

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程
水土保持设施验收报告

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程 水土保持设施验收报告



建设单位：昆明空港投资开发集团有限公司

编制单位：云南鲁布革顾问有限公司

二〇一八年五月

项目区照片



道路边坡绿化及排水沟 (K1+800)



道路综合护坡 (K1+160)



道路综合护坡 (K2+200)



道路行道树绿化 (K2+220)



道路行道树绿化 (K1+140)



道路行道树绿化 (K0+980)

目 录

前言	1
1 项目及项目区概况	3
1.1 项目概况.....	3
1.2 项目区概况.....	21
2 水土保持方案和设计情况	23
2.1 主体工程设计.....	23
2.2 水土保持方案编报情况.....	23
2.3 水土保持方案设计情况.....	24
2.4 水土保持变更.....	31
3 水土保持方案实施情况	33
3.1 防治责任范围.....	33
3.2 弃渣场设置.....	34
3.3 取土场设置.....	34
3.4 水土保持措施总体布局.....	35
3.5 水土保持方案实施情况.....	35
3.6 工程水土保持投资完成情况	38
4 水土保持工程质量	44
4.1 质量管理体系.....	44
4.2 各防治分区水土保持工程质量评价.....	47
4.3 总体质量评价.....	55
5 项目初期及水土保持效果	56
5.1 初期运行情况	56
5.2 水土保持效果	56
5.3 公众满意度调查	57
6 水土保持管理	59
6.1 组织领导.....	59
6.2 规章制度.....	59
6.3 建设过程.....	60
6.4 水土保持监测.....	60
6.4 水土保持监理.....	67
6.5 水行政主管部门监督检查意见落实情况.....	71

6.6 水土保持补偿费缴纳情况.....	71
6.7 水土保持设施管理维护.....	71
7 结论	73
7.1 结论.....	73
7.2 遗留问题安排.....	73

附件：

附件 1：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 2：分部工程验收签证

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 5.01hm^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 ，工程占地总面积 5.39hm^2 。

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）。主体工程建设工程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）。

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程主体工程设计单位为：昆明市政工程设计科学研究院有限公司；监理单位为：云南实信工程监理有限公司；主要施工单位为：云南文斌市政建筑工程有限公司。

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

性研究报告书》，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，2015 年 3 月，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。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，监测工作组及时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。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》的规定，我公司受建设单位的委托，承担了本工程水土保持设施验收报告的编制工作，编制单位多次进入工程现场进行实地调查、查勘，对工程建设扰动区内的水土流失现状进行了全面的现场检查，对项目区进行了详细检查，并多次对水土保持工程资料、监理资料、监测资料等进行了查阅和交换意见。参加外业调查工作的有建设单位，施工单位，监测单位的领导和技术人员。

我公司听取了建设单位对工程建设情况、水土保持方案实施工作总结报告和水土保持设施竣工验收技术报告的介绍，以及监理单位和监测单位对水土保持监理和监测情况的汇报，并深入工程现场察勘了水土保持设施现状，检查了工程质量，并进行了公众调查。审阅、收集了工程档案资料，认真、仔细核实了各项措施的工程量和质量，对水土流失防治责任范围内的水土流失现状、水土保持措施的功能及效果进行了评价。在此基础上编写了《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验收报告》。

在工作开展过程中，建设单位、监测单位和施工单位提供了良好的工作和生活条件并给予技术配合，昆明市水务局、空港经济区水务局、昆明空港投资开发集团有限公司等有关单位给予了大力支持和协助，在此谨致谢意。

1 项目及项目区概况

1.1 项目概况

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

1.1.2 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

1.1.3 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。

1.1.4 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。

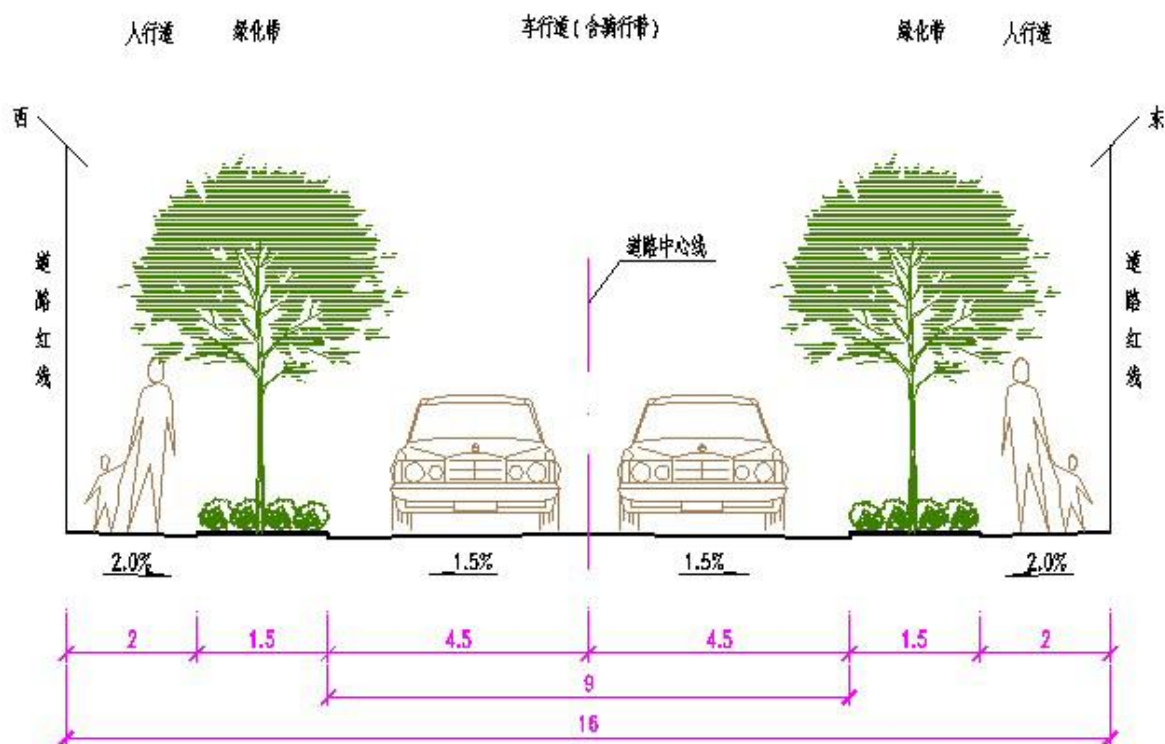


图 1-2 道路横断面设计图（单位 m）

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+路床及压实度过渡厚度时，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。

1.1.5 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。

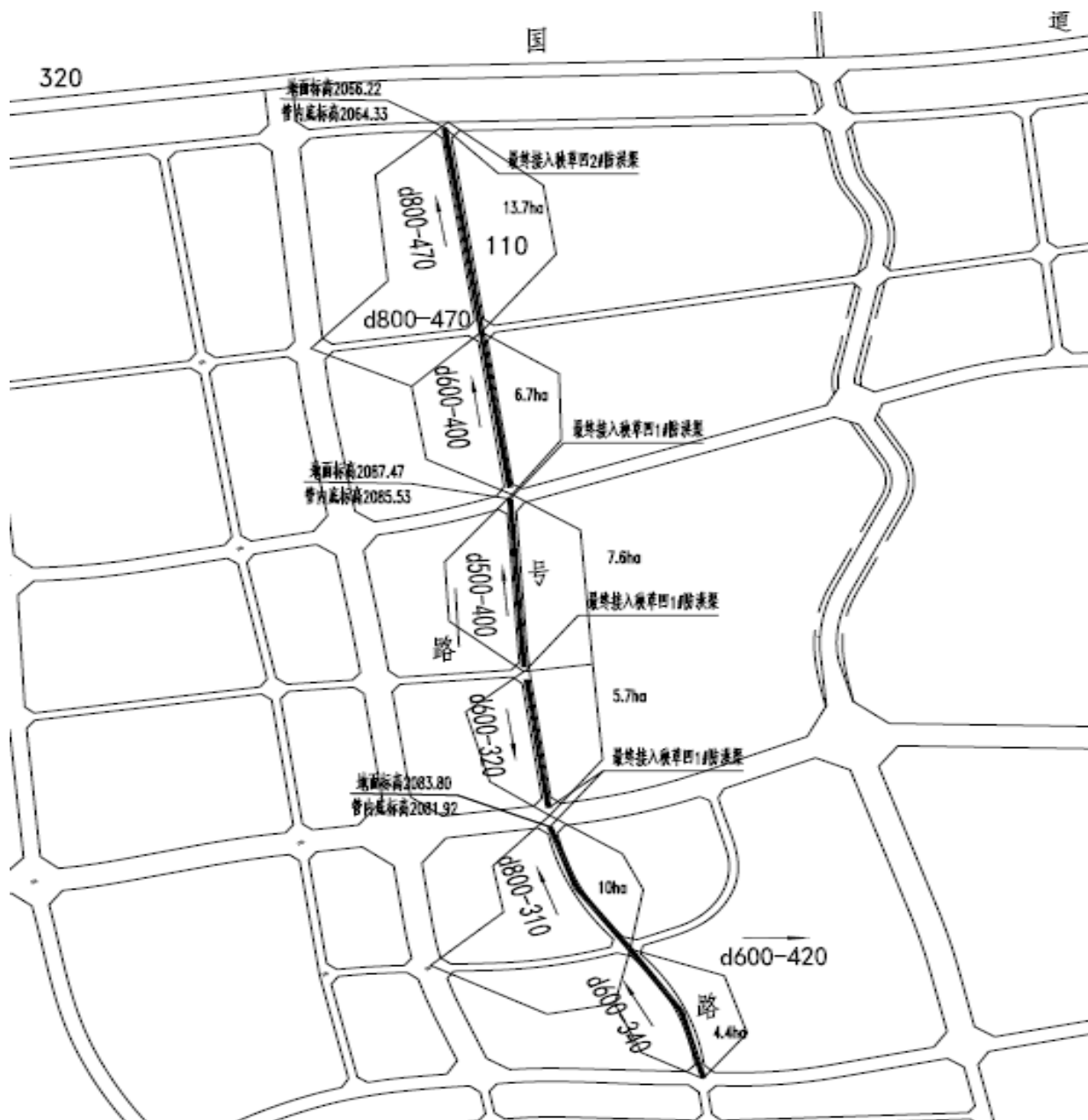


图 1-3 雨水管道总体布置图

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。

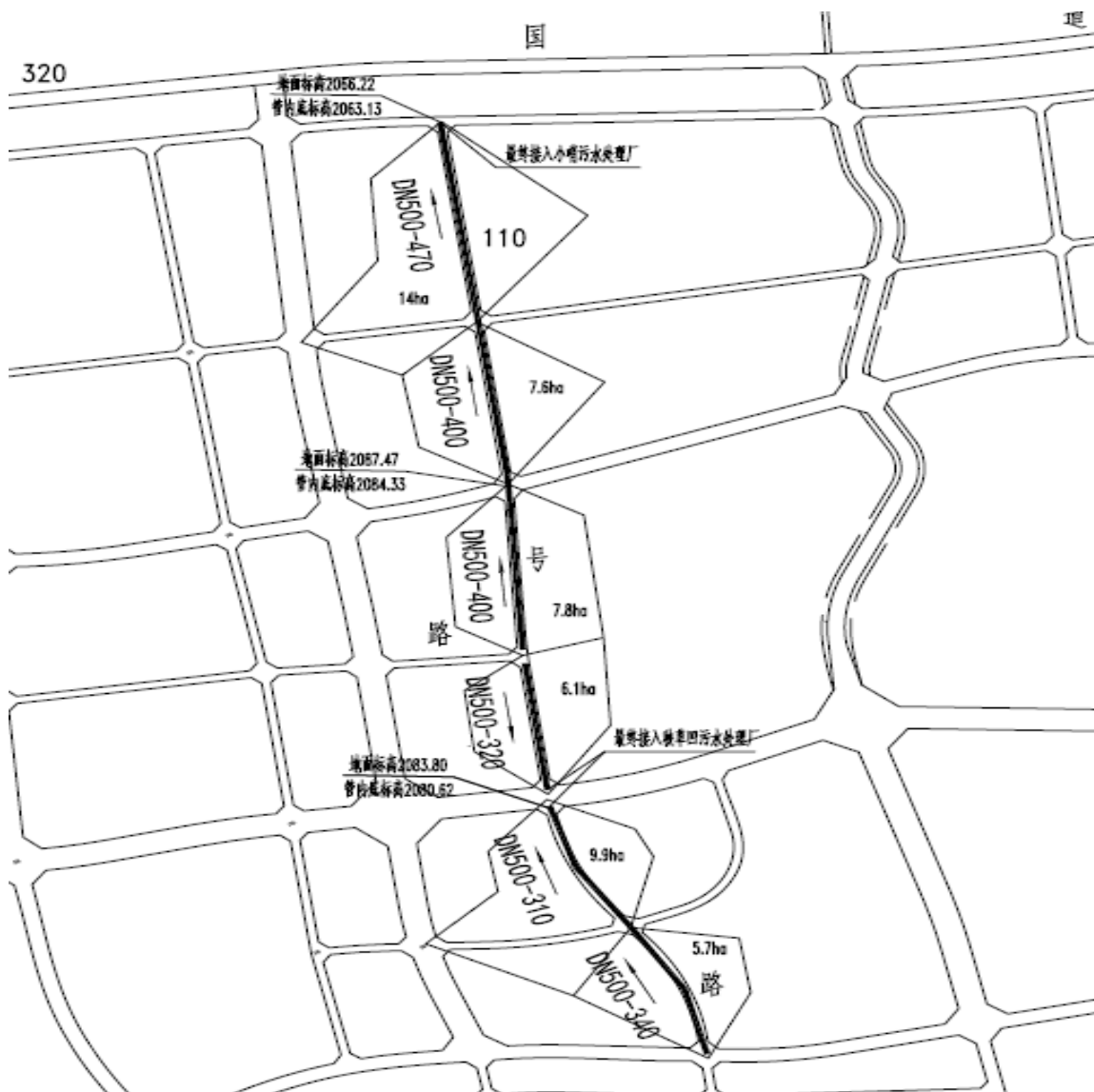


图 1-4 污水管道总体布置图

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

1.1.6 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

1.1.7 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。

1.1.8 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 3.68hm^2 。其中绿化带面积为 0.69hm^2 ，边坡绿化面积 2.99hm^2 。

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 7.56hm^2 ，其中永久占地 6.65hm^2 ，临时占地 0.91hm^2 。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 1.35hm^2 。《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 0.32hm^2 。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 0.06hm^2 ，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 m^3 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 。见表 1-16。

表 1-16 工程实际占地情况表

分区		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

1.1.10 土石方量及主要材料及来源

根据施工资料统计,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。项目土石方平衡情况见下表。

表 1-17 土石方平衡分析 单位: 万 m^3

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	

注:以上土石方均为自然方。

工程建设所需的建筑材料,如钢材、水泥、砂石料、木材、油料等均在昆明周边合法建材市场购买。

1.1.11 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。

1.1.12 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 1-18 主体工程实施进度计划表

项目	时间	2014 年		2015 年		2015 年 11 月 ~2016 年 11 月 停工	2016 年 12 月	2017 年		2018 年 1~2 月
		11~12 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。

1.1.13 主要参建单位

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持防治工程建设主要有以下单位：

建设单位：昆明空港投资开发集团有限公司；

主体工程设计单位：昆明市政工程设计科学研究院有限公司；

水土保持方案编制单位：广西泰能工程咨询有限公司；

施工单位：云南文斌市政建筑工程有限公司；

主体工程监理单位：云南实信工程监理有限公司；

水土保持监理单位：云南实信工程监理有限公司；

水土保持监测单位：昆明理工大学科技产业经营管理有限公司

水土保持验收报告编制单位：云南鲁布革顾问有限公司。

1.2 项目区概况

1.2.1 自然条件

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。

1.2.2 水土流失及防治情况

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。

2 水土保持方案和设计情况

2.1 主体工程设计

受建设单位委托，2013年3月，中国市政工程中南设计研究总院有限公司编制完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港110号路工程可行性研究报告》。2013年4月12日，取得了昆明市官渡区发展和改革局关于《昆明空港经济区秧草凹片区空港110号路工程可行性研究报告批复》（官发改审批〔2013〕13号）。

2.2 水土保持方案编报情况

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）”。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（以下简称“空港110号路工程”）位于空港经济区南部秧草凹组团内，道路全长2333.766m，本工程建设内容主要包括：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。空港110号路全线采用城市支路标准兴建，道路红线宽度16m。本项目总占地面积为7.56hm²，

（2）方案编制深度达到可行性研究深度，设计水平年为2016年。

（3）工程水土流失防治责任范围为9.62hm²，包括项目建设区7.56hm²和直接影响区2.06hm²。

（4）工程建设扰动原地貌、损坏土地面积7.56hm²，损坏水土保持设施面积4.64hm²，项目建设可能产生新增水土流失总量340.87t。

（5）主体工程设计的具有水土保持功能的措施包括：①工程措施：表土剥离1.13万m³，覆土1.13万m³，路堑截水沟560m。②植物措施：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)本项目水土保持工程总投资为 534.56 万元，主体已列投资 300.17 万元，方案新增投资 234.38 万元。水土保持总投资为 534.56 万元，其中工程措施费 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。

2.3 水土保持方案设计情况

2.3.1 方案设计水土保持措施主要建设内容

2.3.1.1 水土保持措施工程措施设计情况

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 m³。

（二）覆土

根据主体设计，考虑后期绿化工程覆土量为 1.13 万 m³。

（三）路堑截水沟

设置在高边坡坡顶以外≥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 $\leq 1\text{m}$ 的区域，主体设计了灌草护坡 0.63hm^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 $1\sim 4\text{m}$ 的区域，主体设计了三维网植草护坡 0.66hm^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 $> 4\text{m}$ 的区域，主体设计了浆砌拱形综合护坡 1.70hm^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。

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 m^3 ，覆土 1.13 万 m^3 ，路堑截水沟 560m ，三维网植草护坡 0.66hm^2 ，浆砌拱形综合护坡 1.70hm^2 。

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 2-1 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 \times 40cm \times 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

2.3.1.2 水土保持植物措施设计情况

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($2\times 1.5\text{m}$)，绿化总面积为 0.69hm^2 ，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 $\leq 1\text{m}$ 的区域，主体设计了灌草护坡 0.63hm^2 。

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使用结束后，场地进行植被恢复，面积为 0.43hm^2 ，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，临时施工场地地区植被恢复面积 0.43hm^2 ，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 0.43hm^2 ，无纺布覆盖 0.43hm^2 ，抚育管理 0.43hm^2 。

表 2-2 临时施工场地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 2-3 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						

2.3.1.3 水土保持临时措施设计情况

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 2-4 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	路基区	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
	边坡区	临时拦挡	3507m			4734	4734			
		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

2.3.2 水保措施设计标准及设计要点

《水保方案》以主体工程规划设计为基础，针对各区所处位置、地形地貌、自然条件、施工工艺及产生水土流失特点和造成的危害程度，在水土流失预测及主体工程中具有水土保持功能工程分析评价的基础上，采取有效的水土流失防治措施，把水土保持工程措施与植物措施、永久措施和临时措施有机结合起来，并

把主体工程中具有水土保持功能的设施纳入水土流失防治体系中，合理确定水土保持方案总体布局，以形成完整、科学的水土流失防治体系。

一、工程措施设计要点

a) 设计依据

(1) 《开发建设项目水土流失防治标准》(GB 50434-2008)；

(2) 《开发建设项目水土保持技术规范》(GB 50433-2008)；

b) 工程措施典型设计

设置在高边坡坡顶以外 $\geq 5\text{m}$ 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。

在进行场地平整开挖前，对原为耕地及植被较好的区域进行表土剥离，平均剥离厚度 0.30m。剥离的表土可作为后期植物措施覆土之用，施工期间将其运至临时表土堆场临时堆放。

二、植物措施设计要点

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，设计要点如下：

(1) 树种选择

根据空港经济区用地规划，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。

(2) 生态学特性

白三叶 (*Trifolium repens L.*)：为多年生草本，一般生存 7~8 年。主根短，侧根发达。叶层高 15~25cm，茎长 30~60cm，匍匐生长叶柄长，三出掌状复叶。其茎叶细软，叶量丰富，草质柔嫩适口性好，营养价值丰富，粗蛋白含量低。种子细小，千粒重 0.5~0.7g。白三叶根部具有根瘤，可改良土壤，提高土壤肥力，降低土表温度，不与果树争水、肥，抑制杂草生长，减少劳动力成本，提高果品和质量，同时，也可将其耕翻作绿肥。也常用于坡面、路边的绿地、疏林下绿化也比较好。白三叶茎秆匍匐生长，再生力强，耐寒、耐热、耐荫、耐酸、耐践踏，最适于放牧、果树间种植，以抑制杂草和保持水土。

黑麦草 (*Lolium perenne L.*)：禾本科黑麦草属多年生植物，质地柔软，喜

温暖湿润气候，适于冬无严寒，夏无酷暑的地区生长。修剪后再生力强，耐践踏性强，优于紫羊茅。抗病性中等，高温高湿环境下易感病害。广泛用于公园、庭院绿化，可与草地早熟禾、紫羊茅等混播。冬季可用于补播。建植容易，成坪快。适合温暖、湿润的温带气候，适宜在夏季凉爽，冬无严寒，年降雨量为800~1000mm的地区生长。生长的最适温度为20~25℃，耐热性差，35℃以上生长不良，分蘖枯萎。在我国南方夏季高温地区不能越夏，但在凉爽的山区，夏季仍可生长。耐寒性较差，-15℃时不能很好生长。在我国东北、内蒙古和西北地区不能稳定越冬，遮荫对生长不利，对土壤要求较严格，在肥沃、湿润、排水良好的壤土和粘土地上生长良好，也可在微酸性土壤上生长，适宜的土壤 pH 为6~7。

（3）绿化整地及覆土

由于 1#临时施工场地原始占地为草地，土质较好，不再考虑覆土，仅需对场地进行翻松后直接绿化。2#临时施工场地原始占地为草地和其它土地（裸地），主体工程水土保持措施中已考虑了对其进行覆土，覆土量为 0.08 万 m³，覆土来源为道路区的表土剥离，因此本方案不再新增覆土措施。

临时施工场地地势平坦，最大坡度小于 5°，使用结束后植被恢复整地为全面整地，包括以下几项内容：平整、覆土、适当整理地形、翻地、耙平、填压土壤，整地只需一定坡度，以利排除过多降水，不考虑台阶式整地。

（4）绿化要求

根据就地、就近育苗的原则，绿化所需种子，工程建设单位可与就近具有苗木生产资质的苗圃提前达成购销协议。撒草前适当整理地形、局部翻地。采取撒播的种植的方式，春末种植。种植时，做到深埋少露，塌实，浇水，还要做防风措施。草籽必须选用发芽率大于 90%，出苗率大于 85%的“三证一签”草籽。造林典型模式见表 2-5。

表 2-5 临时施工场地典型造林模式

造林位置		临时施工场地
造林技术	植物名称及比例	草种：白三叶、黑麦草
	造林方式	撒播白三叶、黑麦草
	株行距	白三叶：50kg/hm ² ；黑麦草：50kg/hm ²
	初植密度	白三叶：50kg/hm ² ；黑麦草：50kg/hm ²
	配置方式	草种全面撒播
	场地清理	清除地表杂物、局部翻地
	整地	全面整地
	苗木	草籽均需具备“三证一签”
	种植季节	春末
抚育管理	种植初期早晚浇水，次年雨季补植；第二年、第三年各除草培土1次；防火，防病虫害，防牲畜和人为损害。	

三、临时措施设计要点

(1) 临时排水沟设计

空港 110 道路工程沿线地势平缓，周边汇水面积小于 0.01km²，且临时排水沟布置为分段排放，根据相关经验，临时排水沟设计断面形式采用梯形断面，为土质排水沟，断面尺寸如下：底宽 0.40m，深 0.40m，顶宽 0.80m，坡比为 1:0.5，共产生土石方开挖量为 1051m³，开挖土方就近拍实于临时排水沟两侧。

(2) 临时沉砂池

主要考虑收集道路基础开挖过程中，因土石方开挖、回填及搬运过程中，地表径流带走工程区的泥土，造成水土流失。该段道路施工区的径流，收集在临时排水沟中，再汇入沉砂池中，沉砂池将泥沙沉淀处理后，排放至自然沟道或云瑞路雨水管网。

沉砂池断面为矩形断面，长 4m，宽 2m，深 1.5m，中间设有两道隔墙，以降低水流流速，达到消能的作用，减少水流对下游沟道的冲刷。沉砂池建成使用后，需指定专人负责运行管理，做到沉砂池日常清淤。

(3) 车辆清洁池措施

本项目建设期间进出道路主要利用已有的机耕道和云瑞路，云瑞路属于城市

主干道，由于施工车辆进出项目区，为防止本项目施工车辆将项目区泥沙带入市政道路影响环境，本方案设计新增车辆清洁池。车辆清洁池可与临时排水沟出口处的沉砂池配套使用，因此不再单独新增配套的沉砂池措施。

车辆清洁池设计长 8m，宽 5m，顺长方向弧形设置，即中间最深处 50cm，圆弧夹角 45°，C15 砼浇筑，池底和周边浇筑厚 30cm，共需土方开挖 31.7m³，C15 砼浇筑 18m³，清洗水枪 1 套。土石方就地回填平整。

(4) 临时拦挡

空港 110 道路工程施工期间，土方工程开挖回填不经历雨季，因此本方案设计对边坡较陡、土质裸露的边坡布设编织袋挡土墙，拟定编织土袋底宽 1.20m，顶宽 0.60m，高度为 1.50m，经计算，边坡区需要码砌编织土袋 3507m，编织袋填土及拆除 4734m³。

2.3.3 工程批复的投资情况

依据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报告书及其批复文件，本项目水土保持工程总投资为 534.56 万元，主体已列投资 300.17 万元，方案新增投资 234.38 万元。水土保持总投资为 534.56 万元，其中工程措施费 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。

2.4 水土保持变更

经了解，和水保方案设计相比，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程在建设中，工程的建设内容、规模均未发生变化，发生的主要变化如下：

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。

总体上，变更后工程的用地面积、土石方量均比设计减少，因此不属于重大变更。

3 水土保持方案实施情况

3.1 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。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 3-1。

表 3-1 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。

表 3-2 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	临时施工场地区		0.43	0.08	0.32	0.06	-0.11	-0.02
4	临时表土堆场区		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。

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 1.35hm^2 ；

(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 0.11hm^2 ，直接影响区也相应减少了 0.02hm^2 ；

(3)《水保方案》中设计了一处临时表土堆场，占地 0.48hm^2 ，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 0.06hm^2 。

3.2 弃渣场设置

3.2.1 设计情况

根据工程水土保持方案，经统计，本项目共产生挖方 13.66万 m^3 （其中，剥离表土 1.13万 m^3 ，路基开挖及场平开挖 12.36万 m^3 ，软基清理 0.17万 m^3 ），回填方 12.53万 m^3 （其中路基及场平回填 12.36万 m^3 ，软基回填 0.17万 m^3 ），外购方 0.17万 m^3 ，弃方 1.30万 m^3 （包括临时弃方 1.13万 m^3 堆放于规划的临时表土堆场，永久弃方 0.17万 m^3 堆放于空港 106 号路规划弃渣场）。

3.3.2 弃渣场设置情况

根据施工资料统计，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，未设置弃渣场。

3.3 取土场设置

(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 1200m^3 ，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。

因此，本工程未设置取土场。

3.4 水土保持措施总体布局

根据本方案确定的水土流失防治分区，在水土流失预测及主体工程中具有水土保持功能设施分析评价的基础上，针对各分区建设施工引发水土流失的特点和造成危害的程度，采取有效的水土流失防治措施，确定水土流失防治体系。做到重点治理与面上治理相结合，永久工程和临时工程相结合，工程措施与植物措施相结合，并把主体工程中具有水土保持功能的设施纳入水土流失防治体系中，统筹布局各类水保措施，以形成完整的、科学的水土流失防治体系。在防治措施具体配置中，充分发挥工程措施速效性和控制性，同时也要发挥植物措施的后续性和生态效应。

3.5 水土保持方案实施情况

3.5.1 工程措施实施情况

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 m^3 ，覆土 0.12 万 m^3 。

(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 3048.8 m^2 ，三维网植草护坡 5228 m^2 。

经统计，工程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 3-3 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 17000m ²	浆砌拱形骨架综合护坡 3048.8m ²	减少了 13951.2m ²	
	三维网植草护坡 6600m ²	三维网植草护坡 5228m ²	减少了 1372m 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 13951.2m²，三维网植草护坡减少了 1372m²。

3.5.2 植物措施实施情况

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 0.74hm²，主要绿化工程量包括：整理绿化用地：7375m²；回填种植土：8850m³；栽植乔木 红花木莲 (D=12-13cm, H=500-600cm, P=300-400cm)：918 株；栽植乔木 滇朴 (D=14-15cm, H=550-700cm, P=350-450cm)：8 株；栽植乔木 蓝花楹 (D=12-13cm, H=550-650cm, P=300-400cm)：31 株；栽植灌木 云南含笑球：828 株；栽植地被 迎春花：3310m²；栽植地被 红叶石楠：3080m²；栽植地被 花叶蔓长春：795m²；

(2) 灌草植物护坡

经统计，在道路回填边坡区域栽植灌草 0.36hm²，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 0.32hm²，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 0.06hm²，撒播草籽种类包括白三叶和黑麦草。

经统计，本工程实施的植物措施包括绿化带 0.74hm²，灌草护坡 0.32hm²，撒草绿化 0.38hm²。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 3-4 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 0.31 hm ²	
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	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 0.32 hm 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。

3.5.3 临时措施实施情况

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。

表 3-5 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			

调查过程中发现，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。

3.6 工程水土保持投资完成情况

3.6.1 批准的水土保持投资

依据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报告书及其批复文件，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程本项目水土保持工程总投资为 534.56 万元，主体已列投资 300.17 万元，方案新增投资 234.38 万元。

水土保持总投资为 534.56 万元，其中工程措施费 37.14 万元，所占比例为 6.94%；植物措施费 270.42 万元，所占比例为 50.59%；临时措施费 156.61 万元，所占比例为 29.30%；独立费用 52.75 万元（其中，监理费 8.00 万元，监测费 18.27

万元)，所占比例为 9.87%；基本预备费 13.00 万元，所占比例为 2.43%；水土保持设施补偿费 4.64 万元，所占比例为 0.87%。具体见表 3-6。

表 3-6 《水保方案》设计水土保持投资总估算表 单位：万元

工程或费用名称	新增投资				已有投资		合计
	工程措施费	植物措施费	临时工程费	独立费用	工程措施费	植物措施费	
第一部分工程措施					37.14		37.14
一 道路区					37.14		37.14
第二部分植物措施		7.38				263.03	270.42
一 道路区						263.03	263.03
二 临时施工场地区		3.49					3.49
三 临时表土堆场区		3.90					3.90
第三部分临时措施			156.61				156.61
一 道路区			145.55				145.55
二 临时施工场地区			6.59				6.59
三 临时表土堆场区			4.32				4.32
四 其它临时工程			0.15				0.15
一至三部分合计	0.00	7.38	156.61	0.00	37.14	263.03	464.16
第四部分独立费用				52.75			52.75
一 建设管理费				3.28			3.28
二 工程建设监理费				8.00			8.00
三 科研勘测设计费				8.20			8.20
四 水土保持监测费				18.27			18.27
五 水土保持方案编制费				13.00			13.00
六 水土保持技术文件技术咨询服务费				2.00			2.00
一至四部分合计	0.00	7.38	156.61	52.75	37.14	263.03	516.91
第五部分基本预备费				13.00			13.00
第六部分水保设施补偿费				4.64			4.64
小计	0.00	7.38	156.61	70.39	37.14	263.03	534.56
∑	主体已列水土保持措施投资合计						300.17
∑	水保方案新增措施投资合计						234.38
∑	水土保持措施总投资合计						534.56

3.6.2 投资完成情况

截至 2018 年 4 月，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程实际完成水土保持总投资 537.69 万元，其中工程措施费完成 104.91 万元，植物措施费完成 375.69 万元，临时措施费完成 7.90 万元，独立费用完成 44.55 万元（其中水土保持监理费 8.0 万元、监测费 18.27 万元），水土保持补偿费完成 4.64 万元。

表 3-7 完成水土保持投资一览表

序号	工程或费用名称	投资合计（万元）	备注
第一部分 工程措施		104.91	
一	道路区	104.91	
1	剥离表土 0.12 万 m ³	1.20	
2	覆土 0.12 万 m ³	2.40	
3	浆砌石截排水沟 560m	10.23	
4	浆砌拱形骨架综合护坡 3048.8m ²	54.26	
5	三维网植草护坡 5228m ²	36.82	
第二部分 植物措施		375.69	
一	道路区	368.09	
1	绿化带 0.74hm ²	258.20	
2	灌草护坡 0.32hm ²	109.89	
二	临时施工场地区	6.40	
	撒草绿化 0.32hm ²	6.40	
三	临时表土堆场区	1.20	
	撒草绿化 0.06hm ²	1.20	
第三部分 临时措施		7.90	
一	道路区	6.64	
1	临时排水沟 2400m	2.40	
2	临时覆盖 2000m ²	2.00	
3	简易沉砂池 6 口	0.60	
4	无纺布覆盖 8200m ²	1.64	
二	塔基临时施工场地	0.58	
1	临时排水沟 180m	0.18	
2	临时覆盖 400m ²	0.40	
三	临时表土堆场	0.68	
1	临时排水沟 80m	0.08	
2	临时覆盖 600m ²	0.60	
一至三部分合计		488.50	
第四部分 独立费用		44.55	
1	建设单位管理费	3.28	
2	工程建设监理费	8.00	
3	水土保持技术文件咨询服务费	2.00	
4	水土保持方案编制费	13.00	
5	水土保持监测费	18.27	
一至四部分合计		533.05	
第五部分 基本预备费		/	
第六部分 水土保持补偿费		4.64	
水土保持总投资		537.69	

3.6.3 实际完成投资与设计对比及变化原因

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程建设期实际完成水土保持总投资 537.69 元,较水土保持方案批复水土保持投资 534.56 万元增加了 3.13 万元,工程建设水土保持投资达到既定目标。

表 3-9 水土保持投资监测表

投资项目		批准水保投资(万元)	完成水保投资(万元)	投资变化情况(万元)
分项投资	工程措施投资	37.14	104.91	+67.77
	植物措施投资	270.42	375.69	+105.27
	临时措施投资	156.61	7.90	-148.71
	独立费用投资	52.75	44.55	-8.20
	基本预备费	13.00		-13.00
	水土保持补偿费	4.64	4.64	0
水土保持工程总投资		534.56	537.69	+3.13

注：“+”表示增加，“-”表示减少，“0”表示无变化

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程实际完成水土保持投资较水土保持方案批复水土保持投资变化原因如下：

(1) 工程措施费比设计增加了 67.77 万元,主要原因包括:①实际施工剥离表土和覆土数量比设计有所减少;②实际施工中边坡面积减少,但是防护的标准和单位投资比设计提高较多。

(2) 植物措施费比设计增加了 105.27 万元,主要原因包括:①由于边坡区面积减少,边坡绿化面积相应减少;②实际施工中,道路绿化带、灌草护坡等绿化标准和单位投资比设计提高较多。

(3) 临时措施费比设计减少了 148.71 万元,主要原因包括:①实际施工中,方案设计的车辆清洗池和编织袋装土挡墙等均未实施,导致投资减少较多;②实际施工中针对设计的临时措施进行了一定的优化。

(4) 独立费用比设计减少了 8.20 万元,主要原因是实际的独立费用根据签订合同确定,在具体实施过程中有所变化。

(5) 设计中考虑了 13.00 万元的基本预备费,实际中并未发生。

(6) 实际施工过程中人工、材料购买价格等和设计相比有所变化,导致实际结算时水土保持措施投资相比设计投资有所变化。

3.6.4 投资控制和财务管理

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程建设实行项目法人制和项目资本金制，建设单位对该项目的质量、工期、投资及建设管理负责，下设综合办公室、监理工程师管理办公室、物资供应协调处、中心实验室、保通安全处、财务处、设计代表处总监代表处，全面实施该项目的建设管理任务。

为加强财务和资金管理、控制和监督，保障建设资金合理有序的使用和工程措施的顺利完成。严格遵守国家法律法规，指挥部制定了相关的内部管理制度，规定各工作岗位的责任范围：

- (1)《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程质量管理办法》；
- (2)《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程进度管理实施办法》；
- (3)《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程计量与支付管理实施办法》；
- (4)《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程变更设计管理实施办法》；
- (5)《工程合同管理处工作职责》；
- (6)《计量工程师、造价工程师、监理工程师岗位职责》；
- (7)《结算会计岗位职责》。

3.6.4.1 工程措施投资的支付

建设指挥部制定了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程进度、计量支付管理办法》、《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程监理实施细则》规范工程支付行为，支付规程如下：

1. 前期支付

①开工预付款：在签订了合同协议并提交了履约担保或银行保函后，向承包人支付合同金额的 10%作为预付款。中期付款累计超过合同金额 30%时，开始回收预付款，支付累计金额达到合同价款 80%时回收完毕。

②履约保证金：监理工程师在签署开工通知书前应检查承包人提供的合同价款 10%的履约担保或银行保函。

2. 中期支付

①工程款：依据由监理工程师签认的工程计量表，承包人填写支付申请，并

由合同监理工程师、驻地办工程师审核认可，经总监代表处、总监办审核。指挥部在收到总监办签发的支付证书后 14 天内办理支付。

②工程变更费用：监理工程师依据工程变更令和监理工程师对变更所确定的变更费用签发变更工程支付证明，进行支付。

③保留金：在每月的支付证书中，扣除当月工程款的 10% 作为工程缺陷责任保留金，当保留金累计扣除达到合同价款 5% 时，停止扣除，在签发工程缺陷责任终止证书时，监理工程师将相应保留金的 50% 在 16 天内办理支付，余下 50% 待整个项目缺陷责任期终止后，工程竣工正式移交再予以办理。

④交工支付：监理工程师办法全部工程移交证书后由承包人向监理工程师提交竣工财务报告，由监理工程师审核、签署意见，由总监办确认，开具付款证明。

3. 最终支付

监理工程师处理有关一切遗留事宜，对所有支付进行检查、复核，并确认按照合同最终应付给承包人款项总额，扣除预付款、保留金等余额后，编制最终结算清单进行支付。

3.6.4.2 植物措施投资的支付

绿化工程在开始初期按工作量预付给承包人工程款项的 50%，其余款项在工程交工验收植物栽植成活率符合合同规定后支付。

3.6.4.3 投资控制及财务管理评价

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程在建设中建立了严格的财务管理制度。财务、计划与监理单位互相制约，能够执行国家的有关财经法规。通过核实本工程水土保持投资，经济财务组认为建设单位财务管理规范，有关水土保持工程项目的支出基本合理，未发现不符合财务管理规定、挤占或挪用水土保持投资的现象。

4 水土保持工程质量

4.1 质量管理体系

4.1.1 管理体系及管理制度

2014 年 11 月成立了昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程建设指挥部，指挥部对该项目的质量、工期、投资及建设管理负责，指挥部下设行政办公室、工程技术质量管理处、合同管理处、总监办、财务处、设备处、物资处、中心实验室、人事处，全面实施该项目的建设管理任务。

工程建设全面实行项目法人责任制、招标投标制和工程监理制，水土保持工程的建设与管理亦纳入整个工程的建设管理体系中。工程建设指挥部工程处作为业主职能部门负责昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持工程的实施和完善，并就水土保持工程的实施对项目法人—昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程项目指挥部负责。

昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程在工程建设管理过程中，严格执行工程招标投标制，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程施工和监理均由公开招标择优选择施工队伍和监理单位。通过招标，整个工程共划分为多个土建合同进行综合建设。

根据国家基本建设管理体制改革的要求，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程全面实行了建设工程监理制，由云南实信工程监理有限公司任项目工程监理任务，根据授权和合同规定，对承包商实施全过程监理。水土保持工程的建设监理由工程建设监理统一进行组织和安排，充分发挥监理工程师的作用，建立了以监理工程师为中心、各工程师代表分工负责的全过程、全方位的质量监理体系，将水土保持工程的建设与管理亦纳入到了整个工程的建设管理体系中，对工程建设的建设管理起到了重要的作用。

4.1.2 建设单位质量保证体系及措施

在水土保持工程建设过程中，工程建设指挥部始终把工程质量放在重中之重来抓，实行全过程的质量控制和监督。在工程建设过程中严格实行项目法人制、招投标制、建设监理制和合同管理制，根据工程规模和特点，按照水利部有关规定，通过资质审查，进行招标，选择施工、监理单位，并实行合同管理。要求施

工单位必须做到“三自检、三落实、三不放过”的质量保证体系，严格按照批准的方案和设计图纸施工；监理单位必须始终以“工程质量”为核心，建立质量管理体系，对各工程项目和各种工艺编制质量监控实施细则，并实行全方位、全过程的监理。指挥部还经常参加重点项目施工组织设计的讨论和会审，参加重要工程部位的基础验收；为了及时掌握质量信息，加强质量管理，在工程建设过程中，指挥部还经常派人及时主动地到施工现场进行现场监督管理，了解工程质量情况，收集质量信息，发现问题立即要求监理和施工单位进行处理。

4.1.3 设计单位质量保证体系及措施

设计单位按照全面质量管理的要求，确定本项目设计质量管理的目标，建立健全质量保证体系，加强质量管理工作，全面提高设计单位质量管理水平

(1) 建立健全质量管理的长效机制。设计单位全面建立健全质量责任管理制度，科学划分本单位法人代表、业务经理、技术部门负责人、校审人员、勘察设计人员的质量职责范围，并形成长效机制，设置了必要的质量保证组织。

(2) 建立设计图纸和技术文件的设计质量审查制度。设计单位严格落实“一校二审”三级审核制度，严格执行签字签章制度。设计文件经三级审核合格后方盖章出图，报送施工图审查机构进行审查。

(3) 建立健全质量监督检查制度。设计单位严格按照有关规定选派技术职称和勘察设计技术水平与质量管理要求相适应的、符合任职资格条件的人员，承担工程设计文件的审核、审定工作。

(4) 建立健全设计文件档案管理制度。成果资料和设计文件是工程建设的依据，为保证对设计质量全过程进行系统的管理，在勘察设计过程中收集所必须的文件和资料，进行规范整理，并根据有关要求认真做好了勘察设计文件的档案管理工作。

(5) 建立健全现场服务制度，切实加强现场服务工作。设计单位认真做好了经审查合格并备案的施工图文件交底工作，对存在疑问或问题的及时进行了解答和处理，施工现场技术服务工作及时到位。

4.1.4 监理单位质量保证体系及措施

监理单位与指挥部签订分期责任书，按照《监理合同》要求，监理单位编制了《监理规划及实施办法》，各监理分部（组）根据工程项目制定了具体的《昆

明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持工程监理实施办法》、《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持工程质量控制程序》、《昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持工程质量处罚实施细则》，并发送施工单位，现场监理依照监理细则进行监理，做到“事前控制、过程跟踪、事后检查”，对工程项目实施全方位、全过程的监理。

在工程建设过程中，监理对工程质量管理做到井井有条，从源头开始控制，审查施工单位上报施工组织设计、施工安全措施、工程质量保证体系以及重要项目的施工程序和施工方法；把好材料质量关，对所有原材料、半成品、成品必须取样试验合格后方可使用；在施工过程中，严格把好每道工序的质量关，重要的护坡工程项目实行施工过程的旁站监理，一般项目实行严格的巡视检查与工序验收制度，无论是重要项目还是一般项目都要经过工序验收后，方可进行下道工序施工，每道工序首先由施工单位自检，监理抽检，抽检不合格的限时纠正。

4.1.5 施工单位质量保证体系及措施

在工程建设过程中，对水土保持工程的建设单位选择上重点考虑和选择了实力雄厚、管理先进、施工经验丰富、信誉良好、保证施工质量的施工单位（施工企业）进行施工，该类施工企业，都有一整套完善的质量管理措施和质量保证体系，一是都建立了以项目经理为第一质量责任人的质量保证体系，对工程施工进行全面的质量管理；二是认真贯彻执行国务院 2000 年 1 月 30 日 279 号令以及国务院办公厅《关于加强基础设施工程质量管理》的通知，实行工程质量终身负责制，层层落实、签订质量责任书，各自负责其相应的责任，明确技术负责人及行政负责人接受业主、监理以及监督部门全方位、全过程的监督；三是按照 ISO9001 或 ISO9002 质量标准体系要求，成立以项目经理为组长、项目总工程师和项目副经理为副组长的质量保证小组，贯穿施工全过程，把好质量关。在工程质量管理措施上，认真抓好两个阶段的管理：

（1）施工准备阶段质量管理。主要完善做好以下几项内容：

- ①项目总工主持编写本工程项目质量管理计划，由项目经理发布实施；
- ②项目总工主持编制各单项工程作业的质量保证技术措施；
- ③对施工人员进行技术交底工作；
- ④根据工程施工特点，对主要技术工种进行技术再培训；
- ⑤对试验设备、测量仪器、计量工器具精确度进行检验，以满足对工程质量

的检测需要。

(2) 施工过程中的质量管理

①严格按规程、规范、招标文件和设计图纸施工；

②项目部设立专职质检机构和人员，确保工程质量检验有序进行；

③做到每单项工程开工前进行技术交底制度，明确施工方法、程序、进度、质量及安全保证措施；

④严格做到施工过程中实行“三检制”(班组自检、施工队复检、项目部终检)、“三落实”(组织落实、制度落实、责任落实)、“三不放过”(事故原因没有查清不放过，事故责任人没有受到教育不放过、事故预防措施不建立不放过)，只有在每一道工序取得合格后方可进入下一道工序；

⑤建立工地试验室，加强原材料的检测与试验。凡不合格的材料、半成品、成品都不得使用；

⑥对工程的关键部位、关键工序、隐蔽工程项目，设立专职质检员，进行全过程的跟踪监督；

⑦对不重视质量、粗制滥造、弄虚作假的施工人员，质检人员有权要求项目部给予严肃处理，并追究其相应的责任。总之，参加昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持工程建设的单位，由于自身的质量管理体制基本上是建立和健全的，在建设过程中已有相应的措施和制度作保障，从而确保了工程的施工质量。

4.2 各防治分区水土保持工程质量评价

4.2.1 工程项目划分及结果

根据《水土保持工程质量评定规程》(SL336-2006)中，工程质量评定项目划分标准，将本项目水土保持措施共划分为 3 个单位工程，6 个分部工程和 108 个单元工程。①单位工程：按照工程类型和便于质量管理的原则，按本项目实际情况划分为斜坡防护工程、植被建设工程和临时防护工程；②分部工程：在单位工程的基础上按照功能相对独立，工程类型的原则，划分为点面状植被、排水、沉砂；③单元工程：主要按规范规定，结合工种、工序、施工的基本组成划分，是工程质量评定、工程计量审核的基础。

工程质量评定项目划分标准见表 4-1，工程项目划分情况见表 4-2。

表 4-1 工程质量评定项目划分标准

单位工程	分部工程	单元工程	备注
斜坡防护	截排水	每个单元工程量为 100~1000m, 不足 1000m 的可单独作为一个单元工程, 大于 1000m 的可划分为两个以上单元工程	参照水土保持工程质量评定规程 (SL336-2006)
	护坡	1、基础面清理及消极开级, 坡面高度在 12m 以上的施工面长度每 50m 作为一个单元工程, 坡面高度在 12m 以下的每 100m 作为一个单元工程 2、浆砌石、干砌石或喷涂水泥砂浆, 相应坡面护砌高度, 按施工面长度每 50m 或 100m 作为一个单元工程 3、坡面有用水现象时, 设置反滤体, 相应坡面高度, 以 50m 或 100m 作为一个单元工程 4、坡脚护砌或排水渠, 相应坡面护砌高度, 每 50m 或 100m 作为一个单元工程	
植被建设工程	点片状植被	该项目点片状植被: 按图斑设计, 每 0.01hm ² ~0.1hm ² 作为一个单元工程, 超过 0.1hm ² 可划分为两个以上单元工程	
	线网状植被	按长度划分, 每 100m 为一个单元工程	
临时防护工程	临时排水	每个单元工程量为 50~100m, 不足 50m 的可单独作为一个单元工程, 大于 100m 的可划分为两个以上单元工程	
	临时沉砂	每个沉砂池为 1 个单元工程	
	临时覆盖	按面积划分, 每 100~1000m ² 作为一个单元工程, 不足 100m ² 的可单独作为一个单元工程, 大于 1000m ² 的可划分为两个以上单元工程	

表 4-2 工程项目划分情况表

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分
斜坡防护	截排水	道路区	6
	护坡	道路区	30
植被建设工程	点片状植被	临时施工场地区	4
		临时表土堆场	1
	线网状植被	道路区	24
临时防护工程	临时排水	道路区	24
		临时施工场地区	2
		临时表土堆场	1
	临时沉砂池	道路区	6
		道路区	8
	临时覆盖	临时施工场地区	1
临时表土堆场		1	
合计			108

4.2.2 各防治分区工程质量评价

4.2.2.1 质检方法

(1) 工程措施检查方法

为保证工程质量，监理单位和质量监督机构分别按事前控制、事中控制和事后控制三个阶段实施质量控制，监理工程师、质量监督机构在工程建设监理、监督过程中，采用的质量检验方法如下：

A. 原材料和中间产品：采用按批次随机抽样检测和仪器测量的方法，对水泥、砂石骨料、砂浆、砼等原材料和中间产品，主要是按批次进行随机抽样，样品（试块）送到具有国家计量认证资质的检测机构进行试验检，对块石料的尺寸、重量等采用仪器测量的方法进行检测。

B. 成品：对浆砌片石、干砌片石等工程措施，在施工过程中，监理工程师不定期地进行抽样检查，严格控制工程质量，监督部门派监督人员常驻工程施工现场巡视现场施工质量，并抽查工程施工质量，质量检验方法采用随机抽样检测法、目测法、仪器测量法等多种方法相结合；施工结束后，采用钻孔取芯法、目测法、仪器测量法相结合的方法，对工程质量进行检查检验。

（2）植物措施检查方法和标准

现场抽查采取了现场普查和抽样详查相结合的方法进行了全面调查。使用普查方法核实植树、种草的数量和绿化面积，采取随机抽样的方法，对植物措施的质量和生长状况进行详查。

①植物防护措施面积普查

对植物措施采用实测法核实，利用激光测距仪量测每个地块周边数据，进行地块面积计算。现场抽查面积比例。

②土质及覆土厚度抽检

土质情况主要检查有无石砾，是否宜于种植；需覆土段厚度则根据植物工程设计中的覆土要求，结合施工现场调查核实。种草需厚 30cm，种树需厚 50cm 以上。

③苗木规格抽检

对当年种植的乔灌木树种的地径苗高抽检，大苗则抽检胸径。抽检采用钢卷尺方式；对于较低矮草木采用钢卷尺或目测抽检。

④乔灌木种植密度抽检

采用皮尺抽检乔木树种株行距；密植灌木树种测地径采用样方调查。样地面积不小于 30m²。

⑤植被覆盖及合格率抽检

灌木区内，随机选取 30m² 样地小区抽检，草区选取面积 1~4m² 样方小区随机抽检计算覆盖度，覆盖度计算采用量测法和目测法，同时通过调查记录成活和死亡株树，计算成活率。造林成活率大于 60% 确认合格，计入植物措施面积；造林成活率在 40%~60% 之间为补植；造林成活率小于 40% 为不合格，不计入植物措施面积。种草按出苗成活率计算植物措施面积，出苗成活率大于 60% 确认合格，计入植物措施面积；40%~60% 为补植，小于 40% 为不合格，不计入植物措施面积。

⑥ 生长状况抽检

对详查区内的乔、灌、花、草的抽梢、叶片色泽、病虫害、长势情况进行抽检。质量分 3 级：良好、一般、差。

4.2.2.2 质检结果

经监理、监督部门检查，本工程水土保持建设原材料符合国家标准，所检样品（试块）达到规范要求，有关水土保持工程措施的厚度、平整度、稳定性及其他检验参数基本达到设计、规范要求，有关植物措施的成活率、覆盖率基本达到国家标准。

4.2.2.3 质量评定

水土保持工程质量评定以单位工程为评定基础，其评定的先后顺序是：单位工程、分部工程、单位工程及工程项目。评定标准见表 4-3。

表 4-3 项目水土保持工程质量评定标准

项目	评定等级	评定标准
单元工程	合格	检查项目符合质量标准；检测项目的合格率不小于 80%
	合格	检查项目符合质量标准；检测项目的合格率不小于 90%
分部工程	合格	单元工程质量全部合格；中间产品质量及原材料质量全部合格
	合格	单元工程质量全部合格，其中有 50% 以上达到优良，主要单元工程质量优良；中间产品质量及原材料质量全部合格
单位工程	合格	分部工程质量全部合格；中间产品质量及原材料质量全部合格；施工质量检验资料基本齐全
	合格	分部工程质量全部合格，其中有 50% 以上达到优良，主要分部工程质量优良；中间产品质量及原材料质量全部合格；施工质量检验资料齐全

4.2.3 工程措施质量评定介绍质量评价情况

现场抽查是在单位工程自查自验基础上的复核，本次验收评估主要针对评估范围内自验报告中重要单位工程、关键工程，以技术文件、施工档案为依据，进行工程量完成情况及外观质量检测的评估工作，方法是抽样复核与调查，重要单位工程面核查，其它单位工程则核查关键部位。

本次检查按照突出重点、涵盖各种水保措施类型的原则，在查阅工程设计、监理、分部工程验收资料的基础上，通过查阅工程检测资料，复核工程原材料、混凝土强度、砂浆标号是否符合设计要求；通过检查施工记录，评估隐蔽工程质量是否符合要求；通过现场量测工程外型尺寸，估算完成工程量，并与上报的工程量核对；通过现场量测和观察，检查工程外观质量和工程缺陷；通过工程设计、施工、监理资料和现场检查结果，分析工程运行情况，综合评价质量等级。

工程措施工程质量评价情况统计表 4-4。

通过现场调查，评估组认为：工程区内相应水土保持工程措施布局到位，工程措施质量符合设计和规范要求，各项水保措施能有效发挥其各自的水土保持功能。同时，也存在一定的不足之处：部分排水沟内有淤积现象，需及时清理。

综合分析，本次验收水土保持工程措施单元工程数 36 个，其中合格 36 个，优良 34 个，总体合格率 100%，优良率 94.44%，质量等级为优良。目前，完成的水土保持工程措施整体看质量合格，基本满足了有关技术规范的要求，使工程区的水土流失得到了基本控制。工程质量可靠，没有出现安全稳定问题。验收组认为可以交付使用，经正式验收后投入运行。

4.2.4 植物措施质量评定介绍质量评价情况

本工程植物措施质量评估主要采取查阅相关资料，并结合外业调查核实的方法。根据工程植物措施实施点位多、各区域相对集中的特点，植物措施外业调查主要采用全面调查和抽样调查相结合的方法。评估组通过建设单位提供的资料及现场调查，按植物措施实施顺序进行检查，以成活率、合格率和外观质量来确定植物措施工程的优劣。

工程水土保持植物措施质量评定表见表 4-5。

表 4-4 工程措施工程质量评价情况统计表

单元工程	分部工程	布设位置	单元工程划分	施工单位自评					监理单位复评				
				合格项数	合格率%	优良项数	优良率%	质量评定等级	合格项数	合格率%	优良项数	优良率%	质量评定等级
斜坡防护	截排水	道路区	6	6	100.00	6	100.00	优良	6	100.00	6	100.00	优良
	护坡	道路区	30	30	100.00	28	93.33	优良	30	100.00	28	93.33	优良
合计			36	36	100.00	34	94.44	优良	36	100.00	34	94.44	优良

表 4-5 植物措施工程质量评价情况统计表

单元工程	分部工程	布设位置	单位工程划分	施工单位自评					监理单位复评				
				合格项数	合格率%	优良项数	优良率%	质量评定等级	合格项数	合格率%	优良项数	优良率%	质量评定等级
植被建设工程	点片状植被	临时施工场地	4	4	100.00	3	75.00	优良	4	100.00	3	75.00	优良
		临时表土堆场	1	1	100.00	1	100.00	优良	1	100.00	1	100.00	优良
	线网状植被	道路区	24	24	100.00	22	91.67	优良	24	100.00	22	91.67	优良
合计			29	29	100.00	26	89.66	优良	29	100.00	26	89.66	优良

据实地测定，绿化成活率均达到 90% 以上，但是局部区域需补植补种。本次评估水土保持植物措施单元工程数 29 个，其中合格 29 个，优良 26 个，总体合格率 100.00%，优良率 89.66%，质量等级为优良。

综合以上意见，验收组认为：从总体绿化情况看，验收范围内绿化主要位于各个需要绿化区域内，成活率较高。经过现场检查、查阅有关自检成果、交工验收资料和监测报告等，植物措施质量符合设计要求，总体合格，林木成活率基本达到了规定标准，已具备验收条件。

4.2.5 临时措施质量评定介绍质量评价情况

本工程临时措施质量评估主要采取查阅相关资料，并结合外业调查核实的方法。根据工程临时措施实施点位多、各区域相对集中的特点，临时措施外业调查主要采用全面调查和抽样调查相结合的方法。评估组通过建设单位提供的资料及现场调查，按临时措施实施顺序进行检查，以合格率和外观质量来确定临时措施工程的优劣。

工程水土保持临时措施质量评定表见表 4-6。

通过现场调查，验收组认为：工程区内相应水土保持临时措施布局到位，临时措施质量符合设计和规范要求，各项水保措施能有效发挥其各自的水土保持功能。综合分析，本次验收水土保持临时措施单元工程数 43 个，其中合格 43 个，优良 21 个，总体合格率 100%，优良率 48.84%，质量等级为合格。

目前，完成的水土保持临时措施整体看质量合格，基本满足了有关技术规范的要求，使工程区的水土流失得到了基本控制。验收组认为工程建设过程中所实施的拦挡及覆盖措施，能够满足建设过程中的临时防护需要，满足验收要求。

表 4-6 临时措施工程质量评价情况统计表

单元工程	分部工程	布设位置	单位工程划分	施工单位自评					监理单位复评				
				合格项数	合格率%	优良项数	优良率%	质量评定等级	合格项数	合格率%	优良项数	优良率%	质量评定等级
临时防护工程	临时排水	道路区	24	24	100.00	12	50.00	优良	24	100.00	12	50.00	优良
		临时施工场地	2	2	100.00	1	50.00	优良	2	100.00	1	50.00	优良
		临时表土堆场	1	1	100.00	1	100.00	优良	1	100.00	1	100.00	优良
	临时沉砂	道路区	6	6	100.00	2	33.33	合格	6	100.00	2	33.33	合格
	临时覆盖	道路区	8	8	100.00	3	37.50	合格	8	100.00	3	37.50	合格
		临时施工场地	1	1	100.00	1	100.00	优良	1	100.00	1	100.00	优良
		临时表土堆场	1	1	100.00	1	100.00	优良	1	100.00	1	100.00	优良
合计			43	43	100.00	21	48.84	合格	43	100.00	21	48.84	合格

4.3 总体质量评价

4.3.1 工程措施质量

根据《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）中工程质量评定项目划分标准，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程工程措施中开挖与处理施工规范，表面平整，回填满足填筑要求；工程措施中浆砌石勾缝严密、纹理整齐、无裂缝；截排水沟布线合理、断面均匀、抹面平整、排水通畅。工程措施单位工程总体评定为优良。

4.3.2 植物措施质量

根据《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）中工程质量评定项目划分标准，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程工程植物措施均选取优良苗木和草种，施工过程规范，目前植物措施保存情况良好，植物措施单位工程总体评定为优良。

4.3.3 临时措施质量

根据《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）中工程质量评定项目划分标准，昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程临时措施数量充足，布设合理，临时措施单位工程总体评定为合格。

总体上，通过质量监督机构、建设单位、质量管理部门、监理单位、施工单位的共同努力，经过监理单位的严格评审，水土保持工程质量全部合格。

5 项目初期及水土保持效果

5.1 初期运行情况

本项目在建设过程中严格依据水土保持方案进行施工管理,通过监理单位提供的监理月报,结合实地调查对工程措施的稳定性、完好程度和运行情况进行评定监测。

经过调查,为确保主体工程设计及水土保持方案中各项措施的实施,建设单位建立了良好的水土保持工作保障体系,由建设单位、施工单位、设计单位、监理单位等分别成立水土保持小组,建设单位主要负责组织实施水土保持工作的领导、管理和监督工作,由监理单位负责质量检查,施工单位负责实施。

从工程试运行情况看,主体工程设计防护工程基本到位、运行状况良好,建设区域内已实施的多项水土保持工程措施,植物措施的及时到位并发挥了良好的保水、保土的功能,控制住了工程建设区域的水土流失。抚育管理工作开展良好,满足水土保持设计专项验收条件。总之已实施的各项水土保持功能措施没有发现质量方面的问题,并经历了雨季的考验,各项措施发挥了应有的效益,质量稳定,运行情况良好。

5.2 水土保持效果

通过实施各项水土保持措施后,有效控制了新增水土流失数量、减少进入河道的泥沙、减轻下游淤积;增加了土壤含水量、土壤有机质含量、改善土壤物理化学性质、提高土壤肥力;提高植被覆盖度、改善局部小气候;改善了项目建设区的生态环境,使植物种类多样化,更好的维持生态系统的平衡稳定,减轻自然灾害,美化工程区环境,改善工业场地的的工作环境;水土保持工程措施的实施和后期管理可以增加当地就业机会,促进当地稳定和发展。

在昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程建设过程中,对项目建设区实施完成了斜坡防护工程、植被建设工程和临时防护工程等治理措施。通过各项措施实施后,绝大多数扰动破坏土地得到了治理。通过各项水土保持措施的有效实施,项目水土流失治理指标分析如下:

(1) 扰动土地整治率: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%）。

（2）水土流失总治理度：经分析，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%）。

（3）土壤流失控制比：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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。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 $342.49\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，则土壤流失控制比为 1.46（目标值 1.0）。

（4）拦渣率：根据施工资料统计，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，不产生永久弃渣。经综合分析，该项目建设弃渣利用率达 99.9%，拦渣率达 99.9%（目标值 95%）。

（5）林草植被恢复率：经统计，项目区可恢复植被面积为 1.69hm^2 ，实际绿化面积为 1.68hm^2 ，林草植被恢复率为 99.41%。

（6）林草覆盖率：项目区植物措施总面积为 1.68hm^2 ，项目建设总占地面积为 5.39hm^2 ，林草植被覆盖率为 31.17%。

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 $342.49\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。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。

5.3 公众满意度调查

根据水土保持验收工作的有关规定和要求，在评估工作过程中，综合组共向建设区周围群众发放 40 张调查表，通过抽样进行民意调查。目的在于了解工程水土保持工作及水土保持设施对当地经济和自然环境所产生的影响及民众的反映，以作为本次技术评估工作的参考。调查对象包括农民、干部、工人、学生等，

被调查者中 20~30 岁 10 人、30~40 岁 14 人，40~50 岁 13 人，50 岁以上 3 人；其中男性 26 人，女性 14 人。在被调查者 40 人中，90% 的人认为公路促进了当地经济的发展；92.5% 的人认为当地环境得到了保护；85% 的人认为项目建设弃土弃渣得到妥善处理，后期管理也做得好；有 90% 的人认为项目对防治水土流失采取的植被恢复措施发挥作用好。

表 5-1 项目水土保持公众调查表

调查年龄段	20-30 岁		30-50 岁		50 岁以上		男	女
调查总数	40 人	10	27		3		26	14
职业	农民		工人		干部		学生	
人数	8		16		11		5	
调查项目评价	好	%	一般	%	差	%	说不清	%
对当地经济影响	36	90	3	7.5	0	0	1	2.5
对当地环境影响	37	92.5	2	5	0	0	1	2.5
对弃土弃渣管理	34	85	5	12.5	0	0	1	2.5
林草植被建设	36	90	2	5	0	0	2	5
合计	143	89.4	12	7.5	0	0	5	3.1

从总体分析，工程水土保持工程建设在建设单位的高度重视下，通过精心组织、科学施工、规范管理和重点防护，对水土流失防治责任区内的水土流失进行了全面系统地整治，施工过程中的水土流失得到了有效控制，项目区的水土流失强度由中度下降到轻度或微度，目前项目区的水土流失强度基本达到了国家对该地区土壤侵蚀量允许值。经过系统整治，项目区的生态环境得到一定改善，总体上发挥了较好的保持水土、改善生态环境的作用。由此，工程整体建设令广大人民群众满意。

6 水土保持管理

6.1 组织领导

在项目施工过程中，主体工程及其他附属工程的质量、进度和投资等建设管理工作都由建设单位具体负责，公司在内部设立了总工程师室、总监理工程师室、办公室、财务处、物资设备处、合同管理处、工程质量稽查处、中心实验室等机构。

工程实行项目法人责任制、招标投标制和工程监理制，水土保持工程的建设与管理亦纳入整个建设管理体系中，成为项目的重要组成部分。总工程师室作为业主职能部门负责组织项目水土保持工程的实施和完善，并就水土保持工程的实施对项目法人负责。

在工程建设管理过程中，严格执行工程招标投标制，通过招投标，择优选择信誉和业绩好、实力强的施工队伍和监理单位。

根据国家基本建设管理体制改革的要求，本工程全面实行了建设工程监理制，通过招标，确定了昆明建设咨询监理有限公司担任工程监理任务，根据业主的授权和合同规定，对工程实施全过程监理。水土保持工程的建设监理由工程建设监理统一进行组织和安排，充分发挥监理工程师的作用，建立了以监理工程师为中心、各工程师代表分工负责的全过程、全方位的质量监理体系，将水土保持工程的建设与管理纳入到了整个工程的建设管理体系中，对本项目的建设管理起到了重要的作用。

6.2 规章制度

为加强工程资金管理，保证工程资金专款专用，使工程建设资金管理科学化、程序化、规范化。建设单位根据国家和云南省的有关规定，制定了《工程资金使用管理办法》，并作为合同文件的组成部分全面进行工程资金的控制。在整个工程建设期，对工程建设资金实行专款专用。在工程建设实施工程中，公司始终严格控制投资规模，严把工程质量关，并将安全生产、文明施工的具体措施费纳入招投标文件中。

为规范工程管理，公司制定了内部管理制度（试行）（包括《内部会议制度》、《内部工作职责》、《劳动纪律规定》、《合同管理规定》、《车辆管理规定》、《廉政

管理规定》、《固定资产管理办法》、《档案管理办法》等)执行。

为将工程管理工作落到实处，明确职责，提高工效，公司按照集中统一、分级管理、分工负责的原则，制定了各部门经理及各部门的工作职责。

在工程前期工作和施工过程中，公司充分体现了科学决策和民主决策的工作作风，在科学决策上，体现在公司会同其他专家参与工程每一个重要环节的咨询和决策；在民主决策方面，建立了公司例会及工地例会制度，每次会议都充分听取和接受专家们的正确意见和建议。

在实际操作中，凡涉及重大方案调整、变更，均采取以下程序：提出方案→专家咨询、征求有关部门意见→公司提出报告→领导小组审查、批准。

在工程前期工作和施工过程中，公司均实行合同管理，一切工作（包括技术要求、工期、进度、质量、投资及拨款等）均严格执行合同，按合同条款办理。

通过制定科学合理的制度，明确不同层级人员的职责，明确决策程序，按合同对施工单位和监理单位进行管理，确保了项目在建设过程中平稳、有序、高效的执行。

6.3 建设过程

为了做好本项目的水土保持工程质量、进度、投资控制，公司将水土保持工程措施的施工材料采购及供应、施工单位招标程序纳入了主体工程管理程序中，实行了“项目法人对国家负责，监理单位控制，承包商保证，政府监督”的质量保证体系。在依法实施招评标工作的基础上，公平、公正、客观地选择优秀的施工、监理队伍及材料供应商，施工单位都是具有施工资质，具备一定技术、人才、经济实力的大中型企业，自身的质量保证体系较完善。工程监理单位也是具有相当工程建设监理经验和业绩，能独立承担监理业务的专业咨询机构。建设过程中，严把材料质量关、承包商施工质量关、监理单位监理关，更注重措施成果的检查验收工作，将价款支付同竣工验收结合进来，保障了工程质量和植树林草的成活率和保存率。

6.4 水土保持监测

为了有效控制输变电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》、《云南省水土保持条例》、《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》、《生产建设项目水土保持监测规程》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《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合同》。按照合同约定，监测单位于 2015 年 4 月开始开展项目水土保持监测工作。

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，监测工作组及时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》。

6.4.1 监测点的布设

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。

6.4.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和本工程建设引起水土流失的特点，此次监测主要采用调查监测、定位监测和巡查监测方式进行，重点采用调查监测。

一、调查监测

(1)水土流失因子调查

①气象因子监测：降雨特征以工程所在地气象站资料为准，气象站观测仪器齐全，观测项目齐全；监测主要收集项目区监测时段内降雨等气象数据。

②土壤因子监测：土壤因子监测主要土壤容重采用环刀在土壤剖面上取样进行称重计算。计算公式如下：

$$\gamma_s = \frac{G \cdot 100}{V \cdot (100 - W)}$$

式中： γ_s ——土壤容重， g/cm^3 ；

G ——环刀内湿样重， g ；

V ——环刀体积， cm^3 ；

W ——样品含水量， $\%$ 。

③植被因子监测：植被因子监测主要包括植被种类组成、林草覆盖率等监测。

A. 植被种类组成：植被种类组成，主要在查阅工程区域植被绿化明细清单的基础上，现场识别获取。

B. 林草覆盖度监测：对工程区域绿化植被，主要采用抽样调查。选择具有代表性的地块作为标准样地，标准地的面积为投影面积，乔木、灌木选择 5m×5m，草地选择 3×3m，取标准地进行观测并计算林地的郁闭度、林草盖度。计算如下：

$$D=f_d/f_e \quad C=f/F$$

式中：D 为林地的郁闭度（或草地盖度）；C 为林（或草）植被覆盖度，%； f_e 为样方面积， m^2 ； f_d 为样方内树冠（草冠）垂直投影面积， m^2 ； f 为林地（或草地）面积， hm^2 ； F 为类型区总面积， hm^2 。

④水文因子监测：水文因子监测主要在查阅项目区水文资料的基础上，经现场实地调查获取。

⑤土地利用情况：土地利用情况监测主要为原有土地利用情况的监测，主要查阅原始土地利用资料进行分析统计。

(2) 水土流失面积调查

①征占地面积监测：建设项目实际占用土地面积，主要在查阅主体工程设计资料的基础上，结合实地监测记录复核。

②扰动地表面积、造成水土流失面积监测：项目建设扰动地表面积、造成水土流失面积主要利用遥感监测获取，同时结合现场调查量测复核。扰动土地面积、造成水土流失面积动态变化监测主要定期采用 Google Earth 软件定点获取项目区不同时段卫星影像图片，再结合现场量测分析项目施工期间扰动土地动态变化情况。

(3) 工程土石方量

①土石方量监测：土石方量监测主要采用业主提供的实际完成工程量及竣工、监理资料统计，结合实地监测记录复核。

②弃土弃渣处置方式及地点、外借土石方来源：弃土弃渣处置方式及地点、外借土石方来源等监测主要在业主提供资料的基础上，经现场调查监测获取。

二、地面观测

定位监测方法主要用于施工期和运行初期，在工程施工建设过程中进行施工期土壤流失量动态监测和运行初期的土壤流失量监测。对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下方法获得：

(1)沉砂池观测法

在量测沉砂池泥沙厚度后，可以计算排水渠控制的汇水区域的土壤侵蚀量。通常是在沉砂池的四个角分别量测泥沙厚度，并测得侵蚀泥沙的密度，计算侵蚀量。排水渠控制的汇水区域侵蚀总量计算公式如下：

$$S_T = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} S \left(1 + \frac{\lambda}{T} \right)$$

式中： S_T 为排水渠控制的汇水区域侵蚀总量，kg； h_i 为沉砂池四角的泥沙厚度，m； S 为沉砂池底面面积， m^2 ； γ_s 为侵蚀土壤密度， kg/m^3 ； $\frac{\lambda}{T}$ 为侵蚀径流泥沙中悬移质与推移质重量之比。

(2)侵蚀钉观测场

A.侵蚀钉观测场原理

侵蚀钉观测场主要适用于分散的土状堆积物形成的稳定坡面土壤流失观测，在坡面上垂直打入带有刻度的钢钎（或木桩），在每次暴雨结束或汛期结束后，观测钢钎顶距离地面的高度，以此计算土壤侵蚀厚度和总的土壤侵蚀量。根据已经计算的土壤侵蚀量计算整个坡面及项目区的土壤侵蚀模数计水土流失量。

B.侵蚀钉观测场布置

侵蚀钉观测场布置区域须土壤所占比例比石质多，石质所占面积不大于观测场总面积的 10%。选择的坡面处于稳定状态，并且不会对施工建设造成影响的地区布置。布设标准样地的规格为 $5m \times 5m$ ，也可根据实际情况适当变化，将长 30cm 的钢钎在选定的坡面上按照 $2.5m \times 2.5m$ 的间距分纵横方向共 9 颗钢钎垂直坡面打入地下，使钢钎顶部和地面相差 3.00cm。

C.侵蚀钉观测场的计算

土壤流失量计算公式为：

$$S_T = \frac{\gamma_s S L}{1000 \cos \theta}$$

式中： S_T 为土壤流失总量，kg； γ_s 为侵蚀泥沙密度， kg/m^3 ； S 为简易土壤流失观测场水平投影面积， m^2 ； L 为平均土壤流失厚度，mm； θ 为简易土壤流失观测场坡度。

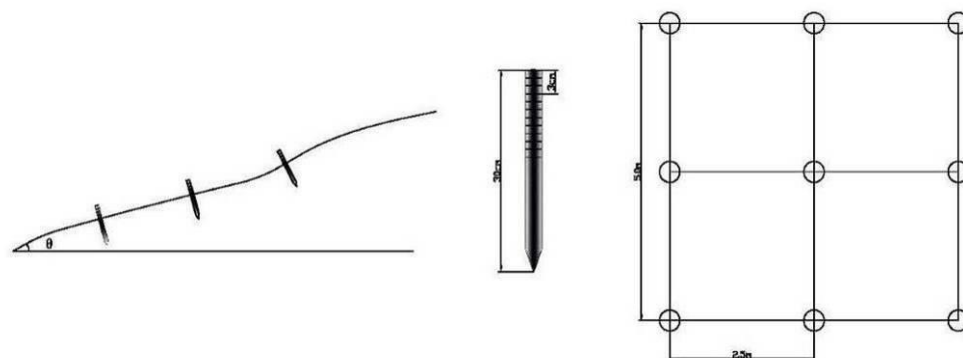


图 2-1 侵蚀钉观测场布置示意图

(3) 侵蚀沟量测场

A. 侵蚀沟量测场原理

侵蚀沟量测法主要用于土质边坡、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面的水土流失量测定。调查坡面形成时的坡度、坡长、坡面组成物质、容量等，并记录造成侵蚀沟的次降雨。在每次降雨或多次降雨后，测量侵蚀沟的体积，得出沟蚀量，并通过沟蚀占水蚀的比例（50%-70%），计算水土流失量。

B. 侵蚀沟量测场布置

侵蚀沟量测场地的布置主要由实际的坡面侵蚀沟确定，布置规格不等。但是选定坡面侵蚀沟必须具有代表性，须方便测量。一般样方以 5m×5m 内为佳，较大侵蚀沟则视实际情况确定观测面积，当观测坡面能保存一年以上时应该量取一年的水土流失量，有条件的地区，侵蚀沟量测法也可和侵蚀钉观测场结合使用。

C. 侵蚀沟量测场侵蚀量计算方法

在布置得侵蚀沟面观测场（宽 B，长 L）上等间距取若干个断面，每个断面上测量出侵蚀沟断面面积，然后按照以下公式计算：

$$M=r\sum_{i=1}^n(S_i+S_{i+1})\cdot l$$

式中：M 为样地侵蚀量，t； S_i 为第 i 个断面的面积， m^2 ； S_{i+1} 为第 i+1 个断面的面积； m^2 ；r 为土壤容重， t/m^3 ；n 为断面数。

也可以将侵蚀沟概化为棱锥、棱台、棱柱等，按以下公式计算：

棱锥体积： $V=S\cdot H/3$

棱台体积： $V=\frac{1}{3}H(S_1+S_2+S_1S_2)$

棱柱体积： $V=S\cdot L$

式中： V 为体积， cm^3 ； H 为高， cm ； S 、 S_1 、 S_2 为底面积， cm^2 。

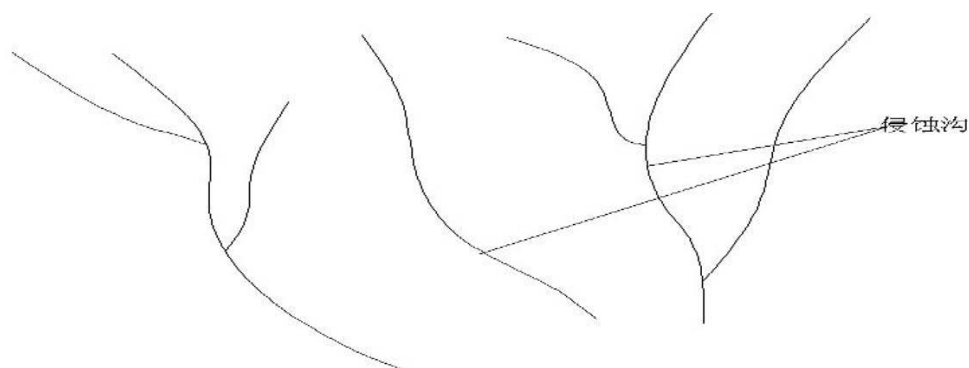


图 2-2 侵蚀沟量测场示意图

三、巡查

为了更好、更全面的掌握工程水土流失防治情况，设计采用巡查的方法对工程项目建设区域及其直接影响区进行全面巡查监测。开展巡查监测时，主要调查水土流失及其防治状况，调查记录实施完成工程措施、植物措施运行情况，分析水土流失防治成效及其存在问题，并针对项目建设水土保持监测范围内存在的水土流失问题提出整改建议及措施；进行巡查监测的同时采取数码照相机、监测表格等记录现场情况。

四、经验分析

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子，参照此类项目水土保持监测经验综合分析确定。

6.4.3 监测时段及监测频次

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 月底建设单位委托监测单位进行该项目的监测。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。

监测时段内，监测员共计组织对水土保持监测范围开展实地监测 8 次，分别为 2015 年 4 月、2015 年 6 月、2015 年 9 月，2015 年 12 月、2016 年 7 月、2017 年 7 月、2017 年 10 月和 2018 年 3 月。

6.4.4 监测成果

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开展期间，监测

组针对工程建设存在的水土流失问题提出水土保持监测建议 1 次，监测简报 2 次，要求建设单位及时整改。后监测单位于 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》。主要成果如下：

一、监测范围

(1) 监测范围确定

依据《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》，确定昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程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 。

(2) 监测范围评价

本项目确定的监测范围经监测组实际调查、询问相关项目负责人及查阅相关数据资料所得，确定的水土流失防治责任范围是依据相关的法律法规及现场踏勘情况综合确定的，具有一定的真实性和权威性。故监测报告确定以此作为依据确定的监测范围是合理的，可信的。

二、监测统计工程量

(1) 监测统计工程量确定

根据监测报告，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 8200m^2 。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。

(2) 监测统计工程量评价

监测工作统计的工程量主要是通过进场监测的方式获得。

进场监测时，主要对项目区建设扰动情况、工程进度、弃渣状况、水土流失及流失危害状况、水土保持措施实施情况等进行全面踏勘和调查，并对现场进行了实地测量。

通过多次进场的全面踏勘和调查以及现场的实地测量，可以体现一个动态的监测工程，可以比较精确的获得各项措施实施的措施量及工程量。故评估组认为监测工作统计的工程量是精确的，可信的。

三、监测六项指标情况

(1) 监测六项指标情况

根据监测结果,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。

监测工作计算的六项指标严格按照规程规范的计算方法计算,各项面积的统计均是通过实地踏勘测量得出,六大指标得出的计算值真实、可信。

6.4 水土保持监理

6.4.1 监理工作管理机构及监理人员

2014 年 11 月,云南实信工程监理有限公司受建设单位的委托,承担了昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程水土保持工程监理任务。本公司接受委托后,立即组织成立了昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程项目监理部。总监代表、监理工程师等 3 名人员进驻施工现场,实行监理工作。监理部实行总监理工程师负责制,即在总监理工程师领导下,监理工程师负责工程的监理工作。本着“三控制、二管理、一协调”的原则,对工程建设进行有效控制。

由于《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》中的水土保持工程基本都包含在主体工程设计中,因此监理工作与主体工程监理协作进行。水土保持工程的工程量,通过对设计资料、施工有关材料检查、验收、认证后确定。在检查中,对不符合水土保持要求的,督促建设单位及承建单位予以补充完善。

6.5.2 监理措施和方法

为了保证工程顺利进行,使监理工作有章可循,首先根据国家有关法律、法规、规范及工程建设实际情况,制定了《工程监理规划》,在监理规划中,明确了监理部组织机构,人员分工及职责,制定质量监督制度,落实质量控制责任,明确监理目标,在质量上、在工期上按合同要求完成。同时本着客观、公正、科学维护国家利益和建设各方权益的原则,对施工单位提出要求。为了规范监理工

作，制定了《工程监理制度》、《监理工程师职责》、《监理工作制度》等规章制度，使监理工程师职责明确，有章可循。由于施工地点多面广，项目内容多，施工单位多，监理工作以巡视为主，旁站为辅。为及时掌握各单位工程施工情况，制定了每周例会制和碰头会制，对一周情况进行总结，对下一周工作作具体安排，避免出现失误。监理过程中，本着“三控制、二管理、一协调”原则，认真履行监理职责，对工程进行有效控制。

6.5.3 施工过程监理

一、工程质量控制

(1) 加强组织管理。监理部实行总监理工程师负责制，项目监理工程师向总监理工程师负责，在监理工程师全面控制，层层把关的同时，督促检查施工单位建立质量保证体系。对施工过程中的每一道工序，严格实行“三检制”，检查“三检制”执行情况是监理工程师的一个基本内容，没有进行“三检”的工序，单项工程不予验收签字，并不允许进入下一工序。对不按设计规范施工的，按违规作业处理，发送整改通知，限期整改，严重的采取停工整顿处理。监理人员在质量上铁面无私，严把质量关。

(2) 严把开工及原材料进场关。每个单位工程开工前，监理部对施工单位的施工方案，包括现场组织机构负责人员，计划使用的机械设备，进度计划，安全措施及平面布置等，在分项工程开工报告批准后才能施工。对进场材料，严格控制。主体工程驻地监理，专门建立工地实验室，进行大量常规性试验检测，不能在工地实验室检测的，部分送到其他权威监测部门检测，消除因材料质量问题而影响工程质量的隐患。

(3) 勤于现场检测，坚持工地巡视和旁站结合。为了保证施工质量，提高工作效率，监理部会同设计单位、质量监督单位进行联合验收。同时，对施工现场实行巡回检查，及时发现和处理施工过程中质量问题，将质量事故消灭在萌芽状态，做到小事就地解决，一般问题当天解决，重大问题七天内解决，避免因问题拖延而影响施工质量和进度。

(4) 在工程质量控制技术上，监理部采取以下措施：

a、首先，监理人员认真研究方案设计中关于质量方案的要求细节，详细考虑施工方法和施工工序，以求在施工工序上确保工程质量。

b、在水土保持方案工程措施的质量控制方面，首先严格按照工程图纸设计的尺寸进行放线开挖，例如挡土墙工程，当挖好基坑后，对基坑底进行夯实，在夯实的基础上进行浆砌石衬砌和混凝土浇筑。浆砌石衬砌石块按先大后小，做足砂浆，粘结缝按 2~5cm 标准严格要求，即不浪费砂浆，又要保证粘结牢靠，砂浆标号严格按配比执行，保证强度要求，并预留试块以备检验。其次对砌面尺寸和浇筑混凝土的模板尺寸严格要求尺寸进行，决不允许在砌面施工中有随意砌筑或大概尺寸概念存在，以保证工程设计图纸的完全贯彻执行。砌面完成后还需进行实际测量，检验是否完全符合设计尺寸要求，如石块质量、大小、砂子的含砂量、水泥的标号及出厂合格证明等，将影响工程质量的不利因素消灭在萌芽状态，以保证工程的内在质量。另外在工程措施的实施中，严格按照有关技术规范进行施工，比如在排水工程、截水沟等的施工中，严格按照《水工混凝土施工规范》的有关技术标准要求执行，从而保证了所建工程的质量完全符合有关规定要求。对违反技术规范要求的有关施工措施，坚决予以制止，以保证在建工程质量。

(5) 植物措施实施中的质量控制：

a、在回填土造型、整地等平整土地基础上下功夫。即按《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453.1-16453.6-2008)有关技术标准和《园林栽植土质量标准》(DBT08-231-98)的有关技术标准要求，底层回填土碾压夯实，达到主体工程土建设计的标高，按照造型设计平整土地，做到形态美观，线条流畅，表层土细腻疏松，搅拌均匀后再行压实，对照施工设计进行复核，做到完全符合施工图纸要求后再进行植物栽植。

b、在植物措施的布设上按乔木、灌木、草坪的顺序施工，即按设计方案的株、行距、坑大小，挖坑栽植乔木、灌木后再种草坪。乔灌木的树坑大小，深度挖好后，经检测完全符合设计要求，才进行树木栽植。草坪种植要求密度均匀，浇水浸润，保证草坪覆盖率达到 100%，成活率达 95%以上，完全符合《园林植物栽植技术规范》(DBJ08-18-91)的规范要求。

c、严把树木、草籽、种苗进场的质量检验关，每一批树木、草皮、草籽种苗进场前会同甲方代表、乙方技术人员和供苗方负责人严格检查。对种苗的大小、高矮、规格进行现场抽查和普查。此次植物措施种植的苗木要求带土球种植，进场前对泥球的大小都要进行抽查和普查，完全符合设计规格及品种要求后，才能进入栽植场地，从操作程序上保证了种苗的先天优势，从而保证植物措施的高质

量。

d、加强养护管理工作，保证植物措施的成活率和完好率。

植物种植后保证成活，养护和管理非常重要。因此我们加强巡视，督促和检查承建单位做好养护和管理工作。从适地适树的原则出发，根据地理、土壤气候特点，在植物措施的养护管理上，参照《园林植物养护技术规程》的技术规范要求，都有专业技术人员完成，做好记录，落实责任。通过以上措施的认真执行，保证了工程质量的控制。

二、工程进度控制

为了有效实施工程进度控制，完善各项制度和措施。

(1) 在技术措施方面：建立施工作业计划体系，增加施工作业面，采取高效的施工技术和方法，缩短工艺过程间和技术间时间。

(2) 在经济措施方面：对工期拖延的承包商进行必要的经济处罚，对工期提前的给予奖励。

(3) 在合同措施方面：按照合同要求及时协调有关各方的进度，以确保项目形象进度的要求。编制项目实施总进度计划，审核施工方提交的施工进度计划、施工方案，监督施工方严格按照合同规定的进度组织施工。监理部每月及时向建设单位报告各项工程实际进度与计划进度的对比和形象进度情况。

为了确保计划工期，各项目工程开工前，监理部详细审查施工单位的施工组织设计，根据工程实际情况，提出修改意见，施工组织设计确定后，严格按施工组织设计，预防延误工期，并及时掌握施工单位近期施工安排，人员及施工设备运行情况，与施工单位共同分析施工中出现的問題，督促采取有效措施，调整施工计划，保证施工进度。

积极为施工单位出主意，想办法，提高工作效率，缩短工期。同时，对于施工中出现的問題，不拖不靠，力争在最短的时间内解决，按合同要求，及时进行工程计量验收。施工过程中发现的设计问题及设计变更，及时反馈给设计代表，及时确定调整方案，从而有效加快施工进度，保证施工质量。

本项目水土保持工程实施进度分为 2 个阶段：

第 I 阶段：2014 年 11 月至 2015 年 10 月。此阶段为主体工程施工期前期，主要进行场平、路基开挖、管道施工、边坡防护等。此阶段实施的水土保持工程主要包括各区域的排水、档护，并加强施工管理。

第Ⅱ阶段：2016年12月至2018年2月。此阶段是工程中后期，主要进行路面和边坡区绿化完善措施工作。此阶段开挖及回填已结束，水土保持工作主要进行绿化和排水，并做好监督管理工作。

三、工程投资控制

工程投资的控制包括对预付资金、进度拨款、验收决算等阶段的投资控制，并进行合同管理和信息管理。采取的主要措施：

(1) 组织措施：完善职责分工及有关制度，落实投资控制任务。在工作过程中，首先经过专业工程师质量验收，签署《工程报验单》，同时在《工程计量表》上签字认可，把住第一关，然后经计量工程师按合同条款审核计量范围和数量、单价，确定工程款额，签署计量支付报表，经驻地总监批准后，作为建设单位工程进度拨款的依据。

(2) 技术措施：审核施工组织设计和施工方案，合理开支施工措施费，按合同工期组织施工，避免不必要的赶工费。

(3) 经济措施，及时进行计划费用与实际开支费用的比较分析。

(4) 合同措施：按合同条款支付工程款，防止过早、过量的现金支付，防止资金挪用，减少对方提出索赔的条件和机会。

6.5 水行政主管部门监督检查意见落实情况

建设单位以批复的《水土保持方案》为基础，并根据项目区的实际情况，在工程施工过程中，严把工程质量和技术关，自觉接受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进行了及时、有效地防治。完成的具有水土保持功能的措施主要有：排水沟、挡墙、植被恢复、临时覆盖、沉砂措施等。本项目已建部分已经完成，各防治分区均达到水行政主管部门的要求。

6.6 水土保持补偿费缴纳情况

根据《水保方案》本项目的水土保持补偿费为4.64万元，实际上缴水土保持补偿费为4.64万元，建设单位于2014年12月16日已上缴。详见附件2。

6.7 水土保持设施管理维护

为了能使水土保持设施发挥最大效益，建设单位成立了专门的水土保持设施

管理机构，并制定了相关的管理办法，配备了专人对水土保持设施进行维护，同时加强雨季中的巡查，发现问题及时处理，保证水土保持设施的正常运行，以减少水土流失量。

7 结论

7.1 结论

建设单位对昆明空港经济区秧草凹片区空港 110 号路工程基建期的水土保持设施的建设已基本完成,水土流失防治责任范围内的各类开挖面基本得到了治理,施工区域的水土流失得到了有效控制。项目区完成的水土保持设施较好地发挥了保持水土、改善环境的作用,项目实施的水土保持设施符合水土保持法律法规及技术规范标准的要求,水土保持专项投资落实,各项工程安全可靠、质量合格,工程总体质量达到合格标准,水土流失防治符合开发建设类项目的防治标准,基本达到水土保持设施专项验收条件。

7.2 遗留问题安排

建设单位根据监测单位提出的水土保持整改意见,对项目建设区域存在排水沟淤积、少部分边坡植被防护效果不好等问题进行了逐一整改,为进一步加强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,消除水土流失对项目后期运行产生的不良影响及安全隐患,建设单位对后续工作进行了安排如下:

- (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) 加强运行期的水土保持设施的管护工作, 指派专人定期进行检查, 对工程运行中存在的隐患及时排查;
- (4) 积极寻求新技术, 完善工程中水土保持防治工作;
- (5) 随时接受水行政主管部门的检查, 认真配合水行政主管部门做好竣工验收工作。