嘉鱼县自然资源建设开发有限公司

九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿

矿区生态修复方案

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司

2026 年 10 月

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司

九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿

矿区生态修复方案

编 制 单 位： 湖北省地质局第四地质大队

法 定 代 表 人： 石德强

方案编制负责人：吴岳刚

主要编制人员： 吴岳刚 柯柏明 甘朝辉

矿区生态修复方案编制信息表

<table>
<tr><td rowspan="10">采矿权人信息</td><td>采矿权人名称</td><td colspan="4">嘉鱼县自然资源建设开发有限公司</td></tr>
<tr><td>统一社会信用代码</td><td>91421221MA4F3L8W4U</td><td>联系人</td><td colspan="2">雷佳</td></tr>
<tr><td>联系地址</td><td>湖北省咸宁市嘉鱼县鱼岳镇花园澥路 8 号</td><td>联系电话</td><td colspan="2">15272701195</td></tr>
<tr><td>采矿权证证号</td><td>C4212002023116251000179</td><td>开采方式</td><td colspan="2">露天开采</td></tr>
<tr><td>采矿权面积</td><td>0.6545 平方公里</td><td>采矿权拐点坐标</td><td colspan="2">J,1,3300747.50,38480858.81;
J,2,3300880.91,38481170.82;
J,3,3300904.42,38481680.13;
J,4,3300665.42,38481553.62;
J,5,3300488.68,38481286.92;
J,6,3300488.67,38480972.76;
J,7,3300044.94,38480972.76;
J,8,3300044.93,38480252.04;
J,9,3300499.67,38480252.04;
J,10,3300499.67,38480528.83;
J,11,3300747.53,38480528.83.</td></tr>
<tr><td>采矿权有效期限</td><td colspan="4">自 2023 年 11 月 17 日至 2028 年 11 月 16 日</td></tr>
<tr><td>开采主矿种</td><td>熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩</td><td>其他矿种</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td>方案编制情形</td><td colspan="4">□首次申请采矿许可 □扩大开采区域 □缩小开采区域
□变更开采方式 □变更开采生矿种 ☑延续 □其他</td></tr>
<tr><td rowspan="11">方案编制单位</td><td>单位名称</td><td colspan="4">湖北省地质局第四地质大队</td></tr>
<tr><td>统一社会信用代码</td><td>12420000421226016 7</td><td>联系人</td><td colspan="2">吴岳刚</td></tr>
<tr><td>联系地址</td><td>咸宁市咸安区温泉街道银泉大道 723 号</td><td>联系电话</td><td colspan="2">13986620214</td></tr>
<tr><td colspan="5">编制负责人</td></tr>
<tr><td>姓名</td><td>身份证号</td><td>专业</td><td>职务/职称</td><td>联系电话</td><td>签名</td></tr>
<tr><td>吴岳刚</td><td>/</td><td>地质勘查/土地复垦</td><td>工程师</td><td>13986620214</td><td>吴岳刚</td></tr>
<tr><td colspan="6">主要编制人员</td></tr>
<tr><td>姓名</td><td>身份证号</td><td>专业</td><td>职务/职称</td><td>联系电话</td><td>签名</td></tr>
<tr><td>吴岳刚</td><td>/</td><td>地质勘查/土地复垦</td><td>工程师</td><td>13986620214</td><td>吴岳刚</td></tr>
<tr><td>柯柏明</td><td>/</td><td>水工环/环境工程</td><td>工程师</td><td>15671601186</td><td>柯柏明</td></tr>
<tr><td>甘朝辉</td><td>/</td><td>水工环</td><td>正高职高级工程师</td><td></td><td></td></tr>
</table>

目　录

前　言 1

一、编制目的 1

二、服务年限 9

第一章 矿山基本情况 11

一、矿业权人基本情况 11

二、地理位置与区域概况 11

三、矿山开采历史及现状 13

第二章 矿区基础信息 15

一、矿区自然条件 15

二、社会经济概况 19

三、矿区地质环境背景 20

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况 51

五、矿区生态状况 53

六、矿区及周边人类重大工程活动 55

七、矿区生态修复工作情况 56

八、矿区基本情况调查监测指标 57

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析 60

一、问题识别与受损预测 60

二、生态修复可行性分析 100

三、生态修复分区及修复时序安排 117

四、采矿用地与复垦修复安排 119

第四章 生态修复措施与工程内容 121

一、保护与预防控制措施 121

二、修复措施 124
三、工程内容 137
第五章 监测与管护 140
一、监测目标与措施 140
二、管护目标与措施 145
三、工程量 149
第六章 工程部署与经费估算 151
一、总体部署 151
二、总体经费估算 152
三、阶段工作任务与经费安排 169
第七章 保障措施与公众参与 173
一、保障措施 173
二、公众参与 180
三、效益分析 182
第八章 结 论 185
一、结论 185
二、建议 188

附图目录

序号	图名	比例尺
1	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿矿区土地利用现状图	10 000
2	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿矿区地质环境问题现状图	2000
3	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿矿区土地损毁现状图	2000

4	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿矿区地质环境问题预测图	2000
5	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿矿区土地损毁预测图	2000
6	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿矿区生态修复工程部署图	2000
7	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿边坡马道绿化大样图	示意
8	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿马道封边墙结构大样图	示意
9	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿绿化设计大样图	示意
10	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿三级沉淀池结构图	示意
11	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿基准墩、监测墩结构图	示意
12	嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿永久防护栏大样图	示意

附件目录

附件 1、委托书；

附件 2、采矿许可证副本；

附件 3、矿山企业营业执照；

附件 4、建设项目备案证

附件 5、建设用地的批复

附件 6、关于对《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段南侧±800kV 锦苏线、复奉线保护方案》备案的函（鄂送变电公司便 运维字〔2021〕24 号文）

附件 7、关于对《关于〈嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段东侧 220kV 曲兰线保护方案〉征求意见的函》回复的函（鄂金发〔2021〕16 号文）

前　言

一、编制目的

（一）任务由来

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿位于高铁岭镇九龙村，目前还在开展基建工程，暂未进行采矿作业活动。矿山采矿许可证号为C4212002023116251000179，矿权人为嘉鱼县自然资源建设开发有限公司，开采矿种为熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩，开采方式：露天开采，生产规模：400 万吨/年，有效期：2023 年 11 月 17 日至 2028 年 11 月 16 日，矿区面积：0.6545km^2，开采标高：+140m 至+39m。

2023 年 2 月，嘉鱼县自然资源和规划局组织相关人员对嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段进行了实地测量与踏勘，根据实地测量与踏勘情况，对九龙山矿段资源量进行了二次分割。同年 3 月，嘉鱼县自然资源和规划局委托湖北省地质局第四地质大队根据《分割说明书（第二次）》重新编制了《嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）》（以下简称《原三合一》），审查结果于 2023 年 3 月 6 日-3 月 20 日在湖北省矿产资源勘查开发公示服务系统网站进行公示。

为贯彻落实新修订的《矿产资源法》以及相关文件要求，按照《省自然资源厅关于加强在建与生产矿山生态修复管理工作的通知》（鄂自然资函〔2021〕213 号）、《省自然资源厅关于进一步加强矿产资源开发利用及生态复绿方案编制及审查管理的通知》（鄂自然资函〔2023〕612 号）的要求，鉴于《原三合一》中生态修复部分已超出适用期，需根据现状重写编制生态修复部分。嘉鱼县自然资源建设开发有限公司委托湖北省地质局第四地质大队重新修编《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山—碳坡山矿区九

龙山矿段石灰岩矿矿区生态修复方案》。

（二）编制目的

本次嘉鱼县九龙山矿段生态修复方案修编，是采矿权人开展地质环境治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦，落实边开采边修复的总体部署与技术依据。九龙山矿段现阶段处于基建期、尚未开展采矿作业，为落实矿山生态修复法规政策，统筹资源开发与生态保护，修正原方案与基建布局、后续开采时序、风险管控、治理目标不相适配的问题；查清矿区生态本底、历史损毁及潜在生态隐患，优化修复分区、工程措施、实施计划、投资及管护方案，明晰修复任务、责任、标准及时限，强化前置管控与预防护，提前防范基建和后续开采引发的地质灾害、水土流失风险，科学指导生态修复谋划实施，逐步恢复矿区生态功能、提升生物多样性，构建和周边相融的生态景观，实现矿业开发与生态保护协调发展。

（三）编制情形

嘉鱼县九龙山矿段为净矿出让新设矿山，当前处于基建阶段，尚未开展采矿作业。原生态修复方案依据出让阶段勘查资料及规划开采条件编制，随着基建工程推进，矿区场地布置、临时工程布设等现场条件发生变化，原方案修复布局、时序安排与现场实际存在偏差。为严格落实《省自然资源厅关于加强在建与生产矿山生态修复管理工作的通知》（鄂自然资函〔2021〕213号）、《省自然资源厅关于进一步加强矿产资源开发利用及生态复绿方案编制及审查管理的通知》（鄂自然资函〔2023〕612 号）和《自然资源部办公厅关于做好〈矿产资源法〉实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函〔2025〕2043 号）在建矿山生态修复管理相关要求，坚持预防优先、前置管控，做到边基建、边防护，结合矿区历史损毁、现状情况、绿色矿山建设等约束条件，对原生态修复方案实施修编，为矿区后续生态修复实施、监管验收提供技术指导，推动矿产资源开发与生态保护协同

发展。

1.工作程序

本方案的编写工作严格按照《湖北省自然资源厅关于进一步加强矿产资源开发利用及生态复绿方案编制及审查管理的通知》（鄂自然资函〔2023〕612号）、《自然资源部办公厅关于做好〈矿产资源法〉实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函〔2025〕2043号）规定的程序进行。

工作流程为：资料收集及现场踏勘→矿山开采方案、地质环境和土地资源等调查→确定矿山建设范围和建设方案→确定矿山地质环境评估范围和复垦区→矿山地质环境影响评估和土地复垦适宜性评价→矿山地质环境保护与土地复垦的分区及方法措施→矿区生态修复方案编制和图件绘制。

2.工作方法

接到嘉鱼县自然资源建设开发有限公司委托后，我队立即组建了项目小组，在充分收集和利用已有资料的基础上，现场调查矿区的自然地理、地质环境背景条件、社会经济状况、矿山开发利用现状、矿区及周边重大人类工程活动及矿区地质环境现状、土地利用现状、国土空间规划等；

以2024年7月，湖北煤炭地质物探测量队提交的《湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩白云岩矿勘探报告》作为地质内容的主要依据，以最新《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿开采方案》作为开采设计内容的主要依据，结合原《嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）》方案和现场调查成果，评估矿山工程建设及开发活动对矿区地质环境和土地资源的影响程度，探究矿山地质环境恢复治理、土地复垦的可行性，确定复垦区和复垦责任范围；再根据工程建设方案及其对地质环境的影响、破坏程度和土地损毁情况，分阶段部署地质环境治理、土地复垦及监测管护工程，估算工程费用，为矿山地质环境保护及土地

复垦提供技术支持，为政府监督提供依据。

（1）资料收集

搜集矿山的开发利用、有关工作区的自然地理、社会经济、地质环境、水文气象、矿产勘查、地质灾害调查与防治规划、土地利用现状及规划、土壤及林草植被分布等基础资料，了解建设工程区的地质环境条件、存在的地质环境问题、土地利用现状及建设工程概况等，开展综合研究，初步确定矿山地质环境影响评估范围及评估级别、土地复垦区范围，明确本次工作的重点，指导野外调查工作。

（2）野外工作方法

采用 1:10000 地形图及矿山实测图作为工作底图，利用无人机航测、手持 GPS 和现场量测，开展矿山地质环境和土地资源调查，实地调查复垦区土壤、水文、土地利用、土地损毁、矿山地质环境破坏等情况；重点核查老采坑、现状台阶、断层破碎带、不利结构面组合边坡、矿山道路和表土堆存利用情况，对开采边坡、不稳定斜坡、危岩浮石和重要地质现象进行详细记录和拍照；同时调查交通、居民点、饮用水源、植被覆盖率、地形地貌及周边保护对象，基本查明评估区内的地质环境现状问题和土地损毁现状，保证调查质量。

（3）资料整理

在综合分析既有资料和实地调查资料的基础上，编制矿山地质环境现状评估、预测评估及综合评估，并提出相应的防治工程措施和地质环境恢复治理方案；分析预测矿山开采影响的范围与程度、损毁土地类型、面积与程度，同时结合损毁区及周围土地利用现状、地质环境条件，有针对性地进行土地复垦适宜性分析，进而确定土地复垦方向和生态修复目标，最后进行矿区生态修复工程方案设计和费用估算，编制《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿矿区生态修复方案》及其附图、附表。

编制单位就项目团队编制的报告及图件进行内部审核，审核修改后形成送审稿，并按程序报送评审。

3.工作质量评述

本次现场调查与方案编制工作依据现行矿区生态修复、矿山地质环境保护、土地复垦及地质灾害评估有关规定组织实施。野外资料由方案编制人员实测或收集，确保一手资料的准确性和可靠性；公众意见征询通过走访、座谈等形式征集当地有关部门及群众的意愿、要求和建议，使方案设计更具可操作性。本方案编制工作程序、方法、内容和工作程度满足相关技术规范、规定的要求。

4.方案内容概述

（1）九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿采矿权隶属于嘉鱼县自然资源建设开发有限公司，位于嘉鱼县高铁岭镇九龙村，采矿权面积0.6545km^2，开采标高+140m～+39m，开采矿种为（黑色冶金）熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩，采用山坡露天开采方式，生产规模400万t/a，矿山生产服务年限约9年。

（2）矿山为山坡型露天开采矿山，地质环境条件复杂程度属中等，生产建设规模属大型，评估区重要程度属重要区，矿山地质环境影响评估级别为一级，评估区面积171.4190hm^2。

（3）矿山地质环境保护与恢复治理分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，面积分别为70.1558hm^2、4.5577hm^{2}和96.7055hm^2。

（4）矿山已损毁土地42.8975hm^2，拟新增损毁土地31.8160hm^2，复垦责任范围共74.7135hm^2，损毁方式主要为露天采场挖损和矿山道路压占。

（5）复垦责任范围主要包括露天采场基底、终了边坡和矿山道路，按照具备条件的区域边开采边修复、闭坑后完成剩余工程并连续管护 3 年的原则实施。

（6）生态修复工程包括地貌重塑、土壤重构、植被重建、监测与管护，

主要实施边坡清理、截排水沟、台阶封边墙、土地平整、表土运输与回填、土壤改良、种植乔木、种植爬山虎、撒播草籽等工程。

（7）本项目生态修复静态总投资 2283.0725 万元，亩均静态投资 20371.80 元，动态投资总额为 2345.5419 万元；方案服务年限 14.5 年，即 2026 年 10 月至 2041 年 4 月。

（四）编制依据

1.法律、行政法规及地方性法规

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日修订，自 2025 年 7 月 1 日起施行）自然资源部；

（2）《中华人民共和国土地管理法》（2019 年修正）；

（3）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订）；

（4）《中华人民共和国森林法》（2019 年修订）；

（5）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年修订）；

（6）《中华人民共和国长江保护法》（2020 年）；

（7）《中华人民共和国安全生产法》（2021 年修正）；

（8）《中华人民共和国矿山安全法》（2009 年修正）；

（9）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令第 743 号，2021 年修订）；

（10）《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号）；

（11）《土地复垦条例》（国务院令第 592 号）；

（12）《基本农田保护条例》（2011 年修订）；

（13）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正）；

（14）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订）；

（15）《湖北省地质环境管理条例》；

（16）《土地复垦条例实施办法》（2019 年自然资源部修正）。

2.国家及湖北省政策性文件

（1）《国土资源部工业和信息化部财政部环境保护部国家能源局关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63 号）；

（2）《国土资源部财政部环境保护部国家质量监督检验检疫总局中国银行业监督管理委员会中国证券监督管理委员会关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4 号）；

（3）《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638 号）；

（4）《国务院关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》（国发〔2017〕29 号）；

（5）《中共中央 国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》（中发〔2017〕4 号）；

（6）《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规〔2019〕6 号）；

（7）《自然资源部生态环境部财政部国家市场监督管理总局国家金融监督管理总局中国证券监督管理委员会国家林业和草原局关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1 号）；

（8）《自然资源部办公厅关于做好〈矿产资源法〉实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函〔2025〕2043 号）；

（9）《省自然资源厅关于加强在建与生产矿山生态修复管理工作的通知》（鄂自然资发〔2021〕213 号）；

（10）《省自然资源厅关于进一步加强矿产资源开发利用及生态复绿方案编制及审查管理的通知》（鄂自然资函〔2023〕612 号）；

（11）湖北省矿山地质环境治理恢复基金、绿色矿山建设、国土空间生态修复相关现行配套管理文件。

3.技术规程、规范与标准

（1）《矿山生态修复技术规范第 1 部分：通则》（TD/T1070.1-2022）；

（2）《矿山生态修复技术规范第 4 部分：建材矿山》（TD/T1070.4-2022）；

（3）《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；

（4）《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）；

（5）《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

（6）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；

（7）《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；

（8）《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719-2021）；

（9）《矿产地质勘查规范建筑用石料类》（DZ/T0341-2020）；

（10）《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；

（11）《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；

（12）《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）；

（13）《滑坡防治工程设计规范》（GB/T38509-2020）；

（14）《防洪标准》（GB50201-2014）；

（15）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

（16）《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453-2008）；

（17）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

（18）《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

（19）《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；

（20）《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；

（21）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

（22）《矿区地下水监测规范》（DZ/T0388-2021）；

（23）《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T1068-2022）；

（24）露天矿山设计、爆破安全、生态环境保护、工程造价、监测管护其他现行国家、行业标准。

4.其他依据

（1）本项目编制委托书；

（2）《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿开采方案》；

（3）矿区地质勘查报告、相关图件；

（4）矿区实地调查资料、现状影像资料；

（5）电力线路保护方案及主管部门批复文件；

（6）嘉鱼县国土空间规划、矿产资源规划等相关规划资料。

二、服务年限

（一）矿山生产服务年限

根据《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿开采方案》所述，本矿山设计开采境界内可采储量3342万吨，其中（黑色冶金）熔剂用石灰岩可采资源量2452万吨，熔剂用白云岩可采资源量为732万吨，建筑石料用灰岩可采资源量为158万吨。设计矿山生产规模为400万吨/年，生产服务年限为9年（不含基建期）。

（二）方案服务年限

本矿区生态修复服务年限包含基建期、开采生产期、闭坑生态修复期以及修复工程管护期。当前矿山处于基建期的平场建设阶段，经与采矿权人沟通核实，预估矿山基建期1.5年、矿山生产年限9年、闭坑生态修复期1年、林地管护期3年，据此确定矿区生态修复总服务年限约14.5年。即2026年10月至2041年4月。

（三）方案适用年限及基准期

（1）适用年限

矿山生态环境问题具有动态变化特征，将随矿山基建、开采推进不断演化，损毁范围与生态环境风险将随之变化，可能产生新的生态环境问题。依

据《省自然资源厅关于加强在建与生产矿山生态修复管理工作的通知》（鄂自然资函〔2021〕213 号）相关规定，同时参照《自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知（二次征求意见稿）》管理导向，修复工程按照不高于 3 年一个实施阶段分期布设；因此本方案设定适用年限 5 年，期满后结合矿山开采实际、生态损毁变化情况开展评估，根据评估后的结果实施滚动修编。

此外，在本“方案”适用年限内，若采矿权延续以及扩大矿区范围、变更开采方式或开采主矿种等情形的，应当重新编制方案，以适应矿山生产活动及采矿不同阶段的需要。

（2）基准期

根据《矿山地质环境保护与生态修复方案编制指南》（国土资规〔2016〕21 号），方案基准期确定原则为：新建矿山以矿山正式投产之日算起，生产矿山以相关部门批准该方案之日算起。本项目属于新建矿山，确定方案基准期以相关部门批准该方案之日算起。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

2023 年 9 月嘉鱼县自然资源建设开发有限公司通过“招、拍、挂”的方式，竞得嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段采矿权。

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司成立于 2021 年 10 月 18 日，统一社会信用代码为 91421221MA4F3L8W4U，系由嘉鱼南嘉产业投资有限公司全资控股的有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资），属嘉鱼县国有全资平台企业。公司注册资本 30000 万元人民币，实缴资本 3000 万元人民币，法定代表人为雷佳，注册地址位于湖北省咸宁市嘉鱼县鱼岳镇花园澥路 8 号（自主申报），登记机关为嘉鱼县市场监督管理局，经营状态为存续，营业期限自 2021 年 10 月 18 日起为无固定期限。公司经营范围包括许可项目（非煤矿山矿产资源开采、建设工程施工、地质灾害治理工程施工、矿产资源勘查、旅游业务、水泥生产等）及一般项目（土地整治服务、生态修复、基础地质勘查、建筑用石加工、建筑材料销售、选矿、矿物洗选加工、土地调查评估、自有资金投资等），主要承担县域矿产资源开发、土地整治、地质灾害治理、生态修复及基建工程建设等业务。

二、地理位置与区域概况

（一）矿山地理位置及交通

九龙山—碳坡山矿区位于嘉鱼县城区南南西 215° 方向、直距约 19km 处，地理坐标(2000 国家大地坐标系)：东经 113° 47′ 35″—113° 49′ 08″，北纬 29° 49′ 00″—29° 50′ 31″，行政区划隶属嘉鱼县高铁岭镇管辖。区内可与 X035、X042 县道、351 国道、武深高速（G4E）、京珠高速（G4）连通，交通十分便利（图 1-1）。

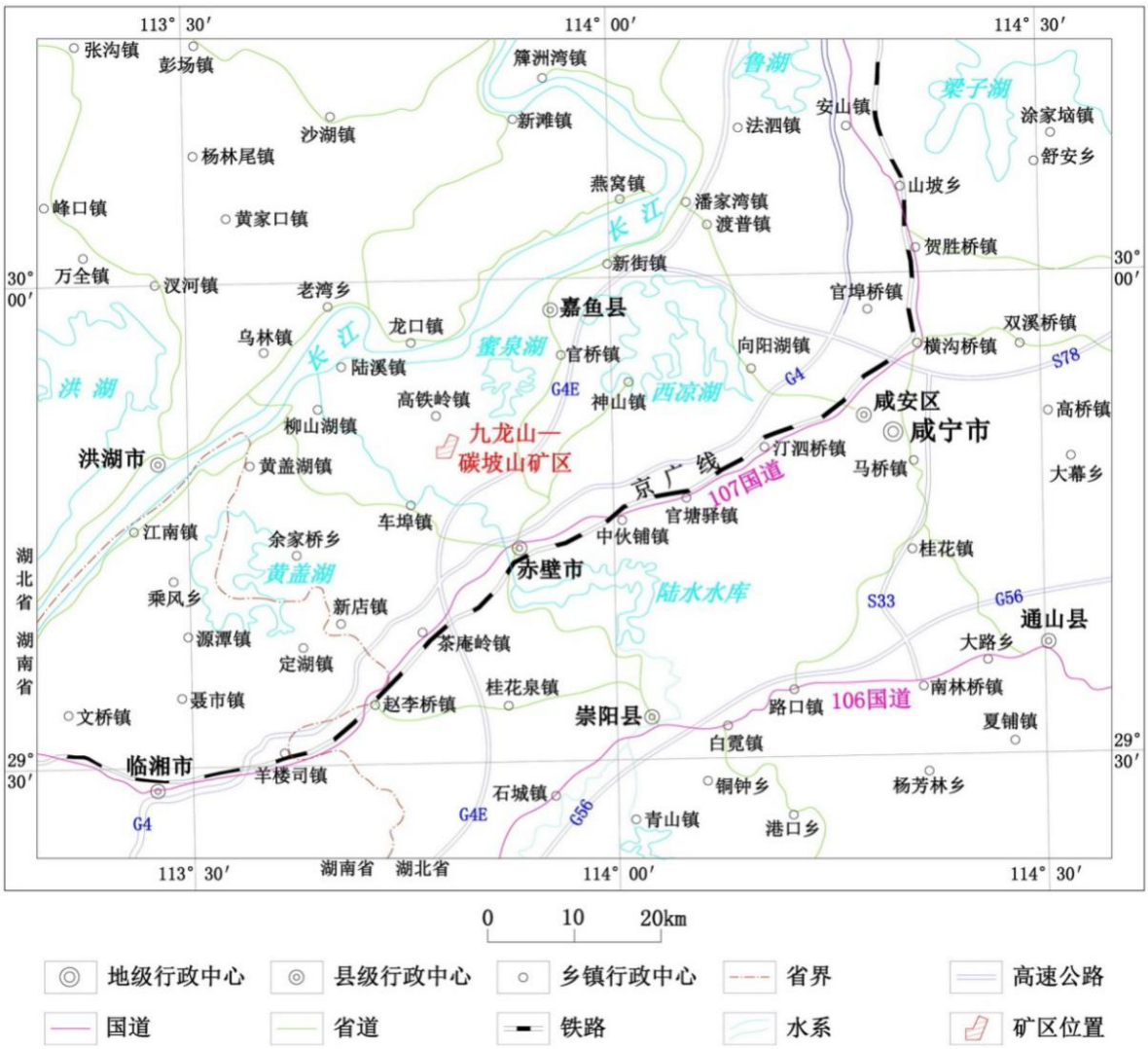


图 1-1　位置交通图

（二）区域概况

九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿采矿权位于高铁岭镇九龙村内，周边分布有九龙村、杨山村所辖多个自然湾，人口及房屋密集区主要位于九龙山矿段西侧山脚李家，南侧方家、油铺孙、舒家湾，东侧张家铺，其它人口及房屋则零散分布。矿区对外交通依托村内通村公路，可衔接 X035、X042 县道，连通 G107、G351 国道、武深高速（G4E）等干线公路；矿区周边无铁路通过。区内无常年性主干河流，地表以季节性冲沟为主，远侧分布大岩湖、九垅水库等湖库水体，属长江流域。矿区北侧为碳坡山矿段，区内原有老九龙山采石场、百合采石场均已关停并完成生态修复，现状无正在生

产的相邻矿山。矿区范围穿越±800kV 锦苏线、复奉线及 220kV 曲兰线高压输电廊道，为矿区重要管控性大型基础设施；矿区周边无其他大型厂矿、油气管道、文物保护单位等重要设施。矿山基建、开采及生态修复实施过程中，应严格落实村庄、公路、高压输电线路的安全防护与生态保护要求，降低矿山活动对周边敏感对象的扰动影响。

三、矿山开采历史及现状

鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段范围内，历史上存在原九龙山采石场、嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场两宗独立采矿权，2006 年起先后投产，开采矿种均为建筑石料用灰岩，开采方式均为露天开采，开采年限至 2018 年。按照嘉鱼县非煤矿山综合整治工作安排，上述两宗老采矿权于 2018 年陆续停产关停、办理采矿许可证注销手续，采矿权主体随之灭失；历史开采形成的损毁区域纳入关闭矿山生态修复项目，2021 年实施生态修复工程，现已完成治理。

为统筹区域熔剂用石灰岩、白云岩资源开发利用，2020 年由湖北省地质局第四地质大队开展九龙山—碳坡山矿区勘查工作，划定勘查范围并提交勘查成果。2023 年 8 月，九龙山矿段以净矿出让方式公开挂牌出让，本次出让为新设采矿权，不属于原有矿权续期、变更或转让，无采矿权延续、矿权变更、采矿权人变更历史。出让成交后由嘉鱼县自然资源建设开发有限公司竞得，为本矿段采矿权人，按程序开展相关报批工作。本矿段为全新布设开采范围，与原老采石场采矿权范围存在局部重叠，但属于新设立矿权，开采布局、开采矿种、开发利用方案均重新编制，与历史老矿山相互独立。

本矿段出让成交后，采矿权人按程序办理相关审批手续，目前矿山正处于基建平场施工阶段，正在实施基建道路、工业场地、截排水系统等配套工程建设，尚未开展正式采矿作业，本采矿权范围内暂无开采形成的新增损毁创面。

九龙山矿段首期采矿许可证有效期限为 5 年，2023 年 11 月 17 日至

2028 年 11 月 16 日；根据《开采方案》所述矿山设计生产服务年限 9 年，不含基建时间。

生产规模与开采范围：拟建生产规模 400 万吨/年；申请开采区域为九龙山矿段划定范围，露天开采，露天剥离范围为方案划定的采场境界范围，开采标高+140m～+39m；开采矿种为熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩，开采方式为露天台阶式开采，自上而下分台阶开采，采矿方法为露天台阶开采法，开采顺序由上至下、分层台阶开采。

九龙山矿段截止 2024 年 11 月底，矿区范围内保有（黑色冶金）熔剂用石灰岩（I 号矿体）矿石资源量（探明+控制）为 2655.6 万吨，其中探明资源量 2196.3 万吨，控制资源量 459.3 万吨；保有熔剂用白云岩（II 号矿体）矿石资源量（探明+控制）为 913.5 万吨，其中探明资源量 612.7 万吨，控制资源量 300.8 万吨；保有建筑石料用灰岩（III 号矿体）矿石资源量（推断）为 61.90 万立方米/167.1 万吨。可采储量 3342 万吨，其中：（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿可采储量 2452 万吨，熔剂用白云岩可采资源量为 732 万吨，建筑石料用灰岩可采资源量为 158 万吨。开采计划结合基建进度、开采时序、生态修复分期要求初步拟定，按照“边开采、边修复”原则，分阶段安排剥离、采矿及配套生态治理工程。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

（一）地形地貌

嘉鱼县地处幕阜山脉与江汉平原结合部，可划分为长江冲积平原、西南垅岗平原和切割残丘三种地貌，大体形成“一山三水四分田，两分道路和庄园”的地貌格局。地势从东南向西北倾斜，海拔高程最低 18 米，最高 243 米，其中大部分高程在 19-50 米之间。

高铁岭镇地貌以丘岗为主，地势自东南向西北倾斜。大岩山至九岭山一带为绵延南北的低丘，低丘带之南、西、北面夹绕平岗；滨江一带为长江冲积平原；境内塘堰水库星罗棋布，西南边沿嵌大岩湖，东北边岩镶蜜泉湖。沿陆水河和长港河一带分布中小湖泊 8 个。

项目区地处嘉鱼县东南部，为鄂南丘陵山地与江汉平原过渡地带，属剥蚀残丘—垅岗湖盆堆积地貌。矿区地势总体呈“凹”字形，中部低、两侧高，南部低、北部高，西部低、东部高，九龙山矿段最低海拔高程约+38.00m。最低侵蚀基准面标高+29.70m，最低排泄基准面标高+37.33m。内山体自然坡度一般 5～15°，局部地段较陡（见陡崖），地形切割不深，地表溶蚀现象发育一般。

（二）水文气象条件

矿区属亚热带湿润型季风气候，四季分明、雨量充沛、气候温和、湿度较大、日照充足、雨热同季、无霜期长。气温最高 7～8 月份，极端最高气温 40.2℃，气温最低为元月份，极端最低气温-12℃，年平均气温 17℃。最大蒸发量 1895.01mm，最小蒸发量 1125.51mm，常年平均蒸发量 1414.91mm。雨季多集中在 4～8 月份，占全年降水总量的 60%，3 月和 9～10 月为平水期，11 月至次年 2 月为枯水期，年最大降雨量为 1921mm，年最小降雨量 849mm，年平均降雨量 1431mm，月最大降雨量 441.7mm，月最小降雨量 2.8mm，

日最大降雨量 212.5mm，日平均降雨量 12.3mm，多年平均降雨日数 108 天，最长无降雨日数 44 天。年平均无霜期 259～261 天，由当年 11 月至翌年 3 月上旬。年平均相对湿度 79%，潮湿系数 0.87，属湿度适中带。

常年主导风向东北风，最大风速 25.3m/s，年平均风速 2.2m/s。主要灾害气象为风、冰雹灾害，多发生平原地区和雹线地区，时多在盛夏或高温逼热时季，大风常伴有冰雹。

区内属长江水系，江、河主要为长江、陆水河，但均离矿区距离远，与矿区无水力联系。长江流经矿区北部，距矿区直距约 10km，多年最高水位标高+32.02m，最低水位标高+17.97m。陆水河流经矿区南部，距矿区直距约 5km，多年最高水位标高+30m，最低水位标高+18m，由陆溪口入长江。除江、河外，区内湖、水库及塘分布较多，邻近矿区的较大的湖泊有大岩湖和密泉湖，较大的水库有大岩水库、九垅山水库和狮子山水库。矿区地表水经径流主要汇集于周边的池塘、九垅山水库、大岩水库和沟渠等。

（三）土壤

嘉鱼县内土壤可分为红壤、石灰土、潮土、水稻土和草甸土五个土类。红壤土（棕红壤）分布于县境东南部，以官桥、烟墩等地为主，土质酸性，是全县丘岗的主要旱地土壤。石灰土分布于县境西南部分孤立残丘，主要集中在高铁岭镇及陆溪镇、官桥镇的部分。县境北、中和西南部分平原为潮土，是全县面积最大、分布最广的主体旱地土壤。水稻土分布于全县各水稻种植区，由长期水耕熟化形成。草甸土分布在长江外洲滩地。

矿区土壤类型主要为红壤。红壤土发育于多种母岩，亚热带气候条件下，由中度富铁铝风化作用形成的弱酸性至酸性、含一定铁铝氧化物的红色土壤。其主要特征是缺乏碱金属和碱土金属而富含铁、铝氧化物，呈酸性红色，土壤孔隙度小，典型剖面中有明显的红色芯土层和淋溶淀积层，PH 值呈酸性，见照片 2-1。



照片 2-1　红壤

（四）植被

嘉鱼县滨江含湖，物产富饶，盛产蔬菜、鲜鱼、螃蟹、芦苇、意杨和粮、棉、油等农产品，境内动、植物种类繁多。项目区位于高铁岭镇九龙村，该镇拥有苗木种植基地 4 处，总面积 2800 亩，重点培育桂花、红叶石楠、红榉、香樟、广玉兰等树种。其中，精品苗木种植基地位于白果树村，主要培

育雪松、罗汉松等树种。全镇年出苗量可达 10 万株。另有水果种植面积 4000 余亩，主要种植特色水果。其中，脐橙基地 1800 亩，桃李基地 600 亩，枇杷、杨梅基地 1000 亩。

矿区地处中亚热带常绿阔叶林地带，原生地带性常绿阔叶林已基本消失，现状以次生灌草丛、人工针叶林及少量阔叶散生树木为主。区内主要乔木树种有马尾松、樟树、枫香等；灌木以荆条、栀子、紫穗槐等为主；草本植物主要为狗牙根、白茅、芒草等，局部地块分布少量旱地农作物。

矿区内历史开采损毁区域已实施关闭矿山生态修复工程，修复区域已人工栽植乔灌草，植被逐步恢复；其余未扰动区域植被覆盖相对较好。矿区土层较薄、岩溶发育，立地条件一般，植被自然恢复速度偏慢。矿区范围内未发现国家级、省级重点保护野生植物群落，无古树名木分布。矿山基建及开采期间应做好现有植被保护，生态修复树种优先选用本土适生植物。



照片 2-2 项目区及周边植被照片

（五）地下水

矿区地下水类型主要为第四系孔隙潜水及石炭系黄龙组、大埔组碳酸盐岩岩溶裂隙水。第四系孔隙潜水分布于沟谷低洼地段，赋存于含碎石亚黏土层中，含水层厚度小、富水性弱，主要接受大气降水补给，随季节变化明显；碳酸盐岩岩溶裂隙水赋存于灰岩、白云岩的节理、溶蚀裂隙中，岩溶发育具有不均匀性，浅部多为透水通道，富水性偏弱，局部地段富水性中等。矿区最低开采标高+39.0 米，高于当地侵蚀基准面+29.70 米，最低排泄基准面标高+37.33 米，自然条件下可实现自然排水；地下水以大气降水入渗补给为主，顺岩溶裂隙、地形向周边沟谷径流排泄，无连续稳定承压含水层，开采一般不受地下水涌水影响，矿区总体水文地质条件简单。区内岩溶通道、小型落水洞零星分布，存在地表径流携污染物下渗污染地下水的潜在风险，生态修复工程需配套截排水、防渗管控措施。

（六）矿区周边自然条件

矿区地处鄂南低丘区，周边以低缓丘陵、山间沟谷地貌为主，地形起伏不大，地表季节性冲沟较为发育，无常年性主干河流，坡面汇水沿冲沟就近排泄，远侧分布大岩湖等湖库水体。区域属亚热带季风气候，降水充沛且集中在汛期。外围出露地层以石炭系碳酸盐岩为主，岩土体类型与矿区一致；地下水同样为第四系孔隙潜水及碳酸盐岩岩溶裂隙水，水文地质条件简单。周边原生植被以次生灌草、阔叶林木为主，土壤多为红壤，土层厚度总体偏薄，抗侵蚀能力一般。矿区最低开采标高高于区域侵蚀基准面，径流排泄条件较好。区内零星分布岩溶裂隙、落水洞，生态环境敏感性中等，矿山基建及后续开采活动需做好截排水、水土保持与防渗防护，减少对周边地表、地下水环境及植被的扰动影响。

二、社会经济概况

嘉鱼县隶属咸宁市，位于长江南岸、武汉都市圈南部。2025 年全县地

区生产总值 295.08 亿元，同比增长 5.5%，三次产业结构 19.9:28.7:51.5。农业以蔬菜、水产为特色；工业以低碳冶金、新材料、绿色建材、化工为主，县域熔剂用石灰岩、白云岩、建筑石料用灰岩等非金属矿产资源禀赋较好，是本地冶金建材产业重要原料来源。全县坚持绿色发展理念，严格矿产资源管控，推进绿色矿山建设，统筹资源开发、生态修复与地方经济高质量发展。

高铁岭镇地处嘉鱼县西南部，北依长江，紧邻高速与石矶头港区，水陆交通便捷，是嘉鱼县循环经济重点镇、冶金建材产业集中区。镇内经济以工业为主、农业为辅，2025 年全镇规模以上工业总产值 221.9 亿元。农作物主要有水稻、油料、蔬菜，特色水产养殖发展较好；经济作物有香柚、油茶等。矿区内植被发育，镇区内林木资源丰富，主要有松、杉、柏、栎等树种；工业企业较多，以冶金、建材类企业为主；矿种主要为熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩等。区内水陆交通便利，电力、通讯设施完善，水源充足，可以满足矿山开发所需的水、电及原料外运供应需要。

三、矿区地质环境背景

（一）矿区地质

1.地层及岩性

矿区地层层序较为简单，出露基岩地层为志留系中统坟头组、石炭系上统大埔组、黄龙组，二叠系中统梁山组、栖霞组；其它区域主要为第四系残坡积层、冲坡积层覆盖，未见有基岩出露。各地层特征由老至新叙述如下：

（1）志留系中统坟头组（S_2f）：分布于矿区中部九垅山水库一带，构成米埠～宝塔山倒转背斜（B4）东段核部。出露岩性下部为灰黄、黄绿色页岩夹薄—中厚层状细砂岩，泥质粉砂岩，上部以灰黄、黄绿色泥质粉砂岩、粉砂质页岩为主夹磷块岩透镜体，含腕足类。地层厚度 310～425m，与上覆石炭系大埔组呈平行不整合接触。

（2）石炭系上统大埔组（C_2d）：分布于矿区南部九龙山矿段及北部碳

坡山矿段，构成米埠～宝塔山倒转背斜（B4）东段南北两翼。岩性为浅灰、灰色厚层状含生物屑白云岩、灰质白云岩，单层厚 50～100cm。生物屑多为碎片状，以腕足类、有孔虫、海胆为主，杂乱分布。岩石风化面刀砍纹发育，遇 4%稀盐酸不起泡或局部微弱起泡。地层厚度 30～90m，与下伏志留系坟头组呈平行不整合接触。

（3）石炭系上统黄龙组（C_2h）：分布于矿区南部九龙山矿段及北部碳坡山矿段，构成米埠～宝塔山倒转背斜（B4）东段南北两翼。岩性为浅灰、灰白色厚层状微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩，单层厚 50～100cm。生物屑多呈碎片状，以腕足类、层孔虫、蜓、海百合茎等。岩石遇 4%稀盐酸迅速起泡且剧烈。地层厚度 55～230m，与下伏大埔组呈整合接触。

（4）二叠系中统梁山组（P_2l）：为本区内剥离层。地表出露不连续，常表现为负地形，岩性主要为灰黑色、黑色碳质页岩，局部夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层。碳质页岩局部含大量层孔虫、壳类等。地层厚度＜11m，与下伏黄龙组呈平行不整合接触。

（5）二叠系中统栖霞组（P_2q）：为本区建筑石料用灰岩矿赋存层位。岩性为深灰、灰黑色薄—中厚层状含碳质瘤状生物屑灰岩、局部夹碳质页岩，瘤体大小一般 7×20cm，含量约 70%，其形态不一，多呈次椭圆状、眼球状、透镜状，并多为顺层产出；岩层单层厚 6～40cm。生物屑为腕足、菊石、海百合茎、苔藓虫类等。

（6）第四系（Q）：根据成因划分为更新统残坡积层、全新统冲坡积层及人工堆积层。更新统残坡积层，主要由黄褐－灰褐色粘土、亚粘土、含砾亚粘土组成，分布于地表山顶、山坡及溶蚀凹陷部位；全新统冲坡积层，主要由灰褐色含砾亚粘土、亚砂土、砂砾层组成，分布于坡底边缘、沟谷较宽缓区域及农田；人工堆积层主要分布于矿区九龙山矿段原百合矿业有限责任公司九龙山采石场底盘复垦区，次为原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场北部复绿区主要由岩石碎块及砂粘土等组成。冲坡积层厚度不详；九龙山矿段

残坡积层厚 0～5.5m，平均厚约 2m，人工堆积层厚 1.0～11.8m；碳坡山矿段残坡积层厚 0～4.1m，平均厚约 2m；其中，残坡积层及人工堆积层均为本区剥离层。该地层与下伏地层均呈角度不整合接触。

2.地质构造

矿区所处褶皱构造部位为米埠～宝塔山倒转背斜（B4）东段核部及两翼，整体呈一缓倾的（近似）单斜构造，九龙山矿段位于南翼，碳坡山矿段位于北翼。区内该倒转背斜轴迹呈近东西向，核部地层为志留系坟头组，两翼依次出现石炭系大埔组、黄龙组，二叠系梁山组及栖霞组。北翼地层倒转，倾向 175°～230°，倾角一般为 24°～45°，局部偏陡；南翼地层总体倾向 150°～185°，倾角 25°～30°。在南北向挤压应力持续作用下，北翼南部产生次一级褶皱（碳坡山背斜），南部地层总体倾向 340°～35°，倾角 15°～50°。碳坡山矿段拟设采矿权内各地层大多位于碳坡山背斜北部，整体呈一陡倾斜的(近似)倒转单斜构造,倾向 175°～230°,倾角 40～65°。区内未见明显断裂及破碎带构造，未见岩浆岩及变质岩出露。

3.岩浆岩

矿区及周边 2 公里范围内无岩浆岩出露。

4.变质岩

矿区及周边 2 公里范围内无变质岩出露。

（二）矿体地质

1.矿体分布

（1）（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿体

Ⅰ-1 矿体赋存于黄龙组，岩性以厚层状微晶灰岩为主。该矿体分布于矿段中部，呈近东西向展布，拟设采矿权范围内矿体整体呈倒转单斜层状产出，沿走向延伸 720～1600m，沿倾向出露宽度 65～490m；地表出露标高+40.84m～+120.00m，埋深 0～90.00m，工程控制最低标高+30m。矿体厚度 194.19～216.41m，平均厚 201.76m，厚度变化系数 6.29%。矿体连续，厚度

稳定。

（2）熔剂用白云岩矿体

Ⅱ-1 矿体赋存于大埔组，岩性以厚层状白云岩为主，次为灰质白云岩。该矿体分布于矿段北部，呈近东西向展布，拟设采矿权范围内矿体整体呈倒转单斜层状产出，沿走向延伸约 1000m，沿倾向出露宽度 110～260m；地表出露标高+41.05m～+140.00m，埋深 0～36.00m，工程控制最低标高+30m。矿体厚度 33.70～51.42m，平均厚 43.32m，厚度变化系数 17.24%。矿体连续，厚度稳定。

（3）建筑石料用灰岩矿体

Ⅲ-1 矿体赋存于栖霞组，岩性以薄—中厚层状含碳质瘤状灰岩为主，其中局部夹的碳质页岩，发育不稳定、不连续、厚度变化特征不详，不作夹石剔除。该矿体分布于矿段南部，呈不规则状展布，拟设采矿权范围内矿体整体呈倒转单斜层状产出，沿走向延伸 60～440m，沿倾向出露宽度 86～170m；地表出露标高+49.07m～+110.00m，埋深 0～38.00m，工程控制最低标高+30m。矿体厚度 18.91～23.34m，平均厚 21.13m，厚度变化系数 14.81%。矿体连续，厚度稳定。

2.矿石特征

（1）（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿体

① 矿石结构、构造

矿石结构构造简单，矿石结构主要为微晶结构、泥晶生物屑结构。矿石构造主要为厚层状构造。

a. 矿石结构

微晶结构：岩石主要由方解石组成，方解石>99%、有机质＜1%，含微量碳质。方解石主要以粒径 0.01～0.03mm 的微晶状方解石组成，于岩中均匀混杂，局部见少量方解石沿裂隙内充填，多以脉状形式产出，脉宽约 0.04～

1.2mm 左右，部分脉体互相穿切，见少量弯钩状状有孔虫及介形虫等生物碎屑零星散布。

泥晶生物屑结构：岩石由生物碎屑、方解石组成，方解石>99%、有机质＜1%。方解石主要以粒径<0.01～0.03mm 的泥－微晶组成，以含有机质的泥晶状为主，次为少量微晶状，两者于岩中均匀混杂，见有大量生物碎屑产出，其种类多以珊瑚、有孔虫、棘皮类及海百合茎碎片等组成，并杂乱散布于岩石之中，含量约 50％左右，局部另见部分方解石沿岩石裂隙或孔隙中分布，多呈脉状形式产出，个别脉体见穿切生物碎屑。

b. 矿石构造

矿石构造主要为厚层状构造，单层厚在 50～100cm 之间。

② 矿石矿物成分

矿石矿物成分简单，根据矿石薄片鉴定结果，矿石矿物主要为方解石、次为生物碎屑，含极少量有机质、碳质。方解石以泥晶、微晶为主，含量 95%以上，其大小在 0.01～0.03mm 之间，粒径多小于 0.01mm。生物碎屑主要为珊瑚、有孔虫、棘皮类、海百合茎及介形虫等组成，含量 13～50％。

③ 矿石化学成分

根据矿石单样基本分析和组合样组合分析结果，矿石化学成分以富 CaO 为特征，次为 MgO、SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3；S、P 含量极低。

按单样统计，矿石中 CaO 含量 48.71～55.65%（均大于 48%），平均 54.39%；MgO 含量 0.13～6.06%（个别样品含量较高），平均 0.39%；SiO_2含量 0.04～4.37%（个别样品含量较高），平均 0.36%。

按组合样统计，矿石中 S 含量 0.000～0.034，平均 0.014%；P 含量 0.001～0.029%，平均 0.01%；Al_2O_3含量 0.017～0.811%，平均 0.086%；Fe_2O_3含量 0.013～0.432%，平均 0.061%；灼失量为 42.30～45.35%，平均 43.63%。

总体来看，矿石质量好，单样 MgO、SiO_2含量超标，对矿石质量的整体影响可忽略。矿体矿石化学成分未超过《矿产地质勘查规范 石灰岩、

水泥配料类》（DZ/T 0213—2020）中对（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿规范要求的限定指标要求。

④ 矿石物理性能

抗压强度：矿体矿石单样饱和抗压强度 48.2～75.9Mpa，矿体平均 57.6Mpa。

⑤ 矿石类型和品级

a. 自然类型

根据矿石结构、构造、矿物成分及含量、化学成分等特征，将本矿段内矿石自然类型划分为厚层状微晶石灰岩矿、厚层状泥晶生物屑石灰岩矿。

b. 工业类型

根据矿石工业用途，将本矿段内石灰岩矿矿石工业类型划分为（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿。

（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿：浅灰、灰白色，微晶结构、泥晶生物屑结构，厚层状构造。一般 CaO＞48.71%、MgO＜1.57%、SiO2＜3.81%。分布于Ⅰ-1 矿体（C_2h）中。

c. 矿石品级

未分品级。

（2）熔剂用白云岩矿体

① 矿石结构、构造

矿石结构构造简单，矿石结构主要为微晶结构、含内碎屑－生物屑微晶结构。矿石构造主要为厚层状构造。

a. 矿石结构

微晶结构：岩石主要由白云石组成，含少量方解石，白云石 96～98%、方解石 2～4%。白云石主要以粒径 0.01～0.03mm 的微晶状为主，于岩中均匀混杂，见有少量内碎屑及鲕粒产出，大小在 0.1～0.6mm 之间，多呈次圆

状，其中前者成分主要由含有机质微晶白云石组成，后者鲕粒多为单鲕，同心层成分多为微晶白云石，其核部多发生重结晶现象，两者于岩中多杂乱散布，无明显方向性。同时还见有少量方解石沿岩中细小裂隙或孔隙充填。

含内碎屑－生物屑微晶结构：岩石主要由白云石组成，含少量方解石，白云石 96～98%、方解石 2～4%。白云石粒径在 0.01～0.03mm 左右，以微晶状为主，于岩中　均匀混杂，同时其内可见有含有机质泥晶方解石成分的内碎屑产出，大小在 0.15～0.4mm 之间，于岩中杂乱散布，可见有生物碎屑杂乱嵌布，其种类多以有孔虫、棘皮类、藻团及腹足类、海百合茎碎片等组成，局部还见部分方解石沿岩石裂隙及孔隙中分布，多以脉状形式产出。

b. 矿石构造

矿石构造主要为厚层状构造，单层厚在 50～100cm 之间。

② 矿石矿物成分

矿石矿物成分简单，根据矿石薄片鉴定结果，矿石矿物主要为白云石、次为方解石，含极少量生物碎屑、有机质。白云石以微晶为主，含量 96～98%，其大小在 0.01～0.03mm 之间，粒径多小于 0.01mm。方解石含量 2～4%。生物碎屑主要为有孔虫、棘皮类、藻团及腹足类、海百合茎碎片等组成。

③ 矿石化学成分

根据矿石单样基本分析和组合样组合分析结果，矿石化学成分以富 CaO 为特征，次为 MgO，少量 SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、Mn_3O_4、K_2O、Na_2O；S、P 含量极低。

按单样统计，矿石中 CaO 含量 30.84～39.95%，平均 33.76%；MgO 含量 15.17～21.09%（均大于 15%），平均 18.16%；SiO_2 含量 0.09～3.03%（均小于 4.0%），平均 0.69%。

按组合样统计，矿石中 Al_2O_3+ Fe_2O_3+ Mn_3O_4+SiO_2 含量 0.191～2.516%（小于 10%），平均 0.916%；K_2O+Na_2O 含量 0.013～0.120%（小于 0.3%），平均 0.067%；S 含量 0.002～0.022，平均 0.01%；P 含量 0.001～0.033%，平均

0.006%；灼失量为 42.0～46.93%，平均 45.06%。

矿石有益组分 MgO 含量均高于品位，有害组分 SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、Mn_3O_4、K_2O、Na_2O 及 S、P 等含量均未超标，矿石化学成分质量指标达到《矿产地质勘查规范 菱镁矿、白云岩》(DZ/T 0348—2020)中对熔剂用白云岩矿工业要求。

④ 矿石物理性能

a. 抗压强度：矿体矿石单样饱和抗压强度 33.9～130.5Mpa，矿体平均 86.0Mpa。

b. 矿石粒度：通过镜下岩矿鉴定，经统计，矿石中白云石颗粒粒径均在 1mm 以下，含量 96～98%。

⑤ 矿石类型和品级

a. 自然类型

根据矿石结构、构造、矿物成分及含量、化学成分等特征，将本矿段内矿石自然类型划分为厚层状微晶白云岩矿、厚层状含内碎屑－生物屑微晶白云岩矿。

b. 工业类型

根据矿石工业用途，将本矿段内白云岩矿矿石工业类型划分为熔剂用白云岩矿。

熔剂用白云岩矿：浅灰、灰色，微晶结构、含内碎屑－生物屑微晶结构，厚层状构造。一般 MgO＞15.17%、SiO_2＜3.03%、Al_2O_3+ Fe_2O_3+ Mn_3O_4+SiO_2＜2.516%、K_2O+Na_2O＜0.120%。分布于Ⅱ-1 号矿体（C_2d）中。

c. 矿石品级

未分品级。

（3）建筑石料用灰岩矿体

① 矿石结构、构造

矿石结构构造简单，矿石结构主要为生物屑微晶结构、碎裂泥－微晶结构。矿石构造主要为薄－中厚层状构造。

a. 矿石结构

生物屑微晶结构：岩石主要由方解石组成，少量生物屑、碳质、有机质及铁质，方解石 95～99%、碳质 1～5%、有机质＜1%。方解石主要以粒径 0.01～0.06mm 的粉－微晶状方解石组成，以微晶状为主，局部见少数方解石发生重结晶现象。有大量杂乱分布的生物碎屑，主要以介形虫、棘皮类、有孔虫以及珊瑚、海百合茎碎片等组成，其含量约在 40～58％左右，杂乱散布，同时岩石局部因受一定的应力作用发生轻微破碎现象，并见少量黑色不透明碳质于岩中裂隙内相对集中分布，使其局部显得较为昏暗。

碎裂泥－微晶结构：岩石主要由方解石组成，少量生物屑、碳质、有机质，方解石 97%以上、碳质约 2%、有机质＜1%。方解石主要以粒径<0.01～0.03mm 的泥－微晶组成，以微晶状为主，两者于岩中均匀混杂，部分方解石发生重结晶现象。局部另见少量含有机质微晶方解石相对富集，呈内碎屑形式产出，并零星散布于岩石之中，可见生物碎屑及碳质等散布，其中生物碎屑多以介形虫、棘皮类、有孔虫及海百合茎碎片等组成，含量约在 20％左右，碳质不透明状，主要沿细小裂隙中分布，以缝合线形式产出，斜照光下不显金属光泽。同时见部分方解石沿岩中裂隙或孔隙内充填，多以脉状形式产出，脉体间互相穿切，并切割全岩，个别脉体还见发生轻微断裂位移现象。

b. 矿石构造

矿石构造主要为薄－中厚层状构造，单层厚在 6～40cm 之间。

② 矿石矿物成分

矿石矿物成分简单，根据矿石薄片鉴定结果，矿石矿物主要为方解石、次为少量生物屑、碳质，含极少量有机质及铁质。方解石以泥晶、微晶为主，含量 95%以上，其大小在 0.01～0.06mm 之间，粒径多小于 0.01mm。生物碎屑主要为介形虫、棘皮类、有孔虫以及珊瑚、海百合茎碎片等组成，含量 20～58％。碳质含量 1～5%。

③ 矿石化学成分

根据矿石多元素样品分析结果，矿石化学成分以富 CaO 为特征，次为 MgO、SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、SO_3、Mn_3O_4、K_2O、Na_2O；P_2O_5、Cl^-、TiO_2含量极低。对矿体单样中主要化学成分 CaO、MgO、SiO_2、SO_3的统计叙述如下：

矿石中 CaO 含量 48.13～51.73%,平均 49.62%;MgO 含量 0.79～0.90%，平均 0.85%；SiO_2含量 2.56～5.32%，平均 4.25%；SO3 含量 0.60～0.980%，平均 0.773%。

矿体矿石化学成分以 SiO_2超过《矿产地质勘查规范 石灰岩、水泥配料类》（DZ/T 0213—2020）中对熔剂用石灰岩矿规范要求的限定指标要求。

④ 矿石物理性能

a. 抗压强度（Mpa）

矿体矿石单样饱和抗压强度 36.5～105.1Mpa，矿体平均 70.0Mpa。

b. 坚固性（%）

矿体矿石单样质量损失率 3.93～4.33%，矿体平均 4.08%。

c. 压碎指标（%）

矿体矿石单样压碎指标 10.50～11.50%，矿体平均 11.10%。

⑤ 矿石碱活性

根据岩相法碱活性检验结果，矿石中均为非碱活性矿物，未见碱活性矿物。

⑥ 矿石放射性

对矿石进行了铀－238、镭－226、钍－232、钾－40 检测，测试结果显示其外照射指数 I_{Ra}为 0.19（小于 1.0）；内照射指数 I_{γ}为 0.15（小于 1.0）。满足《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566—2010）中建筑主体材料要求。

⑦ 矿石类型和品级

a. 自然类型

根据矿石结构、构造、矿物成分及含量、化学成分等特征，将本矿段内矿石自然类型划分为薄－中厚层状生物屑微晶石灰岩矿、薄－中厚层状碎

裂泥－微晶石灰岩矿。

b. 工业类型

根据矿石工业用途，将本矿段内石灰岩矿矿石工业类型划分为建筑石料用灰岩矿。

建筑石料用灰岩矿：深灰、灰黑色，生物屑微晶结构、碎裂泥－微晶结构，薄－中厚层状构造。一般CaO＞48.13%、SiO_2＞2.56%、MgO＜0.90%、SO_3＜0.980%。非碱活性；外照射指数I_{Ra}和内照射指数I_γ均＜1.0，满足建筑主体材料要求。分布于III-1矿体（P_2q）中。

c. 矿石品级

据《矿产地质勘查规范建筑用石料类》（DZ/T 0341—2020）中建筑石料用灰岩矿物理性能及化学成分一般要求，矿段内建筑石料用灰岩矿体矿石质量等级综合评定为Ⅱ类。

3.矿床顶底板及夹层

（1）矿体围岩

九龙山矿段拟设采矿权范围内Ⅰ-1矿体与Ⅱ-1矿体呈整合接触，两者互为顶、底板；III-1矿体与Ⅰ-1矿体呈平行不整合接触。Ⅰ-1矿体的顶板为二叠系中统梁山组（P_2l）碳质页岩，底板为Ⅱ-1矿体；Ⅱ-1矿体的顶板为Ⅰ-1矿体，底板为志留系中统坟头组（S_2f）泥质粉砂岩；III-1矿体的顶板为第四系（Q）更新统残坡积层，局部地段全部裸露无顶板，底板为二叠系中统梁山组（P_2l）碳质页岩。

（2）夹石（层）

九龙山矿段夹层（BJ）同为Ⅰ-1矿体的顶板、III-1矿体的底板，其岩性以灰黑色、黑色碳质页岩为主，局部夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层。分布于矿段南部，平面上呈向北弯凸的弧形状，空间上似层状。拟设采矿权范围内沿走向延伸约550m，沿倾向出露宽度8～13m，厚度＜11m；地表出露不连续，出露标高+49.07m～+112.00m，埋深 0～82.00m，工程控制

最低标高+30m。

（三）水文地质条件

1.矿区自然地理

矿区属剥蚀残丘—垅岗湖盆地形，山脉走向呈近北西—南东向，地势总体呈“凹”字形，中部低、两侧高，南部低、北部高，西部低、东部高，北东部最高点碳坡山矿段东侧海拔+160.50m。九龙山矿段最低海拔高程约+38.00m，最低侵蚀基准面标高+29.70m，最低排泄基准面标高+37.33m。矿区内山体自然坡度一般 5～15°，局部地段较陡（见陡崖），地形切割不深，地表溶蚀现象发育一般。九龙山矿段以北侧主峰+144.55m 高地一线山脊为分水岭，分水岭两侧地形坡度较陡，有利于大气降水迅速排泄，地形条件有利于自然排水。区内水系较发育，地表水主要受大气降水补给，经径流主要汇集于周边的池塘、九垅山水库、大岩水库和沟渠等。

2.含水层、隔水层分布与特征

（1）含水层

① 第四系松散岩类孔隙透（含）水层

由冲坡积层、残坡积层组成，分布于石灰岩白云岩矿体浅表、冲沟，以及北部与西部沟谷较宽缓区域，岩性为含砾亚粘土、亚砂土及砂砾层，冲坡积层厚度不详，九龙山矿段残坡积层厚 0～5.5m，平均厚约 2m，最厚 5.5m。其结构松散，透水性较好，含孔隙潜水，富水程度弱，且明显受大气降水影响。该含水层水质类型以 HCO_3—Ca 型为主，矿化度为 0.117～0.139g/L，PH 值 7.72～8.07，水质较好。

该透（含）水层对未来矿山采坑充水无影响。

② 碳酸盐岩岩溶裂隙含水层

为石炭系上统大埔组、黄龙组及二叠系中统栖霞组碳酸盐岩，其储水空间主要为溶洞，其次是溶蚀裂隙，属中等～强富水岩层。主要分布在矿区南部九龙山矿段及北部碳坡山矿段，厚度变化较大，一般在 33.70m～216.41m

之间，其中九龙山矿段 33.70m～216.41m。该碳酸盐岩岩性主要为厚层状含生物屑白云岩、灰质白云岩，厚层状微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩，薄—中厚层状含碳质瘤状生物屑灰岩，厚层状含燧石结核微晶灰岩，此类岩石均为可溶性岩石，其岩溶较发育，受构造、岩性等因素影响，岩溶发育极不均匀，具有浅部强、深部弱的规律。该层碳酸盐岩岩溶水主要受大气降水入渗补给，补给方式为贯入式补给，其水位、水量随大气降水变化较大，地下水位标高在 41.69m－112.73m 之间，其中九龙山矿段 41.69 m～60.45m，碳坡山矿段 59.75 m～112.73m。该含水层水质好，矿化度 0.202g/L，PH 值 7.93，水质类型为 HCO_3—SO_4—Ca—Mg 型。

该含水层对未来矿山采坑充水有直接影响。

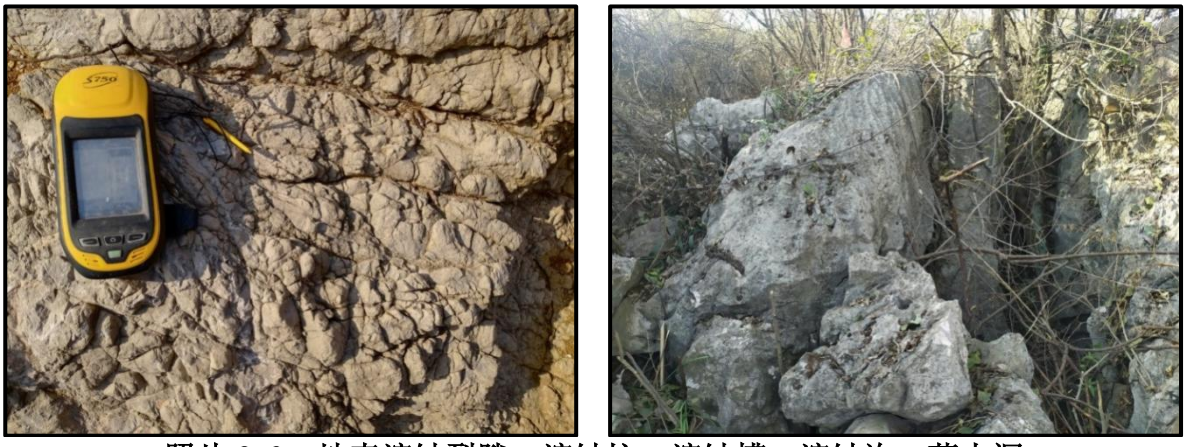
（2）隔水层

主要为志留系中统坟头组碎屑岩，岩性主要为薄—中厚层状细砂岩、泥质粉砂岩、页岩，该岩组出露厚度大，约 425m，为稳定的隔水层；其次为二叠系中统梁山组碎屑岩，岩性主要为碳质页岩、局部夹薄层状石英细砂岩，地层厚度＜11m。

3.岩溶发育特征

（1）地表岩溶发育特征

矿区地表岩溶发育一般，地表以溶蚀裂隙、溶蚀坑、溶蚀槽、溶蚀沟为主（见照片 2-3），两个矿段地表岩溶发育特征略有不同。



照片 2-3　地表溶蚀裂隙、溶蚀坑、溶蚀槽、溶蚀沟、落水洞

九龙山矿段中部经过多年的开采，溶蚀洼地已经被开采掉，下部岩石在开采过程中，极少见溶洞，岩溶不太发育。南部石炭系上统黄龙组、二叠系中统栖霞组碳酸盐岩，未开采地段岩溶裂隙较发育，露头见鸡蛋状溶蚀坑和沿裂隙发育的溶蚀沟槽，深一般几厘米，溶蚀面较粗糙，凹凸不平，平行岩层的节理发育。北部石炭系上统大埔组碳酸盐岩，未开采地段地表岩石溶蚀裂隙、溶蚀坑、溶蚀槽较发育，但随着深度的增加，岩石完整性增加。

（2）地下岩溶发育特征

根据《详查报告》和《勘探报告》，九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段共施工的 47 个钻孔，其中 5 个钻孔见溶洞；共揭露大小溶洞 7 个，除 ZK902 以外均为全充填，最小溶洞高 0.6m，最大溶洞高 3.0m，溶洞总高 9.3m，单孔岩溶率 1.32～23.32%，平均岩溶率＜1%。

另据矿山企业介绍，在开采过程中地表及地下岩溶均不发育，结合本次勘查工作实际情况，未对地表面岩溶率进行统计，再综合钻探工程所揭露地下线岩溶率＜1%。综述，认为矿区岩溶发育程度属微弱等级。

4.地表水特征

（1）矿区地表水体

矿区内分布大小池塘多处，较大的水库有大岩水库和九垅山水库，受大气降水补给，通过九垅沟等其它沟渠往南西向排泄，最终注入大岩湖。

九垅山水库位于矿区中部，直距九龙山矿段南约 340m，直距碳坡山矿段北约 350m，是一座以灌溉为主，兼有防洪、生态等综合效益的小（1）型水库，汇周围地表径流，承雨面积 1.11km^2，水域面积 0.11km^2，容积 119.10×10^{4}m^3，正常蓄水位+49m，设计洪水位+49.75m，校核洪水位+50.03m。本次采集水样 1 件，水质全分析结果显示：水质类型以 HCO_3—Ca 型为主，矿化度为 0.139g/L，PH 值 7.85。

大岩水库位于矿区南南西 197° 方向直距约 0.8km，直距九龙山矿段东约 370m，是一座以灌溉为主，兼有防洪、生态等综合效益的小（2）型水库，

汇周围地表径流，承雨面积 0.67km^2，水域面积 0.06km^2，容积 43.13×10^{4}m^3，正常蓄水位+51m，设计洪水位+51.54m，校核洪水位+51.70m。

因构成九垅山水库及大岩水库的底板为志留系中统坟头组（S_2f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩，属稳定的隔水层，且受地形限制，故排除通过地下水力联系倒灌进未来矿坑的可能性。对未来矿山采坑充水无影响。

（2）九龙山矿段地表水体

拟设采矿权内无地表水体（除嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场采坑底盘有部分积水，以及嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场采坑底盘有大量积水外）。在外围嘉鱼县九龙钙业有限公司南侧约 100m 处的池塘采集地表水样 1 件，其水质全分析结果显示：水质类型以 HCO3—Ca 型为主，矿化度为 0.117g/L，PH 值 7.72。

5.地下水动态及其补给、径流与排泄

矿区位于嘉鱼县东南部裸露型岩溶山地一带，属区域水文地质单元的补给带，大岩湖为区域排泄边界。

九龙山矿段拟设采矿权内原两家矿山（嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场，嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场），经过十余年的采矿活动，造成矿山采坑底盘内均出现不同程度的积水，其中嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场底盘最低标高+49.13m，积水深约 1.5m；嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场底盘最低标高+40.84m，积水深 0.5～3.0m。

矿山多年开采，对拟设采矿权内含水层破坏较大，改变含水层排泄径流方向，采坑内不同程度的积水为地下岩溶裂隙水排泄于采坑底盘所形成，故积水受地下水排泄补给而常年不干。另外，矿段内底板围岩为志留系中统坟头组泥质粉砂岩、粉砂质页岩隔水性能好，为稳定的隔水层。

大气降水是本矿段地下水唯一补给来源，受季节影响较大，大气降水一部分形成地表径流，排泄到周边的池塘、九垅山水库及大岩水库；另一部分沿裂隙及落水洞渗流入地下，因受志留系中统坟头组碎屑岩及二叠系中统

梁山组碎屑岩隔水层影响，致使石炭系上统大埔组、黄龙组岩溶裂隙含水层多以暗泉的形式在采坑底盘溢出地表，从而形成采坑底盘积水；二叠系中统栖霞组岩溶裂隙含水层由北向南，顺着地层走向，往南东和南西向排泄，并多以暗泉、间歇泉的形式在山沟、田间、水塘低洼地带溢出地表。

6.充水因素分析

矿区内石灰岩白云岩矿体主要分布于裸露型岩溶区，大部分出露地表，局部被第四系残坡积层、冲坡积层覆盖，出露标高在+40.84m～+155.60m 之间。九龙山矿段拟设最低开采标高为+39m，当地最低侵蚀基准面标高+29.70m，最低排泄基准面标高+37.33m，未来矿床采用露天开采，从上至下分台阶水平推进方式，只要开采时让底盘保持适当坡度，可自然排水，未来大气降水、地表径流为矿坑充水因素，故未来矿坑充水主要因素是大气降水。

7.矿坑涌水量预测计算

综上分析九龙山矿段终将形成西侧可排水的露天采坑，未来矿坑充水的因素有二个，一是露天采坑大气降水直接补给，二是采坑汇水范围内地表径流补给。

鉴于九龙山矿段采坑底盘常年不干的实际情况，本次收集了老采坑近两年的排水资料，故采用水文地质比拟法估算九龙山矿段和碳坡山矿段地下水涌水量。阐述如下：

（1）老采坑涌水量

九龙山矿段采坑底盘积水为岩溶裂隙水排泄所形成。勘查工作搜集了九龙山矿段九龙山采石场 2016 年、2018 年的排水记录（见下表 2-1）：雨季日最大 16500～18552m^3，雨季日平均 3792～3912m^3；扣除大气降水量后的地下水涌水量为：雨季日最大 7865～8728m^3，雨季日平均 3232～3317m^3。九龙山采石场老采坑最大积水面积为 31221m^2，九龙山采石场最低标高+40.84m，积水深度在 0.5～3.0m 之间，平均深度约 2m，积水量为 62442m^3，九龙山矿段拟设矿权范围内开采至本标高时，要预先排水。

表 2-1　搜集老采坑涌水量调查统计表

矿坑编号	矿坑面积(m^2)	开采年份	矿坑涌水量(m^3)		涌水系数(m^3/m^2)		备注
			日最大	日平均	日最大	日平均	
九龙山采石场老采坑	44056	2016	7865	3232	0.18	0.073	涌水系数为涌水量与矿坑面积的比值。
		2018	8728	3317	0.20	0.075	

（2）矿坑涌水量计算方法

九龙山矿段未来开采方式为露天开采，未来矿坑涌水量受到大气降水、采坑范围内地表径流二个方面的影响，故矿坑涌水量的计算公式如下：$Q=Q_1+Q_2$。

式中：Q_1为露天开采汇水范围内的大气降水涌水量，Q_2为采坑汇水范围内地表径流补给量。

（3）矿坑涌水量的计算

① 露天采坑承接大气降水补给量计算

A、公式选用

雨季日最大降水补给量：$Q_1=F_1A$

雨季日平均降水补给量：$\underline{Q_1}=F_1\underline{A}$

式中：Q_1—露天采坑内日最大降水补给量（m^3/d）

$\underline{Q_1}$—露天采坑内雨季日平均降水补给量（m^3/d）

F—露天采坑接受大气降水面积（m^2）

A—历年日最大降水量（m）

$\underline{A}$—历年雨季日平均降水量（m）

B、计算参数选择及确定

a.露天采坑接受大气降水补给面积（F_1）：九龙山矿段拟设采矿权承接大气降水面积直接用 CAD 在 1/2000 地形图上量取，F_1=511952m^2。

b.历年日最大降水量（A）：据嘉鱼县气象局提供的降水观测资料，矿区一带20年来日最大降水量为212.5mm。

c.历年雨季日平均降水量（$\underline{A}$）：本区雨季一般集中在4～8月，根据搜集矿区一带20年来资料，雨季日平均降水量为12.3mm。

根据上述参数确定，雨季日最大降水补给量Q_1=511952m^2×0.2125m/d=108790m^3/d，雨季日平均降水补给量$\underline{Q_1}$=511952m^2×0.0123m/d=6297m^3/d

② 露天采坑地表径流补给量计算

A、选用公式

雨季日最大地表径流补给量：$Q_2=F_2\times A\times(1-\lambda)$

雨季日平均地表径流补给量：$Q_2=F_2\times\underline{A}\times(1-\lambda)$

式中：Q_2—露天采坑地表径流补给量（m^3/d）

F_2—露天采坑汇水面积（m^2）

A—历年日最大降水量（m）

$\underline{A}$—历年雨季日平均降水量（m）

λ—入渗系数

B、计算参数选择及确定

a.露天采坑汇水面积（F_2）：直接用CAD在1/2千地形图上量取九龙山矿段最大汇水面积，用汇水面积减去矿坑直接承雨面积。九龙山矿段最大汇水面积为781260m^2，矿坑承雨面积为511952m^2，露天采坑汇水面积为269308m^2。

b.历年日最大降水量（A）：据嘉鱼县气象局提供的降水观测资料，矿区一带20年来日最大降水量为212.5mm。

c.历年雨季日平均降水量（$\underline{A}$）：本区雨季一般集中在4～8月，根据搜集矿区一带20年来资料，雨季日平均降水量为12.3mm。

d.入渗系数：本次没有专门测量入渗系数，根据我省岩溶发育程度较弱

地区的入渗系数的经验值 0.1～0.15，本矿段入渗系数取平均值为 0.125。

根据上述参数计算，雨季日最大地表径流补给量 Q_2=269308m^2×0.2125m/d×(1-0.125)=50075m^3/d，雨季日平均地表径流补给量 Q_2=269308m^2×0.0123m/d×(1-0.125)=2898m^3/d。

③ 矿坑涌水量计算结果

综上所述，九龙山矿段矿坑涌水量结果：最大涌水量为 158865m^3/d，正常涌水量为 9195m^3/d，具体情况见表 2-2。

表 2-2　九龙山矿段矿坑涌水量结果表

分　类	雨季日正常涌水量（m^3/d）	雨季日最大涌水量（m^3/d）
大气降水直接补给 Q_1	6297	108790
大气降水汇水量 Q_2	2898	50075
合　计 Q	9195	158865

7. 矿床水文地质条件复杂程度

本矿床为水文地质条件简单的以大气降水为矿床充水的主的矿床，第四系由冲坡积层、残坡积层组成，分布于石灰岩白云岩矿体浅表、冲沟，以及北部与西部沟谷较宽缓区域，石炭系上统大埔组、黄龙组及二叠系中统栖霞组碳酸盐岩，其储水空间主要为溶洞，其次是溶蚀裂隙，属中等～强富水岩层，矿区内石灰岩白云岩矿体主要分布于裸露型岩溶区，大部分出露地表，局部被第四系残坡积层、冲坡积层覆盖，出露标高在+40.84m～+155.60m 之间。九龙山矿段调整拟设最低开采标高为+39m，当地最低侵蚀基准面标高+29.70m，最低排泄基准面标高+37.33m。未来矿床采用露天开采，从上至下分台阶水平推进方式，只要开采时底盘保持适当坡度，可自然排水，未来大气降水、地表径流为矿坑充水因素，故未来矿坑充水主要因素是大气降水。

（四）工程地质条件

1.工程地质岩组特征

根据岩（土）体的工程地质特征及成因，按岩石坚硬程度分类标准，单轴饱和抗压强度 fr＞60Mpa 为坚硬岩类，30Mpa＜fr≤60Mpa 为半坚硬岩类，

fr≤30Mpa 为软弱岩类，根据《详查报告》本矿区岩（土）划分为 6 个工程地质岩组。

（1）坚硬厚层状白云岩岩组（Ⅱ）

分布于矿区南部九龙山矿段北侧及北部碳坡山矿段南侧，由石炭系上统大埔组（C_2d）含生物屑白云岩、灰质白云岩组成。其饱和抗压强度 33.9～130.5Mpa，平均 86.7Mpa，单样变化较大。该岩组呈微晶结构、含内碎屑－生物屑微晶结构、粉－微晶结构，厚层状构造，结构面以层理为主，层间结合力强，节理裂隙不发育，岩石致密坚硬，力学强度高，抗风化能力强，工程地质条件好。

（2）坚硬薄—厚层状灰岩岩组（Ⅱ）

分布于矿区南部九龙山矿段南侧及北部碳坡山矿段北侧，由二叠系中统栖霞组（P_2q）含碳质瘤状灰岩、含燧石结核微晶灰岩组成。其饱和抗压强度 36.5～105.1Mpa，平均 69.9Mpa，单样变化较大。该岩组主要呈生物屑微晶结构、碎裂泥－微晶结构，中厚—厚层状构造为主，结构面以层理为主，节理裂隙较发育，沿裂隙常充填宽 1～5mm 的方解石细脉，以及少量碳质和泥质，岩石总体较完整，力学强度较高，抗风化能力较强，工程地质条件较好。

（3）半坚硬厚层状灰岩岩组（Ⅲ）

分布于矿区南部九龙山矿段中心一带及北部碳坡山矿段中心一带，由石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩组成。其饱和抗压强度 33.8～75.9Mpa，平均 55.2Mpa。该岩组主要呈微晶结构、泥晶生物屑结构、生物屑微晶结构、碎裂结构，厚层状构造，结构面以层理为主，层间结合力强，节理裂隙较发育，沿裂隙常充填宽 1～3mm 的方解石细脉，局部为少量泥质充填，岩石总体较完整，力学强度较高，抗风化能力较强，工程地质条件较好。

（4）较软弱层状—页状粉砂岩、页岩岩组（Ⅳ）

分布于矿区中部九垅山水库一带，由志留系中统坟头组（S_2f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩组成。其饱和抗压强度 11.7～40.9Mpa，平均 26.3Mpa。该岩组呈泥质～粉砂结构、薄—中厚状构造，结构面以层理为主，节理裂隙较发育，沿裂隙常充填宽 1～2mm 的钙质和泥质，岩石总体较破碎，力学强度低，抗风化能力弱，抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎，工程地质条件差。

（5）软弱层状—页状碳质页岩岩组（Ⅴ）

分布于矿区南部九龙山矿段南侧及北部碳坡山矿段中心一带北侧，由二叠系中统梁山组（P_2l）碳质页岩，局部夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层组成，地层厚度＜11m。该岩组以泥质结构、页理构造为主，节理裂隙发育，岩石破碎，力学强度低，抗风化能力弱，遇水易分解破碎，工程地质条件差。

（6）松散岩组（Ⅴ）

① 主要为第四系更新统残坡积层粘土、亚粘土、含砾亚粘土，覆盖于矿体之上，九龙山矿段厚 0～5.5m，碳坡山矿段厚 0～4.1m，其结构致密，呈半固结状态，可塑～硬塑状，中～低压缩性，土体比较稳定，工程地质条件较差。本岩组未来开采时将被全部剥离，不构成露天采坑的边坡，对边坡稳定性影响不大。

② 废渣堆由矿山前期剥离、开挖的土层及碎石块组成，分布于九龙山矿段原两家矿山，其规模、大小、厚度不等，一般随坡就势堆积，结构松散，工程地质条件差。在大暴雨的时候，经雨水冲刷淋滤，易发生局部小规模泥石流、滑坡等地质灾害。

2.结构面特征

矿区岩体结构面类型主要有原生软弱层、层理与节理裂隙，分属Ⅲ、Ⅳ级结构面，各级结构面特征如下：

(1）原生较软弱—软弱层（Ⅲ级结构面）

矿区原生较软弱层发育于志留系中统坟头组（S_2f），由泥质粉砂岩、

粉砂质页岩组成，倾向 175°～185°，倾角 25°～30°。该较软弱层总体较破碎，力学强度低，抗风化能力弱，抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎，遇水软化作用显著。该较软弱层为九龙山矿段Ⅱ-1 矿体的底板围岩，如果未来开采将其剥离出来，将构成露天采坑的边坡而暴露于地表，加之本矿床是以岩溶水充水为主的矿床，如果未来矿坑疏排水不及时，在受雨水的长期淋滤、浸泡以及重力作用下（剥离后将产生临空面），局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块等不良工程地质问题。

矿区原生软弱层发育于二叠系中统梁山组（P_2l），主要由碳质页岩组成，岩石破碎，力学强度低，抗风化能力弱，遇水易分解破碎，易发生失稳、滑坡、掉块等不良工程地质问题。该软弱层为九龙山矿段及碳坡山矿段的夹层，未来开采时将被全部剥离，不构成露天采坑的边坡，但采矿权人在未来矿山开发利用活动中要充分认识到可能遇到的安全风险。

(2）层理与节理裂隙（Ⅳ级结构面）

① 层理

矿区岩层层理主要发育在石炭系上统大埔组、黄龙组和二叠系中统栖霞组碳酸盐岩中，以厚层状构造为主，单层厚 50～100cm，岩层层间结合力强。九龙山矿段岩层走向近东西向，倾向 175°～185°，倾角 25°～30°，南部边坡坡向与岩层倾向相同，坡角与岩层倾角基本一致，局部较陡，为顺向坡，现状条件下不易顺层开裂下滑，边坡稳定，层理对岩体的完整性与稳定性基本无影响。

② 节理裂隙

矿区内岩石节理裂隙较发育，特别是二叠系中统栖霞组含碳质瘤状灰岩、含燧石结核微晶灰岩，沿裂隙常充填宽 1～5㎜的方解石细脉，以及少量碳质和泥质。经初步统计岩石节理裂隙主要有二组：a 组走向近东西，倾向 10°～15°，倾角 65°～73°，延伸长度一般 3～8m，最长延伸 12m，裂隙间距一般在 0.5～1m 之间，密度 1～7 条/m，沿层理面有少量的泥砂质及

钙质充填物；b 组走向北北东，倾向 270°～285°，倾角 63°～75°，发育密度不均匀，密集 2～4 条/m，该组节理裂隙因岩溶作用而呈溶蚀裂隙形式，延伸长度一般 10m 以上，节理面较平直光滑，沿节理裂隙面分布有泥钙质充填物。

矿区深部岩石节理裂隙发育密度较地表稀疏，裂隙间距一般在 0.5～1m 之间，密度 1～2 条/m，多为方解石脉紧密充填，次为碳质和泥质充填，裂隙溶蚀程度也弱于地表，对深部岩体的完整性与稳定性影响不大。

上述这些节理裂隙破坏了局部岩石的完整性，在开采过程中可能会出现边坡危岩和掉块现象。

3.岩体质量

根据《详查报告》中钻孔岩心 RQD 值统计：石炭系上统大埔组（C_2d）白云岩，RQD 值为 57～79%，平均 69%，岩石质量中等～好，等级为III～II 级，岩体完整性中等～较完整；石炭系上统大埔组黄龙组（C_2h）微晶灰岩，RQD 值为 40～78%，平均 63%，岩石质量劣～中等～好，等级为IV～III～II 级，岩体完整性差～中等～较完整；二叠系中统栖霞组（P_2q）含碳质瘤状灰岩、含燧石结核灰岩，RQD 值为 59～73%，平均 65%，岩石质量中等，等级为III级，岩体完整性中等；二叠系中统梁山组（P_2l）碳质页岩 RQD 值为 21～41%，平均 29%，岩石质量劣，等级为IV级，岩体完整性差；志留系中统坟头组（S_2f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩 RQD 值为 30～50%，平均 44%，岩石质量劣，等级为IV，岩体完整性差。

按岩体质量指标 M 法（M=Rc×RQD/300）评价，大埔组（C_2d）白云岩平均抗压强度（Rc）86.7Mpa，平均 RQD 值 69%，质量指标 M 值为 0.20，属质量中等的III类岩体；黄龙组（C_2h）微晶灰岩平均抗压强度（Rc）55.2Mpa，平均 RQD 值 63%，质量指标 M 值为 0.12，属质量中等的III类岩体；栖霞组（P_2q）含碳质瘤状灰岩、含燧石结核灰岩平均抗压强度（Rc）69.9Mpa，平均 RQD 值 65%，质量指标 M 值为 0.15，属质量中等的III类岩体；坟头组（S_2f）

泥质粉砂岩、粉砂质页岩平均抗压强度（Rc）26.3Mpa，平均 RQD 值 44%，质量指标 M 值为 0.04，属质量差的Ⅳ类岩体；梁山组（P_2l）碳质页岩亦属质量差的Ⅳ类岩体。

4.采场边坡、围岩的稳定性

（1）主要矿体（层）顶、底板的稳定性

① 工程地质现状

矿区内碳坡山矿段未设置有采矿权呈原始状态，九龙山矿段内两家矿山为生产经营多年的老矿山，均采用中深孔爆破、分台阶开采，经过近十年的采矿活动，各采坑单台阶高差 5～20m 不等，局部高差达 30m 以上，采坑边坡角一般 30～65°，局部较陡达 70°以上。开采层位均属半坚硬～坚硬厚层状碳酸盐岩岩组，现状条件下边坡处于基本稳定状态，地质灾害不发育，发生崩塌的可能性小，但潜在掉块、滚石的可能。

② 露天采坑边坡稳定性评价

矿区山体自然坡度一般 5～15°，局部地段较陡（见陡崖），地形切割不深，矿体位于石炭系上统大埔组、黄龙组及二叠系中统栖霞组半坚硬～坚硬薄—厚层状碳酸盐岩岩组。九龙山矿段Ⅱ-1 矿体的底板围岩坟头组，为较软弱层状—页状粉砂岩、页岩岩组，且位于顺向坡坡段，该岩组未来开采后，在持续降雨或强降雨过程中，地表水沿孔隙、裂隙渗入岩体，增加坡体自重，增大了孔隙水压力；浸水后水对泥质粉砂岩、粉砂质页岩的软化作用显著，坡体抗剪强度降低；加之本矿床是以大气降水充水为主的矿床，未来矿坑底部始终会有涌水，如果未来矿坑疏排水不及时，在受雨水的长期淋滤、浸泡以及重力作用下（剥离后将产生临空面），边坡稳定性将大为降低；再加上爆破过程中受到不同程度的震动或冲击，局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块等不良工程地质问题。另外，夹层梁山组碳质页岩，局部夹薄层状石英细砂岩，为标准的软弱夹层，且大多位于顺向坡坡段，虽然未来开采时将被全部剥离，不构成露天采坑的边坡，但在开采剥离过程中，易发生失

稳、滑坡、掉块等不良工程地质问题，从而影响安全生产。因此，未来矿山开采过程中应引起特别重视。

综上，根据《矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类》（DZ/T 0213—2020）、《矿产地质勘查规范 菱镁矿、白云岩》（DZ/T 0348—2020）、《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/T 0341—2020）规范要求，结合矿体及围岩和夹层的工程地质条件，推荐本矿床九龙山矿段露天开采南部的稳定边坡角为55°，北部稳定边坡角以Ⅱ-1矿体的底板围岩中统坟头组地层产状为准（20°～28°之间）。

5.主要工程地质问题

综上所述，九龙山矿段内矿体均为半坚硬～坚硬薄—厚层状碳酸盐岩岩组，但围岩和夹石为较软弱～软弱层状—页状碎屑岩岩组。软弱～较软弱层状—页状碎屑岩岩组中泥质粉砂岩、粉砂质页岩及碳质页岩，遇水易软化、分解破碎，且大多位于顺向坡坡段，工程地质条件差。未来露天开采后，本矿区主要工程地质问题是：局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块及突水突泥等不良地质现象。

6.矿区工程地质条件复杂程度

本矿区工程地质勘探类型为第四类中等型，局部地段易发生矿山工程地质问题。矿区两个矿段内矿体均为半坚硬～坚硬薄—厚层状碳酸盐岩岩组，但九龙山矿段围岩和夹石为较软弱～软弱层状—页状碎屑岩岩组，碳坡山矿段围岩和夹石分别为坚硬厚层状碳酸盐岩岩组、软弱层状碎屑岩岩组。软弱～较软弱层状—页状碎屑岩岩组中泥质粉砂岩、粉砂质页岩及碳质页岩，遇水易软化、分解破碎，且大多位于顺向坡坡段，工程地质条件差。未来露天凹陷式开采后，本矿区主要工程地质问题是：局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块及突水突泥等不良地质现象。

（五）环境地质条件

1.区域稳定性

本区大地构造位置位于下扬子陆块咸宁台坪褶皱带内，江汉断裂凹陷带的南部边缘，区域构造演化分为三个阶段，即基底形成阶段（前震旦纪）、板块迁移及盖层发育阶段（震旦纪—古生代未）、板块内变形阶段（三叠纪—第三纪）。燕山运动是区内主要构造运动，形成的构造形迹构成了本区主体构造格局，自晚第三纪大地构造运动趋于稳定。区内虽然断裂构造发育，但未发现有活动性断裂通过，岩浆活动和新构造运动不强烈，地壳长期处于稳定剥蚀堆积阶段，表现为第四系残坡积层厚度大，水域大而浅，山势呈浑圆状。

咸宁市历史上的地震并不多，虽然周边地震活动较频繁，但震级小，烈度偏低，发生破坏性地震的机率不大。

据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015）标准，咸宁市抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，地震烈度为Ⅵ度，属地壳较稳定区。

2.地质环境现状

（1）社会环境和自然地理环境

矿区周边主要为高铁岭镇九龙村、杨山村，人口及房屋密集区主要位于九龙山矿段西侧山脚李家，南侧方家、油铺孙、舒家湾，东侧张家铺，其它人口及房屋则零散分布，这 5 处村庄基本全部处于爆破安全距离 300m 内，其它自然村庄均在爆破安全距离 300m 以外。另外，220KV 曲兰线呈北东方向 62° 沿九龙山矿段东侧经过，10KV 大岩百合支线沿九龙山矿段南侧及西侧经过。周边无旅游区、保护区、重要水源地等保护设施。

（2）水土环境

根据《详查报告》九龙山矿段外围嘉鱼县九龙钙业有限公司南侧约 100m 处的池塘、矿区中部九垅山水库及碳坡山矿段东侧沟谷人工开挖而成的池塘内水体无色无味，少量悬浮物，PH 值 7.72～8.07，平均值 7.88；矿化度 0.117～0.139g/L，平均值 0.129 g/L；总硬度 91.18～108.60mg/L，平均值

98.84 mg/L；总碱度 82.61～132.18mg/L，平均值 115.66mg/L；水样中铜、铅、锌、锰、汞、砷、镉、钴、镍、氮等指标含量均低于《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）及《地下水质量标准》（GB/T14848—2017）规定的Ⅰ类水质标准限值，其中铁、铝、钡、六价铬达到Ⅱ类水质标准限值；氨、酸性高锰酸盐指数达到Ⅲ类水质标准限值，达到Ⅲ类水质标准限值，说明矿区目前地表水总体水质良好，可作为生活用水。原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场采坑底盘积水水体无色无味，少量悬浮物，PH值7.93，矿化度0.202g/L，总硬度 139.47mg/L，总碱度 82.61mg/L。水样中铜、铅、锌、锰、汞、砷、镉、钴、镍、氮等指标含量均低于《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）及《地下水质量标准》（GB/T14848—2017）规定的Ⅰ类水质标准限值，其中氨、硫化物、溶解性总固体、铝、钡、六价铬达到Ⅱ类水质标准限值，达到Ⅱ类水质标准限值，说明矿区目前地下水水质良好，可作为生活用水。

矿区内除九龙山矿段两家矿山因开采、运输道路、生产加工及办公生活已形成的地形地貌景观破坏、土地资源占用与破坏外。其它区域基本保持原始状态，没有破坏和改变土地利用现状，植被茂盛，通视条件差，生态环境尚可，未见明显的水土流失、土地沙化、土石污染等。

（3）放射性调查

根据《详查报告》中对建筑石料用灰岩矿样品放射性测试所述，矿石外照射指数 IRa 为 0.19～0.29（小于 1.0），平均 0.23；内照射指数Ⅰγ为 0.14～0.18（小于 1.0），平均 0.16。满足《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566—2010）中建筑主体材料要求。故本矿区矿石不存在放射性污染与辐射。

（4）矿山地质环境、地质灾害现状

① 地质环境问题

前已述及，矿区内九龙山矿段两家矿山主要地质环境问题是以地形地貌景观破坏、土地资源占用与破坏为主，其次为粉尘、噪声及水土流失（照片 2-4、2-5）。

② 潜在的地质灾害隐患

各采坑边坡角一般 30～65°，局部较陡达 70°以上。开采层位均属半坚硬～坚硬薄—中厚—厚层状碳酸盐岩岩组，现状条件下边坡处于基本稳定状态，地质灾害不发育，发生崩塌的可能性小，但潜在掉块、滚石的可能。




照片 2-4　地形地貌景观破坏




照片 2-5　土地资源占用

各矿山虽修建有挡土墙、拦渣坝，但并未设置统一的临时排土场堆放料堆、废渣及剥离层，多呈松散状态随意堆积，在大暴雨的时候，经雨水冲刷淋滤，易发生局部小规模泥石流、崩塌、滑坡等地质灾害。

3.矿石开采地质环境影响预测

（1）矿床开采可能引起的自然地质灾害

① 水土流失

矿区水土流失是由于人为扰动地表或堆置固体废弃物而造成的水土资源的破坏和损失，是以人类活动为外营力而产生的一种特殊的水土流失类型。本矿区为山坡露天矿，露天采场在开采过程中剥离原地表植被和表层岩

土，使地貌丧失生物生产力，呈岩石裸露、砂砾遍布的景观。由于矿区地表几乎无任何植被覆盖,每逢降雨，很快形成径流，造成水土流失。因此在今后矿山开采过程中，为防治水土流失，应做好拦渣、护坡、截排水等防护工程，并在适宜地段覆土种草植树。

② 岩溶地面塌陷

矿区岩溶不发育，故矿山开采时不可能出现大的塌陷区，但在少量岩溶较发育地段可能发生局部塌陷。因此在今后矿山开采过程中应加大生产勘探和物探工作，准确把握岩溶的具体位置，对可能出现较大溶洞地段应认真核查，以避免重型开采设备进入塌陷区，造成安全事故。

③ 滑坡

本矿床为滨海—浅海相化学沉积和生物沉积层状矿床，矿体均为半坚硬～坚硬薄—中厚—厚层状碳酸盐岩岩组，基本不易产生滑坡。但九龙山矿段围岩和夹层均为软弱～较软弱层状碎屑岩岩组，碳坡山矿段围岩和夹层分别为坚硬厚层状碳酸盐岩岩组、软弱层状碎屑岩岩组。软弱～较软弱层状碎屑岩岩组中泥质粉砂岩、粉砂质页岩及碳质页岩，遇水易软化、分解破碎，易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块等不良工程地质问题，且大多位于顺向坡坡段，开采掌子面形成后，边坡附近由于长期暴露和在雨水的作用下受到程度不同的震动或冲击有可能导致崩滑事故的发生。因此在矿山开采过程中尤其是雨后应多观察边坡稳定性，发现疑点及时采取防治措施。

④ 泥石流

泥石流一般发生在废石场，而本矿床开采不会形成大的废石场，在堆放的过程中废石和废土要分开堆放，因此产生泥石流的可能性小。

（2）矿床开采可对区域地质环境的影响

九龙山矿段开采后将形成一个 0.65km^{2}的采坑，可自然排水，对区域地质环境影响甚微。但应当注意，矿山开采以后，废石以及矿坑水的排放会造成不同程度的水体污染问题，在今后生产过程中，应密切关注水体污染状况，

并采取相应措施以减少对周边水体的污染。

（3）矿床开采对环境的影响级建议

矿山在剥离、穿孔、爆破、采装、运输及破碎过程中，将产生废石、废土、粉尘、废气及爆破震动等，对矿山及其附近的生态环境有一定影响。简述如下：

① 地形地貌景观破坏、土地资源占用与破坏

矿山生产开采会占用土地，破坏原有地层结构，同时对植被造成一定破坏，同时固体废弃物堆放，对地形地貌也造成影响。固体废弃物的堆放，还可能为泥（水）石流的形成提供固体物质来源。因此矿山开采应优化开采方案尽量避免或少破坏土地，合理堆放固体废弃物，选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少对地形地貌的破坏。对已出现的状况，采用边坡加固、采坑回填、植树种草等手段修复景观。

② 废石和废土

矿山开采过程中将产生一定废石和废土，废石和废土堆弃过程如不采取一定措施，将给环境造成危害。矿山设计规划时可在矿区北西部地形低且坡度小的地段预设废石和废土的堆场，堆放过程中废石和废土要分开堆放，在矿山开采时予以集中堆放。另外，建议将废石作为建筑石料综合利用，在增加经济效益的同时，减少对环境的污染。

③ 粉尘

矿山采用露天开采，在凿岩穿孔、爆破及运输等过程中都会产生粉尘，因此对矿区及附近地区环境有一定影响。因此，矿山开采时应配备洒水车定时洒水等防尘措施。

④ 废气

矿山爆破时产生的废气主要有 CO_2、CO、H_2O、NO、O_2、N_2等，这些废气因爆破面较高而迅速扩散。由于矿山地势高且开阔，爆破废气对矿山附近地区环境影响甚微。

⑤ 爆破震动

爆破产生的震动对矿区周围一定范围内会造成危害。因此，今后矿山开采时应采取控制爆破、限制用药量等措施，以降低震动及飞石造成的危害。

⑥ 其它

九龙山矿段外围南部、东部及西部分布有几处村庄，主要有山脚李家、方家、油铺孙、舒家湾等均处于爆破安全距离 300m 内，根据要求需对爆破警戒线范围内的村庄进行搬迁以确保安全；另外在矿段南侧、东侧 500m 范围内还存在高压线塔；拟设采矿权范围内还存在坟墓多处。矿区拟设采矿权范围内植被以杂木为主，未见有大片成材林及经济林分布，但在九龙山矿段西部及北东部有部分杉树林。今后矿山开采时对上述问题均会产生不良影响，因此，应与当地有关部门协商予以妥善解决。

总之，未来矿山建设严格按照《非金属行业绿色矿山建设规范》将达到绿色矿山建设要求，上述矿区环境地质影响程度将大幅度降低。

（4）地质环境质量

综上所述，矿区未来为露天开采，在区域地质上属相对稳定地区，现状条件下区内矿业活动范围不大，对未来矿山开采影响较轻，受干扰程度较轻，抗干扰能力中等—强，矿山地质环境遭受破坏和危害程度较小，矿产资源的开发受到地质环境的制约和影响较小，故现状条件下矿山地质环境质量较好。未来矿山掘进、废石渣堆积、矿坑水排放等矿业活动，可能诱发边坡失稳、水土流失、岩溶地面塌陷、滑坡、泥石流等地质灾害，矿山在剥离、穿孔、爆破、采装、运输及破碎过程中，将产生废石、废土、粉尘、废气及爆破震动等地质环境问题，对矿山及其附近的生态环境有一定影响，需采取相应的预防措施。据矿山地质环境现状及发展趋势，结合《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719—91），本矿区地质环境类型为第二类：矿区地质环境质量中等。

4. 矿区环境地质类型

区域地震动峰值加速度为 0.05g，抗震设防烈度为 VI 度。矿区地壳属

于基本稳定级的地区。矿区地质环境类型属于第二类质量中等，矿区地质环境条件属中等类型。矿区未来为露天开采，在区域地质上属相对稳定地区，现状条件下区内矿业活动范围不大，对未来矿山开采影响较轻，受干扰程度较轻，抗干扰能力中等—强，矿山地质环境遭受破坏和危害程度较小，矿产资源的开发受到地质环境的制约和影响较小，故现状条件下矿山地质环境质量较好。未来矿山掘进、废石渣堆积、矿坑水排放等矿业活动，可能诱发边坡失稳、水土流失、岩溶地面塌陷、滑坡、泥石流等地质灾害，矿山在剥离、穿孔、爆破、采装、运输及破碎过程中，将产生废石、废土、粉尘、废气及爆破震动等地质环境问题，对矿山及其附近的生态环境有一定影响，需采取相应的预防措施。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

（一）矿区土地利用结构

矿区内土地所有权为嘉鱼县高铁岭镇九龙村集体所有，根据嘉鱼县自然资源和规划局提供的土地利用现状图，图幅号 H 49 G053093（第三次全国土地调查 2026 年度变更数据），对采矿区、工业场地和矿山道路土地利用情况进行分类统计（见表 2-3）。

表 2-3　矿山土地利用现状表

一级类		二级类		面积（hm^2）	总面积比例（%）
02	种植园用地	0204	其他园地	4.1572	5.56
03	林地	0301	乔木林地	3.2228	4.31
		0305	灌木林地	6.0495	8.10
		0307	其他林地	16.2064	21.69
06	工矿用地	0601	工业用地	0.2429	0.33
		0602	采矿用地	42.5099	56.90
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.8202	1.10
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.8879	1.19
12	其他土地	1202	设施农用地	0.6167	0.83

合计	74.7135	100.00

（二）矿区土地权属

嘉鱼县留九龙山-碳坡山矿区九龙矿段位于湖北省嘉鱼县高铁岭镇。该矿所占用土地属九龙村集体所有，整个生产项目区土地权属清楚，无土地权属纠纷。详见表 2-4。

表 2-4　复垦区土地权属表

权属	一级类		二级类		面积（hm^2）
	02	种植园用地	0204	其他园地	4.1572
	03	林地	0301	乔木林地	3.2228
			0305	灌木林地	6.0495
			0307	其他林地	16.2064
	06	工矿用地	0601	工业用地	0.2429
			0602	采矿用地	42.5099
嘉鱼县	07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.8202
高铁岭镇	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.8879
九龙村	12	其他土地	1202	设施农用地	0.6167
	合计				74.7135

（三）矿区土地利用质量

矿区土壤类型以红棕壤、石灰土为主，成土母质为灰岩、白云岩风化残坡积物。土层厚度空间差异明显，坡脚、缓坡旱地、林地分布区土层相对较厚，一般 0.5～1.0m；山顶、陡坡及基岩出露地段土层浅薄，局部基岩裸露，几乎无连续土层覆盖。土壤质地以亚粘土、亚砂土夹砾石为主，透水性较好，呈弱酸性，区内土壤重金属背景值低，无原生土壤污染。

现状旱地土层厚度适中，土体结构较好，肥力中等，适宜粮油作物种植，土地利用质量较好；林地以次生灌草、马尾松林为主，土层偏薄、砾石含量偏高，保水保肥能力一般，土地利用质量中等；历史采石损毁及已修复地块，

经前期治理覆土后，土层厚度不均，局部覆土流失、土层偏薄，立地条件较差，植被抚育难度偏大。

本矿段为露天灰岩、白云灰开采区，采用山坡露天开采方式。矿山开采后采坑、终了边坡区域原生土体完全损毁，无天然土壤层，后期复垦复绿需依靠外购覆土、改良基质构建人工土层；基建扰动区表土资源单独剥离堆存，表土质量较好，是后期复垦的主要土源。区内无永久基本农田，土地质量整体呈现旱地优于林地、原生地块优于历史修复地块、裸岩边坡地段最差的特点。矿山开采扰动会进一步破坏原有土层结构，因此复垦阶段需严格控制覆土厚度、做好土壤改良与后期管护，保障复垦后土地利用质量。

（四）采矿用地审批情况

本矿段为净矿出让新设采矿权，出让前期嘉鱼县人民政府已组织开展土地权属调查、青苗及附着物补偿、矛盾协调等净矿处置工作，并批复净采矿权处置方案。矿区用地按露天矿山临时采矿用地模式管理，采场、基建道路、工业场地等扰动区域拟分期办理临时用地审批手续；涉及占用林地部分，需另行办理使用林地审核审批手续。

截至目前，矿山正处于基建平场阶段。矿区工业场地建设用地已取得审批，批复文件为《省人民政府关于嘉鱼县 2025 年度第 15 批次（农用地转用）建设用地的批复》（鄂政土批〔2025〕1077 号），批准建设用地 6.2126 公顷；采场范围内采矿用地相关审批工作正在推进，暂未取得正式采矿用地批复。经对照采矿权范围核查，本项目不占用永久基本农田，除已审批工业场地外，开采区域不布置永久性建设用地。采矿权人在用地期限内严格执行边开采、边复垦，用地期满后按照本生态修复方案及土地复垦相关要求实施地貌重塑、覆土复绿，恢复原地类。

五、矿区生态状况

矿区位于亚热带季风气候区，不涉及生态保护红线、自然保护地、珍稀

动植物集中栖息地，无国家级、省级重点保护野生动植物原生分布点位。区内生态系统以次生生态为主，原生地带性常绿落叶阔叶混交林已基本消失，生态承载力一般，受开挖扰动后易发生水土流失、植被退化。

1.陆生植被

矿区地带性植被类型为亚热带常绿落叶阔叶混交林。现状植被以次生植被和人工植被为主，主要包括马尾松人工林、杂灌丛、茅草、狗尾草等灌草丛，以及旱地农作物。植被群落结构简单，层次单一，物种丰富度偏低，林下覆盖度不均，局部基岩裸露区域植被稀疏。

矿段内存在历史采石损毁地块，前期已开展生态修复，修复地块乔灌草长势总体稳定，植被覆盖度较好；当前矿段处于基建阶段，尚未大规模剥离开采，新增植被损毁主要集中在基建清表、施工场地、临时道路等扰动区域，属于临时性损毁。区内林地以次生林、其他林地为主，园地、旱地零散分布，无原生珍稀保护植物。

2.陆生动物

受长期人类活动、历史采石扰动影响，矿区野生动物以广适性小型陆生动物为主，种群数量不多。常见类群有啮齿类（老鼠等）、蛙类、蜥蜴等爬行类，以及麻雀、白头鹎、斑鸠等常见鸟类和各类昆虫。

调查范围内未发现国家及省级重点保护陆生野生动物，无野生动物繁殖巢穴、迁徙停歇地。动物活动空间碎片化，主要栖息于矿区周边灌丛、林地、田埂地带，对生境要求不高，适应性较强。矿山开采扰动会局部压缩其活动范围，通过边开采边修复、保留生态廊道，可降低对其活动的影响。

3.水生生物

矿区水系不发育，无常年性河流、湖泊，仅存在雨季形成的季节性坡面散流、临时排水沟，无稳定天然水体。区内地下水为碳酸盐岩岩溶裂隙水，最低开采标高高于侵蚀基准面，可自然排水，无稳定泉塘、常年溪流生境。

由于缺乏常年稳定水域，矿区范围内水生生物资源匮乏，无稳定水生生

物群落，未见珍稀水生生物、保护鱼类分布。雨季临时径流仅短暂存在，仅见少量临时滋生的底栖小型水生昆虫，不形成持续性水生生态系统。开采产生的含泥径流经沉淀回用、不外排，可避免泥沙进入外围水系，降低对区域外围水生环境的影响。

六、矿区及周边人类重大工程活动

（一）矿山及周边其他矿区情况

本矿段属于九龙山—碳坡山石灰岩白云岩矿区的一部分，碳坡山矿段位于本矿段北侧，为同矿区规划的相邻矿段，统一纳入区域矿产开发布局。矿区范围内历史上存在原九龙山采石场、百合采石场等老采石活动，前期开采已关停，历史损毁区域已实施生态修复治理，修复地块植被现状总体稳定，相关采坑、边坡隐患已完成整治，采矿权已注销。矿区周边分布有杨家山石灰岩矿（葛洲坝嘉鱼水泥配套矿山）、梅山、左金山等规划及在采灰岩矿山，同属高铁岭石灰岩集中开采片区，区域矿业开发历史久、灰岩资源开发集聚。各矿山之间设置有安全隔离距离，开采时序、爆破管控、生态修复工作独立管理；区域整体按照嘉鱼县矿产资源总体规划实施管控，统一落实绿色矿山、边开采边修复要求。

（二）矿山及周边水源地、自然保护区和旅游景点

经调查核实，矿区范围及评价范围内不涉及饮用水水源保护区、自然保护地、生态保护红线，无国家级、省级自然保护区、湿地公园、森林公园核心保护区域。区域主要保护水体为西凉湖、斧头湖、三湖连江等湖泊，距离矿区较远，不在矿山汇水影响范围内；矿区无常年性地表河流，仅发育雨季季节性坡面散流，矿山水土流失、含泥废水经场内沉淀池处理后回用，不外排，对区域水源保护水体影响可控。周边蜜泉湖、田野乡村公园等旅游景区距离矿区较远，不在矿山爆破、扬尘直接影响范围内，开采活动不会对旅游景观、景区运营造成直接扰动。

（三）矿山及周边人类工程活动

矿区地处高铁岭镇九龙村，周边人类工程活动以乡村居民点、农村公路、电力线路、工矿企业为主。交通方面：矿区对外依托县乡道路 X035 线，配套矿区施工道路、运输道路，道路沿线分布村庄、农田，车辆运输扬尘、噪声为主要环境影响点。电力工程：矿区及周边布设多条高压电力线路，已编制专项电力线路保护方案并取得电力主管部门批复，开采期间对线路保护范围实施控制爆破，保障输电线路安全运行。工矿设施：周边分布葛洲坝嘉鱼水泥生产厂区等工业项目，为区域配套建材产业链工程；区内分布农村居民点、旱地、林地、乡村灌溉沟渠等，居民生产生活以农业种植为主。区内人类工程活动总体较频繁，主要工程风险为爆破振动、运输扰动；矿山通过爆破专项设计、限时作业、截排水、扬尘防控、隔离防护等措施，降低开采对村庄、道路、管线等基础设施的不利影响。

七、矿区生态修复工作情况

本矿段位于嘉鱼县高铁岭镇九龙村，区域历史上存在原九龙山采石场、百合采石场开采活动，属于嘉鱼县非煤矿山综合整治范围；新设立的九龙山矿段（本项目）目前处于基建阶段，尚未开展正式采矿剥离开采。因此本矿区的生态修复工作可分为历史遗留矿山修复情况和现阶段生态管控与修复筹备两部分。

1.历史遗留地块生态修复情况

原九龙山采石场、百合采石场关停后，纳入嘉鱼县高铁岭镇九龙山矿区历史矿山生态修复项目统一实施治理，按照非煤矿山整治、省环保督察整改要求开展治理工程，主要实施内容包括采坑边坡清危、废渣清理、场地平整、截排水系统修建、覆土、乔灌草植被重建等工程，选用马尾松、刺槐、灌草等本土物种开展复绿，治理工程完工后纳入常态化管护，定期开展苗木补植、抚育养护、水土流失巡查，治理区域植被总体长势稳定，坡面截排水、拦挡

等工程设施基本完好，历史开采形成的边坡失稳、裸露创面、水土流失问题得到有效遏制。

2.现阶段生态修复实施情况（基建期）

（1）现阶段生态管控

本矿段当前处于基建平场、临建设施建设阶段，尚未开展大规模开采，严格落实边开采、边修复管控要求，以“预防优先、源头管控”为主，同步实施临时性生态保护与简易治理措施：（1）基建清表剥离的表土单独堆存，设置临时拦挡、截排水、防尘覆盖措施，做好表土资源保护，为后期复垦、植被恢复储备覆土来源；（2）基建开挖形成的临时边坡、施工扰动坡面，同步布设简易截排水沟、沉砂池，基建期产生的含泥废水经沉淀处理后回用洒水降尘，不外排，控制新增水土流失；（3）合理规划施工便道、工业场地，尽可能缩小扰动范围，避让成片林地；对施工结束、不再使用的临时扰动区域及时清理、覆土、撒播草籽，开展临时复绿；（4）同步布设简易监测点位，开展边坡变形、水土流失、植被变化巡查监测；落实扬尘、噪声管控措施，降低基建活动对周边生态的扰动。现阶段尚未形成永久性生态修复工程，所有修复工程时序将与开采时序联动，遵循“终了一段、修复一段、验收一段”。

（2）矿段后续修复筹备

后续正式开采阶段，严格执行本修编方案，按照分期实施计划，对开采形成的终了平台、边坡、压占损毁地块及时开展地貌重塑、覆土改良、植被重建；分林地、旱地、草地设置差异化管护方案，持续开展地质灾害、水土、植被动态监测；落实修复工程监理、阶段性验收制度，保障矿区损毁土地逐步恢复，实现矿产开发与生态保护协调。

八、矿区基本情况调查监测指标

九龙山矿段目前处于基建阶段，尚未开展正式采矿剥离开采。

1.地下水监测

（1）监测指标：含水层厚度、地下水位（水温）、水质及水量。

（2）监测方法：利用原抽水钻孔进行含水层厚度、水量监测；

（3）监测频次：根据地下水的变化，不同的时期“5-9 月丰水期、3-4 月、10-11 月平水期、12-2 枯水期”监测频次不同，一般 3 次/年～12 次/年。

2.土地资源监测

（1）监测指标：土地利用类型及面积、土地利用面积、永久基本农田面积。

（2）监测方法：根据拟设矿区及其附属设施的占地情况，套合到三调数据库系统，确定损毁土地类型及面积，判断是否占用基本农田。

（3）监测频次：每年对损毁土地进行勘测定界，并对损毁程度进行记录。监测总面积为 74.7135hm^2，监测年限为 14.5 年。

3.生态系统监测

（1）地表水

① 监测指标：地表水面积、地表水排泄

② 监测方法：地表水面积：依据水系长度、宽度、流速及污染分布，布设不同类型的监测断面，人工采集水样、现场测定（如水温、PH 值），实验室分析化学指标（如 COD、氨氮、重金属），地表水排泄：通过构建沉淀池、生态缓冲带，让水体缓慢渗透、净化后再排出，兼顾排泄与水质改善功能。

③ 监测频次：监测频率为每年 1 次，于每年 7 月进行采样。

（2）生态系统质量

① 监测指标：生物量、植被覆盖度、水质、生态系统质量综合指数

② 监测方法：

生物量:采用“样方收获法”,在矿区典型植被区域布设1m×1m或2m×2m样方，收割样方内所有植物，烘干至恒重后称重，计算单位面积生物量。植

被覆盖度：在样方内，通过人工目视判断植被覆盖面积占样方面积的比例，操作简单但主观性较强。

水质：使用 pH 计、溶解氧仪、电导率仪等便携式设备，现场测定矿区地表水（如矿坑水、周边河流）的 pH 值、溶解氧、电导率等指标，数据即时读取，快速排查污染点。

生态系统质量综合指数：按公式“EQI=Σ（标准化指标值×指标权重）”计算综合指数，指数范围通常为 0-100。参考《生态环境状况评价技术规范》，将 EQI 划分为不同等级（如≥75 为优、60-75 为良、45-60 为一般、<45 为差），明确矿区生态系统质量整体水平。

③ 监测频次：监测频率为每年 1 次，于每年 7 月进行采样。

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

一、问题识别与受损预测

（一）现状问题

1.矿山地质环境与土地资源调查概述

（1）矿山地质环境调查概述

2026 年 10 月 8～9 日，专业技术人员进行矿山地质环境及土地资源等调查，以 1:2000 地形地质图（成图时间为 2026 年 10 月）作为此次工作用手图。

根据现场踏勘成果及《开采方案》，确定调查范围 1.714190km^2。

选取的 1 条穿越调查区的调查路线进行了矿山地质环境调查：调查路线上点距 100m。

定点采用 GPS 卫星定位仪并结合标志性地物综合确定;用地质调查点、线结合的形式将各地质现象，通过点、线观察、工程测量、记录、取样测试等手段，将地层界线、地质构造产状、地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染问题等要素填绘于表、文、图中。

（2）土地资源调查概述

2026 年 10 月 8～9 日，收集标准分幅的土地利用现状图、土地利用总体规划图，专业技术人员进行土地资源等调查，以经过修测的 1:2000 地形地质图（成图时间为 2026 年 10 月）作为此次工作用手图，对现场损毁土地范围进行核对、对照土地利用现状图进行土地类型的确定，并进行了公众（矿山企业、权属责任人、自然资源部门等）意见调查。

2.矿山地质环境影响评估

（1）评估范围和级别的确定

① 评估范围的确定

评估范围确定的主要考虑因素包括：①开采范围和开采方式；②矿山附

属设施影响范围；③矿山开采可能影响范围。本矿山地质灾害和地质环境问题主要包括采矿场、工业场地、矿山道路及其矿业活动的影响区，从而确定矿山开采可能影响的最大范围。

评估范围主要包括：①矿区范围；②现状矿业活动影响范围；③后续矿业活动影响范围。

a.矿区范围

矿区范围由 11 个拐点圈定，矿区面积 0.6545km^2。

b.现状矿业活动影响范围

现状矿业活动影响范围主要包括工业场地、矿山道路等。

c.后续矿业活动影响范围

综合考虑地质环境条件、矿体开采方式、工业场所范围。

综合确定评估区面积 171.4190hm^2。评估区拐点坐标见表 3-1 及附图 2。

表 3-1　评估区拐点坐标

拐点序号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
A	3300698.61	38479600.00
B	3300979.97	38481148.14
C	3301012.39	38481876.83
D	3299944.94	38481266.00
E	3299944.93	38480152.04
F	3300344.96	38479600.00
评估区面积 171.4190hm^2		

② 评估级别的确定

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223—2011)矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

a.矿山生产建设规模

根据开发利用方案，嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段设计生产规模为 400 万吨/年，生产建设规模属大型。详见表 3-2。

表 3-2　矿山生产建设规模分类一览表

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
石灰岩	万吨	≥100	100 ~ 50	＜50	矿石
白云岩	万吨	≥50	50 ~ 30	＜30	矿石

综述：根据编制规范附表 D.1“矿山生产建设规模分类一览表”，矿山建设规模为大型。

b.评估区重要程度

评估区居民居住分散，居民集中居住区人口在 200-500 人的居民集中居住区；无重要交通要道或建筑设施；远离各级自然保护区及旅游景区（点）；无较重要水源地；但破坏了林地和园地，评估区重要程度评定详见表 3-3。

表 3-3　评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区。	1.分布有 200～500 人的居民集中居住区。	1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下。
2.分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施。	2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施。	2.无重要交通要道或建筑设施。
3.矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点）。	3.紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）。	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）。
4.有重要水源地。	4.有较重要水源地。	4.无较重要水源地。
5.破坏耕地、园地。	5.破坏林地、草地。	5.破坏其它类型土地。
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

综述：根据编制规范附表 B.1“评估区重要程度分级表”，评估区重要程度属重要区。

c.矿山地质环境条件复杂程度

（a）矿山设计开采最低标高为+39 米，略高于最低侵蚀基准面标高+29.70m，矿山为露天开采，可自然排水，未来大气降水和采坑范围内地表径流为矿坑充水的主要因素，正常涌水量为 9195m^3/d，最大涌水量为 158865m^3/d。大气降水为矿坑充水的主要来源，本矿段为水文地质条件简单的以大气降水为矿床充水的主的矿床，水文地质条件属简单类型。

（b）九龙山矿段内矿体均为半坚硬～坚硬薄—厚层状碳酸盐岩岩组，但

九龙山矿段围岩和夹石为较软弱～软弱层状—页状碎屑岩岩组，碳坡山矿段围岩和夹石分别为坚硬厚层状碳酸盐岩岩组、软弱层状碎屑岩岩组。软弱～较软弱层状—页状碎屑岩岩组中泥质粉砂岩、粉砂质页岩及碳质页岩，遇水易软化、分解破碎，且大多位于顺向坡坡段，工程地质条件差。未来露天开采后，本矿区主要工程地质问题是：局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块及突水突泥等不良地质现象。本矿段为局部地段易发生矿山工程地质问题。

（c）矿区地质构造简单，矿床围岩岩层产状变化小，皱褶、断裂构造基本上不发育，在矿区范围内未发现其它大的地质构造，对采场充水影响小，地质构造较简单。

（d）该矿为新立矿权，现状条件下，矿区未发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，无其它环境污染问题，目前地质环境问题较少，危害性小。矿山地质环境调查未发现有大规模崩塌及滑坡、泥石流、岩溶地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害的发生历史。

（e）该矿为新立矿权，原始开采面积和空间较大，采动影响较大。

（f）评估区地貌类型简单，地形较平缓，地形坡度一般为 20-30°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。

表 3-4　露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
1.采场矿层（体）位于地下水位以下，采坑汇水面积大，采场进水边界条件复杂，与区域面积含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量大于10000m³/d，采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	1.采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采坑汇水面积较大，采场进水边界条件复杂，与区域面积含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量3000～10000m³/d，采矿活动和疏干排水比较容易导致区域主要含水层影响和破坏。	1.采场矿层（体）局部位于地下水位以上，采坑汇水面积小，与含水层或地表水联系不密切，采场正常涌水量小于3000m³/d；采矿和疏干排水不易导致矿区周边主要含水层影响和破坏。
2.矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育，存在饱水软弱岩层或松散软岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于10m，稳固性差，采场岩石边坡风化破碎或者危岩发育，导致边坡失稳。	2.矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育中等，存在饱水软弱岩层或松散软岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度5~10m，稳固性较差，采场边坡岩石风化较破碎，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能产生边坡失稳。	2.矿床围岩岩体结构以巨厚层状至块状整体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层、基岩风化破碎带厚度小于5m，稳固性较好，采场边坡岩石风化较完整到完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定。

复杂	中等	简单
3.地质构造复杂，矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对采场充水影响大。	3.地质构造较复杂，矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，切割矿层（体）围岩、覆岩和含水层（带），导水性差，对采场充水影响较大。	3.地质构造较简单，矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小。
4.现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	4.现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	4.现状条件下，矿山地质环境问题的类型较少，危害小。
5.采场面积及采坑深度大，边坡不稳定，易产生地质灾害。	5.采场面积及采坑深度较大，边坡不稳定，较易产生地质灾害。	5.采场面积及采坑深度大，边坡较稳定，不易产生地质灾害。
6.地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向。	6.地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般，地形坡度一般20~35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。	6.地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡。
注：采取就上原则，前6条中只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

综述：评估区地质环境条件复杂程度为中等。

d.评估级别

综上所述，根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T0223—2011）表A.1“矿山地质环境影响评估分级表”，矿山地质环境影响评估级别确定为一级评估（详见表3-5）。

表3-5　矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

3.评估方法

本次矿山地质环境影响评估依据一级评估的要求，在矿山地质环境调查和资料收集基础上，结合矿山开采方式、开采规模、矿山地质环境特征和主要环境地质问题，采用以定量为主的层次分析法、加权因素比较法及 GIS 图层叠加法等，进行矿山地质环境影响评估。

4.地质灾害现状分析

根据现场踏勘，结合嘉鱼县九龙山—碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿区周边地形地貌及地质情况，矿区为新立矿权，评估区内分布有四个大小不一的采坑，其中评估区西部为 CC1（原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场）、东侧为 CC2（原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场）、南部为 CC3（历史遗留采坑）西南部为 CC4（历史遗留采坑）。其基本情况见图 3-1、表 3-6。

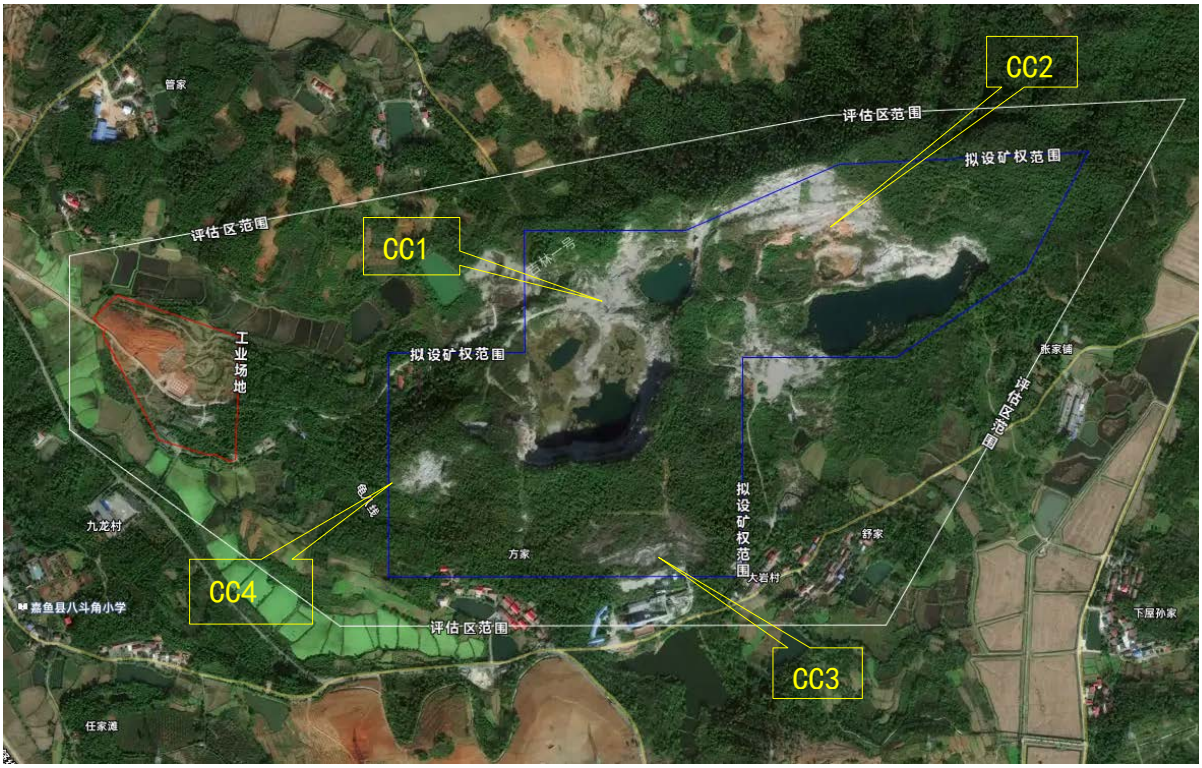


图 3-1　九龙山矿段采石场分布图（卫片）

表 3-6　采石场开采边坡基本情况统计表

采坑名称	边坡编号	坡向	前缘宽（m）	坡高	坡度	地层产状	主要节理	结构类型	稳定性	备注
CC1	L1	178	211	12-65	65-74	150∠28	166∠38	逆向斜坡	基本稳定	四级台阶
	L2	289	206	10-30	55-68	155∠24	177∠40	斜向斜坡	稳定	
	L3	101	184	10-34	48-63	148∠29	181∠45	斜向斜坡	稳定	
CC2	L1	3	455	8-71	51-72	187∠26	201∠35	顺向斜坡	基本稳定	三级台阶
	L2	266	188	12-23	52-67	179∠21	175∠38	斜向斜坡	稳定	
	L3	113	261	10-22	55-61	200∠31	163∠44	斜向斜坡	稳定	
CC3	L1	6	245	10-25	35-45	173∠25	199∠37	逆向斜坡	稳定	一面坡
CC4	L1	46	102	3-10	30-52	180∠28	169∠40	斜向斜坡	稳定	二级台阶

评估区内未发现有大规模地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡及泥石流等地质灾害发生历史。本矿山属于露天开采，不存在地下开采的矿业活动，故不存在地下采空区，即不存在潜在的地面塌陷、地裂缝等地质灾害的可能性。

评估区内现存的矿山地质灾害隐患主要表现为：高陡边坡可能发生的崩塌、滑坡地质灾害以及废碴堆边坡可能发生的滑坡地质灾害。

① 崩塌、滑坡

评估区内共分布有四个露天采场，分别为 CC1、CC2、CC3、CC4，其中 CC1（原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场）、CC2（原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场）已于 2020 年 9 月 30 日关闭， CC3、CC4 为历史遗留废弃采坑。

CC1 采坑

评估区中部原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场（CC1），地势呈南高，北低。矿山经过多年的开采，目前已形成一长 412m，宽 306m 的不规则“圆”形采坑。采坑底盘标高+50m，最大高差达 64m，边坡坡度较陡，为 48°～74°。大致形成+100m、+80m、+60m、+50m 四级开采台阶。

据调查，CC1 区内发现一处危岩体，位于 CC 南部边坡高程 110～112m 处（见照片 3-1），长度 88m，宽度 16m，高度 2～5m，体积约 2816m^3，为弱风化石灰岩。受节理控制，局部悬空。目前处于基本稳定状态，未发生崩塌、

滑坡等地质灾害，部分存在掉块现象。

CC2 采坑

评估区北东部原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场（CC2），地势呈南高，北低。矿山经过多年的开采，目前已形成一长 718m，宽 230m 的不规则近扇形采坑。采坑底盘标高+50m，最大高差达 75m，边坡坡度较陡，为 48°～74°。大致形成+118m、+100m、+80m、+50m 四级开采台阶。局部台阶破坏或未贯通，现状条件下边坡处于基本稳定状态，地质灾害不发育，未发生崩塌、滑坡等地质灾害。见照片 3-2。



照片 3-1　CC1 采坑南部高陡边坡现状



照片 3-2　CC2 采坑北部高陡边坡现状

CC3 历史遗留废弃采坑

CC3 区位于评估区南部，地势呈北高，南低，目前已形成一长 245m，宽

50m～100m 的不规则近扇形采坑。采坑底盘平均标高为+70m，呈单面斜坡，边坡高差较大处达 25m。边坡较缓，边坡边坡角一般 35-45°，局部 50°以上。现状条件下边坡处于稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害，见照片 3-3。

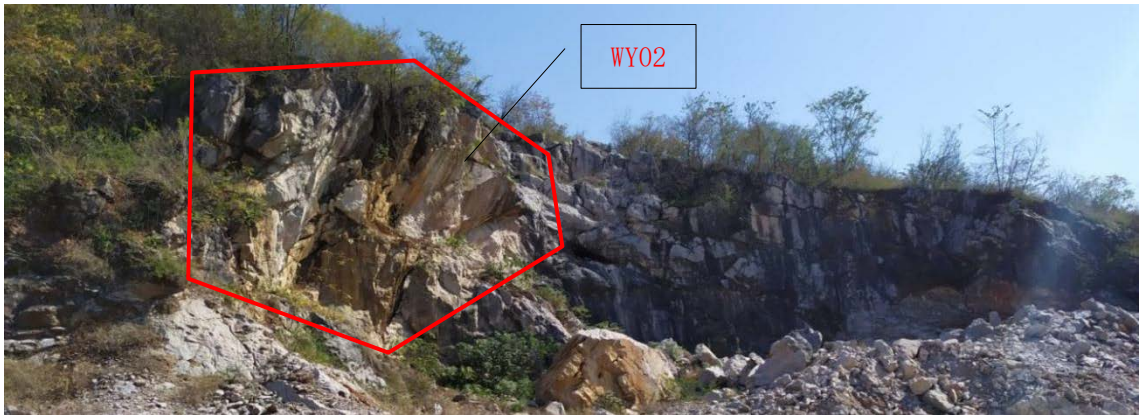
CC4 历史遗留废弃采坑

CC4 区位于评估区西南部，地势呈北高，南低，目前已形成一长 102m，宽 10m～20m 的不规则近扇形采坑。采坑底盘平均标高为+37.7m，边坡坡度较陡，为 65°～85°。大致形成+50m、+40m 二级台阶。现状条件下边坡处于稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害，见照片 3-4。

据调查，CC4 区内发现一处危岩体，位于 CC 西部边坡高程 50～55m 处（见照片 2-10），长度 10m，宽度 3m，高度 2～3m，体积约 60m^3，为弱风化石灰岩。受节理控制，局部悬空。目前处于基本稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害，部分存在掉块现象。



照片 3-3　CC3 采坑北部高陡边坡现状



照片 3-4　CC4 采坑北部高陡边坡现状

按《地质灾害危险性评估规范（DZ/T 0286-2015）》附录 D 地质灾害发育程度分级（表 D.3），确定崩塌发育程度为中等。按《地质灾害危险性评估规范（DZ/T 0286-2015）》附录 C 地质灾害诱发因素（表 C.1）分析确定，崩塌的诱发因素主要为地形坡陡（70°左右）临空以及坡角开挖、风化作用等密不可分。高陡边坡引发的崩塌影响到矿山生产人员及机械，根据《地质灾害危险性评估规范（DZ/T 0286-2015）》表 2 地质灾害危害程度分级表可知，地质灾害危害程度为中等。

综上所述，露天采场边坡崩塌发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，现状评估影响程度较严重。

② 泥石流

评估区内原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场、原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场均为开采多年的老矿山，废碴堆均已按土地复垦方案，整理呈梯状坡地且已绿化，处于稳定状态。



照片 3-5 原百合采石场边坡复绿情况



照片 3-6 原九龙山采石场底盘复绿情况

③ 地面塌陷、地裂缝、地面沉降

矿区基岩由厚层状灰岩组成，岩溶不发育，岩石工程力学性质较好，未见大量抽汲地下水。现状条件下，未发现地面塌陷、地面沉降和地裂缝等地质灾害。

综述：对照“规范” 附录 E.1，现状条件下评估区均未发现泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降地质灾害，地质灾害影响较轻。

5.含水层现状分析

九龙山矿段矿体拟设最低开采标高为+39m，略高于最低侵蚀基准面标高+29.70m。如前所述，九龙山矿段可自然排水未来大气降水和采坑范围内地表径流为矿坑充水的主要来源。矿段内地表水与地下水自然排泄，对矿山开采没有直接影响。

根据走访当地农户，以往采矿活动没有造成矿区及周边主要含水层水位大幅度下降和地表水体漏失现象。矿山生产用水为地下水，生活用水为、生活用水主要由当地自来水管网供给，采矿活动对矿区及周边生产生活用水影响较小。

综上所述，以往开采活动对地下水有一定的影响，但影响范围有限，对区域地下水位影响较小，未造成周边水源缺乏，现状矿业活动对矿区及区域含水层的影响较轻。

6.地形地貌景观现状分析

评估区及其周边没有自然保护区、风景名胜区、地质公园地质遗迹保护（区）点，没有人文景观和主要交通干线经过，对电信通讯影响较小，不是旅游、环保、大型厂矿企业等单位的保护区。

评估区外南侧为±800kV 锦苏线、复奉线经过，东侧为 220kV 曲兰线经过，本次矿山开采对经过的高压线路编制了保护方案，对保护范围内的区域采用了控制爆破不会影响电力线路。

评估区范围内除目前正在修建的新工业场地外，原采矿活动已形成 2 处露天采场、原工业场地、矿山公路、办公生活区，总破坏面积达 42.4139hm²。在建工业场地见照片 3-7。



照片 3-7 在建工业场地

矿区内分布原九龙山采石场、百合矿业九龙山采石场历史开采损毁区，两座老矿山采矿许可证已于 2021 年 4 月注销。矿山关停后仅开展简易覆土、临时植被恢复，未开展正式生态修复竣工验收，未完成历史遗留矿山销号，现状边坡、土地损毁痕迹依然存在，属于历史损毁地块。该区域整体划入本次九龙山矿段开采范围，前期临时复绿植被及覆土在后续开采活动中将被再次扰动，损毁治理随矿山开采时序落实边开采、边复垦要求统一实施。因此，本次将其划入已损毁区块内。

露天采场在开采过程中剥离原地表植被和表层岩土，使地貌丧失生物生产力，导致地表植被不复存在，岩土体裸露，对区内原生自然景观影响严重，工业场地、办公生活区、矿山道路的损毁方式为压占，损毁的面积较大，造成植被破坏，水土流失，对区内原生自然景观影响较严重。部分采场及底盘已复绿。综上所述，现状评估采矿活动对地形地貌景观影响和破坏程度严重，工业场地、办公生活区和矿山公路对地形地貌景观破坏影响程度较严重。

7.土地资源现状分析

本次报告根据查询项目所在地自然资源和规划管理部门提供的土地利用现状图（第三次全国土地调查），并结合项目实地踏勘的情况，评估区主

要损毁土地类型为乔木林地、其他林地、采矿用地及农村道路等。详见表 3-7。依据国土资源部《编制规范》附录表 E“矿山地质环境影响程度分级表—土地资源”所述，损毁林地面积≥4hm^2，土地资源破坏程度为严重；损毁林地面积为 2～4hm^2，土地资源破坏程度为较严重；破坏林地面积≤2hm^2，土地资源损毁程度为较轻。

表 3-7　评估区内已损毁土地情况统计表

损毁类型	已损毁土地单元　单位（hm^2）				
	原露天采场(CC1、CC2)	原加工场地	在建工业场地	矿山道路	合计
其他园地	/	/	3.8576	/	3.8576
乔木林地	0.4660	0.5549	1.2994	/	2.3203
灌木林地	0.0356	/	/	/	0.0356
其他林地	1.4312	0.3489	/	/	1.7801
采矿用地	30.2882	2.7308	/	/	33.0910
农村宅基地	/	0.1871	0.1932	/	0.3803
农村道路	/	0.1528	0.2457	0.4894	0.8879
设施农用地	/	/	0.6167	/	0.6167
面积	32.2210	3.9745	6.2126	0.4894	42.8975
损毁方式	挖损	压占	压占	压占	
注：部分原加工场地的已损毁土地位于后期开挖的采场范围内。					

综上所述，现状评估采矿活动对土地资源的影响和破坏程度较严重。

8.生态系统退化问题

（1）植被损毁

现状：在建工业场地、原露天采场（CC1、CC2）、原加工场地、矿山道路等活动直接占压和破坏了原生植被。损毁植被类型主要为其他园地（3.8576hm^2）、乔木林地（2.3203hm^2）、灌木林地（0.0356hm^2）、其他林地（1.7801hm^2）、采矿用地（33.0190hm^2）、农村宅基地（0.3803hm^2）、农村道路（0.8879hm^2）、设施农用地（0.6167hm^2）。现存植被覆盖度有所降低，结构单一化，多为草本或灌木植物，生态系统初级生产力低下，水土保持功能严重削弱。局部区域因表土剥离或压实形成裸露地表。

成因：直接物理破坏（压占、塌陷）、表土资源损失、土壤理化性质恶化（压实、贫瘠化）、微生境改变等。

影响：加剧水土流失，破坏景观，丧失碳汇能力。

（2）生物多样性丧失

现状：损毁面积较大，对生物多样性有一定影响。

成因：直接生境破坏（对应植被损毁）、生境破碎化（道路、设施分割）、环境污染（土壤、水、大气）、食物链中断、人为干扰加剧等。

影响：生态系统稳定性、抵抗力和恢复力降低，生态服务功能（如授粉、害虫控制、养分循环）退化。

（3）地表水系破坏

目前矿山正在开展基建工程，产生的废水主要为生活污水，先经过化粪池沉淀处理后，再采用小型地埋式一体化污水处理设备进行处理，处理达到《污水综合排放标准》一级标准后排放至附近地表水体，不会对水环境产生污染。矿山周边无污染源。

现状条件下，矿山采矿活动对水环境污染及影响较轻。

（4）地下水污染

矿山暂未开采，未来矿区开采矿石废渣等所含组分无有毒物质，所以现状情况下，矿山活动对地下水污染及影响较轻。

（5）生态系统健康等级现状评分

根据最新相关规范要求，诊断生态系统受损问题（如水土流失、生物多样性丧失），需评估生态系统健康等级。

根据《森林生态系统健康评价规范（DB11/T 725—2024）》，生态系统健康评价采取百分制，总分为100分。其中结构指标35分，活力指标18分，生物多样性指标17分，稳定性指标15分，土壤指标15分。

生态系统健康评分细则如下。

表 3-8 生态系统健康评分细则

一级指标	分值	二级指标	分值	评分标准
结构	35	群落垂直结构	12	乔灌草复层结构：12 分； 乔灌或乔草复层结构：9 分； 乔木单层结构：5 分。
		林分郁闭度	16	[0.5,0.7]：16 分； [0.3,0.5） 或 （0.7,0.8] ：12 分； [0.2,0.3）或（0.8,0.9]：8 分； >0.9：4 分。
		森林近自然度	7	Ⅰ级：7 分； Ⅱ级：5 分； Ⅲ级：4 分； Ⅳ级：1 分； Ⅴ级：0 分。
活力	18	群落生物量/（t/hm^2）	10	≥200：10 分； [100,200）：8 分； [50,100）：6 分； [10,50）：4 分； <10：2 分。
		林木天然更新能力/（株/hm^2）	8	每公顷有效更新株数：≥300 株：8 分； 200～299 株：6 分； 100～199 株：4 分； 50～99 株：2 分； <50 株：0 分。
动植物多样性	17	植物多样性	10	≥2.5：10 分； [2.0,2.5）：8 分； [1.5,2.0）：6 分； [0.5,1.5）：4 分； <0.5：2 分。
		生境适宜性	7	灌草覆盖率大于 50%，且蜜源食源植物占总株数 50%以上的：6 分； 灌草覆盖率和蜜源食源植物株树占比，有一个不足 50%且一个 50%以上的：4 分； 灌草覆盖率、蜜源食源植物株树比例均不足 50%的：2 分； 林内有鸟巢等栖息地或饮水地的：1 分。
稳定性	15	森林有害生物危害等级	5	无危害：5 分； 轻度危害：4 分； 中度危害：2 分； 重度危害：0 分。
		森林火险等级	5	难燃：5 分； 可燃：3 分； 易燃：1 分。
		林木高径比	5	高径比失调的林木株数占总株数的比值： <10%：5 分； [10%,30%]：1～4 分； >30%：0 分。
土壤	15	土层厚度/cm	7	≥60：7 分； [30,60）：3～6 分； <30：1～2 分。

一级指标	分值	二级指标	分值	评分标准
		枯落物层厚度/cm	5	≥5：5 分； [1,5）：2～4 分； <1：1 分。
		腐殖质层厚度/cm	3	≥3：3 分； [1,3）：2 分； <1：1 分。

生态系统健康状况分为健康、较健康、亚健康和不健康 4 个等级，具体应符合表 4 要求。根据计算所得的生态系统健康评价综合分值，确定评价单元的健康等级。

表 3-9 生态系统健康等级

健康等级	健康	较健康	亚健康	不健康
综合分值（s）	80≤s≤100	60≤s＜80	40≤s＜60	0≤s＜40

根据现场调查，矿区生态系统健康现状评价打分表如下：

表 3-10 矿区现状生态系统健康评价打分表

一级指标	满分分值	二级指标	满分分值	现状评分
结构	39	群落垂直结构	12	8
		林分郁闭度	16	10
		森林近自然度	7	4
活力	18	群落生物量/（t/hm^2）	10	6
		林木天然更新能力/（株/hm^2）	8	5
动植物多样性	17	植物多样性	10	5
		生境适宜性	7	3
稳定性	15	森林有害生物危害等级	5	3
		森林火险等级	5	3
		林木高径比	5	3
土壤	15	土层厚度/cm	7	4
		枯落物层厚度/cm	5	3
		腐殖质层厚度/cm	3	2
合计				59

计算所得的生态系统健康评价综合分值为 59 分，现状生态系统健康等级为亚健康。

3.地质环境问题现状评估分级

（1）评估分级原则

依据矿山地质环境影响现状评估结果，矿山地质环境影响程度现状评估分级，应以以往采矿活动对矿山地质环境造成的影响为主，兼顾矿区地质环境背景，突出矿山地质环境问题现状。评估参考指标主要包括已发生矿山地质灾害、地下含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏。

矿山地质环境影响程度评估分为三级，即严重、较严重和较轻。

（2）评估方法

矿山地质环境影响程度分级评估采用上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。

评估区矿山地质环境影响程度现状评估分级的评估因子指标以《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”为准。

与矿山地质环境相关的各类环境因子主要有已发生地质灾害规模大小、影响对象、造成的直接经济损失、受威胁人数；正常涌水量、矿区及周围主要含水层破坏情况、矿区及周围地表水漏失情况、影响到矿区及周围生产生活供水情况、地下水污染情况；对原生地形地貌的破坏程度、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线内地形地貌景观影响程度；占用破坏耕地情况、占用破坏林地情况、占用破坏荒山或未开发利用土地情况、土壤污染情况（见表 3-11）。

表 3-11　评估因子强度指数表

因子名称		单位	强度指数		
评估因子			严重	较严重	较轻
地质灾害隐患	发生的规模	-	大	较大	小
	影响对象	-	城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全	村庄、居民聚居区、一般交通干线及较重要工程设施安全	分散性居民、一般性小规模建筑及设施
	直接经济损失	万元	＞500	100～500	＜100
	受威胁人数	人	＞100	10～100	＜10

因子名称		单位	强度指数		
评估因子			严重	较严重	较轻
地下含水层破坏	正常涌水量	m^3/d	＞10000	3000～10000	＜3000
	主要含水层破坏情况	-	水位大幅度下降，呈疏干状态	水位下降幅度较大、呈半疏干状态	水位下降幅度小
	地表水漏失情况	-	严重	较严重	未漏失
	影响生产生活供水情况	-	影响到集中水源地供水，生产生活供水困难	影响到部分生产生活供水	未影响到生产生活供水
	地下水污染情况	-	严重	较严重	较轻
地形地貌景观破坏	对原生地形地貌破坏程度	-	大	较大	小
	对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线内地形地貌景观影响程度	-	严重	较重	较轻
土地资源破坏	占用破坏耕地情况	hm^2	＞2	≤2	无
	占用破坏林地情况	hm^2	＞4	2～4	≤2
	占用破坏荒山或未开发利用土地情况	hm^2	＞20	10～20	≤10

（3）评估单元划分

本次现状评估单元根据场区单元进行划分，主要将在建工业场地、原露天采场（含老废弃采坑）、原加工场地及办公生活区、矿山道路共四个评估单元。

表 3-12 现状评估结果分级表

评估单元	评估因子				影响程度
	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源	
在建工业场地	引发地质灾害的可能性小	对地下含水层破坏程度较轻	对原始地形地貌破坏程度较大	占用破坏林地＞4hm^2（含园地）	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较严重 土地资源：严重
原露天采场（含老废弃采坑）	引发地质灾害的可能性小	对地下含水层破坏程度较严重	对原始地形地貌破坏程度大	占用破坏林地≤2hm^2	地质灾害：较轻 含水层：较严重 地形地貌：严重 土地资源：较轻
原加工场地及办公生活区	引发地质灾害的可能性小	对地下含水层破坏程度较轻	对原始地形地貌破坏程度较大	占用破坏林地≤2hm^2	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较严重 土地资源：较轻
矿山道路	引发地质灾害	对地下含水层破	对原始地形地	占用破坏林	地质灾害：较轻

	的可能性小	坏程度较轻	貌破坏程度较大	地≤2hm²	含水层：较轻 地形地貌：较严重 土地资源：较轻

（4）评估分级结果

据上述地质灾害影响程度、含水层影响程度、地形地貌景观影响程度和土地资源影响程度现状评估结果表 3-12，按矿山环境影响程度“上一级别优先”、“区内相似、区际相异”、“就大不就小”、“整体不分割”的原则，将该矿山地质环境现状影响程度划分为地质环境影响严重区（A 区）2 个、较严重区（B 区）2 个和较轻区（C 区）1 个。评估结果详见表 3-20 及附图 2。

表 3-13 矿山地质环境影响现状评估分级结果表

影响区	编号	面积（hm²）/占比（%）	分布位置	环境问题		
				类型及影响程度	原因	危害对象
严重区	A1	6.2126 /3.6%	在建工业场地	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较严重 土地资源：严重 水土环境污染：较轻 生物多样性：较严重 水土流失：较严重	工业场地的建设压占的土地资源，破坏了原有地形地貌景观。	土地资源、地形地貌景观。
	A2	30.8972 /18.0%	原露天采场（含老废弃采坑）	地质灾害：较轻 含水层：较严重 地形地貌：严重 土地资源：较轻 水土环境污染：较轻 生物多样性：较严重 水土流失：较严重	早期的山体开挖，破坏了原有地形地貌景观。	土地资源、地形地貌景观。
较严重	B1	5.2852 /3.1%	原加工场地及办公生活区	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较严重 土地资源：较轻 水土环境污染：较轻 生物多样性：较轻 水土流失：较轻	早期工业场地的修建压占了土地资源，破坏了原有地形地貌景观。	土地资源、地形地貌景观。
	B2	0.5025 /0.3%	矿山道路	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较严重 土地资源：较轻 水土环境污染：较轻 生物多样性：较轻 水土流失：较轻	主要原因为矿山道路压占土地资源、破坏了地形地貌。	土地资源、地形地貌景观。

影响区	编号	面积（hm^2）/占比（%）	分布位置	环境问题		
				类型及影响程度	原因	危害对象
较轻	C	128.5215 /75.0%	评估区除A区、B区以外的区域	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较轻 土地资源：较轻 水土环境污染：较轻 生物多样性：较轻 水土流失：较轻	基本保持原有自然环境状。	自然环境
评估区面积：171.4190hm^2						

（5）分区评述

① 矿山地质环境影响严重区（A）

严重区分为2个子区，编号分别为A1和A2。

A1位于在建工业场地，该区面积约6.2126hm^2，占评估区总面积的3.6%。现状地质灾害影响程度为较轻，含水层影响较轻，地形地貌景观影响较严重，土地资源影响严重，水土环境污染影响程度为较轻。

A2为原露天采场范围内（含废弃已老采坑），该区面积约30.8972hm^2，占评估区总面积的18.0%。现状地质灾害影响程度为较轻，含水层影响较严重，地形地貌景观影响严重，土地资源影响较轻，水土环境污染影响程度为较轻。

② 矿山地质环境影响较严重区（B）

较严重区分为2个子区，编号分别为B1和B2。

B1位于原加工场地及办公生活区范围，该区面积约5.2852hm^2，占评估区总面积的3.1%。现状地质灾害影响程度为较轻，含水层影响较轻，地形地貌景观影响较严重，土地资源影响较轻，水土环境污染影响程度为较轻。

B2位于矿山道路范围，该区面积约0.5025hm^2，占评估区总面积的0.3%。现状地质灾害影响程度为较轻，含水层影响较轻，地形地貌景观影响较严重，土地资源影响较轻，水土环境污染影响程度为较轻。

③ 矿山地质环境影响较轻区（C）

较轻区为严重区、较严重区以外的其他区域，面积128.5215hm^2，占评

估区总面积的 75.0%。矿山地质环境现状：现状条件下，采矿权人矿业活动对地形地貌景观、水土环境污染、地质灾害、土地资源及含水层影响较轻。

（二）受损预测

受损预测即预测未来矿业活动使矿山地质环境改变，可能诱发或者加剧的环境地质问题，变化趋势和危害程度。根据《开采方案》，本矿山开采方式为山坡露天开采，受损时序与工作面开采顺序一致，对地面造成的损毁的环节主要是采坑挖损和工业场地、矿山道路等压占。最终确定本次受损预测主要内容有：

① 分析预测采矿活动可能引发或加剧地质灾害的危险性；

② 采矿活动对地下含水层的影响、破坏程度，包括局部浅层含水层结构扰动、地下水径流条件改变、地下水水位及水质变化、对周边生产生活用水水源的影响等；

③ 采矿活动对地形地貌景观、人文景观等的影响和破坏程度；

④ 采矿活动对土壤、水环境的污染影响与破坏程度；

⑤ 采矿活动对土地资源的影响和破坏程度。

预测分析

1.矿山地质灾害预测分析

矿山未来生产活动可能引发的地质灾害主要为采场采矿形成不稳定岩质边坡而发生崩塌、滑坡，临时排土场形成不稳定土质边坡而发生滑坡、受雨水冲蚀产生泥石流等地质灾害。

（1）采场边坡引发崩塌、滑坡预测评估

该矿矿体主要为中厚层状灰岩，属层状块状岩类。岩质致密坚硬、完整稳固。岩体中主要结构面为层面结构面，地层总体走向为北北西转南东东向，总体倾向北东（45 度），倾角 20-50 度，结构面间结合较紧密。

采场区边坡与节理的赤平投影图（图 3-2 ~ 3-5），以下就节理对边坡的影响进行边坡稳定性评价。

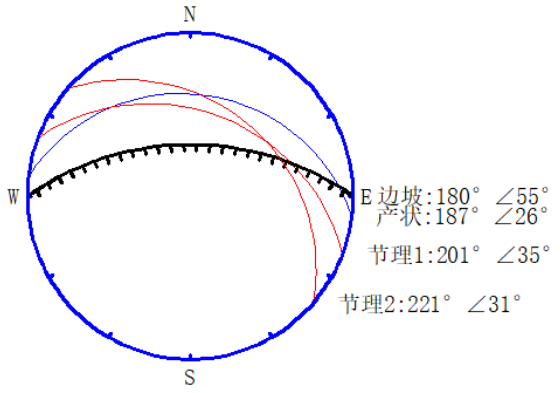


图 3-2　北东侧边坡赤平投影图

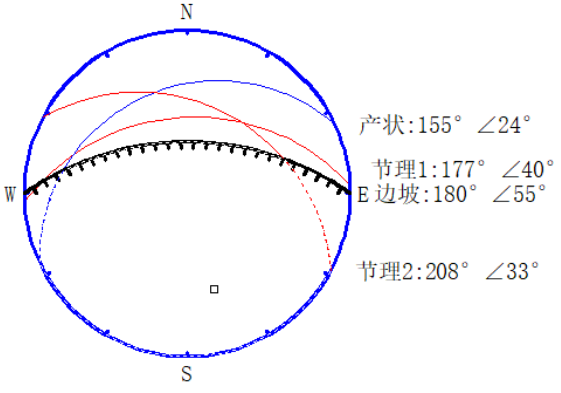


图 3-3　北西侧边坡赤平投影图

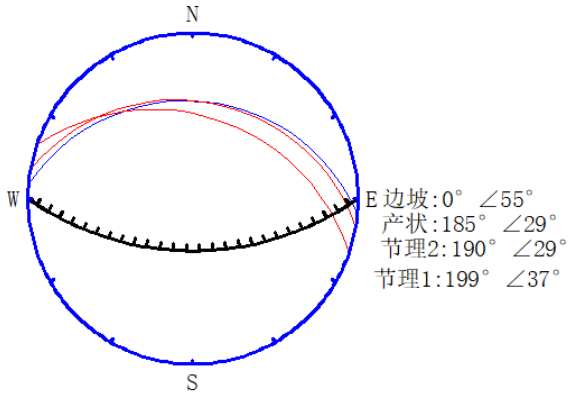


图 3-4　南侧边坡赤平投影图

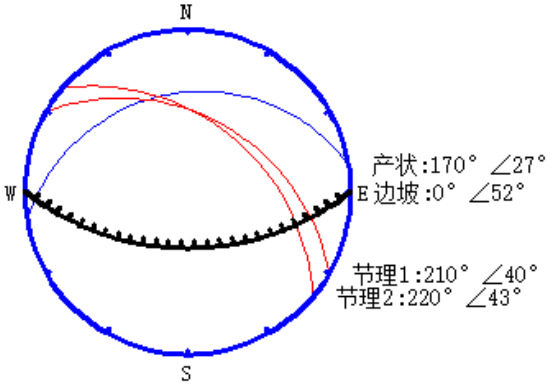


图 3-5　东南侧边坡赤平投影图

从赤平面投影图可知，北坡及南坡处于稳定状态，发展趋势稳定。北西坡及东南坡属欠稳定，发展趋势不稳定。

随着矿山的开采，露采坑四面将形成最终边坡，其中：北侧、西北侧边坡为顺向坡，边坡高度 101 米，最终边坡角 25-55°，有顺层滑移变形的可能，规模中等，发生地质灾害可能性较大，危害对象主要为作业人员和设备；西、东侧边坡为切向坡，边坡高度分别为 15m 和 25m，最终边坡角小于 55°，虽然层间结构面结合紧密，边坡稳定性基本上不受岩体层面结构面的影响，但东侧为高、中陡边坡，在爆破震动下，仍有形成小型崩塌可能，采取监测和定期巡视处理，一般规模较小，危害小，危险性小；南侧边坡为逆向坡，边坡高度 23m，最终边坡角小于 55°，由于边坡倾向与岩层倾向相反，边坡高度较低，较为稳定。

综合来看，采场边坡可能引发崩塌、滑坡，影响程度为严重。

（2）岩溶塌陷预测评估

① 评估与预测原则

a．塌陷预测区处于未来矿坑排水造成岩溶水水位明显波动和下降的影响范围内，即矿坑系统疏排漏斗范围内；

b．地面塌陷区为覆盖型岩溶分布区，具备岩溶塌陷产生的“二元地质结构”，即上覆盖层为第四系松散层，下伏为三叠系大理岩岩溶含水层；

c．符合以上两个条件的均作为可能发生的岩溶塌陷区。

② 评估与预测

从勘探线地质剖面可以看出，基岩大部分直接出露地表，为灰岩和白云岩，大部分没有第四系松散层覆盖，局部地段有第四系松散覆盖层。因此，在自然条件下还是在矿坑排水条件下，矿区范围内产生岩溶地面塌陷的可能性小。同时采场内由于爆破震动、荷载等因素，可能使岩溶洞隙顶板塌落，矿方应引起重视并做好相应的防护措施。

（3）废渣边坡稳定性评价

根据开发利用方案，九龙山矿段第四系覆盖层体积 43.2 万立方米，拟设采矿权范围内夹石剥离量总体积为 24.2 万立方米，折合矿石量为 181.98 万吨。设计对其进行综合利用 65%（夹石在开采过程中可作为建筑石料、机械用砂综合利用），其余堆放于矿区内东南侧原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场积水坑处的临时排土场内，以便用于后期土地复垦。

临时排土场占地面积 52927 平方米，场底标高+40m。为满足矿山排土量的要求，临时排土场最大堆积高度 8 米，安息角为 30-40° 。临时排土场容量 24.05 万立方米，可满足矿山排土需求。

为防止临时排土场出现失稳，本方案对临时排土场进行分级堆排，分为 2 级，设一级平台，平台宽约 4 米。对临时排土场进行稳定性评价，采用瑞典圆弧法计算其稳定性，依据经验并结合矿区已有资料，计算过程如下：

安全系数 K=$\frac{\sum (Wi\cos\theta i\tan\varphi + CiLi)}{\sum Wi\sin\theta i}$

式中：

Wi—土条自重（kN）；

θi—土条 i 滑动面的法线与竖直线的夹角（°）；

Li—土条 i 滑动面弧长；

c—粘聚力（kPa）；

Φ—内摩擦角（°）。

计算工况：

工况 1（天然状态）：自重；

工况 2（饱水状态）：自重+20 年一遇暴雨

① 载荷条件

自重：天然状态取天然重度，饱水状态取饱和重度。

地震：矿区地震基本烈度为 6 度，该表土堆积场边坡防护工程不考虑地震荷载。

② 计算参数

根据报告中所述矿区工程地质条件并类比邻近地区勘查资料，确定矿区工程地质特征参数详见表 3-14。

表 3-14 矿区岩土力学参数一览表

岩土名称	重度 γ（kN/m³）		粘聚力 C（kPa）		内摩擦角 Φ（°）	
	天然	饱和	天然	饱和	天然	饱和
废渣、表土	19	20	15	13	30	25
石灰岩、白云岩	25	25	38	32	32	28

③ 边坡稳定性结果

临时排土场边坡断面选取坡高 8m，坡角为 35°，根据表 3-14 里面的力学参数及选用的 Bishop 法进行稳定性分析，其分析结果见表 3-15 所示。

表 3-15　表土堆积场边坡稳定性分析结果统计表

	工况 1（天然状态）		工况 2（饱水状态）	
	稳定系数	剩余下滑（kN）	稳定系数	剩余下滑力（kN）
安全系数	1.3		1.3	
表土堆积场断面	1.301	0	1.043	0

根据《建筑边坡工程技术规范 GB50330-2013》中相关规定，判断表土堆积场边坡安全等级为二级，稳定安全系数为 1.3。根据分析结果可知，边坡天然状态下处于稳定状态，饱水状态下均处于欠稳定状态。

因表土堆积场堆积废石量较大，在强暴雨等恶劣条件下，不排除发生滑坡泥石流等地质灾害的可能性，预测临时排土场发生滑坡、泥石流等地质灾害的可能性中等，地质灾害危险性中等，危害中等，临时排土场需采取措施防止。

综述：预测矿区临时排土场松散固体废弃物的堆积潜在的滑坡、泥石流等地质灾害发生的可能性中等，地质灾害危险性中等；预测开采边坡潜在的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害隐患发生的可能性大，地质灾害危险性大，危害中等。预测评估未来的矿业活动引发的矿山地质灾害对矿山地质环境破坏程度为较严重。

2.采矿活动对地下含水层影响或破坏程度预测分析

九龙山矿段矿体拟设最低开采标高为+39m，略高于最低侵蚀基准面标高+29.70m。如前所述，九龙山矿段内常年不干的积水为地下岩溶裂隙水排泄所形成，地下水静止水位标高在 41.69～60.45m 之间，矿坑最低开采标高低于最低地下水静止水位标高 41.69m。矿山采用露天开采，大气降水和地表径流为矿坑充水因素，而岩溶地下水对矿山开采影响最小，目前区内地下水较稳定。不会造成区域弱岩溶裂隙含水层破坏。

采场废水主要为矿区生产用水，通过地表渗漏或沿山体顺坡流下，由于其排放量小，对附近地表水体水质影响不大。所以，矿区生产对区内地表水、地下水造成污染的可能性较小。地质灾害危险性预测评估综述：对照“规范”

附录 E，预测矿山开采对含水层破坏影响程度为较轻。

综上所述，对照“规范”附录 E，预测矿山开采对含水层破坏影响程度为较轻。

3. 采矿活动地形地貌景观影响程度预测分析

（1）对原生地形地貌景观影响和破坏程度预测

矿山开采终了时，总破坏面积达到 74.7135hm^2。露天采场、拟建工业场区、矿山道路等区域地形改变，破坏原始土地类型，地形地貌景观破坏严重，森林植被破坏，治理恢复难度大，成本高，对地形地貌景观影响严重；矿山道路、办公生活区及矿权外部运输公路将改变原有的地貌景观，对地形地貌景观影响较严重；其他区域维持现状，地形地貌景观影响较轻。

（2）对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区等的影响

区内未涉及地质公园、风景旅游名胜区以及主要交通干线，不存在对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围地形地貌景观影响。

（3）对人居环境影响

区内居民居住地较集中，分布有 200 多人的居民集中居住区，矿业活动主要表现为对区内自然景观的破坏，对当地原有人居环境的影响较轻。

综述：预测评估范围内地形地貌景观破坏程度如下：采场、工业场区为严重；矿山道路、办公生活区为较严重。

4. 矿区水土环境污染预测分析

（1）矿区水污染预测评估

① 矿坑涌水

根据开发利用方案可知，开采过程中预测矿坑雨季日正常涌水量为 9195m^3/d。矿坑涌水经集水池收集沉淀后，部分用于生产，余下的废水经沉淀达标后排入附近自然沟渠，故其对水环境污染影响较轻。

② 生产生活废水

工业场地设有矿石堆场，用于临时堆放矿石，矿石直接堆放在露天，遇

到暴雨会发生垮塌或者小颗粒矿石随雨水流失，污染地表水；遇到大风，细小颗粒物可以随风移到地表水，但矿石及废石有毒有害物质本底含量低，无有毒有害组分淋溶污染水土环境的风险，预测对地表水环境污染影响较轻。

生活污水采用旱厕处理后用作农用肥，不排入地表水系，对水环境污染较轻。

因此预测矿山开采对水环境污染影响较轻。

（2）土壤环境污染预测分析

矿山开采中产生的固体废弃物为生活垃圾和废石。

① 废石

工业场地设有矿石堆场，用于临时堆放矿石，矿石直接堆放在露天，遇到暴雨会发生垮塌或者小颗粒矿石随雨水流失，污染土壤和破坏农田，遇到大风，细小颗粒物可以随风移到附近土壤，但矿石和废石中有毒有害物质较低，预测对土壤环境污染影响较轻。

② 生活垃圾

生活垃圾集中存放于定点设置的垃圾堆放点，然后运往灵乡镇的垃圾处理站，不外排。

故矿山开采对土壤环境污染影响较轻。

5.矿区土地资源破坏预测分析

（1）土地损毁环节与时序

① 土地的损毁类型

根据现场调查和《开采方案》，预测项目区对土地损毁类型主要为压占和挖损。

压占：压占的损毁形式主要表现为工业场地、矿山道路建设占用土地。工业场地、矿山道路压占范围内对生态系统造成较大的影响，主要表现为地形地貌的改变、土壤层被破坏、植被消失。

挖损：主要表现在露天采场对土地的挖损，在采场采矿及道路建设中会

对土地挖损而破坏土地的土壤结构，从而改变土壤养分的初始条件，增加水土流失及养分流失的机会。此外，地形地貌遭受较大改变、土壤层被破坏、植被消失。

② 土地损毁时序

根据矿山开采损毁土地资源、矿山土地损毁时序与矿山开采顺序一致的特点，将损毁土地的时段分为工程基建期、矿山开采期和自然恢复期三个时段。

工程基建期：矿山基建期的土地损毁主要是矿山道路的开拓、场地平整、基建平台，以及项目区土壤、植被的损毁。

工程生产期：矿山开采期是土地损毁的高峰期，本矿山为露天开采，这个时期的土地损毁主要是露天采场的挖损，矿山道路对土地压占的持续损毁，以及局部轻微的水土流失。

自然恢复期：自然恢复期不存在新的损毁和挖损，土地损毁仅是工程基建期和矿山开采期损毁的土地通过各类水土流失形式的扩展，随着各项土地复垦措施和水土保持措施的实施，土地损毁将逐步得到遏制，项目区的土地生态环境将得到恢复和改善，直至达到新的平衡状态。

③ 土地损毁的环节

根据《开采方案》，本项目对土地造成损毁的环节主要包括：矿山开挖时，露天采场开采和修建矿山道路等损毁土地。其中矿山开挖损毁方式为挖损，矿山道路损毁方式为压占。未来矿山整个开采过程中，采矿场挖损土地，工业场地、矿山道路压占土地将一直持续到矿山闭坑结束。

本项目土地损毁环节、形式及时序情况见表 3-16。

表 3-16　土地损毁环节、形式及时序情况表

土地损毁环节	损毁形式	对应时序
矿山开挖	挖损	整个生产期
工业场地	压占	整个生产期
矿山道路	压占	整个生产期
原加工场地及办公生活区	压占	整个生产期

（2）拟损毁土地预测与评估

【拟损毁土地预测依据】:《开采方案》;

【拟损毁土地调查方法】: 实地踏勘、现场查看;

【拟损毁地块分类标准】: 主要以项目损毁类型及地类为划分的主要依据，搜集土地利用现状图（H 49 G053093）。

根据《开采方案》和矿山生产实际，矿山拟损毁土地为采矿权范围内未开采的采坑，工业场地（正在修建中）、矿山道路。

① 露天采场

根据本矿山终了图可知，随着矿山开采，将造成新的挖损，采矿权范围内开采与采矿权范围为历史老采坑治理区将连接成片开采，矿山露天采场导致的土地损毁总面积为 63.9432hm^2（包括采矿权范围内以及范围外治理区），在采矿权范围内，前期老采坑已开挖面积 32.2210hm^2，采矿权范围内还有部分未开采，拟开采露天采场剩余损毁面积 31.7222hm^2。根据《开采方案》中采矿工艺，采场内表土将完全剥离，采场范围内地表为裸露的岩石，采场最终形成的采坑较为平整，采场最终底盘平面标高+39m，采场边坡由安全平台和清扫平台构成，采场土地损毁类型均属于挖损。挖损地类为其他园地、乔木林地、灌木林地、其他林地、工业用地、采矿用地、农村宅基地。矿山开采后，直接导致区内植被破坏并消失，岩层被挖损，形成高陡边坡，对原有土地利用类型造成彻底破坏，损毁程度属重度。

② 矿山道路

新建道路部分位于未来拟开采范围内，为重复损毁，因此扣除与未来拟开采范围重复面积外，后续扩建道路拟损毁面积为 0.0938hm^2。

矿山未来基本沿用原道路，部分已建原矿山道路位于拟开采采坑区域，新建道路部分位于未来拟开采范围内。由于部分拟损毁面积纳入拟开采区损毁面积中计算，因此扣除纳入开采采坑内的面积后，拟损毁土地主要为道路扩建产生，拟损毁面积为 0.0938hm^2，占用地类为其他园地、乔木林地、

其他林地。道路建设后，直接导致项目内植被破坏并消失，土层被压占，地表失去了植被赖以生存的土壤层，故对土地及植被的影响中度，损毁程度属中度。

③ 拟损毁土地预测与评估汇总

表 3-17　拟损毁土地情况汇总表

损毁类型	拟损毁土地单元　单位（hm^2）		
	采场	矿山道路扩建	合计
其他园地	0.2754	0.0242	0.2996
乔木林地	0.8563	0.0462	0.9025
灌木林地	6.0139	/	6.1039
其他林地	14.4029	0.0234	14.4263
工业用地	0.2429	/	0.2429
采矿用地	9.4909	/	9.4909
农村宅基地	0.4399	/	0.4399
面积	31.7222	0.0938	31.8160
损毁方式	挖损	压占	/

（3）损毁土地面积与评估汇总

根据国土资源部《编制规范》附录表 E“矿山地质环境影响程度分级表-土地资源”，土地资源影响程度分级如表 3-18 所示。

表 3-18　土地资源影响程度分级表

影响程度	评价标准
严重	1、占用破坏基本农田； 2、占用破坏耕地大于 $2hm^2$； 3、占用破坏林地或草地大于 $4hm^2$； 4、占用破坏荒地或未开发利用土地大于 $20hm^2$
较严重	1、占用破坏耕地小于等于 $2hm^2$； 2、占用破坏林地或草地 2-4 hm^2； 3、占用破坏荒地或未开发利用土地 10-$20hm^2$
较轻	1、占用破坏林地或草地小于等于 2 hm^2； 2、占用破坏荒地或未开发利用土地小于等于 $10hm^2$

根据对该矿已损毁土地情况分析和拟损毁土地预测，土地损毁方式为挖损和压占。具体情况见下表 3-19。

表 3-19　损毁土地情况汇总表

损毁类型	损毁土地单元汇总　单位（hm^2）				
	采场	工业场地	矿山道路	原加工场地	合计
其他园地	0.2754	3.8576	0.0242	0.0	4.1572
乔木林地	1.3223	1.2994	0.0462	0.5549	3.2228
灌木林地	6.0495	0.00	0.0	0.0	6.0495
其他林地	15.8341	0.00	0.0234	0.3489	16.2064
工业用地	0.2429	0.00	0.0	0.0	0.2429
采矿用地	39.7791	0.00	0.0	2.7308	42.5099
农村宅基地	0.4399	0.1932	0.0	0.1871	0.8202
农村道路	0.0	0.2457	0.4894	0.1528	0.8879
设施农用地	0.0	0.6167	0.0	0.0	0.6167
面积	63.9432	6.2126	0.5832	3.9745	74.7135
损毁方式	挖损	压占	压占	压占	
损毁程度	严重	较严重	较轻	较轻	
注：部分原加工场地的已损毁土地位于后期开挖的采场范围内。					

据表 3-19，露天采场损毁林地 23.2059hm^2（大于 4hm^2），露天采场对土地资源影响程度为严重；工业场区损毁林地合计 1.2994hm^2，该区域对土地资源影响程度为较严重；拟扩建矿山道路拟损毁林地均小于 2hm^2 对土地资源影响程度较轻，原加工场地损毁林地合计 0.9038hm^2，该区域对土地资源影响程度为较轻。

综述：预测评估范围内土地资源破坏程度如下：露天采场对土地资源影响程度为严重、工业场区对土地资源影响程度为较严重，矿山运输道路和原加工场地对土地资源影响程度较轻。

6. 生态问题预测分析

（1）矿区水土环境污染问题预测分析

九龙山矿段在未来的开采过程中水土环境污染源主要包括露天采场降雨汇水、车辆冲洗水、场地冲洗水、废土石及表土堆场淋滤水、机械设备维修产生的废机油，以及矿山工作人员产生的生活污水和生活垃圾。矿山开采

对象为石灰岩和白云岩，采矿工艺主要包括表土剥离、穿孔爆破、机械铲装和运输，不设置选矿工艺，不使用选矿药剂。矿区矿石及废石总体不具有明显毒性，矿山水土环境污染风险以悬浮物、泥沙及少量石油类为主，不存在金属、化工类矿山所伴生的矿石溶出型特征污染物，石灰岩矿无矿石自身风化淋滤引发的化学污染。

随着采矿活动的推进，露天采场、边坡、临时排土场等区域汇水条件发生改变，降雨易形成含泥径流。矿区配套建设截排水系统、车辆冲洗设施，产生的含泥废水经沉淀处理后，优先回用于车辆冲洗、场地及道路洒水降尘，不外排至外部环境。生活污水经收集处理后综合利用或按要求处置；生活垃圾统一收集后清运处理；废机油等危险废物分类暂存并交由有资质单位处置。矿山产生的表土和废土石主要用于场地回填、道路建设及生态修复，不随意倾倒。

预测矿山正常开采条件下，矿区土壤不会出现明显油污污染、异常变色及植被大面积枯死等污染现象，矿区周边地表水体也不会因矿山排水产生明显污染。但在降雨特别是暴雨期间，裸露采场、边坡和临时排土场区域的坡面径流可能携带较多泥沙进入截排水系统。如排水沟堵塞、沉淀池容量不足或废土石防护措施不到位，含泥径流可能进入周边冲沟，对下游地表水体造成短时悬浮物污染。因此，矿山需加强清污分流、沉淀池清淤、废油管理及雨季水质巡查，确保各项污染防治设施正常运行。

综上所述，九龙山矿段预测污染物类型相对简单，在采取相应的污废水收集、沉淀回用和固体废物处置措施后，预测不会产生明显水土环境污染问题。预测矿业活动对水土环境的污染程度为较轻。

（2）矿区生物多样性丧失及水土流失预测分析

九龙山矿段开采方式为露天开采，露天采场、临时排土场和矿山道路的持续使用及局部扩展，可能对影响范围内原有植被造成直接清除和压占，使局部植物群落结构发生改变，部分林地、灌木林地和灌草地转变为裸露采场、

工程边坡和工矿用地。矿区范围内植物以杂灌、茅草、杂树及当地常见草本植物为主，动物以山鸡、斑鸠、猪獾、蛇类、蝎类及常见昆虫等为主。现有资料及现场调查未发现国家和湖北省重点保护野生植物，也未发现国家和省级重点保护野生动物的固定栖息地、繁殖地及集中活动区域。

矿山开采产生的爆破振动、设备噪声、运输车辆和人员活动将继续对野生动物产生一定惊扰，使部分动物向矿区外围植被较好、人类活动较少的山坡和沟谷迁移。但由于受影响物种多为区域常见种类，活动能力和环境适应能力较强，矿区外围仍分布较大面积相似生境，预测矿山开采不会造成区域性物种消失或生态系统类型根本改变。矿山将按照“边开采、边修复”的原则，对终了平台、道路边坡和非作业区域及时实施植树、种草等修复措施，局部植被覆盖将逐步恢复。因此，预测矿业活动对生物多样性产生一定影响，但影响主要集中在采场区域，总体影响程度为较轻。

矿区降水集中于 5～8 月，多以大雨和暴雨形式出现。随着矿山开采，露天采场高陡边坡、终了平台、矿山道路边坡以及临时排土场区域仍将存在一定面积的裸露地表，原有植被和表土层受到扰动后，地表抗蚀能力有所下降。在强降雨作用下，局部裸露坡面可能产生轻微面蚀或冲刷，少量松散土石可能被径流携带，是矿区新增水土流失的潜在来源之一。通过完善截排水系统、设置必要的拦挡和沉淀设施、加强表土保护并及时开展覆土绿化，可在一定程度上减少新增水土流失。但在开采和植被恢复期间，部分终了边坡尚未完成系统治理，植被恢复区域也需要一定时间才能形成稳定群落。在各项防治措施正常运行的情况下，新增水土流失总体可控；雨季排水沟淤堵、坡面防护破损或植被覆盖不足时，局部仍可能发生轻微水土流失，但不致形成大范围、持续性强烈侵蚀。

综上所述，矿山开采对生物多样性丧失的影响程度为较轻，对水土流失的影响程度为较轻。矿山开采后应重点加强高陡边坡治理、终了平台复绿、临时排土场、截排水系统维护和植被养护，降低裸露地表面积及降雨冲刷造

成的水土流失。

综述：预测评估矿区开采对水土环境的污染程度为较轻，对生物多样性丧失的影响程度为较轻，对水土流失的影响程度为较轻。

（三）问题诊断评价结论

1.矿山地质环境保护与恢复治理分区

（1）分区依据

根据评估区地质环境条件、可能引发的矿山地质环境问题分析、现状评估及预测评估，并结合矿山工程特点，对评估区进行分区。

其中地质环境问题包括已发和预测的类型、稳定状态及治理难易程度等要素，地质环境问题危害程度包括损失程度及社会影响等要素。据综合分析结果按《编制规范》要求完成矿山地质环境保护与恢复治理分区（见表 3-20）。

表 3-20 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

分区级别	矿山地质环境影响程度	
	现状评估	预测评估
重　　点	严　重	严　重
次 重 点	较严重	较严重
一　　般	较　轻	较　轻
注：现状评估与预测评估结果不一致时采取就上原则进行分区		

（2）分区原则

① “以人为本”原则，充分考虑矿山地质环境问题对人居环境影响。

② 充分考虑工农业生产、区域经济发展影响。

③ 以矿山地质环境影响程度分级为基础进行矿山地质环境保护与恢复治理分区；现状评估与预测评估结果不一致时采取就上原则进行分区。

④ “区内相似、区际相异”、“就大不就小”、“整体不分割”的原则。

（3）分区方法

评估区内已发及预测地质灾害的类型、规模，危害程度、危险性；居民的分散程度，建筑的规模，造成经济损失的大小，受威胁的人数等；含水层涌水量，含水层水位下降程度，地下水污染程度，影响矿区及周围生产、生活供水程度；评估区原始的地形地貌景观影响和破坏程度，特别各类村庄或居民点、规划的建（构）筑物、主要交通干线两侧可视范围内，地形地貌景观影响程度；占用或破坏林地、草地、荒山、未开发利用土地、耕地的范围大小等；矿山建设及开采活动的功能性规划区域界线等。

① 当矿山地质环境影响程度现状或预测评估结果有一种达到严重级别时，则将该区定为矿山地质环境保护与土地复垦的重点防治区；

② 当矿山地质环境影响程度现状或预测评估结果有一种达到较严重级别时，则将该区定为矿山地质环境保护与土地复垦的次重点防治区；

③ 当矿山地质环境影响程度现状或预测评估结果均为较轻级别时，则将该区定为矿山地质环境保护与土地复垦的一般防治区。

（4）分区结果

根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估的结果见表 3-20 及 3-28，结合矿山地质环境随采矿活动工程的相互协调，本着“以人为本的规律和工程防治的难易程度，并充分考虑到矿山生产建设工程与环境治，安全第一”和“保护环境，促进社会和谐”的原则，将评估区划为 2 个重点防治区、2 个次重点防治区和 1 个一般防治区（见表 3-21）。

表 3-21 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

防治区	编号	位置	面积（hm^2）	环境问题		保护措施、方法、手段
				类型及影响程度	危害对象	
重点	Ⅰ-1	采场	63.9432	地质灾害：较轻 含水层：较严重 地形地貌：严重 土地资源：较轻 水土环境污染：较轻 生物多样性：较严重 水土流失：较严重	矿山生产人员、生产设施、道路、土地资源、地形地貌景观	监测工程、警示工程；边坡治理、排水沟工程；对破坏土地进行生态复绿
	Ⅰ-2	工业场地	6.2126	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较严重	土地资源、地形地貌景观。	监测工程、警示工程；对破坏的土地进行

防治区	编号	位置	面积（hm^2）	环境问题		保护措施、方法、手段
				类型及影响程度	危害对象	
				土地资源：严重 水土环境污染：较轻 生物多样性：较严重 水土流失：较严重		生态复绿
次重点	Ⅱ-1	矿山道路	0.5832	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较严重 土地资源：较轻 水土环境污染：较轻 生物多样性：较轻 水土流失：较轻	土地资源、地形地貌景观	监测工程、警示工程；对破坏的土地进行生态复绿
	Ⅱ-2	原加工场地及办公生活区	3.9745	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较严重 土地资源：较轻 水土环境污染：较轻 生物多样性：较轻 水土流失：较轻	土地资源、地形地貌景观	监测工程、警示工程；对破坏的土地进行生态复绿
一般	Ⅲ	重点防治区、次重点防治区以外的区域	96.7055	地质灾害：较轻 含水层：较轻 地形地貌：较轻 土地资源：较轻 水土环境污染：较轻 生物多样性：较轻 水土流失：较轻	自然环境	按规定合理采矿，按要求对三废进行处理，种草植树。
评估区面积：171.4190hm^2						

（5）分区评述

① 重点防治区（Ⅰ）

重点防治区（Ⅰ区）：该区面积 70.1558hm^2，占评估区面积的 40.9%。本区主要为露天采场（Ⅰ-1）、工业场地（Ⅰ-2），为地质环境影响严重区。矿山开采形成的采场边坡可能产生崩塌地质灾害，采矿剥离了地表植被，山体大面积岩体裸露，改变了原始地形地貌，对地形地貌景观影响严重。

该区主要保护与综合治理目标为：消除潜在地质灾害隐患，保证采场边坡稳定，同时积极进行土地平整，尽可能全面恢复生态植被体系。防治措施为：采场外围修筑截（排）水沟、对潜在的地质灾害采取监测、示警等措施，消除安全隐患；按照规划的要求，并结合采矿工程特点，对破坏土地进行平整、回填、覆土及综合整治，同时进行植树造林等植被恢复等。

② 次重点防治区（Ⅱ）

次重点防治区（Ⅱ区）：该区面积 4.5577hm^2，占评估区面积的 2.7%。本区为矿山道路（Ⅱ-1）、原加工场地及办公生活区（Ⅱ-2），为地质环境影响较严重区。道路开挖对地形地貌景观影响和破坏程度较严重，防治措施为：对潜在的地质灾害采取监测、示警等措施。

该区主要保护与综合治理目标为：根据采矿占用破坏土地的地形、地貌现状，按照规划的要求，并结合采矿工程特点，对破坏土地进行平整、回填、覆土及综合整治，同时进行植树造林等植被恢复等。

③ 一般防治区（Ⅲ）

一般防治区（Ⅲ区）：一般区为评估区内受采矿影响等破坏较轻的区域，面积 96.7055hm^2，占评估区面积的 56.4%。该区受采矿活动影响较小。防治措施主要以监测为主。

2. 损毁程度分析

九龙山矿段土地损毁类型主要为挖损、压占。通过现场调查并结合矿山提供的相关资料，对各损毁类型的损毁程度进行分析如下：

（1）划分损毁程度参评单元

本次损毁程度参评单元按照用地类型与损毁程度进行划分。具体如下：

主要是采矿场、矿山道路、工业场地、原加工场地及办公生活区 4 种类型。同时考虑采矿场开采终了后，地形坡度的差异，其中基底基本平整，而采场边坡为多级台阶状态，故将采矿场分为采矿场基底和采矿场边坡两个评价单元；因此，最终采用采矿场基底、采矿场边坡、矿山道路、工业场地、原加工场地及办公生活区 5 个参评单元进行评价。

注：本项目设置为临时排土场，设置在采矿东侧底盘内，采矿活动结束后，临时排土场内的表土将用于矿山复绿工程，临时排土场即并入采坑基底单元随之消失，故不在纳入参评单元。

（2）损毁程度分析

① 挖损程度分析

挖损损毁等级标准：挖损损毁程度主要跟地表变形的挖损深度、挖损面积和挖损坡度有关，又跟土体剖面的挖损土层厚度有关，详见表 3-22 挖损损毁土地程度评价因子及等级标准表。

表 3-22　挖损损毁土地程度评价因子及等级标准

评价因子		权重	评价等级		
			100	200	300
地表变形	挖损深度	0.35	<100cm	100-300cm	>300cm
	挖损面积	0.15	<0.1hm^2	0.1-1hm^2	>1hm^2
	挖损坡度	0.35	<25°	25-35°	>35°
土体剖面	挖损土地厚度	0.15	<20cm	20-50cm	>50cm
加权平均值<167 为轻度损毁，167-234 为中度损毁，>234 重度损毁					

项目区挖损损毁地块损毁程度分析成果见表 3-23。

表 3-23　挖损损毁土地程度分析表

评价因子 评价等级	挖损深度	挖损面积	挖损坡度	挖损土地厚度	加权平均得分	损毁程度
露天采场	>300cm	63.9432hm^2	>35°	>50cm	300	重度

② 压占损毁程度分析

压占损毁程度主要取决于两个因素，即压占面积和堆积高度，结合压占物地表稳定性，其损毁程度评价因子及等级标准如表 3-24。

表 3-24　压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	权重	评价等级		
			100（轻度损毁）	200（中度损毁）	300（重度损毁）
地表变形	压占面积	0.3	<1hm^2	1-10hm^2	>10hm^2
	堆积高度	0.5	<4m	4-8m	>8m
稳定性	地表稳定性	0.2	很稳定	稳定	不稳定
损毁程度分级：加权平均值<167 为轻度损毁；>167，<234 为中度损毁；>234 为重度损毁					

项目区压占损毁地块损毁程度分析成果见表 3-25。

表 3-25　压占土地损毁程度分析表

评价因素	评价因子	评价等级		
		工业场地	矿山道路	原加工场地及办公生活区
地表变形	压占面积	6.2126	0.5832	3.9745
	堆积高度	<4m	<4m	<4m
稳定性	地表稳定性	很稳定	很稳定	很稳定
加权平均得分		130	100	130
损毁程度		轻度	轻度	轻度

（3）损毁程度汇总

根据以上对矿山土地损毁面积范围内的损毁地块进行的损毁程度分析，对分析结果进行汇总如下表。

表 3-26 土地损毁程度分析汇总表

名称	损毁面积（hm^2）	损毁方式	损毁程度
露天采场	63.9432	挖损	重度损毁
工业场地	6.2126	压占	轻度损毁
矿山道路	0.5832	压占	轻度损毁
原加工场地及办公生活区	3.9745	压占	轻度损毁

3. 生态环境影响分析

（1）矿山开采对地形地貌影响分析

嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩白云岩矿为露天开采，开采标高由+140m 至+39m，开采范围内对地表破坏严重。特别是大规模的露采时，采场内地貌发生较大的改变，周边形成了较陡的人工开采边坡，区域内，地层表土全部被剥离，出现较大面积的裸露面。临时排土场内堆积着较多的剥离土，以及开采产生的废石、夹石，表土和废石的大量长期堆积，不仅对土地产生一定的损毁，而且易发生次生灾害。由此可见，矿山开采对地形地貌的影响严重。

（2）矿山开采地土壤资源影响分析

随着矿山采矿工作的推进，将会对土壤的结构、组成、理化性质及肥力

等产生一定的不利影响。它会扰乱土壤表土层结构，土壤表土层是植物生长的基础，是植物根系生长和发育的层次。表土层是土壤肥力集中、水分相对优越的土壤，土层松软，团粒结构发达，能够较好的调节植物生长的水、肥、气条件，地表沉陷并出现裂缝后会一定程度上扰乱这种结构。自然土壤的有机质及氮、磷、钾等养分含量，均表现为表层土远高于心层土；在土壤肥力的其它方面，如紧实度、空隙度等，也有表土优于心土的特点。矿山虽然对表土进行了剥离，但土壤养分含量及肥力状况仍将受到影响，影响植被正常生长。但这种影响一般维持 2～3 年，随着时间推移逐渐消失，土壤的肥力将逐渐恢复。

（3）矿山开采对水资源影响分析

根据现场勘查，矿区拟开采矿层位于当地侵蚀基准面之上，而且本矿山为露天开采，地势较高，大气降水可以自然排泄。项目区内无地表水体，矿山开采产生少量污水，对地表水污染较小。从现状看，开采活动对地表水体基本无影响。从整体上，矿山开采仅改变矿区内地表水径流方向，不会造成地下水水位下降或水资源的减少。因此矿山开采排水对其附近的地表水及地下水资源影响小。

（4）矿山开采对大气环境影响分析

大气污染源为装运机械（如挖掘机、运输车辆等）设备尾气的排放及在生产过程中的扬尘。矿山配置的生产装运机械设备均符合国家排放标准，因此对大气环境的污染影响较小。生产过程中产生扬尘的环节主要包括采挖作业点、临时排土场以及汽车运输，在这些生产环节需采取洒水降尘措施，以最大限度减轻对空气环境的影响。因此对大气环境影响较小。

（5）矿山开采对噪声环境影响分析

矿山噪声源为锯切、生产加工和运输机械产生。由锯切、生产加工及运输机械设备噪声较小矿区周围居民较少，主要是矿山生产人员，设备噪声值较小，噪声主要对操作工作有一定的影响，对周围环境影响较小。

（6）矿山开采对生物资源的影响分析

九龙山矿段为露天开采，项目区内无国家珍稀濒危植物和国家重点保护植物，矿山活动不会对植被的多样性产生威胁。采区内的地表植被遭到清除，土壤被剥离，岩石裸露，不适合植物的生长。因此，矿山开采对植被影响较严重。

项目区是工、农业生产区域，主要是蛙类、鸟类、蛇类、鼠类等适应性强的常见动物，矿山开采对动物不会产生明显影响。

（7）生态受损区块分区

根据现状及预测受损情况，矿区共分为 3 个受损区块，总面积 171.4190hm^2。其中受损区块 1 面积 63.9432hm^2，受损区块综合评价结果为重度；受损区块 2 面积 10.7703hm^2，受损区块综合评价结果为中度；受损区块 3 面积 96.7055m^2，受损区块综合评价结果为轻度。

表 3-27 矿区损毁程度综合评价表

序号	区块范围	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
			范围	面积	损毁程度	
区块 1	露天采场	地质环境问题	见附图 6	63.9432	重度受损	重度
		土地损毁	见附图 6	63.9432	重度受损	
		生态受损与退化	见附图 6	63.9432	重度受损	
区块 2	工业场地、办公生活区及矿山道路	地质环境问题	见附图 6	10.7703	中度受损	中度
		土地损毁	见附图 6	10.7703	中度受损	
		生态受损与退化	见附图 6	10.7703	轻度受损	
区块 3	评估范围内其他区域	地质环境问题	见附图 6	96.7055	轻度受损	轻度
		土地损毁	见附图 6	0	轻度受损	
		生态受损与退化	见附图 6	96.7055	轻度受损	

二、生态修复可行性分析

（一）技术经济可行性分析

1.技术可行性分析

根据采矿活动将来可能产生的矿山地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏和水土环境污染等问题的规模、特征、分布、危害等，按照问题类型分别阐述实施预防和治理的可行性和难易程度。

地质环境治理可行性分析

（1）地质灾害治理可行性分析

矿区地质灾害弱发育，现状条件下，未发生地质灾害，在未来矿业活动中引发开采边坡及道路边坡潜在的崩塌、滑坡，临时排土场潜在的滑坡、泥石流等地质灾害隐患发生的可能性中等，危害程度中等，地质灾害危险性中等；主要危害露天采场及临时排土场影响范围内的林地等，崩塌、滑坡地质灾害治理工程主要为清理工程、监测工程等，均属于比较成熟的矿山地质环境恢复治理工程技术，因此治理工程的实施在技术上是有保证的。

（2）含水层破坏治理可行性分析

矿山采矿活动对含水层破坏主要为矿山矿床涌水，本采场一直处于当地侵蚀基准面以上。矿山露采坑排水采用自然排水法进行疏干，对区域地表水、地下水影响不大，现状条件下，从现场调查来看，尚未发现河水、溪沟断流、泉点消失和干枯等现象。

为预防未来开采活动对地下含水层造成破坏，主要做好采坑边坡涌水情况观察，发现不正常涌水及时调查治理，同时借鉴相邻矿山的成功经验，使含水层破坏治理工程取得良好效果，因此，治理工程的实施在技术上是有保证的是可行的。

（3）地形地貌景观破坏治理可行性分析

根据前述评估分析，地形地貌景观破坏主要表现为露天采场挖损，临时排土场、矿山道路、生产生活区压占破坏原有地形地貌，可采取的主要措施有绿化、土地复垦，恢复原有植被，均属于比较成熟的矿山地质环境恢复治理工程技术，因此治理工程的实施在技术上是有保证的。

（4）水土污染治理可行性分析

根据前述评估分析，本项目土壤污染较轻。只需按规定做好三废收集与处理，技术简单，经济可行。本项目拟采取的矿山地质环境治理工程技术成熟，施工难度一般，经济可行。随着现代科学技术的进一步发展，矿山地质环境治理的措施将更加完善。

2.经济可行性分析

（1）资金保障

矿山生态修复工程费用由造成矿山地质环境问题的矿山企业承担。矿山企业要列支专项经费进行矿山环境的保护与治理。经费要结合方案实施进度统筹安排，做到专款专用，保证经费足额及时到位，确保实现矿山环境综合治理的防治目标。采矿权人及时缴存矿山地质环境恢复治理基金，由政府监管，专款专用，遇到资金不足时，采矿权人及时缴纳不足部分。

（2）材料供应

本项目所需器械、生产材料类别简单，在嘉鱼县供应数量充足，矿山交通运输条件较方便，项目生产物资容易获取。

（3）劳动力市场

嘉鱼县高铁岭镇九龙村当地剩余劳动力充足，本项目劳动技术类别属简单类型，参加施工人员经过简单安全、技能培训后即可参加工作。

综上，本矿山地质环境恢复治理在技术上、经济上是完全可行的。

3.生态环境协调性分析

（1）对水资源影响分析

生产生活废水全部循环使用，不外排，项目符合环保要求，对水资源影响很小，不会污染地表水体和地下水源。后期通过加强监测，严格按照开采方案开采，做好水资源保护即可。

（2）对土壤资源影响分析

矿山地面工业场地内的土壤长期受到机械设备和建筑物的压占，土壤空隙会变小，饱和含水量下降，土壤保水保肥性能减弱，同时也将影响生物

与土壤间的物质交换，破坏土壤中的有机质，使土壤的生产能力降低。以上影响均可以通过土地复垦工程，有效恢复这些受损土地的功能，减少水土流失，美化矿区生态环境。

（3）对植物的影响分析

矿区林草茂盛，呈中山区林地生态系统，主要为灌、林混生型植被，矿山地面工业场地、采场、矿山道路及办公生活区均会破坏一定量的植被。由于项目区野生植物品种较少，没有发现国家重点保护植物，但矿山开采损毁面积大。因此，矿山的开采对原有植被组成的影响较大。从植物种类来看，在施工期和生产期，破坏植被或影响的植物均为广布种和常见种，且分布也较均匀。尽管矿区建设会使原有的局部损失，但不会使项目区植物群落的种类组成发生变化，也不会造成某一物种在矿区范围内的消失。本项目实施的全过程及各项工程活动中，需要加强对植被的保护，重视绿化和植被恢复工作，以改善或补偿该区域的植被破坏带来的不利影响。

（4）对野生动物影响分析

① 矿山生产期对野生动物资源影响分析

矿山生产期及土地复垦工程实施会对野生动物资源产生影响。工程施工过程中，施工人员的活动和机械噪声等将会使施工区及周围一定范围内野生动物的活动和栖息产生一定的影响，引起野生动物局部的迁移，使其群落组成和数量发生一定变化。施工区域内自然植被的损毁，会使一些野生动物失去部分觅食地、栖息场所和活动区域，对野生动物的生存环境产生轻微的不利影响。总之，项目建设不会使项目区野生动物物种数发生变化，其种群数量也不会发生变化。况且，项目区内野生动物种类较少，缺少大型野生哺乳动物，现有的野生动物多为一些常见的鸟类及昆虫，无国家保护动物，因此这种不利影响是轻微的。

② 矿山生产结束后对野生动物资源影响分析

矿山生产结束后，随着土地复垦规划的落实，水土保持工作中工程措施

与生物措施的逐步实施，将使原有环境的局部生态条件得以改善，增加更多适宜野生动物生存的生态位。同时，人工植树绿化，选择适宜当地环境的植物物种，淘汰了老弱个体，引进适应性强、综合效益高的新品种，增加系统中物种多样性，有利于物种竞争。可以预测，矿山生产结束后，随着生态恢复工作的持续进行，矿区的生态环境将逐步得到改善，生态系统向群落演替的稳定阶段发展，原有的野生动物栖息与生活的环境将得到改善。

（5）对自然生态体系完整性的影响分析

矿山开采将会对地形地貌造成一定的破坏，主要表现为采场挖损土地、工业场地、矿山道路压占土地，使矿区原有的地形地貌发生变化，从而使项目区的景观生态结构发生变化。矿山开采期间可以通过一系列的防治措施减少水土流失，使生态保护措施具有科学性、阶段性、可操作性。

综上所述，本项目的实施对区域自然生态体系的质量影响较大。

（二）目标方向可行性分析

1.土地复垦区与复垦责任范围

根据前文分析，矿山工程设施主要划分为 5 个参评单元，即采矿场基底、采矿场边坡、矿山道路、工业场地、原加工场地及办公生活区，损毁土地资源总面积为74.7135hm^2,损毁原地类为其他园地、乔木林地、灌木林地、其他林地、工业用地、采矿用地、农村宅基地、农村道路和设施农用地。

根据《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/1031.1-2011），建设项目的复垦区是指损毁土地和永久性建设用地构成的区域。土地复垦责任范围是指复垦区中损毁土地及不再使用的永久性建设用地构成的区域。

本项目的复垦区范围包括即采矿场基底、采矿场边坡、矿山道路、工业场地、原加工场地及办公生活区损毁土地全部纳入复垦责任范围，因此，土地复垦责任面积为 74.7135hm^2，设计复垦率为 100%。

2.土地复垦适宜性评价

（1）适宜性评价原则

① 符合国土空间总体规划、并与其他规划相协调

在确定损毁土地利用方向时，不仅要考虑其自然条件和损毁状况，还应严格遵守区域国土空间总体规划，着眼地区社会经济和矿区生产建设发展状况，以做到与国土空间总体规划不脱节，与其他相关规划相协调。

② 因地制宜原则

矿山是一个由多种要素组成的复杂的开放生态系统，土地要素的不同组合及作用的消长构成了复杂多样的土地类型，遭到损毁的土地其利用方向受周围环境多种条件的制约。根据土地损毁前地类以及破坏现状，结合当地实际情况，做到因地制宜，宜农则农，宜林则林，宜草则草，合理确定损毁土地的利用方向。

③ 综合效益最佳原则

在确定被损毁土地复垦利用方向时，还应考虑综合效益最佳，对复垦区内各种地类、设施全面规划，综合治理，确保综合效益最佳。

④ 主导性限制因素与综合平衡原则

影响土地利用方向的因素包括自然条件、损毁状况、社会需求、经济基础等，但各种因素对土地复垦利用的影响程度不同，应选择其中的主导因素作为评价的主要依据，按主导因素确定其适宜的利用方向，并综合考虑其它各因素。

⑤ 复垦后土地可持续利用原则

土地可持续利用包含两层含义，一是土地资源本身的高效持续利用，二是土地资源与社会其他资源相配合，共同支撑经济、社会持久发展。土地复垦适宜性评价要建立在区域平衡的基础上，要有长远性，要考虑环境的适宜性，最重要的是追求土地质量的平衡，确保土地持续有效利用。

⑥ 经济可行、技术合理性原则

土地复垦适宜性评价要建立在经济可行技术合理的前提下，科学确定复垦土地用途，在充分考虑企业效益，以最小的复垦投入和最科学的复垦技

术从待复垦土地中获取最佳的经济效益、生态效益和社会效益。

⑦ 社会因素和经济因素相结合原则

土地区位与交通条件是土地的重要社会经济因素，区位条件是决定土地利用方向、集约利用程度和土地生产力的重要因素。交通条件对充分发挥地区性土地资源优势十分重要。

（2）待复垦土地可行性评价依据

土地适宜性评价就是评定土地对于某种用途以及适宜的程度，它是进行土地利用决策，确定土地利用方向的基本依据。参考的法规与标准：

①《中华人民共和国环境保护法》；

②《中华人民共和国环境影响评价法》；

③《规划环境影响评价技术导则（试行）》（HJ/T130-2003）；

④《开发区区域环境影响评价技术导则》（HJ/T131-2003）；

⑤《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；

⑥《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192-2006）；

⑦《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

⑧《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）；

⑨《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000）；

⑩《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）。

（3）待复垦土地适宜性评价

本次适宜性评价按照如下步骤进行，见图 3-6。

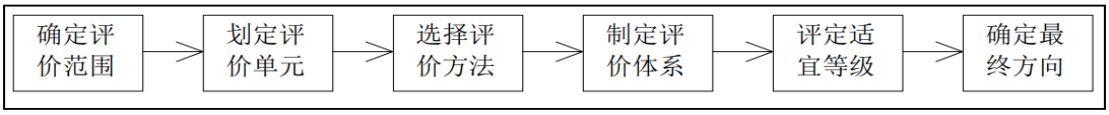


图 3-6 适宜性评价步骤

① 复垦范围的界定

根据矿山土地损毁分析，复垦责任区面积为 74.7135hm^2，位于由采矿权拐点控制范围内和范围外，具体复垦区范围见附图。

② 评价单元的划分

参评单元一般是按照将损毁方式、程度相同，内外部特征相同或相近的损毁地块作为同一参评单元，便于合理的确定各参评单元参评因子的赋值、使确定的复垦方向更贴近于实际。

根据九龙山矿段实际情况，评价单元以土地利用类型为基础划分，主要是采矿场、矿山道路、工业场地、原加工场地及办公生活区 4 种类型。同时考虑采矿场开采终了后，地形坡度的差异，其中基底基本平整，而采场边坡为多级台阶状态，故将采矿场分为采矿场基底和采矿场边坡两个评价单元；因此，最终采用采矿场基底、采矿场边坡、矿山道路、工业场地、原加工场地及办公生活区 5 个参评单元进行评价。

注：本项目设置为临时排土场，设置在采矿东侧底盘内，采矿活动结束后，临时排土场内的表土将用于矿山复绿工程，临时排土场即并入采坑基底单元随之消失，故不在纳入参评单元。

各参评单元的情况见表 3-28。

表 3-28 各参评单元情况表

评价单元		损毁方式	损毁面积（hm^2）	主要原地类
采矿场	采场基底	挖损	48.0588	其他园地、乔木林地、灌木林地、其他林地、工业用地、采矿用地、农村宅基地
	采场边坡		15.8844	其他园地、乔木林地、灌木林地、其他林地、工业用地、采矿用地、农村宅基地
工业场地		压占	6.2126	其他园地、乔木林地、农村宅基地、设施农用地
矿山道路		压占	0.5832	其他园地、乔木林地、其他林地、农村道路
原加工场地及办公生活区		压占	3.9745	乔木林地、其他林地、采矿用地

③ 评价体系和评价方法的选择

a.评价方法的确定

本方案适宜性评价采用极限条件法。极限条件法即由诸多选定评价因子中，评价因子适宜性等级最小（即限制性等级最大）的因子决定土地适宜性等级。极限条件法的计算公式为：

$$Y_i=\min(Y_{ij})$$

式中：Y_i——第 i 个评价单元的最终分值；

Y_{ij}——第 i 个评价单元中的第 j 参评因子的分值。

b.评价指标体系的确定

对评价单元的评价首先定性判断评价单元的土地适宜类，然后根据主导评价因素，将各适宜类分为四级，依次分别表示：适宜（1）、较适宜（2）、一般适宜（3）和不适宜（N）。等级越高，复垦整治的难度越大，所需费用也越多。

根据上述分析，结合复垦区土壤质地、土壤有机质以及土壤厚度等相关情况，结合土地利用现状中道路、地形等因素确定待复垦土地适宜性评价指标体系，见表 3-29。

表 3-29　待复垦土地评价指标体系表

适宜性评价限制因素分级			适宜性		
序号	参评因子	分级指标	宜耕	宜林	宜草
1	土地损毁程度	轻度	1	1	1
		中度	2	2	1 或 2
		重度	2	2 或 3	2 或 3
2	有效土层厚度(cm)	>50	1	1	1
		≤50，＞30	2	1	1
		≤30，＞10	3	2	1
		≤10	N	3	2
3	土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤粘土	1	1	1
		沙壤土、粘壤土	2	1	1
		砂砾质粘壤土、砂砾质壤粘土、沙土	2 或 3	1 或 2	1 或 2
		砂砾质壤土	3	2 或 3	2 或 3
		石质	N	N	N
4	排水条件	不淹没或偶尔淹没、排水好	1	1	1
		季节性短期淹没、排水较好	2	2	2
		季节性较长期淹没、排水差	3	3	3
		长期淹没、排水条件很差	N	N	N
5	灌溉条件	有稳定灌溉条件干旱、半干旱土地	1	1	1
		灌溉水源保证差干旱、半干旱土地	3	2	2

适宜性评价限制因素分级			适宜性		
序号	参评因子	分级指标	宜耕	宜林	宜草
		无灌溉水源保证干旱、半干旱土地	3	3	3
6	有机质含量(%)	>1.0	1	—	—
		≤1.0，>0.6	2	—	—
		≤0.6，>0.4	3	—	—
		≤0.4	N	—	—
7	交通条件	交通便利，在道路旁边	1	—	—
		交通便利，但距离道路有一定距离	2	—	—
		交通不便，周边无道路相通	3	—	—
8	地形坡度(°)	＜6	1	1	1
		≥6，＜15	2	1	1
		≥15，＜25	3	2	2
		≥25	N	3	2 或 3

④ 适宜性等级的评定

复垦区损毁后的土地自然条件较差，限制性因素较多，本次适宜性评价采用极限条件法评价土地的适宜性，根据各个评价单元的性质，对照表 5-12 所确定的宜耕、宜林和宜草评价标准，对其进行逐项比配，可得到各个评价单元的评价因子取值。评价因子取值见表 3-30 至表 3-34。

表 3-30　参评单元采场基底评价结果表

编号	参评因子	参评单元特性	宜耕	宜林	宜草
1	土地损毁程度	重度	2	2	2
2	有效土层厚(cm)	30	3	2	1
3	土壤质地	砂砾质粘壤土	3	2	2
4	排水条件	不淹没或偶尔淹没、排水好	1	1	1
5	灌溉条件	有稳定灌溉条件干旱、半干旱土地	1	1	1
6	有机质含量(%)	≤1.0，>0.6	2	—	—
7	交通条件	交通便利，在道路旁边	1	—	—
8	地形坡度(°)	0～6	1	1	1
限制性因子		—	损毁程度、排水条件	排水条件	排水条件
评价结果		—	2	2	2

表 3-31　参评单元采场边坡评价结果表

编号	参评因子	参评单元特性	宜耕	宜林	宜草
1	土地损毁程度	重度	N	2	2
2	有效土层厚度(cm)	30	3	2	1
3	土壤质地	砂砾质粘壤土	3	2	2
4	排水条件	不淹没或偶尔淹没、排水好	1	1	1
5	灌溉条件	有稳定灌溉条件干旱、半干旱土地	1	1	1
6	有机质含量(%)	≤1.0，＞0.6	2	—	—
7	交通条件	交通便利，在道路旁边	1	—	—
8	地形坡度(°)	＞25°	N	2	2
限制性因子		—	损毁程度、地形坡度	地形坡度	无
评价结果		—	N	3	3

表 3-32　参评单元工业场地评价结果表

编号	参评因子	参评单元特性	宜耕	宜林	宜草
1	土地损毁程度	轻度	1	1	1
2	有效土层厚度(cm)	50	2	1	1
3	土壤质地	砂砾质粘壤土	2	2	2
4	排水条件	不淹没或偶尔淹没、排水好	1	1	1
5	灌溉条件	有稳定灌溉条件干旱、半干旱土地	1	1	1
6	有机质含量(%)	≤1.0，＞0.6	2	—	—
7	交通条件	交通便利，在道路旁边	1	—	—
8	地形坡度(°)	0～6	1	1	1
限制性因子		—	土地损毁程度、灌溉条件	无	无
评价结果		—	2	2	2

表 3-33　参评单元矿山道路评价结果表

编号	参评因子	参评单元特性	宜耕	宜林	宜草
1	土地损毁程度	轻度	1	1	1
2	有效土层厚度(cm)	30	3	2	1
3	土壤质地	砂砾质粘壤土	2	2	2
4	排水条件	不淹没或偶尔淹没、排水好	1	1	1
5	灌溉条件	灌溉水源保证差干旱、半干旱土地	3	2	2
6	有机质含量(%)	0.4～0.6	2	—	—

编号	参评因子	参评单元特性	宜耕	宜林	宜草
7	交通条件	交通便利，在道路旁边	1	—	—
8	地形坡度(°)	6～15	1	1	1
限制性因子		—	有效土层厚度、灌溉条件、有机质含量	无	无
评价结果		—	3	2	2

表 3-34　参评单元原加工场地及办公生活区评价结果表

编号	参评因子	参评单元特性	宜耕	宜林	宜草
1	土地损毁程度	轻度	1	1	1
2	有效土层厚度(cm)	50	2	1	1
3	土壤质地	砂砾质粘壤土	2	2	2
4	排水条件	不淹没或偶尔淹没、排水好	1	1	1
5	灌溉条件	有稳定灌溉条件干旱、半干旱土地	1	1	1
6	有机质含量(%)	≤1.0，＞0.6	2	—	—
7	交通条件	交通便利，在道路旁边	1	—	—
8	地形坡度(°)	0～6	1	1	1
限制性因子		—	土地损毁程度、灌溉条件	无	无
评价结果		—	2	2	2

根据各评价单元对宜耕、宜林、宜草的综合评价，可初步确定评价单元的复垦利用方向，同时参考以下政策因素、自然因素和公众因素：

a.复垦方向参考当地的土地利用总体规划，要与当地土地利用总体规划相协调。

b.通过公众调查，按照公众意愿，受访公众基本都支持项目的建设和土地复垦工作的开展，同时居民比较关注当地的环境问题，希望保持或改善当地的生态环境。因此，本方案主要考虑逐步改善土地的质量；提高当地的林草覆盖面积；林地经济效益高于草地，优先选择林地。

表 3-35　待复垦土地适宜性评价结果表

评价单元	面积（hm^2）	评价结果取值			适宜方向
		宜耕	宜林	宜草	
采矿场基底	48.0588	2	2	2	宜耕、宜林、宜草
采矿场边坡	15.8844	N	2	2	宜草、宜林

工业场地	6.2126	2	2	2	宜耕、宜林、宜草
矿山道路	0.5832	3	2	2	宜林、宜草
原加工场地及办公生活区	3.9745	2	2	2	宜耕、宜林、宜草
合计	74.7135				

（4）复垦后土地利用方向的确定

复垦后土地利用方向主要依据土地适宜性评价确定的复垦方向，在一个参评单元同时适宜两个或者两个以上的级别时，应首先考虑其可耕性和最佳综合效益，选择最佳的利用方向，根据被损毁的土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益，即根据区域土地利用总体规划的要求，合理确定土地复垦方向。

根据适宜性评价计算的结果（表 5-18），并结合参评单元周边环境等因素综合确定：采场基底复垦为旱地+乔木林地，根据边坡高度，终了边坡坡角，算出滚石动能在 5-47 米，因此将采场边坡底 20-60 米的区域复绿为乔木林地，作为安全缓冲区，此外其它区域复垦为旱地；采场边坡复垦为其他林地；工业场地复垦为旱地；矿山道路为方便周边村民出行复垦为农村道路；原加工场地及办公生活区复垦为旱地。详见表 3-36。

表 3-36　复垦区土地复垦方向统计表

评价单元	复垦方向	复垦面积（hm^2）
采场基底	旱地+乔木林地	48.0588
采场边坡	其他林地+其他草地	15.8844
工业场地	旱地	6.2126
矿山道路	农村道路	0.5832
原加工场地及办公生活区	旱地	3.9745
合计	旱地	46.6141
	乔木林地	11.6318
	其他林地	3.6872
	其他草地	12.1927
	农村道路	0.5832
	小计	74.7135

（5）生态修复目标

依据土地复垦适宜性评价，通过对不同评价单元的汇总分析，复垦责任范围内土地面积为 74.7135hm^2，复垦为旱地及乔木林地、草地，复垦率为100%。矿区生态修复目标及土地利用变化见表 3-37。

表 3-37　复垦前后土地利用结构调整表

一级类		二级类		面积（hm^2）	
				复垦前	复垦后
01	耕地	0103	旱地	0.0000	46.6141
02	种植园用地	0204	其他园地	4.1572	
03	林地	0301	乔木林地	3.2228	11.6318
		0305	灌木林地	6.0495	
		0307	其他林地	16.2064	3.6872
04	草地	0404	其他草地	0.0000	12.1927
06	工矿用地	0601	工业用地	0.2429	
		0602	采矿用地	42.5099	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.8202	
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.8879	0.5832
12	其他土地	1202	设施农用地	0.6167	
合计				74.7135	74.7135

3.水土资源平衡分析

（1）土资源平衡分析

根据复垦单元的损毁程度等自身因素分析并结合土源供应状况、周边环境等外在因素，各复垦单元具体覆土标准如下：

采矿场基底：场地内基本无土壤层和风化层，按照 70cm 的标准均匀覆土，面积 48.0588hm^2。

采矿场边坡：露天采场边坡面积为 15.8844hm^2，其中平台面积为3.6872hm^2，平台覆土厚度 50cm。下部≤30°的缓坡上覆土厚度 30cm。

工业场地：场地内均含有一定量的土层或风化层，按照 70cm 的标准均匀覆土，面积为 6.2126hm^2。

矿山道路：复垦为机耕路，采用穴坑覆土方式，面积为 0.5832hm^2。

原加工场地及办公生活区：场地内均含有一定量的土层或风化层，按照70cm的标准均匀覆土，面积为3.9745hm^2。

各地块表土需求详见表3-38。

表3-38　表土需求量统计表

名称	损毁面积（hm^2）	需覆土面积（hm^2）	复垦方向	覆土方式	覆土标准	覆土量（m^3）
采场底盘	48.0588	36.1836	旱地	全面覆土	65cm	235193.4
		11.8752	乔木林地	全面覆土	70cm	83126.4
采场边坡	15.8844	平台3.6872	其他林地	全面覆土	50cm	18436.0
		≤30°边坡8.7681	其他草地	全面覆土	30cm	26304.3
		>30°边坡3.4291	/	/	/	/
工业场地	6.2126	6.2126	旱地	全面覆土	70cm	43488.2
矿山道路	0.5832	/	农村道路	穴坑覆土	口径80cm深度60cm	191.2
原加工场地及办公生活区	3.9745	3.9745	旱地	穴坑覆土	70cm	27821.5
合计	74.7135		-	-		434561.0

根据开采方案，本项目剥离土方量约43.2万立方米，优先用于矿区各损毁单元生态修复覆土，覆土总需求量43.5万立方米，土方缺口约0.3万立方米。项目将优先优化开采时序、土方调配方案，最大限度盘活场内可用土方，尽可能缩小土方缺口；确需补充的土方，可在周边村镇从合规取土场外购，外购土源选用符合复垦覆土质量要求的素土，进场前开展土壤质量检测，确保土壤理化指标、污染物含量满足植被种植及土地复垦相关标准，严禁采用污染土、淤泥、建筑垃圾等不合格土体；土方运输及堆放阶段同步落实防尘、防流失措施。

（2）水量供求平衡分析

复垦各单元工程用水主要采用大气降水，降雨入渗补给量与降雨强度、降雨的雨型、降雨前的土壤状况及地下水等诸多因素有关。简化计算公式如下：

W_1=0.001KPA

式中：W_1：降雨入渗补给量，m^3；

K：降雨入渗补给系数，取当地参考值 0.4；

P：设计年降雨量，本方案采用项目区所在地年平均降雨量 1600mm

A：降雨入渗补给面积，m^2，本项目区 A=255355m^2。

因此，本项目年供水量约为 W_1=163427.2m^3。

本复垦区内需水量主要包括矿山工作人员生活用水、工业用水和农业灌溉用水。项目区矿山工作人员生活用水取自市政自来水。因工业种类、设备、工艺水平不同，估算本矿山年工业用水约 100000m^3。根据植被结构、面积和灌溉定额确定本地区的灌溉用水量：Wc=mAn

式中：W_c：项目区灌溉用水总量，m^3；

m：综合毛灌溉定额，本方案取 250m^3/hm^2；

A：灌溉面积，本方案需灌溉面积约 70.1558hm^2；

n：复种指数，方案取 3。经计算得 W_c=15234m^3。

根据以上数据，统计年均需水量约 231274m^3。

经上述计算，矿山供水条件能够满足矿山用水的需要。此外，矿区周边有九垅水库和大岩水库。且矿山有接通当地自来水，灌溉用水及生活用水皆满足要求。

4.土地复垦质量要求

（1）制定依据

本方案主要在参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）等相关技术规范的基础上，结合项目区原来不同土地利用类型的土壤理化性质，制定土壤复垦质量，并不低于项目区土地利用类型的土壤质量和生产力水平。

（2）土地复垦技术质量控制原则

① 符合项目区国土空间总体规划及土地复垦规划，强调服从国家长远利益，宏观利益。

② 依据技术经济合理的原则，兼顾自然条件与土地类型，选择复垦土

地的用途，因地制宜，综合治理。宜农则农， 宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔，宜建设则建设。条件允许的地方，应优先复垦为农用地。

③ 土地复垦质量制定不宜低于原（或周边）土地利用类型的土壤质量与生产力水平。

④ 复垦后地形地貌与当地自然环境和景观相协调。

⑤ 保护土壤、水源和环境质量，保护生态，防止水土流失，防止次生污染。

⑥ 坚持经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

（3）复垦质量要求

本次复垦根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）表 D.3（长江中下游平原区土地复垦质量控制标准）及有关技术规定，结合各地块适宜性评价确定的复垦方向，制定复垦草地和乔木林地工程标准如下：

① 旱地工程标准：复垦后地形田面坡度≤15°，土壤质量有效土层厚度≥50cm，土壤容重≤1.4g/cm3，土壤质地为砂质壤土至壤质粘土，砾石含量≤15%，pH 值 5.5-8.5，有机质含量≥1%，电导率≤2dS/m。配套的排水、道路、林网设施达到当地各行业工程建设标准要求。旱地生产力水平亩均产量三年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

② 林地工程标准：复垦后林地的有效土层厚度控制在 30cm 以上，土壤容重不大于 1.5g/cm3，砾石含量不大于 30%，pH 值保持在 5.0～8.5 之间，有机质含量不小于 1%，定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607），郁闭度不小于 0.35。

③ 草地工程标准：修整局部危险边坡，修整原则为坡面无浮石、危岩，坡角不大于 55 度。台阶覆土 50cm，内侧留 40cm 间隙作为排水沟。进行植被恢复，选取当地生命力较强的草种进行撒播。

（三）边开采、边修复可行性分析

九龙山矿段采用山坡露天开采方式，设计自上而下水平分层台阶式开

采，同一水平工作面按开采设计有序推进，上部台阶保持规定超前关系，开采作业自+114m 凿岩平台逐级向下推进至+39m 底盘。矿山开采时序分段清晰，不同开采台阶、不同生产区域的损毁时序相对独立，为分区、分阶段实施生态修复创造了空间条件。

本方案坚持“预防为主、防治结合，在开发中保护、在保护中开发”原则，落实边开采、边修复管控要求。结合矿山年度采剥计划，同步编制分期生态修复实施计划，根据开采进度、各阶段地质环境问题发育特征及土地损毁时序差异化布置治理与复垦工程。对于开采结束、达到终了境界，且不再承担运输、排水、安全保障功能的台阶平台，可在下部台阶持续生产期间，先行开展危石清理、截排水系统布设、覆土及植被重建等修复工程；仍承担开采运输、作业通行等生产功能的平台与边坡，优先布设截排水、拦挡、临时防护措施，实施临时绿化管护，待功能解除后再开展永久性生态修复。

矿山开采与修复时序可实现有效衔接，推行“终了一段、修复一段、验收一段”的实施模式。开采剥离表土集中堆存管护，优先回用于本矿区覆土需求，土方调配条件可控；修复工程与采矿生产作业分区错开，在保障露天开采安全的前提下，修复工作面与采矿工作面互不干扰。综上，本矿段开采工艺、布局及时序条件能够支撑边开采、边修复实施，具备开展边开采边生态修复的可行性。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）生态修复分区

本方案生态修复分区根据前文恢复治理分区及土地复垦适宜性评价单元综合确定，主要分为露天采坑、工业场地、矿山道路、原加工场地及办公生活区 4 个区域。

（二）修复时序安排

矿山开采造成的破坏是一个连续的过程，同时生态修复工作也是连续

多年修复工作。对于工业场地在闭坑后即可进行拆除，开展生态修复工作。

表 3-39 生态修复时序情况表

土地损毁环节	损毁形式	修复时序
矿山开挖	挖损	生产期
工业场地	压占	闭坑后
矿山道路	压占	闭坑后
原加工场地及办公生活区	压占	闭坑后

（1）2026 年 10 月至 2028 年 5 月为矿山基建期，基建期坚持预防为主，严格控制施工扰动范围，优先布设临时截排水、拦挡、覆盖等防护工程；规范表土剥离与堆存防护，开展边坡及地表变形监测，及时消除边坡滑塌、坡面侵蚀等隐患。对完工后不再使用的临时占地及时清理平整、分期实施生态修复与土地复垦；同步开展水质、植被覆盖度、土地损毁等动态监测，落实边基建、边防护要求，严控新增生态损毁。

（2）2028 年 6 月至 2037 年 4 月为矿山生产期，对矿区预测开挖扰动范围开展边坡位移、地表变形监测；配套布设拦挡固坡、截排水、警示标识等防护工程；对发现的边坡滑塌、坡面侵蚀、岩溶塌陷等地质灾害隐患及时开展治理；严格落实“边开采、边修复、分区分期修复”要求，随开采时序对成型的终了平台、已稳定损毁压占区域分期开展生态修复和土地复垦，预期复垦修复面积 15.8844hm²；同步对矿区及周边水质、水量、地形地貌、植被覆盖度、土地损毁状况开展全过程动态监测。

（3）2037 年 5 月至 2038 年 4 月为闭坑恢复治理期。

矿山闭坑，按照本方案设计的矿区生态修复工作进行，包括建筑物的拆除、建筑垃圾的处理、表土运输、表土回填、乔木种植、撒播草籽及土壤培肥等工作，预期复垦面积 58.8291hm^2。做好预测采空塌陷范围进行地表变形监测和宏观巡视及水质监测工作，对地质灾害进行预测预报。

（4）2038 年 5 月至 2041 年 4 月：管护期。

（5）2041 年 5 月以后：复垦地块的交付使用及自然恢复期。

四、采矿用地与复垦修复安排

根据前文所述，矿山复垦责任范围面积约 74.7135hm^2，土地类型为园地、林地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地和其他土地。矿区用地复垦修复安排见表 3-40。

表 3-40 矿区用地（含临时使用土地）与复垦修复计划表

用地信息							复垦修复计划				
序号	原地类	范围	面积（hm^2）	质量	是否为临时地	批准（计划）使用期限（年月日-年月 日）	目标地类	范围	面积（hm^2）	质量	批准（计划）修复期限（年月日- 年月日）
1	其他园地		4.1572			2026 年 10 月-2038 年 4 月	旱地		4.1572	3 等	2026 年 10 月-2038 年 4 月
2	乔木林地		3.2228			2026 年 10 月-2038 年 4 月	乔木林地、其他林地		3.2228		2026 年 10 月-2038 年 4 月
3	灌木林地		6.0495			2026 年 10 月-2038 年 4 月	乔木林地、其他林地、其他草地		6.0495		2026 年 10 月-2038 年 4 月
4	其他林地		16.2064			2026 年 10 月-2038 年 4 月	旱地、乔木林地、其他林地、其他草地		16.2064	3 等	2026 年 10 月-2038 年 4 月
5	工业用地		0.2429			2026 年 10 月-2038 年 4 月	其他林地、其他草地		0.2429		2026 年 10 月-2038 年 4 月
6	采矿用地		42.5099			2026 年 10 月-2038 年 4 月	旱地、乔木林地、其他林地、其他草地		42.5099	3 等	2026 年 10 月-2038 年 4 月
7	农村宅基地		0.8202			2026 年 10 月-2038 年 4 月	旱地、其他林地、其他草地		0.8202	3 等	2026 年 10 月-2038 年 4 月
8	农村道路		0.8879			2026 年 10 月-2038 年 4 月	旱地、农村道路		0.8879	3 等	2026 年 10 月-2038 年 4 月
9	设施农用地		0.6167			2026 年 10 月-2038 年 4 月	旱地		0.6167	3 等	2026 年 10 月-2038 年 4 月
10	合计		74.7135						74.7135		

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

（一）敏感目标保护

项目区南侧有±800kV 锦苏线、复奉线经过，距离采矿权边界 337.5m、443.3m；东侧有 220kV 曲兰线经过，距离采矿权边界 300m，除此以矿区附近没有需要保护的耕地、永久基本农田、基本草原、公益林、自然保护区、生态保护红线、珍贵物种、人文景观、文物、重要基础设施等敏感目标。矿区 500 米范围内无其他矿业权设置情况。

对于电力线路的保护，矿山已编制了《嘉鱼县九龙山一碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段南侧土 800kV 锦苏线、复奉线保护方案》和《嘉鱼县九龙山一碳坡山矿区石厌岩白云岩矿九龙山矿段东侧 220kV 曲兰线保护方案》并报送相关电力主管部门，相关单位分别以“鄂送变电公司便 运维字[2021]24 号”和“鄂金发 [2021]16 号”函予以批复同意，矿山在开采过程中将严格落实批复保护方案要求，对电力线路保护范围内区域实施控制爆破，最大限度降低矿山开采活动对电力线路安全运行的扰动风险。

（二）表土剥离与植被移植利用

1.表土剥离

表层土壤是经过多年植物作用而形成的熟化土壤，是深层生土所不能替代的，对于植物种子的萌发和幼苗的生长有着重要用好表层的熟化土壤。首先要把剥离的表土放在合适的位置贮存并加以养护以保持其肥力；待复垦结束后，再平铺于土地表面，使其得到充分、有效的利用。

2.表土剥离时序

依据《开采方案》，矿山采用自上而下水平分台阶开采，台阶高度 15m。首采区布置在矿区范围内中南部的+99m 平台，+114m 平台为凿岩平台。基建期先对首采区+114m 以上表土及覆盖层进行削顶剥离，形成基建剥离平台。

表土剥离应遵循“采剥并举、剥离先行”的原则，坡顶坡积土和强风化层采用挖掘机超前剥离，表土剥离终了边坡按 45°留设，不得超挖。剥离表土按开采进度分期实施，优先用于矿山道路维护、终了平台复绿及后续生态修复，暂不能利用的表土集中堆存并采取拦挡、排水和覆盖养护措施。

（三）相关协同措施

1.矿山地质灾害预防措施

（1）崩塌、滑坡地质灾害预防措施

① 合理规划和安排露天开采活动，严禁乱掘乱采、越界开采；

② 严格做好大地形变监测及人工巡视工作；

③ 在矿山危险区域边界设置警示牌；

④ 边坡终了之后开展边坡复绿工作。

（2）泥石流地质灾害预防措施

① 及时清理危岩、浮石；

② 做好采场排水工作。

（3）岩溶塌陷地质灾害预防措施

① 修筑截排水沟，做好采坑及边坡排水工作；

② 严格做好大地形变监测及人工巡视工作。

2.含水层保护措施

（1）生产过程中自始至终都要认真做好水文地质工作，切实掌握水文地质情况，保证矿井安全施工和生产。

（2）生产废水、生活污水处理后再行排放，保护地下水资源。

3.土地、地形地貌景观保护恢复措施

矿山露天采坑、矿山道路破坏了土地，破坏了地形地貌景观，且造成原生植被不同程度的毁坏，为此应积极开展植被恢复，恢复破损土地及地形地貌景观，维持良好生态环境。根据采矿后形成占用和破坏土地的地形、地貌现状，并结合采矿工程特点，对破坏土地进行覆土、植被恢复。

（1）土地和景观保护首先要严格用地，尽量少压占土地和植被，其次，建设用地尽量占用不适宜植物生长的地段，对珍贵树种要挂牌保护，决不能砍伐。

（2）矿山应做到边开采边治理，及时恢复植被，尽量减少山体破损、岩石裸露。

（3）植被恢复遵循“因地制宜，因矿而异”原则，在树种选择上要与当地自然环境、气候条件、土石环境相适宜。造林密度应以造林目的、树种特性、土地条件为依据， 根据《造林技术规范》（GB/T15776-2006）确定。

（4）植被种植宜根据季节、气候条件，在覆盖土石方工程完成后选择适宜时间开展，避免高温、暴雨和寒冷季节施工。播植后要进行良好保育，加强保水保温，保持地面播植面潮湿，在成活后视情况进行补植护理，通过补植和加强水肥管理，使树木成活率达到预期要求。树木间可开槽沟填补肥料播草籽，提高复绿率。

4.水土环境污染预防措施

根据本矿山水土环境污染现状及预测评估，本方案提出以下预防措施：

（1）加强对处理后矿区涌水和生活废水的水质监测，并提高循环利用水平，减少废水的排放，避免废水的排放对水土环境的影响。

（2）加强废石等固体废弃物循环利用水平，尽量做到零排放，减少废弃物淋溶水对水土环境的影响。

（3）加强周边水土环境监测，密切关注其质量变化，以便及时发现问题及时采取措施。

（4）对生产设计定期检查和维护，保持环保设施的正常运行，减少由于生产事故造成的水土环境污染。

二、修复措施

（一）地貌重塑

根据九龙山矿段现状下存在矿山地质灾害、地形地貌景观等矿山地质环境问题以及预测可能引发的其它矿山地质环境问题，同时充分考虑该矿山周边环境状况与矿山实际生产情况等，按照“技术可行、经济合理、方便实用”的原则,通过地质灾害及隐患的有效治理，为矿山地质环境保护打好基础，进而改善矿山地质环境、生态环境，构建“绿色矿山”，为矿山及周围社会经济发展提供保障。

为系统性消除采矿引发的地质安全隐患、恢复自然地形轮廓，地貌重塑工程将遵循“除险固坡、整地塑形、生态衔接”的技术路径分阶段实施。根据项目区实际情况，建议采取以下几种工程技术措施：

1.边坡治理及外围拦挡工程

根据矿床开采设计，矿山开采过程中，将形成高陡边坡，局部节理、裂隙较发育或软弱夹层带可能发生崩塌地质灾害，因此本方案设计对采场进行治理，治理的方案主要为清理边坡上浮石、危石。矿山在进行边坡治理前应进行边坡稳定性调查评价，对不稳定地段采用削方、清方予以治理。边坡清理的浮石可进行综合利用，因此，后期费用估算，该项治理费用不算为恢复治理费用。另外考虑在采坑南侧和北西侧修建永久防护栏，防护栏总长2450 米。主要是防止人畜进入采坑陡坎边缘，失足跌入采坑，造成人畜伤害。防护栏设计详见附图 12 永久防护栏大样图。

2.封边墙工程

为防治矿区进一步开采导致水土流失，造成边坡失稳等破坏，矿山未来需对采区平台设置封边墙。封边墙设置在平台外边侧 0.5m 处，长度总计5168m，结构均为混凝土结构，宽 250mm，高 500mm，封边墙采用 C25 混凝土浇筑,HRB400Φ16(热轧带肋钢筋)竖筋入基岩不得小于 500mm,按间距 500mm 布置；箍筋采用 Φ8mm 钢筋（HPB300）按间距 200mm 布置；沿封边墙底部布

设一排泄水孔，距地面 150mm，泄水孔倾角 5°，倾向墙外，采用 Φ50mmPVC 排水管，孔内保护 PVC 管外包无纺土工布，横间距为 1m，最低排水孔不高于地面 20cm；插筋孔孔径不小于 40mm，孔深 500mm，全孔 M20 水泥砂浆灌注，其结构见图 4-5。封边墙工程量统计详见表 4-8。

为了保证封边墙内有足够存水空间，改善植被生长环境，平台上通长铺设一层夯实粘土层，粘土层平均厚度不小于 15cm。然后在回填耕作土用于植被种植。

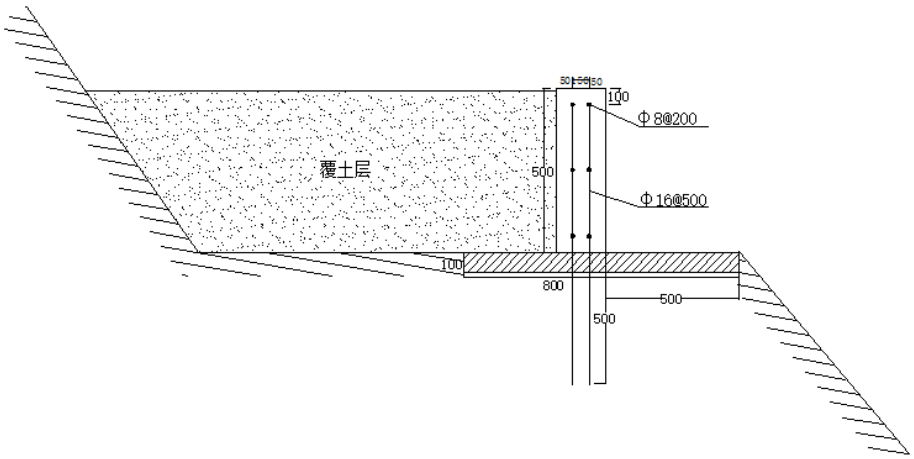


图 4-1　封边墙结构简图

表 4-1　封边墙工程估算工程量统计表

项目	长度 m	PVC 排水管 m	混凝土 C25 （m^3）	模板制作 （m^2）	钢筋 kg
封边墙	5168	3359.2	1292	7752	44961.6

3.截、排水沟工程

（1）设计原则

① 沟道布置应尽可能利用已有的自然冲沟、洼槽，综合考虑施工条件，尽量减少对周边环境条件的扰动破坏，减少开挖工程量，以降低工程造价。

② 沟床纵坡尽可能选用较大的纵坡，并与天然地形坡度相一致，以减少开挖工作量。

③ 排水沟拦截并排泄上部及两侧地表水，防止地表水大量入渗，影响采场两侧边坡和临时排土场稳定性。

（2）设计依据

① 建筑地基基础设计规范(GB50007-2011)；

② 砌体结构设计规范（GB50003-2011）；

③ 建筑地基基础工程施工质量验收规范（GB50202-2002）；

④ 砌体工程施工质量验收规范（GB50203-2011）。

（3）构设计及技术要求

为防止雨季大量降雨形成，山坡汇水由开采面进入采矿场，对场地造成冲刷，引发水土流失，影响复垦质量，设计近期在采矿场东部、南部和北部坡顶修建截水沟。同时在工业场地周围修建截（排）水沟。截、排水沟总长约 1120m，其中采坑外围需修截水沟 70m，工业场地外围需修排（截）水沟 1050m。

排水沟为浆砌石结构，排水沟采用矩形断面，断面尺寸为：下底宽度 0.6m，上口宽度 0.60m，深度 0.60m。采用 MU7.5 浆砌块石支砌，支砌厚度 0.30m，内壁采用 M10 砂浆抹面。并每隔 15m 设置沥青木板沉降缝一道，缝宽 1-2cm，以浸沥青麻丝充填。排水沟结构见图 4-2。

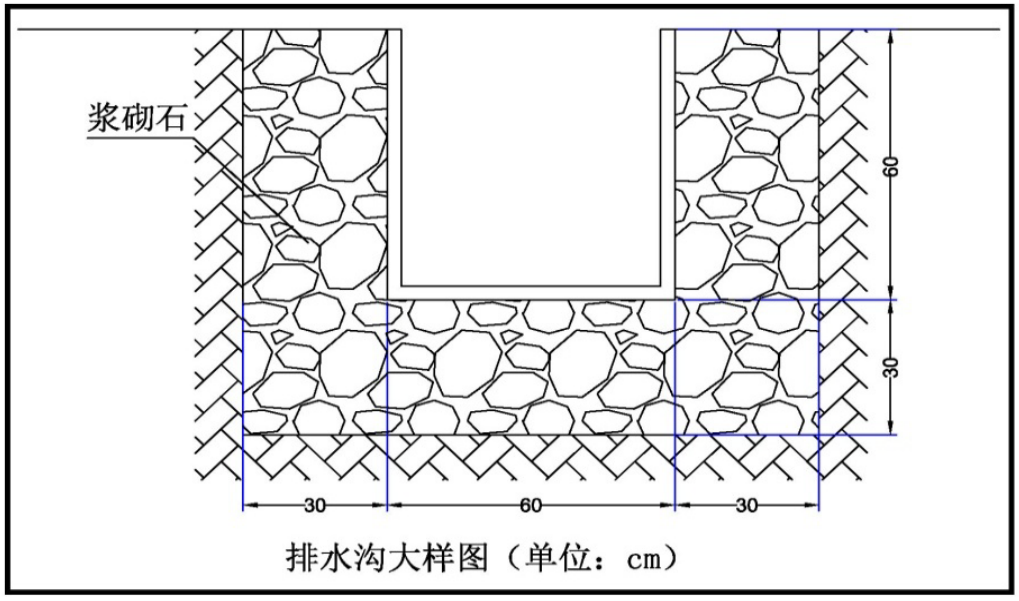


图 4-2　设计截（排）水沟断面图

（4）截、排水沟验算

经查《湖北省中小流域设计暴雨洪水图集》，取用《湖北省年最大 1 小时点雨量均值等值线图》、《湖北省年最大 1 小时点雨量 Cv 值等值线图》，得项目区的一小时平均点雨量为 60mm，Cv=0.55，Cs=3.5Cv。

查《皮尔逊 III 型频率曲线的模比系数 Kp 值表》得 Kp10%=1.72，由此计算得 20 年一遇最大一小时降雨量为 103.2mm。

由于相关流域资料不完整，因此各项计算按中国公路科学研究所经验公司进行计算，其简易计算公式如下：

洪峰流量：Qs=0.278KIF

Qs——洪峰流量；

K——径流系数，取 0.6；

I ——降雨量；

F——集水面积。

经计算得，截水沟设计洪峰流量见表 4-2。

表 4-2　截水沟设计洪峰流量表

工程名称	汇水面积（hm^2）	洪峰流量（m^3/s）	防洪标准
截水沟	34.9941	1.67	20 年一遇

按公式 $Q=CA\sqrt{Ri}$ 进行计算

式中：A—过水断面面积

C—谢才系数 $C=\frac{1}{n}R^{1/6}$

R—水力半径= $\frac{A}{X}$

n—糙率，取 n=0.02

X—湿周

i—渠道纵坡，i=0.03

经复核，方案设计选定断面的截水沟过流能力为 1.8m^3/s，大于设计最大洪峰流量 1.148m^3/s，满足过流要求。截水沟水力计算见表 4-3。

表 4-3　截、排水沟水力复核表

工程名称	截水沟断面（已含洪水超高在内）	水利要素				过流能力（m^3/s）
		A	X	R	C	
截、排水沟	矩形断面底宽 0.6m，高 0.6m	0.2	2.10	0.24	39.42	1.8

采场和工业场地周边拟修建截、排水沟总长约 1120m，其中采坑外围需修截水沟 70m，工业场地外围需修排（截）水沟 1050m。工程量统计详见表 4-4。

表 4-4　近期截、排水沟估算工程量统计表

	规格	长度（m）	土石方开挖（m^3）	MU7.5 浆砌石（m^3）	砂浆抹面（m^2）	伸缩缝（m^2）
采坑	60×60	1050	1134.00	756.00	2520.00	50.40
工业场地	60×60	70	75.60	50.40	168.00	3.36
合计		1120	1209.60	806.40	2688.00	53.76

在矿山开采期和修复期，还需在清扫平台内侧和采场基底修建截（排）水沟修建截（排）水沟。

清扫平台内侧截（排）水沟为浆砌石结构，修建沟长度 1175 米（含纵向沟），截（排）水沟采用矩形断面，断面尺寸为：下底宽度 0.30m，上口宽度 0.30m，深度 0.20m。采用 MU7.5 浆砌块石支砌，支砌厚度 0.10m，内壁采用 M10 砂浆抹面。并每隔 15m 设置沥青木板沉降缝一道，缝宽 1-2cm，以浸沥青麻丝充填。

采场基底修建截（排）水沟和水利沟渠，沟渠修建总长度为 10720 米，作用是截流坡面汇水，同时为了方便灌溉，沟渠采用浆砌石结构，矩形断面，断面尺寸为：下底宽度 0.6m，上口宽度 0.60m，深度 0.60m。采用 MU7.5 浆砌块石支砌，支砌厚度 0.30m，内壁采用 M10 砂浆抹面。并每隔 15m 设置沥青木板沉降缝一道，缝宽 1-2cm，以浸沥青麻丝充填。

工程量统计详见表 4-5。

表 4-5　中、远期截（排）水沟估算工程量统计表

	规格	长度（m）	土石方开挖（m^3）	MU7.5 浆砌石（m^3）	砂浆抹面（m^2）	伸缩缝（m^2）
采场基底	60×60	10720	11577.60	7718.40	25728.00	514.56
采场平台	20×30	1175	176.25	105.75	1057.50	7.05
合计		11895	12846.60	8564.40	28548.00	570.96

4.沉淀池工程

在采场截（排）水沟出水口和工业场地内共设置 2 个三级沉淀池，汇水经沉淀池后排入已有水系。沉淀池的沉淀过滤池长×宽 10×10m，清水池长×宽 18×10m，深 2.2m，浆砌厚度 0.3m，单个沉淀池需挖方量 1232m^3，砌方量 168m^3。则矿区沉淀池总挖方量 2464m^3，砌方量 336m^3。详见表 4-6。

表 4-6　沉淀池估算工程量统计表

项　目	数量（个）	土石方开挖（m^3）	浆砌块石（m^3）
沉淀池	2	2464	336

5.预警工程

矿山地质环境监测为矿山地质环境保护与恢复治理的重要组成部分，本着准确、及时、指导矿山开发的原则，针对开采中各个项目进行监测。在开发各阶段，对矿区范围内及工程治理区变形敏感部位进行详细调查和记录，指定专人定期对矿区进行地面宏观地质巡视，及时进行稳定性分析。出现异常及时预警。另外设立安全警示牌，提醒工作人员注意危险源，共布设 12 块安全警示牌。

（二）土壤重构

据《开采方案》，该矿山为露天开采，首先进行场地平整，平整采用 74kw 推土机推平，按 0.2m^3/m^2 计算；再进行表土的运输，采用 1m^3 挖掘机自卸汽车运土，按 0.5m^3/m^2 计算，运距 0.5～1km；再进行表土回填覆土，工作内容为铲装、运送、卸除、空回、转向、土场道路平整、洒水、卸土推平，最后进行土壤改良。

1.土地平整措施

露天采场基底、终了边坡平台、工业场地等各复垦区进行土地平整，以利于植被生长。平整土地采用74kW推土机推平，露天采场基底、终了边坡平台按0.1m^3/m^2标准，工业场地按0.2m^3/m^2标准进行平整，工程量72120.2m^3。工程量见表4-7。

表4-7　平整工程量表

名称	复垦面积（hm^2）	标准（m^3/m^2）	工程量（m^3）
采场基底	48.0588	0.1	48058.8
采场边坡	15.8844（平台3.6872）	0.1	3687.2
工业场地	6.2126	0.2	12425.2
矿山道路	0.5832	/	
原加工场地及办公生活区	3.9745	0.2	7949.0
合计	74.7135		72120.2

2.覆土工程

为提高地貌重塑后采场终了边坡、采坑底盘、工业场地、矿山道路等植被存活率，需对坡面、终了平台、矿山道路等进行土壤重构，为植被重建打下基础。覆土厚度按旱地70cm，林地50-65cm，草地30cm标准均匀覆土，根据前文初步估算，覆土需求量为43.4561万立方米。工程量见表4-8。

表4-8　覆土工程量表

名称	损毁面积（hm^2）	需覆土面积（hm^2）	复垦方向	覆土方式	覆土标准	覆土量（m^3）
采场底盘	48.0588	36.1836	旱地	全面覆土	70cm	235193.4
		11.8752	乔木林地	全面覆土	65cm	83126.4
采场边坡	15.8844	平台3.6872	其他林地	全面覆土	50cm	18436.0
		≤30°边坡8.7681	其他草地	全面覆土	30cm	26304.3
		>30°边坡3.4291	/	/	/	/
工业场地	6.2126	6.2126	旱地	全面覆土	70cm	43488.2
矿山道路	0.5832	/	农村道路	穴坑覆土	口径80cm深度60cm	191.232
原加工场地及办公生活区	3.9745	3.9745	旱地	穴坑覆土	70cm	27821.5
合计	74.7135		-	-		434561.0

3.表土运输措施

采用 1m³挖掘机配合自卸汽车运输表土，运距 0.5～1km，按 0.5m³/m²计算。运输前对表土进行筛分，分离碎石及弃土。表土运输总工程量为 434561.0m³。

4.土壤改良措施

增施有机肥。覆土后土壤比较瘠薄时，可增施猪粪等农家肥。农家肥中的腐殖质是亲水胶体物质，能吸收大量水分，其吸水率为 400％～600％。由于腐殖质胶体具有多功能基因，可与土壤溶液中阳离子进行交换，使这些离子不致流失。因此，增施有机肥不但直接补充了沙质土壤的养分，而且可明显提高沙质土壤的保水、保肥性能。此外，腐殖质的黏结力和黏着力均比沙土强。故它可提高沙质土的黏结力，克服松散性，增加水稳性团粒结构度。

对覆土后的工业场地采用人工施作复合肥，以提高土壤氮磷钾元素含量，提升土壤肥力。采用人工施肥，对土壤条件较差的土地，复垦后应施用适当的有机、无机肥料以提高土壤中有机物含量，改良土壤结构，消除其不良理化性质，并作为绿肥法的启动方式，为以后进一步改良做好基础。

本方案对实施覆土复绿的采场基底、采场边坡平台、工业场地复合肥播撒标准为 600kg/hm²，矿山公路复合肥播撒标准为 0.25kg/穴，需播撒肥料 42545.3kg，见表 4-9。

表 4-9　复合肥播撒工程量表

名称	播撒标准	工程量
采场基底	600kg/hm²	28835.3
采场边坡		7473.2
工业场地		3727.6
矿山道路	0.25kg/穴	124.5
原加工场地及办公生活区	600kg/hm²	2384.7
合计		42545.3

（三）植被重建

矿山的复垦生态工程最重要的环节为植被恢复，主要包括植物品种筛选、工程整地、种植方法等方面。

1.植物品种筛选

（1）林地复垦区

采矿损毁土地后，原植被也遭到损毁，在项目区脆弱生态条件下自然恢复植被较困难，且周期较长，因此应当筛选适当的先锋植物对复垦土地进行改良，同时要筛选适宜的适生植物作为土地复垦的物种。先锋植物是指能在新复垦土地环境中生长的植物，具有抗性强、能抗寒、旱、风、涝、贫瘠、盐碱，生长快，能固定大气中的氮元素，播种栽植较容易，成活率较高。引入先锋植物，可以改善矿区废弃地植物的生存环境，为适生植物和其他林木、经济作物，甚至农作物的生长，提供必要的前提条件。筛选先锋植物的依据是：

① 具有较强的适应脆弱环境和抗逆境的能力，对于干旱、风害、冻害、瘠薄、盐碱等不良立地因子有较强的忍耐性和适宜性，同时对粉尘污染、烧伤、病虫害等不良因子具有一定的抵抗能力。

② 生活能力强，有固氮能力，能形成稳定的植被群落。

③ 根系发达，能形成网状根固持土壤；地上部分生长迅速，枝叶茂盛，能尽快和尽可能时间长的覆盖地面，有效阻止风蚀；能较快形成松软的枯枝落叶层，提高土壤的保水保肥能力。

④ 播种栽培较容易，成活率高，种源丰富，育苗方法简易，若采用播种则要求种子发芽力强，繁殖量大，苗期抗逆性强，易成活。

⑤ 具有优良的水土保持作用的植物种属，能减少地表径流、涵养水源、阻挡泥沙流失和固持土壤。

实际中很难找到一种具备上述所有条件的植物，因此必须根据矿区植被恢复和重建场所最突出的问题，把某些条件作为选择先锋植物的主要条

件。

根据湖北省矿山复垦林地的成功经验，复垦林木应选择当地乡土树种，故本方案可选用红叶石楠、樟树等。

（2）草地复垦区

采场进行开采过程中挖损较严重，形成开采边坡，应以绿化恢复为主要目标。开采边坡复垦为其他草地，可选择固土力较强的狗牙根、节节草、鹅观草等进行撒播，台阶内侧选择爬山虎等攀缘植物，台阶外侧种植迎春花等垂枝灌木。

2.植被生长习性

红叶石楠：是蔷薇科，在温暖潮湿的环境生长良好。但是在直射光照下，色彩更为鲜艳。同时，它也有极强的抗阴能力和抗干旱能力。但是不抗水湿。红叶石楠抗盐碱性较好，耐修剪，对土壤要求不严格，适宜生长于各种土壤中，很容易移植成株。红叶石楠耐瘠薄，适合在微酸性的土质中生长，尤喜砂质土壤，但是在红壤或黄壤中也可以正常生长；红叶石楠对于气候以及气温的要求比较宽松，能够抵抗低温的环境。

樟树：是樟科常生于山坡或沟谷中。一般樟适宜生长在海拔小于 1800 米的地区，中国的西南及长江以南的地区生长区域分布在平均海拔高度 1000 米的区域。樟在光照充足、气候温暖、湿润的环境下长势良好，对寒冷的耐性不强。樟对土壤没有严格的要求，以在 pH 值呈微酸性的土壤中长势最好，其对涝灾的环境具有一定的抗性，在干旱的环境中长势不佳。本次设计将红叶石楠和樟树进行混交种植，混交后的林地生物的种类多，自动调节能力强。

爬山虎：爬山虎适应性强，性喜阴湿环境，但不怕强光，耐寒，耐旱，耐贫瘠，气候适应性广泛，在暖温带以南冬季也可以保持半常绿或常绿状态。耐修剪，怕积水，对土壤要求不严，用于边坡复垦植物。

迎春花：耐阴，喜光、喜湿暖湿润气候，适应性强，耐寒，耐干旱和耐

瘠薄，对土壤要求不严，喜深厚、肥沃、排水良好、疏松的土壤，用于边坡复垦植物。

3.植被种植

工程整地：采用穴状整地，穴（坑）规格 80cm×80cm×60cm，每穴（坑）植苗 1 株。

种植要求：乔木苗高 1.2～1.5m，且顶芽饱满，无病虫危害和机械损伤，须做到随取随栽，防止苗木失水；按间距 3m×3m；草籽采用撒播方式，撒播密度为 30kg/hm2。应采取必要的补种措施，加强管护，适时补种，保证三个月后成活率 95%以上。

种植技术：用百分率分级法对苗木进行分级，用Ⅰ、Ⅱ级苗造林，严禁用Ⅲ级苗造林，中国中亚热带地区用裸根苗造林一般于早春即春梢萌发前进行定植。为提高成活率，宜选择雨后阴天或无风雨前晴天定植。对远途运输的苗木，定植前应将苗木的根系浸入 80ppmABT2 号生根粉水溶液中 15 分钟后，再根蘸泥浆定植。栽植深度应适宜，不宜栽植过浅。

栽紧踏实是提高栽植成活率的关键，其方法是：先在定植穴的填土上面挖一小穴，深度约 15cm，把松苗的根系放入穴中，用少量细土压紧；然后稍稍上提树苗，使苗正根舒后填土约三分之二再充分压紧；再填土三分之一后充分压紧填土，再在其上盖一层土。若造林时阳光强、天气干燥、风大或下大雨，此时应将苗木暂时放在阴湿的地方或树林中，并覆盖保湿物（如草或湿布等），充分保湿，待天气变阴、空气湿润、无风时再进行造林。

4. 植被重建设计

（1）采场底盘区植被重建

采场基底乔木林地面积为 11.8752hm^2，布置间距为 3m×3m，挖穴口径为 50cm，深度为 50cm，需挖穴 13195 个，开挖土方 1649.38m^3。树种选择为红叶石楠和樟树进行混栽，提高生物的多样性。共需树种 13195 株，其中红叶石楠 6597 株、樟树 6598 株。为防止水土流失，在树间距中撒播草籽，播

种标准按照 30kg/hm^2 计。撒播可选择种子和细土互掺的方法进行撒播，将种子与适量的细沙或细土混合均匀后同时播下，共需草籽 356.26kg。

（2）采场边坡区植被重建

露天采场边坡复垦的主要目的为了绿化环境。草籽可选择固土力较强的狗牙根、节节草、鹅观草等；在露天采场台阶面的内侧，按照 0.5m 的株距种植爬山虎等攀缘类植被，外侧种植迎春花等植物，高效绿化边坡台阶面。草种采用撒播的方式进行种植，播种标准按照 30kg/hm^2 计。撒播可选择种子和细土互掺的方法进行撒播，将种子与适量的细沙或细土混合均匀后同时播下。

① 场地植树工程

培肥完成后挖穴植树，平台面积为 3.6872hm^2，布置间距为 3m×3m，挖穴口径为 50cm，深度为 50cm，需挖穴 4097 个，开挖土方 512.13m^3。选用红叶石楠小型乔木，共需树种 4097 株。

② 场地植草工程

开采平台面积为 3.6872hm^2，≤30° 边坡面积为 8.7681hm^2。设计在开采平台内侧种植爬山虎、平台外侧种植藤类植物，种植标准为 1 株/0.5m，数量=台阶总长度×1 株/0.5m×2。台阶内总长约 8370m，平台区域采用撒播草籽的方式植草，撒播标准为 30kg/hm^2，共需草籽 373.66kg，爬山虎、迎春花等植物共计 33480 株。

（3）矿山道路植被重建

设计在矿山道路两侧植树，栽植红叶石楠，矿山道路全长 745m，共计 498 株。要求顶芽饱满，无病虫危害和机械损伤，栽植时做到根舒压实，上面增一层松土成龟背形，需树种 498 株。

（4）矿区种植工程量

开采基底乔木林复绿区按 3m×3m 间距交替种植红叶石楠和樟树，开采平台按 3m×3m 间距种植红叶石楠，矿山道路按 3m/株间距种植红叶石楠，

共需栽种红叶石楠 11192 株、樟树 6598 株。详见工程量表 4-10。

表 4-10　种植工程量表

名称	复垦面积（hm^2）	标准	工程量（株）	树种
采场区底盘	48.0588	3m×3m	6597	红叶石楠
			6598	樟树
采场边坡开采平台	15.8844	3m×3m	4097	红叶石楠
矿山道路	0.5832	3m/株	498	红叶石楠
合计	94.2558		11192	红叶石楠
			6598	樟树

采场底盘乔木区、采场平台、≤30°边坡采用撒播草籽的方式植草，起固土作用，撒播标准为 30kg/hm^2，共需草籽 729.92kg，平台内侧按 1m 株距种植爬山虎，外侧按 1m 株距种植迎春花，爬山虎、迎春花等植物各 33480 株，共计 33480 株。

（四）景观营建

1.含水层破坏修复

（1）目标

矿区含水层破坏修复的目标是：开采期间控制地下水水位下降和含水层结构遭受破坏程度，确保矿区地表水不发生漏失，保证矿区及周围生产、生活用水安全；最大限度减轻对地表植被的影响，闭坑后地下水位得到不同程度的自然恢复。

（2）技术措施

在开采过程中，主要采取对含水层破坏的监测措施，定期对地下水水位、水质进行监测，发现问题及时处理，做到预警预防。矿山开采结束后以自然恢复为主。含水层监测见“监测措施”。

2.水土环境污染修复

（1）目标

矿山生活污水通过集中收集和处理后实现达标排放或部分用于矿山生

产及绿化养护，最大限度地减轻矿业活动对矿区水土环境污染以及对周边环境的不良影响，矿区水土环境动态监测结果符合《水环境监测规范》《土壤环境监测技术规范》等相关技术标准要求。

（2）技术措施

九龙山矿段在开采过程中涉及水土环境污染，其中水污染包括生活污水和矿废堆淋滤水等，水环境污染将直接导致土壤污染。根据预测评价，矿山开采对矿区水土环境污染的程度较轻，在矿山开采过程中应采取相应的技术措施加强对矿区水土环境污染的保护和预防。矿山开发全过程控制，采取必要措施，防止污染的发生，减少源头污染源排放。

严格按照开采设计和环保设计修建矿山污水处理系统和截排水沟等，对生产废水和生活污水收集、处理后达标排放。矿山建设、定期采取地表水、废水水样及土壤样本，对矿区水土环境污染进行动态跟踪监测，通过定期检测，及时了解和掌握水土环境有害成分的含量，发现超标时应及时查清源头，从根本上控制对水土环境的污染。本方案对矿区水土环境污染主要采取预防性保护和监测措施。矿区水土环境污染监测方案详见“监测措施”。

三、工程内容

根据上述修复措施内容，可修复单元采用的地貌重塑、土壤重构、植被重建等生态修复工程，水土环境污染工程主要为监测，其工程量详见“监测与管护”。为保护水土环境所采取的生产废水、生活污水工程处理等环境保护措施和废石综合利用也为主体工程和环保工程，全部纳入企业生产成本，本方案不对该部分工程量进行计算。

根据矿山生态修复工程设计相关内容统计得到工程量，该工程量的统计依据主要是以各项防治措施所参照的其它矿区成功的恢复治理经验，结合本矿区实际情况，为本矿山生态修复工程提供可行的方向，仅作为矿山未来生态修复工程参考使用，届时矿山应委托有资质的单位进行专项的设计及施工组织安排，并以其为准。本次生态修复方案设计各项工程量汇总见本

章矿区生态修复工程量汇总表。

表 4-11 矿区生态修复工程量汇总表

序号	工程费用或名称	单位	数量	备注
一	**地貌重塑工程**			
（一）	**边坡清理工程**			
1	边坡清理费	项	1	按 50 万元估算
（二）	**场地平整**			
1	建筑物拆除	m^3	22976.25	
2	水泥地面清理	m^3	2297.63	
3	垃圾转运(1～1.5km)	m^3	9190.5	
（三）	**封边墙工程**			
1	PVC 排水管	m	3359.2	
2	混凝土 C25	m^3	1292	
3	模板制作	m^2	7752	
4	钢筋	kg	44961.6	
（四）	**截（排）水沟工程**			
1	**采场外围、工业场地**			
1.1	土石方开挖	m^3	1209.60	
1.2	MU7.5 浆砌石	m^3	806.40	
1.3	砂浆抹面	m^2	2688.00	
1.4	伸缩缝	m^2	53.76	
2	**采场基底、平台**			
2.1	土石方开挖	m^3	12846.60	
2.2	MU7.5 浆砌石	m^3	8564.40	
2.3	砂浆抹面	m^2	28548.00	
2.4	伸缩缝	m^2	570.96	
（五）	**沉淀池工程**			
1	人工沟槽挖土方	m^3	2464	
2	砖砌体	m^3	336	
（六）	**采坑外围拦挡工程**			
1	永久防护栏	m	2450	

序号	工程费用或名称	单位	数量	备注
（七）	**警示牌**			
1	竖立警示牌	块	12	
2	警示牌维护	块	12	
二	**土壤重构工程**			近期-远期
1	表土回覆	m^3	434561.0	
2	表土运输（0.5～1km）	m^3	434561.0	
3	场地平整	m^3	72120.2	
4	土壤培肥	kg	42545.3	
三	**植被重建工程**			
1	栽植乔木			
1.1	红叶石楠	株	11192	
1.2	樟树	株	6598	
2	栽植爬山虎、迎春花	株	33480	
3	撒播草籽	kg	729.92	

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

（一）监测目标

1.矿山地质环境监测目标

矿山地质环境监测是从保护水土资源、维护良好的地质环境、降低和避免地质灾害风险为出发点，运用多种手段和办法，对地质灾害成因、数量、强度、范围和后果进行监测，是准确掌握矿山地质环境动态变化及地质灾害防治措施效果的重要手段和基础性工作。

采矿活动产生的地质环境问题为：露天开采引起的崩塌滑坡地质灾害、矿山开采对含水层、地形地貌景观和废弃物排放造成的土地资源破坏的影响和破坏。因而本次矿山地质环境监测的目标任务为：建立地表监测点，加强对边坡崩塌、滑坡等地质灾害、含水层、地形地貌景观和土地资源破坏的监测，主要加强对边坡崩塌、滑坡等地质灾害和矿区含水层监测。

2.矿区土地复垦监测目标

为督促落实土地复垦责任，保障土地复垦工作能够按时、保质、保量完成，为调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排提供重要依据，预防发生重大事故并减少对土地造成损毁，需进行矿区土地复垦监测。

本矿区土地复垦监测的任务为：通过开展土地损毁监测和复垦效果监测工作，对土地损毁状况、土壤质量和植被恢复效果进行动态监测、跟踪评价，及时掌握矿区土地资源损毁和土地复垦效果，保证复垦后土壤质量、植被效果达到复垦质量要求，为提出改善土地质量的建议和措施提供依据。

3.矿区生态监测目标

矿区生态监测是从保护水土资源、维护良好的生态环境，运用多种手段和办法，从矿山开采对含水层、地形地貌景观和废弃物排放造成的水土环境污染的影响和破坏进行定期监测。

（二）监测措施

1.监测内容及监测点的布设

矿山开采对地质环境的影响与破坏主要是露天采场边坡失稳可能引发崩塌/滑坡、泥石流以及岩溶塌陷等地质灾害、地下水含水层破坏等，地质环境监测也就围绕这一点进行。

2.监测对象

（1）崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷地质灾害；

（2）地下水资源及水环境；

（3）地形地貌及土地资源。

（4）终了边坡变形监测。

3.监测方案

（1）大地形变监测

① 监测内容

本次监测内容主要为开采边坡潜在的崩塌、滑坡以及泥石流、岩溶塌陷等地质灾害。

② 监测方法

本次设计选取大地形变测量法及时掌握地表位移变化动态，以取得观测数据资料为原则。

大地形变测量法分基准点和形变监测点，基准点埋设在预测地面变形及其影响范围外围，为相对不动点，形变监测点布设在预测地面变形及其影响范围内，一般是选择有异常变化现象的点、地面和建筑物的裂缝等进行监测。边坡位移监测点一般边坡（高度小于 30m）设置一个，高边坡（高度大于 30m，小于 100m）设置两个，测点设置在坡顶及坡腰。

③ 监测工程布置

采用 GPS 进行各监测桩的水平、垂直位移监测。对露天采场边坡监测主要监测顺层边坡的变形的情况，监测是否发生变形如出现裂缝、崩落、掉

块等，对临时排土场监测主要监测临时排土场是否出现失稳滑动变形的迹象，根据矿区情况，矿区需布置 12 个监测桩（矿区外 3 个基准墩，矿区采场 9 个形变监测点），形成监测网。

④ 监测时间

在线监测，适时监测边坡变形等相关数据，此外辅以人工巡查，人工巡查频率 4 次/月。

⑤ 监测记录

观测记录应列表记录、力求系统完整。观测中如遇降雨，应记录降雨的起止时间并估计其降雨强度（小、中、大、暴雨）。位于地表水体附近的监测点应同时观测记录地表水位的变化。随观测进程可绘制观测曲线，以时间为横坐标，以观测数据为纵坐标，绘出水位变化、裂缝变化等曲线，为分析判断提供基础。

⑥ 险情警报

当有异常出现、判定确为险情时，应及时向险情警报系统上报。在观测过程中如发现异常骤然加剧，判定险情已到紧急时刻，应立即上报并果断采取应急措施。

（2）人工巡视监测工程

主要是发现开采边坡的掉块坍塌的前兆现象及临时排土场有无滑动现象，分析判断其发展趋势，及时采取措施进行治理。

① 监测内容主要有：

a.开采边坡有无掉块或坍塌，局部有无滑动现象；

b.临时排土场有无滑动现象；

c.开采活动对地形地貌景观、土地资源有无其他影响。

d.矿山下游，观察矿区排水的行洪道、是否有泥沙淤塞

② 监测方法

采用简易监测，通过巡查，监视地面的宏观变形和前兆信息，出现裂隙、

塌洞、岩体掉块、边坡滑动等异常现象，进行简易的定量变形监测。

③ 监测频率及时间

监测频率：一般情况下每月 4 次，暴雨时每天 1 次，本次监测周期为 14.5 年。

人工巡视采用简易监测，通过巡查，监视矿区地面、开采边坡的宏观变形和前兆信息，进行简易的定量变形监测。监测频率按每月 4 次。

（3）水质、水量监测

矿区水质、水量监测主要针对地表水。对矿区地表水的水质进行监测。矿区需布置 2 个水文监测点。

① 监测方法和监测指标

对水量的监测方法采用水表法及水量计法。水质送专业化验室进行化验。监测指标为：K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、NH_4^+、Al^{3+}、Cl^-、SO_4^{2-}、HCO_3^-、CO_3^{2-}、NO_3^-、NO_2^-、F^-、可溶性 SiO_2、H_2SiO_3、总硬度、总碱度、游离 CO_2、COD（以 O_2 计）、溶解性总固体、P 值等；微量元素指标为：铅、钴、铜、砷、铁、锰、镉、铬、镍、锌等重金属。

② 监测频率

每年枯水期与丰水期各监测一次；污废水应每月监测一次。

（4）地形地貌景观破坏监测

① 监测内容：剥离岩土体积、植被损毁面积，降雨量，生物多样性（植物种类数、鸟类观测）等。

② 监测方法：遥感影像监测法（采用高分辨率影像或照片）、水准测量、摄影、摄像法、降雨量测量法、资料收集等。

③ 监测频次：2 次/年。

（5）矿区土地复垦监测

矿山土地复垦监测包括土地损毁监测、复垦效果监测两方面。本方案主要针对地表设施、采坑进行监测。

监测的主要措施是采用随机调查法，对土地损毁和复垦效果进行监测，监测频率为土地损毁监测每年 1 次，复垦效果监测每年 2 次。

4.监测计划

（1）监测系统实施计划

监测系统贯穿矿山开始开采至开采结束始终，涉及本方案所分划的近期、中期、远期。

（2）开采期监测

开采期间的监测工作以建立监测系统，获取综合治理前的初始监测数据为目的。

（3）恢复治理效果监测

当采矿结束后，通过对恢复治理工程进行一段时期的监测，获取恢复治理前后的监测数据，用以判断评价治理效果，监测时间为恢复治理工程竣工验收后监测三年。监测工作应全面开展，相互印证。

5.监测管理

监测工作因随不同阶段监测重点有所不同，其中开采期监测工作以建立监测系统为中心，获取初始数据和保证采矿安全、指导采矿为重点；恢复治理效果监测以评价综合治理效果为中心，分析评价综合治理效果，研究总结矿山地质环境保护恢复治理监测、评价、预测方法、手段、模型为重点。

为确保监测工作达到预期目标和效果，必须配备相应的设备及人员，并制定严格的规章制度和科学的管理体制，责任到人。

6.监测资金投入

矿山地质环境监测内容涉及到大地形变监测，监测费用纳入恢复治理费用。

7.矿山监测主要工程量

表 5-1 矿山监测主要工程量表

监测对象	监测点布置	监测点	监测频率	监测年限（年）	监测方法	备注
地质灾害及地面变形	在采场边坡坡腰及坡顶设置位移基准点及监测点。	12 个	每月 1 次	14.5	全站仪、大地形变监测	在雨季时节要加大监测频率、加大巡视力度。
水土环境污染	在集水池附近、排水口，主要监测含水层厚度、地下水位（水温） 水质及水量、土壤环境；	2 个	每年 2 次	14.5	取样分析	
地形景观及土地复垦	将此项工作纳入矿山日常工作中	整个矿区	每年 2 次	14.5	简易现场、无人机航拍测量法	

二、管护目标与措施

（一）管护目标

管护是复垦的最后程序，对复垦的所有林地和草地进行管护，防止复垦林地、草地长期遭受旱灾、鼠灾、虫灾，通过对林地、草地的管护，以便保证复垦林地和草地达到复垦质量要求，提高复垦的成活率，改善植被长势情况，从而保证复垦总体目标得以实现，本项目管护年限 3 年。

（二）管护措施

本方案土地复垦管护对象为生态修复后的旱地、林地及草地的区域，管护措施主要包括灌溉养护、追肥、病虫害防治和培土补植等，本方案土地复垦管护期限为 3 年。具体管护措施工程设计如下：

1.旱地管护措施

复垦旱地管护以保护耕作层土壤、防控水土流失、维持耕地质量为核心，管护周期按方案确定的管护期执行。

（1）耕作层保护

严禁取土、挖砂、堆载压占耕作层；每年定期核查土层厚度，对雨水冲刷造成的土方流失、沟槽及时回填平整，维持有效耕作层厚度。

（2）排灌系统管护

常态化维护田间排水沟、截水沟，汛期及时清淤疏通，避免地表径流冲刷耕地造成面蚀、沟蚀；干旱季节可依托集蓄设施引水保墒。

（3）土壤培肥与地力维持

合理轮作，增施有机肥、秸秆还田，持续改良覆土土壤结构，提升土壤肥力，防止地力逐年衰减；控制化肥农药使用，降低面源污染风险。

（4）杂草及入侵生物管控

适度清除田间恶性杂草，以人工、机械除草优先，减少除草剂使用。

（5）监测巡查

定期监测耕地坡度、土层厚度、土壤肥力、水土流失情况；防止复垦旱地长期撂荒，若出现持续撂荒、植被逆向演替，及时督促权利人恢复耕种。

（6）管控要求

复垦旱地移交后由土地权利人耕种，采矿权人管护期内做好跟踪巡查；管护期满移交属地及土地使用权人，落实后续耕地管护责任。

2.林地管护措施

（1）水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害，以促使幼林正常生产及早郁闭。通过罐车拉水（水源来自采场涌水、集水池）适时灌溉，以保护林带苗木的成活率。栽后浇水 1 次；一周后第 2 次，有条件的地方 3 周后第 3 次浇水。

（2）幼林抚育

管护期前 3 年每年开展抚育作业，采取扩穴培土、割灌除草，清除藤蔓、恶性杂草，减少水肥竞争；抚育时避免损伤苗木根系和主干。可适量施用缓释有机肥，改善覆土贫瘠问题，促进幼树生长。

（3）林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，由于灌木或辅佐树种生长茂密产生压迫主要树种的情况，要采取部分灌木（1/2 左右）平茬或辅佐树种修枝，以解除主

要树种的被压状态，促进主要树种生长并使其在林带中占优势地位。

通过修枝（包括主要树种和辅佐树种的修枝），在保证林木树冠有足够营养空间的条件下，可提高林木的干材质量和促进林木生长。关于修枝技术，群众有丰富的经验，如：“宁低勿高，次多量少，先上后下，茬短口尖”以及修枝高度不超过林木全部的 1/3～1/2 等（即林冠枝下高，不超过全高的 1/3 或 1/2）。

（4）林木密度控制

林带郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康成长。同时，通过这一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供相当的经济效益。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但是仍应隔一定时间（3 年左右）对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木。

（5）林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等及时进行管护。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。每年 1 次，或因具体情况而采取相应的措施。

（6）人为扰动管控

修复林地设置围栏、警示牌，禁止放牧、砍柴、取土、乱堆废渣等破坏行为；随着林分逐步郁闭，逐步降低人工抚育强度，自然接纳乡土灌草侵入，构建稳定近自然乔灌草复合林分。

（7）土壤酸化

加强对土壤 pH 值的监测，防止土壤酸化加重。

3.草地管护措施

（1）水分管理

苗期重点保湿，采用雾化喷淋方式补水，避免大水漫灌冲刷覆土；伏旱高温季节适时补水，优先利用高位水池、截排雨水集蓄设施供水；汛期加强

巡查，及时疏通草地区域截排水沟，防止坡面径流冲刷草皮、造成覆土流失、草种根系裸露。

（2）抚育与杂草管控

管护期内定期开展割灌除草，优先清除牛筋草、葎草等恶性入侵杂草，减少水肥竞争；除草作业避免扰动草根和覆土结构。适度少量施用缓释有机肥，改良贫瘠覆土，提升草群落稳定性，逐步向近自然灌草群落过渡。

（3）补播补植

定期核查草地盖度，对冲蚀沟槽、出苗稀疏、枯死斑块，选择白茅、狗牙根、芒等乡土草种及时补播；补播优先在春秋适宜季节实施，补播后做好覆土保湿。

（4）病虫害与火灾防控

南方高温高湿易发生锈病、叶斑病及食叶害虫，坚持预防为主，优先采用物理、生物防治手段；落实防火巡查，重点在冬春枯草期开展火情排查，设置防火警示标识。

（5）封育保护与人为管控

修复草地设置围栏、警示标牌，禁止放牧、踩踏、取土等人为扰动；管护后期逐步减少人工干预，引导乡土灌草自然侵入，构建稳定的乔灌草复合生态系统。

（6）工程设施常态化维护

定期检查截排水、护坡、三维网等配套设施，暴雨后及时修复冲毁部位，保障草地立地条件稳定；建立植被监测台账，跟踪草地覆盖度、群落变化，根据监测结果动态调整管护方案。

4.生态修复后期管护计划

为确保矿区生态修复工程实施效果，促进复垦区域植被恢复和生态系统稳定，根据《矿区生态修复方案》确定的复垦方向及植被恢复目标，制定生态修复后期管护计划。本方案后期管护期限为 3 年，管护对象主要

为压占区复垦形成的林地及草地区域。管护期间，矿山企业应建立健全生态修复管护制度，落实管护责任人员，定期开展巡查、养护及效果监测工作。

第一年，为植被恢复关键阶段，重点开展灌溉养护、补植补播、松土除草、施肥及病虫害防治等工作。根据气候条件和植物生长需求，适时开展浇水保墒，及时补植死亡苗木，保证林、草植被成活率，促进植被快速恢复。

第二年，以促进植被生长和群落稳定为重点，加强林木抚育管理，开展修枝整形、土壤养护、病虫害防治及植被恢复效果监测，改善林分结构，提高生态系统稳定性。

第三年，以巩固修复成果、促进自然恢复为目标，持续开展林木、草地密度调控、枯死植株清理、缺苗补植及生态巡查工作，对植被覆盖度、林草生长状况、土壤质量及边坡稳定性进行综合评价。

通过 3 年持续管护，确保复垦区域植被覆盖达到设计要求，林地郁闭度、植被覆盖度、土壤质量等指标满足生态修复目标要求，逐步形成结构稳定、功能完善的生态系统，为后续自然演替和长期生态稳定奠定基础。

5.管护主要工程量

矿区管护工程量见表 5-2。

表 5-2　矿区土地复垦管护工程量表

类型	面积（hm^2）	年限
林地	49.2221	3.0

三、工程量

矿区监测与管护工程量见表 5-3。

表 5-3 监测与管护工程量表

序号	项目	单位	数量
一	**监测工程**		
（一）	人工巡视监测	年	14.5
（二）	大地形变监测费用		
1	监测墩修建		
1.1	钢筋制安	kg	193.44
1.2	土方开挖	m^3	2.94
1.3	C25 混凝土	m^3	5.256
1.4	归心盘	个	12
2	仪器采购费	台	1
3	监测设施维护	年	14.5
4	监测数据采集	年	14.5
（三）	水土污染监测		
1	水样采集	年	14.5
2	水样化验	年	14.5
3	土壤监测	年	14.5
4	土壤化验	年	14.5
（四）	土地损毁、复垦效果监测		
1	土地损毁监测（14.5a）	次	174
2	复垦效果监测（3a）	次	3
二	**管护工程**		
（一）	林地管护		
1	抚育管理（3a）	hm^2	49.2221

第六章 工程部署与经费估算

一、总体部署

（一）目标任务

坚持科学发展，最大限度地避免或减轻采矿活动引发的矿山地质环境地质问题和地质灾害危害，根据矿山开发建设工程的特点、现状地质灾害的危险性及未来可能出现的地质环境问题，提出具有针对性、可行性、实用性的防治及修复措施建议，消除矿区地质灾害隐患，减少、减轻地质灾害的发生，减少对地质环境的影响和破坏，减轻对地形地貌景观及含水层的影响和破坏，最大限度修复矿山地质环境，使矿业经济科学、和谐、持续发展，最终达到矿山地质环境保护与矿山生产发展相协调的目标。

（二）总体部署

根据 2026 年 10 月编制的《开采方案》，九龙山矿段将采用山坡露天开采方式，开采顺序自上而下水平分台阶开采，设计生产规模 400 万 t/a，生产服务年限为 9 年。矿山现阶段处于基建平场期、尚未开展采矿作业，预估矿山基建期为 1.5 年，即到 2028 年的 6 月才能正式开展采矿活动，再加上 1 年治理生态修复施工期和 3 年管护期，共计 14.5 年，即 2026 年 10 月～2041 年 4 月。

（三）矿区生态修复总体工作安排

（1）2026 年 10 月至 2028 年 5 月为矿山基建期，基建期坚持预防为主，严格控制施工扰动范围，优先布设临时截排水、拦挡、覆盖等防护工程；规范表土剥离与堆存防护，开展边坡及地表变形监测，及时消除边坡滑塌、坡面侵蚀等隐患。对完工后不再使用的临时占地及时清理平整、分期实施生态修复与土地复垦；同步开展水质、植被覆盖度、土地损毁等动态监测，落实边基建、边防护要求，严控新增生态损毁。

（2）2028 年 6 月至 2037 年 4 月为矿山生产期，对矿区预测开挖扰动

范围开展边坡位移、地表变形监测；配套布设拦挡固坡、截排水、警示标识等防护工程；对发现的边坡滑塌、坡面侵蚀、岩溶塌陷等地质灾害隐患及时开展治理；严格落实“边开采、边修复、分区分期修复”要求，随开采时序对成型的终了平台、已稳定损毁压占区域分期开展生态修复和土地复垦，预期复垦修复面积 15.8844hm²；同步对矿区及周边水质、水量、地形地貌、植被覆盖度、土地损毁状况开展全过程动态监测。

（3）2037 年 5 月至 2038 年 4 月为闭坑恢复治理期。

矿山闭坑，按照本方案设计的矿区生态修复工作进行，包括建筑物的拆除、建筑垃圾的处理、表土运输、表土回填、乔木种植、撒播草籽及土壤培肥等工作，预期复垦面积 58.8291hm^2。做好预测采空塌陷范围进行地表变形监测和宏观巡视及水质监测工作，对地质灾害进行预测预报。

（4）2038 年 5 月至 2041 年 4 月：管护期。

（5）2041 年 5 月以后：复垦地块的交付使用及自然恢复期。

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1.估算依据

（1）国家、省颁布的有关法律、法规、制度和规程；

（2）《水利工程设计概（估）算编制规定》（水利部水总〔2024〕323 号）；

（3）财政部、国土资源部关于印发《土地开发整理项目预算定额标准》的通知（财综〔2011〕128 号），含《土地开发整理项目预算定额》《土地开发整理项目施工机械台班费定额》《土地开发整理项目预算编制规定》；

（4）《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19 号）；

（5）工程勘察设计费、工程监理费按《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299 号）实行市场调

节价，参考原《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10 号）、《建设工程监理与相关服务收费标准》（发改价格〔2007〕670 号）并结合市场行情计列；

（6）《湖北省国土资源厅 湖北省财政厅关于调整全省土地整治项目预算定额人工费单价的通知》（鄂土资发〔2011〕128 号）；

（7）《关于发布 2026 年 9 月份嘉鱼县建设工程综合价格信息的通知》，嘉鱼县建设工程事务中心，2026 年 10 月；

（8）人工单价、部分材料价格通过市场调查确定；

（9）湖北省有关建设工程的管理办法文件。

2.费用构成

本项目生态修复工程投资估算参照《土地开发整理项目预算定额》中的费用构成。土地复垦费用由工程施工费、设备购置费、其他费用以及预备费等几个部分构成。

（1）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

① 直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

a. 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费中人工单价项目区所在地最低标准工资计取，根据《省人民政府办公厅关于调整全省最低工资标准的通知》（鄂政办发〔2025〕44 号），嘉鱼县月最低工资标准为 1970 元/月，以此确定乙类工的基本工资，甲类工基本工资比乙类工高 20%，为 2364 元/月。

湖北省分区域最低工资标准

最低工资标准	适用范围
2400 元/月 24 元/小时	武汉市区；襄阳市襄城区、樊城区；宜昌市西陵区、伍家岗区、点军区、猇亭区。
2130 元/月 21.5 元/小时	黄石市黄石港区、西塞山区、下陆区、铁山区、大冶市；十堰市茅箭区、张湾区；襄阳市襄州区、枣阳市、老河口市；宜昌市夷陵区、宜都市、枝江市；荆州市荆州区、沙市区；荆门市东宝区、掇刀区；汉川市、应城市。
1970 元/月 20 元/小时	阳新县；十堰市郧阳区、丹江口市、郧西县、竹山县、竹溪县、房县；宜城市、南漳县、保康县、谷城县；当阳市、远安县、兴山县、秭归县、长阳县、五峰县；江陵县、松滋市、公安县、石首市、监利市、洪湖市；沙洋县、京山市、钟祥市；鄂州市鄂城区、华容区、梁子湖区；孝感市孝南区、云梦县、安陆市、大悟县、孝昌县；黄冈市黄州区、团风县、红安县、麻城市、罗田县、英山县、浠水县、蕲春县、武穴市、黄梅县；咸宁市咸安区、嘉鱼县、赤壁市、通城县、崇阳县、通山县；随州市曾都区、随县、广水市；恩施市、利川市、建始县、巴东县、宣恩县、咸丰县、来凤县、鹤峰县；仙桃市；天门市；潜江市；神农架林区。

经计算嘉鱼县甲类工日工资标准为 193.47 元，乙类工日工资标准为 155.88 元。上述人工单价作为本方案工程单价分析、 施工机械台时费中人工费及相关费用估算的统一计价标准。

表 6-1 甲类工日单价计算表

序号	项目	公式	计算值
1	基本工资	基本工资标准（元/月）×地区工资系数×12 月÷（年应工作天数－年非工作天数）	118.36
2	辅助工资		9.344
(1)	地区津贴	津贴标准（元/月）×12 月÷（年应工作天数－年非工作天数）(100%)	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准（元/月）×365 天×辅助工资系数÷（年应工作天数－年非工作天数）(100%)	5.057
(3)	夜餐津贴	（中班＋夜班）÷2×辅助工资系数（100%）	0.800
(4)	节日加班津贴	[基本工资（元/工日）]×3×10÷年应工作天数×辅助工资系数（100%）	3.487
3	工资附加费		65.77
(1)	职工福利基金	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（14%）	17.88
(2)	工会经费	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（2%）	2.55
(3)	养老保险	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（20%）	25.54

序号	项目	公式	计算值
(4)	医疗保险	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（4%）	5.11
(5)	工伤保险	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（1.5%）	1.92
(6)	失业保险	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（2%）	2.55
(7)	住房公积金	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（8%）	10.22
人工单价（元/工日）		基本工资＋辅助工资＋工资附加费	193.47

表 6-2 乙类工日单价计算表

序号	项目	公式	计算值
1	基本工资	基本工资标准（元/月）×地区工资系数×12 月÷（年应工作天数－年非工作天数）	99.93
2	辅助工资		4.335
(1)	地区津贴	津贴标准（元/月）×12 月÷（年应工作天数－年非工作天数）(100%)	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准（元/月）×365 天×辅助工资系数÷（年应工作天数－年非工作天数）(100%)	2.890
(3)	夜餐津贴	（中班＋夜班）÷2×辅助工资系数（100%）	0.200
(4)	节日加班津贴	[基本工资（元/工日）]×3×10÷年应工作天数×辅助工资系数（100%）	1.245
3	工资附加费		51.61
(1)	职工福利基金	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（14%）	14.60
(2)	工会经费	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（2%）	2.09
(3)	养老保险	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（20%）	20.85
(4)	医疗保险	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（4%）	4.17
(5)	工伤保险	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（1.5%）	1.56
(6)	失业保险	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（2%）	2.09
(7)	住房公积金	[基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（8%）	8.34
人工单价（元/工日）		基本工资＋辅助工资＋工资附加费	155.88

材料价格主要参考2026年9月份嘉鱼县建设工程综合价格信息中的材料价格，清单中未列的采用市场询价方式获取。

施工机械台时费单价依据《水利工程设计概（估）算编制规定》（水利部水总〔2024〕323号）及市场价格计算。

b. 措施费

措施费＝直接工程费×措施费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全及文明施工措施费。

② 间接费

间接费=直接工程费×间接费率。

③ 企业利润

指施工企业完成所承包工程获得的盈利。按直接费和间接费之和的 7%计算。

④ 税金

依据《国土资源部关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19 号）及《财政部税务总局关于调整增值税税率的通 知》（财税〔2018〕32 号）文件，税金按增值税率取 9%，计算基础为直接费、间接费、利润及材料价差之和。

（2）设备购置费

本项目中业主不购置设备，所有设备均由聘请外来人员施工队持有。

（3）其他费用

由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费组成。

① 前期工作费：指土地复垦工程在工程施工前所发生的各项支出，包括：调查费、土地勘测费、方案编制费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。

a. 调查费

按不超过工程施工费的 0.5%计算。计算公式为：

调查费=工程施工费×费率

b. 土地勘测费

按不超过工程施工费的 1.5%计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数）。计算公式为：

土地勘测费=工程施工费×费率

c. 方案编制费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定

表 6-3 方案编制费计费标准　　单位：万元

序号	计费基数	方案编制费
1	≤500	5
2	1000	6.5
3	3000	13
4	5000	18
5	8000	26
6	10000	31
7	20000	44
8	40000	69
9	60000	90
10	80000	106
11	100000	121

d. 阶段设计与预算编制费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.0 的调整系数），各区间按内插法确定。

表 6-4 阶段设计与预算编制费计费标准　　单位：万元

序号	计费基数	项目设计与预算编制费
1	≤500	14
2	1000	27
3	3000	51
4	5000	76
5	8000	115
6	10000	141
7	20000	262

序号	计费基数	项目设计与预算编制费
8	40000	487
9	60000	701
10	80000	906
11	100000	1107

注：计费基数大于 10 亿元时，按计费基数的 1.107%计取。

e. 项目招标代理费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-5 项目招标代理费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	1000×0.5%=5
2	1000～3000	0.3	3000	5+（3000-1000）×0.3%=11
3	3000～5000	0.2	5000	11+（5000-3000）×0.2%=15
4	5000～10000	0.1	10000	15+（10000-5000）×0.1%=20
5	10000～100000	0.05	100000	20+（100000-10000）×0.05%=65
6	100000 以上	0.01	150000	65+（150000-100000）×0.01%=70

② 工程监理费：以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档定额计算方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-6 工程监理费计费标准　　单位：万元

序号	计费基数	工程监理费
1	≤500	12
2	1000	22
3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157
7	20000	283
8	40000	510

序号	计费基数	工程监理费
9	60000	714
10	80000	904
11	100000	1085

③ 拆迁补偿费

拆迁补偿费采取适量一次补偿方式编制预算。拆迁工程涉及的施工费用可列计在工程施工费中，补偿标准应结合项目所在地实际情况确定。

④ 竣工验收费

竣工验收费=工程复核费+工程验收费+项目决算与审计费+整理后土地的重估与登记费+标识设定费

a. 工程复核费

以工程施工费与设备购置费这和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-7 工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.70	500	500×0.70%=3.5
2	500～1000	0.65	1000	3.5+（1000-500）×0.65%=6.75
3	1000～3000	0.60	3000	6.75+（3000-1000）×0.60%=18.75
4	3000～5000	0.55	5000	18.75+（5000-3000）×0.55%=29.75
5	5000～10000	0.50	10000	29.75+（10000-5000）×0.50%=54.75
6	10000～50000	0.45	50000	54.75+（50000-10000）×0.45%=234.75
7	50000～100000	0.40	100000	234.75+（100000-50000）×0.40%=434.75
8	100000 以上	0.35	150000	434.75+（150000-100000）×0.35%=609.75

b. 工程验收费

以工程施工费与设备购置费这和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-8 工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	工程验收费
1	≤500	1.4	500	500×1.4%=7
2	500～1000	1.3	1000	7+（1000-500）×1.3%=13.5
3	1000～3000	1.2	3000	13.5+（3000-1000）×1.2%=37.5
4	3000～5000	1.1	5000	37.5+（5000-3000）×1.1%=59.5
5	5000～10000	1.0	10000	59.5+（10000-5000）×1.0%=109.5
6	10000～50000	0.9	50000	109.5+（50000-10000）×0.9%=469.5
7	50000～100000	0.8	100000	469.5+（100000-50000）×0.8%=869.5
8	100000 以上	0.7	150000	869.5+（150000-100000）×0.7%=1219.5

c. 项目决算编制与审计费

以工程施工费与设备购置费这和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-9 项目决算编制与审计费费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	项目决算编制与审计费
1	≤500	1	500	500×1.0%=5
2	500～1000	0.9	1000	5+（1000-500）×0.9%=9.5
3	1000～3000	0.8	3000	9.5+（3000-1000）×0.8%=25.5
4	3000～5000	0.7	5000	25.5+（5000-3000）×0.7%=39.5
5	5000～10000	0.6	10000	39.5+（10000-5000）×0.6%=69.5
6	10000～50000	0.5	50000	69.5+（50000-10000）×0.5%=269.5
7	50000～100000	0.4	100000	269.5+（100000-50000）×0.4%=469.5
8	100000 以上	0.3	150000	469.5+（150000-100000）×0.3%=619.5

d. 整理后土地重估与登记费

以工程施工费与设备购置费这和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-10 整理后土地重估与登记费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	整理后土地重估与登记费
1	≤500	0.65	500	500×0.65%=3.25
2	500～1000	0.60	1000	3.25+（1000-500）×0.60%=6.25
3	1000～3000	0.55	3000	6.25+（3000-1000）×0.55%=17.25
4	3000～5000	0.50	5000	17.25+（5000-3000）×0.50%=27.25
5	5000～10000	0.45	10000	27.25+（10000-5000）×0.45%=49.75
6	10000～50000	0.40	50000	49.75+（50000-10000）×0.40%=209.75
7	50000～100000	0.35	100000	209.75+（100000-50000）×0.35%=384.75
8	100000 以上	0.30	150000	384.75+（150000-100000）×0.30%=534.75

e．标识设定费

以工程施工费与设备购置费这和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-11 标识设定费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	标识设定费
1	≤500	0.11	500	500×0.11%=0.55
2	500～1000	0.10	1000	0.55+（1000-500）×0.10%=1.05
3	1000～3000	0.09	3000	1.05+（3000-1000）×0.09%=2.85
4	3000～5000	0.08	5000	2.85+（5000-3000）×0.08%=4.45
5	5000～10000	0.07	10000	4.45+（10000-5000）×0.07%=7.95
6	10000～50000	0.06	50000	7.95+（50000-10000）×0.06%=31.95
7	50000～100000	0.05	100000	31.95+（100000-50000）×0.05%=56.95
8	100000 以上	0.04	150000	56.95+（150000-100000）×0.04%=76.95

⑤ 业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和的作为计算基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-12 业主管理费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	500×2.8%=14
2	500～1000	2.6	1000	14+（1000-500）×2.6%=27
3	1000～3000	2.4	3000	27+（3000-1000）×2.4%=75
4	3000～5000	2.2	5000	75+（5000-3000）×2.2%=119
5	5000～10000	1.9	10000	119+（10000-5000）×1.9%=214
6	10000～50000	1.6	50000	214+（50000-10000）×1.6%=854
7	50000～100000	1.2	100000	854+（100000-50000）×1.2%=1454
8	100000 以上	0.8	150000	1454+（150000-100000）×0.8%=1854

（4）监测费

包括矿山地质环境监测和土地复垦监测两部分。其中矿山地质环境监测包括地质灾害监测、含水层监测和水土环境污染监测，土地复垦监测包括土地损毁监测、复垦效果监测。

矿山地质环境监测：地下水水质监测按 500 元/次×点，地形地貌景观监测按 200 元/次，地表水监测按 500 元/次×点，土壤监测按 500 元/次×点，人工巡视按 100 元/次；

土地损毁及复垦效果监测费：参照水土保持生态工程监测费收费标准，监测费按工程施工费的 1.5%计取。

（5）管护费

管护费是指对复垦结束后的土地进行管护，本方案管护内容主要是包括对林地的植被补种管护。林地管护费：按每年 2000 元/hm^2，共管护 3 年。

（6）预备费

预备费是指考虑了土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。预备费主要包括基本预备费、价差预备费和风险金。

① 基本预备费

指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。按

不超过工程施工费、设备购置费和其他费用之和的3%计算。计算公式为：

基本预备费=（工程施工费+设备购置费+其他费用）×费率

② 价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工工资、材料和设备价格）上涨、国家宏 观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。

价差预备费：本项目按照“边开采、边复垦”原则实施生态修复工程，修复工期 5 年，静态投资在工期内逐年均衡投入。以方案编制基准时点的价格水平作为计算基数，考虑工程投资在年度内陆续发生，按年内均匀投入、等效年中投入考虑；年度物价上涨指数取（r =1.5%）。

设第 i 年投入的静态投资为 a_i（万元），则第 i 年投资对应的价差预备费计算公式：$Wi = a_i[(1+r)^{i-0.5}-1]$

总价差预备费：$W = \sum_{i=1}^{n} Wi$

式中：Wi—第i年静态投资对应的价差预备费，万元；

a_i—第i年投入的静态投资，万元；

r—年度物价上涨指数，取 1.5%；

i—年度序号， i =1、2、3、4、5。

（7）风险金

风险金是指可预见而目前技术上无法完全避免的土地复垦过程中可能发生风险的备用金。本项目不予计算。

（二）单项工程量及其经费估算

根据所涉及的工程类型、工程设计、工程部署、工程量及工程技术手段等，参照相关标准，进行经费估算，工程施工费合计 1861.1430 万元，其中地貌重塑工程 911.5553 万元、土壤重构工程 878.3248 万元、植被重建工程 71.2629 万元。

表 6-13 工程施工费单价估算表

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	直接工程费（元）	措施费（元）	间接费率（%）	间接费（元）	利润（元）	材料价差（元）	税金（元）	综合单价（元）
1	补充定额 01	边坡清理费	项	500,000.00							500,000.00
2	01-0016	机械开挖土石方	m^3	4.51	0.18	6.0	0.28	0.35	0.00	0.48	5.80
3	30022	MU7.5 浆砌石	m^3	350.54	14.02	5.0	18.23	26.80	0.00	36.86	446.45
4	13-0003	砂浆抹面	m^2	43.20	1.73	5.0	2.25	3.30	0.00	4.54	55.02
5	09-0059	伸缩缝	m^2	10.91	0.44	5.0	0.57	0.83	0.00	1.15	13.90
6	市场组价	PVC 排水管	m	9.50	0.38	5.0	0.49	0.73	0.00	1.00	12.10
7	01-0038	表土运输（0.5～1km）	m^3	10.73	0.43	5.0	0.56	0.82	0.00	1.13	13.67
8	01-0016	挖掘机覆土（表土回覆）	m^3	4.51	0.18	5.0	0.23	0.34	0.00	0.47	5.73
9	01-0014	推土机平整场地	m^3	3.25	0.13	5.0	0.17	0.25	0.00	0.34	4.14
10	市场组价	施撒农家肥（土壤培肥）	t	1,000.00	40.00	5.0	52.00	76.44	0.00	105.16	1273.60
11	市场组价	栽植乔木	株	12.00	0.48	5.0	0.62	0.92	0.00	1.26	15.28
12	市场组价	种植爬山虎、迎春花	株	10.00	0.40	5.0	0.52	0.76	0.00	1.05	12.73
13	市场组价	撒播草籽	hm^2	600.00	24.00	5.0	31.20	45.86	0.00	63.10	764.16

表 6-14 生态修复治理工程施工费汇总表

序号	定额编号	工程费用或名称	单位	数量	单价（元）	经费估算（万元）
一	地貌重塑工程					
	（一）边坡清理费					
1	补充定额 01	边坡清理费	项	1.00	500,000.00	50.0000
2	小计					50.0000
	（二）场地平整					
1	市场价	建筑物拆除	m^3	22,976.25	40.00	91.9050
2	市场价	水泥地面清理	m^3	2,297.63	30.00	6.8929
3	市场价	垃圾转运(1～1.5km)	m3	9,190.50	10.50	9.6500
4	小计					108.4479
	（三）封边墙工程					
1	市场组价	PVC 排水管	m	3,359.20	12.10	4.0646
2	市场组价	混凝土 C25	m^3	1,292.00	250.00	32.3000
3	市场价	模板制作	m^2	7,752.00	37.00	28.6824
4	市场组价	钢筋	kg	44,961.60	8.3100	37.3631
5	小计					102.4101
	（四）截（排）水沟工程					
1	01-0016	土石方开挖（采场外围、工业场地）	m^3	1,209.60	5.80	0.7016
2	市场组价	MU7.5 浆砌石（采场外围、工业场地）	m^3	806.40	446.45	36.0017
3	13-0003	砂浆抹面（采场外围、工业场地）	m^2	2,688.00	55.02	14.7894
4	09-0059	伸缩缝（采场外围、工业场地）	m^2	53.76	13.90	0.0747
5	01-0016	土石方开挖（采场基底、平台）	m^3	12,846.60	5.80	7.4510
6	市场组价	MU7.5 浆砌石（采场基底、平台）	m^3	8,564.40	446.45	382.3576
7	13-0003	砂浆抹面（采场基底、平台）	m^2	28,548.00	55.02	157.0711
8	09-0059	伸缩缝（采场基底、平台）	m^2	570.96	13.90	0.7936
9	小计					599.2407
	（五）沉淀池工程					
1	01-0004	人工沟槽挖土方	m^3	2,464.00	33.03	8.1386
2	市场价	砖砌体	m^3	336.00	480.00	16.1280
3	小计					24.2666

序号	定额编号	工程费用或名称	单位	数量	单价（元）	经费估算（万元）
	（六）采坑外围拦挡工程					
1	市场价	永久防护栏	m	2,450.00	110.00	26.9500
2	小计					26.9500
	（七）警示牌					
1	市场价	竖立警示牌	块	12.00	150.00	0.1800
2	市场价	警示牌维护	块	12.00	50.00	0.0600
3	小计					0.2400
	一地貌重塑工程小计					911.5553
二	土壤重构工程					
1	01-0016	表土回覆	m^3	434,561.00	5.73	249.0035
2	01-0038	表土运输（0.5～1km）	m^3	434,561.00	13.67	594.0449
3	01-0014	场地平整	m^3	72,120.20	4.14	29.8578
4	市场组价	土壤培肥	kg	42,545.30	1.2736	5.4186
5	小计					878.3248
	二土壤重构工程小计					878.3248
三	植被重建工程					
1	市场组价	栽植红叶石楠	株	11,192.00	15.28	17.1014
2	市场组价	栽植樟树	株	6,598.00	15.28	10.0817
3	市场组价	栽植爬山虎、迎春花	株	33,480.00	12.73	42.6200
4	市场组价	撒播草籽	kg	729.92	20.0000	1.4598
	小计					71.2629
	三植被重建工程小计					71.2629
	工程施工费合计					1,861.1430

（三）总工程量及其经费估算

1.静态投资估算

通过矿区生态修复投资估算，本项目静态总投资 2283.0725 万元，修复责任范围 74.7135hm^2（1120.703 亩），亩均静态投资 20371.80 元。其中：工程施工费 1861.1430 万元，设备费 0 万元，其他费用 239.3757 万元，监

测与管护费 119.5382 万元，基本预备费 63.0156 万元，本方案总投资可作为生态修复经费计提依据。

表 6-15 矿山生态修复工程静态投资估算表

序号	工程或费用名称	估算金额（万元）	各费用占总费用比例
一	工程施工费	1,861.1430	81.52%
二	设备费	0.0000	0.00%
三	其他费用	239.3757	10.48%
四	监测与管护费	119.5382	5.24%
（一）	监测费	90.0049	3.94%
（二）	管护费	29.5333	1.29%
五	预备费（基本预备费）	63.0156	2.76%
	静态投资合计	**2,283.0725**	**100.00%**
	修复责任范围（复垦面积）	74.7135	hm^2
	亩均静态投资	**20,371.80**	元/亩

表 6-16 矿山生态修复工程其他费用估算表

序号	费用名称	费基	费率/计费方法	金额（万元）
一	**前期工作费**			
1	调查费	工程施工费	0.50%	8.9235
2	土地勘测费	工程施工费	1.50%×1.0	29.4477
3	方案编制费	工程施工费+设备费	分档定额内插（表 6-3）	9.0503
4	阶段设计与预算编制费	工程施工费+设备费	分档定额内插×1.0（表 6-4）	36.4165
5	工程招标代理费	工程施工费+设备费	差额定率累进（表 6-5）	7.3541
	前期工作费合计			91.1921
二	**工程监理费**	工程施工费+设备费	分档定额内插（表 6-6）	35.3400
三	**拆迁补偿费**	—	—	0.0000
四	**竣工验收费**			
1	工程复核费	工程施工费+设备费	差额定率累进（表 6-7）	11.4582
2	工程验收费	工程施工费+设备费	差额定率累进（表 6-8）	22.9165
3	项目决算编制及审计费	工程施工费+设备费	差额定率累进（表 6-9）	15.7777
4	整理后土地重估与登记费	工程施工费+设备费	差额定率累进（表 6-10）	10.5659
5	标识设定费	工程施工费+设备费	差额定率累进（表 6-11）	1.7562
	竣工验收费合计			62.4745
五	**业主管理费**	施工费+设备费+前期工作费+监理费+拆迁补偿费+竣工验收费	差额定率累进（表 6-12）	50.3691
其他费用合计				239.3757

表 6-17 矿山生态修复工程监测费用估算表

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
1	监测墩及基准墩修建	座			**0.7578**
(1)	钢筋制安	kg	193.44	8.31	0.1607
(2)	土方开挖	m^3	2.94	33.03	0.0097
(3)	C25 混凝土	m^3	5.26	250.00	0.1314
(4)	归心盘	个	12.00	380.00	0.4560
2	仪器采购费	台	1.00	100,000.00	10.0000
3	监测设施维护	年	14.50	1,000.00	1.4500
4	监测数据采集	年	14.50	2,000.00	2.9000
5	人工巡视监测	次	174.00	100.00	1.7400
6	水样采集	次	174.00	500.00	8.7000
7	水样化验	次	174.00	800.00	13.9200
8	土壤监测	次	174.00	500.00	8.7000
9	土壤化验	次	174.00	800.00	13.9200
10	土地损毁及复垦效果监测	项	1.00		27.9171
监测费合计					**90.0049**

表 6-18 矿山生态修复工程管护费用估算表

序号	费用名称	单价	数量	管护年限（年）	管护费（万元）
1	林地管护（抚育管理）	2000 元/hm^2·年	49.2221	3	**29.5333**
管护费合计					**29.5333**

2.动态投资估算

动态投资是考虑到物价变化、银行利率、国家宏观调控以及地方经济发展的因素后预计的资金需求量。按照《国家计委关于加强对基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题通知》（计投资〔1999〕1340 号）规定，“自本通知发布之日起，编制和核定基本建设大中型项目初步设计概算时，投资价格指数按零计算，小型基本建设项目参照执行”。本项目在静态投资概算中参照上述规定，不单独计取价差预备费。考虑本项目实施周期

长达 14.5 年，资金投入具有持续性，为合理反映资金的时间价值及物价波动影响，动态投资按 2025 年年利率 1.2%进行测算，终值按下式计算：

$$F = P（1+ i）n$$

式中：F—终值；

P—现值；

i—折现率（1.2%）；

n—时间周期数

由于矿山开采年限较长，故以静态投资为基数计算动态投资额，5 年后本方案需进行修编，故本次价差预备费仅计算近 5 年。得出动态投资总额为 2345.5419 万元，价差预备费 69.4445 万元，亩均动态投资 20991.45 元。

表 6-19　预备费估算表

序号	费用名称	计算基础/参数	金额（万元）	说明
1	**基本预备费**	（工程施工费+设备费+其他费用）×3%	**63.0156**	依据：按不超过施工费+设备费+其他费用之和的 3%
2	**价差预备费**	修复工期 5 年，静态投资逐年均衡投入，i=1.2%（2025 年年利率，终值式 F=P(1+i)^n），年中投入	**69.4445**	价差预备费=Σai×[(1+i)^(i-0.5)-1]（按终值式 F=P(1+i)^n），ai=静态投资/5≈456.6145 万元
预备费合计			**132.4601**	（静态投资中仅计基本预备费；价差预备费计入动态投资）
价差预备费逐年计算（万元）：第 1 年 2.7315、第 2 年 8.2437、第 3 年 13.8220、第 4 年 19.4672、第 5 年 25.1802，合计 69.4445（按 i=1.2%复算）。				

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

通过对矿山环境影响评估，结合矿山工业场地等建（构）筑物的布置及服务年限，并在对可能引发的环境问题进行充分分析研究的基础上，本矿山分期治理防治工作如下：

1.近期目标和任务（2026 年 10 月—2031 年 9 月）

（1）近期目标

近期首先要保证矿山在一个安全的环境中进行矿山生产，保证当地居

民在一个安全的生存空间安居乐业。对矿区的危险源逐一建档立案，纳入监测视线；对特别危险的隐患部位，逐步安排资金进行治理，消除安全隐患，避免导致人员伤亡的地质灾害发生。近期目标实现期限为矿山取得采矿许可证后的 3 年内。

（2）近期任务

① 严格在圈定范围内从事矿业活动，不得随意越界活动、扩大占地范围、扩大对环境的影响范围和程度；

② 按矿山开发利用方案实施矿山基建工程，完善矿区道路、工业场地及其防护工程的建设；

③ 建立监测体系，降低潜在的崩塌、滑坡地质灾害隐患的危险性和危害程度；

④ 针对出现的新问题，研究制定对策，控制事态进一步发展。

2.中期目标和任务（2031 年 9 月—2037 年 4 月）

（1）中期目标

中期要在总结前期矿山地质环境保护和治理恢复的基础上，根据新情况、新问题及时调整方向，以解决实际问题为目标。落实矿山地质环境保护与恢复治理方案，要保证山体稳定，消除矿山地质灾害隐患；不能有新占土地；没有明显的地表水污染。中期目标实现期限为矿山开采结束。

（2）中期任务

① 进一步完善监测体系，降低潜在的崩塌、滑坡地质灾害隐患的危险性和危害程度；

② 清理采坑边坡不稳定岩体，达到无崩塌、滑坡地质灾害；对采坑边坡没有按开发利用方案放坡的进行放坡；

③ 根据中期矿山地质环境保护与恢复治理方案，对新出现的地质环境问题进行治理。

3.远期目标和任务（2037 年 5 月—2041 年 4 月）

（1）远期目标

远期要在矿山开发到尾声或闭坑后，对后期采矿中遗留的问题进行全面解决，全面恢复矿山生态环境。远期目标实现期限为矿山闭坑后 3 年内。

（2）远期任务

通过矿山开展的矿山生态修复工作，逐渐恢复对原生态地形地貌景观及土地资源的破坏。

（二）近年工作任务与经费进度安排

近期（2026 年 10 月—2029 年 9 月）矿山处于基建期，地质环境问题较少，主要布置预防性防治措施，包括矿山道路、截排水系统工程等（见表 6-12），简述如下：

第一年（2026 年 10 月—2027 年 9 月）：矿山处于基建期，主要工作是：修建工业场地及矿石破碎加工区、修建上山道路、改、扩建矿山道路、在采坑北侧修建截（排）水沟，对修建完成的截（排）水沟进行清理，并对拦挡工程开展巡视和监测工程。预计将投入资金 167.20 万元。

第二年（2027 年 10 月—2028 年 9 月）：矿山继续完善基建工程，修建通往+129m、+114m 平台道路，剥离矿区北侧+114m 以上和中部+99m 以上首采区的表土，并在矿山道路两侧和工业场地内进行植树绿化工程。开展采矿和加工作业。对下年度预开采的+99~ +84m 间的表土开展剥离工程，并修建对应的截（排）水工程。对临时排土场开展巡视和监测工程。预计将投入资金 131.25 万元。

第三年（2028 年 10 月—2029 年 9 月）：矿山生产步入正轨，主要工作是：对开采完毕的+129m、114m 台阶进行整平、覆土、绿化，对下年度预开采的+84~ +69m 间的表土开展剥离工程，并修建对应的截（排）水工程。对采坑边坡、临时排土场开展巡视和监测工程，对已复垦区进行养护、管控及监测，对达到服务年限的台阶进行整平、覆土、绿化。预计将投入资金 93.29 万元。

表 6-20　近三年工作经费安排

年份	主要工作	预计投入资金（万元）
2026 年 10 月—2027 年 9 月	基建期：修建工业场地及矿石破碎加工区；修建上山道路；截（排）水沟；开展清理、巡视和监测工程。	167.20
2027 年 10 月—2028 年 9 月	修建通往+129m、+114m 平台道路；开展道路两侧、工业场地内的绿化工程；对首采区进行剥离，并修建对应的排水设施；开展采矿和加工作业；对下年度预开采的+99~ +84m 间的表土开展剥离工程，并修建对应的截（排）水工程。对临时排土场开展巡视和监测工程。	131.25
2028 年 10 月—2029 年 9 月	对开采完毕的+114m 以上的台阶进行整平、覆土、绿化；对下年度预开采的+84~ +69 间的表土开展剥离工程，并修建对应的截（排）水工程；对采坑边坡、临时排土场开展巡视和监测工程，对已复垦区进行养护、管控及监测，对达到服务年限的台阶进行整平、覆土、绿化。	93.29

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

（一）组织保障

生产建设单位应成立矿区生态修复实施管理机构（矿山地质环境保护与土地复垦实施管理机构），设专人负责本矿山矿区生态修复工作，明确矿区生态修复方案实施的组织机构及其职责。实施管理机构可为生产建设单位负责地质环境治理、生态环境保护与水土保持的机构，以保证相关工作的有机结合与衔接。管理机构应协调矿区生态修复方案与主体工程及其他有关方案的管理，负责组织实施经审批的矿区生态修复方案，具体职责如下：

1.贯彻执行国家和地方政府、自然资源部门有关矿山地质环境保护与土地复垦的方针政策，结合本矿山露天开采、基建期建设实际，制定本单位管理规章制度。

2.建立矿区生态修复（矿山地质环境保护与土地复垦）目标责任制，把矿区生态修复列为工程进度、质量考核的内容之一，制定阶段矿区生态修复计划及年度矿区生态修复实施计划。

3.协调矿区生态修复工程与有关工程的关系，确保矿区生态修复工程正常施工，最大程度减少基建、开采生产建设活动对矿山地质环境及周边生态环境的扰动。

4.深入工程现场检查，掌握生产建设过程中矿山地质环境现状、土地损毁状况及矿区生态修复措施落实情况。

5.定期向主管领导汇报矿区生态修复进展情况，每年向自然资源主管部门报告矿山地质环境情况、土地损毁及复垦情况，接受自然资源主管部门的监督检查。

6.定期培训管理及技术人员，提高人员素质和管理水平。

（二）技术保障

矿区生态修复工作专业性、技术性较强，本矿山属露天开采，采场边坡、临时排土场及表土堆存区是治理重点，需要定期培训技术人员、咨询相关专家、开展科学试验、引进先进技术，并对土地损毁情况及治理修复效果进行动态监测和评价。

同时，表土是十分珍贵的资源，它直接影响到矿区生态修复的实施效果；重金属污染问题是土地复垦中需要重点关注的问题，也是矿区生态修复的难点。矿山地质环境保护与土地复垦义务人应制定严格的规章制度和技术手段，以保证做好表土剥离与保护工作，并确保不将有害物用作回填或者填充材料、不将重金属及其他有毒有害物污染的土地用作种植食用农作物等。具体可采取以下技术保障措施：

1.方案编制阶段，选择有技术优势的编制单位编制本矿山矿区生态修复方案，委派技术人员与方案编制单位密切合作，了解方案中的技术要点，重点掌握本矿段露天采场、临时排土场边坡治理与植被恢复技术要求。

2.矿区生态修复实施中，根据方案内容，与相关技术实力雄厚的技术单位合作，编制阶段矿区生态修复实施计划和年度土地复垦实施计划，及时总结阶段性实施经验，并修订方案。

3.加强与相关技术单位的合作，加强对国内外具有先进矿区生态修复与复垦技术的单位的学习研究，及时吸取经验，完善修复与复垦措施。

4.根据实际生产情况和土地损毁情况，进一步完善矿区生态修复方案，拓展方案编制深度和广度，做到所有矿区生态修复工程遵循方案设计实施。

5.严格按照建设工程招标制度选择和确定施工队伍，要求施工队伍具有相关等级的资质。

6.实施表土剥离及保护、不将有毒有害物用作回填或者填充材料、不将重金属及其他有害物污染的土地用作种植食用农作物等。

7.建设、施工等各项工作严格按照有关规定，结合矿山基建期和开采期

进度，按年度有序进行。

8.选择有技术优势和较强社会责任感的监理单位，委派技术人员与监理单位密切合作，确保施工质量。

9.定期培训技术人员、咨询相关专家、开展科学试验、引进先进技术，以及对土地损毁情况和治理修复效果进行动态监测和评价等。

（三）资金保障

资金落实是矿区生态修复工作成败的关键。做好矿区生态修复工作，必须制定出切实可行的资金保障措施，本方案将从资金的提、存、管、审、用等环节落实资金保障措施。

1.资金的来源

根据《矿山地质环境保护规定》《关于取消矿山环境治理恢复保证金建立矿山环境治理恢复基金的指导意见》和《湖北省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》，矿山企业按照满足本矿山矿区生态修复资金需求的原则，将矿山地质环境恢复治理费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，在预计开采年限内按照产量比例等方法摊销，并计入生产成本，在所得税前列支。同时，矿山企业需在其银行账户中设立基金账户，单独反映基金的提取情况。

基金管理办法要求矿山企业根据通过自然资源主管部门审查的《矿产资源开发利用与生态复绿方案》或《矿山地质环境保护与土地复垦方案》(上述两方案以下均简称《方案》)，将矿山地质环境治理恢复和土地复垦费用按照一定比例计提，存于企业在银行设立的基金账户中，专项用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦所需的资金。

按照以上规定，嘉鱼县自然资源建设开发有限公司作为本矿山地质环境治理恢复和土地复垦义务人，应将矿山环境治理恢复基金足额纳入生产建设成本，专项用于本矿山矿区生态修复工作的实施。

2.资金的计提

基金由企业自主使用，根据本矿山矿区生态修复方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源开采活动造成的采场边坡崩塌、滑坡、地形地貌景观破坏、地表植被损毁等预防和修复治理等方面。

首期应在基金开户同时存入，金额不低于《方案》核定矿山地质环境治理和土地复垦费用总额的 20%。余额按开发利用《方案》确定的矿山服务年限分摊计提，采矿权人应在每年 3 月底前将本年度应计提基金存入。其中，矿山上年度停产的，该年度基金可暂缓计提，可按第十一条规定后期一次性补足。

本矿山基金按阶段计提，阶段基金计提额按照核定的治理基金总额、占用资源总矿石量、实际生产矿石量确定。

九龙山矿段采矿权矿山生产服务年限约 10.5 年（含基建期 1.5 年），矿山需在闭坑前一年计提完毕，因此矿山地质环境治理和土地复垦费计提详见表 7-1。

表 7-1　费用年度计提资金表

年　　度	每年提取金额（万元）	备注
2026.10-2028.5	469.1084	首期
2028.6-2029.5	234.5542	
2029.6-2030.5	234.5542	
2030.6-2031.5	234.5542	
2031.6-2032.5	234.5542	
2032.6-2033.5	234.5542	
2033.6-2034.5	234.5542	
2034.6-2035.5	234.5542	
2035.6-2036.5	234.5541	
2036.6-2037.4	\	
2037.5-2038.4	\	闭坑恢复治理期
2038.5-2041.4	\	管护期
合　　计	2345.5419	

3.建立资金共管账户

矿山企业每年列入生产成本中的矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金采用集中管理，不得擅自改变使用用途。为确保复垦资金专款专用，矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金由矿山企业与当地自然资源管理部门共同管理。

（1）建立三方共管账户：矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金共管账户以矿山业主名义设置建立，三方单位为：矿山业主、银行、嘉鱼县自然资源和规划局，具体操作由嘉鱼县自然资源和规划局土地复垦工作小组负责。领导小组可具体指定熟悉财务流程的专人负责复垦资金的计提、转划、管理。

（2）共管账户工作人员具体工作职责：每年年底督促矿山按照本矿山矿山地质环境治理恢复与土地复垦动态投资总额确定的年度计提标准将资金转划至共管账户内；负责统计矿山历年复垦资金缴纳总额及未缴纳余额；负责统计矿山完成复垦工作投资、支出金额；在 10 日内将矿山缴纳、支出复垦资金的财务凭证送至自然资源监管部门实施备案；配合自然资源、财政等相关部门对专项账户内的资金进行监督检查，如实提供相关的数据、凭证。

4.资金的管理

（1）采用第三方监管：共管账户管理是保证资金安全、生态复绿工作顺利实施的切实保障，资金管理采取矿山和自然资源部门双方共管、第三方（银行或财政部门）监管的制度。

（2）资金的支出管理：共管账户内的资金专门用于本项目生态复绿工作实施，专款专用。共管账户内的资金由银行根据监管协议，只有获取相关付款指令后方可实施资金的划转。该付款指令应由矿山和自然资源部门协商确定。

5、资金的使用

（1）资金拨付由施工单位根据复垦工程进度向土地复垦管理机构提出申请，经审查签字后，报财务审批。每次提取复垦资金超过两万，或每月提

取复垦资金超过十万，土地复垦管理机构应取得自然资源和规划主管部门的同意。

（2）施工单位每年年底，根据土地复垦实施规划和年度计划，做出下一年度的复垦资金使用预算。土地复垦管理机构对矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金使用预算进行审核，并报自然资源和规划主管部门审查备案。

（3）资金使用中各科目实际支出与预算金额相差超过 20%的，需向土地复垦管理机构提交书面申请，经主管领导审核同意后方可使用。

（4）施工单位按期填写复垦资金使用情况报表，对每一笔复垦资金的用途均应有详细明确的记录。复垦资金使用情况报表按期提交土地复垦管理机构审核备案。

（5）每年年底，施工单位需提供年度复垦资金预算执行情况报告。土地复垦管理机构审核后，报自然资源和规划主管部门备案。

（6）每一阶段复垦结束前，土地复垦管理机构提出申请，自然资源和规划主管部门组织对阶段土地复垦实施效果进行验收，并对土地复垦资金使用情况进行审核，同时对复垦账户的资金进行清算。在复垦效果和资金审核通过的基础上，账户剩余资金直接滚动计入下阶段复垦。

（7）土地复垦义务人按照土地复垦方案和阶段土地复垦计划完成全部复垦任务后向自然资源和规划主管部门提出最终验收申请。验收合格后，可向自然资源和规划主管部门申请从土地复垦费用共管账户中支取结余费用的 80%。其余费用应在自然资源和规划主管部门会同有关部门在最终验收合格后 5 年内对土地复垦为农用地的复垦效果进行跟踪评价，达标后方可取出。

（8）对滥用、挪用复垦资金的，追究当事人、相关责任人的责任，给予相关的行政、经济、刑事处罚。

6、资金的审计

（1）审查矿山环境治理恢复基金的计提、转划、管理情况。定期或不定期检查共管账户内复绿资金运行情况，谨防矿山不按时转划资金或非法挪用资金现象。

（2）审核招投标的真实性：公开、公平、公正确定施工单位是确保工程质量的关键所在，在生态复绿项目招标中，重点审查招标程序是否规范到位、招标方式和组织形式是否合法，杜绝招标工作出现走过场、暗箱操作的行为。

（3）审核项目资金流向、使用效益，审核预算、决算编制、资金流程。检查业主或施工单位是否存在虚假决算、虚列支出、搞虚假工程骗取资金，或有关部门滞留项目资金等行为。

（4）实施责任追究制度。在项目的审计中，如出现滥用、挪用资金的行为，追究当事人、相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、刑事处罚。

（四）技术保障

1.监测保障

为确保矿区生态修复方案提出的各项土地复垦工程技术措施按照要求保质保量实施和落实，本矿山将在土地复垦工作开展期间组织专业人员对采矿、基建引起的地表挖损和压占损毁区域进行动态监测。

涉及的监测内容包括对工业场地及生活办公区、露天采场、临时排土场和矿山道路的复垦是否按照复垦工作安排逐步实施，复垦后的植被恢复率是否达到复垦标准要求等，并要求将监测结果公之于众，真实反映复垦工作的开展情况。

邀请土地权属人对复垦过程中采取的复垦措施和达到的复垦效果进行监督。若发现其存在的问题与设计方案和实际情况有差异或冲突，应及时与方案设计单位沟通，便于方案的调整，确保土地复垦工作顺利开展。坚决抵制弄虚作假、偷工减料、拖延复垦工期等不良现象，一经发现，应严肃处理、从重处罚，以确保土地复垦工作按照方案设计合理实施。

2.管理保障

（1）矿山企业在建立组织机构的同时，应加强与政府主管部门的合作，建立共管账户，自觉接受地方主管部门的监督管理，对监督检查中发现的问题应及时处理，以便矿区生态修复工程顺利实施。

（2）按照方案确定的年度进度安排，逐地落实，及时调整因矿山生产产生变动的矿区生态修复计划，对矿区生态修复实行统一管理。

（3）加强矿区生态修复政策宣传，保护企业以及积极进行生态修复的村庄或村民的利益，调动开展复垦的积极性。提高社会对土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。

二、公众参与

（一）方案编制期间的公众参与情况

矿山开采会给周围的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接地影响当地人民群众生活。矿山地质环境治理与土地复垦规划要在充分了解当地人民群众意愿和观点的基础上，使建设项目更加民主化、公众化，以避免片面性和主观性，使该项建设的规划、设计、施工和运行更加完善，更加合理，从而有利于最大限度地发挥该项目的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益得到统一。

在矿区生态修复方案编制过程中，为使本方案做到因地制宜，治理与复垦工作切实可行，技术人员对当地群众和相关政府部门进行了公众参与调查。

在嘉鱼县自然资源建设开发有限公司技术人员的陪同下，编制人员对项目区进行现场踏勘，并随机走访了治理与复垦影响区域的土地权利人，并以发放《公众调查表》和走访的形式，积极听取了项目影响区域内土地权利人的意见，得到了他们的大力支持。

编制期间共收集各类公众意见 10 条，公众主要关切集中于矿山生产运

营阶段废水、废渣、噪声、粉尘等环境污染防控问题；关心矿山闭坑后，因开采造成的土壤破坏、植被损毁能否得到有效修复，原有土地功能能否恢复归还。此外，群众还提出希望做好边坡地质灾害防控，强化水土流失治理，复垦优先恢复旱地与林地，植被恢复选用本土树种，进一步加强修复完成后的后期管护等诉求。

方案编制人员和采矿权人对收集到的10条公众意见开展逐条梳理、分析研判，全部合理诉求均予以采纳，并落实到方案文本当中。结合公众反馈优化完善了矿区生态修复工程布局、复垦地类设置、植被物种选型、截排水布设以及后期管护制度等相关内容，针对性补充生产期污染防控、土壤治理、土地功能恢复等相关措施，充分回应周边群众的现实关切。本次公众参与形成的走访记录、公示材料、意见汇总处理表等资料完整归档，作为方案报批附件；后续在矿山建设开采、分阶段修复实施以及验收工作中，将持续邀请村集体、土地权属人及群众代表参与监督。

（二）方案实施中的公众参与计划

上节叙述了方案编制期间的公众参与情况，只是作为本方案在确定矿山地质环境保护与土地复垦方向以及制定相应措施等方面的依据，在随后的治理安排和复垦计划实施、效果、监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的治理和复垦技术，积极宣传土地治理和复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

1.组织人员

矿方技术人员将与当地相关部门进行长期的、积极有效的合作，在方案实施过程中，建立相应的公众参与机制，积极调动公众的参与热情。

2.参与方式

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，参与形式主要为座谈会形式，要求矿山涉及区域的代表参加，确保矿山涉及区域内的民众充分知晓项

目计划、进展和效果。

3.参与人员

在群众方面，主要为矿山涉及区域的土地权利人。在政府相关职能部门方面，将进一步加强与矿区内国土部门的沟通，还将加大和扩大重点职能部门的参与力度范围，如林业局、环保局和审计局。

4.参与时间

（1）方案实施前

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司将根据本方案确定的环境治理与土地复垦安排相应工作，在每次制订环境保护与土地复垦方案时进行一次参与式公众调查，主要是对矿山开采可能造成或遭受的地质灾害、实际损毁面积、损毁程度等进行调查。

（2）方案实施中

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司将在每年年底进行一次参与式公众调查，主要是对治理与复垦实施效果、实施进度、实施措施落实和费用落实等情况进行调查。

（3）竣工验收

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司承诺竣工验收时将邀请当地相关政府部门、专家和群众代表一起参加，验收结果将向公众公布，对公众提出质疑的地方，将及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。

三、效益分析

（一）社会效益

本方案实施坚持以人为本、践行绿水青山就是金山银山理念，在保障矿山安全生产的基础上，取得良好社会效益。九龙山矿段矿山生态修复总费用（静态投资）为2283.0725万元，通过系统开展生态修复与土地复垦，消除地质灾害、水土流失等安全隐患，降低矿山开采引发伤亡事故的风险，切实

保障矿区周边群众、矿山从业人员生命财产安全，为矿山基建、开采活动安全有序开展筑牢基础。

修复工程对损毁土地进行综合治理，优化区域土地利用结构，恢复林地、草地、旱地、农村道路等土地功能，缓解矿产开发对当地群众生产生活的不利影响，助力地方农林产业协调发展。矿区生态环境持续改善，人居环境品质提升，有益于矿区职工及周边居民身心健康。项目落实边开采边修复要求，妥善化解资源开发与生态保护之间的矛盾，树立绿色矿山建设示范，促进矿地和谐，助力区域经济社会绿色可持续发展。

（二）生态效益

本项目的实施以保护矿区范围内自然景观和防止水土流失、恢复生态环境为主，使矿区内地质环境状况得到明显改善，矿区内生态环境明显好转，具体表现在以下几个方面：

1、防止水土流失

矿山开采活动形成大面积采坑并压占土地，对当地土地资源产生较大负面影响。通过实施生态修复治理与土地复垦工程，开展植被重建、营造生态空间，可显著提高植被覆盖度，加固土体，防控水土流失，遏制区域生态系统退化及地表土体裸露侵蚀。治理复垦工程优先选用本土适生乔灌草物种，利于构建稳定的植物群落，取得良好的生态效益。

2、对生物多样性的影响

项目实施之后较实施之前植被覆盖率得到明显提高，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样性与稳定性。吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

3、对空气质量的影响

通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。具体来讲，栽植苗木可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质

量。

综上所述，通过对矿区进行恢复治理及土地复垦，可有效改善土壤物化性质，改善项目区及周边的生态环境。

（三）经济效益

本项目实施生态修复工程，通过配套各类防治措施，综合治理地质灾害隐患，保障矿区周边居民生命财产安全，持续改善矿区发展条件。工程拟恢复旱地 46.6141hm^2、乔木林地 11.6318hm^2、其他林地 3.6872hm^2、其他草地 12.1972hm^2、农村道路 0.5832hm^2。让受损土地恢复利用价值，产生相应经济效益，在一定程度上消减土地损毁对当地群众生产生活带来的负面影响。

项目实施后，拟复垦旱地 46.6141hm^2，以一年每亩旱地平均收入 1500 元计算，每年可增加经济收益为 104.88 万元。按照复垦方向，乔木林地成林时间需要 15 年，按照林地种植面积、成树树径等标准，一公顷可产木材约 280-360m^3，平均按照 320m^{3}作为其产量计算依据，年产量估计在 21m^3/hm^{2}左右，考虑林地复垦在现实中存在着一定的成活率、天灾等不确定因素，林地的年产量中考虑 15%的损失率。根据目前市场行情，林木的销售价格在 500 元/m^{3}左右，成本费包括树苗费、人工工资和管理费等按照 200 元/m^{3}计算。则复垦林地的年净产值为：11.6318×21×（1-15%）×（500-200）＝6.23 万元。通过复绿工程，不仅改善了环境，还产生了一定的经济效益。

第八章 结 论

一、结论

（一）评估范围和级别

九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿采矿权隶属于嘉鱼县自然资源建设开发有限公司，位于嘉鱼县高铁岭镇九龙村，采矿权面积0.6545km^2，开采标高+140m～+39m，开采矿种为（黑色冶金）熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩，采用山坡露天开采方式，生产规模400万t/a，矿山生产服务年限约 9 年。该矿山为山坡型露天开采矿山，地质环境条件复杂程度属中等，生产建设规模属大型，评估区重要程度属重要区，矿山地质环境影响评估级别为一级，评估区面积171.4190hm^2。

（二）现状评估及预测评估

1.现状评估

现状评估矿山地质环境现状影响程度划分为地质环境影响严重区（A区）2个、较严重区（B区）2个和较轻区（C区）1个。

（1）严重区分为2个子区，编号分别为A1和A2。

A1位于在建工业场地，该区面积约6.2126hm^2，占评估区总面积的3.6%。

A2为原露天采场范围内（含废弃已老采坑），该区面积约30.8972hm^2，占评估区总面积的18.0%。

（2）较严重区分为2个子区，编号分别为B1和B2。

B1位于原加工场地及办公生活区范围，该区面积约5.2852hm^2，占评估区总面积的3.1%。

B2位于矿山道路范围，该区面积约0.5025hm^2，占评估区总面积的0.3%。

（3)较轻区C为严重区、较严重区以外的其他区域，面积128.5215hm^2，占评估区总面积的75.0%。

2.预测评估

预测评估矿山地质环境现状影响程度划分为地质环境影响严重区（A 区）2 个、较严重区（B 区）5 个和较轻区（C 区）1 个。

（1）严重区分为 2 个子区，编号分别为 A1 和 A2。

A1 位于在建工业场地，该区面积约 6.2126hm^2，占评估区总面积的 3.6%。

A2 为原露天采场范围内（含废弃已老采坑），该区面积约 63.9432hm^2，占评估区总面积的 37.3%。

（2）较严重区分为 2 个子区，编号分别为 B1 和 B2。

B1 位于原加工场地及办公生活区范围，该区面积约 3.9745hm^2，占评估区总面积的 2.3%。

B2 位于矿山道路范围，该区面积约 0.5832hm^2，占评估区总面积的 0.3%。

（3）较轻区 C 为严重区、较严重区以外的其他区域，面积 96.7055hm^2，占评估区总面积的 56.4%。

（三）矿山地质环境防治分区

矿山地质环境保护与恢复治理分区将评估区分为 2 个矿山地质环境重点防治区，2 个次重点防治区和 1 个一般防治区。

1.重点防治区（Ⅰ）

该区面积 70.1558hm^2，占评估区面积的 40.9%。本区主要为露天采场（Ⅰ-1）、工业场地（Ⅰ-2），为地质环境影响严重区。矿山开采形成的采场边坡可能产生崩塌地质灾害，采矿剥离了地表植被，山体大面积岩体裸露，改变了原始地形地貌，对地形地貌景观影响严重。

2.次重点防治区（II）

该区面积 4.5577hm^2，占评估区面积的 2.7%。本区为矿山道路（Ⅱ-1）、原加工场地及办公生活区（Ⅱ-2），为地质环境影响较严重区。道路开挖对地形地貌景观影响和破坏程度较严重，防治措施为：对潜在的地质灾害采取监测、示警等措施。

3.一般防治区（III）

一般区为评估区内受采矿影响等破坏较轻的区域，面积96.7055hm^2，占评估区面积的56.4%。该区受采矿活动影响较小。防治措施主要以监测为主。

（四）矿山损毁土地情况（面积、地类）、复垦土地情况（面积、地类）复垦率

矿山总损毁土地面积为74.7135hm^2。其中，已损毁土地42.8975hm^2，拟损毁土地31.8160hm^2，损毁土地类型主要为挖损及压占。

复垦责任面积为 74.7135hm^2。土地利用类型主要有其他园地、乔木林地、灌木林地、其他林地、工业用地、采矿用地、农村宅基地、农村道路、设施农用地，设计复垦率为100%。复垦为旱地、林地及草地，复垦旱地面积46.6141hm^2，乔木林地面积11.6318hm^2，其他林地面积3.6872hm^2，其他草地面积12.1927hm^2，农村道路地面积0.5832hm^2。

（五）生态修复工程内容

1.地貌重塑

开展边坡清理工程、场地平整、封边墙工程、截（排）水沟工程、沉淀池工程、采坑外围拦挡工程及警示牌工程。

2.土壤重构

表土回填、土壤培肥、场地平整、土壤培肥。

3.植被重建

种植红叶石楠和樟树、栽植爬山虎、迎春花、撒播草籽。

4.监测与管护

地表变形监测 14.5 年；人工巡视监测 14.5 年；地表水、地下水环境破坏的监测 14.5 年；地形地貌景观破坏监测 14.5 年；地形地貌景观恢复监测 14.5 年；土壤环境污染监测 14.5 年；土地损毁监测 14.5 年；复垦效果监测 3 年。

管护面积49.2221hm^2。管护年限3.0年。

（六）生态修复工程投资额

本项目生态修复静态总投资 2283.0725 万元，其中：工程施工费 1861.1430 万元，设备费 0 万元，其他费用 239.3757 万元，监测与管护费 119.5382 万元，基本预备费 63.0156 万元，亩均静态投资 20371.80 元，动态投资总额为 2345.5419 万元，亩均动态投资 20991.45 元。

二、建议

1.严格按照安全设施设计及开采方案确定的开采顺序和台阶参数组织生产，坚持自上而下、采剥并举、剥离先行，严禁越界开采和形成高陡不规范边坡。

2.剥离表土应分类收集、集中堆存和养护，优先用于终了平台、采场基底、矿山道路两侧及工业园绿化，严禁随意弃置。

3.贯彻“预防为主、防治结合、边开采边修复”原则，严格控制矿业活动范围，保护地表植被，做好矿坑涌水、地下水、地表水、土壤和地形地貌监测。

4.截排水、台阶封边、边坡治理及闭坑集中修复等重要工程实施前，应结合现场条件开展施工图设计，编制施工组织方案，并依法实施监理和验收。

5.矿山开采方案、矿区范围、生产规模、开采方式或生态环境条件发生重大变化时，应及时修编或重新编制矿区生态修复方案；方案原则上每 5 年结合生产和监测情况进行修编。

6.方案实施过程中应主动接受嘉鱼县自然资源和规划主管部门及相关部门的指导监督，建立工程、监测、基金计提与使用台账，确保生态修复任务和资金按期落实。

7.统筹落实初步设计、水土保持、环境影响评价及本方案确定的保护修复措施，形成矿山开发、污染防治、地质灾害防控、土地复垦和生态恢复相衔接的综合防治体系。