

水保监测（云）字第 0001 号

龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程

水土保持监测总结报告

建设单位：永胜县移民开发局

监测单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

二〇一九年五月



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



**本证书此次仅供龙开口水电站
 水胜县移民搬迁辅助公路建设工程
 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

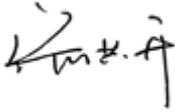


编制单位地址：昆明市二环西路625号云铜科技园工程技术中心B座二楼

项目负责人：刘富平 15987165630
 技术负责人：王晶 15887215541
 项目联系人：徐源艺 15912428500
 传真：0871—65392953
 电子邮箱：lhsb02@163.com

龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程
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：	徐源艺		助理工程师
编写：	徐源艺	助理工程师	报告编写
	俞海光	助理工程师	附件、图纸

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	3
1 建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 建设项目概况	4
1.2 水土保持工作情况	23
1.3 监测工作实施情况	25
2 监测内容和方法	31
2.1 扰动土地情况	错误!未定义书签。
2.2 取料(土、石)、弃渣(土、石、矸石、尾矿等)	错误!未定义书签。
2.3 水土保持措施	错误!未定义书签。
2.4 水土流失情况	错误!未定义书签。
3 重点对象水土流失动态监测	39
3.1 防治责任范围监测	39
3.2 取料监测结果	40
3.3 弃渣监测结果	41
3.4 土石方流向情况监测结果	44
4 水土流失防治措施监测结果	46
4.1 工程措施监测结果	46
4.2 植物措施监测结果	50
4.3 临时防护措施监测结果	54
4.4 水土保持措施防治效果	54
5 土壤流失情况监测	56
5.1 水土流失面积	56

5.2 土壤流失量	56
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	62
5.4 水土流失危害	62
6 水土流失防治效果监测结果.....	63
6.1 扰动土地整治率	63
6.2 水土流失总治理度	64
6.3 拦渣率	64
6.4 土壤流失控制比	64
6.5 林草植被恢复率	65
6.6 林草覆盖率	65
7 结论.....	67
7.1 水土流失动态变化	67
7.2 水土保持措施评价	67
7.3 存在问题及建议	68
7.4 综合结论	68

附件:

附件 1: 监测委托书;

附件 2: 《永胜县发展和改革局关于下达龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程投资计划的通知》(永发改发〔2012〕124号);

附件 3: 《永胜县水务局关于准予龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持方案报告书行政许可决定书》(永水保许〔2018〕8号);

附件 4: 《生产建设项目水土保持监督检查表》;

附件 5: 工程现场监测照片集。

附图:

附图 1: 项目区地理位置图;

附图 2: 监测分区及监测点布设图;

附图 3: 防治责任范围图。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程									
建设规模	道路全长 24.69km, 四级公路, 设计速度 20km/h。其中龙开口至板桥段 9.09km, 龙开口至太极段 15.6km, 龙开口至板桥段路基宽 4.5m, 包括涵洞 37 道, 过水路面 572.4m ² , 弃渣场 3 处, 龙开口至太极段路基宽 6.5m、4.5m, 包括小桥 2 座, 涵洞 36 道, 过水路面 192m ² 。道路总占地面积为 27.28hm ² , 其中道路工程区、边坡及绿化区为永久用地, 面积为 25.94hm ² , 弃渣场区为临时占地, 面积为 1.34hm ² 。			建设单位		永胜县移民开发局					
				联系人		联系人: 胡云辉 13988834669					
				建设地点		永胜县					
				所属流域		长江流域					
				工程总投资		5799.87 万元					
工程总工期		5.75 年									
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		徐源艺 15912428500				
自然地理类型		中切割桌状中山地貌			防治标准		建设类 II 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		现场调查法			2.防治责任范围监测		现场调查并结合地形图			
	3.水土保持措施情况监测		现场调查法			4.防治措施效果监测		现场调查法			
	5.水土流失危害监测		巡查法			水土流失背景值		1363t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围		36.94hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² ·a				
方案设计水土保持投资		737.49 万元			水土流失目标值		500t/km ² ·a				
防治措施		①工程措施: 龙开口至板桥段: 边沟 9625m, 截(排)水沟、急流槽 456m, 挡土墙 228m, 复耕 0.31hm ² ; 龙开口至太极段: 边沟 8148m, 截(排)水沟、急流槽 107m; ②植物措施: 龙开口至板桥段: 撒播黑麦草、早熟禾 1.48hm ² , 种植车桑子 4.73hm ² ; 龙开口至太极段: 种植车桑子 6.76hm ² 。									
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	98.5	防治措施达标面积	12.56hm ²	永久建筑物及硬化面积	14hm ²	扰动土地总面积	27.28hm ²
		水土流失总治理度		85	96.9	防治责任范围面积	36.94hm ²	水土流失总面积	13.28hm ²		
		土壤流失控制比		1.0	1.24	工程措施面积	0.31hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a		
		拦渣率		95	98	植物措施面积	12.97hm ²	监测土壤流失情况	402.73t/km ² ·a		
		林草植被恢复率		95	96.8	可恢复林草植被面积	12.97hm ²	林草类植被面积	12.56hm ²		
		林草覆盖率		20	46.04	实际拦挡弃渣量	8.32 万 m ³	总弃渣量	8.32 万 m ³		
	水土保持治理达标评价		六项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, 避免因管理不当而影响植被的保存率; 加强对外围截水、排水等措施的日常巡视工作。									

前言

项目简况

龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程由两段组成，包括龙开口至板桥段及龙开口至太极段，地理坐标介于东经 $100^{\circ}25'$ ~ $101^{\circ}44'$ 和北纬 $26^{\circ}32'$ ~ $28^{\circ}26'$ 之间。龙开口至板桥段公路位于云南省永胜县境内的金沙江右岸，路线起于“移民搬迁及安置点连接道路工程-金安桥至大水箐移民搬迁道路”的 K46+548 处，路线终点止于“哨丫口至板桥四级公路”K37+700 处，路线由西至东展布，距离县城约 60km，龙开口至太极段公路位于永胜县境内的金沙江左岸，路线起于龙开口水电站左岸上坝公路的起点，终点位于金龙村附近，接鲁地拉水电站的库区淹没改建公路起点，路线由南至北展布。

本工程全长 24.69km，其中龙开口至板桥段 9.09km，龙开口至太极段 15.6km，均为四级公路，设计速度 20km/h。龙开口至板桥段路基宽 4.5m，包括涵洞 37 道，过水路面 572.4m^2 ，弃渣场 3 处，龙开口至太极段路基宽 6.5m、4.5m，包括小桥 2 座，涵洞 36 道，过水路面 192m^2 。

建设区总占地面积为 27.28hm^2 ，其中道路工程区、边坡及绿化区为永久用地，面积为 25.94hm^2 ，弃渣场区为临时占地，面积为 1.34hm^2 。

项目总投资 5799.87 万元，其中土建投资 4354.72 万元。项目于 2013 年 7 月开工建设，于 2019 年 3 月完工，总工期为 5.75 年。

监测任务由来及监测过程

按照《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规的规定，昆明龙慧工程设计咨询有限公司受建设单位永胜县移民开发局的委托，于 2018 年 12 月编制完成了《龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持方案报告书》（报批稿），2018 年 12 月 26 日，永胜县水务局以“永水保许〔2018〕8 号文”文对《水保方案》给予批复。

根据相关法律法规要求以及项目水土流失防治需要，2018 年 10 月，受建设单位永胜县移民开发局的委托，我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担了龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程的水土保持监测任务。接到任务之后，我公司即组织相关监测技术人员成立了该项目的水土保持监测组，监测时段内（2018 年 10 月至 2019 年 3 月），监测组通过现场巡查、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、监

理资料、施工过程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，在此基础上于 2019 年 5 月完成了《龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持监测总结报告》。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，水行政主管部门永胜县水务局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，核定防治责任范围总面积为 36.94hm^2 ，其中项目建设区面积为 27.28hm^2 ，直接影响区面积为 9.66hm^2 。

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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。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。根据同类工程情况和当地水土流失现状计算得出项目区扰动面积原生侵蚀模数为 $1363\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。通过监测，项目区经过治理后，项目区平均土壤侵蚀模数降低到 $402.73\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

截至 2019 年 3 月，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程实际实施的水土保持措施主要有：

①工程措施：龙开口至板桥段：边沟 9625m，截（排）水沟、急流槽 456m，挡土墙 228m，复耕 0.31hm^2 ；龙开口至太极段：边沟 8148m，截（排）水沟、急流槽 107m；

②植物措施：龙开口至板桥段：撒播黑麦草、早熟禾 1.48hm^2 ，种植车桑子 4.73hm^2 ；龙开口至太极段：种植车桑子 6.76hm^2 。

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 98.5%，水土流失总治理度达到 96.9%，土壤流失控制比达到 1.24，拦渣率达 98%，林草植被恢复率达到 96.8%，林草覆盖率达到 46.04%，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，水土保持措施基本完好，发挥了防治因工程建设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

龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程由两段组成，包括龙开口至板桥段及龙开口至太极段，地理坐标介于东经 $100^{\circ}25'$ ~ $101^{\circ}44'$ 和北纬 $26^{\circ}32'$ ~ $28^{\circ}26'$ 之间。

龙开口至板桥段公路位于云南省永胜县境内的金沙江右岸，路线起于“移民搬迁及安置点连接道路工程-金安桥至大水箐移民搬迁道路”的 K46+548 处，路线终点止于“哨丫口至板桥四级公路”K37+700 处，路线由西至东展布，距离永胜县城约 40km。

龙开口至太极段公路位于永胜县境内的金沙江左岸，路线起于龙开口水电站左岸上坝公路的起点，终点位于金龙村附近，接鲁地拉水电站的库区淹没改建公路起点，路线由南至北展布，距离永胜县城约 100km。

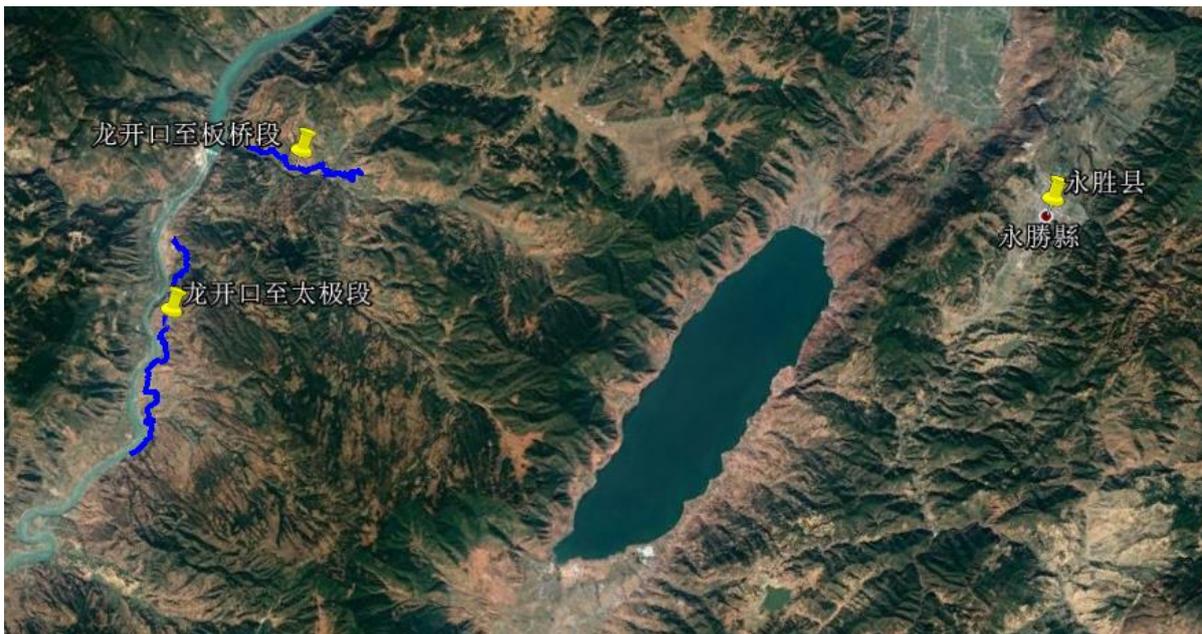


图 1-1 龙开口至板桥段及龙开口至太极段相对位置示意图

1.1.1.2 项目建设规模及特性

本工程全长 24.69km，由两段组成，包括龙开口至板桥段 9.09km 及龙开口至太极段 15.6km，均为四级公路，设计速度 20km/h。龙开口至板桥段路基宽 4.5m，包括涵洞 37 道，过水路面 572.4m²，弃渣场 3 处，龙开口至太极段路基宽 6.5m、4.5m，包括小桥 2 座，涵洞 36 道，过水路面 192m²。

工程主要特性指标见表 1-1、表 1-2。

(1) 项目名称：龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程；

(2) 建设单位：永胜县移民开发局；

(3) 建设地点：丽江市永胜县；

(4) 建设性质：改扩建建设类项目；

(5) 项目等级：四级公路；

(5)建设规模：线路总长 24.69km, 其中：龙开口至板桥段, 里程桩号 K3+040-K12+070, 线路长 9.09km; 龙开口至太极段, 里程桩号 K0+000-K15+600, 线路长 15.6km;

(6) 建设工期：实际建设工期 5.75a (其中主体工程建设工期为 2013 年 7 月~2016 年 6 月, 水土保持工程建设工期为 2013 年 7 月~2019 年 3 月)

(7) 工程总投资：总投资 5799.87 万元, 其中土建投资 4354.72 万元。

表 1-1 龙开口至板桥段工程技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
一、基本指标				
1	公路等级		四级	
2	设计速度	km/h	20	
3	主要占用土地	亩	159.4	含弃渣场 20.21 亩
	(1) 草地	亩	4.71	
	(2) 林地	亩	27.1	
	(3) 水田	亩	1.44	
	(4) 梯坪地	亩	10.78	
	(5) 交通运输用地	亩	115.37	
4	概算总金额	万元	2469.35	
5	平均每公里造价	万元	271.63	
二、路线				
1	路线总长	km	9.09	
2	路线增长系数		1.822	
3	平均每公里交点数	个	13.97	
4	平曲线最小半径			
	(1) 一般最小半径	m	30	
	(2) 极限最小半径	m	12	
5	平曲线占路线总长	%	46.488	
6	直线最大长度	m	201.159	
7	最大纵坡	%/处	11.8/1	
8	最短坡长	m	60.00	
9	竖曲线占路线总长	%	23.17	
10	平均每公里纵坡变更次数	次	7.7	

序号	指标名称	单位	数量	备注
11	竖曲线最小半径			
	凸型	m/处	250/2	
	凹型	m/处	220/1	
三、路基、路面				
1	路基宽度	m	4.50	
2	土石方数量	m ³	92759	
	(1) 土方	m ³	55282	
	(2) 石方	m ³	37477	
3	平均每公里土石方	m ³	12244	
	(1) 土方	m ³	7672	
	(2) 石方	m ³	4572	
4	排水防护工程			
	(1) 特殊路基处理	m、处	350、3	
	(2) 圪工挡土墙	m ³ 、m	9934.74、1801.86	
	(3) 浆砌边沟、排水沟、截水沟	m ³ 、m	3702.08、9625	
5	路面结构类型及宽度			
	沥青混凝土路面 3.5m 宽路面	m ²	43213.8	
四、桥梁涵洞				
1	设计车辆荷载		公路 - II 级	
2	涵洞	m/道	220.75、37	
3	平均每公里涵洞道数	道	4.07	
4	过水路面	m ²	572.4	
五、交通工程及沿线设施				
1	安全设施	km	9.09	
六、环境保护				
1	绿化	hm ²	6.21	
2	弃渣场	m ³ 、处	83200、3	
3	拦渣坝及排水	m ³	1491.57	

表 1-2 龙开口至太极段工程技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
一、基本指标				
1	公路等级		四级	
2	设计速度	km/h	20	
3	主要占用土地	亩	249.76	
	(1) 草地	亩	0.47	
	(2) 林地	亩	1.75	
	(3) 梯坪地	亩	3.26	
	(4) 交通运输用地	亩	242.23	
	(5) 其它土地(河滩地)	亩	2.05	
4	概算总金额	万元	3330.52	
5	平均每公里造价	万元	213.49	

序号	指标名称	单位	数量	备注
二、路线				
1	路线总长	km	15.6	
2	路线增长系数		1.505	
3	平均每公里交点数	个	12.821	
4	平曲线最小半径			
	(1) 一般最小半径	m	30	
	(2) 极限最小半径	m	15	
5	平曲线占路线总长	%	48.839	
6	直线最大长度	m	251.730	
7	最大纵坡	%/处	9.8/1	
8	最短坡长	m	60.00	
9	竖曲线占路线总长	%	25.92	
10	平均每公里纵坡变更次数	次	7.756	
11	竖曲线最小半径			
	凸型	m/处	220/1	
	凹型	m/处	220/1	
三、路基、路面				
1	路基宽度	m	6.50/4.50	
2	土石方数量	m ³	32121	
	(1) 土方	m ³	21936	
	(2) 石方	m ³	10185	
3	平均每公里土石方	m ³	2059	
	(1) 土方	m ³	1406	
	(2) 石方	m ³	653	
4	排水防护工程			
	(1) 圪工挡土墙	m ³ 、m	6596.79、1211.82	
	(3) 浆砌边沟、排水沟、截水沟	m ³ 、m	3121.94、8183	
5	路面结构类型及宽度			
	沥青混凝土路面 6.0m/3.5m 宽路面	m ²	104764.34	
四、桥梁涵洞				
1	设计车辆荷载		公路 - II 级	
2	桥面宽	m	7、9	
3	小桥	m、座	52、2	
2	涵洞	m、道	226.94、36	
3	平均每公里涵洞道数	道	2.31	
4	过水路面	m ²	192	
五、交通工程及沿线设施				
1	安全设施	km	15.6	
六、环境保护				
1	绿化	hm ²	6.76	

1.1.1.3 项目组成

本项目由龙开口至板桥段、龙开口至太极段组成。其中龙开口至板桥段由道路工程区和弃渣场区组成，道路工程区包括路基路面区、边坡及绿化区，弃渣场区包括 1#~3#弃渣场。龙开口至太极段为道路工程区，由路基路面区、边坡及绿化区组成。

表 1-3 项目组成表

项目组成		备注	
龙开口至板桥段	道路工程区	路基路面区	路基横断面布置为：0.5m（硬路肩）+3.5m（行车道）+0.5m（硬路肩），设置支挡构造物及路缘石处顶部为平坡；路基边缘设 25cm 宽的 C20 片石混凝土硬化路肩，满铺路面。路基防护采用护肩、浆砌石下挡墙等常规防护方法。全线挖方路段设置 C20 混凝土边沟，采用 40cm×40cm 矩形断面。
		边坡及绿化区	沿线撒播草籽黑麦草、早熟禾，穴播车桑子穴距为 2m×2m。共撒播种草 1.17hm ² ，穴播车桑子 4.01hm ² 。
	弃渣场区	1#弃渣场	堆存废弃土石方 2.2 万 m ³
		2#弃渣场	堆存废弃土石方 4.82 万 m ³
3#弃渣场		堆存废弃土石方 1.3 万 m ³	
龙开口至太极段	道路工程区	路基路面区	路基横断面布置为：KQ+00~K11+700 段及 K12+200~K15+600 段为 0.25m（硬路肩）+2×3.0m（行车道）+0.25m（硬路肩）；K11+700~K12+200 段为 0.5m（硬路肩）+3.5m（行车道）+0.5m（硬路肩）；路基防护采用护肩、浆砌石下挡墙；全线挖方路段设置 C20 混凝土边沟，采用 40cm×40cm 矩形断面。
		边坡及绿化区	除硬化区域外的道路边坡、空地穴播车桑子 6.76hm ² 。

本项目已于 2013 年 7 月开工建设，龙开口至板桥段主体工程于 2016 年建设完成，龙开口至太极段主体工程于 2015 年 5 月建设完成，监测进场时，项目区用地红线范围内基本被路面硬化、植被、作物覆盖。项目区现状详见以下照片集：

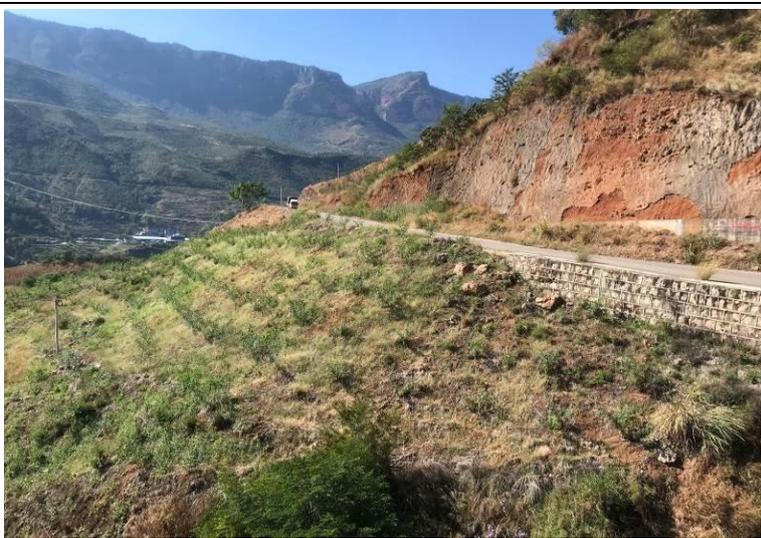
项目区现状照片集	
	<p>水土流失情况评价：目前为路面硬化覆盖，道路内侧开挖边坡修建有混凝土挡土墙，底部修建有浆砌石排水沟，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段起点处现状</p> 	<p>水土流失情况评价：目前路基路面区全部为沥青混凝土硬化覆盖，路面状况良好，无路面破损，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段沿线路基路面区现状</p> 	<p>水土流失情况评价：目前边坡区已全部进行植被恢复，植被长势良好，覆盖度较高，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段边坡区回填边坡现状</p>	

	<p>水土流失情况评价：目前边坡区开挖石质边坡区域为稳定状态，土质边坡区域已进行植被恢复，植被长势良好，覆盖度较高，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段边坡区开挖边坡现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：目前龙开口至板桥段设有急流槽、过水涵，过流能力正常，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段过水涵现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：目前龙开口至板桥段设有桥梁及过水路面，桥梁周围无裸露土体，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段桥梁现状</p>	

	<p>水土流失情况评价：目前龙开口至板桥段道路沿线内侧修建有混凝土边沟，沟内无淤积现象，过流能力正常，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段沿线排水沟现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：目前龙开口至板桥段 1#弃土场虽已形成稳定边坡及平台，弃土场西侧为一自然沟箐，汇水长期冲刷、侵蚀会将土体带入金沙江，具有水土流失隐患</p>
<p>龙开口至板桥段 1#弃土场现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：目前龙开口至板桥段 2#弃土场已实施完成植被恢复，弃土场下游修建有浆砌石挡土墙，东侧修建有浆砌石截水渠，截水渠排导上游沟箐汇水无淤堵、过流能力正常，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段 2#弃土场现状</p>	

	<p>水土流失情况评价：目前龙开口至板桥段 3#弃土场已进行分台平整并复耕，弃土场下游修建有浆砌石挡土墙，西侧修建有浆砌石截水沟，截水沟无淤堵、过流能力正常，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段 3#弃土场现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：目前为路面硬化覆盖，与乡道平面交叉，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至板桥段终点处现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：目前为路面硬化覆盖，与乡道平面交叉，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至太极段起点处现状</p>	

	<p>水土流失情况评价：道路沿线较为平坦，路面全部硬化覆盖，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至太极段道路沿线现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：龙开口至太极段道路较为平坦，边坡较小，现已全部植被恢复，植被长势较好，覆盖度高，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至太极段道路开挖边坡现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：龙开口至太极段道路局部存在较大开挖边坡，为石质边坡，已实施钢筋混凝土挡墙，无土体外露，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至太极段道路开挖边坡现状</p>	

	<p>水土流失情况评价：龙开口至太极段道路较为平坦，边坡较小，现已全部植被恢复，植被长势较好，覆盖度高，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至太极段道路回填边坡现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：龙开口至太极段道路局部存在较大回填边坡，已实施浆砌石挡墙，并全部植被恢复，植被长势较好，覆盖度高，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至太极段道路回填边坡现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：目前龙开口至板桥段道路沿线内侧修建有混凝土排水沟，沟内无淤积现象，过流能力正常，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至太极段道路沿线排水沟现状</p>	

	<p>水土流失情况评价：目前龙开口至太极段设有桥梁及过水路面，桥梁周围无裸露土体，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至太极段桥梁现状</p>	
	<p>水土流失情况评价：目前为路面硬化覆盖，道路内侧修建有混凝土排水沟，排水沟无淤堵现象，过流能力正常，水土流失程度轻微</p>
<p>龙开口至太极段终点处现状</p>	

1.1.1.4 施工组织及工期

本项目由建设单位移民开发局负责整个建设工作，负责联络、协调工程的有关工作，共分为龙开口至板桥一合同段、二合同段，龙开口至太极段一合同段、二合同段等四个标段施工，设计单位（国家林业局昆明勘察设计院）、施工单位（云南宜辰建设工程有限公司、保山市辛街建筑有限责任公司、重庆皇华建设（集团）有限公司、永胜柳家园林绿化有限责任公司）、监理单位（云南云通监理咨询有限公司）等各个单位相互配合，精心组织施工。

1.筑路材料及来源

筑路材料主要包括路基填筑材料、路面、桥梁及其他结构物材料。块、片、碎石、砂料均从离州城 1km 老路右侧外 400m 的砂石料场采购，均有已有道路到达，交通便利，本项目的实施未单独设置采料场，相应的水土流失防治责任由销售方方负责。本项目所用钢

材、水泥、木材和沥青主要从永胜县建材市场购买，以上材料可通过已有道路运输到达，交通便利，未新增临时运输便道。树草籽由绿化施工单位从永胜县当地购买。

2.临时施工场地布设

根据项目施工及监理资料，本项目属于沿老路改造项目，施工营、场地均沿路布设，未新增临时施工便道，施工结束时施工营场地均已拆除并进行路面硬化或已实施植被恢复、复耕。

3.施工用水用电

本项目两个路段沿线均有村庄，从周边村庄就近取水用于施工。两路段电力供应情况良好，就近从村庄电网接电，如有特殊情况采用柴油机发电。

4、施工工期

项目实际于2013年7月开工建设，龙开口至板桥段主体工程于2016年建设完成，龙开口至太极段主体工程于2015年5月建设完成，水土保持工程于2019年3月完工，总工期为69个月。

1.1.1.5 工程占地

根据施工图及监理资料，本项目建设区总占地面积为27.28hm²，其中道路工程区、边坡及绿化区为永久用地，面积为25.94hm²，弃渣场区为临时占地，面积为1.34hm²。原始占地类型为水田、梯坪地、林地、草地、交通运输用地和其它土地，其中占用水田0.1hm²、梯坪地0.94hm²、林地1.92hm²、草地0.33hm²、交通运输用地23.84hm²、其它土地0.14hm²。占地面积及类型详见表1-3。

表 1-3

工程占地统计表

单位：hm²

项目组成			占地类型及面积						占地性质	
			水田	梯坪地	林地	草地	交通运输用地	其它土地		小计
龙开口至板桥段	道路工程区	路基路面区	0.10	0.21	0.15		3.63		4.10	永久占地
		边坡及绿化区		0.50	0.63		4.06		5.18	永久占地
	弃渣场区	1#弃渣场				0.31			0.31	临时占地
		2#弃渣场		0.01	0.71				0.72	临时占地
		3#弃渣场		0.31					0.31	临时占地
小计		0.10	0.72	1.80	0.31	7.69		10.62		
龙开口至太极段	道路工程区	路基路面区		0.07	0.04	0.03	9.76		9.90	永久占地
		边坡及绿化区		0.15	0.08		6.39	0.14	6.76	永久占地
	小计			0.22	0.12	0.03	16.15	0.14	16.66	
合计			0.10	1.25	1.61	0.33	23.84	0.14	27.28	

1.1.1.6 土石方平衡

本项目为已建建设类项目，根据施工及监理资料，项目建设土石方产生于路基开挖、回填，桥涵基础开挖、回填及沟槽开挖、回填等方面。

本项目为沿老路改建，龙开口至板桥段公路最大挖深段为 K3+102~K0+1164，最大挖深为 7.68m，最大填深段为 K3+060~K3+096，最大填深为 5.57m，共产生开挖土石方 9.18 万 m³，共进行回填土石方 0.86 万 m³，产生废弃土石方 8.32 万 m³，按最短运距就近运往路段沿线的 1#~3# 弃渣场集中堆存；龙开口至太极段公路最大挖深段为 K0+128.92~K0+160.47，最大挖深为 2.95m，最大填深段为 K11+220~K11+318.22，最大填深为 5.87m，共产生开挖土石方 3.22 万 m³，全部用于该路段路基回填，不产生多余弃方。

根据施工监理资料，在施工扰动前，对项目区内的水田、梯坪地、林地、草地进行表土剥离，剥离面积为 3.30hm²，平均剥离厚度为 30cm，表土剥离量约为 1.0 万 m³，用作道路沿线绿化及临时施工用地复耕的绿化覆土，施工期间沿线堆存，各路段即剥即用，表土剥离量与绿化覆土量计入道路每公里土方开挖、回填中。

本项目共产生开挖土石方 12.4 万 m³，回填土石方 4.08 万 m³，龙开口至板桥段产生废弃土石方 8.32 万 m³，运至道路沿线的 1#~3# 弃渣场进行集中堆存，龙开口至太极段内部挖填平衡，不产生废弃土石方。

土石方平衡及流向具体情况见表 1-4。

表 1-4 土石方平衡及流向表 单位: 万 m³

项目组成	土石方开挖 (万 m ³)			土石方回填 (万 m ³)			调入 (万 m ³)	调出 (万 m ³)	外借 (万 m ³)	废弃 (万 m ³)				
	小计	土方	石方	小计	土方	石方				小计	土方	石方	备注	
龙开口至板桥段	K3+040~K4+000	1.79	1.25	0.54	0.28	0.27	0.01				1.51	0.98	0.53	至 1#弃渣场
	K4+000~K5+000	1.56	1.09	0.47	0.04	0.04					1.52	1.05	0.47	0.59 万 m ³ 至 1#弃渣场, 0.93 万 m ³ 至 2#弃渣场
	K5+000~K6+000	1.01	0.71	0.3	0.1	0.09	0.01				0.91	0.62	0.29	至 2#弃渣场
	K6+000~K7+000	1.12	0.39	0.73	0.07	0.04	0.03				1.05	0.35	0.7	
	K7+000~K8+000	2.01	0.84	1.17	0.01	0.01					2	0.83	1.17	
	K8+000~K9+000	0.44	0.31	0.13	0.17	0.12	0.05				0.27	0.19	0.08	0.03 万 m ³ 至 2#弃渣场, 0.24 万 m ³ 至 3#弃渣场
	K9+000~K10+000	0.61	0.43	0.18	0.03	0.03					0.58	0.4	0.18	至 3#弃渣场
	K10+000~K11+000	0.17	0.12	0.05	0.09	0.06	0.03				0.08	0.06	0.02	
	K11+000~K12+000	0.41	0.35	0.06	0.07	0.05	0.02				0.34	0.3	0.04	
	K12+000~K12+070	0.06	0.04	0.02							0.06	0.04	0.02	
小计	9.18	5.53	3.65	0.86	0.71	0.15				8.32	4.82	3.5		
龙开口至太极段	K0+000~K1+000	0.19	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01		0.16					
	K1+000~K2+000	0.3	0.21	0.09	0.06	0.05	0.01		0.24					
	K2+000~K3+000	0.63	0.44	0.19	0.05	0.04	0.01		0.58					
	K3+000~K4+000	0.11	0.05	0.06	0.08	0.03	0.05		0.03					
	K4+000~K5+000	0.12	0.06	0.06	0.07	0.04	0.03		0.05					
	K5+000~K6+000	0.11	0.08	0.03	0.04	0.03	0.01		0.07					
	K6+000~K7+000	0.13	0.09	0.04	0.04	0.03	0.01		0.09					
	K7+000~K8+000	0.17	0.12	0.05	0.06	0.04	0.02		0.11	0.09 万 m ³ 调出至 K10+000~K11+000, 0.02 万 m ³ 调出至 K11+000~K12+000				
	K8+000~K9+000	0.24	0.17	0.07	0.04	0.03	0.01		0.2					
	K9+000~K10+000	0.17	0.12	0.05	0.07	0.05	0.02		0.1	调出至 K10+000~K11+000				
	K10+000~K11+000	0.06	0.04	0.02	0.45	0.27	0.18	0.39						
	K11+000~K12+000	0.19	0.13	0.06	1.59	1.05	0.54	1.4						
	K12+000~K13+000	0.18	0.13	0.05	0.04	0.03	0.01		0.14	调出至 K11+000~K12+000				
	K13+000~K14+000	0.3	0.21	0.09	0.49	0.37	0.12	0.19						
	K14+000~K15+000	0.19	0.13	0.06	0.08	0.06	0.02		0.11	0.09 万 m ³ 调出至 K13+000~K14+000, 0.02 万 m ³ 调出至 K11+000~K12+000				
K15+000~K15+600	0.13	0.09	0.04	0.03	0.02	0.01		0.1	至 K13+000~K14+000					
小计	3.22	2.2	1.02	3.22	2.16	1.06	1.98	1.98						
合计	12.4	7.73	4.67	4.08	2.87	1.21	1.98	1.98		8.32	4.82	3.5		

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

龙开口至板桥段所在区域隶属金沙江中游腹地，为经向构造体系的金沙江隆起区，东部位于云贵高原西缘，西部属横断山脉的中南段，高山峡谷相间排列。项目区处于金沙江河谷岸坡地段，沿小庄河岸坡升坡展线，山岭区地形，横坡较陡，道路沿线海拔高度由东至西为1350m~1670m。

龙开口至太极段地处青藏高原与云贵高原接壤的斜坡过渡地带，属滇西纵谷山区及滇中红层高原区地貌单元，以冰蚀、侵蚀、剥蚀地貌为主。水系发育，沟谷纵横切割强烈，地形复杂。全区地势由西北向东南倾斜，河谷两岸阶地较发育，工程区两岸山体雄厚，山顶高程左岸约1800、右岸300m以上，两岸大小冲沟发育，沟深及长短不一。河谷地形较开阔，地形不规则，地面坡度一般为20°~40°，局部见陡坎（壁），1350m以下多为缓坡地形，坡度5°~20°，分布I~IV级堆积阶地。路线基本沿阶地与山前缓坡布设，高差起伏不大，道路沿线海拔高度由南至北为1248m~1342m，K8+800~K13+600段位于金沙江阶地，其余地段则为山前缓坡或阶地与山前缓坡的接触地带。

1.1.2.2 地质地震

(1) 工程地质条件

本项目路线所经区域多为深切割中山峡谷地形地貌，均属金沙江河谷地貌类型，部分路段为山间河谷盆地、阶地地貌。根据野外调查，依据沿线地形、地貌、地质条件、地层等，将沿线各分区的工程地质情况分述如下：

① 深切割中山峡谷地貌区

路线区域内的主要地层为第四系坡残积层和基岩。基岩岩性主要为：二叠系上统黑泥哨组(P₂h)的砂岩和三叠系下统腊美组(T₁l)的紫红色、灰绿色泥岩、砂岩、砾岩，中风化，部分地方强风化。坡残积层的主要成份为砂性土、块碎石土。地下水位埋藏深浅不一，应采取相应的防水、排水措施，沿线的主要地质病害有：泥石流、软基。

路线区域内的泥石流为沟谷型泥石流，沟心有常流水，对公路有一定的影响，在受路面标高无法修筑桥、涵的情况下，可以过水路面形式通过。路线区域内的软基主要是农田与水田，软基处的地层主要成分为粘性土、砂性土，受灌溉水、地表水、地下水和雨水的影响，地层较为软弱，对公路有一定的影响，主要的处理方式为换填碎石。

② 中山山地区

路线区域内的主要地层为第四系坡残积层和基岩。基岩岩性主要为：二叠系上统玄武岩组上段(P₂β³)的斜斑玄武岩、三叠系下统腊美组(T₁I)的紫红色、灰绿色泥岩、砂岩，强风化至中等风化,裂隙较为发育。地下水位埋藏较深，地表水应采取相应的防水、排水措施。该段不良地质条件不发育，工程地质条件一般，无大的地质病害。根据调查，沿线有地下水露头，按其含水层物理性质、埋藏条件及水动力特征及水源补给条件等，可分为二类：

第一类为孔隙水，其主要表现形式为坡积下降泉，主要存在于第四系坡残积物以及沿线河流冲洪积阶地及冲洪积扇及冲积盆地区，该类水埋深随季节变化较大，并受到地面横坡、第四系地层厚度以及地下水补给源的影响。该类水补给源主要为：①大气降水直接补给；②就近的冲沟及河流上游地表水下渗，地下径流补给。其中，以大气降水直接补给为主要的补给方式，该类孔隙水的水温随季节的变化而变化，受季节气温的影响明显。该类水在沿线分布较少，对公路影响不大。

第二类为构造裂隙水，该类水主要分布于基岩区及冲沟河流两侧。由于线路所经地区有构造发育，岩层分布不均，其形成的断层及岩层接触带成为该类地下水良好的径流通道，地下水通过断层接触面及不同岩性的接触带等搬运通道经漫长的搬运，最后流经第四纪覆盖层或直接出露地表，形成构造泉水。该类裂隙水流量变化起伏不大，且其流量的变化有滞后性，其滞后时间的长短与其搬运通道的长短成正比。该类裂隙水的补给主要为：①孔隙水下渗补给，②冲沟水及河流水直接补给，其水量的变化受季节气温影响较小，该类水沿线有几处分布，对公路影响不大。

(3) 地震

根据《根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），该地区地震基本烈度为8度。根据《中国地震动反应谱特征周期区划图》（GB18306-2015），项目区地震动反应谱特征周期为：0.40s。根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015），项目区地震动峰值加速度为:0.30g。

1.1.2.3 气象

工程所在区域基本上属低纬度高原季风气候，受冬半年的西风冷气流和夏半年的海洋季风的交替影响，使得流域呈现干湿季分明，降雨较集中，且雨、热同季，四季不分明，年温差小等气候特点。由于海拔高低、坡向、坡度、山脉、江流等诸因素的影响，使得气候的立体效应较明显，有“一山有四季，十里不同天”的立体气候特征，使得同一地区，

有多种气候类型并存。山区较寒冷，金沙江河谷两岸较炎热，路线处于横断山纵谷区，在海拔 2140m 的永北镇（县城），年平均气温 13.5℃；在海拔 1300-1600m 的金沙江畔，年平均气温 18.4℃；极端最高气温 32.2℃，极端最低气温 -11.2℃，82% 的降水集中在 6~9 月，干湿季分明，金沙江沿岸为干热区，年降雨量 585~710mm，年蒸发量大于降水量的 2 倍。全年日照时数 2763h，年日照时数 2403h，相对湿度 68.4%，无霜期 200 天，平均风速 2.8m/s，最大风速 20m/s（风向 S），最多风向 S。

根据该地区多年气象水文资料分析，永胜县 20 年一遇的 1h 暴雨量为 50.11mm，6h 暴雨量为 95.23mm，24h 的暴雨量为 105.24mm。

1.1.2.4 河流水系

项目区内河流均属金沙江水系，金沙江由南向北再折向向东流经项目区范围，支流水系呈树枝状或羽毛状汇入金沙江，按照其含水层性质、埋藏条件及水动力特征、水源补给条件等，其径流补给以基岩裂隙水及大气降水为主，松散地层孔隙水及基岩风化带空隙裂隙水次之，随季节变化明显。冲沟内一般为季节性冲沟，雨季水量较大，旱季水量较小。龙开口至板桥段南侧为金沙江支流三岔河，龙开口至太极段东侧为金沙江，线路未跨越主要河流，部分路段跨越冲沟设置过水路面，龙开口至太极段设置桥梁两座。

1.1.2.5 土壤及植被

（1）土壤

根据土壤普查资料，永胜县土壤有 10 个土类，18 个亚类，40 个土属，57 个耕作土种。土壤类型主要为亚高山草甸土、棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、石灰岩土、冲积土、盐碱土、燥红土、水稻土等。其中棕壤分布于海拔 2600~3200m 地区，红壤分布于海拔 1300~2600m 地区，其他分布较广的还有黄棕壤、紫色土、水稻土等。

项目区建设区主要为黄棕壤。

（2）植被

永胜县处于亚热带常绿阔叶林区域，高原亚热带北部常绿阔叶林带，滇中、北中山峡谷云南松林、硬叶栎类亚区。全县森林覆盖率为 53.20%。县内的高山峡谷，蕴藏着丰富的森林资源，种类繁多，具有极高的经济及观赏价值，主要有云南松、华山松、桧木、铁杉及栎类等。

通过现场调查，公路沿线的主要植被是暖温性针叶林，主要以云南松林和华山松林为主，分布较为广泛，零星分布有中山湿性常绿阔叶林，其次，在流域内广泛分布的是灌草

丛和中山湿性常绿栎类灌丛，项目区植被覆盖率为 41.14%。

1.1.2.6 侵蚀类型与强度

龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程属构中切割桌状中山地貌，主要土壤为黄棕壤全区的水土流失类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度主要为轻度。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道路工程区、弃渣场区域，由于工程施工挖损破坏及占压地表，使其地形地貌、植被、土壤发生较大变化而引起的水土流失，属典型的人为加速侵蚀，具有流失呈线状分布、流失形式多样、流失量大等特点，并主要集中在工程施工期间；

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

1.1.2.7 水土流失重点防治区划

根据关于印发“全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知”（办水保〔2013〕188号，2013年8月）、水利部公告〔2006〕2号文“关于划分国家级水土流失重点防治区的公告”和云南省水利厅公告第49号“云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告”，项目建设区所在地永胜县顺州镇、涛源乡既不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区，也不属于省级水土流失重点预防区和重点治理区。由于项目区位于主要河流金沙江径流区范围内，水土流失防治标准执行建设类Ⅱ级标准。据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤允许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ 。

1.1.2.8 项目区现状水土流失情况

项目目前已建设完成，主体工程已布设有边沟、截（排）水沟、急流槽、挡土墙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) 道路工程区：道路工程区实施了边沟、截（排）水沟、急流槽，边坡及沿线绿化等措施，根据现场调查，道路工程区开挖边坡、回填边坡、路面等扰动区域均已得到有效治理，区域水土流失得到了明显控制，区域现状侵蚀强度判读为微度。

(2) 弃渣场区：根据现场调查，2#、3#弃渣场已实施了拦土墙、排水、植被恢复、复耕等措施，水土保持效果较为明显，区域流失现状判定为轻度流失，1#弃渣场实施了植

被恢复，但未布设截排水、拦挡措施，存在较大的水土流失隐患，区域流失现状判定为中度流失。

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

本项目开工后，建设单位重视工程水土保持和环境保护工作，设置了安全（环保）副经理岗位领导相关工作，全面负责公司安全、水保、环保工作。

(2) 管理体系

建设单位自主监理的过程中积极对存在的问题及时下发通知并督促整改；自主施工过程中制定了施工阶段水保实施方案、管理制度及应急预案等多项制度办法措施；龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持管理体系相对健全。

(3) 规章制度

日常工作中，建设单位严格遵守国家《环境保护法》、《水土保持法》等法律法规的要求及相关规定，切实做好各项水土保持和环境保护工作。

1.2.2 “三同时”制度落实

本项目水土保持方案编制、水土保持监测滞后，方案新增水土保持措施未能与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

1.2.3 水土保持方案编报及批复情况

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》及相关法律法规，根据《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（水利部令第5号）相关规定，2018年10月，建设单位委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担本工程水土保持方案的编制工作。报告书编制完成后由永胜县水务局组织专家对该方案进行了技术评审，编制单位根据与会专家和领导的评审意见认真进行了报告的修改，上报水行政主管部门。2018年12月26日，永胜县水务局以“永水保许〔2018〕8号文”对《水保方案》给予批复。

《水保方案》批复主要内容有：

(1) 同意该项目水土流失防治责任范围总面积为 36.94hm^2 ，其中项目建设区面积为 27.28hm^2 ，直接影响区面积为 9.66hm^2 。工程扰动原地貌、损坏土地面积为 27.28hm^2 ，损坏的水土保持设施主要为具有一定水土保持功能的水田、梯坪地、林地和草地，面积为 3.30hm^2 。

(2) 同意水保方案水土保持措施。

计入主体工程水土保持投资措施工程量为：

龙开口至板桥段

工程措施：边沟 9625m，截（排）水沟、急流槽 456m，挡土墙 125m，复耕 0.31hm²；

植物措施：撒播黑麦草、早熟禾 1.48hm²，种植车桑子 4.73hm²；

龙开口至太极段

工程措施：边沟 8148m，截（排）水沟、急流槽 107m；

植物措施：种植车桑子 6.76hm²；

方案新增水土保持措施工程量为：

工程措施：C15 砼挡墙 103m。

(3) 水土保持投资概算的编制依据、方法、价格水平年、基础单价、工程单价等与主体工程一致，符合编制规定。龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持总投资 737.49 万元，其中主体工程已计列投资 665.53 万元，占水土保持总投资的 90.2%，方案新增投资 71.36 万元，占水保总投资的 9.8%。在水保总投资中，工程措施费 677.26 万元（其中主体已列 638.33 万元，方案新增 38.93 万元）；植物措施费 27.20 万元（全部为主体计列）；独立费用 12.39 万元（其中建设管理费 0.79 万元、科研勘测设计费 4 万元、监测费 2.6 万元、水土保持设施验收技术评估费 5 万元）；水土保持补偿费 19.1 万元。

(6) 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 II 级标准。根据工程区水土流失防治责任范围内地形地貌、土壤植被、水文气象及原生水土流失资料，对水土流失防治目标修后，各项防治目标值为：扰动土地整治率达到 95% 以上，水土流失总治理度达到 85% 以上，土壤流失控制比达 1.0，拦渣率达到 95%，林草植被恢复率达到 95% 以上，林草植被覆盖率达到 20%。

1.2.4 水土保持变更情况

本项目水土保持方案设计措施与实际相对应，无变更情况。

1.2.5 水土保持监测意见及落实情况

2018 年 10 月，我单位监测项目组进场，结合工程的水土保持实施及工作开展情况，针对龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程提出了以下建议：

(1) 尽快完成水土保持方案编制。

(2) 尽快完善龙开口至板桥段 1# 弃渣场的水土保持防护措施。

建设单位落实情况：

(1) 建设单位于 2018 年 10 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担本项目的水土保持方案报告书，并与 2018 年 12 月报送至永胜县水务局，于 2018 年 12 月 26 日取得批复。

(2) 于 2019 年 2 月实施 1#弃渣场水土保持工程防护措施，于 2019 年 3 月底实施完成。

1.2.6 水土保持监督检查意见落实情况

2019 年 5 月 6 日，水务局对本项目进行监督检查，根据现场情况提出以下意见：

(1) 弃渣场平台及边坡植被覆盖度稍低，及时进行补植补种；

(2) 砼挡墙工程建设基本满足要求，运行情况较好，应加强管理，定期维护；

(3) 较少部分道路边坡植草植物措施恢复效果稍差，应及时进行补植补种，并加强管护、抚育工作；

(4) 认真做好项目水土保持工作，对已建水土保持措施加强运行管理和维护，保障今后水土保持措施的良好运行，完善后续水土保持验收事宜。

建设单位落实情况：

(1) 向绿化施工单位发出通知，进行弃渣场平台及边坡、道路边坡补植补种，并加强抚育管理；

(2) 加强水土保持工作管理，组织水土保持设施竣工验收。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测计划执行情况

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)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，永胜县移民开发局于 2018 年 10 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行该工程的水土保持监测，接到任务之后，我公司成立了项目监测组，并组织监测技术人员于 2018 年 10 月第一次进场对龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程的水土流失情况进行现场监测。对项目区进行实地调查，资料收集，制定了水土保持监测计划，并提交了水土保持监测完善建议以及自主验收工作建议。

龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程监测时段始于 2018 年 10 月，止于 2019 年 3 月，监测时段为 6 个月。在接受水土保持监测任务后，我公司监测组技术人员于 2018 年 10 月、2019 年 3 月进入现场进行实地监测，结合本项目实际，主要采用调查监测

和巡查监测辅助的模式进行监测。

1.3.2 监测项目部设置

1.3.2.1 监测任务委托

根据《中华人民共和国水土保持法》和有关开发建设项目水土保持法规及技术规范，在开发建设项目施工准备期之前、建设期及运行期间，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。2018年10月，受永胜县移民开发局的委托，由我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程的水土保持监测工作（监测委托书见附件1）。本项目于2013年7月开工建设，2019年3月竣工，水土保持监测针对工程建设造成的水土流失量主要通过现场布设水土流失监测调查样方、巡查、查阅施工监理资料及相关工程资料进行统计，为工程的水土保持设施专项验收提供依据。

1.3.1.2 进场及监测工作开展情况

接受监测委托后，我单位立即成立了“龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持监测项目组”，工程监测时段为2018年10月~2019年3月，监测时段为6个月。监测期间对工程建设水土保持防治范围、水土保持措施实施情况进行了复核调查。

监测项目组开展监测期间，结合简易水土流失观测场、植物生长观测样地等常规水土保持监测方法，对工程建设区域的水土流失现状与水土保持措施进行了监测，并针对工程建设水土流失防治存在的不足提出整改建议，建设单位进行了落实。监测期间项目组共进场监测2次，主要反映项目的水土保持措施实施情况，现场提出整改完善意见，同时对项目自主验收工作提出工作方案，协助业主尽快完成水土保持设施专项验收工作。

根据本工程的特点，我公司成立由总监测工程师、专业监测工程师组成的专门的项目监测机构，同时组成数据分析组，负责实测数据归档、分析以及报告的编写。监测人员组织安排见表1-6。

表 1-6 水土保持监测项目部人员配备表

序号	姓名	职称或职务	专业或从事专业	监测工作分工
领导小组	罗松	高级工程师	法人代表/水工	项目管理
	张洪开	高级工程师	水工	成果审查
水土流失因子监测组	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
	樊利武	工程师	水土保持	负责水土流失因子监测

水土流失状况 监测组	陈密	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
	宁何	工程师	水土保持	负责水土保持状况监测
防治效果 监测组	徐源艺	助理工程师	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
	俞海光	助理工程师	水土保持	负责水土保持效果监测

1.3.3 监测点布设

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)中监测点布设原则和选址要求，在实地踏勘的基础上，针对龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程的工程特点、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，在龙开口至板桥段的 1#、2#、3#弃渣场以及等具有代表性的地段布设 5 个监测点，在龙开口至太极段布设 3 个监测点。监测点布置情况见附图，数量统计表详见表 1-7，布设的监测设施见照片。

表 1-7 工程水土保持监测点布设情况表

监测分区		监测点编号	监测点位置	监测点类型
龙开口至板 桥段	路基路面区	1#监测点	路基排水沟	调查监测点
	边坡及绿化区	2#监测点	边坡绿化	调查监测点
	1#弃渣场	3#监测点	弃渣场边坡	定位监测点
	2#弃渣场	4#监测点	弃渣场平台	调查监测点
	3#弃渣场	5#监测点	弃渣场边坡	调查监测点
龙开口至太 极段	路基路面区	6#监测点	路基排水沟	调查监测点
	边坡及绿化区	7#监测点	开挖边坡	调查监测点
		8#监测点	回填边坡	调查监测点





1.3.4 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 1-8 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	无人机	DJI 精灵 4pro	台	1	项目全景监测
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	皮尺或卷尺		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	辅材及配套设备				各种设备安装补助材料

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）中规定的开发建设项目水土流失监测，宜采用地面观测法和调查监测法。参照《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433—2008）、《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434—2008）等技术标准，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。

1.3.6 监测成果提交情况

根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）等有关规定，结合项目所在区域气候、土壤、地形地貌等自然条件，并结合项目实际情况，工程于 2013 年 7 月开工，监测介入时，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程已建设完成，本工程监测时段为植被恢复期，本工程监测时段为 2018 年 10 月~2019 年 3 月。我公司组织技术人员分别于 2018 年 10 月、2019 年 3 月到现场对水保措施的实施情况及防治效果进行实地查勘、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。

(1) 2018 年 10 月，监测单位进行了第一次进入工程现场（针对已实施完成的龙开口至板桥段、龙开口至太极段进行了全面详细的巡查，设置了监测信息牌，布设监测点牌），并在永胜县水务局进行了监测备案，针对水土保持措施监测结果向建设单位提出补充整改意见；

(2) 2019 年 3 月，监测单位进行了第二次进场调查，监测单位对水土保持整改及完善意见进行复核，调查其水土保持措施完善情况，对整个项目区的工程防护和植被恢复

效果进行调查监测。在此基础上于 2019 年 5 月初完成了《龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持监测总结报告》。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

根据《水土保持监测技术规程》(SL277—2002)及《水保方案》，结合本项目水土保持的监测目标和原则，调查分析项目建设区水土流失及其影响因子的变化情况，查清项目建设区内水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。本工程水土保持监测内容主要包括以下几方面：

2.1.1 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) 建设项目实际占用地面积、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对现有水保措施及水土流失情况开展监测工作，监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。

(1) 水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

(2) 水土保持措施防治效果动态监测

A 防治措施的数量与质量

主要包括防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量。

B 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

对工程建设过程中所采取的措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

C 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

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

2.1.5 水土流失危害监测

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

对于重大水土流失事件应及时要求建设单位进行整改，并将其上报水土保持监测管理机构，以方便管理机构进行调查和检查，重大水土流失事件还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。

2.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和本工程建设现状及水土流失的特点，本项目的监测主要采用调查监测和巡查监测辅助的模式进行监测。

2.2.1 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，测定不同分区的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 ($<0.002\text{mm}$)	粉沙粒 ($0.02 \sim 0.002\text{mm}$)	砂粒 ($2 \sim 0.02\text{mm}$)
沙土类	沙土及壤质沙土	0 ~ 15	0 ~ 15	85 ~ 100
壤土类	砂质壤土	0 ~ 15	0 ~ 45	40 ~ 85
	壤土	0 ~ 15	35 ~ 45	40 ~ 55
	粉沙质壤土	0 ~ 15	45 ~ 100	0 ~ 55
粘壤土类	砂质粘壤土	15 ~ 25	0 ~ 30	55 ~ 85
	粘壤土	15 ~ 25	20 ~ 45	30 ~ 55
	粉沙质粘壤土	15 ~ 25	45 ~ 85	0 ~ 40
粘土类	砂质粘土	25 ~ 45	0 ~ 20	55 ~ 75
	壤质粘土	25 ~ 45	0 ~ 45	10 ~ 55
	粉沙质粘土	25 ~ 45	45 ~ 75	0 ~ 30
	粘土	45 ~ 65	0 ~ 35	0 ~ 55
	重粘土	65 ~ 100	0 ~ 35	0 ~ 35

表2-2 野外土壤质地指感法鉴定标准

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径1cm）	湿时搓成土条（2mm粗）
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾，搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主，有少量细土粒	感觉主要是砂，稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球，轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒的力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球，压扁时有小裂缝	可成条，弯成2cm直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球，压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎，锤击也不成粉末	可成球，压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁无裂缝
土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径1cm）	湿时搓成土条（2mm粗）
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾，搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主，有少量细土粒	感觉主要是砂，稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球，轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒的力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球，压扁时有小裂缝	可成条，弯成2cm直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球，压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎，锤击也不成粉末	可成球，压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁无裂缝

B 土壤含水率测定

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

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

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

2) 水土流失防治动态监测

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

(1) 水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)进行确定。

(2) 水土保持措施防治效果

① 防治措施的数量与质量

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

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

② 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指挡墙、护坡、截排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

③ 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

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

2.2.2 巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和建设期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法。结合项目实际情况，本项目监测于2016年2月份介入，主要针对项目建设期及植被恢复期进行监测，巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

(1) 水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

B 对周边水利设施影响情况

通过实地踏勘、走访群众、项目管理人员等形式进行监测。

C 其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

(2) 重大水土流失事件监测

根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

2.2.3 监测指标及监测方法

结合项目特点，本项目监测中选用植被样方法进行监测。

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

(1) 林木生长情况

① 树高：采用测高仪进行测定。

② 胸径：采用胸径尺进行测定。

(2) 存活率和保存率

根据工程实际情况，造林成活率在随机设置 50m×50m 两个重复样方内，查看绿化苗木成活的株数占绿化苗木总株数的百分数，保存率是指造林一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

人工种草成活率是指在随机设置 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m² 以上为合格，并计算和各样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

(3) 林草覆盖度监测

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

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

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

2.3 监测时段、频次

根据《水土保持监测技术规程》相关要求，结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持监测开始于 2018 年 10 月，止于 2019 年 3 月，监测时段为 6 个月。

我公司于 2018 年 10 月接受委托承担本项目的水土保持监测工作，对龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程在建设及自然恢复过程中的水土流失情况、水土保持措施实施情况和防治效果进行监测，同时为项目水土保持设施验收提供必要的技术资料。在接受水土保持监测任务后，我公司监测项目组技术人员先后于 2018 年 10 月、2019 年 3 月进行现场监测。

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“永水保许〔2018〕8号文”批复情况，本项目水土流失防治责任范围总面积为36.94hm²，其中项目建设区面积为27.28hm²，直接影响区面积为9.66hm²。详见表3-1。

表 3-1 《水保方案》确定防治责任范围表

项目组成				占地类型及面积						
				水田	梯坪地	林地	草地	交通运输用地	其它土地	小计
项目建设区	龙开口至板桥段	道路工程区	路基路面区	0.1	0.22	0.15		3.63		4.10
			边坡及绿化区		0.49	0.63		4.06		5.18
		弃渣场区	1#弃渣场				0.31			0.31
			2#弃渣场		0.01	0.71				0.72
	3#弃渣场			0.31					0.31	
	龙开口至太极段	道路工程区	路基路面区		0.07	0.04	0.03	9.76		9.90
			边坡及绿化区		0.15	0.08		6.39	0.14	6.76
	小计				0.1	1.25	1.61	0.34	23.84	0.14
直接影响区	龙开口至板桥段			3.64						
	龙开口至太极段			6.02						
	小计			9.66						
防治责任范围合计				36.94						

根据现场踏勘量测，结合施工、监理单位提供的征占地资料，本工程实际发生的防治责任范围面积与《水保方案》确定的防治责任范围一致，实际发生的防治责任范围总面积为36.94hm²，其中项目建设区面积为27.28hm²，直接影响区面积为9.66hm²。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水土流失防治责任范围统计表 单位: hm^2

项目组成				占地类型及面积						
				水田	梯坪地	林地	草地	交通运输用地	其它土地	小计
项目建 设区	龙开口至板 桥段	道路工 程区	路基路面区	0.1	0.22	0.15		3.63		4.10
			边坡及绿化区		0.49	0.63		4.06		5.18
		弃渣场 区	1#弃渣场				0.31			0.31
			2#弃渣场		0.01	0.71				0.72
			3#弃渣场		0.31					0.31
	龙开口至太 极段	道路工 程区	路基路面区		0.07	0.04	0.03	9.76		9.90
			边坡及绿化区		0.15	0.08		6.39	0.14	6.76
	小计				0.1	1.25	1.61	0.34	23.84	0.14
直接影 响区	龙开口至板桥段			3.64						
	龙开口至太极段			6.02						
	小计			9.66						
防治责任范围合计				36.94						

3.1.2 建设期扰动土地面积

根据施工、监理单位提供的工程征占地资料, 结合监测现场调查统计, 本项目扰动地表、损坏土地面积为 27.28hm^2 , 与《水保方案》统计的占地总面积一致。具体情况详见表 3-3。

表 3-3 工程建设期扰动土地面积统计表 hm^2

项目组成			扰动地表类型及面积 (单位: hm^2)						
			水田	梯坪地	林地	草地	交通运输用地	其它土地	小计
龙开口至 板桥段	道路工 程区	路基路面区	0.10	0.22	0.15		3.63		4.10
		边坡及绿化区		0.49	0.63		4.06		5.18
	弃渣场 区	1#弃渣场				0.31			0.31
		2#弃渣场		0.01	0.71				0.72
		3#弃渣场		0.31					0.31
龙开口至 太极段	道路工 程区	路基路面区		0.07	0.04	0.03	9.76		9.90
		边坡及绿化区		0.15	0.08		6.39	0.14	6.76
合计			0.10	1.25	1.61	0.34	23.84	0.14	27.28

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据《水保方案》, 本项目未设计取土取料。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

监测组经过现场调查复核, 项目在实际建设过程中不存在取土取料情况。项目建设所

需砂石料均外购，料场水土流失防治责任归石料场经营方所有。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据水土保持方案及批复，本项目龙开口至板桥段共布设了三个弃渣场，用于堆填该路段产生的废弃土石方，弃渣场占地面积为 1.34hm²，为临时占地。

1#弃渣场位于龙开口至板桥段 K2+170 处南侧，弃渣场中心地理坐标为北纬 26°32'24.03"，东经 100°25'18.97"，弃渣场高程为 1304m~1327m，占地面积为 0.31hm²，上游汇水面积为 0.12km²，堆渣量为 2.2 万 m³。

2#弃渣场位于龙开口至板桥段 K5+250 处南侧，弃渣场中心地理坐标为北纬 26°32'36.63"，东经 100°26'41.77"，弃渣场高程为 1414m~1459m，占地面积为 0.72hm²，上游汇水面积为 0.07km²，堆渣量为 4.82 万 m³。

3#弃渣场位于龙开口至板桥段 K9+850 处西侧，弃渣场中心地理坐标为北纬 26°33'4.02"，东经 100°28'22.10"，弃渣场高程为 1525m~1562m，占地面积为 0.31hm²，上游汇水面积为 0.08km²，堆渣容量为 1.3 万 m³。设计弃渣场特性见表 3-4。

表 3-4 设计弃渣场特性表

渣场名称	位置	占地面积 (hm ²)	渣场类型	汇水面积 (km ²)	现状	堆土高度 (m)	弃土量 (万 m ³)	堆渣形式
1#弃渣场	K2+170 处南侧， 中心地理坐标：北纬 26°32'24.03"，东经 100°25'18.97"	0.31	缓坡型	0.12	草地	9	2.1	自下而上堆放，逐层进行平整压实
2#弃渣场	K5+250 处南侧， 中心地理坐标：北纬 26°32'36.63"，东经 100°26'41.77"	0.72	缓坡型	0.07	灌木林地	10	4.83	自下而上堆放，逐层进行平整压实
3#弃渣场	K9+850 处西侧， 中心地理坐标为北纬 26°33'4.02"，东经 100°28'22.10"	0.31	沟谷型	0.08	梯坪地	15	1.3	自下而上堆放，分台后，逐层进行平整压实

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

监测介入时，主体工程已完工，工程启用的弃渣场已堆弃结束，为进一步完善水土保持措施管护要求和控制水土流失危害的影响，建议运行管理单位后期加强对本项目重点监测对象（1#、2#、3#弃渣场）定期巡查。根据监测组现场踏勘，同时查阅施工、监理资料，本项目实际启用的弃渣场与方案一致。

1#弃渣场现状已形成稳定堆渣平台、堆渣边坡，渣场西侧已实施砼挡墙 103m，平台、边坡已实施植草绿化，实际占地面积为 0.31hm^2 ，实际堆渣量为 2.2 万 m^3 。

2#弃渣场已形成稳定堆渣平台、堆渣边坡，实际占地面积为 0.72hm^2 ，实际堆渣量为 4.82 万 m^3 。弃渣场下游已实施浆砌石挡土墙 65m，东侧修建有浆砌石截水沟 162m，堆渣平台及边坡已进行植被恢复。

3#弃渣场现状已形成稳定堆渣平台、堆渣边坡，并已复耕，实际占地面积为 0.31hm^2 ，实际堆渣容量为 1.3 万 m^3 ，下游已实施浆砌石挡土墙 60m，西北侧修建有浆砌石截水沟 124m。

表 3-5 监测弃渣场特性表

渣场名称	位置	占地面积 (hm ²)	渣场类型	汇水面积 (km ²)	现状	堆土高度 (m)	弃土量 (万 m ³)	堆渣形式	渣场基本情况
1#弃渣场	K2+170 处南侧， 中心地理坐标：北纬 26°32'24.03"， 东经 100°25'18.97"	0.31	缓坡型	0.12	草地	9	2.1	自下而上堆放，逐层进行平整压实	紧挨道路，已实施方案设计水土保持措施，水土流失较轻
2#弃渣场	K5+250 处南侧， 中心地理坐标：北纬 26°32'36.63"， 东经 100°26'41.77"	0.72	缓坡型	0.07	灌木林地	10	4.83	自下而上堆放，逐层进行平整压实	紧挨道路，水土保持措施运行良好，水土流失轻微
3#弃渣场	K9+850 处西侧， 中心地理坐标为北纬 26°33'4.02"，东 经 100°28'22.10"	0.31	沟谷型	0.08	梯坪地	15	1.3	自下而上堆放，分台后，逐层进行平整压实	紧挨道路，水土保持措施运行良好，水土流失轻微

<p>1#弃渣场</p>	<p>2#弃渣场</p>	<p>3#弃渣场</p>
--------------	--------------	--------------

备注：弃渣场实施防护措施照片详见 4.1 工程措施照片集。

3.3.3 弃渣对比分析

本项目实际产生弃渣量、启用弃渣场及堆渣方式与方案设计一致。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据《水保方案》，本项目共产生开挖土石方 12.4 万 m^3 ，回填土石方 4.08 万 m^3 ，龙开口至板桥段产生废弃土石方 8.32 万 m^3 ，运至道路沿线的 1#~3#弃渣场进行集中堆存，龙开口至太极段内部挖填平衡，不产生废弃土石方。根据监测结果，本项目实际发生的土石方流向与方案设计一致，详见表 3-6。

表 3-6 方案设计及实际产生的土石方平衡及流向表 单位: 万 m³

项目组成	土石方开挖 (万 m ³)			土石方回填 (万 m ³)			调入 (万 m ³)	调出 (万 m ³)	外借 (万 m ³)	废弃 (万 m ³)				
	小计	土方	石方	小计	土方	石方				小计	土方	石方	备注	
龙开口至板桥段	K3+040~K4+000	1.79	1.25	0.54	0.28	0.27	0.01				1.51	0.98	0.53	至 1#弃渣场
	K4+000~K5+000	1.56	1.09	0.47	0.04	0.04					1.52	1.05	0.47	0.59 万 m ³ 至 1#弃渣场, 0.93 万 m ³ 至 2#弃渣场
	K5+000~K6+000	1.01	0.71	0.3	0.1	0.09	0.01				0.91	0.62	0.29	至 2#弃渣场
	K6+000~K7+000	1.12	0.39	0.73	0.07	0.04	0.03				1.05	0.35	0.7	
	K7+000~K8+000	2.01	0.84	1.17	0.01	0.01					2	0.83	1.17	
	K8+000~K9+000	0.44	0.31	0.13	0.17	0.12	0.05				0.27	0.19	0.08	0.03 万 m ³ 至 2#弃渣场, 0.24 万 m ³ 至 3#弃渣场
	K9+000~K10+000	0.61	0.43	0.18	0.03	0.03					0.58	0.4	0.18	至 3#弃渣场
	K10+000~K11+000	0.17	0.12	0.05	0.09	0.06	0.03				0.08	0.06	0.02	
	K11+000~K12+000	0.41	0.35	0.06	0.07	0.05	0.02				0.34	0.3	0.04	
	K12+000~K12+070	0.06	0.04	0.02							0.06	0.04	0.02	
小计	9.18	5.53	3.65	0.86	0.71	0.15				8.32	4.82	3.5		
龙开口至太极段	K0+000~K1+000	0.19	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01	0.16	调出至 K11+000~K12+000					
	K1+000~K2+000	0.3	0.21	0.09	0.06	0.05	0.01	0.24						
	K2+000~K3+000	0.63	0.44	0.19	0.05	0.04	0.01	0.58						
	K3+000~K4+000	0.11	0.05	0.06	0.08	0.03	0.05	0.03						
	K4+000~K5+000	0.12	0.06	0.06	0.07	0.04	0.03	0.05						
	K5+000~K6+000	0.11	0.08	0.03	0.04	0.03	0.01	0.07						
	K6+000~K7+000	0.13	0.09	0.04	0.04	0.03	0.01	0.09						
	K7+000~K8+000	0.17	0.12	0.05	0.06	0.04	0.02	0.11	0.09 万 m ³ 调出至 K10+000~K11+000, 0.02 万 m ³ 调出至 K11+000~K12+000					
	K8+000~K9+000	0.24	0.17	0.07	0.04	0.03	0.01	0.2	调出至 K10+000~K11+000					
	K9+000~K10+000	0.17	0.12	0.05	0.07	0.05	0.02	0.1						
	K10+000~K11+000	0.06	0.04	0.02	0.45	0.27	0.18	0.39						
	K11+000~K12+000	0.19	0.13	0.06	1.59	1.05	0.54	1.4						
	K12+000~K13+000	0.18	0.13	0.05	0.04	0.03	0.01	0.14	调出至 K11+000~K12+000					
	K13+000~K14+000	0.3	0.21	0.09	0.49	0.37	0.12	0.19						
K14+000~K15+000	0.19	0.13	0.06	0.08	0.06	0.02	0.11	0.09 万 m ³ 调出至 K13+000~K14+000, 0.02 万 m ³ 调出至 K11+000~K12+000						
K15+000~K15+600	0.13	0.09	0.04	0.03	0.02	0.01	0.1	至 K13+000~K14+000						
小计	3.22	2.2	1.02	3.22	2.16	1.06	1.98	1.98						
合计	12.4	7.73	4.67	4.08	2.87	1.21	1.98	1.98		8.32	4.82	3.5		

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。

4 水土流失防治措施监测结果

龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设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。本项目委托开展监测工作时项目已完成建设，已实施完成的水土保持措施有：边沟、截（排）水沟、急流槽、挡土墙、复耕、绿化等措施。针对已经实施的工程措施、植物措施等，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，对于已实施的临时防护措施主要通过资料分析的方法进行统计，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：

龙开口至板桥段：边沟 9625m，截（排）水沟、急流槽 456m，挡土墙 125m，复耕 0.31hm²；

龙开口至太极段：边沟 8148m，截（排）水沟、急流槽 107m；

方案新增水土保持工程措施为：

龙开口至板桥段：C15 砼挡墙 103m。

表 4-1 水土保持方案批复的工程措施工程量表

序号	措施	方案批复数量	备注	
龙开口至板桥段	一	道路工程区		
	1	路基路面区		
	-1	边沟	9625m	主体设计
	-2	截（排）水沟、急流槽	170m	主体设计
	2	弃渣场区		
	-1	挡土墙	228m	主体设计 125m，方案新增 103m
	-2	截（排）水沟、急流槽	286m	主体设计
	-3	复耕	0.31hm ²	主体设计
龙开口至太极段	一	道路工程区		
	1	路基路面区		
	-1	边沟	8148m	主体设计
	-2	截（排）水沟、急流槽	107m	主体设计

二、实际实施工程措施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料，截止 2019 年 3 月，龙开口水电站永胜县移

民搬迁辅助公路建设工程实施的工程措施为龙开口至板桥段：边沟 9625m，截（排）水沟、急流槽 456m，挡土墙 228m，复耕 0.31hm²；龙开口至太极段：边沟 8148m，截（排）水沟、急流槽 107m；根据工程监理资料，项目的水土保持工程措施实施时间为 2013 年 11 月至 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 4-2。

表 4-2 实际实施与方案设计的工程措施工程量对比表

序号	措施	方案批复数量	实际实施数量	增减情况	
龙开口至板桥段	—	道路工程区			
	1	路基路面区			
	-1	边沟	9625m	9625m	0
	-2	截（排）水沟、急流槽	170m	170m	0
	2	弃渣场区			
	-1	挡土墙	228m	228m	0
	-2	截（排）水沟、急流槽	286m	286m	0
	-3	复耕	0.31hm ²	0.31hm ²	0
龙开口至太极段	—	道路工程区			
	1	路基路面区			
	-1	边沟	8148m	8148m	0
	-2	截（排）水沟、急流槽	107m	107m	0

实际实施工程措施、实施时间与方案批复工程措施一致，监测项目组认为，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持工程措施能够满足项目区水土流失防治要求，实际实施情况基本到位，布局合理，实施的水土保持措施具有针对性，能满足工程水土保持防治要求。





龙开口至板桥段边沟



龙开口至板桥段截水沟

龙开口至板桥段急流槽



龙开口至板桥段 3#弃渣场截水沟、急流槽





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：

龙开口至板桥段：撒播黑麦草、早熟禾 1.48hm²，种植车桑子 4.73hm²；

龙开口至太极段：种植车桑子 6.76hm²。

表 4-3 水土保持方案批复的植物措施工程量表

序号	措施	方案批复数量	备注	
龙开口至板桥段	一	道路工程区		
	-1	撒播黑麦草、早熟禾	1.17 hm ²	主体设计
	-2	种植车桑子	4.01 hm ²	主体设计
	二	弃渣场区		
	-1	撒播黑麦草、早熟禾	0.31 hm ²	主体设计
	-2	种植车桑子	0.72 hm ²	主体设计
龙开口至太极段	一	道路工程区		
	1	植物措施		
	-1	种植车桑子	6.76 hm ²	主体设计

二、实际实施植物措施情况

根据监测现场调查统计，结合建设单位提供资料分析，截至 2019 年 3 月，本项目水土保持植物措施实施主要为龙开口至板桥段：撒播黑麦草、早熟禾 1.48hm²，种植车桑子 4.73hm²；龙开口至太极段：种植车桑子 6.76hm²。根据工程监理资料，项目的水土保持植物措施实施时间为 2016 年 6 月至 2017 年 4 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 4-4。

表 4-4 实际实施与方案设计的植物措施工程量对比表

序号	措施	方案批复数量	实际实施数量	增减情况	
龙开口至板桥段	一	道路工程区			
	-1	撒播黑麦草、早熟禾	1.17 hm ²	1.17 hm ²	0
	-2	种植车桑子	4.01 hm ²	4.01 hm ²	0
	二	弃渣场区			
	-1	撒播黑麦草、早熟禾	0.31 hm ²	0.31 hm ²	0
	-2	种植车桑子	0.72 hm ²	0.72 hm ²	0
龙开口至太极段	一	道路工程区			
	1	植物措施			
	-1	种植车桑子	6.76 hm ²	6.76 hm ²	0

实际实施植物措施、实施时间与方案批复工程措施一致，监测项目组认为，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持植物措施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，植被成活率、覆盖度达标，能满足工程水土保持防治要求。

实施的植物措施照片集





龙开口至板桥段道路两侧植草、栽植车桑子



龙开口至板桥段 1#弃渣场植草



龙开口至板桥段 2#弃渣场栽植车桑子



龙开口至太极段道路两侧植草、栽植车桑子



龙开口至太极段道路两侧植草



龙开口至太极段道路下边坡栽植车桑子



4.3 临时防护措施监测结果

根据《水保方案》及其批复文件，方案未批复临时防护措施，监测项目组进场时，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程主体工程建设完成已久，未保留有临时防护措施。

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

经监测统计，截止 2019 年 3 月，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程实施完成水土保持措施为：

①工程措施：

龙开口至板桥段：边沟 9625m，截（排）水沟、急流槽 456m，挡土墙 228m，复耕 0.31hm²；

龙开口至太极段：边沟 8148m，截（排）水沟、急流槽 107m；

②植物措施：

龙开口至板桥段：撒播黑麦草、早熟禾 1.48hm²，种植车桑子 4.73hm²；

龙开口至太极段：种植车桑子 6.76hm²。

(2) 水土保持措施防治效果评价

龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持措施共划分为拦渣工程、土地整治工程、防洪排导工程和植被建设工程。

拦渣工程已实施挡土墙能维持渣体及自身稳定，无破损毁坏，拦挡有效、工程数量充足，防洪排水措施能有效截走上游汇水，避免汇水冲刷渣体，起到较好的水土保持效果。后期运行管理中需重点巡察挡土墙坝体、截水沟是否出现损坏，如有破损应及时进行维修。

土地整治工程已进行土地恢复，复耕的耕地作物生长良好。

防洪排导工程实施的排洪导流设施（道路边沟、截排水沟、急流槽）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，破损应及时进行维修。

植被建设工程主要针对道路边坡及弃渣场区实施，措施布局满足水土保持要求，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。

表 4-5 水土保持工程措施质量评定结果表

单位工程	分部工程	布置位置		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	合格 率%	优良 项数	优良 率%			
拦渣工程	坝（墙、堤）体	龙开口至板桥段	1#弃渣场	2	2	100	2	100	合格	合格	合格
			2#弃渣场	1	1	100	1	100	合格	合格	合格
			3#弃渣场	1	1	100	1	100	合格	合格	合格
	防洪排水	龙开口至板桥段	2#弃渣场	5	5	100	4	80	合格	合格	合格
			3#弃渣场	4	4	100	3	75	合格	合格	合格
土地整治工程	土地恢复	龙开口至板桥段	3#弃渣场	31	31	100	26	83.9	合格	合格	合格
防洪排导工程	排洪导流设施	龙开口至板桥段		101	101	100	86	85.1	合格	合格	合格
		龙开口至太极段		83	83	100	78	94	合格	合格	合格

综上所述，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程建设过程中将水土保持工程措施纳入主体工程施工之中，有效保证了工程质量，达到了水土流失防治效果。植物措施得当，林草成活率和保存率较高，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

监测进场时，主体工程施工已结束，项目区基本为道路硬化及绿化覆盖，目前存在水土流失的区域为道路边坡及绿化区、弃渣场区，水土流失面积为 13.28hm²。

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。依据龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程水土保持方案，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、梯坪地、林地、草地、交通运输用地和其它土地。

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。监测进场时，施工扰动后的地表主要表现为硬化路面、道路开挖边坡、回填边坡和堆渣坡面、堆渣平台等。开挖面、土质面等具有不同的水土流失特点。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，共分为 5 类地表扰动类型，结果见下表 5-1。

表 5-1 地表扰动现状分类表

扰动类型	道路开挖边坡	道路回填边坡	堆渣坡面	堆渣平台	地面硬化覆盖
分类	有危害扰动				无危害扰动
侵蚀对象形态	稳定开挖坡面，土质坡面已实施有挡墙，植草	稳定回填边坡，已实施植草、栽植灌木	土石方堆填坡面，已实施栽植灌木	平台区域	道路硬化区域
特征描述	开挖坡面坡长<2m	回填坡面<8m	高度<12m	平整压实	硬化覆盖
代号	土石质风化物	土石质风化物	土石质风化物	土石质压实方	已覆盖地面
侵蚀类型	水蚀为主	水蚀为主	水蚀为主	水蚀为主	水蚀

三、防治措施分类

依据水土保持措施防治对象，本工程水土保持措施包括工程措施、植物措施，具体措施为：

龙开口至板桥段：边沟 9625m，截（排）水沟、急流槽 456m，挡土墙 228m，复耕 0.31hm²，撒播黑麦草、早熟禾 1.48hm²，种植车桑子 4.73hm²；龙开口至太极段：边沟 8148m，截（排）水沟、急流槽 107m，种植车桑子 6.76hm²。

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 5-2，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 1363t/km²·a，见表 5-3。

表 5-2 原生土壤侵蚀模数取值表

地类	自然因素	原生土壤侵蚀模数(t/km ² a)	备注
水田	地势较平坦，四周有田埂，无明显水土流失	200	微度侵蚀
梯坪地	坡度小于 5°，大部分为旱地作物覆盖	450	微度侵蚀
林地	郁闭度大于 75%，坡度在 5-25°	400	微度侵蚀
草地	主要为荒草地，郁闭度 > 60%，坡度 5-15°	430	微度侵蚀
交通运输用地	所占用的原有老路，部分为土路，部分为泥结石路面	1500	轻度侵蚀
其它土地	河滩地	420	微度侵蚀

表 5-3 土壤侵蚀模数背景值计算表

项目分区			占地类型及面积（单位：hm ² ）							土壤侵蚀模数背景值（t/km ² ·a）
			小计	水田	梯坪地	林地	草地	交通运输用地	其它土地	
龙开口至板桥段	道路工程区	路基路面区	4.10	0.10	0.22	0.15		3.63		1372
		边坡及绿化区	5.18		0.49	0.63		4.06		1267
	弃渣场区	1#弃渣场	0.31				0.31			430
		2#弃渣场	0.72		0.01	0.71				401
		3#弃渣场	0.31		0.31					450
龙开口至太极段	道路工程区	路基路面区	9.90		0.07	0.04	0.03	9.76		1485
		边坡及绿化区	6.76		0.15	0.08		6.39	0.14	1441
合计			27.28	0.10	1.25	1.61	0.34	23.84	0.14	1363

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、道路开挖边坡扰动类型土壤流失量分析

监测进场时，本项目道路开挖边坡已形成稳定边坡，大多为石质边坡或土夹石边坡，局部土质边坡实施有砼挡墙，土壤流失量采用简易坡面量测法对其进行监测，记录侵蚀样方内各侵蚀沟断面数据，再计算分析得出道路开挖边坡土壤侵蚀模数。监测时段内道路开挖边坡监测数据计算表详见表 5-4。

表 5-4 道路开挖边坡土壤侵蚀模数计算表

监测点位置		道路开挖边坡				监测设施类型		简易坡面量测观测样方	
样方编号		1#简易坡面量测观测样方							
侵蚀沟		2018年10月				2019年3月			
		1	2	3	4	1	2	3	4
断面近似形状		“v”型	“v”型	梯形	“v”型	“v”型	“v”型	梯形	“v”型
上部	面宽(cm)	13.54	14.58	12.33	12.87	13.66	15.14	13.27	13.13
	底宽(cm)	0	0	9.48	0	0	0	9.77	0
	深(cm)	12.05	12.89	12.68	13.11	12.16	13.14	12.77	13.26
中上部	面宽(cm)	14.25	14.11	13.78	14.65	14.39	14.25	13.87	14.96
	底宽(cm)	0	0	11.26	0	0	0	11.65	0
	深(cm)	13.25	13.44	13.64	11.87	13.65	13.65	13.78	12.02
中部	面宽(cm)	12.69	14.32	13.87	14.06	12.88	14.62	13.96	14.36
	底宽(cm)	0	0	11.32	0	0	0	11.44	0
	深(cm)	11.23	11.09	12.95	15.98	11.65	11.36	13.25	16.41
中下部	面宽(cm)	13.69	12.87	13.44	12.98	13.89	13.15	13.69	13.45
	底宽(cm)	0	0	11.69	0	0	0	11.88	0
	深(cm)	13.69	13.18	11.98	12.26	13.98	13.56	12.35	12.69
下部	面宽(cm)	15.06	15.11	14.68	14.88	15.39	15.44	14.69	15.11
	底宽(cm)	0	0	13.69	0	0	0	13.98	0
	深(cm)	11.68	12.89	14.66	13.57	11.89	13.25	14.98	13.59
平均	面宽(cm)	13.85	14.20	13.62	13.89	14.04	14.52	13.90	14.20
	底宽(cm)	0.00	0.00	11.49	0.00	0	0	11.74	0
	深(cm)	12.38	12.70	13.18	13.36	12.67	12.99	13.43	13.59
长度(m)		2.95	3.26	3.65	3.1	2.95	3.26	3.65	3.10
侵蚀量(m ³)		0.0253	0.0294	0.0604	0.0288	0.0262	0.0307	0.0628	0.0299
		计算公式	(面宽+底宽)×深/2×长度				计算公式	(面宽+底宽)×深/2×长度	
土壤侵蚀总量(m ³)		0.03596				0.03743			

监测小区面积(m ²)	9	9
土壤流失量(t)	0.0575	0.0599
说明	此4条侵蚀沟是发生在监测小区内的侵蚀沟	此4条侵蚀沟是发生在监测小区内的侵蚀沟
监测样方布设时间	2018年10月	
年监测数据记录日期	2019年3月	
监测时段(a)	0.5	
土壤侵蚀模数(t/km ² a)	452.40	
对应扰动类型	道路开挖边坡	

2、道路回填边坡扰动类型土壤流失量分析

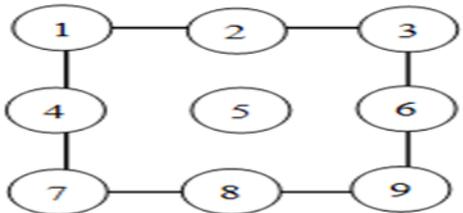
监测进场时，本项目道路回填边坡已形成稳定边坡，并已实施植被恢复，植被生长情况良好，植被覆盖度达90%以上，该区域的土壤侵蚀模数取值通过参考地形、气候、植被等水土流失因子相似的同类工程，取值435t/km²·a。

3、堆渣坡面扰动类型土壤流失量分析

监测时段内，本项目1#~3#弃渣场均已形成稳定堆渣坡面，并在渣体下方实施有挡渣墙，坡面进行了植被恢复，监测项目组在1#弃渣场堆渣坡面布设简易水土流失观测场对其进行监测，记录侵蚀样方内侵蚀钉数据，再计算分析得出堆渣坡面土壤侵蚀模数。监测时段内堆渣坡面监测数据计算表详见表5-5。

表 5-5 堆渣坡面土壤侵蚀模数计算表

监测点、位置	1#弃渣场边坡		监测设施类型
样方编号			2#侵蚀钉量测样方
样方尺寸			2m×2m
样方坡度			40°
监测观测时间	2018年10月		2019年3月
侵蚀钉			侵蚀钉底端至地表的高度(mm)
桩钉	1#	100	100
	2#	97	97
	3#	98	97
	4#	96	96
	5#	101	100
	6#	97	97
	7#	97	97
	8#	100	100
	9#	99	99
平均侵蚀深度(mm)			0.23
水平投影面积(m ²)			3.06
土壤流失量计算公式			$A=rZS/1000\cos\theta$
水土流失量(t)			0.001

监测时段 (a)	0.5
土壤侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	643.68
对应扰动类型	堆渣边坡 (自然植被覆盖)
填表说明	侵蚀钉观测样方示意图
1、土壤流失量公式中 r 为容重 (t/m^3)， Z 为平均厚度 (mm)， S 为水平投影面积 (m^2)， ϕ 为样方坡度；	
2、容重为 $1.60 t/m^3$	

4、堆渣平台扰动类型土壤流失量分析

监测进场时，堆渣平台已进行平整压实，并已实施植被恢复，植被生长情况良好，植被覆盖度达 90% 以上，再该区域的土壤侵蚀模数取值通过参考地形、气候、植被等水土流失因子相似的同类工程，取值 $585t/km^2 \cdot a$ 。

5、无危害扰动类型土壤流失量分析

监测进场时，主体工程已实施完成，路面已进行地面硬化覆盖，并实施有道路边沟、截（排）水沟、急流槽等水土保持工程措施，该区域几乎不再产生水土流失，土壤侵蚀模数取值通过参考周边地形、气候、植被等水土流失因子相似的同类工程，取值 $350t/km^2 \cdot a$ 。

经加权平均计算得在监测时段内项目区平均土壤侵蚀模数为 $402.73 t/km^2 \cdot a$ 。

表 5-6 监测时段内项目区土壤侵蚀模数计算表

监测分区		水土流失面积 (hm^2)	平均土壤侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	
龙开口至板桥段	道路工程区	硬化路面	4.1	350
		道路开挖边坡	2.33	452.4
		道路回填边坡	2.85	435
	弃渣场区	堆渣平台	0.78	585
		堆渣坡面	0.56	643.68
龙开口至太极段	道路工程区	硬化路面	9.9	350
		道路开挖边坡	2.03	452.4
		道路回填边坡	4.73	435
合计		27.28	402.73	

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

本工程为建设类项目，监测进场时项目已完工，参照同类工程建设经验，结合该工程建设实际情况，对监测时段内产生的土壤流失量与原生土壤流失量进行对比分析。

一、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，水土流失背景值为 $1363\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，采用公式：流失量 = Σ 侵蚀单元面积 \times 侵蚀强度，计算时段按监测时段 2018 年 10 月至 2019 年 3 月计算，即 0.5a。项目建设区原生水土流失量详见表 5-7。

表 5-7 项目区原生土壤流失量计算表

项目分区		水土流失面积 (hm^2)	流失时段 (a)	平均土壤侵蚀 模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	水土流失 量(t)	
龙开口至板桥段	道路工程区	路基路面区	4.1	0.58	1372	32.63
		边坡及绿化区	5.18	0.58	1267	38.07
	弃渣场区	1#弃渣场	0.31	0.58	430	0.77
		2#弃渣场	0.72	0.58	401	1.67
		3#弃渣场	0.31	0.58	450	0.81
龙开口至太极段	道路工程区	路基路面区	9.9	0.58	1485	85.27
		边坡及绿化区	6.76	0.58	1441	56.50
合计		27.28			215.72	

二、监测时段内土壤流失量监测结果及分析

通过 5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定，采用公式：流失量 = Σ 侵蚀单元面积 \times 侵蚀强度，对监测时段内水土流失情况进行计算对比。监测介入时段为 2018 年 10 月~2019 年 3 月，监测时段按 0.5a 计算。经计算，监测时段内项目区土壤流失量为 63.72t。项目建设区监测时段内水土流失量详见表 5-8。

表 5-8 项目区监测时段内土壤流失量计算表

项目分区		水土流失面积 (hm^2)	流失时段 (a)	平均土壤侵蚀 模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	水土流 失量(t)	
龙开口 至板桥 段	道路工 程区	硬化路面	4.1	0.58	350	8.32
		道路开挖边坡	2.33	0.58	452.4	6.11
		道路回填边坡	2.85	0.58	435	7.19
	弃渣场 区	堆渣平台	0.78	0.58	585	2.65
		堆渣坡面	0.56	0.58	643.68	2.09
龙开口 至太极 段	道路工 程区	硬化路面	9.9	0.58	350	20.10
		道路开挖边坡	2.03	0.58	452.4	5.33
		道路回填边坡	4.73	0.58	435	11.93
合计		27.28			63.72	

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 $1363\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，现状平均土壤侵蚀模数为 $402.73\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失量由 215.72t 减少为 63.72t，通过各项水土保持措施的实施，本工程建设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

根据建设单位提供的建设资料，本项目建设过程中未专门布置取料场，施工过程中产生的弃渣全部运至 1#~3#弃渣场进行集中堆存。通过现场监测及周边走访调查，本项目弃渣场建设期间已实施完成挡土墙、截排水沟、植被恢复等水土保持措施，未发生严重的水土流失，未对项目区周边造成严重影响，无取料、弃渣潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

通过对本项目周边区域实地走访巡查，监测组未发现龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程在建设过程中直接或间接对所在流域水系内的水体、周边农田等因水土流失造成危害。调查结果显示龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程在建设期间未产生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

本工程于 2019 年 3 月施工结束，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。

根据关于印发“全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知”（办水保〔2013〕188 号，2013 年 8 月）、水利部公告〔2006〕2 号文“关于划分国家级水土流失重点防治区的公告”和云南省水利厅公告第 49 号“云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告”，项目建设区所在地永胜县顺州镇、涛源乡既不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区，也不属于省级水土流失重点预防区和重点治理区。由于项目区位于主要河流金沙江径流区范围内，水土流失防治标准执行建设类 II 级标准。据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤允许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。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。

根据《开发开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008），结合方案批复水土保持防治指标，作为龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设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	85
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	95
林草覆盖率（%）	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	20

6.1 扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积。扰动土地整

治率为水保措施防治面积、永久建筑物面积之和与扰动地表面积的比值。

至监测结束，工程扰动土地面积为 27.28hm²，实施植物措施面积为 12.97hm²（其中植物措施达标面积为 12.56hm²，植物措施未达标面积为 0.41hm²），工程措施面积为 0.31hm²，经综合核定，扰动土地整治率为 98.5%，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：hm²

监测分区		建设区扰动土地总面积	植物措施达标面积	植物措施未达标面积	工程措施面积	道路硬化面积	扰动土地整治率(%)
龙开口至板桥段	道路工程区	9.28	5.06	0.12		4.1	98.7
	弃渣场区	1.34	1.01	0.02	0.31		98.5
龙开口至太极段	道路工程区	16.66	6.49	0.27		9.9	98.4
合计		27.28	12.56	0.41	0.31	14	98.5

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。本工程项目建设区内水土流失总面积为 13.28hm²，实际完成的水土保持措施达标面积 12.87hm²，水土流失总治理度为 96.9%。具体分析见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度计算表 单位：hm²

监测分区		水土流失面积	植物措施达标面积	植物措施未达标面积	工程措施面积	水土流失总治理度%
龙开口至板桥段	道路工程区	5.18	5.06	0.12		97.7
	弃渣场区	1.34	1.01	0.02	0.31	98.5
龙开口至太极段	道路工程区	6.76	6.49	0.27		96.0
合计		13.28	12.56	0.41	0.31	96.9

6.3 拦渣率

根据施工、监理资料，本工程实际建设过程中，本项目共产生开挖土石方 12.4 万 m³，回填土石方 4.08 万 m³，龙开口至板桥段产生废弃土石方 8.32 万 m³，全部运至道路沿线的 1#~3#弃渣场进行集中堆存，龙开口至太极段内部挖填平衡，不产生废弃土石方。1#~3#弃渣场均已实施挡墙、截排水、植被恢复等水土保持措施，本项目拦渣率达 98%。

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土石山区，容许土壤流失量为 500t/km².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 $402.73\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，经计算项目区土壤流失控制比为 1.24。具体分析见表 6-4。

表 6-4 土壤流失控制比计算表

监测分区		水土流失面积 (hm^2)	平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	容许值 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	土壤流失控制比	
龙开口至板桥段	道路工程区	硬化路面	4.1	350	500	1.24
		道路开挖边坡	2.33	452.4		
		道路回填边坡	2.85	435		
	弃渣场区	堆渣平台	0.78	585		
		堆渣坡面	0.56	643.68		
龙开口至太极段	道路工程区	硬化路面	9.9	350		
		道路开挖边坡	2.03	452.4		
		道路回填边坡	4.73	435		
合计		27.28	402.73			

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，本项目可绿化面积为 12.97hm^2 ，植物措施达标面积为 12.56hm^2 ，林草恢复率达 96.8%。

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，本项目植物措施达标面积为 12.56hm^2 ，项目区总面积为 27.28hm^2 ，林草覆盖率达 46.04%。

6.7 表土保护率

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)，增加表土保护率监测结果分析。表土保护率为项目区内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比，建设区总占地面积为 27.28hm^2 ，原始占地类型为水田、梯坪地、林地、草地、交通运输用地和其它土地，可剥离表土面积为水田 0.1hm^2 、梯坪地 0.94hm^2 、林地 1.92hm^2 、草地 0.33hm^2 。根据施工监理资料，在施工扰动前，对项目区内的水田、梯坪地、林地、草地进行表土剥离，剥离面积为 3.30hm^2 ，平均剥离厚度为 30cm，表土剥离量约为 1.0万 m^3 ，用作道路沿线绿化及临时施工用地复耕的绿化覆土，表土保护率达 99%。

综上所述，本工程水土保持措施实施后，有效控制了新增水土流失量，具有较好的生态效益，各项指标均达到防治目标值。各项指标达标情况见表 6-5。

表 6-5 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	98.5	达标
2	水土流失治理度 (%)	85	96.9	达标
3	土壤流失控制比	1.0	1.24	达标
4	拦渣率 (%)	95	98	达标
5	林草植被恢复率 (%)	95	96.8	达标
6	林草覆盖率 (%)	20	46.04	达标
7	表土保护率 (%)	/	99	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，根据实际监测结果，各项指标均能达到二级防治目标值。通过各项水土保持措施的实施，截止 2019 年 3 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	98.5	达标
水土流失总治理度 (%)	85	96.9	达标
土壤流失控制比	1.0	1.24	达标
拦渣率 (%)	95	98	达标
林草植被恢复率 (%)	95	96.8	达标
林草覆盖率 (%)	20	46.04	达标
表土保护率 (%)	/	99	达标

从表中可以看出，本项目各项指标均达到了方案批复的目标值。综上，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。

7.2 水土保持措施评价

本项目道路工程区采取了边沟、截(排)水沟、急流槽等排洪导流设施，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。

边坡及绿化区采取了植被建设工程，措施布局满足水土保持要求，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。

弃渣场区采取了拦渣工程、土地整治工程，挡土墙坝体维持渣体及自身稳定，无破损毁坏，拦挡有效、工程数量充足，防洪排水措施能有效截走上游汇水，避免汇水冲刷渣体，

进行土地恢复的耕地作物生长良好，起到较好的水土保持效果。

各项水土保持防治措施布局合理，数量充足，防治效果明显，基本达到水土保持方案设计要求。

7.3 存在问题及建议

通过监测，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程主要存在以下问题：

(1) 方案编制、监测进场以及相关水土流失防治措施实施相对滞后，可能造成了不必要的水土流失，且导致施工期间水土流失数据缺失，未能准确评价工程建设造成的水土流失影响。

(2) 方案编制、监测进场时本项目产生的弃渣堆存已成既定事实，弃渣场现虽已实施防护措施，但由于前期弃渣场选址距离沟道、河流较近，仍然存在一定的水土流失危害的可能性。

为进一步做好龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设工程的水土保持工作，避免后期运行管理漏洞造成今后水土流失的发生发展，消除可能产生的水土流失不良影响及安全隐患，监测组提出建议如下：

(1) 建议建设单位在今后开展其它工程建设时，按照水土保持相关法律规定，及时编报水保方案，并及时开展水土保持监测工作，严格落实坚持水土保持方案的规划设计与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”原则。

(2) 对项目区植被恢复不良区域应及时进行补植补种，使植物措施发挥较好的水土保持效益；

(3) 做好项目区内的水土保持措施的管理与养护，对工程运行中存在的隐患及时排查，确保各项措施正常有效运行；

(4) 建议运行管理单位后期加强对本项目重点监测对象（1#、2#、3#弃渣场）定期巡查，如有新增水土流失现象，须补充防护措施，避免对周边沟道、河流造成影响。

7.4 综合结论

监测结果表明，龙开口水电站永胜县移民搬迁辅助公路建设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，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 2019 年 3 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。