卢氏县庆家沟村锑矿有限公司

卢氏县庆家沟村锑矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

卢氏县庆家沟村锑矿有限公司

2024 年 4 月

卢氏县庆家沟村锑矿有限公司

卢氏县庆家沟村锑矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：　卢氏县庆家沟村锑矿有限公司

法定代表人：王荣林

总工程师：　邓国利

编制单位：北京通拓工程科技有限公司

法定代表人：胡鹏兴

总工程师：柳海华

项目负责人：吴全雷

编写人员：柳海华　吴全雷　刘　亮　侯英杰

路　璐

制图人员：刘　亮

目　录

前言.....1
一、任务的由来.....1
二、编制目的.....1
三、编制依据.....2
四、方案适用年限.....4
五、编制工作概况.....5
第一章 矿山基本情况.....9
一、矿山简介.....9
二、矿区范围及拐点坐标.....9
三、矿山开发利用方案概述.....10
四、矿山开采历史及现状.....25
五、相邻矿山分布与开采情况.....28
六、 绿色矿山建设.....28
第二章 矿区基础信息.....31
一、矿区自然地理.....31
二、矿区地质环境背景.....33
三、矿区社会经济概况.....40
四、矿区土地利用现状.....41
（一）矿区土地利用类型.....42
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....44
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....44
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....51
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....51
二、矿山地质环境影响评估.....53
三、矿山土地损毁预测与评估.....90
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....97
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....111
一、矿山地质环境治理可行性分析.....111

二、矿区土地复垦可行性分析.....113
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....123
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....123
二、矿山地质灾害治理.....129
三、矿区土地复垦.....130
四、含水层破坏修复.....140
五、水土环境污染修复.....142
六、矿山地质环境监测.....144
七、矿区土地复垦监测和管护.....149
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作.....153
一、总体工作部署.....153
二、阶段实施计划.....155
三、年度实施计划.....161
第七章 经费估算与进度安排.....169
一、经费估算依据.....169
二、矿山地质环境治理工程经费估算.....174
三、土地复垦工程经费估算.....180
四、总费用汇总与年度安排.....188
第八章 保障措施与效益分析.....192
一、组织保障.....192
二、技术保障.....192
三、资金保障.....193
四、监管保障.....196
五、效益分析.....197
六、公众参与.....198
第九章 结论与建议.....205
一、 结论.....205
二、建议.....206

前言

一、任务的由来

卢氏县庆家沟村锑矿始建于2004年，2005年首次办理采矿许可证。经过多次延续和变更，目前持有的采矿许可证为2022年9月22日由自然资源部颁发的，证号：***；开采矿种：锑矿；开采方式：地下开采；生产规模：***万吨/年；矿区面积：***平方公里；有效期限2022年9月22日至2029年9月4日；开采深度：由***米至***米标高。

2017年委托郑州嵩茂矿山技术咨询有限公司编制的《卢氏县庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》适用期为2018年1月至2022年12月，目前该方案已超出适用期；并且原开发利用方案设计的部分开拓工程位于地表移动范围之内，部分矿体开采受到影响，矿山为了更好地利用矿产资源，2023年9月卢氏县庆家沟村锑矿编制《卢氏县庆家沟村锑矿矿产资源开发利用方案变更》，对开拓系统进行变更。

根据《土地复垦条例》和《矿山地质环境保护规定》的要求，以及《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）等文件精神，为更好履行矿山地质环境保护与土地复垦义务。卢氏县庆家沟村锑有限公司的委托北京通拓工程科技有限公司编制《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司卢氏县庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

二、编制目的

矿山地质环境保护与土地复垦编制的主要目的是贯彻落实矿山地质环境保护和土地复垦有关法律法规与政策要求，为矿山地质环境治理和土地复垦的实施管理提供依据，制定矿山企业在建设、开采、闭坑各阶段的矿山地质环境治理与土地复垦方案，最大限度地减轻矿业活动对地质环境及土地利用的影响，实现矿山地质环境和土地资源的有效保护与恢复治理，落实矿山企业对矿山土地和地质环境保护治理义务，为矿山企业实施矿山地质环境保护治理与土地复垦提供技术支撑，并且为政府行政主管部门对矿山地质环境及土地复垦的有效监督管理提供依据。主要任务为：

通过现状调查和预测分析，明确矿山地质环境问题类型、分布、影响对象和影响程度等，通过采取预防、治理和监测措施，最大限度地避免地质灾害对矿山生产及周边居民的影响，减轻因矿山开采引发地质灾害造成的危害，减轻矿山开采对含水层的影响，对矿山及周边水土环境的污染，以及对地形地貌景观的影响，最大限度地保护和修复地质环境。

通过调查和预测分析，明确矿山建设和生产过程中，土地损毁类型、面积和损毁程度，根据土地复垦相关法律法规要求，按照“预防为主、防治结合”“谁损毁，谁复垦”的原则，明确该矿山生产项目土地复垦的目标、任务、措施、实施步骤和保障措施等，为土地复垦工作实施以及监督检查、验收提供依据，确保土地复垦落到实处，以期达到合理用地、保护耕地、防止水土流失、恢复生态环境及保护生物多样性的目的。

满足绿色矿山建设相关要求，促进绿色矿山建设，尽快完成绿色矿山建设任务。

三、编制依据

（一）法律法规

1、《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年 8 月 27 日修正）；

2、《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日）；

3、《中华人民共和国农业法》（2013 年 1 月 1 日）；

4、《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；

5、《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修订）；

6、《地质灾害防治条例》（2004 年 3 月 1 日）；

7、《基本农田保护条例》（2011 年 1 月 8 日修订）

8、《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日）；

9、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014 年修订）；

10、《矿山地质环境保护规定》（2019 年 7 月 16 日修正）；

11、《地下水管理条例》（2021 年 12 月 1 日）

13、《地质环境监测管理办法》（2014 年 7 月 1 日）

14、《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号，2017 年 1 月 3 日）；

15、《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，2017年11月1日）。

16、《河南省地质环境保护条例》（2012年7月1日）；

（二）规程规范

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

2、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）；

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

4、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016年12月）；

5、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-1991）；

6、《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1995）；

7、《污水综合排放标准》（GB8978-2002）；

8、《造林作业设计规程》（LY/T1607-2003）；

9、《泥石流灾害防治工程设计规范》（DZ/T0239-2004）；

10、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；

11、《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》（环发〔2005〕109号，2005年9月7日）；

12、《国家一、二等水准测量规范》（GB/T12897-2006）；

13、《耕地质量验收技术规范》（NY/T1120-2006）；

14、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；

15、《〈县（市）地质灾害调查与区划基本要求〉实施细则》（2006年10月）；

16、《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T1634-2008）；

17、《农用地质量分等规程》（GB/T28407-2012）；

18、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

19、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

20、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）；

21、《造林技术规程》（GB/T15776-2016）；

22、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

23、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

24、《泥石流灾害防治工程勘查规范（试行）》（T/CAGHP006-2018）；

25、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；

26、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0320-2018）。

27、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

28、《地下水监测工程技术规范》（GB/T51040-2023）；

（三）技术文件及资料

1、采矿许可证（证号：***）；

2、《卢氏县双槐树乡庆家沟村锑矿开采工程项目环境影响评价报告表》（河南省卢氏县环境保护科学研究所，2003 年 7 月）；

3、《河南省卢氏县庆家沟村锑矿生产勘探报告》，（河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘查院，2016 年 1 月）；

4、《卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案矿产资源开发利用方案》（卢氏县庆家沟村锑矿，2016 年 7 月）；

5、《卢氏县庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》（郑州嵩茂矿山技术咨询有限公司，2017 年 9 月）；

6、《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案变更》（卢氏县庆家沟村锑矿有限公司，2023 年 9 月）；

7、土地利用现状标准分幅图（图幅号：***）；

8、《卢氏县 2019 年度耕地质量等别年度更新评价》；

9、《卢氏县土地利用总体规划调整方案》（2010 年—2020 年）；

10、《河南省卢氏县永久基本农田划定成果》（2021 年）；

11、《河南省卢氏县生态红线划定成果》（2021 年）；

四、方案适用年限

（一）生产服务年限

庆家沟村锑矿为生产矿山，根据 2023 年 9 月所编制的《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案变更》，矿山生产服务年限为 10.81 年。目前持有的采矿许可证有效期限为 2019 年 9 月 22 日—2029 年 9 月 4 日，剩余有效期限约 6.6 年。

（二）方案的适用年限

本方案的服务年限取采矿证有效期限、地表稳沉时间、矿山地质环境治理复垦期及管护年限之和。采矿许可证剩余期限为6.6年，地表移动稳沉时间约为1.4年；矿山地质环境治理复垦施工期1年，管护时间取3年。因此本方案服务年限为12年，即2024年5月～2036年4月。

方案适用年限为 5 年，即2024年5月～2029年4月。5年后根据需要进行修编。在方案适用年限内，若矿区范围、开采方式、生产规模、生产工艺流程、排土场、工业场地等重要地面设施用地范围变化时，应重新编制方案或对方案进行修编。若矿业权发生变更，应保证矿山地质环境保护与土地复垦义务、责任和资金的相应变更与接续。

（三）方案的基准期

方案基准期自然资源部批准该方案之日算起，初定为2024年5月。

五、编制工作概况

（一）工作程序

我单位接受委托后，抽调相关专业技术人员组成“方案”编制工作小组着手该方案的编制工作。该方案的编制按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中推荐的工作程序进行，工作流程如图0-1所示。

整个编制工作可划分为四个阶段，每个阶段时间跨度和主要工作内容为：

第一阶段从2023年3月15日至3月20日，该阶段主要工作为资料收集分析、现场踏勘及工作大纲编制阶段。

第二阶段从2023年3月21日至3月31日，该阶段为野外调查阶段和资料整理阶段，主要工作为在资料收集及现场踏勘的基础上对矿区地质环境条件、社会自然经济情况、地质环境问题和土地利用现状以及矿山开采情况进行实地调查，并通过对附近居民的走访，了解当地群众对矿山地质环境保护与土地复垦的意见和建议。

第三阶段从2023年4月1日至2023年12月31日，为方案编写阶段。该阶段主要工作为根据现状调查和相关资料，划分评估级别，进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估；根据土地利用现状及其土地损毁预测分析，选择评价方法和评价因子对损毁土地进行适宜性评价。在地质环境评估和土地适宜性评价的基础上，进

行矿山地质环境保护与治理恢复分区和土地单元划分，制定地质环境保护与恢复治理工作措施、土地复垦技术措施、监测措施、管护措施，针对各项措施制定详细方案，制定工程部署和工作安排，并进行经费估算和效益分析。

第四阶段从2024年1月1日至2024年1月20日，为征求意见、内部审查和方案修改阶段。通过座谈、发调查表和走访等形式征求业主、相关管理部门和土地权属人的意见，通过内部审查发现报告中的问题，然后进行集中修改完善。

第五阶段为报告的审查修改及资源部批复公示阶段。

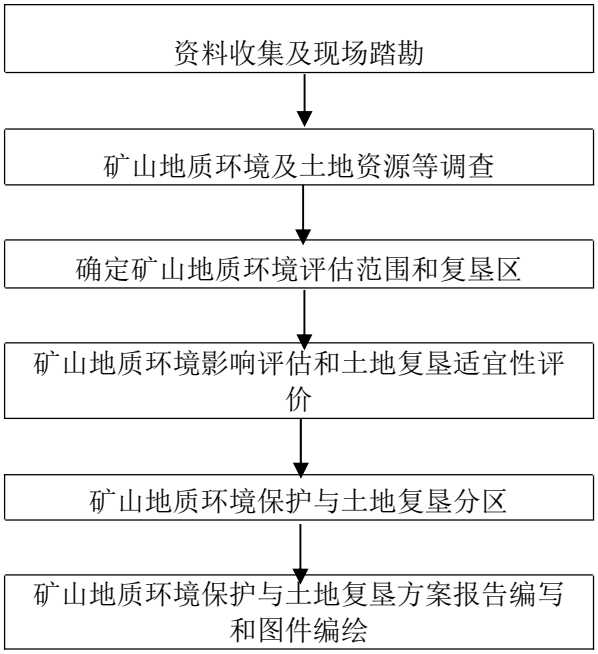

图 0-1 工作流程框图

（二）工作方法

根据项目特点，本次方案编制工作主要采用资料收集、现场调查、室内综合分析评价以及公众调查和协调论证等工作方法。

1、资料收集与分析

在现场调查前，收集生产勘探报告及开发利用方案等资料，掌握评估区内地质环境条件、工程建设概况和矿区社会经济条件；收集以往编制的矿山地质环境保护与土地复垦方案、环境影响评价报告等资料，了解项目区地质环境背景和已经开展的与地质环境保护和土地复垦相关的工作；收集地形地质图、土地利用现状图等图件作为评估工作的底图及野外工作用图；分析已有资料，确定需要补充的资料内容，初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

2、野外调查

野外地质环境调查，主要调查地质环境条件、地质环境问题的发育及分布状况等，采取穿越法和追索法相结合的方法，以 1:2000 的地形地质图为底图，对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，调查其发生的时间、基本特征和危害程度，并对地质问题点和地质现象点进行数码照相和 GPS 定位。

土地利用现状调查主要调查项目区各地类的分布情况，土壤植被、配套设施和生产能力以及项目生产建设造成土地损毁方式、土地利用类型、面积和损毁程度等。

3、公众调查和协调论证

采用座谈会、问卷调查、走访的形式，广泛地与矿区范围及周边村民沟通矿山地质环境保护与土地复垦政策，调查公众对矿山地质环境保护措施、土地复垦方向、复垦标准的意见和建议。 对收集到的各种资料和实际调查的资料进行分析整理，结合公众意见和建议确定土地复垦方向，明确地质环境保护与土地复垦目标，选定土地复垦标准和地质环境治理与土地复垦措施，初步拟订方案。

就初步拟订方案广泛征询矿山企业、土地权属人、自然资源等相关部门的意见，并从经济、技术、生态环境协调性、费用保障以及公众接受程度等方面进行了可行性论证，确定最终方案。

4、室内资料整理及综合分析

在上述工作的基础上，编制矿山地质环境问题现状图、矿区土地利用现状图，根据开发利用方案等设计资料，进行矿山地质环境影响预测和土地损毁预测，编制矿山地质环境问题预测图和矿区土地损毁预测图，以图件形式反映矿山地质环境问题分布、危害对象、危害程度和土地资源损毁的分布、损毁程度、损毁时序等。可行性分析后，进行矿山地质环境保护与恢复治理和土地复垦的工程设计及工程部署，编制矿区土地复垦规划图、矿山地质环境治理工程部署图，以图件的形式反映地质环境恢复治理和土地复垦工程部署情况，并在此基础上编制《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司卢氏县庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

（三）项目工作量

本次《方案》编制工作主要工程量如表 0-1 所示。

表 0-1　工作量一览表

项目		单位	工作量
资料收集	文档	套	6

	图件	张	58
矿山地质环境与土地资源现状调查	调查面积	km^2	0.6
	调查线路	km	3.2
	地形地貌点	处	7
	地质灾害点	处	4
	地表水	处	5
	地下水	处	3
	土壤	处	4
	土地利用现状调查	hm^2	20
	土地损毁现状调查	hm^2	1.40
	拟损毁区域土地利用调查	hm^2	12.85
	调查问卷	份	30
	照片	张	155
提交成果	文字报告	份	1
	图件	张	6

（四）《方案》质量评述

本《方案》编制工作严格按照《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编制有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）及其附件《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》要求开展各项工作，认真执行《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）等相关规范，资料收集齐全，野外调查内容详实，资料分析研究深入，工作程度达到了委托要求，编制和提交的成果满足合同和规范要求。

《方案》是在现场调查、资料收集的基础上编制完成的，《方案》中的数据及结论均以各类技术资料、实际调查成果和技术规范为依据，具有真实性和科学性。矿山企业对提供的原始资料及相关证明材料的真实性负责，编制单位对报告中引用的数据和给定的结论负责。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

矿区位于卢氏县双槐树乡西南 2.5 千米之庆家沟村，距卢氏县城距离 20 千米，地理坐标：东经***～***；北纬***～***。矿区有简易公路与 209 国道相通，交通较为便利。（见图 1.1-1）

图 1.1-1 矿山交通位置图

（1） 项目名称：卢氏县庆家沟村锑矿项目

（2） 隶属关系：卢氏县庆家沟村锑矿隶属卢氏县庆家沟村锑矿有限公司。

（3） 企业性质：有限公司。

（4） 项目类型：生产矿山。

（5） 生产开采方式：井工开采。

（6） 生产规模：***万 t/a（原矿）。

（7） 剩余使用年限：根据开发利用方案（变更），矿山生产服务年限为 10.81 年。

（8）总投资：项目总投资为***万元，其中固定资产投资为***万元，流动资金***万元。

二、矿区范围及拐点坐标

根据矿山采矿许可证（证号***，有效期为 2022 年 9 月 22 日至 2029 年 9 月 4 日），庆家沟村锑矿矿区面积***km^2，由 4 个拐点圈定，开采深度***～***m 标高，具体矿区范围拐点坐标见表 1.2-1 和图 1.2-1。

表 1.2-1 矿区范围拐点坐标表

拐点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	***	***
2	***	***
3	***	***
4	***	***
矿区面积***km^2，开采标高***m～***m。		

图 1.2-1　矿区范围示意图

三、矿山开发利用方案概述

根据 2016 年 7 月编制《卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案》和 2023 年 9 月编制的《卢氏县庆家沟村锑矿矿产资源开发利用方案变更》，将矿山开发利用方案主要内容论述如下。

（一）资源储量

1、保有资源储量

根据生产勘探报告、储量备案证明（豫国土资储备字〔1016〕51 号）以及三门峡市 2022 年度矿山储量年报零动用审查表。套改后，矿区内共查明动用+控制+推断锑矿石量***吨，锑金属量***吨。其中，保有储量控制+推断锑矿石量***吨，锑金属量***吨。保有储量中，控制储量锑矿石量***吨，锑金属量***吨；推断储量锑矿石量***吨，锑金属量***吨。矿体平均厚度 1.57m，平均品位 3.92%。套改后各矿体资源储量估算结果下表。

表 1.3-1　套改后资源储量估算结果汇总表

矿体号	资源储量类型	厚度（m）	矿石量（t）	Sb 平均品位（%）	金属量（t）
1-I	动用	1.19	***	3.34	***
	控制	1.28	***	2.94	***
	推断	1.52	***	5.10	***
	控制+推断	1.51	***	5.02	***
	动用+控制+推断	1.49	***	4.94	***
1-II	推断	1.39	***	5.06	***
2-I	动用	1.37	***	4.13	***
	控制	1.33	***	3.99	***
	推断	1.36	***	3.39	***
	控制+推断	1.34	***	3.75	***
	动用+控制+推断	1.35	***	3.80	***
2-II	控制	1.64	***	2.83	***
	推断	1.64	***	2.83	***
	控制+推断	1.64	***	2.83	***
2-2-I	推断	4.26	***	5.76	***
3-I	动用	1.77	***	3.13	***
	控制	1.39	***	2.65	***

	推断	1.72	***	2.87	***
	控制+推断	1.51	***	2.74	***
	动用+控制+推断	1.58	***	2.86	***
动用		1.60	***	3.39	***
控制		1.36	***	3.27	***
推断		1.70	***	4.42	***
控制+推断		1.56	***	4.02	***
动用+控制+推断		1.57	***	3.92	***

2、设计利用储量

（1）开采矿体的确定

矿区内查明1-Ⅰ、1-Ⅱ、2-Ⅰ、2-Ⅱ、2-2-Ⅰ、3-Ⅰ共6个矿体。以上矿体赋存位置均不在边界附近，不需留边界矿柱，各矿体地表无重要建筑和设施，地表允许塌陷，不需要设保安矿柱，6个矿体均可开采利用。

（2）可设计利用储量

设计开发的6个矿体的保有资源储量均为可利用储量，全区共查明控制+推断锑矿石量***吨，锑金属量***吨。其中，控制锑矿石量***吨，锑金属量***吨，推断锑矿石量***吨，锑金属量***吨。

（3）设计利用储量

按照有关规定，设计利用储量据地质可靠程度由各类型资源量乘以其可信度系数求出。其中控制的资源量可信系数按1.0计，推断的资源量可信系数按0.6计，则本次设计利用储量：锑矿石量***吨，锑金属量***吨，平均品位3.88%，各矿体设计利用储量详见表1.3-2。

表1.3-2　设计利用储量计算一览表

矿脉编号	矿体编号	资源储量类型	保有矿石量（t）	锑金属量（t）	设计利用储量			
					可信系数	矿石量（t）	锑金属量（t）	平均品位 $Sb(10^{-2})$
1	1-Ⅰ	控制	***	***	1.0	***	***	2.94
		推断	***	***	0.6	***	***	5.10
	1-Ⅱ	推断	***	***	0.6	***	***	5.07
		小计	***	***		***	***	5.00
2	2-Ⅰ	控制	***	***	1.0	***	***	3.99
		推断	***	***	0.6	***	***	3.39
	2-Ⅱ	控制	***	***	1.0	***	***	2.82
		推断	***	***	0.6	***	***	2.83
		小计	***	***		***	***	3.72
2-2-1	2-2-Ⅰ	推断	***	***	0.6	***	***	5.76

3	3-Ⅰ	控制	***	***	1.0	***	***	2.65
		推断	***	***	0.6	***	***	2.87
		小计	***	***		***	***	2.71
合计	控制		***	***	1.0	***	***	3.27
	推断		***	***	0.6	***	***	4.42
	控制+推断		***	***		***	***	3.88

（4）可采储量与开采损失量

各矿体均为急倾斜的薄矿体，设计采用地采，浅孔留矿法采矿。矿体及围岩稳固，基本不需要支护，但矿脉较薄，为保证选矿石的品位，开采矿石的贫化率不宜过大，根据矿区生产实际情况，结合采用的采矿方法，设计采矿损失率取 8%，贫化率取 10%。设计可采储量计算如下：

可采储量=设计利用储量×（1－采矿损失率）

=***×92%

=***（t）

可采锑金属量***吨；采出矿石平均品位 3.49%。开采损失矿石量***t，锑金属量***t。

（二）矿山规模及服务年限

根据各矿体的赋存特征，结合矿山开采技术条件、选用的采矿方法，确定开采损失率 8%，贫化率 10%。

矿山服务年限计算如下：

T=（Q×K）/q(1－ r)

式中：T——服务年限（a）；

Q——设计利用储量（***t）；

q——开采规模（***t/a）；

r——开采贫化率（10%）。

K—综合开采回采率（取 92%）；

故矿山生产服务年限为 10.81 年。

（三）产品方案

设计矿山产出的产品为锑矿原矿石，直接外销。

（四）矿山开采设施用地组成

1、采矿工业场地

主要设施布置在 PD925 西硐口附近工业场地。以满足生产为原则简易设置，设置排土场、高位生产水池、变配电室、空压机房、值班室、仓库、机修车间等设施。上述设施均围绕其所服务的平硐、回风平硐等，合理利用地形，就近布置。

矿山生活区设在排土场下部，距离约 85 米。

2、排土场

设计矿山排土场设置于 PD925 平硐口工业场地填方。

矿山基建期内废石 $3.5\times10^4m^3$。生产期内废石量为 $3.99\times10^4m^3$。工业场地填方（排土场）容积按废石经沉降后松散系数 1.2 估算，共需要排土场容积为 $9.0\times10^4m^3$。设计堆置标高+900m—+925m，堆置高度 25m，容积约 $7.5\times10^4m^3$，不能满足需要，多余部分用于周边村民修路，或者充填采空区。

排土场堆置标高+900m—+925m，采用单台阶排土，堆置高度 25 米，边坡角 33 度。

排土场排洪设施设计频率，对于三、四级排土场不应小于 20 年。沿排土场外边界 5～10m 处设截水沟，最终汇集到排土场挡石墙外排出；在排土时应做到沟内排石、坡面排土，或陡坡排石，缓坡排土；湿地不良地段排石，干地稳定地层排土；在排土作业过程中，除留有岩土的自然下沉量外，还应使排土平台形成 2%～3%的内面坡度，以防止地表水冲刷边坡。在平台与山坡交界处设置排水沟，将平台内的水流引出场外。排水沟采用浆砌石构筑，断面为梯形，上口宽度 600mm，下底宽度 400mm，深度 400mm。

排土场下部设置挡渣墙，挡渣墙混凝土结构，梯形断面，挡渣墙上部宽 1.0m，下部宽 1.5m，高 3.0m，全长 95m。防止废石流入出，造成泥石流灾害。

3、爆破器材库

根据当地公安部门的规定，矿山不设爆破器材库。由当地民爆公司直接配送。

矿山总平面布置见图 1.3-1。

图 1.3-1 矿山总平面布置图

（五）开采方式和生产工艺

1、开采方式

矿区内 6 个矿体分别赋存于 4 条矿脉内，矿体埋藏较深，露天开采技术经济不合理，对环境破坏较大。为此设计采用地下开采。

矿脉走向近东西，在矿区自北向南平行排列， 依次为 1、2、2-2、3 号脉，均向北倾，倾角 70～83°，矿脉走向长度 200～500 米，厚度 0.5～4.64 米。矿脉之间平均间距 30 米左右。根据矿脉及矿体赋存情况，本次设计全矿为一个采区，一个生产系统。

2、采矿方法

矿区水文地质条件属简单类型，矿区工程地质条件属简单类型。矿区范围内地表无大型工程，在开采范围内，允许地表陷落。

根据生产勘探报告，设计开采的 6 个锑矿体为急倾斜薄矿体。矿体产状受构造影响，矿体倾角 70°～83°，矿体厚度 0.95～3.27 米。因此，采矿方法推荐采用无底柱平底结构浅孔留矿采矿法，简述如下。

（1）适用条件

适用于矿岩中等稳固以上；矿体倾角大于 50° 的急倾斜薄矿体；矿石不黏结，不自燃。

（2）矿块构成要素

矿块沿走向布置，一般长为 40—50m，宽即为矿体厚度，矿块斜长≤60m。留顶、间柱，不留底柱。顶柱高 3—4m，间柱宽 6m，放矿口间距 7m。

（3）采准切割工作

采准工作主要是人行材料通风天井和联络道、出矿穿脉、脉外运输巷等。拉底巷道利用探矿沿脉，切割工作主要是以拉底巷道为自由面形成拉底空间。

（4）回采工艺

浅孔留矿法的回采工作包括：凿岩、爆破、通风、局部放矿、撬顶及平场、大量放矿等。

回采工作自下而上分层进行，分层高度一般为 2m，采用上向炮孔或水平炮孔，炮孔采用 YT-27 凿岩机作业。打上向炮孔时，可采用梯段工作面或不分梯段的整层一次打完，梯段工作面长度一般为 10m～15m。

回采过程中采用贯穿风流通风，即新鲜风流由阶段运输平硐经一侧天井进入采场作业工作面，清洗工作面后的污风由采场另一侧天井回到上中段回风巷。对于通风条件较困难的采场辅以局扇通风。

局部放矿时，每次放出崩落矿量的 1/3，利用 ZCZ-17 装岩机在底部出矿进路中进行出矿。矿房上采完成后，进行大量放矿，利用 ZCZ-17 装岩机在底部出矿进路中进行出矿全部放出暂留在矿房中的矿石。

（5）矿柱回采和采空区处理

矿房采完后，矿柱可采用浅孔临时崩落，由采场底部出矿。顶柱由下中段底部出矿。间柱隔一采一，从一端向另一端后退式回收。

回采完毕后，对于围岩稳定性好、较为稳定的采空区，只要对其采取封堵即可；而围岩稳定性较差的采空区，为预防岩柱失稳，围岩大规模崩落，产生空气冲击波，对人员和设备造成危害，需对这种围岩稳定性较差的采空区采用井下掘进废石就近进行充填或者崩落围岩形成垫层。

（6）主要技术经济指标

矿块生产能力：***t/d；损失率：8%；贫化率：10%。

采矿方法图见图 1.3-2。

图 1.3-2　采矿方法图

（六）开拓运输方案

1、开拓运输方案简述

矿山设计采用平硐+盲竖井开拓方案。+925m 标高以上采用平硐开拓，+925m 标高以下采用竖井开拓，工业场地布置在 PD925 东和 PD925 西硐口附近。考虑到矿山下一步的发展，避免盲竖井在上盘塌陷区内，设计在 PD925 西内部矿体下盘处设置盲竖井。

同时考虑到尽量利用原有工程，减少矿山投资，本次设计主要利用的坑口及工程有 889m 中段部分沿脉、925m 中段部分沿脉、回风平硐 965 中段部分工程。其中，PD925 西和 PD925 东为新设计坑口。

根据老工程利用情况，结合矿体赋存标高以及选用的采矿方法，设计中段高度为 36—50m。共设置+700m、+750m、+795m、+840m、+889m、+925m、+965m 七个中段。其中：

1 号脉共设置+700m、+750m、+795m、+840m、+889m 五个中段，+889m 中段为回风中段。

2 号脉共设置+700m、+750m、+795m、+840m、+889m、+925m 六个中段，+925m 中段为回风中段。

2-2 号脉共设置+795m、+840m、+889m 三个中段，+889m 中段为回风中段。

3 号脉共设置+700m、+750m、+795m、+840m、+889m、+925m、+965m 七个中段，+965m 中段为回风中段。

+925m、+965m 两个中段采用平硐开拓，其它中段采用竖井开拓。

各矿脉开拓系统通过设置于矿体东端的回风平巷或行人通风天井相互连通，形成单翼对角式通风系统，由各平硐或竖井进风，最终与 3 号脉 965m 中段回风平硐连通，形成通风系统。

+889m 中段及以下中段矿废石由盲竖井提升到 PD925 西内部运输巷，经 PD925 西内部运输巷运到地表。PD925 东内部 3 号脉+925m 中段矿废石直接经该中段运输巷运到地表。中段运输采用 XK2.5-6/48-1 型蓄电池式电机车牵引 YFC0.5（6）翻斗式矿车组成的列车进行运输，ZCZ-17 型电动装岩机装矿。主要运输巷道铺设 15kg/m 钢轨，道岔采用 615-3-6 单开道岔。

盲竖井井口标高+925m，井下最低中段+700m，提升高度 225m。盲竖井井底标高+690m，形成 10m 井底水窝。考虑到矿山以后的发展及生产规模扩大，同时结合本次设计井下装矿设备大件（ZCZ-17 型电动装岩机）下放，设计竖井断面为净直径 4.2m。盲竖井每天承担 120t/d 矿废石（废石量按矿石量的 20%估算），以及材料、人员的提升任务。主井提升系统采用双滚筒单绳缠绕式提升机，2#双层罐笼（带平锤罐）提升，每次提升二辆 YFC0.5（6）矿车。

2、地下运输通道

受地形地貌、基本农田和污水处理站位置影响，同时为减少对地表林地的破坏，矿石运输设计采用地下运输通道运输。主要工程包括以下两部分。

（1）地下运输通道

根据矿山实际，矿山在 865 有一个老平硐，在此平硐内修筑一条地下运输道路，连通 925m 工业场地，作为人员、材料、设备及矿（废）运输通道。此地下运输道路采用矿山斜坡道技术参数布置，净断面（宽×高）2.8×3.0m，直线段坡度 12%，限制坡长 200m。弯道坡度 3%，同时作为缓坡段。斜坡道采用碎石路面，厚度 200m，两侧安全距离 600mm，曲线段每 15m 及直线段每 50m 设置躲避硐室，躲避硐室的高度不小于 1.9m，深度和宽度均不小于 1.0m，躲避硐室应有明显的标志，并保持干净、无障碍物。

斜坡道运输采用 UQ-5 柴油车辆运输，外形尺寸（长×宽×高）为 4.4×1.6×1.8m。

同时，考虑矿石、废石运输问题，在 918m 水平（设计标高 917.88m）设置一水平段，长度 35 米，向上施工矿石溜井、废石溜井各一条，与 925m 转载车场连通。同时，在 918m 水平段，设置无轨运输车场。溜井底部分别安装一台 FZC-1.6/1-1.5 附着式振动放矿机，向无轨运输装矿，放矿机功率 1.5KW。

（2）925m 水平转载车场平硐

在 925 米工业场地东北角，避开塌陷区，设置转载车场平硐，通过窄轨与 PD925 运输平硐连通， PD925 运输平硐运输出来的矿石、废石由电机车牵引至 925m 水平转载车场平硐内，分别倒入矿石、废石溜井内，下放到斜坡道在 918m 水平，装入 UQ-5 无轨运输车辆内，通过斜坡道及 865 平硐运输到表，临时堆存。

3、主要开拓工程井口坐标

主要开拓工程井口，其坐标见下表。

表 1.3-3　主要开拓井巷工程井口坐标表（2000 国家大地坐标）

工程名称	X	Y	Z	备注
PD925 西	***	***	+925m	主要安全出口
PD925 东	***	***	+925m	主要安全出口
回风平硐 965	***	***	+965m	应急安全出口

开拓系统平面图和剖面图见图 1.3-3 和 1.3-4。

图 1.3-3　开拓系统平面图

图 1.3-4　开拓系统剖面图

（七）开采顺序

1、开采顺序

根据矿体赋存特征和设计利用的资源储量，矿体开采采取自上而下分中段的开采顺序。首先开采+925m 中段 3 号脉 3-Ⅰ矿体。

对同一中段的矿体开采采用先采上盘矿体，后采下盘矿体的开采方式。同一中段内同一矿体，采用后退式的回采方式。

同一中段相邻两个矿体同时开采时，上盘矿体回采工作面应比下盘矿体工作面超前一个矿块距离。同一矿体相邻两个中段同时开采时，上中段回采工作面应比下中段工作面超前一个矿块距离。

2、首采中段

设计首采中段为+925m 中段，首采采场 2 个，全部位于 3-Ⅰ矿体。

（八）废弃物处理

1、废水

矿山废水包括矿井涌水、废石淋滤水和生活废水。为减少矿山生产废水排放对环境的污染，庆家沟矿业公司 2022 年 5 月委托湖南省环境保护科学研究院和湖南省环科院环境工程有限责任公司设计编制了《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司废水处理工程初步设计》，设计建设废水处理站，对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理。根据设计，废水处理站建设完成后，处理的废水污染浓度将满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准限值的要求。

（1）矿井涌水

矿区水文地质勘查类型属二类一型，即以构造裂隙充水为主的水文地质条件简单的矿床。根据预测，井下正常涌水量为 631m^3/d，计 26.3m^3/h，井下最大涌水量按正常涌水量的 2.6 倍估算，井下最大涌水量为 1641m^3/d，计 68.4m^3/h。

为编制《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司废水处理工程初步设计》，了解矿井涌水水质情况，委托湖南国标检测科技有限公司对矿井涌水进行取样监测，2022 年 3 月 30 日在 PD865 硐口取样送检，2022 年 4 月湖南国标检测科技有限公司出具的废水检测报告。

根据检测结果，庆家沟村锑矿矿硐涌水各项指标中仅锑超过了 《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB30770-2014） 特别排放限值和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求，其中超过《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB30770-2014）特别排放限值 10.7 倍，超《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的 703 倍。具体水质情况如表 1.3-4 所示。

矿山设计集水池对矿井涌水进行收集后，泵送至废水处理站进行处理，部分回用于生产用水，其余达标排放。

表 1.3-4 矿硐涌水监测数据表　　单位：mg/L

检测项目	检测结果	《锡、锑、汞工业污染物排放标准》GB30770-2014 特别排放限值	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求
pH 值（无量纲）	6.96	6-9	6-9
化学需氧量	6	50	20
总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	291	/	/
氟化物	0.398	5	1.0
氯化物	2.04	/	250
砷	0.0184	0.1	0.05
汞	0.00004L	0.005	0.0001
铬	3.1×10^{-4}	0.2	0.05
铅	1.2×10^{-4}	0.2	0.05
镉	6×10^{-5}	0.02	0.005
铁	0.01L	/	0.3
锰	0.01L	/	0.1
锑	3.52	0.3	0.005
铊	1.0×10^{-4}	0.005	0.0001
钙	63.8	/	/
镁	30.0	/	/

（2）废石场淋滤水

根据 2023 年 4 月，委托河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院岩矿检测中心出具的废石浸出监测报告，废石浸出液水质情况如 1.3-5 所示。

表 1.3-5 废石浸出液监测数据表

检测项目	检测结果			《锡、锑、汞工业污染物排放标准》GB30770-2014	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项
	庆家沟废石 1	庆家沟废石 2	阴坡沟废石 1		

				特别排放限值	目标准限值的要求
pH	7.83	8.1	8.12	6-9	6-9
Cu（mg/L）	<0.01	<0.01	<0.01	0.2	1.0
Pb（mg/L）	<0.03	<0.03	<0.03	0.2	0.05
Zn（mg/L）	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.05
As（ug/L）	7.95	6.28	5.78	100	50
Cd（mg/L）	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.005
Hg（ug/L）	<0.04	<0.04	<0.04	5	0.1
Sb（ug/L）	595	2.35	10.4	300	5
硫化物（mg/L）	95.1	0	203.8	0.5	0.2
氟化物（mg/L）	26.2	26.3	26.4	5	1

3 个废石浸出液样品中 1 个锑浓度超过了《锡、锑、汞工业污染物排放标准》GB30770-2014 特别排放限值，2 个超过了《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求；2 个硫化物浓度超过了《锡、锑、汞工业污染物排放标准》GB30770-2014 特别排放限值和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求，3 个氟化物浓度均超过了《锡、锑、汞工业污染物排放标准》GB30770-2014 特别排放限值和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求。

矿山企业配套建设废石堆场淋滤水收集调节池，废石堆淋滤水收集调节池设置提升泵，通过水泵输送淋滤水至废水处理站处理。

（3）地面生产和生活废水

矿井劳动定员为 65 人，生活废水产生量为 18.5m^3/d，机修废水约 0.5m^3/d，合计废水量为 19m^3/d。设计采用生化处理工艺进行处理，处理能力 20m^3/d，可满足办公生活区地面生产和生活废水处理负荷。通过 WZSS-0.5 型接触氧化一体化设备处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的一级排放标准，用于绿化或降尘。

2、固体废弃物

矿井生产期固体废物主要包括废石和生活垃圾。

（1）废石

矿山现状条件下未独立建设的排土场，现存废石用来填筑工业场地，其中 PD925 工业场地堆存量约 10500m^3，PD965 工业场地堆存量约 5100m^3，累计堆存量约 15600m^3。

矿山变更基建期内废石 3.5×10^{4}m^3。生产期内废石量为 3.99×10^{4}m^3。废石排放在排土场，形成工业场地（排土场），工业场地填方（排土场）容积按废石经沉降后松散系数 1.2 估算，共需要排土场容积为 9.0×10^{4}m^3。设计堆置标高+900m—+925m，堆置高度 25m，容积约 7.5×10^{4}m^3，不能满足需要，多余部分用于周边村民修路，或者充填采空区。排土场堆置标高+900m—+925m，采用单台阶排土，堆置高度 25 米，边坡角 33 度。排土场边界 5～10m 处设截水沟，排土场下部设置挡渣墙。

（2）生活垃圾

生活垃圾按 0.5kg/（人·d），产生量约 42.5kg/d，按年生产 300 天计算，产生量为 12.75t/a，统一收集后与生活污水处理站污泥（产生量约 2.5t/a）一起按环卫部门要求进行处置。

（九）开发利用方案变更情况

1、变更原因

2016 年 7 月，卢氏县庆家沟村锑矿编制了《卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案》。该方案设计的 PD925 硐口位于塌陷区范围之内，不符合安全规程规定。设计的 PD889、PD865 以及盲竖井均位于矿体上盘，导致大部分中段穿脉工程需穿越塌陷区，给矿山生产带来严重影响。

原方案设计主要工业场地位于 PD865 平硐口，PD865 平硐口工业场地狭小，场地上方陡峭，无法布置工业设施及排土场。

为避免主要工程在塌陷区范围内，设置合理的工业场地，提高安全生产可靠性，2023 年 9 月，卢氏县庆家沟村锑矿有限公司编制《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案变更》，主要对原方案的开拓运输系统、工业场地位置进行变更。

同时，矿区范围内外为林地，925m 平硐口下游有基本农田。由于受地表基本农田的限制，另外，卢氏县要求，矿山运输道路不能布置在采矿区外，不允许破坏矿区范围外的林地。受基本农田、林地及征地、地形地貌的影响，如果矿区采用地表

运输，还受到污水处理站的影响，造成地表运输道路工程量巨大。为了解决这些问题，同时减少对地表林地的破坏，经初步分析，矿山地表矿石运输改用地下运输通道运输。主要工程包括两部分，一是地下运输通道，二是 925m 水平转载车场平硐。

变更后，设计利用资源量、可采储量、生产规模、服务年限、采矿方法等保持原方案设计不变。井下开拓、中段布置、开采顺序、安全出口、通风系统、排水系统、供电系统、运输系统、工业场地、排土场、通风设备等均发生了变化。

2、变更范围

本次方案变更主要为开拓运输系统变更，同时，由于开拓运输系统变更，引起中段布置、开采顺序、安全出口、矿井提升、通风系统、排水系统、供电系统、工业场地、排土场、通风设备、采准工程变化，需重新设计。

3、主要变更的内容

（1）开拓运输方案

变更后，主要开拓工程井口数量和位置、中段设置和高度发生了变化，主要开拓工程井口为 PD925 西、PD925 东、回风平硐 965。设计中段高度为 36—50m。共设置+700m、+750m、+795m、+840m、+889m、+925m、+965m 七个中段。中段运输采用 XK2.5-6/48-1 型蓄电池式电机车牵引 YFC0.5（6）翻斗式矿车组成的列车进行运输，ZCZ-17 型电动装矿机装矿。

同时，利用 865 平硐，增加了地下运输通道，以及 925m 车场运输平硐。

（2）矿井提升

变更后，盲竖井选择 2JK-2.5×1.2/30 型提升机，配套电动机功率 155kw。采用 2 号罐双层罐笼。

（3）矿井通风

变更后，矿井采用单翼对角式通风系统，设计选择 K40-4-No.10 型主扇风机，风量 8.5-18.6m^3/s，负压 168—776Pa，电机功率 15kw。主扇风机安装在风机硐室内，并配备一台相同型号的备用电机，通过手动吊链能够迅速更换。风机通过控制柜反转实现反风。

（4）井巷工程

变更后，设计盲竖井为圆形断面，直径 4.2m，$S_{净}$=13.85m^2。运输平巷断面为三心拱，2.1×2.5m^2，$S_{净}$=4.94m^2。

（5）坑内排水

变更后，矿井正常涌水量为 631m³/d，井下最大涌水量为 1641m³/d，设计水仓容积 150m³，选用水泵型号：D80-30×10，流量 48m³/h，扬程 278m，电机功率 55kW。

（6）压缩空气设施

变更后，空压机站建在 PD925 硐口附近工业场地。配置 2 台 LGFD-28/8 型空压机。

（7）工业场地布置

变更后，主要设施布置在 PD925 硐口附近工业场地。

（8）劳动定员

变更后，全矿劳动定员为 70 人。

（9）投资估算

变更后，项目固定资产投资为***万元，流动资金按固定资产投资的 15%估算为***元，项目总投资***万元。运营期销售收入为***万元；运营期利税总额***万元；运营期利润总额***万元；所得税***万元；运营期净利润总额***万元；静态投资回收期 4.2 年；投资利润率 23.8%；投资利税率 31.7%。

开发利用方案变更前后对照如表 1.3-6 所示。矿区地面工业场地布置变化如图 1.3-5。

图 1.3-5 矿区地面工业场地布置变化图

表 1.3-6　方案变更前后对照表

序号	项目	变更前	变更后
1	开拓运输方案	利用原有的 PD965、PD925、PD889、PD865 四个探采平硐及盲竖井。	利用原有的 PD965，重新设计了 PD925 及盲竖井。
2	地下运输通道	无	增设地下运输通道及 925m 车场平硐。
3	中段设置	PD965 作为回风平硐，开采中段分别为： 925 m、889 m、865 m、815 m、782 m、742 m、700 m 中段。	共设置+700m、+750m、+795m、+840m、+889m、+925m、+965m 七个中段。
4	坑内运输	生产中段矿石和废石采用 YFC0.7(0.6）翻斗式矿车，人推车运输，PD865 坑采用 3t 电机车	中段运输全部选择 XK2.5-6/48-1 型蓄电池电机车牵引 YFC0.5（6）翻斗式矿车

		牵引 YFC0.7(0.6）翻斗式矿车运输。	组成的列车进行运输。
5	竖井提升	选择 JTP-1.2×IP 提升机井，配套电机 75kw。选择 2＃单层罐笼。	选择 2JK-2.5×1.2/30 型提升机，配套电动机功率 155kw。采用 2 号罐双层罐笼。
6	矿井通风	通风阻力估算约为 254pa，需风量 12.1m^3/s，选主扇风机型号 K40-4-9 型，其工作风量区间为 6.2～13.5m^3／s，风压区间为 136～629Pa，电机功率 11kw。	估算通风阻力约为 635Pa，设计选择 K40-4-No.10 型主扇风机，风量 8.5-18.6m^3/s，负压 168—776Pa，电机功率 15kw。
7	盲竖井	盲竖井净直径ϕ=3.5m，断面 S 净=9.62m^2。	盲竖井为圆形断面，直径 4.2m，S 净=13.85m^2。
8	坑内排水	矿井正常涌水量为 9.0m^3/h，最大涌水量为 14.0m^3/h，水仓的有效容积为 110m^3，使用 3 台 200QJ50-169/13 矿用耐磨离心式水泵，流量 50m^3/h，扬程 169m，电机功率 37kw。	正常涌水量为 631m^3/d，井下最大涌水量为 1641m^3/d，水仓容积 150m^3，选用水泵型号：D80-30×10，流量 48m^3/h，扬程 278m，电机功率 55kW。
9	压缩空气设施	设置 2 台 KWG110-20/8 型螺杆式空气压缩机（一用一备），排气量 20m^3/min，排气压力 0.8Mpa，配套电动机功率 110kW。	配置 2 台 LGFD-28/8 型空压机，一台工作，一台备用。排气量 Q=28m^3／min，排气压力 P=0.8MPa，电动机功率 N=160kw。
10	工业场地布置	矿山主要设施布置和办公管理及生活设施布置在 PD865 平硐口附近。	主要设施布置在 PD925 硐口附近工业场地。
11	采矿方法	木漏斗浅孔留矿法，采用漏斗放矿。	平底结构浅孔留矿法，采用 Z-17 装岩机装矿。
12	劳动定员	全矿采矿劳动定员总计 62 人，其中生产工人 57 人，管理人员 5 人。	全矿采矿劳动定员总计 70 人，其中生产工人 53 人，管理人员 17 人。

开发利用方案变更前后工业场地占用土地情况对比如表 1.3-7 所示。

表 1.3-7 工程设施占地对比表

变更前			变更后		
序号	项目	占地（hm^2)	序号	项目	占地（hm^2)
1	PD865 平硐工业场地	0.27	1	工业场地（排土场）	0.98
2	PD889 平硐工业场地	0.27	2	办公生活区	0.24
3	PD925 平硐工业场地	0.42	3	矿石和废石临时堆场	0.15
4	PD965 平硐工业场地	0.17	4	PD965 风井工业场地	0.01
5	矿山道路	0.08	5	新建矿山道路	0.02
合计		1.21			1.40

四、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史

2005 年卢氏县庆家沟村锑矿首次办理了采矿许可证，证号：***，开采方式为地下开采，矿区面积***平方千米，有效期自 2005 年 06 月至 2008 年 07 月。2009 年矿山延续了采矿许可证，证号：***，有效期自 2009 年 08 月至 2012 年 12 月。采矿证到期后卢氏县庆家沟村锑矿于 2013 年 7 月延续了采矿许可证，证号：***，有效期限自 2013 年 7 月至 2016 年 9 月，生产规模***万吨/年，开采深度***～***米标高，矿区面积***km²。

图 1.3-6 矿区布置变化图

为增加矿山后备资源，延长矿山服务年限，2015 年 3 月河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘查院受卢氏县庆家沟村锑矿的委托对该矿区进行生产勘探工作，并于 2016 年 1 月提交了《河南省卢氏县庆家沟村锑矿生产勘探报告》，该生产勘探报告经河南省矿产资源储量评审中心评审通过，出具了《〈河南省卢氏县庆家沟村锑矿生产勘探报告〉矿产资源储量评审意见书》（豫储评字〔2016〕48 号），并由河南省国土资源厅进行了备案（豫国土资储备字〔2016〕51 号）。

2016 年 7 月，卢氏县庆家沟村锑矿编制了《卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案》。该方案于 2016 年 8 月经河南省矿业协会评审通过，并出具了《〈卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案〉评审意见书》（豫矿开评字〔2016〕059 号，河南省矿业协会，2016 年 8 月 24 日）。

2019 年 11 月，卢氏县庆家沟村锑矿取得了《采矿许可证》，证号：***，开采矿种：锑矿。开采方式：地下开采。生产规模：***万吨/年。矿区面积：***平方公里。有效期限 10 年（2019 年 9 月 4 日—2029 年 9 月 4 日）。发证机关：河南省自然资源厅。开采深度：由***米至***米标高。

企业改制后，2022 年 9 月 22 日，重新换发了采矿许可证，证号：***，有效期限自 2022 年 9 月 22 日至 2029 年 9 月 4 日，生产规模***万吨/年，开采深度***～***米标高，矿区面积***km²。发证机关：自然资源部。

由于原方案设计的部分开拓工程位于塌陷区范围之内，部分矿体开采受到影响，为了更好地利用矿产资源，2023 年 9 月，卢氏县庆家沟村锑矿编制《卢氏县庆家沟村锑矿矿产资源开发利用方案变更》，对矿山开拓系统进行变更。

根据对矿山调查了解，庆家沟村锑矿自 2016 年停产至今未进行过正式开采。

（二）矿山开采现状

1、矿山现状

矿山原为民采区，自 2005 年卢氏县庆家沟村锑矿首次办理了采矿许可证以来，查明累计动用锑矿石量***吨。现保有储量控制+推断锑矿石量***吨，锑金属量***吨。

矿山采用地下开采，平硐+盲竖井开拓，矿山主要开拓工程为 PD965、LD925、LD889、LD865，LD865 内施工有一盲竖井，深 93m。井底标高 772m。工程具体布置情况见表 1.4-1。采用浅孔留矿法开采，生产规模为 3 万 t/a，产品方案为原矿。

表 1.4-1　　开拓、探矿巷工程表

序号	开拓、探矿巷名称	长度（m）	设计是否利用	本次设计
1	PD965 回风平硐	153	利用	965m 中段，965 回风平硐
2	LD925	110	不利用	
3	LD889	316	不利用	
4	LD865	434	不利用	
5	盲竖井	93	不利用	
6	925m 沿脉	280	利用	3 号脉 925m 中段
7	889m 沿脉	749	利用	2、3 号脉 889m 中段
8	865m 沿脉	591	不利用	
9	782m 穿脉	220	不利用	
10	782m 沿脉	514	不利用	
11	合计	3460		

地面工程设施包括 PD865 平硐工业场地、PD889 平硐工业场地、PD925 平硐工业场地和 PD965 平硐工业场地以及正在建设的废水处理站，矿部和办公生活区位于 PD865 工业场地。由于长时间停产各工业场地均已废弃，只有 PD865 平硐工业场地矿部还在使用，其中 PD925 和 PD965 硐口已经采取封堵措施。

照片 1.4-1 已封堵硐口

2、采空区情况

2022 年 01 月，卢氏县庆家沟村锑矿编制完成了《卢氏县庆家沟村锑矿采空区调查报告》，根据该报告，目前，矿区存在 3 个采空区，主要集中在 1 号脉、2 号脉、3 号脉上部。

（1）1 号脉采空区分布在 1-II 矿体上部。采空区分布标高为 881m—902m，长度约 84m，平均水平厚度 1.19m，斜面积 1595m^2，采空区体积 1898m^3。由于工程地质较好，只有局部有冒顶片帮现象。空区内无积水现象，有局部滴水，为一个孤立采空区。

（2）2 号脉采空区分布在 2-I 矿体中上部。采空区分布标高为 746m—927m，长度约 132m，平均水平厚度 1.37m，斜面积 5704m^2，采空区体积 7814m^3。由于工程地质较好，只有局部有冒顶片帮现象。空区内无积水现象，有局部滴水，为一个孤立采空区。

（3）3 号脉采空区分布在 3-I 矿体中上部。采空区分布标高为 865m—928m，长度约 247m，平均水平厚度 1.77m，斜面积 12038m^2，采空区体积 21307m^3。由于工程地质较好，只有局部有冒顶片帮现象。空区内无积水现象，有局部滴水，为一个孤立采空区。

3、废水处理站建设情况

2022 年 5 月卢氏县庆家沟村锑矿有限公司委托湖南省环境保护科学研究院和湖南省环科院环境工程有限责任公司编制完成《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司废水处理工程初步设计文件》，并于 5 月 18 日通过专家评审。

废水处理站处理规模 480m^3/d（废水处理站平均每天运行 2 班 16h，小时处理规模为 30m^3/h），主要的建构筑物有废水处理车间、调节池和事故池、组合处理池、回用水池等。若废水处理站处理规模不能满足矿区废石堆场淋滤水处理量时，废水处理站可调整为每天运行 3 班 24h，即雨水天气时废水处理站的最大处理能力可达到 720 m^3/d。随着矿区开采工作推进，矿洞长度将不断增加，因此本次项目设计时预留矿区远期扩建设施场地。

废水处理站采用“一级混凝反应+竖流沉淀+二级混凝反应+高效沉淀+三级吸附柱”组合处理工艺处理含锑矿洞涌水（枯水期 100m^3～200m^3，丰水期 300m^3～400m^3）和废石堆场淋滤水（平均 6m^3/d），废水经处理后锑等污染物含量达到《地表水环境

质量标准》(GB3838-2002)III 类标准及表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求，其中锑≤0.005mg/L，优于国家标准要求。

废水经过处理后用管道排放至庆家沟，最终汇入五里川河，按矿区废水主要污染物平均浓度（5mg/L）计算，一期工程每天的废水处理量按 400m^3/d 计算，年削减排入下游河流的总锑 720kg，悬浮物（SS）17.28 吨，同时可相应削减少量排入下游河流的其它重金属离子，减少重金属释放对下游河流水质的影响，减少入河污染负荷，改善流域水质环境，使流域生态系统得以改善，促进区域生态系统物种多样性和生物多样性。

目前，废水处理站基本建成。

五、相邻矿山分布与开采情况

庆家沟村锑矿周边无矿权，与周边矿业权不存在重叠、穿插现象。

六、绿色矿山建设

（一）绿色矿山建设情况

由于本矿山长期停产，未进行绿色矿山建设和申报工作。

（二）绿色矿山建设目标

绿色矿山建设的任务是以科学发展观为指导，以绿水青山就是金山银山为理念，以国家有关法律法规及相关技术规范为依据，对照自然资源部《有色金属矿行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0320-2018）和河南省自然资源厅《有色金属矿绿色矿山建设规范》（DB41/T 1663-2018）建设绿色矿山。

按照《河南省自然资源厅关于印发河南省绿色矿山评估入库管理办法的通知》（豫自然资规〔2020〕3 号）中河南绿色矿山评估入库程序，尽快完成省级绿色矿山入库工作。

（三）绿色矿山建设规划

1、基本原则

在矿山资源开发全过程中，实施科学有序开采，把对矿区及周边环境的扰动控制在可控范围内，实现矿区环境生态化、开采方式科学化、资源利用高效化、管理信息数据化、矿区社区和谐化。坚持开源节流，节约优先，提高“三率”指标，严格限制“三废”及噪声排放。依靠科技进步、坚持科技创新、践行习近平总书记“绿水青山就是金山银山”的重要思想，尊重自然，因地制宜。

2、建设任务

（1）矿区环境

1）矿区规划建设布局合理，标识、标牌等规范统一、清晰美观，矿区生产生活运行有序、管理规范。

2）物料在生产、运输、储存过程中做好防尘保洁措施，确保矿区环境卫生整洁。

3）矿山生产过程中产生的废石、废水、噪音、粉尘及废气得到有效处置，达标排放。

4）做好矿区绿化，矿区绿化覆盖率达到 100%，因地制宜建设“花园式”矿山。

（2）资源开发方式

1）矿山开发与城乡建设、环境保护、资源保护相协调，最大限度减少对自然环境的扰动和破坏；设计选择地下开采方式，有助于建设资源节约型、环境友好型矿山。

2）建立生产全过程能耗核算体系，控制并减少单位产品能耗、物耗、水耗。

3）开采过程中产生的废弃物有专用堆场，符合安全、环保、监测等规定，采取防扬散、防渗漏措施，防止二次污染环境。

4）采取喷雾、洒水、加设除尘器等措施处置采选过程中产生的粉尘。对生产过程中各个设备，通过消声、减振、隔振等措施进行噪声处理。

5）采选过程中产生的废水应经处理后得到循环利用，未循环利用的部分应处理达标后综合利用或排放。

6）切实履行矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务，确保矿区环境得到及时治理和恢复。

（3）资源综合利用

1）投入资金对共伴生资源进行综合勘查、综合评价和综合开发，提高共伴生资源利用率。

2）应采用洁净化、资源化技术和工艺合理处置矿井水和废石淋滤水，总处置率达 100%。

3）矿山基建和生产废石用来填筑工业场地、充填采矿区或对外销售，使废石处置率达到 100%。

（4）节能减排

1）采用节能降耗的新技术、新工艺和新设备，建立能耗监测系统，加强能耗管理，降低采矿能耗，使之满足中小矿山能耗标准。

2）建立污水处理系统，实现雨污分流、清污分流。建立在线监测系统监测废水污染物排放。

3）加强资源综合利用，减少废石等固体废弃物产生量。将矿山废石用作充填材料、建筑材料及二次利用等。

（5）科技创新及数字矿山

1）配备专门科技人员，开展支撑企业主业发展的关键技术研究，在资源高效开发，资源综合利用等方面改进工艺技术水平；增加研发及技改方面的投入。

2）积极推动矿山自动化、数字化建设。

（6）企业管理与企业形象

1）创建特色鲜明的企业文化，培育体现中国特色社会主义核心价值观、创新发展理念和行业特色的企业文化。

2）构建企业诚信体系，生产经营活动和履行社会责任等坚持诚实守信，及时公告相关信息，确保与利益相关者交流顺畅。

3）积极履行社会责任，坚持企地共建、利益共享、共同发展的办矿理念，加大对矿区群众的教育、就业、交通、生活、环保等支持力度，改善生活质量，促进社区、矿区和谐。及时受理并回应所在地民众、社会团体和其他利益相关者的诉求。

4）加强对职工和群众人文关怀，建立健全职工技术培训体系、完善职业病危害防护设施，企业职工满意度和矿区群众满意度不低于 70%，及时妥善处理好各种利益纠纷，不发生重大群体性事件。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

本区属北温带大陆性季风气候，温差较大。一般高温 35℃～38℃，最高达 42.1℃。11 月中旬开始降雪，次年二月解冻，最低温度-17.6℃，冻结深度 27cm。年降雨量 567.4～728.4mm，平均 638.96mm，多集中于 7～9 月份（占全年降水量的 49%），年最大降雨量为 728.4mm（2019 年），月最大降雨量 361mm（2007 年 7 月），日最大降水量为 76.6mm（2019 年 7 月 20 日）；年蒸发量 1241.08mm。冰冻期一般在每年的十一月至次年二月份，全年无霜期 184 天左右。气象灾害主要为干旱、水涝、冰雹、暴风、冻害。

表 2.1-1　卢氏县多年各月平均降雨量表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年总量
降雨量（mm）	6.5	3.4	38.6	53.9	85.7	113.7	167.7	150.9	83.3	21.1	26.5	2	626.6

图 2.1-1 矿区近 20 年降雨量折线图

（二）水文

矿区属长江水系老灌河流域。区内多为季节性小溪，溪水自南向北流出矿区。地表水沿阴坡沟、南沟、流入庆家沟形成季节性溪流，排入五里川河，最终汇入老灌河上游，矿区内无河流，在矿区北侧仅庆家沟一条主要沟溪水，常年流水，后汇入老灌河。矿区溪流宽一般 2～3m，平水期水深 0.2～0.3m，一般流量为 0.0002～0.002m^3/秒，汛期最大为 3m^3/秒，水量随季节变化较大，即使雨季，大部分大气降水会很快以地表径流方式排出矿区，属季节性地表水体。本区地下水全靠大气降水补给，没有地下水天然露头，由于切割深坡度大，降雨多被迅速排出，只有极少部分渗入冲洪积层及构造裂隙中成为地下水，属地下水补给区。项目区内没有水库及坑塘。项目区域水系图见图 2.1-2。

图 2.1-2 项目区水系图

（三）地形地貌

本区地处秦岭山脉东延部分的群山之中，属中低山区，山高坡陡，崖多谷深，沟谷多呈“V”字型南北发育，总体地势南高北低，最低标高 840 米，最高标高 1042 米，相对高差 192 米，地形坡度一般 10～45°，有利地表水排泄，地表水沿阴坡沟、南沟、流入庆家沟形成季节性溪流，最终汇入老灌河上游，矿区内无河流，在矿区北侧仅庆家沟一条主要沟溪水，常年流水，后汇入老灌河，本区属长江水系老灌河流域。区内地表植被发育，有利于水土保持。

矿区地形地貌见图 2.1-3 和照片 2.1-1。

图 2.1-3　矿区三维地形地貌图

照片 2.1-1　项目区地貌类型

（四）土壤

该区的典型地带性土壤为棕壤土，表土层厚度约 1m。耕地土壤耕作层厚度一般约 30cm 左右，耕作层受生产活动和地表生物，气候条件的影响，疏松多孔，干湿交替频繁，温度变化大，通透性良好，物质转化快，含有效态养分多，根系主要集中分布于这一层中，一般约占全部根系总量的 60%以上；犁底层位于耕作层之下，厚约 30cm 左右，孔隙度小，通气性差，经常受耕畜和犁的压力以及通过降水，灌溉使黏粒沉积而形成；心土层位于犁底层以下，厚度约为 20—30cm，该层也能受到一定的犁，畜压力的影响而较紧实，但不像犁底层那样紧实.在耕作土壤中，心土层是起保水保肥作用的重要层次，是生长后期供应水肥的主要层次，在这一层中根系的数量约占根系总量的 20%—30%。

根据项目区历年调查数据，耕种棕壤土 0～30cm 的有机质为 10～20g/kg，局部地区可达 30g/kg 以上，全氮含量 0.4～1.0g/kg，速效磷平均含量为 23.1mg/kg，速效钾平均含量为 80mg/kg，土壤含水量为 2%，土壤孔隙度为 45%，pH 值 7.6，腐殖质含量 2.5%。

在海拔较高的林草地区域，土体较薄，一般 0.5m 左右，受淋溶作用较强，土体内无钙积层出现，基本无石灰反应。

（五）植被

项目区属北亚热带落叶阔叶林带。区内天然森林植被较多，是由刺槐及杨树以及落叶栎林等阔杂树种组成天然次生阔杂林。人工植被多分布于道路两侧、村庄，包括人工林和农田等。项目区植被覆盖率约 60%。具体植被种类和物种情况如下：

1、乔木林

乔木以落叶阔叶林为主。现有的乔木林基本为人工种植的刺槐、杨树、柳树、漆树、皂荚、山槐树、柿子树、苹果树、核桃树、李子树、梨树、杏树、椿树等。

2、灌木丛

分布于丘陵岗地，主要类型为连翘、鬼山愁、黄栌等灌丛群落。其生境条件较差，常有水土流失现象。主要灌木株高 1—4m，丛生、枝叶繁密。散生于白羊草、羊茅草之间。其中还生长有少量爬山虎等藤类植物。

3、草地植被

分布于山坡等处，主要植物类型有鸡公草、白羊草、火艾、野菊花、狗牙根、山棉花、蕨类、蒿类、荆棘等。

4、农田植被

矿区内农田较少，主要在地势平缓、土层深厚的地方。主要农作物有玉米、绿豆、红薯等，农作物产量低，均为望天收的旱地。

项目区典型植被见照片 2.1-2。

照片 2.1-2 项目区植被

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

矿区内地层为中元古界界牌岩组上部下段，由下到上按岩性和变质相不同又分为四层，区内出露三层。

Pt_2j^{a-4}：黑云石英片岩，夹大理岩透镜体及斜长角闪片岩。

Pt_2j^{a-3}：二云石英片岩，夹大理岩透镜体和不稳定的变粒岩、浅粒岩、斜长角闪片岩。

Pt_2j^{a-2}：绢云石英片岩、白云石英片岩、夹斜长角闪片岩和少量的大理岩透镜体。

其次沿沟尚有少量第四系黄土、砂砾石等沉积物分布。

（二）地质构造

1、褶皱构造

位于秦岭复式背斜的次级褶皱瓦房背斜的北翼，地层倾向 9～17°，倾角 65～85°。该背斜向东倾伏。

2、断裂构造

区内与锑矿化有关的断裂构造主要一组近东西向断裂，走向 285～295°，倾向北，倾角 70～86°，断带宽 0.5～4 米，走向长近 500 米，沿走向和倾向断面呈舒缓波状，显示压扭性特征。

3、岩浆岩

区内无大的岩体出露，仅在界牌岩组地层中有一些小的基性斜长角闪岩呈透镜状、脉状分布。

4、围岩蚀变

锑矿体顶底板围岩为二云石英片岩，与锑矿化最密切的围岩蚀变是硅化、部分具碳酸盐化、黄铁矿化，矿体与围岩界限一般较为清楚，局部地段围岩蚀变较强以及断裂多期次活动造成矿体与围岩接触关系不清，呈渐变关系。构造蚀变岩与周边围岩成分近似，但岩石相对破碎，具硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、绿泥石化等。

矿区地形地质图详见图 2.2-1，地质剖面图详见图 2.2-2。

图 2.2-1 矿区地形地质图

图 2.2-2 矿区地质剖面图

（三）水文地质

1、主要含隔水层特征

（1）第四系松散沉积物孔隙水

第四系松散沉积物主要沿沟谷分布，以漂砾石为主，厚 0～5 米；残—坡积物零星分布，多为含碎石的亚粘土，一般厚 0.2～0.5 米，缓坡低洼处厚 2～5 米。

（2）中元古界秦岭岩群界牌岩组黑云、二云、绢云石英片岩基岩风化带裂隙水

基岩风化带深度一般 1～3 米，裂隙多被粘土充填。地下水多沿第四系松散层或风化裂隙与完整基岩接触面分布，在低洼处呈下降泉溢出地表，靠大气降水补给，随季节性变化较大，分布范围小，对矿区内矿床充水影响较小。

（3）隔水岩层

矿区出露岩性主要为二云石英片岩及绢云石英片岩，结构致密，节理裂隙极不发育，含水微弱或根本不含水。从施工坑道（位于构造带之外的花岗岩体之中）来看，整体基本干燥无水，仅个别地方有些潮湿现象，故认为该二云石英片岩及绢云石英片岩为良好的隔水层。二云石英片岩为矿体的直接顶底板，除近地表处裂隙发育，接受降水渗入补给外，其中深部岩石裂隙不发育，含水性极弱，线裂隙率≤0.2×10^{-2}，相对隔水，可视为不含水层，从而成为裂隙脉状含水带的隔水层。

另外，通过钻孔简易水文观测，钻孔稳定水位在未打穿风化裂隙带以下二云石英片岩之前，水位均无大的变化；只有打穿围岩，进入含矿构造裂隙带时，少数钻孔的水位才发生变化，这足以证明新鲜完整的二云石英片岩及绢云石英片岩隔水性能的良好。

2、断裂及其水文地质特征

工作区内断裂均呈近东西走向，北倾，倾角 75°—78°，大多为压性、压扭性，局部为张性，是角砾状构造，阻水，矿化带含矿围岩为糜棱岩，顶底板为二云石英片岩，断裂带内硅化较强，胶结紧密。地表水与地下水各含水层间基本无水力联系，矿床含风化裂隙水和构造裂隙水，含水很微弱。

3、矿区地下水的补、径、排特征

地下水类型主要为基岩裂隙水和松散岩类孔隙水，基岩裂隙水主要赋存于岩石浅部风化带、构造裂隙和断裂带；松散岩类孔隙水主要赋存于第三系砂砾石层和第四系砾石、残破积物中。两类地下水补给来源主要为大气降水，排泄方式以提灌开采、大气蒸发和地下径流为主。

矿区地下水补、径、排条件和区域地下水补、径、排条件基本一致，本区主要接受大气降水补给。矿区坡度较陡，一般 25°～45°，无存水地形，有利于大气降水排泄，洪水有来得快、气势凶猛，消得快，历时较短的特点，降雨后多形成地表径流，迅速汇入各邻近沟谷，然后排泄入老灌河。少量降水沿孔隙、裂隙渗入，并沿

孔隙、裂隙空间通道形成径流，由地势较高处向低处运移存储。地下水的排泄方式主要为：蒸发、蒸腾、泉水外溢、人工汲取、裂隙水向孔隙潜水转化等。

矿区水文地质图、水文地质剖面图见图 2.2-3 和图 2.2-4。

图 2.2-3 矿区水文地质图

图 2.2-4 矿区水文地质剖面图

4、矿床充水因素分析

矿床采用地下开采，据以上分析，影响矿床充水的因素有：

（1）大气降水及部分第四系孔隙水及基岩风化裂隙水：为矿床充水的主要因素，大气降水通过采矿权范围地表露头这条“集水廊道”垂直渗透补给坑道，部分第四系孔隙水及基岩风化裂隙水则以平面流的形式补给采空区，然后渗透补给坑道。

（2）控矿构造带裂隙潜水：整个控矿构造带含裂隙潜水，它既是一个弱含水带，也是一个弱导水带，大气降水及部分第四系孔隙水及花岗岩风化裂隙水就是通过裂隙带中的节理裂隙及构造裂隙下渗形成矿床充水的，并最终形成坑道积水。通过坑道水文观测，大部分干燥无水，局部潮湿滴水，从顶板渗水。

（3）采空区：经采空区调查，采空区内无存水现象。

矿区地下水主要有浅部的基岩裂隙水和断裂构造裂隙水，基岩裂隙风化带深度不一，一般 2～20m，浅部透水不含水。破碎带含构造裂隙水，构造带宽 0.30～5.50m，岩石硅化、糜棱岩化较强，含水性弱。因此反映影响矿床充水的主要要素包括风化裂隙水，断层裂隙水、大气降水。

5、矿坑涌水

矿区现有主要探矿坑道为 YM782、YM840、YM815，在同一标高段分别施工有主穿脉、沿脉坑道，主穿脉坑道用于人行及运输，含矿段沿脉工程主要用于矿山开采生产，坑道工程总长 1258.70m，进行水文调查长度为 1258.70m，面积约 4000m^2；调查发现：坑道未发现突水现象，涌水表现为滴水区和潮湿区，坑道滴水区和潮湿区绝大部分位于矿体及围岩的接触带节理裂隙发育地段，其中滴水区主要位于斜井附近的含矿构造带；据统计，坑道面裂隙率为 0.2%—10%，裂隙及节理发育不均匀，相互之间连通性差，大部分呈封闭、半封闭状态，含矿段比无矿段裂隙率稍高一些，相应潮湿区分布要广一些，在锑矿单晶及晶洞地段易形成潮湿区、滴水区，在斜井

至构造带之间坑道工程个别地段，沿节理裂隙有滴水现象，单个出水点最大出水量小于 0.01 升/小时。

总的看坑道东段较西段滴水区和潮湿区面积大，滴水点多，水量相对要大一些。矿区岩石坚硬致密完整，裂隙及节理发育不均匀，均为隔水岩层，地表风化带厚度不大，且地形陡，局部风化带含水较弱，形不成地下水流，无流量可观测，地下水对矿床开采不构成威胁。据矿区竖井 782m 标高段泵抽水情况，枯水期为 120m^3/d、汛期为 313m^3/d，说明坑道出水增加量仅为构造裂隙及围岩裂隙水，无涌水。

根据类比分析预测，矿山开采井下正常涌水量为 631m^3/d，最大涌水量为 1641m^3/d。

6、矿区水文地质勘探类型

矿区主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，附近无大的地表水体，不构成矿床的主要充水因素，主要充水含水层、构造破碎带富水性弱，地下水补给条件较差，地形有利于自然排水。

综上所述，矿区勘探类型为裂隙水充水为主的矿床。矿床主要充水含水层富水性弱，矿床附近无较大地表水体，地下水补给条件差，水文地质条件简单。矿区水文地质勘查类型属二类一型，即以构造裂隙充水为主的水文地质条件简单的矿床。

（四）工程地质

区内矿体位于中元古界秦岭岩群界牌岩组地层中，岩性为黑云石英片岩、二云石英片岩、绢云石英片岩，基岩风化带深度一般小于 10m，稳定性较好。矿体顶底板大部分地段为二云石英片岩，现将矿体（脉）及其顶底板岩石的工程地质特征及其稳固性评述如下：

1、岩石的物理性质

（1）物理性质：二云石英片岩比重 2.60g/cm^3，孔隙率 1.39%～3.14%，吸水率 0.131%～0.138%。二云石英片岩平均抗压强度 30.00MPa。

（2）松散系数，锑矿石为 1.27，碎裂糜棱岩为 1.3，二云石英片岩为 1.7。

（3）安息角：根据坑口混合矿石堆测定为 37°～40°。

2、矿体及顶底板围岩的稳定性

（1）顶底板围岩稳定性：二云石英片岩构成矿体的围岩，岩石强度较高，岩石稳固性好，岩石质量及完整性中等，其中裂隙不发育。岩体结构以块状结构为主，风化带、蚀变构造较强烈地带呈碎裂—散体结构。岩石属坚硬岩石，但地表风化后，使岩石强度降低，据目前探矿坑道调查情况，由地表至地下深处，岩石裂隙发育程度，风化作用强度逐渐减弱，岩石稳固性则逐渐增强，

（2）矿体稳固性：矿体赋存于构造破碎带中，岩体结构致密，稳定性强，成矿期后破矿构造不发育，矿体较稳固，坑道的绝大部分都十分坚固，基本无须支护。工程地质条件良好，预计未来开采中不会出现大的工程问题。

总体看，本区工程地质条件简单，矿体及其顶底板围岩岩体较完整，强度中等偏上，风化作用弱，质量较好，工程地质为第二类即块状岩类简单型。

（五）矿体地质特征

1、矿脉及矿体特征

（1）矿脉特征

矿脉走向近东西，在矿区自北向南平行排列， 依次为 1、2、2-2、3、4 号脉，均向北倾，倾角 70～83°，矿脉走向长度 200～500 米，厚度 0.5～4.64 米。

（2）矿体特征

1 号脉：1-Ⅰ矿体，矿体倾向 355～10°，倾角 70～83°，平均 75°。矿体估算标高 700～902.5 m，沿走向长 235 m，沿倾向延伸 225 m，厚度 0.95～3.27 m，平均 1.49 m，厚度变化系数为 65%，厚度较稳定；矿体品位 0.65%～9.94%，平均品位 4.94%，品位变化系数为 71%，有用组分分布较均匀，矿体埋深 49～251 m。

1-Ⅱ矿体，矿体倾向 0°，倾角平均 75°。矿体估算标高 820～860m，矿体沿走向长 129m，沿倾向延伸 41m，厚度 1.27～1.52 m，平均 1.39m，厚度变化系数为 45%，厚度稳定；矿体品位 0.70%～11.81%，平均品位 5.06%，品位变化系数为 76%，有用组分分布较均匀，矿体埋深 64～108 m。

2 号脉：2-I矿体，矿体倾向 351～8°，倾角 71～84°，平均 77°。矿体估算标高 700～927.5 m，沿走向长约 269 m，沿倾向延伸 254 m，厚度 0.80～3.10 m，平均 1.35 m，厚度变化系数为 67%，厚度较稳定；矿体品位 0.53%～11.4%，平均品位 3.80%，品位变化系数为 78%，有用组分分布较均匀，矿体埋深 13～290 m。

2-Ⅱ矿体，倾向 353～8°，倾角 73～86°，平均 77°。矿体赋存标高为 844.5～901 m，沿走向长约 86 m，沿倾向延伸 57 m，厚度 1.23～1.81 m，平均 1.64 m，厚度变化系数为 62%，厚度较稳定；矿体品位 1.37%～3.87%，平均品位 2.83%，品位变化系数为 74%，有用组分分布较均匀，矿体埋深 31～89 m。

2-2 号脉：2-2-1 矿体，倾向 0°，倾角平均 73°。矿体赋存标高 773～886m，沿走向长约 120m，沿倾向延伸 113 m，厚度平均 4.26m，矿体品位 5.73%～5.78%，平均品位 5.76%，矿体埋深 109～177 m。

3 号脉：3-1 矿体，倾向 355～5°，倾角 75～83°，平均 78°。矿体赋存标高 701～946 m，沿走向长 268 m，沿倾向延伸 257 m，厚度 0.78～3.55 m，平均 1.58m，厚度变化系数为 78%，厚度较稳定；矿体品位 0.61%～11.8%，平均品位 2.86%，品位变化系数为 75%，有用组分分布较均匀。矿体埋深 15～246 m。

4 号脉：位于矿区的东南部，地表出露长度约 100 m，走向近东西，倾向 355～5°，倾角 70～76°，平均 73°，厚度 0.3～2.55 m。

资源储量估算平面图、纵投影图和矿体剖面图见图 2.2-5～图 2.2-7。

图 2.2-5 源储量估算平面图

图 2.2-6 储量估算纵投影图

图 2.2-7 矿体剖面图

2、矿石质量

（1）矿石的矿物组成

矿物成分分为矿石矿物和脉石矿物两部分。矿石矿物主要为辉锑矿，次为锑华、黄铁矿、褐铁矿，微量矿物有赤铁矿、磁铁矿、闪锌矿、硬锰矿、软锰矿、雄黄、雌黄

（2）矿石化学成分

矿石的化学成分组成元素较多，化学成分主要有 SiO_2、CaO、MgO、Al_2O_3、Fe_2O_3、SO_3、K_2O 等。

矿石中主要有用金属元素为 Sb，根据基本分析结果表，品位在 0.081～11.81×$10^{-2,}$ 全区 Sb 平均品位 3.92%。

锑矿体中的伴生有用组分：$WO_3$0.001～0.003×10^{-2}，Co:0.001～0.009×10^{-2}；Ag:0.1～ 0.7×10^{-6}；Ni：0.01～0.09×10^{-2}；As：0.01～0.1×10^{-2}。伴生有用组分均未达到可利用品位。

3、矿石类型

（1）自然类型：

按矿石结构、构造划分为角砾状矿石、脉状—网脉状矿石、块状（团块状）矿石等。以角砾状矿石和充填脉状—网脉状矿石为主。

角砾状矿石：是工作区内的主要矿石，占 70%以上。矿石呈深灰色，角砾为棱角或次棱角状，大小 1～5 厘米，局部可达 30 厘米。角砾成分有大理岩、片岩、变质砂岩等围岩，胶结物为微晶石英、方解石等。辉锑矿呈自形柱状、针状产于胶结物中。

脉状—网脉状矿石：是原岩受构造破碎程度较轻、辉锑矿沿裂隙充填交代而形成的一种矿石，辉锑矿在脉内多呈自形晶体产出。

块状（团块状）矿石：是角砾状矿石遭受更强的交代蚀变后形成的重要矿石类型，为区内的富矿石。主要脉石矿物为微晶石英和方解石。辉锑矿呈柱状、针状、浸染状集合体分布于矿石中。

（2）工业类型

矿石中有用矿物主要为辉锑矿，地表还见少量的锑华，其他金属矿物甚少，常见的有黄铁矿，含量少于 1%。矿体形态多呈脉状、透镜状、薄板状，属于脉状辉锑矿矿石类型。

4、矿体夹石

本区内矿体规模为中小型，厚度薄（矿体平均厚度 1.57 米），各矿体基本无夹石存在。

5、矿床共（伴）生有益元素

区内矿石类型为比较单一的辉锑矿，通过组合样品分析，未发现可供综合回收利用的其他组分。

三、矿区社会经济概况

卢氏县，为河南省三门峡市下辖县。北邻灵宝，东连洛宁、栾川，南接西峡，西南与陕西省的洛南、丹凤、商南三县接壤，县城距三门峡市区 135 公里。卢氏县下辖 9 个镇、10 个乡，共 232 个行政村，39 个居委会，2496 个村民小组、3836 个自然村， 总面积 4004 平方公里。根据第七次人口普查数据，截至 2022 年 11 月 1 日零时，卢氏县常住人口 317132 人。2022 年，卢氏县地区生产总值 1296295 万元，同比增长 7.5%。其中：第一产业增加值 283121 万元，第二产业增加值 372356 万元。第三产业增加值 640818 万元，三次产业结构为 21.9:28.7:49.4。居民人均可支配收入 19302.7 万元，比上年增长 12.3%，其中，城镇居民人均可支配收入 31314.4 元，同比增长 7.3%。农村居民人均可支配收入 12546.2 元，同比增长 9.3%。2022 年，卢氏县一般公共预算收入累计 8.8 亿元，比上年同期增长 8.7%。

卢氏县已发现的矿产资源有 10 大类 53 种，约占全省已发现矿种数的 49.1%，其中金属矿产 22 种，非金属矿产 30 种，现已开发利用的矿产 19 种。据统计，目前已探明的主要资源有铁、钼、铜、铅、锌、锰、金、银、铌、钽、优质大理石、花岗岩等。其中，铁矿资源查明储量****万吨，远景储量**亿吨。卢氏县生物物种繁多，自然植被良好，有各种植物 2400 余种，野生中药材 1200 余种，是全国十大中药材基地县之一，有“一步三药”“中华天然药库”之称。

双槐树乡，地处卢氏县南部，东与五里川镇毗邻，南与狮子坪乡相连，西与官坡镇接壤，北邻双龙湾镇，行政区域面积 136.49 平方千米。全乡辖双槐树、西茄、石门、香山、寺合院、东川、西川、北川、桃花等 9 个村和向阳社区，82 个居民组，3878 户，总人口 11755 人。双槐树乡以食用菌、中药材为主导产业。2022 年底，全年完成财政收入 150 万元；完成招商引资 2 亿元；完成固定资产投资 1.32 亿元；完成总部经济 2601 万元；规上企业入库工业产值 1.4 亿元。

近三年双槐树乡社会经济数据如表 2.3-1 所示。

表 2.3-1　双槐树乡近三年社会经济统计数据

年度	人口（人）	农业人口（人）	人均耕地（亩）	粮食产量（吨）	财政收入（万元）	人均纯收入（元）
2020	11686	9349	0.59	8273	144	15236.89
2021	11712	9370	0.59	8312	148	15832.62
2022	11755	9404	0.58	8328	150	16302.70

四、矿区土地利用现状

（一）矿区土地利用类型

庆家沟村锑矿矿区面积为37.96hm^2，根据2023年3月卢氏县自然资源局提供的最新的土地利用现状矢量数据，矿区土地利用类型以乔木林地为主，占矿区总面积的87.86%，其他地类面积较小。耕地全部为旱地，占矿区面积的2.71%，农村宅基地占矿区面积的3.37%，采矿用地占矿区面积的2.03%矿区土地利用现状详见表2.4-1和图2.4-1所示。

表2.4-1 矿区土地利用类型统计表

一级地类		二级地类		面积	比例
编码	名称	编码	名称	hm^2	
01	耕地	0103	旱地	1.03	2.71%
03	林地	0301	乔木林地	33.35	87.86%
04	草地	0404	其他草地	0.22	0.58%
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.77	2.03%
07	住宅用地	0702	农村宅基地	1.28	3.37%
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.3	0.79%
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠	0.64	1.69%
12	其他土地	1202	设施农用地	0.37	0.97%
合计				37.96	100.00%

图2.4-1 矿区范围内土地利用现状图

（二）主要地类质量状况

1、耕地

矿区内耕地面积为1.03hm^2，占矿区总面积的2.71%。全部为旱地，主要分布沟谷两侧农村宅基地周边，为坡耕地或梯田。耕地土壤类型为黄棕壤，有效土层厚度65～130cm，其有机质约1.0%～2.0%，平均1.6%；全磷为0.053%～0.055%，平均0.054%；全氮为0.15%～0.17%，平均0.16%；全钾为1.54%～2.18%，平均1.86%；pH值7.5~8.5，土壤容重1.0～1.5g/cm^3、土壤质地为壤土，砾石含量约8%，主要种植作物为玉米和小麦，产量一般较低，小麦产量4200kg/hm^2，玉米产量4500kg/hm^2。矿区内耕地及土壤剖面见照片2.4-1。

照片2.4-1 矿区耕地和耕地土壤剖面

图 2.4-2　基本农田分布图

根据《农用地质量分等规程》（GB/T28407-2012）和《卢氏县 2019 年度耕地质量等别年度更新评价》，项目区耕作制度为“小麦－玉米”，复种类型为“一年二熟”。卢氏县 2019 年度耕地国家自然等别范围为 6～11 等，其中以 8 等分布最多；耕地国家利用等别范围为 6～11 等，其中以 8 等、9 等分布最多；耕地国家经济等别范围为 6～11 等，其中 8 等、9 等分布最多。双槐树乡 2019 年度耕地国家自然等以 8 等分布最多，国家利用等以 8 等分布最多，国家经济等以 8、9 等分布最多。项目区内耕地国家利用均为 8 等。

通过矿区范围与卢氏县自然资源局提供的 “三区三线”划定范围叠加，矿区范围不涉及生态保护红线和城镇开发边界，矿区范围内永久基本农田 0.74hm^2，矿区及周边基本农田分布如图所示 2.4-2，矿山基建和生产不占用和损毁基本农田用地。

2、林地

矿区内林地面积大，占矿区面积的 87.86%，全部为乔木林地。地形坡度较大，一般在 25°～60°之间，有效土层厚约 40～125cm，土壤容重 1.45g/cm^3、土壤质地为砂质壤土，砾石含量约 20%～45%， pH 值 7.0 左右，有机质约 1.0%～1.4%，平均 1.2%，全磷为 0.043%～0.065%，平均 0.054%；全氮为 0.12%～0.16%，平均 0.14%；全钾为 1.34%～2.08%，平均 1.71%；郁闭度约 0.30。矿区内林地和土壤剖面见照片 2.4-2。

照片 2.4-2　矿区林地和林地土壤剖面

3、其他地类

除耕地、林地外，矿区内还分布有农村宅基地、采矿用地、其他草地、沟渠、农村道路、设施农用地等。

农村宅基地为庆家沟村居民居住用地，主要位于庆家沟两侧阶地，采矿用地为庆家沟村锑矿生产设施用地，其他草地主要为废弃采矿用地自然恢复形成的。沟渠为庆家沟所在区域，农村道路为矿区内生产道路，设施农用地主要为养殖蘑菇和种植药材大棚等。

照片 2.4-3　农村宅基地

（三）土地利用权属调查

项目区土地面积为37.96hm^2，根据2023年3月卢氏县自然资源局提供的最新的土地利用现状矢量数据库，绝大多数为双槐树乡庆家沟村集体所有，只有0.97hm^{2}乔木林地为双槐树村集体所有，不涉及国土国有土地。项目区权属情况详见表2.4-2。

表2.4-2　矿区土地利用权属表

权属		0103	0301	0404	0602	0702	1006	1107	1202	合计
		旱地	乔木林地	其他草地	采矿用地	农村宅基地	农村道路	沟渠	设施农用地	
卢氏县双槐树乡	庆家沟村	1.03	32.38	0.22	0.77	1.28	0.3	0.64	0.37	36.99
	双槐树村		0.97							0.97
	总计	1.03	33.35	0.22	0.77	1.28	0.3	0.64	0.37	37.96

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

1、农业生产

矿区内居民地点主要为位于庆家沟北岸的庆家沟村，56户约200人，房屋为单层或多层砖混结构，村民生活用水为集中供水。当地居民主要从事农业和林业活动，部分外出打工。

2、道路建设

矿区内主要道路为庆家沟北侧一条乡村道路，路面宽4m，水泥路面。连接乡村道路和工业场地的矿山道路为碎石路面，道路宽2～4m，见照片2.5-1。

照片2.5-1 矿区交通现状

3、矿山及周边水源地、自然保护区和旅游景点

根据现场调查，矿区范围不属于自然保护区、地质遗迹和文物保护区。矿区北部溪沟庆家沟为季节性水体，评估区范围内不存在重要水源地。

矿区及周边重大人类工程活动分布如图2.5-1所示。

图2.5-1 矿区及周边重大人类工程活动分布图

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）往期方案编制与执行情况

2017 年 9 月委托郑州嵩茂矿山技术咨询有限公司编制了《卢氏县庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，于 2018 年 1 月通过了三门峡市国土资源局组织的专家评审。方案服务年限 16 年，适用期 5 年（2018 年 1 月至 2022 年 12 月）。

1、矿山地质环境保护与恢复治理部分

（1）评估范围和级别

评估范围为采矿许可证范围，面积***km^2，评估级别为二级。

（2）地质环境影响评估结论

评估区矿山地质灾害不发育，危险性小，影响程度较轻；后期开采可能引发的地质灾害危险性中等，影响较严重。

现状条件下矿山开采对含水层影响较轻，后期生产建设对含水层影响较轻。

现状条件下矿山开采对地形地貌景观影响较严重，后期生产建设对地形地貌景观影响较严重。

现状条件下矿山开采对水土环境影响较轻，后期生产建设对水土环境影响较轻。

（3）地质环境保护与恢复治理措施

工业场地：建筑物拆除（1375m^2）、硐口封堵（74.28m^3）；

废石堆场：修建挡土墙（浆砌石 116m^3）、修建截排水沟（挖方 74.8m^3、浆砌石 53.55m^3）、削坡 1224m^3；

监测工程：采空塌陷和地裂缝监测点 7 个，监测工程量 1092 点次，崩塌滑坡监测点 1 个，监测工程量 156 点次，地下水监测点 1 个，监测工程量 26 点次。

（4）投资估算

根据估算，矿山地质环境保护与恢复治理投资 42.56 万元。

（5）方案执行情况

上期方案编制依据的矿山设计开采资料为 2016 年 7 月卢氏县庆家沟村锑矿编制的《卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案》。由于矿山设计不合理，部分井巷工程位于地表移动范围内，需要变更设计，期间由于矿山企业发生变更，矿业权出让收益处置问题，以及新冠疫情的影响，自 2016 年矿山一直处于停产状态，矿山企业未按照《开发利用方案》进行生产建设，也未按照上期方案进行矿山地质环境保护与恢复治理工作。

根据调查，按照当地自然资源主管部门的要求，矿山企业在填筑工业场地边坡下方修建了挡土墙，对废弃硐口进行了封堵，并新建了废水处理站。PD925 工业场地下方挡墙高约 2m，长约 50m，顶厚 0.5m；PD965 工业场地挡墙高约 2.5m，长约 30m，顶厚 0.5m，目前稳定性较好。PD925 平硐和 PD965 平硐采取浆砌石封堵，并采取掩埋措施。废水处理站一期建设规模为 480m^3/d，目前已经基本建成。见照片 1.4-1 和照片 2.6-1。

照片 2.6-1 治理工程照片

2、土地复垦部分

（1）土地损毁情况

已损毁土地 1.06hm^2，其中有林地 0.94hm^2，村庄 0.12hm^2；拟损毁土地 0.19hm^2，全部为有林地。

（2）复垦责任区范围为已损毁区域和拟损毁区域之和，面积为 1.25hm^2。

（3）复垦方向：除矿山道路（0.11hm^2）复垦为农村道路外，其他区域（1.14hm^2）复垦为有林地。

（4）复垦措施：表土剥离 3800m^3、表土覆盖 3800m^3、土地翻耕 0.19hm^2、土地平整 9200m^2、种植刺槐 285000 株。土地损毁监测 192 次、复垦效果监测 15 次、复垦植被监测 36 次、管护工程林地 1.14hm^2。

（5）静态总投资为 61.74 万元，动态总投资 93.23 万元。

（6）方案执行情况

上期方案编制依据的矿山设计开采资料为 2016 年 7 月卢氏县庆家沟村锑矿编制的《卢氏县庆家沟村锑矿资源开发利用方案》。由于自 2016 年矿山一直处于停产状态，矿山企业未按照《开发利用方案》进行生产建设，也未按照上期方案进行矿山土地复垦工作。

按照当地自然资源主管部门要求，矿山企业于 2018 年和 2019 年根据相关要求分别缴存了土地复垦费用 18.7 万元和 4.78 万元（见附件 10）。

上期方案与本方案异同对比分析如表 2.6-1 所示。

表 2.6-1 两期“矿山地质环境保护与土地复垦方案”异同对比分析表

序号	对比项目	上期方案	本方案	异同分析
1	服务年限	16 年（2018 年 1 月-2033 年 12 月），适用年限 5 年（2018 年 1 月至 2022 年 12 月）	服务年限 12 年（2018 年 1 月-2033 年 12 月）	上期方案基于拟申请的采矿许可证服务年限确定，本方案根据采矿许可证剩余服务年限确定。
2	评估范围和级别	评估范围为采矿许可证范围（面积 0.3796km^2），评估级别为二级。	评估范围至周边分水量和排水口下游 1000m（面积 0.5582km^2），评估级别为二级。	考虑水土环境影响范围，评估范围有所增加。
3	地质环境影响评估	1、评估区矿山地质灾害不发育，危险性小，影响程度较轻；后期开采可能引发的地质灾害危险性中等，影响较严重。2、现状条件下矿山开采对含水层影响较轻，后期生产建设对含水层影响较轻。3、现状条件下矿山开采对地形地貌景观影响较严重，后期生产建设对地形地貌景观影响较严重。4、现状条件下矿山开采对水土环境影响较轻，后期生产建设对水土环境影响较轻。	1、评估区存在不稳定边坡和采空塌陷隐患，危险性小，影响程度较轻；后期开采可能引发滑坡、泥石流等地质灾害危险性中等，影响较严重。2、现状条件下矿山开采对含水层影响严重，后期生产建设对含水层影响较严重。3、现状条件下矿山开采对地形地貌景观影响较严重，后期生产建设对地形地貌景观影响严重。4、现状条件下矿山开采对水土环境影响严重，后期生产建设对水土环境影响较轻。	考虑了不稳定边坡、采空塌陷隐患；增加了水土环境监测，影响地质环境现状评估结论。矿山开采设计变更影响地质环境预测评估结论。
3	地质环境保护与治理措施	工业场地：建筑物拆除、硐口封堵；废石堆场：修建挡土墙、修建截排水沟、削坡；监测工程：采空塌陷和地裂缝监测，崩塌滑坡监测，地下水监测。	地质灾害预防：修建截排水沟、设置铁丝围栏和警示牌；水土环境污染防治：修建截排水沟、集水池和防雨棚等；地质灾害治理：边坡削坡和硐口封堵等；监测工程：地表变形监测和地质灾害监测、地下水监测、地表水监测、土壤环境监测和地形地貌景观及恢复治理监测。	本方案建筑物拆除计入土地复垦工程，增加地表移动预防工程，水土环境污染防治工程，增加地表水土环境和地形地貌景观及恢复治理监测。

4	土地损毁	已损毁土地 1.06hm^2，其中有林地 0.94hm^2，村庄 0.12hm^2；拟损毁土地 0.19hm^2，全部为有林地。	已损毁土地 1.40hm^2，其中农村宅基地 0.27hm^2，采矿用地 0.75hm^2，其他草地 0.11hm^2，乔木林地 0.19hm^2，农村道路 0.08hm^2，拟损毁土地 11.55hm^2，其中乔木林地 10.49hm^2，其他草地 0.06hm^2	已损毁土地略有增加，土地利用分类标准发生了变化，土地利用现状图发生了变更。由于开采设计发生了变化，并且本方案把地表移动范围纳入了拟损毁范围，拟损毁土地面积变化较大。
5	复垦范围和复垦责任范围	复垦范围为 1.25hm^2，复垦责任范围为 1.25hm^2	复垦范围为 12.95hm^2，复垦责任范围为 12.85hm^2	上期方案把矿山道路损毁的农村道路纳入复垦责任范围，仍复垦为农村道路；本方案，将其留续使用。将地表移动范围纳入复垦责任范围。
6	复垦方向	除矿山道路复垦为农村道路外，其他区域复垦为有林地。	除 PD865 工业场地和临时堆场复垦为农村宅基地，其他区域复垦为乔木林地	本方案矿山道路留续使用，损毁农村宅基地的区域经过征求意见仍复垦为农村宅基地。
7	复垦措施	复垦工程措施包括：表土剥离、表土覆盖、土地翻耕、土地平整、种植刺槐。土地损毁监测、复垦效果监测和植被管护措施。	土地复垦措施包括：拟损毁区域表土剥离和集中表土管护；工业场地和办公砌体拆除、土地平整、土壤培肥和植被恢复，废水处理站砌体拆除、处理池充填、土地平整、土壤培肥和植被恢复；地表移动范围地表裂隙充填和植被补种等。并设立监测点对土地损毁、复垦效果进行监测，对复垦区域采取管护措施。	本方案将砌体拆除计入土地复垦方案，增加土壤培肥、裂隙充填等复垦措施。
8	投资估算	总投资 104.3 万元，其中矿山地质环境保护治理投资 42.56 万元；土地复垦项目静态总投资为 61.74 万元。	总投资 388.9 万元，其中矿山地质环境治理工程静态投资 176.77 万元，土地复垦工程静态总投资 212.13 万元	投资费用大幅增加跟矿山设计变更，矿山地质环境问题增加和复垦责任范围增加有关。

（二）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例

在调查庆家沟村锑矿矿山地质环境治理与土地复垦现状时，方案编制人员同时调查收集了卢氏县北方矿业有限公司前坪铁矿矿山地质环境治理与土地复垦情况，以开展矿山地质环境治理与土地复垦类比分析。为本矿区地质环境保护及土地复垦工程提供参照。

1、项目概况

卢氏县北方矿业有限公司前坪铁矿位于杨家湾铁锌矿西侧 1km 左右的潘河乡前坪村境内，矿业权人：卢氏县北方矿业 有限公司；开采矿种：铁矿；开采方式：地下开采；生产规模：*** 万吨/年；矿区面积：***km^2；与本矿山直线距离 15 公里，自然地理条件和矿山地质环境背景跟本矿山相似。

照片 2.6-2 办公生活区周边挡土墙和截排水沟

2、地质环境治理措施及效果

（1）办公生活区和工业场地在建设过程中，填挖形成大量的人工边坡。针对这些不稳定边坡，基建过程中，修建了截排水沟、挡土墙等措施保持边坡稳定。总投资约 5.52 万元。矿山开采十几年来边坡稳定性较好，未发生过崩塌滑坡等地质灾害，见照片 2.6-2。

（2）前坪铁矿在当前在开采区预测塌陷区及矿山道路处，均设有铁丝网拦挡和警示标志。同时按照矿山地质环境保护与土地复垦方案要求，制定了地面变形、地质灾害监测工作制度，并按照方案要求的监测频率进行动态监测，监测工作制度及检测记录，建矿至今未发生过采空塌陷造成的人员伤亡事故，见照片 2.6-3。

照片 2.6-2 采空塌陷周边铁丝围栏和警示牌

3、土地复垦措施及治理效果

（1）矿山开采过程中形成的 1#渣场堆存方量约 0.5 万 m^3，边坡角 35～50°，占地面积 0.12hm^2，封场后对边坡进行刷坡，将场地平整，覆土 0.3m，复垦成了灌木林地，采用灌草结合的方式进行，灌木行株距 1m×1m，主要树种为胡颓子。现状条件下，复垦效果较好，植被覆盖率达到了 80%以上。复垦土地面积约 0.12hm^2，复垦总投资为 15718 元，亩均投资 8732.6 元。

照片 2.6-5　　渣场土地复垦效果

（2）2#弃渣场堆积量约 1.2 万 m^3，边坡角 35～60°，占地面积约 0.24hm^2。封场后边坡进行刷坡平整后，复垦成了乔木林地，采用穴植方式，行株距 2m×2m，种植树种为刺槐。复垦土地面积约 0.24hm^2，复垦总投资 13217.93 元，亩均投资 3668.87 元。由于弃渣场土质较少，树木生长相对缓慢，见照片 2.6-5。

（3）前坪铁矿除矿山办公生活区和工业场地除建筑物等水泥硬化场地外，其余区域全部完成绿化，绿化面积 2000 余 m^2，绿化覆盖率 100%。 选用绿化树种有塔松、紫薇、冬青、竹子、刺槐、三叶草等等。 养护工作到位，方法得当，植被长势良好，见照片 2.6-6。

图 2.6-6 工业场地绿化

综上所述，前坪铁矿办公生活区人工边坡治理措施、硐口封堵措施、弃渣场复垦措施，可以为本矿山地质环境保护与土地复垦措施提供借鉴。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

矿山地质环境与土地资源调查是在资料收集分析和现场勘查的基础上进行的。

（一）矿山地质环境现状调查

在现场调查前，收集矿山生产勘探报告、开发利用方案等资料，掌握评估区内地质环境条件、工程建设概况和矿区社会经济条件；收集矿山环境影响评价报告，以及以往编制的矿山地质环境保护与土地复垦方案等资料，了解项目区地质环境背景和已经开展的地质环境保护与土地复垦相关工作；收集地形地质图、矿区总体布置图等图件作为评估工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

根据现有资料对矿区及采矿活动可能影响的区域，特别是硐口工业场地、地表采动可能影响范围、地下水可能影响范围进行地质环境背景核查：对区内的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、工程地质条件、边坡特征、矿山及周边其他人类活动情况等进行调查核实；对自然发育的地质灾害和矿山开采引起的地质问题进行调查；对水土环境进行取样分析。

野外调查采用穿越法和追索法相结合，沿南沟、阴坡沟和莫家沟布置三条调查线路，以 1:2000 的地形地质图为底图进行调查。对评估区内现有的地质灾害，调查其发生时间、基本特征、稳定性和危害程度、诱发因素等，并进行数码照相，测绘成图；含水层主要调查地下水类型、分布、埋藏条件，地下水水位、水质以及补给、径流和排泄条件，以及矿山开采引起的含水层结构破坏、水位变化情况和矿井涌水量等。地形地貌景观调查主要通过各生产生活设施损毁前后及与周边对比分析，获得地形地貌景观破坏和损毁情况；水土环境影响通过水土环境取样分析，获得地表水体和土壤环境现状监测数据。调查路线长度 3.2km，调查范围面积 0.60km^2。

（二）土地资源现状调查

通过统计分析和相关数据了解项目区土地利用结构和规划利用方向，然后在完成上述工作的基础上对项目区土地资源进行调查。主要包括项目区土地利用现状、已损毁情况和拟损毁区域土地利用现状。

项目区土地利用现状调查，主要调查各地类的分布情况、土地质量和利用状态等。耕地主要调查坡度、土壤厚度、肥力、种植作物、产量和配套设施情况；林地主要调查林地类型、土壤状况、植被群落类型、密度等情况，为土地复垦标准的制定提供依据。土地资源现状调查面积约 20hm^2。

已损毁土地调查，主要调查土地损毁单元分布、损毁时间、损毁面积、损毁土地类型、损毁程度、土地权属等，以及是否进行过土地复垦，复垦时间、复垦方向、复垦措施、复垦投资和复垦效果等。

拟损毁土地调查，主要调查拟损毁区域土地利用类型和分布情况，耕地主要调查坡度、土壤厚度、肥力、种植作物、产量和配套设施情况，林地主要调查植被类型、密度、郁闭度和土壤情况等数据，为损毁后土地复垦提供参考资料。

同时通过座谈和调查问卷等形式，收集了矿区内相关各方关于矿山损毁土地在复垦方向、复垦措施及复垦标准等方面的意见，力求本《方案》符合当地自然经济、生态环境与社会实际。

（三）完成工作量

矿山地质环境与土地资源调查完成的工作量见表 3.1-1。

表 3.1-1 矿山地质环境保护与土地复垦现状调查工作量表

项目	单位	工作量
调查面积	km^2	0.6
调查线路	km	3.2
地形地貌点	处	7
地质灾害点	处	4
地表水	处	5
地下水	处	3
土壤	处	4
土地利用现状调查	hm^2	20
土地损毁现状调查	hm^2	1.40
拟损毁区域土地利用调查	hm^2	12.85
调查问卷	份	30
照片	张	155

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223-2011）（以下简称“编制规范”），评估区范围应包括矿区范围和采矿活动影响范围，根据地质环境调查结果确定。

本矿山停产多年，根据调查，现状条件下的地质环境问题主要为硐口工业场地废石堆筑形成的不稳定边坡、地下采空可能引起的地面塌陷隐患等地质灾害隐患，采空区及导水裂隙带、井巷工程对含水层结构的破坏，地下水向采空区排泄引起的地下水位下降，硐口工业场地修建对地形地貌景观的破坏，废水和废石的排放引起的水土环境污染等。

图 3.2-1 评估区范围示意图

后期建设和开采可能引发的地质环境问题，包括地下开采可能引起的地面塌陷，新建工业场地（排土场）边坡失稳可能引起的滑坡和泥石流等地质灾害，采空区及导水裂隙带、井巷工程对含水层结构的破坏，地下水向采空区排泄引起的地下水水位下降，废水和废石的排放可能引起的水土环境污染等。

影响范围包括硐口工业场地废石填筑边坡失稳可能影响范围，新建工业场地（排土场）失稳可能引起的滑坡泥石流影响范围，地下采动影响范围，各生产生活设施对地形地貌景观的影响范围，地下水沉降影响范围，废水废石排放对水土环境的影响范围等。

根据以上分析，本次评估范围以各影响范围和矿区范围叠加确定，评估区东、西和南部至分水岭或矿区边界，北部沿庆家沟至矿山排水口下游 1000m。评估区面积约 0.5582km^2，评估区范围示意图见图 3.2-1。

2、评估级别

根据《编制规范》，矿山地质环境影响评估级别要根据评估区重要程度、矿山生产建设规模和矿山地质环境条件的复杂程度三要素综合确定。

（1）评估区重要程度

根据调查，评估区内分布有庆家沟村居民集中区，居住人数在200人以下，评估区内无重要交通要道或建筑设施，远离自然保护区及旅游景区；根据地表水系分布，庆家沟水排入五里川河，五里川河汇入老灌河，老灌河最终汇入丹江口水库，丹江口水库为中国南水北调中线工程的水源地，国家一级水源保护区，评估区按较重要水源地处理；矿山生产建设破坏林地、草地等。依据《编制规范》附录B“评估区重要程度分级表”中规定，评估区重要程度分级确定为较重要区。

表3.2-1　评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有500人以上的居民集中居住区	分布有200～500人的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在200人以下
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	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	无重要交通要道或建筑设施
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）	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）
有重要水源地	有较重要水源地	无较重要水源地
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其他类型土地

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。

（2）矿山生产建设规模

根据开发利用方案，矿山生产规模为***万t/a。根据《编制规范》附录D“矿山生产建设规模分类一览表”，该矿山属小型生产建设矿山。

表3.2-2　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	
锑	万吨	≥100	100-30	<30	矿石

（3）矿山地质环境条件复杂程度

矿山采用地下方式开采，其地质环境复杂程度依据《编制规范》中“井工开采矿山地质环境条件复杂程度分级表”（表3.2-3）进行判断。

1）矿区主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，附近无大的地表水体，不构成矿床的主要充水因素，主要充水含水层、构造破碎带富水性弱，地下水补给条件较差，地形有利于自然排水。矿山正常涌水量很小，地下开采和疏干排水对周边主要含水

层破坏和影响较小。矿区水文地质勘查类型属二类一型，即以构造裂隙充水为主的水文地质条件简单的矿床。

2）石英片岩构成矿体的围岩，岩石强度较高，岩石稳固性好，裂隙不发育。岩体结构以块状结构为主，风化带、蚀变构造较强烈地带呈碎裂—散体结构。岩石属坚硬岩石，但地表风化后，使岩石强度降低。由地表至地下深处，岩石裂隙发育程度，风化作用强度逐渐减弱，岩石稳固性则逐渐增强，风化破碎带厚度一般＜5m。总体看，本区工程地质条件简单矿体及其顶低板围岩岩体较完整，强度中等偏上，风化作用弱，质量较好，工程地质为第二类即块状岩类简单型。

3）矿区位于秦岭复式背斜的次级褶皱瓦房背斜的北翼，地层产状变化不大。区内与锑矿化有关的断裂构造主要一组近东西向断裂，走向 285～295°，倾向北，倾角 70～86°，断带宽 0.5～4 米，为控矿构造，含水性导水性差，对矿山开采影响不大。

4）现状条件下，矿山地质环境问题类型较少，危害中等，环境地质条件中等。

5）采空区面积大，由于矿体厚度较小，采空区空间不大，重复开采较少，采空区未得到有效处理，由于开采厚度较小，顶底板稳固性较好，采动影响较轻。

6）评估区属中低山区，微地貌形态较复杂。总体地势南高北低，最低标高 840 米，最高标高 1042 米，相对高差 192 米，地形坡度一般 10～45°，有利地表水排泄。

根据以上分析，评估区水文地质条件简单，工程地质条件简单，地质构造简单，环境地质条件简单，开采情况中等，地形地貌中等，所以矿山地质环境条件为中等。

表 3.2-3　井工开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量＞10000m^3/d；地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量3000-10000m^3/d；地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 3000^3/d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带发育，	矿床围岩岩体以薄到厚层状结构为主，蚀变带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地	矿床围岩岩体以巨厚层状—块状结构为主，蚀变作用弱，岩石风化弱，地表残坡

复杂	中等	简单
岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度＞10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5—10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	积层、基岩风化破碎带厚度＜5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。
地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对井下采矿安全影响巨大。	地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并且割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂的导水性差，对井下采矿安全影响较大。	地质构造较简单，矿层（体）和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，断裂带对采矿活动影响小。
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。	现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多、危害较大。	现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小。
采空区面积和空间大，多次开采或残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	采空区面积和空间较大，重复开采少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻。
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＞35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	地貌单元类型多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般 20°～35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。	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＜20°，相对高差较小，地面倾向与岩层倾向多为反交。

注：采取就上原则，只要有一条满足某一级别，应定为该级别。

（4）评估级别

根据以上分析，评估区地质环境条件复杂程度属于“中等”类型，矿山生产建设规模为“小型”，评估区重要程度分级为“较要区”，对照《编制规范》附录 A，确定本次矿山地质环境影响评估级别为“二级”。

表 3.2-4　矿山地质环境影响评估精度分级表

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

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
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

1、卢氏县地质灾害发育情况

根据《卢氏县地质灾害防治“十四五”规划》（以下简称“防治规划”），卢氏县地质灾害分布具有点多、面广，明显的地域性分布特征，受地形地貌、地层岩性、气象水文、地下水活动、人类经济活动等因素控制，是全省地质灾害多发地区之一。卢氏县发生的地质灾害主要有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷 4 种类型，以滑坡为主，险情级别以小型为主。目前卢氏县地质灾害隐患点共计 130 处，其中险情级别大型 1 处，中型 8 处、小型 121 处；按类型划分，滑坡 115 处，崩塌 9 处，泥石流 5 处，地面塌陷 1 处。

根据地质灾害控制因素分布情况，按照分区原则，划分为 2 个地质灾害高易发区，1 个中等易发区，2 个低易发区。其中地质灾害高易发区面积约 1478.24km^2，占卢氏县面积的 36.92%；中等易发区面积 473.14 km^2，占卢氏县面积的 11.82%；低易发区面积约 2052.62 km^2，占卢氏县面积的 51.26%。

图 3.2-2 卢氏县地质灾害防治规划分区图

根据地质灾害易发程度，结合卢氏县国民经济发展长远规划，卢氏县地质灾害防治分区划分为 2 个重点防治区，1 个次重点防治区，2 个一般防治区。项目区位于卢氏县老灌河流域滑坡地质灾害重点防治亚区（Ⅱ2），该区域面积 716.82km^2，分布地质灾害点数 45 个，其中滑坡 42 处，崩塌 2 处，地面塌陷 1 处，该区域内地质灾害以小型滑坡为主，威胁对象为乡镇、村庄居住地。

2、地质灾害危险性评估依据

地质灾害危险评估依据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）（以下简称《评估规范》），在基本查明评估区已发生（或潜在）的各种地质灾害形成条件、分布类型、活动规模、变形特征和诱发因素等，对其发育程度、危害程度分析的基础上将地质灾害危险性为危险性大、危险性中等和危险性小三级。

矿山地质环境影响评估中地质灾害主要包括崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷、地裂缝和地面沉降等灾害。通过各类地质灾害调查和预测资料与《评估规范》中各类地质灾害程度发育程度分级表对比分析，确定各类地质灾害的发育程度；与地质灾害危害程度表分级标准对比分析确定，各类地质灾害的危害程度；根据地质灾害危险性分级表确定地质灾害危险性大小，分析地质灾害诱发因素等。并结合工程特点对建设用地适宜性作出评价。地质灾害危害程度表分级标准和地质灾害危险分级表如表 3.2-5 和表 3.2-6 所示。

表 3.2-5　地质灾害危害程度表分级标准

危害程度	灾　情		险　情	
	死亡人数/人	直接经济损失/万元	受威胁人数/人	可能直接经济损失/万元
危害大	＞10	＞500	＞100	＞500
危害中等	3~10	100~500	10~100	100~500
危害小	＜3	＜100	＜10	＜100
危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价时，满足一项即应定级。 注 1：灾情指已发生的地质灾害，采用“死亡人数”“直接经济损失”指标评价。 注 2：险情指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。				

表 3.2-6　地质灾害危险性分级表

发育程度			危害程度	诱发因素
强发育	中等发育	弱发育		
危险性大	危险性大	危险性中等	危害大	自然、人为
危险性大	危险性中等	危险性中等	危害中等	
危险性中等	危险性小	危险性小	危害小	

3、矿山地质灾害现状评估

评估区范围内不存在《防治规划》中统计自然发育的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。现状调查过程中未发现矿山建设和开采引起的崩塌、滑坡和泥石流，以及由于矿山开采引起的，明显的地面塌陷和地裂缝等地质灾害。

已建的 PD865 工业场地和 PD 工业场地填挖形成的人工边坡较小，发生地质灾害的可能性较小；PD925 工业场地和 PD965 工业场地主要由废石填筑而成，建设过程中形成的人工切坡较小，但堆积形成的人工边坡规模较大形成不稳定边坡；另外由于矿山采用留矿法开采，地下存在采空区，采空区上方及周边存在采空塌陷隐患。下面主要对不稳定边坡和采空塌陷隐患进行评估。

照片 3.2-1　PD865 工业场地　　**照片 3.2-2　PD889 工业场地**

（1）不稳定边坡

1）PD925 平硐工业场地不稳定边坡

PD925 硐口工业场地是由废石填筑形成的，堆渣面积约 4200m^2，平均厚约 2.5m，体积约为 10500m^3，渣体岩性主要为黑云石英片岩、二云石英片岩等，块径 1～15cm，下方已设有挡墙，挡墙高约 2m，长约 50m，顶厚 0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度为岩石的自然安息角，约 38 度，边坡高度 4～8m，现状条件下稳定性较好。但在强降雨或人工扰动情况下，存在发生失稳，引起滑坡、泥石流地质灾害的可能性。由于该工业场地停止使用，发生滑坡、泥石流地质灾害主要影响下游林地生态环境、庆家沟地表水环境和下游零星活动人员，受威胁人数＜10 人，可能直接经济损失＜100 万元，危害程度小，危险性小。

PD925 平硐工业场地不稳定边坡见照片 3.2-3，PD925 平硐工业场地工程地质剖面图见图 3.2-3。

照片 3.2-3 PD925 工业场地及不稳定边坡

图 3.2-3 PD925 工业场地工程地质剖面图

照片 3.2-4　P965 工业场地及不稳定边坡

图 3.2-4 P965 工业场地工程地质剖面图

2）PD965 平硐工业场地不稳定边坡

PD965 平硐工业场地由废石填筑而成，堆渣面积约 1700m^2，平均厚约 3m，体积约为 5100m^3，渣体岩性主要为黑云石英片岩、二云石英片岩等，块径 1～15cm，下方已设有挡墙，挡墙高约 2.5m，长约 30m，顶厚 0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度为岩石的自然安息角，约 38 度，边坡高度 4～8m，现状条件下稳定性较好。但在强降雨或受到扰动时可能发生失稳，引发滑坡、泥石流等地质灾害。由于该工业场地停止使用，发生地质灾害主要威胁下游的林地生态环境、庆家沟地表水体和下游零星活动人员，受威胁人数＜10 人，可能直接经济损失＜100 万元，危害程度小，危险性小。

PD965 平硐工业场地不稳定边坡见照片 3.2-4，PD965 平硐工业场地工程地质剖面图见图 3.2-4。

（2）采空塌陷隐患

根据 2022 年 12 月卢氏县庆家沟村锑矿有限公司编制完成了《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司卢氏县庆家沟村锑矿采空区调查报告》，目前，矿区存在 3 个采空区，主要集中在 1 号脉、2 号脉、3 号脉上部。

1）1 号脉采空区分布在 1-II 矿体上部。采空区分布标高为 881m—902m，长度约 84m，平均水平厚度 1.19m，斜面积 1595m^2，采空区体积 1898m^3。由于工程地质较好，只有局部有冒顶片帮现象。空区内无积水现象，有局部滴水，为一个孤立采空区。

2）2 号脉采空区分布在 2-I 矿体中上部。采空区分布标高为 746m—927m，长度约 132m，平均水平厚度 1.37m，斜面积 5704m^2，采空区体积 7814m^3。由于工程地质较好，只有局部有冒顶片帮现象。空区内无积水现象，有局部滴水，为一个孤立采空区。

3）3 号脉采空区分布在 3-I 矿体中上部。采空区分布标高为 865m—928m，长度约 247m，平均水平厚度 1.77m，斜面积 12038m^2，采空区体积 21307m^3。由于工程地质较好，只有局部有冒顶片帮现象。空区内无积水现象，有局部滴水，为一个孤立采空区。

矿山未进行地表变形监测，不存在地表移动变形监测数据。现状调查过程中，未发现明显的地面塌陷和地裂缝等地表变形。但是由于采空区靠近矿体浅部，开采深厚比较小，在外力作用下存在采空塌陷的可能性。根据开发利用方案地表变形参数：矿体上、下盘和端部岩石移动角均取 75°，采空塌陷隐患点面积约 4.56hm^2。

根据调查采空塌陷隐患范围内不存在居民点，主要影响废弃的 PD965 工业场地局部区域和活动其中的零星居民，受威胁人数＜10 人，可能直接经济损失＜100 万元，危害程度小，危险性小。

采空塌陷隐患范围平剖面图见图 3.2-5 和图 3.2-6。现场照片如照片 3.2-5 所示。

图 3.2-5 采空塌陷隐患范围平面图

图 3.2-6 采空塌陷隐患范围剖面图

照片 3.2-5　采空塌陷隐患范围地表照片（局部）

综上，现状条件下，硐口工业场地下方堆筑形成的人工边坡，稳定性较好，在强降雨或人工扰动的情况下存在发生失稳，引起滑坡、泥石流等地质灾害的可能性，威胁下游林地生态环境、庆家沟水质和零星居民；采空塌陷隐患发生塌陷的可能性小，主要威胁上方林地生态环境和零星活动居民。地质灾害较弱发育，威胁人数＜10 人，可能的经济损失<100 万，危害程度小，危险性小，地质灾害影响程度较轻。

4、矿山地质灾害预测评估

（1）矿山建设引发地质灾害危险性评估

1）办公生活区

办公生活区建设区域地势平坦，建设过程中填挖工程量较小，不会形成较大的人工边坡，引起地质灾害的可能性小，危险性小。

2）废水处理站

废水处理站修建区域地势平坦，修建工程中未进行大量的填挖工程，不会形成较大的人工边坡，建设引起地质灾害的可能性小，危险性小。

3）新建工业场地（排土场）

排土场设置于 PD925 硐口工业场地填方，设计堆置标高+900m～+925m，堆置高度 25m，容积约 7.5×104m^3，排土场采用单台阶排土，坡面角为 33°。排土场上部设置截水沟，下部设置挡渣墙。排水沟采用浆砌石砌筑，断面为梯形，上口宽度 600mm，下底宽度 400mm，深度 400mm。挡渣墙混凝土结构，梯形断面，挡渣墙上部宽 1.0m，下部宽 1.5m，高 3.0m，全长 95m。

通过土力学计算对排土场稳定性进行评估。根据类比分析，废石场土力学参数如表 3.2-7 所示。

表 3.2-7 排土场土力学参数

岩土体类别	计算指标			
	天然重度	饱和重度	抗剪强度	
	γ（kN/m^3）	γ $_{sat}$（kN/m^3）	c（kPa）	ψ（°）
碎石	16.3	17.6	5	37
风化层	21.5	22.0	350	30
基岩	26	26.36	15000	32.33

图 3.2-7 排土场稳定性计算剖面示意图

表 3.2-8 排土场稳定性计算结果表

工况条件	稳定系数			
	瑞典条分法		余推力法	
	不考虑地震	考虑 7 度地震	不考虑地震	考虑 7 度地震
自然状态	1.2836	1.2186	1.336	1.2700
饱和状态	1.2548	1.1931	1.3075	1.2359

取排土场中最不利剖面，采用瑞典条分法、余推力法，通过计算机自动搜索最危险滑动面对排土场进行稳定性分析。不同工况条件下稳定性系数如表 3.2-8 所示。

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001），许用安全系数取 1.20。在自然状态下排土场稳定性好；有无地震，废石场稳定性均为稳定状态；饱和状态下，不考虑地震的情况下，废石场稳定性好，考虑地震的情况下，废石场处于临界状态。

综上，一般工况条件下，新建工业场地（排土场）稳定性较好，但不排除在集中降水、地震或不当排土条件下，有发生失稳，引起局部滑塌的可能性，可能引起滑坡、泥石流等地质灾害，发生地质灾害的可能性小，主要危害主要影响工业场地、下游办公生活区和农田等，威胁人数 10～100 人，直接经济损失 100 万~500 万元，危害中等，危险性中等。

4）矿山道路

矿山道路利用已有进山道路，顺地势修建而成，道路两侧填挖形成的人工边坡较小，引发地质灾害的可能性较小，危险性小。

（2）地下开采引发的地面塌陷和地裂缝预测评估

1）地下采动表现形式

地下采空后，矿体周边岩体应力将重新分布，顶板拉张应力超过自身强度时将向采空区冒落，上部岩体将产生裂隙和弯曲，若冒落和拉张裂隙发展到地面，地面将形成不连续变形，产生塌陷坑；若弯曲带发展到地表将会引起连续地表移动变形，地表移动变形范围中间为压缩区域，外侧为拉伸区域，水平移动变形超过一定范围，拉伸区域将出现地裂缝。

矿山设计开采矿区范围内分别赋存于 4 条矿脉内 6 个矿体。矿脉走向近东西，在矿区自北向南平行排列， 依次为 1、2、2-2、3 号脉，均向北倾，倾角 70～83°，矿脉走向长度 200～500 米，厚度 0.5～4.64 米。矿脉之间平均间距 30m 左右。6 条矿体的产状特征如下：

1-Ⅰ矿体，矿体倾向 355～10°，倾角 70～83°，平均 75°。矿体估算标高 700～902.5 m，沿走向长 235 m，沿倾向延伸 225 m，厚度 0.95～3.27 m，平均 1.49 m，矿体埋深 49～251 m。

1-Ⅱ矿体，矿体倾向 0°，倾角平均 75°。矿体估算标高 820～860m，矿体沿走向长 129m，沿倾向延伸 41m，厚度 1.27～1.52 m，平均 1.39m，矿体埋深 64～108 m。

2-I矿体，矿体倾向 351～8°，倾角 71～84°，平均 77°。矿体估算标高 700～927.5 m，沿走向长约 269 m，沿倾向延伸 254 m，厚度 0.80～3.10 m，平均 1.35 m，矿体埋深 13～290 m。

2-Ⅱ矿体，倾向 353～8°，倾角 73～86°，平均 77°。矿体赋存标高为 844.5～901 m，沿走向长约 86 m，沿倾向延伸 57 m，厚度 1.23～1.81 m，平均 1.64 m，矿体埋深 31～89 m。

2-2-I矿体，倾向 0°，倾角平均 73°。矿体赋存标高 773～886m，沿走向长约 120m，沿倾向延伸 113 m，厚度平均 4.26m，矿体埋深 109～177 m。

3 号脉：3-I矿体，倾向 355～5°，倾角 75～83°，平均 78°。矿体赋存标高 701～946 m，沿走向长 268 m，沿倾向延伸 257 m，厚度 0.78～3.55 m，平均 1.58m，矿体埋深 15～246 m。

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）中导水裂隙带高度计算公式（公式 3.2-1）对矿山开采引起的导水裂隙带高度进行计算。

$$H_{li} = \frac{100M\hbar}{7.5\hbar+293} \pm 7.3 \qquad \text{公式 3.2-1}$$

式中 M—采厚，单位 m

h—回采阶段垂高，单位 m

各矿体导水裂隙带的高度计算结果如表 3.2-9 所示。

表 3.2-9 各矿体导水裂隙高度计算表

矿体	平均厚度（m）	最上阶段垂高（m）	平均倾角（°）	导水裂隙带平均高度（m）	矿体埋深（m）
1-Ⅰ	1.49	45	75	10.63	49～251
1-Ⅱ	1.39	45	75	9.92	64～108
2-Ⅰ	1.35	36	77	8.63	13～290
2-Ⅱ	1.64	36	77	10.49	31～89
2-2-Ⅰ	4.26	45	73	30.4	109～177
3-Ⅰ	1.58	40	78	10.66	15～246

根据各矿体赋存参数计算的导水裂隙带高度均小于矿体最小埋深，因此矿山开采一般不会引起地表不连续变形，产生塌陷坑。1-Ⅰ、2-Ⅰ和3-Ⅰ矿体上部靠近露头处的区域已经采空多年，现状调查未发现明显的地面塌陷和地裂缝，未来地下开采地表引起地表不连续变形破坏的可能性较小。后期矿山开采对地表的影响主要表现为连续的地表移动变形。

2）地下采动范围

由于目前对该类金属矿山地下开采引起的地表变形预测没有成熟的理论方法，本矿山也没有地表变形历史监测数据等资料，因此本方案采用类比分析的方法，根据开发利用方案推荐的地表移动角，来圈定地下开采引起的地表移动范围。矿体上、下盘和端部岩石移动角均取75°，根据矿山开采产生的空区范围，闭坑时最终形成的地表移动范围面积约11.45hm^2。

地表移动变形范围平面图和剖面图如图3.2-8和图3.2-9所示。

图3.2-8 地表移动变形范围平面图

图3.2-9 地表移动变形范围剖面图

3）地表移动变形程度

本方案采用参照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》相关经验公式并进行适当修正，参考类似矿山相关参数，对地表变形相关参数的最大值进行粗略估算，以此评估本矿山开采引起的地面塌陷地质灾害的发育程度。

计算公式：

$$W_{max}=\frac{\triangle h}{\sqrt{H_0}}\cdot m\cdot q\cdot\cos\alpha \qquad (1)$$

$$i_{max}=\frac{W_{max}}{r} \qquad (2)$$

$$K_{max}=\pm 1.52\frac{W_{max}}{r^2} \qquad (3)$$

$$U_{max}=b\cdot W_{max} \qquad (4)$$

$$\xi_{max}=\pm 1.52b\cdot\frac{W_{max}}{r} \qquad (5)$$

式中：W_{max}—最大下沉值（mm）；

i_{max}—最大倾斜值（mm/m）；

K_{max}—最大曲率值（mm/m$^{2)}$；

U_{max}—最大水平移动值（mm）；

ε_{max}—最大水平变形值（mm/m）；

q－急倾斜矿体地表下沉系数，一般在 0.19~0.27 之间，本方案取 0.2；

Δh－回采阶段垂高（m）；

m－法线厚度（m）；

H_0－平均采深（m）；

α－矿体倾角；

r－盆地剖面全长（m），$r = H_1(\cot \lambda + \cot \beta) + \frac{m}{\sin \alpha}$

H_1－下边界采深；

β 和 λ －顶板范围和底板方向主要影响范围角；均取 70°

b－依赖于下沉值的水平移动系数，顶板方向取 0.39

根据上述公式和矿体赋存参数对各矿体地表变形最大值进行了初步估算，计算结果详见表 3.2-10：

表 3.2-10　地表变形计算结果表

矿体编号	特征值						最大下沉值 Wm(m)	最大倾斜值 Im(mm/m)	最大曲率值 Km(mm/m^2)	最大水平移动值 Um(m)	最大水平变形值 εm(mm/m)	开采深厚比
	平均厚度 m(m)	矿体埋深（m）	平均埋深 H(m)	矿层倾角 α(°)	盆地剖面全长（m）	最上阶段垂高（m）						
1-Ⅰ	1.49	49～251	150	75	184.26	45	0.22	1.19	0.01	0.09	0.71	32.89～168.46
1-Ⅱ	1.39	64～108	86	75	80.06	45	0.31	3.87	0.07	0.12	2.3	46.04～77.7
2-Ⅰ	1.35	13～290	151.5	77	208.85	36	0.13	0.62	0	0.05	0.37	9.63～214.81
2-Ⅱ	1.64	31～89	60	77	66.47	36	0.28	4.21	0.1	0.11	2.5	18.9～54.27
2-2-Ⅰ	4.26	109～177	143	73	133.3	45	0.84	6.3	0.07	0.33	3.74	25.59～41.55
3-Ⅰ	1.58	15～246	130.5	78	180.69	40	0.17	0.94	0.01	0.07	0.56	9.49～155.7

4）地下采空塌陷发育程度

参考《地质灾害危险性评估规范（GB/T 40112-2021）》中“采空塌陷发育程度分级表”（表 3.2-11）相关指标，考虑到地下变形持续时间，根据地下开采引起的下沉量、倾斜、水平变形和曲率最大值，地下开采引起的采空塌陷发育程度弱～中等。同时考虑开采深厚比，各矿体开采引起的采空塌陷之间相互影响，确定采空塌陷发育程度为中等。

表 3.2-11 采空塌陷程度分级表

发育程度	参考指标							发育特征
	地表移动变形值				开采深厚比	采空区及其影响带占建设场地面积%	治理工程面积占建设场地面积%	
	下沉量（mm/a）	倾斜（mm/m）	水平变形（mm/m）	地形曲率（mm/m^{2}）				
强	>60	>6	>4	>0.3	<80	>10	>10	地表存在塌陷和裂缝，地表建（构）筑物变形开裂明显
中等	20~60	3~6	2~4	0.2~0.3	80~120	3~10	3~10	地表存在变形及地裂缝；地表建（构）筑物有开裂现象
弱	<20	<3	<2	<0.2	>120	<3	<3	地表无在变形及地裂缝；地表建（构）筑物无开裂现象

5）采空塌陷危险性评估

根据调查，地表移动范围内，主要为林地、本矿山废弃的硐口工业场地和新建排土场部分区域，主要威胁排土场部分人员设施、林地生态环境，并可能诱发滑坡等其他地质灾害，威胁人数 10～100 人，直接经济损失 100 万~500 万元，危害中等，危险性中等。

（3）矿业活动引起泥石流地质灾害危险性评估

根据现状调查，评估区内未发生过泥石流地质灾害，但存在 3 条近南北向的沟谷，本方案对矿山开采影响下发生泥石流地质灾害进行评估。

南沟：位于评估区西部，沟向 345°，沟口处转向 15°，沟长 450m，靠近沟口处有一支沟汇入，汇水面积 0.10km^2。沟谷横切面呈“U”字型，沟底宽 10～50m，

岸坡坡度 25～45°，纵坡降约 20%。沟内及岸坡植被发育，沟壁现状稳定，未见垮塌变形，下游分布的 PD889 工业场地，由废石填筑而成，废石量较少，现状稳定。后期上游新建工业场地和排土场，排土场堆积方量 $7.5\times10^4m^3$，整体稳定性较好，发生整体滑塌的可能性较好，但可能发生局部失稳，原 PD889 工业场地区域修建办公生活区。沟内一般无流水，雨季可形成短时间地表径流。现沟口处为 PD889 平硐工业场地，后期建设办公生活区。

照片 3.2-6　南沟

阴坡沟：位于矿区中部，沟向 350°，沟长 450m，汇水面积 $0.05km^2$。横切面呈“U”字型，沟底宽 15～75m，岸坡坡度 20～48°，纵坡降约 30%。沟内及岸坡植被发育，沟壁基本稳定，未见垮塌变形。中游新建废水处理站，下游为原 PD865 工业场地，没有废弃物堆积。后期沟口 PD865 工业场地，用来临时堆存矿石和废石。沟内一般情况下无流水，雨季可形成短时间地表径流。沟口为 PD865 工业场地，现已废弃，后期部分区域用作废石和矿石临时堆场。

莫家沟：该冲沟位于矿区东部，沟向 345°，沟长 650m，汇水面积 $0.16km^2$，横切面呈“V”字型，沟底宽 20～40m，岸坡坡度 20～48°，纵坡降约 25%。沟内及岸坡植被发育，沟壁现状基本稳定，未见垮塌变形，沟内分布有原 PD925 平硐工业场地和 PD965 工业场，工业场地有废石填筑而成，堆积废石量共约 $15600m^3$，稳定性较好，发生整体滑塌的可能性较小。沟内一般情况下无流水，雨季可形成短时间地表径流。沟口有一户居民，居住 4 人。

照片 3.2-7　阴坡沟

照片 3.2-8　莫家沟

根据《地质灾害危险性评估规范》中“泥石流发育程度量化评分及评判等级标准（表 3.2-12）”，各沟谷要素特征及易发程度量化结果见表 3.2-13。

根据泥石流易发程度量化分析结果，后期矿山开采过程中，南沟泥石流易发程度中等，阴坡沟和莫家沟泥石流易发程度为弱发育，主要物源为矿山开采排弃的废石。根据调查和设计资料，进行稳定性分析，矿山排弃废石发生失稳的可能性较小。主要影响对象包括南沟沟口修建的办公生活区和其中的农田，阴坡沟沟口的废石和

矿石堆场及莫家沟沟口处的 1 户居民。威胁人数 10～100 人，直接经济损失 100 万~500 万元，危害中等，危险性中等。

表 3.2-12　泥石流发育程度量化评分及评判等级标准

序号	影响因素	量　　级　　划　　分							
		严重（A）	得分	中等（A）	得分	轻微（C）	得分	一般（D）	得分
1	崩塌滑坡及水土流失（自然和人为的）的严重程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比（%）	＞60	16	60—30	12	30—10	8	＜10	1
3	沟口泥石流堆积活动	河形弯曲或堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化，大河主流在高水偏，低水不偏	7	无河形变化，主流不偏	1
4	河沟纵坡（度，‰）	＞12°（213）	12	12°—6°（213—105）	9	6°—3°（105—52）	6	＜3°（52）	1
5	区域构造影响程度	强抬升区，六级以上地震区	9	抬升区，4—6 级地震区，有中小支断层或无断层	7	相对稳定区，4 级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率（%）	＜10	9	10—30	7	30—60	5	＞60	1
7	河沟近期一次变幅（m）	2	8	2—1	6	1—0.2	4	0.2	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量（$10^4m^3/km^2$）	＞10	6	10—5	5	5—1	4	＜1	1
10	沟岸山坡坡度（‰）	＞32°（625）	6	32°—25°（625—466）	5	25—15（466—286）	4	＜15°（268）	1
11	产沙区沟槽横断面	V 型谷、谷中谷、U 型谷	5	拓宽 U 型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度（m）	＞10	5	10—5	4	5—1	3	＜1	1
13	流域面积（km^2）	0.2—5	5	5—10	4	10—100	3	＞100	1
14	流域相对高差（m）	＞500	4	500—300	3	300—100	3	＜100	1
15	河沟堵塞程度	严	4	中	3	轻	2	无	1

注：评判等级标准：综合得分 116～130 发育程度等级为强发育，综合得分 87～116 发育程度等级为中等发育，综合得分<87 发育程度等级为弱发育。

表 3.2-13　泥石流易发程度评分表

序号	南沟		阴坡沟		莫家沟	得分
	矿区沟谷要素	得分	矿区沟谷要素	得分	矿区沟谷要素	
1	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	30~60	12	10~30	8	10~30	8
3	河形弯曲或堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11
4	>12°	12	>12°	12	>12°	12
5	相对稳定区，4 级以下地震区，有小断	5	相对稳定区，4 级以下地震区，有小断	5	相对稳定区，4 级以下地震区，有小断	5
6	30%～60%	5	>60%	1	>60%	1
7	2	8	<0.2	1	<0.2	1
8	风化和节理发育的硬岩	4	风化和节理发育的硬岩	4	风化和节理发育的硬岩	4
9	>10	6	<1	1	1~5	4
10	>32°	6	>32°	6	>32°	6
11	拓宽 U 型谷	4	拓宽 U 型谷	4	拓宽 U 型谷	4
12	5-10	4	1-5	3	5-10	4
13	0.2～5	5	0.2～5	5	0.2～5	5
14	100~300	3	100~300	3	100~300	3
15	严重	4	轻微	2	中等	3
综合评分		93		67		72

（4）矿业活动加剧不稳定边坡地质灾害危险性评估

评PD925平硐工业场地不稳定边坡和P965平硐工业场地不稳定边坡均位于地下采动范围内，地下开采引起的地表变形可能会影响其稳定性，增加发生滑坡和泥石流的地质灾害的可能性。

PD925 硐口工业场地为采掘废石顺坡填筑形成的，堆渣面积约 4200m^2，平均厚约 2.5m，体积约为 10500m^3，渣体岩性主要为黑云石英片岩、二云石英片岩等，块径 1—15cm，下方已设有挡墙，挡墙高约 2m，长约 50m，顶厚 0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度为岩石的自然安息角，约 38 度，边坡高度 4～5m，现状条件下稳定性较好。但在雨季或强降雨发生的情况下，废渣有发生失稳滑移的可能。后期矿山建设和生产过程中爆破震动和地表采动可能会加剧渣体边坡失稳，影响下游林地生态环境和零星活动人员，受威胁人数＜10 人，可能直接经济损失＜100 万元，危害程度小，危险性小。

P965 下方不稳定边坡 P965 硐口采掘废石顺坡堆放形成的，堆渣面积约 1700m^2，平均厚约 3m，体积约为 5100m^3，渣体岩性主要为黑云石英片岩、二云石英片岩等，块径 1～15cm，下方已设有挡墙，挡墙高约 2.5m，长约 30m，顶厚 0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度为岩石的自然安息角，约 38 度，边坡高度 4～5m，现状条件下稳定性较好。但在雨季或强降雨发生的情况下，废渣有发生失稳而滑移的可能性。后期矿山建设和生产过程中包括爆破震动和地表采动可能会加剧渣体边坡失稳，影响下游林地生态环境和零星活动人员，受威胁人数＜10 人，可能直接经济损失＜100 万元，危害程度小，危险性小。

（5）矿山可能遭受的地质灾害危险性预测评估

1）办公生活区遭受地质灾害危险性预测

设计建设的办公生活区位于南沟下游地势平坦开阔的位置，填挖形成的人工边坡规模较小，并且设计有支挡防护工程，发生地质灾害的可能性较小。但是办公生活区位于设计工业场地（排土场）的下方，排土场受降雨、震动和地下采动的影响存在失稳，引发滑坡和泥石流地质灾害的可能性。办公生活区存在遭受极端条件下排土场失稳引发滑坡、泥石流地质灾害可能性，威胁人数 10～100 人，直接经济损失 100 万~500 万元，危害中等，危险性中等。

2）工业场地遭受地质灾害危险性预测

设计硐口工业场地位于 PD925 西硐口两侧，排土场上部西南，靠近自然边坡的位置。生产设施简单，建设过程中人工切坡规模较小，坡向与岩层走向斜交或垂直相交，并且设计有防护措施，稳定性较好。主要可能受到排土场失稳引发滑坡地质灾害的影响。排土场受降雨、震动和地下采动的影响存在失稳，引发滑坡和泥石流地质灾害的可能性。工业场位于排土场靠近上游的位置，受到影响的可能性较小，威胁人数 10～100 人，直接经济损失 100 万~500 万元，危害中等，危险性中等。

3）矿区道路遭受地质灾害危险性预测

矿山道路修建随坡就势，填挖形成的人工边坡一般规模较小，发生崩塌滑坡等地质灾害的可能性较小。但由于位于南沟口沟位置，有遭受上游排土场在极端条件下失稳引起泥石流地质灾害的可能性，受威胁人数＜10 人，可能直接经济损失＜100 万元，危害程度小，危险性小。

4）废水处理站遭受地质灾害危险性预测

废水处理站建设区域地势平坦，填挖方量较小，建设形成的人工边坡较小，发生崩塌滑坡等地质灾害的可能性较小。该区域自然发生的地质灾害不发育，并且处于矿山开采引起的地质灾害影响范围之外，遭受地质灾害影响的可能性小，危险性小。

（6）场地适宜性评价

根据地质灾害现状评估及预测评估结果，废水处理站和矿山道路场地现状条件下地质灾害不发育，后期建设生产建设引发和遭受的地质灾害危险性小，场地适宜性为适宜，办公生活区和工业场地（排土场）场地现状条件下地质灾害不发育，后期建设遭受与引发的地质灾害危险性中等，治理难度不大，场地适宜性为基本适宜。

综上，后期基建和生产过程中，新建工业场地（排土场）稳定性较好，但在极端条件下，可能会发生失稳，引起滑坡和泥石流，影响下游的办公生活区、农田、沟口处居民点。随着地下采空区面积的扩大，可能会引起地面塌陷和地裂缝等地质灾害，主要影响地表活动范围内的森林生态植被和活动其中的零星人员。矿山生产建设中的施工爆破、地下采动等可能加剧部分废石堆积边坡的失稳。总体上，后期矿山开采引发和加剧的地质灾害较发育，威胁人数 10～100 人，直接经济损失 100 万~500 万元，危害程度中等，危险性中等，地质灾害影响程度较严重。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、现状评估

（1）采矿活动对含水层结构破坏

矿区内主要含水层为松散岩类孔隙水和基岩裂隙含水层。松散岩类孔隙水主要赋存于第四系松散沉积物和残坡积物中，松散沉积物主要沿沟谷分布，以漂砾石为主，厚 0～5 米；残—坡积物零星分布，多为含碎石的亚粘土，一般厚 0.2～0.5 米，缓坡低洼处厚 2～5 米。基岩裂隙水主要赋存于岩石浅部风化带、构造裂隙中。基岩裂隙风化带深度不一，一般 2～20m，浅部透水不含水。破碎带含构造裂隙水，构造带宽 0.30～5.50m，岩石硅化、糜棱岩化较强，含水性弱。

整个控矿构造带含裂隙潜水，它既是一个弱含水带，也是一个弱导水带，大气降水及部分第四系冲、洪积孔隙水及基岩风化裂隙水就是通过裂隙带中的节理裂隙及构造裂隙下渗形成矿床充水的，并最终形成坑道积水。通过坑道水文观测，大部分干燥无水，局部潮湿滴水，从顶板渗水。

矿区出露岩性主要为二云石英片岩及绢云石英片岩，结构致密，节理裂隙极不发育，含水微弱或根本不含水。二云石英片岩为矿体的直接顶底板，除近地表处裂隙发育，接受降水渗入补给外，深部岩石裂隙不发育，含水性极弱，相对隔水，可视为不含水层，从而成为裂隙脉状含水带的隔水层。

现状条件下，矿山开拓井巷主要分布在隔水层中，局部揭穿风化裂隙含水层和构造裂隙含水层；采空区主要对构造裂隙含水带造成破坏。总体上对含水层结构破坏较严重。

（2）采矿活动对地下水位影响分析

矿区现有主要生产坑道总长 1258.70m，2015 年编制生产勘探报告时，全面进行水文地质调查，调查面积约 4000m^2；坑道内未发现涌水现象，充水区主要表现为滴水区和潮湿区，坑道滴水区和潮湿区绝大部分位于矿体及围岩的接触带节理裂隙发育地段，其中滴水区主要位于含矿构造带附近，相应潮湿区分布要广一些。据统计，坑道面裂隙率为 0.2%～10%，裂隙及节理发育不均匀，相互之间连通性差，大部分呈封闭、半封闭状态，含矿段比无矿段裂隙率稍高一些，在锑矿单晶及晶洞地段易形成潮湿区、滴水区。

总的看坑道东段较西段滴水区和潮湿区面积大，滴水点多，水量相对要大一些。矿区岩石坚硬致密完整，裂隙及节理发育不均匀，均为隔水岩层，地表风化带厚度不大，且地形陡，局部风化带含水较弱，形不成地下水流，无流量可观测，地下水对矿床开采不构成威胁。

根据观察，PD865 涌水量一般在 5m^2/d~20m^2/d，PD889 平硐无水流排出，PD925 和 PD965 已采取封堵措施，无水流排出。

根据《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司卢氏县庆家沟村锑矿水工环地质勘探报告》（2023 年 1 月），矿山主要井巷工程和采空区位于矿区地下水位之上，并且矿山生产已停产多年，矿山开采未引起地下水位明显下降，对地下水位影响较轻。

（3）采矿活动对地下水质影响评估

本方案根据 2023 年 4 月委托河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院岩矿检测中心编制环境现状监测报告的地下水水质检测数据对地下水水质进行评估。

1）监测方案

监测点位：

设 3 个监测点，均位于矿区北侧庆家沟村，分别为民井 1、民井 2 和民井 3。监测点位置见图 3.2-10。

图 3.2-10 地下水监测点位置

监测因子：

地下水监测项目 pH、总磷、总氮、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、氟化物、镉、砷、汞、铬、六价铬、铜、铅、锌、铁、锰、锑、总硬度。

监测频率：取样检测一次。

2）监测结果统计

按照国家现行技术规范，采用合适的检测方法和仪器，地下水质检测结果如表 3.2-14 所示。

表 3.2-14 地下水水质检测结果

监测点	检测结果 ρ (B)/mg.L- pH 无单位									
	pH	P	全氮	COD（高锰酸盐指数）	硫酸盐	氯化物	氟化物	Fe	Cr6+	总硬度
民井 1	7.47	<0.001	16.83	0.64	29.45	6.84	0.07	0.045	<0.004	168.2
标准指数	0.49	-	-	0.21	0.12	0.03	0.07	0.15	<0.08	0.37
达标情况	达标	-	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
民井 2	7.6	<0.001	16.63	0.64	31.54	6.84	0.088	0.062	<0.004	164.3
标准指数	0.55	-	-	0.21	0.13	0.03	0.09	0.21	<0.08	0.37
达标情况	达标	-	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
民井 3	7.47	<0.001	11.66	0.64	23.05	5.98	0.063	0.033	<0.004	150.6
标准指数	0.49	-	-	0.21	0.09	0.02	0.06	0.11	<0.08	0.33
达标情况	达标	-	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准	6.5-8.5	-	-	3	250	250	1	0.3	0.05	450
监测点	检测结果 ρ (B)/ug.L- pH 无单位									
	Cu	Pb	Zn	Mn	Cd	Sb	As	Hg	Cr	*
民井 1	<0.15	<0.15	1.03	1.52	<0.05	34.7	<0.30	<0.04	0.36	
标准指数	0	<0.02	0	0.02	<0.01	6.94	<0.03	<0.04	-	
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标	-	
民井 2	<0.15	<0.15	2.92	0.28	<0.05	86.5	<0.30	<0.04	0.35	
标准指数	0	<0.02	0	0	<0.01	17.3	<0.03	<0.04	-	
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标	-	
民井 3	<0.15	<0.15	6.06	0.14	<0.05	21.1	<0.30	<0.04	0.43	
标准指数	0	<0.02	0.01	0	<0.01	4.22	<0.03	<0.04	-	
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标	-	
（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准	1000	10	1000	100	5	5	10	1	-	

3）现状评价结果

①评价方法

采用单项水质参数标准指数法进行评价，计算公式如下：

一般污染物的标准指数

$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{s,i}$

式中：$S_{i,j}$—单项水质参数 i 在 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$—污染物 i 在监测点 j 的浓度，mg/l；

$C_{s,i}$—水质参数 i 的地表水水质标准，mg/l。

pH 的标准指数

$S_{pHj}=(7.0-pH_j)/(7.0-pH_{sd})$　　pHj≤7.0

$S_{pHj}=(pH_j-7.0)/(pH_{su}-7.0)$　　pHj＞7.0

式中：$S_{pH,j}$—单项水质参数 pH 在 j 点的标准指数；

pH_j—水质参数 pH 在 j 点的浓度；

pH_{sd}、pH_{su}—地表水水质标准中规定的 pH 值的上限和下限。

②评价标准

《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）。

地下水监测点除锑外其他各监测因子均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准的要求。三个监测点中，锑元素均超标，最小超标 3.2 倍，最大超标 16.3 倍，考虑到矿井涌水锑浓度超标严重，矿井排水口附近民井 2 锑浓度，大于下游较远距离民井 1 和上游民井 3 锑浓度；并且根据调查，矿井涌水排放口上游 2km 居民集中供水水井，锑含量并未超标，评估认为附近水井锑含量超标与矿山开采关联性较大，矿山 开采对地下水水质影响严重。

2、预测评估

（1）采矿活动对含水层结构破坏预测

矿体赋存于近东西向的一组断裂构造中，控矿断裂构造为主要充水含水层。矿体顶底板为二云石英片岩深部岩石裂隙不发育，含水性极弱，相对隔水，为裂隙脉状含水带的隔水层。

参考《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）中导水裂隙带高度计算公式对矿山开采引起的导水裂隙带高度进行计算。各矿体导水裂隙带高度见表 3.2-9 所示。

根据矿体赋存特征和与含水层相对位置关系，后期矿山开采主要井巷工程、采空区和导水裂隙带含水层结构的破坏主要为构造裂隙含水层，部分区域可能会影响到上部风化裂隙含水层。

（2）采矿活动对地下水位、水量影响预测

采用水文地质比拟法预测矿井涌水量。

据矿区竖井 782m 标高段水泵抽水实际观测，矿山正常涌水量枯水期为 120m^3/d，汛期最大涌水量为 313 m^3/d，最大涌水量为正常涌水量 2.6 倍。根据《勘探报告》，782m 中段探矿井巷工程投影面积为 42792 m^2，与地下水位高差 42m。根据矿山开采设计，设计井巷工程分布面积 98854 m^2，地下水位下降到最低开采标高，最大降深为 124m。

水文地质比拟法公式

$$Q = Q_1 \frac{F \times S}{F_1 \times S_1}$$

式中：

Q—设计坑内涌水量，m^3/d；

Q_1—坑内实测的涌水量，m^3/d；

F—设计坑内涌水面积（垂直纵投影），m^2；

F_1—实测坑内涌水面积（垂直纵投影），m^2；

S—设计坑内水位降深，m；

S_1—实测坑内水位降深，m；

最大涌水量按正常涌水量的 2.6 倍计算，坑内涌水量计算结果见表 3.2-15。

表 3.2-15　坑内涌水量计算表

采区	涌水面积 m^2	水位降深 m	正常涌水量		最大涌水量	
			m^3/d	m^3/h	m^3/d	m^3/h
782m 水平	42792	42	120	5.0	313	13.0
700 m 水平	98854	124	631	26.3	1641	68.4

地下水影响半径 $R=2S_0\sqrt{HK}$

K-渗透系数(m/d)， 据矿区所做抽水试验资料取 K=0.02；

H－含水层厚度（m），最大含水层厚度 124m；

S_0-水位降深（m），取地下水位平均值 824m 与最低开采中段标高 700m 之差的，地下水位最大降深 124m。

经计算地下水影响半径为390.55m。

综上，当开采至设计最低开采标高700m时，地下水位将下降到700m，预测地下水位最大降深为124m，矿井涌水量为631m^3/d，雨季最大涌水量1641m^3/d。地下水影响半径为390.55m，至地下水分水岭。

地下水影响平面图和剖面图见图3.2-11和图3.2-12。

图3.2-11 地下水影响平面图

图3.2-12 地下水影响剖面图

（3）采矿活动对地下水质的影响预测

硐口工业场地和废水处理站均采用混凝土硬化处理。矿井涌水和废石场淋滤水收集后，经过废水处理站处理达标外排，正常工况条件下，后期矿山开采对地下水水质影响较小。

根据矿井涌水和废石浸出监测结果，矿井涌水中锑含量严重超标，废石浸出液中锑、硫化物和氟化物超标，非正常工况条件下，矿井涌水和废石淋溶水排放、入渗会引起地下水水质恶化。

后期矿山开采存在引起地下水水质恶化的风险。

（4）矿山开采对居民生活用水的影响

矿山周边居民生活用水采用集中供水，水源地位于上游地下水影响范围之外，矿山开采不会对其水量和水质产生影响，周边耕地均为旱地，一般不需要浇灌。矿山开采对周边居民生产生活用水影响较小。

综上，考虑矿山开采会对构造裂隙含水带造成影响，引起周边含水层水位大幅下降，矿山开采对含水层影响较严重。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、现状评估

评估区地处秦岭山脉东延部分的群山之中，属中低山区，山高坡陡，崖多谷深，沟谷多呈“V”字型南北发育，总体地势南高北低，矿区南高北低，最低标高840米，最高标高1042米，相对高差192米，地形坡度一般10～45°，有利地表水排泄，地表水沿阴坡沟、南沟流入庆家沟形成季节性溪流。区内地表植被发育，植被

覆盖度较高。矿区周围未见国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点），无交通要道。

本次调查未见有地面塌陷和地裂缝；现状条件对地形地貌景观的影响和破坏主要表现为硐口工业场地、废水处理站和矿山道路对地形地貌景观的影响和破坏。

PD865 平硐工业场地土地面积为 0.27hm^2，地势平坦，场地建设过程中填挖工程量较小，平硐口西部有一配电室及空压机房、临时堆场及矿部，西南部有一工人宿舍。地面建筑多已废弃，只有矿部还在使用。场地建设较大地改变了生态景观，对地形地貌景观影响较严重。

PD889 平硐工业场地面积 0.27hm^2，为废石堆砌而成，分为两个台阶，上下高差较小。现状条件下，场地建筑设施均已拆除。由于长时间废弃，场地生态已经部分自然恢复。由于废石填筑较大地改变了地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响较严重。

PD925 平硐工业场地面积 0.42hm^2，为废石堆砌而成，现已废弃。现状条件下，工业场地分布有 1 简易房和 2 栋砖砌房屋。由于废弃时间较长，已自然生长有部分灌木和草本植物。由于废石填筑和场地建设较大地改变了地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响较严重。

PD965 平硐工业场面积 0.17hm^2，为废石堆砌而成，废弃多年。现状条件下，工业场地分布有 2 处简易房，由于废弃时间较长，已自然生长有部分灌木和草本植物。由于废石填筑和场地建设较大地改变了地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响较严重。

废水处理站正在建设中，设计利用土地面积 0.19hm^2，场地较为平坦，建设过程中未产生较大的填挖方工程。由于对周边林地生态景观造成破坏，对地形地貌景观影响较严重。

矿山道路连接工业场地和已有乡村道路的道路，长约 200m，路面宽 4m，碎石硬结路面，建设过程中未产生较大的人工边坡，由于废弃时间较长，已自然生长有部分灌木和草本植物。现状条件下对地形地貌景观影响较小。

综上，工业场地多用废石填筑而成，改变了原有地貌形态，生产生活设施建设造成景观类型在空间上的不协调性，对原生地形地貌景观影响破坏程度较大，对地形地貌景观影响为较严重。

2、预测评估

针对后期矿山建设和生产过程中对地形地貌景观产生影响的区域进行评估。

排土场设置于 PD925 平硐口工业场地填方，工业场地布置于排土场上部平台。排土场设计堆置标高+900m—+925m，堆置高度 25m，采用单台阶排土，边坡角 33 度，容积约 $7.5\times10^4m^3$。工业场地填方（排土场）上部设置截水导流沟，下部设置挡墙。工业场地主要生产设施布置在排土场西南部 PD925 西硐口两侧，包括变配电室、空压机房、值班室及仓库、机修车间等，总占地面积 $0.98hm^2$。废弃土石的排放较大地改变了地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响严重。

办公生活区位于工业场地（排土场）北 100m，占地面积 $0.24hm^2$，利用部分原 PD889 平硐工业场地，主要设计建设办公室、职工宿舍、厨房和娱乐设施等。办公生活区的建设造成与周边景观的不协调，对地形地貌景观影响较严重。

矿石和废石临时堆场占地面积 $0.15hm^2$，利用原来 PD865 平硐工业场地临时堆存矿石和废石，与周边景观不协调，并且在道路可视范围内，对地形地貌景观影响较严重。

新建 PD965 风井工业场地位于原 PD965 平硐工业场地西侧，新建平硐口，布置风机和主扇变配电室，造成与周边景观不协调，地形地貌景观影响较严重。

新建矿山道路连接办公生活区和庆家沟旁边乡村道路，长 50m，宽 4m，土地面积为 $0.01hm^2$，建设过程中不会产生较大的人工边坡，主要造成与周边景观的不协调，对地形地貌景观影响较严重。

根据预测矿山开采引起的地表采动以连续变形为主，并且变形程度较小，地表移动变形区域对地形地貌景观影响较小。

综上，后期建设和开采对地形地貌景观破坏程度严重。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

本方案采用 2023 年 4 月委托河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院岩矿检测中心完成的水土环境监测数据进行水土环境污染情况评估。

1、地表水环境质量监测与评价

（1）监测方案

监测断面：

设 5 个监测断面，分别位于 865 硐口上游 1000m、865 硐口上游 500m、865 硐口附近、865 硐口下游 500m 和 865 硐口下游 1000m；监测断面具体布置见图 3.2-10。

监测因子：

pH、CODcr、SS、总磷、总氮、石油类、镉、砷、汞、铬、六价铬、铜、铅、锌、铁、锰、锑、硫化物。

监测频率：

每个断面采样检测一次.

（2）监测结果

按照国家现行技术规范，采用合适的检测方法和仪器，地表水水质检测结果如表 3.2-16 所示。

（3）现状评价结果

①评价方法

采用单项水质参数标准指数法进行评价，计算公式如下：

一般污染物的标准指数

$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{s,i}$

式中：$S_{i,j}$—单项水质参数 i 在 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$—污染物 i 在监测点 j 的浓度，mg/l；

$C_{s,i}$—水质参数 i 的地表水水质标准，mg/l。

pH 的标准指数

$S_{pH,j}=(7.0-pH_j)/(7.0-pH_{sd})$　　$pHj\leq 7.0$

$S_{pH,j}=(pH_j-7.0)/(pH_{su}-7.0)$　　$pHj>7.0$

式中：$S_{pH,j}$—单项水质参数 pH 在 j 点的标准指数；

pH_j—水质参数 pH 在 j 点的浓度；

pH_{sd}、pH_{su}—地表水水质标准中规定的 pH 值的上限和下限。

水质因子标准指数小于 1，表示该水质因子满足规定的水质标准要求；水质因子标准指数大于 1，表示该水质因子超过了规定的水质标准，不能满足使用要求。

②评价标准

《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类标准。

③地表水污染现状分析

由表 3.2-15 可知，评估区矿山生产废水排放口上下游总氮超标，最大超标倍数 14.27，地表水体功能属于劣 5 类水，但主要因为周边农田施肥和养殖废水排放造成的，矿井涌水排放口由于矿井涌水排放对总氮浓度稀释作用，致使矿井涌水排放口，总氮浓度不超标。矿山生产废水排放口上下游锑含量均超出集中式生活饮用水地表水源特定项目标准限值，矿井涌水排放口锑浓度超标尤为严重，超标倍数达 246.60 倍，向下游浓度逐渐较低，但仍超标 57.2 倍，这是由于矿井涌水和部分废石淋溶水锑含量较高引起的，矿山开采对地表水环境影响严重。上游也存在小幅度超标，可能由于上游存在历史民采的缘故。

表 3.2-16　地表水水质监测和评价结果

监测断面	检　测　结　果　ρ (B)/mg.L-　pH 无单位									
	Cr6+	CODcr	SS（悬浮物）	P	硫化物	pH	总氮	Fe	石油类	*
865 硐口上游 1000m	<0.004	0.48	2.8	<0.001	<0.05	7.46	14.27	0.045	未检出	
标准指数	<0.08	0.02	-	<0.005	<0.25	0.49	14.27	0.15	0	
达标情况	达标	达标	-	达标	达标	达标	超标	达标	达标	
865 硐口上游 500m	<0.004	0.64	2.8	0.0031	<0.05	7.37	11.44	0.045	未检出	
标准指数	<0.08	0.03	-	0.02	<0.25	0.46	11.44	0.15	0	
达标情况	达标	达标	-	达标	达标	达标	超标	达标	达标	
865 硐口附近	<0.004	0.32	1.6	0.11	<0.05	7.72	0.76	0.23	0.03	
标准指数	<0.08	0.02	-	0.55	<0.25	0.57	0.76	0.77	0.60	
达标情况	达标	达标	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
865 硐口下游 500m	<0.004	1.12	1.2	0.091	<0.05	8.4	11.44	0.041	未检出	
标准指数	<0.08	0.06	-	0.46	<0.25	0.80	11.44	0.14	0	
达标情况	达标	达标	-	达标	达标	达标	超标	达标	达标	
865 硐口下游 1000m	<0.004	1.28	1.6	0.028	<0.05	8.25	12.3	0.18	未检出	
标准指数	<0.08	0.06	-	0.14	<0.25	0.75	12.30	0.60	0	
达标情况	达标	达标	-	达标	达标	达标	超标	达标	达标	
（GB3838-2002）中 III 类标准	0.05	20	-	0.2	0.2	6～9	1	0.3	0.05	
监测断面	检　测　结　果　ρ (B)/ug.L-									
	Cr	Cu	Pb	Zn	Mn	Sb	As	Hg	Cd	*
865 硐口上游 1000m	0.31	<0.15	<0.15	8.34	1.72	13.7	0.31	<0.04	<0.05	
标准指数	-	0	<0.003	0.01	0.02	2.74	0.01			
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	超标	达标			
865 硐口上游 500m	0.1	<0.15	<0.15	7.31	1.23	16.8	<0.30	<0.04	<0.05	
标准指数	-	0	<0.003	0.01	0.01	3.36				
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	超标				
865 硐口附近	0.61	<0.15	<0.15	4.19	230	1233	8.23	<0.04	<0.05	

标准指数	-	0	<0.003	0.00	2.30	246.60	0.16			
达标情况	-	达标	达标	达标	超标	超标	达标			
865 硐口下游 500m	0.22	<0.15	<0.15	2.9	1.88	335	<0.30	<0.04	<0.05	
标准指数	-	0	<0.003	0.00	0.02	67.00				
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	超标				
865 硐口下游 1000m	0.27	<0.15	<0.15	2.74	0.57	286	<0.30	<0.04	<0.05	
标准指数	-	0	<0.003	0.00	0.01	57.20				
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	超标				
（GB3838-2002）中 III 类标准	-	1000	50	1000	100	5	50	0.1	5	

2、土壤环境质量现状监测与评价

为了调查项目区土壤环境质量现状，2023 年 4 月委托河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院岩矿检测中心对项目区土壤进行了取样检测。

（1）监测方案

监测布点：

共设 4 个监测点，南沟沟口农田取 1 柱状样（在 0~0.3 m、0.3~6 m、0.6~0.8 m 分别取样），阴坡沟沟口和莫家沟沟口分别取 1 表层样（在 0~0.2m 取样），南沟硐口上游取 1 参照样，具体点位见图 3.2-10。

监测因子：

pH 值、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、锑

监测频率：

每个监测点取样检测一次。

（2）监测结果

按照国家现行技术规范，采用合适的检测方法和仪器，土壤污染物检测结果如表 3.2-17 所示。

（3）评价方法

土壤环境质量评价方法采用单因子标准指数法进行评价。评价公式为：

$$P_i = C_i / C_{Oi}$$

式中： P_i—i 类污染物单因子指数，无量纲；

C_i—i 类污染物实测浓度平均值，mg/kg；

Co_i—i 类污染物的评价标准值，mg/kg。

（4）评价标准

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

（5）评价结果分析

土壤环境质量现状评价结果见表 3.2-17。

表 3.2-17 土壤环境质量评价结果表

送样号	检测结果 ω(B)/10^{-6} ω(Hg)/10^{-9} pH 无单位									
	pH	Pb	Zn	As	Cd	Hg	Cu	Ni	Cr	Sb
南沟沟口农田（0-0.3m）	6.53	14.6	78.3	10.0	0.16	103	50.9	33	52.1	7.5
标准指数	-	0.12	0.31	0.33	0.53	0.04	0.51	0.33	0.26	-
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	-
南沟沟口农田（0.3—0.6m）	6.7	13.2	79.5	9.9	0.17	78.5	52.3	32.1	47.3	5.33
标准指数	-	0.11	0.32	0.33	0.57	0.03	0.52	0.32	0.24	-
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	-
南沟沟口农田（0.6—0.8m）	6.76	16.3	72.7	11.1	0.17	52	46.7	29.7	46.2	3.52
标准指数	-	0.14	0.29	0.37	0.57	0.02	0.47	0.3	0.23	-
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	-
阴坡沟沟口	6.7	8.5	89.6	7.20	0.18	41.9	120	42.9	68.1	2.32
标准指数	-	0.07	0.36	0.24	0.6	0.02	1.2	0.43	0.34	-
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标	-
莫家沟沟口	6.5	24.2	93.6	19.9	0.26	86.1	35.8	29.1	59.1	14.5
标准指数	-	0.2	0.37	0.66	0.87	0.04	0.36	0.29	0.3	-
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	-
南沟硐口上游	6.56	22.5	102	23.0	0.30	124	43.8	27.7	60.9	12
标准指数	-	0.19	0.41	0.77	1	0.05	0.44	0.28	0.3	-
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	-
GB15618-2018 筛选值	6.5＜pH≤7.5	120	250	30	0.3	2400	100	100	200	-

由表 3.2-17 可知，项目区土壤环境质量各监测指标均小于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》中风险筛选值，土壤污染风险较小。

3、矿山开采对地表水环境影响预测

根据地表水现状监测分析，矿区地表水体超标因子为总氮和锑。其中总氮为矿区周边农田施肥和农民养殖废水排放造成的。根据矿山上下游水体锑浓度变化情况分析，矿山生产废弃物排放引起地表水体锑浓度大幅度提高，主要污染源为矿井涌水和废石淋溶水。

根据 2022 年 4 月湖南国标检测科技有限公司出具的废水监测报告，庆家沟村锑矿矿硐涌水各项指标中仅锑超过了 《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB30770-2014） 特别排放限值和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求，其中超过《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB30770-2014）特别排放限值 10.7 倍，超《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的 703 倍。

根据 2023 年 4 月，委托河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院岩矿检测中心出具的废石浸出监测报告，3 个废石浸入样品中 1 个锑浓度超过了《锡、锑、汞工业污染物排放标准》GB30770-2014 特别排放限值，两个超过了《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求；2 个硫化物浓度超过了《锡、锑、汞工业污染物排放标准》GB30770-2014 特别排放限值和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求，3 个氟化物浓度均超过了《锡、锑、汞工业污染物排放标准》GB30770-2014 特别排放限值和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求。

为减少矿山废水排放对环境的污染，庆家沟矿业公司 2022 年 5 月委托湖南省环境保护科学研究院和湖南省环科院环境工程有限责任公司设计编制了《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司废水处理工程初步设计》，设计建设废水处理站，对矿井涌水和废石淋滤水进行收集处理。目前废水处理站正在建设过程中，废水处理站建设完成后，正常工况条件下，锑等污染浓度将满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值的要求，对地表水体影响较轻。

若发生环境事故，环保设施不能正常运行的情况下，地表水体仍存在水质恶化的风险。

4、矿山开采对土壤环境影响预测

矿山开采期间对土壤产生影响的主要污染源为生产废水和固体废弃物。

根据矿山设计，矿井涌水和废石淋滤水分别经集水池收集沉淀处理后，供生产用水或达标排放。地面生产生活废水经一体化污水处理设施处理后，用于矿山道路洒水降尘，不外排。

矿山基建和生产产生的废石，运至废石场妥善堆存，修建截排水沟和拦渣坝。矿井水处理站污泥压滤后与废石一起堆放于废石场；生活垃圾统一收集后与生活污水处理站污泥一起按环卫部门要求进行处置。机修车间产生的废油等废物按照国家危险废物处理与处置的规定，委托有危废营运资质的单位处置。

生产过程中采取洒水降尘和绿化措施。

正常情况下，后期开采过程中对土壤环境影响较轻。

综上，正常排放条件下，后期矿山开采对水土环境污染较小，非正常条件下可能会引起地表水体锑含量超标，总体上后期开采对水土环境影响较严重。

（六）矿山地质环境影响分区

1、矿山地质环境影响现状分区

根据地质灾害、含水层、地形地貌景观和水土污染现状评估结果，通过叠加，按照就高原则，对地质环境现状评估进行分区。分区结果如表 3.2-18 和图 3.2-13 所示。

表 3.2-18 矿山地质环境现状评估分区表

分区名称		分布情况			矿山地质环境现状评估				
分区	亚区	面积（hm^2）	百分比（%）	范围	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境污染	影响程度分级
严重区Ⅰ	Ⅰ-1	6.90	12.36	庆家沟两侧	较轻	严重	较轻	严重	严重
较严重区Ⅱ	Ⅱ-1	0.35	0.63	PD865 平硐工业场地	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重
	Ⅱ-2	0.46	0.82	PD889 平硐工业场地	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重
	Ⅱ-3	0.65	1.16	PD925 平硐工业场地	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重
	Ⅱ-4	0.12	0.21	PD965 平硐工业场地	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重

	Ⅱ-5	0.22	0.39	废水处理站	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重
	Ⅱ-6	5.29	9.48	采空塌陷隐患区	较轻	较严重	较轻	较轻	较严重
较轻区III	III-1	41.83	74.94	其他区域	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
合计		55.82	100						

图 3.2-13 地质环境现状评估分区图

2、矿山地质环境影响预测评估分区

根据地质灾害、含水层、地形地貌景观和水土污染预测评估结果，通过叠加，按照就高原则，对地质环境预测进行分区。分区结果如表 3.2-19 和图 3.2-14 所示。

表 3.2-19 矿山地质环境预测评估分区表

分区名称		分布情况			矿山地质环境现状评估				
分区	亚区	面积（hm^2）	百分比（%）	范围	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境污染	影响程度分级
严重区I	I-1	3.37	6.04	南沟区域	较严重	较严重	严重	较轻	严重
较严重区II	II-1	0.69	1.24	阴坡沟沟口区域	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重
	II-2	3.08	5.52	莫家沟区域	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重
	II-3	9.91	17.75	地表移动区域	较严重	较严重	较轻	较轻	较严重
	II-4	25.81	46.24	地下水沉降区域	较轻	较严重	较轻	较轻	较严重
较轻区III	III-1	12.96	23.22	其他区域	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
合计		55.82	100						

图 3.2-14 地质环境预测评估分区图

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、土地损毁环节

庆家沟村锑矿为生产矿山，拟变更开拓系统，根据开发利用方案，设计采用平硐+盲竖井开拓，产品方案为原矿。矿山建设生产过程中土地损毁环节主要包括基础设施建设和生产过程，各环节损毁土地情况如下：

（1）配套设施基建环节损毁土地包括硐口工业场地、办公生活区修建、废石的排放对土地的压占损毁，矿山道路的修建对土地的压占损毁等。

（2）矿山设计采用地下开采方式，后期生产过程中土地损毁环节主要为生产废石的排放对土地压占损毁以及地下采动可能引起的土地塌陷损毁等。

图 3.3-1　损毁土地环节示意图

2、土地损毁时序

矿井损毁时序上分为已损毁和拟损毁两种情况。前期生产建设主要为工业场地建设对土地造成压占损毁，此部分为已损毁；后期由于开发利用方案变更，工业场地和办公生活区建设、废石的排放对土地压占损毁以及地下形成采空区后可能造成地面塌陷损毁，此部分为拟损毁。

表 3.3-1　　庆家沟村锑矿土地损毁时序表

损毁单元		损毁形式	损毁时序	备注
硐口工业场地	PD865 硐口工业场地	压占	已损毁	部分用作矿石废石临时堆场
	PD889 平硐工业场地	压占	已损毁	部分用来修建办公生活区
	原 PD925 硐口工业场地	压占	已损毁	不再使用，近期复垦
	PD965 硐口工业场地	压占	已损毁	不再使用，近期复垦
	工业场地（排土场）	压占	2024～2037 年	工业场地用废石填筑
	PD965 风井工业场地	压占	2024～2037 年	
废水处理站		压占	已损毁	已经开始修建
办公生活区		压占	拟损毁	部分利用 PD889 平硐工业场地
矿山道路		压占	已损毁/2024～2037 年	已损毁，留作农村道路
矿石和废石临时堆场		压占	已损毁	利用 PD865 硐口工业场地
表土堆放场		压占	2024～2037 年	表土堆存于工业场地内
预测塌陷区		塌陷	2024～2038 年	稳沉时间 1.4 年

（二）土地损毁程度分级

根据《土地复垦方案编制规程》，土地损毁程度分为三级标准，分别是：轻度损毁、中度损毁和重度损毁。参考《矿山土地复垦理论与方法》以及《土地复垦方案编制实务》等资料，采用主导因素法对土地损毁程度进行评价及划分等级，即评价单元的损毁程度由评价因子中最严重者对应的等级确定。

本项目土地损毁方式包括压占损毁和塌陷损毁，不同损毁方式，参考各相关学科的实际经验数据，选取目前社会比较认可的土地损毁评价因子。

1、压占损毁程度分级

压占损毁程度主要取决于压占面积、压占地类、压占物的理化性质和压实情况，其损毁程度评价因子及等级标准详见表 3.3-2。

表 3.3-2　压占土地损毁程度评价因子及分级标准

评价因子级别	压占面积/hm^2	压占地类	压占物的理化性质	压实情况
重度	≥10	其中水田、水浇地≥1、旱地果园≥2	大体量建构筑物、含多种污染物的废渣土（石、垃圾）	压实并严重砂砾化
中度	1～10	其中旱地果园 1～2	含少量污染物（废石、渣土、垃圾等）	压实并砂砾化
轻度	≤1	均为林地、草地	临时或轻型建构筑物，不含污染物	仅压实

注：本着“就高不就低”的原则，满足一条，即为符合相应级别。

2、塌陷损毁程度分析

本方案参考《土地复垦方案编制规程》提供的“采煤沉陷土地损毁程度分级标准”，选择地表变形程度、沉陷后潜水位埋深和生产力减低水平作为塌陷损毁程度评价因子，旱地及林草地损毁程度分级标准详见表 3.3-3 和 3.3-4。

表 3.3-3　旱地塌陷损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形（mm/m）	附加倾斜（mm/m）	下沉（m）	沉陷后潜水位埋深（m）	生产力降低（%）
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.5	≤20
中度	8.0~16.0	20.0~40.0	2.0~5.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	＞16.0	＞40.0	＞5.0	＜0.50	＞60.0

表 3.3-4　林地、草地塌陷损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形（mm/m）	附加倾斜（mm/m）	下沉（m）	沉陷后潜水位埋深（m）	生产力降低（%）
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	＞20.0	＞50.0	＞6.0	＜0.3	＞60.0

（三）已损毁土地分析统计

1、已损坏土地

经现场走访、调查，采空区上方无沉陷坑及地裂缝，采矿废石多用于填筑工业场地，未设独立排土场。已损毁土地单元包括硐口工业场地和矿山道路和正在修建废水处理站等。采用 GPS-RTK 定点测量，确定矿山已损毁土地范围和面积，结合土地利用现状图确定损毁土地类型，通过跟土地损毁程度分级标准比对确定土地损毁程度。各损毁单元土地损毁情况分述如下：

（1）硐口工业场地

现状条件矿山分布有硐口工业场地 4 个，分别为 PD865 平硐工业场地、PD889 平硐工业场地、PD925 平硐工业场地和 PD965 平硐工业场地。

PD865 平硐工业场地为废石堆砌而成，地势平坦，平硐口西部有一配电室及空压机房、临时堆场及矿部，西南部有一工人宿舍。地面建筑多已废弃，只有矿部还在使用。根据量测，该硐口工业场地损毁土地面积为 0.27hm^2，损毁土地类型为农村宅基地，损毁方式为压占，地面建筑为含少量污染物废石和轻型建构筑物，地面压实并砂砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”土地损毁程度为中度。

PD889 平硐工业场地为废石堆砌而成，分为两个台阶。场地建筑设施均已拆除。由于长时间废弃，场地生态已经部分自然恢复。后期硐口工业场地区域用来新建生活办公区。根据量测，该硐口工业场地损毁土地面积 0.27hm^2，损毁土地类型为采矿用地，损毁方式为压占，地面建筑为含少量污染物废石，地面压实并砂砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”土地损毁程度为中度。

PD925 平硐工业场地为废石堆砌而成，现已废弃。现状调查发现，工业场地分布有 1 简易房和 2 栋砖砌房屋。由于废弃时间较长，已自然生长有部分灌木和草本植物。根据量测，该硐口工业场地损毁土地面积 0.42hm^2，损毁地类为采矿用地，损毁方式为压占，地面为含少量污染物废石和轻型建构筑物，地面压实并砂砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”，土地损毁程度为中度。

PD965 平硐工业场地为废石堆砌，废弃多年。现状调查发现，工业场地分布有 2 处简易房，由于废弃时间较长，已自然生长有部分灌木和草本植物。根据量测，该硐口工业场地损毁土地面积 0.17hm^2，其中采矿用地 0.06 hm^2，其他草地 0.11hm^2，损毁方式为压占，地面为含少量污染物废石和轻型建构筑物，地面压实并砂砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”土地损毁程度为中度。

表 3.3-5　　硐口工业场地损毁土地统计表

序号	损毁单元	损毁地类	损毁面积（hm^2）	损毁类型	损毁程度
1	PD865 平硐工业场地	农村宅基地	0.27	压占	中度
2	PD889 平硐工业场地	采矿用地	0.27	压占	中度
3	PD925 平硐工业场地	采矿用地	0.42	压占	中度
4	PD965 平硐工业场地	采矿用地	0.06	压占	中度
		其他草地	0.11		
合计			1.13		

照片 3.3-1　硐口工业场地现状

照片 3.3-2　废水处理站

（2）废水处理站

避免庆家沟村锑矿生产时产生的矿洞涌水污染庆家沟，并引起下游地表水体水质恶化，卢氏县庆家沟村锑矿有限公司设计在 PD865 平硐工业场地南 100m 建设 1 座含锑废水处理站，净化处理企业生产过程中产生的含锑废水。该废水处理站正在建设中，预计 2024 年 5 月完工，设计利用土地面积 0.19hm^2，损毁地类为乔木林地，土地损毁方式为压占，地面轻型建构筑物，地面压实并砂砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”，土地损毁程度为中度。

（3）矿山道路

矿山道路矿山企业修建的用来连接工业场地和已有乡村道路的道路，长约 200m，路面宽 4m，碎石硬结路面，根据量测损毁土地面积 0.08hm^2，损毁地类为农村道路。损毁方式为压占损毁，损毁方式为中度。地面为含少量污染物废石和轻型建构筑物，地面压实并砂砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”，土地损毁程度为中度。

矿山道路损毁土地情况见照片 3.3-3。

照片 3.3-3　矿山道路现状

2、已损毁土地统计

综上所述，庆家沟村锑矿现状情况下已损毁土地共计 1.40hm^2，其中损毁乔木林地 0.19hm^2，其他草地 0.11 hm^2，农村宅基地 0.27hm^2，采矿用地 0.75 hm^2，农村道路面积为 0.08hm^2。已损毁各种土地类型详见表 3.3-6。

表 3.3-6　　已损毁土地现状一览表

矿区已损毁土地统计表					
序号	损毁单元	损毁地类	损毁面积（hm^2）	损毁类型	损毁程度
1	PD865 平硐工业场地	农村宅基地	0.27	压占	中度
2	PD889 平硐工业场地	采矿用地	0.27	压占	中度
3	PD925 平硐工业场地	采矿用地	0.42	压占	中度
4	PD965 平硐工业场地	采矿用地	0.06	压占	中度
		其他草地	0.11		
5	废水处理站	乔木林地	0.19	压占	中度
6	矿山道路	农村道路	0.08	占用	
合计			1.40		

3、已复垦情况

矿山未针对已损毁土地开展复垦工作。由于矿山停产时间较长，部分工业场地临时建筑物已经拆除，地面自然生长部分灌木和草本植物。

（四）拟损毁土地预测与评估

矿山后期基建生产过程中，拟损毁土地单元包括工业场地（排土场）、生活办公区、矿石和废石临时堆场、PD965 风井工业场地、新建矿山道路和地下开采引起的地表移动范围等。

1、工业场地（排土场）

排土场设置于 PD925 平硐口工业场地填方，工业场地布置于排土场上部平台。排土场设计堆置标高+900m—+925m，堆置高度 25m，采用单台阶排土，边坡角 33 度，容积约 $7.5\times10^4m^3$。工业场地填方（排土场）上部设置截水导流沟，下部设置挡墙。工业场地主要生产设施布置在排土场西南部 PD925 西硐口两侧，包括变配电室、空压机房、值班室及仓库、机修车间等。

通过与土地现状图叠加量算，工业场地（排土场）损毁土地面积 0.98hm^2，全部为乔木林地，其中工业场地生活设施占地面积约为 0.10 hm^2。土地损毁方式为压占，地面为大体量含少量污染物废石和建构筑物，地面压实并砂严重砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”，土地损毁程度为重度损毁。

2、办公生活区

办公生活区位于工业场地（排土场）北 100m，利用部分原 PD889 平硐工业场地，设计建设办公室、职工宿舍、厨房和娱乐设施等。通过与土地现状图叠加量算，办公生活区损毁土地面积 0.24hm^2，其中采矿用地 0.15hm^2，其他草地 0.06hm^2，乔木林地 0.03hm^2，对采矿用地的损毁属于对原 PD889 平硐工业场地的重复损毁，重复损毁面积 0.15hm^2。土地损毁方式为压占，地面为大体量建构筑物，地面压实并砂砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”，土地损毁程度为重度损毁。

3、矿石和废石临时堆场

矿石和废石临时堆场布置于 865 运输平硐西侧，用来临时堆存矿石和废石，利用部分原 PD865 平硐工业场地，全部属于重复损毁。通过与土地现状图叠加量算，损毁土地面积为 0.15hm^2，损毁地类全部为农村宅基地。土地损毁方式为压占，地

面为含少量污染物废石，地面压实并砂砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”，土地损毁程度为中度损毁。

4、PD965 风井工业场地

PD965 风井工业场地位于原 PD965 平硐工业场地西侧，布置风机和主扇变配电室等。通过与土地现状图叠加量算，损毁土地面积为 0.01hm^2，损毁地类全部为乔木林地。土地损毁方式为压占，地面为轻型建筑物，地面仅压实，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”，土地损毁程度为轻度损毁。

5、新建矿山道路

新建矿山道路连接办公生活区和庆家沟旁边乡村道路，长 50m，宽 4m。通过与土地现状图叠加量算，损毁土地面积为 0.02hm^2，损毁地类全部为乔木林地。土地损毁方式为压占，地面为含少量污染物废石和轻型建构筑物，地面压实并砂砾化，根据“表 3.3-2 压占土地损毁程度评价因子及分级标准”，土地损毁程度为中度。

表 3.3-7　拟损毁土地统计表

序号	损毁单元	损毁土地（hm^2）					损毁类型	损毁程度
		林地（03）	草地（04）	工矿仓储用地（06）	住宅用地（07）	合计		
		乔木林地（0301）	其他草地（0404）	采矿用地（0602）	农村宅基地（0702）			
1	工业场地（排土场）	0.98				0.98	压占	重度
2	办公生活区	0.03	0.06	0.15		0.24	压占	重度
3	矿石和废石临时堆场				0.15	0.15	压占	中度
4	PD965 风井工业场地	0.01				0.01	压占	轻度
5	新建矿山道路	0.02				0.02	压占	中度
6	地表移动范围	10.87	0.11	0.47		11.45	塌陷	轻度
总计		11.91	0.17	0.62	0.15	12.85		

6、地表移动范围

参考开发利用方案和对比类似矿山，选择岩（矿）移动角为：上下盘表土层 45°，上下盘基岩为 70°，端部为 70°，对地表移动范围进行圈定。将地表移动范围与土地利用现状图进行叠加量算，地表移动范围内损毁土地面积 11.45hm^2，其中乔木林地 10.87hm^2，其他草地 0.11hm^2，采矿用地 0.47hm^2。损毁区域跟已损毁的 PD925 平硐工业场地和 PD965 平硐工业场地及拟建工业场地（排土场）重叠，重叠面积为 1.00hm^2，其中跟 PD925 平硐工业场地重叠面积 0.42 hm^2（采矿用地），跟 PD965

平硐工业场地重叠面积 0.16hm²（采矿用地 0.05hm²，其他草地 0.11hm²），跟拟建工业场地（排土场部分）重叠 0.42hm²（乔木林地），扣除重叠范围地表移动范围损毁土地面积 10.45hm²，损毁地类全部为乔木林地。土地损毁方式为塌陷损毁，“矿山地质灾害现状分析与预测”章节计算的最大的地表变形值：最大下沉量 0.84m，最大倾斜量 4.21mm/m，最大曲率 0.07mm/m²，最大水平变形 3.74mm/m，根据水文地质参数，地表变形发生后，最大地下水埋深远大于 1m，根据类比分析，矿区周边相同的地表变形发生后，林地生产力水平下降一般＜20%，对照林地、草地塌陷损毁程度分级标准（表 3.3-4），地表移动范围内林地损毁程度为轻度损毁。

7、拟损毁土地统计

通过以上分析，庆家沟村锑矿开采拟损毁土地总面积为 12.85hm²，扣除重复损毁，新增拟损毁面积 11.55hm²。见表 3.3-7 和表 3.3-8。拟损毁土地分布如图 3.3-2 所示。

表 3.3-8　拟新增损毁土地统计表（扣除重复损毁）

序号	损毁单元	损毁土地（hm²）					损毁类型	损毁程度
		林地（03）	草地（04）	工矿仓储用地（06）	住宅用地（07）	合计		
		乔木林地（0301）	其他草地（0404）	采矿用地（0602）	农村宅基地（0702）			
1	工业场地（排土场）	0.98				0.98	压占	重度
2	办公生活区	0.03	0.06	0	0	0.09	压占	重度
3	矿石和废石临时堆场					0	压占	中度
4	PD965 风井工业场地	0.01				0.01	压占	轻度
5	新建矿山道路	0.02				0.02	压占	中度
6	地表移动范围	10.45				10.45	塌陷	轻度
总计		11.49	0.06	0	0	11.55		

图 3.3-2 拟损毁土地预测图

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则

（1）坚持“以人为本”，把矿山地质环境问题对居民生产生活的影响放在第一位。

（2）坚持“以安全生产为本”，重点划分出可能影响工程安全的地质环境问题和区域。

（3）同一地质环境保护与治理分区内地质环境问题相同或相似，分区间应有所差别；遵循“区内相似，区际相异”的原则；

（4）对分区有重叠部分，采取就高原则，重叠部分划分为高一级的影响区，体现“就大不就小”“整体不分割”的原则。

2、分区方法

依据《规范》附表 E，根据地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染等地质环境问题分布特征及其影响程度，划分出的现状评估和预测评估地质环境影响程度分区，然后再根据《规范》附表 F（见表 3.4-1）采用图层叠加法划出地质环境保护与治理恢复分区。同一区域内，现状评估与预测评估的矿山地质环境影响程度级别不一致的，按照重级别优先的原则确定。

当同一分区内存在不同的矿山地质环境问题时，根据问题的类型及治理方法的需要，进一步细分为亚区，以便于防治工程部署。

表 3.4-1　　矿山地质环境保护与治理恢复分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

注：现状评估与预测评估结果不一致的，采取就上原则进行分区。

3、矿山地质环境保护与治理恢复分区评述

根据上述分区原则和分区方法，将矿山地质环境保护与治理区域划分为重点防治区（A）、次重点防治区（B）和一般防治区（C），并根据矿山地质环境问题分布、类型特征和治理工程的差别，将上述分区划分为不同的亚区。矿山地质环境保护与治理恢复分区特征详见表 3.4-2。

（1）　矿山地质环境重点防治区（A）

重点防治区面积 9.79hm^2，包括新建工业场地和办公生活区所在南沟区域、庆家沟及两侧区域。根据地质环境问题类型和分布划分为南沟区域（A1）和庆家沟两侧区域（A2）两个亚区。

南沟区域（A1）：原 PD889 平硐工业场位于该区域靠近沟口的位置，由废石填筑而成，现状条件下，场地建筑设施均已拆除，场地生态已经部分自然恢复。由于废石填筑较大地改变了地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响较严重。后期生产建设过程中，上游修建工业场地（排土场），靠近沟口的位置修建办公生活区。排土场废弃土石堆存方量较大，上游汇水面积较大，同时部分区域会受到地表采动的影响，在外力作用下存在发生滑坡和泥石流等地质灾害可能性，影响下游办公生活区、农田、部分工作人员等，地质灾害影响较严重。废弃土石堆存、工业场地和办公生活修建，较大的改变和地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响严重。

本区拟采取的保护与防治措施： 设置监测点，对排土场稳定性进行监测；工业场地（排土场）上方及两侧建截排水沟，减少地面径流对排土场的冲刷和入渗对排土场的影响，同时可以实现雨污分流减少废石淋溶水的产生。排土场下方修建拦渣坝，提高排土场稳定性。加强废石排放管理，避免产生高陡边坡和软弱夹层。下方修建集水池对废石淋滤液进行收集，经过废水处理站处理后，用来除尘绿化或达标排放。排土场达到设计境界后，及时采取削坡和土地复垦措施。

庆家沟两侧区域（A2）：该区域民井地下水锑含量超标数倍至数十倍，地表水水体庆家沟锑含量严重超标，矿山开采影响下游地表水和地下水水质，对水土环境影响严重。

本区拟采取的保护与防治措施：采取措施保护性开采措施减少对含水层的破坏，对矿井涌水根据污染情况分类管理，工业场地（排土场）及废石和矿石临时堆放场地上游及两侧修建截排水沟，实现雨污分流，减少废水产生；建设集水池和废水处理站对矿井涌水和废石淋滤水进行收集和集中处理后循环利用或达标排放；废石和矿石临时堆放场修建防雨棚，防止废石和矿石受雨水冲刷进入下游庆家沟。现有 PD965 和 PD925 及新修建的工业场地是由废石填筑形成的，采取复垦措施时覆盖表土前铺设黏土和土工布等隔离层，减少淋滤水的产生。设置监测点对地表水、地下水和废水处理站排放口废水定期取样检测，发现问题及时采取措施。闭坑后采取硐口封堵措施。

（2）矿山地质环境次重点防治区（B）

次重点防治区面积 38.05hm^2，主要包括地表采动范围、地下水沉降范围、阴坡沟沟口区域和莫家沟区域等。根据地质环境问题分布和类型划分为地表采动范围（B1）、地下水位沉降区域（B2）、阴坡沟沟口区域（B3）和莫家沟区域（B4）。

地表移动范围（B1）：现状条件下，由于地下存在采空区域，采空区上方及周边存在塌陷隐患，根据预测，后期随着采空区范围的扩大，引起采空塌陷发育程度中等，主要影响范围部分排土场地和零星活动居民，地质灾害影响程度中等。采空区及导水裂隙带会对部分含水层结构造成破坏，引起地下水向采空区排泄，对含水层影响较严重。

本区拟采取的保护与防治措施：设置监测点对地表变形进行监测预警，根据需要留设保护矿柱，或采取充填措施；在塌陷区周围设置铁丝围栏和警示牌，防止人畜进入。地表稳沉后，及时对地裂缝进行充填，对植被进行补种等。部分布置在含水层中的井巷工程采取止水措施，减少地下水的排泄。对矿井涌水收集处理后循环使用或达标排放。

地下水位沉降区域（B2）：该区域主要地质环境问题为采空区域和导水裂隙带沟通含水层引起地下水向采空区排泄，导致周边地下水水位下降，对含水层影响较严重。

本区拟采取的保护与防治措施：对地下水位和水质进行监测，根据需要采取防治和供水措施，防止由于地下开采对周边居民生产生活用水和生态环境造成影响。

阴坡沟沟口区域（B3）：现状条件下，阴坡沟沟口区域分布有 PD865 平硐工业场地和正在建设的废水处理站，场地建设过程中形成的人工边坡规模较小，发生地质灾害的可能性较小，危害程度较小。生产生活设施建设改变了生态景观特征，对地形地貌景观影响较严重，后期 PD865 平硐工业场地部分区域用作废石和矿石堆放场，对地形地貌景观影响较严重。

本区拟采取的保护与防治措施：采用人工巡视的方式对地质灾害进行监测；进行场地绿化，提高场地绿化率；近期将废弃建筑物进行拆除和清理，恢复生态植被和土地利用状态。矿山闭坑后及时对废石和矿石临时堆场进行复垦。

莫家沟区域（B4）：该区域内分布有原 PD965 和 PD925 平硐工业场地，后期生产过程中均不再使用，上述工业场地均有废石填筑而成，稳定性较好，由于位于地下采动影响范围内，受地下采动影响，在极端条件下，存在发生滑坡和泥石流的可能性，主要影响下游林地和沟口处的 1 户居民，地质灾害影响较轻。工业场地填筑和生产生活设施的修建较大地改变了地形地貌景观，对地形地貌景观影响较严重。

本区拟采取的保护与防治措施：原工业场地上部及两侧修建截排水沟，下游修建挡土墙，对堆积形成边坡采取削坡措施，提高边坡的稳定性。及时采取复垦措施，

恢复植被和土地利用状态，复垦覆土前覆盖黏土隔离措施，减少淋滤液产生，避免对下游水土环境造成污染。

（3）一般防治区（**C**）

评估区之内除 A、B 区外，为影响较轻区，面积为 7.98hm^2。该区域地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；对地下含水层影响或破坏程度较轻，对地形地貌的影响和破坏程度较轻，对水土环境影响和破坏程度较轻。

本区不需要采取专门的防治措施，但要在开采过程中，对该区域进行保护，避免对其造成影响。

表 3.4-2 矿山地质环境恢复治理分区特征表

治理分区	面积（hm^2）	分布范围	亚区	地质环境问题	地质环境影响程度	防治措施
重点防治区（A）	9.79	工业场地和办公生活区所在南沟区域、庆家沟及两侧区域	南沟区域（A1）	原 PD889 平硐工业场位于该区域靠近沟口的位置，由废石填筑而成，现状条件下，场地建筑设施均已拆除，场地生态已经部分自然恢复。由于废石填筑较大地改变了地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响较严重。后期生产建设过程中，上游修建工业场地和排土场，靠近沟口的位置修建办公生活区。排土场废弃土石堆存方量较大，上游汇水面积较大，同时部分区域会受到地表采动的影响，在外力作用下存在发生滑坡和泥石流等地质灾害可能性，影响下游的生活办公区、农田和部分工作人员，地质灾害影响较严重。废弃土石堆存、工业场地和办公生活修建，较大的改变和地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响严重。	严重	设置监测点，对排土场稳定性进行监测。工业场地（排土场）上方及两侧建截排水沟，减少地面径流对排土场的冲刷和入渗对排土场的影响，同时可以实现雨污分流减少废石淋溶水的产生。废石场下方修建拦渣坝，提高排土场稳定性。加强废石排放管理，避免产生高陡边坡和软弱夹层。下方修建集水池对废石淋滤液进行收集，经过废水处理站处理后，用来除尘绿化或达标排放。排土场达到设计境界后，及时采取削坡和土地复垦措施。
			庆家沟两侧区域（A2）	该区域民井地下水锑含量超标数倍至数十倍，地表水体庆家沟锑含量严重超标，是由于矿井涌水和废石淋滤水锑含量较高，影响下游地表水和地下水水质，水土环境影响严重。	严重	采取措施保护性开采措施减少对含水层的破坏，对矿井涌水根据污染情况分类管理，工业场地（排土场）及废石和矿石临时堆放场地上游及两侧修建截排水沟，实现雨污分流，场地进行硬化处理，减少废水产生；建设集水池和废水处理站对矿井涌水和废石淋滤水进行收集和集中处理后循环利用或达标排放；废石和矿石临时堆放场修建防雨棚，防止废石和矿石受雨水冲刷进入下游庆家沟。现有 PD965 和 PD925 及新修建的工业场地是由废石填筑形成的，采取复垦措施时覆盖表土前铺设黏土隔离层，减少淋溶水的产生。设置监测点对地表水、地下水和废水处理站排放口废水定期取样检测，发现问题及时采取措施。闭坑后对硐口采取封堵措施。

治理分区	面积（hm^2）	分布范围	亚区	地质环境问题	地质环境影响程度	防治措施
次重点防治区（B）	38.05	地表采动范围、地下水沉降范围、阴坡沟沟口区域和莫家沟区域等	地表移动范围（B1）	现状条件下，由于地下存在采空区域，采空区上方及周边存在塌陷隐患，根据预测，后期随着采空区范围的扩大，引起采空塌陷发育程度中等，主要影响范围内林地生态和零星活动居民，地质灾害影响程度中等。采空区及导水裂隙带会对部分含水层结构造成破坏，引起地下水向采空区排泄，对含水层影响较严重。	较严重	设置监测点对地表变形进行监测，根据需要留设保护矿柱，或采取充填措施；在塌陷区周围设置铁丝围栏和警示牌，防止人畜进入。地表稳沉后，及时对地裂缝进行充填，对植被进行补种等。部分布置在含水层中的井巷工程采取止水措施，减少地下水的排泄。对矿井涌水收集处理后循环使用或达标排放
			地下水位沉降区域（B2）	该区域主要地质环境问题为采空区域和导水裂隙带沟通含水层引起地下水向采空区排泄，导致周边地下水水位下降，对含水层影响较严重。	较严重	对地下水位和水质进行监测，根据需要采取防治和供水措施，防止由于地下开采对周边居民生产生活用水和生态环境造成影响。
			阴坡沟沟口区域（B3）	现状条件下，阴坡沟沟口区域分布有 PD865 平硐工业场地和正在建设的废水处理站，场地建设过程中形成的人工边坡规模较小，发生地质灾害的可能性较小，危害程度较小。生产生活设施建设改变了生态景观特征，对地形地貌景观影响较严重，后期 PD865 平硐工业场地部分区域用作废石和矿石堆放场，对地形地貌景观影响较严重。	较严重	采用人工巡视的方式对地质灾害进行监测；对场地进行场地绿化，提高场地绿化率；近期将废弃建筑物进行拆除和清理，恢复生态植被和土地利用状态。矿山闭坑后及时对废石和矿石临时堆场进行复垦。
			莫家沟区域（B4）	该区域内分布有原 PD965 和 PD925 工业场，后期生产过程中均不再使用，上述工业场地均有废石填筑而成，稳定性较好，由于位于地下采动影响范围内，受地下采动影响，在极端条件下，存在发生滑坡和泥石流的可能性，对下游林地生态环境和沟口处 1 户居民产生威胁，地质灾害影响较轻。工业场地填筑和生产生活设施的修建较大地改变了地形地貌景观，对地形地貌景观影响较严重。	较严重	原工业场地上部及两侧修建截排水沟，下部修建拦挡措施，对填筑形成边坡采取削坡措施，提高边坡的稳定性。及时采取复垦措施，恢复植被和土地利用状态，复垦覆土前设置黏土隔离措施，减少淋滤液产生，避免对下游水土环境造成污染。
一般防治区（C）	7.98	重点防治区和次重点防治区外的其他区域		该区域地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；对地下含水层影响或破坏程度较轻，对地形地貌的影响和破坏程度较轻，对水土环境影响和破坏程度较轻。	较轻	本区不需要采取专门的防治措施，但要在开采过程中，对该区域进行保护，避免对其造成影响。

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区

根据分析，项目已占用和损毁土地面积 1.40hm^2，拟损毁土地面积 12.85hm^2，复垦区面积为已损毁面积和拟损毁面积之和扣除重复损毁面积（1.30hm^2），面积 12.95hm^2。

2、复垦责任范围

矿山闭坑后损毁土地除矿山道路留作复垦区域配套设施，并留给当地居民使用，其余区域全部纳入复垦范围，复垦责任范围面积为 12.85hm^2。

复垦区和复垦责任范围详见表 3.4-3。

表 3.4-3　复垦区和复垦责任区范围

范围		损毁单元	林地	草地	工矿仓储用地	住宅用地	交通运输用地	合计
			乔木林地	其他草地	采矿用地	农村宅基地	农村道路	
复垦区	留续使用	矿山道路					0.08	0.08
		新建矿山道路	0.02					0.02
	复垦责任区	PD865 平硐工业场地				0.12		0.12
		PD889 平硐工业场地			0.12			0.12
		PD925 平硐工业场地			0.42			0.42
		PD965 平硐工业场地		0.11	0.06			0.17
		废水处理站	0.19					0.19
		工业场地（排土场）	0.98					0.98
		办公生活区	0.03	0.06	0.15			0.24
		矿石和废石临时堆场				0.15		0.15
		PD965 风井工业场地	0.01					0.01
		地表移动范围	10.45					10.45
		小计	11.66	0.17	0.75	0.27	0	12.85
合计			11.68	0.17	0.75	0.27	0.08	12.95

3、复垦责任范围的拐点坐标

根据复垦责任范围从矢量图上读取拐点坐标，详见表 3.4-4。

表 3.4-4　复垦责任区拐点坐标（2000 坐标系）

区域名称	点号	X	Y	点号	X	Y
PD865 平硐工业场地	1	***	***	3	***	***
	2	***	***	4	***	***
PD889 平硐工业场地	1	***	***	5	***	***
	2	***	***	6	***	***
	3	***	***	7	***	***
	4	***	***			
PD925 平硐工业场地	1	***	***	15	***	***
	2	***	***	16	***	***
	3	***	***	17	***	***
	4	***	***	18	***	***
	5	***	***	19	***	***
	6	***	***	20	***	***
	7	***	***	21	***	***
	8	***	***	22	***	***
	9	***	***	23	***	***
	10	***	***	24	***	***
	11	***	***	25	***	***
	12	***	***	26	***	***
	13	***	***	27	***	***
	14	***	***			
PD965 平硐工业场地	1	***	***	6	***	***
	2	***	***	7	***	***
	3	***	***	8	***	***
	4	***	***	9	***	***
	5	***	***			
废水处理站	1	***	***	4	***	***
	2	***	***	5	***	***
	3	***	***			
工业场地（排土场）	1	***	***	29	***	***
	2	***	***	30	***	***
	3	***	***	31	***	***
	4	***	***	32	***	***
	5	***	***	33	***	***
	6	***	***	34	***	***
	7	***	***	35	***	***
	8	***	***	36	***	***
	9	***	***	37	***	***
	10	***	***	38	***	***
	11	***	***	39	***	***
	12	***	***	40	***	***
	13	***	***	41	***	***

	14	***	***	42	***	***
	15	***	***	43	***	***
	16	***	***	44	***	***
	17	***	***	45	***	***
	18	***	***	46	***	***
	19	***	***	47	***	***
	20	***	***	48	***	***
	21	***	***	49	***	***
	22	***	***	50	***	***
	23	***	***	51	***	***
	24	***	***	52	***	***
	25	***	***	53	***	***
	26	***	***	54	***	***
	27	***	***	55	***	***
	28	***	***			
办公生活区	1	***	***	5	***	***
	2	***	***	6	***	***
	3	***	***	7	***	***
	4	***	***	8	***	***
矿石和废石临时堆场	1	***	***	6	***	***
	2	***	***	7	***	***
	3	***	***	8	***	***
	4	***	***	9	***	***
	5	***	***	10	***	***
PD965 风井工业场地	1	***	***	3	***	***
	2	***	***	4	***	***
地表移动范围	1	***	***	67	***	***
	2	***	***	68	***	***
	3	***	***	69	***	***
	4	***	***	70	***	***
	5	***	***	71	***	***
	6	***	***	72	***	***
	7	***	***	73	***	***
	8	***	***	74	***	***
	9	***	***	75	***	***
	10	***	***	76	***	***
	11	***	***	77	***	***
	12	***	***	78	***	***
	13	***	***	79	***	***
	14	***	***	80	***	***
	15	***	***	81	***	***
	16	***	***	82	***	***
	17	***	***	83	***	***
	18	***	***	84	***	***
	19	***	***	85	***	***
	20	***	***	86	***	***
	21	***	***	87	***	***

	22	***	***	88	***	***
	23	***	***	89	***	***
	24	***	***	90	***	***
	25	***	***	91	***	***
	26	***	***	92	***	***
	27	***	***	93	***	***
	28	***	***	94	***	***
	29	***	***	95	***	***
	30	***	***	96	***	***
	31	***	***	97	***	***
	32	***	***	98	***	***
	33	***	***	99	***	***
	34	***	***	100	***	***
	35	***	***	101	***	***
	36	***	***	102	***	***
	37	***	***	103	***	***
	38	***	***	104	***	***
	39	***	***	105	***	***
	40	***	***	106	***	***
	41	***	***	107	***	***
	42	***	***	108	***	***
	43	***	***	109	***	***
	44	***	***	110	***	***
	45	***	***	111	***	***
	46	***	***	112	***	***
	47	***	***	113	***	***
	48	***	***	114	***	***
	49	***	***	115	***	***
	50	***	***	116	***	***
	51	***	***	117	***	***
	52	***	***	118	***	***
	53	***	***	119	***	***
	54	***	***	120	***	***
	55	***	***	121	***	***
	56	***	***	122	***	***
	57	***	***	123	***	***
	58	***	***	124	***	***
	59	***	***	125	***	***
	60	***	***	126	***	***
	61	***	***	127	***	***
	62	***	***	128	***	***
	63	***	***	129	***	***
	64	***	***	130	***	***
	65	***	***	131	***	***
	66	***	***			

（三）土地类型与权属

1、复垦区土地利用类型

复垦区内包括 5 个一级地类，5 个二级地类。二级地类中乔木林地面积最大，占到复垦区面积的 90.19%，其次为采矿用地，占到项目区面积的 5.59%，再次是农村宅基地占到复垦区面积的 2.08%，然后是其他草地和农村道路，分别占到复垦区面积的 1.31%和 0.62%。复垦区土地结构详见表 3.4-5。

表 3.4-5　复垦区土地利用类型

一级地类		二级地类		面积	占总面积的比例（%）
编码	地类	编码	地类		
03	林地	0301	乔木林地	11.68	90.19
04	草地	0404	其他草地	0.17	1.31
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.75	5.79
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.27	2.08
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.08	0.62
合计				12.95	

林地：复垦区的林地全部为乔木林地，分布在地表移动范围、新建工业场地（排土场）、废水处理站和办公生活区部分区域。乔木林地为天然次生阔杂林，主要树种为刺槐及杨树以及落叶栎林等阔杂树种，树木郁闭度约 0.6，林地坡度变化较大，几度至几十度不等，土层厚度约 0.5m～1.5m，土壤有机质含量较低。

草地：复垦区的草地均为其他草地，多为废弃采矿用地自然恢复形成，土层较薄，一般小于 0.3m，土壤质量相对较差，砾石含量较高。由于水热条件较好，植被覆盖度较高，植被类型主要类型有鸡公草、白草、火艾、野菊花、狗尾草等草本植物为主。

项目区内的农村宅基地主要为原 PD865 平硐工业场地占用损毁的区域，靠近庆家沟居民点，修建有矿部和职工宿舍、配电室、空压机房等，多已废弃。后期部分作为堆存矿石和废石重复利用。

项目区采矿用地为原硐口工业场地，由于长时间废弃，硐口建筑物多已拆除，已自然生长有部分灌木和草本植物。

复垦区农村道路为矿山企业修建的用来连接工业场地和已有乡村道路的道路，长约 200m，路面宽 4m，碎石硬结路面，原有矿山道路由于长时间废弃已生长有部分灌木和草本植物。

2、土地权属状况

复垦区土地均属卢氏县双槐树乡庆家沟村集体所有，土地权属清楚，无权属纠纷，具体权属情况详见表 3.4-6。

表 3.4-6　复垦区土地权属表

权属		土地利用类型（hm^2）				
卢氏县双槐树乡	庆家沟村	乔木林地	其他草地	采矿用地	农村宅基地	农村道路
		11.68	0.17	0.75	0.27	0.08

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

1、地质灾害治理可行性分析

根据评估分析，现状条件下已存在的地质灾害隐患和后期开采过程中可能引发及遭受的地质灾害包括：硐口工业场地下方废石填筑边坡失稳，可能引发的滑坡和泥石流；地下开采可能引起的地面塌陷和地裂缝等。

针对本矿山地质灾害的类型和特点可以从以下几个方面进行治理：针对采空塌陷引起的地表变形，加强地表变形监测，根据需要留设保安矿柱或采取充填措施；设置铁丝围栏和警示牌，避免人畜进入；地表稳沉后进行地裂缝充填，基本可以保证矿山安全生产和周边居民生命财产安全。针对废石堆筑工业场地边坡失稳可能引起的滑坡和泥石流，加强稳定性监测，实施削坡减荷、修建挡土墙和截排水沟及加强排土场管理等防护措施，基本上可以保持边坡的稳定，避免边坡失稳可能造成的人员伤亡和财产损失。

上述矿山地质灾害防治工程技术成熟，治理难度不大。

2、含水层破坏治理可行性分析

矿山开采过程中主要充水含水层为基岩裂隙含水层，主要位于矿体所在的断裂构造带内，富水性和导水性均较弱，采空区和导水裂隙带会对该含水层结构造成破坏，并引起周边含水层地下水向采空区排泄，引起地下水位下降。另外地下涌水和废石淋滤液中锑含量较高，会对周边孔隙含水层水质造成影响。用于该区域地下水不作为生产生活用水水源，对周边居民生产影响较小，矿山对含水层破坏防治主要从生态环境方面考虑。矿山开采过程中，设置监测点对地下水位和水质进行监测，避免不必要的破坏；井巷工程经过含水层时采取止水措施，减少地下水的排泄；矿山闭坑后及时进行封堵，加强植树种草，逐渐恢复地下水水位。主要工业场地和废石堆场上游和两侧设置截排水沟，实行雨污分流；修建集水池和废水处理站对矿坑涌水和废石淋溶水进行收集处理，达标排放，逐渐改善地下水水质。

通过以上措施，可以有效地减小矿山开采对含水层的影响和破坏。

3、地形地貌景观破坏治理可行性分析

矿区周边无自然保护区、风景名胜区、水源保护地、地质遗迹、人文景观、重要交通干线等。新建工业场地（排土场）对地形地貌景观影响严重，其他工业场地和办公生活区对地形地貌景观影响较严重，地表移动范围地表变形程度较小，一般不会对地形地貌景观造成较大影响和破坏。工业场地（排土场）等区域恢复原来的地形地貌工程量较大，也没有必要，但可以通过覆盖表土和植树种草等措施逐渐恢复原来的生态景观；地表移动范围可以采取地裂缝充填和植被补种等，避免生态退化。由于该区域光热水条件较好，植被恢复条件较好，生态景观恢复治理难度中等。

4、水土环境污染治理可行性分析

评估区范围内主要地表水体为矿区北侧的庆家沟，不作为生产生活用水水源，但会影响下游地表水和地下水水质。根据监测数据地表水体水质中总氮和锑超标，其中锑超标主要由于矿山涌水和废石淋溶水中锑含量较高造成的，矿山开采对地表水环境影响严重。评估范围土壤监测中各监测点监测项目值均小于农用地土壤污染风险筛选值，土壤环境污染风险低。为了减少矿山开采对地表水土环境造成影响，工业场地（排土场）和废水处理站上游及两侧修建截排水沟实现雨污分流，修建集水池和废水处理站对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标排放，靠近地表水体的矿石和废石堆场上方修建防雨棚，避免矿石和废石在雨水冲刷下进入地表水体。在地质环境保护措施得当和环保设施正常运转的情况下，矿山生产对水土环境污染可以得到有效控制。

（二）经济可行性分析

根据相关规定，矿山地质环境保护与土地复垦工程投入资金全部由矿山企业自筹。根据《开发利用方案变更》中经济效益分析，矿山运行期销售收入 1350 万元，运行期利税总额 1065 万元，累计运营期利润总额 11512.65 万元，销售收入总额 14593.50 万元。矿山地质环境保护与土地复垦工程共需投入资金 388.9 万元，相当于运营期利税总额的 3.38%，销售收入总额的 2.66%。矿山生产建设产生的经济效益，可以满足矿山地质环境保护与土地复垦工程的资金需求。

矿山企业有能力落实矿山地质环境和土地复垦责任，承诺按照《河南省矿山地质环境恢复治理基金管理办法》提取和缴存矿山地质环境恢复治理基金，满足矿山地质环境保护与土地复垦资金需求。

（三）生态环境协调性分析

矿山地质环境保护与治理措施实施后，矿区地质灾害隐患、水土流失和水土环境污染得到一定程度的控制，矿山开采过程中造成的生态景观破坏逐渐恢复。由于矿山所在区域水热条件比较好，在地质灾害、水土流失和水土环境得到一定控制的情况下，通过生态恢复措施，可以使生态环境向好的方面演替，一段时间之后生态环境的破坏可以得到不同程度的恢复。

在适宜性评价的基础上，考虑周边生态类型和适宜物种等因素，从与周边景观生态相协调出发，矿区生态景观恢复选用本地先锋物种，按照生态群落结构，合理布置乔灌草结构。当地光热条件充足，随着生态演替，整治区域大量本地物种出现，植被群落稳定性加强，与区域植被类型基本一致，生态环境协调性较好。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）土地复垦适宜性评价

1、评价原则

本方案对土地复垦适应性评价遵循以下原则：

（1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调，在确定待复垦土地适宜性时，首先要符合区域性土地利用总体规划，而且还要与当地农业、水利和林业等相关规划相协调。

（2）因地制宜原则。在确定待复垦土地的利用方向时，应根据评价单元的自然条件、区位和损毁状况等因地制宜确定其适宜性，不能强求一致。

（3）主导性限制因素与综合平衡原则。影响待复垦土地利用方向的因素很多，包括自然条件、土壤性质、原来的利用类型、损毁状况和社会需求等多方面，但各种因素对土地复垦的影响程度不同，应选择其中的主导因素作为评价的主要依据。

（4）复垦后土地可持续利用原则。在进行土地复垦时要坚持土地资源的可持续发展，保证土地的长期利用。

（5）经济可行、技术合理性原则。在充分考虑国家和矿山企业承受能力的基础上，以最小的复垦投入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。

（6）社会因素和经济因素相结合原则。要考虑被评价土地的自然条件和损毁状况，同时考虑区域性的土地利用总体规划和农业规划等，统筹考虑本地区的社会经济和矿区的生产建设发展。

2、评价依据

（1）《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)；

（2）《卢氏县土地利用总体规划（2010—2020 年）调整方案》；

（3）《土地复垦条例》；

（4）《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T1007-2003)；

（5）《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T1634-2008)；

（6）当地实际耕作经验等。

3、评价单元的划分

评价单元是进行土地适宜性评价的基本空间单位，划分的基本要求为：单元内部性质相同或相近；单元之间具有差异性，能客观反映土地空间上的差异；具有一定的可比性。同一单元内土地的基本属性、立地条件、损毁类型和程度基本相同。

本方案土地复垦适宜性评价的对象是复垦责任区内的土地，包括各硐口工业场、废水处理站、办公生活区和地表移动范围等区域。依据复垦责任区土地损毁单元损毁类型、程度、立地条件等将评估区划分为 13 个评价单元，各评价单元详细情况见表 4.2-1。

表 4.2-1 评价单元划分

序号	评价单元	评价面积（hm^2）	损毁类型
1	PD865 平硐工业场地	0.12	压占
2	PD889 平硐工业场地	0.12	压占
3	PD925 平硐工业场地平台	0.3	压占
4	PD925 平硐工业场地边坡	0.12	压占
5	PD965 平硐工业场地平台	0.12	压占
6	PD965 平硐工业场地边坡	0.05	压占
7	工业场地（排土场）平台	0.7	压占
8	工业场地（排土场）边坡	0.28	压占
9	矿石和废石临时堆场	0.15	压占
10	PD965 风井工业场地	0.01	压占
11	废水处理站	0.19	压占
12	办公生活区	0.24	压占
13	地表移动范围	10.45	塌陷
合计		12.85	

4、初步复垦方向的确定

PD865 平硐工业场地损毁土地类型为农村宅基地，根据土地利用总体规划和自然资源部门意见和公众参与意见，确定复垦为农村宅基地。地表采动范围内（扣除重复损毁区域）损毁土地类型为乔木林地，地表移动变形程度较小，土地损毁程度为轻度损毁，一般不影响土地利用，该区域损毁土地宜复垦为原土地（乔木林地）。

其他评价单元根据项目区土地利用总体规划，并与生态环境保护、耕地保护规划等相结合，从项目区实际现状出发，通过对项目区自然经济条件、政策因素、自然资源主管部门意见和土地权利人意见，初步确定评价单元复垦方向。

（1）自然和社会经济因素分析

项目区属北温带大陆季风气候，降雨集中，又由于该区域山高坡陡，水土流失较严重，从生态保护角度考虑应优先复垦为林地。项目区所在卢氏县双槐树乡，属于中低山区，平原面积较少，耕地面积较小，人均耕地面积不足 0.6 亩，具备复垦耕地条件，并且可以保证耕地质量的前提下，应考虑复垦为耕地。

（2）政策规划要求分析

《卢氏县土地利用总体规划（2010—2020 年）调整方案》（以下简称《总体规划》）中耕地保护重点布局主要以东明镇、范里镇、官道口镇和沙河乡等乡镇为主进行重点布局，要求在保护现有耕地、确保粮食综合生产能力不降低的前提下优化全县农用地布局，重点保护好优质耕地，全面提高耕地质量。项目区处于生态用地布局范围内，要求根据地形、植被、土壤等自然特征、生态环境现状及建设的需要保持具有重要生态功能的耕地、园地、林地、水域等用地的基本稳定，构筑点、线、面相结合的国土生态屏障体系。根据《总体规划》，有较好条件，可使复垦耕地具有较高的质量等级的区域可以考虑复垦为耕地，其他损毁区域应优先考虑复垦为林地。

（3）公众意见分析

方案编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见。编制人员在项目区实地调查期间，走访项目区周边村民，征集土地权利人和相关管理部门对矿山土地复垦意见及建议，对主要复垦单元的复垦方向，进行了问卷调查，大部分人认为具备复垦为耕地条件的应复垦为耕地，或者最大可能地恢复原来的土地利用状态。自然资源主管认为在符合土地利用规划的情况下，土地复垦方向根据适应评价结果确定，具体到采矿用地，矿山闭坑后最好能复垦为林地，尽快恢复生态环境。

综上，通过定性分析，确定 PD865 平硐工业场复垦为农村宅基地，地表移动范围复垦为乔木林地。其他评价单元初步确定复垦方向首先考虑复垦为林地，条件优越的考虑复垦为耕地，其他不满足条件的可以考虑复垦为草地，根据定量评价结果，并考虑周边土地利用情况和公众参与意见等最终确定土地复垦方向。

5、评价方法的选择

土地复垦适宜性评价目的主要是为了确定土地的适宜用途，从而指导复垦工作更加有效地实施。土地复垦适宜性的限制因素对复垦方向的选择具有较大影响，极限条件法是将土地质量最低评定标准（限制因素）作为质量等级的评价依据，评价单元的最终质量等级取决于质量等级最低的因子，所以通过极限条件法进行适宜性评价能够比较清晰地获得各评价单元对应复垦方向的限制因素，以便采取有针对性的复垦措施。因此，采用极限条件法进行矿山开采损毁土地复垦的适宜性较能满足要求。

极限条件法的公式为：Yi=min（Yij）

式中：Yi--第 i 个评价单元的最终分值；

Yij--第 i 个评价单元第 j 个参评因子的分值。

方案采用二级评价体系，分为土地适宜类和土地质量等两个序列。土地适宜类一般分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类，类别下再分若干土地质量等。本方案仅对适宜类进行土地质量等级划分，分为一等地、二等地和三等地，暂不适宜类和不适宜类不再续分。

6、评价指标的选择及其等级标准的确定

（1）评价指标的选择

待复垦土地适宜性评价，应根据主导性因素为主、针对性和限制性相结合、科学性和可操作性相结合的原则，进行评价因子选择。评价因子的选择应满足：可测性，即评价因子是可测并可用数字或序号表示的；稳定性，即选择的评价因子在任何情况下反映的质量要保持稳定；关联性，即评价因子的增长和减少，标志着评价土地单元质量的提高或降低；不重叠性，即评价因子之间界限清楚，不相互重叠。

根据以上选择标准，考虑矿山开采损毁土地的典型特征，选出地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度、耕作便利度、土壤污染等因子进行评价。

（2）评价指标等级标准的确定

根据矿山的实际情况，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）和《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）等，确定本矿区土地适宜性的限制性因素等级划分标准。各评价因子等级标准见表 4.2-2。

表 4.2-2 限制性因素适宜性评价等级

限制因素及分级指标		耕地评价	林地评价	草地评价
地形坡度	<5	1	1	1
	5～25	1 或 2	1	1
	25～45	3 或不	2 或 3	1 或 2
	＞45	不	3 或不	2 或 3
地表物质组成	壤土、砂壤土	1	1	1
	岩土混合物	2 或 3	1	1
	砂质	3 或不	3	3 或 2
	砾质	不	3 或不	3 或不
有效土层厚度（cm ）	＞100	1	1	1
	100～50	2	1	1
	50～30	3	2 或 3	1
	<30	不	3 或不	2 或 3
耕作便利度	离居民点近，交通设施完善	1	1	1
	离居民点较远，交通设施较完善	2	1	1
	远离居民点，交通设施不完善	3 或不	2 或 3	1 或 2
土地污染	无	1	1	1
	轻	3	1	1
	中	不	2	3
	重	不	不	3 或不

（3）评价单元土地适宜性评价

通过对已损毁土地的现场调查及拟损毁土地科学预测，将评价单元的土地质量状况与评价因子等级表的农林草评价等级标准对比，以复垦条件最差、适宜性等级最低土地质量等级作为该单元的该地类土地适宜性等级。具体评价结果如表 4.2-3。

表 4.2-3　土地复垦适宜性评价结果表

序号	评价单元	限制因素					适宜性评价			主要限制因素
		地形坡度	地表物质组成	有效土层厚度（cm ）	耕作便利度	土地污染物	耕地评价	林地评价	草地评价	
1	PD889 平硐工业场地	<5	岩土混合物	50～30	离居民点近，交通设施完善	轻	3	2	1	地表物质组成、有效土层厚度
2	PD925 平硐工业场地平台	<5	岩土混合物	50～30	离居民点较远，交通设施较完善	轻	3	2	1	地表物质组成、有效土层厚度
3	PD925 平硐工业场地边坡	25~45	岩土混合物	50～30	离居民点较远，交通设施较完善	轻	N	2	1	地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度
4	PD965 平硐工业场地平台	<5	岩土混合物	50～30	远离居民点，交通设施不完善	轻	N	2	1	地表物质组成、有效土层厚度、耕作便利度
5	PD965 平硐工业场地边坡	25~45	岩土混合物	50～30	远离居民点，交通设施不完善	轻	N	2	1	地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度、耕作便利度
6	工业场地（排土场）平台	<5	岩土混合物	50～30	离居民点较远，交通设施较完善	轻	3	2	1	地表物质组成、有效土层厚度
7	工业场地（排土场）边坡	25~45	岩土混合物	50～30	离居民点较远，交通设施较完善	轻	N	2	1	地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度
8	PD965 风井工业场地	<5	岩土混合物	50～30	远离居民点，交通设施不完善	轻	N	2	1	地表物质组成、有效土层厚度、耕作便利度
9	废水处理站	<5	岩土混合物	50～30	离居民点近，交通设施完善	轻	3	2	1	地表物质组成、有效土层厚度
10	办公生活区	<5	岩土混合物	50～30	离居民点近，交通设施完善	无	3	2	1	地表物质组成、有效土层厚度

7、最终复垦方向确定和复垦单元划分

根据以上适宜性评价结果，结合周边土地使用情况、公众意见及案例对比分析，确定各单元最终复垦方向。

（1）PD865 平硐工业场地：包括后来作为矿石和废石临时堆场的区域，该区域损毁地类为农村宅基地，周边也为农村宅基地，根据自然资源主管部门和土地权利人意见，该区域复垦为农村宅基地。该区域作用原办公生活区所在地，具备满足作用农村宅基地的防洪排水、地基承载力和三通一平的条件，并且周边就是居民点，可行性较好。

（2）其他工业场地平台：包括 PD889 工业场地、PD925 工业场地、PD965 工业场地及后来新建的工业场地（排土场）、回风 PD965 工业场地。平台区域地势平坦，建筑物拆除后，地表物质组成主要为岩土混合物，受土源的限制，复垦为耕地的适宜性较差。但复垦为林草地的适宜性较好，从生态环保角度考虑，确定采用乔草结合的方式复垦为乔木林地。建筑物拆除平整后，覆土 0.5m，并采取配肥措施后，满足复垦林草地质量控制标准，具备林草生长条件，可行性较好。

（3）其他工业场地边坡：包括 PD925 工业场地、PD965 工业场地及后来新建的工业场地（排土场）的边坡部分，地形坡度较大，不适宜复垦为耕地。削坡后地形坡度为 30°，采取覆土措施后，林地适宜性等级为 2 等，其他草地适宜性等级为 1 级。考虑生态恢复效果，确定复垦为乔木林地。由于该区域坡度较大，水土流失严重，土壤肥力较低，不利于树木生长。但在修建坡面水系，以减缓水土流失，采取配肥措施改善土壤肥力；选择适合坡面生长的树种，采取合适的种植等方式，可以提高树木的成活率，满足复垦为乔木林地的条件。

（4）废水处理站：废水处理站占用地类为乔木林地，地势平坦，废水处理站停止使用后，对地面设施进行拆除，对废水处理池进行充填后，具备复垦耕地的条件，受土源条件和地表物质组成的限制，复垦为耕地适宜性等级较差，但复垦为林草地的适宜性较好，从生态环保角度考虑，确定采用乔草结合的方式复垦为乔木林地。建筑物拆除场地平整后，覆土 0.5m，并采取配肥措施后，满足复垦林草地质量控制标准，具备林草生长条件，可行性较好。

（5）办公生活区：利用部分原 PD889 平硐场地，损毁地类为采矿用地、其他草地和乔木林地，场地地势较为平坦。建筑物拆除后，地表物质组成主要为岩

土混合物，受土源的限制，复垦为耕地的适宜性较差，但复垦为林草地的适宜性较好，从生态环保角度考虑，确定采用乔草结合的方式复垦为乔木林地。建筑物拆除场地平整后，覆土 0.5m，并采取配肥措施后，满足复垦林草地质量控制标准，具备林草生长条件，可行性较好。

（6）地表移动范围：根据土地损毁预测，地表移动范围土地损毁程度属轻度损毁，基本上不会改变原土地使用状态，复垦方向以复垦为原地类为宜，地表移动范围内地类为乔木林地，最终复垦方向确定为乔木林地。由于原地类为乔木林地，在损毁程度较低，并采取充填裂缝等治理措施情况下，复垦为乔木林地可行性较好。

根据各评价单元区域特征和复垦工程特点，复垦工程条件相同或相似区域划分为一个复垦单元。最终划分为 PD865 平硐工业场地、其他工业场地平台、其他工业场地边坡、废水处理站、办公生活区和地表移动范围 5 个复垦单元。

最终各评价单元复垦地类及复垦单元划分情况见表 4.2-4。

表 4.2-4　土地复垦最终方向

序号	评价单元	原地类	复垦地类	面积（hm^2）	复垦单元
1	PD865 平硐工业场地	农村宅基地	农村宅基地	0.12	PD865 平硐工业场地
9	矿石和废石临时堆场	农村宅基地	农村宅基地	0.15	
2	PD889 平硐工业场地	采矿用地	乔木林地	0.12	其他工业场地平台
3	PD925 平硐工业场地平台	采矿用地	乔木林地	0.3	
5	PD965 平硐工业场地平台	采矿用地、其他草地	乔木林地	0.12	
7	工业场地（排土场）平台	乔木林地	乔木林地	0.7	
10	PD965 风井工业场地	乔木林地	乔木林地	0.01	
4	PD925 平硐工业场地边坡	采矿用地	乔木林地	0.12	其他工业场地边坡
6	PD965 平硐工业场地边坡	其他草地	乔木林地	0.05	
8	工业场地（排土场）边坡	乔木林地	乔木林地	0.28	
11	废水处理站	乔木林地	乔木林地	0.19	废水处理站
12	办公生活区	乔木林地、其他草地、采矿用地	乔木林地	0.24	办公生活区
13	地表移动范围	乔木林地	乔木林地	10.45	地表移动范围

（二）水土资源平衡分析

1、土方平衡分析

（1）需土量分析

根据复垦方向和复垦工程设计，需回覆表土的复垦单元包括除 PD865 工业场地之外的各工业场地平台和边坡、废水处理站和办公生活区等，设计覆土厚度为 0.50m，共需回覆表土 10650m^3。

表 4.2-5　需土量统计表

序号	区域名称	覆土面积（hm^2）	覆土厚度（m）	回覆表土方量（m^3）
1	PD889 平硐工业场地	0.12	0.5	600
2	PD925 平硐工业场地平台	0.3	0.5	1500
3	PD925 平硐工业场地边坡	0.12	0.5	600
4	PD965 平硐工业场地平台	0.12	0.5	600
5	PD965 平硐工业场地边坡	0.05	0.5	250
6	工业场地（排土场）平台	0.7	0.5	3500
7	工业场地（排土场）边坡	0.28	0.5	1400
8	PD965 风井工业场地	0.01	0.5	50
9	废水处理站	0.19	0.5	950
10	办公生活区	0.24	0.5	1200
小计		2.13		10650
序号	区域名称	损毁面积（hm^2）	单位面积需土量（m^3）	充填表土方量（m^3）
13	地表移动范围	10.45	13.5	141.08
合计		12.58		10791.08

地表移动单位面积充填表土量 13.5m^3，地表移动范围充填表土量 141.08m^3。土地复垦共需表土量 10791.08m^3，各复垦单元具体需土量详见表 4.2-5。

（2）供土量分析

现状条件下，已损毁各工业场地未对损毁区域进行表土剥离，正在修建的废水处理站对表土进行了剥离，堆存与废水处理站周边，剥离表土厚度 0.6m。新建工业场地和办公生活区拟损毁的林地区域可以进行表土剥离，根据调查平均可以剥离表土厚度 0.3m 计，经计算共计可剥离表土量 4260m^3，各单元剥离表土情况如表 4.2-6 所示。

表 4.2-6　供土方量计算表

序号	区域名称	剥离区地类	剥离面积（hm^2）	剥离厚度（m）	剥离方量（m^3）
1	工业场地（排土场）	乔木林地	0.98	0.3	2940
2	办公生活区	乔木林地	0.03	0.3	90
3	PD965 风井工业场地	乔木林地	0.01	0.3	30
4	新建矿山道路	乔木林地	0.02	0.3	60
5	废水处理站	乔木林地	0.19	0.6	1140
合计			1.23		4260

（3）供需平衡分析

通过以上计算，本方案复垦工程共需表土方量为10791.08m^3，可剥离表土方量为4260m^3。表土不足部分通过购买客土的方式进行解决，需要购买客土方量6531.08 m^3。购土协议见附件11。

2、水资源平衡分析

项目区复垦地类均为乔木林地，正常条件下天然降水可以满足植被生长需求，因此不考虑灌溉设施。管护期间需水量从附近沟谷或水井取水，需水量较小，周边水源可以满足管护用水需求。

（三）土地复垦质量要求

项目区属中南山地丘陵区，根据项目区周边土地质量状况，依据《土地复垦质量控制标准》，结合土地损毁情况和拟复垦土地方向，确定复垦地类的土地复垦质量要求。

1、农村宅基地复垦质量标准

（1）场地基本平整；

（2）地基承载力满足《建筑地基基础设计规范》（GB5007）要求；

（3）地基设计标高满足防洪要求；

（4）与周边景观协调，能够“三通一平”的居住条件；

2、林地复垦质量标准

复垦林地主要为乔木林地，其复垦质量标准如下：

（1）有效土层厚度≥30cm，土壤容重≤1.45g/cm^3，砂土至壤质粘土，砾石含量≤20%，土壤有机质含量≥1%；

（2）根据《造林作业设计规程》（LY/T 1607），乔木行株距2.0×2.0m；

（3）开挖种植穴规格为径宽0.7m，坑深0.7m；

（4）三年管护期后植被存活率须达到85%以上，郁闭度≥35%。乔木经多年生长后，郁闭度最终达到60%以上。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

最大程度地减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓地质灾害造成的损失，有效减轻矿山开采对矿区及周边含水层、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）、水土环境和土地资源的影响和破坏，保护矿区地质环境，实现矿产资源开发利用与地质环境保护协调发展。

具体主要保护目标任务为：

通过采取防护措施，避免工业场地填筑边坡失稳引发滑坡和泥石流等地质灾害的发生，降低地面塌陷和地裂缝等地质灾害对矿山安全生产及周边居民生命财产的威胁。

通过采取地下含水层保护措施，减轻矿山开采对含水层的影响和破坏，防止地下水水质恶化，避免对周边居民生产生活用水产生影响。

通过采取地形地貌景观和土地资源保护措施，减少矿山基建和生产过程中对地形地貌景观和土地资源的影响和破坏，保护矿区生态环境，提高土地利用效率。

通过提高废水废渣的处理和利用水平，减少污染物排放量，通过监测措施，适当的环保措施，避免矿山开采对水土环境的污染，改善矿区及周边水土环境。

（二）主要技术措施

1、地质灾害预防措施

矿区范围内主要地质灾害包括工业场地下方填筑边坡可能发生滑坡、工业场地所在沟谷可能发生的泥石流、采空塌陷和地裂缝等。根据地质灾害特点分别采取以下预防措施：

（1）滑坡和泥石流地质灾害预防措施

1）工业场地均为废石填筑而成，排放废石前对拟损毁区域地基进行处理，先清除废石场内的植被和软弱表土；然后沿山坡等高线将山坡推成台阶状，台阶宽不小于 2m。挖出的表层土壤集中堆存，作为后期土地复垦的土源。

2）根据相关技术标准和各工业场地的实际情况，各工业场地填筑边坡下方修建拦渣坝，提高边坡的稳定性，减少水土流失。

3）修建完善的截排水设施。工业场地上游坡脚及两侧修建截排水沟，将上部地表径流排出，避免对地表径流入渗和冲刷对工业场地稳定性影响。

4）加强排弃管理。排废时，应有计划地先往排土场底部排放一层大块废石，然后再将剥离的废石土混合排放，以保证废石堆放后的稳定性，避免产生软弱层。场地平台安排弃推进方向做成 2%～3%的反坡，并进行压实，减少地下水入渗，使工业场地汇水通过截排水沟排出场外。

5）做好监测预警工作。设立监测点对场地变形特征进行持续监测，对可能发生的地质灾害进行预警。在暴雨季节要加强巡视，检查截排水设施是否畅通，以便及时发现和排除险情。

（2）地下采空塌陷和地裂缝预防措施

1）加强地表移动范围内地形地物调查，根据需要留设矿柱、采用充填方式开采或进行搬迁避让，减轻地下开采对地表造成的影响和破坏，保护重要的建筑物、构筑物。

图 5.1-1　防护栏设计图

2）在地表采动区的周边，设立钢丝围栏，防止附近人畜的进入，并在围栏上悬挂警示牌。每 100m 设一立桩，立桩为 C20 钢筋砼预制，高 2.0m，截面 0.1 m×0.1m；钢丝采用 φ2.5 钢丝；警示牌采用 1mm 厚铝合金板，正面涂成黄色，字体高 6cm，红色反光漆，警示标志每 100m 悬挂一处。

3）设立地表监测系统对地表变形进行连续监测，研究地表变形规律，并派专人巡视，在地表移动范围内工业场地（排土场）区域设置自动变形监测系统，发现情况提前预警，避免地表突然塌陷造成的人员伤亡和财产损失。

2、含水层保护措施

本矿山开采对含水层的影响和破坏表现在采空区和导水裂隙带对所在构造裂隙含水层造成结构破坏，地下水向采空区排泄引起地下水位下降；矿井涌水和废石淋滤液对庆家沟两侧孔隙含水层水质造成破坏。拟采取以下保护措施：

（1）先探后采，并加强地下水水位和涌水量监测，根据需要采取留设保护矿柱或采用保护性开采措施，尽量避免和减轻对含水层的影响和破坏。

（2）开采过程中，在井巷施工揭穿地下含水层时要及时封堵，堵截含水层中地下水的溢出，减少疏干排水量，减轻对地下含水层破坏。封堵时使用隔水性能优良且毒性小的高标号水泥等材料。

（3）矿山开采过程中，对井下涌水进行取样检验，对受到矿山开采污染的地下水和未受矿山开采污染的地下水分开进行处理，减少废水产生量和废水处理工作量。

（4）工业场地上游及两侧修建截排水沟，工业场地内部、办公生活区地面进行硬化和防渗处理，减少大气降水进入弃渣内部形成淋溶水，进而下渗污染地下水。

（5）在工业场地（排土场）和下游修建集水池，对矿井涌水和废石淋滤水进行收集，建设废水处理站，对收集的废水处理后用作绿化、井下生产或达标排放，减少废水排放对地下水水质的影响。

（6）加强对地下水水质和处理后排放废水水质的监测，以便及时发现问题采取措施，避免废水排放使地下水水质发生恶化。

（7）矿山基建和生产过程中避免对地表植被造成大面积破坏，并积极开展复绿工程，利用植被的蓄水保水功能，减少地下水资源的漏失。

（8）对生产过程中发现由于矿山开采造成的居民生产生活用水问题，做好应急处理措施。

（9）矿山闭坑后，对矿山硐口进行封堵密闭。由于硐口标高位于侵蚀基准面和平均地下水位，矿井封闭后一般无矿井水流出。闭坑后复垦治理时，保留截排水设施，设计覆盖黏土隔离层，可以大大减少废石淋滤水产生量。

（10）矿山闭坑采取治理措施后，继续对周边地下水环境进行监测，发现问题或未达到治理效果，应及时采取应对措施，对恢复治理措施进行整改。

（11）矿山地质及环境恢复治理与土地复垦工程验收后，当地环境主管部门例行监测发现由于矿山生产建设遗留的环境污染问题，矿山企业和主要负责人仍应对其负责。

3、地形地貌景观与土地资源损毁预防措施

针对本矿山办公生活区、工业场地（排土场）和地表采动对地形地貌景观的影响，本方案提出以下预防措施：

（1）优化工业场地布局，尽量做到节约集约用地，充分利用已经损毁土地，减轻矿山基建和开采对地形地貌景观和土地资源的影响和破坏。

（2）优化开采工艺参数，避免地下开采引起较大规模的地表移动变形和由此引起的地面塌陷、地裂缝等地质灾害，避免对地形地貌景观和土地资源造成不必要的破坏。

（3）严格按照设计进行生产和建设，避免滥采滥挖和废弃物的随意堆放对土地资源和地形地貌景观造成影响和破坏。

（4）加强固体废弃物综合利用，减少土地资源的占用和破坏。废石尽量用来充填采空区，对于运出地表的废石，优先用于场地建设、铺路等，剩余废石用来制作建筑材料等。

（5）加强矿山地质环境保护与治理和水土流失的防治工作，减少滑坡和泥石流等地质灾害与水土流失造成的生态景观与土地资源破坏。

（6）对拟损毁区域进行表土剥离和保护，剥离的表土作为后续土地复垦的土源。表土堆存于工业场地西侧，下方设置编织袋挡墙，并撒播草籽进行防护。

（7）边开采边治理，避免对土地资源造成长时间不必要的破坏。

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）工业场地和矿石、废石临时堆放场上游及周边修建截排水沟，实现雨污分流；工业场地地面采取硬化措施，减少废石淋滤水的产生。矿石和废石临时堆场修建防雨棚，避免矿石废石随地表径流进入地表水体。

（2）先探后采，并加强地下水水位和涌水量监测，开采过程中，在井巷施工揭穿地下含水层时要及时封堵，堵截含水层中地下水的溢出，减少疏干排水量。矿山开采过程中，对井下涌水进行取样检验，对受到矿山开采污染的地下水和未受矿山开采污染的地下水分开进行处理，减少废水产生量。

（2）修建集水池、废水处理站及相应管道设施，对矿坑涌水、废石淋滤水等生产废水进行收集，处理后循环使用或达标排放。

（4）建立废水处理和在线监测系统，对废水中污染物的浓度和总量进行监测，废水处理达标后排放，避免废水的排放对水土环境造成污染。

（5）加强固体废弃物堆放管理，避免产生地质灾害和水土流失，同时提高废石等固体废弃物的利用率，减少废石堆存量。

（6）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。

（7）矿山闭坑后，对矿山硐口进行封堵密闭。闭坑后复垦治理时，保留截排水设施，设计覆盖黏土隔离层，避免矿井涌水和废石淋溶水继续污染地表水体。

（8）矿山闭坑采取治理措施后，继续对周边水体进行监测，发现问题或未达到治理效果，应及时采取应对措施，对恢复治理措施进行整改。恢复治理工程验收后，当地环境主管部门例行监测发现由于矿山生产建设遗留的环境污染问题，矿山企业和主要负责人仍应对其负责。

（三）主要工程量

大部分防治措施在主体工程中均已设计采用，本方案不再重复计算其工程量和投资。以上措施中主体工程未涉及部分，纳入本方案的防治工程，工程量计算如下：

图 5.1-2 工业场地截排水沟断面图

1、滑坡、泥石流预防工程

拟新建工业场地（排土场）上方设计有截排水沟，下方设计有拦渣坝，相关工程费用计入主体工程。已有平硐工业场地下方修建有拦渣坝，上方未修建截排水沟，根据降雨量、汇水面积和地形坡度条件，在上方及两侧补充设计截排水沟。截排水沟设计采用梯形断面，浆砌石衬砌，根据计算，为了方便施工设计采用两种断面尺寸：上口宽 600mm，下底宽 400mm，深 400mm 和上口宽 500mm，下底宽 500mm，深 300mm，工业场地截排水沟断面如图 5.1-2 所示。补充工业场地排水沟工程量如表 5.1-1 所示。

表 5.1-1 工业场地截排水工程量计算表

工业场地名称	长度	断面	土方开挖	浆砌石
P865 平硐工业场地（废石、矿石临时堆场）	80	（500+300）×300	44.8	35.2
P889 工业场地（办公生活区）	220	（600+400）×400	160.6	116.6
PD925 平硐工业场地	320	（600+400）×400	233.6	169.6
PD965 平硐工业场地	150	（500+300）×300	84	66
合计			523	387.4

表 5.1-2　地质环境防护措施工程量统计表

治理单元	治理措施		单位	工程量	备注
地表移动范围	拦挡警示	铁丝围栏和警示牌	延米	1400	警示牌 14 个

2、地下采空塌陷预防措施

根据测算，地下采动范围周长约 1350m，需要设立钢丝围栏长度约 1400m，设立警示牌 14 个。

3、土地资源保护工程量

纳入本方案的土地资源保护措施主要为表土的剥离和集中存放。

拟损毁工业场地可剥离表土面积 1.23hm^2，可剥离表土量 4260m^3。直接用于 PD889 工业场地、PD925 工业场地和 PD865 工业场地复垦的表土量 3550m^3，剩余表土量 710m^3，堆存于工业场地西侧，堆存高度 3m，堆土坡度 1:1.5，堆存面积 0.03hm^2，堆体下部 2.0 米高范围内用编织袋内装土堆高围护，并撒泼草籽进行防护，编织袋挡墙厚度 2.0m，共使用编织袋挡墙 280m^3，撒播面积为 0.03hm^2。土地资源保护工程量如表 5.1-3 所示。

表 5.1-3 土地资源防护工程量统计表

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	表土剥覆工程		
1	表土剥离	100m^3	42.60
二	配套工程		
（一）	拦挡工程		
1	编织袋挡墙	100m^3	2.80
三	植被重建		
（一）	林草地恢复工程		
1	撒播草籽	hm^2	0.03

4、水土环境污染预防工程量

纳入本方案的水土环境预防工程包括废水处理站周边截排水沟、废石和尾矿堆场上部防雨棚以及新建工业场地（排土场）下部淋溶水收集池。

根据计算废水处理站周边截排水沟采用梯形断面，上口宽 500mm，下底宽 500mm，深 300mm，采用浆砌石衬砌，衬砌厚度为 30cm。根据量算截排水沟长度为 160m，土方开挖量 89.6m^3，浆砌石工程量 70.4m^3。

废石和尾矿临时堆场上部防雨棚面积约等于废石尾矿临时堆场面积，为 1500m^2。

工业场地（排土场）下方淋溶水收集池根据淋滤水产生量进行设计，暴雨情况下淋滤水产生量根据以下公式计算：

$W_i=S \cdot Q \cdot \Psi/1000$

式中：W_i—工业场地（排土场）淋滤水量（m^3/次）；

Q—降雨量（mm），根据气象资料，项目区日最大降雨量为 76.6mm；

S—汇水面积（m^2），汇水面积为工业场地（排土场）占地面积；

Ψ—地表径流系数，废石堆场取 0.4。

淋溶水日最大产生量 300m^2，设计淋溶水收集池容积 360m^3，尺寸为 12m×10m×3m，采用浆砌石衬砌，衬砌厚度为 0.3m，土方开挖工程量 441m^3，浆砌石工程量 81m^3。

二、矿山地质灾害治理

（一）目标任务

在矿山企业已经采取上述防护措施的情况下，对评估区范围内已存在或将来不可避免产生的地质灾害，在监测掌握其动态变化的基础上，采取治理措施，消除地质灾害威胁，确保矿山生产和周边居民生命财产安全。

主要任务工业场地废石填筑边坡的刷坡工程和地表移动范围内地裂缝充填。

（二）技术措施

1、工业场地地质灾害治理

工业场地填筑边坡填筑完毕后形成的边坡坡度一般为岩土体的自然安息角 38°，为了保持边坡的稳定应对其进行削坡，使之边坡坡度 30°小于设计边坡。根据设计采用机械方式从上而下进行削坡，并对削坡后的坡面进行平整，使之满足边坡稳定和后期覆土及恢复植被平整度要求。

矿山闭坑后对硐口进行封堵。具体的封堵措施为：在井巷内距井口 20m 处内砌一堵 2m 厚浆砌块石挡墙，然后向井巷内充填 20m 废石，再用 2m 厚浆砌块石挡墙封堵硐口。井口附图示意图见图 5.2-1。

图 5.2-1　　硐口封堵示意图

2、地表移动范围治理

根据地质灾害预测评估，经过计算地表移动变形最大值：最大水平变形值为3.74mm/m，最大倾斜值约6.3mm/m，最大下沉约0.84m。地表变形主要形式表现为地裂缝和坡度的变化。由于地表变形影响范围内土地利用类型主要为林地，采取的主要治理措施为裂缝充填和补种植被。

（三）主要工程量

1、工业场地地质灾害治理工程量

根据设计工业场地质灾害治理措施包括修建削坡工程和硐口封堵。

各边坡刷坡前坡度按照岩土的自然安息角38°，刷坡后坡度按30°计算，根据需要刷坡的边坡长度、高度，各工业场地刷坡工程量，如表5.2-1所示。

表5.2-1 工业场地削坡工程量计算表

名称	边坡高度（m）	单位长度削坡量（m^3）	边坡长度（m）	削坡工程量（m^3）
PD925平硐工业场地	5	3.25	40	65
PB965平硐工业场地	5	3.25	40	65
工业场地（排土场）	25	81.37	80	3250

原PD925和PD965已经采取封堵措施，其余硐口封堵工程量根据硐口尺寸和硐口封堵工程设计参数，计算各硐口封堵工程量，如表5.2-2所示。

表5.2-2 井口封堵工程量计算表

硐口名称	断面尺寸（m）	废石充填（m^3）	浆砌石（m^3）
865运输平硐	2.8×3.0	157	31.4
PD889平硐	2.1×2.5	98.8	19.76
PD925东	2.1×2.5	98.8	19.76
PD925西	2.1×2.5	98.8	19.76
925m转载车场平硐	2.8×3	157	31.4
965回风平硐	2.1×2.5	98.8	19.76
合计		709.2	141.84

2、地表移动范围治理工程量

地表移动变形范围采取充填裂缝和补种植被等治理措施，工程量计入土地复垦工程。

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

根据每个复垦单元的复垦方向，通过切实可行的工程技术措施和生物化学措施，使损毁土地得到全面复垦治理，恢复土地生产或生态功能，以达到控制矿区生态环境的退化、促进矿区的生态恢复、调整土地利用结构、助力矿区可持续发展的目标。

根据分析，复垦责任区面积为 12.85hm^2，拟复垦面积 12.85hm^2，土地复垦率为 100%。土地复垦前后土地利用结构调整见表 5.3-1。

表 5.3-1　复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积（hm^2）		
代码	名称	代码	名称	复垦前	复垦后	增减（%）
3	林地	301	乔木林地	11.66	12.58	7.89
4	草地	404	其他草地	0.17	0	-100
6	工矿仓储用地	692	采矿用地	0.75	0	-100
7	住宅用地	702	农村宅基地	0.27	0.27	0
合计				12.85	12.85	

（二）技术措施

1、PD865 平硐工业场地

PD 平硐工业场地包括后期用作废石和矿石临时堆场的区域，损毁土地为农村宅基地，拟复垦为农村宅基地，在保留供水、供电和周边截排水设施和道路的基础上，拟采取的复垦措施包括建筑物拆除、土地平整，使之满足农村宅基地质量要求。

（1）建筑物拆除

用机械方式拆除地面建筑物和构筑物，破碎清理硬化地面，产生的建筑垃圾全部充填至井下。

（2）土地平整

用推土机对场地进行推压整平，使地面平整度满足后期住宅建筑需求。

2、其他工业场地平台复垦措施

其他工业场地使用完毕后，对其进行复垦，复垦方向为乔木林地，在地质环境治理措施的基础上，拟采取的复垦措施包括建筑物拆除、土地平整、回覆表土、土壤培肥和植被恢复等复垦措施。

（1）建筑物拆除

用机械方式拆除地面建筑物和构筑物，破碎清理硬化地面，产生的建筑垃圾全部充填至井下。

（2）土地平整

用推土机对场地进行推压整平，使地面平整度满足后期覆土和回覆植被要求。

（3）表土回覆

从表土堆放场转运表土或购买表土，运距小于 500m，回覆至平整后场地表面，覆土厚度 50cm，先回覆 30cm 黏土，压实后再覆土 20cm 至设计覆土厚度。

（4）土壤培肥

施有机肥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，施肥量 30t/hm^2。

（5）恢复植被

1）植被选择：树种选择刺槐，其为项目区优势树种，并且具有耐干旱、耐贫瘠、抗逆性强等特点；草本选择矿区废弃区域自然生长旺盛的白羊草和狗牙根。

2）栽植方法：选根系发育良好的壮苗，胸径 3.0cm，树高 150cm 以上，按照行株距 2m×2m，先挖好种植穴，用表土埋根，提苗踩实，使根系舒展，埋土与地表相平，做好水盆浇水，水渗后覆一层土。栽植一般在春季抢墒进行人工栽植。

3）抚育管理：造林后及时灌水 2～3 次，针对肥力较差，结合实地情况施一定量的肥料。每年穴内除草 2～3 次。对未成活的树木应第二年及时补栽，根据项目区气候特点，认为春季栽种较为适宜，最好在雨季来临前完成补种作业。刚补种幼苗柔弱，根系浅，应加强管理。

图 5.3-1　乔木种植示意图

3、其他工业场地边坡复垦措施

场地边坡均复垦为乔木林地，在保留截排水沟和拦挡措施，及采取削坡措施的基础上，拟采取的复垦措施包括土地平整、回覆表土、土壤培肥和植被恢复等复垦措施。

（1）土地平整

采取削坡措施后，用推土机对场地进行推压整平，使地面平整度满足后期覆土和植被恢复要求。

（2）表土回覆

从表土堆放场转运表土或购买表土，运距小于 500m，回覆至平整后场地表面，覆土厚度 50cm，先回覆 30cm 黏土，压实后再覆土 20cm 至设计覆土厚度。

（3）土壤培肥

选择施有机肥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，施肥量为 30t/hm^2。

（4）恢复植被

1）植被选择：树种选择刺槐，其为项目区优势树种，并具有耐干旱、耐贫瘠、抗逆性强等特点；草本选择矿区废弃区域自然生长旺盛的白羊草和狗牙根。

2）栽植方法：选根系发育良好的壮苗，胸径 3.0cm，树高 150cm 以上，按照行株距 2m×2m，先挖好种植穴，用表土埋根，提苗踩实，使根系舒展，埋土与地表相平，做好水盆浇水，水渗后覆一层土。栽植一般在春季抢墒进行人工栽植。

3）抚育管理：造林后及时灌水 2～3 次，针对肥力较差，结合实地情况施一定量的肥料。每年穴内除草 2～3 次。对未成活的树木应第二年及时补栽，根据项目区气候特点，认为春季栽种较为适宜，最好在雨季来临前完成补种作业。刚补种幼苗柔弱，根系浅，应加强管理。

3、废水处理站复垦措施

废水处理站复垦为乔木林地，拟采取的复垦措施包括建筑物拆除、充填处理池、土地平整、回覆表土、土壤培肥和植被恢复等复垦措施。

（1）建筑物拆除

用机械方式拆除地面建筑物和构筑物，破碎清理硬化地面，产生的建筑垃圾全部充填至井下。

（2）充填处理池

用采矿废石充填废水处理池至地面标高。

（3）土地平整

用推土机对场地进行推压整平，使地面平整度满足后期覆土和植被恢复要求。

（4）表土回覆

从表土堆放场转运表土或购买表土，运距小于 500m，回覆至平整后场地表面，覆土厚度 30cm，先回覆 30cm 黏土，压实后再覆土 20cm 至设计覆土厚度。

（5）土壤培肥

选择施有机肥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，施肥量为 30t/hm^2。

（6）恢复植被

1）植被选择：树种选择刺槐，其为项目区优势树种，并具有耐干旱、耐贫瘠、抗逆性强等特点；草本选择矿区废弃区域自然生长旺盛的白羊草和狗牙根。

2）栽植方法：选根系发育良好的壮苗，胸径 3.0cm，树高 150cm 以上，按照行株距 2m×2m，先挖好种植穴，用表土埋根，提苗踩实，使根系舒展，埋土与地表相平，做好水盆浇水，水渗后覆一层土。栽植一般在春季抢墒进行人工栽植。

3）抚育管理：造林后及时灌水 2～3 次，针对肥力较差，结合实地情况施一定量的肥料。每年穴内除草 2～3 次。对未成活的树木应第二年及时补栽，根据项目区气候特点，认为春季栽种较为适宜，最好在雨季来临前完成补种作业。刚补种幼苗柔弱，根系浅，应加强管理。

4、办公生活区复垦措施

办公生活区使用完毕后，对其进行复垦，复垦方向为乔木林地，在地质环境治理措施的基础上，拟采取的复垦措施包括建筑物拆除、土地平整、回覆表土、土壤培肥和植被恢复等复垦措施。

（1）建筑物拆除

用机械方式拆除地面建筑物和构筑物，破碎清理硬化地面，产生的建筑垃圾全部充填至井下。

（2）土地平整

用推土机对场地进行推压整平，使地面平整度满足后期覆土和回覆植被要求。

（3）表土回覆

从表土堆放场转运表土或购买表土，运距小于 500m，回覆至平整后场地表面，覆土厚度 30cm，先回覆 30cm 黏土，压实后再覆土 20cm 至设计覆土厚度。

（4）土壤培肥

施有机肥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，施肥量 30t/hm^2。

恢复植被

1）植被选择：树种选择刺槐，其为项目区优势树种，并且具有耐干旱、耐贫瘠、抗逆性强等特点；草本选择矿区废弃区域自然生长旺盛的白羊草和狗牙根。

2）栽植方法：选根系发育良好的壮苗，胸径 3.0cm，树高 150cm 以上，按照行株距 2m×2m，先挖好种植穴，用表土埋根，提苗踩实，使根系舒展，埋土与地表相平，做好水盆浇水，水渗后覆一层土。栽植一般在春季抢墒进行人工栽植。

3）抚育管理：造林后及时灌水 2～3 次，针对肥力较差，结合实地情况施一定量的肥料。每年穴内除草 2～3 次。对未成活的树木应第二年及时补栽，根据项目区气候特点，认为春季栽种较为适宜，最好在雨季来临前完成补种作业。刚补种幼苗柔弱，根系浅，应加强管理。

5、地表移动范围复垦措施

地表移动范围复垦为乔木林地，拟采取充填裂缝和植被补种等复垦措施。

（1）充填工程：由于土地损毁程度较轻，可能出现的裂缝主要为浅窄开裂。充填工艺如下：裂隙充填的充填物选择井巷掘进废石，方式为人工充填。当充填高度距剥离后地表 1.5m 左右时，开始用木杠第一次捣实，然后每充填 0.3m 左右捣实一次，当充填高度距离地表 0.3m 时用表土进行充填，并捣实直至与地表齐平后为止，详见图 5.3-2。

图 5.3-2 充填地表裂缝示意图

根据经验，若塌陷裂缝宽度为 a(m)，则塌陷裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

$$W = 10\sqrt{a}，(\mathrm{m}) \qquad (5.1)$$

设塌陷裂缝的间距为 C，每亩的裂缝条数为 n，则每亩面积塌陷裂缝的长度 U 可按下列经验公式计算：

$$U = \frac{666.7}{C}n，(\mathrm{m}) \qquad (5.2)$$

每亩地塌陷裂缝充填土方量可按下列经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2}a \cdot U \cdot W，(\mathrm{m^3/亩}) \qquad (5.3)$$

根据经验统计，轻度沉陷损毁程度相应的裂缝宽度（a），以及裂缝的间距（C）和条数（n）等数据如表 5.3-2 所示，见代入式（5.1）～式（5.3）计算，

轻度损毁每亩塌陷裂缝充填所需土方量 3.2m³，合每公顷 48 m³，其中充填表土 13.5 m³。

表 5.3-2 每亩沉陷地裂缝充填土方量（V）计算（m³）

损毁程度	裂缝宽度 a(m)	裂缝间距 C(m)	裂缝条数 n	裂缝深度 W(m)	裂缝长度 U(m)	充填裂缝土方量 V(m³)
轻度	0.1	50	1.5	3.2	20	3.2
中度	0.2	40	2	4.5	33.3	15.0

植被补种：乔木林地按株行距为 2m×2m，树种跟周边一致，由于林地损毁程度较轻，林木补种工程量按全部种植工程量的 10%计算。

（三）主要工程量

1、PD865 平硐工业场地复垦工程量

（1）清理工程

场地平台面积 0.27hm²，地面容积率按 50%计算，建筑面积约 1350m²，硬化地 1350m²。建筑物拆除每平方米方量约 0.25m³，硬化地面拆除每平方米约 0.10m³，共拆除清理建筑垃圾 472.5m³，用于充填井巷和封堵硐口。

（2）平整工程

建筑物和硬结地面拆除后，用人工或机械方式对土场场地内地面起伏较大的区域进行平整，以满足作为农村宅基地对平整度的要求，场地平整面积 0.27hm²。

表 5.3-3 PD865 平硐工业场地土地复垦工程量

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	清理工程		
1	砌体拆除	100m³	4.725
（二）	平整工程		
	场地平整	100m²	27

1、其他工业场地平台复垦工程量

（1）清理工程

场地平台面积 1.25hm²，地面建筑物多为单层砖混结构，容积率较低，按 0.1 算，其余面积按全部硬化处理，建筑面积约 1250m²，硬化地 11250m²。建筑物拆除每平方米方量约 0.25m³，硬化地面拆除每平方米约 0.10m³，共拆除清理建筑垃圾 1437.5m³，用于充填井巷和封堵硐口。

（2）平整工程

建筑物和硬结地面拆除后，用人工或机械方式对土场场地内地面起伏较大的区域进行平整，以满足后期覆土和植被恢复要求，场地平整面积 1.25hm^2。

（3）表土剥覆工程量

植被恢复之前回覆表土 50cm，覆土面积 1.25hm^2，覆土工程量 6250m^3，运距小于 500m。

（4）生物化学工程

对置换的表土通过撒施有机肥的方式进行培肥，撒施面积 1.25hm^2，每公顷撒施工程量 30t，共需施有机肥 37500kg。

（5）植被重建工程

采用乔草结合的方式恢复植被，乔木行株距 2m×2m，种植乔木 3125 株，撒播草籽 1.25hm^2。

表 5.3-3　其他工业场地平台土地复垦工程量

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	清理工程		
1	砌体拆除	100m^3	14.375
（二）	平整工程		
	场地平整	100m^2	125
（三）	表土剥覆工程		
1	表土回覆	100m^3	62.50
（四）	生物化学措施		
1	施有机肥	kg	37500
二	植被重建		
（一）	林草地恢复工程		
1	种植乔木	100 株	31.25
2	撒播草籽	hm^2	1.25

2、其他工业场地边坡复垦工程量

（1）平整工程

采取削坡措施后，用人工或机械方式对土场场地内地面起伏较大的区域进行平整，以满足后期覆土和植被恢复要求，场地平整面积 0.45hm^2。

（2）表土剥覆工程量

植被恢复之前回覆表土 50cm，覆土面积 0.45hm^2，覆土工程量 2250m^3，运距小于 500m。

（3）生物化学工程

对置换的表土通过撒施有机肥的方式进行培肥，撒施面积 0.45hm^2，每公顷撒施工程量 30t，共需施有机肥 13500kg。

（4）植被重建工程

采用乔草结合的方式恢复植被，乔木行株距 2m×2m，种植乔木 1125 株，撒播草籽 0.45hm^2。

表 5.3-4 其他工业场地边坡土地复垦工程量

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	平整工程		
	场地平整	100m^2	45
（二）	表土剥覆工程		
1	表土回覆	100m^3	22.50
（三）	生物化学措施		
1	施有机肥	kg	13500
二	植被重建		
（一）	林草地恢复工程		
1	种植乔木	100 株	11.25
2	撒播草籽	hm^2	0.45

3、废水处理站

（1）清理工程

废水处理站面积 0.19hm^2，地面容积率按 0.5 算，其余面积全部按硬化处理，建筑面积约 950m^2，硬化地 950m^2。建筑物拆除每平方米方量约 0.25m^3，硬化地面拆除每平方米约 0.10m^3，共拆除清理建筑垃圾 332.5m^3，用于充填井巷和封堵硐口。

（2）充填工程

根据充填站设计资料，废水处理站设计有调节池、事故池、组合处理池、高效沉淀池、污泥沉淀池和回用水池等，钢筋混凝土结构，硬化区域拆除后，采用废石对处理池进行回填，充填至与地表平齐。根据各处理池尺寸，充填废石量为 1995.24m^3，运距小于 500m。

（3）平整工程

建筑物拆除和处理池充填后，用人工或机械方式对土场场地内地面起伏较大的区域进行平整，以满足后期覆土和植被恢复要求，场地平整面积 0.19hm^2。

（4）表土剥覆工程量

植被恢复之前回覆表土 50cm，覆土面积 0.19hm^2，覆土工程量 950m^3，运距小于 500m。

（4）生物化学工程

对置换的表土通过撒施有机肥的方式进行培肥，撒施面积 0.19hm^2，每公顷撒施工程量 30t，共需施有机肥 5700kg。

（5）植被重建工程

采用乔草结合的方式恢复植被，乔木行株距 2m×2m，种植乔木 475 株，撒播草籽 0.19hm^2。

表 5.3-5　废水处理站土地复垦工程量

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	清理工程		
1	砌体拆除	100m^3	3.325
（二）	充填工程		
1	处理池充填	100m^3	19.9524
（三）	平整工程		
	场地平整	100m^2	19
（四）	表土剥覆工程		
1	表土回覆	100m^3	9.50
（五）	生物化学措施		
1	施有机肥	kg	5700
二	植被重建		
（一）	林草地恢复工程		
1	种植乔木	100 株	4.75
2	撒播草籽	hm^2	0.19

4、办公生活区

（1）清理工程

办公生活区面积 0.24hm^2，地面容积率按 0.5 计算，其余面积全部按硬化处理，建筑面积约 1200m^2，硬化地 1200m^2。建筑物每平方米拆除量约 0.25m^3，硬化地面拆除每平方米约 0.10m^3，共拆除清理建筑垃圾 420m^3，用于充填井巷和封堵硐口。

（2）平整工程

建筑物和硬结地面拆除后，用人工或机械方式对土场场地内地面起伏较大的区域进行平整，以满足后期覆土和植被恢复要求，场地平整面积 0.24hm^2。

（3）表土剥覆工程量

植被恢复之前回覆表土 50cm，覆土面积 0.24hm^2，覆土工程量 1200m^3，运距小于 500m。

（4）生物化学工程

对置换的表土通过撒施有机肥的方式进行培肥，撒施面积 0.24hm^2，每公顷撒施工程量 30t，共需施有机肥 7200kg。

（5）植被重建工程

采用乔草结合的方式恢复植被，乔木行株距 2m×2m，种植乔木 600 株，撒播草籽 0.24hm^2。

表 5.3-6 办公生活区土地复垦工程量

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	清理工程		
1	砌体拆除	100m^3	4.20
（二）	平整工程		
	场地平整	100m^2	24
（三）	表土剥覆工程		
1	表土回覆	100m^3	12.0
（四）	生物化学措施		
1	施有机肥	kg	7200
二	植被重建		
（一）	林草地恢复工程		
1	种植乔木	100 株	6
2	撒播草籽	hm^2	0.24

5、地表移动范围

地表移动范围全部复垦为乔木林地，面积 10.45hm^2。

（1）充填工程

地裂缝充填：对因地表变形引起的地裂缝进行充填，由于土地损毁程度为轻度损毁，每公顷充填裂缝工程量为 48m^3，需要充填裂缝面积 10.45hm^2，充填裂缝工程量为 501.6 m^3，其中表土量 141.08m^3，运距小于 500m。

（2）林草地恢复工程

植被补种：针对地表移动范围内塌陷损毁的林地进行植被补种，按照行株距 2m×2m 计算工程量的 10%计，乔木林地面积 10.45hm^2，需要补种乔木 2613 株。

表 5.3-7 地表移动范围土地复垦工程量

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	充填工程		
1	地裂缝充填	100m^3	5.016
二	植被重建		
（一）	林草地恢复工程		
1	种植乔木	100 株	26.13

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

制定含水层破坏修复措施的目标在于通过一定的技术措施，减少含水层结构破坏、延缓水位下降、减少疏干量、减轻水质恶化，保护地下水资源，确保矿区及周围村庄村民生产生活用水需求不受矿山开采影响。并采取可能的措施恢复被破坏的含水层。

含水层保护和治理的任务是科学开发、合理利用、加强监督管理和动态观测，防止水量衰竭和水质恶化，避免影响周边居民生产生活用水或引起生态退化。

（二）技术措施

根据目前的技术条件，对含水层破坏还没有更好的治理措施，主要的保护措施就是设计开采工程中优化设计，尽量减少对含水层结构的破坏，减少矿坑排水量，减缓地下水水位下降，同时加强矿坑水、废水排放管理，提高废水处理和循环利用水平，加强水位和水质监测，并根据需要采取措施，保证矿区及周围村民生产生活供水需求。

地下水及含水层一旦被破坏后将很难恢复，因此，矿山在设计和建设运营过程中应做好地下水及含水层的保护工作，方案拟采取以下措施：

（1）设计井巷工程应尽量减少穿过主要含水层或主要含水带，开采过程中按照设计开采，避免滥采滥挖对含水层造成不必要的破坏。

（2）开采过程中，在井巷施工揭穿地下含水层时要及时封堵，堵截含水层中地下水的溢出，减少疏干排水量，减缓地下水水位下降。

（3）矿山开采过程中，对井下涌水进行取样检验，对受到矿山开采污染的地下水和未受矿山开采污染的地下水分开进行处理，减少废水产生量和废水处理工作量。

（4）工业场地、矿石和废石临时堆场及废水处理站周边修建截排水沟，定时清理沟道，防止淤塞，使地表水疏排通畅，实现雨污分流，减少污水产生量。工业场地、废水处理站采取防渗处理，避免废水入渗对地下水水质造成污染。

（5）在工业场地内和拦渣坝下方修建集水池，收集矿井涌水和废石淋溶水，并通过废水处理站处理后循环使用或达标排放。

（6）建立地下水监测系统，对含水层地下水位、水质及矿坑涌水量进行跟踪监测，以便及时发现问题采取措施，避免废水排放使地下水水质发生恶化。

（7）矿山闭坑后，对矿山硐口进行封堵密闭。由于硐口标高位于侵蚀基准面和平均地下水位，矿井封闭后一般无矿井水流出，矿山地下水文能够得到一定的恢复。闭坑后复垦治理时，保留截排水设施，设计覆盖黏土隔离层，可以大大减少废石淋滤水产生量。

（8）矿山基建和生产过程中避免对地表植被造成大面积破坏，并积极开展复绿工程，利用植被的蓄水保水功能，减少地下水资源的漏失。

（9）矿山闭坑采取治理措施后，继续对周边地下水环境进行监测，发现问题或未达到治理效果，应及时采取应对措施，对恢复治理方案进行整改。

（10）矿山地质及环境恢复治理与土地复垦工程验收后，当地环境主管部门例行监测发现由于矿山生产建设遗留的环境污染问题，矿山企业和主要负责人仍应对其负责。

（三）主要工作量

含水层修复工程部分与矿山主体工程设计结合实施，投资费用列入生产成本；废水处理站正在建设，相关费用计入环保费用；集水池建设工程计入含水层预防工程；相关监测工程量计入矿山地质环境监测工程。

五、水土环境污染修复

（一）目标任务

通过采取技术可行、经济合理的综合防治措施体系，尽可能减少矿山开采对周边水土资源的污染和破坏，确保矿区及周边居民食品安全，实现矿山生产、生态环境保护和区域经济的协调发展。

（二）技术措施

1、水环境污染修复

（1）先探后采，并加强地下水水位和涌水量监测，开采过程中，在井巷施工揭穿地下含水层时要及时封堵，堵截含水层中地下水的溢出，减少疏干排水量。矿山开采过程中，对井下涌水进行取样检验，对受到矿山开采污染的地下水和未受矿山开采污染的地下水分开进行处理，减少废水产生量。

（2）工业场地、废石和矿石临时堆场和废水处理站周边修建截排水设施，实现雨污分流。

（3）废石和矿石临时堆场上方修建防雨棚，防止矿石和废石受雨水冲刷浸入地表水体。

（4）工业场地、废水处理站等区域采取地面硬化措施，减少地表径流入渗产生生产废水。

（5）工业场地和拦渣坝下游修建集水池，收集矿坑涌水和废水淋溶水，通过管道输送至废水处理站处理后，循环使用或达标排放。

（6）设备维修厂废水经车间隔油池除去石油类污染物后和生活废水一起，经一体化生活污水处理系统处理后达标外排。

（7）加强对地表水体水质监测，根据需要，采取清除河底污泥和利用藻类和水生植物对污染水体进行修复。

（8）矿山闭坑后，对矿山硐口进行封堵密闭。闭坑后复垦治理时，保留截排水设施，设计覆盖黏土隔离层，避免矿井涌水和废石淋溶水继续污染地表水体。

（9）闭坑采取治理措施后，继续对周边水体进行监测，发现问题或未达到治理效果，应及时采取应对措施，对恢复治理措施进行整改。恢复治理工程验收后，当地环境主管部门例行监测发现由于矿山生产建设遗留的环境污染问题，矿山企业和主要负责人仍应对其负责。

2、土壤环境污染修复

现状情况下矿山不存在污染情况，后期矿山开采过程中，采取雨污分流、废水收集处理和达标排放，地面硬化处理等措施，对土壤污染的可能性较小。在采取监测措施的基础上，根据监测结果，若发现受到污染的土壤，可采取以下修复治理措施：

（1）物理修复工程：包括客土、翻土、覆土等。即在污染土壤中加入大量干净土壤或在污染土壤上覆盖新土或将污染土壤移走换上未被污染的土壤或将污染土壤通过深翻到土壤底层，以达到稀释的目的，有效地减少污染土壤对环境的影响。

（2）化学修复工程：对于重金属污染土壤，可以考虑加入固化剂和改良剂，钝化土壤中重金属活性，或采取淋滤法、电化学方法使土壤中污染物含量降低，达到改良和修复土壤的目的。

（3）植被修复工程：利用植物忍耐和超量积累某种或某些化学元素的特性，或利用植物及其根系微生物与环境之间的相互作用，对污染物进行吸附、吸收、富集，然后对植物进行集中处理，最终使土壤功能得到恢复。

（三）主要工作量

对水环境污染修复主要是修建污水处理站、集水池和截排水沟等，污水处理站正在建设；集水池和截排水沟在地质环境预防工程中设计和计算工程量。对土壤环境污染修复工程措施以监测及预防为主，相关监测工作计入监测措施工作量；若发生土壤污染，采取物理修复、化学修复及植被修复，相关费用取之风险金。

六、矿山地质环境监测

地质环境监测是从维护良好的地质环境、降低和避免地质环境风险出发，运用各种手段和方法，对地质环境问题成因、数量、规模、范围和影响程度进行观测记录，是准确掌握矿山地质环境动态变化及防治措施效果的重要手段和基础性工作，是本方案的重要组成部分。

该矿山主要地质环境问题为地下开采引起的地表变形、工业场地填筑边坡可能失稳引发的滑坡、泥石流等地质灾害，矿山开采造成含水层结构破坏，矿井涌水引起周边含水层下降、矿山基建和生产引起的地形地貌景观破坏以及废水和固体废弃物排放可能引起的水土环境污染等。因此，矿山地质环境监测包括地质灾害、含水层、地形地貌景观与水土环境污染监测。

（一）目标任务

目标：通过对矿山地质环境的监测，及时掌握矿山地质环境问题现状、发展和演化趋势以及引发因素，为矿山安全生产、矿山地质环境的保护与恢复治理提供基础资料，为矿山地质环境保护主管部门实施矿山地质环境监督管理提供科学依据。

任务：根据矿山地质环境现状及预测评估的结果，对地表变形区域、工业场地等地质灾害可能影响到的区域进行地表变形和地质灾害的监测，对地下水影响区域进行地下水水位和水质监测，对引起地形地貌景观破坏的区域进行地形地貌景观监测，在可能引起水土环境污染的区域布设监测点，进行水土环境污染监测。

（二）技术措施

1、地质灾害监测

滑坡和采空塌陷等地质灾害以地表变形、地面质点移动为主要特征。该类地质灾害监测以地表变形监测为主，并对致灾因素进行观测记录，逐步建立地质灾害预警系统。

（1）监测目的

对地表变形区域和工业场地边坡移动变形情况进行观测，并进行纵向对比，得出地表变形规律，根据相关理论并结合其他致灾因素变化情况，对地质灾害进行预警，尽量避免地质灾害造成人员伤亡和经济损失。

另一方面，通过监测结果，可以检验地质灾害评估结论，为治理工程提供可靠资料和科学依据；还可以对防治工程的效果进行检验。

（2）监测点布设原则

地表移动变形沿勘探线和垂直勘探线布置监测线，监测线上每 50m 布置 1 个监测点，每个工业场地不稳定边坡布置一个监测点。其余工业场地、办公生活区和矿山道路区域，每个区域布置一个监测点，采用人工巡视的方法，进行监测。监测过程中发现异动的地方，应布置临时监测点，加密监测。

（3）监测点布设

地表移动变形区域平行勘探线布置两条监测线，垂直勘探线布置一条勘探线，沿勘探线每 50m 布置一个监测点，共布置 21 个监测点；PD925、PD965 和工业场地（排土场）不稳定边坡布置 1 个监测点，共布置 3 个监测点，另外矿区范围外布置 1 个基准站。总共布置监测站 25 个，编号依次为 B1-B25。

人工巡视范围包括各工业场地、办公生活区、矿山道路等区域，每个区域布置一个监测点，共布置 10 个监测点。

（4）监测方法

采用 GNSS 位移监测系统，实时获取各监测点位坐标和高程信息，通过数据传输技术上传到计算平台，统计解析软件计算出各监测点位的水平和高程等位置变化信息，通过移动终端可以实时查看实时数据。当地表地形发生异常，系统通过电话、短信、邮件等途径发出预警。

同时配合地表移动自动监测，安排专业人员分区域进行巡视，查看地表裂隙和变形状况，以便随时发现变形异常情况。

（5）监测的具体内容

主要是监测收集地表移动范围、工业场地填筑边坡等区域布置监测点的三维坐标。通过阶段平台分析各监测点的变化量、变化趋势。通过巡视，记录截排水沟、拦渣坝等附属设施的运行状况，记录降雨量和采空区周边裂缝和废石边坡变形情况等。对地质灾害发生发展情况进行预测和预警。

（6）监测频次

自动监测站可实时获得地表变形数据。人工巡视每个月一次，雨季每月两次。暴雨前后，变形量增大和变形速率加快时根据情况加大巡查力度。

（7）技术要求

1）因为使用差分定位技术，所以至少要有一个基准站；

2）为保证对成功捕获卫星信号进行精准定位，要求天线上空应不要有遮挡物，最好在视野开阔的场景使用；

3）基准站安装在位置不会发生位移变动的稳固的地方，测量站安装在可能会出现位移变化的地方，即需要测量位移形变的地方；

4）立杆安装位置，需确保太阳能板周围不会有被遮挡的情况。安装太阳能板，需注意太阳能板位置，朝南。

2、地下水监测

（1）监测目的

矿山开采对基岩裂隙水结构造成破坏，矿井涌水引起基岩裂隙含水位下降，矿井涌水和废石淋溶水排放造成第四系孔隙含水层水质恶化。通过对地下水监测，来掌握地下水水位和水质污染变化情况，检验降落漏斗影响范围，为含水层破坏防治提供可靠资料和科学依据。

（2）监测内容和方法

1）水位监测

选择周边民井和矿山监测孔，通过钢尺水位仪对地下水进行监测。

2）水质监测

由人工采取水样，按《地下水环境质量标准》（GB/T 14848-2017）规定选择地下水水质监测项目对水样进行监测分析。主要监测 pH、可溶固体、六价铬、砷、铜、铅、锌、镉、锰、铁、镍、锑等 12 项。

（3）监测点部署

选择矿区范围北侧庆家沟村三口民井对第四系孔隙含水层水位和水质进行监测，从上游至下游分别为民井 1、民井 2 和民井 3，选择 ZK1101、ZK3001 和 ZK401 对基岩裂隙含水层水位和水质进行监测，并增加上游民井作为参考点，水文监测点编号分别为 D1~D7。水位水质观测频率每半年一次。

（4）技术要求

1）做好监测点的护管工作，水位观测点应做上标记，使观测位置在同一个点上；

2）地下水监测的方法和精度满足《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）的要求。

3、地表水体监测

（1）监测目的

为了分析矿山开采过程中，废水和固体废弃物排放对周边水体水质的影响情况，掌握周边水体水质变化规律，避免由于矿山开采造成的地表水体水质污染对周边居民生产生活用水严重影响。

（2）监测内容和方法：

根据《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》，结合本矿山的特点，选取 pH 值、COD、石油类、Cd、Zn、Pb、Cu、As、Sb、Cr^{6+}、硫化物，共 11 项指标，选取不同水体断面上的水样进行化验和对比分析。同时，对矿井涌水和废石淋滤水水量和水质进行监测。

（3）监测工作部署

在主要地表水体庆家沟上设置 4 个监测断面，分别位于废水处理站废水排放口上游 200m、废水排放口附近、废水排放口下游 500 和废水排放口下游 1000m ，在矿井涌水和废石淋滤水集水池各 2 设 1 个监测点，编号分别为 W1～W6。

每个监测点每半年月监测一次。

（4）技术要求

按照《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2-2022）进行布点、采样、监测项目分析和数据处理。

4、土壤污染监测

（1）监测目的

为了分析矿山开采过程中，对周边土壤污染情况，避免土壤污染造成的食品质量安全和土壤生态安全等。

（2）监测内容和方法：

根据《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004）在矿山开采可能对土壤环境造成影响的区域采集土样，采样深度为 0～20cm，采样方法为梅花布点法，多点采样，均匀混合后，四分法留取 1kg 作为监测样品，自然风干后送实验室分析。根据该矿山的特点选择分析 pH、镉、汞、砷、铜 、铅、铬、锌、镍、锑等 10 个指标。

（3）监测工作部署

工业场地下方永久基本农田、 办公生活区下方永久基本农田，污水处理站废水排放口下游农田、PD925 平硐工业场地下游林地和 965m 回风井周边林地各设 1 个监测点，编号依次为 T1～T5。每个监测点每半年月监测一次。

（4）技术要求

土样制备和分析要遵守《土壤环境质量标准农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）和《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004）等技术规范。

5、地形地貌景观破坏及恢复治理效果监测

（1）监测目的

及时反映矿区地形地貌和生态景观状况，适时掌握地貌景观破坏情况，了解恢复治理措施的实施效果，以便采取防护措施和修正恢复治理方案。

（2）监测点设置

地形地貌景观与恢复治理效果监测，共设监测点 7 个，PD865 工业场地和废石、矿石临时堆放场布置 1 个，PD889 工业场地和办公生活区布置 1 个、PD925 工业场地布置 1 个，废水处理站布置 1 个、工业场地（排土场）布置 1 个、PD965 工业场地和回风井工业场地布置 1 个，地表移动范围 1 个。编号依次 L1～L7。

（3）监测方法

监测方法采取遥感比对、人工巡视和测绘手段相结合，每 6 个月观测 1 次。

（4）监测内容

监测工作主要包括两个方面：一是基建和生产期对地形地貌景观破坏区域定位观测、调查，弄清生产建设对地形地貌景观扰动范围、损毁程度。二是掌握地质环境保护与恢复治理措施实施情况及防治效果，以便对达不到预期效果的，更改设计，采取补救措施。

（三）主要工程量

监测年限为矿山生产服务年限加上稳沉及复垦治理管护阶段，根据上述监测工程安排，经计算各类监测工程量如表 5.6-1 所示。监测点布置见图 5.6-1。

图 5.6-1 地质环境监测点布置图

表 5.6-1 地质环境监测工程量统计表

工程措施			单位	工程量
地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	25
		监测时间	年	12
		巡回监测	点·次	1440
地下水监测		水位	点·次	168
		水质	点·次	168
地表水质监测		水量	点·次	144
		水质	点·次	144
土壤污染监测			点·次	120
地貌景观及恢复治理监测			点·次	168

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

1、土地复垦监测目标任务

土地复垦监测包括土地损毁监测及复垦效果监测两部分内容。

土地损毁监测的目标任务：通过监测，及时掌握各损毁单元土地损毁的时间、程度及空间分布等情况，以便及时发现问题及时采取预防或补救措施，最大限度地减少土地损毁，并为复垦进度安排、工程设计等提供依据。

复垦效果监测的目标任务：对采取复垦工程措施的土地进行复垦效果监测，包括对各类复垦措施的工程数量和工程质量的监测，如复垦土壤质量、林草成活率、生长情况及覆盖率，工程措施的稳定性、完好程度和运行情况等，为复垦效果的评价提供依据。

2、管护措施目标任务

复垦工程的后期管护是复垦工作成败的关键，是保证复垦目标达成的必要手段。管护措施的目标任务是：采取措施使复垦工程质量达到方案制定的土地复垦质量要求，防止复垦土地生态或生产功能的减弱退化，实现方案制定的复垦目标，达到恢复生态和恢复土地可持续利用的目的。

（二）技术措施

1、土地损毁监测

（1）监测内容

根据庆家沟村锑矿矿山开采损毁土地的特点，针对工业场地（排土场）、办公生活区、废水处理站、废石和矿石临时堆场、矿山道路及地表移动范围等项目区后期土地可能损毁区域，监测土地损毁的时间、范围和损毁程度。

（2）监测方法

监测方法结合地质灾害监测及地形地貌景观监测，在监测区域布设监测点，采取卫片对比、使用 RTK-GPS 测量相结合的方式进行定位定量监测，对损毁土地面积进行统计，并结合人工巡视，确定土地损毁程度。

地表移动影响范围损毁时间、范围和程度，根据地表变形监测并结合卫片对比进行确定。后期使用土地，每个土地损毁单元（工业场地（排土场）、办公生活区、废水处理站、废石和矿石临时堆场、矿山道路及地表移动范围）布置 1 个监测点，共布置 6 个监测点，若通过卫片对比分析发现新的土地损毁区域，根据情况新增监测点数目。采用卫片对比、现场调查测量确定土地损毁范围，根据现状调查确定土地损毁程度。

（3）施测时间及频率

土地损毁监测总的时间为矿山生产服务年限和地表稳沉年限之和，约 8 年。每年 7～8 月份购买 1 次高清大比例尺遥感影像图，通过遥感影像解译和纵向对比，确定土地损毁区域。针对土地损毁区域，采用现场测量，确定土地损毁精确范围，通过现场调查确定土地损毁程度。方案设计土地损毁监测频率为每年一次，突发情况可加大监测频次。

2、复垦效果监测

（1）监测内容

土地复垦效果监测主要依据复垦质量要求对复垦工程实施后的各复垦单元进行土壤质量和植被生长状况监测，以便为下一步采取管护措施提供依据，从而保证复垦工程的质量。

（2）监测方法

监测方法为随机路线调查法。土壤质量监测通过土壤取样分析，确定土壤质量变化。根据复垦土地的分布特点，设计在每个复垦单元内设置 1～5 个随机取样点，土壤采取表层样，样品的采样标准和测试标准应符合国家或行业有关标准。检测土壤有机质含量、全氮、速效氮、速效磷、速效钾含量等数据。

复垦区植被生长状况采取人工整体观测，每期定性记录植被长势，测量郁闭度、覆盖率数据，并与已有记录数据对比，及时掌握植被的生长状况。

PD889 平硐工业场地、PD925 平硐工业场地、PD965 平硐工业场地、废水处理站、工业场地（排土场）、办公生活区、矿石和废石临时堆场、PD965 风井工业场地、地表移动范围每个区域设置 1 个监测点，共设 10 个复垦效果监测点。

（3）施测时间及频率

复垦效果监测时间同复垦方案管护期（3 年）。监测频率每年一次，每年的 7-8 月份监测。

3、管护措施

植物的管护对于复垦工作的成效具有重要影响，本方案拟对全部复垦土地进行管护，管护期为 3 年。管护内容主要包括保苗浇水、补种以及病虫害防治等。结合复垦区实际情况，方案设计具体管护措施如下：

（1）保苗浇水

植被恢复设计栽植刺槐、撒播狗牙根和高羊茅等，栽植季节选在春季。

树苗要发育良好，根系完整，无病虫和机械损伤，起苗后应尽快栽植。按一般种树方法种植，苗木直立穴中，保持根系舒展，分层覆土，将土踏实，浇透水，再覆一层虚土，以利保墒。

林木栽种以后，及时浇水灌溉。特别是在幼苗的保苗期和干旱季节，注意多浇水；矿区雨季降水较多，可适当减少浇水，主要工作为保证苗木不受损。

（2）植株补种

树木种植好后，要做好管护和抚育工作，精细管理，以保证栽种的成活率。对未成活的苗木，应及时补栽。针对乔木，栽植当年应注意苗木扶正，适当培土。对生长状况不好的区域，进行施肥、除草等。

（3）病虫害防治：对于出现的各类病虫害要及时进行防治。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时施用药物等控制病虫害的发生发展。

土地复垦项目工程完成后，矿山应确定管护主体，建立严格的管护责任制，落实到具体管理人员，明确管护内容，并实行轮流巡查制度，掌握管护动态，发现问题及时处理。

（三）主要工程量

1、监测工程量

土地损毁监测每年施测一次，复垦效果监测每年施测一次。监测工程量详见表 5.7-1。

表 5.7-1　　监测措施工程量表

监测项目	监测内容	监测点数（个）	监测频次（次/年）	监测年限（年）	工程量（点·次）
土地损毁监测	损毁面积及程度等	6	1	8	48
复垦效果监测	土壤质量监测	10	1	3	30
	植被生长状况监测	10	1	3	30

2、管护工程量

除复垦为农村宅基地的区域，其他复垦区域全部纳入管护范围，管护期为 3 年，总面积 37.74hm^2。具体管护工程量详见表 5.7-2。

表 5.7-2　　管护措施工程量表

序号	复垦区域	管护面积	管护年限	合计
2	PD889 平硐工业场地	0.12	3 年	0.36
3	PD925 平硐工业场地	0.42	3 年	1.26
4	PD965 平硐工业场地	0.17	3 年	0.51
5	废水处理站	0.19	3 年	0.57
6	工业场地（排土场）	0.98	3 年	2.94
7	办公生活区	0.24	3 年	0.72
9	PD965 风井工业场地	0.01	3 年	0.03
10	地表移动范围	10.45	3 年	31.35
合计		12.58		37.74

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作

一、总体工作部署

（一）矿山地质环境保护与土地复垦工作目标

1、总体目标

根据矿山地质环境保护与土地复垦的各项法律法规，以及相关主管部门对矿山地质环境保护与土地复垦工作的相关要求，建立矿山地质环境保护与土地复垦管理机制，规范矿业生产活动，促进矿山地质环境保护与采矿活动的协调发展，切实有效地保护土地资源。坚持科学发展观，通过落实矿山地质环境保护与恢复治理措施和土地复垦措施，最大限度地避免和减轻因矿山开采引发的地质灾害威胁，减轻对含水层的破坏及水土环境的污染，减轻对地形地貌景观和土地资源的影响和破坏，最大限度地保护矿山地质环境，恢复土地利用状态，创建绿色矿山，使矿区经济可持续发展。

2、具体目标

（1）消除地质灾害威胁，确保矿山和周边居民生命财产安全。工业场地边坡失稳可能引起的滑坡和泥石流，除影响生产设施和人员安全外，还会影响下游农田、办公生活区、居民点和道路等；地下开采可能引起的地面塌陷和地裂缝，会对其范围内林地生态环境和活动在其中的零星居民造成影响。方案拟通过合理的保护和治理措施，以期减轻乃至消除地质灾害的威胁。

（2）井巷工程开拓和矿山开采产生的导水裂隙带，会对含水层结构造成破坏，地下水向矿坑排泄会引起周边地下水水位下降，废水和固体废弃物排放会对地下水水质造成影响。矿山应从优化开采工艺、修建截排水措施和防雨棚等措施入手减少废水产生量，修建集水池，对生产废水收集和处理，提高废水处理和利用水平，采取防渗设施，减少对废水的入渗，同时加强地下水位和水质监测，掌握地下水变化情况，以便及时采取措施。

（3）采取合理的措施保护与修复生态景观。通过保护与治理措施，减轻矿山开采对地形地貌景观的破坏，对已经造成的生态景观破坏进行修复，以期恢复原始的生态景观特征。

（4）通过雨污分流，合理设计井巷工程，出售废石减少废石堆存和矿山涌水分类管理等措施，减少废水产生量，通过建设集水池，收集矿井涌水和废石淋滤水

进行处理后达标排放，减少排放废水中污染物浓度，通过植树种草等水保措施，以及加强生产工艺的管理和设备维护从而避免环境事故发生等措施，减少矿山开采造成的水土环境污染。

（5）通过合理规划和统筹安排，节约集约利用土地；通过监测和保护措施，减少对土地不必要的破坏；通过土地复垦措施使被破坏的土地得到合理的恢复和利用，提高土地的利用效率，改善土地的利用结构。

（二）矿山地质环境保护与土地复垦任务

矿山地质环境保护与土地复垦方案的实施旨在综合保护与修复矿山地质环境，对损毁的土地进行复垦，控制或消除矿山地质环境隐患，恢复矿山建设、生产活动对地质环境和土地资源的破坏。结合本矿实际情况，矿山地质环境保护与土地复垦任务主要包括：

1、矿山地质环境保护与恢复治理工程任务

（1）对地下开采引起的地表变形进行监测，对地表移动范围采用铁丝进行围挡，并设置警示牌，建立实时监测预警系统，减少采空塌陷地质灾害对周边居民和工作人员造成威胁。稳沉后及时对地面塌陷和地裂缝进行充填，避免水土流失和由此引起的次生地质灾害。

（2）工业场地（排土场）下游修建拦挡和上游修建截排水设施。加强废石排弃管理避免形成软弱夹层，对达到排弃境界的边坡采取削坡措施，建立实时监测预警系统，避免发生滑坡和泥石流等地质灾害，消除对生产生活设施、工作人员及下游农田及居民的威胁。

（3）合理设计采矿井巷，加强顶底板管理，采取合理的保护措施，使矿山开采活动对地下含水层破坏降到最低；对矿井涌水进行分类管理，减少矿井污染废水排放。加强废石综合利用，修建截排水设施，减少废水产生量。修建集水池和废水处理站，提高生产生活废水的收集和循环利用水平，采取防渗措施，减少生产废水向地下入渗，减轻矿山开采对地下水水质的影响。加强地下水水位和水质监测，以便发现问题及时采取措施，保证周边居民正常生产生活供水需求。

（4）根据生态景观特点，当地自然地理条件，地形地貌景观破坏特征和程度，采取合理的措施修复由于采矿活动对地形地貌的破坏，采取有效工程措施和生物措施，改善由于采矿造成的景观破坏，修复生态景观。

（5）加强生产工艺的管理和相关设备的维护，避免环境事故的发生，减轻矿山开采对地表水土环境的污染。

（6）建立地表移动变形监测系统，对矿山开采影响区域进行地质灾害监测和预警，尽量避免或减少地质灾害造成的损失。对地下水位、水质和地表水土环境进行监测，避免对地下水和地表水土环境造成不必要的污染和破坏。对地形地貌景观和土地资源损毁进行监测，减少对地形地貌景观和土地资源的影响。

2、土地复垦工程任务

（1）对拟损毁土地区域采取表土剥离措施，堆放于工业场地西侧，并对堆放表土采取必要的管护措施，保护表土资源。

（2）对后续开采继续使用的损毁单元土地状态进行损毁监测，掌握土地损毁情况，采取措施预防或减少损毁土地，并为上述土地损毁区域复垦工程设计和进度安排提供依据。

（3）对地表移动范围、工业场地、办公生活区和废水处理站等区域，根据土地复垦质量要求，采取切实有效的工程措施和生化措施进行复垦，恢复损毁土地生产和生态功能，使得损毁土地恢复到损毁前生产力水平。

（4）对复垦区域土地的复垦效果进行监测，为管护措施提供依据。

（5）对复垦区域土地采取必要的管护措施，以保证复垦质量达到预期效果。

二、阶段实施计划

矿山地质环境保护与土地复垦工作根据“以人为本，因地制宜，预防为主，防治结合”的原则开展，做到预防和治理相结合，工程措施与生物防治相结合，治理与发展相结合，总体规划，分步实施。根据设定目标与治理原则，针对矿区实际情况，对矿山地质环境治理和土地复垦工作进行分阶段分解，设定各阶段的治理目标和任务。

矿山采矿许可证剩余年限为 6.6 年，稳沉期约 1.4 年，治理复垦期 1 年，管护年限 3 年，本方案的服务年限为采矿证剩余年限、稳沉期和治理复垦期与管护年限之和，约为 12 年（2024 年—2035 年）。

（一）矿山地质环境治理阶段实施计划

根据矿山开采计划及相关规范要求，按照不同时段矿山地质环境保护与恢复治理工作特点，本方案将矿山地质环境保护与恢复治理工作分为近期（2024 年—2028 年）、中远期（2029 年—2035 年）两个阶段。

1、近期（2024 年—2028 年）

该阶段为矿山基建及前期开采阶段。

该阶段矿山地质环境保护与恢复治理工作的主要任务为：根据设计建立监测系统，开始对地表变形、地质灾害、地下水水位和水质、水土环境污染情况、地形地貌景观破坏以及地质环境恢复治理和土地复垦效果的监测。

对废弃不用的工业场，采取削坡、修建截排水沟和植树种草等措施进行治理。新建工业场地（排土场）废弃土石排弃之前，修建截排水和拦挡措施，对场地残坡积层进行剥离，堆放在工业场地西侧并采取防护措施，用作后期复垦土源。排弃过程中加强管理，避免形成高陡边坡和软弱夹层。修建截排水沟实现雨污分流，废石和矿石临时堆场上部修建防雨棚，工业场地采取硬化措施，对矿井涌水根据污染情况分类管理，减少废水产生和排放量，修建集水池和废水处理站，对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标外排，防止对水土环境造成的污染。在地表移动范围周边设置铁丝护栏和警示牌。

2、中远期（2026 年—2035 年）

该阶段包括矿山后期开采，地表稳沉后集中治理和后期管护阶段。

该阶段矿山地质环境保护与恢复治理工作的主要任务包括：继续对地表变形、地质灾害、地下水水位和水质、水土环境污染情况、地形地貌景观破坏以及地质环境恢复治理效果的监测。

开采过程中，对矿井涌水根据污染情况分类管理，减少废水产生量；对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标排放，防止对水土环境造成污染。闭坑后，对工业场地（排土场）边坡进行削坡处理，对稳沉的地表移动区域实施充填裂缝，封堵硐口，拆除工业场地和办公生活区的建筑物，恢复植被。并对治理后的区域采取监测和管护措施。

表 6.2-1　地质环境恢复治理工程分阶段部署表

阶段	主要治理区域	任务	工程类型	治理措施		单位	工程量
第一阶段（2024 年—2028 年）	工业场地、办公生活区、废水处理站、地表移动范围	该阶段矿山地质环境保护与恢复治理工作的主要任务为：根据设计建立监测系统，开始对地表变形、地质灾害、地下水水位和水质、水土环境污染情况、地形地貌景观以及地质环境恢复治理和土地复垦效果的监测。对废弃不用的工业场，采取削坡、修建截排水沟和植树种草等措施进行治理。新建工业场地（排土场）废弃土石排弃之前，修建截排水和拦挡措施，对场地残坡积层进行剥离，堆放在工业场地西侧并采取防护措施，用作后期复垦土源。排弃过程中加强管理，避免形成高陡边坡和软弱夹层。修建截排水沟实现雨污分流，废石和矿石临时堆场上部修建防雨棚，工业场地采取硬化措施，对矿井涌水根据污染情况分类管理，减少废水产生和排放量，修建集水池和废水处理站，对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标外排，防止对水土环境造成的污染。在地表移动范围周边设置铁丝护栏和警示牌。	地质灾害预防	截排水沟	土方开挖	m^3	523
					浆砌石	m^3	387.4
				拦挡警示	铁丝围栏	延米	1400
					警示牌	个	14
			水土环境污染预防	截排水沟	土方开挖	m^3	89.6
					浆砌石	m^3	70.4
				遮挡措施	防雨棚	m^2	1500
				集水池	土方开挖	m^3	441
					浆砌石	m^3	81
			地质灾害治理	边坡工程	削坡	m^3	130
			地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	25
					监测时间	年	5
					巡回监测	点·次	600
			地下水监测		水位	点·次	70
					水质	点·次	70
			地表水质监测		水量	点·次	60
					水质	点·次	60
			土壤污染监测			点·次	50
			地貌景观及恢复治理监测			点·次	70
第二阶段（2029 年—2034 年）	工业场地、办公生活区、废水处理站、地表移动范围	继续对地表变形、地质灾害、地下水水位和水质、水土环境污染情况、地形地貌景观破坏以及地质环境恢复治理效果的监测。开采过程中，对矿井涌水根据污染情况分类管理，减少废水产生量；对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标排放，防止对水土环境造成污染。闭坑后，对工业场地（排土场）边坡	地质灾害治理	边坡工程	削坡	m^3	3250
				硐口封堵	充填废石	m^3	709.2
					浆砌石	m^3	141.84
			地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	0
					监测时间	年	7
					巡回监测	点·次	840

		进行削坡处理，对稳沉的地表移动区域实施充填裂缝，封堵硐口，拆除工业场地和办公生活区的建筑物，恢复植被。并对治理后的区域采取监测和管护措施。	地下水监测	水位	点·次	98
				水质	点·次	98
			地表水质监测	水量	点·次	84
				水质	点·次	84
			土壤污染监测		点·次	70
			地貌景观及恢复治理监测		点·次	98

（二）土地复垦阶段实施计划

根据矿山开采进度计划及相关规范要求，将土地复垦工程划分为 2 个阶段，第一阶段 5 年（2024 年—2028 年），第二阶段 7 年（2029 年—2035 年）。

1、第一复垦阶段（2024 年—2029 年）

该阶段为矿山基建及前期生产阶段，共 5 年。该阶段复垦任务主要包括新建工业场地（排土场）、办公生活区等拟损毁区域表土剥离管护工程，对不再使用的工业场地采取建筑物拆除、土地平整、回覆表土和恢复植被等措施。对后期使用和损毁土地区域进行土地损毁监测，对采取复垦措施的区域进行土地复垦效果监测和管护措施。复垦范围为 PD865 平硐工业场地、PD889 平硐工业场地、PD925 平硐工业场地和 PD965 平硐工业场地。

2、第二复垦阶段（2029 年—2035 年）

该阶段矿山后期开采、闭坑稳沉期后复垦及监测管护阶段，共 7 年。复垦范围包括工业场地（排土场）、办公生活区、废石和矿石临时堆场、废水处理站、PD965 平硐回风工业场和地表移动范围。该阶段复垦任务主要包括对闭矿后的办公生活区、工业场地（排土场）及废石和矿石临时堆场采取建筑物拆除、土地平整、回覆表土、恢复植被等复垦措施，对废水处理站采取建筑物拆除、处理池回填、土地平整、回覆表土和恢复植被措施，对稳沉的地表移动区域实施充填裂缝和恢复植被等复垦措施。继续对土地损毁情况和复垦效果进行监测，对复垦区域采取管护措施。

各阶段复垦区、复垦地类和面积、复垦工程量如表 6.2-2 所示。

表 6.2-2　　土地复垦工程分阶段部署表

阶段	复垦区域	复垦目标	静态投资	动态投资	序号	工程类别	单位	工程量
		乔木林地（hm^2）						
第一阶段（2024年—2028年）	PD865平硐工业场地、PD889平硐工业场地、PD925平硐工业场地和PD965平硐工业场地	0.83	66.09		1	表土剥离	$100m^3$	73.8
					2	覆土工程	$100m^3$	24.90
					3	砌体拆除	$100m^3$	7.59
					4	土壤培肥	kg	24900
					5	编织袋挡墙	$100m^3$	5.6
					6	种植乔木	100株	20.75
					7	撒播草籽	hm^2	0.83
					8	土地损毁监测	点·次	30
					9	土壤质量监测	点·次	12
					10	植被生长状况监测	点·次	12
					11	林地管护	hm^2	2.13
第二阶段（2029年—2034年）	工业场地（排土场）、办公生活区、废石和矿石临时堆场、废水处理站、PD965平硐回风工业场和地表移动范围	12.02	146.04		1	覆土工程	$100m^3$	47.1
					2	砌体拆除	$100m^3$	17.415
					3	充填废石	$100m^3$	19.952
					4	裂缝充填	$100m^3$	5.016
					5	场地平整	$100m^2$	240
					6	土壤培肥	kg	47100
					7	种植乔木	100株	65.38
					8	撒播草籽	hm^2	1.69
					9	土地损毁监测	点·次	18
					10	土壤质量监测	点·次	18
					11	植被生长状况监测	点·次	18
					12	林地管护	hm^2	35.61

三、年度实施计划

（一）地质环境治理工程年度实施计划

根据矿山开采进度，本方案对近期矿山地质环境保护与恢复治理工作部署制定详细的年度实施计划，各年度实施计划分述如下：

1、2024 年

根据设计建立监测系统，开始对地表变形、地质灾害、地下水水位和水质、水土环境污染情况、地形地貌景观破坏进行监测。对废弃不用的工业场，采取削坡、修建截排水沟和植树种草等措施进行治理。新建工业场地（排土场）废弃土石排弃之前，修建截排水和拦挡措施，对场地残坡积层进行剥离，堆放在工业场地西侧并采取防护措施，用作后期复垦土源。土石排弃过程中加强管理，避免形成高陡边坡和软弱夹层。修建截排水沟实现雨污分流，废石和矿石临时堆场上部修建防雨棚，工业场地采取硬化措施，对矿井涌水根据污染情况分类管理，减少废水排放处理量，修建集水池和废水处理站，对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标外排，防止对水土环境造成的污染。在地表移动范围周边设置铁丝护栏和警示牌。

2、2025 年

继续对地表变形、地质灾害、地下水水位和水质、水土环境污染情况、地形地貌景观破坏以及地质环境恢复治理效果进行监测。加强废石排弃管理，避免形成高陡边坡和软弱夹层。对矿井涌水根据污染情况分类管理，减少废水排放处理量，对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标外排，防止对水土环境造成污染。

3、2026 年

继续对地表变形、地质灾害、地下水水位和水质、水土环境污染情况、地形地貌景观破坏以及地质环境恢复治理进行监测。加强废石排弃管理，避免形成高陡边坡和软弱夹层。对矿井涌水根据污染情况分类管理，减少废水排放处理量，对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标外排，防止对水土环境造成污染。

4、2027 年

继续对地表变形、地质灾害、地下水水位和水质、水土环境污染情况、地形地貌景观破坏以及地质环境恢复治理进行监测。加强废石排弃管理，避免形成高陡边

坡和软弱夹层。对矿井涌水根据污染情况分类管理，减少废水排放处理量，对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标外排，防止对水土环境造成污染。

5、2028 年

继续对地表变形、地质灾害、地下水水位和水质、水土环境污染情况、地形地貌破坏以及地质环境恢复治理效果进行监测。加强废石排弃管理，避免形成高陡边坡和软弱夹层。对矿井涌水根据污染情况分类管理，减少废水排放处理量，对矿井涌水和废石淋溶水进行收集处理后循环使用或达标外排，防止对水土环境造成污染。

表 6.3-1　地质环境恢复治理工程年度计划

工程类型	治理措施		单位	工程量				
				第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
地质灾害预防	截排水沟	土方开挖	m^3	523	0	0	0	0
		浆砌石	m^3	387.4	0	0	0	0
	拦挡警示	铁丝围栏	延米	1400	0	0	0	0
		警示牌	个	14	0	0	0	0
水土环境污染预防	截排水沟	土方开挖	m^3	89.6	0	0	0	0
		浆砌石	m^3	70.4	0	0	0	0
	遮挡措施	防雨棚	m^2	1500	0	0	0	0
	集水池	土方开挖	m^3	441	0	0	0	0
		浆砌石	m^3	81	0	0	0	0
地质灾害治理	边坡工程	削坡	m^3	130	0	0	0	0
	硐口封堵	充填废石	m^3	0	0	0	0	0
		浆砌石	m^3	0	0	0	0	0
地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	25	0	0	0	0
		监测时间	年	1	1	1	1	1
		巡回监测	点·次	120	120	120	120	120
地下水监测		水位	点·次	14	14	14	14	14
		水质	点·次	14	14	14	14	14
地表水质监测		水量	点·次	12	12	12	12	12
		水质	点·次	12	12	12	12	12
土壤污染监测			点·次	10	10	10	10	10
地貌景观及恢复治理监测			点·次	14	14	14	14	14

（二）土地复垦工程年度实施计划

根据矿山开采进度，本方案对第一阶段（2021—2025 年）土地复垦工作制定详细的年度计划：

1、2021 年

本年度土地复垦工程措施包括表土剥离及管护、废弃工业场地的复垦和土地损毁监测等。

（1）表土剥离与管护

正在修建的废水处理站对表土进行了剥离，堆存于废水处理站周边，剥离表土厚度 0.6m。新建工业场地和办公生活区拟损毁的林草地进行表土剥离，根据调查平均可以剥离表土厚度 0.3m，经计算拟损毁单元共计可剥离表土量 4260m^3，各单元剥离表土情况如表 6.3-2 所示。

表 6.3-2　表土剥离工程量表

序号	区域名称	剥离区地类	剥离面积（hm^2）	剥离厚度（m）	剥离方量（m^3）
1	工业场地（排土场）	乔木林地	0.98	0.3	2940
2	办公生活区	乔木林地	0.03	0.3	90
3	PD965 风井工业场地	乔木林地	0.01	0.3	30
4	新建矿山道路	乔木林地	0.02	0.3	60
5	废水处理站	乔木林地	0.19	0.6	1140
合计			1.23		4260

剥离的表土直接用于 PD889 工业场地、PD925 工业场地和 PD865 工业场地复垦的表土量 3550m^3，剩余表土量 710m^3，堆存于工业场地西侧，堆存高度 3m，堆土坡度 1:1.5，堆存面积 0.03hm^2，堆体下部 2.0 米高范围内用编织袋内装土堆高围护，并撒泼草籽进行防护，编织袋挡墙厚度 2.0m，共使用编织袋挡墙 280m^3，撒播面积为 0.03hm^2。表土管护设计见图 6.3-1。

图 6.3-1 表土管护设计示意图

表土资源剥离和防护工程量如表 6.3-3 所示。

表 6.3-3　表土资源剥离和管护工程量统计表

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	表土剥覆工程		
1	表土剥离	100m^3	73.80
二	配套工程		

（一）	拦挡工程		
1	编织袋挡墙	100m^3	5.60
三	植被重建		
（一）	林草地恢复工程		
1	撒播草籽	hm^2	0.12

（2）PD865 平硐工业场地复垦

废弃的 PD865 工业场地，除后期用作矿石和废石临时堆场的区域外，采取复垦措施，复垦方向为农村宅基地，复垦面积为 0.12hm^2，拟采取的复垦措施包括建筑物拆除和土地平整等。

用机械方式拆除地面建筑物和构筑物，破碎清理硬化地面，产生的建筑垃圾全部充填至井下。场地面积 0.12hm^2，地面容积率按 50%计算，建筑面积约 600m^2，硬化地 600m^2。建筑物拆除每平方米方量约 0.25m^3，硬化地面拆除每平方米约 0.10m^3，共拆除清理建筑垃圾 210m^3，用于充填井巷和封堵硐口。

（2）平整工程

建筑物和硬结地面拆除后，用人工或机械方式对土场场地内地面起伏较大的区域进行平整，以满足作为农村宅基地对平整度的要求，场地平整面积 0.12hm^2。

表 6.3-4　PD865 平硐工业场地土地复垦工程量

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	清理工程		
1	砌体拆除	100m^3	2.10
（二）	平整工程		
	场地平整	100m^2	0.12

（3）其他废弃工业场地复垦

PD889 工业场地、PD925 工业场地和 PD965 工业场地不再使用，拟采取复垦措施，复垦为乔木林地，其中平台面积 0.64hm^2，边坡面积 0.17hm^2。在地质环境治理措施的基础上，拟采取的复垦措施包括建筑物拆除、土地平整、回覆表土、土壤培肥和植被恢复等复垦措施。

1）用机械方式拆除地面建筑物和构筑物，破碎清理硬化地面，产生的建筑垃圾全部充填至井下。场地平台面积 0.54hm^2，地面建筑物多为单层砖混结构，容积率较低，按 0.1 算，其余面积全部硬化处理，建筑面积约 540m^2，硬化地 4860m^2。建

筑物拆除每平方米方量约 0.25m³，硬化地面拆除每平方米约 0.10m³，共拆除清理建筑垃圾 621m³。

2）用推土机对场地进行推压整平，使地面平整度满足后期覆土要求。场地平整面积 0.71hm²。

3）从表土堆放场转运表土，回覆至平整后场地表面，运距约 300m，覆土厚度 59cm，先回覆 30cm 黏土，压实后再覆土 20cm 至设计覆土厚度。覆土面积 0.71hm²，覆土工程量 3550m³。

4）施有机肥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，施肥量为 30t/hm²，撒施面积 0.71hm²，共需施有机肥 213000kg。

5）种植乔木，树种选择刺槐，选根系发育良好的壮苗，胸径 3.0cm，树高 150cm 以上；树下撒播草籽，草种选用狗牙根和高羊茅，按照 30kg/hm² 1:1 覆土撒播。种植和撒播草籽后及时浇水养护，以提高出苗率及成活率。乔木行株距 2m×2m，种植乔木 1775 株，撒播草籽 0.71hm²。

图 6.3-2　废弃工业场地复垦设计示意图

其他废弃工业场地复垦工程量如表 6.3-5 所示。

表 6.3-5 废弃工业场地复垦工程量

序号	工程类别	单位	工程量
一	土壤重构工程		
（一）	清理工程		
1	砌体拆除	100m³	6.21
（二）	平整工程		
	场地平整	100m²	71
（三）	表土剥覆工程		
1	表土回覆	100m³	35.50
（四）	生物化学措施		
1	施有机肥	kg	21300
二	植被重建		
（一）	林草地恢复工程		
1	种植乔木	100 株	1775
2	撒播草籽	hm²	0.71

（4）监测和管护

针对工业场地（排土场）、办公生活区、废水处理站、废石和矿石临时堆场、矿山道路及地表移动范围等后期使用的土地损毁区域，每个土地损毁单元布置 1 个监测点，共布置 6 个监测点。7～8 月份购买现状和前一年高清大比例尺遥感影像

图，通过遥感影像解译和纵向对比，确定土地损毁区域。针对土地损毁区域，采用现场测量，确定土地损毁精确范围，通过现场调查确定土地损毁程度。每年监测 1 次，共监测 6 点·次。

2、2025 年

继续针对工业场地（排土场）、办公生活区、废水处理站、废石和矿石临时堆场、矿山道路及地表移动范围等后期使用的土地损毁区域进行土地损毁监测

对采取复垦措施后区域土壤质量和植被生长状况进行监测。每个复垦区域设置 1 个监测点，布置 4 个监测点，监测方法为随机路线调查法。土壤质量监测通过土壤取样分析，确定土壤质量变化。根据复垦土地的分布特点，设计在每个复垦单元内设置 1～5 个随机取样点，采取表层样，样品的采样标准和测试标准符合国家或行业有关标准。检测土壤有机质含量、全氮、速效氮、速效磷、速效钾含量等数据。复垦区植被生长状况采取人工整体观测，每期定性记录植被长势，测量郁闭度、覆盖率数据，并与已有记录数据对比，及时掌握植被的生长状况。每年监测一次，监测时间选取 7—8 份，植被生长旺盛时期。

对复垦区域采取管护措施，管护内容主要包括保苗浇水、补种以及病虫害防治等，管护面积为 0.71hm^2。

3、2026 年

继续针对工业场地（排土场）、办公生活区、废水处理站、废石和矿石临时堆场、矿山道路及地表移动范围等后期使用的土地损毁区域进行土地损毁监测，对采取复垦措施的区域采取复垦效果监测和管护措施。

4、2027 年

继续针对工业场地（排土场）、办公生活区、废水处理站、废石和矿石临时堆场、矿山道路及地表移动范围等后期使用的土地损毁区域进行土地损毁监测，对采取复垦措施的区域采取复垦效果监测和管护措施。

5、2028 年

继续针对工业场地（排土场）、办公生活区、废水处理站、废石和矿石临时堆场、矿山道路及地表移动范围等后期使用的土地损毁区域进行土地损毁监测。

各年度复垦实施计划安排详见表 6.3-6。

表 6.3-6　近期各年度土地复垦工程量汇总表

序号	工程类别	单位	工程量				
	土壤重构工程		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
一	表土剥覆工程						
（一）	表土剥离	$100m^3$	42.6				
1	购买表土	m^3					
2	表土回运	$100m^3$	35.5				
3	覆土工程	$100m^3$	35.5				
（二）	清理工程						
1	砌体拆除	$100m^3$	8.31				
1	平地机平	$100m^2$	83				
（五）	生物化学工程						
1	有机肥	千克	21300				
二	配套工程						
（一）	拦挡工程						
1	编织袋挡墙	$100m^3$	2.8				
三	植被重建工程						
（一）	林草地恢复工程						
1	栽植乔木	100 株	17.75				
2	撒播覆土	hm^2	0.74				
三	监测管护工程						
（一）	土地损毁监测	点·次	6	6	6	6	6
（二）	复垦效果监测						
1	土壤质量监测	点·次		4	4	4	
2	植被生长状况监测	点·次		4	4	4	
（三）	管护工程						
1	林地管护	hm^2		0.71	0.71	0.71	

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）估算依据

1、《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格[2002]1980 号）；

2、《工程勘察设计收费标准》（国家发展计划委员会、建设部，2002）；

3、《水土保持工程概算定额》（水利部水总，2003）；

4、《地质调查项目预算标准》（中国地质调查局，2010 年）；

5、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源部，2011 年）；

6、《国家发展改革委关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》（发改价格〔2011〕534 号）；

7、《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）；

8、《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）；

9、《财政部 税务总局关于调整增值税税率的通知》（财税[2018]32 号）；

10、《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）；

11、《河南省住房和城乡建设厅关于印发河南省建设工程预算编制办法的通知》（豫建建〔2022〕4 号）；

12、关于印发《河南省土地开发整理项目预算定额标准》的通知（河南省财政厅、河南省国土资源厅，豫财综〔2014〕80 号）；

13、矿山地质环境保护与恢复治理工程和土地复垦工程量；

14、《河南省工程造价信息（2023 年第五期）》（2023 年 9-10 月）；

本方案经费估算采用的价格水平年为 2023 年，如因工程开工时间变化，物价变动，应根据开工年份的物价和政策重新调整。

（二）费用构成

费用由工程施工费、其他费用、监测和管护费用和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

包括直接工程费和措施费。

1）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。其中：

人工费＝工程量×定额人工费单价；

材料费＝工程量×定额材料费单价；

施工机械使用费＝工程量×定额施工机械使用费单价；

人工费定额：《土地开发整理项目预算定额标准》中规定的甲、乙类工日单价与实际情况有较大差别，本方案根据《河南省住房和城乡建设厅关于印发河南省建设工程预算编制办法的通知》（豫建建〔2022〕4 号）规定，甲类工价格为每工日 130 元，乙类工价格为工日 100 元。费用构成见表 7.1-1。

表 7.1-1　　人工预算工日单价计算表

地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	甲类工
序号	项目	计算式	单价（元）
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） 1551.26*1*12/240	77.56
2	辅助工资	以下四项之和 8.246	8.25
(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）（0*12/240)*1	
(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） （3.5*365*0.95/240)*1	5.06
(3)	夜餐津贴	（中班＋夜班）÷2×辅助工资系数（4*0.2）*1	0.80
(4)	节日加班津贴	[基本工资（元/工日）]×(3-1)×法定假天数÷年应工作天数×辅助工资系数 77.563*(3-1)*11/250*0.35)*1	2.39
3	工资附加费	以下七项之和 44.191	44.19
(1)	职工福利基金	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（77.563+8.246）*0.14	12.01
(2)	工会经费	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（77.563+8.246）*0.02	1.72
(3)	养老保险费	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（77.563+8.246）*0.2	17.16
(4)	医疗保险费	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（77.563+8.246）*0.04	3.43
(5)	工伤保险费	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（77.563+8.246）*0.015	1.29
(6)	职工失业保险基金	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（77.563+8.246）*0.02	1.72

(7)	住房公积金	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（77.563+8.246）*0.08	6.87
4	人工工日预算单价		130.00
地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	乙类工
序号	项目	计算式	单价（元）
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）1241.94*1*12/240	62.10
2	辅助工资	以下四项之和 3.91	3.91
(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）（0*12/240)*1	
(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）（2*365*0.95/240)*1	2.89
(3)	夜餐津贴	（中班＋夜班）÷2×辅助工资系数（4*0.05）*1	0.20
(4)	节日加班津贴	[基本工资（元/工日）]×(3-1)×法定假天数÷年应工作天数×辅助工资系数（62.097*(3-1)*11/250*0.15）*1	0.82
3	工资附加费	以下七项之和 33.993	33.99
(1)	职工福利基金	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（62.097+3.91）*0.14	9.24
(2)	工会经费	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（62.097+3.91）*0.02	1.32
(3)	养老保险费	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（62.097+3.91）*0.2	13.20
(4)	医疗保险费	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（62.097+3.91）*0.04	2.64
(5)	工伤保险费	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（62.097+3.91）*0.015	0.99
(6)	职工失业保险基金	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（62.097+3.91）*0.02	1.32
(7)	住房公积金	基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）×费率（62.097+3.91）*0.08	5.28
4	人工工日预算单价		100.00

材料费定额：依据预算定额标准计取。

施工机械使用费定额：依据《土地开发整理项目施工机械台班费预算定额》标准计取。

2）措施费

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费以及安全施工措施费，均以直接工程费为基数。本方案措施费费率取 6%。

（2）间接费

间接费由规费和企业管理费组成，本方案取 5%。

（3）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

指国家税法规定的应计入工程造价内的增值税销项税额。根据《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），税金按建筑业适用的增值税率 11%计算。根据《财政部 税务总局关于调整增值税税率的通知》（财税[2018]32 号），将增值税率 11%调整为 10%。本项目税金按直接费、间接费、利润和材料价差之和的 10%计算。根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号），自 2019 年 4 月 1 日起，原适用 10%税率的，税率调整为 9%。

2、其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

（1）前期工作费

指土地开发整理项目在施工前所发生的各项支出，包括项目土地清查费、项目勘测费、方案编制费、项目招标代理费等。

根据预算定额标准规定，土地清查费按工程施工费 0.5%计取；项目勘测费按工程施工费 1.5%计取；项目设计与预算编制费以工程施工费为计费基础，采用分档定额计费方式计算，确定工程施工费金额区间后，采用内插法确定；项目招标代理费以工程施工费为计费基础，采用差额定率累进法计算。

（2）工程监理费

根据预算定额标准规定，本项目工程监理费按工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，区间按内插法确定。

（3）竣工验收费

主要包括工程复核费、工程验收费、决算编制与审计费、土地重估与登记费、标识设定费。根据预算定额标准规定，本项目以上费用均以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

（4）业主管理费

主要包括项目管理人员工资、补助工资、其他工资、职工福利费、公务费、业务招待费等，以项目工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

3、监测费和管护费

（1）监测费

1）地质环境监测费用

地质环境监测包括地质灾害监测、地下水监测、地表水环境监测和土壤环境监测等，单价参照测量及监测相关收费标准。

2）土地复垦监测费用

方案设计土地损毁监测及复垦效果监测，监测内容为植被生长状况及土壤质量变化两项指标。单价参照测量及卫片价格及人工工资等确定。

（2）管护费

管护内容主要为浇水、病虫害防治及人工管理等。参考相关城市公园绿地管护定额及标准，估算人工工日及物耗，测算管护费用综合单价，管护费综合单价见表7.1-2。

表 7.1-2　管护费单价表

林地管护费用单价表（元/公顷·年）						
序号	名称		单位	工程量	单价	小计
1	人工	乙类工	工日	15	100	1500
2	物耗		%	81%		1215
3	其他费用		%	10		150
4	合计					2865

4、预备费

预备费指考虑矿山地质环境治理与土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致费用增加所预备的费用。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，按工程施工费与其他费用的6%计取。

（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。根据目前我国经济发展境况，价差预备费费率可按5%计取。假设复垦工程的复垦年限为第n年，静态投资费用为a_n，按价差预备费计算公式，第n年的价差预备费为：

$a_n((1+5\%)^{n-1}-1)$。

（3）风险金

指为了抵御矿山生产建设中可以预见，但在现有复垦技术上无法完全避免的风险所需备用的资金。本方案拟按工程施工费、其他费用、监测与管护费之和的 8%计提风险金。矿方承诺若计提资金不足，保证持续追加，确保矿山地质环境保护与土地复垦工程得以顺利实施。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）总工程量与投资估算

1、矿山地质环境治理工程量统计

根据上述矿山地质环境保护与恢复治理工程设计，矿山地质环境治理工程量汇总见表 7.2-1。

表 7.2-1　矿山地质环境治理工程量统计表

工程类型	治理措施		单位	工程量
地质灾害预防	截排水沟	土方开挖	m^3	523
		浆砌石	m^3	387.4
	拦挡警示	铁丝围栏	延米	1400
		警示牌	个	14
水土环境污染预防	截排水沟	土方开挖	m^3	89.6
		浆砌石	m^3	70.4
	遮挡措施	防雨棚	m^2	0.15
	集水池	土方开挖	m^3	441
		浆砌石	m^3	81
地质灾害治理	边坡工程	削坡	m^3	6510
	硐口封堵	充填废石	m^3	709.2
		浆砌石	m^3	141.84
地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	25
		监测时间	年	12
		巡回监测	点·次	1440
地下水监测		水位	点·次	168
		水质	点·次	168
地表水质监测		水量	点·次	144
		水质	点·次	144
土壤污染监测			点·次	120
地貌景观及恢复治理监测			点·次	168

2、矿山地质环境治理工程投资估算

根据经费估算标准和矿山地质环境治理工程量，经估算矿山地质环境治理工程总投资 176.77 万元，其中工程施工费 59.95 万元、其他费用 37.47 万元、监测费用 60.85 万元、基本预备费 5.84 万元、风险金 12.66 万元。各项费用计算详见表 7.2-2～表 7.2-7。

表 7.2-2　矿山地质环境治理工程总投资　　单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	占总费用的比例（%)
	（1）		
一	工程施工费	59.95	33.91
三	其他费用	37.47	21.2
三	监测费用	60.85	34.42
四	预备费	18.5	10.47
（一）	基本预备费	5.84	3.3
（二）	风险金	12.66	7.16
总计		176.77	

表 7.2-3　工程施工费估算表　　单位：元

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
一		地质灾害预防				233218.46
（一）		截排水沟				194018.46
	10018	土方开挖	100m^3	5.23	3913.41	20467.13
	30022 换	浆砌块石	100m^3	3.874	44799.00	173551.33
（二）		拦挡工程				39200.00
		铁丝围栏	延米	1400.00	8.00	11200.00
		警示牌	个	14.00	2000.00	28000.00
二		水土环境污染预防				165676.43
（一）		截排水沟				35044.92
	10018	土方开挖	100m^3	0.896	3913.41	3506.42
	30022 换	浆砌块石	100m^3	0.704	44799.00	31538.50
（二）		遮挡工程				67500.00
		防雨棚	m^2	1500.00	45.00	67500.00
（三）		集水池				63131.51
	10025	土方开挖	100m^3	4.41	6620.53	29196.54
	30016 换	浆砌块石	100m^3	0.81	41895.02	33934.97
三		地质灾害治理				200596.26
（一）		边坡工程				130462.93
	20282 换	削坡工程	100m^3	33.80	3859.85	130462.93
（二）		硐口封堵				70133.33
	20280 换	充填废石	100m^3	7.092	1790.97	12701.56
	30020 换	浆砌块石	100m^3	1.418	40501.95	57431.77
总计		—				599491.15

表 7.2-4　其他费用估算表　　单位：万元

序号	费用名称	计算式	预算金额	占其他费用的比例（%）
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		20.50	54.71
(1)	土地清查费	599491.15×0.5%	0.30	0.80
(2)	项目可行性研究费	50000	5.00	13.35
(3)	项目勘测费	599491.15×1.5%	0.90	2.40
(4)	项目设计及预算编制费	140000	14.00	37.37
(5)	项目招标代理费	599491.15×0.5%	0.30	0.80
2	工程监理费	120000	12.00	32.03
3	拆迁补偿费			
4	竣工验收费		2.31	6.18
(1)	工程复核费	599491.15×0.7%	0.42	1.12
(2)	工程验收费	599491.15×1.4%	0.84	2.24
(3)	项目决算编制与审计费	599491.15×1.0%	0.60	1.60
(4)	整理后土地的重估与登记费	599491.15×0.65%	0.39	1.04
(5)	标识设定费	599491.15×0.11%	0.07	0.18
5	业主管理费	947618.8×2.8%	2.65	7.08
	总计		37.47	

表 7.2-5　监测费用估算表　　单位：元

治理单元	预防治理措施		单位	单位	单价（元）	费用（元）	备注
地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	25	4000	100000	含太阳能供电系统
		监测时间	年	12	20000	240000	后期运行维修费用
		巡回监测	点·次	1440	40	57600	
地下水监测		水位	点·次	168	20	3360	
		水质	点·次	168	540	90720	
地表水质监测		水量	点·次	144	20	2880	
		水质	点·次	144	418	60192	
土壤污染监测			点·次	120	290	34800	
地貌景观及恢复治理监测			点·次	168	112.72	18936.96	
合计						608488.96	

表 7.2-6　基本预备费估算表　　单位：万元

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	小计	费率（%）	合计
	(1)	(2)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	基本预备费	59.95	37.47	97.42	6.00	5.84
总　　计				97.42	-	5.84

表 7.2-7　工程施工费综合单价表　　单位：元

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	税金	综合单价
				人工费	材料费	机械使用费	直接工程费	措施费	合计				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
一		地质灾害预防											
（一）		截排水沟											
	10018	土方开挖	100m³	3204.36			3204.36	115.36	3319.72	165.99	104.57	323.13	3913.41
	30022 换	浆砌块石	100m³	19187.46	12819.78		32007.24	1152.26	33159.50	1657.98	1044.52	3699.00	44799.00
（二）		拦挡工程											
		铁丝围栏	延米		8.00								8.00
		警示牌	个		2000.00								2000.00
二		水土环境污染预防											
（一）		截排水沟											
	10018	土方开挖	100m³	3204.36			3204.36	115.36	3319.72	165.99	104.57	323.13	3913.41
	30022 换	浆砌块石	100m³	19187.46	12819.78		32007.24	1152.26	33159.50	1657.98	1044.52	3699.00	44799.00
（二）		遮挡工程											
		防雨棚	m²		45.00								45.00
（三）		集水池											
	10025	土方开挖	100m³	5421.00			5421.00	195.16	5616.16	280.81	176.91	546.65	6620.53
	30016 换	浆砌块石	100m³	16809.63	12819.78		29629.41	1066.66	30696.07	1534.80	966.93	3459.22	41895.02

三		地质灾害治理											
（一）		边坡工程											
	20282 换	削坡工程	100m³	269.05		2306.91	2575.96	92.73	2668.69	160.12	84.86	318.70	3859.85
（二）		硐口封堵											
	20280 换	充填废石	100m³	144.72		1107.06	1251.78	45.06	1296.84	77.81	41.24	147.88	1790.97
	30020 换	浆砌块石	100m³	15789.56	12699.18		28488.74	1025.59	29514.33	1475.72	929.70	3344.20	40501.95

（二）单项工程量与投资估算

纳入本方案的矿山地质环境保护与恢复治理单项工程包括地质灾害预防工程、水土环境污染防治工程、地质灾害治理工程和监测工程。

根据经费估算标准和相应工程量，各单项工程施工费用和监测费用如表 7.2-8 所示。

表 7.2-8　　各单项工程投资估算统计表

序号	单项工程		费用（万元）	小计（万元）
1	地质灾害预防	截排水沟	19.4	23.32
		拦挡工程	3.92	
2	水土环境污染预防	截排水沟	3.5	16.57
		遮挡工程	6.75	
		集水池	6.31	
3	地质灾害治理	边坡工程	13.05	23.32
		硐口封堵	7.01	
4	监测工程	地质灾害监测	39.76	50.85
		矿区地下水监测	9.41	
		地表水质检测	6.31	
		土壤污染监测	3.48	
		地貌景观及恢复治理监测	1.89	

三、土地复垦工程经费估算

（一）总工程量与投资估算

1、总工程量

各复垦单元工程量，按照土壤重构工程、植被恢复工程、配套工程和监测管护工程等工程措施进行汇总，矿区土地复垦总工程量见表 7.3-1。

表 7.3-1　　土地复垦工程量汇总表

序号	工程类别	单位	合计
一	土壤重构工程		
（一）	表土剥覆工程		
1	表土剥离	$100m^3$	42.6
2	覆土工程	$100m^3$	106.5
（二）	清理工程		
1	砌体拆除	$100m^3$	26.625
（三）	充填工程		
1	充填废石	$100m^3$	19.9524
2	裂缝充填	$100m^3$	5.016
（五）	平整工程		
	场地平整	$100m^2$	240
（六）	生物化学工程		

	土壤培肥	kg	63900
二	配套工程		
（一）	拦挡工程		
1	编织袋挡墙	100m^3	2.8
三	植被重建		
（一）	林草地恢复工程		
1	种植乔木	100 株	79.38
3	撒播草籽	hm^2	2.16
三	监测管护工程		
（一）	监测工程		
1	土地损毁监测	点·次	48
2	复垦效果监测		
（1）	土壤质量监测	点·次	30
（2）	植被生长状况监测	点·次	30
2	管护工程		
（1）	林地管护	hm^2	37.74

2、总投资估算

根据预算标准与工程量，经估算本项目土地复垦工程静态总投资 212.13 万元，平均 16.51 万元/hm^2（合 11005.45 元/亩）。其中工程施工费 127.33 万元、其他费用 43.76 万元、监测与管护费用 15.82 万元、基本预备费 10.27 万元、风险金 14.95 万元。价差预备费 71.10 万元，动态投资 283.23 万元。各项费用计算过程见表 7.3-2～7.3-8。

表 7.3-2　土地复垦投资估算总表　　单位：万元

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占总投资比例（%)
一	工程施工费	127.33	60.02
二	其他费用	43.76	20.63
三	监测管护费	15.82	7.46
（一）	监测费	5.01	2.36
（二）	管护费	10.81	5.10
四	预备费		
（一）	基本预备费	10.27	4.84
（二）	价差预备费	71.1	0.00
（三）	风险金	14.95	7.05
五	静态总投资	212.13	100.00
六	动态总投资	283.23	

表 7.3-3　工程施工费估算表　　单位：元

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
一		土壤重构工程				1197379.95

（一）		表土剥覆工程				476230.73
	10206 换	表土剥离	100m³	42.60	1917.50	81685.50
		购买表土	m³	6390.00	15.00	95850.00
	10206 换	表土回运	100m³	106.50	1917.50	204213.75
	10306 换	覆土工程	100m³	106.50	887.15	94481.48
（二）		清理工程				583340.72
	30069	砌体拆除	100m³	26.525	21992.11	583340.72
（三）		充填工程				69926.90
	20294 换	充填废石	100m³	19.952	2292.27	45735.37
		购买表土		141.08	15.00	2116.20
	10206 换	表土回运	100m³	1.411	1917.50	2705.59
	10046	充填裂缝	100m³	5.016	3861.59	19369.74
（四）		平整工程				42321.60
	10330	平地机平	100m²	240.00	176.34	42321.60
（五）		生物化学工程				25560.00
		有机肥	千克	63900.00	0.40	25560.00
二		配套工程				8209.60
（一）		拦挡工程				8209.60
	10045	编织袋挡墙	100m³	2.80	2932.00	8209.60
三		植被重建工程				67736.71
（一）		林草地恢复工程				67736.71
	90007	栽植乔木	100 株	79.38	817.93	64927.28
	90031	覆土撒播	hm²	2.16	1300.66	2809.43
总计		—				1273326.26

表 7.3-4　其他费用估算表　　单位：万元

序号	费用名称	计算式	预算金额	占其他费用的比例（%）
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		22.18	50.69
(1)	土地清查费	1273326.26×0.5%	0.64	1.45
(2)	项目可行性研究费	50000	5.00	11.43
(3)	项目勘测费	1273326.26×1.5%	1.91	4.36

(4)	项目设计及预算编制费	140000	14.00	31.99
(5)	项目招标代理费	1273326.26×0.5%	0.64	1.45
2	工程监理费	120000	12.00	27.42
3	拆迁补偿费			
4	竣工验收费		4.92	11.23
(1)	工程复核费	1273326.26×0.7%	0.89	2.04
(2)	工程验收费	1273326.26×1.4%	1.78	4.07
(3)	项目决算编制与审计费	1273326.26×1.0%	1.27	2.91
(4)	整理后土地的重估与登记费	1273326.26×0.65%	0.83	1.89
(5)	标识设定费	1273326.26×0.11%	0.14	0.32
5	业主管理费	1664309.8×2.8%	4.66	10.65
	总计		43.76	

表 7.3-5　基本预备费估算表　　单位：万元

序号	费用名称	工程施工费	设备购置费	其他费用	小计	费率（%)	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	基本预备费	127.33		43.76	171.09	6.00	10.27
总　　计					171.09	-	10.27

表 7.3-6　监测及管护费用估算表　　单位：元

序号	项目	单位	单价（元）	工程量	费用（元）
一	监测工程				
1	土地损毁监测				
二	损毁面积和程度	点·次	294.6	48	14140.8
2	复垦效果监测				
1)	土壤质量监测	点·次	1000	30	30000
2)	植被生长状况监测	点·次	200	30	6000
小计					50140.8
二	管护工程				
1)	林地	hm^2	2865	37.74	108125.1
合计					158265.9

表 7.3-7　工程施工费单价汇总表　　单位：元

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	税金	综合单价
				人工费	材料费	机械使用费	直接工程费	措施费	合计				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(14)	(15)
一		土壤重构工程											
（一）		表土剥覆工程											
	10206 换	表土剥离	100m³	190.32		1116.22	1306.54	47.04	1353.58	67.68	42.64	158.33	1917.50
		购买表土	m³		15.00								15.00
	10206 换	表土回运	100m³	190.32		1116.22	1306.54	47.04	1353.58	67.68	42.64	158.33	1917.50
	10306 换	覆土工程	100m³	31.50		588.88	620.38	22.33	642.71	32.14	20.25	73.25	887.15
（二）		清理工程											
	30069	砌体拆除	100m³	18007.53			18007.53	648.27	18655.80	932.79	587.66	1815.86	21992.11
（三）		充填工程											
	20294 换	充填废石	100m³	208.48		1376.86	1585.34	57.07	1642.41	98.54	52.23	189.27	2292.27
		购买表土			15.00								15.00
	10206 换	表土回运	100m³	190.32		1116.22	1306.54	47.04	1353.58	67.68	42.64	158.33	1917.50
	10046	充填裂缝	100m³	3161.93			3161.93	113.83	3275.76	163.79	103.19	318.85	3861.59
（四）		平整工程											
	10330	平地机平	100m²	21.00		102.19	123.19	4.43	127.62	6.38	4.02	14.56	176.34
（五）		生物化学工程											

		有机肥	千克		0.40								0.40
二		配套工程											
（一）		拦挡工程											
	10045	编织袋挡墙	100m^3	2400.77			2400.77	86.43	2487.20	124.36	78.35	242.09	2932.00
三		植被重建工程											
（一）		林草地恢复工程											
	90007	栽植乔木	100 株	150.75	518.98		669.73	24.11	693.84	34.69	21.86	67.54	817.93
	90031	撒播 覆土	hm^2	860.00	205.00		1065.00	38.34	1103.34	55.17	34.76	107.39	1300.66

表 7.3-8　　动态投资估算表　单位：万元

年度	静态投资	价差预备费	动态投资
2024	63.11	0	63.11
2025	0.93	0.05	0.98
2026	0.93	0.1	1.03
2027	0.93	0.15	1.08
2028	0.19	0.04	0.23
2029	20.87	5.77	26.64
2030	20.87	7.1	27.97
2031	20.86	8.49	29.35
2032	20.86	9.96	30.82
2033	20.86	11.5	32.36
2034	20.86	13.12	33.98
2035	20.86	14.82	35.68
合计	212.13	71.1	283.23

（二）单项工程量与投资估算

各单项工程施工费用如表 7.3-9 所示。

表 7.3-9　　单项工程投资估算表

土地损毁预防					
序号	工程类别	单位	工程量	单价（元）	费用（元）
一	土壤重构工程				
（一）	表土剥覆工程				
1	表土剥离	100m^3	42.60	1917.5	81685.5
二	配套工程				
（一）	拦挡工程				
1	编织袋挡墙	100m^3	2.80	2932	8209.6
三	植被重建				
（一）	林草地恢复工程				
1	撒播草籽	hm^2	0.03	1300.66	39.02
合计					89934.12

PD865 平硐工业场地

序号	工程类别	单位	工程量	单价（元）	费用（元）
一	土壤重构工程				
（一）	清理工程				
1	砌体拆除	100m^3	4.625	21992.11	101713.51
（二）	平整工程				
	场地平整	100m^2	27	176.34	4761.18
合计					106474.69
其他工业场地平台					
序号	工程类别	单位	工程量	单价（元）	费用（元）
一	土壤重构工程				
（一）	清理工程				
1	砌体拆除	100m^3	14.375	21992.11	316136.58

（二）	平整工程				
	场地平整	100m^2	125	176.34	22042.5
（三）	表土剥覆工程				
1	购买表土		1990.00	15.00	29850
2	表土回运	100m^3	62.50	1917.50	119843.75
3	表土回覆	100m^3	62.50	887.15	55446.88
（四）	生物化学措施				
1	施有机肥	kg	37500	0.4	15000
二	植被重建				
（一）	林草地恢复工程				
1	种植乔木	100 株	31.25	817.93	25560.31
2	撒播草籽	hm^2	1.25	1300.66	1625.83
合计					585505.85
其他工业场地边坡					
序号	工程类别	单位	工程量	单价（元）	费用（元）
一	土壤重构工程				
（一）	平整工程				
	场地平整	100m^2	45	176.34	7935.3
（二）	表土剥覆工程				
1	购买表土	m^3	2250.00	15.00	33750
2	表土回运	100m^3	22.50	1917.50	43143.75
3	表土回覆	100m^3	22.50	887.15	19960.88
（三）	生物化学措施				
1	施有机肥	kg	13500	0.4	5400
二	植被重建				
（一）	林草地恢复工程				
1	种植乔木	100 株	11.25	817.93	9201.71
2	撒播草籽	hm^2	0.45	1300.66	585.3
合计					119976.94

办公生活区

序号	工程类别	单位	工程量	单价（元）	费用（元）
一	土壤重构工程				
（一）	清理工程				
1	砌体拆除	100m^3	3.325	21992.11	73123.77
（二）	充填工程				
1	处理池充填	100m^3	19.9524	2292.27	45736.29
（三）	平整工程				
	场地平整	100m^2	19	176.34	3350.46
（四）	表土剥覆工程				
1	购买表土	m^3	950	15.00	14250
2	表土回运	100m^3	9.50	1917.50	18216.25
3	表土回覆	100m^3	9.50	887.15	8427.93
（五）	生物化学措施				
1	施有机肥	kg	5700	0.4	2280

二	植被重建				
（一）	林草地恢复工程				
1	种植乔木	100 株	4.75	817.93	3885.17
2	撒播草籽	hm^2	0.19	1300.66	247.13
合计					169517

废水处理站

序号	工程类别	单位	工程量	单价（元）	费用（元）
一	土壤重构工程				
（一）	清理工程				
1	砌体拆除	$100m^3$	4.2	21992.11	92366.86
（二）	平整工程				
	场地平整	$100m^2$	24	176.34	4232.16
（三）	表土剥覆工程				
1	购买表土	m^3	1200	15.00	18000
2	表土回运	$100m^3$	12.00	1917.50	23010
3	表土回覆	$100m^3$	12	887.15	10645.8
（四）	生物化学措施				
1	施有机肥	kg	7200	0.4	2880
二	植被重建				
（一）	林草地恢复工程				
1	种植乔木	100 株	6	817.93	4907.58
2	撒播草籽	hm^2	0.24	1300.66	312.16
合计					156354.56

地表移动范围

序号	工程类别	单位	工程量	单价（元）	费用（元）
一	土壤重构工程				
（一）	充填工程				
1	购买表土	m^3	141.08	15.00	2116.2
2	表土回运	$100m^3$	1.41	1917.50	2705.21
3	地裂缝充填	$100m^3$	5.016	3861.59	19369.74
二	植被重建				
（一）	林草地恢复工程				
1	种植乔木	100 株	26.13	817.93	21372.51
合计					45563.66

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

本方案矿山地质环境保护与土地复垦工程静态总投资 388.9 万元，其中矿山地质环境治理工程静态投资 176.77 万元，土地复垦工程静态总投资 212.13 万元。详见表 7.4-1。

表 7.4-1　费用汇总表　　单位：万元

序号	工程或费用名称	地质环境治理费用	土地复垦费用	合计
		（万元）	（万元）	（万元）
一	工程施工费	59.95	127.33	187.28
二	其他费用	37.47	43.76	81.23
三	监测与管护费	60.85		60.85
（一）	复垦监测费		5.01	5.01
（二）	地质环境监测费	60.85		60.85
（三）	管护费		10.81	10.81
四	预备费	18.5		18.5
（一）	基本预备费	5.84	10.27	16.11
（二）	价差预备费			0
（三）	风险金	12.66	14.95	27.61
五	总投资	176.77	212.13	388.9
六	动态投资			

（二）近期年度经费安排

1、地质环境治理工程年度费用估算

根据地质环境治理工作部署和投资估算，近期（5 年）各年度工程量及投资如表 7.4-2 所示。

表 7.4-2　年度治理费用统计表

年度	工程类型	治理措施		单位	工程量	投资
第一年	地质灾害预防	截排水沟	土方开挖	m^3	523	90.18
			浆砌石	m^3	387.4	
		拦挡警示	铁丝围栏	延米	1400	
			警示牌	个	14	
	水土环境污染预防	截排水沟	土方开挖	m^3	89.6	
			浆砌石	m^3	70.4	
		遮挡措施	防雨棚	m^2	1500	
		集水池	土方开挖	m^3	441	
			浆砌石	m^3	81	
	地质灾害治理	边坡工程	削坡	m^3	130	
		硐口封堵	充填废石	m^3	0	
			浆砌石	m^3	0	
	地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	25	
			监测时间	年	1	
			巡回监测	点·次	120	
	地下水监测		水位	点·次	14	
			水质	点·次	14	
	地表水质监测		水量	点·次	12	
			水质	点·次	12	
	土壤污染监测			点·次	10	

	地貌景观及恢复治理监测			点·次	14	
第二年	地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	0	4.58
			监测时间	年	1	
			巡回监测	点·次	120	
	地下水监测		水位	点·次	14	
			水质	点·次	14	
	地表水质监测		水量	点·次	12	
			水质	点·次	12	
	土壤污染监测			点·次	10	
	地貌景观及恢复治理监测			点·次	14	
第三年	地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	0	4.58
			监测时间	年	1	
			巡回监测	点·次	120	
	地下水监测		水位	点·次	14	
			水质	点·次	14	
	地表水质监测		水量	点·次	12	
			水质	点·次	12	
	土壤污染监测			点·次	10	
	地貌景观及恢复治理监测			点·次	14	
第四年	地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	0	4.58
			监测时间	年	1	
			巡回监测	点·次	120	
	地下水监测		水位	点·次	14	
			水质	点·次	14	
	地表水质监测		水量	点·次	12	
			水质	点·次	12	
	土壤污染监测			点·次	10	
	地貌景观及恢复治理监测			点·次	14	
第五年	地质灾害监测	地表变形监测	监测站（含基准站）	台	0	4.57
			监测时间	年	1	
			巡回监测	点·次	120	
	地下水监测		水位	点·次	14	
			水质	点·次	14	
	地表水质监测		水量	点·次	12	
			水质	点·次	12	
	土壤污染监测			点·次	10	
	地貌景观及恢复治理监测			点·次	14	

2、土地复垦工程年度费用估算

根据复垦工作部署，第一阶段（5 年）各年度工程量及投资计划安排情况见表 7.4-3 所示。

表 7.4-3　土地复垦工程近期年度费用安排表　　单位：万元

年度	复垦区域	工程措施	单位	工程量	静态投资	动态投资
第一年	预防工程	表土剥离	$100m^3$	42.6	63.11	63.11
		编织袋挡墙	$100m^3$	2.8		
		撒播草籽	hm^2	0.03		
	PD865、PD889、PD925、PD965 工业场	覆土工程	$100m^3$	35.50		
		砌体拆除	$100m^3$	8.31		
		土地平整	$100m^2$	83		
		土壤培肥	kg	21300		
		种植乔木	100 株	17.75		
		撒播草籽	hm^2	0.71		
	监测工程	土地损毁监测	点·次	6		
第二年	监测和管护工程	土地损毁监测	点·次	6	0.93	0.98
		土壤质量监测	点·次	4		
		植被生长状况监测	点·次	4		
		林地管护	hm^2	0.71		
第三年	监测和管护工程	土地损毁监测	点·次	6	0.93	1.03
		土壤质量监测	点·次	4		
		植被生长状况监测	点·次	4		
		林地管护	hm^2	0.71		
第四年	监测和管护工程	土地损毁监测	点·次	6	0.93	1.08
		土壤质量监测	点·次	4		
		植被生长状况监测	点·次	4		
		林地管护	hm^2	0.71		
第五年	监测 工程	土地损毁监测	点·次	6	0.19	0.23

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

为保障矿山地质环境保护与土地复垦方案的实施，卢氏县庆家沟村锑矿有限公司将成立矿山地质环境保护与土地复垦工作领导小组，全面负责矿山地质环境保护与土地复垦工作，由总经理任组长，副总经理任副组长，由生产部、地测部、环保部、财务部、保卫科等部门主管任组员。

领导小组主要任务为宣传、贯彻、落实矿山地质环境保护与土地复垦相关法律政策，制定矿山地质环境保护与土地复垦规划和实施计划，并组织矿山地质环境治理与复垦工程验收。负责选取矿山地质环境治理与复垦工程施工单位，对施工队伍的资质、人员的素质乃至项目经理、工程师的经历、能力进行必要的严格的考核，并全程参与矿山地质环境治理与土地复垦工程实施。负责矿山地质环境治理与土地复垦资金调配。同时，加强规章制度建设和业务学习培训，防止质量事故和安全事故的发生。

组长负责全局统筹工作，副组长负责协调各部门间的分工合作，小组成员根据自己所在部门的职责做好上级领导安排的各项事宜，并加强与其他部门的合作，同时定期向领导小组汇报本部门工作计划制定和工作进展情况。领导小组每年向公司职工代表大会汇报当年工作进展、工程资金使用情况和第二年项目进度安排与资金预算，并提请公司职工代表大会审议，同时自觉接受地方主管部门的监督管理。

二、技术保障

卢氏县庆家沟村锑矿有限公司承诺根据审查通过的《卢氏县庆家沟村锑矿有限公司卢氏县庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，在治理与复垦工程实施过程中，与相关技术单位合作，编制阶段性实施计划，明确细化年度目标任务，制定相应工程设计，并及时总结阶段性工作经验，对方案进行修订。

矿山地质环境保护与复垦工程采用招标方式确定项目勘查、设计、施工和监理单位，中标单位必须具有相应资质，技术、设备满足要求，并具有一定的业绩，诚信度高，实力强。确定相关单位后还应对该单位项目人员的素质、能力进行必要的考核。项目施工过程中，严格遵守国家规定的工程建设程序，实施工程监理制、合同管理制、工程质量负责制、施工验收审计制等制度，规范工程管理行为。

项目领导小组应定期组织企业技术人员培训，学习国内外矿山环境治理及土地复垦的先进经验、先进技术、先进管理方法。积极开展矿山地质环境治理及土地复垦科普宣传及公众教育活动。在管理中遇到技术问题向相关专家咨询，向当地农业、林业、环保等主管部门请教，确保地质环境治理工程和土地复垦工程技术可行，达到预期治理效果。

治理项目完成后，提请主管部门组织竣工验收，逐项核实工程量、鉴定工程质量和完成效果，对不合格工程及时返工，并会同参建单位进行经验总结，改进管理工作和技术方法。

做好项目后续维护管理及监测工作，确保项目目标得以实现。另外，卢氏县庆家沟村锑矿有限公司承诺将加强对监测人员的技术培训，确保监测人员能及时发现问题。同时加强与相关技术单位的合作，定期邀请相关技术人员对项目区矿山地质环境治理与复垦工程效果进行监测评估。

三、资金保障

（一）资金来源

根据《矿山地质环境保护规定》（根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止修改的部门规章的决定》第三次修正），开采矿产资源造成矿山地质环境破坏的，由采矿权人负责治理恢复，治理恢复费用列入生产成本。采矿权人应当依照国家有关规定，计提矿山地质环境治理恢复基金。基金由企业自主使用，根据其矿山地质环境保护与土地复垦方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，统筹用于开展矿山地质环境治理恢复和土地复垦工作。

根据《土地复垦条例实施办法》（根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止修改的部门规章的决定》第三次修正），采矿生产项目的土地复垦费用预存，统一纳入矿山地质环境治理恢复基金管理。

基金按照“企业所有、专户储存、专款专用”的原则进行管理。

（三）基金提取

根据《河南省矿山地质环境恢复治理基金管理办法》（豫财环资〔2020〕80 号）（以下简称《基金管理办法》），矿山企业应按规定在其银行账户中设立基金账户，单独反映基金的提取及使用情况。

矿山企业应按照满足实际需求的原则，根据自然资源主管部门审查通过的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称“本方案”），将矿山地质环境治理恢复和土地复垦费用按照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，在预计开采年限内根据产量比例等方法按月摊销，计入当月生产成本，依据税法相关规定在所得税前列支。矿山企业应于每半年和年度终了后10日内，按照弃置费用已摊销金额提取基金，缴存至基金账户，专项用于矿山地质环境保护和矿区土地的治理恢复和监测等。

基金账户中提取的金额已满足本方案中的治理费用且满足实际需求的，可不再提取。矿山企业处于建设期或暂停开发的矿权，确实未实施开采的，向所在地县级自然资源主管部门报备后，可暂不提取基金，待投产或复工后按上述规定再行提取。剩余服务年限在三年以下的矿山，应当一次性全额预存基金。矿山企业基金账户余额不足以满足本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦需求的，应以本年度实际所需费用为限进行补足。

本矿山剩余服务年限超过3年，根据上述规定和矿山地质环境保护与土地复垦工程预算，制定基金提取计划如表8.3-1所示。根据相关要求，庆家沟村锑矿2018年和2019年分别向自然资源局缴存土地复垦费用18.7万元和4.78万元，该缴存的土地复垦费用将统一转入基金账户管理。

表8.3-1　矿山地质环境恢复治理基金提取计划表

年度	年度费用（万元）			产量	单位产量费用预存额	年度计提额	基金账户余额
	地质环境治理	土地复垦	合计				
2023							23.48
2024	90.18	63.11	153.29	3	45	135	5.19
2025	4.58	0.93	5.51	3	5	15	14.68
2026	4.58	0.93	5.51	3	5	15	24.17
2027	4.58	0.93	5.51	3	5	15	33.66
2028	4.57	0.19	4.76	3	5	15	43.9
2029	34.14	73.02	107.16	3	28	84	20.74
2030	34.14	73.02	107.16	3	30	90	3.58
合计	176.77	212.13	388.9				

（四）基金使用

根据《基金管理办法》，矿山地质环境恢复治理基金由矿山企业按照规定自主使用，不需签订监管协议，不需报政府相关部门审批。

矿山企业应按照本方案中年度治理任务，明确资金使用计划，严格落实矿山地质环境保护、治理恢复与土地复垦等责任。

基金适用范围包括：

1、因矿山勘查开采活动造成的矿山地质灾害、地形地貌景观破坏、地下含水层保护和治理恢复支出。

2、矿山保护性采矿的附加支出和对因开采活动造成的损毁土地资源复垦或采前预复垦支出。

3、矿区废弃物综合利用、地下水资源保护、水土保持、地表植被恢复、矿山绿化、矸石山综合治理等支出。

4、矿山地质环境监测与土地复垦监测支出。

5、矿山地质环境监测、治理恢复工程与土地复垦工程的勘察、设计、竣工验收等支出。

6、矿山土地复垦与地质环境保护治理方案编制费用支出。

7、与矿山地质环境治理恢复和土地复垦相关的其他合理支出。

矿山企业应落实矿山地质环境保护与土地复垦主体责任，建立日常工作制度，根据已审查通过的本方案以及动态监测情况，对条件成熟的区域实行边生产、边治理修复。已完成治理修复的工程，由矿山企业委托第三方根据本方案要求和动态监测情况，对治理修复工程及基金使用情况进行评估。本方案中包括地质灾害防治内容的工程勘察、设计、施工、监理和评估等第三方需具备地质灾害防治相关资质。矿山企业应在评估完成后 30 日内，将评估报告等材料报当地自然资源主管部门备案，同时抄报当地生态环境主管部门。

（五）监督管理

卢氏县庆家沟村锑矿有限公司应按照《基金管理办法》及时足额提取基金，建立健全基金管理制度，规范基金使用，确保基金专项用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦。基金提取、使用的会计处理，应当符合国家会计制度相关规定。第三方评估单位应对矿山企业完成的治理修复工程按照实际发生的工程量、工程质量和工程费用等如实进行评估，并对评估结果的真实性负责，接受当地自然资源等主管部门的监督。

卢氏县庆家沟村锑矿有限公司应于每半年和年度终了后10日内将基金提取、使用情况以及相关成效报县级自然资源主管部门，逐级审核后报省级自然资源主管部门。

各级自然资源主管部门应会同生态环境部门建立动态化监管机制，加强对企业矿山地质环境治理恢复和土地复垦的监督检查。将矿山企业的基金提取、使用以及本方案执行和相关义务的履行情况纳入“双随机、一公开”监管，并列入矿业权人勘查开采信息公示系统。对于未按照本方案落实基金使用、开展治理恢复工作的企业，列入矿业权人异常名录或严重违法失信名单，责令其限期整改。对于逾期不整改或整改不到位的，不得批准其申请新的采矿许可证或者申请采矿许可证延期、变更、注销，不得批准其申请新的建设用地。对于拒不履行矿山地质环境治理恢复和土地复垦义务的企业和提交不实评估报告的第三方评估单位，有关主管部门应将其违法违规信息建立信用记录，纳入全国信用信息共享平台，通过“信用中国”网站、国家企业信用信息公示系统等向社会公布，为相关行业、部门实施联合惩戒提供信息，并可指定符合条件的社会组织就其破坏生态环境的行为向人民法院提起公益诉讼，依据相关法律法规规定对其进行处罚并追究其法律责任；情节严重的，根据审批权限，由自然资源部门提请同级人民政府责令其退出、关闭矿山。对于拒不履行生效法律文书确定义务的被执行人，将由人民法院将其纳入失信被执行人名单，依法对其进行失信联合惩戒。

四、监管保障

卢氏县庆家沟村锑矿有限公司承诺将严格依据国家法律法规和政策要求，在本方案的总体指导下，制订近期、中远期和年度实施计划。若遇企业生产规划、矿山地质环境影响和土地损毁情况等发生重大变化时，将对本方案进行修订或重新编制。若在本方案服务期限内矿业权发生变更，则矿山地质环境保护与土地复垦责任与义务将随之转移到下一个矿业权单位。

本方案实施情况由当地自然资源局进行监督管理。卢氏县庆家沟村锑矿有限公司要强化地质环境保护与土地复垦施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与自然资源主管部门取得联系，加强与自然资源主管部门合作，自觉接受自然资源主管部门的监督管理。

为保障自然资源主管部门监管管理工作顺利进行，矿山企业应根据该矿山地质环境保护与土地复垦方案，编制阶段实施计划和年度实施计划，定期向卢氏县自然资源主管部门报告当年治理情况，接受监督检查，并将治理计划和项目实施情况向社会公开，接受土地权属人及社会公众对地质环境保护与土地复垦工作监督。

主管部门须及时对矿山地质环境保护与土地复垦工程的资金落实情况、实施进度、质量及效果等进行监督。若发现矿山企业不履行矿山地质环境保护与土地复垦义务，或地质环境治理工程、土地复垦工程不合格，应责令其整改，并可按照目前我国各项法律法规和政策文件的规定进行处罚，矿山企业应自觉接受自然资源主管部门的处罚，并进行整改。

五、效益分析

庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案实施后，将使受采矿影响的矿山地质环境及土地资源获得保护及综合性改善，减少地质灾害的发生，控制水土流失和水土环境污染，恢复和重建生态景观，恢复土地利用状态，改善项目区及周边地区的生产和生活环境，促进区域经济的可持续发展。

（一）经济效益

矿山地质环境保护与恢复治理工程是防灾减灾工程，防灾减灾工程是以防止和减轻正在或可能发生的各种灾害为主要目的工程。其经济效益主要为减灾效益。本项目中，矿山地质环境保护与恢复治理工程可以减少地质灾害对生产设施及周边道路与居民的威胁，减轻矿山开采对地下水及水土环境的影响和破坏，避免矿山地质灾害和水土环境污染造成的经济损失，根据前文评估结论可知，具有明显的经济效益。

土地复垦工程的经济效益主要体现在复垦林地的直接经济效益，以及生态恢复产生的间接经济效益。本方案复垦工程种植乔木 8613 株，按 20 年成材，每棵树产木材 0.5m^3，单位体积木材价格 1150 元（现价），每年可产生直接经济效益 24.76 万元。复垦工程实施后，损毁植被得以恢复，可以改善区域水土流失情况，避免生态退化，其间接产生的经济效益显著。

（二）生态效益

矿山地质环境保护与恢复治理工程实施后，将使影响范围内地质灾害得到防治，矿山生态环境得到治理，污水循环使用或达标排放，矿区地下水和地表水土环境污染得到相应的控制。避免了矿山地质灾害引起的生态环境破坏，和水土环境污染引起的生态退化等矿山开采对生态环境的负面影响。

复垦项目实施之后较实施之前植被覆盖率得到明显提高，对项目区的水土保持工作将有重要的意义。通过合理管护可以避免生态退化，促进生态正向演替，吸引周边动物群落的回迁，增加动植物群落多样性，从而达到植物动物群落的动态平衡。促进人与自然和谐、维护和改善生态环境。

土地复垦通过对生态系统重建工程，将会对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。具体来讲，植树、种草工程不仅可以防风固沙，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

可见，矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施生态效益显著。

（三）社会效益

矿山地质环境保护与恢复治理方案实施后，潜在的地质灾害得到治理，水土污染得到控制。可以减少地质灾害等地质环境问题对采矿人员和周边居民的人身安全的威胁，保证安全生产。

地质环境治理和土地复垦工程实施可以减少由于土地破坏、水土环境的恶化引起矿地矛盾；复垦后的土地经营管理需要较多的工作人员，因此也能够为矿区人民提供更多的就业机会，利于增加当地农民经济收入，保持社会稳定。

土地复垦工程实施后可以减少矿山开采造成的水土流失，减轻生态环境的破坏，营造良好的生态环境，有利于矿山职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

本土地复垦工程项目实施后，通过土地复垦，可以起到调整土地利用结构的作用，从而促进当地经济结构调整，促进当地经济发展。

综合可见，矿山地质环境保护与土地复垦是关系国计民生的大事，对当地安定团结和稳定发展具有重要意义。

六、公众参与

公众参与可以使公众了解矿山建设生产可能带来的自然环境、社会环境、生态环境等问题，增加公众对矿山地质环境保护与土地复垦工作的认同感，有助于减少矿山恢复治理与复垦规划失误，增加规划的合理性，能够对矿山恢复治理与土地复垦工作的实施起到监督作用。

（一）公众参与的环节与内容

公众参与强调全程参与和全面参与。公众参与的环节应包含方案编制前、方案编制期间、方案实施过程、复垦竣工验收等各阶段。参与对象包括土地权利人、行政主管部门、复垦义务人以及关心本项目的其他社会个人或者团体。参与内容包括地质环境问题预防和恢复治理措施、复垦标准的制定，土地复垦的方向确定、复垦工程技术措施与适宜物种的选择等。

1、方案编制前的公众参与

方案编制前的公众参与在方案编制前进行。公众参与调查主要采取访谈的方式，主要对象为矿山企业工作人员、自然资源等相关政府部门、土地权利人等。通过访谈及收集的相关资料了解项目区自然地理和社会经济概况、矿山已存在的矿山地质环境问题、土地权属人和政府管理部门对该项工作的意见和建议等，详见照片 8.6-1。具体内容包括：

查阅庆家沟村锑矿提供的基础资料，进行现场调查，访谈当地村民，了解项目区自然条件，重点是地形、地貌、土壤和植被、当地的种植习惯，了解项目所在地经济情况，已经产生的矿山环境问题，及当地村民对该项工作的态度。

查阅当地地质灾害分布防治规划、土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，访谈自然资源部门，了解其对矿山地质环境保护与土地复垦的意见和建议。

2、方案编制期间的公众参与

方案编制过程中，为使该项工作民主化、公众化，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见，参与形式主要有对当地群众问卷调查、相关政府部门意见收集。复垦方案编制完成后，县自然资源局、农业农村局、环保局、水利局专家审阅了方案内容，提出了相关意见。详见照片 8.6-2。

3、方案实施过程中和工程竣工验收公众参与计划

方案实施中和工程竣工验收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。矿山企业将积极采纳合

理意见，积极推广先进的、科学的地质环境和复垦技术，积极宣传地质环境保护与土地复垦政策及其深远意义，努力起到模范带头作用。

照片 8.6-1 方案编制前现场走访

照片 8.6-2 编制过程中座谈和问卷调查

为保证全程全面参与，及时有效反馈意见，应采取包括张贴公告、散发传单、走访以及充分利用电视、网络、报纸、电话等多媒体手段，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果，努力扩大宣传范围，让更广泛的群众加入公众参与中来。在政府相关职能部门方面，除继续走访项目区内自然资源部门外，还应加大和扩大重点职能部门的参与力度，如环保和农业等。在媒体监督方面，应加强与当地电视台、网站、报社等媒体的沟通，邀请他们积极参与进来，加大对复垦措施落实情况的报道（如落实不到位更应坚决予以曝光），形成全社会共同监督参与的机制。

（1）方案实施前

根据本方案确定的地质环境保护与复垦工程进度安排，在每年制定实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对复垦治理区域位置、损毁程度、治理措施、投资金额和复垦治理效果进行调查和公示。

（2）方案实施中和管护期

方案实施中和管护期每年进行一次参与式公众调查，主要是对进度、措施落实和资金落实情况、实施效果进行调查。

（3）监测与竣工验收

监测结果应每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。邀请当地相关政府部门、专家和群众代表进行验收，确保矿山地质环境恢复治理、土地复垦工程质量和相关单位个人利益。

（二）公众参与形式

1、信息发布

信息发布方式包括广播、电视、电台、报纸、期刊及网络等多种形式。根据庆家沟村锑矿的特点，在方案编制过程中和复垦工程竣工验收阶段将采取张贴公告、网络、报纸等几个易为广大群众了解的形式对项目进展等进行公示，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。

2、信息反馈

通过访谈、问卷调查、电话采访等社会调查方式收集信息。庆家沟村锑矿方案编制前及编制期间，编制人员在矿山所在区域采取了访谈、问卷调查等形式广泛地收集了意见，为土地复垦方向，相关恢复治理措施的确定提供了有益的参考。

3、信息交流

信息交流方式包括会议讨论和建立信息中心，如设立热线电话和公众信箱、开展社会调查等。庆家沟村锑矿采取的最主要的交流方式为不同规模的座谈会讨论，针对治理恢复与复垦工作重点、复垦方向和相关措施听取了各方面的意见与建议。

（三）公众参与具体情况

表 8.6-1 庆家沟村锑矿项目公众参与调查表

<table>
<tr><td colspan="8">卢氏县庆家沟村锑矿有限公司庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案
公众参与调查表</td></tr>
<tr><td>姓名</td><td></td><td>性别</td><td></td><td>年龄</td><td></td><td>文化程度</td><td></td></tr>
<tr><td>职业</td><td colspan="3"></td><td colspan="2">单位名称</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="7">您对庆家沟村锑矿了解吗：
A 很了解； B 一般了解； C 不了解</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="7">您认为庆家沟村锑矿开采会造成哪些地质环境破坏（可多选）？
A 崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；B 地面塌陷和地裂缝等地质灾害；C 对含水层造成破坏；D 地形地貌景观破坏；E 水土环境污染；F 土地资源破坏</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="7">您关心的地质环境问题有哪些（可多选）？
A 崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；B 地面塌陷和地裂缝等地质灾害；C 对含水层造成破坏；D 地形地貌景观破坏；E 水土环境污染；F 土地资源破坏</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="7">针对废石边坡失稳引发的滑坡和泥石流地质灾害，您认为以下哪种或哪几种防灾减灾措施可行性较好？
A 监测预警 B、修建截排水沟 C、修建拦渣坝 D、削坡修整 E、其他</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="7">针对井工开采引起的塌陷、裂缝等地质灾害，您认为下面哪种或哪几种治理措施可行性较好（可多选）？
A 设置拦挡和警示设施 B、加强地表变形监测；C、裂缝充填 D、搬迁避让 E、其他</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="7">如果技术经济上可以，损毁的土地您更希望复垦为什么地类？
A 林地； B 草地； C 耕地； D 其他</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="7">您认为工业场地（排土场）压占损毁的土地，最适宜的复垦方向是什么？
A 林地； B 草地； C 耕地； D 其他</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="7">您认为地表移动范围塌陷损毁的土地，最适宜的复垦方向是什么？
A 林地； B 草地； C 耕地； D 其他</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="7">您认为矿山损毁土地的复垦选择什么样的植物品种比较合适（可多选）？
A 马尾松；B 思茅松；C 刺槐；D 沙棘；E 狼牙刺；F 紫穗槐；G 爬山虎；H 狗牙根；I 高羊茅；J 其它：</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="7">您愿意监督或参与矿山地质环境保护与土地复垦吗？
A 愿意； B 不愿意； C 无所谓</td></tr>
<tr><td>11</td><td colspan="7">您对该矿山地质环境保护与土地复垦工作的其他具体的意见和建议？</td></tr>
<tr><td colspan="8">被调查人（签名）： 日期 ：</td></tr>
</table>

1、现场访谈及问卷调查

在卢氏县庆家沟村锑矿有限公司人员陪同下，编制人员随机走访了影响区域的土地权利人、相关政府部门及锑矿工作人员，得到了他们的大力支持。通过问卷调查和分析整理，了解参与人员对相关问题的意见和建议，作为编制方案相关内容的重要参考。

本方案发放调查问卷 30 份，收回调查问卷 30 份，问卷有效率为 100%。通过对收回的调查问卷整理、分析，获得公众参与结果统计表，见表 8.6-2。

表 8.6-2　项目调查结果统计表

性别	男	24	年龄	30 岁以下	5
				30~50 岁	18
	女	6		50 岁以上	7
文化程度	文盲	2	职业	农民	21
	小学	5		工人	8
	初中	15		干部	1
	高中	8		教师	0
	大学以上	0		学生	0
您对南岸锑矿了解吗？		很了解		15	50.00%
		一般了解		10	33.33%
		不了解		5	16.67%
您认为庆家沟村锑矿的开采会造成哪些地质环境破坏（可多选）？		崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害		12	40.00%
		地面塌陷和地裂缝等地质灾害		6	20.00%
		对水层造成破坏		12	40.00%
		地形地貌景观破坏		6	20.00%
		水土环境污染		18	60.00%
		土地资源破坏		3	10.00%
您关心的地质环境问题有哪些（可多选）？		崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害		12	40.00%
		地面塌陷和地裂缝等地质灾害		6	20.00%
		对水层造成破坏		12	40.00%
		地形地貌景观破坏		6	20.00%
		水土环境污染		18	60.00%
		土地资源破坏		3	10.00%
针对废石边坡失稳引发的滑坡和泥石流地质灾害，您认为以下哪种或哪几种防灾减灾措施可行性较好？		监测预警		15	50.0%
		修建截排水沟		16	53.33%
		修建拦渣坝		24	80.0%
		削坡修整		21	70.0%
		其他		0	0%
针对地下开采引起的地面塌陷和地裂缝，您认为以下哪种或哪几种防灾减灾措施可行性较好？		设立铁丝拦网		12	40.0%
		监测预警		12	40.0%
		搬迁避让		3	10.0%
		裂缝充填		10	33.33%
		其他		0	0%
如果经济技术可行，你最希望损毁土地的土地复垦方向？		林地		16	53.33%
		草地		1	3.33%
		耕地		12	40.00%
		其他		1	3.33%
您认为工业场地（排土场）压占损毁的土地，最适宜的复垦方向是什么？		林地		13	43.33%
		草地		0	0.00%
		耕地		15	50.00%

	其他	2	6.67%
您认为矿山损毁土地的复垦选择什么样的植物品种比较合适（可多选）？	思茅松	12	40.00%
	杉木	11	36.67%
	刺槐	18	60.00%
	沙棘	5	16.67%
	狼牙刺	8	26.67%
	紫穗槐	14	46.67%
	狗牙根	3	10.00%
	高羊茅	19	63.33%
	其它	4	13.33%
您愿意监督或参与矿山地质环境保护与土地复垦吗？	愿意	22	73.33%
	不愿意	2	6.67%
	无所谓	6	20.00%

通过调查矿区及周边民众，发现普遍对庆家沟村锑矿的生产建设比较关注，认为矿山建设促进了本地区经济的发展，给周边群众提供了一定的工作机会，支持矿山生产建设。但也明确提出了矿山开采会带来的一系列问题，他们比较关注的矿山开采可能会引起边坡失稳引起的滑坡和泥石流地质灾害、对水土环境造成污染和对土地造成损毁等。并对自己关注问题的解决方式，给出了一定的意见和建议。同时要求矿方在工程实施中要充分考虑群众的切身利益，避免对群众生命和财产造成损失。大多数调查者愿意对矿山地质环境保护与土地复垦工作进行监督。

2、相关政府部门参与情况

本方案编制过程中，走访了相关政府部门，听取了他们对方案编制和实施的要求及建议：

（1）卢氏县庆家沟村锑矿有限公司需要保证矿山开采过程中，采取切实有效的矿山环境治理措施和土地复垦措施，最大限度地减少矿产资源开发对矿山地质环境和土地资源的影响，真正做到“在开发中保护、在保护中开发”，促进采矿活动健康发展。

（2）复垦工作因地制宜，充分考虑当地的自然社会经济、政策等因素，尽量恢复土地经济价值和生态价值，复垦方向要与本地土地利用总体规划保持一致。

（3）方案确定的损毁土地复垦方向要具有可行性，符合该矿的实际情况，应根据项目区特点制定科学合理的复垦措施。

（4）矿山在开采过程中，应设专门机构加强矿山地质环境监测，发现地质灾害迹象或地质环境问题应及时采取措施，并将异常情况报有关部门备案。

（5）矿山企业要积极缴存矿山地质环境恢复治理基金，保证治理和复垦所需资金落实到位。

由以上意见可以看出项目区群众最关心的矿山开采对自己生产生活的影响，而政府部门则希望矿山地质环境保护与复垦义务能够有效落实，相关措施科学合理。

图 8.6-1 庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案公示内容

3、方案编制完成后的公示

（1）方案公示内容

方案送审稿完成后，在报送自然资源部评审之前，将方案通过张贴公示等方式进行公告（图 8.6-1 和照片 8.6-3），向公众公告内容包括：项目概况、矿山地质灾害现状及预测、地质灾害治理恢复措施、土地损毁情况、复垦方向及复垦措施等要点介绍，意见反馈方式和期限等，公众可以查阅土地复垦报告书简本，必要时向业主单位或其委托的报告编制单位索取补充信息。

2）公示结果

由公众参与调查问卷可知，项目区周围公众对于锑矿开采比较了解，但对矿山地质环境保护与土地复垦相关工作的了解较少。通过本次公示，使公众对于庆家沟村锑矿矿山地质环境保护与土地复垦相关工作有了一定的了解，对矿山地质环境保护与土地复垦宣传普及工作有一定的积极意义。公示过程中，矿方及项目编制方未收集到反对意见，公众对本方案确定的地质环境问题评估、复垦方向、治理恢复措施、复垦措施主要内容较为认可。

照片 8.6-3 地质环境保护与土地复垦方案公示

第九章　结论与建议

一、 结论

1、庆家沟村锑矿位于河南省卢氏县庆家沟村，隶属于卢氏县庆家沟村锑矿有限公司，矿区面积为***km^2，设计生产能力为***万吨/年，采用地下开采，平硐+竖井开拓方式，采用浅孔留矿法开采，矿山服务年限 10.81 年。

2、庆家沟锑矿为生产矿山，采矿证剩余服务年限 6.6 年，地表稳沉期 1.4 年，治理复垦期 1 年，监测管护时间 3 年，由此确定本方案服务年限为 12 年，即 2024 年 5 月至 2036 年 4 月，适用期 5 年，2024 年 5 月至 2029 年 4 月。

3、评估范围以矿山地质环境影响范围和矿区范围叠加确定，东部、西部和南部至分水岭或矿区边界，北部沿庆家沟至矿山排水口下游 1000m，面积约 0.5582km^2。

庆家沟锑矿复垦区面积 12.95hm^2，矿山道路（0.10hm^2）留续使用，矿山复垦责任范围面积为 12.85hm^2。

4、评估区重要程度为较重要区；矿山设计生产规模为 3 万 t/a，属于小型矿山；矿山开采情况中等，地形地貌中等，矿山地质环境条件中等，评估级别定为二级。

5、矿山目前处于停产状态。现状调查过程中，未发现崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，也没发现地面塌陷和地裂缝等明显地表变形。主要地质灾害为硐口工业场地下方废石填筑形成的不稳定边坡、已有采空区上方存在塌陷隐患等地质灾害隐患，主要影响林地生态环境、下游地表水体和零星活动居民，地质灾害影响较轻。采空区和导水裂隙对构造裂隙含水带结构造成破坏，矿井涌水和废石淋溶水排放引起地下水锑含量超标，对含水层影响严重。硐口工业场地和废水处理站等部分改变了原来的地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响较严重。矿井涌水和废石淋溶水等引起地表水体锑含量严重超标，矿山开采对水土环境影响严重。

6、后期基建和生产过程中，新建工业场地（排土场）稳定性较好，但在极端条件下，可能会发生失稳，引起滑坡和泥石流，影响办公生活区、工业场地及下游农田和沟口附近少量居民等，地质灾害影响较严重。随着地下采空区面积的扩大，顶底板弯曲变形发展到地表可能会引起地面塌陷和地裂缝等地质灾害，影响其中的林地生态环境和零星活动人员，地质灾害影响较严重。采空区和导水裂隙带会对基岩裂隙含水层结构造成破坏，地下水向采空区排泄会引起周边地下水位大幅度下降，矿井涌水和废石淋溶水收集处理后达标排放，对地下水水质影响较小。工业场地（排

土场）和办公生活区建设改变了较大的原来地形地貌景观，对地形地貌景观影响严重。矿井涌水和废石淋溶水收集处理后达标排放，正常工况条件下，矿山开采对水土环境污染较轻，但仍存在引起地表水质恶化的风险。

7、根据现状评估和预测评估结果，结合矿山地质环境问题类型、分布特征及其影响程度，采用单要素评估结果叠加法将评估区划分为三个区，即矿山地质环境重点防治区（A 区）、矿山地质环境次重点防治区（B 区）和矿山地质环境一般防治区（C 区），其中重点治理区划分为南沟区域（A1）和庆家沟两侧区域（A2）两个亚区，次重点治理区划分为地表采动范围（B1）、地下水位沉降区域（B2）、阴坡沟沟口区域（B3）和莫家沟区域（B4）四个亚区。

8、根据统计和预测，庆家沟锑矿已损毁土地面积 1.40hm^2，拟损毁土地面积 11.55hm^2（扣除重复损毁面积），复垦区面积 12.95hm^2，其中矿山道路 0.10hm^2 留续使用，复垦责任区面积 12.85hm^2，全部复垦为乔木林地，土地复垦率 100%。

9、庆家沟锑矿矿山地质环境保护与恢复治理措施包括：地表移动范围外设立铁丝围栏和警示牌；工业场地（排土场）下部修建挡土墙，上游及两侧修建截排水沟；工业场地填筑边坡削坡平整，硐口封堵；工业场地内和下方修建集水池，修建废水处理站，对矿井涌水和废石淋滤水进行收集和集中处理等。并设立监测点对地质灾害、地下水水位和水质、地形地貌景观破坏和水土环境污染进行监测。

10、庆家沟锑矿土地复垦措施包括：拟损毁区域表土剥离和集中表土管护；工业场地和办公砌体拆除、土地平整、土壤培肥和植被恢复，废水处理站砌体拆除、处理池充填、土地平整、土壤培肥和植被恢复；地表移动范围地表裂隙充填和植被补种等。并设立监测点对土地损毁、复垦效果进行监测，对复垦区域采取管护措施。

11、方案分 2 个阶段对庆家沟锑矿矿山地质环境保护与土地复垦工作进行总体部署，其中第一阶段（近期）2024—2028 年，第二阶段（中远期）2029—2035 年。

12、矿山地质环境保护与土地复垦工程静态总投资 388.9 万元，其中矿山地质环境治理工程静态投资 176.77 万元，土地复垦工程静态总投资 212.13 万元，资金来源全部为矿山企业自筹。

二、建议

1、矿山在开采过程中，应设专门机构加强矿山地质环境监测，发现地质灾害迹象或水土环境恶化应及时上报有关部门及时处理。

2、由于矿体赋存条件变化较大，不排除部分区域可能会较大地面沉陷和地裂缝。建议矿方根据矿山设计，并结合开采过程中出现的实际情况进行专项设计及工程防护。

3、矿山企业应在废水处理排放口设计连续监测装置，对排放废水水质进行连续监测，避免矿山开采对地表水体水质造成污染。

4、矿山企业要努力改进开采方法，优化生产工艺，提高矿产资源综合利用率和废弃物的循环利用水平，尽可能地降低矿山开采对矿区环境的破坏，从根本上减轻地质灾害、地形地貌景观破坏，积极建设绿色矿山。

5、本方案矿山地质环境保护与土地复垦工程设计不代替最后施工方案设计，要求矿山企业在实施矿山地质环境保护与土地复垦工程前，委托相关单位对矿山环境影响区进行专项工程勘察、设计，然后施工。

6、监测和管护措施是地质环境保护与土地复垦工程重要组成部分，是地质环境保护与土地复垦效果的重要保证，一定要保证工作质量。

7、在矿山开发中如出现方案中没有提到的问题，应及时进行评估，根据情况及时采取措施。

8、编制应急预案，发生重大事故时立即启动相应的应急预案，做到防患于未然。

9、在矿山生产规模、矿区范围和生产工艺发生变化时，本方案应相应改变或重新编制。