

楚雄至大理高速公路扩容工程祥云
连接线（财富路北延线）建设项目
水土保持监测总结报告

建设单位：云南祥云经开区开发投资有限公司

监测单位：云南山川环保科技有限公司

2023 年 12 月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (副本)

单位名称：云南山川环保科技有限公司

法定代表人：程延新

单位等级：★★ (2星)

证书编号：水保监测(滇)字第20230025号

有效期：自2023年10月01日至2026年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2023年11月



仅供楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线(财富路北延线)建设项目水土保持监测中使用，再次复印无效！

电话及传真：0871-65610904

电子信箱：65610904@ynschb.com.cn

网 址：<https://www.ynschbkj.com/index.html>

单位地址：云南省昆明市盘龙区北京路广场-金色年华B座1511-1512室

楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）

建设项目水土保持监测总结报告

责任页

（云南山川环保科技有限公司）

批 准： 程延新 （总经理） 程延新

核 定： 马玉燕 （高级工程师） 马玉燕

审 查： 何兴云 （工程师） 何兴云

校 核： 张艳芬 （工程师） 张艳芬

项目负责人： 马 志 （助理工程师） 马志

编写： 董兴达 （工程师，参编第 1-3 章节） 董兴达

马 志 （助理工程师，参编第 4-7 章节） 马志

刘发佳 （助理工程师，参编附件、附图） 刘发佳

云南省水土保持学会
培训证书



张艳芬 同志于2022年6月20日至23日参加了云南省水土保持学会举办的“2022年度生产建设项目水土保持监测技术培训班”学习（共计24学时），成绩合格。

编号：YNSBJC20220184

云南省水土保持学会
2022年6月24日

云南省水土保持学会
培训证书



董兴达 同志于 2023年4月11日至13日参加了云南省水土保持学会举办的“2023年度生产建设项目水土保持监测技术培训班”学习（共计24学时），成绩合格。

编号：YNSBJC20230167

云南省水土保持学会
2023年4月18日

云南省水土保持学会
培训证书



何兴云 同志于2022年6月20日至23日参加了云南省水土保持学会举办的“2022年度生产建设项目水土保持监测技术培训班”学习（共计24学时），成绩合格。

编号：YNSBJC20220181

云南省水土保持学会
2022年6月24日

云南省水土保持学会
培训证书



马 志 同志于 2023年4月11日至13日参加了云南省水土保持学会举办的“2023年度生产建设项目水土保持监测技术培训班”学习（共计24学时），成绩合格。

编号：YNSBJC20230168

云南省水土保持学会
2023年4月18日

项目区现状照片集



图 1 项目区道路工程现状（2023 年 9 月）



图 2 项目区道路工程现状（2023 年 9 月）



图 3 项目区道路工程现状（2023 年 9 月）



图 4 项目区道路工程现状（2023 年 9 月）



图 5 项目区道路工程现状 (2023 年 7 月)



图 6 项目临时表土堆场现状 (2023 年 7 月)



图 7 项目区路边堆存剥离表土（2022年9月）



图 8 表土堆场堆存剥离表土（2023年3月）



图 9 混凝土管铺设（2022年9月）



图 10 混凝土管铺设（2023年7月）



图 11 排水沟（2022 年 9 月）



图 12 排水沟（2023 年 7 月）



图 13 透水铺装（2023 年 7 月）



图 14 透水铺装（2023 年 10 月）



图 15 复耕（2023 年 7 月）



图 16 景观绿化（2023年10月）



图 17 景观绿化（2023 年 10 月）



图 18 边坡植草（2023 年 10 月）

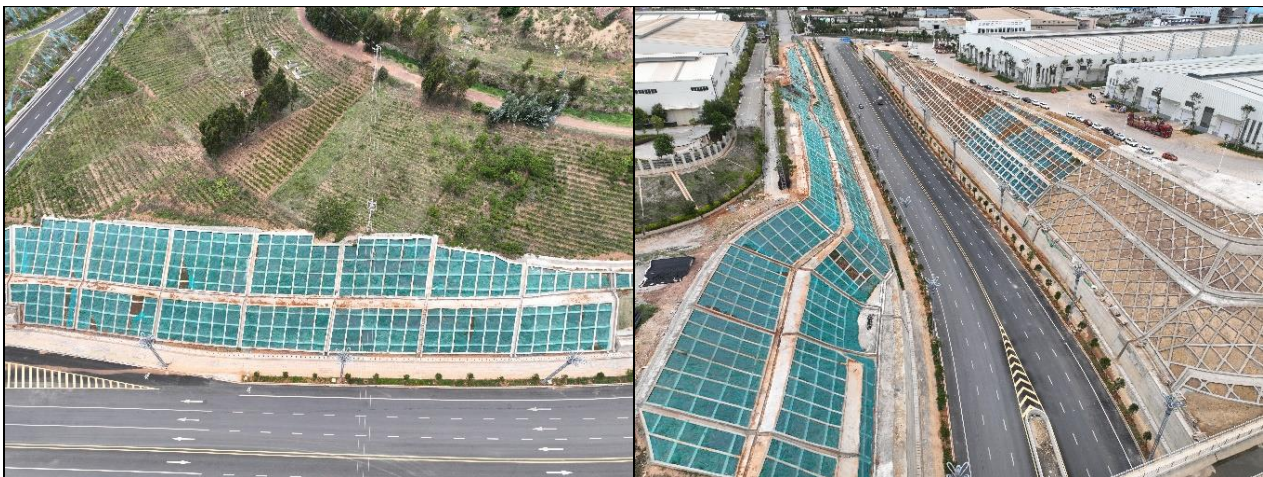


图 19 临时苫盖 (2023 年 09 月)

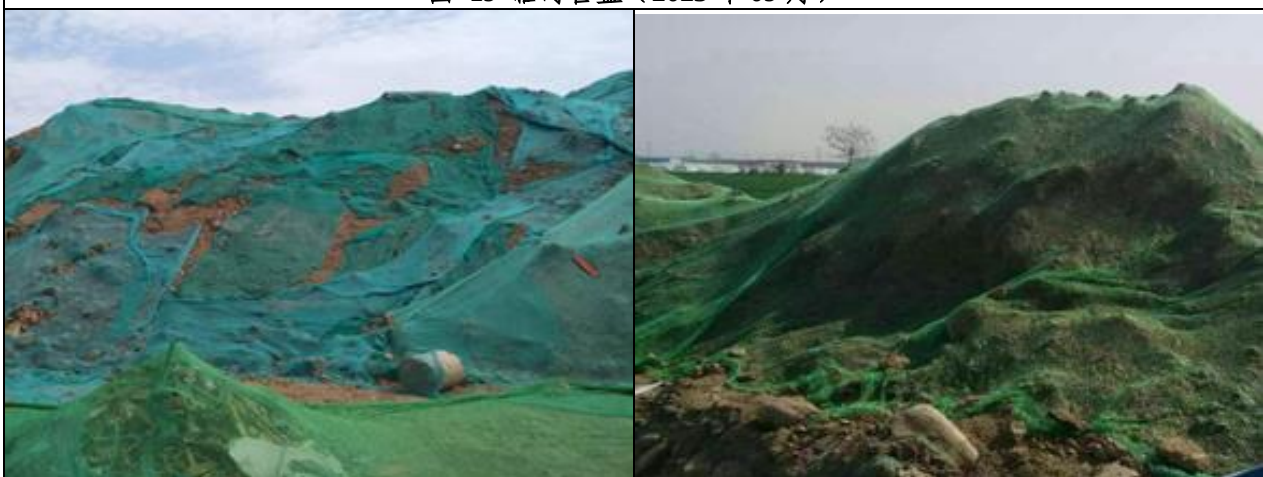


图 20 临时苫盖 (2022 年 9 月)



图 21 临时撒草绿化 (2023 年 7 月)



图 22 起点连接道路情况 (2022 年 9 月)

图 23 终点连接道路情况 (2022 年 9 月)

目录

前言	1
1.建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 项目概况	4
1.2 水土流失防治工作情况	45
1.3 监测工作实施情况	57
2.监测内容与方法	72
2.1 扰动土地情况	72
2.2 取土（石、料）、弃土（石、渣）	75
2.3 水土保持措施	75
2.4 水土流失情况	76
3.重点部位水土流失动态监测	78
3.1 防治责任范围监测	78
3.2 取土（石、料）监测结果	80
3.3 弃土（石、渣）监测结果	81
3.4 其他重点部位监测结果	82
4.水土流失防治措施监测结果	83
4.1 工程措施监测结果	83
4.2 植物措施监测结果	87
4.3 临时措施监测结果	90
4.4 水土保持防治措施效果	93
5.土壤流失情况监测	96
5.1 水土流失面积	96
5.2 土壤流失量	98

5.3 取土（石、料）、弃土（石、渣）场潜在土壤流失量	102
5.4 水土流失危害	103
6.水土流失防治效果监测结果	104
6.1 水土流失治理度	105
6.2 土壤流失控制比	106
6.3 渣土防护率	106
6.4 表土保护率	106
6.5 林草植被恢复率	107
6.6 林草覆盖率	107
7.结论.....	108
7.1 水土流失动态变化	108
7.2 水土保持措施评价	109
7.3 水土保持监测三色评价	110
7.4 存在问题及建议	112
7.5 综合结论	112

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称			楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目							
建设规模	建设道路主线长 5.06845km，连接线长 0.248km；			建设单位、 联系人		云南祥云经开区开发投资有限公司 曹建才/1377899898				
				建设地点		大理白族自治州祥云县祥城镇				
				所属流域		长江流域				
				工程总投资		35462.90万元				
				工程总工期		22个月，即2021年10月～2023年7月				
水土保持监测指标										
监测单位			云南山川环保科技有限公司			联系人及电话		马志/15924999294		
自然地理类型			断陷盆地地貌			防治标准		西南岩溶区一级标准		
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		现场调查法、资料分析			2.防治责任范围监测		实地量测结合资料分析		
	3.水土保持措施情况监测		实地量测、数据处理、资料分析			4.防治措施效果监测		现场调查法、资料分析		
	5.水土流失危害监测		现场调查走访、巡查			水土流失背景值		1800t/（km ² ·a）		
方案设计防治责任范围			30.94hm ²			容许土壤流失量		500t/（km ² ·a）		
水土保持投资			4696.80万元			水土流失目标值		500t/（km ² ·a）		
防治措施	①路基路面区：表土剥离46361m ³ ，雨水工程12604m，路面排水11691.38m，人行道透水铺装35950.93m ² ；②边坡防护区：表土剥离7735m ³ ，边坡植草1.90hm ² ，无纺布临时苫盖10800m ² ；③景观绿化区：表土剥离23485m ³ ，园林景观绿化8.45hm ² ，无纺布临时苫盖12700m ² ；④临时表土堆场区：复耕1.85hm ² ，无纺布临时苫盖8000m ² ，临时撒草绿化1.85hm ² ；⑤施工生产区：复耕0.17hm ² ，无纺布临时苫盖700m ² ，临时撒草绿化0.17hm 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					
		水土流失治理度（%）	97	99.00	防治措施面积	12.39hm ²	永久建筑物及硬化面积	18.55hm ²	扰动土地总面积	30.94hm ²
		土壤流失控制比	1.00	1.67	防治责任范围面积		30.94hm ²	水土流失总面积		30.94hm ²
		渣土防护率（%）	92	99.00	工程措施面积		2.04hm ²	容许土壤流失量		500t/（km ² •a）
		表土保护率（%）	95	99.00	拦挡弃土（石、渣）量		/	总弃土（石、渣）量		62.454 万 m ³
		林草植被恢复率（%）	96	99.00	可恢复林草植被面积		10.35hm ²	林草植被面积		10.35hm ²
		林草覆盖率（%）	21	33.45	植物措施面积		10.35hm ²	监测土壤流失情况		300.23t/（km ² •a）
	水土保持治理达标评价		六项指标都达到水土流失防治标准							
	总体结论		本项目各项水土保持措施，能持续、安全、有效运行，能有效防治项目区水土流失； 本项目“绿黄红”三色评价结论为：“黄色”							
主要建议		（1）定期维护项目区内已有的水土保持措施，确保其能够正常的运行； （2）加强项目区内边坡植草、景观绿化的养护工作。								

附件:

附件 1: 祥云县发展和改革局关于对《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目可行性研究报告》的批复（祥发改投资〔2018〕146 号）;

附件 2: 2023 年 8 月 25 日, 祥云县水务局关于《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线(财富路北延线)建设项目水土保持方案报告书》的批复(祥水保许〔2023〕8 号);

附件 3: 水土保持补偿费缴费凭证;

附件 4: 水土保持监测委托书;

附件 5: 石料购销合同;

附件 6: 建设单位变更证明材料;

附件 7: 祥云县住房和城乡建设局关于《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）项目》的选址意见（2018 年 10 月 12 日）;

附件 8: 祥云县国土资源局关于《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目》的规划意见（祥国土资〔2018〕226 号）;

附件 9: 祥云县林业局关于楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目》林地占用审查意见请示的回复（便笺〔2018〕55 号）;

附件 10: 祥云县水务局关于《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目》水土保持工作审查的意见（祥水保〔2018〕2 号）;

附件 11: 祥云县旅游发展管理委员会关于《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目》文物保护的意见（便笺〔2018〕31 号）;

附件 12: 生态红线查询文件;

附件 13: 祥云县生产建设项目办理水保相关手续意见表;

附件 14: 施工图审查意见;

附件 15: 祥云县水务局关于《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路

北延线）建设项目》将浑水海引水渠改建为渡槽的批复（祥水监管〔2022〕8号）；

附件 16：临时用地情况说明；

附件 17：弃土协议（含水保、环评批复）；

附件 18：本项目整改通知。

附图：

附图 1：项目区地理位置图；

附图 2：项目总平面布置图；

附图 3：项目水土保持措施布局及监测点位布设图。

前言

一、项目背景

楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目位于大理白族自治州祥云县祥城镇境内，主线起点接周于路路口，桩号 K0+000，地理坐标为东经 100°33'54.07"，北纬 25°29'57.20"；终点接财富工业园区工业大道，桩号 K5+068.45，地理坐标为东经 100°34'39.74"，北纬 25°31'56.17"；连接线起点接拟建主线 K2+796.657 相交，桩号 K0+000，地理坐标为东经 100°34'40.06"，北纬 25°30'57.99"，终点接祥云北出口收费站，桩号 K0+248，地理坐标为东经 100°34'40.13"，北纬 25°31'5.86"。

本项目总占地面积为 30.94hm²（309322.74m²），其中永久占地 28.92hm²，临时占地 2.02hm²。

本项目由云南祥云经开区开发投资有限公司建设，实际总投资 35462.90 万元，其中土建投资 26951.81 万元。本项目实际于 2021 年 10 月开工建设，至 2023 年 7 月建设完成，工期共计 22 个月（1.83a）。

二、水土保持方案审批

云南祥云经开区开发投资有限公司于 2022 年 9 月委托云南狄尼环境科技公司承担本项目的水土保持方案编制工作；2023 年 07 月，云南狄尼环境科技公司编制完成了《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持方案报告书》（报批稿）。2023 年 8 月 25 日，祥云县水务局以“（祥水保许〔2023〕8 号）”文对《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持方案报告书》（报批稿）进行了批复（以下简称《水土保持方案》及批复）。

三、水土保持监测

2023 年 10 月，云南祥云经开区开发投资有限公司委托我公司（云南山川环保科技有限公司）承担楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项

目的水土保持监测工作；于 2023 年 12 月完成了《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持监测总结报告》。

确定本项目项目水土流失防治责任范围面积 30.94hm^2 (309322.74m^2) hm^2 ，其中永久占地 28.92hm^2 ，临时占地 2.02hm^2 ；

按分区统计：路基路面区占地面积为 17.77hm^2 ，景观绿化区占地面积为 8.45hm^2 ，边坡防护区占地面积为 2.68hm^2 ，渡槽工程区占地面积为 0.02hm^2 ，临时表土堆场区占地面积为 1.85hm^2 ，施工生产区占地面积为 0.17hm^2 。

通过对项目水土保持监测，对项目区土壤侵蚀背景状况及监测结果分析，可以得出以下结论：

（1）根据项目竣工资料，采用 GPS 现场核实，并结合项目现场监测综合分析得出，项目区实际发生水土流失防治责任范围面积 30.94hm^2 ；路基路面区防治责任范围面积 17.77hm^2 ，景观绿化区防治责任范围面积 8.45hm^2 ，边坡防护区防治责任范围面积 2.68hm^2 ，渡槽工程区防治责任范围面积 0.02hm^2 ，临时表土堆场区防治责任范围面积 1.85hm^2 ，施工生产区防治责任范围面积 0.17hm^2 。

（2）通过现场监测及查阅项目施工、监理以及竣工资料，本项目建设过程中土石方开挖 115.532 万 m^3 ；土石方回填 80.104 万 m^3 ；剥离的表土 7.758 万 m^3 堆放在道路两侧绿化带及新增的临时表土堆场内，用于景观绿化覆土、植草护坡及复耕覆土；外购 27.027 万 m^3 毛石、碎石进行换填；产生的永久弃渣 62.454 万 m^3 ，运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用。

（3）截止 2023 年 12 月，经统计已实施的水土保持措施包括：

①路基路面区：表土剥离 46361m^3 ，雨水工程 12604m ，路面排水 11691.38m ，人行道透水铺装 35950.93m^2 ；

②边坡防护区：表土剥离 7735m^3 ，边坡植草 1.90hm^2 ，无纺布临时苫盖 10800m^2 ；

③景观绿化区：表土剥离 23485m^3 ，园林景观绿化 8.45hm^2 ，无纺布临时苫盖

12700m²;

④临时表土堆场区:复耕 1.85hm²,无纺布临时苫盖 8000m²,临时撒草绿化 1.85hm²;

⑤施工生产区:复耕 0.17hm²,无纺布临时苫盖 700m²,临时撒草绿化 0.17hm²。

(4)通过对项目区水土流失防治效果评价,水土保持措施实施后各项指标为:水土流失治理度为 99.00%,土壤流失控制比为 1.67,渣土防护率为 99.00%,表土保护率 99.00%,林草植被恢复率为 99.00%,林草覆盖率为 33.45%;六项指标都达到方案设定的目标值。

1. 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目地理位置及周边情况

楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目位于大理白族自治州祥云县祥城镇境内，主线起点接周于路路口，桩号 K0+000，地理坐标为东经 100°33'54.07"，北纬 25°29'57.20"；终点接财富工业园区工业大道，桩号 K5+068.45，地理坐标为东经 100°34'39.74"，北纬 25°31'56.17"；连接线起点接拟建主线 K2+796.657 相交，桩号 K0+000，地理坐标为东经 100°34'40.06"，北纬 25°30'57.99"，终点接祥云北出口收费站，桩号 K0+248，地理坐标为东经 100°34'40.13"，北纬 25°31'5.86"。

根据施工、监理资料以及现场监测情况，施工期间本项目利用周边已建道路进行运输，交通较为便利，已有道路能够满足项目对外运输要求，未新建施工便道。施工期间使用周边道路情况：

周于公路宽 16m，为混凝土沥青路面，道路市政雨水、污水管网均已接通；道路两侧有灌溉沟渠，灌溉沟渠采用混凝土浇筑，矩形断面，尺寸为 0.8×1.0m，运行良好。

财富工业园区工业大道宽 18m，为混凝土沥青路面，道路市政雨水、污水管网均已接通；同时道路两侧有截排水明沟和暗渠，截排水沟采用浆砌石砌筑，矩形断面，尺寸为 0.4×0.6m，运行良好。

祥云北收费站为新楚大高速的其中一个收费口，本项目将修建 248m 连接祥云北收费站，形成一个完整道路体系。

本项目周边有多条机耕道路连通于项目区内，路面为泥结石路面，路宽约 4.5~5.0m，机耕道单侧或双侧布置有灌溉沟渠，矩形断面，尺寸为 0.3×0.6m，运行良好。

本项目具体地理位置及交通状况详见附图 1-1。



图 1-1 项目地理位置及交通状况示意图

1.1.2 建设性质

本项目由云南祥云经开区开发投资有限公司建设，为新建建设类项目。

1.1.3 工程规模

(1) 项目名称：楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目；

(2) 建设单位：云南祥云经开区开发投资有限公司；

（3）项目地点：大理白族自治州祥云县祥城镇；

（4）行业类别：其他城建工程；

（5）工程占地：本项目总占地面积为 30.94hm^2 (309322.74m^2)，其中永久占地 28.92hm^2 ，临时占地 2.02hm^2 ；

（6）工程等级：主线、连接线均为城市次干道，设计时速 40km/h ；

（7）建设内容及规模：建设道路主线长 5.06845km ，连接线长 0.248km ；

（8）建设工期：本项目于 2021 年 10 月开工建设，至 2023 年 7 月建设完成，工期共计 22 个月（1.83a）；

（9）项目投资：项目总投资 35462.90 万元，其中土建投资 26951.81 万元。

本项目主要技术经济指标具体详见下表。

表 1-1 项目主要技术标准表

序号	名称	单位	规范值	采用值	备注
1	城市道路等级		次干道	次干道	
2	路面设计年限	年	15	15	交通量预测 15 年
3	设计年初交通量 BZZ-100	辆/日小客车			
4	设计速度	km/h	40	40	
5	路基宽	m	24-36	24-36	
6	行车道宽	m	6×3.5	6×3.5	
7	路面类型		沥青混凝土路面	沥青混凝土路面	
8	小桥涵及路基设计洪水频率		1/100	1/100	
9	设计车辆标准轴载	级	BZZ-100	BZZ-100	
10	桥涵面宽	m	与路基同宽	与路基同宽	
11	地震动峰值加速度系数	g	0.2	0.2	VIII度设防
12	圆曲线极限最小半径（设超高）	m	150	150	
13	最大纵坡	%	8.0	8.0	
14	最小纵坡	%	0.3	0.3	
15	最小坡长	m	110	110	
16	缓和曲线最小长度	m	35	35	
17	最大超高横坡度	%	2	2	
18	服务水平	级	三级	三级	

1.1.4 项目组成

根据项目监理、竣工资料以及现场监测情况，楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目的建设内容主要包括道路工程、涵洞工程、渡槽工程、绿化工程、边坡防护工程以及附属设施等。

1.1.4.1 道路工程

1.1.4.1.1 路基工程

1.道路平面设计

本项目主线起点 K0+000 接周于公路，终点接财富工业园区工业大道；主线总体呈南向北走向，沿地形线布置，K2+796.657 处设 T 型交叉口，K3+183.456 处平纵指标预留远期市政道路接口，K4+010~K4+040 段下穿财富铁路专线，K4+306.965~K4+360、K4+405.838~K4+420 段下穿昆楚大高速，K4+638.929 上跨渡槽（输水渠），终点接财富工业园区工业大道，桩号 K5+068.45。

连接线起点接拟建主线 K2+796.657 相交，桩号 K0+000，终点接祥云北出口收费站，桩号 K0+248。连接线起点平纵指标以主线为基础，终点平纵指标以已建收费站为基础。

2.道路纵断面设计

本项目主线起点 K0+000 地面现状高程 1998.68m，路面设计标高 1999.74m，终点 K5+068.45 地面高程 2035.463m，路面设计标高 2035.50m；连接线起点 K0+000 地面现状高程 1990.38m，路面设计标高 1990.976m，终点 K0+248 地面现状高程 1989.76m，路面设计标高 1994.487m。

3.道路标准横断面设计

主线标准横断面为：7m（绿化带）+3.5m（人行道）+1.5m（绿化带）+2.25m（自行车道）+10.5m（车行道）+0.5（双黄线）+10.5m（车行道）+2.25m（自行车道）+1.5m（绿化带）+3.5m（人行道）+7m（绿化带）=50m（道路规划宽度）。

连接线标准横断面为：6.5m（绿化带）+2.5m（路肩）+8m（车行道）+2m（绿化带）+8m（车行道）+2.5m（路肩）+6.5m（绿化带）=36m（道路规划宽度）。道路标准横断面设计详见下图。

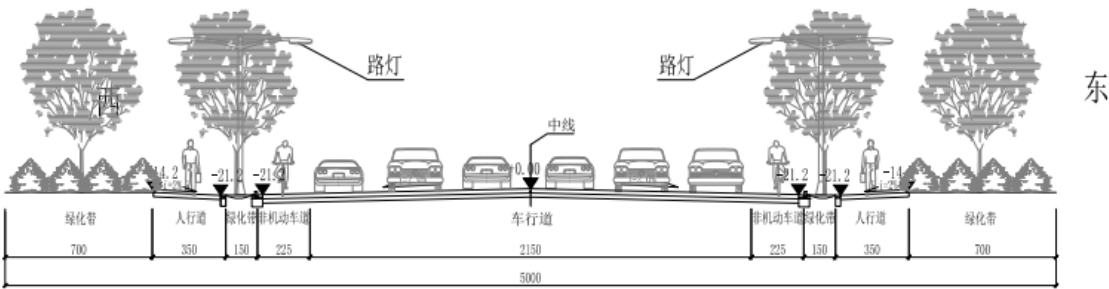


图 1-1 50m 标准段横断面图（大部分路段）

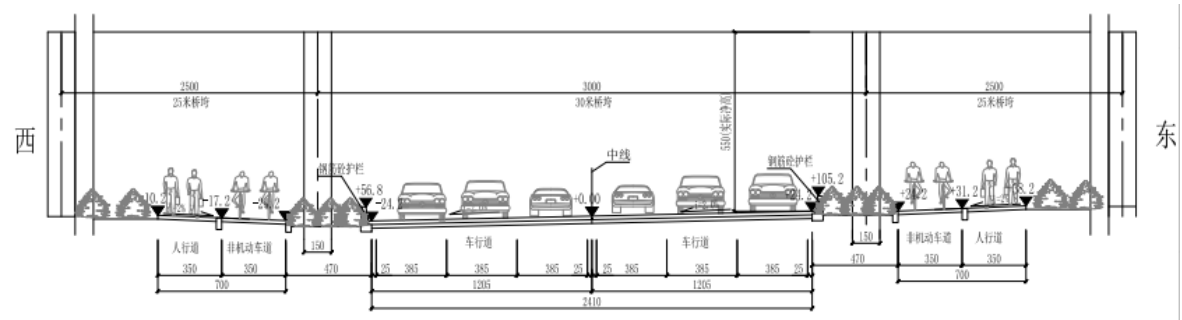


图 1-2 36m 宽标准横断面（K4+260~440 段）

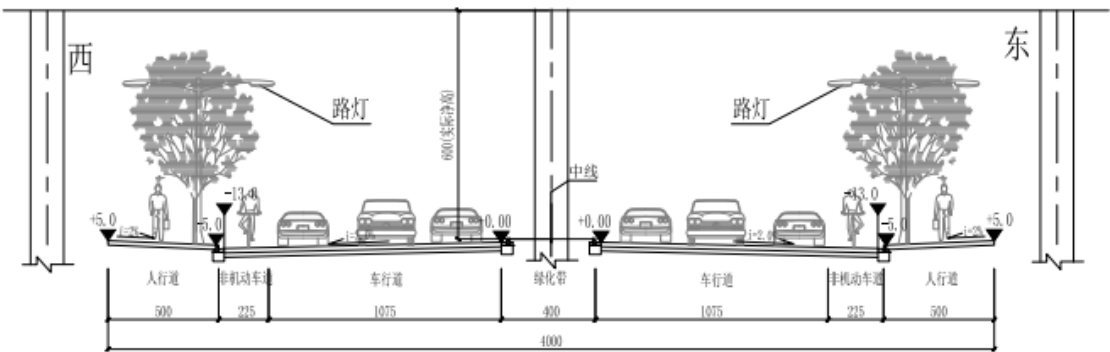


图 1-3 40m 标准横断面（K4+580~660 段）

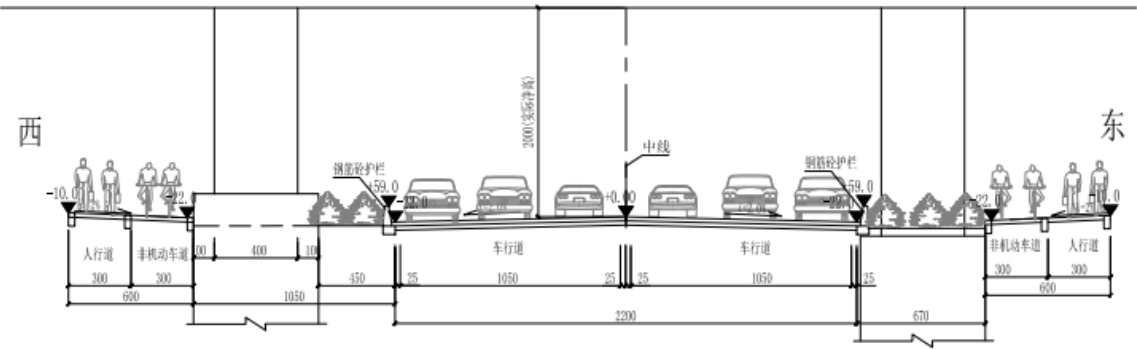


图 1-4 36m 宽标准横断面图（K4+000~020 段）

4.路基工程设计

本项目路基设计按照《城市道路工程设计规范》（CJJ 37-2012）、《城市道路路基设计规范》（CJJ 194-2013）的要求执行，采用适合当地地质条件、施工方法和材料供给的路基填筑方案。路基设计详见下表。

表 1-2 路基设计表（主线）

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
1	2	3	4	5	6	7	8
K0+000	1999.68	1999.74		0.616	-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
20	1998.63	1999.8	0.498		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
40	1998.67	1999.87	0.521		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
60	1998.78	1999.93	0.475		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
80	1998.87	1999.99	0.448		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
100	1998.61	2000.06	0.772		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
120	1998.56	2000.12	0.886		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
140	1998.62	2000.19	0.889		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
160	1998.42	2000.25	1.153		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
180	1998.49	2000.31	1.146		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
200	1998.27	2000.38	1.43		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
220	1998.5	2000.44	1.263		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
240	1998.13	2000.5	1.695		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
240.67	1998.11	2000.51	1.717		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
260	1998.2	2000.57	1.689		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
280	1998.18	2000.63	1.772		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
300	1998.31	2000.69	1.706		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
304.201	1998.36	2000.71	1.669		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
320	1999.34	2000.76	0.739		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
340	1998.5	2000.82	1.65		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
360	1998.48	2000.89	1.727		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
367.732	1998.5	2000.91	1.731		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
380	1998.48	2000.95	1.79		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
400	1998.68	2001.01	1.654		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
420	1999.45	2001.08	0.948		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
440	1998.39	2001.14	2.072		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
460	1998.46	2001.19	2.05		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
480	1998.38	2001.2	2.147		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
500	1998.44	2001.19	2.074		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
520	1998.29	2001.15	2.179		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
520	1998.29	2001.15	2.179		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
540	1998.26	2001.09	2.149		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
560	1998.22	2001.03	2.139		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
580	1998.33	2000.97	1.959		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
600	1998.18	2000.91	2.049		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
620	1998.19	2000.85	1.979		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
640	1998.32	2000.79	1.789		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
660	1998.21	2000.73	1.843		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
680	1998.38	2000.67	1.613		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
700	1998.42	2000.61	1.513		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
720	1998.37	2000.55	1.503		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
740	1998.66	2000.49	1.153		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
760	1998.43	2000.43	1.323		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
780	1998.2	2000.37	1.493		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
797.681	1998.3	2000.31	1.34		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
800	1998.14	2000.31	1.493		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
820	1998.18	2000.25	1.393		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
840	1998.2	2000.19	1.313		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
860	1998.41	2000.13	1.043		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
880	1998.34	2000.07	1.054		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
900	1998.22	2000.01	1.114		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
920	1998.32	1999.95	0.954		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
940	1998.11	1999.89	1.104		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
960	1998.03	1999.83	1.124		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
980	1997.79	1999.77	1.304		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
K1+000	1997.7	1999.71	1.334		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
10.678	1997.73	1999.67	1.272		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
20	1997.66	1999.65	1.314		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
40	1997.62	1999.59	1.294		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
60	1998.15	1999.53	0.704		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
80	1997.37	1999.47	1.424		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
100	1997.36	1999.41	1.389		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
120	1997.39	1999.35	1.279		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
140	1997.42	1999.29	1.189		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
160	1997.25	1999.23	1.299		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
180	1997.18	1999.17	1.309		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
200	1997.02	1999.11	1.409		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
220	1997.32	1999.05	1.05		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
223.675	1997.33	1999.04	1.028		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
240	1997.4	1998.99	0.909		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
260	1997.34	1998.93	0.909		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
280	1996.98	1998.87	1.209		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
300	1996.73	1998.81	1.399		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
320	1996.8	1998.75	1.271		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
340	1996.71	1998.69	1.3		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
360	1996.61	1998.63	1.34		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
380	1996.44	1998.57	1.45		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
400	1996.51	1998.51	1.32		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
420	1996.49	1998.45	1.28		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
440	1996.2	1998.39	1.51		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
460	1996.1	1998.33	1.55		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
480	1996.23	1998.27	1.36		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
500	1996.15	1998.21	1.38		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
520	1996.01	1998.15	1.459		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
540	1996.08	1998.09	1.331		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
560	1995.93	1998.03	1.421		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
564.981	1995.86	1998.01	1.476		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
580	1994.78	1997.97	2.511		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
600	1996	1997.91	1.231		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
620	1996.02	1997.85	1.151		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
640	1996.03	1997.79	1.071		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
660	1995.95	1997.73	1.103		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
680	1995.73	1997.67	1.263		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
700	1995.83	1997.61	1.103		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
720	1995.51	1997.55	1.363		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
740	1996.64	1997.49	0.173		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
760	1994.18	1997.43	2.568		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
780	1995.1	1997.37	1.589		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
800	1996.89	1997.31	0.251		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
820	1995.1	1997.25	1.469		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
840	1995.19	1997.19	1.319		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
860	1995	1997.13	1.449		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
880	1995.26	1997.06	1.122		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
900	1994.99	1996.98	1.312		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
901.841	1994.98	1996.97	1.313		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
920	1995.06	1996.88	1.146		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
940	1994.99	1996.77	1.107		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
960	1994.85	1996.65	1.137		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
980	1994.59	1996.54	1.266		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
K2+000	1994.6	1996.42	1.137		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
20	1994.61	1996.3	1.015		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
40	1995.78	1996.18	0.277		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
60	1994.38	1996.06	1		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
80	1994.48	1995.94	0.787		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
100	1994.41	1995.82	0.763		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
120	1994.21	1995.7	0.811		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
140	1994.09	1995.58	0.813		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
160	1993.9	1995.46	0.885		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
180	1993.89	1995.34	0.779		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
200	1993.85	1995.23	0.698		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
220	1993.62	1995.11	0.812		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
240	1993.4	1994.99	0.912		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
260	1993.32	1994.87	0.869		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
280	1993.11	1994.75	0.958		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
300	1993.06	1994.63	0.895		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
320	1993.08	1994.51	0.758		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
328.009	1992.96	1994.46	0.832		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
340	1992.89	1994.39	0.822		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
360	1992.82	1994.27	0.775		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
380	1992.9	1994.15	0.574		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
400	1992.59	1994.03	0.764		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
407.449	1992.7	1993.99	0.619		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
420	1992.53	1993.92	0.713		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
440	1992.22	1993.8	0.898		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
460	1992.02	1993.68	0.985		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
480	1991.89	1993.56	0.99		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
486.889	1991.89	1993.52	1.03		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
500	1992.3	1993.44	0.467		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
520	1992.2	1993.32	0.439		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
540	1991.47	1993.2	1.057		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
560	1991.37	1993.08	1.034		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
580	1991.21	1992.96	1.074		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
600	1991.27	1992.84	0.899		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
620	1991.14	1992.72	0.912		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
640	1990.64	1992.61	1.293		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
660	1990.87	1992.49	0.944		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
680	1990.61	1992.37	1.084		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
700	1990.68	1992.25	0.893		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
720	1990.57	1992.13	0.887		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
740	1990.61	1992.01	0.727		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
760	1990.44	1991.89	0.776		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
780	1990.54	1991.77	0.559		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
800	1990.59	1991.65	0.388		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
820	1990.81	1991.53	0.047		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
840	1990.97	1991.41	0.227		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
860	1991.06	1991.3	0.437		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
880	1991.18	1991.18		0.211	1	1	直立式路肩挡墙
900	1991.08	1991.08		0.138	-1.5	1	直立式路肩挡墙
920	1989.57	1990.99	0.75		-1.5	1	直立式路肩挡墙
940	1989.67	1990.92	0.578		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
960	1989.24	1990.86	0.948		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
980	1989.13	1990.8	0.977		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
K3+000	1989.06	1990.74	1.001		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
20	1989.06	1990.68	0.941		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
40	1988.96	1990.62	0.981		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
60	1988.95	1990.56	0.931		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
80	1989.05	1990.5	0.771		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
100	1988.95	1990.44	0.811		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
120	1988.67	1990.38	1.031		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
140	1988.85	1990.32	0.791		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
160	1989.1	1990.27	0.492		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
180	1988.89	1990.25	0.681		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
200	1989.63	1990.26	0.049		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
220	1988.51	1990.3	1.109		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
240	1988.41	1990.36	1.269		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
260	1988.48	1990.42	1.259		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
280	1988.49	1990.48	1.309		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
300	1988.53	1990.54	1.329		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
320	1988.47	1990.6	1.449		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
340	1988.39	1990.66	1.589		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
360	1988.39	1990.72	1.649		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
380	1988.46	1990.78	1.641		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
400	1988.49	1990.84	1.669		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
420	1988.49	1990.9	1.729		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
440	1988.45	1990.96	1.829		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
460	1988.44	1991.02	1.899		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
480	1988.31	1991.08	2.089		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
500	1988.28	1991.14	2.179		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
520	1988.67	1991.2	1.849		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
540	1988.84	1991.26	1.739		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
560	1988.84	1991.32	1.799		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
580	1988.88	1991.38	1.823		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
600	1988.65	1991.44	2.113		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
620	1988.5	1991.5	2.323		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
640	1988.88	1991.56	2.003		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
660	1988.88	1991.65	2.091		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
680	1989.45	1991.79	1.667		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
700	1989.65	1992	1.67		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
720	1989.73	1992.26	1.849		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
720	1989.58	1992.26	1.996		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
740	1989.66	1992.54	2.207		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
760	1989.88	1992.83	2.275		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
780	1989.66	1993.12	2.783		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
800	1989.66	1993.41	3.071		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
820	1989.85	1993.7	3.169		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
840	1990.18	1993.98	3.128		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
860	1990.25	1994.27	3.346		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
880	1990.53	1994.56	3.358		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
900	1990.66	1994.85	3.512		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
920	1991.45	1995.14	3.01		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
940	1992.55	1995.42	2.198		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
960	1993.65	1995.7	1.378		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
980	1994.51	1995.93	0.743		-1.5	-1.5	直立路肩挡墙
K4+000	1996.54	1996.09		2.428	1	-1.5	框格梁植草护坡
20	1998.52	1996.2		4.302		1	框格梁植草护坡
40	1998.1	1996.29		3.782			框格梁植草护坡
60	2001.75	1996.39		6.758			框格梁植草护坡
80	2002.31	1996.49		7.797			框格梁植草护坡
100	2001	1996.59		6.391			框格梁植草护坡
120	2000.23	1996.69		5.523		1	框格梁植草护坡
140	1997.91	1996.79		3.104		1	框格梁植草护坡
160	1998.15	1996.88		3.24			框格梁植草护坡
171.882	1998.47	1996.94		3.5			框格梁植草护坡
180	1998.64	1996.98		3.635			框格梁植草护坡
200	1998.32	1997.1		2.871			框格梁植草护坡
206.882	1998.2	1997.13					
220	1998.23	1997.23		2.974			框格梁植草护坡
224.501	1998.98	1997.27		3.69			框格梁植草护坡

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
240	1999.03	1997.44		3.566			框格梁植草护坡
242.12	1999.18	1997.46					
260	1998.87	1997.71		3.138			框格梁植草护坡
277.12	1999.24	1997.95		3.263	1		框格梁植草护坡
280	1999.14	1997.99		3.123	1		框格梁植草护坡
300	2001.56	1998.28		5.259	1		框格梁植草护坡
306.965	2001.67	1998.38					
320	2002.01	1998.56		5.427			框格梁植草护坡
340	2004.25	1998.88		7.346			框格梁植草护坡
341.965	2005.06	1998.92					
356.402	2006.8	1999.3		9.479			框格梁植草护坡
360	2007.59	1999.42		10.155			框格梁植草护坡
370.838	2007.83	1999.81		9.994			框格梁植草护坡
380	2008.12	2000.21		9.89			框格梁植草护坡
400	2012.3	2001.26		13.023			框格梁植草护坡
405.838	2013.23	2001.61					
420	2013.72	2002.52		13.175			框格梁植草护坡
440	2016.1	2003.82		14.25			框格梁植草护坡
460	2015.79	2005.12		12.642			框格梁植草护坡
480	2017.37	2006.42		12.918			框格梁植草护坡
500	2013.26	2007.72		7.511			框格梁植草护坡
520	2014.97	2009.02		7.919			框格梁植草护坡
540	2017.09	2010.32		8.739			框格梁植草护坡
560	2018.62	2011.62		8.969			框格梁植草护坡
580	2020.15	2012.92		9.203			框格梁植草护坡
600	2022.78	2014.22		10.53			框格梁植草护坡
616.684	2026.04	2015.31		12.711			框格梁植草护坡

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
620	2026.77	2015.52		13.222			框格梁植草护坡
640	2028.75	2016.8		13.923			框格梁植草护坡
660	2032.76	2017.93		16.81			框格梁植草护坡
680	2041.52	2018.88		24.619			框格梁植草护坡
689.118	2037.31	2019.25		20.037			框格梁植草护坡
700	2045.29	2019.65		27.612			框格梁植草护坡
720	2045.31	2020.27		27.013			左侧框格梁植草护坡+桩板墙，右侧框格梁植草护坡
740	2044.92	2020.87		26.022			左侧框格梁植草护坡+桩板墙，右侧框格梁植草护坡
760	2046.24	2021.47		26.739			左侧框格梁植草护坡+桩板墙，右侧框格梁植草护坡
780	2049.11	2022.17		28.915			左侧框格梁植草护坡+桩板墙，右侧框格梁植草护坡
800	2052.07	2023.07		30.969			左侧框格梁植草护坡+桩板墙，右侧框格梁植草护坡
820	2051.26	2024.17		29.058			左侧框格梁植草护坡+桩板墙，右侧框格梁植草护坡
840	2053.45	2025.47		29.95			左侧框格梁植草护坡+桩板墙，右侧框格梁植草护坡
860	2050.72	2026.87		25.826			左侧框格梁植草护坡+桩板墙，右侧框格梁植草护坡
880	2051	2028.27		24.699			左侧框格梁植草护坡+桩板墙，右侧框格梁植草护坡
900	2049.41	2029.67		21.708			框格梁植草护坡
920	2046.94	2030.96		17.953			框格梁植草护坡
940	2046.48	2032.05		16.41			框格梁植草护坡
960	2047.14	2032.93		16.181			框格梁植草护坡
980	2046.02	2033.62		14.378			框格梁植草护坡
K5+000	2043.2	2034.11		11.064			框格梁植草护坡

桩号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
20	2041.46	2034.52		8.914			框格梁植草护坡
40	2038.92	2034.92		5.968			框格梁植草护坡
60	2035.47	2035.33		2.117		-1.5	框格梁植草护坡
68.45	2035.46	2035.5		1.939	-1.5	-1.5	框格梁植草护坡

表 1-3 路基设计表（连接线）

序号	原始高程 (m)	设计标高 (m)	填挖高度 (m)		边坡 1: n		护坡方式
			填	挖	左	右	
1	2	3	4	5	6	7	8
K0+000	1991.056	1991.652	0.596		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
20	1991.017	1991.77	0.753		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
40	1990.866	1991.888	1.022		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
50	1990.511	1991.947	1.436		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
60	1990.156	1992.006	1.85		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
80	1990.056	1992.124	2.068		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
100	1990.896	1992.242	1.346		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
120	1990.956	1992.392	1.436		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
140	1990.516	1992.605	2.089		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
160	1990.516	1992.882	2.366		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
162.554	1990.495	1992.922	2.427		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
180	1990.346	1993.222	2.876		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
199.436	1990.166	1993.584	3.418		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
200	1990.161	1993.594	3.433		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
220	1990.256	1993.966	3.71		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
236.317	1990.493	1994.27	3.777		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
240	1990.546	1994.338	3.792		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙
248	1990.437	1994.487	4.05		-1.5	-1.5	直立式路肩挡墙

（1）填方路基

路基填方边坡坡度根据路基填料种类、边坡高度和基底工程地质条件，并经水文地质及工程地质勘察后确定。本项目填方边坡高度较低，边坡坡率为 1:1.5。

（2）挖方路基

土质边坡根据边坡高度、土的湿度、密实度、地下水、地表水的情况、土的成因类型及生成年代、既有人工边坡及自然边坡稳定状况等因素确定。

岩石挖方边坡综合考虑岩性、构造裂隙产状与路线关系、岩体风化程度、力学性质和开挖高度，以及地下水、地表水、既有人工边坡及自然边坡稳定状况。并兼顾地貌、土石方平衡等因素确定。

表 1-4 路基挖方边坡坡值表

岩土类别	一级边坡			二级边坡			三、四级边坡		
	高度	坡度	平台宽度	高度	坡度	平台宽度	高度	坡度	平台宽度
土质	6	1:1.25	2	6-12	1:1.5 (1: 1.13)	2	12-24	1:1.75	2
岩质	8	1:0.75	2	10-40	1:0.75	2			

本项目段覆盖层较厚，主要基岩类别为全-强风化砂质泥岩及中风化砂质泥岩，在道路经过工业园区标准厂房路段，因开挖深度最大达到 30.969m，为了避免路基病害，确保挖方边坡的稳定，此段采用抗滑桩+砼锚索（杆）格构梁处理高边坡。

（3）半挖半填路基

对于半填半挖路基，为了减小路基纵向、横向的不均匀沉降，挖方路基部分在其路槽下超挖 80cm 后碎石土回填，必要时增设排水盲沟。路基纵向填挖交界处超挖处理渐变长度不小于 10.0m；对于填方路基部分，当地面坡度陡于 1:2.5 时，基底开挖台阶，台阶宽度不小于 2.0m，底部向内倾斜 2~4%。为了减小地下水对路基的破坏，在填挖交界处设置横向渗沟，并与挖方路段纵向渗沟连接共同排除地下水。

（4）零填路基及土质路堑

当填方高度小于 0.6m 时视为零填路堤，本合同段的零填路基大多集中在祥云坝

子内农田沿线路段施工时应应对上、下路床范围内的填料或软基进行必要处理，使其压实度达到路堤相应填筑范围规定的要求；当表土强度满足且含水量满足要求时，可直接填筑压实；当表土最小强度不能满足要求或含水量较大时，应对表土采取换填处理。

当挖方路基路床土层的 CBR 强度不符合规范要求(液限指数 ≥ 50 、塑性指数 >26)或路床含水量较大难以压实时，必须对路面结构层以下土基进行换填处理。处理方式、压实度及填料最小强度要求与零填路基一致。

表 1-5 特殊路基处理统计表

序号	起讫桩号	位置		长度（m）	平均宽度（m）	厚度（m）	处理方式	工程数量（m³）													备注
		左	右					处理面积（m²）	毛石回填（m³）	挖除非适应性材料（m³）	80cm毛石换填（m³）	120cm毛石换填（m³）	230cm毛石换填（m³）	30cm厚碎石反滤层（m³）	40cm厚碎石反滤层（m³）	反滤土工布（m²）	反滤土工布0.5×0.5m碎石盲沟（m³）	80cm碎石土（m³）	60cm碎石土（m³）	土工格栅（m²）	
1	K0+000～+400	左	右	400	28	0.8	挖除换填	10998		8799	8799			3360		11400	67		6720		车行道
2	K0+400～K1+200	左	右	800	28	0.8	挖除换填	21963		17571	17571			6720		22800	133		13440		
3	K1+200～K2+100	左	右	900	28	1.2	挖除换填	25040		30048		30048		7560		25650	150		15120		
4	K2+100～K2+800	左	右	700	28	0.8	挖除换填	19499		15599	15599			5880		19950	117		11760		
5	K2+800～K3+400及平交口增加59米	左	右	659	30	1.2	挖除换填	19770		23724		23724		5931		20100	110		11862		
6	K3+400～K4+000	左	右	600	28	0.8	挖除换填	16587		13270	13270			5040		17100	100		10080		
7	K2+847.624箱涵	左	右	80	16		涵搭板2侧各铺2层8m宽													2560	每层宽8m，搭板填土30cm、60cm各一层
8	K3+871.411箱涵	左	右	49	16		涵搭板2侧各铺2层8m宽													1568	每层宽8m，搭板填土30cm、60cm各一层
9	收费站K0+016～K0+078.81	左	右	62.81	50	1.2	挖除换填	2569		3083		3083		942		3172	10		1884		
10	收费站K0+080～+120	左		40	6		新老路结合2台土质台阶													480	每台宽6m
11	收费站K0+078.81～K0+248	左	右	164.37	30	2.3	挖除换填	4931		11342			11342		1972	5095	164	3682		9205	土工布碎石盲沟1.0×1.0m
小计								121358		123435	55238	56855	11342	35433	1972	125267	851	3682	70866	13813	
1	K3+676～K3+698		右	33.8	10	平均深5.5m	抛石挤淤		1014											2028	
2	K0+000～K5+068	左	右	34口井	井1.5×1.5	平均深7m	抛石挤淤		536												
小计									1550											2028	
1	K4+000～K4+180	左	右	180.0	36.0	0.8	挖除换填	6480		5184								5184			
2	K4+180～K4+440	左	右	260.0	47.5	0.8	挖除换填	12350		9880								9880			
3	K4+440～K4+600	左	右	160.0	36.0	0.8	挖除换填	5760		4608								4608			
4	K4+600～K4+680	左	右	80.0	40.0	0.8	挖除换填	3200		2560								2560			
5	K4+680～K4+980	左	右	300.0	38.0	0.8	挖除换填	11400		9120								9120			
6	K5+000～K5+068.45	左	右	68.45	36.0	0.8	挖除换填	2464		1971								1971			
小计								41654		33323								33323	0	0	
合计								163012	1550	156758	55238	56855	11342	35433	1972	125267	851	37005	70866	15841	

1.1.4.1.2 路面工程

施工根据资料以及公路等级、交通量，结合本地的气候、地质土质、筑路材料等自然因素施工，本项目道路路面采用沥青混凝土路面。

其路面结构形式为：

5cm 中粒式沥青混凝土上面层 AC-16C

PC-3 型乳化沥青粘层

7cm 粗粒式沥青混凝土下面层 AC-25C

0.6cmES-2 型稀浆封层

铺 BJG80×80 玻璃纤维格栅

40cm 水泥稳定级配碎石基层

15cm 级配碎石底基层

人行道结构为：

6cm 透水性步道砖

5cm 粗砂垫层

20cm C20 无砂大孔混凝土

12cm 级配碎石

素土夯实，压实度大于等于 90%

1.1.4.2 涵洞工程

本项目共建设 30 座涵洞，包括盖板涵 1 座，箱涵 3 座，圆管涵 23 座，各涵洞特性详见下表。

表 1-6 涵洞设置一览表

序号	桩号	涵洞类型	路面标高	涵底标高	现状地面标高	备注
1	K0+012.868	1×1 钢筋砼盖板涵	1999.781	1997.53	1998.35	盖板涵
2	K0+082.958	钢筋砼圆涵管 D400	2000.004	1998.32	1998.2	管涵
3	K0+143.06	钢筋砼圆涵管 D800	2000.195	1996.68	1998.89	倒虹吸
4	K0+146.32	钢筋砼圆涵管 D500	2000.2	1998.25	1998.89	管涵
5	K0+184.936	钢筋砼圆涵管 D800	2000.328	1996.81	1998.9	倒虹吸
6	K0+190	钢筋砼圆涵管 D400	2000.328	1998.28	1998.9	管涵
7	K0+329.64	钢筋砼圆涵管 500	2000.788	1998.35	1998.94	管涵
8	K0+429.064	钢筋砼圆涵管 D400	2001.104	1998.43	1999.64	管涵
9	K0+502.907	钢筋砼圆涵管 D500	2001.186	1998.11	1998.64	管涵
10	K0+585.195	钢筋砼圆涵管 D500	2000.95	1997.92	1998.55	管涵
11	K0+677.736	钢筋砼圆涵管 D500	2000.673	1998.04	1998.5	管涵
12	K0+766.56	钢筋砼圆涵管 D800	2000.673	1996.21	1998.5	管涵
13	K0+880.213	钢筋砼圆涵管 D1200	2000.065	1995.57	1998.84	倒虹吸
14	K0+964.975	钢筋砼圆涵管 D800	1999.811	1996.02	1998.43	倒虹吸
15	K1+054.13	钢筋砼圆涵管 D1000	1999.508	1995.53	1997.79	倒虹吸
16	K1+070.92	钢筋砼圆涵管 D1000	1999.508	1995.51	1997.79	倒虹吸
17	K1+186.808	钢筋砼圆涵管 D800	1999.145	1995.18	1997.86	倒虹吸
18	K1+269.739	钢筋砼圆涵管 D1200	1998.897	1994.32	1997.8	倒虹吸
19	K1+784.906	净跨 2.5×2 米箱涵	1997.45	1994.77	1994	箱涵

序号	桩号	涵洞类型	路面标高	涵底标高	现状地面标高	备注
20	K1+965.081	钢筋砼圆涵管 D1000	1996.623	1994.40	1995.5	管涵
21	K2+518	钢筋砼圆涵管 10800	1993.315	1991.66	1992.46	管涵
22	K2+641	钢筋砼圆涵管 D800	1992.589	1988.41	1991.14	倒虹吸
23	K2+844.5	净跨 4×2.5 米箱涵	1991.369	1987.31	1994	箱涵
24	K3+196.536	钢筋砼圆涵管 D800	1990.255	1984.25	1989.3	倒虹吸
25	K3+203.264	钢筋砼圆涵管 D800	1990.264	1984.25	1989.3	倒虹吸
26	K3+302.151	钢筋砼圆涵管 D800	1990.545	1986.21	1987	倒虹吸
27	K3+418.817	钢筋砼圆涵管 D800	1990.895	1986.54	1987	倒虹吸
28	K3+516.059	钢筋砼圆涵管 D800	1991.187	1987	1987	倒虹吸
29	K3+871.411	净跨 3×2.2 米箱涵	1994.436	1989.76	1989.76	箱涵
30	K0+106.4（连接线）	钢筋砼圆涵管 D600	1992.47	1989.7	1992.47	管涵

1.1.4.3 渡槽工程

2022 年 1 月 25 日，建设单位向祥云县水务局提交了“请求同意楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目实施重建部分引水渠的请示”，2022 年 3 月 16 日祥云县水务局以“祥水监管〔2022〕8 号”对“楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目将浑水海引水渠改键位渡槽”作出了批复。

根据项目资料，小官村至浑水海引水渠与本项目主线桩号 K4+638.929 处相交，为便于引水渠的运行及管理，决定按上跨连接线设计，故采用 K4+638.929 渡槽（输水桥）设计。

渡槽上部结构为 4 孔现浇钢筋混凝土槽形简支梁桥，跨径组合为 18m+23m+23m+18m，下部结构为桩柱式桥台、双柱排架墩。渡槽中线为直线与连接线斜交 19°，全长 82m，纵坡 0.2%，梁高 2.6m，总宽 7.8m；内部净高 2.2m，最大净宽 5.5m。详见下图。

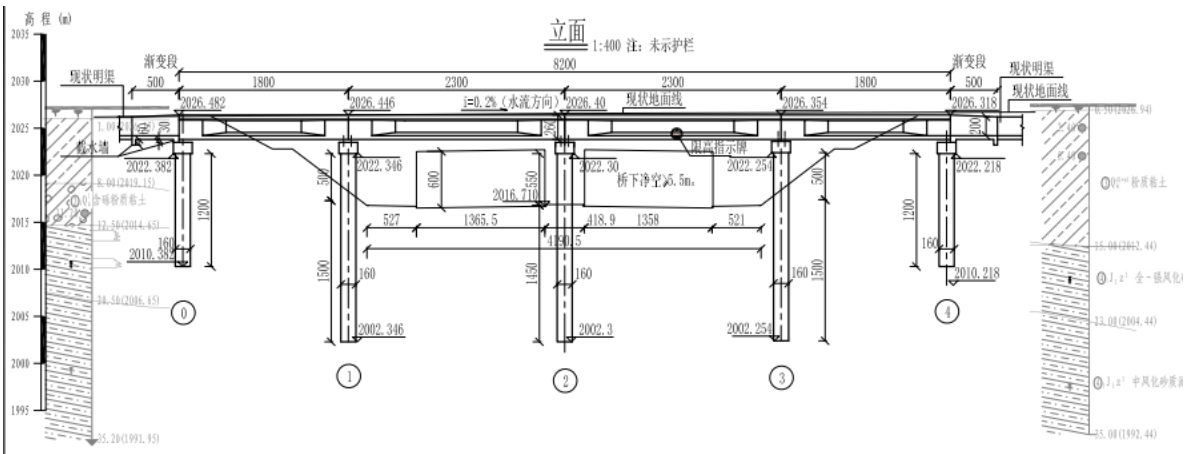


图 1-5 渡槽示意图

1.1.4.4 绿化工程

根据项目监理、竣工资料以及现场监测情况，本项目路面宽度为 36~50m，设有人行道外侧 7m 或 6.5m 绿化带，人行道与车行道之间 1.5m 绿化带；景观绿化区面积

共计 8.45hm²。树草种选用：红枫、广玉兰、香樟、云南樱花、红花羊蹄甲、冬樱花、复羽叶栎树、蓝花楹、紫薇、四季桂、球花石楠、银杏、滇朴、美洲合欢、梅花、黄连木、水杉、木槿、三角梅、红花檵木、紫玉兰、红叶石楠球、金森女贞球以及火把果等景观植被。

表 1-7 实施苗木统计表

序号	苗木名称	数量	单位	规格 (cm)			备注
				胸径	冠幅	高度	
1	红枫	63	株		150	150-200	地径 6cm, 月三分枝以上
2	广玉兰	60	株	12	200	400-550	分枝点高 2.5 米以上
3	香樟	32	株	20-22	200-300	600-800	分枝点高 2.5 米以上
4	云南樱花	308	株	12	200	400-550	分枝点高 2.5 米以上
5	云南樱花 1	20	株	18	200	550-650	分枝点高 2.5 米以上
6	红花羊蹄甲	527	株	12	150	400-550	分枝点高 2.5 米以上
7	红花羊蹄甲 1	32	株	18	200	550-650	分枝点高 2.5 米以上
8	冬樱花	407	株	8	120	300-500	三分枝以上
9	高山榕	162	株	15	200	500-700	分枝点高 2.5 米以上
10	栎树	451	株	12	100-150	400-550	分枝点高 2.5 米以上
11	蓝花楹	347	株	12	200	400-550	分枝点高 2.5 米以上
12	紫薇	259	株	8	150	250-350	三分枝以上
13	四季桂	437	株		120	250-350	地径 6cm, 三分枝以上
14	四季桂 1	56	株		150	300-400	地径 8cm, 三分枝以上
15	球花石楠 1	4	株	8	150	300-400	三分枝以上
16	球花石楠	258	株	6	120	250-350	三分枝以上
17	银杏	258	株	15	150	450-650	分枝点高 2.5 米以上
18	银杏 1	6	株	22	300	600-800	分枝点高 2.5 米以上
19	滇朴 1	64	株	20	300-400	600-800	分枝点高 2.5 米以上
20	滇朴	124	株	15	200-250	400-600	分枝点高 2.5 米以上
21	高山杜鹃 (紫红)	237	株		80	80	三分枝以上
22	梅花	173	株	8	120	250-350	三分枝以上
23	黄连木 1	4	株	25	300-400	700-900	分枝点高 2.5 米以上
24	黄连木	140	株	15	250	350-450	分枝点高 2.5 米以上
25	水杉	189	株	10	120	300	三分枝以上
26	木槿	208	株	6	120	150-250	三分枝以上

序号	苗木名称	数量	单位	规格 (cm)			备注
				胸径	冠幅	高度	
27	三角梅	239	株		120	120	三分枝以上
28	紫玉兰	218	株	10	120	300-450	三分枝以上
29	香樟	624	株	15	150	400-600	分枝点高 2.5 米以上
30	火把果	131	株		100	100	三分枝以上
31	一帘幽梦	30	株		30	100	三分枝以上
32	炮仗花	30	株		30	100	三分枝以上
33	地被月季	2675	m ²		20-30	30-40	25 株/m ²
34	金森女贞	1982	m ²		25	30	25 株/m ²
35	红叶石楠	5108	m ²		25	30	25 株/m ²
36	大叶黄杨	2360	m ²		25	30	25 株/m ²
37	花叶常春藤	8438	m ²		15	15	36 株/m ²
38	金边麦冬	11472	m ²		10	10	81 株/m ²
39	薰衣草	3478	m ²		25	30	25 株/m ²
40	百子莲	4973	m ²		20	25	25 株/m ²
41	沿阶草	1150	m ²		10	10	81 株/m ²
42	紫云英	2780	m ²				播种草花籽
43	木春菊	3500	m ²		15	20	36 株/m ²
44	金边黄杨	4124	m ²		20	25	36 株/m ²
45	山桃草	4810	m ²		25	30	25 株/m ²
46	八角金盘	3070	m ²		25	30	25 株/m ²
47	粉黛乱子草	1500	m ²			30-50	16 株/m ²
48	细叶针茅	2276	m ²		40	30	16 株/m ²
49	牧地狼尾草	74	m ²		25-30	40-50	16 株/m ² (狼尾草)
50	地被草花(黄色系)	7935	m ²				播种草花籽
51	地被草花(红色系)	4604	m ²				播种草花籽
52	地被草花(粉色系)	2586	m ²				播种草花籽
53	混播草坪	4518	m ²				混播草籽
54	五叶地锦	400	m ²		30	100	三分枝以上, 16 株/m ² , 高度指藤长
55	五爪金龙	400	m ²		30	100	三分枝以上, 16 株/m ² , 高度指藤长
56	爬山虎	400	m ²		30	100	三分枝以上, 16 株/m ² , 高度指藤长
57	护坡绿化混种	19023	m ²				用植生袋或播种草花籽
58	滇朴 2	180	株	22-24	400-500	700-800	分枝点高 2.5 米以上
59	云南樱花 1	10	株	18	200	400-550	分枝点高 2.5 米以上
60	红花羊蹄甲 2	21	株	13	150-200	300-400	分枝点高 2.5 米以上

序号	苗木名称	数量	单位	规格（cm）			备注
				胸径	冠幅	高度	
61	八月桂	80	株		120	250-350	地径 6cm，三分枝以上

1.1.4.5 边坡防护工程

根据项目监理、竣工资料以及现场监测情况，本项目 K3+244~K5+0.68.45 段存在永久边坡。

祥云连接线在工业园区段采用挖方路堑方案穿过现状工业厂房和规范铸造厂之间地带，因现地表至设计路面高差约 25~32m，为保证厂房及附属设施用地不受路堑边坡侵占，故采用桩板墙方案减小路堑放坡水平距离，保证厂房用地和地基稳定。

根据边坡支护高度、工程地质与环境地质情况等，确定治理方案为“锚索（杆）格构梁+抗滑桩+冠梁、现浇挡土板支挡+地表截、排水，具体设计情况如下：

K4+718~K4+880 左侧路堑边坡段采用抗滑桩板墙进行路基防护，为确保路堑坡顶上方现有厂房的安全，在边坡坡脚处设置一排抗滑桩板墙，桩距为 6m，桩截面尺寸为 1.5m×2.0m，桩长 9m~14.59m。逆作法现浇桩间挡土板长 4.5m；A 型挡土板厚 40cm，B 型挡土板厚 35cm，C 型挡土板厚 30cm。桩顶设钢筋砼冠梁，冠梁、桩身及挡土板均采用 C30 混凝土，纵向主筋均采用 HRB400 钢筋。

为确保全段边坡坡率的统一协调性，及后期坡面的稳定，在路堑边坡上设置坡面锚索+钢筋混凝土砼框格梁植草护坡。根据岩土体性质做好必要的排水措施。土质坡面每个格正中部位设一个长 10m 的仰斜深层排水孔，仰斜角 3°，泄水孔采用 φ110mm 钻孔成孔，孔内插 φ100mm 软式透水管，里端采用 2 层透水土工布包封，用于排除坡体地下水。

1.1.4.6 附属工程

1.1.4.6.1 给水工程

本项目给水工程范围沿道路铺设，给水水源为祥云县城四水厂供水范围，四水厂水源为清水河水库。

给水管采用 K9 级球墨铸铁给水管,管径 DN400-DN150,公称压力满足 1.25MPa,按满足车行道下不小于 0.7m,人行道下不小于 0.6m 覆土铺设。管道接口采用橡胶圈承插柔性接口给水管上所采用的阀门及管件,其压力等级不应低于管道工作压力的 1.5 倍。对覆土不足地段需采用套管处理。

1.1.4.6.2 排水工程

1.雨水

本项目按照双向六车道的标准断面布置,该路段道路下需新建一根 DN300~DN1350 雨水管道,按照 2 年重现期进行设计。雨水管和雨水口连接管采用 II 级钢筋混凝土管,对部分管顶覆土大于 3m 的管段采用 III 级钢筋混凝土管。

根据项目监理、竣工资料以及现场监测情况,项目区 K0+000~K0+480 段路面雨水根据道路纵坡由北向南汇集后,在 K0+012.868 处排入箱涵内,接已有的现状排水沟(矩形断面,浆砌石砌筑,尺寸为 1.0×1.0m);K0+480~K1+784.906 段路面雨水根据道路纵坡由南向北汇集后,在 K1+784.906 处排入箱涵内,接已有现状灌溉沟渠(矩形断面,混凝土浇筑,尺寸为 0.8×1.2m);K1+784.906~K2+844.50 段路面雨水根据道路纵坡由西向东汇集、K2+844.50~K3+871.411 段路面雨水根据道路纵坡由北向南汇集后,在 K2+844.50 处排入箱涵内,接已有现状灌溉沟渠(矩形断面,混凝土浇筑,尺寸为 1.2×1.4m);K3+871.411~K5+068.45 段雨水根据道路纵坡由北向南汇集后,在 K3+871.411 处排入箱涵内,接已有现状灌溉沟渠(矩形断面,混凝土浇筑,尺寸为 1.4×1.2m)。雨水管道工程量详见图下表。

表 1-8 雨水管道主要工程量一览表

序号	类别	单位	工程量
1	D1350 II 级混凝土管铺设	m	1235
2	D1200 II 级混凝土管铺设	m	2871
3	D1000 II 级混凝土管铺设	m	2396
4	D800 II 级混凝土管铺设	m	1903
5	D600 II 级混凝土管铺设	m	1975

序号	类别	单位	工程量
6	D400 II 级混凝土管铺设	m	423
7	D300 II 级混凝土管铺设	m	1801
8	2200mm× 2200mm 钢筋混凝土矩形雨水检查井	座	56
9	1650mm× 1650mm 钢筋混凝土矩形雨水检查井	座	145
10	1700mm× 1700mm 钢筋混凝土矩形雨水检查井	座	31
11	1500mm× 1500mm 钢筋混凝土矩形雨水检查井	座	63
12	1300mm× 1300mm 钢筋混凝土矩形雨水检查井	座	57
13	1100mm× 1100mm 钢筋混凝土矩形雨水检查井	座	87
14	偏沟式单算雨水口	座	348
15	偏沟式双算雨水口	座	7

2.污水

根据项目监理、竣工资料以及现场监测情况，污水分 2 段排放。K0+000~K0+480 段污水由北向南汇集，接周于路已有的污水管道，最终进入下游的污水处理厂；K0+480~K3+183.456 段污水由南向北汇集、K3+183.456~K5+068.45 段污水由北向南汇集，在 K3+183.456 处汇集，预留污水管接口，待规划的市政道路及南区污水处理厂建成后搭接。

污水管道沿道路双侧布置，管道位于非机动车道，距离路缘石边 1.5m。污水管道工程量详见下表。

表 1-9 污水管道主要工程量一览表

序号	类别	单位	工程量
1	DN600 高分子量高密度聚乙烯双波峰缠绕结构壁排水管	m	804
2	DN400 高分子量高密度聚乙烯双波峰缠绕结构壁排水管	m	1392
3	DN600 HDPE 钢带增强螺旋波纹管	m	824
4	DN400 HDPE 钢带增强螺旋波纹管	m	6636
5	D600III级钢筋混凝土管	m	439
6	D400III级钢筋混凝土管	m	816
7	1100*1100mm 钢筋混凝土矩形污水检查井	座	329
8	1650*1650mm 钢筋混凝土矩形污水检查井	座	112
9	2100*2100mm 钢筋混凝土矩形污水检查井	座	4

1.1.4.6.3 照明工程

本项目照明设计标准按照《城市道路照明设计标准》(CJJ45-2015)中城市主干道、照明标准分别进行选取，主要指标为平均照度、平均亮度及机动车道路照明功率密度（LPD）等指标。其中机动车道照明功率密度限值为强制性指标，设计不得超标。

道路采用双侧对称布置、高低杆双臂路灯灯杆高 12m+8m、路灯光源为 120W+60W LED 灯、单侧安装间距 35m 左右，路灯灯杆中心距道路沿石 0.5 米布置。主要交叉口需提高照度水平，采用 $14m^3 \times 150W$ 中杆泛光灯进行照明。

1.1.4.6.4 供配电设计

与当地供电部门的设计界面在 10kV 高压进线终端头，终端头以上部分属供电部门负责，终端头及以下部分（包括变压器、路灯控制柜等）属本项目设计范围。

每台路灯控制柜由箱变引来 1 路 0.4kV 低压电源，路灯供电出线回路的供电半径 <500m。计量方式为低供低量。

路灯控制箱配电半径 $\leq 500m$ ，路灯控制箱不单独设置计量设备，电源引自上级计量配电柜。

路灯控制箱及综合机箱用电负荷均为三级负荷，配电系统中保护开关、配电线缆选择应满足《低压配电设计规范》GB50054 的规定。

1.1.4.6.5 无障碍设计

本项目在道路路段人行道、沿线单位出入口、道路交叉口、人行过街设施、公交车站等处设置无障碍设施。

在道路路段上铺设视力残疾者行进盲道，以引导视力残疾者利用脚底的触感行走。行进盲道在路段上连续铺设，行进盲道宽度 0.50m。行进盲道转折处设提示盲道。对于确实存在的障碍物，或可能引起视残者危险的物体，采用提示盲道圈围，以提醒视残者绕开。同时路段人行道上不设有突然的高差与横坎，以方便肢残者利用轮椅行进。如有高差或横坎，以斜坡过渡，斜坡坡度满足 1: 20 的要求。

道路交叉口人行道在对应人行横道线的缘石部位设置缘石坡道，其中单面坡缘石坡道坡度为 1: 20，三面坡缘石坡道坡度为 1: 12。坡道下口高出车行道的地面不得大于 20mm。交叉口人行横道线贯通道路两侧，经过道路与隔离带处压低高度，满足轮椅车通行。在交叉口处设置提示盲道，提示盲道与人行道的行进盲道连接。

2.1.2.6.6 公交停靠站设计

本项目道路为次干路在路段上一般适宜设置路边直线式公交车站，因此结合道路横断面推荐方案，公交站台布置如下：公交站台位置取消绿化带，在横向上取 4.5m 的空间，为：站台 1.5m（绿化带宽度）+公交车停车带 3m；停车减速段、停车带和起步加速段长度分别为 25、20 和 25m。

根据道路沿线产业和组团布局，按照间距 600~800m 设置一处公交站的原则，在 KO+100，KO+700，K1+500，K2+260，K2+960，K2+960，K3+800，K5+000，共计设 8 对公交站，方便居民的出行和产业的发展。

1.1.5 项目总投资及建设工期

本项目实际总投资 35462.90 万元，其中土建投资 26951.81 万元；

本项目实际于 2021 年 10 月开工建设，至 2023 年 7 月建设完成，工期共计 22 个月（1.83a）。

1.1.6 项目占地面积

根据建设单位提供的竣工资料和《水土保持方案》及批复，并结合现场监测情况，本项目总占地面积为 30.94hm²（309322.74m²），其中永久占地 28.92hm²，临时占地 2.02hm²。

按分区统计：路基路面区占地面积为 17.77hm²，景观绿化区占地面积为 8.45hm²，边坡防护区占地面积为 2.68hm²，渡槽工程区占地面积为 0.02hm²，临时表土堆场区 1.85hm²，施工生产区 0.17hm²。

按占地类型划分：项目占用梯坪地 19.46hm²，园地 5.74hm²，建设用地 0.98hm²，

水域及水利设施用地 0.42hm^2 , 交通运输用地 2.32hm^2 , 其它土地(原堆放垃圾的场地)
 2.02hm^2 。项目建设过程中实际占地详见下表。

表 1-10 项目实际占地面积监测结果表

序号	分区	小计 (hm ²)	占地类型及面积 (hm ²)						占地性质
			梯坪地	园地	建设用地	水域及水利设施用地	交通运输用地	其它土地	
1	路基路面区	17.77	11.12	4.51	0.28	0.27	1.59		永久占地
2	景观绿化区	8.45	6.13	1.23	0.47	0.13	0.49		永久占地
3	边坡防护区	2.68	2.21		0.23		0.24		永久占地
4	渡槽工程区	0.02				0.02			永久占地
5	临时表土堆场区	1.85						1.85	临时占地
6	施工生产区	0.17						0.17	临时占地
合计		30.94	19.46	5.74	0.98	0.42	2.32	2.02	

1.1.7 土石方量

通过现场监测和查阅项目施工、监理以及竣工资料，本项目建设过程中土石方开挖 115.532 万 m³（其中表土剥离 7.758 万 m³，土方开挖 58.460 万 m³，石方开挖 33.518 万 m³，建筑垃圾拆除 0.120 万 m³，软土换填 15.676 万 m³）；土石方回填 80.104 万 m³（其中绿化及复耕覆土 7.758 万 m³，土方回填 45.319 万 m³，石方回填 0.015 万 m³，毛石、碎石换填 27.027 万 m³）；剥离的表土 7.758 万 m³堆放在道路两侧绿化带及新增的临时表土堆场内，用于景观绿化覆土、植草护坡及复耕覆土；外购 27.027 万 m³毛石、碎石进行换填；产生的永久弃渣 62.454 万 m³，其中土方 13.156 万 m³，石方 33.503 万 m³，建筑垃圾 0.120 万 m³，软土 15.676 万 m³，运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用。实际土石方平衡及流向详见下表。

表 1-11 项目监测土石方平衡及流向表 单位：万 m³

项目施工	开挖量					回填量				调入					调出					外借		弃方				
	表土剥离	土方开挖	石方开挖	软土换填/建筑垃圾拆除	小计	覆土	土方回填	石方回填	小计	表土		一般土石方			表土		一般土石方			数量	来源	土方	石方	软土换填/建筑垃圾	数量	去向
										数量	来源	土方	石方	来源	数量	去向	土方	石方	去向							
表土剥离	7.758				7.758										7.758											运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用
基础开挖		36.63	33.518		70.148		31.946	0.015	31.961													4.684	33.503		38.187	
建筑垃圾拆除				0.12	0.12																		0.12	0.12		
特殊路基处理				15.676	15.676			27.027	27.027											27.027	外购			15.676	15.676	
附属设施		21.83			21.83		13.358		13.358													8.472			8.472	
绿化覆土						4.067			4.067	4.067																
临时用地复耕覆土						3.691			3.691	3.691																
合计	7.758	58.46	33.518	15.796	115.532	7.758	45.304	27.042	80.104	7.758					7.758					27.027		13.156	33.503	15.796	62.454	用

注：1、各种土石方均为自然方； 2、开挖量+调入+外购 = 回填+调出+废弃。

1.1.8 自然概况

1.1.8.1 地质

1.地质构造

根据《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目岩土工程勘察报告》，场地位于“青、藏、滇、缅、印尼歹字型构造东支中段与“云南山字型构造体系”交接地带，构造形迹比较复杂。南北向构造是区域的控制性构造，断裂构造发育。场地处于程海-宾川断裂带附近，从拟建场地附近通过的断裂主要有程海-宾川断裂（F₅₉）、洱源-弥渡断裂（F₂₂）和前进-普棚断裂（F₆₆），三条断裂交错展布。

程海-宾川断裂（F₅₉）：北起永胜金官盆地北，向南经程海、宾川，在弥渡红岩坡西交于红河断裂，总体走向近南北，全长约 200km。为四及新构造边界，具有区域性深大断裂的性质。该断裂从拟建场地西北方向约 6km 处通过，为全新世断活动断裂。

洱源-弥渡断裂（F₂₂）：沿断裂发育洱源、右所、大理、凤仪、弥渡等一系列第四纪断陷盆地，盆地内沉积了几十至千米以上第四系。该断裂从拟建场地西南方向约 13km 处通过，为全新世活动断裂。

前进-普棚断裂（F₆₆）：西起祥云盆地东缘的下庄附近，向南东经普棚、英武关、沙桥、南华盆地南缘、吕盆盆地南缘、前景盆地南缘，止于前进东南，长约 75km。在普棚东麦地平、沙桥以及南华城西灵官桥等处被南北向或北东向断层横错，断裂走向 310°—340°，倾向以南西为主，南华盆地段倾向北东，倾角一般为 75°左右。该断裂从拟建场地东南约 15km 处通过，为晚更新世活动断裂。

2.地层岩性

场地地基土由第①₁层人工填土（Q₄^{ml}）、第①₂层耕土（Q₄^{pd}）、第②₁层湖积的粉质粘土（Q₄^l）、第②₂层湖积的粘土（Q₄^l）、第②₃层湖积的含砾粉质粘土（Q₄^l）、第③₁层坡残积的粉质粘土（Q₄^{dl+el}）、第④₁层侏罗系中统张河组全~强风化砂质泥岩（J2z¹）组成及第④₂层侏罗系中统张河组中风化砂质泥岩（J2z¹）组成。

①₁人工填土：褐黄、灰黄等色，稍湿，厚度 0.50~2.50m，主要由粉质粘土组成，K4+700 至 K5+068.198 段现有混凝土路段该层含大量公路级配料，母岩成分为中风化砂质泥岩块石，且经分层碾压过，结构密实，回填时间 1 年以上。其余路段的人工填土大都为粉质粘土与少量中风化砂质泥岩碎块不均匀混合碾压形成的乡村道路。

①₂耕土：褐黄、灰黄等色，稍湿，厚度 0.50~1.20m。含少量植物根系和少量泥岩砾石，结构松散，孔隙较大，在拟建道路 K0+000 至 K4+700 段有分布。

②₁粉质粘土：灰、灰黄色，稍湿，埋深 0.50~2.40m，厚度 1.50~9.20m。刀切面较粗糙，干强度中等，韧性中等。局部夹少量中等风化圆形、亚圆形砾径 0.05~3.0cm 的泥岩、砂岩砾石，砾石含量约 20%。该层分布于拟建道路 K0+000 至 K3+900 段。

②₂粘土：灰、灰黄色，稍湿，埋深 2.00~9.80m，厚度 2.90~16.00m。刀切面光滑，干强度中等，韧性中等，局部夹少量中等风化圆形、亚圆形砾径 0.05~3.0cm 的泥岩、砂岩砾石，砾石含量约 20%。该层分布于拟建道路 K0+000 至 K3+900 段。

②₃含砾粉质粘土：灰黄，稍湿，埋深 2.00~12.30m，厚度 2.90~14.00m。刀切面较粗糙，干强度中等，韧性中等，含 20%左右砾石，母岩为砂岩、泥岩等，中等风化，呈圆形、亚圆形，部分呈块状，直径 1.00~2.00cm，该层分布于拟建道路 K0+000 至 K2+840 段和 K4+640 处。

③粉质粘土：灰、灰黄色，稍湿，埋深 0~3.20m，厚度 1.20~32.00m。刀切面较粗糙，干强度中等，韧性中等，局部夹少量泥岩、砂岩砾石。中等风化，呈圆形、亚圆形，砾径 0.05~2.0cm，该层分布于拟建道路 K3+900 至 K5+068.198 段。

④₁全~强风化砂质泥岩：灰黄、褐黄色，稍湿，埋深 0~19.50m，厚度 1.00~21.8m。岩芯呈碎块状，该层为侏罗系中统张河组砂质泥岩的全~强风化层。该层分布于拟建道路 K3+900 至 K5+068.198 段。

④₂中等风化砂质泥岩：灰黄、褐黄色，稍湿，埋深 8.40~27.50m，钻孔揭露厚度 2.40~22.50m。致密状态，芯呈块状、短柱状，RQD=50~75，裂隙中等发育，该

层分布于道路 K3+900 至 K5+068.198 段。

3.水文地质

（1）地表水

本项目道路在 K1+270 处、K1+750、K2+845、K3+870 四处水沟设置盖板涵，在 K4+640 处水渠设置为上跨水渠。

表 1-12 拟建道路横跨沟渠情况表

序号	沟渠位置	上口宽（m）	下口宽（m）	深度（m）
1	K1+270	0.8	0.8	1.0
2	K1+750	2.5	2.0	2.0
3	K2+845	1.25	1.25	1.9
4	K3+870	3.25	2.6	2.0
5	K4+640	5.5	4.7	2.0

（2）地下水

由于场地绝大部分地区地势较低，地下水埋藏较浅，勘察深度范围内，K0+000 至 K3+900 段钻孔均有地下水，水位深度 3.42m~3.52m，K3+900 至 K5+068.198 段的钻孔未见地下水。地下水主要靠大气降水补给，沿土体的孔隙及基岩裂隙径流及排泄。

4.不良地质

根据《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目岩土工程勘察报告》，该段道路及其附近未发现崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用及不良地质灾害，道路 K0+000 至 K3+900 段场地基本稳定，较适宜建设；K3+900 至 K5+068.198 段地形高差相对较大，地面高程介于 1999.31~2057.55m，相对高差 58.24m，地形坡度 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，该段道路按照设计标高施工，将形成最大高度约 34.39m 的挖方边坡，本次勘察该段拟建道路内实测岩层产状为 $341^{\circ} \angle 47^{\circ}$ ，与场地内坡向相反，属对场地稳定有利组合，但拟建道路开挖后形成最高约 34.39m 的高边坡，边坡坡向为东北、西南向，与岩层倾向斜向相交，考虑到边坡较高，且边坡出露抗风化能力较弱、遇水易软化、水稳性差的砂质泥岩，对边坡稳定不利，故综合判定拟建道路 K3+900

至 K5+068.198 段场地稳定性较差，建设适宜性较差。

5.地震

据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010 2016 年版）附录 A，及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），大理市祥云县抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，属设计地震分组第三组。

1.1.8.2 气象

祥云县境内大部分地区属北亚热带偏北高原季风气候区，有 5 个明显的气候特点：一是四季变化不明显，冬无严寒，夏无酷暑，常年平均气温 14.7℃，1 月平均气温 6.3℃，7 月平均气温 19.7℃，大于 10℃ 的积温 4347℃，稳定通过 10° C 中间日数 234 天，大于 18° C 的积温 2641° C；二是冬春恒温，夏秋多雨，干湿季分明；三是年降雨量少，年均降雨量 823.2mm，年最大降水量 1014.5mm，单日最大降雨量 93.7mm；四是年日照时数长，日照时数为 2030.2~2623.9 小时，居全省第四位；五是海拔悬殊，气候垂直分布明显，水平分布复杂。年平均雨日 130 天，平均相对湿度 65.0%。历年最大积雪 30cm。2-4 月为旱风季，多为西南风，主导风向西南风，年平均风速 3.4m/s。

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 41.75mm，6 小时最大暴雨量为 66.8mm，24 小时最大暴雨量为 83.5mm；10 年一遇 1 小时最大暴雨量为 36.5mm，6 小时最大暴雨量为 58.4mm，24 小时最大暴雨量为 73mm；5 年一遇 1 小时最大暴雨量为 25.1mm，6 小时最大暴雨量为 50.2mm，24 小时最大暴雨量为 62.75mm。

1.1.8.3 水文

祥云境内河流分属长江上游金沙江和元江-红河两大水系。主要河流有金沙江流域的鱼泡江及其支流楚场河、格子河，元江流域的鹿窝河。在县境西部有两座半封闭性的天然淡水湖：青海湖和莲花海。祥云地处红河、金沙江分水岭，红河的东流源头之

上。县境内共有大小河流、支流 32 条，箐沟 131 条。以水系划分，金沙江流域有河流 18 条，箐沟 105 条。元江——红河流域有河流 14 条，箐沟 26 条。境内湖泊主要有青海湖、莲花湖。

根据现场监测情况，距离项目区最近的地表水为 K4+000 段右侧的大邑那小海，占地面积 56384.10m²，属长江流域金沙江水系渔泡江支流中河上游。水库始建于 1991 年，水库径流面积 1.3 平方公里。2011 年 12 月至 2012 年 11 月，大邑那水库进行除险加固，主坝为均质土坝，坝高 4.0m，坝顶长 1025m，坝顶宽 3.0m，总库容 11.50 万 m³，调节库容 2 万 m³，无死库容，是一座以农业灌溉供水为主，兼有村庄防洪的小（2）型水库。

项目区属于长江流域。

1.1.8.4 气象

本项目建场地总体为湖相沉积小平原地形，地形总体北高南低，大部分为耕地，K0+000 至 K3+900 段地形较平缓，地面高程介于 1987.064~1999.702m，相对高差 12.638m，地形坡度小于 5°；K3+900 至 K5+068.198 段地形高差相对较大，地面高程介于 1999.31~2057.55m，相对高差 58.24m，地形坡度 5°~20°。道路最北端工业区内部，K4+700 至 K5+68.198 段现状为已建成道路，道路宽约 20m，为沥青混凝土路面，道路西侧有高约 1~2m 的挡墙。拟建道路 K0+000 至 K3+900 段地区为湖积地貌单元，K3+900 至 K5+068.198 段为构造侵蚀剥蚀地貌单元。

1.1.8.5 土壤

受地形、地质、气候和生物的影响，祥云县土属种发育齐全，类型多样，土壤共分红壤、黄壤、黄棕壤、紫色土、水稻土等 5 个土类，10 个亚类，24 个土属，43 个土种，并常沿等高线带状分布。项目区土壤呈等高带状展布，海拔 2500~2800m 之间为黄棕壤，海拔 2000~2500m 之间为红壤，海拔 2200m 以下为红壤和水稻土。

1.1.8.6 植被

祥云县属中亚热带常绿阔叶林区，但由于海拔高差较大，次年改成了典型的立体植被分布，受气候、地形的影响，类型多样，多呈带状分布。海拔 2000m 以上为云南针叶林带，植被类型以云南松，竹类等为主；在海拔 2000m 以下地带，主要以常绿阔叶林带为主，分布有栎类樟木、蕨菜、地衣及菌类等；河谷坡脚地带，以河谷乔、灌木及草丛为主。

祥云县植物资源极为丰富。山麓山地植被带（2000~2600m）包括以云南松为主，次有华山松、滇油杉、黄毛青冈、多变石栎、白穗石栎、麻栎、高山栲、水冬瓜混生，灌木有水马桑、昆明山海棠、杨梅、火把果等，草本植物有金茅、刺芒野古草、白茅，小营草、青蒿等。亚热带常绿阔叶林带（1200~2000m）包括杜鹃花类、石栎、青冈、高山栲、圣诞树、苍山越桔、高山柳、黄花木、小檗、矮杨梅、箭竹等。

项目区原始植被类型以农作物及苗圃为主，平均覆盖率约为 81%。经调查监测，项目区域内未发现国家保护的珍稀濒危动植物种类。

1.1.9 容许土壤流失量

根据“关于印发《全国水土保持区划（试行）》的通知”（办水保〔2012〕512号），项目区所在地大理白族自治州祥云县祥城镇在全国水土保持区划中的一级区划为西南岩溶区（云贵高原区）—滇北及川西南高山峡谷区—滇东高原保土人居环境维护区。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属于以水力侵蚀为主的“西南土石山区”，容许土壤流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。

1.1.10 侵蚀类型

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区所在地大理白族自治州祥云县祥城镇所属的土壤侵蚀一级类型区为水力侵蚀类型区，二级类型区为西南土石山区，容许土壤流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。

1.1.11 国家（省级）防治区划

根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保〔2013〕188号）、《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》（云南省水利厅第49号）以及“大理白族自治州水务局关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的公告（2021年5月7日）”项目所在地既不属于国家级水土流失重点预防区和水土流失重点治理区，也未涉及省、市级划分的水土流失重点预防区和重点治理区；根据《祥云县县域总体规划（含多规合一）（2016-2030）》，本项目有1.88845km²位于城区规划范围内。按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），确定本项目水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准。

1.1.12 祥云县水土流失现状

根据《云南省水土保持公报》（2022年），项目区所在地祥云县土地总面积2498.00km²，其中无明显流失面积1951.60km²，占总面积的78.13%；水土流失面积546.40km²，占总面积的21.87%；其中轻度侵蚀面积459.05km²，占土壤侵蚀面积的84.01%；中度侵蚀面积39.70km²，占土壤侵蚀面积的7.27%；强烈侵蚀面积21.12km²，占土壤侵蚀面积的3.87%；极强烈侵蚀面积19.30km²，占土壤侵蚀面积的3.53%；剧烈侵蚀面积7.23km²，占土壤侵蚀面积的1.32%。项目所在地水土流失情况详见下表。

表 1-13 水土流失现状统计表 单位：km²

行政 区划	土地 总面积	微度侵蚀	土壤侵蚀	强度分级				
				轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
祥云县	2498.00	1951.60	546.40	459.05	39.70	21.12	19.30	7.23
占比（%）	100	78.13	21.87	84.01	7.27	3.87	3.53	1.32

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

1.2.1.1 水土保持管理组织机构

楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目由云南祥云经开区开发投资有限公司建设，工程建设管理处专门设置了安全（环保）副经理岗位，领导相关工作，成立安全监察与环境保护部，全面负责公司安全、水保、环保工作，公司各项目管理部设置安全与环水保兼职工程师，紧密联系各参建单位。水保监理云南世博建设监理有限责任公司建立了水保管理体系，配备了专业水保工程师；工程各承包商均设。水土保持管理领导小组，成立了专职水保部门，并配备专职水保管理人员。

为了做好水土保持工程质量、进度、投资控制，将水土保持措施的施工材料采购及供应纳入了主体工程管理中实行了“项目法人对企业负责，监理单位控制，施工单位保证，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，施工单位都是具有施工资质和一定技术的人才单位。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监理单位。监理单位根据施工进度对主体工程的施工建设及水土保持工程的质量、进度、投资，按照设计，实施全面、全过程、全方位的质量监控体系。

1.2.1.2 管理体系

建设单位与各参建单位签订了环境保护和水土保持协议，在合同中明确了责任与义务。监理制定了监理规划、监理细则以及年度监理工作计划，按时召开水保监理协调会议，开展日常现场巡查和水保监测，对存在的问题及时下发通知并督促整改；各施工单位制定了施工阶段水保实施方案、管理制度及应急预案等多项制度办法措施；由建设单位或委托监理定期对施工单位进行考核，根据考核结果进行奖罚，促进各施工单位更加积极地履行自身水保责任。

1.2.1.3 规章制度

日常工作中，建设单位严格遵守国家《环境保护法》、《水土保持法》等法律法规的要求以及《环境保护管理办法》、《环境保护及水土保持管理办法》的相关规定，切实做好各项水土保持和环境保护工作。为加强管理力度，同时建设单位制定了水土保持信息报送制度，按要求向公司上级主管部门定期报送工程施工月报、季报、半年报以及年报，确保水土保持管理不脱节。

为了保护项目建设区域生活环境与生态环境，防止由于工程施工作业造成污染，保障施工人员的身体健康，加强对环境保护和水土保持的监督管理，做好环境污染和水土流失的预防及治理工作，建设单位先后印发了《环境保护管理制度》及《环境保护实施细则及水土保持实施细则》，制度执行至今，状况良好。

1.2.2 三同时落实

在建设过程中，建设单位认真贯彻相关的水土保持法律法规，严格遵守国家《环境保护法》、《水土保持法》等法律法规的要求以及单位的《环境保护管理办法》、《环境保护及水土保持管理办法》的相关规定，切实做好各项水土保持和环境保护工作。在项目建设的各个环节严格按照法律法规的要求实施；主体设计了相关的水土保持措施，施工单位在施工过程中注重水土保持，基本做到了同时设计、同时施工以及同时投入使用；并且十分注意建设过程可能造成水土流失及对周边环境的影响，科学安排挖填工程土方的临时堆放、转运及回填利用，施工工序合理，有效减少了施工期人为水土流失的发生。

1.2.3 水土保持方案编报

为了贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》以及建设工程项目的有关法律法规，为了防止项目建设过程中的水土流失，减轻和避免项目区对周边生态造成的影响，做好本项目的水土保持和环境保护工作，云南祥云经开区开发投资有限公司于2022年9

月委托云南狄尼环境科技有限公司承担本项目的水土保持方案编制工作；2023 年 07 月，云南狄尼环境科技有限公司编制完成了《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持方案报告书》（报批稿）。2023 年 8 月 25 日，祥云县水务局以“（祥水保许〔2023〕8 号）”文对《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持方案报告书》（报批稿）进行了批复。

1.2.4 水土保持监测成果报送

根据水利部第 12 号令《水土保持生态环境监测网络管理办法》（2000 年 01 月 31 日）、水利部第 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（2005 年 07 月 08 日水利部第 24 号令修订）、水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160 号）及《云南省开发建设项目水土保持生态环境监测管理暂行办法》（云南省水利厅第 07 号公告，2006 年 11 月 10 日）等相关要求，为了及时掌握水土保持措施实施情况、运行情况及水土流失动态防治效果，保护生态环境、保障主体工程的运行安全，同时保证项目水土保持专项验收顺利通过，2023 年 10 月，云南祥云经开区开发投资有限公司委托我公司（云南山川环保科技有限公司）承担楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目的水土保持监测工作。

我单位接到委托后按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139 号）等有关技术规范，以及对项目竣工资料分析，并结合项目的实际情况监测，得出有关水土保持的资料和数据，于 2023 年 12 月完成了《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持监测总结报告》。

1.2.5 主体工程设计及施工过程中变更、备案

1.2.5.1 主体工程设计情况

2018 年 12 月，云南省城乡规划设计研究院编制完成了《楚雄至大理高速公路扩

容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目可行性研究报告》；2018年12月27日，取得了祥云县发展和改革局关于对《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目可行性研究报告》的批复（祥发改投资〔2018〕146号）；2022年1月，云南省城乡规划设计研究院编制完成《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目施工图设计方案》。

1.2.5.2 工程与原设计变化情况

1. 项目建设情况分析

根据“水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定》（办水保〔2016〕65号）”第四条规定、“水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023年1月17日 水利部令第53号发布）”第十六条规定，生产建设项目地点、规模发生重大变化的需要重新修改或补充水土保持方案。

（1）工程扰动新涉及水土流失重点预防区或者重点治理区的需要重新修改或补充水土保持方案。

项目所在地祥云县既不属于国家级水土流失重点预防区和水土流失重点治理区，也未涉及省、市级划分的水土流失重点预防区和重点治理区；且项目水土流失防治范围未发生变化；

（2）水土流失防治责任范围：根据（2023年1月17日 水利部令第53号发布）中第十六条规定，水土流失防治责任范围加30%以上的需要重新修改或补充水土保持方案。

根据《水土保持方案》及批复，楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土流失防治责任范围面积为 30.94hm^2 （ 309322.74m^2 ），其中永久占地 28.92hm^2 ，临时占地 2.02hm^2 。

总占地中，路基路面区占地面积为 17.77hm^2 ，景观绿化区占地面积为 8.45hm^2 ，边坡防护区占地面积为 2.68hm^2 ，渡槽工程区占地面积为 0.02hm^2 ，临时表土堆场区

1.85hm²，施工生产区 0.17hm²。

水土保持方案批复确定的水土流失防治责任范围面积详见下表。

表 1-14 《水土保持方案》及批复确定的水土流失防治责任范围面积

序号	分区	小计 (hm ²)	占地类型及面积 (hm ²)						占地性质
			梯坪地	园地	建设用地	水域及水利设施用地	交通运输用地	其它土地	
1	路基路面区	17.77	11.12	4.51	0.28	0.27	1.59		永久占地
2	景观绿化区	8.45	6.13	1.23	0.47	0.13	0.49		永久占地
3	边坡防护区	2.68	2.21		0.23		0.24		永久占地
4	渡槽工程区	0.02				0.02			永久占地
5	临时表土堆场区	1.85						1.85	临时占地
6	施工生产区	0.17						0.17	临时占地
合计		30.94	19.46	5.74	0.98	0.42	2.32	2.02	

（2）水土流失防治责任范围监测结果

根据监理、竣工资料以及实地监测分析可知，本项目建设中实际水土流失防治责任范围面积为 30.94hm²（309322.74m²），其中永久占地 28.92hm²，临时占地 2.02hm²。

总占地中，路基路面区占地面积为 17.77hm²，景观绿化区占地面积为 8.45hm²，边坡防护区占地面积为 2.68hm²，渡槽工程区占地面积为 0.02hm²，临时表土堆场区 1.85hm²，施工生产区 0.17hm²。实际监测水土流失防治责任范围面积详见下表。

表 1-15 实际监测水土流失防治责任范围面积

序号	分区	小计 (hm²)	占地类型及面积 (hm²)						占地性质
			梯坪地	园地	建设用地	水域及水利设施用地	交通运输用地	其它土地	
1	路基路面区	17.77	11.12	4.51	0.28	0.27	1.59		永久占地
2	景观绿化区	8.45	6.13	1.23	0.47	0.13	0.49		永久占地
3	边坡防护区	2.68	2.21		0.23		0.24		永久占地
4	渡槽工程区	0.02				0.02			永久占地
5	临时表土堆场区	1.85						1.85	临时占地
6	施工生产区	0.17						0.17	临时占地
合计		30.94	19.46	5.74	0.98	0.42	2.32	2.02	

(3) 水土流失防治责任范围变化情况

根据项目实际建设及监测情况，实际水土流失防治责任范围与《水土保持方案》及批复确定的水土流失防治责任范围面积没有发生变化。实际水土流失防治责任范围与方案确定范围对比详见下表。

表 1-16 水土流失防治责任范围面积变化情况表

序号	分区	水土流失防治责任范围 (hm²)		
		《水土保持方案》确定	监测结果	变化情况 (+、-)
1	路基路面区	17.77	17.77	不变
2	景观绿化区	8.45	8.45	不变
3	边坡防护区	2.68	2.68	不变
4	渡槽工程区	0.02	0.02	不变
5	临时表土堆场区	1.85	1.85	不变
6	施工生产区	0.17	0.17	不变
合计		30.94	30.94	不变

注：差值为实际值减去设计值，“-”号表示实际较设计有所减少。

2. 土石方情况

根据（2023 年 1 月 17 日 水利部令第 53 号发布）” 第十六条规定，开挖填筑土石方总量增加 30%以上的需要重新修改或补充水土保持方案。

（1）根据项目《水土保持方案》及批复，本项目建设过程中土石方开挖 115.532 万 m³（其中表土剥离 7.758 万 m³，土方开挖 58.460 万 m³，石方开挖 33.518 万 m³，建筑垃圾拆除 0.120 万 m³，软土换填 15.676 万 m³）；土石方回填 80.104 万 m³（其中绿化及复耕覆土 7.758 万 m³，土方回填 45.319 万 m³，石方回填 0.015 万 m³，毛石、碎石换填 27.027 万 m³）；剥离的表土 7.758 万 m³堆放在道路两侧绿化带及新增的临时表土堆场内，用于景观绿化覆土、植草护坡及复耕覆土；外购 27.027 万 m³毛石、碎石进行换填；产生的永久弃渣 62.454 万 m³，其中土方 13.156 万 m³，石方 33.503 万 m³，建筑垃圾 0.120 万 m³，软土 15.676 万 m³，运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用。实际土石方平衡及流向详见下表。

表 1-17 项目《水土保持方案》批复土石方平衡及流向表 单位：万 m³

项目施工	开挖量					回填量				调入					调出					外借		弃方				
	表土剥离	土方开挖	石方开挖	软土换填/建筑垃圾拆除	小计	覆土	土方回填	石方回填	小计	表土		一般土石方			表土		一般土石方			数量	来源	土方	石方	软土换填/建筑垃圾	数量	去向
										数量	来源	土方	石方	来源	数量	去向	土方	石方	去向							
表土剥离	7.758				7.758										7.758											
基础开挖		36.63	33.518		70.148		31.946	0.015	31.961													4.684	33.503		38.187	
建筑垃圾拆除				0.12	0.12																			0.12	0.12	
特殊路基处理				15.676	15.676			27.027	27.027											27.027	外购			15.676	15.676	
附属设施		21.83			21.83		13.358		13.358													8.472			8.472	
绿化覆土						4.067			4.067	4.067																
临时用地复耕覆土						3.691			3.691	3.691																
合计	7.758	58.46	33.518	15.796	115.532	7.758	45.304	27.042	80.104	7.758					7.758					27.027		13.156	33.503	15.796	62.454	

注：1、各种土石方均为自然方；2、开挖量+调入+外购 = 回填+调出+废弃。

（2）实际土石方情况:

通过现场监测及查阅项目施工、监理以及竣工资料，本项目建设过程中土石方开挖 115.532 万 m³（其中表土剥离 7.758 万 m³，土方开挖 58.460 万 m³，石方开挖 33.518 万 m³，建筑垃圾拆除 0.120 万 m³，软土换填 15.676 万 m³）；土石方回填 80.104 万 m³（其中绿化及复耕覆土 7.758 万 m³，土方回填 45.319 万 m³，石方回填 0.015 万 m³，毛石、碎石换填 27.027 万 m³）；剥离的表土 7.758 万 m³堆放在道路两侧绿化带及新增的临时表土堆场内，用于景观绿化覆土、植草护坡及复耕覆土；外购 27.027 万 m³毛石、碎石进行换填；产生的永久弃渣 62.454 万 m³，其中土方 13.156 万 m³，石方 33.503 万 m³，建筑垃圾 0.120 万 m³，软土 15.676 万 m³，已运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用。实际土石方平衡及流向详见下表。

表 1-18 项目监测土石方平衡及流向表 单位：万 m³

项目施工	开挖量					回填量				调入					调出					外借		弃方					
	表土剥离	土方开挖	石方开挖	软土换填/建筑垃圾拆除	小计	覆土	土方回填	石方回填	小计	表土		一般土石方			表土		一般土石方			数量	来源	土方	石方	软土换填/建筑垃圾	数量	去向	
										数量	来源	土方	石方	来源	数量	去向	土方	石方	去向								
表土剥离	7.758				7.758										7.758												运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用
基础开挖		36.63	33.518		70.148		31.946	0.015	31.961													4.684	33.503		38.187		
建筑垃圾拆除				0.12	0.12																			0.12	0.12		
特殊路基处理				15.676	15.676			27.027	27.027											27.027	外购			15.676	15.676		
附属设施		21.83			21.83		13.358		13.358													8.472			8.472		
绿化覆土						4.067			4.067	4.067																	
临时用地复耕覆土						3.691			3.691	3.691																	
合计	7.758	58.46	33.518	15.796	115.532	7.758	45.304	27.042	80.104	7.758					7.758					27.027		13.156	33.503	15.796	62.454		

注：1、各种土石方均为自然方；2、开挖量+调入+外购 = 回填+调出+废弃。

（3）土石方量对比情况:

通过对比表，本项目实际土石方量与《水土保持方案》确定的土石方量相比，开挖总量增加 115.532 万 m³，回填增加 80.104 万 m³，外购 27.027 万 m³，产生永久弃渣 62.454 万 m³，已运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用。实际建设过程中产生的土石方挖填量与方案设计的土石方量相比有所增加。土石方变化情况详见下表。

表 1-19 项目土石方量变化情况表

序号	项目分区	单位	《水土保持方案》设计				监测结果				变化情况（+、-）			
			挖方	填方	弃方	外购	挖方	填方	弃方	外购	挖方	填方	弃方	外购
1	表土剥离	m ³	7.758				7.758							
2	基础开挖	m ³	70.148	31.961	38.187		70.148	31.961	38.187					
3	建筑垃圾拆除	m ³	0.120	0.000	0.120		0.120		0.120					
4	特殊路基处理	m ³	15.676	27.027	15.676	27.027	15.676	27.027	15.676	27.027				
5	附属设施	m ³	21.830	13.358	8.472		21.830	13.358	8.472					
6	绿化覆土	m ³	0.000	4.067				4.067						
7	临时用地复耕覆土	m ³	0.000	3.691				3.691						
8	合计	m ³	115.532	80.104	62.454	27.027	115.532	80.104	62.454	27.027	0	0	0	0

注：差值为实际值减去设计值，“-”号表示实际较设计有所减少。

3. 水土保持措施变更情况分析

（1）根据（2023 年 1 月 17 日 水利部令第 53 号发布）中第十六条规定，植物措施总面积减少 30%以上的需要重新修改或补充水土保持方案。

《水土保持方案》及批复的水土保持植物措施总面积为 10.35hm²；实际实施的植物措施总面积为 10.35hm²，实际实施的植物措施面积与水土保持方案设计面积相比没有变化，不存在重大变更。

（2）根据（办水保〔2016〕65 号）中第四条规定，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需要重新修改或补充水土保持方案。

项目建设过程中实际实施的水土保持措施体系与批复的水土保持方案中确定的措施体系一致，因此项目建设过程中不存在水土保持重要单位工程措施体系发生变化和可能导致水土保持功能显著降低或丧失的情形。

4. 弃渣场变更情况分析

根据（办水保〔2016〕65 号）中第五条规定，在水土保持方案确定的弃渣场外新设弃渣场的，或者需要提高弃渣场堆渣量达到 20%以上的应当编制水土保持方案（弃渣场补充）报告书。

本项目《水土保持方案》及批复的水土保持方案没有设计弃渣场，实际建设过程中也未布设弃渣场，无变更情况。

项目实施过程中变更对照表详见下表。

表 1-20 项目实施过程中变更对照表

序号	(办水保〔2016〕65号)、(2023年1月17日 水利部令第53号发布)规定		方案设计	实际情况	变化对比	是否存在重大变更
1	第三条	水土流失防治责任范围增加30%以上的需要重新修改或补充水土保持方案	30.94hm ²	30.94hm ²	/	否
2		开挖填筑土石方总量增加30%以上的需要重新修改或补充水土保持方案	开挖填筑土石方总量 195.636 万 m ³	开挖填筑土石方总量 195.636 万 m ³	/	否
3		线型工程山区、丘陵区部分横向位移超过300米的长度累计达到该部分线路长度的20%以上的需要重新修改或补充水土保持方案	不涉及			否
4		施工道路或者伴行道路等长度增加20%以上的需要重新修改或补充水土保持方案	不涉及			否
5		桥梁改路堤或者隧道改路堑累计长度20公里以上的需要重新修改或补充水土保持方案	不涉及			否
6	第四条	表土剥离量减少30%以上的需要重新修改或补充水土保持方案	77581m ³	77581m ³	/	否
7		植物措施总面积减少30%以上的需要重新修改或补充水土保持方案	10.35hm ²	10.35hm ²	/	否
8		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需要重新修改或补充水土保持方案	水土保持措施体系未发生变化			否
9	第五条	在水土保持方案确定的弃渣场外新设弃渣场的,或者需要提高弃渣场堆渣量达到20%以上的应当编制水土保持方案(弃渣场补充)报告书	项目建设不涉及弃渣场			否

本项目实际的建设内容与《水土保持方案》设计相比：水土保持防治责任范围、挖填土石方量、表土剥离量以及植物措施总面积没有变，都在“水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》的通知(办水保〔2016〕65号)”、“水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持方案管理办法》(2023年1月17日 水利部令第53号发布)”规定范围内，不存在重大变更情况；项目建设中没有出现超越征地界限施工的情况，征占地及使用土地范围没有超过征地界限，建设区内的地表扰动区域均在用地范围内，建设过程中对周边影响控制较好。所以根据(办水保〔2016〕65号)”、“(2023年1月17日 水利部令第53号发布)”规定，无需重新修改或补充水土保持方案。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 水土保持监测意义

（1）及时协调建设和保护环境两者之间关系。将水土保持措施落实情况纳入项目建设的总体安排和年度工作计划中，及时、充分地发挥水土保持措施的功能，有效预防和减轻项目建设引发的水土流失，促进项目建设与环境保护的协调可持续发展。

（2）有效治理水土流失，保护生态环境。监测工作及时发现项目建设造成的新增水土流失，并针对产生的水土流失提出指导意见，使项目建设的水土保持符合祥云县水土保持规划的目标，减轻项目建设对周边环境破坏。

（3）改善区域环境，促进当地社会经济发展。水土保持监测使水土保持措施得以有效实施，在控制因项目建设造成的新增水土流失的同时，改善区域环境，可为社会经济的可持续发展提供保障。

1.3.2 监测实施方案执行情况

为了及时掌握项目水土保持措施实施情况、运行情况及水土流失动态防治效果，保护生态环境、保障主体工程的运行安全，需对项目水土保持防治责任范围内的水土流失情况进行监测，以便及时、准确的掌握项目建设所引起的水土流失状况以及对区域生态环境的影响程度，为水土流失防治工作提供依据，同时保证项目水土保持专项验收顺利通过。2023年10月，云南祥云经开区开发投资有限公司委托我公司（云南山川环保科技有限公司）承担楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目的水土保持监测工作。我公司成立了项目监测组，并组织水利、水土保持、植物等专业技术人员多次对项目水土流失情况进行现场监测，收集主体工程资料，了解项目现场及历史生产情况等，随后多次对项目区详细进行监测。

监测小组采用现场调查、实地观测以及走访座谈等方式，在提供基础技术资料 and 工程竣工资料基础上，获取了有关水土保持的资料和数据，同时加强与当地水土保持

主管部门联系，以便及时获取水土保持监测工作新信息。在此基础上于 2023 年 12 月完成了《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持监测总结报告》。

1.3.3 水土保持监测项目部组成及人员配备

为保障监测工作高质量、高效率完成，我公司组织一支专业知识强、业务水平熟练、监测经验丰富的水土保持监测队伍，成立楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持监测小组，组织技术人员对项目区现场进行查勘和调查，针对项目实际情况，落实各项水土保持监测工作，分工详细。根据本项目的实际情况和公司的业务能力，对本项目进行统筹管理安排，项目总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和技术把关。

依据《水土保持方案》及批复、现场勘查监测情况，将本项目划分为路基路面区，景观绿化区，边坡防护区，渡槽工程区，临时表土堆场区，施工生产区等监测分区，对现场进行水土保持监测。根据项目规模和类型以及水土保持监测的相关要求，在每次外业监测时，保证每次至少有 3 人参与监测工作，并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。监测组员配备和分工详见下表。

表 1-21 水土保持监测项目部人员配置表

分组	人员	职务	工作内容
领导小组	1	监测负责人	项目负责人所需提交监测成果的批准，项目管理，监测技术指导
技术小组	2	监测员	工作进度安排，工程测量，水土流失影响因子监测
	3	监测员	主要负责野外观测，监测项目数据收集、分析、记录
	1	监测员	主要负责数据整编和结果分析，图像编辑、报告编写

1.3.5 监测点布设

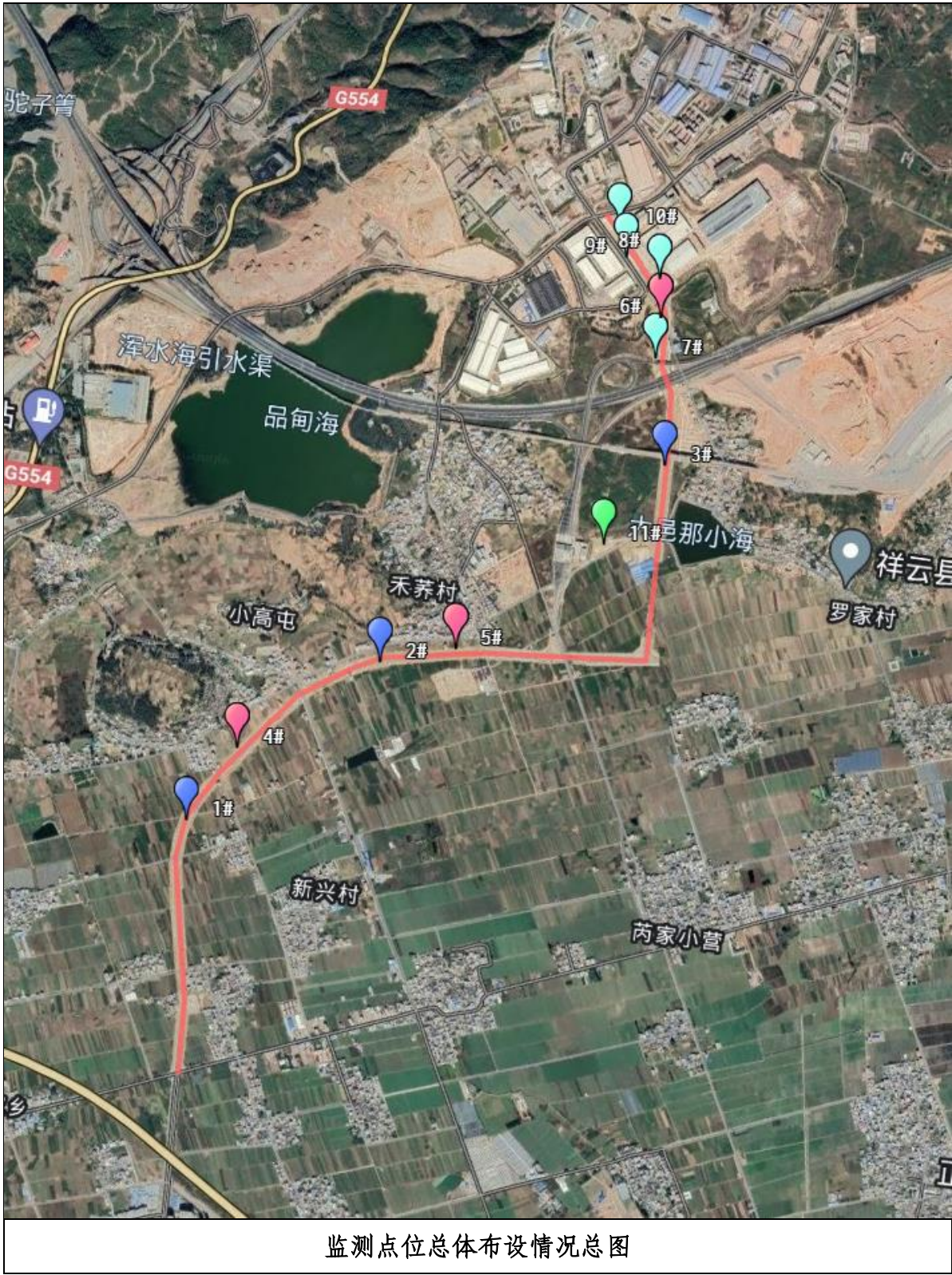
根据《水土保持方案》及其批复，并结合项目实际调查监测情况，我公司监测组在本项目监测时段内，共计布设了 11 个监测点，兼顾调查及巡查。主要以每个分区独立成点的方式，对项目土石方平衡情况、扰动土地面积、水土流失状况以及水土保持措施防治效果等开展监测调查工作。

施工期监测点分别布设于项目的 4 个监测分区内，其中路基工程监测区 3 个、景观绿化监测区 3 个、边坡防护监测区 4 个、临时表土堆场监测区 1 个。水土保持监测点布设位置详见下表和图。

表 1-13 水土保持监测点布设情况一览表

监测分区	监测重点地段或对象	监测点位	监测点编号	监测点经纬度	监测时段	监测点类型	监测内容	监测方法	方法类型	主要监测设备	监测点现状	监测频次	监测说明	监测点布设时间
路基工程区	K0+000~K2+000	K1+000	1#监测点	25°30'19.02"N， 100°33'53.79"E	全部时段	调查型	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	GPS、相机、皮尺、卷尺等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害及土流失防治效果	施工期
	K2+000~K4+000	K3+000	2#监测点	25°30'42.93"N， 100°34'19.44"E	全部时段	调查型	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	GPS、相机、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	植被样方监测	施工期
	K4+500~K5+068.45	K4+400	3#监测点	25°31'25.73"N， 100°34'54.59"E	全部时段	调查、巡查	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	GPS、相机、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害及土流失防治效果	施工期
景观绿化区	左侧绿化区域	K1+640	4#监测点	25°30'10.08"N， 100°33'58.79"E	全部时段	调查、巡查	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	相机、胸径尺、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害、土流失防治效果及植被样方监测	整个监测时段
	左侧绿化区域	K2+400	5#监测点	25°30'35.25"N， 100°33'82.79"E	全部时段	调查、巡查	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	相机、胸径尺、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害、土流失防治效果及植被样方监测	整个监测时段
	左侧绿化区域	K4+580	6#监测点	25°31'25.73"N， 100°34'54.59"E	全部时段	调查、巡查	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	相机、胸径尺、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害、土流失防治效果及植被样方监测	整个监测时段
边坡防护区	左侧边坡	K4+400	7#监测点	25°31'25.73"N， 100°34'54.59"E	全部时段	调查、巡查	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	相机、胸径尺、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害及土流失防治效果	整个监测时段
	右侧边坡	K4+650	8#监测点	25°31'37.73"N， 100°34'53.12"E	全部时段	调查、巡查	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	相机、胸径尺、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害及土流失防治效果	整个监测时段
	左侧边坡	K4+900	9#监测点	25°31'40.23"N， 100°34'54.12"E	全部时段	调查、巡查	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	相机、胸径尺、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害及土流失防治效果	整个监测时段
	左侧边坡	K5+020	10#监测点	25°31'42.53"N， 100°34'46.71"E	全部时段	调查、巡查	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	相机、胸径尺、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害及土流失防治效果	整个监测时段
临时表土堆场区	临时堆土场	K3+500	11#监测点	25°31'2.10"N， 100°34'49.02"E	全部时段	调查、巡查	扰动土地情况及水土保持措施	调查监测	现场调查	相机、测绳等	施工扰动	每季度监测一次	监测水土流失危害、土流失防治效果及植被样方监测	整个监测时段

图 1-6 监测点具体位置图





编号	1#
布置部位	K1+000
地理坐标	25°30'19.02"N, 100°33'53.79"E



编号	2#
布置部位	K3+000
地理坐标	25°30'42.93"N, 100°34'19.44"E



编号	3#
布置部位	K4+400
地理坐标	25°31'25.73"N, 100°34'54.59"E



编号	4#
布置部位	K1+640
地理坐标	25°30'10.08"N, 100°33'58.79"E



编号	5#
布置部位	K2+400
地理坐标	25°30'35.25"N, 100°33'82.79"E



编号	6#
布置部位	K4+580
地理坐标	25°31'25.73"N, 100°34'54.59"E



编号	7#
布置部位	K4+400
地理坐标	25°31'25.73"N, 100°34'54.59"E



编号	8#
布置部位	K4+650
地理坐标	25°31'37.73"N, 100°34'53.12"E



编号	9#
布置部位	K4+900
地理坐标	25°31'40.23"N，100°34'54.12"E



编号	10#
布置部位	K5+020
地理坐标	25°31'42.53"N，100°34'46.71"E



编号	11#
布置部位	K3+500
地理坐标	25°31'2.10"N，100°34'49.02"E

1.3.6 监测设备

本项目监测设施设备使用情况详见下表。

表 1-22 土保持监测使用设备表

序号	设施和设备	规格型号	单位	数量	备注
一	设施				
1	水土保持措施防治效果调查样方	根据措施类型而定	个	2	用于观测水土保持措施实施及运行情况
二	设备				
1	无人机	大疆 INSPIREpro	台	1	项目全景监测
2	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
3	测高仪		台	1	
4	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
5	皮尺、卷尺		套	1	测量植物生长状况
6	数码照相机	佳能	台	2	用于监测现场的图片记录

序号	设施和设备	规格型号	单位	数量	备注
7	数码摄像机	佳能	台	1	用于监测现场的影像记录
8	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
9	辅材及配套设备				各种设备安装辅助材料

1.3.7 监测技术方法

根据水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的通知（办水保〔2015〕139号）及技术标准的规定要求，并结合本项目的实际情况，为保证监测数据的科学性和准确性，提高监测工作效率，确定楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目主要采用调查监测和巡查相结合的方式进行现场水土保持监测，调查方法为实地量测、地面观测以及资料分析。

本项目水土保持监测工作流程：接收任务→资料收集→前期调查→内业整理→编制监测工作计划→实地监测→提交监测意见→复核监测意见落实情况→提交监测总报告→配合水土保持措施专项验收。

1.调查监测

（1）实地测量

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、标杆以及尺子等工具，测定不同分区的地表扰动不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征及水土保持措施（截排水工程、土地整治工程、边坡防护工程以及绿化工程等）实施情况。

（2）侵蚀模数法

通过本项目现场调查，结合已实施的水土保持措施，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）资料分析

通过项目建设、施工、监理、水土保持方案以及当地有关资料的收集分析，弥补本项目由于监测委托滞后造成的施工期水土保持监测数据空白。主要分析项目区扰动前自然概况、气象数据、施工期临时防护措施实施数量和时段、部分工程措施施工质量、建设单位水土保持制度等与水土保持相关的内容。

（4）遥感卫星影像监测技术

遥感卫星影像监测技术具有工作高效、调查全面、数据准确的优势，能适应水土保持监测信息化发展的要求。通过收集遥感卫星历史影像数据，提取各区域植被覆盖和土地的利用类型，量测项目实际扰动面积。

2.巡查监测

巡查主要是针对楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其是因项目建设对周边造成的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

1.3.8 监测阶段成果提交情况

本项目于2021年10月开工建设，2023年7月完工。2023年10月，建设单位云南祥云经开区开发投资有限公司委托我公司（云南山川环保科技有限公司）承担楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目的水土保持监测工作。

我公司按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139号）及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB 51240-2018）等有关技术规范对项目进行调查监测。

根据项目施工进度，结合现场建设实际情况，监测组经仔细研究分析，决定将本工程水土保持监测思路定为：“详查现状、认真核实、尽量弥补以及客观评价”，即：通过对现状情况的详细监测和调查来反映项目水土流失防治效果及六项指标完成情况；通过对项目竣工资料水土保持有关内容的认真核实来复核水保措施落实情况；通

通过分析资料、查阅施工过程图片、走访询问附近企业居民、根据实测数据进行估算分析等方式，尽量弥补工程建设过程中所缺失的水土流失状况；通过对各项数据、资料的整理分析，结合现场实测监测结果，对项目水土保持治理效果做出客观真实评价。楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目最终取得调查监测提交水行政主管部门的成果有：7 份水土保持监测季报、2 份监测年度报告以及监测总结报告。调查监测成果详见下表。

表 1-23 调查监测成果表

序号	成果内容	数量（份）	备注
1	《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持监测季报》	7	2021 年第 4 季度，第 1 期 2022 年第 1 季度，第 2 期 2022 年第 2 季度，第 3 期 2022 年第 3 季度，第 4 期 2022 年第 4 季度，第 5 期 2023 年第 1 季度，第 6 期 2023 年第 2 季度，第 7 期
2	《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持监测年度报告》	2	2021 年年度报告 2022 年年度报告
3	《楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目水土保持监测总结报告》	1	/

1.3.9 监督检查意见落实情况

建设单位在建设过程中自觉接受上级主管部门的管理、水行政主管部门的监督以及当地群众的监督。建设单位云南祥云经开区开发投资有限公司在建设过程中自觉接受上级主管部门的管理、水行政主管部门的监督以及当地群众的监督。2022 年 09 月 20 日，大理白族自治州祥云县水务局到现场进行检查、指导工作，对该项目下发了《责令限期改正通知书》“祥水保责〔2022〕35 号”，并对项目环境保护及水土保持工作提出许多宝贵的意见及建议，对项目的建设及运行起到积极的促进作用；同时，建设单位主动与当地政府及水行政主管部门联系，听取水土保持工作指导，自觉接受水行政主管部门的监督检查。（详见附件）

1.3.10 重大水土流失危害事件处理情况

根据施工、监理等资料，同时走访周边企业以及居民，楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目施工过程中未发生重大水土流失危害事件。

2. 监测内容与方法

2.1 扰动土地情况

2.1.1 监测内容

扰动土地情况的监测内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。本阶段监测主要针对项目区原地貌土地利用情况、植被覆盖度、扰动土地、防治责任范围等方面进行监测，该时段主要采用调查监测（调查监测主要是通过收集资料或者定期采取全线路调查的方式，通过现场实地勘测，结合调查仪器设施，按标段测定不同工程和标段的地表扰动类型进行面积和体积调查、植被和土壤调查）。

（1）原地貌情况调查监测

项目区原地形、地貌和水系分布情况通过收集地形资料和项目竣工资料分析获得；因项目建设而引起的地形、地貌和水系变化情况通过实地调查获得。

地形、地貌监测包括地貌类型区、小地形和地面坡度组成三个方面。外业监测时，根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中规定的方法地貌类型划分标准进行判别归类；小地形监测则应确定每一地块的地貌部位和坡地特征，坡地特征包括坡位、阶地、坡向、坡度等。项目区地形坡度调查按五级划分：小于 5° 、 $5 \sim 15^{\circ}$ 、 $15 \sim 25^{\circ}$ 、 $25 \sim 35^{\circ}$ 和大于 35° 。监测时，查清项目区地形坡度，分级归类，然后统计出各级坡度所占面积的数量和百分比，以此分析地形坡度对水土流失的影响，评价防治措施配置。

（2）扰动土地面积调查监测

利用项目施工监理资料及竣工资料，结合实地调查获得。线型区域面积测量，按长度进行等分，测量其两端断面宽度，取其平均值，再乘以其等分长度即得该段区间面积，依此类推丈量整个监测区域的面积；对于面型区域，则采用 GPS 和施工竣工资料进行获取。

（3）植被状况调查监测

植被状况监测主要是调查项目区林草覆盖度。采取实地调查或典型地段观测，查清项目区天然林草和人工林草的盖度，主要指标包括林草植被的分布、面积、种类、群落、生长情况和演变等。根据调查、观测数据，计算林地的郁闭度、草地的盖度、林草植被覆盖度和多度等指标，分析说明群落生态特征、立地条件总特征、演替与发

展趋势，以及其水土保持功能等。

（4）水土流失防治责任范围面积动态监测

水土流失防治责任范围为项目建设过程中实际发生的防治责任范围面积，即为项目建设区面积分为：永久性占地、临时性占地、扰动地表面积。

①永久性占地：永久性占地是指项目建设征地红线范围内、由项目建设单位负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。永久性占地面积由国土部门按权限批准。水土保持监测是对红线范围地区进行认真复核，监测项目建设及生产有无超范围开发的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况。

②临时性占地：临时性占地是指因主体工程开发需要、临时占用的部分土地，土地管辖权仍属于原单位（或个人），建设单位无土地管辖权。水土保持监测是复核临时性土地利用类型、面积以及有否超范围使用。

③扰动地表面积：扰动土地面积是指开发建设项目在建设过程中扰动土地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，均属于扰动土地行为。水土保持监测内容为认真复核扰动土地面积。

2.1.2 监测方法和频次

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中规定的开发建设项目水土流失监测，宜采用地面观测法和调查监测法，并参照《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水利部，水保〔2009〕187号）、水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）及水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的通知（办水保〔2015〕139号）等技术标准，结合本项目监测内容及指标，确定本项目水土保持监测方法主要以调查监测、资料收集、地面量测、遥感监测以及资料分析为主。总调查以及监测频次为4次。

2.1.3 实际监测情况

根据竣工资料和《水土保持方案》及批复，并结合现场监测情况，本项目总占地面积为 30.94hm^2 （ 309322.74m^2 ），其中永久占地 28.92hm^2 ，临时占地 2.02hm^2 。

按分区统计：路基路面区占地面积为 17.77hm²，景观绿化区占地面积为 8.45hm²，边坡防护区占地面积为 2.68hm²，渡槽工程区占地面积为 0.02hm²，临时表土堆场区 1.85hm²，施工生产区 0.17hm²。

按占地类型划分：项目占用梯坪地 19.46hm²，园地 5.74hm²，建设用地 0.98hm²，水域及水利设施用地 0.42hm²，交通运输用地 2.32hm²，其它土地（原堆放垃圾的场地）2.02hm²。项目建设过程中实际占地详见下表。

表 2-1 项目实际占地面积监测结果表

序号	分区	小计 (hm ²)	占地类型及面积 (hm ²)						占地性质
			梯坪地	园地	建设用地	水域及水利设施用地	交通运输用地	其它土地	
1	路基路面区	17.77	11.12	4.51	0.28	0.27	1.59		永久占地
2	景观绿化区	8.45	6.13	1.23	0.47	0.13	0.49		永久占地
3	边坡防护区	2.68	2.21		0.23		0.24		永久占地
4	渡槽工程区	0.02				0.02			永久占地
5	临时表土堆场区	1.85						1.85	临时占地
6	施工生产区	0.17						0.17	临时占地
合计		30.94	19.46	5.74	0.98	0.42	2.32	2.02	

2.2 取土（石、料）、弃土（石、渣）

2.2.1 监测内容

取土（料）、弃土监测方法主要是调查取料、弃土的位置，初步量测占地面积、堆置面积和方量、土方流向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。

2.2.2 监测方法及频次

取土（料）、弃土监测采取实地量测、资料分析的方法，结合施工资料等情况分析，实地核实其取土（料）来源、弃土去向及发生的数量。

2.2.3 实际监测情况

根据建设单位提供的项目竣工资料及现场调查监测，项目实际建设过程中没有自行设置取土（石、料）场及弃土（石、渣）场，项目施工期间共产生的永久弃渣 62.454，运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用，无须对取土（石、料）、弃土（石、渣）场进行监测。

2.3 水土保持措施

2.3.1 监测内容

1.对水土保持措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量、防治措施实施时间、实施位置、措施尺寸及断面结构、数量等进行调查及统计分析。

2.对项目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项目的全部区域开展的，监测项目建设实际情况是否按照批复的《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是针对整个项目区开展的。

4.试运行期还需做好以下三点的监测工作：

①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 & 植被覆盖率。

②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、提高渣土保护率、改善生态环境的作用等。

③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。

2.3.2 监测方法及频次

工程措施、临时措施的相关数据均采用资料收集等方法从设计、建设以及施工单位资料获取并实行实地核查。植被监测主要是选取有代表性的植被样方，分别取样方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时开展监测工作，针对整个项目的全部区域进行监测。监测频次 4 次。

2.4 水土流失情况

2.4.1 监测内容

水土流失情况监测包括土壤流失面积、土壤流失量、取土（石）弃土（石）潜在土壤流失量和水土流失危害等内容。

（1）水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式。根据项目在地区实际情况，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀。

（2）水土流失面积监测

除了微度侵蚀外，其他强度的侵蚀面积都统计为水土流失面积，监测项目建设过程中水土流失面积的动态变化情况。

（3）水土流失危害监测

监测水土流失是否影响项目区周边河流、道路、农田等，是否对周边环境产生影响，造成水系淤积、堵塞等严重危害。除上述几类危害外，监测项目建设是否还造成了其他的水土流失危害。水土流失危害监测是针对整个项目的全部区域开展的，侧重于对《水土保持方案》中设计的直接影响区进行监测，并核实有无对周边造成危害和影响。

（4）土壤流失量动态监测

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、社会经济因子等水土流失因子进行调查。对土壤侵蚀强度、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进行跟踪监测。

（5）突发性重大水土流失事件监测

若在监测过程中发现重大水土流失事件应及时进行整改，并将其上报水土保持监测管理机构，以方便管理机构进行调查和检查，重大水土流失事件还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。根据项目实际建设情况，对整个项目的全部区域建设过程中未发生的重大水土流失事件进行监测。

（6）建设单位水土保持工作管理情况

建设单位成立了水土保持工作小组，对水土保持措施施工过程中的质量、进度、投资进行全面管理，监理单位对项目存在的水土流失问题及时与建设单位沟通，并由项目业主对施工单位下达整改通知，要求施工单位对项目业主说明整改情况，要求施工单位定期上报水土保持措施实施数量并汇总水土保持措施资料；按合同约定拨付水土保持措施进度款。

2.4.2 监测方法及频次

水土流失状况的监测方法主要有调查监测、实地监测以及资料分析等。

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。

实地监测主要是在项目施工建设过程中，由于工作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。

资料分析监测是对项目建设、施工以及监理单位在项目建设过程中的记录资料进行分析整理得出施工及自然恢复期的水土流失数据。

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

1. 《水土保持方案》及批复确定的防治责任范围

根据《水土保持方案》及批复，项目水土流失防治责任范围面积 30.94hm^2 (309322.74m^2) hm^2 ，其中永久占地 28.92hm^2 ，临时占地 2.02hm^2 。水土保持方案批复确定的水土流失防治责任范围面积详见下表。

表 3-1 《水土保持方案》确定的水土流失防治责任范围面积

序号	分区	单位	水土流失防治责任范围面积	备注
1	路基路面区	hm^2	17.77	永久占地
2	景观绿化区	hm^2	8.45	永久占地
3	边坡防护区	hm^2	2.68	永久占地
4	渡槽工程区	hm^2	0.02	永久占地
5	临时表土堆场区	hm^2	1.85	临时占地
6	施工生产区	hm^2	0.17	临时占地
7	防治责任范围总面积	hm^2	30.94	/

2. 防治责任范围调查监测结果

楚雄至大理高速公路扩容工程祥云连接线（财富路北延线）建设项目实际水土流失防治责任范围面积 30.94hm^2 (309322.74m^2) hm^2 ，其中永久占地 28.92hm^2 ，临时占地 2.02hm^2 。确定的水土流失防治责任范围面积详见下表。

表 3-2 实际调查监测的水土流失防治责任范围面积

序号	分区	单位	水土流失防治责任范围面积	备注
1	路基路面区	hm^2	17.77	永久占地
2	景观绿化区	hm^2	8.45	永久占地
3	边坡防护区	hm^2	2.68	永久占地
4	渡槽工程区	hm^2	0.02	永久占地
5	临时表土堆场区	hm^2	1.85	临时占地
6	施工生产区	hm^2	0.17	临时占地
7	防治责任范围总面积	hm^2	30.94	/

3. 防治责任范围变化情况

根据项目的实际建设及监测情况，防治责任范围与批复的《水土保持方案》确定的面积、项目组成以及分区都无变化。防治责任范围详见下表。

表 3-3 水土流失防治责任范围面积变化情况表

防治分区		水土流失防治责任范围 (hm ²)		
		《水土保持方案》确定	监测结果	变化情况 (+、-)
项目建设区	路基路面区	17.77	17.77	0
	景观绿化区	8.45	8.45	0
	边坡防护区	2.68	2.68	0
	渡槽工程区	0.02	0.02	0
	临时表土堆场区	1.85	1.85	0
	施工生产区	0.17	0.17	0
合计		30.94	30.94	0

注：差值为实际值减去设计值，“-”号表示实际较设计有所减少。

3.1.2 建设期扰动土地面积

1. 《水保方案》确定的扰动土地面积

根据《水保方案》及批复，扰动地表面积 30.94hm²。扰动土地面积详见下表。

表 3-4 《水保方案》确定的扰动土地面积汇总表

序号	分区	单位	水土流失防治责任范围面积	备注
1	路基路面区	hm ²	17.77	永久占地
2	景观绿化区	hm ²	8.45	永久占地
3	边坡防护区	hm ²	2.68	永久占地
4	渡槽工程区	hm ²	0.02	永久占地
5	临时表土堆场区	hm ²	1.85	临时占地
6	施工生产区	hm ²	0.17	临时占地
7	防治责任范围总面积	hm ²	30.94	/

2. 监测确定的扰动土地面积

根据项目实际监测情况，对项目扰动土地进行分析，并利用 GPS、测距仪、皮尺等量测工具，结合卫星历史影像、工程施工及平面布置图等资料，确定本项目扰动土地面积为 30.94hm²，其中路基路面区占地面积为 17.77hm²，景观绿化区占地面积为 8.45hm²，边坡防护区占地面积为 2.68hm²，渡槽工程区占地面积为 0.02hm²，临时表土堆场区 1.85hm²，施工生产区 0.17hm²。扰动土地类型为其它土地。实际扰动土地面积监测结果详见下表。

表 3-5 项目实际扰动土地面积监测结果表

序号	分区	单位	水土流失防治责任范围面积	备注
1	路基路面区	hm ²	17.77	永久占地
2	景观绿化区	hm ²	8.45	永久占地
3	边坡防护区	hm ²	2.68	永久占地
4	渡槽工程区	hm ²	0.02	永久占地
5	临时表土堆场区	hm ²	1.85	临时占地
6	施工生产区	hm ²	0.17	临时占地
7	防治责任范围总面积	hm ²	30.94	/

3.土地扰动变化情况

经监测组统计，本项目建设过程中实际发生的扰动土地面积为 30.94hm²，与批复的水土保持方案一致。《水保方案》与实际扰动土地面积详见下表。

表 3-6 《水保方案》与实际扰动土地面积对比表

序号	分区	扰动土地面积（hm ² ）		增减情况（+、-）
		方案值	实际值	
1	路基路面区	17.77	17.77	0
2	景观绿化区	8.45	8.45	0
3	边坡防护区	2.68	2.68	0
4	渡槽工程区	0.02	0.02	0
5	临时表土堆场区	1.85	1.85	0
6	施工生产区	0.17	0.17	0
合计		30.94	30.94	0

注：差值为实际值减去设计值，“-”号表示实际较设计有所减少。

3.2 取土（石、料）监测结果

3.2.1 设计取土（石、料）情况

1.表土收集

根据《水土保持方案》及批复，由于本项目绿化覆土来源于项目建设前期表土收集，总量为 7.758 万 m³，收集的表土数量较少堆放在项目区路基路面两侧及临时表土堆场内。

2.砂石料

根据《水土保持方案》及批复，项目建设所需要的主要建筑材料，如砂子、石材和木材等应就近在具体合法手续采场进行采购或外购，项目建筑所用钢材、水泥都可

在附近购买，经外部公路直接运入施工场地。未专门设计取土（石、砂）场。

3.2.2 取土（石、料）场位置及占地面积监测结果

根据调查监测结果，本项目建设过程中未新增取土（石、料）场。

3.2.3 取土（石、料）量监测结果

1.表土

根据实际监测，本项目实际建设时绿化覆土来源于项目建设前期表土收集，总量为 7.758 万 m^3 。收集的表土堆放在项目区路基路面两侧及临时表土堆场内。

2.砂石料

根据实际调查监测，本项目实际建设所需要的主要建筑材料，如砂子、石材和木材等应就近在具体合法手续采场进行采购或外购，建筑所用钢材、水泥都可在附近购买，经外部公路直接运入施工场地。实际监测未专门设置取土（石、砂）场。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃土（石、渣）情况

根据《水土保持方案》及其批复文件，项目施工期间共产生的永久弃渣 62.454 万 m^3 ，其中土方 13.156 万 m^3 ，石方 33.503 万 m^3 ，建筑垃圾 0.120 万 m^3 ，软土 15.676 万 m^3 ，运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用。本项目不设置弃渣场。

3.3.2 弃土（石、渣）场位置及占地面积监测结果

根据监测结果，项目施工期间共产生的永久弃渣 62.454 万 m^3 ，其中土方 13.156 万 m^3 ，石方 33.503 万 m^3 ，建筑垃圾 0.120 万 m^3 ，软土 15.676 万 m^3 ，运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用，未新增弃土（石、渣）场。

3.3.3 弃土（石、渣）量监测结果

根据实际监测情况，项目施工期间共产生的永久弃渣 62.454 万 m^3 ，其中土方 13.156 万 m^3 ，石方 33.503 万 m^3 ，建筑垃圾 0.120 万 m^3 ，软土 15.676 万 m^3 ，运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用，本项目不设置弃渣场。

本项目实际土石方量与《水土保持方案》确定的土石方量相比，开挖总量增加 115.532 万 m^3 ，回填增加 80.104 万 m^3 ，产生永久弃渣 62.454 万 m^3 ，已运至祥云县

大地页岩砖厂建设项目进行综合利用。实际建设过程中产生的土石方挖填量与方案设计的土石方量相比未发生变化。土石方变化情况详见下表。

表 3-7 土石方情况监测表

序号	项目施工	单位	《水土保持方案》设计			监测结果			增减情况(+、-)		
			挖方	填方	弃方	挖方	填方	弃方	挖方	填方	弃方
1	表土剥离	万 m ³	7.758			7.758			0	0	0
2	基础开挖	万 m ³	70.148	31.961	38.187	70.148	31.961	38.187	0	0	0
3	建筑垃圾拆除	万 m ³	0.12		0.12	0.12		0.12	0	0	0
4	特殊路基处理	万 m ³	15.676	27.027	15.676	15.676	27.027	15.676	0	0	0
5	附属设施	万 m ³	21.83	13.358	8.472	21.83	13.358	8.472	0	0	0
6	绿化覆土	万 m ³		4.067			4.067		0	0	0
7	临时用地复耕覆土	万 m ³		3.691			3.691		0	0	0
合计		万 m ³	115.532	80.104	62.454	115.532	80.104	62.454	0	0	0

注：外购 27.027 万 m³ 毛石、碎石进行换填。

注：差值为实际值减去设计值，“-”号表示实际较设计有所减少。

3.4 其他重点部位监测结果

经汇总调查监测数据，结合建设单位、施工单位及监理单位统计的资料进行对比分析，本工程在建设过程中进行建设扰动产生的土石方已及时进行回填，产生的多余土石方已运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用，建设期间通过各项工程措施、植物措施及临时措施的实施，有效控制了建设期间产生的水土流失，工程建设造成的水土流失影响不大，未对周边造成不利影响；项目区现基本不会产生水土流失；运行过程中应加强日常巡查工作，确保各项设施的功能正常发挥。

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现场调查及收集竣工资料的方法。通过现场实地调查监测，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，最终统计出实际的水土保持工程措施量。

4.1.2 工程措施设计情况

根据《水土保持方案》及批复，本项目水土保持工程措施：表土剥离 77581m³，雨水工程 12604m，路面排水 11691.38m，人行道透水铺装 35950.93m²，坡面排水工程 3388.25m，土地复耕 2.02hm²。项目区内水土保持工程措施详见下表。

表 4-1 水土保持方案确定工程措施设计工程量

序号	项目分区	措施名称	单位	数量	备注
1	路基路面区	表土剥离	m ³	46361	主体设计
2		雨水工程（混凝土管铺设）	m	12604	主体设计
3		路面排水（排水沟）	m	11691.38	主体设计
4		人行道透水铺装	m ²	35950.93	主体设计
5	景观绿化区	表土剥离	m ³	23485	主体设计
6	边坡防护区	表土剥离	m ³	7735	主体设计
7	临时表土堆场区	复耕	hm ²	1.85	主体设计
8	施工生产区	复耕	hm ²	0.17	主体设计

4.1.3 工程措施实施情况

根据施工、监理资料以及现场调查监测，项目区实际建设过程实施水土保持工程措施如下：

（1）表土收集

建设单位为了充分利用土地资源，考虑对项目区能收集的表土进行了收集用于后期绿化覆土；在项目施工前共收集表土 77581m³，剥离的表土就近堆放在道路两侧绿

化带及新增的临时表土堆场内，现已全部用于景观绿化覆土、植草护坡及复耕覆土。

（2）雨水管网工程

本项目按照双向六车道的标准断面布置，该路段道路下需新建一根 DN300~DN1350 雨水管道，收集道路范围内雨水后，就近排入附近沟道，雨水管采用双侧布置。雨水管和雨水口连接管采用 II 级钢筋混凝土管，对部分管顶覆土大于 3m 的管段采用 III 级钢筋混凝土管。混凝土管铺设 12604m。

（3）人行道透水铺装

人行道采用透水砖以及透水混凝土进行铺装。经统计，人行道透水砖面积共计 35950.93m²。

（4）排水沟工程

本项目在道路两侧修建了现浇混凝土矩形排水沟（0.6×0.9m）478.50m，L 型现浇 C20 混凝土边沟（1.0×1.3m）3530.88m，现浇混凝土排水沟（1.2×1.2m）7682m。共计 11691.38m。

（5）复耕

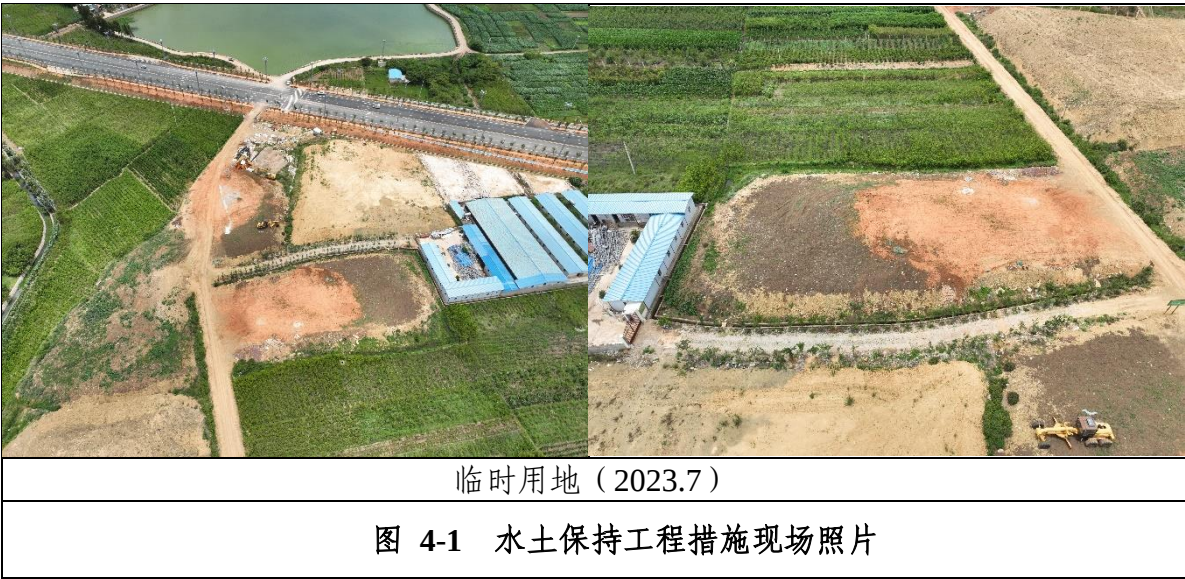
施工结束拆除临时建筑物以及清理堆土地表土，覆土后进行复耕。经统计，施工生产区覆土厚度为 2.0m，地平整面积 2.02hm²。

实际实施的水土保持工程措施详见下表及下图。

表 4-2 水土保持工程措施实施工程量

序号	项目分区	措施名称	单位	数量	备注
1	路基路面区	表土剥离	m ³	46361	
2		雨水工程（混凝土管铺设）	m	12604	DN300~DN1350
3		路面排水（排水沟）	m	11691.38	透水砖及透水混凝土
4		人行道透水铺装	m ²	35950.93	
5	景观绿化区	表土剥离	m ³	23485	
6	边坡防护区	表土剥离	m ³	7735	
7	临时表土堆场区	复耕	hm ²	1.85	
8	施工生产区	复耕	hm ²	0.17	

	
项目区路边堆存剥离表土（2022.9）	表土堆场堆存剥离表土（2023.3）
	
混凝土管铺设（2022.9）	混凝土管铺设（2023.7）
	
排水沟（2022.9）	排水沟（2023.7）
	
透水铺装（2023.7）	透水铺装（2023.10）



4.1.4 工程措施监测结果

根据《水土保持方案》及批复文件，本项目设计的水土保持工程措施：表土剥离 77581m³，雨水工程 12604m，路面排水 11691.38m，人行道透水铺装 35950.93m²，坡面排水工程 3388.25m，土地复耕 2.02hm²；根据施工资料、竣工资料及现场调查监测，项目区实际建设过程实施水土保持工程措施：表土剥离 77581m³，雨水工程 12604m，路面排水 11691.38m，人行道透水铺装 35950.93m²，坡面排水工程 3388.25m，土地复耕 2.02hm²；水土保持工程措施量对比详见下表。

表 4-3 水土保持工程措施量对比分析表

分区	措施名称	单位	《水土保持方案》	实际完成量	变化（增为‘+’ 减为‘-’）
路基路面区	表土剥离	m ³	46361	46361	0
	雨水工程（混凝土管铺设）	m	12604	12604	0
	路面排水（排水沟）	m	11691.38	11691.38	0
	人行道透水铺装	m ²	35950.93	35950.93	0
景观绿化区	表土剥离	m ³	23485	23485	0
边坡防护区	表土剥离	m ³	7735	7735	0
临时表土堆场区	复耕	hm ²	1.85	1.85	0
施工生产区	复耕	hm ²	0.17	0.17	0

注：差值为实际值减去设计值，“-”号表示实际较设计有所减少。

通过对比分析，本项目实际实施的水土保持工程措施与《水保方案》及批复相比

未发生变化；原因：《水保方案》编制时本项目主体工程已经几乎完工，方案在编制水土保持工程措施时就是按照实际施工量来统计编写。项目区实施水土保持工程措施增加了项目区的排水疏水能力，有效减少区内积水，也减轻了因建设及生产过程造成的水土流失，并有效避免了项目建设对周边造成水土流失危害影响。

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植被样方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、测距仪以及数码相机等工具，测定措施量及规格尺寸等数据。再结合施工单位竣工数据资料，最终统计出实际实施的水土保持植物措施量。

植物措施监测一般采用植被样方调查方法：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 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 、灌木林 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 、草地 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 。分别取标准地进行观测植被生长发育状况，主要监测指标测量方法如下：

（1）林木生长情况

①树高：采用卷尺或测高仪进行测定。②胸径：采用胸径尺进行测定。

（2）存活率和保存率

根据本工程实际情况，造林成活率在随机设置的 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 的三个重复样方内，于后期查看前期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%。

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，并计算合格样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

（3）林草覆盖度监测

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

4.2.2 植物措施设计情况

根据《水土保持方案》及批复，水土保持植物措施：园林景观绿化 8.45hm²，边坡植草 1.90hm²。植物措施工程量详见下表。

表 4-4 水土保持方案确定植物措施工程量

序号	项目分区	措施类型	单位	数量	备注
1	景观绿化区	景观绿化	hm ²	8.45	主体设计
2	边坡防护区	边坡植草	hm ²	1.90	主体设计

4.2.3 植物措施实施情况

根据施工、监理资料以及现场调查监测，项目区实际建设过程实施水土保持植物措施：

（1）边坡植草

建设单位在边坡防护区框格梁内实际实施植草进行护坡，共计 1.90hm²。

（2）景观绿化

本项目建设单位实际实施路面宽度为 36~50m，设有人行道外侧 7m 或 6.5m 绿化带，人行道与车行道之间 1.5m 绿化带。景观绿化区面积共计 8.45hm²。

种植方式采取小乔木、灌木以及草本植物混合种植，形成有高低层次的景观效果，植物种类均选用对当地土壤、气候适应性强，当地常见物种，种植的树种有：红枫、广玉兰、香樟、云南樱花、红花羊蹄甲、冬樱花、复羽叶栎树、蓝花楹、紫薇、四季桂、球花石楠、银杏、滇朴、美洲合欢、梅花、黄连木、水杉、木槿、三角梅、红花檵木、紫玉兰、金叶女贞、黄冠菊、红叶石楠球、火把果以及黑麦草等景观植被。

表 4-5 植物措施实施工程量表

项目分区	措施类型	单位	数量	备注
景观绿化区	景观绿化	hm ²	8.45	主体设计
边坡防护区	边坡植草	hm ²	1.90	主体设计



4.2.4 植物措施监测结果

根据《水土保持方案》及其批复文件，本项目设计的水土保持植物措施主要为：园林景观绿化 8.45hm²，边坡植草 1.90hm²；根据项目施工、竣工等资料及现场监测情况，项目实施水土保持植物措施：园林景观绿化 8.45hm²，边坡植草 1.90hm²。水土保持植物措施工程量对比详见下表。

表 4-5 水土保持植物措施量对比分析表

分区	措施名称	单位	《水保方案》	实际完成量	变化（增为‘+’ 减为‘-’）
景观绿化区	景观绿化	hm ²	8.45	8.45	0
边坡防护区	边坡植草	hm ²	1.90	1.90	0

注：差值为实际值减去设计值，“-”号表示实际较设计有所减少。

通过对比分析，本项目施工过程中建设单位实际建设的植物措施面积、树种种类数量与水保方案相比未发生变化，方案在编制水土保持植物措施时就是按照实际施工量来统计编写。对整个项目区的水土保持起到很好防治效果，也减轻了因建设及生产过程造成的水土流失，并有效避免了项目建设对周边造成水土流失危害影响。

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施监测方法

水土保持临时防护措施监测方法与项目工程措施监测方法类似，临时措施的数量主要由建设单位、施工单位以及监理单位提供的资料，结合水土保持监测调查得出，水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的临时防护措施工程量进行实地测量，记录临时措施实施位置、时段、类型、数量以及防治效果等。临时措施的施工质量主要由监理单位确定。

4.3.2 临时措施设计情况

根据《水土保持方案》及批复，水土保持临时措施：无纺布临时苫盖 54400m²，临时撒草绿化 2.02hm²。临时措施工程量详见下表。

表 4-6 水土保持方案确定临时措施工程量

序号	项目分区	措施类型	单位	数量	备注
1	边坡防护区	无纺布临时苫盖	m ²	3800	主体设计
2			m ²	9200	方案新增
3	景观绿化区	无纺布临时苫盖	m ²	2700	主体设计
4			m ²	30000	方案新增
5	临时表土堆场区	无纺布临时苫盖	m ²	8000	主体设计
6		临时撒草绿化	hm ²	1.85	方案新增
7	施工生产区	无纺布临时苫盖	m ²	700	主体设计
8		临时撒草绿化	hm ²	0.17	方案新增

4.3.3 临时措施实施情况

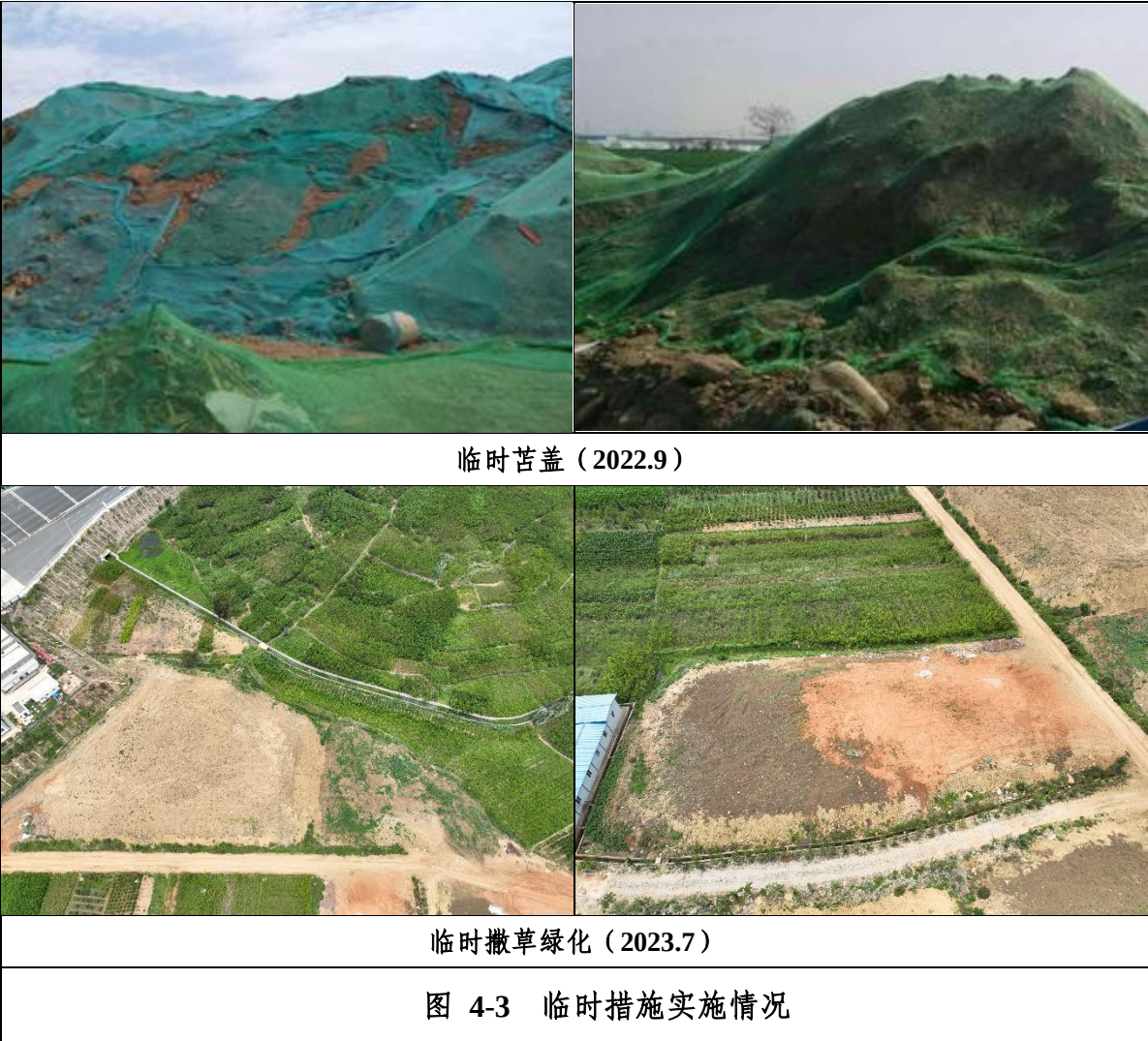
根据施工、监理资料及现场监测，项目区实际建设过程中实施的水土保持临时措施：无纺布临时苫盖 32200m²，临时撒草绿化 2.02hm²。临时措施工程量详见下表。

表 4-7 临时措施实施工程量

项目分区	措施类型	单位	数量
边坡防护区	无纺布临时苫盖	m ²	3800
		m ²	7000
景观绿化区	无纺布临时苫盖	m ²	2700
		m ²	10000
临时表土堆场区	无纺布临时苫盖	m ²	8000
	临时撒草绿化	hm ²	1.85
施工生产区	无纺布临时苫盖	m ²	700
	临时撒草绿化	hm ²	0.17



临时苫盖（2023.09）	临时苫盖（2023.09）
---------------	---------------



4.3.4 临时措施监测情况

根据《水土保持方案》及批复文件，设计的水土保持临时措施：无纺布临时苫盖 54400m²，临时撒草绿化 2.02hm²。

根据施工资料、竣工资料及现场监测，项目区实际建设过程实施水土保持临时措施：无纺布临时苫盖 32200m²，临时撒草绿化 2.02hm²。水土保持临时措施工程量对比详见下表。

表 4-8 水土保持临时措施量对比分析表

分区	措施名称	单位	《水土保持方案》	实际完成量	变化（增为‘+’减为‘-’）
边坡防护区	无纺布临时苫盖	m ²	3800	3800	0
		m ²	9200	7000	-2200
景观绿化区	无纺布临时苫盖	m ²	2700	2700	0
		m ²	30000	10000	-20000
临时表土堆场区	无纺布临时苫盖	m ²	8000	8000	0
	临时撒草绿化	hm ²	1.85	1.85	0
施工生产区	无纺布临时苫盖	m ²	700	700	0
	临时撒草绿化	hm ²	0.17	0.17	0

注：差值为实际值减去设计值，“-”号表示实际较设计有所减少。

通过对比分析，本项目实际实施的水土保持临时措施与《水土保持方案》批复变化情况：无纺布临时苫盖减少 22200m²；变化原因：项目区在完工后植物措施景观绿化及边坡撒草植被逐渐恢复，植物覆盖度、郁闭度增加，实施的临时苫盖相对减少。施工过程中对项目产生水土流失部位进行苫盖以及后期表土堆场区撒草绿化，减少了该区水土流失，并有效避免了项目建设对周边造成水土流失危害影响。

4.4 水土保持防治措施效果

4.4.1 水土保持措施实施情况汇总

根据《水土保持方案》及批复，并结合竣工资料及现场监测设计的各项防治措施已基本落实到位。截止 2023 年 12 月，已实施的各项防治措施已发挥水土保持效益，项目区实际完成的水土保持措施包括：

- （1）路基路面区：表土剥离 46361m³，雨水工程 12604m，路面排水 11691.38m，人行道透水铺装 35950.93m²；
- （2）边坡防护区：表土剥离 7735m³，边坡植草 1.90hm²，无纺布临时苫盖 10800m²；
- （3）景观绿化区：表土剥离 23485m³，园林景观绿化 8.45hm²，无纺布临时苫盖 12700m²；
- （4）临时表土堆场区：复耕 1.85hm²，无纺布临时苫盖 8000m²，临时撒草绿化

1.85hm²;

(5)施工生产区:复耕 0.17hm², 无纺布临时苫盖 700m², 临时撒草绿化 0.17hm²。

项目区水土保持措施设计和实际调查监测完成情况对比详见下表。

表 4-9 水土保持措施工程量对比表

序号	分区	措施类型	单位	方案设计	实际监测完成	变化(增为‘+’ 减为‘-’)
1	路基路面区	表土剥离	m ³	46361	46361	0
2		雨水工程(混凝土管铺设)	m	12604	12604	0
3		路面排水(排水沟)	m	11691.38	11691.38	0
4		人行道透水铺装	m ²	35950.93	35950.93	0
5	边坡防护区	表土剥离	m ³	7735	7735	0
6		边坡植草	hm ²	1.90	1.90	0
7		无纺布临时苫盖	m ²	13000	10800	-2200
8	景观绿化区	表土剥离	m ³	23485	23485	0
9		景观绿化	hm ²	8.45	8.45	0
10		无纺布临时苫盖	m ²	32700	12700	-20000
11	临时表土堆场区	复耕	hm ²	1.85	1.85	0
12		无纺布临时苫盖	m ²	8000	8000	0
13		临时撒草绿化	hm ²	1.85	1.85	0
14	施工生产区	复耕	hm ²	0.17	0.17	0
15		无纺布临时苫盖	m ²	700	700	0
16		临时撒草绿化	hm ²	0.17	0.17	0

注:差值为实际值减去设计值,“-”号表示实际较设计有所减少。

4.4.2 水土保持防治效果评价

本项目的水土保持工程措施主要:表土剥离 77581m³,雨水工程 12604m,路面排水 11691.38m,人行道透水铺装 35950.93m²,坡面排水工程 3388.25m,土地复耕 2.02hm²等;实际实施的水土保持工程措施与《水保方案》及批复相比未发生变化;原因:《水保方案》编制时本项目主体工程已经几乎完工,方案在编制水土保持工程措施时就是按照实际施工量来统计编写。建设完成的水土保持工程措施质量与规格基本符合要求,结构尺寸规则,质量符合要求,实施的水土保持工程措施目前运行良好无损坏。增加了项目区的排水疏水能力,有效减少区内积水,也减轻了因建设及生产过程造成的水

土流失，并有效避免了项目建设对周边造成水土流失危害影响，起到了防治水土流失和改善周边环境的作用。满足项目区水土流失防治需求。

本项目的水土保持植物措施主要是：园林景观绿化 8.45hm^2 ，边坡植草 1.90hm^2 ；实施植物措施面积、树种种类数量与《水土保持方案》及批复相比未变化；增加了整个项目区的水土保持防治效果；且根据项目区的自然气候条件，有针对性地选择了适应性强的植物种类，达到了美化环境的目的，植物措施落实到位，栽植的植被随着时间的推移郁闭度、盖度都达标，植物措施布局能满足水土保持方案要求。实施的水土保持措施防止效果显著，减少项目区水土流失，满足水土保持相关要求。

本项目的水土保持临时防护措施主要是针对施工期间及自然恢复期设置了：无纺布临时苫盖 32200m^2 ，临时撒草绿化 2.02hm^2 等，实际施工过程中主体工程严格按照《水土保持方案》设计水土保持临时措施施工，但由于项目区在完工后植物措施景观绿化及边坡撒草植被逐渐恢复，植物覆盖度、郁闭度增加，实施的临时苫盖相对减少 22200m^2 ，措施布局满足水土保持方案要求。本项目临时措施的实施在施工期间能够发挥相应的水土保持效益，能够满足施工期间防治水土流失的需求。

综上所述，项目建设过程中，建设单位实施了相应的水土流失防治措施。项目区现水土流失防治措施已完善，有效的抑制了项目区因施工建设造成的水土流失，并有效改善了项目区及周边生态环境；实施的水土流失防治工程措施运行效果良好无损坏，植被总体恢复较好，营造一个和谐自然的绿色生态的环境。未产生较大的水土流失，未造成水土流失危害。

5. 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 项目占地面积监测结果

根据实地调查监测,项目水土流失防治责任范围面积 30.94hm^2 (309322.74m^2) hm^2 , 其中永久占地 28.92hm^2 , 临时占地 2.02hm^2 。

按分区统计:路基路面区占地面积为 17.77hm^2 , 景观绿化区占地面积为 8.45hm^2 , 边坡防护区占地面积为 2.68hm^2 , 渡槽工程区占地面积为 0.02hm^2 , 临时表土堆场区 1.85hm^2 , 施工生产区 0.17hm^2 。

按占地类型划分:项目占用梯坪地 19.46hm^2 , 园地 5.74hm^2 , 建设用地 0.98hm^2 , 水域及水利设施用地 0.42hm^2 , 交通运输用地 2.32hm^2 , 其它土地(原堆放垃圾的场地) 2.02hm^2 。占地情况详见下表。

表 5-1 项目区占地情况表

序号	分区	小计 (hm^2)	占地类型及面积 (hm^2)						占地 性质
			梯 坪地	园地	建设 用地	水域及水 利设施用地	交通运 输用地	其它 土地	
1	路基路面区	17.77	11.12	4.51	0.28	0.27	1.59		永久占地
2	景观绿化区	8.45	6.13	1.23	0.47	0.13	0.49		永久占地
3	边坡防护区	2.68	2.21		0.23		0.24		永久占地
4	渡槽工程区	0.02				0.02			永久占地
5	临时表土堆场区	1.85						1.85	临时占地
6	施工生产区	0.17						0.17	临时占地
合计		30.94	19.46	5.74	0.98	0.42	2.32	2.02	

5.1.2 施工准备期水土流失面积

施工准备期主要完成“三通一平”、施工辅助设施区建设等工作。根据项目实际情况,施工准备期主要为机械和人员进场,不损坏原地貌,因此无水土流失面积。

5.1.3 施工期水土流失面积

本项目于2021年10月开工建设,至2023年7月建设完成,工期共计22个月(1.83a)。施工过程中整个项目区全部扰动,项目区均处于裸露状态,且施工扰动频繁、土质疏

松，在降雨、风力等作用下容易发生较大的水土流失现象。结合《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，确定本项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，监测总面积 30.94hm²，扰动地表面积为 30.94hm²，水土流失面积为 30.94hm²。扰动及水土流失面积详见下表。

表 5-2 施工期扰动及水土流失面积统计表

序号	分区	扰动土地面积（hm ² ）	水土流失面积（hm ² ）	备注
1	路基路面区	17.77	17.77	施工期全部裸露
2	景观绿化区	8.45	8.45	施工期全部裸露
3	边坡防护区	2.68	2.68	施工期全部裸露
4	渡槽工程区	0.02	0.02	施工期全部裸露
5	临时表土堆场区	1.85	1.85	施工期全部裸露
6	施工生产区	0.17	0.17	施工期全部裸露
合计		30.94	30.94	

5.1.4 试运行期水土流失面积

通过现场调查监测及监理资料分析，①路基路面区：主体工程已施工结束，混凝土硬化覆盖，基本不存在水土流失；②渡槽工程区：主体工程已施工结束，全部被混凝土硬化及植草砖覆盖，基本不存在水土流失；③景观绿化区、边坡防护区、临时表土堆场区以及施工生产区：植被绿化已施工结束，植物覆盖率及郁闭度较高，土壤侵蚀强度为微度。监测项目区总面积 30.94hm²；其中路基路面区占地面积为 17.77hm²，景观绿化区占地面积为 8.45hm²，边坡防护区占地面积为 2.68hm²，渡槽工程区占地面积为 0.02hm²，临时表土堆场区占地面积为 1.85hm²，施工生产区占地面积为 0.17hm²；由此确定扰动地表面积为 30.94hm²，水土流失面积为 13.15hm²。自然恢复期水土流失面积详见下表。

表 5-3 自然恢复期水土流失面积统计情况

序号	分区	扰动土地面积(hm ²)	水土流失面积(hm ²)	备注
1	路基路面区	17.77	/	该区均混凝土硬化地面覆盖。
2	景观绿化区	8.45	8.45	该区被植被覆盖，林草覆盖率和郁闭度逐步提高。
3	边坡防护区	2.68	2.68	该区被植被覆盖，林草覆盖率和郁闭度逐步提高。
4	渡槽工程区	0.02	/	该区均混凝土硬化地面覆盖。
5	临时表土堆场区	1.85	1.85	该区被植被覆盖，林草覆盖率和郁闭度逐步提高。
6	施工生产区	0.17	0.17	该区被植被覆盖，林草覆盖率和郁闭度逐步提高。
合计		30.94	13.15	/

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤侵蚀强度分析

各阶段土壤侵蚀模数依据《水土保持方案》及批复、调查监测结果、《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）以及其它同类型项目监测经验取值如下：

1. 施工期土壤侵蚀模数

在施工过程中整个项目区全部扰动，项目区均处于裸露状态，且施工扰动频繁、土质疏松，在降雨、风力等作用下水土流失严重。根据调查监测季报情况以及结合同类型的建设项目确定施工期土壤侵蚀模数。施工期各分区的侵蚀模数取值情况详见下表。

表 5-4 施工期各分区侵蚀模数汇总表

序号	分区	现场调查监测侵蚀模数 t/（km ² •a）							
		2021 年 4 季度	2022 年 1 季度	2022 年 2 季度	2022 年 3 季度	2022 年 4 季度	2023 年 1 季度	2023 年 2 季度	合计
1	路基路面区	5000	5000	5000	5000	5000	4800	200	4285.71
2	景观绿化区	3000	3000	3000	3000	3000	3000	1000	2714.29
3	边坡防护区	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3000	3428.57
4	渡槽工程区	1800	1800	1800	1800	1800	1800	50	1550.00
5	临时表土堆场区	4200	4200	4200	4200	4200	4200	2200	3914.29
6	施工生产区	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000.00

2.试运行期侵蚀模数

通过现场监测，路基路面区、渡槽工程区均被混凝土覆盖，不存在水土流失；景观绿化区、边坡防护区、临时表土堆场区、施工生产区植被长势较好，植被成活率较高，水土流失微度。经现场检查、根据《水土保持方案》以及现场监测情况确定试运行期土壤侵蚀模数。试运行期各分区的侵蚀模数取值情况详见下表。

表 5-4 试运行期各分区侵蚀模数汇总表

序号	预测分区	流失特征	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	流失时段 (a)
1	路基路面区	试运行期均被建筑物覆盖，无水土流失现象	/	/
2	景观绿化区	试运行期均被植被覆盖，水土流失微度	400	1
3	边坡防护区	试运行期均被植被覆盖，水土流失微度	450	1
4	渡槽工程区	试运行期均被建筑物覆盖，无水土流失现象	/	/
5	临时表土堆场区	试运行期均被植被覆盖，水土流失微度	400	1
6	施工生产区	试运行期均被植被覆盖，水土流失微度	400	1

5.2.2 土壤侵蚀量监测结果

本项目施工期土壤侵蚀模数依据同类建设项目取值，试运行期土壤侵蚀模数依据现场监测及同类建设项目取值；得到项目的土壤流失总量为 2210.50t，其中施工期土壤流失总量 2156.56t、试运行期土壤流失总量 53.94t。各阶段土壤流失量计算如下：

1.施工期土壤流失量

本项目施工期 2021 年 10 月开工建设，至 2023 年 7 月建设完成，工期共计 22 个月（1.83a），水土流失时段为 1.83 年；根据项目施工期调查监测季报，施工期主要完成场地平整、整个项目建设等工作，经统计施工期间季报得项目施工期水土流失量为 1614.99t。

施工期项目土壤流失量详见下表。

表 5-5 施工期土壤流失量计算表

序号	分区	流失量 (t)							
		2021 年 4 季度	2022 年 1 季度	2022 年 2 季度	2022 年 3 季度	2022 年 4 季度	2023 年 1 季度	2023 年 1 季度	小计
1	路基路面区	74	157	181.38	192.13	222.13	213.24	8.89	1048.77
2	景观绿化区	18	35.78	47.1	59.1	63.38	63.38	21.13	307.87
3	边坡防护区	9.89	21.26	22.05	23.45	23.45	23.45	20.10	143.65
4	渡槽工程区	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.00	0.54
5	临时表土堆场区	0.95	19.43	19.43	19.43	19.43	19.43	10.18	108.28
6	施工生产区	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	5.95
总计		103.77	234.4	270.89	295.04	329.32	320.43	61.14	1614.99

2.试运行期水土流失量

本项目施工期于 2023 年 7 月竣工，之后进入试运行期，试运行期按竣工后 1 年计算，经计算得出试运行期的土壤流失总量为 53.94t。计算情况详见下表。

表 5-6 试运行期土壤流失量计算表

序号	分区	流失面积 (hm ²)	流失时段 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	流失量 (t)
1	路基路面区	17.77	/	/	/
2	景观绿化区	8.45	1	400	33.8
3	边坡防护区	2.68	1	450	12.06
4	渡槽工程区	0.02	/	/	/
5	临时表土堆场区	1.85	1	400	7.4
6	施工生产区	0.17	1	400	0.68
合计		30.94			53.94

3.项目水土流失总量

整个项目区的土壤流失总量为 1996.22t,其中路基路面区土壤流失总量 1048.77t、景观绿化区土壤流失总量 603.87t，边坡防护区土壤流失总 224.65t，渡槽工程区土壤流失总 0.54t，临时表土堆场区土壤流失总 108.64t，施工生产区土壤流失总 9.75t。土壤流失总量详见下表。

表 5-7 各分区土壤流失总量统计表

序号	分区	施工期 (t)	运行期 (t)	小计 (t)
1	路基路面区	1048.77	0.00	1048.77
2	景观绿化区	307.87	33.80	603.87
3	边坡防护区	143.65	12.06	224.65
4	渡槽工程区	0.54	0.00	0.54
5	临时表土堆场区	108.28	7.40	108.64
6	施工生产区	5.95	0.68	9.75
合计		1614.99	53.94	1996.22

5.3 取土（石、料）、弃土（石、渣）场潜在土壤流失量

5.3.1 取土（石、料）场土壤流失量

根据《水土保持方案》及批复、施工资料以及现场调查监测，主体工程建设所需要的主要建筑材料，如砂子、石材和木材等应就近在具体合法手续采场进行采购或外

购，项目建筑所用钢材、水泥都可在附近购买，经外部公路直接运入施工场地。所需的绿化覆土来自项目区前期表土收集，无需外购腐殖土，无外借土石方。项目建设未专门设置取土（石、砂）场。

5.3.2 弃土（石、渣）场土壤流失量

根据《水土保持方案》及批复，结合现场监测情况，项目施工期间共产生的永久弃渣 62.454 万 m^3 ，其中土方 13.156 万 m^3 ，石方 33.503 万 m^3 ，建筑垃圾 0.120 万 m^3 ，软土 15.676 万 m^3 ，运至祥云县大地页岩砖厂建设项目进行综合利用，本项目不设置弃渣场。

5.4 水土流失危害

通过监测发现，本项目在施工过程中未发生重大水土流失危害。

本项目施工过程中，制定了水土流失防治方案，加强了项目建设期水土保持工作，随着地表夯实、硬化和绿化的实施，项目区水土流失状况得到控制和改善。根据水土保持监测情况、走访项目区周围园区、查阅施工、监理等资料，项目在建设期没有水土流失危害事件的发生，建设期实施的各项水保措施均发挥了一定的作用，各项水保措施的实施，对于控制项目建设过程中水土流失的防治起到了关键的作用。

6. 水土流失防治效果监测结果

在项目监测结束后，根据水土保持验收要求，分别对六项指标的监测值进行量化，为项目的水土保持设施竣工验收提供依据，同时检验项目建设区内水土保持工程在设计水平年末是否达到治理要求，以便对工程的维护、加固和养护提出建议。

根据“关于印发《全国水土保持区划（试行）》的通知（办水保〔2012〕512号）”，项目区所在地祥云县祥城镇在全国水土保持区划中的一级区划为西南岩溶区（云贵高原区）一滇北及川西南高山峡谷区一滇东高原保土人居环境维护区，水土流失允许流失量值为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。

根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保〔2013〕188号）、《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》（云南省水利厅第49号）以及“大理白族自治州水务局关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的公告（2021年5月7日）”项目所在地既不属于国家级水土流失重点预防区和水土流失重点治理区，也未涉及省、市级划分的水土流失重点预防区和重点治理区；根据《祥云县县域总体规划（含多规合一）（2016-2030）》，本项目有 $1.88845km$ 位于城区规划范围内。按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），确定本项目水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准。

根据“关于印发《全国水土保持区划（试行）》的通知”（办水保〔2012〕512号），项目区所在地在全国水土保持区划中属于西南岩溶区一滇北及川西南高山峡谷区一滇东高原保土人居环境维护区，按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的规定，依据本项目水土流失防治责任范围内原生土壤侵蚀强度对防治目标进行修正后确定最终的防治目标。

根据（GB/T 50434-2018）4.0.7条“土壤流失控制比在轻度侵蚀为主的区域不应

小于 1”，本项目建设区原生土壤侵蚀强度为微度侵蚀，因此土壤流失控制比增加 0.15，修正为 1.0；根据以上修正结果，按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的规定。最终确定监测时段的水土流失防治目标。防治目标值详见下表。

表 6-1 确定防治目标值

防治指标	一级标准		按土壤侵蚀强度修正	按地貌修正	按限制规定修正	采用标准	
	施工期	设计水平年				施工期	设计水平年
水土流失治理度（%）	—	97	—	—	—	—	97
土壤流失控制比	—	0.85	+0.15	—	—	—	1.00
渣土防护率（%）	90	92	—	—	—	90	92
表土保护率（%）	95	95	—	—	—	95	95
林草植被恢复率（%）	—	96	—	—	—	—	96
林草覆盖率（%）	—	21	—	—	—	—	21

6.1 水土流失治理度

水土流失治理度为项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。

通过现场监测及竣工资料分析，项目区水土流失总面积为 30.94hm²，水土流失治理达标面积为 30.94hm²，水土流失治理度达 99.00%。水土流失治理详见下表。

表 6-2 水土流失治理度分析表

防治分区	扰动面积（hm ² ）	水土流失面积（hm ² ）	水土流失治理面积（hm ² ）				水土流失治理度（%）
			永久建筑及硬化面积	工程措施面积	植物措施面积	小计	
路基路面区	17.77	17.77	17.76	0.01		17.77	100.00
景观绿化区	8.45	8.45			8.45	8.45	
边坡防护区	2.68	2.68	0.77	0.01	1.9	2.68	
渡槽工程区	0.02	0.02	0.02			0.02	
临时表土堆场区	1.85	1.85		1.85		1.85	
施工生产区	0.17	0.17		0.17		0.17	
小计	30.94	30.94	18.55	2.04	10.35	30.94	

6.2 土壤流失控制比

土壤流失控制比为水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤流失量之比。

本项目容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，实施措施后平均土壤流失量为 $300.23\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，土壤流失控制比为 1.67。土壤流失控制比详见下表。

表 6-3 实施水土保持措施后项目区水土流失控制比一览表

防治分区	占地面积 (hm^2)	土壤侵蚀模数 [$\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$]	容许土壤流失量 [$\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$]	土壤流失控制比
路基路面区	17.77	150	500	3.33
景观绿化区	8.45	450	500	1.11
边坡防护区	2.68	750	500	0.67
渡槽工程区	0.02	150	500	3.33
临时表土堆场区	1.85	400	500	1.25
施工生产区	0.17	400	500	1.25
小计	30.94	300.23	500	1.67

6.3 渣土防护率

渣土防护率为项目水土流失防治责任范围内采取措施实际拦挡的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

通过现场监测及查阅项目施工、监理以及竣工资料，本项目水土流失防治责任范围内永久弃渣、临时堆土数量总量为 115.532万 m^3 ，开挖土石方随挖随运，弃渣采用封闭式渣土车进行运输。渣土防护率可达 99.00%。

6.4 表土保护率

表土保护率为项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离的表土总量的百分比。

根据项目区周边调查情况，项目施工期间对项目区内可收集的表土均进行了收集共计 77581m³。表土堆放过程中采取覆盖措施，表土均得到保护、利用，表土保护率达 99.00%，

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率指项目建设区内，林草植被面积占可恢复林草植被（在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的百分比。

根据现场监测项目区的自然条件情况，扣除硬化面积等不可绿化面积后，本项目可恢复植被的区域面积为 10.35hm²，实施林草措施面积为 10.35hm²，林草植被恢复率 99.00%。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率为林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。

本项目占地总面积为 30.94hm²，林草类植被面积为 10.35hm²，林草覆盖率为 33.45%。

通过各项水保措施实施，项目占地区域内水土流失治理度为 99.00%，土壤流失控制比为 1.67，渣土防护率为 99.00%，表土保护率 99.00%，林草植被恢复率为 99.00%，林草覆盖率为 33.45%；六项指标都达到方案设定的目标值。

7. 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化的过程，其侵蚀强度也是动态变化的。根据现场监测及资料分析，本项目施工期进行基础开挖建设活动，对地表扰动大，土壤侵蚀强度较原生土壤侵蚀增大，但随着施工的结束，水土保持措施效益开始发挥，土壤侵蚀强度逐渐减小。本项目处于以水力侵蚀为主的西南土石山区，施工期土壤流失强度决定性因素为降雨，因此在雨季发生的水土流失远大于旱季发生的水土流失。项目施工建设过程中水土流失动态变化特点是：轻度侵蚀→中度侵蚀（局部为强烈侵蚀）→轻度侵蚀→微度侵蚀。项目区内各项措施发挥了较好的水土保持作用，各分区水土流失得到有效控制，土壤侵蚀强度均已控制在容许值以内，水土流失最大限度的得到了控制，生态环境得到改善。

根据《水土保持方案》及批复，本项目所在地祥云县祥城镇在全国水土保持区划中属于西南岩溶区，项目所在地既不属于国家级水土流失重点预防区和水土流失重点治理区，也未涉及省、市级划分的水土流失重点预防区和重点治理区；根据《祥云县县域总体规划（含多规合一）（2016-2030）》，本项目有 1.88845km² 位于城区规划范围内。按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)，确定本项目水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准。通过各项水土保持措施的实施，截止 2023 年 12 月，本项目各项水土保持防治指标的达标情况。水土流失防治目标详见下表。

表 7-1 水土流失防治目标达标分析表

序号	指标	试运行期		
		目标值	效益分析值	备注
1	水土流失治理度（%）	97	99.00	达标
2	土壤流失控制比	1.0	1.67	达标
3	渣土防护率（%）	92	99.00	达标
4	表土保护率（%）	95	99.00	达标
5	林草植被恢复率（%）	96	99.00	达标
6	林草覆盖率（%）	21	33.45	达标

7.2 水土保持措施评价

本项目水土保持监测期间，监测项目组对项目建设区域水土保持工程进行现场调查、巡查监测。通过现场勘察、图片拍摄以及调查巡访等，对项目各扰动地表区域实施的水土保持措施进行评价。项目建设期间水土保持措施评价参照《水土保持方案》，结合现场巡查记录（记录方式采用图片拍摄、表格记录等），查阅相关施工及竣工资料进行综合分析、评价。

7.2.1 工程措施评价

本项目建设期阶段实施的水土保持工程措施主要有：表土剥离 77581m³，雨水工程 12604m，路面排水 11691.38m，人行道透水铺装 35950.93m²，坡面排水工程 3388.25m，土地复耕 2.02hm²。

通过现场监测核查，监测组认为：项目区内实施的水土保持工程措施布局合理、运行良好无损坏，施工的数量及质量符合相关设计及规范要求，已发挥相应的水土保持功效，达到建设期水土保持方案防治目标和要求。

7.2.2 植物措施评价

本项目建设期实施的水土保持植物措施：园林景观绿化 8.45hm²，边坡植草 1.90hm²。

通过现场监测核查，监测组认为：本项目实施的植物措施选择乡土树种，树种适宜性强、生长状况良好以及存活率高，有效的减少项目区水土流失，林草成活率及覆

盖率达到水土保持方案防治目标和要求。

7.2.3 临时措施评价

项目区实际建设过程中实施的水土保持临时措施：无纺布临时苫盖 32200m^2 ，临时撒草绿化 2.02hm^2 ；

通过查阅施工资料及图像资料分析，监测组认为：项目建设过程中实施的临时防护措施在防治水土流失方面起到了积极作用，能有效的减少项目区水土流失。但有的实施的不到位，存在裸露地表，造成了项目区水土流失。

7.3 水土保持监测三色评价

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）的要求：监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、水流失防治成效以及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价。三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分，打分标准参照《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）附表2（生产建设项目水土保持监测三色评价赋分方法）。水土保持监测三色评价指标详见下表。

表 7-2 水土保持监测三色评价指标表

序号	评价指标		得分							
			2021 年 4 季度	2022 年 1 季度	2022 年 2 季度	2022 年 3 季度	2022 年 4 季度	2023 年 1 季度	2023 年 2 季度	小计
1	扰动	扰动范围控制	15	15	15	15	15	15	15	15.00
2	土地	表土剥离保护	5	5	5	5	5	5	5	5.00
3	情况	弃土（石、渣）堆放	15	15	15	15	15	15	15	15.00
4	水土流失状况		15	13	13	11	11	11	15	12.71
5	水土流 失防治 效果	工程措施	2	8	6	8	6	12	12	7.71
6		植物措施	15	15	15	15	15	15	13	14.71
7		临时措施	2	2	4	4	4	6	6	4.00
8	水土流失危害		5	5	5	5	5	5	5	5.00
总计			74	78	78	78	76	84	86	79.14

通过表 7-2 分析计算，本项目三色评价得分为 79.14 分，参照《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号）本项目的三色评价结论为 ‘黄色’。

7.4 存在问题及建议

通过现场监测，工程运行中存在极少部分区域植被恢复及防护效果不好等问题，为进一步做好本工程的水土保持工作，消除水土流失对工程运行产生的不良影响，并为下一步水土保持设施自主验收创造更好的条件，我监测单位对业主提出以下建议：

- （1）加强绿化区域的植物管理维护工作，确保水土保持功能的连续性功能；
- （2）及时对植被长势较差区域进行补植补种；
- （3）加强工程运行过程中的水土保持设施管护工作，确保水土保持设施的正常运行；
- （4）随时接受水行政部门的检查，认真配合水行政部门做好竣工验收工作；
- （5）水土保持竣工验收后，建设单位成立专门水土保持管理维护小组，对工程建设区域实施完成工程措施、植物措施进行长期、全面的管理、维护，确保工程措施和植物措施水土保持功能的持续性、稳定性。

7.5 综合结论

建设单位把水土保持工程的建设与管理纳入了整个项目的建设管理体系中，为了确保工程施工质量，始终把质量工作放在首位来抓，严格执行“三同时”制度：水土保持设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

经监测组队项目施工期的监测数据分析，对本项目的水土保持监测“三色”评价结论为“黄”。

截至 2023 年 12 月，随着项目区各项水土保持措施已完全发挥防护作用，取得了较好的水土保持防护效果。本项目通过各种防治措施的实施，至设计水平年末区域内水土流失治理度为 99.00%，土壤流失控制比为 1.67，渣土防护率为 99.00%，表土保护率 99%，林草植被恢复率为 99.00%，林草覆盖率为 33.45%；各项指标均已达到了《水土保持方案》批复的目标值。监测结果表明，在工程施工过程中，建设单位基本

按照有关法律法规要求开展了水土流失防治工作，保障水土保持投资专项使用，有效控制了工程建设期间的水土流失。项目区建设基本按照主体工程设计的内容和《水土保持方案》设计实施各种水土保持措施实施的。根据监测成果分析以及现场调查，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.通过对各工程的分项评价，认为本项目水土保持工程及植物措施实施到位，特别是绿化工程取得了显著效果，最大限度地减少了因项目建设引发的水土流失，项目建设过程中未发生水土流失危害。

3.各个分区的各项水土保持措施布局合理，项目建设区实现了《水土保持方案》中提出的水土流失防治目标。

综上所述，在水土流失防治责任范围内的水土保持设施具备正常运行条件，且能持续、安全及有效运行，水土保持设施的管护、维护措施落实到位，符合交付使用要求，已具备水土保持设施竣工验收的条件。