

稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程

水土保持监测总结报告



建设单位：凉山州国有交通投资发展集团有限责任公司

编制单位：四川国之美工程设计有限公司

二〇二三年四月

稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程

水土保持监测总结报告

建设单位：凉山州国有交通投资发展集团有限责任公司

编制单位：四川国之美工程设计有限公司





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：四川国之美工程设计有限公司
法定代表人：周津
单位等级：★★★（3星）
证书编号：水保监测（川）字第0031号
有效期：自2020年10月01日至2023年09月30日

发证机构：中国水土保持学会
发证时间：2021年05月26日



单位名称：四川国之美工程设计有限公司

单位地址：成都市高新区府城大道西段399号6栋1单元12层3号

联系人：周津

电话：13550137268

电子邮箱：445491138@qq.com

稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程

水土保持监测总结报告责任页

（四川国之美工程设计有限公司）

承担任务/编写章节(内容)		人员	职务/职称	签名
审定		周 津	法定代表人	周津
审查		陈 兴	高级工程师	陈兴
校核		郭应宗	高级工程师	郭应宗
项目负责人		蒲云阳	高级工程师	蒲云阳
参编章节	建设项目及水土保持工作概况	蒲云阳	高级工程师	蒲云阳
	监测内容与方法			
	重点部位水土流失动态监测	刘 翻	工程师	刘翻
	水土流失防治措施监测结果			
	土壤流失情况监测			
	水土流失防治效果监测结果	王杰	工程师	王杰
	结论			
	附件及附图			

前言

大香格里拉旅游环线已被纳入国家“十二五”规划和国家重大建设项目“总盘子”，本项目是四川省旅游规划中的香格里拉旅游大环线中的组成部分，也是川滇藏三角撑起的大香格里拉旅游大环线的重要路段。打通稻城亚丁至丽江旅游通道，不仅能完善项目区的道路网络，提高道路等级和质量，更能加强木里县与稻城亚丁、云南丽江等周边地区的联系，能充分利用稻城亚丁、中甸、丽江、泸沽湖、香格里拉的影响力，尽快与甘孜州、云南境内的旅游公路网衔接，形成旅游环线。本项目的建设有利于木里县的旅游经济发展，活跃城乡经济，促进农业产业结构调整，进一步深化改革，对实现木里县、凉山与甘孜两州乃至四川西部经济大发展具有十分重要的意义。因此，建设稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程是十分必要的。

稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程地处四川省西南部的凉山彝族自治州木里县境内，属新建，建设类项目。路线全长 57.628km，其中主线长 50.682km，连接线长 6.946km，主线按三级公路技术标准建设，设计时速 30km/h，路基宽度 7.5m，连接线设计采用四级公路标准，设计速度采用 20km/h，路基宽度 6.5m。需新建中桥 421.33m/9 座，小桥 52.16m/2 座，涵洞 231 道，平交 42 处。

稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程于 2016 年 8 月开工，2020 年 6 月主体工程完工，水土保持专项施工与主体同步进行，总工期 45 个月。项目总占地面积 100.21hm²，其中永久占地 93.50hm²，临时占地 6.71hm²。本工程总投资 45609.25 万元，其中土建投资 38795.00 万元。本工程实际挖方 96.32 万 m³（含表土剥离 3.99 万 m³），填方 78.89 万 m³（含绿化覆土 3.99 万 m³），无借方，弃方 17.43 万 m³（自然方）。

2014 年 1 月，四川金原工程勘察设计有限责任公司编制完成《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持方案报告书（送审稿）》。2014 年 3 月 28 日，四川省水利厅以《四川省水利厅关于稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2014〕403 号）对本项目水土保持方案进行了批复。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法》实施条例》和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240 - 2018）等法律、法规和文件中针对有水土流失防治任务的生产建设项目，建设和管理单位应设立专门的监测点对水土流失状况进行监测。为此，凉山州国有交通投资发展集团有限责任公司于 2022 年 1 月委托四川国之美工程设计有限公司开展稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工

程水土保持回顾性调查监测工作。

我公司接受委托后，立刻组织水土保持监测专业技术人员成立稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程监测项目组（以下简称“项目组”），对现场进行实地踏勘，同时根据工程建设期间的影像资料、施工资料等，结合历史卫星影像开展本项目水土保持监测工作。之后，项目组按照水土保持监测技术规范的相关要求，在建设单位凉山州国有交通投资发展集团有限责任公司、各参建施工单位和监理单位的大力协助下，顺利开展了稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持回顾性调查监测工作。

本项目水土保持监测的主要目标是：调查水土流失时段、强度等情况；对水土保持措施及其效果进行评价，为水土保持管护提供依据；对水土流失防治效果进行评价，为项目管理运行提供依据。本项目监测内容包括影响水土流失及其防治的主要因子、水土流失现状、水土流失危害、水土保持工程防治效果；监测主要采取调查监测、遥感监测和历史卫星影像相结合的方法进行。

通过对项目区的实地监测及查阅建设单位、监理单位提供的资料，各项水土保持措施基本按照方案报告书要求予以实施并发挥了有效的水土保持防治效果，扰动土地和可能发生水土流失的场所得及时整治；可绿化区域及时采取林草恢复措施，达到水土保持和绿化、美化的良好效果；施工区水土保持状况总体上满足工程的水土保持要求，各项水保措施总体上满足“报告书”及其批复要求。根据监测结果，工程区土壤侵蚀强度为微度，满足国家规定的相关土壤容许流失量要求。监测结果表明，工程建设满足水土保持相关技术要求。

2023年2月，根据项目组对本工程水土保持监测成果综合分析，编制完成《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持监测总结报告》。在现场工作和报告编制过程中得到了建设单位、施工单位、监理单位的大力支持与协助，得到了各级水行政主管部门的指导，在此一并表示诚挚的感谢！

目 录

前言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	- 1 -
1.1 建设项目概况	- 1 -
1.2 水土保持工作情况	- 10 -
1.3 监测工作实施情况	- 11 -
2 监测内容与方法	- 16 -
2.1 扰动土地情况	- 16 -
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石等）	- 16 -
2.3 水土保持措施	- 16 -
2.4 水土流失情况	- 17 -
3 重点部位水土流失动态监测	- 18 -
3.1 防治责任范围监测	- 18 -
3.2 取料监测结果	- 20 -
3.3 弃渣监测结果	- 20 -
3.4 土石方流向情况监测结果	- 22 -
4 水土流失防治措施监测结果	- 25 -
4.2 植物措施监测结果	- 28 -
4.3 临时措施监测结果	- 31 -
4.4 水土保持措施防治效果	- 34 -
5 土壤流失情况监测	- 39 -
5.1 水土流失面积	- 39 -
5.2 土壤流失量	- 39 -
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	- 45 -

5.4 水土流失危害	- 45 -
6 水土流失防治效果监测结果	- 47 -
6.1 水土流失治理度	- 47 -
6.2 土壤流失控制比	- 48 -
6.3 渣土防护率	- 48 -
6.4 表土保护率	- 48 -
6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率	- 48 -
7 结论	- 50 -
7.1 水土流失动态变化	- 50 -
7.2 水土保持措施评价	- 50 -
7.3 存在问题及建议	- 50 -
7.4 综合结论	- 51 -
8 附图及有关资料	- 52 -
8.1 有关资料	- 52 -
8.2 附图	- 52 -

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程								
建设规模	路线全长 57.628km，其中主线长 50.682km，连接线长 6.946km，主线按三级公路技术标准建设，设计时速 30km/h，路基宽度 7.5m，连接线设计采用四级公路标准，设计速度采用 20km/h，路基宽度 6.5m，全线设置中桥 421.33m/9 座，小桥 52.16m/2 座，涵洞 2085.82/231 道，平交 6 处。	建设单位及联系人		凉山州国有交通投资发展集团有限责任公司 邓茂						
		建设地点		四川省凉山州木里县						
		所属流域		长江流域						
		工程总投资		45609.25 万元						
		工程总工期		2016年8月~2020年2月						
水土保持监测指标										
监测单位			四川国之美工程设计有限公司			联系人及电话		周津/13550137268		
自然地理类型			高山峡谷地貌			防治标准		建设类项目一级标准		
监测内容	监测指标		监测方法（设施）		监测指标		监测方法（设施）			
	水土流失状况监测		调查监测、遥感监测		防治责任范围监测		调查监测、遥感监测、历史卫星影像分析			
	水土保持措施情况监测		调查监测、遥感监测		防治措施效果监测		调查监测			
	水土流失危害监测		调查监测、遥感监测		水土流失背景值		2568t/km ² ·a			
土壤容许流失量			500t/km ² ·a		水土流失目标值		500t/km ² ·a			
方案水土流失防治责任范围			175.56hm ²		水土保持投资		4126.20 万元			
实际水土流失防治责任范围			100.21hm ²		实际完成投资		2218.83 万元			
防治措施	工程措施		表土剥离 3.99 万 m ³ 、绿化覆土 3.99 万 m ³ 、土地整治 27.29hm ² 、排水沟 24727m ³ 、截水沟 972m ³ 、沉沙池 5 座、格宾挡土墙 205m、浆砌石挡墙 115m							
	植物措施		撒播灌草 24.05hm ² 、喷播植草 21.32hm ² 、栽植灌木 13630 株、抚育管理 26.08hm ²							
	临时措施		防护网 2.52hm ² 、立柱 3158 根、防雨布 4.65hm ² 、土袋挡墙拦挡 245m ³ 、临时沉沙池 48 座、临时排水沟 13562m							
监测结论	防治效果	分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
		水土流失治理度	85%	98.70%	防治措施面积	56.39 hm ²	永久建筑物及硬化面积	42.52 hm ²	扰动土地总面积	100.21 hm ²
		土壤流失控制比	1	1.06	水土流失面积	100.21hm ²	水土流失治理面积	98.91hm ²		
		渣土防护率	87%	97.52%	工程措施面积	7.83hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a		
		表土保护率	90%	98.28%	植物措施面积	48.56hm ²	监测土壤流失情况	施工期	5379 t/km ² ·a	
		林草植被恢复	95%	97.39%				试运行期	680 t/km ² ·a	

目录

		率						
		林草覆盖率	16%	48.46	可恢复林草植被面积	49.86hm ²	林草类植被面积	48.56hm ²
					实际拦挡弃土（石、渣）量	16.99	总弃土（石、渣）量	17.43
		水土保持治理达标评价	六项指标均达到水土流失防治目标值的要求，水土保持效果显著					
		总体结论	建设单位对水土流失防治责任范围内的水土流失进行了较全面、系统的整治，完成了水土保持方案确定的各项防治任务，工程的各类开挖面得到了及时整治、绿化等。施工过程中的水土流失得到了有效控制，工程区的平均水土流失强度下降到轻度。经过系统整治，工程区的生态环境将有明显改善，总体上发挥了较好的保水保土、改善生态环境的作用					
		主要建议	在后期运行过程中，建设单位需加强对水土保持设施的维护管理，确保其更好的发挥持功能					

工程规模：稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程起点位于木里县与稻城县交界处（甘凉界），终点位于木里县俄亚乡四川坪子，路线全长 57.628km，

建设内容：路线全长 57.628km，其中主线长 50.682km，连接线长 6.946km，主线按三级公路技术标准建设，设计时速 30km/h，路基宽度 7.5m，连接线设计采用四级公路标准，设计速度采用 20km/h，路基宽度 6.5m，全线设置中桥 421.33m/9 座，小桥 52.16m/2 座，涵洞 2085.82/231 道，平交 6 处。

工程投资：总投资 45609.25 万元，其中土建投资 38795.00 万元。最终投资以决算为准。

建设工期：于 2016 年 8 月开工，2020 年 6 月底完工，总工期 46 个月。

工程主要特性指标详见表 1.1-1。

表 1.1-1 项目主要经济指标表

序号	指标名称		单位	主线		连接线		
				规范标准	执行情况	规范标准	执行情况	
1				规范标准	执行情况	规范标准	执行情况	
2	公路等级			三级公路	-	四级公路	-	
3	设计速度		Km/h	30	30	20	40	
4	路基宽度		m	7.5	7.5	6.5	6.5	
5	行车道宽度		m	2×3.75	2×3.75	2×3.25	2×3.25	
6	平面设计	平曲线极限最小半径	m	30	35	15	30	
7		平曲线一般最小半径	m	65	/	30	/	
8	纵断面设计	最大纵坡	%	8	7.9	9	7.6	
9		最小坡长	m	100	100	60	100	
10		竖曲线最小半径	凸形	m	400	700	200	1300
11			凹形	m	400	1000	200	1300

1.1.1.3 项目组成

稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程实际建设路线全长 57.628km。实际建设内容为路基工程、引道（连接线）以及桥涵等，项目组成包括主体工程（包含桥涵、交叉工程、附属工程等）以及弃渣场、施工便道、施工生产生活设施等临时工程，详见表 1.1-2。

表 1.1-2 项目组成表

项目组成		建设内容
主体工程	路基工程	全长 57.628km，包括路基、路面、路基防护、特殊路基处理、排水等工程内容
	桥涵工程	全线设置中桥 421.33m/9 座，小桥 52.16m/2 座，涵洞 2085.82/231 道
	交叉工程	平面交叉 6 处
	附属工程	沿线交通设施
弃渣场		启用 2 处弃渣场
施工便道		新建施工便道 2.75km

施工生产生活设施区	设置施工生产生活设施区 5 处，其中 1 处为租用，3 处为新建，1 处设置在主体工程永久占地范围内
拆迁安置工程	拆迁安置费用由建设单位统一交给当地政府，由地方政府解决拆迁问题

1、主体工程

(1) 路基路面工程

本项目主线（K0+000 ~ K50+682）路面宽为 7.5m，路基横断面组成为：行车道宽度 $2 \times 3.25\text{m}$ +土路肩 $2 \times 0.50\text{m}$ ，设计速度 30km/h。

连接线（K0+000 ~ K6+946），路基横断面组成为：行车道宽度 $2 \times 3.00\text{m}$ +土路肩 $2 \times 0.25\text{m}$ ，设计速度 20km/h。路基路面工程现场如图 1.1-2 所示。



图 1.1-2 路基路面工程现场照片

(2) 桥涵工程

本项目设置桥梁 473.49m/11 座，其中中桥 421.33m/9 座，小桥 52.16m/2 座，涵洞 231 道。典型桥梁、涵洞现场照片如图 1.1-3、图 1.1-4 所示。



图 1.1-3 典型桥梁、涵洞现场照片

(4) 交叉工程

本项目交叉工程共计 6 处。

2、施工生产生活场地

本项目实际布置施工生产生活场地 4 处，A 标布置 2 处、B 标各布置 1 处，C 标布置

1 处，施工生产生活场地现状如图 1.1-6 所示。



图 1.1-6 施工生产生活设施

3、施工便道

本项目施工便道为至桥梁工程施工便道。实际共设施工便道 2 条，长 2.75km，路面宽 4m，路基宽 4.5m，泥碎石路面。施工便道已经全部进行迹地恢复。

4、弃渣场

本项目实际启用弃渣场 2 处（16#、20#），占地面积为 2.26hm²，实际堆渣量为 22.72 万 m³（松方）。原方案中其余弃渣场未启用，未启用的原因如下：一是编制方案处于可研阶段，经过后续设计的深入，土石方量有所减少；二是由于部分土地征占地困难。

如图 1.1-7 所示。



图 1.1-7 启用的 2 处弃渣场

1.1.1.4 工程占地

经监测资料分析，本项目实际总占地面积 100.21hm²，其中永久占地 93.50hm²，临时占地 6.71hm²，占地类型为耕地，林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地。

本工程占地类型及占地性质详见表 1.1-3 所示。

表 1.1-3 项目占地类型及占地性质汇总表 (单位: hm^2)

序号	项目	合计	永久占地							临时占地		
			小计	耕地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计	林地	草地
1	主体工程	93.50	93.50	7.89	10.21	44.89	0.39	29.59	0.53			
2	弃渣场区	2.26								2.26	1.05	1.21
3	施工便道	1.21								1.21	0.17	1.04
4	施工生产生活设施区	3.24								3.24	1.60	1.64
5	合计	100.21	93.50	7.89	10.21	44.89	0.39	29.59	0.53	6.71	2.82	3.89

1.1.1.5 工程土石方量

经监测资料分析,本工程实际挖方 96.32 万 m^3 (含表土剥离 3.99 万 m^3), 填方 78.89 万 m^3 (含绿化覆土 3.99 万 m^3), 无借方, 弃方 17.43 万 m^3 (自然方) 工程土石方统计表详见表 1.1-4。

1 建设项目及水土保持工作概况

表 1.1-4 工程土石方量表 (单位: 万 m³)

序号	工程项目		挖方 (m ³)			填方 (m ³)			调入 (m ³)	调出 (m ³)	弃方 (自然方) (m ³)		弃方 (松方) (m ³)	
			表土	一般土石方	小计	表土	一般土石方	小计			一般土石方	小计	一般土石方	小计
1	主体工程	路基工程 (含桥涵)	3.75	92.33	96.08	3.75	74.90	80.52			17.43	17.43	22.72	22.72
	小计		3.75	92.33	96.08	3.75	74.90	80.52			17.43	17.43	22.72	22.72
2	弃渣场		0.24			0.24		0.24						
	合计		3.99	92.33	96.32	3.99	74.90	78.89			17.43	17.43	22.72	22.72

1.1.1.6 工程投资

本项目工程总投资 45609.25 万元，土建投资 38795.00 万元。

1.1.1.7 施工工期

本项目于 2016 年 8 月开工，2020 年 6 完工，总工期 45 个月。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

项目区位于横断山与云贵高原过渡地带的金沙江中上游峡谷区，地形起伏，相对高差较大，山脊平均海拔 3000m 以上，最高峰为西北侧的干羊场，高程 4373m，金沙江水面高程 1489m。河流和山脉的伸展方向与区内主要构造方向基本一致。

项目区属中高山峡谷地貌类型，冲沟多呈“V”型峡谷，各支流和干流两侧均有大量第四系覆盖层，基岩裸露较少。金沙江及其支流均可见零星阶地及冰积台地，局部保留较为完整。水洛河为金沙江的一级支流，是较为典型的高山深切“V”型峡谷，河谷狭长，河流纵坡降陡，落差较集中，支沟不发育，崩坡积物发育。本区有冰川遗迹，主要是少量的侵蚀地貌及冰川堆积，堆积物深厚，沿河形成高度大于 100m 的台地。河段内无支流及大冲沟，小沟较发育，多呈树枝状分布，河谷两岸均有第四系松散物质堆积，仅有零星基岩出露。

1.1.2.2 气象

木里县境内属亚热带气候区，受地理位置和大气环流影响，全境属暖温带半湿润季风型气候，冬暖干燥，夏凉润湿，四季无明显区别。随地势高低不同，形成气候的主体分布有“一山有四季，十里不同天”的说法。木里县多年平均气温为 11.5℃，7 月份最高值 17℃，1 月最低值为 4.2℃，多年极端最高、最低气温分别为 34.1℃和-10.6℃，≥10℃积温 2227.4℃，无霜期 219.7 天，年均降水量 818.2 毫米，最高年降水最 1050.2 毫米；最低年降水量为 541.0 毫米，雨季集中在 6-9 月，降水量占全年总量的 86%，多年平均蒸发量 1783mm，相对湿度 57%，光照可达 2291.9 小时，日照率在 60%以上。

项目区气象特征详见表 1.1-5。

表 1.1-5 气象要素特征值表

气候要素		单位	木里藏族自治县
气温	多年平均气温	℃	11.5

气候要素		单位	木里藏族自治县
	极端最高气温	°C	34.1
	极端最低气温	°C	-10.6
	≥10°C 积温	°C	2227.4
降水量	多年平均降雨量	mm	818.2
	多年平均最大 6h 暴雨量	mm	35.7
	20 年一遇 24h 暴雨量	mm	51.2
多年平均风速		米/秒	1.9
年均日照数		h	2291.9
年均无霜期		天	219.7
多年平均蒸发量		mm	1783
多年平均相对湿度		%	57

1.1.2.3 水文

1. 径流

本路线所在地区的河流主要为金沙江、水洛河和东义河（又称冲天河），东义河与水洛河在三江口汇入金沙江。另外还发育多条小河和溪流，较大的有龙达河、子郎河、抓子河，均为金沙江支流，河长 5~50 公里，河床纵坡 20‰~50‰，径流量随季节变化较大，6~10 月径流量占年径流量 60% 左右。除此以外，区内尚有众多的溪沟，但它们均为季节性水流。

水洛河(又称稻城河、冲天河)为金沙江中游左岸的一级支流，发源于甘孜州境内著名的海子，源头海拔高程 4600m 以上。水洛河河口平均流量 201 立方米/秒，年径流量 63.4 亿立方米，为四川省中型河流中径流量较大的河流之一。水洛河全流域集水面积 13720 平方公里，干流老林口道班~河口，河道长 273.8km，落差 2547.9m，平均比降为 9.31‰。

东义河是水洛河右岸一级支流，金沙江二级支流，发源于四川省稻城县杂内垭卡山，流经拉木格、卡斯、高羊古、各卡乡、吉呷乡(东义)，转西南入四川省木里县境，过鲁司，转南汇入水洛河。东义河干流长 127km，流域面积 2940 平方公里，河口多年平均流量 44.0 立方米/秒，总落差 2778m，河道平均坡降 21.8‰，水能资源丰富。

龙达河是东义河下游右岸一级支流，金沙江三级支流。西部以大雪山为分水岭，邻接岗曲河。龙达河河长 49km，控制流域面积 431 平方公里，占东义河控制流域面积的

14.7%，总落差 2100m，河道平均坡降 42.8%。

2. 地下水

根据地下水的存储介质、补给、径流、排泄及赋存条件（水力特征），将测区地下水分为松散岩类孔隙水，基岩裂隙水两大类型。

（1）松散岩类孔隙水

零星分布于河谷谷坡。含水岩组由冲积堆积的砂砾石夹块碎石组成，以潜水为主。本类地下水的富水性主要决定于组成含水岩组物质的颗粒大小、结构、厚度及面积大小等，一般近河床部分水量大些。地下水埋藏浅，受季节影响变化明显。地下水补给源，一是大气降水降雪，二是山区基岩地下水。

（2）基岩裂隙水

区内主要受南北向或近南北向断裂控制，且规模较大，沿断裂两侧地层较破碎，节理裂隙发育，常形成较宽的破碎带，沿断裂带及断裂交汇部位，往往成为地下水较为富集的场所。泉水流量大多在 0.1~1.0L/S。此类水的补给源，主要为雪水，雨水，受季节影响，水温变化缓慢，显示地下水埋藏较深，接受补给的裂隙孔洞较为均匀，赋水构造较大，能调节流量使流量较稳定等特点。

1.1.2.4 土壤、植被

1. 土壤

木里境内大面积出露的岩石主要为玄武岩、石灰岩、砂岩、变质岩、板岩、千枚岩，其中除石灰岩、玄武岩较易风化外，硅质板岩、石英岩等风化程度低，风化后粘粒含量少，石砾含量大，土层厚度大多在 30~80 厘米左右。境内有地带性和非地带性土类 12 个，海拔 2400 米以下地区以褐土为主，其次有黄棕壤、水稻土、红色石灰土；海拔 2400-3300 米地区以棕壤、黄棕壤为主；海拔 3300~3800 米地区有暗棕壤、棕色针叶林土；海拔 3800~4700 米地区有亚高山草甸土和高山草甸土；海拔 4700 米以上地区为高山寒漠土。

项目区土壤主要为黄壤。

2. 植被

项目区植被区划属于川西南山地偏干性常绿阔叶林亚带，所在的木里县植被垂直分布状况明显，海拔 1500~2000m，分布多汁多刺灌丛；2000~2500m，为灌丛和云南松、常绿阔叶疏林带；2500~3000m，为云南松林带；3000~3200m，阳坡为高山松、云南松混交林带，阴坡为冷山林带；3200~3600m，阳坡为高山松、栎林带，阴坡为冷杉林

带；3600~3800m，为暗针叶林带与大叶杜鹃灌丛，阴坡为冷、云、红杉和高山栎林；3800~4000m，为亚高山草甸灌丛带，阴坡为冷杉林带；4000~4500m，为高山灌丛草甸带，有冷杉、云杉散生或呈小片分布；4500~5000m，为极地苔原冻原带；5100~5500m，有流石滩植被。

1.1.2.5 侵蚀类型及防治区划

项目区容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。项目所涉及的木里县水土流失类型以水力侵蚀为主，表现形式以面蚀为主，沟蚀为辅。项目区土壤侵蚀模数背景值为 $2568\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，侵蚀强度表现为中度。

项目区属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。项目区不属于崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区。项目区属于全国水土保持区划中的西南岩溶区。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持方案编报情况

2013年5月，木里藏族自治县交通运输局委托四川金原工程勘测设计有限责任公司开展本项目水土保持方案编制工作。接受委托后，编制单位组织技术人员收集资料，对主体各阶段设计资料进行了研究，并与主设单位、建设单位及各参建单位进行了技术交流和咨询，随后与建设单位对项目区进行了现场勘察后，于2013年7月，编制完成《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持方案报告书》（送审稿）。

2013年8月23日，四川省水土保持局在成都市主持召开了《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持方案报告书(送审稿)》的技术审查会议。随后编制单位根据审查意见要求对本方案进行补充、完善和修改，形成《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持方案报告书（报批稿）》。

2014年3月25日，四川省水利厅以《四川省水利厅关于稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2014〕403号）对本项目水土保持方案进行了批复，详见附件。

1.2.2 建设单位水土保持管理

1、质量管理

建设单位专门成立了项目部对工程建设进行管理，设计单位在现场有设代，监理单位成立了监理项目部，施工单位成了专门的施工项目部。建设单位全面负责工程水土保

持管理工作。各参建单位水土保持管理部门作为工程施工期水土保持工作的主要责任机构和执行机构，严格按照合同条款和招标文件中规定的水土保持内容，具体实施施工单位承担的水土保持任务。地方水行政主管部门负责监督指导。

建设单位组织制定了多项水土保持管理制度，主要包括：工作记录制度、报告制度、函件来往制度、会议制度、人员培训和宣传教育制度、档案管理制度等。

2、水土保持监测成果报送

2023年2月，编写完成《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持监测实施方案》，并及时向水行政主管部门及建设单位报送。

根据建设单位、施工单位等提供的项目施工期间的历史图片、施工资料，结合历史卫星影像对本项目进行回顾性调查监测，并填写《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持回顾性调查监测季度报告表》1份。

监测过程中，监测项目组每季度至少监测一次，根据每次现场监测结果，填写水土保持季度报告表2份，监测原始记录表2份。监测原始影像及图片400余幅。

2023年2月，水土保持监测单位在监测任务完成后编写完成《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持监测总结报告》。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2023年1月，建设单位委托我公司开展本项目水土保持监测工作。接受委托后，我公司成立了监测工作组，及时开展了本项目监测工作。截至2023年1月，本项目已完工，因此根据项目实际情况，无法对施工期水土流失情况进行监测，主要对水土保持措施效果进行监测。

1.3.2 监测项目组设置

（1）委托时间

2023年1月，建设单位委托我公司开展本项目水土保持监测工作。

（2）监测工作开展

我公司接到监测任务后，立即组织水土保持监测专业技术人员成立了稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程监测项目组（以下简称“项目组”），进驻现场并进行实地监测。之后，项目组按照水土保持监测技术规程规范的相关要求，在建设单位、施工单位和监理单位的大力协助下，结合历史卫星影像，开展了稻城亚丁至云南三江口公

路（木里境）新建工程水土保持监测工作。

（3）监测项目组组成及技术人员配备

为确保水土保持监测工作的成果质量，我公司成立了监测项目组，完善质量控制体系，对监测工作实行质量负责制，由项目主持人负总责，在各监测地段和各监测点明确具体的工作质量负责人，所有的监测数据必须由质量负责人审核把关，监测数据整编后，对监测成果进行审核和查验，以保证监测成果的准确性。主持和参加稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持监测的人员构成见表 1.3-1。

表 1.3-1 项目组人员配备表

序号	姓名	职务	职称	专业	备注
1	陈兴	总监测工程师	高级工程师	水土保持	监测培训证
2	郭应宗	监测工程师	高级工程师	水土保持	监测培训证
3	周津	监测工程师	高级工程师	水利水电工程	监测培训证
4	蒲云阳	监测工程师	高级工程师	林学	监测培训证
5	刘翻	监测员	工程师	水文与水资源工程	监测培训证
6	王杰	监测员	工程师	水利水电工程	监测培训证

1.3.3 监测点布设

由于本项目监测项目组进场时，工程已完工，根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），结合现场情况，布设调查监测点。

本项目监测重点区域为道路挖填边坡，排水沟出口，绿化区域、弃渣场等。

监测项目组在监测期内先后多次进场采用调查监测（查阅资料、询问、巡查、典型调查、抽样调查、植物样方）并结合无人机低空遥感监测等监测方法进行监测。本工程共布置水土保持监测点7个。

表1.3-2 水土保持监测点布置情况

监测分区	监测点	监测点位置	监测内容	监测方法
主体工程区	1#监测点	K25+270	道路边坡、排水沟出口、绿化区域	调查监测、遥感监测
	2#监测点	LK5+250	路基路面、桥梁	调查监测
施工生产生活场地区	3#监测点	K2+400	水土保持措施效果	调查监测
	4#监测点	K28+500	水土保持措施效果	调查监测
	5#监测点	K31+420	水土保持措施效果	调查监测
弃渣场区	6#监测点	16#弃渣场	水土保持措施效果	调查监测、遥感监测
	7#监测点	20#弃渣场	水土保持措施效果	调查监测、遥感监测

1.3.4 监测设施设备

水土保持监测设备主要有坡度仪、经纬仪、GPS、皮尺、卷尺、坡度仪、数码相机、摄影机、天平、汽车、无人机等，详见表 1.3-5 如图 1.3-2 所示。

表 1.3-5 监测设备种类及数量

序号	项目名称	单位	数量	备注
一	土建设施			
1	观测设施	处	4	
二	消耗性材料费			
1	办公材料	套	10	
2	实验材料	套	10	
3	取样材料	套	10	
4	其它工具	套	2	
三	水土保持监测设备			
1	径流泥沙观测设备			
①	称重仪器（电子天平、台秤）	台	2	折旧年限 5 年
②	流速仪	台	2	折旧年限 10 年
③	比重仪	个	1	折旧年限 9 年
2	降雨、风速观测仪器			
①	自记雨量计	套	2	折旧年限 10 年
②	风速仪	把	2	
3	植被调查设备			
①	植被高度观测仪器（测高仪）	个	3	折旧年限 10 年
②	覆盖度监测网	个	8	
③	地径、胸径测量（游标卡尺）	把	2	
④	郁闭度（测绳）	m	200	
4	扰动面积、开挖、回填、弃渣量调查			
①	无人机	套	1	折旧年限 5 年
②	GPS 定位仪	套	2	折旧年限 5 年
③	测绳	m	200	
④	坡度仪	把	2	
⑤	罗盘	个	1	
⑥	卷尺	把	2	
⑦	皮尺（50m）	把	1	
⑧	皮尺（100m）	把	1	
⑨	测距仪	把	1	
5	其他设备			
①	车辆	辆	1	租用
②	摄像机	台	1	
③	数码照相机	台	2	
④	笔记本电脑	台	4	
⑤	对讲机	台	4	折旧年限 3 年
⑥	全站仪	台	1	折旧年限 5 年
⑦	铁锹	把	2	

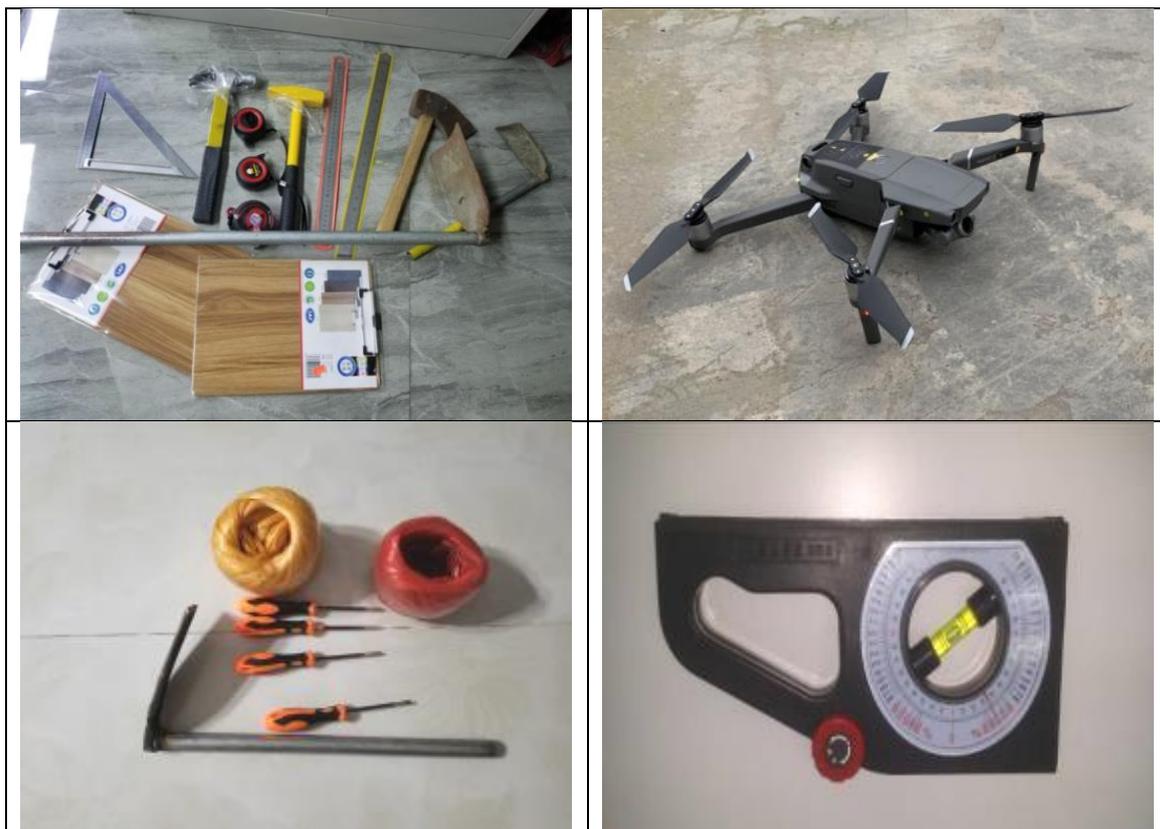


图 1.3-1 监测设备

1.3.5 监测技术方法

结合本项目的实际建设情况，水土保持监测主要采用了调查监测和遥感监测相结合的监测方法进行监测。

表1.3-6水土保持监测内容和方法

序号	监测内容	监测方法	监测频次
1	水土流失量的监测	导则计算	监测频次为 2次
2	水土保持设施运行的情况	对各监测项目区内的工程措施的质量、完好性、稳定性进行普查，对排水沟等工程质量实施抽查，对不同植物措施的成活率、生长状况进行样方调查。根据监测结果，对水土保持设施允许情况进行综合评价	
3	水土保持效益监测	防治效果：根据监测结果对扰动土地整治率、造成水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率、林草覆盖率等六项指标进行定量计算	

1.3.6 监测阶段成果

2023 年 1 月我公司接到监测委托后，及时开展监测工作，监测组制定了切实可行的监测计划，并深入现场对水土保持措施实施情况进行全面监测。2023 年 2 月，编写完成《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持监测实施方案》，并及

时向水行政主管部门及建设单位报送。

根据监测结果，填写完成《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持回顾性调查监测季度报告表》1份，水土保持监测季度报告表2份，监测原始记录表2份，并报送了建设单位、四川省水利厅和木里县水利局。

2023年2月，水土保持监测单位在监测任务完成后编写完成《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

按照水保方案报告书的要求,结合水利部文件“水保〔2009〕187号”文、“川水函〔2018〕887号”和“办水保〔2015〕139号”文中监测内容及重点和《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》(GB/T51240-2018)等中的相关规定对项目进行监测。

2.1 扰动土地情况

根据本项目建设特点、水土流失特性和水土保持监测目标,确定扰动土地情况的监测内容与方法。扰动土地情况监测内容主要包括:扰动范围、扰动面积、土地利用类型及其变化等。具体监测方法及监测频次情况见表2.1-1。

表2.1-1 扰动土地情况监测情况表

序号	监测分区	监测内容	监测方法	监测频次
1	主体工程区	扰动范围、面积、土地利用、类型等变化情况	调查监测	根据实际情况灵活调整监测次数
2	施工便道区			
3	施工场地区			
4	弃渣场区			

2.2 取料(土、石)、弃渣(土、石等)

(1) 无取料场。

(2) 弃渣(土、石)的监测内容包括弃渣场的数量、位置、弃渣来源、方量、占地面积、使用时间、表土剥离、防治措施落实情况等,计算拦渣率。根据实际情况,布设了2处弃渣场2处渣场场址均无不良地质,弃渣场汇水面积小。根据现场踏勘情况,启用的渣场均布设有挡墙措施,措施发挥效益良好。本项目弃渣总量为22.720万 m^3 (松方),渣场级别为5级,属坡地型渣场。经查阅施工资料,在堆渣过程中进行了分层压实处理。

2.3 水土保持措施

通过现场调查及资料分析,按照水土保持方案设计的防治措施体系,在监测过程中对各分区的工程措施、植物措施位置数量以及实施时间和防治效果等进行监测,详见表2.3-1。

表 2.3-1 水土保持措施监测情况表

序号	监测分区	监测内容	监测方法	监测频次
1	主体工程区	措施类型、实施进度、位置、规格、林草覆盖率、防治效果和运行情况等	调查监测	2次
2	施工便道区			

3	施工场地区			
4	弃渣场区			

2.4 水土流失情况

项目建设对水土流水的影响主要是工程施工活动。根据工程建设实际情况和批复方案对水土保持监测的要求，结合现场调查分析，水土流失的重点区域是主体工程区、弃渣场区。

参考批复的水保方案，确定项目区水土流失类型主要为水力侵蚀。

因项目在施工活动过程中进行了土石方开挖回填活动，水土流失量增大。在项目区建设完成后，由于及时采取了工程措施和植物措施进行防护，在运行期水土流失达到防治标准，水土流失量较小。水土流失主要采用导则计算。监测内容、方法及频次情况见表 2.4-1。

表 2.4-1 水土流失监测情况表

序号	监测分区	监测内容	监测方法	监测频次
1	主体工程区	水土流失面积、土壤流失量、水土流失危害等	导则计算	根据实际情况灵活调整监测次数
2	施工便道区			
3	施工场地区			
4	弃渣场区			

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

(1) 根据批复的水土保持方案，本工程水土流失防治责任范围为项目建设区和直接影响区，共计 175.56hm²。

批复的水土流失防治责任范围详见表 3.1-1 所示。

表 3.1-1 批复方案的防治责任范围

防治区		防治责任范围 (hm ²)		
		工程建设区	直接影响区	合计
主体工程区	路基路面工程	93.02	48.48	141.50
	桥涵工程	0.87	0.68	1.55
施工生产生活设施区		6.50	1.22	7.72
施工便道区		2.44	3.79	6.23
弃渣场区		16.42	1.75	18.17
拆迁安置区			0.39	0.39
合计		119.25	56.31	175.56

(2) 本工程各监测区水土流失防治责任范围共监测了 2 次，监测结果详见每季度的监测季度报告表。根据对每季度的监测季度报告表进行统计分析得出各个监测区实际的水土流失防治责任范围，详见表 3.1-2。

表 3.1-2 工程实际水土流失防治范围表

防治区		防治责任范围 (hm ²)		
		工程建设区	直接影响区	合计
主体工程区	路基路面工程	92.63	/	92.63
	桥涵工程	0.87	/	0.87
施工生产生活设施区		3.24	/	3.24
施工便道区		1.21	/	1.21
弃渣场区		2.26	/	2.26
拆迁安置区			/	
合计		100.21	/	100.21

(3) 水保方案批复的水土流失防治责任范围为 175.56hm²。建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为 100.21hm²，与方案批复的面积相比减少了 75.35hm²。水土流失防治责任范围变化对比见表 3.1-3 所示。

表 3.1-3 水土流失防治责任范围变化情况对比表

防治区		防治责任范围 (hm ²)		
		方案设计	建设期实际发生	变化情况 (增+/-)
主体工程区	路基路面工程	93.02	92.63	-0.39
	桥涵工程	0.87	0.87	0
施工生产生活设施区		6.50	3.24	-3.26
施工便道区		2.44	1.21	-1.23
弃渣场区		16.42	2.26	-14.16
拆迁安置区				0
直接影响区		56.31		-56.31
合计		175.56	100.21	-75.35

防治责任范围变化的原因如下:

1、主体工程线路进行调整,道路长度减少 3.88km,相应的占地面积减少,导致主体工程区水土流失防治责任范围减少了 0.39hm²。

2、批复的水土保持方案规划 20 个弃渣场,实际过程中仅启用了 2 处,从而使得弃渣场区水土流失防治责任范围减少,导致弃渣场区水土流失防治责任范围减少了 14.16hm²。

3、实际施工阶段的施工便道根据弃渣场进行布置,多数路段可利用已有公路,仅局部路段需对原道路进行加宽改造和新建部份施工便道,因此施工便道占地面积有所减少,水土流失防治责任范围减少了 1.23hm²。

4、实际施工阶段的施工场地采用永临结合、新建和租用的方式布置,导致施工生产生活设施区水土流失防治责任范围减少了 3.26hm²。

5、施工过程中严格控制施工范围,直接影响区未发生,防止责任范围减少 56.31hm²。

综上,实际发生的水土流失防治责任范围较方案实际减少 75.35hm²。

3.1.2 背景值监测

根据监测资料分析,项目建设区面积 100.21hm²,建设期扰动土地面积 100.21hm²,扰动土地利用类型为耕地,林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地。

根据批复的水土保持方案,土壤侵蚀模数背景值为 2568t/km² a。施工期间对扰动地表进行了治理,试运行期基本不会对地表造成扰动。

3.1.3 建设期扰动土地面积

本项目水土保持监测接受委托时本项目已完工，因此截止 2023 年 2 月本项目扰动土地面积共计 100.21hm²。

施工期间对扰动的地表已经进行了治理，因此，试运行期基本不会对地表进行扰动。

3.2 取料监测结果

本工程施工过程中所需成品砂石料均从附近合法料场购买，成品料场的水土流失防治责任由料场业主负责。由于工程所需砂石原料远远小于该成品料场的供应量，不存在因工程建设而扩大生产规模的问题，因此砂石料供应产生的水土流失也应由料场业主负责防治。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据四川省水利厅批复的《稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持方案报告书》，工程建设共规划 20 处弃渣场，占地面积 16.42hm²，堆放弃渣 109.29 万 m³（松方）。批复方案弃渣场设置情况见表。

表 3.3-1 批复方案中弃渣场设置一览表

渣场编号	弃方 (万 m ³)		集渣起边桩号			弃渣桩号	渣场占地 (hm ²)	堆渣高程 (m)	堆渣容量 (万 m ³)	最大堆高 (m)	上游集水面积 (hm ²)	占地面积及类型 (hm ²)			渣场类型
	自然方	松方										灌木林地	其他草地	内陆滩涂	
1	3.86	5.42	K0+000	~	K3+500	K2+100 左侧	1.19	1874~1880	6.0	6.0	8		0.33	0.86	临河型
2	5.51	7.70	K3+500	~	K7+000	K4+300 左侧	1.04	1845~1859	8.0	14.0	9		0.71	0.33	临河型
3	3.13	4.35	K7+000	~	K9+489	K6+650 左侧	0.61	1836~1848	5.0	12.0	4		0.38	0.23	临河型
4	1.79	2.46	K9+489	~	K12+500	K12+100 左侧	0.41	1655~1665	3.0	10.0	5		0.28	0.13	临河型
5	3.98	5.50	K12+500	~	K15+500	K13+500 左侧	0.85	1634~1646	6.0	12.0	4		0.61	0.24	临河型
6	6.17	8.56	K15+500	~	K18+600	K18+050 左侧	1.09	1574~1588	9.0	14.0	12		0.81	0.28	临河型
7	4.44	6.19	K18+600	~	K21+000	K19+500 左侧	0.76	1558~1580	7.0	22.0	10	0.46		0.30	临河型
8	6.90	9.62	K21+000	~	K24+500	K21+400 左侧	1.13	1547~1567	10.0	20.0	6	0.52	0.30	0.31	临河型
9	7.21	10.54	K24+500	~	K28+000	K25+000 左侧	1.34	1537~1555	11.0	18.0	7	0.51	0.60	0.23	临河型
10	4.06	5.28				K27+700 左侧	1.05	1512~1520	6.0	8.0	9	0.35	0.37	0.33	临河型
11	9.39	13.07	K28+000	~	K31+500	K31+100 左侧	1.55	1508~1532	15.0	24.0	10	0.50	0.54	0.51	临河型
12	4.39	6.05	K31+500	~	K35+000	K33+700 左侧	1.02	1506~1528	7.0	22.0	8	0.36	0.38	0.28	临河型
13	1.07	1.45	K35+000	~	K37+105	K35+800 左侧	0.40	1495~1501	2.0	6.0	5		0.19	0.21	临河型
14	1.51	2.01	K37+105	~	K39+500	K37+600 左侧	0.55	1495~1500	2.5	5.0	5		0.30	0.25	临河型
15	4.86	6.65	K39+500	~	K42+000	K41+700 左侧	0.67	1648~1676	8.0	26.0	7	0.67			谷坡型
16	0.69	0.92	K42+000	~	K45+500	K44+000 左侧	0.30	1678~1692	2.0	14.0	4	0.30			沟道型
17	4.42	6.08	K45+500	~	K48+680	K47+200 左侧	0.64	1748~1774	7.0	26.0	6	0.64			沟道型
18	0.55	0.73	K48+680	~	K50+500	K49+500 左侧	0.30	1759~1768	1.5	9.0	5		0.30		谷坡型
19	3.75	5.19	K50+500	~	K55+395.55	K52+100 左侧	1.25	1663~1675	6.0	12.0	7	1.25			谷坡型
20	1.08	1.51	LK0+000	~	K6+112.85	LK3+100	0.27	1867~1876	2.0	9.0	4		0.27		谷坡型
合计	78.77	109.29					16.42		124.00			6.14	6.37	3.91	

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及取料量监测结果

经查阅施工资料、监理资料和现场调查情况，本项目在施工过程中严格按照批复的水土保持方案布置弃渣场，且启用的弃渣场位置与批复的水土保持方案一致，符合水土保持相关要求。本工程实际设置弃渣场 2 处，各弃渣场特性详见表 3.3-2。

表 3.3-2 实际设置弃渣场特性表

序号	中心桩号	容量 (万 m ³)	堆渣量		平均堆渣高度 (m)	最大堆高	占地面积 (hm ²)	占地类型	渣场类型
			(自然方, 万 m ³)	(松方, 万 m ³)					
1#	K42+000	8.52	7.58	9.85	5.62	17.2	1.05	草地	坡地型
2#	K44+200	10.52	9.85	12.87	6.55	18.7	1.21	草地	坡地型
合计		19.04	17.43	22.72			2.26		

*中心桩号为施工图阶段桩号

3.4 土石方流向情况监测结果

根据监测结果分析，本项目挖方 96.32 万 m³ (含表土剥离 3.99 万 m³)，填方 78.89 万 m³ (含绿化覆土 3.99 万 m³)，无借方，弃方 17.43 万 m³ (自然方)。本项目土石方分析详见表 3.4-1。

3 重点部位水土流失动态监测

表 3.4-1 工程土石方量表 (单位: 万 m³)

序号	工程项目		挖方 (m ³)			填方 (m ³)			调入 (m ³)	调出 (m ³)	弃方 (自然方) (m ³)		弃方 (松方) (m ³)	
			表土	一般土石方	小计	表土	一般土石方	小计			一般土石方	小计	一般土石方	小计
1	主体工程	路基工程 (含桥涵)	3.75	92.33	96.08	3.75	74.90	80.52			17.43	17.43	22.72	22.72
	小计		3.75	92.33	96.08	3.75	74.90	80.52			17.43	17.43	22.72	22.72
2	弃渣场		0.24			0.24		0.24						
	合计		3.99	92.33	96.32	3.99	74.90	78.89			17.43	17.43	22.72	22.72

本项目施工阶段土石方工程量较方案设计阶段有所减少，减少的主要原因如下：

1、编制方案时处于可研阶段，经过后续设计的深入及细化，以及实际施工过程中的填方综合利用，土石方量有所减少。

2、实际施工过程中主体工程对开挖的土石方作为道路填方最大限度的进行了综合利用，因此实际弃方量减少。

3、施工图设计阶段调整了部分道路走线，缩短了线路长度，土石方量有所减少。

本项目土石方变化见表 3.4-2 所示。

表 3.4-2 项目土石方平衡及变化情况表（单位：万 m³）

工程项目	类型	方案			实际			挖方实际与方案对比 (+/-)	填方实际与方案对比 (+/-)	弃方实际与方案对比 (+/-)
		挖方	填方	弃方	挖方	填方	弃方			
主体工程区	表土	3.70	3.70		3.75	3.75		0.05	0.05	
	土石方	127.99	49.22	78.77	92.33	74.90	17.43	-35.66	25.68	-61.34
	小计	131.69	52.92		96.08	78.65		-35.61	25.73	0.00
弃渣场区	表土	2.50	2.50		0.24	0.24		-2.26	-2.26	0.00
	小计	2.50	2.50		0.24	0.24		-2.26	-2.26	0.00
合计		134.19	55.42	78.77	96.32	78.89	17.43	-37.87	23.47	-61.34

4 水土流失防治措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

1、主体工程区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，主体工程区设计的工程措施有表土剥离、绿化覆土、拱形骨架护坡、截水沟、排水沟等，详见表 4.1-1。

表4.1-1主体工程区工程措施设计情况表

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
主体工程区	拱形骨架护坡 (m ²)	2014 年	30056	/	扰动区域	
	表土剥离 (万 m ³)	2014 年	3.70	平均剥离厚度 10~20cm	绿化区域	
	绿化覆土 (万 m ³)	2016 年	3.70	平均覆土厚度 10~20cm	挖方边坡	
	排水沟 (m ³)	2014 年~2016 年	25332	/	边沟与涵管之间	
	截水沟 (m ³)	2014 年~2016 年	1272	/	挖方边坡坡脚	

2、施工便道区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，施工便道区设计的工程措施主要为土地整治，详见表 4.1-3。

表4.1-3施工便道区工程措施设计情况表

措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
土地整治 (hm ²)	2016 年	2.44	/	扰动区域	

3、施工生产生活设施区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，施工生产生活设施区设计的工程措施主要为土地整治，详见表 4.1-4。

表 4.1-4 施工生产生活设施区工程措施设计情况表

措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
土地整治 (hm ²)	2016 年	6.50	/	扰动区域	

4、弃渣场区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，弃渣场区设计的工程措施主要为排水沟、挡渣墙、表土剥离、绿化覆土，详见表 4.1-5。

表4.1-5弃渣场区工程措施设计情况表

措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
----	--------	----	-----------	------	----

措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
排水沟 (m ³)	2014 年~2015 年	1568	截、排水沟断面底宽 0.5m, 沟深 0.5m, 边坡取 1:1	渣场周围	
格宾挡土墙 (m)	2014 年~2015 年	2274.9	/	渣场下侧	
浆砌石挡墙	2014 年~2015 年	220.8	/	渣场下侧	
表土剥离 (万 m ³)	2014 年	2.50	平均剥离厚度 40~60cm	扰动区域	
绿化覆土 (万 m ³)	2016 年	2.50	平均覆土厚度 40~60cm	绿化区域	

4.1.2 工程措施实施情况

本工程各监测区工程措施采用调查监测,即在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上,实地调查,测量,并拍摄照片或录像。共监测了 2 次,每次监测详细记录了各个监测区工程措施的实施时间、类型、数量、分布和完好程度,同时拍摄了照片或录像。各监测区工程措施实施情况如下:

1、主体工程区

主体工程区实施的工程措施为表土剥离、绿化覆土、土地整治、截水沟、排水沟、沉沙池等,详见表 4.1-6 和图 4.1-1 所示。

表4.1-6主体工程区工程措施实施情况表

措施	实施时间	规模	标准、规格、材质等	实施位置	备注
表土剥离	2016 年 8 月	3.74	平均剥离厚度 10~20cm	占用的耕地、林地草地	
绿化覆土	2018 年 5 月~2020 年 6 月	3.74	平均覆土厚度 10~20cm	绿化区域	
土地整治	2018 年 5 月~2020 年 6 月	38.11	推高填低	绿化区域	
排水沟	2016 年 8 月~2020 年 4 月	10	底宽 40cm, 深 50cm, 衬砌厚度 20cm	挖方边坡坡脚	
截水沟	2017 年 8 月~2019 年 10 月	1723	底宽 40cm, 深 50cm, 坡比 1:1, 衬砌厚, 20cm	挖方边坡坡顶	
沉沙池	2017 年 8 月~2019 年 10 月	26287	1.5m × 1.5m × 2.0m	排水沟出口接涵管处	



边沟



图 4.1-1 措施实施情况

2、施工便道区

施工结束后对扰动区域进行了土地整治，详见表 4.1-7。

表 4.1-7 施工便道区水土保持措施工程量表

措施	实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
土地整治 (hm ²)	2018 年	3.97	堆高填低	扰动区域	

3、施工生产生活设施区

施工生产生活设施区实施的工程措施为土地整治等，详见表 4.1-8。

表 4.1-8 施工生产生活设施区工程措施实施情况表

措施	实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
土地整治 (hm ²)	2018 年	3.97	堆高填低	扰动区域	

4、弃渣场区

弃渣场区实施的工程措施为挡渣墙、表土剥离、绿化覆土等，详见表 4.1-9 和图 4.1-2 所示。

表 4.1-9 弃渣场区工程措施实施情况表

措施	实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
格宾挡土墙 (m)	2017 年	205	单个石笼规格为 1m×1m×1m	渣场下侧	
浆砌石挡墙 (m)	2017 年	115	挡渣墙形式设置为重力式，挡渣墙顶宽为 1.0m，内边坡直立，外边坡 1: 0.60，无底座，埋入地下 0.50m，底宽 2.0m	渣场下侧	
排水沟 (m)	2017	152	底宽 40cm，深 50cm，衬砌厚度 20cm	堆渣区域	
表土剥离 (万 m ³)	2017 年	0.24	平均剥离厚度 20~30cm	扰动区域	
绿化覆土 (万 m ³)	2019 年	0.24	平均覆土厚度 20~30cm	绿化区域	

措施	实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
土地整治 (hm ²)	2019 年	2.21	推高填低		



图 4.1-6 工程措施实施情况

4.1.3 工程措施监测结果

根据现场监测结果及查阅相关资料，工程建设以来，建设单位基本按照批复的水土保持方案，并结合工程实际分阶段实施了各项水土保持工程措施，基本能够发挥水土保持防护效果，质量合格，达到了水土流失防治要求。同时施工单位严格控制扰动范围，在一定程度上减少了水土流失。

稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程完成的水土保持工程措施包括：表土剥离 3.99 万 m³、绿化覆土 3.99 万 m³、土地整治 27.29hm²、排水沟 24727m³、截水沟 972m³、沉沙池 5 座、格宾挡土墙 205m、浆砌石挡墙 115m。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

1、主体工程区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，主体工程区设计的植物措施为撒播灌草、喷播植草，详见表 4.2-1。

表4.2-1主体工程区植物措施设计情况表

措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
撒播灌草 (hm ²)	2016 年	18.45	高羊茅和早熟禾混合草种混播密度 1:1，播撒密度为 30kg/hm ²	绿化区域	
喷播植草 (hm ²)	2016 年	29.58	喷播前清理坡面碎石、松散层，自上而下锚钉固定钢丝后，进行喷播施工	挖方边坡	

2、弃渣场区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，弃渣场区设计的植物措施为撒播灌草、栽植灌木，详见表 4.2-2。

表4.2-2弃渣场区植物措施设计情况表

措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
撒播灌草 (hm ²)	2016 年	16.42	高羊茅和早熟禾混合草种混播密度 1:1, 播撒密度为 30kg/hm ²	绿化区域	
栽植灌木 (株)	2016 年	8925	灌木选用马桑或沙棘	绿化区域	

3、施工便道区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，施工便道区设计的植物措施为撒播灌草、栽植灌木，详见表 4.2-3。

表4.2-3施工便道区植物措施设计情况表

措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
撒播灌草 (hm ²)	2016 年	2.44	高羊茅和早熟禾混合草种混播密度 1:1, 播撒密度为 30kg/hm ²	绿化区域	
栽植灌木 (株)	2016 年	8133	灌木选用马桑或沙棘	绿化区域	

4、施工生产生活设施区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，施工生产生活设施区设计的植物措施为撒播灌草、栽植灌木，详见表 4.2-4。

表 4.2-4 施工生产生活设施区植物措施设计情况表

措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
撒播灌草 (hm ²)	2016 年	6.50	高羊茅和早熟禾混合草种混播密度 1:1, 播撒密度为 30kg/hm ²	绿化区域	
栽植灌木 (株)	2016 年	20000	灌木选用马桑或沙棘	绿化区域	

4.2.2 植物措施监测实施情况

本工程各监测区植物措施采用调查监测，即在综合分析相关资料的基础上，设置植物样地、实地调查，测量，并拍摄照片或录像。共监测了 2 次，详细记录了各个监测区植物措施的实施时间、类型、面积、分布、成活率、保存率、生长状况、植郁闭度与盖度、林草覆盖率，同时拍摄了照片或录像。各监测区植物措施实施情况如表 4.2-6 和图 4.2-1 所示。

表 4.2-6 各分区植物措施实施情况表

措施类型	措施名称	单位	数量	标准/规格/尺寸	实施位置	实施时间
主体工程区	撒播灌草	hm ²	20.58	高羊茅和早熟禾混合草种混播密度 1:1, 播撒密度为 30kg/hm ²	绿化区域	2019 年 4 月至 2020 年 6 月

4 水土流失防治措施监测结果

	喷播植草	hm ²	21.32	喷播前清理坡面碎石、松散层，自上而下锚钉固定钢丝后，进行喷播施工	挖方边坡	2018年5月至 2020年6月
	抚育管理	hm ²	20.58	包括锄耕、灌水、禁牧、禁伐、间伐抚育等管理措施	绿化区域	2018年5月~2020 年11月
弃渣场区	撒播灌草	hm ²	2.21	高羊茅和早熟禾混合草种混播密度1:1，播撒密度为30kg/hm ²	绿化区域	2019年3月-2019 年5月
	栽植灌木	株	872	灌木选用马桑或沙棘	绿化区域	2019年3月-2019 年5月
施工便道区	撒播灌草	hm ²	1.21	高羊茅和早熟禾混合草种混播密度1:1，播撒密度为30kg/hm ²	绿化区域	2018年4月-2018 年6月
	栽植灌木	株	4558	灌木选用马桑或沙棘	绿化区域	2018年4月-2018 年6月
施工生产生活设施区	撒播灌草	hm ²	3.24	高羊茅和早熟禾混合草种混播密度1:1，播撒密度为30kg/hm ²	绿化区域	2019年6月-2020 年7月
	栽植灌木	株	8200	灌木选用马桑或沙棘	绿化区域	2019年6月-2020 年7月



图 4.2-1 实施的植物措施现状

4.2.3 植物措施监测结果

根据现场监测结果及查阅相关资料，工程建设以来，建设单位基本按照批复的水土

保持方案，并结合工程实际分阶段实施了各项水土保持植物措施，覆盖效果良好，质量合格，达到了水土流失防治要求。

稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程完成的水土保持植物措施包括：撒播灌草 24.05hm²、喷播植草 21.32hm²、栽植灌木 13630 株、抚育管理 26.08hm²。

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

1、主体工程区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批复，主体工程区设计的临时措施有防护网、立柱、防雨布、临时沉沙池、临时排水沟等，详见表 4.3-1。

表 4.3-1 主体工程区工程措施设计情况表

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
主体工程区	防护网 (hm ²)	2014 年~2016 年	1.24	/	开挖面	
	立柱 (根)	2014 年~2016 年	3100	用切割机将铁杆分割成 2.0m/段,人工开挖土坑,将铁杆埋入地下 0.5m	开挖面和临时堆土周围	
	防雨布 (hm ²)	2014 年~2016 年	2.48	将防雨布铺在堆土(或堆料)表面,并用砖石压护	开挖面和临时堆土周围	
	临时排水沟 (m)	2014 年~2016 年	20	临时排水沟采用梯形断面,底宽 0.4m,深 0.4m,坡比 2:1	开挖面和临时堆土周围	
	临时沉沙池 (座)	2014 年~2016 年	3119	梯形土沟,底宽 0.4 m,深 0.4 m,边坡 1: 0.5	排水出口	

2、弃渣场区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，弃渣场区设计的临时措施有防雨布、土袋拦挡等，详见表 4.3-2。

表4.3-2弃渣场区临时措施设计情况表

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
弃渣场区	土袋拦挡 (m ³)	2014 年~2016 年	960	土袋挡墙设计规格为高 1.0m,宽 0.6m	临时堆土周围	
	防雨布 (hm ²)	2014 年~2016 年	1.77	将防雨布铺在堆土(或堆料)表面,并用砖石压护	临时堆土周围	

3、施工便道区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文，施工便道区设计的临时措施有临时排水沟、临时沉沙池等，详见表 4.3-3。

表4.3-3施工便道区临时措施设计情况表

4 水土流失防治措施监测结果

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
施工便道区	临时排水沟(m)	2014年~2016年	5410	临时排水沟采用梯形断面,底宽0.4m,深0.4m,坡比2:1	开挖面和临时堆土周围	
	临时沉沙池(座)	2014年~2016年	18	梯形土沟,底宽0.4m,深0.4m,边坡1:0.5	排水出口	

4、施工生产生活设施区

根据四川省水利厅批复的水土保持方案及批文,施工生产生活设施区设计的临时措施有防雨布、临时排水沟、临时沉沙池等,详见表4.3-4。

表4.3-4施工生产生活设施区临时措施设计情况表

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
施工生产生活设施区	防雨布(hm ²)	2014年~2016年	3856	将防雨布铺在堆土(或堆料)表面,并用砖石压护	开挖面和临时堆土周围	
	临时排水沟(m)	2014年~2016年	5410	临时排水沟采用梯形断面,底宽0.4m,深0.4m,坡比2:1	开挖面和临时堆土周围	
	临时沉沙池(座)	2014年~2016年	32	梯形土沟,底宽0.4m,深0.4m,边坡1:0.5	排水出口	

4.3.2 临时措施监测实施情况

本工程各监测区临时措施采用调查监测,即在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上,实地调查,测量,并拍摄照片或录像。共监测了2次,详细记录了各个监测区临时措施的实施时间、类型、数量、分布,同时拍摄了照片或录像。各监测区临时措施实施情况如下:

1、主体工程区

主体工程区实施的临时措施为防护网、立柱、防雨布、临时沉沙池、临时排水沟等,详见表4.3-5所示。

表4.3-5主体工程区临时措施实施情况表

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
主体工程区	防护网(hm ²)	2016年8月~2020年4月	2.52	/	开挖面	
	立柱(根)	2016年8月~2020年4月	3158	用切割机将铁杆分割成2.0m/段,人工开挖土坑,将铁杆埋入地下0.5m	开挖面和临时堆土周围	
	防雨布(hm ²)	2016年8月~2020年4月	3.96	将防雨布铺在堆土(或堆料)表面,并用砖石压护	开挖面和临时堆土周围	

4 水土流失防治措施监测结果

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
	临时排水沟(m)	2016年	7562	临时排水沟采用梯形断面,底宽0.4m,深0.4m,坡比2:1	开挖面和临时堆土周围	
	临时沉沙池(座)	2016年	21	梯形土沟,底宽0.4m,深0.4m,边坡1:0.5	排水出口	

2、弃渣场区

弃渣场区实施的临时措施为防雨布、土袋拦挡等,详见表4.3-6。

表4.3-2弃渣场区临时措施设计情况表

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
弃渣场区	土袋拦挡(m ³)	2016年-2019年	245	土袋挡墙设计规格为高1.0m,宽0.6m	临时堆土周围	
	防雨布(hm ²)	2016年-2019年	0.52	将防雨布铺在堆土(或堆料)表面,并用砖石压护	临时堆土周围	

3、施工便道区

施工便道区实施的临时措施为临时排水沟、临时沉沙池等,详见表4.3-7所示。

表4.3-3施工便道区临时措施设计情况表

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
施工便道区	临时排水沟(m)	2016年8月至2018年3月	2750	临时排水沟采用梯形断面,底宽0.4m,深0.4m,坡比2:1	开挖面和临时堆土周围	
	临时沉沙池(座)	2016年8月至2018年3月	9	梯形土沟,底宽0.4m,深0.4m,边坡1:0.5	排水出口	

4、施工生产生活设施区

施工生产生活设施区实施的临时措施为防雨布、临时排水沟、临时沉沙池等,详见表4.3-8所示。

表4.3-8施工生产生活设施区临时措施实施情况表

防治分区	措施	计划实施时间	规模	标准、规格、材质等	措施位置	备注
施工生产生活设施区	防雨布(hm ²)	2017年至2020年	0.17	将防雨布铺在堆土(或堆料)表面,并用砖石压护	开挖面和临时堆土周围	
	临时排水沟(m)	2017年至2020年	2750	临时排水沟采用梯形断面,底宽0.4m,深0.4m,坡比2:1	开挖面和临时堆土周围	
	临时沉沙池(座)	2017年至2020年	9	梯形土沟,底宽0.4m,深0.4m,边坡1:0.5	排水出口	

4.3.3临时措施监测结果

本工程各监测区临时措施采用调查监测,共监测了2次。对监测资料(监测季度报告表、监测记录、影像、照片等)进行了详细分析,分析结果表明:工程建设以来,建

设单位基本按照批复的水土保持方案及后续设计,结合工程施工进展实施了各项水土保持临时措施,实施的各项水土保持临时措施防治水土流失明显,效果显著。

稻城亚丁至云南三江口公路(木里境)新建工程完成的水土保持临时措施包括:防护网 2.52hm²、立柱 3158 根、防雨布 4.65hm²、土袋挡墙拦挡 245m³、临时沉沙池 48 座、临时排水沟 13562m。

4.4 水土保持措施防治效果

根据监测资料分析,主体工程监测区、施工便道监测区、施工生产生活场地监测区、弃渣场监测区总体按水土保持方案实施了各项水土保持措施,各项已建成的水土保持措施保存完好,试运行情况良好,布局合理,符合水土保持和工程建设要求,水土流失防治效果明显。

1、主体工程监测区

通过核查施工过程、监理、监测相关资料及结合现场情况,主体工程监测区主要实施了表土剥离、绿化覆土、土地整治、截水沟、排水沟、沉沙池、撒播灌草、抚育管理、防雨布、土袋、土工布围栏、临时排水沟等水土保持措施。

主体工程监测区水土保持措施完成情况与批复的水保方案对比情况详见表 4.4-1。

表 4.4-1 主体工程监测区方案与实际完成工程量对比表

防治分区	措施类型	措施名称	单位	方案设计	实际完成	变化情况
主体工程区	工程措施	拱型骨架护坡	m ²	30056	0	-30056
		表土剥离	万 m ³	3.70	3.75	0.05
		绿化覆土	万 m ³	3.70	3.75	0.05
		土地整治	hm ²		20.58	20.58
		排水沟	m ³	25332	24575	-757
		截水沟	m ³	1272	972	-300
		沉沙池	座		5	5
	植物措施	撒播灌草	hm ²	18.45	20.58	2.13
		喷播植草	hm ²	29.58	21.32	-8.26
		抚育管理	hm ²		20.58	20.58
	临时措施	防护网	hm ²	1.24	2.52	1.28
		立柱	根	3100	3158	58
		防雨布	hm ²	2.48	3.96	1.48
		临时沉沙池	座	20	21	1
		临时排水沟	m	3119	7562	4443

2、弃渣场监测区

通过核查施工过程、监理、监测相关资料及结合现场情况,弃渣场监测区主要实施了土地整治、挡渣墙、排水沟、表土剥离、绿化覆土、撒播灌草、栽植灌木、防雨布及土袋拦挡等水土保持措施。

弃渣场监测区水土保持措施完成情况与批复的水保方案对比情况详见表 4.4-2。

表 4.4-2 弃渣场监测区方案与实际完成工程量对比表

防治分区	措施类型	措施名称	单位	方案设计	实际完成	变化情况
弃渣场区	工程措施	格宾挡土墙	m	2274.9	205	-2069.9
		浆砌石挡墙	m	220.8	115	-105.8
		排水沟	m ³	1568	152	-1416
		表土剥离	万 m ³	2.5	0.24	-2.26
		土地整治	hm ²		2.21	2.21
		绿化覆土	万 m ³	2.5	0.24	-2.26
	植物措施	栽植灌木	株	54733	872	-53861
		撒播灌草	hm ²	16.42	2.21	-14.21
	临时措施	防雨布	hm ²	1.77	0.52	-1.25
		土袋挡墙拦挡	m ³	960	245	-715

3、施工便道监测区

通过核查施工过程、监理、监测相关资料及结合现场情况，施工便道区主要实施了临时排水沟、临时沉沙池、土地整治、撒播灌草、栽植灌木等水土保持措施。

施工便道监测区水土保持措施完成情况与批复的水保方案对比情况详见表 4.4-3。

表 4.4-3 施工便道区方案与实际完成工程量对比表

防治分区	措施类型	措施名称	单位	方案设计	实际完成	变化情况
施工便道区	工程措施	土地整治	hm ²	2.44	1.21	-1.23
	植物措施	栽植灌木	株	8133	4558	-3575
		撒播灌草	hm ²	2.44	1.21	-1.23
	临时措施	临时排水沟	m	5410	2750	-2660
		临时沉沙池	座	18	9	-9

4、施工生产生活设施区

通过核查施工过程、监理、监测相关资料及结合现场情况，施工生产生活设施区主要实施了防雨布、临时排水沟、临时沉沙池、土地整治、撒播灌草、栽植灌木等水土保持措施。

施工生产生活设施监测区水土保持措施完成情况与批复的水保方案对比情况详见表 4.4-3。

防治分区	措施类型	措施名称	单位	方案设计	实际完成	变化情况
施工生产生活设施区	工程措施	土地整治	hm ²	6.5	3.24	-3.26
	植物措施	栽植灌木	株	20000	8200	-11800
		撒播灌草	hm ²	6.5	3.24	-3.26
	临时措施	防雨布	m ²	3856	1750	-2106

4 水土流失防治措施监测结果

		临时排水沟	m	5410	3250	-2160
		临时沉沙池	座	32	18	-14

5、本项目水土保持措施汇总对比情况

本项目水土保持措施实际完成量与方案批复的措施量对比情况及变化原因分析详见表 4.4-5 所示。施工阶段，工程根据现场实际情况结合方案报告书要求，对部分措施进行了优化调整，工程实际完成水土保持措施较方案设计变化较小，且水土保持功能未降低，均能满足水土保持方案的防治要求。

表 4.4-5 实际完成和批复方案的水土保持工程措施工程量对比情况表

防治分区	措施类型	措施名称	单位	方案设计	实际完成	变化情况	变更情况及原因说明
主体工程区	工程措施	拱型骨架护坡	m ²	30056	0	-30056	项目经过后续的深入设计，采用水泥砂浆抹面及护肩墙保证边坡稳定，根据 GB50433-2018 附录 D,护坡、护面及护肩墙具有水土保持功能，但该措施不界定为水土保持措施
		表土剥离	万 m ³	3.70	3.75	0.05	根据工程实际计列
		绿化覆土	万 m ³	3.70	3.75	0.05	
		土地整治	hm ²		20.58	20.58	编制方案时未设计，实际施工过程中采取了此项措施，此项措施使得水土保持体系更加完整
		排水沟	m ³	25332	24575	-757	编制方案时处于可研阶段，经过后续设计的深入，主体工程线路进行调整，道路长度减少，导致措施量也随之减少
		截水沟	m ³	1272	972	-300	
		沉沙池	座		5	5	编制方案时未设计，实际施工过程中采取了此项措施，此项措施使得水土保持

4 水土流失防治措施监测结果

							体系更加完整
	植物措施	撒播灌草	hm ²	18.45	20.58	2.13	根据工程实际计列
		喷播植草	hm ²	29.58	21.32	-8.26	项目经过后续的深入设计,主体工程线路进行调整,道路长度减少,部分上边坡采用水泥砂浆抹面保证边坡稳定,导致措施量也随之减少
		抚育管理	hm ²		20.58	20.58	编制方案时未设计,实际施工过程中采取了此项措施,此项措施使得水土保持体系更加完整
	临时措施	防护网	hm ²	1.24	2.52	1.28	根据工程实际计列
		立柱	根	3100	3158	58	
		防雨布	hm ²	2.48	3.96	1.48	
		临时沉沙池	座	20	21	1	
		临时排水沟	m	3119	7562	4443	
弃渣场区	工程措施	格宾挡土墙	m	2274.9	205	-2069.9	编制方案时处于可研阶段,可研阶段对土石方量估略较大,经过后续的初步设计、施工图设计的深入细化,使得土石方量较可研阶段大幅降低,加上部分弃渣场征用困难,因此取消部分渣场设置,使得相应的工程措施量减小。
		浆砌石挡墙	m	220.8	115	-105.8	
		排水沟	m ³	1568	152	-1416	
		表土剥离	万 m ³	2.5	0.24	-2.26	
		土地整治	hm ²		2.21	2.21	
		绿化覆土	万 m ³	2.5	0.24	-2.26	
	植物措施	栽植灌木	株	54733	872	-53861	
		撒播灌草	hm ²	16.42	2.21	-14.21	
	临时措施	防雨布	hm ²	1.77	0.52	-1.25	
土袋挡墙拦挡		m ³	960	245	-715		
施工便道区	工程措施	土地整治	hm ²	2.44	1.21	-1.23	实际施工过程中由于弃渣场及施工场地数量减少,对应的施工便道数量减少,因此对应的措施也减少。
	植物措施	栽植灌木	株	8133	4558	-3575	
		撒播灌草	hm ²	2.44	1.21	-1.23	
	临时措施	临时排水沟	m	5410	2750	-2660	
临时沉沙池		座	18	9	-9		
施工生产生活设施	工程措施	土地整治	hm ²	6.5	3.24	-3.26	施工工区面积使用

4 水土流失防治措施监测结果

区	施						减少, 相对应的工程量减少
	植物措施	栽植灌木	株	20000	8200	-11800	
		撒播灌草	hm ²	6.5	3.24	-3.26	
	临时措施	防雨布	m ²	3856	1750	-2106	
		临时排水沟	m	5410	3250	-2160	
		临时沉沙池	座	32	18	-14	

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

(1) 施工准备期

从现场监测及收集的工程施工组织设计资料分析，本工程施工准备较短，主要是确定施工单位、招投标以及材料购买等，基本不会扰动地表，因此施工准备期项目区全部处于自然侵蚀，无加速水土流失面积。

(2) 施工期

本工程施工期从于 2016 年 8 月开工，2020 年 6 月底完工，总工期 46 个月。通过施工过程控制资料、监理记录资料、影像资料及现场调查，本工程施工期的水土流失面积为 100.21hm²。

(3) 试运行期

本工程试运行期间，水土流失面积减少，水土流失发生区域主要为各防治区绿化区域。试运行期的水土流失面积为 49.86hm²。

5.2 土壤流失量

本项目由于委托水土保持监测时间滞后（2023 年 1 月），水土保持监测项目组进场时本工程已完工，因此对本项目施工期间造成的水土流失量通过《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL 773-2018）进行测算。

5.3.1 土壤侵蚀模数选取

在水力作用下土壤流失量测算包括：植被破坏型一般扰动地表土壤流失量测算、地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量测算、上方无来水工程开挖面土壤流失量测算、上方有来水工程开挖面土壤流失量测算、上方无来水工程堆积体土壤流失量测算、上方有来水工程堆积体土壤流失量测算共六种测算公式。

根据本项目的实际情况，施工期间主体工程监测区、施工便道监测区、施工生产生活监测区、弃渣场监测区分别选取上方有来水工程开挖面土壤流失量测算、上方有来水工程堆积体土壤流失量测算、地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量测算三种模型

测算公式如下：

5.2.1.1 地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量测算

地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量测算公示如式 4-1 所示。

$$M_{yd} = RNKL_y S_y BETA \quad (\text{式 4-1})$$

式中:

M_{yd} ——地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量, t;

R ——降雨侵蚀力因子, $\text{MJ} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})$;

K ——土壤可蚀性因子,

L_y ——坡长因子, 无量纲;

S_y ——坡度因子, 无量纲;

B ——植被覆盖因子, 无量纲;

E ——工程措施因子, 无量纲;

T ——耕作措施因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm^2 ;

N ——地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数, 通常取 2.13。

5.2.1.2 上方有来水工程开挖面土壤流失量测算

上方有来水工程开挖面土壤流失量测算公示如式 4-2 所示。

$$M_{ky} = F_{ky} G_{ky} L_{Ky} S_{ky} A + M_{kw} \quad (\text{式 4-2})$$

式中:

M_{ky} ——上方有来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t;

F_{ky} ——上方有来水工程开挖面径流冲蚀力因子, MJ/hm^2 ;

G_{ky} ——上方有来水工程开挖面土质因子, $t \cdot \text{hm}^2 / (\text{hm}^2 \cdot \text{MJ})$;

L_{Ky} ——上方有来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡度因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm^2 ;

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t。

5.2.1.3 上方有来水工程堆积体土壤流失量测算

上方有来水工程堆积体土壤流失量测算公示如式 4-3 所示。

$$M_{dy} = F_{dy} G_{dy} L_{dy} S_{dy} A + M_{dw} \quad (\text{式 4-3})$$

式中:

M_{dw} ——上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量, t;

F_{dy} ——上方有来水工程堆积体径流冲蚀因子, MJ/hm²;

G_{dy} ——上方有来水工程堆积体土石质因子, $t \cdot hm^2 / (hm^2 \cdot MJ)$;

L_{dy} ——上方有来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

S_{dy} ——上方有来水工程堆积体坡度因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm²。

5.3.1 测算结果

经测算,截止目前本工程造成土壤流失总量约为 4763t,测算结果详见表 5.3-1、表 5.3-2。

5 土壤流失情况监测

表 5.3-1 各土壤侵蚀模数测算表

序号	预测单元	预测时段	降雨侵蚀力因子	土壤可蚀性因子	扰动前坡长因子	扰动前坡度因子	扰动前植被覆盖因子	扰动前工程措施因子	扰动前耕作措施因子	扰动后坡长因子	扰动后坡度因子	扰动后植被覆盖因子	扰动后工程措施因子	扰动后耕作措施因子	径流冲刷力因子	无来水开挖面土质因子	有来水开挖面土质因子	无来水堆积体土石质因子	有来水堆积体土石质因子	工程堆积体形态因子	土壤可蚀性因子增大系数	计算单元水平投影面积 h m ²	背景值流失 (t)	地表翻扰动一般扰动地表土壤流失量 (t)	上方有来水工程开挖面土壤流失量(t)	上方有来水工程堆积体土壤流失量(t)	测算流失量 (t)	
—	—	—	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n1	n2	n3	n4	o	v	p	$q=a \times b \times c \times d \times e \times f \times g \times p$	$r=a \times b \times h \times i \times j \times k \times l \times v \times p$	$t=(h \times i \times n1 \times a \times p)+(m \times n2 \times h \times i \times p)$	$u=(o \times a \times n3 \times h \times i \times p)+(m \times n4 \times h \times i \times p)$		
1	主体工程	施工期	2040	0.01	1.31	1.88	0.035	1	1	1.49	2.31	0.41	0.414	1	357.49	0.0257	0.0043					93.50	164	1114			1114	
		试运行期	第1年	2040	0.01	1.23	2.15	0.14	0.414	1	1.98	1.86	0.12	0.414	1	357.49	0.0257	0.0043					41.90	131	156			156
		第2年	2040	0.01	1.13	2.05	0.055	0.414	1	1.85	1.76	0.04	0.414	1	357.49	0.0257	0.0043					41.90	45	46			46	
		第3年	2040	0.01	1.05	1.91	0.053	0.414	1	1.84	1.68	0.04	0.414	1	357.49	0.0257	0.0043					41.90	38	44			44	
2	弃渣	施工期	2044	0.01	1.42	1.46	0.02	1	1	0.72	0.94	0.11	0.335	1	312.05			0.021	0.037	0.092	2.13	2.26	2			79	79	

表 5.3-2 土壤流失量预测表

序号	测算单元	测算时段	扰动后土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	扰动地表面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	背景值流失量 (t)	测算流失量 (t)	新增水土流失量(t)	
1	主体工程	施工期	1192	93.50	4	653	4457	3805	
		试运行期	第 1 年	373	41.90	1	227	156	0
			第 2 年	110	41.90	1	162	46	0
			第 3 年	104	41.90	1	132	44	0
2	弃渣场区	施工期	3499	2.26	4	5	316	311	
		试运行期	第 1 年	1511	2.21	1	7	33	27
			第 2 年	888	2.21	1	7	20	12
			第 3 年	456	2.21	1	7	10	4
3	施工便道区	施工期	3739	1.21	4	3	181	178	
		试运行期	第 1 年	307	1.21	1	6	4	0
			第 2 年	109	1.21	1	2	1	0
			第 3 年	58	1.21	1	1	1	0
4	弃渣场	施工期	3361	3.24	4	9	436	427	
		试运行期	第 1 年	270	3.24	1	17	9	0
			第 2 年	120	3.24	1	6	4	0
			第 3 年	74	3.24	1	3	2	0
合计	施工期		5379	100.21		670	5390	4720	
	试运行期	共 3 年	680	48.56		576	330	42	
	总量			100.21		1245	5720	4763	

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

5.3.1 取料潜在土壤流失量

本项目实际不涉及取料潜在土壤流失量。

5.3.2 弃渣潜在土壤流失量

本项目弃渣场不涉及潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

5.4.1 水土流失对主体工程造成的危害

本工程建设过程中，扰动了项目区地形地貌，损坏了原有地表植被，使其原有的蓄水保土功能降低或丧失。

目前项目已完工，并且施工期间布设了挡渣墙、排水沟等永久措施，减少了水土流失。现阶段项目区内基本无裸露地表，当前基本没有水土流失现象，基本无水土流失危害。

5.4.2 水土流失对周边环境及其他项目造成的危害

本工程施工期间及时采取了水土流失防治措施，水土流失轻微，没有对周边环境及其他项目造成危害。

5.4.3 工程造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害

工程建设期间没有造成沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害。

6 水土流失防治效果监测结果

本工程水土保持效果评价根据《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)的要求,按照建设类一级标准要求进行。批复的水土保持方案报告中本工程防治目标值如表 6.1-1 所示。

表 6.1-1 批复的的防治目标值表

项目指标	目标值
扰动土地整治率	95.0%
水土流失总治理度	97.0%
土壤流失控制比	0.80
拦渣率	95.0%
林草植被恢复率	99%
林草覆盖率	27%

由于原标准《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)目前已废除,按照最新的《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的要求,本工程水土保持效果评价按照西南岩溶区一级标准要求进行,原批复方案中的防治指标转换为最新的防治指标,转换后本工程防治目标值如表 6.1-2 所示。

表 6.1-2 批复的的防治目标值表(调整后)

项目指标	目标值	备注
水土流失治理度	85%	/
土壤流失控制比	1	/
渣土防护率	87%	/
表土保护率	90%	/
林草植被恢复率	95%	/
林草覆盖率	16%	/

6.1 水土流失治理度

根据水土保持监测资料统计成果并经复核,本项目水土流失治理度为 98.70%,达到了防治目标值 85%的要求,详见表 6.1-3。

表 6.1-3 水土流失治理度计算表

防治分区	水土流失防治 责任范围 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)				水土流失治理 度(%)
		工程措施	植物措施	建构筑物或硬 化地表	小计	
主体工程区	93.5	7.82	41.9	42.52	92.24	98.65%

施工生产生活设施区	3.24		3.24		3.24	100.00%
施工道路区	1.21		1.21		1.21	100.00%
弃渣场区	2.26	0.01	2.21		2.22	98.23%
合计	100.21	7.83	48.56	42.52	98.91	98.70%

*①工程措施和植物措施重合的部分，不重复计列；

*②道路截排水沟及弃渣场挡墙的措施面积纳入工程措施面积中计列。

6.2 土壤流失控制比

根据水土保持监测资料统计成果并经复核，随着各防治区水土保持措施的逐渐落实及区内植被的逐步恢复，水土流失防治效果得到了充分发挥，工程建设区内的平均土壤侵蚀模数为 $470t/km^2 \cdot a$ ，土壤流失控制比为 1.06，达到防治目标的 1.0 的要求。

6.3 渣土防护率

根据水土保持监测资料统计成果并经复核，本工程实际土石方开挖 96.32 万 m^3 ，土石方回填 78.89 万 m^3 ，无弃方。施工期间对开挖、回填的土石方按方案设计要求实施了拦挡、覆盖等水土保持措施。经统计，施工期渣土防护率为 97.52%，达到了防治目标值 87% 的要求。

6.4 表土保护率

根据水土保持监测资料统计成果并经复核，本项目施工过程中对主体工程区占地范围内具备表土剥离条件的区域均采取了表土剥离，并采取了保护措施。经统计本项目表土保护率为 98.28%，达到了防治目标值 90% 的要求，详见表 5.2-4。

表 6.1-4 项目表土保护率计算表

项目区	可以剥离表土量 (万 m^3)	剥离或保护表土量 (万 m^3)	表土保护率 (%)
主体工程区	3.81	3.75	98.43%
弃渣场区	0.25	0.24	96.00%
合计	4.06	3.99	98.28%

6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率

根据水土保持监测资料统计成果并经复核，本项目林草植被恢复率为 97.39%，达到了防治目标值 95% 的要求；林草覆盖率为 48.46%，达到了防治目标值 16% 的要求，详见表 5.2-5。

表 6.1- 林草植被恢复率、林草覆盖率表

防治分区	水土流失防治责任范	可恢复植被面积	植物措施面积	植被恢复率	林草覆盖率
------	-----------	---------	--------	-------	-------

6 水土流失防治效果监测结果

	围 (hm ²)	(hm ²)	(hm ²)	(%)	(%)
主体工程区	93.5	43.16	41.9	97.08%	44.81%
施工生产生活设施区	3.24	3.24	3.24	100.00%	100.00%
施工道路区	1.21	1.21	1.21	100.00%	100.00%
弃渣场区	2.26	2.25	2.21	98.22%	97.79%
合计	100.21	49.86	48.56	97.39%	48.46%

说明：本项目栽植灌木与植草区域重合，因此植物措施面积不重复计列。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

施工期间土石方开挖、填筑、占压等施工活动对原地形地貌和地表植被产生了扰动和破坏，加上强降水影响，不可避免的产生部分新增水土流失。通过施工过程中的各类水土保持措施及科学的施工管理，水土流失防治责任范围控制在征占地范围内，水土流失隐患得到了有效控制，水土流失危害得到了有效避免；施工结束，实施的水土保持工程措施保存完好、运行正常，水土保持植物措施效果逐渐显著，水土保持综合防治体系得到完善，工程总体新增水土流失量明显降低。

建设单位对项目建设区内的水土流失进行了综合治理。经治理后，水土流失治理度为 98.70%，土壤流失控制比为 1.06，渣土防护率 97.52%，表土保护率 98.28%，林草植被恢复率 97.39%，林草覆盖率 48.46%。各项防治指标均达到了方案确定的防治目标值的要求。水土流失得到有效控制。

7.2 水土保持措施评价

工程建设过程中，虽然进行了大量的开挖、填筑、弃渣等活动，大范围扰动地表，土石方工程量较大，但本项目应用现代化管理手段，按照水土保持方案的防治措施，从管理和施工工艺上强调水土流失防治措施和生态建设。形成了工程措施和植物措施因地制宜、紧密结合的综合防治措施体系，林草措施与水土资源利用相结合的植被恢复体系，较好地控制了工程造成的水土流失。

本项目已实施的各项水土保持措施布设位置得当，工程数量能够满足水土保持要求，选用的各种植物包含有乡土植物，对当地环境的适应性强，生长速度快，水土保持效果较好，质量达标，水土保持效益明显。

7.3 存在问题及建议

1、加强弃渣场和道路水土保持设施的管护工作。建设单位需定期对排水沟、截排水沟、涵洞等进行清淤，保证排水畅通；定期对弃渣场拦挡、道路边坡防护措施进行检查，确保其安全稳定。

2、继续加强对已实施水土保持植物措施的抚育管理，确保护养到位，以提高植物措施防治水土流失和美化环境的功效。

3、加强和完善水土保持工程相关资料的归档和管理，方便今后查阅和使用，尤其做好重要资料的备份，避免资料的遗失。

4、加强与地方水行政主管部门的沟通，主动接受主管部门的监督检查。

7.4 综合结论

建设单位对本工程建设中的水土保持工作给予了充分重视，按照水土保持法律法规的规定，及时编报了水土保持方案，并得到了四川省水利厅的批复，落实了水土保持工程设计。将水土保持工程的建设和管理纳入高标准、规范化管理模式和程序中，在工程建设过程中落实项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的水土保持职责，强化了对水土保持工程的管理，实行了“项目法人负责制，监理单位控制，承包商保证，政府监督”的质量管理体系，确保了水土保持措施的顺利实施。

建设单位对水土流失防治责任范围内的水土流失进行了较全面、系统的整治，完成了水土保持方案确定的各项防治任务，工程的各类开挖面、临时堆土、施工场地等得到了及时整治、绿化等。施工过程中的水土流失得到了有效控制，工程区的水土流失强度最终下降到微度。经过系统整治，工程区的生态环境将有明显改善，总体上发挥了较好的保水保土、改善生态环境的作用。

六项防治指标达到了《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）生产建设项目一级标准要求。各项水土保持设施已投入正常运行，基本满足水土流失防治需要。

本工程六项防治指标均达到了《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）建设类项目一级标准要求，但局部区域水土保持措施需加强管护，根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号），试运行期间本项目三色评价得分为92分，水土保持监测评价为绿色。

8 附图及有关资料

8.1 有关资料

- (1) 稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持监测委托书；
- (2) 稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程监测影像资料；
- (3) 稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持监测季度报告表；
- (4) 其他监测工作相关资料。

8.2 附图

- (1) 项目区地理位置图；
- (2) 稻城亚丁至云南三江口公路（木里境）新建工程水土保持监测分区及监测点位布设图、水土流失防治责任范围图。