

水保监测（云）字第 0040 号

水保方案（云）字第 0088 号

昆明市地铁线网控制中心项目

水土保持监测总结报告

建设单位：昆明轨道交通集团有限公司

监测单位：云南润滇节水技术推广咨询有限公司

2020 年 5 月

水保监测（云）字第 0040 号

水保方案（云）字第 0088 号

昆明市地铁线网控制中心项目

水土保持监测总结报告

建设单位：昆明轨道交通集团有限公司

监测单位：云南润滇节水技术推广咨询有限公司

2020 年 5 月

项目名称：昆明市地铁线网控制中心项目

建设单位：昆明轨道交通集团有限公司

监测单位：云南润滇节水技术推广咨询有限公司

批准：肖贵阳（董事长）

核定：马 斌（副总经理）

审查：李 伟（高级工程师）

校核：孙正文（高级工程师）

项目负责人：郑祖俊（高级工程师）

编写：郑祖俊（高级工程师） （编写第 3、5 章节，监测工程师）

张吉强（工程师） （编写第 4、6 章节，监测人员）

荆 骞（工程师） （编写 1、2、7 章节，监测人员）

孙正文（高级工程师） （监测工程师）

徐建章（工程师） （附件、附图，监测人员）

开发建设项目水土保持监测特性表

填表时间: 2020 年 5 月

建设项目主体工程主要技术指标										
项目名称		昆明市地铁线网控制中心项目								
建设规模	建设一座 33 层控制中心、配套用房及设备房,机动车及非机动车停车库、内部道路广场及绿化景观	建设单位、联系人		昆明轨道交通集团有限公司 杨永平 13759574521						
		建设地点		昆明市盘龙区						
		所属流域机构		长江水利委员会						
		工程总投资		10.45 亿元						
		工程总工期		60 个月(2015 年 1 月~2019 年 12 月)						
水土保持监测指标										
监测单位		云南润滇节水技术推广咨询有限公司			联系人及电话		郑祖俊 13648898182			
自然地理类型		市区			防治标准		建设类一级标准			
监测内容	监测指标	监测方法(设施)			监测指标		监测方法(设施)			
	1.水土流失状况监测	全面调查监测、巡查监测			2.防治责任范围监测		调查监测、地面量测及巡查			
	3.水土保持措施情况监测	资料调查监测、植被样方定位实测、无人机复核、巡查			4.防治措施效果监测		资料调查监测、植被样方定位实测、无人机复核、巡查			
	5.水土流失危害监测	无人机航拍监测、巡查			水土流失背景值		1214.08t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围		1.78hm ²			土壤容许流失量		500t/hm ² ·a			
水土保持投资		103.23 万元			水土流失目标值		500t/hm ² ·a			
防治措施		(1) 工程措施: 集水池 1 口, 基坑集水沟 1045m, 雨水收集池 1 口, 绿化覆土 0.16 万 m ³ ; (2) 植物措施: 场地绿化 0.31hm ² ; (3) 临时措施: 临时排水沟长 920m、彩条布覆盖 2400m ² 、简易沉沙池 2 座、车辆清洗池 1 座、临时沉沙池 1 座、铺设碎石池 1 座、无纺布覆盖 3100m 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%	99.99%	防治措施面积	0.31hm ²	永久建筑物及硬化面积	1.20hm ²	扰动土地总面积	1.51hm ²
		水土流失总治理度	97%	99.99%	防治责任范围面积	1.51hm ²	水土流失总面积	0.31hm ²		
		土壤流失控制比	1.0	4.87	工程措施面积	/	容许土壤流失量	500t/hm ² ·a		
		林草覆盖率	27%	20.53%	植物措施面积	0.31hm ²	监测土壤流失情况	102.65t/hm ² ·a		
		林草植被恢复率	99%	99.99%	可恢复植被面积	0.31hm ²	林草植被面积	0.31hm ²		
		拦渣率	98%	99%	实际拦挡弃渣量	23.66 万 m ³	总弃渣量	23.66 万 m ³		
	水土保持治理达标评价		除了林草覆盖率外各项指标均达到方案目标值,项目区的水土流失得到有效控制,生态环境也得到了改善。林草植被覆盖率不达标的主要原因为:本项目位于城市中心,项目建设用地为规划整地范围,选址具有唯一性,加之项目区内建筑物较多,场内道路硬化面积较大,可恢复植被面积较小,从而导致植被恢复面积较小,林草覆盖率未能达到目标值;但由于本工程对施工结束后形成的施工迹地均进行了防治,本工程虽林草覆盖率未达到目标值,但仍可满足本工程水土保持要求。							
	总体结论		建设单位重视水土保持工作和生态保护,基本按照水保方案及批复文件要求落实各项防治措施,对周边环境影响较小,除了林草覆盖率外其余各项指标达到水保方案确定的目标值							
	主要建议		(1) 加强已实施各项水土保持措施的养护管理,发现枯死等现象的,建议尽快进行补种补植。							

监测照片



构建筑物区



道路广场区



景观绿化区

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 水土流失防治工作情况.....	3
1.3 监测工作实施情况.....	9
2 监测内容与方法.....	17
2.1 原地貌土地利用监测内容和监测方法.....	17
2.2 植被覆盖度.....	17
2.3 扰动土地.....	18
2.4 防治责任范围.....	18
2.5 取土（石、料）弃土（石、渣）.....	18
2.6 水土保持措施.....	19
2.7 土壤流失量.....	19
3 重点部位水土流失动态监测.....	22
3.1 防治责任范围监测.....	22
3.2 取土（石、料）监测结果.....	24
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	24
3.4 土石方监测结果.....	24
4 水土流失防治措施监测结果.....	28
4.1 工程措施监测结果.....	28
4.2 植物措施监测结果.....	29
4.3 临时措施监测结果.....	30
4.4 水土保持措施防治效果.....	33
5 土壤流失情况监测.....	35
5.1 水土流失面积.....	35
5.2 土壤流失量.....	36
5.3 取（石、料）弃土（石、渣）潜在的土壤流失量.....	41
5.4 水土流失危害.....	41
6 水土流失防治效果监测结果.....	42

6.1 扰动土地整治率.....42

6.2 水土流失总治理度.....43

6.3 拦渣率与弃渣利用.....43

6.4 土壤流失控制比.....43

6.5 林草植被恢复率.....44

6.6 林草覆盖度.....44

7 结论.....46

7.1 水土流失动态变化.....46

7.2 水土保持措施评价.....46

7.3 存在的问题及建议.....47

7.4 综合结论.....48

附件：

- 附件 1： 中标通知书
- 附件 2： 水土保持方案批复
- 附件 3： 渣土接纳证明

附图：

- 附图 1： 项目区地理位置图
- 附图 2： 工程平面布置图及监测点布置图
- 附图 3： 工程水土流失防治责任范围示意图

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

(1) 地理位置:

昆明市地铁线网控制中心项目位于昆明市北京路与长寿路交汇处,在2号线车站-昆明北站的东南侧,原为昆明中北汽车公司用地。项目地块西邻北京路,南靠雄业大酒店,北邻长寿路,东侧为昆明市盘龙职业高级中学。工程区域位置见附图1。

(2) 建设性质: 新建建设类项目。

(3) 工程规模: 本项目主要在地块上建设一座33层控制中心、配套用房及设备房,机动车及非机动车停车库、内部道路广场及绿化景观。

(4) 项目组成: 昆明市地铁线网控制中心项目主要由建构筑物区、道路广场区和景观绿化区等组成。

(5) 工程占地: 昆明市地铁线网控制中心项目总占地面积为 1.51hm^2 。按占地性质划分全部为永久占地;按占地类型划分占用荒草地 0.84hm^2 ,占用建设用地 0.67hm^2 ;按项目分区划分建构筑物区占地面积为 0.46hm^2 ,道路广场区占地面积 0.74hm^2 ,景观绿化区占地面积为 0.31hm^2 。

(6) 土石方量: 昆明市地铁线网控制中心项目实际总开挖土石方量为24.26万 m^3 ,工程总填方量为2.89万 m^3 ,其中绿化覆土0.16万 m^3 、直接回填量为0.60万 m^3 、外购回填2.13万 m^3 ;外购土石方2.29万 m^3 (其中外购土方2.13万 m^3 、外购绿化用土0.16万 m^3),产生弃方为23.66万 m^3 ,产生弃方弃于昆明市消纳场中。

(7) 工程投资: 昆明市地铁线网控制中心项目由昆明轨道交通集团有限公司建设,工程目前实际完成投资额10.45亿元(未结算),其中土建投资7.24亿元(未结算)。

1.1.2 项目区概况

(1) 气象

项目区为中亚热带高原季风气候区，多年平均降雨量 1018.20mm，平均湿度 75%，每年 11 月至次年 5 月为干季，占年降水量的 20%，相对湿度低于 80%；6-10 月为雨季，占年降水量的 80%，相对湿度超过 80%，多年平均蒸发量 1836.5mm；年平均气温 14.5℃，平均风速 2.2m/s，干季风速远大于湿季，最大月平均风速达 2.8m/s，最小月平均风速达 1.6m/s，多年主导风向为西南风，静风频率为 31%。

根据该地区多年气象水文资料分析，该地区 20 年一遇 1 小时最大暴雨量为 57.0mm，6 小时最大暴雨量为 94.1mm，24 小时最大暴雨量为 141.4mm。

(2) 水文

盘龙区属长江流域金沙江水系，区内主要河流为盘龙江和金汁河。项目区周边无主要河流和湖泊。

盘龙江为滇池主要补水河流之一，发源于嵩明县境内的梁王山北麓葛勒山的喳啦箐，由黄石岩南流入官渡区小河乡，长 54km，径流面积 373km²，最大过水流量 122km³/s，源头高程 2600m；支源绍甸河（又称冷水河），源头在龙马箐，穿白邑坝子，过甸尾峡谷经芝家坟南入官渡区小河乡，长 29.4km，径流面积 149.5km²，最大过水流量 67.2km³/s。两河在小河乡岔河嘴汇为一水后，始称盘龙江。盘龙江东流穿蟠龙桥、三家村至松花坝水库，出库后经上坝、中坝、雨树村、落索坡、浪口、北仓等村，穿霖雨桥，经金刀营、张家营等村进入昆明市区，过通济、敷润、南太、宝尚、得胜、双龙桥至螺狮湾村出市区，经官渡区南密川南坝走陈家营、张家庙、严家村、梁家村、金家村至洪家村流入滇池。从其主源到滇池全长 95.3km，径流面积 903km²，多年平均年径流量 3.57 亿 m³，河道流域高程为 1890-2280m，径流面积最宽处为 23km，最窄处为 7.3km。盘龙江松花坝出口一入外海口主要功能为景观娱乐用水。

金汁河起于松华坝水库，止于王大桥，全长 18.585km。

本项目区处盘龙江与金汁河之间，距盘龙江约 800 米，距金汁河约 2500 米，满足昆明市河道管理条例。

(3) 土壤

盘龙区土壤类型按成土条件、形成过程和土壤特性区分，主要有红壤、紫色土、石灰岩土、水稻土、沼泽土 5 个土类，9 个亚类。土壤主要有红壤（占 84.2%）、紫色土（占 0.6%）、水稻土（占 12.1%）、沼泽土（占 3.1%）以及石灰岩土。

项目区土壤类型主要为红壤。

(4) 植被

盘龙区属亚热带常绿阔叶林，区域内以人工植被和灌草丛为主。主要乔木树种有云南松、华山松、蓝桉、直杆桉等；主要灌木为小铁仔、杜鹃、乌饭、杨梅、胡枝子、柃子、萌生栎类等；草本植物主要有扭黄茅、黄背草、四脉金茅、细柄草、野古草、紫茎泽兰、旱茅、蕨类等。

项目地块用地类型为荒草地和建设用地，地块内无天然植被。

(5) 水土流失类型划分

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目区土壤类型为水力侵蚀区，二级类型区为西南岩溶区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据水利部《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188 号）和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（云南省水利厅公告第 49 号）本项目所在区域不属于国家级和省级水土流失重点预防区和重点治理区范围，根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）的规定，本项目位于昆明市城区，因此本工程项目所在区域属水土流失一级防治区。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 建设单位水土保持工作管理

在项目建设过程中建设单位以批复的《水保方案》为基础，并根据项目区的实际情况，在施工过程中，严把工程质量和技术关，严格落实“三同时”制度，并自觉接受各级水行政主管部门和水土保持监督管理部门的检查监督，对工程建设过程中可能造成水土流失的情况及区域进行了及时、有效地防治。建设单位于项目施工结束邀请监理单位、设计单位、施工单位、质检单位等对已完成的工程

的数量、质量等进行了较为完善和全面的自查初验，对质量等级评定为优良的单项工程加以肯定和褒奖，对质量等级评定不达合格标准的单项工程进行先期整改完善，整改完善后重新组织自查初验，直至质量达标。

本工程建设的水土保持设施严格实行“三同时”制度，即水土保持设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，以减轻开发建设造成的人为水土流失并缴纳水土保持设施补偿费。建设单位严格落实“三同时”制度，按时按质的完成批复的水土保持设施量，保证了项目的顺利完成。

为了做好水土保持工程质量、进度、投资控制，将水土保持工程措施的施工材料采购及供应、施工单位招标程序纳入了主体工程管理程序中，实行了“项目法人对国家负责，监理单位控制，承包商保证，政府监督”的质量保证体系。建设单位作为业主职能部门负责水土保持工程落实和完善，有关施工单位通过招标、投标承担工程的施工，施工单位都是具有施工资源，具备一定技术、人才、经济实力的较大型企业，自由的质量保证体系完整。工程监理单位也是具有相当工程建设监理经验和业绩，能独立承担监理业务的专业咨询机构。

承担本工程的监理单位为中咨工程建设监理公司，该单位具有相应资质和经验。根据业主的授权合同规定对承包商实施全过程监理，按照“三控制、两管理、一协调”的总目标，抽调监理经验丰富的各专业技术骨干组成项目监理部，建立以总监理工程师为中心、各工程师代表分工负责。对主体工程的施工建设及水土保持工程的质量、进度、投资，按照业主的授权及合同规定，实施全面、全过程、全方位的质量监控体系。

工程运行期间，昆明轨道交通集团有限公司将本项目移交至昆明地铁运营有限公司对本项目的水土保持设施进行维护，昆明地铁运营有限公司派专人负责日常的水土保持措施管理与维护工作，包括定期安全巡逻、苗木养护等。

本工程参建单位具体名称见表 1-1。

表 1-1 项目参建单位情况表

序号	项目	单位名称	工程内容
1	建设单位	昆明轨道交通集团有限公司	建设管理
2	设计单位	中铁第四勘察设计院集团有限公司	主体设计
3	水保方案编制单位	昆明有色冶金设计研究院股份公司	水土保持方案编制
4	施工单位	中铁上海工程局集团有限公司 中铁建工集团有限公司 江西兴物市政园林有限公司	工程施工
5	监理单位	中咨工程建设监理公司	主体工程监理
6	水土保持监测单位	云南润滇节水技术推广咨询有限公司	水土保持监测
7	水土保持设施验收报告编制单位	昆明龙慧工程设计咨询有限公司	验收报告编制
8	运行管理单位	昆明地铁运营有限公司	运行维护管理

1.2.2 水土保持方案编制及批复情况

根据《中华人民共和国水土保持法》等相关法律法规要求，建设单位于 2014 年 8 月委托昆明有色冶金设计研究院股份公司编制本项目的水土保持方案，2010 年 9 月昆明有色冶金设计研究院股份公司编制完成《昆明市地铁线网控制中心项目工程水土保持方案（报批稿）》（简称“《水保方案》”），并上报昆明市水务局。2014 年 10 月 29 日昆明市水务局以“昆水审办〔2014〕51 号”文件《昆明市水务局准予昆明市地铁线网控制中心项目水土保持方案行政许可决定书》（简称“水保方案批复”）对本项目予以行政许可。

1.2.3 水土保持监测成果报送

本项目于 2015 年 1 月全面开工，并于 2019 年 12 月建成，总工期 48 个月；建设单位（昆明轨道交通集团有限公司）下属单位昆明地铁建设管理有限公司于 2016 年 3 月以招标的形式委托我公司（云南润滇节水技术推广咨询有限公司）为本项目的水土保持监测服务单位。

2016 年 4 月起，截止 2020 年 5 月，我公司本项目监测组共进场监测 15 次，出具水土保持监测设计与实施计划 1 期，水土保持监测简报（季报）15 期、监测年报 4 期，以及监测总结报告 1 期，所有监测成果报告均提供给业主方和上报属区各级水行政主管部门。

1.2.4 主体工程设计及施工过程中变更、变更情况

(1) 工程占地情况

根据《水保方案》及其批复文件本工程占地面积为 1.51hm^2 ；其中建构筑物区占地面积为 0.46hm^2 ，道路广场区占地面积为 0.74hm^2 ，景观绿化区占地面积为 0.31hm^2 。工程实际占地面积为 1.51hm^2 ；其中建构筑物区占地面积为 0.46hm^2 ，道路广场区占地面积为 0.74hm^2 ，景观绿化区占地面积为 0.31hm^2 。

工程实际占地面积基本与《水保方案》及其批复文件一致，未发生变更。

表 1-2 水土保持方案设计阶段与工程实际面积变化情况对比表（单位： hm^2 ）

分区	方案设计阶段占地	实际占地	变化
建构筑物区	0.46	0.46	+0.00
道路广场区	0.74	0.74	+0.00
景观绿化区	0.31	0.31	+0.00
合计	1.51	1.51	+0.00

(2) 土石方变化情况

根据《水保方案》及批复文件，本工程土石方开挖为 22.68万 m^3 ，回填量 1.84万 m^3 （其中直接回填 0.50万 m^3 ，外购回填 1.18万 m^3 ，绿化用土 0.16万 m^3 ），外购土石方 1.34万 m^3 （其中外购回填土方 1.18万 m^3 ，外购表土 0.16万 m^3 ），产生弃方 22.18万 m^3 ，工程建设过程中产生的弃方由南王兴建筑工程有限公司进行统一运至其经营的昆明经济技术开发区大松山弃土消纳场进行处理。

工程实际土石方开挖为 24.26万 m^3 ，回填量 2.89万 m^3 （其中直接回填 0.60万 m^3 ，外购回填 2.13万 m^3 ，绿化用土 0.16万 m^3 ），外购土石方 2.29万 m^3 （其中外购回填土方 2.13万 m^3 ，外购表土 0.16万 m^3 ），产生弃方 23.66万 m^3 ，工程建设过程中产生的弃方运至昆明市消纳场中进行堆存，防治责任不属于本项目。主要变化情况如下：

①土石方开挖：本工程实际土石方开挖比《水保方案》设计增加了 1.58万 m^3 ，比《水保方案》设计增加了 6.97% 。

③土石方回填：本工程实际土石方回填量比《水保方案》设计增加了 1.05万 m^3 ，比《水保方案》设计增加了 57.07% 。

综上所述，本工程实际土石方挖填总量为 27.15 万 m^3 ，比《水土保持方案》设计的 24.52 万 m^3 增加了 2.63 万 m^3 ，增加了 10.73%。

表 1-3 方案阶段与工程实际土石方工程量对比表

项目		方案阶段	施工阶段	增减(±)	变化率(%)
开挖	土石方	22.68	24.26	+1.58	+6.97
回填	土石方	1.68	2.73	+1.05	+62.50
	表土	0.16	0.16	+0.00	+0.00
	小计	1.84	2.89	+1.05	+57.07
土石方总量		24.52	27.15	+2.63	+10.73

通过上述情况和表 1-4 对比，本项目均未超过“水利办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（实行）》的通知（办水保〔2016〕65 号）文件”相关规定的要求，因此本项目不需要编制变更报告，存在的变更全部纳入验收管理。

表 1-4 工程变更情况对比分析表

序号	类别	内容	方案设计	实际发生	变化情况	是否构成重大变动
1	项目地点、规模	(1) 涉及国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区	省级水土流失“重点监督区”和“重点治理区”	/	位置未发生改变，最新“两区”划分重新进行区划	否
		(2) 水土流失防治责任范围增加 30% 以上的；	项目防治责任范围 1.78hm ²	项目防治责任范围 1.51hm ²	减少 0.27hm ² ，减少 15.17%	否
		(3) 开挖填筑土石方总量增加 30% 以上的；	挖方 22.68 万 m ³ ，填方 1.84 万 m ³ ，土石方挖填总量 24.52 万 m ³	挖方 24.26 万 m ³ ，填方 2.89 万 m ³ ，土石方挖填总量 27.15 万 m ³	工程土石方挖填总量增加 2.63 万 m ³ ，增加 10.73%	否
		(4) 线性工程山区、丘陵区部分横向位移超过 300m 的长度累计达到该部分线路长度的 20% 以上的	本项目不属于线性工程	本项目不属于线性工程	/	否
		(5) 施工道路或者伴行道路等长度增加 20% 以上的；	均使用原有市政道路	均使用原有市政道路	无	否
		(6) 桥梁改路堤或者隧道改路堑累计长度 20 公里以上的。	/	/	无	否
2	水土保持措施	(1) 表土剥离量减少 30% 以上的；	/	/	方案设计无表土	否
		(2) 植物措施总面积减少 30% 以上的；	植物措施 0.31hm ²	植物措施 0.31hm ²	无	否
		(3) 水土保持重要单位工程措施体系发生变化，可能导致水土保持功能显著降低或丧失的。	措施体系与批复方案一致		—	否
3	弃渣场	(1) 新设弃渣场	无	无	/	否
		(2) 提高弃渣场堆渣量达到 20% 以上	/	/	/	否

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测委托时间

建设单位（昆明轨道交通集团有限公司）下属单位昆明地铁建设管理有限公司于 2016 年 3 月以招标的形式委托我公司（云南润滇节水技术推广咨询有限公司）为本项目的水土保持监测服务单位（中标通知书见附件 1）。

1.3.2 监测实施方案编制情况

接到委托后，云南润滇节水技术推广咨询有限公司成立专门的水土保持监测组，组织技术人员成立监测小组于 2016 年 4 月对现场进行了踏勘和资料的收集与分析，然后根据有关规定和项目的实际情况，于 2016 年 4 月编写完成了《昆明市地铁线网控制中心项目水土保持监测设计与实施计划》。

1.3.3 监测项目部组成及技术人员配备

为保障监测工作高质量、高效率完成，云南润滇节水技术推广咨询有限公司将组织一支专业知识强、业务水平熟练、监测设备齐全、监测经验丰富的水土保持队伍，成立了昆明市地铁线网控制中心项目水土保持监测组，针对该项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工，同时加强与云南省水土保持环境监测总站和各地水行政主管部门的联系，以便及时获取水土保持监测工作新信息。

针对项目实际情况及公司业务能力，公司董事长对本项目的水土保持监测工作任务十分重视，由副总经理对本项目进行统筹安排管理，项目负责人领导该项目监测工作，对项目监测工作进行统筹安排及技术把关。

根据该项目实际情况及相关要求，在每次外业监测时，每组保证 3 人，根据监测外业工作量进行合理分工，确保监测工作科学、系统的进行。

表 1-5 工程水土保持监测人员安排和组织分工

监测组	姓名	职称或职务	专业或从事工作	监测工作分工
领导小组	肖贵阳	董事长	水工	项目管理
	马 斌	总经理	水土保持	项目经理
技术工作小组	郑祖俊	工程师	环境科学	监测人员、项目负责人
	张吉强	工程师	水土保持	监测人员
	徐建章	工程师	环境科学	监测人员
	杨树涛	工程师	水土保持	监测人员
	荆 骞	工程师	水土保持	监测人员
后勤保障组	马融	经营管理部经理	办公室	负责合同管理
	刘新年	驾驶员	驾驶员	驾驶员

1.3.4 监测点布设情况

根据《昆明市地铁线网控制中心项目水土保持监测设计与实施计划》，最终确定本项目的水土保持监测点为 4 个，全部为调查型。监测点分别布设于 3 个监测分区内，其中构建筑区监测区 1 个、道路广场监测区 1 个、景观绿化监测区 2 个。

工程实际布设的监测点与设计的监测点基本一致，监测点布设情况详见表 1-6，工程监测点现场照片详见图 1-1。

图 1-1 工程部分水土保持监测点现场照片





表 1-6 布设的监测点汇总表

项目组成	监测时段	监测重点地段	监测点类型	监测点编码	监测方法
构建筑物监测区	全部时段	水土保持措施	调查型	1#监测点	水保措施调查
道路广场监测区	全部时段	水土保持措施	调查型	2#监测点	水土保持措施调查
景观绿化监测区	林草植被恢复期	水土流失量	调查型	3#监测点	水土保持措施调查
	林草植被恢复期	水土保持措施	调查型	4#监测点	水土保持措施调查

1.3.5 监测设施及设备

根据实际监测情况，本工程实际使用的监测设备有 1 个简易水土流失观测场、1 个简易坡面量测、全站仪、激光测距仪、土壤水分仪、天平、土壤采样器、土壤刀、铝盒、环刀、酒精、手持式 GPS、数码照相机、数码摄像机、笔记本电脑、无人机等。工程水土保持监测设施和设备详见表 1-7。

表 1-7 工程水土保持监测设施和设备一览表

序号	设施和设备	型 号	单 位	数 量	备 注
1	远距离激光测距仪	NIKONLR800	台	1	便携式
2	高精度激光测距仪	PD40	台	1	手持
3	手持式 GPS	麦哲伦 D600	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
4	测高仪	NIKONLR800	台	1	测量植物生长状况
5	数码照相机		台	1	用于监测现场的图片记录
6	数码摄像机		台	1	用于监测现场的影像记录
7	笔记本电脑		台	1	用于电子资料编写、图片储存等
8	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
9	幅材及配套设备				各种设备安装补助材料

1.3.6 监测技术方法

本工程实际建设过程中采用的监测技术方法有调查监测、临时监测、巡查监测和遥感监测。

1.3.6.1 调查监测

调查是通过亲身的接触和广泛的了解（包括口头的和书面的，直接的和间接的），充分掌握和占有第一手资料，在去粗取精，去伪存真的基础上，客观反映事物的历史、现状和发展规律的一种科学工作方法。

调查方法包括实地观测、询问、收集资料和抽样调查等方法。主要通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦挡工程、护坡工程和土地整治工程等）实施情况。

（一）面积监测

面积监测通过收集资料、采用手持式 GPS 定位仪测定结合图纸分析获取。先对调查区按照扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积，并结合图纸进行计算机软件处理获得相应的面积数据。面积监测的时段主要是施工期。

（1）水土流失防治责任范围监测

A 项目建设区

监测指标为：永久性占地、临时性占地及扰动地表面积。主要根据工程设计资料，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积的变化进行监测。

B 直接影响区

监测指标为项目建设压占地区的面积及地类。通过实地调查，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算获得数据。

水土流失防治责任范围监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失防治责任范围面积。

（2）水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算获得数据。水土流失面积的监测主要是在施工期开展监测工作。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测水土流失面积，统计项目各个时段实际发生水土流失面积。

（二）植被监测

植被监测主要是选取有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 5m×5m、灌木林 2.5m×2.5m、草地 1m×1m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。植被监测主要是在运行初期开展监测工作，针对整个工程的全部区域进行监测。

（三）其它调查监测

（1）水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行初期开展监测工作。

对于项目区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《水保方案》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤 PH 值、土壤抗蚀性。

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侵蚀强度及侵蚀量的关系。

（2）水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是在施工期和运行初期开展监测工作。

I 施工期

A 水土流失状况监测

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

B 水土保持措施防治效果

① 防治措施的数量与质量

本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。

施工期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程全部区域开展监测工作。

II 运行初期

A 水土流失状况监测

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

B 水土保持措施防治效果

① 防治措施的数量与质量

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

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

② 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

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

③ 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

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

林草植被恢复期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

（3）监测介入前监测数据的获得

监测介入前水土流失情况获取方式主要对施工方和监测单位进行询问工程建设期间基本情况和影像资料的收集，并结合监测介入后监测结果进行推导获得；工程措施和植物措施工程量获取方式主要为现场量测，临时措施获取方法主要为现场询问及影像资料分析。

1.3.6.2 临时监测

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

1.3.6.3 巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和运行初期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和突发性重大水土流失事件动态监测。

I 施工期

（1）水土流失危害监测

A 对下游河道影响情况

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、询问水库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) 突发性重大水土流失事件监测

根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

II 运行初期

(1) 水土流失危害监测

A 对下游河道影响情况

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、询问水库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) 突发性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。

1.3.7 监测阶段成果

从 2016 年 4 月本项目监测组进场监测，至 2020 年 5 月监测结束，我公司本项目监测组共进场监测 15 次，出具水土保持监测设计与实施计划 1 期、水土保持监测简报（季报）15 期、监测年报 4 期，以及监测总结报告 1 期，所有监测成果报告均提供给业主方和上报属区各级水行政主管部门。

2 监测内容与方法

2.1 原地貌土地利用监测内容和监测方法

(1) 监测内容

主要监测本工程建设区内的原地貌占地类型和面积，与《水土保持方案》进行对比分析。

(2) 监测方法

监测方法主要包括现场踏勘、周围现状比对及查阅征地资料等调查监测方法。

2.2 植被覆盖度

(1) 监测内容

林草覆盖度的监测主要包括林草措施的成活率、保存率和覆盖度。

(2) 监测方法

主要为调查监测。具体监测如下：

①成活率

根据本工程实际情况，造林成活率在随机设置的 $4\text{m}\times 4\text{m}$ （或 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ）的三个重复样方内，于秋季查看春秋造林苗木成活的株数占造林苗木总株数的百分数，单位为%，保存率是指造林一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

②保存率

人工种草的成活率是指在随机设置 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 $30\text{株}/\text{m}^2$ 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

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。

2.3 扰动土地

（1）监测内容

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）监测方法

无人机航拍监测、地面量测及巡查等，即首先调查、收集《水保方案》、建设单位、施工单位、监理单位等的现场资料，作为参考资料。然后通过无人机航拍确定扰动范围的边界，再通过gps、皮尺、相机等设备进行实地量测，最后经过分析计算得出扰动土地情况。

2.4 防治责任范围

（1）监测内容

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和直接影响区。

项目建设区主要是对永久性占地、临时性占地及扰动地表面积的变化情况进行监测。直接影响区主要监测其面积动态变化情况和扰动情况。

（2）监测方法

监测方法主要包括调查监测、无人机航拍监测、地面量测及巡查等，即首先调查、收集《水保方案》、建设单位、施工单位、监理单位等的现场资料，作为参考资料。然后根据图纸资料进行量测，再通过无人机航拍确定扰动范围的边界，通过gps、皮尺、相机等设备进行实地复核，最后经过分析计算得出扰动土地情况。

2.5 取土（石、料）弃土（石、渣）

（1）监测内容

本工程实际无单独的取土（石、料）场和弃土（石、渣）场，监测过程中主要对工程弃方及临时堆土的数量、位置、方量及防治措施实施等的变化情况进行监测。统计项目各个时段实际发生的扰动土地情况及其动态变化情况。

（2）监测方法

主要包括调查监测、巡查等，即首先调查、收集《水保方案》、建设单位、施工单位、监理单位等的现场资料，作为参考资料，然后调查全线弃方及临时堆土的回填和回覆情况，调查土石方及弃方是否及时回填或回覆的和临时堆土对周边环境的影响。

2.6 水土保持措施

（1）监测内容

①对水土保持措施的类型、防治措施的数量、防治措施实施时间、实施位置、措施尺寸及断面结构、数量等进行监测。

②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；对植物措施实施后的林草覆盖度、郁闭度、防治效果、运行情况进行监测。

③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《水土保持方案》中的防治要求实施，水土保持管理措施实施情况。水土保持措施防治效果动态监测是针对整个项目区开展的。

④自然恢复期还需做好以下三点的监测工作：

a、林草的生长发育情况（树高、乔木胸径、乔灌冠幅）、成活率、保存率、抗性及植被覆盖率

b、各种已实施的水土保持措施的拦沙（渣）保土效果监测，包括挖方、填方数量及面积、弃土、弃石、弃渣量及堆放面积；控制土壤流失量、提高拦渣率、改善生态环境的作用等。

c、防治目标监测，监测各个防治目标的达标情况；监督、管理措施的落实情况。

（2）监测方法

主要监测方法为调查监测，主要为现场量测和估算本工程实际实施的水土保持措施量，再与建设单位、施工单位、监理单位核实。

2.7 土壤流失量

（1）监测内容

土壤流失量监测主要包括施工期水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。

①水土流失因子

主要对项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查。

a 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

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

c 土壤因子：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤 PH 值、土壤抗蚀性。

d 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

e 水文因子：水系形式、河流径流特征、河流泥沙量。

f 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

g 社会经济因子：社会因子及经济因子。

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

(2) 土壤侵蚀量监测

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

a 土壤侵蚀强度

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

b 土壤侵蚀模数

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

c 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

(2) 监测方法

主要有调查监测、定位监测及巡查等。调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦挡工程、护坡工程和土地整治工程等）实施情况。

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 水土保持防治责任范围

3.1.1.1 《水保方案》确定的防治责任范围

根据《水保方案》及其批复文件，本工程确定的防治责任范围包括项目建设区 1.51hm^2 和直接影响区 0.27hm^2 ，共计 1.78hm^2 。

《水保方案》确定的项目建设区及直接影响区的水土流失防治责任范围见表 3-1。

表 3-1 《水保方案》确定水土流失防治责任范围面积表（单位： hm^2 ）

项目组成		防治责任范围面积（ hm^2 ）
项目建设区	构建筑物区	0.46
	道路广场区	0.74
	景观绿化区	0.31
	小计	1.51
直接影响区		0.27
合计		1.78

3.1.1.2 工程实际防治责任范围

根据工程建设实际情况，通过实地监测核实、查阅项目征地文件、分析有关竣工资料，得出工程截止目前水土流失防治责任范围共计 1.51hm^2 ，其中项目建设区 1.51hm^2 ，直接影响区 0。

工程实际发生的水土流失防治责任范围统计情况详见表 3-2。

表 3-2 工程实际水土流失防治责任范围面积表（单位： hm^2 ）

项目组成		防治责任范围面积（ hm^2 ）
项目建设区	构建筑物区	0.46
	道路广场区	0.74
	景观绿化区	0.31
	小计	1.51
直接影响区		0.00
合计		1.51

3.1.1.3 防治责任范围变化情况

根据对比得出，防治责任范围面积实际值较设计值减少 0.27hm^2 ，其中项目建设区不变、直接影响区减少 0.27hm^2 。水土流失防治责任变化情况详见表 3-3。变化原因如下：

(1) 项目建设区：本项目由于是城市内的点型建设项目，工程实际建设过程中构建筑物区、道路广场区、景观绿化区与《水保方案》及批复文件一致，没有变化。

(2) 直接影响区：工程实际建设过程建设单位非常重视水土保持，实际建设过程中对直接影响区基本没有扰动，因此本项目的直接影响区为 0；故直接影响区减少了 0.27hm^2 。

综上所述本工程水土流失防治责任范围减少了 0.27hm^2 。

表 3-3 水土流失防治责任范围变化情况统计表

项目组成		防治责任范围 (hm^2)		
		《水保方案》设计情况	监测结果	增减情况
项目建设区	构建筑物区	0.46	0.46	+0.00
	道路广场区	0.74	0.74	+0.00
	景观绿化区	0.31	0.31	+0.00
	小计	1.51	1.51	+0.00
直接影响区		0.27	0.00	-0.27
合计		1.78	1.51	-0.27

3.1.2 建设期扰动土地面积

地表扰动面积与项目场地平整、基础施工进度密切相关，本项目于 2015 年 1 月开工建设 2019 年 12 月建设完成，总工期 48 个月；建设单位（昆明轨道交通集团有限公司）下属单位昆明地铁建设管理有限公司于 2016 年 3 月以招标的形式委托我公司（云南润滇节水技术推广咨询有限公司）为本项目的水土保持监测服务单位。根据现场监测及调查情况反应，2015 年上半年本工程对建筑物拆除和基坑开挖对本工程全部建设面积进行扰动，2015 年下半年后没有新增扰动面积。

3.2 取土（石、料）监测结果

3.2.1 取土（石、料）设计情况

根据《水保方案》，本工程未设计取土（石、料）场。

3.2.2 取土（石、料）场位置及占地面积监测结果

根据现场监测结果，本工程未设置取土（石、料）场，所使用的土、石、料均在昆明市场购买。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃土（石、渣）监测结果

根据《水保方案》本工程未设置弃渣场，根据《水保方案》本工程废弃的土石方 22.18 万 m^3 ，委托云南王兴建筑工程有限公司进行统一运至其经营的昆明经济技术开发区大松山弃土消纳场进行处理。

3.3.2 实际弃土（石、渣）监测结果

根据现场监测情况，本工程实际产生 23.66 万 m^3 弃渣，全部弃于昆明市消纳场中。弃渣场区域的防治责任不属于本项目。

3.4 土石方监测结果

3.4.1 设计土石方情况

根据《水保方案》及批复文件，本工程土石方开挖为 22.68 万 m^3 ，回填量 1.84 万 m^3 （其中直接回填 0.50 万 m^3 ，外购回填 0.18 万 m^3 ，绿化用土 0.16 万 m^3 ），外购土石方 1.34 万 m^3 （其中外购回填土方 1.18 万 m^3 ，外购表土 0.16 万 m^3 ），产生弃方 22.18 万 m^3 ，工程建设过程中产生的弃方由南王兴建筑工程有限公司进行统一运至其经营的昆明经济技术开发区大松山弃土消纳场进行处理。

工程设计建设期土石方平衡流向见表 3-4。

3.4.2 工程实际土石方情况

工程实际土石方开挖为 24.26 万 m^3 ，回填量 2.89 万 m^3 （其中直接回填 0.60 万 m^3 ，外购回填 2.13 万 m^3 ，绿化用土 0.16 万 m^3 ），外购土石方 2.29 万 m^3 （其中外购回填土方 2.13 万 m^3 ，外购表土 0.16 万 m^3 ），产生弃方 23.66 万 m^3 ，工程建设过程中产生的弃方运至昆明市消纳场中进行堆存，防治责任不属于本项目。

本工程实际建设期土石方平衡流向表见表 3-5。

3.4.3 变化情况

根据《水保方案》设计工程土石方与工程实际土石方对比情况(详见表 3-6)，本工程总挖方量为增加了 1.58 万 m^3 （场地平整减少 0.11 万 m^3 ，地下室开挖增加了 1.80 万 m^3 ，建筑物拆除减少 0.11 万 m^3 ）；填方量增加了 1.05 万 m^3 （场地平整增加 0.10 万 m^3 ，地下室回填增加 0.95 万 m^3 ）；外购回填土石方增加 0.95 万 m^3 （主要为地下室回填土方增加 0.95 万 m^3 ）；弃方增加 1.48 万 m^3 （场地平整减少 0.21 万 m^3 ，地下室开挖增加 1.80 万 m^3 ，拆除建筑减少 0.11 万 m^3 ）。

土石方变化情况详见表 3-6。

表 3-4 《水保方案》设计工程土石方情况（单位：万 m³）

项目名称	土石方来源	土石方回填			调入方		调出方		外购方		弃方	
	土石方开挖	直接回填	外购回填	绿化用土	数量	来源	数量	来源	数量	性质	数量	性质
场地平整	1.50	0.50									1.00	多余土方
桩基开挖	4.50										4.50	桩基开挖
地下室开挖	16.00		1.18						1.18	回填土方	16.00	地下挖方
拆除建筑	0.68										0.68	建筑垃圾
绿化用土				0.16					0.16	表土		
小计	22.68	0.50	1.18	0.16					1.34		22.18	
合计	22.68	1.84							1.34		22.18	

表 3-5 工程实际土石方情况（单位：万 m³）

项目名称	土石方来源	土石方回填			调入方		调出方		外购方		弃方	
	土石方开挖	直接回填	外购回填	绿化用土	数量	来源	数量	来源	数量	性质	数量	性质
场地平整	1.39	0.60									0.79	多余土方
桩基开挖	4.50										4.50	桩基开挖
地下室开挖	17.80		2.13						2.13	回填土方	17.80	地下挖方
拆除建筑	0.57										0.57	建筑垃圾
绿化用土				0.16					0.16	表土		
小计	24.26	0.60	2.13	0.16					2.29		23.66	
合计	24.26	2.89							2.29		23.66	

表 3-7 《水保方案》设计土石方与工程实际土石方对比情况表（万 m³）

序号	项目名称	《水保方案》设计土石方情况						工程实际土石方情况						变化情况					
		挖方	填方	调入	调出	外购	弃方	挖方	填方	调入	调出	借方	弃方	挖方	填方	调入	调出	借方	弃方
1	场地平整	1.50	0.50				1.00	1.39	0.60				0.79	-0.11	0.10				-0.21
2	桩基开挖	4.50					4.50	4.50					4.50	0.00					0.00
3	地下室开挖	16.00	1.18			1.18	16.00	17.80	2.13			2.13	17.80	1.80	0.95			0.95	1.80
4	拆除建筑	0.68					0.68	0.57					0.57	-0.11					-0.11
5	绿化用土		0.16			0.16			0.16			0.16		0.00	0.00				0.00
6	合计	22.68	1.84			1.34	22.18	24.26	2.89			2.29	23.66	1.58	1.71			0.95	1.48

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施监测方法

水土保持工程措施监测主要采用调查监测及现场收集竣工资料的方法。通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、卷尺、测距仪、数码相机等工具，测定措施量及规格尺寸等数据。再结合施工数据资料，最终统计出实际实施的水土保持工程措施量。

4.1.2 工程措施设计情况

根据《水保方案》及相关批复文件本工程设计的水保持工程措施有：集水池 1 口，基坑截水沟 500m，雨水收集池 1 口，绿化覆土 0.16 万 m³。

《水保方案》设计的水土保持工程措施详见表 4-1。

表 4-1 《水保方案》设计的水土保持工程措施量

项目组成	措施类型		单位	工程量
构建筑物区	集水池		口	1
道路广场区	基坑集水沟	长度	m	500
		混凝土量	m ³	240
		土石方开挖	m ³	300
景观绿化区	绿化覆土		万 m ³	0.16
	雨水收集池	数量	口	1
		混凝土量	m ³	64

4.1.3 实际实施的工程措施情况

根据建设单位、监理单位、施工单位及现场监测结果，本工程在实际建设过程中实际实施的水土保持工程措施有：集水池 1 口，基坑集水沟 1045m，雨水收集池 1 口，绿化覆土 0.16 万 m³。

工程实际实施的水土保持工程措施详见表 4-2。

表 4-2 工程实际实施的水土保持工程措施情况表

项目组成	措施类型		单位	工程量
构建筑物区	集水池		口	1
	基坑集水沟	长度	m	1045
		混凝土量	m³	240
		土石方开挖	m³	300
景观绿化区	绿化覆土		万 m³	0.16
	雨水收集池	数量	口	1
		混凝土量	m³	64

4.1.4 工程措施变化情况

根据 4.1.2 章节和 4.1.3 章节统计分析，本工程水土保持工程措施大部分为主体工程设计，因此本工程实际实施的水土保持工程措施量与《水保方案》设计相比主要变化为基坑开挖实际增加 545m。

工程实际实施的水土保持工程措施与《水保方案》设计对比详见表 4-3。

表 4-3 工程实际实施的水土保持工程措施与《水保方案》设计对比表

项目组成	措施类型		单位	设计量	实际量	变化情况
构建筑物区	集水池		口	1	1	+0.00
	雨水收集池	数量	口	1	1	+0.00
		混凝土量	m³	64	64	+0.00
道路广场区	基坑集水沟	长度	m	500	1045	+545
		混凝土量	m³	240	240	+0.00
		土石方开挖	m³	300	300	+0.00
景观绿化区	绿化覆土		万 m³	0.16	0.16	+0.00

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施监测方法

水土保持植物措施监测主要采用调查监测及现场收集竣工资料的方法。通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪、卷尺、测距仪、数码相机等工具，测定措施量及规格尺寸等数据。再结合施工数据资料及工程竣工资料统计，最终统计出实际实施的水土保持植物措施量。

4.2.2 植物措施设计情况

根据《水保方案》及相关批复文件本工程设计的水保持植物措施有：场地绿化 0.31hm²。

《水保方案》设计的水土保持植物措施详见表 4-4。

表 4-4 《水保方案》设计的水土保持植物措施量

项目组成	措施类型	单位	工程量
景观绿化区	场地绿化	hm ²	0.31

4.2.3 实际实施的植物措施情况

根据建设单位、监理单位、施工单位及现场监测结果，本工程在实际建设过程中实际实施的水土保持植物措施有：场地绿化 0.31hm²。

工程实际实施的水土保持植物措施详见表 4-5。

表 4-5 工程实际实施的水土保持植物措施情况表

项目组成	措施类型	单位	工程量
景观绿化区	场地绿化	hm ²	0.31

4.2.4 植物措施变化情况

根据 4.2.2 章节和 4.2.3 章节统计分析（对比分析详见表 4-6），本工程水土保持植物措施为主体工程设计，因此工程实际建设过程中实施的植物措施与《水保方案》相比基本没有变化。

表 4-6 水土保持植物措施对比表

项目组成	措施类型	单位	设计量	实际量	变化情况
景观绿化区	场地绿化	hm ²	0.31	0.31	+0.00

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施监测方法

水土保持临时措施监测主要采用调查监测及现场收集竣工资料的方法。通过现场实地勘测，采用卷尺、测距仪、数码照相机、记录表等工具，测定措施量、措施布设位置等数据。再结合施工竣工资料统计，最终统计出实际实施的水土保持临时措施量。

4.3.2 临时措施设计情况

根据《水保方案》及相关批复文件，本工程设计的临时措施有：临时排水沟长 510m；彩条布覆盖 760m²、简易沉沙池 3 座、无纺布覆盖 3500m²、车辆清洗池 1 座、临时沉沙池 1 座、铺设碎石池 1 座、无纺布覆盖 3100m²。

《水保方案》设计的水土保持临时措施详见表 4-7。

表 4-7 《水保方案》设计的水土保持临时措施量

项目组成	措施类型		单位	工程量
道路广场区	临时排水沟	长度	m	600
		土石方开挖	m ³	90
	彩条布覆盖		m ²	760
	简易沉沙池	数量	座	3
		土石方开挖	m ³	25.20
		粘土砖砌筑	m ³	17.28
		砂浆抹面	m ²	44.10
	无纺布覆盖		m ²	3500
	车辆清洗池	数量	座	1
		C15 混凝土量	m ³	22.5
	临时沉沙池	数量	座	1
		土石方开挖	m ³	8.4
		粘土砖砌筑	m ³	5.76
		砂浆抹面	m ²	14.7
	铺设碎石池	数量	座	1
		碎石量	m ³	24
景观绿化区	无纺布覆盖		m ²	3100

4.3.3 实际临时措施实施情况

根据建设单位、监理单位、施工单位及现场监测结果，本工程在实际建设过程中实际实施的水土保持临时措施有临时排水沟长 920m、彩条布覆盖 2400m²、简易沉沙池 2 座、车辆清洗池 1 座、临时沉沙池 1 座、铺设碎石池 1 座、无纺布覆盖 3100m²。

工程实际实施的水土保持植物措施详见表 4-8。

表 4-8 工程实际实施的水土保持临时措施情况表

项目组成	措施类型	单位	工程量
道路广场区	临时排水沟	长度	m
		土石方开挖	m ³
	彩条布覆盖		m ²
	简易沉沙池	数量	座
		土石方开挖	m ³
		粘土砖砌筑	m ³
		砂浆抹面	m ²
	车辆清洗池	数量	座
		C15 混凝土量	m ³
	临时沉沙池	数量	座
		土石方开挖	m ³
		粘土砖砌筑	m ³
		砂浆抹面	m ²
	铺设碎石池	数量	座
		碎石量	m ³
景观绿化区	无纺布覆盖		m ²

4.3.4 临时措施变化情况

根据 4.3.2 章节和 4.3.3 章节统计分析,本工程水土保持临时措施发生的主要变化有:临时排水沟增加 410m,彩条布覆盖增加简易沉沙池减少 1 座、无纺布覆盖减少 3500m²。

表 4-9 工程水土保持临时措施对比表

项目组成	措施类型	单位	设计量	实际量	变化情况
道路广场区	临时排水沟	长度	m	510	920
		土石方开挖	m ³	90	165
	彩条布覆盖		m ²	760	2400
	简易沉沙池	数量	座	3	2
		土石方开挖	m ³	25.20	17
		粘土砖砌筑	m ³	17.28	12
		砂浆抹面	m ²	44.10	30
	无纺布覆盖		m ²	3500	0.00
	车辆清洗池	数量	座	1	1
		C15 混凝土量	m ³	22.5	23
	临时沉沙池	数量	座	1	1
		土石方开挖	m ³	8.4	9
		粘土砖砌筑	m ³	5.76	6
		砂浆抹面	m ²	14.7	15
	铺设碎石池	数量	座	1	1
		碎石量	m ³	24	24
景观绿化区	无纺布覆盖		m ²	3100	3100

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 水土保持措施实施情况汇总

- (1) 工程措施：集水池 1 口，基坑集水沟 1045m，雨水收集池 1 口，绿化覆土 0.16 万 m³；
- (2) 植物措施：场地绿化 0.31hm²；
- (3) 临时措施：临时排水沟长 920m、彩条布覆盖 2400m²、简易沉沙池 2 座、车辆清洗池 1 座、临时沉沙池 1 座、铺设碎石池 1 座、无纺布覆盖 3100m²。

图 4-1 工程已部分实施的水土保持措施现状



4.4.2 水土保持措施防治效果评价

建设单位在项目建设过程中根据工程建设特点、施工情况、自然条件情况等，以工程措施为先导，通过工程措施与植物措施的有机结合，永久措施和临时措施的相互补充，因地制宜地布设了工程措施、植物措施、临时措施，完成工程措施包括集水池、基坑截水沟等等；植物措施包括场地绿化等；临时措施包括临时排水沟，临时覆盖，临时沉沙等。

截至 2020 年 5 月，工程措施中已实施挡墙质量合格，无断裂、裂缝、不均匀沉降等现象发生，已实施的排水措施能够有效疏导地表径流，在防治地表径流对本项目造成冲刷和侵蚀方面起到了显著效果。植物措施实施区域中植被长势良好，植物措施能够较好地起到了本项目保水固土的效果，水土保持效果明显，对项目区生态环境起到了积极的推动作用。

以上各项水土保持措施的实施和良好运行，使得项目建设过程中及后期自然恢复期过程中的水土流失情况的到有效的防治，使本工程的六大指标（计算过程详见第六章）均能达到《水保方案》设计的目标值。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 设计工程占地情况

根据《水保方案》及其相应的批复文件本工程总占地面积为 1.51hm²；按占地性质划分全部为永久占地；按占地类型划分占用荒草地 0.84hm²，占用建设用地 0.67hm²按项目分区划分构建筑物区占地面积为 0.46hm²，道路广场区占地面积 0.74hm²，景观绿化区占地面积为 0.31hm²。

《水保方案》设计占地情况详见表 5-1。

表 5-1 《水保方案》设计的占地面积表（单位：hm²）

防治分区	占地面积	荒草地	建设用地
建构筑物区	0.46	0.28	0.18
道路广场区	0.74	0.39	0.35
景观绿化区	0.31	0.17	0.14
合计	1.51	0.84	0.67

5.1.2 工程实际占地面积情况

根据建设单位、施工单位、监理单位提供数据及现场监测调查情况，本工程实际占地 1.51hm²；按占地性质划分全部为永久占地；按占地类型划分占用荒草地 0.84hm²，占用建设用地 0.67hm²按项目分区划分构建筑物区占地面积为 0.46hm²，道路广场区占地面积 0.74hm²，景观绿化区占地面积为 0.31hm²。

工程实际占地情况详见表 5-2。

表 5-2 工程实际占地情况表（单位：hm²）

防治分区	占地面积	荒草地	建设用地
建构筑物区	0.46	0.28	0.18
道路广场区	0.74	0.39	0.35
景观绿化区	0.31	0.17	0.14
合计	1.51	0.84	0.67

5.1.3 各阶段水土流失面积情况

根据《水保方案》及其批复文件、业主提供的资料、监理数据及监测结果等资料，截止 2020 年 5 月本项目总占地面积 1.51hm^2 ，随着施工进展，各个监测分区水土流失面积也随时在发生变化。

监测组自 2016 年 4 月进场监测后，对项目区及周边区域进行调查、巡查、巡视监测，综合分析后本项目施工准备期、施工期及自然恢复期的水土流失面积分别为 1.51hm^2 、 1.51hm^2 及 0.31hm^2 ；根据监测数据本工程水土流失面积随着工程施工逐渐增大，随着建筑和绿化面积的增加而逐渐减少。工程主要的水土流失时段主要为 5~10 月的雨季，主要水土流失施工时段为施工期。

本工程各个时段水土流失面积变化详见表 5-3。

表 5-3 本工程水土流失面积动态变化情况表

分区	水土流失面积 (hm^2)		
	施工准备期	施工期	试运行期
构建筑物区	0.46	0.46	0.00
道路广场区	0.74	0.74	0.00
景观绿化区	0.31	0.31	0.31
合计	1.51	1.51	0.31

5.2 土壤流失量

5.2.1 地表扰动类型划分

5.2.1.1 施工准备期地表扰动类型划分

通过现场踏勘和调查，根据重塑地貌后形成新的地形地貌，分析划分施工准备期的地表扰动类型。为了客观地反映建设项目的水土流失特点，对项目在建设过程中的地表扰动进行适当的分类。施工过程中对地表的扰动主要表现为四类，开挖面、堆填面、施工平台、未扰动区等。开挖面、堆填面、施工平台、未扰动区等具有不同的水土流失特点。根据监测工作的实际需要和工程特点，在实地调查的基础上，依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致，不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，共分为 3 类地表扰动类型。

施工期地表扰动类型分类和地表扰动分类结果统计见表 5-4 和表 5-5。

表 5-4 施工准备期地表扰动类型分类表

扰动类型	明显扰动		
扰动特征	开挖面	堆填面	施工平台
分类代号	1 类	2 类	3 类
侵蚀对象	土石质开挖边坡	土石质堆填边坡	施工场地
分类依据	开挖、削坡等工作面	临时堆渣区域	场地平整形成的平台和坑开挖形成的平台
主要区域	道路广场区基坑开挖形成的边坡；构建筑物区基坑开挖形成的边坡	构建筑物区、道路广场区、景观绿化区临时堆渣	构建筑物区、道路广场区、景观绿化区平台

表 5-5 施工准备期各地表扰动类型面积情况一览表

项目组成及分区	地表扰动类型划分结果（hm ² ）			合计
	明显扰动			
	1 类	2 类	3 类	
构建筑物区	0.21	0.06	0.19	0.46
道路广场区	0.21	0.02	0.51	0.74
景观绿化区			0.31	0.31
合计	0.42	0.08	1.01	1.51

5.2.1.2 施工期地表扰动类型划分

通过现场踏勘和调查，根据重塑地貌后形成新的地形地貌，分析划分工程施工期的地表扰动类型。为了客观地反映建设项目的水土流失特点，对项目在建设过程中的地表扰动进行适当的分类。施工过程中对地表的扰动主要表现为三类，开挖面、堆填面和施工平台等。开挖面、堆填面、施工平台等具有不同的水土流失特点。根据监测工作的实际需要和工程特点，在实地调查的基础上，依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致，不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，共分为 3 类地表扰动类型。

一期工程施工期地表扰动类型分类和地表扰动分类结果见表 5-6 和表 5-7。

表 5-6 工程施工期地表扰动类型分类表

扰动类型	明显扰动		
扰动特征	开挖面	堆填面	施工平台
分类代号	1 类	2 类	3 类
侵蚀对象	土石质开挖边坡	土石质堆填边坡	施工场地
分类依据	开挖、削坡等工作面	临时堆渣区域	场地平整形成的平台和坑开挖形成的平台
主要区域	道路广场区基坑开挖形成的边坡；构建筑物区基坑开挖形成的边坡	构建筑物区、道路广场区、景观绿化区临时堆渣	构建筑物区、道路广场区、景观绿化区平台

表 5-7 工程施工期各地表扰动类型面积情况一览表

项目组成及分区	地表扰动类型划分结果（hm ² ）			
	明显扰动			小计
	1 类	2 类	3 类	
构建筑物区	0.05	0.03	0.38	0.46
道路广场区	0.11	0.01	0.62	0.74
景观绿化区			0.31	0.31
合计	0.16	0.04	1.31	1.51

5.2.1.3 工程现状地表扰动类型划分

根据工程现状实际情况，为客观真实地反映建设项目的水土流失特点，需对建设项目的地表扰动进行适当的分类。工程对地表的扰动主要表现为平台。根据监测工作的实际需要和工程特点，在实地调查的基础上，依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致、不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，工程现状划分的地表扰动类型为：无危害扰动（硬化面积、植被恢复区域）。共分为 2 类地表扰动类型，划分结果见表 5-8，根据工程各区域扰动面积现状实际情况，各区域面积划分结果详见表 5-9。

表 5-8 工程现状地表扰动类型分类表

地表扰动类型划分		
侵蚀危害	无危害扰动	
扰动特征	硬化面积	植被恢复区
分类代号	1 类	2 类
侵蚀对象	硬化	土质
分类依据	路面等硬化建筑物	已实施植物措施，且植物措施长势良好，基本不存在侵蚀的区域
位置	建构筑物区和道路广场区	景观绿化区

表 5-9 工程现状各地表扰动类型面积情况一览表

防治分区	地表扰动类型划分结果（hm ² ）		
	无危害扰动		合计
	1 类	2 类	
构建筑物区	0.46		0.46
道路广场区	0.74		0.74
景观绿化区		0.31	0.31
合计	1.20	0.31	1.51

5.2.2 侵蚀模数的确定

5.2.2.1 施工准备期和施工期侵蚀模数的确定

施工准备期和施工期侵蚀模数，主要参照《土壤侵蚀分类分级标准》，结合各个地表扰动类型侵蚀区域实际情况，确定工程施工期和施工准备期各地表扰动类型侵蚀模数。

施工准备期和施工期各地表扰动类型侵蚀模数确定结果详见表 5-10。

表 5-10 施工准备期扰动地表侵蚀模数取值表

扰动类型	分类代号	确定的侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
开挖面	1 类	5000
堆填面	2 类	10000
平台	3 类	2000

5.2.2.2 工程现状地表扰动类型划分

根据工程现状地表扰动类型划分，参照《土壤侵蚀分类分级标准》，结合各个地表扰动类型侵蚀区域实际情况，确定工程现状各地表扰动类型侵蚀模数。

结合工程实际情况，工程现状各地表扰动类型侵蚀模数确定结果详见表 5-11。

表 5-11 工程现状各地表扰动类型侵蚀模数确定结果

扰动类型		分类代号	确定的侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
无危害扰动	硬化面积	1 类	0
	植被恢复区	2 类	500

5.2.3 土壤侵蚀量及平均侵蚀模数监测结果

5.2.3.1 施工准备期侵蚀量及平均侵蚀模数推算

鉴于工程监测实际情况，根据 5.2.1.1 章节及 5.2.2.1 章节相关分析，结合工程施工准备期 6 个月（2015 年 1 月至 2015 年 6 月），推测施工准备期扰动地表类型土壤侵蚀量为 24.60t，项目建设区平均土壤侵蚀模数为 $3258.28t/km^2 \cdot a$ 。

本工程施工准备期按扰动地表类型（现状情况）推算土壤侵蚀量及平均土壤侵蚀模数的计算情况见表 5-12。

表 5-12 施工准备期土壤侵蚀量及平均侵蚀模数推算表

项目组成	地表扰动类型划分结果 (hm ²)			确定的侵蚀模数 (t/km ² ·a)			侵蚀时段 (a)	侵蚀量 (t)	平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)
	明显侵蚀			有危害侵蚀					
	1 类	2 类	3 类	1 类	2 类	3 类			
构建筑物区	0.21	0.06	0.19	5000	10000	2000	6/12	10.15	4413.04
道路广场区	0.21	0.02	0.51	5000	10000	2000	6/12	11.35	3067.57
景观绿化区			0.31			2000	6/12	3.10	2000.00
合计	0.42	0.08	1.01					24.60	3258.28

5.2.3.2 施工期侵蚀量及平均侵蚀模数推算

鉴于工程监测实际情况, 根据 5.2.1.2 章节及 5.2.2.1 章节相关分析, 结合工程施工期 54 个月 (2015 年 7 月至 2019 年 12 月), 推测施工期扰动地表类型土壤侵蚀量为 171.90t, 项目建设区平均土壤侵蚀模数为 2529.80t/km²·a。

本工程施工期按扰动地表类型 (现状情况) 推算土壤侵蚀量及平均土壤侵蚀模数的计算情况见表 5-13。

表 5-13 施工准备期土壤侵蚀量及平均侵蚀模数推算表

项目组成	地表扰动类型划分结果 (hm ²)			确定的侵蚀模数 (t/km ² ·a)			侵蚀时段 (a)	侵蚀量 (t)	平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)
	明显侵蚀			有危害侵蚀					
	1 类	2 类	3 类	1 类	2 类	3 类			
构建筑物区	0.05	0.03	0.38	5000	10000	2000	54/12	58.95	2847.83
道路广场区	0.11	0.01	0.62	5000	10000	2000	54/12	85.05	2554.05
景观绿化区			0.31			2000	54/12	27.90	2000.00
合计	0.16	0.04	1.31					171.90	2529.80

5.2.3.3 林草植被恢复期侵蚀量及平均侵蚀模数推算

鉴于工程监测实际情况, 根据 5.2.1.3 章节及 5.2.2.2 章节相关分析, 结合工程建设工期 (按运行初期 5 个月计算), 推测扰动地表类型土壤侵蚀量 (现状情况) 为 0.65, 项目建设区平均土壤侵蚀模数为 102.65t/km²·a。

按扰动地表类型 (现状情况) 推算土壤侵蚀量及平均土壤侵蚀模数的计算情况见表 5-14。

表 5-14 林草植被恢复期侵蚀量及平均侵蚀模数推算（按现状计算）

项目组成	地表扰动类型划分结果（hm ² ）		确定的侵蚀模数（t/km ² ·a）		侵蚀时段（a）	侵蚀量（t）	平均侵蚀模数（t/km ² ·a）
	无危害扰动		无危害扰动				
	1 类	2 类	1 类	2 类			
构建筑物区	0.46		0		5/12	0.00	0.00
道路广场区	0.74		0		5/12	0.00	0.00
景观绿化区		0.31		500	5/12	0.65	500.00
合计	1.20	0.31				0.65	102.65

5.3 取（石、料）弃土（石、渣）潜在的土壤流失量

本工程所涉及的取（石、料）均为外购，所有弃土（石、渣）均运至昆明市消纳场中，防治责任均不属于本项目。因此本项目没有取（石、料）弃土（石、渣）潜在的土壤流失量。

5.4 水土流失危害

本工程从 2016 年 4 月~2020 年 5 月我公司监测项目部进场开展监测工作，均未发生水土流失危害性事件；由于 2015 年 1 月~2016 年 3 月，我公司监测醒目部未进场开展监测工作，但根据建设单位、监理单位、施工单位等各单位提供的资料和信息中显示，2015 年 1 月~2016 年 3 月本工程未发生重大水土流失危害性事件。由于建设单位高度重视水土保持工作，并严格要求各施工单位规范施工、文明施工，本工程在建设过程中基本未对周边环境造成不良影响。

综上所述，本工程在建设过程中未发生水土流失危害性事件，且基本未对周边环境造成不良影响。

6 水土流失防治效果监测结果

本项目建设期已结束，开始进入运行阶段，此次监测将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。

项目区土壤类型为水力侵蚀区，二级类型区为西南岩溶区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据水利部《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号）和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（云南省水利厅公告第49号）本项目所在区域不属于国家级和省级水土流失重点预防区和重点治理区范围，根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）的规定，本项目位于昆明市城区，因此本工程项目所在区域属水土流失一级防治区。

《水保方案》采用的水土流失防治标准见表 6-1。

表 6-1 《水保方案》确定的防治标准

防治标准	计算方法	方案目标值
扰动土地整治率（%）	项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比	95
水土流失总治理度（%）	项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比	97
土壤流失控制比	项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比	1.0
拦渣率（%）	项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比	98
林草植被恢复率（%）	项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比	99
林草覆盖率（%）	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	25

6.1 扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在生产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，包括永久建筑物面积。

根据建设单位、监理单位提供资料及现场监测情况，本工程项目建设区面积为 1.51hm^2 ，扰动面积为 1.51hm^2 ，水土流失整治面积为 1.51hm^2 ，其中建筑物及场地道路硬化 1.20hm^2 、植物措施面积为 0.31hm^2 ，因此本工程扰动土地整治率为 99.99%。扰动土地整治率计算工程详见表 6-2。

6.2 水土流失总治理度

水土流失面积包括因开发建设项目生产建设活动导致或诱发的水土流失面积，以及项目建设区内尚未达到容许土壤流失量的未扰动地表水土流失的面积。水土流失防治面积是指对水土流失区域采取水土保持措施，并使土壤流失量达到容许土壤流失量或以下的面积，以及建立良好排水体系，并不对周边产生冲刷的地面硬化面积和永久建筑物面积。

根据建设单位、监理单位提供资料及现场监测情况，本工程建设区面积为 1.51hm^2 ，扰动面积为 1.51hm^2 ，建筑物及场地道路硬化区 1.20hm^2 ，水土流失面积为 0.31hm^2 ；治理达标面积为 0.31hm^2 ，其中植物措施面积为 0.31hm^2 ，因此本工程水土流失总治理度为 99.99%。水体流失总治理度计算工程详见表 6-3。

6.3 拦渣率与弃渣利用

根据建设单位、监理单位及现场监测结果，本工程总开挖土石方量为 24.26 万 m^3 ，工程总填方量为 2.89 万 m^3 ，其中绿化覆土 0.16 万 m^3 、直接回填量为 0.60 万 m^3 、外购回填 2.13 万 m^3 ；外购土石方 2.29 万 m^3 （其中外购土方 2.13 万 m^3 、外购绿化用土 0.16 万 m^3 ），产生弃方为 23.66 万 m^3 ，产生弃方弃于昆明市消纳场中。但是在工程施工不可能做到尽善尽美，本工程拦渣率取 99%。详见表 6-4。

表 6-4 拦渣率计算表

项目	弃渣量（万 m^3 ）	拦渣量（万 m^3 ）	拦渣率（%）
项目区综合	23.66	23.66	99

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比为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。

项目区容许土壤侵蚀模数为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，由 5.2.3.3 章节可知，本工程施工准备期、施工期和林草植被恢复期平均土壤侵蚀模数分别为 $3258.28\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 、 $2529.80\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 和 $102.65\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，因此本工程施工准备期、施工期和林草植被恢复期土壤流失控制比分别为 0.15、0.20 和 4.87；本工程施工准备期、施工期和林草植被恢复期土壤流失控制比详见表 6-5。

表 6-5 土壤流失控制比计算表

时段	容许侵蚀模数 (t/km ² ·a)	实际平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	监测值
施工准备期	500	3258.28	0.15
施工期	500	2529.80	0.20
林草植被恢复期	500	102.65	4.87

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为林草类植被面积与可恢复林草植被面积的比值，其中可恢复林草植被面积指在当前经济、技术条件下通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积，不含国家规定应恢复农耕的面积。

根据监测结果，本工程项目建设区面积为 1.51hm²，项目区可恢复面积约 0.31hm²，已恢复植被面积约 0.31hm²，通过计算得项目区内的林草植被恢复率为 99.99%。林草植被恢复率计算过程详见表 6-6。

6.6 林草覆盖度

林草面积是指开发建设项目项目区内所有人工和天然森林、灌木林和草地的面积。

根据监测结果，本工程项目建设区面积为 1.51hm²，工程已实施绿化面积为 0.31hm²，通过计算得项目区内的林草覆盖率为 20.53%。林草覆盖度计算过程详见表 6-6。

表 6-2 扰动土地整治率计算表

分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	建筑物及场地道路硬化 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			扰动土地整治面积 (hm ²)	扰动土地整治率 (%)
				植物措施	工程措施	小计		
构建筑物区	0.46	0.46	0.46	/	/	/	0.46	99.99
道路广场区	0.74	0.74	0.74	/	/	/	0.74	99.99
景观绿化区	0.31	0.31		0.31	/	0.31	0.31	99.99
合计	1.51	1.51	1.20	0.31	/	0.31	1.51	99.99

表 6-3 水土流失总治理度计算表

分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	建筑物及场地道路硬化 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			水土流失总治理度率 (%)
					植物措施	工程措施	小计	
构建筑物区	0.46	0.46	0.46	0.00	/	/	/	/
道路广场区	0.74	0.74	0.74	0.00	/	/	/	/
景观绿化区	0.31	0.31		0.31	0.31	/	0.31	99.99
合计	1.51	1.51	1.20	0.31	0.31	/	0.31	99.99

表 6-6 林草植被恢复率和林草覆盖率计算表

分区	项目建设区面积 (hm ²)	可恢复植被面积 (hm ²)	已恢复植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖度 (%)
构建筑物区	0.46	0.00	0.00	/	/
道路广场区	0.74	0.00	0.00	/	/
景观绿化区	0.31	0.31	0.31	99.99	99.99
合计	1.51	0.31	0.31	99.99	20.53

7 1 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，本项目随着基础施工建设的开工，地表扰动强度增加，水土流失强度增强；随着基础工程的结束，水土保持各项措施的效益发挥，水土流失强度减小；施工过程中水土流失强度决定因素为降雨，所以雨季的水土流失强度大于旱季。

本工程监测结合现阶段防护措施的实施情况，依据《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）本工程水土保持各项指标情况：扰动土地整治率 99.99%，水土流失总治理度 99.99%，土壤流失控制比 4.87，拦渣率 99%，林草植被恢复率 99.99%，林草覆盖率 20.53%，除了林草覆盖率外其余的五项指标均达到了方案目标值。林草植被覆盖率不达标的主要原因为：本项目位于城市中心，项目建设用地为规划整地范围，选址具有唯一性，加之项目区内建筑物较多，场内道路硬化面积较大，可恢复植被面积较小，从而导致植被恢复面积较小，林草覆盖率未能达到目标值；但由于本工程对施工结束后形成的施工迹地均进行了防治，本工程虽林草覆盖率未达到目标值，但仍可满足本工程水土保持要求。

表 7-1 各项指标达标情况

防治标准	方案目标值	实际值	达标情况
扰动土地整治率（%）	95	99.99	达标
水土流失总治理度（%）	97	99.99	达标
土壤流失控制比	1.0	4.87	达标
拦渣率（%）	98	99	达标
林草植被恢复率（%）	99	99.99	达标
林草覆盖率（%）	25	20.53	未达标

7.2 水土保持措施评价

建设单位非常重视水土保持工作，按照水土保持方案要求，及时跟进水土保持措施，在 2015 年 1 月至 2020 年 5 月间，主要建成、截排水工程；植被恢复工程；临时覆盖工程、临时截排水工程、临时沉沙等。

完成主要措施及工程量:

(1) 工程措施: 集水池 1 口, 基坑集水沟 1045m, 雨水收集池 1 口, 绿化覆土 0.16 万 m^3 ;

(2) 植物措施: 场地绿化 0.31 hm^2 ;

(3) 临时措施: 临时排水沟长 920m、彩条布覆盖 2400 m^2 、简易沉沙池 2 座、车辆清洗池 1 座、临时沉沙池 1 座、铺设碎石池 1 座、无纺布覆盖 3100 m^2 。

方案设计的措施基本落实到位, 防治措施完善, 设施质量合格, 保土保水效果显著, 基本达到水土保持方案报告书的防治目标; 通过排水工程、临时防护工程以及植物措施的综合治理, 将有效拦截工程建设过程中产生的泥沙, 减轻对项目区的不利影响。通过植树种草, 改善了项目建设区的林草覆盖率, 可以减少工程建设产生水土流失的影响, 保护了项目区的环境质量。各项水土保持措施实施后, 项目区的水土流失得到了有效控制, 生态环境得以改善, 有效的防治了水土流失。

7.3 存在的问题及建议

7.3.1 存在问题

(1) 建设单位虽设立了专门的后期维护、运行、养护管理组织, 但由于个别区域养护管理不到位, 导致部分植株存在长势较弱, 甚至死亡的现象。

7.3.2 建议

(1) 在项目建设过程中要加强领导和管理, 组建专门的水保工程建设领导小组, 提高施工人员的水土保持意识, 落实水保资金, 确保水土保持方案的有效实施;

(2) 在施工过程中要注重水土保持临时措施的实施, 以最大限度地减少施工期间的水土流失;

(3) 对长势较弱植株加强养护管理, 对已经死亡的植株进行补植补种。

7.4 综合结论

根据项目水土保持监测，比照土壤侵蚀背景状况及调查监测结果的分析可以看出，工程建设和施工单位重视水土保持工作和生态保护，基本按照主体工程设计的内容和《水保方案》设计实施各种预防保护措施。根据监测成果分析，可以得出以下总体结论：

（1）通过对全区调查资料进行分析，项目建设期因工程建设施工不可避免的扰动和破坏防治责任范围内的原地貌增加了水土流失强度和程度。

（2）各个分区的各项水土保持措施到位，项目建设区实现了《水保方案》中提出的水土保持防治目标。

（3）建设单位重视水土保持工作和生态保护，基本按照水保方案及批复文件要求落实各项防治措施，对周边环境影响较小，六项指标达到水保方案确定的目标值。