禁止围河造地、采砂淘金、人工捕捞、修建水利水电工程等与保护生态无关的工程建设活动。同时，考虑到减水河段减水后，水文情势会发生显著变化，应在深入研究减水河段生境特点以及鱼类自然繁殖所需水文水力学条件的基础上，开展减水河段生态调度和生境修复研究与实践。具体措施详见典型工程——锦屏二级减水河段生态保护规划方案。
二、局部水域栖息地保护规划			
1、重要支流			
(1) 卧龙寺沟（王呷河）	整条支流、牙根一二级保留河段。	裂腹鱼类。	卧龙寺沟不再进行新的开发，对已建梯级和在建梯级采取有效生境修复措施。雅砻江流域水电开发有限公司与省渔业行政主管部门协调并共建雅砻江干流中下游水产种质资源保护区，严禁生产型的渔业作业。
(2) 永兴河保留河段	永兴河新七电站以下至惠民河口13km。	泉水鱼、墨头鱼、中华倒刺鲃、鮡属、原鮡属等流水生境产卵鱼类。	不开发永兴河保留河段和惠民河。建议相关部门申报为雅砻江干流中下游水产种质资源保护区，严禁生产型的渔业作业。
(3) 惠民河	惠民河全段。		建议相关部门发展生态渔业和生态旅游业，加强生态环境保护。
(4) 鳊鱼河支库	鳊鱼河支库。		
(5) 达曲河	整条支流及河口以下5km。	裂腹鱼类、高原鳅、鲃科鱼类等高原鱼类。	不再进行新的开发，对已建梯级采取有效生境修复措施；相关部门申报为雅砻江干流中下游水产种质资源保护区，严禁生产型的渔业作业。
(6) 曲入河	整条支流85km及河口。		不开发曲入河，相关部门申报为雅砻江干流中下游水产种质资源保护区，严禁渔业作业。
(7) 力丘河	力丘河未规划河段(即甲根坝以上		雅砻江流域水电开发有限公司与省渔业行政主管部门协调，协助并共建雅砻江干流中下

名称	保护范围	保护对象及其保护重点	针对性措施
(8) 色物绒沟	干流河段(105.5km)，以及支流色乌绒沟。		游水产种质资源保护区。甲根坝以上干流河段(105.5km)、支流色乌绒沟、力丘河汇口纳入栖息地保护范围；优化已规划梯级决洛、塔坑、金顶梯级的工程设计，建设鱼道；松林梯级建设升渔机；维持河道的连通性。论证过程详见10.4.5典型支流——力丘河生态保护规划方案。
2、干流流水河段、支流与干流的入汇口段	101km库尾变动回水区； 147km减水河段； 44km保留河段(牙根6km保留河段、卡拉至锦屏一级库尾17km不开发河段)；支流与干流汇口段。	流水生境及流水生境产卵鱼类。重点是流水生境产卵鱼类。	采取限制捕捞的保护措施，划定禁渔期和禁渔区。

(2) 流域栖息地总体布局与本工程的相关性分析

根据流域栖息地保护总体布局，牙根一级坝下6km保留河段及其间卧龙寺沟均被纳入局部水域栖息地保护规划范围。

6.4.5.2 栖息地保护范围筛选

(1) 牙根一、二级间6km保留河段生境状况及栖息地保护可行性分析

牙根一级坝址与牙根二级水电站库尾之间保留了约6km的天然河段，其间分布有雅江县城段1处裂腹鱼类产卵场，可为工程河段鱼类生存繁殖提供良好的急流性生境。依据水生生态现状调查结果，该河段渔获物以短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、梭形高原鳅、黄石爬鮡为主，鱼类资源较为丰富。同时，雅砻江左岸一级支流卧龙寺沟从该河段汇入雅砻江，具有较高的保护价值，将成为雅砻江干流上中游鱼类的重要保留生境。

(2) 支流生境状况及栖息地保护可行性分析

牙根一级工程河段相对较大的常年流水性支沟主要包括卧龙寺沟、湾地沟、苦乐沟其格西沟。

牙根一级工程河段支沟基本情况及开发现状统计表

表 6.4-3

入汇河流	支流名称	岸别	距坝址(km)	流域面积(km ²)	多年平均流量(m ³ /s)	河长(km)	比降(‰)	开发现状
雅砻江	卧龙寺沟(坝下保留河段支流)	左岸	5	1108.5	10.97(河口处)	右源王呷河 55.6 左源卧龙寺沟 50.86km	25	原建2座小电站，小水电整改中拆除一座，保留一座
	格西沟	右岸	5	154	2.16	20.64	117	未开发小水电，沟内划定1处集中式饮用水水源地，配套建设雅江县城自来水水厂，另流域内设有格西沟国家级自然保护区
	苦乐沟	左岸	10	157.8	2.27	38.08	53	未开发小水电
	湾地沟	右岸	12	60.1	0.84	13.68	-	未开发小水电，沟内划定1处集中式饮用水水源地，即呷拉镇湾地沟水源地

据调查，在上述支沟中，流量相对较大(5m³/s及以上)、比降相对较小(30‰左右及以下)的支流仅有卧龙寺沟，该条支流鱼类资源相对较丰富；其余支流流量小、比降大，鱼类分布主要以鳅类为主，鱼类资源较贫乏。下面就卧龙寺沟（又名王呷河）作为栖息地保护支流的可行性进行分析。

1) 卧龙寺沟栖息地保护可行性分析

①流域概况

详见本报告4.3.1.2章节内容。

②流域水电开发现状

河段干流（王呷河、卧龙寺沟汇口以下）历史上建设有2座水电站，分别为铁泉电站（1.3MW）和三道桥水电站（0.5MW），均为小型水电站。其余干流及其支流日阿沟、野人沟均未进行水电规划。

A 铁泉电站基本情况

项目名称：雅江县铁泉水电站；

项目业主：国网四川甘孜州电力有限责任公司雅江县供电分公司；

建设地点：雅江县铁泉水电站厂址位于雅江县雅砻江左岸一级支流卧龙寺沟的左岸上，距雅砻江汇口约1km；坝址位于厂房上游约2km的卧龙寺沟上，距雅砻江汇口约3km；

建成时间：雅江县铁泉水电站于1985年正式开工建设，1987年建设完成；

建设规模：雅江县铁泉水电站原装机容量1140KW（2×320KW+1×500KW），设计水头48m，设计引用流量3.1m³/s。2015年开始增效扩容，2017年8月完成装机扩容，实际建成规模1300KW（2×400KW+1×500KW），设计引用流量为3.1m³/s，设计水头48m；

长江经济带小水电清理整改情况：属于整改类，整改内容主要包括完善立项审批文件及落实生态流量下泄措施；

生态流量下泄措施：下泄流量为1.15m³/s，下泄方式为利用泄洪闸门小开度（开度3厘米）进行下泄。根据调查，拦河坝处已设置生态流量下泄监控措施并接入州级在线监测平台，于2020年底通过一站一策整改验收。

工程枢纽布置：进水枢纽包括水坝、进水闸、池水闸、沉砂池、水渠，其中，水坝长24.4m，宽4.2m，高3.1m，溢洪能力120m³/s以上。引水工程包括水渠和隧洞工程，引水渠长1923m，矩形，沉砂池至压力前池之间的渠道宽1.6m，深1.8m，过水能力3.6m³/s。厂房枢纽包括压力前池、泄水、压力管道、发电设备、尾水、升压站等工程。

铁泉电站主要技术经济指标表

表 6.4-4

电 站 名 称	雅江县铁泉水电站
建设地点	雅江县
所在河流	卧龙寺沟
取水口位置	卧龙寺沟
多年平均流量（m³/s）	10.97

电 站 名 称	雅江县铁泉水电站
开发方式	引水式
正常蓄水位（m）	2618
壅水高(m)	1.5
尾水位（m）	2570
利用落差（m）	48
装机容量（万 kW）	0.13
引水线路长（km）	2
生态流量下泄量（m³/s）	1.15



铁泉电站厂房



坝址



取水口（圈示位置）



生态流量监测摄像头（圈示位置）



厂房下游河段（2021 年 6 月）



库区河段（2021 年 6 月）

B 三道桥电站基本情况

项目名称：雅江县三道桥水电站；

项目业主：国网四川甘孜州电力有限责任公司雅江县供电分公司；

建设地点：雅江县三道桥水电站厂址位于雅江县雅砻江左岸一级支流卧龙寺沟的左岸上，距雅砻江汇口约3.6km；坝址位于厂房上游约2km的卧龙寺沟上，距雅砻江汇口约5.6km；

建成时间：雅江县三道桥水电站于1977年正式开工建设，1979年建设完成；

建设规模：电站位于雅江县河口镇三道桥村，采用溢流坝引水式开发，设计水头16m，建成装机规模500KW，工程开发任务主要是发电，无其它综合利用要求；

长江经济带小水电清理整改情况：三道桥水电站被列为退出类，依据收集到的三道桥水电站“一站一策”退出方案，退出整改内容主要包括对机电设备及上网措施进行拆除，电站进水口封堵和水轮机拆除、厂房改造为物资仓库等内容，未要求对电站大坝进行拆除。2020年底，三道桥水电站退出整改方案通过县级验收。



三道桥水电站枢纽区现状（丰水期、2022 年 6 月）



三道桥水电站库区河道现状（平水期）



三道桥水电站厂房现状（2022 年 6 月）



取水口封堵施工

2) 卧龙寺沟生境现状

①流域生境特点

河段主要在高山峡谷中穿行，呈“V”型峡谷，为典型的高山峡谷地貌景观。随着山体走势，河道较窄，蜿蜒曲折。河道坡降大，多呈现阶梯状，水流较急。径流量较小，水体较浅，底石出露。平枯水期水体含沙量较低，清澈透明，底质多为砾石、卵石；而丰水期随着山体黑石基岩被不断冲刷、流失，其河道含砂量较高，水体浑浊，偏黑色。王呷河与卧龙寺沟汇口以上河段河道较开阔，平浅，水体流态分布较均匀，汇口以下河道收窄，坡降增加，水流湍急。

②鱼类种类组成

根据本次水生调查结果，结合文献资料、历史调查成果，卧龙寺沟流域分布有鱼类 10 种，分属于 2 目 3 科 6 属，现场采集到的种类以软刺裸裂尻鱼、斯氏高原鳅等高原鳅属鱼类为主。

鱼类名录

表 6.4-5

目名	科名	属名	种名		保护等级	备注
鲤形目	鳅科	山鳅属	戴氏山鳅 <i>Oreias dabryi</i>	—		*
		高原鳅属	梭形高原鳅 <i>Triplophysa leptosoma</i>	+		
			斯氏高原鳅 <i>Triplophysa stoliczkae</i>	+		
			短尾高原鳅 <i>Triplophysa brevicauda</i>	+		
		泥鳅属	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	+		
	鲤科	裂腹鱼属	短须裂腹鱼 <i>Schizothorax wangchiachii</i>	—	省	*
			长丝裂腹鱼 <i>Schizothorax dolichonema</i>	—	省	*
		裸裂尻鱼属	软刺裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis malacanthus</i>	+		*
鲇形目	鲇科	石爬鲇属	青石爬鲇 <i>Euchiloglanis davidi</i>	—	国	*

目名	科名	属名	种名		保护等级	备注
			黄石爬鮡 <i>Euchiloglanis kishinouyei</i>	—		

注：“省”表示四川省保护种；*表示长江上游特有鱼类；—表示参考资料中卧龙寺沟临近水域记录及本次调查牙根一级坝址至牙根二级坝址间其他支流采集到的种类；+本次调查现场采集到标本。

③渔获物组成

通过现场渔获物调查，共调查到鱼类 5 种，种类组成较单一，其组成以软刺裸裂尻鱼占绝对优势，为卧龙寺沟流域最主要的渔获对象，在该河段渔获物中重量占比达 82.83%，数量占比达 67.32%。

渔获物组成

表 6.4-6

种类	全长 (cm)		体长 (cm)		体重 (g)		百分比 (%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均	尾数	重量
软刺裸裂尻鱼	4.7-22.5	12.6	4.0-19.0	10.6	0.9-71.0	18.2	67.32	82.83
斯氏高原鳅	7.0-15.5	11.2	6.0-13.5	9.7	2.0-19.0	7.9	18.29	9.78
梭形高原鳅	6.0-15.3	10.9	5.3-14.0	9.5	1.0-21.7	7.2	11.67	5.71
高原鳅	10.5-14.5	11.9	9.0-12.5	10.2	6.4-16.9	9.4	1.95	1.23
泥鳅	11.5-13.0	12.3	10.0-11.5	10.8	7.0-10.0	8.5	0.78	0.45
合计							100.00	100.00

④产卵场分布情况

调查到的鱼类均产粘沉性卵。其中，软刺裸裂尻鱼多在砾石底、水清澈，保持流水形态的河滩处产卵。产出的卵呈黄色，带有油脂光泽，壳膜坚韧，入水不膨胀，刚产出的卵遇水具有微粘性，沉入水底或被流水冲到砾石的间隙处发育孵化，孵出的鱼苗多在浅水缓流或回水处觅食。高原鳅类大多产卵于缓流河滩边，卵落入石缝间在水流不断冲击下发育，其对产卵场要求并不严格，一般规模不大，其适宜繁殖场所分布较为广泛。总体而言，这几类鱼对产卵环境要求并不严苛，大多需要浅水河滩，颗粒大小不等的砾石河床，适宜的产卵水温。

卧龙寺沟流域河道弯道的凸岸、变宽的河道等地形条件常形成边滩、心滩，可为鱼类提供产卵繁殖的场所，这类产卵水域在卧龙寺沟流域中广泛的、片段式的分布，其中规模较大的、较明显的适宜裂腹鱼类产卵河段分布范围见下图。



①王呷河三道桥村（坐标：E101°3'40"
N30°3'5"）



②王呷河王呷一村（坐标：E101°6'16"
N30°5'58"）



③王呷河王呷二村（坐标：E101°8'3" N30°7'44"）



④卧龙寺沟八角楼村（坐标：E101°7'30" N30°4'33"）



图 6.4-1 鱼类规模较大的适宜产卵水域位置分布示意图

为实现卧龙寺沟流域的有效保护，经建设单位与甘孜州政府协调，甘孜州政府已同意将其作为牙根一级水电站鱼类栖息地进行保护，不再进行水电开发，详见附件 12。

综合以上分析，卧龙寺沟流域水电开发程度较低，且无后续开发规划，河道生态较好，河道内鱼类资源较丰富，将其作为支流栖息地保护是可行的。

3) 栖息地保护范围筛选

综合以上分析结果可知，本次环评拟将牙根一、二级间保留河段(6km)以及保留河段左岸支流卧龙寺沟全流域作为工程江段鱼类的栖息生境加以保护，与《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》一致。

6.4.5.3 栖息地保护措施

(1) 保护目标

通过对栖息地的严格保护，实施科学的管理，切实保护栖息地内的鱼类资源和自然环境，充分发挥良好的生态环境所产生的生态效益。

(2) 保护对象

根据牙根一级坝下保留河段、卧龙寺沟支流分布的鱼类种类及现场渔获物采集情况，综合确定栖息地保护对象为长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼、青石爬鮡和黄石爬鮡。

(3) 保护措施

1) 总体保护方案

①坝下保留河段

A雅江县城河段

随着近年经济社会发展，雅江县城段已逐步完善了生活污水收集及处理，生活垃圾规范收集等配套的基础设施，入河污染物较小，结合当地以藏民族为主，人为捕捞现象基本没有，总体上雅江县城段社会活动对干流鱼类的影响不大。但考虑到近年来县城河道堤岸等人工防护工程的建设，对卧龙寺沟汇口产卵场有一定扰动，因此拟对卧龙寺沟汇口产卵场进行生境修复或改造，以适应鱼类产卵需求。

B其余河段

牙根一级坝下6km保留河段内，除雅江县城段外其余河段受人为干扰较小，基本维持天然河道状态。从水生生态调查结果来看，保留河段鱼类资源较为丰富，也是保护鱼类主要分布区域。该河段按照“自然恢复为主”的指导思想，暂采用维持目前天然状态、减少人工干预，后期加强巡护监管及加强监测与跟踪评价作为主要保护方案。

②卧龙寺沟

A王呷河及卧龙寺沟汇口以上河段

王呷河及卧龙寺沟汇口以上河段均未进行开发，基本维持天然状态，自然生态环境良好，保护方案和干流保留河段一致。

B王呷河及卧龙寺沟汇口以下至雅砻江汇口段

该河段长约10km，河段内分布有三道桥、铁泉两处挡水坝，对河流生境连通有一定阻隔作用。针对铁泉电站，考虑采取过鱼措施恢复河流连通性；三道桥水电站属于退出类电站，大坝已被废弃，考虑对坝体直接拆除，辅以必要的库区清理、河道整治及生境修复措施，恢复坝址段河流连通性及河流原有自然生境。

2) 连通性恢复措施

①铁泉电站

A 过鱼目标

a 过鱼对象

卧龙寺沟流域内分布有山鳅、短尾高原鳅、梭形高原鳅、软刺裸裂尻鱼、长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、青石爬鮡、黄石爬鮡等鱼类。从鱼类的生活习性及其生活环境看，流水

底层类群有长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼和软刺裸裂尻鱼3种；流水洞缝隙类群有山鳅、梭形高原鳅、短尾高原鳅3种；流水吸附类群有青石爬鮡、黄石爬鮡。可见，卧龙寺沟流域主要鱼类为流水底层类群和流水洞缝隙类群，两者占工程河段鱼类种数的85%以上，这也是工程河段主要的过鱼对象。综合考虑鱼类的过鱼需求、过鱼有效性、过鱼价值，并结合鱼类资源量现状，优化和确定主要过鱼对象为长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼和软刺裸裂尻鱼，兼顾过鱼对象为山鳅、短尾高原鳅、梭形高原鳅和青石爬鮡、黄石爬鮡。

b 过鱼方向

雅砻江中游仅有几种在繁殖、索饵或越冬时随季节变化、水位涨落进行短距离迁移的裂腹鱼类，其迁移行为主要发生在干流与支流间，距离较短。因此，铁泉电站过鱼设施的建设拟在满足主要过鱼对象的短距离迁移需求，促进坝址上下鱼类种群的基因交流。对于上行过坝而言，被阻断迁移通道的鱼类需要上行完成繁殖行为；也或者是原始种群在坝上坝下均有分布，需要进行遗传交流才能维持群体基因库信息的稳定。由于雅砻江中游并未发现主动顺流下行迁移的鱼类，因此，铁泉电站过鱼方向为上行。

c 主要过鱼季节

主要过鱼季节参考主要过鱼对象的繁殖季节确定，裂腹鱼繁殖季节为3~5月，青石爬鮡、黄石爬鮡繁殖季节为5~7月，软刺裸裂尻鱼繁殖季节为8~9月。上行过坝是为满足坝上下群体的遗传交流，建议在过鱼对象产卵期前1个月开展该过鱼对象上行过坝。因此，上行主要过鱼季节主要为每年的2~8月。

B 过鱼方式选择

根据铁泉电站过鱼对象、过鱼方向、过鱼季节等要求，综合比较各种过鱼措施工作原理、应用范围、优缺点及过鱼效果，结合铁泉电站工程地形条件，工程特性，确定铁泉电站采用鱼坡的过鱼方式。

C 过鱼措施设计参数

铁泉电站拦水坝通过修建鱼坡恢复上下游连通性，根据河床形态及电站构筑物布置，初步设计鱼坡长度 62m，坡度为 5%，沿河床中心布设。鱼坡采用 C25 钢筋混凝土结构，池壁顶宽 0.3m，池内净宽 1.5m，高 1.5m，底板厚 0.3m，基础采用 C25 混凝土回填，埋深不小于 0.3m。鱼坡内布置排距 3m 的毛石坎，毛石粒径 0.3~0.5m，形成多个缓流休息区。鱼坡进口采用喇叭口，出口底板高程低于坝顶高程 0.2m，保证水量进入鱼坡，形成一定的水深和流速。

②三道桥电站

为实现卧龙寺沟干流的联通，针对三道桥电站初步拟定了大坝拆除、库区清理、河道整治等措施要求，建议上述措施在牙根一级电站蓄水前完成。

A 大坝拆除

a 拆除内容

依据三道桥水电站退出方案中已完成的工程内容，本次拆除内容主要包括溢流坝坝体及拆除取水口闸门及其启闭机。拆除后的电站闸坝部分将基本与天然河段衔接，可自然过流。

三道桥电站拆除工程量表

表 6.4-7

序号	项 目	单位	热足电站拆除工程量	备注
1	拆除坝体水泥砂浆砌条石	m ³	1400	
2	拆除混凝土	m ³	30	
3	拆除取水口闸门及启闭系统	套	1	
4	弃渣清运	m ³	1430	

b 拆除施工计划

为减少施工附加量，拆除施工安排在枯水时段进行，即 11 月~翌年 3 月，具体时间可根据工程实际需要灵活安排；施工道路从现有国道 G318 道路接施工临时道路进入出渣；闸门、启闭机等金属结构拆除采用人工辅助汽车吊拆除，混凝土、浆砌石等拆除采用手风钻钻孔爆破，拆除渣料和粘土等及清淤采用自卸汽车运渣。

B 库区清理

三道桥电站拆除后，库区河段水文情势将恢复成天然状况，但该电站已建成约 43 年，库区存在一定的淤积情况。为防止电站拆除后河水水量及流速变化对河道天然形态的改变，需将库区内部分淤积的泥沙进行清理，使得电站库区附近河段水流恢复河流自然特性。因此库区清理的主要目的是恢复电站所在的工程河段为天然河道，清理后坝址河段可能出现库岸坍塌，需要对其采用格宾石笼进行生态挡护，同时满足河岸边坡稳定及生境要求。

a 清理原则

因地制宜，目标可行原则，根据不同河段的具体情况和特点，确定合理可行的河道整治方案。

遵循自然原则，利用河流生态系统的自我调节能力，以恢复天然河道为目标，因势

利导的采取相应的人为措施，侧重近自然的河流保护和修复，使水生态系统朝着自然和健康的方向发展。

b 清理方案

三道桥电站库区河道长约 300m，宽 20m~50m，建成已 43 年，库区落淤已有一定的沉积，初步估计淤积深度约为 0.5m~1m，淤积物为卧龙寺沟的泥沙。

库区清理将在电站库区进行，主要采取工程机械采挖的方法。在清淤时，以电站大坝下游天然河道高程作为起点，根据电站所处河段河道天然坡度向库区上游进行清理。

c 施工方案

施工时段：泥沙清理应在电站拆除后枯水期进行，即 11 月~翌年 2 月(避开鱼类的产卵季节)，具体时间可根据工程实际需要灵活安排，但要注意避开雨天。

施工方法：采用机械直接下河作业挖出淤泥，分部分段进行疏浚，长臂挖机配合转土的施工方法。首先在河道淤泥外边一侧挖一条纵向排水沟使河水归槽。用土方堆在槽边形成临时围堰，使少量的河水通过水槽排水。在疏掏时分别自上而下或自下向上依次清理。

由于采用水中清淤，淤泥含水量大，运输过程中容易造成道路及周边环境污染，因此淤泥清出河道后需经过晾晒方可外运。开挖后的淤泥经晾晒后运至工程区左下沟渣场集中堆弃，弃渣运距约 20km。

土方开挖时，为保证施工正常进行，必须做好排水工作。排水采用潜水泵明排的方法，在局部基床一侧设置排水沟和集水坑，使渗出的地下水和流入的地表水汇至集水坑，用水泵抽出基床外，坡顶设截水沟拦截地表水。

C 河道整治

河道整治的主要目的是恢复电站所在的工程河段为天然河道。为减少坝址河段对水生环境和鱼类交流的影响，需进行清理及护岸处理，恢复天然河道。

a 工作内容

电站拆除后，为满足河道行洪要求，需对河道进行清理，对局部边坡进行生态防护，使其恢复原有的生态功能。同时，原有坝址处河道坡度较大，为帮助鱼类上行，需要通过回填减缓河道的坡度。完成整治后需要在相应的区域设置告示牌，严禁破坏河道，保护生态环境。

b 施工方案

施工时间：河道整治在电站坝体拆除后进行，尽量避开汛期和鱼类繁殖季节施工。

施工方法：河道整治过程中土石方采用反铲挖掘机开挖，辅以人工清理，开挖配合自卸汽车运输至左下沟渣场集中堆弃，河道整治过程中弃渣考虑综合运距为 20km。

为增强岸坡防护的自然属性，岸坡防护采用格宾石笼结构，挡墙的块石由市场采购或利用开挖产生的可用料，5t~10t 自卸汽车运输至工程施工区堆存，铅丝由市场采购。施工中采用人工推胶轮车运至工作面，人工制作格宾石笼后，机械吊装到位。

3) 生境修复

①汇口产卵场

A 服务对象及产卵季节

工程河段影响水域鱼类多数产粘沉性卵，仔鱼孵出后在产卵场附近回水区进行索饵。其鱼类资源量也是各种类群中最大。比较典型的有裂腹鱼亚科、条鳅亚科及鮡科等鱼类。因此服务对象确定为裂腹鱼类（四川裂腹鱼、长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、软刺裸裂尻）及以及鮡科鱼类（青石爬鮡与黄石爬鮡）。其中青石爬鮡为国家II级保护动物，同时也是四川省级保护鱼类。四川裂腹鱼、长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼是工程河段的主要经济鱼类，长丝裂腹鱼也是四川省级保护鱼类，软刺裸裂尻为卧龙寺沟流域内主要分布的鱼类。

从产卵季节来看，裂腹鱼类中的四川裂腹鱼、长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼主要产卵期为每年的3-5月，软刺裸裂尻主要产卵期为每年的8-9月，青石爬鮡与黄石爬鮡主要产卵期为每年的5-7月。

B 产卵场生境特征

根据牙根一级河段水生生态专题调查成果及相关论文资料，初步拟定卧龙寺沟汇口产卵场基质、流速、水深的参数要求，具体见表6.4-8。

卧龙寺沟汇口鱼类产卵场生态参数表

表 6.4-8

产卵场名称	产卵鱼类	产卵期	底质	水深 (m)	流速 (m/s)
裂腹鱼类产卵场	四川裂腹鱼、长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼	3~5月	卵石、沙混合(5:1)，卵石粒径30-120mm	0.5-1.5	1.0-2.0
	软刺裸裂尻	8~9月			0.5-1.5
鮡科鱼类产卵场	青石爬鮡、黄石爬鮡	5~7月	块石，粒径0.5-1.0m	0.45~1.0	0.45~1.74

C方案设计

根据鱼类产卵场服务鱼类繁殖所需的关键生态因子，并结合卧龙寺沟入河口及入河

口雅砻江下游江段的自然生境特征，拟定生境修复分三大区块，其中A区鮡科鱼类产卵场，位于卧龙寺沟河口，雅砻江左岸，长度约100m，宽度4-20m，面积约1170m²，主要产卵鱼类为青石爬鮡与黄石爬鮡；B区位于卧龙寺沟河口以下，雅砻江右岸，宽度15-20m，面积约2800m²，主要产卵鱼类为软刺裸裂尻。C区位于卧龙寺沟河口以下，雅砻江左岸，宽度5-15m，面积约1800m²，主要产卵鱼类为四川裂腹鱼、长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼。

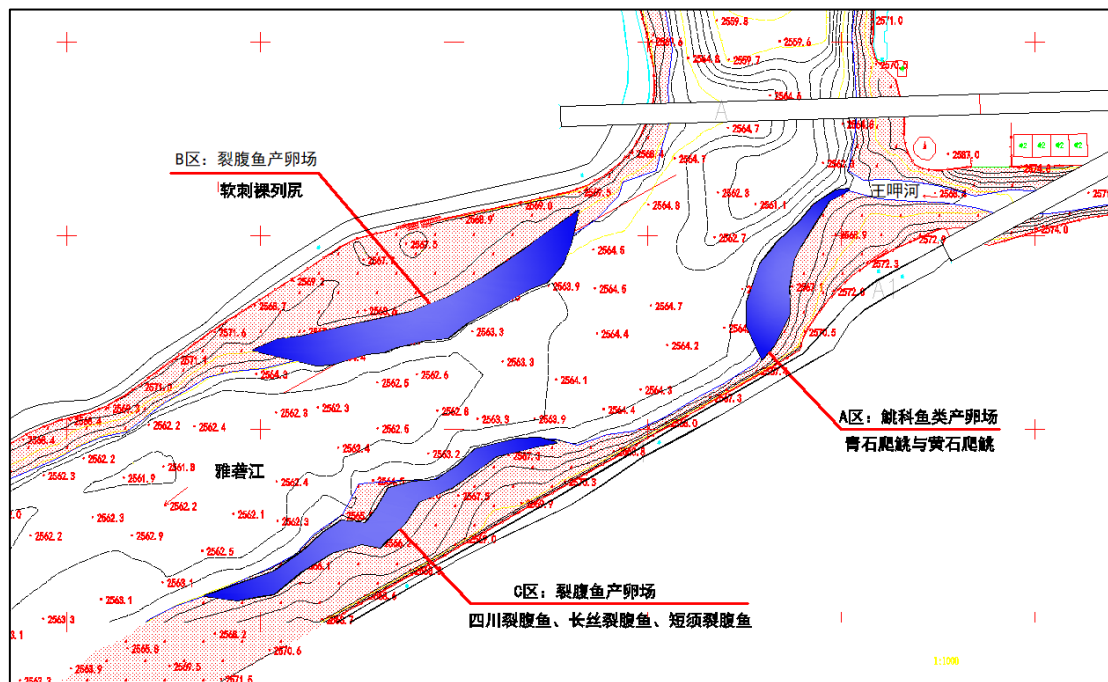


图 6.4-2 卧龙寺沟汇口鱼类产卵场生境修复示意图

A区(鮡科鱼类产卵场)修复方案：根据青石爬鮡与黄石爬鮡主要产卵月份5~7月河道内的水位高程及上述两种鱼类产卵对于水深与流速的需求，结合河滩原地形进行改造修复，最大开挖深度0.4m，在河道内铺设不同尺寸大小的石块、卵石等，形成以中小型卵石为基础河床，其上层散布大中型卵石和岩石的复杂多样的微生境。卵石和岩石的可选择0.5~1.0m大小，边缘相对圆滑，以避免对产卵鱼类造成损伤。修复后产卵区在每年5~7月，水深维持在0.45~1.0m，流速维持在0.45~1.74m/s。

B区(裂腹鱼类产卵场)修复方案：根据软刺裸裂尻在主要产卵月份8~9月河道内的水位高程及上述软刺裸裂尻对于水深与流速的需求，结合河滩原地形进行改造与修复。最大开挖深度0.5m，最大回填深度0.7m。回填材料为砂卵石，卵石粒径为30-120mm，砂石比例为1:5。修复后产卵场在每年8~9月，水深维持在0.5~1.5m，流速维持在0.5~1.5 m/s。

C区(裂腹鱼类产卵场)修复方案：根据四川裂腹鱼、长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼在主要

产卵月份3~5月河道内的水位高程及上述鱼类对于水深与流速的需求，结合河滩原地形进行改造与修复。最大开挖深度0.6m，最大回填深度0.3m。回填材料为砂卵石，卵石粒径为30-120mm，砂石比例为1:5。修复后产卵场在每年3~5月，水深维持在0.5~1.5m，流速维持在1.0~2.0 m/s。

D主要工程量

卧龙寺沟汇口产卵场生境修复措施的主要工程量详见下表。

卧龙寺沟汇口产卵场生境修复措施主要工程量表

表 6.4-9

序号	项目	单位	数量
一	A区产卵场		
1	砂卵石开挖	m ³	562
2	砂卵石回填	m ³	281
3	卵石基质铺设	m ³	351
4	大块石	m ³	200
5	宣传保护牌	个	1
6	维护通道	项	1
二	B区产卵场		
1	砂卵石开挖	m ³	1344
2	砂卵石回填	m ³	1075
3	卵石基质铺设	m ³	924
5	表层河沙敷设	m ³	185
4	大块石	m ³	800
6	宣传保护牌	个	1
7	维护通道	项	1
三	C区产卵场		
1	砂卵石开挖	m ³	864
2	砂卵石回填	m ³	691
3	卵石基质铺设	m ³	594
5	表层河沙敷设	m ³	119
4	大块石	m ³	600
6	宣传保护牌	个	1
7	维护通道	项	1

②三道桥电站坝址区域

连通性措施实施后，对三道桥坝址及库区进行调查评估，在此基础上拟定生境修复方案。可考虑在三道桥原坝址河段上下各人工制造1~2个深水潭，为裂腹鱼提供躲避、觅食、越冬的场所。

4) 跟踪监测

栖息地保护河段监测评估包括生境条件、鱼类资源监测等方面，具体要求详见8.6章节内容。

5) 栖息地保护管理

牙根一级水电站鱼类栖息保护地的监督管理由四川省农业行政主管部门负责。栖息地保护的日常管理和执法工作由栖息地所在的雅江县农业行政主管部门负责，建设管理费用由牙根一级水电站建设单位负责出资，主要工作职责包括：

①对所管辖的鱼类栖息地进行巡护，依法开展渔政执法工作，调查处理影响栖息地保护功能的事件，及时向环境保护部门和渔业行政主管部门报告重大事项。其中，在鱼类繁殖期(每年3月至9月)加强巡护，禁止一切影响、干扰鱼类繁殖活动的行为。

②为珍稀特有鱼类如长丝裂腹鱼、青石爬鮡、短须裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼和黄石爬鮡等创造良好的自然生态环境，使其能在较好的生存条件下繁衍生息，逐步扩大种质资源和种群数量，达到增殖资源的目的。

③充分利用栖息地的鱼类资源，结合两河口鱼类增殖站的科研实验功能，研究长丝裂腹鱼、青石爬鮡、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼、裸腹叶须鱼和黄石爬鮡等珍稀特有鱼类的活动规律、数量变化和生物学特征等，为天然增殖和移养驯化提供科学依据；同时对上述珍稀特有鱼类进行移养驯化和人工繁殖技术研究，逐渐达到全人工繁殖，并形成规模化生产，为人工增殖放流上述珍稀特有鱼类提供优质的大规格鱼种，并为科学研究、教学提供科学实验材料和基地。

④宣传有关保护珍稀特有鱼类的法律知识，扩大影响面，提高广大群众对珍稀特有鱼类的保护意识和自觉性，增强全社会的法律意识，实现与社区共管。同时，考虑到该区域沿河藏民族具有不捕杀和食用鱼类的宗教信仰，因此应发挥宗教作用，增强宣传效果。

⑤结合《长江十年禁渔计划》要求，鱼类栖息地保护区全年禁渔，在栖息保护地内实行严格管理，尤其要加强对鱼类产卵场、索饵场和洄游通道的管理和保护。后续需协调当地政府加强渔政执法能力建设，严厉打击非法捕捞行为，确保“禁渔令”落地见效。

6.4.5.4 下阶段工作建议

开展栖息地保护总体规划设计工作，深化鱼类栖息地连通性恢复、生境修复、跟踪评价及监测等措施，完善相应设计方案。

6.4.6 过鱼

6.4.6.1 过鱼措施的必要性

(1) 维持河流生态系统的连通性、河流的遗传及生物多样性的需求

牙根一级水电站为雅砻江中游规划的第二个梯级电站，上游为两河口水电站，下游为牙根二级水电站。牙根一级水电站坝址位于雅江县城上游约5km处，电站建成后，大坝将对该河段鱼类造成阻隔影响。

工程建成后，由于大坝的阻隔，完整的河流环境被分割成不同的片段，削弱了河流作为生物和营养元素交流廊道的功能。鱼类生境的片段化和破碎化导致形成大小不同的异质种群，种群间基因不能交流，使各个种群将受到不同程度的影响。种群数量较大的鱼类，群体间将出现遗传分化；种群数量较少的物种将逐步丧失遗传多样性，危及物种长期生存，导致种群灭绝的概率增加。加之下游流域梯级开发的逐步实施，河流将被连续的梯级阻隔，河流生境片段化，阻隔的影响会更严重。

工程建成后，鱼类下行虽受到阻碍，但未被阻断，鱼类可能通过泄洪设施到达坝下，受精卵、仔幼鱼通过水轮机组下坝也会有一定的成活率。相对来说，大坝建设后，基本阻断了坝下鱼类上溯的可能，坝上江段部分不能在库区以上水域完成其全部生活史的鱼类如果长期难以获得下游种群的有效补充，将可能退出现有分布区。

因此，为了恢复江河水生群体之间的天然联系和减缓对鱼类阻隔的影响，修建过鱼设施将使牙根一级工程所产生的阻隔影响得到有效的缓解。

(2) 法律法规及其它相关文件要求

1) 《中华人民共和国水法》第二十七条规定：“在水生生物洄游通道、通航或者竹木流放的河流上修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼、过船、过木设施。或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施，并妥善安排施工和蓄水期间的水生生物保护、航运和竹木流放，所需费用由建设单位承担”。

2) 《中华人民共和国渔业法》第三十二条规定：“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。主要补救措施包括修建过鱼措施、开展人工增殖放流、加强生态环境监测、加强渔政监督和监管。

3) 根据《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》审查意见，“保证研究河段鱼类基因交流和关键生境的功能完整性，依法承担电站建设和

运行造成对鱼类影响的责任，采取鱼道、升鱼机、鱼类增殖放流、鱼类栖息地保护等补救措施.....后续梯级电站中牙根一级水电站重点研究鱼道过鱼设施，其它待建梯级应结合鱼类过坝能力、地形、枢纽布置格局等条件，研究采取鱼道、升鱼机等不同过坝方式的适宜性，并落实过鱼设施建设.....”。

4) 《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》水生生态影响和减缓措施章节明确“拟建的牙根一级电站采用鱼道的过鱼方式”。

综上所述，牙根一级水电站修建过鱼设施是非常必要的。

6.4.6.2 过鱼方向需求

(1) 鱼类洄游习性

在雅砻江中游未发现长距离洄游的种类，也不存在通常意义上的江湖半洄游鱼类。仅有几种在繁殖、索饵或越冬时随季节变化、水位涨落进行短距离迁移的裂腹鱼类，其迁移行为主要发生在干流与支流间，距离较短。

(2) 上行需求分析

牙根一级水电站过鱼设施的建设拟在满足主要过鱼对象的洄游需求，促进坝址上下鱼类种群的基因交流。对于上行过坝而言，被阻断洄游通道的鱼类需要上行完成繁殖行为；也或者是原始种群在坝上坝下均有分布，需要进行遗传交流才能维持群体基因库信息的稳定。

当鱼类处于繁殖期时，部分鱼类有短距离逆流上溯产卵的习性，因而可根据逆流而上的习性来设计过鱼设施，从而促进基因交流。

(3) 下行需求分析

1) 主动下行

对于成鱼而言，由于雅砻江中游并未发现主动顺流下行洄游的鱼类。此外，牙根一级水电站建成以后，库区水域面积扩大，初级生产力上升，环境容纳量增加，一定程度上可以满足部分多次繁殖个体再次发育成熟的需要，这部分剩余产卵群体下行过坝的必要性较低。

2) 被动过坝

对于鱼卵而言，牙根一级工程河段分布鱼类均为产粘、沉性卵种类，不存在受精卵被动漂流过坝问题。

对于幼鱼而言，幼鱼可能会因为游泳能力不足而被水流被动推往下游，待下游生长

成熟后再重新上行洄游进行繁殖。但是考虑到牙根一级水电站建成以后，上游形成库区，水流流速相对原天然流速大大降低，因此幼鱼是否会被较低流速冲至下游目前未知。即使有可能在库区缓慢下行过程中发育成熟，在抵达坝前的情况下即开始上行洄游。

本工程采用坝身泄洪，部分幼鱼个体可能被动推流到坝前泄洪闸附近，但是本工程过鱼对象均为底层裂腹鱼类，幼鱼被水流推入泄洪闸的几率很小。

3) 基因交流

从基因交流角度分析，由于牙根一级水电站上、下梯级两河口以及牙根二级水电站都将考虑过鱼措施，因此，基因交流的问题可以通过多梯级联动过鱼的方式得到解决。另外两河口鱼类增殖放流站考虑了牙根一级河段主要鱼类的增殖放流需求，且本工程过鱼设施设计了上行措施，也可以在一定程度上解决基因交流的问题。因此，本河段因为基因交流考虑鱼类下行意义也不明显。

综上所述，本工程鱼类主动下行需求不明显，幼鱼被动下行过坝几率及死亡率很低，而且上下游鱼类基因交流必要性不高，因此，本工程不考虑鱼类的下行措施。

6.4.6.3 过鱼对象和过鱼季节

(1) 过鱼对象

牙根一级水电站工程河段共有14种鱼类，总体上都属于急流水型鱼类，这是与评价区急流险滩较多的水环境相适应的。从鱼类的生活习性及其生活环境看，流水中、下层类群有短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼和软刺裸裂尻鱼5种；流水洞缝隙类群有戴氏山鳅、梭形高原鳅、短尾高原鳅、拟细尾高原鳅和斯氏高原鳅5种；流水吸附类群有西昌华吸鳅、青石爬鮡和黄石爬鮡3种，静水洞穴生态类群主要有泥鳅1种。可见牙根一级水电站工程河段的主要鱼类为流水底层类群和流水洞缝隙类群，这也是工程河段主要的过鱼对象。

综合考虑本工程鱼类的过鱼需求、过鱼有效性、过鱼价值，并结合鱼类资源量现状，确定本工程的主要过鱼对象为长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、短须裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼和青石爬鮡，兼顾过鱼对象为戴氏山鳅、斯氏高原鳅、短尾高原鳅、梭形高原鳅、拟细尾高原鳅、泥鳅、西昌华吸鳅和黄石爬鮡。

(2) 主要过鱼季节

本工程过鱼设施的主要目的是促进坝上、坝下鱼类遗传交流，因此，重点应保证主要过鱼对象在繁殖季节的过坝需求。因此，上行主要过鱼季节参考主要过鱼对象的

繁殖季节确定，根据水生生态调查成果，主要过鱼对象的繁殖季节见表6.4-8。上行过坝是为满足坝上下群体的遗传交流，建议在各过鱼对象的繁殖期开展过鱼工作，上行过鱼季节为每年的3月~9月。另外考虑到本工程采用坝身泄洪，汛期泄洪时段坝下河段流场十分紊乱，不适合诱鱼、集鱼。因此本工程在泄洪时段不考虑过鱼。

主要过鱼季节选择表

表 6.4-8

过鱼对象	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
四川裂腹鱼												
长丝裂腹鱼												
厚唇裸重唇鱼												
短须裂腹鱼												
软刺裸裂尻鱼												
青石爬鮡												
过鱼季节										10	11	12
注：其中			主要过鱼季节					繁殖期				

6.4.6.4 过鱼规格

主要过鱼对象体长是设计过鱼设施的重要依据，鱼类通过鱼道的游泳能力与感应流速与个体大小关系密切。牙根一级过鱼设施是为保障繁殖群体的上溯，促进遗传交流，减少后期死亡率从而对基因库形成有效补充，因此以繁殖阶段的个体为主要对象进行设计。同时繁殖阶段的个体也具有更明显的趋流上溯习性。

在具体设计参数过程中，主要过鱼对象的最小性成熟体长可以作为集鱼系统结构与流速的依据。裂腹鱼类最小性成熟体长0.09 m，最大个体体长0.46 m，因此上行主要过鱼对象体长范围为0.09 m~0.46 m。牙根一级过鱼种类的常见个体体长范围与最小性成熟年龄与规格见表6.4-9。

牙根一级主要过鱼种类的常见个体体长范围与最小性成熟年龄与规格

表 6.4-9

种类	雌鱼最小性成熟年龄	雌鱼最小性成熟体长m	雄鱼最小性成熟年龄	雄鱼最小性成熟体长m	参考文献
长丝裂腹鱼	4	0.26	--	0.11	内部资料
四川裂腹鱼	5	0.34	3	0.23	陈永祥等, 1997
厚唇裸重唇鱼	6	0.31	6	0.27	姜忠玉等.2012
软刺裸裂尻	4	0.09	3	0.14	丁瑞华, 1994

6.4.6.5 过鱼方案选择

(1) 过鱼设施类型

过鱼设施的类型主要有仿自然旁通道、鱼道、鱼闸、升鱼机、集运鱼系统等，是洄游性鱼类穿越大坝、上溯产卵的通道。本工程根据牙根一级电站主体工程布局格局及运行特点，借鉴国内外各种过鱼设施的特点，对不同过鱼措施进行比选，以期选择适合的过鱼设施。

1) 仿自然旁通道

仿自然旁通道是在岸上人工开凿的类似与自然河流的小型溪流，通过溪流底部、沿岸由石块堆积成的障碍物的摩阻起到消能减缓流速的目的。仿自然旁通道的优势在于过鱼对象较广泛，鱼类比较容易找到入口，过鱼效果较好。其劣势主要是由于仿自然旁通道坡度相对较小，所需空间大，长度较长，一般运用在上下游水位差不大的工程上。



仿自然旁通道

2) 鱼道

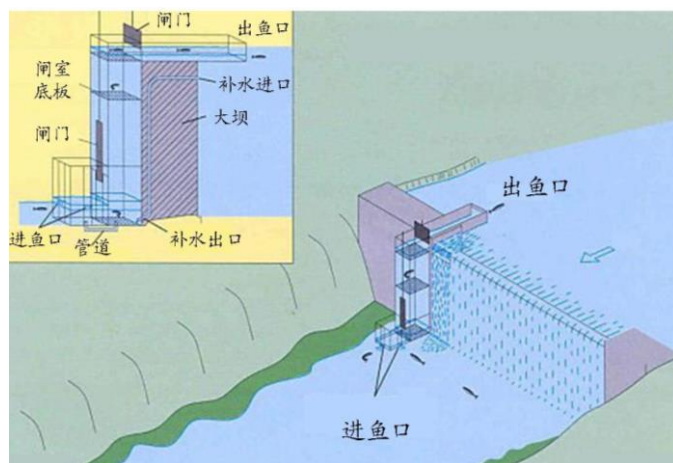
鱼道通常是通过设置隔板将上下游水位差分为若干级，利用消能减速以及控制水流量和缩短鱼道长度等措施来创造适合于鱼类上溯的流态，一般适用于低水头的水利枢纽，在我国运用较多，工艺技术相对成熟。鱼道优势在于不需要人工操作，可以持续过鱼，因此运行费用低。其缺点是鱼道设计长度一般较长，设计难度高，造价高。



鱼道

3) 鱼闸

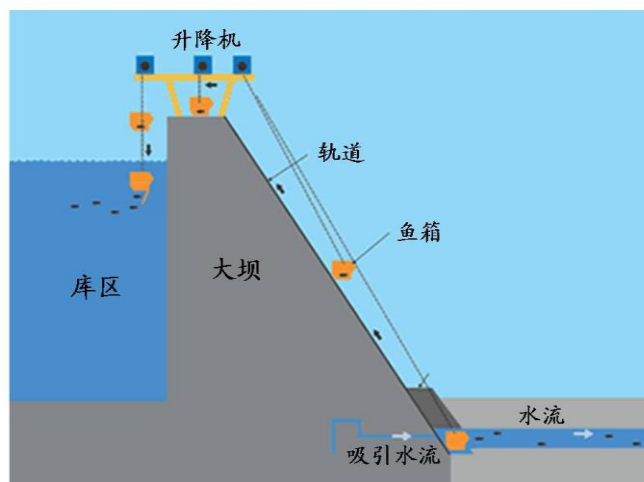
鱼闸的运行方式与船闸相似，鱼类在闸室凭借水位的上升，不必溯游便可过坝。鱼闸适合于中、高水头的大坝。鱼闸的优点在于它占地少，鱼类不必克服水流阻力即能过坝。其缺点是鱼闸不能连续过鱼，工程难度大，需要进行机械操作，所以过鱼量不是很多；另外，该技术需配套较多的机电设备，维修费用较高。因此，鱼闸仅适用于过鱼量不大的枢纽。



鱼闸

4) 升鱼机

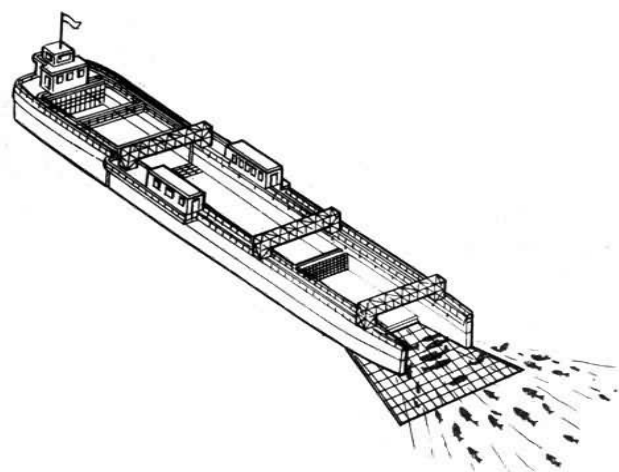
升鱼机是利用机械升鱼和转运设施过坝，适用于高坝和库水位变幅较大的枢纽过鱼，也可用于较长距离转运鱼类。这种过鱼方式具有投资省，占地少，灵活性好，便于在水利枢纽集中布置的特点，在重要鱼类的繁殖季节可以有针对性地捕获亲鱼，将它们放置于适合生活的区域。缺点是不能连续过鱼，且提运时间长，不利于大批鱼类过坝，机械设施结构复杂，发生故障的可能性较大，运行管理费用偏高。



升鱼机

5) 集运鱼系统

集运鱼系统主要包括集鱼设施和运输设施。集运鱼船机动灵活，可在较大范围内变动诱鱼流速，可将鱼运往上游适当的水域投放，与枢纽布置无干扰，适用于已建有船闸的枢纽补建过鱼设施。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。



集运鱼船

(2) 过鱼设施的选择

仿自然通道在鱼类适应能力和过鱼能力上有其优势，但牙根一级最大坝高68.8m，工程地处高山峡谷地带，施工布置场地有限，故完全布置仿自然通道不可行，可考虑仿自然通道+鱼道结合的布置形式。

鱼道过鱼连续，长度较仿自然通道略短，近年来在国内外应用较多。牙根一级水电站最大坝高68.8m，坝址为峡谷河段，河谷狭窄，沿岸陡峭，按现有枢纽布局，左岸坝肩

及沿岸有布置鱼道的空间。如果对目标鱼类的持续游泳能力加以测试，按目标鱼类的特征参数设计良好的鱼道形式、休息池、进出口和诱鱼设施，采用鱼道过鱼是可行方案。

鱼闸和升鱼机适于高坝过鱼，能适应库水位的较大变幅，牙根一级上下游最大水位差26.59m，并非高坝大库工程，采用鱼闸和升鱼机过鱼无明显优势。且鱼闸和升鱼机常布置在厂房和溢流坝段之间，牙根一级水电站枢纽布局紧凑，无鱼闸布置空间。因此不宜采取鱼闸和升鱼机过鱼方案。

集运鱼设施受地形、地质干扰小，设施安全运行的保证率较高，适合各种体形的鱼类通过，集、放鱼位置放鱼位置选择相对灵活，适用于各类工程，但牙根一级放流需结合两河口放流船放流，运输距离长，转运过程较多，放流限制较多，因此本工程不宜采用集运鱼设施。

因此，经初步比较，鱼道和鱼道+仿自然通道结合两种方案可作为本工程过鱼推荐方案进行进一步的比选。

过鱼设施方案比选表

表 6.4-10

编号	过鱼设施	优点	缺点	适用范围	是否适用本工程
1	仿自然旁通道	①过鱼对象较广泛； ②过鱼效果较好。	①坡度相对较小； ②所需空间大； ③长度较长。	低水头	适用
2	鱼道	①操作较为方便； ②运行费用低。	①鱼道设计长度一般较长； ②设计难度高； ③造价高。	低水头	适用
3	鱼闸	① 占地少； ② 鱼类不必克服水流阻力即能过坝。	① 不能连续过鱼； ② 需要进行机械操作，过鱼量不多； ③ 维修费用较高。	中、高水头	不适用
4	升鱼机	① 投资省； ② 占地少； ③ 灵活性好。	① 不能连续过鱼； ② 机械设施结构复杂，发生故障的可能性较大； ③ 运行管理费用偏高。	中、高水头	不适用
5	集运鱼系统	① 机动灵活，可在较大范围内变动诱鱼流速； ② 与枢纽布置无干扰	① 运行费用大； ② 诱集底层鱼类较困难，噪音、振动及油污也影响集鱼效果。	中、高水头	不适用

牙根一级水电站自右岸至左岸依次布置右岸储门槽坝段、泄洪冲沙闸坝段、河床式厂房、左岸挡水坝段。考虑到为吸引鱼类顺利进入过鱼通道，过鱼通道的入口一般建在电站尾水下游，过鱼通道推荐布置在左岸。鱼道1#进口至2#进口段布置在尾水出口处，2#至3#进口段布置在尾水出口左侧岸坡上，岸坡与进厂公路横向距离约15m，单条仿自然通道顶宽至少需约10m，过鱼通道需转向上游布置，两条仿自然通道至少20m净宽，

进口段及中间段均不具备建造仿自然通道的条件。根据数值模拟成果，右岸鱼道出口高程与坝顶高程相比，相对较低，从4#出口以上至1#鱼道出口，鱼道净高差约5~10m，相应仿自然通道的顶宽约16.5~31.5m，仿自然旁通道布置所需空间大，右岸坝上河段不具备仿自然旁通道布置空间，若强行开挖边坡形成仿自然旁通道空间，则工程量巨大，对自然边坡稳定也不利。因此根据主体工程布置特点和工程河段特点，本阶段过鱼设施推荐采用鱼道过鱼方式。

6.4.6.6 鱼道工艺设计

鱼道由进口、池室、休息池、出口、观测研究室、补水系统、闸门、防护栏及附属设施等部分组成。鱼道通过水池间设有隔板，将过坝高度分解成多个较小的落差，形成一系列水池，相邻池间水流通过竖缝实现消能。鱼道池室型式选用垂直竖缝式。

(1) 设计水位、流速

牙根一级水电站共安装3台单机10MW的贯流式水轮发电机组，单机引用流量 $538.83\text{m}^3/\text{s}$ 。牙根一级水电站与下游牙根二级水电站未衔接，其间有约6km左右的天然河道。该河段分布有雅江县城，需下泄一定生态流量，以满足该河段景观生态需求。根据主体工程设计成果，牙根一级水电站通过单台机组带基荷运行的方式满足生态流量泄放要求，单机机组额定工况最小出力对应的发电流量为 $211\text{m}^3/\text{s}$ 。因此牙根一级鱼道运行低水位为单台机组额定工况最小出力发电流量 $211\text{m}^3/\text{s}$ 对应的坝下水位2577.4m；运行最高水位为3台机满发时引用流量 $1617\text{m}^3/\text{s}$ 对应的坝下水位2581.4m，因此将2577.4m~2581.4m作为鱼道进口设计水位。

牙根一级工程水库正常蓄水位2605.00m，死水位为2598.00m，牙根一级为日调节电站，库区水位在2598.00~2605.00m变幅，本工程选取在2598.00~2605.00m为鱼道出口的设计水位。

鱼道的设计流速主要根据主要过鱼目标的克流能力而定，根据文献资料调研以及《四川省雅砻江两河口水电站过鱼系统工程鱼类生态学试验研究成果报告》，拟定牙根一级鱼道设计流速如下：

鱼道进口：可行的流速范围为 $0.1\text{m/s} \sim 1.2\text{m/s}$ ，最优范围为 $0.8\text{m/s} \sim 1.0\text{m/s}$ 。

竖缝： $0.8\text{m/s} \sim 1.0\text{m/s}$ 。

鱼道内部各池室的流速： $0.1\text{m/s} \sim 1.2\text{m/s}$ 之间较为适宜。

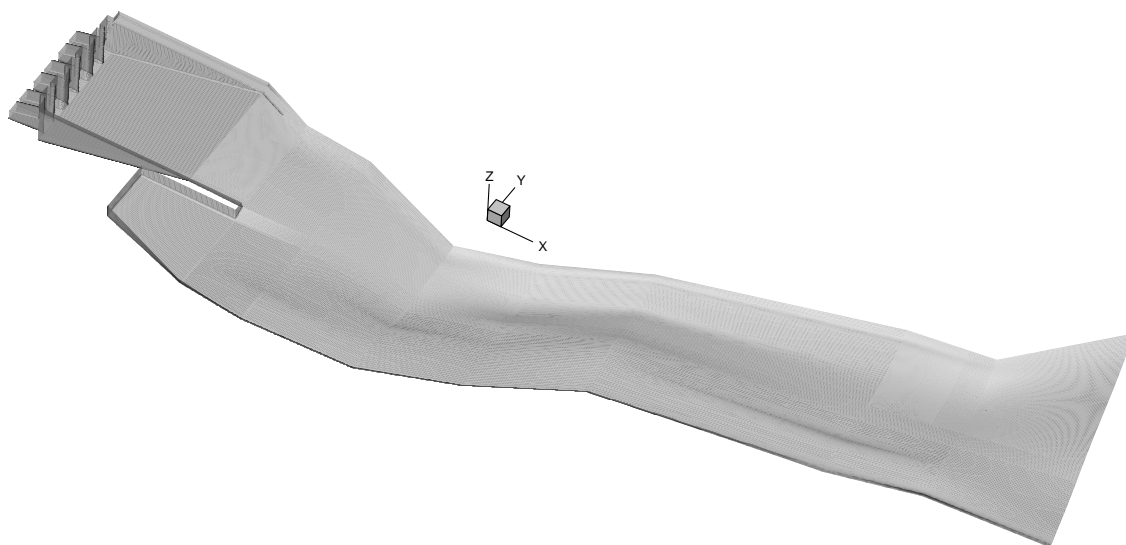
(2) 鱼道进口设置

1) 流场数值模拟

为选择合适的进鱼口位置，本阶段对电站尾水出口河段的流场进行了三维数值模拟。

①模拟范围

计算区域包括厂房尾水出口、尾水渠、下游河道，全长约800m，如下图所示。图中人工建筑物及河道天然地形建模采用原型数据资料，河道最低高程为2563.0m，X坐标与坝轴线垂直，Y坐标与坝轴线平行，Z坐标代表高程。



牙根一级水电站下游河道三维流场数值模拟计算区域

②模拟工况

模拟工况条件见下表所示。

牙根一级水电站下游河道计算工况

表 6.4-11

序号	电站工况		出库流量 (m ³ /s)
1	一台机组额定工况最小出力	1#	211
2	一台机组额定工况最小出力	3#	211
3	1台机满发状态	1#	538.83
4	1台机满发状态	3#	538.83
5	3台机满发状态	全部机组	1617

③模拟成果

图示结果分别为不同计算工况下，计算区域内水面及尾水渠纵剖面图计算流场情况，其中，平面图为水下1.0m位置流速矢量分布，考虑到牙根一级水电站鱼道方案初

步设计为尾水渠左右两侧，因此纵剖面图选取为1#工作机组左侧尾水管中轴线断面、3#工作机组右侧尾水管中轴线断面为代表断面。

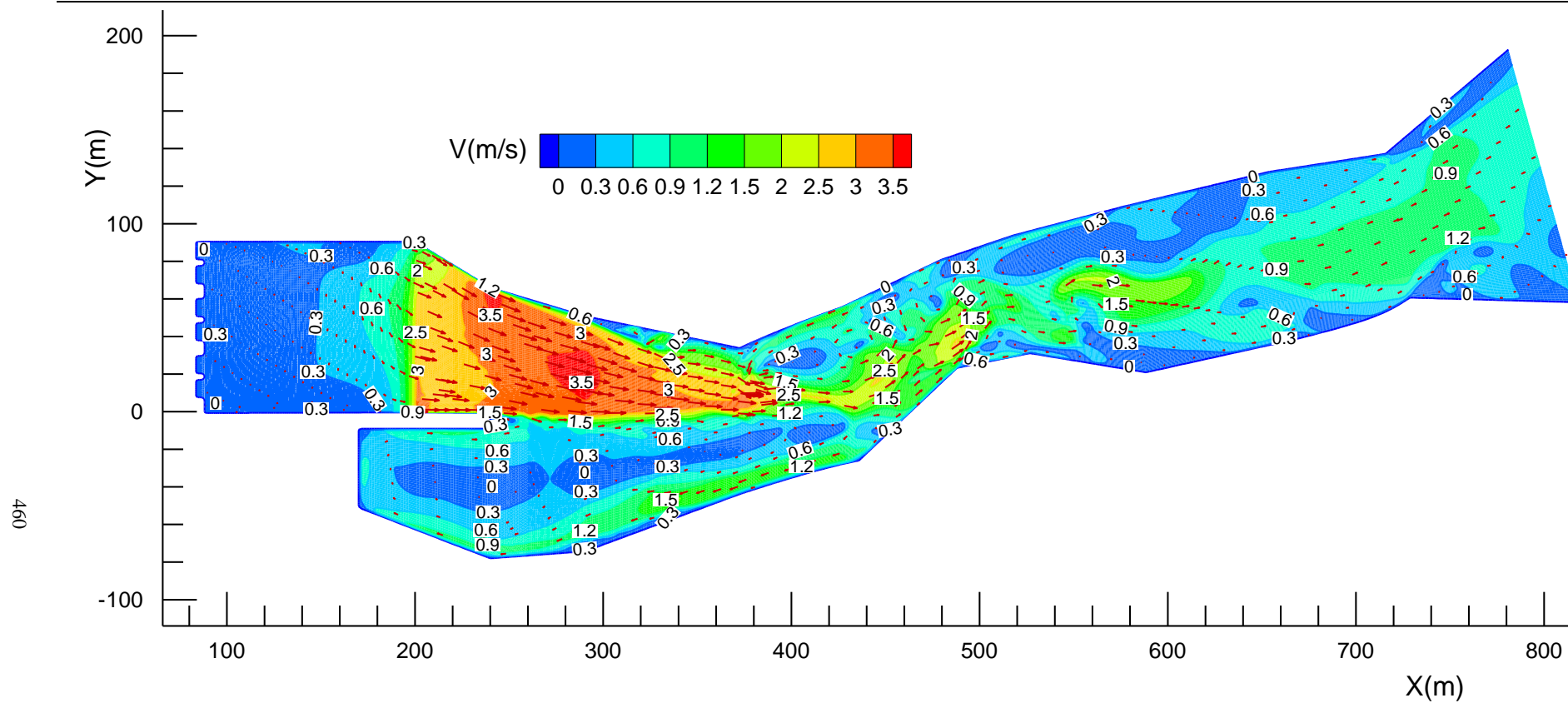


图 6.4-2 1#机组开启，额定工况最小流量 $211\text{m}^3/\text{s}$ ，尾水渠及下游河道表层流场

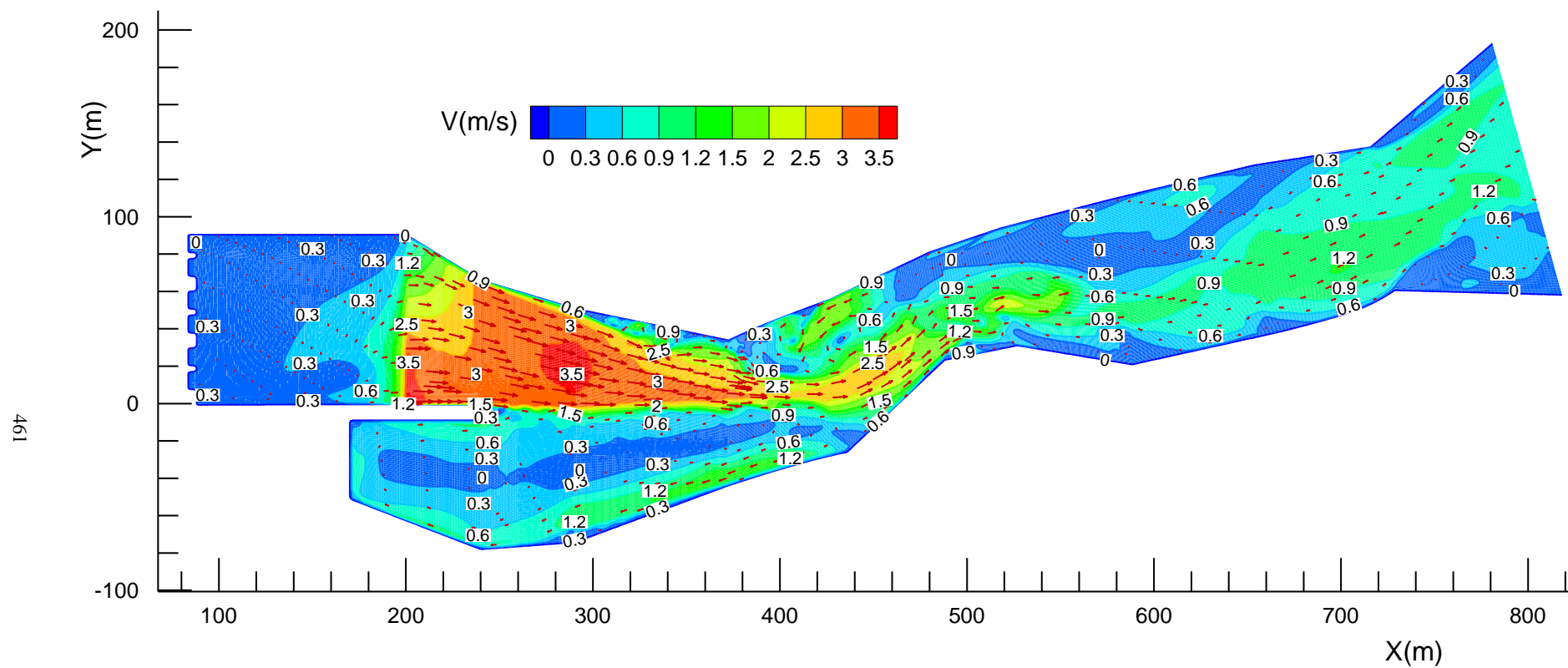


图 6.4-3 3#机组开启，额定工况最小流量 $211\text{m}^3/\text{s}$ ，尾水渠及下游河道表层流场

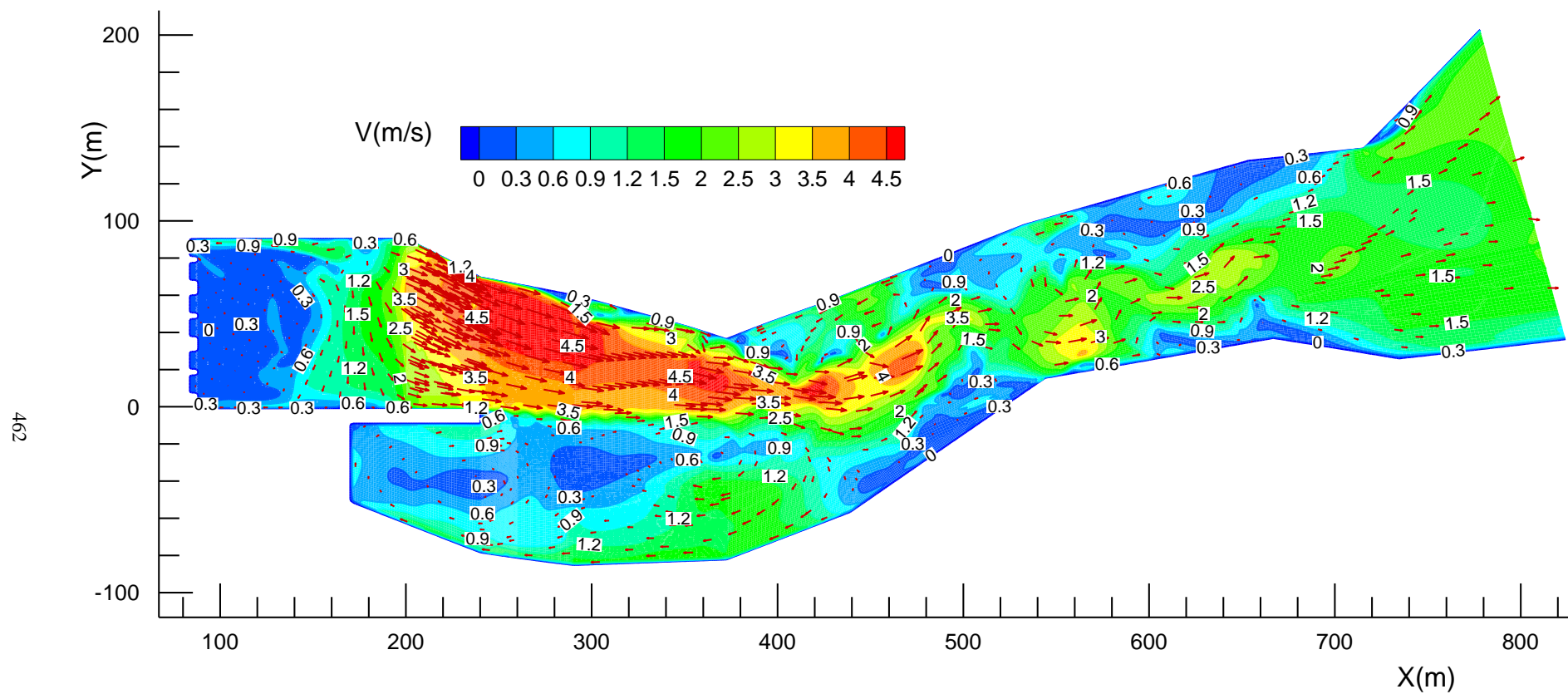


图 6.4-4 1#机组开启, 满发流量 $538.83\text{m}^3/\text{s}$, 尾水渠及下游河道表层流场

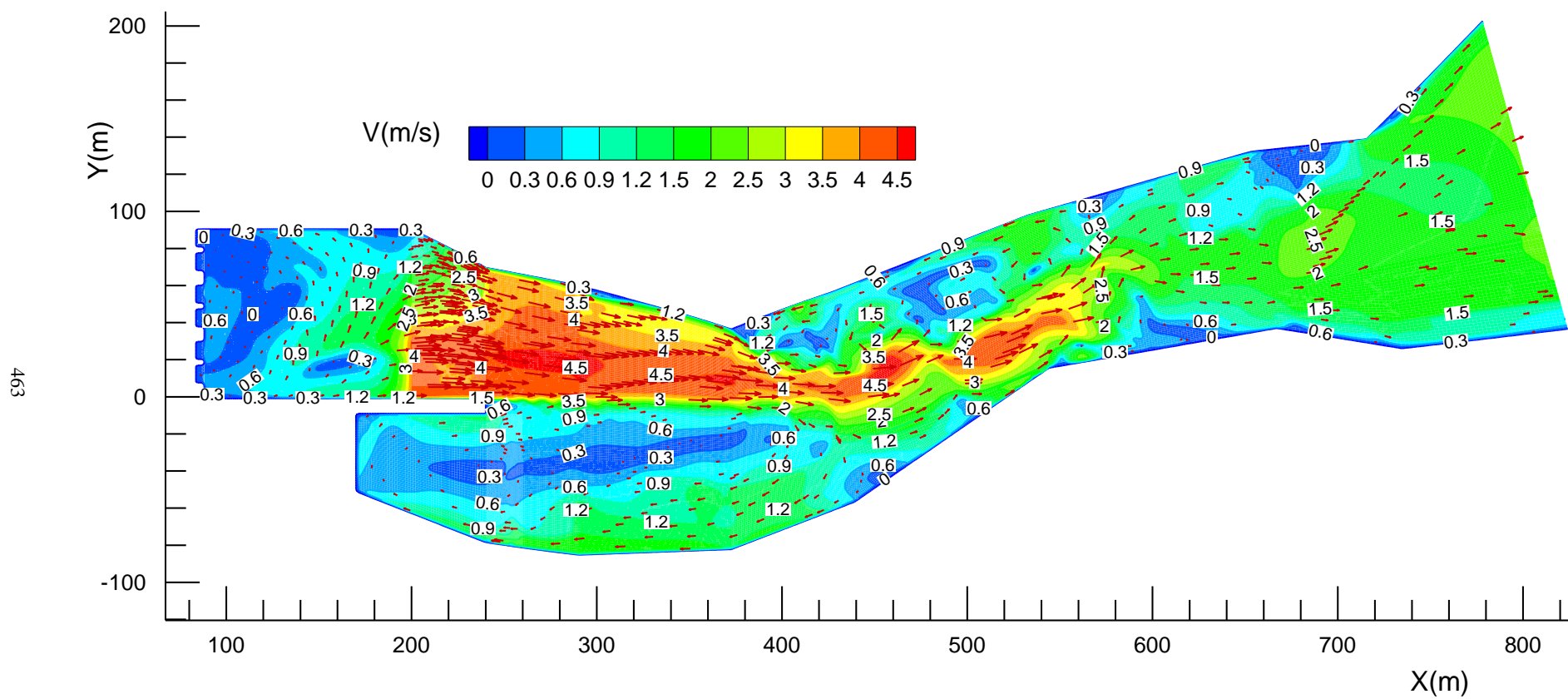


图 6.4-5 3#机组开启，满发流量 $538.83\text{m}^3/\text{s}$ ，尾水渠及下游河道表层流场

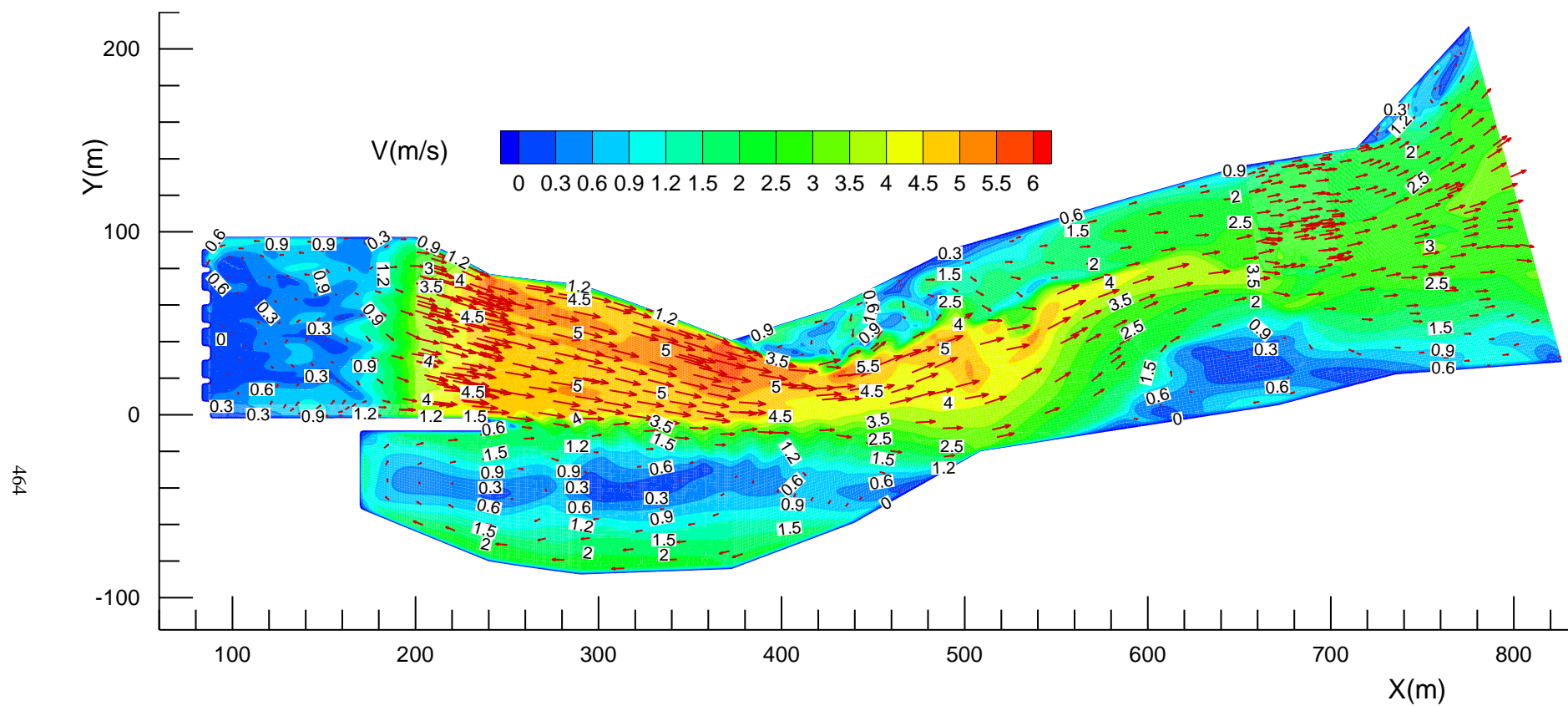


图 6.4-6 1#+2#+3#机组开启, 满发流量 $1617\text{m}^3/\text{s}$, 尾水渠及下游河道表层流场

从各工况流场数值模拟成果来看：牙根一级水电站运行过程中，尾水渠内流态较为复杂，存在不同程度的竖向旋流或横向回流。1台机组运行时，尾水渠末端存在低流速区，鱼类可以顺利上溯到尾水渠末端；当3台机组运行时，尾水渠末端流速大于1.5m/s，鱼类上溯到尾水渠末端存在阻力。受纵向导墙及天然地形条件影响，下游河道内流速值较大，但左、右岸岸边流速相对较小，为0.3~1.2m/s，不影响鱼类上溯。

2) 鱼道进口设置

根据坝下流场分析，并结合坝下水位变幅情况。牙根一级水电站鱼道拟设置三个进口，出图位置及高程见表6.4-12。

牙根一级水电站鱼道进口设置

表 6.4-12

进口	底板高程 (m)	适应水位范围 (m)	水深 (m)
1#	2576.4	2577.4~2578.4	1.0-2.0
2#	2577.4	2578.4~2579.9	1.0-2.5
3#	2578.9	2579.9~2581.4	1.0-2.5

(3) 鱼道池室尺寸

1) 竖缝宽度

竖缝宽度与鱼类个体大小、池室大小、消能效果、流速控制、水位落差等因素有关。为使垂直竖缝可以满足多数鱼类的通过需求，一般要求竖缝式鱼道的竖缝宽度不小于过鱼对象体长的1/2。根据本工程过鱼对象体型特点，鱼道最小竖缝宽度取0.3m。

2) 鱼道宽度

池室宽度主要由竖缝宽度以及过鱼量、过鱼种类、个体大小决定；过鱼量越大，过鱼个体越大，鱼道宽度要求越大。国外鱼道宽度多为2m~5m，国内鱼道宽度多为2m~4m，如我国湖南洋塘鱼道宽度为4m，广西长洲鱼道宽度为5m。根据本工程过鱼对象体型特点，池室宽度取2.0m。

3) 池室长度

池室长度与水流的消能效果和鱼类的休息条件关系密切，同时也直接影响鱼道的全长。较长的池室，水流条件较好，休息水域较大，对于过鱼有利。同时，过鱼对象个体越大，池室长度也应越大。为保证池室内的流态及缓流区的面积，一般池室长度/池室宽度取1：1.2~1.5。

根据《New designs vertical slot fishways》关于第18种鱼道型式研究成果，池室长度和

竖缝宽度的比例关系为10:1, 综合考虑鱼道内流态以及过鱼量需求, 本工程池室长度取3m。

4) 鱼道深度

鱼道水深主要视过鱼对象习性而定, 底层鱼和体型较大的成鱼相应要求水深较深, 国内外鱼道运行水深一般为1.0m~3.0m。本工程过鱼对象多喜浅水砾石生境, 结合上下游水文资料, 确定鱼道正常运行水深设计为1.0m~3.0m, 池室深度设计为3.5m, 以防止鱼道运行时水流波动外溢。

5) 休息池

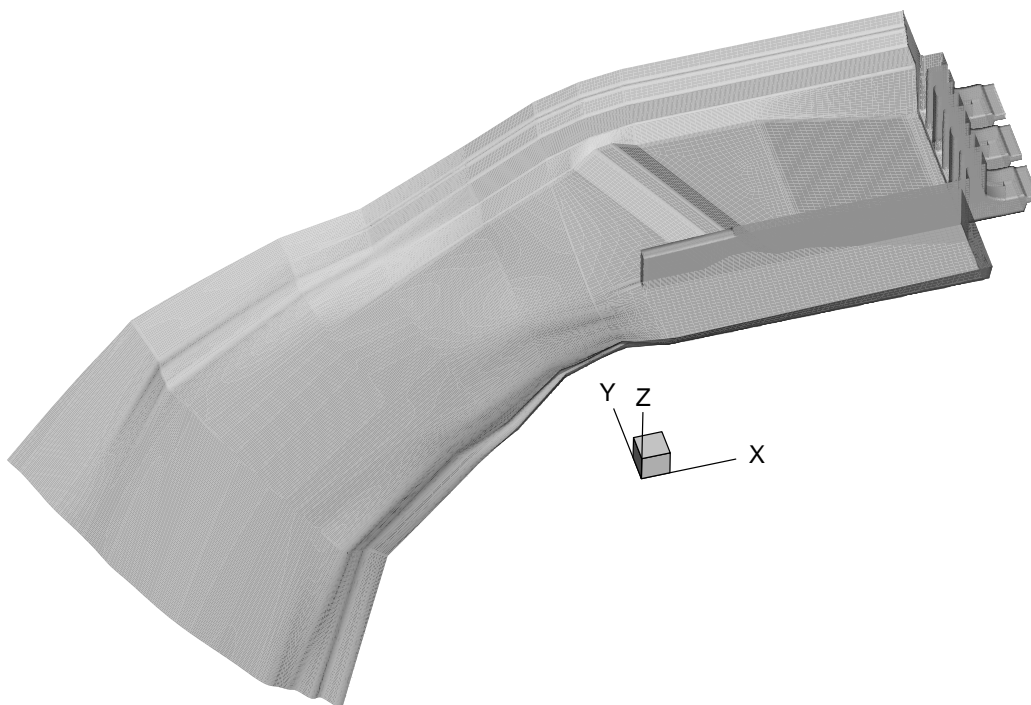
考虑鱼类上溯途中要设置一定的休息场所, 本工程每升高9.00m以内布置一个休息室, 休息室底坡 $i=0$; 在鱼道转弯位置处(转弯角 90° 、 180°)也设置休息室, 休息室底坡 $i=0$ 。休息时可供鱼类上溯过程中暂时休息, 恢复体力, 有利于鱼类的继续上溯, 本鱼道沿程共设5个休息室。休息池的长度一般宜取池室长度的1.7~2.0倍。

(4) 鱼道出口设置

1) 坝前流场数值模拟

① 计算区域及边界条件

根据已有经验, 一般将鱼道出口位置设计在鱼道上游距电站进水口 200~1000m 的范围内, 因此本项研究中, 整个计算区域全长约 520m, 包括上游库区河段、人工建筑物及电站进水口等。



②计算工况

主要针对上游水库死水位 2598.0m 以及正常蓄水位 2605.0m 时，3 台机组不同组合开启工况下进行研究分析，具体计算工况如表 6.4-13 所示。

牙根一级水电站上游库区流场计算工况表

表 6.4-13

序号	电站工况		运行水位	出库流量 (m³/s)	备注
1	一台机组最小出力	1#	正常蓄水位	211	重点关注鱼类感应流速
2	3 台机	1#~3#	死水位	1617	重点关注鱼类冲刺流速

选取 1#机组单独运行、1#+2#+3#机组组合运行作为主要研究工况，分别分析死水位和正常蓄水位平面流场情况。图示结果中颜色及标示数值代表 X、Y、Z 方向矢量流速合成值大小。

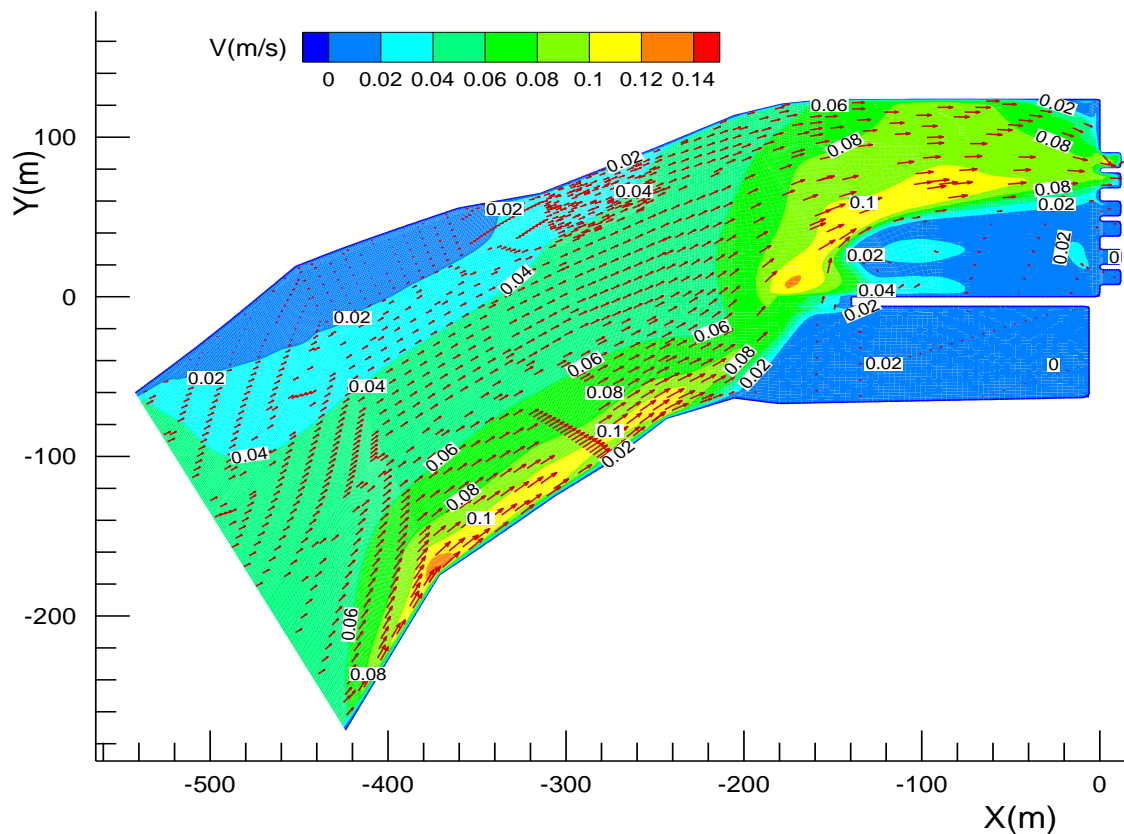


图 6.4-7 1#机组开启，上游水位 2605.0m，库区表层流场

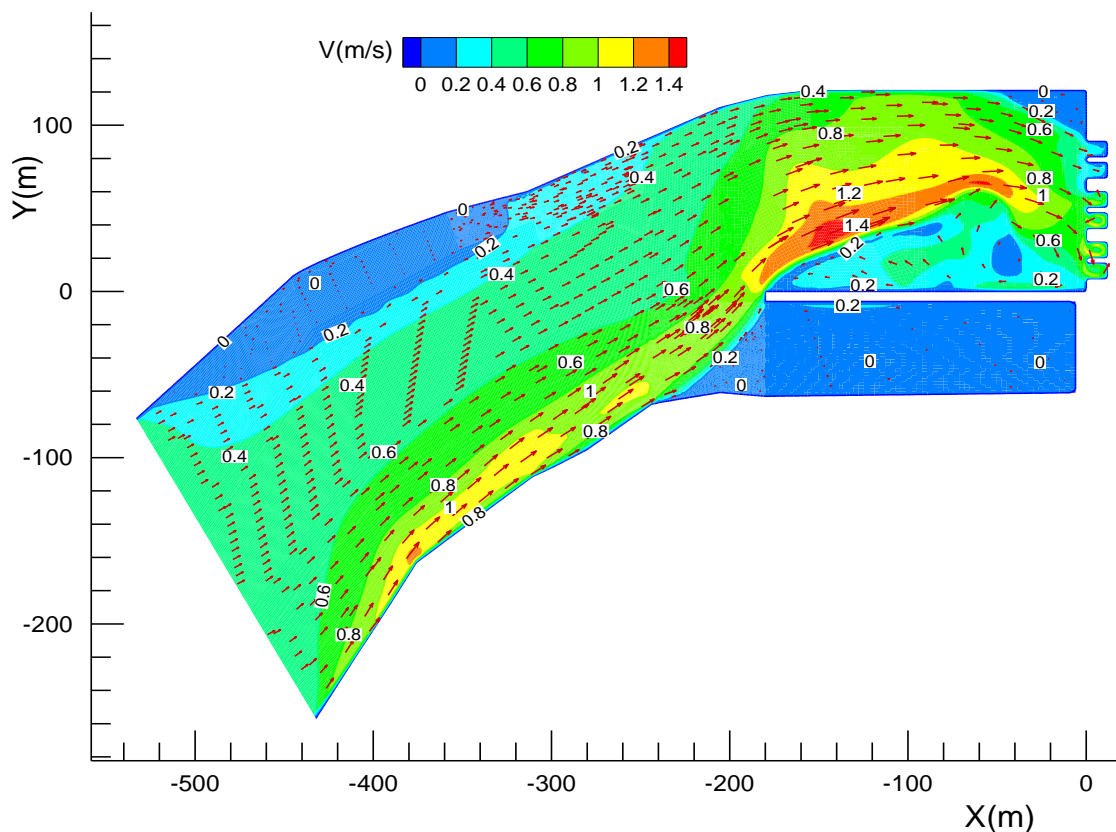


图 6.4-8 1#+2#+3#机组开启，上游水位 2598m，库区表层流场

③模拟结果

图 6.4-7 为正常蓄水位 2605.0m 条件下，1#机组开启时库区内表层流场情况。计算结果表明，当只有 1 台机组发电运行时，库区内流场受发电机组运行影响较小，流态平顺，流速分布较为均匀，为 0.08m/s 左右。桩号 0-500.0m 上游库区表层流速分布均匀，量值为 0.02~0.10m/s 左右。

图 6.4-8 为死水位（2598.0m）条件下，1#、2#、3#机组开启时库区内表层流场情况。计算结果表明，当 3 台机组发电运行时，库区内流场受发电机组运行影响较小，流态平顺，流速分布较为均匀，为 0.8m/s 左右。桩号 0-500.0m 上游库区表层流速分布均匀，量值为 0.2~1.0m/s 左右。

2) 鱼道出口设置

根据坝下流场分析，并结合库区水位变幅情况。牙根一级水电站鱼道拟设置4个出口，出图位置及高程见表6.4-14及图6.4-9。

牙根一级水电站鱼道出口设置

表 6.4-14

出口	底板高程 (m)	适应水位范围 (m)	水深 (m)
1#	2597.5	2598~2600	1-2.5
2#	2599	2600~2601.5	1-2.5
3#	2600.5	2601.5~2603.5	1-3
4#	2602.5	2603.5~2605	1-2.5

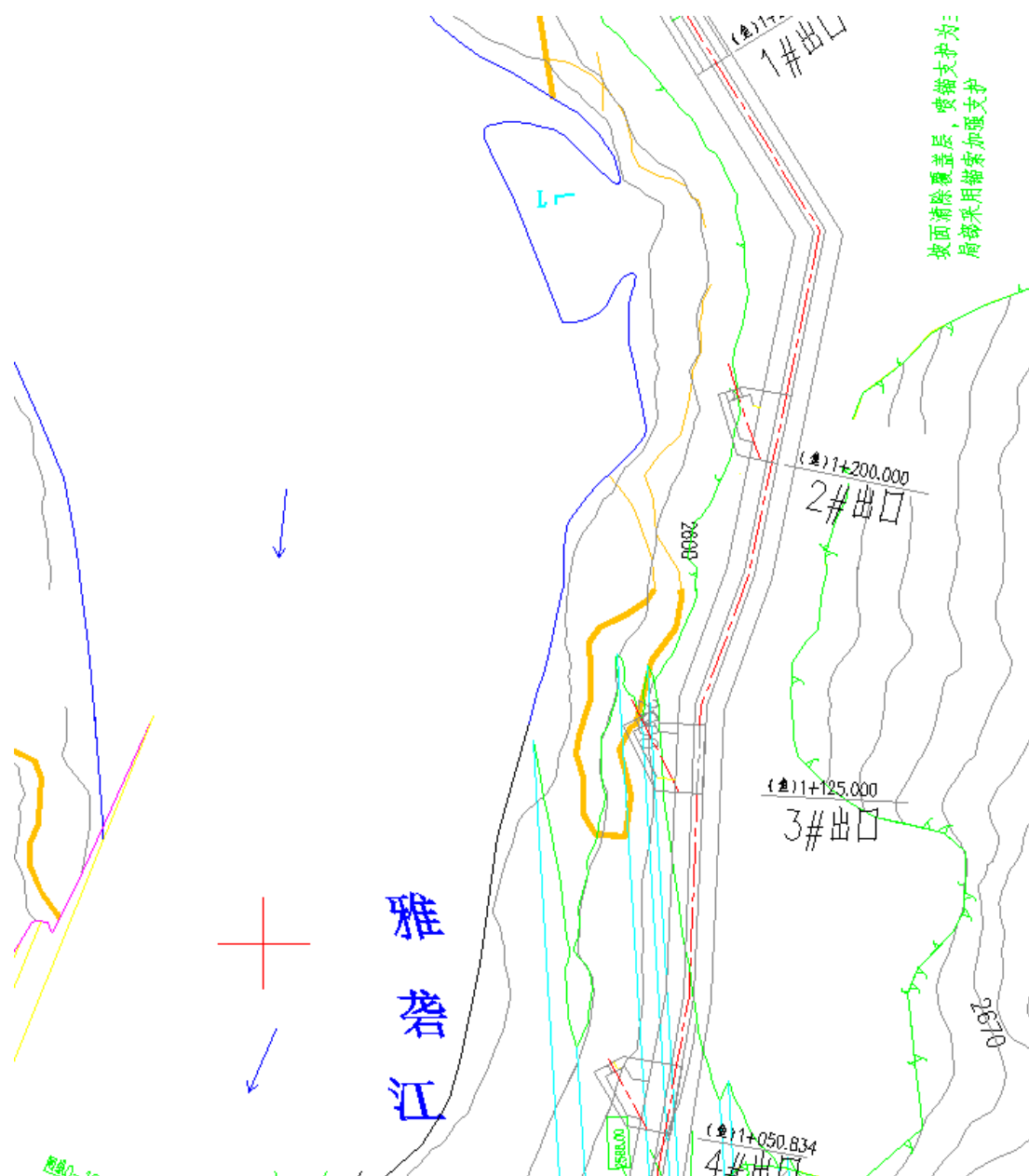


图 6.4-9 鱼道出口布置位置示意图

6.4.6.7 鱼道主要建筑物

(1) 鱼道总体布置

牙根一级水电站鱼道布置于左岸，全长约为1413m。鱼道由河道下游至上游沿线分

为进口段、坝下游明渠段、过坝段、库区明渠段、出口段等。

鱼道进口段结合牙根一级水电站工程泄水导墙和尾水闸墩布置。鱼道进口段起点位于尾水闸墩右缘处，沿尾水闸墩向左岸布置，直至尾水渠左岸下游3#进口末端，全线长178.155m。

坝下游明渠段接鱼道3#进口末端，沿尾水渠左岸向下游布置，在尾水闸墩下游约115.40m处向左侧转向180°向上游绕行三次，至安装间2594.00m平台下游向右侧转向90°横穿进厂公路，穿过进厂公路后继续向下游绕行一次至5#转弯休息池止，全长约727.23m。

过坝段沿安装间边墙布置，起于5#转弯休息池末端，垂直坝轴线由下游向上游布置，止于大坝前缘，全长约90.95m，坝后布置一个挡洪闸门，保证坝后鱼道及建筑物运行安全。

库区明渠段连接鱼道过坝段末端，进入库区后左转90°沿坝轴线方向布置至进水口左缘，然后右转约90°沿着进水口明渠左侧边坡向上游布置至4#鱼道出口，全长约126.5m。

出口段布置在大坝库区内，距离坝轴线约100m~468m，沿河道左岸布置，全线长约290m。

(2) 池室水力条件计算

单竖缝鱼梯水力计算主要包括：过流流量、孔口流速、鱼池紊流度、过鱼能力等。根据《水电工程过鱼设施设计规范》(NB/T35054-2015)中公式，通过竖缝的水流流量：

$$Q=C_d b H_1$$

式中：b——竖缝宽度(m)；

H_1 ——竖缝上水头(m)；

D_h ——相邻鱼池水位差(m)；

C_d ——竖缝的流量系数，圆化处理的竖缝 $C_d=0.85$ 。

根据鱼类冲刺速度 U_0 (按设计速度)计算竖缝上、下游水位差 D_h

$$U_0=(2 \times g \times D_h)^{1/2}$$

$$S_0=D_h/L$$

式中： S_0 ——鱼池底坡；L——鱼梯池长(m)

根据上述计算公式，计算得鱼道底坡 $i=0.02$ 时，竖缝上下游 $D_h=0.062m$ ，竖缝流速 $U_0=1.102m/s$ ，满足设计流速的要求。

(3) 鱼道结构布置

1) 鱼道进口段

为方便诱鱼，鱼道设置3个进口，间隔布置于尾水闸墩及左岸下游岸坡上。鱼道进口运行水位变化范围为2577.40m~2581.40m，为适应水位变化，保证进口处水深达到1.0m

以上，便于鱼类顺利进入鱼道，确定鱼道进口底板高程分别为2576.40m、2577.40m、2578.90m。鱼道边墙顶高程设计防洪标准暂考虑为2年一遇洪水（ $QP=50\%=2880\text{m}^3/\text{s}$ ）流量时尾水出口下游水位，具体为2584.35m，考虑0.5m安全超高，鱼道靠尾水闸墩及尾水渠边墙部分顶高程为2584.85m。其余进口段部分鱼道标准段净高3.5m，各进口顺水流长15.00m，横水流方向宽4.00m。各进口内设置一道工作闸门，用于不同水位条件下开启闸门过鱼。

鱼道1#与2#进口间距约76m，两进口之间采用明渠连接，明渠底板高程2576.40m~2577.40m，塔体顶高程2584.85m，结合尾水闸墩布置；2#与3#进口间距约75m，两进口之间采用明渠连接，明渠底板高程2577.40m~2578.90m，3#鱼道进口塔体顶高程2584.85m。

2) 鱼道明渠段

鱼道明渠段布置于大坝左岸岸坡上，全长约944.65m；以5#转弯休息池和大坝前缘为界分为坝下游明渠段、过坝段和库区段。

明渠坝下游段位于大坝下游，长约727.23m，矩形净断面尺寸为2.00×3.50~5.35m（宽×高），采用钢筋混凝土结构，边墙厚0.70m，底板厚1.00m，底部总宽为3.40m，总高为4.50~6.35m。渠道段每9.00m设一沉降缝，缝间设橡胶止水。

鱼道过坝段长约90.95m，采用矩形断面，净断面尺寸为2.00×3.50m（宽×高），在上游侧设置挡洪闸门，闸门底高程为2594.229m，孔口四周采用钢筋混凝土结构。

明渠库区段布置在库区左岸，长约126.47m，矩形断面净宽2.00m，净高12.53m~10m，顶部与坝顶同高，高程为2607.00m；采用钢筋混凝土结构，渠道边墙顶宽0.70m，背坡1:0.3，底部总宽为5.8m，底板厚1.50m，总高为14.03~11.50m。渠道段每9.00m设一沉降缝，缝间设橡胶止水。

明渠段中设置鱼道池室，池室坡度为 $i=0.02$ ，净宽为2.00m，单个池室长度为3.00m，池室竖缝宽度为0.30m，高3.50m，池室插板厚度为0.30m，高3.50m，根据鱼道布置情况，沿程设置5处休息池。

3) 鱼道出口段

鱼道出口位于坝轴线上游河道左岸。上游正常蓄水位2605.00m，死水位2598.00m，为适应过鱼时段库水位的变幅，分别设置4个鱼道出口。1#出口底板高程2602.50m，2#出口底板顶高程2600.50m，3#出口底板顶高程2599.00m，4#出口底板顶高程2597.50m，出

口闸室顶高程均为2607.00m；出口闸室基础置于基岩上，底板厚度为1.5m，闸室采用胸墙式，孔口尺寸为2.40×3.50m（宽×高），中间设置工作闸门。

鱼道相邻出口间距75~100m，各出口之间采用明渠连接，连接段鱼道断面净宽2.40m，顶部与坝顶同高，高程为2607.00m，采用钢筋混凝土结构，渠道边墙顶宽0.80m，背坡1:0.3，明渠底部总宽为6.40m，底板厚1.50m，总高为11.5~6m。

(4) 补水设施

鱼道流量为0.16~0.79m³/s，为了达到更好的诱鱼效果，需对鱼道进行补水，单个进口设计最大补水流量为1.94m³/s。根据不同的下游水位，鱼道进口开启及补水方案初步成果见表6.4-15。

鱼道进口开启及补水方案

表 6.4-15

水位(m)	最大补水流量(m ³ /s)		
	1#进口	2#进口	3#进口
2577.40~2578.40	1.52		
2578.40~2579.90		1.94	
2579.90~2581.40			1.94

鱼道补水系统水源取自上游库区，系统采用自流补水方式。为了便于鱼道补水系统的管路埋设及阀门等设备的操作，管路及阀门集中布置在主厂房1#机组段下游副厂房2571.00m高程的鱼道补水系统阀门操作室内。

鱼道补水系统的4根DN500内衬不锈钢复合管及其取水口拦污栅设置在1#机组段的坝前，4根DN500取水管接入鱼道补水系统阀门操作室左侧边墙后竖直向下接入联络总管，并在4根竖直取水管上分别安装1只DN500球阀。再从联络总管上分出4路DN500补水流调节支管，每一路流量调节支管上设置一个DN500的内聚式流量调节阀，并在调节阀后设置电磁流量计，每一路流量调节支管的末端分别分出三路补水支管，分别通向1#、2#、3#进鱼口；每一个进鱼口需要进行补水诱鱼时，可打开该进鱼口补水支管根上电动蝶阀。电动蝶阀开启数量及补水流调节支管上电动内聚式流量调节阀的开度可根据诱鱼口的流量和水深需求确定。每一个补水支管在进鱼口处的末端装设有鸭嘴式止回阀。

6.4.6.8 主要监测方案

(1) 鱼道进口流场观测

通过鱼道进口附近布置的流速监测设备，结合流场进口水力学数模分析，研究不同

时段、电站不同运行方式情况下，鱼道进口周边流态，分析鱼道进口诱鱼水流影响范围。

(2) 鱼道内部水动力学条件

1) 鱼道沿程水面线测量

首先采用全站仪标定鱼池底板和边墙高程，而后对水面高程进行测量。测量包括左右池壁两侧，为了更快速，准确的获得水面线数据，观测拟采用激光扫平仪进行测量

2) 鱼池流速测量

针对不同工况，采用旋桨流速仪自上游至下游依次对各级鱼池的主流流速、竖缝处流速、进口流速进行测量。

3) 典型池室流场精细化测量

典型鱼池包括进出口附近鱼池、弯道处鱼池、典型鱼池和休息池。分别测量鱼池表层、中层和底层流场。

(3) 坝下近坝段鱼类资源量调查

在观测区域内采用网捕或电捕的方式，捕捞观测区域内渔获物样本，分析坝下鱼类种类组成、体长分布、发育期等生物学信息。

(4) 进口诱鱼效果监测研究

利用坝下近坝段水域渔获物调查获得的活体样本，进行 PIT 标志标记，在鱼道进口下游附近指定地点进行放流。在鱼道进口段控制池室竖缝处设置接收线圈，记录 PIT 标志放流个体进出鱼道的时间。

(5) 鱼类上溯行为监测

在鱼道典型运行工况下，把鱼放到鱼道进口池室中，沿程设置若干个监测统计点，在每个监测点记录鱼通过此统计点的时间、种类、体长、数量，同时记录试验期间观测点的水温、溶氧和 pH 值。用摄像机记录鱼类通过普通池室、休息池、转弯处、过坝段等相关情况，观察测试鱼在池室中的游动、往复及休息情况。在一定数量鱼体内植入 PIT 标志，并从鱼道进口内放入，在鱼道进口、中段、出口等重要断面设置探测声门，当装有标志的鱼类通过声门其信息将被记录。通过各监测断面的监测数据分析鱼类的上溯时间、上溯速度、上溯距离、上溯成功率等行为特点。再通过射频识别技术和水下视频技术定量在不同的流速条件下目标鱼类持续游泳上溯的最大距离、最大持续游泳速度、通过率、通过时间疲劳时间等参数，获得目标鱼类自主上溯条件下的极限游泳速度以及最佳游泳速度。

(6) 过鱼种类、数量监测

设置鱼道在线监测系统，通过摄像系统采集视频数据，利用人工智能基于视频流的Ai算法模型，可以准确分析过鱼的形态，大小，游动方向，从而分析鱼类产卵的环境要求，结合生态联网技术，监测生态环境及趋势分析。

6.4.6.9 过鱼效果观测设备

配备声呐回声探测仪、流速仪等科研设备，用以监测鱼道各种运行工况下的鱼类迅游轨迹和流速情况，便于记录运行效果以及为后期改进运行方式提供依据。

(1) 设备设施配制

鱼道观测设施配备情况见下表。

鱼道观测设施配备表

表 6.4-17

序号	设备名称	数量	安装位置	备注
1	鱼道观察研究室服务器	2套	鱼道进出口观察研究室各1套	用于数据收集，分析处理及数据监测
2	视频观测系统	2套	鱼道进出口观察研究室各1套	用于鱼道观察研究室断面过鱼效果观测
3	水下视频	4套	进口1套，出口1套，调节池各1套，进口观察室至过坝段中间1套。	用于各监测断面的过鱼效果观测
4	PIT设备	4套	进口1套，出口1套，调节池各1套，进口观察室至过坝段中间1套。	用于统计各监测断面的过鱼效率
5	流速流量监测系统	2套	鱼道进口和鱼道出口各1套	监测鱼道进口断面的流速流量数据
6	水质监测系统	2套	鱼道进出口观察研究室观察窗外各1套	补充鱼道内部的水质监测数据
7	水声学设备	2套	便携式	为便携式，可灵活安装，汛期辅助监测鱼道观察室外过鱼情况，以及监测鱼道进口外鱼类集群情况
8	鱼道在线监测系统	2套	鱼道进口段和鱼道出口段	辅助视频观测系统统计鱼类种类组成
9	软件系统	1套		包括电脑客户端和手机APP

(2) 水下视频

1) 功能

由于观测室一般只在鱼道进出口布置，数量有限，因此为监测鱼道内部不同典型区段的过鱼效果，在鱼道内部布置属下视频对典型区段的过鱼效果进行监测。

2) 系统组成

主要由红外线计数模块，过鱼通道，水下摄像头，显示器，主机（安装于显示器内

部)，水温传感器，浑浊度传感器，流速传感器，流量传感器，水位传感器和分析软件组成。红外线水下视频的红外线计数模块，过鱼通道和水下摄像头安装于水下，显示器和主机安装于鱼道上部，体积较小，可挂在栏杆上。主机可以通过光纤与鱼道观察研究室的转换器连接，将数据传到鱼道观察研究室的服务器上，便于鱼道监测人员在服务器上查看红外线水下视频的相关数据。

3) 功能要求

全天候24小时视频记录；过鱼时段视频单独保存；可对每条鱼的剪影图像进行分析，对不同群体的鱼进行分类，并进行计数验证。可在任何计算机上查看实时信息，并随时进行实时观测；软件分析系统可对过鱼数量，过鱼规格，过鱼时间等原始数据进行分析，并且自动生成图表；可提供任何时间点数据；可有效保存视频数据，并且保证数据安全；可通过软件对数据进行编辑，修订；可实施监测水温，流量，流速，水位和浑浊度。

4) 布设位置

进口1套，出口1套，过坝段各1套。

(3) 视频观测系统

1) 功能

水下视频主要用于鱼道观察研究室观测鱼道的过鱼效果，以观测观察室断面的过鱼情况。在目前使用的过鱼效果监测设备设施中，水下视频是效果较好的观测设备。

2) 系统组成

主要由三脚架，摄像头，电缆线，硬盘录像机，显示器，LED灯和键盘鼠标等组成。视频观测系统布置在观察室内部观察窗前方，对相应断面过鱼情况进行监测。视频观测系统摄像头通过网络数据线连接硬盘录像机，全天候24小时对鱼道观察窗外过鱼情况进行录像，录像数据保存于硬盘录像机中。录像机自带场景异动提示功能，例如有鱼类通过观察窗外，硬盘录像机自带系统会有光标提示。后期通过人工对过鱼数量，过鱼种类，通行方向等数据进行统计。

3) 功能要求

可进行全天候24h视频观测与记录；可对视频数据进行安全有效的保存；硬盘录像机具备异动监测功能，正确率不低于50%。

4) 布设位置

进口段鱼道观测研究室和出口段鱼道观察研究室各1套。

(4) PIT设备

1) 功能

由于通过水下视频和视频观测系统观测可能对鱼类形成重复观测，并不能确定是同一条鱼类。因此为了有效统计鱼道过鱼效果，在鱼道内部布置PIT设备，通过放流标记鱼类对鱼类通过鱼道的效率进行评估。

2) 系统组成

PIT整套系统由电源、主机、信标门三大主要组成部分构成。

3) 技术参数

工作频率134.2 kHz，电源24VDC，最多可以配合6个天线工作天线可以安装在任何位置和方向，相互之间不会有干扰。任何天线都具有自动补充的调频功能。远程和本地连接用于设置、维护、在线监测和数据存储。

4) 布设位置

进口1套，出口1套，调节池1套，进口观察室至过坝段中间布置1套。

(5) 鱼道在线监测系统

1) 功能

由于部分鱼类外部形态相近，而视频观测系统和水下视频系统无法准确辨认过鱼种类，因此，通过布设鱼道在线监测系统，辅助视频系统统计过鱼种类、过鱼的形态，大小，游动方向等。

2) 设备概述

主要是对于过鱼情况的监控，清晰明了的了解当前水质的浑浊情况以及当前有没有鱼经过箱体。记录过鱼情况，当有鱼经过箱体后被摄像头抓拍下来，显示出被拍摄鱼类的种类，大小，游动方向，以及所在的位置。

3) 布设位置

设置于鱼道进口段和鱼道出口段各1套，协助水下视频统计鱼道进出口段过鱼种类数据。

(6) 流速在线监测设备

1) 功能

大部分鱼类都有趋流性，鱼道内部流速设计是保障鱼道过鱼效果的关键因素之一，因此在鱼道内部，尤其是进鱼口和出鱼口的实际流速范围。

2) 系统组成

系统由流速监测传感器、换能器、信息传输模块以及计算机端软件组成。

3) 技术参数

结构为分体式在线式测量；可测量流速、流量和水深等参数(水温测量是选配功能)；流速测量范围为(传感器以上水深:20cm)；+0.03m/s~+5.00m/s；流速测量分辨率:1cm/s。

4) 布设位置

鱼道进口段和鱼道出口段各布置1套。

(7) 水质监测系统

1) 功能

水体是鱼类生存的外环境，因此有必要对鱼道内部水质进行监测。由于鱼道内部为流水环境，因此在鱼道内部的水质条件基本是均匀的，可在一个点布置设备进行监测。

2) 系统组成

水质在线监测系统可实时采集溶解氧、水温和浑浊度等指标，为分析影响集鱼和过鱼效果关键影响因素提供基础数据。系统由传感器，信息收集数据显示以及存储主机，参数传感器，其他水质指标传感器以及计算机端显示分析软件组成。在鱼道不同监测断面的水质监测系统可通过光缆将数据传输至鱼道观察研究室。

3) 技术参数

至少可配制温度及溶氧、pH、浊度四种监测探头。其中温度可精确到0.1℃，溶氧可精确到0.1mg/l，浑浊度可精确到0.1NTU。

4) 布设位置

鱼道进出口观测研究室观察窗外各1套。

(8) 水声学设备

1) 功能

由于汛期水体泥沙含量较大，水下视频系统观测效果不好。另外，为了满足鱼道进口外部附近水域的鱼类观测，配置水声学设备。

2) 系统概述

多波束声呐是新一代的双频率图像声呐，工作频率是1.2MHz和2.1MHz，水平观测角度分别是130°和60°，在浑水条件下，能够实现目标物的判断和识别，非常适合水下目标物的识别。

3) 技术参数

建议水声学设备相关技术参数如下表。

主要技术参数表

表 6.4-16

工作频率	低频1.2MHz	高频2.1MHz
探测范围 (最大)	30m	10m
探测范围 (最小)	0.1m	0.1m
距离分辨率	2.5mm	2.5mm
最大数据更新率	40Hz	40Hz
水平视角	130 °	60 °
垂直视角	20 °	12 °
最大波束数量	512	512
角度分辨率	0.6 °	0.4 °
波束间隔	0.25 °	0.16 °

4) 布设位置

水声学设备2套，为便携式，可灵活安装在鱼道观测研究室附近池室观测鱼道内部过鱼情况。也可以安装在鱼道进口外，监测鱼道进口外部临近水域鱼类情况。

6.4.6.10 运行管理

(1) 运行时段

鱼道运行时段拟定为：

3月~9月，鱼道全时段运行；

10月~次年2月，停止运行，进行清污、维护、保养及检修，在过鱼季节来临前进行全面整修，保证鱼道功能的正常发挥；

运行时段应保障正常运行，当水电站在泄洪工况下以及冰冻等特殊天气时，鱼道暂时停运。

(2) 进口运行方式

进鱼口运行方式如下：

1#口：底板高程2576.40m（适应水位2577.4~2578.4m），鱼道进口水深1.0-2.0m。

2#口：底板高程2577.40m（适应水位2578.4~2579.9m），鱼道进口水深1.0-2.5m。

3#口：底板高程2578.90m（适应水位2579.9~2581.4m），鱼道进口水深1.0-2.5m。

(3) 出口运行方式

3月~9月鱼道全时段运行，鱼道出口运行方式选择闸门特征水位调整。为保证鱼道内水深满足要求，且不溢出鱼道，出口须在不同的水位时开启（关闭），牙根一级工程

库区正常蓄水位2605.00m，死水位2598.00m。当坝前水位为2598-2600m时，开启1#出鱼口，关闭其他进鱼口；当坝前水位为2600-2601.5m时，开启2#出鱼口，关闭其他进鱼口；当坝前水位为2601.5-2603.5m时，开启3#出鱼口，关闭其他进鱼口；当坝前水位为2603.5-2605m时，开启4#出鱼口，关闭其他进鱼口。

(4) 运行规程

电站日常运行需制定鱼道的操作规程，包括《日常运行方案》、《工作人员岗位职责》、《生产管理操作规程》、《观测统计规程》等。

鱼道运行时需建立日常操作和值班制度，确保过鱼季节人员、设备的到位，保障过鱼设施有效运行和相关观测记录到位。

运行期应开展鱼道过鱼效果的观测统计，内容包括过鱼时间、尾数、鱼种、长度、天气、气温、水温、鱼道内流速、上下游水位等。统计时摄像机需同步拍摄过鱼情况的录像，便于辨别核实和后续研究。

(5) 运行管理机构

牙根一级鱼道运行管理机构可考虑与两河口升鱼机设置共同的管理机构，统一由业主负责，并配备足够的技术力量，同时还需进行业务建设和管理培训等工作，相关费用由建设单位承担，并计入工程的日常运行费用中。同时，为了保障鱼道的运行效果，可邀请地方渔业行政管理部门协助，并对其进行监督管理。

6.4.7 增殖放流措施

6.4.7.1 流域增殖放流规划

根据《雅砻江流域综合规划环境影响报告书》、《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》对中下游干流鱼类增殖站的统筹规划成果，以及《雅砻江两河口水电站环境影响报告书》、《四川省雅砻江两河口鱼类增殖放流站工程设计报告》相关要求，两河口增殖站承担两河口、牙根一级、牙根二级共3个水电站的增殖、放流、科研任务。

6.4.7.2 依托两河口鱼类增殖站的可行性

环评阶段，对牙根一级水电站放流规模进行了复核计算。根据2021年工程河段水生调查结果，工程影响河段浮游植物、浮游动物、底栖动物生物量平均为0.1134mg/L、0.1006mg/L、0.982g/m²，类比同类型水电站成库后水生生物的变化情况，预测牙根一级成库后，浮游植物、浮游动物、底栖动物生物量平均为0.1578mg/L、0.2643mg/L、

1.6428g/m²。牙根一级正常蓄水位2605m，以浮游植物和浮游动物为食的鱼类设计有效水深选取5m，有效水体体积为113.4万m³，以底栖动物为食的产鱼有效水域面积为1.77km²，计算得出牙根一级水电站库区总水体渔产潜力为5812kg，根据渔产潜力计算，放流规模约8万尾/年即可满足增殖放流要求。

目前，两河口鱼类增殖站已建成，建成放流规模50万尾/年（两河口27万尾，牙根一级10万尾，牙根二级13万尾），其中近期放流规模35万尾/年（长丝裂腹鱼21万尾/年、短须裂腹鱼10万尾/年、四川裂腹鱼4万尾/年），远期放流规模15万尾/年（厚唇裸重唇鱼4万尾/年、裸腹叶须鱼6万尾/年、青石爬鮡5万尾/年）。具体内容详见本报告2.12.5章节内容。

因此，牙根一级水电站增殖放流工作依托两河口鱼类增殖放流站是可行的，并确定牙根一级增殖放流规模维持《雅砻江两河口水电站鱼类增殖放流站工程设计报告》研究成果，仍为10万尾/年。

6.4.7.3 放流种类

根据本阶段的水生调查成果，工程影响河段分布有鱼类14种，其中国家Ⅱ级保护鱼类2种，即厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡；四川省级保护鱼类2种，为长丝裂腹鱼、青石爬鮡。

《中国生物多样性红色名录》种类6种，其中，濒危种（EN）有黄石爬鮡、青石爬鮡2种，易危种（VU）有长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、软刺裸裂尻鱼4种。长江上游特有鱼类8种，分别为戴氏山鳅、短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼、西昌华吸鳅、黄石爬鮡、青石爬鮡。就目前的技术条件而言，还难以对所有种类进行人工繁殖和放流。结合工程河段分布鱼类保护需求和生境条件，拟选取长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼和青石爬鮡作为增殖放流的重点对象，具体理由如下：

(1)长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼人工繁殖已获成功且已形成一定的生产规模，厚唇裸重唇鱼人工繁殖技术即将突破，将上述鱼类列为放流对象。

(2)《雅砻江两河口水电站鱼类增殖放流站工程设计报告》中将裸腹叶须鱼作为放流对象。但2013年雅砻江中下游水电开发环境影响回顾性评价阶段、2016年牙根二级可研阶段、本次环评阶段均未在牙根一级工程河段及下游采集到标本，因此，暂不考虑将其作为牙根一级放流对象。

(3)青石爬鮡属国家Ⅱ级保护鱼类，也是四川省级保护鱼类，牙根一级和两河口水库

形成后，喜急流环境的青石爬鮡流水生存的空间越来越小。因此，选取青石爬鮡为增殖放流对象，但考虑到目前青石爬鮡的人工繁殖技术尚未攻克，故待其人工繁殖技术成功后开展放流工作。

综上所述，牙根一级水电工程影响河段放流对象为长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼、青石爬鮡。

6.4.7.4 放流地点、放流规格和数量

(1)放流地点

牙根一级水电站鱼类增殖放流对象均是喜急流生境的鱼类，故放流地点主要选择流水性河段，避免在坝前缓流区放流。据此并结合两河口水电站的放流地点，确定牙根一级水电站设3个放流点，即雅砻江干流雅江县城段和牙根一级库区呷拉镇河段，支流卧龙寺沟干流段，相对位置详见表6.4-18。

放流地点位置

表 6.4-18

序号	放流地点	距离
1	牙根一级库区呷拉镇	距牙根一级约9km
2	坝下保留河段雅江县城段	牙根一级坝下约5km
3	保留河段支流卧龙寺沟	铁泉电站、三道桥电站坝址上下游

(2) 放流规格和数量

根据《四川省雅砻江两河口鱼类增殖放流站设计报告》及复核计算结果，确定牙根一级放流规模为10万尾/年，放流规格及数量见下表。

牙根一级水电站鱼类增殖放流规格和数量

表 6.4-19

种类		规格	牙根一级电站放流数量（万尾/年）
放流对象	长丝裂腹鱼	4cm~6cm	0.42
		6cm~8cm	3.78
	短须裂腹鱼	4cm~5cm	0.28
		5cm~7cm	2.52
	四川裂腹鱼	4cm~7cm	0.18
		8cm~10cm	1.62
	厚唇裸重唇鱼	4cm~6cm	0.06
		6cm~8cm	0.54
青石爬鮡	4cm~6cm	0.6	
合计			10

(3) 放流时间

从截流后开始逐年放流，放流的具体实施时间同两河口放流时间保持一致，根据两河口已实施情况，放流时间为每年6月。

6.4.7.5 标志及遗传档案的建立

为了使人工增殖放流达到预期效果，必须进行放流效果的评价，即所有物种的人工增殖放流必须进行部分或全部标志或标记。

6.4.8 生态调度

6.4.8.1 生态调度原则

牙根一级水电站具有日调节性能，不会改变年内径流过程，坝下年内逐月、逐日流量过程受控于上游两河口水电站，牙根一级生态流量泄放需重点考虑日内对两河口的反调节。

本工程评价河段涉及的鱼类主要以产粘沉性卵的裂腹鱼类为主，根据相关研究，裂腹鱼类繁殖并不需要洪峰刺激，但需要相对稳定的流量、水位过程。

因此，牙根一级生态调度原则为：生态调度时段与上游两河口水电站保持一致，尽量利用调节库容均化日内出库流量，缩小坝下河段日内水位变幅，同时下泄流量应保障各时段鱼类繁殖期适宜需水量要求。

6.4.8.2 生态调度流量过程

根据前文6.1.1.6章节内容确定的生态流量需水过程，充分考虑梯级联合运行调度电力系统调峰需要、预留水风光一体化所需运行调峰库容，同时考虑到工程河段涉及的主要鱼类繁殖特性。在此基础上，提出牙根一级和两河口联合生态调度平水年主要产卵期典型日内流量过程，见图6.4-10~图6.4-12。生态调度期间，牙根一级坝下5月流量在 $669\text{ m}^3/\text{s}$ ~ $975\text{ m}^3/\text{s}$ 、7月流量在 $647\text{ m}^3/\text{s}$ ~ $932\text{ m}^3/\text{s}$ 、9月流量在 $637\text{ m}^3/\text{s}$ ~ $952\text{ m}^3/\text{s}$ ，泄放流量过程在满足鱼类产卵繁殖所需流量要求的同时，进一步均化日内出库流量过程。

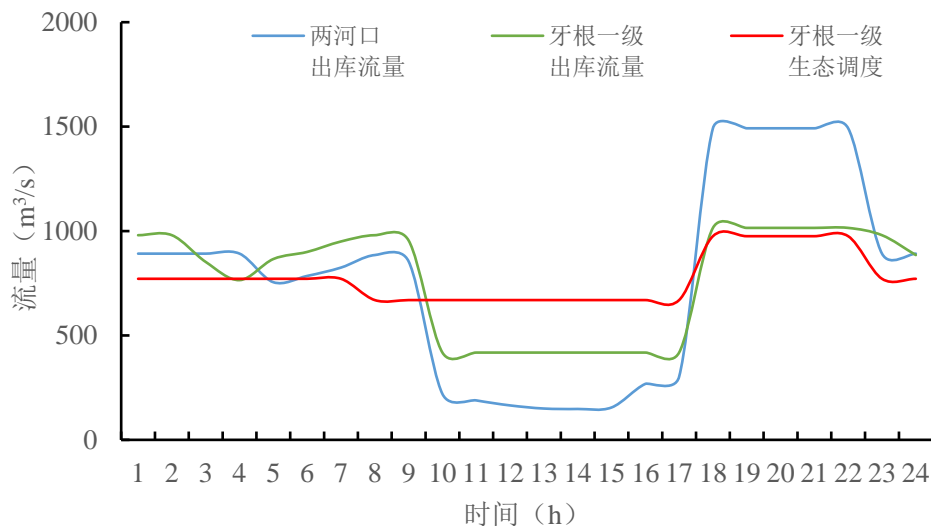


图 6.4-10 平水年 5 月联合生态调度下泄流量过程

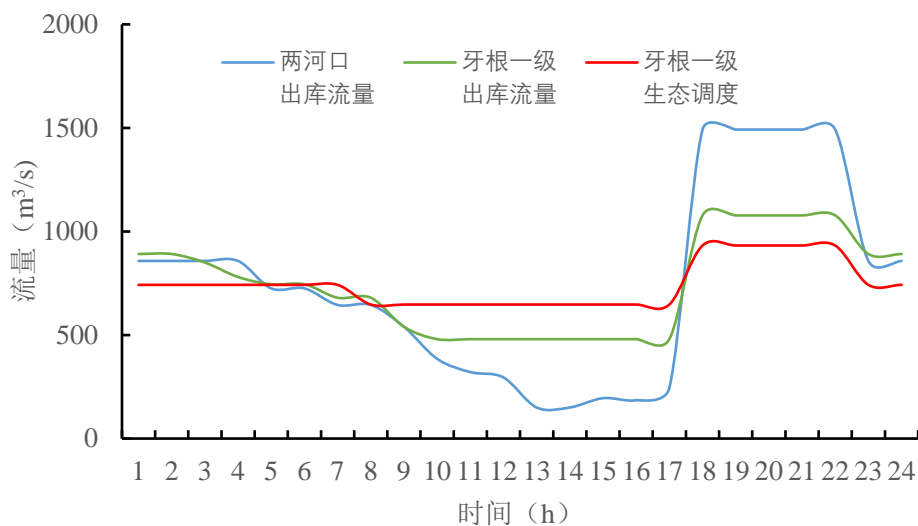


图 6.4-11 平水年 7 月联合生态调度下泄流量过程

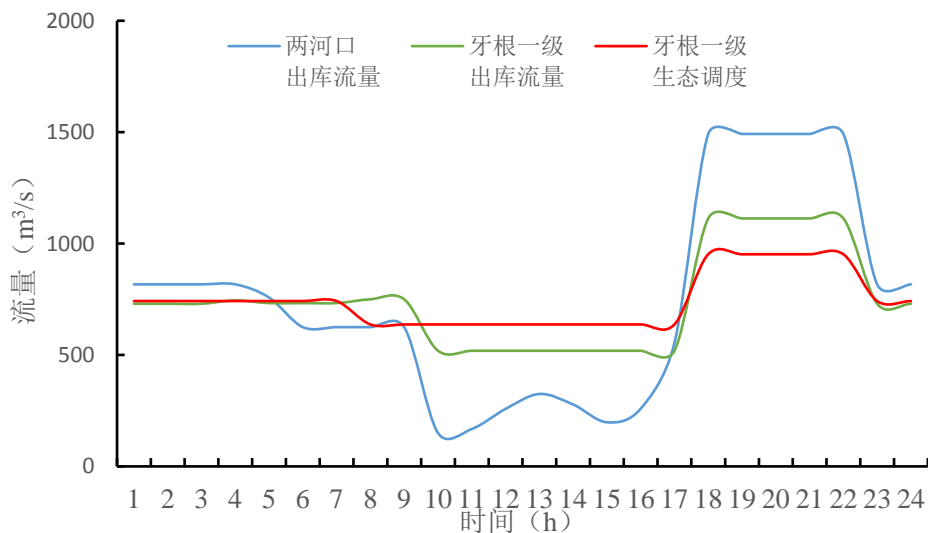


图 6.4-12 平水年 9 月联合生态调度下泄流量过程

6.4.8.3 生态调度效果分析

根据生态调度典型日内来水成果，生态调度期间，牙根一级坝下5月流量在 $669\text{m}^3/\text{s}$ ~ $975\text{m}^3/\text{s}$ 、7月流量在 $647\text{m}^3/\text{s}$ ~ $932\text{m}^3/\text{s}$ 、9月流量在 $637\text{m}^3/\text{s}$ ~ $952\text{m}^3/\text{s}$ ，拟定的生态调度流量过程可以满足鱼类产卵繁殖所需流量要求，是较为合理的。

同时生态调度期间牙根一级坝下主要产卵场断面日内水深变幅见图6.4-13~图6.4-15。与正常运行工况水深变化情况见表6.4-20。

从表、图中可见，生态调度期间，各产卵场断面日内水深变化均优于正常运行工况。以卧龙寺沟汇口产卵场断面为例，生态调度期间，5月水深最大日内变化为 1.37m ，较正常运行工况下减少了 1.48m ；7月水深日内最大变化为 1.29m ，较正常运行工况减少了 1.47m ；9月水深最大日内变化为 1.42m ，较正常运行工况减少了 1.27m 。

总体看来，生态调度期间，牙根一级坝下各产卵场断面日内水深变化均控制在 1.5m 以内，较正常运行工况降低50%左右，优化了坝址下游鱼类产卵生境。建议下阶段持续跟踪观测生态调度效果，并不断优化生态调度方案。

生态调度期间坝下产卵场断面日内水深变化情况统计

表 6.4-20

单位：m

断面名称	卧龙寺沟汇口产卵场			下渡林场产卵场		霍曲河汇口产卵场		
	5月	7月	9月	5月	7月	5月	7月	9月
正常运行工况	2.85	2.76	2.69	2.1	2.05	2.21	2.1	2.02
生态调度期间	1.37	1.29	1.42	1.02	0.97	1.08	0.99	1.09
变幅差值	1.48	1.47	1.27	1.08	1.08	1.13	1.11	0.93
变幅（%）	51.9%	53.3%	47.2%	51.4%	52.7%	51.1%	52.9%	46.0%

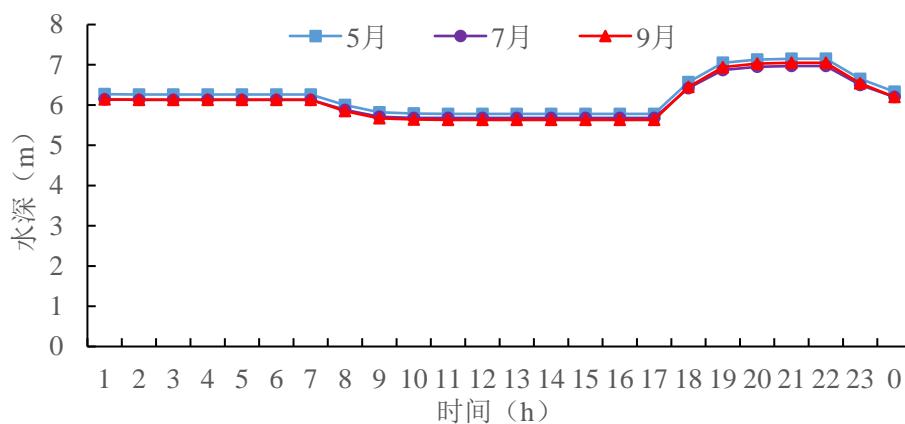


图 6.4-13 生态调度期间卧龙寺沟汇口产卵场断面日内水深变化

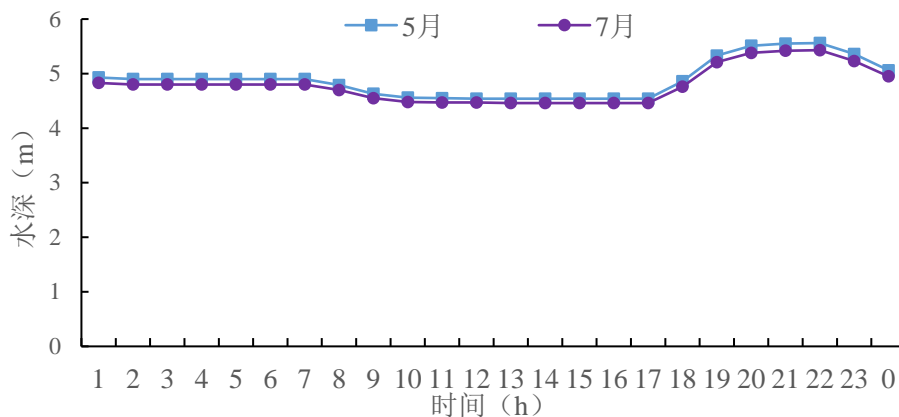


图 6.4-14 生态调度期间下渡林场产卵场断面日内水深变化

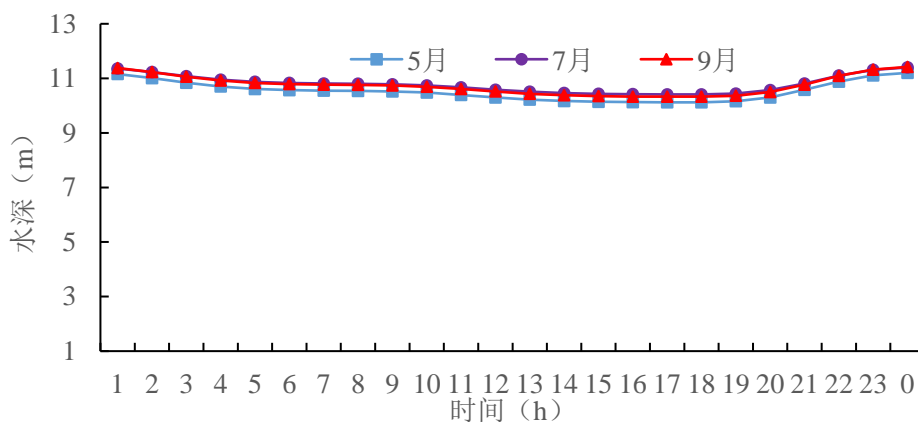


图 6.4-15 生态调度期间霍曲河汇口产卵场断面日内水深变化

6.4.9 科学研究

(1) 珍稀特有保护鱼类驯养繁育技术研究

依托两河口鱼类增殖站，对于人工繁殖技术难度大、尚没有成熟的鱼类开展驯养、繁殖和苗种培育技术研究，尽快达到规模化增殖放流目的。

(2) 过鱼设施效果观测研究

开展电站竖缝式鱼道监测，研究过鱼设施的过鱼效果，为过鱼设施运行优化提供科学依据。

(3) 鱼类增殖放流效果评估

依托两河口鱼类增殖站日常管理开展标志放流技术研究，获得具有最佳生态学效果的人工放流方法，包括适宜的放流规格、数量、地点和时机等；通过研究人工增殖种群的行为生态学差异、对自然种群的贡献率等，评估增殖放流效果，为物种保护决策提供科学依据。

(4) 鱼类栖息地保护效果研究

针对牙根一级栖息地保护的具体实施方案及要求,需开展栖息地保护设计专项研究,专项设计研究内容主要有:鱼类适宜性栖息生境研究,栖息地河段水力学环境因子及流场调查,底质及粒径分布调查,河段多样性生境营造技术研究等;在此基础上进行专项设计。

(5) 梯级联合生态调度研究

下阶段需进一步开展两河口~牙根河段联合生态调度研究,建立与生态关联的统筹调度机制,科学制定调度方案。提出既满足下游水生生态、特别是鱼类繁殖的需求,又能够充分发挥未来电力系统中水电调峰发电作用的生态调度方案。

6.4.10 渔政管理措施

(1) 按照长江禁渔及四川省的禁渔要求,制定禁渔期和禁渔区,在鱼类集群产卵容易捕捞的时段和河段禁止捕鱼,以保护鱼类能够顺利完成生命过程。将鱼类栖息地划定为禁渔区,禁渔区内禁止任何形式的渔业活动;将鱼类易捕和重要时段设为禁渔期,禁渔期间整个水域均为禁渔区,特别是鱼类比较集中的河段。

(2) 建议建设单位配合当地渔政部门成立鱼类保护管理的部门,配备相应的管理设施和设备,加强渔政管理,扩大宣传力度,严格执法,加强牙根一级水电站库区、鱼类栖息地保护范围(坝下干流6km、卧龙寺沟全河段)内的巡查和鱼类资源的增殖保护。

(3) 建设单位在建设期和运行期应开展水质、鱼类和水生生物等水生生态环境的监测和调查,掌握库区、坝下和支流及其汇口处的鱼类种群、资源量和“三场”等情况及变化。实施过程中应根据监测和调查情况,优化调整鱼类保护的有关措施。

6.5 陆生生态保护措施

6.5.1 陆生植物保护措施

6.5.1.1 避让措施

(1) 优化工程布置,工程选址应尽量避免占用区域林地,应尽量选择荒地、未利用地,减少对沿线自然生态和植被的破坏。

(2) 优化施工方案,项目弃渣场、坝址等工程的设置要在最大限度上做到挖填平衡,减少土石方远距离调运,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等对植被的破坏。

(3) 保护区域农田植被，优化施工时序，建议在农作物收获后施工。

(4) 加强森林防火工作，对施工人员和周边的居民进行宣传教育设置警示牌，严禁携带火种进山，严防放火烧荒，避免对林地的损毁。

(5) 施工过程中如发现珍稀保护植物，应通报地方林业部门开展就地或迁地保护。

6.5.1.2 减缓措施

(1) 加强森林资源保护，工程施工时应防止对其周边森林资源的滥砍乱伐和过量采伐林木及毁林等不良现象发生同时应保护好评价区内现有的森林。

(2) 划定施工活动范围，加强施工监理工作。应确保施工人员在征地范围内活动，从而减轻非施工因素对周围植物及植被的占用与压踏。

(3) 设置警示牌，施工期间，在坝址区域、生产生活区域、施工工厂设施区域、砂石加工系统、混凝土拌和系统等各主要施工区及植被较好的地段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砍伐林木，尽量减少占地造成的植被损失。

(4) 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。

(5) 加强宣传教育活动，强化生态保护意识。施工前印发生态保护手册，加强对施工人员的法律和生态保护知识的宣传教育。

(6) 加强植物检疫。在施工建设过程中要加强包装材料的检疫工作，防止森林病虫害的爆发。

(7) 加强水土流失的治理工作。对于施工过程中扰动的地表应及时的进行植被恢复，因工程不能及时恢复的应做好相应的临时措施进行遮挡防护等。

6.5.1.3 恢复与补偿措施

施工结束后，应结合水土保持方案开展场内植被恢复及临时占地复垦工作。依据本项目水土保持方案报告书设计成果，坚持分区防治原则，其中植物措施设计根据当地立地条件，按“适地适树、适地适草”的原则，选择适应性强、根系发达、生长速度快、容易种植、成活率高的品种，此外，工程所采取树草种充分结合环境要求，选择适宜的树草种进行配置，在满足防治水土流失的前提下，美化环境。施工区各防治区采取的植被恢复措施如下：

(1) 枢纽区

1) 水库淹没区

为防止水库蓄水后可能发生库岸滑塌，运行期内应定期巡视可能发生坍塌的地段，进行标记，并根据情况采取相应措施。

2) 枢纽工程区

施工前，对占用的耕地、林地、林草地采取表土剥离，表土运至表土堆存场堆存；施工过程中，枢纽建筑物区近坝左右岸防护区域设置截水沟，对裸露边坡采取土工布苫盖；对左坝肩上游高程2617m的马道内侧利用主体工程设置的马道排水沟设置种植槽，施工结束后对种植槽采取覆土、全面整地后栽植灌木、栽植攀缘植物、撒播植草绿化。

3) 交通设施区

施工前，将对占压耕地、林地及草地区域采取表土剥离，并集中运至临时表土堆存场堆存；施工过程中，永久道路在道路挖方边坡坡脚设置排水沟，排水沟出口设浆砌石沉沙池，排水沟引接至自然沟道，施工临时道路挖方边坡坡脚设置临时排水沟，临时排水沟出口设临时沉沙池，临时排水沟引接至自然沟道或周边排水沟内，裸露坡面采用草帘苫盖；施工结束后，对永久道路采取覆土、全面整地后栽植行道树、树下植草，对临时道路采取覆土、全面整地后撒播植草恢复植被。

4) 施工生产生活区

施工前，将对占压耕地、园地、林地及草地区域采取表土剥离，并集中堆存至临时表土堆存场；施工过程中，在施工场地填方边坡下侧设置混凝土挡墙，挡墙下方设大块石压脚，场地填方边坡设格宾石笼护坡或干砌石护坡，开挖边坡上侧设置截水沟，施工场地周边设置排水沟，挖方边坡马道处设马道排水沟，在1#机械停放场上游设截水沟、截水沟出口设临时沉沙池，前期在章给寨工区的回采区域采取土工布苫盖；施工结束后，拆除硬化层，对章给寨工区顶部采取覆土、复耕，并配套灌溉措施，其他施工临时生产生活场地采取覆土、全面整地后植草绿化。

5) 料场区

瓦支沟石料场利用现有的截水沟，施工中，马道形成后，在马道内部设置排水沟，施工过程中对料场区临时堆料采取草帘苫盖。

6) 弃渣场区

弃渣场堆渣前，堆渣渣脚设置挡墙，渣场两侧山体设置浆砌石截水沟，截水沟顺接上下游原有截水沟，利用两河口水电站左下沟渣场现有的沉砂池；堆渣结束后，渣场顶部及坡面可恢复植被区域进行覆土、全面整地，采取种植灌草进行植被恢复，并配套灌

溉措施。

7) 表土堆存场区

在堆存表土前，在堆存场下游坡脚设置钢筋石笼挡墙，周边设置排水沟，排水沟出口设置沉沙池；表土堆存期间，裸露坡面采取撒播草种进行防护；表土回采利用完毕后，对堆存场地进行全面整地、灌草绿化。

(2) 移民安置区

施工前，将对占压耕地、园地、林地及草地区域采取表土剥离，集中堆存在电站枢纽工程区设置的表土堆存场内，相应的措施及投资计入电站枢纽工程区的表土堆存场区；施工过程中，在开挖边坡上游来水侧设置截水沟，坡脚、道路及构筑物周边设置排水沟，排水沟顺接原有排水沟或沟道；施工结束后，对本区可恢复植被区域进行覆土、全面整地，并种植乔草进行植被恢复。

6.5.1.4 重要植物保护措施

根据评价区国家重点保护野生植物的分布海拔及生境条件，评价区内松茸主要分布在海拔3200~4200m左右的松林、硬叶高山栎林或松栎混交林中，而牙根一级水电站的工程布置区域主要在河岸两侧，海拔在2600-3000m区间；芒苞草主要分布在脚泥堡村东侧的山顶和雅江县垃圾处理站北侧的山坡，植被主要为灌丛群落，灌木盖度不大，工程用地范围离芒苞草的分布较远。因此初步判断电站建设施工和蓄水不会对国家重点保护植物带来直接侵占影响。

但是由于库区回水距离较长，淹没范围广，而陆生生态评价受地形、交通等因素影响无法对淹没范围实施全覆盖调查，在项目淹没红线确定后清库时应重点关注上述保护植物的分布区块，进一步核实有无上述保护植物分布，采取如下保护措施：①在库区淹没红线勘察放线完成后应对淹没范围进行清查。②上述国家重点保护植物移植难度小、成活率较高，移栽措施可以达到有效保护的目的。在库区蓄水前应将淹没范围内有分布的保护植物植株统一靠后移植出库区淹没区。③加强对施工人员的管理，禁止施工人员擅自离开施工区进入林区内采挖上述保护植物植株，避免给保护植物分布生境带来干扰，确保评价区内的保护植物资源量不因电站相关施工活动而减少。

松口蘑是重要的经济菌类，与藏区人民的收入紧密相关。工程建设不会对松口蘑的生长环境带来直接侵占影响，但应加强对施工人员的管理，禁止施工人员在评价区及周边环境参与采摘松口蘑，保护这些珍贵药材的资源量并避免与当地原住民发生民事纠纷。

6.5.1.5 管理措施

(1) 制订工程建设的生态保护规定。成立项目生态保护工作领导小组，明确职责和工作范围，加强对工程建设过程中生态保护工作的领导和监督。

(2) 在工程管理机构应设置生态环境管理人员，建立各种生态管理及报告制度。

(3) 加强对施工人员、周边居民的宣传教育培训工作，树立生态绿色施工理念，提高环保认知。

(4) 加强对施工人员及施工活动的管理。施工过程中，加强人员的管理，禁止施工人员对植被滥砍滥伐，严格限制施工人员在施工现场的活动范围，防止破坏沿线的生态环境。

6.5.2 陆生动物保护措施

6.5.2.1 避让措施

(1) 弃渣场、施工场地、临时便道等临时占地，优先避开评价区内植被较好的区域，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；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、废渣及废弃对周围动物生境的破坏。

6.5.2.2 减缓措施

(1) 广泛开展宣传和教育

在认真做好库区库周生态环境建设和对动物栖息地保护的同时，还必需通过多种途径广泛开展保护野生动物的宣传和法制教育。在库区库周涉及乡镇宣传有关野生动物的知识及保护的意義，保护野生动物的栖息环境，禁止非法狩猎、诱捕、毒杀野生动物，有效控制其它威胁野生动物生息繁衍的活动。

根据本工程施工人员数量、移民安置人口，印发环境保护宣传手册，分发给本工程施工人员、部分移民及移民安置区的居民，其具体内容包括：

①有关环境保护法律法规；

②库区库周可能存在的需要保护的动植物，并且附加图片。

③介绍相关的保护措施，包括动植物保护措施、鱼类保护措施、水土保持措施、传染性疾病预防措施等。

④明确当地环境保护、林业、农业、渔业等相关主管部门和本工程环境保护部门的负责人，并且注明联系电话。

(2) 施工期间加强弃渣场防护，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。

(3) 在工程施工过程中，采用有效方法去除油污，合理处理生产废水、弃渣及施工人员生活污水等污染物，严禁直接排入附近水域，避免污染两栖爬行类、涉禽以及傍水型鸟类的生境。施工期间的废水达标处理后回用或排放。生活污水采用一体化处理设备进行处理，委托地方环卫部门定期清运，不外排；含油污水收集后经隔油池处理，出水排放，废油由有相关资质的单位回收处理；基坑废水采用向基坑中投加絮凝剂进行絮凝沉淀和酸性中和的方法，基坑排水静置沉淀后外排。

(4) 鉴于鸟类对噪声、振动和施工灯光特殊要求，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。防治施工噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声设备。

(5) 施工期间，在各主要施工作业区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) 蓄水前搜救措施

由于水库蓄水历时较短，根据库周重点保护动物分布情况，对由于水库蓄水造成人为活动的干扰而受伤或食物暂时性短缺受影响的重点保护动物采取统一搜救措施。

1) 搜救原则

本次工程库区库周重点野生保护动物救护应遵循以下原则：

A、以国家重点保护动物为主，兼顾其余野生动物救护的原则。

B、科学救护原则。救护野生动物的目的是使野生动物资源得到最大限度的保护，从救治、饲养、放归各环节都要采取科学措施，减少对野生动物的人为干扰和伤害。

C、统一协调原则。成立专业的野生动物救护队伍，统一协调库区库周涉及区域的搜救任务，各单位及人员服从统一协调安排，充分发挥各单位及人员的优势。

D、属地管理和就近、及时救护相结合的原则。野生动物救护原则上实行属地管理原则，特殊情况可遵循就近、及时救护原则。

2) 搜救目标

根据国家重点保护动物的繁殖期，结合水库蓄水规划，确定本方案的搜救目标。主要为国家重点保护动物，兼顾其余受伤或年幼野生动物的搜救。

3) 搜救方案

A、组织及成员组成

鉴于国家重点保护动物搜救的繁杂性，本项任务主要依托水库库底清理计划，由建设单位委托具有相关资质及技术水平的单位(例如林业主管部门)开展工作；在水库库底清理人员组成中，由当地林业部门负责动物搜救，还应该包括环保部门、动物专家、兽医人员、设计单位及其它单位或人员。

B、搜救人员技术培训

重点保护动物识别：采取集中培训或编写、发放重点保护动物图册方式，介绍国家及省重点保护动物的特征，能够识别国家及省级重点保护动物；重点保护动物的应急救治方法；对讲机等通讯设备的使用；搜救人员的安全培训等。

C、搜救时间安排

野生动物的搜救工作时间结合水库库底清理随时启动进行。这是由于水库库底清理时，将砍伐正常水位线下的林木，届时对野生动物的干扰较大。

D、搜救动物的管理

在野外搜到的动物应及时、就近交给当地林业主管部门进行治疗养护和放归。

6.5.2.3 恢复和补偿措施

(1)由于工程修建和水库蓄水占用了野生动物的生境，其觅食范围也相应减小，工程完工后所占据的临时用地如弃渣场、临时道路、施工人员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，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

(2)生产安置或搬迁安置点的空隙种植一定数量的树木(灌丛)，施工营地、弃渣场等临时占地通过水土保持植物措施及时进行绿化，为鸟类和其他野生动物提供栖息环境。

6.5.2.4 重要动物的保护措施

评价区野生动物中无极危、濒危物种。分布有国家Ⅱ级重点保护6种，其中鸟类3种，分别为白马鸡、大鸕、红隼；兽类3种，分别为猕猴、赤狐、黑熊；四川省级重点保护动物1种，即白喉针尾雨燕，同时黑熊和大鸕为易危物种。

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、法律责任等。

6.5.2.5 管理措施

(1) 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，特别是重点保护野生动物。在施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

(2) 组织施工人员及周边村民开展鸟类保护行动，对于非法猎捕鸟类的个人及组织交予当地林业、公安等部门。

(3) 加强工程区的生态环境的监控和管理。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。

6.6 土壤环境保护措施

6.6.1 源头控制措施

(1) 施工期及运行期各类污废水、固体废物应按“水环境保护措施”和“固体废物处置措施”及时进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。

(2) 对工程区内耕地、园地、林地地块进行表土剥离，并运往表土堆存场集中堆置防护，用于后期植被恢复。

(3) 加强施工机械设备的维护保养，减少机械设备油类的跑、冒、滴、漏对土壤环境的影响。

(4) 运行期地方政府应需加强库周环境管理，确保水库库区良好的水质，避免因水质污染进而造成土壤的酸化、碱化和盐化现象。

6.6.2 过程防控措施

加强运行期库区周边土壤含盐量和地下水水位的监测，针对库周浸没区，采取防护、排水等措施，降低地下水水位。

6.7 人群健康保护措施

6.7.1 综合防治措施

6.7.1.1 传染源控制

(1) 开展卫生防护。工程人员进入施工区和迁移人口迁入居民点时，对生活区和部

分作业区进行卫生清理，即采取消毒、杀虫、灭鼠等卫生措施，对饮用水进行消毒。普及传染病防治知识，进行经常性的灭蚊、灭蝇和灭鼠等卫生清理，改善环境卫生，加强个人防护。

(2) 确保饮用水安全。施工区、移民安置区应解决好生活饮用水净化、消毒设施，饮用水必须符合国家生活饮用水卫生标准，确保饮用水安全。

(3) 对生活垃圾和污水进行无害化处置。施工区修建环保厕所、污水处理系统等设施，并对垃圾和粪便进行处置。移民安置点各户配套化粪池，对人畜粪便进行无害化处置。

6.7.1.2 传播途径控制

(1) 配备体温监测仪、口罩和消毒液等防疫物资，及时向员工和务工人员发放必要的卫生防护用具，并早、晚各一次对办公生活区进行消毒。

(2) 依托两河口水电站施工区、生活营地已建医疗机构，负责对施工人员进行常见疾病的诊治、人群健康体检、预防接种和健康宣传教育，开展传染病的监测疫情报告和应急处理工作。

(3) 健全工作安排机制。所有传染病病人、病原携带者和疑似病人一律不得从事易于使该病传播的职业或工种。

(4) 加强项目封闭式管理和门卫制度管理，严格管控人员出入工地，及时掌握相关人员的动态信息；要杜绝外来人员到项目部人员密集场所停留，减少交叉感染风险。

(5) 严格落实施工区、生活区(宿舍、食堂)环境和通勤车辆等公共区域和设备设施消毒制度，加大消毒和通风频次；现场人员任何时候在公共区域活动、作业时均应佩戴口罩。

6.7.1.3 易感人群

对于新进场人员，应在当地进行体温检查并填写个人健康信息。根据流行病学指征，有计划地对易感人群实施预防接种或预防服药。做好公共卫生事件防疫、健康防护以及应急预案的知识培训，提高现场人员的自我防护技能。

6.7.2 自然疫源性疾病防治

(1) 灭鼠防鼠。灭鼠应与防鼠紧密结合。搞好环境卫生及卫生整顿，清除鼠类栖息活动的隐蔽场所，综合采用器械灭鼠法、毒饵灭鼠法等方法，在施工生活区和迁移人口安置点开展经常性灭鼠和疫源地针对性灭鼠。

(2) 灭蚤。施工人员的床、地面等要实施灭蚤，对鼠洞、家鼠或家禽窝及其他蚤类

孳生场所也分别予以灭蚤，以消灭传播媒介。一般应在蚤类繁殖高峰之前进行，经1次灭蚤后效果可维持3个月之久。药物灭蚤主要使用有机磷和拟除虫菊酯等地面滞留喷洒。野外工地、野外住宿场所，用杀虫剂喷洒，杀灭病媒昆虫。

6.7.3 人群管理

水库蓄水淹没、运行时水位消落等将使鼠类、蚊虫等媒介生物的生境和分布范围发生改变，也将使人类与其接触的机会发生改变。工程施工期，由于居住较为集中，人口流动性较强，施工人员劳动强度大；且施工区易形成积水坑和卫生死角，利于蚊蝇滋生，加之临时生活区条件较差，容易引发各类疾病，因此，对工程涉及区域人群应予以管理。迁移人口安置点的人群管理由当地乡镇卫生院医务人员负责，施工区则需要相应部门确定相关人员承担传染病预防工作。

(1) 传染病病人、病原携带者和疑似传染病病人不得从事易使传染病扩散的工作。

(2) 有条件的地区，可在易感人群中开展免疫接种工作。如甲肝疫苗、伤寒疫苗、流感疫苗等疫苗的注射。

(3) 在当地居民和施工人员中开展卫生知识宣传，普及常见传染病的相关知识。教育群众养成喝开水，食熟食，饭前便后洗净手，不随地吐痰和大小便的良好卫生习惯。

(4) 提高群众的保健和防病意识，出现相关症状后要早就医，早治疗。

6.7.4 食品卫生管理

工程建设将涉及原居住人口的迁移、大量外来施工和服务人员的迁入，易造成急性食源性疾病等。定期对公共餐饮场所进行卫生清理和卫生检查。发生食物中毒时应及时报告当地的卫生行政部门，对病人采取紧急处理，对中毒食品控制处理。

6.7.5 新冠肺炎疫情防控措施

为贯彻落实国家、四川省、甘孜州关于新冠肺炎疫情防控工作部署，进一步加强本项目施工现场疫情防控工作，确保项目疫情防控和安全生产形势稳定可控，需加强疫情防控期间施工现场管理，主要包括：

(1) 加大施工现场人员排查力度

实时进行施工现场风险人员排查，专人负责，严密组织，确保不漏一人、不留死角。并及时将排查情况进行报告，发现有中高风险地区旅居史以及健康码异常人员，第一时间上报，果断采取措施，严格落实核查落位、隔离观察、核酸检测等措施。

(2) 推进施工现场人员疫苗接种工作

要求各施工单位在做好全程疫苗接种的同时，全力推进加强免疫接种工作。对加强免疫接种任务进行分解倒排，确保按时限要求完成加强免疫接种。安排施工现场重点岗位人员，如厨师、配菜员、采购员、保洁员、保安等，优先进行加强免疫接种。未进行加强免疫接种人员，不得从事重点岗位工作。密切关注新进场人员疫苗接种情况，切实做到“能接尽接、应接必接”。

(3) 严格施工现场防疫管控措施

严格落实施工现场封闭式管理措施，要求建设单位、监理单位、各分包单位必须服从疫情防控管理。要求施工现场集中居住人员按照“非必要不外出”的原则，最大限度减少施工现场人员流动，最大程度降低传播风险和交叉感染风险。严格人员出入施工现场管理，对所有进入施工现场人员，坚持核验健康码、行程码，执行测温、登记等措施。

(4) 提升施工现场从业人员个人防护意识

要求各相关单位实时掌握疫情形势变化，及时将疫情信息和防范措施要求传达到每一名从业人员。加大对施工现场从业人员疫情防控培训教育力度，提升其自我防范意识和防控能力，引导施工现场从业人员养成勤洗手、常通风、科学佩戴口罩等良好卫生习惯。严格开展上岗前疫情防控措施交底，确保疫情防控各项要求落实到每一名员工、每一个岗位。

(5) 提升信息报送效率和应急处置能力

要求各单位高度重视信息报送工作，指定专人负责，确保信息报送畅通、准确、及时。健全完善施工现场突发疫情应急预案，进一步充实应急力量，强化应急演练，扎实做好施工现场突发疫情应对准备工作，一旦出现确诊病例或疑似病例，立即启动疫情应急处置机制，封闭施工现场，严禁一切人员进出，停止一切施工作业，并立即向有关部门报告。

6.8 移民安置环境保护措施

6.8.1 移民生活质量保障措施

根据《四川雅砻江牙根一级水电站移民安置规划》，结合本工程现阶段移民安置规划内容，对移民生活质量保障措施仅提出原则性要求如下：

(1) 严禁不合理开垦土地，通过多种途径提供移民必需的基本生产资料，以满足移民基本口粮需要，并具备有扩大再生产的基础条件。

(2) 对移民进行技术培训，提高其生产技能，同时，优化农业种植结构，提高粮食产量，增加农业收入。

(3) 在大力发展大农业生产的同时，有针对性地发展适合移民的二、三产业项目，以增加移民的收入。

6.8.2 农村移民安置

至规划水平年，工程涉及搬迁安置人口346人，采取在本村自行分散建房建房安置的方案。考虑到工程建设场地分散，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 and 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。对工程完工移民迁入后，提出如下环境保护措施：

(1) 生活污水处理措施

本工程搬迁安置人口通过本乡后靠分散建房进行安置，由于搬迁安置人口少，产生的生活污水较少，拟每户修建户用化粪池对污水进行处理。

(2) 生活垃圾处理措施

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、村、乡统一外运处理。

(3) 生态保护措施

合理规划移民安置用地，避开不良地质区，严禁陡坡开荒，减少因土地开垦造成的生态影响和水土流失。

开展移民安置点生态环境保护宣传活动，禁止捕杀野生动物、乱砍滥伐；从保护森林资源角度，移民建房木材及烧柴尽可能利用电站建设征地区的林木。

(4) 人群健康防护

在移民搬迁安置前对有关疾病传染源和传播媒介进行杀灭，降低虫媒传染性疾病的发病率。确保移民饮用水源符合有关标准，对安置点的饮用水水源水质进行监测。加强对当地人群健康监测，以掌握移民安置点传染病种类以及发病率变化。

6.8.3 专项设施复建

建设征地涉及省道S220线，需复建。专项设施复建对环境的影响主要发生在施工期，专项设施复建工程重点需要采取如下环境保护措施：

6.8.3.1 废水处理措施

专项设施复建工程施工废水主要有凝土拌和机械冲洗废水、养护废水等，废水排放量总体较少，施工期主要采用临时设置沉淀池的措施进行处理后回用。复建道路运营过程中的污水主要为路面径流，通过道路两侧排水沟进行收集和沉淀处理。

施工期生活污水主要来源于施工人员的生活污水和粪便，直接利用两河口水电站白玛营地、2#承包商营地已建措施处置。

6.8.3.2 环境空气保护措施

(1) 施工单位必须选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输工具，使其排放的废气符合国家有关标准。

(2) 运输泥土及建筑材料的车辆应配置防散落装备，装载不宜过满，且必须定期检查，及时修补破损的车厢，以减少车辆在行驶中沿途散落建筑材料及建筑废料。

(3) 及时清扫运输车辆在运输过程中散落在路面上的泥土，以减少施工运输扬尘。

(4) 无雨日应该经常洒水以防扬尘，不需要的泥土、建筑废物及弃渣等应及时运走，不宜长时间堆积；将水泥等极易产生扬尘的建材堆放于临时库房或采取遮盖措施。

(5) 对施工车辆的运行线路，应尽量避免避开居民区。

6.8.3.3 声环境保护措施

(1) 对施工现场进行合理布局，将现场固定噪声和振动源相对集中，以缩小噪声振动干扰范围；尽可能地将大噪声的施工机械设备布置于远离居民点的区域。

(2) 在保证施工进度的前提下，合理安排作业时间，将高噪声、高振动的施工作业安排在白天进行；具强噪声和振动污染的施工机械夜间停止作业。

(3) 采用低噪声的施工设备，并定期保养、维护机械设备；建筑构件尽可能在合适的场所预制好再运到现场安装，以减少对周围环境的影响。

(4) 合理规划施工车辆的运行线路，尽量避免避开噪声敏感区域。

(5) 高噪声区作业人员需配备个人降噪设备。

6.8.3.4 生态环境保护措施

(1) 施工尽量避开雨季，禁止废渣入河。

(2) 在施工前期应开展陆生生态调查，特别是珍稀动植物调查，以做好珍稀动植物保护工作。根据库区复建公路特点，结合电站主体工程陆生生态调查规划，调查范围已覆盖了公路复建区域，因此，复建公路的陆生生态调查可与主体工程结合，一并开展。

(3) 道路复建过程中, 应根据施工进度及时实施绿化措施进行植被恢复, 以减小对区域生态景观的影响。

(4) 合理规划复建公路走线, 并根据地形条件特点, 充分利用桥隧工程减少大开挖或大填方路段, 以从源头降低对生态环境的影响与破坏。

(5) 在施工期间以公告、宣传册发放等形式对施工人员和附近居民进行生态保护的宣传教育, 加强施工人员环保意识, 严禁施工人员乱砍伐树木, 非法猎捕野生动物, 以减轻施工对当地陆生动植物的影响, 并采取有效措施抑制鼠类的危害。

(6) 道路施工阶段, 合理规划施工布置, 减少临时占地; 加强施工管理, 做好土石方的纵向调运, 采石、弃土应按设计要求进行; 弃渣运至指定渣场, 做好渣场堆渣管理; 沿河路段路基施工时, 应先建拦渣设施, 以避免土石落入水体中。

(7) 优化施工工艺, 严格按照设计进行取弃土, 并及时进行取弃土场的环境保护及恢复工作; 在施工开挖时, 应将表层土(约30cm)暂存堆放, 待施工完毕后回填, 以降低对生态环境的影响。

(8) 施工结束后, 及时对所有临时占用的土地及可恢复的土地进行生态恢复或复耕。

6.9 枢纽工程施工环境保护措施

6.9.1 施工废(污)水处理措施

6.9.1.1 砂石加工系统

(1) 废水概况

本工程砂石加工系统布置于两河口水电站左下沟渣场, 类比同类工程, 废水中的主要污染物为SS, 浓度约为80000mg/L。该砂石加工系统成品骨料生产能力为500t/h, 毛料处理能力为600t/h, 二班制生产, 其中人工砂生产能力180t/h。

该系统生产最大用水量为1000m³/h。根据《水电工程砂石系统废水处理技术规范》(DLT 5724-2015)砂石废水处理设计能力宜按系统设计用水量的80%-85%确定, 本阶段取85%, 则废水处理设计规模为850 m³/h。

(2) 处理目标

工程区地表水执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水域标准, 施工期和运行期污废水禁止排放。砂石加工系统废水经处理后全部回用, 根据《水电工程砂石加工系统设计规范》(DL/T5098-2010)中有关砂石加工系统回用水水质要求, SS的处理目标

为：浓度 $\leq 100\text{mg/L}$ 。

(3) 方案比选

砂石加工系统生产废水的处理传统工艺一般采用自然沉淀法和加药絮凝沉淀法，另外随着技术的发展，在水电工程中还出现了DH系列高效（旋流）污水净化器处理工艺以及磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺。

方案1：自然沉淀法，处理流程见图6.9-1。含高悬浮物的废水从筛分楼流出，进入沉淀池，不使用凝聚剂，在沉淀池中进行自然沉淀，上清液循环使用。该方案特点是处理流程简单，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，沉淀池的规模要求很大，而且很难达到回用水质要求。

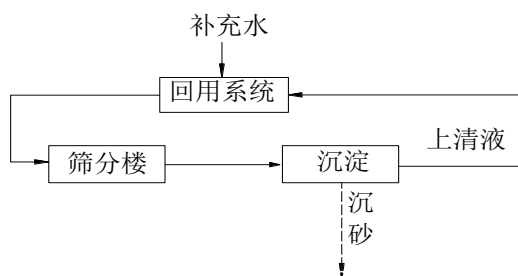


图 6.9-1 自然沉淀法工艺流程

方案2：絮凝沉淀法，处理流程见图6.9-2。废水经过厂区废水收集管渠，进入旋流沉砂池，进行初步沉淀。在废水进入快速反应池前投加絮凝剂，水和絮凝剂在快速反应池内利用快速搅拌机充分混合，然后进入慢速反应池，同样利用慢速搅拌器充分反应。慢速反应池出水进入辐流式沉淀池，通过周边的配水孔，均匀的从周边进入辐流式沉淀池，废水中的絮体状颗粒沉淀到池底，上清液直接排入清水池，回水泵站将清水池中的水送至厂区用水点。

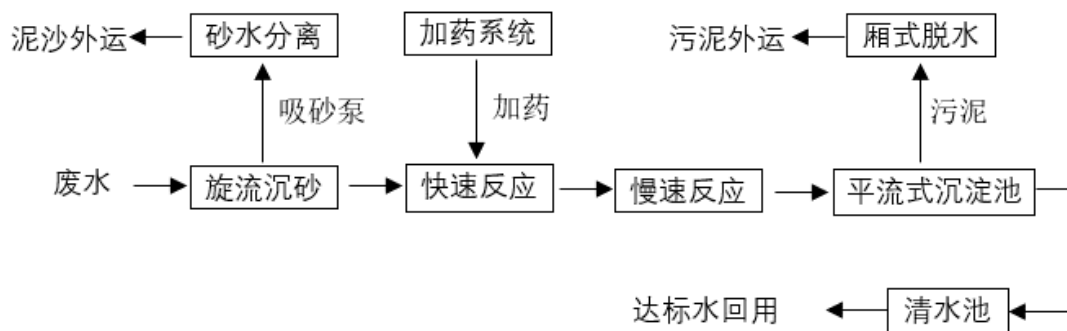


图 6.9-2 絮凝沉淀法工艺流程

方案3：高效旋流净化法，处理流程见图6.9-3。砂石骨料冲洗废水进入调节池，经泵抽至高效旋流净化器，同时利用负压原理，将药剂与废水一并吸入管道中初步混合，进入高效旋流净化器。在高效旋流净化器内经混凝反应、离心分离、重力分离、动态过滤及污泥浓缩等过程从高效旋流净化器顶端排出净化后的净水，浓缩后的污泥从底部定时或连续排出。处理出水直接排入清水池，回水泵站将清水池中的水送至厂区用水点。

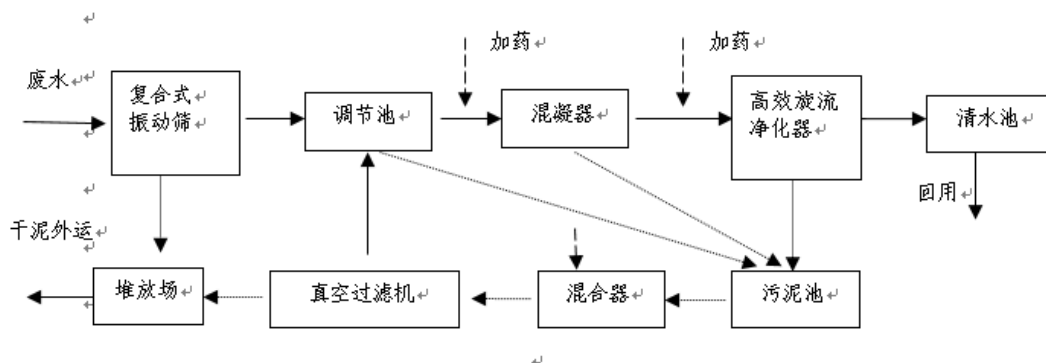


图 6.9-3 高效旋流净化法工艺流程

方案4：磁介质混凝沉淀系统（MagCS），工艺流程见图6.9-4。待处理废水经过一次性提升泵入高频振动筛，筛上粗颗粒可作为骨料利用，筛下泥浆自流至调质罐，通过加入阳离子PAM调质后自流至浓缩带式污泥脱水机，滤饼堆场外运，滤液自流至磁介质混凝沉淀池净水处理系统，尾泥返回调质罐进行调质脱水，净水达标回用。

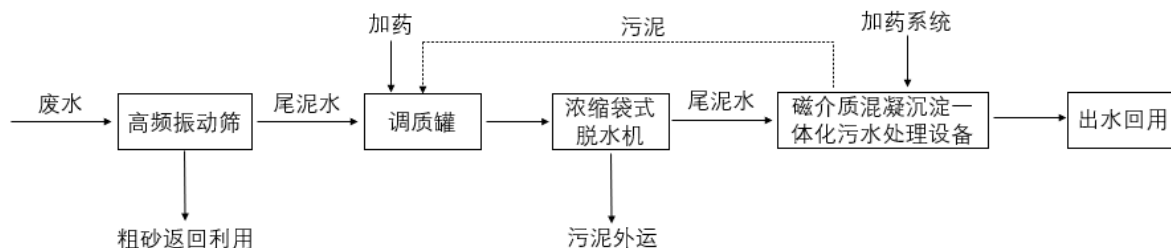


图 6.9-4 磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺流程

4种处理工艺中，方案1采用自然沉淀法的特点是处理流程简单，基建技术要求不高，运行操作简单且运行费用低，但要达到较好的处理效果，就必须修建规模很大的沉淀池，占地面积很大，已很少采用。方案2采用传统絮凝沉淀工艺，其核心处理一般采用平流沉淀池、旋流沉淀池、斜管（板）沉淀池和辐流沉淀池等工艺，这些工艺相比自然沉淀法处理效率高，占地面积相对较小，但是存在容易出现泥渣板结、堵塞，清泥工作量大等问题。方案1与方案2处理工艺存在问题总结如下：

A 自然沉淀占地面积大，泥渣清理工作量大。

B 平流沉淀池悬浮物去除率较低，出水水质差，占地面积大，清泥频繁且工作量大，

经常发生淤池现象。

C 旋流沉淀池运行费用相对较高，而且设备易磨损，维护费用高。

D 斜管（板）沉淀池要求入口悬浮物浓度一般不大于3000~5000mg/L，适用于低悬浮浓度废水处理，在处理砂石加工系统废水时，往往处理能力低，出水水质差，斜管（板）易堵塞，清泥困难。

E 幅流沉淀池占地面积大，废水往往需要预沉淀以后再进行处理，以减轻处理负荷，从而造成工艺路线长，操作维护工作量大，沉淀池排泥管易堵塞，刮泥机械故障多，运行可靠性差。

方案3高效旋流净化法是采用一体化设备，该设备将直流混凝、微絮凝造粒、离心分离、重力分离、油水分离、动态把关过滤及污泥浓缩等过程有机融合为一体，在同一罐体内完成废水的多级净化，实现了在线式快速连续高效处理。但是该设备由于旋流作用，存在着设备易磨损等问题，同时该设备经过几年的应用还不能解决特高浓度的砂石废水，另外其排泥也存在一定的问题容易堵塞和板结。

方案4采用“磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺”，该技术以重介质加载沉淀技术为基础，利用常规的絮凝沉淀法，通过在混凝阶段投加高效可回收的磁介质提高絮体的沉降速度，并辅以污泥回流装置来提高混凝反应效果的技术。由于磁介质的比重较大，通过在絮凝反应过程中和絮体有效地进行结合，使絮体大而密实，以可以有效提高絮体的比重，在澄清池中高速沉降，以此有效提高澄清池的处理效率。其主要特点如下：

- （1）以磁介质作为絮团载体，反应效果好。
- （2）对SS、TP去除效果好，同时还对非溶解性COD有一定去除效果。
- （3）耐冲击负荷能力强，最高可达 $50\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。
- （4）工艺占地少，处理量大。
- （5）运行成本低，设备的使用寿命长。

（6）“磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺”已成功应用于两河口水电站大坝灌浆废水处理，来水悬浮物浓度达30000mg/L，主要由岩粉、泥沙、水泥颗粒等造成，出水水质悬浮物能够小于10mg/L。



两河口水电站灌浆废水“磁介质混凝沉淀处理前 两河口水电站灌浆废水“磁介质混凝沉淀处理后

综合上述分析，建议本工程采用磁介质混凝沉淀技术（MagCS）工艺。MagCS系统一体化设备示意图见图6.9-5。

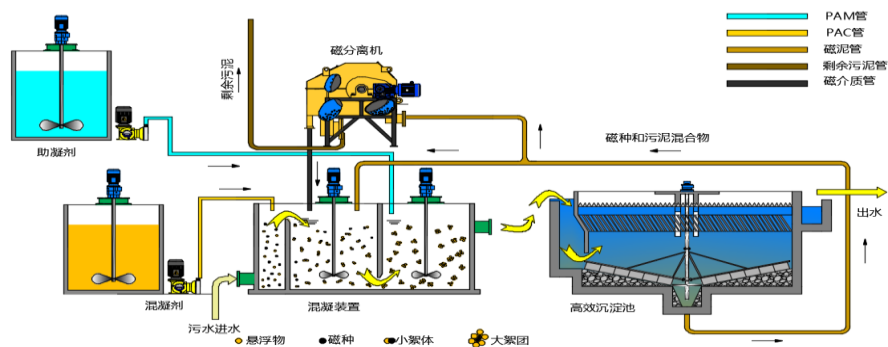


图 6.9-5 MagCS 磁介质混凝沉淀技术一体化设备示意图

(4) 废水处理方案

1) 工艺流程

左下沟砂石加工系统废水产生量均为850m³/h，采用“高频振动筛+浓缩袋式脱水+MagCS磁介质混凝沉淀系统+清水回用”的废水处理与回用设施。本工艺流程见图6.9-6，待处理废水经过一次性提升泵入高频振动筛，筛上粗颗粒可作为骨料利用，筛下泥浆自流至调质罐，通过加入阳离子PAM调质后自流至浓缩带式污泥脱水机，滤饼堆场外运，滤液自流至磁介质混凝沉淀池净水处理系统，尾泥返回调质罐进行调质脱水，净水达标回用。

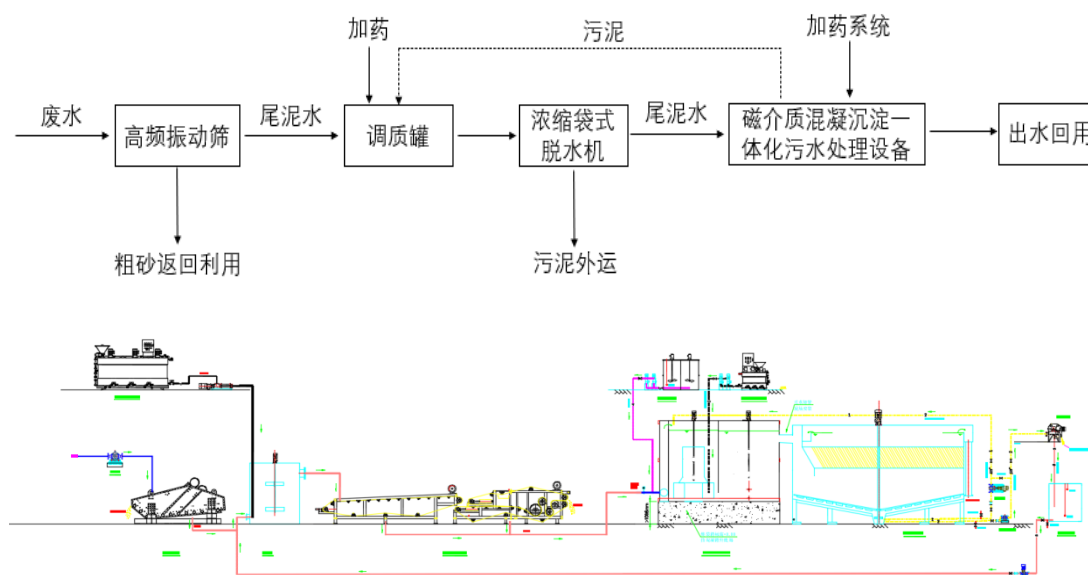


图 6.9-6 工艺流程图

2) 主要设备及构筑物设计

本工程砂石加工系统废水处理站占地面积约 1900m²。各设备及构筑物设计参数如下表 6.9-1。

雅砻江牙根一级水电站砂石加工废水处理系统设备统计

表 6.9-1

序号	设备名称	单位	数量	规格参数	备注
1	潜污泵	台	6	150QW500-15-45, 22Kw, 变频	
2	高频振动筛	台	6	DW21-00	
3	调质罐	台	6	φ 3000, N=2.2Kw	
4	重型带式污泥脱水机	套	6	DWT3000-B, N=15kw	
5	磁介质混凝沉淀一体化污水处理设备	套	1	MagCS-20000	
6	电气及自控	项	1	废水处理系统配套	
7	管道及阀门	项	1	废水处理系统配套	

3) 砂石加工系统运行管理要求

砂石废水处理系统在运行过程中主要需注意定时清淤。同时，考虑到废水处理工艺中的加药间与脱水机房机械化和自动化程度较高，对管理人员有一定技术要求，所以应组织废水处理站的管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训后，才能对电气仪表设备进行科学的操作与维护，并严格制订操作规程，以保证废水处理站的良好运行。同时，工程环境管理部门应定期对处理站的管理运行进行监督检查，掌握废水处理系统运行情况，对不良情况及时提出整改意见，杜绝事故排放。

为保证砂石废水处理系统正常运行，应开展定期维护工作，每月至少进行1-2次板结泥渣清理，以防堵塞。同时砂石废水处理系统考虑以下应急措施：

A本工程砂石加工系统动力系统配备了备用设备，出现故障，可采用备用设备紧急替换。

B泥渣脱水设备虽未设置备用设备，但配置了多台设备，并按照最大负荷设计，当某台出现故障，其他设备仍可正常工作，即使有剩余无法处理的泥浆也可通过专设的污泥回流管排入调节池，利用调节池临时贮存。

C本工程砂石加工系统均采用PLC集中控制，在废水处理系统任何一个环节出现故障时，会很快响应并立即停止运行，同时管理人员应立即通知砂石系统工作人员停止砂石生产，减少进入系统的入水量，按半个小时左右的响应时间计算，响应前废水可临时储存于石粉回收系统或调节池中。

6.9.1.2 混凝土拌和系统

(1) 废水概况

本工程在坝址上游左岸设置1处混凝土生产系统，距坝址约1.0km，供应导流及主体工程混凝土，生产混凝土总量约107.6万 m^3 。混凝土浇筑月高峰强度7.4万 $\text{m}^3/\text{月}$ ，设计生产能力230 m^3/h ，设置HL180-3F3000混凝土拌和楼2座，三班制生产。

混凝土拌合系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗以及楼下卫生清洗水，根据混凝土拌合系统的生产规模，每台班冲洗一次，拌合系统废水总量为5 $\text{m}^3/\text{次}$ ，则每天两座拌和楼的冲洗废水为： $5 \times 3 \times 2 = 30 \text{ m}^3$ 。类比同类工程，废水pH值约为11，废水中悬浮物浓度约5000 mg/L ，具有SS浓度高、污水排放量小、间歇集中排放的特点。

(2) 处理目标

混凝土生产系统废水主要污染因子为SS和pH，处理后废水SS浓度控制在200 mg/L 以

下，pH控制在6~9范围内，循环用于转筒和料罐冲洗或场地洒水降尘等。

(3) 工艺设计

针对混凝土拌合系统废水水量少、排放不连续、且悬浮物浓度较高等特点，采用间歇式自然沉淀的方式去除易沉淀的砂粒。该处理方法的特点是构造简单、造价低、管理方便，仅需定期清池。虽冲洗废水pH值偏高，但因水量小，且循环利用，影响不大，故暂不考虑中和措施，如运行期间有较大影响，临时在处理池中投加酸性中和剂即可。

每个处理系统由平行布置的1座矩形沉淀池和1座清水池组成。每台班末的冲洗废水排入沉淀池内，静置沉淀至下一台班末后，上清液排入清水池回用于下一台班的冲洗，沉淀时间达6h以上。沉淀池的出水端设计为活动式，便于清运和调节水位。清水池内设置两台潜水泵（一用一备），用于清水回用，水泵的参数为： $Q=30\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=32\text{m}$ ， $P=7.5\text{kW}$ 。

(4) 主要构筑物

雅砻江牙根一级水电站混凝土拌和系统废水处理设施规模及主要工程量估算表

表 6.9-2

名称	沉淀池尺寸 (长×宽×高， m)	清水池尺寸 (长×宽×高， m)	开挖量 (m^3)	回填量 (m^3)	C25 混凝土 (m^3)	钢筋 (t)	占地面积 (m^2)	清淤泥渣去向
混凝土拌和系统	5.0×4.0×3.5	5.0×4.0×3.5	500	250	60	7.76	40	左下沟渣场

(5) 运行管理维护

由于混凝土冲洗废水量很小，处理构筑物简单，除回用水泵外，没有机械设备维护的问题，在运行过程中主要注意定时清渣，泥渣统一运至弃渣场。管理和维护工作纳入混凝土拌和系统统一安排，不另设机构和人员。

6.9.1.3 含油污水

(1) 污染源强

工程含油废水主要来自机械修配厂和汽车保养站。其中机修废水水量较小，洗车废水日产生量约 $20\text{m}^3/\text{d}$ 。洗车废水主要污染物为石油类和SS，根据类似工程实测结果，其浓度分别约为 30mg/L 和 3000mg/L 。两处施工场地均位于章给寨工区，废水可合并处理。

(2) 处理目标

处理达到《污水综合排放标准》中的一级标准（ $\text{SS}\leq 70\text{mg/L}$ ，石油类 $\leq 5\text{mg/L}$ ）后回用于车辆冲洗。

(3) 处理工艺

牙根一级水电站规划一处机械修配厂和汽车保养站，采用沉淀池+成套油水分离器的处理方案。废水中的悬浮物和COD_{Cr}以及部分石油类在沉淀池中经絮凝沉淀后得以去除；沉淀池出水进入成套油水分离器处理，实现废油的回收利用与统一收集，以及处理出水中的石油类含量满足要求。

该处理方案的工艺流程如图6.9-7所示。

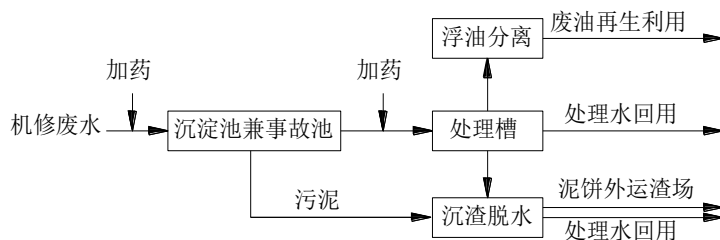


图 6.9-7 牙根一级水电站含油废水处理工艺流程图

(4) 主要构筑物及设备

沉淀池采用平流式。考虑到事故储存功能，停留时间取3h，有效容积72m³。沉淀池分为2格，单格尺寸为5.0m(长)×2.4m(宽)×3.3m(高)，池子沿宽方向单排设1个砂斗，砂斗容积按大于2h存砂量设计。沉淀池表面负荷采用1.00m³/(m²·h)，正常运行有效水深3.0m，水平流速0.93mm/s。沉淀池的规模大小及主要工程量估算见表6.9-3。

含油废水处理沉淀池规模及主要工程量估算表

表 6.9-3

名称	沉淀池分格数	单格规模尺寸 (长×宽×高, m)	开挖量 (m ³)	回填量 (m ³)	C25混凝土 (m ³)	钢筋 (t)	占地面积 (m ²)
含油废水处理沉淀池	2	5.0×2.4×3.3	90.72	30.24	20.88	0.94	48.5

油水分离器采用SFY型含油废水处理成套设备对其进行处理。SFY型含油废水处理成套设备在原水含油量≤1500mg/L，冲击负荷不超过20000mg/L的条件下，处理后出水含油量<5mg/L。结合含油废水排放的水量及成套设备型号综合考虑，选定本工程含油污水成套处理设备的型号为SFY-10。

为使不能回收利用的废油渣得到妥善处置，需在工程区统一设置1处废油收集站，定期外运交由有资质的单位进行处理。

(5) 运行管理和维护

由于含油污水量较小，处理构筑物和设备较简单，在运行过程中主要注意定时清理和巡护。管理和维护工作纳入站内统一安排，不另设机构和人员。

6.9.1.4 生活污水

(1) 污染源强

工程施工高峰年施工人数约 2471 人，业主管理人员约 50 人，参照《四川省用水定额》（川府函[2021]8 号）中所标注的小城市居民生活用水定额，本项目施工生活环境艰苦，高峰期用水量大且较为集中，因此施工人员用水定额取值为 200L/人·d。白玛业主营地因具有餐饮接待等商务功能，用水量较大，故本工程业主管理人员每人平均日用水量定额为 250L/d。考虑污水排放系数取 0.8，时变化系数取 2.5，废水产生量为用水量的 80%。本工程施工时段生活污水排放量 369.36m³/d，其中管理人员生活污水排放量 10 m³/d、施工人员生活污水排放量 359.36 m³/d、主要包括食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等。

生活污水所含污染物主要为 BOD₅、COD、SS、氨氮等。各种污水混合后，BOD₅ 约 150mg/L，COD 约 250mg/L，SS 约 220mg/L，氨氮约 30mg/L。

(2) 处理目标

处理后满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准后综合用于营地冲厕及绿化浇灌等。

(3) 依托措施情况

规划本工程管理人员居住于两河口水电站白玛营地，施工人员居住于两河口水电站 2#承包商营地。2008年7月，白玛营地污水处理站建成投运，建筑面积800m²，处理规模为480m³/d；2#营地和武警营地建设相邻，共用一个污水处理站，2016年建成。建成处理规模为1680m³/d，占地面积600m²，采用接触氧工艺。白玛业主营地、2#承包商营地生活污水处理能力完全能够容纳牙根一级水电站施工期生活污水处理需求。

1) 处理方案及工艺流程

依据环水保监理总结报告，两河口水电站各集中生活营地居住人口较多，均采用运行稳定、耐冲击负荷的成套生活污水处理设备。成套生活污水处理设备的工艺流程详见图6.9-8。

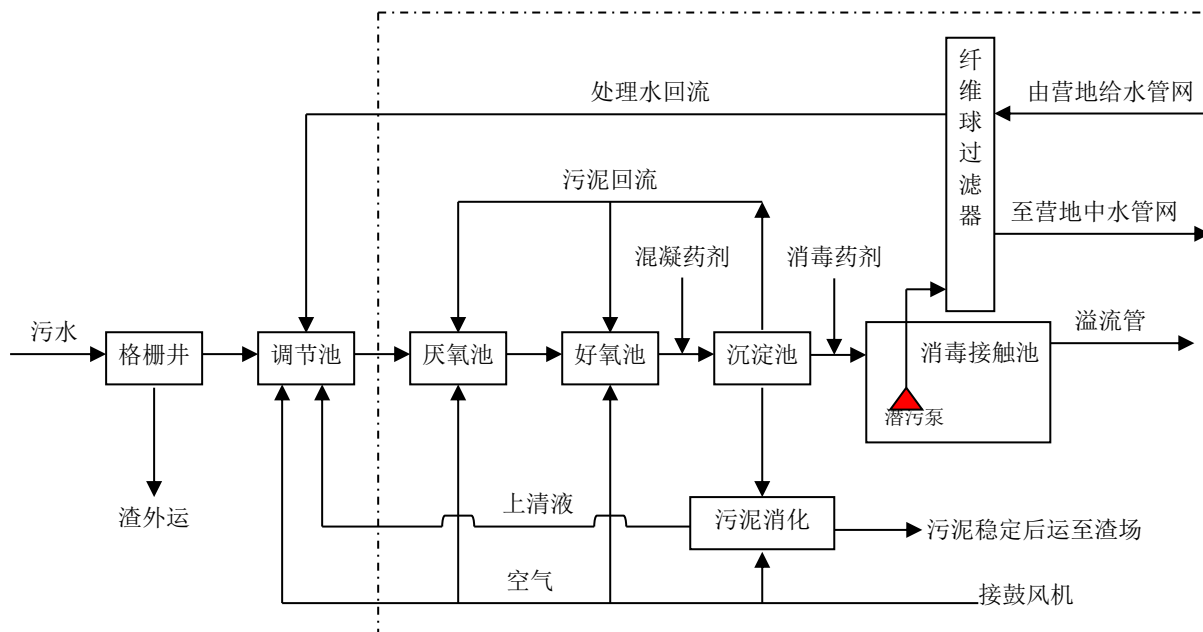


图 6.9-8 两河口水电站生活污水成套处理设备工艺流程图

格栅井：来自食堂餐饮污水及化粪池的综合生活污水在进入调节池前设置一道回转式机械格栅，用以去除污水中的软性缠绕物、较大固颗粒杂物及飘浮物，从而保护后续工作水泵使用寿命，并降低系统处理工作负荷。

调节池：设计有效停留时间6h以上，内设预曝气设施，并设一套液位仪以控制水泵动作。

A级生物处理池(厌氧池)：设计有效停留时间大于3h，内置高效生物弹性填料，并具有水解酸化功能，同时可调节成为生物氧化池，以增加生化停留时间，提高处理效率。

O级生物处理池(接触氧化池)：该池以生物膜法为主，兼有活性污泥法的特点，由池体、填料、布水装置和充氧曝气系统等部分组成。该池分二级，设计有效停留时间大于3h，使水质降解成梯度，并采用相应导流紊流措施，以达到良好的处理效果。填料采用弹性立体组合填料，成笼式安装，在水中自由舒展，对水中气泡作多层次切割，从而增加了曝气效果，且拆卸、检修方便。

沉淀池：进行固液分离，去除生化池中剥落下来的生物膜和悬浮污泥，设计有效停留时间2h以上。沉淀池形式为竖流式，采用中心导流筒进水，三角堰出水，并增设斜管填料，使污泥降解效果好，出水稳定。污泥由污泥泵定时排泥至污泥池，并设污泥回流装置，使部分污泥回流至A级处理池进行硝化和反硝化，既减少了污泥的生成，也有利于污水中氨氮的去除。

消毒接触池：沉淀池出水流入消毒接触池进行消毒，消毒池内设置消毒装置和导流

板，采用次氯酸钠杀菌消毒，使出水水质符合卫生指标要求。

污泥消化池：沉淀池污泥定时排入污泥池，进行污泥浓缩和好氧消化，上清液回流至调节池进行再处理，剩余污泥定期抽吸外排。

高效纤维球过滤器：设置在总控室内，设备采用立式封头圆柱型碳钢结构，用于进一步去除水中COD、BOD、SS、微生物、胶体、颗粒、悬浮杂质、水中余氯、色度和臭味等，以达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB T18920-2002)要求。

鼓风机房：2~3台鼓风机(其中1台备用)，风机进出口部位配有消音设备，可设于地面或地下。

电控制柜：电控制柜设于地面控制室，配有PLC控制系统，对风机、水泵及空气提升装置进行自动运行控制，也可手动控制。风机与水泵备用设备每隔8h自动切换一次。

2)主要构筑物及设备

根据两河口水电站各施工生活营地的分布情况，其中2#承包商营地和武警消防营地相邻布置，故合并修建一套污水处理设施；业主营地单独修建。针对施工期生活污水处理后需回用的情况，采用具有中水回用功能的WSZ-AO系列的生活污水成套处理设备。

两河口水电站生活污水成套处理设备选型及主要工程量表

表 6.9-4

生活区名称	建成处理规模(m ³ /h)	调节池容积(m ³)	成套设备			每套设备配套电器			主要土建工程量				
			型号	套数	单套设备外形尺寸(长×宽×高, m)	鼓风机	潜污泵	功率(kW)	开挖量(m ³)	回填量(m ³)	C25混凝土(m ³)	钢筋(t)	占地面积(m ²)
白玛业主营地	20	100	WSZ-AO-10	2	12×3×3	2套	2套	20	630	240	150	20	800
2#承包商营地及武警消防营地	70	500	WSZ-AO-40	1	42×10×7	3套	3套	65	1890	720	875	133	600
		200	WSZ-AO-30	1	36×10×7	2套	2套	24					

注：均采用地下式。

(4) 后期运行维护要求

依据施工期监理和监测报告，白玛营地生活污水处理站运行总体较好，出水全部回用于场内绿化，但由于运行时间较长，存在部分时段出水口的氨氮和五日生化需氧量的监测值超标现象，针对上述情况，2020年完成了污水处理站设备更换，处理能力未变，出水水质监测后满足回用标准。

2#营地污水处理系统建成时间不久，目前运行情况良好，水质监测达标，出水回用于边坡绿化喷洒及施工车辆冲洗。

建议牙根一级水电站施工期间,进一步加强上述生活污水处理设施的维护和管理及水质监测,必要时开展设备更换、工艺改造升级工作。

6.9.1.5 施工区粪便污水

(1) 处理工艺

针对施工现场零星生活污水,主要采取在施工区配置环保厕所的方式,实现对粪便、尿液等的无害化处理,并可循环用于冲厕。

环保厕所主要通过固液分离技术将排泄物分流,其中固态排泄物通过自动开启便盆进入发酵槽,在自动温控装置下依靠酵槽中的生物菌种将固态排泄物分解为二氧化碳和水;小便进入集尿槽和曝气槽,经曝气处理后粪尿分解成水和二氧化碳,从而实现粪尿异味去除和消化分解。经微生物处理后的污水流入蒸发反应槽,依靠槽的高温加工炭及其上附着的微生物再次对污水进行处理,水一部分蒸发,另一部分流入脱色槽,经脱色槽内的活性炭除去水中色素,出水储存在储水槽内,循环用于便器冲洗。经环保厕所的处理,粪尿的分解率可达99%以上,且基本无沉淀生成。

(2) 布置方案

环保厕所的布置主要考虑施工作业面,本工程共布置22个环保厕所。其中,大坝枢纽施工区左右岸各并排布置4个环保厕所、章给寨施工区设置5个、左下沟施工区设置5个、2处机械停放场各设置2个。考虑交通工程离场内各工区均较近,不再单独布设。由于各标段施工时序不尽相同,环保厕所应按实际情况合理调配。环保厕所纳入各工区环境卫生统一管理,不另设机构和人员。

6.9.1.6 基坑排水

(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500mg/L。

(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沉淀处理后尽量综合利用,剩余部分直接排入河道。

(3) 处理方案

借鉴两河口、孟底沟等水电项目对基坑排水的处理经验，本工程拟采用向基坑集水区投加絮凝剂(聚丙烯酰胺)，静置沉淀2h后抽出排放的处理措施；沉淀泥渣定时人工清除，运往附近渣场统一处理。

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。

(4) 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。

6.9.1.7 措施有效性分析

目前，上游雅砻江两河口水电站灌浆废水采用了磁介质混凝沉淀系统的废水处理工艺进行处理，处理后回用于系统本身；混凝土拌和系统均采用间歇式自然沉淀的方式去除易沉淀的砂粒，处理后回用于拌和系统及周边场地洒水降尘；生活污水采用地埋式污水处理装置进行处理，并采用回用水系统处理后用于营地绿化、道路洒水；含油废水采用沉淀池+成套油水分离器的处理工艺进行处理后用于场地冲洗与洒水降尘。

根据两河口水电站蓄水阶段环境保护验收调查报告，砂石料废水、混凝土系统废水、生活污水、含油废水均得到了有效处理，出水水质较好，处理后全部综合利用，有效避免了对地表水体的影响。牙根一级水电站施工期生活污水依托两河口水电站已有处理措施，其余污水处理方案与两河口水电站类似，采用的设备更加先进，电站拟采取的措施将可以有效发挥作用，满足处理及回用要求。

6.9.2 环境空气保护措施

6.9.2.1 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，改善施工现场环境状况，保护施工生活区及附近居民点等敏感点的环境空气质量，使其达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准，其中TSP的控制目标为日平均浓度 $\leq 0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

6.9.2.2 保护措施与方案

(1) 爆破、开挖粉尘消减与控制

1) 施工单位必须选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输工具，使其排放的废气符合国家有关标准；凿裂、钻孔以及爆破提倡湿法作业，降低粉尘量。

2) 爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机，爆破时可考虑覆盖水袋湿法爆破，减少粉尘的排放量。

3) 施工开挖料及时清运至弃渣场堆放。

4) 在大坝、场内道路等边坡开挖多粉尘作业面配备人员及设备进行定期洒水，遇大风天增加洒水频次。

(2) 场内及道路交通扬尘污染控制措施

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) 严禁车辆超载，提倡遮盖运输。

3) 配置洒水车在无雨日进行洒水降尘，同时考虑到工程区的气候干燥、蒸发量较大的气候特征，每日洒水次数应不低于3次。

4) 结合水保措施，做好公路绿化，依不同路段地形情况，在绿化区段有针对性的种植树木或草坪，以降低扬尘污染。

(3) 砂石骨料与混凝土系统粉尘控制措施

1) 采用全封闭式砂石生产系统，拌和设备顶部设置布袋除尘系统，制砂生产过程中保证除尘装置正常运行。砂砾石储料堆设遮挡棚，夜间采用防水布对材料进行覆盖，减少扬尘产生；成品输送采用全封闭皮带机，降低输送过程中的扬尘；施工作业区加装水雾喷淋设施。

2) 施工期配备洒水车，砂石加工系统与混凝土生产系统施工作业区定时洒水降尘，无雨日每天洒水4~5次。

(4) 弃渣场及表土堆场扬尘污染控制措施

1) 在表土及弃渣场作业区合理设置车辆冲洗系统，确保表土及弃渣运输车辆进出场均得到全面的清洗，减少扬尘污染。

2) 剥离表土及时运往表土堆场进行堆场，减少表土现场堆场时间，做好压实及遮盖措施。

3) 弃渣运输车辆采取遮盖保护，防治渣土洒落扬尘污染。

4) 及时开展弃渣压实，避免风起扬尘污染；未作业时临时遮盖及洒水降尘措施，有效减少扬尘污染。

5) 弃渣场及表土堆存场区粉尘无组织排放必须满足《四川省施工场地扬尘排放标

准》(DB51/2682-2020)中表1的规定要求。

(5) 施工废气污染控制措施

选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输车辆,使用符合标准的油料或清洁能源,使其排放的废气能够达到国家标准。应执行《机动车强制报废标准规定》,依据机动车使用年限和行驶里程数引导报废;按《关于建立实施汽车排放检验与维护制度的通知》要求,形成联防联控机制,推动构建汽车排放检验与维护闭环管理制度,有效推进超标排放汽车维护修理,减少汽车排气污染物排放。

(6) 敏感点环境空气保护措施

针对分布在2#施工道路沿线、1#公路终点段、3#公路起点段沿线的居民点,需增加洒水频率,限制车速,还可结合绿化降尘,使交通扬尘对其影响降至可接受水平,同时加强施工期监测。

(7) 管理保证措施

1) 建设单位、施工单位成立环境保护管理机构,建单位由分管安全环保的副总全权负责保护管理工作,下设环境保护办公室,由办公室人员具体负责日常环境保护管理工作;施工单位设置环境保护管理专职岗位,配备专业人员开展现场环境保护监督管理工作,开展环境保护法律法规的宣传及教育工作。

2) 建单位环境保护部门编写绿色施工考核指标体系,考核结果与工程结算挂钩;建设单位按照考核指标要求,编制绿色施工作业规范书,规范现场施工作业。

(8) 措施有效性分析

根据两河口水电站施工期采取的大气环境保护措施调查结果,其主要采取了车辆冲洗、洒水降尘、路面清洁、临时遮盖等措施,根据施工期环境现状监测结果,可吸入颗粒物和总悬浮颗粒物测定值均在《环境空气质量标准》(3095-2012)二级标准限值内,可见,其采取的大气环境保护措施总体是有效的。

牙根一级水电站施工期间,类比两河口水电站施工期环境管理和环境监理经验,抓好措施落实的情况下,可有效避免出现超标情况,最大限度地发挥环保措施的作用,使环境质量满足相应标准要求。

6.9.3 声环境保护措施

根据噪声预测及评价结果,施工期噪声会对周边环境产生一定的影响,为此,针对噪声源、传播途径及受体防护等提出如下的保护措施,噪声防治措施具体分述如下:

6.9.3.1 保护目标

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);环境敏感点声环境执行《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)。

6.9.3.2 保护措施

(1) 敏感目标噪声控制措施

1) 交通管制措施:在2#施工道路沿线的雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所、雅江县森林武警营地、武警消防支队;1#公路终点段、3#公路起点段沿线的白姑村居民点等敏感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20km以内,并在路牌上标示禁止施工车辆鸣笛,降低噪声源强。

2) 本工程场内主要交通干线部分依托S220改建,现S220线为等外级公路,本次环评要求依据施工布置,提高场内公路等级,1#公路采取场内二级公路设计,其余道路采取场内三级公路设计;同时加强道路的养护和车辆的维护保养,降低噪声源。

3) 合理规划施工交通组织,尽可能避免或减小2#公路、3#公路及1#公路右岸路段的夜间车流量,以降低夜间交通噪声对沿线敏感点的影响。

4) 2#公路、3#公路及1#公路右岸路段经由敏感点沿线结合水土保持工程种植行道树,从传播途径上控制交通噪声影响。

5) 为完善本工程噪声防治对策,为复杂多变的实际噪声影响预留备用对策,确保施工期周边环境影响程度降至最低,对尚存超标风险的环境保护目标提出预留对策措施,如:加强施工期噪声监测,依据噪声监测结果,考虑居民出行需要,预留隔声窗、隔声屏障等措施费用。

(2) 砂石料及混凝土系统噪声防治

1) 选用低噪声机械设备和工艺,对振动大的机械设备使用减振机座或减振垫,可从根本上降低噪声源强,如采用橡胶筛网、塑料钢板、涂阻尼材料。

2) 加强施工设备的维护和保养,保持机械润滑,减少运行噪声。

(3) 坝区爆破噪声防治

1) 减少单孔最大炸药量,减少预裂或光面爆破导爆索的用量。

2) 注意爆破投掷方向,尽量使投掷的正方向避开受影响的敏感点。

3) 合理安排施工时间,避免夜间露天爆破。

(4) 施工人员防治措施

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) 保护措施有效性分析

根据上游两河口水电站施工期采取的声环境保护措施调查结果，其主要采取了合理安排施工作业时间、使用低噪声设备、控制车速等一系列措施，使施工区的声环境质量得到了有效保障，依据两河口水电站各年度声环境监测结果，两河口水电站施工区场界噪声均达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，声环境敏感点昼间、夜间噪声基本满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准要求。

根据影响预测结果，牙根一级水电站施工期仅部分场内道路附近居民点昼间噪声略有超标，但超标范围较小。通过设置限速标志和禁鸣标志、提高场内公路等级、合理规划施工交通组织、种植行道树、预留后续措施后，可有效降低施工噪声影响。

6.9.4 固体废弃物处理措施

6.9.4.1 生活垃圾产生量及特性

根据工程分析可知，工程施工期间高峰时段日产生生活垃圾1.76t，施工期生活垃圾产生量约1450.55t。生活垃圾成份可分为有机物和无机物，有机物主要有竹木、厨余、纸类、塑料、皮革、鞋类、织物等；无机物主要有废玻璃、废易拉罐、砖石、灰土等。

6.9.4.2 生活垃圾处置措施

(1) 垃圾成分及特点

大型水电工程施工期生活垃圾组成特性较为相似，参考两河口、锦屏一级、官地、瀑布沟等水电站以施工期生活垃圾成分调查结果进行类比分析，牙根一级水电站施工期生活垃圾具有以下特点：

1) 垃圾中难降解物以及无机物含量高，约占垃圾总量的60%以上，主要由塑料、建渣、玻璃和金属等组成。

2) 垃圾中有机成分主要以厨余为主，占有机成分的近50%，大多由附近农村居民收集后喂养牲畜。

3) 有机成分中的草木、织品、纸类等可燃物含量低，仅占垃圾总量的10%左右。

4) 垃圾中的纸类、草木、塑料、金属、玻璃等可回收物约占垃圾总量的20%，加上厨余垃圾，可收集利用部分约占垃圾总量的50%。

5) 垃圾含水率高达55%，容重约为0.35kg/L。

6) 受含水率影响，垃圾低位发热值低，经暂时贮存脱水后，具备垃圾稳定燃烧的焚烧处置条件。

(2) 处置规模

根据两河口水电站建项目施工期生活垃圾产生量类比调查结果，牙根一级水电站施工高峰日生活垃圾产生量约为1.76t；电站施工期所需290.11万工日，整个施工期产生生活垃圾总量约1450.55t。

(3) 处理方案

牙根一级水电站建设管理营地利用两河口水电站白玛业主营地、承包商营地利用两河口2#承包商营地，经现场调查，上述营地均配备了足够数量的垃圾桶，用于收集日常生活垃圾，生活垃圾采取集中收集分类处理。

两河口水电站施工期间，建设单位与雅江县人民政府签订了《雅砻江两河口水电站施工区生活垃圾委托处理协议书》，根据合同内容，雅江县人民政府接收处理两河口水电站的生活垃圾，建议建设单位续签上述生活垃圾处置协议，保证牙根一级水电站施工区生活垃圾得到有效处理。

(4) 雅江县生活垃圾填埋场容量分析

根据现场调查，雅江县生活垃圾卫生填埋场项目已于2010年11月建成投入使用，原设计日处理垃圾量25t/d，总库容24万m³，服务年限18年。建设时因地方资金不足，减少了建设规模，实际于2018年建成验收，建成库容约14万m³。接受对象主要包括雅江县城、周边乡镇及两河口水电站施工期生活垃圾，截止目前实际填埋库容已满。

鉴于上述情况，雅江县综合执法局牵头开展建设雅江县城市生活垃圾填埋场扩容工程。2020年4月，“扩容工程”获甘孜州发展和改革委员会核准（甘发改[2020]225号），2020年12月，工程环境影响报告书获批（甘环发[2020]225号）。

依据设计工况，雅江县城市生活垃圾填埋场扩容工程建设项目不需新增占地，工程建设内容主要包括现有垃圾初期坝加固加高、填埋场扩容工程和辅助工程等。设计平均日处理量60t/d，扩建后垃圾填埋场的服务期限为8年（2021-2028），服务期限内设计库容18.09万m³，主要服务于雅江县城、呷拉镇、呷拉教育园区、八角楼镇、河口镇以及两河口水电站。目前，雅江县城市生活垃圾填埋场扩容工程已建成投运。

雅江县城市生活垃圾填埋场扩容工程预测服务期内最大垃圾日收集量为55.93t/d

（其中两河口水电站取施工高峰期处理量）。目前两河口水电站已下闸蓄水，施工高峰期已基本结束，日产垃圾量大幅度减少；且该垃圾填埋场设计平均日处理量60t/d，牙根一级水电站施工高峰日生活垃圾产生量约为1.76t/d。因此，雅江县城市生活垃圾填埋场扩容工程仍有余量接纳本项目生活垃圾。

6.9.4.3 工程弃渣和建筑垃圾

工程开挖及中转料场处的弃渣及时清运至左下沟弃渣场堆弃。雨季时节，施工区沿江道路边坡常有渣石滚落，各施工单位不定期组织人员对各自责任区域内的施工道路、排水沟道渣石进行清理，清理后的渣石运至左下沟弃渣场堆弃。各施工单位项目部组织保洁人员对道路、工区跑、漏料进行及时清扫，清理出的弃渣及时清理并运至渣场堆弃；此外，在施工过程中产生的一些渣土、废料、散落的砂石、混凝土等建筑垃圾都一并运至渣场堆弃。工区内生活生产临建设施拆除和场地清理的废弃渣料运至渣场堆弃，废弃建材由各施工单位负责收集，统一回收处置。

6.9.4.4 施工区生产垃圾处置措施

尽量实现废物减量化，不仅可以减少运输费用，简化处理工艺，而且可以降低处理成本。对于工程废物中有用的下脚料，若金属、塑料等可回收物，由指定的物资回收部门定期回收利用。可回收废物包括报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材等。剩余一些无回收价值的一般固体废物，统一运送至弃渣场。

6.9.4.5 危险废物处置措施

械修配厂及保养站内设置专用容器进行分类收集，并设危险废物临时贮存场所，需满足防火、防盗、防渗、防漏、防晒、防风、防雨等功能要求，设置有危险废物识别标志。对机修、含油废水处理后的浮油等废油以及废蓄电池进行临时贮存，并委托有资质单位定期清运处理。

6.9.4.6 措施有效性分析

根据两河口水电站施工期采取的固体废弃物处理措施调查结果，对于工程废弃物中有用的下脚料，如金属、塑料等可回收物，由指定的物资回收部门定期回收利用；生活垃圾外运雅江县生活垃圾填埋场一并填埋处理。根据两河口水电站蓄水阶段环保验收调查报告，施工期生活垃圾得到妥善处置，未对区域环境造成不利影响。

牙根一级水电站生活垃圾处理措施也采用了分类收集，不可利用部分统一收集后外运至雅江县垃圾填埋场处理的措施方案。经类比分析可判断，牙根一级水电站施工期生

活垃圾将得到妥善处置，不会对区域环境造成不利影响。

6.10 其他保护措施

6.10.1 坝下河道安全防护措施

(1) 为减免电站运行给周围居民带来的生命安全隐患，须建立预警设施，在日调节水位发生突变时进行预警。

(2) 在工程影响区域居民集中的河段，如库区的呷拉镇、坝下保留河段的雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所、森林武警营地、森林消防大队及雅江县城等居民点较为集中区域设立警示牌，禁止居民在库周活动和下水游泳，避免安全事故的发生。

(3) 在工程运行的前两年，对当地居民、学生进行安全教育，使其对电站施工和运行特征予以了解，并引起足够的重视。

(4) 在施工场地和可能危及居民人身安全的场所、设备、范围内设置安全警示牌。

6.10.2 景观保护措施

随着国家生态文明建设、美丽中国建设、长江经济带建设以及绿水青山就是金山银山理论的提出，国家对于电站工程建设提出了更高的要求，水电工程不仅要保证发电功能，更需关注电站美丽环境建设。

对于牙根一级水电站，在水保方案批复的水土保持措施之外，对施工期及运行期提出景观保护及提升措施，尽可能降低牙根一级水电站在施工期对区域景观生态的影响，提升运行期牙根一级水电站的景观吸引力。

6.10.2.1 景观保护提升目标

展工程伟绩，筑绿色发展，努力提升牙根一级水电站环境品质，使工程与环境相促容，人与自然同韵律，努力创建生态保护更完整、人文环境更和谐、企业理念更突出的电站工程，打造“一站一品”的水电工程景观。

6.10.2.2 景观保护提升策略

结合牙根一级水电站特征，基于景观保护提升目标，提出以下景观保护提升策略：

(1) 文化融合，凸显形象

挖掘当地文化，同时融入雅砻江公司企业文化，通过对其文化素材的收集、整理和提炼，将文化素材转化为设计符号，运用到电站景观提升中去，构建牙根一级水电站文

化属性，凸显牙根一级水电站独有的电站形象。

(2) 生态优先，因地制宜

利用景观生态学、恢复生态学原理，充分研究电站所处环境的景观生态特征，因地制宜，合理利用现状地形地貌，保留利用电站原有风貌机理，使用乡土植物和当地的地方性材料进行景观设计提升，做到水电工程建设与周边景观风貌相融合。

(3) 公共拓展，科教展示

水电工程在发挥经济效益的同时，有针对性地为水电工程自身及其附属的空间赋予多种混合的公共功能，构建生态科普教育景观空间、展示空间等，以景观的形式对外展示、科普生态保护、研究成果，推进区域生态文明建设。



图6.10-1 景观提升策略图

6.10.2.3 施工期影响减缓措施

施工期景观影响减缓措施主要包括围挡美化措施，提升施工环境美感。对施工区围挡采用垂直绿化、涂鸦、绘制或粘贴宣传画等方式进行美化，保持良好的视觉感受，降低噪声与粉尘的影响。



图6.10-2 围挡美化示意图

6.10.2.4 运行期景观保护及提升措施

(1) 枢纽工程区-大坝坝顶

对大坝坝顶进行整体景观设计，通过铺装、大坝铭牌、标识系统、植被种植设计，展示电站工业性及现代性，同时在大坝坝顶及大坝左右岸重点区域配套照明设

施，塑造大坝及周围夜间景观形象，打造电站初印象。

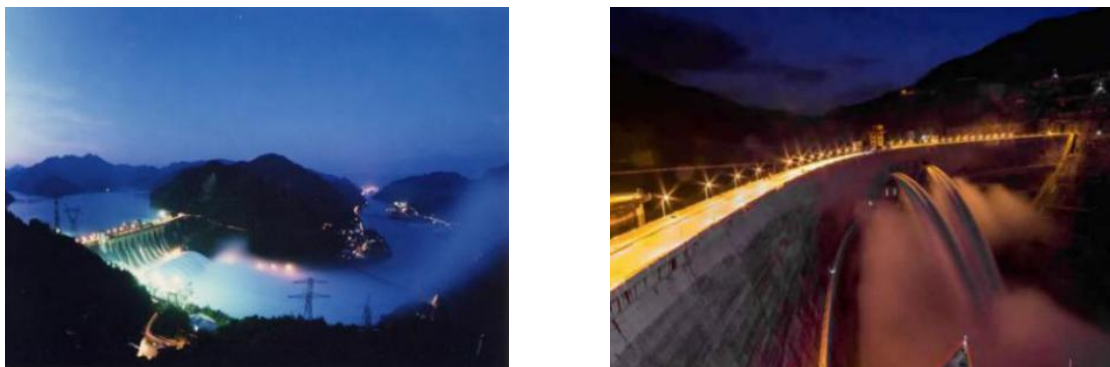


图6.10-3 照明示意图

(2) 枢纽工程区-大坝左右岸

1) 选择大坝左右岸平坦区域建设电站文化展示园，通过特色展厅、特色雕塑、宣传石刻等形式，展示电站建设峥嵘岁月以及雅砻江公司企业文化，打造电站文化展示宣传窗口。

2) 在鱼道附近选择平坦区域设置户外科普空间，通过景观手段对水生生态保护、过鱼设施进行科普宣传。



图6.10-4 “鱼”形态构筑物示意图

3) 视实际情况，对厂房、坝前区域、坝体下游坡面等区域进行植被恢复和景观打造，并对枢纽区工程区有需要的部位增加灌溉措施，更有效的保证植被恢复及景观打造的效果。

(3) 永久道路沿线-永久桥、永久隧道洞口

对永久桥周围进行景观美化及植物节点营造，边坡位置壁挂雅砻江公司企业logo及企业宣传标语，凸显工程文化属性；对居于重要视觉位置的永久隧道洞口进行形象装饰设计，强化牙根一级水电站特有形象面貌。



图6.10-5 隧道洞口示意图

(4) 永久道路沿线-观景点

根据现场实际情况，在道路沿线设置多个观景点及观景广场，用于观赏库区蓄水、坝体泄水、料场开挖修复等电站工程风貌。

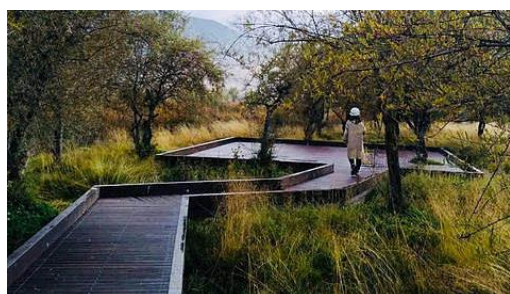


图6.10-6 观景点示意图

(5) 施工区其他区域景观提升

在水保方案植被恢复措施的基础上，对有需要的区域增加灌溉措施，更有效的保证植被恢复及生长效果，同时从种植设计方面对局部区域进行景观提升，打造植物景观节点。通过选择适生性、观赏性强的乔木及花灌木，利用植物的枝、花、叶、果等形态和色彩，营造主次分明、季相变化丰富的植物景观。



图6.10-7 景观提升示意图

(6) 施工区建筑风貌设计及推荐

对电站形象进行总体控制，通过对施工区建筑色彩、造型、材质、纹饰等进行统筹考虑，统一建筑风格，使施工区建筑充分体现电站工程特征、地域特征及企业文化特征，与周围环境相协调，强化电站形象展示表达力。

6.11 环境保护措施实施计划

本工程施工总工期48个月，其中：准备工程占直线工期10个月，从第一年1月～第一年10月；主体工程工期32个月，从第一年11月～第四年6月底第一台机组发电；工程完建期6个月，从第四年7月～12月。

以上述施工进度为控制，同时结合各项环保措施的特点，按照“三同时”原则，制定环保措施进度计划，详见表6.11-1。

牙根一级水电站环境保护措施实施计划

表 6.11-1

序号	项目及措施	实施进度					备 注
		准备期	施工期			完建期	
		第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	运行期	
一	施工期环境保护措施						
1	地表水环境保护措施						各废水处理设施与相应生产设施同时建成投入使用
1.1	砂石料、骨料冲洗废水处理						
1.2	混凝土系统废水处理						
1.3	含油废水处理						
1.4	生活污水处理						运行期沿用该处理措施
1.5	施工区粪便污水						
1.6	基坑排水						
2	环境空气保护措施						施工前完成措施建设和设备配置
3	声环境保护措施						施工前完成措施建设和设备配置
4	固体废弃物处置措施						沿用两河口水电站处理设施、处理方案
二	水生生态保护措施						
1	施工期及蓄水初期鱼类保护措施						施工前完成措施建设和设备配置
2	鱼类栖息地保护						工程施工后即开始实施
3	过鱼设施						蓄水前完成
4	鱼类增殖放流						施工期即开始
5	科学研究						依托两河口鱼类增殖站开展相关工作
6	渔政管理						贯穿于工程建设与运行全过程
三	陆生生态保护措施						
1	陆生动植物保护措施						贯穿于工程建设与运行全过程

序号	项目及措施	实施进度					备 注
		准备期	施工期			完建期	
		第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	运行期	
2	重点保护动、植物保护措施						贯穿于工程建设与运行全过程
四	初期蓄水及运行期水环境保护措施						
1	库底卫生清理						在蓄水前完成
2	下游河道生态流量保障措施						
五	社会环境保护措施						
1	人群健康保护措施						贯穿于施工期全过程
2	居民安全保护措施						贯穿于施工期和移民安置全过程
六	移民安置环境保护措施						
七	环境监测						
1	施工期环境监测						贯穿于施工期全过程
2	运行期环境监测						初期蓄水后开始开展
3	生态监测						全生命周期监测

6.12 环境保护措施效果综合分析

针对工程建设带来的不利环境影响，本工程制定的环境保护措施包括水环境保护措施、水生生态保护措施、陆生生态保护措施、移民安置环境保护规划以及其它环境保护措施等。通过对部分已、在建水电工程所采取的同类环境保护措施及其效果进行类比调查分析，可判断在采取相应的环境保护措施后，工程建设对水环境、环境空气、声环境、生态环境等的各种不利影响将得到有效减免。

牙根一级水电站环保措施及其效果分析详见表6.12-1。

牙根一级水电站环保措施及其效果分析一览表

表 6.12-1

环境因子 或要求	项目	采取措施前的环境影响		环保措施	采取措施后的环境影响	
		影响分析	环境效果	措施内容	效果分析	环境效果
施工期主要环境因子	1.施工生产 生活废(污) 水	施工期生产废水中的主要污染物SS及石油类，生活污水中的主要污染物COD _{cr} 和BOD ₅ 将影响河道水质	-2D	砂石骨料废水：磁介质混凝沉淀系统处理工艺，处理后回用； 混凝土拌和系统废水：沉淀处理后用于洒水降尘或场地清洁 含油污水：成套设备处理后回用 生活污水：利用两河口水电站已建设备处理后回用 基坑排水：基坑集水区投加絮凝剂沉淀处理 施工区粪便污水：环保厕所处理	处理后综合利用不外排	0
	2.施工区 环境空气	施工期爆破及汽车运输产生TSP等大气污染物，对周围敏感点有影响	-2D	优化施工工艺及施工布置、强化施工管理；洒水降尘、路面清扫等除尘措施	减少废气对工区大气环境的污染	-1D
	3.施工区声 环境	噪声对周围敏感点有影响	-2D	敏感路段限制车速、禁止鸣笛；合理规划施工时间，减少夜间车流量；振动较大的设备采用减震设备，加强施工人员噪声防护	减少对施工人员及周围环境的影响	-1D
	4.施工区生 活垃圾	施工期施工人员生活垃圾若不采取适当的处理措施将可能影响水质及工区卫生	-2D	定期收集清运至雅江县垃圾填埋场	对环境影响轻微	0
	5.地下水环 境	坝址处开挖施工对地下水位及地下流场影响较小	-1D	采用防渗帷幕对坝基及坝肩进行防渗处理，减小坝址处的水量渗漏；严格实施施废污水收集、处理措施，处理后回用	对地下水水质无影响	0
运行期水环境	1.水文情势	水电站的兴建，将使库区及下游河段的水文情势发生变化	-3C	初期蓄水利用3孔泄洪闸进行导流；正常运行由机组发电下泄生态流量；当发生电力系统故障，牙根一级电站的电量不能向外输送，或者机组全部停机，基荷流量不能通过机组下放的情况，通过开启泄洪闸下泄生态流量	满足下游生态环境用水需求	-1C
	2.水温	水库为混合型，即水库不会形成稳定的分层结构。水库的形成对水体水温结构基本无影响，库水	0			0

环境因子 或要求	项目	采取措施前的环境影响		环保措施	采取措施后的环境影响	
		影响分析	环境效果	措施内容	效果分析	环境效果
		水温主要受上游两河口水电站下泄水温控制				
	3.库区及坝下水质	水库蓄水初期库内污染物进入水库，水体中有机物含量增多；坝下流量减少，对污染物稀释作用减弱	-2C	库底卫生清理、进行漂浮物打捞；下泄生态流量	减少树木、杂物在水库中腐烂对水质的影响；确保水环境需水	-1C
	4.营地生活污水	生活污水中的主要污染物COD _{Cr} 和BOD ₅ 将影响河道水质	-1D	生活污水：利用两河口水电站已建成套污水处理设备后综合利用	处理后综合利用不外排	0
	5.厂区生活污水			成套污水处理设备，出水用于绿化	处理后综合利用不外排	0
	6.厂区油污水	油污泄漏污染河道水质	-1D	油水分离器，处理后可回用于绿化	处理后综合利用不外排	0
	7.地下水	水库蓄水后对库区地下水的的影响主要表现在库岸稳定性、水库渗漏、浸没和塌岸影响等方面	-2C	水库运行期进行观测、巡视，并根据实际发生情况、危害性及影响对象及时采取处理措施	避免造成不利影响	-1C
生态环境	1.局地气候	库区对局地气候变化影响轻微	0			0
	2.陆生生态	工程施工及电站运行对陆生生态带来局部不利影响	-2C	加强动植物保护宣传教育，严禁盗猎，非法破坏植被；工程施工及蓄水前库区清理过程中发现其他珍稀濒危保护植物，及时采取移栽等有效保护措施；及时对施工迹地进行植被恢复，修复生态	最大限度减少对植被、陆生生物的影响	-1C
	3.水生生态	水文情势变化、大坝阻隔、饵料生物变化，使鱼类的生存空间缩小	-3C	施工期与初期蓄水鱼类救护、泄放生态流量及生态调度、栖息地保护、修建过鱼设施、开展鱼类增殖放流、加强科学研究与渔政管理等	最大限度确保鱼类资源在保留的栖息地繁衍生息，尽可能补偿受影响鱼类资源，维持其物种多样性	-2C
居民安全		库区河段水位及流量变幅大，带来安全隐患	-2C	设立警示牌，加强安全教育	保证人群安全	-1C
移民安置及专项设施复建	1.移民安置	后靠建房分散安置，对环境影响轻微	-1D	搬迁过程中，作好相应的环保和水保措施	可有效减缓移民安置中的不利影响	0
	2.专项设施复建	道路等复建设施规模小，对环境影响较小	-1D	复建过程中，作好相应的环保和水保措施	可有效减缓专项设施复建过程的不利影响	0

注：“-、+、±”分别表示环境影响性质为：不利、有利、中性；

“C、D”分别表示影响时间为：长期、短期；

“0、1、2、3”分别表示影响程度为：无影响、弱、中、强。

7 环境风险评价与风险管理

7.1 评价目的

环境风险是指突发性事故对环境(或健康)的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据本工程规模、建设特点及周边环境特征，工程建设期间，可能存在潜在的事故风险和环境风险，主要包括：油库事故风险、爆破材料库事故风险、污水事故风险等。

根据《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2005〕152号)的要求，依据《建设项目环境风险评价导则》(HJ169-2018)技术要求，通过风险识别、风险分析和风险后果计算等开展环境风险评价，为工程设计、环境管理和环境风险防范等提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

7.2 环境风险识别

7.2.1 风险源概况

7.2.1.1 油料库

根据施工布置，本工程利用两河口水电站已建油库，布置于两河口隧道出口与下游永久桥之间。油料库风险类型为油料泄漏、火灾和爆炸，危害因素主要为雷电、静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、阀门损坏、储罐冒罐等，该油库四周无居民点，主要可能环境危害是爆炸对周边植被的破坏和油泄漏对雅砻江水质污染。

7.2.1.2 爆破材料库

电站建设炸药用量为1188t，高峰期为第1年。炸药的运输和储存均存在一定的环境风险。工程利用两河口已建炸药库，位于两河口西地土料场附近，采用地下炸药库。周围没有敏感目标和设施，距离主要施工作业区也较远。因此炸药库若发生爆炸，引起的主要环境危害是森林火灾。其风险类型为爆炸，致危因素主要为雷电、静电、电气火花、人为因素等。

7.2.1.3 污废水事故源

本工程施工生产废水主要包括砂石加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、机械修配系统含油废水等，生活污水主要是施工营地生活污水。本工程废水处理后回用于生产系统，正常情况下禁止排放外环境，但事故情况下废水若未经处理直接排放，将会对评价河段水质产生不良影响。此外，施工期运输危险品的车辆在过河时如发生交通事故，导致危险品泄露，将对水体水质造成影响。

7.2.2 危险物质识别

(1) 柴油

柴油主要是由烷烃、烯烃、环烷烃、芳香烃、多环芳烃与少量硫(2~60g/kg)、氮(<1g/kg)及添加剂组成的混合物。相对密度0.78~0.90，相对密度(空气=1)4.5，熔点-29.56℃，沸点180~370℃。

毒性：属低毒类。大鼠经口LD₅₀7500mg/kg，兔经皮LD₅₀>5mL/kg，因杂质及添加剂(如硫化酯类等)不同而毒性有差异。对皮肤和粘膜有刺激作用，也有轻度麻醉作用。柴油为高沸点物质，吸入蒸气而致毒害的几率较少。

危险特性：遇热、火花、明火易燃，可蓄积静电，引起电火花。

燃烧(分解)产物：CO、CO₂和硫氧化物。

(2) 汽油

无色或淡黄色易挥发液体，具有特殊臭味；熔点<-60℃，沸点：40~200℃；不溶于水，易溶于苯、二硫化碳、醇、脂肪；相对水密度为0.70~0.79；相对空气密度为3.5。

毒性：属低毒类。急性毒性：LD₅₀67000mg/kg(小鼠经口)；LC₅₀103000mg/m³，2小时(小鼠吸入)；刺激性：人经眼为140ppm(8h)，轻度刺激。亚急性和慢性毒性：大鼠吸入3g/m³，12~24h/d，78d(120号溶剂汽油)，未见中毒症状。大鼠吸入2500mg/m³，130号催化裂解汽油，4h/d，6d/周，8周，体力活动能力降低，神经系统发生机能性改变。

危险特性：极易燃烧。其蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂能发生强烈反应。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引着回燃。

燃烧(分解)产物：CO、CO₂。

(3) 乳化炸药

乳化炸药主要是借助乳化剂的作用，使氧化剂盐类水溶液的微滴均匀分散在含有分

散气泡或空心玻璃微珠等多孔物质的油相连续介质中，形成一种油包水型的乳胶状炸药，其主要成分有氧化剂、可燃剂、乳化剂、敏化剂、发泡剂和稳定剂等；其密度范围较宽；具有良好的抗水性能。

毒性：成分中不含有毒物质，基本无毒性。

危险特性：爆炸性能好，物理性能稳定，生产和贮存相对较为安全。

燃烧(分解)产物： CO_2 、 NO_2 、 N_2O_5 。

根据以上物质特性，本工程所使用的危险品为易燃、可燃、低毒及爆炸性物品。主要危险性为爆炸和火灾带来的生命、财产损失；环境风险主要是燃烧可能造成的森林火灾，溢油对水体产生的石油类污染，以及运输事故造成危险品入江等。

7.3 环境风险评价

7.3.1 风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，牙根一级级水电站工程属于水力发电行业，不涉及附录C中提及的行业。按照附录B中的要求对本项目的危险物质进行分析。

本工程施工期利用两河口水电站油库，设计容量为 680m^3 ，其中柴油 620m^3 ，汽油 60m^3 ；换算后柴油最大存油量约 533.2t ，汽油最大存油量约 43.8t ；项目工期内使用乳化炸药量共计 1188t ，利用两河口西地土料场附近设置的地下炸药库临时储存，每次乳化炸药储量按施工使用半个月计，约 30t ，主要成分硝酸铵含量约为85%，临时存储量约为 25.5t ；根据附录C，危险物质数量与临界量的比值(Q)按下式进行计算：

式中： q_1, q_2, \dots, q_n —每种危险物质的最大存在量，t；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为I。

当 $Q \leq 1$ 时，将Q值划分为：① $1 \leq Q < 10$ ；② $10 \leq Q < 100$ ；③ $Q \leq 100$ 。

本工程危险物质数量与临界量的比值 $Q = (533.2 + 43.8) / 2500 + 25.5 / 50 = 0.74$ ，小于1，则该项目环境风险潜势为I级。

7.3.2 环境风险评价

7.3.2.1 评价等级

经分析，牙根一级水电站工程环境风险潜势为I，工程环境风险评价工作等级为简

单分析。

7.3.2.2 事故可能性分析

(1) 油库事故可能性分析

1) 储罐、管道阀门和泵由于维护不当出现故障，造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸。

2) 油品装卸作业时，若流速过大易产生静电，在雷电等条件下可能引发火灾燃烧。

3) 由于操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾燃烧事故。

本项目直接利用两河口水电站已建油库，目前该套设施已稳定运行多年，未发生安全事故，已形成一整套完整的运行、维护制度，因此本工程继续使用期间该套油库发生泄漏和爆炸的概率不大。

(2) 炸药库事故可能性分析

1) 管理人员违反规定，违章吸烟或未按有关规定操作产生火种，引燃炸药或触发雷管；

2) 由静电作用而造成炸药爆炸；

3) 由雷电引发电火花而引燃炸药。

本项目直接利用两河口水电站已建爆破材料库，该爆破材料库是委托专业设计单位根据有关规程规范进行设计，已建成的安全措施包括：各类消防设施；在库内设置避雷设施和各类防静电设施；严格按照相关设计规范，设置库内各类建筑物的安全防护距离；设置事故报警系统；按照《水电水利工程爆破施工技术规范》《爆破安全规程》等有关规范，严格制定操作规程。目前该套设施已稳定运行多年，未发生安全事故。

两河口水电站施工过程中，爆破材料库是整个工程施工中的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据两河口工程施工过程中炸药库运行及对炸药的使用情况，未发生过安全事故，因此预计发生爆炸事故的概率很小。

(3) 森林火灾事故可能性分析

牙根一级水电站位于雅砻江中游，属于干旱河谷地区，该区域属于干旱半干旱气候类型，降水量不多，河谷气温相对较高，野外用火容易引发森林火灾。在工程施工期由于施工机械、燃油、爆破及施工人员增多，增加了火灾风险的概率。类似其它水电工程施工情况，在采取有效的风险防范措施后，发生火灾的可能性较小。

(4) 施工废水处理系统事故可能性分析

工程生活污水处理系统依托两河口水电站白玛营地、2#承包商营地已建处理设施，

上述处理措施已稳定运行多年，设备维护、运行管理到位，两河口工程施工过程中未发生事故排放。因此，牙根一级水电站继续使用期间，事故排放的可能性小。

工程生产废水主要包括砂石加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、机械修配系统含油废水等，均配套设置了相应的处理措施，处理方案与两河口水电站类似，采用的设备更加先进，在加强运行管理基础上，生产废水事故排放的可能不大。

7.3.2.3 事故影响分析

(1) 油料库

1) 居民点安全风险分析

本工程加油站周边无居住区，符合规范对安全的要求，且油品及其挥发的蒸汽本身属于低毒类物质，因此对附近居民点的人群生命安全不会产生急性毒害作用，在事故处理结束后一定时间内就会消除。

在油罐发生火灾燃烧事故后，对油库下风向的环境空气会造成一定的影响，事故发生后到结束前这一时段内污染程度最大，但在火灾燃烧事故结束后短时间内火灾燃烧事故的环境风险影响可基本消除。

2) 引发火灾风险分析

油库位于左下沟，占地区附近一定范围内的灌草丛和旱地已被清理。因此即使万一发生火灾、爆炸事故，引发大面积火灾的可能性也很小。

3) 水质污染风险

油库距离雅砻江水体约90m，正常情况下不会发生油料进入水体的情况，但事故情况下油料可能进入水体，对雅砻江水质造成一定的污染，需采取一定的措施予以减免。此外，由于工程场内主要交通道路均沿河布置，若油品在运输过程中由于事故原因倾倒入河，会对雅砻江水质造成一定影响，因此运输过程中须做好密封和安全运输等措施，避免发生交通事故而造成对雅砻江水体的影响。

(2) 炸药库

两河口炸药库选址时已汇同地方公安部门及管理部门进行现场选点协商确定，周边无居民点分布，与施工工区也保持足够的安全距离；如发生爆炸，引起的主要环境危害是森林火灾，项目配套建设了消防栓，消防水池等消防设备，在火灾事故发生后能够第一时间得到扑灭。

(3) 森林火灾

根据其它水电工程施工情况，在采取有效的风险防范措施后，电站施工发生火灾的可能性较小。牙根一级水电站工程区属于雅砻江河谷区，海拔较低，取水方便，有S220、两河口水电站对外专用公路通过，交通方便，在发生失火后实施救火的条件便捷，如救护及时，措施到位，不会造成大规模的森林火灾。

(4) 水质污染事故分析

根据“5.11.1 施工期对水质的影响”预测结果，生产、生活污水事故排放情况下对下游河道水质不大。但在施工期间，仍应加强废水处理及回用系统的维护，保证其运行的可靠性，避免事故排放。

7.4 环境风险防范措施

7.4.1 油库环境风险防范措施

牙根一级水电站依托两河口油库储存油料，依据《四川省雅砻江两河口水电站蓄水阶段环境保护验收调查报告》调查结论，油库选址距附近迎金山村最近的房屋超过200m，满足《石油库设计规范》(GB50074-2014)中安全距离要求；油库距离雅砻江水体约90m，相距较近，油库周围修建有截油沟，在发生泄露事故情况下通过截油沟收集油污，避免对雅砻江水质造污染，工程施工期落实了相关油库风险防范措施。

7.4.2 炸药库环境风险防范措施

牙根一级水电站依托两河口炸药库储存爆破材料，依据《四川省雅砻江两河口水电站蓄水阶段环境保护验收调查报告》调查结论，两河口西地炸药库周围无居民点分布，现场落实了火源控制并配备相应的消防器材；库房间均建造了相应的防护土堤，形成了两个建筑物均有防护屏障的格局，库外均设室外消防栓，消防水池设在库区外山坡上，其水压和水量均满足规范要求；库房所有金属部位均进行等电位重复接地，以防库房产产生静电；设立了监控报警系统，同时在库房周边安装防盗报警设备；工程施工期落实了相关炸药库风险防范措施。

7.4.3 森林火灾风险防范措施

- (1) 严格执行野外用火和爆破的相关报批制度；
- (2) 严禁施工人员私自野外用火，并做好宣教工作；

- (3) 严格控制易燃易爆器材的使用;
- (4) 制定和执行严格的爆破规程, 爆破时采取有效隔离措施。

7.4.4 废污水事故外排对策措施

工程建设期间各类污废水进行处理后回用, 不排放, 在废水处理系统正常运行情况下对雅砻江水质不会造成影响, 但在系统事故情况下可能对水体水质造成影响。为防范施工废水事故排放, 预沉池、沉淀池、隔油池等设施应加强维护和管理, 及时清理预沉池、沉淀池里的沉沙和沉淀池隔油池里的浮油, 做好潜污泵的运行维护工作; 加强一体化成套污水处理设备的维护管理, 避免污废水外排事故的发生。

7.5 突发环境事件应急预案

7.5.1 总则

(1) 编制目的

为有效落实牙根一级水电站突发环境事件防治的应急防治的各项工作, 最大程度地减少牙根一级水电站突发环境事件造成的环境影响, 保障人民群众的生命财产安全, 制定应急预案。

(2) 编制依据

依据《国家突发公共事件总体应急预案》《四川省突发公共事件总体应急预案》和相关法律、法规, 结合牙根一级水电站工程区实际情况, 制定应急预案。

(3) 分类分级

牙根一级水电站突发环境事件包括火灾事故、环境污染、生态破坏和水质污染等。按突发环境事件的性质、严重程度、可控性和影响范围, 原则上可分为特别重大(I级)、重大(II级)、较大(III级)、一般(IV级)四级。

7.5.2 组织机构与职责

7.5.2.1 组织机构

雅江县人民政府牙根一级水电站突发环境事件应急管理工作的行政领导机构。成立牙根一级水电站突发环境事件应急防治总指挥部(以下简称指挥部), 具体负责对牙根一级水电站突发环境事件应急防治工作的指挥和部署, 其组成人员如下:

指挥长: 雅江县长。

副指挥长：雅江县副县长、办公室主任。

成员：雅江县的公安局、人武部、发展和改革委员会、生态环境局、国土局、水利局、财政局、经贸局、交通局、民政局、建设局、安监局、农业局、畜牧水产局、人保局、卫生局、气象局、消防大队、供电公司、供水公司、电信公司，工程施工涉及的雅江县县各乡镇村等，雅砻江公司等部门和单位的负责人。

指挥部下设环境风险事件控制组、应急调查监测和治理组、医疗救护与卫生防疫组、治安交通和通讯组、基本生活保障组、信息报送和处理组、应急资金保障组等7个应急工作组，各工作组的部门各司其职，密切配合。

指挥部可根据实际需要聘请有关专家组成专家组，为应急管理提供决策咨询和工作建议，必要时参与现场应急处置工作。

7.5.2.2 职责

(1) 指挥办公室

根据指挥部的指令，结合现场实际情况，具体组织实施抢险救灾工作；协调应急指挥部各应急工作组和各部门之间的各项应急工作，并督促、检查、落实各项工作。及时向指挥部汇报环境事件应急工作进展情况，统一向新闻单位提供应急工作信息，做好宣传报道。协调各应急工作组按应急预案的分工及应急指挥部的指令，有效地开展环境事件其它各项应急工作。

(2) 环境风险事件控制组

牙根一级水电站建设单位和承包商单位负责，及时控制环境事件的现场危险源，必要时由雅江县的人武部、驻地解放军及武警部队参与。

雅江县公安局负责组织调动公安和消防人员，协助动员受环境风险事件威胁的居民以及其他人员疏散，转移到安全地带，情况危急时，可强制组织避灾疏散；对影响人员进行抢救；对已经发生或可能引发的次生灾害进行抢险，消除隐患。

雅江县建设局、水利局、安监局、电业公司负责采取有效措施，消除可能发生的灾害险患，保护供水、供电等生命线设施免遭损毁；组织抢修受损毁的供水、供电和水利等设施，保障正常运行。

(3) 调查、监测和治理组

雅江县生态环境局负责进行库区和周边环境现状监测，发布应急监测简报，提出环保措施建议。

雅江县自然资源局负责提供地质状况监测，提出地质应急措施建议。

雅江县水利局负责水情和汛情的监测以及引发的次生洪涝灾害的处置。

雅江县气象局负责气象条件监测预报。

(4) 医疗救护和卫生防疫组

雅江县卫生局负责组织协调卫生部门开展医疗救治工作，做好疾病预防控制和卫生监督工作，预防和有效控制传染病和食物中毒等突发公共卫生事件的发生，对受伤人员进行救治。

雅江县农业农村局负责动物疫病的预防、控制和扑灭工作，加强动物疫情监测，切实采取有效措施，防止和控制动物疫病的发生。

雅江县卫生局负责协调所需药品、医疗器械和卫生安全监测设备的紧急调用。

(5) 治安、交通和通讯组

雅江县公安局负责协助有关部门维护社会治安，根据应急处置需要对现场及相关通道实行交通管制，开设应急救援“绿色通道”，保证抢险救灾工作顺利进行。

雅江县交通局负责保证紧急情况下应急交通工具的优先安排、优先调度、优先放行，确保道路畅通；及时组织抢修损毁的交通设施，保证救灾物资运输。

雅江县供电公司和电信公司负责组织、协调电力、通讯畅通，尽快恢复受到破坏的通信设施，保证应急指挥信息通信和电力畅通。

(6) 基本生活保障组

雅江县民政局负责做好受影响居民的临时安置工作，妥善安排其生活，利用政府和社会资源进行政府救济、社会救济，并做好款物的分配、发放的监督和管理。

保险监督机构督促有关单位及时做好理赔工作。

(7) 信息报送和处理组

由雅江县生态环境局负责，自然资源局、公安局、消防大队等部门参加。负责组织调查、核实突发环境事件发生的时间、地点、规模、潜在威胁、影响范围以及诱发因素。及时分析、预测发展趋势，随时根据突发环境事件变化提出应急防范的对策、措施并报告指挥部，及时发布突发环境事件应急工作进展情况。

(8) 应急资金保障组

雅江县财政局负责应急防治与救灾补助资金的筹集和落实，做好应急防治与救助补助资金的分配及使用的指导、监督和管理等工作。雅江县发展改革局负责协调安排和监督管理。

7.5.3 预测、预警

指挥部要针对各种可能发生的突发环境事件，完善预测预警机制，开展风险分析，防患于未然，做到早发现、早报告、早处置。

(1) 信息监测与预测

各部门要按照各自职责范围加强对监测工作的指导、管理和监督，明确监测信息报送渠道、时限、程序。

通过对监测信息的分析研究，对可能发生突发环境事件的时间、地点、范围、程度、危害及趋势作出预测。

对可能引发特别重大、重大突发环境事件的预测预警信息，必须在1小时内报雅江县人民政府，并上报上级人民政府。

(2) 预警级别和发布

根据监测和预测分析结果，对可能发生和可以预警的突发环境事件进行预警，预警级别可分为特别严重(Ⅰ级)、严重(Ⅱ级)、较重(Ⅲ级)、一般(Ⅳ级)四级预警。

预警信息包括可能发生的突发公共事件类别、预警级别、起始时间、可能影响范围、警示事项、应采取的措施和发布机关等。

预警信息的发布、调整和解除，可通过广播、电视等公共媒体和组织人员逐户通知等方式进行。对老、幼、病、残、孕等特殊人群以及学校等特殊场所应当采取有针对性的公告方式。

(3) 预警处置

进入预警期后，根据实际需要，采取转移、撤离或者疏散容易受到突发环境事件危害的人员和重要财产等措施，同时要求各类应急救援队伍和人员进入待命状态，准备启动相应应急预案。

7.5.4 应急处置

(1) 信息报告

较大(Ⅲ级)以上突发公共事件发生后，指挥部要在立即采取措施控制事态的同时，如实向上级人民政府报告，最迟不得超过1小时。报告内容主要包括时间、地点、信息来源、事件性质、影响范围、事件发展趋势和已经采取的措施等。应急处置过程中要及时续报有关情况。

(2) 先期处置

突发环境事件发生后，指挥部应立即派员赶赴现场，组织有关人员进行先期处置。

(3) 应急响应

指挥部根据不同等级启动相应预案，作出应急响应，指挥有关部门、乡镇，联系驻县的解放军和武警部队参与，开展突发环境事件应急处置工作。对于先期处置未能有效控制事态，或者需要上一级人民政府协调处置的，要及时通知上一级人民政府，统一指挥和指导相关县区、部门开展处置工作。

(4) 应急结束

突发环境事件的现场应急救援工作完成，或者相关突发环境事件因素消除后，应急处置队伍撤离现场，应急相应结束。

7.5.5 信息发布

突发环境事件的信息发布应当及时、准确、客观、全面。按照有关规定和程序，事件发生的第一时间要向社会发布简要信息，随后发布初步核实情况、政府应对措施和公众防范措施等，并根据事件处置情况做好后续发布工作。

信息发布形式主要包括授权发布、组织报道、接受记者采访等多种形式。

7.5.6 恢复与重建

(1) 善后处置

对突发环境事件受影响人员及时进行医疗救助或给予抚恤。

有关部门及时下达救助资金和物资，做好环境污染清除工作，保险监管部门督促各保险企业快速介入，及时做好有关单位和个人损失的理赔工作。

(2) 调查与评估

突发环境事件处置结束后，要对事件的起因、性质、影响、责任、经验教训和恢复重建等问题进行调查评估。

(3) 恢复重建

根据调查评估报告和受影响区域恢复计划，组织实施恢复工作。

7.5.7 监督管理

(1) 预案演练

各地、各部门要结合实际，有计划、有重点地组织有关部门对相关预案进行演练。

通过预案演练，不断完善应急预案，提高对突发公共事件的应急处置能力。

(2) 宣传和培训

各地、各部门要广泛宣传应急法律法规、预案和预防、避险、自救、互救、减灾等常识，增强公众的责任感和自救、互救能力，提高全社会的防范和应急处置能力。

加强突发环境事件应急处置的教育培训工作，把应急管理知识作为各级领导干部、公务人员培训的重要内容，加强对各类应急救援队伍的专业培训。

8 环境监测规划

8.1 监测目的

掌握工程评价区生态环境因子变化情况，分析各生态环境因子及经污染控制措施实施后的达标情况；验证环保措施实施效果，为工程建设、竣工、运行等各阶段环境保护研究及管理提供依据，为工程实施实现生态环境良性循环积累数据基础。

8.2 总体原则

(1) 与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应紧密结合工程施工与运行特点以及周围环境敏感对象的分布情况，及时反映工程施工与运行对周围环境的影响，以及环境变化对工程施工与运行的影响。

(2) 针对性和代表性原则

根据环境现状、环境影响预测评价结果及环境保护措施的需要，选择对区域环境影响显著、具有控制性和代表性的主要因子进行监测，合理布设监测点位，力求做到监测方案有针对性和代表性。

(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，鉴于牙根一级与两河口水电站部分工区重叠，依据施工进度安排，尽量利用两河口水电站运行期监测断面，以及工程河段设置的雅江县水质例行监测断面和雅江水文站，并结合牙根一级工程特性设置可操作性强的新建断面，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。

8.3 监测总体布局

牙根一级水电站工程生态环境监测体系主要包括枢纽工程环境监测、生态监测及移民安置监测，具体内容见图8.3-1。

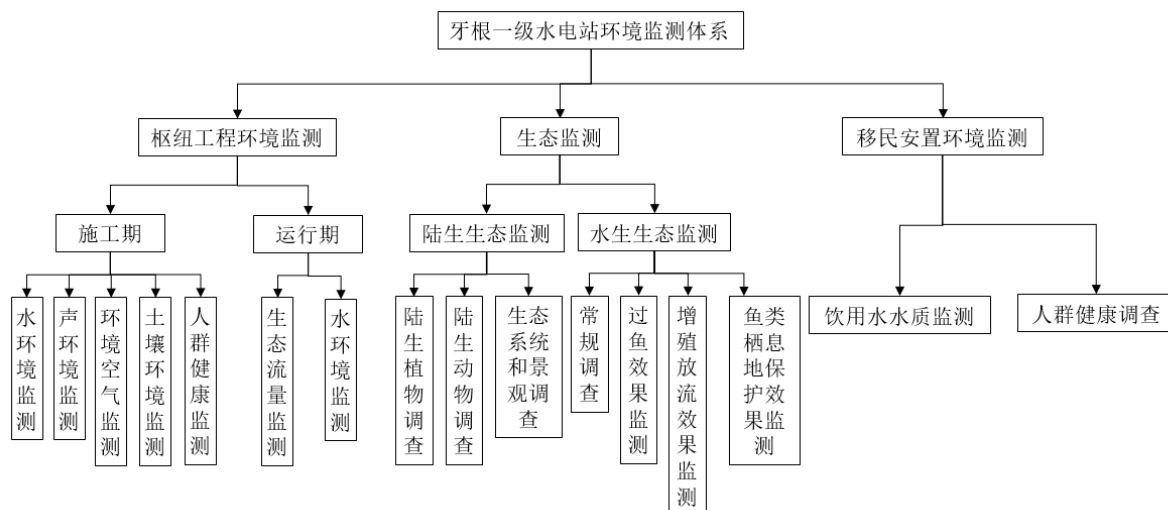


图 8.3-1 牙根一级水电站环境监测体系图

8.4 枢纽工程施工环境监测

8.4.1 水环境监测

8.4.1.1 施工期废污水监测

以《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019)规定的监测方法为依据，分别开展砂石加工系统废水、混凝土拌和系统废水、含油废水、生活污水、基坑排水处理达标监测。

(1) 砂石加工系统

监测点布设：砂石加工系统冲洗废水处理设施进、出水口各布设1个监测点。

监测项目：pH、SS、流量。

监测频率：在砂石加工系统正常运行时，每季度监测一期，每期监测1天。

监测方法：《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019)规定的监测方法。

(2) 混凝土拌和系统废水

监测点布设：混凝土拌和系统废水处理设施进、出水口各布设1个监测点。

监测项目：pH、SS、流量。

监测频率：在混凝土拌和系统正常运行时，每季度监测一次，每期监测1天。

监测方法：《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019)规定的监测方法。

(3) 含油废水

监测点布设：机械修配及冲洗含油废水处理设施进、出水口各布设1个监测点。

监测项目：SS、石油类、流量。

监测频率：在机修系统正常使用时，每季度监测一次，每期监测1天。

(4) 生活污水

监测点布设：白玛营地生活污水处理站、2#承包商营地生活污水处理设施进水口、排放口各设置监测点。

监测项目：pH、COD、BOD₅、NH₃-N、TP、污水流量、SS、动植物油、流量等9项。

监测频率：每季度监测1期，每期监测1天。

监测方法：《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019)规定的监测方法。

监测费用分摊：白玛营地生活污水监测已纳入两河口电站日常管理例行监测，本次不再分摊，需承担2#承包商营地生活污水监测费用。

(5) 基坑排水

监测点布设：基坑排水沉淀池进水口、排放口各设置监测点。

监测项目：pH、SS。

监测频率：基坑排水期间，每季度监测1期，每期监测1天。

监测方法：《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019)规定的监测方法。

8.4.1.2 施工期地表水监测

已有监测断面：两河口运行期在坝下雅砻江干流上布设有两河口电站厂房尾水下游500m处、白玛业主营地下游500m处两处断面，监测时段为两河口水电站初期蓄水期间及运行后的前3年，每年丰、平、枯水期各监测1次，监测内容包括SS、pH、DO、BOD₅、CODCr、高锰酸盐指数、TN、TP、石油类、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂、NH₃-N、氟化物、氰化物、挥发酚、砷、汞、六价铬等18项指标。

同时，工程所在雅砻江干流河段布设有2处省控断面，为雅江县雅砻江上游断面、雅江县雅砻江下游断面，每月监测一次，监测内容包括水温、pH、溶解氧、COD、高锰酸盐指数、BOD₅、氨氮、总氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、六价铬、氰化物、挥发酚、阴离子表面活性剂、硫化物、镉、铅、石油类等。

新增监测断面布设：2处省控断面中，雅砻江上游断面位于牙根一级坝下约300m处、雅砻江下游断面位于雅江县城下游，监测结果能够较好的反应牙根一级坝下河段水环境质量，因此，牙根一级水电站坝下可不考虑设置监测断面。牙根一级库区河段，两河口电站厂房尾水下游断面即为牙根一级库尾断面，白玛业主营地下游500m处断面距离牙根一级坝址约2.7km，根据牙根一级水库形态及库周污染源特点，在库中呷拉镇、坝前新

增2处监测断面，同时充分考虑两河口地表水监测工作周期，牙根一级水电站施工期水质监测规划见下表。

施工区河流水质监测技术要求一览表

表 8.4-1

河流	监测断面及编号	监测项目	监测频率及时间
雅砻江干流	两河口电站厂房尾水下游500m处	SS、水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群等25项指标	施工期每年丰、平、枯水期各监测1次，每次连续监测3日
	牙根一级水电站库区呷拉镇		
	白玛业主营地下游500m处		
	坝前章给寨工区下游500m处		

监测费用分摊：2025年6月前（两河口运行初期第3年），不需分摊两河口电站厂房尾水下游500m处、白玛业主营地下游500m处监测费用。

8.4.1.3 施工期地下水监测

监测点的布设：左下沟工区、大坝工区。

监测项目：《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)中规定的 K^+Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸钾指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数共28项指标。

监测频率：每年监测2期（枯水期和丰水期），每期监测2天，每天取样2次。

监测方法：参照《地下水环境监测技术规范》HJ/T164执行。

8.4.1.4 生活饮用水监测

监测点的布设：白玛业主营地供水站供水末端、2#承包商营地供水站供水末端各布设1个监测点。

监测项目：按《生活饮用水卫生标准》(GB5479-2006)进行监测，包括色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群，共17项。

监测频率：每季度监测一次，每期监测2天。

监测费用分摊：白玛业主营地供水站监测费用已纳入两河口水电站运行费用中，仅承担2#承包商营地供水站监测费用。

8.4.2 声环境监测

鉴于两河口水电站施工期已结束，无可依托的监测点位，本次根据牙根一级水电站工程施工期噪声源布置位置及与周围环境的关系，同步监测典型施工噪声源及环境敏感对象的声环境质量，具体点位布设、监测项目、监测周期、监测时段及频率详见表8.4-2。监测方法按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)和《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的有关要求执行。

施工区声环境监测技术要求一览表

表 8.4-2

监测对象	施工工区	监测点位	监测参数	监测频率及时间
噪声源	左下沟施工区	混凝土骨料加工厂	Leq, 夜间同时测量 L_{Amax}	施工期各季度监测1次，每次监测1d，每天08:00~10:00、14:00~16:00和22:00~24:00共3个时段各测1次
	章给寨施工区	场界噪声		
	大坝施工区	右坝肩施工作业区		
环境敏感对象	2#施工道路	雅江县社会福利救助中心	Leq, 除SN1测点外，其余监测点同步统计车流量	施工期各季度监测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)
		雅江县看守所		
		雅江县森林武警营地		
		雅江县雅江县森林消防支队		
	1#公路终点、3#公路间	白姑村居民点		

8.4.3 环境空气监测

新增监测点位：与声环境监测点位一致。

监测内容：TSP、PM₁₀

监测频率：施工期每季度监测1期，每期连续监测不少于5天。

监测方法：按照《环境空气质量标准》(GB3095-2012)表2各项污染物分析方法进行。

8.4.4 土壤监测

(1) 监测目的

了解施工期及运行期土壤环境受影响情况，及时采取土壤污染防控措施。

(2) 监测项目

土壤取表层样(0~0.2m取样)。TR1和TR2监测项目包括《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)规定的基本项目(45项)、pH及全盐量；TR3监测项目包括《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)基本项目、pH值及全盐量。

(3) 监测点位及频次

监测点位及频次见表8.4-3

工程施工期土壤环境监测计划一览表

表 8.4-3

序号	监测点位	备注	监测频率
TR1	牙根一级坝址	建设用地土壤监测	施工期高峰期监测一次
TR2	呷拉镇	农用地土壤监测	
TR3	脚泥堡村	农用地土壤监测	

8.4.5 人群健康监测

(1) 监测项目

根据当地环境卫生状况，施工期间需要重点监控的传染病病种为介水传染病，如细菌性痢疾、伤寒、副伤寒和病毒性肝炎，虫媒性传染病，疟疾、流行性乙脑炎等。

(2) 监测内容

每月收集整理工程所在地各医疗机构发现的甲、乙、丙类传染病报告，作为施工区传染病防控参考；施工期每年对施工人员进行抽查检疫，抽取10%的施工人员检疫1次；根据检疫结果对施工活动影响区的当地居民进行监测，调查将施工人员外来疾病对当地居民健康的影响。

(3) 突发疫情报告

出现新型冠状病毒肺炎等突发疫情、不明原因公共卫生事件时应随时报告并通知当地疾控管理部门，并配合当地疾控管理部门开展流行病学调查，明确事件原因，通过疫情点封锁、环境消毒、预防服药、紧急接种、现场采样等方式，控制疫情扩散与蔓延。

8.5 枢纽工程运行环境监测

8.5.1 生态流量监测

(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

考虑到本工程规划建设有水情自动测报系统对施工期和运行期进行水文观测，因此，

根据牙根一级水电站施工期和运行期的生态流量泄放措施方案，并结合水情自动测报系统中水位站规划布设情况，拟在坝下约500m处设生态流量自动监测系统。

(3) 监控方案与技术要求

牙根一级水电站生态流量监测依托厂房下游水位站，将水位数据换算为流量。厂房下游水位站采用德国SEBA公司的Sebapuls雷达水位计，不受浑水、淤泥、水生植物等因素的影响，也不受环境温度、湿度、降雨、风沙的影响。仪器完全免维护，具有水面波浪滤波功能。监测系统服务器部署在牙根一级电站办公大楼建立水情自动测报系统分中心站。

同时依据四川省水利厅、四川省发展和改革委员会、四川省环境保护厅、四川省农业厅、四川省林业厅《关于开展全省水电站下泄生态流量问题整改工作的通知》(川水函[2018]720号)文件及甘孜州《关于加强水电站下泄生态流量监督管理的通知》(甘水函〔2020〕42号)文件要求，牙根一级生态流量监测系统预留与甘孜州生态流量监管平台对接端口，同时电站尾水处安装生态流量监控视频摄像头，摄像头面向尾水出水口，并能拍摄到河道水流情况，并与甘孜州生态流量监控视频对接。

(4) 监控时间要求

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电站蓄水前安装完成。

8.5.2 水环境监测

8.5.2.1 地表水水质监测

依据上下游梯级建设时序，牙根一级水电站进入运行期时，两河口水电站已运行约6年，相关地表水水质监测工作已结束。结合地方在评价河段布设的例行监测断面情况，本着依托已有监测断面，不重复建设的原则，拟定牙根一级运行期水质监测规划如下：

监测断面：布设牙根一级库尾、牙根一级库中（呷拉镇）、牙根一级坝前共3个断面。

监测内容：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、氟化物、镉、六价铬、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、汞、砷、铁、锰、悬浮物共28项。

监测频率：每年监测3期(丰水期、平水期、枯水期)，每期连续监测3天。

监测时段：工程蓄水后的前3年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行管理费用。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91—2002)的规定方

法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91—2002)方法执行。

8.5.2.2 水体富营养化监测

监测内容：在牙根一级库区（苦乐沟汇口、湾地沟汇口）处进行水体富营养化监测，富营养化监测指标：总氮、总磷、叶绿素a、透明度、高锰酸盐指数。

监测频次：一年监测一次，监测时间定在6-8月。

监测时段及费用规划：纳入运行期地表水水质监测内容。

8.5.2.3 电厂运行人员生活污水监测

监测点布设：电站厂房中控楼一体化污水处理设备出口处。

监测项目：pH、COD、BOD₅、NH₃-N、TP、污水流量、SS、动植物油、流量等9项。

监测频率：每季度监测1期，每期监测1天，运行后连续监测3年。

监测方法：《地表水和污水监测技术规范》(GB/T91-2002)规定的监测方法。

8.6 生态监测

8.6.1 陆生生态监测

8.6.1.1 陆生植物调查

(1) 调查内容

施工期主要调查植被破坏区的植被恢复情况、陆生植被覆盖情况。

运行期主要调查评价区域的植物多样性现状，包括区域植物种类、区系特征、特有种、珍稀保护及濒危物种的分布、数量、生长环境、保护类型和等级、区域植被类型与特征，不同类型植被的生长特征；调查评价区域的生态景观拼块类型、分区、面积等情况；调查评价区域的植被恢复措施执行情况、效果及植被覆盖率等；调查库周及消落带变化对植被生长的影响等。

(2) 调查范围与固定样地设置

施工期重点针对施工临时占地区进行调查，在施工临时占地区共设置三个固定样地，其中两个2个固定样地作为受影响的样地，另一个作为对照样地。

运行期结合报告书编制阶段调查范围、工程建设特点及影响分析结论，分别在牙根一级水库库尾、库中、坝址区共设置3个调查区，在左下沟渣场设置一个固定样地。

(3) 生态修复措施效果调查

根据各生态修复区的特点进行针对性的植被群落特征调查。不同区域调查的侧重点有所不同。

施工期坝址上游章给寨工区、坝址区和坝址下游的临时占地区固定样地主要针对植被破坏区的植被恢复情况、陆生植被覆盖情况进行观测与调查(可以结合水土保持监测一起进行)。

运行期左下沟渣场固定样地主要针对该区域的植被恢复措施执行情况、效果及植被覆盖率等情况进行观测与调查(可以结合水土保持监测一起进行)

(4) 技术要求

1) 样线调查

各调查区设置调查样线3~5条,各样线设置乔木、灌木、草本样方3~5个。沿着选定的样线,调查植物的垂直和水平分布、植物物种等。

2) 样方调查

每种群落类型设置的样方数量不少于5个,样方调查包括植物种类、郁闭度、冠幅、胸径、枝下高、物候相、盖度、多度、生殖苗高度、叶层高度等。

3) 固定样地调查

各调查区固定样地设置要有代表性,能包含受影响的主要植被类型。每种类型的固定样地面积20m×20m,用铁丝将样地围护起来,防止人为或其它干扰,对样地中乔木和灌木进行挂牌,并进行样地调查,记录乔木和灌木个体数量、盖度、胸径、高度、冠幅等指标,并用GPS进行定位,记录每个样地的海拔高度、经纬度等。

4) 访问

因样线和样方调查不能覆盖全部评价范围,为了对评价区域生态环境有更深入的了解和掌握,需通过访问当地居民、餐馆、集市和林业部门等对调查结果进行修正。

(5) 时间和频次

施工期:施工开始后第2年和水库蓄水前各调查1次,每次调查时间植物生长旺盛季的5~9月。运行期:水库蓄水运行后的第1年、第3年、第5年各调查1次,每次调查时间为5~9月。

(6) 结果分析方法

以施工前植物、植被调查结果为基线,以后的每次调查结果均与此前的调查结果进

行比较分析，从而获得施工、蓄水、运行各个阶段直接和间接影响区植物种类、分布、数量的变化；获得直接和间接影响区主要受影响植被类型面积、物种组成、物种数、各物种种群数量的相对比例等变化；评估植物物种与植被类型面积变化、植物地面质量受影响程度；评估植被恢复的成效。

8.6.1.2 陆生动物调查

(1) 调查内容

野生动物区系组成、种类和特点，不同种类生境类型、地理分布与栖息地类型，珍稀保护动物的种类、种群规模、生态习性、种群结构、生境条件、分布范围、保护级别与保护状况等，水库淹没和工程占地范围内出现的保护动物的数量和采取的保护措施。

(2) 调查范围

工程区每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于3条，各样线设置一定数量的样方对两栖类和小型兽类进行调查。

施工期重点针对施工临时占地和永久占地区进行调查，运行期重点针对左下沟渣场、章给寨工区等临时占地恢复区及库周进行调查。

(3) 技术要求

1) 样线调查

沿着选定的样线，统计兽类、鸟类、两栖类和爬行类的物种及出现频率。

2) 样方调查

两栖类样方：采用抓捕方式调查两栖类动物种类、数量、分布特征等。

小型兽类样方：采用日铗法调查小型兽类动物种类、数量、分布特征等。

3) 访问

因样线和样方调查不能覆盖全部评价范围，为了对评价区域生态环境有更深入的了解和掌握，需通过访问当地居民、餐馆、集市和林业部门等对调查结果进行修正。

(4) 时间和频次

与陆生植物同步进行调查，尽量获得野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料。

8.6.1.3 生态系统和景观调查

以施工前陆生生态系统和景观调查结果为基线，以后在各次植被调查和各对应时段卫星照片解译基础上，制作评价区各调查时段生态系统和景观分布图，从而获得施

工、蓄水、运行各个阶段生态系统和景观要素的变化，评估工程对生态系统和景观的影响程度。

8.6.2 水生生态监测

8.6.2.1 常规调查

(1) 调查目的

通过对水生生物及其生境的监测，及时反映牙根一级水电站建设前后水生生态变化趋势与规律，预测不良趋势并及时预警，提出规避对策，为鱼类和水生生物多样性的保护提供科学依据。

(2) 调查范围与断面设置

调查范围为牙根一级库尾～坝下保留河段长约26km的雅砻江干流河段及下游产卵场河段，包括区间主要支流卧龙寺沟、苦乐沟。

根据牙根一级水电站工程特性及对工程江段水生生物的影响情况，初步拟定如下水生生态监测断面。

牙根一级水电站水生生态监测断面表

表 8.6-1

序号	断面所在河流名称	监测河段	断面名称
1	雅砻江干流	库尾段	两河口尾水出口下游断面
2		库中河段	呷拉镇断面
3		牙根一级水电站坝前河段	牙根一级水电站坝前断面
4	雅砻江干流（坝下保留河段）	坝址下游河段	雅江县社会福利救助中心下游断面
5		雅江县城保留河段下游断面(鱼类产卵河段、雅江县城河流景观)	卧龙寺沟汇口下游断面
6	雅砻江干流（保留河段下游）	保留河段下游产卵场监测	下渡林场产卵场断面、霍曲河口产卵场断面
7	苦乐沟	库区主要支流	汇口以上断面
8	卧龙寺沟	划入鱼类栖息地保护的支流	结合支流生境状况，在汇口、铁泉电站坝址上游、右源王呷河、左源卧龙寺沟设置不少于四个断面

(3) 技术要求

1) 水生生态要素监测

浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物等水生生物的种类、分布密度、生物量，及其与工程江段水化学(主要为N、P各种形式组分动态)、水温、流态及坝下水体中的溶解性气体等的变化关系。

2) 鱼类种群动态及群落组成变化监测

鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测珍稀保护及特有鱼类的种群动态及鱼类群落构成的变化趋势。

3) 鱼类产卵场监测

监测水温、流速和水位等水环境要素，调查产卵场分布与规模变化、繁殖种群规模以及繁殖时间和频次。

(4) 调查方法

按《水库渔业资源调查规范》(SL167-2014)和《内陆水域渔业自然资源调查规范》的规定执行。

(5) 时间和频率

调查时间为工程蓄水前1年开始（建议水库蓄水前调查结合两河口水电站运行期水生监测统筹考虑），以后每1年调查2期，监测时间为每年3~6月、8~10月各一次，产卵场情况调查应在鱼类产卵季节开展，工程蓄水后连续调查5年。此后根据水库蓄水初期监测结果、实际影响以及保护措施进展情况，制定进一步的长期监测计划，相应费用计入电站运行成本。

8.6.2.2 过鱼效果监测

(1) 监测内容

电站蓄水运行后应开展电站竖缝式鱼道效果的观测评估，监测内容应包括：

- 1) 坝下河段水力学监测与分析；
- 2) 鱼道内部水力学监测；
- 3) 过鱼种类；
- 4) 过鱼数量；
- 5) 过鱼规格；
- 6) 鱼类发育情况；
- 7) 昼夜过鱼规律；
- 8) 不同进口进鱼情况；
- 9) 不同工况进鱼情况；坝下鱼类集群及分布。

鱼道正式运行后，除以上常规监测外，还应对上溯鱼类库区行为进行标志跟踪监测，并对坝上坝下鱼类资源变化趋势进行调查和统计，以利于对鱼道的鱼类保护效果进行客观评价

(2) 监测时段

鱼道正式投运后连续调查5年，相关费用纳入工程环保投资，之后长期连续监测列入工程运行费用。

8.6.2.3 增殖放流效果监测

两河口增殖放流效果调查范围已囊括了牙根一级库区及坝下6km保留河段及支流卧龙寺沟，并包括区间主要鱼类产卵河段。牙根一级依托两河口鱼类增殖站开展增殖放流效果调查，并按放流比例分摊费用。

8.6.2.4 鱼类栖息地跟踪监测

(1) 监测范围

为研究牙根一级水电站鱼类栖息地保护的效果，需对牙根一、二级间保留河段(6km)以及保留河段左岸支流卧龙寺沟全流域等纳入鱼类栖息地保护河段的水域进行全面的跟踪调查和监测。

(2) 监测时间

监测时间为工程蓄水前1年开始，以后每1年调查2期，监测时间为每年3~6月、8~10月各一次，产卵场情况调查应在鱼类产卵季节开展；工程蓄水后连续调查5年，相关费用纳入工程环保投资，此后调查的时间和频次根据水库蓄水初期监测结果、实际影响以及保护措施的效果确定，相应费用计入电站运行成本。

(3) 监测内容

1) 生境条件观测

① 总体观测

对各栖息地保护河段，按照不同功能区，逐段进行措施实施前后的生境条件观测。其中保留河段全河段、铁泉电站、三道桥电站拦水坝拆除河段是重点调查区域。

观测内容包括：

河道形状、水深、河槽及水面宽度等；

水量、流速、流态等水文数据；

河床底质组成；

栖息地的垂直和水平空间分布、连续性特征；

栖息地外延的梯度变化和稳定性特征；

饵料生物组成，浮游生物、底栖生物和着生生物的种类组成及多样性、数量分别、

栖息密度、优势类群的种类组成和群落结构。

②重要鱼类生境监测

在干流保留河段、卧龙寺沟设置监测点。监测内容为在鱼类产卵期对重要栖息地等关键节点的流速、水深、水温、水质、含沙量、底质(粒度)等进行监测，采用人工监测的方式进行。

2) 鱼类及饵料生物监测

① 鱼类资源监测调查

A 调查分区与监测点位

干流河段：分为坝址下游1km、雅江县城干流河段

卧龙寺沟：河口段、铁泉电站段、三道桥坝段、产卵场段

B 监测调查内容

a、各栖息地保护河段逐段的鱼类空间分布特征、索饵场、越冬场、产卵场“三场”的位置、分布情况。

b、鱼类的种类组成、比例、种群数量、种群年龄构成、性别、个体生物学特征、食性等。

c、鱼类早期资源量调查要素为早期资源种类、早期资源量、产卵场位置和规模等。分别进行鱼类种类和资源量调查，并进行鱼类早期资源和“三场”的调查。

d、根据调查监测分析鱼类的活动规律、季节性迁徙、种类、资源量、生存与死亡率等。

C 调查频次

栖息地保护河段调查自工程开工建设起开始，每年调查2期，春季、秋季各进行1期调查。

②鱼类饵料监测调查

鱼类资源饵料生物监测的点位与鱼类资源监测点位相同。监测内容包括种类组成及多样性、数量分布、栖息密度、生物量、优势类群的种类组成、群落结构，调查频次同鱼类资源的调查一致。

8.7 移民安置环境监测

8.7.1 饮用水水质监测

依据移民安置规划报告，牙根一级水电站搬迁居民主要分布在呷拉镇，以后靠分散

安置为主，无出乡、出县安置，生活饮用水水源利用现有措施，且地方已开展例行监测，因此本次不再计列。

8.7.2 人群健康调查

移民安置搬迁后第2年调查1次，开展移民安置点的病毒性肝炎、痢疾等主要传染病及鼠类和蚊虫情况调查和人群健康监测。健康调查和监测范围为全部移民，委托当地具备相应资质的卫生防疫部门承担。

9 环境管理与监理规划

9.1 环境管理规划

9.1.1 环境管理目的

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。牙根一级水电站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。

9.1.2 环境管理原则

(1) 预防为主、防治结合的原则

牙根一级水电站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生态环境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，必须依据我国的环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

(4) 针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

9.1.3 环境管理目标

(1) 保证各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

(2) 预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放、合理回用，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到环境功能区划要求的标准。

(3) 水土流失和生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。

(4) 做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病率，避免传染病爆发和蔓延。

(5) 理清工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进工区环境美化，争创环保优秀工程。

9.1.4 环境管理体系

牙根一级水电站环境管理分为外部管理和内部管理两大部分，并纳入整个牙根一级水电站环境管理体系之中。

(1) 外部管理

指国家及地方生态环境行政主管部门，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主管部门组成。

(2) 内部管理

指建设单位、设计单位、施工单位、监理单位和工程运行管理单位等，执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保护措施，并对工程的建设过程和活动按环保要求进行管理。

内部管理分为工程施工期和运行期。工程施工期内部管理由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家建设项目环境保护要求与地方环保部门要求。施工期内部环境管理体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成，通过各自成立的相应机构对工程建设的环保负责。

运行期由工程运行管理单位负责，对环境保护措施进行优化、组织和实施。

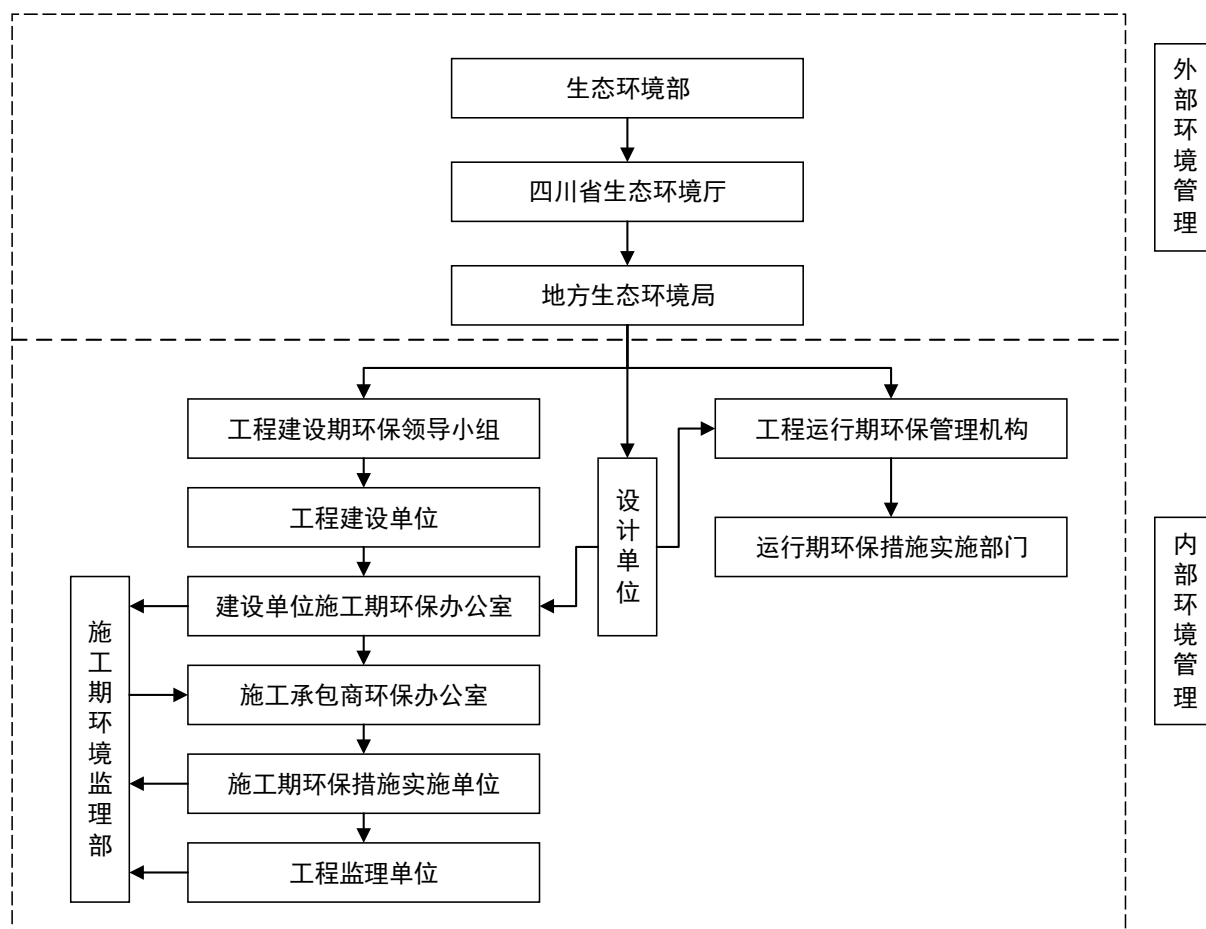


图 9.1-1 牙根一级水电站工程管理体系图

9.1.5 环境管理职责

9.1.5.1 施工期

(1) 建设单位

工程开工前建设单位应设置“环境保护领导小组”和“环境保护办公室”。

“环境保护领导小组”成员由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位的主要领导组成，其中建设单位主要领导任主要负责人，负责确定工程环保方针、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。

“环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导小组”的常设办事机构，设专职人员1人。具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作，其主要职责包括：

- ①通过开展调查研究，确定适合本工程的环境保护方针和经济技术政策，确立环境保护目标，并结合工程施工方案予以分解；
- ②制定、贯彻工程环境保护的有关规定、办法、细则，并处理执行过程中的有关事宜；

③组织编制工程环境保护总体规划和年度计划，组织规划和计划的全面实施，做好环境保护年度预决算，配合财务部门对环境保护资金进行计划管理；

④委托进行环保专项设计，检查设计进度，组织设计成果的验收和审查，并保证各项环境保护措施的有效实施；

⑤依照法律、规定，对整个工程各项环境保护措施的实施情况进行监督和管理，实施环境质量一票否决制；

⑥协调各有关部门之间的关系，听取和处理各环境管理机构提交的有关事宜和汇报，不定期向上级生态环境行政主管部门汇报工作；

⑦督促承包商环境管理机构的工作，内部处理环境违法、违规行为，表彰先进事迹；

⑧检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库；

⑨完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，作好档案、资料收集、整理等工作。

(2) 施工单位

施工期的污废水处理、声环境保护、环境空气保护、固体废弃物保护、生态环境保护等环境保护费用应由施工单位承担，并在招标文件中明确。施工单位应确保措施到位，落实相关费用。

各施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职人员1~2人，实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理。主要包括以下内容工作：

①制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作季报、年报；

②检查所承担的环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题；

③核算年度环境保护经费的使用情况；

④接受环保管理办公室和环境监理单位的监督，报告承包合同中环保条款的执行情况。

(3) 监理单位

为了更加有效地实施工程环境保护管理，成立电站环境监理部，参与工程环境管理。

(4) 设计单位

根据国家法律法规、环境保护主管部门要求、环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工

单位。

9.1.5.2 运行期

工程建成运行后，在工程管理部门中设置“环境保护办公室”，设兼职人员1人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：

(1) 根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程运行期环境保护方针和环境保护目标，制定运行期环境保护管理办法；

(2) 负责落实运行期环保设施、环保经费及环境监测工作的正常运行和实施，做好环境信息统计；

(3) 协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

9.1.6 环境管理制度

9.1.6.1 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。

9.1.6.2 分级管理制度

建立环境保护责任制，将环境保护列入施工招标，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与环境保护措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，由环境监理部门负责定期检查，并将检查结果上报建设单位环境保护办公室及环境保护领导小组，并对检查中所发现的问题督促施工单位整改。

9.1.6.3 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。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托具备相应监测资质及生态调查能力的单位，对工程施工区及周围的生态环境状况按环境监测计划要求进行定期监测。并对监测及调查成果实行季报、年报和定期编制监测报告、调查报告以及年审的制度。同时，应根据生态环境状况监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

9.1.6.4 “三同时”制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的环境保护措施必须与主体工程同时设计、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。环境保护设施不得擅自拆除或闲置。

9.1.6.5 制定对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，除应立即启动应急预案，采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方生态环境行政主管部门，接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理，并防止以后类似事故的发生。

9.1.6.6 报告制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式来往。施工承包单位定期向工程建设环保管理办公室和环境监理部提交环境季报、年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况及所发生问题的改正方案和处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向工程建设环保管理办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月报、年报。环境监测单位定期向工程建设环保管理办公室提交环境监测报告，环保管理办公室应委托有关技术单位对工程施工期进行环境评估，提出评估季报和年报。

9.1.7 主要管理任务

本工程建设主要管理任务及其实施要求、实施时间、责任单位、业主责任等详见表 9.1-1。

施工及运行阶段环境管理任务一览表

表 9.1-1

环境因子	管理任务	实施方式	实施时间	实施机构	业主职责
水环境	砂石废水处理	处理后回用	三同时	承包商	负责有关事务安排，拟定协议，支付费用，监督设施运行
	混凝土拌和系统废水处理	处理后回用	三同时	承包商	
	施工机械停放场冲洗含油废水	处理后回用	三同时	承包商	
	施工生活区生活污水处理	依托两河口已有措施处理后回用	三同时	承包商、业主	
	施工期粪便污水	环保厕所	三同时	承包商	
	基坑排水	处理后回归河道	三同时	承包商	
	水质保护	加强库区水质保护、开展库区漂浮物清理、蓄水前完成库底清理	蓄水期、运行期	政府、业主	负责实施和管理
	电站污废水	油污水通过油水分离器处理，电站生活污水由成套生活污水处理设备处理后回用于绿化或场地洒水	运行期	业主	
陆生生态	陆生生态修复	结合水土保持植物措施，进行陆生生态修复	整个施工期	承包商	根据工程进展及时实施生态修复
	植物保护	避让措施、减缓措施、管理措施	施工及水库	业主、承包	监督实施和管理

环境因子	管理任务	实施方式	实施时间	实施机构	业主职责
			蓄水前	商	
	野生动物保护	避让措施、减缓措施、恢复及补偿措施、管理措施	施工期	业主、承包商	督促管理，制定制度
	工程景观打造	施工期景观保护、运行期景观提升	施工期、运行期	业主、承包商	督促管理，制定制度
水生生态	施工期鱼类保护	加强宣传教育，开展基坑滞留鱼类救护	施工期、初期蓄水期	业主、承包商	督促管理，制定制度
	栖息地保护	划定栖息地保护范围，加强监管与保护	施工期、初期蓄水期、运行期	业主及雅江县渔业主管部门	委托专业机构进行设计，实施时拨付经费，切实落实措施运行
	过鱼设施	在牙根一级坝址设置过鱼设施	初期蓄水、运行期	业主	
	下泄生态流量	与两河口电站联合运行，下泄生态流量	初期蓄水、运行期	业主	
	鱼类增殖放流	利用两河口鱼类增殖放流站开展人工增殖放流	工程截流前及以后	业主	
	其它鱼类保护措施	加强渔政管理、开展科研工作	施工期及以后	地方渔政部门、业主	
环境空气	砂石处理与混凝土拌和系统粉尘削减与控制	全封闭系统、除尘设备、洒水	三同时	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况
	爆破、开挖粉尘削减与控制	选用合格的施工机械、湿法爆破、洒水降尘	施工期	承包商	
	交通粉尘削减与控制	道路清扫、洒水	施工期	承包商	
	施工现场扬尘控制	道路清洁、洒水，易起尘堆料覆盖	施工期	承包商	
	敏感点保护措施	增加洒水频率，结合绿化降尘	施工期	承包商	
声环境	敏感目标噪声控制	交通管制、提高场内施工道路等级、降低夜间交通噪声、种植行道树、预留备用对策	施工期	业主和承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况
	砂石系统及混凝土系统噪声控制	使用减振机座或减振垫	施工期	承包商	提出控制性要求
	爆破噪声源控制	注意爆破时间、减少炸药量	施工期	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况，监测实施效果
固体废物	生活垃圾处置	分类收集，外运填埋处置	人员进入营地后即实施	承包商和业主	监督检查
	施工区废物处置	分拣，金属、木材、纸张、塑料等回收，土石类送弃渣场	整个建设期	承包商和业主	
	危险废物	分类收集，设置临时贮存场所，委托有资质单位定期清运	施工期、初期蓄水期、运行期	承包商和业主	
人群健康	综合防治措施	开展卫生防护、确保饮用水安全、对生活垃圾和污水进行无害化处置、依托两河口水电站施工区、生活营地已建医疗机构、加强进场人员健康管理	人员进入营地时及以后	承包商和业主	定期检查
	自然疫源性疾病预防	灭鼠防鼠、灭蚤	施工期	业主、承包商	定期消杀
	人员健康	定期体检	同上	承包商和业主	审查体检进度，监督后续医疗
	饮食卫生	营地食堂卫生定期检查	同上	承包商和业主	定期向卫生部门工作人员咨询
	新冠肺炎疫情防控	加大施工现场人员排查力度、推进	施工期、运	业主、承包	贯彻落实国家、四川

环境因子	管理任务	实施方式	实施时间	实施机构	业主职责
	措施	施工现场人员疫苗接种工作、严格施工现场防疫管控措施、提升个人防护意识及应急处理能力	行期	商	省、甘孜州关于新冠肺炎疫情防控工作部署
土壤及地下水环境	表土保护措施	剥离并集中堆置防护	施工期	承包商	监督检查
	土壤监测及防控	加强土壤和地下水监测，及时采取防控措施	运行期	业主	委托专业机构监测，实施时拨付经费
移民安置	生活污水处理	各户配套污水处理措施	三同时	移民安置办	监督、检查
	生活垃圾处置	集中收集外运	三同时	移民安置办	监督、检查
	生态保护	宣教，绿化、水保措施	安置点建设及之后	移民安置办	监督、检查
	人群健康保护	水源保护和消毒、杀灭传播媒介、粪便	安置点建设及之后	移民安置办	监督、检查
其他措施	居民安全保护措施	加强安全教育、设置安全警示牌、预警措施	施工期、运行期	业主、承包商	维护人民生命财产安全

9.1.8 环保宣传和培训计划

对环境保护管理和专业技术人员应定期邀请环保专家进行讲学、培训，同时组织考察学习，以提高其业务水平。

为了提高广大施工人员的生态环境保护意识，利用各种机会和场合进行环境保护宣传活动。

9.2 环境监理规划

9.2.1 环境监理目的

为保证工程环境保护措施得以全面落实和达到预期效果，本工程需单独实施环境监理。全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决施工过程中出现的环境问题。使环境管理工作融入整个工程实施过程中，变事后管理为过程管理，变单纯的强制性管理为强制性和指导性相结合，从而使环境保护由被动治理污染和破坏变为主动预防和过程治理。

9.2.2 环境监理作用

施工期环境监理的作用主要有：

- (1) 预防功能：预测工程实施过程中可能出现的环境问题，预先采取措施进行防范，以达到减少环境污染、保护生态环境的目的。
- (2) 制约功能：工程建设涉及的环境保护工作受到各种因素的影响，对此需要对各单位、各环节的工作进行及时检查、牵制和调节，以保证整个过程的平衡协调。

(3) 参与功能：环境监理单位作为经济独立的、公正的第三方，参与工程建设全过程的环保工作。对与工程有关的重大环境问题参与决策。

(4) 反馈功能：监理单位在对监理对象的监督、检查过程中可以及时发现被监理单位和被监理事项中存在的问题，收集大量的信息，并随时对信息进行反馈，为有关单位提供改进工作的科学依据。

(5) 促进功能：环境监理的约束机制不仅有限制功能，而且有促进功能，可以促进环保工作向规范化方向发展，更好地完成防治环境污染和生态破坏的任务。

9.2.3 环境监理与工程其他单位关系

(1) 环境监理与工程监理的关系

环境监理是工程监理的一个组成部分，但又具有相对的独立性。环境监理工作实行环境监理总工程师负责制，环境监理工程师对承包商违反环保条款的行为提出书面处理意见，经环境监理总工程师签发后下发承包商执行。具体由各标段中的环保人员负责监督执行，并将结果反馈给环境监理总工程师。但对施工过程中出现的重大环境问题，特别是与工程进度有直接关系的环境事件，须与工程监理相协调。

(2) 环境监理与业主、承包商的关系

环境监理是业主和承包商之外的经济独立第三方。它严格按照合同条款独立、公正地开展工作，即在维护业主利益的同时，也必须维护承包商的合法权益。业主与环境监理的关系是经济法律关系中的委托协作关系，业主与承包商间的关系只是一种经济合同关系。业主与承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。环境监理与承包商的关系是一种工作关系，即工程施工环保工作中的监理与被监理关系。环境监理的存在构成业主、监理、承包商三方相互制约的环境管理格局。

(3) 环境监理与环境监测的关系

环境监理与环境监测是一种互为补充的关系，在环境管理中两者缺一不可。环境监测是工程区环境要素状况的动态反映，是环境管理与环境监理工作的重要依据。监测数据服务于监理，监理工程师可以根据施工进度提出监测方案调整意见，并通过业主反馈给环境监测单位。

9.2.4 环境监理工作依据

(1) 环境监理合同；

- (2) 发包人与施工承包人签订的正式合同或协议；
- (3) 工程的施工图纸与文件；
- (4) 水电工程环境监理规范（NB/T 35063-2015）；
- (5) 国家的法律、行政法规、水电工程建设监理及水电建设的部门规章和技术标准及工程所在地的地方法规；
- (6) 国家或国家授权部门与机构批准的工程项目建设文件；
- (7) 发包人指定使用的与本工程的有关制度、办法和规定；
- (8) 环境保护主管部门批复的《雅砻江牙根一级水电站环境影响报告书》及批复意见。

9.2.5 环境监理目标

- (1) 进度目标：环保措施制定与执行进度保持与工程进度同步。
- (2) 质量目标：环保工程措施运行质量满足设计要求。
- (3) 投资目标：工程措施的费用控制在施工合同规定的相应额度内，环保措施费的使用按业主的有关规定执行。
- (4) 环境保护目标：污染治理、生态保护、环境质量达到经环保主管部门批复的环境影响报告书的相关要求。

9.2.6 环境监理机构设置和工作方式

根据本工程规模和施工规划，结合主体工程施工规划要求，在工程现场设置专门的环境监理机构，环境监理部设置专职监理人员1人、兼职人员1~2人。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据，发现问题后，立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

9.2.7 环境监理工作方法

环境监理工作方法主要有：

- (1) 进行日常的监理巡视检查；
- (2) 出现异常现象时，由建设单位委托环境监测单位进行必要的监测；
- (3) 下发指令性文件，如整改通知等；
- (4) 组织召开环境例会；
- (5) 提交工程环境季报及其他报告；

(6) 审查承包商环境季报和考评承包商的环境保护工作等。

9.2.8 环境监理工作范围和职责

(1) 工作范围

环境监理工作范围包括施工区、料场、弃渣场及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。

(2) 职责

①依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督、检查承包商或环保措施实施单位对工程区环保措施的费用、实施进度、质量及效果。

②指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

③根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

④审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

⑤加强现场的监控，重点监督检查生产废水收集和处理系统、过鱼设施等重要环保设施的施工质量和运行情况、施工迹地的恢复治理效果等。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

⑥对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

9.2.9 环境监理工作制度

(1) 工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况做出工作记录(监理日志)，重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，当时发生的主要环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，以及监理工程师对问题的处理意见。

(2) 报告制度

监理部每月向工程建设环保管理办公室提交一份环境监理月报，概述该月的环境监理工作情况，说明施工区的环境状况，指出主要的环境问题，提出处理意见，检查与监督处理结果。每半年提交阶段性评估报告，对半年的环境监理工作进行总结。

(3) 函件来往制度

环境监理工程师与承包商双方需要办理的事宜都是通过函件进行传递或确认的。监

理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，都是通过下发问题通知单的形式，通知承包商需要采取的纠正或处理措施。

(4) 环境例会制度

环境监理部定期会同工程建设环保管理办公室、设计单位、承包商环境保护管理办公室召开环境例会。通过环境例会，承包商对本标的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标的环境保护工作进行全面评议，肯定工作中的成绩，提出存在问题及整改要求。每次会议都需形成会议纪要。

9.3 环境保护“三同时”管理规划

9.3.1 环境保护措施项目

牙根一级水电站的环境保护措施可分为枢纽工程施工环境保护措施、生态流量泄放与生态调度措施、库区水质保护措施、地下水环境保护措施、水生生态保护措施、陆生生态保护措施、土壤环境保护措施、人群健康保护措施、移民安置环境保护措施、环境监测等方面。各项环保措施内容详见表9.3-1。

牙根一级水电站环保措施汇总表

表 9.3-1

措施分类	措施分类	措施内容	实施时段
枢纽工程施工环境保护措施	地表水环境保护措施	砂石加工系统废水处理：采用磁介质混凝沉淀系统工艺，污泥脱水后运往弃渣场堆放，上清液回用生产。	施工期
		混凝土拌和系统废水处理：采用中和沉淀法进行处理，处理后的清水用于转筒和料罐冲洗或场地洒水降尘，污泥定期清掏运至弃渣场。	施工期
		施工机械停放场冲洗含油废水：采用油污分离装置处理。	施工期
		基坑排水：絮凝沉淀处理后回归河道。	施工期
		生活污水处理：采用成套生活污水处理设备，处理出水综合用于施工营地公厕及绿化浇灌等。	施工期
		施工区粪便污水处理：配置环保厕所，实现对粪便、尿液等的无害化处理。	施工期
	环境空气保护措施	砂石处理与混凝土拌和系统粉尘削减与控制：全封闭系统、除尘设备、洒水降尘。	施工期
		爆破、开挖粉尘削减与控制：采用湿法作业、洒水降尘、钻孔安装除尘装置。	施工期
		交通扬尘降尘处理：公路养护、洒水降尘。	施工期
		施工现场扬尘控制：道路清洁、洒水，易起尘堆料覆盖。	施工期
		敏感点保护措施：增加洒水频率，结合绿化降尘。	施工期
	声环境保护措施	敏感目标噪声控制：交通管制、提高场内施工道路等级、降低夜间交通噪声、种植行道树、预留备用对策。	施工期
		砂石系统及混凝土系统噪声控制：使用减振机座或减振垫。	施工期
		爆破噪声源控制：注意爆破时间、减少炸药量。	施工期
	固体废弃物处理措施	生活垃圾：配备垃圾桶和垃圾车收集生活垃圾，施工期运至雅江县垃圾填埋场填埋。	施工期

措施分类	措施分类	措施内容	实施时段
生态流量 泄放及生态 调度		建筑垃圾和辅助企业生产垃圾：分拣，金属、木材、纸张、塑料等回收，土石类送弃渣场。	施工期
		危险废物：分类收集，设置临时贮存场所，委托有资质单位定期清运。	施工期
	生态流量泄放	施工截流期间，通过窄束河床过流；初期蓄水期间，通过泄洪闸控制闸门开度下泄生态流量；正常运行通过机组过流。	施工期、运行期
	生态调度	进一步开展两河口~牙根河段联合生态调度研究，建立与生态关联的统筹调度机制，科学制定调度方案。	运行期
库区水质 保护	水质保护	加快呷拉镇污水处理设施建设、库区禁止规模化畜禽养殖和重污染企业、减少农业面源污染、加强管理等。	协调地方政府实施
	库区漂浮物清理	对库内的枯枝树叶和垃圾等进行定期打捞和清理。	运行期
	库底清理	按照《水电工程水库库底清理设计规范》(DL/T5381-2007)要求开展。	蓄水前
	电站污水处理措施	厂房生活污水沿用施工期生活污水处理及回用设施进行处理。电站机组设置集油装置，收集油污。	运行期
地下水环境 保护	水库防渗措施	对坝基及坝肩进行防渗处理。	施工期、运行期
	水库浸没影响对策措施	采取如防洪堤、防洪墙等工程措施。	施工期
	污染防治措施	严格实施施工期和运行期的废污水收集、处理措施，处理后回用。	施工期、运行期
水生生态 保护措施	施工期及蓄水初期鱼类保护措施	宣传教育，设置水生生物保护警示牌。加强施工管理，生活污水和施工废水达标排放。建立鱼类保护应急机制。	施工期
	鱼类栖息地保护	将牙根一级、二级间6km保留河段及区间支流卧龙寺沟全流域作为鱼类栖息地重要生境加以保护，加强渔政管理、开展环境监测。	施工期、运行期
	过鱼设施	修建鱼道过鱼设施。	施工期、运行期
	鱼类增殖放流	依托两河口增殖放流站开展增殖放流。对放流鱼苗进行标记，建立回收及监测网络，评估增殖放流效果。	施工期、运行期
	科学研究	依托两河口增殖放流站开展珍稀特有鱼类驯养繁殖技术研究、增殖放流效果评估研究；开展电站竖缝式鱼道监测，研究过鱼设施的过鱼效果；开展鱼类栖息地保护效果跟踪监测与研究工作。	施工期、运行期
	渔政管理	严格执行禁渔期和禁渔区制度。加强监测。	施工期、运行期
陆生生态 保护措施	陆生动植物保护措施	采取避让措施、减缓措施、恢复与补偿措施及管理措施。	施工期
		结合水土保持与景观恢复对施工迹地进行植被恢复等。	施工期
		加强野生保护动物法律法规宣传工作。	施工期
土壤环境 保护措施	源头控制	设立表土堆存场、加强施工期及运行期各类污废水、固体废物处理，加强库周边环境管理，确保水库库区良好的水质。	施工期、运行期
	过程防控	加强运行期库区周边土壤含盐量和地下水水位的监测。	运行期
人群健康 保护措施	施工人员及施工区周边居民点	开展卫生防护、确保饮用水安全、对生活垃圾和污水进行无害化处置、依托两河口水电站施工区、生活营地已建医疗机构、加强进场人员健康管理；营地食堂卫生定期检查、施工人员定期体检，同时贯彻落实国家、四川省、甘孜州关于新冠肺炎疫情防控工作部署。	施工期、运行期
移民安置 区环境保 护措施	安置区	各户配套污水处理措施、生活垃圾集中收集外运。	施工期
	专项设施复建	施工期废水采用沉淀池沉淀后回用。无雨日洒水降尘。夜间禁止施工、加强宣传教育保护生态环境。	施工期
环境监测	枢纽工程施工环境监测	水环境监测、声环境监测、环境空气监测、土壤监测、人群健康监测。	施工期
	枢纽工程运行环境监测	生态流量监测、水环境监测。	运行期
	生态监测计划	陆生生态监测、水生生态监测。	运行期
	移民安置环境监测	人群健康调查。	运行期

9.3.2 环境保护验收计划

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》中的有关要求，工程建设过程中的污染防治措施和生态保护措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行，同时防治污染和保护生态的设施不得擅自拆除或闲置。

鉴于工程首台机组发电至全部机组投产仅半年时间，环评暂不考虑分阶段开展环保验收工作，要求按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)有关规定做好竣工环保验收工作。

竣工环保验收内容主要包括工程施工、运行阶段各项环境保护设施，如污废水处理系统、生态保护措施等。项目竣工后，建设单位组织自验，成立验收工作组，在各项环保措施落实到位的前提下，经验收合格后工程方能投入正式使用。

牙根一级水电站环境保护验收一览表见表9.3-2。

牙根一级水电站“三同时”竣工环境保护验收一览表

表 9.3-2

竣工环保验收	措施分类		环保措施	验收内容及重点	验收要求
	地表水	生产废水	砂石加工系统废水处理	废水处理设施建成情况，废水处理设施、运行情况以及处理效果	满足设计要求，能够正常投运，不排放，实现全回用
			混凝土拌和系统废水处理		
			含油废水处理		
		生活污水	施工营地生活污水处理、临时厕所	污水处理设施运行情况以及处理效果	满足区域环境功能要求
		基坑排水	絮凝沉淀处理后回归河道	污水处理设施运行情况以及处理效果	
		运行期水质保护	库底清理	库区清理设计以及实施情况	满足规范要求
		生态流量泄放设施		施工期通过窄束河床、泄洪闸过流；初期蓄水期间，通过泄洪闸控制闸门开度下泄生态流量；运行期按照单机最小出力担任基荷下泄生态流量；生态流量在线监测系统	满足生态流量泄放要求
		生态调度		生态调度设计、实施情况	满足水生生态要求
	环境空气	砂石处理与混凝土拌和系统粉尘削减与控制	全封闭系统、除尘设备、洒水	全封闭设施、洒水频率以及效果	满足区域环境功能要求
		交通粉尘削减与控制	道路清扫、洒水	洒水频率以及效果	
		施工现场扬尘控制	道路清洁、洒水，易起尘堆料覆盖	措施及效果	

声环境	交通噪声控制	在交通沿线敏感区设立限速标志和禁鸣标志；选用低噪声车辆；禁止鸣放高音喇叭；	管理和控制措施实施情况以及效果	满足区域环境功能要求
	爆破噪声控制	控制爆破规模和爆破时间	落实情况	
	固定噪声源控制	选用低噪声机械设备和工艺；安装吸声、消声、隔声装置降噪；加强施工设备的维护和保养；合理安排生产时间，控制夜间生产；实行封闭施工	措施实施情况以及效果	
固体废物		施工期生活垃圾进行统一收集，填埋处理	垃圾桶、垃圾箱设置情况，垃圾外运填埋处置情况	生活垃圾无害化处理
地表水	电站厂房废污水处理	成套一体化设备处理	污水处理设施、影响调查及运行情况	处理后不外排
固体废物	生活垃圾处置	生活垃圾进行统一收集，外运填埋处理	垃圾桶、垃圾箱设置情况，垃圾外运日常管理情况	外运处置
生态环境	施工迹地恢复	各施工迹地清理后开展植被恢复或复垦	植被恢复效果以及影响	满足植被恢复要求
	鱼类栖息地	栖息地保护	实施情况及效果	满足鱼类栖息地生境要求
	过鱼设施	鱼道系统	鱼道系统运行情况以及效果	满足鱼类上行的要求
	增殖放流	鱼类增殖放流	运行情况	满足鱼类增殖放流规模要求
	科学研究	珍稀特有保护鱼类驯养繁育技术研究、过鱼设施效果观测研究、鱼类增殖放流效果评估、鱼类栖息地保护效果研究	实施情况及效果	满足鱼类保护要求
移民安置	生活污水	建设污水处理系统	污水处理设施建设、运行情况	排放去向落实
	生活垃圾	集中收集后外运处理	垃圾收集设施以及外运情况	无害化处理
环境管理			环境管理机构、环境管理制度的建立及落实情况	满足环境管理要求
环境监理、监测			执行情况及效果	

10 环境保护投资估算与环境影响经济损益分析

10.1 编制说明

10.1.1 编制依据

- (1) 可再生定额〔2014〕54号颁布的《水电工程设计概算编制规定(2013年版)》、《水电工程费用构成及概(估)算费用标准(2013年版)》；
- (2) 《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T 35033 -2014)；
- (3) 《水电工程水土保持专项投资编制细则》(NB/T 35072-2015)；
- (4) 可再生定额[2016]25号文颁布的《关于发布<关于建筑业营业税改征增值税后水电工程计价依据调整实施意见>的通知》；
- (5) 可再生定额[2019]14号文发布的《关于调整水电工程计价依据中建筑安装工程增值税税率及相关系数的通知》；
- (6) 可再生定额〔2008〕5号文颁布的《水电建筑工程概算定额(2007年版)》；
- (7) 国家经济贸易委员会〔2003〕第38号文《水电设备安装工程概算定额》；
- (8) 《水电工程施工机械台时费定额》（水电规造价[2004]0028号文）；
- (9) 其余同主体工程概算编制依据。

10.1.2 编制原则

- (1) 环境保护作为工程建设的一项重要内容，其费用构成、估算依据、价格水平年与主体工程一致。
- (2) 主体工程本身具有环境保护措施费用列入主体工程概算，本概算不再重复计列。
- (3) 依托两河口水电站共用环保设施费用按所需规模分摊。
- (4) 主要材料价格及建筑工程单价与主体工程一致。

10.1.3 费用构成

根据相关规范要求和牙根一级水电站的实际情况，工程环境保护投资概算按措施内容划分，包括水环境保护费用、环境空气保护费用、声环境保护费用、水生生态保护费用、陆生动植物保护费用、生活垃圾处置费用、人群健康保护费用、环境监测费用等。按照项目划分，又可分为枢纽建筑、移民安置、独立费用等部分。

10.1.4 基础价格

10.1.4.1 人工预算单价

本工程地处四川省甘孜州雅江县境内，工程所在地属五类地区，按水电水利规划设计总院和可再生能源定额站共同颁布的《水电工程费用构成及概（估）算费用标准》(2013年版)的规定计算。

本工程人工预算单价为：

高级熟练工	16.56元/工时	熟 练 工	12.51元/工时
半熟练工	9.97元/工时	普 工	8.36元/工时

10.1.4.2 材料预算单价

材料预算价格根据其组成内容，按材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费等分别以不含相应增值税进项税额的价格计算。材料采购及保管费费率按2.8%计算。

根据设计拟定的主要材料来源地和供货比例：钢材（钢筋）从成都采购；水泥P.O 42.5由四川天全水泥有限公司供应50%，甘孜藏族自治州泸定桥水泥有限公司和峨胜水泥水泥股份有限公司各供应25%；中热水泥由四川嘉华锦屏特种水泥有限责任公司供应；木材和炸药由雅江县供应；油料由康定市供应；粉煤灰由珞璜电厂供应。根据调研材料供应厂（商）大宗批发价和市场信息价，按2021年2季度价格水平确定主要材料原价（不含税）。

各种主要材料自供货点至工地仓库的运杂费用按四川省的公路市场运输费用，并按有关规定计取运输保险费、采购保管费等，组成材料预算价格。材料预算价格根据其组成内容，均按材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费等分别以不含相应增值税进项税额的价格计算。各主要材料预算价格见下表：

主要材料预算价格一览表

表 10.1-1

单位：元

序号	材 料 名 称	单位	供货地点	材料原价 (不含税)	材料预算价 (不含税)	材料限价
一	钢材					
	光圆钢筋(HPB300 φ16—18mm 40%)	t	成都	4991.95	5453.30	3400
	螺纹钢 (HRB400 φ20—25mm 60%)	t		4726.33	5179.67	3400
	钢筋(综合价)	t			5289.12	3400
	型钢	t		5277.42	5747.39	
二	水泥					
	水泥 P.O 42.5(袋装占30%)	t	天全水泥厂50%	452.88	664.68	440

序号	材料名称	单位	供货地点	材料原价 (不含税)	材料预算价 (不含税)	材料限价
	水泥 P.O 42.5(散装占70%)	t	峨胜水泥厂和泸定桥水泥厂25%	427.39	686.25	
	水泥 P.O 42.5(综合价)	t			679.61	
	中热水泥	t	嘉华锦屏特种水泥有限责任公司	433.63	902.67	
三	木材					
	板枋材	m ³	雅江	2000.00	2072.49	
四	油料					
	柴油 0# (75%)	t	康定	6630.97	7082.08	
	柴油 -10# (25%)	t		7033.63	7496.90	
	柴油综合价	t			7185.79	
	汽油 90#	t		7488.50	8010.00	
五	炸药					
	岩石乳化炸药	t	雅江	8849.56	9149.52	6800
六	粉煤灰					
	粉煤灰	t	珞璜电厂	115.04	732.74	260

根据“编制规定”和“费用标准”，钢筋、水泥、炸药和粉煤灰按最高限价计算工程直接费、间接费和利润，预算价格（不含税）超出最高限价部分以补差形式计入相应工程单价，并计算税金。根据“营改增通知”，在增值税计价方式下，钢筋、水泥、炸药和粉煤灰的最高限额价格（不含相应增值税进项税额）分别为3400元/t、440元/t、6800元/t、260元/t。

其他次要材料预算价（不含税）参照当地材料现行市场价格并考虑至工地运费拟定。

10.1.4.3 施工用电价格

本工程施工用电采用97%的电网供电，并考虑3%的自备柴油发电机组电源。

电网供电按川发改价格〔2020〕629号文《四川省发展和改革委员会关于四川电网2020—2022年输配电价和销售电价有关事项的通知》的有关规定，一般工商业及其他用电(35~110kV电压等级)的电网电度电价为0.5892元/kW·h(含农网还贷资金2分/kW·h、重大水利工程建设基金1.96875厘/kW·h、大中型水库移民后期扶持资金0.62分/kW·h、可再生能源电价附加1.9分/kW·h)。按一般纳税人销售电力税率13%考虑后，不含税销售电价为0.3788元/kW·h，计入附加费后计算电价为0.4260元/kW·h。考虑高压输电线路损耗率4%，变配电设备及线路损耗率6%，供电设施维修摊销费0.05元/kW·h后，电网供电预算价格为0.522元/kW·h。

柴油发电机供电采用250kW柴油发电机1台，考虑发电机出力系数0.80，厂用电率4%，

供电设施维修摊销费0.05元/kW·h，循环冷却水费0.04元/kW·h后，柴油发电机供电预算价格为2.960元/kW·h。

按上述原则计算，本工程施工用电综合预算价格为0.546元/kW·h。

10.1.4.4 施工用风预算价格

根据施工组织设计，本工程共设置3个供风站。

1#供风站：设置于坝址左岸下游，主要供应主副厂房、安装间、开关站及交通洞施工用风，设计规模154m³/min，选用5L-40/8型空压机5台（其中备用一台）。

2#供风站：设置于坝址右岸下游，主要供应右岸闸段施工用风，设计规模80m³/min，选用5L-40/8型空压机3台（其中备用一台）。

3#供风站：设置于瓦支沟石料场附近，供该料场开采施工用风，设计规模200m³/min，选用5L-40/8型空压机6台（其中备用一台）。

施工用风预算价格根据施工组织设计确定的工艺流程、布置方案、设备选型，并根据各系统设计供风比例加权平均计算施工用风综合价格，其中有关计算参数为：能量利用系数取0.85；供风损耗率取10%，供风设施维修摊销费取0.002元/m³。

经上述综合分析计算，本工程施工用风综合预算价格为0.105元/m³。

10.1.4.5 施工用水预算价格

根据施工总布置规划，共设置2个供水站。

1#供水站：设于坝址上游左岸章给寨场地附近，主要供应工程施工用水、各施工设施生产用水等，设计规模550m³/h，从雅砻江取水，选用12sh-6A水泵2台，其中1台备用。

左下沟水厂：经与业主沟通，本工程直接利用两河口水电站左下沟水厂，供应白玛业主营地、承包商营地生活用水、左下沟砂石加工系统生产用水等，设计需要规模350m³/h。

1#供水站施工用水预算价格根据施工组织设计确定的工艺流程、布置方案、设备选型，计算施工用水综合价格，其中有关计算参数为：能量利用系数取0.85，供水损耗率取10%，供水设施维护摊销费取0.05元/m³。经计算1#供水站施工用水预算价格为0.33元/m³。

左下沟水厂为已建水厂，经与业主沟通，左下沟水厂的供水价格为0.27/m³。

经上述综合分析，并根据各系统设计供水比例加权平均计算，施工用水综合预算价格为0.309元/m³。

10.1.4.6 施工机械台时费

施工机械台时费采用水电规造价[2004]0028号文发布的《水电工程施工机械台时费定额》，并按照“营改增通知”的调整方法进行计算。定额缺项部分采用补充施工机械台时费计算。

补充施工机械台时费参照同类施工机械的设备预算价和寿命台时确定折旧费，设备修理费和安装拆卸费按照同类施工机械类比计算，燃料和动力消耗根据施工机械的规格、参数并参考同类设备的定额消耗综合确定。

施工机械三类费用执行川府发[2012]8号文“四川省人民政府关于印发《四川省车船税实施办法》的通知”，轮式专用机械车的车船使用税按60元/年·t计算，根据“编制规定”的规定，其费用计入相应的施工机械台时费三类费用中。

10.1.4.7 砂石料预算价格

根据施工组织设计，本工程砂石加工系统布置于两河口水电站左下沟渣场，料源为两河口水电站瓦支沟石料场开采料。根据施工组织设计拟定的砂石料加工工艺流程、生产强度、加工设备选型、各砂石加工系统供应成品料的比例，经综合分析计算，砂石料综合预算价格为：

砂	90.78元/m ³
碎石	75.39元/m ³

10.1.4.8 混凝土材料价格

混凝土材料价格参考类似工程混凝土配合比试验资料确定。根据设计确定的不同工程部位的混凝土标号、级配和龄期，按耗量乘对应材料预算价格计算混凝土材料价格。

10.2 环境保护费用估算

10.2.1 环境保护投资总费用

牙根一级水电站环境保护投资费用估算见表11.2-1，环保总投资费用28247.27万元，其中枢纽建筑工程环保投23261.7万元，建设征地迁移人口安置环境保护投资295.36万元，独立费用3345.1万元，基本预备费1345.11万元。

牙根一级水电站环境保护投资概算表

表 10.2-1

序号	项目	费用 (万元)	备注
	第一部分：枢纽建筑环境保护投资	23261.7	
一	水环境保护措施	2659.85	
1	施工期水环境保护措施	2566.85	
1.1	砂石加工系统废水处理	1894.76	
1.2	混凝土拌和系统废水处理	49.93	
1.3	含油废水处理系统	37.58	油水分离装置
1.4	业主营地生活污水处理系统		纳入两河口水电站运行费用中
1.5	承包商营地生活污水处理系统	400	分摊两河口2#承包商营地生活污水处理站运行费用，预留工艺提升、改造费用
1.5.1	运行管理费用	200	每年50万元
1.5.2	系统工艺提升、改造费用	200	预留
1.6	施工区粪便污水处理	164.58	
1.7	基坑排水	20.00	沉淀池
2	运行期水环境保护措施	93.00	
2.1	运行期厂房含油废水处理系统	21.00	分摊油水分离器设备购买费用
2.2	厂区生活污水处理	72.00	一体化污水处理设备
二	环境空气保护工程	538.64	
1	道路洒水、清扫	260.40	
2	砂石加工系统封闭除尘	67.72	
3	拌和系统封闭除尘	47.72	
4	车辆清洗装置	60.00	
5	弃渣场除尘	102.80	
三	声环境保护措施	300.80	
1	限速、禁鸣标志	0.80	
2	隔振、减振器	100.00	
3	隔声窗及噪声影响补偿	200.00	预留费用
四	固废处置工程	157.53	
1	生活垃圾	99.03	
2	危废处置及坝前漂浮物处置	58.5	
五	生态环境保护措施	17462.32	
1	陆生生态保护措施	171.10	
1.1	培训费	16.00	
1.2	宣传费	4.80	
1.3	宣传标识牌	0.30	
1.4	动物保护与救治费	50.00	
1.5	陆生植物保护	100	预留费用
2	水生生态保护措施	17291.22	
2.1	过鱼措施	14637.9	不含运行费
2.2	增殖放流站	1898.00	依托两河口鱼类增殖站，按照放流分摊建设费和管理费
2.3	鱼类栖息地保护	755.32	

序号	项目	费用 (万元)	备注
2.4	中远期珍稀特有保护鱼类驯养繁育技术研究		依托两河口鱼类增殖站, 已在增殖放流措施费中进行了计列
六	景观保护提升措施	1000	暂列
七	环境监测费用	1142.56	
1	水环境监测	144.80	
2	陆生生态调查	100	
3	水生生态调查	735	含过鱼效果、增殖放流效果、栖息地保护效果监测
3.1	过鱼设施效果观测	300	运行初期调查3年
3.2	增殖放流效果评估	30	运行初期调查3年, 按比例分摊
3.3	水生生态影响监测	165	工程蓄水前一次, 监测费用与两河口分摊; 蓄水后连续调查5年
3.4	鱼类栖息地效果监测	240	工程蓄水前调查一次, 蓄水后连续调查5年, 每年2次
4	大气环境	76.80	
5	声环境	25.60	
6	土壤	1.20	
7	人群健康	56.16	
第二部分		295.36	295.36
一	农村移民安置环保措施	206.36	搬迁人口安置包干费用
1	化粪池	158.00	各户配套
2	生活垃圾处置	10.00	
3	生态环境保护措施	22.00	
4	人群健康保护	13.36	
5	环境监测	3.00	
二	专业项目处理环保措施	89.00	
第三部分: 独立费用		3345.1	
一	项目建设管理费	1625.44	
1	环境监理费用	588.93	按第一、二部分的2.5%
2	环境管理费用	683.15	按第一、二部分的2.9%
3	咨询服务费	353.36	按第一、二部分的1.5%
二	环境保护科研勘测设计费	1719.67	
1	勘查设计费	706.71	按第一、二部分的3%, 包括环保总体设计、招标、施工图等阶段设计费
2	环境影响评价	706.71	按第一、二部分的3%
3	环境保护验收	117.79	按第一、二部分的0.5%
4	环境影响后评价	188.46	按第一、二部分的0.8%
基本预备费		1345.11	
静态总投资		28247.27	

10.2.2 水环境保护措施投资费用估算

本工程污废水处理费用主要包括砂石料冲洗废水处理系统、混凝土拌和系统冲洗废水处理系统、机修含油废水处理系统、业主营地和承包商营地生活污水处理系统(利用两河口水电站白玛营地及2#承包商营地污水处理措施, 需考虑分摊运行费用, 预留工艺

提升改造费用)、基坑排水处理、施工区粪便污水处理、运行期厂房含油废水处理系统及运行期厂房生活污水处理系统, 合计2813.67万元。

10.2.2.1 砂石加工系统废水处理投资

牙根一级砂石加工系统生产废水处理工程建设投资1894.76万元, 费用明细详见表10.2-2。

牙根一级砂石骨料加工废水处理系统建设投资表

表 10.2-2

序号	工程名称	单位	数量	单价	总价	备注
				万元	万元	
1	设备费				952	
1.1	提升泵	台	6	4.5	27	一体化钢结构设备
1.2	高频振动筛	台	6	25	160	一体化钢结构设备
1.3	调质罐	台	6	8	48	一体化钢结构设备
1.4	重型浓缩带式污泥脱水机	台	6	50	300	一体化钢结构设备
1.5	磁介质混凝沉淀一体化设备	台	1	328	328	一体化钢结构设备
1.6	管道管件	项	1	33	33	
1.7	电气及自控	项	1	21	21	一体化钢结构设备
1.8	安装费	项		45	45	
2	运行费用	万 m ³	336.7	2.8	942.76	包括电费、药剂费用、人工费
3	总投资				1894.76	

10.2.2.2 混凝土拌和系统废水处理投资

牙根一级水电站配套建设1套混凝土拌和系统废水处理设施, 其投资费用构成详见表10.2-3。

牙根一级水电站混凝土拌和系统废水处理投资费用构成表

表 10.2-3

项目	工程费 (万元)			运行费 (万元)		总费用 (万元)
	土建造价	设备总价	工程费小计	运行成本 (元/m ³)	运行费用	
混凝土拌和系统	22.51	10.9	33.41	4.08	16.52	49.93

10.2.2.3 生活污水处理投资

牙根一级水电站生活污水处理依托两河口已建白玛营地污水处理系统、2#承包商营地污水处理系统。白玛营地污水处理系统运行费用已纳入两河口水电站运行费用中, 不再分摊; 牙根一级水电站施工时, 前序两河口2#承包商营地施工人员已撤场, 需单独承

担运行费用。目前2#承包商营地污水处理系统每年运行管理费用为50万元，牙根一级水电站施工期按4年考虑，施工期运行管理费用合计为200万元；同时考虑牙根一级水电站使用期内，该套系统已运行多年，初步预留系统工艺提升、改造费用200万元。因此，牙根一级水电站生活污水处理投资合计400万元。

10.2.2.4 施工区粪便污水处理投资

考虑施工作业面，牙根一级水电站施工区共布设22个环保厕所，其投资费用构成详见表10.2-4。

牙根一级水电站施工区粪便污水处理投资费用构成表

表 10.2-4

序号	工程名称	单位	数量	单价	总价	备注
				元	万元	
1	设备及安装费	座	22	20000	44	环保厕所
2	运行费				120.58	
2.1	消耗性材料费				61.02	
2.1.1	发泡剂	桶./座.月	3	70	22.18	
2.1.2	维护费	年	4	66000	26.4	
2.2	人工费	人.年	4	36000	72	4 人
合计					164.58	合计

10.2.2.5 机修汽配系统含油废水成套处理设备投资

牙根一级水电站工程共配套建设1座含油废水处理站，其费用构成详见表10.2-5。

含油废水处理投资费用构成表

表 10.2-5

单位：万元

项目	工程费			运行费		总费用
	沉淀池土建造价	油水分离成套设备费	工程费小计	运行成本(元/m³)	运行费用	
含油废水成套处理设备	3.20	30	33.20	1.50	4.38	37.58

注：油水分离设备为1套SFY-15型成套设备。

10.2.2.6 运行期厂房废水处理设备投资

为处理运行期厂房值班人员生活污水，在厂区附近设置成套生活污水处理设备，设备费及安装费用合计72万元；为便于电站机组检修，牙根一级和上游两河口共用一套油污水分离器，分担设备购买费用21万元。

10.2.3 环境空气、声环境保护投资费用概算

牙根一级水电站施工区大气污染防治费用包括砂石料、混凝土、渣场、各个施工区域及交通粉尘消减与控制措施；声环境保护投资主要包括设立限速禁鸣标志、隔振减振器、预留隔声窗等费用，费用合计839.44万元，具体见表10.2-6。

大气环境、声环境保护措施投资概算表

表 10.2-6

序号	处理措施	单位	数量	单价（万元）	总价（万元）	备注
一	大气环境				538.64	
1	混凝土生产系统封闭除尘				47.72	
1.1	设备费	套	1	40	40	
1.2	运行费用	年	4	1.93	7.72	
2	砂石料加工系统封闭除尘				67.72	
1.1	设备费	套	1	60	60	
1.2	运行费用	年	4	1.93	7.72	
3	道路洒水、清扫				260.4	
3.1	洒水车	辆	2	15	30	
3.2	司机人工费	人.年	2	6	48	4年
3.3	运行费用	车.年	2	12	96	4年
3.4	保洁人工费	人.年	6	3.6	86.4	4年
4	弃渣场降尘				102.8	
4.1	喷雾机	台	2	7	14	
4.2	运行费用	台.年	2	3.6	28.8	
4.3	人工费	人.年	2	6	48	
4.4	覆盖材料	hm ²	20	0.6	12	
5	机械设备清洗				60	
5.1	清洗装置	套	2	6	12	
5.2	运行费用	套.年	2	2.4	19.2	4年
5.3	人工费	人.年	2	3.6	28.8	4年
6	施工道路两侧行道树				/	纳入水土保持投资
二	声环境保护措施				300.8	
1	限速禁鸣标志	处	10	0.08	0.8	
2	隔振、减振器	处	2	50	100	砂石加工系统、混凝土拌和站
3	道路升级改造				/	纳入主体工程投资
4	行道树					纳入主体工程投资
5	隔声窗及噪声影响补偿				200	预留
合计					839.44	

10.2.4 生态保护费用

10.2.4.1 陆生生态

陆生生态修复费用包括苗木、场地整理、覆土、植被种植、灌溉系统建设、管护技术服务等，该部分投资纳入水土保持费用，不重复计算。牙根一级水电站陆生生态保护费共计171.1万元。

陆生生态保护措施投资概算表

表 10.2-7

工程或费用名称	单位	单价(万元)	数量	费用(万元)	备注
培训费	次	2	8	16	4年，每年2次
宣传费	次	1.2	4	4.8	
宣传标识牌	个	0.05	6	0.3	
动物保护与救治费	项	50	1	50	
陆生植物保护	项目			100	预留
合 计				171.1	

10.2.4.2 水生生态

(1) 过鱼设施工程

工程拟结合工程枢纽布置，建设鱼道方案，鱼道工程投资14637.904元，鱼道工程各分项投资预算见表10.2-8~表10.2-12。

牙根一级鱼道工程投资汇总表

表 10.2-8

单位：万元

编号	项目名称	投资	备注
	牙根一级鱼道工程	14637.904	
一	施工辅助工程	1166.65	建筑工程 10%
二	建筑工程	11666.53	
三	机电设备及安装工程	669.33	
四	金属结构设备及安装工程	563.66	
五	观测设备及安装工程	264.384	
六	监测系统	307.35	

牙根一级鱼道工程建筑工程投资表

表 10.2-9

单位：万元

编号	项目名称	单位	工程量	单价号	填单价	单价（元）	合计（万元）
1	2	3	4			5	6
	建筑工程						11666.53
一	鱼道设施工程						10995.98
	土方开挖	m ³	26835	JZ0416		16.99	45.59
	石方开挖	m ³	18839	JZ0417		47.94	90.31

编号	项目名称	单位	工程量	单价号	填单价	单价 (元)	合计 (万元)
	混凝土 C25 (二)	m ³	33631	JZ0418		964.17	3242.60
	排架混凝土 C30	m ³	200	JZ0419		1674.16	33.48
	回填混凝土 C15 (三)	m ³	51657	JZ0420		563.80	2912.42
	喷混凝土 C20	m ³	1516	JZ0300		1203.73	182.49
	钢筋制安	t	4278	JZ0242		8370.27	3580.80
				JZ0242		104.94	0.00
	锚杆 Φ25, L=4.5m	根	3034	JZ0255		225.16	68.31
	锚杆 Φ28, L=6m	根	2903	JZ0256		350.18	101.66
	锚杆 Φ29, L=9m	根	0	JZ0425		1241.51	0.00
	锚筋束 3Φ28, L=9m	根	581	JZ0421		2110.32	122.61
	锚索 P=1000kN, 40m	根	0	JZ0426		30261.20	0.00
	锚索 P=1500kN, 45m	根	0	JZ0427		43047.82	0.00
	固结灌浆钻孔 φ50, L=5m	m	2308	JZ0429		25.05	5.78
	固结灌浆	t	231	JZ0430		3290.56	76.01
	排水孔 Φ50	m	0	JZ0428		23.78	0.00
	排水孔 Φ76	m	4569	JZ0422		52.37	23.93
	橡胶止水	m	3774	JZ0423		174.57	65.88
	铜片止水	m	755	JZ0424		736.08	55.57
	温控措施费	m ³	57277		35.00	35.00	200.47
	细部结构工程	m ³	85488		22.00	22.00	188.07
二	房屋建筑工程					0.00	115.00
	启闭机房	m ²	200		2000.00	2000.00	40.00
	入口观测室	m ²	150		2000.00	2000.00	30.00
	出口观测室	m ²	150		3000.00	3000.00	45.00
三	其他工程						555.55
	其他 (5%)	项	1		5%	5555490.00	555.55

牙根一级鱼道工程机电设备及安装工程投资表

表 10.2-10

单位: 万元

编号	名称及规格	单位	数量	单价 (元)		合计 (万元)	
				设备费	安装费	设备费	安装费
1	2	3	4	5	6	7	8
	机电设备及安装工程					323.70	345.63
一	鱼道观测室设备及安装工程					246.32	22.36
1	鱼道观测室设备及安装工程					223.18	20.26
	水下摄像机	台	4	30000.00		12.00	
	鱼道观测系统	套	2	70000.00		140.00	
	流速仪	台	4	50000.00		20.00	
	清污设施	套	2	1000.00		0.20	
	电脑	台	4	6000.00		2.40	
	桌椅柜	套	2	20000.00		4.00	
	照明设施	项	1	60000.00		6.00	
	通信设施	项	1	180000.00		18.00	

编号	名称及规格	单位	数量	单价 (元)		合计 (万元)	
				设备费	安装费	设备费	安装费
	运杂费(10.16%)	项	1			20.58	
	安装费(10%)	项	1				20.26
2	宣传设备及安装工程					23.13	2.10
	宣传板	个	5	2000.00		1.00	
	宣传电子设备	套	2	100000.00		20.00	
	运杂费(10.16%)	项	1			2.13	
	安装费(10%)	项	1				2.10
二	鱼道补水设备及安装工程					29.76	137.68
	焊接钢管 $\varnothing 610 \times 10\text{mm}$	m	450		2200.00		99.00
	焊接钢管 $\varnothing 508 \times 9\text{mm}$	m	150		1700.00		25.50
	电动球阀 DN600, PN0.6MPa	只	1	45000.00		4.50	
	电动调流阀 DN600, PN0.6MPa	只	2	36000.00		7.20	
	电动蝶阀 DN600, PN0.6MPa	只	3	35000.00		10.50	
	电动蝶阀 DN500, PN0.6MPa	只	1	25000.00		2.50	
	不锈钢球阀 DN25, PN1.0MPa	只	1	800.00		0.08	
	不锈钢球阀 DN40, PN1.0MPa	只	4	1200.00		0.48	
	示流信号器 0~3000m ³ /h, PN0.6MPa	只	1	450.00		0.05	
	压力表 0~0.6MPa, Y-100	只	1	200.00		0.02	
	真空压力表 -0.1~0.6MPa, Y-100	只	1	300.00		0.03	
	不锈钢无缝钢管 $\varnothing 34 \times 2.5\text{mm}$	m	50		85.00		0.43
	不锈钢无缝钢管 $\varnothing 48 \times 2.5\text{mm}$	m	500		120.00		6.00
	管件(大小头、弯头、快速活接头、法兰、三通等)	套	1	8000.00		0.80	
	非压力式液位传感器	套	4	1800.00		0.72	
	液位开关	套	4	350.00		0.14	
	运杂费(10.16%)	项	1			2.74	
	安装费 (25%)	项	1				6.75
三	电气设备及安装工程					17.63	177.59
	电缆桥架 (300*100)	t	51.5		10000.00		51.50
	配电盘 0.4kv	面	2	80000.00		16.00	
	电力电缆 YJV22-4*35+1*16	km	5		199836.76		99.92
	控制电缆 ZR-KYJVP-10X1.5	km	5		44342.34		22.17
	运杂费(10.16%)	项	1			1.63	
	安装费 (25%)	项	1				4.00
四	其他设备及安装工程	项	1			30.00	8.00

牙根一级鱼道金属结构设备及安装工程概算表

表 10.2-11

单位: 万元

编号	名称及规格	单位	数量	单价 (元)		合计 (万元)	
				设备费	安装费	设备费	安装费
1	2	3	4	5	6	7	8
三	鱼道过鱼方案金属结构及设备安装					429.58	134.08
(一)	进水口闸门设备及安装					154.17	51.84

编号	名称及规格	单位	数量	单价 (元)		合计 (万元)	
				设备费	安装费	设备费	安装费
1	1#进水口工作闸门及埋件					12.51	4.41
	平面定轮闸门(4t/扇×1扇)	t	4.00	14700.00	4154.19	5.88	1.66
	闸门埋件 (4t/套×1套)	t	4.00	13700.00	6877.83	5.48	2.75
	运杂费 (10.16%)					1.15	
2	2#进水口工作闸门及埋件					11.00	3.72
	平面定轮闸门 (4t/扇×1扇)	t	4.00	14700.00	4154.19	5.88	1.66
	闸门埋件 (3t/套×1套)	t	3.00	13700.00	6877.83	4.11	2.06
	运杂费 (10.16%)					1.01	
3	3#进水口工作闸门及埋件					11.00	3.72
	平面定轮闸门 (4t/扇×1扇)	t	4.00	14700.00	4154.19	5.88	1.66
	闸门埋件 (3t/套×1套)	t	3.00	13700.00	6877.83	4.11	2.06
	运杂费 (10.16%)					1.01	
4	过坝段节制闸门及埋件					26.76	8.96
	平面定轮闸门(10t/扇×1扇)	t	10.00	14700.00	4154.19	14.70	4.15
	闸门埋件 (7t/套×1套)	t	7.00	13700.00	6877.83	9.59	4.81
	运杂费 (10.16%)					2.47	
5	1#出水口工作闸门及埋件					15.75	5.24
	平面定轮闸门(6t/扇×1扇)	t	6.00	14700.00	4154.19	8.82	2.49
	闸门埋件 (4t/套×1套)	t	4.00	13700.00	6877.83	5.48	2.75
	运杂费 (10.16%)					1.45	
6	2#出水口工作闸门及埋件					23.63	7.87
	平面定轮闸门(9t/扇×1扇)	t	9.00	14700.00	4154.19	13.23	3.74
	闸门埋件 (6t/套×1套)	t	6.00	13700.00	6877.83	8.22	4.13
	运杂费 (10.16%)					2.18	
7	3#出水口工作闸门及埋件					26.76	8.96
	平面定轮闸门(10t/扇×1扇)	t	10.00	14700.00	4154.19	14.70	4.15
	闸门埋件 (7t/套×1套)	t	7.00	13700.00	6877.83	9.59	4.81
	运杂费 (10.16%)					2.47	
8	4#出水口工作闸门及埋件					26.76	8.96
	平面定轮闸门(10t/扇×1扇)	t	10.00	14700.00	4154.19	14.70	4.15
	闸门埋件 (7t/套×1套)	t	7.00	13700.00	6877.83	9.59	4.81
	运杂费 (10.16%)					2.47	
(二)	启闭设备及安装工程					275.41	82.24
1	液压启闭机					33.05	10.23
	进口液压启闭机 125kN 6t/台	台	1.00	300000.00	102348.65	30.00	10.23
	运杂费 (10.16%)					3.05	
2	液压启闭机					55.08	20.10
	进口液压启闭机 125kN 5t/台	台	2.00	250000.00	100517.87	50.00	20.10
	运杂费 (10.16%)					5.08	
3	启闭设备及安装工程					38.56	10.42
	过坝段液压启闭机 200kN 7t/台	台	1.00	350000.00	104181.58	35.00	10.42
	运杂费 (10.16%)					3.56	

编号	名称及规格	单位	数量	单价 (元)		合计 (万元)	
				设备费	安装费	设备费	安装费
4	液压启闭机					22.03	9.87
	出口液压启闭机 125kN 4t/台	台	1.00	200000.00	98685.04	20.00	9.87
	运杂费 (10.16%)					2.03	
5	液压启闭机					38.56	10.42
	出口液压启闭机 200kN 7t/台	台	1.00	350000.00	104181.58	35.00	10.42
	运杂费 (10.16%)					3.56	
6	液压启闭机					88.13	21.20
	出口液压启闭机 200kN 8t/台	台	2.00	400000.00	106012.10	80.00	21.20
	运杂费 (10.16%)					8.13	

牙根一级鱼道监测系统、观测设备及安装工程概算表

表 10.2-12

单位: 万元

编号	名称及规格	单位	数量	单价 (元)		合计 (万元)	
				设备费	安装费	设备费	安装费
1	观测设备及安装工程					264.384	24
	鱼道在线监测系统	套	2.00	1200000.00		120	
	灯光诱鱼系统	套	2.00	50000.00		10	
	软件	套	1.00	250000.00		25	
	标准实验台	套	2.00	250000.00		50	
	显微镜	台	2.00	10000.00		2	
	解剖镜	台	2.00	20000.00		4	
	分析天平	台	4.00	5000.00		2	
	试验用具	套	2.00	10000.00		2	
	附属设施	项	1.00	100000.00		10	
	宣传设施	项	1.00	150000.00		15	
	运杂费 (10.16%)	项				24.384	
	安装费 (10%)				(10%)		24
2	监测系统					307.35	27.90
	鱼道观测室服务器	台	2.00	100000.00		20.00	
	观测室显示器	台	2.00	20000.00		4.00	
	视频观测系统	套	2.00	50000.00		10.00	
	水下视频	套	3.00	50000.00		15.00	
	流速监测系统	套	2.00	100000.00		20.00	
	水质监测系统	套	2.00	100000.00		20.00	
	水声学设备	套	2.00	650000.00		130.00	
	PIT 设备	套	4.00	150000.00		60.00	

(2) 鱼类增殖放流

两河口水电站鱼类增殖放流站已建成, 实际工程投资7900万元, 每年运行管理费用530万, 牙根一级水电站需按照放流规模分摊建设费及运行管理费用。其中, 分摊建设费用1580万元; 每年分摊运行管理费106万, 暂列3年, 合计318万, 后续运行管理费计入电

站运行成本。

(3) 鱼类栖息地保护费用

牙根一级鱼类栖息地保护费用概算表

表 10.2-13

一	栖息地保护	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	
1	铁泉电站连通性工程	项			45.9	
1.1	土石开挖	m ³	108	35	0.38	
1.2	卵石回填	m ³	31	80	0.25	
1.3	C25混凝土	m ³	410	750	30.75	
1.4	钢筋	t	18	7520	13.54	
1.5	毛石铺底	m ³	60	165	0.99	
2	三道桥水电站拆除整治				90	
2.1	大坝拆除	项			60	建设单位出资
2.2	库区清理	项			10	
2.3	河道整治	项			20	
3	生境修复	项			239.42	暂列，根据河道形态监测开展
3.1	卧龙寺沟汇口产卵场	项			189.42	
3.2	三道桥坝址				50	
4	运行管理	项			200	暂列
5	鱼类栖息地保护设计专项研究	项			180	
6	合计				755.32	

(4) 鱼类科学研究费用

牙根一级水电站中远期珍稀特有保护鱼类驯养繁育技术研究依托两河口鱼类增殖站进行，在增殖站运行费用分摊中已一并考虑，不再单独计列费用。

10.2.5 固体废弃物处置费用

工程生活垃圾拟委托当地环卫部门外运至雅江县垃圾填埋场处置，外运处置包括运输费用及垃圾填埋场处置费等，费用计99.03元；危险废物及坝前漂浮物处置计35.5万元。固体废物处置费用合计134.53万元。

生活垃圾处置概算表

表 10.2-13

序号	项目	单位	数量	单价(元)	合计(元)	
1	垃圾收集				1180240	
1.1	垃圾桶	个	50	500	25000	替换原有设备，白玛营地替换10个、2#承包商营地40个
2	垃圾外送处置				725275.00	
2.1	垃圾处置费用	t	1450.55	150	217582.50	
2.2	垃圾外运费	t	1450.55	350	507692.5	
3	运输人工费用	人.年	4	60000	240000	
4	合计				990275	

危险废物处置及坝前漂浮物处置概算表

表 10.2-14

序号	项目	单位	数量	单价(元)	合计(元)	
1	施工期危险废物处置				450000	
1.1	危险废物临时贮存场	m ²	50	5000	250000	
1.2	危险废物处置费	年	4	50000	200000	
2	运行期危险废物处理	年	3	20000	60000	运行初期3年，后纳入电站主体运行费用
3	坝前漂浮物清理	年	3	25000	75000	外包，运行初期3年
合计					585000	

10.2.6 环境监测费用

本工程环境监测和调查费用共计1142.56万元，详见下表。

环境监测投资概算表

表 10.2-15

单位：万元

序号	项目	单价(万元)	点位	次数	合计(万元)	备注
1	水生生态				735	
1.1	过鱼设施效果观测	100		3	300	运行初期调查3年，后续长效监测纳入电站运行成本
1.2	增殖放流效果评估	10		3	30	运行初期调查3年，按比例分摊，后续长效监测纳入电站运行成本
1.3	水生生态影响监测	40		6	165	工程蓄水前一次，监测费用与两河口分摊；蓄水后连续调查3年，后续长效监测纳入电站运行成本

序号	项目	单价(万元)	点位	次数	合计(万元)	备注
1.4	鱼类栖息地效果监测	40		6	240	工程蓄水前调查一次，蓄水后连续调查5年，每年2次，后续长效监测纳入电站运行成本
2	陆生生态监测	20		5	100	施工开始后第3年和水库蓄水前各调查1次；水库蓄水运行后的第1年、第3年、第5年各调查1次，后续长效监测纳入电站运行成本
3	水环境				144.8	
3.1	施工期				108.8	
3.1.1	地表水水质监测	1.2	4	32	38.4	部分断面依托两河口监测断面
3.1.2	废污水水质监测	0.3	10	16	48	每季度一次
3.1.3	地下水水质监测	0.8	2	8	12.8	每年监测2次
3.1.4	饮用水水质监测	0.6	1	16	9.6	每季度一次
3.2	运行期				36	
3.2.1	水质监测	1.2	3	9	32.4	运行初期连续监测3年
3.2.2	富营养化监测					纳入地表水工作中
3.2.3	厂房人员生活污水监测	0.3	1	12	3.6	运行初期连续监测3年，每季度一次
3.2.4	生态流量监测					计入主体费用
4	环境空气	0.6	8	16	76.8	每季度一次
5	噪声	0.2	8	16	25.6	每季度一次
6	土壤	0.4	3	1	1.2	
7	人群健康	0.04	351	4	56.16	每年一次
8	移民安置区	3		1	3	
合计					1142.56	

10.3 环境影响经济损益分析

本工程环境影响经济损益分析的目的在于运用环境经济学原理，在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下，运用费用—效益分析方法对环境效益和损失进行分析，从环保角度评判工程建设的合理性。

10.3.1 主要效益分析

牙根一级水电站装机容量300MW，多年平均发电量11.53亿kW·h，将给当地带来大量的财政税收，为相关产业提供能源支持。随着牙根一级水电站工程的建设，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。消费需求的猛增，将促进当地农业、餐饮业和其他服务业的发展，利于地方农业产业结构调整 and 第三产业的快速发展。

牙根一级水电站装机容量300MW，多年平均电量11.53亿kWh，正常运行时替代火电装机31.5万kW，替代火电电量约12.1亿kWh。如以燃煤火电为替代电源，按火电每kWh耗标准煤300g计算，每年可减少二氧化碳排放94.4万t，具有较大的清洁能源效益，节能减排效益显著，能为“30·60双碳目标”的实现提供有力支撑。

同时工程陆生生态保护措施中提出拟分区进行生态修复，还可为适合于区域生长的植物的人工规模栽培、栽培技术的科学研究等提供条件。为保证工程涉及河段内鱼类生物量，水生生态保护措施提出通过人工手段增殖鱼类资源，其建立可为部分重点保护鱼类和经济鱼类的人工繁殖技术的研究和发展提供良好的条件。

该部分的环境效益难以货币化，暂不计列。

10.3.2 环境损失分析

根据环境经济学理论，如果建设项目引起环境质量下降，则恢复环境质量或生产性资产所花费的费用可作为环境效益损失的最低估价。本工程以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响损失大小的尺度，计算其损失值。

根据牙根一级水电站工程及工程区域环境特点，为减免、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：施工期环境保护措施及优化；移民安置环境保护；建设期环境监测、环境管理及环境监理；生态建设与水土保持；鱼类资源保护以及人群健康保护；景观保护及提升等，在进行技术经济分析或多方案比选基础上，提出了各项措施推荐方案及相应费用概算，工程环境保护措施总费用28247.27万元，作为本工程可货币化的环境损失。

10.3.3 环境经济损益分析

根据以上分析，牙根一级水电站工程具有较好的经济、社会效益，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。

11 环境影响评价结论

11.1 综合评价结论

11.1.1 流域及工程概况

11.1.1.1 流域概况

雅砻江是金沙江最大的支流，发源于青海省玉树县境内的巴颜喀拉山南麓，自西北向东南流，在呷衣寺附近流入四川省，沿途接纳了鲜水河、小金河、安宁河后在攀枝花下游的保果注入金沙江。干流河道全长1535km，流域面积约12.84万km²，占金沙江(宜宾以上)集水面积的25.8%。雅砻江两河口以上为上游河段，两河口至卡拉段为中游河段，卡拉至江口为下游河段。雅砻江上、中、下游干流河道长度分别为738km、385km、412km，其中青海省境内166km，四川省境内1369km。

牙根一级水电站所在的两河口～卡拉段为雅砻江中游河段，长385km，天然落差985m，河道平均比降2.56‰，2002年开始启动水电开发规划工作，并于2006年6月编制完成《四川省雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划报告》。同时，根据《中华人民共和国环境影响评价法》相关要求同步开展了该规划的环境影响评价工作，2006年10月编制完成《雅砻江中游(两河口至卡拉河段)水电规划环境影响报告书》。2007年1月，规划环境影响报告书经技术审查后，原四川省环境保护局以“川环函[2007]162号”文向四川省发展和改革委员会提交了审查意见，作为规划审批的重要依据。2008年12月，四川省人民政府以“川府函[2008]368号”文对该规划进行了批复，同意推荐6级开发方案，由上至下依次为两河口、牙根、楞古、孟底沟、杨房沟和卡拉。其中，牙根水电站被列为雅砻江中游的首期开发项目。

为贯彻落实以人为本和科学发展观的指导思想，妥善解决雅砻江中游原规划的牙根水电站水库淹没涉及雅江县城的实际问题，2010年3月，雅砻江流域水电开发有限公司委托我公司开展了雅砻江两河口～牙根河段开发方案研究工作。同年8月，我公司完成《四川省雅砻江两河口～牙根河段水电开发方案研究报告》，并通过了水电水利规划设计总院会同四川省发展和改革委员会组织的审查。2012年2月，四川省发展和改革委员会以“川发改能源函[2012]133号”文印发了审查意见，同意将原规划的牙根梯级调整为牙根一级和牙根二级两个梯级，分别与上游的两河口水电站与下游的楞古水电站衔接，并在两个梯级之间的雅江县城附近保留了长约6km的天然河段。至此，雅砻江干流中游河段

(两河口~卡拉段) 推荐7级开发方案, 即两河口、牙根一级、牙根二级、楞古、孟底沟、杨房沟、卡拉。

为坚持“在做好生态保护和移民安置的前提下积极发展水电”的原则和遵循“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的指导方针, 进一步协调、处理好雅砻江干流中下游河段水电开发与环境保护的关系促进雅砻江流域的可持续发展, 雅砻江公司委托中国水电工程顾问集团公司承担了四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究工作。2013年6月, 中国水电工程顾问集团公司完成了中下游回顾性影响评价第一阶段成果, 并于7月通过了环境保护部组织的专家论证。根据《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及有关意见, 从环境敏感对象、环境限制性因素等角度综合分析提出了雅砻江中下游干流未建梯级电站开发时序意见, 即: 两河口、牙根一级、牙根二级、孟底沟、杨房沟和卡拉6个梯级环境影响较小, 可适时开发; 楞古梯级存在环境制约性因素, 须论证环境影响可控及环境保护措施可行后再有序推进。

2020年12月, 水利部以“水规计[2020]268号”文批复了《雅砻江流域综合规划》。《雅砻江流域综合规划》根据国家对流域的定位, 提出坚持“节约优先, 保护优先, 自然恢复”等流域治理开发与保护的原则。流域综合规划编制期间, 同步开展了流域综合规划环境影响评价工作, 2020年3月, 生态环境部以“环审[2020]33号”文出具了规划环评审查意见。根据其中的水力发电规划, 明确指出“近期完成在建的两河口、杨房沟、桐子林等水电站建设, 优先开发牙根一级、牙根二级、楞古、孟底沟、卡拉等梯级”。

11.1.1.2 工程概况

牙根一级水电站是雅砻江中游两河口至卡拉河段规划(含规划调整)七级电站的第二个梯级电站, 电站开发方式为坝式开发, 位于四川省甘孜州雅江县境内, 上距中游龙头两河口电站坝址20.2km, 下游为牙根二级电站, 距雅江县城约5km。

牙根一级坝址控制流域面积6.59万km², 多年平均流量677m³/s, 电站正常蓄水位2605m, 死水位2598m, 正常蓄水位以下库容0.4142亿m³, 调节库容1913万m³, 具有日调节性能。

电站开发任务主要为发电, 并对两河口水电站进行日内反调节, 同时促进地方经济社会发展。牙根一级与两河口联合运行, 对两河口日内发电流量进行反调节, 释放两河口的调峰能力。电站推荐装机容量30万kW, 与上游两河口水库联合运行并考虑日内运行

方式的影响后多年平均发电量11.53亿kWh，其中枯水期（12-4月）电量4.73亿kWh，枯水年枯期平均出力11.33万kW。

电站枢纽主要建筑物由挡水建筑物、泄水建筑物、发电建筑物、消能防冲建筑物、鱼道组成。厂房为河床式，布置在河床左侧，厂房挡水坝段最大坝高68.8m；泄水建筑物为3孔泄洪闸，布置在河床右侧，泄洪闸坝高38m，泄水建筑物下游布置消力池；导流明渠布置在河床右侧，后期改建为3孔泄洪闸；鱼道布置在左岸，长约1413m。电站建设征地涉及四川省甘孜藏族自治州雅江县，涉及土地5381.4亩，人口约79户334人。工程施工总工期48个月，总投资52.38亿元。

11.1.2 工程合理性分析

(1) 牙根一级水电站是雅砻江水电开发基地规划建设的大型水电站，是《雅砻江流域综合规划》和雅砻江干流水电规划推荐优先开发的梯级，符合国家产业政策和地方社会经济发展规划，符合长江经济带发展与保护战略要求，是国家实现2030年前碳达峰行动方案中能源绿色低碳转型行动的重要组成部分。

(2) 工程的建设符合《全国主体功能区规划》、《全国生态功能区划》、《四川省生态功能区划》的有关要求，符合四川省“三线一单”生态环境分区管控有关要求。

(3) 牙根一级水电站是雅砻江流域综合规划环评、干流水电规划环评、回顾性评价中推荐近期、适时开发的项目，同时项目环评中充分考虑了上述规划环评所提出来的流域、梯级电站环保措施总体布局，并进行了深化研究与设计，使相关措施要求在牙根一级水电站项目环评阶段得到具体落实。

(4) 水库淹没、工程占地及移民安置均不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区等环境敏感区，不涉及生态保护红线。从环境保护角度工程坝址选择、正常蓄水位选择合理；为尽量减少工程施工占地，降低对地貌和原生植被的扰动与破坏，施工布置充分利用或依托两河口已建相关设施。牙根一级施工用地总面积88.16hm²，其中19.37hm²(约22%)利用两河口已有施工场地。电站不设料场，由两河口水电站瓦支沟石料场开采供应毛料；左下沟施工区直接利用两河口水电站左下沟渣场平台布置；电站不单独设置业主管理营地、承包商营地及综合物资仓库，直接利用现有两河口的业主营地、2#承包商营地及综合仓库，通过充分利用上游两河口水电站已有设施进行施工布置，有效减少了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，施工总布置总体合理。

11.1.3 环境质量现状

牙根一级水电站涉及的四川省甘孜州雅江县河口镇、呷拉镇，地广人稀，经济发展水平落后，基本无工业污染源分布，农业面源污染和生活污水负荷也极低。根据工程所在区域环境质量例行监测及补充监测结果可知，工程区水环境、环境空气、声环境及土壤环境质量总体良好，各项监测因子基本可满足相应环境功能区的环境质量标准要求。

牙根一级水电站评价区域的自然植被可分为3个植被型，5个群系纲，5个群系组和5个群系，以及栽培植被，由于山体高差巨大，植被山地垂直带谱极为显著。总体而言，工程区处在干旱河谷地段，植被类型组成成分较少，结构稀疏简单，以灌木林地为主；此外，沟谷底部有小麦、玉米、各类蔬菜、水果等人工植被分布。根据文献资料记载及野外调查成果，评价区共有维管束植物74科191属306种，分布有国家Ⅱ级保护植物松口蘑及芒苞草，易危野生植物5种(包含2种保护植物)。另评价范围内有陆生脊椎动物14目35科62种，其中国家级保护动物7种(国家Ⅱ级保护动物6种、四川省保护动物1种)、易危种2种，特有种7种。总体来看，由于工程所在的河谷地区植被以低矮灌丛为主，且受人类活动干扰相对较大，缺乏大型兽类栖息的生境，野生动物以在河谷灌草丛区和农耕区生活的鸟类、小型啮齿类及鼬科类动物为主。

牙根一级水电站所在河段属雅砻江中游，地处川西北丘状高原山区，青藏高原东部边缘，因此，工程水域的鱼类区系组成以适宜高寒地带的中亚山地区系复合体的裂腹鱼亚科和条鳅亚科种类为主，其次是适宜山区急流生境的南方山地区系复合体的平鳍鳅科和鮡科种类，鱼类主要区系类群种类优势突出，区系组成单一。

据现场调查和历史资料记载，工程河段共有鱼类14种，隶属2目4科8属。其中，包括国家Ⅱ级保护鱼类2种，四川省级保护鱼类2种，濒危种2种，易危种4种，长江上游特有鱼类8种，上述鱼类也是该江段的主要经济鱼类。

综上所述，牙根一级水电站位于雅砻江中上游地区，区内人口稀少，经济不发达，生态系统基本处于良性发展的态势。

11.1.4 主要环境影响及保护对策措施

11.1.4.1 水文情势

(1)库区水文情势分析

牙根一级水电站建成后将使库区河段的水位、水面面积、流速等发生变化，电站正常蓄水位 2605.0m，死水位 2598m，具有日调节能力。水库蓄至正常蓄水位后，相应库容 0.4142 亿 m^3 ，相应水面面积约 3.07 km^2 ，坝址处仅较天然枯水期最低河水位抬高约 28m，水库回水至两河口坝址、回水长度 20.2km；水库降至死水位 2598m，仍高于两河口厂房河床高程 2596m，与两河口死水位衔接，对应库容 0.2229 亿 m^3 。

建库后，库区由天然流水转变为河道型水库，导致水深和水面宽增加、流速减小。其中，丰水期库区平均水深增加190.72%，水面宽增加41.79%，流速减少85.56%；平枯水期水深增加281.40%，水面宽增加104.86%，流速减少71.91%。由于水库库容较小且来水较大，河流特征仍明显。水库水体年交换次数约512次，交换次数较频繁，水库建库前后库区水文情势变化相对较小。

(2)下游河段水文情势分析

牙根一级电站建成后，与两河口联合运行，对两河口日内发电流量进行反调节。牙根一级坝址下游河道月均、日均流量过程主要受两河口运行调度影响，日内流量过程主要受牙根一级反调节影响。

两河口、牙根一级水电站联合运行后，通过牙根一级反调节可一定程度上削弱两河口日内调峰时形成的不稳定流，使两河口充分参与电力系统的调峰运行。以平水年为例，枯水典型日（2月）两河口日内流量最大变幅为1342 m^3/s 、最大时变幅为1137 m^3/s ，经牙根一级反调节后日内流量最大变幅、最大时变幅均减少为602 m^3/s ；初汛期（春季）产卵高峰典型日（5月）两河口日内流量最大变幅为1344 m^3/s 、最大时变幅为1190 m^3/s ，经牙根一级反调节后日内流量最大变幅、最大时变幅均减少为597 m^3/s ；主汛期典型日（7月）两河口日内流量最大变幅为1342 m^3/s 、最大时变幅为1247 m^3/s ，经牙根一级反调节后日内流量最大变幅、最大时变幅均减少为598 m^3/s ；主汛期（秋季）产卵高峰典型日（9月）两河口日内流量最大变幅为1342 m^3/s 、最大时变幅为938 m^3/s ，经牙根一级反调节后日内流量最大变幅、最大时变幅均减少为594 m^3/s 。总体上，牙根一级反调节对两河口日调峰运行具有一定的削峰作用，在满足下游生态流量要求的基础上，进一步缩小日内水位变幅。

(3)生态流量

综合Tennant法、湿周法、生态水力学法计算结果及上层次规划要求，牙根一级最小下泄流量采取外包法取最大值112 m^3/s (占多年平均流量的16.5%)，产卵期使用生境模拟

法计算的所需生态调度流量限值为 $203.1\text{m}^3/\text{s}$ (3~5月、8~9月)和 $236.9\text{m}^3/\text{s}$ (6~7月)。初期蓄水由泄洪闸下放生态流量,运行期通过机组单机最小出力担任基荷下泄生态流量,河床式机组单机发电流量范围在 $145\text{m}^3/\text{s}$ ~ $360\text{m}^3/\text{s}$ 之间,特殊情况通过泄洪闸下放。建立坝下生态流量在线监测系统,同时充分利用电站设置的水情自动测报系统,雅江县水文站监测数据适时掌握坝下流量变化。

11.1.4.2 水环境

(1) 水温

牙根一级水电站建成后库区水体交换次数 α 达到512,水温结构为混合型,类比同类型水库预测其对河道水温不会产生明显影响,库区及坝下水温主要受上游两河口水电站下泄水温控制。

(2) 水质

1) 主要环境影响

①牙根一级水电站运行之后,虽然库区流速放缓,对污染物的对流扩散作用减弱,但由于库区水文情势变化较小,且库区及上游入河污染源总体变化不大,因此库区水质主要受上游来水影响。根据预测,电站运行后,仍具河流特征,水体交换频繁,污染物沿程衰减,不会造成河段水质恶化。

②牙根一级水库位于高寒地区,与两河口联合运行时,从水力学、水温角度,并结合库区水质预测的TP浓度相对较低,总体上牙根一级库区发生富营养化的可能性较低,但需要关注呷拉镇所在的湾地沟支库,在运行期加强观测。

2) 主要环保措施

蓄水前对库区进行清理,运行期厂区生活污水经成套生活污水处理设备处理后回用于厂区绿化,不外排;电站机组检修等产生的油污水等经油水分离器处理后回用,废油委托有资质的单位进行处理。

11.1.4.3 水生生态

(1) 主要环境影响

牙根一级水库建成后,受大坝阻隔、水库调蓄影响,鱼类生境将发生较大变化,鱼类资源结构也将发生变化。运行期库区浮游植物、浮游动物种类和现存量均会有所增加,水体生物生产力提高,库区鱼类资源和渔产量有所提高。库区的鱼类组成将由流水性鱼类为主,逐渐转变成缓流性鱼类为主。库区河段原来适应于底栖急流、砾石、洞穴、岩

盘底质环境中生活繁衍的鱼类(如裂腹鱼亚科、鮡科的种类),将逐渐向电站库尾(两河口满发状态下流速约1.93m/s)及支流等仍具有一定流水性河段迁移,由于库区河段流水生境萎缩,其种群数量将较现状明显减少。库区诸如高原鳅类和软刺裸裂尻等能适应于缓静水环境生活的鱼类种类数量可能增加。由于库区水体容积及水域面积增大,水生生物及鱼类栖息、活动空间增大,在运行一段时间后,库区鱼类总资源量和渔获量均会增加。

牙根一级水电站日调节运行下泄不稳定流,可能造成下游河段水位变化频繁,从而对坝下鱼类的产卵繁殖带来不利影响,为减缓电站典型日调峰运行对下游水文情势造成的影响,要求进一步开展两河口~牙根河段联合生态调度研究,建立与生态关联的统筹调度机制,科学制定调度方案。

(2) 环保措施

牙根一级水电站工程河段共有14种鱼类,根据鱼类的生物学及生态学特性,本工程提出了施工期及蓄水初期鱼类保护、鱼类栖息地、过鱼设施、增殖放流、科学研究和渔政管理相结合的鱼类保护措施体系。

1) 施工期及初期蓄水保护措施

加强宣传教育及施工监管、杜绝影响水生生境的污染事故发生;建立鱼类保护应急机制,针对汛期围堰漫流后可能滞留在围堰基坑内的鱼类,加强巡查和保护。

2) 鱼类栖息地保护

根据流域栖息地保护总体布局,牙根一、二级间保留河段(6km)以及其间左岸支流卧龙寺沟全河段作为局部水域纳入流域栖息地保护范围。

同时,制定了相应的栖息地保护措施,卧龙寺沟汇口产卵场结合河滩原地形进行生境修复,扩大适宜产卵河段面积;支流卧龙寺沟内针对铁泉电站采用鱼坡的过鱼方式恢复河道连通性、三道桥水电站拟定了大坝拆除、库区清理、河道整治等措施,制定了包括生境条件、鱼类资源等跟踪监测计划。

3) 过鱼措施

根据牙根一级水电站枢纽布置特点、水文条件及地形条件,本工程具备设置鱼道的条件,经综合比选,牙根一级水电站采用竖缝式鱼道,布置于左岸,分为进口段、坝下游明渠段、过坝段、库区明渠段、出口段等,鱼道坡降2%,全长约为1413m。

4) 增殖放流

依托两河口鱼类增殖放流站开展牙根一级水电站增殖放流任务，近期放流对象为长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼、厚唇裸重唇鱼，远期放流对象为青石爬鮡。按照分摊比例，牙根一级放流规模为10万尾/年，其中近期放流规模为9.4万尾/年，远期放流规模为0.6万尾/年。

5)生态调度

牙根一级水电站生态调度时段原则拟与上游两河口水电站保持一致，生态调度期间的下泄流量应保障敏感时段鱼类的产卵需求，同时尽量利用调节宽容均化出库流量，缩小坝下河段水位变幅。

6)科学研究

开展鱼类栖息地保护设计专项研究、珍稀特有保护鱼类驯养繁育技术研究、过鱼设施效果观测研究、鱼类增殖放流效果评估、生态调度研究。

通过上述措施，可为工程江段鱼类保留部分生境，同时减轻大坝阻隔影响，促进鱼类种群基因交流，并补充鱼类种群数量，恢复鱼类资源。

11.1.4.4 陆生生态

(1) 主要环境影响

从工程占地的影响来看，由于坝址、永久公路、施工场地、水库淹没等影响，使得部分区域的植被消失。从植被类型在评价区的空间分布格局来看，这些植被类型在评价区及其周边大面积分布，没有仅分布在某一区域和环境的植被类型。工程建设对植被影响较大的区域为水电站的淹没区，淹没区以灌丛和耕地为主，主要为鞍叶羊蹄甲-白刺花-蔷薇灌丛群落。由于这几类植被类型均匀分布在评价区内，空间分布格局较为分散，抗干扰能力比较强，所以工程建设对这些植被类型的影响有限。且临时占地区的地表植被在施工结束后将进行恢复，会对植被有一定的改善。从评价区主要植被类型的空间分布格局、施工影响程度和各种植被类型的抗干扰能力分析，牙根一级水电站的建设不会对评价区内的植被类型多样性产生实质性影响。

调查未在牙根一级水电站工程直接占地区及淹没区内发现国家重点保护野生植物分布，也未发现聚集生长于某一特定生境中的狭域物种。因此电站建设施工活动及蓄水淹没不会对评价区国家重点保护野生植物带来直接影响。

牙根一级水电站评价范围内共有重点保护动物7种；其中国家Ⅱ级重点保护6种，分别为白马鸡、大鸕、红隼、猕猴、赤狐、黑熊，四川省重点保护野生动物1种，即白喉针

尾雨燕（*Hirundapus caudacutus*）。这些珍稀保护鸟类中大鸪、红隼、白马鸡主要生活在森林或者灌丛中，有时会到工程占地区觅食，施工过程中产生的噪音，粉尘等干扰会在一定程度上使得这些鸟类暂时迁移至附近适合生存的环境。工程施工和水库蓄水后将淹没破坏其部分生境，但由于其淹没生境比例很小，故对其造成的影响很小。

上述保护兽类均生活在海拔较高的山区，仅在冬末春初食物匮乏时，出现在村落周围觅食，因此水电站建设对其无直接影响。

(2) 环保措施

陆生生态保护措施主要包括优化工程施工方案、表层土收集等，减少工程扰动范围和面积，以减缓工程建设对区域生态环境的影响。施工结束后分区对占地区域进行陆生生态修复。通过加强施工管理和宣教，建立生态破坏惩罚制度，严禁捕猎野生动物和乱砍树木；工程施工过程中发现珍稀保护动植物，及时采取移栽等有效保护措施；施工和蓄水期间加强野生动物救护。

11.1.4.5 枢纽工程施工环境影响

(1) 主要环境影响

1) 废污水影响

本工程建设期将产生砂石料冲洗废水、混凝土拌和冲洗废水、含油废水及生活污水等废污水，废污水经处理后综合利用，不外排，正常运行情况下对雅砻江水质不会造成影响。

2) 环境空气影响

牙根一级水电站施工作业面、施工爆破、砂石加工系统和场内交通等施工期将产生TSP、NO₂等大气污染物，上述污染物均属无组织排放。在对采取封闭除尘措施、洒水降尘、加强路面清扫、控制车速等措施后，对附近居民点影响较小。

3) 声环境影响

工程施工对声环境的影响主要来自于大坝枢纽区施工、砂石加工系统、混凝土拌和系统、施工工厂、弃渣场、场内交通运输等施工活动。根据预测，施工期雅江县社会福利救助中心、雅江县看守所、雅江县森林武警营地、白姑村居民点噪声有不同程度超标，

4) 固体废物影响

牙根一级水电站施工期和运行期固体废物主要包括生活垃圾、工程弃渣和施工区生产垃圾。施工期共计产生生活垃圾1450.55t。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。

(2) 环境保护措施

1) 废污水处理措施

工程砂石加工系统废水采用磁介质混凝沉淀系统的废水处理与回用设施；混凝土生产系统冲洗废水采用絮凝沉淀方法处理后回用于生产或场地洒水降尘等；修配系统含油废水采用隔油沉淀法处理后回用于机械冲洗；施工生活污水采用两河口业主营地、2#承包商营地一体化生活污水处理设备处理后回用于洒水降尘或场内绿化。

2) 环境空气保护措施

采用全封闭式砂石生产系统，拌和设备顶部设置布袋除尘系统，爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机，施工作业区定时洒水降尘。针对分布施工道路沿线居民点，增加洒水频率，限制车速，结合绿化降尘，使交通扬尘对其影响降至可接受水平，同时加强施工期监测。

3) 声环境保护措施

采取合理安排施工作业时间、使用低噪声设备、控制车速等措施；牙根一级水电站施工期仅部分场内道路附近居民点昼间噪声略有超标，但超标范围较小，通过设置限速标志和禁鸣标志、提高场内公路等级、合理规划施工交通组织、种植行道树、预留后续措施后，可有效降低施工噪声影响。

4) 固体废物处理措施

施工期生活垃圾委托当地环卫部门运往雅江县垃圾填埋场集中处置。工程开挖产生的土石方除一部分作为施工场地场平、混凝土拌和系统料源和部分围堰的填筑外，其余作为弃渣堆放在弃渣场。运行期电站工作人员较少，在办公区和生活区放置垃圾桶收集后，禁止随意堆放和倾倒，并定期外运至雅江县垃圾填埋场。施工期废油、含油废水处理后的浮油、废蓄电池以及运行机组检修废油等属于危险废物，设置临时贮存场所，并委托有资质单位定期清运处理。

11.1.4.6 移民安置

本工程至规划水平年，工程涉及搬迁安置人口346人，采取在本村自行分散建房建房安置的方案。由于安置人数少，基本不会对生态环境、水环境产生影响。采用化粪池对移民安置生活污水进行处理后综合利用，生活垃圾采取分户收集、村、乡统一外运处理。

专项工程复建主要涉及交通工程，专项设施复建过程中对水环境、生态环境、环境空气和声环境造成影响，采取相应措施后对环境的影响较小。

11.1.4.7 其他环境影响及对策措施

(1) 地下水环境保护措施

针对浸没影响区，采取如防洪堤、防洪墙等工程措施。同时严格实施施工期和运行期的废污水收集、处理措施，处理后回用，并加强废污水处理系统的管理及风险防范措施，不对地下水水质造成影响。

(2) 土壤环境保护措施

施工期及运行期各类污废水、固体废物及时进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境；对工程区地块进行表土剥离，用于后期植被恢复；加强库周环境管理，确保水库库区良好的水质，避免因水质污染而造成土壤的酸化、碱化和盐化现象。

(3) 下游河段安全保护措施

开展安全教育，建立预警设施，在日调节水位发生突变时进行预警，在工程影响区域居民集中河段，设立警示牌，禁止居民在库周活动和下水游泳，避免安全事故的发生。

11.1.5 环境管理与环境监测

11.1.5.1 环境管理

建设单位须设立环境管理机构，分为外部管理和内部管理两大部分。环境管理工作需贯穿于设计、招标、施工、竣工验收及运行等工程建设的全过程，应坚持预防为主、防治结合、分级管理、相对独立性和针对性等原则，建立环境保护责任制，分级管理制度，“三同时”验收制度，书面制度，报告制度，污染事故预防与处理等环境管理制度。

11.1.5.2 环境监理

依据国家有关文件规定，在电站施工期间，应根据环境保护设计要求，开展施工期环境监理，全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件，监理成果将作为建设项目环保验收工作的基础和验收报告必备的专项报告。环境监理范围包括牙根一级水电站施工区及影响区等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。

11.1.5.3 环境监测

牙根一级水电站地表水环境监测分为施工期和运行期两个时段。施工期主要包括环境空气及声环境监测、废(污)水监测、施工区河流水质监测、施工区供水水源水质监测、

初期蓄水期间坝下生态流量观测等内容；运行期主要包括坝址下游生态流量监测及日调节运行水位变化观测、库区及下游河道水质监测、生活污水水质监测等内容。

陆生生态监测贯穿于工程全生命周期，主要监测评价区域植被及景观生态格局变化情况、工程占地区植被恢复效果及植被覆盖率等。

水生生态监测也贯穿于工程全生命周期，重点调查水生生物、鱼类种群动态、鱼类产卵场变化情况，调查鱼类栖息地、过鱼、增殖放流、生态调度等措施效果等。

11.1.6 公众参与

依据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《环境影响评价公众参与办法》等法律法规，建设单位开展了公众参与工作。建设单位雅砻江流域水电开发有限公司于2021年5月8日在其公司门户网站进行了工程的首次环境影响评价信息公示；2021年10月15日至10月29日，在其公司门户网站进行了环境影响报告书征求意见稿的公示，公布了报告书征求意见稿全本内容，并于2021年10月15日起在工程附近县城、乡镇现场张贴公示，公示期限不少于10个工作日；2021年10月20日和2021年10月25日分两次在甘孜日报上进行了环境影响报告书征求意见稿公示，公示期限不少于10个工作日；征求意见稿公示期间，在两河口建设管理局白玛营地营地内设置了环评报告书纸质版查阅场所。首次环境影响评价信息公示、环境影响报告书征求意见稿公示期间，建设单位、环评单位均未收到公众对本工程提出关于环保方面的意见和建议。

2021年12月14日，建设单位与雅江县人民政府相关部门召开了雅砻江牙根一级水电站环境影响评价公众参与座谈会，后续在工程涉及乡镇发放了调查问卷，回收团体调查表11份，个人调查表72份。公众在对工程建设的积极作用表示肯定的同时，也提出了一些关心的环境问题，如施工期间“三废”及噪声排放、水土流失防治及植被恢复等问题。建议环境影响评价工作要注重工程建设对河流水质和生态环境的影响评价，并提出切实有效的水质保护措施和生态环境保护措施。对于公众参与意见，我们在环评过程中就本工程对环境的不利影响有针对性地提出了环境保护对策措施和环境监测计划、环境管理制度。因此，在本报告书中基本回答了公众关心的环境问题。

建设单位于2022年8月8日在雅砻江流域水电开发有限公司官网对《四川省雅砻江牙根一级水电站环境影响报告书》《四川省雅砻江牙根一级水电站环境影响评价公众参与说明》进行了报批前公示。

11.1.7 总体结论

牙根一级水电站是《雅砻江流域综合规划》《雅砻江中游水电规划》及规划环评以及《四川省雅砻江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》其有关意见推荐优先开发的梯级，符合国家产业政策和地方社会经济发展规划，符合长江经济带发展与保护战略要求，是国家实现2030年前碳达峰行动方案中能源绿色低碳转型行动的重要组成部分；工程建设不涉及各类环境敏感区及生态保护红线，符合四川省“三线一单”管控要求。

牙根一级水电站作为两河口的反调节水库，可以对两河口调峰发电的不稳定流进行再调节，一定程度缓解了两河口水电站日调峰发电下泄不稳定流影响，使日内下泄水流变幅总体控制在生态环境可接受范围，其在水温、水质等方面不会造成明显的累积性影响。此外，工程兴建将主要对生态环境带来不利影响，其中陆生生态影响总体不大，水生生态影响主要是进一步加剧河段水生生态阻隔、压缩鱼类流水生境以及库区及坝下水文情势变化所带来的影响。在严格落实报告书提出的生态流量泄放与生态调度、过鱼、人工增殖放流、栖息地保护、施工管理、施工迹地生态修复、科学研究等措施后，工程建设对生态环境的影响可得到有效减缓。对于工程建设产生的其它不利环境影响，本报告分别提出了相应的环境保护对策措施，并制定了系统的环境监测及环境管理计划。在采取相应的环境保护措施后，工程建设的不利环境影响可得到减缓和控制。

综上所述，从环境保护角度分析，牙根一级水电站不存在重大环境制约因素，在落实各项环保措施的前提下，工程建设可行。

11.2 建议

(1) 建议重视工程实施产生的水生生态影响，实际工作中加强坝下河段特别是保留河段水文情势及水生生态影响监测与跟踪评价，关注上下游梯级同时运行产生的累积性、长期性影响，注重整体性保护，统筹开展过鱼、栖息地保护、增殖放流、生态调度等水生生态保护科学研究。

(2) 建议结合工程实际进度及时开展环保措施设计工作，对环保措施进行进一步深入研究和细化设计，开展后续专项设计；严格遵循“三同时”制度，加强施工期环境保护管理、监理和监测，并落实相应费用，确保各项环保措施的实施及效果。

(3) 建议按照《环境影响评价法》《建设项目环境影响后评价管理办法(试行)》相关

要求，适时开展环境影响后评价研究工作。



建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表人(签字): 宋以兰

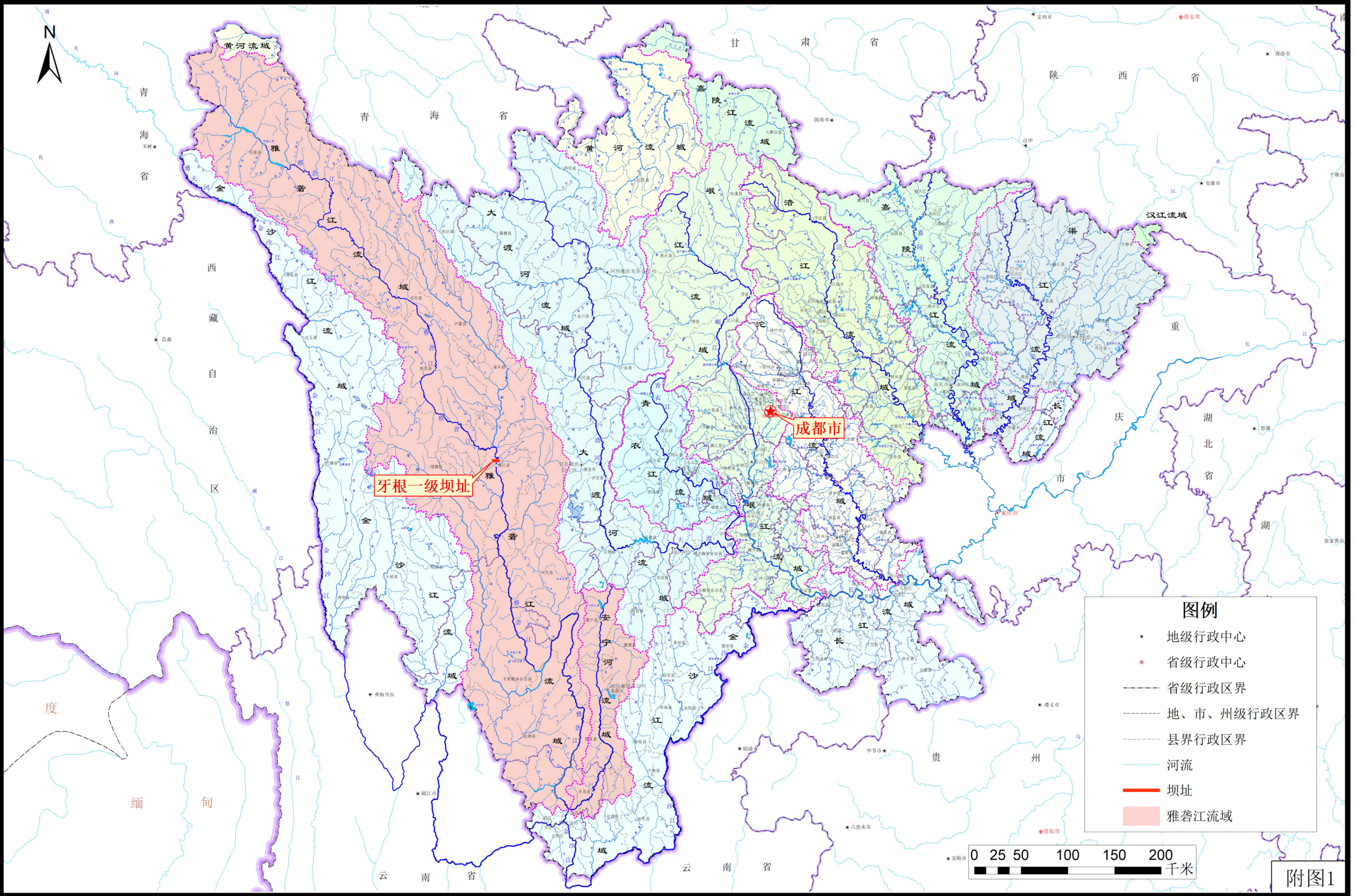
项目经办人(签字): 王少梅

填表单位(盖章):

建设 项目	项目名称		雅蓉江流域水电开发有限公司				建设内容		四川省雅蓉江牙根一级水电站建设内容主要包括挡水建筑物、泄水建筑物、发电建筑物、消能防冲建筑物、鱼道等,电站河床式厂房布置于雅蓉江左岸,右岸布置泄洪闸、储门槽坝段。厂房内安装3台轴流式水轮发电机组,单机容量100MW,总装机300MW。								
	项目代码		2107-510000-04-01-410026														
	环评信用平台编号		08diss														
	建设地点		四川省甘孜藏族自治州雅江县				建设规模		电站采用河床式开发,最大坝高68.8m,水库正常蓄水位2605m,相应库容0.4142亿m³,死水位2598m,调节库容0.1913亿m³,具有日调节能力,总装机300MW,多年平均年发电量11.53亿kW·h(与两河口联合)。								
	项目建设周期(月)		69.0				计划开工时间		2023年3月								
	建设性质		新建(迁建)				预计投产时间		2028年12月								
	环境影响评价行业类别		“88 水力发电”				国民经济行业类型及代码		“4413水力发电”								
	现有工程排污许可证或排污登记表编号(改、扩建项目)				现有工程排污许可管理类别(改、扩建项目)				项目申请类别		新申报项目						
	规划环评开展情况		已开展并通过审查				规划环评文件名		《四川省雅蓉江干流中下游河段水电开发环境影响回顾性评价研究报告》								
	规划环评审查机关		生态环境部				规划环评审查意见文号		“环办函[2013]1072号”								
	建设地点中心坐标(非线性工程)		经度	101.010278	纬度	30.077778	占地面积(平方米)		3598364.700	环评文件类别		环境影响报告书					
	建设地点坐标(线性工程)		起点经度		起点纬度		终点经度			终点纬度		工程长度(千米)					
总投资(万元)		523834.07				环保投资(万元)		28247.27	所占比例(%)		5.39%						
建设 单位	单位名称		雅蓉江流域水电开发有限公司		法定代表人		祁宁春		评价 单位	单位名称		中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司		统一社会信用代码		915100004507513971	
			主要负责人		郭绪元		编制主持人			姓名		刘园		联系电话		13808190731	
	统一社会信用代码(组织机构代码)		91510000201870221H		联系电话		13739485743			信用编号		BH011765		职业资格证书管理号		07355143507510274	
	通讯地址		四川省成都市成华区双林路288号				通讯地址			四川省成都市温江区政和街8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)						区域削减量来源(国家、省级审批项目)				
			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(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)															
		COD															
		氨氮															
		总磷															
		总氮															
		铅															
		汞															
		镉															
		铬															
		类金属砷															
	其他特征污染物																
	废气	废气量(万立方米/年)															
		二氧化硫															
		氮氧化物															
		颗粒物															
		挥发性有机物															
		铅															
		汞															
		镉															
		铬															
		类金属砷															
		其他特征污染物															
影响及主要措施		名称		级别	主要保护对象(目标)	工程影响情况		是否占用	占用面积(公顷)	生态防护措施							
生态保护目标		生态保护红线		(可增生)				否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)							
自然保护区		(可增生)				核心区、缓冲区、试验区		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)							
饮用水水源保护区(地表)		(可增生)			/	一级保护区、二级保护区、准保护区		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)							
饮用水水源保护区(地下)		(可增生)			/	一级保护区、二级保护区、准保护区		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)							
风景名胜区分区		(可增生)			/	核心景区、一般景区		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)							
其他		(可增生)						否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)							

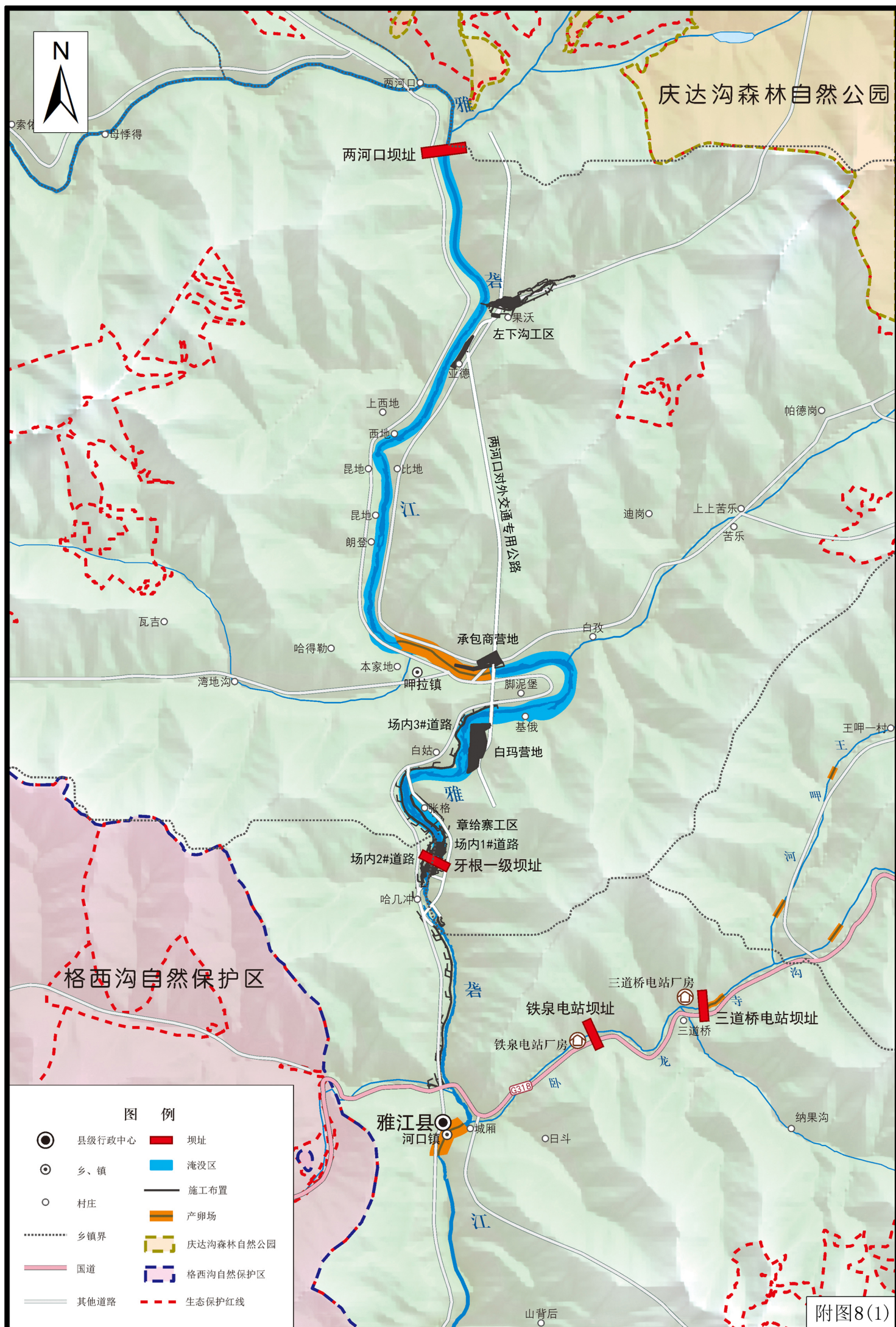
主要原料及燃料信息		主要原料					主要燃料						
		序号	名称	年使用量	计量单位	有毒有害物质及含量（%）	序号	名称	灰分（%）	硫分（%）	年最大使用量	计量单位	
大气污染治理与排放信息	有组织排放 （主要排放口）	序号（编号）	排放口名称	排气筒高度（米）	污染防治设施工艺		生产设施		污染物排放				
		序号（编号）	名称	污染防治设施处理效率	序号（编号）	名称	污染物种类	排放浓度（毫克/立方米）	排放速率（千克/小时）	排放量（吨/年）	排放标准名称		
	无组织排放	序号（编号）	无组织排放源名称			污染物排放							
						污染物种类		排放浓度（毫克/立方米）		排放标准名称			
水污染治理与排放信息 （主要排放口）	车间或生产设施排放口	序号（编号）	排放口名称	废水类别	污染防治设施工艺		排放去向	污染物排放					
		序号（编号）	名称	污染防治设施处理水量（吨/小时）	污染物种类	排放浓度（毫克/升）		排放量（吨/年）	排放标准名称				
	总排放口 （间接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放				
		名称	编号	污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称						
总排放口 （直接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳水体		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称			
	名称	功能类别											
固体废物信息	废物类型	序号	名称	产生环节及装置	危险废物特性	危险废物代码	产生量（吨/年）	贮存设施名称	贮存能力	自行利用工艺	自行处置工艺	是否外运	
	一般工业固体废物				/	/		/	/	/	/		
					/	/		/	/	/	/		
					/	/		/	/	/	/		
	危险废物	1	废矿物油与含矿物油废物	发电厂房内机组维护	T, I	废润滑油（900-217-08）	1.2	厂房危废贮存间	5t/a				是
2		废矿物油与含矿物油废物	发电厂房内机组维护	T, I	废变压器油（900-220-08）	2.4						是	

牙根一级水电站地理位置示意图



附图1

牙根一级水电站外环境关系示意图 (1)



牙根一级水电站外环境关系示意图（2）



附图8(2)

附表 1

建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>			二级 <input checked="" type="checkbox"/>			三级 <input checked="" type="checkbox"/>	
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>			边长5~50km <input type="checkbox"/>			边长=5km <input type="checkbox"/>	
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>		500~2000t/a <input type="checkbox"/>				<500t/a <input checked="" type="checkbox"/>	
	评价因子	基本污染物: (TSP、PM ₁₀) 其他污染物:				包括二次PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>			
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录D <input checked="" type="checkbox"/>		其他标准 <input type="checkbox"/>	
现状评价	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>			二类区 <input checked="" type="checkbox"/>			一类区和二类区 <input type="checkbox"/>	
	评价基准年	(2021) 年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input checked="" type="checkbox"/>			主管部门发布的数据 <input type="checkbox"/>			现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>	
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>					不达标区 <input type="checkbox"/>		
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>			拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>		区域污染源 <input type="checkbox"/>
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	预测范围	边长≥50km <input type="checkbox"/>			边长5~50km <input type="checkbox"/>			边长=5km <input type="checkbox"/>	
	预测因子	预测因子(TSP和PM ₁₀)					包括二次PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>		
	正常排放短期浓度贡献值	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率≤100% <input checked="" type="checkbox"/>					$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率>100% <input type="checkbox"/>		
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>			$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率>10% <input type="checkbox"/>			
		二类区	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率≤30% <input checked="" type="checkbox"/>			$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率>30% <input type="checkbox"/>			
	非正常排放1h浓度贡献值	非正常持续时长 () h		$C_{\text{本项目}}$ 占标率≤100% <input type="checkbox"/>			$C_{\text{本项目}}$ 占标率>100% <input type="checkbox"/>		
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	$C_{\text{叠加}}$ 达标 <input checked="" type="checkbox"/>				$C_{\text{叠加}}$ 不达标 <input type="checkbox"/>			
区域环境质量的整体变化情况	k ≤-20% <input checked="" type="checkbox"/>				k >-20% <input type="checkbox"/>				
环境监测计划	污染源监测	监测因子: (TSP、PM ₁₀)			有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/>			无监测 <input type="checkbox"/>	
	环境质量监测	监测因子: (TSP、PM ₁₀)			监测点位数 ()			无监测 <input type="checkbox"/>	
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>							
	大气环境防护距离	距 () 厂界最远 () m							
	污染源年排放量								

注: “□”为勾选项, 填“√”; “()”为内容填写项

附表 2

建设项目地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input type="checkbox"/> ；水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；		
	水环境保护目标	饮用水源保护区 <input type="checkbox"/> ；饮用水取水 <input type="checkbox"/> ；涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ；重要湿地 <input type="checkbox"/> ；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 <input checked="" type="checkbox"/> ；涉水的风景名胜区 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型	
		直接排放 <input type="checkbox"/> ；间接排放 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ；径流 <input checked="" type="checkbox"/> ；水域面积 <input checked="" type="checkbox"/> ；	
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ；非持久性污染物 <input checked="" type="checkbox"/> ；pH 值 <input type="checkbox"/> ；热污染 <input type="checkbox"/> ；富营养化 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ；水位（水深） <input checked="" type="checkbox"/> ；流速 <input checked="" type="checkbox"/> ；流量 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
评价等级		水污染影响型	水文要素影响型	
		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 A <input type="checkbox"/> ；三级 B <input type="checkbox"/>	一级 <input checked="" type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>	
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源
		已建 <input checked="" type="checkbox"/> ；在建 <input type="checkbox"/> ；拟建 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input checked="" type="checkbox"/> ；环评 <input checked="" type="checkbox"/> ；环保验收 <input checked="" type="checkbox"/> ；既有实测 <input checked="" type="checkbox"/> ；现场监测 <input checked="" type="checkbox"/> ；入河排放口数据 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封区 <input type="checkbox"/> ；春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	生态环境保护主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ；补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
	区域资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ；开发量 40%以下 <input type="checkbox"/> ；开发量 40%以上 <input type="checkbox"/>		
	水文情势调查	调查时期		数据来源
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封区 <input type="checkbox"/> ；春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	水行政主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ；补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
补充监测	监测时期		监测因子	监测断面或点位
	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封区 <input type="checkbox"/> ；春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input checked="" type="checkbox"/>	（水温、pH、悬浮物、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD _{Cr} ）、五日生化需氧量（BOD ₅ ）、氨氮（NH ₃ -N）、总磷（以 P 计）、氰化物、总氮（以 N 计）、铜、锌、铬（六价）、氟化物、硒、砷、汞、镉、铅、挥发酚、石		监测断面或点位个数（6）

工作内容		自查项目	
			油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、叶绿素 a、透明度)
现状评价	评价范围	河流：长度 26.2km（重点调查河段）；湖库：河口及近岸海域：面积（ ） km ²	
	评价因子	（化学需氧量、氨氮、总磷）	
	评价标准	河流、湖库、海口：Ⅰ类 <input type="checkbox"/> ；Ⅱ类 <input checked="" type="checkbox"/> ；Ⅲ类 <input type="checkbox"/> ；Ⅳ类 <input type="checkbox"/> ；Ⅴ类 <input type="checkbox"/> 近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准（ ）	
	评价时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封区 <input type="checkbox"/> ； 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input checked="" type="checkbox"/>	
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input type="checkbox"/> 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 <input type="checkbox"/>	达标区 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标区 <input type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	河流：长度 26.2km（重点调查河段）；湖库：河口及近岸海域：面积（ ） km ²	
	预测因子	（化学需氧量、氨氮、总磷 ）	
	预测时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封区 <input type="checkbox"/> ； 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 设计水文条件 <input type="checkbox"/>	
	预测情境	建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> ；非正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input type="checkbox"/> 区（流）域环境质量改善目标要求情境 <input type="checkbox"/>	
	预测方法	数值解 <input type="checkbox"/> ；解析解 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域环境质量改善目标要求 <input checked="" type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>	
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水城水环境质量管理要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input checked="" type="checkbox"/>	

工作内容		自查项目					
		满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 <input type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input checked="" type="checkbox"/> 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input checked="" type="checkbox"/>					
	污染源排放量核算	污染物名称		排放量/（t/a）		排放浓度/（mg/L）	
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）	
（ ）		（ ）	（ ）	（ ）	（ ）		
生态流量确定	生态流量：一般水期（112）m³/s；鱼类繁殖期（裂腹鱼 203.1m³/s、鲃科鱼类 236.9m³/s）；其他（ ）m³/s 生态水位：一般水期（≤3）m；鱼类繁殖期（≤1.5）m；其他（ ）m						
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ； 依托其他工程措施 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>					
	监测计划			环境质量		污染源	
		监测方法		手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ； 无监测 <input type="checkbox"/>		手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ； 无监测 <input type="checkbox"/>	
		监测点位		（库尾、坝前、坝下 ）		（生产废水处理措施、生活污水处理站 <input checked="" type="checkbox"/> ）	
		监测因子		（SS、pH、DO、BOD5、CODCr、高锰酸盐指数、TN、TP、石油类、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂、NH3-N、氟化物、氰化物、挥发酚、砷、汞、六价铬等 28 项指标 ）		（pH、SS、流量）	
污染物排放清单							
评价结论		可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>					
注：“□”为勾选项，可“√”；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容							

附表 3

土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况				备注
影响识别	影响类型	污染影响型 <input type="checkbox"/> ；生态影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；两种兼有 <input type="checkbox"/>				
	土地利用类型	建设用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；农用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；未利用地 <input checked="" type="checkbox"/>				
	占地规模	360.2hm ²				
	敏感目标信息	无				
	影响途径	大气沉降 <input type="checkbox"/> ；地面漫流 <input type="checkbox"/> ；垂直入渗 <input type="checkbox"/> ；地下水位 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他（ ）				
	全部污染物	pH、土壤含盐量				
	特征因子	pH、土壤含盐量				
	所属土壤环境影响评价项目类别	I 类 <input type="checkbox"/> ；II 类 <input checked="" type="checkbox"/> ；III 类 <input type="checkbox"/> ；IV 类 <input type="checkbox"/>				
	敏感程度	敏感 <input type="checkbox"/> ；较敏感 <input type="checkbox"/> ；不敏感 <input checked="" type="checkbox"/>				
评价工作等级		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input checked="" type="checkbox"/>				
现状调查内容	资料收集	a) <input checked="" type="checkbox"/> ；b) <input checked="" type="checkbox"/> ；c) <input checked="" type="checkbox"/> ；d) <input checked="" type="checkbox"/>				
	理化特性	工程区域土壤主要为壤土，土壤含盐量<2g/kg，土壤 5.5<pH<8.5。				
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	
		表层样点数	1 个点位	2 个点位	0~0.2m	
		柱状样点数	无	无		
现状监测因子	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)第二类用地的筛选值、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)对应风险筛选值					
现状评价	评价因子	与监测因子一致				
	评价标准	GB 15618 <input checked="" type="checkbox"/> ；GB 36600 <input checked="" type="checkbox"/> ；表 D.1 <input checked="" type="checkbox"/> ；表 D.2 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他（ ）				
	现状评价结论	均满足相应质量限制要求				
影响	预测因子	pH、土壤含盐量				

工作内容		完成情况			备注
预测	预测方法	附录 E□；附录 F☑；其他（）			
	预测分析内容	工程建设对库区两侧土壤基本无影响			
	预测结论	达标结论：a) ☑；b) □；c) □ 不达标结论：a) □；b) □			
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障☑；源头控制☑；过程防控☑；其他（）			
	跟踪监测	监测点数	监测指标	监测频次	
		3 个	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)规定的基本项目(45 项)、pH 及全盐量；《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)基本项目、pH 值及全盐量	施工期高峰期监测一次	
	信息公开指标	无			
评价结论		项目建成后可能造成周边土壤轻度盐化现象，主要原因为区域干燥度比较高。长期以来，工程区域现有的干燥度水平并未造成目前河流两岸土壤的盐渍化，本项目建设不会造成库区两侧土壤地下水水位明显提升，也不会明确改变区域干燥度、土壤理化性质。因此，工程建设对库区两侧土壤基本无影响，土壤盐渍化水平将与现状基本相当。			

附表 4

生态影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；国家公园 <input type="checkbox"/> ；自然保护区 <input type="checkbox"/> ；自然公园 <input type="checkbox"/> ；时间自然遗产 <input type="checkbox"/> ；生态保护红线 <input type="checkbox"/> ；重要生境 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	影响方式	工程占用 <input type="checkbox"/> ；施工活动干扰 <input type="checkbox"/> ；改变环境条件 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	评价因子	物种 <input checked="" type="checkbox"/> （水生生态：浮游植物、浮游动物、底栖动物、着生藻、鱼类；陆生生态：松茸、芒苞草）
		生境 <input checked="" type="checkbox"/> （水生生态：底质、生境复杂性、流速和水深结合特性、堤岸稳定性、河道变化、河水水量状况、植被多样性、水质状况、人类活动强度和河岸土地利用类型；陆生生态：无）
生物群落 <input checked="" type="checkbox"/> （水生生态：浮游植物、浮游动物、底栖动物、着生藻的种类、密度、生物量、多样性指数，鱼类的种类、资源量等；陆生生态：动植物群落）		
生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> （水生生态：水生生境、水生生物群落；陆生生态：森林、灌丛、农田、湿地、城镇生态系统）		
		生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> （水生生态：浮游植物、浮游动物、底栖动物、着生藻；陆生生态：植物、动物、植被、景观）
		生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> （水生生态：鱼类重要生境，包括产卵场、索饵场、越冬场）
		自然景观 <input type="checkbox"/> （ ）
		自然遗迹 <input type="checkbox"/> （ ）
		其他 <input checked="" type="checkbox"/> （公益林 ）
评价等级		水生生态一级 <input checked="" type="checkbox"/> 陆生生态二级 <input checked="" type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/> 生态影响简单分析 <input type="checkbox"/>
评价范围		陆域面积：（38.340）km ² ；水域面积：（3.366）km ²
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集 <input checked="" type="checkbox"/> ；遥感调查 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查样方、样线 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查点位、断面；专家和公众咨询法 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	调查时间	春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/>
	所在区域的生态问题	水土流失 <input type="checkbox"/> ；沙漠化 <input type="checkbox"/> ；石漠化 <input type="checkbox"/> ；盐渍化 <input type="checkbox"/> ；生物入侵 <input type="checkbox"/> ；污染危害 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
生态影响	评价方法	定性 <input type="checkbox"/> ；定性和定量 <input checked="" type="checkbox"/>

响预测 与评价	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物入侵风险 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
生态保 护对策 措施	对策措施	避让 <input checked="" type="checkbox"/> ；减缓 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态修复 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态补偿 <input checked="" type="checkbox"/> ；科研 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	生态监测 计划	全生命周期 <input checked="" type="checkbox"/> ；长期跟踪 <input type="checkbox"/> ；常规 <input type="checkbox"/> ；无 <input type="checkbox"/>
	环境管理	环境监理 <input checked="" type="checkbox"/> ；环境影响后评价 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
评价结 论	生态影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可行 <input type="checkbox"/>
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。		