

水保监测（云）字第 0001 号

中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/年产能接续项目

水土保持监测总结报告

建设单位：中 化 云 龙 有 限 公 司

监测单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

二〇二〇年六月



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

本证书此次仅供中化云龙
有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a
产能接续项目使用，再次复印



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

编制单位地址：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：王晶 15887215541

技术负责人：蒙利宏 15969572078

项目联系人：苏江 18213905960

传 真：0871—65392953

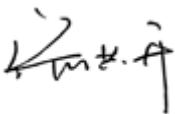
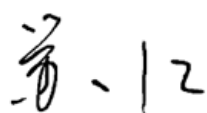
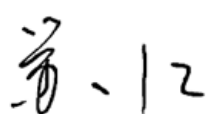
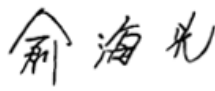
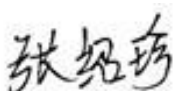
电子邮箱：lhsb02@163.com

中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/年产能接续项目

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：	王 晶		总经理助理
审查：	蒙利宏		总 工
校核：	陈 密		副总工
项目负责人：	苏 江		工程师
编写：	苏 江		工程师
	俞海光		工程师
	张绍珍		工程师

副总经理

总经理助理

总 工

副总工

工程师

汇总编写及第 1、2 章

第 3、4、5 章

第 6、7 章、图纸

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	6
1.1 建设项目概况	6
1.2 水土流失防治工作情况	17
1.3 监测工作实施情况	23
2 监测内容与方法	28
2.1 监测内容	28
2.2 监测方法	30
3 重点对象水土流失动态监测	37
3.1 防治责任范围监测	37
3.2 取料监测结果	39
3.3 弃土弃渣监测结果	39
3.4 土石方流向情况监测结果	40
4 水土流失防治措施监测结果	43
4.1 工程措施监测结果	43
4.2 植物措施监测结果	49
4.3 临时措施监测结果	51
4.4 水土保持措施防治效果	53
5 土壤流失情况监测	55
5.1 水土流失面积	55
5.2 土壤流失量	55
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	60
5.4 水土流失危害	61
6 水土流失防治效果监测结果	62
6.1 扰动土地整治率	62

6.2 水土流失总治理度	63
6.3 拦渣率与弃渣利用情况	64
6.4 土壤流失控制比	64
6.5 林草植被恢复率	64
6.6 林草覆盖率	65
6.7 运行期水土流失分析	65
7 结论	66
7.1 水土流失动态变化	66
7.2 水土保持措施评价	66
7.3 存在问题及建议	67
7.4 综合结论	67

附件

附件 1: 水土保持监测委托书;

附件 2: 《寻甸县科学技术和工业经贸信息化局关于中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/年产能接续项目登记备案的通知》(寻科工贸字〔2015〕9 号);

附件 3: 《寻甸县水务局关于中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/年产能接续项目水土保持方案可行性研究报告的批复》(寻水务字〔2015〕27 号);

附件 4: 项目区照片集。

附图

附图 1: 项目区地理位置图;

附图 2: 中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目总平面布置图;

附图 3: 中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目防治责任范围图;

附图 4: 中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目水土保持措施竣工及监测点布置图。

前 言

一、项目简况

没租哨磷矿产能接续项目建设地点位于寻甸县先锋镇普鲁村委会境内，地理坐标为东经 $103^{\circ}02'00'' \sim 103^{\circ}05'30''$ ，北纬 $25^{\circ}30'00'' \sim 25^{\circ}32'30''$ 。项目区外部有已建成的金柯公路，项目区距嵩待高速公路 15 km，距寻甸县城 38km；项目区有已建成的矿山运输道路与金柯公路相连接，交通较为方便。

没租哨磷矿产能接续项目生产规模为 60 万吨/a，建设内容为建设井巷工程、公用工程、服务工程及配套辅助工程，其中井巷工程包括新建 3 个井硐、新建 7036.00m 巷道；公用工程、服务工程及配套辅助工程布置于产能接续项目地面设施内。根据产能接续项目的井巷布置，产能接续建设的井下巷道未利用没租哨磷矿现有井下巷道。根据产能接续项目的场地规划，产能接续项目地面设施按功能划分，分为主运输平硐工业场、辅助斜坡道工业场地、东回风井工业场地、办公生活区、进场道路和水土保持治理区，面积共计 3.92hm^2 ；产能接续项目地面设施的建设充分利用没租哨磷矿现有设施用地，其中主运输平硐工业场利用没租哨磷矿现有 5#工业场地下侧堆矿场地；辅助斜坡道工业场在没租哨磷矿现有 3#工业场地用地的基础上进行建设，其进场道路沿用现有 3#工业场地用地所建成的进场道路；办公生活区利用没租哨磷矿现有 3#井硐生活区用地范围进行建设；进场道路在现有 5#进场道路的基础上向金柯公路延伸；水土保持治理的区域为没租哨磷矿现有 1#弃渣场，因受场地限制，1#弃渣场可利用率较低，且存在较大的水土流失隐患，根据后期深部开采规划，为进一步控制项目对周边的影响，针对没租哨磷矿现有 1#弃渣场实施恢复治理。地面设施所配套的供水、供电等辅助设施均沿用没租哨磷矿现有建成的辅助设施，不再进行新建。

没租哨磷矿产能接续项目建设区总占地面积为 3.92hm^2 ，包含工业场地区、办公生活区、进场道路和水土保持治理区 4 个部分，其中工业场地区占地面积为 2.21hm^2 ，办公生活区占地 0.39hm^2 ，进场道路占地面积为 0.12hm^2 ，水土保持治理区面积 1.20hm^2 。占地类型草地占 0.14hm^2 ，坡耕地占 0.12hm^2 ，林地 0.11hm^2 ，建设用地占 0.39hm^2 ，交通运输用地占 0.06hm^2 ，工矿用地 3.10hm^2 。其中项目利用现有设施用地面积 2.87hm^2 ，新增占地面积为 1.05hm^2 。



工程总投资 19982.53 万元，土建投资为 1392 万元。项目于 2017 年 7 月开工建设，于 2020 年 3 月完工，总工期 2.75 年。

二、监测任务由来及监测过程

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和建设工程项目的有关法律法规的规定，确保中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目在建设过程中新增水土流失得到全面有效的治理，工程建设单位中化云龙有限公司于 2015 年 7 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司对项目的水土保持方案报告书进行编制工作，编制单位于 2015 年 7 月底完成《中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目水土保持方案初步设计报告书》（报批稿）的编制工作，2015 年 8 月 5 日寻甸县水务局以“寻水务字〔2015〕27 号”对本项目水保方案进行了批复，明确了本工程的水土流失防治重点、防治责任范围、防治分区、防治措施和水土保持投资。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》、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》以及云南省水利厅第 7 号公告《云南省开发建设项目水土保持生态环境监测管理办法暂行办法》等法律法规规定，中化云龙有限公司于 2019 年 4 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，我公司成立了项目监测组，并组织监测技术人员于 2019 年 4 月第一次进场对项目的水土流失情况进行现场监测。对项目区进行实地调查，资料收集，提交了水土保持措施补充完善建议，并对自主验收工作事项进行说明。监测项目组分别于 2019 年 4 月、6 月、12 月、2020 年 3 月、6 月对项目现场进行了外业调查，经过分析整理，于 2020 年 6 月编制完成了《中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目水土保持监测总结报告》（以下简称《监测报告》）。

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。寻甸县水务局等本工程涉及的各级水行政主管部门，也给予了大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

三、水土保持监测结果

根据项目水土保持监测，从土壤流失情况及监测结果的分析可以看出，建设单位很重视水土保持工作和生态保护，基本按照《水保方案》设计实施各种水土流失防治措施。根据监测成果分析，可以得出以下总体结论：

（1）本项目实际建设过程中发生的水土流失防治责任范围面积为 3.92hm²，其



中项目建设区 3.92hm^2 ，直接影响区占地面积为 0.00hm^2 。工程建设期间实际扰动地面积为 3.92hm^2 ，占地类型主要为草地、坡耕地、林地、建设用地、交通运输用地和工矿用地。

(2) 根据施工和监理资料，工程施工过程中，土石方总挖方量为 14.22万 m^3 ，其中表土剥离 0.07万 m^3 ，巷道掘进 10.63万 m^3 ，场地开挖 3.52万 m^3 ；回填利用 14.59万 m^3 ，其中场地回填 14.15万 m^3 ，绿化覆土 0.44万 m^3 ；区间调运 10.68万 m^3 ；外借土石方 0.37万 m^3 。未产生永久弃渣。

(3) 截止 2020 年 6 月，经统计项目实施水土保持措施具体如下：①工程措施：主运输平硐工业场地浆砌石挡墙 152m ，排水沟 448m ，沉砂池 1 座；辅助斜坡道工业场地表土剥离 600m^3 ，排水沟 758m ，浆砌石挡墙 91m ，沉砂池 1 座；东回风井工业场地表土剥离 100m^3 ，工程护坡 2116m^2 ，截水沟 150m ，排水沟 85m ，沉砂池 2 座。办公生活区排水沟 300m ；进场道路区排水沟 171m ，沉砂池 1 座；水土保持治理区消力池 1 座，排水沟 511m ，挡墙 98m ，截水沟 468m 。②植物措施：主运输平硐工业场地绿化 0.15hm^2 ；辅助斜坡道工业场地绿化 0.04hm^2 ；东回风井工业场地绿化 0.01hm^2 ；办公生活区绿化 0.03hm^2 ；水土保持治理区植被恢复 1.02hm^2 。③临时措施：主运输平硐工业场地临时排水沟 240m ，临时覆盖 400m^2 ；辅助斜坡道工业场地临时覆盖 800m^2 ；进场道路临时排水沟 171m ；水土保持治理区临时覆盖 5800m^2 。根据工程质量评定结果，水土保持设施工程质量总体合格。

(4) 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 444.13t ，施工期土壤流失量为 545.33t ，防治措施实施后土壤流失量为 4.82t 。项目区防治措施实施后平均土壤侵蚀模数已降低至 $491.58\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，通过周边走访调查，本项目建设期间未发生水土流失危害事件，未对项目区周边造成严重影响。

(5) 通过对项目区水土流失防治效果评价，水土保持措施实施后各项指标为：扰动土地整治率 99.9% ，水土流失总治理度 99.9% ，土壤流失控制比达到 1.02 ，拦渣率达到 98% 以上，林草植被恢复率达到 99.9% ，林草覆盖率达到 31.9% 。项目区六项防治指标均达到方案批复的目标值。水土保持防治效果显著。

四、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，水土保持工程基本完好，发挥了防治因工程建设引发水土流失的作用。

目前，建设单位已初步完成水土保持设施的竣工结算，后期运行管理单位已明确，后续管护和运行资金有保证；各项水土保持设施具备运行条件，且能持续、安全、有效运转，符合交付使用要求，已具备水土保持设施竣工验收的条件。

中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标								
项目名称		中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目						
建设规模	项目生产规模为 60 万吨/a, 建设内容为建设井巷工程、公用工程、服务工程及配套辅助工程。占地面积为 3.92hm ² , 其中项目利用现有设施用地面积 2.87hm ² , 新增占地面积为 1.05hm ² 。总投资 19982.53 万元, 土建投资为 1392 万元。	建设单位、联系人		中化云龙有限公司				
		建设地点		寻甸县先锋镇普鲁村委会				
		所属流域		金沙江流域				
		工程总投资		19982.53 万元				
		工程总工期		33个月（2017年7月~2020年3月）				
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		构造剥蚀中等切割中山地地貌			防治标准		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		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			水土流失背景值		444.13t/km ² •a
	防治责任范围		3.92hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² •a
水土保持投资		197.41 万元			水土流失目标值		500t/km ² •a	
防治措施		（一）工程措施：主运输平硐工业场地浆砌石挡墙 152m, 排水沟 448m, 沉砂池 1 座；辅助斜坡道工业场地表土剥离 600m ³ , 排水沟 758m, 浆砌石挡墙 91m, 沉砂池 1 座；东回风井工业场地表土剥离 100m ³ , 工程护坡 2116m ² , 截水沟 150m, 排水沟 85m, 沉砂池 2 座。办公生活区排水沟 300m; 进场道路区排水沟 171m, 沉砂池 1 座；水土保持治理区消力池 1 座, 排水沟 511 m, 挡墙 98m, 截水沟 468m。（二）植物措施：主运输平硐工业场地绿化 0.15hm ² ; 辅助斜坡道工业场地绿化 0.04hm ² ; 东回风井工业场地绿化 0.01hm ² ; 办公生活区绿化 0.03hm ² ; 水土保持治理区植被恢复 1.02hm ² 。（三）临时措施：主运输平硐工业场地临时排水沟 240m, 临时覆盖 400 m ² ; 辅助斜坡道工业场地临时覆盖 800 m ² ; 进场道路临时排水沟 171m; 水土保持治理区临时覆盖 5800 m ² 。						
监测结论	防治效果	分类指标	目标值（%）	达到值（%）	实际监测数量			
		扰动土地整治率	95	99.9	防治措施面积	1.25hm ²	永久建筑物及硬化面积	2.67hm ²
		水土流失总治理度	97	99.9	防治责任范围面积	3.92hm ²	扰动土地总面积	3.92hm ²
		土壤流失控制比	1.0	1.02	工程措施面积	/	水土流失总面积	3.92hm ²
		林草覆盖率	27	31.9	植物措施面积	1.25hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² •a
		林草植被恢复率	99	99.9	可恢复林草植被面积	1.25hm ²	监测土壤流失情况	491.58 t/km ² •a
		拦渣率	95	98	土石方开挖量	14.22 万 m ³	弃渣量	0
	水土保持治理达标评价		本工程水土保持措施总体布局基本合理, 完成了工程设计和水土保持方案所要求的水土流失的防治任务, 水土保持设施工程质量总体合格, 水土流失得到有效控制, 项目区生态环境得到根本改善。已具备较强的水土保持功能, 能够满足国家对生产建设项目水土保持的要求。					
	总体结论		工程措施保存基本完整, 植被长势良好, 达到验收条件					
主要建议		（1）加强对工程区已建水土保持设施的维护, 雨季前及时清理被淤积的排水设施, 以保证其能正常有效的发挥水土保持效益; （2）对绿化效果不佳的局部区域, 应进行补植补种; 房建施工时, 建筑材料应集中堆放, 并采取临时覆盖措施。						

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

没租哨磷矿产能接续项目建设地点位于寻甸县先锋镇普鲁村委会境内，地理坐标为东经 $103^{\circ}02'00'' \sim 103^{\circ}05'30''$ ，北纬 $25^{\circ}30'00'' \sim 25^{\circ}32'30''$ 。项目区外部有已建成的金柯公路，项目区距嵩待高速公路 15 km，距寻甸县城 38km；项目区有已建成的矿山运输道路与金柯公路相连接，交通较为方便。项目建设区地理位置及交通示意图详见附图 1。

1.1.1.2 建设性质

- (1) 项目名称：中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目；
- (2) 建设单位：中化云龙有限公司；
- (3) 建设地点：寻甸县先锋镇普鲁村委会；
- (4) 项目性质：建设生产类项目；
- (5) 项目内容及规模：项目生产规模为 60 万吨/a，建设内容为建设井巷工程、公用工程、服务工程及配套辅助工程。
- (6) 建设工期：总工期 33 个月（2017 年 7 月~2020 年 3 月）；
- (7) 工程总投资：总投资 19982.53 万元，其中土建投资为 1392 万元；
- (8) 征占地情况：本项目总占地面积为 3.92hm^2 ，其中项目利用现有设施用地面积 2.87hm^2 ，新增占地面积为 1.05hm^2 。

1.1.1.3 工程规模与等级

本项目为中化云龙有限公司没租哨磷矿为保证 60 万吨/a 生产能力而进行的产能接续项目，生产规模确认为 60 万吨/a。产能接续建设内容为建设井巷工程、公用工程、服务工程及配套辅助工程，其中井巷工程包括新建 3 个井硐、新建 7036.00m 巷道；公用工程、服务工程及配套辅助工程布置于产能接续项目地面设施内，将建设地面设施 3.92hm^2 。工程总投资 19982.53 万元，土建投资为 1392 万元，建设工期为 2.75 年，即为 2017 年 7 月~2020 年 3 月。

工程特性详见表 1-1。

表 1-1 工程主要技术经济指标表

序号	项 目	单位	指标	备注
1	设计生产规模	万吨/a	60	
2	服务年限	a	11	
3	矿石方案			原矿直接供应至中化云龙有限公司化工厂
4	没租哨磷矿矿区范围	km ²	4.2279	分为北矿段和南矿段
5	产能接续开采范围			没租哨磷矿采矿区范围V _{L-1} 矿体
6	产能接续范围地质资源 / 储量	kt	10503.28	
	产能接续范围可利用资源/储量	kt	9663.64	
	产能接续范围设计可采资源/储量	kt	8799.72	
7	采矿方法			房柱采矿法
8	同时回采矿块数	个	4	
9	备用矿块数	个	2	
10	千吨采切比	m/kt	4.19	
11	废石混入率	%	6.28	
12	采矿损失率	%	27.43	
13	出矿品位	%	26.4	
14	矿石容重	t/m ³	2.94	
15	年产废石量	m ³ /a	4680	
16	井硐	个	3	主运输平硐、辅助斜坡道、东回风井
17	基建期井巷长度	m	7036.00	运输巷道、辅助巷道、回风巷等
18	地面设施占地面积	hm ²	3.92	工业场地、办公生活区、进场道路、水土保持治理区
19	项目总投资	万元	19982.53	其中：土建投资2432.74万元。
20	项目建设工期	年	2.75	2017年7月～2020年3月

1.1.1.4 项目组成

根据监测情况，本项目由工业场地、办公生活区、进场道路和水水土保持治理区 4 部分组成，总占地面积共计 3.92hm²，其中工业场地区占地面积为 2.21hm²，办公生活区占地 0.39hm²，进场道路占地面积为 0.12hm²，水土保持治理区面积 1.20hm²。

一、工业场地

根据没租哨磷矿产能接续地面设施规划，产能接续项目工业场地由主运输平硐工业场地、辅助斜坡道工业场地和东回风井工业场地组成。

1、主运输平硐工业场地

主运输平硐工业场地位于没租哨磷矿 5#工业场地下侧堆矿场地，面积为

1.02hm²，用地均为利用现有设施用地。主运输平硐工业场地内主要布置有卸矿平台和装矿平台，在平台北侧及西侧布设有管理房及污水处理池等，同时在平台四周布置场内道路，道路长 165m，路基 7m，路面 6m，路面采用水泥砼路面。

主运输平硐工业场地现状照片



2、辅助斜坡道工业场地

辅助斜坡道工业场地位于没租哨磷矿 3#工业场地，面积为 0.81hm²，场地内所布置的建构筑物有空压机房、材料仓库、综合维修间、气瓶库、井口 10kV 配电室和井口房等，建筑面积为 1788m²。场内场地布置有卸矿平台、装矿平台、车间引道和坑口处场地等，同时在四周布置场内道路，道路长 622m，路基 7m，路面 6m，路面采用水泥砼路面。



3、东回风井工业场地

东回风井工业场地为用地未利用现有设施用地，主要以新增占地为主，占地面积为 0.38hm^2 ，场地内布置有低压配电室、管理房，建筑面积为 252m^2 ，其余的 1319m^2 为硬化场地， 125m^2 为道路， 2116m^2 为工程护坡。



二、办公生活区

没租哨磷矿产能接续项目的办公生活区主要布置于现有 3#井硐生活区，面积为

0.39hm²，用地均为利用现有设施用地。办公生活区场内建构筑物主要有宿舍、食堂和办公楼，其余空地为硬化场地和绿化场地以及前期形成的开挖边坡。

办公生活区现状照片



三、进场道路区

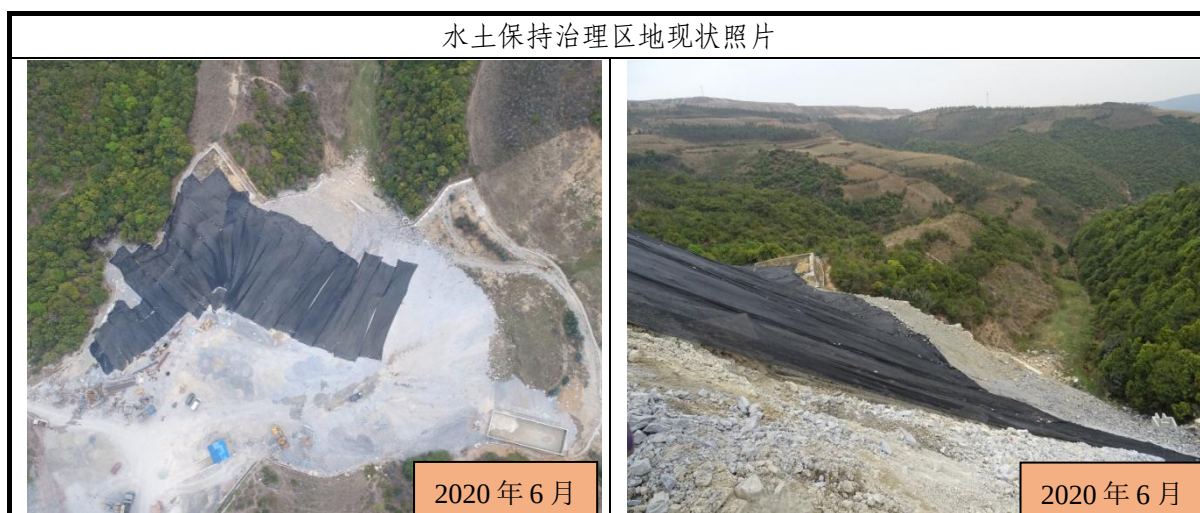
本项目的进场道路主要依托金柯公路，以连接主运输平硐工业场地和没租哨矿部的运输道路，在现有 5#进场道路的基础上向外延伸，道路长度为 171m，路基 7m，路面 6m，采用沥青混凝土路面。面积为 0.12hm²。

进场道路区地现状照片



四、水土保持治理区

根据没租哨磷矿现有设施与 220 万吨/a 深部开采工程的衔接关系，原有 1#弃渣受场地限制，1#弃渣场可利用率较低，且存在较大的水土流失隐患，经与建设单位沟通，在结合 220 万吨/a 深部开采工程总体规划将重新规划新的渣场基础上，同时为进一步控制项目对周边的影响，本方案将针对没租哨磷矿现有 1#弃渣场实施恢复治理。水土保持治理区后期呈边坡状，边坡上部接辅助斜坡道工业场地平台，边坡下部至已实施的浆砌石挡墙。水土保持治理区面积为 1.20hm²。



1.1.1.5 建设投资及工期

项目总投资为 19982.53 万元，其中土建投资为 1392 万元。根据施工监理资料显示，项目建设总工期 33 个月，即 2017 年 7 月~2020 年 3 月。

表 1-2 项目实施进度表

工程内容	2017年		2018年				2019年				2020年
	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月
井巷掘进											
办公生活区											
进场道路											
工业场地											
竣工验收准备											

1.1.1.6 工程占地

没租哨磷矿产能接续项目建设区总占地面积为 3.92hm^2 ，包含工业场地区、办公生活区、进场道路和水土保持治理区 4 个部分，其中工业场地区占地面积为 2.21hm^2 ，办公生活区占地 0.39hm^2 ，进场道路占地面积为 0.12hm^2 ，水土保持治理区面积为 1.20hm^2 ；占地类型中草地占 0.14hm^2 ，坡耕地占 0.12hm^2 ，林地 0.11hm^2 ，建设用地占 0.39hm^2 ，交通运输用地占 0.06hm^2 ，工矿用地 3.10hm^2 。其中利用现有设施用地面积 2.87hm^2 ，新增占地为 1.05hm^2 。

表 1-3 项目实际占地面积表 单位: m^2

项目组成	占地类型 (hm^2)						
	草地	坡耕地	林地	建设用地	交通运输用地	工矿用地	小计
工业场地	0.09	0.12	0.11			1.89	2.21
办公生活区				0.39			0.39
进场道路	0.05				0.06	0.01	0.12
水土保持治理区						1.20	1.20
合计	0.14	0.12	0.11	0.39	0.06	3.10	3.92
利用现有设施用地	2.87						
新增占地	1.05						

1.1.1.7 土石方量

由于监测介入时工程施工已处于中后期,土石方工程已施工结束,实际产生土石方平衡情况主要根据施工和监理资料以及现场勘查。根据项目竣工结算资料,项目建设过程中共产生挖方 14.22万 m^3 ,其中表土剥离 0.07万 m^3 ,巷道掘进 10.63万 m^3 ,场地开挖 3.52万 m^3 ;回填利用 14.59万 m^3 ,其中场地回填 14.15万 m^3 ,绿化覆土 0.44万 m^3 ;区间调运 10.68万 m^3 ;外借土石方 0.37万 m^3 。未产生永久弃渣。

1.1.1.8 施工附属及排水体系

(1) 施工场地布置

本次产能接续项目施工期间的施工营地直接利用原有 3#工业场地和 5#工业场地空地进行布置,无新增占地。

(2) 施工用水、用电

施工期间的水、电设施利用没租哨磷矿原有的水电设施,工程扩建期间不再新建水电储存及输送设施。

(3) 施工排水

项目施工期间产生的施工废水和雨水,通过水保方案提出的临时排水措施,将场内积水经沉淀后统一排入项目区周边的天然箐沟。

(4) 施工材料

本工程施工所用砂石料等砌护材料从附近合法料场、砖厂等购买,工程所需的其它材料在寻甸县、昆明市购买。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 自然环境

一、地形地貌

项目区属云贵高原构造剥蚀低中山—中山区，区域主构造线为北东—南西向，山势走向与构造线基本一致。项目所处矿区最高处位于北矿段北西，标高 2785.00m，最低处位于矿区南矿段先锋河河床处，标高 2140.00m，为矿段的最低侵蚀基准面。相对高差 645.00m，属构造剥蚀中等切割中山地形地貌。

二、地质概况

(1)、地层

根据地表出露及钻孔揭露情况，区内地层由新到老分布有第四系、寒武系下统龙王庙组、寒武系下统沧浪铺组、寒武系下统筇竹寺组、寒武系下统渔户村组及震旦系上统灯影组，其中寒武系下统渔户村组为含磷地层。现对矿区内各地层特征分别叙述如下。

(a) 第四系 (Q)

零散分布于矿区内的山坡和沟谷中，主要由残坡积物和冲洪积物构成。

(b) 寒武系下统龙王庙组 ($\in_1l$)

仅出露于矿区的东南角，岩性为灰岩夹粉砂质页岩、粉砂岩或泥质灰岩。

(c) 寒武系下统沧浪铺组 ($\in_1c$)

大面积出露于矿区北部及东南部，岩性主要为长石石英砂岩夹粘土质粉砂岩或页岩，其中底部为石英粉砂岩与粘土质粉砂岩或页岩互层。该层厚度大，矿区内未见顶。

(d) 寒武系下统筇竹寺组 ($\in_1q$)

呈条带状出露于矿区中部及东南部，岩性主要为粉砂质粘土岩及灰色页岩。该层厚 19.00 ~ 234.29m。

(e) 寒武系下统渔户村组 ($\in_1y$)

呈条带状出露于矿区中部及东南部，主要由粉砂岩、粘土质粉砂岩、含磷白云岩、磷块岩、白云岩及炭质粘土岩构成，层厚 107.58 ~ 168.22m。根据岩性特征可将其自上而下分成 4 个岩性段。

第四岩性段 ($\in_1y^4$) 为粘土质粉砂岩夹粘土岩，层厚 86.32 ~ 141.16m。

第三岩性段 ($\in_1 y^3$) 为粘土质粉砂岩或粉砂岩, 局部夹白云岩薄层, 层厚 8.11 ~ 18.65m。

第二岩性段 ($\in_1 y^2$) 为含磷岩性段, 根据岩性特征及含矿性自上而下又可分成三个亚岩性段。第三亚段 ($\in_1 y^{2-3}$), 即上含磷岩段, 岩性主要为含磷灰岩、含磷泥灰岩、含磷粉砂质泥岩、含磷粉砂岩, 局部夹磷块岩薄层或条带, P_2O_5 含量 1.29% ~ 8.7%, 层厚 1.14 ~ 19.61m, 无工业价值。第二亚段 ($\in_1 y^{2-2}$), 即白云岩段, 岩性主要为白云岩或含磷白云岩, 偶见深灰色硅质条带, 层厚 1.2 ~ 28.61m, P_2O_5 含量小于边界品位, 无工业价值。第一亚段 ($\in_1 y^{2-1}$), 即磷块岩段, 岩性主要为白云质磷块岩, 局部见粘土岩和含磷粘土质粉砂岩, P_2O_5 含量 12.83% ~ 37.10%, 层厚 0.60 ~ 8.47m, 是矿区内的工业磷矿层。

第一岩性段 ($\in_1 y^1$) 为白云岩或含磷白云岩, 夹硅质条带, 一般厚 5 ~ 15m, 厚度变化较大, 大部分钻孔未揭穿, P_2O_5 含量小于边界品位, 无工业价值。

(f) 震旦系上统灯影组 ($Z_2 d_n$)

出露于矿区中南部及南部, 岩性为白云岩或硅质白云岩, 层厚 > 200m。

(2)、构造

(a) 褶皱

区内发育的主要褶皱构造, 其轴向约 70° ; 轴长大于 5km。背斜核部宽 1 ~ 3km, 由震旦系上统灯影组 ($Z_2 d_n$) 构成, 且被法古断层破坏, 矿区内含磷地层 (寒武系下统渔户村组) 紧绕背斜核部出露。背斜两翼由寒武系下统 ~ 二叠系构成; 其中北翼地层倾向一般为 $10^\circ \sim 20^\circ$; 倾角一般为 $5^\circ \sim 30^\circ$; 南翼地层倾向一般为 $120^\circ \sim 140^\circ$, 倾角一般为 $25^\circ \sim 40^\circ$ 。另外, 在没租哨背斜北翼次级褶皱较发育。

(b) 断层

区内断层发育, 其中主干断层——法古断裂带 (F_1) 将矿区分割成南北两个矿段, 断层 F_3 、 F_5 及 F_9 将北矿段矿层分割成 3 个独立的矿体, 其余断层对矿区内矿层均有不同程度的破坏。

(3) 地震

根据 1: 4000000 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010), 工程区地震动峰值加速度为 0.40g, 地震动反应谱特征周期为 0.40s, 对应的地震基本烈度为 IX 度, 设计地震分组为第二组。

三、气象水文

(1) 气象

项目区所在的寻甸县属低纬度高原季风气候，冬春两季受平直西风环流控制，大陆季风气候明显，干旱少雨；夏秋季主要受太平洋西南或印度洋东南暖湿气流控制，海洋季风突出，多雨，夏季凉爽潮湿。旱、雨季分明，5~10 月为雨季，11 月至次年 4 月为旱季。年平均气温 14.4℃，无霜期 229 天，相对湿度较大，雨热同季，干湿分明，光照热量条件较好，年平均日照时数 2066.3h；多年平均降雨量为 1045mm，多年平均蒸发量 1957.5mm，多年平均风速 6.7m/s。

根据寻甸县气象局资料分析，项目区 20 年一遇 1h、6h、24h 小时最大降雨量分别为 53mm、87mm、120.7mm。

(2) 河流水系

项目所处矿区范围内有四条主要地表水，分别为双龙塘箐表水流、背阴箐地表水流、大箐和大石头箐地表水。均由北向南、由矿区上侧流经矿区下侧流至先锋河后向西汇入普渡河，并最终随普渡河汇入金沙江。矿区内水系属金沙江水系。

四、土壤及植被

(1) 土壤

寻甸县属于华南亚热带森林土壤区，常绿阔叶林红壤和砖红壤化地带的滇东高原砖红化红壤县，全县共 10 个土类、15 个亚类，36 个土属，71 个土种。经现场调查，项目区土壤主要有红壤、黄棕壤和水稻土等。

(2) 植被

寻甸县地处滇中高原区，原生植被为亚热带半湿润常绿阔叶林，主要代表树种有高山栲、元江栲、滇青冈、滇石栎、云南松、华山松、滇油杉、桉树、柏树、桉木等。针叶林分布较广，从海拔 1800~2641m 均有分布。

据实地调查，项目区周边森林类型为半湿润常绿针叶林及阔叶林，常见的乔木多为云南松、柳树、杨树；灌木为杜鹃、杨梅、火棘、野茶花等；地表生长着草本以禾本科为主。原生植被覆盖率约为 6.38%左右。

1.1.2.2 容许土壤流失量、侵蚀类型与强度、水土流失重点防治区划

(1) 容许土壤流失量

根据《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，水土流失允许流失量值为 500t/km² a。

(2) 侵蚀类型与强度

从土壤侵蚀类型来看，项目区为红壤、黄棕壤，全区的水土流失类型主要为水力侵蚀、局部为重力侵蚀。除这两种自然因素的作用外，还有部分水土流失是由于人为作用引起的物理机械侵蚀。项目建设过程中扰动地面产生水土流失，随着工程建设完工，项目区护坡、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，项目区平均土壤侵蚀模数降至 $491.58\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

（3）水土流失重点防治区划

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保〔2013〕188 号）和《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），方案编制阶段工程所在的昆明市寻甸县属于“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”，同时也属于云南省省级水土流失“重点监督区”和“重点治理区”。现阶段项目所在地寻甸县先锋镇属“金沙江下游国家水土流失重点治理区”。

结合《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2018)，确定本工程水土流失防治执行建设生产类一级标准。

（4）寻甸县水土流失现状

水土流失现状根据《云南省水土流失调查成果公告（2015 年）》资料进行统计。寻甸县全县土地总面积为 3593.28km^2 ，微度侵蚀面积 2382.81km^2 ，占土地总面积的 66.31%。土壤侵蚀面积 1210.47km^2 ，占土地总面积 33.69%。其中：轻度侵蚀面积 860.44km^2 ，占土壤侵蚀总面积的 71.08%，中度侵蚀面积 198.85km^2 ，占土壤侵蚀总面积的 16.43%，强度侵蚀面积 81.47km^2 ，占土壤侵蚀总面积的 6.73%，极强度侵蚀面积 55.13km^2 ，占土壤侵蚀总面积的 4.55%，剧烈侵蚀面积 14.58km^2 ，占土壤侵蚀总面积的 1.20%。

寻甸县土壤侵蚀强度分级面积统计参见表 1-4。

表 1-4 寻甸县土壤侵蚀强度分级面积统计表 单位： km^2

项目 县名	土地总 面积	微度侵 蚀	流失面 积	强度分级				
				轻度	中度	强度	极强	剧烈
		km^2	km^2	km^2	km^2	km^2	km^2	km^2
寻甸县	3593.28	2382.81	1210.47	860.44	198.85	81.47	55.13	14.58

（5）项目区水土流失现状

中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目于 2017 年 7 月开工建设，于 2020 年 3 月工程完工，目前项目已经建设完成，各项水土保持工程、植物和临时

措施已基本实施完成。施工扰动区基本完成构建筑物覆盖、绿化和硬化，现场无崩塌、滑坡危险区和泥石流等水土流失危害。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 项目建设过程中水土流失防治情况

根据《水保方案》及批复文件显示，项目建设区水土流失类型以水力侵蚀为主，建设前场地内分布草地、坡耕地、林地、建设用地、交通运输用地及工矿用地，项目建设区原地貌平均土壤侵蚀模数约为 $444.13\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ ，水土流失总体呈微度。通过建设过程中水土保持措施的实施和水土保持管理保障，项目建成后平均土壤侵蚀模数约为 $456.23\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ ，水土流失总体呈微度，水土保持措施防治效果较好。

本项目于 2017 年 7 月开工建设，于 2020 年 3 月竣工。我单位于 2019 年 4 月接受委托开展监测工作，于 2019 年 4 月首次进入项目现场，监测介入时主体工程施工已接近后期，由于建设单位委托我单位开展监测工作较为滞后，通过查阅施工及监理资料分析，项目建设期水土流失主要集中于场地平整、建构筑物施工、道路及场地硬化施工和绿化施工阶段。据实际情况，对监测介入后水土流失现状分析如下：





工业场地水土流失情况评价：监测介入时，场地工程及建构筑物建设基本建设完工，主要剩余附属工程建设，水土流失总体呈轻度。



办公生活区水土流失情况评价：监测介入时，场地工程及建构筑物建设基本建设完工，边坡及道路建设完成，水土流失总体呈微度



进场道路区土流失情况评价：道路基础及路面施工已结束，内侧布设有排水沟，水土流失总体呈微度



水土保持治理区水土流失情况评价：监测介入时，水土保持治理区下侧实施有浆砌石挡墙，外围实施有截水沟，但边坡未分台，未进行植被恢复措施，水土流失总体呈强度

1.2.2 建设单位水土保持管理情况

工程建设过程中，建设单位严格履行基本建设程序，认真执行项目各项规章制度。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和绿化覆土采用即运即填方式等举措进行控制。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。

1.2.3“三同时”制度落实

项目于 2015 年 7 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，前期工作完成后于 2017 年 7 月开工，于 2020 年 3 月竣工。2019 年 4 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行水土保持监测工作，监测介入时工程建设已接近后期。建设单位未严格落实三同时制度；在项目建设过程中，建设单位实施了部分临时防护措施，水土保持工程措施及植物措施较滞后，但是建设单位重视水土保持工作，方案批复后积极完善落实批复的水土保持措施；项目竣工后，实施后的永久水保措施与主体工程同时运行。

1.2.4 水土保持方案编报及变更

1.2.4.1 水土保持方案编报

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和工程建设项目的有关法律法规的规定，确保中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目在建设过程中新增

水土流失得到全面有效的治理,工程建设单位中化云龙有限公司于 2015 年 7 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司对项目的水土保持方案报告书进行编制工作,编制单位于 2015 年 7 月底完成《中化云龙有限公司没租硝磷矿 60 万吨/a 产能接续项目水土保持可行性研究报告(报批稿)》(以下简称“水保方案”)的编制工作,2015 年 8 月 5 日寻甸县水务局以“寻水务字〔2015〕27 号”对本项目水保方案进行了批复,明确了本工程的水土流失防治重点、防治责任范围、防治分区、防治措施和水土保持投资。

1.2.4.2 工程变更情况

通过查阅施工、监理等资料和现场踏勘,同寻甸县水务局“寻水务字〔2015〕27 号”批复的水保方案对比分析,本项目变更情况如下:

(一)、主体工程变更情况

(1) 平面布置变更

工业场地区:主运输平硐工业场地实际建设时,由于征占地问题,原规划的工业场地区东部区域未进行建设,对比原方案建设面积减小,同时实际建设时对厂区内建设进行优化调整,布置更加紧凑合理;辅助斜坡道工业场地实际建设时优化场地布设,减少了装矿平台及卸矿平台面积,未对场区东部的区域扰动;东回风井工业场地实际建设时增加了边坡工程建设,导致场区面积增加。

办公生活区:原设计办公生活区紧邻工业场地区建设,实际建设时为减少扰动开挖,办公生活区西部区域未进行扰动,实际建设的办公生活区面积较设计减少,同时实际建设优化了建构筑物及道路等布设,整个场区布置更加合理紧凑。

进场道路:原设计进场道路为 5#工业场地南北两侧平行布设的两条道路,实际建设时仅在北部布设了一条进场道路,道路长度较原设计减少。

(2) 各分区的占地面积变更

通过现场踏勘及业主提供的资料,实际建设过程中对工业场地区、办公生活区、进场道路区及水土保持治理区布局局部调整优化调整,同时取消部分区域扰动,导致工程各区占地面积有所变化,项目总占地面积减少。扰动面积减少利于项目建设区的水土流失防治,符合水土保持要求。具体情况如下表。

表 1-5 水保方案批复及工程实际占地面积变化对比表 单位: hm^2

项目分区	方案批复扰动地表面积	实际扰动地表面积	增减情况
工业场地区	3.28	2.21	-1.07
办公生活区	0.53	0.39	-0.14
进场道路区	0.21	0.12	-0.09
水土保持治理区	2.00	1.20	-0.80
合计	6.02	3.92	-2.10

(二) 水土保持工程变更情况

(1) 措施体系的变更

根据水保方案及批复文件, 工程设计已考虑的具有水土保持功能的措施有: 表土剥离 0.82hm^2 , C20 砼排水沟长 360m、浆砌石挡墙 430m, 场地绿化面积 0.05hm^2 。方案新增水土保持工程措施为: C20 砼排水沟 2495m, 浆砌石挡墙 85m, 沉砂池 4 口, 消力池 1 口, 植被恢复面积 2.19hm^2 , 临时拦挡 90m, 临时覆盖 4100m^2 , 临时排水沟 530m。实际施工过程中, 总体防治措施体系与原设计基本一致, 根据实际施工条件, 对设计的部分具体措施有优化调整, 增加了工业场地区的边坡防护措施, 整个工程的措施防治体系能满足水土流失的防治要求, 未造成水土保持功能降低。

(2) 施工工期

根据水保方案及批复文件, 工程于 2016 年 7 月开工, 并于 2019 年 1 月完工, 总工期 30 个月。

根据竣工结算资料及监理资料分析, 工程于 2017 年 7 月开工, 于 2020 年 3 月完工, 总工期延长了 0.25 年。

(三) 与办水保〔2016〕65 号文对比结论

根据《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》(办水保〔2016〕65 号)及《云南省水利厅关于进一步加强省级生产建设项目水土保方案变更管理的通知》(云水保〔2016〕49 号), 本工程建设涉及到了《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》的第三条、第四条及第五条, 通过分析, 项目建设过程中虽然发生了变更, 但通过列表分析, 未达到重大变更条件, 因此, 可纳入验收管理规定, 具体列表分析如下:

表 1-6

项目实际施工与办水保〔2016〕65 号文对比表

序号	水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）	原方案批复	实际实施情况	是否属于重大变更
1	水土流失防治责任范围增加30% 以上的（第三条第2项）	6.97hm ²	减少43.8%（实际3.92hm ² ）	否
2	开挖填筑土石方总量增加30% 以上的（第三条第3项）	14.38万m ³	减少1.1%(14.22万m ³)	否
3	水土保持重要单位工程措施体系发生变化，可能导致水土保持功能显著降低或丧失的（第四条第3项）		工程措施体系发生未变化，部分措施优化调整，但未造成水土保持功能降低	否
4	在水土保持方案确定的废弃砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等专门存放地（以下简称“弃渣场”）外新设弃渣场的，或者需要提高弃渣场堆渣量达到20% 以上的，其中，新设弃渣场占地面积不足1 公顷且最大堆渣高度不高于10 米的，生产建设单位可先征得所在地县级人民政府水行政主管部门同意，并纳入验收管理（第五条）			否

1.2.5 水土保持监测意见落实情况

监测单位自接收该项目监测委托后，先后于 2019 年 4 月、2019 年 6 月、12 月、2020 年 3 月、6 月到项目现场进行监测，主要针对项目存在的问题提出整改建议。其中针对自然恢复期主要建议是加强对植物措施的抚育管理，建设单位基于水土保持管理和相关水土保持措施实施的基础下，根据监测意见进行落实。

1.2.6 水土保持监督检查意见落实情况

由于工程施工简单，扰动面积较小，大部分均在原有场地上建设，且主要基础开挖时段避开了雨季，因此，水行政主管部门未进行过监督检查。

2020 年 6 月 4 日，寻甸县水务局对本工程下达了《责令限期改正通知书》，要求建设单位尽快整改现场，依法开展本工程水土保持方验收工作。

建设单位委托昆明伽略工程勘察设计有限公司作为第三方，开展本项目的水土保持验收工作，并于 2020 年 6 月底编写完成本项目水土保持设施验收报告。

1.2.7 水土流失危害事件及处理情况

通过现场监测及调查询问，本项目从开工到项目竣工期间未发生水土流失危害事件。

1.3 监测工作实施情况

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（试行）的通知》（办水保〔2015〕139 号）及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB51240-2018）等有关规定，中化云龙有限公司于 2019 年 4 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，接受委托之后，我公司即组织技术人员成立项目组到施工现场进行实地查勘、调查、收集有关数据，针对工程水土保持工作的不足和存在的问题，现场提出相应的整改建议。监测组技术人员先后共 5 次进入现场进行实地监测复核。

1.3.1 监测实施方案执行情况

接到监测任务委托后，2019 年 4 月我单位针对本项目成立监测组，项目组制定了相应的监测计划，根据本项目实际建设进度情况制定监测时段，由于本项目监测

组进场时，本项目施工已处于后期，监测组针对项目建设实际情况，分别于 2019 年 4 月、2019 年 6 月、2019 年 12 月、2020 年 3 月、2020 年 6 月进场开展监测外业调查。根据项目的水土流失特点，采用调查监测、巡查监测等方法对水土流失强度与水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果进行监测。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。

监测组通过现场巡查、实地观测和走访座谈的方式，结合建设方提供的基础技术资料，结合后期工程竣工资料分析对比，获取了有关水土保持的资料和数据，在此基础上于 2020 年 6 月编制完成《中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目水土保持监测总结报告》。

1.3.2 监测时段、频次

根据《水土保持监测技术规程》相关要求，结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要，本项目水土保持监测开始于 2019 年 4 月，止于 2020 年 6 月，监测时段为 1.5a。监测组技术人员先后共 5 次进入现场进行实地监测，进场监测时间分别是 2019 年 4 月 16 日、2019 年 6 月 25 日、2019 年 12 月 28 日、2020 年 3 月 26 日、2020 年 6 月 20 日。

表 1-7 水土保持监测频次一览表

年度	施工期	自然恢复期	合计
2019年	3		3
2020年	1	1	2
合计	4	1	5

1.3.3 监测项目部组成及技术人员配备

为确保本项目监测工作顺利展开，我公司成立专门的项目监测组。其中，总监理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，总监理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 1-8。

表 1-8 水土保持监测人员组织安排和分工表

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	张洪开	高级工程师	水工	项目管理
	刘富平	总经理助理	水土保持	技术指导
	王 晶	总工	水土保持	技术审查（总监测工程师）
技术 工作 小组	水土流失因子监测组	蒙利宏	工程师	水土流失因子监测组组长， 负责土壤分析
		陈 密	工程师	项目负责人，负责监测报告统稿
	水土流失状况监测组	胡治军	工程师	水土流失状况监测组组长
		刘培静	工程师	负责水土保持状况监测，负责监测报告编写
	防治效果监测组	苏 江	工程师	水土流失防治效果监测组组长
		段兴凤	工程师	负责水土保持效果监测
		俞海光	工程师	
	后勤保障组	王聿芳	办公室人员	监测工具及设备的管理
		沈 琪	驾驶员	车辆驾驶

1.3.4 监测点布设

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中监测点布设原则和选址要求，结合本项目实际情况，监测点的布设主要是为了监测工程措施及林草植被的恢复情况、数量、质量情况，采取调查监测及巡查监测方式进行监测。

根据本工程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和管理的方便性，在项目区域内设置监测点 4 个，其中调查监测点 4 个。监测点布设情况详见表 1-9。

表 1-9 水土保持监测点布设情况表

监测点编号	监测分区	监测点类型	监测方法
1#	工业场地	调查监测	调查监测，主要监测建筑物周边挡墙、截、排水措施工程量及运行情况，植被恢复情况及水土保持措施效果
2#	办公生活区	调查监测	调查监测，主要监测建筑物周边截、排水措施工程量及运行情况，植被恢复情况及水土保持措施效果
3#	进场道路	调查监测	调查监测，主要监测道路排水措施运行情况及水土保持措施效果
4#	水土保持治理区	调查监测	调查监测，主要监测堆渣量、挡墙、截排水措施工程量及运行情况，植被恢复情况及水土保持措施效果

监测工作照片集	
	
工业场地区措施调查	工业场地区措施调查
	
工业场地区措施调查	水土保持治理区措施调查

1.3.5 监测设施设备

监测组根据项目特点，主要采用调查监测方法进行监测，监测设施主要包括外业量测设施和内业整理设施，有 GPS、钢卷尺、记录夹、皮尺、数码照相机、无人机和笔记本电脑等，项目所采用的监测设施设备如下：

表 1-10 监测设施设备一览表

序号	设备仪器	型号规格
1	激光测距仪	TM800
2	手持式GPS	GeoRef K2
3	罗盘	
4	皮尺或卷尺	
5	数码照相机	佳能
6	数码摄像机	佳能
7	笔记本电脑	
8	卷尺	5m
9	皮尺	50m
10	无人机	大疆精灵4pro

1.3.6 监测技术方法

工程属矿山类项目，具有施工扰动频繁、地块小，阶段衔接紧密的特点，由于建设单位委托我单位监测较晚，监测组进场时，项目已经建设已处于中后期，监测组针对项目区实施的水土保持临时措施采用调查监测，主要通过查阅施工及监理资料统计临时措施实施数量及防护效果；监测组针对项目区实施的水土保持工程措施采用调查监测，主要调查工程措施完建数量、质量及其防治效果；监测组针对植被恢复期绿化用地的植物措施采用植被观测样方进行监测；监测组进场时工程已经完工，监测组针对整个工程的全部区域及周边区域的水土流失危害情况采用巡查监测。

1.3.7 监测成果提交情况

在接受监测任务后，从 2019 年 4 月监测至今，昆明龙慧工程设计咨询有限公司成立了专门的水土保持监测项目组，监测组对现场进行了踏勘和资料的收集与分析，2019 年 4 月至 2020 年 6 月期间先后 5 次对项目区进行了调查和监测，在监测调查和竣工资料收集的基础上，于 2020 年 6 月编制完成《中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》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 项目区水土流失因子监测

- (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) 损坏水土保持设施面积；
- (4) 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

沟蚀和面蚀。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要求建设单位进行整改，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（试行）的通知》（办水保〔2015〕139号）及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB51240-2018）等技术标准，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定位监测和调查监测为主，巡查监测为辅的模式进行监测。

2.2.1 定位监测

定位监测方法主要用于施工期和试运行期。在工程施工建设过程中进行施工期土壤流失量动态监测和运行初期的土壤流失量监测。

对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

（1）实测法

通过本项目布置的监测设施（简易坡面量测法、侵蚀钉简易水土流失观测场法、沉砂池法等）进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、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。

（2）类比法

采用已有的其它同类工程监测数据为基础，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。

（3）经验推测法

对于部分监测区域的侵蚀模数，可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。

2.2.2 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。面积监测的时段主要是建设期。

（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施工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 ($<0.002\text{mm}$)	粉沙粒 ($0.02 \sim 0.002\text{mm}$)	砂粒 ($2 \sim 0.02\text{mm}$)
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挡墙、护坡、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。

2.2.3 巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和建设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 2018 年 9 月份介入，主要针对项目建设期及植被恢复期进行监测，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。

2.2.4 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 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 $30\text{株}/\text{m}^2$ 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。

表 2-3 监测内容及方法

监测内容	监测方法	监测要求	监测频次
扰动范围	根据水土保持方案，结合施工组织设计和平面布局图，通过实地量测和遥感监测，实地界定建设扰动的范围，并进行对照记录	1、实地量测需全面量测； 2、遥感影像分辨率要高； 3、遥感监测施工前需开展	2 次
扰动面积	根据实际扰动范围，采用实地量测、遥感监测、资料分析结合方式对扰动面积进行量测		
扰动类型及变化	结合施工前遥感影像和资料，根据项目实际扰动形式，通过遥感手段和量测记录项目扰动类型及变化情况		
措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量	根据水土保持方案，结合施工组织设计、施工图和措施布置图，结合施工监理资料，由监理单位确定措施开（完）工日期、数量及尺寸，监测项目组通过实地量测，实地复核措施类型、数量、位置和规格，并做相关记录表格	监测精度不小于 95%	每年 4 次
林草覆盖度（郁闭度）	根据实际情况，选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 20×20m、灌木林 5×5m、草地 1×1m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度	措施完好、能正常发挥水土保持功能	每年 4 次
防治效果、运行状况	通过现场实地调查的方式进行监测，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	措施完好、能正常发挥水土保持功能	每年 4 次

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

3.1.1.1 原方案确定的防治责任范围

根据《水保方案》及其批复，中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目水土流失防治责任范围总面积为 6.97hm^2 。其中项目建设区面积为 6.02hm^2 ，直接影响区面积为 0.95hm^2 。

表 3-1 《水保方案》确定防治责任范围统计表

单位: hm^2

项目分区	项目建设区	直接影响区	防治责任范围
工业场地	3.28	0.95	6.97
办公生活区	0.53		
进场道路	0.21		
水土保持治理区	2.00		
合计	6.02	0.95	6.97

3.1.1.2 实际防治责任范围监测结果

监测过程中，结合《水保方案》中确定项目组成，对水土流失防治责任范围进行了复核，经核实，本项目实际建设过程中发生的水土流失防治责任范围面积为 3.92hm^2 ，其中项目建设区 3.92hm^2 ，直接影响区占地面积为 0.00hm^2 。

实际发生的水土流失防治责任范围详见表 3-2。

表 3-2 实际发生的水土流失防治责任范围

单位: hm^2

项目分区	项目建设区	直接影响区	防治责任范围
工业场地	2.21	0.00	2.21
办公生活区	0.39		0.39
进场道路	0.12		0.12
水土保持治理区	1.20		1.20
合计	3.92	0.00	3.92

3.1.1.3 水土流失防治责任范围变化

本工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 3.92hm^2 ，与水土保持方案批复的防治责任范围面积相比，减少 3.05hm^2 。

防治责任范围面积减少，主要是由于以下原因：

工业场地区：主运输平硐工业场地实际建设时，由于征占地问题，原规划的工业场地区东部区域未进行建设，对比原方案建设面积减小；辅助斜坡道工业场地实际建设时优化场地布设，减少了装矿平台及卸矿平台面积，未对场区东部的区域扰动；东回风井工业场地实际建设时增加了边坡工程建设，导致场区面积增加。

办公生活区：原设计办公生活区紧邻工业场地区建设，实际建设时为减少扰动开挖，办公生活区西部区域未进行扰动，实际建设的办公生活区面积较设计减少，同时实际建设优化了建构筑物及道路等布设，整个场区布置更加合理紧凑。

进场道路：原设计进场道路为 5#工业场地南北两侧平行布设的两条道路，实际建设时仅在北部布设了一条进场道路，道路长度较原设计减少。

依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），防治责任范围取消直接影响区，且通过监测单位过程监测显示：本项目严格控制施工范围，对周边没有造成影响，本项目直接影响区面积为 0。

3.1.2 建设期扰动土地面积

地表扰动面积监测包括两方面的内容：即扰动类型判断和面积监测，其中扰动类型判断是关键，扰动类型的划分和判定是由其侵蚀强度确定的，监测过程中必须根据实际流失状态进行归类和面积监测。

水土保持监测介入时，工程建设已处于后期，通过对项目区现场踏勘，监测工作组通过对工程水土流失情况进行分析，并利用无人机、GPS、测距仪、皮尺等量测工具，结合工程施工、监理和工程平面布置等资料，对工程区建设期扰动地表的面积进行量化，经复核分析，工程建设期间，实际扰动地表面积为 3.92hm²，占地类型主要为草地、坡耕地、林地、建设用地、交通运输用地和工矿用地。工程建设扰动地表面积详见表 3-3。

表 3-3 工程建设实际扰动地表面积统计表 **单位：m²**

项目组成	占地类型（hm ² ）						
	草地	坡耕地	林地	建设用地	交通运输用地	工矿用地	小计
工业场地	0.09	0.12	0.11			1.89	2.21
办公生活区				0.39			0.39
进场道路	0.05				0.06	0.01	0.12
水土保持治理区						1.20	1.20
合计	0.14	0.12	0.11	0.39	0.06	3.10	3.92

主要变化原因主要为：

实际建设过程中对工业场地区优化调整，其中原规划的主运输平硐工业场地区东部区域未进行建设，辅助斜坡道工业场地东部区域扰动，同时原设计进场道路为 5#工业场地南北两侧平行布设的两条道路，实际建设时仅在北部布设了一条进场道路，道路长度较原设计减少，导致工程各区占地面积有所变化，项目总占地面积减少 2.10hm^2 。

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据《水保方案》及其批复，本项目建设期间不再单独布置取料场，工程建设所需的砂、石料购于寻甸县砂石料场，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。

3.2.2 取料监测结果

根据监测小组现场调查，结合建设单位提供的建设资料，本项目建设期间未单独布置取料场，工程建设所需的砂、石料购于寻甸县内的砂石料场，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。本工程建设未另外设置砂、石料场。

3.3 弃土弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据《水保方案》及其批复，本项目基建期开挖量 14.38万 m^3 ，其中表土剥离 0.41万 m^3 ，巷道掘进 11.14万 m^3 ，场地开挖 2.83万 m^3 ；回填量 14.63万 m^3 ，其中场地回填 13.97万 m^3 ，绿化覆土 0.66万 m^3 ；调出量和调入量 11.52万 m^3 ，外购 0.25万 m^3 。 0.41万 m^3 的表土临时堆存至表土临时堆存点，表土临时堆存点位置位于辅助斜坡道工业场地内。

3.3.2 弃渣监测结果

由于本项目监测介入时工程已处于施工后期，土石方工程一施工完工，实际产生弃渣量通过查阅施工及监理资料获得，通过查阅相关资料，实际本项目土石方总

挖方量为 14.22 万 m^3 , 其中表土剥离 0.07 万 m^3 , 巷道掘进 10.63 万 m^3 , 场地开挖 3.52 万 m^3 ; 回填利用 14.59 万 m^3 , 其中场地回填 14.15 万 m^3 , 绿化覆土 0.44 万 m^3 ; 区间调运 10.68 万 m^3 ; 外借土石方 0.37 万 m^3 。未产生永久弃渣。

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 原方案设计土石方流向情况

根据《水保方案》及其批复, 本项目基建期开挖量 14.38 万 m^3 , 其中表土剥离 0.41 万 m^3 , 巷道掘进 11.14 万 m^3 , 场地开挖 2.83 万 m^3 ; 回填量 14.63 万 m^3 , 其中场地回填 13.97 万 m^3 , 绿化覆土 0.66 万 m^3 ; 调出量和调入量 11.52 万 m^3 , 外购 0.25 万 m^3 。0.41 万 m^3 的表土临时堆存至表土临时堆存点, 表土临时堆存点位置位于辅助斜坡道工业场地内。具体见表 3-4。

表 3-4 《水保方案》土石方平衡表 单位：m³

项目		开挖				回填				调入		调出		外借		弃方	
		表土剥离	巷道掘进	场地开挖	小计	生产利用	场地回填	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
井硐、井巷工程			11.14		11.14							6.37	主运输平硐工业场地				
												4.77	辅助斜坡道工业场地				
工业场地	主运输平硐						6.37		6.37	6.37	井硐、井巷工程						
	辅助斜坡道	0.41		2.25	2.66		7.02	0.03	7.05	4.77	井硐、井巷工程						
												0.38	水土保持治理区				
	东回风井			0.02	0.02		0.02		0.02								
办公生活区				0.43	0.43		0.43	0.03	0.46					0.03	外购		
进场道路				0.13	0.13		0.13		0.13								
水土保持治理区								0.6	0.6	0.38	辅助斜坡道工业场地			0.22	外购		
小计		0.41	11.14	2.83	14.38		13.97	0.66	14.63	11.52		11.52		0.25			

注：1.表中土石方均为自然方；
2.开挖+调入+外借=回填+调出+废弃。

3.4.2 土石方流向情况监测结果

根据工程施工及监理资料统计，工程建设实际土石方总挖方量为 14.22 万 m³，其中表土剥离 0.07 万 m³，巷道掘进万 10.63m³，场地开挖 3.52 万 m³；回填利用万 14.59m³，其中场地回填 14.15 万 m³，绿化覆土 0.44 万 m³；区间调运 10.68 万 m³；外借土石方 0.37 万 m³。未产生永久弃渣。

表 3-5 实际土石方平衡表 单位：m³

项目		开挖				回填				调入		调出		外借		弃方	
		表土剥离	巷道掘进	场地开挖	小计	生产利用	场地回填	绿化覆土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
井硐、井巷工程			10.63		10.63							5.98	主运输平硐工业场地				
												4.65	辅助斜坡道工业场地				
工业场地	主运输平硐						5.98	0.05	6.03	5.98	井硐、井巷工程						
										0.05	辅助斜坡道工业场地						
	辅助斜坡道	0.06		2.16	2.22		6.81	0.01	6.82	4.65	井硐、井巷工程						
												0.05	主运输平硐工业场地				
	东回风井	0.01		0.82	0.83		0.82	0.01	0.83								
办公生活区				0.41	0.41		0.41	0.01	0.42					0.01	外购		
进场道路				0.13	0.13		0.13		0.13								
水土保持治理区								0.36	0.36					0.36	外购		
小计		0.07	10.63	3.52	14.22	0.00	14.15	0.44	14.59	10.68		10.68		0.37			

4 水土流失防治措施监测结果

中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目水土流失防治及其效果监测内容包括各项水土流失防治措施的数量、质量及其防治效果，主要为工程措施的稳定性、完好程度及运行情况；植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度；临时措施的实施情况、防护效果。结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，从水土保持工程措施、水土保持植物措施、水土保持临时措施、水土流失防治效果几个方面对监测数据进行综合分析。与《水保方案》中的防治措施及水土流失量预测结果进行对比分析，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 水土保持工程措施设计情况

根据《水保方案》及其批复，方案设计的工程措施包括：主体设计的表土剥离 0.82hm²，C20 砼排水沟长 360m、浆砌石挡墙 430m；方案新增的：C20 砼排水沟 2495m，浆砌石挡墙 85m，沉砂池 4 口，消力池 1 口。

表 4-1 《水保方案》设计工程措施量统计表

防治分区	措施名称	单位	主体工程设计	方案新增
主运输平硐工业场地	浆砌石挡墙	m	300	
	排水沟	m		765
	沉砂池	座		1
辅助斜坡道工业场地	表土剥离	m ³	820	
	排水沟	m		1200
	浆砌石挡墙	m	130	85
	沉砂池	座		1
办公生活区	C20 砼排水沟	m	360	
进场道路	排水沟	m		530
	沉砂池	座		2
水土保持治理区	消力池	座		1

4.1.2 实际完成工程措施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料统计，截止 2020 年 6 月，中化云龙有限公司没租哨磷矿 60 万吨/a 产能接续项目实施的工程措施为：主运输平硐工业场地浆

砌石挡墙 152m, 排水沟 448m, 沉砂池 1 座; 辅助斜坡道工业场地表土剥离 600m³, 排水沟 758m, 浆砌石挡墙 91m, 沉砂池 1 座; 东回风井工业场地表土剥离 100m³, 工程护坡 2116m², 截水沟 150m, 排水沟 85m, 沉砂池 2 座。办公生活区排水沟 300m; 进场道路区排水沟 171m, 沉砂池 1 座; 水土保持治理区消力池 1 座, 排水沟 511 m, 挡墙 98m, 截水沟 468m。实际实施的工程措施与方案比较分析见表 4-2、4-3。

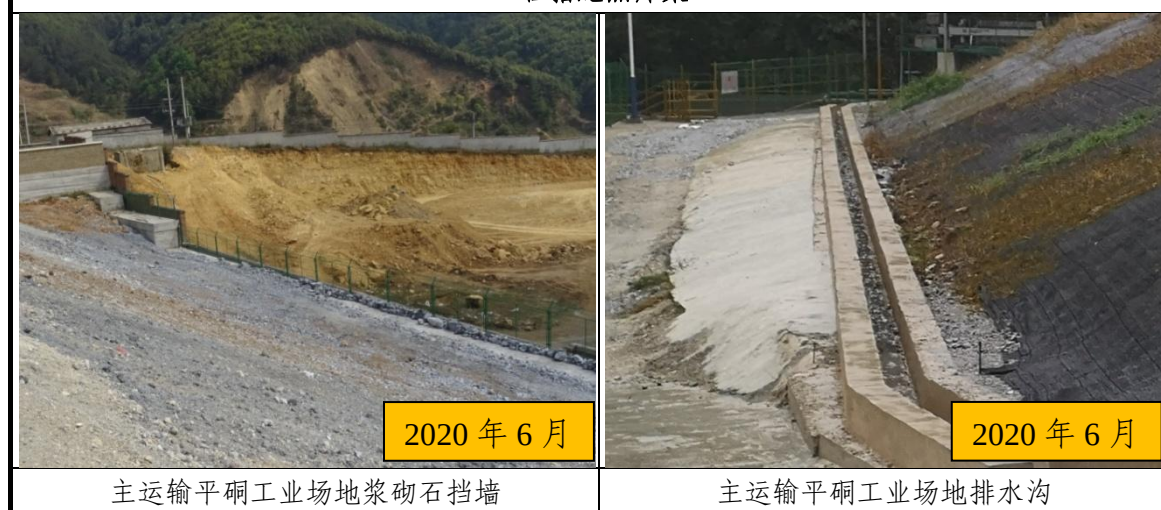
表 4-2 实际实施的工程措施量统计表

防治分区	措施名称	单位	主体工程设计	方案新增	实施时间
主运输平硐 工业场地	浆砌石挡墙	m	152		2017年9月~2017年12月
	排水沟	m		448	2019年12月~2020年2月
	沉砂池	座		1	2020年2月
辅助斜坡道 工业场地	表土剥离	m ³	600		2017年7月~2017年8月
	排水沟	m		758	2019年12月~2020年2月
	浆砌石挡墙	m	91		2017年9月~2017年12月
	沉砂池	座		1	2020年2月
东回风井工 业场地	表土剥离	m ³	100		2018年2月~2018年3月
	工程护坡	m ²	2116		2019年12月~2020年2月
	截水沟	m		150	2019年4月~2019年5月
	排水沟	m		85	2019年12月~2020年2月
	沉砂池	座		2	2020年2月
办公生活区	C20砼排水沟	m	300		2018年6月~2018年7月
进场道路	排水沟	m		171	2018年1月~2018年2月
	沉砂池	座		1	2018年12月
水土保持治 理区	消力池	座		1	2019年3月~2019年4月
	排水沟	m		511	2020年1月~2020年2月
	挡墙	m		98	2019年3月~2019年4月
	截水沟	m		468	2019年3月~2019年4月

表 4-3 实际实施的工程措施与方案比较分析表

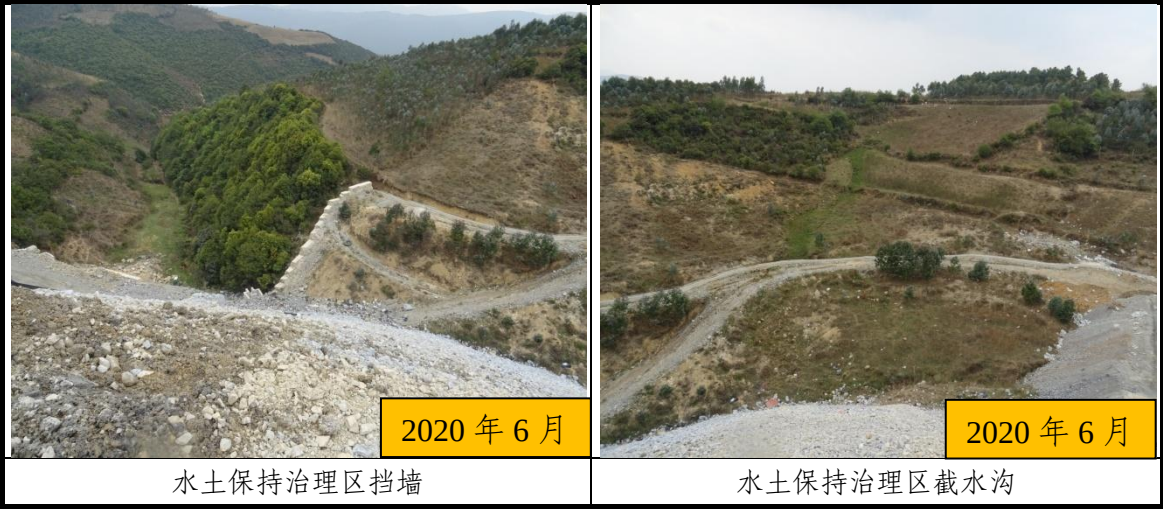
防治分区	措施名称	单位	主体工程设计	方案新增	实际实施	增减
主运输平硐工业场地	浆砌石挡墙	m	300		152	-148
	排水沟	m		765	448	-317
	沉砂池	座		1	1	0
辅助斜坡道工业场地	表土剥离	m ³	820		600	-220
	排水沟	m		1200	758	-442
	浆砌石挡墙	m	130	85	91	-124
	沉砂池	座		1	1	0
东回风井工业场地	表土剥离	m ³			100	100
	工程护坡	m ²			2116	2116
	截水沟	m			150	150
	排水沟	m			85	85
	沉砂池	座			2	2
办公生活区	C20砼排水沟	m	360		300	-60
进场道路	排水沟	m		530	171	-359
	沉砂池	座		2	1	-1
水土保持治理区	消力池	座		1	1	0
	排水沟	m			511	511
	挡墙	m			98	98
	截水沟	m			468	468

工程措施照片集



 2020 年 6 月	 2020 年 6 月
主运输平硐工业场地排水沟	主运输平硐工业场地沉砂池
 2020 年 6 月	 2020 年 6 月
辅助斜坡道工业场地排水沟	辅助斜坡道工业场地排水沟
 2020 年 6 月	 2020 年 6 月
辅助斜坡道工业场地浆砌石挡墙	东回风井工业场地工程护坡





根据实际实施的工程措施量对比，措施发生变化的情况及原因如下：

（1）工业场地区：

主运输平硐工业场地：实际建设时，原规划的工业场地区东部区域未进行建设，同时对场区内部建设进行优化调整，布置更加紧凑，导致实际实施的浆砌石挡墙及排水沟数量较原方案设计均有减少。

辅助斜坡道工业场地：实际建设时优化场地布设，减少了装矿平台及卸矿平台面积，未对场区东部的区域扰动，导致实际实施的表土剥离量、浆砌石挡墙及排水沟数量较原方案设计均有减少。

东回风井工业场地：实际建设时增加了边坡工程建设，导致场区面积增加，同时实际实施时在场区增加了边坡防护工程、排水沟、截水沟、沉砂池等措施，提高了防治标准。

（2）办公生活区：原设计办公生活区紧邻工业场地区建设，实际建设时为减少扰动开挖，办公生活区西部区域未进行扰动，同时实际建设优化了建构筑物及道路等布设，导致实际实施的排水沟工程量较方案设计减少了 60m。

（3）进场道路区：原设计进场道路为 5#工业场地南北两侧平行布设的两条道路，实际建设时仅在北部布设了一条进场道路，道路长度较原设计减少，导致实际实施的道路排水沟、沉砂池工程量较方案设计减少。

（4）水土保持治理区：原方案中水土保持治理区堆渣边坡未进行整治处理，实际建设时，考虑堆渣安全因素，将堆渣坡面进行削坡、分台处理，在平台处布设排水沟、在堆渣区域外围布设截水沟，同时在渣体坡脚处增加挡墙，导致较原设计方案增加了排水沟、截水沟、挡墙等措施。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 水土保持植物措施设计情况

根据《水保方案》及其批复，原方案设计的植物措施包括，主体设计的场地绿化面积 0.05hm^2 ，以及方案新增的植被恢复面积 2.19hm^2 。

表 4-4 《水保方案》设计植物措施量统计表

防治分区	措施名称	单位	主体工程设计	方案新增
主运输平硐工业场地	绿化	hm^2		0.02
辅助斜坡道工业场地	绿化	hm^2		0.17
办公生活区	绿化	hm^2	0.05	
水土保持治理区	植被恢复	hm^2		2.00
合计			0.05	2.19

4.2.2 实际完成植物措施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料统计，截止 2020 年 6 月，项目在建设过程中实际实施的植物措施为：主运输平硐工业场地绿化 0.15hm^2 ；辅助斜坡道工业场地绿化 0.04hm^2 ；东回风井工业场地绿化 0.01hm^2 ；办公生活区绿化 0.03hm^2 ；水土保持治理区植被恢复 1.02hm^2 。具体工程量见表 4-5、4-6。

表 4-5 实际实施的植物措施量统计表

防治分区	措施名称	单位	主体工程设计	方案新增	实施时间
主运输平硐工业场地	绿化	hm^2		0.15	2020 年 2 月~2020 年 4 月
辅助斜坡道工业场地	绿化	hm^2		0.04	2020 年 2 月~2020 年 4 月
东回风井工业场地	绿化	hm^2		0.01	2020 年 2 月~2020 年 4 月
办公生活区	绿化	hm^2	0.03		2020 年 2 月~2020 年 4 月
水土保持治理区	植被恢复	hm^2		1.02	2020 年 2 月~2020 年 4 月
合计			0.03	1.22	

表 4-6 实际实施的植物措施与方案比较分析表

防治分区	防治措施	单位	主体工程设计	方案新增	实际实施	增减
主运输平硐工业场地	绿化	hm^2		0.02	0.15	0.13
辅助斜坡道工业场地	绿化	hm^2		0.17	0.04	-0.13
东回风井工业场地	绿化	hm^2			0.01	0.01
办公生活区	绿化	hm^2	0.05		0.03	-0.02
水土保持治理区	植被恢复	hm^2		2.00	1.02	-0.98

植物措施照片集	
 2020 年 6 月	 2020 年 6 月
主运输平硐工业场地绿化	辅助斜坡道工业场地绿化
 2020 年 6 月	 2020 年 6 月
东回风井工业场地绿化	办公生活区绿化
 2020 年 6 月	 2020 年 6 月
水土保持治理区植被恢复	水土保持治理区植被恢复

根据实际实施的植物措施量对比，措施发生变化的情况及原因为：

（1）工业场地区：

主运输平硐工业场地：实际建设时，原规划的工业场地区绿化区为开挖边坡区域，实际建设时场区分台处建设有分台边坡，规划将其绿化，导致实际实施的绿化

面积较原设计增加 0.13 hm^2 。

辅助斜坡道工业场地：实际建设时优化场地布设，减少了装矿平台及卸矿平台面积，未对场区东部的区域扰动，导致实际实施的绿化面积较原方案设计减少 0.13 hm^2 。

东回风井工业场地：实际建设时场区面积增加，增加了场区绿化措施，导致绿化措施面积增加 0.01 hm^2 。

(2) 办公生活区：原设计办公生活区紧邻工业场地区建设，实际建设时为减少扰动开挖，办公生活区西部区域未进行扰动，导致绿化面积较方案设计减少 0.02 hm^2 。

(3) 水土保持治理区：原方案中水土保持治理区堆渣边坡未进行整治处理，直接绿化，实际建设时，考虑堆渣安全因素，将堆渣坡面进行削坡、分台处理，同时在渣体中部建设有一条连接道路，导致实际绿化面积较原设计减少了 0.98 hm^2 。

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 水土保持临时措施设计情况

根据《水保方案》及其批复，方案设计的临时措施主要为：临时拦挡 90m，临时覆盖 4100 m^2 ，临时排水沟 530m。

表 4-7 《水保方案》设计临时措施工程量统计表

防治分区	防治措施	单位	主体工程设计	方案新增
辅助斜坡道工业 场地	临时拦挡	m		90
	临时覆盖	m^2		4100
进场道路	临时排水沟	m		530

4.3.2 实际完成临时措施情况

根据工程竣工统计资料和施工资料，项目实际实施的临时措施为：主运输平硐工业场地临时排水沟 240m，临时覆盖 400 m^2 ；辅助斜坡道工业场地临时覆盖 800 m^2 ；进场道路临时排水沟 171m；水土保持治理区临时覆盖 5800 m^2 。临时措施实施时间为 2018 年 1 月至 2020 年 4 月。监测入场时工程已处于施工后期，临时工程工程量通过竣工统计资料和施工资料获得。实际实施临时措施工程量见表 4-8、4-9。

表 4-8 实际实施的临时措施量统计表

防治分区	防治措施	单位	主体工程设计	方案新增	实施时间
主运输平硐工业场地	临时排水沟	m		240	2018年9月~2018年10月
	临时覆盖	m		400	2018年9月~2018年10月
辅助斜坡道工业场地	临时覆盖	m ²		800	2018年9月~2018年10月
进场道路	临时排水沟	m		171	2018年1月~2018年2月
水土保持治理区	临时覆盖	m ²		5800	2020年2月~2020年4月

表 4-9 实际实施的临时措施与方案比较分析表

防治分区	防治措施	单位	主体工程设计	方案新增	实际实施	增减
主运输平硐工业场地	临时排水沟	m			240	240
	临时覆盖	m			400	400
辅助斜坡道工业场地	临时拦挡	m		90		-90
	临时覆盖	m ²		4100	800	-3300
进场道路	临时排水沟	m		530	171	-359
水土保持治理区	临时覆盖	m ²			5800	5800

临时措施照片集



根据实际实施的临时措施量对比，措施发生变化的情况及原因如下：

(1) 实际施工过程中，结合实际施工情况主运输平硐工业场地增加了临时排水沟 240m，临时覆盖 400m²；辅助斜坡道工业场地未实施临时拦挡措施，拦挡措施工程量减少了 90m，同时临时覆盖措施仅实施了 800m²，对比方案设计减少了 3300m²。

(2) 实际施工过程中，进场道路建设长度减少，导致实际实施的临时排水沟减少 359m。

(3) 实际施工过程中，对水土保持治理区绿化区域采取临时覆盖措施，导致临时覆盖措施工程量增加 5800m²。

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 实际实施水土保持措施工程量汇总

截至目前，根据监测资料统计分析，本项目得出水土流失防治措施主要有工程措施、植物措施及临时措施。

其中工程措施：主运输平硐工业场地浆砌石挡墙 152m，排水沟 448m，沉砂池 1 座；辅助斜坡道工业场地表土剥离 600m³，排水沟 758m，浆砌石挡墙 91m，沉砂池 1 座；东回风井工业场地表土剥离 100m³，工程护坡 2116m²，截水沟 150m，排水沟 85m，沉砂池 2 座。办公生活区排水沟 300m；进场道路区排水沟 171m，沉砂池 1 座；水土保持治理区消力池 1 座，排水沟 511 m，挡墙 98m，截水沟 468m。

植物措施：主运输平硐工业场地绿化 0.15hm²；辅助斜坡道工业场地绿化 0.04hm²；东回风井工业场地绿化 0.01hm²；办公生活区绿化 0.03hm²；水土保持治理区植被恢复 1.02hm²。

临时措施：主运输平硐工业场地临时排水沟 240m，临时覆盖 400 m²；辅助斜坡道工业场地临时覆盖 800 m²；进场道路临时排水沟 171m；水土保持治理区临时覆盖 5800 m²。

4.4.2 水土保持措施防治效果评价

根据《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）中，工程质量评定项目划分标准，本项目水土保持措施共划分为斜坡防护工程、防洪排导工程、挡渣工程、土地整治工程、植被建设工程和临时防护工程共 6 个单位工程。

斜坡防护工程中工程护坡工程质量合格，框格梁无破损、无断裂、无沉降，运行良好，发挥了较好的水土保持功能。

防洪排导工程实施的截排水沟质量合格，截排水沟形成了完善的排水系统，排水沟运行良好，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。

挡渣工程中挡墙工程质量合格，无破损、无断裂、无沉降，运行良好，发挥了较好的水土保持功能。

植被建设工程实施的绿化包括景观绿化、植草绿化、边坡植草护坡，总体成活率达到 90%以上，植物生长良好，质量合格，发挥了较好的水土保持功能。

临时防护工程实施的排水、沉砂、覆盖分部工程，施工期间临时排水沟、永临结合沉砂池正常运行，能及时排出施工期间汇水，沉砂井起到沉淀泥沙作用，临时覆盖在施工期间起到较好的水土保持作用，临时防护措施质量总体合格。

表 4-10 水土保持措施质量评定结果表

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分(个)	单元工程评定			项目工程质量评定
				合格项数	优良项数	优良率%	
防洪排导工程	排洪导流设施	主运输平硐工业场地	5	5	2	40.0	合格
	排洪导流设施	辅助斜坡道工业场地	8	8	4	50.0	合格
	排洪导流设施	东回风井工业场地	1	1	0	0.0	合格
	排洪导流设施	办公生活区	3	3	1	33.3	合格
	排洪导流设施	进场道路	2	2	2	100.0	合格
	沉砂池	主运输平硐工业场地	1	1	0	0.0	合格
	沉砂池	辅助斜坡道工业场地	1	1	0	0.0	合格
	沉砂池	东回风井工业场地	2	2	1	50.0	合格
	沉砂池	进场道路	1	1	1	100.0	合格
	排洪导流设施	水土保持治理区	11	11	5	45.5	合格
	消力池	水土保持治理区	1	1	1	100.0	合格
斜坡防护工程	挡墙	主运输平硐工业场地	3	3	1	33.3	合格
	挡墙	辅助斜坡道工业场地	2	2	1	50.0	合格
	工程护坡	东回风井工业场地	1	1	1	100.0	合格
	截(排)水	东回风井工业场地	1	1	0	0.0	合格
拦渣工程	挡墙	水土保持治理区	2	2	1	50.0	合格
土地整治工程	场地整治	辅助斜坡道工业场地	1	1	0	0.0	合格
	场地整治	东回风井工业场地	1	1	0	0.0	合格
植被建设工程	点片状植被	主运输平硐工业场地	1	1	1	100.0	合格
	点片状植被	辅助斜坡道工业场地	1	1	0	0.0	合格
	点片状植被	东回风井工业场地	1	1	1	100.0	合格
	点片状植被	办公生活区	1	1	0	0.0	合格
	点片状植被	水土保持治理区	2	2	0	0.0	合格
临时防护工程	排水	主运输平硐工业场地	3	3	0	0.0	合格
	排水	进场道路	2	2	0	0.0	合格
	覆盖	主运输平硐工业场地	1	1	0	0.0	合格
	覆盖	辅助斜坡道工业场地	1	1	0	0.0	合格
	覆盖	水土保持治理区	6	6	0	0.0	合格
合计			66	66	23	34.8	合格

综上所述，本项目在工程建设过程中实施的工程措施、植物措施、临时措施有效保证了工程质量，达到了水土流失防治效果，发挥了较好的水土保持功能。



5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据工程相关资料,结合监测人员现场调查,项目建设水土流失面积为 3.92hm²,具体各区域扰动地表面积详见表 5-1。

表 5-1 水土流失面积统计表 单位: hm²

项目分区	占地面积 (hm ²)
工业场地	2.21
办公生活区	0.39
进场道路	0.12
水土保持治理区	1.20
合计	3.92

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。依据项目水土保持方案,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:草地、坡耕地、林地、建设用地、交通运输用地和工矿用地。

各侵蚀占地情况见表 5-2。

表 5-2 各侵蚀单元占地表 单位: m²

项目组成	占地类型						
	草地	坡耕地	林地	建设用地	交通运输用地	工矿用地	小计
工业场地	0.09	0.12	0.11			1.89	2.21
办公生活区				0.39			0.39
进场道路	0.05				0.06	0.01	0.12
水土保持治理区						1.20	1.20
合计	0.14	0.12	0.11	0.39	0.06	3.1	3.92

5.2.1.2 防治措施分类

根据现场监测，结合工程建设水土流失特点、危害程度和防治目标，以治理与防护相结合、工程措施与植物措施相结合、植物措施与临时措施相结合、治理水土流失与重建和提高当地土地生产力相结合为原则，对侵蚀单元防治区域进行了防治措施设计，根据报告书中对水土保持措施的布置设计，结合现场调查监测，核实主要防治措施有工程措施、植物防护措施、临时防护措施三大类。

(1) 工程措施

工程措施主要是：表土剥离、浆砌石挡墙、排水沟、截水沟、沉砂池、工程护坡、消力池。

(2) 植物措施

植物措施主要是场区绿化及水土保持治理区植被恢复。

(3) 临时措施

临时措施为临时排水沟及临时覆盖。

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

监测介入时工程已处于施工后期，原地貌侵蚀模数主要参照《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，项目区原生土壤侵蚀模数为 $444.13\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ ，属于轻度侵蚀。

项目区背景土壤侵蚀模数取值见表 5-3。

表 5-3 项目区背景土壤侵蚀模数取值表

编号	占地类型	自然因素	原生侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\text{a}$)	侵蚀分级
1	草地	现状为自然草种，覆盖度达85%	350	微度侵蚀
2	坡耕地	坡耕地现状栽植玉米，坡度在 10° 左右	1000	轻度侵蚀
3	林地	林地混交阔叶林，覆盖度达70%	300	微度侵蚀
4	建设用地	为现状简易板房和硬化地表覆盖	300	微度侵蚀
5	交通运输用地	路面呈泥结石路面	450	微度侵蚀
6	工矿用地	地表硬化，由密度较大的废石堆填而成	450	微度侵蚀

表 5-4 项目建设区域原地貌平均侵蚀模数 单位: $t/km^2 \cdot a$

项目组成	占地类型	面积 (hm^2)	侵蚀强度 ($t/km^2 \cdot a$)	
			侵蚀模数	加权平均
工业场地	草地	0.09	350	468.33
	坡耕地	0.12	1000	
	林地	0.11	300	
	工矿用地	1.89	450	
	小计	2.21		
办公生活区	建设用地	0.39	300	300.00
	小计	0.39		
进场道路	草地	0.05	350	408.33
	交通运输用地	0.06	450	
	工矿用地	0.01	450	
	小计	0.12		
水土保持治理区	工矿用地	1.20	450	450.00
	小计	1.20		
合计		3.92		444.13

5.2.2.2 扰动后侵蚀模数

由于监测进场时该项目已处于施工后期。本项目施工期监测主要参考同类工程进行分析计算,重点针对各分区水土流失发生原因进行分析。

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施工期。

表 5-5 项目施工期土壤侵蚀分析表

监测分区	工程活动	破坏形式	工程中已采取措施	水土流失影响	流失类型
工业场地	场平、基础开挖	地表扰动	硬化、排水、挡墙、绿化	在场地平整、基础建设过程中破坏植被、扰动原有地表,地表覆盖有所降低,在雨水冲刷下扰动地表容易产生水土流失	水力侵蚀 (面蚀为主)
办公生活区	场平、基础开挖	地表扰动	硬化、排水、绿化	在场地平整、基础建设过程中破坏植被、扰动原有地表,地表覆盖有所降低,在	水力侵蚀 (面蚀为主)

				雨水冲刷下扰动地表容易产生水土流失	
进场道路	场平、基础开挖	地表扰动	硬化、排水沟、临时防护	在场地平整、基础建设过程中破坏植被、扰动原有地表，地表覆盖有所降低，在雨水冲刷下扰动地表容易产生水土流失	水力侵蚀 (面蚀为主)
水土保持治理区	堆渣、基础开挖	堆渣	截排水、挡墙、绿化	在堆渣过程中扰动原有地表，地表覆盖有所降低，在雨水冲刷下扰动地表容易产生水土流失	水力侵蚀 (面蚀为主)

各监测分区的侵蚀模数根据类比法，参照同区的“没租哨磷矿”，本项目为该项目的续接项目，2014年4月云南省水利厅按照《没租哨磷矿水保方案》和《没租哨磷矿水保变更方案》设计内容和批复文件，对没租哨磷矿进行了水土保持设施专项验收，最终云南省水利厅以云水保〔2014〕81号文给予行政许可。见表5-6。

表 5-6 本工程与类比工程基本情况比较表

项目	类比工程	本工程
	没租哨磷矿	中化云龙有限公司没租哨磷矿60万吨/a产能接续项目
地理位置	寻甸县先锋镇普鲁村委会	寻甸县先锋镇普鲁村委会
地形地貌	构造剥蚀中等切割中山地地貌 海拔分布2140m~2785m	构造剥蚀中等切割中山地地貌 海拔分布2140m~2785m
气象条件	低纬度高原季风气候 多年平均降雨量为1045mm	低纬度高原季风气候 多年平均降雨量为1045mm
区域植被	亚热带半湿润常绿阔叶林	亚热带半湿润常绿阔叶林
土壤	红壤、黄棕壤	红壤、黄棕壤
水土流失分区	西南土石山区	西南土石山区
水土流失现状	以微度为主	以微度为主
项目区容许值	500t/(km ² a)	500t/(km ² a)
施工期	2012年5月开工，2014年2月竣工	2017年7月开工，2020年3月竣工
扰动情况	扰动面较小，扰动程度小	扰动面较小，扰动程度小
水土流失成因及形式	人为扰动，以水力侵蚀和重力侵蚀为主	人为扰动，以水力侵蚀和重力侵蚀为主

本工程地形、土壤、植被、气候条件等与没租哨磷矿类似。类比没租哨磷矿，确定本项目各监测分区施工期土壤侵蚀模数。各扰动类型土壤侵蚀模数监测结果详见表5-7。

表 5-7 扰动后各防治区类比法取值侵蚀模数 单位: $t/(km^2 a)$

监测分区	施工期侵蚀模数		建成后侵蚀模数	
	同类工程	本项目	同类工程	本项目
工业场地区	6000	6000	500	500
办公生活区	3000	3000	200	200
进场道路区	5000	5000	200	200
水土保持治理区	4000	4000	600	600
合计		5058.67		491.58

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

5.2.3.1 原生土壤流失量监测结果及分析

项目建设期为 2017 年 7 月至 2020 年 3 月,自然恢复期为 2020 年 3 月至今(2020 年 6 月),故施工期为 2.75a,自然恢复期为 0.25a,共 3.0a。

通过统计分析,项目原生土壤流失量为 52.23t。各分区水土流失量情况具体分析见表 5-8。

表 5-8 项目原生土壤流失量计算表

监测分区	面积 (hm^2)	平均原生土壤侵蚀模数 ($t/km^2 a$)	时段 (a)	土壤流失量 (t)
工业场地	2.21	468.33	3.00	31.05
办公生活区	0.39	300.00	3.00	3.51
进场道路	0.12	408.33	3.00	1.47
水土保持治理区	1.20	450.00	3.00	16.20
合计	3.92	444.13		52.23

5.2.3.2 扰动后土壤流失量监测结果及分析

项目施工期间的预测时段为 2017 年 7 月~2020 年 3 月,时段按 2.75a 计算。通过计算,项目施工期土壤流失量为 545.33t。自然恢复期为 2020 年 4 月~2020 年 6 月,监测时段按 0.25a 计算。通过计算,防治措施实施后土壤流失量为 4.82t。各分区在不同时段水土流失量情况具体分析见表 5-9、5-10。

表 5-9 项目扰动后土壤流失量计算

监测分区	扰动面积	土壤侵蚀模数	侵蚀时段	土壤流失量
	(hm^2)	$\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$	(a)	(t)
工业场地	2.21	6000	2.75	364.65
办公生活区	0.39	3000	2.75	32.18
进场道路	0.12	5000	2.75	16.50
水土保持治理区	1.20	4000	2.75	132.00
合计	3.92	5058.67		545.33

表 5-10 项目建成后土壤流失量计算

项目分区	面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	时段 (a)	土壤流失量 (t)
工业场地	2.21	500	0.25	2.76
办公生活区	0.39	200	0.25	0.20
进场道路	0.12	200	0.25	0.06
水土保持治理区	1.20	600	0.25	1.80
合计	3.92	491.58		4.82

5.2.4 项目建设区土壤流失量分析

项目新增水土流失量为 497.92t, 项目区原生平均土壤侵蚀模数为 $444.13\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$, 措施实施后现状平均土壤侵蚀模数为 $491.58/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。通过各项水土保持措施的建设, 本工程建设产生的水土流失危害得到恢复, 因此本工程建设的水保措施可满足水土保持要求。

表 5-11 项目土壤流失量对比表

预测分区	原生水土流失量 (t)	施工期水土流失量 (t)	措施实施后水土流失量 (t)	新增水土流失量	占比 (%)
工业场地	31.05	364.65	2.76	336.36	67.55
办公生活区	3.51	32.18	0.20	28.87	5.80
进场道路	1.47	16.50	0.06	15.09	3.03
水土保持治理区	16.20	132.00	1.80	117.60	23.62
合计	52.23	545.33	4.82	497.92	100.00

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

根据建设单位提供的建设资料, 本项目建设过程中未专门布置取料场, 施工过

程中未产生永久弃渣，开挖土石方全部用于回填。通过现场及周边走访调查，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，监测组未发现本项目在建设过程中直接或间接对所在流域水系内的水体、周边农田等因水土流失造成危害。调查结果显示本项目在施工期及运行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

监测组根据监测时段 2019 年 4 月至 2020 年 6 月分别对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，为今后建设单位水土保持工作提供依据。

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保〔2013〕188 号）和《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），方案编制阶段工程所在的昆明市寻甸县属于“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”，同时也属于云南省省级水土流失“重点监督区”和“重点治理区”。现阶段项目所在地寻甸县先锋镇属“金沙江下游国家水土流失重点治理区”。

结合《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2018)，确定本工程水土流失防治执行建设生产类一级标准。

具体见表 6-1。

表 6-1 水土保持措施（设施）分类分级评价指标

防治标准	计算方法	方案目标值	监测目标值
扰动土地整治率（%）	项目建设区内水土保持措施面积与永久建筑物面积之和占扰动地表总面积的百分比	95	95
水土流失总治理度（%）	项目建设区内水土保持措施治理达标面积占水土流失总面积的百分比	97	97
土壤流失控制比	项目建设区内，项目区容许土壤流失量与方案实施后土壤侵蚀强度的比值	1	1
拦渣率（%）	项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与弃土（石、渣）总量的百分比	95	95
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	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	27

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 3.92 为 hm^2 ，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 1.25hm^2 ，建构筑物及场地硬化面积 2.67hm^2 ，整治面积共计 3.92m^2 ，通过计算扰动土地整治率为 99.9%，达到了方案目标值。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 单位: hm^2

防治分区	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建构筑物及场地硬化面积	结果=(①+②)	
工业场地	2.21	0.20	2.01	2.21	99.9
办公生活区	0.39	0.03	0.36	0.39	99.9
进场道路	0.12		0.12	0.12	99.9
水土保持治理区	1.20	1.02	0.18	1.20	99.9
合计	3.92	1.25	2.67	3.92	99.9

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 3.92hm^2 ，扣除建构筑物及硬化占地 2.67m^2 ，项目可能发生水土流失面积 1.25hm^2 ，项目累计完成水土保持措施面积 1.25hm^2 ，水土流失总治理度达 99.9%，达到了方案目标值。具体分析见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度分析计算表 单位 hm^2

防治分区	建设区水土流失总面积(hm^2)			水土保持措施面积(m^2)	水土流失总治理度(%)
	①项目区总面积	②建构筑物及场地硬化面积	结果=(①-②)		
工业场地	2.21	2.01	0.20	0.20	99.9
办公生活区	0.39	0.36	0.03	0.03	99.9
进场道路	0.12	0.12	0.00	0.00	/
水土保持治理区	1.2	0.18	1.02	1.02	99.9
合计	3.92	2.67	1.25	1.25	99.9

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。

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

根据项目竣工结算资料，本项目实际土石方总挖方量为 14.22 万 m^3 ，其中表土剥离 0.07 万 m^3 ，巷道掘进 10.63 万 m^3 ，场地开挖 3.52 万 m^3 ；回填利用 14.59 万 m^3 ，其中场地回填 14.15 万 m^3 ，绿化覆土 0.44 万 m^3 ；区间调运 10.68 万 m^3 ；外借土石方 0.37 万 m^3 。未产生永久弃渣。考虑本工程特点，工程拦渣率达 98% 以上，达到了方案目标值。

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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。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 5.2.2.3 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 $491.58/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，经计算项目区土壤流失控制比为 1.02，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	占地面积(m^2)	现状土壤侵蚀模数 $[\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})]$	现状土壤平均侵蚀模数 $[\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})]$	土壤流失控制比
工业场地	2.21	500	491.58	1.02
办公生活区	0.39	200		
进场道路	0.12	200		
水土保持治理区	1.20	600		
合计	3.92	491.58		

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 3.92hm^2 ，可恢复林草植被面积为 1.25hm^2 ，现恢复植被面积为 1.25hm^2 ，经计算林草植被恢复率为 99.9%。达到了方案目标值。具体分析见下表 6-5。

表 6-5 林草植被恢复率分析表

项目分区	项目建设区面积 (hm^2)	可恢复林草植被面 积 (hm^2)	林草植被面积 (hm^2)	林草植被恢 复率 (%)
工业场地	2.21	0.20	0.20	99.9
办公生活区	0.39	0.03	0.03	99.9
进场道路	0.12	0.00	0.00	--
水土保持治理区	1.20	1.02	1.02	99.9
合计	3.92	1.25	1.25	99.9

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 3.92hm^2 ，植物措施面积 1.25hm^2 ，经过分析项目区林草覆盖率达 31.9%，达到了方案目标值。具体分析见下表 6-6。

表 6-6 林草覆盖率分析表

项目分区	项目建设区面积(hm^2)	林草植被面积 (hm^2)	林草覆盖率 (%)
工业场地	2.21	0.20	9.0
办公生活区	0.39	0.03	7.7
进场道路	0.12	0.00	0.0
水土保持治理区	1.20	1.02	85.0
合计	3.92	1.25	31.9

6.7 运行期水土流失分析

本项目为建设类项目，项目运行初期（即植被恢复期），水土流失主要发生在植被长势较差以及还未采取水土保持措施的区域，水土流失的形式主要以自然因素影响为主，人为扰动较少，但采取水土流失防治措施的必要性不能小视，遇到暴雨极易发生水土流失。

根据项目的实际施工情况，项目运行期（植被恢复期）主要任务是加强管理和维护工作。

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。根据监测结果：随着本工程施工期场地平整、基础开挖等建设的开始，地表扰动强度增大，水土流失强度增强；随着基础工程的结束，水土保持措施效益发挥，水土流失强度减小；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。项目区原生水土流失量为 $444.13\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，现状水土流失量为 $491.58\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。与原生水土流失量相比，水土流失量有所增加，但在各种措施的实施使后，水土流失将得到改善。

本工程水土保持措施实施后，有效控制了新增水土流失数量，具有较好的生态效益，六项指标均能达到即定目标。各项指标达标情况见表 7-1。

表 7-1 水土流失防治效果监测达标情况

防治标准	方案目标值	监测目标值	监测值	达标情况
扰动土地整治率（%）	95	95	99.9	达标
水土流失总治理度（%）	97	97	99.9	达标
土壤流失控制比	1	1	1.02	达标
拦渣率（%）	95	95	98	达标
林草植被恢复率（%）	99	99	99.9	达标
林草覆盖率（%）	27	27	31.9	达标

7.2 水土保持措施评价

通过现场勘察、图片拍摄、调查巡访等，对工程各扰动地表区域实施的水土保持措施进行评价。工程建设期间水土保持措施评价主要参照水土保持方案报告书设计情况，结合现场巡查记录（记录方式采用图片拍摄、表格记录等），查阅建设单位提供施工单位、监理单位相关施工资料进行综合分析、评价。经分析、评价，得出如下结论：

（1）各扰动地表区域基本按照主体工程设计和水土保持方案设计要求实施完成水土保持设施，工程实施完成各项措施质量合格，经监测组现场调查、量测，实施完成各项工程措施尺寸、规格符合水土保持要求。

(2)各扰动地表区域可恢复植被区域均已按照主体工程设计及水土保持方案设计要求实施完成撒播草籽等植被恢复措施。经监测项目组巡查监测记录,工程建设区域大实施完成植被恢复良好,能够满足工程各扰动地表区域今后运行水土保持。

(3)工程建设期间,施工单位基本按照水土保持方案设计及水土保持相关规定要求于各扰动地表区域实施完成临时覆盖等临时防护工程建设期间可能产生的水土流失。经建设单位提供工程施工资料,施工期间实施完成各项临时防护措施实施数量、类型基本满足工程建设水土流失防治实际需求,尺寸、规格满足水土保持要求,能达到因地制宜的防治工程建设区域水土流失的目的。

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

7.3 存在问题及建议

通过对工程建设水土流失防治责任范围区水土保持现状进行调查核实,监测组认为工程后期还有以下水土保持工作需要加强:

- (1)对植物措施加强管理,对出现死苗、病苗及时补植,防止水土流失加剧;
- (2)定期对排水工程检查,定期清淤,保障排水畅通;
- (3)加强措施的管护,及时查漏补缺,确保各项措施正常有效运行。

7.4 综合结论

根据项目水土保持监测,从土壤侵蚀背景状况及监测结果的分析可以看出,业主和施工单位很重视水土保持工作和生态保护,基本按照《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)截止目前,本项目在建设过程中,实际发生的防治责任范围为 3.92hm^2 ,其中项目建设区为 3.92hm^2 。

(2)截止目前,经统计水土保持工程措施:工程措施:主运输平硐工业场地浆砌石挡墙 152m,排水沟 448m,沉砂池 1 座;辅助斜坡道工业场地表土剥离 600m^3 ,排水沟 758m,浆砌石挡墙 91m,沉砂池 1 座;东回风井工业场地表土剥离 100m^3 ,工程护坡 2116m^2 ,截水沟 150m,排水沟 85m,沉砂池 2 座。办公生活区排水沟 300m;进场道路区排水沟 171m,沉砂池 1 座;水土保持治理区消力池 1 座,排水沟 511 m,



挡墙 98m，截水沟 468m。植物措施：主运输平硐工业场地绿化 0.15hm^2 ；辅助斜坡道工业场地绿化 0.04hm^2 ；东回风井工业场地绿化 0.01hm^2 ；办公生活区绿化 0.03hm^2 ；水土保持治理区植被恢复 1.02hm^2 。临时措施：主运输平硐工业场地临时排水沟 240m，临时覆盖 400m^2 ；辅助斜坡道工业场地临时覆盖 800m^2 ；进场道路临时排水沟 171m；水土保持治理区临时覆盖 5800m^2 。

(3) 根据水土流失量监测结果，目区原生水土流失量为 $444.13\text{t}/(\text{km}^2\text{a})$ ，现状水土流失量为 $491.58\text{t}/(\text{km}^2\text{a})$ 。与原生水土流失量相比，水土流失量有所增加，但在各种措施的实施使后，水土流失将得到改善。

(4) 通过对项目区水土流失防治效果评价，水土保持措施实施后各项指标为：扰动土地整治率 99.9%，水土流失总治理度 99.9%，土壤流失控制比达到 1.02，拦渣率达到 98%以上，林草植被恢复率达到 99.9%，林草覆盖率达到 31.9%。各项指标均达到方案目标值，并达到 I 级防治标准。

总体上，本项目建设对水土保持工作较为重视，基本按照主体工程和水土保持方案的设计要求开展了水土流失防治工作，各项措施基本依照要求落实到位，水土保持措施的实施效果较好。