

水保监测（云）字第 0001 号

水保方案（云）字第 0024 号

大理州宾川县力六水库工程

水土保持监测总结报告

建设单位：宾川县力六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

2019 年 4 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：★★(2星)
证书编号：水保监测(云)字第0001号
有效期：自2017年07月21日至2020年09月30日

发证机构：

发证时间：2017年07月21日



本证书此次仅供大理州宾川县力六水库工程项目中使用，再次复印无效！



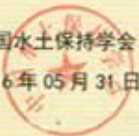
生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书

(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：★★★(3星)
证书编号：水保方案(云)字第0024号
有效期：自2016年06月01日至2019年05月31日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2016年05月31日



设计单位地址：昆明市二环西路625号云铜科技园工程技术中心B座二楼

设计单位邮编：650000

公司负责人：张洪开 13808730311

业务联系人：何建毅 15887825767

技术负责人：王晶 15887215541

传真：0871—65392953

电子邮箱：lhsb02@163.com

大理州宾川县力六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:	保春刚		副总工
项目负责人:	邓海峰		工程师
编写:	邓海峰		工程师
	段兴凤		工程师
	王玉帅		工程师
	陈俊昌		工程师

汇总编写

第 1、2、3 章

第 4、5 章

第 6、7、8 章

目 录

前 言	6
1 建设项目及水土保持工作概况	10
1.1 建设项目概况	10
1.2 水土保持工作情况	19
1.3 监测工作实施情况	22
2 监测内容与方法	25
2.1 监测内容	25
2.2 监测方法	27
2.3 监测时段、频次	32
3 重点部位水土流失动态监测	33
3.1 防治责任范围监测	33
3.2 取料监测结果	36
3.3 弃渣监测结果	37
4 水土流失防治措施监测结果	40
4.1 工程措施监测结果	40
4.2 植物措施监测结果	42
4.3 临时防护措施监测结果	45
4.4 水土保持措施防治效果	47
5 土壤流失情况监测	50
5.1 水土流失面积	50
5.2 土壤流失量	50
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	58
5.4 水土流失危害	58
6 水土流失防治效果监测结果	59
6.1 扰动土地整治率	59
6.2 水土流失总治理度	60
6.3 拦渣率	60
6.4 土壤流失控制比	61
6.5 林草植被恢复率	61

6.6 林草覆盖率	62
7 结论	63
7.1 水土流失动态变化	63
7.2 水土保持措施评价	63
7.3 存在问题及建议	64
7.4 综合结论	64

前 言

宾川县位于云南省西部偏北，力六水库位于宾川县州城镇东面力六村后力六箐上，地处金沙江南岸干热河谷地带，地理座标为东经 $100^{\circ}16' \sim 100^{\circ}59'$ 、北纬 $25^{\circ}32' \sim 26^{\circ}12'$ ，全县南北长 50km，东西宽 52km，土地总面积 2562.67km^2 。东与大姚县接壤，南与祥云县山水相依，西与大理市相连，北与鹤庆县及宾川县毗邻。宾祥公路横贯县境中部，关宾要道纵贯东西，公路四通八达，交通便利。县政府所在地为坝区中部的金牛镇，距大理州州府下关约 56km，距省会昆明市 340km。

综合分析下游各部门的用水需求后，确定力六水库的工程任务为“农村人畜饮水供水和农田灌溉”。力六水库总库容 213.6 万 m^3 ，兴利库容 123.87 万 m^3 ，死库容为 37.30 万 m^3 ，校核洪水位为 1686.19m，设计洪水位为 1685.23m，正常蓄水位为 1682.60m，死水位为 1668.80m；水库年供水量 147.60 万 m^3 ，设计灌溉面积 2232 亩。按照《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2000）的规定，本工程为小（1）型水利工程，工程等别为 IV 等，其永久性主要建筑物大坝、输水涵洞级别为 IV 级，次要建筑物级别为 5 级。

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和项目建设的有关法律法规的规定，确保宾川县力六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，工程建设单位宾川县力六水库工程建设管理局于 2014 年 6 月委托宾川水利水电勘测设计院对项目的水土保持方案报告书进行编制工作，编制单位于 2015 年 2 月完成《大理州宾川县力六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，2015 年 2 月 28 日大理州水务局以“大水保许〔2015〕40 号”对本项目水保方案进行了批复。

项目实际建设内容及布置情况基本按照主体设计内容进行建设，但在建设过程中，原水保方案设计的占地面积、防治责任范围、水保措施布置情况发生一定的变化，主要变化内容为：输水管道工程由 7762m 减少到 5725.5m，减少了 2036.5m；项目实际建设过程中取消了临时存土场；施工结束后料场开采区的风化料场和粘土料场由宾川县力六水库工程建设管理局和州城镇人民政府签订《取料场移交管理协议书》，由州城镇人民政府统筹管理使用。弃渣场位置较原设计不变，但堆高从 2.5m 增加到 19.3m，堆渣容量由 18.30 万 m^3 增加到 21.85 万 m^3 。建设单位委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司编制本工程水土保持变更报告书报送至宾川县水务局进行备

案。2019年3月20日，宾川县水务局印发了《关于同意宾川县力六水库工程水土保持方案变更备案的意见》（宾水复〔2019〕2号），同意本工程水土保持变更备案。

根据《水土保持监测技术规程》和水利部令第16号《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》有关规定，宾川县力六水库工程建设管理局于2016年2月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司开展工程的水土保持监测，接受委托之后，我公司即组织技术人员成立项目组到施工现场进行实地查勘、调查、收集有关数据，针对工程水土保持工作的不足和存在的问题，现场提出相应的整改建议。监测项目组分别于2016年2月、2016年6月、2016年9月、2016年12月、2017年3月、2017年6月、2017年9月、2017年12月、2018年1月、2018年1月、2018年6月、2018年9月、2018年12月、2019年3月对项目现场进行了外业调查，经过分析整理，于2019年4月编制完成了《大理州宾川县力六水库工程水土保持监测总结报告》（以下简称《监测报告》）。

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 31.27hm^2 ，项目建设区面积为 31.27hm^2 。工程建设期间实际扰动地表面积为 31.27hm^2 ，占地类型主要为坡耕地、水域、荒山荒坡、林地、其它土地。

工程实际建设过程中开挖土石方为112.17万 m^3 ，其中基础开挖土石方111.75万 m^3 ，表土剥离0.43万 m^3 ，回填土石方92.15万 m^3 ，调运土石方86.48万 m^3 ，产生弃渣20.03万 m^3 ，剥离的表土堆存在弃渣场，弃渣全部运入弃渣场。

截止2019年3月，经统计项目实施水土保持措施具体如下：（一）工程措施：主体设计：道路施工区混凝土排水沟2551m；方案新增：弃渣场挡土墙149.6m，排水沟365.3m，复耕 2.32hm^2 。（二）植物措施：主体设计：枢纽工程区大坝下游植草护坡 23521.26m^2 ，栽植乔木72株，栽植灌木76株，管理生活区栽植芒果树11株；方案新增：植被恢复 5.14hm^2 ，抚育管理 5.14hm^2 。（三）临时措施：主体设计：土质排水沟10284m。

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，项目区原生土壤流失量为1484.35t，施工期土壤流失量为2783.06t，防治措施实施后土壤流失量为34.56t。项目区防治措施实施后平均土壤侵蚀模数已降低至 $263.15\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，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 99.49%，水土流失总治理度 98.39%，土壤流失控制比达到 1.09，拦渣率达到以 92%上，林草植被恢复率达到 98.00%，林草覆盖率达到 23.51%。项目区六项防治指标均达到方案批复的目标值。

目前，建设单位已初步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。

大理州宾川县力六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		大理州宾川县力六水库工程									
建设规模		宾川县力六水库工程为小（1）型水利工程，工程等别为Ⅳ等，水库总库容 213.6 万 m ³ ，兴利库容 123.87 万 m ³ ，死库容为 37.30 万 m ³ ，水库年供水量 147.60 万 m ³ ，设计灌溉面积 2232 亩。		建设单位、联系人		宾川县力六水库工程建设管理局 白银海					
				建设地点		云南省大理州宾川县					
				所属流域		长江流域金沙江水系					
				工程总投资		10530.00万元					
				工程总工期		40个月（2015.7—2018.10）					
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			构造剥蚀堆积地貌			防治标准		建设类项目二级标准			
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		实地调查			2.防治责任范围监测		资料结合实地调查			
	3.水土保持措施情况监测		实地调查			4.防治措施效果监测		实地调查			
	5.水土流失危害监测		宏观调查及走访询问			水土流失背景值		1497.92t/km ² •a			
方案设计防治责任范围			31.27hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² •a			
水土保持投资			173.17 万元			水土流失目标值		500t/km ² •a			
防治措施			（一）工程措施：主体设计：道路施工区混凝土排水沟 2551m；方案新增：弃渣场挡土墙 149.6m，排水沟 365.3m，复耕 2.32hm ² 。 （二）植物措施：主体设计：枢纽工程区大坝下游植草护坡 23521.26m ² ，栽植乔木 72 株，栽植灌木 76 株，管理生活区栽植芒果树 11 株；方案新增：植被恢复 5.14hm ² ，抚育管理 5.14hm ² 。 （三）临时措施：主体设计：土质排水沟 10284m。								
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%	99.49%	防治措施面积	9.76hm ²	建筑物及硬化面积	21.34hm ²	扰动土地面积	31.27 hm ²	
		水土流失总治理度	87%	98.39%	防治责任范围面积		31.27hm ²	水土流失总面积	31.27hm ²		
		土壤流失控制比	1.0	1.09	工程措施面积		2.41hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² •a		
		拦渣率	85%	92%	植物措施面积		7.35hm ²	监测土壤流失情况	460.36t/km ² •a		
		林草植被恢复率	97%	98.00%	可恢复林草植被面积		7.50hm ²	林草类植被面积	7.35hm ²		
		林草覆盖率	22%	23.51%	实际拦挡弃土（石、渣）量		18.43 万 m ³	总弃土（石、渣）量	20.03 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。								
	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）弃渣场及施工临时设施区植被恢复区域恢复效果不佳，应及时补植补种，并采取临时覆盖措施。 （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。								

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

宾川县位于云南省西部偏北，力六水库位于宾川县州城镇东面力六村后力六箐上，地处金沙江南岸干热河谷地带，地理座标为东经 $100^{\circ}16' \sim 100^{\circ}59'$ 、北纬 $25^{\circ}32' \sim 26^{\circ}12'$ 。县政府所在地为坝区中部的金牛镇，距大理州州府下关约 56km，距省会昆明市 340km。宾祥公路横贯县境中部，关宾要道纵贯东西，公路四通八达，交通便利。地理位置及交通状况见附图 1。

1.1.1.2 项目建设规模及特性

综合分析下游各部门的用水需求后，确定力六水库的工程任务为“农村人畜饮水供水和农田灌溉”。力六水库总库容 213.6 万 m^3 ，兴利库容 123.87 万 m^3 ，死库容为 37.30 万 m^3 ，校核洪水位为 1686.19m，设计洪水位为 1685.23m，正常蓄水位为 1682.60m，死水位为 1668.80m；水库年供水量 147.60 万 m^3 ，设计灌溉面积 2232 亩。按照《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2000)的规定，本工程为小(1)型水利工程，工程等别为 IV 等，其永久性主要建筑物大坝、输水涵洞级别为 IV 级，次要建筑物级别为 5 级。

(1) 项目名称：大理州宾川县力六水库工程；

(2) 建设地点：宾川县州城镇；

(3) 建设单位：宾川县力六水库工程建设管理局；

(4) 建设性质：新建；

(5) 建设内容及规模：本工程为小(1)型水利工程，主要建设内容包括枢纽工程(大坝、溢洪道、输水隧洞)、输水管道工程、人饮工程。力六水库总库容 213.6 万 m^3 ，兴利库容 123.87 万 m^3 ，死库容为 37.30 万 m^3 ，校核洪水位为 1686.19m，设计洪水位为 1685.23m，正常蓄水位为 1682.60m，死水位为 1668.80m；水库年供水量 147.60 万 m^3 ，设计灌溉面积 2232 亩。

(6) 建设工期：总工期 40 个月(2015 年 7 月-2018 年 10 月)；

(7) 工程总投资：10530.00 万元，其中土建投资 6552.47 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	项 目	单位	变化设计指标
一	指标		
1	枢纽工程区		
1.1	大坝	m	52.5
1.2	溢洪道	m	294.54
1.3	输水隧洞	m	465.2
2	输水管道工程	m	5725.5
3	人饮工程	m	3872.18
二	项目区总用地面积	hm ²	31.27
1	枢纽施工区	hm ²	4.91
1.1	大坝	hm ²	3.87
1.2	溢洪道	hm ²	0.59
1.3	输水隧洞	hm ²	0.44
2	输水管道工程	hm ²	3.31
3	料场开采区	hm ²	
3.1	风化料场	hm ²	
3.2	粘土料场	hm ²	
4	道路施工区	hm ²	4.96
4.1	永久上坝道路	hm ²	2.54
4.2	改建进库公路	hm ²	0.62
4.3	施工临时道路	hm ²	1.80
5	施工临时设施	hm ²	0.58
6	弃渣场	hm ²	2.58
7	临时存土场	hm ²	
7.1	1 号临时存土场	hm ²	
7.2	2 号临时存土场	hm ²	
8	管理生活区	hm ²	0.1
9	水库淹没区	hm ²	13.70
10	专项设施改建区	hm ²	1.13
三	项目建设投资		
1	总投资	万元	10530.00
2	土建投资	万元	6552.47
四	施工期		2015 年 7 月-2018 年 10 月

1.1.1.3 项目组成

根据监测情况，工程建设内容主要由枢纽工程（大坝、溢洪道、输水隧洞）、输水管道工程、人饮工程组成（人饮工程为明管铺设，本方案不计扰动原地貌）。配套

工程建设内容为：道路施工区、弃渣场、管理生活区、水库淹没区、施工临时设施及专项设施改建区。

项目施工过程中未启用临时存土场，料场开采区的风化料场和粘土料场由宾川县力六水库工程建设管理局和州城镇人民政府签订《取料场移交管理协议书》，由州城镇人民政府统筹管理使用。因此，临时存土场和料场开采区不纳入本项目组成。

表1-2 大理州宾川县力六水库工程项目组成表

序号	名称	占地 (hm ²)	建设内容
一	枢纽工程区	4.91	
1	大坝	3.87	大坝为粘土心墙风化料坝，坝顶高程 1686.90m，最大坝高 52.5m，坝轴线长 349m，坝顶宽 6m。
2	溢洪道	0.59	溢洪道布置于坝址左岸坡，溢流堰为宽顶堰，堰顶高程 1682.60m，溢洪道长 254.94m，最大泄洪流量 77.6m ³ /s。
3	输水隧洞	0.44	输水隧洞布置于左岸，为导流输水一体的隧洞，轴线为折线，施工期承担导流任务，导流结束后改造为输水隧洞
二	输水管道工程	3.31	主要用于农田灌溉，设计灌溉面积 2232 亩，管道长 5725.5m
三	道路施工区	4.96	
1	永久上坝道路	2.54	新修上坝道路 4.23km
2	改建进库公路	0.62	改建进库公路 1.55km
3	施工临时道路	1.80	修建临时施工道路 4.5km
四	施工临时设施	0.58	位于大坝左岸下游的缓坡地上，主要布设施工营场地
五	弃渣场	2.58	大坝下游右岸平缓坡地上，弃渣场面积 2.58hm ² ，堆高 19.3m，弃渣场容量 21.85 万 m ³ ，实际堆存 20.03 万 m ³ 。
六	管理生活区	0.10	大坝右岸紧挨大坝，修建水库管理房一座。
七	水库淹没区	13.70	水库淹没区域
八	专项设施改建区	1.13	乡村道路改建
合计		31.27	

一、枢纽工程区

枢纽工程主要建筑物由大坝、溢洪道、导流输水隧洞组成。大坝为粘土心墙风化料坝，坝顶高程 1686.90m，最大坝高 52.5m，坝轴线长 349m，坝顶宽 6m。溢洪道布置于坝址左岸坡，溢流堰为宽顶堰，堰顶高程 1682.60m，溢洪道长 254.94m，最大泄洪流量 77.6m³/s。输水隧洞布置于左岸，为导流输水一体的隧洞，轴线为折线，施工期承担导流任务，导流结束后改造为输水隧洞。导流隧洞进口底板高程 1650.0m，输水隧洞进口底板高程 1665.50m，输水隧洞由竖井进口、闸室段、无压洞身段、出口明渠段、消力池段组成，全长 565.85m(与导流隧洞共用段长 388.28m)，设计输水流量 0.14m³/s，闸门后隧洞底坡 1/100。

枢纽工程区占地面积 4.91 hm²，其中大坝 3.87 hm²、溢洪道 0.59 hm²、输水隧洞 0.44 hm²。

二、输水管道工程

输水管道工程主要用于农田灌溉，灌区输水干管输水为有压输水，输水干管采用 PE 管，沿等高线埋管布置，局部跨箐段采用钢管明管。输水干管长 5725.5m，设计灌溉面积 2232 亩。管首设计流量为 $0.139\text{m}^3/\text{s}$ ，加大流量 $0.181\text{m}^3/\text{s}$ 。灌区输水干管轴线沿盘山等高线向东绕行，为盘山管道。灌区输水干管在水库输水隧洞出口后取水池取水，取水池底板高程 1644.396m，溢流口高程 1646.396m。输水干管进水口管轴高程 1645.146m。管线布置时，为保证管道各点的工作水头（自由水头）在 3~10m，以防管内产生负压，在 0+000~0+120 段以 5%的坡比将管轴高程降至 1639.146m。输水管道工程占地面积 3.31hm^2 。

三、道路施工区

本次新修建 4.23km 的上坝永久公路，路面宽 5m，为水泥路面；改建 1.55km 的进库永久公路，路面宽 5m，为水泥路面；另外还需修建由大坝至各种料场和弃渣场的临时施工公路约 4.5km，临时道路为土质路面，路面宽 3-5m。

道路施工区占地面积为 4.96hm^2 ，其中永久上坝道路 2.54hm^2 、改建进库公路 0.62hm^2 、施工临时道路 1.80hm^2 。

四、施工临时设施区

施工临时设施区布设在位于大坝左岸下游的缓坡地上，主要布设施工营场地，主要建设彩钢瓦结构的板房，施工结束后拆除并进行植被恢复，占地面积 0.58hm^2 。

五、弃渣场

本工程设置 1 座弃渣场，用于堆放施工期间开挖产生的废弃土石方。弃渣场位于大坝下游右岸平沟谷中，距离大坝 700m，主要用于堆存枢纽工程区大坝、溢洪道、输水隧洞及输水管道工程产生的弃渣。弃渣场占地面积 2.58hm^2 ，设计容量 21.85 万 m^3 ，堆放高度为 19.3m，堆放坡比为 1:1.5，为沟谷型弃渣场，实际堆渣 20.03 万 m^3 。

表1-3 弃渣场特性表

编号	位置	占地面积 (hm^2)	设计容量 (万 m^3)	堆放高度 (m)	堆放 坡比	堆渣 方式	类型	实际堆渣 (万 m^3)	临时存土量 (万 m^3)
1	大坝下游右岸	2.58	21.85	19.3	1:1.5	自上而下	沟谷型	20.03	0.43

六、管理生活区

管理生活区位于大坝右岸，紧挨大坝，修建一座管理房及彩钢瓦活动板房，外围修有围墙，主要用于水库管理，占地面积 0.10hm^2 。

七、水库淹没区

水库淹没区为下闸蓄水后水库淹没的区域，占地面积 13.70 hm^2 。

八、专项设施改建区

专项设施改建区主要为水库淹没区内的乡村道路进行改建。

1.1.1.4 施工组织

一、施工交通

宾川县境内宾祥公路横贯县境中部，关宾要道纵贯东西，从州城镇至力六水库已有乡村道路连接，乡村道路为 5m 宽水泥路面，可以满足施工需要，项目区内修建永久上坝道路、改建进库道路及施工临时道路，保证项目区内部通畅。

二、施工场地布置

在项目区内部统一设置了施工临时设施区主要堆放砂石料和施工机械等。为了方便施工及管理，项目施工营地布设在大坝下游左岸缓坡地上。

三、施工用水、用电

在坝肩设置一座生活水池和生产水池，生产用水从河中抽取，生活用水从右岸干净的水源点自流引水，总供水能力约为 $120 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在坝址右肩设一台 315kVA 变压器，供给大坝枢纽施工用电；在砂石料场设一台 200kVA 变压器，供给料场开采及砂石料生产加工用电；在施工生产生活区附近设一台 100kVA 变压器，供给生活及部分加工设备用电。

四、施工排水

项目区施工期的汇水经过沉淀处理后排往下游的箐沟。

五、施工材料

项目所需的风化料、粘土料均采取自行开采，风化料场位于水库上游，紧挨水库；粘土料场位于水库下游 2.5km 处开采。砂石料均从宾川县金牛镇华鑫石料场及宾川东山石场购买，砂石料场均具有合法开采手续。

1.1.1.5 土石方平衡情况

根据工程监理及施工结算资料，工程变更后建设过程中开挖土石方为 112.17 万 m^3 ，其中基础开挖土石方 111.75 万 m^3 ，表土剥离 0.43 万 m^3 ，回填土石方 92.15 万 m^3 ，调运土石方 86.48 万 m^3 ，产生弃渣 20.03 万 m^3 ，剥离的表土堆存在弃渣场，弃渣全部运入弃渣场。

表 1-4 工程土石方平衡情况表

序号	项目	土石方开挖			回填	调入		调出		外借		废弃	
		小计	开挖	剥离表土		数量	来源	数量	去向	数量	来源	弃渣	去向
一	枢纽工程区	197703.61	195345	2358.65	872019.8	862366.6		0		0		188050.4	
1	大坝	168388.1	166029.5	2358.65	866062.9	862366.6	风化料场、粘土料场					164691.9	弃渣场
2	溢洪道	21153.67	21153.67		1668.95							19484.72	弃渣场
3	输水隧洞	8161.84	8161.84		4288.00							3873.84	弃渣场
二	输水管道工程	36441.24	36441.24		27046.03							9395.215	弃渣场
三	料场开采区	863714.95	862366.6	1348.31	0	0		862366.6		0		1348.31	
1	风化料场	723633.54	722285.2	1348.31				722285.2	大坝填筑			1348.31	
2	粘土料场	140081.41	140081.4					140081.4	大坝填筑			0	
四	道路施工区	20865.66	20298.28	567.38	19382.09	2405.35		2405.35		0		1483.57	
1	永久上坝道路	13586.34	13018.96	567.38	9697.42			2405.35	进库公路			1483.57	弃渣场
2	改建进库公路	745.05	745.05		3150.4	2405.35	上坝道路					0	
3	施工临时道路	6534.27	6534.27		6534.27								
五	施工临时设施	1637.35	1637.35		1637.35							0	
六	人饮管道工程	1382.67	1382.67		1382.67							0	弃渣场
	合计	1121745.48	1117471	4274.34	921468	864772		864772		0		200277.5	

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，工程变更后总占地 31.27hm²，其中坡耕地 11.00hm²，水域 0.73hm²，荒山荒坡 3.17hm²，林地 2.14hm²，其它土地 14.22hm²。

表 1-5 工程占地类型及数量统计表 单位: hm²

序号	名称	占地类型					合计
		坡耕地	水域	荒山荒坡	林地	其它土地	
一	枢纽工程区	2.25	0.16	0.58	0.66	1.25	4.91
1	大坝	2.19	0.16	0.23	0.60	0.69	3.87
2	溢洪道	0.06		0.07	0.06	0.40	0.59
3	输水隧洞			0.28		0.16	0.44
二	输水管道工程	1.72				1.59	3.31
三	道路施工区	0	0	1.22	0.45	3.28	4.96
1	永久上坝道路			0.71	0.28	1.55	2.54
2	改建进库公路			0.17	0.03	0.42	0.62
3	施工临时道路			0.34	0.14	1.32	1.80
四	施工临时设施			0.04		0.55	0.58
五	弃渣场					2.58	2.58
六	管理生活区					0.10	0.10
七	水库淹没区	7.03	0.57	1.16	0.97	3.97	13.70
八	专项设施改建区			0.17	0.06	0.90	1.13
合计		11.00	0.73	3.17	2.14	14.22	31.27

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

力六水库位于云贵高原和横断山脉交接地区，区内山脉多呈北东南西向展布，水库坐落在桑园河上游支流力六箐中游河段，主水系走向大致为南北向，东侧分水岭一带主要山峰高程 1895.3~2617.3m；西侧分水岭一带主要山峰高程 1677.5~2154m。区内水系较发育，以力六箐为主干河流，支流较发育，力六水库位于力六箐中游，属金沙江支流桑园河水系。力六水库高程约 1460.0m，区内相对切割深度 213.5~1153.3m，属中等切割的中山地形，构造剥蚀堆积地貌区。

1.1.2.2 地质

区内地层分布主要为中生界三迭系地层，新生界第四系地层，以及零星出露燕山期正长斑岩。力六水库位于杨保街向斜的北延部分，距宾川大断裂较近，受断裂影响，岩层次级褶皱发育，揉皱现象明显，产状变化大，库区无大的断层通过。库区西侧的宾川盆地隐伏着宾川断裂，断层被较厚层的第四系堆积层覆盖，断面倾向昆明龙慧工程设计咨询有限公司

西，距水库 2km，对水库无大的影响。地下水类型有第四系松散层孔隙含水透水层和基岩裂隙含水透水层，主要赋存形式为潜水。地下水主要受大气降水补给，埋藏较深，地下水位随季节变化较大，以泉水和散流状排泄沟谷或地表，库岸地下水补给河水。

根据 1/400 万《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，工程区地震动峰值加速度为 0.20g，地震动反应谱特征周期为 0.40s，相应地震基本烈度为Ⅷ度。

1.1.2.3 气象

项目区属于亚热带冬干夏湿低纬高原季风气候区，因受太阳辐射，大气环流和特定地理环境的影响，形成宾川气候“炎热、干燥、少雨”的特点。受西南季风环流控制，具有夏季湿热多雨，冬季干燥少雨，四季分明的特点。根据宾川县气象站观测资料统计，多年平均降水量为 563.1mm，最大年降水量 795.6mm（1983 年），最小年降水量 304.4mm（1982 年），年降水量变差系数为 0.19；历年最大 1 日降水量 91.9mm，最长连续降水日数 18 天，相应降水量 107.3mm；多年平均相对湿度 63%；多年平均日照时数 2681.4h，多年平均气温 18.1℃，多年平均最高气温 26.2℃，极端最高气温 38.2℃（1977 年 6 月 18 日），多年平均最低气温 11.1℃，极端最低气温 -6.4℃（1982 年 12 月 28 日）；多年平均蒸发量（d=20cm）2544.5mm，多年平均风速 1.8m/s，多年平均最大风速 15.0m/s，历年最大风速 24m/s。

根据该地区多年气象水文资料分析，所在地 20 年一遇 1 小时最大降雨量为 62.6mm，20 年一遇 6 小时最大降雨量为 90.00mm，24 小时最大降雨量为 105.0mm；10 年一遇 1 小时最大降雨量为 39.6mm，6 小时最大降雨量为 64.3mm，24 小时最大降雨量为 83.6mm。

1.1.2.4 水文

项目区属于长江流域金沙江水系。

力六水库地处宾川县州城镇力六村，与宾川县城相距 20km，拟建在桑园河中游右岸二级支流——力六箐上。上坝址位于东经 100°38'21"，北纬 25°45'11"，坝址以上集水面积 21.15km²，主河长 8.64km，河床平均坡降 83.91‰；下坝址位于东经 100°38'30"，北纬 25°44'54"，坝址以上集水面积 23.05km²，主河长 9.14km，河床平均坡降 80.65‰。

力六箐发源于宾川县州城镇老尖山山麓，由东北向西南流经小龙潭、力六等村

寨后，于大山后村汇入桑园河，汇口高程 1460.6m。主要支流有闲麻箐及龙潭箐等，全河集水面积 27.25km²，河长 13.14km，河床平均坡降为 57.77‰。

1.1.2.5 土壤

项目区受地质、地形、气候和生物的影响，土属土种发育齐全，类型多样。根据宾川县第二次土壤普查，全县共分棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、燥红土、石灰（岩）土、水稻土、菜园土等 8 个土类，16 个亚类，25 个土属，87 个土种。工程区主要分布黄棕壤、红壤、紫色土壤。成土母岩主要为泥质粉砂岩、泥岩。

1.1.2.6 植被

宾川县植被受气候、地形的影响，类型多样，多呈带状分布。工程区所在地地形复杂，山地较多，地域间高差、降雨、湿度及土质差异大，因而植被类型多种多样。不同地带有不同的植物群落，受人类活动频繁影响原生植被大部分消失，逐渐被云南松、华山松、杂灌木等次生植物所代替。工程区所在地乔木树种主要有云南松、华山松、旱冬瓜、山杨等；灌木种类以马桑、苦刺、矮刺栎、山柳等为主；草本种类有旱茅、野古草、黄背草及蕨类为主。项目区植被覆盖率约 6.84%。

1.1.2.7 侵蚀类型与强度

宾川县力六水库工程属构造剥蚀堆积地貌，涉及区域为金沙江干热河谷地带为主，主要土壤为黄棕壤、红壤、紫色土壤等，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枢纽工程区、道路施工区、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裸露边坡及弃渣场，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《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（水利部 2013 年第 188 号）与《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》，项目区不涉及到国家级和省级水土流失重点防治区，项目区水土流失防治标准采用 II 级防治标准。按全国土壤侵蚀类型区划标准，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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.1.2.9 项目区水土流失现状

项目目前已建设完成，主体工程已布设有浆砌石挡墙、排水沟、植被恢复等措施。随各项防治措施的实施，有效地降低了水土流失危害。根据监测组现场调查，项目区水土流失情况简述如下：

（1）枢纽工程区：枢纽工程区实施了工程护坡、大坝植草护坡、挡土墙、绿化等措施，根据现场调查，枢纽区开挖扰动区域均已得到有效治理，区域水土流失得到了明显控制，区域现状侵蚀强度判读为微度。

（2）输水管道工程：输水管道工程管道铺设完成后进行植被恢复工作，水土保持效果较为明显，占地区域现状侵蚀强度判读为微度流失。

（3）道路施工区：目前项目区的道路采用混凝土硬化，同时沿道路内侧设置排水沟，使整个路基形成良好的防护与排水体系。能够满足区域水土流失防治要求，区域流失现状判定为微度流失。

（4）施工临时设施：施工结束后针对彩钢瓦板房拆除后采用撒草的方式进行植被恢复，但仍有部分区域裸露，区域流失现状判定为轻度流失。

（5）弃渣场：根据现场调查，弃渣场已实施了拦土墙、排水、植被恢复、复耕等措施，水土保持效果较为明显，但弃渣场内的植被恢复后仍有小部分区域裸露，区域流失现状判定为轻度流失。

（6）管理生活区：管理生活区已主要为建筑物及硬化措施，已栽植芒果树，能够满足区域水土流失防治要求，区域流失现状判定为微度流失。

（7）水库淹没区：水库淹没区施工过程中大部分未扰动，区域流失现状判定为微度流失。

（8）专项设施区：专项设施区已完成硬化措施，能够满足区域水土流失防治要求，区域流失现状判定为微度流失。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

力六水库工程建设期间，建设单位依据自身管理体系的要求，并结合工程建设特点，组建了宾川县力六水库工程水土保持质量管理体系。履行了工程建设管理职能，组织施工区环保水保措施实施与管理。各参建单位成立了以主要负责人为组长昆明龙慧工程设计咨询有限公司

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。

1.2.2 “三同时”制度落实

主体工程施工与水土保持施工安排基本遵循“三同时”的原则,实施进度安排合理,满足水土流失防治要求。

1.2.3 水土保持方案编报及变更

(1) 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,确保宾川县力六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,工程建设单位宾川县力六水库工程建设管理局于2014年6月委托宾川水利水电勘测设计院对项目的水土保持方案报告书进行编制工作,编制单位于2015年2月完成《大理州宾川县力六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,2015年2月28日,大理州水务局以“大水保许〔2015〕40号”对《大理州宾川县力六水库工程水土保持方案可行性研究报告》(以下简称《原方案》)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。

(2) 项目变更情况

项目实际建设内容及布置情况基本按照主体设计内容进行建设,但在建设过程中,原水保方案设计的占地面积、防治责任范围、水保措施布置情况发生一定的变化,主要变化内容为:输水管道工程由7762m减少到5725.5m,减少了2036.5m;项目实际建设过程中取消了临时存土场;施工结束后料场开采区的风化料场和粘土料场由宾川县力六水库工程建设管理局和州城镇人民政府签订《取料场移交管理协议书》,由州城镇人民政府统筹管理使用。弃渣场位置较原设计不变,但堆高从2.5m增加到19.3m,堆渣量由18.30万 m^3 增加到21.85万 m^3 。建设单位委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司编制本工程水土保持变更报告书报送至宾川县水务局进行备案。2019年3月20日,宾川县水务局印发了《关于同意宾川县力六水库工程水土保持方案变更备案的意见》(宾水复〔2019〕2号),同意本工程水土保持变更备案。

1.2.4 水土保持监测意见及落实情况

2018年11月,我单位结合工程的水土保持实施及工作开展情况,针对宾川县

力六水库工程提出了整改建议:

(1) 完善水土保持方案变更手续。

(2) 尽快完善粘土料场的水土流失防治责任移交手续, 签订移交协议, 协议中必须明确粘土料场的水土流失防治责任全部由州城镇人民政府负责, 按照该地块的具体用途编制水土保持方案并实施水土保持措施。

(3) 尽快完善风化料场的水土保持措施, 包括马道排水措施, 边坡侵蚀沟的整治, 裸露区域的植被恢复措施。

(4) 尽快完成大坝下游的施工营地的场地整理和植被恢复工作。

建设单位落实情况:

(1) 建设单位于 2019 年 3 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担本项目的水土保持变更报告书, 并与 2019 年 3 月报送至宾川县水务局备案。

(2) 已于 2019 年 3 月与州城镇人民政府签订《取料场移交管理协议书》。

(3) 风化料场与粘土料场一起移交给州城镇人民政府, 由州城镇人民政府视其用途做好水土保持和环境保护工作, 及早谋划风化料场的措施绿化工作。

(4) 已对施工营地进行场地整理及植被恢复。

1.2.5 水土保持监督检查意见落实情况

2018 年 11 月 2 日, 大理州水务局对本项目进行监督检查, 根据《大理州水务局关于宾川县力六水库工程水土保持监督检查意见的通知》大水保查〔2018〕15 号文, 检查发现的主要问题为:

(1) 风化料场、粘土料场部分裸露区域植物措施有待加强, 局部坡面存在侵蚀沟。

(2) 未履行变更手续。

(3) 排水沟局部存在淤堵现象。

(4) 水土保持资料管理待加强。

(5) 未缴纳水土保持补偿费。

建设单位落实情况:

(1) 风化料场和粘土料场由宾川县力六水库工程建设管理局和州城镇人民政府签订《取料场移交管理协议书》, 原设计为临时占地, 目前全部调整为永久征用, 由州城镇人民政府统筹管理使用。建设单位按设计概算的植物措施费及其建设管理费

合计 10.07 万元，一次性拨付给州城镇，用于料场的植被恢复工作，州城镇需尽快制定粘土料场的使用规划，视其用途做好水土保持和环境保护工作，及早谋划风化料场的措施绿化工作，确保场地的植被恢复，改善水源地生态环境。

(2) 建设单位于 2019 年 3 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担本项目的水土保持变更报告书，并与 2019 年 3 月报送至宾川县水务局备案。

(3) 已对现场排水沟进行清理，保证排水沟畅通。

(4) 已加强对水土保持资料的管理。

(5) 建设单位于 2018 年 11 月 19 日缴纳水土保持补偿费。

1.3.6 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

1.3.1 监测实施方案执行情况

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)和水利部令第 16 号《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(2005 年 7 月 8 日，24 号令修改)有关规定，宾川县力六水库工程建设管理局于 2016 年 2 月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，接到任务之后，我公司成立了项目监测组，并组织监测技术人员于 2016 年 2 月第一次进场对宾川县力六水库工程的水土流失情况进行现场监测。对项目区进行实地调查，资料收集，并提交了水土保持监测完善建议以及自主验收工作建议。

宾川县力六水库工程监测时段始于 2016 年 2 月，止于 2019 年 3 月，监测时段为 38 个月。在接受水土保持监测任务后，我公司监测组技术人员先后共 14 次进入现场进行实地监测，进场监测时间分别是 2016 年 2 月、2016 年 6 月、2016 年 9 月、2016 年 12 月、2017 年 3 月、2017 年 6 月、2017 年 9 月、2017 年 12 月、2018 年 1 月、2018 年 1 月、2018 年 6 月、2018 年 9 月、2018 年 12 月、2019 年 3 月。结合本项目实际，主要采用调查监测和巡查监测辅助的模式进行监测。

1.3.2 监测项目部设置

1.3.2.1 监测任务委托

根据《中华人民共和国水土保持法》和有关开发建设项目水土保持法规及技术规范，在开发建设项目施工准备期之前、施工期及运行期间，需对建设项目防治责任范围内的水土流失情况进行监测，以便及时、准确的掌握工程建设所引起的水土流失状况以及工程项目对区域生态环境的影响程度，为工程建设的水土流失防治工作提供依据。2016年2月，受建设单位宾川县力六水库工程建设管理局委托，我公司承担了大理州宾川县力六水库工程的水土保持监测任务（监测委托书见附件1）。

1.3.2.2 进场及监测工作开展情况

接受监测委托后，我单位立即成立了“大理州宾川县力六水库工程水土保持监测项目组”，工程监测时段为2016年2月~2019年3月，监测时段为38个月。监测期间对工程建设水土保持防治范围、施工进度情况、施工场地、弃渣场等布置情况进行了复核调查。

监测项目组开展监测期间，结合简易水土流失观测场、植物生长观测样地等常规水土保持监测方法，对工程建设区域的水土流失现状与水土保持措施进行了监测，并针对工程建设水土流失防治存在的不足提出整改建议，建设单位进行了落实。监测期间项目组共进场监测14次，共提交监测简报9次、水土保持年度报告2次（2016年、2017年）、监测整改意见1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，同时对项目自主验收工作提出工作方案，协助业主尽快完成水土保持设施专项验收工作。

1.3.2.3 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：全站仪、激光测距仪、GPS、罗盘、无人机、数码相机、笔记本电脑等。

表 1-6 水土保持监测设施和设备一览表

序号	设施和设备	单位	数量	备 注
1	TSYJ-07型人工模拟降雨器	套	1	
2	全站仪	套	1	控制站
3	激光测距仪	台	1	便携式
4	土壤水分仪	套	1	测4个深度
5	电子天平	套	1	1/500g
6	土壤刀、铝盒、环刀、酒精	套	1	用于土壤含水率、容重等的量测

序号	设施和设备	单位	数量	备 注
7	手持式 GPS	台	2	监测点、场地、渣场的定位量测
8	罗盘、塔尺		1	
9	雨量计	台	1	
10	数码照相机	台	2	用于监测现场的图片记录
11	数码摄像机	台	1	用于监测现场的影像记录
12	笔记本电脑	台	1	用于数据处理
13	大疆精灵 4 无人机	台	3	用于检测现场的图片及影像记录
14	钢钎、监测牌、木桩			简易水土流失观测场
15	易耗品			样品分析用品、玻璃器皿等
16	监测人员劳保用品	套	6	衣物等

1.3.3 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,采取调查监测及巡查监测方式进行监测。

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 7 个,其中调查监测点 6 个,巡查点 1 个。

表1-7 水土保持监测点布设情况表

监测点 编号	监测分区	监测点 类型	监测方法
1#	枢纽工程区	调查监测	调查监测,主要监测边坡及周边植被恢复工程量,措施运行情况及水土保持措施效果
2#	输水管道工程	调查监测	调查监测,主要监测管线植被恢复工程量,措施运行情况及水土保持措施效果
3#	道路施工区	调查监测	调查监测,主要监测道路排水植被恢复工程量,措施运行情况及水土保持措施效果
4#	施工临时设施	调查监测	调查监测,主要监测植被恢复情况及水土保持措施效果
5#	弃渣场	调查监测	调查监测,主要监测拦挡、截排水、植被恢复措施工程量,措施运行情况及水土保持措施效果
6#	管理生活区	调查监测	措施工程量及运行情况,水土保持措施效果
7#	水库淹没区	调查监测	调查监测,主要监测施工期间是否对原地貌造成扰动

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

根据《水土保持监测技术规程》(SL277—2002)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巡查监测辅助的模式进行监测。

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，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。

(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) 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 ($<0.002\text{mm}$)	粉沙粒 ($0.02 \sim 0.002\text{mm}$)	砂粒 ($2 \sim 0.02\text{mm}$)
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	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，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	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	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	看不到沙砾	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	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，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	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	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	看不到沙砾	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

昆明龙慧工程设计咨询有限公司 29

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。

(1) 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。

(2) 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 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。结合项目实际情况，本项目监测于2016年2月份介入，主要针对项目建设期及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。

(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、走访群众、项目管理人员等形式进行监测。

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。

2.2.3 监测指标及监测方法

结合项目特点，本项目监测中选用植被样方法进行监测。

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 50m×50m 两个重复样方内，查看绿化苗木成活的株数占绿化苗木总株数的百分数，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%。

人工种草成活率是指在随机设置 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m² 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。

2.3 监测时段、频次

根据《水土保持监测技术规程》相关要求，结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要，宾川县力六水库工程水土保持监测开始于 2016 年 2 月，止于 2019 年 3 月，监测时段为 38 个月。

我公司于 2016 年 2 月接受委托承担本项目的水土保持监测工作，对宾川县力六水库工程在建设及自然恢复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，同时为项目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，我公司监测项目组技术人员先后共 14 次进入现场进行实地监测，进场监测时间分别是 2016 年 2 月、2016 年 6 月、2016 年 9 月、2016 年 12 月、2017 年 3 月、2017 年 6 月、2017 年 9 月、2017 年 12 月、2018 年 1 月、2018 年 1 月、2018 年 6 月、2018 年 9 月、2018 年 12 月、2019 年 3 月。

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，宾川县力六水库工程水土流失防治责任范围总面积为 59.9557hm^2 ，其中项目建设区 53.6808hm^2 ，直接影响区 6.2749hm^2 。

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 31.27hm^2 ，其中项目建设区面积为 31.27hm^2 ，直接影响区的范围不易确定，难以划定范围，因此本方案取消直接影响区。

实际发生的水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 实际发生的水土流失防治责任范围 单位： hm^2

序号	名称	项目建设区	防治责任范围
一	枢纽工程区	4.91	4.91
二	输水管道工程	3.31	3.31
三	道路施工区	4.96	4.96
四	施工临时设施	0.58	0.58
五	弃渣场	2.58	2.58
六	管理生活区	0.10	0.10
七	水库淹没区	13.70	13.70
八	专项设施改建区	1.13	1.13
合计		31.27	31.27

3.1.1.3 水土流失防治责任变化

本工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 31.27hm^2 ，与水土保持方案批复的防治责任范围面积相比面积减少了 28.69hm^2 ，主要变化原因为项目建设区的临时存土场、料场开采区、弃渣场区占地面积减少，监测期间取消直接影响区，导致防治责任范围面积减少。

表 3-2 工程防治责任范围变化情况对比表

序号	名称	水土流失防治责任范围面积 (hm ²)					增减情况 (hm ²)		
		原方案			实际		实际-原方案		
		项目 建设区	直接 影响区	防治责 任范围	项目 建设区	防治责 任范围	项目 建设区	直接 影响区	防治责 任范围
一	枢纽施工区	4.9101	0.5401	5.4502	4.91	4.91	0.00	-0.54	-0.54
二	输水管道工程	4.482	1.5524	6.0344	3.31	3.31	-1.17	-1.55	-2.72
三	料场开采区	13.212	1.9818	15.1938			-13.21	-1.98	-15.19
四	道路施工区	4.9612	0.5953	5.5565	4.96	4.96	0.00	-0.60	-0.60
五	施工临时设施	0.5817	0.0565	0.6382	0.58	0.58	0.00	-0.06	-0.06
六	弃渣场	5.423	0.8677	6.2907	2.58	2.58	-2.84	-0.87	-3.71
七	临时存土场	5.176	0.6211	5.7971			-5.18	-0.62	-5.80
八	管理生活区	0.1	0.06	0.16	0.10	0.10	0.00	-0.06	-0.06
九	水库淹没区	13.7028	0	13.7028	13.70	13.70	0.00	0.00	0.00
十	专项设施改建区	1.132	0	1.132	1.13	1.13	0.00	0.00	0.00
合计		53.6808	6.2749	59.9557	31.27	31.27	-22.41	-6.27	-28.69

变化原因：由于项目在实际施工过程中输水管道、料场开采、弃渣场、临时存土场面积减小，导致项目的水土流失防治责任范围减少了 22.41hm²，直接影响区不易确定范围，本次取消直接影响区，面积减少了 6.27hm²。

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。经复核分析，工程建设期间，实际扰动地表面积为 31.27hm²，其中坡耕地 11.00hm²，水域 0.73hm²，荒山荒坡 3.17hm²，林地 2.14hm²，其它土地 14.22hm²。

表 3-3

工程建设实际扰动地表面积统计表

单位: hm^2

序号	名称	占地类型					合计
		坡耕地	水域	荒山荒坡	林地	其它土地	
一	枢纽工程区	2.25	0.16	0.58	0.66	1.25	4.91
1	大坝	2.19	0.16	0.23	0.60	0.69	3.87
2	溢洪道	0.06		0.07	0.06	0.40	0.59
3	输水隧洞			0.28		0.16	0.44
二	输水管道工程	1.72				1.59	3.31
三	道路施工区	0	0	1.22	0.45	3.28	4.96
1	永久上坝道路			0.71	0.28	1.55	2.54
2	改建进库公路			0.17	0.03	0.42	0.62
3	施工临时道路			0.34	0.144	1.314	1.80
四	施工临时设施			0.04		0.55	0.58
五	弃渣场					2.58	2.58
六	管理生活区					0.10	0.10
七	水库淹没区	7.03	0.57	1.16	0.97	3.97	13.70
八	专项设施改建区			0.17	0.06	0.90	1.13
	合计	11.00	0.73	3.17	2.14	14.22	31.27

表 3-4

工程占地面积对比情况表

单位: hm^2

序号	名称	方案批复面积	变更设计占地	增 (+)、减 (-)
一	枢纽工程区	4.9101	4.91	0.00
1	大坝	3.8724	3.87	0.00
2	溢洪道	0.5932	0.59	0.00
3	输水隧洞	0.4445	0.44	0.00
二	输水管道工程	4.482	3.31	-1.17
三	料场开采区	13.212		-13.21
1	风化料场	9.572		-9.57
2	粘土料场	3.64		-3.64
四	道路施工区	4.9612	4.96	0.00
1	永久上坝道路	2.5428	2.54	0.00
2	改建进库公路	0.6184	0.62	0.00
3	施工临时道路	1.8	1.80	0.00
五	施工临时设施	0.5817	0.58	0.00
六	弃渣场	5.423	2.58	-2.84
七	临时存土场	5.176		-5.18
1	1号临时存土场	3.7331		-3.73
2	2号临时存土场	1.4429		-1.44
八	管理生活区	0.1	0.10	0.00
九	水库淹没区	13.7028	13.70	0.00
十	专项设施改建区	1.132	1.13	0.00
	合计	53.6808	31.27	-22.41

较《原方案》工程占地变化原因:

工程占地面积减少的主要原因具体如下: ①输水管道长度由 7762m 减少到 5725.5m, 工程实际占地面积较《原水保方案》设计减少 1.17hm^2 。②料场开采区的风化料场和粘土料场已移交给州城镇人民政府统筹使用, 占地面积减少 13.21hm^2 。③弃渣场堆高由 2.5m 增加至 19.3m, 占地面积减少 2.84hm^2 。④临时存土场未启用, 开挖产生的土石方全部运至弃渣场进行调运。

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

水保方案规划了 2 个料场, 分别为风化料场和粘土料场。

风化料场位于水库淹没区上侧, 紧挨水库, 为三迭系白土田组泥岩、页岩、砂岩夹煤线地层, 现局部为坡耕地、台地, 种有香叶, 坟墓等。周边有机耕路与力娄公路相通, 力娄公路与祥宁公路相通, 交通便利。风化料场储量为 121.79万 m^3 , 设计取料 56.00万 m^3 , 设计开采面积为 9.572hm^2 。

粘土料场位于水库下游左岸的水库输水灌溉区, 海稍水库输水东干渠以东地带, 距坝址约 $1000\sim 3000\text{m}$ 。周边有机耕路与力娄公路相通, 交通便利。粘土料场储量为 47.7万 m^3 , 设计取料 19.68万 m^3 , 设计开采面积为 3.64hm^2 。

3.2.2 取料监测结果

实际实施与水保方案批复相比, 风化料场和粘土料场位置不变, 但开采量发生变化。风化料场实际开采量为 72.23万 m^3 , 开采面积 2.93hm^2 ; 开粘土料场实际开采量为 14.00万 m^3 , 开采面积 1.41hm^2 。

3.2.3 取料对比分析

项目实际实施与水保方案批复相比, 风化料场和粘土料场位置不变, 风化料场开采量由 56.00万 m^3 增加到 72.23万 m^3 , 开采面积由 9.572hm^2 减少到 2.93hm^2 ; 粘土料场开采量由 19.68万 m^3 减少到 14.00万 m^3 , 开采面积由 3.64hm^2 减少到 1.41hm^2 。开采过程中选择质地较好的风化料和粘土料, 且优化开采工艺, 导致开采面积减少。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的《水保方案》，工程建设过程中共产生土石方开挖 1065943m^3 （自然方），其中枢纽工程开挖 161970m^3 ，输水管道工程开挖 29005m^3 ，道路施工区开挖 37100m^3 ，风化料场开采剥离 615962m^3 ，粘土料场开采剥离 218406m^3 ，施工临时设施区开挖土石方 3500m^3 ，上坝填筑风化料共计 559965m^3 ，上坝填筑粘土料共计 196762m^3 ，建筑物基础回填利用 72999m^3 （自然方），料场回覆 77641m^3 （自然方），收集表土 16269m^3 ，用于弃渣场后期绿化覆土，弃渣总量约为 119307m^3 。

3.3.2 弃渣监测结果

根据工程监理及施工结算资料，工程实际开挖土石方为 112.17 万 m^3 ，其中基础开挖土石方 111.75 万 m^3 ，表土剥离 0.43 万 m^3 ，回填土石方 92.15 万 m^3 ，调运土石方 86.48 万 m^3 ，产生弃渣 20.03 万 m^3 ，剥离的表土堆存在弃渣场，弃渣全部运入弃渣场。

工程土石方工程量具体详见表 3-3。

表 3-5

工程实际土石方工程量结算表

单位: m³

序号	项目	土石方开挖			回填	调入		调出		外借		废弃	
		小计	开挖	剥离表土		数量	来源	数量	去向	数量	来源	弃渣	去向
一	枢纽工程区	197703.61	195345	2358.65	872019.8	862366.6		0		0		188050.4	
1	大坝	168388.1	166029.5	2358.65	866062.9	862366.6	风化料场、粘土料场					164691.9	弃渣场
2	溢洪道	21153.67	21153.67		1668.95							19484.72	弃渣场
3	输水隧洞	8161.84	8161.84		4288.00							3873.84	弃渣场
二	输水管道工程	36441.24	36441.24		27046.03							9395.215	弃渣场
三	料场开采区	863714.95	862366.6	1348.31	0	0		862366.6		0		1348.31	
1	风化料场	723633.54	722285.2	1348.31				722285.2	大坝填筑			1348.31	
2	粘土料场	140081.41	140081.4					140081.4	大坝填筑			0	
四	道路施工区	20865.66	20298.28	567.38	19382.09	2405.35		2405.35		0		1483.57	
1	永久上坝道路	13586.34	13018.96	567.38	9697.42			2405.35	进库公路			1483.57	弃渣场
2	改建进库公路	745.05	745.05		3150.4	2405.35	上坝道路					0	
3	施工临时道路	6534.27	6534.27		6534.27								
五	施工临时设施	1637.35	1637.35		1637.35							0	
六	人饮管道工程	1382.67	1382.67		1382.67							0	弃渣场
	合计	1121745.48	1117471	4274.34	921468	864772		864772		0		200277.5	

土石方变化的原因具体如下：①根据现场实际的地质情况，大坝的开挖量、回填量、废弃量均有所增加。②料场开采区的风化料场在大坝填筑时所需风化料增加，导致开挖量增加，回填量减少；粘土料可利用大坝开挖产生的土石方，开挖量及回填量均减少。③道路施工区实际对线路局部优化调整后使土石方量减少。

3.3.3 弃渣对比分析

《原水保方案》大坝下游右岸平缓坡地上布设一座弃渣场，主要堆放大坝、溢洪道和输水隧洞产生的弃渣。弃渣场设计堆渣容量为 18.30 万 m^3 ，沟谷型渣场，堆高为 2.5m，弃渣量 11.93 万 m^3 ，占地面积共计 5.42 hm^2 。

工程实际使用的弃渣场与《原水保方案》设计的弃渣场位置一致，弃渣场面积减小到 2.58 hm^2 ，堆高增加至 19.3m，弃渣场容量增加到 21.85 万 m^3 ，实际堆存 20.03 万 m^3 。

表 3-6 工程弃渣场特性表

编号	位置	占地面积 (hm^2)	设计容量 (万 m^3)	堆放高度 (m)	堆放 坡比	堆渣方式	类型	实际堆渣 (万 m^3)	临时存土 量
1	大坝下游右岸	2.58	21.85	19.3	1:1.5	自上而下	沟谷型	20.03	0.43

工程枢纽工程区弃渣量增加，导致原设计弃渣场堆高增加到 19.3m，渣场容量增加到 21.85 万 m^3 ，由于堆高增加占地面积减少到 2.58 hm^2 。

4 水土流失防治措施监测结果

宾川县力六水库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《水保方案》及其批复，设计水土保持工程措施为：主体工程设计的工程措施包括：料场开采区石质排水沟 750m；新增工程措施包括：弃渣场挡土墙 297m，排水沟 310m，沉砂池 2 座。

表 4-1 主体工程设计的水土保持工程措施类型及数量表

防治分区		措施类型	单位	主体设计
料场开采区	风化料场	石质排水沟	m	750
			m ³	248

表 4-2 《原水保方案》新增的水土保持工程措施类型及数量表

防治分区	措施类型		单位	方案新增
弃渣场	挡土墙	长度	m	297
		M7.5 浆砌石量	m ³	2126.2
	排水沟	长度	m	310
		M5.0 浆砌石量	m ³	205.6
	沉砂池	数量	座	2

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 3 月，宾川县力六水库工程实施的工程措施为：主体工程设计的工程措施包括：道路施工区混凝土排水沟 2551m；方案新增的工程措施包括：弃渣场挡土墙 149.6m，排水沟 365.3m，复耕 2.32hm²。根据工程建设资料，项目水土保持工程措施实施时间为 2016 年 3 月至 2018 年 5 月。

表 4-3 主体设计工程措施量统计表

防治分区	措施类型	单位	主体设计
道路施工区	C15 砼浇筑排水沟	m	2551
		m ³	586.72

表 4-4 实际实施工程措施量统计表

防治分区	措施类型		单位	方案新增
弃渣场	挡土墙	长度	m	149.6
		M7.5 浆砌石量	m ³	1071.22
	排水沟	长度	m	365.3
		M5.0 浆砌块石排水沟		242.28
	复耕	面积	hm ²	2.32

4.1.3 工程措施完成情况对比分析

通过对比，工程变更后设计的工程措施量与《原水保方案》批复的措施量相比有一定变化，具体变化情况如下：①料场开采区已移交给州城镇人民政府，由州城镇人民政府进行统筹使用；②道路施工区的排水沟修建成混凝土排水沟；③弃渣场改为沟谷型弃渣场，弃渣场平台采用复耕。

表 4-5 主体设计水土保持工程措施与原设计情况对比统计表

防治分区		措施类型	单位	主体设计	实际实施	变化情况
料场开采区	风化料场	石质排水沟	m	750	0	-750
			m ³	248	0	-248
道路施工区		C15 砼浇筑排水沟	m	0	2551	2551
			m ³	0	586.72	586.72

表 4-6 实际实施水土保持工程措施与原设计情况对比统计表

防治分区	措施类型		单位	方案新增	实际实施	变化情况
弃渣场	挡土墙	长度	m	297	149.6	-147.4
		M7.5 浆砌石量	m ³	2126.2	1071.2	-1055.0
	排水沟	长度	m	310	365.3	55.3
		M5.0 浆砌石量	m ³	205.6	242.3	36.7
	沉砂池	数量	座	2	0.0	-2.0
	复耕	面积	hm ²		2.32	2.32

变化原因：①实际施工过程中，料场开采区未修建排水沟；②弃渣场进行优化调整后位置不变，挡墙减少了 147.4m，排水沟增加了 55.3m，沉砂池未修建，排水沟收集到的水排至下游干渠；③弃渣场平台采用复耕的方式将地归还给当地村民。

监测项目组认为，宾川县力六水库工程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。

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》及其批复，设计的水土保持植物措施为：主体设计的植物措施包括：枢纽工程区大坝下游植草护坡 28460m²，枢纽区绿化栽植冬樱 180 株，园林式绿化 200m²；方案新增植物措施包括植被恢复 28.6618hm²，抚育管理 28.6618hm²。

表 4-7 主体工程设计的水土保持植物措施类型及数量表

防治分区		措施类型	单位	主体设计
枢纽工程区	大坝植草护坡	大坝下游植草护坡	m ²	28460
	枢纽区绿化	冬樱	株	180
		园林式绿化	m ²	200

表 4-8 《原方案》新增的水土保持植物措施类型及数量表

防治分区		措施类型	单位	方案新增
弃渣场	植被恢复	面积	hm ²	5.423
		云南松	kg	162.69
		车桑子	kg	162.69
		狗牙根	kg	325.38
输水管道工程	植被恢复	面积	hm ²	4.2691
		车桑子	kg	69.86
		狗牙根	kg	116.43
料场开采区	风化料场	面积	hm ²	9.572
		爬山虎	株	9664
	粘土料场	面积	hm ²	3.64
		爬山虎	株	3675
临时存土场	植被恢复	面积	hm ²	5.176
		车桑子	kg	155.28
		狗牙根	kg	310.56
道路施工区	行道树	长度	km	10.284
		桧柏	株	4114
	边坡植草	面积	hm ²	3.09
		狗牙根	kg	185.4
	进库公路	长度	km	5.784
		桧柏	株	2314
	施工道路	长度	km	4.5
		桧柏	株	1800
施工临时设施区	植被恢复	面积	hm ²	0.5817
		云南松	kg	17.45
		车桑子	kg	17.45
		狗牙根	kg	34.9

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 3 月,项目在建设过程中实际实施的植物措施主要为:主体工程设计的植物措施包括:枢纽工程区大坝下游植草护坡 23521.26m²,栽植乔木 72 株,栽植灌木 76 株,管理生活区栽植芒果树 11 株;方案新增植物措施包括植被恢复 5.14hm²,抚育管理 5.14hm²。根据工程建设资料,项目水土保持植物措施实施时间为 2016 年 5 月至 2018 年 10 月。

表 4-9 主体设计植物措施量统计表

防治分区		措施类型	单位	主体设计
枢纽工程区	大坝植草护坡	大坝下游植草护坡	m ²	23521.26
	枢纽区绿化	栽植乔木（天竹桂 22 株、凤凰树 10 株、栲树 4 株、梨树 10 株、紫叶李 18 株、垂叶榕 2 株、蓝花楹 5 株、黄葛榕 1 株）	株	72
		栽植灌木（海枣树 22 株、三叶花 54 株）	株	76
管理生活区		栽植芒果树	株	11

表 4-10 实际实施植物措施量统计表

防治分区	措施类型		单位	方案新增
弃渣场	植被恢复	面积	hm ²	0.26
		场地平整	hm ²	1.48
		车桑子	kg	15
输水管道工程	植被恢复	面积	hm ²	3.31
		车桑子	kg	54.15
		狗牙根	kg	90.25
道路施工区	植被恢复	面积	hm ²	0.99
		栽植乔木	株	303
施工临时设施区	植被恢复	面积	hm ²	0.58
		车桑子	kg	50
		狗牙根	kg	14.1

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,对项目变更后的植物措施进行统计,通过与《原方案》对比分析,实际实施的植物措施工程量较《原方案》批复的措施量存在一定变化。主要为:①枢纽工程区较《原方案》设计绿化面积、植物种类、方式发生变化。②清水管区因占地面积减少未实施《原水保方案》设计的植被恢复措施。③管理生活区增加了绿化树种的栽植。④弃渣场、道路施工区、施工临时设施区植被恢

复面积、种类及方式发生变化。

表 4-11 主体设计植物措施与原设计情况对比统计表

防治分区		措施类型	单位	主体设计	实际实施	变化情况
枢纽工程区	大坝植草护坡	大坝下游植草护坡	m ²	28460	23521.26	-4938.74
	枢纽区绿化	冬樱	株	180		-180
		园林式绿化	m ²	200		-200
		栽植乔木（天竹桂 22 株、凤凰树 10 株、栾树 4 株、梨树 10 株、紫叶李 18 株、垂叶榕 2 株、蓝花楹 5 株、黄葛榕 1 株）	株		72	72
		栽植灌木（海枣树 22 株、三叶花 54 株）	株		76	76
管理生活区		种植芒果树	株		11	11

表 4-12 实际实施植物措施与原设计情况对比统计表

防治分区			措施类型	单位	方案新增	实际实施	变化情况
弃渣场	植被恢复		面积	hm ²	5.423	0.26	-5.16
			云南松	kg	162.69		-162.69
			车桑子	kg	162.69	15	-147.69
			狗牙根	kg	325.38		-325.38
			场地平整	hm ²		1.48	1.48
输水管道工程	植被恢复		面积	hm ²	4.2691	3.31	-0.96
			车桑子	kg	69.86	54.15	-15.71
			狗牙根	kg	116.43	90.25	-26.18
料场开采区	风化料场	植被恢复	面积	hm ²	9.572		-9.57
			爬山虎	株	9664		-9664
	粘土料场	植被恢复	面积	hm ²	3.64		-3.64
			爬山虎	株	3675		-3675
临时存土场	植被恢复		面积	hm ²	5.176		-5.18
			车桑子	kg	155.28		-155.28
			狗牙根	kg	310.56		-310.56
道路施工区	行道树		长度	km	10.284		-10.28
			桧柏	株	4114		-4114
	边坡植草		面积	hm ²	3.09		-3.09
			狗牙根	kg	185.4		-185.4
	进库公路		长度	km	5.784		-5.78
			桧柏	株	2314		-2314
	施工道路		长度	km	4.5		-4.5
			桧柏	株	1800		-1800
	植被恢复		栽植乔木（红花刺桐 44 株、黄花风铃木 46 株、竹柳 45 株、红千层 1 株、	株		303	303

		罗汉松 49 株、菩提树 6 株、枇杷树 28 株、紫薇树 29 株、黄角兰 55 株)				
施工临时设施区	植被恢复	面积	hm ²	0.5817	0.58	-0.0017
		云南松	kg	17.45		-17.45
		车桑子	kg	17.45	50	32.55
		狗牙根	kg	34.9	14.1	-20.8

变化原因：①根据实际建设情况，大坝下游植草边坡面积较《原水保方案》设计的面积减少了 4938.74m²，原设计栽植冬樱和园林式绿化改为栽植乔木及灌木达到景观绿化的目的。②新增管理生活区芒果树的栽植。③弃渣场植被恢复面积减少，且弃渣场平台采取复耕措施，导致植被恢复面积减小。④输水管道工程占地面积减少导致绿化面积及工程量减少。⑤料场开采区已移交州城镇人民政府，临时存土场未启用，导致措施量减少。⑥道路施工区根据实际施工情况局部优化调整后边坡减少，行道树栽植乔木。

监测项目组认为，工程目前已对具备实施条件的裸露区域完成了植被恢复，布局基本合理，在建设过程中进行了优化调整，选取的树草种长势良好，起到了防治水土流失，改善人居生态环境的作用项目，但项目植物措施实施时间相对较滞后，建议在后续同类工程中加以改进。

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《水保方案》及其批复，主体设计的临时措施包括：料场开采区土质排水沟 470m，道路施工区土质排水沟 10284m；方案新增临时措施包括：料场开采区临时覆盖 6000m²，临时拦挡 253m。

表 4-13 主体工程设计的水土保持临时措施类型及数量表

防治分区		措施类型	单位	主体设计
料场开采区	粘土料场	土质排水沟	m	470
			m ³	155
道路施工区		土质排水沟	m	10284
			m ³	5831

表 4-14 《原方案》新增的水土保持临时措施类型及数量表

防治分区		措施类型		单位	方案新增
料场开采区	风化料场	临时拦挡	长度	m	176
			编织袋填筑	m ³	359.4
			编织袋拆除	m ³	359.4

	粘土料场	临时覆盖	土工布	m ²	4000
		临时拦挡	长度	m	77
			编织袋填筑	m ³	157.2
			编织袋拆除	m ³	157.2
		临时覆盖	土工布	m ²	2000

4.3.2 临时措施实施情况

根据工程竣工统计资料、施工资料和现场调查情况，项目实际实施的临时措施为：道路施工区土质排水沟 10284m。临时措施实施时间为 2015 年 8 月至 2015 年 12 月。实际实施临时措施工程量见表 4-3。

4.3.3 临时措施完成情况对比分析

通过对比，变更后的临时措施工程量与《原方案》批复的措施相比有一定变化。

表 4-15 主体设计临时措施与原设计情况对比统计表

防治分区		措施类型	单位	主体设计	实际实施	变化情况
料场开采区	粘土料场	土质排水沟	m	470		-470
			m³	155		-155
道路施工区		土质排水沟	m	10284	10284	0
			m³	5831	5831	0

表 4-16 实际实施临时措施与原设计情况对比统计表

防治分区		措施类型		单位	方案新增	实际实施	变化情况
料场开采区	风化料场	临时拦挡	长度	m	176		-176.0
			编织袋填筑	m ³	359.4		-359.4
			编织袋拆除	m ³	359.4		-359.4
		临时覆盖	土工布	m ²	4000		-4000.0
	粘土料场	临时拦挡	长度	m	77		-77.0
			编织袋填筑	m ³	157.2		-157.2
			编织袋拆除	m ³	157.2		-157.2
		临时覆盖	土工布	m ²	2000		-2000.0

变化原因：①料场开采区已移交给州城镇人民政府。

监测项目组认为已实施的临时措施也基本能够满足临时防护要求，未造成大的水土流失影响，要求建设单位在后续项目中加强施工过程中临时防护过程的实施，以减少施工过程中的水土流失。

4.4 水土保持措施防治效果

一、枢纽工程区

枢纽工程区实施了工程护坡、大坝植草护坡、挡土墙、绿化等措施，根据现场调查，枢纽区开挖扰动区域均已得到有效治理，形象面貌得到了大大改善，在改善区域生态环境的同时达到了水土保持的目的。

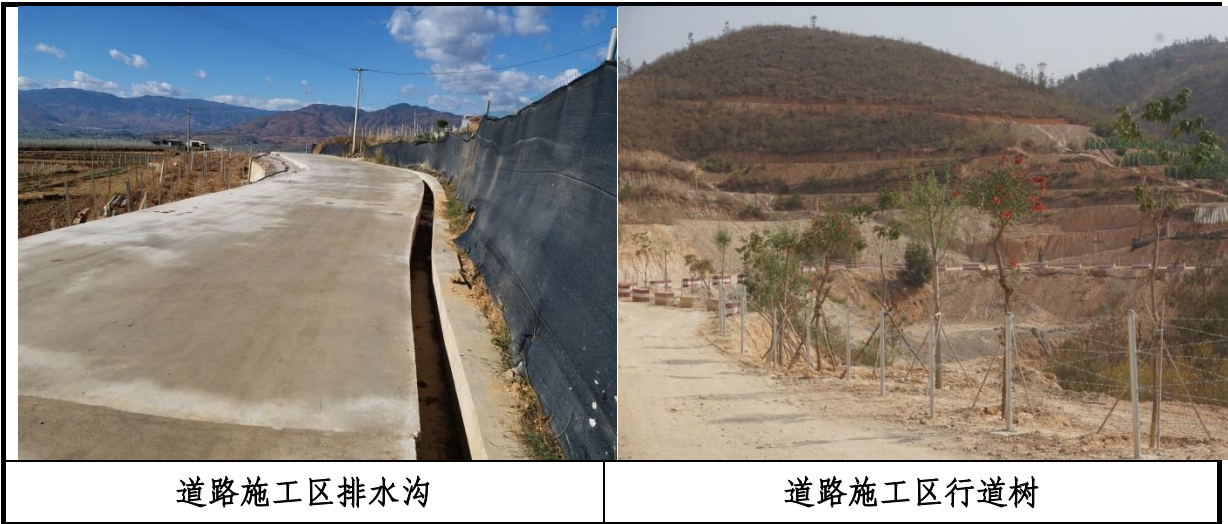


二、输水管道工程

输水管道工程管道铺设完成后进行植被恢复工作，水土保持效果较为明显，满足水土流失防治要求。

三、道路施工区

目前项目区的道路采用混凝土硬化，同时沿道路内侧设置排水沟，针对道路外侧栽植行道树，使整个路基形成良好的防护与排水体系。



四、施工临时设施

施工结束后针对彩钢瓦板房拆除后采用撒草的方式进行植被恢复。



五、弃渣场

根据现场调查，弃渣场已实施了拦土墙、排水、植被恢复、复耕等措施，根据现场调查，已实施的水土保持措施运行良好，堆渣体边坡稳定，基本能够满足区域水土流失防治要求。



六、管理生活区

管理生活区已主要为建筑物及硬化措施，已栽植芒果树，能够满足区域水土流失防治要求。



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，汇总分析施工准备期、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

序号	名称	施工准备期	施工期	试运行期
一	枢纽工程区	4.08	4.91	
二	输水管道工程	3.31	3.31	
三	道路施工区	4.5	4.95	
四	施工临时设施	0.58	0.58	0.58
五	弃渣场	2.58	2.58	0.26
六	管理生活区	0.10	0.10	
七	水库淹没区	12.16	13.70	
八	专项设施改建区	1.08	1.13	
合计		28.39	31.27	0.84

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：坡耕地、水域、荒山荒坡、林地、其它土地。原地貌侵蚀单位划分情况详见表 5-2。

表 5-2 原地貌侵蚀单位划分情况表 单位: hm^2

序号	名称	占地类型					合计
		坡耕地	水域	荒山荒坡	林地	其它土地	
一	枢纽工程区	2.25	0.16	0.58	0.66	1.25	4.91
1	大坝	2.19	0.16	0.23	0.60	0.69	3.87
2	溢洪道	0.06		0.07	0.06	0.40	0.59
3	输水隧洞			0.28		0.16	0.44
二	输水管道工程	1.72				1.59	3.31
三	道路施工区	0	0	1.22	0.45	3.28	4.96
1	永久上坝道路			0.71	0.28	1.55	2.54
2	改建进库公路			0.17	0.03	0.42	0.62
3	施工临时道路			0.34	0.144	1.314	1.80
四	施工临时设施			0.04		0.55	0.58
五	弃渣场					2.58	2.58
六	管理生活区					0.10	0.10
七	水库淹没区	7.03	0.57	1.16	0.97	3.97	13.70
八	专项设施改建区			0.17	0.06	0.90	1.13
合计		11.00	0.73	3.17	2.14	14.22	31.27

5.2.1.2 地表扰动类型划分

根据施工期间地表扰动类型和土壤侵蚀强度的差异,不同的扰动地表类型具有不同的水土流失特点,为了客观地反映建设项目的水土流失特点,根据监测工作的实际需要和本项目的工程特点,在实地调查的基础上,对建设项目的地表扰动进行分类。经分析,将地表扰动类型划分为土质开挖坡面、石质开挖坡面、堆渣体、施工平台和无危害扰动五种不同的地表扰动类型。

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。

工程措施主要为:主体设计:混凝土排水沟 2551m;方案新增:挡土墙 149.6m,排水沟 365.3m,复耕 2.32 hm^2 ;

植物措施主要为:主体设计:大坝下游植草护坡 23521.26 m^2 ,栽植乔木 72 株,栽植灌木 76 株,栽植芒果树 11 株;方案新增:植被恢复 5.14 hm^2 ,抚育管理 5.14 hm^2 ;

临时措施主要为:主体设计:土质排水沟 10284m。

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

监测项目组通过对项目区及项目区周边进行现场调查,收集了有关项目区及周边的占地、植被状况等文字及影像资料,结合《水保方案》中原生水土流失量预测成果,确定区内各地类的平均土壤侵蚀模数:坡耕地种植农作物,坡度为 5~8 度之间,其土壤侵蚀模数取值为 $1500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$;荒山荒坡主要为裸露荒地,土壤侵蚀模数取值为 $2500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$;林地平均坡度为 8~30 度之间,覆盖度为 45~60%左右,土壤侵蚀模数取值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$;其它土地地表有岩石出露、覆盖度小于 30%,土壤侵蚀模数取值为 $1500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$;水域土壤侵蚀模数取值为 $0\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

表 5-3 原地貌侵蚀模数取值

序号	地类	自然因素	原生土壤侵蚀模数	备注
1	坡耕地	坡度为 5~8°, 种植农作物	$1500\text{ t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	轻度侵蚀
2	荒山荒坡	裸露荒地	$2500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	中度侵蚀
3	林地	平均坡度为 8~30 度之间, 覆盖度为 45~60%左右	$500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	轻度侵蚀
4	其它土地	地表有岩石出露、覆盖度小于 30%	$1500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	轻度侵蚀
5	水域		$0\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	

表 5-4 项目区原生侵蚀模数

分区	地类	占地面积 (hm^2)	原生土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
枢纽工程区	坡耕地	2.25	1500	1431.77
	水域	0.16	0	
	荒山荒坡	0.58	2500	
	林地	0.66	500	
	其它土地	1.25	1500	
输水管道工程	坡耕地	1.72	1500	1500.00
	其它土地	1.59	1500	
道路施工区	荒山荒坡	1.22	2500	1655.56
	林地	0.45	500	
	其它土地	3.28	1500	
施工临时设施	荒山荒坡	0.04	2500	1594.83
	其它土地	0.55	1500	
弃渣场	其它土地	2.58	1500	1500.00
管理生活区	其它土地	0.10	1500	1500.00
水库淹没区	坡耕地	7.03	1500	1451.46
	水域	0.57	0	
	荒山荒坡	1.16	2500	
	林地	0.97	500	
	其它土地	3.97	1500	

分区	地类	占地面积 (hm^2)	原生土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
专项设施改建区	荒山荒坡	0.17	2500	1597.35
	林地	0.06	500	
	其它土地	0.90	1500	
合计		31.27		1497.92

5.2.2.2 扰动后侵蚀模数

在力六水库工程水土保持监测过程中, 监测项目组根据实地情况针对项目区将地表扰动类型划分为土质坡面、石质坡面、堆渣体、施工平台和无危害扰动五种不同的地表扰动类型, 并布设了 1 个侵蚀钉样方、1 个侵蚀沟样方和 1 个植被样方, 通过采集、处理样方监测数据, 计算得出各地表扰动类型的侵蚀模数。

(一) 土质开挖面侵蚀模数

土质开挖面主要存在于枢纽工程区、道路施工区和输水管道工程, 根据开挖面的坡面物质分异特征, 可将开挖面分为均质面和非均质面两类, 其中均质面是指整个坡面物质组成及分布相对较为均一的坡面, 非均质面是指整个坡面物质组成及分布存在明显分异特征的坡面。根据调查取样分析, 土质坡面平均干密度主要为 $1.30 \sim 1.60 \text{g}/\text{cm}^3$, 在降雨初期, 主要以降雨击溅侵蚀和面蚀为主, 产生水土流失非常有限。随着产流从漫流形成股流, 径流冲刷力增大, 细沟、浅沟出现, 水土流失迅速增大, 一次降雨情况下, 细沟、浅沟侵蚀量占侵蚀量的 70% 以上, 侵蚀类型主要为水力侵蚀。

根据监测组布设监测点, 由于表层结构松散, 土质坡面在不采取任何措施情况下侵蚀模数约为 $6550 \text{t}/\text{km}^2 \text{a}$ 。

(二) 石质开挖面侵蚀模数

石质开挖面主要存在于枢纽工程区及道路施工区开挖坡面, 为防止由于边坡失稳导致的滑坡, 在监测过程中, 由于受观测设施不容易保留等条件限制, 因此, 石质坡面扰动土地类型侵蚀模数观测采用布设在截排水沟末端进行观测。

根据取样分析, 在石质坡面扰动初期侵蚀模数为 $4460 \text{t}/\text{km}^2 \text{a}$ 。

(三) 堆渣体侵蚀模数

堆渣体主要存在于渣场区, 是项目建设过程中水土流失最敏感的部位之一, 弃渣堆积过程破坏了原有岩土结构、地形和植被, 且堆积坡度大, 稳定性差, 岩土侵

蚀程度剧烈，岩土侵蚀类型多样。除了普遍发生的面蚀、沟蚀外，还出现了沉陷侵蚀、砂砾化面蚀、土壤泻溜、滑塌等侵蚀形式。

本项目建设过程中均严格按照水保方案设计要求，采取“先拦后弃”原则进行弃渣，因此堆渣体侵蚀模数均在已有完善的拦挡措施的前提下进行测定。

根据布设在渣场区的侵蚀钉样方，堆渣体在已有完善的拦挡措施，但截排水及绿化措施不完善的情况下侵蚀模数约为 $8370\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

（四）施工平台侵蚀模数

施工平台类扰动形式在工程建设内存在形式很多，主要存在于枢纽工程区、道路施工区、施工临时设施、管理生活区、专项设施改建区等区域，根据工程建设需要，一般就近选择较平坦的场地，因其经常受施工、交通等影响，人为扰动较为频繁，土壤侵蚀模数主要由降雨以及施工平台扰动程度决定。

工程监测期间，施工平台扰动较为频繁，因此项目组未布设定位监测样方，通过同类项目分析确定其侵蚀模数，扰动开挖期间施工平台区域侵蚀模数为 $3120\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

（五）无危害扰动区

无危害扰动区域未布设监测点，主要存在于水库淹没区，监测组根据项目建设中无危害扰动态变化的特性，确定该扰动类型的土壤侵蚀模数的取值主要通过类比同类项目监测数据，保证地形地貌、气候特征、地面组成物质、土壤类型等因子相似。通过查阅资料分析，确定本项目的无危害扰动土壤侵蚀模数取值为 $200\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

表 5-5 各扰动类型施工期土壤侵蚀模数一览表

扰动地表类型	土壤侵蚀模数 [$\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$]
土质开挖面	6550
石质开挖面	4460
堆渣体	8370
施工平台	3120
无危害扰动	200

表 5-6 项目区扰动后土壤侵蚀模数

分区	扰动土地类型	面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	平均土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)
枢纽工程区	土质开挖面	4.25	6550	6211.75
	石质开挖面	0.45	4460	
	施工平台	0.21	3120	
输水管道工程	土质开挖面	3.31	6550	6550.00
道路施工区	土质开挖面	0.99	6550	3846.61
	石质开挖面	0.15	4460	
	施工平台	3.81	3120	
施工临时设施	施工平台	0.58	3120	3120.00
弃渣场	堆渣体	2.58	8370	8370.00
管理生活区	施工平台	0.10	3120	3120.00
水库淹没区	无危害扰动	13.70	200	200.00
专项设施改建区	施工平台	1.13	3120	3120.00
合计		31.27		3237.45

5.2.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

截至 2019 年 3 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) 枢纽工程区侵蚀模数分析

枢纽工程区建成后大部分区域为建筑物及硬化覆盖，同时实施了拦挡、排水、植被恢复等措施，水土保持效果较为明显，占地区域现状侵蚀强度判读为微度，侵蚀模数取值 400t/km²·a。

(2) 输水管道工程侵蚀模数分析

输水管道工程采用撒播草籽的方式进行植被恢复，能够满足区域水土流失防治要求，区域流失现状判定为微度流失，侵蚀模数取值 450t/km²·a。

(3) 道路施工区侵蚀模数分析

道路施工区路面为混凝土结构，道路内侧修建混凝土排水沟，外侧栽植了行道树根据现场踏勘，道路沿线已实施的措施质量基本稳定，运行正常，发挥了较好的防护作用，区域流失现状判定为微度流失，防治措施实施后侵蚀模数为 500t/km²·a。

(4) 施工临时设施区侵蚀模数分析

施工临时设施区对临时办公生活区拆除后采用撒播草籽的形式进行植被恢复，

草籽长势不佳，局部区域裸露，区域流失现状判定为轻度流失，侵蚀模数取值 $550\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(5) 弃渣场区侵蚀模数分析

根据现场调查，弃渣场底部修建了浆砌石挡墙，外围修建了排水沟。工程根据项目区实际情况，针对弃渣场平台进行复耕，边坡采用撒播草籽的形式进行植被恢复。但仍有小部分区域地表裸露，经分析确定本区为轻度流失，平均侵蚀模数为 $600\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(6) 管理生活区侵蚀模数分析

管理生活区主要为建筑物及硬化覆盖，经分析确定本区域为微度流失，平均侵蚀模数为 $350\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(7) 水库淹没区侵蚀模数分析

水库蓄水后为水域，侵蚀模数为 $0\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(8) 专项设施改建区侵蚀模数分析

专项设施改建区建成后主要为混凝土硬化，区域流失现状判定为微度流失，侵蚀模数为 $350\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

项目区防治措施实施后各分区土壤侵蚀模数结果详见表 5-7。

表 5-7 防治措施实施后侵蚀模数

序号	监测分区	占地面积(hm^2)	土壤侵蚀模数 [$\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$]	流失强度
一	枢纽工程区	4.91	400	微度
二	输水管道工程	3.31	450	微度
三	道路施工区	4.95	500	微度
四	施工临时设施	0.58	550	轻度
五	弃渣场	2.58	600	轻度
六	管理生活区	0.10	350	微度
七	水库淹没区	13.70	0	
八	专项设施改建区	1.13	350	微度
	合计	31.27		

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)，项目区属水力侵蚀为主的西南土石山区。根据监测小组对工程水土流失状况实地调查资料，结合《水保方案》确

定的侵蚀模数进行分析，水土流失背景值为 $1497.92\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，采用公式：流失量=Σ侵蚀单元面积×侵蚀强度，对各阶段水土流失情况进行计算，计算时段均按 2016 年 2 月~2019 年 3 月，为 3.17a。项目建设区原生土壤流失量为 1484.35t。

表 5-8 项目区原生地表土壤流失量

监测分区	占地面积 (hm^2)	时段 (a)	加权模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	土壤流失量 (t)
枢纽工程区	4.91	3.17	1431.77	222.85
输水管道工程	3.31	3.17	1500.00	157.39
道路施工区	4.95	3.17	1655.56	259.78
施工临时设施	0.58	3.17	1594.83	29.32
弃渣场	2.58	3.17	1500.00	122.68
管理生活区	0.10	3.17	1500.00	4.76
水库淹没区	13.70	3.17	1451.46	630.35
专项设施改建区	1.13	3.17	1597.35	57.22
合计	31.27		1497.92	1484.35

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，计算时段均按 2016 年 2 月~2018 年 10 月，为 2.75。通过计算可得本项目施工期每年土壤流失量为 2783.06t。

表 5-9 扰动后土壤流失量

监测分区	占地面积 (hm^2)	时段 (a)	加权模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	土壤流失量 (t)
枢纽工程区	4.91	2.75	6211.75	838.74
输水管道工程	3.31	2.75	6550.00	596.21
道路施工区	4.95	2.75	3846.61	523.62
施工临时设施	0.58	2.75	3120.00	49.76
弃渣场	2.58	2.75	8370.00	593.85
管理生活区	0.1	2.75	3120.00	8.58
水库淹没区	13.7	2.75	200.00	75.35
专项设施改建区	1.13	2.75	3120.00	96.95
合计	31.27		3237.45	2783.06

5.2.3.3 防治措施实施后土壤流失量

截至 2019 年 3 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、边坡防护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，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为 34.56t。

表 5-10 防治措施实施后土壤流失量计算表

监测分区	占地面积 (hm ²)	时段 (a)	加权模数 (t/km ² ·a)	土壤流失量 (t)
枢纽工程区	4.91	0.42	400	8.25
输水管道工程	3.31	0.42	450	6.26
道路施工区	4.95	0.42	500	10.40
施工临时设施	0.58	0.42	550	1.34
弃渣场	2.58	0.42	600	6.50
管理生活区	0.1	0.42	350	0.15
水库淹没区	13.7	0.42	0	0.00
专项设施改建区	1.13	0.42	350	1.66
合计	31.27			34.56

5.2.3.4 水土流失情况对比分析

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, 项目区原生土壤流失量为 1484.35t, 施工期土壤流失量为 2783.06t, 防治措施实施后土壤流失量为 34.56t。项目区防治措施实施后平均土壤侵蚀模数已降低至 263.15t/km²·a, 通过各项水土保持措施的实施, 工程区内已基本形成水土流失防治措施体系, 水土保持工作成效明显。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本项目料场开采区的风化料场和粘土料场已移交给州城镇人民政府负责统筹管理使用, 不纳入本项目的建设区。

根据现场调查, 本项目产生的 20.03 万 m³ 弃渣全部运至弃渣场, 弃渣场已实施拦挡、排水、植被恢复等措施。施工期土壤流失量为 593.85t, 自然恢复期流失量为 6.50t。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。

5.4 水土流失危害

通过对本项目周边区域实地走访巡查, 监测组未发现宾川县力六水库工程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》（水利部 2013 年第 188 号）与《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》，项目区不涉及到国家级和省级水土流失重点防治区，项目区水土流失防治标准采用 II 级防治标准。按全国土壤侵蚀类型区划标准，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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据水保方案，水土流失防治目标为：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 85%，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	II 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	96.12
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	91.33
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	1.0	1.0
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	85	93.5
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	98.1
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	39.85

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。

本项目建设扰动土地面积为 31.27hm^2 ，均采取相应的措施进行了整治，通过监测统计，累计完成工程措施面积 2.41hm^2 ，植物措施面积 7.35hm^2 ，建构筑物及场地硬化面积 21.34hm^2 ，整治面积共计 31.10hm^2 ，通过计算扰动土地整治率为 99.49%，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: hm^2

防治分区	扰动土地总面积(hm^2)	项目建设区扰动土地整治面积(hm^2)				扰动土地整治率(%)
		①工程措施面积	②植物措施面积	③建构筑物及场地硬化面积	结果=(①+②+③)	
枢纽工程区	4.91		2.35	2.55	4.90	99.80
输水管道工程	3.31		3.31		3.31	100.00
道路施工区	4.95		0.99	3.96	4.95	100.00
施工临时设施	0.58		0.48		0.48	82.76
弃渣场	2.58	2.32	0.21		2.53	98.06
管理生活区	0.1	0.09	0.01		0.10	100.00
水库淹没区	13.7			13.7	13.70	100.00
专项设施改建区	1.13			1.13	1.13	100.00
合计	31.27	2.41	7.35	21.34	31.10	99.49

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, 项目扰动面积为 31.27hm^2 , 项目水土流失面积 9.92hm^2 , 项目累计完成水土保持措施面积 9.76hm^2 , 扰动整治率达 98.39%, 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 hm^2

分 区	①项目区面积	②永久建筑物占地面积	③场地道路硬化面积	结果=(①-②-③)	水土保持措施面积 (hm^2)	水土流失治理度 (%)
枢纽工程区	4.91	2.55		2.36	2.35	99.58
输水管道工程	3.31			3.31	3.31	100.00
道路施工区	4.95		3.96	0.99	0.99	100.00
施工临时设施	0.58			0.58	0.48	82.76
弃渣场	2.58			2.58	2.53	98.06
管理生活区	0.1			0.1	0.10	100.00
水库淹没区	13.7	13.7		0	0.00	
专项设施改建区	1.13		1.13	0	0.00	
合计	31.27	16.25	5.09	9.92	9.76	98.39

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。

6.3 拦渣率

根据项目竣工结算资料, 工程实际开挖土石方为 112.17万 m^3 , 其中基础开挖土

石方 111.75 万 m³，表土剥离 0.43 万 m³，回填土石方 92.15 万 m³，调运土石方 86.48 万 m³，产生弃渣 20.03 万 m³，剥离的表土堆存在弃渣场，弃渣全部运入弃渣场。考虑本工程特点，工程拦渣率达 92%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/km².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 460.36t/km².a，经计算项目区土壤流失控制比为 1.09，达到了方案目标值。通过监测各侵蚀模数具体见表 6-4。

表 6-4 土壤流失控制比计算表

防治分区	占地面积 (hm ²)	现状土壤侵蚀模数 [t/(km ² a)]	现状土壤平均侵蚀模数 [t/(km ² a)]	土壤流失控制比
枢纽工程区	4.91	400	460.36	1.09
输水管道工程	3.31	450		
道路施工区	4.95	500		
施工临时设施	0.58	550		
弃渣场	2.58	600		
管理生活区	0.1	350		
水库淹没区	13.7	450		
专项设施改建区	1.13	350		
合计	31.27			

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术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。经分析项目建设区面积为 31.27hm²，可恢复林草植被面积为 7.50hm²，现恢复植被面积为 7.35hm²，经计算林草植被恢复率为 98.00%。达到了方案目标值。具体分析见下表 6-5。

表 6-5 林草植被恢复率分析表

防治分区	扰动土地面积 (hm^2)	植物措施面积 (hm^2)	可恢复植被面积 (hm^2)	林草植被恢复率 (%)
枢纽工程区	4.91	2.35	2.35	100%
输水管道工程	3.31	3.31	3.31	100%
道路施工区	4.95	0.99	0.99	100%
施工临时设施	0.58	0.48	0.58	83%
弃渣场	2.58	0.21	0.26	81%
管理生活区	0.1	0.01	0.01	100%
水库淹没区	13.7	0.00	0.00	
专项设施改建区	1.13	0.00	0.00	
合计	31.27	7.35	7.50	98.00%

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，项目建设区面积为 31.27hm^2 ，植物措施面积 7.35hm^2 ，经过分析项目区林草覆盖率达 23.51%，达到方案目标值。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

宾川县力六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总体规划，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，水库进入试运行期。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) 根据检测情况，项目防治责任范围分为 8 个防治区，即枢纽工程区、输水管道工程、道路施工区、施工临时设施、弃渣场、管理生活区、水库淹没区和专项设施改建区。其中枢纽工程区、输水管道工程、道路施工区、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，枢纽工程区、输水管道工程、道路施工区、弃渣场是该项目主要的水土流失源，水土保持方案将道路施工区、弃渣场作为重点防治区是合适的，弃渣场采用的拦挡、截排水、护坡及绿化措施基本可行。

(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，力六水库工程水土保持方案、变更方案针对项目特点，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

力六水库工程在施工建设过程中实施了一系列水保措施后，对本工程水土流失防治工作起到了积极作用，有效减少了水土流失。但是在监测过程中发现，部分区域仍然存在一些问题，针对此部分提出建议，具体如下：

（1）弃渣场及施工临时设施区植被恢复区域恢复效果不佳，应及时补植补种，并采取临时覆盖措施。

（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。

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，工程变更后及时编报变更方案。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。

8 附图及相关资料

8.1 附图

- 1、项目区地理位置及交通示意图
- 2、大理州宾川县力六水库工程总平面布置图
- 3、大理州宾川县力六水库工程措施总体布置及监测点布设图

8.2 有关资料

一、有关资料

- 1、大理州宾川县力六水库工程水土保持方案可行性研究报告
- 2、大理州宾川县力六水库工程水土保持变更报告书
- 3、监测简报（共 9 期）
- 4、监测年报（2016 年、2017 年）
- 5、结算审计报告

附件：

附件 1：委托书

附件 2：大理州水务局关于准予宾川县力六水库工程水土保持方案的行政许可决定书（大水保许〔2015〕40 号）

附件 3：宾川县水务局关于同意宾川县力六水库工程水土保持方案变更备案的意见（宾水复〔2019〕2 号）

附件 4：大理州水务局关于宾川县力六水库工程水土保持监督检查意见的通知（大水保查〔2018〕15 号）

附件 5：昆明龙慧工程设计咨询有限公司关于宾川县力六水库水土保持设施自主验收工作的函（龙慧水保函〔2018〕36 号）

附件 6：宾川县力六水库工程取料场移交管理协议书（2019 年 3 月 7 日）

附件 7：项目区照片集

