

水保监测（云）字第 0001 号

昌宁县松林水库工程  
水土保持监测总结报告

建设单位：昌宁县松林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松林  
 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

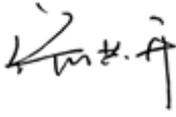
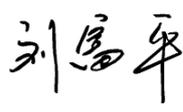
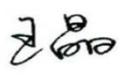
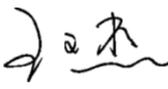
传真：0871—65392953

电子邮箱：lhsb02@163.com

# 昌宁县松林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 .....	1
<b>1 建设项目及水土保持工作概况 .....</b>	<b>- 3 -</b>
1.1 项目概况 .....	- 3 -
1.2 水土保持工作情况 .....	- 21 -
1.3 监测工作实施情况 .....	26
<b>2 监测内容与方法 .....</b>	<b>32</b>
2.1 监测内容 .....	32
2.2 监测方法 .....	36
<b>3 重点对象水土流失动态监测 .....</b>	<b>47</b>
3.1 防治责任范围监测 .....	47
3.2 取料场监测结果 .....	50
3.3 弃渣场监测结果 .....	51
3.4 土石方流向情况监测结果 .....	52
3.5 其他重点部位监测结果 .....	54
<b>4 水土流失防治措施监测结果 .....</b>	<b>55</b>
4.1 水土流失防治措施 .....	55
4.2 植物措施及实施进度 .....	58
4.3 临时措施及实施进度 .....	61
4.4 水土保持措施防治效果 .....	62
<b>5 土壤流失情况监测 .....</b>	<b>65</b>
5.1 水土流失面积 .....	65
5.2 土壤流失量 .....	65
5.3 水土流失危害 .....	74
<b>6 水土流失防治效果 .....</b>	<b>75</b>
6.1 水土流失防治效果监测结果 .....	75

6.2 扰动土地整治率 .....	75
6.3 水土流失总治理度 .....	76
6.4 拦渣率 .....	77
6.5 土壤流失控制比 .....	77
6.6 林草植被恢复率 .....	77
6.7 林草覆盖率 .....	77
6.8 运行期水土流失分析 .....	78
<b>7 结论 .....</b>	<b>79</b>
7.1 水土流失变化 .....	79
7.2 综合结论 .....	79
7.3 存在问题及建议 .....	80
7.4 综合结论 .....	80

## 附件:

附件 1: 保山市发改委、市水利局关于昌宁县松林水库工程可行性研究报告的批复》(保发改农经〔2013〕769号);

附件 2: 保山水利局关于准予昌宁县松林水库工程水土保持方案的行政许可决定书,保水许可〔2014〕15号;

附件 3: 保山市水利局、保山市发展和改革委员会关于昌宁县松林水库工程初步设计报告的批复》(保水〔2014〕326号)。

附件 4: 水土保持补偿费缴纳凭证。

附件 5: 水行政主管部门监督检查意见。

附件 6: 项目区照片集

## 附图:

附图 1: 项目地理交通位置图;

附图 2: 昌宁县松林水库工程总平面布置图;

附图 3: 昌宁县松林水库工程水土流失防治责任范围图;

附图 4: 昌宁县松林水库工程水土保持措施竣工及监测点布置图。

昌宁县松林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		昌宁县松林水库工程								
建设规模	松林水库为小（I）型，水库总库容 347.02 万 m <sup>3</sup> ，兴利库容 211.78 万 m <sup>3</sup> ，死库容 85.1 万 m <sup>3</sup> ，正常蓄水位 1153m，死水位 1133.5m。	建设单位、联系人		昌宁县松林水库工程建设管理局/赵坤兰						
		建设地点		昌宁县柯街镇						
		所属流域		怒江流域						
		工程总投资		13718.37万元						
		工程总工期		3.5年（2015年6月—2018年11月）						
水土保持监测指标										
自然地理类型		剥蚀构造高中山地地形			防治标准			一级标准		
监测内容	监测指标		监测方法（设施）			监测指标		监测方法（设施）		
	1.水土流失状况监测		资料收集、实地调查、量测			2.防治责任范围监测		资料收集、实地调查、量测		
	3.水土保持措施情况监测		调查监测、定位监测			4.防治措施效果监测		普查、抽样调查、资料收集、样地调查、巡查		
	5.水土流失危害监测		宏观调查及走访问问			水土流失背景值		1236t/km <sup>2</sup> .a		
实际防治责任范围		41.17hm <sup>2</sup>			容许土壤流失量		500t/km <sup>2</sup> .a			
水土保持投资		438.79 万元			水土流失目标值		500t/km <sup>2</sup> .a			
防治措施		（1）工程措施：框格梁护坡 16350m <sup>2</sup> ，浆砌石挡渣墙 254m，钢筋石笼挡墙 230m，浆砌石截排水沟 2945m，混凝土截排水沟 685m，排水急流槽 82m，沉沙井 7 座，消力池 1 座，预制涵管 70m，表土剥离 17000m <sup>3</sup> ，覆土 17000m <sup>3</sup> ，复耕 4.25hm <sup>2</sup> ；（2）植物措施：植被恢复面积 10.45hm <sup>2</sup> 。其中枢纽工程区下游坝坡框格梁绿化 1.56hm <sup>2</sup> ，溢洪道边坡框格梁绿化 0.07hm <sup>2</sup> ，施工迹地植被恢复 0.28hm <sup>2</sup> ，水库管理所绿化 0.04hm <sup>2</sup> ；存弃渣场区植被恢复 3.30hm <sup>2</sup> ；料场区植被恢复 2.49hm <sup>2</sup> ；道路工程区路肩及边坡植被恢复 1.08hm <sup>2</sup> ；渠系工程区撒播草籽植被恢复 0.42hm <sup>2</sup> ；施工生产生活区植被恢复 1.21hm <sup>2</sup> ；（3）临时措施：临时排水沟 2510m，临时覆盖 1220m <sup>2</sup> ，临时拦挡 292m，临时沉砂池 8 座。								
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%	98.22%	防治措施面积	14.70 hm <sup>2</sup>	永久建筑物及硬化面积	3.70 hm <sup>2</sup>	扰动土地总面积	35.60 hm <sup>2</sup>
		水土流失总治理度	97%	97.29%	硬化面积	4.27hm <sup>2</sup>		水土流失总面积	15.11hm <sup>2</sup>	
		土壤流失控制比	1	1.01	工程措施面积	4.25hm <sup>2</sup>		容许土壤流失量	500t/km <sup>2</sup> .a	
		林草覆盖率	27%	38.47%	植物措施面积	10.45hm <sup>2</sup>		监测土壤流失情况	494.19t/km <sup>2</sup> .a	
		林草植被恢复率	99%	99.15%	可恢复林草植被面积	10.54hm <sup>2</sup>		林草达标面积	8.88hm <sup>2</sup>	
		拦渣率	95%	98%	实际拦挡弃渣量	7.31 万 m <sup>3</sup>		总弃渣量	7.31 万 m <sup>3</sup>	
	水土保持治理达标评价	本工程水土保持措施总体布局基本合理，完成了工程设计和水土保持方案所要求的水土流失的防治任务，水土保持设施工程质量总体合格，水土流失得到有效控制，整体上已具备水土保持功能，能够满足国家对开发建设项目水土保持的要求。								
总体结论	工程措施保存基本完整，植被长势良好，达到验收条件。									
主要建议		1、进一步对存活率较低的区域进行补植补种； 2、加强后期的植被抚育管理工作，避免因管理不当而影响植物措施的保存率。								

## 前言

松林水库位于昌宁县柯街镇东南方向施家田附近的小河坝河上游，坝址地理坐标东经 99°27'57"，北纬 24°52'20"，行政区划隶属柯街镇。松林水库工程兴建的主要目的是解决小河坝河沿河两岸柯街镇柯街村、芒赖村、柯街华侨农场社区、大地、玉地里、仙岳、扁瓦及卡斯镇大水平村共 2 个镇 8 个村委会 9981 亩农田灌溉问题。

2013 年 12 月 24 日，保山市发展和改革委员会、保山市水利局以保发改农经〔2013〕769 号文出具了关于昌宁县松林水库工程可行性研究报告的批复，同意新建昌宁县松林水库工程。水库总库容 347.02 万 m<sup>3</sup>，兴利库容 211.78 万 m<sup>3</sup>，死库容 85.1 万 m<sup>3</sup>，正常蓄水位 1153m，死水位 1133.5m；工程等别为 IV 等，工程规模为小（1）型。工程由昌宁县松林水库工程建设管理局负责建设，工程建设总投资 13718.37 万元（未决算），土建工程费用为 8945 万元，实际建设工期为 3.2 年，从 2015 年 6 月至 2018 年 7 月。

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，确保松林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松林水库工程建设管理局于 2013 年 12 月委托中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院有限公司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《昌宁县松林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 17 日保山水利局以“保水许可〔2014〕15 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《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，昌宁县松林水库工程建设管理局于 2015 年 6 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。结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要，松林水库工程水土保持监测开始于 2015 年 6 月，止于 2018 年 12 月，监测时段为 42 个月；在项目监测工作结束后，对松林水库监测工作开展情况、监测结果、工程水土保持方面存在的问题及相关建议等进行汇总，于 2019 年 10 月提交了《昌宁县松林水库工程水土保持监测总结报告》，为下阶段水土保持设施专项验收提供依据。

截止 2019 年 10 月，经统计，项目实施水土保持措施具体如下：（1）工程措施：框格

梁护坡 16350m<sup>2</sup>，浆砌石挡渣墙 254m，钢筋石笼挡墙 230m，浆砌石截排水沟 2945m，混凝土截排水沟 685m，排水急流槽 82m，沉沙井 7 座，消力池 1 座，预制涵管 70m，表土剥离 17000m<sup>3</sup>，覆土 17000m<sup>3</sup>，复耕 4.25hm<sup>2</sup>；(2)植物措施：植被恢复面积共计 10.45hm<sup>2</sup>。其中枢纽工程区下游坝坡框格梁绿化 1.56hm<sup>2</sup>，溢洪道边坡框格梁绿化 0.07hm<sup>2</sup>，施工迹地植被恢复 0.28hm<sup>2</sup>，水库管理所绿化 0.04hm<sup>2</sup>；存弃渣场区植被恢复 3.30hm<sup>2</sup>；料场区植被恢复 2.49hm<sup>2</sup>；道路工程区路肩及边坡植被恢复 1.08hm<sup>2</sup>；渠系工程区撒播草籽植被恢复 0.42hm<sup>2</sup>；施工生产生活区植被恢复 1.21hm<sup>2</sup>；(3)临时措施：临时排水沟 2510m，临时覆盖 1220m<sup>2</sup>，临时拦挡 292m，临时沉砂池 8 座。

通过监测分析计算，项目区背景值产生水土流失量 855.81t，在监测时段内施工期(2015 年 6 月~2018 年 11 月)产生水土流失量 1535.34t，植被恢复期(2018 年 11 月~2018 年 12 月)产生水土流失量 28.52t，各种措施的实施使这部分环境得到较大改善。

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 98.22%，水土流失总治理度 97.29%，土壤流失控制比达到 1.01，拦渣率达到 98%以上，林草植被恢复率达到 99.15%，林草覆盖率达到 38.47%。各项指标均达到方案目标值，并达到 I 级防治标准。

目前，工程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。

## 1 建设项目及水土保持工作概况

### 1.1 项目概况

#### 1.1.1 项目基本情况

##### 1.1.1.1 项目地理位置

松林水库位于昌宁县柯街镇东南方向施家田附近的小河坝河上游，坝址地理坐标东经 99°27'57"，北纬 24°52'20"。松林水库距柯街镇政府驻地约 4.0km，距昌宁县城 26km，312 省道从坝址西侧约 2.5km 处经过，交通便利。

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

- (1) 项目名称：昌宁县松林水库工程；
- (2) 建设单位：昌宁县松林水库工程建设管理局；
- (3) 建设地点：保山市昌宁县柯街镇；
- (4) 项目性质：新建；
- (5) 项目建设内容：主要包括挡水建筑物、泄水及放空建筑物、引水建筑物、输水渠道、永久道路、水库管理所及水库淹没区。
- (6) 工期安排：项目总工期 3.2 年，即 2015 年 6 月至 2018 年 7 月；
- (7) 工程总投资：工程总投资 13718.37 万元（未决算），土建工程费用为 8945 万元。
- (8) 征占地情况：本项目区占地面积为 35.60hm<sup>2</sup>。

表 1-1 工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
一	水文			
1	坝址以上流域面积	km <sup>2</sup>	37.2	
2	利用水文序列年限	a	42	昌宁气象站
3	径流区多年平均年径流量	万 m <sup>3</sup>	1632.8	
4	代表性流量			
	多年平均流量	m <sup>3</sup> /s	0.51	
	正常运用设计洪峰流量	m <sup>3</sup> /s	103	p=3.33%
	非常运用校核洪峰流量	m <sup>3</sup> /s	141	p=0.33%
5	泥沙			

序号	名称	单位	数量	备注
	多年平均悬移质年输沙量	万 m <sup>3</sup>	2.689	
	多年平均推移质年输沙量	万 m <sup>3</sup>	0.738	
二	水库			
1	水库水位			
	校核洪水位	m	1156.06	p=0.33%
	设计洪水位	m	1155.42	p=3.33%
	正常蓄水位	m	1153	
	死水位	m	1133.5	
	泥沙淤积高程	m	1130	
2	水库容积			
	总库容	万 m <sup>3</sup>	347.02	校核洪水位以下
	正常库容	万 m <sup>3</sup>	296.88	正常蓄水位以下
	兴利库容	万 m <sup>3</sup>	211.78	H <sub>正</sub> -H <sub>死</sub> 之间库容
	死库容	万 m <sup>3</sup>	85.1	死水位以下库容
3	库容系数	%	0.124	
4	调节特性			多年调节
三	工程效益指标			
1	灌溉面积	万亩	9984	
2	灌溉保证率	%	75	
3	年灌溉用水总量	万 m <sup>3</sup>	622.4	
四	淹没损失及工程永久占地			
1	征地总面积	km <sup>2</sup>	0.440	
2	生产安置人口	人	261	
3	淹没房屋	m <sup>2</sup>	115.84	
五	主要建筑物及设备			
1	拦河坝			
	型式		粘土心墙风化料坝	
	地基特性		微晶片岩夹变质砂岩、砂质板岩	
	地震设计烈度/设防烈度	度	VII/VII	
	坝顶高程	m	1157.0	防浪墙顶高程 1158.5m
	坝高	m	68	
2	溢洪道			
	型式		WES 堰	
	地基特性		微晶片岩夹变质砂岩、砂质板岩	
	堰顶高程	m	1153	
	溢洪道总长	m	345.318	
	设计洪水时下泄流量	m <sup>3</sup> /s	90.09	p=3.33%
	校核洪水时最大泄量	m <sup>3</sup> /s	127.75	p=0.33%
3	输水隧洞			
	型式		有压隧洞	
	地基特性		微晶片岩夹变质砂岩、砂质板岩	

序号	名称	单位	数量	备注
	输水洞进口高程	m	1130	
	闸门底板高程	m	1130	
	隧洞全长	m	126.704	
4	冲砂(兼导流)隧洞			
	型式			有压隧洞
	地基特性			微晶片岩夹变质砂岩、砂质板岩
	输水洞进口高程	m	1130	
	闸门底板高程	m	1130	
	隧洞全长	m	126.704	
七	施工			
	总工期	月	38	2015年6月-2018年7月
八	经济指标			
1	总投资	万元	13718.37	
2	供水水价	元/m <sup>3</sup>	0.298	

### 1.1.1.3 项目组成

松林水库工程主要由永久工程、临时工程两部分组成。

永久工程：主要包括挡水建筑物、泄水及放空建筑物、引水建筑物、输水渠道、永久道路、水库管理所及水库淹没区。

临时工程：主要包括施工生产生活区、临时施工道路、料场及存弃渣场。

表 1-2 松林水库项目组成表

序号	工程项目		主要项目组成	备注
1	枢纽工程区	挡水建筑物	粘土心墙风化料坝	永久占地
		泄水及放空建筑物	溢洪道，由引渠段、控制段、泄槽段及消力池组成，全长345.318m。	
		引水建筑物	输水隧洞由进口明渠、有压隧洞段、阀门井、无压隧洞段和出口段等组成，输水隧洞长126.704m；冲砂(兼导流)隧洞长380.459m。	
		水库管理所	位于大坝左坝肩，二层框架结构	
2	渠系工程区		小河坝河两岸已有干渠，该干渠修建于2012年，本工程不再新建灌渠，仅对坝体下游侧因施工破坏的部分渠道进行修复	
3	道路工程区	永久道路	永久道路3.66km	
		临时道路	临时道路2.82km	
4	料场区		1#、2#料场，新增粘土料场	临时占地
5	存弃渣场区		包括左岸、右岸下游共2个弃渣场	
6	施工生产生活区		包括施工临时营地、混凝土搅拌、钢筋、木材加工厂等施工生产以及施工生活设施	
7	水库淹没区		水库淹没总面积12.52hm <sup>2</sup> 。涉及基准年生产安置人口30人，无搬迁人口，淹没影响的专业项目涉及灌溉渠道10693m，渡槽1座/49m。	永久占地

松林水库于 2015 年 6 月开工，于 2018 年 7 月完工。目前，主体工程的枢纽工程区、渠系工程区、道路工程区均已建设完成，工程建设过程中启用了料场和弃渣场，并修建了相应的施工道路，布设了相应的施工临时生产生活设施。现阶段工程建设使用的土料场和弃渣场已进行植被恢复或复耕；工程使用的施工生产生活区及输水渠道周边施工扰动区域已进行植被恢复；工程建设使用的临时施工道路，应当地老百姓要求，除位于水库淹没范围临时施工道路外，均保留给当地村民继续使用。具体建设现状详见如下：

### 一、枢纽工程区

枢纽工程区由大坝、溢洪道、输水隧洞、冲沙（兼导流）隧洞及水库管理所组成。

#### （一）大坝及布置

大坝采用粘土心墙风化料坝，坝址位于小河坝河峡谷出口附近，粘土心墙风化料坝利用左、右岸相对较短的对称地形布置坝轴线，溢洪道和两条隧洞都布置在左岸。心墙风化石料坝坝顶宽 5.0m，坝轴线长 208.45m，最大坝高 68m，坝顶高程 1157.00m，防浪墙顶高程 1158m，心墙底高程 1089.00m（最低建基面），心墙顶高程 1156.50m，心墙顶宽 3.0m，心墙上、下游坡比 1:0.25。心墙上游设一层宽 3.0m 反滤料 1，下游设反滤料 1、反滤料 2 各一层，宽度为 2.0m，下游底部设水平排水体厚 2m，排水体上下各设 1m 厚水平反滤层。坝体与上游围堰完全结合，高程 1126.50m 以上坡比为 1:2.5，在高程 1126.50m 设 4.0m 宽马道，高程 1126.50m 以下坡比为 1:3.5。下游坝坡分三级，坡比均为 1:2.0，在高程 1132.00m、1112.00m 设马道。下游坝脚设排水堆石棱体，高 10.0m，顶高程为 1100.00m，顶宽 2.0m，排水棱体下游侧坡比 1:2.0，上游侧坡比 1:1.5。

坝基防渗采用粘土截水槽+帷幕灌浆的方式。坝址处基岩透水性较强，10Lu 线位于微新岩体中部。将坝基心墙以下冲积层全部挖除后设置 1.0m 厚的混凝土垫层，垫层混凝土下部进行固结灌浆深 5m。帷幕灌浆在垫层混凝土上进行，本阶段拟定帷幕灌浆底线穿过 10Lu 线。

大坝基本剖面采用中央粘土直心墙，心墙两侧为反滤，反滤层以外为风化料坝壳；坝壳料主要采用枢纽工程区的溢洪道、冲沙（兼导流）隧洞和输水隧洞的开挖可用料、料场剥离后的下层料及河床部位天然砂砾料，为保证下游坝壳排水通畅，

在下游坝脚设置堆石排水棱体；为适应坝顶沉降及满足交通、排水要求，坝顶采用碎石沥青路面，并略向下游倾斜，坡度为 0.2%；大坝上、下游坝坡综合考虑抗

震及美观，上游坝坡采用大块石护坡并整理平整。在下游坝坡与岸坡交界处设浆砌石排水沟，避免冲刷坝脚。

心墙土料来源于土石料场；风化料来源于枢纽工程区的溢洪道、冲沙（兼导流）隧洞和输水隧洞的开挖可用料、土石料场剥离后的下层料及河床部位的天然砂砾料；本工程反滤料均从昌宁砂石料场采购成品。

### （二）溢洪道

溢洪道布置在左岸，为无闸门控制的开敞式溢洪道，轴线采用直线布置，溢洪道总长 345.318m，由引渠段、控制段、渐变段、泄槽段、消力池段及出口引渠组成。其中，引水渠段长 43.520m，为梯形断面。底宽 11.71m~9.0m，底板高程 1150.0m，底坡  $i=0$ ，边墙高 0~7.5m，底板厚 0.6m；控制段长 12.0m，为梯形断面，底宽 9.0m，控制段内设 3m 高 WES 堰，堰顶高程 1153.0m，即正常蓄水位；渐变段长 15.0m，梯形断面，底宽 9.0m~5.0m，底坡  $i=0.05$ ，边墙高 7.7m~8.45m，底板厚 0.6m；泄槽段长 183.049m，底宽 5.0m，底坡  $i=0.339$ ，边墙高 3.0m~2.0m，底板厚 0.6m；消能防冲设施采用底流消能，消力池长 53m，后接 10m 长引渠。溢洪道引渠段、控制段、渐变段及出口引渠段采用 C25 钢筋混凝土浇注，泄槽段采用 C30 钢筋混凝土浇注，消力池段迎水面 50cm 厚采用 C30 钢筋混凝土，其它部分采用 C25 混凝土。

### （三）输水隧洞

输水隧洞布置于大坝左岸，由进口明渠、进口段、有压隧洞段、堵头段、无压隧洞段和出口段组成，隧洞长度 126.704m，底坡  $i=0\%$ 。输水隧洞进口底板高程为 1130.00m，进口明渠长 8.196m，进口段长 8m，后接 1.5m×2.0m 城门洞型有压隧洞段，衬砌厚度为 0.4m。坝轴线处设置 10m 长混凝土堵头，混凝土中埋置两根 DN600mm 的钢管，在钢管上各设置一套闸阀（Z41H-10）作为检修阀门，以及一套蝶阀（D341X-10）作为工作阀门以调节向下游供水的流量。堵头段后接无压隧洞段，其断面为 1.5m×2m 的城门洞形，衬砌厚 0.3m。出口段底板高程为 1130.00m，底板和边墙均为 0.3m 厚，末端与下游输水渠道连接。

### （四）冲砂（兼导流）隧洞

冲砂兼导流隧洞位于大坝左岸，由进口喇叭段、进口明洞段、闸室段、洞身段和出口明渠泄槽组成，总长 380.459m。隧洞进口底板高程为 1115.00m，出口底板高程为 1108.00m；进口喇叭口长 6.093m，明洞段长 6.5m，洞身段长 172.977m；在桩号 0+26.445m~0+37.545m 段设置闸室，闸室前采用 2.5×3.5m 的城门洞型，底坡为 0%，

闸室后采用 2×2m 的城门洞型，底坡为 5.17%，在闸室前设置 10m 长的渐变段，闸室后设置 20m 长的渐变段。隧洞出口接泄槽、消力池及出口引渠；泄槽长 97.643m，为矩形断面，断面尺寸 2m×3m；消力池长 50m，后接 10m 长引渠。进口喇叭口、明洞段、闸室前洞身段采用 C30 钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度 0.50m。闸室后洞身段、泄槽采用 C40 钢筋混凝土(掺钢纤维)，消力池迎水面 50cm 厚为 C40 钢筋混凝土(掺钢纤维)，其它部分为 C25 钢筋混凝土。

#### (五) 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，为两层框架结构，位于大坝左坝肩，占地面积 0.16hm<sup>2</sup>。

枢纽工程区现状均被硬化及植被覆盖，土壤侵蚀强度判读为微度。

枢纽工程建设现状详见如下照片：



## 二、渠系工程区

坝址两岸于 2012 年修建了三面光输水干渠，渠道来水主要分为两个部分，一部分引用橄榄沟电站弃水，经坝址上游约 500m 处渡槽引至左岸；另外一部分由小河坝河径流供给，在坝址上游约 600m 处修建浆砌石挡水坎，形成雍水后汇入渠道；干渠由右岸邻近橄榄沟起至柯街华侨农场附近总长约 17.87km，渠道已进行过三面光水泥砂浆抹面，渠道断面为 80cm\*120cm。

经水力复核，该渠道基本可满足小河坝河沿河两岸柯街镇柯街村、芒赖村、柯街华侨农场社区、大地、玉地里、仙岳、扁瓦及卡斯镇大水平村共 2 个镇 8 个村委

会 9945 亩农田灌溉引用流量  $0.582\text{m}^3/\text{s}$  过流要求，干渠渠道不需要改扩建。本工程不再新建灌渠，仅对坝体下游侧因施工破坏的部分渠道进行修复。



### 三、道路工程区

根据现场踏勘，实际建设过程中施工道路布局根据实际稍有调整，总体变化不大，实际共修建施工道路 6.48km，其中永久道路 3.66km，临时道路 2.82km，相比原设计永久道路长度增加 0.43km，临时道路长度增加 0.07km。实际建设施工道路详见表 1-4。

**表 1-3 松林水库工程施工道路建设统计表（实际）**

名称	用途	公路等级	路面性质	路面宽	路基宽	临时(m)	永久(m)	备注
R1	进场公路	四级	泥结石路面	4	4.5		2500	改扩建
R2	左岸上坝公路	四级	泥结石路面	4	4.5		1160	新建
R3	左岸上游公路	四级	泥结石路面	4	4.5	600		新建
R4	料场开采公路	四级	泥结石路面	4	4.5	1220		改扩建
R5	承包商营地公路	四级	泥结石路面	4	4.5	200		新建
R6	左岸下游低线公路	四级	泥结石路面	4	4.5	360		新建
L1	右岸下游低线道路	四级	泥结石路面	4	4.5	340		新建
	其他临时便道		便道	4	4.5	100		新建
合计						2820	3660	

道路工程区中，进库道路已进行硬化，但由于部分施工临时道路保留给当地村民继续使用，为泥结石路面，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。



#### 四、料场区

根据《水保方案》，共规划有一处土料场和一处砂卵石料场，其中 1#料场位于水库左坝肩一带，为土石料场，主要提供大坝填筑的土、石料，设计开采面积  $4.69\text{hm}^2$ ，分布高程为  $1160\text{m}\sim 1220\text{m}$ ，终采平台高程为  $1160\text{m}$ ，料场的表部坡积层作为防渗土料，储量约  $25.89\text{万 m}^3$ ，坡积层厚度一般小于  $7\text{m}$ ，表层根植土厚度一般  $0.3\text{m}\sim 0.4\text{m}$ ，下部有用料都可作为坝壳料上坝，储量约  $104.94\text{万 m}^3$ ，料场的防渗土料及坝壳料质量指标都满足规范要求。2#料场主要位于库区河床，为砂卵砾石料场，主要提供砂卵砾石料，直接在河床采集即可，平均运距  $500\text{m}$ ，可提供有用料约  $24.5\text{万 m}^3$ 。

根据现场踏勘，1#料场实际开采扰动面积  $4.94\text{hm}^2$ ，实际开采量  $82.36\text{万 m}^3$ ；目前已完成植被恢复；2#料场实际开采扰动面积  $1.58\text{hm}^2$ ，实际开采量  $3.80\text{万 m}^3$ ，目前位于水库淹没线以下；实际建设过程中在 1#料场北侧新增粘土料场一座，现状开采扰动面积约  $1.89\text{hm}^2$ ，实际开采量  $11.24\text{万 m}^3$ 。

料场区土壤侵蚀强度判读为轻度。



1#料场现状



新增粘土料场现状

### 五、存弃渣场区

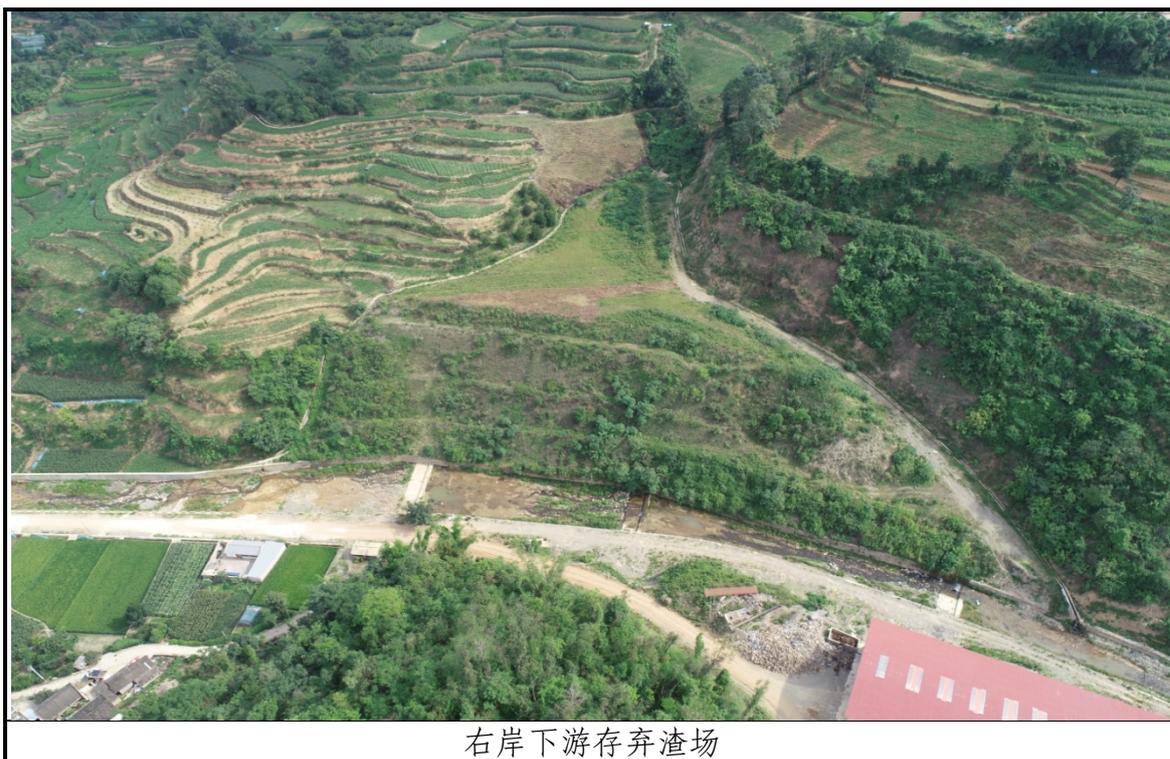
《水土保持方案报告》中规划3个渣场：左岸下游存渣场、右岸下游存弃渣场及1#料场施工后期作为渣场使用。总占地面积 $11.41\text{hm}^2$ ，容量为 $23.2\text{万m}^3$ ，最终弃渣量为 $6.46\text{万m}^3$ 。存弃渣场特性详见表1-4。

表 1-4 存弃渣场特性表

弃渣场名称	容量 (万 m <sup>3</sup> )	堆渣高程 (m)	堆高 (m)	临时堆存/永久堆渣 量 (万 m <sup>3</sup> )		占地 (hm <sup>2</sup> )	渣料来源/表土来 源	渣场类 型	
				自然方	松方				
左岸下游存渣场	10	1090~1110	10	6.5	9.8	3.23	工程开挖有用料	临河	
右岸下 游存弃 渣场	存渣 段	14	1090~1110	20	6.2	9.3	4.69	工程开挖弃料	临河
	弃渣 段	6.2	1080~1090	10	2.6	3.9		工程开挖有用料	
1#料场	7	1160~1162	2	3.8	5.8	3.49	料场剥离无用料	平台	
合计	23.2			19.1	28.8	11.41			

根据现场调查核实，工程实际建设过程中，对土石方平衡优化，仅保留左岸下游存渣场和右岸下游存弃渣场，未启用规划的 1#料场平台渣场，目前工程弃渣已结束，其中左岸下游存渣场实际占地面积 1.43hm<sup>2</sup>，堆渣量 2.07 万 m<sup>3</sup>；右岸下游存弃渣场实际占地面积 1.92hm<sup>2</sup>，堆渣量 8.91 万 m<sup>3</sup>，存弃渣场区域已实施挡渣墙、截排水及植被恢复措施，弃渣场土壤侵蚀强度判读为轻度。





#### 六、施工生产生活区

施工生产生活区主要包括施工临时营地、混凝土搅拌、钢筋、木材加工厂等施工生产以及施工生活设施。根据现场踏勘，施工生产区布置在大坝左岸附近的缓坡地带以及左岸弃渣场上，生产区内相应布置有混凝土搅拌站、砂石料加工系统、木材加工厂、钢筋加工厂等生产设施。施工临时营地（业主、承包商营地）布置在左岸坝顶下游 370m 山脊部位，施工生产生活区占地  $1.25\text{hm}^2$ ，施工结束后工程使用的施工生产生活区撒播草籽绿化。施工生产生活区土壤侵蚀强度判读为轻度。



#### 1.1.1.4 施工组织

##### 1、施工场地布置

松林水库交通方便，目前已有乡村便道通到坝址附近。料场在坝址左坝肩，枢纽工程规模不大，布置紧凑，根据地形及料场位置，采用分散与集中相结合的方式进行施工总体布置。施工生产区布置在大坝左右岸附近的缓坡地带，生产区内相应布置有木材加工厂、钢筋加工厂等生产设施；由于本工程规模小，配置 HZ25 混凝土搅拌站 1 座，设置在料场下游侧冲沟内较平整处；施工临时营地布置在左岸坝顶下游 370m。

##### 2、施工用水、用电

施工用水直接取自附近河道，水源点至供水系统间采用管道输水；施工用电主要从工程区周边村庄现有 10kV 供电线路直接接引。

##### 3、施工排水

项目区施工期的汇水经过临时沉淀池沉淀后就近排往下游的河道内。

##### 4、施工材料

本工程所需天然建材类别有防渗土料、粗细骨料和块石料。经现场实际调查，工程所需的风化料、防渗土料均于粘土料场开采；喷混凝土骨料、反滤料、排水棱

体及排水棱体反滤料及浆砌石用料均采取外购方式，外购于当地合法土石料场。

#### 1.1.1.5 土石方平衡

根据施工和监理资料，工程施工过程中，开挖土方 123.47 万  $\text{m}^3$ （土石方开挖 121.77 万  $\text{m}^3$ ，表土剥离 1.70 万  $\text{m}^3$ ）；回填利用 122.54 万  $\text{m}^3$ ，其中直接回填 99.7 万  $\text{m}^3$ ，转存回填利用 22.84 万  $\text{m}^3$ ；从合法土料场外借 8.08 万  $\text{m}^3$ ，绿化及复耕覆土 1.7 万  $\text{m}^3$ ，最终弃渣 7.31 万  $\text{m}^3$ （自然方），弃渣松方为 10.98 万  $\text{m}^3$ （松方系数取 1.5）。

表 1-5

工程土石方平衡及弃渣流向表

单位: m<sup>3</sup>

序号	分区	开挖				回填			调入		调出		外借方		表土及弃渣				
		小计	土方开挖	石方开挖	表土剥离	小计	直接回填	转存 回填 利用	数量	来源	数量	去向	数量	来源	表土 数量	去向	弃渣数量	去向	
一	枢纽工程区	18.34	14.37	3.97		120.24	97.40	22.84	97.40					8.08					
	大坝	6.47	4.27	2.20		120.24	97.40	22.84	97.40	料场区				8.08	合法土 石料场				
	冲沙泄洪洞	2.36	1.33	1.03															
	输水隧洞	0.34	0.06	0.28															
	溢洪道	9.17	8.71	0.46															
	围堰填筑	0																	
二	道路工程区	1.96	0.65	0.81	0.50	1.46	1.46									0.50			
三	施工生产生活区	1.76	0.79	0.97		0.84	0.84											0.92	左岸渣场
四	渠系工程区	0.43	0.43															0.43	右岸渣场
五	存渣场区	0.21			0.21											0.21	右岸渣场		
六	料场	100.77	15.58	84.20	0.99							97.40	大坝 填筑			0.99		2.38	右岸渣场
	合计	123.47	31.82	89.95	1.70	122.54	99.70	22.84	97.40			97.40		8.08		1.70		7.31	

注: 均为自然方。

### 1.1.1.6 工程占地

工程建设总占地面积为 35.60hm<sup>2</sup>，其中枢纽工程区占地 5.79hm<sup>2</sup>，存弃渣场区占地 3.35hm<sup>2</sup>，料场区占地 6.83hm<sup>2</sup>，道路工程区占地 5.41hm<sup>2</sup>，施工生产生活区占地 1.25hm<sup>2</sup>，渠道工程区占地 0.45hm<sup>2</sup>，水库淹没区占地 12.52hm<sup>2</sup>，项目区原始占地类型为水田、建设用地、坡耕地、园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地及其他用地。占地面积及类型详见表 1-6。

表 1-6 项目实际占地面积表

分区	占地类型及面积 (hm <sup>2</sup> )								小计
	水田	坡耕地	园地	林地	交通运输用地	建设用地	水域及水利设施用地	其他用地	
枢纽工程区	0.16	0.74	1.07	3.51	0.15	0.01	0.15		5.79
存弃渣场区		1.91	1.44						3.35
料场区		1.07	5.76						6.83
道路工程区			2.88	0.68	1.85				5.41
施工生产生活区			1.25						1.25
水库淹没区	0.10			11.32				1.10	12.52
渠道工程区							0.45		0.45
合计	0.26	3.72	12.40	15.51	2.00	0.01	0.60	1.10	35.60

### 1.1.2 项目区概况

#### 1.1.2.1 地形地貌

工程区为中山峡谷地貌类型，山脉及水系呈近南西西向延伸，地势总体上北东高南西低。坝址位于小河坝河峡谷出口附近，坝段内河流整体自 E 向 W 流，枯水期水面宽 1m~3m，水深约 0.2m~0.5m，岸坡上部高程 1200m，河床高程 1095m，相对高差 105m。河谷呈基本对称的“V”型谷，两岸地形坡度约 40°~45°，高程 1130 以下地形较陡，以上地形变缓。两岸冲沟较发育。

水库区两岸分水岭高程左岸在 1350m~1750m 之间，右岸在 1500m~1700m 之间。小河坝河总体流向 N85°W，两岸小冲沟较为发育，多呈南北向分布，左岸发育一较大支沟，由北向西渐转东西向最后转为北北西向汇入小河坝河，该支沟延伸约 5km。小河坝河河谷切割较深，谷底高程 1070m~1200m，相对高差 250m~500m，大部分河段为“V”形谷，两岸坡度多在 25°~35°，局部稍陡。部分河段分布有 I 级阶地，I 级阶地拔河高 1.5m~4m。

### 1.1.2.2 地质

工程区大地构造单元属冈底斯-念青唐古拉褶皱系，福贡-镇康褶皱带与昌宁-孟连褶皱带的衔接部位，处于青藏滇缅印尼巨型歹字型构造成体系中段与经向构造体系相复合的部位，歹字型构造体系和经向构造体系占主导地位，为本区的基本构造格架，零星的纬向构造体系在测区亦有所表现。

枢纽工程区地质构造较发育，区域断裂扁瓦断裂(F1)从枢纽工程区E侧约850m处通过，受其影响，枢纽工程区断层和小褶皱较发育。枢纽工程区岩层整体走向NW~NWW，与河谷斜交，为斜向谷，右岸岩层缓倾NE，左岸多数倾向SW，局部倾向NE，缓~中等倾角。

水库区处于昌宁营盘亚练弧形构造北部内，主构造形迹呈NW向。库区断裂构造发育，区域性断层扁瓦断裂(F1)从库尾东侧通过，沿N40°W方向延伸，陡倾NE，与小河坝河斜交，断层破碎带宽约30m，由片状岩、糜棱岩、碎裂岩、构造透镜体及断层泥等组成，胶结中等。该断裂在区域上延伸约15km，为压扭性。在近坝库段附近发育一条II级结构面F2，产状N10°~20°W，NE∠85°。此外，还发育数条规模较小破碎带为0.5m~1m的III级结构面。库区构造均表现为挤压性质特征。库区地层总体走向NW，为斜向谷，发有数个小褶曲，岩层波状起伏，近坝库段倾向NE，远坝库段倾向SW，多为缓~中等倾角。

工程区域属于青藏地震区南部亚区的滇西南地震带，东侧紧临中部亚区的鲜水河-滇东地震带。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，枢纽工程区50年超越概率10%的基岩场地地震动峰值加速度为0.20g，相应的基本地震烈度均为VII度，地震动反应谱特征周期为0.45s，场区建筑物按VII度设防。

### 1.1.2.3 气象

根据昌宁气象站实测资料统计：项目区多年平均气温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1396.4mm，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。

工程区位于云南省西部，属亚热带季风气候区，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，水库径流区多年平均降水量 1396.4mm。每年 11 月至次年 4 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，蒸发量大，该期降雨量占年降雨量的 15.5%左右；5 月至 10 月由于受西南暖湿气流的影响，气温较高、雨量充沛、降水日数增多，该期降雨量占年降雨量的 84.5%左右，其中 6~8 月占全年降雨量的 53%左右。20 年一遇 1h、6h、24h 最大降雨量分别为 62.79mm、90.48mm、123.21mm。

#### 1.1.2.4 水文

松林水库工程所在河流为枯柯河左岸一级支流—小河坝河。小河坝河发源于大蒿坝一带的山箐，河流由东向西流经大蒿坝、马鞍山、毛草山、玉地里、弯家田、施家田、海子田和小团山，在罗壁寨附近汇入枯柯河，全长 17.5km，流域最高点为胡家山，海拔 2342.0m。枯柯河为勐波罗河的中下游段，发源于保山市隆阳区王家箐山梁北麓，主河道自北向南流经保山坝后进入昌宁县境内的柯街坝和湾甸坝，在施甸县旧城乡的大山寨附近汇入怒江。按习惯划分，枯柯河在隆阳区境内称为东河，流至柯街纳入温炭河和落勺河后称枯柯河，流至湾甸坝后称湾甸河，流至旧城坝后又改称为勐波罗河。勐波罗河流域地处怒江东岸，主河道全长 208km，河道平均坡降 1.61%，径流面积 6642.9km<sup>2</sup>。库区两岸见泉水出露，流量较小，其出露高程均高于水库正常蓄水位，库区小河坝河两岸的地下水位高于河水位，地下水补给河水。工程区属怒江流域范围。

#### 1.1.2.5 土壤

昌宁县共有 10 个土类，24 个亚类，26 个土种，128 个变种，地带性土壤有黄壤、砖红性红壤、红壤、黄棕壤、红土和棕壤 6 类，非地带性土壤有紫色土、水稻土、石灰土和冲击土 4 类。

项目区土壤类型主要以砖红壤为主，土层适中，肥力较好。

#### 1.1.2.6 植被

项目区植被以林地、灌木林为主，植被覆盖率约为 44%。植物种类主要有云南松、高山栲、白穗石栎、银木荷、滇青冈等；草本种类主要有紫茎泽兰、蔗茅、白茅、硬杆子草、鬼针草、铁扫帚、黄泡、山合欢、黄花稔等。区内无国家级和省级规定保护的野生动植物和古树名木。

### 1.1.2.7 侵蚀类型及强度

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情况

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防保护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），项目所在昌宁县柯街镇为国家级“西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区”，依据《开发建设项目水土保持技术规范》和《开发建设项目水土流失防治等级标准》要求及相关法律、法规，本工程水土流失防治等级执行一级标准。

### 1.1.2.9 项目区水土流失现状

本工程属侵蚀中山区地貌，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，施工过程中存在临时堆存土，且坝肩形成裸露边坡，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) 渠系工程区：本区域建设过程主要包括基础开挖、土石方回填等施工阶段。基础开挖产生较大的土石方开挖、回填，改变了地表形态，松散、裸露地面在降水冲刷下造成水土流失；目前已建设完毕，扰动区域实施了绿化措施。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) 道路工程区：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，随着混凝土及泥结石路面、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。道路区中，部分施工临时道路保留给当地村民继续使用，为泥结石路面，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。

(4) 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，建设单位对风化料场进行了植被恢复，并在沿河区域实施了拦挡措施；粘土料场开采结束后进行了复耕。在树、草栽植初期，因植物成长需要一定的过程，绿化区域覆盖度较低，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，覆盖度提高后，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。

(5) 存弃渣场区：弃渣场主要堆存大坝建设开挖弃土。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。

(6) 施工生产生活区：该区域土石方产生在场平开挖施工过程中，在降水冲刷下造成流失；施工结束后工程使用的施工生产生活区撒播草籽绿化。施工生产生活区土壤侵蚀强度判读为轻度。

## 1.2 水土保持工作情况

### 1.2.1 建设单位水土保持管理

根据《中华人民共和国水土保持法》，自水土保持方案报水行政主管部门批准后，为保证水土保持方案的顺利实施，工程建设单位昌宁县松林水库工程建设管理局派人专人负责本项目建设过程中水土保持的领导、管理和实施工作；并配合地方水行政主管部门对本建设项目水土保持措施的实施情况进行监督和管理，搞好本项目的水土保持工作。

在工程建设过程中，把水土保持工作列入重要议事日程，并认真组织方案的实施和管理。在施工过程中要求施工单位应采取各种有效措施，防治在其防治范围内发生水土流失，避免对其范围外的土地进行扰动、破坏地表植被，避免对周边生态环境的影响；要求监理单位履行自己应承担的职责，为水土保持措施保质、按期和限额完成提供服务。

### 1.2.3 “三同时”制度落实

项目完成前期工作后于2015年6月开工，于2018年7月竣工，2013年12月委托中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院有限公司进行水土保持方案编制工作，该阶段水保方案与主体设计不同步；在项目建设过程中，建设单位按照批复的水保方案，实施了框格梁护坡、浆砌石挡墙、钢筋石笼挡墙、浆砌石排水沟、混凝土排水沟、预制涵管、植被恢复、临时覆盖、临时排水沟、沉砂池等水土保持措施，该阶段水保措施与主体工程同时实施；项目竣工后，实施后的永久水保措施与主体工程同时运行。

### 1.2.4 水土保持方案编报审批及变更

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，确保松林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，建设单位于2013年12月委托中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院有限公司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《昌宁县松林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17日保山水利局以“保水许可〔2014〕15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。

通过查阅施工和监理等资料和现场踏勘，同保山水利局以保水许可〔2014〕15号批复的水保方案对比分析，项目变更主要为：

#### 一、弃渣场

《水土保持方案报告》中规划3个渣场：左岸下游存渣场、右岸下游存弃渣场及1#料场施工后期作为渣场使用。总占地面积 $11.41\text{hm}^2$ ，容量为 $23.2\text{万m}^3$ ，最终弃渣量为 $6.46\text{万m}^3$ 。

初步设计时，对工程土石方平衡优化，仅保留左岸下游存渣场和右岸下游存弃渣场2个渣场即可满足堆渣要求，并对其占地面积及容量进行优化。其中左岸下游

存渣场实际占地面积  $1.43\text{hm}^2$ ，堆渣量  $2.07\text{万 m}^3$ ；右岸下游存弃渣场实际占地面积  $1.92\text{hm}^2$ ，堆渣量  $8.91\text{万 m}^3$ 。

## 二、土石方平衡

《水土保持方案报告》中，工程土石方开挖共  $135.69\text{万 m}^3$ （土方开挖  $31.91\text{万 m}^3$ ，石方开挖  $101.29\text{万 m}^3$ ，表土剥离  $2.49\text{万 m}^3$ ）；回填利用  $132.57\text{万 m}^3$ ，其中直接回填  $129.5\text{万 m}^3$ ，转存回填利用  $3.07\text{万 m}^3$ ；外借  $5.83\text{万 m}^3$ ，产生弃方  $8.95\text{万 m}^3$ （其中绿化及复耕覆土  $2.49\text{万 m}^3$ ），最终弃渣  $6.46\text{万 m}^3$ （自然方），弃渣松方为  $9.69\text{万 m}^3$ （松方系数取 1.5）。弃渣中的石方考虑了综合利用，弃渣以土方为主，可直接进行植被恢复。

相对于可行性研究阶段的《水土保持方案报告》，初步设计阶段，工程土石方开挖共  $123.47\text{万 m}^3$ （土石方开挖  $121.77\text{万 m}^3$ ，表土剥离  $1.7\text{万 m}^3$ ）；回填利用  $122.54\text{万 m}^3$ ，其中直接回填  $99.7\text{万 m}^3$ ，转存回填利用  $22.84\text{万 m}^3$ ；外借  $8.08\text{万 m}^3$ ，绿化及复耕覆土  $1.7\text{万 m}^3$ ，最终弃渣  $7.31\text{万 m}^3$ （自然方），弃渣松方为  $10.98\text{万 m}^3$ （松方系数取 1.5）。开挖量减小了  $12.22\text{万 m}^3$ （主要为料场开挖量减小，优化料场开采利用率），弃渣量增加了  $0.85\text{万 m}^3$ （主要为主体工程区及施工生产生活区弃渣量增加较多）。详见土石方平衡对比表 2-1。

表 2-1 土石方平衡对比表单位: 万 m<sup>3</sup>

序号	项目组成		开挖			回填			调入方	调出方	外借	废弃/转存	
			小计	表土剥离	土石方开挖	小计	直接回填利用	转存回填利用	数量	数量	数量	表土	弃渣
一	主体工程区	可研阶段	16.76		16.76	130.92	127.85	3.07	110.96		5.83		2.63
		实际实施	18.34		18.34	120.24	97.40	22.84	97.40		8.08		3.583
		变化量	1.58		1.58	-10.68	-30.45	19.77	-13.56		2.25		0.953
二	交通道路工程区	可研阶段	1.39	0.5	0.89	0.89	0.89					0.5	0
		实际实施	1.96	0.5	1.46	1.46	1.46					0.5	0
		变化量	0.57	0	0.57	0.57	0.57					0	0
三	施工生产生活区	可研阶段	0.76		0.76	0.76	0.76						0
		实际实施	1.76		1.76	0.84	0.84						0.92
		变化量	1		1	0.08	0.08						0.92
四	渠系工程区	可研阶段	0	0	0	0	0	0					0
		实际实施	0.43		0.43	0	0	0					0.43
		变化量	0.43	0	0.43	0	0	0					0.43
五	存弃渣场区	可研阶段	0.94	0.94								0.94	0
		实际实施	0.21	0.21								0.21	0
		变化量	-0.73	-0.73								-0.73	0
六	料场区	可研阶段	115.84	1.05	114.79					110.96		1.05	3.83
		实际实施	100.77	0.99	99.78					97.40		0.99	2.38
		变化量	-15.07	-0.06	-15.01					-13.56		-0.06	-1.45
合计		可研阶段	135.69	2.49	133.2	132.57	129.5	3.07	110.96	110.96	5.83	2.49	6.46
		实际实施	123.47	1.70	121.77	122.54	99.70	22.84	97.40	97.40	8.08	1.70	7.31
		变化量	-12.22	-0.79	-11.43	-10.03	-29.80	19.77	-13.56	-13.56	2.25	-0.79	0.85

### 三、占地面积

《水土保持方案报告》中,本工程总征地面积合计为 39.97hm<sup>2</sup>。其中主体工程区 3.53hm<sup>2</sup>、存弃渣场区 7.92hm<sup>2</sup>、料场区 6.93hm<sup>2</sup>、交通道路工程区 6.92hm<sup>2</sup>,施工生产生活区 0.35hm<sup>2</sup>。

工程实际总征地总占地面积 35.60hm<sup>2</sup>。相对于方案设计,工程总占地面积减少 4.37hm<sup>2</sup>,其中,枢纽工程区增加 2.26hm<sup>2</sup>,增加用地主要是初设阶段对枢纽大坝布置微调的结果;存弃渣场减小了 4.57hm<sup>2</sup>,主要是因为对施工布置进行微调整,同时优化施工工艺,根据弃渣量堆渣场进行了复核;料场区占地较小了 0.10hm<sup>2</sup>,主要是对 1#料场储量进行了复核计算,对其开采范围进行了细化;道路工程区占地减少了 1.51hm<sup>2</sup>,主要是方案设计为保障道路走向与施工方便,增加了永久道路和临时道路的未扰动面积,实际施工过程中均未扰动,因此取消了该部分占地面积;施工生产生活区占地增加了 0.90hm<sup>2</sup>,主要是考虑到施工方便,增加了枢纽工程生产区、混凝土生产系统、料场工程生产区用地等;新增渠系工程区占地 0.45hm<sup>2</sup>。详见表 2-2。

表 2-2 方案设计与实际实施占地变化情况对比表

序号	项目	方案设计	实际实施	变化量	备注
1	枢纽工程区	3.53	5.79	2.26	永久占地
2	存弃渣场区	7.92	3.35	-4.57	临时占地
3	料场区	6.93	6.83	-0.10	临时占地
4	道路工程区	6.92	5.41	-1.51	永久/临时占地
5	施工生产生活区	0.35	1.25	0.90	临时占地
6	渠系工程区	0	0.45	0.45	永久占地
7	水库淹没区	14.32	12.52	-1.80	永久占地
合计		39.97	35.60	-4.37	

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)第三条、第四条、第五条规定,结合工程变化情况对工程是否构成重大变更进行了梳理,根据梳理结果,本项目占地面积、弃渣场、土石方平衡变化均可以纳入水土保持设施验收管理,项目建设不存在重大变更。

#### 1.2.5 水土保持监测意见及落实意见

我公司于 2015 年 6 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本项目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 2015 年 6 月、2015 年 10 月、2016 年 3 月、2016 年 6 月、2016 年 9 月、2016 年 12 月、2017 年 4 月、2017 年 7 月、2017 年 10 月、2017 年 12 月、2018 年 2 月、2018 年 5 月、2018 年 9 月、2018 年 12 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。

### 1.2.6 水土保持监督检查意见及落实情况

项目建设过程中，项目上级主管单位保山市水务局于 2017 年 9 月 27 日进入施工现场检查，提出的项目水土保持存在的问题及建议为：

- (1) 大坝下游右岸弃渣场未按设计要求堆存，拦挡及截排水措施不完善；
- (2) 土料场平台排水沟不完善；
- (3) 施工平台排水沟不完善；
- (4) 表土剥离，保护措施不完善；
- (5) 未缴纳水土保持设施补偿费。

建设单位通过加强水土保持管理，并及时通知施工单位尽快落实完善各施工区域各项水土保持措施。主要完成工作内容如下：

- (1) 修复并完善弃渣场下游拦挡措施，在渣场外围设置畅通的排水措施；
- (2) 在土料场平台新修截排水沟 300m，将平台汇水截留，最终排出场外；
- (3) 完善了施工平台排水沟；
- (4) 对前期剥离的表土采用临时覆盖措施进行防护；
- (5) 于 2017 年 12 月 15 日向保山水利局缴纳了本项目的水土保持补偿费 18.32 万元。

### 1.2.7 水土流失危害事件及处理情况

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

为客观评价本项目水土保持设施实施情况及水土保持设施对工程建设产生水土流失

的防治效果，并为工程水土保持专项验收提供必备的监测资料，建设单位根据水利部第 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（2002 年 10 月，2005 年 7 月 24 号令修改）、《水利部办公厅关于贯彻落实国发〔2015〕58 号文件进一步做好水土保持行政审批工作的通知》（办水保〔2015〕247 号）相关要求，于 2015 年 6 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行本项目的水土保持监测工作，为下阶段水土保持设施专项验收提供依据。

在监测工作过程中，成立了监测项目组，对本项目实行实地监测，结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要，松林水库工程水土保持监测开始于 2015 年 6 月，止于 2018 年 12 月，监测时段为 42 个月；在项目监测工作结束后，对松林水库监测工作开展情况、监测结果、工程水土保持方面存在的问题及相关建议等进行汇总，于 2019 年 10 月提交了《昌宁县松林水库工程水土保持监测总结报告》，为下阶段水土保持设施专项验收提供依据。

### 1.3.1 监测实施方案执行情况

根据本项目的特点和实际情况。在监测工作中，主要完成监测设施的布设、水土保持现状调查、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）根据工程建设进度，针对已启用的粘土料场、风化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；

（2）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；

（3）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；

（4）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；

（5）对已扰动区域已实施水土保持措施、“三同时”落实情况及其防治效果调查。

#### 二、内业工作

（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）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) 编制完成《昌宁县松林水库工程水土保持监测总结报告》。

### 1.3.2 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，本项目水土保持监测开始于2015年6月，止于2018年12月，监测时段为3.5a。

我公司于2015年6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本项目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2015年6月、2015年10月、2016年3月、2016年6月、2016年9月、2016年12月、2017年4月、2017年7月、2017年10月、2017年12月、2018年2月、2018年5月、2018年9月、2018年12月。

### 1.3.3 监测项目部组成及技术人员配备

为保障监测工作高质量、高效率完成，我单位成立了昌宁县松林水库工程水土保持监测项目组，针对项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工，同时加强与当地水行政部门联系，以便及时获取水土保持监测工作新信息。

在昌宁县松林水库工程每期外业监测时，应保证水土保持、水工或从事该专业的至少有1人次，确保监测工作科学、系统的进行。

表 1-7 昌宁县松林水库工程水土保持监测人员安排和组织分工

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	张洪开	总经理	水工	成果审查
	刘富平	总经理助理	水土保持	
	何健毅	部门经理	水土保持	
水土流失因子监测组	保春刚	工程师	水土保持	水土流失因子监测组组长，负责土壤分析
	苏江	助理工程师	水土保持	负责水土流失因子分析
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
	姜东新	助理工程师	水土保持	负责水土保持状况监测

防治效果监测组	保春刚	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
	王文杰	助理工程师	水土保持	负责水土保持效果监测

### 1.3.4 监测点布设

监测项目部根据项目施工进度、建设现状和水土流失现状，依托在进场道路边坡、右岸下游渣场堆渣边坡布设的定位观测点；大坝开挖面、施工临时道路路面区布设的调查监测点以及布置的调查和巡查监测点等开展监测工作，为水土流失状况动态监测提供依据。共设计布设监测点 12 个（调查监测点 5 个，巡查监测点 2 个，定位观测点 5 个），具体监测点布置详见表 1-8。

表 1-8 水土保持监测点布设

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#	水土流失因子、水土流失状况、水土流失防治效果	实地调查
料场区	1#料场	开挖边坡	定位监测点	2#	水土流失因子、水土流失状况、水土流失防治效果	坡面侵蚀沟观测
	2#料场	开挖边坡	调查监测点	3#	水土流失状况、水土流失防治效果	实地调查
	新增粘土料场	开挖边坡	调查监测点	4#	水土流失状况、水土流失防治效果	实地调查
弃渣场区	左岸下游弃渣场	回填边坡	定位监测点	5#	水土流失因子、水土流失状况、水土流失防治效果	插钎法、植被样方调查
	右岸下游弃渣场	回填边坡	定位监测点	6#	水土流失状况、水土流失防治效果	插钎法、坡面侵蚀沟观测、植被样方调查
道路工程区	永久道路	道路边坡	定位监测	7#、8#	水土流失因子、水土流失状况、水土流失防治效果	插钎法、沉砂池、植被样方调查
	临时道路	临时道路扰动区域	调查监测点	9#	水土流失状况、水土流失防治效果	实地调查、植被样方调查
施工生产生活区		施工扰动区域	调查监测点	10#	水土流失状况、水土流失防治效果	实地调查、植被样方调查
水库淹没区监测区	淹没库区	水土流失危害	巡查监测点	11#	水土流失类型及危害	巡查
直接影响	直接影响区	项目建设区周边直	巡查监测	12#	水土流失危害	巡查

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
区		接影响区域	点			

### 1.3.5 监测设施设备

松林水库工程水土保持监测工作的主要内容为工程区水土保持现状外业调查、监测点和监测设施的布设以及主体工程进度的调查。

结合监测工作内容，监测设备主要有：大疆精灵 4A 无人机、GPS、数码相机、激光测距仪、5m 卷尺、50m 皮尺、笔记本电脑等。监测设施主要有：简易坡面量测观测场、简易水土流失观测场、植被标准地样方等。本项目监测设施及设备详见表 1-9。

表 1-9 项目监测设施设备配备情况表

序号	设施和设备	规格型号	单位	数量	备注
一	设施				
1	简易水土流失观测场	3m×3m	个	1	用于观测土壤侵蚀量
2	简易坡面量测观测场	3m×3m、 2m×2m	个	2	用于观测土壤侵蚀量
3	水土保持措施防治效果调查样方	根据措施类型而定	个	9	用于观测水土保持措施实施及运行情况
二	设备				
1	大疆无人机	精灵 4A	台	1	
2	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
3	测高仪		台	1	
4	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
5	罗盘		套	1	用于测量坡度
6	皮尺、卷尺		套	1	测量植物生长状况
7	数码照相机	佳能	台	2	用于监测现场的图片记录
8	数码摄像机	佳能	台	1	用于监测现场的影像记录
9	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
10	幅材及配套设备				各种设备安装辅助材料

### 1.3.6 监测技术方法

本项目的监测主要采用调查监测和定位观测相结合的监测方法。

### 1.3.7 监测成果提交情况

从2015年6月监测至今,我单位共向保山市水务局报送监测简报四期,年报三期(2016年12月、2017年12月的监测年报、2018年12月的监测年报)。

## 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)、《水土保持方案》，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。松林水库工程水土保持监测内容包括以下几方面：

#### 2.1.1 扰动土地监测

项目扰动土地分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积一般在项目建设时已经确定，临时占地面积则随着工程进展有一定变化。扰动土地情况监测主要是通过监测核实永久占地和临时占地的面积、扰动土地的利用类型等，确定施工期和试运行期防治责任范围面积。

##### A 永久性占地

永久性占地是指项目建设征地红线范围内、由项目建设单位负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。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，监测项目建设及生产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利用类型、面积以及有否超范围使用。

##### C 扰动土地面积

扰动土地面积是指开发建设项目在建设过程中扰动土地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，均属于扰动土地行为。水土保持监测内容为认真复核扰动土地面积。

### 2.1.2 防治责任范围动态监测

开发建设项目的防治范围包括项目建设区和直接影响区，项目建设区分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积在项目建设前已经确定，施工阶段及项目运行阶段保持不变，临时占地面积和直接影响区的面积则随着工程进展有一定变化，防治责任范围动态监测主要是通过监测临时占地和直接影响区的面积，确认施工期防治责任范围面积。

#### (1) 项目建设区

##### ①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（或业主）负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。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。

##### ②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。

##### ③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

主要指因工程建设引起的水土流失影响范围内（项目建设区以外）。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。

根据松林水库工程建设实际情况以及水土保持工作开展情况，由于水保方案编制时工程处于可研阶段，在实际建设过程中，主体工程及施工工艺、土（石、砂）料来源、弃渣、后期水库运行管理的需要、现场实际情况等发生了一定的变化，导致实际发生的水土保持防治责任范围面积与水保方案中确定的水土保持防治责任范围存在一定出入，因此本监测报告针对水土保持方案中确认的水土保持防治责任范围面积进行复核，并将复核后的水土保持防治责任范围作为水土保持监测范围。

### 2.1.3 水土流失量动态监测

土壤流失量动态监测主要包括水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。

#### (1) 水土流失因子

主要对项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查。

A 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

B 气象因子：项目区气候类型分区、降雨、气温、无霜期、风速与风向等因子。其中，降雨因子主要为多年平均降雨量。

C 土壤因子：土壤类型、地面组成物质土壤容重。

D 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

E 水文因子：水系形式、河流径流特征。

F 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

G 社会经济因子：社会因子及经济因子。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的，通过对水土流失因子的监测，确定工程区不同区域造成水土流失的不同影响因素。

#### (2) 土壤侵蚀量监测

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

##### A 土壤侵蚀强度

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

##### B 土壤侵蚀模数

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

##### C 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

根据项目实际建设情况，对整个工程的建设区域，在项目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。

### 2.1.4 水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是针对建设期和林草植被恢复期开展监测工作，对水土流失防治动态进行量化和评价。监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效

果动态监测和水土流失危害监测。

#### (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。

#### (3) 水土流失危害监测

##### A 对周边河道影响情况

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

##### B 对周边影响情况

根据项目实际情况，监测工程建设是否对周边产生影响或危害。

##### C 其他水土流失危害

除上述几类危害外，监测工程建设是否还造成了其他的水土流失危害。

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

### 2.1.5 弃土弃渣监测

本工程弃土弃渣动态监测主要包括施工期和水土保持措施运行初期（林草植被恢复期）。具体如下：

#### (1) 施工期

施工期弃土弃渣监测内容包括工程挖方的位置、数量及占地面积；弃土、弃渣的位置、处（点）数、方量及堆放面积；挖方边坡的水土流失防护、边坡的稳定性；弃土、弃渣的

水土流失防治措施及效果；挖方、填方及弃渣堆放地水土流失对周边的影响。

根据弃土弃渣的动态变化情况，施工期将对整个项目区的弃土弃渣实际变化情况进行详细监测。

### （2）运行初期（林草植被恢复期）

林草植被恢复期将临时占地的恢复情况、绿化覆土来源以及防护措施进展等进行动态监测。

## 2.1.6 重大水土流失事件动态监测

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

根据项目实际建设情况，对整个工程的建设区域在项目建设过程中所发生的重大水土流失事件进行监测。松林水库工程在工程建设期间无发生重大水土流失事件发生。

## 2.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和本工程建设引起水土流失的特点，本项目的监测主要采用调查监测，定位监测、临时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，通过现场无人机航拍和实地勘测，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（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦挡工程、护坡工程和土地整治工程等）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，如堆渣、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施工期。

#### （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，结合项目建设区及直接影响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：

#### A 土壤类型及地面组成物质识别

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

本工程水土流失防治动态监测主要针对施工期和植被恢复期进行监测，结合本工程现状，对监测时段（2015年6月~2018年12月）内的水土流失防治动态进行量化和评价。

### 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

本项目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

本项目的防护工程主要指挡墙、护坡、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。

工程水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

## 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（简易水土流失观测场等）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 临时监测

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

## 2.2.4 巡查

巡查主要是在工程施工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。

### I 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。

## II 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。

### 2.2.5 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、植被样方法及定位监测等方法进行监测。

#### 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  $2\text{m}\times 2\text{m}$ （也可根据实际情况适当增减），将一定长度的测钎（一般为  $50\sim 80\text{cm}$ ，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  $30\text{cm}$ ，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。

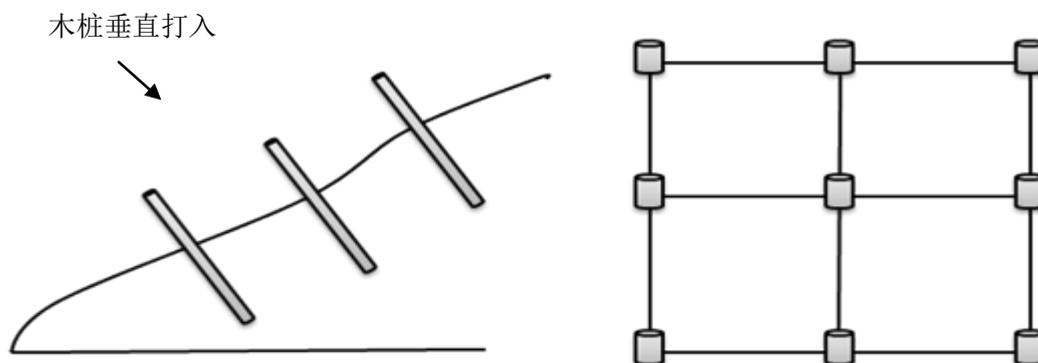


图 2-1 简易水土流失观测场示意图

#### (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（ $m^2$ ）；

$\theta$ ——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。

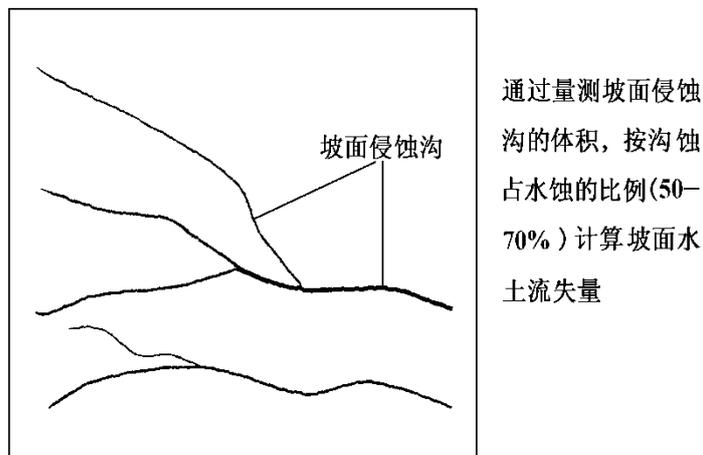


图 2-2 水土流失简易坡面量测场示意图

#### (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：

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

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

$$\text{棱台体积：} V = H \cdot [ S_1 + S_2 + (S_1 \cdot S_2)^{1/2} ] / 3 \quad (\text{F2-5})$$

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 5m×5m 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 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m<sup>2</sup> 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<sub>i</sub> 为林地、草地郁闭度或盖度；A<sub>i</sub> 为相应郁闭度、盖度的面积；A 为流域总面积。

表 2-1 监测内容及方法

监测内容	监测方法	监测要求	监测频次
扰动范围	根据水土保持方案，结合施工组织设计和平面布局图，通过实地量测和遥感监测，实地界定建设扰动的范围，并进行对照记录	1、实地量测需全面量测； 2、遥感影像分辨率要高； 3、遥感监测施工前需开展	每年 4 次
扰动面积	根据实际扰动范围，采用实地量测、遥感监测、资料分析结合方式对扰动面积进行量测		
扰动类型及变化	结合施工前遥感影像和资料，根据项目实际扰动形式，通过遥感手段和量测记录项目扰动类型及变化情况		
措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量	根据水土保持方案，结合施工组织设计、施工图和措施布置图，结合施工监理资料，由监理单位确定措施开（完）工日期、数量及尺寸，监测项目组通过实地量测，实地复核措施类型、数量、位置和规格，并做相关记录表格	监测精度不小于 95%	每年 4 次
林草覆盖度（郁闭度）	根据实际情况，选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 20×20m、灌木林 5×5m、草地 1×1m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度	措施完好、能正常发挥水土保持功能	每年 4 次
防治效果、运行状况	通过现场实地调查的方式进行监测，主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述	措施完好、能正常发挥水土保持功能	每年 4 次

### 2.2.6 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 重点对象水土流失动态监测

#### 3.1 防治责任范围监测

##### 3.1.1 水土保持防治责任范围

###### 3.1.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据《水保方案》及批复内容显示，设计确定松林水库水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区，其中项目建设区包括枢纽工程区、存弃渣场区、料场区、道路工程区、施工生产生活区和水库淹没区，直接影响区为项目建设区扰动对周边造成的影响范围，松林水库工程水土流失防治责任范围总面积为47.21hm<sup>2</sup>。其中项目建设区面积39.97hm<sup>2</sup>，直接影响区7.24hm<sup>2</sup>。方案批复防治责任范围面积详见表3-1。

表 3-1 方案批复防治责任范围单位：hm<sup>2</sup>

分区		占地类型及面积 (hm <sup>2</sup> )							小计	
		水田	坡耕地	园地	林地	交通运输用地	建设用地	水域及水利设施用地		其他用地
项目建设区	枢纽工程区	0.16	0.74	1.07	1.25	0.15	0.01	0.15		3.53
	存弃渣场区		1.91	6.01						7.92
	料场区		1.07	5.86						6.93
	道路工程区			4.39	0.68	1.85				6.92
	施工生产生活区			0.35						0.35
	水库淹没区	0.10			13.12				1.10	14.32
	合计	0.26	3.72	17.68	15.05	2.00	0.01	0.15	1.10	39.97
直接影响区	枢纽工程区	0.63								
	存弃渣场区	1.62								
	料场区	0.70								
	道路工程区	4.19								
	施工生产生活区	0.10								
	水库淹没区									
	合计	7.24								
水土流失防治责任范围		47.21								

###### 3.1.1.2 实际防治责任范围监测结果

经统计，本项目建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围面积为41.17hm<sup>2</sup>，其中项目建设区35.60hm<sup>2</sup>，直接影响区占地面积为5.57hm<sup>2</sup>。本项目建设过程中实际发生的水

土流失防治责任范围面积详见表 3-2。

**表 3-2 实际发生的水土流失防治责任范围单位:  $\text{hm}^2$**

项目分区		项目建设区	直接影响区	水土流失防治责任范围
枢纽工程区	拦河坝	4.14	0.86	6.65
	溢洪道	1.49		
	水库管理所	0.16		
	小计	5.79		
存弃渣场区	左岸下游存渣场	1.43	0.63	3.98
	右岸下游存弃渣场	1.92		
	小计	3.35		
料场区	1#料场	4.94	0.68	7.51
	2#料场	(1.58)		
	新增料场	1.89		
	小计	6.83		
道路工程区	永久道路	3.29	2.7	8.11
	临时道路	2.12		
	小计	5.41		
渠系工程区		0.45	0.12	0.57
施工生产生活区		1.25	0.58	1.83
水库淹没区		12.52	0	12.52
合计		35.60	5.57	41.17

### 3.1.1.3 水土流失防治责任变化

根据昌宁县松林水库工程监测、监理资料,结合《水保方案》及其批复资料,因施工阶段,主体工程对枢纽布置进行了局部微调,优化施工工艺,复核料场储量及开采范围,调整了道路工程区的布局,经复核,工程实际发生水土流失防治责任范围为  $41.17\text{hm}^2$ ,其中项目建设区  $35.60\text{hm}^2$ ,直接影响区  $5.57\text{hm}^2$ 。

根据表 3-3 可知,本项目实际发生的水土流失防治责任范围面积比设计的水土流失防治责任范围面积减少了  $6.04\text{hm}^2$ ,面积变化的主要原因有以下几点:

(1) 实际建设过程中对枢纽布置进行了局部微调,导致实际建设过程中枢纽工程区防治责任范围面积增加  $2.49\text{hm}^2$ ;

(2) 实际建设过程中对土石方平衡优化,仅保留左岸下游存渣场和右岸下游存弃渣场,未启用规划的 1#料场平台渣场,同时对弃渣场堆渣坡比、堆渣范围进行了复核,弃渣场实际防治责任范围面积减少了  $5.56\text{hm}^2$ ;

(3) 实际建设过程中对 1#料场储量进行了复核计算,对其开采范围进行了细化,1#

料场实际占地面积减小了  $1.99\text{hm}^2$ ，由于 1#料场储量不能满足建设需要，实际建设过程中在 1#料场北侧新增粘土料场一座，面积增加  $1.89\text{hm}^2$ ，综上，料场区实际建设防治责任范围减少  $0.12\text{hm}^2$ ；

(4) 实际建设过程中对设计的施工道路走线进行了优化调整，导致实际建设过程中道路工程区防治责任范围面积减少  $3.00\text{hm}^2$ ；

(5) 新增对坝体下游侧因施工破坏的部分渠道进行修复，防治责任范围面积增加  $0.57\text{hm}^2$ ；

(6) 实际建设过程中考虑到施工方便，增加了枢纽工程生产区、混凝土生产系统、料场工程生产区用地等，施工生产生活区防治责任范围面积增加  $1.38\text{hm}^2$ ；

(7) 对水库淹没范围进行了复核，其实际防治责任范围面积为  $12.52\text{hm}^2$ 。

本项目水土流失防治责任范围变化情况详见表 3-3。

**表 3-3 水土流失防治责任范围变化情况单位： $\text{hm}^2$**

项目分区	批复面积	实际面积	增减情况 (+、-)
枢纽工程区	4.16	6.65	2.49
存弃渣场区	9.54	3.98	-5.56
料场区	7.63	7.51	-0.12
道路工程区	11.11	8.11	-3.00
渠系工程区	0	0.57	0.57
施工生产生活区	0.45	1.83	1.38
水库淹没区	14.32	12.52	-1.80
合计	47.21	41.17	-6.04

### 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。

通过对项目区现场踏勘，对工程水土流失情况进行分析，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  $35.60\text{hm}^2$ ，较水保方案批复的扰动面积  $39.97\text{hm}^2$  减少  $4.37\text{hm}^2$ ，扰动面积变化原因主要是因为枢纽布置、施工道路走线优化调整、实际建设过程中对土石方进行了优化等。工程建设扰动地表面积变化情况详见表 3-4。

**表 3-4 工程建设扰动地表面积变化情况表** 单位:  $\text{hm}^2$

建设分区	方案批复面积	实际扰动面积			
		2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
枢纽工程区	3.53	4.26	5.79	5.79	5.79
渠系工程区				0.45	0.45
存弃渣场区	7.92	5.4	5.45	3.35	3.35
料场区	6.93	4.69	6.8	6.83	6.83
道路工程区	6.92	6.28	6.44	5.41	5.41
施工生产生活区	0.35	1.25	1.25	1.25	1.25
水库淹没区	14.32	1.58	6.51	12.52	12.52
小计	39.97	23.46	32.24	35.60	35.60

## 3.2 取料场监测结果

### 3.2.1 设计取料场情况

根据《水保方案》及批复内容显示,松林水库为满足用于大坝风化石渣料及心墙土料、砂卵石料的土料需求,设计 1 个土料场和 1 个砂卵石料场作为施工用料场地。

1#料场位于水库左坝肩一带,为土石料场,主要提供大坝填筑的土、石料,规划开采面积  $6.93\text{hm}^2$ ,实际开采面积  $4.69\text{hm}^2$ ,分布高程为 1160m~1220m,终采平台高程为 1160m,料场的表部坡积层作为防渗土料,储量约 25.89 万  $\text{m}^3$ ,坡积层厚度一般小于 7m,表层根植土厚度一般 0.3m~0.4m,下部有用料都可作为坝壳料上坝,储量约 104.94 万  $\text{m}^3$ ,料场的防渗土料及坝壳料质量指标都满足规范要求。

2#料场主要位于库区河床,为砂卵石料场,主要提供砂卵石料,直接在河床采集即可,平均运距 500m,可提供有用料约 24.5 万  $\text{m}^3$ 。

《水保方案》及批复内容设计料场特性详见表 3-5。

**表 3-5 设计料场特性表**

项目组成	规划位置	占地 ( $\text{hm}^2$ )	设计有用储量 (万 $\text{m}^3$ )
1#料场 (土石料场)	中心坐标 (N24°52'17.71"、E99°28'2.69")	6.93	91.34
2#料场 (砂卵石料场)	中心坐标 (N24°52'20.61"、E99°28'9.58")	----	24.50

备注: 2#料场位于库区河床,占地计入水库淹没区。

### 3.2.2 取料场监测结果

根据现场踏勘结合监理资料及施工资料显示,松林水库 1#料场(土石料场)位于水库左坝肩,截止 2019 年 10 月,已扰动面积为 4.94hm<sup>2</sup>,已取料 82.36 万 m<sup>3</sup>; 2#料场(砂卵砾石料场)位于库区河床,已扰动面积为 1.58hm<sup>2</sup>,已取料 3.80 万 m<sup>3</sup>;工程实际建设过程中,由于 1#料场储量不满足需要,新增粘土料场一座,扰动面积为 1.89hm<sup>2</sup>,已取料 11.24 万 m<sup>3</sup>,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

项目名称	监测指标	设计指标	监测结果	备注
1#料场 (土石料场)	位置	中心坐标(N24°52'17.71"、 E99°28'2.69")	中心坐标(N24°52'17.71"、 E99°28'2.69")	未超出 开采范围
	占地面积	6.93hm <sup>2</sup>	4.94hm <sup>2</sup>	
	开挖量	91.34 万 m <sup>3</sup>	82.36 万 m <sup>3</sup>	
2#料场 (砂卵砾石料场)	位置	中心坐标(N24°52'20.61"、 E99°28'9.58")	中心坐标(N24°52'20.61"、 E99°28'9.58")	未超出 开采范围
	占地面积	-----	1.58hm <sup>2</sup> (面积计入淹没区)	
	开挖量	24.50 万 m <sup>3</sup>	3.80 万 m <sup>3</sup>	
新增粘土料场	位置	-----	中心坐标(N 24°51'56.05"、E 99°27'57.79")	下游无重 要设施
	占地面积	-----	1.89hm <sup>2</sup>	
	开挖量	-----	11.24 万 m <sup>3</sup>	

### 3.3 弃渣场监测结果

#### 3.3.1 设计弃渣场情况

根据《水保方案》及批复内容显示,主体工程布置了 3 个弃渣场,左岸下游存渣场、右岸下游存弃渣场及 1#料场施工后期作为渣场使用。总占地面积 11.41hm<sup>2</sup>,容量为 23.2 万 m<sup>3</sup>,最终弃渣量为 6.46 万 m<sup>3</sup>。《水保方案》及批复内容设计弃渣场特性详见表 3-7。

表 3-7 昌宁县松林水库工程弃渣场特性表

弃渣场名称	容量 (万 m <sup>3</sup> )	堆渣高程 (m)	堆高 (m)	临时堆存/永久堆渣量 (万 m <sup>3</sup> )		占地 (hm <sup>2</sup> )	渣料来源/表土来源	渣场类型
				自然方	松方			
左岸下游存渣场	10	1090~1110	10	6.5	9.8	3.23	工程开挖有用料	临河
右岸下游 存弃渣场	存渣段	14	1090~1110	20	6.2	9.3	工程开挖弃料	临河
	弃渣段	6.2	1080~1090	10	2.6	3.9		
1#料场	7	1160~1162	2	3.8	5.8	3.49	料场剥离无用料	平台
合计	23.2			19.1	28.8	11.41		

### 3.3.2 弃渣场监测结果

根据现场踏勘，结合监理资料及施工资料显示，松林水库在工程施工时启用了左岸下游存渣场、右岸下游存弃渣场共两个弃渣场。目前左岸下游存渣场实际扰动面积为 1.43hm<sup>2</sup>，堆渣量约 2.07 万 m<sup>3</sup>（松方系数 1.5）；右岸下游存弃渣场堆渣实际扰动面积为 1.92hm<sup>2</sup>，堆渣量约 8.91 万 m<sup>3</sup>（松方系数 1.5）。实际建设过程中的绿化覆土即取即用，未大量集中堆存。目前工程弃渣已结束，存弃渣场区域已实施挡渣墙、截排水及植被恢复措施，存弃渣场位置、占地、堆渣量详见表 3-8。

**表 3-8 已启用存弃渣场位置、占地、开挖量监测结果**

项目名称	位置	监测指标	设计指标	监测结果
左岸下游存渣场	中心坐标 (N24°52'28.50"、 W99°27'46.57")	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	3.22	1.43
		堆渣量 (万 m <sup>3</sup> )	9.80	2.07
右岸下游存弃渣场	中心坐标 (N24°52'22.42"、 W99°27'49.52")	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	4.69	1.92
		堆渣量 (万 m <sup>3</sup> )	13.20	8.91

### 3.4 土石方流向情况监测结果

根据施工、监理资料，本工程施工过程中，共开挖土石方 123.47 万 m<sup>3</sup>（土石方开挖 121.77 万 m<sup>3</sup>，表土剥离 1.70 万 m<sup>3</sup>）；回填利用 122.54 万 m<sup>3</sup>，其中直接回填 99.7 万 m<sup>3</sup>，转存回填利用 22.84 万 m<sup>3</sup>；从合法土料场外借 8.08 万 m<sup>3</sup>，绿化及复耕覆土 1.7 万 m<sup>3</sup>，最终弃渣 7.31 万 m<sup>3</sup>（自然方），弃渣松方为 10.98 万 m<sup>3</sup>（松方系数取 1.5）。实际土石方流向详见表 3-9。

实际建设过程中对土石方进行了优化，增加了枢纽区开挖利用量，减少了料场开挖方，永久弃渣也相应减少，土石方流向的变化满足水土保持要求，变化合理。

表 3-9

工程土石方平衡及弃渣流向表

单位: m<sup>3</sup>

序号	分区	开挖				回填			调入		调出		外借方		表土及弃渣				
		小计	土方开挖	石方开挖	表土剥离	小计	直接回填	转存 回填 利用	数量	来源	数量	去向	数量	来源	表土 数量	去向	弃渣数量	去向	
一	枢纽工程区	18.34	14.37	3.97		120.24	97.40	22.84	97.40					8.08					
	大坝	6.47	4.27	2.20		120.24	97.40	22.84	97.40	料场区				8.08	合法土 石料场				
	冲沙泄洪洞	2.36	1.33	1.03															
	输水隧洞	0.34	0.06	0.28															
	溢洪道	9.17	8.71	0.46															
	围堰填筑	0																	
二	道路工程区	1.96	0.65	0.81	0.50	1.46	1.46									0.50			
三	施工生产生活区	1.76	0.79	0.97		0.84	0.84											0.92	左岸渣场
四	渠系工程区	0.43	0.43															0.43	右岸渣场
五	存渣场区	0.21			0.21											0.21	右岸渣场		
六	料场	100.77	15.58	84.20	0.99							97.40	大坝 填筑			0.99		2.38	右岸渣场
	合计	123.47	31.82	89.95	1.70	122.54	99.70	22.84	97.40			97.40		8.08		1.70		7.31	

注: 均为自然方。

### 3.5 其他重点部位监测结果

本项目为新建水库工程，项目建设过程中产生的大型开挖填筑区域主要为拦河坝大坝开挖及坝体回填，在大坝开挖施工过程中在外围修建截排水措施，开挖坡面形成后采用喷浆进行防护；另外，在大坝下游回填坡面形成后，及时采用网格植草进行防护。工程在建设过程中对下游造成的影响程度较小。

## 4 水土流失防治措施监测结果

松林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，主要为工程措施中拦渣工程、斜坡防护工程、土地整治及防洪排导工程的稳定性、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。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 工程措施及实施进度

#### 4.1.1 水土保持工程措施设计情况

根据《水保方案》及批复文件，确定了松林水库工程水土保持工程措施，具体如下：

##### (1) 主体工程中具有水土保持功能的工程措施

主体工程设计中具有水土保持功能的措施并计入水土保持方案投资的措施主要包括：坝体马道排水沟 132m、料场浆砌石截水沟 393m。

##### (2) 水土保持方案新增工程措施

存弃渣场浆砌石挡渣墙 228m，浆砌石截水沟 340m，排水急流槽 70m，消力池 2 座，表土剥离 9400m<sup>3</sup>，覆土 9400m<sup>3</sup>；料场区复耕 3.49hm<sup>2</sup>，表土剥离 10470m<sup>3</sup>，覆土 10470m<sup>3</sup>，浆砌石挡墙 400m；道路工程区表土剥离 5000m<sup>3</sup>，覆土 5000m<sup>3</sup>，浆砌石截排水沟 2500m；施工生产生活区浆砌石排水沟 60m。工程量见表 4-1。

表 4-1 水保方案设计工程措施量

防治分区	措施名称	单位	措施工程量	
			主体设计	方案新增
枢纽工程区	坝体马道排水沟	m	132	
存弃渣场区	浆砌石挡渣墙	m		228
	浆砌石截水沟	m		340
	排水急流槽	m		70
	消力池	座		2
	表土剥离	m <sup>3</sup>		9400
	覆土	m <sup>3</sup>		9400
料场区	浆砌石截水沟	m	393	
	浆砌石挡墙	m		400

防治分区	措施名称	单位	措施工程量	
			主体设计	方案新增
	复耕	hm <sup>2</sup>		3.49
	表土剥离	m <sup>3</sup>		10470
	覆土	m <sup>3</sup>		10470
道路工程区	表土剥离	m <sup>3</sup>		5000
	覆土	m <sup>3</sup>		5000
	浆砌石截排水沟	m		2500
施工生产生活区	浆砌石排水沟	m		60

#### 4.1.2 水土保持工程措施实际实施情况及实施进度

截至 2019 年 10 月, 本项目实际实施工程措施量为: 框格梁护坡 16350m<sup>2</sup>, 浆砌石挡渣墙 254m, 钢筋石笼挡墙 230m, 浆砌石截排水沟 2945m, 混凝土截排水沟 685m, 排水急流槽 82m, 沉沙井 7 座, 消力池 1 座, 预制涵管 70m, 表土剥离 17000m<sup>3</sup>, 覆土 17000m<sup>3</sup>, 复耕 4.25hm<sup>2</sup>。

表 4-2 实际完成水土保持工程措施工程量

防治分区	措施名称	单位	水保方案设计		工程实际建设		变化情况 (+、-)	
			主体	新增	主体	新增	主体	新增
枢纽工程区	大坝坝坡浆砌石截水沟	m	132		400		268	
	坝体马道混凝土排水沟	m			575		575	
	溢洪道边坡浆砌石截排水沟	m			360		360	
	大坝坝坡框格梁护坡	m <sup>2</sup>			15600		15600	
	溢洪道框格梁护坡	m <sup>2</sup>			750		750	
	管理房混凝土排水沟	m			110		110	
存弃渣场	浆砌石挡渣墙	m		228		254		26
	钢筋石笼挡墙	m				230		230
	浆砌石截水沟	m		340		365		25
	排水急流槽	m		70		82		12
	消力池	座		2		1		-1
	表土剥离	m <sup>3</sup>		9400		2100		-7300
	覆土	m <sup>3</sup>		9400		2100		-7300
料场区	浆砌石截水沟	m	393		300		-93	
	浆砌石挡墙	m		400				-400
	复耕	hm <sup>2</sup>		3.49		4.25		0.76
	表土剥离	m <sup>3</sup>		10470		9900		-570
	覆土	m <sup>3</sup>		10470		9900		-570
道路工程区	表土剥离	m <sup>3</sup>		5000		5000		0
	覆土	m <sup>3</sup>		5000		5000		0

防治分区	措施名称	单位	水保方案设计		工程实际建设		变化情况 (+、-)	
			主体	新增	主体	新增	主体	新增
	沉沙井	座				7		7
	浆砌石截排水沟	m		2500		1520		-980
	预制涵管	m				70		70
施工生产生活区	浆砌石排水沟	m		60				-60

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，主要表现在以下几个方面：

#### (1) 枢纽工程区

枢纽工程区主体工程设计措施与实际实施措施工程量相比，提高了枢纽工程区防治标准，增加了大坝坝坡框格梁护坡和各施工区域截排水沟。

#### (2) 存弃渣场区

弃渣场堆渣范围调整后，实际实施的浆砌石挡渣墙、截水沟工程量变化不大，新增了左岸存渣场临河侧钢筋石笼挡墙。

#### (3) 料场区

实施阶段土石方平衡优化后，1#料场不再作为渣场使用，因此取消了料场区的浆砌石挡墙。

#### (4) 道路工程区

进场道路浆砌石截排水沟由河道治理工程负责实施，未纳入本项目实施范围，导致实际实施排水沟较原方案设计有所减少，工程根据实际需要，在道路沿线设置了沉沙井和预制涵管。

#### (5) 施工生产生活区

实施阶段，因征地协调问题，水库管理所由原设计的施工临时营地拆除原址建设调整为在大坝左坝肩区域新建，因此取消了该区域的截排水措施。

	
<p>枢纽工程区坝体马道排水渠</p>	<p>右岸存弃渣场顶部截水沟</p>
	
<p>右岸存弃渣场截水沟</p>	<p>1#料场截排水沟</p>
	
<p>场内道路排水及沉淀</p>	<p>施工道路土质排水沟</p>

## 4.2 植物措施及实施进度

### 4.2.1 水土保持植物措施设计情况

根据《水保方案》及批复文件，确定了松林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

主体工程未设计具有水土保持功能的植物措施。

#### (2) 水土保持方案新增植物措施

植被恢复 11.27hm<sup>2</sup>，其中存弃渣场区植被恢复 7.92hm<sup>2</sup>，道路工程区植被恢复 3.05hm<sup>2</sup>，施工生产生活区植被恢复 0.30hm<sup>2</sup>。

具体工程量见表 4-3。

**表 4-3 水土保持方案植物措施量**

防治分区	措施名称	单位	措施工程量
存弃渣场区	植被恢复	hm <sup>2</sup>	7.92
道路工程区	路肩及边坡植被恢复	hm <sup>2</sup>	3.05
施工生产生活区	植被恢复	hm <sup>2</sup>	0.30
小计			11.27

#### 4.2.2 水土保持植物措施实际实施情况及实施进度

截至 2019 年 10 月，本项目实际实施植物措施量为：植被恢复面积共计 10.45hm<sup>2</sup>。其中枢纽工程区下游坝坡框格梁绿化 1.56hm<sup>2</sup>，溢洪道边坡框格梁绿化 0.07hm<sup>2</sup>，施工迹地植被恢复 0.28hm<sup>2</sup>，水库管理所绿化 0.04hm<sup>2</sup>；存弃渣场区植被恢复 3.30hm<sup>2</sup>；料场区边坡植被恢复 2.49hm<sup>2</sup>；道路工程区路肩及边坡植被恢复 1.08hm<sup>2</sup>；渠系工程区撒播草籽植被恢复 0.42hm<sup>2</sup>；施工生产生活区植被恢复 1.21hm<sup>2</sup>。

具体实施工程量情况见表 4-4。

**表 4-4 实际完成水土保持植物措施工程量**

防治分区	措施名称	单位	措施工程量		变化情况 (+、-)
			设计	实际	
枢纽工程区	下游坝坡框格梁绿化	hm <sup>2</sup>		1.56	1.56
	溢洪道边坡框格梁绿化	hm <sup>2</sup>		0.07	0.07
	施工迹地植被恢复	hm <sup>2</sup>		0.28	0.28
	水库管理所绿化	hm <sup>2</sup>		0.04	0.04
存弃渣场	植被恢复	hm <sup>2</sup>	7.92	3.30	-4.62
料场区	边坡植被恢复	hm <sup>2</sup>		2.49	2.49
道路工程区	路肩及边坡植被恢复	hm <sup>2</sup>	3.05	1.08	-1.97
渠系工程区	撒播草籽绿化	hm <sup>2</sup>		0.42	0.42
施工生产生活区	植被恢复	hm <sup>2</sup>	0.30	1.21	0.91
合计			11.27	10.45	-0.82

根据《水保方案》设计的措施及实际实施的措施量对比，项目实际实施的植物措施工程量面积总计 10.45hm<sup>2</sup>，与水土保持方案批复工程量植被恢复面积 11.27hm<sup>2</sup>相比较，工程实际实施植被恢复面积减少 0.82hm<sup>2</sup>，发生变化的主要原因：

(1) 实际建设过程中，因存弃渣场区实际扰动范围面积减小，实际完成植被恢复面积措施面积减少；

(2) 因施工临时道路均保留给当地村民继续使用，使得道路工程区内的植被建设面积减小；

(3) 工程增加实施了枢纽工程区坝坡、边坡及施工迹地、料场区开挖边坡、渠系工程区扰动平台的植被恢复措施；

(4) 施工生产生活区实际扰动面积增加，实际实施植被恢复面积相应增加。

	
<p>枢纽工程区坝体植被恢复</p>	<p>1#料场植被恢复</p>
	
<p>新增料场植被恢复</p>	<p>右岸存弃渣场植被恢复</p>
	
<p>施工道路植被恢复</p>	<p>施工道路植被恢复</p>

### 4.3 临时措施及实施进度

#### 4.3.1 水土保持临时措施设计情况

根据《水保方案》及批复文件，确定了松林水库工程水土保持临时措施，具体如下：

(1) 主体工程中具有水土保持功能的临时措施

主体工程未设计具有水土保持功能的临时措施。

(2) 水土保持方案新增临时措施

临时排水沟 728m，临时覆盖 1000m<sup>2</sup>，临时拦挡 753m，临时沉砂池 3 座，临时绿化 0.57hm<sup>2</sup>。具体工程量见表 4-5。

表 4-5 水土保持方案临时措施量

措施名称		单位	水保方案设计临时措施工程量
枢纽工程区	临时覆盖	m <sup>2</sup>	1000
	临时拦挡	m	150
存弃渣场	临时拦挡	m	303
	临时绿化	hm <sup>2</sup>	0.57
料场区	临时拦挡	m	300
道路工程区	临时排水沟	m	500
	临时沉砂池	座	2
施工生产生活区	临时排水沟	m	228
	临时沉砂池	座	1

#### 4.3.2 水土保持临时措施实际实施情况及实施进度

截至 2019 年 10 月，本项目实际实施临时措施量为：临时排水沟 2510m，临时覆盖 1220m<sup>2</sup>，临时拦挡 292m，临时沉砂池 8 座。具体实施工程量情况见表 4-6。

表 4-6 实际完成的水土保持临时措施工程量

措施名称	单位	措施工程量		变化情况 (+、-)	
		设计	实际		
枢纽工程区	临时覆盖	m <sup>2</sup>	1000	880	-120
	临时拦挡	m	150	210	60
存弃渣场	临时拦挡	m	303		-303
	临时绿化	hm <sup>2</sup>	0.57		-0.57
料场区	临时排水沟	m		420	420
	临时拦挡	m	300		-300
道路工程区	临时排水沟	m	500	1820	1320
	临时沉砂池	座	2	7	5
施工生产生活区	临时拦挡	m		82	82
	临时覆盖	m <sup>2</sup>		340	340

措施名称	单位	措施工程量		变化情况 (+、-)
		设计	实际	
临时排水沟	m	228	270	42
临时沉砂池	座	1	1	0

通过对比，项目实际实施的临时措施工程量与水土保持方案批复工程量相比有所调整，发生变化的主要原因：

(1) 实际建设过程中，剥离表土未集中堆存，因此取消了存弃渣场和料场区域的临时拦挡和临时绿化措施；

(2) 实际建设过程中，道路工程区实施的临时排水沟和临时沉砂池工程量增加；

(3) 为减轻施工生产生活设施区对周边的影响，工程在建设过程中新增了生产区域的沿河临时拦挡和覆盖措施。

## 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，本项目实施的水土保持措施具体如下：(1) 工程措施：框格梁护坡 16350m<sup>2</sup>，浆砌石挡渣墙 254m，钢筋石笼挡墙 230m，浆砌石截排水沟 2945m，混凝土截排水沟 685m，排水急流槽 82m，沉沙井 7 座，消力池 1 座，预制涵管 70m，表土剥离 17000m<sup>3</sup>，覆土 17000m<sup>3</sup>，复耕 4.25hm<sup>2</sup>；(2) 植物措施：植被恢复面积共计 10.45hm<sup>2</sup>。其中枢纽工程区下游坝坡框格梁绿化 1.56hm<sup>2</sup>，溢洪道边坡框格梁绿化 0.07hm<sup>2</sup>，施工迹地植被恢复 0.28hm<sup>2</sup>，水库管理所绿化 0.04hm<sup>2</sup>；存弃渣场区植被恢复 3.30hm<sup>2</sup>；料场区植被恢复 2.49hm<sup>2</sup>；道路工程区路肩及边坡植被恢复 1.08hm<sup>2</sup>；渠系工程区撒播草籽植被恢复 0.42hm<sup>2</sup>；施工生产生活区植被恢复 1.21hm<sup>2</sup>；(3) 临时措施：临时排水沟 2510m，临时覆盖 1220m<sup>2</sup>，临时拦挡 292m，临时沉砂池 8 座。

### 4.4.2 水土保持措施防护效果评价

根据《昌宁松林水库工程水土保持监测总结报告》、《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工程护坡和截(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。

防洪排导工程包括了基础开挖处理及排洪导流设施，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拦挡、排水、覆盖及沉沙等工程，施工期间临时措施正常运行，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 4-8 水土保持措施质量评定结果

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	合格率%			
斜坡防护工程	工程护坡	枢纽工程区	5	5	5	100	合格	合格	合格
	截(排)水	枢纽工程区、料场区	33	33	33	100	合格	合格	合格
防洪排导工程	基础开挖与处理	道路工程区	9	9	9	100	合格	合格	合格
	排洪导流设施		16	16	16	100	合格	合格	合格
拦渣工程	基础开挖与处理	弃渣场	6	6	6	100	合格	合格	合格
	坝(墙)体		11	11	11	100	合格	合格	合格
	防洪排水		11	11	10	100	合格	合格	合格
土地整治工程	场地整治	道路工程区、料场区、存弃渣场区	17	17	15	100	合格	合格	合格
植被建设工程	点片状植被	枢纽工程区	5	5	4	100	合格	合格	合格
		料场区	3	3	2	100	合格	合格	合格
		存弃渣场	4	4	3	100	合格	合格	合格
		施工生产产生	3	3	2	100	合格	合格	合格

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	合格率%			
		活区							
	线网状植被	渠系工程区	2	2	1	100	合格	合格	合格
		道路工程区	16	16	14	100	合格	合格	合格
临时防护工程	拦挡	整个项目区	4	4	2	100	合格	合格	合格
	排水		22	22	18	100	合格	合格	合格
	覆盖		2	2	1	100	合格	合格	合格
	沉淀		8	8	6	100	合格	合格	合格
合计			177	177	158	100	合格	合格	合格

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

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。

根据监测资料，结合现场踏勘，根据每次动态监测所得的数据，确定本工程在建设过程中累计扰动的地表面积为 23.08hm<sup>2</sup>。项目建设过程中扰动地表面积动态变化情况详见表 5-1。

**表 5-1 项目建设过程中扰动面积变化情况表单位：hm<sup>2</sup>**

项目分区	建设期间扰动面积
枢纽工程区	5.79
渠系工程区	0.45
存弃渣场区	3.35
料场区	6.83
道路工程区	5.41
施工生产生活区	1.25
水库淹没区	12.52
小计	23.08

### 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

原地貌侵蚀单元主要根据不同的土地占用类型而确定。依据《松林水库工程水土保持方案》，原地貌侵蚀主要为各区域占地类型的原生侵蚀，项目水土流失防治责任范围内的原生占地类型主要为：水田、坡耕地、园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地、建设用地。

##### 5.2.1.2 地表扰动类型划分

为了客观的反映松林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松林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，松林水库侵蚀单位划分结果见表 5-2。

表 5-2 松林水库侵蚀单位划分结果

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	开挖坡面	回填坡面	施工平台扰动	堆渣面	无危害扰动
特征描述	土质面、石质面	土质面、石质面	地势平坦、零星	土质面	被建筑物覆盖、已采取硬化处理、及为植被所覆盖
所在分区	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、施工生产生活区、渠系工程区	存弃渣场	水库淹没区

根据表 5-2 对项目扰动地表面积进行分类，根据 2016-2018 年度监测报告：

松林水库 2016 年度；开挖面扰动地表面积 6.23hm<sup>2</sup>，回填坡面 1.57hm<sup>2</sup>，堆渣面 5.40hm<sup>2</sup>，施工扰动平台扰动地表面积 9.06hm<sup>2</sup>，无危害扰动面 1.20hm<sup>2</sup>，详见表 5-3。

表 5-3 松林水库各侵蚀单位面积统计结果（2016 年度）面积：hm<sup>2</sup>

项目分区	扰动类型					合计
	堆渣面	开挖坡面	回填坡面	施工扰动平台	无危害扰动	
枢纽工程区		2.17	0.54	0.91	0.64	4.26
存弃渣场区	5.40					5.40
料场区		3.52		1.17		4.69
道路工程区		0.54	1.03	4.71		6.28
施工生产生活区				0.69	0.56	1.25
水库淹没区				1.58		1.58
合计	5.40	6.23	1.57	9.06	1.20	23.46

松林水库 2017 年度；开挖面扰动地表面积 7.33hm<sup>2</sup>，回填坡面 2.60hm<sup>2</sup>，堆渣面 5.45hm<sup>2</sup>，施工扰动平台面积 10.48hm<sup>2</sup>，无危害扰动面 6.38hm<sup>2</sup>，详见表 5-4。

表 5-4 松林水库各侵蚀单位面积统计结果（2017 年度）面积：hm<sup>2</sup>

项目分区	扰动类型					合计
	堆渣面	开挖坡面	回填坡面	施工扰动平台	无危害扰动	
枢纽工程区		1.14	1.53	0.54	2.58	5.79
存弃渣场区	5.45				0.00	5.45
料场区		4.86		1.94	0.00	6.80
道路工程区		0.58	1.07	4.79	0.00	6.44
施工生产生活区				0.69	0.56	1.25

项目分区	扰动类型					合计
	堆渣面	开挖坡面	回填坡面	施工扰动平台	无危害扰动	
水库淹没区		0.75		2.52	3.24	6.51
合计	5.45	7.33	2.60	10.48	6.38	32.24

松林水库 2018 年度;开挖面扰动地表面积 0.21hm<sup>2</sup>, 回填坡面 0.03hm<sup>2</sup>, 堆渣面 0.05hm<sup>2</sup>, 施工扰动平台面积 0.12hm<sup>2</sup>, 无危害扰动面 14.70hm<sup>2</sup>, 详见表 5-5。

**表 5-5 松林水库各侵蚀单位面积统计结果(2018 年度) 面积: hm<sup>2</sup>**

项目分区	扰动类型					合计
	堆渣面	开挖坡面	回填坡面	施工扰动平台	无危害扰动	
枢纽工程区		0.06	0.03	0.07	1.95	2.11
渠系工程区				0.01	0.42	0.43
存弃渣场区	0.05				3.3	3.35
料场区		0.09			6.74	6.83
道路工程区		0.06			1.08	1.14
施工生产生活区				0.04	1.21	1.25
合计	0.05	0.21	0.03	0.12	14.70	15.11

### 5.2.1.3 防治措施分类

在松林水库建设过程中, 根据水土流失特点、危害程度和防治目标, 以治理与防护相结合、生物措施与工程措施相结合、治理水土流失与重建和提高当地土地生产力相结合为原则, 对地表扰动区域进行了防治措施布设, 主要防治措施有工程防护措施、植物防护措施及临时措施等。

#### 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, 松林水库工程实际实施的具有水土保持功能的工程主要包括框格护坡、浆砌石截排水沟及浆砌石挡渣墙、沉沙井、消力池、预制涵管、表土剥离、土地整治、复耕等措施。

#### 二、植物措施

通过现场调查, 松林水库工程完成植被恢复面积共计 10.45hm<sup>2</sup>。其中枢纽工程区下游坝坡框格梁绿化 1.56hm<sup>2</sup>, 溢洪道边坡框格梁绿化 0.07hm<sup>2</sup>, 施工迹地植被恢复 0.28hm<sup>2</sup>, 水库管理所绿化 0.04hm<sup>2</sup>; 存弃渣场区植被恢复 3.30hm<sup>2</sup>; 料场区边坡植被恢复 2.49hm<sup>2</sup>; 道路工程区路肩及边坡植被恢复 1.08hm<sup>2</sup>; 渠系工程区撒播草籽植被恢复 0.42hm<sup>2</sup>; 施工生

产生活区植被恢复 1.21hm<sup>2</sup>。

### 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：临时拦挡、临时排水、临时沉淀、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

项目占用土地类型为水田、坡耕地、园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地、建设用地。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：具有一定的水保功能，土壤侵蚀模数 400t/km<sup>2</sup>·a

坡耕地：坡度较大，土壤侵蚀模数 3500t/km<sup>2</sup>·a

林地：水土保持效果好，土壤侵蚀模数 700t/km<sup>2</sup>·a

水域及水利设施用地，土壤侵蚀模数 50t/km<sup>2</sup>·a

建设用地，为鸡舍，土壤侵蚀模数 100t/km<sup>2</sup>·a

园地：下部林层杂草，郁闭度 > 60% ，土壤侵蚀模数 750t/km<sup>2</sup>·a

交通运输用地：泥结石路面或土质路面，土壤侵蚀模数 2000t/km<sup>2</sup>·a。

《水保方案》根据项目区原生占地情况，加权平均计算得出项目区土壤侵蚀模数背景值为 1236t/km<sup>2</sup>·a。

### 5.2.2.2 各地表扰动类型侵蚀模数

根据 2016-2018 年监测年度报告，松林水库各年度、各侵蚀单位土壤侵蚀模数详见表 5-6。

表 5-6 松林水库各侵蚀单元土壤侵蚀模数统计表

侵蚀单元	2016 年土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	2017 年土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	2018 年土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
开挖坡面	3200	2200	1600
回填坡面	4474.63	2651.1	1180
施工平台	2500	1500	800
堆渣面	7356.62	2837.18	1946
无危害扰动	400	320	470

### 5.2.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

根据监测项目组现场调查，松林水库工程土建工程已于 2018 年 11 月完工，目前各项水土保持工程措施和植物措施都已完工，植物措施由于实施滞后，且受当地地理条件影响，长势较差，覆盖度低，各项防治措施实施后侵蚀模数具体分析如下：

#### (1) 枢纽区

建成总占地面积  $5.79\text{hm}^2$ ，地表形态包括硬化、建筑物覆盖及开挖边坡。

建筑物覆盖：主要为拦河坝、导流输水隧洞及溢洪道等，基本为建筑物覆盖，水土流失强度呈微度。

开挖边坡：主要位于大坝坝肩，为主坝、导流输水隧洞及溢洪道建设过程中开挖形成，坡面较为紧实，坡高在  $1\text{m}\sim 30\text{m}$  之间，坡度在  $20^\circ\sim 45^\circ$  之间。目前边坡坡脚布设有浆砌石排水沟，开挖边坡坡面采用喷锚进行防护，坡面稳定，水土流失强度呈轻度。

结合以上各种地表形态占地及侵蚀模数，水库枢纽防治措施实施后平均侵蚀模数为  $350\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失强度为微度。

#### (2) 渠系工程区

建成总占地面积  $0.45\text{hm}^2$ ，地表形态包括沟槽开挖施工迹地。

目前已建设完毕，扰动区域实施了绿化措施，目前该区域水土流失强度呈微度，侵蚀模数取值  $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

#### (3) 道路区

建成总占地面积  $5.41\text{hm}^2$ ，地表形态包括道路路面、开挖边坡及回填边坡。

道路路面：主要为土路面，道路内侧布设有排水沟形成完善的排水系统，水土流失强度呈轻度。

开挖边坡：位于道路靠山体一侧，为路基开挖过程中形成，坡面较为紧实，坡高约为  $1\text{m}\sim 2\text{m}$ ，坡度约为  $22^\circ$ 。坡面采取撒草进行绿化，有一定裸露，坡面稳定，水土流失强度呈轻度。

回填边坡：主要为道路建设过程中回填形成，坡面较为松散。坡面采取种植灌木和撒播车撒子的方式进行恢复。结合边坡情况，回填边坡水土流失强度呈轻度。

结合以上各种地表形态占地及侵蚀模数，道路区防治措施实施后平均侵蚀模数为  $550\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失强度为轻度。

#### (4) 料场区

根据主体工程竣工资料，结合现场调查，工程实际建设过程中启用了 1#、2#料场和新增料场，料场面积  $6.83\text{hm}^2$ ，地表形态包括开采平台、开采边坡。

开采平台：主要为开采迹地，目前已进行植被恢复或复耕，由于土质差长势较差，水土流失强度呈轻度。

开挖边坡：开采面为土质裸露面，经过分台处理，采面平滑结实，坡面稳定，水土流失强度呈轻度。

结合以上各种地表形态占地及侵蚀模数，料场区防治措施实施后平均侵蚀模数为  $550\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失强度为轻度。

#### (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) 存弃渣场

根据主体工程竣工资料，结合现场调查，在施工期工程建设期间枢纽区产生弃渣全部弃渣场堆存，渣场占地面积  $3.35\text{hm}^2$ ，地表形态包括堆渣平台、堆渣坡面。

堆渣平台：堆渣平台目前已进行复耕，水土流失强度呈轻度。

堆渣坡面：堆渣初期，建设单位在渣体下侧修建了浆砌石挡墙进行挡护，目前堆渣坡面平滑结实，渣体稳定，经过植物措施的实施，弃渣场水土流失强度已减至轻度。

结合以上各种地表形态占地及侵蚀模数，弃渣场防治措施实施后平均侵蚀模数为  $550\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失强度为轻度。

#### (7) 施工生产生活区

施工生产生活区占地  $1.25\text{hm}^2$ ，水土流失主要发生在施工期间的场地平整及基础开挖阶段，水土流失受人为影响较大。从现场调查情况看，场地平整完成后，地面采取了硬化措施。水土流失强度为轻度，措施实施后平均侵蚀模数为  $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

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

分区	占地面积 ( $\text{hm}^2$ )	措施实施后侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ )	侵蚀强度
枢纽工程区	5.79	350	微度侵蚀
存弃渣场区	3.35	550	轻度侵蚀
料场区	6.83	550	轻度侵蚀
道路工程区	5.41	550	轻度侵蚀
渠系工程区	0.45	400	微度侵蚀
施工生产生活区	1.25	500	轻度侵蚀

分区	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	措施实施后侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	侵蚀强度
合计	23.08		

### 5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

本工程为建设类项目，参照同类工程建设经验，结合该工程建设实际情况，工程项目建设造成的水土流失主要集中在项目建设期。建设期由于要进行场地平整、大坝基础开挖、料场取料开采，需进行大面积的开挖、回填等施工活动，因此，土壤侵蚀较大，但在相应同步的防治措施治理下，产生的水土流失也得到有效控制。在自然恢复期，由于水土保持防治措施效益的发挥，各区侵蚀模数开始降低。

#### 5.2.3.1 原生土壤流失量监测结果及分析

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 671.62t/km<sup>2</sup>·a，采用公式：流失量=∑侵蚀单元面积×侵蚀强度，对各阶段水土流失情况进行计算，计算时段按 3 年，项目区在建设期间背景土壤流失量应为 855.81t。

项目建设区原生土壤流失量详见表 5-8。

表 5-8 项目区原生地表土壤流失量

分区	面积 (hm <sup>2</sup> )	原生平均土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	时间 (a)	土壤流失量 (t)
枢纽工程区	5.79	1236	3	214.69
存弃渣场区	3.35		3	124.22
料场区	6.83		3	253.26
道路工程区	5.41		3	200.60
渠系工程区	0.45		3	16.69
施工生产生活区	1.25		3	46.35
合计	23.08			855.81

#### 5.2.3.2 施工期土壤流失量监测结果及分析

通过 5.2.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定，采用公式：流失量=∑侵蚀单元面积×侵蚀强度，对各阶段水土流失情况进行计算对比。项目施工期为 2015 年 6 月~2018 年 11 月。通过计算，项目施工期产生土壤流失量为 1535.34t，其中 2016 年土壤流失量为 898.17t，2017

年土壤流失量为 562.43t, 2018 年土壤流失量为 74.74t。各分区在不同时段水土流失量情况具体分析如下表 5-9~5-11。

**表 5-9 项目建设区 2016 年度土壤侵蚀量统计表**

监测分区	扰动类型	面积 (hm <sup>2</sup> )	土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> .a)	监测时段 (a)	土壤流失量 (t)
枢纽工程区	开挖坡面	2.17	3200.00	1	69.44
	回填坡面	0.54	4474.63	1	24.16
	施工扰动平台	0.91	2500.00	1	22.75
	无危害扰动	0.64	400.00	1	2.56
料场区	开挖坡面	3.52	3200.00	1	112.64
	施工扰动平台	1.17	2500.00	1	29.25
道路工程区	开挖坡面	0.54	3200.00	1	17.28
	回填坡面	1.03	4474.63	1	46.09
	施工扰动平台	4.71	2500.00	1	117.75
存弃渣场区	堆渣面	5.40	7356.62	1	397.26
施工生产生活区	施工扰动平台	0.69	2500.00	1	17.25
	无危害扰动	0.56	400.00	1	2.24
水库淹没区	施工扰动平台	1.58	2500.00	1	39.50
合计		23.46	3828.51	1	898.17

**表 5-10 项目建设区 2017 年度土壤侵蚀量统计表**

监测分区	扰动类型	面积 (hm <sup>2</sup> )	土壤侵蚀模数	监测时段	土壤流失量
			(t/km <sup>2</sup> .a)	(a)	(t)
枢纽工程区	开挖坡面	1.14	2200.00	1	25.08
	回填坡面	1.53	2651.10	1	40.56
	施工扰动平台	0.54	1500.00	1	8.10
	无危害扰动	2.58	320.00	1	8.26
料场区	开挖坡面	4.86	2200.00	1	106.92
	施工扰动平台	1.94	1500.00	1	29.10
道路工程区	开挖坡面	0.58	2200.00	1	12.76
	回填坡面	1.07	2651.10	1	28.37
	施工扰动平台	4.79	1500.00	1	71.85
存弃渣场区	堆渣面	5.45	2837.18	1	154.63
施工生产生活区	施工扰动平台	0.69	1500.00	1	10.35
	无危害扰动	0.56	320.00	1	1.79
水库淹没区	开挖坡面	0.75	2200.00	1	16.50
	施工扰动平台	2.52	1500.00	1	37.80
	无危害扰动	3.24	320.00	1	10.37

合计	32.24	1744.51	1	562.43
----	-------	---------	---	--------

表 5-11 项目建设区 2018 年度土壤侵蚀量统计表

监测分区	扰动类型	面积 (hm <sup>2</sup> )	土壤侵蚀模数	监测时段	土壤流失量
			(t/km <sup>2</sup> ·a)	(a)	(t)
枢纽工程区	开挖坡面	0.06	1600	1	0.96
	回填坡面	0.03	1180	1	0.35
	施工扰动平台	0.07	800	1	0.56
	无危害扰动	1.95	470	1	9.17
料场区	开挖坡面	0.09	1600	1	1.44
	无危害扰动	6.74	470	1	31.68
道路工程区	开挖坡面	0.06	1600	1	0.96
	无危害扰动	1.08	470	1	5.08
存弃渣场区	堆渣面	0.05	1946	1	0.97
	无危害扰动	3.3	470	1	15.51
施工生产生活区	施工扰动平台	0.04	800	1	0.32
	无危害扰动	1.21	470	1	5.69
渠系工程区	施工扰动平台	0.01	800	1	0.08
	无危害扰动	0.42	470	1	1.97
合计		15.11	494	1	74.74

### 5.2.3.3 防治措施实施后土壤流失量监测结果及分析

通过 5.2.2.3 防治措施实施后土壤侵蚀模数的确定, 采用公式: 流失量=∑侵蚀单元面积×侵蚀强度, 对各阶段水土流失情况进行计算对比。各防治措施实施后, 即 2018 年 12 月, 进入自然恢复期, 自然恢复期时段长 0.25a。通过计算, 防治措施实施后产生土壤流失量为 28.52t。具体分析如下表 5-12。

表 5-12 自然恢复期土壤流失量计算表

分区	面积 (hm <sup>2</sup> )	措施实施后侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	时间 (a)	土壤流失量 (t)
枢纽工程区	5.79	350	0.25	5.07
存弃渣场区	3.35	550	0.25	4.61
料场区	6.83	550	0.25	9.39
道路工程区	5.41	550	0.25	7.44
渠系工程区	0.45	400	0.25	0.45
施工生产生活区	1.25	500	0.25	1.56
合计	23.08			28.52

#### 5.2.4 水土流失情况对比分析

项目区背景值产生水土流失量 855.81t，在监测时段内施工期（2015 年 6 月~2018 年 11 月）产生水土流失量 1535.34t，植被恢复期（2018 年 11 月~2018 年 12 月）产生水土流失量 28.52t，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，只要继续做好料场区及渣场区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 水土流失危害

松林水库工程在施工期及运行期未产生水土流失危害事件。

## 6 水土流失防治效果

### 6.1 水土流失防治效果监测结果

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。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,土壤侵蚀模数允许值为 $500t/km^2 \cdot a$ 。批复的水保方案结合方案编制的原则和工程建设范围内地形地貌、土壤及水土流失特点,对防治目标进行修正后,确定本项目水土保持防治指标如下:扰动土地整治率95%,水土流失总治理度97%,土壤流失控制比1.0以上,拦渣率95%,林草植被恢复率99%,林草覆盖率27%。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	方案批复目标值
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
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	97
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
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
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	99
林草覆盖率(%)	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	27

### 6.2 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,本工程占地面积共计 $35.60hm^2$ ,

扣除水库淹没区占地面积  $12.52\text{hm}^2$ ，项目建设扰动面积为  $23.08\text{hm}^2$ ，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  $7.97\text{hm}^2$ ，水土保持防治措施面积  $14.70\text{hm}^2$ ，总共整治面积  $22.67\text{hm}^2$ 。经计算，扰动土地整治率为  $98.22\%$ ，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： $\text{hm}^2$

防治分区	扰动土地总面积( $\text{hm}^2$ )	项目建设区扰动土地整治面积( $\text{hm}^2$ )				扰动土地整治率(%)
		①水土保持措施面积	②永久构筑物占地面积	③硬化面积	结果=(①+②+③)	
枢纽工程区	5.79	1.95	3.68		5.63	97.24
存弃渣场区	3.35	3.30			3.30	98.51
料场区	6.83	6.74			6.74	98.68
道路工程区	5.41	1.08		4.27	5.35	98.89
渠系工程区	0.45	0.42	0.02		0.44	97.78
施工生产生活区	1.25	1.21			1.21	96.80
合计	23.08	14.70	3.70	4.27	22.67	98.22

### 6.3 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，扣除水库淹没区后项目扰动面积为  $23.08\text{hm}^2$ ，扣除项目构筑物及硬化占地  $7.97\text{hm}^2$ ，项目水土流失面积  $15.11\text{hm}^2$ ，通过各种防治措施的有效实施，水土保持措施面积  $14.70\text{hm}^2$ ，经计算，松林水库水土流失总治理度达  $97.29\%$ ，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  $\text{hm}^2$

防治分区	项目建设区水土流失面积( $\text{hm}^2$ )				水土保持措施面积( $\text{hm}^2$ )	水土流失总治理度(%)
	①项目区	②永久建筑物占地面积	③硬化面积	结果=(①-②-③)		
枢纽工程区	5.79	3.68		2.11	1.95	92.42
存弃渣场区	3.35			3.35	3.3	98.51
料场区	6.83			6.83	6.74	98.68
道路工程区	5.41		4.27	1.14	1.08	94.74
渠系工程区	0.45	0.02		0.43	0.42	97.67
施工生产生活区	1.25			1.25	1.21	96.80
合计	23.08	3.7	4.27	15.11	14.7	97.29

## 6.4 拦渣率

本工程建设共产生废弃土石方 7.31 万  $m^3$ ，全部运往弃渣场堆放，并在渣场下游设置了浆砌石挡渣墙，综合分析目前拦渣率约为 98%，达到了方案目标值。

## 6.5 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  $500t/km^2.a$ 。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，项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。项目区加权平均土壤流失强度降到  $494.19t/km^2.a$ ，经计算项目区土壤流失控制比为 1.01，达到了方案目标值。

## 6.6 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（在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）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。松林水库扣除水库淹没区实际扰动面积  $23.08hm^2$ ，项目区内可绿化措施面积为  $10.54hm^2$ ，实际完成绿化措施面积  $10.45hm^2$ ，林草植被恢复率达到 99.15%，达到了方案目标值。

## 6.7 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，松林水库扣除水库淹没区实际建设扰动面积为  $23.08hm^2$ ，项目区共实施完成绿化面积  $10.45hm^2$ ，绿化达标面积  $8.88hm^2$ ，因此本工程目前林草覆盖率为 38.47%，达到方案目标值。

## 6.8 运行期水土流失分析

本项目为建设类项目，项目运行初期（即植被恢复期），水土流失主要发生在植被长势较差以及还未采取水土保持措施的区域，水土流失的形式主要以自然因素影响为主，人为扰动较少，但采取水土流失防治措施的必要性不能小视，遇到暴雨极易发生水土流失。

根据项目的实际施工情况，项目在工程运行期，需加强对已实施植物措施的管理、维护，使其尽快发挥水土保持功能，以最低限度减少运行期可能产生的水土流失量，改善项目区及其周边范围内的生态环境。

## 7 结论

### 7.1 水土流失变化

#### 7.1.1 水土流失变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的，通过监测分析，项目区背景值产生水土流失量 855.81t，在监测时段内施工期（2015 年 6 月~2018 年 11 月）产生水土流失量 1535.34t，植被恢复期（2018 年 11 月~2018 年 12 月）产生水土流失量 28.52t，各种措施的实施使这部分环境得到较大改善。

#### 7.1.2 水土流失防治达标情况

通过监测，对工程项目建设区水土保持防治达标情况进行了定量分析，项目植被恢复期各项指标为：扰动土地整治率 98.22%，水土流失总治理度 97.29%，土壤流失控制比达到 1.01，拦渣率达到 98% 以上，林草植被恢复率达到 99.15%，林草覆盖率达到 38.47%。

通过监测并对项目区各项防治指标进行评价，项目区扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率、林草覆盖率均达到方案目标值。达标情况详见表 7-1。

表 7-1 水土保持防治目标达标情况表

防治标准	I 级标准	方案目标值	监测值	达标情况
扰动土地整治率 (%)	95	95	98.22	达标
水土流失总治理度 (%)	95	97	97.29	达标
土壤流失控制比	0.8	1.0	1.01	达标
拦渣率 (%)	95	95	98	达标
林草植被恢复率 (%)	97	99	99.15	达标
林草覆盖率 (%)	27	27	38.47	达标

### 7.2 综合结论

通过现场勘察、图片拍摄、调查巡访等，对工程各扰动地表区域实施的水土保持措施进行评价。工程建设期间水土保持措施评价主要参照水土保持方案报告书设计情况，结合现场巡查记录（记录方式采用图片拍摄、表格记录等），查阅建设单位提供施工单位、监理单位相关施工资料进行综合分析、评价。经分析、评价，得出如下结论：

(1) 各扰动地表区域基本按照主体工程设计和水土保持方案设计要求实施完成水土

保持设施，工程实施完成各项措施质量合格，经监测组现场调查、量测，实施完成各项工程措施尺寸、规格符合水土保持要求。

(2) 各扰动地表区域可恢复植被区域均已按照主体工程设计及水土保持方案设计要求实施完成撒播草籽等植被恢复措施。经监测项目组巡查监测记录，工程建设区域大实施完成植被恢复良好，能够满足工程各扰动地表区域今后运行水土保持。

(3) 工程建设期间，施工单位基本按照水土保持方案设计及水土保持相关规定要求于各扰动地表区域实施完成临时覆盖等临时防护工程建设期间可能产生的水土流失。经建设单位提供工程施工资料，施工期间实施完成各项临时防护措施实施数量、类型基本满足工程建设水土流失防治实际需求，尺寸、规格满足水土保持要求，能达到因地制宜的防治工程建设区域水土流失的目的。

(4) 截至目前，工程建设区域实施完成各项工程措施均运行良好，未出现损坏、倒塌等现象，能够正常发挥其水土保持功能；实施完成各区域植被绿化措施恢复良好，能够发挥其水土保持功能。

### 7.3 存在问题及建议

为进一步做好松林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) 对保留给当地村民继续使用的临时施工道路，要及时补充完善道路排水设施；
- (4) 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

根据项目水土保持监测，从土壤侵蚀背景状况及监测结果的分析可以看出，松林水库很重视水土保持工作和生态保护，基本按照《水保方案》实施了各种预防保护措施。根据监测成果分析，可以得出以下总体结论：

(1) 本项目在建设过程中，实际发生的防治责任范围为  $41.17\text{hm}^2$ ，其中项目建设区  $35.60\text{hm}^2$ ，直接影响区占地面积为  $5.57\text{hm}^2$ 。

(2) 工程措施：框格梁护坡  $16350\text{m}^2$ ，浆砌石挡渣墙  $254\text{m}$ ，钢筋石笼挡墙  $230\text{m}$ ，浆

砌石截排水沟 2945m，混凝土截排水沟 685m，排水急流槽 82m，沉沙井 7 座，消力池 1 座，预制涵管 70m，表土剥离 17000m<sup>3</sup>，覆土 17000m<sup>3</sup>，复耕 4.25hm<sup>2</sup>；植物措施：植被恢复面积共计 10.45hm<sup>2</sup>。其中枢纽工程区下游坝坡框格梁绿化 1.56hm<sup>2</sup>，溢洪道边坡框格梁绿化 0.07hm<sup>2</sup>，施工迹地植被恢复 0.28hm<sup>2</sup>，水库管理所绿化 0.04hm<sup>2</sup>；存弃渣场区植被恢复 3.30hm<sup>2</sup>；料场区植被恢复 2.49hm<sup>2</sup>；道路工程区路肩及边坡植被恢复 1.08hm<sup>2</sup>；渠系工程区撒播草籽植被恢复 0.42hm<sup>2</sup>；施工生产生活区植被恢复 1.21hm<sup>2</sup>；临时措施：临时排水沟 2510m，临时覆盖 1220m<sup>2</sup>，临时拦挡 292m，临时沉砂池 8 座。

(3) 根据水土流失量监测结果，项目区背景值产生水土流失量 855.81t，在监测时段内施工期（2015 年 6 月~2018 年 11 月）产生水土流失量 1535.34t，植被恢复期（2018 年 11 月~2018 年 12 月）产生水土流失量 28.52t，各种措施的实施使这部分环境得到较大改善。

(4) 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 98.22%，水土流失总治理度 97.29%，土壤流失控制比达到 1.01，拦渣率达到 98% 以上，林草植被恢复率达到 99.15%，林草覆盖率达到 38.47%。各项指标均达到方案目标值，并达到 I 级防治标准。