

水保监测(云)字第0001号

云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿

(基建期)

水土保持监测总结报告

建设单位: 宜良红狮水泥有限公司

监测单位: 昆明龙慧工程设计咨询有限公司

二〇一九年十一月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (副本)

单位名称：昆明龙慧工程设计咨询有限公司
 法定代表人：罗松
 单位等级：★★★★（4星）
 证书编号：水保监测（云）字第0001号
 有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构：中国水土保持学会
 发证时间：2018年09月30日



**本证书此次仅供云南省宜良县
燕子窝水泥用石灰岩矿使用，再次
复印无效！**



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书 (正本)

单位名称：昆明龙慧工程设计咨询有限公司
 法定代表人：罗松
 单位等级：★★★★★（5星）
 证书编号：水保方案（云）字第0024号
 有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日

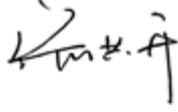
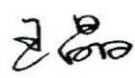
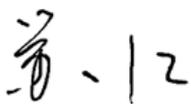
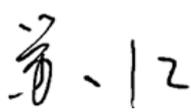
发证机构：中国水土保持学会
 发证时间：2018年09月30日



单位地址：昆明市二环西路625号云铜科技园工程技术中心B座二楼
 项目负责人：刘富平 15987165630
 技术负责人：王晶 15887215541
 项目联系人：苏江 18213905960
 传真：0871—65392953
 电子邮箱：lhsb02@163.com

云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿
水土保持监测总结报告责任页

昆明龙慧工程设计咨询有限公司

批准:	张洪开		副总经理	
核定:	刘富平		总经理助理	
审查:	王晶		总工	
校核:	胡治军		副总工	
项目负责人:	苏江		工程师	
编写:	苏江		工程师	报告编写
	陈俊昌		助理工程师	附件、图纸

目 录

前言.....	1
项目简况.....	1
监测任务由来及监测过程.....	2
监测结果.....	2
监测结论.....	3
1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 建设项目概况.....	1
1.1.1 项目基本情况.....	1
1.1.2 项目区概况.....	6
1.2 水土保持工作情况.....	11
1.2.1 建设单位水土保持管理.....	11
1.2.2 “三同时”制度落实.....	12
1.2.3 水土保持方案编报及批复情况.....	12
1.2.4 变化情况.....	13
1.2.5 水土保持监测意见及落实情况.....	14
1.2.6 水土保持监督检查意见落实情况.....	15
1.3 监测工作实施情况.....	15
1.3.1 监测计划执行情况.....	15
1.3.2 监测项目部设置.....	16
1.3.3 监测点布设.....	16
1.3.4 监测设施设备.....	17
1.3.5 监测技术方法.....	17
1.3.6 监测成果提交情况.....	17
2 监测内容与方法.....	19
2.1 监测内容.....	19
2.1.1 水土流失因子监测.....	19
2.1.2 防治责任范围动态监测.....	19
2.1.3 水土流失量动态监测.....	20
2.1.4 水土流失防治动态监测.....	20
2.1.5 水土流失危害监测.....	21
2.2 监测方法.....	21
2.2.1 调查监测.....	21
2.2.2 巡查监测.....	24
2.2.3 监测指标及监测方法.....	25
2.2.4 无人机监测.....	25
3 重点对象水土流失动态监测.....	27

3.1	防治责任范围监测	27
3.1.1	水土流失防治责任范围	27
3.1.2	基建期扰动土地面积	28
3.2	取料监测结果	28
3.2.1	设计取料情况	28
3.2.2	取料场位置、占地面积及取料量监测结果	28
3.3	弃渣监测结果	28
3.3.1	设计弃渣情况	28
3.3.2	监测确定的弃渣监测情况	28
3.3.3	弃渣监测结果变化情况	29
3.4	土石方流向情况监测结果	29
3.5	其他重点部位监测结果	31
4	水土流失防治措施监测结果	32
4.1	工程措施监测结果	32
4.1.1	方案批复的工程措施情况	32
4.1.2	实际实施工程措施情况	33
4.1.3	工程措施实施变化情况	34
4.2	植物措施及实施进度	36
4.2.1	方案批复的植物措施情况	36
4.2.2	实际实施的植物措施情况	36
4.2.3	植物措施实施变化情况	37
4.3	临时措施及实施进度	38
4.3.1	方案批复的临时措施情况	38
4.3.2	实际实施的临时措施情况	38
4.3.3	临时措施实施变化情况	39
4.4	水土保持措施防治效果	39
5	土壤流失情况监测	41
5.1	水土流失面积	41
5.2	土壤流失量	41
5.2.1	侵蚀单元划分	41
5.2.2	各侵蚀单元侵蚀模数的确定	42
5.2.3	项目建设区土壤流失量分析	44
5.3	取料、弃渣潜在土壤流失量	45
5.4	水土流失危害	45
6	水土流失防治效果监测结果	46

6.1	扰动土地整治率	46
6.2	水土流失总治理度	47
6.3	拦渣率	47
6.4	土壤流失控制比	47
6.5	林草植被恢复率	48
6.6	林草覆盖率	48
6.7	表土保护率	48
7	结论	50
7.1	水土流失动态变化	50
7.2	水土保持措施评价	50
7.3	存在问题及建议	50
7.4	综合结论	51

附件

附件 1: 水土保持监测委托书;

附件 2: 项目投资备案证 (宜发改生产〔2016〕8 号);

附件 3: 宜良市水利局关于《准予云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持方案可行性研究报告行政许可决定书》(宜水许可(水保)准〔2016〕10 号);

附件 4: 补偿费缴纳证明;

附件 5: 水保工程施工合同;

附件 6: 监测照片集。

附图

1、项目区地理位置图;

2、云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿总平面布置图;

3、云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土流失防治责任范围图;

4、云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持措施竣工及监测点布置图。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标									
项目名称	云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿								
建设规模	矿山开采面积 1.0598km ² , 开采年限 10.5a, 露天开采, 生产规模 99 万 t/a	建设单位	宜良红狮水泥有限公司						
		联系人	联系人: 赵连友: 18069959918						
		建设地点	宜良县北古城镇大薛营办事处境内						
		所属流域	珠江流域						
		工程总投资	1135.7 万元						
工程总工期	1 年								
水土保持监测指标									
监测单位	昆明龙慧工程设计咨询有限公司			联系人及电话	苏江 18213905960				
自然地理类型	北亚热带季风气候带			防治标准	I 级				
监测内容	监测指标	监测方法 (设施)			监测指标	监测方法 (设施)			
	1.水土流失状况监测	调查监测			2.防治责任范围监测	调查监测			
	3.水土保持措施情况监测	调查监测			4.防治措施效果监测	调查监测			
	5.水土流失危害监测	调查监测、巡查监测			水土流失背景值	2882.70t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围	31.84hm ²			容许土壤流失量	500t/km ² ·a				
方案设计水土保持投资	163.69 万元			水土流失目标值	500t/km ² ·a				
防治措施	①工程措施: 露天采场区表土剥离 0.60 万 m ³ , 截水沟 1054m, 土质排水沟 883m, 土质沉砂池 2 座, 土质集水池 1 座, 矿山道路区砖砌排水沟 982 m, 沉砂池 3 座; ②植物措施: 矿山道路区方案新增边坡绿化 0.38 hm ² , 行道树 837 株; ③临时措施: 矿山道路区临时覆盖 2500m ² , 表土堆场区临时覆盖 1500m ² .								
监测结论	分类指标	目标值	达到值	实际监测数量					
	扰动土地整治率	95.0%	99.8%	防治措施达标面积	0.38hm ²	永久建筑物及硬化面积	0.71 hm ²	扰动土地总面积	1.09 hm ²
	水土流失总治理度	92.0%	99.8%	防治责任范围面积	22.09hm ²	水土流失总面积	0.38hm ²		
	土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积	0.01hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a		
	拦渣率	98.0%	98.0%	植物措施面积	0.38hm ²	监测土壤流失情况	497.71t/km ² ·a		
	林草植被恢复率	99.0%	99.8%	可恢复林草植被面积	0.38m ²	林草类植被面积	0.38hm ²		
	林草覆盖率	27.0%	34.9%	实际拦挡弃渣量	/	总弃渣量	/		
水土保持治理达标评价	六项指标均达到了方案拟定目标值, 水土流失能得到有效的控制, 具有较好的生态效益, 对防治水土流失起到了重要的作用。符合相关文件要求, 达到防治目的。								
总体结论	本工程建设单位较为重视本工程水土保持工作, 基本按照工程批复《水保方案》实施了水土流失防治措施, 对抑制项目区因工程建设造成的水土流失起到了积极作用, 并有效改善了项目区生态环境。								
主要建议	后期加强绿化区植被抚育管理工作, 避免因管理不当而影响植被的保存率; 加强对排水沟等措施的日常巡视工作。								

前言

项目简况

随着“一带一路”国家发展战略的实施，云南省经济建设面临着新的飞跃，国家重点建设项目和市级重点工程愈来愈多，一大批水利、电力、道路交通、通讯基础设施建设都将逐步实施，随着城市化建设进程的加快，城镇和住宅建设、建设社会主义新农村等也将提速，这些都将对水泥形成旺盛的需求，这就为企业发展提供了广阔的市场前景和积极的发展机遇。

云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿（以下简称“燕子窝石灰岩矿”）拥有丰富的石灰岩资源，要把资源优势变为经济优势必须开发利用，建设该项目符合宜良县矿产资源开发的要求，不仅能够带动当地经济的发展，而且可以为社会提供多个工作岗位，缓解社会就业压力，总之该项目的建设必将带动地方经济的发展，促进社会稳定。

针对石灰岩矿开采，本项目区建有完善的生产、生活建筑设施，采矿、供水、供电设施齐全，能够满足项目生产生活所需的一切需求，在高效、安全的完成采矿工作的同时满足矿工生产、生活需求。

燕子窝石灰岩矿位于宜良县城 30°方向，直线距离约 10.0km 处，行政区划隶属于宜良县北古城镇大薛营办事处管辖；该矿业权由 14 个拐点圈定，地理坐标分布：东经 103°11'55" ~ 103°12'37"，北纬 24°59'13" ~ 25°00'06"。矿区距昆明 78km，距昆河铁路宜良站 7km，距南昆铁路宜良站约 3km，距离宜良红狮水泥厂约 2km。宜良至九乡公路、南昆铁路分别从矿区西侧及南侧通过，交通较方便。

燕子窝石灰岩矿采矿权范围由 14 个拐点圈定，面积为 1.0598km²，开采境界标高 1680~1550m。矿权范围内矿体呈南、北两个矿段分布，两矿段相距约 600m。矿权范围内保有资源量 2392.24 万 t，其中北矿段保有 457.73 万 t（333 类），南矿段保有 1934.51 万 t（332 类 954.20 万 t，333 类 980.31 万 t）。由于南、北两个矿段相距较远，保有资源量相差较大，矿山开采需独立开拓、穿爆、运输等生产系统。综合考虑矿山开采技术性和经济性因素，矿山分两期开采，一期开采保有资源量大、开采技术条件好、剥离废石量相对较小的南矿段，项目运行期前 5a 仅开采 1#采场，5a 后 1#、2#采场同时进行开采，需 10a 南矿段开采完毕，南矿段范围由 4 个拐点圈闭而成，面积 0.2594km²，根据矿体赋存位置及地下水影响，分东、西两个开采境界。西部境界编号 1#采场，开采标高 1644~1550m；东部境界编号 2#采场，开采标高 1644~1580m。二期开采北矿段，共需 0.5a，北矿段范围由 4 个拐点圈闭而成，面积 0.0359km²，开采标高 1659~1590m，只设一个采场。原方案运行期 5a，仅涉及南矿段 1#采场，

方案服务期确定为 5.58a（包括 0.58a 施工期和 5a 运行期）。

矿区保有储量为 2392.24 万 t，设计利用资源量 1427.83 万 t，采出矿石量 1036.15 万 t；设计生产能力为 99 万 t/年，3300t/天；矿山服务年限 10.5a；产品方案为 $\leq 800\text{mm}$ 石灰石原矿；开采方式为露天山坡-凹陷开采；采矿方法采用中深孔凿岩爆破采矿法；开拓方式为公路开拓；矿区建设内容包括露天采场、矿山道路和表土堆场等；项目总投资为 1135.7 万元，土建工程投资 235.3 万元。

本项目按项目组成共分为露天采场区、矿山道路区和表土堆场区。项目总占地面积为 17.63hm^2 ，均为永久占地。其中露天采场区 16.54hm^2 、矿山道路区 1.09hm^2 、表土堆场区 0.15hm^2 。（表土堆场布设于露天采场区内，面积不再重复计列），项目实际于 2017 年 7 月开工建设，于 2018 年 6 月建设完成，总工期为 1 年。

监测任务由来及监测过程

按照《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规的规定，昆明龙慧工程设计咨询有限公司受建设单位宜良红狮水泥有限公司委托，于 2016 年 10 月编制完成《云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持方案可行性研究报告》（报批稿），2016 年 11 月 14 日，宜良县水务局以“宜水许可（水保）准〔2016〕10 号”对《水保方案》给予批复。

根据相关法律法规要求和项目水土流失防治需要，2019 年 6 月，受建设单位宜良红狮水泥有限公司的委托，由我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担本项目的水土保持监测任务。接任后，我公司立即组织相关监测技术人员成立该项目的水土保持监测组，监测时段内（2019 年 6 月至 2019 年 10 月），监测组主要通过定位监测、调查监测和巡查监测的方式，对工程建设区域的水土流失状况与水土保持措施进行了监测，结合建设单位提供的基础技术资料、监理资料、施工过程资料和工程竣工资料分析对比，获取有关水土保持的资料和数据，在此基础上于 2019 年 10 月完成《云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持监测总结报告》。监测内容包括防治责任范围、水土流失量、土壤侵蚀形式、水土流失危害、拦渣工程及植物措施工程的防治作用、效果等。

建设单位在监测工作过程中给予了积极配合、大力支持，提供了良好的工作条件，水行政主管部门宜良县水务局和隆阳区水务局也给予了大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

监测结果

根据现场踏勘量测，结合建设单位提供的征占地资料，核定防治责任范围总面积为

22.09hm²，其中项目建设区面积为 17.63hm²，直接影响区面积为 4.46hm²。

项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 500t/km²·a。通过各项水土保持措施的实施，项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。根据《云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持方案可行性研究报告》，扰动面积原生侵蚀模数为 2882.70t/km²·a。通过监测得知项目区现状平均土壤侵蚀模数降低到 497.71t/km²·a（计算不包含矿山开采区）。

截止 2019 年 10 月，云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿实际实施的水土保持措施有：

①工程措施：

露天采场区表土剥离 0.60 万 m³，截水沟 1054m，土质排水沟 883m，土质沉砂池 2 座，土质集水池 1 座，矿山道路区砖砌排水沟 982 m，沉砂池 3 座；

②植物措施：

矿山道路区方案新增边坡绿化 0.38 hm²，行道树 837 株；

③临时措施：

矿山道路区临时覆盖 2500m²，表土堆场区临时覆盖 1500m²。

各项水土保持措施实施后，通过对项目区水土流失防治效果评价，该项目扰动土地整治率达到 99.8%，水土流失总治理度达到 99.8%，土壤流失控制比达到 1.00，拦渣率达 98.0%，林草植被恢复率达到 99.8%，林草覆盖率达到 34.9%，表土保护率达到 99.0%，各项指标均达到防治目标值。

监测结论

根据监测成果分析，在工程施工建设过程中，工程施工未引起大面积严重水土流失，水土保持措施基本完好，发挥了防治因工程建设而引发水土流失的作用。

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目地理位置

燕子窝石灰岩矿位于宜良县城北偏东 30°方向，直线距离约 10.0km 处，行政区划隶属于宜良县北古城镇大薛营办事处管辖；该矿业权由 14 个拐点圈定，地理坐标分布：东经 103°11'55"~103°12'37"，北纬 24°59'13"~25°00'06"。矿区距昆明 78km，距昆河铁路宜良站 7km，距南昆铁路宜良站约 3km，距宜良红狮水泥厂约 2km，宜良至九乡公路、南昆铁路分别从矿区西侧及南侧通过，交通较方便。

1.1.1.2 项目建设规模及特性

燕子窝石灰岩矿采矿权范围由 14 个拐点圈定，面积为 1.0598km²，开采境界标高 1680~1550m。矿权范围内矿体呈南、北两个矿段分布，两矿段相距约 600m。矿权范围内保有资源量 2392.24 万 t，其中北矿段保有 457.73 万 t（333 类），南矿段保有 1934.51 万 t（332 类 954.20 万 t，333 类 980.31 万 t）。由于南、北两个矿段相距较远，保有资源量相差较大，矿山开采需独立开拓、穿爆、运输等生产系统。综合考虑矿山开采技术性和经济性因素，矿山分两期开采，一期开采保有资源量大、开采技术条件好、剥离废石量相对较小的南矿段，项目运行期前 5a 仅开采 1#采场，5a 后 1#、2#采场同时进行开采，需 10a 南矿段开采完毕，南矿段范围由 4 个拐点圈闭而成，面积 0.2594km²，根据矿体赋存位置及地下水影响，分东、西两个开采境界。西部境界编号 1#采场，开采标高 1644~1550m；东部境界编号 2#采场，开采标高 1644~1580m。二期开采北矿段，共需 0.5a，北矿段范围由 4 个拐点圈闭而成，面积 0.0359km²，开采标高 1659~1590m，只设一个采场。原方案运行期 5a，仅涉及南矿段 1#采场，方案服务期确定为 5.58a（包括 0.58a 施工期和 5a 运行期）。

矿区保有储量为 2392.24 万 t，设计利用资源量 1427.83 万 t，采出矿石量 1036.15 万 t；设计生产能力为 99 万 t/年，3300t/天；矿山服务年限 10.5a；产品方案为≤800mm 石灰石原矿；开采方式为露天山坡-凹陷开采；采矿方法采用中深孔凿岩爆破采矿法；开拓方式为公路开拓；矿区建设内容包括露天采场、矿山道路、表土堆场等；项目总投资为 1135.70 万元，土建工程投资 235.30 万元。

本项目按项目组成共分为露天采场区、矿山道路区和表土堆场区。项目总占地面积为

17.63hm²，均为永久占地。其中露天采场区 16.54hm²、矿山道路区 1.09hm²、表土堆场区 0.15hm²。项目实际于 2017 年 7 月开工建设，于 2018 年 6 月建设完成，总工期为 1 年。

工程主要特性指标见表 1-1。

- (1) 项目名称：云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿；
- (2) 建设单位：宜良红狮水泥有限公司；
- (3) 建设地点：宜良县北古城镇大薛营办事处境内；
- (4) 建设性质：建设生产；
- (5) 建设规模：矿山开采面积 1.0598km²，开采年限 10.5a，露天开采，生产规模 99 万 t/a；
- (6) 建设工期：1 年，即 2017 年 7 月-2018 年 6 月；
- (7) 工程总投资：工程总投资 1135.70 万元，其中土建投资 235.30 万元。

表 1-1 工程技术经济指标表

序号	项目名称	单位	数量/名称	备注	
1	保有储量	万 t	2392.24		
1.1	南矿段	万 t	1934.51		
1.2	北矿段	万 t	457.73		
2	设计利用资源储量	万 t	1427.83		
2.1	南矿段	万 t	693.82		
2.2	北矿段	万 t	734.01		
3	采出矿石量	万 t	1036.15		
3.1	南矿段	万 t	998.65		
3.2	北矿段	万 t	37.5		
4	矿山设计生产能力	万 t	99		
5	矿山生产年限	年	10.5		
5.1	南矿段	年	10		
5.2	北矿段	年	0.5		
6	矿山工作制度	天/年	300		
		班/天	2		
		小时/班	8		
7	开采方式	露天山坡-凹陷开采			
8	开采经济技术指标	开采标高	m	1644 至 1550	
		开拓方式	公路开拓		
		采矿方法	中深孔凿岩爆破法，从上至下分台阶开采		
		采矿综合回收率	%	95	
		采场日生产能力	t	3300	
9	基建工程量	m ³	15500		
10	新建建筑	m ²	1190		
11	年销售收入	万元	1969.11	含税	
12	单位成本费用	元	14.58		

13	投资利税率	%	40	
14	投资利润率	%	16.11	
15	投资回收期	年	6.21	
16	工程占地面积	hm ²	17.63	
16.1	露天采场区	hm ²	16.54	
16.2	矿山道路区	hm ²	1.09	
16.3	表土堆场区	hm ²	(0.15)	
17	项目总投资	万元	1135.70	
17.1	土建投资	万元	235.30	
18	建设工期	12个月	2017.7-2018.6	

1.1.1.3 项目组成

云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿按项目建设功能区特点划分项目组成由露天采场区、矿山道路区、表土堆场区和配套设施四部分组成。占地面积为 17.63hm²。

表 1-2 项目组成表

序号	项目组成	扰动占地面积(hm ²)	建设内容
一	露天采场区	16.54	矿山分两期开采，运行期前 5a 仅开采 1#采场，5a 后 1#、2#采场同时进行开采，需 10a 南矿段开采完毕，原方案运行期 5a，仅涉及南矿段 1#采场，面积为 16.54hm ² 。
二	矿山道路区	1.09	项目新增道路 1.29km，为泥结碎石路面，路面宽度 5m，路基宽 5.5m。
三	表土堆场区	(0.15)	项目建设是剥离表土 1500m ³ ，堆存于表土堆场，表土堆场占地面积 0.15hm ² 。
四	辅助设施	----	本项目沿用原有红狮水泥厂的电路管线，无新增辅助设施
	合计	17.63	/

本项目已于 2018 年 6 月建设完成，项目各分区介绍如下：

一、露天采场区

矿区为构造溶蚀的中山浅切割地貌类型，1#采场境界内地势东高西低，最高点位于北东部，高程 1642m，最低点位于中南部凹地内，高程 1598.92m，地表相对高差 43.08m。矿体产状 270°~315°∠9°~20°，倾角平缓，出露长 450m，宽 350m，赋存标高 1642m~1550m，开采深度 92m，分 7~9 个台阶，由上至下凿岩爆破开采。台阶高度 10m，最高台阶标高 1630m，最低台阶标高 1550m。采场内 1630m、1620m 两个台阶为露天山坡状态，开拓公路直接进入采矿场。根据矿山开采区实际情况及建设单位开采计划，基建期矿山开采区扰动面积约为 16.54hm²。



露天采场区现状 2019.10.20

二、矿山道路区

根据《水保方案》及现场勘测，矿山道路大部分理由红狮水泥厂现有道路，本项目新建道路 1.29km，为泥结碎石路面，道路宽约 5m，路基宽约为 5.5m，内侧设有砖砌排水沟及沉砂池，外侧边坡已进行植被恢复。道路区总占地面积 1.09hm²。



道路区现状 2019.10.20

三、表土堆场区

根据实地踏查及施工资料显示，项目在建设过程中剥离表土 6000m³用于后期道路绿化覆土，剥离表土堆存于规划的表土堆场中，根据调查，表土堆场规划与矿区内 1#采区东部洼地内，占地面积为 0.15hm²，由于其位于 1#采区内，因此其面积计列进 1#采区中，不在进行单独计列。表土堆场堆存期间建设单位对堆存的表土进行了临时覆盖等措施，目前所堆存表土已经用于道路区域的绿化覆土，原表土堆场区域为开采区作业平台。

1.1.1.4 施工组织及工期

本项目由宜良红狮水泥有限公司负责整个建设工作，负责联络、协调工程的有关工作；由建设单位负责监理及主体施工。

1、施工材料及来源

本项目所用水泥、砖、砂石料等主要从宜良市建材市场及当地砂石场购买，未单独设置采料场，相应的水土流失防治责任由销售方负责，以上材料可通过已有道路运输到达。绿化用苗木、草籽由施工单位从宜良市当地购买。

2、临时施工场地布设

根据项目施工及监理资料，本项目施工营、场地均布设于项目建设区内，施工结束时施工营场地改建为办公生活区设施。

3、临时施工便道

本项目新增道路及现有道路为项目施工期施工道路，均为永久道路。

4、施工用水用电

本项目周边市政管网供水。周边电力供应情况良好，就近从电网接电，如有特殊情况采用柴油机发电。

5、施工工期

项目实际于2017年7月开工建设，于2018年6月建设完成，总工期为1年。

1.1.1.5 工程占地

根据工程实际建设情况、施工及监理资料，工程建设区总占地面积为17.63hm²，全为永久占地。其中露天采场区16.54hm²、矿山道路区1.09hm²、表土堆场区0.15hm²，其中表土堆场布设于项目区露天采场区内，因此其面积不再重复计列。

表 1-3 实际占地统计表单位：hm²

项目组成	占地类型及面积 (hm ²)						
	坡耕地	林地	草地	建设用地	交通运输用地	其它土地	小计
露天采场区	4.86	0.11	0.98	0.02		10.57	16.54
矿山道路区			0.06		0.58	0.45	1.09
表土堆场区						(0.15)	(0.15)
合计	4.86	0.11	1.04	0.02	0.58	11.02	17.63

注：由于表土堆场布设于项目区露天采场区内，因此其面积不再重复计列。

1.1.1.6 土石方平衡

根据工程施工及监理资料统计，工程建设实际产生土石方开挖1.62万m³，回填1.62万m³，全部综合利用不产生弃渣。开挖土石方中基础开挖1.02万m³，表土剥离0.60万m³。

土石方平衡及流向见表1-4。

表 1-4 土石方平衡及流向表单位：万 m³

序号	分区	开挖			回填利用			调入		调出		外借		废弃	
		基础开挖	表土剥离	小计	基础回填	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	露天采场		0.60	0.60						0.60	矿山道路				
2	矿山道路	1.02		1.02	1.02	0.60	1.62	0.60	露天采场						
3	表土堆场														
	小计	1.02	0.60	1.62	1.02	0.60	1.62	0.60		0.60					

注：①开挖+调入+外借=回填+调出+废弃；

②上述土石方均为自然方。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地质地貌

(1) 地貌

宜良县地势北高南低，中部平坦，山地、谷地与坝子相间分布为地貌总特点。东北部为牛头山系西坡南延，其中九乡磨盘山为最高点，海拔为 2262m。西部为梁王山系，以汤池老爷山主峰为最高点，海拔 2730m，为全县的最高点。南部以竹山总山神为最高点，海拔为 2584m，南部的南盘江与巴江汇合处的老熊箐尾巴，海拔 1270m，为全县的最低点。县城海拔 1536m，全县海拔一般为 1500~1800m，最高点与最低点的高差为 1460m。较大的坝子有宜良、汤池、马街、草甸四个，与四周山脉丘陵错落相间，全县坝子面积占总面积的 11%；较宽的谷地有北羊街、耿家营、竹山三个。据第三次土地普查结果，全县山地面积占总土地面积的 88%，坝区（盆地）面积仅占 11%，水域占 1%。

石灰石矿区位于宜良盆地北东边缘，南盘江北西岸山脊缓坡地带，地形北高南低，西高东低，北部山脊海拔最高 1673.5m，东部河床海拔最低 1534.5m，最大相对高差 139m，为构造溶蚀的中山浅切割地貌类型。

(2) 地质

1) 区域地质

宜良县境区域构造地处滇东台褶带昆明山字型构造前弧的东翼，地质构造复杂，有南北向构造体系、新华夏构造体系及东西向构造体系，其中南北向构造体系为境内主要构造体系。

矿区所处大地构造属扬子准地台（I）滇东北拗褶带（I1）牛首山隆起区（I31）中段西部边缘，区内出露地层较齐全，构造较发育，无岩浆活动及变质作用。

区域内出露地层有：元古界震旦系下统上统；古生界寒武系下统中统、志留系中统上统及泥盆系下统、中上统，还有石炭系下统上统、二叠系下统；新生界下第三系与第四系。其中：志留系中统马龙群为设计开采的石灰岩矿含矿层位。

区域内构造主要由一系列北北东—南南西的断层和折皱组成，另有少量晚期东西向的横断层分布。

区域内矿产资源较为丰富，内生矿产有铜、铅、锌、铁矿等，外生矿产有烟煤、褐煤、水泥用石灰岩矿、建筑石料、砂、砖瓦粘土及石膏矿。

2) 矿区地层及岩性

矿区出露地层简单，仅有志留系、古近系与第四系，由老至新分述于下：

志留系(S)：区内仅出露其中统马龙群(S2m) 及上统玉龙寺群(S3y)地层。

①马龙群(S2m)：区内按其岩性组合特征分为三段，由下至上分别为：

a、第一段(S2ma) 分布于矿区东部，细分为三层。

第一层(S2ma-1)：为下矿层底板，岩性为灰褐—灰黑色页岩，顶部为不稳定泥质灰岩、泥灰岩，厚度 > 66.0m；

第二层(S2ma-2)：为下矿层含矿层位，岩性为灰、深灰、灰黑色灰岩，具隐晶—微晶结构，中厚层状构造。岩石质纯性脆，具贝壳状断口，底部为含燧石灰岩、含泥质灰岩。与下伏地层渐变过渡，整合接触。厚度 27 ~ 53m。

第三层(S2ma-3)：为下矿层顶板，岩性为灰褐—灰黑色中层状含白云质灰岩，局部夹灰岩透镜体。与下伏地层渐变过渡，整合接触。厚度 15 ~ 21m。

b、第二段(S2mb)：分布于矿区中部之南北向山脊一带，为上矿层底板。岩性为深灰—灰黑色薄层状泥质灰岩，中部夹泥灰岩，局部在走向上过渡为钙质页岩。与下伏地层呈渐变过渡，整合接触。厚度 40 ~ 46m。

c、第三段(S2mc)：分布于矿区中、西部，为上矿层含矿层位。岩性为浅灰—深灰色中厚层状灰岩，具贝壳状断口，表面可见溶窝、溶孔分布。局部夹有含燧石灰岩、泥质灰岩，底部为含泥质灰岩。与下伏地层界线清楚，整合接触。厚度 72 ~ 92m。

②玉龙寺群(S3y)：分布于矿区西部，为上矿层顶板。岩性为灰褐—灰黑色页岩，钙质页岩夹粉砂岩。与下伏地层界线清楚，整合接触。厚度 > 56.0m。

古近系(E): 呈残留体零星分布于矿区中部、西部山脊地带。中部山脊岩性为紫红色泥岩、砂砾岩, 厚度 0~30.0m; 西部山脊岩性为灰色钙质砾岩, 厚度 2~5m。均不整合于下伏地层之上。

第四系(Q): 分布于矿区缓坡、凹地及落水洞一带, 岩性为红褐色残坡积粘土、含砾粘土, 均不整合于下伏地层之上。厚度 0~15.0m。

3) 水文地质

①地形地貌及地表水体特征

矿区位于宜良盆地北东边缘, 南盘江北西岸山脊缓坡地带, 地形北高南低, 西高东低, 北部山脊海拔最高 1673.5m, 东部南盘江河床海拔最低 1534.5m, 最大相对高差 139m。山脊坡地较开阔, 相对高差 50m 左右, 为构造溶蚀的低中山地貌

矿区东部为南盘江, 河床高程 1542~1534.5m, 平均流量 60.4m³/s; 此外, 矿区内有少量季节性积水洼地分布, 旱季自然疏干, 区内无泉出露。

②含水层(组)

a、孔隙含水层(组)

为 Qed1 残坡积粘土、含砾粘土层, 厚 0~15m。多分布于缓坡及岩溶漏斗、洼地内, 分布局限, 滞水性强, 雨季常使洼地积水, 富水性极弱, 对矿坑无充水影响。

b、裂隙含(隔)水层(组)

为古近系(E)、玉龙寺群(S3y)、马龙群第一段第一层(S2ma-1)。

E: 为钙质砾岩、泥岩、砂砾岩, 地表风化较强, 雨季局部地段有渗(滴)水现象, 渗水量 < 0.01l/s, 富水性极弱, 且多呈残留体分布, 规模小, 含水量孔隙裂隙水, 对矿坑充水影响不大。

S3y: 为钙质页岩、页岩夹粉砂岩, 地表风化破碎, 雨季局部地段有渗水, 流量 < 0.01 l/s, 富水性极弱, 对矿床无充水影响, 为相对隔水层, 构成岩溶含水层(组)的西部隔水边界。

S2ma-1: 顶部为泥质灰岩, 其余为页岩, 无泉及渗水出露, 页岩富水性极弱, 为相对隔水层, 构成岩溶含水层(组)的东部隔水边界。

c、岩溶含水层(组)

为 S2mc、S2mb、S2ma-3、S2ma-2, 岩性为灰岩、泥质灰岩、含白云质灰岩等, 各层间无隔水层存在, 彼此间水力联系密切, 在矿区构成统一的岩溶含水层(组), 呈裸露—半埋藏型南北向条带状展布。地表岩溶发育, 岩溶形态多以岩溶漏斗、洼地、落水洞为主。地下

岩溶均为规模较小的溶蚀裂隙,单孔岩溶率 0~1.62%,平均 0.74%,岩溶不发育。该含水层(组)区内无泉出露,终孔静止水位观测结果,平水期地下水位埋深 40.72~73.86m,高程 1563.92~1568.89m。

③构造水文地质

上、下矿层及其顶、底板总体呈向西缓倾的单斜层状构造,倾向 263~281°,倾角 14~18°,层面构造清晰,产状较稳定,但局部略有变化。

矿层及其顶、底板岩溶含水层(组)节理裂隙较发育,裂面溶蚀明显,多为粘土充填,不利于大气降雨直接入渗。

矿区地表岩溶发育,共有 25 个岩溶漏斗、洼地和落水洞,漏斗、洼地底部多被粘土覆盖,雨季常形成积水,而落水洞均分布于洼地中,是矿区季节性大气降雨地表水流的主要排泄通道。通过落水洞,大气降雨集中补给岩溶含水层(组),补给条件较好,地下水迳流方向与含水层(组)走向基本一致,向南迳流,并于南盘江畔于 S2mc 中以泉的形式排泄。

(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),项目区地震动峰加速度为 0.3g,地震动参数反应谱特征周期为 0.45s,地震基本烈度为 VIII 度。根据《水工建筑物抗震设计规范》(SL203-97)规定,项目区工程抗震设计烈度为 VIII 度。

区域地震活动频繁,区域稳定性差,区内新构造运动呈间歇性缓慢上升态势。根据“宜良幅区域水文地质普查报告”,本区历史上发生的最大震级为 5.5 级(1560 年 4 月,震中位置东经 103.2°,北纬 24.9°)。

1.1.2.2 气象

宜良县内气候温和,气候属北亚热带季风气候,夏无酷暑,冬无严寒,年平均气温 16.3℃,年极端最高气温 33.9℃,最低气温-6.2℃;年平均日照 2177.3 小时,全年无霜期 260 天左右。

据宜良县气象站资料,项目区所在地属于北亚热带季风气候带,日照充足,气温、地温变幅不大。年平均气温 16.3℃,平均日照 2177.3h,年平均降雨量 912.2mm,最冷月(1 月)平均 8.1℃,最热月(6~7 月)平均温度 21.8℃。极端最高气温 35.6℃(1996 年 5 月 1 日),极端最低气温零下 10.1℃(1983 年 12 月 28 日夜),冬夏起伏小,秋季平均每月下降 3.4℃,气温日较差年平均值为 12.3℃,其中春季大,秋季小。多年平均蒸发量 2123.2mm,相对湿度 75%,全年多为西南风,间有东北风,年平均风速为 2.4m/s,最大风速 19m/s。其中 20 年一遇 1h、6h、12h 最大降雨量分别为 47.32mm、68.36mm、93.75mm。

1.1.2.3 河流水系

宜良县水资源丰富。全县年产水 5.73 亿 m^3 ，其中地表水 4.68 亿 m^3 ，地下水 1.05 亿 m^3 ，年入境窖水 19.96 亿 m^3 ，年水资源总重量达 25.64 亿 m^3 。县境内有大小河流 36 条，属珠江流域水系，径流面积在 100 km^2 以上的南盘江、贾龙河、麦田河、獐子坝河，摆衣河、巴江等。水能蕴藏量达 25.2 万 kW，可开发利用约 10 万 kW。境内还有丰富的地下热水资源。

项目区内属南盘江水系，主要河流南盘江自北向南自矿区东侧及南侧约 500m 处流过，水资源丰富。南盘江为宜良坝子农田灌溉及县境工业用水的重要水源，最高洪水位 1530m，位于厂区最低海拔 1580m 之下，不存在南盘江对厂区造成冲击和侵蚀的隐患。

1.1.2.4 土壤及植被

(1) 土壤

宜良县境内的土壤主要有红壤、水稻土、紫色土、冲积土；红壤占全县土地总面积的 85%；水稻土占全县土地总面积的 8.6%；紫色土占全县土地总面积的 4.0%；黄棕壤占全县土地总面积的 1.8%；冲积土土占全县土地总面积的 0.6%。

本工程建设区土壤以红壤、石灰岩土等为主，零星分布少量黄壤，土层厚度约为 30cm ~ 40cm，土壤性质偏酸、土层中厚、粒状结构、表层疏松、自然肥力中等。

(2) 植被

宜良县动植物种类繁多。常见野生植物达 1300 余种，有地衣、藻类、菌类、蕨类、裸子植物、被子植物、庭园花卉、药用植物等，其中有常见树种 100 余种，主要是用材林、经济林、薪炭林树种。宜良县林业用地面积 104089 hm^2 ，占全县土地总面积的 54.24%，非林业用地面积 87110 hm^2 ，占全县土地总面积的 45.76%。森林覆盖率 46.43%，其中：有林地覆盖率 46.04%，国家特别规定灌木林覆盖率 0.39%。林木绿化率 50.39%，其中：有林地和灌木林地的林木绿化率 49.99%，四旁树的林木绿化率 0.40%。

根据实地踏勘，项目建设区植被以次生林、人工林级荒草地为主，植被盖度低。项目建设区林草覆盖率为 6.5%。

1.1.2.5 侵蚀类型与强度

按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，土壤侵蚀模数允许值为 500 $t/km^2 \cdot a$ 。项目区原地貌主要为坡耕地、林地、草地、交通运输用地，土壤侵蚀模数背景值为 2882.70 $t/km^2 \cdot a$ 。项目建设过程中将扰动地面产生水土流失，水土流失类型以水力侵蚀为主，随着工程建设完工，地表硬化覆盖、排水及绿化措施的实施，各扰动区域水土

流失得到控制和治理，根据监测数据，项目现状侵蚀模数降为 $497.71\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，流失强度为微

1.1.2.6 水土流失重点防治区划

一、监测介入时间为 2019 年 6 月，根据《水保方案》及其批复(宜水许可(水保)准〔2016〕9 号)，本项目水土流失防治执行标准按建设类项目一级标准执行。据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤允许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；

二、根据最新文件《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防保护区和重点治理区的公告》(云南省水利厅公告〔2017〕第 49 号)规定，项目所在地宜良市宜良县北古城镇大薛营办事处属于滇东岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区；

三、本项目监测按一级标准执行。

1.1.2.7 项目区现状水土流失情况

项目目前场区已布设有排水沟、沉砂池及绿化等措施。随各项防治措施的实施，有效地降低了水土流失危害。根据监测组现场调查，项目区水土流失情况简述如下：

(1) 露天采场区：矿山露天采场区已全面扰动，并已进行部分区域开采，形成少量开采平台及边坡，其余大部分为裸露平台，方案已于部分开采平台实施区域实施土质排水沟及沉砂池，在排水沟末端设置集水池，水土流失得到一定控制，区域现状秦时强度判定为中度。

(2) 矿山道路区：基本为泥结石铺筑的路面，道路一侧布设有砖砌排水沟，在排水沟出水口处布设有沉砂池，同时针对道路边坡区域，目前已实施有行道树及边坡绿化措施，扰动区域水土流失得到明显控制，区域现状侵蚀强度判读为轻度。

(3) 表土堆场区：由于表土堆场布设于露天采场区内，在表土利用完之后，对堆土区域进行了清理，其现状为开采平台，区域现状秦时强度判定为中度。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

工程建设过程中，建设单位严格履行基本建设程序，认真执行项目审批制度。在项目建设过程中，制定了多项施工管理、财务管理办法，严格按照法定程序办事。工程质量管理的内容和目标层层落实，责任到人。施工管理中以加快施工进度、避免雨季施工、减少土石方活动、土石方采用即运机制、施工过程中采取了临时覆盖、沉沙、临时排水沟等措施进行水土流失控制。工程建设项目管理的办法、制度和措施，对确保工程建设的顺利进行起到了重

要的作用。

1.2.2 “三同时”制度落实

本项目于2015年9月17日取得“关于《云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿资源储量分割核实报告》矿产资源储量评审备案证明”（宜国土资矿储备字〔2015〕04号），2015年11月5日取得《矿产资源开发利用方案评审备案登记表》（宜矿开备〔2015〕10号），2016年8月29日取得《宜良县投资项目备案证》（宜发改生产〔2016〕8号）；建设单位按照《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和云南省的有关法律法规要求，于2016年1月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行水土保持方案编制工作，于2016年11月14日取得《宜良市水利局关于准予云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持方案可行性研究报告行政许可决定书》（宜水许可（水保）准〔2016〕10号）；2017年7月工程正式开工，并于2018年6月完成基建期主体工程施工，期间实施了水土保持工程植物措施、临时措施并未及时实施水土保持工程措施，2019年6月建设单位委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行本项目水土保持监测工作，至2019年10月完善了水土保持工程措施，目前本工程处于试运行期，实施后的永久水保措施与主体工程同时运行。

1.2.3 水土保持方案编报及批复情况

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》及相关法律法规，2016年1月，建设单位委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担本项目水土保持方案的编制工作。报告书编制完成后由宜良县水务局组织专家对该方案进行了技术评审，编制单位根据与会专家和领导的评审意见认真进行了报告的修改，上报水行政主管部门。2016年11月14日，宜良县水务局以“宜水许可（水保）准〔2016〕10号文”对《水保方案》给予批复。

《水保方案》批复主要内容有：

一、宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿位于宜良县县城30°方向，直线距离为10.0km，行政区划属宜良县贝古城镇管辖，矿区地理坐标为：东经103°11'55"-103°12'37"，北纬24°59'13"-25°00'06"。矿区距昆明78.0km，距昆河铁路宜良站7.0km，距南昆铁路宜良站约3.0km，距宜良红狮水泥厂约2.0km，宜良至九乡公路、南昆铁路分别从矿区西侧及南侧通过，交通较方便。工程占地面积共计23.24hm²。露天采场占地16.54hm²，矿石堆场占地3.21hm²，辅助生产区占地0.22hm²，办公生活区占地0.40hm²，矿山道路占地1.37hm²，表土堆场1.50hm²；项目建设区原始占地类型为坡耕地、林地、草地、建设用地、交通运输用地和其它土地，其中占用林地0.12hm²，占用草地1.62hm²，占用坡耕地6.70hm²，占用交通运输用地0.18hm²，

占用建设用地 0.10 hm^2 ，占用其它土地 14.53 hm^2 。项目总投资为 1135.7 万元，土建工程投资 235.3 万元，资金全部由宜良红狮水泥有限公司自筹解决。项目于 2016 年 9 月开工建设，于 2017 年 3 月完工，设计水平年为 2018 年。本方案的服务年限为 5.58 年（2016 年 9 月~2022 年 3 月）。

二、《报告书》的编制基本符合水土保持有关法律法规和《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50434-2008）、《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）等技术规范、规程及标准的要求。

三、基本同意《报告书》确定的防治责任范围，水土流失防治范围总面积为 31.84 hm^2 ，其中项目建设区面积为 23.24 hm^2 ，直接影响区面积为 8.60 hm^2 。

四、基本同意《报告书》对工程建设占地类型及水土流失预测结果。扰动原地貌、损坏土地面积为 23.24 hm^2 ，损坏水土保持设施面积为 1.74 hm^2 。项目预测水土流失总量为 12826.32t，新增水土流失量为 10822.39t。

五、基本同意《报告书》中防治措施的布局及设计。本方案新增水土保持措施及工程量为：①工程措施：浆砌石排水沟 3155m，素砼排水沟 3825m，挡墙排水沟 125m，浆砌石截水沟 440m，土质沉砂池 2 座，土质集水池 2 座，沉砂池 5 座，沉砂井 8 口，干砌石挡渣墙 430m。②植物措施：平台及边坡绿化 2.09 hm^2 ，临时绿化 1.50 hm^2 ，行道树栽植 507 株。③临时措施：临时覆盖 15000 m^2 。

六、基本同意工程项目水土保持方案概算的编制方法，核定水土保持投资概算 163.69 万元，其中主体工程已列投资 81.23 万元，本方案新增水保投资 82.46 万元。方案新增投资中工程措施 39.30 万元，植物措施 3.36 万元，临时措施 8.35 万元，独立费用 24.32 万元（其中工程建设监理费 2.32 万元，水土保持监测费 11.98 万元），水土保持补偿费 2.61 万元，基本预备费 4.52 万元。

七、基本同意水土保持防治目标值及效益分析。防治目标中：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 92%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 98%，林草植被恢复率 99%，林草覆盖率 27%。经效益分析，水土保持方案实施后，基本能达到水土流失防治确定的各项目标值。

1.2.4 变化情况

水土保持方案经批准后，生产建设项目地点、规模未发生重大变化，根据现场踏查，项目实际建设与原方案存在以下变更：

1、由于实际建设是本项目直接利用红狮水泥厂建设的工业场地，因此原方案中的矿石堆

场、辅助生产区、办公生活区均未启用，导致项目占地面积减少，同时取消了原设计的对应各区的措施；

2、由于原设计的矿石堆场、辅助生产区、办公生活区未启用，原方案中的矿山道路区有所改变，实际建设时利用部分红狮水泥厂现有矿山道路，仅新建了部分道路，新建道路较原设计道路长度减少；

3、原设计表土堆场布设于露天采场区外，实际建设时将表土堆场布设于露天采场东部洼地，其占地计入露天采场区内。

1.2.5 水土保持监测意见及落实情况

2019年6月，我单位监测项目组进场，结合工程的水土保持实施及工作开展情况，针对云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿提出了以下建议：

	
<p>监测意见：完善露天采场外围截水沟</p>	<p>落实情况：已在外围实施素砼截水沟</p>
	
<p>监测意见：完善采场内部开采平台排水沟，并修建沉砂池、集水池</p>	<p>落实情况：已实施开采平台排水沟，并修建沉砂池、集水池</p>



1.2.6 水土保持监督检查意见落实情况

当地水行政主管部门于2019年10月15日对本项目进行监督检查, 针对现场情况进行踏勘, 踏勘结束后同意建设单位进行自主验收, 并要求建设单位加强后期管护, 尤其雨季排水措施运行情况, 及场内绿化恢复情况。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测计划执行情况

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测规程》(办水保〔2015〕139号)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)和水利部令第16号《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(2005年7月8日, 24号令修改)有关规定, 宜良红狮水泥有限公司于2019年6月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行该工程的水土保持监测, 接到任务之后, 我单位针对本项目成立监测组, 本项目没有开展监测实施方案的编制, 但制定了相应的监测计划, 根据建设工期制定监测时段, 2019年6月进场开展监测, 2019年10月完成监测工作, 期间监测组共进场4次。根据项目的水土流失特点, 采用定位监测、调查监测、巡查监测等方法对本项目开展了水土保持生态环境变化、水土流失动态变化、水土保持防治效果、重大水土流失事件等方面的监测工作, 分析项目建设区水土流失及其影响因子的变化情况, 查清项目建设区内水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果。同时, 根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。并提交了水土保持监测完善建议以及自主验收工作建议。

云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿监测时段始于2019年6月, 止于2019年10月, 监测时段为5个月。在接受水土保持监测任务后, 我公司监测组技术人员先后共4次进入现场

进行实地监测，进场监测时间分别是 2019 年 6 月 10 日、2019 年 6 月 26 日、2019 年 9 月 16、2019 年 10 月 15 日。结合本项目实际，主要以调查监测法为主，巡查监测辅助的模式进行监测。

1.3.2 监测项目部设置

为确保本项目监测工作顺利展开，我公司成立由专门的项目监测组。其中，总监测工程师全面负责监测合同的履行，主持本项目监测机构的工作，在项目执行期间保持稳定；如果遇到特殊情况，总监测工程师需要发生变化，我公司将充分征求建设单位的意见，并书面通知建设单位，陈述变更的原因。

监测组人员负责现场的监测工作。同时组成数据分析组，负责实测数据归档、分析以及报告的编写。监测人员组织安排见表 1-6。

表 1-6 水土保持监测项目部人员配备表

序号	姓名	职称或职务	专业或从事专业	监测工作分工
领导小组	罗松	高级工程师	法人代表/水工	项目管理
	张洪开	高级工程师	水工	成果审查
水土流失因子监测组	保春刚	工程师	水土保持	水土流失因子监测组组长，负责土壤分析
	樊利武	工程师	水土保持	负责水土流失因子监测
水土流失状况监测组	胡治军	工程师	水土保持	水土流失状况监测组组长，负责监测报告编写
	宁何	工程师	水土保持	负责水土保持状况监测
防治效果监测组	苏江	工程师	水土保持	水土流失防治效果监测组组长，项目负责人，负责监测报告统稿
	姜东新	工程师	水土保持	负责水土保持效果监测

1.3.3 监测点布设

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》中监测点布设原则和选址要求，在实地踏勘的基础上，针对本项目的工程特点、施工布置、水土流失的特点和水土保持措施的布局特征，并考虑观测与管理的方便性，兼顾开展水土保持监测的典型性和可操作性原则，水土保持监测主要对水土流失情况、水土保持措施实施数量及质量、水土保持措施运行情况以及植被生长状况进行监测。主要在露天采场区、矿山道路区、直接影响区等具有代表性的地段布设 4 个监测点。

表 1-7 水土保持监测点位布设表

监测分区	监测点位置	监测点编号	监测点类型	监测方法及内容
露天采场区	采区	1#监测点	巡查型	GPS 复合面积；矿山开采区扰动范围
矿山道路区	泥结石路面区域	2#监测点	调查型	用 GPS 复核面积；各类水土保持措施实施、运行等情况
	道路边坡区域	3#监测点	调查型	GPS 复合面积；监测绿化树种、草籽的存活率、保存率等植被恢复情况监测
直接影响区	直接影响区	3#监测点	巡查型	GPS 复合面积；项目防治责任范围

1.3.4 监测设施设备

根据《水土保持监测技术规程》、《水土保持监测设施通用技术条件》以及相关的监测技术要求，本项目监测所选定的监测点需配备多种监测设备、工具和设施。经统计，本项目水土保持监测使用了以下设备，详见下表。

表 1-8 水土保持监测使用设备表

序号	设施和设备	规格或型号	单位	数量	备注
一	设施				
1	水土保持措施运行效果监测点	/	个	1	用于观测水土保持措施实施及运行情况
二	设备				
1	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
2	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
3	皮尺或卷尺		套	1	测量植物生长状况
4	数码照相机	佳能	台	2	用于监测现场的图片记录
5	无人机	大疆 DJ4	台	1	用于监测现场的影响记录
6	数码摄像机	佳能	台	1	用于监测现场的影像记录
7	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
8	辅材及配套设备				各种设备安装补助材料

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测规程》(办水保〔2015〕139号)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)和水利部令第16号《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(2005年7月8日,24号令修改)有关规定,结合本项目监测内容及指标,确定本次水土保持监测方法主要以调查监测为主,巡查监测辅助的模式进行监测。

1.3.6 监测成果提交情况

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测规程》(办水保〔2015〕139号)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)和水利部令第16号《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(2005年7月8日,24号令修改)有关

规定，结合项目所在区域气候、土壤、地形地貌等自然条件、项目实际情况，工程于2017年7月开工，2018年6月完成主体施工，监测委托滞后，监测组于2019年6月进场，监测介入时，项目区基建期主体施工已完成，经监测项目组全过程实地查勘、调查，收集监测相关数据，为水土保持设施验收提供必要的技术资料。监测时段为2019年6月~2019年10月。共提交了1期季报，1期整改意见函，具体监测内容及监测成果见表1-9。

表 1-9 监测内容及监测成果

监测次序	监测时间	监测方法、内容	监测成果
1	2019年6月10日	针对项目建设区全面详细的巡查，布设监测信息牌	制定完成监测计划，在宜良县水务局进行了监测备案，并完成第一期季报
2	2019年6月26日	对项目建设区扰动范围进行了详细调查，针对不同的区域设置对应水保措施	完成项目整改意见函并报送建设单位
3	2019年9月16日	针对项目施工现场进行施工指导及完善措施	未编制报告
4	2019年10月15日	针对项目施工结果进行现场踏勘，并配合水务局完成现场监督检查工作	未编制报告

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测规程》(办水保〔2015〕139号)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)和水利部令第16号《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(2005年7月8日,24号令修改)有关规定及《水保方案》,结合本项目水土保持的监测目标和原则,调查分析项目建设区水土流失及其影响因子的变化情况,查清项目建设区内水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果。同时,根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。本工程水土保持监测内容主要包括以下几方面:

2.1.1 水土流失因子监测

- (1) 地形、地貌、降雨、水系、土壤、林草覆盖度;
- (2) 建设项目实际占用地面积、扰动地表面积;
- (3) 工程实际挖方、填方数量及面积,弃土、弃石、弃渣量及堆放面积。

2.1.2 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。本项目监测根据现场踏勘及业主、监理单位、施工单位提供的资料来复核项目实际发生变化的防治责任范围。

(1) 项目建设区

① 永久性占地

永久性占地是指项目建设征地范围内、由项目建设单位负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。永久性占地面积由国土部门按权限批准。水土保持监测是对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。

② 临时性占地

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

③ 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。

2.1.3 水土流失量动态监测

根据项目实际建设情况，对工程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，通过对监测时段内的土壤流失量进行量化以评价项目区治理达标与否。

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

土壤侵蚀模数是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。

2.1.4 水土流失防治动态监测

根据本项目现状，水土流失防治监测主要是针现有水保措施及水土流失情况开展监测工作，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) 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，水力侵蚀形式分为面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

(2) 水土保持措施防治效果动态监测

A 防治措施的数量与质量

主要包括防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量。

B 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

对工程建设过程中所采取的措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

C 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

水土保持措施防治效果动态监测是针对整个工程的全部区域开展的，监测工程建设实际情况是否按照《水保方案》中的防治要求实施，水土保持管理措施实施情况。

2.1.5 水土流失危害监测

- 1、产生的水土流失对下游河道、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、重大水土流失事件监测。

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

2.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测规程》(办水保〔2015〕139号)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)和水利部令第16号《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(2005年7月8日，24号令修改)有关规定和本工程建设现状及水土流失的特点，本项目的监测主要以调查监测法为主和巡查监测辅助的模式进行监测。

2.2.1 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、无人机、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(特别是临时堆土和开挖面坡长、坡度、岩土类型)及水土保持措施(排水工程、绿化工程和临时工程等)实施情况。

(一) 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，如临时堆土、回填土、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。面积监测的时段为基建期。

(1) 水土流失防治责任范围监测

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。

(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。水土流失面积的监测主要是在施工期开展监测工作。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区实地监测水土流失面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失面积。

(二) 其它调查监测

(1) 水土流失因子

水土流失因子监测是在基建期和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，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《水保方案》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤PH值、土壤抗蚀性，具体监测方法如下：

土壤类型及地面组成物质识别鉴定标准见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 国际制土壤质地分类

质地分类		各级土粒重量 (%)		
类别	质地名称	粘粒 (<0.002mm)	粉沙粒 (0.02 ~ 0.002mm)	砂粒 (2 ~ 0.02mm)
沙土类	沙土及壤质沙土	0 ~ 15	0 ~ 15	85 ~ 100
壤土类	砂质壤土	0 ~ 15	0 ~ 45	40 ~ 85
	壤土	0 ~ 15	35 ~ 45	40 ~ 55
	粉沙质壤土	0 ~ 15	45 ~ 100	0 ~ 55
粘壤土类	砂质粘壤土	15 ~ 25	0 ~ 30	55 ~ 85
	粘壤土	15 ~ 25	20 ~ 45	30 ~ 55
	粉沙质粘壤土	15 ~ 25	45 ~ 85	0 ~ 40
粘土类	砂质粘土	25 ~ 45	0 ~ 20	55 ~ 75
	壤质粘土	25 ~ 45	0 ~ 45	10 ~ 55
	粉沙质粘土	25 ~ 45	45 ~ 75	0 ~ 30
	粘土	45 ~ 65	0 ~ 35	0 ~ 55
	重粘土	65 ~ 100	0 ~ 35	0 ~ 35

表 2-2 野外土壤质地指感法鉴定标准

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球 (直径 1cm)	湿时搓成土条 (2mm 粗)
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾, 搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主, 有少量细土粒	感觉主要是砂, 稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球, 轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多, 细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块, 相当于压断一根火柴棒的力	可成球, 压扁时边缘裂缝多而大	可成条, 轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当, 有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球, 压扁时有小裂缝	可成条, 弯成 2cm 直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球, 压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎, 锤击也不成粉末	可成球, 压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁无裂缝
土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球 (直径 1cm)	湿时搓成土条 (2mm 粗)
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾, 搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主, 有少量细土粒	感觉主要是砂, 稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球, 轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多, 细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块, 相当于压断一根火柴棒的力	可成球, 压扁时边缘裂缝多而大	可成条, 轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当, 有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球, 压扁时有小裂缝	可成条, 弯成 2cm 直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球, 压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎, 锤击也不成粉末	可成球, 压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁无裂缝

B 土壤含水率测定

用铝盒在剖面上取三个土样, 带回室内称得湿土重, 然后在 105 度烘箱中烘 8 小时至恒重, 称得干土重, 用下列公式计算土壤含水率:

$$\text{土壤含水率} = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100\%$$

水土流失因子监测中的地形地貌因子、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是针对全区开展的; 土壤因子的监测是根据实际需要, 在工程的不同区域选取有代表性的土样进行测算, 确定不同扰动类型下的土壤其土壤侵蚀强度及侵蚀量的关系。

2) 水土流失防治动态监测

(1) 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。

(2) 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谷坊、沉砂池、砖砌排水沟等工程，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裂缝、谷坊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。

2.2.2 巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和基建期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法。结合项目实际情况，本项目监测于2019年6月份介入，主要针对项目基建期及试运行期进行监测，巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

(1) 水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

B 对周边水利设施影响情况

通过实地踏勘、走访群众、项目管理人员等形式进行监测。

C 其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

(2) 重大水土流失事件监测

根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

2.2.3 监测指标及监测方法

结合项目特点，本项目监测中选用植被样方法进行监测。

植被样方可用于调查林草植被的生长发育状况，根据监测指标不同，具体的测量方式方法也不同。根据本项目监测实际情况，主要监测指标测量方法如下：

(1) 林木生长情况

①树高：采用测高仪进行测定。

②胸径：采用胸径尺进行测定。

(2) 存活率和保存率

根据工程实际情况，对本项目全线行道树存活率和保存率进行统计，查看绿化苗木成活的株数占绿化苗木总株数的百分数，一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

人工种草成活率是指在随机设置 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m² 以上为合格，并计算和各样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

(3) 林草覆盖度监测

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

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum(C_i A_i)}{A} \times 100\%$$

式中：C_i 为林地、草地郁闭度或盖度；A_i 为相应郁闭度、盖度的面积；A 为流域总面积。

2.2.4 无人机监测

随着“无人机”技术不断成熟、完善、普及，民用已经很广泛，如国土监察、城市规划、水利建设、林业管理、实时监控、影视航拍、广告摄影、气象遥感等领域。无人机具有能在云层下低空飞行、无需机场起降、而且成本低、运用灵活等优点，因此可以轻易获取相对清晰的影像。因而，无人机航拍更适合安全性要求高，拍摄成果质量要求高、散列分布式任务，大比例尺测图等工作需求。

无人机监测的主要技术路线是：

1、航摄方案设计

以监测区地形图为基础，根据监测区域地形、地貌设计航摄方案。主要包括航摄比例尺、重叠度、航摄时间等。

2、外业工作

在航摄区域布设一定数量的地面标志，无人机起飞后即可野外航摄。

3、数据预处理及格式标准化

整理航摄范围内航片、清除异常航片、错误纠正、重复航片的清除等。

4、数据处理及解译校对

利用遥感影像处理软件对影像进行拼接、纠正、调色等处理；通过野外调查，建立解译标志；依据解译标志针对影像提取植被覆盖度及土地利用信息；利用 GIS 坡度分析功能从 DEM 数据空间分析获取坡度信息。

5、分析比对叠加及成果输出

结合土壤侵蚀分级指标，在建立的土地利用、植被覆盖和坡度三类信息的矢量图层基础上，利用 GIS 矢量图层叠加分析，根据土壤侵蚀分类分级标准判别各划分单元的土壤侵蚀强度。利用同样的方法，对项目实施完成的航拍影像进行处理，得到项目监测期末的各项数据，通过对比分析，得到水土保持动态监测结果；通过项目区控制点进行空间插值可以获得项目区的 DEM，通过与原地形对比分析，计算项目扰动情况

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

根据“宜水许可（水保）准〔2016〕10号文”批复情况，云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土流失防治责任范围总面积为 31.84hm²。其中项目建设区面积为 23.24hm²，直接影响区面积为 8.60hm²。详见表 3-1。

表 3-1 《水保方案》确定水土流失防治责任范围

项目组成	占地类型及面积 (hm ²)						
	坡耕地	林地	草地	建设用地	交通运输用地	其它土地	小计
一、项目建设区	6.70	0.12	1.62	0.10	0.18	14.52	23.24
露天采场	4.86	0.11	0.98	0.02		10.57	16.54
矿石堆场	1.38				0.03	1.8	3.21
辅助生产区				0.08		0.14	0.22
办公生活区						0.4	0.40
矿山道路	0.16	0.01			0.15	1.05	1.37
表土堆场	0.3		0.64			0.56	1.50
二、直接影响区	8.60						
水土流失防治责任范围面积	31.84						

根据施工、监理单位提供的用地红线资料，本项目在建设过程中严格控制用地红线，本项目实际发生的防治责任范围面积较《水保方案》确定的防治责任范围减少，实际发生的防治责任范围总面积为 22.09hm²，其中项目建设区面积为 17.63hm²，直接影响区面积为 4.46hm²；项目占地变化的原因主要为：项目建设优化了场地的布置，取消了矿石堆场、辅助生产区和办公生活区的建设，同时将表土堆场布设在露天采场区内，导致实际发生的防治责任方位面积减少。实际发生的防治责任范围见表 3-2。

表 3-2 实际发生的水土流失防治责任范围

项目组成	占地类型及面积 (hm ²)						
	坡耕地	林地	草地	建设用地	交通运输用地	其它土地	小计
一、项目建设区	4.86	0.11	1.04	0.02	0.58	11.02	17.63
露天采场区	4.86	0.11	0.98	0.02		10.57	16.54
矿山道路区			0.06		0.58	0.45	1.09
表土堆场区						(0.15)	(0.15)
二、直接影响区	4.46						
水土流失防治责任范围面积	22.09						

3.1.2 基建期扰动土地面积

经复核分析，工程基建期间，实际扰动地表面积为 17.63hm²，占地类型主要为坡耕地、林地、草地、建设用地、交通运输用地和其他土地。工程建设实际扰动地表面积详见表 3-3。

表 3-3 工程建设扰动地表面积统计表 单位：hm²

项目区	占地类型及面积 (hm ²)						
	坡耕地	林地	草地	建设用地	交通运输用地	其它土地	小计
露天采场区	4.86	0.11	0.98	0.02		10.57	16.54
矿山道路区			0.06		0.58	0.45	1.09
表土堆场区						(0.15)	(0.15)
合计	4.86	0.11	1.04	0.02	0.58	11.02	17.63

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据《水保方案》，本项目未设计取土取料场，项目建设所需材料采取外购，相应水土保持防治责任由供方负责。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

根据监测小组现场调查，结合建设单位提供的建设资料，本项目基建期间未单独布置取料场，工程建设所需的砂、石料购于当地具有合法开采权的砂、石料场，相应水土保持防治责任由供方负责，不纳入本方案的水土流失防治责任范围。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的《水保方案》，云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿基建期间共开挖土石方总量 4.92 万 m³，其中剥离表土 2.25 万 m³，基础开挖 2.64 万 m³，建筑垃圾 0.03 万 m³；回填 2.94 万 m³，其中表土回填 0.30 万 m³，基础回填 2.64 万 m³；废弃 0.03 万 m³ 运往北矿段工业园区建设项目进行基础回填综合利用，1.33 万 m³ 堆存至表土堆场，后期用于绿化覆土。

3.3.2 监测确定的弃渣监测情况

根据工程施工及监理资料统计，工程建设实际产生土石方开挖 1.62 万 m³，全部回填利用，未产生弃渣。

3.3.3 弃渣监测结果变化情况

通过上述分析，本项目实际建设过程中未产生弃渣。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据批复的《水保方案》，云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿基建期间共开挖土石方总量 4.92 万 m^3 ，其中剥离表土 2.25 万 m^3 ，基础开挖 2.64 万 m^3 ，建筑垃圾 0.03 万 m^3 ；回填 2.94 万 m^3 ，其中表土回填 0.30 万 m^3 ，基础回填 2.64 万 m^3 ；废弃 0.03 万 m^3 运往北矿段工业园区建设项目进行基础回填综合利用，1.33 万 m^3 堆存至表土堆场，后期用于绿化覆土。

根据工程施工及监理资料统计，工程建设实际产生土石方开挖 1.62 万 m^3 ，全部回填利用，未产生弃渣。土石方量详见表 3-4、3-5。

表 3-4 方案设计的土石方平衡流向及分析表单位：万 m³

序号	分区	开挖				回填利用			调入		调出		外借		废弃	
		基础开挖	建筑垃圾	表土剥离	小计	基础回填	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	露天采场		0.01	1.79	1.80						0.63	办公生活区、表土堆场			1.17	表土堆场、北矿段工业园区
2	矿石堆场	0.95		0.41	1.36	0.95	0.27	1.22							0.14	表土堆场
3	辅助生产区	0.03	0.02		0.05	0.03		0.03							0.02	北矿段工业园区
4	办公生活区	0.15			0.15	0.15	0.01	0.16	0.01	露天采场						
5	矿山道路	1.51		0.05	1.56	1.51	0.02	1.53							0.03	表土堆场
6	表土堆场								0.62	露天采场						
小计		2.64	0.03	2.25	4.92	2.64	0.30	2.94	0.63		0.63				1.36	

表 3-5 实际产生的土石方平衡流向及分析表单位：万 m³

序号	分区	开挖				回填利用			调入		调出		外借		废弃	
		基础开挖	建筑垃圾	表土剥离	小计	基础回填	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	露天采场			0.60	0.60						0.60	矿山道路				
2	矿山道路	1.02			1.02	1.02	0.60	1.62	0.60	露天采场						
3	表土堆场															
小计		1.02		0.60	1.62	1.02	0.60	1.62	0.60		0.60					



3.5 其他重点部位监测结果

本项目不存在大型开挖填筑区域。

4 水土流失防治措施监测结果

云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持措施监测内容主要为：防治措施的类型、数量、质量，防护工程的稳定性、完好程度和运行情况，植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度，水土保持管理措施实施情况等。本项目委托开展监测工作时项目已完成建设，已实施完成的水土保持措施有：排水沟、绿化等措施。针对已经实施的工程措施、植物措施等，监测组通过实地测量结合资料分析的方法进行措施类型、位置、实施时间、规格、数量、防治效果的复核调查，对于已实施的临时防护措施主要通过资料分析的方法进行统计，反映项目建设区水土流失防治措施及其效果。

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 方案批复的工程措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持工程措施为：主体工程设计露天采场区截水沟 1140m，表土剥离 1.79 万 m³，矿石堆场区表土剥离 0.41 万 m³，矿山道路区表土剥离 0.05 万 m³。方案新增露天采场区通排水沟 3825m，土质沉砂池 2 座，土质集水池 2 座，矿石堆场区挡墙排水沟 125m，沉砂池 1 座，辅助生产区排水沟 50m，办公生活区排水沟 50m，矿山道路区排水沟 3055m，沉砂井 8 口，沉砂池 3 座，表土堆场区干砌石挡墙 430m，截水沟 440m，沉砂池 1。

表 4-1 水土保持方案批复的工程措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
露天采场区	主体设计	截水沟	m	1140
		表土剥离	万 m ³	1.79
	方案新增	砼排水沟	m	3825
		土质沉砂池	座	2
		土质集水池	座	2
矿石堆场区	主体设计	表土剥离	万 m ³	0.41
	方案新增	挡墙排水沟	m	125
		沉砂池	座	1
辅助生产区	方案新增	排水沟	m	50
办公生活区	方案新增	排水沟	m	50
矿山道路区	主体设计	表土剥离	万 m ³	0.05
	方案新增	排水沟	m	3055
		沉砂井	口	8
		沉砂池	座	3

防治分区	措施类型		单位	数量
表土堆场区	方案新增	干砌石挡墙	m	430
		截水沟	m	440
		沉砂池	座	1

4.1.2 实际实施工程措施情况

一、工程措施工程量

根据现场踏勘调查，截止 2019 年 10 月，已实施工程措施为：露天采场区表土剥离 0.60 万 m³，截水沟 1054m，土质排水沟 883m，土质沉砂池 2 座，土质集水池 1 座，矿山道路区砖砌排水沟 982 m，沉砂池 3 座。

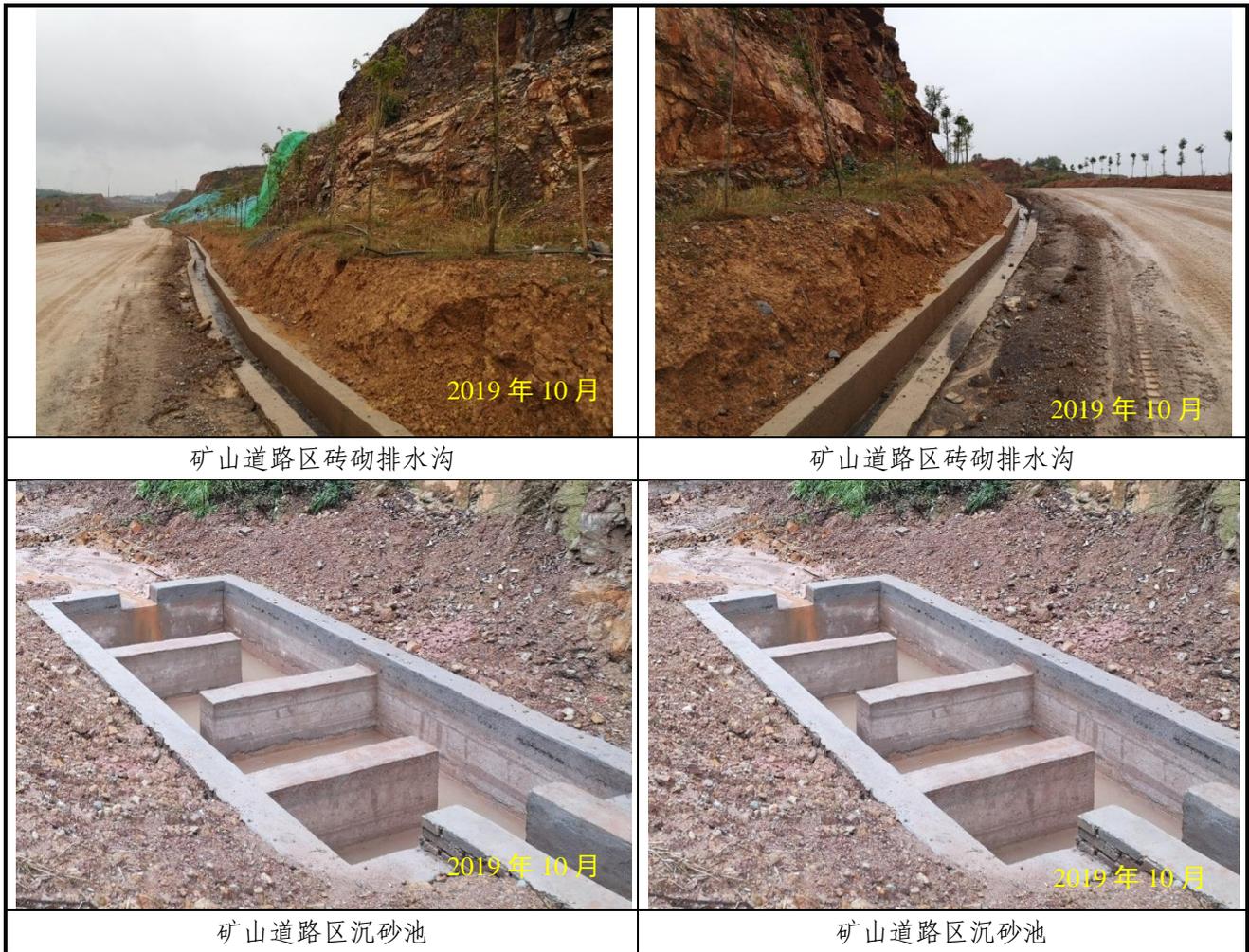
表 4-2 已实施工程措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
露天采场区	主体设计	截水沟	m	1054
		表土剥离	万 m ³	0.60
	方案新增	土质排水沟	m	883
		土质沉砂池	座	2
		土质集水池	座	1
矿山道路区	方案新增	砖砌排水沟	m	982
		沉砂池	座	3

二、工程措施实施时间及现状

项目建设区内水土保持工程措施实施时间为主体设计措施实施时间为 2017 年 8 月~2017 年 10 月，方案新增措施实施时间为 2019 年 8 月~2019 年 9 月，已实施工程措施现状照片如下：





4.1.3 工程措施实施变化情况

根据现场踏勘调查统计，本项目实际实施的水土保持工程措施与水土保持方案批复确定的工程措施数量发生了变化。本项目工程措施变化情况见表 4-3。

表 4-3 水土保持方案批复与实际实施工程措施工程量对比情况表

防治分区	措施类型		单位	数量		变化情况 (+为增, -为减)	备注
				方案设计	实际施工		
露天采场区	主体设计	截水沟	m	1140	1054	-86	由于采场东南部区域为坟地, 无实施截水水沟条件, 同时该部分基本无汇水, 因此实际施工时取消该区域的截水沟。原设计截水沟为浆砌石衬砌, 由于后期该区域将还会扰动, 实际施工时将截水沟调整为素砼 U 型槽形式。
		表土剥离	万 m ³	1.79	0.60	-1.19	实际实施时可剥离表土的区域较少, 剥离表土量较原设计减少
	方案新增	土质排水沟	m	3825	883	--	由于采取内平台优化调整, 平台排水沟量较原设计有所减少, 另外由于开采平台将继续扰动, 原设计的

							排水沟由素砼调整为土质排水沟。
		土质沉砂池	座	2	2	--	一致
		土质集水池	座	2	1	--	根据实际地形,实际施工时在采区最低点出布设1座土质集水池
矿石堆场区	主体设计	表土剥离	万 m ³	0.41	0	--	实际建设取消矿石堆场建设,对应措施取消
	方案新增	挡墙排水沟	m	125	0	--	
		沉砂池	座	1	0	--	
辅助生产区	方案新增	排水沟	m	50	0	--	实际建设取消辅助生活区建设,对应措施取消
办公生活区	方案新增	排水沟	m	50	0	--	实际建设取消办公生活区建设,对应措施取消
矿山道路区	主体设计	表土剥离	万 m ³	0.05	0	--	实际建设由于路线调整,表土剥离实际工程量减少
	方案新增	砖砌排水沟	m	3055	982	-2073	由于实际建设时利用原有矿山道路,新建道路减少,同时根据实际地形情况,实际修建排水沟较原设计减少。
		沉砂井	口	8	0		由于道路调整,同时实际建设时由沉砂池起沉淀作用,原设计沉砂井未实施
		沉砂池	座	3	3		一致
表土堆场区	方案新增	干砌石挡墙	m	430	0		实际施工时未实施
		截水沟	m	440	0		
		沉砂池	座	1	0		

工程措施数量变化的原因有:

①项目实际建设时取消矿石堆场区、辅助生产区、办公生活区的建设,因此对应措施未实施;

②矿山露天采场区: 由于采场东南部区域为坟地,无实施截水水沟条件,同时该部分基本无汇水,因此实际施工时取消该区域的截水沟。原设计截水沟为浆砌石衬砌,由于后期该区域将还会扰动,实际施工时将截水沟调整为素砼U型槽形式。实际实施时可剥离表土的区域较少,剥离表土量较原设计减少。另外由于采取内平台优化调整,平台排水沟量较原设计有所减少,另外由于开采平台将继续扰动,原设计的排水沟由素砼调整为土质排水沟。

③矿山道路区: 由于实际建设时利用原有矿山道路,新建道路减少,同时根据实际地形情况,实际修建排水沟较原设计减少。实际建设由于路线调整,表土剥离实际工程量减少。此外由于道路调整,同时实际建设时由沉砂池起沉淀作用,原设计沉砂井未实施;

④表土堆场区: 由于实际建设时表土堆场规划于露天采场区内,同时由于对存量较少,堆存时间短,原设计的工程措施未实施。

4.2 植物措施及实施进度

4.2.1 方案批复的植物措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持植物措施为：露天采场区方案新增平台及边坡绿化 1.53 hm²，矿石堆场区方案新增边坡绿化 0.40 hm²，办公生活区主体设计绿化 0.02 hm²，矿山道路区方案新增边坡绿化 0.14 hm²，行道树 507 株，表土堆场区方案新增撒草绿化 1.50 hm²。

表 4-4 水土保持方案批复的植物措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
露天采场区	方案新增	平台及边坡绿化	hm ²	1.53
矿石堆场区	方案新增	边坡绿化	hm ²	0.40
办公生活区	主体设计	绿化	hm ²	0.02
矿山道路区	方案新增	行道树	株	507
		边坡绿化	hm ²	0.14
表土堆场区	方案新增	撒草绿化	hm ²	1.50

4.2.2 实际实施的植物措施情况

一、植物措施工程量

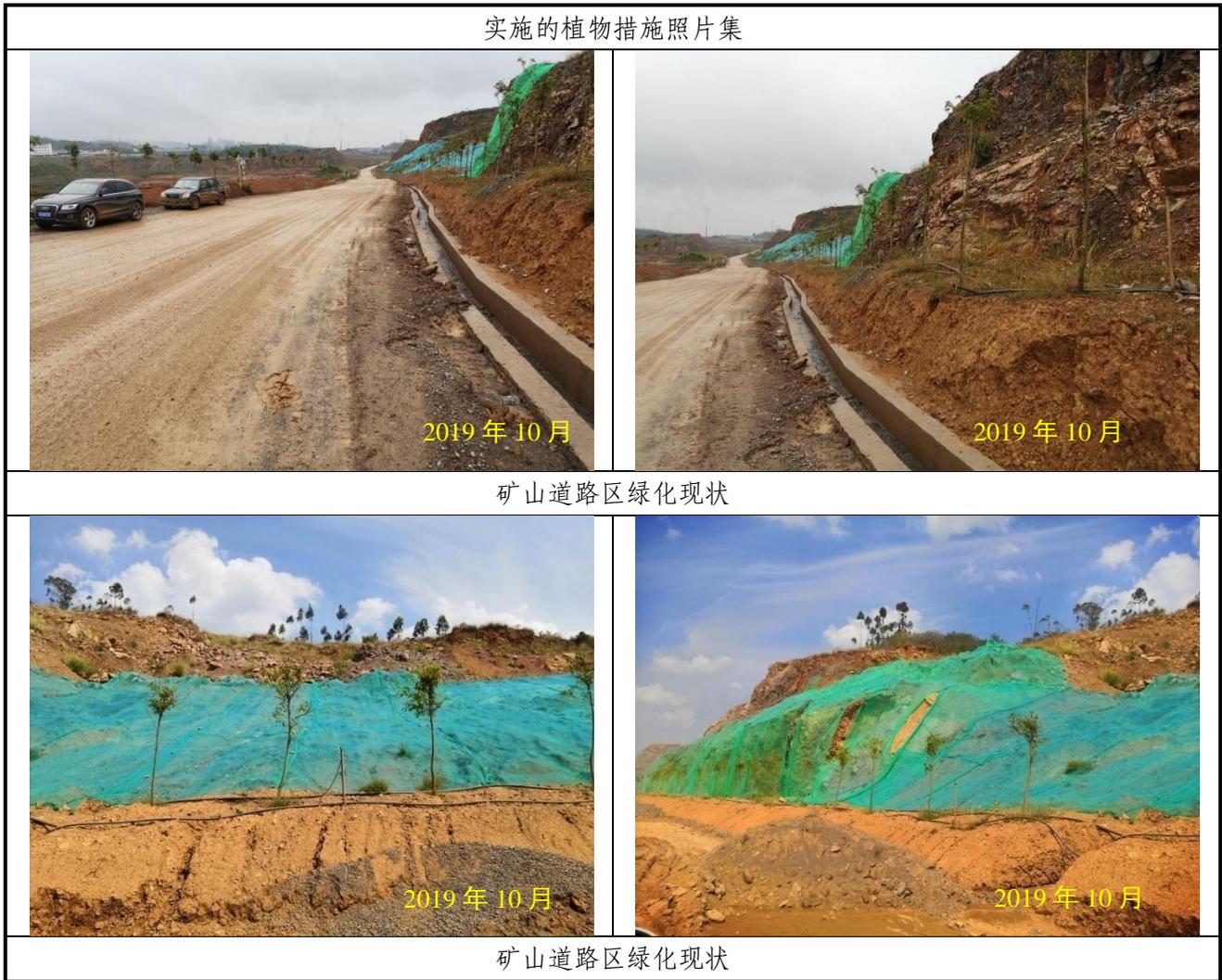
根据现场踏勘调查，截止 2019 年 10 月，已实施植物措施为：矿山道路区方案新增边坡绿化 0.38 hm²，行道树 837 株。

表 4-5 已实施植物措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
矿山道路区	方案新增	行道树	株	837
		边坡绿化	hm ²	0.38

二、植物措施实施时间及现状

项目建设区内水土保持植物措施实施时间为 2018 年 4 月~2018 年 5 月，已实施植物措施现状照片如下：



4.2.3 植物措施实施变化情况

根据现场踏勘调查统计，本项目实际实施的水土保持植物措施与水土保持方案批复确定的植物措施面积发生了一定变化，本项目植物措施变化情况见表 4-6。

表 4-6 水土保持方案批复与实际实施植物措施工程量对比情况表

防治分区	措施类型		单位	数量		变化情况 (+为增, -为减)	备注
				方案设计	实际施工		
露天采场区	方案新增	平台及边坡绿化	hm ²	1.53	0	-1.53	未到实施期
矿石堆场区	方案新增	边坡绿化	hm ²	0.40	0	-0.40	实际建设取消矿石堆场建设, 对应措施取消
办公生活区	主体设计	绿化	hm ²	0.02	0	-0.02	实际建设取消办公生活区建设, 对应措施取消
矿山道路区	方案新增	行道树	株	507	837	330	实际施工增加 330 株
		边坡绿化	hm ²	0.14	0.38	0.24	实际施工增加绿化面积
表土堆场区	方案新增	撒草绿化	hm ²	1.50	0	-1.50	实际施工时未实施

绿化措施面积增加的原因有：

①露天采场区：露天采场区后期将继续开采，设计绿化措施未到实施期；

②项目实际建设时取消矿石堆场区、辅助生产区、办公生活区的建设，因此对应措施未实施；

③矿山道路区：实际建设时在矿山道路区两侧均栽植了行道树，导致行道树种植工程量增加，同时对道路上下边坡均进行了绿化，导致边坡绿化面积增加；

④表土堆场区：由于实际建设时表土堆场规划于露天采场区内，同时由于对存量较少，堆存时间短，原设计的绿化措施未实施。

4.3 临时措施及实施进度

4.3.1 方案批复的临时措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持临时措施为：表土堆场区方案新增临时覆盖 1.50hm²。

表 4-7 水土保持方案批复的临时措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
表土堆场区	方案新增	临时覆盖	hm ²	1.50

4.3.2 实际实施的临时措施情况

一、临时措施工程量

根据现场踏勘调查统计，本项目实际实施的水土保持临时措施与水土保持方案批复确定的临时措施数量发生了变化，实际实施的临时措施为：矿山道路区临时覆盖 2500m²，表土堆场区临时覆盖 1500m²，实际实施临时措施主要为试运行期服务。

表 4-8 已实施临时措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
矿山道路区	方案新增	临时覆盖	m ²	2500
表土堆场区	方案新增	临时覆盖	m ²	1500

二、临时措施实施时间及现状

项目建设区内水土保持临时措施实施时间为 2019 年 6 月至 2019 年 8 月，已实施临时措施保留现状照片如下：



4.3.3 临时措施实施变化情况

根据现场踏勘调查统计，本项目实际实施的水土保持临时措施与水土保持方案批复确定的临时措施面积发生了一定变化，本项目临时措施变化情况见表 4-6。

表 4-6 水土保持方案批复与实际实施临时措施工程量对比情况表

防治分区	措施类型		单位	数量		变化情况 (+为增, -为减)	备注
				方案设计	实际施工		
矿山道路区	方案新增	临时覆盖	m ²		2500	2500	实际施工时为保证边坡绿化植物成活率, 增加部分区域临时覆盖措施
表土堆场区	方案新增	临时覆盖	m ²	15000	1500	13500	实际施工时根据实际情况减少覆盖面积

绿化措施面积增加的原因有:

①矿山道路区: 实际施工时为保证边坡绿化植物成活率, 增加部分区域临时覆盖措施

②表土堆场区: 由于实际建设时表土堆场规划于露天采场区内, 同时由于对存量较少, 堆存时间短, 原设计的临时覆盖面积减少。

4.4 水土保持措施防治效果

(1) 水土保持实施措施情况汇总

经监测统计, 截止 2019 年 10 月, 云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿开采工程实施完成的水土保持措施为:

①工程措施: 露天采场区表土剥离 0.60 万 m³, 截水沟 1054m, 土质排水沟 883m, 土质沉砂池 2 座, 土质集水池 1 座, 矿山道路区砖砌排水沟 982 m, 沉砂池 3 座;

②植物措施: 矿山道路区方案新增边坡绿化 0.38 hm², 行道树 837 株;

③临时措施：矿山道路区临时覆盖 2500m²，表土堆场区临时覆盖 300m²。

(2) 水土保持措施防治效果评价

云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持措施共划分为土地整治工程、防洪排导工程、临时防护工程和植被建设工程。

根据施工、监理提供的单元分部工程质量评定表，本项目水土保持措施共划分为 4 个单位工程，8 项分部工程和 48 个单元工程，质量评定为合格。经现场踏勘结合施工资料，本项目实施的水土保持措施运行情况详见表 4-9。

土地整治工程实施的剥离表土已全部用于项目建设区绿化覆土，目前已完成植被恢复。

防洪排导工程实施的排洪导流设施（排水沟）形成完整的排水系统，运行良好，沟内无淤积，无破损毁坏，排水顺畅，正确引导水流，能有效地防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。后期运行管理中需重点巡察排洪导流设施是否出现淤积、破损，如有淤积应及时进行疏通，破损应及时进行维修。

植被建设工程主要针对建构物周边空地及道路周边实施，措施布局满足水土保持要求，选用树草种合理，植被成活率达 98% 以上，覆盖度达 90% 以上，在美化环境的同时，能够有效控制项目区水土流失，发挥其水土保持效益。后期运行管理中需进行抚育管理，对覆盖度未达标区域进行补植补种。

表 4-9 已实施的水土保持工程措施运行情况

单位工程	分部工程	布设位置	稳定性	完好程度	运行情况
土地整治工程	场地整治	露天采场区	所剥离表土已经用于绿化区覆土	无乱堆乱弃	运行良好
防洪排导工程	排洪导流设施	露天采场区	满足过水要求	断面无破损	运行良好
		矿山道路区	满足过水要求	断面无破损	运行良好
临时防护工程	沉沙	露天采场区	有效沉淀	断面无破损	运行良好
	集水	露天采场区	有效蓄水	断面无破损	运行良好
	△ 排水	露天采场区	满足过水要求	断面无塌毁	运行良好
	覆盖	矿山道路区	覆盖完好	布面无损坏	运行良好
		表土堆场区	覆盖完好	布面无损坏	运行良好
植被建设工程	△ 点片状植被	矿山道路区	植物存活率高	无需补植补种	涨势较好
	线网状植被	矿山道路区	植物存活率高	无需补植补种	涨势较好

综上所述，云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿建设过程中将水土保持工程措施纳入主体工程施工之中，有效保证了工程质量，达到了水土流失防治效果。植物措施得当，林草成活率和保存率较高，发挥了较好的水土保持效益。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目基建期内整个工程占地区域均造成了新的扰动和水土流失，根据工程相关资料，结合监测人员现场调查，项目施工期水土流失面积为 17.63hm²。

表 5-1 工程水土流失面积统计表单位:hm²

项目组成	扰动土地类型	面积 (hm ²)
露天采场	施工平台	16.51
矿山道路	开挖面	0.15
	施工平台	0.71
	堆填面	0.23
表土堆场	堆填面	0.03
合计		17.63

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

5.2.1.1 原地貌侵蚀单元划分

原地貌侵蚀单元主要根据不同的土地占用类型而确定。依据《水保方案》，原地貌侵蚀主要为各区域占地类型的原生侵蚀，项目水土流失防治责任范围内的原生占地类型主要为：坡耕地、林地、草地、建设用地、交通运输用地、其它土地。

5.2.1.2 地表扰动类型划分

通过监理资料以及重塑地貌后形成新的地形地貌，分析划分项目建设后的地表扰动类型。为了客观地反映建设项目的水土流失特点，对项目区现状地表类型进行适当的分类。施工期间，扰动后的地表主要表现为施工扰动平台、开挖边坡和回填边坡，开挖面、土质面等具有不同的水土流失特点。根据本项目的特点，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，基建期分为 4 类地表扰动类型，结果见下表 5-2。

表 5-2 施工期地表扰动现状分类表

扰动类型	开挖边坡	回填边坡	施工扰动平台	无危害扰动
分类	有危害扰动			
侵蚀对象形态	道路开挖边坡	道路回填边坡	矿山开采扰动区、表土堆场区、道路路面区	建筑物、硬化地表
特征描述	开挖坡面坡长<6m	回填坡面<5m	扰动平台地表裸露	建筑物、硬化覆盖，不存在流失
表层土壤特性	土石质风化物	土石质风化物	土石质风化物	硬化

5.2.1.3 防治措施分类

依据水土保持措施防治对象，本工程水土保持措施包括工程措施、植物措施及临时措施，具体措施为：

①工程措施：

露天采场区表土剥离 0.60 万 m³，截水沟 1054m，土质排水沟 883m，土质沉砂池 2 座，土质集水池 1 座，矿山道路区砖砌排水沟 982 m，沉砂池 3 座；

②植物措施：

矿山道路区方案新增边坡绿化 0.38 hm²，行道树 837 株；

③临时措施：

矿山道路区临时覆盖 2500m²，表土堆场区临时覆盖 300m²。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定

5.2.2.1 原地貌侵蚀模数

监测项目组通过对项目区及其周边进行现场调查，收集项目区及周边占地、植被状况等文字及影像资料，结合《水保方案》中原生水土流失量预测成果，确定项目区内各占地类型的原生土壤侵蚀模数，见表 5-3，结合本项目各防治区原始占地面积，加权平均后各单元的土壤侵蚀模数背景值为 2882.70t/km²·a，见表 5-2。

表 5-1 原生土壤侵蚀模数取值表

时期	占地类型	水土流失土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	侵蚀强度
原生	坡耕地	2200.00	轻度侵蚀
	林地	400.00	微度侵蚀
	草地	450.00	微度侵蚀
	建设用地	200.00	微度侵蚀
	交通运输用地	1800.00	中度侵蚀
	其它土地	3500.00	强度侵蚀

表 5-2 土壤侵蚀模数背景值计算表

项目名称	占地类型	面积 (hm ²)	原地貌土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	原地貌平均土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)
露天采场区	坡耕地	4.86	2200.00	2907.32
	林地	0.11	400.00	
	草地	0.98	450.00	
	建设用地	0.02	200.00	
	其它土地	10.42	3500.00	
	小计	16.39		
矿山道路区	草地	0.06	450.00	2427.52
	交通运输用地	0.58	1800.00	
	其它土地	0.45	3500.00	
	小计	1.09		
表土堆场区	其它土地	0.15	3500.00	3500.00
	小计	0.15		
合计		17.63		2882.70

5.2.2.2 各阶段侵蚀模数

施工过程中，项目场地平整及基础开挖等活动将对工程占地区造成扰动和破坏，损毁地表植被，造成局部裸露地表及再塑地貌，不同程度地降低或改变其水土保持功能，造成新的水土流失。随着项目配套的排水、绿化等措施的完工、场区地表硬化，地表水土保持功能得以恢复，水土流失逐渐减小。项目水土流失主要集中在基建期，由于本次监测委托时间较晚，无法对基建期进行监测数据收集，因此本项目措施实施前侵蚀模数取用经验值。

表 5-3 侵蚀模数统计表

时期	占地类型	水土流失土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	侵蚀强度
基建期	开挖面	6000.00	强烈
	堆填面	7500.00	强烈
	施工平台	5700.00	强烈
试运行期	绿化	900.00	轻度
	道路	1300.00	轻度
	开采区	4300.00	中度
措施实施后	绿化	400.00	微度
	道路	550.00	轻度
	开采区	4000.00	中度

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

5.2.3.1 原生土壤流失量

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),项目区属水力侵蚀为主的西南土石山区。根据监测小组对工程水土流失状况实地调查资料,结合《水保方案》确定的侵蚀模数进行分析,水土流失背景值为 2882.70t/km².a,采用公式:流失量=∑侵蚀单元面积×侵蚀强度,对各阶段水土流失情况进行计算,计算时段按 2017 年 7 月至 2019 年 10 月计算,即 2.34 年。项目建设区原生年土壤流失量为 1189.24t/a,详见表 5-4。

表 5-4 项目区原生地表年土壤流失量

项目名称	面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	时段 (a)	土壤流失量 (t)
露天采场	16.39	2907.32	2.34	1115.03
矿山道路	1.09	2427.52	2.34	61.92
表土堆场	0.15	3500.00	2.34	12.29
合计	17.63			1189.24

5.2.3.2 项目建设产生土壤流失量分析

通过 5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定,采用公式:流失量=∑侵蚀单元面积×侵蚀强度,对监测时段内水土流失情况进行计算对比。监测时段为 2017 年 7 月~2019 年 10 月。经计算,监测时段内项目区土壤流失量为 1966.63t,其中基建期项目区土壤流失量为 1012.20t,试运行阶段(措施完善前)项目区土壤流失量为 840.96t,试运行阶段(措施完善后)项目区土壤流失量为 113.47t。

项目产生的土壤流失量见表 5-5。

表 5-11 监测时段内产生土壤流失量

项目名称	面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	时段 (a)	土壤流失量 (t)
基建期				
露天采场区	16.39	5700.00	1.00	934.23
矿山道路区	1.09	6121.10	1.00	66.72
表土堆场区	0.15	7500.00	1.00	11.25
小计	17.63			1012.20
试运行阶段(措施完善前)				
露天采场区	16.39	4300.00	1.17	824.58
矿山道路区	1.09	1160.55	1.17	14.80
表土堆场区	0.15	900.00	1.17	1.58
小计	17.63			840.96
试运行阶段(措施完善后)				

露天采场	16.39	4000.00	0.17	111.45
矿山道路	1.09	497.71	0.17	0.92
表土堆场	0.15	4300.00	0.17	1.10
小计	17.63			113.47
合计	17.63			1966.63

5.2.3.3 水土流失情况对比分析

通过各项水土保持措施的建设，因本工程建设产生的水土流失得到有效治理，项目区原生土壤流失量为 1189.24t，基建期项目区土壤流失量为 1012.20t，试运行阶段（包括措施完善前后）项目区土壤流失量为 954.43t。通过各项水土保持措施的实施，工程区内已基本形成水土流失防治措施体系，水土保持工作成效明显。

表 5-12 项目土壤流失量对比表

项目名称	面积 (hm ²)	原生水土流失量 (t)	基建期水土流失量 (t)	试运行期水土流失量 (t)	新增水土流失量 (t)
露天采场区	16.51	1115.03	934.23	936.03	755.23
矿山道路区	1.09	61.92	66.72	15.72	20.52
表土堆场区	0.03	12.29	11.25	2.68	1.64
合计	17.63	1189.24	1012.20	954.43	777.39

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

根据现场调查，本项目建设过程中未专门布置取料场，同时，本项目土石方挖填平衡，未产生永久弃渣。通过周边走访调查，本项目建设期间未发生严重的水土流失，未对项目区周边造成严重影响。

5.4 水土流失危害

通过对本项目周边区域实地走访巡查，监测组未发现云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿在建设过程中直接或间接对所在流域水系内的沟道、周边农田等因水土流失造成危害，工程在施工期及使用期未产生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

监测组根据现场踏勘及收集数据分别对现阶段的六项指标进行量化计算，检验项目区内水土保持工程是否达到治理要求，以便对工程的维护、加固和养护提出建议，为项目水保验收提供数据支撑。

一、监测介入时间为 2019 年 6 月，根据《水保方案》、批复（宜水许可（水保）准〔2016〕10 号），本项目水土流失防治执行标准按建设类项目一级标准执行。

根据最新文件《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防保护区和重点治理区的公告》（云南省水利厅公告〔2017〕第 49 号）规定，项目所在地宜良市宜良县北古城镇大薛营办事处属于滇东岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区。

本项目监测执行方案目标值（一级标准执行），据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤允许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。项目的建设对所在区域直接产生水土流失影响，因此本项目水土保持工作重点是坚持以预防为主、保护优先的方针，建立健全管护机构，制定有力措施，强化监督管理；依法实施重点监督，加强执法检查，加大宣传力度，增强法制观念，遏制人为造成的水土流失。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GTB50434-2018），结合方案批复水土保持防治指标，作为云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持监测和后期验收的目标依据，由于本项目为建设生产类项目，其中露天采场区后期继续开采，因此本次指标计算除表土保护率外均不包含矿山开采区，具体情况如下表 6-1。

表 6-1 防治标准值情况表

防治标准	计算方法	防治标准值
扰动土地整治率（%）	项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比	95
水土流失总治理度（%）	项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比	92
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	1
拦渣率（%）	项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比	98
林草植被恢复率（%）	项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比	99
林草覆盖率（%）	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	27
表土保护率	项目区内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比	99

6.1 扰动土地整治率

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

本项目建设扰动土地面积为 1.09hm²，均采取相应的措施进行了整治，通过监测统计，累计完成水土保持措施面积 0.38hm²，场地道路硬化面积 0.71hm²，整治面积共计 1.09hm²，通过计算扰动土地整治率为 99.8%。具体分析详见表 6-2 的计算。

表 6-2 扰动土地整治率分析计算表

防治分区	建设区扰动土地总面积(hm ²)	项目建设区扰动土地整治面积(hm ²)				扰动土地整治率(%)
		①水土保持措施面积	②永久建筑物占地面积	③道路硬化面积	结果=(①+②+③)	
露天采场区	--	--	--	--	--	--
矿山道路区	1.09	0.38		0.71	1.09	99.8
表土堆场区	--	--	--	--	--	--
合计	1.09	0.38	0.00	0.71	1.09	99.8

注：扰动土地整治面积考虑全部扰动面积的治理，由于实际工作中的制约因素，各区域土地整治率不以 100% 计。

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度为水保措施防治达标面积与造成水土流失面积（扣除建筑物及硬化面积）的比值。经统计，项目扰动面积为 1.09hm²，扣除永久建筑物占地面积 0.00hm²，场地道路硬化面积 0.71hm²，项目水土流失面积 0.38hm²，项目累计完成植物措施面积 0.38hm²，水土流失总治理度达 99.8%。具体分析见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度分析计算表

防治分区	建设区水土流失总面积(hm ²)				水土保持措施面积(hm ²)	水土流失总治理度(%)
	①项目区总面积	②永久建筑物占地面积	③场地道路硬化面积	结果=(①-②-③)		
露天采场区	--	--	--	--	--	--
矿山道路区	1.09	0.00	0.71	0.38	0.38	99.8
表土堆场区	--	--	--	--	--	--
合计	1.09	0.00	0.71	0.38	0.38	99.8

6.3 拦渣率

工程建设实际产生土石方开挖 1.62 万 m³，开挖土方全部回填利用，无弃方产生，项目拦渣率可达 98%。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目容许土壤流失量与水土保持方案实施后土壤流失量之比。工程区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量为 500t/km².a。工程措施的完好运行，

以及植物措施的实施，项目区水土流失得到有效的控制。参照 5.2.2 节防治措施实施后的土壤侵蚀模数分析得出，项目区加权平均土壤流失强度降到 $497.71\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，经计算项目区土壤流失控制比为 1.00，达到了方案目标值。通过监测各侵蚀模数具体见表 6-4。

表 6-4 土壤流失控制比计算表

防治分区	地表类型	占地面积 (hm^2)	土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	土壤流失控制比
露天采场	开采面	--	--		
矿山道路	道路硬化	0.71	550.00	497.71	1.00
	植被	0.38	400.00		
表土堆场	开采面	--	--		
合计		1.09			

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目建设区内，林草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适宜恢复植被的土地面积，不含国家规定应恢复的面积；林草植被面积为项目区实施的人工种植、天然林地和草地的总面积，包括成活率、保存率达到设计和验收标准天然林地和草地的面积。经分析项目建设区面积为 1.09m^2 ，可恢复林草植被面积为 0.38m^2 ，现植物措施面积为 0.38m^2 ，经计算林草植被恢复率为 99.8%。具体分析见下表 6-5。

表 6-5 林草植被恢复率分析表

防治分区	面积 (hm^2)	可恢复林草植被面积 (hm^2)	植物措施面积 (hm^2)	林草恢复率 (%)
露天采场区	--	--	--	--
矿山道路区	1.09	0.38	0.38	99.8
表土堆场区	--	--	--	--
合计	1.09	0.38	0.38	99.8

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值。结合工程施工实际情况，项目建设区面积为 1.09hm^2 ，植物措施面积 0.38hm^2 ，经过分析项目区林草覆盖率达 34.9%。

6.7 表土保护率

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)，增加表土保护率监测结果分析。表土保护率为项目区内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比，建设区总占地面积

为 2.58hm^2 ，原始占地类型为坡耕地、林地、草地、建设用地、交通运输用地、其它土地，可剥离表土面积为坡耕地 4.86hm^2 ，林地 0.11hm^2 ，草地 1.04hm^2 ，按平均剥离 10cm 计算可剥离表土约 0.60 万 m^3 ，实际施工中剥离表土 0.60 万 m^3 ，表土保护率为 99.0% 。

综上所述，本工程水土保持措施实施后，有效控制了新增水土流失量，具有较好的生态效益，各项指标均达到防治目标值。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的。

由于本次监测委托时间超过主要施工期，因此不能对项目建设区水土流失动态变化。

表 7-1 六项指标监测结果与方案目标对比情况表

防治标准	方案目标值(%)	监测值(%)	达标情况
扰动土地整治率	95.00	99.8	达标
水土流失总治理度	92.00	99.8	达标
土壤流失控制比	1.00	1.00	达标
拦渣率	98.00	98.0	达标
林草覆盖率	27.00	34.9	达标
林草植被恢复率	99.00	99.8	达标
表土保护率	99	99	达标

从表中可以看出，各项指标均达到防治目标值。水土流失能得到有效的控制，符合相关文件要求，达到防治目的。

7.2 水土保持措施评价

项目施工期前期于全场实施了土地整治工程，保障了后期植被恢复表土来源，既保护了珍贵的表土资源，又有效的节约了工程投资。

露天采场区、矿山道路区实施了防洪排导工程，形成完整的排水系统，运行良好，沟内无淤积，无破损毁坏，排水顺畅，正确引导水流，能有效地防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。

矿山道路区、表土堆场区实施了临时防护工程，可有效于后期运行过程中防止项目建设区水土流失，临时覆盖可一定程度防治边坡水土流失，整体防治效果较好。

矿山道路区实施了植被建设工程措施布局满足水土保持要求，选用树草种合理，植被生长较好，植被成活率达较高，覆盖度较高，在美化环境的同时，能够有效控制项目区水土流失，发挥其水土保持效益。

各项水土保持防治措施布局合理，数量充足，防治效果明显，基本达到水土保持方案设计要求。

7.3 存在问题及建议

通过监测，云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿主要存在以下问题：

(1) 部分区域实施植物措施区域未能达到林草覆盖度标准，加强绿化区植物措施的抚育管理，对绿化区内未能达到林草覆盖度标准的区域及时进行补植补种；

(2) 在工程运行期间要重点对已有水土保持措施的管理维护，保证各项措施的有效运行，发现问题及时完善补救。

7.4 综合结论

监测结果表明，云南省宜良县燕子窝水泥用石灰岩矿水土保持方案的设计基本上合理可行。在工程施工过程中，建设单位基本能按照批复的水土保持方案和有关法律法规要求开展水土流失防治工作，保障水土保持投资专项使用，有效控制了工程的水土流失。

截至 2019 年 10 月，随着工程区各项水保措施已完全发挥防护作用，取得了较好的水土保持防护效果。通过项目区巡查及查阅工程资料，项目建设未发生水土流失危害。各项指标除林草覆盖率外均达到防治目标值。

综上所述，建设单位在水土流失防治责任范围内的水土保持设施具备正常运行条件，且能持续、安全、有效运行，水土保持设施的管护、维护措施落实到位，符合交付使用要求。