

水保监测（云）字第 0037 号

大冲工业片区 125 号、126 号道路工程

水土保持监测总结报告

（综合评价：绿色）

建设单位： 昆明经济技术开发区规划建设局

监测单位： 云南测联科技有限公司

2021 年 4 月

水土保持监测照片集



图 1 大冲工业片区 125 号、126 号道路现状



图 2 125 号道路 B 段道路现状



图 3 125 号道路 A 段道路现状



图 4 126 号道路现状



图 5 路基路面工程区雨水管现状



图 6 路基路面工程区雨水管现状



图 7 路基路面工程区雨水管现状



图 8 路基路面工程区雨水管现状

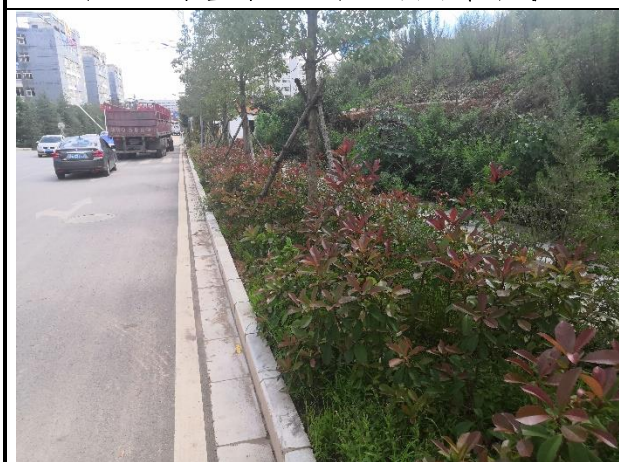


图 9 绿化工程区绿化带现状



图 10 绿化工程区绿化带现状



图 11 绿化工程区绿化带现状



图 12 绿化工程区绿化带现状

目 录

前 言	- 1 -
水土保持监测特性表	- 4 -
1 建设项目及水土保持工作概况	- 5 -
1.1 项目概况	- 5 -
1.2 水土流失防治工作情况	- 20 -
1.3 监测工作实施情况	- 22 -
2 监测内容与方法	- 27 -
2.1 扰动土地情况监测	- 27 -
2.2 取土（石、料）、弃土（石、渣）监测	- 28 -
2.3 水土保持措施监测	- 29 -
2.4 土壤流失量监测	- 30 -
3 重点部位水土流失动态监测	- 32 -
3.1 防治责任范围监测	- 32 -
3.2 取土（石、料）监测结果	- 33 -
3.3 弃土（石、渣）监测结果	- 34 -
3.4 其他重点监测情况	- 35 -
4 水土流失防治措施监测结果	- 36 -
4.1 工程措施监测结果	- 36 -
4.2 植物措施监测结果	- 37 -
4.3 临时防治措施监测结果	- 38 -
4.4 水土保持措施防治效果	- 40 -
5 土壤流失情况监测	- 41 -
5.1 水土流失面积	- 41 -
5.2 土壤流失量	- 42 -

5.3 取土（石、料）、弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	- 46 -
5.4 水土流失危害	- 46 -
6 水土流失防治效果监测结果.....	- 48 -
6.1 扰动土地整治率	- 48 -
6.2 水土流失总治理度	- 49 -
6.3 拦渣率与弃渣利用情况	- 49 -
6.4 土壤流失控制比	- 49 -
6.5 林草植被恢复率	- 50 -
6.6 林草覆盖率	- 50 -
6.7 工程六项指标计算结果	- 51 -
7 结论	- 52 -
7.1 水土流失动态变化	- 52 -
7.2 水土保持措施评价	- 52 -
7.3 存在问题及建议	- 53 -
7.4 综合结论	- 53 -

附件

附件 1: 水土保持监测委托书;

附件 2: 《昆明经济技术开发区管理委员会关于大冲工业片区 125 号、126 号道路工程可行性研究报告的批复》(昆经开〔2014〕203 号);

附件 3: 昆明经济技术开发区水务局关于《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》的批复(昆经开水〔2018〕32 号);

附件 4: 水土保持补偿费缴纳票据;

附件 5: 大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持监测三色评价指标及赋分表。

附图

附图 1: 项目区地理位置图;

附图 2: 项目区水系图;

附图 3: 大冲工业片区 125 号、126 号道路工程总体布置及水土流失防治责任范围图;

附图 4: 大冲工业片区 125 号、126 号道路工程监测点布设及水土保持措施实施图。

前 言

一、项目情况

大冲工业片区 125 号、126 号道路工程位于昆明经济技术开发区大冲工业片区，125A 道路西北起于 126 号道路，东南止于广福路延长线，长度为 564.019m，包含 125A 和 125B 两段，其中 125A 长 271.272 米，125B 长 292.745 米，两段垂直平交。125A 西南起于 126 号道路，东北止于 125B 起点，125B 段西北起于 125A 段起点，止于东南广福路东延长线。126 号道路整体呈南北走向，起于 125 号规划道路，止于广福路延长线规划道路，道路总长度 293.582m。本工程 125 号道路起点地理位置坐标为：东经 102°50'54.34"，北纬 24°25'51.93"，道路止点地理位置坐标为：东经 102°51'6.67"，北纬 24°55'53.40"，126 号道路起点地理位置坐标为：东经 102°50'54.53"，北纬 24°55'51.90"，道路止点地理位置坐标为：东经 102°51'301"，北纬 24°55'47.89"。项目区周边的 120 号道路、130 号道路和广福路延长线为本区域主要外部交通的通道，工程建设不需要新修进场道路，对外交通便利。

本项目为新建建设类项目，主要建设内容包括：道路工程、管线综合工程、交通工程、景观绿化工程、照明工程等，大冲工业片区 125 号、126 号道路设计道路总长 857.599m（实际建设长度 814.171m，125 号、126 号道路与广福路延长线交叉口均由广福路延长线建设），为城市支路，设计行车速度 20km/h，道路红线宽度 20m。125 号道路、126 号道路横断面形式：2.0m（人行道）+2.0m（绿化带）+6m（机非混行车道）+6m（机非混行车道）+2.0m（绿化带）+2.0m（人行道）=20m，道路横断面为双向 2 车道，车行道采用 1.5%双向横坡，人行道采用 2.0%单向坡，路面为沥青混凝土路面。路面设计基准期为 15 年，设计荷载 BZZ-100，抗震等级为 8 级。全线不设缓和曲线、超高和加宽等。

项目由路基路面工程区、绿化工程区组成，项目总占地面积为 1.69hm²，其中路基路面工程区占地面积 1.39hm²，绿化工程区占地 0.30hm²；按占地类型统计，其中占用梯坪地 0.79hm²，占用交通运输用地 0.90hm²；按占地性质划分，项目占地均为永久占地。本项目建设过程中开挖土石方 4.72 万 m³（其中道路路基开挖 3.68 万 m³、管槽开挖 1.04 万 m³），回填土石方 4.01 万 m³（其中路基回填方 3.07 万 m³、管槽回填 0.79 万 m³、绿化覆土 0.15 万 m³），外借土石方 0.15 万 m³（绿化覆土 0.15 万 m³），产生弃土弃渣 0.86 万 m³，产生的弃土全部运至清水河片区（宝能项目）一级开发区域回填，未设置弃渣场。

本项目于 2016 年 12 月开工，2019 年 4 月建设完工，建设工期为 29 个月（2.42a），本项目总投资 4713.60 万元，其中土建投资约为 2916.90 万元，项目资金来源为昆明经济技

术开发区规划建设局筹集。

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》、《云南省水土保持条例》以及有关法律法规的要求，为做好本项目的水土保持和环境保护工作，2018 年 3 月，建设单位委托云南利鲁环境建设有限公司承担本项目的水土保持方案编制工作，2018 年 6 月，云南利鲁环境建设有限公司编制完成了《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》（送审稿）；2018 年 6 月 4 日，昆明经济技术开发区水务局在昆明主持召开了《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》技术评审会，并提出了评审意见，方案编制单位根据专家提出的评审意见进行认真修改完善，于 2018 年 6 月完成了《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》（报批稿）。2018 年 7 月 13 日，昆明经济技术开发区水务局以“昆经开水〔2018〕32 号”文对《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》进行批复。

二、项目前期工作

2014 年 7 月，建设单位委托中国航天建设集团有限公司编制完成了《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程可行性研究报告》；2014 年 11 月 17 日，建设单位取得昆明经济技术开发区管理委员会关于大冲工业片区 125 号、126 号道路工程可行性研究报告的批复（昆经开〔2014〕203 号）。

三、水土保持监测过程及成果

（一）水土保持监测任务及实施

根据《中华人民共和国水土保持法》和有关开发建设项目水土保持法规及技术规范，建设单位于 2020 年 8 月委托我公司（云南测联科技有限公司）承担了本项目的水土保持监测工作。

接到任务后，我公司监测工作组于 2020 年 8 月进场开展监测工作，并跟进工程实际建设情况，对项目区进行了全面踏勘调查，详细调查项目区自然情况、水土流失背景与水土保持现状等，结合工程的施工任务安排、施工工艺及总体布局，重点调查防治措施实施情况，并进行现场布设监测点，对现场水土流失情况提出监测完善意见。主要监测内容为：

- 1、重点监测项目区水土流失防治责任范围、扰动原地表面积、损坏土地和植被数量、土石方平衡情况、防护措施是否到位、施工过程中是否设有临时防护措施，项目区及周边区域生态环境变化等情况；

- 2、监测项目区的水土流失面积、土壤侵蚀强度和土壤流失量等情况；

- 3、监测水土流失防治责任范围内的水土保持措施落实、防治效果及维护和工程运行

等情况。

（二）监测成果

根据《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002)、《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,结合项目实际情况,监测组于2020年8月进场开展水土保持监测工作并收集了项目施工资料、监理资料、竣工资料和水土保持方案,监测组根据监测资料,经资料整编分析,于2021年4月编制完成了《大冲工业片区125号、126号道路工程水土保持监测总结报告》。

根据现场调查及工程建设资料分析,建设单位较为重视水土保持工作,在施工过程中根据主体工程设计的内容和水土保持方案,针对路基路面工程区、绿化工程区等区域实施了相应的水土保持措施,通过实地调查,结合相关资料分析,截至2021年4月,本工程已完成水土保持措施如下:

(1) 工程措施: 路基路面工程区雨水管 816m;

(2) 植物措施: 绿化工程区绿化带 0.30hm²;

(3) 临时措施: 绿化工程区临时覆盖 3000m²。

通过各项水土保持措施的实施,项目建设区扰动土地整治率为 99%,水土流失总治理度为 99%,拦渣率为 97%,土壤流失控制比为 3.26,林草植被恢复率为 99%,林草覆盖率为 17.15%,除林草覆盖率外其余各项防治指标均能达到预期目标值,能够有效防治本工程建设新增水土流失及所带来的危害,改善建设区及周边生态环境。

通过以上监测成果可以看出,大冲工业片区 125 号、126 号道路工程建设基本按照主体工程和水土保持方案设计要求开展了水土流失防治工作,水土保持措施的实施效果较好。根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》(水保〔2019〕160号)的要求,通过现场勘测及查阅施工监理资料,本项目现已实施相应的水土保持措施,各项指标基本达到水土保持方案确定的目标值,本项目水土保持监测综合评价等级为“绿色”。

我公司在开展大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持监测过程中,得到了昆明经济技术开发区滇池管理(水务)局、昆明经济技术开发区规划建设局、施工单位、监理单位等相关单位的大力支持和协助,在此一并表示衷心的感谢!

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		大冲工业片区 125 号、126 号道路工程									
建设规模	项目总占地面积 1.69hm2，道路总长 857.599m，125 号道路为城市支路，设计行车速度 20km/h，道路红线宽度 20m，长度为 564.019m，126 号道路为城市支路，设计行车速度 20km/h，道路红线宽度 20m，长度为 293.582m。			建设单位、联系人		昆明经济技术开发区规划建设局 刘武					
				建设地点		昆明经济技术开发区大冲工业片区					
				所属流域		滇池流域					
				工程总投资		4713.60 万元					
				工程总工期		29 个月（2016 年 12 月～2019 年 4 月）					
水土保持监测指标											
监测单位			云南测联科技有限公司			联系人及电话		姜明正/18468245815			
自然地理类型			构造侵蚀中低山地貌			防治标准		西南岩溶区二级标准			
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		调查监测、资料分析			2.防治责任范围监测		调查监测、数据处理、资料分析			
	3.水土保持措施情况监测		调查监测、数据处理、资料分析			4.防治措施效果监测		调查监测、资料分析			
	5.水土流失危害监测		走访、巡查			土壤流失背景值		750.26t/km²•a			
方案设计防治责任范围			2.55hm²			土壤容许流失量		500t/km²•a			
水土保持投资			112.67 万元			水土流失目标值		500t/km²•a			
防治措施			工程措施：路基路面工程区雨水管 816m。 植物措施：绿化工程区绿化带 0.30hm²。 临时措施：绿化工程区临时覆盖 3000m²。								
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	防治措施面积	0.30hm²	硬化面积	1.39hm²	扰动土地总面积	1.69hm²	
		水土流失总治理度	87	99	防治责任范围总面积		1.69hm²	水土流失总面积		0.30hm²	
		土壤流失控制比	1.0	3.26	工程措施面积		/	容许土壤流失量		500t/km²•a	
		林草覆盖率	22	17.15	植物措施面积		0.30hm²	监测土壤流失情况		153.25t/km²•a	
		林草植被恢复率	97	99	可恢复林草植被面积		0.30hm²	林草类植被面积		0.30hm²	
		拦渣率	95	97	实际拦挡弃土（石、渣）量		0.86 万 m³	总弃土（石、渣）量		0.86 万 m³	
	水土保持效果治理达标评价		工程实施完成的各项措施运行良好，质量合格，各分区水土保持措施布局合理，实施的数量能满足项目区水土流失治理要求。								
	总体结论		除林草覆盖率外其余各项防治指标均能达到预期目标值，本项目水土保持监测综合评价等级为“黄色”。								
主要建议			加强已实施水土保持措施的管护工作；尽快开展水土保持设施自主验收及备案。								

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

1.1.1.1 项目地理位置

大冲工业片区 125 号、126 号道路工程位于昆明经济技术开发区大冲工业片区，125A 道路西北起于 126 号道路，东南止于广福路延长线，长度为 564.019m，包含 125A 和 125B 两段，其中 125A 长 271.272 米，125B 长 292.745 米，两段垂直平交。125A 西南起于 126 号道路，东北止于 125B 起点，125B 段西北起于 125A 段起点，止于东南广福路东延长线。126 号道路整体呈南北走向，起于 125 号规划道路，止于广福路延长线规划道路，道路总长度 293.582m。本工程 125 号道路起点地理位置坐标为：东经 102°50'54.34"，北纬 24°25'51.93"，道路止点地理位置坐标为：东经 102°51'6.67"，北纬 24°55'53.40"，126 号道路起点地理位置坐标为：东经 102°50'54.53"，北纬 24°55'51.90"，道路止点地理位置坐标为：东经 102°51'301"，北纬 24°55'47.89"。项目区周边的 120 号道路、130 号道路和广福路延长线为本区域主要外部交通的通道，工程建设不需要新修进场道路，对外交通便利。项目区地理位置及交通情况详见附图 1。

1.1.1.2 建设性质

本项目由昆明经济技术开发区规划建设局负责建设，属于新建建设类项目。

1.1.1.3 工程规模

- (1) 项目名称：大冲工业片区 125 号、126 号道路工程；
- (2) 建设单位：昆明经济技术开发区规划建设局；
- (3) 建设地点：昆明经济技术开发区大冲工业片区；
- (4) 建设性质：新建建设类项目；

(5) 建设规模：大冲工业片区 125 号、126 号道路设计道路总长 857.599m，125 号道路为城市支路，设计行车速度 20km/h，道路红线宽度 20m，西北起于 126 号道路，东南止于广福路延长线，长度为 564.019m，包含 125A 和 125B 两段，其中 125A 长 271.272 米，125B 长 292.745 米，两段垂直平交。126 号道路为城市支路，设计行车速度 20km/h，道路红线宽度 20m，西北起于 125 号道路，东南止于广福路延长线，长度为 293.582m；

(6) 项目建设内容: 道路工程、管线综合工程、交通工程、景观绿化工程、照明工程等;

(7) 项目建设总工期: 项目总工期 29 个月, 即 2016 年 12 月~2019 年 4 月;

(8) 项目总投资: 项目总投资 4713.60 万元, 其中土建投资约为 2916.90 万元。

项目主要技术指标表见表 1-1。

表 1-1 项目主要经济技术指标表

基本情况	项目名称		大冲工业片区 125 号、126 号道路工程	
	建设单位		昆明经济技术开发区规划建设局	
	建设地点		昆明经济技术开发区大冲工业片区	
	工程性质		新建建设类	
	建设内容		125 号道路线路长 564.017m, 126 号道路 293.582m	
	工程投资		总投资 4713.60 万元, 土建投资 2916.90 万元	
	建设工期		共 29 个月, 2016 年 12 月开工建设, 2019 年 4 月竣工试通车	
道路设计指标	125 号道路	最大纵坡	3.000%	
		最小纵坡	0.895%	
	126 号道路	最大纵坡	0.316%	
		最小纵坡	0.300%	
	设计时速		20km/h	
	设计宽度		双向 2 车道 (20m)	
	设计荷载		城—A 级, 标准轴载: BZ-100	
	路面类型		沥青混凝土路面	
	服务水平		城市次干道	
	设计年限		15 年	
	地震动峰值加速度		0.2g	
项目组成	名称	单位	数量	备注
	路基路面工程区	hm ²	1.39	全长: 857.599m
	绿化工程区	hm ²	0.30	道路两侧绿化带, 人行道树池等

1.1.1.4 项目组成及布置

1.1.1.4.1 线路总体布置

(一) 道路平面布置

125 号道路西北起于 126 号道路, 东南止于广福路延长线, 包含 125A 和 125B 两段, 两段垂直平交。126 号道路西北起于 125 号道路, 东南止于广福路延长线。道路的建设严格遵守规范强制性条文, 满足该项目的使用任务、功能要求和技术标准; 适应地形、地貌, 注意与周围环境和现有自然及人文景观的协调、减少拆迁; 注意道路平、纵面线形的组合

设计，以提供良好的立体线形，满足车辆行驶的安全舒适及驾乘人员的视觉和心理反应，同时通过生态景观的建造，营造复合式景观空间，以道路景观带联系公园绿块以及河流，展示昆明经开区文化魅力，让游人与生态绿地、地方文化在这里和谐交融，形成“水清、路畅、岸绿、景美”的城市新风貌，达到社会经济与生态环境协调发展的目的，成为昆明生态文明建设的新名片。

（二）道路竖向布置

路线纵断面线形结合规划、现有主要控制点及交通要素统一考虑，力求平顺，尽量减少波浪型起伏，保证行车的平稳、迅速、舒适。本次竖向设计本着在满足城市防洪要求、确保城市道路交通满足最大、最小纵坡相关规范，道路竖向线形力求平坦、流畅的前提下，尽可能利用原有地形，尽可能减少土石方，节约投资，形成高低起伏、错落有致的道路网系统，达到环境效益与经济效益的高度统一的原则。通过对该区域现状标高的采集，结合区域周围的地势、现状沟河水流的大致走向，考虑将来沿道路布设管线的需求，重点分析现有道路的标高及竖向坡度，整条道路由北向南呈平缓状态。纵断面设计主要以道路相交的广福路延长线标高、工业厂区内部道路标高为控制。

125A 路段起点设计标高 1940.216m，终点标高 1944.567m；纵坡段数 3 个，最小坡长 34.964m，最大坡长 24.821m，道路最大纵坡 3.000%，最小纵坡 1.000%。125B 路段起点设计标高 1944.218m，终点标高 1941.597m；纵坡段数 1 个，坡长 292.745m，道路纵坡 0.895%。126 号道路起点设计标高 1940.961m，终点标高 1940.464m；纵坡段数 2 个，最小坡长 70.000m，最大坡长 223.582m，道路最大纵坡 0.316%，最小纵坡 0.300%。

1.1.1.4.2 项目组成

根据《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》（以下简称“水土保持方案”）及现场实际监测情况，本项目主要由道路工程、排水工程、照明工程、交通工程、绿化工程、管线综合工程组成。

表 1-2 项目组成表

主体工程	道路工程	路面底基层、防护设施（不含生态防护）、涵洞等
	排水工程	排水设施
	照明工程	截光型高压钠灯安装、变电站、照明控制系统、照明电缆敷设
	交通工程	标志牌、交通标线、信号控制设施、人行道及过街设施、公交停车站及无障碍设施等
	绿化工程	道路两侧景观绿化带，行道树绿化措施
	管线综合工程	给水管线、污水管线、雨水管线、中水管线、燃气管线、电力管沟、电信光缆、直饮水

(一) 道路工程

(1) 路基工程

①横断面设计

根据主体工程设计，本项目 125 号路、126 号路道路横断面布置形式为：

断面形式：2.0m（人行道）+2.0m(绿化带)+6m（机非混行车道）+6m（机非混行车道）+2.0m（绿化带）+2.0m（人行道）=20m，车行道采用 1.5%双向横坡，人行道和非机动车道采用 2%单向坡。绿地率为 17.75%。

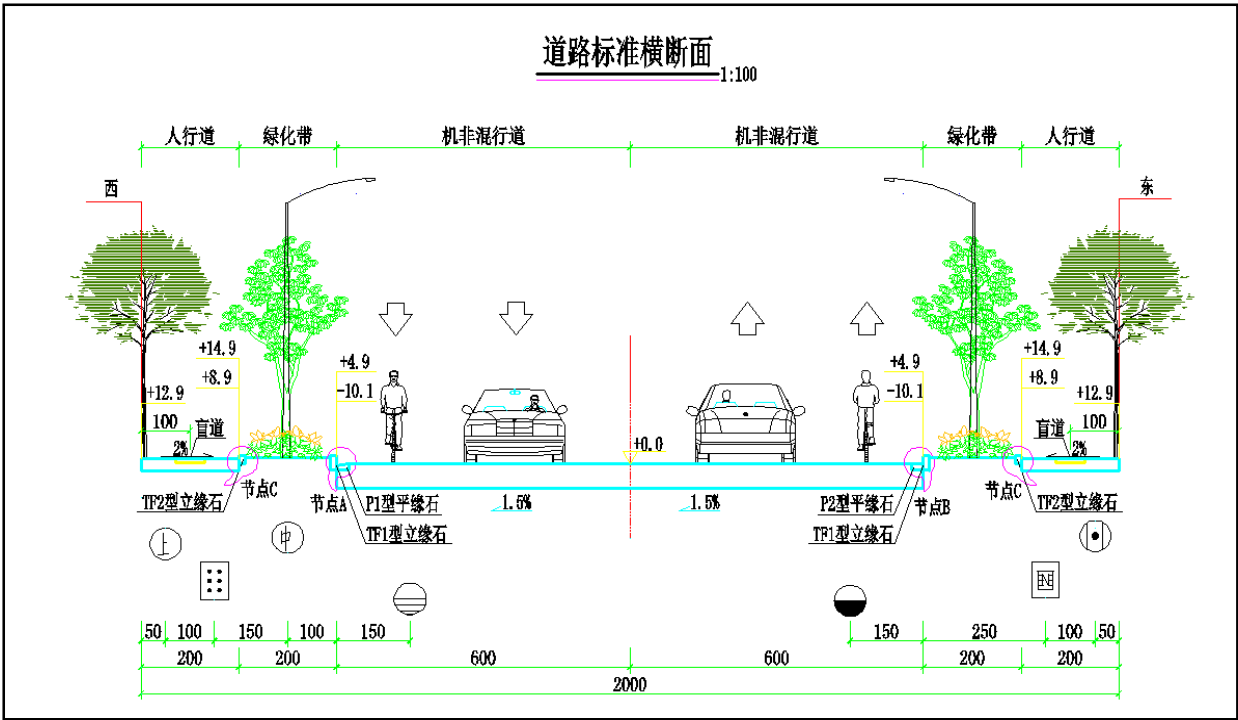


图 1-1 道路标准横断面图

②纵断面设计

路线纵断面线形设计主要根据各交叉路口的规划标高、已建道路标高及排水控制标高等因素控制进行设计，尽量避免大填大挖，减少土石方的数量，提高用地效率，以节省投资。在规划的基础上通过合理选用各项技术指标，沿途结合规划路口的标高设计调整了规划纵断面线形，使全线纵坡技术指标均衡，并满足相关规范要求。

本次大冲工业片区 125 号、126 号道路全线共设置 5 个变坡点（起终点除外），6 段道路纵坡（对应坡长）依次为：3.000%（24.821m）、1.540%（211.505m）、1.000%（34.946m）、-0.895%（292.745m）、0.300%（70.000m）、-0.316%（223.582m）。大冲工业片区 125 号、126 号道路全线无边坡分布。125 号道路 125A 路段起点设计标高 1940.216m，衔接纵坡为 3.000%；终点标高 1944.567m，衔接纵坡为 1.540%；纵坡段数 3 个，最小坡长 34.964m，

最大坡长 24.821m，道路最大纵坡 3.000%，最小纵坡 1.000%。125 号道路 125B 路段起点设计标高 1944.218m，衔接纵坡为 1.000%；终点标高 1941.597m，衔接纵坡为-0.895%；纵坡段数 1 个，坡长 292.745m，道路纵坡 0.895%。126 号道路起点设计标高 1940.961m，衔接纵坡为 0.300%；终点标高 1940.464m，衔接纵坡为-0.316%；纵坡段数 2 个，最小坡长 70.000m，最大坡长 223.582m，道路最大纵坡 0.316%，最小纵坡 0.300%。

表 1-3 道路纵断面几何要素表

道路		桩号范围	坡长 (m)	坡降 (%) (“+”为升, “-” 为降)	最大挖填高 (m) (“+”为填, “-” 为挖)	备注
125 号 道 路	125 路段	K0+000~K0+024.821	24.821	+3.000	-1.845	道路全 线无边 坡
		K0+024.821~K0+236.326	211.505	+1.540	-5.408, +1.518	
		K0+236.326~K0+271.272	34.946	+1.000	-5.476	
	125B 路段	K0+000~K0+292.745	292.745	-0.895	-5.408, +1.623	
126号道路		K0+000~K0+070.000	70.000	+0.300	-1.832, +1.395	
		K0+070.000~K0+293.582	223.582	-0.316	+1.930	
合计			857.599	/	/	/

③路基设计

路基填筑前应先清表，清表厚度一般为50cm，局部耕植土较厚路段应加深，具体厚度应将表层耕植土清除干净为止。清表后地面横坡缓于1:5时，可以直接填筑路基；地面横坡陡于1:5时，应挖台处理，每台阶宽度不小于2m，设向内的4%的坡度。路基施工应做好排水工作，施工面表层不应有积水，填方路堤应设2%~4%的排水横坡，挖方路段应注意雨水的排除。

路基必须做到密实、均匀、稳定。路槽底面土基在不利季节应达到干燥或中湿状态，其土基设计回弹模量值应不小于20MPa。

路堤填料优先选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土，不得使用膨胀土、腐殖土、杂填土、废弃物和其他路基施工规范禁止使用的病害土体；填料粒径应小于150mm；填料液限小于50%；塑性指数小于26。如优质填料来源困难，可将场地内红粘土掺灰处理，处理后胀缩总率不超过0.7%方可作为路基填料。

④不良地质路基设计

本场地的地形平缓，未发现不良地质作用、断裂、滑坡、崩塌等。

(2) 路面工程

路面根据交通流量及项目使用要求，道路所在区域气候、水位、地质等自然条件，遵循因地制宜、合理选材、有利施工的原则，确定路面结构设计方案，使其具有良好的稳定

性和满足规范要求的强度，达到平整、防滑和路面排水要求。根据主体设计，本次设计道路的路面结构均采用沥青混凝土路面，道路行车道路面结构设计方案见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4机非混行车道路面设计表

第 1 层	4cm 细粒式沥青混凝土（AC-13C）
第 2 层	6cm 中粒式沥青混凝土(AC-20C)
第 3 层	30cm 水泥稳定碎石(水泥掺量 6%)
第 4 层	15cm 级配碎石(K≥97%)

表 1-5人行道路面设计表

序号	路面结构名称
第 1 层	5cm 青石板
第 2 层	3cmM10 水泥砂浆
第 3 层	15cmC20 混凝土(表面清洁)
第 4 层	10cm 级配碎石（K≥96%）

（3）交叉工程

根据主体工程设计，本项目道路交叉形式简单，全部为 T 字交叉连接，具体交叉口形式详见表 1-6。

表 1-6沿线平面交叉布置情况表

道路名称		相交路名称	横断面宽度	道路等级	交叉口形式	备注
125 号道路	125A 路段	（K0+024.821）126 号道路	20m	次干路	T 字平交	在建道路，交叉口由 125 号路建设
		（K0+236.326）125B 路段	20m	次干路	T 字平交	在建道路，交叉口由 125 号路建设
	125B 路段	（K0+292.745）广福路延长线	50m	主干路	T 字平交	在建道路，交叉口由广福路延长线建设
126 号道路		（K0+293.582）广福路延长线	50m	主干路	T 字平交	在建道路，交叉口由广福路延长线建设

（4）桥涵工程

- ①桥梁：本工程无桥梁。
- ②管线过街涵洞：本工程无过街涵洞。

（二）排水工程

本项目区排水系统沿道路敷设，实行雨污完全分流制。管道放线及排水方案：

（1）雨水管网

①雨水管布置

道路设计宽度为 20m，由于路幅较窄，本工程采用单边布管，即在道路右侧设置一根

雨水管道。距道路路沿石 1.5m，距道路中线 4.5m，预埋接户检查井布置于道路两侧红线外 1.5m 处，最后接入广福路延长线的雨水管网。共铺设雨水管 816m，雨水管管径 DN600，纵坡 0.89%-1.54%，设计管顶覆土厚度为 1.0m。

②雨水管平面位置

雨水管敷设于道路右侧，距道路路沿石 1.5m，距道路中线 4.5m，预埋接户检查井布置于道路两侧红线外 1.5m 处。

③雨水口

结合道路纵坡情况，雨水口布置于机动车道流水石位置，除交叉路口处采用双篦雨水口外，其余雨水口采用单篦雨水口。雨水口连接管为 d300II 级钢筋混凝土平口管，其管道坡度 $i=0.01$ ，连接管与干管采用管顶平接。

④雨水预留管

根据道路排水和本地情况，在道路两侧均设置雨水预留管，在雨水干管中平均每隔 100m 设置一雨水预留管。雨水预留管径为 DN500，坡度为 $i=0.005$ 。具体布置内容详见排水平面图。但本条道路周边地块的用地性质尚未完全确定，故雨水预埋管位置在施工中可根据现场雨水排放口进行调整、布置；预留管道近期只实施至道路红线边并采用砖砌封口，待有支管接入时再进行接通。

（2）污水管网

①污水管布置

依托竖向规划，充分考虑地形，污水管道布设本着尽量保证最大污水收集率，顺道路坡向，减少土方量、满足排水最小坡度要求的原则进行管道布置。污水管道布置于道路左侧机非混行道下，接入广福路延长线新建污水管中，共铺设污水管 816m，管道直径均为 DN300，污水管道设计纵坡 0.71%-1.54%，设计管顶覆土厚度为 1.80m。

②污水管平面位置

污水管敷设于道路左侧距道路路沿石 1.5m，距道路中线 4.5m；预埋接户检查井布置于道路两侧红线外 1.5m 处，具体位置详见道路标准横断面图。

③污水预留管

根据道路排水和本地情况，在道路左侧均设置污水预留管，在污水干管中平均每隔 100m 左右设置一污水预留管。污水预留管径为 DN300，坡度为 0.71%-1.54%。具体布置内容详见排水平面图。但本条道路周边地块的用地性质尚未完全确定，故污水预埋管位置在施工中可根据现场污水排放口进行调整、布置；预留管道近期只实施至道路红线边并采用

砖砌封口，待有支管接入时再进行接通。

（三）路面绿化工程

（1）整体景观设计

道路景观绿化设计采用的植物既有色叶乔木、开花乔木、常绿乔木，亦有色彩丰富的灌木，景观层次鲜明、色彩丰富，主要表现为灌木设计以矩形、圆形、半弧形为基础元素，组合出线形流畅图案别致的灌木带，令人赏心悦目。给机动车驾驶员和行人充分机会欣赏沿路的美丽风光,并形成四季有景四季变化的道路景观,道路人行道与行道树结合绿化带做设计。机非隔离带采用树形整齐的天竺桂和复羽叶栎树为主，下面搭配花灌木、小灌木、灌木球等，使乔、灌、草、地被植物高低错落，以自然式配植为主通过有机组合绿化带形成四个层次（高大乔木+球状植物+灌木+花灌木），增加景观的丰富度行道树树种选择为大叶香樟。

（2）本工程主选植物

植物景观设计在整个环境规划设计中处于极其重要的地位，是整个道路景观设计的核心内容之一，在保障城市道路使用功能的前提下，要形成绿色与人文相协调的生态效果，最重要的就是植物群落生态景观的适当构成。道路绿化应以乔木为主，乔木、灌木、地被植物相结合。

行道树：云南樟，景观树：云南樟，灌木及地被：假连翘和红花酢浆草。

（3）绿化占地

本工程总绿化植被占地为 0.30hm^2 ，道路绿地率为 17.75%。绿化区域主要为：道路两侧人行道与车行道之间的隔离绿化带，两侧隔离带宽度为 2.0m；人行道红线处行道树为单个树池，树池外径 1.0m，间隔 5m 种植香樟，为避免树池内土壤裸露，在树池中种植多年生观花草本红花酢浆草，丰富地面景观。

（四）综合管线工程

（1）优质水管道

优质水是近似于天然、无污染、具有活性的水。其对人体健康有促进意义，对环境保护具有促进意义。广泛适用于人的饮用、食物清洗、洗浴、衣物清洗、日常生活使用的清洁用水及卫生间冲洗用水。

根据《昆明呈运新城国际物流中心控制性详细规划》，并结合周围的供水需求，拟在道路右侧道路边缘布置优质水管，管径为 DN100，总长为 850m，顶覆土不小于 0.7m。

（2）给水工程

根据《昆明呈贡新城国际物流中心控制性详细规划》，并结合周围的供水需求，拟在道路两侧分别布置给水干管，管径均为 DN200，总长为 1700m。管道位于人行道下，顶覆土 $\geq 0.7\text{m}$ 。

（3）电力工程

根据昆明呈贡新城国际物流中心控制性详细规划的要求，为保证供电的安全可靠，同时美化城市道路景观，电力工程设计考虑在道路左侧人行道下预埋设一条 1.2×1.5 米电缆沟，总长为 850m。顶覆土 $\geq 0.8\text{m}$ 。

（4）污水工程

污水管敷设于道路左侧距道路路沿石 1.5m，距道路中线 4.5m；预埋接户检查井布置于道路两侧红线外 1.5m 处，管径 D300，污水管道长为 816m，污水管道覆土厚度 $\geq 2.0\text{m}$ 。

（5）雨水工程

雨水管道沿着道路右侧设置，距道路路沿石 1.5m，距道路中线 4.5m，管径 D500，雨水管道长为 816m，雨水管道覆土厚度 $\geq 1.8\text{m}$ 。

（五）配套设施工程

根据主体设计资料，附属设施工程主要为沿线设置公交站台、各种标志、标线、信号灯、人行横道、照明、交通安全、监测等设施。

公交站台：由于周边道路公交站台已满足出行需求，本项目暂无公交站台设计。

路灯：采用双侧交错布灯方式，灯杆设置于绿化带内，距路沿石 0.5m，灯型为 8m 单臂臂路灯，灯杆高 8m，光源采用 1×70W 高压钠灯。

人行横道：在车辆与人流较多的路口，为确保安全，需要从时间上将两者分开，这就必须设置人行横道，给行人以优先通行权。在交叉口设置行人过街横道线，人行横道线为白色平行粗实线（斑马线），表示准许行人横穿车行道的标线。标线宽度为 45cm，间隔为 60cm。

标志：道路标志设置可以保障交通秩序，提高运输效率和减少交通事故。全线按交通管理要求设置各种交通标志。

标线：本路段内标线包括路面标线、箭头、突起路标等，其中路面线有车道边缘线、车道分界线、分合流端导流线、平交口的渠化标线等。

1.1.1.5 项目投资

根据项目主体竣工资料，本项目总投资 4713.60 万元，其中土建投资约为 2916.90 万元，项目资金来源为昆明经济技术开发区规划建设局筹集。

1.1.1.6 项目建设工期

根据项目主体竣工资料，本项目于 2016 年 12 月开工，2019 年 4 月完工，总工期 29 个月（2.42a）。

1.1.1.7 占地面积

（1）水土保持方案设计占地情况

根据主体设计资料及水土保持方案，本工程总占地面积 1.69hm^2 ，其中路基路面工程区占地面积 1.39hm^2 ，绿化工程区占地 0.30hm^2 ；按占地类型统计，其中占用梯坪地 0.79hm^2 ，占用交通运输用地 0.90hm^2 ；按占地性质划分，项目占地均为永久占地。具体占地情况详见表 1-7。

表 1-7 水土保持方案设计占地面积统计表

项目组成	水土保持方案设计占地类型及面积(hm^2)			备注
	梯坪地	交通运输用地	小计	
路基路面工程区	0.66	0.73	1.39	永久占地
绿化工程区	0.13	0.17	0.30	永久占地
合计	0.79	0.90	1.69	/

（2）实际占地面积监测结果

根据项目主体竣工资料和现场测量，本工程总占地面积 1.69hm^2 ，其中路基路面工程区占地面积 1.39hm^2 ，绿化工程区占地 0.30hm^2 ；按占地类型统计，其中占用梯坪地 0.79hm^2 ，占用交通运输用地 0.90hm^2 ；按占地性质划分，项目占地均为永久占地。实际占地面积监测结果详见表 1-8。

表 1-8 工程实际占地面积监测结果表

项目组成	工程实际占地类型及面积(hm^2)			备注
	梯坪地	交通运输用地	小计	
路基路面工程区	0.66	0.73	1.39	永久占地
绿化工程区	0.13	0.17	0.30	永久占地
合计	0.79	0.90	1.69	/

（3）占地面积变化情况

通过对比表 1-7、表 1-8，项目区实际监测的占地面积与水土保持方案设计的占地面积

相比，各分区面积均未发生变化，对比情况详见表 1-9。

表 1-9 占地面积变化情况表

序号	项目组成	方案设计	监测结果	增减情况
		hm ²	hm ²	hm ²
1	路基路面工程区	1.39	1.39	无
2	绿化工程区	0.30	0.30	无
合计		1.69	1.69	无

项目占地面积未发生变化的原因为：本项目水土保持方案编报时，项目主体工程已基本完工，水土保持方案设计占地面积为项目实际占地面积，通过现场监测，水土保持监测人员所测占地面积与水土保持方案确定的占地面积一致。

1.1.1.8 土石方量

(1) 水土保持方案设计土石方量

根据水土保持方案，大冲工业片区 125 号、126 号道路工程建设过程中开挖土石方 4.72 万 m³（其中道路路基开挖 3.68 万 m³、管槽开挖 1.04 万 m³），回填土石方 4.01 万 m³（其中路基回填方 3.07 万 m³、管槽回填 0.79 万 m³、绿化覆土 0.15 万 m³），外借土石方 0.15 万 m³（绿化覆土 0.15 万 m³），产生弃土弃渣 0.86 万 m³，产生的弃土全部运至清水河片区（宝能项目）一级开发区域回填。详见表 1-10。

表 1-10 水土保持方案设计土石方量 单位:万 m³

序号	项目名称	挖方		填方			调入		调出		外借		废弃	
		土石方开挖	小计	土石方回填	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	道路路基工程	3.68	3.68	3.07		3.07							0.61	昆明市经济技术开发区清水河片区低洼区域用于场地回填
2	管槽开挖及回填	1.04	1.04	0.79		0.79							0.25	
3	绿化覆土				0.15	0.15					0.15	合法土料场		
合计		4.72	4.72	3.86	0.15	4.01					0.15		0.86	

(2) 实际土石方量监测结果

通过查阅项目施工、监理、竣工资料，本项目建设过程中开挖土石方 4.72 万 m³（其中道路路基开挖 3.68 万 m³、管槽开挖 1.04 万 m³），回填土石方 4.01 万 m³（其中路基回填方 3.07 万 m³、管槽回填 0.79 万 m³、绿化覆土 0.15 万 m³），外借土石方 0.15 万 m³（绿化覆土 0.15 万 m³），产生弃土弃渣 0.86 万 m³，产生的弃土全部运至清水河片区（宝能项目）一级开发区域回填，未设置弃渣场；项目土石方情况详见表 1-11。

表 1-11

实际土石方量监测结果

单位:万 m³

序号	项目名称	挖方		填方			调入		调出		外借		废弃	
		土石方开挖	小计	土石方回填	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	道路路基工程	3.68	3.68	3.07		3.07							0.61	昆明市经济技术开发区清水河片区低洼区域用于场地回填
2	管槽开挖及回填	1.04	1.04	0.79		0.79							0.25	
3	绿化覆土				0.15	0.15					0.15	合法土料场		
合计		4.72	4.72	3.86	0.15	4.01					0.15		0.86	

(3) 土石方变化情况

通过对比表 1-10、表 1-11，本项目实际监测土石方量与水土保持方案设计的土石方量相比，没有发生变化，详见表 1-12。未发生变化的原因为：本项目水土保持方案编报时项目主体工程已基本完工，项目水土保持方案属于补报方案，水土保持方案采用的土石方量数据通过分析建设单位提供的施工资料、监理资料、竣工资料获得，与监测人员获取的资料、采用的方法一致，因此土石方数据一致。

表 1-13

土石方量变化情况表

序号	项目名称	方案设计 (万 m ³)				监测结果 (万 m ³)				增减情况 (万 m ³)			
		开挖	回填	外借	弃方	开挖	回填	外借	弃方	开挖	回填	外借	弃方
1	道路路基工程	3.68	3.07		0.61	3.68	3.07		0.61	无	无	无	无
2	管槽开挖及回填	1.04	0.79		0.25	1.04	0.79		0.25	无	无	无	无
3	绿化覆土		0.15	0.15			0.15	0.15		无	无	无	无
合计		4.72	4.01	0.15	0.86	4.72	4.01	0.15	0.86	无	无	无	无

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

昆明市位于云南省中部，地处东经 102°10′~103°41′，北纬 24°24′~26°33′，全市地形由北向南逐渐减少，中部隆起，东西两侧较低。城区紧邻滇池，全市大部分地方海拔在 1500m~2800m 之间，境内山系主要为拱王山系、梁王山系。昆明辖区地处云南高原中部，高原是基本地貌形态。总体地形北部高，由北向南呈阶梯状逐渐降低，中部隆起，东西两侧较低，以湖盆岩溶高原地貌形态为主，红色山原地貌次之。昆明由于地处金沙江、南盘江及元江 3 大水系的分水岭之间，河流侵蚀作用不强，高原面保存较好，大部分地区地形较平缓。

项目区位于昆明断陷盆地，属构造侵蚀中低山地貌。原地貌海拔高度 1938.686m~1949.271m，高差为 10.585m，地势起伏较大，设计标高 1940.216m~1944.567m。

场区内地址条件稳定，周围无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象存在，属于稳定的建筑场地。

1.1.2.2 地质

(1) 地质构造

道路工程建设场地处于滇池盆地东部边缘地带，主要区域地质构造为一朵云~大新册断裂。该断裂呈近北东向发育，倾向南东，倾角 35~60°，为压扭性逆断层，区域发育大于 24km。

断层北西盘主要分布古生界 (Pz) 及侏罗系下统 (J1) 地层；南东盘主要分布泥盆系上统 (D3) 及二叠系下统 (P1) 地层：断层破碎带宽 20~65m，并有断层泥、角砾岩、碎裂岩分布。该断裂为基底断裂，为普渡河~西山断裂带的边缘断裂，受力应力作用形成，晚近期活动迹象不明显，对本工程不构成影响。

(2) 地层岩性

场地覆盖层为全新世 Q4 冲、洪积层和残、坡积层，厚度变化较大，从 0~30m 不等；下伏基岩为二叠系阳新组灰岩 (P1v)。

1) 第四系 (Q4)

(a)、全新统冲洪积 (Q^{al+pl})：主要分布在冲积盆地、低洼山沟，成分为棕红色、黄褐色、灰黄色粘性土、虽是等冲洪积物。粘性土多呈硬塑状，少量可塑、软塑状，厚度 0~30m 不等；碎石层为中密状态，厚度 1.10~17.8m 不等。

(b) 更新统残坡积 (Q^{el+dl})：主要分布在山区丘陵地带，多为残破积物。土层多见粉质粘土，土层呈硬塑状。浸水易松软，厚度一般为 1~20m，厚度不均，承载力中等。

2) 二叠系阳新组灰岩 (P1v)

场区内下卧基岩为灰岩，按其风化程度，属中风化灰岩。④₃ 中风化灰岩：灰、灰白色，晶质结构，局部含方解石脉，属较硬岩，岩芯多呈柱状，少量碎石块。取芯率约 30~90%，裂隙较发育，岩体较完整。

(3) 地震

根据《中国地震动参数区划图》、《中国地震动反应谱特征周期区划图》，本区抗震设防烈度为 VIII 度，设计地震分组为第二组，设计基本地震加速度值为 0.20g。

(4) 水文地质

场地无湖泊、河流等地表水系。

(5) 不良工程地质

根据项目区工程地质勘察和地质灾害评估报告结论，项目区建设范围内不涉及崩塌、滑坡危险区、泥石流易发区等不良地质区。

1.1.2.3 气象

项目区位于低纬度高海拔地区，属北亚热带高原季风气候区，具有夏无酷暑、冬无严寒、四季如春，干湿季分明的特点。年平均气温 14.8℃，极端最高气温 31.5℃，极端最低气温 -5.4℃，月平均最高气温 19.8℃（6 月份），月平均最低气温 7.6℃（12 月份），年温差较小， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 4500℃，年无霜期 227d，年平均日照时数为 2481.2h，多年平均蒸发量 2086mm，年最大为 4 月份 276mm，最小为 11 月 111mm。区内常年主导风向为西南风，静风频率为 25%，年平均风速为 2.9m/s，大风日数为 15d。项目区多年平均年降水量为 1034.4mm，降水量多集中在雨季（5~10 月），占全年降水量 83%左右，日最大降雨量为 87.8mm。

项目区所在地 20 年一遇 1 小时最大降雨量为 58.74mm，6 小时最大降雨量为 96.99mm，24 小时最大降雨量为 137.25mm。

1.1.2.4 水文

本项目区域属金沙江水系、滇池径流区。项目区位于滇池三级保护区，项目区直线距滇池约 10.0km。根据现场调查，项目区最近地表径流主要为洛龙河和石龙坝水库。其中洛龙河位于项目区南侧约 1.3km 处，石龙坝水库位于项目区西南侧约 1.4km 处，本项目建设完成后，地表径流将经过建成的雨水管网汇集，最终排入广福路延长线的市政管网。

①洛龙河是经开区境内主要入湖河道之一，发源于洛龙街道办事处白龙潭，自东向西北流 3.70 公里与昆明经济技术开发区洛羊街道办事处大新册黑龙潭流水相汇，流经洛羊、洛龙、龙城、斗南 4 个街道办事处，由江尾村流入滇池，是贯穿城市东西向的主要入滇河道和主城的景观河道，也是呈贡新区的一条风景长廊，承担着昆明呈贡新区北片区污水收集、片区雨水排放、上游白龙潭水库泄洪以及沿河农业灌溉、景观用水等功能。河道全长 13.50 公里，流域面积 126.72 公里，属常流性河流。

②石龙坝水库：水库位于呈贡县城东 5.0km 的洛羊镇小新村上游 700m 处，呈贡-黄土坡公路于石龙坝左岸通过，距呈贡县城 5km，交通较为方便。水库以农业灌溉为主，灌溉面积 7528 亩，拦河坝为均质土坝，最大坝高 15.90m，坝顶宽度 5.17m，现状高程 1930.75m，总库容 394 万 m^3 。

1.1.2.5 土壤

项目所在地土壤类型复杂多样，主要有红壤、水稻土、紫土、棕壤、冲积土 5 个土类，10 个亚类，18 个土属，26 个土种。其中红壤面积最大，主要分布于海拔 1900~2600m 之间的广大地区，占全区土壤面积的 52.53%；其次是水稻土，主要分布在平坝区，占全区土壤面积的 10.87%；红壤和紫土是丘陵和高山地区典型的天然土壤类型，棕壤常见于高海拔地区，而水稻土则常见于平原和台地。

根据现场调查，项目区土壤类型主要以红壤为主。

1.2.2.6 植被

项目区植被为亚热带常绿阔叶林、云南松林。常绿阔叶林，多分布于山地箐沟边，土壤湿润的阴坡小面积零星分布，主要为山毛榉科的常绿阔叶林树种组成，林下植被种类较多。云南松林：多分布于阳坡土壤瘠薄的平缓山脊或陡坡上，有纯林及混交林，次生林多为天然更新，或栎类林被砍伐或火烧毁林后，扩大其范围而形成云南松林，混交林树种主要有栓皮栎、旱冬瓜、麻栎、红栎、山白杨等，林内灌木多为喜光、喜酸耐旱的种类，常见的有南烛、杜鹃、金丝桃、杨梅、厚皮香等。草本植物有旱茅、荩草、金发草、落沙、尖刀草等。

本项目区植被主要以杂草为主，区内有鬼针草、狗牙根、三棱草、牙齿草等。其生物多样性较简单，项目区内群落种类较少，植物群落的空间结构简单，植被类型简单。经估算项目区林草植被覆盖率 4.67%。

1.2.2.7 容许土壤流失量

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)，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 $500t/km^2 \cdot a$ 。

1.2.2.8 侵蚀类型

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)，项目区属于以水力侵蚀为主的西南土石山区。

1.2.2.9 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）”，项目区不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区。

根据《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，2017 年 8 月 30 日），项目区不属于省级水土流失重点预防区和重点治理区。

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

在项目建设过程中，建设单位昆明经济技术开发区规划建设局以批复的水土保持方案为基础，并根据项目区的实际情况，组建了水土保持工作小组，水土保持在施工过程中，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后主持邀请监理单位、设计单位、施工部门、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标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。

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程序中实行了“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。项目参建单位详见表 1-14。

表 1-14 项目参建单位

参建单位	单位名称	备注
建设单位	昆明经济技术开发区规划建设局	负责组织工程建设及管理。
工程设计单位	中国航天建设集团有限公司	负责主体工程可行性研究报告的编制，包括主体工程及其辅助设施工程的设计。
水土保持方案编制单位	云南利鲁环境建设有限公司	负责《水土保持方案报告表》的编制，为水土保持工程实施提供依据。
施工单位	云南和辉建设工程有限公司	负责主体工程及其附属设施工程区域场地清理、土石方开挖、土石方填筑、非适用材料和防护工程、水土保持工程等内容建设。
工程监理单位	云南政通工程监理有限公司	负责主体工程及水土保持工程全过程监理。
水土保持监测单位	云南测联科技有限公司	负责工程水土保持监测、记录，并编制《水土保持监测总结报告》，为工程水土保持设施专项验收提供依据。

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，严格履行水土保持“三同时”制度，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。建设单位按照水土保持方案落实各项水土保持措施，并在施工、管理等各个环节中能够严格按照水土保持方案的要求，十分注意工程建设对环境的影响及可能造成水土流失，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

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》、《云南省水土保持条例》以及有关法律法规的要求，为做好本项目的水土保持和环境保护工作，2018 年 3 月，建设单位委托云南利鲁环境建设有限公司承担本项目的水土保持方案编制工作；2018 年 5 月，云南利鲁环境建设有限公司编制完成了《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》（送审稿）；2018 年 6 月 4 日，昆明经济技术开发区水务局在昆明主持召开了《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》技术评审会，并提出了评审意见，方案编制单位根据专家提出的评审意见进行认真修改完善，于 2018 年 6 月完成了《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》（报批稿）。

2018 年 7 月 13 日，昆明经济技术开发区水务局以“昆经开水〔2018〕32 号”文对《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持方案初步设计报告书》进行批复。

1.2.4 水土保持监测成果报送

本项目于 2016 年 12 月开工，并于 2019 年 4 月完工，建设单位于 2020 年 8 月委托我公司（云南测联科技有限公司）承担了本项目的水土保持监测工作。

接到任务后，我单位成立了项目监测组，按照《水土保持监测技术规程》（SL 277-2002）、《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，结合实际情况，监测组于 2020 年 8 月进场开展水土保持监测工作并收集了项目施工资料、监理资料、竣工资料和水土保持方案；根据现场监测，项目区水土保持措施运行完好，水土流失已经得到全面治理和控制，水土保持措施已经发挥效益；监测组根据监测资料，经资料整编分析，于 2021 年 4 月编制完成了《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程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）主体工程设计情况

2014 年 7 月，昆明经济技术开发区规划建设局委托中国航天建设集团有限公司编制完成了《大冲工业片区 125 号、126 号道路工程可行性研究报告》；2014 年 11 月 17 日，建设单位取得昆明经济技术开发区管理委员会关于大冲工业片区 125 号、126 号道路工程可行性研究报告的批复（昆经开〔2014〕203 号）。

（2）工程与原设计变化情况

根据现场监测，本项目实际建设内容与主体工程设计一致，未发生变化，主体工程设计未发生变更。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（试行）》的通知（办水保〔2016〕65 号）、《云南省水利厅关于进一步加强省级生产建设项目水土保持方案变更管理的通知》（云水保〔2016〕49 号）等文件内容，本项目红线、占地等未发生变化，经济技术指标等未产生重大变更，水土保持方案无需变更。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 接受委托及监测实施方案编制

根据《中华人民共和国水土保持法》和有关开发建设项目水土保持法规及技术规范，建设单位于 2020 年 8 月委托我公司（云南测联科技有限公司）承担了本项目的水土保持监测工作。接受委托后，我公司立即成立监测项目组，根据监测技术规范要求开展工作。

1.3.2 监测项目部组成及技术人员配备

接受监测委托后，我公司成立了水土保持监测项目部，组织技术人员对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，分工明确。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。

监测组依据批复的水土保持方案，将本项目划分为路基路面区、边坡工程区、路面绿化区等 3 个监测分区，对现场进行水土保持监测。根据项目规模、类型以及水土保持监测的相关要求，本项目监测项目部由 3 名监测人员组成，其中项目负责人 1 名，监测员 2 名，监测时根据各监测员专业进行合理分工，确保监测工作科学、系统的进行。监测组人员配备和分工见表 1-15。

表 1-15 监测项目部成员名单

序号	姓名	职称/职务	专业	监测工作分工
1	夏成洋	工程师	水土保持	项目负责人，全局控制
2	夏跃虎	工程师	水利工程	监测员，工程措施监测
3	王真鑫	助理工程师	林学	监测员，植物措施监测

1.3.3 监测点布设

根据批复的水土保持方案及工程实际建设情况，路基路面区为本项目的监测重点区域。监测组对项目区进行了全面调查监测，共布设监测点 3 个，所设监测点均为调查型监测点。水土保持监测点布设情况详表 1-16；监测点具体位置详见图 1-3~图 1-5。

表 1-16

监测点布设情况表

监测点编号	布设位置	监测内容	监测点类型	监测方法
1#	路基路面工程区	水土保持措施运行情况	调查样点	实地量测、资料分析
2#	路基路面工程区	水土保持措施运行情况	调查样点	实地量测、资料分析
3#	绿化工程区	水土流失情况、水土保持措施实施情况	调查样点	实地量测、资料分析



图 1-3 1#监测点



图 1-4 2#监测点



图 1-5 3#监测点

1.3.4 监测设施设备

根据《水土保持监测技术规程》、《水土保持监测设施通用技术条件》以及相关的监测

技术要求，主要监测设备主要有：激光测距仪、笔记本电脑、手持 GPS、RTK、胸径尺、全站仪、数码相机、卷尺、皮尺、记录本等。监测设施设备情况见表 1-17。

表1-17 监测设施设备表

序号	设施和设备	型 号	单位	数量	备 注
一	设 施				
1	水土保持措施防治效果调查	根据措施类型而定	个	3	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 INSPIRE pro	台	1	项目全景监测
2	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
3	测高仪		台	1	
4	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
5	罗盘		套	1	用于测量坡度
6	皮尺、卷尺		套	1	测量植物生长状况
7	数码照相机	佳能	台	1	用于监测现场的图片记录
8	数码摄像机	佳能	台	2	用于监测现场的影像记录
9	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
10	幅材及配套设备				各种设备安装补助材料

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）和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）等文件及技术标准的规定要求，水土保持监测介入时，本项目已建设完工投入运行，项目区水土流失已全面得到治理，确定本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和资料分析。

（1）调查监测

对主要水土流失因子、水土保持防治效益和基本状况、水土保持措施实施效果主要采用调查监测方法获取数据。

调查监测结合水土保持方案、相关设计文件对监测区域的地貌地形、水系、土壤、植被、土地利用、防护工程建设等各方面情况进行全面调查和相应的量测，获取主要水土流失因子变化和水土保持防治效益的数据，同时在建设单位协助下，获取施工过程中有关土石方挖填记录资料。

（2）巡查监测

巡查主要是针对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。

1.3.6 监测阶段成果

本项目于 2016 年 12 月开工，并于 2019 年 4 月完工，建设单位委托监测时，主体已投入运行 1.67 年，项目区水土保持措施完善，水土流失已得到全面治理，本项目水土保持监测属于最终结果监测，仅提交水土保持监测总结报告，不提供阶段性成果。

1.3.7 水土保持监测意见及落实情况

本项目建设单位委托监测时，主体已完工投入运行 1.33 年，项目区水土保持措施完善，水土流失已得到全面治理，根据现场情况，监测组未提出监测意见。

1.3.8 重大水土流失危害事件处理

根据现场调查及询问项目周边民众，本项目在建设及运行过程中未发生水土流失灾害事件。

2 监测内容与方法

2.1 扰动土地情况监测

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。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。

(1) 原地貌土地利用

项目区原地貌通过收集地形资料和工程设计资料分析获得；因工程建设而引起的地形、地貌和水系变化情况通过实地调查获得。

地貌监测包括地貌类型区、小地形和地面坡度组成三个方面。监测时，根据《水土保持监测技术规程》（SL 277-2002）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。

土地利用监测主要为土地利用类型、面积等。

(2) 植被覆盖度

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。

(3) 扰动土地

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。利用工程施工、监理资料及设计资料，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。

(4) 防治责任范围

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，主要包括项目建设区和直接影响区。

①项目建设区

永久性占地：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。

临时性占地：水土保持监测是复核临时性占地面积有否超范围使用。

扰动地表面积：对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。水土保持监测内容为认真复核扰动地表面积。

②直接影响区

主要指因工程建设引起的水土流失影响范围（项目建设区以外）。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。根据项目建设区及直接影响区面积变化情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围变化情况进行监测。

2.1.2 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）和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，本项目监测方法采用调查监测、资料收集、地面量测及巡查等。水土保持监测介入时，本项目已完工投入运行，扰动土地情况监测频次为1次，即在接受监测委托后进行1次全面调查监测。

2.2 取土（石、料）、弃土（石、渣）监测

2.2.1 监测内容

本工程建设过程中无取土场（石、料）等情况，土石方临时堆放位置作为水土保持关注的重要区域，是项目水土保持监测的重点。监测过程中对工程弃土的数量、位置、土方量、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

监测方法采用资料分析、调查监测等，根据现场监测，本项目建设所需的回填料、绿化覆土从附近合法料场和取土场以商品形式外购，未设置取土（石、料）场，项目建设产生的弃渣运至昆明市经济技术开发区清水河片区低洼区域用于场地回填，未设置弃土（石、渣）场。水土保持监测介入时，本项目已完工投入运行，取土、弃土情况监测频次为 1 次，即在接受监测委托后进行 1 次全面核实调查。

2.3 水土保持措施监测

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主体工程设计和水土保持方案中的防治要求实施。

（4）运行期主要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、抗性及其植被覆盖率。

②各种已实施的水土保持措施的控制土壤流失量、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调查监测的方式从建设、施工、监理、设计等单位调查资料获取，并对工程措施进行实地核查，临时措施则通过查看临时卫星遥感影像确认。植被监测则到实地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。

监测频次：水土保持监测介入时，本项目已完工投入运行，监测频次为 1 次，即在接受监测委托后进行 1 次全面调查。

2.4 土壤流失量监测

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。根据项目所在地区实际情况，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀。

（2）水土流失面积监测

除微度侵蚀外，其他强度的侵蚀面积均统计为水土流失面积，本项目主要是监测项目运行过程中是否还存在水土流失面积，并通过分析施工资料及历史卫星影像图确定项目建设过程中水土流失面积动态变化的情况。

（3）水土流失危害监测

监测水土流失是否流入项目区周边管网、道路、沟道等，是否对周边环境产生影响。水土流失危害监测是针对整个工程的全部区域开展的，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通过资料分析获取。

（5）突发性重大水土流失事件监测

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

根据项目实际建设情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中所发生的重大水土流失事件进行调查。

（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，监理单位对工程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、临时监测及巡查等。调查监测是指定期采取全面调查的方式,通过现场实地勘测,采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具,测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征及水土保持措施实施情况。本项目已完工投入运行,采取资料分析结合现场调查确定。

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。本项目已完工投入运行,不再开展临时监测。

巡查主要是针对整个工程的全部区域所采用的监测方法,尤其是对于周边影响情况。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。

表 2-1 监测内容及方法

监测内容	监测位置	监测时段	监测频率	监测方法
扰动土地情况	防治责任范围内全面监测	2020 年 8 月~2021 年 4 月	共监测 1 次	实地量测、资料分析
取土、弃渣情况	外借土方、弃土消纳场	2020 年 8 月~2021 年 4 月	共监测 1 次	实地调查、资料分析
水土保持措施	防治责任范围内全面监测	2020 年 8 月~2021 年 4 月	共监测 1 次	实地量测、资料分析
水土流失量	防治责任范围内全面监测	2020 年 8 月~2021 年 4 月	共监测 1 次	实地量测、资料分析

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

(1) 水土保持方案确定的水土流失防治责任范围

根据水土保持方案及其批复文件，大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土流失防治责任范围面积为 2.55hm²，其中项目建设区面积为 1.69hm²，直接影响区面积为 0.86hm²，水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 水土保持方案确定的水土流失防治责任范围

序号	防治分区	单位	面积
一	项目建设区	hm ²	1.69
1	路基路面工程区	hm ²	1.39
2	绿化工程区	hm ²	0.30
二	直接影响区	hm ²	0.86
三	防治责任范围总面积	hm ²	2.55

(2) 监测的水土流失防治责任范围

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，得出工程建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围包括项目区的建设范围及其相应的直接影响区。

根据实际监测及调查可知，项目建设实际发生的水土流失防治责任范围面积为 1.69hm²，其中项目建设区面积为 1.69hm²，无直接影响区，实际发生的防治责任范围面积详见表 3-2。

表 3-2 监测的水土流失防治责任范围

序号	防治分区	单位	面积
一	项目建设区	hm ²	1.69
1	路基路面工程区	hm ²	1.39
2	绿化工程区	hm ²	0.30
二	直接影响区	hm ²	0
三	防治责任范围总面积	hm ²	1.69

(3) 防治责任范围变化情况及原因

通过对比表 3-1、表 3-2，本项目实际发生的防治责任范围与水土保持方案确定的防治责任范围面积相比，面积减少 0.86hm²，变化情况详见表 3-3。

表 3-3 水土流失防治责任对比情况表

水土流失防治责任对比情况表				
序号	防治分区	水土流失防治责任范围 (hm ²)		
		方案设计	监测结果	增减情况
一	项目建设区	1.69	1.69	/
1	路基路面工程区	1.39	1.39	/
2	绿化工程区	0.30	0.30	/
二	直接影响区	0.86	0	-0.86
合计		2.63	2.49	-0.14

由表 3-3 可知, 本项目建设实际水土流失防治责任范围与水土保持方案设计的水土流失防治责任范围面积相比, 面积减少 0.86hm², 项目建设区未发生变化, 直接影响区减少 0.86hm², 主要原因为: 项目建设区: 本项目水土保持方案编报时, 项目主体工程已开工建设, 水土保持方案设计占地面积为项目实际占地面积; ②直接影响区: 实际建设施工过程中, 在道路四周边界设置彩钢板围挡进行封闭 施工, 从而减少对周边影响, 导致直接影响区面积减少。

3.1.2 建设期扰动土地面积

地表扰动面积监测包括扰动类型判断和面积监测, 其中扰动类型判断是关键, 扰动类型的划分和判定是由其侵蚀强度确定的, 监测过程中必须根据实际流失状态进行归类和面积监测。

通过现场踏勘, 结合工程施工、监理和工程竣工平面布置图等资料, 确定本项目扰动土地面积情况, 项目建设扰动地表面积 1.69hm², 扰动地表类型为梯坪地、交通运输用地, 其中扰动梯坪地 0.79hm²、交通运输用地 0.90hm², 扰动土地面积详见表 3-4。

表 3-4 扰动土地面积监测结果表

序号	项目组成	扰动地表类型及面积 (hm ²)			备注
		梯坪地	交通运输用地	小计	
1	路基路面工程区	0.66	0.73	1.39	永久占地
2	绿化工程区	0.13	0.17	0.30	永久占地
合计		0.79	0.90	1.69	/

3.2 取土(石、料)监测结果

3.2.1 设计取土(石、料)情况

根据水土保持方案设计, 本项目建设需外借绿化覆土 0.15 万 m³, 绿化覆土从附近合法料场和取土场以商品形式外购, 未设置取土(石、料)场。

3.2.2 取土（石、料）场位置及占地面积监测结果

通过查阅项目施工、监理、竣工资料及现场监测，工程建设所需的回填料、绿化覆土从附近合法料场和取土场以商品形式外购，未设置取土场，故未对取土场进行监测。

3.2.3 取土（石、料）量监测结果

通过查阅项目施工、监理、竣工资料及现场监测，本项目建设需外借绿化覆土 0.15 万 m³，绿化覆土从附近合法料场和取土场以商品形式外购，未设置取土（石、料）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，本项目建设过程中共开挖土石方 4.72 万 m³（其中道路路基开挖 3.68 万 m³、管槽开挖 1.04 万 m³），回填土石方 4.01 万 m³（其中路基回填料 3.07 万 m³、管槽回填 0.79 万 m³、绿化覆土 0.15 万 m³），外借土石方 0.15 万 m³（绿化覆土 0.15 万 m³），产生弃土弃渣 0.86 万 m³，产生的弃土全部运至清水河片区（宝能项目）一级开发区域回填，详见表 3-5。

表 3-5 水土保持方案设计土石方量 单位:万 m³

序号	项目名称	挖方		填方			调入		调出		外借		废弃	
		土石方开挖	小计	土石方回填	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	道路路基工程	3.68	3.68	3.07		3.07							0.61	昆明市经济技术开发区清水河片区低洼区域用于场地回填
2	管槽开挖及回填	1.04	1.04	0.79		0.79							0.25	
3	绿化覆土				0.15	0.15					0.15	合法土料场		
合计		4.72	4.72	3.86	0.15	4.01					0.15		0.86	

3.3.2 弃土（石、渣）场位置及占地面积监测结果

通过查阅项目施工、监理、竣工资料及现场监测，本项目建设产生的弃渣全部运至清水河片区（宝能项目）一级开发区域回填，未设置弃土（石、料）场。

3.3.3 弃土（石、渣）量监测结果

通过查阅项目施工、监理、竣工资料及现场监测，本项目建设共开挖土石方 4.72 万 m³（其中道路路基开挖 3.68 万 m³、管槽开挖 1.04 万 m³），回填土石方 4.01 万 m³（其中路基回填料 3.07 万 m³、管槽回填 0.79 万 m³、绿化覆土 0.15 万 m³），外借土石方 0.15 万

m³(绿化覆土 0.15 万 m³), 产生弃土弃渣 0.86 万 m³, 产生的弃土全部运至清水河片区(宝能项目)一级开发区域回填, 工程建设未设置弃土(石、料)场, 详见表 3-6。

表 3-6 实际土石方量监测结果 单位:万 m³

序号	项目名称	挖方		填方			调入		调出		外借		废弃	
		土石方开挖	小计	土石方回填	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	道路路基工程	3.68	3.68	3.07		3.07							0.61	昆明市经济技术开发区清水河片区低洼区域用于场地回填
2	管槽开挖及回填	1.04	1.04	0.79		0.79							0.25	
3	绿化覆土				0.15	0.15					0.15	合法土料场		
合计		4.72	4.72	3.86	0.15	4.01					0.15		0.86	

3.4 其他重点监测情况

经实地踏勘及相关资料分析, 项目区水土保持措施完善, 水土流失已得到全面治理, 土壤侵蚀强度为微度侵蚀, 项目建设未对周边环境造成重大影响。

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及收集竣工资料的方法。通过现场实地量测，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

根据主体设计资料及水土保持方案，本项目设计的水土保持工程措施为：路基路面工程区雨水管 816m，为主体工程设计界定为水土保持措施的工程，详见表 4-1。

表 4-1 水土保持工程措施设计情况表

序号	监测分区	措施名称	单位	数量	备注
1	路基路面工程区	雨水管	m	816	主体工程设计

4.1.3 工程措施实施情况

通过现场监测及查阅建设单位提供的施工、监理、竣工资料，项目区实施的工程措施为：路基路面工程区雨水管 816m，工程措施量详见表 4-2；工程措施实施情况详见图 4-1 ~ 图 4-2。

表 4-2 工程措施实施情况统计表

序号	监测分区	措施名称	单位	数量	实施时段
1	路基路面工程区	雨水管	m	816	2017 年 4 月~2018 年 3 月
					
图 4-1 路基路面工程区雨水管现状		图 4-2 路基路面工程区雨水管现状			

4.1.4 工程措施监测结果

通过对表 4-1、表 4-2, 项目区实施的工程措施与设计的工程措施相比没有发生变化, 详见表 4-3。

表 4-3 工程措施监测结果分析表

序号	监测分区	措施名称	单位	方案设计	实际完成	增减情况
1	路基路面工程区	雨水管	m	816	816	无

工程措施没有发生变化的原因为: 本项目水土保持方案编报时项目主体工程已基本完工, 项目水土保持方案属于补报方案, 因此水土保持方案中的工程措施均为主体工程设计且已实施的措施, 工程量为现场调查及资料分析获得, 与监测结果一致。

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。通过现场实地量测, 采用 GPS 定位仪、卷尺、测距仪、数码相机等工具并布设植被监测样方, 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植物措施量。

4.2.2 植物措施设计情况

根据主体设计资料及水土保持方案, 本项目设计的水土保持植物措施为: 绿化工程区绿化带 0.30hm², 属于主体工程设计界定为水土保持措施的工程, 详见表 4-4。

表 4-4 植物措施设计情况表

序号	监测分区	措施名称	单位	数量	备注
1	绿化工程区	绿化带	hm ²	0.30	主体工程设计

4.2.3 植物措施实施情况

通过现场监测及查阅建设单位提供的施工、监理、竣工资料, 项目区实施的植物措施为绿化工程区绿化带 0.30hm², 植物措施量详见表 4-5; 植物措施实施情况详见图 4-3~图 4-4。

表 4-5 植物措施实施情况统计表

序号	监测分区	措施名称	单位	数量	实施时段
1	绿化工程区	绿化带	hm ²	0.30	2018 年 3 月~2019 年 4 月



4.2.4 植物措施监测结果

通过对比表 4-4、表 4-5，项目区实施的植物措施与设计的植物措施相比未发生变化，详见表 4-6。

表 4-6		植物措施监测结果分析表				
序号	监测分区	措施名称	单位	方案设计	实际完成	变化情况
1	绿化工程区	绿化带	hm ²	0.30	0.30	无

植物措施没有发生变化的原因：本项目水土保持方案编报时项目主体工程已基本完工，项目水土保持方案属于补报方案，因此水土保持方案中的植物措施均为主体工程设计且已实施的措施，工程量为现场调查及资料分析获得，与监测结果一致。

4.3 临时防治措施监测结果

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收集分析施工资料、监理资料、竣工资料的方法确定，并通过历史遥感卫星影像进行复核。

4.3.2 临时措施设计情况

根据主体设计资料及水土保持方案，本项目设计的临时措施为：路基路面工程区临时排水沟 720m，临时沉沙池 2 口，绿化工程区临时覆盖 3000m²；详见表 4-7。

表 4-7临时措施设计情况表

序号	监测分区	措施名称	单位	数量	备注
1	路基路面工程区	临时排水沟	m	720	方案新增
		沉砂池	口	2	方案新增
2	绿化工程区	临时覆盖	m²	3000	方案新增

4.3.3 临时措施各阶段实施及保存情况

通过查阅建设单位提供的施工、监理、竣工资料，本项目实施的临时措施为：绿化工程区临时覆盖 1000m²，目前所有的临时措施均已拆除，临时措施实施情况详见表 4-8。

表 4-8临时措施监测结果分析表

序号	监测分区	措施名称	单位	数量
1	绿化工程区	临时覆盖	m²	3000



图 4-5 绿化工程区临时覆盖

图 4-6 绿化工程区临时覆盖

对比表 4-7、表 4-8，项目区实施的临时措施与设计的临时措施相比有所变化，详见表 4-9。

表 4-9临时措施变化情况表

序号	监测分区	措施名称	单位	方案设计	实际完成	变化情况
1	路基路面工程区	临时排水沟	m	720	/	-720
		沉砂池	口	2	/	-2
2	绿化工程区	临时覆盖	m²	3000	3000	无

临时措施发生变化的原因分析如下：

该区临时排水沟、沉砂池措施未实施，主要原因为：路基路面工程区施工工期较短，且在旱季完成施工，周边区域主要为为厂房，地表汇水通过厂房项目排水设施排出，建设单位根据实际情况，未实施临时排水沟和沉砂池措施。

4.4 水土保持措施防治效果

通过现场监测及分析建设单位提供的施工资料、监理资料、竣工资料，建设单位按照主体设计和水土保持方案实施了工程措施、植物措施和临时措施，项目区所实施的水土保持工程措施目前运行完好，实施的植物措施植被郁闭度、盖度都达到了 95%以上，项目区水土保持措施防治效果显著，实施的临时措施均已拆除，临时措施在施工期间将水土流失牢牢控制在项目建设区内，使得项目施工没有对周边环境造成影响；项目区实施的水土保持措施监测结果详见表 4-10。

表 4-10 水土保持措施监测表

序号	监测分区	措施类型及名称		单位	方案设计	实际完成	增减情况
1	路基路面工程区	工程措施	雨水管	m	816	816	无
		临时措施	临时排水沟	m	720	/	-720
			沉砂池	口	2	/	-2
2	绿化工程区	植物措施	绿化带	hm²	0.30	0.30	无
		临时措施	临时覆盖	m²	3000	3000	无

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 工程设计占地情况

根据水土保持方案,本工程总占地面积 1.69hm^2 ,其中路基路面工程区占地面积 1.39hm^2 ,绿化工程区占地 0.30hm^2 ;按占地类型统计,其中占用梯坪地 0.79hm^2 ,占用交通运输用地 0.90hm^2 ;按占地性质划分,项目占地均为永久占地;设计占地情况详见表 5-1。

表 5-1 水土保持方案设计占地面积统计表

项目组成	水土保持方案设计占地类型及面积(hm^2)			备注
	梯坪地	交通运输用地	小计	
路基路面工程区	0.66	0.73	1.39	永久占地
绿化工程区	0.13	0.17	0.30	永久占地
合计	0.79	0.90	1.69	/

5.1.2 工程实际扰动面积

根据项目主体竣工资料 and 现场测量,本工程总占地面积 1.69hm^2 ,其中路基路面工程区占地面积 1.39hm^2 ,绿化工程区占地 0.30hm^2 ;按占地类型统计,其中占用梯坪地 0.79hm^2 ,占用交通运输用地 0.90hm^2 ;按占地性质划分,项目占地均为永久占地;详见表 5-2。

表 5-2 实际扰动面积监测结果表

项目组成	工程实际占地类型及面积 (hm^2)			备注
	梯坪地	交通运输用地	小计	
路基路面工程区	0.66	0.73	1.39	永久占地
绿化工程区	0.13	0.17	0.30	永久占地
合计	0.79	0.90	1.69	/

5.1.3 施工期水土流失面积

通过资料分析,本项目施工期为 2016 年 12 月~2019 年 4 月,施工期整个项目区全部扰动,路基路面工程区、绿化工程区均处于裸露状态,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。施工期扰动地表面积为 1.69hm^2 ,水土流失面积为 1.69hm^2 ,施工期水土流失面积详见表 5-3。

表 5-3 施工期水土流失面积统计表

序号	项目组成	扰动地表面积	水土流失面积
		hm ²	hm ²
1	路基路面工程区	1.39	1.39
2	绿化工程区	0.30	0.30
合计		1.69	1.69

5.1.4 运行期水土流失面积

通过现场监测及资料分析,本项目于 2019 年 4 月完工投入运行,项目总占地面积为 1.69hm²,运行期项目地表组成为硬化地面覆盖 1.39hm²,植物措施面积 0.30hm²,运行期内硬化地面区域基本不存在水土流失,植物措施区域随着植物逐步郁闭,运行初期植被盖度低,仍然存在水土流失,由此确定运行期水土流失面积为 0.30hm²,详见表 5-4。

表 5-4 运行期水土流失面积统计表

序号	项目组成	占地面积	扰动面积	场地硬化面积	工程措施面积	植物措施面积	水土流失面积
		hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²
1	路基路面区	1.40	1.40	1.38	0.02		
2	边坡工程区	0.28	0.28	0.03	0.03	0.19	0.19
3	路面绿化区	0.28	0.28			0.28	0.28
合计		1.96	1.96	1.41	0.05	0.47	0.47

5.2 土壤流失量

5.2.1 不同侵蚀单元划分

5.2.1.1 原地貌侵蚀单元划分

通过现场周边调查和资料分析,将项目区扰动地表原地貌水土流失状况按占地类型划分为梯坪地、交通运输用地 2 个侵蚀单元,原地貌侵蚀单元划分结果详见表 5-5。

表 5-5 原地貌侵蚀单元划分成果表

序号	项目组成	原地貌侵蚀单元类型及面积 (hm ²)		
		梯坪地	交通运输用地	小计
1	路基路面工程区	0.66	0.73	1.39
2	绿化工程区	0.13	0.17	0.30
合计		0.79	0.90	1.69

5.2.1.2 地表扰动类型划分

根据项目施工、运行中重塑地貌后形成的新地形地貌分析划分项目建设过程中的地表扰动类型,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开挖面和施工平台等，开挖面、施工平台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，在现场实地调查的基础上，依照同一扰动类型的侵蚀特点和侵蚀强度基本一致，不同扰动类型的侵蚀特点和侵蚀强度明显不同的原则，本项目共分为 2 类地表扰动类型。

本项目地表扰动类型分类和地表扰动划分结果详见表 5-6。

表 5-6 地表扰动类型分类和地表扰动划分成果表

扰动类型	明显扰动	
扰动特征	开挖面	施工平台
分类代号	I类	II类
侵蚀对象	开挖边坡	施工场地
分类依据	开挖、削坡等工作面	地势平坦，土地平整等
主要区域	路基路面工程区	绿化工程区

根据以上确定的分类方法，将各个分区进行详细划分。

(1) 路基路面工程区

该区主要进行路基和路面建设，施工过程中存在开挖面，开挖区域划分为I类，其余区域划分为II类。

(2) 绿化工程区

该区主要为绿化建设，施工中仅进行场地平整，划分为II类。

表 5-7 各分区地表扰动类型划分成果表

序号	项目组成	扰动类型及面积 (hm ²)		
		小计	I类	II类
1	路基路面工程区	1.39	1.39	
2	绿化工程区	0.30		0.30
合计		1.69	1.39	0.30

5.2.1.3 运行期侵蚀单元划分

根据现场监测和资料分析，建设单位在施工过程中实施了水土保持工程措施、植物措施和临时措施，各项措施实施后，项目各区域的水土流失得到控制。

根据本项目水土保持监测实际情况，运行期植物措施实施区域因为植被尚未完全郁闭而存在水土流失，因此运行期划分为一个侵蚀单位，即植被覆盖平台；详见表 5-8。

表 5-8 运行期侵蚀单元划分结果表

序号	项目组成		侵蚀单元类型及面积 (hm ²)
			植被覆盖平台
1	绿化工程区	绿化带	0.30

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数

5.2.2.1 原地貌侵蚀模数确定

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)，项目建设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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

结合水土保持方案及现场调查周边情况确定项目区原地貌土壤侵蚀模数，原地貌土壤侵蚀模数取值详见表 5-9、表 5-10。

表 5-9 原地貌侵蚀单元侵蚀模数确定成果表

编号	土地利用现状分类	自然因素	原生侵蚀模数($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	备注
1	梯坪地	地面坡度 $1\sim 5^\circ$ ；自然生长部分杂草	450	微度侵蚀
2	交通运输用地	土质压实道路	1000	轻度侵蚀

表 5-10 原地貌各分区侵蚀模数确定成果表

项目组成	占地类型	面积 (hm^2)	侵蚀模数($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	平均侵蚀模数($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
路基路面工程区	梯坪地	0.66	450	738.85
	交通运输用地	0.73	1000	
绿化工程区	梯坪地	0.13	450	761.67
	交通运输用地	0.17	1000	
合计		1.69	/	750.26

5.2.2.2 施工期侵蚀模数

施工期各地表扰动类型的侵蚀模数采用经验模数法结合现场调查确定，根据项目特点、水土流失因子等特性，参照监测工作经验进行本工程土壤侵蚀模数分析。施工期的土壤侵蚀模数以年均土壤侵蚀模数表示，最终确定施工期各扰动类型侵蚀模数取值详见表 5-11。

表 5-11 施工期侵蚀模数取值表

序号	扰动类型	施工期土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
1	开挖面 (I类)	5000
2	施工平台 (II类)	3500

5.2.2.3 运行期侵蚀模数

根据防治措施分类及监测结果，结合当地自然条件、工程特点、防治措施的实施情况综合分析工程占地区防治措施实施之后水土流失防治效果，并根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007) 和对各建设区域现状调查结果及同类项目监测经验对工程各建设分区的平均土壤侵蚀模数进行取值，路基路面工程区被硬化地面覆盖，该区实施了雨水管，基本不存在水土流失，该区年平均土壤侵蚀模数取 $100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；绿化工程区被林草植被覆盖，

植被生长情况良好，林草覆盖率达 80%，该区年平均土壤侵蚀模数取 $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。运行期土壤侵蚀模数取值见表 5-12。

表 5-12 运行期侵蚀模数取值表

序号	项目组成	土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	现状情况
1	路基路面工程区	100	该区被硬化地面覆盖，实施了排水沟措施，排水沟排水畅通，运行情况良好。
2	绿化工程区	400	路面绿化区被林草植被覆盖，植被生长情况良好，林草覆盖率达 80%。

5.2.3 土壤流失量监测结果

5.2.3.1 原生土壤流失量

根据以上相关分析，结合工程建设工期，确定本项目建设区原生土壤侵蚀量，本项目实际施工期为 2016 年 12 月~2019 年 4 月，于 2019 年 5 月投入运行，截止 2021 年 4 月，已运行 2.00 年，由此确定计算时段为 2016 年 12 月~2021 年 4 月，共 4.42 年；通过计算，项目原生土壤流失量为 55.49t，计算过程详见表 5-13。

表 5-13 原生土壤流失量计算表

序号	项目组成	扰动面积	原生侵蚀模数	监测时段	土壤流失量
		hm^2	$\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	a	t
1	路基路面工程区	1.39	738.85	4.42	45.39
2	绿化工程区	0.30	761.67	4.42	10.10
合计		1.69	/	/	55.49

5.2.3.2 施工期土壤流失量

根据以上相关分析，结合工程建设工期，计算本工程项目建设区施工期土壤侵蚀量，本项目实际施工期为 2016 年 12 月~2019 年 4 月，由此确定计算时段为 2016 年 12 月~2019 年 4 月，共 2.42 年；通过计算，项目施工期土壤流失量为 193.60t，计算过程详见表 5-14。

表 5-14 施工期土壤流失量计算表

序号	项目组成	扰动类型	扰动面积	施工期侵蚀模数	监测时段	土壤流失量
			hm^2	$\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	a	t
1	路基路面工程区	开挖面 (I类)	1.39	5000.00	2.42	168.19
3	绿化工程区	施工平台 (II类)	0.30	3500.00	2.42	25.41
合计			1.69	/	/	193.60

5.2.3.3 运行期土壤流失量

根据以上相关分析，结合工程建设工期，计算本工程运行期土壤流失量，本项目于 2019 年 5 月投入运行，截至 2021 年 4 月，已运行 2.00 年，项目区水土保持措施效益完全发挥，

项目区水土流失得以控制,运行期计算时段为 2.00 年;通过计算,运行期项目区的土壤流失量为 5.18t,计算过程详见表 5-15。

表 5-15 运行期土壤流失量计算表

序号	项目组成	扰动面积	运行期侵蚀模数	监测时段	土壤流失量
		hm ²	t/km ² a	a	t
1	路基路面工程区	1.39	100	2.00	2.78
2	绿化工程区	0.30	400	2.00	2.40
合计		1.69	/	/	5.18

5.2.3.4 各扰动阶段土壤流失量

根据以上计算结果,本工程因施工和运行产生的土壤流失总量为 198.78t,其中施工期产生的土壤流失量为 193.60t,运行期产生的土壤流失量为 5.18t;项目原生土壤流失量为 55.49t,新增土壤流失量为 143.29t;详见表 5-16。

表 5-16 各扰动阶段土壤流失量计算表

序号	项目组成	原生流失量 (t)	项目建设及运行造成的流失量 (t)			新增流失量
			施工期	运行期	小计	t
1	路基路面工程区	45.39	168.19	2.78	170.97	125.58
2	绿化工程区	10.10	25.41	2.40	27.81	17.71
合计		55.49	193.60	5.18	198.78	143.29

5.3 取土(石、料)、弃土(石、渣)潜在土壤流失量

5.3.1 取土(石、料)潜在土壤流失量

通过查阅项目施工、监理、竣工资料及现场监测,工程建设所需的建筑材料、绿化覆土从附近合法料场和取土场以商品形式外购,未设置取土(石、料)场。

5.3.2 弃土(石、渣)潜在土壤流失量

通过查阅项目施工、监理、竣工资料及现场监测,本项目建设产生的弃渣全部运至清水河片区(宝能项目)一级开发区域回填,未设置弃土(石、料)场。

5.4 水土流失危害

大冲工业片区 125 号、126 号道路工程水土保持监测工作于 2020 年 8 月开展,为此主要经全面巡查其危害迹象,并寻访当地居民进行分析得出。经分析,得出如下结论:

(1) 影响周边生态环境监测结果

项目建设区周边环境：经全面巡查记录，项目建设期间，没有对项目建设区周边进行扰动的情况，项目建设产生的弃渣全部运至清水河片区（宝能项目）一级开发区域回填，项目建设未对项目建设区周边造成危害。

（2）其他水土流失危害监测结果

大冲工业片区 125 号、126 号道路工程建设及运行可能产生的其它水土流失危害主要为项目建设产生的水土流失是否对周边河流、道路产生明显损害等，经全面巡查记录，项目建设期间及监测时段内，项目建设区周边河流没有出现因项目建设所产生的水土流失淤积的迹象，项目建设区周边道路亦没有出现因项目建设所产生的水土流失影响而产生明显损毁的现象。

综上所述，大冲工业片区 125 号、126 号道路工程在建设及运行过程中对项目区周边环境、市政管网没有造成危害。

6 水土流失防治效果监测结果

通过监测，对六项指标进行量化计算，检验项目区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“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）”，项目区不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区；根据《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，2017年8月30日），项目区不属于省级水土流失重点预防区和重点治理区；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，工程位于滇池流域，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的规定，本项目水土流失防治标准等级执行西南岩溶区二级标准，并按项目区土壤侵蚀强度、多年平均降雨量对防治目标进行修正，最终确定了本项目的水土流失防治目标值，详见表 6-1。

表 6-1 水土保持方案确定防治目标值

防治指标	二级标准		修正		采用标准	
	施工期	设计水平年	土壤侵蚀强度	年平均降雨量	施工期	设计水平年
扰动土地整治率（%）	-	95	-	-	-	95
水土流失总治理度（%）	-	85	-	+2	-	87
土壤流失控制比	0.50	0.70	+0.30	-	0.80	1.0
拦渣率（%）	90	95	-	-	95	95
林草植被恢复率（%）	-	95	-	+2	-	97
林草覆盖率（%）	-	20	-	+2	-	22

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率为扰动土地整治面积与扰动地表面积的比值。结合本项目实际情况，其计算公式为：

扰动土地整治率 = (扰动土地整治面积 / 项目建设区扰动地表面积) × 100%

截止 2021 年 4 月，本项目扰动地表总面积为 1.69hm²，扰动地表治理面积 1.69hm²，其中场地硬化面积 1.39hm²，植物措施面积 0.30hm²，项目区扰动土地整治率为 99%，大于方案确定的防治目标值 95%；详见表 6-2。

表 6-2 扰动土地整治率计算表

项目组成	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	扰动地表治理面积 (hm ²)			扰动土地整治率 (%)
			场地硬化面积	植物措施	小计	
路基路面工程区	1.39	1.39	1.39		1.39	99.00
绿化工程区	0.30	0.30		0.30	0.30	99.00
合计	1.69	1.69	1.39	0.30	1.69	99.00

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度为项目建设区内水土流失治理面积占造成水土流失总面积的百分比，结合本项目实际情况，其计算公式为：

$$\text{水土流失总治理度} = \frac{\text{水土流失治理面积}}{\text{项目建设区水土流失总面积}} \times 100\%$$

截止 2021 年 4 月，本项目建设造成水土流失面积 0.30hm²，水土流失治理面积为 0.30hm²，其中植物措施面积 0.30hm²，项目区水土流失总治理度为 99%，大于方案确定的防治目标值 87%；详见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度计算表

项目组成	扰动面积 (hm ²)	场地硬化面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)		水土流失总治理度 (%)
				植物措施	小计	
路基路面工程区	1.39	1.39				/
绿化工程区	0.30		0.30	0.30	0.30	99.00
合计	1.69	1.39	0.30	0.30	0.30	99.00

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

拦渣率为项目建设区内实际拦挡的弃渣量与弃渣总量的百分比。计算公式如下：

$$\text{拦渣率} = \frac{\text{实际拦挡弃渣量}}{\text{弃渣总量}} \times 100\%$$

通过现场监测和资料分析，本项目建设产生的弃渣全部运至清水河片区（宝能项目）一级开发区域回填，项目建设产生的弃渣得到合理利用，拦渣率大于 97%。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比为项目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，其计算公式为：

项目区容许土壤流失量

土壤流失控制比 = $\frac{\text{项目区容许土壤流失量}}{\text{治理后每平方公里年平均土壤流失量}}$

截止 2021 年 4 月，工程各防治区域水土流失均得到控制，项目各分区土壤侵蚀模数按地表组成物质确定，路基路面工程区为硬化地面覆盖，基本不存在水土流失，平均土壤侵蚀模数取 100t/km²•a；绿化工程区被林草植被覆盖，植被生长情况良好，林草覆盖率达 80%，平均土壤侵蚀模数取 400t/km²•a，通过面积加权求得项目区平均土壤侵蚀模数为 153.25t/km² a，工程区容许土壤侵蚀模数为 500t/km² a，土壤流失控制比为 3.26，大于方案确定的防治目标值 1.0；详见表 6-4。

表 6-4 土壤流失控制比计算表

项目组成	项目建设区面积	地表物质组成	侵蚀模数	平均侵蚀模数	容许土壤流失量	土壤流失控制比
	hm ²		t/km ² a	t/km ² a	t/km ² a	
路基路面工程区	1.39	硬化地面覆盖	100.00	100.00	500.00	5.00
绿化工程区	0.30	林草植被覆盖	400.00	400.00	500.00	1.25
合计	1.69	/	/	153.25	500.00	3.26

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。计算公式如下：

林草类植被面积

林草植被恢复率 = $\frac{\text{林草类植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\%$

可恢复林草植被面积

扣除场地硬化占地面积，本项目可恢复林草植被面积为 0.30hm²，截止 2020 年 8 月，项目区实际林草类植被面积为 0.30hm²，林草植被恢复率为 99%，大于方案确定的防治目标值 97%；详见表 6-5。

表 6-5 林草植被恢复率计算表

项目组成	项目建设区面积 (hm ²)	场地硬化面积 (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 (%)
路基路面工程区	1.39	1.39	/	/	/
绿化工程区	0.30		0.30	0.30	99.00
合计	1.69	1.39	0.30	0.30	99.00

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率为项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占总面积的百分比。计算公式如下：

$$\text{林草覆盖率} = \frac{\text{林草类植被面积}}{\text{项目总面积}} \times 100\%$$

本项目建设区总面积为 1.69hm², 截止 2021 年 4 月, 项目建设区林草类植被面积 0.30hm², 林草覆盖率为 17.15%, 未达到方案确定的防治目标值 22%。详见表 6-6。

表 6-6 林草覆盖率计算表

项目组成	项目建设区面积	林草类植被面积	林草覆盖率
	hm ²	hm ²	%
路基路面工程区	1.39	/	/
绿化工程区	0.30	0.30	99.00
合计	1.69	0.30	17.15

6.7 工程六项指标计算结果

综上分析, 本工程水土保持措施的实施主要是为了防止工程区的水土流失, 确保项目区安全稳定运行、绿化美化项目区环境。通过各项水土保持措施的实施, 项目建设区扰动土地整治率为 99%, 水土流失总治理度为 99%, 拦渣率为 97%, 土壤流失控制比为 3.26, 林草植被恢复率为 99%, 林草覆盖率为 17.15%, 除林草覆盖率外其余各项防治指标均能达到预期目标值, 能够有效防治本工程建设新增水土流失及所带来的危害, 改善建设区及周边生态环境。

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，本项目施工期进行路基、路面、边坡治理和景观绿化施工等建设活动，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。工程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→强烈侵蚀→中度侵蚀→轻度侵蚀→微度侵蚀。

水土保持措施实施后，项目进入运行期，运行期随着植被盖度的增加，水土流失进一步得到控制，项目区生态环境得到改善。项目区最终各项指标均达到水土保持方案确定的防治目标值，各项之指标达标情况详见表 7-1。

表 7-1 六项指标达标情况表

防治指标	方案设计目标值	监测结果值	达标情况
扰动土地整治率（%）	95	99	达标
水土流失总治理度（%）	87	99	达标
土壤流失控制比	1.0	3.26	达标
拦渣率（%）	95	97	达标
林草植被恢复率（%）	97	99	达标
林草覆盖率（%）	22	17.15	未达标

7.2 水土保持措施评价

通过现场监测、调查，对本工程各扰动地表区域实施的水土保持措施进行评价。工程建设期间水土保持措施评价主要参照主体设计、水土保持方案设计情况，查阅建设单位提供的施工资料进行综合分析、评价。经分析、评价得出如下结论：

（1）各扰动地表区域基本按照主体工程设计和水土保持方案要求实施完成了工程措施、植物措施、临时措施的建设，工程实施完成的各项工程措施、植物措施运行良好，质量合格，符合水土保持要求。

（2）各扰动地表区域可恢复植被区域均已实施完成植被恢复措施，经监测组现场调查，工程建设区域栽植的植被长势良好，盖度高，能够满足水土保持要求。

(3) 截止 2021 年 4 月，工程建设区域实施完成的各项工程措施运行良好，未出现损坏现象，植被长势好、盖度高，水土保持措施能够正常发挥其水土保持功能。

(4) 项目各分区水土保持措施布局合理，实施的数量能满足项目区水土流失治理要求。

7.3 存在问题及建议

项目区实施的水土保持措施运行良好，监测组通过现场调查发现：

(1) 绿化工程区草被植物由于行人随意踩踏有少量凋亡；

(2) 截止本监测总结报告编写完成，项目已完工近 2.00 年，但项目仍未进行水土保持设施自主验收及备案。

针对以上存在的问题，对建设单位提出以下建议：

(1) 加强绿化工程区的管护工作，对长势不佳的植被进行补植补种；

(2) 尽快开展水土设施自主验收并至水行政主管部门进行验收备案，建议建设单位今后在建设其它项目时严格按照三同时开展水土保持相关工作。

7.4 综合结论

通过本项目的水土保持监测，项目建设区扰动土地整治率为 99%，水土流失总治理度为 99%，拦渣率为 97%，土壤流失控制比为 3.26，林草植被恢复率为 99%，林草覆盖率为 17.15%，除林草覆盖率外其余各项防治指标均能达到预期目标值，能够有效防治本工程建设新增水土流失及所带来的危害，改善建设区及周边生态环境。工程建设基本按照主体工程设计水土保持方案要求的内容实施了各种水土保持措施。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，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) 通过对各工程的分项评价，认为工程水土保持工作到位，实施的水土保持措施效果显著，最大限度地减少了因项目建设引发的水土流失；

(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保持防治目标；

(4) 本项目水土保持监测综合评价等级为“绿色”。