

水保监测（云）字第 0032 号



昆明空港经济区秧草凹片区空港 98 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

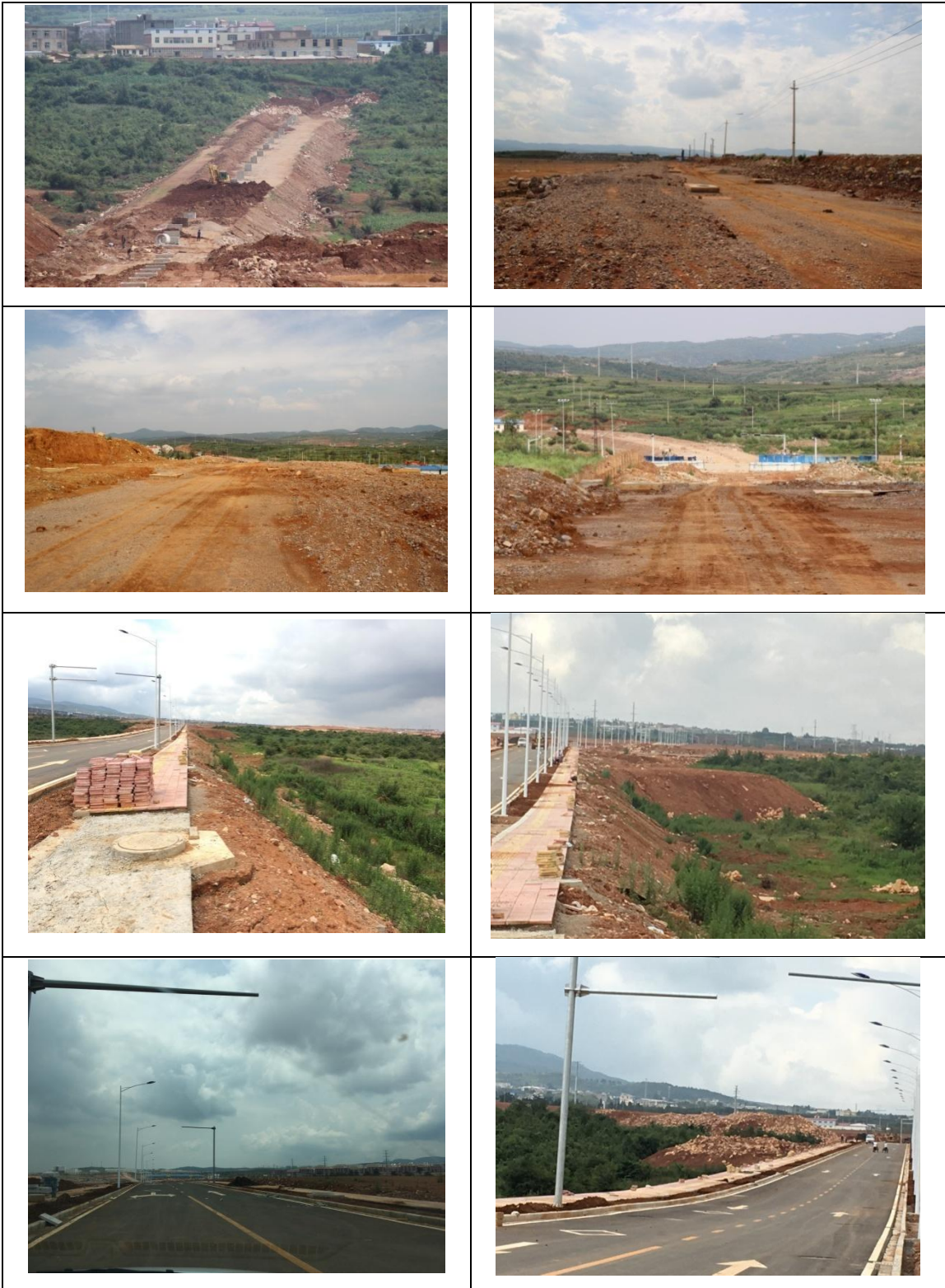
2018 年 5 月

开发建设项目水土保持监测特性表

填表时间：2018年4月

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 98 号路工程									
建设规模	线路长 2196.22m，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		6081.90 万元						
		工程总工期		26 个月（2014 年 11 月开工，2015 年 11 月初~2016 年 11 月初停工，2016 年 11 月复工，2017 年 11 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		2068.68t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围		8.80 hm ²		土壤容许流失量		500t/（km ² ·a）				
方案设计水土保持投资		359.56 万元		水土流失目标值		500t/（km ² ·a）				
防治措施		<p>主体工程设计中工程措施：表土剥离 0.93 万 m³，覆土 0.93 万 m³，路堑截水沟 0m，路堑防护措施浆砌石量 0m³；植物措施：绿化带 0.56hm²，灌草植物护坡 0.79hm²，三维网植草护坡 0.24hm²，浆砌拱形综合护坡 0.26hm²。</p> <p>水保方案设计中工程措施：复耕 0.24hm²，全面整地 0.24hm²；植物措施：植被恢复面积 0.18hm²；临时措施：碎石铺垫 1080m²，临时土质排水沟 2300m，临时沉砂池 7 座，车辆清洁池 1 座，临时覆盖 11900m²。</p>								
监测结论	防治效果	分类指标	一级标准目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
		扰动土地整治率	95	99.9	防治措施面积	1.88 hm ²	建筑物及硬化面积	3.93hm ²	扰动土地总面积	6.07hm ²
		水土流失总治理度	97	99.9	防治责任范围面积	8.07m ²	水土流失总面积	1.88hm ²		
		土壤流失控制比	1.0	2.36	工程措施面积	3.93hm ²	容许土壤流失量	500t/（km ² a）		
		拦渣率	95	99	植物措施面积	1.88hm ²	监测土壤流失量	211.53t/（km ² a）		
		林草植被恢复率	99	99.9	可恢复林草植被面积	1.88hm ²	林草类植被面积	1.88hm ²		
		林草覆盖率	27	30.97	总弃土（石、渣）量		0.27			
	水土保持治理达标评价		水土流失防治六项指标均达到了一级标准防治目标值。							
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、临时表土堆场区、临时施工场地区绿化效果不好，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。									

监测照片





目 录

综合说明	1
1 建设项目及项目区概况.....	6
1.1 项目概况	6
1.1.1 项目基本情况.....	6
1.1.2 项目组成	7
1.1.3 施工组织及施工工艺.....	13
1.1.4 施工占地及拆迁.....	14
1.1.5 土石方情况	15
1.1.6 项目投资及进度安排.....	19
1.2 项目区自然及社会经济概况	19
1.2.1 自然概况	19
1.2.2 社会经济状况.....	22
1.3 工程水土流失特点	24
1.3.1 工程主要水土流失成因.....	24
1.3.2 工程水土流失特点.....	25
2 监测实施	27
2.1 监测目标与原则	27
2.1.1 指导思想	27
2.1.2 监测原则	27
2.1.3 监测的目的及意义.....	28
2.1.4 监测目标	28
2.2 监测工作实施情况	29
3 监测内容与方法	31
3.1 监测内容	31
3.1.1 防治责任范围动态监测.....	31
3.1.2 弃土弃渣动态监测.....	31
3.1.3 水土流失防治动态监测.....	32
3.1.4 施工期土壤流失量动态监测.....	33
3.1.5 水土流失危害监测.....	33
3.1.6 建设单位水土保持工作管理情况.....	34
3.2 监测方法	34

3.2.1 资料收集分析法.....	34
3.2.2 调查监测	35
3.2.3 类比法监测.....	37
3.3 监测时段	37
3.4 监测点布设	37
4 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定.....	41
4.1 侵蚀单元划分	41
4.1.1 原地貌侵蚀单元划分	41
4.1.2 地表扰动类型划分.....	41
4.1.3 防治措施分类.....	42
4.2 各侵蚀单元侵蚀模数	42
4.2.1 原地貌侵蚀模数.....	42
4.2.2 各地表扰动类型和防治措施实施后侵蚀模数	43
5 水土流失动态监测结果与分析	44
5.1 防治责任范围动态监测结果	44
5.1.1 《水保方案》确定的防治责任范围.....	44
5.1.2 防治责任范围监测结果.....	44
5.2 弃土弃渣动态监测结果	45
5.2.1 设计弃土弃渣情况.....	45
5.2.2 弃土弃渣量动态监测结果.....	45
5.3 地表扰动面积动态监测结果	45
6 水土流失防治动态监测结果	47
6.1 水土流失防治措施	47
6.1.1 主体设计措施.....	47
6.1.2 水保方案新增措施.....	48
6.2 项目实际完成措施情况分析	51
6.2.1 主体设计措施实施情况.....	51
6.2.2 水保方案新增措施实施情况.....	52
6.2.3 水保方案新增临时措施实施情况与设计临时措施量对比	53
6.3 水土流失防治效果动态监测结果.....	54
6.3.1 扰动整治率.....	55
6.3.2 水土流失总治理度.....	55
6.3.3 拦渣率	55
6.3.4 土壤流失控制比.....	56

6.3.5 植被恢复率.....	56
6.3.6 林草覆盖率.....	56
6.4 水土流失危害调查结果	57
6.5 建设单位水土保持工作管理情况监测结果.....	57
6.6 运行初期水土流失分析	57
7 结论.....	58
7.1 水土保持措施评价	58
7.1.1 水土流失动态变化与防治达标情况.....	58
7.1.2 综合结论	58
7.1.3 存在问题及建议.....	59
7.2 监测工作中的经验与问题	59
7.2.1 监测工作中的经验.....	59
7.2.2 存在问题及建议.....	60

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 98 号路工程水土保持方案的行政许可决定书（滇中管复〔2014〕75 号）

附件 3：水土保持补偿费缴纳凭证

附件 4：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 98 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 98 号路工程水土流失防治责任范围及监测点布置图

附图 4：昆明空港经济区秧草凹片区空港 98 号路工程水土保持设施竣工验收图

综合说明

秧草凹片区位于空港经济区东侧，紧靠昆明长水国际机场用地，属于临空产业带的范围，该区域以航空物流、商贸服务以及生活配套用地为主。秧草凹片区的建设是空港经济区进一步开发建设的基础。空港 98 号路位于空港经济区秧草凹片区东部，是区域内一条城市支路，道路周边工业为小商品加工基地，空港 98 号路主要小商品加工基地服务。98 号路的建设将便利的实现空港经济区内部道路通畅，解决该片区基础设施薄弱的突出问题，保证该片区进一步开发建设，为已入驻企业和空港经济区的发展提供有力的支持与保障。

项目所在区域主要道路有新320 国道、云桥路、云水路、云天路和云瑞路，其中新320 国道正在升级改造中，另外几条路已建成通车。空港98号路为区域内一条重要城市支路，道路两侧以工业用地为主。空港98号路建成后，将进一步完善该区域的骨架路网，同时也将进一步加强组团内部交通与外界的联系。

随着长水国际机场的转场运营，临空经济渐渐显示出其作为区域经济发展“发动机”和“助推器”的强大动力。依托机场、服务机场，大力发展临空经济，成为空港经济区发展的重要指导思路，也是空港经济区未来发展的方向。秧草凹片区位于空港经济区东部，紧靠昆明长水国际机场用地，属于临空产业带的范围，该区域以航空物流、商贸服务以及生活配套用地为主，小商品加工基地已落户该区域，正在逐步发展壮大该片区经济的发展需以完善的市政基础设施为前提。本项目的建设不仅为本片区创造良好的交通环境，同时也配套完善的市政基础设施，对提升沿线土地价值，营造良好的投资环境，吸引更多的优质企业，促进区域经济又好又快可持续发展提供必不可少的基础硬件条件。本项目的建设是区域经济发展的需要。

随着区域社会经济的发展，人民生活水平逐步提高，因工农业生产及生活需要而产生的出行量会越来越大，对出行便利的要求也会越来越高。随着土地利用开发逐步推进，该区域企业进驻，居住区开发，人口会越来越多，工农业正常生产及人民高品质生活需要完善的市政基础设施为前提。98号路的建成将为本区域提供良好的交通出行环境，改善出行条件，并提供完善的市政基础设施。

随着区域用地开发及工业产业化发展，以及机场客运枢纽建设，城市化进程不断向前推进，必然会引起该区域人口聚集，物流发展，商务与行政交流日益

频繁，人民生活水平提高，私家车拥有量大大提高，交通量与日俱增。该区域的城市化进程加快将会带来交通流量迅速增长，98号路的规划建设具有前瞻性和远见性，能适应交通量迅速增长的需要。

综上所述，该项目的建设是十分必要且势在必行。

拟建道路沿途已有新 320 国道、云天路、云水路、云瑞路交错分布，并且道路已经修建完成通车使用。本项目建设期间进场道路可利用新 320 国道、云天路、云水路、云瑞路和其它已有乡道，能满足工程建设需要，无需修建施工便道。项目区周边合法砂石料场分布较多，能满足本项目外购石料需求。

受昆明空港投资开发集团有限公司委托，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 98 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 98 号路工程可行性研究报告批复》（官发改审批〔2013〕12 号）。

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和其它有关法律法规的规定，确保本工程在建设过程中可能产生的水土流失得到全面有效的治理，昆明空港投资开发集团有限公司于 2014 年 5 月委托云南今禹生态工程咨询有限公司进行本工程水土保持方案的编制工作，并于 2014 年 9 月完成了《昆明空港经济区秧草凹片区空港 98 路工程水土保持方案可行性研究报告（报批稿）》。滇中新区管委会于 2014 年 10 月 27 日以滇中管复[2014]75 号对该项目水保方案报告表进行批复。

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。主体已规划临时施工场地和临时表土堆场。本工程不涉及桥涵工程。

本线路属于城市支线，道路的建设执行二级标准。红线宽度为 16m，道路断面组成为：2m（人行道）+1.5m（绿化带）+9m（机动车道）+1.5m（绿化带）+2m（人行道），路面结构采用沥青混凝土路面，设计速度为 30km/h，最大纵坡比 3.57%，最小纵坡比 2.27%。空港 98 号路为城市支路，与主、次干道相交，其交叉口的交通组织形式分别服从相应高等级道路的组织方案。与其他支路的交叉口交通组织，采用信号灯控制平交形式，不进行渠化设计。

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，原设计中部分开挖边坡和回填边坡已不存在，导致边坡区域面积有所减小，减少区段为 K0+420~K0+780（两侧）、K0+800~K1+280（右侧）、K1+980~K2+196.228（右侧），减少边坡区面积为 0.41hm^2 ，即实际表破面积为 1.72hm^2 ；另外，由于苏宁集团建设项目恰好选择在 2 号临时表土堆场用地上，故而减少 0.24hm^2 。因此，根据本项目实际情况，本项目实际总占地面积为 6.07hm^2 ，其中永久占地 5.65hm^2 ，临时占地 0.42hm^2 。永久占地面积 5.65hm^2 ，主要指道路区中的路基区占地和边坡区占地，占地类型为林地（ 0.35hm^2 ）、草地（ 0.25hm^2 ）、园地（ 0.65hm^2 ）、坡耕地（ 2.84hm^2 ）、交通运输用地（ 0.69hm^2 ）、建设用地（ 0.02hm^2 ）、其它土地（ 0.85hm^2 ）。临时占地 0.42hm^2 ，主要指临时施工场地区和临时表土堆场区，占地地类为坡耕地（ 0.24hm^2 ）、其它土地（ 0.18hm^2 ）。

根据施工单位、建设单位提供的资料，结合项目现场踏勘情况分析，本工程建设过程中实际共产生挖方 8.30万 m^3 （其中，剥离表土 0.93万 m^3 ，路基开挖及场平开挖 7.10万 m^3 ，软基清理 0.25万 m^3 ，建筑垃圾 0.02m^3 ），回填料 11.32万 m^3 （其中路基及场平回填 11.07万 m^3 ，软基换填 0.25万 m^3 ），外购方 4.22万 m^3 ，弃方 1.20万 m^3 （包括临时弃方 0.93万 m^3 堆放于主体规划的临时表土堆场，永久弃方 0.27万 m^3 堆放于空港 106 号路规划弃渣场）。

工程建设总工期 22 个月（2015 年 1 月开工，2015 年 11 月~2017 年 2 月停工，2017 年 3 月复工，2018 年 2 月完工）；项目总投资为 6081.90 万元，其中土建投资 5123.45 万元。

根据水利部第 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》第七条，昆明空港投资开发集团有限公司于 2015 年 3 月委托我公司（昆明理工大学）进行空港 98 号路工程的水土保持监测工作。接受委托后我单位立即成立监测组对工程现场进行查勘，并于 2018 年 4 月完成了《空港 98 号路工程水土保持监测总结报告》。

监测的主要内容包括：水土流失防治责任范围监测、弃土弃渣情况监测、水土流失防治监测、土壤流失量调查监测和水土流失危害调查监测等。

根据监测结果，工程实际发生的防治责任范围面积和《水保方案》批复的面

积相比，减少了 0.73hm²，总面积共 8.07m²，其中项目建设区面积为 6.07hm²，直接影响区面积为 2.00hm²。各分区均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，建设期间水土保持措施实施到位，没有对周围环境造成水土流失危害。

根据施工资料统计，工程实施实施水土保持措施情况如下：

主体工程设计具有水土保持功能并实际实施的措施及工程量：

1、工程措施：表土剥离 0.93 万 m³，覆土 0.93 万 m³，路堑截水沟 0m，路堑防护措施浆砌石量 0m³。

2、植物措施：绿化带 0.56hm²，灌草植物护坡 0.79hm²，三维网植草护坡 0.24hm²，浆砌拱形综合护坡 0.26hm²。

水保方案设计新增措施实施情况具体如下：

1、工程措施：

1 号临时表土堆场区：复耕 0.24hm²，具体工程量为：全面整地 0.24hm²。

2、植物措施：

临时施工场地区植被恢复面积 0.18hm²。

具体工程量为：撒播白三叶 9kg，撒播黑麦草 9kg，考虑 10%补植率，需白三叶 9.9kg，黑麦草 9.9kg，全面整地 0.18hm²，无纺布覆盖 0.18hm²，抚育管理 0.18hm²。

3、临时措施：

道路区：①布置于本路线起点、与云天路两个交叉口碎石铺垫措施，面积为 1080m²，路基区布置临时土质排水沟 2000m，临时砖砌沉砂池 5 座，车辆清洁池 1 座②边坡区布设临时覆盖 9000m²。临时施工场地区：临时土质排水沟 100m，临时覆盖 500m²，临时沉砂池 1 座。临时表土堆场区：临时覆盖 2400m²，临时排水沟 200m，临时沉砂池 1 座。

具体工程量为：土方开挖 851.7m³，砌砖 22.5m³，密目网 11900m²，碎石 324m³，C15 砼浇筑 18m³，清洗枪 1 套。

根据本项目水土保持监测情况，经计算分析，工程扰动土地整治率达到 99.9%，水土流失总治理度达到 99.9%，拦渣率达到 99.9%，土壤流失控制比达到 2.36，林草植被恢复率 99.9%，林草覆盖率 30.97%，林草覆盖率未达到方案

设置目标值，但达到了一级标准值。

综上所述，水土保持方案中各项措施基本到位，并发挥着较好的水土保持功能，对施工过程中产生的人为水土流失起到了有效的遏制，本项目已达到验收条件。

1 建设项目及项目区概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目特性

(1) **项目名称：**昆明空港经济区秧草凹片区空港 98 号路工程；

(2) **项目建设地点：**滇中产业聚集区（新区）秧草凹片区；

(3) **项目建设单位：**昆明空港投资开发集团有限公司；

(4) **项目建设性质：**新建建设类项目；

(5) **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、综合管线工程及景观绿化工程等。主体已规划临时施工场地和临时表土堆场。**本工程不涉及桥涵工程；**

(6) **建设工期：**工程建设总工期为 26 个月，2014 年 11 月开工，2015 年 11 月初~2016 年 11 月初停工，2016 年 11 月复工，2017 年 11 月完工，2018 年 1 月进入试运行阶段；

(7) **工程总投资：**总投资为 6081.90 万元，其中土建投资 5123.45 万元。

1.1.1.2 地理位置及交通

空港 98 号路工程位于空港经济区秧草凹片区东部，为南北走向道路。路线地理位置坐标为：东经 102°59'04"~102°59'22"，北纬 25°07'05"~25°08'21"。空港 98 号路位于秧草凹片区，起点与云水路（现已通行）相交，终点止于空港 110 号路（为城市支路，与本项目同期建设），主要承担新 320 国道以东组团对外交通联系及组团内部交通联系，为该区域一条城市支路。道路全长 2196.22m，道路全长 2196.22m，起点 K0+000~ K0+020 段道路统计在云水路内，与云天路交叉口 K1+920~ K1+970 段统计在云天路内，剩余道路全部为新建。

1.1.1.3 工程建设规模和特性

根据《昆明空港经济区秧草凹片区空港 98 号路工程可行性研究报告》，线路全长为 2196.22m，项目选址于昆明官渡区空港经济区秧草凹片区东部。本道路路线起点为云水路交叉口，终点为空港 110 号道路交叉口。

本线路属于城市支线，道路的建设执行二级标准。红线宽度为 16m，道路断

面组成为：2m（人行道）+1.5m（绿化带）+9m（机动车道）+1.5m（绿化带）+2m（人行道），路面结构采用沥青混凝土路面，设计速度为 30km/h，最大纵坡比 3.57%，最小纵坡比 2.27%。空港 98 号路为城市支路，与主、次干道相交，其交叉口的交通组织形式分别服从相应高等级道路的组织方案。与其他支路的交叉口交通组织，采用信号灯控制平交形式，不进行渠化设计。工程建设总工期为 26 个月，2014 年 11 月开工，2015 年 11 月初~2016 年 11 月初停工，2016 年 11 月复工，2017 年 11 月完工，2018 年 1 月进入试运行阶段；总投资为 6081.90 万元，其中土建投资 5123.45 万元。

本项目主要技术经济指标见表 1-1。

表 1-1 主要经济技术指标表

序号	内容		采用标准
1	道路等级		城市支线
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
		不设缓和曲线的最小平曲线半径（m）	1000
		停车视距（m）	30
6	纵面线形	最大纵坡（%）	3.57
		最小纵坡（%）	2.27
		最小坡长（m）	181.3
		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
7	平面交叉（处）		7

1.1.2 项目组成

本项目为城市支线，长度为 2196.22m，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。

本工程起点（K0+000）位于云水路路面边界位置，自起点 K0+000~ K0+020 扰动区域统计在云水路面积内，防治责任及措施治理均不属于本项目，与云天路交叉口 K1+920~ K1+970 扰动区域统计在云天路面积内，防治责任及措施治理均不属于本项目，本工程终点（空港 110 号路交叉口）扰动区域统计在本项目面积

内，防治责任及措施治理均纳入到本项目中。

(1) 道路工程

本道路整体线形呈南北走向，南起已建成的云水路，北接空港110号路，中间与空港106号路及3条规划道路平交，与已建云天路平交。道路全长2196.22m。根据规划，道路全线线形为直线。

空港 98 号路位于空港秧草凹片区，道路全线呈现中间低、两边高的地势，起伏较大，现状地面标高在 2058m~2102m 之间。本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%。综合考虑规划标高、现有地形及排水要求后进行道路竖向设计。

本线路道路标准断面为：2m（人行道）+1.5m（绿化带）+4.5m（机动车道）+4.5m（机动车道）+1.5m（绿化带）+2m（人行道）=16m。

本工程路基填筑前先清除地表耕植土或松散土，主体设计按平均厚度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，设平台排水边沟，若边坡外汇水面积较大，路堑坡顶外5m设坡顶截水沟。

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2m，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。

纵向填挖交界处一般应设置不小于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2m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2m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 $\geq 42\text{KN/m}$ 。

根据主体施工统计资料，在 K0+420~K0+780（两侧）、K0+800~K1+280（右侧）、K1+980~K2+196.228（右侧）的边坡面积由于其他建设项目同时开工建设导致边坡面积减少，故本项目路基实际边坡面积为 1.72hm^2 ，其中挖方边坡面积为 0.49m^2 ，填方边坡面积为 1.23hm^2 ，边坡在各路段的分布情况详见下表：

表 1-2 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)	坡比	小计 (hm^2)
K0+000~K0+399.580	/	0.39	1:1.5	0.39
K0+399.580~K0+793.737	0.19	/	1:1.5/1:1.75	0.19
K0+793.737~K1+750.473	/	0.745	1:1.5	0.745
K1+750.473~K2+060	0.30	/	1:1.5	0.30
K2+060~K2+196.228	/	0.095	1:1.5	0.095
合计	0.49	1.23		1.72

根据本项目主体施工统计资料，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 $\leq 1\text{m}$ ，灌草绿化；②路堤填高 $1\sim 4\text{m}$ 三维网植草护坡，坡脚挡墙；③路堤填高 $\geq 4\text{m}$ 浆砌拱形综合护坡，坡面植草，坡脚挡墙；④边坡坡高 $\geq 8\text{m}$ 的每 8m 分级放坡，每级设置 1.5m 宽边坡平台，平台内设 $0.5\times 0.5\text{m}$ 排水边沟。

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

根据主体施工统计资料，本项目路基实际边坡面积共计 1.72hm^2 ，其中，灌草绿化护坡 0.79hm^2 ，三维网植草护坡 0.67hm^2 ，浆砌拱形综合护坡 0.26hm^2 。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 1-3 路基较大开挖回填路段汇总表

名称	桩号	最大挖深 (m)	最大填高 (m)	长度 (m)
挖方路段	K0+399.580~K0+793.737	9		394.157
	K1+750.473~K2+060	6		310
填方路段	K0+000~K0+399.580		3	399.58
	K0+793.737~K1+750.473		7	956.736
	K2+060~K2+196.228		3	136.228

(2) 人行道及过街设施、公交停靠站及无障碍设施

a、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。

b、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5对公交停靠站，靠站主要应布置在相交道路交叉口、住宅密集区和学校附近。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。

c、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。

(3) 给水、中水工程

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，给水管道双侧布置，布设于道路东侧人行道下，距红线1.5m位置处，给水管道管径为dn200，管道北与110号路给水管相连，南接云水路给水管，管道最小覆土厚度按0.7m控制。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。管材采用聚乙烯给水管，

电热熔连接，公称压力1.0MPa。局部位于路面下的管道采用钢套管加强。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。

考虑供水安全，在给水管道路高点处设置排气阀，低点设放空阀门，以便于检修。

（4）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，管道布设于道路机非绿化带内，距路缘石0.5m处，再生水管道管径为dn160，管道起、终点分别与云水路和110号路的再生水管道相连。管道最小覆土厚度按0.6m控制，水源由污水处理厂或再生水处理站提供。

（5）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98号路的雨、污排水管道布置方案如下：

a、雨水管道设计

雨水管道沿秧草凹片区98号路西侧布管，管位位于机动车道下。雨水根据道路坡向分别汇入相近云天路及相关规划道路，最终分别汇入秧草凹1#、2#防洪渠。结合地形条件，灵活采用多种系统布置形式，满足雨水就近排入受水体的要求；尽可能采用自流，避免设置提升泵站。雨水系统的布置要与城市防洪规划相紧密结合，充分利用天然地势坡度大的特点，采用分散雨水口布置，收集的雨水就近排入附近的水体、城市防洪渠系，即所谓分段就近排除雨水的方式。大部分均采用暗管，郊区或个别敷设困难地带可采取明渠暗涵等形式。

由于雨水管网部分出路为规划道路（尚未建设），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天路雨水管网。

b、污水管道设计

污水管道沿秧草凹片区98号路东侧布管，管位位于非机动车道下。污水流向根据道路坡向分别汇入云天路等相应规划路污水管，最终进入秧草凹污水处理厂。

秧草凹污水处理厂（不属于本项目）：处理空港分区北排水分区秧草凹组团

南部的城市污水，污水处理厂设置在秧草凹组团中部，厂址高程 2048m~2055m，规模 1.0 万 m³/d，占地面积 2.33hm²（包括杂用水处理设施用地）。南排水分区部分片区污水难以重力流汇入污水处理厂，在西冲村附近设置污水提升泵站，将这部分污水提升至污水厂。提升泵站规模 2.2 万 m³/d，泵站扬程为 25m，占地面积 0.13hm²。

（6）不良路段处理措施

根据主体工程资料，空港 98 号路工程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。

由于本项目处于可研阶段，详细地勘资料处于调查中，因此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，土石方统一纳入软基清理中进行统计，外购石方进行回填处理，路面结构层下换填 0.6m 碎石土层，作为路基处理层，同时应该做好相应的防护措施，消除滑坡、塌方等危害。

（7）绿化工程

a、绿化结构

本工程景观规划范围包括道路绿化带（3.0m）和边坡绿化。

b、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。

c、绿化面积

本线路绿化总面积为 2.28hm^2 。其中道路绿化带面积为 0.56hm^2 ，边坡绿化面积 1.72hm^2 。

1.1.3 施工组织及施工工艺

1.1.3.1 施工组织

(1) 砂石料

主要筑路材料如沥青、砂、石、水泥在官渡区本地市场采购，质量及产量均有保证。

(2) 工程用水、电

施工用水主要从邻近的村庄通过运水车运到施工现场。

施工用电主要从邻近的乡村电网通过架设临时供电线路接到施工现场，或使用发电机发电。

(3) 施工排水

项目建设期间主体设计的排水沟及截水沟还没有发挥功效以前，施工排水主要为临时排水形式，对其开挖夯实，临时土质排水沟按照地形布设，布置在道路边坡下侧，由于道路沿线地形起伏较多，部分道路回填边坡临时排水将汇至洼地，经沉砂后再采用抽排方式进行外排。抽排的设备可直接利用主体工程施工相关工具。临时排水去向为下游自然沟道及云天路已有的雨水管网，可以满足施工期排水的需求。

1.1.3.2 施工工艺

本工程路基施工与管网及其它相关地下设施同步施工。绿化工程在道路路基、路面工程完工后实施。道路施工顺序：路基施工→排水管道施工→管道土方回填→土路基填筑→基层施工→路面施工及人行道步砖安装。

道路路基施工工艺：清除表土或软基处理—压实土路基—填筑风化岩土—填筑中粗砂—水泥稳定碎石基层—砌筑路缘石—浇筑沥青混凝土面层。

路面面层施工工艺：清扫下撑层—铺筑底基层—养护—支模—铺筑面层—抹面—压纹—拆模—养护—切缝—灌缝。

排水施工工艺：施工准备—测量放线—土方开挖—管道安装—土方回填—砌检查井—基坑回填—砼管供应—水泥砂浆搅拌—管道打压。

绿化工程施工工艺：绿化地平整、清理—加种植土和下基肥—定点放线—水管安装工程—挖穴—种植—修剪整形—施工场地清理。

1.1.4 施工占地及拆迁

1.1.4.1 设计施工占地

根据主体设计资料及《水保方案》，本项目总占地面积为 6.72hm^2 ，其中永久占地 6.06hm^2 ，临时占地 0.66hm^2 。

永久占地面积 6.06hm^2 ，主要指道路区中的路基区占地和边坡区占地，占地类型为林地 (0.35hm^2)、草地 (0.25hm^2)、园地 (0.65hm^2)、坡耕地 (2.84hm^2)、交通运输用地 (0.69hm^2)、建设用地 (0.02hm^2)、其它土地 (1.26hm^2)。

临时占地 0.66hm^2 ，主要指临时施工场地区和临时表土堆场区，占地地类为坡耕地 (0.24hm^2)、其它土地 (0.42hm^2)。

工程具体占地情况详见下表。

表 1-4 工程设计占地情况表

项目分区		合计 (hm^2)	工程占地类型及面积 (hm^2)						
一级	二级		林地	草地	园地	坡耕地	交通运输用地	建设用地	其它土地
道路区	路基区	3.93	0.23	0.16	0.42	1.84	0.45	0.01	0.82
	边坡区	2.13	0.12	0.09	0.23	1.00	0.24	0.01	0.44
	小计	6.06	0.35	0.25	0.65	2.84	0.69	0.02	1.26
临时施工场地区		0.18							0.18
临时表土堆场区		0.48				0.24			0.24
合计		6.72	0.35	0.25	0.65	3.08	0.69	0.02	1.68

备注：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。

1.1.4.2 实际施工占地

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，原设计中部分开挖边坡和回填边坡已不存在，导致边坡区域面积有所减小，减少区段为 K0+420~K0+780（两侧）、K0+800~K1+280（右侧）、K1+980~K2+196.228（右侧），减少边坡区面积为 0.41hm^2 ，即实际边坡面积为 1.72hm^2 ；另外，由于苏宁集团建设项目恰好选择在 2 号临时表土堆场用地上，

故而减少 0.24hm²。

因此，根据本项目实际情况，本项目实际总占地面积为 6.07hm²，其中永久占地 5.65hm²，临时占地 0.42hm²。永久占地面积 5.65hm²，主要指道路区中的路基区占地和边坡区占地，占地类型为林地（0.35hm²）、草地（0.25hm²）、园地（0.65hm²）、坡耕地（2.84hm²）、交通运输用地（0.69hm²）、建设用地（0.02hm²）、其它土地（0.85hm²）。临时占地 0.42hm²，主要指临时施工场地区和临时表土堆场区，占地地类为坡耕地（0.24hm²）、其它土地（0.18hm²）。详见表 1-5。

表 1-5 工程实际占地情况表

项目分区		合计 (hm ²)	工程占地类型及面积 (hm ²)						
一级	二级		林地	草地	园地	坡耕地	交通运输用地	建设用地	其它土地
道路区	路基区	3.93	0.23	0.16	0.42	1.84	0.45	0.01	0.82
	边坡区	1.72	0.12	0.09	0.23	1.00	0.24	0.01	0.03
	小计	5.65	0.35	0.25	0.65	2.84	0.69	0.02	0.85
临时施工场地区		0.18							0.18
临时表土堆场区		0.24				0.24			
合计		6.07	0.35	0.25	0.65	3.08	0.69	0.02	1.03

备注：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。

1.1.4.3 施工拆迁

根据项目建设区域占地情况，本项目建设区域涉及到居民搬迁，本工程移民拆迁安置问题统一由空港经济开发区管委会协调处理。

1.1.5 土石方情况

1.1.5.1 设计土石方量

根据主体设计资料及《水保方案》，本项目原设计共产生挖方 9.04 万 m³（其中，剥离表土 1.13 万 m³，路基开挖及场平开挖 7.64 万 m³，软基清理 0.25 万 m³，建筑垃圾 0.02m³），回填料 10.61 万 m³（其中路基及场平回填料 10.36 万 m³，软基换填 0.25 万 m³），外购方 2.97 万 m³，弃方 1.40 万 m³（包括临时弃方 1.13 万 m³堆放于主体规划的临时表土堆场，永久弃方 0.27 万 m³堆放于空港 106 号路规划弃渣场）。项目土石方平衡情况见下表。

工程设计土石方平衡详见表 1-6。

表 1-6

工程设计土石方平衡统计表

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	软基 清理	建筑 垃圾	小计	路基/场地回 填利用	软基 换填	数量	来源	临时弃方		永久弃方	
											数量	去向	数量	去向
道路区	8.94	1.13	7.54	0.25	0.02	10.51	10.26	0.25	2.97	合法石料厂	1.13	表土堆场	0.27	空港 106 号 路规划弃渣 场
临时施工场地	0.04		0.04			0.04	0.04							
临时表土堆场	0.06		0.06			0.06	0.06							
合计	9.04	1.13	7.64	0.25	0.02	10.61	10.36	0.25	2.97		1.13		0.27	

注：1、各种土石方均为自然方；

2、开挖量+调入+外借=回填+调出+废弃。

1.1.5.2 实际产生土石方量

根据施工单位、建设单位提供的资料，结合项目现场踏勘情况分析，本工程建设过程中实际共产生挖方 8.30 万 m³（其中，剥离表土 0.93 万 m³，路基开挖及场平开挖 7.10 万 m³，软基清理 0.25 万 m³，建筑垃圾 0.02m³），回填料 11.32 万 m³（其中路基及场平回填料 11.07 万 m³，软基换填 0.25 万 m³），外购方 4.22 万 m³，弃方 1.20 万 m³（包括临时弃方 0.93 万 m³堆放于主体规划的临时表土堆场，永久弃方 0.27 万 m³堆放于空港 106 号路规划弃渣场）。工程实际土石方平衡详见表 1-7:

表 1-7

工程实际土石方平衡统计表

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	软基 清理	建筑 垃圾	小计	路基/场地回 填利用	软基 换填	数量	来源	临时弃方		永久弃方	
											数量	去向	数量	去向
道路区	8.20	0.93	7.00	0.25	0.02	11.22	10.97	0.25	4.22	合法石料厂	0.93	表土堆场	0.27	空港 106 号 路规划弃渣 场
临时施工场地	0.04		0.04			0.04	0.04							
临时表土堆场	0.06		0.06			0.06	0.06							
合计	8.30	0.93	7.10	0.25	0.02	11.32	11.07	0.25	4.22		0.93		0.27	

注：1、各种土石方均为自然方；

2、开挖量+调入+外借=回填+调出+废弃

1.1.6 项目投资及进度安排

1.1.6.1 项目投资

本项目总投资为 6081.90 万元，其中土建投资 5123.45 万元。根据主体资料，本项目建设的资金来源全部由建设单位自筹。

1.1.6.2 实施进度

工程建设总工期为 26 个月，2014 年 11 月开工，2015 年 11 月初~2016 年 11 月初停工，2016 年 11 月复工，2017 年 11 月完工，2018 年 1 月进入试运行阶段；总投资为 6081.90 万元，其中土建投资 5123.45 万元。主体工程实施进度计划见下表。

表 1-8 主体工程实施进度计划表

项目	时间	2015 年				
		2014 年 11~12 月	2015 年	2015 年 11 月~2016 年 11 月停工	2016 年 11 月~2017 年 11 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						

1.2 项目区自然及社会经济概况

1.2.1 自然概况

1.2.1.1 地形、地貌

昆明市官渡区地处滇东高原中部，属云贵高原上的山丘河谷地带、滇池与牛栏江流域的分水岭，最高海拔 2380m，最低海拔 1940m，属于“昆明盆地”与“小哨盆地”两个“盆地”的“盆沿”交汇地带。官渡区地处昆明断陷盆地以东，残山、丘陵与平地相间出现，受地质应力构造、侵蚀溶蚀、洪积作用控制，形成了侵蚀残蚀山，侵蚀、溶蚀、洪积山间狭窄盆地。

项目区位于滇池盆地以东地段，总体地势较为平坦、开阔，局部起伏较大，为断陷溶蚀盆地地貌，原始高程在 2058~2102m 之间，相对高差为 44m。

1.2.1.2 地质构造与地震

(1)、地质构造

项目区及其周边地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。

空港 98 号路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。

(2)、地层岩性

项目区域地层岩性描述如下：

素填土：褐红、褐黄色，松散，可塑，湿~饱和，主要成分为粘性土，含少量碎石、角砾。土质结构松散。分布于地表层。为道路场地表层清理堆积。

次生红粘土：褐黄色为主，带褐红、褐色，硬塑为主，局部可塑，偶呈坚硬状，饱和，中~高压缩性，切面平滑，质细，含少量全~强风化灰岩、泥岩及粉砂岩角砾，部分角砾呈土状，手捏易碎。稍具光泽，干强度高，韧性高。

红粘土：褐红、褐黄色为主，夹砖红、灰黄色，可~硬塑为主，局部坚硬，饱和，中压缩性，切面稍粗糙，不均匀含全~强风化灰岩、泥岩及粉砂岩角砾，局部稍多（大于 2cm 达 44.3%），手捏易碎。稍具光泽，干强度高，韧性中等。

强风化粉砂岩：浅红色、浅黄色，夹灰色、灰黄色，碎块、散体状结构，结合差，岩芯以碎块、角砾状为主，局部半土状，裂隙发育，属较软岩，岩石 RQD 值小于 5%，岩体基本质量等级为 V 类。

强风化白云质灰岩：灰白色、浅灰色，中、薄厚层状构造，结合差。差异风化明显，局部夹中风化碎块，岩芯多碎石状、角砾状，岩石表面见少量溶蚀小孔

洞。岩石 RQD 值小于 5%。岩石基本质量等级为 IV~V 级，属较软岩。

中风化白云质灰岩：灰白色、浅灰色，块状、厚层状结构，微晶~细晶结构，结合一般，具差异风化现象，中风化为主，局部为强风化，裂隙一般发育。岩芯多柱状、短柱状，部分碎石，岩芯表面见少量溶蚀小孔洞，岩石基本质量等级为 III~IV 级，岩石单轴抗压强度（饱和） $f_{rk} = 48.5\text{Mpa}$ ，属较硬岩石。层顶埋深 1.20~13.50m，层顶标高 2042.48~2085.74m，钻探未揭穿。地基承载力基本容许值 4500kPa。

(3)、地震

根据《中国地震动参数区划图》、《中国地震动反应谱特征周期区划图》（GB18306—2001），项目区抗震设防烈度为 VIII 度第二组，设计基本地震动峰值加速度为 0.20g。

1.2.1.3 气候

项目区属于低纬度高原山地季风气候，由于受印度洋西南暖湿气流的影响，日照长、霜期短，气候温和，夏无酷暑，冬无严寒，四季如春，气候宜人。年平均气温 15.1℃，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℃。年日照时间平均为 2448.7h，无霜期约 227d。多年平均降水量约 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%。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。

1.2.1.4 河流水系

项目区属牛栏江流域，经过现场勘查，距离线路终点西北侧约 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，污水分别汇入云天路等相应规划路污水管，最终进入秧草凹污水处理厂。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天路已有雨水管网，工程的建设不会对杨官庄水库和花庄水库产生大的影响。

1.2.1.5 土壤

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，项目区土壤以红壤为主。

1.2.1.6 植被

本项目地处昆明市官渡区，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，林草覆盖率约为 18.60%。

1.2.2 社会经济状况

1.2.2.1 社会经济状况

官渡区位于昆明市东南、滇池北岸，历史悠久，是古滇文明的重要发祥地，是主城区与呈贡新区的连接带，因盛极一时的滇池古渡口而得名。官渡历经 2004 年主城行政区划调整、2008 年阿拉乡和小板桥街道部分社区托管经开区、2014 年 2 月大板桥街道(空港经济区)托管滇中新区三次调整，全区国土面积为 552.21 平方公里，实管面积为 128 平方公里。现辖 8 个街道、89 个社区。全区常住人口 88.2 万人，户籍人口 57.72 万人。区内有越南、缅甸、老挝驻昆总领馆，是全市国际交往的重要窗口。2016 年全区地区生产总值在全省各县区率先突破千亿元大关，完成 1002 亿元，同比增长 10.1%，总量占全市的近四分之一，全省的

近十五分之一；财政总收入突破百亿元，达 107.15 亿元，同比增长 21.5%，一般公共预算收入完成 38.84 亿元，同比增长 9.7%；规模以上固定资产投资完成 698.63 亿元，同比增长 16.4%；社会消费品零售总额完成 445 亿元，同比增长 11.7%；规模以上工业增加值同比增长 10.0%；实际引进内资 58.3 亿元，利用外资 4320.5 万美元，完成外贸进出口额 8.85 亿美元，同比增长 14%；实现非公经济增加值 510.10 亿元，同比增长 10.6%，占 GDP 比重 50.9%；打造税收千万元楼宇 4 幢，亿元楼宇 3 幢。

1.2.2.2 土地利用现状

官渡区土地总面积 552.21km²，全区农用地有 383.12km²，占全区土地总面积的 69.38%；建设用地 114.09km²，占 20.66%；未利用土地 55.0km²，占 9.96%。

根据施工资料并结合现场调查，根据本项目实际情况，本项目实际总占地面积为 6.07hm²，其中永久占地 5.65hm²，临时占地 0.42hm²。永久占地面积 5.65hm²，主要指道路区中的路基区占地和边坡区占地，占地类型为林地（0.35hm²）、草地（0.25hm²）、园地（0.65hm²）、坡耕地（2.84hm²）、交通运输用地（0.69hm²）、建设用地（0.02hm²）、其它土地（0.85hm²）。临时占地 0.42hm²，主要指临时施工场地区和临时表土堆场区，占地地类为坡耕地（0.24hm²）、其它土地（0.18hm²）。

1.2.2.3 区域水土流失现状

依据《云南省 2004 年土壤侵蚀现状遥感调查报告》，官渡区划后土地总面积 552.21km²，其中微度侵蚀面积 370.43km²，占土地面积的 67.08%；轻度以上土壤侵蚀面积 181.78km²，占土地面积的 32.92%。其中轻度侵蚀面积 166.04km²，占土地总面积的 91.34%；中度侵蚀面积 15.74km²，占土地总面积的 8.66%；无强烈、极强烈和剧烈侵蚀。

根据“水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（水利部办公厅〔2013〕188 号）”、“水利部关于划分国家级水土流失重点防治区的公告”及“云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告（云南省水利厅公告第 49 号）”，项目区处于省级水土流失重点监督区和重点治理区，根据水土流失防治标准等级，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。

本项目全线路段地势总体较为平坦，沿线占地类型主要为林地、草地、园地、坡耕地、交通运输用地和其它土地。通过项目水土保持方案相关计算，项目区平均土壤侵蚀模数为 $2068.68t/(km^2 a)$ ，根据土壤侵蚀分类分级标准，区域水土流失判定为轻度。

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

1.2.2.4 区域水土保持现状

一、官渡区水土保持现状

近年来，在各级主管部门的努力下，官渡区水土保持工作取得了明显的成效。官渡区在区委、区政府高度重视下，在大力抓社会经济发展的同时，更注重生态环境保护，努力实现经济的可持续发展。1998 年，官渡区成立了水土保持管理站和水土保持预防监督执法站，为官渡区的水土保持工作顺利开展打下了坚实的基础。开展了“新发小流域综合治理工程”、“宝象河水库热水河综合治理工程”、“松华坝水源保护区水土流失治理工程”以及“滇池流域综合治理工程”等，采取了行之有效的治理措施，官渡区水土保持委员会成员单位治理水土流失面积 $8850hm^2$ ，水务部门治理水土流失面积 $2421hm^2$ ，修建小型水利水保工程 750 件，完成投资总 1158 万元。

二、项目区水土保持现状

项目区原地貌中的林地、草地、园地具有较好的水土保持功能，扰动后工程进行了绿化措施等。

1.3 工程水土流失特点

1.3.1 工程主要水土流失成因

按照全国土壤侵蚀类型区划标准，项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区类型区，土壤侵蚀模数允许值为 $500t/(km^2 a)$ ，项目区内的水土流失以水力侵蚀为主。结合工程建设特点，本项目建设过程中水土流失成因主要为以下几方面。

1.3.1.1 降雨

降雨是造成水土流失的基本动力，其强度大小和年内分配均匀程度将直接影响到项目区的水土流失程度及水土流失量大小。

根据工程项目区降雨特点，本工程水土流失跟降雨有很大关联，因此，工程在5月~10月的雨季水土流失相对较为严重，尤其是工程施工期内的雨季中，由于工程施工扰动的关系，加上雨水冲刷，极易产生水土流失。

1.3.1.2 土壤

土壤是水土流失的主要对象，土壤的性质决定于成土母质，它的透水性，抗蚀性和抗冲性等土壤性质对水土流失有很大的影响。

工程建设过程中难免会对项目区原生植被造成破坏，使得地表裸露，土壤表层产生松散颗粒，松散颗粒遇地表径流将被搬运，从而产生水土流失，严重的将导致沟蚀，产生侵蚀沟，从而造成大量水土流失。

1.3.1.3 人为破坏

人为因素是工程建设期间水土流失的主要影响因子，本工程施工建设必然会扰动原地貌，破坏原生植被，从而造成水土流失。开发建设项目水土保持防治的目的就在于最大限度的减少工程建设过程中造成的水土流失，既开发又保护，在工程建设带动经济发展的同时，保护周边自然环境，防治水土流失，使人与自然和谐相处，实现可持续发展。

工程建设前，业主单位对水土保持工作高度重视，编制了水土保持方案，在工程建设过程中，加强水土保持宣传，严格管理，认真落实水土保持方案中的各项防治措施，使得工程建设过程中的人为破坏得到最大限度的减少，从而最大限度的防治水土流失。

1.3.2 工程水土流失特点

项目施工区水土流失主要集中在工程施工期间，主要是由气候、地形地貌、土壤、植被等自然因素和工程施工过程中的开挖、占压、填筑、弃渣等人为因素综合作用而形成。人为因素是工程建设期间水土流失的主要影响因子，具有典型的人为加速侵蚀特点。

1.3.2.1 施工对地表扰动幅度小

项目建设过程中，土建工程区施工开挖范围较小，各分区的施工对地表扰动较小。

1.3.2.2 水土流失相对集中

项目施工扰动主要分布在路基路面区域，水土流失也主要产生在这些相对集中的区域。

1.3.2.3 水土流失形式多样

项目包括路基路面开挖、回填、管道铺设等，由于各施工区开挖扰动形式不同，产生的水土流失形式和侵蚀强度也各不相同，主要有面蚀、沟蚀、重力侵蚀等。

2 监测实施

2.1 监测目标与原则

2.1.1 指导思想

为贯彻《中华人民共和国水土保持法》和《中华人民共和国水土保持法实施条例》等法律法规精神，以《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部令第 12 号）及《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部令第 16 号）等部委规章为指导，结合《开发建设项目水土保持技术规范》、《开发建设项目水土流失防治标准》、《水土保持监测技术规程》等相关技术规范与标准，将最大限度的减少空港 98 号路工程在建设过程中造成的水土流失、实现项目建设区域内生态环境的可持续发展确定为本项目水土保持监测工作的指导思想。

2.1.2 监测原则

根据《开发建设项目水土保持技术规范》、《水土保持监测技术规程》等相关技术标准，为更好的反映工程水土流失防治责任范围内的水土流失状况及防治现状，掌握水土保持工程实施过程与投入使用初期水土流失及周边环境的影响，分析水土保持工程的防治效果，对空港 98 号路工程提出如下监测原则：

（1）全面监测与重点监测相结合

结合工程特点及实际情况，在对工程进行全面监测的同时，针对构筑物区、绿化区等水土流失严重区域进行重点监测，掌握其水土流失动态变化情况、水土保持措施实施及防治情况，以便及时采取有效措施，尽可能的减少工程建设造成的水土流失。

（2）多种监测方法综合运用

监测方法主要为地面观测，采取调查监测和巡查监测相结合的方式，及时获取水土流失状况的背景、动态数据和水土流失强度、程度信息。多种监测方法的综合运用主要是为了保证监测结果的准确性，可靠性和可比性，综合运用各种方法可以互相弥补及检验，它们的结果也可以互为验证。

（3）定位监测与临时监测相结合

拟定地面监测为该项目监测的主要方法，同时辅以临时监测、巡查监测等方法。本项目属于新建建设类项目，施工期存在较大的水土流失。地面监测采用临时监测相的方法。

(4) 客观真实原则

通过开展本项目水土保持监测工作（实地测量、试验分析等）所获得的监测数字需严格按照相关技术规范进行测定，所有监测相关数字必须保证客观真实，不进行编造、虚构，用数据说话，使得监测工作更加具有依据性和指导性，所提交的监测成果报告应定性、定量进行评价。

(5) 常规监测与现代技术相结合

水土保持监测的常规监测手段较为实用，但是精确性、数据代表性等方面较差，本项目采取常规监测与现代技术相结合的原则进行，采取巡查等常规监测手段，辅以 GPS（RTK）技术及激光测距技术等先进手段，使得监测数据更加精确多样。

(6) 技术、经济可行性和操作性强的原则

根据本项目工程建设的实际情况，各监测分区的水土流失特点，结合该项目建设情况、水土流失及保持现状、方案的水土流失预测结果、方案水土保持防治措施体系，确定技术、经济可行和操作性强的监测方法十分重要。

2.1.3 监测的目的及意义

开展空港 98 号路工程水土保持监测的目的就是通过选择合理的监测内容、完善的监测方法和科学的评价体系，对项目及项目区的水土流失成因、流失量、流失强度变化以及水土保持生态环境建设效益等进行监测，及时掌握工程各区水土流失情况和水土保持方案的实施效果，发现问题能及时改进或完善，为业主单位的水土保持工作服务，以期最大限度地减少对项目区及周边地区生态环境的负面影响，围绕工程水土流失的防治目标，为监测管理机构提供监测基础数据，使得监测管理机构更好的对项目水土流失进行控制，为水土保持专项验收提供依据。因此，水土保持监测是水土流失防治的重要环节之一，对水土保持方案实施和监督管理具有保证作用，对做好项目区水土流失防治工作具有重要的意义。

2.1.4 监测目标

(1) 水土流失防治目标

根据“水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（水利部办公厅〔2013〕188号）”、“水利部关于划分国家级水土流失重点防治区的公告”及“云南省水利厅关于划分省

级水土流失重点预防区和重点治理区的公告（云南省水利厅公告第 49 号）”，项目区处于省级水土流失重点监督区和重点治理区，根据水土流失防治标准等级，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。

具体防治目标为：

- 防治责任范围内的扰动土地治理率达到 95% 以上；
- 水土流失总治理度达到 95% 以上；
- 土壤流失控制比达到 1.0；
- 拦渣率达 95% 以上；
- 林草覆盖率达到 25% 以上；
- 植被恢复率达到 99% 以上。

（2）水土保持监测指标类型

水土保持监测目的之一就是通过监测，分析和掌握水土保持防治效果，判断水土保持防治目标达标情况，只有“六项”达到水保报告相应防治目标后，才能说明该项目的水土保持达到了相关的规程、规范要求。根据《水土保持监测技术规程》通过对开发建设项目的水土流失因子、水土流失状况和水土保持效果等的相关指标进行监测，结合相应分析、计算方法，即可得到相应的水土流失防治目标。因此实际的监测指标为上述六项指标的分解指标，各种监测指标类型如表 2-1。

表 2-1 开发建设项目水土保持监测指标类型表

监测内容	主要指标类型
水土流失因子	占地面积、类型，扰动地表面积，林草覆盖度，地形、地貌，土壤，降雨，土石方工程量
水土流失状况及危害	流失面积、强度等级，土壤侵蚀模数
水土保持效果	工程措施数量、质量；植物措施面积数量、成活率、覆盖度、郁闭度

2.2 监测工作实施情况

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 98 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 98 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 98 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 98 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 98 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 98 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 98 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 98 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 98 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 1 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 98 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。

3 监测内容与方法

3.1 监测内容

3.1.1 防治责任范围动态监测

防治责任范围动态监测主要是在工程的施工期开展监测工作，主要包括项目建设区和直接影响区，但由于本项目监测进场是工程基本完工，项目对防治责任范围监测主要依靠历史影像资料和监理单位提供资料所得。

(1) 项目建设区

A 永久性占地

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

B 临时性占地

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

C 扰动地表面积

扰动地表面积是指开发建设项目在建设过程中扰动地表行为造成破坏或占用的面积。对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。水土保持监测内容为认真复核扰动地表面积。

(2) 直接影响区

主要指因工程建设引起的水土流失影响范围内（项目建设区以外）。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。

根据项目建设区及直接影响区面积变化情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围变化情况进行监测。

3.1.2 弃土弃渣动态监测

工程建设，不断产生弃土弃渣，如不及时运至指定地点进行堆放并采取适当措施，将产生比较严重水土流失。

弃土弃渣的监测重点内容为水土流失状况监测。土壤侵蚀强度、堆渣量、堆

渣高度、堆渣面积等指标是衡量水土流失状况重要监测内容。此外，还应重视水土保持措施防治效果监测，包括工程、植物、临时及管理措施的防治效果监测。

3.1.3 水土流失防治动态监测

水土流失防治监测主要是针对林草植被恢复期开展的监测工作，监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果动态监测和水土流失危害监测。

水土保持措施试植被恢复期（林草植被恢复期）主要是对水土流失状况、水土保持措施防治效果和水土流失危害等进行监测。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。

（1）植被恢复期水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

A 水力侵蚀

面蚀：降雨和地表径流使坡地表土比较均匀剥蚀的一种水力侵蚀包括溅蚀、片蚀和细沟侵蚀。沟蚀：坡面径流冲刷土壤或土体，并切割陆地地表形成沟道的过程，又称线状侵蚀或沟状侵蚀。

B 重力侵蚀

坡地表层土石物质，主要由于受到重力作用，失去平衡，发生位移和堆积的现象，称为重力侵蚀。

C 水土流失面积

除微度侵蚀外，其他强度的侵蚀面积均统计为水土流失面积。

林草植被恢复期的水土流失状况监测的重点主要是绿化工程区。

（2）水土保持措施防治效果监测

A 水土保持防治措施（工程措施和植物措施）的数量和质量；

B 工程防护措施的稳定性、完好程度和运行情况；

C 林草的生长发育情况（树高、乔木胸径、乔灌冠幅）、成活率、保存率、抗性及其植被覆盖率；

D 防治目标监测，监测各个防治目标的达标情况。

E 监督、管理措施的落实情况

林草植被恢复期水土保持措施防治效果的监测是针对整个工程的全部区域开展的。

3.1.4 施工期土壤流失量动态监测

施工期土壤流失量监测主要包括施工期水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。由于监测进场时项目已完工，通过类比周边项目结合施工相片所得。

(1) 土壤侵蚀量监测

土壤侵蚀量的监测内容主要包括土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量等反映整个土壤侵蚀情况的指标。

A 土壤侵蚀强度

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

B 土壤侵蚀模数

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

C 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

根据项目实际建设情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中实际的水土流失因子、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，由于本项目监测时本项目已施工完成，施工期的土壤流失量监测主要通过资料分析得出。

3.1.5 水土流失危害监测

- (1) 产生的水土流失对周边河流、农田、乡村道路及植被的危害；
- (2) 水土流失对周边居民的影响及危害；
- (3) 水土流失危害趋势及可能产生的灾害现象；
- (4) 水土流失对区域生态环境影响状况；
- (5) 突发性重大水土流失事件监测

突发性重大水土流失事件动态监测主要针对工程施工期大开挖回填土石方可能产生的危害开展监测工作。

对于突发性重大水土流失事件应及时建议业主单位进行整改，并将其上报水

水土保持监测管理机构，以方便管理机构进行调查和检查，重大水土流失事件还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。

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

3.1.6 建设单位水土保持工作管理情况

为保障《水保方案》的设计落实到实际施工现场，本次监测对建设单位的水土保持工作管理情况进行监测。主要监测的内容如下：

- (1) 对水土保持工程施工单位的管理情况（合同管理、施工现场等）；
- (2) 水土保持措施实施专项资金的管理情况（是否按时拨付进度款）；
- (3) 《水保方案》设计的防治措施落实及实施情况。

工程水土保持监测内容见表 3-1。

表 3-1 监测内容一览表

防治责任范围 动态监测	复核项目建设区实际面积
	项目建设期间的水土流失防治责任范围变化情况
水土流失 防治动态监测	土壤侵蚀类型及形式
	水土流失面积
	实施的水土保持措施数量及质量
	水土保持措施完好性、运行情况
	水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测
	对周边河道及水利设施的影响情况
	造成的其他水土流失危害
水土流失危害监测	对农田、乡村道路及周边植被的危害情况
	对滇池的影响及危害
	水土流失危害趋势及可能产生的灾害现象
	水土流失对区域生态环境影响状况
	及时反应重大水土流失事件，并上报监测管理机构
建设单位水土保持工作管理	对水土保持工程施工单位的管理情况
	水土保持措施实施专项资金的管理情况
	《水保方案》设计的防治措施落实及实施情况

3.2 监测方法

结合工程实际情况，我公司针对项目建设特点制定相应的监测方法，主要包括资料收集分析法、调查监测和类比法。

3.2.1 资料收集分析法

通过查阅云南省、昆明市已积累的报告、书籍、统计资料、水保方案等文献，从中分析获取项目建设区域内的各项指标，如：大地构造、地貌类型与分区、多年平均降水、气温、河流分布、植被类型与分布、土壤类型与分布、土壤侵蚀类

型及形式等。

通过查阅本项目施工期监理季度报告、施工阶段性报告、施工期相片、谷歌地图（历史影像）等与工程建设相关的资料，从中分析工程建设期各阶段扰动地表情况、水土保持措施实施情况等。

3.2.2 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦挡工程、护坡工程和土地整治工程等）实施情况。

3.2.2.1 面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。

（1）水土流失防治责任范围监测

A 项目建设区

监测指标为：永久性占地、临时性占地及扰动地表面积。主要根据工程设计资料，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积的变化进行监测。

B 直接影响区

监测指标为项目建设压占地区的面积及地类。通过实地调查，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算。

水土流失防治责任范围监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失防治责任范围面积。

（2）水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测水土流失面积，统计项目实际发生的水土流失面积。

3.2.2.2 其他调查监测

(1) 水土流失因子

本项目水土流失因子监测是在运行初期开展监测工作。

对于项目区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，主要通过查阅相关资料、询问、对照《水土保持方案》等形式获取。

(2) 水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是在建设期和林草植被恢复期开展监测工作。结合工程实际情况，本项目只针对植被恢复期开展。

A 水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

B 水土保持措施防治效果

①防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

②防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指挡墙、排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

③水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

运行初期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

3.2.3 类比法监测

采用项目区周边已有的其它房地产项目的监测数据为基础,结合本项目实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土(弃渣)的堆放形态等因素,综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数,从而求得全区的土壤流失量。

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

3.3 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2014年11月~2018年1月,共34个月。

表 3-2 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2017年2月	16个月
施工期	2017年3月至10月	8个月
自然恢复期	2017年11月~2018年1月	3个月
合计	2015年4月~2018年1月	34个月

3.4 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98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,共布置监测点4个。布设在挖方边坡、填方边坡、临时占地临时沉砂池出水口处(2个),具体分布情况详见下表3-3。

表 3-3 水土保持监测点布置表

序号	重点点位		
1	道路区	填方边坡	K1+100 处
		挖方边坡	K0+700 处
2	临时施工场地区	施工场地临时排水出口	K1+840 处
3	临时表土堆场区	1 号临时表土堆场临时沉砂池出水口处	K0+240 处

监测点布置相片集



3 监测内容和方法



3#监测点



4#监测点



5#监测点

3 监测内容和方法



6#监测点

4 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

4.1 侵蚀单元划分

4.1.1 原地貌侵蚀单元划分

根据业主提供竣工资料、监理数据及监测结果等资料及实地踏勘，项目区中边坡区、2号临时表土堆场由于其他同时建设项目使用，致使本项目建设总占地面积减少为6.07m²，原地貌类型为林地、草地、园地、坡耕地、交通运输用地、建设用地、其它用地。项目占地类型及面积情况见表4-1。

表4-1 原地貌各侵蚀单元占地表 单位：m²

项目分区		合计 (hm ²)	项目建设占地类型及面积 (hm ²)						
一级	二级		林地	草地	园地	坡耕地	交通运输用地	建设用地	其它土地
道路区	路基区	3.93	0.23	0.16	0.42	1.84	0.45	0.01	0.82
	边坡区	1.72	0.12	0.09	0.23	1.00	0.24	0.01	0.03
	小计	5.65	0.35	0.25	0.65	2.84	0.69	0.02	0.85
临时施工场地区		0.18							0.18
临时表土堆场区		0.24				0.24			
合计		6.07	0.35	0.25	0.65	3.08	0.69	0.02	1.03

备注：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。

侵蚀单元比例见图4-1：

4.1.2 地表扰动类型划分

依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致、不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，工程建设过程中共划分2类地表扰动类型，分别为：开挖面和平台类，针对本项目情况，开挖面和平台类划分结果见表4-2。各区域面积划分结果详见表4-3。各扰动类型所占比例见图4-2。

表4-2 地表扰动类型分类表

地表扰动类型划分	
侵蚀危害	有危害扰动
扰动特征	开挖面 平台类
分类代号	1类 2类
侵蚀对象	土质 土质
分类依据	开挖、削坡等工作面 场地整理、硬化等平台
主要区域	边坡区 路基区、临时施工场地区、临时表土堆场区

表4-3 各地表扰动类型面积情况一览表

防治分区	地表扰动类型划分结果 (hm ²)
------	-------------------------------

		有危害扰动		
		1类	2类	小计
道路区	路基区		3.93	3.93
	边坡区	1.72		1.72
临时施工场地区			0.18	0.18
临时表土堆场区			0.24	0.24
合计		1.72	4.35	6.07

4.1.3 防治措施分类

本工程实际采取的水土保持措施较为完善，取得了较好地水土流失防治效果。其中道路区：在路基区主体工程设计了表土剥离、覆土、截水沟和绿化带等措施；按《水保方案》新增施工期间起点、与云天路两个交叉口临时碎石铺垫措施、车辆清洁池，以及临时排水、临时沉砂池；在边坡区：主体工程设计了完善的护坡工程，按《水保方案》新增施工期间的临时拦挡措施、临时排水措施；临时施工场地区：按《水保方案》新增建设期间的临时排水、临时沉砂、临时拦挡和临时覆盖措施，在施工场地使用结束后，对场地清理后恢复植被。在施工过程中，为避免对周边的破坏，加强了临时管护措施。临时表土堆场区：按《水保方案》新增建设期间的临时排水、临时沉砂、临时拦挡和临时覆盖措施，在施工场地使用结束后，1号临时表土堆场场地清理后复耕，2号临时表土堆场场地清理后恢复植被。

根据本项目水土保持监测实际情况，将以上各区域防治措施防治的面积分为两大类，即防治完全区域和防治尚不完善区域。

表 4-4 防治措施分类及面积统计情况一览表 单位 m^2

防治分区		防治措施分类		小计
		防治完全区域	防治尚不完善区域	
道路区	路基区	3.93		3.93
	边坡区	1.72		1.72
临时施工场地区		0.18		0.18
临时表土堆场区		0.24		0.24
合计		6.07		6.07

4.2 各侵蚀单元侵蚀模数

4.2.1 原地貌侵蚀模数

根据《水保方案》，工程区各地类的原生土壤侵蚀模数确定如下：

表 4-4 原地貌土壤侵蚀模数取值表

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
6	建设用地	建筑物覆盖, 地表硬化	0	微度侵蚀
7	其它土地	主要为裸土地或裸岩地	3000	中度侵蚀

4.2.2 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 4-5。

表 4-5 施工期和防治措施实施后各地表扰动类型侵蚀强度表

序号	预测分区		施工期	防治措施实施后
			土壤侵蚀模数 $t / (km^2 a)$	土壤侵蚀模数 $t / (km^2 a)$
1	道路区	路基区	5500	600
		边坡区	7000	800
2	临时施工场地区		3000	800
3	临时表土堆场		/	800

5 水土流失动态监测结果与分析

5.1 防治责任范围动态监测结果

5.1.1 《水保方案》确定的防治责任范围

根据《水保方案》及其复函文件，本项目确定的水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区，面积共 8.80hm²，其中项目建设区面积为 6.72hm²，直接影响区面积为 2.08hm²。项目水土流失防治责任范围见表 5-1。

表 5-1 《水保方案》确定的水土流失防治责任范围表 单位：m²

行政区划	项目组成		项目建设用地类型及面积 (m ²)		小计	直接影响区	合计
			永久占地	临时占地			
官渡区	道路区	路基区	3.93		3.93	1.96	8.02
		边坡区	2.13		2.13		
	临时施工场地区			0.18	0.18	0.04	0.22
	临时表土堆场区			0.48	0.48	0.08	0.56
合计			6.06	0.66	6.72	2.08	8.80

5.1.2 防治责任范围监测结果

根据现场踏勘量测，利用 GPS 及其它常规测量工具，结合工程建设相关资料，对项目占地面积进行测定，建设过程中的防治责任范围面积以实际征地范围和实际扰动的临时占地为准。截止目前，本工程项目建设区实际发生的水土流失防治责任范围面积为 8.07hm²，包括路基区 3.93hm²、边坡区 1.72hm²、临时施工场地区 0.18hm²、临时表土堆场区 0.24hm²、直接影响区 2.00hm²。实际发生的防治责任范围面积监测结果详见表 5-2。

表 5-2 工程实际发生的水土流失防治责任范围表 单位：hm²

行政区划	项目组成		项目建设用地类型、性质及面积(m ²)		小计
			永久占地	临时占地	
官渡区	道路区	路基区	3.93		3.93
		边坡区	1.72		1.72
	临时施工场地区			0.18	0.18
	临时表土堆场区			0.24	0.24
小计			6.07		
直接影响区			2.00		
合计			8.07		

综合表 5-1 和表 5-2，本项目在建设过程中，工程实际发生的防治责任范围

面积和《水保方案》批复的面积相比，根据监测组监测情况，减少了 0.73hm²。

表 5-3 实际发生的防治责任范围面积与批复的面积变化情况一览表 单位:hm²

序号	分区		实际发生防治责任范围 (hm ²)	方案批复防治责任范围 (hm ²)	变化情况 (hm ²)
一、项目建设区					
1	道路区	路基区	3.93	3.93	0
2		边坡区	1.72	2.13	-0.41
3	临时施工场地区		0.18	0.18	0
4	临时表土堆场区		0.24	0.48	-0.24
合计			6.07	6.72	-0.65
二、直接影响区			2.00	2.08	-0.08
共计			8.07	8.80	-0.73

5.2 弃土弃渣动态监测结果

5.2.1 设计弃土弃渣情况

根据《水保方案》，本工程建设过程中预计共产生挖方 9.04 万 m³（其中，剥离表土 1.13 万 m³，路基开挖及场平开挖 7.64 万 m³，软基清理 0.25 万 m³，建筑垃圾 0.02m³），回土方 10.61 万 m³（其中路基及场平回填 10.36 万 m³，软基换填 0.25 万 m³），外购方 2.97 万 m³，弃方 1.40 万 m³（包括临时弃方 1.13 万 m³堆放于主体规划的临时表土堆场，永久弃方 0.27 万 m³堆放于空港 106 号路规划弃渣场）。

5.2.2 弃土弃渣量动态监测结果

根据施工单位、建设单位提供的资料，结合项目现场踏勘情况分析，本工程建设过程中实际共产生挖方 8.30 万 m³（其中，剥离表土 0.93 万 m³，路基开挖及场平开挖 7.10 万 m³，软基清理 0.25 万 m³，建筑垃圾 0.02m³），回土方 11.32 万 m³（其中路基及场平回填 11.07 万 m³，软基换填 0.25 万 m³），外购方 4.22 万 m³，弃方 1.20 万 m³（包括临时弃方 0.93 万 m³堆放于主体规划的临时表土堆场，永久弃方 0.27 万 m³堆放于空港 106 号路规划弃渣场）。

5.3 地表扰动面积动态监测结果

根据业主提供资料结合监测结果，截止 2018 年 2 月工程实际扰动地表面积为 6.07hm²和《水保方案》批复的面积 6.72hm²相比，减少了 0.65hm²，工程实际扰动地表面积核实情况详见表 5-4。

表 5-4 工程扰动地表面积核实表 单位: m²

分区		实际扰动地表面积 (m ²)	方案批复扰动地表面积 (m ²)	变化情况(m ²)
道路区	路基区	3.93	3.93	0
	边坡区	1.72	2.13	-0.41
临时施工场地区		0.18	0.18	0
临时表土堆场区		0.24	0.48	-0.24
合计		6.07	6.72	-0.65

6 水土流失防治动态监测结果

6.1 水土流失防治措施

6.1.1 主体设计措施

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 $\geq 5\text{m}$ 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，本线路共设计截水沟 106m。

（四）绿化工程

本项目中的绿化工程是指路基范围内的绿化带，道路绿化带面积为 0.56hm²，道路区绿化面积计入水土保持措施。

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。

（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，主体设计了植草护坡 0.79hm²。

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 1.08hm²。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 0.26hm²。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。

二、工程量和投资统计

主体工程设计具有水土保持功能的措施及工程量：

1、工程措施：表土剥离 9330m³，覆土 9330m³，路堑截水沟 106m，路堑防护措施浆砌石量 2036m³。

2、植物措施：绿化带 0.56hm²，灌草植物护坡 0.79hm²，三维网植草护坡 1.08hm²，浆砌拱形综合护坡 0.26hm²。

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 6-1 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	9.64
二	覆土		万 m ³	1.13	152300	17.21
三	路堑截水沟	30cm×40cm×70cm	m	106	182.71	1.94
四	绿化工程	乔木+地被	hm ²	0.56	1450000	81.20
五	护坡工程		hm ²			97.58
1	灌草植物护坡		hm ²	0.79	290300	22.93
2	三维网植草护坡		hm ²	1.08	536400	57.93
3	浆砌拱形综合护坡		hm ²	0.26	642900	16.72
合 计						207.57

6.1.2 水保方案新增措施

根据《水保方案》及其批复，新增措施具体如下：

一、工程措施

1号临时表土堆场区：复耕 0.24hm²，具体工程量为：全面整地 0.24hm²。

二、植物措施

临时施工场地区植被恢复面积 0.18hm²，2号临时表土堆场植被恢复面积 0.24hm²。

具体工程量为：撒播白三叶 21.00kg，撒播黑麦草 21.00kg，考虑 10% 补植率，需白三叶 23.10kg，黑麦草 23.10kg，全面整地 0.42hm²，无纺布覆盖 0.42hm²，抚育管理 0.42hm²。

三、临时措施

道路区：①布置于本路线起点、与云天路两个交叉口碎石铺垫措施，面积为 1080m²，路基区布置临时土质排水沟 4074m，临时砖砌沉砂池 10 座，车辆清洁池 3 座②边坡区布设临时拦挡 1480m，临时覆盖 13400m²。临时施工场地区：临时土质排水沟 200m，临时编织袋拦挡 120m，临时覆盖 580m²，临时沉砂池 1 座。临时表土堆场区：新增临时拦挡 400m，临时覆盖 4800m²，临时排水沟 400m，临时沉砂池 2 座。

具体工程量为：土方开挖 1730.10m³，砌砖 71.50m³，编织土袋填筑 2462m³，编织土袋拆除 2462m³，土工布 18780m²，碎石 324m³，C15 砼浇筑 54m³，清洗枪 3 套。

表 6-2 方案新增工程措施及工程量汇总表

措施位置	措施类型	数量 (hm ²)	全面整地 (hm ²)
1 号临时表土堆场区	复耕	0.24	0.24

表 6-3 方案新增植物措施及工程量汇总表

分区	草种	种植面积 (hm ²)	种植密度 (株/hm ² 、kg/hm ²)	定植量 (株、kg)	苗木量 (株、kg)	抚育管理 (hm ²)
临时施工场地区	白三叶	0.18	50	9.00	9.90	0.18
	黑麦草		50	9.00	9.90	
临时表土堆场区	白三叶	0.24	50	12.00	13.20	0.24
	黑麦草		50	12.00	13.20	
合计	白三叶	0.42	50	21	23.10	0.42
	黑麦草		50	21	23.10	
无纺布覆盖 0.42hm ²						

表 6-4 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 (m ³)	清洗枪 (套)
道路区	路基区	碎石铺垫	1080m ²					324			
		临时土质排水沟	4074m	1299							
		临时沉砂池	10 座	120	55						
		车辆清洁池	3 座	95.1						54	3
	边坡区	临时拦挡	1480m			1980	1980				
		临时覆盖	13400m ²						13400		
临时施工场地 区	临时土质排水沟	200m	60								
	临时沉砂池	1 座	12	5.5							
	临时拦挡	120m			162	162					
	临时覆盖	580m ²						580			
临时表土堆场 区	临时排水沟	400m	120								
	临时沉砂池	2 座	24	11							
	临时拦挡	400m			320	320					
	临时覆盖	4800m ²						4800			
合计				1730.10	71.5	2462	2462	324	18780	54	3

6.2 项目实际完成措施情况分析

6.2.1 主体设计措施实施情况

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：

（一）表土剥离

根据施工资料统计，剥离表土量为 0.93 万 m^3 。

（二）覆土

根据施工资料统计，绿化工程覆土实施量为 0.93 万 m^3 。

（三）路堑截水沟

根据现场勘查，由于场地同期有其他项目施工，无需布置截水沟，本线路共实施截水沟 0m。

（四）绿化工程

根据施工资料统计，道路绿化带面积为 0.56 hm^2 。

（五）护坡工程

1、灌草植物护坡

根据施工资料统计，实施植草护坡 0.79 hm^2 。

2、三维网植草护坡

根据施工资料统计，实施三维网植草护坡 0.24 hm^2 。

3、浆砌拱形综合护坡

根据施工资料统计，实施浆砌拱形综合护坡 0.26 hm^2 。

二、工程量和投资统计

主体工程设计具有水土保持功能并实际实施的措施及工程量：

1、工程措施：表土剥离 0.93 万 m^3 ，覆土 0.93 万 m^3 ，路堑截水沟 0m，路堑防护措施浆砌石量 0 m^3 。

2、植物措施：绿化带 0.56 hm^2 ，灌草植物护坡 0.79 hm^2 ，三维网植草护坡 0.24 hm^2 ，浆砌拱形综合护坡 0.26 hm^2 。

主体工程设计中实际实施措施工程量见下表。

表 6-5 主体工程计入水土保持方案投资的实际实施措施工程量统计表

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	0.93	85325	7.94
二	覆土		万 m ³	0.93	152300	14.16
三	路堑截水沟	30cm×40cm×70cm	m	0	182.71	0
四	绿化工程	乔木+地被	hm ²	0.56	1450000	81.20
五	护坡工程		hm ²			72.59
1	灌草植物护坡		hm ²	0.79	290300	22.93
2	三维网植草护坡		hm ²	0.24	536400	12.87
3	浆砌拱形综合护坡		hm ²	0.26	642900	16.72
合 计						152.82

综上所述,主体实际实施措施工程量与设计措施工程量相比,表土剥离及覆土减少 0.20 万 m³,路堑截水沟减少 106m,三维网植草护坡减少 0.84hm²。

6.2.2 水保方案新增措施实施情况

根据施工资料统计,水保方案设计新增措施实施情况具体如下:

一、工程措施

1号临时表土堆场区:复耕 0.24hm²,具体工程量为:全面整地 0.24hm²。

二、植物措施

临时施工场地区植被恢复面积 0.18hm²。

具体工程量为:撒播白三叶 9kg,撒播黑麦草 9kg,考虑 10%补植率,需白三叶 9.9kg,黑麦草 9.9kg,全面整地 0.18hm²,无纺布覆盖 0.18hm²,抚育管理 0.18hm²。

三、临时措施

道路区:①布置于本路线起点、与云天路两个交叉口碎石铺垫措施,面积为 1080m²,路基区布置临时土质排水沟 2000m,临时砖砌沉砂池 5 座,车辆清洁池 1 座②边坡区布设临时覆盖 9000m²。临时施工场地区:临时土质排水沟 100m,临时覆盖 500m²,临时沉砂池 1 座。临时表土堆场区:临时覆盖 2400m²,临时排水沟 200m,临时沉砂池 1 座。

具体工程量为:土方开挖 851.7m³,砌砖 38.5m³,密目网 11900m²,碎石 324m³,C15 砼浇筑 18m³,清洗枪 1 套。

表 6-6 方案新增工程措施及工程量汇总表

措施位置	措施类型	数量 (hm ²)	全面整地 (hm ²)
1 号临时表土堆场区	复耕	0.24	0.24

表 6-3 方案新增植物措施及工程量汇总表

分区	草种	种植面积 (hm ²)	种植密度 (株/hm ² 、kg/hm ²)	定植量 (株、kg)	苗木量 (株、kg)	抚育管理 (hm ²)
临时施工场地区	白三叶	0.18	50	9.00	9.90	0.18
	黑麦草		50	9.00	9.90	
密目网覆盖 0.05hm ²						

表 6-7 方案新实际实施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)	碎石 (m ³)	密目网 (m ²)	C15 砼浇筑 (m ³)	清洗枪 (套)
道路区	路基区	碎石铺垫	1080m ²			324		
		临时土质排水沟	2000m	640				
		临时沉砂池	5 座	60	27.5			
	车辆清洁池	1 座	31.7				18	1
边坡区	临时覆盖	9000m ²				9000		
临时施工场地区	临时土质排水沟	100m	32					
	临时沉砂池	1 座	12	5.5				
	临时覆盖	500m ²				500		
临时表土堆场区	临时排水沟	200m	64					
	临时沉砂池	1 座	12	5.5				
	临时覆盖	2400m ²				2400		
合计			851.7	38.5	324	11900	18	1

6.2.3 水保方案新增临时措施实施情况与设计临时措施量对比

工程实际实施的新增水土保持临时措施工程量相比原《水保方案》设计临时措施量有部分变化，如下表所示：

表 6-8 实际实施新增临时措施及工程量汇总表

项目分区		措施	实际实施数量	设计实施数量	变化情况
道路区	路基区	碎石铺垫	1080m ²	1080m ²	/
		临时土质排水沟	2000m	4074m	减少 2074m
		临时沉砂池	5 座	10 座	减少 5 座
		车辆清洁池	1 座	3 座	减少 2 座
	边坡区	临时拦挡	0m	1480m	减少 1480m
		临时覆盖	9000m ²	13400m ²	减少 4400m ²
临时施工场地区		临时土质排水沟	100m	200m	减少 100m
		临时沉砂池	1 座	1 座	/
		临时拦挡	0m	120m	减少 120m
		临时覆盖	500m ²	580m ²	减少 80m
临时表土堆场区		临时排水沟	200m	400m	减少 200m
		临时沉砂池	1 座	2 座	减少 1 座
		临时拦挡	0m	400m	减少 400m
		临时覆盖	2400m ²	4800m ²	减少 2400m ²

6.3 水土流失防治效果动态监测结果

根据“水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（水利部办公厅〔2013〕188号）”、“水利部关于划分国家级水土流失重点防治区的公告”及“云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告（云南省水利厅公告第49号）”，项目区处于省级水土流失重点监督区和重点治理区，根据水土流失防治标准等级，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《水保方案》，本项目具体防治目标为：

- 防治责任范围内的扰动土地治理率达到 95% 以上；
- 水土流失总治理度达到 97% 以上；
- 土壤流失控制比达到 1.0；
- 拦渣率达 95% 以上；
- 林草覆盖率达到 27% 以上；
- 植被恢复率达到 99% 以上。

表 6-1 水土流失防治目标值

项目	扰动土地整治率 (%)	水土流失总治理度 (%)	土壤流失控制比	拦渣率 (%)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
水保方案确定值	95	97	1.0	95	99	27

6.3.1 扰动整治率

扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积，包括永久建筑物面积。

项目区内扰动地表面积为 6.07hm²，全区扰动土地整治面积约为 6.07hm²，计算得出，本工程扰动土地整治率为 99.9%（目标值 95%）。

表 6-10 扰动土地整治率计算表

序号	分区		扰动面积 (hm ²)	整治面积 (hm ²)	一级标准 (%)	方案目标 (%)	实际值 (%)
1	道路区	路基区	3.93	3.93	95	99	99.9%
2		边坡区	1.72	1.72			99.9%
3	临时施工场地区		0.18	0.18			99.9%
4	临时表土堆场区		0.24	0.24			99.9%
合计			6.07	6.07			99.9%

6.3.2 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。项目区内造成水土流失的面积为 1.88hm²，通过各种防治措施的有效实施，水土保持措施面积为 1.88hm²，造成水土流失面积的治理度可达 99.9%（目标值 97%）。具体计算见表 6-11。

表 6-11 水土流失总治理度计算表

序号	分区		扰动面积 (hm ²)	治理达标面积 (hm ²)	一级标准 (%)	方案目标 (%)	实际值 (%)
1	道路区	路基区	/	/	97	99	/
2		边坡区	1.46	1.46			99.9%
3	临时施工场地区		0.18	0.18			99.9%
4	临时表土堆场区		0.24	0.24			99.9%
合计			1.88	1.88			99.9%

6.3.3 拦渣率

根据施工单位、建设单位提供的资料，结合项目现场踏勘情况分析，本工程建设过程中开挖土石方量 0.27 万 m³，回填土石方量 0.25 万 m³，永久弃方 0.02

万 m^3 （运至拟定弃土场集中处理）。但在运输过程中因洒落扬尘等因素仍造成了一定的水土流失，工程拦渣率 99.9%（目标值 99%）。

表 6-12 拦渣率计算表

分区	弃渣量 (万 m^3)	拦渣量 (万 m^3)	方案目标值	一级标准	实际值
全区	0.27	0.27	99	95	99.9%

6.3.4 土壤流失控制比

项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。项目区容许土壤侵蚀模数为 $500t/km^2 a$ 。

由 5.4.3 章节可知，本项目防治责任范围内实际得出治理后项目建设区平均土壤侵蚀模数为 $211.53t/km^2 a$ ，因此本项目的土壤流失控制比为 2.36，计算过程详见表 6-13。

表 6-13 土壤流失控制比计算表

分区	平均侵蚀模数 ($t/km^2 a$)	容许土壤侵蚀模数 ($t/km^2 a$)	一级标准值	方案目标值	实际值
项目区综合	211.53	500	1.0	1.0	2.36

6.3.5 植被恢复率

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

根据业主提供资料及现场监测情况，本工程林草植被可恢复面积为 $1.88hm^2$ ，实际实施植物措施面积为 $1.88hm^2$ ，综合得出，本工程林草植被恢复率为 99.9% 高于土保持方案批复和 GB50434-2008 确定的防治目标值。

表 6-14 林草植被恢复率计算表

分区	可恢复植被面积 (hm^2)	已实施植被面积 (hm^2)	一级标准 (%)	方案目标 (%)	实际值 (%)
项目区综合	1.88	1.88	99	99	99.9%

6.3.6 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。

根据业主提供资料及现场监测情况，本项目净用地面积为 $6.07hm^2$ ，实际植被覆盖面积 $1.88hm^2$ ，计算得出本工程林草覆盖率为 30.97%。本工程边坡面积减少导致林草覆盖率降低，未达到方案设置目标值，但达到一级标准值。

表 6-15 林草覆盖率计算表

分区	占地面积 (hm ²)	植被面积 (hm ²)	一级标准 (%)	方案目标 (%)	实际值 (%)
全区	6.07	1.88	25	46.28	30.97%

6.4 水土流失危害调查结果

根据监测组现场踏勘及询问调查,本项目在建设过程中实施水土保持措施到位,已经做到对周围环境的影响降低到最小,未造成水土流失危害。

6.5 建设单位水土保持工作管理情况监测结果

建设单位昆明空港投资开发集团有限公司比较重视工程建设水土保持工作,已编报了水土保持方案,并由昆明空港投资开发集团有限公司直接对项目的水土保持工作负责,但由于方案、监测委托滞后,导致施工期部分监测数据缺失;在监测过程中,建设单位负责水土保持监测工作的资料收集、协调、配合工作,能够高效的处理监测工作中提出的整改意见。

6.6 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土壤流失量已达到允许侵蚀标准,其中大部分区域已硬化,基本不产生土壤流失,仅由于季节原因在部分区域植被长势较差,有一定水土流失隐患,但运行初期防治责任范围内的土壤流失量均已达到允许侵蚀标准。

7 结论

7.1 水土保持措施评价

7.1.1 水土流失动态变化与防治达标情况

7.1.1.1 水土流失动态变化情况

开发建设项目水土流失是一个动态变化过程，其流失强度也随之变化。

根据监测结果：本项目随着地表扰动强度增大，水土流失强度增强；随着硬化、水土保持措施效益发挥，水土流失强度逐渐减小；施工过程中土壤流失强度决定性因素为降雨，因此在雨季的流失强度远大于旱季流失强度。

7.1.1.2 防治达标情况

根据本项目水土保持监测情况，经计算分析，工程扰动土地整治率达到99.9%，水土流失总治理度达到99.9%，拦渣率达到99.9%，土壤流失控制比达到2.36，林草植被恢复率99.9%，林草覆盖率30.97%，仅林草覆盖率未达到方案设置目标值，但达到一级标准值。

本项目防治目标达标情况详见表7-1。

表 7-1 防治目标达标情况表

防治标准	一级标准值	方案目标值	监测值	达标情况
扰动土地整治率(%)	95	99	99.9	达标
水土流失总治理度(%)	97	99	99.9	达标
土壤流失控制比	1	1	2.36	达标
拦渣率(%)	95	99	99.9	达标
林草植被恢复率(%)	99	99	99.9	达标
林草覆盖率(%)	27	46.28	30.97	未达到方案目标值，已达到标准值

7.1.2 综合结论

根据项目水土保持监测，比照土壤侵蚀背景状况及调查监测结果的分析可以看出，工程建设和施工单位重视水土保持工作和生态保护，基本按照主体工程设计的内容和《水保方案》设计实施各种预防保护措施。根据监测成果分析，可以得出以下总体结论：

(1) 通过对全区调查资料进行分析，项目建设期因工程建设施工不可避免的扰动和破坏，防治责任范围内的原地貌增加了水土流失强度和程度。

(2) 通过对各工程的分项评价，认为工程水土保持工作都做得较好，特别是对绿化工程区的植被种植取得了显著的水土保持效果，最大限度地减少了

因项目建设引发的水土流失。拦挡和保护措施实施到位，对项目区以外的区域影响较小。

(3) 各个分区的各项水土保持措施到位，项目建设区实现了《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)中相关水土保持防治目标。

7.1.3 存在问题及建议

(1) 主体工程建设同步监测未能落实，给建设期水土流失情况定量分析带来了阻碍，缺乏建设期间监测数据，仅能依靠照片及资料对现场情况进行分析；

(2) 应加强对已实施的水土保持措施的管理和维护工作，在运行期定期安排巡视检查，及时排查水土流失隐患；

(3) 应加强对已实施的水土保持措施(工程、植物)的管理和维护工作，特别是要改善植被措施的生长状况，以达到水土流失防止的目的，在运行期定期安排巡视检查，及时排查水土流失隐患。

7.2 监测工作中的经验与问题

7.2.1 监测工作中的经验

(1) 施工期水土流失监测的不可替代性。

施工期水土流失监测的特点之一是时效性，工程建设过程中容易发生水土流失的区域如开挖面、施工场地等在工程竣工后大多均已不存在，它们在施工期是否有流失、流失多大，只有通过实时监测才能获得。仅通过水土流失预测不能反映施工期水土流失的真实状况，过后也无法补测，因此施工期水土流失监测具有不可替代性和实时性。

(2) 监测点布设及对应监测方法要有代表性和可操作性。

水土保持现场监测点的合理布局及设置是获得水土流失动态监测数据最重要的前提基础，监测方法具有可操作性是水土流失动态监测数据可靠、准确的技术保障。监测组共布设了4个监测点，均为调查型。监测点分别布设在挖方边坡、填方边坡、临时占地临时沉砂池出水口处(2个)，结合降雨观测，在施工现场巡回勘测，综合分析获得扰动类型的侵蚀强度。

(3) 合理监测频次是监测工作时效性的集中体现。

监测工作具有较强的时效性，必须严格按照《水土保持监测技术规程》和

《水土保持监测实施细则》确定的各监测指标的监测频次开展监测工作。只要按照合理的监测频次进行监测，监测数据才能如实反映施工过程中的动态变化情况。

(4)GPS定位仪测定面积是快速、动态监测扰动类型面积的重要方法之一。

地表扰动动态监测包括扰动类型判断与面积监测，不同的扰动类型其侵蚀强度不同，在监测过程中，必须认真调查扰动的实际情况进行适当的归类，在此基础上进行面积监测。此处的面积指的是整个防治责任范围内不同扰动类型的面积，包括原地貌和各种水土保持措施的面积。监测重点是未采取水土保持防治措施的堆土堆渣和开挖面以及施工场地等。

(5) 监测过程中发现问题及时报告，是监测工作内容之一。

开发建设项目水土保持工作的最终目的是通过实施水土流失防治措施，减少因工程建设活动造成的新增水土流失。因此，通过阶段报告对工程建设过程中的水土流失及治理状况、施工中存在的水土流失隐患及应采取的措施及时向业主报告，以便业主采取相应的防治措施，也应是监测工作的内容之一。

7.2.2 存在问题及建议

工程水土保持监测工作存在以下问题：

(1) 主体工程建设同步监测未能落实，给建设期水土流失情况定量分析带来了阻碍，缺乏建设期间的部分监测数据，仅能依靠照片及资料对现场情况进行分析；

(2) 监测时间短，监测数据不完善，监测结果合理性相对较差；

(3) 由于错过部分监测时段，导致部分水土流失监测因子无法适时进行监测，水土流失量监测结果与项目建设区域实际水土流失量可比性差，无法全面、准全地对项目建设区域进行水土流失情况总体定量评价。

为确保开发建设项目在开发建设过程中，对生态环境的影响最低，建议在今后的项目建设中能够按照批复的水保方案设计的内容合理地实施水土保持措施、及时地实施水土保持监测工作，有效防治工程建设中可能产生的水土流失。

为做好以后的开发建设项目水土保持工作，提出以下建议：

(1) 在项目建设过程中要加强领导和管理，组建专门的水保工程建设领导小组，提高施工人员的水土保持意识，落实水保资金，确保水土保持方案的

有效实施；

(2) 在施工过程中要注重水土保持临时措施的实施，以最大限度地减少施工期间的水土流失；

(3) 要注意对施工征地范围以外土地的保护，严禁扰动、占压征地范围以外的土地面积；

(4) 优化施工工艺，采用对地面扰动最小的施工方式施工建设；

(5) 项目建设完成后，加强后期的管理，确保实施的水保措施发挥好作用；

(6) 建议在以后的开发建设项目监测管理中，应加大监测管理力度，严格按照“三同时制度”进行，尽量减少监测滞后的情况发生，更好的推进水土保持监测工作；

(7) 在后续过程中，建设单位在进行施工、监理招标时，在标书中明确施工过程中的水土流失防治责任要求。在施工过程中，积极配合当地水行政主管部门做好《水保方案》的实施和监督管理，特别是水土保持监测、监理专项检查及验收工作。