

水保监测（云）字第 0040 号

水保方案（云）字第 0088 号

昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程

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

昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程

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：昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程

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		昆明机场轨道交通示范线（6号线）工程								
建设规模	建设城市轻轨 25.673km，车站 6 座，车辆段 1 个，主变电所 1 座。	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		昆明市官渡区						
		所属流域机构		长江水利委员会						
		工程总投资		141.71 亿元						
		工程总工期		121 个月（2010 年 4 月~2020 年 4 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		市区及低山丘陵			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、简易水土流失观测场定位实测、巡查监测			2.防治责任范围监测		调查监测、无人机复核、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		1656.50t / km ² .a			
方案设计防治责任范围		108.42hm ²			土壤容许流失量		500t/hm ² .a			
水土保持投资		1106.35 万元			水土流失目标值		500t/hm ² .a			
防治措施		（1）工程措施：混凝土挡墙长 1882m；表土剥离 105760m³；浆砌石盖板排水沟 17065m；浆砌石截排水（洪）沟 1361m；浆砌石跌水坎 52m；综合护坡面积 6500m²；网格植草护坡面积 6510m²；消力池 6 座；表土回覆 105760m³；水平犁沟整地 33.57hm²，穴状整地 580 个。 （2）植物措施：场地绿化 32.97hm²；综合护坡 6500m²；网格植草护坡 6510m²；空心砖植草铺砌 1.09hm²；地面线路基绿化 0.60hm²。 （3）临时措施：临时排水沟长 24741m；简易沉沙池 51 座；临时沉沙池 9 座；编织袋挡护长 3922m；密目网覆盖 138923m²；地下水疏干系统 6 套；临时撒草 7.97hm²，临时撒播黑麦草 518.06kg。								
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%	99.26%	防治措施面积	35.10hm ²	永久建筑物及硬化面积	33.44hm ²	扰动土地总面积	69.05hm ²
		水土流失总治理度	97%	98.57%	防治责任范围面积	69.05hm ²	水土流失总面积	35.61hm ²		
		土壤流失控制比	1.0	1.49	工程措施面积	1.68hm ²	容许土壤流失量	500t/hm ² .a		
		林草覆盖率	27%	48.40%	植物措施面积	33.42hm ²	监测土壤流失情况	336.34t/hm ² .a		
		林草植被恢复率	99%	99.45%	可恢复植被面积	33.61hm ²	林草植被面积	33.42hm ²		
		拦渣率	95%	99%	实际拦挡弃渣量	162.31 万 m ³	总弃渣量	162.31 万 m ³		
	水土保持治理达标评价		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。							
	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，六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。								

对比照片

	
东部汽车站（2011 年 6 月）	东部汽车站（2011 年 12 月）
	
东部汽车站（2012 年 3 月）	东部汽车站（2013 年 10 月）
	
东部汽车站（2014 年 12 月）	东部汽车站（2015 年 12 月）
	
东部汽车站（2017 年 12 月）	东部汽车站（2019 年 12 月）



	
机场前站（2012 年 4 月）	机场前站（2012 年 12 月）
	
机场前站（2013 年 5 月）	机场前站（2014 年 3 月）
	
机场前站（2015 年 12 月）	机场前站（2016 年 10 月）
	
机场前站（2017 年 12 月）	机场前站（2019 年 12 月）

	
两面寺隧道出口（2011年6月）	两面寺隧道出口（2011年11月）
	
两面寺隧道出口（2012年4月）	两面寺隧道出口（2013年12月）
	
两面寺隧道出口（2014年3月）	两面寺隧道出口（2014年12月）
	
两面寺隧道出口（2015年12月）	两面寺隧道出口（2019年10月）



大板桥车辆段（2011 年 6 月）



大板桥车辆段（2011 年 12 月）



大板桥车辆段（2013 年 12 月）



大板桥车辆段（2014 年 12 月）



大板桥车辆段（2015 年 12 月）



大板桥车辆段（2016 年 7 月）



大板桥车辆段（2017 年 12 月）



大板桥车辆段（2020 年 4 月）



高架区（2011 年 6 月）



高架区（2011 年 12 月）



高架区（2012 年 12 月）



高架区（2013 年 6 月）



高架区（2014年6月）



高架区（2015年12月）



高架区（2018年12月）



高架区（2020年4月）



二期地下车站区（2016 年 12 月）



二期地下车站区（2018 年 12 月）



二期地下车站区（2019 年 12 月）



二期地下车站区（2020 年 5 月）

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.....	5
1.3 监测工作实施情况.....	13
2 监测内容与方法.....	26
2.1 原地貌土地利用监测内容和监测方法.....	26
2.2 植被覆盖度.....	26
2.3 扰动土地.....	27
2.4 防治责任范围.....	27
2.5 取土（石、料）弃土（石、渣）.....	27
2.6 水土保持措施.....	28
2.7 土壤流失量.....	28
3 重点部位水土流失动态监测.....	31
3.1 防治责任范围监测.....	31
3.2 取土（石、料）监测结果.....	37
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	37
3.4 土石方监测结果.....	37
4 水土流失防治措施监测结果.....	41
4.1 工程措施监测结果.....	41
4.2 植物措施监测结果.....	49
4.3 临时措施监测结果.....	53
4.4 水土保持措施防治效果.....	57
5 土壤流失情况监测.....	66
5.1 水土流失面积.....	66
5.2 土壤流失量.....	69
5.3 取（石、料）弃土（石、渣）潜在的土壤流失量.....	84
5.4 水土流失危害.....	84
6 水土流失防治效果监测结果.....	91

6.1 扰动土地整治率.....	91
6.2 水土流失总治理度.....	92
6.3 拦渣率与弃渣利用.....	92
6.4 土壤流失控制比.....	93
6.5 林草植被恢复率.....	93
6.6 林草覆盖度.....	93
7 结论.....	98
7.1 水土流失动态变化.....	98
7.2 水土保持措施评价.....	98
7.3 存在的问题及建议.....	99
7.4 综合结论.....	100

附件：

- 附件 1： 中标通知书
- 附件 2： 水土保持方案批复
- 附件 3： 渣土外运协议或接纳证明
- 附件 4： 关于昆明市轨道交通公安消防特勤中队站点项目水土保持方案报告表的行政许可

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：

项目区位于昆明盆地东部，线路始于塘子巷，止于航空港南站，主要承担主城区与航空港之间的长距离出行，同时通过轨道线网，形成主城、呈贡新城与空港经济区之间快速轨道交通的连接，线路全部在昆明市官渡区境内。工程主要控制点包括拓东路、东部客运站、大板桥镇、昆明新机场。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：昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程始于塘子巷，止于昆明新机场，含 8 站 7 区间，线路全长 25.673km。

（4）项目组成：昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程主要由车站区（包括高架车站区和地下车站区）、轨道线路区（包括高架线区、地下线区、地下明挖段）、配套设施区（包括大板桥车辆段、大板桥主变电所和交通衔接配套设施区）和施工生产区（包括铺轨基地、预制梁制作场）等组成。

（5）工程占地：昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程总占地面积为 71.08hm^2 。按占地性质划分永久占地面积为 36.34hm^2 ，临时占地面积为 34.74hm^2 ；按占地类型划分占用旱地 13.74hm^2 ，占用水浇地 12.01hm^2 ，占用公共绿地 1.09hm^2 ，占用林地 6.99hm^2 ，占用荒草地 3.25hm^2 ，占用园地 10.41hm^2 ，占用城镇住宅用地 1.86hm^2 ，占用工业及其他设施 6.91hm^2 ，占用水域 0.46hm^2 ，占用交通运输用地 4.44hm^2 ，占用机场用地 9.92hm^2 ；按项目分区划分车站区占地面积为 6.64hm^2 （其中高架车站区占地面积为 1.36hm^2 、地下车站区占地面积为 5.28hm^2 ），轨道线路区占地面积 34.13hm^2 （其中高架区占地面积为 21.47hm^2 、地面线区占地面积为 3.78hm^2 、地下线明挖段区占地面积为 8.88hm^2 ），配套设施占地面积为 28.61hm^2 （其中大板桥车辆段占地面积为 27.95hm^2 、大板桥主变电所占地面积为 0.42hm^2 、交通衔接配套设施区占地面积为 0.24hm^2 ）；施工生产区占地面积为

1.70hm²（其中铺轨基地区占地面积为 1.30hm²、预制梁制作场占地面积为 0.40hm²）。

（6）土石方量：昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程实际总开挖土石方量为 336.32 万 m³，其中表土剥离量为 10.58 万 m³、建筑垃圾 4.57 万 m³、土石方开挖 321.17 万 m³；工程总填方量为 146.42 万 m³，其中表土回填量为 10.58 万 m³、基础回填量为 135.84 万 m³；区间调入 0.25 万 m³；区间调出 0.25 万 m³；机场建设过程中综合利用 27.59 万 m³；产生的弃方为 162.31 万 m³，产生弃方弃于昆明市消纳场中。

（7）工程投资：昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程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 141.71 亿元（未结算），其中土建投资 46.36 亿元（未结算）。

1.1.2 项目区概况

（1）气象

滇池流域因地处亚热带偏低纬度的云贵高原西部，又有滇池水域调节，形成了夏无酷暑、冬无严寒、干湿季分明的亚热带高原季风湿润气候类型。根据云南省气象台《累年各月各要素统计值(1971-2002)》，现有气象资料系列长度 30 年，项目区年平均气温 14.6℃，极值高温 35.7℃，极值最低温-6.1℃，≥10℃的积温 4568.5℃，最大积雪厚度 17cm；年温差 12.8℃，无霜期 245.1 天，年平均日照时数 2056.8 小时，年平均风速 1.8m/s，最大风速 23.8m/s。春冬干旱，夏秋多雨，年平均降水量 1018.2mm，雨季为 6~10 月（约占全年降水量的 80%），6、7、8 月是降水量最多的月份，其中 8 月最高可达 205.9mm，11 月至次年 5 月为旱季，占 20%左右。年平均相对湿度 75%，蒸发量 1193.7mm，月平均蒸发量 98.28mm。

根据昆明市多年气象水文资料分析，项目区 20 年一遇 1 小时最大暴雨量为 44.3mm，6 小时最大暴雨量为 71.72mm，24 小时最大暴雨量为 115.08mm。该地区 100 年一遇 1 小时最大暴雨量为 67.32mm，6 小时最大暴雨量为 92.67mm，24 小时最大暴雨量为 154.6mm。

（2）水文

①地表水系

本工程项目区属长江流域金沙江水系，涉及的河流有盘龙江、明通河、金汁河、白沙河、宝象河、漕河等。盘龙江，在线路起点设站后折返穿越盘龙江，河道与线路垂直；明通河，AK00+658 里程处穿过线路（暗河形式），河道与线路垂直；金汁河，AK03+408 里程处穿过线路，河道与线路交角约为 31° ；东大沟（原东干渠），AK07+250 里程处线路以高架形式穿越。以上地表径流部分为人工开挖形成，部分河段为天然河道，均对附近场地地下水形成一定补给关系，特别是盘龙江两侧，由砂砾石含水层构成的几级阶地，长期受盘龙江水补给，地下水含量较丰富，对区间隧道开挖有一定影响。

距离本工程较近的水库包括东白沙河水库及铜牛寺水库两个水库，东白沙河水库位于东部客运站站北侧约 450m，该段线路为高架部分，且由于线路走向位于水库下游，两者高差约 30m，因此，工程建设对东白沙河水库的水质不会造成影响。

本工程线路位于铜牛寺水库南侧，离铜牛寺水库最近的标段为 AK13+020，最近距离约 200m。该段线路为高架部分，但由于线路走向位于水库下游，两者高差约 10m，因此，工程建设对铜牛寺水库的水质不会造成影响。

②项目区防洪

昆明机场轨道交通示范线（6号线）工程由西至东经过昆明市主城区及主城区外东北，是连接主城和昆明新机场的联络线，昆明主城区防洪标准按百年一遇洪水频率设计，为保障工程安全，本工程防洪标准也按百年一遇防洪标准设计。本工程防洪主要分为地面部分和地下部分。地面部分防洪主要为大板桥车辆段、高架桥部分及地面线。地下部分防洪主要为地下线及地下车站。

大板桥车辆段场地设计标高 1976.7—1983.9m，场地外东北侧相对较高，与车辆段规划标高相差约 6-11m 之间，东南侧较周边场地高约 4m，南侧较场地外高约 2-3m，西侧与周边场地相当。但由于东北侧汇水面积较小，因此，场地周边没有洪水威胁。大板桥车辆段的防洪根据《城市防洪工程设计规范》CJJ50-92，按照 100 年一遇洪水标准设计。场地雨水及处理达标后的废水通过排水沟进行汇集后排至南侧机场高速雨水系统中，最后汇入滇池。

高架桥区间沿线排水沟直接与周边市政雨水系统或天然沟道连接，水流直接进入已有的雨水系统或天然沟道最后汇入周边河流进入滇池。

地面线沿线排水沟直接与周边天然沟道连接，水流直接进入天然沟道最后汇入周边河流进入滇池。

地下区间出入洞口及车站、区间任何敞口部分的雨水经提升排至地面泄压井后，排入市政雨水管网或天然沟道中。雨水排水设施：在全线地下段的出入洞口处各设有一座排雨水泵站，按 100 年一遇的防洪标准设计，洞口处敞口段的雨水沿线路排水沟排至排雨水泵站，经横截沟排至泵站集水池，泵站内设 3 台排污泵，必要时 3 台泵可同时启动。

每个地下车站各设置一个雨水泵站，综合交通枢纽站及航空港南站水流经泵站加压后排入地上新机场雨水系统，最后汇入城市雨水系统中；其他地下车站水流经泵站加压后汇入工程建设沉沙池，经沉沙处理后排入城市雨水系统中。

（3）土壤

项目区所处区域土壤类型复杂多样，主要有红壤、水稻土、紫色土、棕壤、冲积土 5 个土类，109 个亚土类，18 个土属，26 个土种。其中红壤面积最大，主要分布于海拔 1800~2600m 之间的广大地区，占土壤面积的 52.53%；其次是水稻土，主要分布在平坝区，占土壤面积的 10.87%。

根据实地踏勘，项目区土壤类型主要为红壤。红壤是第四纪红色粘土基础上发育而成的地带性土壤，土层厚度约为 30-40m，土壤呈酸性，腐殖质层薄，土壤质地坚硬、粗糙，有机质含量低，抗蚀性较强。

（4）植被

项目建设区地带性植被为典型的亚热带半湿润常绿阔叶林类型，其代表性森林植物群落有滇青冈、高山栲、元江栲林，但因城市建设等人为影响，原生植被类型已所剩无几，现状植被大都是人工园林植被，树种主要有滇润楠、银杏、香樟、小叶女贞、金叶女贞、杜鹃。项目区林草覆盖率为 29.36%。

（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）本项目所经过的大板桥镇属于金沙江—珠江分水岭省级水土流失重点防治区，根据《开发建设项目水土流失防治标准》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，中铁华铁设计工程集团有限公司等，上述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，昆明地铁建设管理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	中铁大桥工程局有限公司 中铁十八局集团有限公司 中铁二十四局集团有限公司 中铁十六局集团有限公司 中铁二十局集团有限公司 中铁十一局集团有限公司 云南绿盛美地园林景观有限公司 杭州萧山江南园林工程有限公司 云南利鲁环境建设有限公司 滕王阁建工集团股份有限公司	工程施工
5	监理单位	中咨工程建设监理公司 中铁华铁设计工程集团有限公司 四川铁科建设监理有限公司	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 2009 年 12 月委托云南华昆工程技术股份公司（现昆明有色冶金设计研究院股份公司）编制本项目一期工程的水土保持方案，2010 年 6 月云南华昆工程技术股份公司（现昆明有色冶金设计研究院股份公司）编制完成《昆明市轨道交通 6 号线一期

工程水土保持方案（报批稿）》，并上报水利部水土保持监测中心。2010 年 9 月 17 日中华人民共和国水利部以“水保函〔2010〕283 号”文件《关于昆明市轨道交通 6 号线一期工程水土保持方案的复函》对本项目一期工程水土保持方案予以批复。

2011 年 7 月建设单位委托昆明有色冶金设计研究院股份公司编制本项目二期的水土保持方案，方案编制单位于 2011 年 8 月编制完成《昆明机场轨道交通示范线（6 号线）二期工程水土保持方案报告书》（送审稿）。于 2011 年 9 月通过了水利部水土保持监测中心组织的评审；为了与主体设计配套，审查意见要求将一、二期工程进行合并，方案编制单位于完成了《昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程水土保持方案报告书（报批稿）》（简称“水保方案”），2012 年 5 月 8 日中华人民共和国水利部以“水保函〔2010〕283 号文件《关于昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程水土保持方案的方案的批复》（简称“水保方案批复”）对本项目水土保持方案予以批复。批复明确了对《关于昆明市轨道交通 6 号线一期工程水土保持方案的复函》（水保函〔2010〕283 号）进行废止。

1.2.3 水土保持监测成果报送

本项目一期工程于 2010 年 4 月全面开工，并于 2012 年 6 月建成进入试运行，总工期 27 个月；二期工程于 2014 年 7 月开工建设，2020 年 4 月全面完工，总工期 70 个月。建设单位（昆明轨道交通集团有限公司）及下属单位昆明地铁建设管理有限公司分别于 2011 年 4 月和 2015 年 10 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）为本项目一期工程和二期工程的水土保持监测服务单位。

2011 年 4 月起，截止 2020 年 5 月，我公司本项目监测组共进场监测 45 次，出具水土保持监测设计与实施计划 2 期、水土保持监测简报（季报）39 期、监测年报 9 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 77.87hm^2 ；其中车站区占地面积为 5.74hm^2 （其中高架车站区占地面积为 1.36hm^2 、地下车站区占地面积为 4.38hm^2 ），轨道线路区占地面积为 35.81hm^2 （其中高架区占地面积为 21.46hm^2 、地面线区占地面积为 3.78hm^2 、地下线明挖段区占地面积为 10.57hm^2 ），配套设施区占地面积为 34.62hm^2 （其中大板桥车辆段区占地面积为 31.20hm^2 、大板桥主变电所区占地面积为 1.50hm^2 、交通衔接配套设施区占地面积为 1.92hm^2 ），施工生产区占地面积为 1.70hm^2 （其中铺轨基地区占地面积为 1.30hm^2 、预制梁制作场占地面积为 0.40hm^2 ）。

工程实际占地面积为 70.80hm^2 ；其中车站区占地面积为 6.64hm^2 （其中高架车站区占地面积为 1.36hm^2 、地下车站区占地面积为 5.28hm^2 ），轨道线路区占地面积为 30.53hm^2 （其中高架区占地面积为 21.47hm^2 、地面线区占地面积为 3.78hm^2 、地下线明挖段区占地面积为 8.88hm^2 ），配套设施区占地面积为 28.33hm^2 （其中大板桥车辆段区占地面积为 27.95hm^2 、大板桥主变电所区占地面积为 1.40hm^2 、交通衔接配套设施区占地面积为 0.24hm^2 ），施工生产区占地面积为 1.70hm^2 （其中铺轨基地区占地面积为 1.30hm^2 、预制梁制作场占地面积为 0.40hm^2 ）。

工程主要占地变化情况如下：

①高架车站区

本工程高架车站区只有大板桥车站，实际建设过程中大板桥车辆段建设面积与《水保方案》设计基本一致；

②地下车站区

本工程《水保方案》设计建设的地下车站包括拓东路站、菊华东站、东部客运站站、综合交通枢纽站、航空港南站（位于长水机场航站楼下方，本工程只计投资不算占地）；本工程实际建设过程中实际建设的地下车站有塘子巷站（方案设计的拓东路站）、岔街站（新增）、东郊路站（新增）、菊华站（方案设计菊华东站）、东部汽车站（方案设计东部客运站站）、机场前站（方案设计综合交通枢

纽站)、机场中心站(方案设计航空港南站);因此本项目设计建设过程中新增了岔街站和东郊路站,故占地面积增加了 0.90hm^2 ;

③高架区

本工程实际建设过程中高架区与《水保方案》设计阶段基本一致,面积增加了 0.01hm^2 ;

④地面线区

本工程实际建设过程中地面线区地面线区与《水保方案》设计基本一致;

⑤地下线明挖段区

本工程实际建设时《水保方案》设计阶段的大板桥站~机场前站减少明挖 692m ,因此面积减少了 1.69hm^2 ;

⑥大板桥车辆段

本工程实际建设过程中大板桥车辆段实际整地为 27.95hm^2 ,比《水保方案》设计阶段减少 3.25hm^2 ;

⑦大板桥主变电所

本工程实际建设过程中大板桥变电站实际占地为 0.42hm^2 ,比《水保方案》设计阶段减少 1.08hm^2 ;

⑧交通衔接配套设施区

本工程《水保方案》设计阶段在塘子巷站、菊华站、东部汽车站、大板桥站规划了自行车停车场,占地面积为 0.12hm^2 ;工程实际在塘子巷站、岔街站、东郊路站、东部客运站、大板桥站建设了自行车停车场,占地面积为 0.10hm^2 。《水保方案》在塘子巷站、菊华站、东部汽车站、大板桥站规划了“P+R”停车场,工程实际建设过程中除了大板桥站外,其他区域均未建设停车场,大板桥站“P+R”停车场占地面积约为 0.14hm^2 。因此本项目交通衔接配套设施区占地面积减少了 1.68hm^2 ;

⑨铺轨基地区

本工程实际建设过程中铺轨基地与《水保方案》阶段设计相比基本没有变化;

⑩预制梁制作场

本工程实际建设过程中预制梁制作场与《水保方案》阶段设计相比基本没变化。

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：hm²）

分区		方案设计阶段占地	实际占地	变化
车站区	高架车站区	1.36	1.36	+0.00
	地下车站区	4.38	5.28	+0.90
	小计	5.74	6.64	+0.90
轨道线路区	高架区	21.46	21.47	+0.01
	地面线区	3.78	3.78	+0.00
	地下线明挖段区	10.57	8.88	-1.69
	小计	35.81	34.13	-1.68
配套设施区	大板桥车辆段	31.20	27.95	-3.25
	大板桥主变电所	1.50	0.42	-1.08
	交通衔接配套设施区	1.92	0.24	-1.68
	小计	34.62	28.61	-5.03
生产生活区	铺轨基地区	1.30	1.30	+0.00
	预制梁制作场区	0.40	0.40	+0.00
	小计	1.70	1.70	+0.00
合计		77.87	71.08	-6.79

（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 317.29 万 m³（含表土剥离 9.02 万 m³），回填量 144.28 万 m³（含绿化覆土 9.02 万 m³），废弃土石方 168.12 万 m³，废弃的土石方中 29.35 万 m³用于新机场回填，其余的 138.77 万 m³运至昆明荣福经贸有限公司呈贡县吴家营建材加工厂进行堆放；根据对现场查勘、查询施工记录、监理土石方档案和相关设计资料进行统计分析，工程实际建设过程中土石方开挖为 336.32 万 m³（含表土剥离 10.58 万 m³），回填量 146.42 万 m³（含绿化覆土 10.58 万 m³），机场综合利用 27.59 万 m³，剩余的 162.02 万 m³堆存于昆明合法的消纳场中。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 17.47 万 m³，比《水保方案》设计增加了 5.67%。主要因为高架车站区比《水保方案》设计增加 0.20 万 m³；增加了岔街站和东郊路站因此地下车站区增加土石方开挖 26.43 万 m³；大板桥站~机场前站减少明挖 692m，因此地下线明挖段土石方开挖减少 6.16 万 m³，

地下线（矿山、盾构法施工段）增加 13.37 万 m³；大板桥车辆段实际占地面积减少，土石方开挖量减少了 14.80 万 m³。

②表土剥离情况

本工程实际表土剥离量比《水保方案》设计增加了 1.56 万 m³，比《水保方案》设计增加 17.29%。主要因为高架车站区增加 0.25 万 m³；大板桥车辆段增加 1.75hm²；铺轨基地和预制梁区分别增加了 0.03 万 m³和 0.02 万 m³；大板桥主变电所和交通衔接配套设施区由于面积减少，剥离量也相应减少。

③土石方回填

本工程实际土石方回填量比《水保方案》设计减少了 8.44 万 m³，比《水保方案》设计减少了 5.85%；主要因为地下线明挖段区和大板桥车辆段区面积减少导致回填量减少。

综上所述，本工程实际土石方挖填总量为 482.66 万 m³，比《水保方案》设计的 470.59 万 m³增加了 12.07 万 m³，增加了 2.56%。

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	308.27	325.74	+17.47	+5.67
	表土	9.02	10.58	+1.56	+17.29
	合计	317.29	336.32	+19.03	+6.00
回填	土石方	144.28	135.84	-8.44	-5.85
	表土	9.02	10.58	+1.56	+17.29
	合计	153.30	146.42	-6.88	-4.49
土石方总量		470.59	482.74	+12.15	+2.58

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	国家级水土流失“重点治理区”，省级水土流失“重点监督区”和“重点治理区”	省级金沙江—珠江分水岭省级水土流失重点防治区	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；	项目建设区防治责任范围 108.42hm ²	项目建设区防治责任范围 71.08hm ²	减少 37.34hm ² ，减少 34.44%	否
		(3) 开挖填筑土石方总量增加 30% 以上的；	挖方 371.296 万 m ³ ，填方 153.30 万 m ³ ，土石方挖填总量 470.59 万 m ³	挖方 336.32 万 m ³ ，填方 146.42 万 m ³ ，土石方挖填总量 482.74 万 m ³	工程土石方挖填总量增加 12.15 万 m ³ ，增加 2.58%。	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	25.673km	25.634km	线路在原设计线路上建设，未发生位移超过 300m 情况	否
		(5) 施工道路或者伴行道路等长度增加 20%以上的；	均使用原有道路	均使用原有道路	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；	9.02 万方	10.54 万方	表土剥离量增加 1.52 万方，增加 16.85%	否
		(2) 植物措施总面积减少 30% 以上的；	植物措施 35.77hm ²	植物措施 35.64hm ²	植物措施总面积减少了 0.13hm ² ，减少 0.36%	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）及下属单位昆明地铁建设管理有限公司分别于 2011 年 4 月和 2015 年 10 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）为本项目一期工程 and 二期工程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

接到昆明轨道交通集团有限公司委托后，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 2011 年 5 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 2011 年 5 月编写完成了《昆明市轨道交通 6 号线一期工程水土保持监测设计与实施计划》。

接到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委托后，我公司组织技术人员成立监测小组于 2015 年 6 月对二期工程现场进行了踏勘和资料的收集与分析，结合《昆明市轨道交通 6 号线一期工程水土保持监测设计与实施计划》，于 2015 年 6 月完成《昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程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，成立了昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程水土保持监测组，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
	李伟	技术主管	水土保持	总工程师
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
	李伟	工程师	水土保持	监测人员
	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
	秦莲花	校核员	校核	负责文本内容校核
	刘新年	驾驶员	驾驶员	驾驶员

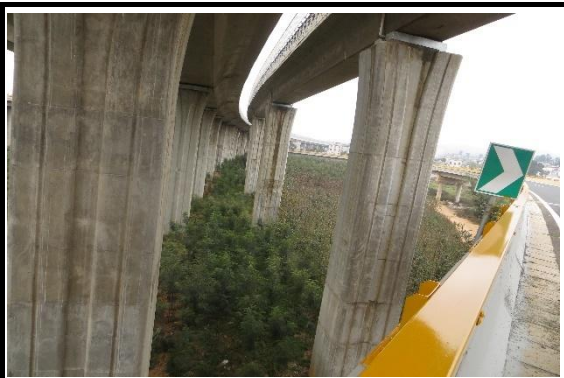
1.3.4 监测点布设情况

根据《昆明机场轨道交通示范线（6 号线）工程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 24 个，其中观测型 1 个、调查型 23 个。监测点分别布设于 8 个监测分区内，其中高架车站监测区 2 个、地下车站监测区 2 个、高架桥监测区 4 个、地面线监测区 2 个、地下线明挖段监测区 2 个、大板桥车辆段监测区 7 个、大板桥主变电所监测区 1 个、交通衔接配套设施监测区 3 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

	
1#监测点	2#监测点
	
3#监测点	4#监测点
	
5#监测点	6#监测点
	
7#监测点	8#监测点

	
9#监测点	10#监测点
	
11#监测点	12#监测点
	
13#监测点	14#监测点
	
15#监测点	16#监测点

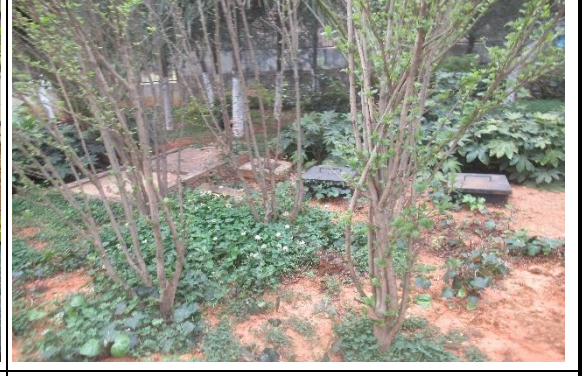
	
17#监测点	18#监测点
	
19#监测点	20#监测点
	
21#监测点	22#监测点
	
23#监测点	24#监测点

表 1-3 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
高架车站 监测区	施工期	桥墩基础	调查型	1#监测点	水土流失调查
	植被恢复期	植被恢复区域	调查型	2#监测点	水保措施调查
地下车站 监测区	施工期	一期工程施工场地	调查型	3#监测点	水土流失调查
	施工期	二期工程施工场地	调查型	4#监测点	水土流失调查
	植被恢复期	植被恢复区域	调查型	5#监测点	水保措施调查
	植被恢复期	植被恢复区域	调查型	6#监测点	水保措施调查
高架桥 监测区	建设期	桥墩基础	调查型	7#监测点	水土流失调查
	建设期	临时堆土场	调查型	8#监测点	水土流失调查
	植被恢复期	植被恢复区	调查型	9#监测点	水保措施调查
	植被恢复期	植被恢复区	调查型	10#监测点	水保措施调查
地面线 监测区	全部时段	隧洞开挖边坡	调查型	11#监测点	水保措施调查
	全部时段	路基开挖边坡	调查型	12#监测点	水保措施调查
地下线明挖 监测区	施工期	开挖边坡	调查型	13#监测点	水土流失调查
	植被恢复期	施工迹地	调查型	14#监测点	水保措施调查
大板桥车辆段 监测区	全部时段	防治责任范围	调查型	15#监测点	防治责任范围监测
	施工期	施工场地	调查型	16#监测点	水保措施调查
	全部时段	开挖边坡	观测型	17#监测点	水土流失观测
	施工期	填方边坡	调查型	18#监测点	水土流失调查
	全部时段	开挖边坡	调查型	19#监测点	水保措施调查
	植被恢复期	场地绿化	调查型	20#监测点	水保措施调查
	植被恢复期	边坡绿化	调查型	21#监测点	水保措施调查
大板桥主变电 所监测区	植被恢复期	场地绿化	调查型	22#监测点	水保措施调查
交通衔接配套 设施监测区	植被恢复期	空心砖植草铺砌	调查型	23#监测点	水保措施调查
	植被恢复期	自行车停车场	调查型	24#监测点	水保措施调查

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
一	设施				
1	简易水土流失观测场		个	1	用于观测水土流失量
2	简易坡面量测		个	1	用于观测水土流失量
二	设备				
1	全站仪	RTS632	套	1	控制站
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	土壤水分仪		套	1	测 4 个深度
4	天平	HC-TP11-5	套	1	1/500g
5	土壤采样器	ST-99027	台	1	用于土壤试验
6	土壤刀、铝盒、环刀、酒精		套	1	用于土壤含水率、容重等的量测
7	手持式 GPS	麦哲伦 D600	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
8	测高仪	NIKONLR800	台	1	测量植物生长状况
9	数码照相机		台	1	用于监测现场的图片记录
10	数码摄像机		台	1	用于监测现场的影像记录
11	笔记本电脑		台	1	用于电子资料编写、图片储存等
12	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
13	幅材及配套设备				各种设备安装补助材料
14	无人机		台	1	航拍

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、定位监测、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。

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 定位监测

定位监测方法主要用于施工期和运行初期。在工程施工建设过程中进行施工期土壤流失量动态监测和运行初期的土壤流失量监测。

对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

A 实测法

通过本项目布置的监测设施（简易水土流失观测场、简易坡面量测场等）进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

B 类比法

采用已有的其它电站监测数据为基础，结合本项目实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀

类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

C 经验推测法

对于部分监测区域的侵蚀模数，可采取人工经验推测的方式。即根据实际的坡度、地面组成物质、侵蚀类型、坡长、植被盖度等，直接根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）对各个侵蚀单元的侵蚀模数进行取值，再根据各侵蚀单元的面积，求得全区土壤流失量。

1.3.6.3 临时监测

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

1.3.6.4 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 2011 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 45 次，出具水土保持监测设计与实施计划 2 期、水土保持监测简报（季报）39 期、监测年报 9 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《水保方案》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。

本工程定位监测主要采用实测法，通过工程布置的监测设施（主要为简易水土流失观测场和简易坡面量测等）进行实测，获得开挖边坡和填方边坡的侵蚀模数作为基础，再根据工程其他区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

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 77.87hm²和直接影响区 30.55hm²，共计 108.42hm²。

《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：hm²）

项目组成		防治责任范围面积（hm ² ）	
		项目建设区	直接影响区
车站区	高架车站区	1.36	0.22
	地下车站区	4.38	0.50
轨道线路区	高架区	21.46	17.96
	地面线区	3.78	2.86
	地下线明挖段区	10.57	3.60
配套设施区	大板桥车辆段	31.20	3.03
	大板桥主变电所	1.50	0.46
	交通衔接配套设施区	1.92	0.68
施工生产区	铺轨基地区	1.30	0.79
	预制梁制作场区	0.40	0.26
专项设施拆建区		0	0.19
小计		77.87	30.55
合计		108.42	

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 71.08hm²，其中项目建设区 71.08hm²，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：hm²）

项目组成		防治责任范围面积（hm ² ）	
		项目建设区	直接影响区
车站区	高架车站区	1.36	0.00
	地下车站区	5.28	0.00
轨道线路区	高架区	21.47	0.00
	地面线区	3.78	0.00
	地下线明挖段区	8.88	0.00
配套设施区	大板桥车辆段	27.95	0.00
	大板桥主变电所	0.42	0.00
	交通衔接配套设施区	0.24	0.00
施工生产区	铺轨基地区	1.30	0.00
	预制梁制作场区	0.40	0.00
专项设施拆建区		0.00	0.00
小计		71.08	0.00
合计		71.08	

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 37.34m²，其中项目建设区减少 6.79hm²、直接影响区减少 30.55hm²。水土流失防治责任变化情况详见表 3-3。变化原因如下：

一、项目建设区

（1）地下车站区增加岔街站和东郊路站，因此面积增加 0.90hm²；

（2）本工程实际建设过程中高架区与《水保方案》设计阶段基本一致，面积增加了 0.01hm²；

（3）本工程实际建设时《水保方案》设计阶段的大板桥站~机场前站减少明挖 692m，因此面积减少了 1.69hm²；

（4）本工程实际建设过程中大板桥车辆段实际整地为 27.95hm²，比《水保方案》设计阶段减少 3.25hm²；

（5）本工程实际建设过程中大板桥变电站实际占地为 0.42hm²，比《水保方案》设计阶段减少 1.08hm²；

（6）本工程《水保方案》设计阶段在塘子巷站、菊华站、东部汽车站、大板桥站规划了自行车停车场，占地面积为 0.12hm²；工程实际在塘子巷站、岔街

站、东郊路站、东部客运站、大板桥站建设了自行车停车场，占地面积为 0.10hm^2 。

《水保方案》在塘子巷站、菊华站、东部汽车站、大板桥站规划了“P+R”停车场，工程实际建设过程中除了大板桥站外，其他区域均未建设停车场，大板桥站“P+R”停车场占地面积约为 0.14hm^2 。因此本项目交通衔接配套设施区占地面积减少了 1.68hm^2 ；

二、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，即使扰动的区域已并入项目建设区，因此本项目的直接影响区为 0；故直接影响区减少了 30.55hm^2 。

综上所述本工程水土流失防治责任范围减少了 37.34hm^2 。

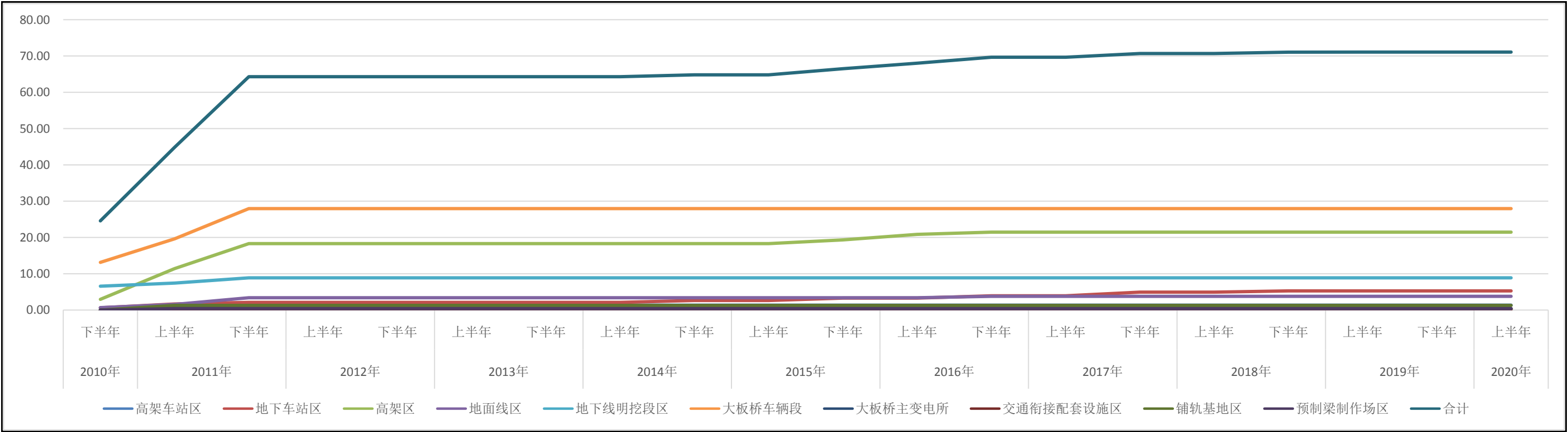
表 3-3 水土流失防治责任范围变化情况统计表

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	直接影响区	小计	项目建设区	直接影响区	小计	项目建设区	直接影响区	小计
车站区	高架车站区	1.36	0.22	1.58	1.36	0.00	1.36	0.00	-0.22	-0.22
	地下车站区	4.38	0.50	4.88	5.28	0.00	5.28	0.90	-0.50	0.40
轨道线路区	高架区	21.46	17.96	39.42	21.47	0.00	21.47	0.01	-17.96	-17.95
	地面线区	3.78	2.86	6.64	3.78	0.00	3.78	0.00	-2.86	-2.86
	地下线明挖段区	10.57	3.60	14.17	8.88	0.00	8.88	-1.69	-3.60	-5.29
配套设施区	大板桥车辆段	31.20	3.03	34.23	27.95	0.00	27.95	-3.25	-3.03	-6.28
	大板桥主变电所	1.50	0.46	1.96	0.42	0.00	0.42	-1.08	-0.46	-1.54
	交通衔接配套设施区	1.92	0.68	2.60	0.24	0.00	0.24	-1.68	-0.68	-2.36
施工生产区	铺轨基地区	1.30	0.79	2.09	1.30	0.00	1.30	0.00	-0.79	-0.79
	预制梁制作场区	0.40	0.26	0.66	0.40	0.00	0.40	0.00	-0.26	-0.26
专项设施拆建区		0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.19	-0.19
合计		77.87	30.55	108.42	71.08	0.00	71.08	-6.79	-30.55	-37.34

表 3-4 工程地表扰动面积进度情况表

时间 项目组成		2010 年	2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		2015 年		2016 年		2017 年		2018 年		2019 年		2020 年
			上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年
车站区	高架车站区	0.58	0.82	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
	地下车站区	0.64	1.69	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.64	2.64	3.29	3.29	3.93	3.93	4.94	4.94	5.28	5.28	5.28	5.28
轨道线路区	高架区	2.95	11.42	18.31	18.31	18.31	18.31	18.31	18.31	18.31	18.31	19.33	20.85	21.47	21.47	21.47	21.47	21.47	21.47	21.47	21.47
	地面线区	0.68	1.56	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78
	地下线明挖段区	6.59	7.44	8.87	8.87	8.87	8.87	8.87	8.87	8.87	8.87	8.87	8.87	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88
配套设施区	大板桥车辆段	13.15	19.63	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95	27.95
	大板桥主变电所	0.00	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
	交通衔接配套设施区	0.00	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.22	0.24	0.24	0.24
施工生产区	铺轨基地区	0.00	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
	预制梁制作场区	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
合计		24.59	44.86	64.30	64.30	64.30	64.30	64.30	64.30	64.82	64.82	66.49	68.01	69.67	69.67	70.68	70.68	71.06	71.08	71.08	71.08

图 3-1 工程扰动进度情况图



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，本工程一期工程于 2010 年 4 月开工建设 2012 年 6 月建设完成进入试运行期，总工期 27 个月；2014 年 7 月二期工程开工建设，2020 年 4 月完工，总工期 70 个月。建设单位（昆明轨道交通集团有限公司）及下属单位昆明地铁建设管理有限公司分别于 2011 年 4 月和 2015 年 10 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）为本项目一期工程和二期工程的水土保持监测服务单位。根据现场监测及调查情况反应，2010 年下半年一期工程中的高架车站区、地下车站区、高架区、地面线区、地下线明挖段区、大板桥车辆段等区域开始扰动，扰动面积为 24.59hm^2 ；2011 年上半年一期工程高架车站区、地下车站区、高架区、地面线区、地下线明挖段区、大板桥车辆段区进一步扰动，大板桥主变电所、交通衔接配套设施区、铺轨基地区、预制梁制作场区全面扰动，扰动面积达到 44.86hm^2 ；2011 年下半年本工程一期工程扰动面积达到最大值 64.30hm^2 ；2012 年~2014 年上半年本工程扰动面积没有增加；2014 年下半年，二期工程中的地下车站区开始建设，面积在上半年的基础上增加了 0.52hm^2 ，扰动面积达到了 64.82hm^2 ；2015 年上半年二期工程的在上半年的基础上未新增扰动面积；2015 年下半年二期工程的地下车站区进一步扰动，高架区开始扰动，扰动面积达到 66.49hm^2 ；2016 年上半年二期工程高架车站区进一步扰动，扰动面积达到 68.01hm^2 ；2016 年下半年二期工程地下车站区进一步扰动，高架车站区扰动面积达到最大值，地面线区全部扰动，地下线明挖段全部扰动，扰动面积达到 69.67hm^2 ；2017 年上半年本工程未新增扰动面积；2017 年下半年二期工程区地下车站区面积增加 1.01hm^2 ，扰动面积达到 70.68hm^2 ；2018 年上半年本工程扰动面积没有增加；2018 年下半年二期工程地下车站区扰动面积达到最大值，交通衔接配套设施区开始扰动，本工程扰动面积达到了 71.06hm^2 ；2019 年上半年本工程扰动面积达到了最大值 71.08hm^2 。

本工程地表扰动面积进度情况详见表 3-4 和图 3-1。

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 29.35 万 m^3 用于新机场场地平整、回填，其余 138.77 万 m^3 作为弃渣运至昆明荣福经贸有限公司呈贡县吴家营建材加工厂进行综合利用。

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 162.31 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》，本工程开挖总量 317.29 万 m^3 （其中土石方开挖 304.28 万 m^3 、建筑垃圾 3.99 万 m^3 、剥离表土 9.02 万 m^3 ），回填 153.30 万 m^3 （其中直接场地回填 144.28 万 m^3 ，绿化覆土 9.02 万 m^3 ），区间调入 0.64 万 m^3 ，区间调出 0.64 万 m^3 ，外借 4.13 万 m^3 （主要从昆明轨道交通 3 号线工程外借）；废弃 168.12 万 m^3 ，废弃的土石方中 29.35 万 m^3 用于新机场场地平整、回填，其余 138.77 万 m^3 作为弃渣运至昆明荣福经贸有限公司呈贡县吴家营建材加工厂进行综合利用。

工程设计建设期土石方平衡流向表见表 3-5。

3.4.2 工程实际土石方情况

根据建设单位、监理单位及现场监测结果，本工程实际总开挖土石方量为 336.32 万 m^3 ，其中表土剥离量为 10.58 万 m^3 、建筑垃圾 4.57 万 m^3 、土石方开挖 321.17 万 m^3 ；工程总填方量为 146.42 万 m^3 ，其中表土回填量为 10.58 万 m^3 、基础回填量为 135.84 万 m^3 ；区间调入 0.25 万 m^3 ；区间调出 0.25 万 m^3 ；机场建设过程中综合利用 27.59 万 m^3 ；产生的弃方为 162.31 万 m^3 ，产生弃方弃于昆明市消纳场中。本工程实际建设期土石方平衡流向表见表 3-6。

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 19.03 万 m^3 （其中表土剥离增加了 1.56 万 m^3 、建筑垃圾增加 0.58 万 m^3 、土石方开挖增加 16.89 万 m^3 ），填方总量减少了 6.88 万 m^3 （其中表土回覆增加了 1.56 万 m^3 、土石方回填减少了 8.44 万 m^3 ），土石方调入减少 0.39 万 m^3 ，土石方调出减少 0.39 万 m^3 ，借方减少了 4.13 万 m^3 ，弃渣增加了 21.78 万 m^3 。发生这一变化的主要原因为：

（1）增加了岔街站和东郊路站因此地下车站区增加土石方开挖 26.26 万 m^3 ；

（2）大板桥站~机场前站减少明挖 692m，因此地下线明挖段土石方开挖减少 6.16 万 m^3 ，地下线（矿山、盾构法施工段）增加 13.37 万 m^3 ；

（3）大板桥车辆段实际占地面积减少，土石方开挖量减少了 14.80 万 m^3 。

（4）地下线明挖段区和大板桥车辆段区面积减少导致回填量减少。

土石方变化情况详见表 3-7。

表 3-5 《水保方案》设计工程土石方情况（单位：万 m³）

分区		挖方				填方			区间调入方		区间调出方		外借		废弃	
		土石方开挖	剥离表土	建筑垃圾	小计	回填土石方	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
车站区	高架车站区	0.82	0.16	0.03	1.01	0.85	0.16	1.01								
	地下车站区	32.65	0.17	0.23	33.05	6.63	0.17	6.8					3.74	轨道交通 3 号线调运	26.8	昆明荣福经贸有限公司呈贡县吴家营建材加工厂
轨道线路区	高架区	7.29	3.6	0.84	11.73	4.04	4.02	8.06	0.42	大板桥主变电所	0.22	地面线区			3.87	昆明荣福经贸有限公司呈贡县吴家营建材加工厂
	地面线区	10.22		0.23	10.45	7.60		7.6	0.22	高架区					3.07	昆明荣福经贸有限公司呈贡县吴家营建材加工厂
	地下线明挖段区	38.53	0.01		38.54	10.84	0.01	10.85					0.39	轨道交通 3 号线	1.92	昆明荣福经贸有限公司呈贡县吴家营建材加工厂
	地下线（矿山、盾构法施工段）	103.11			103.11										26.16	新机场建设回填
配套设施区	大板桥车辆段	110.04	3.84	2.66	116.54	112.7	3.84	116.54							103.11	昆明荣福经贸有限公司呈贡县吴家营建材加工厂
	大板桥主变电所	0.3	0.45		0.75	0.3	0.03	0.33			0.42	高架区				
	交通衔接配套设施	0.68	0.37		1.05	0.68	0.37	1.05								
施工生产区	铺轨基地	0.48	0.32		0.8	0.48	0.32	0.8								
	预制梁制作场	0.16	0.1		0.26	0.16	0.1	0.26								
合计		304.28	9.02	3.99	317.29	144.28	9.02	153.3	0.64		0.64		4.13		168.12	

表 3-6 工程实际土石方情况（单位：万 m³）

分区		挖方				填方			区间调入方		区间调出方		外借		新机场综合利用	废弃	
		土石方开挖	剥离表土	建筑垃圾	小计	回填土石方	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源		数量	去向
车站区	高架车站区	1.02	0.41	0.03	1.46	1.05	0.23	1.28			0.18	高架区					
	地下车站区	58.62	0.15	0.69	59.46	11.20	0.15	11.35							6.24	41.87	消纳场
轨道线路区	高架区	7.2	3.60	0.85	11.65	8.05	3.85	11.90	0.25	高架车站区和大板桥主变电所							
	地面线区	9.42	0.18	0.22	9.82	7.60	0.18	7.78								2.04	消纳场
	地下线明挖段区	32.37	0.01		32.38	9.10	0.01	9.11							21.35	1.92	消纳场
	地下线（矿山、盾构法施工段）	116.48			116.48											116.48	消纳场
配套设施区	大板桥车辆段	95.12	5.59	2.78	103.49	97.90	5.59	103.49									
	大板桥主变电所	0.28	0.13		0.41	0.28	0.06	0.34			0.07	高架区					
	交通衔接配套设施	0.08	0.04		0.12	0.08	0.04	0.12									
施工生产区	铺轨基地	0.43	0.35		0.78	0.43	0.35	0.78								0	
	预制梁制作场	0.15	0.12		0.27	0.15	0.12	0.27								0	
合计		321.17	10.58	4.57	336.32	135.84	10.58	146.42	0.25		0.25				27.59	162.31	

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	分区		《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	借方	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
			土石方开挖	剥离表土	建筑垃圾	小计	回填土石方	绿化覆土	小计					土石方开挖	剥离表土	建筑垃圾	小计	回填土石方	绿化覆土	小计					土石方开挖	剥离表土	建筑垃圾	小计	回填土石方	绿化覆土	小计				
1	车站区	高架车站区	0.82	0.16	0.03	1.01	0.85	0.16	1.01					1.02	0.41	0.03	1.46	1.05	0.23	1.28		0.18			0.20	0.25		0.45	0.20	0.07	0.27		0.18		
		地下车站区	32.65	0.17	0.23	33.05	6.63	0.17	6.80			3.74	29.99	58.62	0.15	0.69	59.46	11.20	0.15	11.35				48.11	25.97	-0.02	0.46	26.41	4.57	-0.02	4.55			-3.74	18.12
2	轨道线路区	高架桥区	7.29	3.60	0.84	11.73	4.04	4.02	8.06	0.42	0.22		3.87	7.2	3.60	0.85	11.65	8.05	3.85	11.90	0.25				-0.09		0.01	-0.08	4.01	-0.17	3.84	-0.17	-0.22		-3.87
		地面线区	10.22		0.23	10.45	7.60		7.60	0.22			3.07	9.42	0.18	0.22	9.82	7.60	0.18	7.78				2.04	-0.8		-0.01	-0.63			-0.22			-1.03	
		地下线明挖段区	38.53	0.01		38.54	10.84	0.01	10.85			0.39	28.08	32.37	0.01		32.38	9.10	0.01	9.11				23.27	-6.16			-6.16	-1.74		-1.74			-0.39	-4.81
		地下线（矿山、盾构法施工段）	103.11			103.11							103.11	116.48			116.48							116.48	13.37			13.37						13.37	
3	配套设施区	大板桥车辆段区	110.04	3.84	2.66	116.54	112.7	3.84	116.54					95.12	5.59	2.78	103.49	97.90	5.59	103.49					-14.92	1.75	0.12	-13.05	-14.80	1.75	-13.05				
		大板桥主变电所区	0.3	0.45		0.75	0.3	0.03	0.33		0.42			0.28	0.13		0.41	0.28	0.06	0.34		0.07			-0.02	-0.32		-0.34	-0.02	-0.03	0.01		-0.35		
		交通衔接配套设施区	0.68	0.37		1.05	0.68	0.37	1.05					0.08	0.04		0.12	0.08	0.04	0.12					-0.6	-0.33		-0.93	-0.60	-0.33	-0.93				
4	施工生产区	铺轨基地区	0.48	0.32		0.8	0.48	0.32	0.80					0.43	0.35		0.78	0.43	0.35	0.78					-0.05			-0.02	-0.05		-0.02				
		预制梁制作场区	0.16	0.1		0.26	0.16	0.10	0.26					0.15	0.12		0.27	0.15	0.12	0.27					-0.01			0.01	-0.01		-0.01				
合计			304.28	9.02	3.99	317.29	144.28	9.02	153.30	0.64	0.64	4.13	168.12	321.17	10.58	4.57	336.32	135.84	10.58	146.42	0.25	0.25		189.90	16.89	1.56	0.58	19.03	-8.44	1.56	-6.88	-0.39	-0.39	-4.13	21.78

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：浆砌石挡墙长 1640m，需要 M7.5 浆砌石量 16500m³，土石方开挖 6481m³；表土剥离 90200m³；浆砌石截、排水沟长 14141m，需要 M7.5 浆砌石量 12201.8m³，土石方开挖 20420.5m³；浆砌石跌水坎长 35.0m，需要 M7.5 浆砌石量 27.3m³，土石方开挖 44.8m³；综合护坡面积 5990m²，需要混凝土骨架 359.4m³；网格植草护坡面积 3800m²，需要砌筑空心砖 9500 个；消力池 6 座，需要浆砌石量 44.4m³，土石方开挖 93.2m³；表土回覆 90200m³；复耕 1.39hm²；水平犁沟整地 33.05hm²，穴状整地 6874 个。

《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
车站区	高架车站区	浆砌石盖板排水沟	长度	m	421
			M7.5 浆砌块石	m ³	376
			土石方开挖	m ³	636
		表土剥离		m ³	1600
		表土回覆		m ³	1600
		土地整治		hm ²	0.77
	地下车站区	浆砌石盖板沟	长度	m	270
			M7.5 浆砌块石	m ³	194.40
			土石方开挖	m ³	291.60
		表土剥离		m ³	1700

轨道线路区		表土回覆		m ³	1700
		土地整治		hm ²	0.71
	高架区	浆砌石盖板排水沟	长度	m	5190
			M7.5 浆砌块石	m ³	4631
			土石方开挖	m ³	7835
		表土剥离		m ³	36000
		表土回覆		m ³	40200
		土地整治		hm ²	20.72
	地面线区	浆砌石盖板沟	长度	m	2870
			M7.5 浆砌块石	m ³	2583
			土石方开挖	m ³	4420
		综合护坡（骨架）	面积	m ²	5990
			混凝土拱形骨架	m ³	359.4
		浆砌石截洪沟	长度	m	630
			M7.5 浆砌块石	m ³	510.3
			土石方开挖	m ³	850.5
		消力池	数量	座	6
			M7.5 浆砌块石	m ³	44.4
			土石方开挖	m ³	93.2
		土地整治	数量	hm ²	0.58
			穴状整地	个	574
	地下线明挖段	表土剥离		m ³	100
		表土回覆		m ³	100
		土地整治		hm ²	0.04
配套设施区	大板桥车辆段	浆砌石挡墙	长度	m	1640
			M7.5 浆砌块石	m ³	16500
			土石方开挖	m ³	6481
		网络植草护坡（骨架）	面积	m ²	3800
			网络护坡骨架	个	9500
		浆砌石盖板沟	长度	m	2710
			M7.5 浆砌块石	m ³	2439
			土石方开挖	m ³	4173.40
		表土剥离		m ³	38400
		表土回覆		m ³	38400
		土地整治		hm ²	9.60
		浆砌石截洪沟	长度	m	530
			M7.5 浆砌块石	m ³	373.7
			土石方开挖	m ³	572.4
		跌水坎	长度	m	35

			M7.5 浆砌块石	m ³	37.3
			土石方开挖	m ³	44.8
		穴状整地		个	4750
	大板桥主变电所	浆砌石盖板沟	长度	m	570
			M7.5 浆砌块石	m ³	410.4
			土石方开挖	m ³	615.6
		表土剥离		m ³	4500
		表土回覆		m ³	300
		土地整治		hm ²	0.10
	交通衔接配套设施	浆砌石盖板沟	长度	m	950
			M7.5 浆砌块石	m ³	684
			土石方开挖	m ³	1026
		表土剥离		m ³	3700
		表土回覆		m ³	3700
		土地整治		hm ²	0.22
施工生产区	铺轨基地	表土剥离		m ³	3200
		表土回覆		m ³	3200
		复耕		hm ²	0.99
		土地整治	数量	hm ²	0.31
			穴状整地	个	1550
	预制梁制作场	表土剥离		m ³	1000
		表土回覆		m ³	1000
		复耕		hm ²	0.40

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：混凝土挡墙长 1882m，M7.5 浆砌石量 18934m³，土石方开挖 7437m³；表土剥离 105760m³；浆砌石盖板排水沟长 17065m，M7.5 浆砌石量 15022m³，土石方开挖 26987m³；浆砌石截排水（洪）沟长 1361m，M7.5 浆砌石量 944.40m³，土石方开挖 1575m³；浆砌石跌水坎长 52m，要 M7.5 浆砌石量 55m³，土石方开挖 67m³；综合护坡面积 6500m²，混凝土骨架 390m³；网格植草护坡面积 6510m²，砌筑空心砖 16275 个；消力池 6 座，浆砌石量 45m³，土石方开挖 95m³；表土回覆 105760m³；水平犁沟整地 33.57hm²，穴状整地 580 个。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
车站区	高架车站区	浆砌石盖板排水沟	长度	m	449
			M7.5 浆砌块石	m ³	401
			土石方开挖	m ³	678
		表土剥离		m ³	4100
		表土回覆		m ³	2300
		土地整治		hm ²	0.62
		浆砌石截排水（洪）沟	长度	m	155
			M7.5 浆砌块石	m ³	12.4
			土石方开挖	m ³	65
	地下车站区	浆砌石盖板沟	长度	m	490
			M7.5 浆砌块石	m ³	352
			土石方开挖	m ³	529
		表土剥离		m ³	1500
		表土回覆		m ³	1500
		土地整治		hm ²	0.50
轨道线路区	高架区	浆砌石盖板排水沟	长度	m	7550
			M7.5 浆砌块石	m ³	6737
			土石方开挖	m ³	12773
		表土剥离		m ³	36000
		表土回覆		m ³	38500
		土地整治		hm ²	20.80
	地面线区	浆砌石盖板排水沟	长度	m	2864
			M7.5 浆砌块石	m ³	2578
			土石方开挖	m ³	4410
		综合护坡（骨架）	面积	m ²	6500
			混凝土拱形骨架	m ³	390
		浆砌石截排水（洪）沟	长度	m	780
			M7.5 浆砌块石	m ³	632
			土石方开挖	m ³	1050
		消力池	数量	座	6
			M7.5 浆砌块石	m ³	45.0
			土石方开挖	m ³	95.00
		表土剥离		m ³	1800
		表土回覆		m ³	1800
		土地整治	数量	hm ²	0.60
			穴状整地	个	580
	地下线明挖	表土剥离		m ³	100

	段	表土回覆		m ³	100
		土地整治		hm ²	0.04
配套设施区	大板桥车辆段	混凝土挡墙	长度	m	1882
			C20 混凝土	m ³	18934
			土石方开挖	m ³	7437
		网络植草护坡(骨架)	面积	m ²	6510
			网络护坡骨架	个	16275
		浆砌石盖板排水沟	长度	m	5280
			M7.5 浆砌块石	m ³	4752
			土石方开挖	m ³	8131
		表土剥离		m ³	55900
		表土回覆		m ³	55900
		土地整治		hm ²	9.00
		浆砌石截排水（洪）沟	长度	m	426
			M7.5 浆砌块石	m ³	300
			土石方开挖	m ³	460
		跌水坎	长度	m	52
			M7.5 浆砌块石	m ³	55
			土石方开挖	m ³	67
	大板桥主变电所	浆砌石盖板排水沟	长度	m	252
			M7.5 浆砌块石	m ³	72
			土石方开挖	m ³	271
		表土剥离		m ³	1300
		表土回覆		m ³	600
		土地整治		hm ²	0.20
	交通衔接配套设施	浆砌石盖板排水沟	长度	m	180
			M7.5 浆砌块石	m ³	130
			土石方开挖	m ³	195
		表土剥离		m ³	360
		表土回覆		m ³	360
		土地整治		hm ²	0.11
施工生产区	铺轨基地	表土剥离		m ³	3500
		表土回覆		m ³	3500
		土地整治		hm ²	1.30
	预制梁制作场	表土剥离		m ³	1200
		表土回覆		m ³	1200
		土地整治		hm ²	0.40

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量发生的主要变化有:

(1) 高架车站区: 在建设过程中在车站周边新增了浆砌石截排水沟; 高架车站区实际剥离的表土量和绿化覆土比《水保方案》设计量大;

(2) 地下车站区: 工程实际建设过程中新增岔街站和东郊路站两个车站, 所以浆砌石盖板排水沟工程量增加; 地下车站区硬化面积增加, 因此可绿化面积减少, 所以表土剥离和表土回覆量也相应减少;

(3) 高架桥区: 工程实际建设过程中本工程高架桥区实施的浆砌石盖板排水沟远远大于《水保方案》量;

(4) 地面线区: 地面线区水土保持工程措施主要变化为增加表土剥离和表土回覆各 1800m^2 ; 其余的措施均有增减, 但是变化不大;

(5) 地下线明挖段区: 该区域实施的水土保持措施基本上与《水保方案》一致;

(6) 大板桥车辆段区: 大板桥车辆段实际采用混凝土挡墙替代浆砌石挡墙; 网络植草护坡实际实施比《水保方案》设计增加了 2710m^2 ; 盖板排水沟实际实施比《水保方案》增加了 2570m ; 表土剥离和回填比《水保方案》增加了 17500m^3 ; 由于大板桥车辆段实际整地面积比《水保方案》设计少, 因此土地整治也相应变小; 大板桥车辆段采用乔灌木相结合的形式进行绿化, 因此穴状整地并入场地绿化中, 不单独计列;

(7) 大板桥主变电所和交通衔接配套设施区由于实际建设面积比《水保方案》设计的面积明显变小, 因此相应的水土保持工程措施也相应变小;

(8) 施工生产区: 铺轨基地和预制梁制作场在完工后采用绿化替代复耕, 铺轨基地的穴状整地并入场地绿化中, 不单独计列。

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
车站区	高架车站区	浆砌石盖板排水沟	长度	m	421	449	+28
			M7.5 浆砌块石	m ³	376	401	+25
			土石方开挖	m ³	636	678	+42
		表土剥离		m ³	1600	4100	+2500
		表土回覆		m ³	1600	2300	+700
		土地整治		hm ²	0.77	0.62	-0.15
		浆砌石截排水（洪）沟	长度	m		155	+155
			M7.5 浆砌块石	m ³		12.4	+12.4
			土石方开挖	m ³		65	+65
	地下车站区	浆砌石盖板沟	长度	m	270	490	+220
			M7.5 浆砌块石	m ³	194.40	352	+157.6
			土石方开挖	m ³	291.60	529	+237.4
		表土剥离		m ³	1700	1500	-200
		表土回覆		m ³	1700	1500	-200
		土地整治		hm ²	0.71	0.50	-0.21
轨道线路区	高架区	浆砌石盖板排水沟	长度	m	5190	7550	+2360
			M7.5 浆砌块石	m ³	4631	6737	+2106
			土石方开挖	m ³	7835	12773	+4938
		表土剥离		m ³	36000	36000	+0
		表土回覆		m ³	40200	38500	-1700
		土地整治		hm ²	20.72	20.80	+0.08
	地面线区	浆砌石盖板沟	长度	m	2870	2864	-6
			M7.5 浆砌块石	m ³	2583	2578	-5
			土石方开挖	m ³	4420	4410	-10
		综合护坡（骨架）	面积	m ²	5990	6500	+510
			混凝土拱形骨架	m ³	359.4	390	+30.6
		浆砌石截洪沟	长度	m	630	780	+150
			M7.5 浆砌块石	m ³	510.3	632	+121.7
			土石方开挖	m ³	850.5	1050	+199.5
		消力池	数量	座	6	6	+0
			M7.5 浆砌块石	m ³	44.4	45.0	+0.6
			土石方开挖	m ³	93.2	95.0	+1.8
		表土剥离		m ³		1800	+1800
		表土回覆		m ³		1800	+1800
		土地整治	数量	hm ²	0.58	0.60	+0.02
			穴状	个	574	580	+6
	地下线明挖段	表土剥离		m ³	100	100	+0
		表土回覆		m ³	100	100	+0
		土地整治		hm ²	0.04	0.04	+0

配套设施区	大板桥车辆段	浆砌石挡墙	长度	m	1640		-1640
			M7.5 浆砌块石	m ³	16500		-16500
			土石方开挖	m ³	6481		-6481
		混凝土挡墙	长度	m		1882	+1882
			M7.5 浆砌块石	m ³		18934	+18934
			土石方开挖	m ³		7473	+7473
		网络植草护坡（骨架）	面积	m ²	3800	6510	+2710
			网络护坡骨架	个	9500	16275	+6775
		浆砌石盖板沟	长度	m	2710	5280	+2570
			M7.5 浆砌块石	m ³	2439	4752	+2313
			土石方开挖	m ³	4173.40	8131	+3957.6
		表土剥离		m ³	38400	55900	+17500
		表土回覆		m ³	38400	55900	+17500
		土地整治		hm ²	9.60	9.00	-0.6
		浆砌石截洪沟	长度	m	530	426	-104
			M7.5 浆砌块石	m ³	373.7	300	-73.7
			土石方开挖	m ³	572.4	460	-112.4
		跌水坎	长度	m	35	52	+17
			M7.5 浆砌块石	m ³	37.3	55	+17.7
			土石方开挖	m ³	44.8	67	+22.2
	大板桥主变电所	浆砌石盖板沟	长度	m	570	252	-318
			M7.5 浆砌块石	m ³	410.4	72	-338.4
			土石方开挖	m ³	615.6	271	-344.6
		表土剥离		m ³	4500	1300	-3200
		表土回覆		m ³	300	600	+300
		土地整治		hm ²	0.10	0.20	+0.10
	交通衔接配套设施	浆砌石盖板沟	长度	m	950	180	-770
			M7.5 浆砌块石	m ³	684	130	-554
			土石方开挖	m ³	1026	195	-831
		表土剥离		m ³	3700	360	-3340
		表土回覆		m ³	3700	360	-3340
		土地整治		hm ²	0.22	0.11	-0.11
施工生产区	铺轨基地	表土剥离		m ³	3200	3500	+300
		表土回覆		m ³	3200	3500	+300
		复耕		hm ²	0.99		-0.99
		土地整治	数量	hm ²	0.31	1.30	+0.99
			穴状整地	个	1550		-1550
	预制梁制作场	表土剥离		m ³	1000	1200	+200
		表土回覆		m ³	1000	1200	+200
		复耕		hm ²	0.40		-0.40
		土地整治		hm ²		0.40	+0.40

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 32.16hm²；综合护坡 5990m²，植物护坡 4193m²；网格植草护坡 3800m²，植物护坡 3040m²，护坡种植灌木 14250 株；空心砖植草铺砌 2.0hm²；地面线路基绿化 0.58hm²，种植乔木 574 株，种植灌木 9546 株，抚育管理 0.58hm²；施工场地植被恢复面积 0.31hm²，种植乔木 516 株，种植灌木 1034 株，撒草 0.31hm²，撒播草籽 13.95kg，抚育管理 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
车站区	高架车站区	场地绿化		hm ²	0.77
	地下车站区	场地绿化		hm ²	0.71
轨道线路区	高架区	场地绿化		hm ²	20.74
	地面线区	综合护坡	数量	m ²	5990
			综合护坡（植物）	m ²	4193
		路基绿化	数量	hm ²	0.58
			乔木	株	574
			灌木	株	9546
			抚育管理	hm ²	0.58
	地面线明挖段	场地绿化		hm ²	0.04
配套设施区	大板桥车辆段	网格植草植树护坡	数量	m ²	3800
			网格植草护坡（植物）	m ²	3040
			种植灌木	株	14250
		场地绿化		hm ²	9.60
		空心砖植草铺砌		hm ²	0.84
	大板桥主变电所	场地绿化		hm ²	0.10
	交通衔接配套设施区	场地绿化		hm ²	0.22
		空心砖植草铺砌		hm ²	1.16
施工生产区	铺轨基地	植被恢复	乔木	株	516
			灌木	株	1034
			撒草	hm ²	0.31
			撒播草种	kg	13.95
			抚育管理	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 32.97hm²；综合护坡 6500m²，植物护坡 4550m²；网格植草护坡 6510m²，植物护坡 5280m²，护坡种植灌木 24412 株；空心砖植草铺砌 1.09hm²；地面线路基绿化 0.60hm²，种植乔木 580 株，种植灌木 9875 株，抚育管理 0.60hm²。

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
车站区	高架车站区	场地绿化		hm ²	0.62
	地下车站区	场地绿化		hm ²	0.50
轨道线路区	高架区	场地绿化		hm ²	20.80
	地面线区	综合护坡	数量	m ²	6500
			综合护坡（植物）	m ²	4550
		路基绿化	数量	hm ²	0.60
			乔木	株	580
			灌木	株	9875
			抚育管理	hm ²	0.60
	地面线明挖段	场地绿化		hm ²	0.04
配套设施区	大板桥车辆段	网格植草植树护坡	数量	m ²	6510
			网格植草护坡（植物）	m ²	5280
			种植灌木	株	24412
		场地绿化		hm ²	9.00
		空心砖植草铺砌		hm ²	0.96
	大板桥主变电所	场地绿化		hm ²	0.20
	交通衔接配套设施区	场地绿化		hm ²	0.11
		空心砖植草铺砌		hm ²	0.13
施工生产区	铺轨基地	场地绿化		hm ²	1.30
	预制梁制作场	场地绿化		hm ²	0.40

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），本工程水土保持工程措量发生的主要变化有：

- （1）高架车站区和地下车站区实际建设过程中场地绿化面积均减少，但是减少幅度不大；
- （2）轨道线路区实际建设过程中高架站区和地面线区绿化面积略有增加；
- （3）大板桥车辆段区实际建设过程中增加了网格植草护坡面积 2240m²；征地面积减少导致场地绿化面积也相应减少；

（4）大板桥主变电所虽然征地面积减少，但是实际建设过程中场地绿化面积增加了 0.10hm^2 ；

（5）施工生产区和预制梁制作场区《水保方案》设计的复耕面积工程实际实施场地绿化。

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
车站区	高架车站区	场地绿化		hm^2	0.77	0.62	-0.15
	地下车站区	场地绿化		hm^2	0.71	0.50	-0.21
轨道线路区	高架区	场地绿化		hm^2	20.74	20.80	+0.06
	地面线区	综合护坡	数量	m^2	5990	6500	+510
			综合护坡（植物）	m^2	4193	4550	+357
		路基绿化	数量	hm^2	0.58	0.60	+0.02
			乔木	株	574	580	+6.00
			灌木	株	9546	9875	+329
			抚育管理	hm^2	0.58	0.60	+0.02
	地面线明挖段	场地绿化		hm^2	0.04	0.04	+0.00
配套设施区	大板桥车辆段	网格植草植树护坡	数量	m^2	3800	6510	+2710
			网格植草护坡（植物）	m^2	3040	5280	+2240
			种植灌木	株	14250	24412	+10162
		场地绿化		hm^2	9.60	9.00	-0.60
		空心砖植草铺砌		hm^2	0.84	0.96	+0.12
	大板桥主变电所	场地绿化		hm^2	0.10	0.20	+0.10
	交通衔接配套设施区	场地绿化		hm^2	0.22	0.11	-0.11
		空心砖植草铺砌		hm^2	1.16	0.13	-1.03
施工生产区	铺轨基地	植被恢复	乔木	株	516		-516
			灌木	株	1034		-1034
			撒草	hm^2	0.31		-0.31
			撒播草种	kg	13.95		-13.95
			抚育管理	hm^2	0.31		-0.31
			场地绿化	hm^2		1.30	+1.30
	预制梁制作场	场地绿化		hm^2		0.40	+0.40

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 32693m；简易沉沙池 64 座；临时沉沙池 8 座；编织袋挡护长 12765m；密目网覆盖 179160m²；地下水疏干系统 4 套；临时撒草 1.82hm²，临时撒播黑麦草 118.3kg。《水保方案》设计的水土保持临时措施详见表 4-7。

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 24741m；简易沉沙池 51 座；临时沉沙池 9 座；编织袋挡护长 3922m；密目网覆盖 138923m²；地下水疏干系统 6 套；临时撒草 7.97hm²，临时撒播黑麦草 518.06kg。工程实际实施的水土保持临时措施详见表 4-8。

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：临时排水沟减少 7952m；简易沉沙池减少 13 座；临时沉沙池增加 1 座；编织袋装土拦挡减少 8846m；密目网覆盖减少 40237m²；地下水疏干系统增加 2 套；临时撒草增加 6.15hm²、临时撒播黑麦草增加 399.76kg。导致上述变化的原因有：①工程实际建设的临时排水沟主要与水土保持工程措施相结合，采用永临结合；②工程临时表土堆存时若时间较长，则运至消纳场中堆存后期绿化再运至项目区内；③新增两个地下车站，因此地下疏干系统增加 2 套；④大板桥车辆段靠机场一侧采用临时绿化，面积约为 7.97hm²。

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
车站区	高架车站区	临时排水沟		m	420
		简易沉沙池		个	2
		编织袋装土拦挡		m	95
		密目网覆盖		m ²	1180
	地下车站区	临时排水沟		m	1020
		简易沉沙池		个	8
		地下水疏干系统		套	4
		编织袋装土拦挡		m	562
		密目网覆盖		m ²	1810
轨道线路区	高架桥区	临时排水沟		m	17960
		简易沉沙池		个	28
		编织袋装土拦挡		m	1780
		密目网覆盖		m ²	21740
	地面线区	临时排水沟		m	2580
		简易沉沙池		个	6
		编织袋装土拦挡		m	320
		密目网覆盖		m ²	7620
	地下线 (明挖段)	临时排水沟		m	5520
		简易沉沙池		个	12
		编织袋装土拦挡		m	9135
		密目网覆盖		m ²	55970
配套设施区	大板桥车辆段	临时排水沟		m	2470
		临时沉沙池		个	7
		编织袋装土拦挡		m	406
		密目网覆盖		m ²	86700
		临时撒草	面积	hm ²	1.82
			草种	kg	118.30
	大板桥主变电所	临时排水沟		m	440
		临时沉沙池		个	1
		编织袋装土拦挡		m	42
		密目网覆盖		m ²	140
	交通衔接配套设施区	临时排水沟		m	1260
		简易沉沙池		个	4
		编织袋装土拦挡		m	214
		密目网覆盖		m ²	1820
施工生产区	铺轨基地区	临时排水沟		m	743
		简易沉沙池		个	3
		编织袋装土拦挡		m	158
		密目网覆盖		m ²	1610
	预制梁制作场	临时排水沟		m	280
		简易沉沙池		个	1
		编织袋装土拦挡		m	53
		密目网覆盖		m ²	570

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
车站区	高架车站区	临时排水沟		m	449
		简易沉沙池		个	2
		编织袋装土拦挡		m	100
		密目网覆盖		m ²	980
	地下车站区	临时排水沟		m	4840
		简易沉沙池		个	14
		地下水疏干系统		套	6
		编织袋装土拦挡		m	960
		密目网覆盖		m ²	5600
轨道线路区	高架桥区	临时排水沟		m	7750
		简易沉沙池		个	22
		编织袋装土拦挡		m	1560
		密目网覆盖		m ²	43620
	地面线区	临时排水沟		m	2864
		简易沉沙池		个	4
		编织袋装土拦挡		m	160
		密目网覆盖		m ²	6000
	地下线（明挖段）	临时排水沟		m	1680
		简易沉沙池		个	3
		编织袋装土拦挡		m	280
		密目网覆盖		m ²	400
配套设施区	大板桥车辆段	临时排水沟		m	5706
		临时沉沙池		个	8
		编织袋装土拦挡		m	562
		密目网覆盖		m ²	79721
		临时撒草	面积	hm ²	7.97
			草种	kg	518.05
	大板桥主变电所	临时排水沟		m	252
		临时沉沙池		个	1
		编织袋装土拦挡		m	28
		密目网覆盖		m ²	100
	交通衔接配套设施区	临时排水沟		m	180
		简易沉沙池		个	1
		编织袋装土拦挡		m	52
		密目网覆盖		m ²	82
施工生产区	铺轨基地区	临时排水沟		m	800
		简易沉沙池		个	4
		编织袋装土拦挡		m	160
		密目网覆盖		m ²	1800
	预制梁制作场	临时排水沟		m	220
		简易沉沙池		个	1
		编织袋装土拦挡		m	60
		密目网覆盖		m ²	620

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
车站区	高架车站区	临时排水沟	m	420	449	29
		简易沉沙池	个	2	2	0
		编织袋装土拦挡	m	95	100	5
		密目网覆盖	m ²	1180	980	-200
	地下车站区	临时排水沟	m	1020	4840	3820
		简易沉沙池	个	8	14	6
		地下水疏干系统	套	4	6	2
		编织袋装土拦挡	m	562	960	398
		密目网覆盖	m ²	1810	5600	3790
轨道线路区	高架桥区	临时排水沟	m	17960	7750	-10210
		简易沉沙池	个	28	22	-6
		编织袋装土拦挡	m	1780	1560	-220
		密目网覆盖	m ²	21740	43620	21880
	地面线区	临时排水沟	m	2580	2864	284
		简易沉沙池	个	6	4	-2
		编织袋装土拦挡	m	320	160	-160
		密目网覆盖	m ²	7620	6000	-1620
	地下线（明挖段）	临时排水沟	m	5520	1680	-3840
		简易沉沙池	个	12	3	-9
		编织袋装土拦挡	m	9135	280	-8855
		密目网覆盖	m ²	55970	400	-55570
配套设施区	大板桥车辆段	临时排水沟	m	2470	5706	3236
		临时沉沙池	个	7	8	1
		编织袋装土拦挡	m	406	562	156
		密目网覆盖	m ²	86700	79721	-6979
		临时撒草	面积	hm ²	1.82	7.97
			草种	kg	118.3	518.05
	大板桥主变电所	临时排水沟	m	440	252	-188
		临时沉沙池	个	1	1	0
		编织袋装土拦挡	m	42	28	-14
		密目网覆盖	m ²	140	100	-40
	交通衔接配套设施区	临时排水沟	m	1260	180	-1080
		简易沉沙池	个	4	1	-3
		编织袋装土拦挡	m	214	52	-162
		密目网覆盖	m ²	1820	82	-1738
施工生产区	铺轨基地区	临时排水沟	m	743	800	57
		简易沉沙池	个	3	4	1
		编织袋装土拦挡	m	158	160	2
		密目网覆盖	m ²	1610	1800	190
	预制梁制作场	临时排水沟	m	280	220	-60
		简易沉沙池	个	1	1	0
		编织袋装土拦挡	m	53	60	7
		密目网覆盖	m ²	570	620	50

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：混凝土挡墙长 1882m，C20 混凝土量 18934m³，土石方开挖 7437m³；表土剥离 105760m³；浆砌石盖板排水沟长 17065m，M7.5 浆砌石量 15022m³，土石方开挖 26987m³；浆砌石截排水（洪）沟长 1361m，M7.5 浆砌石量 944.40m³，土石方开挖 1575m³；浆砌石跌水坎长 52m，要 M7.5 浆砌石量 55m³，土石方开挖 67m³；综合护坡面积 6500m²，混凝土骨架 390m³；网格植草护坡面积 6510m²，砌筑空心砖 16275 个；消力池 6 座，浆砌石量 45m³，土石方开挖 95m³；表土回覆 105760m³；水平犁沟整地 33.57hm²，穴状整地 580 个。

（2）植物措施：场地绿化 32.97hm²；综合护坡 6500m²，植物护坡 4550m²；网格植草护坡 6510m²，植物护坡 5280m²，护坡种植灌木 24412 株；空心砖植草铺砌 1.09hm²；地面线路基绿化 0.60hm²，种植乔木 580 株，种植灌木 9875 株，抚育管理 0.60hm²。

（3）临时措施：临时排水沟长 24741m；简易沉沙池 51 座；临时沉沙池 9 座；编织袋挡护长 3922m；密目网覆盖 138923m²；地下水疏干系统 6 套；临时撒草 7.97hm²，临时撒播黑麦草 518.06kg。

图 4-1 工程已部分实施的水土保持措施现状





高架车站区盖板排水沟



高架车站区浆砌石排水沟



地下车站区盖板排水沟



地面线区浆砌石排水（洪）沟



大板桥车辆段区混凝土挡墙



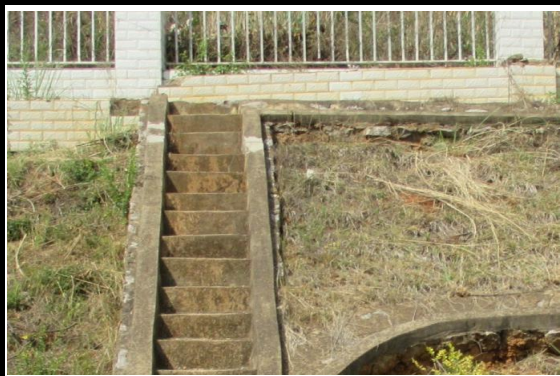
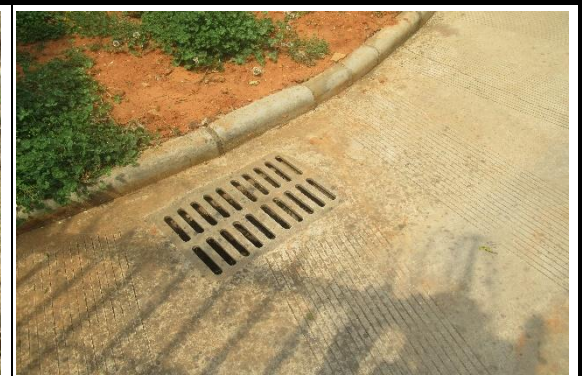
大板桥车辆段区网格植草护坡（骨架）



大板桥车辆段区浆砌石盖板排水沟



大板桥车辆段浆砌石截洪沟

	
大板桥车辆段跌水坎	大板桥主变电所浆砌石盖板排水沟
	
高架车站区绿化	
	
	
地下车站区绿化	





地下线明挖段区绿化



大板桥主变电所区绿化



交通衔接配套设施区绿化





临时排水



临时沉沙



临时覆盖

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，完成工程措施包括浆砌石盖板排水沟、浆砌石排水沟、综合护坡、浆砌石挡墙、网格植草护坡等；植物措施包括乔灌木相结合的场地绿化、种植乔木、种植灌木等；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，拦挡区域无土石方外溢到挡墙外侧的现象，挡墙的拦挡效果显著。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，仅有少部分区域植被恢复较慢，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 77.87hm^2 ；按占地性质划分永久占地面积为 42.00hm^2 ，临时占地面积为 35.87hm^2 ；按占地类型划分占用旱地 17.15hm^2 ，占用水浇地 13.20hm^2 ，占用公共绿地 1.76hm^2 ，占用林地 7.17hm^2 ，占用荒草地 3.40hm^2 ，占用园地 10.53hm^2 ，占用城镇住宅用地 1.64hm^2 ，占用工业及其他设施 6.91hm^2 ，占用水域 0.46hm^2 ，占用交通运输用地 3.69hm^2 ，占用机场用地 11.96hm^2 ；按项目分区划分车站区占地面积为 5.74hm^2 （其中高架车站区占地面积为 1.36hm^2 、地下车站区占地面积为 4.38hm^2 ），轨道线路区占地面积 35.81hm^2 （其中高架区占地面积为 21.46hm^2 、地面线区占地面积为 3.78hm^2 、地下线明挖段区占地面积为 10.57hm^2 ），配套设施占地面积为 34.62hm^2 （其中大板桥车辆段占地面积为 31.20hm^2 、大板桥主变电所占地面积为 1.50hm^2 、交通衔接配套设施区占地面积为 1.92hm^2 ）；施工生产区占地面积为 1.70hm^2 （其中铺轨基地区占地面积为 1.30hm^2 、预制梁制作场占地面积为 0.40hm^2 ）。《水保方案》设计占地情况详见表 5-1。

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 71.08hm^2 。按占地性质划分永久占地面积为 36.34hm^2 ，临时占地面积为 34.74hm^2 ；按占地类型划分占用旱地 13.74hm^2 ，占用水浇地 12.01hm^2 ，占用公共绿地 1.09hm^2 ，占用林地 6.99hm^2 ，占用荒草地 3.25hm^2 ，占用园地 10.41hm^2 ，占用城镇住宅用地 1.86hm^2 ，占用工业及其他设施 6.91hm^2 ，占用水域 0.46hm^2 ，占用交通运输用地 4.44hm^2 ，占用机场用地 9.92hm^2 ；按项目分区划分车站区占地面积为 6.64hm^2 （其中高架车站区占地面积为 1.36hm^2 、地下车站区占地面积为 5.28hm^2 ），轨道线路区占地面积 34.13hm^2 （其中高架区占地面积为 21.47hm^2 、地面线区占地面积为 3.78hm^2 、地下线明挖段区占地面积为 8.88hm^2 ），配套设施

占地面积为 28.61hm^2 （其中大板桥车辆段占地面积为 27.95hm^2 、大板桥主变电所占地面积为 0.42hm^2 、交通衔接配套设施区占地面积为 0.24hm^2 ）；施工生产区占地面积为 1.70hm^2 （其中铺轨基地区占地面积为 1.30hm^2 、预制梁制作场占地面积为 0.40hm^2 ）。工程实际占地情况详见表 5-2。

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 71.08hm^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 2010 年 8 月进场监测后，对项目区及周边区域进行调查、巡查、定位及遥感监测，综合分析后本项目施工准备期、一期工程施工期、一二期工程间隙期、二期工程施工期及自然恢复期的水土流失面积分别为 24.95hm^2 、 61.30hm^2 、 32.37hm^2 、 39.15hm^2 及 35.64hm^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	一期工程施工期	一、二期工程间隙期	二期工程施工期	试运行期
车站区	高架车站区	0.58	1.36	0.62	0.62	0.62
	地下车站区	0.64	2.12	0.46	3.62	0.50
轨道线路区	高架区	2.95	18.31	17.75	20.91	20.80
	地面线区	0.68	3.39	0.92	1.31	1.06
	地下线明挖段区	6.59	8.87	0.03	0.04	0.04
配套设施区	大板桥车辆段	13.15	27.95	10.49	10.49	10.49
	大板桥主变电所	0.00	0.42	0.20	0.20	0.20
	交通衔接配套设施区	0.00	0.18	0.20	0.26	0.24
施工生产区	铺轨基地区	0.00	1.30	1.30	1.30	1.30
	预制梁制作场区	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40
合计		24.59	64.30	32.37	39.15	35.64

表 5-1 《水保方案》设计的占地面积表（单位：hm²）

防治分区		占地类型											占地性质		合计
		旱地	水浇地	公共绿地	林地	荒草地	园地	城镇住宅用地	工业及其他设施	水域	交通运输用地	机场用地	永久占地	临时占地	
车站区	高架车站区	0.48	0.45			0.05	0.20	0.05			0.13		1.36		1.36
	地下车站区	0.12		0.72					0.43		1.57	1.54	1.58	2.80	4.38
轨道线路区	高架区	3.75	4.99	0.11	6.14	1.63	2.47	1.13	1.14		0.10		0.66	20.80	21.46
	地面线区	0.47	0.91		0.73	0.53	0.46	0.23	0.32		0.13		3.78		3.78
	地下线明挖段区			0.04							0.11	10.42		10.57	10.57
配套设施区	大板桥车辆段	11.57	4.65			0.92	6.92	0.13	4.90	0.46	1.65		31.20		31.20
	大板桥主变电所		1.50										1.50		1.50
	交通衔接配套设施	0.26	0.17	0.82	0.18	0.15	0.12	0.10	0.12				1.92		1.92
施工生产区	铺轨基地	0.40	0.23	0.07	0.12	0.12	0.36							1.30	1.30
	预制梁制作场	0.10	0.30											0.40	0.40
合计		17.15	13.20	1.76	7.17	3.40	10.53	1.64	6.91	0.46	3.69	11.96	42.00	35.87	77.87

表 5-2 工程实际占地情况表（单位：hm²）

防治分区		占地类型											占地性质		合计
		旱地	水浇地	公共绿地	林地	荒草地	园地	城镇住宅用地	工业及其他设施	水域	交通运输用地	机场用地	永久占地	临时占地	
车站区	高架车站区	0.48	0.45			0.05	0.20	0.05			0.13		1.36		1.36
	地下车站区	0.15		0.87				0.32	0.43		2.32	1.19	1.92	3.36	5.28
轨道线路区	高架区	3.76	4.99	0.11	6.14	1.63	2.47	1.13	1.14		0.10		0.67	20.80	21.47
	地面线区	0.47	0.91		0.73	0.53	0.46	0.23	0.32		0.13		3.78		3.78
	地下线明挖段区			0.04							0.11	8.73		8.88	8.88
配套设施区	大板桥车辆段	8.32	4.65			0.92	6.92	0.13	4.90	0.46	1.65		27.95		27.95
	大板桥主变电所		0.42										0.42		0.42
	交通衔接配套设施	0.06	0.06						0.12				0.24		0.24
施工生产区	铺轨基地	0.40	0.23	0.07	0.12	0.12	0.36							1.30	1.30
	预制梁制作场	0.10	0.30											0.40	0.40
合计		13.74	12.01	1.09	6.99	3.25	10.41	1.86	6.91	0.46	4.44	9.92	36.34	34.74	71.08

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 4 类地表扰动类型。

施工准备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			未扰动区
扰动特征	开挖面	堆填面	施工平台	原地貌
分类代号	1 类	2 类	3 类	4 类
侵蚀对象	土石质开挖边坡	土石质堆填边坡	施工场地	原地貌
分类依据	开挖、削坡等工作面	堆土、填方等坡面，土质松散	地势平坦，土地整理、材料堆放及施工等平台	原地貌
主要区域	高架车站区开挖边坡；地下线明挖段区开挖边坡；大板桥车辆段开挖边坡	地面线区填方边坡；大板桥车辆段区填方边坡；已扰动区域临时堆渣	已扰动区域施工平台	其他未扰动区域

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 ）				小计
		明显扰动			未扰动区	
		1 类	2 类	3 类	4 类	
车站区	高架车站区	0.01	0.05	0.52	0.78	1.36
	地下车站区		0.04	0.60	4.64	5.28
轨道线路区	高架桥区		0.23	2.72	18.52	21.47
	地面线区		0.12	0.56	3.10	3.78
	地下线（明挖段）区		0.01	6.58	2.29	8.88
配套设施区	大板桥车辆段	1.18	1.46	10.51	14.80	27.95
	大板桥主变电所			0.00	0.42	0.42
	交通衔接配套设施区			0.00	0.24	0.24
施工生产区	铺轨基地区			0.00	1.30	1.30
	预制梁制作场			0.00	0.40	0.40
合计		1.19	1.91	21.49	46.49	71.08

5.2.1.2 施工期地表扰动类型划分

（1）一期工程施工期扰动类型划分

通过现场踏勘和调查，根据重塑地貌后形成新的地形地貌，分析划分一期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四类，开挖面、堆填面、施工平台和未扰动区等。开挖面、堆填面、施工平台和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 4 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 一期工程施工期地表扰动类型分类表

扰动类型	明显扰动			未扰动区
扰动特征	开挖面	堆填面	施工平台	原地貌
分类代号	1 类	2 类	3 类	4 类
侵蚀对象	土石质开挖边坡	土石质堆填边坡	施工场地	原地貌
分类依据	开挖、削坡等工作面	堆土、填方等坡面，土质松散	地势平坦，土地整理、材料堆放及施工等平台	原地貌
主要区域	高架车站开挖边坡；地面线开挖边坡；地下线（明挖段）开挖边坡；大板桥车辆段开挖边坡；交通衔接配套设施区开挖边坡；铺轨基地开挖边坡；	高架桥区填方边坡；地下线区填方边坡；地下线明挖段区填方边坡；大板桥车辆段区填方边坡；铺轨基地区填方边坡；已扰动区域临时堆渣	已扰动区域施工平台	其他未扰动区域

表 5-7 一期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	4 类	
车站区	高架车站区	0.02	0.11	1.23		1.36
	地下车站区		0.06	2.06	3.16	5.28
轨道线路区	高架桥区		0.46	17.85	3.16	21.47
	地面线区	0.49	0.11	2.79	0.39	3.78
	地下线（明挖段）区	2.13	0.56	6.18	0.01	8.88
配套设施区	大板桥车辆段	0.58	0.67	26.70		27.95
	大板桥主变电所		0.05	0.37		0.42
施工生产区	交通衔接配套设施区	0.01	0.01	0.16	0.06	0.24
	铺轨基地区	0.22	0.09	0.99		1.30
	预制梁制作场		0.01	0.39		0.40
合计		3.45	2.13	58.72	6.78	71.08

（2）一二期工程间隙期扰动类型划分

根据工程实际情况，为客观真实地反映建设项目的水土流失特点，需对建设项目一二期工程间隙期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弃土堆渣、开挖面、填方边坡、平台等。堆渣、开挖面、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，工程现状划分的地表扰动类型为：有危害扰动（开挖面、堆填面、平台）、无危害扰动（稳定边坡、硬化面积、植被恢复区域）和未扰动区。共分为 7 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。

一二期工程间隙期地表扰动类型分类和地表扰动分类结果统计见表 5-8 和表 5-9。

（3）二期工程施工期扰动类型划分

通过现场踏勘和调查，根据重塑地貌后形成新的地形地貌，分析划分二期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，结合一期工程在该时段处于植被恢复期，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 9 类地表扰动类型。

二期工程施工期地表扰动类型分类和地表扰动分类结果统计见表 5-10 和表 5-11。

表 5-8 一二期工程间隙期各地表扰动类型面积情况一览表

地表扰动类型划分							
一期工程							二期工程
侵蚀危害	有危害扰动			无危害扰动			未扰动区
扰动特征	开挖面	堆填面	平台	稳定边坡	硬化面积	植被恢复区	
分类代号	1 类	2 类	3 类	一类	二类	三类	I 类
侵蚀对象	土质	土质	土质	土石质	硬化	土质	未扰动区
分类依据	开挖面，坡面成型，边坡裸露或植被恢复较差	填方边坡，坡面成型，边坡裸露或植被恢复较差	因开挖、堆填、施工等造成的平台区域，裸露或植被较差	挖方、填方面已经使用工程措施进行防护，坡面稳定，植物措施长势良好，水土流失防治效果好	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	二期工程未扰动区域
位置	地面线区植被长势较差挖方边坡；大板桥车辆段植被长势较差挖方边坡；铺轨基地区植被长势较差挖方边坡	地面线区植被长势较差填方边坡；大板桥车辆段植被长势较差填方边坡；铺轨基地区植被长势较差填方边坡	高架桥区植被长势较差区域，地面线区植被长势较差区域；大板桥车辆段植被长势较差平台；大板桥主变电所植被长势较差区域；铺轨基地区植被长势较差挖方平台；预制梁制作场植被长势较差区域	地面线区植被长势较差平台；大板桥车辆段植被长势较好边坡；铺轨基地区植被长势较好边坡；预制梁制作场	高架车站建筑物及道路等硬化区域；地下车站区建筑物及硬化区域；地面线区建筑物及硬化区；地下线（明挖段）建筑物及硬化区、机场用地；大板桥车辆段建筑及硬化区域；大板桥主变电所建筑物及硬化区；交通衔接配套设施区及硬化区域	高架车站区植被长势较好区域；地下车站区植被长势较好区域；高架桥区植被长势较好区域；地面线区植被长势较好区域；地下线（明挖段）植被长势较好区域；大板桥车辆段植被长势较好区域；大板桥主变电所植被长势较好区域；交通衔接配套设施区植被长势较好区域；铺轨基地区植被长势较好区域；预制梁制作场植被长势较好区域	二期工程占地

表 5-9 一二期工程间隙期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 ）									
		一期工程								二期工程	合计
		有危害扰动				无危害扰动				未扰动区	
		1 类	2 类	3 类	小计	一类	二类	三类	小计	I 类	
车站区	高架车站区						0.74	0.62	1.36		1.36
	地下车站区						1.68	0.44	2.12	3.16	5.28
轨道线路区	高架桥区			0.37	0.37		0.56	17.38	17.94	3.16	21.47
	地面线区	0.02	0.01	0.05	0.08	0.56	2.22	0.53	3.31	0.39	3.78
	地下线（明挖段）区				0		8.83	0.04	8.87	0.01	8.88
配套设施区	大板桥车辆段	0.13	0.05	1.42	1.6	0.47	17.34	8.54	26.35		27.95
	大板桥主变电所			0.02	0.02		0.22	0.18	0.40		0.42
	交通衔接配套设施区					0.01		0.17	0.18	0.06	0.24
施工生产区	铺轨基地区	0.03	0.02	0.08	0.13	0.26		0.91	1.17		1.3
	预制梁制作场			0.05	0.05			0.35	0.35		0.40
合计		0.18	0.08	1.99	2.25	1.30	31.59	29.16	62.05	6.78	71.08

表 5-10 二期工程施工工期各地表扰动类型面积情况一览表

地表扰动类型划分									
一期工程							二期工程		
侵蚀危害	有危害扰动			无危害扰动			有危害扰动		
扰动特征	开挖面	堆填面	平台	稳定边坡	硬化面积	植被恢复区	开挖面	堆填面	平台
分类代号	1 类	2 类	3 类	一类	二类	三类	I 类	II 类	III 类
侵蚀对象	土质	土质	土质	土石质	硬化	土质	土质开挖边坡	土石质堆填边坡	施工场地
分类依据	开挖面，坡面成型，边坡裸露或植被恢复较差	填方边坡，坡面成型，边坡裸露或植被恢复较差	因开挖、堆填、施工等造成的平台区域，裸露或植被较差	挖方、填方面已经使用工程措施进行防护，坡面稳定，植物措施长势良好，水土流失防治效果好	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	开挖、削坡等工作面	堆土、填方等坡面，土质松散	地势平坦，土地整理、材料堆放及施工等平台
位置	地面线区植被长势较差挖方边坡；大板桥车辆段植被长势较差挖方边坡；铺轨基地区植被长势较差挖方边坡	地面线区植被长势较差填方边坡；大板桥车辆段植被长势较差填方边坡；铺轨基地区植被长势较差填方边坡	高架桥区植被长势较差区域；地面线区植被长势较差区域；大板桥车辆段植被长势较差平台；大板桥主变电所植被长势较差区域；铺轨基地区植被长势较差挖方平台；预制梁制作场植被长势较差区域	地面线区植被长势较差平台；大板桥车辆段植被长势较好边坡；铺轨基地区植被长势较好边坡；预制梁制作场	高架车站建筑物及道路等硬化区域；地下车站区建筑物及硬化区域；地面线区建筑物及硬化区；地下线（明挖段）建筑物及硬化区、机场用地；大板桥车辆段建筑及硬化区域；大板桥主变电所建筑物及硬化区；交通衔接配套设施区及硬化区域	高架车站区植被长势较好区域；地下车站区植被长势较好区域；高架桥区植被长势较好区域；地面线区植被长势较好区域；地下线（明挖段）植被长势较好区域；大板桥车辆段植被长势较好区域；大板桥主变电所植被长势较好区域；交通衔接配套设施区植被长势较好区域；铺轨基地区植被长势较好区域；预制梁制作场植被长势较好区域	地面线区开挖边坡	地下车站区临时堆渣区域；高架桥区临时堆渣区域；地面线区填方边坡及临时堆渣	地下车站区施工平台；高架桥区施工平台；地面线区施工平台；地下线明挖段区施工平台；交通衔接配套设施区施工平台

表 5-11 二期工程施工工期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 ）												
		一期工程								二期工程				合计
		有危害扰动				无危害扰动				有危害扰动				
		1 类	2 类	3 类	小计	一类	二类	三类	小计	I 类	Ⅱ类	Ⅲ类	小计	
车站区	高架车站区						0.74	0.62	1.36					1.36
	地下车站区						1.68	0.44	2.12		0.42	2.74	3.16	5.28
轨道线路区	高架桥区			0.08	0.08		0.56	17.67	18.23		0.18	2.98	3.16	21.47
	地面线区	0.01	0.01	0.01	0.03	0.57	2.22	0.57	3.36	0.05	0.04	0.3	0.39	3.78
	地下线（明挖段）区						8.83	0.04	8.87			0.01	0.01	8.88
配套设施区	大板桥车辆段	0.01	0.02	0.57	0.6	0.62	17.34	9.39	27.35					27.95
	大板桥主变电所			0.02	0.02		0.22	0.18	0.40					0.42
	交通衔接配套设施区					0.01		0.17	0.18			0.06	0.06	0.24
施工生产区	铺轨基地区	0.01	0.01	0.02	0.04	0.29		0.97	1.26					1.3
	预制梁制作场			0.01	0.01			0.39	0.39					0.40
合计		0.03	0.04	0.71	0.78	1.49	31.59	30.44	63.52	0.05	0.64	6.09	6.78	71.08

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弃土堆渣、开挖面、堆填面、平台等。堆渣、开挖面、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，工程现状划分的地表扰动类型为：有危害扰动（开挖面、堆填面、平台）、无危害扰动（稳定边坡、硬化面积、植被恢复区域）。共分为 6 类地表扰动类型，划分结果见表 5-12，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 5-13。

表 5-12 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	有危害扰动			无危害扰动		
扰动特征	开挖面	堆填面	平台	稳定边坡	硬化面积	植被恢复区
分类代号	1 类	2 类	3 类	一类	二类	三类
侵蚀对象	土石质	土石质	土石质	硬化	土石质	土质
分类依据	开挖面，坡面成型，边坡裸露或植被恢复较差	填方边坡，坡面成型，边坡裸露或植被恢复较差	因开挖、堆填、施工等造成的平台区域，裸露或植被较差	挖方、填方面已经使用工程措施进行防护，坡面稳定，植物措施长势良好，水土流失防治效果好	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	地面线区、大板桥车辆段区、铺轨基地区等植被长势较差挖方边坡	地面线区、大板桥车辆段区、铺轨基地区等植被长势较差填方边坡	高架桥区、地面线区、大板桥车辆段区、大板桥主变电所区、铺轨基地区、预制梁制作场等植被长势较差区域	地面线区、大板桥车辆段区、铺轨基地区等植被长势较好边坡；预制梁制作场	高架车站区、地下车站区、地面线区、地下线（明挖段）区、大板桥车辆段区、大板桥主变电所区、交通衔接配套设施区建筑物及硬化面积及机场用地归还	高架车站区、地下车站区、高架桥区、地面线区、地下线（明挖段）区、大板桥车辆段区、交通衔接配套设施区、铺轨基地区、预制梁制作场植被长势较好区域

表 5-13 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 ）								
		有危害扰动				无危害扰动				合计
		1 类	2 类	3 类	小计	一类	二类	三类	小计	
车站区	高架车站区						0.74	0.62	1.36	1.36
	地下车站区			0.04	0.04		4.78	0.46	5.24	5.28
轨道线路区	高架桥区			0.05	0.05		0.67	20.75	21.42	21.47
	地面线区	0.01	0.01	0.01	0.03	0.63	2.53	0.59	3.75	3.78
	地下线（明挖段）区						8.84	0.04	8.88	8.88
配套设施区	大板桥车辆段	0.01	0.02	0.18	0.21	0.62	17.34	9.78	27.74	27.95
	大板桥主变电所			0.01	0.01		0.22	0.19	0.41	0.42
施工生产区	交通衔接配套设施区					0.01		0.23	0.24	0.24
	铺轨基地区	0.01	0.01	0.01	0.03	0.29		0.98	1.27	1.30
	预制梁制作场			0.01	0.01			0.39	0.39	0.40
合计		0.03	0.04	0.31	0.38	1.55	35.12	34.03	70.7	71.08

5.2.1.4 防治措施分类类型划分

本项目实际实施的防治措施有挡土墙、排水工程、护坡工程、绿化措施、临时编织袋拦挡措施等，项目实际实施的水土保持措施详见第 4 章节。

根据本项目水土保持监测实际情况，将防治措施防治的面积分为两大类：防治完全区域、防治尚不完善区域。其中防治完全区域又分为完全防治边坡、完全防治平台 2 部分，防治尚不完善区域分为尚需完善措施边坡、尚需完善措施平台 2 部分。

防治措施分类及面积统计详见表 5-14。

表 5-14 防治措施分类及面积统计情况一览表（单位：hm²）

防治分区		防治措施分类			
		防治完全区域		防治尚不完善区域	
		完全防治边坡	完全防治平台	尚需完善措施边坡	尚需完善措施平台
车站区	高架车站区		1.36		
	地下车站区		5.24		0.04
轨道线路区	高架桥区		21.42		0.05
	地面线区	0.63	3.12	0.02	0.01
	地下线（明挖段）区		8.88		
配套设施区	大板桥车辆段	0.62	27.12	0.03	0.18
	大板桥主变电所		0.41		0.01
	交通衔接配套设施区	0.01	0.23		
施工生产区	铺轨基地区	0.29	0.98	0.02	0.01
	预制梁制作场		0.39		0.01
合计		1.55	69.15	0.07	0.31

5.2.2 侵蚀模数的确定

5.2.2.1 施工准备期侵蚀模数的确定

施工准备期地表扰动类型侵蚀模数，主要根据施工期地表扰动类型的划分情况，结合实地监测数据，参照《土壤侵蚀分类分级标准》进行推求。

监测组于 2011 年 6 月对大板桥车辆段边坡布设简易水土流失观测场，大板桥车辆段布设的简易水土流失监测点实测数据见表 5-15,本工程土壤容重及含水率试验登记表见表 5-16。

表 5-15 大板桥车辆段边坡简易观测场法测定土壤流失量数据登记表

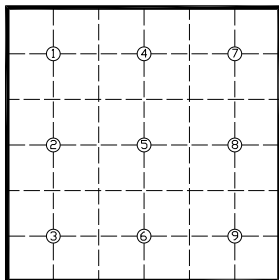
位置：大板桥停车场挖方坡面												N: 25°3'59.8"		E:102°53'8.0"		θ=24.2°	
序号	日期	位置	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	 注：表内数值均以厘米计(mm);					
0	2011 06.8	左	124	123	107	112	121	104	109	121	116						
		右	125	125	110	115	122	103	107	121	118						
1	2011 9.21	左	126	125	109	116	123	107	111	126	119						
		右	124	125	109	115	122	105	110	128	120						
2	2011 12.11	左	127	126	111	116	122	108	113	129	120						
		右	126	127	110	116	124	108	112	129	121						
3	2012 03.09	左	127	128	113	116	123	112	114	130	122						
		右	127	128	112	118	123	109	113	129	121						
4	2012 05.22	左	128	129	114	117	126	111	116	131	124						
		右	129	128	112	118	124	111	115	132	122						
侵蚀厚度			4	4.5	4.5	4	35	7.5	7.5	10.5	6						
平均侵蚀厚度			4.94														

表 5-16 监测点土壤容重、含水率实验登记表

土样编号	土壤性状	环刀质量(g)	环刀体积 (cm³)	环刀+土壤质量 (g)	土壤平均含水率 (%)	土壤平均干容重 (g/cm³)
QG6-01	黄棕壤	198	200	618.6	29.4	1.48
铝盒样品编号	铝盒质量 (g)	铝盒+样品质量 (g)	样品质量 (g)	燃烧后铝盒+土样质量 (g)	样品土壤含水率 (%)	样品土壤干容重 (g/cm³)
QG6-01-01	22.8	37.6	14.8	33.29	29.15	1.49
QG6-01-02	21.6	38.4	16.8	33.43	29.58	1.48
QG6-01-03	22.4	35.7	13.3	31.78	29.48	1.48

根据表 5-15、表 5-16 及简易水土流失观测场计算公式，可以计算出监测点的土壤侵蚀模数为 7943t/km² a，因此监测组取开挖面区施工准备期土壤侵蚀模

数为 8000t/km² a。

根据监测经验，估算出填方边坡的侵蚀模数为 16000t/km² a；平台侵蚀模数定为 5000t/km² a。

未扰动区施工准备期以原生平均土壤侵蚀模数计列，根据本工程高架车站区的原生侵蚀模数为 959.6t/km² a，地下车站区原生侵蚀模数为 2405.9t/km² a，高架区原生侵蚀模数为 679.6t/km² a，地面线区原生侵蚀模数为 585.2t/km² a，地面线明挖段区原生侵蚀模数为 6409.3t/km² a，大板桥车辆段区原生侵蚀模数为 933.7t/km² a，大板桥主变电所区原生侵蚀模数为 500.0t/km² a，交通衔接配套设施区原生侵蚀模数为 598.4t/km² a，铺轨基地区原生侵蚀模数为 942.3t/km² a，预制梁制作场区原生侵蚀模数为 875.0t/km² a。

施工期准备期各地表扰动类型侵蚀模数确定结果详见表 5-17。

表 5-17 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 a）
开挖面			1 类	8000
堆填面			2 类	16000
平台			3 类	5000
未扰动区	车站区	高架车站区	4 类	959.6
		地下车站区	4 类	2405.9
	轨道线路区	高架桥区	4 类	679.6
		地面线区	4 类	585.2
		地下线（明挖段）区	4 类	6409.3
	配套设施区	大板桥车辆段	4 类	933.7
		大板桥主变电所	4 类	500
		交通衔接配套设施区	4 类	598.4
	施工生产区	铺轨基地区	4 类	942.3
		预制梁制作场	4 类	875.0

5.2.2.2 施工期侵蚀模数的确定

（1）一期工程施工期侵蚀模数的确定

一期工程施工期地表扰动类型侵蚀模数，主要根据施工期地表扰动类型的划分情况，结合实地监测数据，参照《土壤侵蚀分类分级标准》进行推求。

根据表 5-15、表 5-16 及简易水土流失观测场计算公式及结算结果，监测组取施工期开挖面土壤侵蚀模数为 8000t/km² a。

根据监测经验，估算出填方边坡的侵蚀模数为 16000t/km² a；平台侵蚀模数定为 5000t/km² a。

未扰动区施工准备期以原生平均土壤侵蚀模数计列，根据地下车站区原生侵蚀模数为 2405.9t/km² a，高架区原生侵蚀模数为 679.6t/km² a，地面线区原生侵蚀模数为 585.2t/km² a，地面线明挖段区原生侵蚀模数为 6409.3t/km² a，交通衔接配套设施区原生侵蚀模数为 598.4t/km² a。

一期工程施工期各地表扰动类型侵蚀模数确定结果详见表 5-17。

表 5-17 一期工程施工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 a）
开挖面			1 类	8000
堆填面			2 类	16000
平台			3 类	5000
未扰动区	车站区	地下车站区	4 类	2405.9
	轨道线路区	高架桥区	4 类	679.6
		地面线区	4 类	585.2
		地下线（明挖段）区	4 类	6409.3
	配套设施区	交通衔接配套设施区	4 类	598.4

（2）一二期工程间隙期侵蚀模数的确定

一二期工程间隙期地表扰动类型划分，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，本工程一二期工程间隙期土壤侵蚀模数各地表扰动类型侵蚀模数确定结果详见表 5-18。

表 5-18 一二期工程间隙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 a）
有危害扰动	开挖面		1 类	5000
	堆填面		2 类	10000
	平台		3 类	3000
无危害扰动	稳定边坡		一类	800
	硬化区		二类	0
	植被恢复区		三类	600
未扰动区	车站区	地下车站区	I 类	2405.9
	轨道线路区	高架桥区	I 类	679.6
		地面线区	I 类	585.2
		地下线（明挖段）区	I 类	6409.3
	配套设施区	交通衔接配套设施区	I 类	598.4

（3）二期工程施工期侵蚀模数的确定

二期工程施工期地表扰动类型侵蚀模数，主要根据施工期地表扰动类型的划分情况，结合实地监测数据，参照《土壤侵蚀分类分级标准》进行推求。

根据表 5-15、表 5-16 及简易水土流失观测场计算公式及结算结果，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 5-19。

表 5-19 二期工程施工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 a）
一期工程	有危害扰动	开挖面	1 类	3000
		堆填面	2 类	6000
		平台	3 类	1500
	无危害扰动	稳定边坡	一类	600
		硬化区	二类	0
		植被恢复区	三类	500
二期工程	有危害扰动	开挖面	I 类	8000
		堆填面	II 类	16000
		平台	III 类	5000

5.2.2.3 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 5-20。

表 5-20 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 a）
有危害扰动	开挖面	1 类	1000
	堆填面	2 类	2000
	平台	3 类	800
无危害扰动	稳定边坡	一类	500
	硬化面积	二类	0
	植被恢复区	三类	400

5.2.2.4 防治措施实施后侵蚀模数推算

结合工程实际情况，防治措施实施后各类型区域侵蚀模数确定结果详见表 5-21。

表 5-21 防治措施实施后侵蚀模数确定结果

防治措施分类		确定的侵蚀模数 ($t/km^2 a$)
防治完全区域	完全防治边坡	500
	完全防治平台	300
防治尚不完善区域	尚需完善措施边坡	1500
	尚需完善措施平台	800

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 9 个月（2010 年 4 月至 2010 年 12 月），推测施工准备期扰动地表类型土壤侵蚀量为 1532.00t，项目建设区平均土壤侵蚀模数为 $2873.76t/km^2 a$ 。

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 5-22。

5.2.3.2 施工期侵蚀量及平均侵蚀模数推算

（1）一期工程施工期侵蚀量及平均侵蚀模数

鉴于工程监测实际情况，根据 5.2.1.2 章节及 5.2.2.2 章节相关分析，结合一期工程施工期 18 个月（2011 年 1 月至 2012 年 6 月），推测施工期扰动地表类型土壤侵蚀量为 5480.38t，项目建设区平均土壤侵蚀模数为 $5140.10t/km^2 a$ 。

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 5-23。

（2）一二期工程间隙期侵蚀量及平均侵蚀模数

鉴于工程监测实际情况，根据 5.2.1.2 章节及 5.2.2.2 章节相关分析，结合一二期工程间隙期 24 个月（2012 年 7 月至 2014 年 6 月），推测施工期扰动地表类型土壤侵蚀量为 725.69t，项目建设区平均土壤侵蚀模数为 $510.47t/km^2 a$ 。

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 5-24。

（3）二期工程施工期侵蚀量及平均侵蚀模数

鉴于工程监测实际情况，根据 5.2.1.2 章节及 5.2.2.2 章节相关分析，结合二期工程施工期 70 个月（2014 年 7 月至 2020 年 4 月），推测施工期扰动地表类型土壤侵蚀量为 341828t，项目建设区平均土壤侵蚀模数为 $824.41\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ 。

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 5-25。

5.2.3.3 林草植被恢复期侵蚀量及平均侵蚀模数推算

（1）工程现状地表扰动类型形式推算

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，结合工程建设工程期（按运行初期 1 个月计算），推测扰动地表类型土壤侵蚀量（现状情况）为 12.29t，项目建设区平均土壤侵蚀模数为 $207.44\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ 。

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 5-26。

（2）按防治措施分类形式推算

根据 5.2.1.4 章节及 5.2.2.3 章节相关分析，结合工程运行期（按运行初期 1 个月计算），推测防治措施实施后的土壤侵蚀量为 23.99t，项目建设区平均土壤侵蚀模数为 $405.01\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ 。

按防治措施实施后分类推算土壤侵蚀量及平均土壤侵蚀模数的计算情况见表 5-27。

（3）林草植被恢复期侵蚀量及治理后平均土壤侵蚀模数推测结论

根据上述两种情况推测，监测组分别按扰动地表类型和防治措施分类两种方式对工程现状各个区域的侵蚀量及侵蚀模数进行了推测，根据推测的结果，按照最不利原则，将各个防治分区两种方式推测出来的较大值作为推测结论值，治理后平均土壤侵蚀模数按照各个区的推测结论值进行加权平均，最终得出治理后项目建设区平均土壤侵蚀模数结论。

经推测，得出治理后项目建设区平均土壤侵蚀模数为 $336.34\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ （根据各个分区最不利的结论值经加权平均计算得出，其中面积重复的区域未进行重复计

算), 林草植被恢复期侵蚀量为 19.92t。治理后项目建设区平均土壤侵蚀模数及林草植被恢复期侵蚀量推测计算详见表 5-28。

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 2011 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。

表 5-22 施工准备期土壤侵蚀量及平均侵蚀模数推算表

项目组成及分区		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）
		明显扰动			未扰动区	有危害扰动			无危害扰动			
		1 类	2 类	3 类	4 类	1 类	2 类	3 类	4 类			
车 站 区	高架车站区	0.01	0.05	0.52	0.78	8000	16000	5000	959.6	9/12	31.71	3109.18
	地下车站区		0.04	0.60	4.64		16000	5000	2405.9	9/12	111.03	2803.67
轨道线路区	高架桥区		0.23	2.72	18.52		16000	5000	679.6	9/12	224.00	1391.07
	地面线区		0.12	0.56	3.10		16000	5000	585.2	9/12	49.01	1728.60
	地下线（明挖段）区		0.01	6.58	2.29		16000	5000	6409.3	9/12	358.03	5375.82
配套设施区	大板桥车辆段	1.18	1.46	10.51	14.80	8000	16000	5000	933.7	9/12	743.77	3548.08
	大板桥主变电所			0.00	0.42		16000	5000	500	9/12	1.58	500.00
	交通衔接配套设施区			0.00	0.24		16000	5000	598.4	9/12	1.08	598.40
施工生产区	铺轨基地区			0.00	1.30		16000	5000	942.3	9/12	9.19	942.30
	预制梁制作场			0.00	0.40		16000	5000	875.0	9/12	2.63	875.00
合计		1.19	1.91	21.49	46.49						1532.00	2873.76

表 5-23 一期工程施工期土壤侵蚀量及平均侵蚀模数推算表

项目组成及分区		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）
		明显扰动			未扰动区	有危害扰动			无危害扰动			
		1 类	2 类	3 类	4 类	1 类	2 类	3 类	4 类			
车 站 区	高架车站区	0.02	0.11	1.23		8000	16000	5000		18/12	121.05	5933.82
	地下车站区		0.06	2.06	3.16		16000	5000	2405.9	18/12	282.94	3572.47
轨道线路区	高架桥区		0.46	17.85	3.16		16000	5000	679.6	18/12	1481.36	4599.79
	地面线区	0.49	0.11	2.79	0.39	8000	16000	5000	585.2	18/12	297.87	5253.50
	地下线（明挖段）区	2.13	0.56	6.18	0.01	8000	16000	5000	6409.3	18/12	854.46	6414.88
配套设施区	大板桥车辆段	0.58	0.67	26.70		8000	16000	5000		18/12	2232.90	5325.94
	大板桥主变电所		0.05	0.37			16000	5000		18/12	39.75	6309.52
	交通衔接配套设施区	0.01	0.01	0.16	0.06	8000	16000	5000	598.4	18/12	16.14	4482.93
施工生产区	铺轨基地区	0.22	0.09	0.99		8000	16000	5000		18/12	122.25	6269.23
	预制梁制作场		0.01	0.39			16000	5000		18/12	31.65	5275.00
合计		3.45	2.13	58.72	6.78						5480.38	5140.10

表 5-24 一二期工程间隙期侵蚀量及平均侵蚀模数推算

项目组成及分区		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）
		一期工程						二期工程	一期工程						二期工程			
		有危害扰动			无危害扰动			未扰动区	有危害扰动			无危害扰动			未扰动区			
		1 类	2 类	3 类	一类	二类	三类	I 类	1 类	2 类	3 类	一类	二类	三类	I 类			
车站区	高架车站区					0.74	0.62						0	600		24/12	7.44	273.53
	地下车站区					1.68	0.44	3.16					0	600	2405.9	24/12	157.33	1489.89
轨道线路区	高架桥区			0.37		0.56	17.38	3.16			3000		0	600	679.6	24/12	273.71	637.43
	地面线区	0.02	0.01	0.05	0.56	2.22	0.53	0.39	5000	10000	3000	800	0	600	585.2	24/12	26.88	355.62
	地下线（明挖段）区					8.83	0.04	0.01					0	600	6409.3	24/12	1.76	9.92
配套设施区	大板桥车辆段	0.13	0.05	1.42	0.47	17.34	8.54		5000	10000	3000	800	0	600		24/12	218.20	390.34
	大板桥主变电所			0.02		0.22	0.18				3000		0	600		24/12	3.36	400.00
	交通衔接配套设施区				0.01		0.17	0.06				800	0	600	598.4	24/12	2.92	607.93
施工生产区	铺轨基地区	0.03	0.02	0.08	0.26		0.91		5000	10000	3000	800	0	600		24/12	26.88	1033.85
	预制梁制作场			0.05			0.35				3000		0	600		24/12	7.20	900.00
合计		0.18	0.08	1.99	1.30	31.59	29.16	6.78									725.69	510.47

表 5-25 二期工程施工期侵蚀量及平均侵蚀模数推算

项目组成及分区		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）
		一期工程						二期工程			一期工程						二期工程					
		有危害扰动			无危害扰动			有危害扰动			有危害扰动			无危害扰动			有危害扰动					
		1类	2类	3类	一类	二类	三类	I类	Ⅱ类	Ⅲ类	1类	2类	3类	一类	二类	三类	I类	Ⅱ类	Ⅲ类			
车站区	高架车站区					0.74	0.62							0	500				70/12	18.08	227.94	
	地下车站区					1.68	0.44		0.42	2.74				0	500		16000	5000	70/12	1204.00	3909.09	
轨道线路区	高架桥区			0.08		0.56	17.67		0.18	2.98			1500		0	500		16000	5000	70/12	1559.54	1245.23
	地面线区	0.01	0.01	0.01	0.57	2.22	0.57	0.05	0.04	0.30	3000	6000	1500	600	0	500	8000	16000	5000	70/12	190.87	865.61
	地下线（明挖段）区					8.83	0.04			0.01					0	500			5000	70/12	4.08	7.88
配套设施区	大板桥车辆段	0.01	0.02	0.57	0.62	17.34	9.39				3000	6000	1500	600	0	500				70/12	354.20	217.25
	大板桥主变电所			0.02		0.22	0.18						1500		0	500				70/12	7.00	285.71
	交通衔接配套设施区				0.01		0.17			0.06				600		500			5000	70/12	22.81	1629.17
施工生产区	铺轨基地区	0.01	0.01	0.02	0.29		0.97				3000	6000	1500	600		500				70/12	45.44	599.23
	预制梁制作场			0.01			0.39						1500			500				70/12	12.25	525.00
合计		0.03	0.04	0.71	1.49	31.59	30.44	0.05	0.64	6.09											3418.28	824.41

表 5-26 林草植被恢复期侵蚀量及平均侵蚀模数推算（按现状计算）

项目组成及分区		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）
		有危害扰动			无危害扰动			有危害扰动			无危害扰动					
		1 类	2 类	3 类	一类	二类	三类	1 类	2 类	3 类	一类	二类	三类			
车 站 区	高架车站区					0.74	0.62					0	400	1/12	0.21	182.35
	地下车站区			0.04		4.78	0.46			800		0	400	1/12	0.18	40.91
轨道线路区	高架桥区			0.05		0.67	20.75			800		0	400	1/12	6.95	388.45
	地面线区	0.01	0.01	0.01	0.63	2.53	0.59	1000	2000	800	500	0	400	1/12	0.49	155.82
	地下线（明挖段）区					8.84	0.04					0	400	1/12	0.01	1.80
配套设施区	大板桥车辆段	0.01	0.02	0.18	0.62	17.34	9.78	1000	2000	800	500	0	400	1/12	3.68	158.00
	大板桥主变电所			0.01		0.22	0.19			800		0	400	1/12	0.07	200.00
	交通衔接配套设施区				0.01		0.23				500		400	1/12	0.08	404.17
施工生产区	铺轨基地区	0.01	0.01	0.01	0.29		0.98	1000	2000	800	500		400	1/12	0.48	442.31
	预制梁制作场			0.01			0.39			800			400	1/12	0.14	410.00
合 计		0.03	0.04	0.31	1.55	35.12	34.03								12.29	207.44

表 5-27 林草植被恢复期侵蚀量及平均侵蚀模数推算（按防治措施分类）

项目组成及分区		防治措施分类				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）
		防治完全区域		防治尚不完善区域		防治完全区域		防治尚不完善区域				
		边坡	平台	边坡	平台	边坡	平台	边坡	平台			
车站区	高架车站区		1.36				300			1/12	0.45	400.00
	地下车站区		5.24		0.04		300		800	1/12	1.77	403.03
轨道线路区	高架桥区		21.42		0.05		300		800	1/12	7.17	400.93
	地面线区	0.63	3.12	0.02	0.01	500	300	1500	800	1/12	1.33	423.54
	地下线（明挖段）区		8.88				300			1/12	2.96	400.00
配套设施区	大板桥车辆段	0.62	27.12	0.03	0.18	500	300	1500	800	1/12	9.46	405.97
	大板桥主变电所		0.41		0.01		300		800	1/12	0.14	409.52
	交通衔接配套设施区	0.01	0.23			500	300			1/12	0.08	404.17
施工生产区	铺轨基地区	0.29	0.98	0.02	0.01	500	300	1500	800	1/12	0.48	442.31
	预制梁制作场		0.39		0.01		300		800	1/12	0.14	410.00
合计		1.55	69.15	0.07	0.31						23.99	405.01

表 5-20 林草植被恢复期侵蚀量及平均侵蚀模数推算（最不利情况）

项目组成及分区		占地面积（hm ² ）	按扰动地表类型推测平均侵蚀模数（t/km ² a）	按防治措施分类推测平均侵蚀模数（t/km ² a）	侵蚀时段（a）	按最不利原则确定的推测平均侵蚀模数（t/km ² a）	按最不利原则确定侵蚀量（t）
车站区	高架车站区	1.36	182.35	300.00	0.08	300.00	0.34
	地下车站区	5.28	40.91	303.79	0.08	303.79	1.34
轨道线路区	高架桥区	21.47	388.45	301.16	0.08	388.45	6.95
	地面线区	3.78	155.82	341.01	0.08	341.01	1.07
	地下线（明挖段）区	8.88	1.80	300.00	0.08	300.00	2.22
配套设施区	大板桥车辆段	27.95	158.00	308.94	0.08	308.94	7.20
	大板桥主变电所	0.42	200.00	311.90	0.08	311.90	0.11
	交通衔接配套设施区	0.24	404.17	308.33	0.08	404.17	0.08
施工生产区	铺轨基地区	1.3	442.31	366.92	0.08	442.31	0.48
	预制梁制作场	0.4	410.00	312.50	0.08	410.00	0.14
合计		71.08	207.44	307.72	0.08	336.34	19.92

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。

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 500t/km² 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）本项目所经过官渡区大板桥镇属于金沙江—珠江分水岭省级水土流失重点防治区，根据《开发建设项目水土流失防治标准》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	95
林草植被恢复率（%）	项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比	99
林草覆盖率（%）	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	27

根据云南省昆明空港经济区农业农村工作局《关于昆明市轨道交通公安消防特勤中队站点项目水土保持方案报告表的行政许可》文件，本项目大板桥车辆段东北部绿化区域被昆明市轨道交通公安消防特勤中队站点项目规划占用，占地面积为 2.03hm²，因此本工程六项指标将扣除昆明市轨道交通公安消防特勤中队站点项目占地进行计算。

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，本工程扣除昆明市轨道交通公安消防特勤中队站点项目占地后项目建设区面积为 69.05hm^2 ，扰动面积为 69.05hm^2 ，水土流失整治面积为 68.54hm^2 ，其中建筑物及场地道路硬化 33.44hm^2 、植物措施面积为 33.42hm^2 、工程措施面积为 1.68hm^2 ，因此本工程扰动土地整治率为 99.26%。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，本工程扣除昆明市轨道交通公安消防特勤中队站点项目占地后建设区面积为 69.05hm^2 ，扰动面积为 69.05hm^2 ，建筑物及场地道路硬化区 33.44hm^2 ，水土流失面积为 35.61hm^2 ；治理达标面积为 35.10hm^2 ，其中植物措施面积为 33.42hm^2 、工程措施面积为 1.68hm^2 ，因此本工程水土流失总治理度为 98.57%。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，本工程实际总开挖土石方量为 336.32 万 m^3 ，其中表土剥离量为 10.58 万 m^3 、建筑垃圾 4.57 万 m^3 、土石方开挖 321.17 万 m^3 ；工程总填方量为 146.42 万 m^3 ，其中表土回填量为 10.58 万 m^3 、基础回填量为 135.84 万 m^3 ；区间调入 0.25 万 m^3 ；区间调出 0.25 万 m^3 ；机场建设过程中综合利用 27.59 万 m^3 ；产生的弃方为 162.31 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 m³）	拦渣量（万 m³）	拦渣率（%）
项目区综合	162.31	162.31	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 500t/km²•a，由 5.2.3.3 章节可知，本工程林草植被恢复期平均土壤侵蚀模数分别为 336.34t/km²•a，因此林草植被恢复期土壤流失控制比为 1.49；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/km² a）	实际平均侵蚀模数（t/km² a）	监测值
林草植被恢复期	500	336.34	1.49

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，本工程项目扣除昆明市轨道交通公安消防特勤中队站点项目占地后建设区面积为 69.05hm²，项目区可恢复面积约 33.61hm²，已恢复植被面积约 33.42hm²，通过计算得项目区内的林草植被恢复率为 99.45%。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,本工程扣除昆明市轨道交通公安消防特勤中队站点项目占地后项目建设区面积为 69.05hm^2 ,工程已实施绿化面积为 33.42hm^2 ,通过计算得项目区内的林草覆盖率为 48.40%。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		
车站区	高架车站区	1.36	1.36	0.69	0.62	0.05	0.67	1.36	100.00
	地下车站区	5.28	5.28	4.72	0.49	0.06	0.55	5.27	99.81
轨道线路区	高架桥区	21.47	21.47	0.43	20.77	0.24	21.01	21.44	99.86
	地面线区	3.78	3.78	2.27	1.05	0.26	1.31	3.58	94.71
	地下线（明挖段）区	8.88	8.88	8.84	0.04		0.04	8.88	100.00
配套设施区	大板桥车辆段	25.92	25.92	16.3	8.35	1.04	9.39	25.69	99.11
	大板桥主变电所	0.42	0.42	0.19	0.2	0.03	0.23	0.42	100.00
	交通衔接配套设施区	0.24	0.24		0.24		0.24	0.24	100.00
施工生产区	铺轨基地区	1.30	1.30		1.27		1.27	1.27	97.69
	预制梁制作场	0.40	0.40		0.39		0.39	0.39	97.50
合计		69.05	69.05	33.44	33.42	1.68	35.1	68.54	99.26

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	
车站区	高架车站区	1.36	1.36	0.69	0.67	0.62	0.05	0.67	100.00
	地下车站区	5.28	5.28	4.72	0.56	0.49	0.06	0.55	98.21
轨道线路区	高架桥区	21.47	21.47	0.43	21.04	20.77	0.24	21.01	99.86
	地面线区	3.78	3.78	2.27	1.51	1.05	0.26	1.31	86.75
	地下线（明挖段）区	8.88	8.88	8.84	0.04	0.04		0.04	100.00
配套设施区	大板桥车辆段	25.92	25.92	16.3	9.62	8.35	1.04	9.39	97.61
	大板桥主变电所	0.42	0.42	0.19	0.23	0.2	0.03	0.23	100.00
	交通衔接配套设施区	0.24	0.24		0.24	0.24		0.24	100.00
施工生产区	铺轨基地区	1.3	1.3		1.3	1.27		1.27	97.69
	预制梁制作场	0.40	0.40		0.40	0.39		0.39	97.50
合计		69.05	69.05	33.44	35.61	33.42	1.68	35.10	98.57

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 (%)
车站区	高架车站区	1.36	0.62	0.62	100.00	45.59
	地下车站区	5.28	0.50	0.49	98.00	9.28
轨道线路区	高架桥区	21.47	20.80	20.77	99.86	96.74
	地面线区	3.78	1.06	1.05	99.53	27.78
	地下线（明挖段）区	8.88	0.04	0.04	100.00	0.45
配套设施区	大板桥车辆段	25.92	8.45	8.35	98.82	32.21
	大板桥主变电所	0.42	0.20	0.20	100.00	47.62
	交通衔接配套设施区	0.24	0.24	0.24	100.00	100.00
施工生产区	铺轨基地区	1.30	1.30	1.27	97.69	97.69
	预制梁制作场	0.40	0.40	0.39	97.50	97.50
合计		69.05	33.61	33.42	99.45	48.40

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，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 99.26%，水土流失总治理度 98.57%，土壤流失控制比 1.49，拦渣率 99%，林草植被恢复率 99.45%，林草覆盖率 48.40%，均达到了方案目标值。

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	99.26	达标
水土流失总治理度（%）	97	98.57	达标
土壤流失控制比	1.0	1.49	达标
拦渣率（%）	95	99	达标
林草植被恢复率（%）	99	99.45	达标
林草覆盖率（%）	27	48.40	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 2010 年 4 月至 2020 年 4 月间，主要建成拦挡工程、护坡工程、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：混凝土挡墙长 1882m，C20 混凝土量 18934m³，土石方开挖 7437m³；表土剥离 105760m³；浆砌石盖板排水沟长 17065m，M7.5 浆砌石量 15022m³，土石方开挖 26987m³；浆砌石截排水（洪）沟长 1361m，M7.5 浆砌石量 944.40m³，土石方开挖 1575m³；浆砌石跌水坎长 52m，要 M7.5 浆砌石量 55m³，

土石方开挖 67m^3 ；综合护坡面积 6500m^2 ，混凝土骨架 390m^3 ；网格植草护坡面积 6510m^2 ，砌筑空心砖 16275 个；消力池 6 座，浆砌石量 45m^3 ，土石方开挖 95m^3 ；表土回覆 105760m^3 ；水平犁沟整地 33.57hm^2 ，穴状整地 580 个。

（2）植物措施：场地绿化 32.97hm^2 ；综合护坡 6500m^2 ，植物护坡 4550m^2 ；网格植草护坡 6510m^2 ，植物护坡 5280m^2 ，护坡种植灌木 24412 株；空心砖植草铺砌 1.09hm^2 ；地面线路基绿化 0.60hm^2 ，种植乔木 580 株，种植灌木 9875 株，抚育管理 0.60hm^2 。

（3）临时措施：临时排水沟长 24741m；简易沉沙池 51 座；临时沉沙池 9 座；编织袋挡护长 3922m；密目网覆盖 138923m^2 ；地下水疏干系统 6 套；临时撒草 7.97hm^2 ，临时撒播黑麦草 518.06kg。

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；通过拦挡工程、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。