

水保监测（云）字第 0001 号

昌宁县羊肠河水库工程
水土保持监测总结报告

建设单位：昌宁县抗旱水源小（一）型水库工程建设管理局

监测单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

二〇一九年十一月



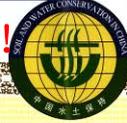
生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (副本)

单位名称：昆明龙慧工程设计咨询有限公司
法定代表人：罗松
单位等级：★★★★（4星）
证书编号：水保监测（云）字第0001号
有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构：中国水土保持学会
发证时间：2018年09月30日



本证书此次仅供昌宁县羊肠
河水库工程项目中使用，再次复
印无效！



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书 (正本)

单位名称：昆明龙慧工程设计咨询有限公司
法定代表人：罗松
单位等级：★★★★★（5星）
证书编号：水保方案（云）字第0024号
有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构：中国水土保持学会
发证时间：2018年09月30日

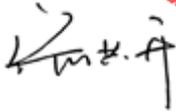
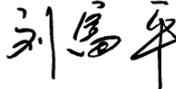
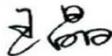


监测单位地址：昆明市二环西路625号云铜科技园工程技术中心B座二楼
部门负责人：刘富平 15987165630
技术负责人：王晶 15887215541
技术负责人：何建毅 15887825767
项目联系人：杨平 15887841199
传真：0871—65392953
电子邮箱：lhsb02@163.com

昌宁县羊肠河水库工程水土保持监测总结报告责任页

昆明龙慧工程设计咨询有限公司



批准:	张洪开		副总经理	
核定:	刘富平		总经理助理	
审查:	王晶		总工	
校核:	胡治军		副总工	
项目负责人:	杨平		工程师	
编写:	杨平		工程师	报告编写
	王文杰		助理工程师	附件、图纸

目录

前言	3
1 建设项目及水土保持工作概况.....	6
1.1 建设项目概况	6
1.2 水土保持工作情况	23
1.3 监测工作实施情况	28
2 监测内容与方法.....	34
2.1 监测内容	34
2.2 监测方法	36
3 重点部位水土流失动态监测.....	47
3.1 防治责任范围监测.....	47
3.2 取料监测结果.....	49
3.3 弃渣监测结果.....	51
4 水土流失防治措施监测结果.....	54
4.1 工程措施监测结果.....	54
4.2 植物措施监测结果.....	59
4.3 临时防护措施监测结果.....	64
4.4 水土保持措施防治效果	68
5 土壤流失情况监测.....	70
5.1 水土流失面积	70
5.2 土壤流失量	70
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	83
5.4 水土流失危害	83
6 水土流失防治效果监测结果.....	84
6.1 扰动土地整治率	84
6.2 水土流失总治理度	85
6.3 拦渣率	86

6.4 土壤流失控制比	86
6.5 林草植被恢复率	86
6.6 林草覆盖率	87
7 结论.....	88
7.1 水土流失动态变化	88
7.2 水土保持措施评价	88
7.3 存在问题及建议	89
7.4 综合结论	89

附件:

附件 1: 委托书;

附件 2: 保山市发展和改革委员会保山市水利局关于昌宁县羊肠河水库工程可行性研究报告的批复(保发改农经〔2014〕22号,保山市发展和改革委员会保山市水利局,2014年1月9日);

附件 3: 保山市水利局关于准予《昌宁县羊肠河水库工程水土保持方案的行政许可决定书》(保水许可〔2014〕17号,保山市水利局,2014年3月25日);

附件 4: 保山市水利局关于《昌宁县羊肠河水库工程初步设计报告》的批复(保水〔2015〕173号,保山市水利局,2015年6月5日);

附件 5: 保山市水利局关于《昌宁县羊肠河水库工程 1#弃渣场设计变更》的批复(保水〔2015〕319号,保山市水利局,2015年10月19日);

附件 6: 保山市水务局关于《羊肠河水库羊街大沟设计变更报告》的批复(保水〔2016〕349号,保山市水务局,2016年8月12日);

附件 7: 水土保持补偿费缴纳凭证。

附件 8: 水行政主管部门监督检查意见。

附件 9: 监测单位整改意见。

附件 10: 项目区照片集。

附图:

- 1、项目区地理位置示意图;
- 2、昌宁县羊肠河水库工程总平面布置图;
- 3、昌宁县羊肠河水库工程水土流失防治责任范围图;
- 4、昌宁县羊肠河水库工程水土保持措施及监测点布置图

昌宁县羊肠河水库工程水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		昌宁县羊肠河水库工程									
建设规模	羊肠河水库工程坝型为粘土心墙风化料坝，坝顶高程为 1895.60m，最大坝高 41.60m，坝顶长 142.0m，坝顶宽 5.0m。总库容 114.6 万 m ³ ，正常蓄水位为 1891.57m，兴利库容为 57.0 万 m ³ 。工程等别为 IV 等，工程规模为小（1）型。		建设单位、联系人		昌宁县抗旱水源小（一）型水库工程建设管理局/胡志刚						
			建设地点		保山市昌宁县珠街乡从岗村						
			所属流域		澜沧江流域						
			工程总投资		7872.06 万元						
			工程总工期		29 个月（2015 年 6 月~2017 年 10 月）						
水土保持监测指标											
监测单位		昆明龙慧工程设计咨询有限公司			联系人及电话		何建毅/15887825767				
自然地理类型		中低山侵蚀地貌			防治标准		建设类项目一级标准				
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		调查监测、定位监测		2.防治责任范围监测		调查监测				
	3.水土保持措施情况监测		调查监测		4.防治措施效果监测		调查监测				
	5.水土流失危害监测		调查监测		水土流失背景值		865.73t/km ² ·a				
方案设计防治责任范围		79.03hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² ·a				
水土保持投资		148.95 万元			水土流失目标值		500t/km ² ·a				
防治措施		（一）工程措施：①主体工程设计的工程措施为枢纽工程区 C15 砼排水沟 25.67m ³ ，浆砌石挡墙 273.44m ³ ，浆砌石排水沟 417.62m ³ ；方案新增措施包括 M7.5 浆砌石挡渣墙 150m，M7.5 浆砌石截水沟 1120m，M7.5 浆砌石排水沟 450m，沉沙池 12 口；②方案新增：C20 砼排水沟 40m，复耕 3.59hm ² ，M7.5 浆砌石挡渣墙 11.4m，M7.5 浆砌石截水沟 204m，M7.5 浆砌石排水沟 108m，沉沙池 2 口，格宾石笼挡墙 22m，混凝土预制涵管 92m。 （二）植物措施：主体设计植物护坡 1.48hm ² ，方案新增植被恢复面积 5.12hm ² 。 （三）临时措施：临时覆盖 1905m ² ，临时排水沟 2170m。									
监测结论	防治效果	分类指标		目标值	达到值	实际监测数量					
		扰动土地整治率（%）		95%	99.60%	防治措施面积	8.71hm ²	建筑物及硬化面积	8.91hm ²	扰动土地面积	17.69hm ²
		水土流失总治理度（%）		87%	99.20%	防治责任范围面积		57.33hm ²	水土流失总面积	8.78hm ²	
		土壤流失控制比		1.0	1.03	工程措施面积		3.63hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a	
		拦渣率（%）		95%	98%	植物措施面积		5.08hm ²	监测土壤流失情况	484.82 t/km ² ·a	
		林草植被恢复率（%）		97%	98.45%	可恢复林草植被面积		5.16hm ²	林草类植被面积	5.08hm ²	
		林草覆盖率（%）		22%	28.72%	实际拦挡弃土（石、渣）量		2.14 万 m ³	总弃土（石、渣）量	2.14 万 m ³	
	水土保持治理达标评价		六项水土流失防治指标均达到《水保方案》拟定防治目标值及一级防治目标。								
总体结论		本工程建设单位重视本工程水土保持工作，按照批复的《水保方案》结合实地情况实施了水土流失防治措施，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		（1）弃渣场及料场局部区域植被恢复区域恢复效果不佳，应及时补植补种。 （2）加强运行期已建水土保持措施管护工作，确保其发挥正常的水土保持功能。									

前言

一、项目简况

昌宁县羊肠河水库工程位于昌宁县珠街乡以西从岗村文耐寨子脚，行政区划隶属于昌宁县珠街乡文耐村委会；工程区距珠街乡政府驻地约 5km，距昌宁县城 120km，坝址地理坐标：东经 99°53'30"，北纬 25°06'35"，有进库道路与乡村道路相接直达工程枢纽工程区，交通较为方便。

昌宁县羊肠河水库工程是一座以农业灌溉及解决项目区人畜饮水问题的新建小（一）型水库，工程等别为Ⅳ等，水工建筑物级别属 4 级，工程以农业灌溉和人畜饮水为主要功能。总库容 114.6 万 m³，正常蓄水位为 1891.57m，兴利库容为 57.0 万 m³。拦河坝为粘土心墙风化料坝，坝顶高程为 1895.60m，最大坝高 41.60m，坝顶长 142.0m，坝顶宽 5.0m。输水工程为解决 3479.4 亩耕地的农业灌溉问题，同时保障 3 个村民委员会 30 个村民小组 4797 人、2568 头大牲畜、5618 头小牲畜的饮用水供给。

工程主要包括枢纽工程区、输水工程区、水库管理所、水库淹没区、弃渣场区、料场区、交通道路区、施工辅助设施区，总占地面积为 34.27hm²，其中工程永久占地 21.28hm²（包括枢纽工程区、交通道路区、水库管理所、输水工程区及水库淹没区），工程临时占地 12.99hm²（包括交通道路区、料场区、弃渣场区及施工辅助设施区）。

工程实际于 2015 年 6 月开工，2017 年 10 月完工，建设工期为 29 个月，现已进行自然恢复期；工程总投资 7872.06 万元，其中土建投资 6640.41 万元。

二、监测任务由来及监测过程

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和工程建设项目的有关法律法规的规定，确保羊肠河水库工程在建设过程中新增水土流失得到全面有效的治理，工程建设单位昌宁县抗旱水源小（一）型水库工程建设管理局于 2014 年 9 月委托昌宁县水务局勘测设计队对项目的水土保持方案报告书进行编制工作，编制单位于 2014 年 3 月完成《昌宁县羊肠河水库工程水土保持方案可行性研究报告》（报批稿）的编制工作，2014 年 3 月 25 日保山市水利局以“保水许可〔2014〕17 号”对本项目水保方案进行了批复，明确了本工程的水土流失防治重点、防治责任范围、防治分区、防治措施和水土保持投资。

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139号，2015年6月23日），2015年7月，昌宁县抗旱水源小（一）型水库工程建设管理局委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行该工程的水土保持监测，接受委托之后，昆明龙慧工程设计咨询有限公司即组织技术人员成立项目组多次对羊肠河水库工程的水土流失情况进行现场监测。监测采用定位观测和调查监测相结合监测方法，监测时段从2015年7月至2017年10月，监测时段为28个月。通过主体竣工资料及监理资料的分析整理，于2019年11月编制完成了《昌宁县羊肠河水库工程水土保持监测总结报告》（以下简称《监测报告》），为下阶段水土保持设施专项验收提供依据。

三、水土保持监测结果

本项目实际建设过程中发生的水土流失防治责任范围面积为 57.33hm^2 ，其中项目建设区 34.27hm^2 ，直接影响区占地面积为 23.06hm^2 。工程建设期间实际扰动地面积为 34.27hm^2 ，占地类型主要为水田、坡耕地、林地、其它用地和水域及水利设施用地。

工程实际建设过程中开挖土石方为 24.78万 m^3 （其中土方开挖 22.54万 m^3 ，石方开挖 2.16万 m^3 ，表土剥离 0.71万 m^3 ），土石方回填利用 23.95万 m^3 （含绿化覆土 0.71万 m^3 ）；相互调用 13.98万 m^3 ，废弃方 2.14万 m^3 （松方为 2.84万 m^3 ），废弃方全部运至变更后的1#弃渣场堆放。

截止2019年11月，经统计项目实施水土保持措施具体如下：

（1）工程措施：①主体工程设计的工程措施为枢纽工程区C15砼排水沟 25.67m^3 ，浆砌石挡墙 273.44m^3 ，浆砌石排水沟 417.62m^3 ；方案新增措施包括M7.5浆砌石挡渣墙 150m ，M7.5浆砌石截水沟 1120m ，M7.5浆砌石排水沟 450m ，沉沙池12口；②方案新增：C20砼排水沟 40m ，复耕 3.59hm^2 ，M7.5浆砌石挡渣墙 11.4m ，M7.5浆砌石截水沟 204m ，M7.5浆砌石排水沟 108m ，沉沙池2口，格宾石笼挡墙 22m ，混凝土预制涵管 92m ；

（2）植物措施：主体设计植物护坡 1.48hm^2 ，方案新增植被恢复面积 5.12hm^2 ；

（3）临时措施：临时覆盖 1905m^2 ，临时排水沟 2170m 。

通过各项水土保持措施的建设，因本工程建设产生的水土流失得到有效治理，项目区原生水土流失量为 987.96t/a ，现状水土流失量为 85.78t/a ；与原生水土流失量相比，水土流失量减少 902.18t/a ，各种措施的实施使项目建设区环境得到较大改善。项目区防治措施实施后平均土壤侵蚀模数已降低至 $484.82\text{t/km}^2\cdot\text{a}$ ，通过周边走访调

查，本项目建设期间未发生严重的水土流失，未对项目区周边造成严重影响。

通过对项目区水土流失防治效果评价，水土保持措施实施后各项指标为：扰动土地整治率达到 99.60%，水土流失总治理度 99.20%，土壤流失控制比达到 1.03，拦渣率达到 99%以上，林草植被恢复率达到 98.45%，林草覆盖率达到 28.72%。六项指标均达到方案目标值，并达到一级防治标准。

四、监测结论

根据监测成果分析，在工程施工建设过程中，工程施工未引起大面积严重水土流失，水土保持工程基本完好，发挥了防治因工程建设引发水土流失的作用。

目前，建设单位已完成水土保持设施的竣工结算，后期运行管理单位已明确，后续管护和运行资金有保证；各项水土保持设施具备运行条件，且能持续、安全、有效运转，符合交付使用要求，已具备水土保持设施竣工验收的条件。

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 项目基本情况

1.1.1.1 项目地理位置

昌宁县羊肠河水库工程位于昌宁县珠街乡以西从岗村文耐寨子脚，行政区划隶属于昌宁县珠街乡文耐村委会；工程区距珠街乡政府驻地约 5km，距昌宁县城 120km，坝址地理坐标：东经 99°53'30"，北纬 25°06'35"，有进库道路与乡村道路相接直达工程枢纽工程区，交通较为方便。项目区地理位置及交通状况详见附图 1。

1.1.1.2 项目建设规模及特性

项目名称：昌宁县羊肠河水库工程；

建设地点：保山市昌宁县珠街乡从岗村；

建设单位：昌宁县抗旱水源小（一）型水库工程建设管理局；

建设性质：建设类项目；

工程任务：农业灌溉、人畜饮水；

工程等级：永久性主要建筑物级别为 4 级，次要建筑物级别为 5 级；

工程规模：小（I）型；

建设工期：2015 年 6 月至 2017 年 10 月，建设工期为 29 个月；

工程投资：工程总投资 7872.06 万元，其中土建投资 6640.41 万元；

工程技术经济指标详见表 1-1。

表1-1 工程主要技术经济指标表

序号	名称	单位	特征值	备注
一	水文			
1	流域面积			
	羊肠河水库	km ²	10.5	
2	利用的水文系列年限	年	39	
3	多年平均年径流量			
	羊肠河水库	万 m ³	472.5	
	马街槽水库	万 m ³	126.0	
4	设计洪水			
	设计洪峰流量	m ³ /s	56.3	P = 3.33%
	校核洪峰流量	m ³ /s	85	P = 0.33%

序号	名称	单位	特征值	备注
	设计洪水洪量 (24h)	万 m ³	120	P = 3.33%
	校核洪水洪量 (24h)	万 m ³	189	P = 0.33%
5	蒸发			
	水面蒸发	mm	1087.4	
	蒸发增损	mm	357.4	
6	泥砂			
	水库坝址悬移质年输沙量	万 t	0.7547	
	水库坝址推移质年输沙量	万 t	0.1509	
	马街槽水库引区悬移质年输沙量	万 t	0.2013	
	马街槽水库引区推移质年输沙量	万 t	0.0403	
二	水库规模			
1	水库水位			
	校核洪水位	m	1895.58	
	设计洪水位	m	1894.53	
	正常蓄水位	m	1891.57	
	死水位	m	1879.69	
2	水库容积			
	总库容	万 m ³	114.6	
	正常蓄水位以下库容	万 m ³	85.9	
	调洪库容	万 m ³	28.7	
	调节(兴利)库容	万 m ³	57	
	死库容	万 m ³	28.9	
3	调节特性		年调节	
三	工程效益			2020 年指标
	供水人口	万人	0.4797	
	供水大牲畜	万头	0.2568	
	供水小牲畜	万头	0.5618	
	新增灌溉面积	万亩	0.25794	合计 0.34794 万亩
	改善灌溉面积	万亩	0.9	
	年供水总量	万 m ³	163	
四	水库淹没及工程占地			主要指标
1	水库淹没区	亩	144.29	基准年
2	工程永久占地	亩	147.56	不含水库淹没
	水田	亩	11.25	
	旱地	亩	8.36	
	轮歇地	亩	46.65	
	林地	亩	81.30	
3	工程临时占地	亩	262.80	
	水田	亩	7.05	
	旱地	亩	32.25	
	轮歇地	亩	126.00	

序号	名称	单位	特征值	备注
	林地	亩	97.50	
4	建设征地及移民安置投资	万元	956.86	
五	主要建筑物			
1	拦河坝			
	坝型		粘土心墙风化料坝	
	坝顶高程	m	1895.60	
	防浪墙顶高程	m	1896.60	防浪墙高 1.0m
	最大坝高	m	41.6	包括清基深
	坝轴线长	m	142	
	坝顶宽	m	5	
	上游坡比		1:2.25、1:2.5	
	下游坡比		1:2.0、1:2.25	
2	泄水建筑物			大坝右岸
	溢洪道堰顶高程	m	1891.57	无闸控制
	溢洪道总长	m	280.34	
	堰宽	m	5	驼峰堰
	设计泄洪流量	m ³ /s	45.01	
	校核泄洪流量	m ³ /s	71.16	
	出口消能型式及长度	m	32.6	底流消能
3	输水建筑物			兼导流
	洞身断面型式		直墙圆拱城门洞	位于大坝右岸
	建筑物总长	m	294.92	
	洞进口底高程	m	1875.89	
	洞出口底高程	m	1874.11	
	进口段长	m	14.8	
	有压洞段长	m	26	矩形 1.5×1.8m
	闸室段	m	5.6	
	无压洞段长	m	116.8	城门型 1.5×1.8m-120°
	出口段长	m	131.72	
	设计输水流量	m ³ /s	0.2	
5	输水工程			
(1)	羊街灌溉输水干管	km	10.68	管道 10.68km
	首部设计流量	m ³ /s	0.119	
(2)	下文昌灌溉输水干管	km	5.125	
	首部设计流量	m ³ /s	0.049	
(3)	羊街人畜输水干管	km	13.13	
	首部设计流量	m ³ /s	0.0059	
(4)	下文昌人畜输水干管	km	8.78	
	首部设计流量	m ³ /s	0.0025	
(5)	配水工程			
	灌溉支管	km	0.662	

序号	名称	单位	特征值	备注
	人饮支管	km	0.22	
	水池	座	39	
六	施工			
	施工期	月	29	
七	主要工程量及材料			
	土石方开挖	万 m ³	9.56	
	土石方回填	万 m ³	35.89	
	砌筑石方	万 m ³	1.89	
	砼	万 m ³	1.74	
八	经济指标			
	总投资	万元	7872.06	
	单位库容投资	元/m ³	68.70	

1.1.1.3 项目组成

根据工程设计资料及现场监测，工程由枢纽工程区、输水工程区、水库管理所、水库淹没区、弃渣场区、料场区、交通道路区、施工辅助设施区组成。

表1-2昌宁县羊肠河水库工程项目组成表

项目分区	主要组成	具体内容
枢纽工程区	拦河坝	拦河坝为粘土心墙风化料坝，坝顶高程为 1895.60m，最大坝高 41.60m，坝顶长 142.0m，坝顶宽 5.0m
	溢洪道	溢洪道、输水（导流）隧洞均布置于拦河坝右岸，溢洪道为驼峰堰，堰宽 5.0m，全长 280.34m，校核泄洪流量 71.16m ³ /s，出口消能型式为底流消能，长度为 32.60m
	输水（导流）隧洞	输水（导流）隧洞全长 294.92m，为直墙圆拱城门洞，断面尺寸为 1.5×1.8m，设计输水流量 0.20m ³ /s
输水工程区	工程设两个（羊街、下文昌）农业灌溉输水区及两个（羊街、下文昌）人畜饮水输水区。	
	农业灌溉输水区	农业总灌溉面积为 3497.40 亩，铺设输水干管 15.805km，设 25 条灌溉支管，支管总长 0.662km，设 50m ³ 灌溉蓄水池 27 座。
	人畜饮水输水区	人畜饮水铺设输水干管 21.91km，设 10 条人畜输水支管，支管总长 0.22km，设人畜蓄水池 12 座，其中 4 座 20m ³ ，5 座 30m ³ ，2 座 50m ³ ，1 座 100m ³ 。
水库管理所		结合工程实际情况，为便于管理，羊肠河水库和灌区统一设立管理所，水库管理所建在水库右岸缓坡部位，占地面积 300m ²
水库淹没区	蓄水库区	水库正常蓄水位 1891.57m，死水位 1879.69m；设计总库容 114.60 万 m ³ ，兴利库容为 57.0 万 m ³ ，死库容为 28.90 万 m ³
弃渣场区		方案设置了 6 座弃渣场堆存工程弃渣；工程实际建设过程中新增 1 个弃渣场，位于拦河坝左岸下游 500m 处的山洼内，占地面积 0.35hm ² ，设计堆渣容量为 3.0 万 m ³
料场区		工程建设过程中设置 1 个料场，面积为 2.07hm ²
交通道路区	进库道路	工程需从现有乡村道路扩建进库道路 3.0km，路面宽 6m，路

项目分区	主要组成	具体内容
		面为土质路面，两侧已进行了绿化
	主体工程临时施工场内道路	水库管理所至库区临时施工道路，路宽 4.5m，长度为 0.85km；羊街输水管道铺设时修建临时便道 1.20km，路宽 1.5m
	施工辅助设施区	枢纽工程的施工辅助设施布设于拦河坝上游的滩地上，共布置 1 个施工营地、1 个砂石料加工系统；参建单位现场办公室布设于水库管理所后侧的缓坡地带；扣除水库淹没区面积后，施工辅助设施区占地面积为 0.24hm ²
直接影响区	直接影响范围	扰动区域对周边造成的影响范围，面积 23.06hm ²

一、枢纽工程区

（一）大坝

大坝为粘土心墙坝，坝顶长 127.7m，坝顶高程 1907.50m，最大坝高 37.5m，坝顶宽 5m。坝顶上游设钢筋砼防浪墙，墙高 1.0m，厚度为 0.3m。拟定坡率分别为：上游坝坡 2.25~2.5，下游坝坡 2.0~2.25。上游坝坡面采用厚度为 0.1m 的 C15 砼预制块护坡，下游坝坡采用网格植草皮护坡。粘土心墙顶宽 3.0m，最大底宽 17.7m，上游边坡为 1:0.2，心墙上、下游分别设一层水平宽 1.5m 的反滤料和一层水平宽 2m 的过渡料。下游边坡为 1:0.2，心墙下游分别设二层水平宽 1.5m 的反滤料和一层水平宽 2m 的过渡料，心墙基础只在帷幕灌浆轴线 3m 范围内设厚度为 0.5m 的 C15 砼垫层。

上下游坝坡设检修阶梯，阶梯宽度为 3.0m，净宽为 2.4m，两侧边墙宽为 0.3m，采用 C15 砼预制块砌筑。

（二）溢洪道

溢洪道为开敞式，无闸控制，进口底板高程为 1903.97m，洪水调节从水位 1903.97m 起调。从调洪计算结果分析，选择堰宽 6.0m 为溢洪道布置方案。溢洪道布置于左坝肩，轴线有一个转弯角，溢洪道轴线与坝轴线交角为 75°。由进水渠段、控制段、第一泄槽段、第二泄槽段、消能段等组成，全长 280.34m。溢洪道边墙采用 M7.5 浆砌石砌筑，底板上层为厚 0.1m 的 C₂₀ 砼，下层为厚 0.25m 的 M7.5 浆砌石。其中：

（1）进水渠段长 15.0m， $i=0$ ，进口底板高程为 1903.97m，底板宽度 10~6.0m，两边设八字导流墙，扩散角为 8°，左边墙高 3.5m，右边墙根据地形条件布置，高度 1.5~3.87m，边墙均采用 M7.5 浆砌石砌筑。

（2）控制段长 5.0m，堰型为宽顶堰，堰顶高程 1903.97m，堰顶宽 6.0m，断面

尺寸为 6.0×4.12m。溢洪道紧接坝体，在控制段设交通桥连接坝顶和左岸坡，桥面板高程与坝顶高程一致，通过此桥通往左岸。

(3) 第一泄槽段长 147.45m， $i=1:5.389$ ，堰后紧接长 10m 的渐变段，底板宽度由 6.0m 渐变为 4.0m，断面尺寸由 6.0×2.5m 渐变为 4.0×1.6m。

(4) 第二泄槽段长 32.85m， $i=1:5.052$ ，第一、二泄槽段连接处设转弯长 10m 渐变段，转弯半径为 20m，断面尺寸由 4.0×1.6m 渐变为 3.0×1.5m。

(5) 工程采用底流式消能，消力池长 20m，宽 5.0m，深 2.0m。

(三) 输水隧洞

工程结合实际地形条件，可将导流洞与输水洞相结合，以减少工程投资。导流输水隧洞进口处接导流明渠。

输水隧洞进口高程 1887.88m，由进口段、有压段、闸室段、无压隧洞段、出口消能段和明渠陡槽段组成，隧洞洞身段全长 108.71m，总长 156.43m。除明渠段采用 M7.5 浆砌石衬砌外，其余采用 C20 钢筋混凝土衬砌。有压段长 45.51m，底坡 $i=0.005$ ，断面尺寸 1.6×1.6m，闸室前 8m 断面渐变为 1.2×1.2m，闸室竖井段长 7.8m，闸室底板高程 1887.6m。竖井顶部平台高程与坝顶高程一致，为 1907.50m，竖井深 19.84m，井壁衬砌厚 0.8m，基础厚 0.6m，竖井内设置平面检修和工作闸门各一套，闸门孔口尺寸为 1.2×1.2m。

无压隧洞段长 57.55m，其中里程 K0+059.16 ~ K0+062.66 为水平转弯段，转弯半径为 6m，底坡 $i=0.005$ ，出口底板高程 1887.37m，断面尺寸 1.2×1.7m，其中直墙高 1.0m，拱高 0.6m。衬砌厚度 0.30m。

出口消能段长 8.0m，池深 1.5m，消力池后接灌溉干渠，渠首取水高程为 1887.37m。



拦河坝上游坝坡现状（2017年10月）

拦河坝下游坝坡现状（2019年8月）

二、输水工程区

工程设两个（羊街、下文昌）农业灌溉输水区及两个（羊街、下文昌）人畜饮水输水区。

农业灌溉输水区：农业总灌溉面积为 3497.40 亩，铺设输水干管 15.805km，设 25 条灌溉支管，支管总长 0.662km，设 50m³灌溉蓄水池 27 座。

人畜饮水输水区：人畜饮水铺设输水干管 21.91km，设 10 条人畜输水支管，支管总长 0.22km，设人畜蓄水池 12 座，其中 4 座 20m³，5 座 30m³，2 座 50m³，1 座 100m³。

同时配套建设水池管网配水工程，通过新建水池及架设人饮配水管道、田间灌溉管道来控制项目区输水。



三、水库管理所

为了便于水库建成后的管理工作，设置水库管理所 1 座，水库管理所编制定员 3 人，其中行政管理人员 1 人，生产人员 2 人。水库管理所占地面积 300m²。

四、交通道路工程

(一) 进库交通

昌宁县羊肠河水库工程位于昌宁县珠街乡从岗村。项目区距珠街乡 5km，施工时需从现有乡村道路扩建进库道路 3.0km，路面宽 6m，路面为泥结石路面。

(二) 场内施工临时道路

场内临时道路主要是为工程施工连接各施工、生产和生活区而设置，本项目实际修建了水库管理所至库区临时施工道路，路宽 4.5m，长度为 0.85km；羊街输水管道铺设时修建临时便道 1.20km，路宽 1.5m，共计 2.05km。



五、施工辅助设施区

根据施工总布置规划基本原则，结合工程所在地形，天然建筑材料分布、水电供应条件和施工场地左右岸分布特点，该工程施工场地划分为：混凝土拌和站 1 处、人工砂石料加工厂 1 处、综合加工系统 1 处、生产及生活区 1 处、施工管理临时生活区 2 处等。

混凝土拌和站：设有成品骨料堆存场、散装水泥库、袋装水泥库、空气压缩机站、外加剂加工间、骨料输送、混凝土拌和机等设施。为满足导流输水隧洞、大坝和溢洪道施工，设置混凝土拌和站 1 个，需配备 0.5m³混凝土搅拌机 3 台。混凝土拌和站的建筑面积为 100m²，总占地 180m²。

人工砂石料加系统：分别设在河岸滩涂，承担河堤支砌的堆石料的生产任务，砂石加工系统由粗碎、预筛分、中细碎、筛分、制砂、成品堆放、供电、供水设施等部分组成。成品骨料采用装载机直接运至堆料场。砂石料加工厂共建筑面积 150m²；总占地面积 320m²。

综合加工系统：包括钢筋加工厂、木材加工厂、模板加工厂、金属结构拼装厂等，综合加工系统沿河道滩涂分散布置，建筑面积为 100m^2 ，占地面积为 250m^2 。

生产及生活区：大坝枢纽区生产生活区布置在坝左岸岸坡缓坡地带，生活区建筑面积 250m^2 ，占地 800m^2 ；施工工厂、生活福利设施主要布置仓库、钢筋、木材加工、及供水、供电、通讯、照明系统和住宿生活设施等，生产区建筑面积 400m^2 ，占地 850m^2 。

本工程施工附属设施占地总面积 0.24hm^2 。

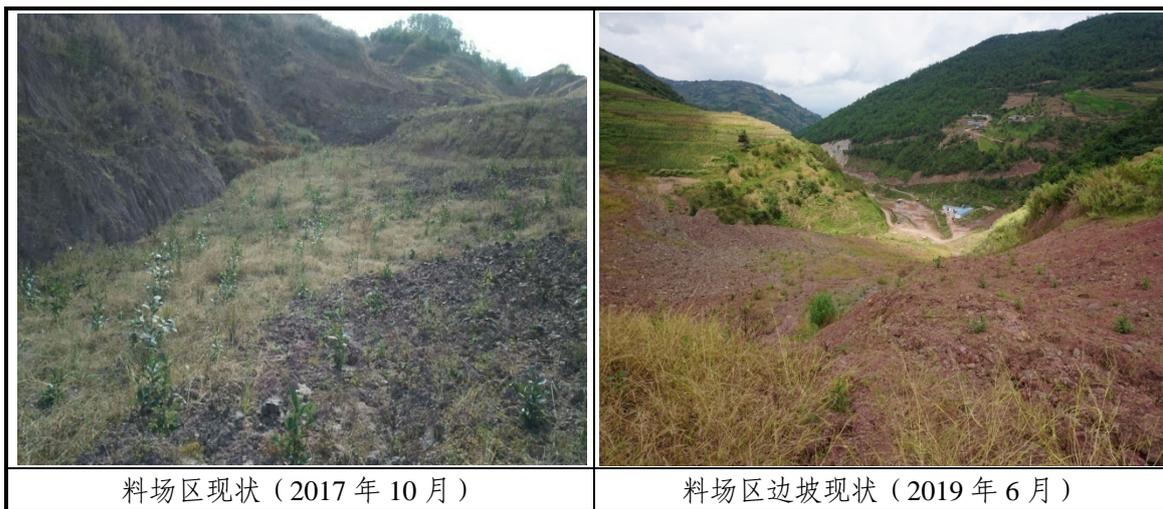
六、料场区

羊肠河水库工程拟建坝型为粘土心墙风化料坝，需用天然建筑材料有心墙土料、风化料、块石料、碎石料和砂料土等，根据项目对建筑材料的要求，方案规划粘土料场一个、坝壳料场二个、石料场一个，砂外购。实际施工过程中仅启用了 I#土料场，与方案规划位置一致，但面积较方案设计面积减少了 5.99hm^2 ，其他 2 座坝壳料场及 1 座石料场均未使用。

I#土料场位于坝址右岸山坡，土料为侏罗系上统坝注路组（J3b）紫红色全风化的砂岩、泥岩、含砂粘土岩，初步调查，可采范围长约 310m ，宽约 260m ，厚约 3m ，储量约 24.18万 m^3 ，土区剥采比 0.09 ，土区主要为林地及耕地；I 土区占地面积 8.06hm^2 。

料场开采前，采用人工对树木进行砍伐，表层腐植层和根系层采用人工配合 74kW 推土机进行剥离、推集。剩余残坡积层、全风化层和部分强风化层由 2m^3 挖掘机开挖， 74kW 推土机推集。

砂料主要采用马街槽砂场的机械砂，目前当地民用及公路建设在采用该石场的机械砂，另一部分可选用羊街河下段的河砂。砂子质量、储量可满足渠道防渗加固处理要求，运距 30km 。



七、弃渣场区

根据原方案批复内容，本着集中堆渣，综合防治的原则，方案规划了6个弃渣场。其中：大坝枢纽区规划1个，命名为1#弃渣场；羊街大沟渠道工程规划3个，命名为2#、3#、4#弃渣场；下文昌大规划2个弃渣场，命名为5#、6#弃渣场，占地面积为1.20hm²，总容量为15.98万m³。

结合现场踏勘情况，羊肠河水库工程在实际建设过程中，方案设计的6座弃渣场均未使用，新增了一座弃渣场，位于大坝左岸下游500m处的山洼处，占地面积0.35hm²，渣场容量3.0万m³，实际堆渣2.14万m³，临时堆放表土0.71万m³，变更批复见附件5。



八、水库淹没区

羊肠河水库淹没征地按正常蓄水位1903.97m高程作为淹没处理范围。水库淹没面积16.58hm²。

1.1.1.4 施工组织

1、交通运输

枢纽工程区原有简易便道连接至现有乡村道路（珠街乡至羊街村道路）上，工程建设过程中需对其进行改扩建，后期作为永久进库道路保留使用；工程对外交通运输直接利用姚耆街乡至珠街乡的乡村道路；工程的大部分施工道路直接利用原有田间耕作道路、村间道路，局部区域的管道铺设施工通过新增部分临时施工便道解决；根据现场监测，工程建设过程中改扩建道路 3.0km，新修施工临时道路 2.05km，坡度不大于 8%；结合工程施工资料统计，交通道路区总占地面积为 4.26hm²。

2、施工导流度汛方案

根据主体工程设计资料及相关规范，羊肠河水库工程的导流建筑物汛期导流标准采用 20 年一遇洪水标准，枯期导流标准采用 10 年一遇洪水标准；结合羊肠河水库实际地形条件和施工进度要求，充分利用主体工程拟建的输水（导流）隧洞，通过在拦河坝上游布设土石围堰挡水、配合输水（导流）隧洞进行施工导流。

3、施工用水、用电

施工用水从施工区附近的天然沟箐或村庄引接，局部引水较远的施工区域采用罐装水车将水直接运至施工用水区域；枢纽工程区的施工用电工程从珠街乡从岗村已有乡村电网上架设 10kv 输电线路接至水库管理所旁，再设置低压变电系统用简易电杆引接至水库管理所及枢纽工程区各施工点；对于少部分距离村寨较远和偏僻的输水工程施工段，施工企业须自备柴油发电机发电，供生产生活使用。

3、施工排水

项目区施工期的汇水经过临时沉淀池沉淀后用于施工区域洒水降尘。

4、施工材料

项目建设期间所需砂、石料全部从昌宁县珠街乡周边合法的砂、石料场购买。

1.1.1.5 土石方平衡情况

根据工程监理及施工结算资料，工程实际建设过程中开挖土石方为 24.78 万 m³（其中土方开挖 22.54 万 m³，石方开挖 2.16 万 m³，表土剥离 0.71 万 m³），土石方回填利用 23.95 万 m³（含绿化覆土 0.71 万 m³）；相互调用 13.98 万 m³，废弃方 2.14 万 m³（松方为 2.84 万 m³）；废弃方全部运至变更后的 1#弃渣场堆放。

表 1-4 工程土石方平衡情况表单位: 万 m³

序号	项目分区	开挖				回填利用	调入		调出		外借		弃渣	
		小计	土方	石方	表土剥离		数量	来源	数量	去向	数量	去向	自然方	去向
1	枢纽工程	6.64	4.57	2.06		21.28	13.98	料场区					0.65	1#弃渣场
2	输水工程	0.14	0.07		0.07	0.14								
3	水库管理所	0.01	0.01			0.01								
4	料场区	15.47	15.47		0.64				13.98	枢纽工程			1.49	1#弃渣场
5	弃渣场区	0.01	0.01			0.01								
6	交通道路区	2.50	2.40	0.10		2.50								
7	施工辅助设施区	0.01	0.01			0.01								
合计		24.78	22.54	2.16	0.71	23.95	13.98		13.98				2.14	

1.1.1.6 项目占地

根据工程征占地资料、竣工总平面图及工程建设实际情况,工程总占地 34.27hm²,其中工程永久占地 21.28hm²(包括枢纽工程区、交通道路区(进库公路)、水库管理所、输水工程区及水库淹没区),工程临时占地 12.99hm²(包括交通道路区(场内道路)、料场区、弃渣场区及施工辅助设施区)。

表 1-5 工程占地类型及数量统计表单位: hm²

项目组成	项目区占地类型 (hm ²)						占地性质
	水田	坡耕地	林地	水域及水利设施用地	其它土地	小计	
枢纽工程区		0.37	0.76		0.48	1.61	永久
输水工程区		3.47	5.57		0.09	9.13	永久、临时
水库管理所			0.01		0.02	0.03	永久
水库淹没区	2.46	8.41	4.85	0.24	0.62	16.58	永久
弃渣场区			0.25	0.01	0.09	0.35	临时占地
料场区		0.74	1.33			2.07	临时占地
交通道路区		0.53	3.36		0.37	4.26	永久、临时
施工辅助设施区		0.06	0.14		0.04	0.24	临时
合计	2.46	13.58	16.27	0.25	1.71	34.27	

注: 其它土地指荒山荒坡。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

项目建设区域地处云贵高原西部,横断山脉南延伸段,属黑惠江水系羊肠河,区内最高海拔为西南部古路山 2627m,最低海拔为南东谷芒河 1540m,坝址区海拔 1856m,相对高差为 1087m,总的地势为北西高,南东低,树枝状水系,河谷断面呈“V”字型,属中低山侵蚀地貌。

1.1.2.2 地质

工程区域地质构造为:青、藏、滇、缅、印“歹”字型构造东支中段西部沧江断裂带、黑惠江断裂带间。其构造构造主线方向为北北西—南南东向,力学性质多属压扭性,在其主干断裂内伴有次级北东向—北北东向横张断裂,其导水性极好;库区西部则与构造体系(北北东向)之沧江断裂带相靠近,故测区处于两大构造体系之断裂带间,区构造异常复杂。工程区附近有有 2 条构造, F1、F2 断层;其中 F1 断层走向为 NW~SE,切割地层为侏罗系中上统地层,紫红色砂岩,砂质泥岩,断

裂带盘侧岩石破碎，性质不明，分布于库外南西部约 1.2km；F2 断层，走向 NW ~ SE，切割地层为侏罗系中统上统紫红色砂岩，泥岩，性质不明，分布于库外北东部约 1.5km；F1、F2 断层距水库较远，对水库影响不大。

工程区内出露地层岩性主要为：三迭系中统、侏罗系上统，白垩下统及第四系，出露的地层岩性由老至新简述如下：①三迭系中统麦初箐组（T_{3m}）：灰色砂岩、页岩夹泥灰岩，分布于库外南部，厚度 > 665m。②侏罗系上统坝注路组（J_{3b}）：紫红色泥岩夹细砂岩，灰白色泥岩，分布于库外北西部，厚度 741~1044m。③白垩系下统景星组（K_{1j}）：紫红色泥岩夹细砂岩，灰白色泥岩，分布于库外北西部，厚度 468~750m。④白垩系下统南充组（K_{1n}）：紫红色砂岩、泥岩夹砂砾岩，分布于库外西部，厚度 > 118m。⑤第四系（Q）：褐色冲洪积、砂砾石层呈散状，半胶合状，厚 0.5 ~ 4.5m，集中分布于河槽及冲沟中。残坡积物主要为砂壤土夹碎石，含砂粘土厚度 0.5 ~ 4m，分布于地表半山坡，与下伏地层呈不整合接触。

1.1.2.3 气象

根据昌宁气象站实测资料统计：昌宁县多年平均气温 15.1 ℃最高月平均气温 22.3 ℃最低月平均气温 9.8 ℃极端最高气温 31.2 ℃极端最低气温 -5.1 ℃全年日照时数 2200 小时，相对湿度 81%，多年平均降水量 1366.7mm，实测最大 24h 降水量 117.5mm，多年平均蒸发量 1724.6mm（20cm 蒸发皿观测值），全年无霜期 310 天，实测多年平均风速 1.8m/s，实测多年平均最大风速 15.0m/s，8~9 月盛行南风、其余盛行西南风。

项目建设区地处黑惠江河谷，所在区域属中亚热带低纬山地季风气候区，具有冬春干燥、夏秋湿润、冬无严寒、夏无酷暑、干湿季分明的气候特点。每年 11 月至次年 5 月，在高空强盛大陆性干燥偏北气流的控制下，天气晴朗少雨，光照充足；6 月至 10 月由于受西南暖湿气流的影响，气温较高、降水日数增多，该期降雨量占年降雨量的 90%左右。根据《云南省暴雨统计参数图集》及昌宁县气象局实测暴雨资料分析，项目区 20 年一遇最大 1 小时暴雨量为 56.4mm，最大 6 小时暴雨量为 96.9mm，最大 24 小时暴雨量为 124mm。项目区 10 年一遇最大 1 小时暴雨量为 48.6mm，最大 6 小时暴雨量为 82.7mm，最大 24 小时暴雨量为 106.8mm。

1.1.2.4 水文

羊肠河水库工程位于黑惠江右岸支流羊肠河中上游，属于澜沧江水系。羊肠河

发源于三沟水附近，其上游为干箐河，中游称文耐河；自南西向东北蜿蜒而下，流经六旭、文耐，在文耐附近呈南东~北西向流淌，流经谷满、下街，继而在下街附近又调首呈南西~东北向流，最后在新村附近汇入黑惠江（汇入口海拔高程 1174m），全长 24.1km，流域最高海拔 2641m。水库拟建坝址高程为 1854.0m，坝址以上径流面积 13.3km²，主河长 6.348km，河道平均比降 117‰。由于马街槽水库与羊肠河水库位于同一流域，马街槽水库计划于流域上游引水，引水坝坝址高程 2120m，扣除马街槽水库引区径流面积 2.80km²，羊肠河水库实际径流面积为 10.5km²。

1.1.2.5 土壤

根据《昌宁土壤》(1987)资料，昌宁县共有 10 个土类，24 个亚类，26 个土属，62 个土种，128 个变种。在 10 个土壤类型中，地带性土壤有黄壤、砖性红壤、红壤、黄棕壤、燥红土和棕壤等 6 种类型，非地带性土壤有紫色土、水稻土、石灰土和冲积土 4 种类型。昌宁土壤主要呈现垂直、区域、水平、同心圆四个方面的分布规律，黄壤是最多的一种，在全县范围 1800m~2000m 的中山山地均有分布，面积达 107989.4hm²，占全县土地总面积的 28.65%。其中几种土壤，砖性红壤主要分布在海拔 900m~1400m，面积 57439.7hm²(占 15.2%)；红壤主要分布在海拔 1400m~1900m，面积 52555.5hm²(占 13.94%)；黄棕壤主要分布在海拔 2200m~2700m，面积 47392.4hm²(占 12.57%)；燥红土主要分布在海拔 621m~900m 的低热河谷，面积 9865.6hm²(占 2.61%)；棕壤数量较少，今分布在海拔 2700m 以上地带，面积 235hm²(占 0.06%)。

经现场调查，项目区土壤类型主要为紫色土。

1.1.2.6 植被

根据云南省植被区划，昌宁县植被类型基本上属于半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林（云南松林）；区域内属半湿润常绿阔叶林区，植被垂直分布明显。

项目区植被主要以云南松和落叶阔叶林为主，其次为栎类、灌木及杂草。项目区常见树种有云南松、旱冬瓜、栎树等，林间有灌木，多为低矮的丛生状小灌木。林草覆盖率约为 47.48%。

1.1.2.7 侵蚀类型与强度

本工程属中低山侵蚀地貌，主要土壤为紫色土，全区的水土流失类型主要为水力侵蚀。本工程水土流失特点如下：

(1) 工程建设所引起水土流失区域主要为取料场及弃渣场区域, 由于工程施工挖损破坏及占压地表, 使其地形地貌、植被、土壤发生较大变化而引起的水土流失, 属典型的人为加速侵蚀, 具有流失面积集中、流失形式多样、流失量大等特点, 并主要集中在工程施工期间;

(2) 水土流失具有集中性及季节性, 主要集中在项目建设过程中的取料场及弃渣场, 流失时段主要为雨季。

1.1.2.8 水土流失重点防治区划

根据《水保方案》及批复(保水许可〔2014〕17号), 项目所在地属云南省“重点治理区”, 确定本项目水土流失防治标准执行建设类二级标准。

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》(办水保〔2013〕188号)及《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(云南省水利厅公告第49号), 项目区所在地保山市昌宁县属于“西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区”, 依据《开发建设项目水土流失防治等级标准》(GB/T50434-2018)相关规定, 水土流失防治标准为建设类一级标准。本工程水土保持方案批复(保水许可〔2014〕17号), 批复本项目的水土流失防治标准为建设类二级标准。因此, 本次监测过程中, 确定水土流失防治标准按建设类二级标准。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, 土壤允许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.1.2.9 项目区水土流失现状

本工程属中低山侵蚀地貌, 从土壤侵蚀的类型来看, 全区的水土流失大多为水力侵蚀、局部为重力侵蚀。除这两种自然因素的作用外, 还有部分水土流失是由于人为作用引起的物理机械侵蚀。工程各防治分区的水土流失特点分析如下:

(1) 枢纽工程区: 本区域土石方主要发生于基建期大坝枢纽基础开挖阶段, 坝肩形成裸露边坡, 在降水冲刷下造成流失; 基础浇筑完成回填后, 进行建构筑物体支砌、地面采取了硬化, 周边完善排水沟, 裸露区域植被恢复, 有效防治了因工程建设引起的水土流失。因此, 该区域水土流失主要发生在基础开挖、回填阶段, 随着建构筑物的建设完成, 扰动地表均实施绿化, 水土流失得到防治。覆盖度已达到较高水平, 目前该区域水土流失强度呈微度。

(2) 输水工程区: 本区域建设过程主要包括管道支墩基础开挖、蓄水池基础开

挖、水池浇筑及管道架设等几个施工阶段。基础开挖将产生一定的土石方开挖、回填以及调运，改变了地表形态，松散、裸露的地面在降水冲刷下造成水土流失；目前管道及水池均已建设完毕，周边扰动区域实施了绿化措施。因此，该区域水土流失主要发生在基础开挖阶段，随着植物措施实施，因工程建设引起的水土流失得到有效防治，目前该区域水土流失强度呈微度。

(3) 水库管理所：该区域土石方产生在场平及基础开挖过程中，施工过程中存在临时堆存土，在降水冲刷下造成流失；基础浇筑完成回填后，进行建构筑物体支砌等施工，地面采取了硬化，周边完善排水沟，有效防治了因工程建设引起的水土流失。因此，该区域水土流失主要发生在基础开挖、回填阶段，随着建构筑物的建设完成，扰动地表均被硬化，水土流失得到防治。目前该区域水土流失强度呈微度。

(4) 交通道路区：道路施工水土流失主要发生在路基平整阶段，开挖、回填破坏了地表形态以及原始植被，在降水冲刷下造成水土流失，随着混凝土及滩石路面、排水系统以及绿化的完成，道路区的水土流失得到有效地防治。由于施工临时道路保留给当地村民继续使用，土质路面，道路内侧无排水沟，仍然存在一定水土流失，因此目前该区域水土流失强度呈轻度。

(5) 料场区：本项目建设过程中，需要大量建筑骨料，规划的料场自主开采，开采区域破坏了地表形态及原始植被，在降水冲刷下造成水土流失，目前料场开采已结束，建设单位对料场进行了植被恢复，并在料场区外围实施了截排水措施。在树、草栽植初期，因植物成长需要一定的过程，绿化区域覆盖度未能达到较高水平，因此仍然存在一定的水土流失。在绿化植物经过自然恢复期后，覆盖度达到了较高水平，能够有效发挥其保持水土的作用。目前该区域水土流失强度呈轻度。

(6) 弃渣场：弃渣场主要堆存大坝建设、引水隧洞开挖产生的弃渣。堆渣过程占压地表，破坏原地表植被，形成松散的较高回填边坡，降水冲刷容易造成水土流失。但渣场已经于前期实施了拦渣墙，并在堆渣完成区域进行植被恢复，能够有效防止堆渣流失到渣场之外，不会对下游及周边区域造成影响。目前弃渣场水土流失强度呈微度。

(7) 施工辅助设施区：该区域土石方产生在场平开挖，施工过程中存在临时堆存土，在降水冲刷下造成流失；场地平整完成后，进行建构筑物体支砌等施工，地面采取了硬化，周边完善排水沟，施工临时设施拆除后植被恢复有效防治了因工程

建设引起的水土流失。因此，该区域水土流失强度呈微度。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

本工程开工后，建设单位重视工程水土保持和环境保护工作，依据自身管理体系的要求，并结合工程建设特点，成立了以主要负责人为组长的水土保持领导小组，建立了水土保持管理体系，确定专人负责水土保持日常工作。建设单位自主监理的过程中积极对存在的问题及时下发通知并督促整改，自主施工过程中制定了施工阶段水保方案、管理制度及应急预案等多项制度办法措施，水土保持管理体系相对健全。工程建设过程中，建设单位严格履行基本建设程序，认真执行项目审批制度。在项目建设过程中，制定了多项施工管理、财务管理办法，严格按照法定程序办事。工程质量管理的内容和标层层落实，责任到人。施工管理中以加快施工进度、避免雨季施工、减少土石方活动、土石方采用即运机制和绿化覆土采用即运即填方式等举措进行控制。工程建设项目管理办法、制度和措施，对确保工程建设的顺利进行起到了重要的作用。

1.2.2“三同时”制度落实

项目于2014年1月9日获得了保山市发展和改革委员会、保山市水利局下发的保发改农经〔2014〕22号文，2014年3月委托昌宁县水务局勘测设计队完成了水土保持方案编制工作，并于2014年3月25日获得了保山市水利局以保水许可〔2014〕17号文对本方案的批复。项目完成前期工作后于2015年6月开工，为落实三同时制度，建设单位于2015年7月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行水土保持监测工作。在项目建设过程中，建设单位按照批复的水保方案，实施了工程措施、植物措施及临时措施，该阶段水保措施均与主体工程同时实施，基本落实了三同时制度。后期建设项目，建设单位应重视水土保持工作，加强施工期的管理、监理、监督，因工程建设对当地造成的水土流失影响可得到最大程度的减免。

1.2.3 水土保持方案编报及变更

一、水土保持方案编报情况

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和工程建设项目的有关法律法规的规定，确保羊肠河水库工程在建设过程中新增水土流失得到全面有效的治理，工程

建设单位昌宁县抗旱水源小（一）型水库工程建设管理局于 2013 年 12 月委托昌宁县水务局勘测设计队对项目的水土保持方案报告书进行编制工作，编制单位于 2014 年 3 月完成《昌宁县羊肠河水库工程水土保持方案可行性研究报告》（报批稿）的编制工作，2014 年 3 月 25 日保山市水利局以“保水许可〔2014〕17 号”对项目的水保方案进行了批复，明确了本工程的水土流失防治重点、防治责任范围、防治分区、防治措施和水土保持投资。

二、项目变更情况

通过查阅施工和监理等资料和现场踏勘，通过与批复文件“保水许可〔2014〕17 号”文件及水保方案的对比分析，项目在建设过程中发生部分变更，针对主体变更较大及渣场变更，建设单位已及时的完善了变更手续，获得水行政主管部门的许可，具体变更如下。

（一）、主体工程变更情况

（1）建设内容变更

由于工程沿线征地协调困难、地形条件及地质情况复杂等因素，主体工程将羊街输水片区的输水渠道变更为管道，设计变更里程桩号为 K0+000~K4+650，管道采用 PE 管，采用埋管布置，输水流量维持原设计不变。上述变更内容已上报保山市水务局审批，并于 2016 年 8 月 12 日取得设计变更报告的批复文件“保水〔2016〕349 号”。

（2）平面布置变更

由于主体工程设计优化调整、原设计的 1#弃渣场距大坝较远且交通不便及地形限制等因素，工程实际建设过程取消原批准的 1#弃渣场，新设位于大坝左岸下游 500m 处的山洼作为 1#弃渣场；渣场变更后，工程对新设渣场的水土流失防治措施体系进行设计并上报保山市水务局审批，并于 2015 年 10 月 19 日取得弃渣场设计变更批复文件“保水〔2015〕319 号”。

主体工程及布局变更变更手续完善，水土流失防治措施数量较原方案设计有所增加，符合水土保持要求。

（3）各分区的占地面积变更

通过现场踏勘及业主提供的资料，输水工程区、弃渣场区、料场区的面积和方案批复的面积发生了变化，具体情况如下表。

表 1-4 水保方案批复及工程实际占地面积变化对比表单位: hm^2

序号	防治分区	方案批复面积	实际面积	增减情况
1	枢纽工程区	1.61	1.61	0
2	输水工程区	10.57	9.13	-1.44
3	水库管理所	0.03	0.03	0
4	水库淹没区	16.58	16.58	0
5	弃渣场区	1.20	0.35	-0.85
6	料场区	17.79	2.07	-15.72
7	交通道路区	4.26	4.26	0
8	施工辅助设施区	0.24	0.24	0
合计		52.28	34.27	-18.01

变更后,虽然各个分区的面积发生了一定的变化,但项目建设区的总面积较原方案设计面积减少 18.01hm^2 ,减少区域主要集中在输水工程区、弃渣场区及料场区,减少原因如下:①在施工过程中,为减少占地及弃渣量,建设单位优化了输水工程的布置方式,并报保山市水务局变更,根据保山市水务局下发的变更批复“保水[2016]349号文”,羊街输水片区的输水渠道变更为管道,设计变更里程桩号为 K0+000~K4+650,管道采用 PE 管,且在原土渠内埋管布置,未新增占地,导致了面积减少;②由于羊街输水片区的输水渠道变更为管道,导致了沿线土石方开挖减少,且在施工过程中,优化了施工工艺,土石方开挖量较原方案减少,同时提高了弃渣的综合利用率,主要用于施工临时道路的铺垫,也是渣场面积减少的原因之一;③由于 1#土料场位于水库淹没区内,水库清基涉及到土料场区域的面积已计入水库淹没区面积,再者位于水库淹没区的土料场由于水库清基开挖的土方可直接利用,因此的导致 1#土料场的扰动面积较原方案设计面积减少,由于 1#土料场能满足大坝建设需求,结合其他 3 座料场(2 座土料场,1 座石料场)由于征地难、占用林地等问题,建设单位未启用,所需石料全部采用外购的形式,因此导致了料场区面积减少较多。

扰动面积减少利于项目建设区的水土流失防治,符合水土保持要求。

(4) 施工时间的变更

根据水保方案及批复文件,工程施工时间段为 2015 年 6 月至 2017 年 2 月底,总工期为 21 个月,实际的施工时间变更为 2015 年 6 月开工,2017 年 10 月完工,实际总工期为 29 个月,工期较方案批复延长了 8 个月。

实际施工过程中,由于雨季停止施工等安排导致施工期延长,但雨季停止能够减少施工扰动强度及水土流水源;但施工期延长不利于项目的水土流失防治。

(二) 水土保持工程变更情况

(1) 土石方变更情况

根据批复的《水保方案》及批复文件,项目建设过程中开挖方为 54.90 万 m^3 (其中土方开挖 39.40 万 m^3 ,石方开挖 15.50 万 m^3);土石方回填利用 41.25 万 m^3 ;相互调用 36.50 万 m^3 ,废弃方 12.76 万 m^3 (松方为 17.26 万 m^3);废弃方全部运至弃渣场堆放。

根据施工监理资料以及询问业主,工程实际施工过程中共开挖土石方 24.78 万 m^3 (其中土方开挖 22.54 万 m^3 ,石方开挖 2.16 万 m^3 ,表土剥离 0.71 万 m^3),土石方回填利用 23.95 万 m^3 (含绿化覆土 0.71 万 m^3);相互调用 13.98 万 m^3 ,废弃方 2.14 万 m^3 (松方为 2.84 万 m^3),废弃方全部运至弃渣场堆放。由于施工过程中优化了施工工艺,土石方开挖量较原方案减少,同时提高了弃渣的综合利用率,主要用于施工临时道路的铺垫,因此,导致弃渣量减少。

(三) 与办水保〔2016〕65 号文对比结论

根据《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》(办水保〔2016〕65 号)及《云南省水利厅关于进一步加强省级生产建设项目水土保持方案变更管理的通知》(云水保〔2016〕49 号),本工程建设涉及到了《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》的第三条、第四条及第五条,通过分析,项目建设过程中产生的重大变更已完善了变更手续,并获得了水行政主管部门许可,其它施工过程中产生的变更通过列表分析,未达到重大变更条件,因此,可纳入验收管理规定,具体列表分析如下:

表 1-5 项目实际施工与办水保〔2016〕65 号文对比表

序号	水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）	原方案批复	变更后	本工程情况	符合性
1	水土流失防治责任范围增加 30% 以上的（第三条第 2 项）	79.03hm ²		减少 27.5%（57.33hm ² ）	不符合
2	开挖填筑土石方总量增加 30% 以上的（第三条第 3 项）	54.90 万 m ³		减少 52.6%(26.02 万 m ³)	不符合
3	线型工程山区、丘陵区部分横向位移超过 300m 的长度累计达到该部分线路长度的 20% 以上的（第三条第 4 项）			输水工程区位置未发生偏移，只是将输水渠道更换为管道，且已单独做了变更方案	不符合
4	表土剥离量减少 30% 以上的（第四条第 1 项）	1.2 万 m ³	0.72 万 m ³	由于输水工程区变更，取消了表土剥离，实际表土剥离 0.71 万 m ³ ，剥离量减少了 1.39%	不符合
5	水土保持重要单位工程措施体系发生变化，可能导致水土保持功能显著降低或丧失的（第四条第 3 项）			工程措施体系未发生重大变化，	不符合
6	在水土保持方案确定的废弃砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等专门存放地（以下简称“弃渣场”）外新设弃渣场的，或者需要提高弃渣场堆渣量达到 20% 以上的，其中，新设弃渣场占地面积不足 1 公顷且最大堆渣高度不高于 10 米的，生产建设单位可先征得所在地县级人民政府水行政主管部门同意，并纳入验收管理（第五条）	批复 6 座弃渣场	新增一座弃渣场	已征得水行政主管部门同意，编制了变更方案，并取得了变更批复“保水〔2015〕319 号”	不符合

1.2.4 水土保持监测意见及落实情况

在接受水土保持监测任务后，我公司监测组技术员先后共 9 次进入现场进行实地监测，进场监测时间分别是 2015 年 8 月、2015 年 12 月、2016 年 3 月、2016 年 6 月、2016 年 9 月、2016 年 12 月、2017 年 3 月、2017 年 6 月、2017 年 10 月，我单位依据项目实际建设现状对现场进行监测，并针对项目建设区存在的水土流失问题以季报、年报的方式提出整改意见并报送建设单位；通过不同时段开展的监测结果显示，建设单位基本能够按照我单位提出的整改意见落实水土流失防治措施及相关手续。

1.2.5 水土保持监督检查意见及落实情况

2017 年 10 月 25 日，昌宁县水务局对昌宁县羊肠河水库工程进行水土保持监督检查，提出的意见为：（1）完善工程设计变更报批手续；（2）依法缴纳水土保持补偿费。

根据昌宁县水务局的监督检查意见，建设单位积极组织项目参建单位实施整改，（1）完善了管道及弃渣场的变更手续，并取得了变更批复；（2）于 2017 年 11 月 2 日缴纳了本项目水土保持设补偿费 22.12 万元。

在完成整改后于 2017 年 11 月 2 日将整改情况上报至昌宁县水务局。

1.2.6 水土流失危害事件及处理情况

通过现场勘察及调查询问，本项目从开工到项目竣工期间未发生水土流失危害事件。

1.3 监测工作实施情况

根据本项目的特点和实际情况。在监测过程中，按照每年监测 4 次的频率进行。在外业监测工作中，主要完成监测设施的布设、水土保持现状外业调查、监测设施数据观测、措施运行情况调查、内业资料整编工作，具体如下：

一、外业工作

（1）布设监测信息牌；

（2）根据工程建设进度及施工布置，在料场开挖坡面布设侵蚀沟样方，在 1# 弃渣场堆渣面布设侵蚀钉样方，并按照进场时间逐次对数据进行记录；

(3) 根据工程建设进度，针对已启用的料场和弃渣场的水土流失情况进行实地勘测，并做相应分析和记录；

(4) 复核现场整改完善情况；

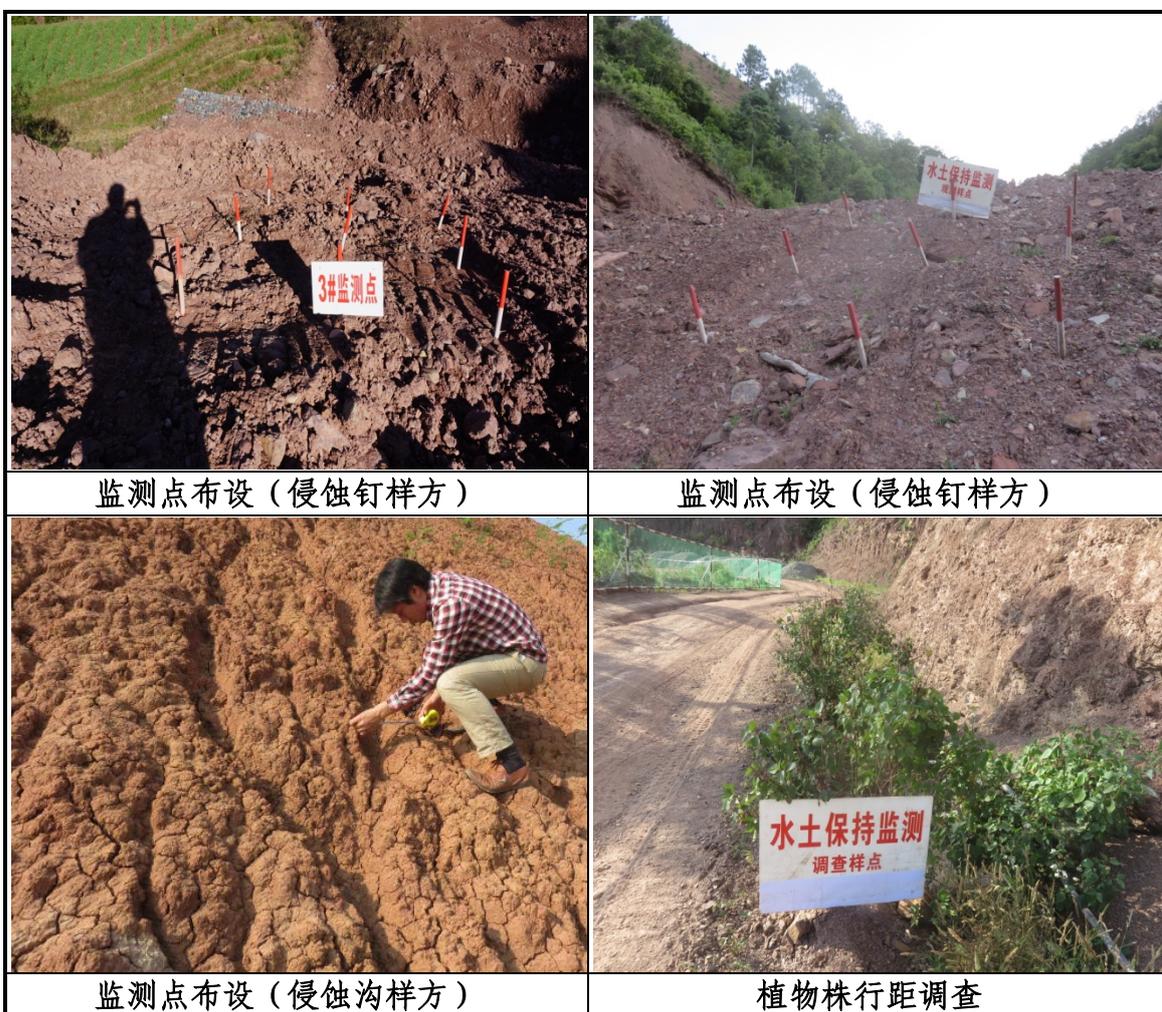
(5) 对场内水土保持措施进行分析，统计已完成水土保持措施的工程量；

(6) 根据工程建设进度，对扰动区域进行实地勘测，并对比设计图纸进行复核；

(7) 通过对监测设施监测数据的收集，并经过计算，对已扰动的施工区水土流失状况进行分析，同时对扰动区域通过巡查的方式进行水土流失危害进行调查；

(8) 对已扰动区域已实施水土保持措施、“三同时”落实情况及防治效果调查，并完善现场文字记录；

(9) 完成了各监测点的水土保持状况现场文字记录。



二、内业工作

在各次外业监测结束后，整编各次观测和调查的资料，汇总后以书面形式向业主方汇报各次监测的主要结果，内业工作主要内容如下：

(1) 整编各次外业调查记录资料,包括各监测点现状文字记录资料及照片、各调查点水土保持状况及存在的问题、各调查点水土保持措施数量及其防治效果、各观测点观测数据整理,对提出整改点区整改情况的调查记录。

(2) 对比分析各次监测记录资料,针对工程建设方面存在的问题,向业主方提出书面建议;查找监测工作开展中存在的不足,并根据工程进展和施工布置调整监测点布置,拟定下次监测工作的重点和需要增设监测设施点,确保监测设施能够满足施工区水土流失观测的需要,监测结果能够客观、全面的反映工程建设水土保持状况。

(3) 将各次监测结果以书面(水土保持监测季报、水土保持监测年报)形式汇总,报送业主方,主要包括每次监测主要开展的工作、监测设施布设情况、监测主要结果、工程水土保持方面存在的问题整改情况及发现的新问题、各次监测结果之间的对比分析、向业主方提出的整改建议、后期监测的主要工作内容及计划等。

1.3.1 监测实施方案执行情况

在接受水土保持监测任务后,我公司监测组对项目区进行实地调查,资料收集,制定了水土保持监测计划,计划在项目施工期和自然恢复期进行全过程监测,收集监测数据。

监测组技术人员按照监测计划频次进入现场进行实地监测,执行了以下监测计划内容:

(1) 监测时段内对建设项目占地和扰动地表面积,挖填方数量及面积,弃渣量及堆放面积,项目区林草覆盖度等进行统计,记录随建设进度扰动面积、挖填方数量等变化情况。

(2) 调查监测期间是否发生了水土流失危害,水土流失危害造成的损失以及对水土流失危害的处理、应对措施,水土流失危害的防护措施及运行情况。

(3) 发生重大水土流失事件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。

(4) 统计水土保持措施数量,监测水土保持措施防治效果。

1.3.2 监测项目部设置

为确保本项目监测工作顺利展开,我公司成立由专门的项目监测组。其中,总

监测工程师全面负责监测合同的履行，主持本项目监测机构的工作，在项目执行期间保持稳定；如果遇到特殊情况，总监测工程师需要发生变化，我公司将充分征求建设单位的意见，并书面通知建设单位，陈述变更的原因。

监测组人员负责现场的监测工作。同时组成数据分析组，负责实测数据归档、分析以及报告的编写。监测人员组织安排见表 1-6。

表 1-6 水土保持监测项目部人员配备表

序号	姓名	职称或职务	专业或从事专业	监测工作分工
领导小组	罗松	高级工程师	法人代表/水工	项目管理
	张洪开	高级工程师	水工	成果审查
水土流失因子监测组	胡志军	工程师	水土保持	水土流失因子监测组组长，负责土壤分析
	樊利武	工程师	水土保持	负责水土流失因子监测
水土流失状况监测组	段兴凤	工程师	水土保持	水土流失状况监测组组长，负责监测报告编写
	苏江	工程师	水土保持	负责水土保持状况监测
防治效果监测组	杨平	工程师	水土保持	水土流失防治效果监测组组长，项目负责人，负责监测报告统稿
	陈俊昌	助理工程师	水土保持	负责水土保持效果监测

1.3.3 监测时段、频次

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)，结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要，本项目监测介入时工程已开工，水土保持监测时段为 2015 年 7 月~2017 年 10 月，监测频次为每季度监测一次。2017 年 10 月~2019 年 10 月为主体工程竣工资料及验收资料的整理及编写过程。

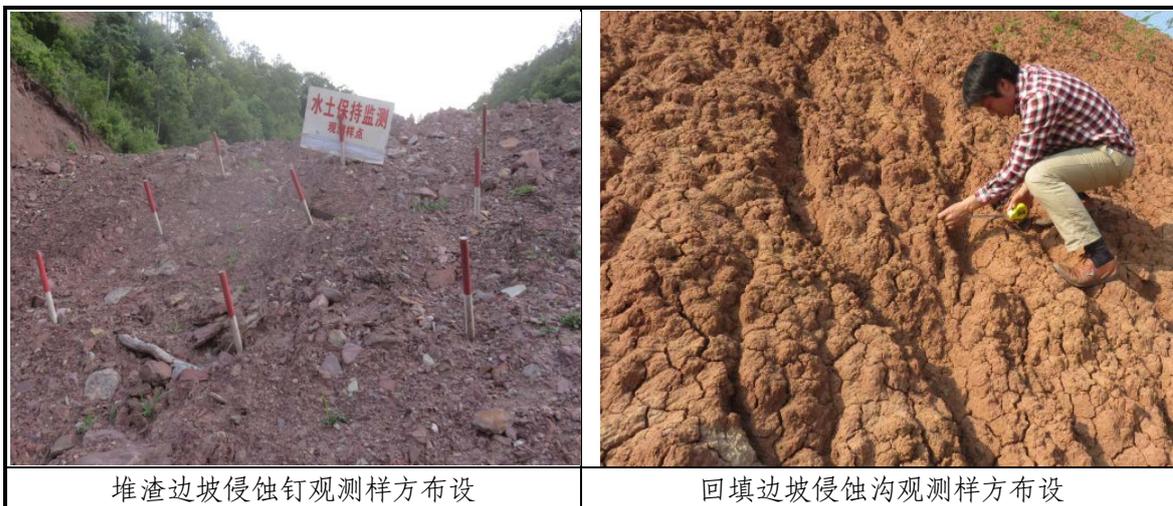
我公司于 2015 年 7 月接受委托承担本项目的水土保持监测工作，开展水土保持监测工作是为了羊肠河水库工程在建设及运行过程中的水土流失情况、水土保持措施实施情况和防治效果进行监测，同时为水土保持设施验收提供必要的技术资料。在接受水土保持监测任务后，我公司监测组技术员先后共 9 次进入现场进行实地监测，进场监测时间分别是 2015 年 8 月、2015 年 12 月、2016 年 3 月、2016 年 6 月、2016 年 9 月、2016 年 12 月、2017 年 3 月、2017 年 6 月、2017 年 10 月。

1.3.4 监测点布设

根据《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，结合本项目实际情况，监测点的布设主要是为了监测工程措施及林草植被的恢复情

况、数量、质量情况，采取地面观测、调查监测法为主，巡查监测为辅的模式进行监测。

根据本工程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，在项目区域内设置监测点 9 个，其中定位监测点 2 个，调查监测点 7 个。



堆渣边坡侵蚀钉观测样方布设

回填边坡侵蚀沟观测样方布设

表 1-7 水土保持监测点布设情况表

监测分区	监测对象	监测对象	监测点类型	编号	监测内容	监测方法
枢纽工程区监测区	输水（导流）隧洞、溢洪道、拦河坝	开挖、回填边坡	调查监测点	1#	水土流失状况	实地调查
输水工程区监测区	羊街片区、下文昌片区	管槽开挖段、蓄水池开挖区域	调查监测点	2#、3#	水土流失状况	实地调查
水库管理所监测区	水库管理所	场地平整、基础开挖	调查监测点	4#	水土流失状况	实地调查
水库淹没区监测区	淹没库区	水土流失危害	调查监测点	5#	水土流失类型及危害	巡查
弃渣场监测区	弃渣场	1#弃渣场	定位监测点	6#	水土流失状况	侵蚀钉量测法
交通道路区监测区	永久道路	扰动较多、开挖及填方边坡较多路段	定位监测点	7#	水土流失状况	简易坡面量测法
施工辅助设施区监测区	施工辅助设施区	堆料及砼拌合系统、施工营地	调查监测点	8#	水土流失状况	实地调查
料场监测区	土料场	开挖边坡、开采迹地	调查监测点	9#	水土流失状况	实地调查
直接影响区	直接影响区	项目建设区周边直接影响区域			水土流失危害	巡查

1.3.5 监测设施设备

根据工程水土流失特点和项目区水土流失现状，实际使用的监测设备主要有：GPS、数码相机、激光测距仪、无人机、5m 卷尺、50m 皮尺、笔记本电脑等。监测设施主要有：简易坡面土壤流失观测场和简易坡面量测观测场等。

表 1-8 水土保持监测设施和设备一览表

序号	设施和设备	规格或型号	单位	数量
一	设施			
1	简易土壤流失观测场	3m×3m	个	1
2	坡面细沟观测场	5m×5m	个	1
二	设备			
1	激光测距仪	TM800	台	1
2	手持式 GPS	GeoRef K2	台	1
3	无人机	大疆精灵 4 无人机	台	3
4	罗盘		套	1
5	皮尺或卷尺		套	1
6	数码照相机	佳能	台	2
7	数码摄像机	佳能	台	1
8	笔记本电脑		台	1
9	卷尺	5m	个	1
10	皮尺	50m	个	1

1.3.6 监测技术方法

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)，结合本项目监测内容及指标，确定本次水土保持监测方法主要采用定位观测、调查监测法为主，巡查监测为辅的模式进行监测。

1.3.7 监测成果提交情况

监测项目组开展监测期间，项目组共进场监测 9 次，主要反映项目的建设现状、水土保持措施实施情况及现场提出的整改意见，根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》的有关规定，结合项目所在区域气候、土壤、地形地貌等自然条件、项目实际情况，工程于 2015 年 6 月开工，2015 年 7 月监测进场，监测介入时，项目区已开工建设，经监测项目组全过程实地查勘、调查，收集监测相关数据，为水土保持设施验收提供必要的技术资料。监测时段为 2015 年 7 月~2017 年 10 月，2017 年 10 月~2019 年 10 月为主体工程竣工资料及验收资料的整理及编写过程。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》及《水保方案》，结合本项目水土保持的监测目标和原则，调查分析项目建设区水土流失及其影响因子的变化情况，查清项目建设区内水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果。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。本工程水土保持监测内容主要包括以下几方面：

2.1.1 水土流失因子监测

- (1) 地形、地貌、降雨、水系、土壤、林草覆盖度；
- (2) 建设项目实际占地面积、扰动地表面积；
- (3) 损坏水土保持设施面积；
- (4) 工程实际挖方、填方数量及面积，弃土、弃石、弃渣量及堆放面积。

2.1.2 防治责任范围动态监测

防治责任范围动态监测主要是在工程的施工期开展监测工作，主要包括项目建设区。本项目监测根据现场踏勘及业主、监理单位、施工单位提供的资料来复核项目实际发生变化的防治责任范围。

(1) 项目建设区

A 永久性占地

永久性占地是指项目建设征地红线范围内、由项目建设者负责管辖和承担水土保持法律责任的范围。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范围地区进行认真复核，监测项目建设有无超范围开发的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况。

B 临时性占地

临时性占地是指因主体工程开发需要、临时占用的部分土地，土地管辖权仍属于原单位（或个人），建设单位无土地管辖权。水土保持监测是复核临时性占地面积有否超范围使用。

C 扰动地表面积

扰动地表面积是指开发建设项目在建设过程中扰动地表行为造成破坏或占用的面积。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。水土保持监测内容为认真复核扰动地表面积。

(2) 直接影响区

直接影响区的范围不易确定，不好划定责任范围，故在本次监测过程中取消直接影响区。

2.1.3 水土流失量动态监测

根据项目实际建设情况，对工程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，通过对监测时段内的土壤流失量进行量化以评价项目区治理达标与否。

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

土壤侵蚀模数是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。

2.1.4 水土流失防治动态监测

根据本项目现状，水土流失防治监测主要是针对现有水保措施及水土流失情况开展监测工作，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。

(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。

2.1.5 水土流失危害监测

- 1、产生的水土流失对下游河道、农田、乡村道路及植被的危害；
- 2、水土流失对周边居民的影响及危害；
- 3、水土流失危害趋势及可能产生的灾害现象；
- 4、水土流失对区域生态环境影响状况；
- 5、重大水土流失事件监测。

对于重大水土流失事件应及时要求建设单位进行整改，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，重大水土流失事件还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。

2.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和本工程建设现状及水土流失的特点，本项目的监测主要采用调查监测和定位观测相结合的模式进行监测。

2.2.1 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测并结合无人机航拍，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，测定不同分区的的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是临时堆土和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（排水工程、绿化工程和临时工程等）实施情况。

（一）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，如临时堆土、回填土、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。面积监测的时段主要是建设期。

（1）水土流失防治责任范围监测

A 项目建设区

监测指标为：永久性占地、临时性占地及扰动地表面积。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。

B 直接影响区

监测指标为项目建设压占地区的面积及地类。通过实地调查，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算。

水土流失防治责任范围监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失防治责任范围面积。

(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施工期开展监测工作。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区实地监测水土流失面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失面积。

(二) 植被监测

植被监测主要是选取有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 20m×20m、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覆盖度。植被监测主要是在运行初期开展监测工作，针对整个工程的全部区域进行监测。

(三) 其它调查监测

(1) 水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行初期开展监测工作。

对于项目区的地形地貌因子、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。

对于土壤因子的监测指标有：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，具体监测方法如下：

土壤类型及地面组成物质识别鉴定标准见表 2-1 和表 2-2。

表2-1 国际制土壤质地分类

质地分类		各级土粒重量 (%)		
类别	质地名称	粘粒 (<0.002mm)	粉沙粒 (0.02 ~ 0.002mm)	砂粒 (2 ~ 0.02mm)
沙土类	沙土及壤质沙土	0 ~ 15	0 ~ 15	85 ~ 100
壤土类	砂质壤土	0 ~ 15	0 ~ 45	40 ~ 85
	壤土	0 ~ 15	35 ~ 45	40 ~ 55
	粉沙质壤土	0 ~ 15	45 ~ 100	0 ~ 55
粘壤土类	砂质粘壤土	15 ~ 25	0 ~ 30	55 ~ 85
	粘壤土	15 ~ 25	20 ~ 45	30 ~ 55
	粉沙质粘壤土	15 ~ 25	45 ~ 85	0 ~ 40
粘土类	砂质粘土	25 ~ 45	0 ~ 20	55 ~ 75
	壤质粘土	25 ~ 45	0 ~ 45	10 ~ 55
	粉沙质粘土	25 ~ 45	45 ~ 75	0 ~ 30
	粘土	45 ~ 65	0 ~ 35	0 ~ 55
	重粘土	65 ~ 100	0 ~ 35	0 ~ 35

表2-2 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, 有少量细土粒	感觉主要是砂, 稍有土的感觉搓时沙沙作响	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, 细土约占二三成	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	几乎见不到砂砾	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
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, 有少量细土粒	感觉主要是砂, 稍有土的感觉搓时沙沙作响	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, 细土约占二三成	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	几乎见不到砂砾	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

B 土壤含水率测定

用铝盒在剖面上取三个土样，带回室内称得湿土重，然后在 105 度烘箱中烘 8 小时至恒重，称得干土重，用下列公式计算土壤含水率：

$$\text{土壤含水率} = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100\%$$

水土流失因子监测中的地形地貌因子、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是针对全区开展的；土壤因子的监测是根据实际需要，在工程的不同区域选取有代表性的土样进行测算，确定不同扰动类型下的土壤其土壤侵蚀强度及侵蚀量的关系。

(2) 水土流失防治动态监测

由于监测介入时间晚，土建施工结束，因此不对施工期进行监测，此监测方法只针对植被恢复期。

A、水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；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。

B、水土保持措施防治效果

①防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

②防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指挡墙、护坡、截排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时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水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

2.2.2 定位监测

定位监测方法主要用于施工期和运行初期。在工程施工建设过程中进行施工期土壤流失量动态监测和运行初期的土壤流失量监测。

对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

A 实测法

通过本项目布置的监测设施(简易坡面量测法、侵蚀钉简易水土流失观测场法)进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土(弃渣)的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

B 类比法

采用已有的其它类似工程监测数据为基础，结合本项目实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土(弃渣)的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

C 经验推测法

对于部分监测区域的侵蚀模数，可采取人工经验推测的方式。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取值，再根据各侵蚀单元的面积，求得全区土壤流失量。

本项目土壤侵蚀模数选用的方法根据实际情况确定，方法的确定遵守优先性原则，即：A 优于 B 优于 C。本项目监测中采用 A、C 两种结合的监测模式。

2.2.3 巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和建设期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。结合项目实际情况，本项目监测中巡查于 2017 年 6 月份开展，主要针对植被恢复期进行监测，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。

A 施工期

(1) 水土流失危害监测通过实地踏勘和走访群众等形式进行监测。

(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。

B 植被恢复期

(1) 水土流失危害监测通过实地踏勘和走访群众等形式进行监测。

(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。

2.2.4 监测指标及监测方法

结合项目特点，本项目监测中选用简易水土流失观测场、简易坡面量测场、植被样方法等方法进行监测。

1、简易水土流失观测场（侵蚀钉测量法）

(1) 简易水土流失观测场原理

简易水土流失观测场主要适用于弃渣场等分散堆积场地及边坡。在坡面上钎垂直打入木桩，在每次现场监测和暴雨后，观测木桩顶距地面的高度，以此计算土壤侵蚀厚度和总的土壤侵蚀量。根据已经测算的样地土壤侵蚀量计算整个坡面及项目区的土壤侵蚀模数。

(2) 简易水土流失观测场选址

主要选择在松散的堆渣坡面进行布置，应选择坡面基本稳定，并且不会对施工建设造成影响的地区布置，应布设在基本为土质的坡面上，小区内石质面积不得大于小区总面积的 10%。

(3) 简易水土流失观测场布置

根据开发建设项目实际情况，布设标准样地的主要规格为 3m×3m（也可根据实际情况适当增减），将一定长度的测钎（一般为 50~80cm，也可视样方情况而定），在选定的坡面样方小区按照一定间距（视监测样区面积、测钎数而定）分纵横方向将 9 支或 36 支测钎垂直打入坡面样方，使测钎顶部与坡面留有约 30cm，用卷尺量测并记录其距离，并在坡面以上的测钎上涂上油漆。

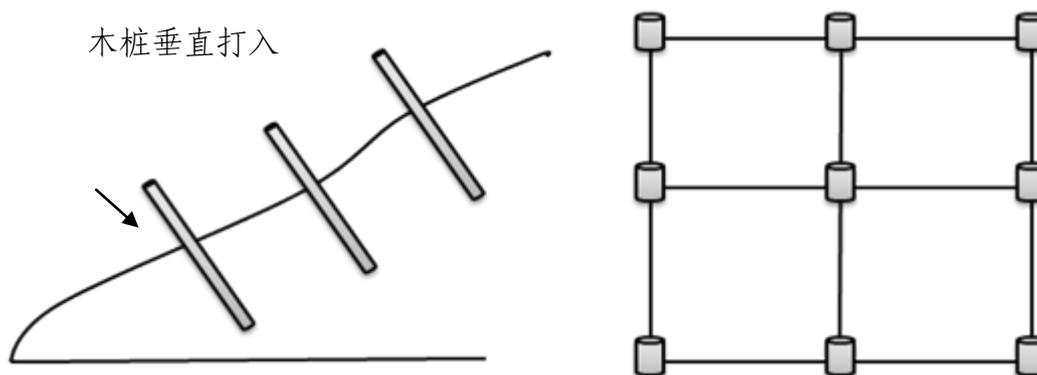


图 2-1 简易水土流失观测场示意图

(4) 简易水土流失观测场的计算

计算公式为： $A=ZS/1000\cos\theta$

式中： A ——土壤侵蚀数量（ m^3 ）；

Z ——侵蚀厚度（ mm ）；

S ——水平投影面积（ m^2 ）；

θ ——斜坡坡度。

(5) 注意事项

①测钎应垂直打入坡面；

②在打入测钎时，应尽量选择周边土质均匀处，避免在大石或其他物质附近打入，影响观测精度；

③在测量时，应观测测钎左侧及右侧数字，进行平均后计算，不得取测钎上部或下部数字进行计算；

④观测人员进行量测时，应尽量避免对区内进行破坏，以保证观测数据的合理性；

⑤具体计算时，数字偏差对侵蚀模数计算影响较大，读数时应注意估读，在测尺最小刻度后还应估读一位数。

2、简易坡面量测法（侵蚀沟量测法）

简易坡面量测法又称侵蚀沟量测法。主要用于土质边坡、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面的水土流失量的测定。调查坡面形成初的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，并记录造成侵蚀沟的次降雨。在每次降雨或多次降雨后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量，并通过沟蚀占水蚀的比例（50%~70%），计算水土流失量，如图 2-2 所示。

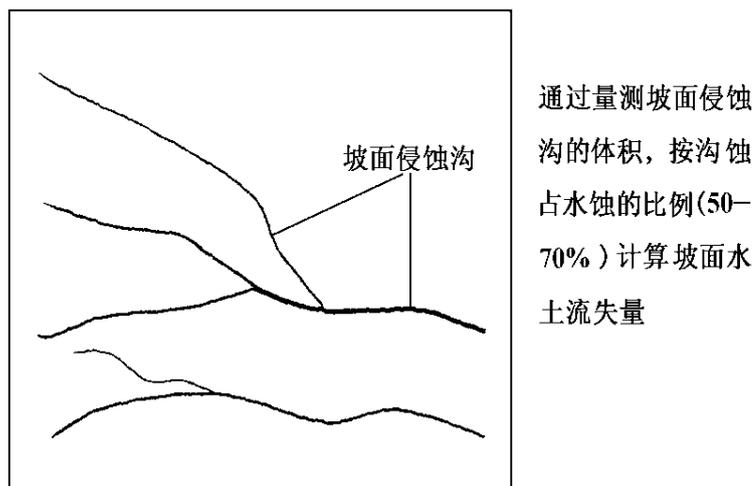


图 2-2 水土流失简易坡面量测场示意图

(2) 简易坡面量测场选址

选定的坡面应具有较为明显的侵蚀沟，以侵蚀沟形状简单为宜，所选坡面要方便量测，侵蚀沟应具有代表性。

(3) 简易坡面量测场的布置

简易坡面量测场的布置主要由实际的坡面侵蚀沟确定，布置规格不等，一般小型侵蚀沟以 5m×5m 内为佳，较大侵蚀沟则视实际情况确定观测面积。当观测坡面能保存一年以上时，应量测至少一年的水土流失量，有条件的地区，简易坡面量测法也可和简易水土流失观测场相结合，效果更佳。

(4) 简易坡面量测场侵蚀量的计算

在调查样地上等间距取若干个断面（B 样地宽×L 坡长），每个断面上量测侵蚀沟的断面积，然后按下式进行计算：

$$M = \frac{1}{2} r \sum_{i=1}^n (s_i + s_{i+1}) \times l \quad (\text{F2-2})$$

式中：M——样地侵蚀量，t；

S_i ——第 i 个断面的面积， m^2 ；

S_{i+1} ——第 i+1 个断面的面积， m^2 ；

l——样地断面间距，m；

r——土壤容重， t/m^3 ；

n——断面数。

也可以将侵蚀沟概化为棱锥、棱柱、棱台等，按下式计算：

$$\text{棱锥体积: } V=S \cdot H / 3 \quad (\text{F2-3})$$

$$\text{棱柱体积: } V=S \cdot H \quad (\text{F2-4})$$

$$\text{棱台体积: } V=H \cdot [S_1+S_2+ (S_1 \cdot S_2)^{1/2}] (\text{F2-5})$$

式中: V ——体积, cm^3 ;

S_1 、 S_2 、 S ——底面积, cm^2 ;

H ——高, cm 。

(5) 其他注意事项

①侵蚀沟断面大致可分为“V”型和“U”型, 根据实际情况应进行判别, 便于采取正确的公式进行计算;

②侵蚀沟断面一般以上、中、下三处进行划分, 必要是可增加观测断面;

③在量测某个侵蚀沟断面深度时, 应注意“V”型需量测最深处, “U”型需要对底部实测两次以上, 以减少误差;

④观测人员进行量测时, 应尽量避免对侵蚀沟形状造成破坏, 尽量不要践踏到侵蚀沟, 保证观测数据的合理性;

⑤因具体计算时数字偏差对侵蚀模数计算影响较大, 读数时应注意估读, 在测尺最小刻度后还应估读一位。

3、植被样方法

植被样方可用于调查林草植被的生长发育状况, 根据监测指标不同, 具体的测量方式方法也不同。根据本项目监测实际情况, 主要监测指标测量方法如下:

(1) 林木生长情况

①树高: 采用测高仪进行测定。

②胸径: 采用胸径尺进行测定。

(2) 存活率和保存率

根据工程实际情况, 造林成活率在随机设置 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 三个重复样方内, 于秋季查看春秋造林苗木成活的株数占造林苗木总株数的百分数, 单位为%。保存率是指造林一定时间以后, 检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数, 单位为%。

人工种草的成活率是指在随机设置 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的多个样地内, 于苗期查验, 当出苗 $30 \text{株}/\text{m}^2$ 以上为合格, 并计算和各样方占检查总样方的百分数及为存活率, 单位为%, 保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后, 再行查验, 保存合格样数占总样数

的百分比，单位为%。

(3) 林草覆盖度监测

覆盖度是反映林草植被覆盖情况的指标，通过测量植被（林、灌、草）冠层的枝叶地面上的垂直投影面积占该林草标准地面积的比例进行计算。计算式为：

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum(C_i A_i)}{A} \times 100\%$$

式中： C_i 为林地、草地郁闭度或盖度； A_i 为相应郁闭度、盖度的面积； A 为流域总面积。

2.2.5 无人机监测

随着“无人机”技术不断成熟、完善、普及，民用已经很广泛，如国土监察、城市规划、水利建设、林业管理、实时监控、影视航拍、广告摄影、气象遥感等领域。无人机具有能在云层下低空飞行、无需机场起降、而且成本低、运用灵活等优点，因此可以轻易获取相对清晰的影像。因而，无人机航拍更适合安全性要求高，拍摄成果质量要求高、散列分布式任务，大比例尺测图等工作需求。

无人机监测的主要技术路线是：

1、航摄方案设计

以监测区地形图为基础，根据监测区域地形、地貌设计航摄方案。主要包括航摄比例尺、重叠度、航摄时间等。

2、外业工作

在航摄区域布设一定数量的地面标志，检测无人机起飞后即可野外航摄。

3、数据预处理及格式标准化

整理航摄范围内航片、清除异常航片、错误纠正、重复航片的清除等。

4、数据处理及解译校对

利用遥感影像处理软件对影像进行拼接、纠正、调色等处理；通过野外调查，建立解译标志；依据解译标志针对影像提取植被覆盖度及土地利用信息；利用 GIS 坡度分析功能从 DEM 数据空间分析获取坡度信息。

5、分析比对叠加及成果输出

结合土壤侵蚀分级指标，在建立的土地利用、植被覆盖和坡度三类信息的矢量图层基础上，利用 GIS 矢量图层叠加分析，根据土壤侵蚀分类分级标准判别各划分单元的土壤侵蚀强度。利用同样的方法，对项目实施完成的航拍影像进行处理，得

到项目监测期末的各项数据，通过对比分析，得到水土保持动态监测结果；通过项目区控制点进行空间插值可以获得项目区的 DEM，通过与原地形对比分析，计算项目扰动情况。

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 水土流失防治责任范围

3.1.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据《水保方案》及批复，本项目水土流失防治责任范围总面积为 79.03hm²。其中项目建设区面积 52.28hm²，直接影响区 26.75hm²。

表 3-1 《水保方案》确定的水土流失防治责任范围 单位：hm²

项目分区	工程占地类型及面积 (hm ²)						直接影响区	合计
	水田	坡耕地	林地	水域及水利设施用地	其它土地	小计		
枢纽工程区		0.37	0.76		0.48	1.61	5.40	7.01
输水工程区		5.37	3.39	0.13	1.68	10.57	14.00	24.57
水库管理所			0.01		0.02	0.03		0.03
水库淹没区	2.46	8.41	4.85	0.24	0.62	16.58		16.58
弃渣场区			0.87	0.01	0.32	1.20	0.46	1.66
料场区	0.72	9.35	5.56		2.16	17.79	1.29	19.08
交通道路区		0.53	3.36		0.37	4.26	4.62	8.88
施工辅助设施区		0.06	0.14		0.04	0.24	0.98	1.22
合计	3.18	24.09	18.94	0.38	5.69	52.28	26.75	79.03

3.1.1.2 实际防治责任范围监测结果

监测过程中，结合《水保方案》中确定项目组成对水土流失防治责任范围进行了复核，经核实，本项目实际建设过程中发生的水土流失防治责任范围面积为 57.33hm²，其中项目建设区 34.27hm²，直接影响区占地面积为 23.06hm²。

实际发生的水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-2 实际发生的水土流失防治责任范围 单位：hm²

项目分区	工程占地类型及面积 (hm ²)						直接影响区	合计
	水田	坡耕地	林地	水域及水利设施用地	其它土地	小计		
枢纽工程区		0.37	0.76		0.48	1.61	5.40	7.01
输水工程区		3.47	5.57		0.09	9.13	11.75	20.88
水库管理所			0.01		0.02	0.03		0.03
水库淹没区	2.46	8.41	4.85	0.24	0.62	16.58		16.58
弃渣场区			0.25	0.01	0.09	0.35	0.13	0.48
料场区		0.74	1.33			2.07	0.18	2.25

项目分区	工程占地类型及面积 (hm ²)						直接影响区	合计
	水田	坡耕地	林地	水域及水利设施用地	其它土地	小计		
交通道路区		0.53	3.36		0.37	4.26	4.62	8.88
施工辅助设施区		0.06	0.14		0.04	0.24	0.98	1.22
合计		13.58	16.27	0.25	1.71	34.27	23.06	57.33

3.1.1.3 水土流失防治责任变化

根据工程监理资料,并结合现场监测实际情况确定,工程实际发生的水土流失防治责任范围较《水保方案》批复的防治责任范围减少 21.70hm²,其中项目建设区面积减少 18.01hm²,直接影响区面积减少 3.69hm²。

表 3-3 工程防治责任范围变化情况对比表

序号	防治分区	水土流失防治责任范围			备注
		方案批复面积	实际面积	增减情况	
一	项目建设区	52.28	34.27	-18.01	
1	枢纽工程区	1.61	1.61	0	
2	输水工程区	10.57	9.13	-1.44	
3	水库管理所	0.03	0.03	0	
4	水库淹没区	16.58	16.58	0	
5	弃渣场区	1.20	0.35	-0.85	
6	料场区	17.79	2.07	-15.72	
7	交通道路区	4.26	4.26	0	
8	施工辅助设施区	0.24	0.24	0	
二	直接影响区	26.75	23.06	-3.69	
	合计	79.03	57.33	-21.70	

根据表 3-3 可知,项目建设基本按照工程批复的扰动面积进行建设,但各个分区的面积有所调整,具体变化的原因如下:

1、由于主体工程输水设施的优化调整(渠道变更为管道),输水工程区占地面积减少;

2、工程实际建设过程中,通过对土石方的综合利用及输水设施的优化调整(渠道变更为管道),永久弃渣量较原方案设计弃渣量减少,渣场占地面积较原方案设计有所减少。

3、由于 1#土料场位于水库淹没区内,水库清基涉及到土料场区域的面积已计入水库淹没区面积,再者位于水库淹没区的土料场由于水库清基开挖的土方可直接利用,因此的导致 1#土料场的扰动面积较原方案设计面积减少,由于 1#土料场能满足大坝建设需求,结合其他 3 座料场(2 座土料场,1 座石料场)由于征地难、占用

林地等问题，建设单位未启用，所需石料全部采用外购的形式，因此导致了料场区面积减少较多，但扰动面积减少利于项目的水土流失防治，占地面积减少基本合理。

3.1.2 建设期扰动土地面积

地表扰动面积监测包括两方面的内容：即扰动类型判断和面积监测，其中扰动类型判断是关键，扰动类型的划分和判定是由其侵蚀强度确定的，监测过程中必须根据实际流失状态进行归类和面积监测。

按照监测实际介入情况，通过对项目区现场踏勘，对工程水土流失情况进行分析，监测工作组并利用 GPS、测距仪、皮尺等量测工具，结合工程施工、监理和工程平面布置等资料，对工程区建设期扰动地表的面积进行量化。通过实际测算，结合主体设计资料及业主提供的有关数据，本工程实际扰动土地面积共计 34.27hm²，较水土保持方案批复的扰动面积 52.28hm² 减少 18.01hm²，扰动面积减少主要是因为①输水工程区内原方案设计的渠道变更为管道，导致了占地面积减少；②由于施工过程中优化了施工工艺，土石方开挖量较原方案减少，同时提高了弃渣的综合利用率，主要用于施工临时道路的铺垫，导致弃渣量减少，从而导致弃渣场面积减少；③由于大部分粘土料在水库淹没区内开采（占地计入水库淹没区）及土料综合利用率的提高导致料场区的扰动面积较原方案设计面积减少较多。

表 3-4 工程占地面积对比情况表 单位：hm²

项目分区	方案批复扰动地表面积	实际扰动地表面积			
		2015 年	2016 年	2017 年	增减情况
枢纽工程区	1.61	0.84	1.29	1.61	0
输水工程区	10.57	4.75	7.30	9.13	-1.44
水库管理所	0.03	0.01	0.02	0.03	0
水库淹没区	16.58	8.62	13.26	16.58	0
弃渣场区	1.20	0.18	0.28	0.35	-0.85
料场区	17.79	1.08	1.66	2.07	-15.72
交通道路区	4.26	2.22	3.41	4.26	0
施工辅助设施区	0.24	0.12	0.19	0.24	0
合计	52.28	17.82	27.42	34.27	-18.01

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据《水保方案》及批复内容显示，羊肠河水库工程为满足用于大坝坝体填筑

的需求，方案设计了 3 个土料场，1 座石料场，目前坝体填筑施工已完成，料场已开采结束。设计料场区占地面积为 17.79hm²，设计料场取料 39.81 万 m³。《水保方案》及批复内容设计取料场特性详见表 3-5。

表 3-5 设计取料场特性表

项目组成	规划位置	占地 (hm ²)	设计取料量 (万 m ³)
I 土料场	坝址右岸山坡	8.06	19.22
II 土料场	坝址左岸山坡	5.98	10.46
III 土料场	库区上游右岸砖瓦厂处	2.70	4.38
石料场	石料位于从岗北西部干河箐河石厂	1.05	5.75
合计		17.79	39.81

3.2.2 取料监测结果

根据现场踏勘情况及施工资料，羊肠河水库工程粘土料场于 2015 年 11 月开始进行开采，本工程于 2017 年 5 月结束开采，开采面积 2.07hm²，开采粘土料 13.98 万 m³，料场位置未发生变化，截止目前，料场区开挖坡面和平台已进行植被恢复。料场位置、占地、开挖量监测结果详见表 3-6。

表 3-6 料场位置、占地、开挖量监测结果

项目	监测指标	方案设计指标	监测结果	备注
料场	位置	坝址右岸山坡	坝址右岸山坡	均在设计范围开采，目前取料已结束，现阶段开挖坡面和平台已进行植被恢复，料场外围及平台内侧实施了截排水沟措施。
	占地面积	8.06hm ²	2.07hm ²	
	开挖量	19.22 万 m ³	13.98 万 m ³	

3.2.3 取料对比分析

项目实际启用的取料场与水保方案批复位置一致，但由于 1#土料场位于水库淹没区内，水库清基涉及到土料场区域的面积已计入水库淹没区面积，再者位于水库淹没区的土料场由于水库清基开挖的土方可直接利用，因此的导致 1#土料场的扰动面积较原方案设计面积减少，由于 1#土料场能满足大坝建设需求，结合其他 3 座料场（2 座土料场，1 座石料场）由于征地难、占用林地等问题，建设单位未启用，所需石料全部采用外购的形式，因此导致了料场区面积减少较多。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据《水保方案》及批复内容显示，羊肠河水库工程共设计 6 个弃渣场，主要接收枢纽工程、枢纽工程临时道路、引水隧洞和输水管道建设所产弃渣。弃渣场设计总占地 1.20hm²，设计可堆渣量 18.07 万 m³，规划堆渣总量 17.51 万 m³。《水保方案》及批复内容设计弃渣场特性详见表 3-7。

表 3-7 设计弃渣场特性表

渣场序号	位置	渣场类型	占地面积 (hm ²)	渣场容量 (万 m ³)	堆渣量 (万 m ³)	弃渣来源
1#弃渣场	羊街大沟 K1+470	沟道型	0.63	13.1	13.02	大坝、导流输水隧洞、水库管理所、道路区、施工辅助设施区
2#弃渣场	羊街大沟中段	沟道型	0.15	1.1	0.98	羊街大沟输水渠道
3#弃渣场	羊街大沟中段	沟道型	0.16	1.15	1.02	羊街大沟输水渠道
4#弃渣场	羊街大沟下段	沟道型	0.11	1.10	1.00	羊街大沟输水渠道
5#弃渣场	下文昌大沟中段	沟道型	0.07	0.80	0.75	下文昌大沟输水渠道
6#弃渣场	下文昌大沟尾段	沟道型	0.08	0.82	0.74	下文昌大沟输水渠道
合计			1.20	18.01	17.51	

3.3.2 弃渣场监测结果

根据现场踏勘情况及施工资料，羊肠河水库工程在建设过程中仅使用 1 座弃渣场，启用的弃渣场为新增 1#弃渣场，原方案设计的 6 座弃渣场均未使用。由于原设计的 1#弃渣场位于羊街大沟里程 K1+470 下方，距大坝较远，通往渣场无施工道路，需开挖临时道路，产生约 1.5 万 m³ 弃渣，同时原 1#弃渣场受地形限制，经济林要较多，因此，2015 年 10 月 19 日，保山市水务局以“保水〔2015〕319 号文”同意对 1#弃渣场变更。变更后的 1#弃渣场位于大坝下游 500m 的左岸山洼处，占地 0.35hm²，渣场容量 3.0 万 m³。启用弃渣场位置、占地、开挖量监测结果详见表 3-8。

表 3-8 弃渣场位置、占地、堆渣量监测结果

渣场序号	位置	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³)	弃渣来源
1#弃渣场	变更后位于大坝下游 500m 的左岸山洼处	0.35	3.0	大坝、导流输水隧洞、水库管理所、道路区、施工辅助设施区
合计		0.35	3.0	

3.3.3 弃渣对比分析

工程在实际建设过程中由于输水工程羊街大沟输水渠道变更为输水管道，管道采用 PE 管，且在原土渠内埋管布置，未新增占地，土石方量减少，再者减建设单位在施工过程中对开挖的石方进行了综合利用，经破碎后用于临时道路的铺垫，因此弃渣量减少，仅使用了 1 个弃渣场，实际启用的弃渣场共占地共为 0.35hm^2 ，较水土保持方案设计面积 1.20hm^2 ，弃渣场面积减少 0.85hm^2 。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据工程监理及施工结算资料，工程实际开挖土石方为工程实际施工过程中共开挖土石方 24.78 万 m^3 （其中土方开挖 22.54 万 m^3 ，石方开挖 2.16 万 m^3 ，表土剥离 0.71 万 m^3 ），土石方回填利用 23.95 万 m^3 （含绿化覆土 0.71 万 m^3 ）；相互调用 13.98 万 m^3 ，废弃方 2.14 万 m^3 （松方为 2.84 万 m^3 ）。本项目实际产生弃方量较水保方案批复弃渣量减少。

土石方变化的原因由于施工过程中优化了施工工艺，土石方开挖量较原方案减少，同时提高了弃渣的综合利用率，主要用于施工临时道路的铺垫，因此，导致弃渣量减少。

工程土石方工程量具体详见表 3-9。

表 3-9 工程实际土石方工程量结算表单位：万 m³

序号	项目分区	开挖				回填利用	调入		调出		外借		弃渣	
		小计	土方	石方	表土剥离		数量	来源	数量	去向	数量	去向	自然方	去向
1	枢纽工程	6.64	4.57	2.06		21.28	13.98	料场区					0.65	1#弃渣场
2	输水工程	0.14	0.07		0.07	0.14								
3	水库管理所	0.01	0.01			0.01								
4	料场区	15.47	15.47		0.64				13.98	枢纽工程			1.49	1#弃渣场
5	弃渣场区	0.01	0.01			0.01								
6	交通道路区	2.50	2.40	0.10		2.50								
7	施工辅助设施区	0.01	0.01			0.01								
合计		24.78	22.54	2.16	0.71	23.95	13.98		13.98				2.14	

4 水土流失防治措施监测结果

本工程水土流失防治及其效果监测内容包括各项水土流失防治措施的数量、质量及其防治效果，主要为工程措施的稳定性、完好程度及运行情况；植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度；临时措施的实施情况、防护效果。结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，从水土保持工程措施、水土保持植物措施、水土保持临时措施、水土流失防治效果几个方面对监测数据进行综合分析。与《水保方案》中的防治措施及水土流失量预测结果进行对比分析，反映项目建设区水土流失防治措施及其效果。

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

根据批复的《昌宁县羊肠河水库工程水土保持方案可行性研究报告》(报批稿)及批复文件,方案设计的水土保持工程措施包括主体工程设计措施、方案新增措施。其中主体工程设计措施包括:枢纽工程区 C15 砼排水沟 25.17m³, 浆砌石挡墙 248.58m³, 浆砌石排水沟 405.46 m³; 方案新增措施包括: M7.5 浆砌石挡渣墙 150m, M7.5 浆砌石截水沟 1120m, M7.5 浆砌石排水沟 450m, 沉沙池 12 口。

表 4-1 水保方案设计的水土保持工程措施类型及数量表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	主体工程设计	方案新增
枢纽工程区	C15 砼排水沟	C15 砼	m ³	25.17	
		投资	万元	1.62	
	浆砌石挡墙	M7.5 浆砌石	m ³	248.58	
		投资	万元	9.24	
	浆砌石排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	405.46	
		投资	万元	15.07	
弃渣场区	浆砌石挡渣墙	长度	m		150
		浆砌石量	m ³		2124.75
	浆砌石截水沟	长度	m		220
		浆砌石量	m ³		128.7
		M10 砂浆抹面	m ²		290.4
	浆砌石排水沟	长度	m		450
		浆砌石量	m ³		274.06
		M10 砂浆抹面	m ²		720
	沉沙池	数量	口		12
		砂浆砌砖量	m ³		180

防治分区	防治措施	分项工程	单位	主体工程设计	方案新增
		C15 砼	m ³		144
料场区	浆砌石截水沟	长度	m		900
		浆砌石量	m ³		526.5
		M10 砂浆抹面	m ²		1674

4.1.2 工程措施实施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料统计,截止 2019 年 11 月,本项目实施的工程措施:①主体工程设计的工程措施:枢纽工程区 C15 砼排水沟 25.67m³,浆砌石挡墙 273.44m³,浆砌石排水沟 417.62m³;方案新增措施包括:M7.5 浆砌石挡渣墙 150m, M7.5 浆砌石截水沟 1120m, M7.5 浆砌石排水沟 450m, 沉沙池 12 口;②方案新增:C20 砼排水沟 40m, 复耕 3.59hm², M7.5 浆砌石挡渣墙 11.4m, M7.5 浆砌石截水沟 204m, M7.5 浆砌石排水沟 108m, 沉沙池 2 口, 格宾石笼挡墙 22m, 混凝土预制涵管 92m。水土保持工程措施施工为 2015 年 7 月~2017 年 10 月。

表 4-2 实际实施的工程措施量统计表

防治分区	措施类型	分项工程	单位	工程量
枢纽工程区	C15 砼排水沟	C15 砼	m ³	25.67
		投资	万元	1.65
	浆砌石挡墙	M7.5 浆砌石	m ³	273.44
		C15 砼	万元	10.16
	浆砌石排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	417.62
		C15 砼	万元	15.52
输水工程区	复耕	面积	hm ²	3.27
		土地整治	hm ²	3.27
		投资	万元	1.51
水库管理所	C20 砼排水沟	长度	m	40
		C20 砼	m ³	15.2
		投资	万元	0.86
弃渣场区	浆砌石挡渣墙	长度	m	11.4
		浆砌石量	m ³	19
		投资	万元	0.67
	浆砌石截水沟	长度	m	204
		浆砌石量	m ³	157.82
		C15 砼	m ³	16.03
		M10 砂浆抹面	m ²	369.9
		投资	万元	10.06
	浆砌石排水沟	长度	m	108
		浆砌石量	m ³	83.16

防治分区	措施类型	分项工程	单位	工程量	
		C15 砼	m ³	2.16	
		M10 砂浆抹面	m ²	166.32	
		投资	万元	3.41	
	格宾石笼挡墙		长度	m	22
			格宾网	m ²	3581.3
			块石	m ³	671.5
			浆砌石量	m ³	394.48
			投资	万元	28.72
			沉沙池		数量
	砂浆砌砖量	m ³			30
	M10 砂浆抹面	m ³			24
	投资	万元			1.48
	混凝土预制涵管		长度	m	92
			投资	万元	3.72
交通道路区	复耕	面积	hm ²	0.26	
		土地整治	hm ²	0.26	
		投资	万元	0.12	
施工辅助设施区	复耕	面积	hm ²	0.06	
		土地整治	hm ²	0.06	
		投资	万元	0.03	

4.1.3 工程措施完成情况对比分析

根据《水保方案》设计的措施及实际实施的措施量对比，工程量发生变化的主要原因是由于建设单位在建设过程中根据实际生产建设的需要，结合实际地形地貌特征，对各区域的措施进行了优化调整，对部分区域的措施提高了防治标准，导致措施数量及工程量发生变化，主要表现以下几个方面：

(1) 实际建设过程中，由于主体工程优化调整，枢纽工程区实施的砼排水沟、拦挡措施，布设的位置同方案设计的基本一致。

(2) 应当地村民的要求对工程临时占用的坡耕地实施复耕后交还当地群众，复耕措施面积较原方案设计面积有所增加。

(3) 为能及时排除场地周边汇水，实际建设过程中在水库管理所围墙外围增加砼排水沟。

(4) 实际建设过程中，由于主体工程建设内容优化调整及土石方利用率提高，弃渣场数量、占地面积及防治措量相应减少；同时按照 1#弃渣场变更批复，施工过程实施了格宾石笼挡墙及埋设混凝土预制涵管。

(5) 由于大部分粘土料在水库淹没区开采,料场区实际扰动面积减少较多,原设计的截水沟措施未实施。

监测项目组认为,羊肠河水库工程水土保持工程措施根据实际建设情况进行调整,能够满足项目区水土流失防治要求,实际实施情况基本到位,布局较为合理,实施的水土保持措施具有针对性,能满足工程水土保持防治要求。

表 4-3 实际实施工程措施与原设计情况对比统计表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	主体工程 设计	方案 新增	小计	实际 实施	增减 (+、-)
枢纽工程区	C15 砼 排水沟	C15 砼	m ³	25.17		25.17	25.67	0.5
		投资	万元	1.62		1.62	1.65	0.03
	浆砌石挡墙	M7.5 浆砌石	m ³	248.58		248.58	273.44	24.86
		投资	万元	9.24		9.24	10.16	0.92
	浆砌石 排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	405.46		405.46	417.62	12.16
		投资	万元	15.07		15.07	15.52	0.45
输水工程区	复耕	面积	hm ²				3.27	3.27
		土地整治	hm ²				3.27	3.27
		投资	万元				1.51	1.51
水库管理所	C20 砼 排水沟	长度	m				40	40
		C20 砼	m ³				15.20	15.2
		投资	万元				0.86	0.86
弃渣场区	浆砌石 挡渣墙	长度	m		150	150	11.4	-138.6
		浆砌石量	m ³		2124.75	2124.75	19	-2105.75
		投资	万元		63.57	63.57	0.67	-62.9
	浆砌石 截水沟	长度	m		220	220	204	-16
		浆砌石量	m ³		128.7	128.7	157.82	29.12
		C15 砼	m ³				16.03	16.03
		M10 砂浆抹面	m ²		290.4	290.4	369.9	79.5
		投资	万元		3.85	3.85	10.06	6.21
	浆砌石 排水沟	长度	m		450	450	108	-342
		浆砌石量	m ³		274.06	274.06	83.16	-190.9
		C15 砼	m ³				2.16	2.16
		M10 砂浆抹面	m ²		720	720	166.32	-553.68
		投资	万元		8.20	8.2	3.41	-4.79
	沉沙池	数量	口		12	12	2.00	-10
		砂浆砌砖量	m ³		180	180	30.00	-150
		M10 砂浆抹面	m ³		144.00	144.00	24.00	-120
		投资	万元		8.88	8.88	1.48	-7.4
	格宾石笼挡 墙	长度	m				22	22
格宾网		m ²				3581.30	3581.3	
块石		m ³				671.50	671.5	

防治分区	防治措施	分项工程	单位	主体工程 工程设计	方案 新增	小计	实际 实施	增减 (+、-)	
		浆砌石量	m ³				394.48	394.48	
		投资	万元				28.72	28.72	
		混凝土预制涵管	长度	m				92	92
		投资	万元				3.72	3.72	
料场区	浆砌石截水沟	长度	m		900	900		-900	
		浆砌石量	m ³		526.5	527		-526.5	
		M10 砂浆抹面	m ²		1674	1674		-1674	
		投资	万元		17.26	17.26		-17.26	
交通道路区	复耕	面积	hm ²				0.26	0.26	
		土地整治	hm ²				0.26	0.26	
		投资	万元				0.12	0.12	
施工辅助设施区	复耕	面积	hm ²				0.06	0.06	
		土地整治	hm ²				0.06	0.06	
		投资	万元				0.03	0.03	

监测项目组认为，本项目水土保持工程措施根据实际建设情况进行调整，形成完善的拦挡和排水体系，能够满足项目区水土流失防治要求，实际实施情况基本到位，布局较为合理，实施的水土保持措施具有针对性，能满足工程水土保持防治要求。



	
<p>上游坝顶排水沟 (2019.8)</p>	<p>输水工程区复耕 (2019.8)</p>
	
<p>1 弃渣场格宾石笼挡墙 (2017.10)</p>	<p>1 弃渣场截水沟 (2019.8)</p>

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

根据《水保方案》及批复文件，确定了羊肠河水库工程水土保持植物措施，具体如下：

(1) 主体工程中具有水土保持功能的植物措施
枢纽工程区，下游坝坡固土网格内植草 0.97hm²。

(2) 水土保持方案新增植物措施

输水工程区，植被恢复 0.15hm²；交通道路区，植被恢复 1.99hm²；料场区，植被恢复 17.68hm²；施工辅助设施区，植被恢复 0.1660hm²；输电工程区，植被恢复 0.1hm²；弃渣场区，植被恢复 1.20hm²。

表 4-4 水土保持植物措施类型及数量表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	主体工程设计	方案新增
枢纽工程区	植草护坡	面积	hm ²	0.97	
		植草	hm ²	0.97	
		投资	万元	7.74	
输水工程区	植被恢复	面积	hm ²		0.15
		植草	hm ²		0.15
		抚育管理	hm ²		0
		投资	万元		0.61
弃渣场区	植被恢复	面积	hm ²		1.20
		整地	hm ²		1.20
		覆土	m ³		2500
		植草	hm ²		1.20
		植树	株		5269
		抚育管理	hm ²		0.14
		投资	万元		8.55
料场区	植被恢复	面积	hm ²		17.68
		整地	hm ²		17.68
		覆土	m ³		5526
		植草	hm ²		16.58
		植树	株		44205
		抚育管理	hm ²		1.11
		投资	万元		71.66
交通道路区	植被恢复	面积	hm ²		1.99
		植草	hm ²		1.96
		植树	株		1000
		抚育管理	hm ²		0.03
		整地	hm ²		1.99
		投资	万元		8.06
施工辅助设施区	植被恢复	面积	hm ²		0.16
		整地	hm ²		0.16
		覆土	m ³		50
		植草	hm ²		0.15
		植树	株		400
		抚育管理	hm ²		0.01
		投资	万元		0.65

4.2.2 植物措施实施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料统计，截止 2019 年 11 月，项目在建设过程中实际实施的植物措施主要为：主体设计植物护坡 1.48hm²；方案新增植被恢复

面积共计 5.12hm²，其中枢纽工程区，下游坝坡固土网格内植草 1.48hm²；输水工程区，植被恢复 0.20hm²；交通道路区，植被恢复 0.88hm²；料场区，植被恢复 2.07hm²；施工辅助设施区，植被恢复 0.60hm²；输电工程区，植被恢复 0.18hm²；弃渣场区，植被恢复 0.35hm²。根据工程建设资料，项目水土保持植物措施实施时间为 2017 年 4 月至 2017 年 10 月。

表 4-5 实际实施植物措施量统计表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	工程量
枢纽工程区	植草护坡	面积	hm ²	1.48
		植草	hm ²	1.48
		投资	万元	11.81
输水工程区	植被恢复	面积	hm ²	0.2
		植草	hm ²	0.2
		抚育管理	hm ²	0.2
		投资	万元	0.81
弃渣场区	植被恢复	面积	hm ²	0.35
		整地	hm ²	0.35
		覆土	m ³	930
		植草	hm ²	0.35
		植树	株	635
		抚育管理	hm ²	0.35
		投资	万元	0.78
料场区	植被恢复	面积	hm ²	2.07
		整地	hm ²	2.07
		覆土	m ³	6210
		植草	hm ²	2.07
		植树	株	7365
		抚育管理	hm ²	2.07
		投资	万元	4.17
交通道路区	植被恢复	面积	hm ²	0.88
		整地	hm ²	0.88
		植草	hm ²	0.88
		植树	株	1500
		抚育管理	hm ²	0.88
		投资	万元	1.14
施工辅助设施区	植被恢复	面积	hm ²	0.18
		整地	hm ²	0.18
		植草	hm ²	0.18
		抚育管理	hm ²	0.18
		投资	万元	0.12

4.2.3 植物措施完成情况对比分析

根据竣工结算资料及现场调查，对项目实际实施的植物措施进行统计，通过与《水保方案》对比分析，实际实施的植物措施工程量较《水保方案》批复的措施量存在一定变化。

表 4-6 实际实施植物措施与原设计情况对比统计表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	主体工程 工程设计	方案 新增	小计	实际实施	增减 (+、-)
枢纽工程区	植草护坡	面积	hm ²	0.97		0.97	1.48	0.51
		植草	hm ²	0.97		0.97	1.48	0.51
		投资	万元	7.74		7.74	11.81	4.07
输水工程区	植被恢复	面积	hm ²		0.15	0.15	0.20	0.05
		植草	hm ²		0.15	0.15	0.20	0.05
		抚育管理	hm ²		0	0	0.20	0.2
		投资	万元		0.61	0.61	0.35	-0.26
弃渣场区	植被恢复	面积	hm ²		1.20	1.2	0.35	-0.85
		植草	hm ²		1.20	1.2	0.35	-0.85
		整地	hm ²		1.20	1.2	0.35	-0.85
		覆土	m ³		2500	2500	1050	-1450
		植树	株		5269	5269	635	-4634
		抚育管理	hm ²		0.14	0.14	0.35	0.21
		投资	万元		8.55	8.55	0.78	-7.77
料场区	植被恢复	面积	hm ²		17.68	17.68	2.07	-15.61
		植草	hm ²		16.58	16.58	2.07	-14.51
		植树	株		44205	44205	7365	-36840
		抚育管理	hm ²		1.11	1.11	2.07	0.96
		整地	hm ²		17.68	17.68	2.07	-15.61
		覆土	m ³		5526	5526	6210	684
		投资	万元		71.66	71.66	4.17	-67.49
交通道路区	植被恢复	面积	hm ²		1.99	1.99	0.88	-1.11
		植草	hm ²		1.96	1.96	0.88	-1.08
		植树	株		1000	1000	1500	500
		抚育管理	hm ²		0.03	0.03	0.88	0.85
		整地	hm ²		1.99	1.99	0.88	-1.11
		投资	万元		8.06	8.06	1.14	-6.92
施工辅助设 施区	植被恢复	面积	hm ²		0.16	0.16	0.18	0.02
		植草	hm ²		0.15	0.15	0.18	0.03
		植树	株		400	400	0	-400
		抚育管理	hm ²		0.16	0.16	0.18	0.02
		整地	hm ²		0.16	0.16	0.18	0.02
		覆土	m ³		50	50	0	-50

防治分区	防治措施	分项工程	单位	主体工程 工程设计	方案 新增	小计	实际实施	增减 (+、-)
		投资	万元		0.65	0.65	0.12	-0.53

根据实际实施的植物措施量对比，各防治区发生变化的情况及原因如下：

(1) 弃渣场植被恢复面积较原方案设计减少 0.85hm^2 ，相应的工程量也随之减少，主要由于①在施工过程中，为减少占地及弃渣量，建设单位优化了输水工程的布置方式，并报保山市水务局变更，根据保山市水务局下发的变更批复“保水〔2016〕349号文”，羊街输水片区的输水渠道变更为管道，设计变更里程桩号为 K0+000~K4+650，管道采用 PE 管，且在原土渠内埋管布置，未新增占地，导致了土石方开挖减少，弃渣量也随之减少；②由于羊街输水片区的输水渠道变更为管道，导致了沿线土石方开挖减少，且在施工过程中，优化了施工工艺，土石方开挖量较原方案减少，同时提高了弃渣的综合利用率，主要用于施工临时道路的铺垫，也是渣场面积减少的原因之一。

(2) 料场区面积较原方案设计减少较多，主要由于 1#土料场位于水库淹没区内，水库清基涉及到土料场区域的面积已计入水库淹没区面积，再者位于水库淹没区的土料场由于水库清基开挖的土方可直接利用，因此的导致 1#土料场的扰动面积较原方案设计面积减少，由于 1#土料场能满足大坝建设需求，结合其他 3 座料场（2 座土料场，1 座石料场）由于征地难、占用林地等问题，建设单位未启用，所需石料全部采用外购的形式，因此导致了料场区面积减少较多，方案设计的临时措施数量相应减少。

通过监测分析，虽然项目的水土保持植物措施实施数量较方案设计减少，但工程建设过程中未发生水土流失危害，未造成大的水土流失影响；项目监测组认为，项目已实施的水土保持植物措施基本能够满足防护要求，对防治项目建设区的水土流失具有一定的积极作用。

	
<p>下游坝坡固土网格内植草 (2019.8)</p>	<p>下游坝坡固土网格内植草 (2018.12)</p>
	
<p>土料场区植被恢复 (2018.12)</p>	<p>输水工程区植被恢复 (2019.8)</p>
	
<p>弃渣场植被恢复 (2019.8)</p>	<p>进库道路行道树 (2017.10)</p>

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

根据《昌宁县羊肠河水库工程水土保持方案可行性研究报告》(报批稿)及水保方案批复, 方案设计的水土保持临时措施为: 临时覆盖 13200m², 临时排水沟

2335m, 临时拦挡 485m; 具体工程量为铺土工布 13200m², 临时排水沟 2335m, 编织袋装土 766.30m³。

表 4-7 方案设计的水土保持临时措施类型及数量表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	工程量
枢纽工程区	临时覆盖	面积	m ²	1500
		土工布	m ²	1500
		投资	万元	0.88
	临时排水沟	长度	m	800
		投资	万元	0.4
输水工程区	临时拦挡	长度	m	150
		编织袋装土	m ³	237
		投资	万元	3.09
水库管理所	临时排水沟	长度	m	50
		投资	万元	0.03
	临时拦挡	长度	m	15
		编织袋装土	m ³	23.7
		投资	万元	0.31
水库淹没区	浆砌石导流沟	长度	m	0
		C20 砼	m ³	0
		投资	万元	0
弃渣场区	临时拦挡	长度	m	135
		编织袋装土	m ³	213.3
		投资	万元	2.78
	临时覆盖	面积	m ²	4900
		土工布	m ²	4900
		投资	万元	2.87
	临时排水沟	长度	m	397
		投资	万元	0.2
料场区	临时拦挡	长度	m	135
		编织袋装土	m ³	213.3
		投资	万元	2.78
	临时覆盖	面积	m ²	4800
		土工布	m ²	4800
		投资	万元	2.81
	临时排水沟	长度	m	338
		投资	万元	0.17
交通道路区	临时拦挡	长度	m	50
		编织袋装土	m ³	79
		投资	万元	1.03
	临时排水沟	长度	m	600
		投资	万元	0.3
施工辅助设施区	临时覆盖	长度	m ²	2000

防治分区	防治措施	分项工程	单位	工程量
		土工布	m ²	2000
		投资	万元	1.17
	临时排水沟	长度	m	150
		投资	万元	0.08

4.3.2 临时措施实施情况

根据工程竣工统计资料、监理资料和现场调查情况，项目在建设过程中实际实施的临时措施主要为：临时覆盖 1905m²，临时排水沟 2170m。

根据工程监理资料，项目的水土保持临时措施实施时间为 2015 年 6 月至 2017 年 8 月。实际实施临时措施工程量见表 4-8。

表 4-8 实际实施的水土保持临时措施类型及数量表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	工程量
枢纽工程区	临时覆盖	面积	m ²	650
		土工布	m ²	650
		投资	万元	0.38
弃渣场区	临时排水沟	长度	m	225
		投资	万元	0.22
交通道路区	临时排水沟	长度	m	1850
		投资	万元	0.93
施工辅助设施区	临时覆盖	面积	m ²	1255
		土工布	m ²	1255
		投资	万元	0.73
	临时排水沟	长度	m	95
		投资	万元	0.05

4.3.3 临时措施完成情况对比分析

通过对比，实际实施的临时措施工程量与《水保方案》批复的措施相比有一定变化。

表 4-9 方案设计临时措施与原设计情况对比统计表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	主体工程 设计	方案 新增	小计	实际实施	增减 (+、-)
枢纽工程区	临时覆盖	面积	m ²		1500	1500	650	-850
		土工布	m ²		1500	1500	650	-850
		投资	万元		0.88	0.88	0.38	-0.50
	临时排水沟	长度	m		800	800		-800
		投资	万元		0.40	0.40		-0.40
输水工程区	临时拦挡	长度	m		150	150		-150
		编织袋装土	m ³		237	237		-237

防治分区	防治措施	分项工程	单位	主体工程 工程设计	方案 新增	小计	实际实施	增减
								(+, -)
		投资	万元		3.09	3.09		-3.09
水库管理所	临时排水沟	长度	m		50	50		-50
		投资	万元		0.03	0.03		-0.03
	临时拦挡	长度	m		15	15		-15
		编织袋装土	m ³		23.70	23.70		-23.70
		投资	万元		0.31	0.31		-0.31
弃渣场区	临时拦挡	长度	m		135	135		-135
		编织袋装土	m ³		213.30	213.30		-213.30
		投资	万元		2.78	2.78		-2.78
	临时覆盖	面积	m ²		4900	4900		-4900
		土工布	m ²		4900	4900		-4900
		投资	万元		2.87	2.87		-2.87
	临时排水沟	长度	m		397	397	225	-172
		投资	万元		0.20	0.20	0.22	0.02
料场区	临时拦挡	长度	m		135	135		-135
		编织袋装土	m ³		213.30	213.30		-213.30
		投资	万元		2.78	2.78		-2.78
	临时覆盖	面积	m ²		4800	4800		-4800
		土工布	m ²		4800	4800		-4800
		投资	万元		2.81	2.81		-2.81
	临时排水沟	长度	m		338	338		-338
		投资	万元		0.17	0.17		-0.17
交通道路区	临时拦挡	长度	m		50	50		-50
		编织袋装土	m ³		79	79		-79
		投资	万元		1.03	1.03		-1.03
	临时排水沟	长度	m		600	600	1850	1250
		投资	万元		0.30	0.30	0.93	0.63
施工辅助设施区	临时覆盖	面积	m ²		2000	2000	1255	-745
		土工布	m ²		2000	2000	1255.00	-745
		投资	万元		1.17	1.17	0.73	-0.44
	临时排水沟	长度	m		150	150	95	-55
		投资	万元		0.08	0.08	0.05	-0.03

根据实际实施的临时措施量对比,各防治区发生变化的情况及原因如下:

(1) 由于工程基础开挖、回填工艺优化及施工季节调整等,施工扰动区未实施拦挡措施,实际实施的临时覆盖、临时排水措施数量均较《原水保方案》设计减少。

(2) 施工过程中由于主体工程设计水保措施的实施,工程建设产生的水土流失基本得到有效的控制,方案设计的临时措施数量相应减少。

通过监测分析,虽然项目的水土保持临时措施实施数量较方案设计减少,但工

程建设过程中未发生水土流失危害，未造成大的水土流失影响；项目监测组认为，项目已实施的水土保持临时措施基本能够满足临时防护要求，对防治项目建设区的水土流失具有一定的积极作用。

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 实际实施水土保持措施工程量汇总

截至目前，根据监测资料统计分析，本项目得出水土流失防治措施主要有工程措施、植物措施及临时措施。其中工程措施：①主体工程设计的工程措施：枢纽工程区 C15 砼排水沟 25.67m³，浆砌石挡墙 273.44m³，浆砌石排水沟 417.62m³；方案新增措施包括：M7.5 浆砌石挡渣墙 150m，M7.5 浆砌石截水沟 1120m，M7.5 浆砌石排水沟 450m，沉沙池 12 口；②方案新增：C20 砼排水沟 40m，复耕 3.59hm²，M7.5 浆砌石挡渣墙 11.4m，M7.5 浆砌石截水沟 204m，M7.5 浆砌石排水沟 108m，沉沙池 2 口，格宾石笼挡墙 22m，混凝土预制涵管 92m；植物措施有：主体设计植物护坡 1.48hm²，方案新增植被恢复面积 5.12hm²；临时措施有：临时覆盖 1905m²，临时排水沟 2170m。

4.4.2 水土保持措施防治效果评价

根据《昌宁羊肠河水库工程水土保持监理总结报告》、《单位工程质量评定表》、《分部工程质量评定表》中工程质量评定项目划分标准，本项目水土保持措施共划分为斜坡防护工程、防洪排导工程、拦渣工程、土地整治工程、植被建设工程、临时防护工程等 6 个单位工程。

斜坡防护工程中包括植物护坡和截（排）水沟两个分部工程，两个分部工程质量合格，满足边坡防护要求，能够有效控制弃渣场区域水土流失，发挥正常防护效果。

拦渣工程中包括基础开挖及处理和防洪排水两个分部工程，两个分部工程质量合格，满足弃渣场挡护要求，能够有效控制弃渣场区域水土流失，发挥正常防护效果。

防洪排导工程实施的排洪导流设施（排水沟）形成完整的排水系统，运行良好，沟内无淤积，无破损毁坏，排水顺畅，正确引导水流，能有效地防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。后期运行管理中需重点巡察排洪导流设施是否出现淤

积、破损，如有淤积应及时进行疏通，如有破损应及时进行维修。

土地整治工程主要包括了场地整治，该分部工程质量合格，满足后期复耕及植被恢复要求。

植被建设工程主要包括了点片状植被及线网状植被，绿化成活率为 90%，植物生长良好，发挥了较好的水土保持功能。

临时防护工程实施的排水及覆盖等工程，施工期间临时排水沟及覆盖正常运行，能及时排出施工期间汇水，并在雨季期间对裸露边坡进行临时苫盖，临时防护措施质量总体合格。本项目实施的水土保持措施运行情况详见下表。

表 4-10 水土保持措施质量评定结果表

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分(个)	单元工程评定			分部工程质量评定	单位工程质量评定	项目工程质量评定
				合格项数	优良项数	优良率%			
斜坡防护工程	截(排)水	枢纽工程区	8	8	7	88	优良	优良	优良
	植物护坡	枢纽工程区	3	3	2	67	合格	合格	合格
防洪排导工程	排洪导流设施	水库管理所	1	1	1	99.9	优良	优良	优良
拦渣工程	坝(墙、堤)体	弃渣场区	2	2	1	50	合格	合格	合格
	防洪排水	弃渣场区	8	8	5	62.5	合格	合格	合格
土地整治工程	场地整治	输水工程区	4	4	2	50	合格	合格	合格
		交通道路区	1	1	0	0	合格	合格	合格
		施工辅助设施区	1	1	0	0	合格	合格	合格
植被建设工程	点片状植被	输水工程区	2	2	1	50	合格	合格	合格
		弃渣场区	1	1	1	99.9	优良	优良	优良
		料场区	3	3	2	66.7	合格	合格	合格
		交通道路区	3	3	1	33	合格	合格	合格
		施工辅助设施区	2	2	1	50	合格	合格	合格
临时防护工程	排水	弃渣场区	3	3	1	33.3	合格	合格	合格
		交通道路区	19	19	8	42.1	合格	合格	合格
		施工辅助设施区	1	1	0	0	合格	合格	合格
	覆盖	枢纽工程区	1	1	0	0	合格	合格	合格
合计			63	63	33	52.4	合格	合格	合格

综上所述，本项目在工程建设过程中实施的工程措施、植物措施、临时措施有效保证了工程质量，达到了水土流失防治效果，发挥了较好的水土保持功能。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本工程为建设类项目，结合项目实际，监测报告将整个项目区考虑纳入水土流失面积监测中，根据各阶段水土流失面积监测结果，汇总分析施工期、试运行期水土流失面积，以此说明工程水土流失情况和水土流失的防治效果是否达到规定的允许标准，能否通过水土保持验收，水土保持设施及主体工程可否投入使用。施工过程中在降雨、风力等作用下产生水土流失变化情况为施工准备期水土流失面积主要为原地面，开始施工时流失面积逐渐增多，防治措施实施后流失面积逐渐减少。总体流失面积由少增多再减少的过程，主要流失时段为施工期。

工程水土流失面积详见表 5-1。

表5-1 水土流失面积统计表 单位: hm^2

项目组成	项目区占地类型 (hm^2)						占地性质
	水田	坡耕地	林地	水域及水利设施用地	其它土地	小计	
枢纽工程区		0.37	0.76		0.48	1.61	永久
输水工程区		3.47	5.57		0.09	9.13	永久、临时
水库管理所			0.01		0.02	0.03	永久
水库淹没区	2.46	8.41	4.85	0.24	0.62	16.58	永久
弃渣场区			0.25	0.01	0.09	0.35	临时占地
料场区		0.74	1.33			2.07	临时占地
交通道路区		0.53	3.36		0.37	4.26	永久、临时
施工辅助设施区		0.06	0.14		0.04	0.24	临时
合计	2.46	13.58	16.27	0.25	1.71	34.27	

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

5.2.1.1 原地貌侵蚀单元划分

原地貌的侵蚀单元划分主要是根据项目设计资料土地利用类型、植被覆盖划分，项目实施前项目区水土流失防治责任范围内的原生占地类型主要有：水田、坡耕地、林地、其它用地和水域及水利设施用地。原生土壤侵蚀模数取值表见 5-2。

表 5-2 原生土壤侵蚀模数取值

土地利用类型	土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	取值依据
水田	200	为农作物覆盖, 以微度侵蚀为主
坡耕地	1600	坡度在 5°~25°左右, 以中度水力侵蚀为主
林地	400	盖度约 35%, 坡度在 5°~20°
其它土地	550	地表裸露
水域及水利设施用地	0	水域覆盖

5.2.1.2 地表扰动类型划分

该工程是在遵守《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。

为了客观的反映羊肠河水库工程的水土流失特点, 对项目建设扰动地表面积进行适当的分类, 施工过程中对地表的扰动主要分为施工扰动平台、开挖坡面、回填坡面、堆渣面和无危害扰动五个侵蚀单元, 其中无危害扰动为已实施防治措施的地表和被构筑物地表覆盖区域。根据监测工作的实际需要和羊肠河水库工程的工程特点, 在实地调查的基础上, 依照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, 共分为 5 类地表扰动类型。

1、施工平台是建设过程中最常见的扰动地表类型, 因其经常受施工、交通等影响, 导致降雨入渗减少, 地表径流增多, 加之局部存在零星临时堆渣(料), 在没有采取硬化或水土流失防治措施的前提下, 存在一定的水土流失;

2、扰动开挖面是指施工形成的裸露开挖边坡, 其中, 土质开挖面以低矮型为主, 不易发生大量水土流失, 石质开挖边坡为基岩裸露状态, 一般不存在水土流失, 根据现场调查并结合项目建设区地形资料, 该项目开挖面主要为土质;

3、回填坡面是指施工形成的裸露回填边坡, 其中, 回填面以低矮型为主, 不易发生大量水土流失, 根据现场调查并结合项目建设区地形资料, 该项目回填面主要为土质或土石混合物。

4、堆渣面在各种扰动地表侵蚀形态中, 堆积填方面因表层渣土较为松散, 较易受降水冲刷形成水土流失, 故是该工程水土保持监测重点关注的扰动地表类型。

5、无危害扰动指已实施防治措施的地表和被构筑物地表覆盖区域。

表 5-3 地表扰动类型划分情况表

流失危害	未治理的扰动地表				已实施防治措施的地表
扰动特征	堆渣坡面	开挖坡面	回填坡面	施工平台扰动	无危害扰动
特征描述	主要由土、石组成的混合物，高度 $\geq 4\text{m}$	土质面、石质面	土质面、石质面	地势平坦、零星	被建筑物覆盖、已采取硬化处理、及为植被所覆盖
所在分区	弃渣场	枢纽工程区、道路工程区、料场区	枢纽工程区、道路工程区	枢纽工程区、道路工程区、料场区、施工辅助设施	施工辅助设施

5.2.1.3 防治措施分类

根据水保方案中对水土保持措施的布置设计，结合现场调查监测，核实主要防治措施有工程措施、植物防护措施、临时防护措施三大类。

一、工程措施

在施工过程中，为了有效地对场地开挖所形成的开挖及回填边坡进行治理，建设单位本着合理布置，优化方案、加强施工成本管理、减低工程造价的原则，在工程建设的同时对边坡采取了拦挡及截排水措施进行治理。经调查，羊肠河水库工程实际实施的具有水土保持功能的工程主要包括上游坝顶排水沟、下游坝坡排水沟、戽台排水沟、浆砌石挡渣墙及截排水沟等措施。

二、植物措施

通过现场调查，羊肠河水库工程完成植被恢复面积共计 6.60hm^2 。其中主体设计植物护坡 1.48hm^2 ；方案新增植被恢复面积共计 5.12hm^2 ，其中枢纽工程区，下游坝坡固土网格内植草 1.48hm^2 ；输水工程区，植被恢复 0.20hm^2 ；交通道路区，植被恢复 0.88hm^2 ；料场区，植被恢复 2.07hm^2 ；施工辅助设施区，植被恢复 0.60hm^2 ；输电工程区，植被恢复 0.18hm^2 ；弃渣场区，植被恢复 0.35hm^2 。

三、临时措施

临时防护措施在施工前或施工过程中实施，及时修补工程及植物措施未布设或尚未发挥作用的不足。通过现场调查得知，项目建设过程主要实施的临时防治措施有：临时排水及临时遮盖等措施。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定

5.2.2.1 原地貌侵蚀模数

根据工程实际监测介入情况，项目占用土地类型为水田、坡耕地、林地、园地和交通运输用地。项目区内的原生土壤侵蚀模数采用《水保方案》设计分析数据，确定各地类侵蚀模数如下：水田土壤侵蚀模数取值为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；坡耕地土壤侵蚀模数取值为 $1600\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；林地土壤侵蚀模数取值为 $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；其它土地土壤侵蚀模数取值为 $550\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；水域及水利设施用地土壤侵蚀模数取值为 $0\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；根据本工程占地情况，经加权平均计算，项目区原生土壤侵蚀模数为 $865.73\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，属于轻度侵蚀。

表 5-4 项目区原生侵蚀模数

项目组成	占地类型	面积 (hm ²)	侵蚀强度 (t/km ² ·a)	
			侵蚀模数	加权平均
枢纽工程区	坡耕地	0.37	1600	720.50
	林地	0.76	400	
	其它土地	0.48	550	
输水工程区	坡耕地	3.47	1600	857.56
	林地	5.57	400	
	其它土地	0.09	550	
水库管理所	林地	0.01	400	500.00
	其它土地	0.02	550	
水库淹没区	水田	2.46	200	978.83
	坡耕地	8.41	1600	
	林地	4.85	400	
	水域及水利设施用地	0.24	0	
	其它土地	0.62	550	
弃渣场区	林地	0.25	400	427.14
	水域及水利设施用地	0.01	0	
	其它土地	0.09	550	
料场区	坡耕地	0.74	1600	828.99
	林地	1.33	400	
交通道路区	坡耕地	0.53	1600	562.32
	林地	3.36	400	
	其它土地	0.37	550	
施工辅助设施区	坡耕地	0.06	1600	725.00
	林地	0.14	400	
	其它土地	0.04	550	

项目组成	占地类型	面积 (hm ²)	侵蚀强度 (t/km ² .a)	
			侵蚀模数	加权平均
合计		34.27		865.73

5.2.2.2 扰动后侵蚀模数

一、开挖坡面扰动类型土壤侵蚀模数分析

项目建设区开挖面集中在枢纽工程区坝基开挖、道路工程区路基路面开挖、料场取料形成的开挖面。

通过监测外业分析，路工程区路基路面开挖面由于样方尺寸限制、开挖面坡度及开挖面组成等因素影响，不具备布设监测设施。因此，监测组在不影响主体施工进度的前提下，分别在料场取料形成的坡面上布设 2 个侵蚀沟样方观测点，分别编号为 1#侵蚀沟量测样方和 2#侵蚀沟量测样方，其中 1#样方尺寸均为 5m×6m，2#样方尺寸均为 5m×5m，坡度均为 30°，分别布设于料场开挖边坡的中部、底部，观测时间段为 2016 年 3 月至 2016 年 9 月，观测时间为 7 个月。监测期间，通过对开挖坡面布设的 2 个侵蚀沟量测样方所得监测数据的计算分析，施工期间开挖坡面扰动类型平均土壤侵蚀模数为 7241.38t/km².a。侵蚀沟样方监测数据计算表详见表 5-5。

表 5-5 开挖边坡侵蚀沟样方监测数据计算表

监测点位置		料场区开挖边坡 (9#监测点)				监测设 施类型		简易坡面量 测观测样方	
样方编号		1#侵蚀沟量测样方				2#侵蚀沟量测样方			
侵蚀沟		1	2	3	4	1	2	3	4
断面近似形状		梯形	“v”型	梯形	“v”型	梯形	“v”型	梯形	“v”型
上部	面宽(cm)	6.75	7.35	7.65	7.12	9.35	7.05	7.12	6.83
	底宽(cm)	4.8	0	4.78	0	4.27	0	4.67	0
	深(cm)	2.95	4.74	4.25	4.26	3.44	4.62	4.22	3.95
中上部	面宽(cm)	7.21	7.25	8.56	6.95	7.28	7.12	7.56	6.94
	底宽(cm)	4.26	0	3.45	0	3.85	0	4.11	0
	深(cm)	3.78	3.67	3.52	4.12	3.78	4.11	3.43	4.16
中部	面宽(cm)	7.93	8.25	8.15	8.85	7.85	7.92	7.68	7.83
	底宽(cm)	4.86	0	4.75	0	4.83	0	4.73	0
	深(cm)	3.22	3.92	4.35	4.52	3.15	3.83	3.58	4.26
中下部	面宽(cm)	8.16	8.24	8.35	7.85	8.15	7.94	7.82	7.95
	底宽(cm)	6.15	0	4.95	0	5.73	0	4.83	0
	深(cm)	4.87	4.98	4.85	4.72	4.89	4.82	4.68	4.62
下部	面宽(cm)	8.87	8.74	9.85	8.96	8.56	8.78	8.94	8.94
	底宽(cm)	6.12	0	5.69	0	5.55	0	5.15	0

	深(cm)	3.78	4.86	4.52	4.35	3.84	4.5	39.5	4.83
平均	面宽(m)	0.07784	0.07966	0.08512	0.07946	0.08238	0.07762	0.07824	0.07698
	底宽(m)	0.05238	0	0.04724	0	0.04846	0	0.04698	0
	深(m)	0.03720	0.04434	0.04298	0.04394	0.03820	0.04376	0.11082	0.04364
	长度(m)	7.32	6.78	7.75	6.85	6.65	6.72	6.12	6.08
侵蚀量(m ³)		0.0177	0.0120	0.0220	0.0120	0.0166	0.0114	0.0425	0.0102
	计算公式	(面宽+底宽)×深/2×长度				计算公式	(面宽+底宽)×深/2×长度		
土壤侵蚀总量(m ³)	0.0637					0.0807			
监测小区面积(m ²)	30					25			
土壤流失量(t)	0.102					0.129			
说明	此4条侵蚀沟是发生在监测小区内的侵蚀沟					此4条侵蚀沟是发生在监测小区内的侵蚀沟			
填表说明	1、断面近似形状：指侵蚀沟的大致断面形状，可以近似为梯形、“V”型(三角形)、上梯下V型或其它形状。								
	2、小区土壤侵蚀量包括面蚀和沟蚀量两个方面，该表记录的是沟蚀侵蚀量。								
	3、计算其土壤流失量时，土壤容重取 1.60t/m ³ 。								

二、回填坡面扰动类型土壤侵蚀模数分析

项目建设区域回填坡面扰动类型主要包括交通道路区回填边坡，组成成分主要为土质或土石混合物，侵蚀类型主要为水力侵蚀，土壤流失量主要采用简易坡面量测法（侵蚀沟量测法）对其进行监测，记录侵蚀样方内各侵蚀沟断面、长度，再计算分析得出回填坡面土壤侵蚀模数。

项目监测组在交通道路回填边坡共布设 2 个简易坡面量测样方（侵蚀沟量测样方），分别编号为 3#侵蚀沟量测样方和 4#侵蚀沟量测样方，其中 3#侵蚀沟量测样方尺寸为 3m×3m，4#侵蚀沟量测样方为 2m×2m，坡度均为 25°，观测时间段为 2016 年 3 月至 2016 年 9 月，观测时间为 7 个月。

施工过程中，通过对交通道路回填边坡布设的两个侵蚀沟量测样方观测数据的计算分析，施工期间回填坡面扰动类型平均土壤侵蚀模数为 4774.54t/km².a。

表 5-6 回填边坡侵蚀沟样方监测数据计算表

监测点位置	交通道路回填边坡				监测设施类型		简易坡面量测观测样方		
样方编号	3#简易坡面量测观测样方				4#简易坡面量测观测样方				
侵蚀沟	1	2	3	4	1	2	3	4	
断面近似形状	“v”型	“v”型	梯形	“v”型	梯形	“v”型	梯形	梯形	
上部	面宽(cm)	5.23	5.31	5.4	5.15	3.67	3.73	3.73	3.67
	底宽(cm)	0	0	3.47	0	2.17	0	2.36	2.36
	深(cm)	3.3	3.38	3.05	3.02	1.43	2.36	2.03	1.98

中上部	面宽(cm)	5.16	5.23	6.02	5.05	3.86	3.73	4.16	4.12	
	底宽(cm)	0	0	2.68	0	2.02	0	1.74	1.74	
	深(cm)	2.61	2.69	2.32	2.95	1.78	1.74	1.62	1.62	
中部	面宽(cm)	5.84	5.98	5.93	6.34	4.16	4.23	4.13	3.98	
	底宽(cm)	0	0	3.55	0	2.36	0	2.42	2.42	
	深(cm)	2.78	2.89	2.55	3.2	1.49	1.92	1.75	1.85	
中下部	面宽(cm)	5.96	5.96	6.03	5.46	4.35	4.23	4.16	4.12	
	底宽(cm)	0	0	3.64	0	2.98	0	2.48	2.45	
	深(cm)	2.98	3.65	3.47	3.32	2.42	2.48	2.36	2.36	
下部	面宽(cm)	6.68	6.78	6.98	6.73	4.72	4.72	4.85	4.76	
	底宽(cm)	0	0	3.92	0	2.98	0	2.73	2.73	
	深(cm)	3.47	3.47	3.2	2.98	1.8	2.3	1.99	1.98	
平均	面宽(m)	0.057	0.058	0.060	0.057	0.042	0.041	0.042	0.041	
	底宽(m)	0	0	0.034	0	0.025	0	0.023	0.023	
	深(m)	0.030	0.032	0.029	0.031	0.018	0.022	0.020	0.019	
长度(m)	3.39	3.56	3.41	3.47	3.48	3.52	3.46	3.51		
侵蚀量(m ³)		0.003	0.003	0.005	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	
	计算公式	(面宽+底宽)×深/2×长度				计算公式	(面宽+底宽)×深/2×长度			
土壤侵蚀总量(m ³)	0.0141					0.0081				
监测小区面积(m ²)	9					4				
土壤流失量(t)	0.023					0.013				
说明	此 4 条侵蚀沟是发生在监测小区内的侵蚀沟					此 4 条侵蚀沟是发生在监测小区内的侵蚀沟				
填表说明	1、断面近似形状：指侵蚀沟的大致断面形状，可以近似为梯形、“V”型(三角形)、上梯下 V 型或其它形状。									
	2、小区土壤侵蚀量包括面蚀和沟蚀量两个方面，该表记录的是沟蚀侵蚀量。									
	3、计算其土壤流失量时，土壤容重取 1.60t/m ³ 。									

表 5-7 回填坡面扰动类型土壤侵蚀模数分析表

监测点	监测点位置	观测样方	样方面积 (m ²)	监测时段 (a)	土壤流失量 (t)	土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)
7#监测点	道路工程区 回填边坡	3#侵蚀沟观测样方	9	0.58	0.023	4406.13
		4#侵蚀沟观测样方	4	0.58	0.013	5603.45
回填坡面平均土壤侵蚀模数						4774.54

三、施工平台扰动类型土壤侵蚀模数分析

项目建设区域施工扰动平台扰动类型主要涉及枢纽工程坝基、输水导流洞施工平台、堆渣形成的平台、道路工程区路基施工平台、料场区取料平台、施工辅助设施区扰动平台，侵蚀类型主要为水力侵蚀。

通过现场踏勘监测及监测资料分析，施工期间，施工扰动平台的平均土壤侵蚀

模数为 2865t/km².a。具体详见表 5-8。

表 5-8 施工平台扰动类型土壤侵蚀模数分析表

2015 年施工平台 平均土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	2016 年施工平台 平均土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	施工期施工平台 平均土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)
2950	2780	2865

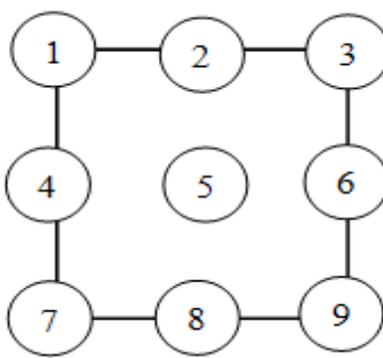
四、堆渣面扰动类型土壤侵蚀模数分析

工程建设区域堆渣坡面扰动类型主要包括弃渣场堆渣边坡，组成成分主要为土石混合物，侵蚀类型主要为水力侵蚀，根据弃渣场实际地形，弃渣场为沟谷型，下侧坡脚设置了挡渣墙，区域内产生水土流失区域主要为堆渣坡面，土壤流失量主要采用简易坡面土壤流失观测法（侵蚀钉量测法）对其进行监测，分别记录侵蚀钉出土高度，再计算分析得出堆渣面土壤侵蚀模数。

监测过程中，监测组在 1#弃渣场堆渣边坡布设 2 个简易坡面量测样方（1#侵蚀钉量测样方、2#侵蚀钉量测样方），其中 1#、2#侵蚀钉量测样方规格为 3m×3m，坡度均为 25°，均布设于 1#弃渣场堆渣边坡中部，观测时间段为 2016 年 3 月至 2016 年 9 月，观测时间为 7 个月。结合简易坡面量测样方观测数据计算分析，施工期堆渣坡面平均土壤侵蚀模数为 14566.91t/km².a，具体详见表 5-9。

表 5-9 堆渣坡面扰动类型土壤侵蚀模数分析（侵蚀钉）

监测点位置	1#弃渣场堆渣边坡	监测设施类型		简易坡面土壤流失观测样方 (侵蚀钉样方)	
样方编号		1#侵蚀钉量测样方		2#侵蚀钉量测样方	
样方尺寸		3m×3m		3m×3m	
样方坡度		30°		30°	
侵蚀钉		侵蚀钉顶端至地表的高度 (mm)			
桩钉编号	1#	94	100	95	100
	2#	96	101	98	104
	3#	94	100	98	105
	4#	96	101	96	103
	5#	96	103	95	100
	6#	95	100	97	104
	7#	98	103	98	101
	8#	96	101	97	99
	9#	96	102	96	99

平均侵蚀深度 (mm)	5.56	5.00
水平投影面积 (m ²)	7.794	7.794
土壤流失量计算公式	$A=rZS/1000\cos\phi$	
水土流失量 (t)	0.0693	0.0624
监测时段 (a)	0.58	0.58
土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	15330.09	13803.72
开挖面平均土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	14566.91	
填表说明	侵蚀钉观测样方示意图	
<p>1、土壤流失量公式中 r 为容重(t/m³), Z 为平均厚度(mm), S 为水平投影面积 (m²), ϕ 为样方坡度;</p> <p>2、容重为 1.60 t/m³。</p>		

五、无危害扰动类型土壤侵蚀模数分析

羊肠河水库工程无危害扰动主要集中于施工辅助设施区被建筑物及硬化的区域以及水库淹没区，上述营地水土流失现状较为轻微，故该区域的土壤侵蚀模数取值通过参考地形、气候、植被等水土流失因子相似的同类工程，取值 280 t/km².a。

羊肠河水库工程各侵蚀单元土壤侵蚀模数详见表 5-10。

表 5-10 羊肠河水库工程各侵蚀单元土壤侵蚀模数统计表

侵蚀单元	土壤侵蚀模数(t/km ² .a)
堆渣坡面	14566.91
开挖坡面	7241.38
回填坡面	4774.54
施工平台	2865
无危害扰动	280

5.2.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

截至 2019 年 11 月，建设单位根据主体设计和《水保方案》设计，实施了拦挡、排水、护坡和植被恢复等水保措施，目前各项措施已建设完工，且运行良好，有效的控制了项目建设造成的水土流失，降低了项目各区域的土壤侵蚀模数，各防治分

区主要表现为:

(1) 枢纽工程区

枢纽工程区地表为永久构筑物覆盖,且大坝下游边坡、坝肩边坡已实施工程护坡及植物护坡措施,该区域水土流失强度为微度,土壤侵蚀模数为 $480\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(2) 输水工程区

输水工程区部分地表已被输水管道及配套水池覆盖,输水管道建设过程中扰动的施工平台及临时占地已实施植被恢复及复耕措施,该区域水土流失强度为微度,土壤侵蚀模数为 $450\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(3) 交通道路区

永久道路路面已实施硬化,且道路外侧已实施植被恢复措施,临时道路已实施植被恢复、复耕措施;道路建设造成的水土流失已得到有效控制;该区域水土流失强度为微度,土壤侵蚀模数为 $530\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(4) 水库管理所

建成总占地面积 0.03hm^2 ,地表形态包括建筑物覆盖。

建筑物覆盖:主要为建筑物和区内道路硬化占地,水土流失强度呈微度,侵蚀模数取值 $100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(5) 水库淹没区

水库淹没区由于在建成后主要为水域,因此本次监测防治措施实施后不对其进行分析。

(6) 料场区

料场区已实施植被恢复措施,但由于立地条件较差,部分区域植被覆盖率较低,具有一定的水土流失隐患;该区域水土流失强度为轻度,土壤侵蚀模数为 $550\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(7) 弃渣场

项目建设过程中使用的 1#弃渣场已实施挡渣墙、截排水沟及植被恢复措施,建设造成的水土流失已得到有效控制;该区域水土流失强度为微度,土壤侵蚀模数为 $530\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(8) 施工辅助设施区

施工辅助设施区已实施复耕、植被恢复措施,实施的水保措施水土流失防治效

果较好；该区域水土流失强度为微度，土壤侵蚀模数为 $460\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

项目区防治措施实施后各分区土壤侵蚀模数结果详见表 5-11。

表 5-11 防治措施实施后侵蚀模数

项目组成	面积 (hm^2)	土壤侵蚀模数($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
枢纽工程区	1.61	480
输水工程区	9.13	450
水库管理所	0.03	100
水库淹没区	16.58	0
弃渣场区	0.35	530
料场区	2.07	550
交通道路区	4.26	530
施工辅助设施区	0.24	460
合计	34.27	484.82

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

5.2.3.1 原生土壤流失量

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，本工程属水力侵蚀为主的西南土石山区。根据监测小组对工程沿线水土流失状况实地调查资料，结合监理资料和《水保方案》确定的侵蚀模数进行分析，项目区土壤侵蚀模数背景值为 $865.73\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，采用公式：流失量= \sum 侵蚀单元面积 \times 侵蚀强度，对各阶段水土流失情况进行计算，计算时段按 3.33 年，项目区在监测时段内（2015 年 7 月~2018 年 9 月）背景土壤流失量应为 987.96t。

表 5-12 项目区原生地表土壤流失量

项目组成	占地类型	面积 (hm^2)	侵蚀强度 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	流失时段 (a)	原生水土流失量 (t)	合计 (t)
枢纽工程区	坡耕地	0.37	1600	3.33	19.71	38.62
	林地	0.76	400	3.33	10.12	
	其它土地	0.48	550	3.33	8.79	
输水工程区	坡耕地	3.47	1600	3.33	184.88	260.72
	林地	5.57	400	3.33	74.19	
	其它土地	0.09	550	3.33	1.65	
水库管理所	林地	0.01	400	3.33	0.13	0.50
	其它土地	0.02	550	3.33	0.37	
水库淹没区	水田	2.46	200	3.33	16.38	540.42
	坡耕地	8.41	1600	3.33	448.08	

项目组成	占地类型	面积 (hm^2)	侵蚀强度 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	流失时段 (a)	原生水土流 失量 (t)	合计 (t)
	林地	4.85	400	3.33	64.60	
	水域及水利设施用地	0.24	0	3.33	0.00	
	其它土地	0.62	550	3.33	11.36	
弃渣场区	林地	0.25	400	3.33	3.33	4.98
	水域及水利设施用地	0.01	0	3.33	0.00	
	其它土地	0.09	550	3.33	1.65	
料场区	坡耕地	0.74	1600	3.33	39.43	57.15
	林地	1.33	400	3.33	17.72	
交通道路区	坡耕地	0.53	1600	3.33	28.24	79.78
	林地	3.36	400	3.33	44.76	
	其它土地	0.37	550	3.33	6.78	
施工辅助设施区	坡耕地	0.06	1600	3.33	3.20	5.79
	林地	0.14	400	3.33	1.86	
	其它土地	0.04	550	3.33	0.73	
合计		34.27			987.96	987.96

5.2.3.2 扰动后土壤流失量

根据本报告扰动后侵蚀模数分析结果可得各监测区域施工期土壤侵蚀模数，监测介入后施工时段为 2015 年 7 月~2017 年 10 月，监测时段按 2.33a 计算。通过计算可得本项目施工期每年土壤流失量为 1654.46。

表 5-13 扰动后土壤流失量

监测分区	扰动类型	面积 (hm^2)	土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	监测时段 (a)	土壤流失量 (t)	合计 (t)
枢纽工程区	开挖坡面	0.28	7241.38	2.33	47.24	112.68
	回填坡面	0.45	4774.54	2.33	50.06	
	施工平台	0.16	2865.00	2.33	10.68	
	无危害扰动	0.72	280.00	2.33	4.70	
输水工程区	开挖坡面	0.07	7241.38	2.33	11.81	95.38
	回填坡面	0.13	4774.54	2.33	14.46	
	施工平台	0.18	2865.00	2.33	12.02	
	无危害扰动	8.75	280.00	2.33	57.09	
水库管理所	开挖坡面	0.01	7241.38	2.33	1.69	3.03
	施工平台	0.02	2865.00	2.33	1.34	
水库淹没区	开挖坡面	2.15	7241.38	2.33	362.76	506.90
	施工平台	0.83	2865.00	2.33	55.41	
	无危害扰动	13.60	280.00	2.33	88.73	
弃渣场区	堆渣坡面	0.05	14566.91	2.33	16.97	38.43

监测分区	扰动类型	面积 (hm^2)	土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	监测时段 (a)	土壤流失量 (t)	合计 (t)
	开挖坡面	0.02	7241.38	2.33	3.37	
	施工平台	0.27	2865.00	2.33	18.02	
	无危害扰动	0.01	280.00	2.33	0.07	
料场区	开挖坡面	1.83	7241.38	2.33	308.77	324.79
	施工平台	0.24	2865.00	2.33	16.02	
交通道路区	开挖坡面	1.86	7241.38	2.33	313.83	552.73
	回填坡面	2.08	4774.54	2.33	231.39	
	施工平台	0.09	2865.00	2.33	6.01	
	无危害扰动	0.23	280.00	2.33	1.50	
施工辅助设施区	开挖坡面	0.04	7241.38	2.33	6.75	20.52
	回填坡面	0.05	4774.54	2.33	5.56	
	施工平台	0.12	2865.00	2.33	8.01	
	无危害扰动	0.03	280.00	2.33	0.20	
合计		34.27	2071.95		1654.46	1654.46

5.2.3.3 防治措施实施后土壤流失量

由于本项目监测介入时项目已开工，防治措施实施后土壤流失量计算时段按2017年10月~2018年9月，为1年。根据防治措施实施后各分区侵蚀模数分析结果，经计算得出工程区防治措施实施后的土壤流失量85.78t。

表 5-14 防治措施实施后土壤流失量计算表

监测分区	现状类型	占地面积 (hm^2)	侵蚀强度 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	流失时段 (a)	流失量 (t)
枢纽工程区	永久构筑物及植被覆盖	1.61	480	1.00	7.73
输水工程区	输水管道及原生植被覆盖	9.13	450	1.00	41.09
水库管理所	永久构筑物及植被覆盖	0.03	100	1.00	0.03
水库淹没区	水域覆盖	16.58	0	1.00	0
弃渣场区	植被覆盖	0.35	530	1.00	1.86
料场区	植被覆盖	2.07	550	1.00	11.39
交通道路区	硬化路面及植被覆盖	4.26	530	1.00	22.58
施工辅助设施区	农作物及植被覆盖	0.24	460	1.00	1.10
合计		34.27	484.82		85.78

5.2.3.4 水土流失情况对比分析

项目区在监测时段内(2015年7月~2018年9月)背景土壤流失量为987.96t，项目建设区在监测时段内产生的水土流失总量1740.24t，其中施工期(2015年7月~2017年10月)产生水土流失量1654.46t，植被恢复期(2017年10月~2018年9

月)产生水土流失量 85.78t, 本报告认为项目区现有水土保持防治措施已发挥了一定的水土保持作用, 项目的建设没有造成严重的水土流失, 从分区侵蚀强度来分析, 只要继续做好料场和弃渣场的水土保持防治工作, 项目的建设和生产不会引发较大的水土流失危害而威胁周边环境。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

根据现场调查监测, 水土保持方案设计的 6 座弃渣场均未启用, 工程在建设过程中新增 1 座弃渣场, 已完善了变更手续, 工程启用的新增 1#弃渣场均为沟道型渣场, 占地面积 0.35hm^2 , 渣场堆渣量 3.00 万 m^3 , 工程弃渣过程中积极落实挡渣墙及截排水沟措施, 弃渣结束后及时的进行植被恢复, 把水土流失隐患降到最低; 另外, 工程建设过程中使用了方案设计的 1#土料场, 共取料约 13.98 万 m^3 , 取料过程中对料场进行分台, 料场取料结束后及时对平台和开采面进行植被恢复, 尽可能的减少水土流失。通过实地调查监测, 本项目建设期间未发生严重的水土流失, 未对项目区周边造成严重影响。

5.4 水土流失危害

通过对本项目周边区域实地走访巡查, 监测组未发现本项目在建设过程中直接或间接对所在流域水系内的沟道、周边村庄、农田等因水土流失造成危害, 工程在施工期及使用期未产生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

监测组根据现场踏勘及收集数据分别对现阶段的六项指标进行量化计算，检验项目区内水土保持工程是否达到治理要求，以便对工程的维护、加固和养护提出建议，为项目水保验收提供数据支撑。

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》（办水保〔2013〕188号）及《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（云南省水利厅公告第49号），项目区所在地保山市昌宁县属于“西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区”，依据《开发建设项目水土流失防治等级标准》（GB/T50434-2018）相关规定，水土流失防治标准为建设类一级标准。本工程水土保持方案批复（保水许可〔2014〕17号），批复本项目的水土流失防治标准为建设类二级标准。因此，本次监测过程中，确定水土流失防治标准按建设类二级标准。防治目标值分别取值为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 87%，土壤流失控制比 1.0 以上，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 22%。具体分析见表 6-1。

表 6-1 防治标准值情况表

防治标准	计算方法	二级标准值	方案目标值
扰动土地整治率（%）	项目建设区内水土保持措施面积与永久建筑物面积之和占扰动地表总面积的百分比	95	95
水土流失总治理度（%）	项目建设区内水土保持措施治理达标面积占水土流失总面积的百分比	87	87
土壤流失控制比	项目建设区内，项目区容许土壤流失量与方案实施后土壤侵蚀强度的比值	1	1
拦渣率（%）	项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与弃土（石、渣）总量的百分比	95	95
林草植被恢复率（%）	项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比	97	97
林草覆盖率（%）	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	22	22

6.1 扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积。扰动土地整治率为水保措施防治面积、永久建筑物面积之和与扰动地表面积的比值。

本项目在建设过程中，各分区均受到不同程度的扰动，本工程扰动土地面积共

计 34.27hm²，扣除水库淹没区面积 16.58hm²，项目建设扰动面积为 17.69hm²，工程采取了相应的措施进行了整治，在整治面积中，建筑物及硬化面积占地 8.91hm²，水土保持防治措施面积 8.71hm²，总共整治面积 17.62hm²。经计算，扰动土地整治率为 99.60%，达到了方案目标值。具体分析详见表 6-2 的计算。

表 6-2 扰动土地整治率分析计算表 单位：hm²

监测分区	项目建设区面积	扰动面积	工程措施	达标植物措施	建筑物及场地硬化	未达标面积	治理面积	扰动土地整治率 (%)
枢纽工程区	1.61	1.61	0.03	1.48	0.10		1.61	99.90
输水工程区	9.13	9.13	3.27	0.18	5.66	0.02	9.11	99.78
水库管理所	0.03	0.03			0.03		0.03	99.90
水库淹没区	16.58	0.00			0.00		0.00	0.00
弃渣场区	0.35	0.35	0.01	0.34		0.01	0.35	99.90
料场区	2.07	2.07		2.06		0.01	2.06	99.52
交通道路区	4.26	4.26	0.26	0.86	3.12	0.02	4.24	99.53
施工辅助设施区	0.24	0.24	0.06	0.16		0.02	0.22	91.67
合计	34.27	17.69	3.63	5.08	8.91	0.08	17.62	99.60

注：扰动土地整治面积考虑全部扰动面积的治理，由于实际工作中的制约因素，各区域土地整治率不以 100% 计。

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度为水保措施防治达标面积与造成水土流失面积（扣除建筑物及硬化面积）的比值。经统计，扣除水库淹没区占地面积 16.58hm²，项目扰动面积为 17.69hm²，扣除项目建构筑物及硬化占地 8.91hm²，项目水土流失面积 8.78hm²，通过各种防治措施的有效实施，水土保持措施面积 8.71hm²，经计算，羊肠河水库工程水土流失总治理度达 99.20%，达到了方案目标值。具体分析见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度分析计算表 单位：hm²

监测分区	项目建设扰动面积	建筑物及场地硬化	水土流失面积	工程措施	治理达标面积	水土流失总治理度 (%)
枢纽工程区	1.61	0.10	1.51	0.03	1.48	99.90
输水工程区	9.13	5.66	3.47	3.27	0.18	99.42
水库管理所	0.03	0.03	0.00			
弃渣场区	0.35		0.35	0.01	0.34	99.90
料场区	2.07		2.07		2.06	99.52
交通道路区	4.26	3.12	1.14	0.26	0.86	98.25
施工辅助设施区	0.24		0.24	0.06	0.16	91.67
合计	17.69	8.91	8.78	3.63	5.08	99.20

注：水土流失总治理面积考虑全部扰动面积的治理，由于实际工作中的制约因素，各区域水土流失总治理度不以 100% 计。

6.3 拦渣率

根据项目竣工结算资料，工程实际开挖土石方为 24.78 万 m^3 （其中土方开挖 22.54 万 m^3 ，石方开挖 2.16 万 m^3 ，表土剥离 0.71 万 m^3 ），土石方回填利用 23.95 万 m^3 （含绿化覆土 0.71 万 m^3 ）；相互调用 13.98 万 m^3 ，废弃方 2.14 万 m^3 （松方为 2.84 万 m^3 ）。本项目实际产生弃方量较水保方案批复弃渣量减少。考虑本工程特点，工程拦渣率达 98% 以上，达到了方案目标值。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目容许土壤流失量与水土保持方案实施后土壤流失量之比。工程区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量为 $500t/km^2 \cdot a$ 。工程措施的完好运行，以及植物措施的实施，项目区水土流失得到有效的控制。项目区加权平均土壤流失强度降到 $484.82 t/km^2 \cdot a$ ，经计算项目区土壤流失控制比为 1.03，达到了方案目标值。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目建设区内，林草植被面积与可恢复林草植被面积的比值。其中可恢复林草植被面积指在当前经济、技术条件下通过分析论证确定的适宜恢复植被的土地面积，不含国家规定应恢复的面积；林草植被面积为项目区实施的人工种植、天然林地和草地的总面积，包括成活率、保存率达到设计和验收标准天然林地和草地的面积。经分析，羊肠河水库工程扣除水库淹没区占地面积 $16.58hm^2$ ，实际建设扰动面积为 $17.69hm^2$ ，项目区内可绿化措施面积为 $5.16hm^2$ ，实际完成绿化措施面积 $5.16hm^2$ ，达标面积 $5.08hm^2$ ，林草植被恢复率达到 98.45%。达到了方案目标值。具体分析见下表 6-4。

表 6-4 林草植被恢复率分析表 单位： hm^2

监测分区	项目建设区面积(hm^2)	可恢复林草植被面积 (hm^2)	林草植被面积 (hm^2)	林草植被恢复率 (%)
枢纽工程区	1.61	1.48	1.48	99.90
输水工程区	9.13	0.20	0.18	99.90
水库管理所	0.03			

监测分区	项目建设区面积(hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	林草植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)
弃渣场区	0.35	0.35	0.34	97.14
料场区	2.07	2.07	2.06	99.52
交通道路区	4.26	0.88	0.86	97.73
施工辅助设施区	0.24	0.18	0.16	88.89
合计	17.69	5.16	5.08	98.45

6.6 林草覆盖率

林草植被覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值。结合工程施工实际情况，羊肠河水库工程总占地面积 34.27hm²，扣除水库淹没区范围（16.58hm²）后占地面积为 17.69hm²，项目区共实施完成绿化面积 5.16hm²，达标面积 5.08hm²，因此本工程目前林草覆盖率为 28.72%，达到方案目标值。具体分析见下表 6-5。

表 6-5 林草覆盖率分析表

监测分区	项目建设区面积(hm ²)	林草植被面积 (hm ²)	林草覆盖率 (%)
枢纽工程区	1.61	1.48	91.93
输水工程区	9.13	0.18	1.97
水库管理所	0.03	0	0
弃渣场区	0.35	0.34	97.14
料场区	2.07	2.06	99.52
交通道路区	4.26	0.86	20.19
施工辅助设施区	0.24	0.16	66.67
合计	17.69	5.08	28.72

7 结论

7.1 水土流失动态变化

昌宁县羊肠河水库工程建设过程中的开挖回填等人为原因对原地形地貌和地表植被的扰动和破坏，不可避免地产生了一定的新增水土流失，主要表现为面蚀、沟蚀等，其中在施工期的流失强度相对集中、流失量较大。根据水土保持相关要求和规划，项目在建设过程中采取的水土保持措施，对工程建设期防止水土流失起着至关重要的作用，极大地减少了水土流失。根据现场调查与监测结果，本工程实施水土保持措施后，运行良好，并持续发挥作用，水土流失强度逐渐降低，区域内总体水土流失强度控制在微度范围内。

工程建成后，施工活动停止，工程进入试运行期。此阶段，由于工程区内不再有施工扰动，各分区均进入自然恢复期，同时，已实施的水保措施将继续发挥其重要水土保持作用，工程区内水土流失情况进一步降低，目前多数区域的水土流失强度在微度范围内，与周边环境基本一致。

7.2 水土保持措施评价

(1) 根据监测情况，项目防治责任范围分为 8 个防治区，即枢纽工程区、交通道路区、输水工程区、水库管理所、料场区、弃渣场区、施工辅助设施区和水库淹没区。其中料场和弃渣场为水土流失防治的重点区域。

在施工过程中，遵守“三同时”原则，分区采取了较适宜的水土保持防治措施，水土保持工程的总体布局较合理，效果明显，基本达到水土保持方案设计要求。

(2) 监测结果表明，料场区和弃渣场是该项目主要的水土流失源，水土保持方案将弃渣场和料场作为重点防治区是合适的，弃渣场采用的拦挡、截排水、护坡及绿化措施，料场区则实施了分台及植被恢复措施，从监测结果来看，针对弃渣场及料场采取的措施合理可行，有效的防治了水土流失。

(3) 水土保持工程措施主要采用浆砌石挡墙、排水以及绿化措施等，有效地控制了水土流失，而且也保证了工程的安全运行，因此，主体工程和水土保持方案中所设计的水土保持措施是可行的。

总体上看，本项目水土保持方案针对项目特点，设计的各种防治措施较切合实际，具有较强的可操作性，水土保持方案效果较显著。

7.3 存在问题及建议

为进一步做好羊肠河水库工程的水土保持工作，避免建设管理漏洞造成今后水土流失的发生，消除水土流失对工程运行产生的不良影响及安全隐患，提出如下建议：

- (1)及时清理项目区内已实施截排水沟中的淤积物,使其保持良好的行洪能力;
- (2)进一步对料场边坡裸露区域进行植被恢复,补植补种;
- (3)对植物措施加强管理,对出现死苗、病苗及时补置,防治水土流失加剧。

7.4 综合结论

建设单位在对工程建设中的水土保持工作给予了充分重视,按照水土保持法律法规的规定,在项目前期依法编报了水土保持方案。工程建设中能够较好地按照相关要求开展水土保持工作,将水土保持工程管理纳入了整个主体工程建设管理体系,组织领导水土保持措施的基本落实。在工程建设过程中落实项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的水土保持职责,强化了对水土保持工程的管理,实行了“项目法人对国家负责,监测单位控制,承包商保证,政府监督”的质量管理体系,确保了水土保持方案的顺利实施。

项目法人单位对水土流失防治责任区内的水土流失进行了较全面、系统的整治,完成了水土保持方案确定的各项防治任务。从监测的情况来看,工程施工期间扰动地表面积控制在水土流失防治责任范围内;施工中弃渣堆放规范,水土流失得到有效控制;工程项目区内各弃渣场、工程永久占地等区域挡墙工程、排水系统较完善,水土保持工程措施运行正常;迹地恢复、植物措施已落实,项目区林草植被覆盖率达到规范要求。实施的各项水土保持措施及时到位并发挥了有效的水土保持作用,满足水土保持要求。经过系统整治,项目区的生态环境有明显改善,总体上发挥了较好的保水保土、改善生态环境的作用。