

云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程

水土保持监测总结报告

建设单位：保山龙川江水电开发有限公司

监测单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

二〇二〇年五月





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

本证书此次仅供云南省

保山市腾龙桥Ⅰ级水电站工

程使用, 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: 昆明市五华区二环西路625号云铜科技园工程技术中心B座

部门负责人: 王 晶 15887215541

技术负责人: 杨宏亮 15812046949

项目负责人: 段兴凤 13529132207

传 真: 0871-65392953

电子邮箱: lhsb02@163.com

目 录

前言	2
项目简况	2
监测任务由来及监测过程	2
监测结果	3
监测结论	5
1 建设项目及水土保持工作概况	6
1.1 建设项目概况	6
1.2 水土保持工作情况	28
1.3 监测工作实施情况	33
2 监测内容和方法	44
2.1 监测内容	44
2.2 监测方法	46
3 重点对象水土流失动态监测	52
3.1 防治责任范围监测	52
3.2 取料监测结果	53
3.3 弃渣监测结果	55
3.4 土石方流向情况监测结果	55
4 水土流失防治措施监测结果	60
4.1 工程措施监测结果	60

4.2 植物措施监测结果	64
4.3 临时防护措施监测结果.....	67
4.4 水土保持措施防治效果.....	68
5 土壤流失情况监测.....	71
5.1 水土流失面积	71
5.2 土壤流失量	71
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	83
5.4 水土流失危害	84
6 水土流失防治效果监测结果	85
6.1 扰动土地整治率	85
6.2 水土流失总治理度	86
6.3 拦渣率	87
6.4 土壤流失控制比.....	87
6.5 林草植被恢复率.....	87
6.6 林草覆盖率.....	87
7 结论	89
7.1 水土流失动态变化	89
7.2 水土保持措施评价	89
7.3 存在问题及建议	90
7.4 综合结论	90

附件：

附件 1：监测委托书；

附件 2：保山市发展和改革委员会关于云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程项目核准的批复（保发改能源〔2015〕547 号），2015 年 10 月 22 日；

附件 3：《云南省国土资源厅关于云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程建设项目（枢纽区）农用地转用及土地征收的批复》（云国土资复〔2016〕194 号），2016 年 6 月 8 日；

附件 4：《保山市水利局关于准予云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持方案的行政许可决定书》（保水许可〔2014〕53 号）；

附件 5：工程现场监测照片集。

附图：

附图 1：项目区域地理位置图；

附图 2：云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程总平面布置图；

附图 3：云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程防治责任范围图；

附图 4：云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持措施竣工及监测点布置图。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程									
建设规模		装机容量 95MW，多年平均发电量 4.06 亿 kW•h	建设单位 联系人		保山龙川江水电开发有限公司 联系人：杨新瑜 13987570269						
			建设地点		保山市龙陵县与腾冲县两县界河龙江干流中上游						
			所属流域		伊洛瓦底江流域						
			工程总投资		7.90 亿元						
			工程总工期		72 个月						
水土保持监测指标											
监测单位			昆明龙慧工程设计咨询有限公司			联系人及电话		段兴凤 13529132207			
自然地理类型			构造侵蚀中山陡坡地貌			防治标准		建设类 I 级			
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		定位监测			2.防治责任范围监测		调查监测			
	3.水土保持措施情况监测		调查监测			4.防治措施效果监测		调查监测			
	5.水土流失危害监测		调查监测			水土流失背景值		330t/km ² •a			
方案设计防治责任范围			391.96hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² •a			
方案设计水土保持投资			583.47 万元			水土流失目标值		500t/km ² •a			
防治措施			①工程措施：表土剥离 4.79 万 m ³ ，截排水沟 5870m，排水涵管（DN1000）8m，浆砌石挡土墙 60m，钢筋石笼挡墙 879m，土地复耕 7.98hm ² ，挡渣墙 45m，挡水墙 10m，跌水坎 63m，马道排水沟 1672m、排水盲沟 451.6m、沉砂池 2 座； ②植物措施：植被恢复 17.29hm ² ，行道树 378 株，开挖边坡葛藤 1360 株； ③临时措施：临时覆盖 1850m、临时拦挡 972m，临时排水沟 2900m。								
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	99.55	防治措施达标面积	25.27hm ²	永久建筑物及硬化面积	18.95hm ²	扰动土地总面积	44.42hm ²	
		水土流失总治理度（%）	97	99.21	防治责任范围面积	391.30hm ²	水土流失总面积	44.42hm ²			
		土壤流失控制比	1.0	1.08	工程措施面积	7.98hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² •a			
		林草覆盖率（%）	95	95	植物措施面积	17.29hm ²	监测土壤流失情况	463.95t/km ² •a			
		林草植被恢复率（%）	99	99	可恢复林草植被面积	17.49hm ²	林草类植被面积	17.29hm ²			
		拦渣率（%）	27	30.84	实际拦挡弃渣量	63.94 万 m ³	总弃渣量	63.94 万 m ³			
	水土保持治理达标评价		各指标均达到了方案拟定目标值，已实施整治措施具有较好的水土保持效果及生态效益，对防治水土流失起到了重要的作用。								
	总体结论		本工程建设单位较为重视本工程水土保持工作，基本按照工程批复《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			后期加强绿化区植被抚育管理工作，加强排水措施的日常巡视工作，建设单位做好永久办公生活区后期水土流失防护工作，及时完善后续绿化等水土保持防治措施。								

前言

项目简况

云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程（以下简称“腾龙桥 I 级水电站”）位于保山市龙陵县与腾冲县两县界河龙江干流中上游。右岸属腾冲县辖区，左岸属龙陵县辖区。枢纽区中心地理坐标：北纬 24°47'14.0"，东经 98°38'18.34"。电站距离龙陵县 32km，距离昆明市 641km。本工程对外交通路线为昆明→楚雄→大理→保山→龙江乡→电站，机电设备和重大件运输也可利用昆明至大理的铁路运输，再转公路运抵工程区，工程对外交通良好。工程进场道路利用已建好的龙江乡养喜坝至河迤机耕路，道路能够满足腾龙桥 I 级水电站工程设备和机械进场的要求。

腾龙桥 I 级水电站工程拦河坝采用混凝土重力坝坝型，左岸布置导流隧洞，冲砂孔布置在坝身，右岸布置发电压力管道及坝后厂房，混凝土重力坝最大坝高 65.70m，坝顶高程 1203.7m，设计洪水位为 1201.06m，正常蓄水位 1200.00m，校核洪水位 1202.51m，坝轴线长 184.3m，总库容 4372.9 万 m^3 。水电站装机容量 95MW，保证出力 13.873MW，多年平均发电量 4.06 亿 kW.h，年利用小时 4273h。依据《水利水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》（DL5180-2003），本工程属 III 等中型，主要建筑物混凝土重力坝、泄洪消能建筑物、发电引水建筑物、厂房及升压站为 3 级建筑物，次要建筑物消力池下游海幔、挡墙等为 4 级建筑物，临时建筑物为 5 级，导流建筑物为 5 级。

腾龙桥 I 级电站项目主要由枢纽工程区、道路工程区、办公生活区、施工生产生活区、弃渣场区、土料场区等组成。工程建设区总占地面积为 300.98 hm^2 ，其中永久占地面积为 18.65 hm^2 ，临时占地面积为 25.77 hm^2 ，水库淹没区 256.56 hm^2 ；其中枢纽工程区 17.09 hm^2 ，永久办公生活区 0.94 hm^2 ，道路工程区 10.73 hm^2 ，弃渣场区 6.49 hm^2 ，土料场区 0.67 hm^2 ，施工生产生活区 6.99 hm^2 ，淹没区 256.56 hm^2 ，专项设施复建区 1.51 hm^2 。按照占地类型划分为水田、坡耕地、园地、林地、建设用地、水域及水利设施用地、交通运输用地和草地。

项目总投资 7.90 亿元，其中土建投资 2.91 亿元。项目于 2014 年 1 月动工建设，于 2019 年 12 月完工，工期为 72 个月，目前永久办公生活区还未完全完工。

监测任务由来及监测过程

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规

定》和其他有关法律法规的要求，确保工程建设过程中新增水土流失得到有效控制，保山龙川江水电开发有限公司委托云南秀川环境工程技术有限公司承担本项目水保方案的编制工作。2014 年 11 月方案编制单位完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持方案初步设计报告书》（以下简称《水保方案》），2014 年 12 月 2 日，保山市水利局以“保水许可〔2014〕53 号”对《水保方案》进行了批复。

根据相关法律法规要求以及项目水土流失防治需要，2015 年 5 月受建设单位保山龙川江水电开发有限公司的委托，我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担了云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程的水土保持监测任务，并签订了水土保持监测合同。监测单位接到委托后立即组织相关专业的技术人员成立监测组，于 2015 年 5 月监测进场，监测进场后对工程建设区域进行全面调查，主要调查工程布置、水土流失防治分区等，为编制水土保持监测实施计划收集资料。并于 2015 年 6 月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测设计与实施计划》，在保山市水务局、腾冲市水务局、龙陵县水务局进行了监测备案，提交了本项目的《云南省生产建设项目水土保持监测备案表》。根据实际踏勘情况，结合水土保持方案中的防治分区，完善水土保持保持监测分区、重点监测区和监测技术路线，向业主单位了解项目建设的基本情况。在上述基础上，按照水土保持监测法律、法规，监测技术规程等，监测单位自 2015 年 5 月至 2020 年 5 月，监测组基本做到了每季度监测 1 次，目前已开展水土保持监测 21 次。每次外业监测后编制监测季度报告，每年 12 月之前完成监测年度报告。目前已提交 2015 年、2016 年、2017 年、2018 年、2019 年共 19 期水土保持监测季度报告和 5 期年度报告。

在此基础上，项目组通过定位监测和调查监测相结合的方法，结合建设方提供的基础技术资料和工程竣工资料分析对比，获取了有关水土保持的资料和数据，于 2020 年 5 月底完成《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测总结报告》，为工程水土保持设施专项验收提供技术依据。监测内容涉及防治责任范围、弃渣量、水土流失量、土壤侵蚀形式、水土流失危害、拦渣工程及植物措施工程的防治作用、效果等。

建设单位在监测工作过程中给予了积极配合、大力支持，提供了良好的工作条件，省市县水行政主管部门也给予了大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

监测结果

根据现场踏勘量测，结合施工、监理单位提供的征占地资料，核定防治责任范围面积为 391.30hm^2 ，其中项目建设区面积为 300.98hm^2 ，直接影响区面积为 90.32hm^2 。

项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶区，土壤侵蚀模数允许值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。通过各项水土保持措施的实施，项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。根据监测结果，项目区经过治理后，项目区平均土壤侵蚀模数降低到 $463.95\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

截至 2020 年 5 月，云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程实际实施的水土保持措施主要有：

①工程措施：

表土剥离 4.79万 m^3 ，截排水沟 5870m，排水涵管（DN1000）8m，浆砌石挡土墙 60m，钢筋石笼挡墙 879m，土地复耕 7.98hm^2 ，挡渣墙 45m，挡水墙 10m，跌水坎 63m，马道排水沟 1672m、排水盲沟 451.6m、沉砂池 2 座；

②植物措施：

植被恢复 17.29hm^2 ，行道树 378 株，开挖边坡葛藤 1360 株；

③临时措施：

临时覆盖 1850m、临时拦挡 972m，临时排水沟 2900m。

分项描述如下：

枢纽工程区：截水沟 980m、马道排水沟 1160m；临时覆盖 500m、临时拦挡 160m；

办公生活区：截排水沟 390m，钢筋石笼挡墙 150m；临时覆盖 300m；

道路工程区：表土剥离 1.23万 m^3 ，截排水沟 1200m，排水涵管（DN1000）8m，浆砌石挡土墙 60m，钢筋石笼挡墙 450m，土地复耕 0.55hm^2 ；植被恢复 9.77hm^2 ，行道树 378 株，开挖边坡葛藤 1360 株；临时覆盖 400m、临时拦挡 230m，临时排水沟 2500m；

土料场：截水沟 300m，植被恢复 0.67hm^2 ；临时拦挡 50m；

弃渣场区：表土剥离 1.94万 m^3 ，挡渣墙 45m，挡水墙 10m，截水沟 1490m、跌水坎 63m，马道排水沟 512m、排水盲沟 451.6m、沉砂池 2 座，土地复耕 3.86hm^2 ；植被恢复 2.63hm^2 ；临时拦挡 252m；

施工生产生活区：表土剥离 1.62万 m^3 ，钢筋石笼挡墙 200m，土地复耕 3.57hm^2 ；植被恢复 3.42hm^2 ；临时覆盖 650m、临时拦挡 280m，临时排水沟 400m。

各项水土保持措施实施后，通过对项目区水土流失防治效果评价，该项目扰动土地整治率达到 99.55%，水土流失总治理度达到 99.21%，土壤流失控制比达到 1.08，拦渣率达到 95%，林草植被恢复率达到 99%，林草覆盖率达到 30.84%，各项指标均达到防治目标值。

监测结论

根据监测成果分析，在工程施工建设过程中，工程施工未引起大面积严重水土流失，但 2015 年 8 月 26 日由于连续强降雨导致 1#弃渣场已建排洪沟、挡渣墙等局部破损，针对弃渣场水毁情况，建设单位委托云南晨峰建筑工程有限责任公司进行水毁专项治理，目前水土保持措施基本完好，发挥了防治因工程建设而引发水土流失的作用。

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

云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程（以下简称“腾龙桥 I 级水电站”）位于保山市龙陵县与腾冲县两县界河龙江干流中上游。右岸属腾冲县辖区，左岸属龙陵县辖区。枢纽区中心地理坐标：北纬 24°47'14.0"，东经 98°38'18.34"。电站距离龙陵县 32km，距离昆明市 641km。本工程对外交通路线为昆明→楚雄→大理→保山→龙江乡→电站，机电设备和重大件运输也可利用昆明至大理的铁路运输，再转公路运抵工程区，工程对外交通良好。工程进场道路利用已建好的龙江乡养喜坝至河地机耕路，道路能够满足腾龙桥 I 级水电站工程设备和机械进场的要求。

项目地理位置及交通示意图见附图 1。

1.1.1.2 项目建设规模及特性

一、项目特性

项目名称：云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程；

建设单位：保山龙川江水电开发有限公司；

建设地点：保山市龙陵县与腾冲县两县界河龙江干流中上游；

建设性质：建设类新建项目；

建设内容：本工程建设内容主要包括拦河坝、厂房、土料场（1 个）、道路工程、施工生产生活设施、弃渣场（2 个）等。拦河坝采用混凝土重力坝坝型，左岸布置导流隧洞、冲砂孔布置在坝身。右岸布置发电压力管道及坝后厂房，混凝土重力坝最大坝高 65.70m，坝顶高程 1203.7m，坝轴线长 184.3m，总库容 4372.9 万 m³。水电站装机容量 95MW，保证出力 13.873MW，多年平均发电量 4.06 亿 kW·h，年利用小时 4273h；

工程规模：装机容量 95MW，多年平均发电量 4.06 亿 kW·h，属Ⅲ等中型；

建设工期：2014 年 1 月至 2019 年 12 月，工期 72 个月；

工程总投资：7.90 亿元，其中土建投资 2.91 亿元。

二、工程规模与等级

云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程拦河坝采用混凝土重力坝坝型，左岸布置导流隧

洞，冲砂孔布置在坝身，右岸布置发电压力管道及坝后厂房，混凝土重力坝最大坝高 65.70m，坝顶高程 1203.7m，设计洪水位为 1201.06m，正常蓄水位 1200.00m，校核洪水位 1202.51m，坝轴线长 184.3m，总库容 4372.9 万 m^3 。水电站装机容量 95MW，保证出力 13.873MW，多年平均发电量 4.06 亿 kW.h，年利用小时 4273h。依据《水利水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》（DL5180-2003），本工程属 III 等中型，主要建筑物混凝土重力坝、泄洪消能建筑物、发电引水建筑物、厂房及升压站为 3 级建筑物，次要建筑物消力池下游海幔、挡墙等为 4 级建筑物，临时建筑物为 5 级，导流建筑物为 5 级。

项目主要经济技术指标见表 1-1。

表 1-1 工程主要特性指标表

名称	单位	数量	备注
水文			
流域面积			
全流域	km^2	5800	
坝址以上流域面积	km^2	3316	
利用的水文系列年限	年	55	实测与插补延长年份
多年平均流量	m^3/s	143	
洪量			
设计洪水洪量(7d)	亿 m^3	7.045	
校核洪水洪量(7d)	亿 m^3	8.948	
泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	万 t	194.7	
多年平均含沙量	kg/m^3	0.432	
多年平均推移质年输沙量	万 t	38.9	
水库			
水库水位			
校核洪水位(P=0.1%)	m	1202.51	
设计洪水位(P=2%)	m	1201.06	
正常蓄水位	m	1200	
死水位	m	1187	
正常蓄水位时水库面积	km^2	24.29	
回水长度	km	17.8	
水库容积			
总库容	万 m^3	4372.9	校核洪水位以下
正常蓄水位以下库容	万 m^3	3787.7	
调洪库容	万 m^3	585.2	校核洪水位至正常水位库容
调节库容	万 m^3	2291.8	正常蓄水位至死水位
死库容	万 m^3	1495.9	死水位以下

表 1-1 工程主要特性指标表

名称	单位	数量	备注
库容系数	%	0.4	
调节特性		周调节	
水量利用系数	%	81.9	
下泄流量及相应下游水位			
设计洪水位时最大泄量	m ³ /s	2418	
相应的下游水位	m	1159.47	
校核洪水位时最大泄量	m ³ /s	3243	
相应的下游水位	m	1160.74	
电站额定流量	m ³ /s	244.68	
相应的下游水位	m	1154.93	
最小发电流量	m ³ /s	81.56	
相应的下游水位	m	1153.75	
工程效益指标			
发电效益			
装机容量	MW	95	
保证出力	MW	13.87	
多年平均发电量	亿 kWh	4.06	
装机发电年利用小时数	h	4273	
主要建筑物及设备			
挡水建筑物型式			
地基特性			
地震基本烈度/设防烈度	度	VIII/8	
坝顶高程	m	1203.7	
防浪墙墙顶高程	m	1204.9	
最大坝高	m	65.7	
坝顶长度	m	184.3	
溢流表孔型式			
地基特性		凝灰岩	
堰顶高程	m	1188	
溢流段孔数/净宽	孔/m	2 月 10 日	
最大单宽流量	m ³ /(s·m)	144.37	
消能方式		底流消能	
检修闸门型式、尺寸、数量		检修平门、10m×12.2m、1	
启闭机型式、容量、数量		双向门机、2×630、共用	
工作闸门型式、尺寸、数量		弧形门、10m×13.5m、2	
启闭机型式、容量、数量		液压机、2×1250、2	
设计泄洪流量	m ³ /s	2303	
校核泄洪流量	m ³ /s	2887.4	

表 1-1 工程主要特性指标表

名称	单位	数量	备注
泄洪冲沙底孔			
地基特性		凝灰岩	
进口高程	m	1162	
底孔孔数、尺寸（宽×高）	孔/m×m	1、5×7	
最大流速	m/s	31.35	
消能方式		底流消能	
检修闸门型式、尺寸、数量		事故平门、5m×8.4m、1	
启闭机型式、容量、数量		卷扬机、630、1	
工作闸门型式、尺寸、数量		弧形门、5m×7m、1	
启闭机型式、容量、数量		液压机、1600/400、1	
设计泄洪流量	m ³ /s	768.6	
校核泄洪流量	m ³ /s	783.7	
冲沙廊道			
地基特性		凝灰岩	
进口高程	m	1162	
廊道孔数、尺寸（宽×高）	孔/m×m	1/3×3	
最大流速	m/s		
消能方式		底流消能	
检修闸门型式、尺寸、数量		事故平门、3m×3m、1	
启闭机型式、容量、数量		双向门机、2×630、共用	
工作闸门型式、尺寸、数量		弧形门、3m×3m、1	
启闭机型式、容量、数量		液压机、630/250、1	
设计泄洪流量	m ³ /s	148	
输水建筑物			
设计流量	m ³ /s	245	
进水口型式		坝式进水口	
地基特性		凝灰岩	
底板高程	m	1172	
拦污栅型式、尺寸、数量	全跨直立、3.5m×31.7m、6		
清污机型式、容量、数量		清污机、2×100、1	
检修闸门型式、尺寸、数量		平门、4.7m×4.7m、1	
启闭机型式、容量、数量		双向门机、2×630、共用	
快速事故闸门型式、尺寸、数量		平门、4.7m×4.7m、3	
启闭机型式、容量、数量		液压机、1250/630、3	
压力管道型式		坝内埋管	
条数		3	
每条管长度	m	61.25	

表 1-1 工程主要特性指标表

名称	单位	数量	备注
内径	m	4.7	
最大水头	m	67	
尾水道型式		明渠	
地基特性		凝灰岩	
长度	m		
检修闸门型式、尺寸、数量		平门、4.2m×3.83m、6	
启闭机型式、容量、数量		门机、2×160、1	
发电厂房			
型式		坝后地面式	
地基特性		凝灰岩	
主厂房尺寸（长×宽×高）	m×m×m	75.11×20.9×16.65	
水轮机安装高程	m	1153.25	
开关站			
型式		室内 GIS	
面积(长×宽)/层数	m×m/层		
主要机电设备			
水轮机			
型号		HLA551-LJ-325	
台数		3	
额定出力	MW	32.48	
额定转速	r/min	166.7	
吸出高度	m	-0.27	
最大水头	m	46.25	
额定水头	m	41	
额定流量	m ³ /s	87.45	
发电机			
型号		SF31.67-36/6500	
台数	台	3	
额定容量	MVA	31.67	
发电机功率因数		0.85	
主变压器			
型号		SF11-40000/110kV	
台数	台	3	
额定容量	kVA	40000	
输电线路			
输电电压	kV	110	
回路数	回	2	
七、施工特性			

表 1-1 工程主要特性指标表

名称	单位	数量	备注
供电	kW	1500	从勐柳 35kV 变电站架设 10kV 输电线路
施工导流方式			
导流方式	一次拦断河床；枯水期土石围堰挡水，导流隧洞过流；2015 年汛期由坝体预留缺口和导流隧洞联合过流；2016 年汛期由导流隧洞、冲沙孔和坝体溢流表孔联合过流。		
导流流量（P=10%）	m ³ /s	502	
度汛流量（P=2%）	m ³ /s	2167	
挡水建筑物		枯期围堰	
型式		土石	
最大高度	m	22	
防渗型式		心墙	
泄水建筑物		导流隧洞	
型式		圆拱直墙型	
长度	m	524.83	
尺寸	m	6m×8m	
闸门型式、尺寸、数量		平门、6m×8m、1	
启闭机型式、容量、数量		卷扬机、800、1	
工期	月	72	2014 年 1 月至 2019 年 12 月
投资			
工程总投资	亿元	7.90	
土建投资	亿元	2.91	

1.1.1.3 项目组成

云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程主要由枢纽工程区、道路工程区、办公生活区、施工生产生活区、弃渣场区、土料场区、淹没区等组成，占地面积为 300.98hm²。

表 1-2 项目组成一览表

项目分区	主要组成	具体内容
枢纽工程区	拦河坝	位于下帕允村上游约 1.5km 处，混凝土重力坝，坝顶高程 1203.70m，最大坝高 65.7m，坝顶长度 184.3m，坝顶宽度 10m，采用常态混凝土浇筑。大坝共 10 个坝段，由左岸非溢流坝段、泄洪表孔坝段、泄洪冲砂底孔坝段、发电取水坝段、右岸非溢流坝段组成
	厂房	位于拦河坝右岸，厂房紧靠大坝坝脚布置，为坝后地面式厂房。主厂房由主机段和安装间组成，全长 75.11m，宽 20.9m，最大高度 38.18m，采用钢筋混凝土框架结构。厂房装机 3×31.67MW
	围堰	导流隧洞进、出口围堰： 进口围堰采用 M7.5 浆砌石结构，顶宽 0.6m；出口围堰采用均质土石结构，选用级配相对较好的开挖料填筑，顶宽 7m，并满足交通要求。 大坝上、下游围堰： 基础采用静压帷幕灌浆防渗，堰身用粘土心墙防渗，石渣料填筑的结构，堰顶宽 6~7m。 厂区围堰： 均质土石结构，堰顶宽 6m
	导流隧洞	由进口明渠段、封堵闸室段、洞身段、出口明渠段组成，隧洞全长 524.83m，洞身段长 403m。进口明渠段长 10.83m，出口明渠段长 101 米。导流隧洞洞型断面为 6 米×8 米（宽×高）的圆拱直墙式断面
工程永久办公生活区		位于大坝下游右岸 50m 处，施工期为施工生产区，后期作为工程永久办公生活区
道路工程区	永久道路	永久道路 1.119km，新建永久跨江桥 1 座。位于右岸，是永久跨江桥和大坝与工程永久办公生活区的连接通道。道路等级为场内三等，泥结石路面，路基宽度 6.5m、路面宽度 6.0m
	施工临时道路	临时道路 4.341km，左右岸都有分布，右岸为大坝和上游围堰的连接道路，左岸为上下游围堰与大坝之间的道路，以及至 1#渣场的道路。道路等级为场内三等，泥结石路面，路基宽度 6.5m、路面宽度 6.0m
弃渣场	1#弃渣场	位于坝址下游左岸约 1.0km，沟道型，堆渣容量 54.24 万 m ³ （自然方），渣料来源导流隧洞、围堰及部分大坝、厂房的开挖弃渣
	2#弃渣场	位于坝址下游右岸约 1.0km，沟道型，堆渣容量 9.70 万 m ³ （自然方），渣料来源跨江桥完成之前的右岸大坝、厂房开挖弃渣
土料场区		位于大坝下游右岸约 0.6km 处，分布高程 1190~1330m，规划总开采量约 6.9×10 ⁴ m ³ ，其中有用料约 5.3×10 ⁴ m ³ ，无用层约 1.6×10 ⁴ m ³ ，储量满足需要
施工生产生活区		施工生产区、施工生活区、砂石加工系统、混凝土生产系统、供风、供水、供电及通信设施、综合加工等
淹没区		水库淹没区 256.56hm ²
专项设施复建区		主要为损毁的 2.38km 乡村道路，复建后道路长度约 2.42km，其中腾冲段 1.51km，龙陵段 0.91km

一、枢纽工程区

（1）拦河坝

位于下帕允村上游约1.5km处，混凝土重力坝，坝顶高程1203.70m，最大坝高65.7m，坝顶长度184.3m，坝顶宽度10m，采用常态混凝土浇筑。大坝共10个坝段，由左岸非溢流坝段、泄洪表孔坝段、泄洪冲砂底孔坝段、发电取水坝段、右岸非溢流坝段组成。

（2）电站厂房

厂房紧靠大坝坝脚布置，为坝后地面式厂房，布置于右岸。

主厂房由主机段和安装间组成，全长75.11m，宽20.9m，最大高度38.18m，采用钢筋混凝土框架结构。主厂房主机段与安装间、1#、2#与3#机组之间设沉降缝，缝宽50mm，缝内设铜片止水及填缝材料。主厂房内主要布置3台立轴混流式水轮发电机组及相关配套机电设备，每台容量为31.67MW。机组中心距17m，机组纵轴线距厂房下游外边墙9.65m，距上游外边墙11.25m。厂内装有3台立轴混流式水轮发电机组，每台容量为31.67MW。高程1163.60m以下为钢筋混凝土箱型结构。

副厂房：为尽量利用大坝和厂房之间的空间，电站副厂房布置于主厂房背部，由中控室和GIS室组成，全长69.9m，最大宽度11.4m，最大高度27.4m，采用钢筋混凝土框架结构。中间共设两结构缝，缝宽50mm，缝内设铜片止水及填缝材料。中控室长22.05m，宽11.4m，最大高度16.9m，地面以上高度9.8m，共分二层，即地下一层和地上二层。GIS室长47.8m，宽11.4m，最大高度27.4m，地面以上高度20.15m，共分三层，即地下一层和地上二层。

升压站：升压站采用GIS设备，主要分两块，一是GIS室；一是主变压器场。GIS室布置于副厂房内，三台主变压器布置于副厂房GIS室下部。

（3）导流隧洞

由进口明渠段、封堵闸室段、洞身段、出口明渠段组成，隧洞全长524.83m，洞身段长403m。进口明渠段长10.83m，出口明渠段长101米。导流隧洞洞型断面为6米×8米（宽×高）的圆拱直墙式断面。

导流方式采用一次拦断河床的方式，并结合坝型特点，大坝施工导流方案采取一次拦断河床，枯水期土石围堰挡水，导流隧洞过流。

（4）围堰

导流隧洞进、出口围堰：导流隧洞施工期间，为确保隧洞施工不受洪水影响，需要布置围堰进行防护。进口围堰采用M7.5浆砌石结构，沿河岸边布置，围堰顶宽0.6m，迎水面竖直，背水面坡度为1:0.4。出口围堰采用均质土石结构，选用级配相对较好的开挖料填筑，

在出口明渠浇筑完成后，将围堰填筑在明渠槽内，围堰顶宽7m，并满足交通要求，迎水面坡度为1:2，背水面坡度为1:1.5。

大坝上、下游围堰：上游围堰选择采用和截流戗堤结合，基础采用静压帷幕灌浆防渗，堰身用粘土心墙防渗，石渣料填筑的结构。上游围堰堰顶高程 1172.5m，拦洪水位 1171.44m，最大堰高 22m，围堰顶长 101.50m，顶宽 6.0m，迎水面坡度为 1: 2.0、1: 2.5，背水面坡度为 1: 2.0。下游围堰堰型采用粘土斜墙防渗的土石围堰。下游围堰堰顶高程 1156.00m，挡水水位 1154.25m，堰高 7.0m，围堰顶长 116.00m，顶宽 7.0m，背水面坡度为 1: 2.0，迎水面坡度为 1: 2.5。

厂区围堰：在大坝开工后的第 1 个枯期完成大坝和厂房基础开挖、消力池施工及尾水渠末段混凝土浇筑，并于枯期末修建横向围堰，2015 年汛期和 2016 年汛期利用消力池右边墙和围堰挡水，保护厂区施工。围堰采用均质土石结构，填筑在电站厂房尾水渠渠槽内，堰顶长 60m，堰顶高程为 1159.50m，堰高 9.3m，围堰顶宽 6m，背水面坡度为 1: 2.0，迎水面坡度为 1: 2.5，在电站第一台机组发电之前拆除。

	
拦河坝及厂房（2019.12）	导流隧洞出口（2018.4）
	
拦河坝及厂房（2019.12）	拦河坝及厂房（2019.12）

二、永久办公生活区

位于大坝下游右岸50m处，施工期为施工生产区，后期作为工程永久办公生活区。截至目前，永久办公生活区还未完全完工，建构筑物已基本完成，硬化以及绿化工程暂未完工。建设单位做好永久办公生活区后期水土流失防护工作，及时完善后续绿化等水土保持防治措施。

三、道路工程区

（1）进场道路

工程进场道路利用已建好的龙江乡养喜坝至河迤机耕路，进场道路建设单位是龙江乡人民政府，龙江乡人民政府又委托保山龙川江水电开发有限公司建设。2013年7月，龙陵县发展和改革局下达关于龙江乡养喜坝至河迤机耕路建设项目立项的批复（龙发改投资〔2013〕222号），同意此项目开展前期工作。建设单位委托龙陵县水利水电勘测设计队编报了项目的水土保持方案，2013年10月，龙陵县水务局下达了关于准予龙江乡养喜坝至河迤机耕路建设项目水土保持方案的行政许可决定书（龙水许可〔2013〕01号）。此道路已于2013年11月建成并投入使用，已完成水土保持验收。道路长4.53km，路面等级按山岭重丘区四级公路标准建设，路基宽6.5m，路面宽6.0m，泥结石路面。此道路能够满足腾龙桥 I 级水电站工程设备和机械进场的要求。

（2）永久道路

永久道路1.119km，新建永久跨江桥1座。位于右岸，是永久跨江桥和大坝与工程永久办公生活区的连接通道。道路等级为场内三等，泥结石路面，路基宽度6.5m、路面宽度6.0m。

（3）施工临时道路

临时道路4.341km，左右岸都有分布，右岸为大坝和上游围堰的连接道路，左岸为上下游围堰与大坝之间的道路，以及至1#渣场的道路。道路等级为场内三等，泥结石路面，路基宽度6.5m、路面宽度6.0m。



进场道路现状（2015 年 5 月拍摄）——单独立项



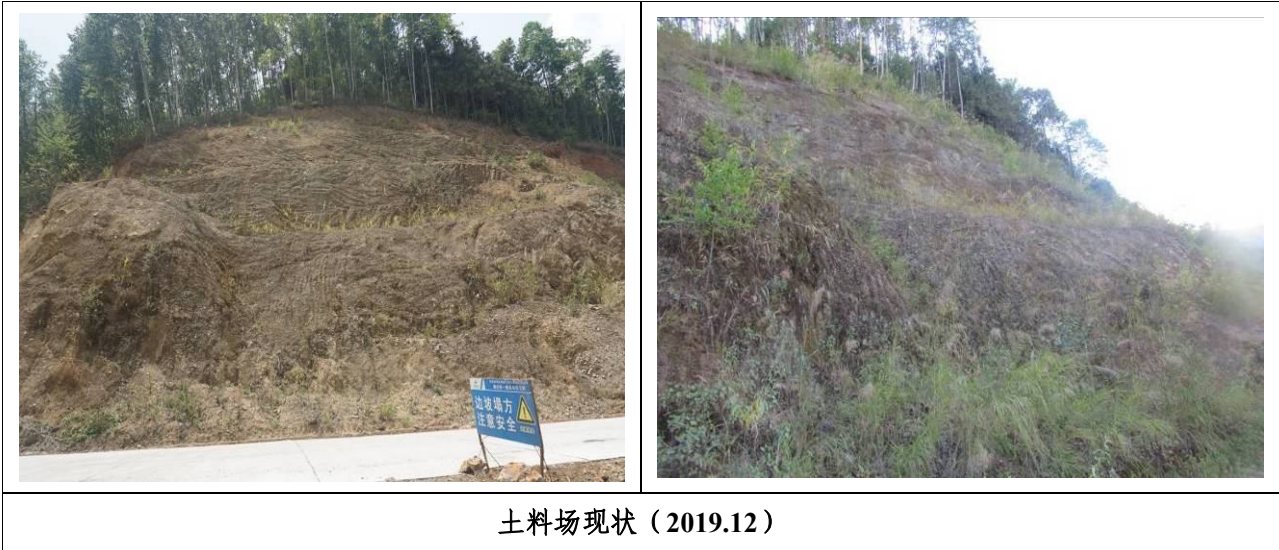
道路工程区现状（2019.12）



道路工程区现状（2019.12）

四、土料场区

本工程布设1个土料场，土料设计用量 $3.3 \times 10^4 \text{m}^3$ 。位于龙江右岸坝址下游岸坡，距坝址约0.6~1km，分布高程1190~1330m，坡度约30~40°，料场长约200m，宽约180m。有用层为红色、黄色第四系含碎石粘土及砂质粘土，厚度一般2.5~4.5m，下部为强风化玄武岩，上部剥离层平均厚0.46m，为腐殖土层。现有道路从料场中通过，开采及运输条件较好。有用层储量约 $9.38 \times 10^4 \text{m}^3$ ，规划总开采量约 $6.9 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其中有用料约 $5.3 \times 10^4 \text{m}^3$ ，无用层约 $1.6 \times 10^4 \text{m}^3$ 。



土料场现状（2019.12）

五、弃渣场

腾龙桥 I 级水电站工程共规划2个弃渣场，根据现场勘查，1#渣场、2#渣场均启用堆渣，现阶段已完成堆渣并进行植被恢复以及土地复耕。1#渣场堆渣78.64万m³(自然方54.24万m³)，2#渣场堆渣约14.07万m³(自然方9.70万m³)。已完渣场挡渣墙、截排水沟、马道排水沟、土地复耕、植被恢复等水保措施。

表 1-3 弃渣场特性表

弃渣场	面积 (hm ²)	占地类型	类型	容量	弃渣量	弃渣量	堆渣最大 高度 (m)	堆渣高程	渣料来源
				(万 m ³)	(自然方)	(松方)			
1#弃渣场	5.10	水田、坡耕地、林地、草地	沟道型	85.00	54.24	78.64	60	1175~1235	导流隧洞、围堰及大坝、厂房的开挖弃渣
2#弃渣场	1.39	林地	沟道型	14.50	9.7	14.07	50	1175~1225	堆存跨江桥完成之前的右岸大坝、厂房开挖弃渣
合计	6.49			99.50	63.94	92.71			

六、施工生产生活区

施工生产区布置有砂石加工系统、混凝土生产系统等施工辅助设施，施工生产区以及施工生活区已全部进行拆除，并进行清理，完成土地复耕及植被恢复。

	
施工生产生活区现状（2018.10）	施工生产生活区现状（2019.12）
	
施工生产区现状（2019.12）	

七、淹没区

水库淹没区范围 256.56hm^2 。已于2018年四季度库区开始蓄水。



八、专项设施复建区

专项设施复建区腾冲县复建公路1.51km，龙陵县复建公路0.91km，专项设施复建区已完工。专项设施复建区由保山龙川江水电开发有限公司（甲方）筹资，保山市移民开发局作为乙方，负责指导丙方实施专项设施复建工程，并协调甲方丙方，腾冲市人民政府、龙陵县人民政府（丙方）是移民安置的责任主体和实施主体，具体负责腾龙桥一级水电站移民安置工作（含专项设施复建）的组织实施。



专项设施复建区现状（2019.9）

1.1.1.4 施工组织及工期

（1）供排水工程

水源取自龙江水和沟箐水。排水通过排水沟排至自然沟箐。

（2）供电

从勐柳35kV变电站出线处架设10kV输电线路到枢纽区，可满足施工供电要求。
输电线路单独立项。

（3）主要材料来源

主体工程主要建筑材料包括水泥、钢筋、木材、碎石、砂料、汽柴油及炸药等。

水泥：腾龙桥电站工程使用的水泥为龙陵县海螺水泥有限责任公司保山龙陵“海螺”P•O42.5水泥、腾越水泥厂保山腾冲“腾越”P•O42.5水泥，祥云建材有限公司 P.O52.5 水泥（特细水泥）；

砂石料：外购，可满足石料需求；砂、石骨料由腾冲市团田乡曼岐村花石岩采石场供货，火山灰由龙陵县江腾火山灰开发有限公司供货；

防渗土料：从本工程规划土料场开采，可满足土料需求；

钢材、炸药、木材、汽柴油等外购。

(4) 施工工期

项目建设工程工期 72 个月，项目于 2014 年 1 月开工建设，于 2019 年 12 月完工，工期为 6 年。

1.1.1.5 工程占地

工程建设区总占地面积为 300.98hm²，其中永久占地面积为 18.65hm²，临时占地面积为 25.77hm²，水库淹没区 256.56hm²；其中枢纽工程区 17.09hm²，永久办公生活区 0.94hm²，道路工程区 10.73hm²，弃渣场区 6.49hm²，土料场区 0.67hm²，施工生产生活区 6.99hm²，淹没区 256.56hm²，专项设施复建区 1.51hm²。按照占地类型划分为水田、坡耕地、园地、林地、建设用地、水域及水利设施用地、交通运输用地和草地。

表 1-4 项目实际建设占地统计表 单位：hm²

项目区		占地类型及面积								小计	备注
		水田	坡耕地	园地	林地	建设用地	水域及水利设施用地	交通运输用地	草地		
枢纽工程区	大坝及厂房区	0.07	2.77	0.96	8.31		2.85	0.50		15.46	永久
	导流建筑物区				0.62		0.77		0.24	1.63	临时
工程永久办公生活区			0.45		0.49					0.94	永久
道路工程区	永久道路		0.21		0.53					0.74	永久
	临时道路	0.45	0.10		8.12				1.32	9.99	临时
弃渣场	1#弃渣场	1.63	2.23		1.02				0.22	5.10	临时
	2#弃渣场				1.39					1.39	临时
土料场					0.67					0.67	临时
施工生产生活区		2.18	0.09		4.38		0.31		0.03	6.99	临时
淹没区		104.52	4.58	7.26	57.38	0.06	79.42	3.34		256.56	淹没
专项设施复建区		1.36			0.15					1.51	永久
合计		110.21	10.43	8.22	83.06	0.06	83.35	3.84	1.81	300.98	

表 1-5 工程占地面积分行政区统计表 单位：hm²

行政区划	占地性质	占地类型及面积								
		水田	坡耕地	园地	林地	建设用地	水域及水利设施用地	交通运输用地	草地	小计
腾冲县	永久	1.08	3.43	0.96	4.72		1.43	0.50		12.12
	临时				2.16					2.16
	淹没	64.92	3.77	5.79	32.10	0.06	59.44	1.43		167.51
	小计	66.00	7.20	6.75	38.98	0.06	60.87	1.93		181.79
龙陵县	永久	0.35			4.77		1.41			6.53
	临时	4.26	2.42		14.04		1.08		1.81	23.61
	淹没	39.59	0.81	1.47	25.28		20.00	1.90		89.05
	小计	44.20	3.23	1.47	44.09	0.00	22.49	1.90	1.81	119.19
合计		110.20	10.43	8.22	83.07	0.06	83.36	3.83	1.81	300.98

1.1.1.6 土石方平衡

根据工程施工及监理资料统计,根据现场调查,结合查阅资料,工程实际建设过程中开挖土石方为 81.24 万 m^3 ,其中土方开挖 28.74 万 m^3 ,石方开挖 47.71 万 m^3 ,表土剥离 4.79 万 m^3 ;场地回填土石方 17.29 万 m^3 ,其中土石方回填 12.50 万 m^3 ,绿化覆土 4.79 万 m^3 ;调入调出土石方 21.53 万 m^3 ,余方 63.94 万 m^3 。剥离表土临时堆放于表土堆,后期用于绿化覆土。余方 63.94 万 m^3 堆存于规划的 1#弃渣场以及 2#弃渣场。

表 1-6 土石方平衡及流向具体情况表（实际） 单位：万 m³

项目区		开挖				回填			调出		调入		弃方	
		小计	土方开挖	石方开挖	表土收集/剥离	小计	土石方回填	表土	数量	去向	数量	来源	弃渣	去向
枢纽工程区	大坝	49.75	14.83	34.92		4.51	4.51		19.40	围堰			25.85	1#、2#弃渣场
	厂房	8.89	1.91	6.99		0.78	0.78						8.11	
	导流隧洞	7.84	2.04	5.81		0.94	0.94						6.90	1#弃渣场
	围堰	1.66	1.66		1.66	1.66				19.40	大坝	20.90	1#弃渣场	
										1.50	土料场			
	小计	68.15	20.44	47.71		7.88	7.88		19.40		20.90		61.76	
道路工程区		3.75	2.52		1.23	0.94	0.34	0.60	0.63	弃渣场			2.18	1#、2#弃渣场
施工生产生活区		3.50	1.88		1.62	3.50	1.88	1.62						
土料场		1.50	1.50		0.00				1.50	围堰				
弃渣场		1.94			1.94	2.57		2.57			0.63	道路工程区		
专项设施复建区		2.40	2.40			2.40	2.40							
合计		81.24	28.74	47.71	4.79	17.29	12.50	4.79	21.53		21.53		63.94	

注：①开挖+调入+外借=回填+调出+废弃；
②上述土石方均为自然方。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

工程区处高黎贡山西麓龙江峡谷区段，在腾冲县五合乡一团田乡之间，左岸为龙陵县地界，右岸为腾冲县地界，区内地势总体为南北向延伸的谷地，海拔高程 1770~1100m。此段龙江总体流向自北东向南西向弯曲，河流宽度 20~100m，长度约 15km，纵比降 5‰。

库区属典型的侵蚀构造—中高山河谷地貌，山脊、沟谷沿 NE、SN、NW 构造线方向延伸。山体相对高差一般 300~750m，山坡陡缓不均，存在高程 1620~1770m、1350~1500m 两级夷平面。河谷成不对称的“U”型断面，两岸岸坡陡峻，谷底有零星的、规模较小的侵蚀堆积漫滩、阶地、冲洪积扇分布。

坝址河段地处构造侵蚀中山陡坡地貌区，为斜向谷，谷底为侵蚀堆积成因的河流低漫滩。坝址河道呈向西突的弧形展布，总体由北向南流，高程 1151~1149m，谷底宽 40~55m，从上游向下游逐渐变宽，河流纵比降 1~2‰，河谷呈基本对称“V”型谷；漫滩宽 1~20m 不等，枯期高出河水面 0.1~1.0m。两岸高程 1360~1380m，相对高差 230m，地形坡度 30~50°，右岸局部发育陡崖（高 20~30m）；受挤压破碎带及岩体完整性影响，两岸侵蚀沟发育，坡面地形完整性差。

1.1.2.2 地质地震

（1）地质构造

工程区域位于青藏滇缅印尼歹字型构造体系西支中段与滇西经向构造复合部位，弧形构造和南北向构造组成了区域构造的基本格架。工程场址二级构造单元隶属“歹”字形构造体系的高黎贡山~三台山弧形构造带与腾冲~梁河弧形构造带的结合部位，主要构造行迹有龙江深大断裂 F(18)、团田断裂 F(46)、蛮撬河断裂 F(47)、金竹园-囊等街断裂（F3）、龙江—镇安断裂（F11）、龙抱树断裂（F2）等。

水库区整体为一单斜构造，岩层走向 $N0^{\circ}\sim 60^{\circ}W$ ，倾向 SW，倾角 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。区内断裂构造极为发育，主要有 SN、NE、NW 三组断裂，其中，SN 向断裂规模巨大，属区域性断裂或区域性断裂的分支断裂。

（2）地层岩性

工程区内出露第三系上新统芒棒组中段地层，左岸表层大部分被第四系松散层覆盖，右岸基岩露头相对较好。

1）第四系（Q）

①洪积 (Q^{al}): 为灰、棕色砂砾石、碎石土夹块石, 结构松散, 无分选, 透水性强; 成份主要为凝灰岩、石英砂岩、玄武岩, 厚 3~5m。分布于侵蚀沟底及沟口洪积扇。

②冲洪积 (Q^{apl}): 为灰、深灰色砂卵砾石、漂石, 结构松散, 磨圆度好, 分选性差, 透水性强; 成份主要为石英岩、石英砂岩, 其次为玄武岩、花岗岩。厚 8~15m。集中分布于龙江河床一带。

③崩坡积 (Q^{col+dl}): 为灰黄、灰褐色碎块石、碎石土夹砂土、滚石, 结构松散; 碎块石、滚石分布不均匀, 其中碎块石一般含量约占 20~80%, 滚石一般含量约占 5%。厚度 5~12m, 局部可达 15m。主要分布于两岸坡脚一带。

④残坡积 (Q^{edl}): 为灰褐、灰黄色含碎石粘土、碎石土、碎块石, 结构松散~中密, 厚度不均匀, 一般为 3~15m, 局部达 20~30m。主要集中大面积分布于枢纽区左岸及右岸下游一带, 其中: 砂壤土主要分布于缓坡地带; 碎石土、碎块石主要分布于沟谷及陡坡一带。

⑤地滑堆积 (Q^{del}): 为深灰、灰黄色碎石土夹块石, 结构松散, 厚约 5~30m, 局部达 40m。主要集中分布左岸下游。

2) 第三系上新统芒棒组中段二层 (N_2m^{2-2})

灰、深灰、灰黄色岩屑、晶屑凝灰岩、玄武岩夹石英岩及凝灰质板岩, 厚层块状结构, 岩质坚硬, 性脆, 局部含铅锌矿、黄铁矿等。厚度大于 200m。分布整个枢纽区。

(3) 工程地质

坝址河段地处构造侵蚀中山陡坡地貌区, 为斜向谷, 谷底为侵蚀堆积成因的河流低漫滩。坝址河道呈向西突的弧形展布, 总体由北向南流, 高程 1151~1149m, 谷底宽 40~55m, 从上游向下游逐渐变宽, 河流纵比降 1~2‰, 河谷呈基本对称“V”型谷; 漫滩宽 1~20m 不等, 枯期高出河水面 0.1~1.0m。两岸高程 1360~1380m, 相对高差 230m, 地形坡度 35~45°, 右岸局部发育陡崖 (高 20~30m); 受挤压破碎带及岩体完整性影响, 两岸侵蚀沟发育, 坡面地形完整性差。

枢纽区内出露第三系上新统芒棒组中段地层, 左岸表层大部分被第四系松散层覆盖, 右岸基岩露头相对较好。两岸堆积层厚 3~15m, 河床砂卵砾石、漂石层厚 8~15m。基岩为芒棒组中段二层 (N_2m^{2-2}) 灰、深灰、灰黄色岩屑、晶屑凝灰岩、玄武岩夹石英岩及凝灰质板岩。

坝址枢纽区位于区域隐伏断裂—龙江断裂西侧, 龙江断裂于左坝肩约 1.3km 处通过, 控制着枢纽区地质构造。枢纽区岩层整体倾向 SW (即倾向右岸), 倾角 25°~50°, 以

30° ~ 40° 占主导，整体呈一单斜构造，局部因岩相变化、岩性差异及受断层影响，产状有差异或发育规模不大的小褶曲导致产状稍显凌乱。坝址区无较大规模断层通过，但受区域构造的影响，区内 NW 向中小规模的断层或挤压破碎带较为发育，组成物质以糜棱岩、角砾岩及碎裂岩为主，胶结较差，强度低，属区内 III 级结构面，IV、V 级结构面主要为岩石流面、卸荷裂隙及构造裂隙。据地质测绘及勘探平硐节理裂隙统计，坝址区节理裂隙主要特征为：①左岸优势结构面为倾向 SW 和 NE、走向 NW，结构面以流面和反向剪切裂隙为主，倾角以 40 ~ 70° 陡倾为主，裂隙延展性差、发育密度高；②右岸岩体节理裂隙产状较乱，除 NE 倾向的裂隙发育相对较弱外，其余各向均有发育，其中以 NW 向结构面发育相对密集，结构面以流面为主，倾角以 40 ~ 70° 陡倾角为主；裂隙延展性差。

坝址区岩石风化强，岩体完整性差，加之河流侵蚀切割强烈，岩体卸荷变形显著，与此相伴生的卸荷崩塌、侵蚀及滑坡等不良物理地质现象较发育。对工程影响较大的主要为侵蚀冲沟；坝址岩石强风化平均埋深 14.0 ~ 28.6m，最深 56.3m，左岸岩石风化相对较强、强风化垂直埋深较大，河床基岩为弱风化岩体。

坝址枢纽区含（透）水层主要为第四系松散堆积层、强风化岩体及弱风化上带岩体。岩（土）体根据勘探钻孔压（注）水试验获得透水率，岩（土）体透水率（q）平均值 8.05Lu ~ 76.0Lu 之间，属弱 ~ 中等透水岩（土）体。其中，Q 松散堆积物、强风化岩体以及部分弱风化带中的挤压破碎带岩体之透水率（q）均大于 10.0Lu，为含水透水岩体，弱风化岩体之透水率（q）一般小于 5.0Lu，为相对隔水岩体。坝址左岸水力比降 0.16-0.3，右岸水力比降 0.11-0.25。枢纽区地下水主要接受大气降水补给，沿各含水、透水层中孔隙、裂隙径流，最终向龙江下游河床排泄。经取样分析，枢纽区环境水对混凝土及钢筋混凝土结构中的钢筋均无腐蚀，对钢结构具弱腐蚀。

（4）水文地质

工程区的水功能区划属于一级水功能区，地下水按其赋存条件分为以下两类：

①松散岩类孔隙水：主要赋存于第四系、第三系松散岩地层的孔隙内。

②基岩裂隙水：主要赋存于元古界高黎贡山群变质岩、古生界石炭系上统勐洪群沉积岩及燕山期、喜山期侵入岩、喷出岩的基岩裂隙内。

另外，在龙江右岸灰窑附近存在局部岩溶水，主要赋存于古生界石炭系下统灰岩地层内。

工程区域地形切割强烈，山高坡陡，地下水循环交替迅速，补给、径流和排泄途径短，且受地形地貌和地质构造控制。各类型地下水以接受大气降水补给为主，仅局部地段汛期

时受地表水补给。基岩裂隙水多于沟谷下部沿裂隙以片状形式排泄；松散岩类孔隙水天然露头少见，多为人工井、孔揭露。区内地下水自北、西、东三面向南侧龙江汇集排泄，龙江河床为当地地下水最低排泄基准面。

（5）地震

根据中国地震动参数区划图《GB18306-2001》，本项目区抗震设防烈度为Ⅷ度，地震动峰值加速度值为 0.30g，动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震烈度为Ⅷ度。

1.1.2.3 气象

工程区属北亚热带和南亚热带季风气候，其特点为四季无寒暑，年际温差不大，干湿季分明，枯期少雨，冬季多雾，复杂多样的地形构成了水平分布复杂，垂直变化显著的多类型气候，俗称“一山分四季，十里不同天”。湿季5~10月主要受西南暖湿气流控制，水汽充沛，其降水量约占年降水量的85%，尤以6~8月最为集中，约占年降水量的54%；干季受西风带环流及西部大陆干暖气流控制，空气干燥，降水量少，降水量约占年降水量的15%。全年平均降雨量为1477.9mm，最大一日降雨量为93.5mm，年日照时数为2081h，年平均气温14.9℃，年平均蒸发量为1108.4mm。项目区所在地20年一遇1h、6h、24h最大降雨量分别为62.10mm、80.20mm和132.10mm，

1.1.2.4 河流水系

腾龙桥 I 级水电站工程建设在龙江上，龙江主流源于腾冲县北部河头山，河流大致由北向南偏西，流经明光、固东盆地与西支马脚河汇合后称西沙河，西沙河大致由北向南偏西而流，经曲石盆地与东支龙川江汇合后称龙江，龙江为瑞丽江的上游段。

龙江流域面积约 5800km²，干流全长 301km，河道平均比降 3.88‰，流域形状总体呈南北向长条形，形状系数 0.06，水系呈羽状分布。流域上游呈北南长轴的椭圆形，左右基本对称，水系较发育；中游呈北南长边的长方形，左右也基本对称，水系不发育，支流短小；下游呈东北至西南的圆环状，且向西北外凸，右岸水系较左岸的发育，左岸支流显得短小。

水电站坝址以上流域基本属于龙江流域的中上游，流域形状系数0.12，干流全长129km，河道平均比降5.57‰。电站坝址基本处于龙江比降较大的河段，流域地势北高南低，电站坝址为流域最低点（海拔1140m）。

1.1.2.5 土壤及植被

（1）土壤

腾冲和龙陵两县土壤可分为10类46种，由于海拔高差，气候不同以及成土母质、土地利用状况的不同，各类土壤呈条带或零星分布状况。主要土壤类型按分布面积大小排序依次为黄壤、红壤、黄棕壤、水稻土、石灰岩土等。土壤分布呈现水平地带分布、垂直分布。海拔1100~1300m为褐红壤，海拔1300~1600m之间为红壤，水稻土分布在1100~1700m之间，腾冲县土壤由于雨量充沛，气候温和，植被较好，土壤有机质含量较高。

龙江流域内海拔从低到高，分布的土壤依次为赤红壤、红壤、黄红壤、黄壤、山地黄棕壤、棕壤、高山暗棕壤等，其中以赤红壤、红壤、黄红壤、黄壤分布最广泛。工程区土壤类型主要为红壤、褐红壤和水稻土。

（2）植被

两县境内的森林植被大致可划分为温带针叶林、暖性针叶林、常绿阔叶林和落叶阔叶林四个植被型，其中温性针叶林分为寒性针叶林和温凉性针叶林两个植被亚型，暖性针叶林仅包含暖温性针叶林一个亚型，常绿阔叶林可以分为山顶苔藓矮林、中山湿性绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林和季风常绿阔叶林四个植被类型。工程区植被类型为亚热带常绿阔叶林和农作物植被，乔木主要有象蜡树、喜树、重阳木、榕树等，灌木主要有密花树、女贞、盐肤木、合欢、鹅掌柴等，草本主要有爬山虎、红果苔草、唐松草、光亮瘤蕨和野山姜等。植被覆盖率约为 28.20%。

1.1.2.6 侵蚀类型与强度

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岩溶山区，土壤侵蚀模数允许值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区原地貌土壤侵蚀模数背景值为 $330\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土流失类型以水力侵蚀为主，项目建设过程中将扰动地面产生水土流失，随着工程建设完工，地表硬化覆盖、排水及绿化措施的实施，各扰动区域水土流失得到控制和治理，根据监测数据，项目现状侵蚀模数降为 $463.95\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，流失强度为微度。

1.1.2.7 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》（水利部办公厅，办水保〔2013〕188号）和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点防治区和重点治理区的公告》（第49号），项目所在地龙江乡属于西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区，水土流失防治标准执行建设类 I 级标准，与《水保方案批复》水土流失防治标准一致。

1.1.2.8 项目区现状水土流失情况

目前腾龙桥 I 级电站项目除永久办公生活区正在施工外，其余工程已完工。主体工程已基本完工，植物措施基本实施。1#弃渣场、2#渣场专项恢复工程实施完成，但绿化效果不明显，加强抚育管护；现阶段正在进行永久办公生活区建设。主体工程已布设有排水沟、挡墙、护坡以及植被恢复等措施。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：基本为建筑物及硬化地表覆盖，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）道路工程区：永久道路进行硬化，道路内侧修建排水明沟，外侧种植行道树，临时道路进行植被覆盖。区域流失现状整体判定为微度流失。

（3）办公生活区：场地内建筑物覆盖，但还未进行硬化及绿化，存在裸露区域，区域现状判定为轻度流失。

（4）弃渣场区：已实施挡渣墙、截排水、土地复耕及植被恢复等水土保持措施，但部分区域植被恢复效果不良，需加强抚育管理，区域现状判定为轻度流失。

（5）土料场区：已实施植被恢复等水土保持措施，区域现状判定为微度流失。

（6）施工生产生活区：已实施土地复耕及植被恢复等水土保持措施，总体效果较好，区域现状判定为微度流失。

（7）淹没区：为水域覆盖，区域现状判定为微度流失。

（8）专项设施复建区：已进行水泥混凝土硬化，区域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

（1）水土保持管理组织机构

本项目由保山龙川江水电开发有限公司投资建设，建设单位重视工程水土保持和环境保护工作，本项目开工后，设置了安全（环水保）岗位领导相关工作，全面负责公司安全、水保、环保工作。

（2）管理体系及规章制度

监理单位监理的过程中积极对存在的问题及时下发通知并督促整改；施工单位施工过程中制定了施工阶段水保实施方案、管理制度及应急预案等多项制度办法措施，水土保持管理体系相对健全。工程建设过程中，建设单位严格履行基本建设程序，认真执行项目审

批制度。在项目建设过程中，制定了多项施工管理、财务管理办法，严格按照法定程序办事。工程质量管理的内容和目标层层落实，责任到人。施工管理中以加快施工进度、避免雨季施工、减少土石方活动、土石方采用即运机制和绿化覆土采用即运即填方式等举措进行控制。工程建设项目管理的办法、制度和措施，对确保工程建设的顺利进行起到了重要的作用。

1.2.2“三同时”制度落实

2005 年 2 月，云南省水利水电勘测设计研究院接受委托承担腾龙桥 I 级水电站的勘测设计工作。2005 年 8 月，云南省水利水电勘测设计研究院完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站预可行性研究报告》的编制。2005 年 12 月，由云南省工程咨询中心对《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站预可行性研究报告》进行评估，并由云南省发展和改革委员会主持召开了《预可研报告》审查会，下发了《关于做好保山市腾龙桥 I 级水电站核准工作的函》（云发改能源函〔2005〕263 号），同意腾龙桥 I 级水电站开展前期工作，建设单位为保山苏帕河水电开发有限公司。2013 年 2 月 2 日，保山市委第 37 次常委会议“关于龙川江一级至腾龙桥河段龙头水库及相关梯级电站开发有关问题的会议纪要”明确由保山电力（即保山龙川江水电开发有限公司）控股开发该河段水电资源。2014 年 9 月，云南省水利水电勘测设计研究院编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站可行性研究报告》。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（2005 年 7 月 8 日水利部修改）的要求，保山龙川江水电开发有限公司于 2014 年 8 月委托云南秀川环境工程技术有限公司承担本项目水土保持方案编制工作。2014 年 12 月 2 日，保山市水利局以“保水许可〔2014〕53 号”文件下发关于准予云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持方案的行政许可决定书，并对《水保方案》进行批复。

项目于 2014 年 1 月开工建设，主体工程于 2019 年 12 月底竣工，在项目建设过程中，建设单位按照批复的水保方案，实施了临时排水沟等水土保持措施，该阶段水保措施与主体工程同时实施；水土保持措施完工后，经过近一年的植被恢复期，开展水保专项验收工作。

1.2.3 水土保持方案编报及批复情况

按照《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（2005 年 7 月 8 日水利部修改）的要求，保山龙川江水电开发有限公司于 2014 年 8 月委托云南秀川环境工程技术有限公司承担本项目水土保持方案编制工作。方案编制单

位于 2014 年 9 月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持方案初步设计报告书》（以下简称“《水保方案》”）（送审稿）。2014 年 10 月 31 日，保山市水利局主持召开了《水保方案》（送审稿）的评审会。根据技术评审意见，方案编制单位进行认真核实、修改完善，于 2014 年 11 月完成《水保方案》（报批稿）。

2014 年 12 月 2 日，保山市水利局以“保水许可〔2014〕53 号”文件下发关于准予云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持方案的行政许可决定书，并对《水保方案》进行批复。根据《水保方案》及批复文件：

（1）工程占地及土石方：工程总占地 301.64hm^2 ，工程总开挖土石方 87.90万 m^3 （包括表土收集/剥离 5.74万 m^3 ）；回填利用量为 22.62万 m^3 （包括表土收集/剥离 5.74万 m^3 ）；调入调出方 25.00万 m^3 ，产生弃渣总量 65.28万 m^3 （折合松方为 92.71万 m^3 ，松方系数 1.45），分别堆存于主体工程规划的 2 个弃渣场内；

（2）水土流失防治责任范围及防治目标：本工程水土流失防治责任范围分为项目建设区和直接影响区，防治责任范围总面积为 391.96hm^2 ，其中项目建设区 301.64hm^2 ，直接影响区 90.32hm^2 ；防治目标扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 97%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 99%，林草覆盖率 27%；

（3）水土流失预测：项目在建设过程中造成的水土流失主要类型为水力侵蚀，在预测期内，工程建设可能造成水土流失总量为 262775t ，如不采取有效的水土保持措施，将新增水土流失总量 261978t 。从水土流失可能发生的区域来看，枢纽工程区、弃渣场区所占的比重分别达到 2.19% 和 92.29%，这些区域是造成水土流失最为严重的区域，是本工程水土流失防治的重点；

（4）水土保持措施：

①工程措施：表土收集/剥离 5.74万 m^3 ；浆砌石截排水沟 1790m，土方开挖 6611m^3 ，M7.5 浆砌石 2021m^3 ，混凝土 807m^3 。跌坎消能 63m^3 ；排水盲沟 456m，块石填筑 739m^3 ，粗砂铺填 985m^3 ；马道排水沟 512m，土方开挖 288m^3 ，M7.5 浆砌石 252m^3 ；挡渣墙 45m，土方开挖 116m^3 ，土方回填 23m^3 ，M7.5 浆砌石 477m^3 ；挡水墙 10m，土方开挖 48m^3 ，土方回填 10m^3 ，M7.5 浆砌石 112m^3 ；沉沙池 2 座，土方开挖 76m^3 ，M7.5 浆砌石 28m^3 。

②植物措施：植被恢复面积 19.57hm^2 ，栽植西南桦 13810 株，栽植火棘 17733 株，栽植葛藤 7676 株，种草面积 19.57hm^2 ，需狗牙根草籽 1214kg，绿化覆土 3.07万 m^3 ，复耕覆土 2.67万 m^3 ，穴状整地 9427 个，全面整地 15.49hm^2 ，抚育管理 19.57hm^2 ，复耕 6.68hm^2 。

③临时措施：编织土袋临时挡墙长 1498m，需填筑和拆除土方 1543m^3 ；彩条布覆盖 3263m^2 ；临时排水沟长 4020m，土方开挖量 656m^3 ，土工膜 7381m^3 ；临时撒草 1.32hm^2 ，需狗牙根草籽 86kg。

(5) 水土保持监测：批复设计水土保持监测采用 GPS 调查、测量、资料收集、普查、抽样调查、样地调查、巡查等方法监测。共设置 7 个监测点，其中枢纽工程区 2 个，弃渣场 1 个，道路路基开挖 1 个，土料场区 1 个，施工生产生活区 2 个。共设计监测 4.5 年，其中建设期监测 3.5 年，雨季各月 1 次， $R_{24}\geq 50\text{mm}$ 加测 1 次；旱季每季 1 次；植被恢复期监测 1 年，雨季每季度监测 1 次，旱季半年 1 次；

(6) 水土保持投资：工程水土保持工程总投资 583.47 万元，其中主体工程投资 96.87 万元，新增水土保持投资 486.60 万元。新增投资中工程措施费为 186.27 万元，植物措施费为 96.76 万元，临时措施费 22.83 万元，水土保持独立费 132.77 万元（其中工程建设监理费 11.50 万元，水土保持监测费 67.95 万元），水土保持补偿费 34.80 元，基本预备费 13.17 万元。进场道路单独编报了水土保持方案，本方案水土保持投资中不包括这部分投资。水土保持投资纳入工程基本建设总投资中，按年度计划安排，专款专用。

(7) 同意水土保持防治目标及效益分析。项目水土流失防治标准执行建设类 I 级标准。水土流失防治目标为：扰动土地整治率大于 95%，水土流失总治理度大于 97%，土壤流失控制比达 1.0，拦渣率达 95%，林草植被恢复率达到 99% 以上，林草植被覆盖率大于 27%。

1.2.4 变更情况

在水土保持方案和批复内容基础上，监测项目通过多次现场踏勘，就目前工程扰动区域来看，主体工程未见变更情况，弃渣量较批复减少，就目前已实施的水土保持措施，对比水土保持方案和批复内容，措施体系未发生变化，但工程量存在一定的调整。

一、主体工程变化

主体工程未见较大变更情况。

二、水土保持相关变化

1. 工程占地变化

工程实际占地面积 300.98hm^2 ，较方案批复占地 301.64hm^2 减少了 0.66hm^2 ，减少比例 0.22%；减少区域为土料场区。

2. 水土流失防治责任范围变化情况

工程实际防治责任范围面积 391.30hm^2 ，较方案批复占地 391.96hm^2 减少了 0.66hm^2 ，

减少比例 0.17%；减少区域为土料场区。水土流失防治责任范围未达到增加 30%以上，纳入验收管理。

3、土石方变化

根据施工、监理单位提供的工程总结资料，项目实际开挖填筑土石方总量 98.53 万 m^3 ，较方案批复 110.52 万 m^3 减少 11.99 万 m^3 ，减少比例 10.85%。开挖填筑土石方总量未达到增加 30% 以上，纳入验收管理。

4、表土变化

项目实际剥离收集表土 4.79 万 m^3 ，较方案批复 5.74 万 m^3 减少 0.95 万 m^3 ，减少比例 16.55%。表土剥离量未达到减少 30% 以上，纳入验收管理。

5、水土保持措施变化

水土保持措施体系未发生变化，但工程量存在一定的调整。

实际实施植物措施面积 17.29 hm^2 ，较方案批复 19.77 hm^2 减少 2.48 hm^2 ，减少比例 12.54%。主要是由于实际施工中部分植被恢复调整为土地复耕。植物措施总面积未达到减少 30% 以上，纳入验收管理。

1.2.5 水土保持监测意见及落实情况

监测单位自接受该项目监测委托后，监测单位保证每个季度开展 1 次现场监测，监测过程中针对现场提出监测意见，以现场交流和季度报告形式向建设单位提出，下一期监测季报对上一期提出监测意见进行复核。

建设单位基于水土保持管理和相关水土保持措施实施的基础下，根据监测意见进行落实。

1.2.6 水土保持监督检查意见落实情况

2016 年 6 月 2 日，龙陵县水务局采取现场检查、召开座谈会的方式，对云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程开展了水土保持监督检查，检查发现的问题以及提出的整改意见为：

一、检查发现的问题及整改意见

1、项目处于施工中期，水土流失严重，严格按照《水保方案》及其批复落实各项水土保持工程措施、临时措施，减少因项目建设产生的水土流失。

2、严格控制施工扰动范围，减少新增占地。

3、现阶段已实施的挡渣墙、挡土墙、截排水沟等，加强检查确保其正常发挥功能，若出现破损损坏及时修复处理。

- 二、建设单位结合监督检查意见进行了以下整改：
- 1、进一步完善项目区各项水保措施，尤其是水土保持临时防护措施；
 - 2、建设单位高度重视项目水土保持工作，指派专人负责水土保持相关工作。

	
监督检查组现场检查（2016 年 6 月 2 日）	监督检查组现场检查（2016 年 6 月 2 日）
	
监督检查组现场检查（2016 年 6 月 2 日）	监督检查组现场检查（2016 年 6 月 2 日）

1.3 监测工作实施情况

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。2015 年 5 月受建设单位保山龙川江水电开发有限公司的委托，我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担了云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程的水土保持监测任务，并签订了水土保持监测合同。

项目于 2014 年 1 月开工建设，监测单位接到委托后立即组织相关专业的技术人员成

立监测组，于 2015 年 5 月监测进场，监测进场后对工程建设区域进行全面调查，主要调查工程布置、水土流失防治分区等，为编制水土保持监测实施计划收集资料。并于 2015 年 6 月进行了监测备案，2015 年 6 月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测设计与实施计划》。

根据实际踏勘情况，结合水土保持方案中的防治分区，完善水土保持保持监测分区、重点监测区和监测技术路线，向业主单位了解项目建设的基本情况。在上述基础上，按照水土保持监测法律、法规，监测技术规程等，监测单位自 2015 年 5 月至 2020 年 5 月，监测组基本做到了每季度监测 1 次，目前已开展水土保持监测 21 次。每次外业监测后编制监测季度报告，每年 12 月之前完成监测年度报告。目前已提交 2015 年、2016 年、2017 年、2018 年、2019 年共 19 期水土保持监测季度报告和 5 期年度报告。

在此基础上，项目组通过现场巡查、实地观测和走访座谈的方式，结合建设方提供的基础技术资料 and 工程竣工资料分析对比，获取了有关水土保持的资料和数据，于 2020 年 5 月底完成《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测总结报告》，为工程水土保持设施专项验收提供技术依据。

1.3.1 监测计划执行情况

1.3.1.1 监测技术合同

合同名称：云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测技术服务合同；

委托方（甲方）：保山龙川江水电开发有限公司；

受托方（乙方）：昆明龙慧工程设计咨询有限公司；

合同签订时间：2015 年 5 月；

监测范围：包括枢纽工程区、道路工程区、办公生活区、施工生产生活区、弃渣场区、土料场区、淹没区等组成，占地面积为 300.98hm²；

监测时间：2015 年 5 月至项目建设完工。

1.3.1.1 执行情况

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

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

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

况。

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

(3) 发生重大水土流失事件及时建议业主单位进行整改, 并将其上报水土保持监测管理机构。

(4) 统计水土保持措施数量, 监测水土保持措施防治效果。

监测工作开展后, 我公司监测组监测过程及监测成果完成情况如下:

(1) 2015年5月, 监测单位进行了第一次进场调查, 监测单位对整个现场进行了全面的调查。

(2) 2015年度我公司监测项目组共进行现场监测3次, 分别于2015年5月28日、8月6日、10月26日对项目现场进行了外业调查及监测, 2015年度总共完成了水土保持监测季报两期以及完成工程水土保持监测设计与实施计划报告编写及备案。根据水土保持方案设计情况, 结合工程相关资料和现场调查情况, 监测组于2015年12月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报(2015年度)》。

(3) 2016年度我公司监测项目组共进行现场监测4次, 分别于2016年2月、5月、7月、12月对项目现场进行了外业调查及监测, 2016年度总共完成了水土保持监测季报四期以及结合工程相关资料和现场调查情况, 监测组于2016年12月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报(2016年度)》。

(4) 2017年度我公司监测项目组共进行现场监测4次, 分别于2017年2月、6月、9月、12月对项目现场进行了外业调查及监测, 2017年度总共完成了水土保持监测季报四期以及结合工程相关资料和现场调查情况, 监测组于2017年12月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报(2017年度)》。

(5) 2018年度我公司监测项目组共进行现场监测4次, 分别于2018年3月、7月、10月、12月对项目现场进行了外业调查及监测, 2018年度总共完成了水土保持监测季报四期以及结合工程相关资料和现场调查情况, 监测组于2019年1月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报(2018年度)》。

(6) 2019年度我公司监测项目组共进行现场监测4次, 分别于2019年3月、6月、9月、12月对项目现场进行了外业调查及监测, 2019年度总共完成了水土保持监测季报四期以及结合工程相关资料和现场调查情况, 监测组于2020年1月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报(2019年度)》。

(7) 2020年度我公司监测项目组共进行现场监测2次, 分别于2019年3月、5月对项目现场进行了外业调查及监测。

(8) 2020年5月底, 监测单位对整个现场进行了调查, 针对植被恢复情况、水保措施运行情况、六项指标达标情况进行了调查; 收集工程竣工资料, 编制完成《水保监测总结报告》。

监测单位自2015年5月至2020年5月, 监测组基本做到了每季度监测1次, 目前已开展水土保持监测21次。每次外业监测后编制监测季度报告, 每年12月之前完成监测年度报告。目前已提交2015年、2016年、2017年、2018年、2019年共19期水土保持监测季度报告和5期年度报告。

1.3.2 监测项目部设置

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

监测组人员负责现场的监测工作。同时组成数据分析组, 负责实测数据归档、分析及报告的编写。监测人员组织安排见表 1-7。

表 1-7 水土保持监测项目部人员配备表

序 号	姓名	职称或职务	专业或从事专业	监测工作分工
领导小组	张洪开	高级工程师	水工	项目管理
	王 晶	总工	水土保持	技术审查(总监测工程师)
技术 工作 小组	水土流失因子监测组	杨宏亮	工程师	水土流失因子监测组组长, 负责土壤分析
		段兴凤	工程师	项目负责人, 负责监测报告统稿
	水土流失状况监测组	保春刚	工程师	水土流失状况监测组组长
		王文杰	助理工程师	负责水土保持状况监测
	防治效果监测组	宁 何	工程师	水土流失防治效果监测组组长
		杨雄贵	助理工程师	负责水土保持效果监测
后勤保障组	王聿芳	办公室人员	后勤	监测工具及设备的管理
	沈 琪	驾驶员		车辆驾驶

1.3.3 监测时段、频次

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018), 结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要, 云南省保

山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测时段为项目建设期和自然恢复期。项目建设期为 2014 年 1 月~2019 年 12 月，监测频次为每季度监测一次，自然恢复期为 2020 年 1 月~2020 年 5 月，监测频次为一季度监测一次。

1.3.4 监测点布设

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》中监测点布设原则和选址要求，在实地踏勘的基础上，针对云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程的工程特点、施工布置、水土流失的特点和水土保持措施的布局特征，并考虑观测与管理的方便性，兼顾开展水土保持监测的典型性和可操作性原则，水土保持监测主要对水土流失情况、水土保持措施实施数量及质量、水土保持措施运行情况以及植被生长状况进行监测。主要在 2 座弃渣场堆土坡面及绿化区域等具有代表性的地段布设 2 个定位监测点，其余区域布设调查监测点，整个项目区共计布设 14 个监测点。

布设的监测点见表 1-8，监测设施见照片集。

表 1-8 工程水土保持监测点布设情况表

监测分区	监测对象	监测点类型	编号	监测内容	监测方法	监测时段
全区	水土流失因子、发生的水土流失隐患及重大水土流失事件、复核工程占地、水土流失防治责任范围、扰动区域施工过程中实施的水保持措施及各阶段水土保持效果	调查监测点	全区范围监测	水土流失因子、水土流失隐患、重大水土流失事件、水土流失防治范围、水土保持措施、水土保持效果	资料收集分析法、实地调查、场地巡查、普查、绘图测量法等	监测开展初期、施工期、植被恢复期
枢纽工程监测区	大坝两侧坝肩开挖坡面	调查监测点	1#	水土流失状况	实地调查、场地巡查	施工期
永久办公生活区	扰动面、绿化区域	调查监测点	2#	水土流失状况、水土保持效果	实地调查、场地巡查	施工期、植被恢复期
道路工程监测区	永久道路填方坡面	调查监测点	3#	水土流失状况	实地调查、场地巡查	施工期
	永久道路植被恢复区	调查监测点	4#	水土流失状况、水土保持效果	植被样方观测法	植被恢复期
	临时道路植被恢复区	调查监测点	5#	水土流失状况、水土保持效果	植被样方观测法	植被恢复期
土料场监测区	土料场开挖坡面	调查监测点	6#	水土流失状况	实地调查、场地巡查	施工期
	土料场植被恢复区	调查监测点	7#	水土流失状况、水土保持效果	植被样方观测法	植被恢复期
弃渣场区	1#弃渣场堆渣坡面	定位观测点	8#	水土流失状况	简易坡面土壤流失观测法、沉砂池	施工期
	1#弃渣场植被恢复	调查监测点	9#	水土流失状况、水土保持效果	植被样方观测法	植被恢复期
	2#弃渣场堆渣坡面	定位观测点	10#	水土流失状况	简易坡面土壤流失观测法、沉砂池	施工期
	2#弃渣场植被恢复	调查监测点	11#	水土流失状况、水土保持效果	植被样方观测法	植被恢复期
施工生产生活区	扰动迹地、植被恢复区	调查监测点	12#	水土流失状况、水土保持效果	实地调查、场地巡查	施工期、植被恢复期
专项设施复建区	扰动面、植被恢复区	调查监测点	13#	水土流失状况、水土保持效果	实地调查、场地巡查	施工期、植被恢复期
直接影响区	项目建设区建设过程中对周边影响	调查监测点	14#	水土流失隐患	实地调查、场地巡查	施工期、植被恢复期



现场监测照片（2017 年度）



现场监测照片（2017 年度）



现场监测照片（2017 年度）



现场监测照片（2017 年度）



现场监测照片（2018 年度）



现场监测照片（2018 年度）

	
现场监测照片（2018 年度）	现场监测照片（2018 年度）
	
现场监测照片（2018 年度）	现场监测照片（2018 年度）
	
现场监测照片（2019 年度）	现场监测照片（2019 年度）



1.3.5 监测设施设备

根据《水土保持监测技术规程》、《水土保持监测设施通用技术条件》以及相关的监测技术要求，本项目监测所选定的监测点需配备多种监测设备、工具和设施。经统计，本项目水土保持监测使用了以下设备，详见下表。

表 1-9 水土保持监测使用设备表

序号	设施和设备	规格或型号	单位	数量	备 注
一	设施				
1	水土保持措施运行效果监测点	/	个	1	用于观测水土保持措施实施及运行情况
2	植物样方	1m×1m	个	1	用于观测植物措施生长情况
二	设备				
1	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
2	测高仪		台	1	
3	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
4	罗盘		套	1	用于测量坡度
5	皮尺或卷尺		套	1	测量植物生长状况
6	数码照相机	佳能	台	2	用于监测现场的图片记录
7	数码摄像机	佳能	台	1	用于监测现场的影像记录
8	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
9	辅材及配套设备				各种设备安装补助材料
10	大疆无人机			1	

1.3.6 监测技术方法

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)，结合本项目监测内容及指标，确定本次水土保持监测方法主要以

定位监测和调查监测法为主、临时监测和巡查监测辅助的模式进行监测。

1.3.7 监测成果提交情况

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》的有关规定，结合项目所在区域气候、土壤、地形地貌等自然条件、项目实际情况，工程于 2014 年 1 月开工，2015 年 5 月监测进场，监测介入时，项目区刚开始建设扰动，经监测项目组全过程实地查勘、调查，收集监测相关数据，为水土保持设施验收提供必要的技术资料。监测时段为项目建设期以及自然恢复期。

(1) 2015 年 5 月，监测单位进行了第一次进场调查，监测单位对整个现场进行了全面的调查。

(2) 2015 年度我公司监测项目组共进行现场监测 3 次，分别于 2015 年 5 月 28 日、8 月 6 日、10 月 26 日对项目现场进行了外业调查及监测，2015 年度总共完成了水土保持监测季报两期以及完成工程水土保持监测设计与实施计划报告编写及备案。根据水土保持方案设计情况，结合工程相关资料和现场调查情况，监测组于 2015 年 12 月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报（2015 年度）》。

(3) 2016 年度我公司监测项目组共进行现场监测 4 次，分别于 2016 年 2 月、5 月、7 月、12 月对项目现场进行了外业调查及监测，2016 年度总共完成了水土保持监测季报四期以及结合工程相关资料和现场调查情况，监测组于 2016 年 12 月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报（2016 年度）》。

(4) 2017 年度我公司监测项目组共进行现场监测 4 次，分别于 2017 年 2 月、6 月、9 月、12 月对项目现场进行了外业调查及监测，2017 年度总共完成了水土保持监测季报四期以及结合工程相关资料和现场调查情况，监测组于 2017 年 12 月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报（2017 年度）》。

(5) 2018 年度我公司监测项目组共进行现场监测 4 次，分别于 2018 年 3 月、7 月、10 月、12 月对项目现场进行了外业调查及监测，2018 年度总共完成了水土保持监测季报四期以及结合工程相关资料和现场调查情况，监测组于 2019 年 1 月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报（2018 年度）》。

(6) 2019 年度我公司监测项目组共进行现场监测 4 次，分别于 2019 年 3 月、6 月、9 月、12 月对项目现场进行了外业调查及监测，2019 年度总共完成了水土保持监测季报四期以及结合工程相关资料和现场调查情况，监测组于 2020 年 1 月编制完成了《云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测年报（2019 年度）》。

(7) 2020年度我公司监测项目组共进行现场监测2次，分别于2019年3月、5月对项目现场进行了外业调查及监测。

(8) 2020年5月底，监测单位对整个现场进行了调查，针对植被恢复情况、水土保持措施运行情况、六项指标达标情况进行了调查；收集工程竣工资料，编制完成《水土保持监测总结报告》。

监测单位自2015年5月至2020年5月，监测组基本做到了每季度监测1次，目前已开展水土保持监测21次。每次外业监测后编制监测季度报告，每年12月之前完成监测年度报告。目前已提交2015年、2016年、2017年、2018年、2019年共19期水土保持监测季度报告和5期年度报告。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

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

2.1.1 项目区水土流失因子监测

- (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

①永久性占地

永久性占地是指项目建设征地范围内、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。

根据项目建设区及直接影响区面积变化情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围变化情况进行监测。

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，本项目的监测主要以定位监测和调查监测法为主，巡查监测辅助的模式进行监测。

2.2.1 定位监测

定位监测方法主要用于施工期和试运行期。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：

（1）实测法

通过本项目布置的监测设施（简易坡面量测法、侵蚀钉简易水土流失观测场法、沉砂池法等）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。

（2）类比法

采用已有的其它同类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。

（3）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。

2.2.2 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

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(<0.002mm)	粉沙粒(0.02 ~ 0.002mm)	砂粒(2 ~ 0.02mm)
沙土类	沙土及壤质沙土	0 ~ 15	0 ~ 15	85 ~ 100
壤土类	砂质壤土	0 ~ 15	0 ~ 45	40 ~ 85
	壤 土	0 ~ 15	35 ~ 45	40 ~ 55
	粉沙质壤土	0 ~ 15	45 ~ 100	0 ~ 55
粘壤土类	砂质粘壤土	15 ~ 25	0 ~ 30	55 ~ 85
	粘壤土	15 ~ 25	20 ~ 45	30 ~ 55
	粉沙质粘壤土	15 ~ 25	45 ~ 85	0 ~ 40
粘土类	砂质粘土	25 ~ 45	0 ~ 20	55 ~ 75
	壤质粘土	25 ~ 45	0 ~ 45	10 ~ 55
	粉沙质粘土	25 ~ 45	45 ~ 75	0 ~ 30
	粘 土	45 ~ 65	0 ~ 35	0 ~ 55
	重 粘 土	65 ~ 100	0 ~ 35	0 ~ 35

表2-2 野外土壤质地指感法鉴定标准

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径1cm）	湿时搓成土条（2mm粗）
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾，搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主，有少量细土粒	感觉主要是砂，稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球，轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒的力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	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

(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、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 7 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，对本项目全线行道树存活率和保存率进行统计，查看绿化苗木成活的株数占绿化苗木总株数的百分数，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。

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 水土流失防治责任范围

根据“保水许可〔2014〕53 号”批复情况，本项目水土流失防治责任范围总面积为 391.96hm²，其中项目建设区 301.64hm²，直接影响区 90.32hm²。详见表 3-1。

表 3-1 《水保方案》确定防治责任范围表

序号	项目分区	项目建设区	直接影响区	合计
1	枢纽工程区	17.09	13.02	30.11
2	永久办公生活区	0.94	2.42	3.36
3	道路工程区	10.73	28.00	38.73
4	弃渣场区	6.49	8.60	15.09
5	土料场区	1.33	2.88	4.21
6	施工生产生活区	6.99	6.61	13.60
7	淹没区	256.56	24.03	280.59
8	专项设施复建区	1.51	4.76	6.27
小计		301.64	90.32	391.96

根据施工、建设单位提供的用地红线资料，结合现场踏勘量测，实际发生的防治责任范围面积为 391.30hm²，其中项目建设区面积为 300.98hm²，直接影响区面积为 90.32hm²。实际发生的防治责任范围见表 3-2。

表 3-2 工程建设实际发生的防治责任范围表

序号	项目分区	项目建设区	直接影响区	合计
1	枢纽工程区	17.09	13.02	30.11
2	永久办公生活区	0.94	2.42	3.36
3	道路工程区	10.73	28.00	38.73
4	弃渣场区	6.49	8.60	15.09
5	土料场区	0.67	2.88	3.55
6	施工生产生活区	6.99	6.61	13.60
7	淹没区	256.56	24.03	280.59
8	专项设施复建区	1.51	4.76	6.27
小计		300.98	90.32	391.30

工程实际发生与《水保方案》设计防治责任范围面积有所变化，工程实际防治责任范围面积 391.30hm²，较方案批复占地 391.96hm² 减少了 0.66hm²，减少比例 0.17%；减少区域为土料场区。工程建设实际发生与《水保方案》设计的水土流失防治责任范围对比表见

表 3-3。

表 3-3 工程建设实际发生与《水保方案》设计的水土流失防治责任范围对比表

序号	项目组成	水保方案批准	实际防责	变化情况	变化比例%
一	项目建设区	301.64	300.98	-0.66	-0.22
1	枢纽工程区	17.09	17.09	0.00	0.00
2	永久办公生活区	0.94	0.94	0.00	0.00
3	道路工程区	10.73	10.73	0.00	0.00
4	弃渣场区	6.49	6.49	0.00	0.00
5	土料场区	1.33	0.67	-0.66	-49.62
6	施工生产生活区	6.99	6.99	0.00	0.00
7	淹没区	256.56	256.56	0.00	0.00
8	专项设施复建区	1.51	1.51	0.00	0.00
二	直接影响区	90.32	90.32	0.00	0.00
水土流失防治责任范围		391.96	391.30	-0.66	-0.17

3.1.2 建设期扰动土地面积

根据“保水许可〔2014〕53 号”批复情况，本项目建设占地面积 301.64hm²，建设扰动、损坏原地貌土地的面积为 301.64hm²。

经统计，本项目实际扰动地表面积较《水保方案》减少了 0.66hm²，减少比例 0.22%；减少区域为土料场区。具体情况详见表 3-4。

表 3-4 工程建设扰动土地面积

监测分区	设计扰动面积	2015 年度 累计扰动 面积	2016 年度 累计扰动 面积	2017 年度 累计扰动 面积	2018 年度 累计扰动 面积	2019 年度 累计扰动 面积	占分区面 积 (%)
枢纽工程区	17.09	4.43	9.64	17.09	17.09	17.09	100.00%
永久办公生活区	0.94	0	0.94	0.94	0.94	0.94	100.00%
道路工程区	10.73	3.54	3.54	10.73	10.73	10.73	100.00%
弃渣场区	6.49	2.57	2.57	6.49	6.49	6.49	100.00%
土料场区	1.33	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	50.38%
施工生产生活区	6.99	5.6	5.6	6.99	6.99	6.99	100.00%
淹没区	256.56	0	0	0	256.56	256.56	100.00%
专项设施复建区	1.51	0	0	0	0	1.51	100.00%
小计	301.64	16.81	22.96	42.91	299.47	300.98	99.78%

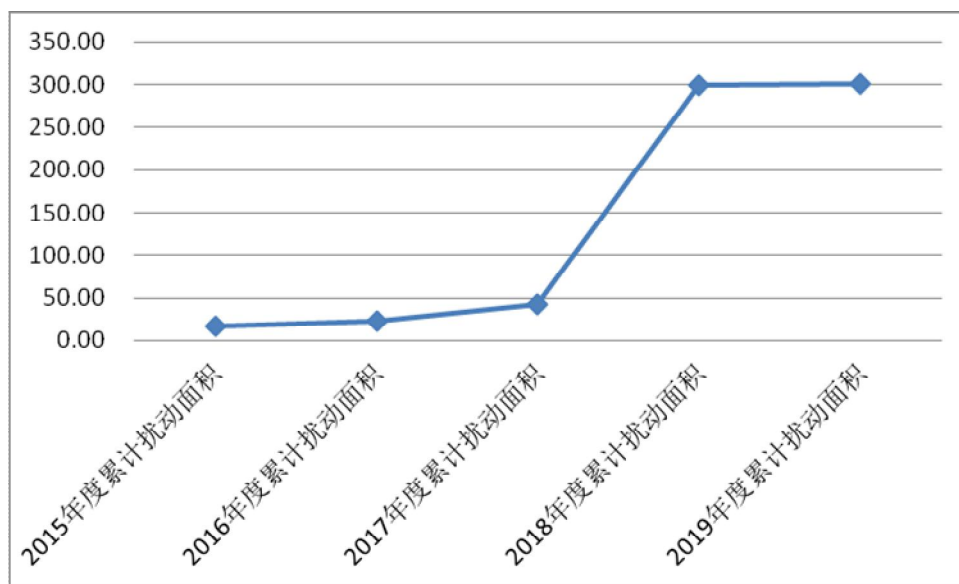


图 3-1 工程建设实际扰动土地面积

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据《水保方案》，本项目建设布设 1 个土料场，土料设计用量 $3.3 \times 10^4 \text{m}^3$ 。位于龙江右岸坝址下游岸坡，距坝址约 0.6~1km，分布高程 1190~1330m，坡度约 30~40°，料场长约 200m，宽约 180m。有用层为红色、黄色第四系含碎石粘土及砂质粘土，厚度一般 2.5~4.5m，下部为强风化玄武岩，上部剥离层平均厚 0.46m，为腐殖土层。现有道路从料场中通过，开采及运输条件较好。有用层储量约 $9.38 \times 10^4 \text{m}^3$ ，规划总开采量约 $6.9 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其中有用料约 $5.3 \times 10^4 \text{m}^3$ ，无用层约 $1.6 \times 10^4 \text{m}^3$ 。总占地面积 1.33hm²。

工程所需砂石料从花石崖石料场和养喜天然砂砾料场两个料场购买供应，块石从花石崖石料场购买供应，小塘河天然砂砾料场作为备用料场。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

工程建设过程中启用原设计土料场，实际取料 1.50 万 m³，较土料设计用量 $3.3 \times 10^4 \text{m}^3$ 有所减少，实际土料场扰动占地面积 0.67hm²。土料场实施了截水沟、临时拦挡、植被恢复等水土保持措施。

主体工程建设砂、石骨料由腾冲市团田乡曼岐村花石岩采石场购买，弃渣场专项工程砂料从龙江砂场购买，石料从鑫龙石场购买。水土流失防治责任由相应的采石场、采砂厂负责。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据《水保方案》，本工程总开挖土石方 87.90 万 m^3 （包括表土收集/剥离 5.74 万 m^3 ）；回填利用量为 22.62 万 m^3 （包括表土收集/剥离 5.74 万 m^3 ）；调入调出方 25.00 万 m^3 ，产生弃渣总量 65.28 万 m^3 （折合松方为 92.71 万 m^3 ，松方系数 1.45），分别堆存于主体工程规划的 2 个弃渣场内。土石方平衡及流向表详见表 3-5。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

本工程设计 2 座弃渣场全部启用，1#弃渣场位于坝址下游左岸约 1.0km，沟道型，渣场实际占地 5.10 hm^2 ，实际堆渣 78.64 万 m^3 （自然方 54.24 万 m^3 ），实际平均堆高 60m。1#弃渣场实际堆渣范围、堆渣高程、坡比均和设计方案一致，未发生变更；堆渣容量减少 1.34 万 m^3 ，水土保持措施增加钢筋石笼挡墙。弃渣场等级 4 级，实施了渣场挡渣墙、挡水墙、截排水沟、马道排水沟、排水盲沟、土地复耕、植被恢复等水保措施。渣料来源导流隧洞、围堰及部分大坝、厂房的开挖弃渣。

2#弃渣场位于坝址下游右岸约 1.0km，沟道型，渣场实际占地 1.39 hm^2 ，实际堆渣 14.07 万 m^3 （自然方 9.70 万 m^3 ），实际平均堆高 50m。2#弃渣场实际堆渣范围、堆渣高程、坡比、堆渣容量、水土保持措施均和设计方案一致，未发生变更。弃渣场等级 4 级，实施了渣场挡渣墙、截排水沟、马道排水沟、植被恢复等水保措施。渣料来源跨江桥完成之前的右岸大坝、厂房开挖弃渣。

3.3.3 弃渣对比分析

本项目实际产生弃渣 63.94 万 m^3 （折合松方 92.71 万 m^3 ），产生弃渣全部堆存于原设计规划的 2 座弃渣场，弃渣量较设计弃方减少 1.34 万 m^3 。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据工程施工及监理资料统计，根据现场调查，结合查阅资料，工程实际建设过程中开挖土石方为 81.24 万 m^3 ，其中土方开挖 28.74 万 m^3 ，石方开挖 47.71 万 m^3 ，表土剥离 4.79 万 m^3 ；场地回填土石方 17.29 万 m^3 ，其中土石方回填 12.50 万 m^3 ，绿化覆土 4.79 万 m^3 ；调入调出土石方 21.53 万 m^3 ，余方 63.94 万 m^3 。剥离表土临时堆放于表土堆，后期用于绿化覆土。余方 63.94 万 m^3 堆存于规划的 1#弃渣场以及 2#弃渣场。实际建设土石方平

衡及流向表详见表 3-6。

由于实际建设中主体工程布局优化调整，开挖回填量均有所减少。

表 3-5 《水保方案》土石方平衡及流向表 单位：万 m³

项目区		开挖				利用量			调出		调入		弃方	
		小计	土方开挖	石方开挖	表土收集/ 剥离	小计	土石方回 填	表土	数量	去向	数量	来源	弃渣	去向
枢纽工程 区	大坝	56.18	14.31	41.79	0.08	5.38	5.3	0.08	19.4	围堰			36.7	1#、2#弃 渣场
	厂房	7.94	1.59	6.35		0.89	0.89						7.05	
	导流隧洞	5.73	1.85	3.87	0.01	1.05	1.04	0.01	0.3	围堰			4.38	1#弃渣场
	围堰	1.66	1.66		5.55	5.55					19.7	大坝、导流 隧洞	15.81	1#弃渣场
											5.3	土料场		
	小计	71.51	19.41	52.01	0.09	12.87	12.78	0.09	19.7		19.7		63.94	
道路工程区		3.4	1.68		1.72	2.06	0.34	1.72					1.34	弃渣场
施工生产生活区		3.5	1.88		1.62	3.5	1.88	1.62						
土料场		6.9	6.7		0.2	1.6	1.4	0.2	5.3	围堰				
弃渣场		1.94			1.94	1.94		1.94						
专项设施复建区		0.65	0.48		0.17	0.65	0.48	0.17						
合计		87.9	30.15	52.01	5.74	22.62	16.88	5.74	25		25		65.28	

表 3-6 实际建设土石方平衡及流向表 单位：万 m³

项目区		开挖				回填			调出		调入		弃方	
		小计	土方开挖	石方开挖	表土收集/剥离	小计	土石方回填	表土	数量	去向	数量	来源	弃渣	去向
枢纽工程区	大坝	49.75	14.83	34.92		4.51	4.51		19.40	围堰			25.85	1#、2#弃渣场
	厂房	8.89	1.91	6.99		0.78	0.78						8.11	
	导流隧洞	7.84	2.04	5.81		0.94	0.94						6.90	1#弃渣场
	围堰	1.66	1.66			1.66	1.66				19.40	大坝	20.90	1#弃渣场
											1.50	土料场		
	小计	68.15	20.44	47.71		7.88	7.88		19.40		20.90		61.76	
道路工程区		3.75	2.52		1.23	0.94	0.34	0.60	0.63	弃渣场			2.18	1#、2#弃渣场
施工生产生活区		3.50	1.88		1.62	3.50	1.88	1.62						
土料场		1.50	1.50		0.00				1.50	围堰				
弃渣场		1.94			1.94	2.57		2.57			0.63	道路工程区		
专项设施复建区		2.40	2.40			2.40	2.40							
合计		81.24	28.74	47.71	4.79	17.29	12.50	4.79	21.53		21.53		63.94	

注：①开挖+调入+外借=回填+调出+废弃；
②上述土石方均为自然方。

表 3-7 项目建设土石方变化情况 单位：万 m³

项目组成	方案设计				实际土石方				增减情况							
	开挖 (含表土)	回填 (含表土)	表土	弃方	开挖 (含表土)	回填 (含表土)	表土	弃方	开挖（含表土）		回填（含表土）		表土		弃方	
									增减量	增减比例	增减量	增减比例	增减量	增减比例	增减量	增减比例
枢纽工程区	71.51	12.87	0.09	63.94	68.15	7.88	0.00	61.76	-3.36	-4.70	-4.99	-38.74	-0.09	-100	-2.18	-3.41
道路工程区	3.40	2.06	1.72	1.34	3.75	0.94	1.23	2.18	0.35	10.29	-1.12	-54.37	-0.49	-28.49	0.84	62.69
施工生产生活区	3.50	3.50	1.62	0.00	3.50	3.50	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	/
土料场	6.90	1.60	0.20	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	-5.40	-78.26	-1.60	-100.00	-0.20	-100	0.00	/
弃渣场	1.94	1.94	1.94	0.00	1.94	2.57	1.94	0.00	0.00	0.00	0.63	32.47	0.00	0	0.00	/
专项设施复建区	0.65	0.65	0.17	0.00	2.40	2.40	0.00	0.00	1.75	269.23	1.75	269.23	-0.17	-100	0.00	/
合计	87.90	22.62	5.74	65.28	81.24	17.29	4.79	63.94	-6.66	-7.58	-5.33	-23.54	-0.95	-16.55	-1.34	-2.05

4 水土流失防治措施监测结果

云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持措施监测内容主要为：防治措施的类型、数量、质量，防护工程的稳定性、完好程度和运行情况，植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度，水土保持管理措施实施情况等。监测过程中本项目项实施的水土保持措施有：挡渣墙、挡水墙、截排水沟、马道排水沟、排水盲沟、土地复耕、植被恢复、钢筋石笼挡墙、涵管、临时排水、临时覆盖、临时拦挡等措施。针对已经实施的工程措施、植物措施、临时措施，监测组通过实地测量结合资料分析的方法进行措施类型、位置、实施时间、规格、数量、防治效果的复核调查，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

一、《水保方案》批复工程措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持工程措施为：

表土收集/剥离 5.74 万 m^3 ；浆砌石截排水沟 1790m，土方开挖 6611 m^3 ，M7.5 浆砌石 2021 m^3 ，混凝土 807 m^3 。跌坎消能 63 m^3 ；排水盲沟 456m，块石填筑 739 m^3 ，粗砂铺填 985 m^3 ；马道排水沟 512m，土方开挖 288 m^3 ，M7.5 浆砌石 252 m^3 ；挡渣墙 45m，土方开挖 116 m^3 ，土方回填 23 m^3 ，M7.5 浆砌石 477 m^3 ；挡水墙 10m，土方开挖 48 m^3 ，土方回填 10 m^3 ，M7.5 浆砌石 112 m^3 ；沉沙池 2 座，土方开挖 76 m^3 ，M7.5 浆砌石 28 m^3 。

二、实际实施工程措施情况

根据施工结算资料及监测过程量测，截止 2020 年 5 月，云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程实施的工程措施为：表土剥离 4.79 万 m^3 ，截排水沟 5870m，排水涵管（DN1000）8m，浆砌石挡土墙 60m，钢筋石笼挡墙 879m，土地复耕 7.98 hm^2 ，挡渣墙 45m，挡水墙 10m，跌水坎 63m，马道排水沟 1672m、排水盲沟 451.6m、沉砂池 2 座；

分项描述如下：

枢纽工程区：截水沟 980m、马道排水沟 1160m；

办公生活区：截排水沟 390m，钢筋石笼挡墙 150m；

道路工程区：表土剥离 1.23 万 m^3 ，截排水沟 1200m，排水涵管（DN1000）8m，浆砌石挡土墙 60m，钢筋石笼挡墙 450m，土地复耕 0.55 hm^2 ；

土料场：截水沟 300m；

弃渣场区：表土剥离 1.94 万 m^3 ，挡渣墙 45m，挡水墙 10m，截水沟 1490m、跌水坎

63m, 马道排水沟 512m、排水盲沟 451.6m、沉砂池 2 座, 土地复耕 3.86hm²;

施工生产生活区: 表土剥离 1.62 万 m³, 钢筋石笼挡墙 200m, 土地复耕 3.57hm²。

主体工程工程措施实施时间为 2014 年 1 月—2019 年 3 月; 渣场修护工程 (碾压修整、工程措施) 实施时间为 2015 年 5 月—2015 年 12 月; 渣场治理工程 (含水毁专项治理) 实施时间为 2016 年 4 月—11 月; 土地复耕实施时间为 2019 年 8 月—12 月。

具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-1。

表 4-1 实际实施与方案批复的工程措施工程量对比表

防治分区		防治措施	单位	原方案设计		实施 工程量	工程量 变化情况	备注
				主体设计	方案新增			
枢纽工程区	大坝坝肩	截水沟	m	700		700	0	无变化
		马道排水沟	m	1160		1160	0	无变化
		表土收集	万 m³		0.08	0	-0.08	未剥离
	导流洞	截排水沟	m	280		280	0	无变化
		表土收集	万 m³		0.01	0	-0.01	未剥离
永久办公生活区		截排水沟	m	390		390	0	无变化
		钢筋石笼挡墙	m			150	150	实际新增实施
道路工程区	永久道路	截排水沟	m	1000		1200	200	根据实际情况增加
		表土收集	万 m³		0.09	0	-0.09	未剥离
		道路排水涵管 DN1000	m			8	8	实际新增实施
		浆砌石挡土墙	m			60	60	实际新增实施
		沿河钢筋石笼挡墙	m			450	450	实际新增实施
		临时拦挡	m		60	0	-60	未实施
	临时道路	表土收集	万 m³		1.63	1.23	-0.40	局部减少
		土地复耕	hm²		0.55	0.55	0	无变化
弃渣场1#渣场		表土剥离	万 m³		1.73	1.73	0	无变化
		挡渣墙	m		25	25	0	无变化
		挡水墙	m		10	10	0	无变化
		钢筋石笼挡墙	m			79	79	实际新增实施
		截水沟	m		970	970	0	无变化
		跌坎	m³		42	42	0	无变化
		排水盲沟	m		456	451.6	-4.40	局部减少
		马道排水沟	m		512	512	0	无变化
		沉砂池	座		1	1	0	无变化
		渣顶平台复耕	hm²		3.86	3.86	0	无变化

防治分区	防治措施	单位	原方案设计		实施 工程量	工程量 变化情况	备注
			主体设计	方案新增			
2#渣场	表土剥离	万 m ³		0.21	0.21	0	无变化
	挡渣墙	m		20	20	0	无变化
	截水沟	m		520	520	0	无变化
	跌坎	m ³		21	21	0	无变化
	沉沙池	座		1	1	0	减少
土料场	表土收集	万 m ³		0.20	0	-0.20	未剥离
	截水沟	m		300	300	0	无变化
施工生产生活区	表土收集	万 m ³		1.62	1.62	0	无变化
	土地复耕	hm ²		2.27	3.57	1.30	植被恢复面积减少，调整为土地复耕
	沿河钢筋石笼挡墙	m			200	200	实际新增实施
专项设施复建区	表土收集	万 m ³		0.17	0	-0.17	未剥离
	排水沟	m			1510	1510	实际新增实施

实际实施工程措施数量措施类型基本按照方案批复工程措施内容实施，局部有一定变化，主要表现在：

（1）永久办公生活区、道路工程区、弃渣场、施工生产生活区根据实际需要新增钢筋石笼挡墙；

（2）施工生产生活区：植被恢复面积减少，调整为土地复耕；

（3）枢纽工程区、永久道路、土料场、专项设施复建区：根据实际地形地质及表土厚度情况，表土剥离量局部优化调整，表土收集量减少。

监测项目组认为，云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持工程措施基本按照批复内容实施，同时根据实际需要新增钢筋石笼挡墙，措施体系整体未发生变化，调整后措施更具有针对性，且防治效果良好，能满足工程水土保持防治要求。

实施的工程措施照片集	
	
导流隧洞截排水沟（2015.5）	左岸上大坝道路排水沟（2017）
	
1#弃渣场挡渣墙（2015.8）	1#弃渣场（2015.5）——排水盲沟
	
1#弃渣场（2015.8）——右侧排洪渠	1#弃渣场土地复耕（2019.12）

	
2#弃渣场截排水沟 (2015.10)	2#弃渣场挡渣墙 (2018)
	
施工生产生活区土地复耕 (2019.12)	施工生产生活区土地复耕 (2019.12)

4.2 植物措施监测结果

一、《水保方案》批复植物措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持植物措施为：

植被恢复面积 19.57hm^2 ，栽植西南桦 13810 株，栽植火棘 17733 株，栽植葛藤 7676 株，种草面积 19.57hm^2 ，需狗牙根草籽 1214kg，绿化覆土 3.07 万 m^3 ，复耕覆土 2.67 万 m^3 ，穴状整地 9427 个，全面整地 15.49hm^2 ，抚育管理 19.57hm^2 ，复耕 6.68hm^2 。

二、实际实施植物措施情况

根据施工结算资料及监测过程量测，截至 2020 年 5 月，本项目水土保持植物措施实施主要为：植被恢复 17.29hm^2 ，行道树 378 株，开挖边坡葛藤 1360 株；

分项描述如下：

道路工程区：植被恢复 9.77hm^2 ，行道树 378 株，开挖边坡葛藤 1360 株；

土料场：植被恢复 0.67hm^2 ；

弃渣场区：植被恢复 2.63hm^2 ；其中 1#弃渣场 1.24hm^2 ，2#弃渣场 1.39hm^2 ；

施工生产生活区：植被恢复 3.42hm^2 。

项目的水土保持植物措施实施时间为 2019 年 8 月—12 月。具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-2。

表 4-2 实际实施与方案批复的植物措施工程量对比表

防治分区		防治措施	单位	原方案设计		实施 工程量	工程量 变化情况	备注
				主体设计	方案新增			
枢纽工程区	大坝坝肩	葛藤垂直绿化	株		2600	0	-2600	未实施
	导流洞	葛藤垂直绿化	株		420	0	-420	未实施
永久办公生活区		绿化	hm^2	0.20			-0.20	未完工，暂未实施
道路工程区	永久道路	外侧行道树	株		378	378	0	无变化
		开挖边坡葛藤	株		1360	1360	0	无变化
		回填边坡撒草	hm^2		0.33	0.33	0	无变化
	临时道路	植被恢复	hm^2		9.44	9.44	0	无变化
弃渣场	1#渣场	植被恢复	hm^2		1.24	1.24	0	无变化
	2#渣场	植被恢复	hm^2		1.39	1.39	0	无变化
土料场		植被恢复	hm^2		1.33	0.67	-0.66	减少
施工生产生活区		植被恢复	hm^2		4.72	3.42	-1.30	植被恢复面积减少，调整为土地复耕
专项设施复建区		外侧行道树	株		1373	1373	0	无变化
		开挖边坡葛藤	株		3296	0	-3296	未实施
		回填边坡撒草	hm^2		0.80	0.80	0	无变化

实际实施植物措施面积与方案批复有一定变化，主要是永久办公生活区目前未完工，暂未实施，后期施工后期将按照设计实施；施工生产生活区植被恢复面积减少，调整为土地复耕。实际实施植物措施面积 17.29hm^2 ，较方案批复 19.77hm^2 减少 2.48hm^2 ，减少比例 12.54%。

监测项目组认为，云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持植物措施基本按照原方案设计进行实施，实际施工中部分植被恢复调整为土地复耕，实施的植物措施起到了很好的绿化美化效果，基本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。

实施的植物措施照片集	
	
上厂房道路行道树（2019.12）	上厂房道路行道树（2019.12）
	
2#弃渣场植被恢复（2019.12）	2#弃渣场植被恢复（2019.12）
	
土料场植被恢复（2019.12）	土料场植被恢复（2019.12）

4.3 临时防护措施监测结果

一、《水保方案》批复临时措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持临时措施为：

编织土袋临时挡墙长 1498m，需填筑和拆除土方 1543m^3 ；彩条布覆盖 3263m^2 ；临时排水沟长 4020m，土方开挖量 656m^3 ，土工膜 7381m^3 ；临时撒草 1.32hm^2 ，需狗牙根草籽 86kg。

二、实际实施临时措施情况

根据施工结算资料及监测过程量测，项目建设期内本项目实际实施的水土保持临时措施实施主要为：临时覆盖 1850m、临时拦挡 972m，临时排水沟 2900m。

分项描述如下：

枢纽工程区：临时覆盖 500m、临时拦挡 160m；

办公生活区：临时覆盖 300m；

道路工程区：临时覆盖 400m、临时拦挡 230m，临时排水沟 2500m；

土料场：临时拦挡 50m；

弃渣场区：临时拦挡 252m；

施工生产生活区：临时覆盖 650m、临时拦挡 280m，临时排水沟 400m。

临时措施实施时间为 2014 年 1 月——2019 年 3 月，具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-3。

表 4-3 实际实施与方案批复的临时措施工程量对比表

防治分区		防治措施	单位	原方案设计		实施 工程量	工程量 变化情况	备注
				主体设计	方案新增			
枢纽工程区	大坝坝肩	临时覆盖	m ²		1500	500	-1000	减少
		临时拦挡	m		360	100	-260	减少
		导流洞	临时拦挡	m		60	60	0
永久办公生活区		临时覆盖	m ²		160	300	140	根据实际情况增加
道路工程区	永久道路	临时覆盖	m ²		130	100	-30	局部减少
		临时拦挡	m		60	0	-60	未实施
	临时道路	临时覆盖	m ²		552	300	-252	局部减少
		临时拦挡	m		237	230	-7	局部减少
		临时排水	m		3500	2500	-1000	局部减少
弃渣场	1#渣场	临时拦挡	m		263	160	-103	局部减少
		临时撒草	hm ²		1.09	0	-1.09	未实施
	2#渣场	临时拦挡	m		92	92	0	无变化
		临时撒草	hm ²		0.23	0	-0.23	未实施
土料场		临时覆盖	m ²		89	0	-89	未实施
		临时拦挡	m		193	50	-143	减少
施工生产生活区		临时覆盖	m ²		550	650	100	根据实际情况增加
		临时拦挡	m		255	280	25	根据实际情况增加
		临时排水	m		520	400	-120	局部减少
专项设施复建区		临时覆盖	m ²		82	0	-82	未实施
		临时拦挡	m		178	0	-178	未实施

本项目实际实施临时措施情况相对有所欠缺，水保方案设计临时措施局部减少，造成一定程度的水土流失，项目在建设期间实施了临时排水、临时拦挡、临时覆盖等水土保持临时防护措施，起到了一定的防护效果，基本完成了防治任务。但我单位建议建设单位在今后的项目建设过程中引以为戒，施工过程中加强施工单位的管理与监督，严格督促施工单位完善各项临时防护措施。

监测项目组认为，云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持临时措施数量与方案批复相比有所减少，项目在建设期间实施了临时排水、临时拦挡、临时覆盖等水土保持临时防护措施，起到了一定的防护效果，基本完成了防治任务，临时措施基本满足项目区水土流失防治要求。

4.4 水土保持措施防治效果

(1) 水土保持措施实施情况汇总

根据施工结算资料及监测过程量测统计，云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程实施完成水土保持措施为：

①工程措施：

表土剥离 4.79 万 m^3 ，截排水沟 5870m，排水涵管（DN1000）8m，浆砌石挡土墙 60m，钢筋石笼挡墙 879m，土地复耕 7.98 hm^2 ，挡渣墙 45m，挡水墙 10m，跌水坎 63m，马道排水沟 1672m、排水盲沟 451.6m、沉砂池 2 座；

②植物措施：

植被恢复 17.29 hm^2 ，行道树 378 株，开挖边坡葛藤 1360 株；

③临时措施：

临时覆盖 1850m、临时拦挡 972m，临时排水沟 2900m。

分项描述如下：

枢纽工程区：截水沟 980m、马道排水沟 1160m；临时覆盖 500m、临时拦挡 160m；

办公生活区：截排水沟 390m，钢筋石笼挡墙 150m；临时覆盖 300m；

道路工程区：表土剥离 1.23 万 m^3 ，截排水沟 1200m，排水涵管（DN1000）8m，浆砌石挡土墙 60m，钢筋石笼挡墙 450m，土地复耕 0.55 hm^2 ；植被恢复 9.77 hm^2 ，行道树 378 株，开挖边坡葛藤 1360 株；临时覆盖 400m、临时拦挡 230m，临时排水沟 2500m；

土料场：截水沟 300m，植被恢复 0.67 hm^2 ；临时拦挡 50m；

弃渣场区：表土剥离 1.94 万 m^3 ，挡渣墙 45m，挡水墙 10m，截水沟 1490m、跌水坎 63m，马道排水沟 512m、排水盲沟 451.6m、沉砂池 2 座，土地复耕 3.86 hm^2 ；植被恢复 2.63 hm^2 ；临时拦挡 252m；

施工生产生活区：表土剥离 1.62 万 m^3 ，钢筋石笼挡墙 200m，土地复耕 3.57 hm^2 ；植被恢复 3.42 hm^2 ；临时覆盖 650m、临时拦挡 280m，临时排水沟 400m。

（2）水土保持措施防治效果评价

云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持措施主要划分为拦渣工程、防洪排导工程、植被建设工程及临时防护工程。

防洪排导工程实施的排洪导流设施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。

植被建设工程弃渣场实施的植被恢复措施植被长势一般，选用树草种合理，植被生长

较好，植被成活率达 98%，覆盖度达 90%，在美化环境的同时，能够有效控制项目区水土流失，发挥其水土保持效益。后期运行管理中需进行抚育管理，对覆盖度未达标区域进行补植补种。

临时防护工程实施的排水、覆盖、拦挡分部工程，施工期间临时排水沟正常运行，能及时排出施工期间汇水，临时覆盖保证了雨季期间部分裸露区域遭到降雨侵蚀，编织袋填土防护了表土堆放造成的水土流失及表土流失，临时防护措施质量总体合格。

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

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

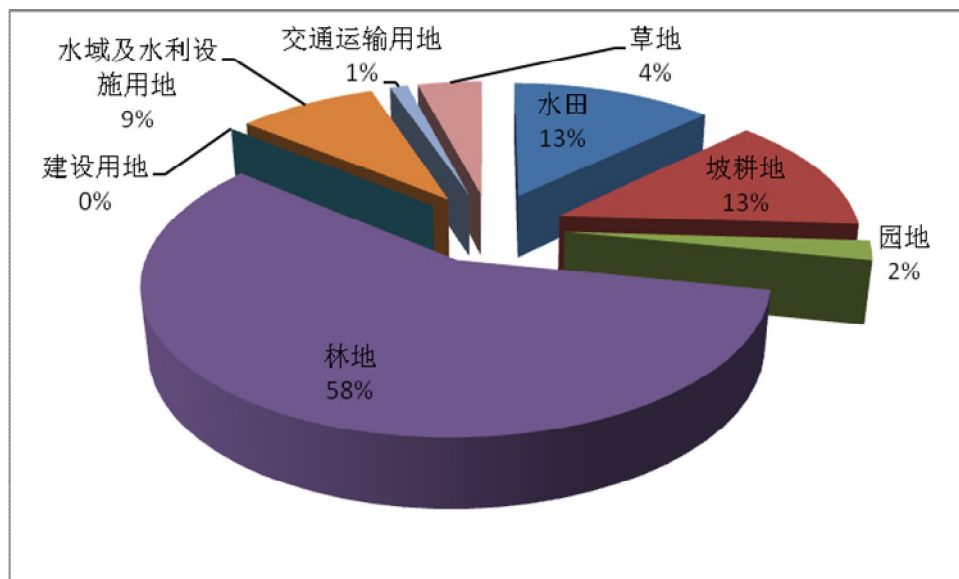
本项目属于新建项目，建设期内整个工程占地区域均造成了新的扰动和水土流失。经过程监测分析，本项目在施工期造成水土流失总面积为 44.42hm^2 ，施工期结束后，进入自然恢复期，建筑物覆盖、硬化部分无裸露地表，水土流失轻微，造成水土流失的主要为绿化措施实施区域，自然恢复期造成的水土流失面积为 17.29hm^2 。

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

一、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。依据云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持方案，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、建设用地、水域及水利设施用地、交通运输用地和草地。



二、地表扰动类型划分

通过现场踏勘和调查，根据重塑地貌后形成新的地形地貌，分析划分项目建设后的地表扰动类型。为了客观地反映建设项目的水土流失特点，对项目区现状地表类型进行适当的分类。施工期间，扰动后的地表主要表现为施工扰动平台、堆渣体、开挖边坡、填筑边坡四种不同的地表扰动类型，各扰动类型具有不同的水土流失特点，施工结束后，自然恢

复期的地表主要表现为建筑物及硬化覆盖、平台绿化、边坡绿化。根据监测工作的实际需要和本项目的特点，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，施工期分为 4 类地表扰动类型，自然恢复期分为 3 类地表扰动类型，结果见下表 5-1、5-2。

表 5-1 施工期地表扰动现状分类表

名称	地表扰动类型	
扰动地表形态	堆渣体	施工平台
主要存在区域	弃渣场	永久办公生活区、道路工程区、施工生产生活区、专项设施复建区
特征描述	堆土体表层土较为松散，易受降水冲刷形成水土流失	因其经常受施工、交通等影响，地表裸露，主要水土流失形式为面蚀
扰动地表形态	开挖边坡	填筑边坡
主要存在区域	枢纽工程区、道路工程区	施工生产生活区、道路工程区
特征描述	开挖裸露，易受降水冲刷形成水土流失	因其经常受施工、交通等影响，地表裸露，主要水土流失形式为面蚀

表 5-2 自然恢复期地表扰动现状分类表

扰动类型	建筑物硬化地表覆盖	平台绿化	边坡防护
主要存在区域	枢纽工程区、道路工程区、专项设施复建区	弃渣场、施工生产生活区	道路边坡、弃渣场边坡
侵蚀对象形态	水泥混凝土喷播、道路硬化	植被覆盖	撒草植被恢复
特征描述	建构筑物及硬化覆盖，无土体裸露基不存在水土流失	绿化初期，覆盖度达不到一定程度，存在水土流失	绿化边坡初期覆盖度达不到一定程度，存在水土流失

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定

一、原地貌侵蚀模数

监测项目组通过对项目区及其周边进行现场调查，收集项目区及周边占地、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，确定项目区内各占地类型的原生土壤侵蚀模数，见表 5-3，结合本项目各防治区原始占地面积，加权平均后各单元的土壤侵蚀模数背景值为 330t/km²·a。

表 5-3 原生土壤侵蚀模数取值表

序号	地类	自然因素	原生土壤侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	备注
1	水田	被水域所覆盖	200	微度
2	坡耕地	大部分为农作物覆盖	1500	轻度
3	园地	为果园, 林下有杂草	650	轻度
4	林地	有林地和灌木林地, 林层有杂草, 郁闭度 $> 75\%$	490	微度
5	建设用地	属于农村住宅用地, 地面硬化, 流失量较小	300	微度
6	水域及水利设施用地	为河流水面、内陆滩涂和鱼塘等, 流失量微弱	100	微度
7	交通运输用地	为公路和农村道路, 大部分为泥结石路面	1500	轻度
8	草地	郁闭度约为 60%	600	轻度

二、监测时段内各地表扰动类型侵蚀模数

监测介入后, 监测组根据现场勘察结果, 对不同的扰动类型采用简易水土流失观测场对其产生的水土流失量进行了测定, 推算出项目区内各扰动类型在监测时段内产生的水土流失量和各扰动类型侵蚀强度。具体情况如下:

1、施工期间各侵蚀单元土壤侵蚀模数分析

(1) 堆渣体扰动类型土壤流失量分析

施工期间, 监测项目组在弃渣场堆土边坡布设侵蚀钉观测样方对其进行监测, 记录侵蚀样方内侵蚀钉数据, 再计算分析得出堆土坡面土壤侵蚀模数。监测时段内堆土坡面监测数据计算表详见表 5-4。

表 5-4 堆渣体土壤侵蚀模数计算表

监测点、位置		2#弃渣场堆渣面		监测设施类型	
样方编号		侵蚀钉量测样方			
样方尺寸		3m×3m			
样方坡度		30°			
监测观测时间		2018 年 4 月 24 日		2018 年 7 月 3 日	
					
侵蚀钉		侵蚀针顶端至地表的高度（mm）			
桩钉	1#	202.0	202.3		
	2#	202.5	202.5		
	3#	204.0	204.4		
	4#	201.8	201.7		
	5#	202.5	202.7		
	6#	202.0	202.1		
	7#	201.0	201.3		
	8#	202.8	203.3		
	9#	203.0	203.5		
平均侵蚀深度（mm）		0.2444			
水平投影面积（m²）		7.7942			
土壤流失量计算公式		$A=rZS/1000\cos\theta$			
水土流失量（t）		0.003			
监测时段（a）		0.17			
土壤侵蚀模数（t/km².a）		2286.31			
对应扰动类型		堆渣坡面			

(2) 施工扰动平台类型土壤流失量分析

施工平台类扰动形式在工程建设内存在形式很多，主要存在于永久办公生活区、道路工程区、施工生产生活区、专项设施复建区，根据工程建设需要，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，主要通过采用调查监测对扰动面进行监测，根据同类工程经验，分析确定其侵蚀模数。

2、自然恢复期各侵蚀单元土壤侵蚀模数分析

(1) 建筑物硬化地表类型土壤流失量分析

自然恢复期，枢纽工程区、道路工程区、专项设施复建区水泥混凝土喷播、道路硬化，该区域几乎不再产生水土流失，土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值。

(2) 平台绿化类型土壤流失量分析

自然恢复期，弃渣场、施工生产生活区绿化初期，覆盖度达不到一定程度，存在水土流失。

(3) 边坡防护类型土壤流失量分析

自然恢复期，道路边坡、弃渣场边坡撒草植被恢复绿化边坡初期覆盖度达不到一定程度，存在水土流失。

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

本工程为建设类项目，结合该工程建设实际监测过程，对监测时段内产生的土壤流失量进行统计分析。

二、监测时段内土壤流失量监测结果及分析

本工程水土保持监测 2015 年 5 月进场，截至 2020 年 5 月已开展水土保持监测 5 年，通过统计监测时段内监测季报、监测年报记录的水土流失量，统计建设期水土流失量为 5355.94t。详见表 5-5~5-11。

表 5-5 施工期土壤流失量汇总表（汇总）

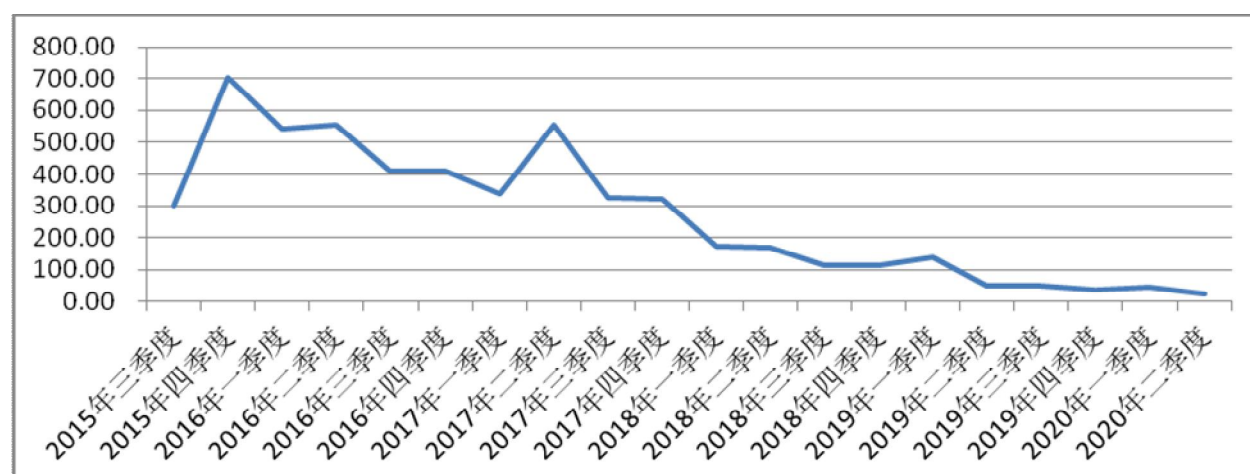
序号	年度	监测分区	年度汇总	一季度	二季度	三季度	四季度
1	2015 年度	枢纽工程区	241.53			64.33	177.20
		永久办公生活区	0.00			/	/
		道路工程区	353.27			113.60	239.67
		弃渣场区	187.73			37.33	150.40
		土料场区	22.33			/	22.33
		施工生产生活区	195.33			83.33	112.00

表 5-5 施工期土壤流失量汇总表（汇总）

序号	年度	监测分区	年度汇总	一季度	二季度	三季度	四季度
		淹没区	0.00			/	/
		专项设施复建区	0.00			/	/
		小计	1000.19			298.59	701.60
2	2016 年度	枢纽工程区	340.29	192.96	115.16	19.67	12.50
		永久办公生活区	0.00	/	/	/	/
		道路工程区	710.53	163.33	191.72	171.74	183.74
		弃渣场区	455.81	94.71	122.70	120.67	117.73
		土料场区	111.87	23.87	33.99	28.84	25.17
		施工生产生活区	297.70	65.20	93.00	69.75	69.75
		淹没区	0.00	/	/	/	/
		专项设施复建区	0.00	/	/	/	/
		小计	1916.20	540.07	556.57	410.67	408.89
3	2017 年度	枢纽工程区	123.32	1.96	115.16	4.73	1.47
		永久办公生活区	0.00	/	/	/	/
		道路工程区	657.76	155.34	191.72	155.35	155.35
		弃渣场区	401.44	96.64	122.70	91.05	91.05
		土料场区	77.54	21.69	33.99	10.93	10.93
		施工生产生活区	285.60	64.20	93.00	64.20	64.20
		淹没区	0.00	/	/	/	/
		专项设施复建区	0.00	/	/	/	/
		小计	1545.66	339.83	556.57	326.26	323.00
4	2018 年度	枢纽工程区	5.88	1.47	1.47	1.47	1.47
		永久办公生活区	0.00	/	/	/	/
		道路工程区	215.44	53.86	53.86	53.86	53.86
		弃渣场区	145.84	43.84	37.10	32.45	32.45
		土料场区	28.56	10.93	10.93	3.35	3.35
		施工生产生活区	174.90	64.20	64.20	23.25	23.25
		淹没区	0.00	/	/	/	/
		专项设施复建区	0.00	/	/	/	/
		小计	570.62	174.30	167.56	114.38	114.38
5	2019 年度	枢纽工程区	0.00				
		永久办公生活区	14.10				14.10
		道路工程区	67.90	53.86	7.02	7.02	
		弃渣场区	121.69	32.45	32.45	32.45	24.34
		土料场区	6.71	3.35	1.68	1.68	
		施工生产生活区	38.37	23.25	7.56	7.56	
		淹没区	0.00				

表 5-5 施工期土壤流失量汇总表（汇总）

序号	年度	监测分区	年度汇总	一季度	二季度	三季度	四季度
		专项设施复建区	26.43	26.43			
		小计	275.20	139.34	48.71	48.71	38.44
6	2020 年度 （植被恢复期）	枢纽工程区	0.00				
		永久办公生活区	30.55	16.45	14.10		
		道路工程区	0.00				
		弃渣场区	17.52	9.74	7.79		
		土料场区	0.00				
		施工生产生活区	0.00				
		淹没区	0.00				
		专项设施复建区	0.00				
		小计	48.07	26.19	21.89	0.00	0.00
		合计			5355.94	1219.73	1351.30



施工期土壤流失量动态变化情况表

表 5-6 施工期土壤流失量统计表（2015 年度）

监测时段	现场监测时间	监测分区	扰动面积（hm ² ）	时段（年）	侵蚀模数 t/km ² ·a	水土流失量（t）
第三季度	8 月 6 日	枢纽工程区	1.93	0.33	10000	64.33
		永久办公生活区	/			/
		道路工程区	4.26		8000	113.6
		弃渣场区	1.6		7000	37.33
		土料场区	/			/
		施工生产生活区	5		5000	83.33
		淹没区	/			/
		专项设施复建区	/			/
		小计	12.79			298.60
第四季度	10 月 26 日	枢纽工程区	4.43	0.33	12000	177.20
		永久办公生活区	/			
		道路工程区	7.19		10000	239.67
		弃渣场区	3.76		12000	150.40
		土料场区	0.67		10000	22.33
		施工生产生活区	5.6		6000	112.00
		淹没区	/			
		专项设施复建区	/			
		小计	21.65			701.60
合计						1000.20

表 5-7 施工期土壤流失量统计表（2016 年度）

监测时段	监测分区		已扰动面积	已治理面积 hm ²	流失面积 hm ²	侵蚀强度	土壤侵蚀 背景值 t/km ^{2·a}	侵蚀时间 a	土壤流失 总量 t	新增土壤 流失量 t
			hm ²			t/km ^{2·a}				
2016 年第一 季度	枢纽工程区	开挖边坡	9.43	2.56	6.87	11235	500	0.25	192.96	184.37
	道路工程 区	填筑边坡	1.08	0	1.08	9852	500	0.25	26.56	25.22
		开挖边坡	1.8	0	1.8	11235	500	0.25	50.49	48.24
		施工平台	4.31	0	4.31	8000	500	0.25	86.28	80.89
	弃渣场区		4.23	0	4.23	8956	500	0.25	94.71	89.42
	土料场区		0.85	0	0.85	11235	500	0.25	23.87	22.81
	施工生产生活区		5.6	2.34	3.26	8000	500	0.25	65.2	61.13
	小计		27.3	4.9	22.4			/	540.08	512.08
2016 年第二 季度	枢纽工程区	开挖边坡	12.66	8.56	4.1	11235	500	0.25	115.16	110.03
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	9852	500	0.25	31.18	29.6
		开挖边坡	2.11	0	2.11	11235	500	0.25	59.26	56.63
		施工平台	5.06	0	5.06	8000	500	0.25	101.28	94.95
	弃渣场区		5.48	0	5.48	8956	500	0.25	122.7	115.85
	土料场区		1.21	0	1.21	11235	500	0.25	33.99	32.47
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	8000	500	0.25	93	87.19
	小计		34.78	10.9	23.88			/	556.57	526.72
2016 年第三 季度	枢纽工程区	开挖边坡	13.51	12.66	0.85	9256	500	0.25	19.67	18.61
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	8861	500	0.25	28.05	26.46
		开挖边坡	2.11	0	2.11	9256	500	0.25	48.83	46.19
		施工平台	6.32	0	6.32	6000	500	0.25	94.86	86.96
	永久办公生活区		0.94	0.94	0					0
	弃渣场区		6.33	0	6.33	7625	500	0.25	120.67	112.75
	土料场区		1.33	0	1.33	8673	500	0.25	28.84	27.18
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	6000	500	0.25	69.75	63.94
	小计		38.8	15.94	22.86			/	410.65	382.08
2016 年第四 季度	枢纽工程区	开挖边坡	14.07	13.51	0.56	8926	500	0.25	12.5	11.80
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	8325	500	0.25	26.35	24.77
		开挖边坡	2.11	0	2.11	8926	500	0.25	47.08	44.45
		施工平台	7.35	0	7.35	6000	500	0.25	110.31	101.12
	永久办公生活区		0.94	0.94						0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	7256	500	0.25	117.73	109.62
	土料场区		1.33	0	1.33	7569	500	0.25	25.17	23.50
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	6000	500	0.25	69.75	63.94
	小计		40.55	16.79	23.76			/	408.89	379.19
合计									1916.19	1800.07

表 5-8 施工期土壤流失量统计表（2017 年度）

监测时段	监测分区		已扰动	已治理或 硬化面积 hm ²	流失面积 hm ²	土壤侵蚀 模数 (t/km ² ·a)	土壤侵蚀 背景值 t/km ² ·a	侵蚀时间 a	土壤流失 总量 t	新增土壤 流失量 t
			面积							
2017 年第一 季度	枢纽工程区	开挖边坡	15.32	15.2	0.12	6523	500	0.25	1.96	1.81
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	6125	500	0.25	19.39	17.80
		开挖边坡	2.11	0	2.11	6523	500	0.25	34.41	31.77
		施工平台	7.35	0	7.35	5523	500	0.25	101.54	92.35
	永久办公生活区		0.94	0.94					0	
	弃渣场区		6.49	0	6.49	5956	500	0.25	96.64	88.52
	土料场区		1.33	0	1.33	6523	500	0.25	21.69	20.03
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	5523	500	0.25	64.2	58.39
	小计		41.8	18.48	23.32	5828.95			339.82	310.67
2017 年第 二季度	枢纽工程区	开挖边坡	12.66	8.56	4.1	11235	500	0.25	115.16	110.03
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	9852	500	0.25	31.18	29.6
		开挖边坡	2.11	0	2.11	11235	500	0.25	59.26	56.63
		施工平台	5.06	0	5.06	8000	500	0.25	101.28	94.95
	永久办公生活区		0.94	0.94					0	
	弃渣场区		5.48	0	5.48	8956	500	0.25	122.7	115.85
	土料场区		1.21	0	1.21	11235	500	0.25	33.99	32.47
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	8000	500	0.25	93	87.19
	小计		35.72	11.84	23.88	9323.06			556.57	526.72
2017 年第 三季度	枢纽工程区	开挖边坡	17.09	16.8	0.29	6523	500	0.25	4.73	4.37
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	6125	500	0.25	19.45	17.86
		开挖边坡	2.11	0	2.11	6523	500	0.25	34.41	31.77
		施工平台	7.35	0	7.35	5523	500	0.25	101.49	92.30
	永久办公生活区		0.94	0.94	0				0	0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	5611.84	500	0.25	91.05	82.94
	土料场区		0.67	0	0.67	6523	500	0.25	10.93	10.09
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	5523	500	0.25	64.2	58.39
	小计		42.91	20.08	22.83	5716.22			326.25	297.72
2017 年第 四季度	枢纽工程区	开挖边坡	17.09	17	0.09	6523	500	0.25	1.47	1.36
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	6125	500	0.25	19.45	17.86
		开挖边坡	2.11	0	2.11	6523	500	0.25	34.41	31.77
		施工平台	7.35	0	7.35	5523	500	0.25	101.49	92.30
	永久办公生活区		0.94	0.94	0				0	0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	5611.84	500	0.25	91.05	82.94
	土料场区		0.67	0	0.67	6523	500	0.25	10.93	10.09
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	5523	500	0.25	64.2	58.39
	小计		42.91	20.28	22.63	5709.09			322.99	294.7
合计									1545.63	1429.81

表 5-9 施工期土壤流失量统计表（2018 年度）

监测时段	监测分区		已扰动面积	已治理或硬化面积 hm ²	流失面积 hm ²	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	土壤侵蚀背景值 t/km ² ·a	侵蚀时间 a	土壤流失总量 t	新增土壤流失量 t
2018 年第一 季度	枢纽工程区	开挖边坡	17.09	17	0.09	6523	500	0.25	1.47	1.36
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	6125	500	0.25	19.45	17.86
		开挖边坡	2.11	0	2.11	6523	500	0.25	34.41	31.77
		施工平台	7.35	7.35	0	5523	500	0.25	0	0
	永久办公生活区		0.94	0.94	0				0	0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	2702	500	0.25	43.84	35.73
	土料场区		0.67	0	0.67	6523	500	0.25	10.93	10.09
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	5523	500	0.25	64.2	58.39
	小计		42.91	27.63	15.28	4562.68			174.29	155.19
2018 年第二 季度	枢纽工程区	开挖边坡	17.09	17	0.09	6523	500	0.25	1.47	1.36
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	6125	500	0.25	19.45	17.86
		开挖边坡	2.11	0	2.11	6523	500	0.25	34.41	31.77
		施工平台	7.35	7.35	0	5523	500	0.25	0	0
	永久办公生活区		0.94	0.94	0				0	0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	2286.31	500	0.25	37.1	28.98
	土料场区		0.67	0	0.67	6523	500	0.25	10.93	10.09
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	5523	500	0.25	64.2	58.39
	小计		42.91	27.63	15.28	4386.12			167.55	148.45
2018 年第三 季度	枢纽工程区	开挖边坡	17.09	17	0.09	6523	500	0.25	1.47	1.36
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	6125	500	0.25	19.45	17.86
		开挖边坡	2.11	0	2.11	6523	500	0.25	34.41	31.77
		施工平台	7.35	7.35	0	2000	500	0.25	0	0
	永久办公生活区		0.94	0.94	0				0	0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	2000	500	0.25	32.45	24.34
	土料场区		0.67	0	0.67	2000	500	0.25	3.35	2.51
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	2000	500	0.25	23.25	17.44
	小计		42.91	27.63	15.28	2994.07			114.37	95.27
2018 年第四 季度	枢纽工程区	开挖边坡	17.09	17	0.09	6523	500	0.25	1.47	1.36
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	6125	500	0.25	19.45	17.86
		开挖边坡	2.11	0	2.11	6523	500	0.25	34.41	31.77
		施工平台	7.35	7.35	0	2000	500	0.25	0	0
	永久办公生活区		0.94	0.94	0				0	0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	2000	500	0.25	32.45	24.34
	土料场区		0.67	0	0.67	2000	500	0.25	3.35	2.51
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	2000	500	0.25	23.25	17.44
	小计		42.91	27.63	15.28	2994.07			114.37	95.27
合计									570.59	494.19

表 5-10 施工期土壤流失量统计表（2019 年度）

监测时段	监测分区		已扰动面积	已治理或硬化面积 hm ²	流失面积 hm ²	土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	土壤侵蚀背景值 t/km ² ·a	侵蚀时间 a	土壤流失总量 t	新增土壤流失量 t
2019 年第一 季度	枢纽工程	开挖边坡	17.09	17.09	0	6523	500	0.25	0	0
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	6125	500	0.25	19.45	17.86
		开挖边坡	2.11	0	2.11	6523	500	0.25	34.41	31.77
		施工平台	7.35	7.35	0	2000	500	0.25	0	0
	永久办公生活区		0.94	0.94	0				0	0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	2000	500	0.25	32.45	24.34
	土料场区		0.67	0	0.67	2000	500	0.25	3.35	2.51
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	2000	500	0.25	23.25	17.44
	专项设施复建区		1.51	0	1.51	7000	500	0.25	26.43	24.54
	小计		44.42	27.72	16.7	3337.26			139.33	118.46
2019 年第二 季度	枢纽工程	开挖边坡	17.09	17.09	0	850	500	0.25	0	0
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	800	500	0.25	2.54	0.95
		开挖边坡	2.11	0	2.11	850	500	0.25	4.48	1.85
		施工平台	7.35	7.35	0	650	500	0.25	0	0
	永久办公生活区		0.94	0.94	0				0	0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	2000	500	0.25	32.45	24.34
	土料场区		0.67	0	0.67	1000	500	0.25	1.68	0.84
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	650	500	0.25	7.56	1.74
	专项设施复建区		1.51	1.51	0	100	500	0.25	0	0
	小计		44.42	29.23	15.19	1282.55			48.71	29.72
2019 年第三 季度	枢纽工程	开挖边坡	17.09	17.09	0	850	500	0.25	0	0
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	0	1.27	800	500	0.25	2.54	0.95
		开挖边坡	2.11	0	2.11	850	500	0.25	4.48	1.85
		施工平台	7.35	7.35	0	650	500	0.25	0	0
	永久办公生活区		0.94	0.94	0				0	0
	弃渣场区		6.49	0	6.49	2000	500	0.25	32.45	24.34
	土料场区		0.67	0	0.67	1000	500	0.25	1.68	0.84
	施工生产生活区		6.99	2.34	4.65	650	500	0.25	7.56	1.74
	专项设施复建区		1.51	1.51	0	100	500	0.25	0	0
	小计		44.42	29.23	13.21	1175.02			38.81	22.29
2019 年第四 季度	枢纽工程	开挖边坡	17.09	17.09	0	650	500	0.25	0	0
	道路工程 区	填筑边坡	1.27	1.27	0	650	500	0.25	0	0
		开挖边坡	2.11	2.11	0	650	500	0.25	0	0
		施工平台	7.35	7.35	0	450	500	0.25	0	0
	永久办公生活区		0.94	0	0.94	6000		0.25	14.1	14.1
	弃渣场区		6.49	6.49	6.49	1500	500	0.25	24.34	16.23
	土料场区		0.67	0.67	0	650	500	0.25	0	0
	施工生产生活区		6.99	6.99	0	450	500	0.25	0	0
	专项设施复建区		1.51	1.51	0	100	500	0.25	0	0
	小计		44.42	43.48	7.43	2069.31			38.44	30.33
合计								275.18	208.22	

表 5-11 施工期土壤流失量统计表（2020 年度）

监测时段	监测分区	扰动面积	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	侵蚀时间 a	土壤流失总量 t
一季度	枢纽工程区	17.09			
	永久办公生活区	0.94	7000	0.25	16.45
	道路工程区	10.73			
	弃渣场区	6.49	600	0.25	9.74
	土料场区	0.67			
	施工生产生活区	6.99			
	淹没区	256.56			
	专项设施复建区	1.51			
	小计	300.98			26.19
二季度	枢纽工程区	17.09			
	永久办公生活区	0.94	6000	0.25	14.1
	道路工程区	10.73			
	弃渣场区	6.49	480	0.25	7.79
	土料场区	0.67			
	施工生产生活区	6.99			
	淹没区	256.56			
	专项设施复建区	1.51			
	小计	300.98			21.89
合计					48.07

三、水土流失情况对比分析

经对比分析，项目区原生平均土壤侵蚀模数为 $330/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，施工期间平均土壤侵蚀模数为 $9323.06\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，自然恢复期平均土壤侵蚀模数为 $463.95\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。与原地貌对比，施工期间项目的施工扰动造成了一定程度的水土流失，随着工程施工完成，通过各项水土保持措施的实施，各项水土保持措施发挥效益，本项目产生的水土流失危害减少，且比原生水土保持情况有所提高，因此本工程水土保持措施可满足水土保持要求。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

工程建设过程中启用原设计土料场，实际取料 1.50万 m^3 ，本项目实际产生弃渣 63.94万 m^3 （折合松方 92.71万 m^3 ）。土料场实施了截水沟、临时拦挡、植被恢复等水土保持措施，弃渣场实施了渣场挡渣墙、挡水墙、截排水沟、马道排水沟、排水盲沟、土地复耕、植被恢复等水保措施。目前土料场、弃渣场实施水土保持工程措施效果良好，但植物措施实施时间较短，长势一般，后期需加强抚育管护。

5.4 水土流失危害

云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程在工程施工建设过程中，工程施工未引起大面积严重水土流失，但 2015 年 8 月 26 日由于连续强降雨导致 1#弃渣场已建排洪沟、挡渣墙等局部破损，针对弃渣场水毁情况，建设单位委托云南晨峰建筑工程有限责任公司进行水毁专项治理，目前水土保持措施基本完好，发挥了防治因工程建设而引发水土流失的作用。

6 水土流失防治效果监测结果

本项目主体工程已基本施工结束，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。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（水利部办公厅，办水保〔2013〕188号）和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点防治区和重点治理区的公告》（第49号），项目所在地龙江乡属于西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区，水土流失防治标准执行建设类 I 级标准，与《水保方案批复》水土流失防治标准一致。项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶山区，土壤允许流失量为 $500t/km^2 \cdot a$ 。项目的建设对所在区域直接产生水土流失影响，因此本项目水土保持工作重点是坚持以预防为主、保护优先的方针，建立健全管护机构，制定有力措施，强化监督管理；依法实施重点监督，加强执法检查，加大宣传力度，增强法制观念，遏制人为造成的水土流失。

本项目水保方案批复水土保持防治指标作为云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持监测和后期验收的目标依据，具体情况如下表 6-1。

表 6-1 水土保持措施（设施）分类分级评价指标

防治标准	计算方法	防治标准值
扰动土地整治率（%）	项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比	95
水土流失总治理度（%）	项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比	97
土壤流失控制比	项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比	1.0
拦渣率（%）	项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（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

6.1 扰动土地整治率

扰动土地是指生产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。

至监测结束，工程扰动土地面积为 $44.42hm^2$ ，实施水土保持措施面积 $25.27hm^2$ （工程措施 $7.98hm^2$ ，植物措施面积为 $17.29hm^2$ ），实施永久建筑物及道路硬化面积为 $18.95hm^2$ ，

经综合核定，扰动土地整治率为 99.55%，达到水土流失防治目标。具体分析见表 6-2。

表 6-2 扰动土地整治率计算表 单位: hm^2

序号	防治分区	建设区扰动土地总面积(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水土保持措施面积	②永久建筑物占地面积	③道路、地表硬化面积	结果 =(①+②+③)	
1	枢纽工程区	17.09		17.09		17.09	99.99%
2	永久办公生活区	0.94		0.05	0.69	0.74	78.72%
3	道路工程区	10.73	10.32		0.41	10.73	99.99%
4	弃渣场区	6.49	6.49			6.49	99.99%
5	土料场区	0.67	0.67			0.67	99.99%
6	施工生产生活区	6.99	6.99			6.99	99.99%
7	淹没区						
8	专项设施复建区	1.51	0.80		0.71	1.51	99.99%
小计		44.42	25.27	17.14	1.81	44.22	99.55%

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度为项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。本工程建设区内自然恢复期仍存在水土流失区域为绿化区域以及土地复耕区域，面积为 25.47hm^2 ，实际完成的水土保持措施面积 25.27hm^2 ，水土流失总治理度为 99.21%。具体分析见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度计算表 单位: hm^2

序号	防治分区	项目竣工后水土流失面积(hm^2)				水土保持措施面积(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道路及场地硬化面积	结果 =(①-②-③)		
1	枢纽工程区	17.09	17.09		0.00	0.00	/
2	永久办公生活区	0.94	0.05	0.69	0.20	0.00	0
3	道路工程区	10.73		0.41	10.32	10.32	99.99%
4	弃渣场区	6.49			6.49	6.49	99.99%
5	土料场区	0.67			0.67	0.67	99.99%
6	施工生产生活区	6.99			6.99	6.99	99.99%
7	淹没区				0.00	0.00	/
8	专项设施复建区	1.51		0.71	0.80	0.80	99.99%
小计		44.42	17.14	1.81	25.47	25.27	99.21%

6.3 拦渣率

根据工程施工及监理资料统计,根据现场调查,结合查阅资料,工程实际建设过程中开挖土石方为 81.24 万 m^3 ,其中土方开挖 28.74 万 m^3 ,石方开挖 47.71 万 m^3 ,表土剥离 4.79 万 m^3 ;场地回填土石方 17.29 万 m^3 ,其中土石方回填 12.50 万 m^3 ,绿化覆土 4.79 万 m^3 ;调入调出土石方 21.53 万 m^3 ,余方 63.94 万 m^3 。剥离表土临时堆放于表土堆,后期用于绿化覆土。余方 63.94 万 m^3 堆存于规划的 1#弃渣场以及 2#弃渣场。

弃渣场实施了渣场挡渣墙、挡水墙、截排水沟、马道排水沟、排水盲沟、土地复耕、植被恢复等水保措施,起到很好的防护作用,工程拦渣率 95%,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区容许土壤流失量与水保措施实施后土壤侵蚀强度之比。项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶山区,容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。通过各水土保持工程措施和植物措施的实施,项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。各项防治措施实施后,项目区加权平均土壤流失强度降到 $463.95\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,经计算项目区土壤流失控制比为 1.08。

6.5 林草植被恢复率

林草恢复率为植物措施面积与可绿化面积的比值,本项目实际扰动土地面积 44.42hm^2 ,可恢复林草植被面积为 17.49hm^2 ,植物措施现阶段实施面积为 17.29hm^2 (最终林草面积 17.49hm^2 ,现阶段永久办公生活区绿化 0.20hm^2 暂未实施),林草恢复率达 99%。截至目前,永久办公生活区还未完全完工,建设单位做好永久办公生活区后期水土流失防护工作,及时完善后续绿化等水土保持防治措施。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值,项目建设区指标计算面积为 36.44hm^2 (工程扰动土地面积为 44.42hm^2 ,扣除土地复耕面积 7.98hm^2),经现场踏勘,水保措施实施后现阶段林草植被面积为 17.29hm^2 (实际林草措施达标面积 11.24hm^2 ,由于植被恢复时间较短,植物无法达到完全发挥水土保持效益,达标系数取 0.65),林草覆盖率为 30.84%。林草覆盖率达到水土流失防治目标。

综上所述,本工程水土保持措施实施后,六项指标均达到了防治目标值。

各项指标达标情况见表 6-4。

表 6-4 水土流失防治效果监测达标情况

序号	防治指标类型	防治标准值 (%)	监测指标 (%)	达标情况
1	扰动土地治理率 (%)	95	99.55	达标
2	水土流失治理度 (%)	97	99.21	达标
3	土壤流失控制比	1.0	1.08	达标
4	拦渣率 (%)	95	95	达标
5	林草植被恢复率 (%)	99	99	达标
6	林草覆盖率 (%)	27	30.84	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的。

根据监测结果，在项目区水土流失强度变化主导因子是降雨情况，随着雨季旱季的更替增大减小，项目区的水土流失强度有明显变化。项目区水土流失量随着时间的增加累积。防治目标达标情况能反映项目区防治措施的到位情况，项目施工初期水土流失强度最大，随着各项水土保持措施的实施，水土流失强度逐渐减小，通过各项水土保持措施的实施，截止 2020 年 5 月，本工程各项水土保持指标的达标情况见表 7-1。

表 7-1 六项指标监测结果与方案目标对比情况表

防治标准	方案目标值 (%)	监测值 (%)	达标情况
扰动土地整治率 (%)	95	99.55	达标
水土流失总治理度 (%)	97	99.21	达标
土壤流失控制比	1.0	1.08	达标
拦渣率 (%)	95	95	达标
林草植被恢复率 (%)	99	99	达标
林草覆盖率 (%)	27	30.84	达标

从表中可以看出，本项目六项指标达到了方案批复的目标值。项目建设实施的水土保持工程措施、植物措施、临时措施有效，一定程度地遏制了新增水土流失量，具有一定的生态效益。

7.2 水土保持措施评价

云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持措施主要划分为拦渣工程、防洪排导工程、植被建设工程及临时防护工程。

防洪排导工程实施的排洪导流设施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。

植被建设工程弃渣场实施的植被恢复措施植被长势一般，选用树草种合理，植被生长较好，植被成活率达 98%，覆盖度达 90%，在美化环境的同时，能够有效控制项目区水土流失，发挥其水土保持效益。后期运行管理中需进行抚育管理，对覆盖度未达标区域进行

补植补种。

临时防护工程实施的排水、覆盖、拦挡分部工程，施工期间临时排水沟正常运行，能及时排出施工期间汇水，临时覆盖保证了雨季期间部分裸露区域遭到降雨侵蚀，编织袋填土防护了表土堆放造成的水土流失及表土流失，临时防护措施质量总体合格。

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

7.3 存在问题及建议

通过监测，对云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程提出以下问题及建议：

（1）加强绿化区植物措施的抚育管理，对绿化区内未能达到林草覆盖度标准的区域及时进行补植补种。

（2）在工程运行期间要重点对已有水土保持措施的管理维护，保证各项措施的有效运行，发现问题及时完善补救。

（3）截至目前，永久办公生活区还未完全完工，建设单位做好永久办公生活区后期水土流失防护工作，及时完善后续绿化等水土保持防治措施。

7.4 综合结论

监测结果表明，云南省保山市腾龙桥 I 级水电站工程水土保持方案的设计基本上合理可行。在工程施工过程中，建设单位基本能按照批复的水土保持方案和有关法律法规要求开展水土流失防治工作，且根据自身特点对部分措施标准进行提高，保障水土保持投资专项使用，有效控制了工程的水土流失。

截至 2020 年 5 月，随着工程区各项水保措施已完全发挥防护作用，取得了较好的水土保持防护效果。通过项目区巡查及查阅工程资料，项目建设未发生水土流失危害，六项指标均达到了方案批复目标值。

综上所述，建设单位在水土流失防治责任范围内的水土保持设施具备正常运行条件，且能持续、安全、有效运行，水土保持设施的管护、维护措施落实到位，符合交付使用要求。