

水保监测（云）字第 0032 号



昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程

水土保持监测总结报告



建设单位：昆明空港投资开发集团有限公司

监测单位：昆明理工大学科技产业经营管理有限公司

2018 年 5 月

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称	昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程									
建设规模	线路长 2333.766m, 道路路幅宽 16m			建设单位、联系人及电话	昆明空港投资开发集团有限公司 余晓俊 13888889933					
				建设地点	昆明空港经济区秧草凹片区					
				所在流域	金沙江流域					
				工程总投资	6000 万元 (未结算)					
				工程总工期	27 个月 (2014 年 11 月开工, 2015 年 11 月~2016 年 11 月停工, 2016 年 12 月复工, 2018 年 2 月完工)					
水土保持监测指标										
监测单位		昆明理工大学科技产业经营管理有限公司		联系人及电话		伍刚 13629685268				
自然地理类型		断陷溶蚀盆地地貌		防治标准		建设类一级标准				
监测内容	监测指标		监测方法 (设施)		监测指标		监测方法 (设施)			
	1.水土流失状况监测		地面观测、实地测量		2.防治责任范围监测		资料结合实地测量			
	3.水土保持措施情况监测		资料结合实地测量		4、防治措施效果监测		实地测量			
	5、水土流失危害监测		地面观测、实地测量		水土流失背景值		1307.28t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围		30.98 hm ²		土壤容许流失量		500t/ (km ² ·a)				
方案设计水土保持投资		504.86 万元		水土流失目标值		500t/ (km ² ·a)				
防治措施		(1)工程措施:剥离表土 0.12 万 m ³ ,覆土 0.12 万 m ³ ,边坡截排水沟 540m,浆砌拱形骨架植草护坡 2048.8m ² , 三维网植草护坡 5228m ² 。 (2)植物措施:绿化带 0.74hm ² ,灌草护坡 0.32hm ² ,撒草绿化 0.38hm ² 。 (3)临时措施:临时排水沟 2660m,简易沉砂池 6 座,土工布覆盖 3000m ² ,无纺布覆盖 8200m ² 。								
监测结论	防治效果	分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
		扰动土地整治率	95	99.44	防治措施面积	2.42 hm ²	建筑物及硬化面积	2.94hm ²	扰动土地总面积	5.39hm ²
		水土流失总治理度	97	98.78	防治责任范围面积	7.38m ²	水土流失总面积	5.39hm ²		
		土壤流失控制比	1.0	1.46	工程措施面积	0.74hm ²	容许土壤流失量	500t/ (km ² a)		
		拦渣率	95	99	植物措施面积	1.68hm ²	监测土壤流失量	342.49t/ (km ² a)		
		林草植被恢复率	99	99.41	可恢复林草植被面积	1.69hm ²	林草类植被面积	1.68hm ²		
		林草覆盖率	27	31.37	总弃土 (石、渣) 量	无				
	水土保持治理达标评价	水土流失防治六项指标均达到了防治目标值。								
总体结论		通过各项水土保持措施的实施,项目区水土流失已得到有效控制。								
主要建议	①部分道路边坡区域绿化效果不好, 下一步加强绿化; ②加强已实施水土保持措施的管理维护工作, 确保水土保持功能的连续性。									

水土保持监测照片集

(一) 道路现状



道路起点处现状 (K0+120)



与规划二路交叉口现状 (K0+460)



与 98 号路交叉口现状 (K1+242)



与云瑞路交叉口 (K1+560)



道路现状 (K1+840)



道路终点处现状 (K2+330)

(二) 已实施水土保持措施情况



道路护坡及截排水沟 (K1+760)



护坡及植被恢复情况 (K2+180)



道路绿化带 (K1+420)



道路绿化带 (K2+260)



灌草护坡(K1+820)



临时施工场地、临时表土堆场植被恢复(K1+280)

(三) 施工过程监测照片

1、2015 年 4 月



K2+200 处高边坡防护工程实施情况



K0+580 处施工情况

2、2015 年 9 月



K2+200 处高边坡防护工程实施情况

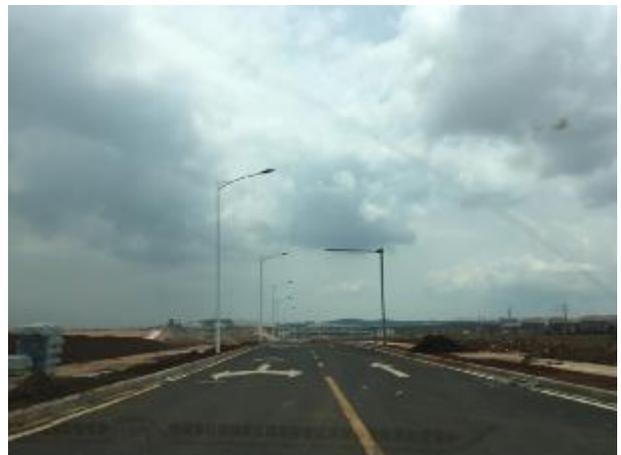


K0+580 处施工情况

2、2017 年 7 月



K2+200 处高边坡施工情况



K0+580 处施工情况

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	24
1.3 监测工作实施情况	27
2 监测内容与方法	36
2.1 监测内容	36
2.2 监测方法和频次	39
3 重点对象水土流失动态监测	46
3.1 防治责任范围监测	46
3.2 取土（石、料）监测结果	48
3.3 弃土（石、渣）监测结果	49
4 水土流失防治措施监测结果	51
4.1 工程措施监测结果	51
4.2 植物措施监测结果	54
4.3 临时措施监测结果	57
4.4 水土保持措施防治效果	59
5 土壤流失情况监测	61
5.1 水土流失面积	61
5.2 土壤流失量	61
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量	64
5.4 水土流失危害	64
6 水土流失防治效果监测结果	66
6.1 扰动土地整治率	66
6.2 水土流失总治理度	66
6.3 拦渣率	67
6.4 土壤流失控制比	67
6.5 林草植被恢复率	68
6.6 林草覆盖率	68
6.7 运行初期水土流失分析	68
7 结论	69
7.1 水土流失动态变化	69

7.2 水土保持措施评价	69
7.3 存在的问题及建议	70
7.4 综合结论	70

附件：

附件 1：水土保持监测委托书

附件 2：滇中产业聚集区（新区）管委会关于准予空港 110 号路工程水土保持方案的行政许可决定书（滇中管复〔2014〕72 号）

附件 3：水土保持补偿费缴纳凭证

附件 4：建设单位名称变更告知函

附图：

附图 1：项目区交通地理位置图

附图 2：昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程总平面布置图

附图 3：昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土流失防治责任范围图

附图 4：昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持设施竣工验收图

前 言

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程位于空港经济区南部秧草凹组团内，为城市支路，东西走向。道路沿途已有新 320 国道、云桥路、云天路、云瑞路等道路可以利用，交通较为便利。

空港110号路起点为新320国道东侧的规划一路（城市支路，尚未建设），东至规划六路（城市支路，尚未建设），沿线由西向东相交道路有：规划一路（城市支路，尚未建设）、规划二路（城市次干道，尚未建设）、规划三路（城市次干道，尚未建设）、98号路（城市支路，尚未建设）、云瑞路（城市主干道，已建成）、规划四路（城市支路，尚未建设）、规划五路（城市次干道，尚未建设）和规划六路（城市支路，尚未建设）。路线总里程为2333.766m，其中2283.766m为新建，其余50m为云瑞路相交处。110号路工程实际的占地包括道路区、临时施工场地区和临时表土堆场区，其中道路区占地5.01hm²（路基区3.66hm²，边坡区1.35hm²），临时施工场地区占地0.32hm²，临时表土堆场区0.06hm²，工程占地总面积5.39hm²。

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程总投资约 6000 万元，其中土建投资 5100 万元（未结算）。主体工程建设工期为工程建设总工期 27 个月，于 2014 年 11 月开工，2015 年 11 月~2016 年 11 月停工，2016 年 12 月复工，2018 年 2 月全部完工进入试运行阶段。工程由昆明空港投资开发集团有限公司负责建设。

2017 年 5 月 9 日，经云南滇中新区工商行政管理局核准，建设单位名称由“昆明空港投资开发有限责任公司”变更为“昆明空港投资开发集团有限公司”（见附件 4）。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》的要求，2014 年 5 月，建设单位委托云南今禹生态工程咨询有限公司编制完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持方案可行性研究报告》，并于 2014 年 10 月 28 日获得了“滇中产业聚集区（新区）管委会关于准予空港 110 号路工程水土保持方案的行政许可决定书（滇中管复〔2014〕72 号）”。

为了有效控制工程在建设过程中引起的新增水土流失，合理利用水土资源，

改善区域生态环境，依据《中华人民共和国水土保持法》、《云南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》和《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》等文件的有关规定，建设单位委托昆明理工大学科技产业经营管理有限公司承担本期工程的水土保持监测工作。2015年3月，双方签订了“水土保持监测合同”。按照合同约定，我公司于2015年4月开始开展项目监测工作。

监测单位依据水利部行业标准《〈开发建设项目水土保持设施验收技术规程〉GB/22490-2008》及建设项目实际情况，监测工作组于2015年4月至2018年3月之间先后8次进场进行监测工作，通过对监测结果进行分类统计、综合分析，于2018年4月编制完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港110号路工程水土保持监测总结报告》。并报送建设单位和水土保持行政主管部门，为水土保持工程运行管理、水土保持设施竣工验收提供科学依据。

通过对项目建设区的水土保持现场监测和业主介绍等资料数据的分析处理，得出以下结论：

目实际发生的水土流失防治责任范围面积为 7.38hm^2 ，比水土保持方案设计的防治责任范围 9.62hm^2 减少了 2.24hm^2 ，其中项目建设区减少了 2.17hm^2 ，直接影响区减少了 0.07hm^2 。本工程实际建设中共产生挖方 12.79万 m^3 （其中路基开挖及场平开挖 12.50万 m^3 ，软基清理 0.17万 m^3 ，剥离表土 0.12万 m^3 ），回土方 12.67万 m^3 （其中路基及场平回填 12.50万 m^3 ，软基回填 0.17万 m^3 ），绿化覆土 0.12万 m^3 ，外购方 0.17万 m^3 （主要为换基石料），弃方 0.17万 m^3 （主要为软基清理产生土石方），弃方全部被周边项目拉走进行场地回填，工程不产生永久弃渣。通过计算，监测期内项目建设区水土流失总量为 548.44t ，土壤流失量主要集中在施工期，施工期产生的土壤流失量占监测期土壤流失总量的 99.43% ；项目建设所产生的土壤流失量主要集中于道路区，道路区产生土壤流失量占监测期土壤流失总量的 94.86% 。工程施工结束后各项水土保持防治措施实施后水土流失量明显降低。

目前已实施完成的防治措施有：（1）工程措施：剥离表土 0.12万 m^3 ，覆土 0.12万 m^3 ，边坡截排水沟 540m ，浆砌拱形骨架植草护坡 2048.8m^2 ，三维网植草护坡 5228m^2 。（2）植物措施：绿化带 0.74hm^2 ，灌草护坡 0.32hm^2 ，撒草绿化 0.38hm^2 。（3）临时措施：临时排水沟 2660m ，简易沉砂池6座，土工布覆盖 3000m^2 ，

无纺布覆盖 8200m²。目前已完成的防治措施均运行良好，对于防治人为水土流失起到了一定的作用。

经过采取各项防治措施，运行初期防治责任范围内的水土流失量明显降低，且侵蚀程度低于原地貌侵蚀单元。水土保持六项防治指标，其中扰动土地整治率达 99.44%，水土流失总治理度达 98.78%，拦渣率达 99%，土壤流失控制比为 1.46，林草植被恢复率达 99.41%，林草覆盖率达 31.37%，六项指标均达到了方案目标值。

总体上，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程建设对水土保持工作较为重视，基本按照主体工程和水土保持方案的设计要求开展了水土流失防治工作，各项措施基本依照要求落实到位，水土保持措施的实施效果较好。

。

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 交通地理位置

昆明空港经济区秧草凹片区空港110号路工程位于空港经济区南部秧草凹组团内，为东西走向道路。路线地理位置坐标为：东经102°59'08"~103°00'25"，北纬25°08'31"~25°08'08"。空港110号路为城市支路，道路全长2333.766m。道路沿途已有新320国道、云桥路、云天路、云瑞路和机耕道路交错分布，同时新320国道、云桥路、云天路、云瑞路等道路已具备完善的雨污排水管网。本项目建设期间进场道路可利用已有的机耕道路（宽4m，土质路面）和云瑞路（宽50m，沥青路面），能满足工程建设需要，无需修建施工便道。拟建线路与其它现有道路的具体关系详见下图。



图 1-1 路网关系示意图

1.1.1.2 项目建设性质及规模

项目名称：昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程

建设单位：昆明空港投资开发集团有限公司

建设性质：新建建设类项目

建设地点：昆明市官渡区空港经济区南部秧草凹组团内

工程建设规模：线路长 2333.766m，道路路幅宽 16m

工程建设内容：道路工程、交通工程、给水及中水工程、排水工程、照明工程、电力电信工程、燃气工程、综合管线工程及绿化景观工程等

工程建设工期：工程建设总工期 27 个月（2014 年 11 月开工，2015 年 11 月~2016 年 11 月停工，2016 年 12 月复工，2018 年 2 月完工）

工程总投资：6000 万元，其中土建投资 5100 万元（未结算）

本项目技术指标表见表 1-1。

表 1-1 项目技术指标表

序号	内容		采用标准
1	道路等级		城市支路
2	设计速度		30km/h
3	红线宽度		16m
4	路面结构		沥青混凝土路面
5	平面线形	设超高最小平曲线半径（m）	极限 40，一般 85
		不设超高的最小平曲线半径（m）	150
		停车视距（m）	30
6	纵面线形	最大纵坡（%）	7.985
		最小纵坡（%）	0.997
		最短坡长（m）	85
		凸形竖曲线最小半径（m）	极限250，一般400
		凹形竖曲线最小半径（m）	极限250，一般400
	竖曲线最小长度（m）	25	
7	平面交叉（处）		8

1.1.1.3 线路总体布置方案

空港110号路起点为新320国道东侧的规划一路（城市支路，尚未建设），东至规划六路（城市支路，尚未建设），沿线由西向东相交道路有：规划一路（城市支路，尚未建设）、规划二路（城市次干道，尚未建设）、规划三路（城市次干道，尚未建设）、98号路（城市支路，尚未建设）、云瑞路（城市主干道，已建成）、规划四路（城市支路，尚未建设）、规划五路（城市次干道，尚未建设）和规划六路（城市支路，尚未建设）。路线总里程为2333.766m，其中2283.766m为新建，其余50m为云瑞路相交处，不产生扰动。

本项目主要控制点 8 处，分别为：起点 K0+000 与规划一路相交处、K0+464.783 与规划二路相交处、K0+848.633 与规划三路相交处、K1+241.404 与 98 号路相交处、K1+567.016 与云瑞路相交处、K1+898.083 与规划四路相交处、K2+230.483 与规划五路相交处、止点 K2+333.766 与规划六路相交处。

空港 110 号路为城市支路，长度为 2333.766m，本工程建设内容包括：道路工程、交通工程、给水及中水工程、排水工程、照明工程、电力电信工程、燃气工程、综合管线工程及景观绿化工程等。本工程 K1+542.016~K1+592.017 与云瑞路相交处 50m 不产生扰动，防治责任及措施治理均不属于本项目。线路其余 2283.766m 为新建，路基及边坡扰动区域、临时施工场地、临时表土堆场均计入本项目的项目建设区。本项目不新建施工便道，进场道路利用已有的机耕道路（宽 4m，土质路面）和云瑞路（宽 50m，沥青路面），能满足工程建设需要。

1.1.1.4 道路工程

一、道路平面设计

本道路整体线形大致为东西走向，西侧与规划一路相交，东至规划六路，道路全长 2333.766m。根据规划，道路全线共设 3 处平曲线，半径分别为 700m，500m 和 450m，450m 圆曲线处设置缓和曲线，全线不设超高。沿线共与 8 条规划道路相交，8 条道路平面相交，其中 1 条主干道，2 条次干道，5 条支路。

表 1-2 平面线型主要设计指标表

设计指标	设计值
道路总长	2333.766m
设超高最小平曲线半径 (m)	极限 40，一般 85
不设超高的最小平曲线半径 (m)	150
停车视距 (m)	30

二、道路纵断面设计

本工程位于空港经济区秧草凹片区内，道路全线总体地势呈现西边低、东边高的地势，起伏较大，现状地面标高在 2065~2114m 之间。项目建成后路面标高为 2066~2115m。

本道路纵断面设计主要依据规划路网控制标高、自然现状地面标高及现有道路交叉口控制标高来设计，为满足排水要求，纵断面设计坡度不小于 0.3%。

表 1-3 纵断面线形主要设计指标表

设计指标	设计值
最大纵坡 (%)	7.985
最小纵坡 (%)	0.997
最小坡长 (m)	85
凸形竖曲线最小半径 (m)	极限250, 一般400
凹形竖曲线最小半径 (m)	极限250, 一般400
竖曲线最小长度 (m)	25

三、道路标准断面设计

本线路道路标准断面为：2m（人行道）+1.5（绿化带）+2×4.5m（机动车道）+1.5m（绿化带）+2m（人行道）=16m。车道横坡采用 1.5% 单向坡，人行道为 2% 单向坡。

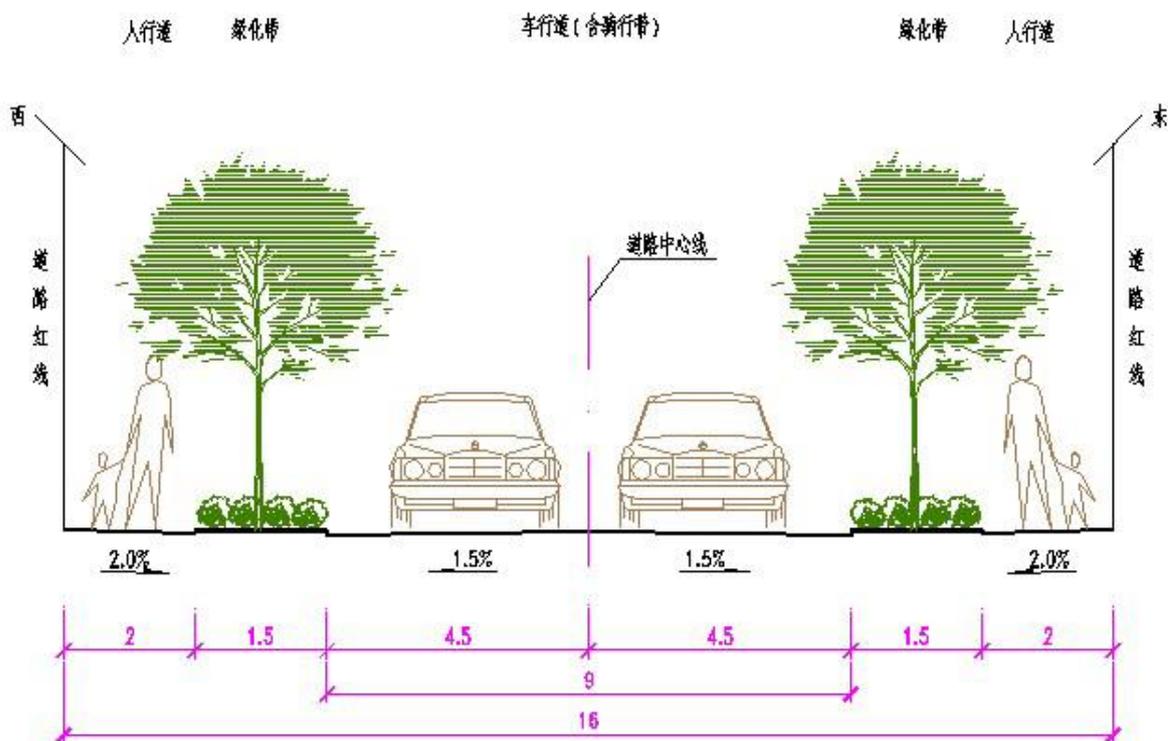


图 1-2 道路横断面设计图（单位 m）

四、路基设计

(1) 一般路基

本工程路基填筑前先清除地表耕植土或松散土，设计按平均厚度30cm计列，并进行碾压，压实度不小于90%，压实下沉土方以10cm计。为满足路堤分层填筑、均匀压实的要求，路基填土高度小于路面+路床及压实过渡厚度时，需超挖回

填，压实度不小于相应层位规范要求。

填方路段边坡高度大于8m时，每隔8m设置1.5m宽的边坡平台，第一级边坡坡率采用1:1.5，第二级边坡坡率采用1:1.75，以保证路基边坡稳定性。挖方路段土质路堑边坡坡率采用1:1.5；岩质路堑边坡坡率根据路堑高度、土质情况、岩层产状和风化程度综合确定，边坡坡率为1:1~1:1.5。路堑边坡每隔8m设置1.5m宽边坡平台，平台设排水边沟，若边坡外汇水面积较大，路堑坡顶外5m设坡顶截水沟。

(2) 原地面坡度大于1:5的路段

地面横坡大于1:5时，直接清除地表草皮、腐殖土后开挖台阶，台阶宽度不小于1.5m，台阶向内倾斜坡度3%，然后再进行路基填筑，填筑时自下而上，开挖一阶及时填筑一阶。同时结合地形条件和填土高度情况，因地制宜设置浆砌片石路堤矮挡墙等措施来减小道路用地。

(3) 路基填挖交界及过渡段处理

纵向填挖交界处应设置不小于10m的过渡段，填方侧回填红土碎石，挖方侧超挖回填，且在填方一侧的自然坡上设置宽度不小于1.5m的向内侧倾斜3%的台阶。对于路基填挖间地基差异路段，在路床顶铺设一层双向钢塑格栅，要求土工格栅的抗拉强 $\geq 80\text{KN/m}$ ，延伸率 $< 3\%$ ，双向1%延伸率时的抗拉强度 $\geq 42\text{KN/m}$ 。横向半填半挖路段，路基在填方一侧的自然坡上设置宽度不小于1.5m的向内侧倾斜3%的台阶，为避免填挖交界处路基不均匀沉降过大造成路面拉裂破坏，在路床底以及其下70cm处铺两层双向钢塑格栅，要求土工格栅的抗拉强度 $\geq 80\text{KN/m}$ ，延伸率 $< 3\%$ ，双向1%延伸率时的抗拉强度 $\geq 42\text{KN/m}$ 。

(4) 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，路基填料最小强度和最大粒径及压实度要求应符合下表的规定：

五、路面设计

根据本项目区气象、水文条件、路基土质、筑路材料供应情况，结合本市市政道路工程建设及管理经验进行路面设计。结构组合时考虑软弱的地质条件，加强路基整体强度，减小不均匀沉降，软土地基部分需作相应的处理。

鉴于近年来沥青技术的成熟发展，沥青路面具有强度高、整体性好、温度稳定性好、行车舒适、噪音低、景观效果好的优点，机动车道采用高性能改性沥青，人行道采用混凝土方砖铺装。路面结构设计设计如下：

表 1-4 机动车道路面设计

车道	路面结构名称	厚度
机动车道	细粒式改性沥青混凝土 (AC-13C)	4cm
	中粒式沥青混凝土 (AC-20C)	6cm
	水泥稳定碎石 (5%)	18cm
	土夹石 (碎石含量 60%)	80cm

表 1-5 人行道路面设计

车道	路面结构名称	厚度
人行道	天然石材 (30×60)	5cm
	M10 水泥砂浆垫层	3cm
	C20 水泥混凝土	15cm
	级配碎石	12cm

六、道路边坡工程区

根据主体资料，本项目路基边坡面积为 2.99hm²，其中挖方边坡长度 963.766m，面积为 1.20hm²，填方边坡长度 1370m，面积为 1.79hm²，边坡在各路段的分布情况详见下表。

表 1-6 本项目挖填边坡面积统计表

桩号	挖方边坡面积 (hm ²)	填方边坡面积 (hm ²)	小计 (hm ²)
K0+000~K1+542.016	1.12	1.09	2.21
K1+542.016~K1+592.017	/	/	0
K1+592.017~K2+333.766	0.08	0.70	0.78
合计	1.20	1.79	2.99

根据本项目主体施工资料，对于边坡的防护和治理方式如下：

(1) 填方路段边坡防护：①路堤填高≤1m，灌草绿化；②路堤填高 1~4m 三维网植草护坡，坡脚挡墙；③路堤填高≥4m 浆砌拱形综合护坡，坡面植草，坡脚挡墙；④边坡坡高≥8m 的每 8m 分级放坡，每级设置 1.5m 宽边坡平台，平台内设 0.5×0.5m 排水边沟。

(2) 挖方路段边坡防护：①≤1m，灌草绿化；②1~4m 三维网植草护坡，坡脚挡墙；③≥4m 浆砌拱形综合护坡，坡面植草，坡脚挡墙；④边坡坡高≥8m 的每 8m 分级放坡，每级设置 1.5m 宽边坡平台，平台内设 0.5×0.5m 排水边沟。

根据施工资料，本项目路基边坡面积共计 2.99hm²，其中，灌草绿化护坡 0.63hm²，三维网植草护坡 0.66hm²，浆砌拱形综合护坡 1.70hm²。本公路无挖深大于 15m、填高大于 10m 的高填深挖路段，最大坡比 1:1.5。各路段开挖回填情

况详见下表：

表 1-7 路基较大开挖回填路段汇总表

名称	桩号	最大挖深 (m)	坡比	最大填高 (m)	坡比
挖方路段	K0+000~K1+542.016	11.5	1:1.5		
	K1+542.016~K1+592.017	/		/	
	K1+592.017~K2+333.766	1.3	1:1.5		
填方路段	K0+000~K1+542.016			9.5	1:1.75
	K1+542.016~K1+592.017	/		/	
	K1+592.017~K2+333.766			7	1:1.5

七、人行道及过街设施、公交停靠站及无障碍设施

(1) 人行道及过街设施

本工程在交叉口处进行渠化设计，设置人行道标线引导行人过街。同时，对于交叉口间隔较远的路段，设置人行二次过街。根据《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012），人行横道间距宜为250~300m，长度为5m，线宽0.4m，间距6m。

(2) 公交停靠站

公交站台的设置充分考虑乘客候车及上、下客的便利性，有利于公交车辆的便捷停靠、顺利驶离。本项目共设有6对公交停靠站，主要布置在相交道路交叉口、住宅密集区和学校附近，站台设于路侧绿化带上，为路侧式公交站台，站台宽3m，长30m，两站台之间通过交叉口通行。全线公交站点站距在400~800m之间。

(3) 无障碍设施

根据《方便残疾人使用的城市道路和建筑物设计规范》（JGJ50-2001）规定，在修建城市道路，以及国家级、省（自治区、直辖市）级、大城市和沿海开放城市、重点旅游城市的重要公共建筑，均应依照该规范执行。

本工程在人行道上外侧布置了残疾人通道，要求铺设方便视力残疾人引路的触感块材。在人行横道处、路边小区进出口及公共车站处均设置触感块材与缘石坡道。

1.1.1.5 给水、排水工程

一、给水工程

本项目给水工程主要满足沿线规划用地用水需求。道路宽度16m，给水管道单侧布置，布设于道路北侧人行道下，距红线1.5m位置处，给水管道管径为dn200，

管道起端与320国道市政供水管相连，管道最小覆土厚度按0.7m控制。管道基础采用100mm中粗砂基础，管腔回填采用中粗砂回填至管顶以上0.3m。密实度按《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268-2008）和《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》（CJJ101-2004）规定执行。

管道设计为枝状管网，在沿途道路交叉口处预留给水管道接口，待远期建设完善后，完善成环状供水管网。设计每间隔100m为沿途地块预留给水支管，支管管径dn80，预留管道末端设闸阀，端头近期用盲板封堵。

表 1-8 给水工程主要工程量统计表

项目名称	型号规格	单位	数量	备注
聚乙烯给水管	dn200	m	2190	PE
闸阀	DN200	台	5	铸铁
排水阀	DN80	台	1	铸铁
排气阀	DN80	台	2	铸铁
消火栓	SS100-65 型	套	21	铸铁
闸阀井	Φ1200	座	5	砖砌
排水阀门井	Φ1200	座	1	砖砌
排气阀门井	Φ1200	座	2	砖砌
给水支管	dn80	m	440	PE
支管阀门	DN80	台	22	球墨铸铁
支管阀门井	Φ1200	座	22	砖砌

二、再生水工程

本道路再生水主要满足绿化浇灌及沿线规划用地再生水用水需求，管道均布设于道路两侧绿化带内，距路缘石0.5m处，再生水管道管径为dn160~dn110，管道起端与320国道再生水主干管相连，形成环状管网，管道覆土厚度最小按0.6m控制，水源由空港南区污水处理厂或再生水处理站提供。管道基础采用100mm中粗砂基础，管腔回填采用中粗砂回填至管顶以上0.2m。

表 1-9 再生水工程主要工程量统计表

项目名称	型号规格	单位	数量	备注
聚乙烯给水管	dn160	m	1240	PE
聚乙烯给水管	dn110	m	1080	PE
闸阀	DN150	台	5	铸铁
闸阀	DN100	台	8	铸铁
闸阀井	Φ1200	座	13	砖砌

三、排水工程

在《昆明空港分区排水工程专项规划（2010）》的基础上，根据工程范围内的地形条件和规划路网，秧草凹片区空港110号路的雨、污排水管道布置方案如下：

（1）雨水管道

雨水管道沿秧草凹片区110号路北侧布管，管位位于机动车道与绿化带相邻的路面下，雨水根据道路坡向分别汇入相近云瑞路及相关规划道路，最终汇入秧草凹1#、2#防洪渠。

其中K0+000~K0+848.633段雨水管网由东向西，经规划一路最终汇入秧草凹2#防洪渠；K0+848.633~K1+241.404段雨水管网由东向西，经规划三路最终汇入秧草凹1#防洪渠；K1+241.404~K1+567.016段雨水管网由西向东，K1+567.016~K2+333.766段雨水管网由东向西，经云瑞路雨水管网最终汇入秧草凹1#防洪渠。

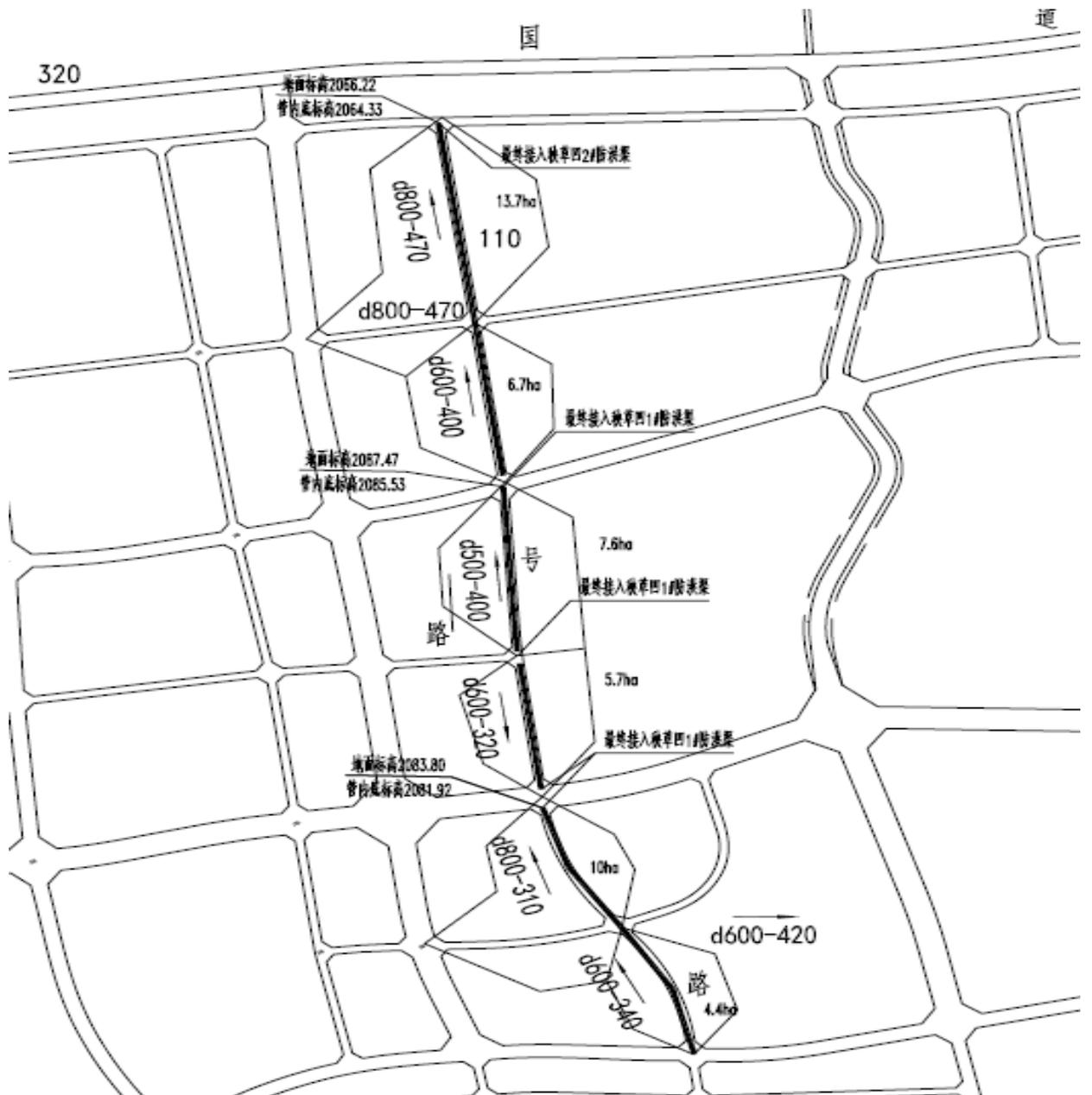


图 1-3 雨水管道总体布置图

由于雨水管网部分出路为规划道路未实施，雨水管道未建成，本工程施工期间，以及道路排水系统修建以后，利用现状地形坡度，将雨水管管道排入下游自然沟道及云瑞路雨水管网。

(2) 污水管道

污水管道沿秧草凹片区110号路南侧布置，管位位于机动车道与绿化带相邻的路面下，污水根据道路坡向分别汇入相近新320国道及云瑞路，最终汇入小哨污水处理厂和秧草凹污水处理厂。

其中K0+000~K1+241.404段污水管网由东向西，接入新320国道已有污水管

最终进入小哨污水处理厂；K1+241.404~K1+567.016段污水管网由西向东，K1+567.016~K2+333.766段污水管网由东向西，接入云瑞路已有污水管最终进入秧草凹污水处理厂。

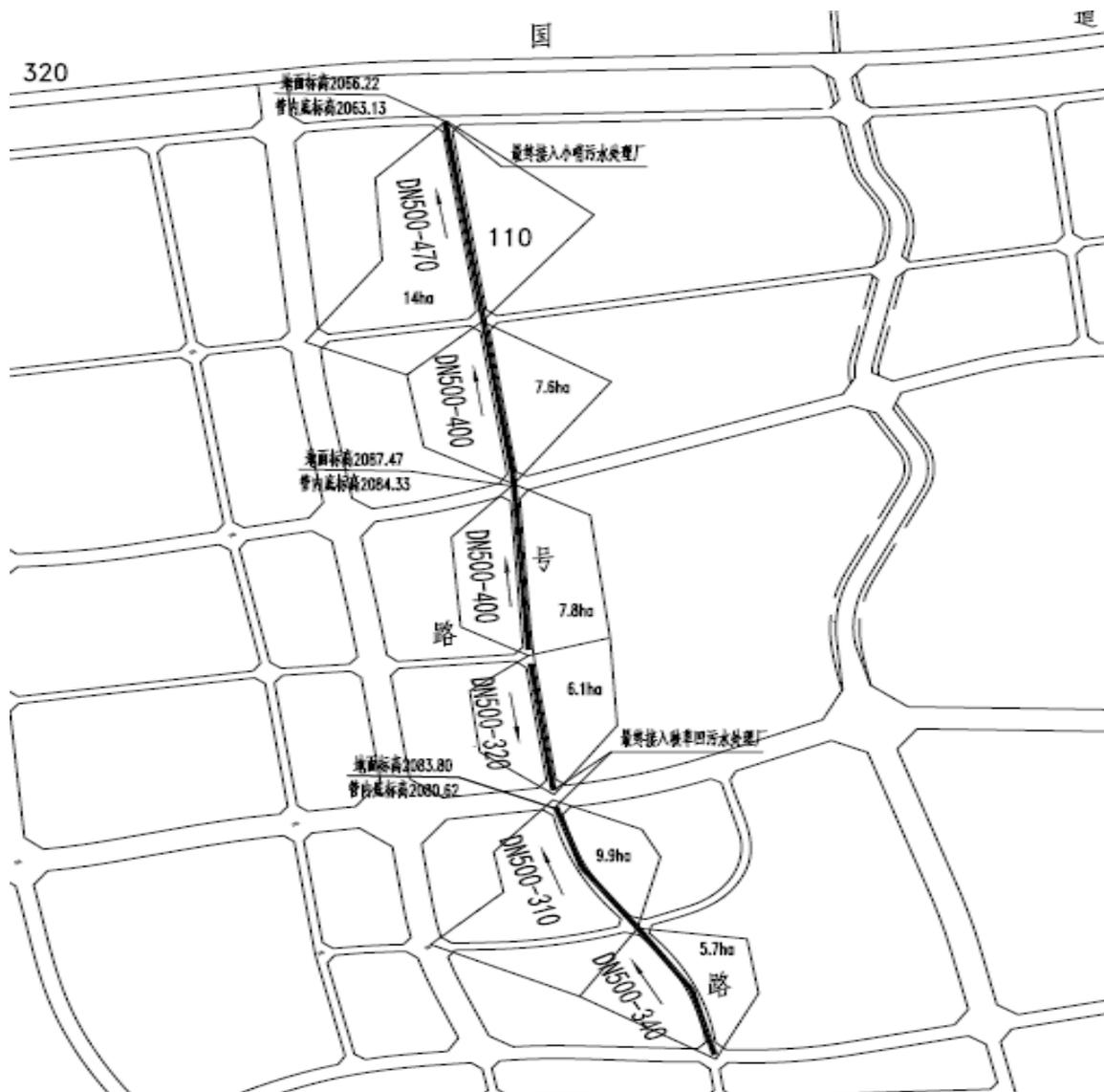


图 1-4 污水管道总体布置图

表 1-10 排水工程主要工程量统计表

项目	名称	规格	材料	单位	数量	备注
雨水工程	雨水管	d300	钢砼	m	300	雨水口连接管
	雨水管	d500	钢砼	m	390	预留管
	雨水管	d600	钢砼	m	1130	
	雨水管	d800	钢砼	m	790	
	雨水检查井	Φ1000	钢砼	座	75	含支管检查井
	雨水检查井	Φ1500	钢砼	座	27	
	偏沟式单算雨水口		砖砌	座	160	

项目	名称	规格	材料	单位	数量	备注
污水工程	污水管	DN500	HDPE	m	2400	含预留管
	污水检查井	Φ1000	HDPE	座	80	含支管检查井

1.1.1.6 交叉工程

本项目全线与规划一路、规划二路、规划三路、98号路、云瑞路、规划四路、规划五路和规划六路交叉，截至2014年5月，除云瑞路已建成通车，其余道路均未开工建设。交叉工程全部采用平面交叉的方式，具体位置及管理方式详见下表。

表 1-11 平面交叉情况表

道路名称	交叉口形式	控制形式
规划一路	平面T型交叉	信号灯控制
规划二路	平面十字交叉	信号灯控制，并设置导流岛，进行渠化拓宽
规划三路	平面十字交叉	信号灯控制，并设置导流岛，进行渠化拓宽
98号路	平面T型交叉	信号灯控制
云瑞路	平面十字交叉	信号灯控制，并设置导流岛，进行渠化拓宽
规划四路	平面十字交叉	信号灯控制
规划五路	平面十字交叉	信号灯控制，并设置导流岛，进行渠化拓宽
规划六路	平面十字交叉	信号灯控制

1.1.1.7 附属工程

一、交通工程

本次交通工程设计的内容有交通标志、道路标线、交通设施以及沿线交叉口交通组织等。

二、电力电信工程

(1) 电力工程

根据规划及电力部门要求，本工程道路新建一条 1.0m×1.0m 隐蔽式电缆沟，用于敷设 10kV 及以下电力电缆。具体设计内容如下：

1、沿全线道路北侧人行道下设置电缆沟，电缆沟纵坡与人行道纵坡相同。在交叉路口处设置电力排管，将两侧电缆沟相接通。在直线段局部设置一组电力横过排管，便于接线。横过路管坡度与道路横坡坡度相同。

2、电缆盖板采用预制钢筋混凝土盖板，每块宽为 500mm，采用固定暗式安装，上覆人行道地砖。在容易积水积灰处，用水泥砂浆或沥青将盖板缝隙抹实。盖板顶面（含地砖厚度）标高应与人行道地面标高相平，并与人行道具有相

同的地面坡度。

3、每隔 50m 左右设置 7 块预制钢筋混凝土活动盖板，每块宽为 300mm。活动盖板四周用槽钢包边，盖板上设有矩形提升和透气孔，并带有“中国南方电网”字样。在电缆沟转角、端头及过路管处均设活动盖板。

4、电缆支架采用镀锌角钢，并用膨胀螺栓固定。分四层对称布置，平面间距 0.8m。

5、电缆沟接地：沿电缆沟纵向全线两侧各敷设一根通长 $\phi 10$ 镀锌圆钢作为接地干线，并每隔 30m 设一个角钢接地极与接地干线焊接，要求接地电阻不小于 10 欧姆。

6、电缆沟排水：沿电缆沟纵向全线每隔 40m 设置一根 UPVC- $\phi C75$ 排水管与就近雨水井相连。

7、电力排管采用热镀锌钢管（SC150）。敷设于车行道下时需配套管枕并外包 C20 混凝土，管顶覆土不小于 0.7m。电力排管周围填原状土夯实。

表 1-12 电力工程统计表

项目名称	型号规格	单位	数量
隐蔽式电缆沟	砖砌 1.0×1.0	m	2500
电缆井	砖砌 1.0×1.0×1.0	个	40

（2）电信工程

根据规划及对各通信部门需求预测，电信通道设在道路人行道下。电信排管纵向排水坡度与道路纵向坡度同向，且设计排水坡度不小于 0.3%，管顶覆土不小于 0.7m。电信通道用于敷设城市各通信部门通信电缆，包括电信、移动、联通、网通、铁通及有线电视等。具体设计内容如下：

1、沿全线道路南侧人行道下设置电信通道，管材采用 7 孔蜂窝塑料管，内孔尺寸为 32mm。在交叉路口处设置相同管孔数电信排管，将两侧电信管道连通。直线段局部设置电信横过管，便于接线。

2、沿线电信排管为 4 根，全程配套管枕固定，过车行道时改穿镀锌钢管，并加外包 C20 混凝土。电信排管周围采用原状土回填，压实度应达到 90% 以上，其余部分按人行道或车行道要求处理。管口要求堵塞严实。

3、本工程电信排管每隔 60m 左右及路口处设置电缆标志牌及电缆工作井，以便布线。工作井内设排水坑。电缆井盖板上覆土 500mm。

4、每个电缆井及手孔井按井内尺寸安装电缆支架，电缆支架采用镀锌角钢，膨胀螺栓固定。角钢开孔、焊接及固定处均要求作防腐处理。

5、电缆井盖板上孔直径为800mm，电缆井盖按当地电信部门要求选择，统一定制购买，并要求具备防跳、防盗及防震功能。

表 1-13 电信工程统计表

项目名称	型号规格	单位	数量
电信排管	4 根 SVFY32×7	m	2500
电信直通井	砖砌 1.6×1.2×1.8m	个	40
电信三通井	砖砌 2.4×1.2×1.8m	个	10
电信斜通井	砖砌 2.4×1.2×1.8m	个	10

三、照明工程

根据道路横断面形式，本工程道路照明采用在绿化带上单侧布置单叉路灯。光源功率为 1×150W，灯具安装高度 8m，灯杆安装间距 30m，灯臂长度为 1m，灯具仰角为 8°。

表 1-14 照明工程统计表

项目名称	型号规格	单位	数量
单叉路灯	150W 高压钠灯 8m 高	个	80
照明干线电缆	VV-1kV 4×16mm ²	m	2500
PVC 电缆管	PC75 壁厚 3mm	m	2500
镀锌圆钢	Φ10	m	2500
照明工作井	砖砌 400×400×800mm	个	30

四、燃气工程

本工程燃气工程介质为天然气，管道埋深管顶覆土深度不小于 0.9m；与其它管线交叉处，与其它管线的垂直净距不足 0.15m 时，应在交叉点两管之间设混凝土支墩护管。

经统计，本工程燃气工程具体工程量为：de160 管道长 2335m，de160 阀门井 3 座，de200 支阀阀门井 2 座，de110 支阀阀门井 16 座。

五、管线综合工程

主体工程对给水、中水、污水、雨水、电力通道、电信和燃气管道的综合设计。沿城市道路埋设的工程管线应与道路中心线平行，从道路红线向道路中心线方向平行布置。管线布置的大致顺序依次为：燃气、给水、中水、电力通道、电信、污水、雨水（从道路红线向中心线）。

管线必须按专业管线施工图与管线综合图进行施工，必须严格控制管线的断面尺寸及管线交叉口处的高程，严格按照先深后浅的原则进行施工。管道交叉处宜采用 C10 砼填实，防止管线的相互影响和回填土的不密实。各专业管线施工单位应密切配合，工程管线在竖向位置发生矛盾时，应按下列规定处理：压力管线让重力自流管线；可弯曲管线让不易弯曲管线；分支管线让主干管线；小管径管线让大管径管线；临时性的让永久性的；施工工程量小的让工程量大的；检修次数小的、方便的，让检修次数多的和不方便的。

确定各种管线的交叉处标高，应首先考虑排水管线的标高，当交叉穿越的管线埋深较浅时，应采用强度更高的管材和增加外包砼的安全保护措施。

1.1.1.8 景观绿化工程

一、绿化结构

本工程景观规划范围包括道路两侧绿化带（2×1.5m）和边坡绿化。

二、绿化设计

主体工程绿化景观设计时充分考虑道路绿化特色，以满足司机有足够的安全视距；绿化设计与道路照明、交通设施、地下管线的协调；选用适宜的树种、灌木、地被、花卉；采用乡土树种为主、外来树种为辅的植物选择，使树木的优势得以发挥，增强自然环境的呼吸空间，更好的体现植物的环境效果等原则。

本工程绿化植物选择时考虑适应性强、寿命较长、病虫害少，对烟尘、风害抗性较强；乔木树种选择主干通直、树枝端正、冠大荫浓、分枝点高(一般要求 3.5 m 以上)；萌生性强、耐修剪整形；花果无毒、无粘液、无臭气；树身清洁，无棘刺、无污染、种苗来源丰富，成活率高的树种。

植物配置时考虑常绿树种与落叶树种搭配、大小乔木合理配置等。植物备选树种主要包括：①乔木：香樟、滇朴、石楠、复羽叶栎树、蓝花楹、乐昌含笑、加拿利海枣、冬樱花；②灌木：木槿、扶桑、红花继木球、海桐球、假连翘球、杜鹃；③地被：千层金、比利时杜鹃、金森女贞、紫花鼠尾草、黄金菊、萼距花、石竹。

三、绿化面积

本工程道路绿化总面积为 3.68hm²。其中绿化带面积为 0.69hm²，边坡绿化面积 2.99hm²。

1.1.1.9 工程占地

一、《水保方案》设计工程占地

根据《水保方案》，本项目总占地面积为 7.56hm²，其中永久占地 6.65hm²，临时占地 0.91hm²。其中永久占地主要指道路区中的路基区占地和边坡区占地，临时占地主要指临时施工场地地区和临时表土堆场区。

表 1-15 《水保方案》中工程占地类型及面积统计表

项目分区		合计 (hm ²)	工程占地类型及面积 (hm ²)					
			林地	草地	园地	坡耕地	交通运输用地	其它土地
道路区	路基区	3.66	0.59	1.15	0.45	0.38	0.19	0.90
	边坡区	2.99	0.47	0.94	0.37	0.31	0.16	0.74
	小计	6.65	1.06	2.09	0.82	0.69	0.35	1.64
临时施工场地地区		0.43		0.32				0.11
临时表土堆场区		0.48		0.35				0.13
合计		7.56	1.06	2.76	0.82	0.69	0.35	1.88

备注：1、道路区为永久占地，其它分区为临时占地；其它土地主要为裸地。2、98 号路与本项目同期开工，因此 98 号路与本线路平面 T 型交叉处本项目只统计路面占地为项目建设区。

二、实际监测中工程占地

经现场监测及调查，由于道路施工时周边的场地已经开始进行场地平整，因此，原设计中大多数开挖边坡和回填边坡均不存在，导致边坡区域面积大大减小，实际仅 K1+560 段之后的边坡区域和原设计保持一致，实际边坡区面积仅为 1.35hm²。《水保方案》中设计的 2 处临时施工场地实际施工中仅考虑了 1 处，位于 K1+260 段与 98 号路交汇处，面积为 0.32hm²。另外，由于工程边坡绿化面积减小，所需覆土量也大大减少，工程在建设时表土剥离量较少，因此临时表土堆场面积也相应减小，仅为 0.06hm²，临时表土堆场紧邻临时施工场地。经过现场调查，本项目软基清理产生的 0.17 万 m³ 土石方全部被周边的项目拉走进行进行场地回填，因此未布设弃渣场。

因此，根据本项目实际情况，工程实际的占地包括道路区、临时施工场地地区和临时表土堆场区，其中道路区占地 5.01hm²（路基区 3.66hm²，边坡区 1.35hm²），临时施工场地地区占地 0.32hm²，临时表土堆场区 0.06hm²，工程实际占地总面积 5.39hm²。见表 1-16。

工作内容名称	参加单位名称	备注
水保方案编制单位	云南今禹生态工程咨询有限公司	负责《水土保持方案报告书》的编制，为水土保持工程实施提供依据
施工单位	云南文斌市政建筑工程有限公司	负责主体工程以及水土保持工程的施工
监理单位	云南实信工程监理有限公司	负责主体工程及水土保持工程全过程监理
水保监测单位	昆明理工大学科技产业经营管理有限公司	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。

1.1.1.12 移民拆迁安置

根据项目建设区域占地情况，本项目建设区域内未涉及到居民搬迁，因此本工程无移民拆迁安置问题。

1.1.1.13 施工进度和工程投资

工程建设总工期 27 个月（2014 年 11 月开工，2015 年 11 月~2016 年 11 月停工，2016 年 12 月复工，2018 年 2 月完工），具体进度见下表：

表 1-19 主体工程实施进度计划表

项目	时间 2014 年 11~12 月	2015 年		2015 年 11 月 ~2016 年 11 月 停工	2016 年 12 月	2017 年		2018 年 1~2 月
		1-6 月	7-10 月			3-7 月	8-12 月	
场地清理								
路基开挖、回填								
道路路面工程								
给排水工程								
供电、通讯工程								
绿化工程								

经统计，本项目总投资为 6000 万元（未结算），建设的资金来源全部由建设单位自筹。

1.1.2 项目区概况

项目区位于滇池盆地以东地段，道路全线总体地势呈现西边低、东边高的地势，起伏较大，为断陷溶蚀盆地地貌，原始高程在 2065~2114m 之间，相对高差为 49m。

项目区地质结构属于云南山字构造体系的脊柱部分，位于普渡河与小江断裂

带之间的新生带昆明断陷溶蚀盆地。机场河谷为宽谷盆地内四级冲积湖阶地发育，底部是断裂型地堑堡垒。山区、半山区是陇岗洼地，石芽原野侵蚀向斜山、溶岩山、大型溶蚀盆地。工程沿线及其周边不存在发生大型泥石流、崩塌、滑坡的可能性，不存在重大灾害地质的威胁，属较稳定建筑场地。同时，沿线存在部分岩溶路基路段，这些区域力学性质差，不能做拟建道路地基基础持力层，在初设初勘和施工图详勘中应充分重视，考虑在地勘规范的基础上适当加密地质钻孔，应根据实际情况进行处理。主体工程资料考虑对直径较小的深埋溶洞，可不处理，仅在洞顶上部采用梁板跨越，溶洞埋深较浅时，采用挖填法处理，路面结构层下换填0.6m碎石土层，作为路基处理层，以保证路基设计强度及路基沉降控制。

项目区属牛栏江流域，经过现场勘查，距离线路起点西北侧约 1.2km 处有一座杨官庄水库。杨官庄水库为小（一）型水库，始建于 1956 年 3 月，是嵩明县重要的小型水库，功能以灌溉为主，主要水源为源于葛藤沟及周围的山箐溪水。水库总库容 175 万 m^3 ，正常蓄水位 2002.71m（黄海高程），最大坝高 18.0m，年供水能力 60 万 m^3 ，出水向北注入花庄水库。花庄水库为小（一）型水库，位于杨官庄水库下游花庄河中段，地处大板桥街道办事处境内的省种畜场东部，大坝地理位置东经 102°58'，北纬 25°10'，1959 年建，库容 40 万 m^3 ，主要水源为杨官庄水库及周围的山箐溪水，水库出水向东北注入八家村水库，在嵩明县境内汇入牛栏江。

本工程线路所在区域处于杨官庄水库径流区，主体设计排水工程雨污分流，雨水进入秧草凹 1#、2#防洪渠，污水进入小哨污水处理厂和秧草凹污水处理厂。同时方案新增项目施工期间的临时排水及沉砂池措施，施工期间雨水经沉砂后排入下游自然沟道和云瑞路已有雨水管网，工程的建设不会对杨官庄水库和花庄水库产生大的影响。

项目区属低纬度亚热带高原山地季风气候，因地貌复杂多样，地形高差较大，又受印度洋西南暖湿气流的影响，在气候上存在着明显的垂直差异和水平差异。项目区年均气温 14.5℃，最热月（7 月）平均气温 19.7℃，最冷月（1 月）平均气温 7.5℃，年温差 12~13℃。全年平均降水量约 1031mm，每年 5~10 月为雨季，降雨量占全年的 85%；从 11 月至次年 4 月为旱季，降水量仅占全年的 15%。年平均相对湿度 74%，全年无霜期在 240d 以上。日照数年均 2445.6h，日照率

56%。常年以西南季风为主，平均风速 2.2m/s，最大风速 19m/s。项目区 20 年一遇 1、6、12、24h 最大降雨量分别为 46.63mm、73.57mm、87.04mm 和 103.62mm。

项目区所属的区域自然土壤以石灰岩、玄武岩风化红壤，酸性母岩风化黄红壤为主。共有四个土类，九个亚类，十三个土属，二十八个土种。根据现场调查，项目区土壤主要以红壤为主。

项目区植被类型为亚热带半湿润常绿阔叶林，代表性森林植物群落为滇青冈林、高山栲、旱冬瓜、栎类等；但由于林地长期的采育失调，原生植被已基本被破坏，后来的人工造林，均以云南松、华山松、桉树、圣诞树等为主，云南松、华山松等逐渐成为官渡区内的主要林种，全区林草覆盖率为 48.69%，森林覆盖率为 30.46%。本项目区主要树种有旱冬瓜、云南油杉、云南松、桉树、桃、梨、云南含笑、厚皮香、火棘、铁子、野菊花、狗尾草等，林草覆盖率为 47% 左右。

根据“水利部办公厅文件（办水保〔2013〕188 号）”《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》和“云南省人民政府云政发〔2007〕165 号”文《云南省人民政府关于划分水土流失防治区的公告》，项目区属于云南省“重点监督区”和“重点治理区”。依据上述划分情况，项目区水土流失防治标准为建设类 II 级标准，但由于本项目建设属于牛栏江流域，属于重要防护对象，防治标准提高到 I 级标准。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）的划分，工程区域位于西南土石山区，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，水土流失允许值为 500t/km² a。工程建设过程中的水土流失，以水蚀为主。昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持方案确定的防治目标见表 1-20。

表 1-20 本方案水土流失防治目标一览表

防治目标	规范标准	按降水量修正	按土壤侵蚀强度修正	按地貌修正	采用标准
扰动土地整治率(%)	95	0	0	0	95
水土流失总治理度(%)	95	+2	0	0	97
土壤流失控制比	0.8	0	+0.3		1.0
拦渣率(%)	95	0	0	0	95
林草植被恢复率(%)	97	+2	0	0	99
林草覆盖率(%)	25	+2	0	0	27

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

水土保持工作作为昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程建设的组成部分，工程建设过程中受到了建设单位充分重视。水土保持工程管理纳入了主体工程建设管理体系实行统一管理，对项目水土保持工程建设全过程“严格管理、确保质量”，坚持“安全、环境、舒适、和谐、经济”的原则，建设单位、监理单位、施工单位设立专门环水保管理机构：

(1) 建设单位成立工程项目部，由项目部抽调人员成立环保领导小组，项目部经理任组长，分管领导任副组长，其他领导和各处室负责人任组员。下设环水保办公室，办公室设在工程处。

(2) 监理单位成立环水保领导小组，总监理工程师任组长，分管领导任副组长；下设环保办公室，办公室设在总监办。

(3) 施工单位成立环水保小组，项目经理任组长，并由施工单位抽调人员成立组织机构。

1.2.2 三同时制度落实

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程自规划、设计、施工以来，建设单位一直高度重视水保、环保工作，切实履行水保、环保“三同时”制度，该项目水土保持“三同时”制度的落实情况具体如下：

(1) 水土保持工程设计落实情况

为切实履行水土保持“三同时”制度要求，根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》的要求，2014 年 5 月，建设单位委托云南今禹生态工程咨询有限公司编制《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持方案可行性研究报告》，并于 2014 年 10 月 28 日获得了“滇中产业聚集区（新区）管委会关于准予空港 110 号路工程水土保持方案的行政许可决定书”（滇中管复〔2014〕72 号）。

(2) 水土保持工程施工落实情况

在工程建设过程中对水土保持高度重视，根据主体工程设计具有水土保持功能的措施要求，结合本项目水土流失特点，对因工程建设产生的新的水土流失采取了合理的水土保持措施进行整治，在生态综合治理方面取得了较好的成效，使

得自然恢复期的水土流失得到了有效的控制。

(3) 水土保持工程使用情况

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程主体工程运行过程中,建设单位要求施工单位必须对工程建设各扰动地表区域施工迹地进行治理,若存在未治理的区域则须治理后方可撤出施工场地,并签订相关责任书,以确保水土保持工程与主体工程同时使用。

1.2.3 水土保持方案编报

2014 年 9 月云南今禹生态工程咨询有限公司完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持方案可行性研究报告》,并于 2014 年 10 月 28 日获得了“滇中产业聚集区(新区)管委会关于准予空港 110 号路工程水土保持方案的行政许可决定书”(滇中管复(2014)72 号)。批复的主要内容如下:

(1) 昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程位于空港经济区南部秧草凹组团内,为城市支路,道路全长 2333.766m,工程总占地 7.56hm²,总投资 8225.45 万元,工期为 12 个月。

项目区地貌为断陷溶蚀盆地地貌,属于长江流域牛栏江水系,属低纬度高原山地季风气候区,多年平均气温 15.1℃,多年平均降雨量 131mm,植被覆盖率约 17.0%,土壤类型以红壤为主。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)的划分,工程区域位于西南土石山区,土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主,水土流失允许值为 500t/km²·a。项目区属于云南省“重点监督区”和“重点治理区”。依据上述划分情况,项目区水土流失防治标准为建设类 II 级标准,但由于本项目建设属于牛栏江流域,属于重要防护对象,防治标准提高到 I 级标准。

方案编制深度为可行性研究深度,设计水平年为 2016 年。

(2) 《报告书》的编制基本符合水土保持有关法律法规和技术规范的要求,基本达到可行性研究深度要求。

(3) 基本同意项目水土流失防治责任范围分为项目建设区和直接影响区,防治责任范围总面积为 9.62hm²,其中项目建设区 7.56hm²,直接影响区 2.06hm²。

(4) 基本同意本方案对水土流失预测的分析,预测时段、预测分区基本可行。工程建设扰动原地貌、损坏土地及植被面积为 7.56hm²,损坏水土保持设施面积 4.64hm²,工程建设可能产生的水土流失总量为 473.24t,新增水土流失量为

340.87t。工程建设后，每年地表增加水损失量为13377.23m³。本工程水土流失防治重点时段为建设期，重点区域为道路区，其水土保持监测重点区域也为道路区。

(5) 基本同意防治措施总体布局。主体工程设计的具有水土保持功能的措施为：表土剥离 1.13 万 m³，覆土 1.13 万 m³，路堑截水沟 560m，绿化带 0.69hm²，灌草植物护坡 0.63hm²，三维网植草护坡 0.66hm²，浆砌拱形综合护坡 1.70hm²。方案新增水土保持措施包括：①植物措施：植被恢复面积 0.91hm²，其中临时施工场地区 0.43hm²，临时表土堆场区 0.48hm²。②临时措施：道路区：路基区临时碎石铺垫措施 640m²，临时土质排水沟 4378m，临时砖砌沉砂池 15 座，车辆清洁池 2 座；边坡区临时拦挡 3507m，临时覆盖 23600m²。临时施工场地区：临时土质排水沟 254m，临时砖砌沉砂池 2 座，临时编织袋拦挡 162m，临时覆盖 680m²。临时表土堆场区：临时土质排水沟 250m，临时砖砌沉砂池 2 座，临时覆盖 4800m²。

(6) 基本同意水土保持监测时段、监测分区及监测点的布设，监测内容、监测计划及监测成果要求等基本可行。

(7) 水土保持投资估算的编制依据、方法、价格水平年、基础单价、工程单价等与主体工程一致，符合编制规定；同意本工程水土保持工程总投资为 534.56 万元，其中主体已列投资 300.17 万元，方案新增投资 234.38 万元。水土保持总投资中工程措施费 37.14 万元，植物措施费 270.42 万元，临时措施费 156.61 万元，独立费用 52.75 万元（其中，监理费 8.00 万元，监测费 18.27 万元），基本预备费 13.00 万元，水土保持设施补偿费 4.64 万元。

(8) 基本同意水土保持防治目标及效益分析值。防治目标中，扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 97%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 99%，林草覆盖率 27%。经效益分析，水土保持方案实施后，各项指标均达到水土流失防治确定的目标值。

(9) 基本同意水土保持方案实施进度安排，要严格按照批复的水土保持方案所确定的进度组织实施水土保持工程。

1.2.4 主体工程设计及施工过程中变更及备案

经对比分析主体工程设计及工程建设情况，项目建设规模和建设内容等均与设计一致，不存在变更。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测工作任务由来

根据水利部《开发建设项目水土保持设施验收管理规定》第七条：“水土保持设施符合下列条件的，方可确定为验收合格：①开发建设项目水土保持方案审批手续完备，水土保持工程设计、施工、监理、财务支出、水土流失监测报告等资料齐全；②水土保持设施按批准的水土保持方案报告书和设计文件的要求建成，符合主体工程和水土保持的要求；③治理程度、拦渣率、植被恢复系数、水土流失控制量等指标达到了批准的水土保持方案和批复文件的要求及国家和地方的有关技术标准；④水土保持设施具备正常运行条件，且能持续、安全、有效运转，符合交付使用要求，水土保持设施的管理、维护措施落实。”的规定，建设单位于 2015 年 3 月委托我公司承担昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测工作，为该项目水土保持设施专项验收提供依据。

1.3.2 监测实施方案编制

接受委托后，我公司严格按照《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》办水保〔2015〕139 号要求，编制完成“昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测设计与实施计划”，以指导后期水土保持监测工作开展。

1.3.3 监测项目部组成及技术人员配备

为保证本项目水土保持监测合理有序的开展，我单位严格按照相关规定要求，抽调人员成立了水土保持监测项目部，监测项目部人员均配备经过监测培训后具有监测上岗资质的水土保持专业人员。监测项目部组成及技术人员配备如下：

（1）监测项目部设总监测工程师 1 名，全面负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测成果质量；

（2）设监测工程师 1 名，负责监测数据的采集、整理、汇总、校核，编制监测实施方案、监测季度报告、监测年度报告、监测总结报告等；

（3）配备专职水土保持监测工作人员 3 名，负责协助监测工程师完成监测数据的采集和整理，并负责监测原始记录、文档、图件、成果的管理。

1.3.4 监测工作开展情况

接到监测任务后，我单位组织成立了昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号

路工程水土保持监测组，于 2015 年 4 月对现场进行详细的全面调查。根据水土保持方案设计情况，结合工程相关资料和现场调查情况，监测组于当月制定了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测设计与实施计划》。

2015 年 6 月，我单位监测人员对现场开展了第二次监测工作，在对昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程进行现场调查监测的基础上，针对工程建设过程中水土保持工作存在的问题完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测简报（第一期）》，并完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测季度报告（2015 年第 2 季度）》。

2015 年 9 月，我单位监测人员对现场开展了第三次监测工作，在第二次水土保持监测工作基础上，结合工程现场实际情况及存在问题，完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测简报（第二期）》，并完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测季度报告（2015 年第 3 季度）》。

2015 年 12 月，我单位监测人员开展第四次监测工作，但是此时工程已经全面停工，主要对工程水土流失情况进行了调查，经过对以前监测资料的整理，完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测季度报告（2015 年第 4 季度）》和《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测年度报告（2015 年）》。

工程停工期间，我单位于 2016 年 7 月到现场进行了工程水土流失情况的监测。

工程复工后，我单位监测人员分别于 2017 年 7 月、2017 年 10 月和 2018 年 3 月 3 次开展水土保持监测工作，收集监测数据，并于 2018 年 4 月，编制完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测总结报告》。主要对水土保持措施实施情况及批复《水土保持方案报告书》确定的水土流失防治执行二级标准确定的 6 项目标值进行了分析计算，对下一部还需要建设单位继续加强和完善的工作提出了具体意见。并将监测总报告报送业主和配合业主进行水土保持设施专项竣工验收工作。

1.3.5 监测时段

根据项目《水保方案》要求及工程水土保持监测工作实际需要，2015 年 3 月底建设单位委托我公司进行该项目的监测。结合工程的施工时段，故本工程的

监测时段 2015 年 4 月~2018 年 4 月，共 37 个月。

表 1-21 水土保持监测时段一览表

监测时期	监测时段	监测总时间
施工期	2015 年 4 月~2015 年 10 月	7 个月
停工间	2015 年 11 月至 2016 年 11 月	16 个月
施工期	2016 年 12 月至 2018 年 2 月	12 个月
自然恢复期	2018 年 3 月~2018 年 4 月	2 个月
合计	2015 年 4 月~2018 年 1 月	37 个月

1.3.6 监测点布设

开展本工程的水土保持监测主要以调查监测及定点观测相结合。根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015 年 6 月）中监测点布设原则和选址要求，通过对现场的全面调查监测，根据实际工程状况，为保证其监测点的完好性，监测人员采取了定位监测、调查监测及巡查监测方式进行监测。

根据昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程的水土流失特点和水土保持措施布局特征，并考虑观测结果的代表性与管理的方便性，分别在项目区域内设置了各类监测点 11 个，其中调查监测点 7 个，4 个观测监测点。监测点布设详见表 1-22。

表 1-22 水土保持监测点布置

监测点分区		监测点编号	监测点类型	布设时间	监测点布设位置	监测项目
道路区	路基区	1#	调查点	2015年6月	K0+480段路基	路基区扰动地表情况、开挖回填情况以及水土流失情况
		2#	调查点	2015年6月	K1+260段路基	路基区扰动地表情况、开挖回填情况以及水土流失情况
		3#	调查点	2015年6月	K2+120段路基	路基区扰动地表情况、开挖回填情况以及水土流失情况
	边坡区	4#	调查点	2015年6月	K0+708段边坡	边坡区扰动地表面积、开挖回填情况以及水土流失情况
		5#	调查点	2015年6月	K1+362段边坡	边坡区扰动地表面积、开挖回填情况以及水土流失情况
		6#	调查点	2015年6月	K2+180段边坡	边坡区扰动地表面积、开挖回填情况以及水土流失情况
		7#	观测点	2017年3月	K1+780段边坡	边坡区域护坡措施实施情况，水土流失防治效果，植物措施成活情况，水土流失情况
		8#	观测点	2017年3月	K2+200段边坡	高边坡区域护坡措施实施情况，水土流失防治效果，植物措施成活情况，水土流失情况
		9#	观测点	2017年3月	K0+280段	截排水措施实施情况，水土流失防治效果，水土流失情况
		10#	观测点	2017年3月	K1+480段	挡墙措施实施情况，水土流失防治效果，水土流失情况
施工临时场地区	11#	调查点	2015年6月	K1+260段与98号路交汇处	扰动地表面积、地形地貌变化情况、工程措施的运行情况、水土流失情况	

表 1-23 水土保持监测点布设表

监测点编号	1#监测点
监测点布设区域及位置	K0+480 段路基
监测点设计	调查点, 扰动地表面积, 开挖回填情况
	
监测点布设照片 (一)	
监测点编号	3#监测点
监测点布设区域及位置	K2+120 段路基
监测点设计	调查点, 扰动地表面积, 开挖回填情况
	
监测点布设照片 (二)	

监测点编号	4#监测点
监测点布设区域及位置	K0+708 段边坡
监测点设计	调查点，扰动地表面积，开挖回填情况



监测点布设照片（三）

监测点编号	6#监测点
监测点布设区域及位置	K2+180 段边坡
监测点设计	调查点，扰动地表面积，开挖回填情况



监测点布设照片（四）

监测点编号	7#监测点
监测点布设区域及位置	K1+780 段边坡
监测点设计	观测点，措施实施情况，防护效果



监测点布设照片（五）

监测点编号	8#监测点
监测点布设区域及位置	K2+200 段边坡
监测点设计	观测点，措施实施情况，防护效果



监测点布设照片（六）

监测点编号	9#监测点
监测点布设区域及位置	K0+280 段边坡
监测点设计	观测点，措施实施情况，防护效果



监测点布设照片（七）

监测点编号	11#监测点
监测点布设区域及位置	K1+260 段与 98 号路交汇处
监测点设计	调查点，扰动地表面积，水土流失情况



监测点布设照片（八）

1.3.7 监测设施设备

由于受条件限制，主要采取地面观测、调查监测、巡查监测等方法进行监测，开展水土保持监测所投入仪器和设备主要有：GPS、罗盘、数码相机、电脑等。监测设备和仪器投入情况详见表 1-23。

表 1-23 水土保持监测设施设备投入情况表

序号	设施、设备、仪器	型号、精度	单位	数量	备注
一	监测设施				
1	植被调查样方	3m×3m	个	1	
二	监测设备、依据				
1	GPS	LSS-1	个	2	手持式
2	罗盘		个	2	坡向、方位测量
3	皮尺	精度 cm	把	2	坡面水土流失量测、植被样方
4	卷尺	精度 mm	把	3	乔木、灌木测量
5	数码相机	佳能	台	2	记录现场照片
6	笔记本电脑		台	3	相关监测数据及文字处理
7	测绳		套	2	草地测量

1.3.8 重大水土流失危害事件处理

经现场调查以及询问建设单位及当地居民，项目自 2014 年 11 月建设至今，没有造成重大水土流失危害事件。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015年6月）、《昆明空港经济区秧草凹片区空港110号路工程水土保持方案可行性研究报告（报批稿）》，结合本项目水土保持的监测目标和原则，调查分析项目建设区水土流失及其影响因素的变化情况，查清项目建设区内水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。开发建设项目水土保持监测内容应包括以下几方面：

2.1.1 原地貌土地利用、植被覆盖度、扰动土地情况动态监测

土地利用类型按照云水保[2010]103号文，并参照GB/T21010土地利用类型一级类，按以下十种进行划分：水田、坡耕地、梯坪地、草地、林地、园地、建设用地、交通运输用地、水域及水利设施以及其它土地。林被覆盖率为林草总面积与项目区占地总面积的比值。扰动土地情况包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。监测应采用实地量测、遥感监测和资料分析的方法。通过实地测量，结合主体施工资料等，对施工期原地貌土地利用、植被覆盖度、扰动土地情况进行动态监测。

2.1.2 防治责任范围动态监测

水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久占地和临时占地，永久征占地面积在项目建设初期能基本确定，临时占地面积及直接影响区的面积则随着工程进展有一定变化，防治责任范围动态监测主要是通过监测永久占地、临时占地和直接影响区的面积，确定水土流失防治责任范围。

1、永久性占地监测

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围地认真核查，监测建设单位有无超越红线开发的情况。本项目包括选矿厂生产区、办公生活区、道路区、原矿堆场区、配套尾矿池区、原堆渣场地区、其它辅助设施区。

2、临时性占地监测

临时性占地由于土地管辖权不变，在主体工程竣工验收前必须恢复原貌，水土保持监测主要监测有否超范围使用临时性占地情况、各种临时占地的临时性水土保持措施数量和质量、施工结束后以后原地貌是否恢复。

3、扰动地表面积

在开发建设过程中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，扰动地表水土保持监测内容主要有扰动地表面积、地表堆放面积、地表堆存处的临时水土保持措施、被扰动部分能够恢复植被的地方恢复植被情况。

4、直接影响区

主要监测直接影响区的面积、采取的水土保持措施情况。

5、水土流失防治责任范围的界定

根据永久占地、临时占地和直接影响区的面积，确定施工期防治责任范围。

2.1.3 取土（石、料）弃土（石、渣）态监测

弃土弃渣动态监测主要是针对弃土弃渣产生的部位及弃土弃渣量进行监测。主要监测弃渣量、岩土类型、弃土弃渣堆放情况（面积、堆渣高度、坡长、坡度等）、防护措施进展情况及拦渣率。

水土保持监测开展时，工程已场平结束，不存在大的土石方转运，通过监测挖方边坡的水土流失防治、边坡的稳定性、弃土弃渣的水土流失方措施及效果，及对周边的影响等。

2.1.4 水土保持措施动态监测

对于水土流失防治的监测主要监测工程水土流失防治措施的防治效果。主要有以下监测内容：

（1）防治措施的数量与质量

主要包括防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量。林草的生长发育情况、成活率、植被覆盖率等。

（2）防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

对工程所采取的措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

（3）水土流失防治要求及防治措施拦渣保土效果监测

监测工程建设实际情况是否按照《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路

工程水土保持方案可行性研究报告（报批稿）》中的防治要求实施，防治措施的运行效果。

2.1.5 土壤流失量动态监测

土壤流失量动态监测主要是在对项目区水土流失因素监测的基础上，对土壤侵蚀的类型、形式、土壤流失量进行监测。

1、水土流失因素

主要对项目区的地形地貌、气象、土壤、植被等进行调查。

（1）地形地貌：地貌形态、扰动地表类型、坡面特征。

（2）气象因子：项目区气候类型分区、降雨、气温、无霜期、风速与风向等因子。一般而言，水土流失量与降雨量和雨强关系密切，因此，水土保持监测需重点监测降水因子。

（3）土壤因子：土壤类型、地面组成物质、土壤容重。

（4）植被因子：项目区林草植被覆盖度。

2、土壤流失状况监测

土壤侵蚀量的监测内容主要包括土壤侵蚀形式、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量等。

（1）土壤侵蚀形式

由于侵蚀外营力与地形、地表物质等因素的不同，会表现出不同的土壤侵蚀形式，在开发建设项目中，主要包括面蚀、沟蚀、面蚀与沟蚀混合侵蚀等三种形式。

（2）土壤侵蚀强度

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

（3）土壤侵蚀模数

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

（4）土壤侵蚀量

监测项目区内土壤侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

根据项目实际建设情况，对整个工程的全部区域在项目实际的水土流失因

素、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量的情况进行监测。

根据项目实际建设情况，对整个工程的全部区域在项目实际的水土流失因素、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量的情况进行监测。

2.2 监测方法和频次

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015年6月），监测采取地面观测、实地测量、遥感监测相结合。降雨强度、降雨量：以收集工程或临近区域气象观测资料为主；林草成活率、植被覆盖度：抽样统计法，以观测、测量为主；土石方流失量：桩钉法、沟槽法、泥沙观测法；挡土墙效果及稳定性：巡视、观察法。

2.2.1 地面观测监测

地面观测监测是指定期或不定期通过现场实地勘测，采用GPS定位仪结合工程地形图、数码相机、标杆、钢尺等工具，按不同地貌类型分区测定扰动地表类型及扰动面积，填表记录每个扰动类型区的基本特征（扰动土地类型、开挖面坡长、坡度）及水土保持措施（防护工程、排水工程等）实施情况。

① 观测监测项目

A、水土流失背景值调查

采取重点调查和普查的调查方法对原地貌水土保持设施类型与数量、地面组成物质及其结构、地形地貌、原地貌植被及其覆盖度、水土流失状况进行实地勘测。

B、施工扰动面积监测

利用GPS、测绳等测量仪器，按照监测分区测量实际施工扰动面积，确定防治责任范围，同时测量各监测分区扰动土地整治面积。

C、工程措施观测

对于道路硬化工程、裸露地面硬化固化工程、防护工程、排水工程、拦挡工程等所有具有水土保持功能的主体工程，依据设计文件，参考监理报告，按照监测分区进行统计调查，对工程质量、数量、完好程度、运行状况、稳定性及其安全性进行现场观测监测。

D、植物措施观测

选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为水平投影面积，要求乔木林 20×20m、灌木林 5×5m、草地 2×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和各类型区林草林草覆盖率。

计算公式为： $D=f_d/F_e$

$$C=f/F$$

式中： D —林地郁闭度（或草地盖度）；

C —林草覆盖度，%；

f_d —样方内树冠（草冠）投影面积， m^2 ；

F_e —样方面积， m^2 ；

f —林草地面积， hm^2 ；

F —类型区总面积， hm^2 。

E、水土流失危害观测

观测方法以现场调查结合收集资料和询问为主。开展对本项目建设活动破坏土地资源、形成径流泥沙灾害或诱发大型灾害性事故的调查，具体调查其发生时间、地点、危害程度及面积等。

② 观测监测仪器

针对各个观测项目及其具体的监测指标，选用不同的观测仪器设备，主要有：全球定位仪（GPS）、100m 测绳、5m 卷尺、取土器、土壤水分仪等。

2.2.2 实地测量监测

项目施工期及自然恢复期的土壤流失状况监测主要采用实地测量监测方法进行观测。土壤流失状况的主要监测指标为项目区内土壤侵蚀类型及形式、土壤流失面积、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数及土壤流失量等。根据水土保持监测特点，重点对土壤侵蚀模数及土壤流失量进行监测。实地测量监测频次应不少于每季度 1 次。

1、对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；对于水土流失面积，采取 GPS、皮尺等设备进行实地核算；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

2、全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下四种方法获得：

（1）水土流失简易观测场

在项目区内较稳定的土质边坡布设 3m×3m ~5m×5m 不等(视边坡条件而定)的侵蚀针监测样方,样方内以一定的间距、垂直于坡面布置 36 支带有刻度的测桩(见图 2-1),并记录初始刻度。每次进行现场监测工作时,观测测桩刻度并记录,以此对比反映坡面水土流失的变化情况。

计算公式采用: $A=ZS/1000\cos\theta$

式中: A—土壤侵蚀量 (m^3), Z—侵蚀深度 (mm),

S—侵蚀面积 (m^2), θ —坡度值。

通过上式计算出的样方水土流失量,将此流失量换算成侵蚀模数,再由侵蚀模数乘以该类型边坡面积,可得该类型边坡监测时段内的总流失量。

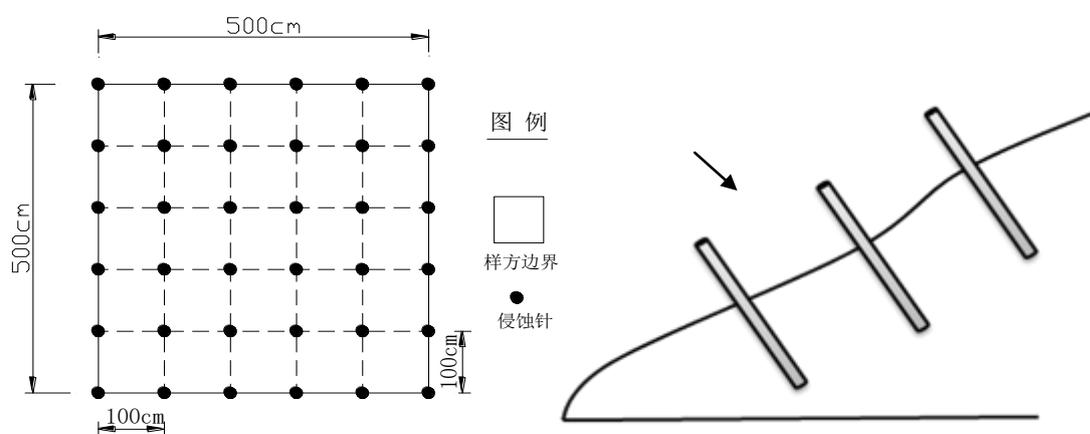


图 2-1 简易水土流失观测场平面布置图

(2) 侵蚀沟样方法

在已经发生侵蚀的地方,通过选定样方,测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5~10m 宽的坡面,侵蚀沟按大(沟宽>100cm)、中(沟宽 30~100cm)、小(沟宽<30cm)分三类统计,每条沟测定沟长和上、中、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深,推算流失量。



图 2-2 侵蚀沟样方简视图

(3) 沟道淤积物量测法

根据实地测量,场内外道路区开挖土质边坡以陡坡为主,布设侵蚀针或侵蚀沟样方的可操作性难度较大,且不利于观测。

根据场内外道路开挖边坡情况，选定具代表性的典型边坡，并利用该边坡坡脚截排水沟或新开挖沟道进行边坡流失土石拦蓄，通过对拦蓄的土石方量进行测算，进一步推算出开挖边坡总体土壤侵蚀量。

(4) 经验推算法

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

在本工程水土保持监测中，土壤侵蚀模数及土壤流失量以实测法为主，如永久建筑物占地区等无法布设监测点的场地，将考虑经验推算法进行土壤流失状况分析。

根据相关经验，土壤流失主要集中在雨季期间，故在本工程水土保持监测工作中，于每年雨季前后进行土壤流失量的重点观测。

2.2.3 遥感监测

遥感监测是应用遥感技术开展水土保持监测遵循的遥感影像选择与预处理、信息提取、野外验证、分析评价与成果管理。要求遥感影像空间分辨率应不低于2.5m；遥感监测流程、质量要求、成果汇总等满足《水土保持遥感监测技术规范》(SL592-2012) SL592 要求；点型扰动面积监测精度不小于95%，线型扰动面积监测精度不小于90%。遥感监测应在施工前开展1次，施工期每年不小于1次。

2.2.4 临时监测

临时监测主要是指在工程施工建设过程中，由于工程发生变更、连续多日暴雨、工程建设造成较为严重的水土流失危害或与地方水行政主管部门同赴工程现场等特殊情况下进行的一种监测。

2.2.5 巡查

巡查，是按照一定的频率，重点对开发建设项目水土保持监测范围内的水土流失及其防治状况进行调查，分析水土流失成效及存在问题，为水土保持措施的落实提供建议，调查、核实工程建设有无造成水土流失危害或重大水土流失事件，

记录偶然、特殊或典型的现象，同时根据现场情况需要，增加监测对象数量，补充监测点。

巡查的监测频次为每次现场监测监测一次。

2.2.6 经验分析法

该项目水土保持监测开展过程中，因工程建设局部区域受条件限制，部分监测数据无法通过布设监测点直接获取，为此不能直接获取的监测数据主要经调查分析扰动地表区域内地形地貌、气象水文、土壤、植被类型及覆盖率等水土流失影响因素，参照此类项目水土保持监测经验综合分析确定。

表 2-1 水土保持监测方法汇总一览表

监测时段	监测内容	监测指标		监测方法		监测设施及设		
施工期	防治责任范围动态监测	永久占地面积		调查	查阅建设单位提供施工资料统计，结合实地量测复核	数码相机、GPS		
		临时占地面积						
		扰动地表面积						
	弃土弃渣动态监测	项目挖填方数量		调查	查阅建设单位提供施工资料统计，结合实地调查复核	/		
		弃土弃渣数量						
		弃土弃渣堆放面积						
	水土流失防治动态监测	水土流失状况	土壤侵蚀类型及形式		调查	主要采取现场识别获取	数码相机	
			水土流失面积		调查	查阅建设单位提供施工资料，结合实地量测复核	数码相机、皮尺	
		水土保持措施防治效果	防治措施的数量与质量		调查	主要为施工期临时防护措施的数量与质量，经查阅建设单位提供施工资料及监理单位质量评定资料，结合现场量测复核	数码相机、皮尺、卷尺	
			防护工程的稳定性、完好程度和运行情况		调查	主要采取现场调查获取	数码相机	
			水土保持管理措施		调查	经询问建设单位、施工单位及监理单位等参见单位，结合现场调查获取	/	
		水土流失危害	对周边区域的影响情况		调查	主要为项目区建设对周边区域的影响，主要于雨季采取现场调查记录的方式获取	数码相机	
			对周边生态环境影响情况		巡查	主要为对周边区域的影响情况，主要采取现场调查记录的方式获取	数码相机	
		施工期土壤流失量动态监测	水土流失因素	降雨量、风速等气象因子		调查	主要经收集宾川县气象站资料获取	/
			土壤侵蚀量	土壤侵蚀模数		经验分析	参照同类项目水土保持监测经验综合分析确定	/
土壤侵蚀量								
自然恢复	水土流失防治	水土保持措	防治措施的数量与质	调查	措施数量与质量，主要在查阅主体工程竣工资料的基础	数码相机		

监测时段	监测内容	监测指标		监测方法		监测设施及设
期	监测	施防治效果	量		上, 结合现场量测复核	
			防护工程的稳定性、完好程度和运行情况	调查	主要采取现场调查获取	数码相机
		水土保持管理措施	调查	主要为已建成水土保持设施管理维护情况, 在查阅建设单位提供资料的基础上获取	/	
	土壤流失量监测	水土流失因素	植物种类组成	调查	在查阅建设单位提供植物工程量清单的基础上, 结合现场识别获取	皮尺、卷尺、测绳
			林草植被覆盖率	调查	经布设 3×3m、5×5m 植被调查样方调查获取	
		土壤侵蚀量	土壤侵蚀模数	经验分析	参照同类项目水土保持监测经验综合分析确定	/

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 防治责任范围

《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持方案可行性研究报告》确定的本工程防治责任范围为 9.62hm²，其中项目建设区 7.56hm²，直接影响区为 2.06hm²。各分区防治面积见表 3-1。

表 3-1 项目区水土流失防治责任范围类型及面积统计表

项目分区		水土流失防治责任范围类型及面积 (hm ²)						
		小计	林地	草地	园地	坡耕地	交通运输用地	其它土地
项目建设区		7.56	1.06	2.76	0.82	0.69	0.35	1.88
道路区	路基区	3.66	0.59	1.15	0.45	0.38	0.19	0.90
	边坡区	2.99	0.47	0.94	0.37	0.31	0.16	0.74
临时施工场地地区		0.43		0.32				0.11
临时表土堆场区		0.48		0.35				0.13
直接影响区		2.06						
道路区直接影响区		1.91						
临时施工场地影响区		0.08						
临时表土堆场影响区		0.07						
合计		9.62						

备注：98 号路与本项目同期开工，因此 98 号路与本线路平面 T 型交叉处本项目只统计路面占地为项目建设区，路面南侧 5m 范围统计为直接影响区，纳入本项目水土流失防治责任范围。

实际发生的水土流失防治责任范围根据实地对该项目的占地面积、扰动地表面积的监测和结合工程建设相关资料得出。本工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 7.38hm²，其中项目建设区 5.39hm²，直接影响区占地面积为 1.97hm²。项目各分区的占地及直接影响区面积详见表 3-2。

表 3-2 实际发生的防治责任范围

防治责任分区		项目建设区 (hm ²)	直接影响区 (hm ²)	防治责任范围总面积 (hm ²)
道路区	路基区	3.66		3.66
	边坡区	1.35	1.91	3.26
临时施工场地地区		0.32	0.06	0.38
临时表土堆场区		0.06	0.02	0.08
合计		5.39	1.99	7.38

该项目建设过程中，没有超出征占地红线情况，项目实际发生的水土流失防治责任范围面积为 7.38hm²，比水土保持方案设计的防治责任范围 9.62hm² 减少了 2.24hm²，其中项目建设区减少了 2.17hm²，直接影响区减少了 0.07hm²。防治责任范围变化的情况主要为以下几点：

(1)《水保方案》中统计的边坡区面积为 2.99hm²，而在实际施工中由于道路施工时周边的场地已经开始进行场地平整，因此，原设计中大多数开挖边坡和回填边坡均不存在，导致边坡区域面积大大减小，实际仅 K1+560 段之后的边坡区域和原设计保持一致，实际边坡区面积仅为 1.35hm²；

(2)《水保方案》中设计了 2 处临时施工场地，实际施工中仅考虑了 1 处，位于 K1+260 段与 98 号路交汇处，因此临时施工场地面积减少了 0.11hm²，直接影响区也相应减少了 0.02hm²；

(3)《水保方案》中设计了一处临时表土堆场，占地 0.48hm²，实际施工中由于工程边坡绿化面积减小，所需覆土量也大大减少，工程在建设时表土剥离量较少，因此临时表土堆场面积也相应减小，仅为 0.06hm²。

表 3-3 防治责任范围监测表

序号	分区		防治责任范围 (hm ²)					
			方案设计		监测结果		增减情况	
			项目建 设区	直接影 响区	项目建 设区	直接影 响区	项目建 设区	直接影 响区
1	道路区	路基区	3.66		3.66		0	0
2		边坡区	2.99	1.91	1.35	1.91	-1.64	0
3	临时施工场地		0.43	0.08	0.32	0.06	-0.11	-0.02
4	临时表土堆场		0.48	0.07	0.06	0.02	-0.42	-0.05
合计			7.56	2.06	5.39	1.99	-2.17	-0.07
			9.62		7.38		-2.24	

注：“+”表示增加，“-”表示减少，“0”表示无变化。

3.1.2 建设期扰动土地面积

扰动土地面积监测包括两方面的内容：即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。

根据工程相关资料，结合监测人员现场调查，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程建设项目地表扰动主要发生在施工期，施工过程中实际地表扰动面积为 5.39hm²。具体见表 3-4。

表 3-4 实际发生的扰动土地面积

分区		扰动土地面积 (hm ²)
道路区	路基区	3.66
	边坡区	1.35
临时施工场地区		0.32
临时表土堆场区		0.06
合计		5.39

3.2 取土（石、料）监测结果

3.2.1 设计取土（石、料）情况

（1）砂石料、建筑材料

空港 110 号路项目建设区域周边分布有已经开采的、材质良好的土料场与砂石料场，砂、石材料储量丰富，料场分布比较均匀，开采运输方便，符合道路建设的要求，从质量、数量上均可满足作为构筑物混凝土骨料、路床垫料及沥青路面集料的用料要求。本项目在建设过程中所需砂石料均从合法料场进行购买，能就近取材，运输便利。

工程建设所需的其他建筑材料，如钢材、水泥、木材、油料等可到昆明及周边购买。

（2）表土

为了满足项目后期的绿化覆土要求，《水保方案》设计对项目区域进行表土剥离，共剥离表土量为 1.13 万 m³，其中 K0+000~K1+542.016 路段剥离量为 7340m³，集中堆放至 1#临时表土堆场内，K1+592.017~K2+333.766 路段剥离量为 3960m³，集中堆放至 2#临时表土堆场内。

3.2.2 取土（石、料）监测结果

（1）砂石料、建筑材料

根据调查，工程建设所需的建筑材料，如钢材、水泥、砂石料、木材、油料等全部从项目区周边购买。

（2）表土

根据调查，本项目实际共计剥离表土约 1200m³，施工期堆存在施工临时场地区一角，后期绿化时用于绿化覆土。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃土（石、渣）情况

根据工程水土保持方案，经统计，本项目共产生挖方 13.66 万 m³（其中，剥离表土 1.13 万 m³，路基开挖及场平开挖 12.36 万 m³，软基清理 0.17 万 m³），回土方 12.53 万 m³（其中路基及场平回填 12.36 万 m³，软基回填 0.17 万 m³），外购方 0.17 万 m³，弃方 1.30 万 m³（包括临时弃方 1.13 万 m³ 堆放于规划的临时表土堆场，永久弃方 0.17 万 m³ 堆放于空港 106 号路规划弃渣场）。

3.3.2 弃土（石、渣）场位置及占地面积监测结果

根据施工资料统计，本工程实际建设中共产生挖方 12.79 万 m³（其中路基开挖及场平开挖 12.50 万 m³，软基清理 0.17 万 m³，剥离表土 0.12 万 m³），回土方 12.67 万 m³（其中路基及场平回填 12.50 万 m³，软基回填 0.17 万 m³），绿化覆土 0.12 万 m³，外购方 0.17 万 m³（主要为换基石料），弃方 0.17 万 m³（主要为软基清理产生土石方），弃方全部被周边项目拉走进行场地回填。

3.3.3 弃土（石、渣）对比分析

根据工程水土保持方案，工程共计产生弃方 0.17 万 m³，计划堆放于空港 106 号路规划弃渣场。通过对施工资料分析以实地调查，本工程实际产生弃方 0.17 万 m³，弃方主要为软基清理产生土石方，弃方数量和设计基本一致，但是弃方全部被周边项目拉走进行场地回填，未设置弃渣场。

表 3-5 水保方案设计的土石方平衡一览表 单位: m³

分区	开挖				回填			外购方		弃方			
	小计	剥离表土	路基挖方/ 场平开挖	岩溶/软基 清理	小计	路基/场地 回填利用	岩溶/软基 回填	数量	来源	临时弃方		永久弃方	
										数量	去向	数量	去向
道路区	13.46	1.13	12.16	0.17	12.33	12.16	0.17	0.17	合法石料厂	1.13	表土堆场	0.17	空港 106 号路 规划弃渣场
临时施工场地	0.20		0.2		0.2	0.2							
合计	13.66	1.13	12.36	0.17	12.53	12.36	0.17	0.17		1.13		0.17	

表 3-6 工程实际的土石方平衡分析 单位: 万 m³

分区	开挖				回填			覆土	外购方		弃方	
	小计	路基挖方/ 场平开挖	岩溶/软 基清理	剥离 表土	小计	路基/场地 回填利用	岩溶/软 基回填		数量	来源	数量	去向
道路区	12.61	12.32	0.17	0.12	12.49	12.32	0.17	0.12	0.17	合法石 料厂	0.17	被周边厂房拉走 用于场地回填
临时施工场地	0.18	0.18			0.18	0.18						
合计	12.79	12.5	0.17	0.12	12.67	12.5	0.17	0.12	0.17		0.17	

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 工程措施的设计情况

根据《水保方案》及其批复，本项目的工程措施主要为主体设计的工程措施。主体工程设计中具有水土保持功能并计入水土保持方案投资的措施主要包括表土剥离、覆土、路堑截水沟、绿化工程和综合植物护坡工程。

一、措施介绍

（一）表土剥离

根据主体设计，在道路路基施工前考虑剥离表层土，剥离厚度为 40~60cm。经统计，剥离表土量为 1.13 万 m^3 。

（二）覆土

根据主体设计，考虑后期绿化工程覆土量为 1.13 万 m^3 。

（三）路堑截水沟

设置在高边坡坡顶以外 $\geq 5m$ 处，用以拦截山坡流向路基的水流，并将其引至天然沟箐中，采用 M7.5 浆砌块石，截水沟断面形式采用梯形断面，断面尺寸如下：底宽为 0.30m，深为 0.40m，顶宽 0.70m，坡比为 1:0.5，根据主体资料，本线路共设计路堑截水沟 560m。

（五）护坡工程

1、灌草植物护坡

根据主体设计，在因道路建设形成的开挖和回填边坡高差 $\leq 1m$ 的区域，主体设计了灌草护坡 0.63 hm^2 。

2、三维网植草护坡

根据主体设计，在因道路建设形成的开挖和回填边坡高差在 1~4m 的区域，主体设计了三维网植草护坡 0.66 hm^2 。该护坡能够有效的抵御雨水对边坡的冲刷，降低暴雨的冲击能量和降低坡面雨水的流速，应计入到水土保持总投资内。

3、浆砌拱形综合护坡

根据主体设计，在因道路建设形成的开挖和回填边坡高差 $> 4m$ 的区域，主

体设计了浆砌拱形综合护坡 1.70hm²。该护坡能够效的抵御雨水对边坡的冲刷，降低暴雨的冲击能量和降低坡面雨水的流速，应计入到水土保持总投资内。

经统计，主体工程设计具有水土保持功能的工程措施包括：表土剥离 1.13 万 m³，覆土 1.13 万 m³，路堑截水沟 560m，三维网植草护坡 0.66hm²，浆砌拱形综合护坡 1.70hm²。

主体工程设计中计入水土保持方案投资的措施工程量见下表。

表 4-1 主体工程计入水土保持方案投资的措施工程量统计表

序号	措施类型	规格	单位	数量	单价（元）	投资（万元）
一	表土剥离		万 m ³	1.13	85325	9.66
二	覆土		万 m ³	1.13	152300	17.25
三	路堑截水沟	30cm×40cm×70cm	m	560	182.71	10.23
五	护坡工程		hm ²			162.98
1	三维网植草护坡		hm ²	0.66	536400	35.40
2	浆砌拱形综合护坡		hm ²	1.7	642900	109.29

4.1.2 工程措施的实施情况

根据现场地面观测和实地测量，结合建设单位提供的资料分析，工程措施实施情况如下：

（1）表土剥离和覆土

经统计，实际施工中共计剥离表土 0.12 万 m³，覆土 0.12 万 m³。

（2）道路边坡截排水沟

经调查统计，道路实施了完善的排水管网，不计入主体投资。除此之外，在边坡区域共计实施了截排水沟 540m，断面采用矩形断面，底宽 40cm，深 50cm。

（3）护坡工程

根据施工资料统计，工程共计实施浆砌拱形骨架综合护坡 3048.8m²，三维网植草护坡 5228m²。



图 4-1 护坡及截排水沟



图 4-2 护坡及植被恢复情况

4.1.3 监测结果

从现场调查情况来看，主要实施的工程措施为：剥离表土 0.12 万 m^3 ，覆土 0.12 万 m^3 ，边坡截排水沟 540m，浆砌拱形骨架植草护坡 2048.8 m^2 ，三维网植草护坡 5228 m^2 。实际完成的水土保持措施和设计相比变化情况如下表所示。

表 4-2 各监测分区实施水保工程措施与方案设计对照表

分区	设计的措施	实际完成的措施	增减变化	实施进度
道路区	剥离表土 1.13 万 m^3	剥离表土 0.12 万 m^3	减少了 1.01 万 m^3	2014 年 11 月~2015 年 6 月
	覆土 1.13 万 m^3	覆土 0.12 万 m^3	减少了 1.01 万 m^3	2017 年 9 月~10 月
	浆砌石截水沟 560m	浆砌石截水沟 540m	减少了 20m	2017 年 3 月~6 月
	浆砌拱形骨架综合护坡 17000 m^2	浆砌拱形骨架综合护坡 3048.8 m^2	减少了 13951.2 m^2	
	三维网植草护坡 6600 m^2	三维网植草护坡 5228 m^2	减少了 1372 m^2	2017 年 3 月~6 月

设计的工程措施和实际实施的有所变化，主要变化原因如下：

①由于道路施工时周边的场地已经开始进行场地平整，因此，原设计中大多数开挖边坡和回填边坡均不存在，导致边坡区域面积大大减小，从而绿化覆土面积大大减少，因此剥离表土和覆土量均比设计减少较多。

②由于原设计中大多数开挖边坡和回填边坡均不存在，导致边坡区域面积大大减小，从而边坡上部的截排水措施也大大减少，但是工程新增了回填边坡底部的截排水沟，总体上截排水沟实施数量比设计减少了 20m。

③由于原设计中大多数开挖边坡和回填边坡均不存在，导致边坡区域面积大大减小，从而护坡措施面积大大减少，浆砌拱形骨架综合护坡减少了 13951.2 m^2 ，

三维网植草护坡减少了 1372m²。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施的设计情况

一、主体设计植物措施

(1) 绿化带

本项目中的绿化工程是指道路两侧绿化带(2×1.5m),绿化总面积为 0.69hm²,计入水土保持措施。

植物备选树种主要包括:①乔木:香樟、滇朴、石楠、复羽叶栎树、蓝花楹、乐昌含笑、加拿利海枣、冬樱花;②灌木:木槿、扶桑、红花继木球、海桐球、假连翘球、杜鹃;③地被:千层金、比利时杜鹃、金森女贞、紫花鼠尾草、黄金菊、萼距花、石竹。

(2) 灌草植物护坡

根据主体设计,在因道路建设形成的开挖和回填边坡高差≤1m 的区域,主体设计了灌草护坡 0.63hm²。

二、方案新增植物措施

(1) 临时施工场地植被恢复

本方案设计在临时施工场地区使用结束后,场地进行植被恢复,面积为 0.43hm²,结合立地条件及植被特点进行撒草绿化,草种选用白三叶、黑麦草。

经统计,临时施工场地区植被恢复面积 0.43hm²,撒播白三叶 21.5kg,撒播黑麦草 21.5kg,考虑 10%补植率,需白三叶 23.65kg,黑麦草 23.65kg;全面整地 0.43hm²,无纺布覆盖 0.43hm²,抚育管理 0.43hm²。

表 4-3 临时施工场地区植物措施工程量汇总表

分区	树草种	种植面积 (hm ²)	种植密度 (kg/hm ²)	定植量 (kg)	苗木量 (kg)	抚育管理 (hm ²)
临时施工 场地区	白三叶	0.43	50	21.5	23.65	0.43
	黑麦草		50	21.5	23.65	
全面整地 0.43hm ² ,无纺布覆盖 0.43hm ² 。主体考虑覆土 0.08 万 m ³						

(2) 临时表土堆场植被恢复

按照“适地适草”的原则，结合立地条件及植被特点进行撒草绿化，草种选用白三叶、黑麦草。

经统计，临时表土堆场区植被恢复面积 0.48hm^2 ，撒播白三叶 24kg ，撒播黑麦草 24kg ，考虑 10% 补植率，需白三叶 26.4kg ，黑麦草 26.4kg ；全面整地 0.48hm^2 ，无纺布覆盖 0.48hm^2 ，抚育管理 0.48hm^2 。

表 4-4 临时表土堆场区植物措施工程量汇总表

分区	树草种	种植面积 (hm^2)	种植密度 (kg/hm^2)	定植量 (kg)	苗木量 (kg)	抚育管理 (hm^2)
临时表土 堆场区	白三叶	0.48	50	24	26.4	0.48
	黑麦草		50	24	26.4	
全面整地 0.48hm^2 ，无纺布覆盖 0.48hm^2 。主体考虑覆土 0.09万 m^3						

4.2.2 植物措施的实施情况

根据现场地面观测和实地测量，结合建设单位提供的资料分析，植物措施实施情况如下：

(1) 道路区绿化带

根据施工资料统计，道路区绿化带绿化总面积 0.74hm^2 ，主要绿化工程量包括：整理绿化用地： 7375m^2 ；回填种植土： 8850m^3 ；栽植乔木 红花木莲 ($D=12-13\text{cm}$, $H=500-600\text{cm}$, $P=300-400\text{cm}$): 918 株；栽植乔木 滇朴 ($D=14-15\text{cm}$, $H=550-700\text{cm}$, $P=350-450\text{cm}$): 8 株；栽植乔木 蓝花楹 ($D=12-13\text{cm}$, $H=550-650\text{cm}$, $P=300-400\text{cm}$): 31 株；栽植灌木 云南含笑球: 828 株；栽植地被 迎春花： 3310m^2 ；栽植地被 红叶石楠: 3080m^2 ；栽植地被 花叶蔓长春: 795m^2 ；

(2) 灌草植物护坡

经统计，在道路回填边坡区域栽植灌草 0.36hm^2 ，主要栽植迎春花、红叶石楠和花叶蔓长春。

(3) 临时施工场地撒草绿化

经统计，临时施工场地区撒草绿化面积 0.32hm^2 ，撒播草籽种类包括白三叶和黑麦草。

(4) 临时表土堆场撒草绿化

经统计，临时表土堆场撒草绿化面积 0.06hm^2 ，撒播草籽种类包括白三叶和黑麦草。



图 4-3 道路绿化带



图 4-4 道路绿化带



图 4-5 灌草护坡



图 4-6 临时施工场地、临时表土堆场植被恢复

4.2.3 监测结果

从现场调查情况来看，本工程实施的植物措施包括绿化带 0.74hm^2 ，灌草护坡 0.32hm^2 ，撒草绿化 0.38hm^2 。总体来看，绿化措施实施基本到位，发挥了应有的保持水土、美化环境的作用。植物措施设计及变更情况见下表：

表 4-5 各监测分区实施水保植物措施与方案设计对照表

分区	设计的措施	实际完成的措施	增减变化	实施进度
道路区	绿化带 0.69hm^2	绿化带 0.74hm^2	增加了 0.05hm^2	2017年6月~12月
	灌草护坡 0.63hm^2	灌草护坡 0.32hm^2	减少了 0.31hm^2	
临时施工场地	撒草绿化 0.43hm^2	撒草绿化 0.32hm^2	减少了 0.11hm^2	2017年6月~12月
临时表土场地区	撒草绿化 0.48hm^2	撒草绿化 0.06hm^2	减少了 0.32hm^2	

设计的植物措施和实际实施的有所变化，主要变化原因如下：

①由于提高了绿化标准，实际绿化带的面积略有增加，绿化树种和设计也有变化。

②由于道路施工时周边的场地已经开始进行场地平整，因此，原设计中大多数开挖边坡和回填边坡均不存在，导致边坡区域面积大大减小，从而边坡绿化面积大大减少。

③由于施工优化，临时施工场地减少为 1 处，面积同样有所减少，因此临时施工场地区撒草绿化面积有所减少。

④由于边坡绿化面积大大减小，因此剥离表土量和覆土量大大减小，导致临时表土堆场面积大大减小，因此临时表土堆场撒草绿化面积有所减少。

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时防护措施的设计情况

根据《水保方案》及其批复，本项目的临时防护措施包括水土保持方案新增临时防护措施。各分区主要临时措施如下：

道路区：路基区临时碎石铺垫措施 640m²，临时土质排水沟 4378m，临时砖砌沉砂池 15 座，车辆清洁池 2 座；边坡区临时拦挡 3507m，临时覆盖 23600m²。临时施工场地区：临时土质排水沟 254m，临时砖砌沉砂池 2 座，临时编织袋拦挡 162m，临时覆盖 680m²。临时表土堆场区：临时土质排水沟 250m，临时砖砌沉砂池 2 座，临时覆盖 4800m²。

具体工程量为：土方开挖 1463.4m³，砖砌 104.5m³，编织袋填筑 4952.7m³，编织袋拆除 4952.7m³，碎石 192m³，土工布 29080m²，C15 砼浇筑 36m³，清洗水枪 2 套。

表 4-6 方案新增临时措施及工程量汇总表

项目分区	措施	数量	土方开挖 (m ³)	砌砖 (m ³)	编织袋填筑 (m ³)	编织袋拆除 (m ³)	碎石 (m ³)	土工布 (m ²)	C15 砼浇筑	清洗枪 (个)
道路区	碎石铺垫	640m ²					192			
	临时土质排水沟	4378m	1051							
	临时沉砂池	15 座	180	82.5						
	车辆清洁池	2 座	63.4						36	2
	边坡	临时拦挡	3507m			4734	4734			

	区	临时覆盖	23600m ²						23600		
临时施工场地区		临时土质排水沟	254m	61							
		临时沉砂池	2座	24	11						
		临时拦挡	162m			218.7	218.7				
		临时覆盖	680m ²						680		
临时表土堆场区		临时排水沟	250m	60							
		临时沉砂池	2座	24	11						
		临时覆盖	4800m ²						4800		
合计				1463.4	104.5	4952.7	4952.7	192	29080	36	2

4.3.2 临时防护措施的实施情况

针对施工过程中产生的水土流失，对项目区临时防护措施实施情况进行核实。根据现场地面观测、实地测量、主体资料和监理资料等，实施的临时措施为：临时排水沟 2660m，简易沉砂池 6 座，土工布覆盖 3000m²，无纺布覆盖 8200m²。其中临时排水沟为矩形断面，断面尺寸为底宽 0.6~0.8m，深 0.6~0.8m；简易沉砂池长 2m，宽 1.5m，深 1m，土质结构，底部铺设彩条布。

4.3.3 监测结果

根据现场地面观测、实地测量，并根据主体资料和监理资料等来看，主要实施的临时排水沟 2660m，简易沉砂池 6 座，土工布覆盖 3000m²，无纺布覆盖 8200m²。满足施工过程中项目区的临时防护要求，一定程度上控制了水土流失。

表 4-7 各监测分区实施水保临时防护措施与方案设计对照表

项目分区		设计措施	实际完成的措施	增减变化	实施进度
道路区	路基区	碎石铺垫 640m ²		减少了 640m ²	2014 年 11 月~2015 年 11 月
		临时排水沟 4378m	临时排水沟 2400m	减少了 1978m	
		临时沉砂池 15 座	简易沉砂池 6 座	减少了 9 座	
		车辆清洁池 2 座		减少了 2 座	
		临时覆盖 2000m ²	增加了 2000m ²		
	边坡区	临时拦挡 3507m		减少了 3507m	
临时覆盖 23600m ²		无纺布覆盖 8200m ²	减少了 15400m ²		
临时施工场地区		临时排水沟 254m	临时排水沟 180m	减少了 74m	
		临时沉砂池 2 座		减少了 2 座	
		临时拦挡 162m		减少了 162m	
		临时覆盖 680m ²	临时覆盖 400m ²	减少了 280m ²	

临时表土堆场区	临时排水沟 250m	临时排水沟 80m	减少了 170m
	临时沉砂池 2 座		减少了 2 座
	临时覆盖 4800m ²	临时覆盖 600m ²	

监测过程中发现，配套的临时排水、临时拦挡、临时覆盖相当滞后和不完善，车辆清洁池和编织袋拦挡等均未实施，建议建设单位在其他类似工程施工过程中，听取监测单位的意见，做好配套的临时防护措施。

4.4 水土保持措施防治效果

经统计，本项目建设过程中实施的水土保持措施如下：

(1) 工程措施

剥离表土 0.12 万 m³，覆土 0.12 万 m³，边坡截排水沟 540m，浆砌拱形骨架植草护坡 2048.8m²，三维网植草护坡 5228m²。

(2) 植物措施

绿化带 0.74hm²，灌草护坡 0.32hm²，撒草绿化 0.38hm²。

(3) 临时措施

临时排水沟 2660m，简易沉砂池 6 座，土工布覆盖 3000m²，无纺布覆盖 8200m²。

总体来说，本项目水土保持工程、植物和临时措施实施基本到位，水土保持工程的总体布局合理，效果明显，有效地控制了水土流失的发生。

表 4-9 水土保持措施监测表

分区	设计的措施	实际完成的措施	增减变化	措施评价	
道路区	路基区	剥离表土 1.13 万 m ³	剥离表土 0.12 万 m ³	减少了 1.01 万 m ³	优良
		覆土 1.13 万 m ³	覆土 0.12 万 m ³	减少了 1.01 万 m ³	优良
		绿化带 0.69hm ²	绿化带 0.74hm ²	增加了 0.05hm ²	优良
		碎石铺垫 640m ²		减少了 640m ²	
		临时排水沟 4378m	临时排水沟 2400m	减少了 1978m	优良
		临时沉砂池 15 座	简易沉砂池 6 座	减少了 9 座	优良
		车辆清洁池 2 座		减少了 2 座	
		临时覆盖 2000m ²	增加了 2000m ²	优良	
	边坡区	浆砌石截水沟 560m	浆砌石截水沟 560m	减少了 20m	优良
		浆砌拱形骨架综合护坡 17000m ²	浆砌拱形骨架综合护坡 3048.8m ²	减少了 13951.2m ²	优良
		三维网植草护坡 6600m ²	三维网植草护坡 5228m ²	减少了 1372m ²	优良
		灌草护坡 0.63hm ²	灌草护坡 0.32hm ²	减少了 0.31 hm ²	优良
		临时拦挡 3507m		减少了 3507m	
		临时覆盖 23600m ²	无纺布覆盖 8200m ²	减少了 15400m ²	优良
临时施工场地区	撒草绿化 0.43hm ²	撒草绿化 0.32hm ²	减少了 0.11 hm ²	优良	
	临时排水沟 254m	临时排水沟 180m	减少了 74m	优良	
	临时沉砂池 2 座		减少了 2 座		
	临时拦挡 162m		减少了 162m		
	临时覆盖 680m ²	临时覆盖 400m ²	减少了 280m ²	优良	
临时表土场地区	撒草绿化 0.48hm ²	撒草绿化 0.06hm ²	减少了 0.32 hm ²	优良	
	临时排水沟 250m	临时排水沟 80m	减少了 170m	优良	
	临时沉砂池 2 座		减少了 2 座		
	临时覆盖 4800m ²	临时覆盖 600m ²		优良	

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据《水保方案》及其批复、主体资料和监理资料等，分析各阶段水土流失面积，分析出昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程占地面积 5.39hm^2 ，工程实际的占地包括道路区、临时施工场地区和临时表土堆场区，其中道路区占地 5.01hm^2 （路基区 3.66hm^2 ，边坡区 1.35hm^2 ），临时施工场地区占地 0.32hm^2 ，临时表土堆场区 0.06hm^2 ，工程实际占地总面积 5.39hm^2 。

项目建设造成水土流失面积随主体工程建设进度而变化，不同监测时段水土流失面积监测结果详见表 5-1。

表 5-1 水土流失面积监测表

分区		实际占地面积 (hm^2)	建设期监测面积 (hm^2)			试运行期监测面积 (hm^2)
			2015 年 4 月	2015 年 10 月	2017 年 10 月	2018 年 3 月
道路区	路基区	3.66	1.44	3.66	3.66	3.66
	边坡区	1.35	0.45	1.35	1.35	1.35
临时施工场地区		0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
临时表土堆场区		0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
合计		5.39	2.27	5.39	5.39	5.39

5.2 土壤流失量

5.2.1 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

5.2.1.1 不同侵蚀单元划分

根据水土流失特点，将施工期项目防治责任范围划分为原地貌单元（未施工地段）、扰动地表单元（各施工地段）和实施防治措施单元三大类侵蚀单元。在施工初期，原地貌单元所占比例较高，随着工程进展，扰动地表单元的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少；最终原地貌完全被扰动地表单元和防治措施单元取代，随水土流失防治措施逐渐实施，实施防治措施的地表单元比例大增。

施工期某时段（一般以年计）的土壤流失量即等于该时段各基本侵蚀单元的面积与对应侵蚀强度乘积的总和。因此侵蚀单元划分及侵蚀强度的监测确实具有

十分重要的意义。

(1) 原地貌侵蚀单元划分

根据项目设计资料和实地调查结果显示，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程实施前项目区水土流失防治责任范围内的原生地貌主要有：林地、草地、园地、坡耕地、交通运输用地及其它土地。

(2) 地表扰动类型划分

根据工程特点和可能造成水土流失情况，并结合昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程建设区域的地貌类型、地面组成物质和新增水土流失的特点，为了客观地反映建设项目的水土流失特点，在监测中，对项目的地表扰动进行了分类。施工过程和自然恢复期中对地表的扰动主要表现为开挖与回填等。施工扰动区域主要分为道路路基区、道路边坡区、临时施工场地区和临时表土堆场区。

(3) 防治措施分类

项目建设扰动区域，由于工程占地的用途不同，其导致的水土流失程度和特性也不同，造成水土流失危害也不一样，故需对工程产生的水土流失进行分区预测，结合工程占地的用途和水土流失特点，将本工程水土流失防治区分为道路区、临时施工场地区和临时表土堆场区。昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程采取的水土保持防治措施可分为工程措施、植物措施和临时防护措施三类。

①、工程措施：包括截排水沟、排水管网、护坡等措施。

②、植物措施：绿化带、灌草护坡和撒草绿化等绿化措施。

③、临时措施：包括临时排水沟、临时沉砂池、土工布覆盖和无纺布覆盖等措施。

5.2.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数

(1) 原地貌侵蚀模数

根据项目区特点及水利部《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-1996) 中土壤侵蚀强度分级标准表确定的分级判别因子，参考批复《方案》水土流失预测结果，来确定土壤侵蚀强度。原地貌侵蚀模数具体确定值见表 5-2。

表 5-2 项目区各地类现状土壤侵蚀模数分析表

序号	地类	自然因素及现状情况	原生土壤侵蚀模数 t/(km ² a)	备注
1	林地	地面坡度 5~15°以上, 覆盖率 70%左右	350	微度侵蚀
2	草地	地面坡度 5~15°; 植被覆盖度大于 60%	400	微度侵蚀
3	园地	地面坡度 0~5°; 主要种植桃树	800	轻度侵蚀
4	坡耕地	地面坡度 5~15°; 主要种植农作物	2300	轻度侵蚀
5	交通运输用地	地面坡度 5~15°; 土质路面	1500	轻度侵蚀
7	其它土地	主要为裸土地或裸岩地	3000	中度侵蚀

(2) 各地表扰动类型和防治措施实施后侵蚀模数

施工期是造成水土流失加剧的主要时段。通过各监测分区的监测数据和现场调查结果, 得出工程建设区域各项水土流失施工期和防治措施实施后的侵蚀模数。具体见表 5-3。

表 5-3 施工期和防治措施实施后各地表扰动类型侵蚀强度表

预测分区		土壤侵蚀模数取值 (t/km ² a)	
		施工期	防治措施实施后
道路区	路基区	5500	200
	边坡区	7000	600
临时施工场地区		4000	800
临时表土堆场区		5000	800

由以上数据可以综合得出本项目施工期扰动地表平均土壤侵蚀模数为 5840.45 t/km² a。扰动地表在防治措施逐步实施完毕后初步发挥效益时的平均土壤侵蚀模数为 342.49t/km² a。

5.2.2 土壤流失量及其发生部位及时间

经统计, 昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程施工期和试运行期共产生土壤流失量 548.44t。土壤流失数量监测结果详见表 5-4。

表 5-4 土壤流失量监测表

监测分区		侵蚀面积(hm ²)	施工期土壤流失数量 (t)		试运行期土壤流失数量 (t)		土壤流失总量 (t)	不同侵蚀单元所占比例 (%)
			土壤侵蚀模数 t/km ² •a	侵蚀时段 a	土壤侵蚀模数 t/km ² •a	侵蚀时段 a		
道路区	路基区	3.66	5500	1.75	200	0.17	353.52	64.46
	边坡区	1.35	7000	1.75	600	0.17	166.75	30.40
临时施工场地区		0.32	4000	1.75	800	0.17	22.84	4.16
临时表土堆场区		0.06	5000	1.75	800	0.17	5.33	0.97
合计		5.39					548.44	100.00

经分析不同侵蚀时段、不同侵蚀单元所产生的土壤流失量，得出如下结论：

(1) 监测时段内，项目建设所产生的土壤流失量主要集中在施工期，施工期产生的土壤流失量占监测期土壤流失总量的 99.43%；

(2) 监测时段内，项目建设所产生的土壤流失量主要集中于道路区，道路区产生土壤流失量占监测期土壤流失总量的 94.86%。

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

根据施工资料统计，本工程实际建设中共产生挖方 12.79 万 m³（其中路基开挖及场平开挖 12.50 万 m³，软基清理 0.17 万 m³，剥离表土 0.12 万 m³），回土方 12.67 万 m³（其中路基及场平回填 12.50 万 m³，软基回填 0.17 万 m³），绿化覆土 0.12 万 m³，外购方 0.17 万 m³（主要为换基石料），弃方 0.17 万 m³（主要为软基清理产生土石方），弃方全部被周边项目拉走进行场地回填，不设置弃渣场。工程建设所需的建筑材料，如钢材、水泥、砂石料、木材、油料等均到嵩明县和昆明市建材市场购买。因此工程不存在取土（石、料）的潜在土壤流失量危害。

5.4 水土流失危害

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持监测工作于 2014 年 11 月开工、于 2018 年 2 月投入试运行，因工程建设产生的水土流失而造成的危害主要经现场监测、询问建设单位、施工单位、监理单位及周边居民获取。通过监测，得出如下结论：

(1) 对区域生态环境的影响

①对土壤性质的影响

项目施工会使原地表土层受到破坏，导致林草覆盖度降低，会使地表土壤理化性质下降、抗蚀能力减弱，水土流失增加。通过设置排水、绿化、雨水收集、沉砂、蓄水等，一定程度上得到了改善。

②对植被的影响

项目建设损坏具有水土保持设施面积为 4.64hm^2 ，主要为林地、草地，使林草覆盖度降低，影响工程区域生态环境。通过绿化和植被恢复，后期得到了改善。

③对地貌的影响

项目建设中土石方开挖都会对原地形产生严重扰动，改变原有地貌，可能增加滑坡、崩塌等重力侵蚀的发生。通过设置截排水沟，有效的得到了控制。

(2) 对工程项目本身可能造成的危害

项目的土石方工程，基础开挖、路基的开挖填筑等施工严重影响了各施工单元区土层的稳定性，为水土流失的加剧创造了条件。特别是道路区，由于占地面积大，施工范围广，通过实施截排水沟、护坡等工程措施，保障了工程施工的正常进行和施工安全。

(3) 对下游及周边地区可能形成的危害

①对工程区周边的影响

本项目施工区周边大部分植被覆盖较好，道路开挖回填过程中产生的土石方，通过在项目区截水沟，对周边植被进行了有效防护，对施工区以外的区域生态环境及土地生产力造成一定影响得到了有效控制。

②对工程区下游的影响

项目施工临时堆土如果不及时防护和治理，雨季暴雨径流将会携带大量泥沙下泄，通过设置排水沟和沉砂池措施，避免大量泥沙进入下游河流水系。

综上所述，该项目建设及自然恢复期间，因工程建设产生的水土流失得到了较好的控制，没有造成直接经济损失、亦未对项目区周边及下游造成明显危害的现象。

6 水土流失防治效果监测结果

由于本项目属于建设类项目，方案设计水土流失防治标准采用新增水土流失主要发生在建设期，截止到 2018 年 4 月，水土保持工程防治措施已全部实施，通过 6 项水土流失量化指标可以反映出整个防治效果。

6.1 扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积。扰动土地整治率为水保措施防治面积、永久建筑物面积之和与扰动地表面积的比值。

本工程在各区域对扰动地表均采取了水土保持措施，水土流失得到有效治理。本工程防治责任范围内扰动土地面积为 5.39hm^2 ，扰动土地整治面积为 5.36hm^2 ，计算得出扰动土地整治率为 99.74%（目标值 95%）。各监测分区扰动土地整治率计算结果见表 6-1。

表 6-1 各监测分区扰动土地整治率计算结果表

监测分区		扰动地表面积 (hm^2)	扰动土地整治面积(hm^2)				扰动土地整治率(%)
			工程措施面积	植物措施面积	永久建筑物及硬化面积	小计	
道路区	路基区	3.66	0.06	0.74	2.86	3.66	99.44
	边坡区	1.35	0.68	0.56	0.08	1.32	
临时施工场地区		0.32		0.32		0.32	
临时表土堆场区		0.06		0.06		0.06	
合计		5.39	0.74	1.68	2.94	5.36	

6.2 水土流失总治理度

水土流失治理度为水保措施防治面积与造成水土流失面积(不含永久建筑物及硬化面积)的比值。通过监测，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程建设造成水土流失的面积为 2.45hm^2 ，通过各种防治措施的有效实施，水土保持措施面积为 2.42hm^2 ，造成水土流失面积的治理度可达 98.78%（目标值 97%）。具体见表 6-2。

表 6-2 各监测分区水土流失治理度计算结果表

监测分区		扰动地 表面积 (hm ²)	水土流 失面积 (hm ²)	水土流失治理面积			水土流失 治理度 (%)
				植物措 施治理 面积	工程措 施占地 面积	小计	
道路区	路基区	3.66	0.8	0.06	0.74	0.8	98.78
	边坡区	1.35	1.27	0.68	0.56	1.24	
临时施工场地区		0.32	0.32		0.32	0.32	
临时表土堆场区		0.06	0.06		0.06	0.06	
合计		5.39	2.45	0.74	1.68	2.42	

6.3 拦渣率

拦渣率指项目建设区内采取拦挡措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比，工程弃渣的流失是主体工程容易忽视而且潜伏危害严重的流失方式。

根据施工资料统计，本工程实际建设中共产生挖方 12.79 万 m³（其中路基开挖及场平开挖 12.50 万 m³，软基清理 0.17 万 m³，剥离表土 0.12 万 m³），回土方 12.67 万 m³（其中路基及场平回填 12.50 万 m³，软基回填 0.17 万 m³），绿化覆土 0.12 万 m³，外购方 0.17 万 m³（主要为换基石料），弃方 0.17 万 m³（主要为软基清理产生土石方），弃方全部被周边项目拉走进行场地回填，不产生永久弃渣，项目拦渣率达到 99%（目标值 95%）。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目容许土壤流失量与水土保持方案实施后土壤流失量之比。

项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 500t/km².a。根据土壤流失量监测结果，该项目治理后的平均土壤侵蚀模数为 342.49t /km².a，则土壤流失控制比为 1.46。

表 6-3 土壤流失控制比计算表

原地貌平均侵蚀模数 (t/km ² a)	运行期治理后平均侵蚀模数 (t/km ² a)	土壤侵蚀模数允许值 (t/km ² a)	一级标准值	方案目标值	控制比
1307.28	342.49	500	1.0	1.0	1.46

6.5 林草植被恢复率

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

通过植物措施监测结果可知：项目区可恢复植被面积为 1.69hm²，实际绿化面积为 1.68hm²，林草植被恢复率为 99.41%。具体见表 6-4。

表 6-4 林草植被恢复率计算表

已绿化面积(hm ²)	可绿化面积(hm ²)	一级标准值(%)	方案目标值(%)	监测值(%)
1.68	1.69	99	99	99.41

6.6 林草覆盖率

林草面积是指开发建设项目项目区内所有人工和天然森林、灌木林和草地的面积。林草植被覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值。

通过监测知：项目区植物措施总面积为 1.68hm²，项目建设总占地面积为 5.39hm²，林草植被覆盖率为 31.17%。详见表 6-5。

表 6-5 林草覆盖率计算表

林草覆盖面积(hm ²)	总占地面积(hm ²)	一级标准值(%)	方案目标值(%)	监测值(%)
1.68	5.39	27	27	31.17

6.7 运行初期水土流失分析

经过采取各项防治措施，运行初期防治责任范围内的水土流失量明显降低，且侵蚀程度低于原地貌侵蚀单元。监测结果可以计算出昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程运行初期防治责任范围的平均土壤侵蚀模数为 342.49 t/km².a。水土保持六项防治指标，其中扰动土地整治率达 99.44%，水土流失总治理度达 98.78%，拦渣率达 99%，土壤流失控制比为 1.46，林草植被恢复率达 99.41%，林草覆盖率达 31.37%，六项指标均达到了方案目标值。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的，随着基础施工建设的开始，水土流失强度增强；随着基础工程的结束，水土流失强度减小；水土流失强度也经历了强流失阶段、次强流失阶段和植被恢复期阶段。项目实际发生的水土流失防治责任范围面积为 7.38hm^2 ，比水土保持方案设计的防治责任范围 9.62hm^2 减少了 2.24hm^2 ，其中项目建设区减少了 2.17hm^2 ，直接影响区减少了 0.07hm^2 。本工程实际建设中共产生挖方 12.79万 m^3 （其中路基开挖及场平开挖 12.50万 m^3 ，软基清理 0.17万 m^3 ，剥离表土 0.12万 m^3 ），回填方 12.67万 m^3 （其中路基及场平回填 12.50万 m^3 ，软基回填 0.17万 m^3 ），绿化覆土 0.12万 m^3 ，外购方 0.17万 m^3 （主要为换基石料），弃方 0.17万 m^3 （主要为软基清理产生土石方），弃方全部被周边项目拉走进行场地回填，工程不产生永久弃渣。通过计算，监测期内项目建设区水土流失总量为 548.44t ，土壤流失量主要集中在施工期，施工期产生的土壤流失量占监测期土壤流失总量的 99.43% ；项目建设所产生的土壤流失量主要集中于道路区，道路区产生土壤流失量占监测期土壤流失总量的 94.86% 。工程施工结束后各项水土保持防治措施实施后水土流失量明显降低。

7.2 水土保持措施评价

2015年3月至2018年4月期间，监测项目组对工程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、调查巡访等，对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水土保持方案报告表设计情况，结合现场巡查记录（记录方式采用图片拍摄、表格记录等），查阅建设单位提供施工单位、监理单位相关施工资料进行综合分析、评价。经分析、评价，得出如下结论：

（1）各扰动地表区域均已基本按照主体工程设计和水土保持方案设计要求实施完成档护、排水、植被恢复等的建设，经监理单位检验，实施完成各项工程措施质量合格，经验监测项目组现场调查、量测，实施完成各项工程措施尺寸、

规格符合水土保持要求。

(2) 在项目区内布设了截排水沟、护坡、绿化带、撒草绿化、临时排水沟、临时沉砂池、临时覆盖等，很大程度上控制了项目区水土流失，也保证了项目区周边的安全。

(3) 截止 2018 年 4 月，工程建设区域实施完成各项工程措施均运行良好，未出现损坏、倒塌等现象，能够正常发挥其水土保持功能；各区域植被绿化措施恢复良好，能够发挥其水土保持功能。

总体来说，各分区采取了适宜的水土保持措施，水土保持工程的总体布局合理，效果明显，达到水土保持方案设计要求。

7.3 存在的问题及建议

水土保持监测人员外业调查中发现，工程中存在一些问题，为进一步做好昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程的水土保持工作，避免建设管理漏洞造成今后水土流失的发生发展，消除水土流失对工程运行产生的不良影响及安全隐患，我监测单位对业主提出如下建议：

- (1) 部分道路边坡区域绿化效果不好，下一步加强绿化。
- (2) 加强已实施水土保持措施的管理维护工作，确保水土保持功能的连续性。
- (3) 主动咨询监测单位，积极配合监测单位的监测工作，派专人与监测单位共同进入现场，接受监测技术人员的现场指导意见。
- (4) 积极寻求新技术，完善工程中水土保持防治工作。
- (5) 工程运行过程中的管理，对工程运行中存在的隐患及时排查。
- (6) 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。
- (7) 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。

7.4 综合结论

为了对昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程防治责任范围内水土

流失防治措施的防治效果进行综合评价，依据各防治分区防治指标计算结果，得出整个防治责任范围内各项防治指标。防治目标达标情况见表 8-1。

表 7-1 防治目标达标情况表

防治标准	方案目标	一级标准	监测值	达标情况
扰动土地整治率（%）	95	95	99.44	达标
水土流失总治理度（%）	97	97	98.78	达标
土壤流失控制比	1.0	1.0	1.46	达标
拦渣率（%）	95	95	99	达标
林草植被恢复率（%）	99	99	98	达标
林草覆盖率（%）	27	27	31.37	达标

水土流失防治措施全部实施后，本项目水土流失防治六项指标均达到了防治目标值。

在项目建设过程中，施工方基本能够贯彻防治结合、以防为主的方针，施工时能尽量减少工程开挖弃渣对周边环境的破坏，同时搞好开挖地面的防护措施。项目法人单位将水土保持工程的建设和管理纳入高标准、规范化管理模式和程序中，在工程建设过程中落实了项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的水土保持职责，强化了对水土保持工程的管理，实行了“项目法人对国家负责，监理单位控制，承包商保证，政府监督”的质量管理体系，以确保水土保持方案的顺利实施。对水土流失防治责任区内的水土流失进行着全面、系统的整治，彻底完成了部分水土保持方案确定的防治任务。对工程各类开挖面、边坡区域、施工场地等都重视边施工边及时整治、拦挡、恢复植被，力保施工过程中的水土流失得到有效控制。

综上所述，监测结果表明本工程已基本完成水土保持方案报告书确定的防治任务，水土保持设施的施工质量总体合格，管理维护措施落实，已经具备竣工验收条件。