

水保监测（川）字第 0027 号

项目编号：ZW20-0866-BL-163

四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程

水土保持监测总结报告



建设单位：国能大渡河巨源电力有限公司

编制单位：四川众望安全环保技术咨询有限公司

二〇二一年十月

四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程

水土保持监测总结报告

建设单位：国能大渡河巨源电力有限公司

编制单位：四川众望安全环保技术咨询有限公司

二〇二一年十月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(副本)

单位名称：四川众望安全环保技术咨询有限公司

法定代表人：潘祖高

仅用于四川省甘孜州九龙县(2星)子水电站工程水土保持监测总结报告使用

证书编号：水保监测(川)字第0027号

有效期：自2019年10月01日至2022年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2019年09月30日



四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程
水土保持监测总结报告

责任页

(四川众望安全环保技术咨询有限公司)

批准： 施春华 （副总经理）

核定： 郭伟康 （工程师）

审查： 张 霞 （工程师）

校核： 乔 莹 （工程师）

项目负责人： 景天乙 （工程师）

编写： 景天乙 （工程师）（前言、第 1 章）

何清柔 （工程师）（第 2、3 章）

胡洪焰 （工程师）（第 4、5 章）

姜 翔 （工程师）（第 6、7 章、8 章、附图）

前 言

四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程建设地点位于四川省甘孜州九龙县境内，坝址地理坐标：东经 102°02′，北纬 29°01′。项目所在区周边交通便利。

本项目属于新建、建设类项目。二台子水电站工程属于 IV 等小（1）型工程。电站引用流量 18m³/s，引水隧洞长约 11.52km，设计水头 329m，电站装机 2 台，单机容量 24.5MW，总装机容量 49MW，多年平均发电量 21826 万 kW·h，装机年利用小时数为 4454h。

本工程原建设单位为四川省九龙县巨源电力开发有限公司，2021 年 3 月 26 日，九龙县市场监督管理局出具准予变更登记通知书（甘工商九）登记内变核字〔2021〕58 号，四川省九龙县巨源电力开发有限公司更名为国能大渡河巨源电力有限公司。

本项目于 2007 年 7 月开始施工，已于 2012 年 9 月完工，总工期 62 个月。二台子水电站的主要任务为发电，兼顾下游生态环境用水，无防洪、航运等综合利用要求，主体工程主要建设内容由首部枢纽、引水系统和厂区枢纽三部分组成：首部枢纽由泄洪闸、冲沙闸、左右岸挡水坝和进水口等建筑物组成，最大坝高 15.20m，坝顶轴线长 62.2m，水库正常蓄水位 2403m；引水系统由引水隧洞、前池和压力管道等组成；厂区枢纽由地面主厂房、副厂房、尾水建筑物等组成。

本项目开挖土石方 43.37 万 m³，回填土石方量 6.57 万 m³（含绿化覆土 0.35 万 m³），利用方 16.76 万 m³，借方 0.35 万 m³，弃方 20.39 万 m³（松方约 27.53 万 m³），弃方堆置于本工程设计的 8 处渣场内（3 处临时弃渣场内与 5 处弃渣场），临时弃渣场编号为 1#、2#、7#，在施工过程中，附近弃渣运至此处后即进行加工利用，利用方主要为引水隧洞开挖的洞渣石方，用作建材骨料加工利用。永久弃渣场为 3#、4#、5#、6#、8#，容纳本工程多余无法利用的弃方。外购方主要为渣场绿化覆土土方，未单独布设取土（料）场。

本工程静态总投资 47966.59 万元，动态总投资为 53608.71 万元。资金来源为业主自筹。

本项目总占地 20.20hm²，其中永久占地 1.90hm²，临时占地 18.30hm²。占地类型包含耕地、林地、草地、水域及水利设施用地、其他土地。

本项目共划分 5 个防治责任范围分区：主体工程区、施工道路区、渣场区、

施工生产生活区、水库淹没区。其中主体工程区 1.90hm²、施工道路区 10.12hm²、渣场区 4.91hm²、施工生产生活区 1.74hm²、水库淹没区 1.53hm²。

本项目水土流失防治执行西南岩溶区建设类项目一级标准。土壤流失总面积中以轻度侵蚀为主。水土流失类型主要是水力侵蚀，流失形式主要为面蚀、沟蚀。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《〈中华人民共和国水土保持法〉实施条例》、《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（川水函〔2018〕887号）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）等法律、法规和文件的规定，建设单位在建设过程中，安排了专人负责管理安全、环境工作。为了对施工建设过程中的水土流失进行调查，了解本项目水土保持方案实施情况，掌握建设生产过程中水土流失实际情况，及时采取相应的修复防治措施，最大限度地减少后续水土流失。国能大渡河巨源电力有限公司于2021年3月委托四川众望安全环保技术咨询有限公司（以下简称“我公司”）开展水土保持监测工作，我公司水土保持监测属于后期补充监测。

接受委托后，我公司成立了监测项目组，并组织专业技术人员对现场现状进行了调查工作，根据《水土保持监测技术规程》等技术规范的要求、结合《四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》以及部分设计技术资料，调查了工程区概况后于针对现场实际情况，布置了11个监测点位，对项目区的水土流失状况、水土保持措施效益进行了全面调查监测。监测组调查了工程区水土流失现状和水土保持措施实施情况，采取地面资料分析和调查监测相结合的方法，重点对水土流失状况、防治责任范围及水土保持措施效果等方面进行了全面分析，我单位于2021年3月开始组织有关技术人员多次调查，到2021年10月完成了本项目的调查监测工作，对水土流失情况、水土保持措施运行情况、水土保持效果实施情况、实施效果进行分析评价；对项目水土流失治理达标情况进行评价，在此基础上于2021年10月完成了《四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持监测总结报告》，为验收提供依据。

在水土保持监测总结报告编制过程中，得到了国能大渡河巨源电力有限公司、甘孜州水利局等水行政主管部门及施工单位、监理单位和验收编制单位等的大力支持和协助，在此一并致谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程								
建设单位		国能大渡河巨源电力有限公司								
项目 规模	工程属于 IV 等小 (1) 型工程。 电站引用流量 18m ³ /s, 引水隧洞长约 11.52km, 设计水头 329m, 电站装机 2 台, 单机容量 24.5MW, 总装机容量 49MW, 多年平均发电量 21826 万 kW·h, 装机年利用小时数为 4454h		建设单位联系人		王建智 18808055071					
			建设地点		四川省甘孜州九龙县境内 坝址地理坐标: (东经 102°02', 北纬 29°01')					
			所属流域		长江流域					
			项目建设面积		20.20hm ²					
			项目总投资		47966.59 万元					
			项目总工期		2007 年 7 月 ~ 2012 年 9 月, 62 个月					
水土保持监测指标										
监测单位		四川众望安全环保技术咨询有限公司			联系人及电话		蒲仁文 18224047394			
自然地理类型		中高山 ~ 高山			防治标准		建设类一级标准			
监 测 内 容	监测指标		监测方法 (设施)		监测指标		监测方法 (设施)			
	1. 水土流失状况监测		资料分析、调查监测		2. 防治责任范围		实地测量、调查			
	3. 水土保持措施情况监测		实地测量、调查		4. 防治措施效果监测		调查、查阅资料			
	5. 水土流失危害监测		调查监测		水土流失背景值		1593t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围		41.57hm ²			水土流失容许值		500t/km ² ·a			
防治措施		工程措施		主体工程区: 浆砌石护坡 250.0m ³ 、砼盖板排水沟 350.0m、复耕 0.09hm ² 施工道路区: 浆砌石截、排水沟 2700.0m ³ 、浆砌石护坡 700.0m ³ 渣场区: 浆砌石排水沟 600.0m、C15 毛石砼挡墙 720.0m 土地整治 4.33hm ² 、覆土 0.35 万 m ³						
		植物措施		施工道路区: 边坡绿化 2.23hm ² 、种草绿化 0.29hm ² 渣场区: 种草绿化 4.80hm ² 施工生产生活区: 种草绿化 1.74hm ²						
		临时措施		渣场区: 土袋拦挡 1134.0m ³ 、防雨布遮盖 5000.0m ² 施工生产生活区: 土袋拦挡 850.0m ³						
监 测 结 果	防治效果									
	分类指标		目标值	达标值	实际监测数量					
	扰动土地整治率		95%	99.52%	防治措施 面积/hm ²	9.32	永久建筑物及硬 化面积/hm ²	9.35	扰动土地总 面积/hm ²	18.67
	水土流失治理度		97%	99.03%	防治责任范围面积		20.20hm ²	水土流失总面积		18.67hm ²
	土壤流失控制比		1.0	1.05	工程措施面积		0.26hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² ·a
	拦渣率		95%	99.75%	植物措施面积		8.97hm ²	监测土壤流失情况		474t/km ² ·a
	林草植被恢复率		99%	99.01%	可恢复林草总面积		9.06hm ²	林草类植被面积		8.97hm ²
	林草覆盖率		27%	53.49%	实际拦挡弃渣量		20.35 万 m ³	总弃渣量		20.39 万 m ³
水土保持治理 达标评价		本工程水土保持措施总体布局合理, 完成了工程设计和水土保持方案所要求的水土流失的防治任务, 水土保持设施工程质量总体合格, 水土流失得到有效控制, 项目区生态环境基本得到改善。经试运行, 未发现重大质量缺陷, 水土保持工程运行情况基本良好, 达到了防治水土流失的目的, 整体上已具备较强的水土保持功能, 能够满足国家对开发建设项目水土保持的要求								

		总体结论	<ol style="list-style-type: none">1、建设单位重视水土保持工作2、基本上按照水保方案进行了实施3、未产生较大水土流失危害，可试验收
		主要建议	<ol style="list-style-type: none">1、建设单位后续需继续加强对水土保持设施的维护工作，巩固现有水土保持措施成果，确保运行期持续发挥生态效益和工程安全，并做好记录。2、建议建设单位继续严格落实水土保持方案，配合水土保持监督、检查部门加强运营期隐患巡查，对存在质量问题或已损坏的措施予以及时修补，全面提高水土流失防治效益。3、在今后工作中，加强与地方水行政主管部门联系，争取地方各级部门的指导和支持

目 录

前 言	I
1 建设项目及水土保持工作概况	1
1.1 建设项目及项目区概况.....	1
1.2 水土流失防治工作情况.....	14
1.3 监测工作实施情况.....	17
2 监测内容与方法	26
2.1 扰动土地情况监测.....	26
2.2 取料、弃渣情况监测.....	27
2.3 水土保持措施.....	28
2.4 水土流失情况.....	29
3 重点部位水土流失动态监测	32
3.1 防治责任范围监测.....	32
3.2 取料监测结果.....	35
3.3 弃土监测结果.....	36
3.4 土方流向监测结果.....	40
3.5 其他重点部位监测结果.....	44
4 水土流失防治措施监测结果	45
4.1 工程措施监测结果.....	45
4.2 植物措施监测结果.....	46
4.3 临时措施监测结果.....	48
4.4 水土保持措施防治效果.....	49
5 土壤流失情况监测	55
5.1 水土流失面积.....	55
5.2 土壤流失量.....	55
5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量.....	58
5.4 水土流失危害.....	58
6 水土流失防治效果监测结果	59
6.1 扰动土地整治率.....	59

6.2 水土流失总治理度.....	59
6.3 拦渣率.....	60
6.4 土壤流失控制比.....	60
6.5 林草植被恢复率.....	60
6.6 林草覆盖率.....	61
7 结论	62
7.1 水土流失动态评价.....	62
7.2 水土保持措施评价.....	63
7.3 水土保持监测“三色评价”结论	63
7.4 存在问题及建议.....	64
7.5 综合结论.....	65
8 附图及有关资料	66
8.1 附图.....	66
8.2 有关资料.....	66

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本概况

1.1.1.1 地理位置

二台子水电站位于四川省甘孜州九龙县境内，系湾坝河干流猪鼻沟口以上河段水电规划“两级开发方案”的第二级电站，上接大台子水电站。为低坝引水式电站，洞内具有日调节性能。坝址位于湾坝河与臭牛粪沟汇口上游约 900m 处，坝址地理坐标：东经 102°02′，北纬 29°01′。厂址位于湾坝河与猪鼻沟汇口上游 430m 处的湾坝河 I 级阶地上。闸、厂相距约 11km。电站厂区距离石棉 52km，距雅安市 242km，距成都市 381km，工程区内有九石公路（九龙县—石棉县）和林场公路通过，对外交通方便。



图 1-1 工程建设场址位置示意图

1.1.1.2 建设规模

二台子水电站的主要任务为发电，兼顾下游生态环境用水，无防洪、航运等综合利用要求，二台子水电站工程属于 IV 等小(1)型工程。电站引用流量 18m³/s，引水隧洞长约 11.52km，设计水头 329m，电站装机 2 台，单机容量 24.5MW，总

装机容量 49MW，多年平均发电量 21826 万 kW·h，装机年利用小时数为 4454h。

1.1.1.3 项目组成

本项目为新建、建设类工程，主体工程主要建设内容由首部枢纽、引水系统和厂区枢纽三部分组成：首部枢纽由泄洪闸、冲沙闸、左右岸挡水坝和进水口等建筑物组成，最大坝高 15.20m，坝顶轴线长 62.2m，水库正常蓄水位 2403m；引水系统由引水隧洞、前池和压力管道等组成；厂区枢纽由地面主厂房、副厂房、尾水建筑物等组成。

(1) 取水枢纽

*1) 挡水建筑物

挡水建筑物从左到右由左岸连接坝、溢流坝、冲砂闸、进水闸、右岸连接坝组成，坝轴线全长 62.20m。

根据地形地质条件，首部枢纽建筑物布置由左岸溢流坝、2 孔冲沙闸、进水口、右岸挡水坝、引水暗渠及沉砂池等组成，坝轴线总长约 62.20m，坝前正常高水位 2403.00m，最大坝高 15.20m，壅水高度 5.00m，水库无调节性能，也不具备“以库代池”的条件。根据汛期泄洪、冲沙要求和坝址地形地质条件，在主河床布置溢流坝、2 孔冲沙闸。闸坝坝顶高程为 2405.71m，最大坝高为 15.20m（建基面算起）。溢流坝段长 35.00m，坝底宽 8.00m，基础置于千枚状砂质板岩上，建基面高程 2390.51m，堰顶高程 2403.00m。

右岸挡水坝为重力坝，坝顶高程 2405.71m，坝顶宽度 3.00m，坝顶长度 7.30m，最大坝高 10.00m，上游为铅直面，下游坝坡为 1:0.5，基础置于千枚状砂质板岩上。

取水口布置在右岸，因地形地质条件限制，布置为正向取水口，闸室总长 8.0m，分别布置有拦污栅和进水闸。取水口闸底板高程为 2399.71m，闸顶高程为 2405.710m。设一道拦污栅，孔口尺寸 6.70m×6.00m，正常蓄水位时设计过栅流速为 1.0m³/s，后设一道取水工作门，孔口尺寸为 4.0m×3.0m。取水口前沿设有拦沙坎，坎顶高程 2399.710m，以防推移质进入取水口。取水口后接引水暗渠，暗渠段长 26.0m，暗渠后为沉沙池。

*2) 引水暗涵

进水闸后接引水暗涵，暗涵长 26m，暗渠后接沉沙池。

*3) 沉沙池

引水暗涵后接沉沙池，沉沙池位于右岸，为单厢连续冲洗式沉沙池。沉沙池进口渐变段与引水暗渠相连，前端底高程为 2399.450m，净宽 4.0m，后通过底坡 1:8.287 与工作段相连，末端高程 2397.640m，净宽 15.0m。工作段全长 85.0m，底坡为 1:200，净宽为 15.00m，正常水位为 2401.000m，平均工作水深 6.0m。沉沙池边墙与底板整体布置，边墙顶宽 1.00m，顶部高程为 2402.21m，外侧通过 1:0.11 的坡比渐变至底宽 1.80m 宽。在工作段桩号渠 0+094.000~渠 0+111.000 靠近河床一侧设计有溢流侧堰，堰顶高程 2401.110m，溢流最高水位 2401.81m。沉沙池末端外侧设有事故冲沙闸，当汛期入池含沙量大于多年平均含沙量时，开启事故冲沙闸调整运行。

*4) 下游消能防冲和泄水建筑物的抗磨保护

坝下泄水流采用底流式消能。按相关规范，护坦设计洪水标准为 20 年一遇。根据水力计算，护坦设计总长为 25m。护坦底板高程为 2398.410~2395.910m， $i=1/10$ 。护坦表层为厚 1.0m 的 C20 砼，与砂卵石层相接采用无纺布，护坦底板设计有排水孔。

(2) 引水系统

*1) 引水隧洞

引水隧洞采用“过沟”布置方案，为使电站具有洞内日调节性能，结合地形地质条件，经综合分析确定为无压引水方式，引水洞线穿越阿夫拉达沟、苦子沟、兰家沟、磨房沟、小无名沟，可缩短主洞长，减少支洞数量。

按水工隧洞设计规范规定控制洞顶以上和傍山隧洞岸边一侧岩体的最小覆盖厚度，尽量减小经过 5 条冲沟的难度和工作量。结合施工支洞的布置，选择洞线较顺直、短的引水线路。

引水隧洞全长 11.52km，为城门洞型，设计引用流量 $18\text{m}^3/\text{s}$ ，过水断面（宽×水深）= $3.7\times 4.2\text{m}$ ，坡降 $i=1/2000$ ；引水隧洞中 III 类围岩占全线的 79.4%、IV 类围岩占全线的 16.9%、V 类围岩占全线的 3.7%，III 类围岩边墙、底板采用 30cm 厚钢筋砼衬砌，顶拱喷锚支护；IV 类围岩采用 30cm 厚钢筋砼全断面衬砌；V 类围岩采用 40cm 厚钢筋砼全断面衬砌，经水力学计算，流速为 1.72m/s，水头损失 5.74m。

右岸引水洞线根据地形地质条件，布置了5个支洞，支洞总长779m，其中最长的支洞长204m。成洞条件较好，至各支洞工作面处需新建约13km的施工道路，需修建3座临时桥。

表1-1 工程施工支洞特性表

编号	支洞长	交点桩号	工作面长度(m)		断面尺寸 (m×m)	交点高程 (m)	进口高程 (m)	底坡 (%)
	m)		(m)	上游工作面				
1#	118	1+039.443	539.443	450	4.0×4.5	2397.31	2394.84	2.09
2#	88	2+100.085	610.642	800	4.0×4.5	2396.78	2395.13	1.88
3#	174	3+787.441	887.356	900	4.0×4.5	2395.93	2392.71	1.85
4#	195	5+649.332	961.891	1050	4.0×4.5	2395.01	2391.77	1.66
1#跨沟段		7+841.912	1142.58	950				
2#跨沟段		9+803.761	1011.849	400				
3#跨沟段								
(溢流堰)		10+704.033	500.272	400				
5#	204	管 0+012	427.97	450	4.0×4.5	2392.08	2388.49	1.75

*2) 前池、压力管道

前池为埋藏式，布置在湾坝河与猪鼻沟汇合口上游右岸的山体内，围岩类别以III类为主，前池总长85m，其中连接段长15m，变坡段长50m，渐变段长10m，池身长10m，宽6m，为城门洞型断面，前池各段均采用钢筋混凝土衬砌，厚度60cm。前池正常水位2394.96m，最高水位2396.02m，最低水位2393.46m，前池回水800m至小无名沟设溢流堰溢流。

压力管道为地下埋藏式，压力钢管主管长度994.567m，主管直径2.3m，主管由“Y”型岔管后接两条支管进入厂房，支管直径1.2m，主管流速4.33m/s，满足经济流速，水头损失8.8m。

(3) 厂房枢纽

上厂址位于湾坝河与猪鼻沟汇口上游430m处的湾坝河I级阶地近后缘部位，阶地宽65~110m，地面高程2056~2058m，地形较为平坦。

厂区枢纽主要由主机间、安装间、副厂房、升压站楼、进厂公路、回车场及尾水建筑物等组成。

厂房主机间、安装间平面上呈“一”字型布置，并平行于湾坝河。安装间布置在主机间右侧；副厂房布置在主厂房上游侧，长度与主厂房相同。回车场布置在安装间右侧，并通过新修进厂公路连接。尾水渠与湾坝河相接，在厂区的临水侧布置防洪挡土墙。

主机间长度 28.50m，宽度 18.20m，厂内安装 2 台 HLA542-LJ-150 型立轴混流式水轮机及 SF24.5-8/3250 型发电机组，装机容量 49MW；安装间长 14.5m，宽 18.20m；副厂房宽 8.0m，长度与主厂房相同为 43.02m；开关站长 35.0m，宽为 16.0m；尾水渠中心线长 40m，尾水渠出口净宽 6.0m。水轮机安装高程 2051.71m，水轮机层高程 2053.46m，发电机层高程 2060.205m，厂区地坪高程为 2060.005m，桥机轨顶高程 2071.205m。厂房半台机发电尾水位 2055.71m，两台机满发尾水位 2057.21m，校核洪水位 2058.46m (P=1%)。



图1-2 主体工程现状

1.1.1.4 工程占地

根据工程施工过程中的资料，项目总占地 20.20hm²，其中永久占地 1.90hm²，临时占地 18.30hm²，占地类型包含耕地、林地、草地、水域及水利设施用地、其他土地。

主体工程主要包含首部枢纽大坝与厂房枢纽，首部枢纽大坝占地 0.87hm²，厂房枢纽占地 1.03hm²，总占地约 1.90hm²。

施工临时道路总计约 13.28km，主要连通各支洞、渣场与既有村路等，总占

地约 10.12hm²。

施工生产生活区约 1 处 0，分散布置于首部枢纽、厂房枢纽及各支洞间，用于材料临时堆放、布置加工房、搅拌站等，占地约 1.74hm²。

本工程总计启用 8 处渣场，编号为 1#~8#（1#、2#、7#为临时弃渣场，弃渣在施工过程中用于建材骨料利用，不在场地永久性堆存），其中 1#临时弃渣场占地 0.79hm²，2#临时弃渣场占地 0.54hm²，3#弃渣场占地 0.72hm²，4#弃渣场占地 0.38hm²，5#弃渣场占地 0.61hm²，6#弃渣场占地 0.16hm²，7#临时弃渣场占地 1.18hm²，8#弃渣场占地 0.53hm²，总占地约 4.91hm²。

水库淹没区域占地 1.53hm²。

表 1-2 工程占地面积表 单位: hm²

分区		耕地	林地	草地	水域及水利设施用地	其他土地	合计
永久占地	主体工程区	1.03	0.22		0.27	0.38	1.90
临时占地	施工道路区		8.06	2.06			10.12
	渣场区		2.05	1.71		1.15	4.91
	施工生产生活区			0.73		1.01	1.74
	水库淹没区				1.53		1.53
	小计	0	10.11	4.50	1.53	2.16	18.30
合计		1.03	10.33	4.50	1.80	2.54	20.20

1.1.1.5 土石方平衡

本工程共开挖土石方 43.37 万 m³，回填土石方量 6.57 万 m³（含绿化覆土 0.35 万 m³），利用方 16.76 万 m³，借方 0.35 万 m³，弃方 20.39 万 m³（松方约 27.53 万 m³），弃方堆置于本工程设计的 5 处弃渣场内。利用方主要为引水隧洞开挖的洞渣石方，用作建材骨料加工利用，外购方主要为渣场绿化覆土土方。

1.1.1.6 施工进度及投资

本工程静态总投资 47966.59 万元，动态总投资为 53608.71 万元。资金来源为业主自筹。

本工程于 2007 年 7 月开工建设，2012 年 9 月完工，总工期 62 个月。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地质

(1) 区域地质

工程区位于贡嘎山断块东南缘的江官山帚状构造带内，受断块及帚状构造的影响，区内发育有次级有断层与褶皱。在近场区 25km 范围内发育断层有正沟断

层、西油房断层、湾坝河断层与海子坪断层，主要褶皱有大雪山向斜、大卡子向斜、三叉河背斜。

本区新构造运动十分强烈，主要表现在安宁河断裂带及其两侧地区。晚第四纪以来，安宁河断裂带表现了明显的左旋错动，经历着构造块体以挤压和水平滑动为主的运动方式。新构造运动另一突出形式为断块的差异性活动，以深大断裂为边界的断块间，第四纪以来存在明显的差异性活动，也存在挤压并沿断裂带作水平滑动。自晚更新世晚期以来，块内表现为整体间隙抬升。

(2) 水库区基本地质

湾坝河属大渡河二级支流，水库区内河道弯曲，两岸山体雄厚，山势挺拔，河谷宽窄相间，总体呈不对称的“U”形或“V”形谷。水库区出露地层为三叠系中统马鞍梁组（T_{2m}）千枚状砂质板岩。正常蓄水位以下库岸岸坡主要为第四系冲洪积堆积物覆盖，基岩在I级阶地之下出露。构造上，水库区位于大卡子向斜与湾坝背斜之间，处于湾坝背斜北西翼，库区内无区域性大断裂及褶皱构造，岩层单斜，岩层走向与河谷走向呈小角度相交，近于平行，岩层倾向左岸，为近于纵向谷。岩体结构面以层面、节理、裂隙为主。区内无滑坡堆积体分布，自然边坡整体稳定性较好。物理地质现象主要表现为岩石的风化、卸荷及崩塌。水库区地下水主要为第四系松散层中的孔隙潜水、基岩裂隙水。

(3) 坝址区工程地质

坝址区位于臭牛粪沟与湾坝河汇口上游约200m至900m的湾坝河干流上。湾坝河在该段河道弯曲，总体呈向左岸凸出的弧形，河谷两岸不甚对称，右岸大部基岩裸露，坡度35~58°，局部为陡崖。左岸公路桥至上坝址段残留河流I级阶地，阶面高程2395~2405m，因后期崩坡积物的改造，多呈缓坡及平台地形，局部在前缘形成高约10m的覆盖层陡坎，阶地后缘为坡度30~50°的斜坡。坝址河段两岸地形完整，无支沟发育。坝址区出露的地层主要为三迭系中统马鞍梁组（T_{2m}）与第四系地层。坝址区较近区域发育断裂为湾坝断层，从坝址区右岸通过，分布高程在2570m以上，距河床240m。工程区河段山高坡陡，物理地质作用较为强烈，并受地形地貌、地层岩性、地质构造等因素的控制，主要表现为岩体风化、卸荷、岩体倾倒变形等。

(4) 引水线路工程地质

引水线路沿线地段湾坝河总体较为顺直，部分段弯转、曲折，多处见急流、跌水，河道坡降较大。引水线路沿线山体浑厚，山顶高程在 4500m 以上，相对高差大于 1900m，属典型的高山峡谷地貌。谷坡多陡崖间或缓坡地形，总体坡度为 50~60°。沿线支沟发育较多，支沟大多切割较浅，沟床陡直，除汛期有洪水过流外，枯期一般无明显的地表水流。

引水线路穿越地层主要有：三叠系上统垮基组 (T_{3k})、中统两叉河组 (T_{2l})、杉木坪子组 (T_{2S})、马鞍梁组 (T_{2m}) 和三叠系下统横岩框组 (T_{1h})。第四系松散堆积物主要为崩坡积堆积物。构造上，引水线路位于大卡子向斜与湾坝背斜之间，处于湾坝背斜北西翼。湾坝河断层基本顺沿湾坝河展布，在阿芙拉达沟以上位于河流右岸，沟以下穿过湾坝河，尔后基本从左岸山体内平行湾坝河而行。

引水线路沿线附近基岩大面积裸露，无大型滑坡及大规模变形体等分布，但沿湾坝河岸边地带多见大的崩塌堆积体。总的来看，湾坝河左岸崩塌堆积体体积及规模明显比右岸大。

(5) 厂址区工程地质

厂址区位于湾坝乡挖金村猪鼻沟沟口对岸长约 780m 的湾坝河右岸地段。该段河谷宽阔，地形平缓，河谷总体方向 N5° ~ 10° E。现河床主流偏湾坝河右岸，河道略有弯曲。厂址区地表覆盖层主要为第四系全新统崩坡积 (Q_{4^{col+dl}}) 及河流冲洪积层 (Q_{4^{al+pl}})。

厂址区出露基岩为三叠系下统横岩框组 (T_{1h})，由绿 (局部夹紫) 钙泥质板岩、千枚岩，夹变质钙质细砂岩、粉砂岩及大理岩组成，条带状层理发育。构造上，推测湾坝断层从厂址区外侧河谷地带通过。场址区内无大规模的断层及褶皱通过，岩层单斜，受断层影响，岩体中裂隙发育。

厂区内除局部可见零星的坡面垮塌外，地表未见拉张裂缝、树木倾倒等变形失稳迹象，自然边坡稳定性较好。物理地质现象主要表现为岩石的风化与卸荷，岩体侧向风化、卸荷严重。

(6) 地层岩性

工程区地跨地台型和地槽型两大地层岩相区，大致以磨西断裂、小金河~康定断裂为界，以东为沉积岩、岩浆岩区，主要分布一套震旦系下统火山熔岩、古生界海相和中生界陆相地层及晋宁~澄江期花岗岩；磨西断裂以西以变质岩为

主，主要分布一套上古生界及下中生界区域变质地层，并有少量印支—燕山期花岗岩出露。工程区位于西部变质岩区，区内地层除寒武系、石炭系、白垩系缺失外，从前震旦系到第四系地层均有不同程度分布。

1.1.2.2 地震

工程区处于北西向鲜水河地震带与南北向安宁河地震带的过渡带西侧，鲜水河地震带的活动性对工程场地的波及和影响较大，安宁河地震带的影响相对微弱。工程区不在《中国地震动参数区划图（GB18306-2001）》国家标准第1号修改单范围内，根据《中国地震动参数区划图（GB18306-2001）》，二台子水电站工程场地50年超越概率10%的地震动峰值加速度为0.20g，地震动反应谱特征周期为0.40s，相应的地震基本烈度为Ⅷ度。

1.1.2.3 地形地貌

工程区地处川西高原大雪山脉东南，总的地势西北高东南低。区内群山连绵，山势巍峨，河谷深切，一般山岭海拔高程3500~5000m，北面的神山梁子、江官山、俄脚大牛场，西面的万年雪山，南面的令牌山、伊牛河南山等海拔高程均在4500m以上，具有典型的中高山~高山地貌。

湾坝河长56.8km，平均比降达34.3‰，在西油房与洪坝河相汇后称为松林河，至安顺场注入大渡河，流域内河谷深切，相对高差达1000~2000m，多呈“V”字型峡谷，谷底宽一般20~100m，最宽在150m以上，最窄仅10余m，两岸岸坡陡峭，多为基岩裸露。

区内河流侵蚀作用明显，阶地不发育，沿河两岸除零星分布有一定规模的卵石漫滩外，沿湾坝河两岸仅见零星断续分布的Ⅰ~Ⅳ级阶地。Ⅰ、Ⅱ级阶地以堆积型为主，Ⅲ、Ⅳ级阶地多属基座阶地，其堆积物多与冰川、流水活动有关。

1.1.2.4 气候

九龙县属干湿交替亚热带西南季风气候向川西高原山地湿润气候的过渡带，冬季干燥寒冷，夏季温凉多雨，降水丰富。这里温度日较差大，四季不很分明。受青藏高原复杂地形的影响，地形高差极为悬殊，使全县成为明显的立体气候带，按其类型可分为高山寒带、高山亚寒带、山地寒温带、山地凉温带、山地暖温带和河谷亚热带六种气候型。降雨量随海拔和季节而变化，无霜期短，日照时长，光热充足，水资源丰富。

项目区多年平均气温 16.9℃，极端最高气温 39.2℃，极端最低气温-3.9℃；多年平均降水量 801.3mm；多年平均蒸发量 1616.9mm；多年平均相对湿度 69%；多年平均日照时数 1233.8h；多年平均风速 2.3m/s，最大风速 20.0m/s。最早初霜期 11 月，最晚终霜期 3 月。

1.1.2.5 水文

(1) 径流

湾坝河径流主要来源于降水，高山融雪水和地下水、岩溶水次之。由于该流域中上游植被良好，域内岩层又破碎，裂隙发育，对径流的调蓄作用较大，使径流具有丰沛、稳定的特点。根据安顺场站年径流成果推算，二台子水电站坝址多年平均流量为 9.66m³/s，多年平均径流量为 3.51 亿 m³。

二台子电站坝址年径流成果，详见表 1-3。

表1-3 本工程年径流成果表

位置	时段	均值 (m ³ /s)	Q (m ³ /s)		
			P=10%	P=50%	P=90%
坝址	年 (5 月~翌年 4 月)	9.66	11.4	9.61	8.02
	枯期 (11 月~翌年 4 月)	3.97	4.65	3.95	3.3

(2) 泥沙

本工程闸址以上地区泥沙主要来源：(1) 暴雨洪水冲刷地表，把大量泥沙冲至下游，闸址以上域内植被覆盖率高（多系原始森林）有利阻止暴雨洪水冲刷地表，致产沙能力减低；(2) 人类活动影响，如修建公路等破坏岸坡及表土；(3) 域内山洪暴发产生的泥石流及河床两岸崩塌、滑坡产生的堆积物是产生推移质的主要来源。二台子水电站坝址多年平均推移质年输沙量为 3.78 万 t，多年平均含沙量 812g/m³，多年平均泥沙年输沙总量 29.0 万 t。二台子电站坝址泥沙计算成果见表 1-4。

表1-4 二台子电站坝址泥沙计算成果表

名称	集水面积(km ²)	多年平均悬移质		汛期(6-9月)			多年平均年推移质年输沙量(万t)	多年平均泥沙年输沙总量(万t)
		含沙量(g/m ³)	输沙量(万t)	含沙量(g/m ³)	输沙量(万t)	输沙量占全年百分数(%)		
坝址	256	812	25.2	1280	24.5	97.2	3.78	29

(3) 洪水

本工程为小(I)型水电工程，坝址与厂区均采用 50 年一遇标准设计 100

年一遇标准校核。工程坝址、厂址设计洪水成果表见表 1-5。

表1-5 本工程坝址、厂址设计洪水成果表

工程区	各设计频率流量 (m ³ /s)				
	0.50%	1%	2%	3.33%	5%
坝址	252	225	178	164	145
厂址		268	212	195	173

1.1.2.6 土壤

根据九龙县土壤普查，县境内土壤类型以红壤、黄棕壤、棕壤为主，其次为暗棕壤、亚高山草甸土、高山寒漠土、山地棕壤、沼泽土等。由于高山、亚高山、草甸、高山寒漠土的成土母质以白云岩、泥灰岩为主，形成土层较薄、下多砾石、渗漏严重的特征，棕壤系列的土壤由泥灰岩、灰岩等发育而成，其土层较厚，但粗骨性强，特别是耕作土多山灰色砂岩、辉长岩、石灰岩及洪水冲积物等发育而成，其结构以粗骨粒为主，透气性好，但肥力较差，保水、抗蚀性能低下。区域内各类土壤的分布与面积为：

红壤：主要分布在沿雅砻江及一级支流的河谷地区，面积约 0.85 万 hm²。

黄棕壤：主要分布于大河边区和三坪乡的半坡地带（半高山的山地温暖地带），面积约 2.75 万 hm²。

暗棕壤：主要分布在高海拔地带，以汤古、上团、斜卡、呷尔、朵洛、子耳等地为主，面积约 16.67 万 hm²。

潮土：分布于河流沿岸冲积阶地和河漫滩地，以三岩龙、子耳、湾坝等地为主，面积 0.06 万 hm²。

亚高山草甸土：分布于高山亚寒带地区，以汤古、呷尔、湾坝、上团等地为主，面积 7.92 万 hm²。

高山寒漠土：分布在海拔 4900~5100m 的高山寒带地区，面积 1.07 万 hm²。工程区土壤类型主要为红壤，土壤质地以沙—轻壤为主，重壤、砾石土次之，土壤绝大部分呈酸性，pH 值介于 4.5-5.5 之间，土层厚度以中厚层为主，有机质和氮素含量较高，速效钾大于 100ppm 的占 26.3%，50-100ppm 的占 61.25%。

1.1.2.7 植被

九龙县植被受立体地形和气候的制约，呈垂直分布，形成典型的高原山区植被群落，按海拔分类，其植被群落从低海拔到高海拔可分为五个带谱：

落叶阔叶林带：在海拔 1500-2400m 之间，主要分布于子耳、魁多、烟袋、

乌拉溪、朵洛、小金、三娅乡等地。

针阔叶混交林带：在海拔 2400-2800m 之间，分布于子耳、魁多、烟袋、乌拉溪、朵洛、小金、三娅乡等地。

明亮针叶林带：在海拔 2800-3400m 之间，子耳、魁多、烟袋、乌拉溪、朵洛、小金、三娅、上团、湾坝等乡均有分布。

阴暗针叶林带：在海拔 3400-4200m 之间，分布于子耳、乌拉溪、三娅、上团、湾坝等乡。

高山灌丛草甸带：在海拔 4200-4800m 之间，主要分布于子耳、乌拉溪、湾坝等乡。九龙县有林地面积 25.09 万 hm^2 ，占全县总面积的 37.1%；天然草场面积 33.44 万 hm^2 ，占全县总面积 49.4%。

据调查，九龙县树种包括针叶树种、阔叶树种、灌木树种及经济树种。其中针叶种主要包括松科的云杉属、冷杉属、铁杉属、落叶松属、松属，柏科的侧柏属；树种有云杉、巴山冷杉、苍山冷杉、云南铁杉、红杉、云南松、高山松和侧柏等，阔叶乔木树种主要包括杨柳科、壳斗科、桦木科的山场、川杨、青杨、刺叶栎、细叶青冈和红桦等；灌木树种主要有构子木、三颗针、野蔷薇和杜鹃等；经济果木主要有云香科的花椒和柑桔、胡桃科的核桃、蔷薇科的苹果。

全县主要草种有高山寒草、高山早熟禾、珠牙萝、黑花苔草、羊茅、披碱草等，主要分布在海拔 4000m 以上的高山宽谷、缓坡和小型台地，该县的上团和湾坝两乡是草场的主要分布区域。

工程区以阔叶林为主，自然植被较好，分布的主要树种有桦木科的山杨、川杨、青杨、细叶青冈、刺叶栎、红桦等，灌木树种有沙棘、三颗针、胡枝子、野蔷薇和杜鹃等。项目区林草覆盖率 32.58%。

1.1.2.8 项目区水土流失区划及容许水土流失量等

本工程属建设类、点型项目，项目位于凉山州九龙县。根据《全国水土保持区划（试行）》（办水保〔2015〕512号），项目区属青藏高原区（藏东—川西高山峡谷区）。根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（水利部办水保〔2013〕188号文）和四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函〔2017〕482号），项目区所在的甘孜州九龙县不属于国家级水土流失重点治理区范围

与水土流失重点预防区，属于四川省省级重点治理区（雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点治理区）。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属 I 类水力侵蚀类型区中 I₅ 西南岩溶区，土壤容许流失量 500t/km²·a。

项目区占地不涉及饮用水水源保护区，水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等；无水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；本项目建设区未在县级以上地方人民政府划定的崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区内，不属于水土流失严重，生态脆弱的地区。

1.1.2.9 工程与九龙县湾坝省级自然保护区的区位关系

（1）湾坝省级自然保护区的位置、范围

甘孜州九龙县湾坝省级自然保护区位于四川省甘孜藏族自治州九龙县东部湾坝乡境内，地理坐标介于东经 101°52'11" ~ 102°10'10"；北纬 28°48'35" ~ 29°06'44"，南北长 34km，东西宽 29km，总面积 478.89km²。

保护区四周界线：东面以九龙县与石棉县县界为界，南东面以九龙与冕宁县县界为界，南面及南西面以大渡河与雅砻江两大水系的分水岭为界，西面以湾坝河与正沟之间的分水岭为界，北面东起白水河沟尾处，向西沿岩棚子沟上游以南的山坡至金银堡子以南，然后沿足挖沟与高碉沟之间的山脊向西与西界封闭。

（2）保护区性质

保护区是以保护高山自然生态系统、大熊猫及其它濒危珍稀物种为主，是集物种与生态保护、科学研究等多功能于一体的综合性自然保护区。

（3）保护区类型

保护区是以保护典型的高山山地自然生态系统为主的自然生态型保护区。

（4）保护区保护对象

保护区的重点保护对象是高山自然生态系统，以及森林生态系统、生物多样性、地质遗迹等。

（5）工程与自然保护区的区位关系

经现场踏勘，走访各相关部门并结合九龙县湾坝省级自然保护区总体规划图，确定本工程距自然保护区最近的水平直线距离约 3km，根据九龙县国土资源和环境保护局文件《湾坝自然保护区办公室关于湾坝省级自然保护区与湾坝河干

流猪鼻沟口以上河段水电规划区为关系的说明》(九国土环保函〔2009〕14号文),二台子电站水库淹没、枢纽布置及施工布置均位于四川湾坝省级自然保护区之外。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 水土保持管理

本项目为点、线结合型项目,建设过程中对建设区域存在一定的扰动,建设过程中严格按照征地范围进行施工。建设单位经过优化,建立了以国能大渡河巨源电力有限公司、设计、施工、监理、质量专家组、工程质量监督总站等构成的质量管理框架,即“业主负责、施工保证、社会监理、专家把关、政府监督”的行之有效的工程质量管理体系。国能大渡河巨源电力有限公司将水土保持、环境保护等专项评价纳入主体工程管理,设置质量分管领导,统一领导工程管理工作。下设安全质量环保部,配置了专职人员,对整个工程建设水土保持全面的质量监督职责构成了完善的质量保证体系。

1.2.2 “三同时”制度落实情况

项目建设单位较为重视水土保持工作,水土保持“三同时”制度具体落实情况如下:

(1) 方案编制及设计

本项目于2010年9月委托成都新川大水土保持生态环境建设规划设计研究有限责任公司编制该项目水土保持方案报告书,于2011年6月编制完成了《四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书(送审稿)》。2011年6月,四川省水利厅组织了对本方案的评审工作,并提出了修改意见,经编制单位认真补充、修改、完善后可送审,水保方案编制单位于2011年8月完成《四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书》(报批稿);

2011年11月16日,四川省水利厅以“川水函〔2011〕1732号”对《甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书》进行了批复。

水土保持后续设计包括专项设计和施工图设计严格遵守了批复的水土保持方案在确定水土保持措施体系、防治措施类型,并开展了相应的工作。

(2) 施工过程管理

本项目施工经历雨季,水土保持监理工作主要由工程监理单位宜昌三大工程建设监理公司执行水土保持相关内容。施工时,场地雨水主要来自自然降水,故产生的水土流失的径流相对较小,根据工程实际需要情况,现场进行实施水土保持措施,因此,在施工过程中水土保持措施较原水土保持方案有所变化。工程施工过程中,严格按照要求进行管护,因此,过程管理较为规范。

(3) 试运行期

在工程结束后,建设单位组织开展水土保持自查自验,建设单位从水土保持验收角度出发,委托我单位开展补充监测工作。水土保持监测较为滞后,目前,项目现场恢复基本到位,水土保持措施发挥了水土流失防护效益。

1.2.3 水土保持方案编报

国能大渡河巨源电力有限公司积极贯彻《水土保持法》,根据项目实际,在主体工程施工阶段,及时补充开展水土保持方案的编制,以便水土保持工程与主体工程同步实施,防止工程建设造成新增水土流失。

本项目于2007年开工,水土保持方案于2011年11月编报,属于施工阶段后补编报,编报时间较晚,未落实好三同时制度,建设单位应提高水土保持意识,在今后的项目建设前应完成水土保持方案编制,才能对项目指导起到积极效益。

《四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书》(简称“水保方案”)(四川省水利厅,川水函〔2011〕1732号)针对工程建设项目区水土流失流失特点、工程建设时序、造成危害的程度等,设计了较为完整的水土流失防治措施体系。

国能大渡河巨源电力有限公司成立了环境保护、安全领导小组,负责项目施工过程中生态环境保护问题。建设单位在施工阶段对裸露地表防护、排水和临时防护工程采取了一定防护措施,施工期经历雨季,因地表裸露,造成了一定的水土流失量,堆渣、未及时覆盖防护区域存在水土流失现象,因此建设单位严格要求了施工单位控制扰动范围,后期实施绿化植物措施,经过治理后,得到一定恢复。

因此,建设单位根据监测、监理单位意见,积极对现场水土保持措施不足的位置进行了整改。整体而言,水土保持措施实施到位。

1.2.4 水土保持监测意见的落实情况

本项目主体工程建设期间水土保持监测工作由建设单位自行开展，各监理单位、施工单位等相关单位再建设单位的组织下，有序落实各项水土保持监测工作。

2021年3月，建设单位委托四川众望安全环保技术咨询有限公司开展后续水土保持监测工作，本项目水土保持监测单位入场后，建设单位等相关单位积极配合水土保持监测组开展相关水土保持监测工作。

2021年3月25日，我公司对现场进行踏勘巡查，根据现场实际情况，项目主体工程占地范围内已完成硬化及复耕；施工临时道路边坡挡护措施完好，基本恢复边坡绿化，临时道路已留作当地村民放牧通道使用；施工生产生活区迹地已基本恢复；但项目弃渣场涉及5处，渣场弃渣完成后，植被恢复不到位，部分渣场背靠山坡，上方存在汇水面，但渣场截排水设施不完善，部分堆场挡渣墙修建不完善、存在破损等情况，不能起到良好的防护作用。

我公司对不到位的地方提成问题及建议，形成水土保持监测意见书一份，项目业主随即对渣场进行整治工作，对渣场进行削坡放缓，渣脚破损的挡墙进行修缮，对渣顶进行平整，并覆土撒播草籽恢复绿化；并于4#~6#渣场靠山坡侧修建浆砌石排水沟。

2021年8月21日，项目整改基本结束，我公司根据现场情况，对各整治点进行常规巡查，各处渣场已基本完成整改，但3#渣场与8#渣场场地未进行平整，现场堆渣较乱，植被覆盖率较低，现场存在部分裸露地表，因此我公司对整改不到位的部分地方提出建议，形成水土保持监测意见书一份，项目业主收到监测意见后，即刻对项目现场再次进行整改，将渣场堆渣削坡摊铺，降低堆渣高度及边坡坡度，并加强植被抚育管理，补植麦冬等草株，截止目前，各渣场已基本整治结束，植被得到了一定程度的恢复。

目前渣场区植被虽得到一定的恢复，但植被恢复形式单一，项目业主应加强后续的管护工作，加强植被抚育管理，根据批复的水土保持方案，通过穴状整地的方式栽植小灌木，以恢复其植被覆盖，保障植被的多样性，与周边环境相协调。同时后续需继续加强对水土保持设施的维护工作，巩固现有水土保持措施成果，确保运行期持续发挥生态效益和工程安全，并做好记录。

1.2.5 监督检查意见落实及重大水土流失危害事件处理情况

根据“川水函〔2011〕1732号”，四川省水利厅要求建设单位切实落实水土保持“三同时”制度，定期向我厅报告水土保持方案的实施情况，并接受甘孜州、九龙县水土保持监督管理机构的监督检查。

本项目于2011年8月，项目建设单位按要求编制了水土保持方案，项目建设过程中，建设单位自行组织有关单位、人员开展项目水土保持监测工作，并由主体监理承担项目水土保持监理工作。

建设单位于2021年3月委托四川众望安全环保技术咨询有限公司承担项目水土保持监测工作，及四川众旺节能环保科技有限公司开展水土保持设施验收工作。

工程建设期间，未发生重大水土流失危害事件，在监测时段内未发生较大水土流失，截止2021年10月，未对周边区域构成安全生产事故。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

根据《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(水利部令第16号)规定，生产建设项目的建设单位应该依据批准的水土保持方案，对水土流失状况进行水土流失状况监测，水土保持监测报告应作为工程竣工水土保持专项验收的必备材料。同时，根据《中华人民共和国水土保持法》第四十一条“对可能造成严重水土流失的大中型生产建设项目，生产建设单位应当自行或者委托具备水土保持监测资质的机构，对生产建设活动造成的水土流失进行监测”。我公司属于后期补充监测，因此，本项目在2021年3月委托了我公司对现场进行后续的调查监测工作。

因本项工程施工已经结束，我公司接收委托后与建设单位、探讨了建设工程水土保持监测工作的组织实施和监测技术方法，对施工过程中建设单位施工过程中前期实际的水土流失自行巡查监测情况进行了总结，在建设单位积极配合下，组织技术人员于2021年3月对项目区采取现场查勘量测摄影等方式进行了第一次调查，初步了解了项目区的水土流失和水土保持情况。

我单位查阅了批复的水土保持方案报告书，根据批复的水保方案，工程于2007年7月开工，2011年12月竣工，设计水平年为2012年，监测时段为施工准备期开始到设计水平年结束。

因项目施工时段发生变化，实际监测时段与方案发生变化，项目于2007年7月启动建设，2012年9月建设完成，且目前工程已经完工，主体工程实施措施已经发挥效益，根据工程实际情况将监测时段确定为施工开始至水保设施验收结束，时间为2007年7月至2021年10月。2007年7月至2012年9月为施工期，2012年10月至2014年9月为自然恢复期，2014年9月至2021年10月，项目主体工程已硬化，临时工程已恢复绿化，开始发挥水土保持效益，且渣场主要为洞渣石方，经过10年堆置，已基本趋于稳定，基本无水土流失，该段时间的水保监测主要为回顾性调查，属于资料分析为主。

2021年3月，在实地勘察和分析整理野外调查资料等前期准备工作的基础上，我公司成立了四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持监测小组，配备了相应的调查设备，对现场进行调查。

我公司于2021年3月接受委托后，立即收集资料并进行分析，于2021年3月第一次进场，全面查看了项目地形地貌，做了简要工作说明并同时宣传相关法律法规政策。经现场查看，项目主体工程完好，施工道路及施工生产生活区等迹地已基本恢复，渣场经堆置近10年，已趋于稳定，但是渣场植被恢复较差，因此我公司对现场情况提出整改意见。

2021年8月15日，我公司第二次进场，建设单位对部分不规范堆渣进行了削坡平整，并对渣场占地范围内进行了绿化覆土，种植冬青等草株进行绿植恢复，但3#、8#渣场仍然存在不足，我公司再次对现场不足之处提出整改建议。

建设单位积极配合，对现场多次进行整改，截止2021年10月，项目现场植被恢复良好，各项指标基本达到防治标准。

我单位对该项目的现场监测主要为回顾性监测，在整个监测过程中，我单位采取现场调查、资料分析等方式进行，掌握工程现场恢复情况，根据现场实际植被恢复情况，提出了进一步修复措施。截止2021年10月，经现场查看，项目现场现状整体稳定，植被得到了一定恢复，项目区范围内基本已进行了硬化与绿化，各项指标基本达到一级防治标准。



植物样方



弃渣场边坡坡度调查监测



弃渣场挡渣墙结构尺寸调查监测



图 1-3 项目调查情

1.3.2 监测项目部设置

2021年3月，我公司接受委托后，为保障本工程水土保持监测工作顺利开展，本公司组织水土保持与荒漠化防治等专业知识强、业务水平高、监测经验丰富的人员成立该项目水土流失检测组，根据项目实际情况，采取不定期方式对现场进行监测。监测人员组成如下。

表 1-6 监测项目部

姓名	专业	职称	职务
郭伟康	水土保持与荒漠化防治	工程师	监测员
景天乙	土木工程	工程师	监测员
姜翔	土木工程	工程师	监测员
胡洪焰	森林保护	工程师	监测员

1.3.3 监测点布设

1.3.3.1 监测点布设原则

(1) 典型性原则

结合批复方案新增水土流失预测结果，以施工道路区与渣场区为重点，选择典型场所及典型样点进行监测；

(2) 代表性原则

根据工程施工工艺及工程水土流失特点相似性，选取有代表性区域进行监测；

(3) 结合项目实际情况布设原则

布设水土流失监测点应该结合工程的实际情况，同时与主体工程设计及施工相一致，保证项目水土保持监测与工程实际情况相吻合。

1.3.3.2 监测点布设主要思路

项目监测组根据工程实际情况，从多方面，多角度的了解项目建设过程水土保持情况，从收集资料开始，分析确定重要监测内容和重点区域进行点位布设。根据工程实际情况采取以下思路进行项目区水土保持监测点进行布设：

(1) 根据工程特点，重点监测渣场区、施工道路区措施建设运行情况及绿化区植被恢复情况，对实施工程措施、植物措施及水土流失强的区域进行点位布设，按设计要求完善排水沟、迹地恢复等工程措施与植物措施等；

(2) 针对工程建设过程中临时堆土等占地，以咨询、调查为主；

(3) 选取有代表性的绿化点位进行典型样地观测，在获取近期典型样点水土流失程度的同时估算项目建设过程中水土流失状况。

1.3.3.3 监测点布设结果

结合实施方案并根据现场实际情况进行调整，监测组确定本项目监测点共 11 个，以资料分析和调查监测为主进行监测。

具体布置见下表 1-3。

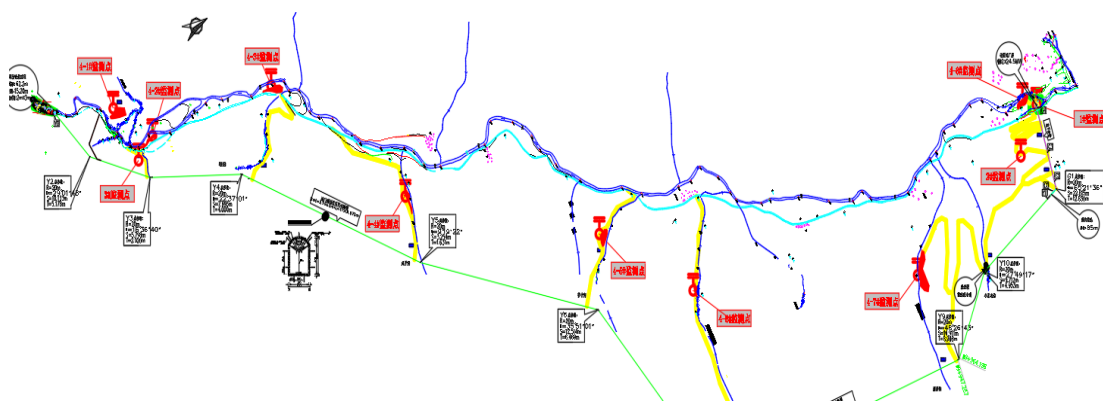


图 1-4 监测点位布设图

表 1-7 监测点位布设

分区	监测点位置	编号	监测点类型	监测内容	监测方法	监测设备	监测频次	备注
主体工程区	厂房枢纽	1#	巡查型	水土流失量 水保措施布设量	巡查监测 资料分析	卷尺 测距仪	1	根据原水保方案监测布设点位及方法进行监测，因监测委托较晚，项目已完工，主要监测项目区内植被恢复情况，对施工期内的采用分析资料，调查的方式进行监测，巡查项目内水土保持设施布设情况
施工道路区	前往各支洞施工临时道路	2#	巡查型	水土流失量 绿化恢复情况	调查巡查监测 资料分析	皮尺 测距仪	1	
施工生产生活区	1#施工生产生活区	3#	巡查型	绿化恢复情况 水保措施布设量 迹地恢复情况	调查巡查监测 资料分析	植物样方	1	
渣场区	1#临时渣场	4-1#	巡查 调查型	对周围环境影响 水土流失量 绿化恢复情况 水保措施布设量	调查巡查监测 资料分析	坡度仪 植物样方	1	
	2#临时渣场	4-2#						
	3#弃渣场	4-3#						
	4#弃渣场	4-4#						
	5#弃渣场	4-5#						
6#弃渣场	4-6#							
7#临时弃渣场	4-7#							
8#弃渣场	4-8#							

1.3.4 监测设施设备

监测设备主要有：数码相机、测距仪、钢卷尺、皮尺、植物样方、坡度仪、测高仪等。本项目采用监测仪器、设备详见下表 1-8。

表 1-8 工程水土保持监测设施及设备一览表

序号	仪器、设施设备	单位	数量	备注
1	手持式 GPS	套	2	监测点、场地等定位量测
2	数码相机	台	2	用于监测现场图片记录
3	数码摄像机	台	1	用于监测现场影响记录
4	皮尺、钢卷尺	个	4	措施调查
5	植物样方	个	若干	用于现场植被调查
6	测高仪	台	1	测量苗木高度
7	胸径尺	个	1	测量苗木胸径尺寸
8	测距仪	台	1	测量距离、面积
9	坡度仪	套	1	用于测量坡度
10	易耗品		若干	样品分析用品、玻璃器皿等

1.3.5 监测技术方法

我公司接收委托后，立即组织相关技术人员对现场进行查看，通过现场查看。在查看调查过程中，主要针对工程、植被措施实施情况，排水等临时措施进行调查，结合当季雨水量进行合理分析。监测技术路线如下图所示：

因国能大渡河巨源电力有限公司委托时间较晚，项目施工组织造成了一定的破坏，本项目水土流失监测属于后续监测，对施工前期采取回顾性调查监测，收集分析资料为主，为充分调查项目施工过程中造成的水土流失情况和项目水土保持措施效果，本单位组织了水土保持与荒漠化防治等专业知识强、业务水平高、监测经验丰富的人员成立该项目水土保持监测组，针对该项目实际情况，落实各项监测工作。工作过程中，采取定期和不定期的方式多次对现场进行地面监测和调查监测。

针对项目实际情况及公司业务能力，公司对本项目的水土保持监测工作任务十分重视，由公司技术总工直接领导该项目监测技术工作，对项目监测工作进行统筹安排。监测组分为领导小组、技术工作小组和后勤保障组。

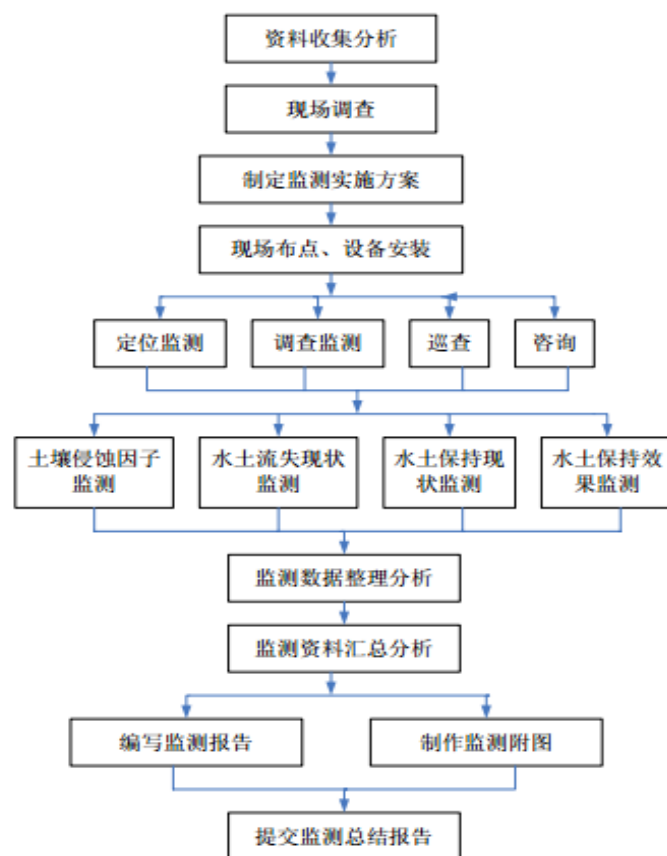


图 1-5 监测技术路线

(1) 调查咨询和资料分析

监测组根据地形地貌的变化情况、扰动土地、工程挖方、填方数量，采用三维地形测量和现场调查方法监测，并与监理数据进行对比修正；工程建设区水土流失危害监测评估采用实地调查、痕迹排查的方法进行；防护措施的数量和质量、林草成活率、保存率、生长情况及林草覆盖度、防护工程的稳定性、完好性和运行状态采用植被调查方法进行。调查监测在本工程中的应用：

采用红外线测距仪测量二维数据或皮尺等，经计算得出扰动土地面积，统计各类工程项目占压或开挖土地的类型面积。

(2) 巡查监测

巡查监测是指定期、定位采取点线结合的方式，进行现场巡视。本工程定位主要采用摄像、照相，重点标记等方法，无法到达的地方采用无人机进行巡视，全面掌握建设区水土流失动态及特征，及时发现问题和排除隐患，充分发挥水土保持监测的预防先导功能，通报建设单位进行环境监管和整治。

(3) 咨询

在监测过程中，关于主体工程的实施进度，工程建设过程的变更事宜，及时向建设单位、施工单位以及监理单位了解、咨询，便于我们根据工程进度实施水土保持监测工作。

1.3.6 监测成果提交

(1) 监测数据记录

每次调查过程中，收集工程进度，收集各项措施规格及数量，并做影像记录，同时对现场不足提出整改意见。

(2) 监测实施方案

于2021年3月进场后，结合批复的水土保持方案与现场情况编制完成了《甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持监测实施方案》。

(3) 监测意见书

我公司第一次于2021年3月进场，对现场情况踏勘后，形成水土保持监测意见书一份（2021年3月25日），2021年8月，项目现场经整改后，对现场整改情况进行巡视监测，形成水土保持监测意见书一份（2021年8月12日），总计2本监测意见书。

(4) 监测报告

*1) 监测季度报告

由于项目已于2012年9月完工，监测项目组进场后对施工期进行了回顾性调查，结合施工期及竣工资料，编制了2021年度第2季度至第3季度季报2本。

*2) 监测总结报告

根据监测结果，从施工期至今，场地植被生长良好，我单位通过收集竣工资料和监测数据进行汇总，于2021年10月，编制完成了《四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

2.1 扰动土地情况监测

2.1.1 监测内容

通过资料分析并结合实地调查从而分析因施工造成的影响。主要包括水土流失防治责任范围内工程扰动地表面积情况,挖填土石方量和堆放面积、运移情况,开挖、填筑体形态变化和占地面积等的变化;结合原始土地利用类型,分析施工过程中新增水土流失面积及其分布,水土流失强度、水土流失量变化情况,获取水土流失状况的数据及主要影响因子的参数的变化情况。获取各扰动面积的实施时间、工程量。

2.1.2 监测方法

采用设计资料分析,结合实地调查,以实际调查情况为准。首先对调查区按扰动类型进行分区,如堆渣、开挖面等,同时记录调查点名称、工程名称、扰动类型和监测数据编号等。然后监测记录监测时段内产生的降雨量、洪水量和频次等。

(1) 项目建设区

监测元素:永久占地以及各类占地动态扰动变化过程;

监测方法:结合工程设计资料、施工进度采用测距仪、皮尺等监测仪器进行实地核算,进行面积测量。

(2) 直接影响区

项目建设可能影响区域面和各类土地利用类型面积。

(3) 水土流失面积监测

主要对工程建设扰动区域土壤侵蚀模数大于容许土壤侵蚀模数区域采用皮尺等监测仪器进行实地核算、面积测量。

(4) 其它面积监测

包括工程建设过程中植被临时恢复生长面积,复垦等水土保持措施面积。

监测方法:结合工程设计资料、施工和竣工资料并用皮尺等监测仪器进行实地核算,进行面积测量。

2.1.3 监测频次

本工程于 2007 年 7 月正式开工建设，2012 年 9 月完工，总工期为 62 个月，我单位于 2021 年 3 月进场，在初步调查完工情况的基础上，对项目已经扰动的情况进行了调查，分析了原地貌及可能造成的破坏情况。面积监测采取方式主要为调查监测和现场量测，土建施工期以实际调查和资料分析为主。

表 2-1 项目扰动土地情况监测表 单位：hm²

项目名称		耕地	林地	草地	水域及水利设施用地	其他土地	扰动面积	监测频次	监测方法
永久占地	主体工程区	1.03	0.22		0.27	0.38	1.90	回顾性调查监测	资料分析 调查巡查
临时占地	施工道路区		8.06	2.06			10.12		
	渣场区		2.05	1.71		1.15	4.91		
	施工生产生活区			0.73		1.01	1.74		
合计		1.03	10.33	4.5	0.27	2.54	18.67		

2.2 取料、弃渣情况监测

2.2.1 监测内容

主要分析监测土石方开挖、回填利用、土方堆放情况，以及土石方开挖临时堆放后防护及拦渣率，因本项目已完工，主要调查项目现场水土流失情况及植被恢复情况，同时结合施工资料分析土石方调配情况。

2.2.2 监测方法

本项目设计 5 处弃渣场，因本项目已完成施工，现场对渣场已不再进行扰动堆置，因此针对弃渣情况，本次监测主要为询问沟通建设方和施工方，资料分析法等；针对临时堆土主要调查其堆放量、位置、堆放时间和可能造成水土流失量，采用植被样方等工具测定项目现场迹地恢复情况。监测方法为实地调查法、资料分析法和实地量测法。

2.2.3 监测频次

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)，正在使用的弃土弃渣场，应每 10 天监测 1 次，其他时段应每季度监测不少于 1 次；正在使用的取土(石、料)场应每 10 天监测 1 次，其他时段应每月监测 1 次；因业主委托监测较晚，故对施工期及自然恢复期主要以资料分析为主，从 2021

年3月入场对该项目进行调查监测。

表 2-2 土石方监测表 (单位: 万 m³)

序号	工程区域	开挖	回填	利用方	调方				外购	余方
					调入	来源	调出	去向		
a	主体工程区	41.29	4.81	16.76						19.72
b	施工道路区	2.08	1.41							0.90
c	渣场区		0.35						0.35	
合计		43.37	6.57	16.76					0.35	20.39

2.3 水土保持措施

2.3.1 监测内容

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161号),应重点监测实际采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量,以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等。

2.3.2 监测方法

采用地面观测、实地量测和资料分析的方式进行。

项目措施主要采用皮尺、钢卷尺、坡度仪量测排水沟尺寸、坡面、坡度等。

(1) 防治措施数量与质量

工程水土保持数量由现场测量结合监理资料进行确定,施工质量由监理单位确定。

(2) 防护工程稳定性、完好程度和运行情况

项目水保措施主要有土地整治、绿化覆土、撒播草籽、浆砌石排水沟、C15毛石挡土墙、土袋拦挡等,工程施工质量由施工监理单位确定,监测过程中查看措施运行情况,因工程施工可能造成的影响,完好程度。

针对项目防治责任范围亦采用巡查的监测方法。巡查监测内容主要有:工程实施的水土保持措施运行情况,包括工程措施的完整性、完好性,植物措施的成活率、盖度等等;巡查项目建设过程中是否存在重大水土流失隐患,工程施工结束后是否有未进行水土流失治理的盲区,例如,土质冲沟造成下垫面侵蚀等;巡查工程建设可能造成水土流失对周边的影响程度。

植被措施采用样方调查的方式,对植被恢复效果进行调查:

(1) 乔木生长情况

树高：采用测高仪进行测定；

胸径：采用胸径尺进行测量；

冠幅：晴天选取合理时间利用太阳光产生阴影进行量算。

(2) 灌草存活率和保存率

选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。

分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度。计算公式为：

$$D = f_e / f_d \quad C = f / F$$

式中：D—林地的郁闭度（或草地的盖度）；

C—林（或草）植被覆盖度，%；

f_d ——样方面积， m^2 ；

f_e ——样方内树冠（草冠）垂直投影面积， m^2 。

f ——林地（或草地）面积， hm^2 ；

F ——类型区总面积， hm^2 。

纳入计算的林地或草地面积，其林地的郁闭度或草地的盖度都应大于 20%。关于标准地的灌丛、草本覆盖度调查，采用目测方法按国际通用分级标准进行。

2.4 水土流失情况

水土流失防治监测主要开展资料分析，分析包括水土流失状况监测和水土保持措施防治效果监测。主要以水土保持措施效果监测为主，并通过水土流失地面监测和调查的方式分析水土流失状况。

(1) 水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况，土壤侵蚀的类型以水力侵蚀为主，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀，主要发生在渣场区、施工道路区。

(2) 水土保持措施防治效果动态监测

主要针对项目建设过程中防治措施的数量与质量、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况；林草生长情况及植被覆盖率、已经实施的水土保持措施拦渣保土效果；监督及管理措施实施情况监测。

2.4.1 施工期土壤流失量调查

综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。

施工期土壤流失量动态监测主要包括施工期水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。施工期水土流失量采用调查和实地监测相结合分析土壤侵蚀情况。

(1) 水土流失因子

收集资料，主要对项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查。

*1) 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

*2) 气象因子：项目区气候类型分区、降雨、气温、无霜期、风速与风向等因子。其中，降雨因子主要为多年平均降雨量，数据主要来自气象站等。

*3) 土壤因子：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤 PH 值、土壤抗蚀性。

*4) 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

*5) 水文因子：水系形式、河流径流特征。

*6) 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

*7) 社会经济因子：社会因子及经济因子。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的，通过对水土流失因子的监测，确定工程区不同区域造成水土流失的不同影响因素。本项目气候、水文等因子采用当地气象局或者附近监测站数据进行水土流失因子可能造成水土流失分析评价。

(2) 土壤侵蚀量监测

土壤侵蚀量的监测内容主要包括土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量等反映整个土壤侵蚀情况的指标。

*1) 土壤侵蚀强度

项目各个监测分区的土壤侵蚀强度监测，土壤侵蚀强度分为微度侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强度侵蚀、极强度侵蚀及剧烈侵蚀。

*2) 土壤侵蚀模数

单位面积土壤及其母质在单位时间内侵蚀量的大小。是表征土壤侵蚀强度的定量指标。

*3) 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。根据项目实际建设情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中实际的水土流失因子、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量的情况进行监测。

表 2-3 水土流失情况监测内容、频次和方法

监测内容	监测方法	监测频次	备注
水土流失面积	资料分析	每周一次	主要结合工程建设情况，确定扰动土地面积和水土流失面积。
	实地量测	每月一次	定点量测扰动土地面积和水土流失面积。
土壤流失量	实地量测	每月一次	定点量测监测点（断面）侵蚀沟数量，计算代表范围的土壤流失量。
潜在土壤流失量	实地调查	每月一次	结合设计以及水土流失预测，计算若不采取措施产生的土壤流失量。
水土流失危害	实地调查	每月一次	定期调查措施的运行状况，调查产生的水土流失是否影响耕作，是否对工程建设安全和进度造成影响，是否堵塞灌溉渠或河道。

2.4.2 水土流失危害监测

(1) 项目建设造成水土流失对林地、耕地等的危害；

本项目耕地、林地均获得了当地居民和林业管理部门认可，施工过程中，未对非建设区域的林地构成危害。

(2) 项目建设造成水土流失对周边民房、居民造成的影响状况；

项目施工中，未对周边建筑及居民造成不良影响。

(3) 项目建设造成水土流失危害趋势及可能发生灾害现象；

项目施工过程中，积极做好水土保持措施，排水疏导，做好保土保水工作。

(4) 项目建设造成水土流失对区域生态环境影响状况；

水土流失可控，需加快植被恢复，形成一定郁闭度，促进生态和谐发展。

(5) 调查项目建设过程重大水土流失事件。

项目无重大水土流失现象发生。

2.4.3 水土流失监测方法

对水土流失重点地段和水土流失防治重要点进行类比分析调查，监测组通过类比当地项目原地貌侵蚀模数、各地表扰动类型侵蚀分析及工程施工过程典型监测点土壤侵蚀分析推算。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持防治责任范围

3.1.1.1 批复的水土保持方案确定的防治责任范围

根据《四川省水利厅关于甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2011〕1732号）及《甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》，本工程水土流失防治责任范围为 41.57hm²。

表 3-1 批复的水保方案确定的防治责任范围 单位：hm²

项目分区	防治责任范围	备注
主体工程区	1.90	包括取水枢纽、厂房枢纽等
施工道路区	10.12	前往各支洞临时施工道路约13.28km
料场区	18.93	包括4处砂砾石料场、1处土料场
渣场区	7.35	共计8处弃渣场
施工生产生活区	1.74	含10处施工生产生活区及配套布设的水池、综合加工厂等
水库淹没区	1.53	取水枢纽上游淹没区
总计	41.57	

3.1.1.2 施工期防治责任范围监测结果

根据监测、现场实地勘查，工程建设扰动原始地貌范围为主体工程区、施工道路区、渣场区、施工生产生活区、水库淹没区 5 个区域，共计防治责任范围面积 20.20hm²。其中永久占地面积 1.90hm²，临时占地 18.30hm²，总体上较批复的水土保持方案设计防治责任范围减少 21.37hm²。

工程建设期水土流失防治责任范围见下表。

表 3-2 施工期防治责任范围 单位：hm²

项目分区	防治责任范围	备注
主体工程区	1.90	包括取水枢纽、厂房枢纽等
施工道路区	10.12	前往各支洞临时施工道路约13.28km
渣场区	4.91	共计5处弃渣场，3处临时堆渣场
施工生产生活区	1.74	含10处施工生产生活区及配套布设的水池、综合加工厂等
水库淹没区	1.53	取水枢纽上游淹没区
合计	20.20	

3.1.1.3 防治责任范围变化原因

表 3-3 防治责任范围监测表

分区		批复面积	实际面积	增减情况
项目建设 扰动范围	主体工程区	1.90	1.90	0
	施工道路区	10.12	10.12	0
	料场区	18.93	0	-18.93
	渣场区	7.35	4.91	-2.44
	施工生产生活区	1.74	1.74	0
	水库淹没区	1.53	1.53	0
合计		41.57	20.20	-21.37

项目实际较批复水保方案确定的防治责任范围发生变化，通过查阅资料和分析，项目实际占地 20.20hm²，其中永久占地 1.90hm²，临时占地 18.30hm²，包括耕地 1.03hm²、林地 10.33hm²、草地 4.50hm²、水域及水利设施用地 1.80hm²、其他土地 2.54hm²。

本项目原水保方案批复面积为 41.57hm²，工程施工期实际发生的水土流失防治责任范围面积较批复水保方案减小，其中变化为料场区占地面积减小 18.93hm²，渣场区减小 2.44hm²，具体各区变化情况如下：

(1) 料场区：批复的水保方案中，料场由坝址区料场、兰夹沟口料场、湾坝乡料场、高碉料场 4 处砂砾石料场及 1 处土料场组成，占地约 18.93hm²，经询业主，工程在建设过程中未在水保方案中划定的料场取料，取料主要为砂砾石材料、围堰防渗土料及后续绿化覆土，在实际建设过程中砂砾石均进行外购，围堰采用防渗膜、未开采土料，因此本工程未单独布设取料场，5 处取料场均未启用，因此面积减少 18.93hm²。

(2) 渣场区：批复的水保方案中，渣场共涉及 8 处弃渣场，占地约 7.35hm²，根据现场踏勘情况，本工程共启用 5 处弃渣场（3#弃渣场、4#弃渣场、5#弃渣场、6#弃渣场、8#弃渣场），1#、2#、7#弃渣场仅作为临时弃渣场使用。其中 1#、2#、3#、7#弃渣场面积分别为 0.79hm²、0.54hm²、0.72hm²、1.18hm²，与批复的水保方案一致，4#弃渣场面积 0.38hm²，较批复的水保方案减小 0.55hm²，5#弃渣场面积 0.61hm²，较批复的水保方案减小 0.40hm²，6#弃渣场面积 0.16hm²，较批复的水保方案减小 0.75hm²，8#弃渣场面积 0.53hm²，较批复的水保方案减小 0.71hm²。弃渣场实际总占地面积 4.91hm²，较批复的水保方案面积减小 2.44hm²。

3.1.2 建设期扰动土地面积

3.1.2.1 批复的水土保持方案确定的扰动土地面积

根据批复的水保方案，本项目建设期预计开挖扰动地表、占压土地面积为40.04hm²，占地类型为占地类型包括耕地、林地、草地、水域及水利设施用地、其他土地等。

批复的水保方案建设期扰动面积见下表。

表 3-4 各阶段扰动土地面积监测表 单位 hm²

分区		耕地	林地	草地	水域及水利设施用地	其他土地	合计
永久占地	主体工程区	1.03	0.22		0.27	0.38	1.90
临时占地	施工道路区		8.06	2.06			10.12
	渣场区		3.07	2.56		1.72	7.35
	料场区				6.40	12.53	18.93
	施工生产生活区			0.73		1.01	1.74
	小计	0	11.13	5.35	6.40	15.26	38.14
合计		1.03	11.35	5.35	6.67	15.64	40.04

3.1.2.2 施工期扰动土地面积监测结果

本项目建设过程中，实际扰动土地面积 18.67hm²，较批复的水保方案设计占地面积减少了 21.37hm²，未扩大施工扰动范围，各防治分区、各年度扰动土地面积见下表。

表 3-5 各阶段防扰动土地面积监测表 单位 hm²

序号	分区	方案批复情况	实际施工情况	实际年度扰动情况					
		占地扰动面积	占地扰动面积	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
1	主体工程区	1.90	1.90	0.87	1.90	1.90	1.03	1.03	0.09
2	施工道路区	10.12	10.12	10.12	10.12	10.12	10.12	10.12	10.12
3	渣场区	7.35	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91
4	料场区	18.93	0	0	0	0	0	0	0
5	施工生产生活区	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
合计		40.04	18.67	17.64	18.67	18.67	17.80	17.80	16.86

本工程已于 2007 年 7 月开工，2012 年 9 月完工。

2007 年开工后，即进行场内道路修建，完成混凝土拌合系统、机修汽修车间及木材、钢筋、钢材等综合加工系统，并开始对首部枢纽及输水隧洞进行施工，道路及枢纽、各输水支洞的开挖土方堆置于各就近弃渣场占地内，2007 年扰动地表面积 17.64hm²。

2008 年，厂区枢纽开始进场建设，各支洞分别向两侧进行洞挖作业，各渣

场、施工生产生活区间协调施工作业，整个工程进行大规模建设，至 2009 年 4 月，首部枢纽建设完成，2008 年至 2009 年间，扰动地表面积约 18.67hm²。

2010 年至 2011 年，引水隧洞持续进行洞挖、衬砌、灌浆等作业，并于 2011 年 6 月完成建设，厂区枢纽、压力管道等建设也已于 2011 年 5 月建设完成，该段建设工程期间，扰动地表面积约 17.80hm²。

2012 年，工程土建工程基本结束，进行金属结构设备及设备安装工作，调试后进行试运行，期间对各渣场、施工道路、施工生产生活区及厂区内空地进行迹地恢复，扰动地表面积约 16.86hm²。

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据批复的水保方案，共设计 5 处取料场，4 处为砂砾石料场，1 处为土料场。

(1) 防渗土料场

本工程的防渗土料主要为围堰的防渗使用。临近工程区防渗土料缺乏，仅在坝址区下游 3.5km 的布无堡子，对防渗土料进行了调查，并布置了少量试验工作，其结果表明：料场厚度 3m，储量约 $1.5 \times 10^4 \text{m}^3$ ，试验成果指标与围堰防渗土质量技术要求对比表明，各项指标均基本符合技术要求。工程施工时，围堰防渗采用土工膜防渗，未在土料场取用防渗土料。

(2) 砂砾石料场

主体工程在设计阶段，由近及远对 4 个砂砾石料场（坝址区料场、兰夹沟口料场、湾坝乡料场、高碉料场）进行了勘探试验，勘探总储量为 28.6 万 m³。试验表明除砂含泥量指标超标外，其余各项指标可基本满足 SL251-2000 规程的质量技术要求。

*1) 坝址区料场

坝址区料场位于上下坝址之间的湾坝河左岸河漫滩上，地形较平坦，砂砾石料为第四系全新统现代河流冲积堆积层。砾卵石成分为中等风化的花岗岩、石英、变质砂岩，次圆状，质坚硬。砂为中砂，矿物成分以石英、长石和岩屑为主，少量云母。该料场靠近坝址区，有公路从其近旁通过，开采运输条件均较方便。

该料场勘探储量 5.6 万 m^3 ，净砂储量为 1.21 万 m^3 ，净砾石储量为 4.39 万 m^3 。

*2) 兰家沟料场

该料场位于坝址区下游约 6.5km 的湾坝河河漫滩上，地形较平坦。砂砾石料为第四系全新统现代河流冲积堆积层。砾卵石成分为中等风化的花岗岩、石英、变质砂岩，次园状，质坚硬。砂为中砂，矿物成分以石英、长石和岩屑为主，少量云母。有简易碎石公路相通，开采运输条件较为方便。

料场勘探储量 13 万 m^3 ，净砂储量为 3.61 万 m^3 ，净砾石储量为 9.39 万 m^3 。

*3) 湾坝乡料场

料场位于坝址区下游约 12.5km 的河漫滩上，地形较平坦。砂砾石料为第四系全新统现代河流冲积堆积层。砾卵石成分为中等风化的花岗岩、石英、变质砂岩，次园状，质坚硬。砂为中砂，矿物成分以石英、长石和岩屑为主，少量云母。有简易公路相通，开采运输条件较为方便。

料场勘探储量 0.15 万 m^3 ，净砂储量为 0.063 万 m^3 ，净砾石储量为 0.063 万 m^3 。

*4) 高碛料场

料场位于坝址区下游约 10.5km 的湾坝河河漫滩上，地形较平坦，有公路相通，开采运输条件较为方便。

料场勘探储量 9.6 万 m^3 ，净砂储量为 2.88 万 m^3 ，净砾石储量为 6.72 万 m^3 。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

本项目实际建设过程中，水保方案确定的 5 处取料场均未启用，工程建设所需砂砾石与土料等均进行外购。

3.2.3 取料对比分析

在工程实际建设过程中，对批复的水保方案中设计的砂砾石料场与防渗土料场未进行开采，砂砾石在施工过程中外购并辅以利用引水隧洞等开挖的洞渣石方；围堰填筑未开采防渗土料，在实际施工中利用开挖土石方填筑并铺设防水膜等防护；后续植被恢复所回覆的表土等均进行外购，因此不涉及料场的施工扰动，料场区所布设的各项水土保持措施未进行实施。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据《四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》和《四川省水利厅关于甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2011〕1732号），工程土石方开挖总量 45.42 万 m^3 （折合松方 63.89 万 m^3 ），填方总量 7.18 万 m^3 （折合松方 8.44 万 m^3 ），弃方 38.24 万 m^3 （折合松方 55.43 万 m^3 ）。

批复的水保方案共设计 8 处弃渣场，工程弃渣场基本沿坝址至厂址两岸河流阶地及冲沟旁高台地布置，总占地面积约 7.35 hm^2 ，弃渣量 38.24 万 m^3 （折合松方 55.43 万 m^3 ）。

1#渣场位于坝址下游河段约 110m 的湾坝河左岸一级阶地上，占地面积约 0.79 hm^2 ，弃渣量约 5.34 万 m^3 （松方），主要堆放坝址枢纽区、主洞进洞口洞段及首部枢纽围堰开挖、拆除弃渣。

2#渣场位于 1#支洞下游附近湾坝河右岸一级阶地，占地面积约 0.54 hm^2 ，弃渣量约 4.15 万 m^3 （松方），主要堆放引水隧洞 1#支洞工作面洞段、1#支洞开挖弃渣及 1#施工道路开挖弃渣。

3#渣场位于 2#支洞下游附近湾坝河右岸一级阶地，占地面积约 0.72 hm^2 ，弃渣量约 5.54 万 m^3 （松方），主要堆放引水隧洞 2#支洞工作面洞段、2#支洞开挖弃渣及 2#、3#施工道路开挖弃渣。

4#渣场位于成子沟左岸台地上，占地面积约 0.93 hm^2 ，弃渣量约 7.18 万 m^3 （松方），主要堆放引水隧洞 3#支洞工作面洞段及 3#支洞开挖弃渣。

5#渣场位于阿夫拉达沟左岸台地上，占地面积约 1.01 hm^2 ，弃渣量约 7.89 万 m^3 （松方）主要堆放引水隧洞 4#支洞工作面洞段、4#支洞开挖弃渣及 4#施工道路开挖弃渣。

6#渣场位于兰家沟出口与湾坝河所围成的一级阶地上，占地面积约 0.94 hm^2 ，弃渣量约 7.35 万 m^3 （松方）主要堆放引水隧洞 1#跨沟段工作面洞段开挖弃渣及 5#施工道路开挖弃渣。

7#渣场位于磨房沟右岸台地上，占地面积约 1.18 hm^2 ，弃渣量约 9.09 万 m^3 （松方）主要堆放引水隧洞 1#、3#跨沟段工作面洞段开挖弃渣及 6#施工道路开

挖弃渣。

8#渣场位于厂址河段上游湾坝河右岸阶地上,占地面积约 1.24hm²,弃渣量约 8.88 万 m³ (松方) 主要堆放坝址压力前池、压力管道、厂区工程、5#支洞、交通沟及 7#施工道路开挖弃渣。

表3-6 批复的水保方案中二台子水电站工程渣场特性表

渣场编号	位置	容渣量	实际堆渣量松方	占地面积	平均堆渣高度
		(万m ³)	(万m ³)	(hm ²)	(m)
1#	二台子水电站坝址下游	7.33	5.34	0.79	9.3
2#	1#支洞下游附近河滩地	4.96	4.15	0.54	9.2
3#	2#支洞下游附近河滩地	6.61	5.54	0.72	9.2
4#	成子沟	8.59	7.18	0.93	9.2
5#	阿夫拉达沟	9.34	7.89	1.01	9.2
6#	兰夹沟	8.68	7.35	0.94	9.2
7#	磨房沟	10.9	9.09	1.18	9.2
8#	厂址上游	11.11	8.88	1.24	9.0
合计		67.52	55.43	7.35	

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

根据项目竣工资料,项目共开挖土石方 43.37 万 m³,回填土石方量 6.59 万 m³ (含绿化覆土 0.35 万 m³),弃方 20.39 万 m³ (松方 27.53 万 m³),因本工程弃渣主要为枢纽工程及引水隧洞开挖洞渣,洞渣基本为石方,石方作为隧洞衬砌结构骨料加以利用,因此项目实际共启用 5 处弃渣场(3#弃渣场、4#弃渣场、5#弃渣场、6#弃渣场、8#弃渣场),1#、2#、7#弃渣场作为临时堆渣场使用,各防治分区调配土石方基本能够满足现场状况。

目前 1#、7#临时弃渣场已无堆渣,迹地已恢复,2#临时弃渣场已由附近村民复耕。

3#~6#、8#弃渣场位置与批复的水保方案一致,3#渣场位于 2#支洞下游附近湾坝河右岸一级阶地,中心地理位置坐标(东经 102°0'29.96",北纬°59'51.31"),占地面积约 0.72hm²,弃渣量约 4.30 万 m³。

4#渣场位于成子沟左岸台地上,中心地理位置坐标(东经 102°1'27.41",北纬 29°0'18.26"),占地面积约 0.38hm²,弃渣量约 3.23 万 m³。

5#渣场位于阿夫拉达沟左岸台地上,中心地理位置坐标(东经 102°2'13.81",北纬 29°1'2.81"),占地面积约 0.61hm²,弃渣量约 7.30 万 m³。

6#渣场位于兰家沟出口与湾坝河所围成的一级阶地上,中心地理位置坐标

(东经 102° 2'55.91", 北纬 29° 1'22.66"), 占地面积约 0.16hm², 弃渣量约 1.28 万 m³。

8#渣场位于厂址河段上游湾坝河右岸阶地上, 中心地理位置坐标(东经 102° 2'46.32", 北纬 29° 3'23.59"), 占地面积约 0.53hm², 弃渣量约 3.28 万 m³。

表3-7 实际二台子水电站工程渣场特性表

渣场编号	位置	中心地理位置坐标	实际堆渣量	实际堆渣量(松方)	占地面积 (hm ²)	堆置高度 (m)
			(万 m ³)	(万 m ³)		
3#	2#支洞下游附近河滩地	东经 102°0'29.96"北 纬 29°59'51.31"	4.30	5.81	0.72	6.0
4#	成子沟	东经 102°1'27.41"北 纬 29°0'18.26"	4.56	6.16	0.38	1.50~15.0
5#	阿夫拉达沟	东经 102°2'13.81"北 纬 29°1'2.81"	5.87	7.93	0.61	3.0~38.0
6#	兰夹沟	东经 102°2'55.91"北 纬 29°1'22.66"	1.38	1.86	0.16	1.0~10.0
8#	厂址上游	东经 102°2'46.32"北 纬 29°3'23.59"	4.28	5.77	0.53	8.50
合计			20.39	27.53	2.40	

3.3.3 弃渣对比分析

本项目挖方 43.37 万 m³, 挖方中约 6.22 万 m³ 土石方就地于大坝及其附属设施等进行回填, 约 16.76 万 m³ 洞渣石方作为引水隧洞衬砌骨料进行利用, 但开挖方远远大于需求用量, 因此余下 20.39 万 m³ 无法利用, 因此在现场布设 5 处弃渣场进行堆置。

工程实际设置的弃渣场与批复的水保方案中设计的弃渣场有一定变化, 批复的水保方案中共涉及 8 处弃渣场, 实际弃渣场共启用 8 处, 与批复的水保方案位置一致, 但由于部分洞渣石方用于引水隧洞衬砌结构利用, 弃渣场性质及面积等均发生改变。原批复的水保方案中 1#、2#、7#弃渣场仅作为临时弃渣场使用, 在实际施工堆置过程中, 也不断消耗利用, 在施工结束后进行复绿、复耕, 不再堆置弃渣; 3#~6#、8#弃渣场在堆置过程中, 因弃渣综合利用, 堆置面积、堆置方量等减小, 原批复的水保方案 8 处弃渣场总占地面积为 7.35hm², 实际为 4.91hm², 减小了 2.44hm², 原堆置弃渣量约 55.42 万 m³ (松方), 现弃渣总量为 27.53 万 m³ (松方), 弃渣量减少 27.90 万 m³ (松方)。

因弃渣场占地性质等变化, 因此在布设水土保持设施中, 施工单位在 3#~

6#、8#弃渣场坡脚下方修建挡渣墙，4#~6#弃渣场为坡地型渣场，在渣顶内侧修建截排水沟，侧边修建纵向排水沟等，并对各弃渣场渣顶及坡面进行覆土绿化。1#、3#、7#临时弃渣场因不进行长久堆置，在施工过程中随堆随取，仅作为临时堆渣场使用，因此在施工过程中，未布设浆砌石挡渣墙、排水沟等永久性防护措施，在堆置过程中，采用土石袋拦挡及防雨布遮盖等临时性措施进行防护。

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 设计弃土情况

根据《四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》和《四川省水利厅关于甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2011〕1732号），工程土石方开挖总量 45.42 万 m³（折合松方 63.89 万 m³），填方总量 7.18 万 m³（折合松方 8.44 万 m³），围堰流失 0.02 万 m³，弃方 38.24 万 m³（折合松方 55.43 万 m³）。

表 3-8 批复方案土石方流向表 单位：万 m³（松方）

序号	项目	挖方		土石填筑	调入方		调出方		外借方		弃方	
		土石方明挖	石方洞挖		数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
一	主体工程	15.87	40.91	6.41								
1	首部枢纽	4.31		0.97			0.48	首部导流			2.87	1#渣场
2	引水隧洞	3.82	38.74	2.43								
*1	主洞进洞口	0.42	1.72	0.27							1.88	1#渣场
*2	1#支洞工作面	0.42	3.40	0.27							3.56	2#渣场
*3	2#支洞工作面	0.42	4.70	0.27							4.85	3#渣场
*4	3#支洞工作面	0.42	6.31	0.27							6.47	4#渣场
*5	4#支洞工作面	0.42	6.93	0.27							7.08	5#渣场
*6	1#跨沟段	0.42	7.14	0.27							7.29	6#渣场
*7	2#跨沟段	0.42	5.10	0.27							5.26	7#渣场
*8	3#跨沟段	0.85	3.44	0.54							3.75	7#渣场
3	压力前池	0.58	0.63	0							1.21	8#渣场
4	压力管道	0.20	1.54	0							1.73	8#渣场
5	厂区工程	6.95	0	3.02							3.94	8#渣场
二	临时工程	3.81	3.30	2.51								
1	施工支洞	0.74	3.30									
*1	1#支洞	0.14	0.40								0.55	2#渣场
*2	2#支洞	0.11	0.54								0.66	3#渣场

序号	项目	挖方		土石 填筑	调入方		调出方		外借方		弃方	
		土石方 明挖	石方 洞挖		数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
*3	3#支洞	0.12	0.60								0.72	4#渣场
*4	4#支洞	0.13	0.62								0.75	5#渣场
*5	5#支洞	0.14	0.66								0.80	8#渣场
*6	交通沟	0.09	0.48								0.57	8#渣场
2	首部导流	0.14		0.48	0.48	首部枢纽					0.60	1#渣场
3	施工道路	2.93		2.03							0.90	2、3、5-8#渣场
合计		63.89		8.44	0.48		0.48				55.43	

3.4.2 实际土方情况

经施工单位提供的结算资料，本次建设共开挖土石方 43.37 万 m³，回填土石方量 6.57 万 m³（含绿化覆土 0.35 万 m³），利用方 16.76 万 m³，借方 0.35 万 m³，弃方 20.39 万 m³（松方约 27.53 万 m³），弃方堆置于本工程设计的 5 处弃渣场内。

（1）表土平衡

工程施工前未对场地进行表土剥离，无表土集中堆放区。后期所需表土等均进行外购。

根据现场踏勘及施工资料等，本工程覆土仅对渣场占地范围内进行回覆表土，渣场总占地面积 4.91hm²，可绿化范围约 4.80hm²，对渣顶及坡面覆盖表土层，渣顶约 10.0cm，堆体坡面约 5.0cm，覆土总量约 0.35 万 m³。

表3-9 表土回覆量一览表

序号	项目分区	名称	覆土面积 (hm ²)	覆土量 (万 m ³)	备注
1	渣场区	1#渣场	0.79	0.06	渣顶覆土厚度约 10.0cm，坡面覆土厚度约 5.0cm
2		2#渣场	0.54	0.04	
3		3#渣场	0.72	0.05	
4		4#渣场	0.35	0.03	
5		5#渣场	0.58	0.04	
6		6#渣场	0.14	0.01	
7		7#渣场	1.18	0.09	
8		8#渣场	0.50	0.04	
合计			4.80	0.35	

（2）主体工程区

*1) 取水枢纽

取水枢纽由滚水坝、引水暗涵、沉砂池、引水明渠、沉砂池末端节制闸等

组成。根据竣工结算资料，滚水坝坝体及基础开挖约 2.17 万 m^3 ，其中土方约 0.89 万 m^3 ，石方约 1.28 万 m^3 ，开挖土方中 0.48 万 m^3 运至坝体上游用于围堰填筑，余下 0.41 万 m^3 运至 3#弃渣场堆放，取水枢纽建设完成后，围堰拆除量 0.48 万 m^3 ，拆除土石方均运至 3#弃渣场堆放。石方全部运至 1#临时弃渣场做临时堆存，其中 1.11 万 m^3 于 1#生产生活区加工作为引水隧洞建材骨料利用，0.17 万 m^3 用于滚水坝基础回填。

引水渠总计开挖 0.28 万 m^3 ，其中土方约 0.13 万 m^3 ，石方约 0.15 万 m^3 ，引水渠底部基础回填石方约 0.07 万 m^3 ，余下土石方约 0.21 万 m^3 全部运至 3#弃渣场堆置。

沉沙池与末端截止阀开挖土石方约 1.25 万 m^3 ，其中土方约 1.14 万 m^3 ，石方约 0.11 万 m^3 ，回填量土石方量约 0.28 万 m^3 ，余下土石方约 0.97 万 m^3 全部运至 3#弃渣场堆置。

综上，取水枢纽建设过程中总计挖方 3.70 万 m^3 ，回土方 0.52 万 m^3 ，利用方 1.11 万 m^3 ，弃方 2.07 万 m^3 ，弃方运至 3#弃渣场堆置。

*2) 引水枢纽

引水枢纽土石方为进水口，引水隧洞开挖以及溢水道工程，前池、压力管道，尾水渠的开挖，根据施工监理资料，进水口工程开挖土石方 0.07 万 m^3 ，回填约 0.02 万 m^3 ；引水枢纽隧洞开挖石方约 29.60 万 m^3 ，引水隧洞支洞工作面在施工结束后进行封堵回填，回填量约 1.79 万 m^3 ；前池工程开挖土石方约 0.41 万 m^3 ，压力管道开挖石方约 1.17 万 m^3 ；溢水道工程开挖土石方 0.49 万 m^3 ，回填约 0.25 万 m^3 ；尾水渠工程开挖土石方约 0.65 万 m^3 。

综上，引水枢纽在建设过程中总计挖方 32.39 万 m^3 ，回填 2.06 万 m^3 ，引水枢纽开挖的石方中约 15.88 万 m^3 作为建材骨料加以利用，弃方 14.45 万 m^3 ，弃方按各支洞位置，就近运至 3#~6#、8#弃渣场堆置。

*3) 厂区枢纽

厂房枢纽主要为主机间、安装间、副厂房、升压站楼、进厂公路、回车场及尾水建筑物等组成，在前期场平及基础等开挖中，开挖土石方约 5.20 万 m^3 ，场平、基础回填量约 2.23 万 m^3 ，弃方 2.97 万 m^3 其余均运至 8#渣场堆置。

综上，主体工程在建设过程中总计挖方 41.29 万 m^3 ，回填 4.81 万 m^3 ，利

用方 16.99 万 m³，弃方 19.49 万 m³，弃方按各支洞位置，就近运至 3#~6#、8# 弃渣场堆置。

(2) 施工道路区

施工道路主要是为了施工时临时通行，道路采挖填用半挖半填方式，施工道路总挖方 2.93 万 m³，共计回填 2.03 万 m³，挖方料基本用于施工道路局部回填，余下 0.90 万 m³ 土石方运至各道路就近弃渣场进行堆存。

表 3-10 实际土石流向表 单位：万 m³

序号	工程区域	开挖	回填	利用方	外购	弃方	挖方、填方及弃方变化因素明细
a	主体工程区	41.29	4.81	16.76		19.72	<p>该区批复挖方 43.34 万 m³，填方 5.86 万 m³，弃方 40.39 万 m³</p> <p>由于本项目方案为施工阶段进行编制，编制情况较实际有一定出入，本项目已竣工，根据实际竣工结算等资料，项目实际开挖土石方量与批复的水保方案比较，土石方量有所减小，总体变化不大，但在实际施工过程中，施工单位将引水隧洞开挖的部分洞渣石方用作建材骨料加以利用，因此弃方量大幅度减小</p>
b	施工道路区	2.08	1.41			0.67	<p>该区批复挖方 2.08 万 m³，填方 1.41 万 m³，弃方 0.67 万 m³</p> <p>在本方案编制阶段，施工道路等均以形成，根据监理等结算资料，施工道路区土石方与批复的水保方案保持一致，未发生变化</p>
c	渣场区		0.35			0.35	<p>弃渣场在堆置后未对现场做恢复措施，且渣场堆置弃渣基本为石方，植被难以恢复生长，因此在水保监测过程中，我公司对渣场整改提出相关迹地恢复建议，建设单位对现场不足之处进行整改，对渣场进行绿化覆土，为后续植被生长提供有力条件</p>
合计		43.37	6.57	16.76	0.35	20.39	

施工过程中土石方主要为主体工程开挖回填等产生了较多的土石方，开挖后存在较大面积裸露区域，但水保措施实施到位，未造成明显水土流失。本工

程实际土石方开挖量较水土保持方案相比减少了 2.05 万 m^3 , 土石方回填量减少了 0.61 万 m^3 ; 由于本项目方案为施工建设阶段进行编制, 编制情况较实际有一定出入, 因本项目已竣工, 根据实际竣工结算等资料, 该工程的开挖土石方量有一定变化, 但总体变化不大, 基本与水土保持方案保持一致, 因部分弃渣综合利用, 因此弃渣量较批复的水保方案大幅度减小。

3.5 其他重点部位监测结果

场内经过场平存在较大开挖, 开挖后, 会存在大量裸露区域, 在未防护前容易导致水土流失, 在雨季前大部分及时进行了防护, 起到了一定的保护作用。从目前现状来看, 枢纽工程已全部硬化, 渣场区、施工道路区等区域均已采取绿化措施, 植被恢复较好。

从扰动面积看, 渣场区与施工道路区面积较大, 弃渣场在弃渣前在坡脚修建了挡渣措施, 弃渣结束后, 通过撒播草籽等方式进行迹地恢复, 并于渣顶内侧修建浆砌石截、排水沟, 场地内汇水通过自然和人工沟道进行疏导后, 未形成大面积侵蚀沟, 水土保持措施起到了一定作用。

从扰动频次看, 施工道路区属于车辆经常碾压的区域, 扰动频次较高, 在雨季存在一定的水土流失, 道路旁设排水沟, 雨季水流能及时的进行疏导, 完工后, 采取边坡绿化、种草绿化等一系列迹地恢复措施, 有利于水土保持。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 设计情况

根据《四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》和《四川省水利厅关于甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2013〕1732号），在本项目建设前，项目批复水土保持方案工程设计工程措施如下：

（1）主体工程区：浆砌石护坡 250m³、浆砌石排水沟 900m³、浆砌石框格 320m³、围堰拆除 4005m³。

（2）施工道路区：浆砌石截、排水沟 3810m³、浆砌石护坡 620m³。

（3）渣场区：浆砌块石挡墙 3222m³、浆砌块石排水沟 1305m、覆土 21480m³。

4.1.2 监测结果

工程措施实际实施工程量主要以查阅方案设计资料、施工单位施工资料以及工程监理资料并进行水土保持措施调查确认。

（1）主体工程区

主体工程区主要包括取水枢纽与厂区枢纽建设。取水枢纽主体结构布设沉沙池一处，沉沙池内开挖边坡较高，采用 30cm 厚 M7.5 浆砌石护坡，约 250.0m³。

取水枢纽在建设过程中，上游布设施工围堰，且目前已拆除，根据生产建设项目水土保持技术标准（GB50433-2018），围堰填筑/拆除不界定为水土保持措施。

目前厂房枢纽周边已不存在边坡，浆砌石框格、排水沟未进行实施，厂区内基本以硬化为主，为排除大气降雨等积水，在场地内布设约 350.0m 砼盖板砖砌排水沟，沟宽 30.0cm，深 40.0cm，壁厚 12.0cm。

厂房内人性、车辆等占地采用混凝土硬化，设备周边进行碎石铺装，在大门出入口两侧空地处进行复耕，复耕面积约 0.09hm²。

（2）施工道路区

施工道路为了路基和边坡的稳定和安全，在部分陡峭路基边坡内侧设置了浆砌石截、排水沟与浆砌石护坡，浆砌石截、排水沟约 2700.0m³，浆砌石护坡

700.0m³。

(3) 渣场区

弃渣场在弃渣过程中遵循先拦后弃的原则，在弃渣前，先在渣体坡脚下方修建挡渣墙，1#、2#、7#弃渣场在实际施工中作临时弃渣场使用，弃渣基本用于工程回填及建材骨料使用，场地内未布设永久性拦挡设施，迹地目前已基本完成复绿、复耕；3#弃渣场在临河侧修建 C15 毛石混凝土挡墙，长度约 150m，高度 2.0m，埋深 0.5m，挡墙底宽 1.5m，挡墙顶宽 1.0m；4#、5#、6#、8#弃渣场为保障渣体安全稳定，防止湾坝河、冲沟洪水对渣脚冲刷，设置 C15 毛石混凝土挡墙，高度 2.5m，埋深 0.5m，挡墙底宽 2.5m，挡墙顶宽 2.0m，前坡 1:0.1，总计布设挡墙 570.0m（其中 4#弃渣场 200.0m，5#弃渣场 130.0m，6#弃渣场 100.0m，8#弃渣场 140.0m）。

4#、5#、6#弃渣场为坡地型渣场，为防止汛期坡面洪水冲刷渣顶造成水土流失，在渣场内侧设置排洪沟，排洪沟宽 1.0m，深 0.50m，采用 M7.5 浆砌石衬砌，衬砌厚 20.0cm，总长约 600.0m（其中 4#弃渣场 250.0m，5#弃渣场 200.0m，6#弃渣场 150.0m）。

渣场弃渣结束后，对迹地进行整地，清除占压地与渣顶堆置洞渣，整地面积约 4.33hm²，渣顶及坡面覆土以恢复绿化，覆土厚度 5~10cm，覆土面积为植被恢复面积，约 4.91hm²，覆土量约 0.35 万 m³。

表 4-1 工程措施变化表

防治区域	分区防治措施	方案设计工程量		实际实施工程量		增减
		单位	数量	单位	数量	
主体工程区	浆砌石护坡	m ³	250.0	m ³	250.0	0
	浆砌石排水沟	m ³	900.0	m ³	0	-900.0
	浆砌石框格	m ³	320.0	m ³	0	-320.0
	砼盖板排水沟	m	0	m	350.0	350.0
	复耕	hm ²	0	hm ²	0.09	0.09
施工道路区	浆砌石截、排水沟	m ³	3810.0	m ³	2700.0	-1110.0
	浆砌石护坡	m ³	620.0	m ³	700.0	80.0
渣场区	浆砌块石挡墙	m ³	3222.0	m ³	0	-3222.0
	浆砌块石排水沟	m	1305.0	m	600.0	-705.0
	C15 毛石砼挡墙	m	0	m	720.0	720.0
	土地整治	hm ²	0	hm ²	4.33	4.33
	覆土	万 m ³	2.15	万 m ³	0.35	-1.80

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 设计情况

本项目绿化工程设计按景观好，效果高效持久、安全可靠；管理简单易行；价格合理来综合考虑方案。遵循生态优先、注重复绿实效、注重景观、施工安全、长期安全、因地制宜、适地适树、生物多样性的原则。

各防治分区在建设结束后，采取各项植物恢复措施以恢复植被建设，项目批复的水土保持方案设计植物措施如下：

- (1) 主体工程区：杨树 113 株、沙棘 113 株、种草绿化 0.55hm²。
- (2) 施工道路区：边坡绿化 2.23hm²、杨树 3320 株。
- (3) 渣场区：沙棘 3469 株、种草绿化 7.16hm²。
- (4) 料场区：杨树 781 株、沙棘 781 株、种草绿化 2.50hm²。
- (5) 施工生产生活区：杨树 1088 株、种草绿化 1.74hm²。

4.2.2 监测结果

通过查阅资料并结合现场核实：本次监测区域植物措施面积共计 9.06hm²，本项目植被恢复主要为撒播草籽地被类植被建设恢复。

主体工程为枢纽大坝与发电厂区，以混凝土硬化结构为主，场地内基本无裸露地表栽植绿化，在出入口大门两侧空地由项目部人员复耕种植，未进行绿化恢复。

施工道路根据地方政府和当地群众的要求，路面予以保留，留作乡村公路，以方便当地群众放牧出行、生产生活等，仅对两侧开挖边坡与路基靠边坡坡顶、坡脚两侧进行植被恢复，恢复面积约 2.52hm²，草种选用黑麦草、早熟禾等混播。

弃渣场在施工结束后，对渣顶与渣体坡面迹地恢复，撒播草籽约 4.80hm²，草种选用麦冬。

施工生产生活区在使用结束后，对临时构筑物予以全部拆除，拆除后，对施工占压扰动范围内撒播草籽进行植被恢复，恢复面积约 1.74hm²。

由于本工程砂砾石等建材骨料基本外购，不再涉及料场的开采，因此批复的水保方案中所设计的植物措施未进行实施。

表 4-2 植物措施变化表

防治区域	分区防治措施	方案设计工程量		实际实施工程量		增减
		单位	数量	单位	数量	
主体工程区	杨树	株	113	株	0	-113
	沙棘	株	113	株	0	-113
	种草绿化	hm ²	0.55	hm ²	0	-0.55
施工道路区	边坡绿化	hm ²	2.23	hm ²	2.23	0
	杨树	株	3320	株	0	-3320
	种草绿化	hm ²	0	hm ²	0.29	0.29
渣场区	沙棘	株	3469	株	0	-3469
	种草绿化	hm ²	7.16	hm ²	4.80	-2.25
料场区	杨树	株	781	株	0	-781
	沙棘	株	781	株	0	-781
	种草绿化	hm ²	2.50	hm ²	0	-2.50
施工生产生活区	杨树	株	1088	株	0	-1088
	种草绿化	hm ²	0	hm ²	1.74	1.74

从上表对比可以看出：本项目各防治区植物措施量与批复发生变化，因本次各区防治责任范围发生变化，植被绿化面积较规划面积减小，主要为 5 处料场未启用，8 处渣场实际面积较批复有所减小，后期进行绿化建设面积相应减小，所实施植物措施减少。

本监测报告认为：工程实际实施的水保植物措施根据项目实际施工情况有一定变化，经过后续养护后，场地绿化效果进一步增加，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GBT 50434-2018）4.0.5 条，在防治责任范围中扣除水域与复耕面积计算林草覆盖率，验收区域绿化率达 53.49%。

批复的水保方案中绿植按高标准景观进行恢复，通过栽植杨树、沙棘等乔灌木的方式，加强周边环境效果，目前基本采用黑麦草、早熟禾及麦冬等地被植物进行绿化恢复，通过植被恢复生长，能够起到固结土壤的效果，防治水土流失，可达到批复水保方案水土保持植物措施防治功能要求。

但植物种类过于单一，在后续的植被恢复过程中，应按照水土保持方案要求，补植杨树、沙棘等乔灌木，恢复现场植物多样性，起到良好水土保持效益。

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 设计情况

查阅监理资料和施工资料或影响，核实施工过程中临时措施是否实施，并

根据监理资料核实其工程量。依据批复的水土保持方案，于施工生产生活区对砂砾石临时堆料设计了临时挡护措施。

(1) 施工生产生活区：干砌石临时挡护 620m³。

4.3.2 监测结果

为最大限度减少临时堆料和临时弃渣堆放期间新增的水土流失，严格按照先拦后弃原则，预先在临时堆土下侧设置可靠的土袋拦挡措施，能够有效的防止堆体坍塌，防治水土流失，起到良好的保土、保水效果。土袋挡墙采用开挖土石方进行装袋，呈梯形断面，下底宽 1m，上底宽 0.6m，高 0.8m，土袋按“一丁两顺”搭放。

施工生产生活区总计布设土袋挡墙 850.0m³，渣场区土袋挡墙主要布设于 1#、2#、7#临时弃渣场堆置的弃渣坡脚，总计布设土袋挡墙 1134.0m³。

在施工期间，施工单位对渣场区内堆渣采用防雨布进行覆盖，防止雨水冲刷坡面造成的水土流失，具有良好的水土保持功能，防雨布总计敷设约 5000.0m²。

表 4-3 临时措施变化表

防治区域	分区防治措施	方案设计工程量		实际实施工程量		增减
		单位	数量	单位	数量	
渣场区	土袋拦挡	m ³	0	m ³	1134.0	1134.0
	防雨布遮盖	m ²	0	m ²	5000.0	5000.0
施工生产生活区	干砌石临时挡护	m ³	620.0	m ³	0	-620.0
	土袋拦挡	m ³	0	m ³	850.0	850.0

从上表对比可以看出：本项目各防治区临时措施量有一定变化，主要原因是：施工生产生活区等根据施工实际情况进行布设措施，批复的水保方案中防护采用 1.0m 高干砌块石挡土墙做临时拦挡，因洞渣主要为小石块，施工单位就地取材，利用石块装袋进行堆置拦挡。1#、3#、7#渣场区因性质发生变化，未永久弃渣，因此该处弃渣场未修建永久性砼挡墙，在施工期间采用土石装袋进行拦挡，措施形式有所变化。

4.4 水土保持措施防治效果

通过了解本工程的《水土保持方案报告书》，对照项目施工过程实施的水土保持防治措施与效果，检验项目建设过程中水土流失是否得到有效控制，是否达到了水土保持方案提出的目标和国家规定的标准，判断项目水土保持防护工

程的技术合理性。

工程在建设过程中，参建单位注重水土保持工作与生态环境的保护，按照水土保持方案报告书和专项设计的要求，结合各防治分区的特点，因地制宜、因害设防地实施了全面有效的水土保持防护措施。

工程建设期间针对水土保持措施实施类型、数量、保存状况、运行状况与防治效果监测。土地整治、绿化覆土等措施能确保地貌恢复；浆砌石截、排水沟等措施确保占地区域积水及时排出；工程施工结束后，对场地内进行了植被绿化恢复，美化生态环境；

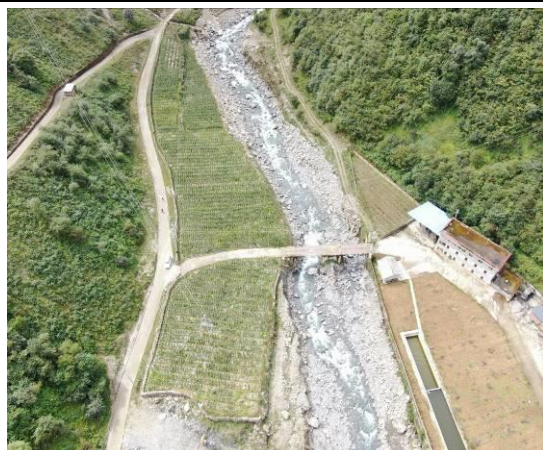
通过实施水土保持监测，结合工程施工对地表扰动方式、扰动程度、造成水土流失以及采取的防护措施效益分析，可以确定水土保持措施均得到了及时落实，水土保持措施在保持土壤肥力、控制水土流失、地貌恢复、绿化美化等方面来看，均达到预期效果。本工程水土保持管理规范、严格规范施工、及时落实水土保持措施，建设期间未产生因水土流失造成影响施工进度和施工安全的事件。



厂区枢纽厂区内排水沟及排出口



1#临时弃渣场及施工生产生活区迹地恢复



2#临时弃渣场复耕



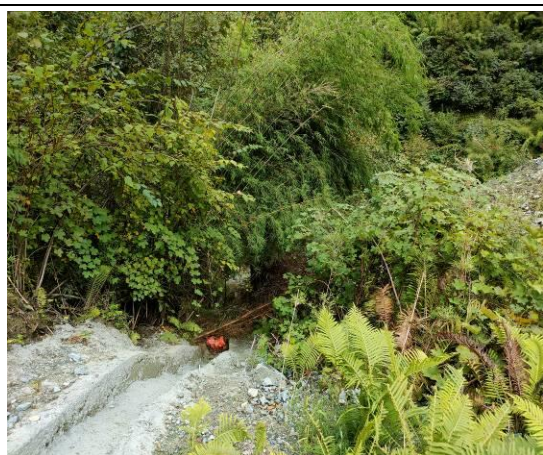
3#弃渣场绿植恢复



4#弃渣场挡渣墙



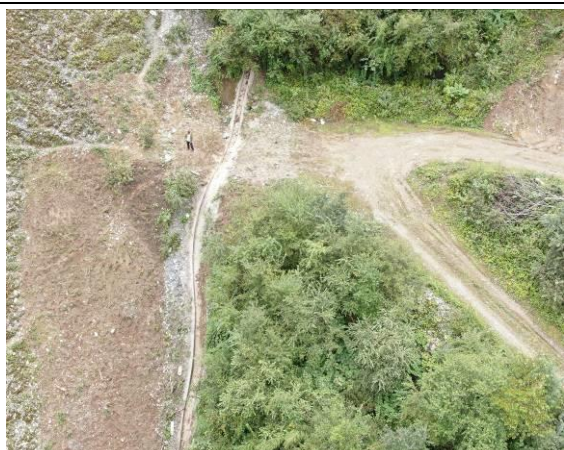





4#弃渣场渣顶绿化及内侧排水沟



4#弃渣场侧边纵向截排水沟

4.水土流失防治措施监测结果

	
5#弃渣场边坡绿化与坡脚挡渣墙	5#弃渣场渣顶绿化与顶部截排水沟
	
5#弃渣场纵向排水沟	5#弃渣场边坡绿化
	
5#弃渣场渣顶绿化	6#弃渣场绿化覆土

4.水土流失防治措施监测结果

	
6#弃渣场挡土墙与截排水沟	7#临时弃渣场现状
	
7#临时弃渣场现状	8#弃渣场渣顶绿化
	
8#弃渣场挡渣墙	施工道路边坡绿化及挡护措施

表 4-4 水土保持措施汇总表

分区	措施类型	措施内容	方案设计工程量		实际实施工程量		增减
			单位	数量	单位	数量	
主体工程区	工程措施	浆砌石护坡	m ³	250.0	m ³	250.0	0
		浆砌石排水沟	m ³	900.0	m ³	0	-900.0
		浆砌石框格	m ³	320.0	m ³	0	-320.0
		围堰拆除	m ³	4005.0	m ³	0	-4005.0
		砼盖板排水沟	m	0	m	350.0	350.0
		复耕	hm ²	0	hm ²	0.09	0.09
	植物措施	杨树	株	113	株	0	-113
		沙棘	株	113	株	0	-113
		种草绿化	hm ²	0.55	hm ²	0	-0.55
施工道路区	工程措施	浆砌石截、排水沟	m ³	3810.0	m ³	2700.0	-1110.0
		浆砌石护坡	m ³	620.0	m ³	700.0	80.0
	植物措施	边坡绿化	hm ²	2.23	hm ²	2.23	0
		杨树	株	3320	株	0	-3320
		种草绿化	hm ²	0	hm ²	0.29	0.29
渣场区	工程措施	浆砌块石挡墙	m ³	3222.0	m ³	0	-3222.0
		浆砌块石排水沟	m	1305.0	m	600.0	-705.0
		C15毛石砼挡墙	m	0	m	720.0	720.0
		土地整治	hm ²	0	hm ²	4.33	4.33
		覆土	万 m ³	2.15	万 m ³	0.35	-1.80
	植物措施	沙棘	株	3469	株	0	-3469
		种草绿化	hm ²	7.16	hm ²	4.80	-2.36
	临时措施	土袋拦挡	m ³	0	m ³	1134.0	1134.0
		防雨布遮盖	m ²	0	m ²	5000.0	5000.0
料场区	植物措施	杨树	株	781	株	0	-781
		沙棘	株	781	株	0	-781
		种草绿化	hm ²	2.50	hm ²	0	-2.50
施工生产生活区	植物措施	杨树	株	1088	株	0	-1088
		种草绿化	hm ²	1.74	hm ²	1.74	0.00
	临时措施	干砌石临时挡护	m ³	620.0	m ³	0	-620.0
		土袋拦挡	m ³	0	m ³	850.0	850.0

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

表 5-1 各阶段水土流失面积一览表 单位: hm^2

阶段	分区	占地面积	扰动面积	流失面积
2007.7 ~ 2012.9 (施工期)	主体工程区	1.90	1.90	1.90
	施工道路区	10.12	10.12	10.12
	渣场区	4.91	4.91	4.91
	施工生产生活区	1.74	1.74	1.74
	合计	18.67	18.67	18.67
2012.10 ~ 2014.9 (自然恢复期)	主体工程区	1.90	0	0.09
	施工道路区	10.12	0	10.05
	渣场区	4.91	0	4.80
	施工生产生活区	1.74	0	1.74
	合计	18.67	0	16.68
2021.7 ~ 2021.10 (渣场整改期间)	渣场区	4.91	3.19	3.19

本项目施工期水土流失面积为 18.67hm^2 。2007年7月项目正式启动建设,主要包括施工临时道路开拓、取水枢纽工程与厂房枢纽开挖填筑及弃渣场弃渣堆置等,本项目于2012年9月完工。

2007年7月项目启动建设后,大面积进行施工,施工前场平,大坝基础开挖及料场大面积的开挖等,扰动面积较大,施工期内水土流失面积 18.67hm^2 。

2013年10月至2015年9月为自然恢复期,自然恢复期内由于植被未及时生长,地面裸露,造成水土流失面积为 16.68hm^2 ,经过近2年的自然恢复,项目植物措施发挥了一定效益。目前,项目已完工,可达到水土流失防治标准要求。

2021年7月至2021年10月,建设单位根据水保监测意见,开始对1#、3#~6#、8#渣场进行整改,整改过程中,对渣顶堆置洞渣进行削平摊铺,并在渣顶及坡面等位置进行回覆表土,在整治的过程中,对地貌进行了扰动,有一定的水土流失,流失面积约 3.19hm^2 。

5.2 土壤流失量

5.2.1 各阶段土壤流失量

项目建设准备期前期水土流失量及项目施工前未扰动时期水土流失量即为项目的原生水土流失量,因本项目施工期属于补充监测,采用的方法以侵蚀调

查为主。原生侵蚀按照用地类型，并结合相关规范和各年份水文气象特征进行估算。

项目原生土壤侵蚀量为项目区平均土壤侵蚀模数为 $1593\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。原生土壤侵蚀量推算表见下表 5-2。

表 5-2 原生土壤侵蚀量

调查单元	面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
主体工程区	1.90	2250
施工道路区	10.12	1300
渣场区	4.91	1800
施工生产生活区	1.74	2000
合计	18.67	1593

因此，按照原生侵蚀量监测推算，在不扰动的情况下，从 2007 年 7 月至 2012 年 9 月将产生原生水土流失量 1538t。

5.2.2 工程建设过程土壤流失量

工程建设过程中，发生的侵蚀类型以水力侵蚀为主，其中以面蚀、沟蚀为主。特别是在工程开挖和堆土过程中，在未采取防护措施的情况下，各开挖面，堆积体容易在降雨条件下形成较严重水土流失。

本项目按照水土流失监测分区划分。通过实际调查与监测等，获取土壤侵蚀模数，根据各个调查监测区域的质进行综合分析，取平均值，并根据各区特点通过修正得出，面积按各自侵蚀面积计列，本项目分析过程中，将根据扰动的时间情况进行具体分析，通过类比，工程建设过程中扰动侵蚀模数如下表 5-3。

表 5-3 侵蚀模数

分区	施工期侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	自然恢复期侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
主体工程区	2500	500
施工道路区	3000	1500
渣场区	4000	1100
施工生产生活区	1800	1500

目前工程已经完工，主体工程实施措施已经发挥效益，根据工程实际情况将监测时段确定为施工开始至自然恢复期结束，时间为 2007 年 7 月至 2021 年 10 月。2007 年 7 月至 2012 年 9 月为施工期，即侵蚀时段为 5.17a；2012 年 10 月至 2014 年 9 月为自然恢复期，即侵蚀时段为 2.0a；2021 年 7 月~2021 年 10 月为弃渣场整改期间，即侵蚀时段为 0.33a。

工程建设过程中土壤流失状况见下表 5-4。

表 5-4 各扰动年限土壤流失量

年份	分区	扰动面积 (hm ²)	流失面积 (hm ²)	平均侵蚀模 数 (t/km ² ·a)	侵蚀时 段 (a)	水土流 失量 (t)
2007.7 ~ 2012.9 (施工期)	主体工程区	1.90	1.90	2500	5.17	246
	施工道路区	10.12	10.12	3000	5.17	1570
	渣场区	4.91	4.91	4000	5.17	1015
	施工生产生活区	1.74	1.74	1800	5.17	162
	小计	18.67	18.67			2992
2012.10 ~ 2014.9 (自然恢复期)	主体工程区	0	0.09	500	2.0	1
	施工道路区	0	10.05	1500	2.0	302
	渣场区	0	4.80	1100	2.0	106
	施工生产生活区	0	1.74	1500	2.0	52
	小计	0	16.68			460
2021.7 ~ 2021.10 (渣场整改期间)	渣场区	3.19	3.19	400	0.33	4
合计						3457

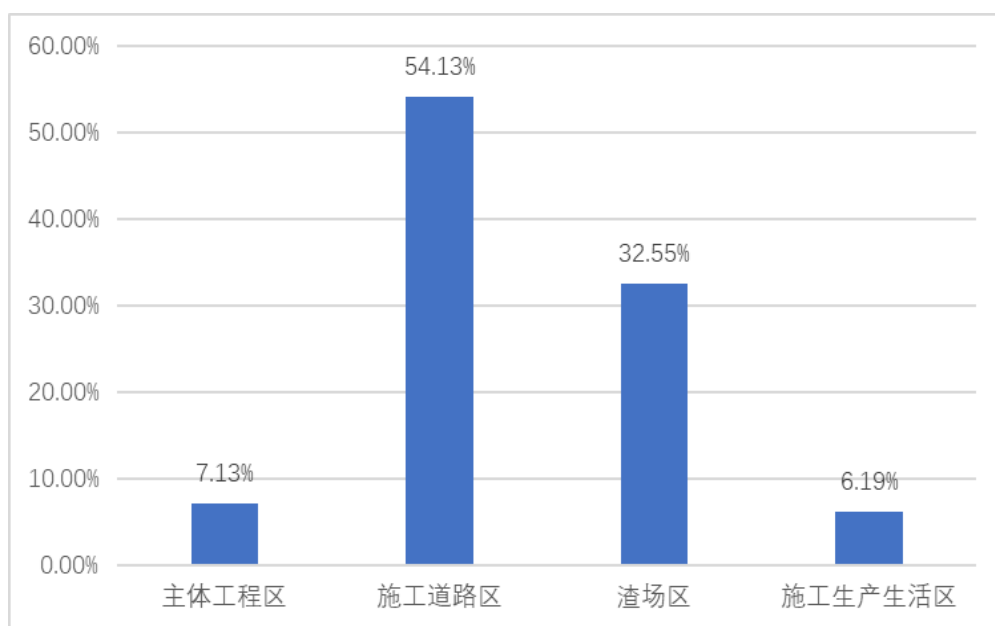


图 5-1 水土流失量图

由上表 5-4 可知：各区产生水土流失量施工道路区面积最大，水土流失量最大，最小为施工生产生活区。整个项目区内从 2007 年 7 月至 2021 年 10 月共产生水土流失量约 3457t，而原生地面侵蚀量为 1538t，工程竣工后，水土流失得到了治理，地面侵蚀模数大量减少，故与原生侵蚀量相比，新增水土流失量为 1919t。

5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量

本项目挖填方来源于大坝基础开挖与料场等开挖 43.37 万 m^3 ，回填土石方量 6.57 万 m^3 (含绿化覆土 0.35 万 m^3)，利用方 16.76 万 m^3 ，借方 0.35 万 m^3 ，弃方 20.39 万 m^3 (松方 27.53 万 m^3)，共布设 5 处永久性弃渣场，不涉及取料场。

施工期短期内造成了一定的水土流失，工程竣工后，经过自然恢复期，工程措施和植物措施发挥了效益，水土流失得到了治理，扰动地表恢复良好，整体而言，无明显水土流失量。经调查分析，工程在施工后植被逐渐恢复，现阶段地表侵蚀模数基本维持在容许值 $500t/km^2 \cdot a$ 范围内，不存在取料、弃渣弃土潜在流失量。

5.4 水土流失危害

取水、厂房枢纽的开挖和平整，弃渣场堆置等改变了原地表形态，破坏了植被，产生的挖填方和土的临时堆积等新增了水土流失量。水土流失危害主要表现为，一方面降水造成的地表侵蚀可能占压周边道路、冲沟，另一方在施工过程中，裸露地表造成一定风蚀、扬沙、扬尘顺风迁移到附近地区，产生土壤侵蚀。

工程建设中水土流失量主要发生在施工道路区和渣场区，该区占地面积大。目前因工程均采取了措施，水土流失危害减轻，项目无明显水土流失危害，需加强后期植物的养护管理工作。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

本项目防治责任范围为 20.20hm²，根据生产建设项目水土流失防治标准（GBT 50434-2018）4.0.5 条“矿山开采和水工程项目在计算各项防治指标值时，其露天开采的采区面积、水工程的水域面积可在防治责任范围面积中扣除”，扣除部分水域面积后，扰动面积计为 18.67hm²。

扰动土地整治面积包括：建筑/水域占地面积，植物措施面积，工程措施面积。由此可得项目扰动整治率为 99.52%，工程各分区扰动整治率，见下表 6-1。

表 6-1 扰动整治率情况表 单位：hm²

项目分区	防治责任范围	扰动面积	扰动土地整治面积				扰动土地整治率%
			建筑/水域占地面积	植物措施	工程措施	合计	
主体工程区	1.90	1.90	1.79	0	0.11	1.9	100%
施工道路区	10.12	10.12	7.56	2.49	0.04	10.09	99.70%
渣场区	4.91	4.91	0	4.75	0.11	4.86	98.98%
施工生产生活区	1.74	1.74	0	1.73	0	1.73	99.43%
合计	18.67	18.67	9.35	8.97	0.26	18.58	99.52%

6.2 水土流失总治理度

项目建设区总面积 20.20hm²，根据生产建设项目水土流失防治标准（GBT 50434-2018）4.0.5 条“矿山开采和水工程项目在计算各项防治指标值时，其露天开采的采区面积、水工程的水域面积可在防治责任范围面积中扣除”，扣除部分水域面积后，扰动面积计为 18.67hm²。

水土流失总面积 9.32hm²，水土流失治理达标面积 9.23hm²。水土流失总治理度为 99.03%，大于目标值 97%。

表 6-2 水土流失总治理度计算情况表 单位：hm²

项目分区	防治责任范围	建筑占地面积	水土流失面积	扰动土地整治面积			水土流失治理度%
				植物措施	工程措施	合计	
主体工程区	1.90	1.79	0.11	0	0.11	0.11	100%
施工道路区	10.12	7.56	2.56	2.49	0.04	2.53	98.83%
渣场区	4.91	0	4.91	4.75	0.11	4.86	98.98%
施工生产生活区	1.74	0	1.74	1.73	0	1.73	99.43%
合计	18.67	9.35	9.32	8.97	0.26	9.23	99.03%

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

本工程共开挖土石方 43.37 万 m³，回填土石方量 6.57 万 m³（含绿化覆土 0.35 万 m³），利用方 16.76 万 m³，借方 0.35 万 m³，弃方 20.39 万 m³（松方约 27.53 万 m³）。

施工期间总布设 5 处弃渣场，堆置弃方约 20.39 万 m³，施工过程中存在部分流失计为 0.04 万 m³，在后续自然恢复期及渣场整改期间，流失量约 0.01 万 m³，拦挡弃方约 20.35 万 m³，计算得出拦渣率为 99.75%。

6.4 土壤流失控制比

运行期的土壤侵蚀模数，由于各类措施实施时间不同，以及措施发挥效益的差异，以最后一次调查数据作为最后土壤侵蚀模数为 474t/km²·a，容许土壤侵蚀模数为 500t/km²·a，土壤流失控制比为 1.05。

表 6-3 工程各防治分区土壤流失控制比

项目分区	容许流失量 (t/km ² ·a)	恢复侵蚀模数 (t/km ² ·a)	土壤流失控制比
主体工程区	500	400	1.25
施工道路区	500	480	1.04
渣场区	500	500	1.00
施工生产生活区	500	450	1.11
合计	500	474	1.05

6.5 林草植被恢复率

根据生产建设项目水土流失防治标准（GBT50434-2018）4.0.5 条“矿山开采和水工程项目在计算各项防治指标值时，其露天开采的采区面积、水工程的水域面积可在防治责任范围面积中扣除。项目建设区总面积 20.20hm²，扣除部分水域面积后，防治责任范围计为 18.67hm²。

可恢复植被面积 9.06hm²，林草植被恢复面积 8.97hm²。林草植被恢复面积为植被自然恢复面积，林草植被恢复率为 99.01%。

各分区林草植被恢复率情况见下表 6-4。

表 6-4 林草植被恢复面积情况一览表 单位: hm^2

项目分区	防治责任范围 (hm^2)	林草植被恢复面积 (hm^2)	可恢复林草植被面积 (hm^2)	林草植被恢复率%
主体工程区	1.90	0	0	0%
施工道路区	10.12	2.49	2.52	98.81%
渣场区	4.91	4.75	4.80	98.96%
施工生产生活区	1.74	1.73	1.74	99.43%
合计	18.67	8.97	9.06	99.01%

6.6 林草覆盖率

根据生产建设项目水土流失防治标准 (GBT 50434-2018) 4.0.5 条“矿山开采和水工程项目在计算各项防治指标值时, 其露天开采的采区面积、水工程的水域面积可在防治责任范围面积中扣除, 恢复耕地面积在计算林草覆盖率时可在防治责任范围面积中扣除”。

项目建设区总面积 20.20hm^2 , 扣除部分水域面积与复耕面积后, 防治责任范围计为 16.77hm^2 , 其中林草类植被面积 8.97hm^2 , 经计算分析, 本项目林草覆盖率 53.49%。

本项目林草植被恢复率计算情况详见表 6-5。

表 6-5 林草植被恢复面积情况一览表 单位: hm^2

项目分区	防治责任范围 (hm^2)	林草植被面积 (hm^2)	林草覆盖率%
施工道路区	10.12	2.49	24.60%
渣场区	4.91	4.75	96.74%
施工生产生活区	1.74	1.73	99.43%
合计	16.77	8.97	53.49%

7 结论

7.1 水土流失动态变化

7.1.1 各阶段流失变化情况

本项目从2007年7月开工以来建设单位成立了项目部，在施工单位、监理单位的协同配合下完成了水土保持相关工作。施工期工程扰动面积约为18.67hm²，扰动过程主要以机械扰动为主。施工过程经历了雨季，施工期内渣场的弃渣堆置，破坏原有地貌环境，有一定的水土流失，同时施工临时道路由于过往车辆经常碾压，扰动频率高，再经场平，施工场地存在大量裸露区域，造成一定的水土流失，建设单位及时处理，进行水土保持措施的建设，减少了新增水土流失量。工程施工结束后，采取撒播种草措施进行迹地恢复，恢复绿植建设，经过自然恢复期，植物措施发挥了效益，较原生土壤，减少了水土流失；工程开挖裸露面积较大，工程坡面水土流失量主要以面蚀为主，局部区域为沟蚀，开挖过程形成的边坡采取了排水和防护措施，建设单位及时处理，减少了新增水土流失量。工程施工结束后，经过自然恢复至今，区域植被得到了恢复。2021年3月，我单位进入场地进行实地监测和调查，结合各单位资料分析认为：本工程在建设过程中存在一定的新增水土流失量。水土流失主要区域主要在水库淹没区与石渣料场区等，经过合理管理，建设过程中及时处理地质险情，未造成重大水土流失事件，工程水土保持措施基本到位。

7.1.2 防治目标达标情况

根据本项目水土保持监测情况，经计算分析，项目扰动土地整治率将达到99.52%，水土流失总治理度达到99.03%，拦渣率达到99.75%，土壤流失控制比达到1.05，林草植被恢复率达到99.01%，林草覆盖率达到53.49%。项目水土流失防治情况达到设计目标值。

本项目防治目标达标情况见表7-1。

表 7-1 防治目标达标情况表

指标（试运行期）	方案确定目标值	实际完成指标
扰动土地整治率（%）	95	99.52
水土流失总治理度（%）	97	99.03
土壤流失控制比	1	1.05
拦渣率（%）	95	99.75
林草植被恢复率（%）	99	99.01
林草覆盖率（%）	27	53.49

7.2 水土保持措施评价

依据《报告书》的要求，开展了相应的水土保持工作。目前项目区域植被得到了较好恢复，植被恢复效果良好，经过自然恢复期，目前，建设区域植被得到了一定生长。

项目在建设过程中产生了较大面积的地表扰动，施工期造成了一定水土流失，建设单位在水保措施的实施时间有一定滞后性，在建设的当年造成了新的水土流失，但建设单位施工后期采取的一系列的防护措施，达到方案目标值，后续需加强管理养护。

7.3 水土保持监测“三色评价”结论

本项目建设期间水土保持监测由建设单位自行组织有关单位、人员实施相关水土保持监测工作。为了做好验收工作，建设单位于 2021 年 3 月委托我单位开展水土保持调查监测，本单位承担项目建设后补性水土保持监测工作。本单位结合《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139 号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）等相关文件中相关规定的调查和量测的监测方法，开展项目水土保持监测工作，编制水土保持监测总结报告一份。

根据水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知（办水保〔2020〕161 号）等文件要求，对项目采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分，因本项目已完工，属于后补性水土保持监测，水土保持监测总结报告主要以回顾性调查监测为主，现场监测根据 2021 年第 2 季度至 3 季度监测成果进行量化打分，三色评价赋分为 83 分，评判本项目水土保持监测三色评价结果为绿色。

7.4 存在问题及建议

根据本次评估调查结果，对四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持工程后续工作提出以下评价及建议：

评价：

(1) 生产建设项目水土保持监测是验证项目水土保持方案、水土保持措施实施情况及效果的根本手段，是水土保持工程验收的基本依据。我单位在 2021 年 3 月入场进行实地调查监测，施工期主要由监理单位和建设单位履行了法律法规对水土保持监测的要求，存在一定的不足，施工过程中，整体未造成严重水土流失危害。

(2) 项目建设中经过反复强调，一定程度上避免了造成严重水土流失危害，将生态环境工作纳入了主体建设内容，各项措施得到了良好实施。

(3) 目前项目已完工，工程管理维护与植被建设需要加强。

建议：

(1) 从绿化现状看，经过自然恢复期，施工道路与施工生产生活区迹地植被恢复较好，通过后期绿化覆土、撒播草籽等一系列迹地恢复手段进行整改，植被有一定程度的恢复，建议业主对此区域进行补撒草籽并加以抚育管理，同时通过穴状整地的方式栽植小灌木，加强场地植被多样化，进一步巩固渣场边坡稳定性，今后的管护中加强植被养护工作，若出现有植物枯萎、坏死等影响植被覆盖的情况应及时进行补肥和补栽，并保证其费用；建设单位后续需继续加强对水土保持设施的维护工作，巩固现有水土保持措施成果，确保运行期持续发挥生态效益和工程安全，并做好记录。

(2) 建议建设单位继续严格落实水土保持方案，配合水土保持监督、检查部门加强运营期隐患巡查，对存在质量问题或已损坏的措施予以及时修补，全面提高水土流失防治效益。

(3) 在今后工作中，加强与地方水行政主管部门联系，争取地方各级部门的指导和支持。

(4) 因本项目水土保持监测委托滞后，因此建设单位在其它建设项目中应落实水土保持“三同时”制度，在项目开工前应编制水土保持方案并委托水土保持监测单位进行监测工作，已处于施工中的项目应及时委托水土保持监测单位

进场监测，已完工的项目应及时进行水土保持设施验收工作。

故，建设单位及时加强了水土保持监测法律法规学习，做好了项目生态恢复，确保了各项措施实施，需加强运行期绿化工程管理维护工作，汛期做好巡视检查工作，确保无地质灾害造成水土流失危害和影响工程安全生产。

7.5 综合结论

根据本项目水土保持监测情况，通过项目建设实施水土保持措施工程量分析可知工程建设单位在施工过程中基本按照《水土保持方案报告书》设计的各项措施进行实施，工程完工后，项目区水土流失基本得到控制，工程建设过程中注重项目周边环境的保护，项目建设过程未造成大量的水土流失危害，工程建设完工后土壤侵蚀模数整体上较原生土壤侵蚀模数低，工程建设过程土石方得到充分利用和遮盖挡护，各项指标达到《水土保持方案报告书》设计的目标值，减少了项目区水土流失，可进行试验收。后期需加强植被补植和养护等工作，确保项目现场水保措施持续发挥作用。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- (1) 项目区地理位置图
- (2) 项目区水系图
- (3) 项目区土壤侵蚀分布图
- (4) 监测分区及监测点位布设图（含防治责任范围）
- (5) 弃渣场分布图
- (6) 首部枢纽平面布置图
- (7) 厂区枢纽总平面图
- (8) 3#渣场典型措施布设图
- (9) 4#渣场典型措施布设图
- (10) 5#渣场典型措施布设图
- (11) 6#渣场典型措施布设图
- (12) 8#渣场典型措施布设图
- (13) 弃渣场典型措施设计图

8.2 有关资料

- (1) 监测影像资料
 - (2-1) 监测季度报告（2021年第2季度）
 - (2-2) 监测季度报告（2021年第3季度）
- (3) 四川省发展和改革委员会关于核准四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程的批复（川发改能源〔2013〕1236号）
- (4) 四川省水利厅关于四川省甘孜州九龙县二台子水电站工程水土保持方案报告书的批复（川水函〔2011〕1732号）
- (5) 生产建设项目水土保持行政许可水土保持补偿费信息表
 - (6-1) 项目水土保持监测意见书（2021.3.25）
 - (6-2) 项目水土保持监测意见书（2021.8.15）
- (7-1) 二台子水电站施工环保水保验收工作会议纪要（2021.9.18）
- (7-2) 二台子水电站施工环保水保验收整治情况会议纪要（2021.10.9）
- (8) 准予变更登记通知书（（甘工商九）登记内变核字〔2021〕第58号）