

绿春县八尺水库工程

水土保持监测总结报告

建设单位：绿春县八尺水库工程建设管理处

编制单位：云南今禹生态工程咨询有限公司

二〇二一年十月

目录

前言	III
1 建设项目及水土保持工作概况	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 水土流失防治工作情况.....	1
1.3 监测工作实施情况.....	1
2 监测内容与方法	4
2.1 监测内容.....	4
2.2 监测方法.....	9
3 重点部位水土流失动态监测	17
3.1 防治责任范围监测.....	17
3.2 取土（石、料）监测结果.....	19
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	19
4 水土流失防治措施监测结果	21
4.1 工程措施监测结果.....	21
4.2 植物措施监测结果.....	22
4.3 临时防治措施监测结果.....	23
4.4 水土保持措施防治效果.....	24
5 土壤流失情况动态监测	26
5.1 地表扰动面积动态监测结果.....	26
5.2 土壤流失量.....	26
5.3 水土流失危害.....	29
6 水土流失防治效果监测结果	30
6.1 扰动土地整治率.....	31
6.2 水土流失总治理度.....	31
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	32
6.4 土壤流失控制比.....	32
6.5 林草植被恢复率.....	32
6.6 林草覆盖率.....	32
7 结论	34
7.1 水土流失动态变化.....	34
7.2 水土保持措施评价.....	34
7.3 存在问题及建议.....	35
7.4 监测工作中的经验及问题.....	35
7.5 综合结论.....	36

附件:

附件 1: 水土保持监测委托书;

附件 2: 红河州发展和改革委员会及红河州水利局关于《云南省绿春县八尺水库工程可研报告》的批复(红发改农经〔2012〕825号);

附件 3: 红河州水利局及红河州发展和改革委员会关于《绿春县八尺水库工程初步设计报告》的批复(红水规计〔2013〕37号);

附件 4: 红河州水利局关于《绿春县八尺水库工程水土保持方案初步设计报告书》的批复(红水保〔2013〕39号);

附件 5: 《红河州水利局关于绿春县八尺水库工程水土保持方案变更报告书的批复》(红水保〔2021〕2号, 2021年1月6日);

附件 6: 补偿费缴纳凭证。

附图:

附图 1: 项目地理位置示意图;

附图 2: 工程总平面布置图;

附图 3: 工程水土流失防治责任范围;

附图 4: 水土保持监测点布置及水土保持措施实施情况图。

绿春县八尺水库工程水土保持监测特性表

项目名称		绿春县八尺水库工程		填表时间		2021年10月						
建设规模	水库总库容 125.64 万 m ³ , 工程规模为小(1)型。正常库容为 98.1 万 m ³ 、兴利库容为 88.25 万 m ³ 。设计(P=80%)灌溉面积 3698 亩, 总供水量 233.3 万 m ³ 。	建设单位全称		绿春县八尺水库工程建设管理处								
		建设地点		云南省红河州绿春县县城东南面								
		所在流域		红河流域李仙江水系								
		工程总投资		6502.69 万元								
		工程总工期		48 个月(2014 年 3 月~2018 年 3 月)								
		项目建设区		19.42hm ² (不含灌区工程区)								
		直接影响区面积		6.64hm ²								
建设项目水土保持工程主要技术指标												
地形地貌		深切切割的高中山与河流峡谷地貌		“三区”公告		“西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区”和“云南省省级重点治理区”						
水土流失预测总量		17920.42t		方案目标值		500t/km ² ·a						
防治责任范围面积		29.73hm ²		水土流失容许值		500t/km ² ·a						
项目建设区面积		22.73hm ²		主要防治措施		防渗护坡、浆砌石挡墙、截排水沟、植被恢复、临时防护措施						
直接影响区面积		6.64hm ²		水土流失背景值		703t/km ² ·a						
水土保持监测主要技术指标												
监测单位全称		云南今禹生态工程咨询有限公司										
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、水土流失量		经验类比法			5、边坡稳定情况			实地调查			
	2、工程占地、扰动地表面积		资料结合实地量测			6、降雨			利用气象局资料			
	3、地形地貌变化情况		实地调查			7、工程措施的运行情况			资料结合实地调查			
	4、造林成活率、保存率、植被覆盖率		详查、样方监测			8、防护工程稳定性、完好程度及运行情况			实地调查			
监测结论	防治效果	分类分级指标	方案目标(%)	达到值(%)	监测数量							
		扰动土地整治率	95	97.77	扰动地表面积	10.78hm ²	建筑物及硬化面积	2.47hm ²	工程措施	0.29hm ²	绿化面积	7.78hm ²
		水土流失总治理度	91	97.11	水土保持措施面积	8.07hm ²		水土流失面积		8.31hm ²		
		土壤流失控制比	1	1.04	治理后土壤侵蚀模数	482.42t/(km ² ·a)		项目区容许值		500t/(km ² ·a)		
		拦渣率	98	99	存渣量	4.61万m ³		弃渣量		4.61万m ³		
		林草植被恢复率	98	99.11	植物措施面积	7.78hm ²		可绿化面积		7.85hm ²		
		林草覆盖率	26	72.17	林草总面积	7.78hm ²		项目建设区面积		10.78hm ²		
	水土保持治理达标评价	六项指标均达到了方案目标值。本项目工程措施及植物措施较为完善, 对防治水土流失起到了重要的作用。										
总体结论	整体来看, 建设单位较为重视本工程水土保持工作, 基本按照方案要求及结合实地情况实施了相应水土保持措施, 对抑制项目区因工程建设造成的水土流失起到了积极作用, 并有效改善了项目区生态环境。											
主要建议	落实水保方案设计运行期的水保措施, 做好已有水土保持设施的管护工作, 确保其正常发挥效益。											

前言

绿春县八尺水库工程位于绿春县城旁，地处县城南边，距县城 4.09 km，距大兴镇人民政府约 5.76km，行政区划隶属于绿春县大兴镇管辖。项目区地理坐标为：北纬 22° 58'49.18"~22° 59'02.36"，东经 102°22'10.31"~102°25'58.54"；从水库坝址向北侧修建的 1.5km 进库公路与已有牛洪段道路相连，通过牛洪段道路向北侧连接外部已有的元绿二级公路。项目区现状由公路直接连通，交通较为便利。

该水库是一座农业灌溉和乡村、城镇生活供水兼顾的综合水利工程。水库总库容 125.64 万 m³，根据《水利水电枢纽工程等级划分及洪水标准》（SL252—2000），工程规模为小（1）型。死库容为 9.85 万 m³、正常库容为 98.1 万 m³、兴利库容为 88.25 万 m³、调洪库容为 24.8 万 m³。设计（P=80%）灌溉面积 3698 亩，总供水量 233.3 万 m³。

工程建设共占地 22.73hm²，分为枢纽工程区、道路工程区、施工生产生活区、灌渠工程区、弃渣场区、料场区及水库淹没区等 7 个部分（灌区工程区暂未建设）。

建设总工期 48 个月，于 2014 年 3 月开工建设，2018 年 3 月完工。工程总投资 6502.69 万元，其中土建投资 4403.54 万元。

据办水保[2013]188 号“水利部办公厅关于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的通知”，以及云政发[2007]165 号“云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告”，项目区所在地绿春县属于“西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区”和“云南省省级重点治理区”。项目区水土流失防治标准执行一级标准。

工程建设总工期 48 个月，于 2011 年 7 月开工，2016 年 2 月完工。2020 年 3 月，建设单位委托我公司开展本项目的水土保持监测工作，监测工作开展时，主体工程已完工，因此本工程水土保持监测工作属于后补监测。因此本工程的监测时段共 1.5 年，均为自然恢复期监测。监测分区分为项目建设区枢纽工程区、道路工程区、料场区、施工生产生活区、弃渣场和水库淹没区，监测总面积为 19.42hm²。监测工作主要针对扰动地表面积进行现场调查结合资料分析复核、水土流失状况进行实地调查、防治措施实施和运行情况进行实地量测、水土流失危害进行现场巡查和走访座谈等方式开展。项目区域内共计布设监测点 21 个，其中调查监测点 16 个，植被监测样方 5 个。

本工程水土流失防治责任范围总面积为 19.42hm^2 。据监测结果分析，工程实际扰动土地总面积为 10.78hm^2 ，因水库淹没区未扰动，灌渠工程区暂未建设，其面积不进行六项指标计算，扣除水库淹没区未扰动，灌渠工程区扰动土地总面积为 10.54hm^2 。其中，建筑物及场地、道路硬化面积占地 2.47hm^2 ，工程措施占地 0.29hm^2 ，植物措施面积 7.78hm^2 。监测时段内土壤流失总量为 89.36t ，现状土壤侵蚀模数为 $482.42\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

根据建设单位提供的相关统计资料，并结合监测人员现场调查、核实，工程实际开挖 6.94万 m^3 ，外借土石方 18.24万 m^3 ，回填利用 20.57万 m^3 ，最终产生弃渣 4.61万 m^3 ，排往弃渣场内，弃渣场均实施了较为完善的拦挡和截排水和植被恢复措施。

本项目建设单位对水土保持工作较为重视，水土保持措施的实施效果比较好，基本照水土保持方案的要求落实到位。施工结束后，项目区已实施了大量的具有水土保持功能的措施，包括防渗护坡、浆砌石挡墙、截排水沟、植被恢复、临时防护措施等，对项目区防治水土流失起到了关键作用。

经统计，本项目完成水土保持措施工程量有：防渗护坡 0.25hm^2 ，浆砌石挡墙 23m ，截排水沟 3235m ；植被恢复面积 7.78hm^2 ；临时措施有临时排水沟 4185m ，编制土袋临时挡墙 50m 。

通过各项水土保持措施的实施，扰动土地整治率为 97.77% ，水土流失总治理度为 97.11% ，拦渣率为 99% ，土壤流失控制比为 1.04 ，林草植被恢复率为 99.11% ，林草覆盖率为 72.17% ，水土保持六项指标均已达到水保方案拟定防治目标值。

综上所述，本项目建设单位对水土保持工作较为重视，水土保持方案中各项措施基本到位，并发挥着相应的水土保持功能，对因本工程建设引起的水土流失起到了有效的防治。运行期间需重视水土保持设施管护工作并落实水保方案设计的水保措施，确保其正常发挥水土保持效益。

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目性质

工程名称：绿春县八尺水库工程；

建设单位：绿春县八尺水库工程建设管理处；

建设地点：云南省红河州绿春县县城东南面；

建设性质：新建建设类项目；

项目建设内容：拦河混凝土面板堆石坝、溢洪道、输水管道、导流隧洞；

工程规模：水库总库容 125.64 万 m^3 ，工程规模为小（1）型。死库容为 9.85 万 m^3 、正常库容为 98.1 万 m^3 、兴利库容为 88.25 万 m^3 、调洪库容为 24.8 万 m^3 。设计（P=80%）灌溉面积 3698 亩，总供水量 233.3 万 m^3 ；

工程投资：6502.69 万元，其中土建投资 4403.54 万元；

施工工期：48 个月（2014 年 3 月~2018 年 3 月）。

1.1.2 建设项目概况

绿春县八尺水库工程位于绿春县城旁，地处县城南边，距县城 4.09 km，距大兴镇镇政府约 5.76km，行政区划隶属于绿春县大兴镇管辖。项目区地理坐标为：北纬 22° 58'49.18"~22° 59'02.36"，东经 102°22'10.31"~102°25'58.54"；从水库坝址向北侧修建的 1.5km 进库公路与已有牛洪段道路相连，通过牛洪段道路向北侧连接外部已有的元绿二级公路。项目区现状由公路直接连通，交通较为便利。

该水库是一座农业灌溉和乡村、城镇生活供水兼顾的综合水利工程。水库总库容 125.64 万 m^3 ，根据《水利水电枢纽工程等级划分及洪水标准》（SL252—2000），工程规模为小（1）型。死库容为 9.85 万 m^3 、正常库容为 98.1 万 m^3 、兴利库容为 88.25 万 m^3 、调洪库容为 24.8 万 m^3 。设计（P=80%）灌溉面积 3698 亩，总供水量 233.3 万 m^3 。

工程建设共占地 22.73 hm^2 ，分为枢纽工程区、道路工程区、施工生产生活区、灌渠工程区、弃渣场区、料场区及水库淹没区等 7 个部分（灌区工程区暂未建设）。

建设总工期 48 个月，于 2014 年 3 月开工建设，2018 年 3 月完工。工程总投资 6502.69 万元，其中土建投资 4403.54 万元。

1.1.3 项目区概况

项目区属深切割的高中山与河流峡谷地貌，地势南东高北西低，呈一相对封闭的开口向西、西南的圈椅状地形。沟谷与梁子发育方向大体与构造线方向基本一致。山梁子及其两侧斜坡自然坡度 25-40。谷坡坡度 35-60。局部直立，多为直线性陡坡，构造影响破碎带谷坡更为宽缓。

项目区所在地绿春县地震动峰值加速度为 0.1g，地震基本烈度为 VII 度，地震动反应谱特征周期为 0.45s。所属的设计地震分组为第二组。

项目区土壤类型以红壤和赤红壤为主，属亚热带季风常绿阔叶林植被类型区，项目区海拔 1513m~1793m，林地主要为云南松、杉木林，辅以灌木、草本。项目区及其周边主要林木有杉木、云南松、竹子、桉树、栎类等。主要经济林木是茶树等。草种类有灰金草等。项目区周边多为水田、耕地，非耕地区域森林覆盖率 40%。

绿春县属亚热带山地季风气候型，是云南省典型的湿热区之一。由于海拔高差悬殊大，气候垂直变化明显，全境从低到高包含了北热带、南亚热带、中亚热带、南温带、中温带 6 种气候类型。县城海拔 1640m，年平均气温 17.5℃，最高年平均气温 17.8℃，最低年平均气温 16.6℃。最高月均温为 6 月，20.1℃，极端最高温为 31.5℃。最低月均温为 12 月，11.3℃，极端最低温为 1.6℃。气温一般由 4 月份上升到 18℃ 以上，9 月份逐渐下降到 18℃ 以下。年均日照时数为 2089.9 小时，日照率为 48%。多年平均风速 1.7m/s，多年平均最大风速 13.8m/s，主导风向为东南风。

项目区红河流域李仙江水系，附近有牛波水库，牛波水库兴建于 1978 年，控制径流面积 2.2km²，总库容 27.5 万 m³，是兼顾供水和灌溉为一体的综合性水库，进库最大流量 1.0m³/s，最小 0.03m³/s，设计最大泄洪流量 1.5m³/s；俄批水库兴建于 1958 年，控制径流面积 2.5km²，总库容 10.5 万 m³，主要用于绿春县城供水。两个小（2）型水库控制径流面积小，调节库容较小，基本上对汛期洪水无拦蓄作用。

据办水保[2013]188 号“水利部办公厅关于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的通知”，以及云政发[2007]165 号“云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告”，项目区所在地绿春县属于“西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区”和“云南省省级重点治理区”。项目区水土流失防治标准执行一级标准。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区,土壤容许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.1.4 项目组成

本项目总占地 22.73hm^2 ,分为枢纽工程区、灌渠工程区、施工生产生活区、施工道路区、料场区、弃渣场区和水库淹没区七个部分。

1.1.4.1 枢纽工程区

枢纽工程区由拦河混凝土面板堆石坝、溢洪道、输水管道、导流隧洞组成。占地 2.26hm^2 。

1、大坝(拦河坝)

拦河坝布置于绿春县城以南、牛孔河左岸二级支流牛孔河上游的洛瓦保巴河中游,推荐坝型为砼面板堆石坝,大坝坝顶高程为 1752.3m ,最大坝高 54m ,坝轴线长 144m 。

2、溢洪道

溢洪道布置于大坝右岸,溢洪道轴线与坝轴线交于坝轴里程 $0+143.00$ 处,交角角 $64^{\circ}37'22''$,全长 120.33m ,溢流堰为WES实用堰,堰宽 6.0m ,堰顶高程与正常蓄水位 1747.90m 齐平,为河岸开敞式溢洪道,自由泄流,最大下泄流量为 $68.30\text{m}^3/\text{s}$,结构形式为钢筋砼结构。

3、输水(导流)隧洞

输水管道、导流隧洞均布置于大坝左岸。导流隧洞的任务是前期进行施工导流,保证施工期坝体安全渡汛。导流隧洞布置于大坝左岸,导流隧洞由进口引渠段、进口段、渐变段、洞身段、隧洞出口消能段、泄槽段、泄槽出口消能段组成。导流隧洞全长 213.79m 。输水管道采用井式进口,在导流隧洞中铺设钢管,管径为 500mm ,作为下游农业灌溉用水和农村及乡镇人饮供水。

1.1.4.2 料场区

根据原方案设计,料场区包括粘土料场、坝壳料场、砂料场及石料厂。根据料场规划,工程建设开采料场临时占地 2.23hm^2 。

1、粘土料:料场编号为I,位于绿春县城东侧分水岭坡头,距坝址约 10.0km ,有公路相通。地形开扩,呈长条状展布。标高介于 $1680\sim 1762\text{m}$ 之间,地坡 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。可用土料为第四系残坡积(Qed1)含砂砾高液限粉土层,呈可塑状态,其厚度为 $2.0\sim$

3.0m。储量基本满足要求，其质量除粘粒含量偏低外，其余均基本满足要求，但厚度薄，开采面积大，当地可采料场少。

2、坝壳料（Ⅱ号料场）：位于绿春县城东侧分水岭坡头，距坝址约 10.0km。地形开扩，标高介于 1680~1760m 之间，地坡为 25°~30°。岩性为下志留统（S1）薄~中厚层板岩、砂岩强风化岩体，可采厚度 > 6m。

3、砂料：位该料场位于坝址区西部，属绿春县城至牛孔乡公路 1 号桥旁之河谷一带，交通较为便利，运距 15km。采区属冲洪积之漫滩沉积物，成分以石英、岩屑为主，含泥量少。

4、石料：该料场位于库区北侧松东石厂处。有公路通达料场，交通较为便利，运距 3km。料场面积大于 2 万 m²，可采厚度大于 10m，其质量和储量均可满足要求。

1.1.4.3 道路工程区

道路分为进库公路及建设过程中修建的临时道路。其中，进库公路长 1.5m，路面宽为 5.5m，路基宽为 7.5m，路面为泥结碎石结构，最小转弯半径为 30m；施工临时公路长 6.0km，路面宽度为 4.5m，路基宽度为 5.5m，路面为泥结碎石结构，最小转弯半径为 15m。道路工程区实际总占地面积为 4.48hm²，其中永久占地面积为 1.13hm²，临时占地面积为 3.35hm²。

1.1.4.4 施工生产生活区

施工生产生活区位于项目区中部，占地面积 0.83hm²，与项目区道路相连。施工生活区主要包括水库管理所、临时生活区、施工生产区、仓库区，建筑物为砖混结构，单层建筑，建筑物以外场地采用混凝土硬化。

1.1.4.5 弃渣场区

本项目规划了 6 座弃渣场，实际启用其中 1 座弃渣场（变更方案规划的 1#弃渣场），总占地面 0.98hm²，位置与规划的一致。实际建设中，2#弃渣场服务于取料场，暂未启用；灌渠工程区暂未建设，原方案设计的 3#~6#弃渣场均暂未启用，待后期灌渠工程区建设时使用。

表 1-3 弃渣场启用情况

变更方案规划渣场情况				实际利用渣场情况		
渣场名称	设计容量(万 m ³)	占地面积 (hm ²)	位置	实际堆渣量 (万 m ³)	占地面积 (hm ²)	位置
1#弃渣场	9.22	2.2	大坝下游、导流洞出口下游 300m 处	4.61	0.98	位置不变
2#弃渣场	1	0.86	大坝左岸下游			未启用
3#弃渣场	0.75	0.4	渠首附近			未启用
4#弃渣场	0.75	0.45	渠道 7+980.0 附近			未启用
5#弃渣场	0.75	0.46	干月渠道附近			未启用
6#弃渣场	0.75	0.49	渠道尾附近			未启用
合计	13.22	4.86	0	4.61	0.98	

1.1.4.6 灌渠工程区

根据项目建设情况，灌渠工程暂未进行建设，本监测报告不将其纳入。根据项目初步设计，灌溉、供水管道从输水管道出口接至里程 1+693.90m 处，管材为 PE 管，管径为 DN500，管壁厚 29.7mm，设计流量为 $0.261\text{m}^3/\text{s}$ ，其中供水设计流量为 $0.027\text{m}^3/\text{s}$ ，灌溉设计流量为 $0.234\text{m}^3/\text{s}$ ，PE 管在此处分为两岔，一岔接至旁边已建水池供人、畜饮水，另一岔接至 2+075.4m 处消力池内，后接灌溉干渠，干渠全长 2075.4m，渠首高程为 1661.48m，渠道断面为浆砌石矩形结构。

1.1.4.7 水库淹没区

本项目水库淹没总面积 8.64hm^2 。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 水土保持管理情况

绿春县八尺水库工程建设以来，建设单位对水土保持工作十分重视，成立了 1 名组长，2 名副组长，相关部门负责人 5 名同志为成员的水土保持工作领导小组，负责水土保持工作综合管理和业务协调。建立了水土保持工作管理制、水土保持档案管理制度，明确了水土保持工作的指导思想、管理范围、管理目标，落实了管理责任，健全了管理措施，水土保持工作取得了显著成效。

1.2.2 “三同时”制度落实情况

在建设过程中，建设单位能够贯彻相关的水土保持法律法规，认真履行水土保持“三同时”制度，按照水土保持方案落实各项水土保持措施，并在施工、管理等各个环节中能够严格按照水土保持方案的要求，十分注意工程建设对环境的影响及可能造成的水土流失，科学安排挖填工程土方的临时堆放、转运及回填利用，施工工序合理，有效减少了施工期人为水土流失的发生。

1.2.3 水土保持方案编报情况

按照《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》的要求，2013 年 1 月，建设单位委托红河州水利水电工程地质钻探队承担本工程的水土保持方案报告书编制工作。

方案编制单位经过对主体工程设计资料的研究分析,结合现场调查的基础上,编制完成了《绿春县八尺水库工程水土保持方案初步设计报告书》(以下简称“水保方案”)。2013年7月12日,取得《绿春县八尺水库工程水土保持方案初步设计报告书》水土保持批复(红水保〔2013〕39号)。(附件3)。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)的通知》(办水保〔2016〕65号)等法律、法规及相关规定对比分析,本方案1#弃渣场位置和面积发生变化属于重大设计变更,需进行《绿春县八尺水库工程水土保持设计变更报告书》的编制。因此,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》、《开发建设项目水土保持方案管理办法》等有关法律法规,建设单位委托红河哈尼族彝族自治州水利水电工程地质勘察咨询规划研究院承担了本工程水土保持变更报告的编制工作。

方案编制单位经过对主体工程设计资料的研究分析,结合现场调查的基础上,编制完成了《绿春县八尺水库工程水土保持方案变更报告书》(以下简称“变更方案”)。2021年1月16日,取得《绿春县八尺水库工程水土保持方案变更报告书》水土保持批复(红水保〔2021〕2号)。(附件4)。

1.2.4 主体工程设计及施工过程中的变更、备案情况

本项目实际由枢纽工程区、道路工程区、料场区、施工生产生活区、灌渠工程区、弃渣场区及水库淹没区组成。

枢纽工程主要由拦河混凝土面板堆石坝、溢洪道、输水管道、导流隧洞组成。拦河坝布置于绿春县城以南、牛孔河左岸二级支流牛孔河上游的洛瓦俾巴河中游,坝型为砼面板堆石坝,大坝坝顶高程为1752.3m,最大坝高50.3m,坝轴线长140.22m。溢洪道布置于大坝右岸,溢洪道轴线与坝轴线交于坝轴里程0+143.00处,交角角 $64^{\circ}37'22''$,全长120.33m,溢流堰为WES实用堰,堰宽6.0m,堰顶高程与正常蓄水位1747.90m齐平,为河岸开敞式溢洪道,自由泄流,最大下泄流量为 $68.30\text{m}^3/\text{s}$,结构形式为钢筋砼结构。输水管道、导流隧洞均布置于大坝左岸。导流隧洞的任务是前期进行施工导流,保证施工期坝体安全渡汛。导流隧洞布置于大坝左岸,导流隧洞由进口引渠段、进口段、渐变段、洞身段、隧洞出口消能段、泄槽段、泄槽出口消能段组成。导流隧洞全长213.79m。输水管道采用井式进口,在导流隧洞中铺设钢管,管径为500mm,作为下游农业灌溉用水和农村及乡镇人饮供水。

根据项目建设实际情况，灌渠工程暂未建设。根据项目初步设计，灌溉、供水管道从输水管道出口接至里程 1+693.90m 处，管材为 PE 管，管径为 DN500，管壁厚 29.7mm，设计流量为 $0.261\text{m}^3/\text{s}$ ，其中供水设计流量为 $0.027\text{m}^3/\text{s}$ ，灌溉设计流量为 $0.234\text{m}^3/\text{s}$ ，PE 管在此处分为两岔，一岔接至旁边已建水池供人、畜饮水，另一岔接至 2+075.4m 处消力池内，后接灌溉干渠，干渠全长 2075.4m，渠首高程为 1661.48m，渠道断面为浆砌石矩形结构。

八尺水库工程共占地 22.73hm^2 ，其中，永久占地面积 13.92hm^2 ，临时占地面积 8.81hm^2 ；按功能区划分为按功能区划分为枢纽工程区、灌渠工程区、道路工程区、料场区、弃渣场区、施工生产生活区、水库淹没区等 7 个功能区，其中：枢纽工程区面积 2.26hm^2 ，灌渠区 2.17hm^2 ，道路工程区 4.48hm^2 ，料场区 2.23hm^2 ，弃渣场区 2.12hm^2 ，施工生产生活区 0.83hm^2 ，水库淹没区 8.64hm^2 。按工程占用土地类型划分为林地、园地、梯坪地、水域及水利设施用地及其它土地，其中占用林地 7.06hm^2 ，园地 13.18hm^2 ，梯坪地 0.50hm^2 ，水域及水利设施用地 0.60hm^2 ，其它土地 1.39hm^2 。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）的通知》（办水保〔2016〕65号）等法律、法规及相关规定对比分析，本方案 1#弃渣场位置和面积发生变化属于重大设计变更，需进行《绿春县八尺水库工程水土保持设计变更报告书》的编制。因此，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》、《开发建设项目水土保持方案管理办法》等有关法律法规，2018 年 10 月，建设单位委托红河哈尼族彝族自治州水利水电工程地质勘察咨询规划研究院承担了本工程水土保持设计变更报告的编制工作。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）的通知》（办水保〔2016〕65号）等法律、法规及相关规定对比分析，本方案 1#弃渣场位置和面积发生变化属于重大设计变更，需进行《绿春县八尺水库工程水土保持设计变更报告书》的编制。因此，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》、《开发建设项目水土保持方案管理办法》等有关法律法规，建设单位委托红河哈尼族彝族自治州水利水电工程地质勘察咨询规划研究院承担了本工程水土保持变更报告的编制工作。

方案编制单位经过对主体工程设计资料的研究分析，结合现场调查的基础上，编制完成了《绿春县八尺水库工程水土保持方案变更报告书》（以下简称“变更方案”）。

2021年1月16日，取得《绿春县八尺水库工程水土保持方案变更报告书》水土保持批复(红水保〔2021〕2号)。(附件4)。

1.2.5 水土流失防治工作开展情况

建设单位较为重视本工程水土保持工作，基本按照方案要求及结合实际情况实施相应水土保持措施，各项水土流失防治措施布局合理，实施效果显著，有效控制和减少了水土流失。目前本项目已实施了具有水土保持功能的措施，包括表土收集及利用、边坡防护、排水沟、植被恢复、临时措施等，对项目区防治水土流失起到了关键作用。

经统计，累计完成水土保持措施及工程量有：防渗护坡 0.25hm^2 ，浆砌石挡墙 23m，截排水沟 3235m；植被恢复面积 7.78hm^2 ；临时措施有临时排水沟 4185m，编制土袋临时挡墙 50m。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测任务的由来及组织实施

绿春县八尺水库工程建设管理处较为重视本工程的水土保持工作。根据《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部第 12 号令）和《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部 2002 第 16 号令，2005 第 24 号令修订）以及云南省水利厅第 7 号公告《云南省开发建设项目水土保持生态环境监测管理暂行办法》的相关规定和要求，建设单位于 2020 年 3 月委托云南今禹生态工程咨询有限公司（以下简称“我公司”）开展本项目的水土保持监测工作。

我公司对本项目的水土保持监测工作任务十分重视，为保障监测工作高质量、高效率完成，我公司组织一支专业知识强、业务水平熟练、监测经验丰富的水土保持监测队伍，成立本项目水土保持监测组，监测组分为领导小组、技术工作小组及后勤保障组。由公司总经理对项目进行统筹管理，分管副总直接领导该项目监测工作，对项目监测工作进行统筹安排及技术把关。本项目的水土保持监测实行总监测工程师负责制，专业监测工程师受总监测工程师委托行使监测合同文件赋予监测单位的权利，全面负责现场的监测工作，同时组成数据分析组，负责监测数据归档、分析以及报告的编写。

1.3.2 监测范围及监测点布设

本项目监测范围包括枢纽工程区、道路工程区、料场区、施工生产生活区、弃渣场和水库淹没区，监测总面积 19.42hm^2 。

监测点布设按照《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)中监测点布设原则和选址要求,在指定的区域根据实地踏勘情况确定。根据本工程的水土流失特点和水土保持措施布局特征,并考虑观测结果的代表性和管理的方便性,分别在项目区域内布设监测点 21 个,其中调查监测点 16 个,植被监测样方 5 个。监测点详细布设情况详见表 1-4。

表 1-4 水土保持监测点布设位置一览表

序号	监测项目	监测对象/布设位置	监测点个数	备注
1	扰动地表面积	全区	1	资料分析结合现场复核
2	土石方平衡情况	整个项目	1	资料分析结合现场复核
3	土壤流失状况	全区	7	现场调查
4	工程措施实施与防治效果	枢纽工程区、施工生产生活区、施工道路区、料场区、弃渣场区	6	现场量测
5	植被生长状况	枢纽工程区、施工道路区、料场区、施工生产生活区、弃渣场	5	植被调查样方
6	水土流失危害	全区	1	巡查
	合计		21	

1.3.3 监测设施设备

投入本项目水土保持监测的监测设备有钢卷尺、测绘罗盘、GPS、激光测距仪、航拍无人机等 18 种设备,详见表 1-5。

表 1-5 监测设施设备一览表

序号	设备仪器	型号规格	序号	设备仪器	型号规格
1	笔记本电脑	IBM	10	游标卡尺	黄山 MC18cm
2	激光测距仪	瑞士 LEICA Plus	11	电子风速仪	AR836
3	测绘罗盘	地质罗盘	12	摄像机	松下 HDC-SD1
4	环刀		13	数码相机	Kodak10X 变焦
5	专业测绘 GPS	国宝	14	钢卷尺	5m
6	电子称	3kg(1/100g)	15	钢卷尺	3m
7	皮尺	30m	16	记录夹	硬塑
8	测树围尺		17	测钎	108 根
9	径流小区	5x20m	18	航拍无人机	精灵 Phantom 4 Pro

1.3.4 监测时段及监测工作开展情况

工程建设总工期 48 个月,于 2014 年 3 月开工建设,2018 年 3 月完工。2020 年 3 月,建设单位委托我公司开展本项目的水土保持监测工作,监测工作开展时本项目已建成,导致本项目施工期监测数据空白。监测进场后本项目已进入了自然恢复期,根据监测合同及本工程的实际情况本项目监测时段共 1.5 年(2020 年 3 月~2021 年 8 月)。

监测组，并于 2020 年 3 月~2021 年 8 月组织水土保持监测组专业的技术人员先后 3 次对本工程的水土流失情况进行现场监测。监测过程未发现项目区发生重大水土流失事件。通过现场巡查、实地观测和走访座谈的方式，结合建设方提供的基础技术资料 and 工程竣工资料分析对比，获取了有关水土保持的资料和数据，在此基础上于 2021 年 10 月完成了《绿春县八尺水库工程水土保持监测总结报告》。

1.3.5 水土保持监测意见及落实情况

监测期间监测工作组多次与建设单位、施工单位进行了座谈，就监测工作开展情况及水土流失防治存在的问题进行了反馈与商讨，并对水土流失防治提出了许多合理化建议，并多次发函告知建设单位，以指导其进行水土保持工作。主要建议有：尽快缴纳水土保持补偿费、植被恢复较差的区域补植补种。建设单位对上述建议较为重视，各项建议基本得落实。

监测工作开展过程中，监测工作组得到了建设单位大力支持与配合，提供了良好的工作条件，有关设计单位和施工单位以及元阳县水务局也给予了大力支持和热心帮助，在此一并致以衷心地感谢。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

2.1.1 水土流失防治责任范围监测

建设项目的防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区：指开发建设单位的征地范围、租地范围和土地使用管辖范围，是工程建设直接造成地貌、土地、植被损坏和扰动的区域，是治理的重点区域。本项目建设区包括拦河坝区、引水区、厂区枢纽、道路工程区、施工生产生活区。

根据本工程施工扰动情况，核实工程永久占地面积、临时占地面积及扰动地表面积，确定本项目水土流失防治责任范围面积。

(1) 永久性占地监测

永久性占地面积由国土部门按权限批准，水土保持监测是对红线围地认真核查，监测建设单位有无超越红线开发的情况和永久性占地各阶段变化情况。

(2) 临时性占地监测

临时性占地由于土地管辖权不变，在主体工程竣工验收前必须恢复原貌，故水土保持监测主要监测是否超范围使用临时性占地情况、各种临时占地的临时性水土保持措施数量和质量及施工结束后原地貌是否恢复。

(3) 扰动地表面积

在开发建设过程中对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为，扰动地表水土保持监测内容主要有扰动地表面积、地表堆放面积、被扰动部分能够恢复植被的地方恢复植被情况。

(4) 直接影响区

主要监测直接影响区的面积和采取的水土保持措施情况，本工程直接影响区主要指建设过程中各个区域周边可能影响的区域。

(5) 水土流失防治责任范围的界定

根据永久占地、临时占地和直接影响区的面积，确定施工期防治责任范围。

2.1.2 取、弃土（渣）动态监测

取、弃土（渣）监测内容包括工程挖（填）方的位置、数量及占地面积；取、弃土（填）的位置、处（点）数、方量及堆放面积；挖（堆）方边坡的水土流失防护、边坡的稳定性；取、弃土（渣）的水土流失防治措施及效果；挖方、填方及弃渣堆放地水土流失对周边的影响。

根据项目取、弃土（渣）动态变化情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程实际发生的取、弃土（渣）变化情况进行监测。

2.1.3 水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是针对建设期和自然恢复期开展监测工作，监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果动态监测和水土流失危害监测。

（一）建设期

建设期水土流失防治动态监测主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果动态监测和水土流失危害监测。

（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，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

A 水力侵蚀

面蚀：降雨和地表径流使坡地表土比较均匀剥蚀的一种水力侵蚀包括溅蚀、片蚀和细沟侵蚀。沟蚀：坡面径流冲刷土壤或土体，并切割陆地地表形成沟道的过程，又称线状侵蚀或沟状侵蚀。

B 重力侵蚀

坡地表层土石物质，主要由于受到重力作用，失去平衡，发生位移和堆积的现象，称为重力侵蚀。

C 水土流失面积

除微度侵蚀外，其他强度的侵蚀面积均统计为水土流失面积。

建设区的水土流失状况监测是针对整个项目区开展的。

（2）水土保持措施防治效果动态监测

A 防治措施的数量与质量

主要包括防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量。

B 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

对工程建设过程中所采取的措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

C 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

水土保持措施防治效果动态监测是针对整个工程的全部区域开展的，监测工程建设实际情况是否按照《水保方案》中的防治要求实施，水土保持管理措施实施情况。建设区的水土保持措施防治效果动态监测是针对整个项目区开展的。

(3) 水土流失危害监测

A 对周边河道、水库的影响情况

监测水土流失是否流入项目区周边河道、水库，是否对河道、水库产生影响，造成河道、水库淤积、堵塞河道等严重危害。

B 对周边影响情况

根据项目实际情况，监测工程建设是否对周边产生影响或危害。

C 其他水土流失危害

除上述几类危害外，监测工程建设是否还造成了其他的水土流失危害。

水土流失危害监测是针对整个工程的全部区域开展的，侧重于对《水保方案》中设计的直接影响区进行监测，并核实有无对周边造成危害和影响。

(三) 试运行期（林草植被恢复期）

试运行期（林草植被恢复期）主要是对水土流失状况、水土保持措施防治效果和水土流失危害等进行监测。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。

(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，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

A 水力侵蚀

面蚀：降雨和地表径流使坡地表土比较均匀剥蚀的一种水力侵蚀包括溅蚀、片蚀和细沟侵蚀。沟蚀：坡面径流冲刷土壤或土体，并切割陆地地表形成沟道的过程，又称线状侵蚀或沟状侵蚀。

B 重力侵蚀

坡地表层土石物质，主要由于受到重力作用，失去平衡，发生位移和堆积的现象，称为重力侵蚀。

C 水土流失面积

除微度侵蚀外，其他强度的侵蚀面积均统计为水土流失面积。

(2) 水土保持措施防治效果监测

A 水土保持防治措施（工程措施和植物措施）的数量和质量；

B 工程防护措施的稳定性、完好程度和运行情况；

C 林草的生长发育情况（树高、乔木胸径、乔灌冠幅）、成活率、保存率、抗性及其植被覆盖率；

D 各种已实施的水土保持措施的拦沙（渣）保土效果监测，包括挖方、填方数量及面积、弃土、弃石、弃渣量及堆放面积；控制土壤流失量、提高拦渣率、改善生态环境的作用等。

E 防治目标监测，监测各个防治目标的达标情况。

F 监督、管理措施的落实情况

试运行期（林草植被恢复期）水土保持措施防治效果的监测是针对整个工程的全部区域开展的。

(3) 水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况

监测水土流失是否流入项目区周边河道，是否对河道产生影响。

B 对周边影响情况

根据项目实际情况，监测工程建设是否对周边产生影响或危害。

C 其他水土流失危害

除上述几类危害外，监测工程建设是否还造成了其他的水土流失危害。

水土流失危害监测是针对整个工程的全部区域开展的，侧重于对《水保方案》中设计的直接影响区进行监测，并核实有无对周边造成危害和影响。

2.1.4 土壤流失情况动态监测

建设区土壤流失量动态监测主要包括建设区水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。

(1) 水土流失因子

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。

A 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。

B 土壤因子：土壤类型、地面组成物质、土壤容重。

C 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

D 水文因子：水系形式、河流径流特征。

E 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

F 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。

(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。

A 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、强烈侵蚀、极强烈侵蚀及剧烈侵蚀。

B 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。

C 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，监测时段内对整个工程的全部区域的水土流失因子、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。

2.1.5 重大水土流失事件动态监测

重大水土流失事件动态监测主要针对施工期开展监测工作。

对于重大水土流失事件应及时建议业主单位进行整改，并将其上报水土保持监测管理机构，以方便管理机构进行调查和检查，重大水土流失时间还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。

根据项目实际建设情况，对整个项目区在建设过程中所发生的重大水土流失事件进行监测。通过监测，在监测期间未发生重大水土流失事件。

表 2-1 监测内容一览表

水土流失防治责任范围监测	复核项目建设区及直接影响区实际面积
取、弃土（渣）动态监测	挖（填）方的位置、数量及占地面积；取、弃土（填）的位置、处（点）数、方量及堆放面积；挖（堆）方边坡的水土流失防护、边坡的稳定性；取、弃土（渣）的水土流失防治措施及效果；挖方、填方及弃渣堆放地水土流失对周边的影响
水土流失防治动态监测	土壤侵蚀类型及形式
	水土流失面积
	实施的水土保持措施数量及质量
	水土保持措施完好性、运行情况
	水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测
	对周边河道及水利设施的影响情况
土壤流失情况动态监测（监测时段内）	造成的其他水土流失危害
	项目监测时段内项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查
	土壤侵蚀强度
	土壤侵蚀模数
重大水土流失事件动态监测	土壤侵蚀量
	及时反应重大水土流失事件，并上报监测管理机构

2.2 监测方法

2.2.1 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，对扰动地表面积、水土流失因子、水土保持措施实施情况及水土流失防治效果等情况进行实际监测。

根据工程实际情况，结合监测工作开展情况，调查监测工作开展的频次为每季度一次，每年末对调查所得数据进行分析、汇总。

（一）水土流失因子监测

对于项目区的原地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《水保方案》等形式获取。

1、项目区地形地貌现状变化情况

在实际观测过程中，地形地貌重点观测指标主要是小地形及地面坡度。通过资料收集、实地勘测的方法，组织地质、水工、水文、水保等专业技术人员进行现场勘测、调查进行监测。

小地形：在进行水土保持监测前，应先确定每个地块的地貌部位和原始坡地特征。根据本项目实际，工程已开工建设，故扰动较大区域的原始小地形需查阅相关资料加以确认（水土保持方案或其他相关资料），本水土保持监测需做好该类区域的现状调查工作，并与原地形进行对比分析。小地形地貌部位划分见 3-1。

地面坡度：坡度一般分为五级：小于 5° 、 $5 \sim 15^{\circ}$ 、 $15 \sim 25^{\circ}$ 、 $25 \sim 35^{\circ}$ 和大于 35° 。在平缓坡面较多地区，坡度组成可以分为六级：小于 3° 、 $3 \sim 8^{\circ}$ 、 $8 \sim 15^{\circ}$ 、 $15 \sim 25^{\circ}$ 、 $25 \sim 35^{\circ}$ 和大于 35° 。再通过实地调查、查阅资料，计算出各级坡度所占面积的数量和百分比。

表 2-2 地形地貌部位划分

分 区	内 容
山地	山脊、山坡、山麓
丘地	丘顶（梁）、丘波、丘间凹地、丘间低地
沟地	沟掌、沟坡、阶地、沟底、滩地、冲积扇

2、工程区降雨情况监测

监测指标主要是监测时段内的降雨情况，通过收集工程附近的水文站或气象站观测成果。

3、地面组成物质及容重

（1）地面组成物质主要指土壤和形成土壤的母质、母岩。

本项目土壤质地采用野外指感法鉴定标准，参见表 2-3。

表 2-3 野外土壤质地指感法鉴定标准

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球(直径 1cm)	湿时搓成土条(2mm 粗)
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾, 搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主, 少量细土粒	感觉主要是砂, 稍有土, 搓时的感觉沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球, 轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多, 细土约占三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块, 相当于压断一根火柴棒的力	可成球, 压扁时边缘裂缝多而大	可成条, 轻轻提起即断
中壤土	还能见到砂砾	感觉砂砾大致相当, 有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球, 压扁时有小裂缝	可成条, 弯成 2cm 直径圆圈时易断
重壤土	几乎无砂砾	感觉不到砂砾存在	干土块难用手压碎	可成球, 压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到砂砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎, 锤击也不成粉末	可成球, 压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁无裂缝

(2) 容重

用环刀法在土壤剖面上取土, 带回室内称重, 再进行浸泡后, 计算土壤的容重。

4、植被状况

植被监测的主要指标包括林草植被的分布、面积、种类、生长情况等。植被监测主要是在运行初期开展, 选取具有代表性的地块作为标准地进行调查监测, 每年开展调查监测

(1) 林地的监测主要监测林木的成活率, 可选择具有代表性的典型样方, 计算该样方内成活树木个数占样方总造林树木的百分比, 如达不到设计要求, 应及时进行补植或重种。

林地的郁闭度可按照式 (F1) 进行计算。

$$D = fd/fe \quad (F1)$$

式中: D——林地的郁闭度 (或草地的盖度); fe——样方面积, m²;

fd——样方内树冠 (草冠) 垂直投影面积, m²。

(2) 灌木盖度的监测, 采用线段法, 用测绳在样方的灌木下方水平拉过, 垂直观测灌木在测绳上的垂直投影长度, 并用尺测量, 计算灌木总投影长度和测绳总长度之比, 即为灌木盖度。采用此法应在不同的位置取 3 条线段, 求其平均值。

(3) 草地监测主要是测定草地盖度。选取具有代表性的典型样方, 按式 (F2) 计算项目区草地的植被覆盖度:

$$C = f/F \quad (F2)$$

式中：C——草类植被覆盖度，%；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%。标准地的面积为投影面积，一般要求乔木林 $10m \times 10m$ 、灌木林 $2m \times 2m$ 、草地 $1m \times 1m$ 。

（三）水土流失背景情况

水土流失背景值由水土流失调查资料或地面观测确定，用以与开发建设后水土流失状况的比较。

本项目监测指标主要为：项目所在地区的水土流失类型区划、水土流失重点防治区划、水土流失防治等级、允许的水土流失量、项目区背景土壤侵蚀面积、强度、平均侵蚀模数、平均侵蚀深、年侵蚀总量、项目区水土保持措施及水土保持设施情况。

项目所在地区的水土流失类型区、水土流失重点防治区划、水土流失防治等级、允许的水土流失量可查阅《水保方案》的方式获得。

项目区背景土壤侵蚀面积、强度、平均侵蚀模数、平均侵蚀深、年侵蚀总量、项目区水土保持措施及水土保持设施情况，可以《水保方案》为基础，通过实地踏勘、询问等方式进行核实，并进场监测后实际测量数据进行分析对照。

（三）面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式GPS定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，然后利用GPS确定各个分区的面积。

根据本工程实际监测情况，面积监测开展的频次为每季度一次，且在年初对工程前一年的防治责任面积进行监测、核实；年末对该年度内防治责任面积、弃土弃渣面积及水土流失面积等进行统计。

1、水土流失防治责任范围监测

监测指标为：永久性占地、临时性占地、扰动地表面积及直接影响区占地面积等。主要根据工程设计资料，结合GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积的变化进行监测。

2、水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。水土流失面积的监测主要是在建设期开展。

3、弃土弃渣情况监测

在监测过程中，根据实际情况，结合建设单位提供的相关资料进行分析、统计，根据本工程实际情况，主要对临时堆渣场的布置个数、位置及其面积、弃渣量等情况进行监测。弃土弃渣情况的监测频次为每季度一次。

（四）水土流失防治动态监测

水土流失防治情况监测的指标主要包括防治措施的数量、质量，工程措施的稳定性、完好程度及运行情况，林草植被的成活率、覆盖度，以及各种水土保持措施的拦渣保土效果等，同时评价水土流失目标的达标情况。

1、防治措施的数量与质量

水土保持措施的数量主要由建设单位及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

2、工程防护措施的稳定性、完好程度和运行情况

通过现场实地调查的方式进行监测，主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

3、林草的生长发育情况

林草生长发育情况主要包括林木生长情况、植物措施的存活率和保存率、林草覆盖度等。主要采取植被样方调查法进行观测。

4、各种已实施的水土保持措施的拦沙（渣）保土效果监测

（1）挖填方数量及面积、弃土（石）渣量及堆放面积

主要是通过收集工程施工监理资料进行分析，结合实地抽样调查、测量复核获得。

（2）拦渣保土效果

拦渣保土效果是水土保持工程措施和植物措施防护效果的综合反映。主要是通过流失强度的变化计算拦渣保土效果。参考《水土保持综合治理 效益计算方法》

（GB/T15774-2008）进行计算。监测指标主要包括控制的土壤流失量、改善生态环境等。

5、防治效果指标情况

根据《水保方案》中水土保持措施设计情况及设计目标，根据实测数据，衡量工程防治目标的达标情况，六大指标为：

（1）扰动土地整治率；（2）水土流失总治理度；（3）土壤流失控制比；（4）拦渣率；（5）林草植被恢复率；（6）林草覆盖率。

表 2-4 水土保持效益监测分析指标表

序号	指标名称	指标计算方法
1	扰动土地整治率	项目建设区内的土地整治面积占扰动地表面积的百分比
2	水土流失总治理度	项目建设区内, 水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比
3	土壤流失控制比	项目建设区内, 容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失量之比
4	拦渣率	经核实现际存渣量占工程总弃土石渣量的百分数
5	林草植被恢复率	项目建设区内, 植物措施面积与可恢复植被面积的百分数
6	林草覆盖率	林草植被覆盖面积占项目建设区面积的百分比

6、监督、管理措施的落实情况

采用实地调查、问询、收集业主针对水土保持的相关政策, 同时结合工程现场监测、核实等方式进行。

2.2.2 定位监测

土壤流失状况监测主要采用定位监测方法进行观测。土壤流失状况的主要监测指标为项目区内土壤侵蚀类型及形式、土壤流失面积、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数及土壤流失量等。根据水土保持监测特点, 重点对土壤侵蚀模数及土壤流失量进行监测。

1、对于土壤侵蚀类型及形式, 采取现场识别的方式获取; 对于水土流失面积, 采取 GPS、皮尺等设备进行实地核算; 土壤侵蚀强度根据实地踏勘, 对照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007) 进行确定。

2、全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下四种方法获得:

(1) 水土流失简易观测场

在项目区内较稳定的土质边坡布设 $3\text{m} \times 3\text{m} \sim 5\text{m} \times 5\text{m}$ 不等 (视边坡条件而定) 的侵蚀针监测样方, 样方内以一定的间距、垂直于坡面布置 36 支带有刻度的测桩 (见图 3-1), 并记录初始刻度。每次进行现场监测工作时, 观测测桩刻度并记录, 以此对比反映坡面水土流失的变化情况。

计算公式采用: $A=ZS/1000\cos\theta$ (F3)

式中: A - 土壤侵蚀量 (m^3), Z - 侵蚀深度 (mm),

S - 侵蚀面积 (m^2), θ - 坡度值。

通过 (F3) 计算出的样方水土流失量, 将此流失量换算成侵蚀模数, 再由侵蚀模数乘以该类型边坡面积, 可得该类型边坡监测时段内的总流失量。

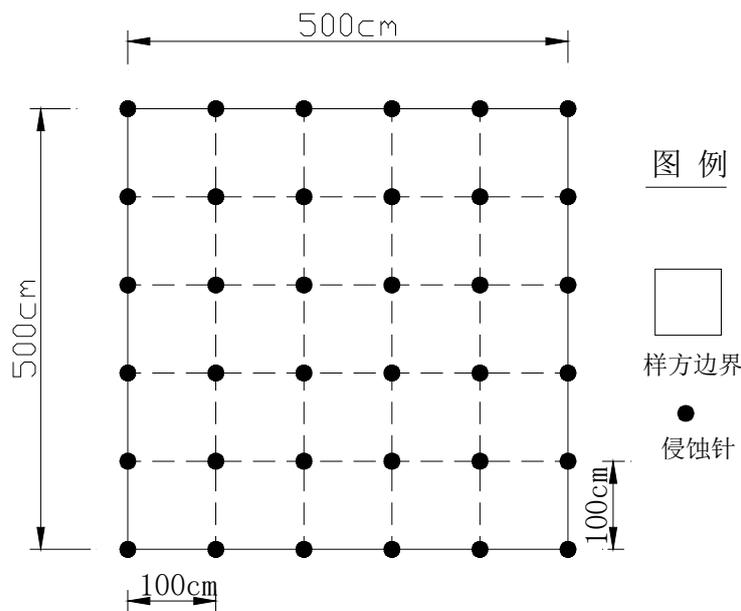


图 2-1 简易水土流失观测场平面布置图

(2) 侵蚀沟样方法

在已经发生侵蚀的地方，通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5~10m 宽的坡面，侵蚀沟按大(沟宽>100cm)、中(沟宽 30~100cm)、小(沟宽<30cm)分三类统计，每条沟测定沟长和上、中、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，推算流失量。



图 2-2 侵蚀沟样方简视图

通过量测坡面侵蚀沟的体积，按沟蚀占水蚀的比例(50—70%)计算坡面水土流失量

(3) 沟道淤积物量测法

根据实地调查，场内外道路区开挖土质边坡以陡坡为主，布设侵蚀针或侵蚀沟样方的可操作性难度较大，且不利于观测。

根据场内外道路开挖边坡情况，选定具代表性的典型边坡，并利用该边坡坡脚截排水沟或新开挖沟道进行边坡流失土石拦蓄，通过对拦蓄的土石方量进行测算，进一步推算出开挖边坡总体土壤侵蚀量。

(4) 经验推算法

对于部分监测区域的侵蚀模数，可采取人工经验推算的方式。即根据实际的坡度、地面组成物质、侵蚀类型、坡长、植被盖度等，直接根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）对各个侵蚀单元的侵蚀模数进行估算，再根据各侵蚀单元的面积，求得全区土壤流失量。

在本工程水土保持监测中，土壤侵蚀模数及土壤流失量以实测法为主，如升压站区等无法布设监测点的场地，将考虑经验推算法进行土壤流失状况分析。

根据相关经验，土壤流失主要集中在雨季期间，故在本工程水土保持监测工作中，于每年雨季前后进行土壤流失量的重点观测。

2.2.3 临时监测

临时监测主要是在工程施工建设过程中，由于工程变动或连续多日降雨等特殊条件下，而进行的一种监测。由于临时监测的不确定性，故监测内容和方法均不确定，根据现场实际情况开展监测工作。

2.2.4 巡查

巡查主要是在工程施工期和运行初期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于项目区周边的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

（1）水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

B 对周边水利设施影响情况

通过实地踏勘的方式进行监测。

C 其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

（2）重大水土流失事件监测

根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

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 水土保持方案批复的防治责任范围

根据本工程水土保持方案、变更方案及其批复文件，原水保方案水土流失防治责任范围总面积 37.69hm²，变更方案防治责任范围 29.37hm²。具体情况详见表 3-1。

表 3-1 “水土保持方案”确定的水土流失防治责任范围

序号	项目区	原水保方案			变更方案			变更量 (实际-原有)
		项目建设区	直接影响区	小计	项目建设区	直接影响区	小计	
1	枢纽工程区	2.26	0.68	2.94	2.26	0.00	2.26	-0.68
2	料场区	2.23	1.20	3.43	2.23	0.00	2.23	-1.20
3	道路工程区	4.76	6.80	11.56	4.48	0.00	4.48	-7.08
4	施工生产生活区	0.55	0.30	0.85	0.83	0.00	0.83	-0.02
5	弃渣场区	1.70	0.06	1.76	2.12	0.30	2.42	+0.66
6	灌渠工程区	2.17	6.34	8.51	2.17	6.34	8.51	0
7	水库淹没区	8.64	0.00	8.64	8.64	0.00	8.64	0
8	合计	22.31	15.38	37.69	22.73	6.64	29.37	-8.32

3.1.1.2 监测确定的防治责任范围

水土保持监测确定的防治责任范围根据实地对该项目的占地面积、扰动地表面积及损坏水土保持设施数量的调查，并结合工程建设相关资料得出。截至 2021 年 10 月，灌区工程区暂未建设，本监测报告不将其纳入防治责任范围。本工程实际的水土流失防治责任范围总面积为 19.42hm²。水土保持监测确定的防治责任范围详见表 3-2。

表 3-2 监测确定的水土流失防治责任范围统计表

序号	分区	扰动土地面积 (hm ²)	备注
1	枢纽工程区	2.26	
2	料场区	2.23	
3	道路工程区	4.48	
4	施工生产生活区	0.83	
5	弃渣场区	0.98	目前仅启用 1#弃渣场
6	灌渠工程区	0	暂未建设
7	水库淹没区	8.64	
合计		19.42	

3.1.1.3 防治责任范围变化情况

根据“变更方案”及其批复文件，本工程水土流失防治责任范围面积为 29.37hm²。经过监测，截至 2021 年 10 月，灌区工程区暂未建设，本工程实际水土流失防治责任范围面积为 19.42hm²。

与“水保方案”及其批复文件确定的防治责任范围面积相比，实际水土流失防治责任范围减少 9.95hm²。其发生变化的原因包括以下几个方面：

(1) 灌区工程区暂未建设，防治责任范围较原规减少 0.57hm²。

(2) 因灌区工程区暂未建设，截至 2021 年 10 月，仅启用一座，弃渣场原规划占地 8.22hm²，防治责任范围较原规减少 1.44hm²。

表 3-3 防治责任范围变化情况对比表 单位：hm²

序号	分区	变更方案面积	监测面积	变化量(增加+、减少-)	备注
1	枢纽工程区	2.26	2.26	0	
2	料场区	2.23	2.23	0	
3	道路工程区	4.48	4.48	0	
4	施工生产生活区	0.83	0.83	0	
5	弃渣场区	2.42	0.98	-1.44	目前仅启用 1#弃渣场
6	灌渠工程区	8.51	0	-8.51	暂未建设
7	水库淹没区	8.64	8.64	0	
合计		29.37	19.42	-9.95	

3.1.2 扰动土地面积

截至 2021 年 10 月，灌区工程区暂未建设，本工程实际扰动土地面积为 19.42hm²。详见表 3-5。

表 3-5 扰动土地面积

序号	分区	扰动土地面积 (hm ²)	备注
1	枢纽工程区	2.26	
2	料场区	2.23	
3	道路工程区	4.48	
4	施工生产生活区	0.83	
5	弃渣场区	0.98	目前仅启用 1#弃渣场
6	灌渠工程区	0	暂未建设
7	水库淹没区	0	
合计		10.78	

3.2 取土（石、料）监测结果

3.2.1 设计取土（石、料）情况

根据水保方案及批复文件工程设计取料量 18.24m^3 。

3.2.2 取土（石、料）场地位置及占地面积监测结果

根据监测，本工程实际启用风化料场和黏土料场各一座，取土（石、料）场总占地面积 2.23hm^2 。

1、粘土料：料场编号为 I，位于绿春县城东侧分水岭坡头，距坝址约 10.0km ，有公路相通。地形开扩，呈长条状展布。标高介于 $1680\sim 1762\text{m}$ 之间，地坡 $20^\circ\sim 25^\circ$ 。可用土料为第四系残坡积（Qed1）含砂砾高液限粉土层，呈可塑状态，其厚度为 $2.0\sim 3.0\text{m}$ 。储量基本满足要求，其质量除粘粒含量偏低外，其余均基本满足要求，但厚度薄，开采面积大，当地可采料场少。

2、坝壳料（II号料场）：位于绿春县城东侧分水岭坡头，距坝址约 10.0km 。地形开扩，标高介于 $1680\sim 1760\text{m}$ 之间，地坡为 $25^\circ\sim 30^\circ$ 。岩性为下志留统（S1）薄~中厚层板岩、砂岩强风化岩体，可采厚度 $>6\text{m}$ 。

3、砂料：位该料场位于坝址区西部，属绿春县城至牛孔乡公路 1 号桥旁之河谷一带，交通较为便利，运距 15km 。采区属冲洪积之漫滩沉积物，成分以石英、岩屑为主，含泥量少。储量可满足设计需要量，而质量据取试验分析，已可达标。

4、石料：该料场位于库区北侧松东石厂处。有公路通达料场，交通较为便利，运距 3km 。料场面积大于 2万 m^2 ，可采厚度大于 10m ，其质量和储量均可满足要求。

3.2.3 取土（石、料）量监测结果

根据监测，本工程实际建设过程取土（石、料）量 18.24万 m^3 。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃土（石、渣）情况

根据“变更方案”本工程开挖 9.84万 m^3 ，外借土石方 18.24万 m^3 ，回填利用 21.21万 m^3 ，最终产生弃渣 6.87万 m^3 ，集中堆放于弃渣场。

3.3.2 弃土（石、渣）场地位置及占地面积监测结果

根据现场监测及分析工程资料，实际开挖截至 2020 年 10 月，工程实际开挖 6.94 万 m³，外借土石方 18.24 万 m³，回填利用 20.57 万 m³，最终产生弃渣 4.61 万 m³，设计规划了 6 座弃渣场，实际启用其中 1 座弃渣场（变更方案规划的 1#弃渣场），总占地面积 0.98hm²，位置与规划的一致。

表 3-7 弃渣场变化情况

变更方案规划渣场情况				实际利用渣场情况		
渣场名称	设计容量(万 m ³)	占地面积 (hm ²)	位置	实际堆渣量 (万 m ³)	占地面积 (hm ²)	位置
1#弃渣场	9.22	2.2	大坝下游、导流洞出口下游 300m 处	4.61	0.98	位置不变
2#弃渣场	1	0.86	大坝左岸下游			未启用
3#弃渣场	0.75	0.4	渠首附近			未启用
4#弃渣场	0.75	0.45	渠道 7+980.0 附近			未启用
5#弃渣场	0.75	0.46	干月渠道附近			未启用
6#弃渣场	0.75	0.49	渠道尾附近			未启用
合计	13.22	4.86	0	4.61	0.98	

3.3.3 弃土（石、渣）量监测结果

根据现场监测及分析工程资料，截至 2020 年 10 月，工程实际开挖 6.94 万 m³，外借土石方 18.24 万 m³，回填利用 20.57 万 m³，最终产生弃渣 4.61 万 m³，排往弃渣场。

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 水保方案设计情况

根据本工程“水土保持变更方案”及其批复文件（红水保〔2021〕2号），工程措施设计及工程量具体情况如下：

一、主体工程设计水土保持工程措施

- 1、枢纽工程区：防渗护坡 0.25hm²；
- 2、施工生产生活区：排水沟 80m；

二、方案设计

- 1、料场区：截水沟 1527m；
- 2、道路区：排水沟 1500m；
- 3、弃渣场：挡墙 237m，排水沟 356m。

表 4-1 “水土保持方案”工程措施设计及工程量汇总表

防治区	措施名称	单位	数量	备注
枢纽工程区	防渗护坡	hm ²	0.25	主体
料场区	排水沟	m	1527	新增
道路工程区	排水沟	m	1500	新增
施工生产生活区	排水沟	m	80	主体
弃渣场区	挡墙	m	237	新增
	截排水沟	m	356	新增

4.1.2 实施情况

根据监测现场调查统计，结合建设单位提供资料分析，截至 2021 年 10 月累计完成水土保持措施及工程量有：防渗护坡 0.25hm²，浆砌石挡墙 23m，截排水沟 3235m。

各区完成水土保持措施及工程量如下：

- 1、枢纽工程区：防渗护坡 0.25hm²；
- 2、施工生产生活区：排水沟 80m；
- 3、料场区：截水沟 1527m；
- 4、道路区：排水沟 1500m；
- 5、弃渣场：挡墙 23m，排水沟 128m。

表 4-2 工程措施实施情况统计表

防治区	措施名称	单位	数量	备注
枢纽工程区	防渗护坡	hm ²	0.25	主体
料场区	排水沟	m	1527	新增
道路工程区	排水沟	m	1500	新增
施工生产生活区	排水沟	m	80	主体
弃渣场区	挡墙	m	23	新增
	截排水沟	m	128	新增

4.1.3 工程措施变化情况及分析

实际完成和设计的水土保持工程措施工程量对比情况及变化原因见下表。

表 4-3 水土保持工程措施完成情况与设计情况对比表

分区	水保措施	单位	方案设计	实际实施	变化情况	设计来源	备注
枢纽工程区	防渗护坡	hm ²	0.25	0.25	0	主体	
料场区	排水沟	m	1527	1527	0	新增	
道路工程区	排水沟	m	1500	1500	0	新增	
施工生产生活区	排水沟	m	80	80	0	主体	
弃渣场区	挡墙	m	237	23	-214	新增	灌渠工程区暂未建设，2#~6#弃渣场均暂未启用，设计的措施未实施
	截排水沟	m	356	128	-228	新增	

注：表中“+”表示增加，“-”表示减少

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 水保方案设计情况

(1) 主体设计植物措施

根据《水保方案》设计情况，主体工程计入水保投资的植物措施为施工生产生活区绿化 0.02hm²。

(2) 方案新增植物措施

- 1、枢纽工程区：植被恢复 0.25hm²；
- 2、灌区工程区：植被恢复 2.01hm²；
- 3、施工生产生活区：植被恢复 0.80hm²；
- 4、道路工程区：道路绿化 3.21hm²，道路边坡防护 0.59hm²；

- 5、弃渣场区：植被恢复 2.12hm²；
6、料场区：植被恢复 2.23hm²；

4.2.2 实施情况

根据监测现场调查统计，结合建设单位提供资料分析，截至 2021 年 10 月，本项目完成水土保持植物措施面积 7.78hm²。

表 4-4 植物措施实施情况统计表

序号	分区	单位	植物措施面积
1	枢纽工程区	hm ²	0.25
2	施工生产生活区	hm ²	0.76
3	道路工程区	hm ²	3.65
4	弃渣场区	hm ²	0.91
5	料场区	hm ²	2.21
合计			11.21

说明：表中绿化面积均为投影面积。

4.2.3 植物措施变化情况及分析

实际完成和设计的水土保持植物措施工程量对比情况见表 4-5。

表 4-5 设计与实际完成工程措施对比表

序号	分区	单位	设计量	实施量	变化量	备注
1	枢纽工程区	hm ²	0.25	0.25	0	
2	灌区工程区	hm ²	2.01	0	-2.01	
3	施工生产生活区	hm ²	0.8	0.76	-0.04	
4	道路工程区	hm ²	3.8	3.65	-0.15	
5	弃渣场区	hm ²	2.12	0.91	0.98	
6	料场区	hm ²	2.23	2.21	-0.02	
合计			11.21	7.78	-1.24	

说明：表中绿化面积均为投影面积。

4.3 临时防治措施监测结果

4.3.1 水保方案设计情况

根据本工程“水土保持方案”及其批复文件（红水保〔2021〕2号），设计临时措施如下：修建临时排水沟 3200m、编织袋装土挡墙 50m。

表 4-8 临时措施设计情况统计表

分区	内容	单位	数量
枢纽工程区	临时拦挡	m	50
道路工程区	临时排水沟	m	3000
施工生产生活区	临时排水沟	m	200

4.3.2 实施情况

根据监测现场调查统计，结合建设单位提供资料分析，本项目实施的临时措施工程量如下：修建临时排水沟 3200m、编织袋装土挡墙 50m。

表 4-8 临时措施实施情况统计表

分区	内容	单位	数量
枢纽工程区	临时拦挡	m	50
道路工程区	临时排水沟	m	3000
施工生产生活区	临时排水沟	m	200

4.4 水土保持措施防治效果

在工程建设过程中，参建各方严格遵守施工规范，按照设计施工工艺施工，有效控制施工活动对周边环境的不良影响，积极开展了水土保持工作，注重水土流失防治。

根据最后一次现场调查，本项目实施水土保持工程措施占地面积 0.29hm^2 ，植物措施面积 7.78hm^2 ，林草成活率在 95% 以上，林草盖度达 85% 以上。监测末期各区侵蚀强度随着林草盖度的提高较施工期末已大大降低，各区域水土保持措施防治效果如下：

(1) 枢纽工程区：施工期间该区在场地平整过程中进行了较大的土石方开挖及回填工作，形成了一些的边坡和裸露地表，原地貌发生了较大变化。目前工程建设完工，开挖和回填边坡采取了浆砌石挡墙、坡面修建了排水沟、和植草护坡，施工迹地恢复了植被。该区地表已被建筑物、硬化、绿化覆盖，现状水土流失为微度侵蚀。

(2) 灌区工程区：灌区工程区暂未建设。

(3) 料场区：目前实施了植被恢复，但局部区域植被恢复较差，还存在一定的水土流失。

(4) 道路区：道路区路面实施了水泥硬化，道路边坡实施了撒草绿化，现状水土流失轻微。

(5) 弃渣场：施工期间大量的弃渣排往弃渣场，主体工程在渣场底部修建了挡墙，并对渣体进行碾压，弃渣结束后实施了植被恢复，部分区域植被恢复较差，还存在一定的水土流失。

(6) 施工生产生活区：施工生产生活区施工期间对地表扰动不大，施工结束后根据实际情况采取了撒草绿化，现状水土流失为微度侵蚀。

(7) 水库淹没区：水库淹没区施工期间未扰动，目前为已被水域覆盖，不存在水土流失。

通过监测实地调查，结合建设单位提供资料，在项目施工过程中，建设单位实施了一系列的水土流失防治措施。工程施工结束后，建设单位逐步完善了项目区的植物措施，有效改善了项目区生态环境。通过实地踏勘，可以看出，项目区水土流失防治措施较为完善，有效的抑制了因施工建设造成的水土流失，并有效改善了项目区生态环境。

5 土壤流失情况动态监测

5.1 地表扰动面积动态监测结果

本工程水土流失面积在施工期是不断发生变化的，随着建筑物及场地道路硬化面积的逐渐增加而减少。根据各阶段各分区水土流失监测结果显示，工程建设地表扰动面积总面积为 10.78hm²。

表 5-1 工程扰动面积统计表

序号	分区	扰动土地面积 (hm ²)	备注
1	枢纽工程区	2.26	
2	料场区	2.23	
3	道路工程区	4.48	
4	施工生产生活区	0.83	
5	弃渣场区	0.98	目前仅启用 1#弃渣场
6	灌渠工程区	0	暂未建设
7	水库淹没区	0	
合计		10.78	

5.2 土壤流失量

5.2.1 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

5.2.1.1 侵蚀单元划分

项目区属深切切割的高中山与河流峡谷地貌，地势南东高北西低，呈一相对封闭的开口向西、西南的圈椅状地形。沟谷与梁子发育方向大体与构造线方向基本一致。山梁子及其两侧斜坡自然坡度 25-40。谷坡坡度 35-60。局部直立，多为直线性陡坡，构造影响破碎带谷坡更为宽缓。

根据工程区的原地貌及植被情况，结合《水保方案》及其批复文件，将本工程原地貌侵蚀单元划分为水域、梯坪地、林地以及园地等 4 个侵蚀单元。

5.2.1.2 地表扰动类型划分

本工程用地是在遵守《中华人民共和国土地管理法》等法律法规的前提下，遵循保护环境、尽可能减少用地、合理利用土地的原则进行施工场地、工程布置等永久及临时性用地的规划。在工程建设过程中，各项施工活动尽可能控制在规划用地范围内。

为了客观地反映建设项目的水土流失特点，对建设项目地表扰动进行适量的分类。堆土、开挖面具有不同的水土流失特点。根据监测工作的实际需要和项目建设的工程特点，在实地调查的基础上，依据同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致，不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则进行。

根据工程各分区的水土流失的特点，将本工程建设过程中的扰动类型分为开挖面、回填面、平台。

表 5-2 项目区地表扰动类型划分表

名称	地表扰动类型		
	开挖面	回填面	平台
扰动地表形态	开挖面	回填面	平台
主要存在区域	枢纽工程区、道路工程区、料场区、	枢纽工程区、道路工程区、弃渣场	枢纽工程区、道路工程区施工生产生活区
特征描述	分为土质坡面和石质坡面。土质坡面以较陡土坡为主，易受重力、降雨冲刷而发生流失；石质坡面侵蚀形态表现为石质开挖面或填筑面的侵蚀，水土流失较小。	回填过程中进行一定程度压实，坡面多为松散土质，裸露严重，是形成水土流失的重点区域	地势平缓，扰动程度较轻，侵蚀形态表现为地表冲刷侵蚀。

5.2.1.3 防治措施实施后侵蚀单元划分

建设单位根据本工程各区域的特点，采取了不同的水土流失防治类型，主要有工程措施（主要有防渗护坡、浆砌石挡墙、截排水沟）、植物措施（主要是栽植乔木、灌木、撒草绿化）。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数

5.2.2.1 原地貌侵蚀模数

项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，植被覆盖较好，土壤容许流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。

根据“水保方案”对水土流失状况的调查分析，建设前项目区水土流失属轻度侵蚀，背景平均侵蚀模数 $703t/(km^2 \cdot a)$ 。

5.2.2.2 防治措施实施后侵蚀模数

防治措施实施后水土流失面积和侵蚀模数在施工期和试运行期（自然恢复期）是不断发生变化的，运行期（自然恢复期）建筑物及场地道路硬化占地已不存在水土流失，其它区域将随着植被的逐步恢复侵蚀模数而降低。监测期末各区侵蚀模数如下：

（1）枢纽工程区：施工期间该区在场地平整过程中进行了较大的土石方开挖及回填工作，形成了一些的边坡和裸露地表，原地貌发生了较大变化。坡面修建了排水沟和防渗护坡。该区地表已被建筑物、硬化、绿化覆盖，现状水土流失为微度侵蚀，侵蚀模数为 $300t/(km^2 \cdot a)$ 。

（2）灌区工程区：灌区工程区暂未建设，原地貌未扰。

（3）料场区：料场采料结束后实施了植被恢复，但局部区域植被恢复较差，还存在一定的水土流失，侵蚀模数为 $850t/(km^2 \cdot a)$ 。

（4）道路区：道路路面实施了硬化，道路边坡实施了撒草绿化，侵蚀模数为 $550t/(km^2 \cdot a)$ 。

（5）弃渣场：施工期间大量的弃渣排往弃渣场，主体工程在渣场底部修建了挡墙，并对渣体进行碾压，弃渣结束后实施了复耕措施及植被恢复，部分区域植被恢复较差，还存在一定的水土流失，侵蚀模数为 $750t/(km^2 \cdot a)$ 。

（6）施工生产生活区：施工生产生活区施工期间对地表扰动不大，施工结束后根据实际情况采取了撒草绿化，现状水土流失为微度侵蚀，侵蚀模数为 $400t/(km^2 \cdot a)$ 。

5.2.3 土壤流失量动态监测

水土流失量及其程度是开发建设项目水土保持监测的一项重要内容。根据本工程建设及施工特点，水土流失主要集中在施工期。

主体工程于2014年3月份开工建设，2018年3月完工。建设单位2020年3月委托我公司承担本项目的水土保持监测工作，由于监测工作开展时，本工程已经开工一年半，因此本监测报告只统计监测时段内的土壤流失量，对监测开展之前的土壤流失量不予统计。

5.2.3.1 监测时段内的土壤流失量及分析

根据工程现状以及监测时段，由于项目开展监测时工程已完工，因此本监测报告只计算试运行期监测时段内的土壤流失量，对监测开展之前的土壤流失量不予统计。

本项目水土保持监测工作开展时，工程已进入植被恢复期，在植被恢复期内，本工程土壤流失量根据表 5-5 各分区土壤侵蚀强度取值、土壤流失面积以及监测时段，求得项目区土壤流失量。本工程监测时段内土壤流失总量为 89.36 t。监测时段内土壤流失量汇总情况详见表 5-4。

表 5-3 土壤流失量监测结果表

序号	项目分区	土壤侵蚀强度 (t/km ² ·a)	监测时段 (月)	扰动面积 (hm ²)	土壤流失量 (t)
1	枢纽工程区	300	18	2.26	10.17
2	料场区	850	18	2.23	28.4325
3	道路工程区	550	18	4.48	36.96
4	施工生产生活区	400	18	0.83	4.98
5	弃渣场区	600	18	0.98	8.82
合 计		425.75		10.78	89.36

5.3 水土流失危害

监测工作开展时，项目建成并已投入试运行。因此，工程建设水土流失对周边的危害以宏观调查及走访周边群众的方法为主。

通过调查及走访得知，工程建设过程中，基本按照水土保持要求进行施工，及时采取了相应的防护措施，有效的防止了因工程建设造成的大量水土流失。该项目的建设未发生大量水土流失情况及对周边区域造成危害的事件。

6 水土流失防治效果监测结果

在工程建设过程中，参建各方严格遵守施工规范，按照设计施工工艺施工，有效控制施工活动对周边环境的不良影响，积极开展了水土保持工作，注重水土流失防治。对主体工程中具有水土保持功能的措施同时属于主体工程的单位工程（或分部、单元工程），基本按照主体工程施工进度计划实施，水土保持工程措施布局合理，工程措施质量合格。本项目植物措施得到较好落实，林草植被恢复率、林草成活率、覆盖度达到了相关标准要求。

结合有关规定要求和监测所得成果，对项目建设区(扰动范围内)水土保持监测指标进行计算分析如表 6-1。

表 6-1 分项内容及六项指标计算表

分项统计			
序号	项目	单位	数量
1	扰动土地面积	hm ²	10.78
2	水土流失面积	hm ²	8.31
3	建筑物及场地道路硬化面积	hm ²	2.47
4	工程措施面积	hm ²	0.29
5	植物措施面积	hm ²	7.78
6	林草覆盖面积	hm ²	7.78
7	整治面积	hm ²	10.54
8	水土流失治理面积	hm ²	8.07
9	容许土壤流失量	t/km ² ·a	500
10	治理后土壤侵蚀模数	t/km ² ·a	482.42
11	弃渣量	万 m ³	4.61
12	存渣量	万 m ³	4.61
六项指标计算			
序号	指标	监测结果	备注
1	扰动土地整治率%	97.77	(整治面积/扰动土地面积)×100
2	水土流失总治理度%	97.11	(水土流失治理面积/水土流失面积)×100
3	土壤流失控制比	1.04	(项目内容许土壤流失量/治理后的平均土壤流失量)×100
4	拦渣率%	99	实际拦渣量与总弃渣量的百分比
5	林草植被恢复率%	99.11	(植物措施面积/可绿化面积)×100
6	林草覆盖率%	72.17	(林草覆盖面积/扰动土地面积)×100

说明：因水库淹没区未扰动，其面积不进行六项指标计算。

6.1 扰动土地整治率

截至 2021 年 10 月，因水库淹没区和灌渠工程区未扰动，其面积不进行六项指标计算，扣除水库淹没区和灌渠工程区后本工程实际扰动土地总面积为 10.78hm²，土地整治总面积 10.54hm²。其中，建筑物及场地、道路硬化面积占地面积 2.47hm²，工程措施占地面积 0.29hm²，植物措施面积 7.78hm²。扰动土地整治率为 97.77%，达到了水土保持方案拟定的防治目标值。各区土地整治情况详见表 6-2。

表 6-2 扰动土地整治率统计表 单位：hm²

分区	项目建设区面积	扰动面积	建筑物及场地道路硬化面积	水土流失治理面积			扰动土地整治面积	扰动土地整治率 (%)
				工程措施	植物措施	小计		
枢纽工程区	2.26	2.26	1.73	0.25	0.25	0.5	2.23	98.67
料场区	2.23	2.23			2.21	2.21	2.21	99.1
道路工程区	4.48	4.48	0.69	0.02	3.65	3.67	4.36	97.32
施工生产生活区	0.83	0.83	0.05	0.01	0.76	0.77	0.82	98.8
弃渣场区	0.98	0.98		0.01	0.91	0.92	0.92	93.88
合计	10.78	10.78	2.47	0.29	7.78	8.07	10.54	97.77

说明：因水库淹没区未扰动，灌渠工程区暂未建设，其面积不进行六项指标计算。

6.2 水土流失总治理度

截至 2021 年 10 月，项目建设区水土流失面积为 10.78hm²，水土保持措施面积 8.07hm²，水土流失总治理度为 97.11%，达到了水土保持方案拟定的防治目标值。各区扰动土地治理情况详见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度统计表 单位：hm²

分区	项目建设区面积	扰动面积	建筑物及场地道路硬化面积	水土流失面积	水土流失治理面积			水土流失总治理度 (%)
					工程措施	植物措施	小计	
枢纽工程区	2.26	2.26	1.73	0.53	0.25	0.25	0.5	94.34
料场区	2.23	2.23		2.23		2.21	2.21	99.1
道路工程区	4.48	4.48	0.69	3.79	0.02	3.65	3.67	96.83
施工生产生活区	0.83	0.83	0.05	0.78	0.01	0.76	0.77	98.72
弃渣场区	0.98	0.98		0.98	0.01	0.91	0.92	93.88
合计	10.78	10.78	2.47	8.31	0.29	7.78	8.07	97.11

说明：因水库淹没区未扰动，灌渠工程区暂未建设，其面积不进行六项指标计算。

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

根据建设单位提供的相关资料及现场核实，工程实际开挖 6.94 万 m³，外借土石方 18.24 万 m³，回填利用 20.57 万 m³，最终产生弃渣 4.61 万 m³，弃方 4.61 万 m³ 排往弃渣场内，弃渣场均实施了较为完善的拦挡和截排水措施且恢复了植被，目前存渣量月 4.61 万 m³，拦渣率为 99%，达到了水土保持方案拟定的防治标准。

6.4 土壤流失控制比

根据本工程水土保持方案，参考工程所在区域的土壤侵蚀类型和强度，本项目区的土壤容许流失量 500t/km²·a。

总体看整个项目区，尽管监测数据局部区域仍然存在轻度侵蚀的区域，由于各区域均已实施了植被恢复或复耕措施，侵蚀强度会随着植被覆盖率的提高而大大降低，以目前情况来看，工程总体土壤侵蚀强度为 482.42 t/km²·a，土壤流失控制比为 1.04，达到了水土保持方案拟定的防治标准。

6.5 林草植被恢复率

截至 2021 年 10 月，本项目可绿化面积为 7.85hm²，实施植物措施面积 7.78hm²，林草植被恢复率为 99.11%，达到了水土保持方案拟定的防治标准。林草植被恢复率见表 6-5。

表 6-5 林草植被恢复率统计表

分区	项目建设区面积 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	植物措施面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)
枢纽工程区	2.26	0.26	0.25	96.15
料场区	2.23	2.21	2.21	100.00
道路工程区	4.48	3.66	3.65	99.73
施工生产生活区	0.83	0.77	0.76	98.70
弃渣场区	0.98	0.95	0.91	95.79
合计	10.78	7.85	7.78	99.11

说明：因水库淹没区未扰动，灌渠工程区暂未建设，其面积不进行六项指标计算。

6.6 林草覆盖率

本工程项目建设区占地面积为 10.78hm²，实施植物措施面积 7.78hm²，林草覆盖率为 72.17%，达到了水土保持方案拟定的防治标准。林草覆盖率计算见表 6-6。

表 6-6 林草覆盖率计算表

分 区	项目建设区面积 (hm ²)	林草覆盖面积 (hm ²)	林草覆盖率(%)
枢纽工程区	2.26	0.25	11.06
引水工程区	2.23	2.21	99.10
道路工程区	4.48	3.65	81.47
料场区	0.83	0.76	91.57
弃渣场	0.98	0.91	92.86
合 计	10.78	7.78	72.17

说明：因水库淹没区未扰动，灌渠工程区暂未建设，其面积不进行六项指标计算。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失动态变化和防治达标情况，反映了项目建设中的水土流失状况、水土保持措施的防治效果与存在的问题。本工程水土保持工程措施、植物措施、临时措施等防治效果显著，人为水土流失得到了有效控制。施工期间未发生水土流失事故，做到了水土流失零投诉，总体危害较小，各项防治目标均达到了水土保持方案设计要求。

通过各项水土保持措施的实施，截至 2021 年 10 月，本工程各项水土保持指标的达标情况见表 7-1。

表 7-1 水土保持防治目标基础值拟定

序号	指标名称	单位	一级标准	方案防治目标值	监测结果值	备注
1	扰动土地整治率	%	95	95	97.77	达标
2	水土流失总治理度	%	95	97	97.11	达标
3	土壤流失控制比		0.8	1	1.04	达标
4	拦渣率	%	95	95	99.00	达标
5	林草植被恢复率	%	97	99	99.11	达标
6	林草覆盖率	%	25	27	72.17	达标

说明：因水库淹没区未扰动，灌渠工程区暂未建设，其面积不进行六项指标计算。

7.2 水土保持措施评价

建设单位重视水土流失防治工作，能够较好的执行水土保持法律法规，能够认真及时落实各项水土流失防治措施，各项水土保持措施布局合理，防治效果显著，质量合格。

截至 2021 年 10 月，本工程项目建设区面积 22.73hm²，因水库淹没区未扰动，灌渠工程区暂未建设，其面积不进行六项指标计算，扣除水库淹没区本工程实际扰动土地总面积为 10.78hm²，土地整治总面积 10.54hm²。其中，建筑物及场地、道路硬化面积占地面积 2.47hm²，工程措施占地面积 0.29hm²，植物措施面积 7.78hm²。扰动土地整治率为 97.77%。有效控制水土流失的同时，对改善区域生态环境状况起到了积极作用，取得了良好的社会效益和生态效益。

7.3 存在问题及建议

根据绿春县八尺水库工程水土保持监测结果，对本工程提出以下水土保持建议：做好已有水土保持设施的管护工作，雨季及时清理截排水沟，确保各措施发挥应有的水土保持效益，加强巡查，发现水土流失隐患及时治理。

7.4 监测工作中的经验及问题

7.4.1 监测工作中的经验

通过本工程的水土保持监测，丰富了我公司该类项目的水土保持监测资料与经验，具体有以下几点：

（1）通过本工程的水土保持监测，充实了尾矿库项目的水土保持监测资料，为同类项目的水土保持工作提供了宝贵的经验。

（2）由于工程施工所涉及的单位较多，在完成每天现场工作后及时整理当天影像资料并进行当天工作总结，以保证监测工作的顺利进行。

（3）布设监测设施需从客观实际出发，认真分析项目区土壤侵蚀类型及侵蚀单元，因地制宜布设观测设施。

（4）通过本工程的水土保持监测，加深了监测人员对水力发电类项目水土保持相关知识的理解和运用，并使得监测人员更加明确了水力发电类项目水土保持监测工作的重点。

7.4.2 监测工作中存在的问题与建议

针对本工程的监测情况，监测工作主要存在以下问题：

（1）由于监测工作开展时，主体工程已开工，无法对前期水土流失情况进行监测，丧失了最好的监测时间，造成了前期监测数据的空白。建议项目在开工前就要落实水土保持监测单位。

（2）在监测过程中，由于人为扰动的原因，使得监测数据精度难保证，一般可比性较差，与侵蚀模型的建立要求有一定差距，人为扰动因子在建设项目中影响较大。

7.5 综合结论

据办水保[2013]188号“水利部办公厅关于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的通知”，以及云政发[2007]165号“云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告”，项目区所在地绿春县属于“西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区”和“云南省省级重点治理区”。项目区水土流失防治标准执行一级标准。

工程建设总工期48个月，于2011年7月开工，2016年2月完工。2020年3月，建设单位委托我公司开展本项目的水土保持监测工作，监测工作开展时，主体工程已完工，因此本工程水土保持监测工作属于后补监测。因此本工程的监测时段共1.5年，均为自然恢复期监测。监测分区分为项目建设区枢纽工程区、道路工程区、料场区、施工生产生活区、弃渣场和水库淹没区，监测总面积为 19.42hm^2 。监测工作主要针对扰动地表面积进行现场调查结合资料分析复核、水土流失状况进行实地调查、防治措施实施和运行情况进行实地量测、水土流失危害进行现场巡查和走访座谈等方式开展。项目区域内共计布设监测点21个，其中调查监测点16个，植被监测样方5个。

本工程水土流失防治责任范围总面积为 19.42hm^2 。据监测结果分析，工程实际扰动土地总面积为 10.78hm^2 ，因水库淹没区未扰动，灌渠工程区暂未建设，其面积不进行六项指标计算，扣除水库淹没区未扰动，灌渠工程区扰动土地总面积为 10.54hm^2 。其中，建筑物及场地、道路硬化面积占地 2.47hm^2 ，工程措施占地 0.29hm^2 ，植物措施面积 7.78hm^2 。监测时段内土壤流失总量为 89.36t ，现状土壤侵蚀模数为 $482.42\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据建设单位提供的相关统计资料，并结合监测人员现场调查、核实，工程实际开挖 6.94万 m^3 ，外借土石方 18.24万 m^3 ，回填利用 20.57万 m^3 ，最终产生弃渣 4.61万 m^3 ，排往弃渣场内，弃渣场均实施了较为完善的拦挡和截排水和植被恢复措施。

本项目建设单位对水土保持工作较为重视，水土保持措施的实施效果比较好，基本照水土保持方案的要求落实到位。施工结束后，项目区已实施了大量的具有水土保持功能的措施，包括防渗护坡、浆砌石挡墙、截排水沟、植被恢复、临时防护措施等，对项目区防治水土流失起到了关键作用。

经统计，本项目完成水土保持措施工程量有：防渗护坡 0.25hm^2 ，浆砌石挡墙 23m ，截排水沟 3235m ；植被恢复面积 7.78hm^2 ；临时措施有临时排水沟 4185m ，编制土袋临时挡墙 50m 。

通过各项水土保持措施的实施，扰动土地整治率为 97.77%，水土流失总治理度为 97.11%，拦渣率为 99%，土壤流失控制比为 1.04，林草植被恢复率为 99.11%，林草覆盖率为 72.17%，水土保持六项指标均已达到水保方案拟定防治目标值。

综上所述，本项目建设单位对水土保持工作较为重视，水土保持方案中各项措施基本到位，并发挥着相应的水土保持功能，对因本工程建设引起的水土流失起到了有效的防治。运行期间需重视水土保持设施管护工作并落实水保方案设计的水保措施，确保其正常发挥水土保持效益。