

景东恒富矿业投资有限公司
景东县龙街乡南岸锑矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

景东恒富矿业投资有限公司

2021年5月

景东恒富矿业投资有限公司
景东县龙街乡南岸锑矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位： 景东恒富矿业投资有限公司

法定代表人： 武国顺

总工程师： 史平祥

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： 任明纪

项目负责人： 吴全雷

编写人员： 任明纪 吴全雷 刘 亮 韩彩娟

路 璐

制图人员： 韩彩娟

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	15
一、矿山简介	15
二、矿区范围及拐点坐标	15
三、矿山开发利用方案概述	16
四、矿山开采历史及现状	29
五、相邻矿山分布与开采情况	31
第二章 矿区基础信息	33
一、矿区自然地理	33
二、矿区地质环境背景	36
三、矿区社会经济概况	43
四、矿区土地利用现状	44
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	48
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	48
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	53
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	53
二、矿山地质环境影响评估	55
三、矿山土地损毁预测与评估	89

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	96
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	107
一、矿山地质环境治理可行性分析	107
二、矿区土地复垦可行性分析	109
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	119
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	119
二、矿山地质灾害治理	124
三、矿区土地复垦	127
四、矿山地质环境监测	139
五、矿区土地复垦监测和管护	148
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	153
一、总体工作部署	153
二、阶段实施计划	155
三、年度实施计划	162
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	186
三、土地复垦工程经费估算	188
四、总费用汇总与年度安排	194
第八章 保障措施与效益分析	199
一、组织保障	199
二、技术保障	199
三、资金保障	200
四、监管保障	202
五、效益分析	203

六、公众参与	205
第九章 结论与建议	215
一、 结论	215
二、 建议	217

附图目录：

1、景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿矿山地质环境问题现状图	
2、景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿土地利用现状图	
3、景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿矿山地质环境问题预测图	
4、景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿土地损毁预测图	
5、景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿土地复垦规划图	
6、景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿地质环境治理工程部署图	

附件目录：

附件 1、矿山地质环境调查表	
附件 2、土地复垦报告表	
附件 3、方案编制委托书	
附件 4、采矿许可证	
附件 5、南岸铋矿停产证明	
附件 6、关于景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿矿山地质环境保护与土地复垦方案编制情况说明	
附件 7、普洱市国土资源局关于《云南省景东县南岸铋矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审的备案证明及评审意见	
附件 8、《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿矿产资源开发利用方案》专家组审查意见	

附件 9、普洱市环境保护局关于《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿环境影响报告书》的批复及审查意见

附件 10、景东县龙街乡南岸铋矿环境现状监测检测报告

附件 11、《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿地质环境保护与治理恢复方案》审查备案表及评审意见

附件 12、《景东县龙街乡南岸铋矿项目土地复垦方案报告书》评审专家意见。

附件 13、景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿环境治理恢复基金现金交款单

附件 14、景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿土地复垦缴款确认书

附件 15 普洱市国土资源局关于景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿采矿权开展矿山生态环境综合评估及相关规划等有关情况审查意见

附件 16、 龙街乡人民政府关于南岸村民委员会李家村民小组搬迁安置事宜公告

附件 17、部分公众意见调查表

附件 18、承诺书

前言

一、任务的由来

景东县龙街乡南岸锑矿（以下简称“南岸锑矿”）采矿权首次取得采矿许可证时间为 2000 年 3 月，采矿权人云南滇鑫矿业有限公司，采矿许可证号：5327240010017，采矿期限捌年，自 2000 年 3 月至 2008 年 3 月。2008 年采矿许可证到期前，云南滇鑫矿业有限公司委托云南地质科学院进行了矿山储量核实工作，于 2007 年 12 月提交了《云南省景东县龙街乡南岸锑矿资源储量核实报告》，并取得了新的采矿许可证，证号 C5300002009043120014712，有效期为 2008 年 3 月至 2014 年 7 月。2011 年 3 月 21 日景东恒富矿业投资有限公司（以下简称“恒富矿业公司”）通过转让方式取得该矿采矿权。采矿许可证于 2011 年 3 月 21 日由云南省国土资源厅换发，证号 C5300002009043120014712，矿区面积 1.1994 平方公里，开采标高 1700~1500 米，有效期叁年零肆个月，自 2011 年 3 月 21 日至 2014 年 7 月 21 日，准采矿种锑矿，开采方式为地下开采，批准生产规模为***万吨/年。后经两次延续，目前采矿许可证有效期为 2019 年 7 月至 2021 年 7 月，采矿许可证即将到期。

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，办理采矿证延续时，需编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。北京通拓工程科技有限公司受恒富矿业公司的委托，承担了《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸锑矿地质环境保护与土地复垦方案》的编制任务。

二、编制目的

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，将南岸锑矿的矿山地质环境恢复治理与土地复垦目标、任务、措施和计划等落到实处。

根据矿山地质环境保护的法律法规及政策要求，建立矿山地质环境保护与恢复治理管理机制，规范矿业活动，促进矿山地质环境保护与矿业活动的协调发展。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，明确生产建设单位土地复垦的目标、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。

三、编制依据

（一）法律法规

- 1、《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日修订）；
- 2、《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- 3、《中华人民共和国矿产资源法》（2009年8月27日修正）；
- 4、《中华人民共和国农业法》（2013年1月1日）；
- 5、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014年修订）；
- 6、《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日）；
- 7、《土地复垦条例》（2011年3月5日）；
- 8、《土地复垦条例实施办法》（2019年7月16日修正）；
- 9、《基本农田保护条例》（2011年1月8日修订）
- 10、《地质灾害防治条例》（2004年3月1日）；
- 11、《云南省地质环境保护条例》（2001年7月28日）；
- 12、《矿山地质环境保护规定》（2019年7月16日修正）；
- 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、《云南省国土资源厅关于进一步规范矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（云国土资发〔2017〕96号）；

16、《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）。

（二）规程规范

- 1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016年12月）；
- 2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
- 3、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）；
- 4、《土地复垦方案编制规程第4部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）；
- 5、《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号）；
- 6、《〈县（市）地质灾害调查与区划基本要求〉实施细则》（2006年10月）；
- 7、《污水综合排放标准》（GB8978-2002）；
- 8、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- 9、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-1991）；
- 10、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；
- 11、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）；
- 12、《国家一、二等水准测量规范》（GB/T12897-2006）；
- 13、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 14、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 15、《造林技术规程》（GB/T15776-2016）；
- 16、《造林作业设计规程》（LY/T1607-2003）；
- 17、《耕地质量验收技术规范》（NY/T1120-2006）；
- 18、《耕地地力调查与质量评价技术规范》（NY/T1634-2008）；
- 19、《泥石流灾害防治工程勘查规范（试行）》（T/CAGHP006-2018）；
- 20、《泥石流灾害防治工程设计规范》（DZ/T0239-2004）；
- 21、《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1995）；
- 22、《地下水监测工程技术规范》（GB/T51040-2014）；
- 23、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）；
- 24、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- 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、《农用地质量分等规程》（GB/T28407-2012）；
- 27、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0320-2018）。

（三）技术文件及资料

- 1、采矿许可证（证号：C5300002009043120014712）；
- 2、《云南省景东县南岸锑矿资源储量核实报告（2014年）》，（云南南方地勘工程总公司，2014年2月）；
- 3、《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸锑矿矿产资源开发利用方案》（昆明诚信勘察设计有限公司，2014年4月）；
- 4、《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸锑矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》（云南地质工程勘察设计研究院，2014年6月）；
- 5、《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸锑矿水土保持方案可行性研究报告》（云南地质工程勘察设计研究院，2015年4月）；
- 6、《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸锑矿环境影响评价报告书》（中煤科工集团重庆设计研究院有限公司，2016年9月）；
- 7、《景东县龙街乡南岸锑矿土地复垦方案报告书》（云南地质工程勘察设计研究院，2016年10月）；
- 8、土地利用现状标准分幅图（图幅号：***）；
- 9、《景东彝族自治县矿产资源总体规划》（2016年-2020年）；
- 10、《景东彝族自治县土地利用总体规划》（2010年-2020年）；
- 11、《景东县2019年度耕地质量等别年度更新评价》。

四、方案适用年限

（一）生产服务年限

景东县龙街乡南岸锑矿为延续矿山，根据昆明诚信勘察设计有限公司2014年4月所编制的开发利用方案，矿山生产服务年限为5年，但该矿自2014年以来一直处于停产状态，保有储量未发生变化，所以剩余生产服务年限不变，仍为5年。

（二）方案的服务年限

由于矿山地质环境恢复治理和土地复垦与矿山生产建设同时进行，本方案的服务年限为矿山服务年限、地表稳沉时间、矿山治理复垦期及其管护年限之和。

矿山剩余生产服务年限为 5 年，拟申请延续采矿许可证年限 5 年；闭坑后地表移动稳沉时间为 1 年；矿山治理复垦期 1 年，矿区所在区域水热条件较好，有利于植被生长和发育，管护时间取 3 年。因此本方案服务年限为 10 年，即 2021 年～2030 年。

（三）方案的基准期

2021 年为方案的编制、修改和审批时间。方案基准期暂定为 2021 年，具体以上级管理部门批准该方案之日算起。

五、编制工作概况

（一）以往编制情况

经调查南岸锑矿之前分别编制过矿山地质环境保护与恢复治理方案、土地复垦方案，下面对各方案编制情况、主要内容、执行情况及与本方案的差异进行论述。

1、矿山地质环境保护与恢复治理方案概况

恒富矿业公司于 2014 年 3 月委托云南地质工程勘察设计研究院编制了《景东恒富矿业有限公司景东县龙街乡南岸锑矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》，2014 年 6 月由云南省地质环境监测院组织有关专家对方案进行了评审，2014 年 7 月 15 日完成备案。

（1）主要内容

1) 评估区按重要程度属较重要区，矿山地质环境条件复杂，矿山生产建设规模为小型矿山，由此确定该项目矿山地质环境影响评估级别属一级。

2) 矿山地质环境影响评估范围以矿山的矿界范围和地下水可能被污染区域作为地质环境影响评估范围，评估区北西部至分水岭，南、东部以矿界范围为界外推约 200m。评估区面积约 3.675km²。

3) 评估区地质环境质量现状：现状地质灾害一般发育，泥石流、滑坡、崩塌等地质灾害不发育。仅发育有潜在不稳定边坡 4 处。发生地质灾害的可能性小，对其下部的矿山公路、农田存在威胁，危险性中等，地质灾害影响较严重。采矿活动产生的废水对地下水污染较小，现状含水层受矿山开采活动影响和破坏程度较轻。采矿坑口有废渣堆积，对地形地貌景观有一定的影响，评估区内采矿活动对地形地貌

景观影响和破坏程度较严重。矿山道路、渣场、矿部生活区及坑口占用或破坏部分林地、荒草地，未占用或破坏农田，对土地或植被资源占用或破坏程度属较轻。

4) 矿山地质环境预测评估：采矿活动加剧不稳定边坡可能性中等，危害性中等。采矿活动可能诱发的地质灾害主要为地下井巷开拓可诱发井巷变形破坏可能性大、危险程度大，采空区塌陷发生的可能性小，危害程度中等。可能遭受的地质灾害有不稳定边坡危害，巷道、底鼓、片帮、掉块、坍塌的危害和采空区采空塌陷的危害，总体地质灾害影响严重。矿山开采引起地下水位大幅下降，对含水层影响严重，矿山弃渣及地下开采对地形地貌改变较大，对地形地貌景观影响和破坏较严重。矿山开采占用或破坏林地、荒草地，矿业活动对土地或植被资源占用或破坏程度属较严重。

5) 根据矿山环境影响评估结果，结合本矿区人群居住与活动场所的分布，及其维系他们生存的生态资源分布情况，将矿区划分为矿山环境重点防治区和一般防治区。

矿山环境重点防治区位于评估区中部，为采矿工程分布区，矿业活动频繁，对地质环境的影响较严重。主要的地质环境问题是：地下井巷开拓可引起井巷变形破坏，可能性大，危害性大；采空区塌陷及地裂缝可引发地表移动，对区内土地、人畜、村庄、道路及井下人员、设施等构成危害，可能性小，危险性中等；废渣场失稳危害矿山公路交通，引发地质灾害危险性中等；潜在不稳定边坡可能引发滑坡和崩塌灾害，发生可能性中等，危险性中等。

一般防治区为矿山地质环境保护与恢复治理重点区（A）以外工程建设及其影响区域，面积为 3.245km²。本区没有矿业活动或矿业活动影响较小。

6) 治理工程部署：对矿山建设、道路开挖修建等诱发的滑坡、不稳定边坡、崩塌等地质灾害，采用工程、生物治理等措施，减轻对矿山生产的威胁；矿山为井下坑道开采方式，对可回填的坑道及时回填处理，不仅可以减少弃渣占地和对植被的破坏，而且可以减小采空坍塌、岩石错动等的可能性，也可进一步减小坑道冒顶等的可能性，为下一步治理提供条件；合理堆放巷道开挖产生的废石弃渣，粉碎后做为覆土用于生物恢复工程，防止因在其他地段覆土挖运形成新的灾害隐患；对采矿形成的排废场地进行植被恢复；对地形坡度陡，稳定性差的渣体，设置必要的拦挡工程；矿山闭坑后，对废弃不在使用的建筑、厂房进行处理后，进行植被恢复；实

时跟踪监测，掌握治理工程的实施进度及施工质量，直观反映治理成效，并为治理中出现的问题及时提出有效建议。

上主要工程量详见表 0-1。

表 0-1 矿山地质环境防治工程量表

一、工程措施				
	总长	挖方	浆砌石	M10 砂浆抹面
	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
排水沟	3834	192		
挡墙	30	22.96	54.6	55
合计	3864	214.96	54.6	55
二、生物措施				
整理边坡、渣体	覆土	穴状整地	车桑子	思茅松
(m ²)	(m ³)	个	(kg)	(株)
17980	8990	7720	121	6113
抚育管理	苗木造林当年 9 月除草培土 1 次，次年雨季补植，连续 3 年，3 年内防病虫害；道路外侧行道树或其他易受人为活动影响或破坏的路段，采取一定防护措施，防止牲畜和人为活动的破坏。			

7)治理工程总投资 1291439 元。其中工程措施费 206813 元，植物措施费 358491 元，临时措施 11306 元，监测费 426950 元，独立费用 641728 元，基本预备费 73100 元。

(2) 实施情况

据现场调查，由于矿山一直处于停状态，2014 年编制矿山地质环境保护与恢复治理方案后，未按照方案进行过矿山地质环境治理恢复治理工作。在此之前基建过程中在硐口工业场地废石填筑边坡下方修筑有挡土墙。并出资协助政府对矿区范围内的居民进行搬迁安置。

截至目前为止，矿山已缴存地质环境保证金壹万元整。

(2) 与本方案差异

表 0-2 本方案与上一期治理方案差异

主要内容	本方案	上一期方案	差异原因
方案适用年限	2021 年-2030	2014-2021	基准年不同，延长了稳沉期、管护期，增加可恢复治理施工期。
评估范围和面积	矿区范围和地质环境影响范围叠加，面积 3.675km ²	矿区范围和地质环境影响范围叠加，3.675km ²	无差异
评估级别	一级	一级	无差异
现状评估	地质灾害危险影响程度较严重，含水层影响程	地质灾害危险影响程度较严重，含水层影响程	根据编大纲的调整，删掉土地资源影响评估部分，

主要内容	本方案	上一期方案	差异原因
	度较轻，地形地貌景观影响较严重，水土环境影响较轻。	度较轻，地形地貌景观影响较严重，土地资源影响较轻。	增加了水土环境影响评估部分。各因素影响程度未变化。
预测评估	地质灾害危险影响程度严重，含水层影响程度较严重，地形地貌景观影响严重，水土环境影响较轻。	地质灾害危险影响程度严重，含水层影响程度较严重，地形地貌景观影响较严重，土地资源影响较严重。	根据编大纲的调整，删掉土地资源影响评估部分，增加了水土环境影响评估部分。地形地貌景观影响调整为较严重。
预防和治理措施	对不稳定斜坡、废石场采取修建截排水沟、削坡和支挡措施，道路两侧小型崩塌滑坡，采取清理崩滑体、削坡、修建格构护坡等措施，地表移动范围内采取充填裂缝和土地平整等措施。修建集水池、废水处理站等设施，提高废水循环利用率，防治水土环境污染。	对原有不稳定斜坡、工业场地、弃渣场、矿区道路进行治理，包括清理土石方坡脚设计抗滑挡墙，对边坡进行稳固；后缘周边设置土质排水沟。	增加了地表移动范围内采取充填裂缝和土地平整；修建集水池、废水处理站等设施。调整了部分工程设施设计参数，使之更合理。
投资预算	129.14 万元	114.97 万元	工程内容存在差异，且部分植被恢复措施调整进行土地复垦工程。

2、土地复垦方案概述

2014 年 10 月委托云南地质工程勘察设计研究院编制了《景东县龙街乡南岸梯矿土地复垦方案报告书》，2016 年 11 月 14 日云南省国土资源厅在昆明组织专家对该方案进行了评审。

(1) 主要内容

1) 土地复垦方案服务年限为 7 年（2016 年 12 月至 2023 年 11 月），包括矿山生产服务年限的 5 年和闭坑后 2 年的管护期，设计水平年为 2016 年。

2) 项目区损毁土地共计损毁土地面积 7.85hm²，其中已损毁土地面积 0.23hm²，拟损毁土地面积 7.62hm²。其中挖损土地 0.13hm²，包括旱地 0.09hm²、有林地 0.04m²，损毁程度为中度；压占损毁土地 1.30hm²，包括旱地 0.05hm²、有林地 1.24hm²、农村道路 0.01hm²，损毁程度为轻度；塌陷土地面积 6.42hm²，包括旱地 5.30hm²、有林地 0.81hm²、农村道路 0.10hm²、村庄 0.21hm²，损毁程度为轻度。

3) 项目区无永久性建筑用地，复垦责任范围与复垦区范围一致，均为 7.8456hm²。

4) 根据适宜性评价，确定复垦面积为 7.8456hm²，其中复垦为旱地 5.6588 hm²、有林地 2.0963 hm²，农村道路 0.0877 hm²，复垦率 100%。

5) 主要复垦措施和复垦工程量如表 0-3 所示。

表 0-3 矿山土地复垦工程量表

复垦单元	工程内容		单位	数量
已建办公生活区、废石场、坑口工业场地、矿区道路、村庄、表土堆场	平整工程	水泥浆砌砖拆除	m ³	950.4
		混凝土硬地砖拆除	m ³	132.00
		清运建筑垃圾	m ³	2582.4
		剥离表土	m ³	5313
		覆土	m ³	5301
		土方回填	m ³	675
		平整场地	m ³	5298.3
		田埂修筑	m ³	1123.6
	生物化学工程	撒播光叶紫花苕子	hm ²	1.3595
	植物恢复工程	栽植思茅松	株	529
		栽植火棘	株	529
		撒播高羊茅、狗牙根	hm ²	0.3856
	管护工程	抚育管护（2 年）	hm ²	1.2903
	配套设施	水窖	个	2
农渠		m	420	
塌陷影响范围	平整工程	覆土	m ³	253.4
		平整场地	m ³	253.4
		田埂修筑	m ³	320.256
	生物化学工程	撒播光叶紫花苕子	hm ²	0.3863
	植物恢复工程	思茅松	株	678
		火棘	株	678
		撒播高羊茅、狗牙根	hm ²	0.4063
	管护工程	抚育管护（2 年）	hm ²	0.4063
配套设施	水窖	个	5	

6) 本方案复垦投资估算静态投资 793502.84 元，动态投资 954784.35 元。亩均静态投资 6745.06 元，亩均动态投资 8116.02 元。

(3) 实施情况

据现场调查，由于矿山一直处于停状态，未进行土地复垦工作。矿区范围内居民点搬迁后，农村宅基地由村民自发复垦为耕地，由原宅基地使用人耕种。由于原居民建筑多为泥瓦结构，没有硬结，主要复垦措施包括建筑物、土地平整、翻耕和土壤培肥等。经过多年耕种和土壤熟化，目前质量较好，经调查亩均投资 2000 元~5000 元不等。

已缴存土地复垦保证金拾万元整。

(2) 与本方案差异

表 0-4 本方案与上一期治理方案差异

主要内容	本方案	上一期方案	差异原因
方案适用年限	2021 年-2030	2016-2023	基准年不同，延长了稳沉期、管护期，增加可复垦施工期。
已损毁	0.67hm ²	0.23hm ²	办公生活区、工业场地、矿区道路面积量测不一致
拟损毁	8.52hm ²	7.62hm ²	废石场、地表移动范围、新建矿区道路面积量测不一致
复垦区	9.19hm ²	7.85hm ²	工业场地、废石场面积统计不一致
复垦责任范围	8.31hm ²	7.85hm ²	本方案闭坑后，矿山道路留给当地居民使用
复垦方向	耕地、林地	耕地、林地	无差异
预防控制与复垦措施	砌体拆除、场地平整、覆土、翻耕土地	砌体拆除、场地平整、翻耕土地、场地平整	无差异
投资预算	104.49 万元，	79.35 万元	工程内容存在差异，人工、材料价格有所变化。

本次编制的南岸锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案，对以上编制的矿山地质环境保护和恢复治理方案及土地复垦方案相关评估结论的合理性、治理和复垦措施、工程部署的合理性进行认真研究和反复论证，在本方案中进行优化，使之更有可行性，方便方案的实施。恒富矿业公司承诺本次方案编制完成后，将补齐历史欠账，严格履行相关义务。

（二）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 2020 年 10 月 25 日至 10 月 30 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 2020 年 11 月 1 日至 11 月 10 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愿和建议。

第三阶段从 2020 年 10 月 11 日至 2021 年 1 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 2021 年 2 月 1 日至 2021 年 2 月 28 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。

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，收集矿山资源储量核实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；收集矿山地质环境保护与恢复治理方案、土地复垦方案、水土保持方案，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；分析已有资料情况，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，采取路线穿越法和顺层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。对周边矿山已经采取的治理措施及治理效果进行调查。

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，及周边矿山土地复垦措施及复垦效果。

3、公众调查和协调论证

采用座谈会、问卷调查、走访的形式，广泛地与矿区所在地和附近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与土地复垦利用方向的意愿，以及对复垦标准与治理措施的意见。

对收集到的各种资料 and 实际调查的资料进行分析整理，结合公众意见和建议确定矿山地质环境保护与复垦方向，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，初步拟定方案。

就初步拟定方案广泛征询矿方、涉及村庄和村民、自然资源等相关部门的意见，并从组织管理、经济、技术、生态环境协调性、费用保障、复垦目标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和工程部署，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《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸梯矿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 0-5 所示。

表 0-5 工作量一览表

项目	单位	工作量	
资料收集	文档	套	7
	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	3.6
	调查线路	km	5
	地形地貌点	处	18
	地质灾害点	处	4
	地下水	处	5
	地表水	处	2
	土壤	处	4
	土地利用现状调查	hm ²	119.94
	拟损毁土地现状调查	hm ²	8.52
	公众意见调查表	份	30
	照片	张	150
	提交成果	文字报告	份
图件		张	6

（四）项目人员和设备投入计划

投入仪器设备包括 RTK、绘图工作站、绘图仪、笔记本电脑和汽车等，投入技术人员 5 人，涉及专业包括地质矿产、土地资源管理、农田水利、地质灾害防治等，工人 1 名，司机 1 名，具体情况如表 0-6 所示。

表 0-6 投入的人员和仪器设备

主要仪器设备	作业人员情况
RTK 一台（华测 X6）	技术人员 5 人、工人 1 人
笔记本电脑五台	
绘图工作站电脑一台	
绘图仪一台	
值班车一辆	专职驾驶员 1 人

（五）《方案》质量评述

本《方案》编制工作严格按《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，其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。

项目实施过程中，严格按 ISO9001 质量保证体系及我单位《质量、环境、职业健康安全管理体系手册》要求进行质量控制，并建立了单位、项目、作业组三级质量管理体系，严格开展了项目组内自检、项目互检和公司技术部门专项抽检的三级质量检查工作，自检率 100%、互检率 30%、专检 10%，质量体系运行情况良好。

本《方案》编制工作方法正确、工作部署合理，符合相关技术规范要求，野外调查资料翔实、全面、可靠，方案内容丰富、论述有据，附图清晰、美观、规范。通过质量管理体系运行，层层落实质量责任，基本查明了矿区地质环境现状及土地资源现状，制定了矿山地质环境恢复治理方案与土地复垦具体方案，为矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦提供了技术依据，达到了预期的工作目的。

《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实际调查成果、各类技术资料和技术规范为依据，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

景东县龙街乡南岸铋矿位于景东县城北东 25° 方向直距 35km 处，地处景东县龙街乡南岸村公所李家村境内，地理坐标：东经***，北纬，矿区面积 1.1994km²。由矿区至龙街乡有简易公路通达，里程约 15km；由龙街乡至景东县城有碎石公路 34km，由景东县城到普洱市运距为 260km，由景东县城到昆明市运距为 520km，交通较方便。（见图 1.1-1）

图 1.1-1 矿山交通位置图

- (1) 项目名称：景东县龙街乡南岸铋矿项目
- (2) 隶属关系：景东县龙街乡南岸铋矿隶属景东恒富矿业投资有限公司。
- (3) 企业性质：投资有限公司。
- (4) 项目类型：延续矿山。
- (5) 生产开采方式：井工开采。
- (6) 生产规模：***（原矿）。
- (7) 剩余使用年限：根据开发利用方案，矿山剩余生产服务年限为 5 年，第 1 年投产并达产，第 1~4 年 100%达产，第 5 年减产至闭坑。
- (8) 总投资：项目总投资为 829.24 万元，其中建设投资 508.60 万元，流动资金 42.64 万元，利用原有资产 278.00 万元。

二、矿区范围及拐点坐标

根据矿山采矿许可证（证号 C5300002009043120014712，有效期为 2019 年 7 月 29 日至 2021 年 7 月 29 日），南岸铋矿矿区面积 1.1994km²，由 4 个拐点圈定。具体矿区范围拐点坐标见表 1.2-1 和图 1.2-1。

图 1.2-1 矿区范围示意图

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
矿 1	***	***
矿 2	***	***
矿 3	***	***
矿 4	***	***

矿区面积 1.1994km²，开采标高 1700m~1500m。采矿许可证范围与相邻矿业权无重叠关系，无矿权纠纷。

三、矿山开发利用方案概述

(一) 资源储量

1、保有资源储量

根据《云南省景东县南岸锑矿资源储量核实报告》评审意见书（普地矿评储字[2014]009号），2013年12月31日，矿权内：累计查明111b+122b+333矿石量***万t，锑金属量***t，Sb平均品位***。其中采空消耗111b矿石量***万t，锑金属量***t、Sb平均品位***；保有122b+333锑矿石资源量***万t，锑金属量***t，Sb平均品位***，其中122b类资源储量：矿石量***万t，金属量***t，Sb平均品位***，333类资源储量：矿石量***万t，金属量***t，Sb平均品位***。122b类资源储量占总资源储量的***。矿区保有资源量详见表1.3-1，矿体水平投影资源储量估算平面图详见图1.3-1。

表 1.3-1 保有资源储量表

块段号	块段面积 (m ²)	块段厚度 (m)	体重	块段	锑矿石 量 (t)	锑金属 量 (t)	资源
			(t/m ³)	品位 (Sb%)			类型
122b-1	996	2.93	2.63	7.49	***	***	122b (保 有)
122b-2	2188	3.82	2.63	4.94	***	***	
122b-3	957	3.69	2.63	5	***	***	
122b 小计				5.46	***	***	
333-1	8459	2.59	2.63	4.28	***	***	333 (保 有)
333-2	7295	2.96	2.63	4.83	***	***	
333-3	1739	3.12	2.63	3.88	***	***	
333 小计				4.48	***	***	
111b	1792	3.71	2.63	6.09	***	***	111b (消 耗)
122b+333 合计				4.71	***	***	保有

2、设计利用资源储量、设计可采资源量及设计采出矿石量

(1) 设计利用资源量

设计利用资源量为保有资源量扣减地表保安顶柱以及采空区保安矿柱资源量，扣减资源量通过储量估算图计算为：地表顶柱 3 勘探线以北+6 勘探线以南 333 类资源量约为***t，122b 类资源储量***t；保安矿柱 122b 类资源储量***t。根据矿山勘探程度，矿体厚度变化系数稳定，122b 类矿石资源量可信度系数为 1.0，333 类矿石资源量可信度系数为 0.8。设计利用资源量为***万 t。设计利用资源量见表 1.3-2。

表 1.3-2 设计利用资源储量表

资源类别	保有资源量 (万 t)	可信度 系数	扣除资源量 (t)	设计利用资源 量 (万 t)	铋金属量 (t)	平均品位 (%)
122b	***	1.0	***	***	***	***
333	***	0.8	***	***	***	***
122b+333	***			***	***	

(2) 设计可采资源量

根据采矿方法，设计考虑 12.7%的平均采矿损失率，设计可采资源量为***万 t，可采矿石资源量详见表 1.3-3，按中段计算见表 1.3-4。

表 1.3-3 设计可采矿石资源量表

资源类别	设计利用资源量 (万 t)	损失率 (%)	设计可采矿石 资源量(万 t)	铋金属量 (t)	平均品位 (%)
122b	***	12.7	***	***	***
333	***		***	***	***
122b+333	***		***	***	

表 1.3-4 按中段计算设计可采矿石资源量表

矿体编号	中段	设计可采矿石资 源量(万 t)	铋金属量 (t)	平均品位 (%)
V1	1560m 中段	***	***	***
	1535m 中段	***	***	***
	1507m 中段	***	***	***
合计		***	***	

(3) 设计采出矿石量

根据采矿方法，设计考虑***的平均贫化率，设计采出矿石量为***9 万 t，采出矿石品位为***，设计采出矿石量见表 1.3-5。

表 1.3-5 设计采出矿石量表

矿体编号	中段	设计可采矿石资源量(万 t)	贫化率	采出矿石量	锑金属量	平均品位
			(%)	(万 t)	(t)	(%)
V ₁	1560m 中段	***	12	***	***	***
	1535m 中段	***		***	***	***
	1507m 中段	***		***	***	***
合计		***		***	***	***

(二) 矿山规模及服务年限

开发利用方案设计的矿山建设规模为***万 t/a，矿山服务年限： $T=Q \times \alpha / [A \times (1 - \beta)]$ ，式中：

T— 矿山服务年限（年）

Q— 设计利用资源量（***万吨）

α —采矿回收率(87.3%)

A— 矿山生产能力（***万 t/年）

β —矿石贫化率(12%)

经计算， $T=4.59$ 年，取整数 5 年。

矿山服务年限根据上述计算和矿山逐年出矿进度计划表得出，服务年限为 5 年，第 1~4 年 100%达产，达产时间为 4 年，第 5 年减产至闭坑。

(三) 产品方案

矿山采出矿石后直接销售，产品方案为原矿石，不设选厂和尾矿库。

(四) 矿山开采设施用地组成

矿山前期已进行过生产，已经建设完成相应的办公生活区、采矿巷道和硐口工业场地，大部分内外运输道路等。据开发利用方案，矿山生产拟新建设施包括 1535m 中段井巷和硐口工业场地、废石场等。

矿山各用地单元占地面积详见表 1.3-6，矿区总平面布置如图 1.3-2 所示。

表 1.3-6 矿山开采设施用地单元占地面积表

序号	用地单元	面积 (hm ²)
1	办公生活区	0.23
2	硐口工业场地	0.14
3	废石场	1.09
4	矿山道路	0.88
	合计	2.34

1、办公生活区

矿山生活办公区已形成，位于矿区范围北部，主要建筑包括办公楼、食堂、职工宿舍、厕所、配电室、机修车间等，场地采取了硬化处理，后期该区域内建设矿井水处理站和生活污水处理站，不需要新增建设用地。

2、坑道和硐口工业场地

矿区范围内有 6 条探矿坑道：1547m 中段（PD501），长 155m，方位角 270°，规格为 2m×2m；1548m 中段（PD101），长 166m，方位角 270°，规格为 2m×2m；1507m 中段（PD102），长 317.5m，方位角 270°，规格为 2m×2m；1560m 中段（PD201），长 117m，方位角 270°，规格为 2m×2m；1560m 中段（PD401），长 114m，方位角 270°，规格为 2m×2m；1512m 中段（PD402），长 287m，方位角 270°，规格为 2m×2m。

前期探矿和开采形成 PD101、PD102、PD201 和 PD401 四个坑口工业场地，由切坡和废石填筑而成。开发利用方案共设计 1507m 中段、1535m 中段、1560m 中段 3 个中段，设计利用 1507m 中段（PD102）、1560m 中段（PD201）、1560m 中段（PD401）平巷和坑口工业场地，新设计 1535m 中段平硐和硐口工业场地。硐口工业场地设置有值班房、矿石堆场、矿井水集水池和风机等设施。

3、废石场

（1）废石场堆存量

原有生产和基建废石沿硐口工业场地排放堆弃，成为 PD101、PD102、PD201 和 PD401 坑口工业场地的一部分。其中 PD101 平硐口堆渣面积约 200m²，厚约 4m，体积约为 800m³，PD102 平硐口堆渣面积约 520m²，厚约 2m，体积约为 2440m³，PD201 硐口堆渣面积约 420m²，厚约 5m，体积约为 2100m³，PD401 堆渣面积约 200m²，厚约 3m，体积约为 600m³。

根据估算，后期矿山基建废石量约 1.11 万 m³（实方），生产废石量约 0.4 万 m³（实方），矿山共产生废石量 1.51 万 m³（实方）。开发利用方案设计的废石场位于平硐 PD401 南约 200m 的沟谷中，占地面积约 1.09hm²，堆渣高度约 20m，堆置标高为 1530m~1550m，废石场共设两个台阶，其标高分别为：+1540m、+1550m，台阶坡面角 1: 1.5，总边坡角为 39°，容积约为 1.8 万 m³。在废石场坡脚设置拦渣坝，拦渣坝坝底宽 3.5m，坝高 3.0m，基础埋深 1.0m，顶宽 1.0m，内坡比 1:0.4，长 80m，M7.5 浆砌石砌筑。废石场上部设截水沟，矩形断面，宽 0.5m，深 0.4m，浆砌石砌

筑，墙厚 0.3m。台阶中布置马道排水沟，矩形断面，宽 0.3m，深 0.3m，浆砌石砌筑，墙厚 0.3m。排土场设计参数如表 1.3-7 所示。新建废石场平面图和剖面图详见图 1.3-3 和图 1.3-4。

表 1.3-7 废石场设计参数

项目	新建废石场
最高堆排标高	1550m
最低堆排标高	1530m
台阶高度	10m
堆排高度	20m
台阶边坡角	1:1.5
最终边坡角	39°
平台宽度	8m
排放总容量	1.8 万 m ³
排放剩余容量	0.29 万 m ³

(2) 堆存方式和工艺

采用汽车和推土机排弃废石，该工艺机动灵活，适宜在地形复杂的废石场场作业，其堆存工艺和废石场技术管理也比较简单。汽车卸载废石由里向外，由近及远，整体采用自上而下往上，单水平排弃。废石场具体堆存进度及计划详见表 1.3-8。

表 1.3-8 新建废石场堆存进度及计划表

台阶标高	体积	台阶		坡度比
		高度	宽度	
1540	0.65	10	10	1:1.5
1550	1.15	10	38	1:1.5

图 1.3-3 新建废石场平面图

图 1.3-4 新建废石场工程剖面图

4、矿山道路

由矿区至龙街乡有简易公路通达，矿区内乡村道路发达，宽度约 4.0m，根据矿山规划，原修建的矿山道路将继续使用，对有破损的路面进行修复，并完善道路排水沟。另外规划新建道路主要连接矿区内各功能分区，包括工业场地、生活办公区和废石场等，总长约 880m。根据主体工程设计，新修道路为泥结石路面，行车速度为 20km/h，路面宽度为 4m，挖方路肩宽度不得小于 0.5m，设计公路宽度=路面宽度+路肩宽度=5m，最大纵坡不得大于 10%，平均纵坡不大于 6.5%，转弯半径为 8~12m，占地面积 0.55hm²。

5、表土堆放场

为保护珍贵的表土资源，满足后期复垦需要，方案设计对新建废石场、新建矿山道路等区域表土进行剥离保护，拟采取拖式铲运机进行表土剥离，剥离厚度约 0.5m。废石场拟剥离表土约 5450m³；新 1535 中段硐口工业场地拟剥离表土约 150m³；矿山道路拟剥离表土约 2750m³。剥离表土用自卸汽车运至表土堆放场统一堆存，推土机进行平整。

拟建表土堆放场位于新建废石场北侧，占地面积约为 0.25hm²，沿地形单台阶堆存，堆放高度为 3~5m，表土堆放场顶部坡度小于 10°，台阶坡度角 18°，设计容量 1 万 m³。表土堆放场上游及两侧修建截洪沟，截洪沟采用梯形断面，底宽 20cm，上宽 30cm，深 20cm，浆砌块石衬砌，衬砌厚度 30cm；堆体下部 2.0 米高范围内用编织袋内装土堆高围护，并在表土堆放场表面撒播草籽进行防护。

表土堆放场剖面如图 1.3-5 所示。

图 1.3-5 表土堆放场剖面图

(五) 开采方式和生产工艺

根据工程地质情况及岩体赋存状态，参考国内类似矿山所使用的采矿方法，矿体倾角 35° 以上的矿体设计采用留矿全面采矿方法进行回采，30~35° 之间的矿体采用伪倾斜全面采矿方法进行回采。

1、留矿全面采矿方法

(1) 采场布置及主要结构参数

矿块沿矿体走向布置，长 50m，中段高度 30m，矿房斜长 55m，矿房间柱 6m，于间柱内布置人行通风上山。矿房联络道垂距 5m，矿房中不留顶柱，底柱斜长 8m（垂距 5m）。在矿房内留有不规则矿柱。留矿全面采矿方法图如图 1.3-6 所示。

(2) 采准、切割

在矿体内靠下盘开掘中段运输巷道（规格 2m×2m，三心拱），中段运输平巷中心离矿体下盘 9m，在矿块间柱内布置脉内人行材料通风上山（或天井）通往上中段（规格 2m×2m），在脉内人行材料通风上山（或天井）中每隔 5m 掘进采场联络道。在拉底水平开掘拉底切割平巷并进行拉底工作，在矿房底部的两端布置放矿溜井（规格 2m×2m），溜井底部安设放矿木闸门（或铁闸门），控制放矿装车。

(3) 回采

自拉底层开始，分层向上回采，分层高 2m。采场内沿倾斜长工作面回采，采用倾斜长工作面单层一次推进回采。采用凿岩机打眼，电耙出矿。

(4) 地压管理

每次局部放矿后应检查采场顶板浮石，平整场地，做好准备后再进行凿岩，开始下一个作业循环，矿体的上下盘岩石基本稳固，视情况采场内基本不留矿柱，对采场内上盘围岩局部稳固性较差的地方采用管缝式（或 $\phi 20$ 的螺纹钢）锚杆护顶，锚杆采用菱形布置，杆长 1.5~2.0m，间距 1.0m。必要时可以用铁丝网挂网。在采场中也可留贫矿作为不规则矿柱支护顶板，以保持采场回采及最终放矿的安全。

矿块回采结束后采用毛石混凝土封闭运输平巷通往采场的通道，以防止采空区围岩冒落时所产生的冲击波威胁井下作业人员的安全和对设备的破坏。

(5) 采矿方法主要技术指标

采场斜长度： 55m；

采场宽度： 40~50m；

采场工作面高度：矿体的实际厚度（不低于 1.4m）；

采场出矿能力： 64t/d；

采切比： 12.39m/kt、52.78 m³/kt；

采矿回收率： ***；

矿石贫化率： ***。

2、伪倾斜布置全面留矿法

(1) 采场构成要素

矿房沿矿体走向伪倾斜布置，矿房长 50m；矿房间留一条 6m 宽的间柱，于矿房间柱内布置回风上山；矿房顶柱厚 3m，底柱厚 3m；采场宽为矿体垂直厚度，矿房高度等于中段高度，为 30m，矿房伪倾斜布置倾角小于 30°。矿房内部净顶板暴露面积约 1500m²，顶板暴露面积过大，留矿不能作为地压管理的方式。对此，需要在矿房内部留不规则矿柱，并于局部不稳固部分采用锚杆支护以保障回采作业的安全与高效。伪倾斜布置全面留矿采矿方法图如图 1.3-7 所示。

(2) 采准切割工作

于矿房间柱内掘进回风上山。在矿房一侧掘进伪倾斜的上山，作为开切自由面；在底柱中每隔 5~7m 开漏斗口和短溜井，在溜井下部安设放矿木闸门(或铁闸门)，控制放矿装车。同时，需要在下中段矿房顶柱中布置相应的耙硐室。

(3) 回采工作

自切割上山开始沿走向回采，采用梯形工作面。矿体为薄矿体，全厚一次性回采，分条回采，分条宽度 2~3m。采用凿岩机打眼，电耙出矿。

(4) 地压管理

每次局部放矿后应检查采场顶板浮石，平整场地，做好准备后再进行凿岩，开始下一个作业循环。在采场上盘围岩局部稳固性较差的地方采用管缝式(或 $\phi 20$ 的螺纹钢)锚杆护顶，锚杆采用菱形布置，杆长 1.5~2.0m，间距 1.0m。必要时可以用铁丝网挂网。也可留贫矿石作矿柱支护破碎带顶板岩石，以保持最终放矿的安全。

矿块回采完后，应封闭通向采场的各种通道。

(5) 采矿方法主要技术指标

采矿方法主要技术指标

采场斜长度： 55m；

采场宽度： 50m；

中段高度： 30m；

采场出矿能力： 60t/d；

采切比： 17.91m/kt, 73.96m³/kt；

采矿回收率： ***；

矿石贫化率： ***。

（六）开拓运输方案

1、开拓系统设置

V₁ 矿体开拓 3 个中段均有直接出地表条件，因此选择平硐进行开拓。共设计 3 个中段，分别是：1507m 中段、1535m 中段、1560m 中段；设计利用原有探矿坑道 1507m 中段、1560m 中段部分巷道。

设计利用坑道情况：

1507m 中段（PD102），长 317.5m，方位角 270°，规格为 2m×2m；1560m 中段（PD201），长 117m，方位角 270°，规格为 2m×2m；1560m 中段（PD401），长 114m，方位角 270°，规格为 2m×2m。

新设计巷道长分别为：1507m 中段长 315m、1535m 中段长 523m（方位角 270°）、1560m 中段长 368m，设计规格均为 2m×2m。

开拓系统及通风系统复合平面图如图 1.3-8 所示，开拓系统及通风系统纵投影图如图 1.3-9 所示。

2、原矿运输

各回采矿块矿石通过采场放矿溜井放入 0.7m³ 翻斗式矿车，采用人工手推 0.7m³ 矿车推至坑口矿石堆场，然后由汽车运输对外销售。

3、废石运输

各中段开拓、采准、切割工程中产生的废石在坑下运输线路同矿石运输线路，出坑口再由 5t 汽车运输至废石场。

4、通风系统

开采 1560m 中段时采用压入式通风，风机放置在 1560m 中段坑口，新鲜风流通过 1560m 中段运输巷道经采场一侧上山进入采场洗刷工作面后，污风经另一侧采场上山排出地表；

开采 1535m 中段时采用抽出式通风，放置在 1560m 中段坑口的气机调转风口即可，新鲜风流通过 1535m 中段运输巷道经采场一侧上山进入采场洗刷工作面后，污风经另一侧采场上山经 1560m 中段排出地表；

开采 1507m 中段时采用抽出式通风，风机放置在 1535m 中段坑口，新鲜风流通过 1507m 中段运输巷道经采场一侧上山进入采场洗刷工作面后，污风经另一侧采场上山经 1535m 中段排出地表。

5、排水系统

各中段均采用平硐开拓，在中段运输巷道一侧设置水沟，坡度为 3%，井下的水可直接通过水沟流至坑口附近的集水池，泵送至废水处理站处理后达标外排。

(七) 进度计划

矿区内均为缓倾斜薄矿体，自上而下分中段回采。中段内矿块按由两翼向中间的后退方式回采。

表 1.3-9 矿山生产进度计划表

矿体	中段	采出矿石量(万 t)	生产第 1 年	生产第 2 年	生产第 3 年	生产第 4 年	生产第 5 年
V ₁	1560m 中段	***	***	***			
	1535m 中段	***		***	***	***	
	1507m 中段	***				***	***
合计		***	***	***	***	***	***
锑金属量合计***t，采出平均品位***%							

矿山服务年限 5 年，第 1 年~第 4 年 100%达产，达产时间为 4 年，每年采出矿石量***万 t/年，第 5 年减产直至闭坑。采出矿石总量***万 t，平均出矿品位***%，矿山逐年出矿进度计划见表 1.3-9 和图 1.3-10。

图 1.3-10 矿山开采进度计划平面图

(八) 废弃物处理

1、废水

矿山废水包括矿井涌水、废石淋滤水及地面生产和生活废水

(1) 矿井涌水

根据《云南省景东县南岸锑矿资源储量核实报告(2014 年)》和开采设计预测，矿井最低开采标高 1500m 以上，矿坑涌水量为 629.8m³/d，雨季最大涌水量 1036.8m³/d。拟在各硐口工业场地设置集水池，通过管线泵送至废水处理站处理。

矿井水处理达标后将回用于井下生产、地面防尘洒水、绿化等环节。矿井旱季回用量 $46.78\text{m}^3/\text{d}$ ，回用率 7.43%；雨季回用量 $15.0\text{m}^3/\text{d}$ ，回用率 1.45%；年回用量约 1.22 万 m^3/a ，年回用率 4.20%。扣除污水处理系统消耗后，剩余旱季 $587.82\text{m}^3/\text{d}$ 外排，雨季 $1025.8\text{m}^3/\text{d}$ 外排。

矿井水处理站位于办公生活区下游西南侧工业场地内，处理规模需满足最大矿井涌水量和废石场淋滤水处理负荷，其中最大矿井涌水量为 $1036.8\text{m}^3/\text{d}$ ，废石场 20 年一遇暴雨量为 $237.2\text{m}^3/\text{d}$ ，因此，矿井水处理站建设规模为 $1600\text{m}^3/\text{d}$ 。采用“预沉淀+絮凝沉淀”的处理工艺，主要目的是去除其中的 SS、COD、Sb、Cu、Pb 等污染物。

南岸锑矿现状为停产工况，现状监测时对受开采影响较大的 PD201 矿井和 PD402 矿井涌水进行监测调查，水质情况见表 1.3-10。

表 1.3-10 矿井现状停产工况矿井涌水水质监测结果

取样位置	污染物	pH	COD (mg/L)	SS (mg/L)	石油类 (mg/L)	As (μ g/L)	氟化物 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	Cu (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Cd (μ g/L)	Hg (mg/L)	Sb (μ g/L)
	GB 30770-2014	6~9	60	70	3	100	5	0.5	0.2	0.2	1	20	5	300
PD20 1	2021/4/13	8.83	10	8	0.51	12.5	0.11	0.005L	0.006L	0.008	0.004L	1L	0.16	469
	2021/4/14	8.75	9	8	0.49	12.5	0.12	0.005	0.006L	0.009	0.004L	1L	0.17	460
	平均值	8.79	9.5	8	0.5	12.5	0.115	0.005L	0.006L	0.0085	0.004L	1L	0.165	464.5
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标
PD40 2	2021/4/13	8.66	9	7	0.48	5.8	0.15	0.005L	0.006L	0.01	0.004L	1L	0.11	207
	2021/4/14	8.54	8	7	0.49	5.9	0.14	0.005L	0.006L	0.01	0.004L	1L	0.11	203
	平均值	8.6	8.5	7	0.485	5.85	0.145	0.005L	0.006L	0.01	0.004L	1L	0.11	205
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

由表 1.3-10 可知，在停产工况下，平硐 PD201 矿井涌水 Sb 轻微超标外，其它监测因子可达到《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）中表 2 新建企业水污染物排放限值（直接排放）要求。

由于现状工况为停产状态，矿井正常生产时，工作面扰动，矿石、废石运输影响，污染物量增多，现状矿井水监测水质不能完全代表矿井正常生产后矿井涌水水质，预计正常生产后部分污染物可能超标。矿山设计采用絮凝沉淀处理工艺对矿井水进行处理，部分回用于矿山生产，其余达标排放。预计南岸锑矿矿井水处理前后情况见表 1.3-11。

表 1.3-11 矿井水水质情况

污染物 项目	pH	COD	SS	石油 类	Cu	Zn	Pb	As	Sb	硫化 物	氟化 物
处理前水质mg/L	8.70	9	7.5	0.49	0.006L	0.004L	0.009	0.009	0.33	0.005L	0.13
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标
处理后水质mg/L	6~9	5	5	0.40	0.006L	0.004L	0.005	0.005	0.1	0.005L	0.10
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
GB30770-2014 mg/L	6~9	60	70	3	0.2	1.0	0.2	0.1	0.3	0.5	5

(2) 废石场淋滤水

通过对废石取样进行浸出毒性检测，废石淋滤水(采用水平振荡法)除 COD 外，重金属等污染物含量满足《锡、锑、汞工业污染物排放标准》。废石场淋滤水产排量，按多年平均降雨量 1086.7mm（日均降雨量 2.98mm）和每年 180 天降雨日计，预计新建废石场淋滤水产生量平均为 14.8m³/d。拟在废石场拦渣坝下游地势最低处，设计淋滤水收集池，淋滤水可自流进入收集池，按多年平均降雨量设置 15m³ 淋滤水收集池，收集池管线连接至矿井水处理站，废石场淋滤水通过矿井水处理站处理达标排放。

处理前后废石场淋滤水水质情况见表 1.3-12。

表 1.3-12 废石堆场淋滤水污染物产排情况

污染物	pH	COD	SS	Cu	Zn	Pb	As	Sb	硫化 物	氟化 物
处理前浓 度 mg/L	8.01	111	9	0.01L	0.01L	0.03L	0.0045	0.2	0.01	0.08
达标情况	达标	超标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
处理后浓 度 mg/L	6~9	20	5	0.01L	0.01L	0.01	0.002	0.1	0.005L	0.04
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
GB30770- 2014	6~9	60	70	0.2	1.0	0.2	0.1	0.3	0.5	5

(3) 地面生产和生活废水

矿井劳动定员为 40 人，生活废水产生量为 5.05m³/d，机修废水约 0.5m³/d，合计废水量为 5.55m³/d。设计采用生化处理工艺进行处理，处理能力 12m³/d，可满足办公生活区地面生产和生活废水处理负荷。

生活污水处理站进水水质为：SS：200mg/l、BOD₅：100mg/l、COD：200mg/l、NH₃-N：30mg/l；通过 WZSS-0.5 型接触氧化一体化设备处理后污染物浓度降低为 SS：16mg/l、BOD₅：8.5mg/l、COD：38mg/l、NH₃-N：5.86mg/l，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。生活废水产排污情况见表 1.3-13。

表 1.3-13 矿山生活废水污染物排放情况

生活废水污染物	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N
生化处理前(mg/L)	200	100	200	30
生化处理后(mg/L)	38	8.5	16	5.86
GB8978-1996 一级标准(mg/L)	100	20	150	25

2、固体废弃物

矿井生产期固体废物主要包括废石、生活垃圾、污水处理污泥。

目前矿山已产生废石 6940m³ 堆存于平硐口。根据设计，后期矿山基建废石量约 1.11 万 m³（实方），生产废石量约 0.4 万 m³（实方），后期矿山共产生废石量 1.51 万 m³（实方），运至废石场妥善堆存。

矿井水处理站污泥约 65.6t/a，压滤后与废石一起堆放于废石场；生活垃圾按 0.5kg/（人·d），产生量约 20kg/d，按年生产 300 天计算，产生量为 6.0t/a，统一收集后与生活污水处理站污泥（产生量约 1.3t/a）一起按环卫部门要求进行处置。

矿井固体废物产排情况及处理处置方式见表 1.3-14。

表 1.3-14 矿井固体废物产生与排放情况

序号	项目	产生量	处置量	排放量	处置方式
1	废石（t/a）	3000	3000	0	运至废石场堆存处置
2	矿井水处理站污泥（t/a）	65.6	65.6	0	压滤后与废石堆存于废石场
3	生活垃圾（t/a）	6	6	0	统一收集后按环卫部门要求处置
4	生活污水处理站污泥（t/a）	1.3	1.3	0	

四、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史

景东县龙街乡南岸铋矿采矿权首次办证时间为 2000 年 3 月，采矿权人云南滇鑫矿业有限公司，采矿许可证号：5327240010017，采矿期限捌年，自 2000 年 3 月至 2008 年 3 月。2008 年采矿许可证到期前，云南滇鑫矿业有限公司委托云南地质科学院进行了矿山储量核实工作，于 2007 年 12 月提交了《云南省景东县龙街乡南岸铋矿资源储量核实报告》，并申请采矿许可证延续，取得了新的采矿许可证，证号 C5300002009043120014712，有效期为 2008 年 3 月至 2014 年 7 月。2011 年 3 月 21 日通过转让方式景东恒富矿业投资有限公司取得该矿山采矿权。采矿许可证于 2011 年 3 月 21 日由云南省国土资源厅换发，证号 C5300002009043120014712，面积 1.1994km²，开采标高 1700~1500m，有效期叁年零肆个月，自 2011 年 3 月 21 日至 2014 年 7 月 21 日，准采矿种铋矿，开采方式为地下开采，批准生产规模为***万吨/年。

2014 年，采矿证到期前，恒富矿业委托第三方编制了《云南省景东县南岸铋矿资源储量核实报告(2014 年)》，《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿矿产资源开发利用方案》和《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》，向云南省国土资源厅申请采矿权延续，2014 年 11 月 20 日获得新采矿许可证，有效期自 2014 年 11 月 20 日至 2016 年 11 月 20 日，矿区范围、开采标高、开采方式、开采矿种、生产规模均未发生变更。在此期间补充编制了《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿水土保持方案可行性研究报告》、《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿环境影响评价报告书》和《景东县龙街乡南岸铋矿土地复垦方案报告书》等材料。

2016 年，采矿证到期前，恒富矿业向云南省国土资源厅申请采矿权延续，2019 年 7 月 29 日采矿许可证获批延续，有效期自 2019 年 7 月 29 日至 2021 年 7 月 29 日，矿区范围、开采标高、开采方式、开采矿种、生产规模均未发生变更。

根据对矿山调查了解，南岸铋矿自 2000 年初次取得采矿证至 2008 年期间，由滇鑫公司进行过短期开采。采用平硐汽车开拓，地下开采方式，采用浅孔留矿法进行开采，开采对象为 V1 矿体，开采水平为 1560m 水平，采空区面积约为 1790m²，采深 20~250m。由于矿权转让和市场原因等原因，南岸铋矿自 2008 年停产至今未

进行过正式开采，恒富矿业自 2011 年获得该矿山采矿权后，只有 2014 年进行过一些井巷工程建设和维护，开展储量核实勘探等工作，详见附件 5。

（二）矿山开采现状

目前，矿山处于停产状态，矿区范围内只赋存有 V1 矿体，保有锑矿石资源量***万 t，锑金属量***t，Sb 平均品位***%，剩余设计可采资源量为***万 t。设计生产规模***万吨每年，采用地下开采方式，剩余服务年限 5 年。矿山办公生活区、机修及工业场地等已形成，基本满足生产及生活的需要。

矿区范围内有 6 条坑道，情况如下。

1547m 中段（PD501），长 155m，方位角 270°，规格为 2m×2m；

1548m 中段（PD101），长 166m，方位角 270°，规格为 2m×2m；

1507m 中段（PD102），长 317.5m，方位角 270°，规格为 2m×2m；

1560m 中段（PD201），长 117m，方位角 270°，规格为 2m×2m；

1560m 中段（PD401），长 114m，方位角 270°，规格为 2m×2m；

1512m 中段（PD402），长 287m，方位角 270°，规格为 2m×2m。

其中 1547m 中段探矿 PD501 平硐硐口和 1512m 中段探矿 PD402 平硐硐口已经坍塌。

目前已建设形成 1548m 中段平硐 PD101、1507m 中段平硐 PD102、1560m 中段平硐 PD201 和 1560m 中段平硐 PD401 四个坑口工业场地，其中 1548m 中段平硐 PD101 为 2000 年~2008 年期间开采时的主平硐。

采空区位于 1#和 2#勘探线之间，靠近矿体露头东侧，面积约为 1790m²，埋深 20~250m，为不规则四边形。

矿山开采现状如图 1.4-1 所示。

五、相邻矿山分布与开采情况

南岸锑矿周边无矿权，与周边矿业权不存在重叠、穿插现象。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

项目区属南亚热带季风气候区，因海拔高差悬殊，具有垂直变化明显、冬无严寒、夏无酷暑、雨量集中、干湿分明、雨热同季、干凉同步的特点。区域每年11月至来年4月为干季，5月至10月为雨季。年平均气温 18.3°C ，最高月均气温为 25.1°C ，最低月均气温为 12.8°C ，大于等于 10°C 年均积温 6570°C 。年均日照时数为2131.6小时，日照率为48%。年平均蒸发量1734mm，年平均相对湿度为77%。6~12月湿度大，均为80%以上，1~5月湿度较小，一般在80%以下。年平均降雨量1086.7mm，年降雨日数153~215天，以5~10月雨日最多，为120~149天；尤以6~8月雨日最集中，月平均在24至29天，占年总降雨日数的40%至47%。全年无霜期355天，项目区主导风向为东南风，年平均风速为1.2m/s，全年静风率数为42%。20年一遇最大1h、6h、24h降雨量分别为55.2mm、88.7mm、118.6mm。

(二) 水文

矿区水系发育，地表水属红河水系，主要河流南岸河，为李仙江上游支流。南岸河在矿区附近呈由北北东到南南西的流向，在文龙附近汇入由北西向南东流向的川河，再向下游称为把边江，与阿墨江交汇后形成李仙江，成为红河的一条重要支流。南岸河在矿区范围内流程约2km，平均坡降 5° 。西距V₁矿体197~285m，在矿3拐点处河床标高为1475m，为矿区最低浸蚀基准面。南岸河发源于矿区外北部山区，雨季流量 $1.0\sim 1.5\text{ m}^3/\text{s}$ ，旱季流量 $0.2\sim 0.4\text{ m}^3/\text{s}$ 。

矿区范围内南岸河两岸羽状水系发育。南岸河两岸相对较陡，坡度一般 $10\sim 30^{\circ}$ ，两岸季节性溪流汇入南岸河，一般流量较小，最大流量约 $1\sim 8\text{ L/s}$ 。

项目区域水系图见图2.1-1。

图 2.1-1 项目区水系图

（三）地形地貌

项目区地处北回归线以北，横断山南段峡谷区，地形复杂；西边为无量山，中部为川河，东部为哀牢山，总体为“两山夹一河”，呈北西—南东走势。地势北西高南东低，最高山峰为汪家场山，海拔 2829.7m，最低为南岸河，海拔 1400m，相对高差 1429.7m，属中山深切割地貌，矿区内总体地势北高南低，矿区地形切割较大，山势陡峻，最高海拔标高 1640m，最低海拔标高 1505m，相对高差 135m。属构造侵蚀、溶蚀低中山山地地貌类型，地形坡度 25°~35°，局部呈现陡崖地貌。地形有利于地表水的排泄。矿区地形地貌见图 2.1-2 和照片 2.1-1。

图 2.1-2 矿区三维地形地貌图

照片 2.1-1 项目区地貌类型

（四）土壤

景东彝族自治县土壤主要有 7 个土类，15 个亚类，15 个土属，46 个耕地土种，分为赤红壤、红壤、黄棕壤、棕壤 4 大类。赤红壤主要分布在澜沧江峡谷、把边江宽谷及者干丘陵河谷区海拔 795~1500m 之间的山麓、丘岗、中低山地貌类型上，占全县可利用土地面积的 29.1%；红壤一般分布在海拔 1500~2000m 之间的中山地带，占全县可利用土地面积的 37.5%；黄棕壤主要分布在哀牢山西侧和无量山西侧的中山部位，海拔 2000~2500m 之间深切切割地带，占全县可利用土地面积的 17.2%；棕壤主要分布在无量山的上部或低矮山脊以及哀牢山的上部，海拔 2500~3000m 之间，占全县可利用土地面积的 4.6%，棕壤地带无农耕地，全为林地和地衣植被；水稻土分布区域广泛，海拔跨度大，海拔 795~2200m 之间均有分布，占全县可利用土地面积的 3.5%，占耕作土壤面积的 26%，是景东县的主要耕作土壤；亚高山草甸土分布在无量山山脊上海拔 3000~3371m 之间的 16 座山峰上，占全县可利用土地面积的 0.2%。

矿区内土壤类型主要为黄棕壤、棕壤、红壤，以黄棕壤为主。详见照片 2.1-2。

照片 2.1-2 项目区土壤现状

（五）植被

景东彝族自治县内植被类型属于亚热带常绿针阔混交林区域，区内高山峡谷交错，地形复杂，相对高差大，森林植被垂直分布明显。海拔 1300m~2400m 为半湿润常绿林带，主要植被类型有思茅松、云南松、华山松、元江栲、石栎林、麻栎林等；海拔 800m~1300m 以上为中山湿性常绿林带，主要植被类型有木果石栎林、华山松

林、刺栲、印栲林、红木荷、刺栲林等；海拔 800m 以下为疏林、灌木及草丛带，在水湿条件较好的沟谷分布有少量的厚皮树林。在较为干热地带分布有含木棉、虾子花的中草草丛及疏序黄荆灌丛等。

项目区属亚热带常绿针阔混交林区域，根据现场调查，由于受到人为活动的长期影响，项目区目前的植被类型已经发生了许多变化，原生植被大量消失或改变，次生植被及人工植被大量增加。实地调查表明，目前项目区的植被类型包括常绿阔叶林、暖性针叶林和农田植被三个植被类型。项目区大部地块为草地及坡耕地、其它土地（荒地、裸地等）、林地，项目区内主要植被思茅松、车桑子、思茅松、栎类、野茴香、蒿草、茅草等，植被覆盖率约为 55%。其中思茅松和车桑子为优势树种，详见照片 2.1-3。

图 2.1-3 项目区天然植被现状

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

矿区及周边出露地层由新至老为第四系、侏罗系、二叠系，由于断裂构造的破碎，一些地层出露不完整，现由新到老分述如下：

1、第四系（Qh）

分布于矿区东部南岸河及其两侧，为土黄色砂砾、粘土、含砾粘土，区域地层总厚大于 22.93 米。

2、侏罗系（J）

区内侏罗系主要出露花开左组下段 (J_2h^1) 及漾江组 (J_{1y})，其岩性分述如下：

(1) 侏罗系花开左组下段 (J_2h^1) 分为两层：

侏罗系中统花开左组下段上层分布于矿区西部，F3 断层以西，上部为灰白色石英粉砂岩，偶夹紫红色泥岩，下部为灰白色石英细砂岩，矿区出露厚约 420 米。侏罗系花开左组下段下层分布于矿区中部，上部为紫红色薄层状泥岩，偶夹灰白色石英粉砂岩；下部为紫红色泥岩，粉砂质泥岩夹灰白色石英粉砂岩，矿区地层出露厚 147.86 米。该层与下伏地层整合接触。为区内主要地层，也是区内含矿地层。

(2) 侏罗系下统漾江组 (J_{1y})

分布于矿区东南部，上部为紫红色粉砂岩夹泥岩，中部为灰紫色泥岩，下部为灰紫色中一厚层状粉砂岩，黄色细粒石英砂岩。地层厚度 236.4 米。

3、二叠系 (P)

区内出露上二叠统 (P_2) 分布于矿区北东部的会皇一糯朵断裂 (F_1) 东侧，灰黑色炭质泥岩，青灰色泥岩，青灰色泥岩与浅黄色粉砂岩互层，未见底。

矿区地形地质图详见图 2.2-1，典型地质剖面图详见图 2.2-2，地层综合柱状图详见图 2.2-3。

(二) 地质构造

矿区地处会皇一糯朵断裂 (F_1) 与南岸河一大蛇腰断裂 (F_2) 断裂的交汇处，总体构造线方向为北北西向。矿区内主要构造为近南北向控矿断裂 (F_3)。

北北西向会皇一糯朵断裂 (F_1)：

为一区域性断裂，是矿区主要断层，穿过矿区东部，为压扭性断层，区域长度大于 50km，向南、向北伸出图幅，区内走向长约 2.1km。断裂走向 $330^\circ \sim 340^\circ$ ，倾向北东东，自北向南倾角由 50° 变陡为 $70^\circ \sim 80^\circ$ 。断裂上盘（北东东盘）为上二叠统，发育褶皱次级和次级断裂；下盘（南西西盘）为三叠系、侏罗系、白垩系。沿断裂发育有宽 115~150m 的构造破碎带，其中构造角砾呈定向排列，擦痕面、片理化、糜棱岩化显著而多见。该断裂为北东东盘向南南东方向扭动且向北北西方向推移的逆冲断裂。

近南北向南岸河一大蛇腰断裂 (F_2)：

位于会皇—糯朵断裂（F₁）之西，也是一区域性断裂，沿 350° 方向延伸，区域长度大于 30km，向北交汇于会皇—糯朵断裂（F₁）上。断裂走向近南北向，高角度倾向北东东。断裂上盘（北东东盘）为三叠系、侏罗系，下盘（南西西盘）为白垩系。断裂面两侧揉皱发育，显示该断裂具压扭性特征。

近南北向控矿断裂（F₃）：

位于采矿证中部，夹持与 F₁、F₂ 区域断裂之层间断层，走向近南北向，倾向西，倾角 20°~45°，长度约 1.2km。F₃ 位于中侏罗统花开左组地层内，断层顶板为紫红色粉砂质泥岩，底板为灰白色石英砂岩，断层产状（即层间滑动破碎带产状）与地层产状基本一致。

（三）水文地质

1、主要含隔水层特征

（1）第四系（Q）孔隙水含水层

涉及地层第四系（Q），分布于缓坡及南岸河两岸，主要为冲洪积物和残坡积物，成份为冲洪积、坡积砾石、细砂、粘土等。属孔隙含水层，富水性不均。主要接受大气降水的下渗补给，向地势低的沟谷或河流运动，在沟谷中以散溢流形式排泄或补给下伏孔隙水，地下水动态变化大；由于地表水排泄通畅，含水层一般富水性弱。厚 0~5m。

2、中侏罗统花开左组下段（J_{2h}¹）粉砂质泥岩—泥岩隔水层

中侏罗统花开左组下段（J_{2h}¹）上层，以粉砂质泥岩—泥岩为主，呈中厚层状，岩石致密。出露较广，构成矿体的顶板。透水性弱，为区内主要隔水层。区内没有泉水分布。厚约 420m。

3、层间滑动破碎带相对隔水层

即含矿层，顶板为中侏罗统花开左组下段上层粉砂质泥岩—泥岩隔水层，底板为中侏罗统花开左组下段下层灰白色石英砂岩孔隙含水层，由破碎粉砂质泥岩—泥岩、破碎石英砂岩及泥质、锑矿物质、硅质等构成，挤压面、滑动面、擦痕面多见，细微裂隙发育，但多为闭合性裂隙，且裂隙中多为泥质充填，连通性差，透水性一般较弱，含微弱裂隙水。厚 1.31~4.22m。

4、中侏罗统花开左组下段（J_{2h}¹）灰白色石英砂岩孔隙含水层

中侏罗统花开左组下段 (J_2h^1) 下层, 为灰白色石英砂岩, 分布于矿层底板, 孔隙发育且连通性较好, 易于含水; 在潜水面之上因易于排泄而不含水, 在潜水面之下则构成良好的含水层。该层见多处泉点出露, 泉流量 $0.08L/s \sim 1.5L/s$, 流量较小, 富水性较弱。厚约 146m。

2、构造水文地质特征

矿区位于南岸河一大蛇腰断裂东侧, 受区域构造影响, 区内层间滑动破碎带较发育, 破碎带中及附近围岩相对破碎。矿体位于破碎带中, 破碎带由破碎粉砂质泥岩—泥岩、破碎石英砂岩及泥质、锑矿物质、硅质等构成, 挤压面、滑动面、擦痕面多见, 细微裂隙发育, 但多为闭合性裂隙, 且裂隙中多为泥质充填, 连通性差, 透水性一般较弱, 与地表水、地下水的水力联系较小。

3、地表水及其对矿床充水影响

区内地表水体主要为南岸河, 水系呈树枝状展布, 地表水总体由北西向南东方向径流, 流入南岸河, 最终汇入川河。

南岸河位于矿区东侧, 雨季流量 $1.0 \sim 1.5 m^3/s$, 旱季流量 $0.2 \sim 0.4 m^3/s$, 流向由北向南转为由北西向南东汇入川河。河床岩性由第四系砾石、砂、粘土等组成, 具弱透水性, 基岩虽然节理裂隙发育, 但多被泥质充填, 透水性均较差。河床二侧碳酸盐岩地层岩溶不发育, 且南岸河标高低于矿区最低开采标高。综合以上特征可确定, 南岸河河水对矿床无充水影响。

4、矿区地下水的补、径、排特征

矿区最低开采标高为 1500m。区域最低侵蚀面在矿 3 拐点处河床标高为 1475m, 地形利于自然排水。根据花开左组灰白色石英砂岩孔隙含水层静止水位观测, 潜水稳定水位标高变化大致在 1546~1748m。通过勘探对钻孔、泉水取样后的水质分析结果, 水化学类型为 $HCO_3-Ca-Mg$ 水, pH 值 7.5-7.8, 矿化度 $0.20-0.60g/l$, 地下水化学成分较简单。

矿区区内地下水补给来源除接受大气降水补给外, 沟溪渗漏也是补给的来源。地下水沿两岸流向南岸河。南岸河两岸为第四系残坡积松散层及中侏罗统花开左组碎屑岩分布散, 其径流途径一般不长, 具就地补给、就地排泄的特点。地下水除以泉水形式排出外, 还下渗补给第四系残坡积松散层下伏的中侏罗统花开左组形成地下水。

中侏罗统花开左组分布较广，虽无泉水出露，但以渗流形式在沟谷出流，补给地表水。矿区位于南岸河北西侧，由于南岸河两岸地形相对较陡，有利于地表水的排泄，地表水补给与径流一致，分布于南岸河两岸的季节性沟溪，沿坡汇入南岸河。

矿区地下水总体由北西向南东径流。矿区含水层排泄点主要有沟谷低洼处出露的 SW01、SW02、SW03、SW04，流量分别为 1.0L/s、1.5L/s、0.6L/s、0.08L/s。

综上所述，矿区水文地质条件属以层间裂隙含水层直接充水为主的中等类型。

矿区水文地质图、水文地质剖面图和水文地质柱状图见图 2.2-4~图 2.2-6。

（四）工程地质

1、工程地质岩组划分

根据岩性组合、岩性特征、岩体结构类型、力学性质等将矿区地层划分为四个工程地质岩组：

（1）第四系全新统(Q)砂、砾、粘土多层土体

沿河谷分布，土体稳定性差，在饱水、自然侵蚀、人工开挖等作用下易产生滑坡、坍塌。

（2）碎裂—散体结构软岩组

由破碎粉砂质泥岩—泥岩、破碎石英砂岩及泥质、锑矿物质、硅质等构成，厚 1.1~3.3m。挤压面、滑动面、擦痕面多见，细微裂隙发育，但多为闭合性裂隙，稳固性较差，易受冲蚀，易于变形。为矿体的赋存部位，与矿体开采关系较密切；矿体一旦采空，该相对松软岩组也就不存在了，所以对采矿的影响有限，仅局限于留底及留矿柱时要给予充分考虑。

（3）较软弱粉薄层状砂质泥岩—泥岩岩组

由中侏罗统花开左组（J_{2h}）粉砂质泥岩—泥岩等组成，矿区出露较广。厚~中层状结构，中等坚硬。较易风化，浅表风化严重，呈碎块状。较陡边坡有小型垮塌现象。该岩组为矿体顶板，从采矿坑道内观察，岩石较完整。

（4）硬—坚硬灰白色石英砂岩岩组

由中侏罗统花开左组（J_{2h}）灰白色石英砂岩组成，其成分主要是石英等，性质稳定，孔隙发育，岩石性脆、坚硬，属硬—坚硬岩组，总体稳固。由于该岩组构成矿体的底板围岩，对矿床开采较为有利。从采矿坑道内观察，岩石较完整。

2、构造破碎带工程地质性质

区内断裂构造较发育，虽然矿体位于断层旁侧，受其影响近断层附近节理、裂隙较发育，一般发育有两到三组节理，节理、裂隙密集地段岩层稳定性较差，易产生垮塌、片帮、冒顶现象；远离断层节理、裂隙发育程度降低，岩层稳固性增强，对矿床开采的影响减小。

3、矿体顶底板稳定性分析

顶板：粉砂质泥岩—泥岩等组成，厚—中层状结构，中等坚硬。厚层状粉砂质泥岩—泥岩力学强度较高，岩体完整，稳定性好，在此岩组中开拓的坑道，一般不需支护。局部受构造影响岩石破碎需支护。薄层状粉砂质泥岩—泥岩，结构面多为泥膜充填，结合力差，易出现层间错动、垮落，稳定性较差，需支护。

底板：底板为灰白色石英砂岩，较硬，力学强度较高，岩体完整，稳定性好，在此岩组中开拓的坑道，一般不需支护。

矿体：由破碎粉砂质泥岩—泥岩、破碎石英砂岩及泥质、锑矿物质、硅质等构成，厚 1.31~4.22m。挤压面、滑动面、擦痕面多见，细微裂隙发育，稳固性较差，易受冲蚀，易于变形。矿体一旦采空，该相对松软岩组也就不存在了，所以对采矿的影响有限，仅局限于留底及留矿柱时要给予充分考虑。在此岩组中开拓的坑道，需要支护。

综上所述，矿区工程地质条件属于层状半坚硬—坚硬岩组为主的简单类型。

（五）矿体地质特征

1、矿体特征

景东县恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸锑矿区发现锑矿体一条，为 V₁ 矿体。

V₁ 矿体分布于矿区中部，矿体产于中侏罗统花开左组地层内灰色石英砂岩顶部的层间滑动破碎带中，顶板为紫红色粉砂质泥岩，底板为灰白色石英砂岩，矿体产状（即层间滑动破碎带产状）与地层产状基本一致，矿体呈层状、似层状产出，走向近南北向，矿体产状 $270^{\circ} \angle 20^{\circ}-45^{\circ}$ ，工程控制长约 300m。矿体单工程品位***~***，平均***，品位变化系数***，属于有用组份分布不均匀矿体。单工程矿体厚度 1.31~4.22 m，平均 2.48，厚度变化系数 79%，属于形态较规则，厚度较稳定。

V₁ 矿体由北到南分布于 5、3、1、2、4、6 勘探线之间分别由六个探槽和六个坑道控制。在 V₁ 矿体 1 勘探线地表 TC101、地下 PD101 及 2 勘探线地表 TC201、地下 CD201 等 4 个工程控制范围内，矿体已被采空，形成采空区。

部分勘探线剖面图如图 2.2-7 所示。

2、矿石质量

(1) 矿石结构、构造

矿石结构有自形~半自形细一中粒状结构；矿石构造为网脉状—细脉状构造、浸染状构造、少量呈块状构造。

以辉锑矿为主的锑矿物，粒度以中—细粒居多，在矿石中呈网脉状—细脉状、浸染状分布，局部富集成透镜状或规模稍大的脉状；方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等呈细粒状，在矿石中呈小斑块状、星点状分布。

(2) 矿石矿物成分

矿石中锑矿物含量总体为 3~22%，主要为辉锑矿、锑华等，辉锑矿在矿石锑矿物中占 70~90%左右，锑华在矿石锑矿物中占 10~30%；其他金属矿物有少量方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等；脉石矿物主要为石英、泥质、少量碳酸盐矿物等。

(3) 矿石化学成分

矿石主要有益组分为 Sb，矿石伴生成分为 As、Pb、Zn、Cu。主要矿石化学成分含量见表 2.2-1。

伴生成分未作单样分析，只作组合分析。其中 As 含量 0.016~0.033%，平均含量 0.025%；Cu 含量 0.016~0.045%，平均含量 0.031%；Pb 含量 0.011~0.432%，平均含量 0.222%；Zn 含量 0.079~0.024%，平均含量 0.018%；均未超标。

矿石有益元素平均含量：Pb 平均含量 0.222%、Zn 平均含量 0.018%、Cu 平均含量 0.031%，均达不到综合利用要求。

表 2.2-1 矿石化学成分分析结果表

样品 编号	分析项目									
	K ₂ O%	Na ₂ O%	CaO%	MgO%	SiO ₂ %	Pb%	Zn%	As%	Cu%	Al ₂ O ₃ %
ZH1	0.033	0.058	8.75	0.99	36.57	0.011	0.079	0.016	0.016	11.49
ZH2	0.59	0.36	12.28	0.94	47.53	0.432	0.024	0.033	0.045	22.34
平均	0.31	0.21	10.52	0.97	42.05	0.222	0.018	0.025	0.031	16.92

(4) 矿石类型

1) 矿石自然类型

矿石以硫化矿为主，按矿石成分和结构构造将矿石划分为：致密块状锑矿和细脉浸染状—浸染状锑矿两种类型。

细脉浸染状—浸染状锑矿：是 V1 矿体的主要矿石类型；矿石中锑矿物含量 3~12%，在矿石中呈网脉状—细脉状、浸染状分布，主要为辉锑矿、锑华等，辉锑矿在矿石锑矿物中占 85~90%左右，锑华在矿石锑矿物中占 10~15%；其他金属矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等；脉石矿物主要为石英、泥质、少量碳酸盐矿物等。

致密块状锑矿：是 V1 矿体的次要矿石类型，数量很少；其主要特点是有用组分单一，主要矿物辉锑矿、锑华等以中—细粒分布，富集成透镜状或规模稍大的脉状；该类矿石品位较高，局部可达 20%左右。

2) 矿石工业类型和品级

按矿石利用情况，分为工业矿石(达到最低工业品位以上)、低品位矿石(达到边界品位以上，小于工业品位)两个矿石品级，矿区矿石品级以工业矿石为主。

(5) 矿体围岩及夹石

V1 矿体产于中侏罗统花开左组地层内灰色石英砂岩顶部的层间滑动破碎带中，矿体呈层状、似层状产出，矿体产状(即层间滑动破碎带产状)与地层产状基本一致，顶板为紫红色粉砂质泥岩，底板为灰色石英砂岩。矿层厚度较薄，矿体顶底界清楚，矿化比较均匀，内无夹石，无分层。

(6) 矿床共(伴)生矿产

矿区内除主成矿元素含量 Sb 达到要求外，其它元素达不到综合利用要求，而有害组份含量均低于允许含量。说明矿区矿石化学成份简单，矿石利用方便、易选。

三、矿区社会经济概况

景东彝族自治县位于云南省西南部，普洱市北端，地处东经***~***、北纬***~***之间。东与南华县、楚雄市、双柏县接壤；南与镇沅县相依；西同云县隔澜沧江相望；北和南涧、弥渡两县相连。东西宽 61 公里、南北长 73 公里，幅员面积 4532 平方公里，其中山区占 95.5%，坝区占 4.5%，总人口 37.98 万人。全县设锦屏、文井、花山、大街、太忠、文龙、安定、漫湾、景福、大朝山东镇 10 个镇，龙街、曼等、林街 3 个

乡，共有 13 个乡（镇），166 个村民委员会、4 个社区居委会，2346 个村民小组。县城所在地锦屏镇海拔 1171.3 米，距省会昆明市 480 公里，距普洱市 267 公里。

2020 年，全县实现生产总值 250869 万元，按可比价计算，同比增长 13.9%；其中：第一产业实现增加值 116177 万元、增长 12.6%，第二产业实现增加值 51044 万元、增长 19.0%，第三产业实现增加值 83648 万元、增长 12.3%。全社会完成固定资产投资 81957 万元。2020 年，全县林业总产值 40422 万元，茶叶产量 6391t，咖啡产量 182t，核桃产量 3818t，烤烟产量 10801t，紫胶产量 517t，新鲜蚕茧产量 906t；黑山羊是全县畜牧业的一大特色品种，存栏 13.2 万只，出栏 6 万只，远销广东、湖南、上海等地，并销往香港、澳门。2020 年，景东县旅游人数 28.59 万人次，同比增长 2.47 万人次，旅游总收入 9965 万元。

龙街乡，1911 年属东区者干乡，1940 年为太平乡。1950 年隶太忠区，1961 年析设龙街区，1968 年改公社，1984 年改区，1988 年改乡。位于县境东北部，面积 272.77 平方千米，常住人口 20860 人。有公路通县城，各村公所均通公路。辖南岸、东山、和哨、竹者、新平、邦庆、多依树、戈瓦、石垭口、小村、垭口、扎果、小龙街 13 个行政村。经济类型为农业，以玉米、小麦、稻谷种植为主。经济作物有核桃、茶叶、烤烟。畜牧业以猪、黑山羊、黄牛为主。盛产核桃、木耳、花椒。境内有矿藏大理石、铅、锌、石棉等。近三年社会经济数据如表 2.3-1 所示。

表 2.3-1 龙街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 (t)	财政收入 (万元)	人均纯收入 (元)
2018	20483	20326	1.06	16283	1846	15850
2019	20632	20482	1.05	16372	1876	15943
2020	20860	20703	1.04	16400	1892	16280

四、矿区土地利用现状

（一）矿区土地利用类型

南岸锑矿矿区面积为 119.94hm²，根据土地利用现状图，矿区土地利用类型以耕地为主，占到矿区总面积的 55.63%，其中又以旱地为主，占到矿区总面积的 46.48%；其次为林地，占到矿区总面积的 38.70%。矿区内水田面积 10.97hm²，占矿区的 9.15%。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

一级类		二级类		面积	占总面积比例
编码	名称	编码	名称	(hm ²)	
01	耕地	0101	水田	10.97	9.15%
		0103	旱地	55.75	46.48%
		小计		66.72	55.63%
03	林地	0301	乔木林地	46.23	38.55%
		0305	灌木林地	0.19	0.16%
		小计		46.42	38.70%
04	草地	0404	其他草地	3.21	2.67%
07	住宅用地	0702	农村宅基地	2.03	1.69%
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	1.57	1.31%
合计				119.94	100.00%

备注：矿区范围内地下开采范围内的住宅用地已搬迁，现已复垦为旱地

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 66.72hm²，占矿区总面积的 55.63%。其中旱地占大部分，主要为分布在山坡上的坡耕地，坡度一般较大，面积 55.75hm²，水田主要分布在南岸河两侧阶地，引河水灌溉，未修建配套的灌排设施，面积 10.97hm²。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%~1.4%，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 值约 6.4，土壤容重 1.0~1.5g/cm³、土壤质地为砂质壤土，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/hm²，玉米产量 4500kg/hm²。矿区内耕地土壤剖面见照片 2.4-1。

根据《农用地质量分等规程》（GB/T28407-2012）和《景东县 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-水稻、小麦-玉米”，复种类型为“一年二熟”。景东县 2018 年度耕地国家自然等别范围为 9~11 等，其中以 10 等分布最多；耕地国家利用等别范围为 8~11 等，其中以 10 等、11 等分布最多；耕地国家经济等别范围为 8~11 等，其中 10 等、11 等分布最多。龙街乡 2018 年度耕地国家自然等以 11 等分布最多，国家利用等以 11 等分布最多，国家经济等以 10、11 等分布最多。项目区位于龙街乡，耕地国家自然等、利用等、经济等以 10、11 等分布最多。

照片 2.4-1 矿区耕地和耕地土壤剖面（东经***，北纬***）

图 2.4-2 基本农田分布图

矿山土地损毁单元均位于矿区范围内，通过矿区范围与土地利用总体规划图叠加分析，并到景东县自然资源局调查求证，本项目矿区范围内没有基本农田分布，矿山基建和生产不占用和损毁基本农田用地。矿区及终边基本农田分布见图 2.4-2。

2、林地

矿区内林地面积较大，占到矿区面积的 38.70%，主要为乔木林地。地形坡度一般在 25°~35°之间，有效土层厚约 60~125cm，土壤容重 1.45g/cm³、土壤质地为砂

质壤土，砾石含量约 20%~45%， pH 值约 6.2，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（东经***，北纬***）

3、其他地类

除耕地、林地外，矿区内还零星分布有住宅用地（现状图上显示，实际已搬迁复垦为旱地）、草地、水域及水利设施用地等，现状情况见照片 2.4-3。

照片 2.4-3 住宅用地

（三）土地利用权属调查

项目区土地面积为 1.1994km²，均为景东县龙街乡南岸村集体所有。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			01		03		04	07	11	合计
			耕地		林地		草地	住宅用地	水域及水利设施用地	
景东县	龙街乡	南岸村民委员会	0101	0103	0301	0305	0404	0702	1101	
			水田	旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地	农村宅基地	河流水面	
小计			10.97	55.75	46.23	0.19	3.21	2.03	1.57	119.94

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

1、农业生产

李家村搬迁后，矿井井田范围内无居民点，矿界外 500m 范围主居民点包括大村（又名小坝塘，20 户约 110 人，高程约 1803m）、南岸村委会（含南岸希望小学，其中 16 户约 100 人为南岸村委会原有居民，35 户约 140 人由矿区李家村搬迁安置，南岸希望小学共有师生约 164 人，高程约 1490m）、何家（23 户约 120 人，高程约 1528m）、罗家（12 户约 60 人，高程约 1670m），房屋为单层或多层砖混结构。当地居民主要从事农业和林业活动，部分外出打工。见照片 2.5-1。

照片 2.5-1 周边居民点

2、道路建设

矿区内主要道路为矿山道路，除此之外为乡村公路，其中矿山道路为简易土质路面，乡村道路路面以水泥铺设为主，见照片 2.5-2。

照片 2.5-2 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。矿区井田范围及周边现状有 sw01、sw02、sw03、sw04 四个泉点出露，其中 sw02 为矿山饮用水源，其它不作为饮用水源。南岸河现状水环境功能主要为农业用水，水域功能为 III 类，南岸梯矿下游地表水无饮用取水功能。

矿区及周边重大人类工程活动分布如图 2.5-1 所示。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）矿山地质环境治理与土地复垦情况

2014年6月委托云南地质工程勘察设计研究院编制了《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸梯矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》；2016年10月委托云南地质工程勘察设计研究院编制了《景东县龙街乡南岸梯矿土地复垦方案报告书》，并根据相关要求缴存了地质环境治理恢复基金（1.0万元）和土地复垦费用（10.0万元）（附件13和附件14）。由于矿山一直处于停产状态，未按照编制方案进行矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作。只有矿山基建时各硐口工业场地碎石堆筑边坡下游均建设了拦渣坝，目前稳定性较好。2013年矿山企业出资208万元，政府配套资金125万元，对矿区范围内的居民点进行拆迁安置，共搬迁35户，140人。

2.6-1 已搬迁农村宅基地复垦现状

开采范围内居民点搬迁后，农村宅基地由村民自发复垦为耕地，由原宅基地使用人耕种。由于原居民建筑多为泥瓦结构，没有硬结，主要复垦措施包括建筑物、土地平整、翻耕和土壤培肥等。经过多年耕种和土壤熟化，目前质量较好，详见照片2.6-1。由于土地复垦工作有村民自发完成，复垦投资无从统计，经调查亩均投资2000元~5000元不等。

另外，硐口工业场地部分松散碎石堆积边坡，由于长时间未发生人工扰动，已经生长植被和灌木，形成一定的生态恢复效果。参见照片2.6-2。

照片 2.6-2 硐口工业场地植被自然恢复效果

（二）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例

在调查南岸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云南木利铋业有限公司木利铋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

云南木利铋业有限公司木利铋矿为已建的矿山，开采矿种为铋矿，生产规模为 9.00 万吨/年，面积为 0.8912km²。矿山前期采用露天开采，后转入地下。露天采空区上部标高 890m，底部标高 785m，最终边坡角小于 36°。矿区年平均降雨量 1042.1mm，每年 5-10 月份的雨季降水量占全年降水量的 90%。日最大降雨量 120mm，历年日照时数平均值 1651.2 小时，年平均湿度 15.4~18.3，相对湿度 79.3~85.5%，自然地理条件和矿山地质环境背景跟本矿山相似。

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。矿山开采几十年来边坡稳定性较好，未发生过崩塌滑坡等地质灾害。

照片 2.6-3 办公区挡土墙防护和采场截洪沟

（2）露天采场开采过程中，为了防止地表径流影响露天采场边坡稳定性，在露天采场上部修建了截洪沟，针对不稳定边坡采用锚固和喷射混凝土等措施进行了治理。露天采场闭坑后，矿山企业用露天开采排弃的废弃土石，对露天采场充填至 785m 标高，稳沉压实后，修建了充填站等设施。治理总投资约 6.34 万元。

（3）737m 平硐南北硐口和 717 平硐硐口在矿区范围外。2018 年将上述硐口废弃后，在附近矿区范围内新建相应水平的平硐硐口，并对废弃的硐口进行了封堵，具

体的封堵措施包括在平硐内 50m 处修建厚度为 20cm 的砖墙，充填 50m 废渣后，在硐口处修建 20cm 厚的砖墙。治理总投资约 11.21 万元。

照片 2.6-4 废弃硐口封堵措施

3、土地复垦措施及治理效果

(1) 1#渣场位于矿区北部工业场地北东侧冲沟上，堆土厚度 1.5~15.0m，堆积量约 0.5 万 m³，堆积标高 684.20~698.9m，边坡角 35~50°，占地面积 0.12hm²，2007 年，1#渣场封场后，将场地平整，复垦成了灌木林地，采用灌草结合的方式进行。由于该渣场堆放的废渣中，土质成分相对较多，直接挖穴种植，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 0.12hm²，复垦总投资为 6767.86 元，亩均投资 3759.92 元。

照片 2.6-5 渣场土地复垦效果

(2) 2#弃渣场位于矿区中部冲沟中上游，堆土厚度 3.0~30.0m，堆积量约 1.2 万 m³，标高 674.5~703.8m，边坡角 35~60°，占地面积约 0.24hm²。2009 年，2#弃渣场封场后，复垦成了乔木林地，采用穴植方式，行株距 2m×2m，种植树种为桉树。经过多年的生长，目前林地的郁闭度达 50%以上。只有局部区域由于流水冲刷，成活率较低。复垦土地面积约 0.24hm²，复垦总投资 13217.93 元，亩均投资 3668.87 元。

(3) 露天采场位于矿区中部，长 220m，宽 135m，开采标高一般 785~895m，最大高差约 120m，1989 年底已停止露采，损毁类型为挖损损毁，损毁面积为 1.47hm²。2009 年，矿山企业对露天采场实施了复垦措施，复垦措施包括穴状整地、表土置换、土壤培肥和植被恢复等，主要在露天采场台阶平台上采用穴植和置换表土的方式种植桉树，行株距 2m×2m。经过多年的生长和植被自然恢复，部分风化程度较深的区域，树木成活率较高，植被覆盖率也高。部分坚硬的岩质边坡，植被覆盖率相对较差。已复垦土地面积约 1.47hm²，复垦总投资 24828.31 元，亩均投资 1126.00 元。

照片 2.6-6 露天采场边坡土地复垦效果

综上所述，木利锑矿办公生活区人工边坡治理措施、硐口封堵措施、废石场复垦措施，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,收集矿山资源储量核实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;收集矿山水土保持方案、环境影响评价报告,以及以往编制的矿山地质环境保护与恢复治理方案、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、办公生活区、废石场、可能沉陷范围、地下水可能影响范围进行地质环境条件核查: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。

野外调查采取线路穿越法和地质环境追索相结合的方法,矿区东西两侧布置两条调查线路,主要沿乡村道路和矿山道路,东侧主要调查地形地貌点、地质灾害点、生产生活设施分区点、地表水、地下水和农村居民点等,西侧调查线路主要调查地形地貌、居民点、地下水等,同时对线路周边土地利用情况进行调查,调查路线长度5km,调查范围面积3.60km²。以1:2000的地形地质图为底图,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;水土环境影响主要通过收集水土环境取样分析报告,获得地表水体和土壤环境现状监测数据。

（二）土地资源现状调查

土地资源现状调查前收集了矿区土地利用现状图和景东县土地利用总体规划以及地方政策文件。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。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 119.94hm²。

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、分布，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实际材料图如图 3.1-1，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	3.6
调查线路	km	5
地形地貌点	处	18
地质灾害点	处	4
地表水	处	2
地下水	处	4
土壤	处	4
土地利用现状调查	hm ²	119.94
土地拟损毁现状调查	hm ²	8.52
调查问卷	份	30
照片	张	150

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矿山道路两侧小型崩塌、滑坡和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,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量减少和水位下降,办公生活区、硐口工业场地、废石排弃对地形地貌景观的破坏,废水和废石的排放可能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,新建废石场可能失稳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量减少和水位下降,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,新建废石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,地下水沉降影响半径范围,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,评估区北西部至分水岭,南、东部以矿界外推约 200m 为界。评估区面积约 3.675km²,其地理坐标为 X: ***~***, Y: ***~***。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 5 处村庄，居民居住比较分散，除南岸村委会居住人数在 200~500 之间，其他居民点居住人数均在 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；sw02 泉点是矿山和李家寨部分村民饮用水水源，为较重要水源地；矿山生产建设破坏耕地、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	破坏其它类型土地

注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。

(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) 矿区矿体呈脉状赋存于 F3 断层破碎带中, 当地最低侵蚀基准面为矿区东部南岸河, 海拔标高 1400 米, 开采矿体均高于最低侵蚀基准面, 采场附近及上部无大的地表水体, 大气降雨是地下水的主要补给来源。矿山充水含水层主要为底板中侏罗统花开左组 (J_{2h}) 灰白色石英砂岩孔隙含水层, 富水性弱~中等, 矿坑正常涌水量小于 3000m³/d; 地下采矿和疏干排水会引起周边部分区域地下水位下降。评估区水文地质条件中等。

2) 矿体顶板由粉砂质泥岩—泥岩等组成, 厚~中层状结构, 中等坚硬。厚层状粉砂质泥岩—泥岩力学强度较高, 岩体完整, 稳定性好。局部受构造影响岩石破碎需支护。薄层状粉砂质泥岩—泥岩, 结构面多为泥膜充填, 结合力差, 易出现层间错动、垮落, 稳定性较差。底板为灰白色石英砂岩, 较硬, 力学强度较高, 岩体完整, 稳定性好。岩石风化中等, 地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5~10m, 工程场地地基稳定性中等, 工程地质条件中等。

3) 矿体产于中侏罗统花开左组地层内灰色石英砂岩顶部的层间滑动破碎带中, 矿体呈层状、似层状产出, 矿体产状(即层间滑动破碎带产状)与地层产状基本一致, 围岩和矿体产状变化小, 主要断裂构造为控矿构造, 未切割矿层(体)围岩、覆岩, 断裂带对采矿活动影响小, 地质构造条件简单。

4) 现状条件下, 矿山地质环境问题类型较少、危害较中等, 环境地质条件中等。

5) 采空区面积较大, 但无重复开采, 采空区部分得到处理, 采动影响较强烈, 开采情况中等。

6) 地貌单元类型多, 微地貌形态较复杂, 地形起伏变化中等, 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反交或斜交, 地形地貌条件中等。

根据以上分析, 评估区水文地质条件中等, 工程地质条件中等, 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。

(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“重要区”, 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“一级”。

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
<p>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$>10000\text{m}^3/\text{d}$；地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。</p>	<p>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$3000-10000\text{m}^3/\text{d}$；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。</p>	<p>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$3000\text{m}^3/\text{d}$，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。</p>
<p>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，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度$>10\text{m}$，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。</p>	<p>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，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度$5-10\text{m}$，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。</p>	<p>矿床围岩岩体以巨厚层状一块状结构为主，蚀变作用弱，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度$<5\text{m}$，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。</p>
<p>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。</p>	<p>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，并切割矿层（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。</p>	<p>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。</p>
<p>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。</p>	<p>现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多、危害较大。</p>	<p>现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小。</p>
<p>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。</p>	<p>采空区面积和空间较大，重复开采少，采空区部分得到有效处理，采动影响较强烈。</p>	<p>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。</p>
<p>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$>35^\circ$，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。</p>	<p>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$20^\circ\sim 35^\circ$，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。</p>	<p>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$<20^\circ$，相对高差较小，地面倾向与岩层倾向多为反交。</p>

注：采取就上原则，只要有一条满足某一级别，应定为该级别。

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
	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、景东县地质灾害发育情况

根据《云南省景东彝族自治县地质灾害详细调查报告》（云南地质工程勘察设计研究院，2015年），纳入景东县地质灾害系统库的地质灾害及隐患点 448 处，其中滑坡 431 处，泥石流 8 处，崩塌 9 处。

根据《普洱市景东县地质灾害隐患点核查核销总结报告（2020年）》（景东彝族自治县自然资源局，2021年1月），近年来，在省、市、区人民政府的高度重视和上级部门的大力支持下，通过开展有针对性的地质灾害防治工作，部分地质灾害隐患点已完成地质灾害工程治理和异地搬迁安置。为全面了解和掌握景东县地质灾害动态变化，有针对性的采取监测和治理工作。对符合因地质环境条件改变的地质灾害隐患点按有关规定进行了核销。2013~2019年核销地质灾害点 138 个，2020年核销 95 个，至 2020 年底共核销 233 个，保留 215 个地质灾害隐患点，其中滑坡 212 处，泥石流 2 处，崩塌 1 处，主要威胁人口 16078 人，威胁财产 30796 万元。

景东县内地质灾害及隐患以滑坡为主，主要为松散层的浅层滑坡。通过地质灾害调查和分析，总体上，认为滑坡是由内因及外因相互影响所形成的，滑坡体基岩表面坡度较大是滑坡形成的内因，大气降雨是滑坡形成的外因，而人类工程活动（房屋建设、公路施工、耕地活动）是滑坡形成的诱发因素，人类活动及大气降水对滑坡失稳起控制作用。

(1) 地形因素

根据调查,滑坡区地形坡度一般为 $15\sim 25^\circ$,局部人工开挖边坡稍陡,为 $20\sim 35^\circ$ 。滑坡体基岩面坡度一般 $20\sim 35^\circ$,总体属缓坡~陡坡地带。

(2) 地质因素

滑坡地层岩性为第三系(N)、中生界白垩系(K)、侏罗系(J)、三叠系(T)和古生界二叠系(P),地层岩性主要为砂岩、泥岩、粉砂岩,地表覆盖层主要为第四系残坡积层(Q),主要为含碎石粉质粘土,透水性较好,为滑坡失稳提供了物质条件。

(3) 人为因素

滑坡区村民建房、修路、耕地等人类工程活动对地表覆盖层进行了扰动,破坏了坡体结构,开挖边坡多数未治理,导致边坡部分临空,破坏了坡体原有的平衡,人类工程活动是滑坡失稳的诱发因素。

(4) 降雨因素

景东县年降雨量较大,年平均降雨量 1087mm ,降雨时间集中,主要集中在5月至10月份,暴雨频繁,导致大量雨水下渗,增大坡体重量,侵蚀冲沟、河水冲刷,软化土体,降低岩土体力学强度,形成软弱结构面,从而诱发滑坡失稳。

根据滑坡体现状特征,结合雨季汛期变化趋势及监测员反映,滑坡体在雨季暴雨后,其滑动变形破坏特征明显,且随降雨强度的增大而增大。滑坡区内基岩面坡度较大,地表覆盖层主要为第四系残坡积层含碎石粉质粘土,透水性较好,村民建房、修路、种地对岩土体扰动,破坏了坡体结构,开挖边坡多未治理,导致边坡部分临空,随着大气降水的不断渗入,破坏了坡体原有的平衡,从而导致滑坡发生或失重滑动。

2、矿山地质灾害现状评估

评估区范围内不存在《云南省景东彝族自治县地质灾害详细调查报告》中调查统计的崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害隐患。现状调查过程中也未发现大的崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害及其隐患,未发现由于矿山开采引起的明显的地面塌陷和地裂缝,仅在矿山道路两侧发现有小型的崩滑、掉块等现象。办公生活区所在区域地势平坦,人工填挖边坡规模较小,发生崩塌滑坡的可能性较小。硐口工业场地上方人工切坡规模较小,主要地质灾害隐患来源于硐口下方废石填筑的人工边坡。另外由于采空区深厚比较小,存在采空塌陷地质隐患。地质灾害现状分布如图3.2-2所示。

下面就硐口工业场地下方碎石填筑形成的 4 处不稳定边坡、采空塌陷隐患点、道路两侧崩塌滑坡等地质灾害分述如下：

(1) 不稳定边坡

1) BW01 潜在不稳定边坡

BW01 潜在不稳定边坡位于 PD201 平硐口下方，为硐口采掘废石顺坡堆积形成的，堆渣面积约 420m²，厚约 5m，体积约为 2100m³，堆渣体岩性主要为砂岩，块径 3~15cm，下方已设有挡墙，挡墙高约 2m，长约 15m，顶厚 0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度约 38°，现状下较稳定，发生失稳的可能性小，但不排除在暴雨、地震和人工扰动情况下，发生滑坡、泥石流等的可能性。主要影响下方矿山运输车辆、农田和部分耕作居民，以及硐口工业场地设施和工作人员，危害程度中等，危险性中等。

BW01 潜在不稳定边坡见照片 3.2-1，工程地质剖面图见图 3.2-3。

照片 3.2-1 BW01 潜在不稳定边坡

图 3.2-3 BW01 潜在不稳定边坡工程地质剖面图

2) BW02 潜在不稳定边坡

BW02 不稳定边坡位于 PD401 平硐口，为硐口采掘废石顺坡堆放形成的，堆渣面积约 200m²，厚约 3m，体积约为 600m³，堆渣体岩性主要为石英砂岩和泥质粉砂岩，块径 1~20cm，下方已设有挡墙，挡墙高约 3m，长约 16m，顶厚 0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度较陡，边坡上部存在宽度几厘米的裂隙，在降雨或人工扰动情况下，发生失稳的可能性较大，主要威胁下方矿山公路的行人、车辆及下部农田，以及上方硐口工业场地设施和工作人员安全，危害程度中等，危险性中等。

BW02 潜在不稳定边坡见照片 3.2-2，工程地质剖面图见图 3.2-4。

照片 3.2-2 BW02 潜在不稳定边坡

图 3.2-4 BW02 潜在不稳定边坡工程地质剖面图

3) BW03 潜在不稳定边坡

BW03 不稳定边坡位于 PD102 平硐口，为硐口采掘废石顺坡堆放形成的，堆渣面积约 720m²，厚约 2m，体积约为 2440m³，堆渣体岩性主要为砂岩，块径 1~16cm，下方已设有挡墙，挡墙高约 1.5m，长约 8m，顶厚 0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度较陡，雨季或受到扰动时可能向下滑，主要影响下方农田和南岸河，引起河流堵塞和水质污染等，也会对硐口工业场地设施和人员造成威胁。危害程度中等，危险性中等。

BW03 潜在不稳定边坡见照片 3.2-3，工程地质剖面图见图 3.2-5。

照片3.2-3 BW03 潜在不稳定边坡

图3.2-5 BW03 潜在不稳定边坡工程地质剖面图

4) BW04 潜在不稳定边坡

BW04 不稳定边坡位于 PD101 平硐口，为硐口采掘废石顺坡堆放形成的，堆渣面积约 200m²，厚约 4m，体积约为 800m³，堆渣体岩性主要为砂岩和灰岩，块径 3~25cm，下方已设有挡墙，挡墙高约 2m，长约 20m，顶厚 0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度较陡，雨季或受到扰动时可能向下滑移，威胁下部矿山道路和农田以及硐口工业场地设施和作业人员的安全，危险性中等，危险性中等。

BW04 潜在不稳定边坡见照片 3.2-4，工程地质剖面图见图 3.2-6。

照片3.2-4 BW04 潜在不稳定边坡

图3.2-6 BW04 潜在不稳定边坡工程地质剖面图

(2) 采空塌陷隐患点 TX01

根据调查, 2000 年至 2008 年间, 矿山进行过短时间生产, 采用平硐开拓, 浅孔留矿法开采, 采出锑矿石量 17485t, 金属量 1065t。采空区位于 1#和 2#勘探线之间。南北长 50m, 东西宽约 35m, 面积约 1790m², 埋深 20~250m, 采空区未作专门回填。现状调查过程中, 未发现地面塌陷和地裂缝等明显地表变形。但是由于采空区位于矿体露头位置附近, 开采深厚比较小, 顶板稳定性较差, 在后续开采过程中, 随着采空区面积扩大, 顶板冒落破坏, 张裂变形, 发生地面塌陷的可能性较大。根据开发利用方案地表变形参数: 矿体上盘岩体移动角取 65°, 下盘岩体移动角为矿体倾角, 端部岩体移动角取 75°, 采空塌陷隐患点面积约 3664m²。根据调查采空塌陷隐患范围内不存在居民点, 主要影响农田和部分耕作居民, 危害程度中等, 危险性中等。具体范围见图 3.2-2 和图 2.2-6 所示。

(3) 矿山道路两侧小型崩塌和滑坡

矿山道路随地形布设, 一般未形成较大的人工边坡, 但部分区域仍然会有小规模切坡开挖与填方垫平, 于道路两侧形成高约 2~5m 的切坡和人工填土边坡, 该类边坡坡体一般为第四系残坡积层或强风化岩, 在长期雨水冲刷作用下易发生局部小规模滑塌, 规模几方至上百方不等, 主要威胁矿山道路上的行人和车辆, 危害程度中等, 危险性中等。详见照片 3.2-5。

照片 3.2-5 矿山道路两侧小型崩塌滑坡

综上, 现状条件下, 矿山道路两侧小型崩塌和滑坡, 规模小, 主要威胁矿山道路上的行人和车辆。采空塌陷隐患区域面积较小, 主要威胁上方的农田和部分耕作居民。硐口工业场地下方堆筑不稳定边坡, 规模较小, 主要威胁下方矿山公路的行人、车辆及下部农田, 以及上方硐口工业场地设施和工作人员安全, 只有 BW03 不稳定

边坡发生失稳可能会影响到南岸河，引起河流堵塞和水质污染等。由于矿区范围内主要居民点李家寨已经搬迁，地质灾害及隐患影响范围距离矿区周边附近大村、白石岩等居民点距离较远，一般不会对其造成威胁。总体上，地质灾害较发育，威胁人数 $>10\sim<100$ 人，可能的经济损失 $>100\sim<500$ 万，危害程度中等，危险性中等，地质灾害影响程度较严重。

3、预测评估

(1) 矿业活动加剧现状地质灾害危险性的预测评估

评估区现状地质灾害有潜在不稳定边坡4处。矿山建设中的施工爆破、震动、矿井水排放等不可避免会对其产生影响，增加地质灾害发生的可能性。

1) BW01 潜在不稳定边坡

BW01 不稳定边坡为 PD201 平硐口工业场地下游废石堆筑边坡，堆渣面积约 420m^2 ，厚约5m，堆渣体岩性主要为砂岩，块径 $3\sim 15\text{cm}$ ，下方已设有挡墙，挡墙高约2m，长约15m，顶厚0.5m，由于堆渣形成的人工边坡坡度较陡，虽然已建有挡墙，但在雨季或单点强降雨发生的情况下，废渣可能失稳而滑落。矿山建设中的施工爆破、震动、矿井水排放等可能加剧渣体边坡的失稳，威胁下方矿山道路、农田及硐口工业场地设施和工作人员的安全，危害程度中等，危险性中等。

2) BW02 潜在不稳定边坡

BW02 潜在不稳定边坡为 PD401 平硐工业场地下游废石堆筑边坡，堆渣面积约 200m^2 ，厚约3m，堆渣体岩性主要为石英砂岩和泥质粉砂岩，块径 $1\sim 20\text{cm}$ ，下方已设有挡墙，挡墙高约3m，长约16m，顶厚0.5m，由于堆渣形成的人工边坡坡度较陡，边坡上部存在部分宽度几厘米的裂隙，在雨季强降雨或地震发生的情况下，废渣可能失稳而滑落。矿山建设中的施工爆破、震动，也可能加剧渣体边坡的失稳，发生的可能性中等，危害性中等。主要威胁下方矿山公路和农田，以及上方硐口工业场地设施和工作人员安全，危害程度中等，危险性中等。

3) BW03 潜在不稳定边坡

BW03 潜在不稳定边坡为 PD102 平硐口工业场地下游废石堆筑边坡，堆渣面积约 720m^2 ，厚约2m，堆渣体岩性主要为砂岩，块径 $1\sim 16\text{cm}$ ，下方已设有挡墙，挡墙高约1.5m，长约8m，顶厚0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度较陡，雨季时或受到扰动可能向下滑，矿山建设中的施工爆破、震动，也可能加剧渣体边坡的失稳，发生

的可能性中等，主要影响下方农田和南岸河，引起河流堵塞和水质污染等，危害程度中等，危害性中等。

4) BW04 潜在不稳定边坡

BW04 潜在不稳定边坡为 PD101 平硐口工业场地下方废石堆筑边坡，堆渣面积约 200m²，厚约 4m，堆渣体岩性主要为砂岩和灰岩，块径 3~25cm，下方已设有挡墙，挡墙高约 2m，长约 20m，顶厚 0.5m，堆渣形成的人工边坡坡度较陡，雨季时可能向下滑移。矿山建设中的施工爆破、震动，也可能加剧渣体边坡的失稳，发生的可能性中等，主要威胁下方矿山公路和农田，以及上方硐口工业场地设施和工作人员安全，危害程度中等，危险性中等。

(2) 矿业活动诱发的地质灾害危险性预测评估

1) 新建废石场诱发地质灾害危险性预测

根据开发利用方案，新建废石场位于平硐 PD401 南约 200m 的沟谷中，占地面积约 1.09hm²，堆渣高度约 20m，堆置标高为 1530m~1550m，废石场共设两个台阶，其标高分别为+1540m、+1550m。台阶坡面角 1:1.5，总边坡角为 39°，容积约为 1.8 万 m³。在废石场坡脚设置拦渣坝，拦渣坝坝底宽 3.5m，坝高 3.0m，基础埋深 1.0m，顶宽 1.0m，内坡比 1:0.4，长 80m，M7.5 浆砌石砌筑。废石场上部设截水沟，矩形断面，宽 0.5m，深 0.4m，浆砌石砌筑，墙厚 0.3m。台阶中布置马道排水沟，矩形断面，宽 0.3m，深 0.3m，浆砌石砌筑，墙厚 0.3m。

根据类比分析，废石场土力学参数如表 3.2-5 所示。

表 3.2-5 废石场土力学参数

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 (°)
表土	21.0	22.2	20	22
碎石土	22.0	22.7	15	28
强风化层	21.5	22.0	35	30
中风化层	22.85	23.71	250	36

图 3.2-7 废石场稳定性计算剖面示意图

取废石场中最不利剖面，利用上海《同济曙光边坡稳定性分析软件》，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废石场进行稳定性分析。计算机自动搜索最危险滑动面如图 3.2-7 所示。不同工况条件下稳定性系数如表 3.2-6 所示。

表 3.2-6 废石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

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001），许用安全系数取 1.20。根据计算结果，在自然状态下稳定性好；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，废石场基本稳定。

综上，一般工况条件下，新建废石场稳定性较好，但不排除在地震和集中降水或不当排土条件下，有发生失稳和局部滑塌的可能性，可能引起滑坡和泥石流等地质灾害，主要危害下游农田、耕作居民和排土设施、人员等，危害程度，危险性中等。

2) 表土堆存引发的地质灾害危险性预测

根据设计，剥离的表土堆放在表土堆放场，单台阶堆放，堆放高度为 3~5m，台阶坡面角 18°，堆存面积 0.25hm²。表土堆放场位于废石场西北侧，地表坡度平缓，平均坡度 15°。表层为花开左组岩石分化形成的残坡积层碎石土。方案拟在表土堆放场上游及两侧修建截洪沟，截洪沟采用梯形断面，底宽 20cm，上宽 30cm，深 20cm，浆砌块石衬砌。堆体下部 2.0 米高范围内用编织袋内装土堆高围护，并在表土堆放场表面撒播草籽进行防护。

图 3.2-8 表土堆放场稳定性计算剖面示意图

利用上海《同济曙光边坡稳定性分析软件》，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表土堆放场进行稳定性分析。相同类别岩土体土力

学参数与新建废石场相同。计算机自动搜索最危险滑动面如图 3.2-8 所示。不同工况条件下稳定性系数如表 3.2-7 所示。

表 3.2-7 表土堆放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	1.4832	1.4185	1.535	1.4870
饱和状态	1.4346	1.3932	1.4130	1.4034

根据《岩土工程勘察规范》GB50021-2001，许用安全系数取 1.20。根据计算结果，各种工况条件下，表土堆放场稳定性均较好，发生崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害的可能性较小。但表土场堆存位置变化和不按设计堆存都有可能使表土堆放场稳定性较低，在不利工矿条件下引发地质灾害。主要威胁下游农田和零星耕作居民，危险程度小，危险性小。

3) 地下开采引发的地面塌陷和地裂缝

设计开采的矿体 V1 分布于矿区中部，产于中侏罗统花开左组地层内灰色石英砂岩顶部的层间滑动破碎带中，顶板为紫红色粉砂质泥岩，底板为灰白色石英砂岩，矿体产状（即层间滑动破碎带产状）与地层产状基本一致，矿体呈层状、似层状产出，走向近南北向，矿体产状 $270^\circ \angle 20^\circ-45^\circ$ ，工程控制长约 300m。单工程矿体厚度 1.31~4.22 m，平均 2.48m，属于形态较规则，厚度较稳定。

根据设计，倾角 35° 以上的矿体采用留矿全面采矿法回采， $30^\circ-35^\circ$ 之间的矿体采用伪倾斜全面采矿法回采。当开采放矿后，将产生采空区，顶板不稳固岩体在重力作用下，将向采空区冒落、垮塌、弯曲变形，如果发展到地表，可能导致地面塌陷、地裂缝或地表移动变形。其中靠近矿体露头的区域，采深小，岩石破碎，引起的地表变形强烈，随着开采向深部移动，地下采动对地表变形影响程度逐渐变小。

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。矿体上盘岩体移动角取 65° 、下盘岩体移动角为矿体倾角，端部岩体移动角取 75° ，闭坑时最终形成的地表移动范围面积约 6.60hm^2 。地表移动变形范围平面图和剖面图如图 3.2-9 和图 3.2-10 所示。

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，对地下开采引起的最大地表变形值进行计算：

计算公式：

$$W_{\max} = m \cdot q \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

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

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

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

$$\varepsilon_{\max} = \pm 1.52b \frac{W_{\max}}{r} \quad (5)$$

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/m²）；

U_{\max} —最大水平移动值（mm）；

ε_{\max} —最大水平变形值（mm/m）；

q—下沉系数。与上覆岩体岩性、开采方法和顶板处置方法有关，取 q=0.8；

m—开采平均厚度（m），取 m=2.48；

r—地表影响半径（m）；

H—平均采深（m），取 H=87；

β —岩石移动角， β 取 65°；

b—水平移动系数，b取 0.3；

α —平均矿体倾角； α 取 35°。

根据上述公式和参数对地表变形最大值进行了初步计算，计算结果详见表 3.2-8：

表 3.2-8 地表变形计算结果表

特 征 值							最大下 沉值 W_m (m)	最大曲率 值 k_m (mm/m ²)	最大倾斜 值 i_m (mm/m)	最大水 平移动 值 U_m (m)	最大水平 变形值 ε_m (mm/m)
矿层平 均埋深 H(m)	矿层平 均厚度 (m)	下沉系 数(q)	影响半 径 r(m)	移动 角 β (°)	平均矿层 倾角 α (°)	水平移 动系数 b					
87	2.48	0.8	142.94	65	35	0.3	1.63	1.21	11.4	0.489	5.2

地下开采引起的采空塌陷发育程度,根据《地质灾害危险性评估规范(DZ/T 0286-2015)》中“采动区发育程度分级表”相关指标进行确定。根据计算结果,最大下沉>60mm/a,最大倾斜值>6mm/m,最大水平变形值>4mm/m,最大地形曲率值>0.3mm/m²,并且根据各勘探线剖面量算矿山开采范围内深厚比一般均<80,根据表 3.2-9,地下开采引起采空塌陷发育程度为强发育。

表 3.2-9 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	>60	>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

据调查,搬迁后,地表移动范围内,没有任何建筑物、工业设施和居民点,受到影响的主要是其中的耕地、植被生态和部分工作人员,危害程度大,危险性大,地质灾害影响严重。

(3) 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

办公生活区坐落在山腰缓坡部位,地势平坦,填挖形成的人工边坡规模较小,并且已做支挡防护工程,现状稳定;使用周期内无改建、扩建计划。预测办公生活区遭受地质灾害的可能性小,危险性小。

2) 矿区道路遭受地质灾害危险性预测

矿山道路两侧修建过程填挖形成部分人工边坡,坡体一般为第四系残坡积层或强风化岩,在长期雨水冲刷作用下会发生局部小规模滑塌,BW01、BW02、BW04等潜在不稳定边坡也会对矿区道路存在威胁,影响行人和车辆安全,危害程度中等,危险性中等。

3) 硐口工业场地遭受地质灾害危险性预测

硐口工业场地上方切坡规模较小，并且均为逆向坡，稳定性好，发生崩塌滑坡的可能性较小。主要受下方废石填筑边坡稳定性的影响，在流水、震动等外力作用下，发生滑坡可能性较大，影响硐口工业场地设施和人员的安全，危害程度中等，危险性中等。

综上，后期基建和生产过程中，新建废石场稳定性较好，但在极端条件下，可能会发生失稳，引起滑坡和泥石流，影响排土设备、工作人员及下游部分道路和农田。随着地下采空区面积的扩大，顶板可能出现冒落张裂变形，发展到地表会引起地面塌陷和地裂缝等地质灾害，由于影响范围内居民点已经搬迁，主要影响地表移动范围内的耕地、植被生态和部分耕作人员。矿山建设中的施工爆破、震动、矿井水排放等可能加剧硐口工业场地渣体边坡的失稳，威胁下方矿山道路、农田及硐口工业场地设施和工作人员的安全，并可能影响到南岸河，引起河流堵塞和水质污染等。由于矿区范围内主要居民点李家寨已经搬迁，地质灾害及隐患影响范围距离矿区周边附近大村、白石岩等居民点距离较远，一般不会对其造成威胁。总体上，地质灾害较发育，威胁人数 ≥ 100 人，可能的经济损失 ≥ 500 万，危害程度大，危险性大，地质灾害影响程度严重。

矿山地质灾害预测图如图 3.2-11 所示。

（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

评估区内主要含水层包括第四系（Q）孔隙水含水层和中侏罗统花开左组（J_{2h}）灰白色石英砂岩孔隙含水层。矿山主要充水含水层为赋存于矿体底板的中侏罗统花开左组（J_{2h}）灰白色石英砂岩孔隙含水层，富水性总体较弱。

矿体赋存于层间滑动破碎带相对隔水层中，顶板为中侏罗统花开左组（J_{2h}）粉砂质泥岩—泥岩隔水层，平均厚度为 430m。矿山开采形成的采空区和导水裂隙带主要位于隔水层中，对底板含水层影响较小。只有分布于底板内的井巷工程会洞穿含水层，对含水层结构造成破坏，对含水结构影响较小。

（2）采矿活动对地下水位影响分析

通过坑道涌水量观测,得知:PD201坑口流量为0.2L/s,PD501坑口流量为0.6L/s,其余坑口流量可忽略不计,现状情况下,矿山正常涌水量为69.12m³/d,雨季暴雨情况水量可能突增。

现状条件下地下水位由矿区平均地下水位1600m下降到矿山开采的最低标高1560m,地下水位最大降深约40m,地下水影响半径通过下面公式计算:

$$R=2S \times (H \times K)^{1/2}$$

式中: S—水位降深(m),取40m;

K—渗透系数(m/d),根据矿区所做抽水试验资料取K=0.13;

H—含水层厚度,取40m。

通过计算,地下水影响半径为182.43m,地下水影响范围较小。

含水层影响现状图如图3.2-12所示。

(3) 采矿活动对地下水水质影响评估

本次地下水水质评估采用2021年4月委托云南亚明环境监测科技有限公司编制的《南岸锑矿环境质量现状监测项目检测报告》中环境监测数据进行评价。

1) 监测方案

监测点位:

设5个监测点,1#监测点位于矿区西北面矿井生活饮用水源泉点;2#监测点位于PD101上游;3#监测点位于PD101下游;4#监测点位于PD102下游;5#监测点位于新建废石场下游。监测点位置见图3.2-16。

监测因子:

pH、高锰酸盐指数、氨氮、硫酸盐、硝酸盐、总硬度、铁、锰、氟化物、氯化物、铜、锌、汞、镉、六价铬、铅、砷、总大肠菌群共18项;

监测频率:

连续采样2天,每天一次。

检测分析方法:

按照国家现行监测技术规范进行,检测标准/方法、使用仪器和检出限如表3.2-10所示。

表 3.2-10 检测方法、使用仪器和检出限

检测项目	检测依据/方法	检测仪器设备名称/型号	最低检出限
pH	GB 6920-1986 水质 pH 值的测定 玻璃电极法	PHB-4 型 pH 计	/
氨氮	HJ 535-2009 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法	UV1901PC 型 双光束紫外可见分光 光度计	0.025mg/L
高锰酸盐 指数	GB 11892-1989 水质 高锰酸盐指数的测定	/	0.5 mg/L
铜	电感耦合等离子体发射光谱法 《水和废水监测分析方法》（第四版）国 家环境保护局(2002)	ICAP-7200 电感耦合等离子体发 射光谱仪	0.01mg/L
锌			0.006mg/L
铁			0.03mg/L
锰			0.02mg/L
镉	GB/T 7475-1987 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	TAS-990 原子吸收分光光度计	0.001mg/L
铅			0.01mg/L
六价铬	GB 7467-1987 水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法	T6 新悦 可见分光光度计	0.004mg/L
砷	HJ 694-2014 水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法	AFS-933 原子荧光光度计	0.0003mg/L
汞			4.0×10^{-5} mg/L
氟化物	GB 7484-87 水质 氟化物的测定 离子选择电极法	PXSJ-216 数显离子活度计	0.05mg/L
氯化物	GB 11896-1989 水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法	/	10mg/L
大肠菌群	HJ 347.2-2018 水质大肠菌群的测定 多管发酵法	SPX-250 生化培养箱	20MPN/L
硫酸盐	HJ/T 342-2007 水质 硫酸盐的测定 铬酸钡分光光度法（试行）	T6 新悦 可见分光光度计	8mg/L
硝酸盐	GB 7480-87 水质 硝酸盐氮的测定 酚二磺酸分光光度法	T6 新世纪 紫外可见分光光度计	0.02mg/L

2) 监测结果统计

地下水水质监测结果统计分析见表 3.2-11。

表 3.2-11 地下水水质监测结果统计表

检测项目	检出限	矿区西北面 SW02 泉点 1#		PD101 上游 2#		PD102 下游 3#		PD102 下游 4#		新建废石场下游 5#		单位
		2021/4/12	2021/4/13	2021/4/12	2021/4/13	2021/4/12	2021/4/13	2021/4/12	2021/4/13	2021/4/12	2021/4/13	
pH	/	8.12	8.04	8.3	8.39	7.81	7.75	7.89	7.96	8.31	8.4	无量纲
高锰酸盐指数	0.05	0.92	0.94	0.82	0.86	0.97	0.94	1.07	1.11	0.74	0.72	mg/L
氨氮	0.025	0.025L	0.025L	0.025L	0.025L	0.042	0.036	0.048	0.054	0.025L	0.025L	mg/L
硫酸盐	8	117	120	116	114	99	98	101	103	40	43	mg/L
硝酸盐	0.02	2.68	2.6	2.74	2.71	0.71	0.73	0.62	0.64	3.4	3.57	mg/L
总硬度	5	405	400	425	415	386	381	388	383	382	375	mg/L
铁	0.02	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	mg/L
锰	0.004	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	mg/L
氟化物	0.05	0.1	0.1	0.08	0.08	0.16	0.16	0.14	0.15	0.13	0.13	mg/L
氯化物	10	11	12	12	14	10L	10L	10L	10L	10L	10L	mg/L
铜	0.006	0.006L	0.006L	0.006L	0.006L	0.006L	0.006L	0.006L	0.006L	0.006L	0.006L	mg/L
锌	0.004	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	mg/L
汞	0.04	0.22	0.22	0.19	0.19	0.22	0.25	0.23	0.22	0.15	0.15	μg/L
镉	0.1	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	μg/L
六价铬	0.004	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	mg/L
铅	1	1L	1L	1L	1L	1L	1L	1L	1L	1L	1L	μg/L
砷	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.5	0.5	5.5	5.5	μg/L
总大肠菌群	3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	MPN/L
备注	“检出限+L”表示检测结果低于分析方法检出限											

3) 现状评价结果

①评价方法

采用单项水质参数法进行评价。

②评价标准

《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准。

③评价结果统计分析

地下水水质评价结果统计分析见表 3.2-12。

由表 3.2-12 可知，地下水监测点各监测因子能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-93）III类标准的要求，地下水环境质量现状良好，矿山开采对地下水水质影响较轻。

综上，现状条件下矿山开采对含水层影响较轻。

表 3.2-12 地下水评价结果统计表 单位: mg/L, pH 无量纲

项目	标准值	1#矿井生活水源泉点			2#监测孔			3#监测孔			4#监测孔			5#监测孔		
		平均值	标准指数	达标情况	平均值	标准指数	达标情况	平均值	标准指数	达标情况	平均值	标准指数	达标情况	平均值	标准指数	达标情况
pH	6.5-8.5	8.08	0.72	达标	8.35	0.9	达标	7.78	0.52	达标	7.93	0.62	达标	8.36	0.91	达标
高锰酸盐指数	3	0.93	0.31	达标	0.84	0.28	达标	0.96	0.32	达标	1.09	0.36	达标	0.73	0.24	达标
氨氮	0.2	0.025	0.13	达标	0.025	0.13	达标	0.04	0.2	达标	0.05	0.25	达标	0.025	0.13	达标
硫酸盐	250	118.5	0.47	达标	115	0.46	达标	98.5	0.39	达标	102	0.41	达标	41.5	0.17	达标
硝酸盐	20	2.64	0.13	达标	2.73	0.14	达标	0.72	0.04	达标	0.63	0.03	达标	3.49	0.17	达标
总硬度	450	402.5	0.89	达标	420	0.93	达标	383.5	0.85	达标	385.5	0.86	达标	378.5	0.84	达标
铁	0.3	0.05	0.17	达标	0.04	0.13	达标	0.04	0.13	达标	0.04	0.13	达标	0.03	0.1	达标
锰	0.1	0.004	0.04	达标	0.004	0.04	达标	0.004	0.04	达标	0.004	0.04	达标	0.004	0.04	达标
氟化物	1	0.1	0.1	达标	0.08	0.08	达标	0.16	0.16	达标	0.15	0.15	达标	0.13	0.13	达标
氯化物	250	11.5	0.05	达标	13	0.05	达标	10	0.04	达标	10	0.04	达标	10	0.04	达标
铜	1	0.006	0.01	达标	0.006	0.01	达标	0.006	0.01	达标	0.006	0.01	达标	0.006	0.01	达标
锌	1	0.004	0	达标	0.004	0	达标	0.004	0	达标	0.004	0	达标	0.004	0	达标
汞	0.001	0.00022	0.22	达标	0.00019	0.19	达标	0.00024	0.24	达标	0.23	230	达标	0.15	150	达标
镉	0.01	0.0001	0.01	达标	0.0001	0.01	达标	0.0001	0.01	达标	0.0001	0.01	达标	0.001	0.1	达标
六价铬	0.05	0.004	0.08	达标	0.004	0.08	达标	0.004	0.08	达标	0.004	0.08	达标	0.004	0.08	达标
铅	0.05	0.001	0.02	达标	0.001	0.02	达标	0.001	0.02	达标	0.001	0.02	达标	0.001	0.02	达标
砷	0.05	0.005	0.1	达标	0.005	0.1	达标	0.008	0.16	达标	0.005	0.1	达标	0.0055	0.11	达标
总大肠菌群	3	<3	<1	达标	<3	<1	达标	<3	<1	达标	<3	<1	达标	<3	<1	达标

2、预测评估

(1) 采矿活动对含水层结构破坏预测

矿体赋存于层间滑动破碎带相对隔水层中，顶板为中侏罗统花开左组（J_{2h}）粉砂质泥岩—泥岩隔水层，平均厚度为 430m。

参考《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》：

$$\text{地下开采引起的垮落带高度：} H_k = \frac{100 \sum M}{6.2 \sum M + 32} \pm 1.5$$

$$\text{导水裂隙带高度：} H_{li} = \frac{100 \sum M}{3.1 \sum M + 5} \pm 4$$

其中， $\sum M$ —采厚（m），取矿体厚度 1.31-4.22 m，平均 2.48。

经计算，垮落带高度 3.26m~7.2m，导水裂隙带高度 14.46m~23.34m。

后期矿山开采形成的采空区和导水裂隙带主要位于矿体和顶板隔水层中，对底板含水层影响较小。只有分布于底板内的井巷工程洞穿含水层，对含水层结构造成破坏，对含水结构影响较小。

(2) 采矿活动对地下水位、水量影响预测

随着采矿活动向地下深部进行，周边地下水向采空区排泄，会疏排深层含水层。矿井涌水量，根据地下水动力学裘布依大井法计算公式计算。

$$Q = 1.366 \frac{K(2H - S_0)S_0}{\lg R/r_0}$$

式中：Q-涌水量（m³/d）

K-渗透系数(m/d)，据矿区所做抽水试验资料取 K=0.13；

H-含水层厚度(m)，最大含水层厚度 93m；

S₀-水位降深(m)，取地下水位平均值 1600m 与最低开采中段标高 1507m 之差的，地下水位最大降深 93m。

R-影响半径(m)， $R = 2S_0 \sqrt{HK}$

r₀-井或坑道开挖半径(m)，因为巷道和导水裂隙呈近似矩形布置，引用半径 $r_0 = \eta (a+b) / 4$ ，a 和 b 分别为矩形的长和宽， η 跟长宽比有关，查表取得。

通过量算，近期和闭坑时坑道和导水裂隙带分布范围，通过计算引用半径分为 150m 和 647m。

经计算：当开采至设计最低开采标高 1507m 时，地下水位将下降到 1507m，预测地下水位最大降深将到达 93m，矿井涌水量为 629.8m³/d，雨季最大涌水量 1036.8m³/d。地下水影响半径将扩大为 647m。含水层影响预测图如图 3.2-13 所示。

(3) 采矿活动对地下水质的影响预测

矿石堆场加有棚盖，硐口工业场地和废水处理站均采用混凝土硬化处理，因此不考虑这两处下渗对地下水的影响。本次评估主要针对废石场淋滤水下渗对地下水水质的影响。

根据废石场淋滤水水质特征，预测因子包括 COD、铜、铅、镉、硫化物、氟化物共 6 项，根据降雨量、汇流面积计算，废石场淋滤水下渗水量均为 355.8m³/d。淋滤水污染源强见表 3.2-13。

表 3.2-13 废石堆场淋滤水水质 mg/L, pH 无量纲

污染物	水量	pH	COD	Cu	Zn	Pb	Sb	硫化物	氟化物
浓度mg/L	355.8	8.01	111	0.01L	0.01L	0.03L	0.2	0.01	0.08
GB30770-2014		6~9	60	0.2	1.0	0.2	0.3	0.5	5

预测方法采用数学模型法中的解析法，预测模式：

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}}\right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}}\right)$$

式中：X—距注入点的距离，m；

t—时间，d；

C(x, t)—t 时刻 x 处的示踪剂浓度，g/L；

C₀—注入示踪剂浓度，g/L；

u—水流速度，m/d；

D_L—纵向弥散系数，m²/d；

erfc () —余误差函数。

预测边界上游为废石场占地区域，下游边界沿溪沟至南岸河。介质特征可概化为等效多孔介质，地下水主要受大气降雨补给，地下水流速、流量稳定。污染源排放形式概化为点源，排放规律简化为非连续恒定排放。水文地质参数初始值地下水流速 u=0.5m/d，纵向弥散系数 D_L=4.64×10⁻⁶ m²/d。

在 20 年一遇暴雨情况下，废石场淋滤水下渗污染物贡献值浓度均不大，叠加地下水背景浓度预测值见表 3.2-14。

由表 3.2-14 可知，20 年一遇暴雨情况下，废石场淋滤水下渗污染物预测浓度均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-93) III 类标准，对地下水环境影响小。地下水评价范围内无超标点。

表 3.2-14 废石场淋滤水下渗污染物预测浓度 mg/L

序号	项目	最大贡献值浓度	最大背景浓度	预测浓度	标准值	达标情况
1	COD	111	/	50	/	达标
2	铜	0.01L	0.05	0.06	1.0	达标
3	铅	0.03L	0.001	0.01	0.05	达标
4	镉	0.2	/	0.2	/	达标
5	硫化物	0.01	/	0.01	/	达标
6	氟化物	0.08	0.05	0.08	1.0	达标

(4) 矿山开采对居民生活用水的影响

根据勘探报告及现场踏勘，矿区范围及周边共有 sw01、sw02、sw03、sw04 泉点 4 个，其中 sw01、sw02、sw03 泉点位于矿区外，sw04 泉点位于矿区范围内，sw02 为李家寨村部分村民和矿山饮用水水源，分布见表 3.2-15。由于距离矿山距离较远，矿井排水引其 sw01、sw02、sw03 泉点疏干的可能性较小，引起 sw04 泉点疏干的可能性较大。

表 3.2-15 项目周边泉点分布及影响统计表

编号	出露地层	标高 m	所处位置	距矿体距离 m	流量 (L/s)	功能	漏失的可能性
sw01	底板地层, J ₂ h ¹⁻¹	+1618	矿区西面约 800m	1200	1.0	补充地表水	小
sw02	底板地层, J ₂ h ¹⁻¹	+1748	矿区西面约 800m	1200	1.5	矿井饮用水	小
sw03	底板地层, J ₂ h ¹⁻¹	+1696	矿区西北部 750	1150	0.6	补充地表水	小
sw04	底板地层, J ₂ h ¹⁻¹	+1546	矿区南部 150	450	0.08	补充地表水	大

并且 sw01、sw02、sw03、sw04 泉点 4 个，均位于废石场上游，废石场淋滤水下渗不会对其水质造成影响。

综上，考虑矿井涌水会引起周边含水层水位大幅下降，矿山生产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

评估区地处北回归线以北，横断山南段峡谷区，地形复杂；西边为无量山，中部为川河，东部为哀牢山，总体为“两山夹一河”，呈北西—南东走势。地势北西高南东低，最高山峰为汪家场山，海拔 2829.7 米，最低为南岸河，海拔 1400 米，相对高差 1429.7 米，为中山深切割区。属构造侵蚀、溶蚀低中山山地地貌类型，地形坡度 25° ~35°，局部呈现陡崖地貌。

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办公生活区和硐口工业场地对地形地貌景观的影响和破坏。

办公生活区位于矿区北部，占地面积为 0.23hm^2 ，主要建设有办公室、宿舍、食堂、机修车间、材料库等，所在区域地形平坦，填挖工程量较少，对地形地貌影响较小，主要改变了地表生态特征，对地形地貌景观影响较严重。

硐口工业场地主要由采掘废石填筑而成，PD401 硐口工业场占地面积为 0.027hm^2 ，PD201 硐口工业场占地面积为 0.027hm^2 ，PD102 硐口工业场地占地为 0.028hm^2 ，PD101 硐口工业场地占地面积为 0.028hm^2 ，PD201 平硐口下方堆渣面积约 420m^2 ，厚约 5m ，体积约为 2100m^3 ，PD401 平硐口下方堆渣面积约 200m^2 ，厚约 3m ，体积约为 600m^3 ，PD102 平硐口下方堆渣面积约 720m^2 ，厚约 2m ，PD101 平硐口下方堆渣面积约 200m^2 ，厚约 4m ，体积约为 800m^3 ，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。

评估区内采矿活动对地形地貌景观影响和破坏程度较严重。地形地貌景观影响现状评估图如图 3.2-14 所示。

2、预测评估

后期除 PD101 硐口工业场地停止使用外，其他硐口工业场地和办公生活区相对现状变化不大，对地形地貌景观影响较严重。后期矿山建设和生产过程中，对地形地貌景观的影响和破坏主要表现为新建废石场的排弃、地下开采引起的地表错动及 1535m 平硐工业场地建设对地形地貌景观的影响和破坏。

新建废石场位于平硐 PD401 南约 200m 的沟谷中，占地面积约 1.09hm^2 ，堆渣高度约 20m ，堆置标高为 $1530\text{m}\sim 1550\text{m}$ ，废石场共设两个台阶，其标高分别为 $+1540\text{m}$ 、 $+1550\text{m}$ 。台阶坡面角 11.5° ，总边坡角为 39° ，容积约为 1.8万 m^3 。较大改变了原来的地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响严重。

根据计算，地下开采引起的地表移动范围面积约 6.60hm^2 ，主要表现为地表变形和裂缝，面积较大，对地形地貌景观影响严重。

新建 1535m 平硐工业场地，由于地面平整和废石填筑，较大地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。

综上，后期建设和开采对地形地貌景观破坏程度为严重。地形地貌景观影响预测评估图如图 3.2-15 所示。

(五) 矿区水土环境污染现状分析与预测

本次矿区水土环境污染现状评价采用 2021 年 4 月委托云南亚明环境监测科技有限公司编制的《南岸锑矿环境质量现状监测项目检测报告》中环境监测数据进行评价。

1、地表水环境质量监测与评价

(1) 监测方案

监测断面：

设 3 个监测断面，分别为 PD501 上游 500m 参照断面 W1 和 PD402 下游 200m 控制断面 W2、新建排土场下游 500m 控制断面 W3；监测断面具体布置见图 3.2-16；

监测因子：

pH、SS、COD、BOD₅、总磷、NH₃-N、石油类、硫化物、氟化物、砷、铜、铅、锌、汞、镉、粪大肠菌群共 16 项；

监测频率：

连续 3 天；每天每断面各采样一次；

检测分析方法：

按照国家现行监测技术规范。检测标准/方法、使用仪器和检出限如表 3.2-16 所示。

表 3.2-16 检测标准、使用仪器和检出限表

检测项目	检测依据/方法	检测仪器设备名称/型号	最低检出限
pH	GB 6920-1986 水质 pH 值的测定 玻璃电极法	PHB-4 型 pH 计	/
化学需氧量	HJ 828-2017 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法	/	4mg/L
五日生化需氧量	HJ 505-2009 水质 五日生化需氧量 (BOD ₅) 的 测定 稀释与接种法	SHP-150 生化培养箱	0.5mg/L
氨氮	HJ 535-2009 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法	UV1901PC 型 双光束紫外可见分光光 度计	0.025mg/L
总磷	GB 11893-1989 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法	UV1901PC 型 双光束紫外可见分光光 度计	0.01mg/L

检测项目	检测依据/方法	检测仪器设备名称/型号	最低检出限
石油类	HJ 970-2018 水质 石油类的测定 紫外分光光度法（试行）	UV1901PC 型 双光束紫外可见分光光度计	0.01mg/L
铜	电感耦合等离子体发射光谱法 《水和废水监测分析方法》（第四版） 国家环境保护局(2002)	ICAP-7200 电感耦合等离子体发射光谱仪	0.01mg/L
锌			0.006mg/L
铁			0.03mg/L
锰			0.02mg/L
镉	GB/T 7475-1987 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	TAS-990 原子吸收分光光度计	0.001mg/L
铅			0.01mg/L
砷	HJ 694-2014 水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法	AFS-933 原子荧光光度计	0.0003mg/L
汞			4.0×10^{-5} mg/L
氟化物	GB 7484-87 水质 氟化物的测定 离子选择电极法	PXSJ-216 数显离子活度计	0.05mg/L
硫化物	GB/T 16489-1996 水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法	UV1901PC 型 双光束紫外可见分光光度计	0.005mg/L
粪大肠菌群	HJ 347.2-2018 水质 粪大肠菌群的测定 多管发酵法	SPX-250 生化培养箱	20MPN/L

(2) 监测结果统计

地表水水质监测结果见表 3.2-17。

(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

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

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

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

《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类标准。

③监测结果统计分析

采用单项水质参数标准指数，结合达标情况对地表水水质监测结果进行统计分析，低于检出限的统计时以检出限计。水质参数的标准指数大于 1，表示该水质参数超过了规定的水质标准，不能满足使用要求。

地表水环境评价结果见表 3.2-17。

由表 3.2-17 可知，项目区地表水各监测断面各监测因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类标准要求，区域地表水环境质量较好，矿山开采对地表水体水质影响较轻。

表 3.2-17 地表水水质监测和评价结果 pH 无量纲，其他为 mg/l

断面	项目	pH (无量纲)	SS	COD _{Cr}	BOD ₅	总磷	氨氮	石油类	硫化物	氟化物	砷	铜	铅	锌	汞	镉	粪大肠菌群
	标准值	6~9	4	/	1	0.2	20	0.05	1	1	0.05	0.005	0.0001	0.05	1	0.2	10000
W1	2021/4/15	7.23	1.3	165	0.603	0.03	18	0.01	0.01L	0.006L	0.01L	0.001L	0.00001L	0.0003	0.11	0.005L	480
	2021/4/16	7.23	1.1	185	0.421	0.08	15	0.02	0.01L	0.006L	0.01L	0.001L	0.00001L	0.0001	0.13	0.005L	730
	2021/4/17	7.45	1.2	168	0.345	0.09	20	0.01	0.01L	0.006L	0.01L	0.001L	0.00001L	0.0005	0.11	0.005L	640
	最小值	7.23	1.1	165	0.345	0.03	15	0.01	0.01L	0.006L	0.01L	0.001L	0.00001L	0.0001	0.11	0.005L	480
	最大值	7.45	1.3	185	0.603	0.09	20	0.02	0.01L	0.006L	0.01L	0.001L	0.00001L	0.0005	0.13	0.005L	730
	平均值	7.3	1.2	172.67	0.46	0.07	17.67	0.01	0.01	0.006	0.01	0.001	0.00001	0.0003	0.12	0.005	616.67
	标准指数	0.15	0.3	/	0.46	0.35	0.88	0.2	0.01	0.01	0.2	0.2	0.1	0.01	0.12	0.03	0.06
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
W2	2021/4/15	7.9	7	15	3	0.05	0.396	0.02	0.005L	0.05	0.6	0.006L	1L	0.004L	0.09	0.1L	600
	2021/4/16	8.02	9	14	2.8	0.06	0.407	0.01	0.005L	0.05	0.6	0.006L	1L	0.004L	0.09	0.1L	1100
	2021/4/17	8.11	6	16	3.1	0.04	0.381	0.02	0.005L	0.05	0.6	0.006L	1L	0.004L	0.09	0.1L	800
	最小值	7.9	6	14	2.8	0.04	0.381	0.01	0.01L	0.006L	0.01L	0.001L	0.00001L	0.004L	0.09	0.005L	600
	最大值	8.11	9	16	3.1	0.06	0.407	0.02	0.01L	0.006L	0.01L	0.001L	0.00001L	0.004L	0.09	0.005L	1100
	平均值	8.01	7.33	15	2.97	0.05	0.39	0.02	0.01	0.006	0.01	0.001	0.00001	0.004	0.09	0.005	833.33
	标准指数	0.51	1.83	/	2.97	0.25	0.02	0.4	0.01	0.01	0.2	0.2	0.1	0.08	0.09	0.03	0.08
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
W3	2021/4/15	8.43	5	13	2.6	0.05	0.126	0.01	0.005L	0.06	0.7	0.006L	1L	0.004L	0.08	0.1L	800
	2021/4/16	8.34	6	12	2.3	0.04	0.12	0.01	0.005L	0.05	0.7	0.006L	1L	0.004L	0.08	0.1L	800
	2021/4/17	8.25	6	13	2.5	0.05	0.129	0.01L	0.005L	0.06	0.7	0.006L	1L	0.004L	0.08	0.1L	1000
	最小值	8.25	5	12	2.3	0.04	0.12	0.01	0.01L	0.006L	0.01L	0.001L	0.00001L	0.004L	0.08	0.005L	800
	最大值	8.43	6	13	2.6	0.05	0.129	0.01	0.01L	0.006L	0.01L	0.001L	0.00001L	0.004L	0.08	0.005L	1000
	平均值	8.34	5.67	12.67	2.47	0.05	0.13	0.01	0.01	0.006	0.01	0.001	0.00001	0.004	0.08	0.005	866.67
	标准指数	0.67	1.42	/	2.47	0.25	0.01	0.2	0.01	0.01	0.2	0.2	0.1	0.08	0.08	0.03	0.09
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

注： L 表示该测定结果低于方法检出限(下同)；测定结果低于方法检出限取检出限。

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，对项目区土壤进行了现状监测。

(1) 监测方案

监测布点：

共设 4 个监测点，T1 监测点位于矿井现状生活区西面约 100m 处，T2 监测点位于 PD201 硐口下游，T3 监测点位于新建废石场上游，T4 监测点位于新建废石场下游，具体点位见图 3.2-16。

监测因子：

pH、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍。

监测频率：

采样 1 天，每天 1 次，每个采样点取 20~40cm 柱状混合样一个。

检测分析方法：

按照国家现行监测技术规范。检测标准/方法、使用仪器和检出限如表 3.2-18 所示。

表 3.2-18 检测标准、使用仪器和检出限表

检测项目	检测依据/标准名称	检测仪器设备名称/型号	最低检出限
pH	GB 6920-1986 水质 pH 值的测定 玻璃电极法	PHB-4 型 pH 计	/
铜	电感耦合等离子体发射光谱法 《水和废水监测分析方法》（第四版） 国家环境保护局(2002)	ICAP-7200 电感耦合等离子体发射光谱仪	0.01mg/L
锌			0.006mg/L
镉	GB/T 7475-1987 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	TAS-990 原子吸收分光光度计	0.001mg/L
铅			0.01mg/L
铬	GB 7467-1987 水质铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法	T6 新悦 可见分光光度计	0.004mg/L
砷	HJ 694-2014 水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法	AFS-933 原子荧光光度计	0.0003mg/L
汞			4.0×10^{-5} mg/L

(2) 监测结果统计

土壤环境现状监测结果见表 3.2-19。

表 3.2-19 土壤环境质量现状监测结果

样品 编号	采样点位	采样时间	监测项目及结果								
			pH	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌
T1	矿井现状生活区西 面 100m	2021/4/15	5.15	0.07	0.42	18	50	76	16	3L	66
T2	PD201 硐口下游	2021/4/15	4.4	0.01L	0.442	10.2	43	58	14	3L	62
T3	新建废石场上游	2021/4/15	4.37	0.01L	0.143	11.3	39	44	18	3L	67
T4	新建废石场下游	2021/4/15	4.31	0.01	0.195	9.98	50	39	17	3L	78

(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；

C_{oi} — 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 3.2-20。

表 3.2-20 土壤环境质量评价结果表

监测 点位	项目	pH	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌
	标准值	<5.5	0.6	3.4	25	170	250	100	190	300
T1	监测值	5.15	0.07	0.42	18	50	76	16	3	66
	单因子指数	/	0.12	0.12	0.72	0.29	0.3	0.16	0.02	0.22
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
T2	监测值	4.4	0.01	0.442	10.2	43	58	14	3	62
	单因子指数	/	0.02	0.13	0.41	0.25	0.23	0.14	0.02	0.21
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
T3	监测值	4.37	0.01	0.143	11.3	39	44	18	3	67
	单因子指数	/	0.02	0.04	0.45	0.23	0.18	0.18	0.02	0.22
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
T4	监测值	4.31	0.01	0.195	9.98	50	39	17	3	78
	单因子指数	/	0.02	0.06	0.4	0.29	0.16	0.17	0.02	0.26
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

由表 3.2-20 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

从不利影响角度考虑，主要针对枯水期（旱季）污废水排放对地表水环境的影响进行预测，不对丰水期（雨季）地表水环境进行影响预测。因此，地表水环境影响评价枯水期主要是矿井涌水和生活污水排放影响。

(1) 污废水源强

根据工程分析，南岸锑矿运营期污废水源强见表 3.2-21 和表 3.2-22。

表 3.2-21 矿井水处理前后对照表 单位：mg/l

项目	矿井水处理站 进水水质	矿井水处理站 出水水质	井下防尘洒水 水质标准	排放标准 GB 30770-2014
水量 m ³ /d	629.8	587.82	/	/
pH	8.7	6~9	6~9	6~9
COD	9	5	/	60
SS	7.5	5	150	70
石油类	0.49	0.4	/	3.0
Cu	0.006	0.006		0.2
Zn	0.004	0.004		
Pb	0.009	0.005		0.2
Sb	0.33	0.1	/	0.3
砷	0.009	0.005		0.1
硫化物	0.005	0.005		0.5
氟化物	0.13	0.1		5.0

表 3.2-22 生活污水处理前后对照表 单位：mg/l

项目	生活废水处理站 进水水质	生活废水处理站 出水水质	《污水综合排放标准》 (GB8978-1996) 一级标准
水量 m ³ /d	5.55	5.05	/
COD	200	38	100
BOD ₅	100	8.5	20
SS	200	16	150
NH ₃ -N	30	5.86	25

废水总排放口主要污染物及浓度见表 3.2-23。

表 3.2-23 废水总排放口水污染物及浓度

项目	水量 m ³ /d	COD	石油类	Cu	Pb	Sb	砷	硫化物	氟化物	NH ₃ -N
废水处理达标排放	生活废水	5.05	38							5.86
	矿井水	587.82	5	0.4	0.006	0.005	0.1	0.005	0.005	0.1
	总排口	592.87	5.28	0.40	0.006	0.005	0.1	0.005	0.005	0.1
废水未处理排放	生活废水	5.55	200							30
	矿井水	629.8	9	0.49	0.006	0.009	0.33	0.009	0.005	0.13
	总排口	635.35	10.67	0.49	0.006	0.009	0.33	0.009	0.005	0.13

(2) 污废水排放预测

①预测因子：COD、NH₃-N、石油类、Cu、Pb、Sb、砷、硫化物、氟化物。

②预测内容：预测矿井水和生活污水处理后排放和未经处理排放两种情况下，对南岸河的水质影响。

③预测模式：由于矿井排水中 COD 等非持久性污染物浓度不高，本评价采用完全混合模型预测所有评价因子，预测模式如下：

$$C = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h}$$

式中：C—混合后污染物浓度，mg/l；

C_p—排放废水中的污染物浓度，mg/l；

Q_p—废水排放量，m³/s；

C_h—河流上游污染物浓度，mg/l；

Q_h—河流流量，m³/s。

④预测断面

预测矿区东面南岸河排污口下游 1.0km 处。

(3) 预测结果及影响分析

本次评价对污废水处理后排和未经处理排放两种情况对水体水质的影响分别进行了预测，预测断面背景值利用监测值，Sb 无地表水环境质量标准，未进行现状监测，只预测其贡献值浓度。地表水预测结果见表 3.2-24 和表 3.2-25。

表 3.2-24 正常工况下南岸河地表水影响预测结果

断面 项目	预测断面（排放口下游 1km 南岸河断面，W2 断面）									
	水量 m ³ /d	COD mg/l	石油类 mg/l	Cu mg/l	Pb mg/l	Sb mg/l	砷 mg/l	硫化物 mg/l	氟化物 mg/l	NH ₃ - N mg/l
总排放口	592.87	20.02	0.99	0.1	0.02	0.1	0.01	0.01	0.3	0.01
南岸河 背景浓度	17280	18	0.02	0.05	0.004	/	0.0008	0.005	0.08	0.327
预测值	/	17.58	0.033	0.049	0.004	0.0033	0.0009	0.005	0.081	0.32
标准值	/	20	0.05	1.0	0.05	0.005	0.05	0.2	1.0	1.0
超标倍数	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
注：南岸河流量取枯水期最小流量，0.2m ³ /s（17280 m ³ /d）；背景浓度取排放口上游 500m 断面监测最大值										

表 3.2-25 非正常工况条件下南岸河地表水影响预测结果

断面 项目	预测断面（排放口下游 1km 南岸河断面，W2 断面）									
	水量 m ³ /d	COD mg/l	石油类 mg/l	Cu mg/l	Pb mg/l	Sb mg/l	砷 mg/l	硫化物 mg/l	氟化物 mg/l	NH ₃ - N mg/l
总排放口	635.35	10.67	0.49	0.006	0.009	0.33	0.009	0.005	0.13	0.26
南岸河背景浓度	17280	18	0.02	0.05	0.004	/	0.0008	0.005	0.08	0.327
预测值	/	17.74	0.037	0.048	0.004	0.011	0.0011	0.005	0.082	0.325
标准值	/	20	0.05	1.0	0.05	0.005	0.05	0.2	1.0	1.0
超标倍数	/	0	0	0	0	1.2	0	0	0	0
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标	达标	达标
注：南岸河流量取枯水期最小流量，0.2m ³ /s（17280 m ³ /d）；背景浓度取排放口上游 500m 断面监测最大值										

由表 3.2-24 预测结果可知，正常排放条件下，按照工艺处理达标的污水排入受纳水体南岸河后，预测因子在南岸河评价河段均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准，未出现超标；镉污染物贡献值浓度为 0.0011mg/L，对地表水体影响小。

由表 3.2-25 预测结果可知，非正常排放条件下，各污染物预测值在南岸河评价河段预测值增加，镉含量轻度超标，在一定程度上加重了地表水污染负荷。

为了避免废水排放对南岸河水环境的影响，建设单位必须加强废水处理系统的管理，杜绝排放事故的发生。

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有废水和固体废弃物。

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。正常情况下，废水达标排放对区域土壤环境影响较小。

矿山基建和生产产生的废石，运至废石场妥善堆存。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。

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，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镉含量轻度超标，总体上对水土环境影响较轻。

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

南岸铋矿为延续矿山，根据开发利用方案，设计采用平硐开拓，地下开采，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配套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、办公生活区压占，基建废石排放对土地的压占，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。根据矿山采矿方法结合矿区生产现状及规划开采方法，前期基础设施如工业场地、办公生活区等的建设将不同程度地对土地造成压占损毁，此部分为已损毁；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 南岸铋矿土地损毁时序表

损毁单元		损毁形式	损毁时序
硐口工业场地	PD401 硐口工业场地	压占	已损
	PD201 硐口工业场地	压占	已损
	PD102 硐口工业场地	压占	已损
	PD101 硐口工业场地	压占	已损
	1535 中段硐口工业场地	压占	拟损
办公生活区		压占	已损
矿山道路		压占	已损/拟损
表土堆放场		压占	拟损
废石场		压占	拟损
预测塌陷区		拟塌陷	拟损

(二) 已损毁各类土地现状

1、已损坏土地

由于 2008 年以来矿山一直处于停产状态，所以井下采空区规模较小，经地表走访、调查，采空区上方无沉陷坑及地裂缝。故已损毁土地单元只包括硐口工业场地、矿山道路、办公生活区等压占损毁土地，现分述如下：

(1) 硐口工业场地

经现场调查，矿区范围内有 6 条探矿坑道，矿山将利用原有 4 个探矿坑道，其余两个硐口因为时间较长，已经坍塌，在植被自然恢复的情况下，难觅踪迹。根据现场勘查，硐口断面尺寸一般为 2×2m，浆砌石支护，硐口场地外围无硬化设施，地表平整。PD401 硐口工业场地损毁土地面积为 0.027hm²，损毁前占用土地利用类型为旱地；PD201 硐口工业场地损毁土地面积为 0.027hm²，损毁前占用土地利用类型为旱地；PD102 硐口工业场地损毁土地面积为 0.028hm²，损毁前占用土地利用类型为旱地；PD101 硐口工业场地损毁土地面积为 0.028hm²，损毁前占用土地利用类型为旱地。硐口工业场地主要造成的损毁为压占损毁，压占时间较长对土壤理化性质影响较大，损毁程度为重度。硐口工业场地设置有值班室、矿石堆场和风机等设施，后期拟建矿井涌水集水池，面积较小，不新增硐口工业场地面积。

表 3.3-2 硐口工业场地损毁土地统计表

序号	损毁区域	损毁面积(hm ²)	
		旱地	小计
1	PD401 硐口工业场地	0.027	0.027
2	PD201 硐口工业场地	0.027	0.027
3	PD102 硐口工业场地	0.028	0.028
4	PD101 硐口工业场地	0.028	0.028
合计		0.11	0.11

照片 3.3-1 硐口工业场地现状

(2) 办公生活区现状

办公生活区位于矿区北部，占地面积为 0.23hm²，主要建设有办公室、宿舍、食堂、机修车间、材料库等，主要供矿山开采区管理人员及工人使用。损毁地类为旱地和乔木林地，损毁方式为压占损毁，对土地产生压实改变理化性质，损毁程度为重度。详见照片 3.3-2 和表 3.3-3。

照片 3.3-2 办公生活区现状

表 3.3-3 办公生活区损毁土地统计表

序号	损毁区域	损毁面积(hm ²)		
		旱地	乔木林地	小计
1	办公生活区	0.18	0.05	0.23

(3) 已建矿山道路

矿山道路为矿山企业修建的连接各工业场地的道路和工业场地与已有道路连接的道路，共 659.40m，路面宽 4m，共计压占土地 0.33hm²。损毁方式为压占损毁，植被和土壤结构遭到完全破坏，地面被硬化或被压覆，完全丧失生产和生态功能，属重度损毁。矿山开采时间较早，在建设矿山道路时没有采取表土剥离措施。矿山道路损毁土地情况见照片 3.3-3 和表 3.3-4。

表 3.3-4 矿山道路损毁土地统计表

序号	损毁区域	损毁面积(hm ²)		
		旱地	乔木林地	小计
1	矿山道路	0.05	0.28	0.33

照片 3.3-3 矿山道路现状

2、已复垦情况

矿山未针对已损毁土地开展复垦工作。2013年矿山企业出资208万元，政府配套资金125万元，对矿区范围内的居民点进行拆迁安置，共搬迁35户，140人。搬迁后的农村宅基地，由宅基地使用人进行自发复垦为旱地。由于原居民建筑多为泥瓦结构，没有硬结，主要复垦措施包括建筑物拆除、垃圾清理、土地平整、翻耕和土壤培肥等。经过多年耕种和土壤熟化，目前质量较好，经调查亩均投资2000元~5000元不等。具体复垦效果详见照片3.3-4。

由于土地利用现状图上农村宅基地未进行变更，后期落入地表移动范围内的农村宅基地，土地治理措施按照旱地复垦措施进行复垦。

照片 3.3-4 农村宅基地复垦为旱地效果图

综上所述，南岸锑矿经过多年开采，已损毁土地共计0.67hm²，其中损毁耕地面积为0.34hm²，林地面积为0.33hm²。已损毁用地单元位置分布详见图3.3-2，已损毁各种土地类型详见表3.3-4。

表 3.3-4 已损毁土地现状一览表

一级类		二级类		面积 (hm ²)
编码	名称	编码	名称	
01	耕地	0103	旱地	0.34
03	林地	0301	乔木林地	0.33
合计				0.67

图 3.3-2 已损毁用地单元位置分布图

（三）拟损毁土地预测与评估

根据上面分析，矿山后期生产过程中，拟损毁土地单元包括废石场、新建 1535 中段硐口工业场地、新建矿山道路和地下开采引起的地表移动范围等。

1、废石场

（1）废石场压占损坏土地预测

根据南岸锑矿矿山开发利用方案，为满足矿山生产需求，矿山拟建 1 个废石场，位于平硐 PD401 南约 200m 的沟谷中，占地面积约 1.09hm²，堆渣高度约 20m，堆置标高为 1530m~1550m，废石场共设两个台阶，其标高分别为+1540m、+1550m。台阶坡面角 1:1.5，总边坡角为 39°，容积约为 1.8 万 m³。废石场上部设截水沟，坡脚设置挡石坝。基坝由毛石和混凝土砌筑，上面可用铁丝网装块石筑成拦渣坝。坝内预埋排水管排出雨淋积水。堆放废石前应先进进行表土剥离，并对废石场不良地基进行处理，清除植被和腐质土，再进行废石堆放。

经测算，废石场损毁土地面积约为 1.09hm²。与现状图叠加分析，废石场土地损毁为旱地和林地，土地损毁方式为压占损毁，损毁区域地表土壤植被完全被压覆，生产和生态功能完全丧失。损毁时段为本方案服务年限内。

根据开采计划，随着矿山开采进度的推进，废石场损毁土地面积也将逐渐变大，各台阶废石场土地损毁情况见表 3.3-5。

表 3.3-5 废石场损毁土地统计表

损毁区域	损毁时间	损毁地类 (hm ²)		损毁方式
		乔木林地	总计	
第一台阶	2021-2023	0.75	0.75	压占
第二台阶	2024-2025	0.34	0.34	压占
合计		1.09	1.09	

（2）废石场的潜在污染分析

废石场属于山谷型废石场，上游及两侧设计有截排水沟，下游修建有拦渣坝，根据地质灾害危险性评估，其稳定性较好，发生地质灾害的可能性较小。由于地质灾害和水土流失等对下游土地造成损毁和污染的可能性较小。

根据硐口工业场地堆存废石的浸出毒性试验结果，项目开采产生的废石属于第 I 类一般工业固体废物，废石淋滤水与除悬浮物浓度较大，其余各项指标均满足《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB30770-2014），且拦渣坝下游设计有淋滤水收集

池，淋滤废水收集沉淀后，经水泵抽排入生产废水处理站处理后达标排放，由此造成的潜在污染的可能性较小。

根据环境现状监测，硐口工业场地废石堆筑边坡下游土壤环境满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》，土壤污染风险小，现状调查，未发现周边生态环境的退化。类比推断，新建排土场下游土地污染的可能性较小。由于废石场面积较小，一般情况下淋滤水量较小，其中污染物浓度小，一般不会造成土壤理化性质的恶化和由此引起的生态环境退化等，对生态环境影响较小。

2、表土堆放场

为保护珍贵的表土资源，满足后期复垦需要，方案设计对新建废石场、新建矿山道路等区域表土进行剥离保护。根据开发利用方案，废石场剥离表土约 5450m³；新建 1535 中段硐口工业场地剥离表土约 150m³；矿山道路剥离表土约 2750m³。剥离表土全部运至表土堆放场统一堆存。

拟建表土堆放场位于新建废石场北侧，占地面积约为 0.25hm²，损毁地类为乔木林地 0.25hm²，堆放高度为 3~5m，设计容量 1 万 m³。

表土堆放场损毁土地方式为压占损毁，尽管地表植被全部压占损毁，但仍然其存部分生产能力。表土堆放场损毁土地情况见表 3.3-6。

表 3.3-6 表土堆放场损毁土地统计表

损毁区域	损毁地类 (hm ²)	损毁方式
	乔木林地	
表土堆放场	0.25	压占

3、矿山道路

根据开发利用方案，为满足后期开采需求，本次改建工程拟新建 0.88km 道路，作为矿山生产过程中生产机械、原矿及废石的运输道路，连接新建废石场、地下开采运输中段坑口等区域。根据主体工程设计，新修道路为泥结石路面，行车速度为 20km/h，路面宽度为 4m，挖方路肩宽度不得小于 0.5m，设计公路宽度=路面宽度+路肩宽度=5m，最大纵坡不得大于 10%，平均纵坡不大于 6.5%，转弯半径为 8~12m，占地面积 0.55hm²。

矿山道路土地损毁时段为整个矿山生产期。土地损毁方式为压占损毁，地表土壤和地表植被遭到完全损毁。矿山道路损毁土地情况见表 3.3-7。

表 3.3-7 矿山道路损毁土地情况统计表

损毁区域	损毁地类 (hm ²)			损毁方式
	旱地	乔木林地	总计	
矿山道路	0.34	0.21	0.55	压占

4、新建 1535 中段硐口工业场地

根据开发利用方案，生产时沿用现有的 PD102、PD201、PD401 等三个硐口工业场地。方案设计新建 1535 中段处的硐口工业场地。建设时先对场地进行表土剥离及平整，再进行各建筑设施建设，损毁土地方式属压占。将导致原地形地貌改变，地表植被直接被破坏，土地原有功能基本丧失；新建 1535 中段处的硐口工业场地，占地面积 0.028hm²，占地类型为旱地。新建 1535 中段硐口工业场地损毁土地情况见表 3.3-8。

表 3.3-8 新建 1535 中段硐口工业场地损毁土地情况统计表

损毁区域	损毁地类 (hm ²)		损毁方式
	旱地	总计	
新建 1535 中段硐口工业场地	0.028	0.028	压占

5、地表移动范围

土地塌陷损毁程度和面积跟地下开采引起的地表变形程度和范围相关，地表变形程度又与开采矿体的赋存条件、开采方式、顶底板处理方法等多种因素有关。矿体倾角 35° 以上的矿体设计采用留矿全面采矿方法进行回采，30~35° 之间的矿体采用伪倾斜全面采矿方法进行回采。矿体顶板由粉砂质泥岩—泥岩等组成，中等坚硬，岩体完整，稳定性好；底板为灰白色石英砂岩，较硬，力学强度较高，岩体完整，稳定性好。

根据开发利用方案，参照类似矿山，选择地表移动变形角度参数，对地表变形范围进行预测：矿体上盘岩体移动角取 65°、下盘岩体移动角为矿体倾角，端部岩体移动角取 75°。按此参数通过不同方向剖面线，依据矿山开采最低中段标高圈定地表移动范围。根据量算地表开采引起的地表移动范围约 6.60hm²。将地表移动范围和土地利用现状图叠加分析，可知拟损毁地类和面积包括旱地 5.55hm²，乔木林地 0.84hm²，农村宅基地 0.21hm²。

根据开采计划，随着采空区范围的扩大，地表移动范围也将逐渐变大，该年度地表移动范围增大区域记为该年度塌陷损毁面积，各年度土地损毁情况见表 3.3-9。

表 3.3-9 地表移动影响范围土地损毁统计表

损毁时间	损毁地类 (hm ²)			
	耕地(01)	林地(03)	住宅用地 (07)	合计
	旱地 (0103)	乔木林地 (0301)	农村宅基地 (0702)	
第一年	0.16	0.78		0.94
第二年	0.92		0.10	1.02
第三年	1.15			1.15
第四年	1.68			1.68
第五年	1.64	0.06	0.11	1.81
合计	5.55	0.84	0.21	6.60

6、拟损毁土地统计

通过以上分析，南岸锑矿开采拟损毁土地总面积为 8.52hm²，详见表 3.3-10。

表 3.3-10 拟损毁土地统计表

序号	损毁区域	损毁地类 (hm ²)				损毁类型	损毁程度
		耕地(01)	林地(03)	住宅用地 (07)	合计		
		旱地 (0103)	乔木林地 (0301)	农村宅基地 (0702)			
1	地表移动范围	5.55	0.84	0.21	6.60	塌陷	轻度
2	废石场	0.00	1.09		1.09	压占	重度
3	表土堆放场		0.25		0.25	压占	中度
4	矿山道路	0.34	0.21		0.55	压占	重度
5	新建 1535 中段 硐口工业场地	0.03			0.03	压占	重度
总计		5.92	2.39	0.21	8.52		

图 3.3-3 拟损毁用地单元位置分布图

(四) 土地损毁程度分析

根据《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》《土地复垦方案编制规程》，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》，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。评价因子根据

损毁土地方式和可能损毁情况，参考各相关学科的实际经验数据和目前社会比较认可的评价因子选取，采用主导因素法对土地损毁程度进行评价及划分等级。评价单元的损毁程度由评价因子中最严重等级确定，即评价单元只要有一个评价因子归入重度损毁，则该评价单元损毁程度就为重度损毁，以此类推。

本项目损毁土地的方式主要为压占和塌陷，通过现场调查、结合矿山各类土地损毁程度进行分析。

1、压占损毁程度分析

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 3.3-11。

表 3.3-11 工业场地、办公生活区等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）	压实并严重沙砾化
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）	压实并沙砾化
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。

项目区压占损毁地块损毁程度分析成果表详见表 3.3-12。

表 3.3-12 工业场地等压占损毁程度分析表

评价因子	压占面积/hm ²	压占地类	压占物的理化性质	压实情况	损毁程度
办公生活区	0.23	旱地 0.18hm ²	大体量建构筑物	仅压实	重度
PD401 硐口工业场地	0.027	旱地	大体量建构筑物	仅压实	重度
PD201 硐口工业场地	0.027	旱地	大体量建构筑物	仅压实	重度
PD102 硐口工业场地	0.028	旱地	大体量建构筑物	仅压实	重度
PD101 硐口工业场地	0.028	旱地	大体量建构筑物	仅压实	重度
新建 1535 中段硐口工业场地	0.028	旱地	大体量建构筑物	仅压实	重度
道路工程	0.88	旱地 0.39hm ²	轻型建构筑物	仅压实	中度
废石场	1.09	乔木林地	不含污染的废石	仅压实	中度
表土堆放场	0.25	乔木林地	临时压占	仅压实	轻度

2、塌陷损毁程度分析

“矿山地质灾害现状分析及预测”章节，根据开采沉陷预测概率积分法相关理论，通过计算，矿山开采引起的最大水平变形值为 5.2mm/m，最大倾斜值约 11.4mm/m，

最大下沉约 1.63m。对照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”，旱地及林草地损毁程度分级表详见表 3.3-13、3.3-14。

表 3.3-13 旱地损毁程度分级标准

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 3.3-14 林地、草地损毁程度分级标准

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

从上表可以看出，南岸锑矿地表移动影响范围内最大下沉值、最大附加倾斜值、最大水平变形值均小于旱地、林地、草地损毁程度分级标准中的轻度标准，所以上述地类损毁程度为轻度。

在局部地段，开采深度小，采厚大，或者由于节理、裂隙较发育，岩石风化深，较破碎，有可能诱发地表裂缝和塌陷坑等较大的地表变形。考虑到地面塌陷存在一定的偶然性和不可预见性，本方案按照轻度损毁程度对地表移动范围内的土地进行复垦可行性分析、工程设计、投资估算，采取地表变形监测和土地损毁监测等措施，预防地表采动对土地造成损毁，并提取备用金以便对较大地表变形对土地造成的损毁进行复垦。

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，以便于防治工程布署。

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 11.59hm²，包括地下采动范围和新建废石场等区域。根据地质环境问题类型划分为地下采动范围（A1）和新建废石场区域（A2）两个亚区。

地下采动范围（A1）：现状条件下，该区域由于采空区的存在，采空区上方及周边存在塌陷隐患，后期随着采空区范围的扩大，顶板冒落、张裂、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，由于开采深厚比较小，采空塌陷强发育，主要影响分布其中的农田、耕作的居民和生态植被，地质灾害影响严重。并且由于地表变形和地裂缝，会对地形地貌和生态景观造成较大影响和破坏，地形地貌景观影响严重。

本区拟采取的保护与防治措施：设置监测点对地表变形进行监测，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，充填地面塌陷和地裂缝，对土地进行平整，恢复植被和土地利用状态。

新建废石场区域（A2）：该区域现状情况下未投入使用，地质环境影响较小。根据设计，废石场稳定性较好，一般工况条件发生滑坡泥石流的可能性较小，但不排除在强降雨和地震条件下，发生失稳的可能性，会对下方的农田和排土设施造成威胁，地质灾害影响程度较严重。废石排弃较大地改变了原来的地形地貌和生态景观，对地形地貌景观影响严重。废石淋滤水除 SS 外，其他指标满足排放标准，对水土环境影响较小。

本区拟采取的保护与防治措施：设置监测点，对废石场稳定性进行监测。废石场上方及两侧及台阶坡脚处修建截排水沟，防止地面径流进入废石场，把废石场内地表径流及时排出，减少地表径流对废石场的冲刷和入渗对废石场稳定性影响，减少废石淋溶水的产生。废石场下方修建拦渣坝。加强废石排放管理，避免产生软弱夹层，排土水平达到设计境界时，及时进行刷坡处理，覆土恢复植被。下方修建集水池对废石淋滤液进行收集，沉淀处理后，用作生产用水或达标排放。

（2）矿山地质环境次重点防治区（B）

次重点防治区面积 120.24hm²，主要包括地表采动周边地下水水位沉降区域、办公生活区、硐口生活区、矿山道路周边影响区域。根据地质环境问题类型划分为地下水位沉降区域（B1）、办公生活区（B2）、硐口工业场地（B3）和矿山道路影响区域（B4）。

地下水位沉降区域（B1）：该区域位于地下采动区域外侧，地下水沉降范围内，主要地质环境问题为由于采空区域和导水裂隙带区域周边地下水向采空区排泄，导致周边地下水水位下降，可能会引起部分泉点干涸。

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，并采取应急措施，防治由于地下开采对周边居民生产生活造成影响。井巷工程采取止水措施，减少地下水的排泄。对矿井涌水收集集中处理后循环使用，提高地下水资源利用效率。

办公生活区（B2）：办公生活区地形平坦，建设过程中填挖形成的人工边坡规模较小，并且采取了支挡措施，发生崩塌滑坡等地质灾害的可能性较小。主要的地质环境问题为办公生活区的修建改变了原始生态景观，对地形地貌景观影响较大。

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；及时进行场地绿化，提高办公生活区绿化率；闭坑后及时将建筑物进行拆除和清理，恢复生态植被和土地利用状态。

硐口工业场地（B3）：包括已有的 PD401 硐口工业场地、PD201 硐口工业场地、PD102 硐口工业场地、PD101 硐口工业场地和拟建的 1535m 水平工业场地，主要地质环境问题为下方碎石填筑边坡稳定性相对较差，在降水和扰动情况下，发生失稳的可能性较大，主要影响下方的矿山道路、耕地和工业场地设施及工作人员等，地质灾害影响较严重。另外场地平整和废石填筑，较大地改变了原来的地形地貌景观，对地形地貌景观影响较严重。矿井涌水中除 SS 外，其他指标满足排放标准，对水土环境影响较小。

本区拟采取的保护与防治措施：硐口工业场地内侧及废石堆筑边坡两侧修建截排水沟，废石堆筑边坡下游修建拦渣坝。对废石填筑边坡进行刷坡处理，并及时植树种草恢复植被。加强对废石填筑边坡稳定性监测。修建集水池对矿井涌水进行收集后集中处理，用作生产用水，或达标排放。

矿山道路区域（B4）：该区域存在的问题为矿山道路修建过程中部分区域填挖方形成的人工边坡，坡体主要为第四系残坡积层或强风化岩，在长期雨水冲刷作用下发生局部小规模滑塌，主要威胁矿山道路上的行人和车辆，地质灾害影响较严重。

本区拟采取的保护与防治措施：及时对崩滑体进行清理，对不稳定边坡进行削坡，修建格构护坡，植树种草恢复植被。

二、一般防治区（C 区）

评估区之内除 A、B 区外，为影响较轻区，面积为 235.67hm²。本区没有矿业活动或矿业活动影响较小，地表土体和植被没有遭受破坏，仅矿业活动对水资源和水环境有轻微影响，应采取预防和保护措施，必要时应植树造林，最大限度地减少对地质环境的影响和破坏。

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)	11.59	地下采动范围和新建废石场等	地下采动范围 (A1)	现状条件下, 该区域由于采空区的存在, 采空区上方及周边存在塌陷隐患, 后期随着采空区范围的扩大, 顶板冒落、张裂、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, 由于开采深厚比较小, 采空塌陷强发育, 主要影响分布其中的农田、耕作的居民和生态植被, 地质灾害影响严重。并且由于地表变形和地裂缝, 会对地形地貌和生态景观造成较大影响和破坏, 地形地貌景观影响严重。	严重	设置监测点对地表变形进行监测, 在塌陷区周围设置铁丝围栏和警示牌, 防治人畜进入。地表稳沉后, 充填地面塌陷和地裂缝, 对土地进行平整, 恢复植被和土地利用状态。
			新建废石场区域 (A2)	该区域现状情况下未投入使用, 地质环境影响较小。根据设计, 废石场稳定性较好, 一般工况条件发生滑坡泥石流的可能性较小, 但不排除, 在降雨和地震条件下, 发生失稳的可能性, 会对下方的农田和排土设施造成威胁, 地质灾害影响程度较严重。废石排弃较大的改变了原来的地形地貌和生态景观, 对地形地貌景观影响严重。废石淋滤水除 SS 外, 其他指标满足排放标准, 对水土环境影响较小。	严重	设置监测点, 对废石场稳定性进行监测。废石场上方及两侧及台阶坡脚处修建截排水沟, 防止地面径流进入废石场, 把废石场内地表径流及时排除, 减少地表径流对废石场的冲刷和入渗对废石场稳定性影响, 减少废石淋溶水的产生。废石场下方修建拦渣坝。加强废石排放管理避免产生软弱夹层, 排土水平达到设计境界时, 及时进行刷坡处理, 覆土恢复植被。下方修建集水池对废石淋滤液进行收集, 沉淀处理后, 用作生产用水或达标排放。
次重点防治区 (B)	120.24	地表采动周边地下水水位沉降区域、办公生活区、硐口生活区、	地下水位沉降区域 (B1)	该区域位于地下采动区域外侧, 地下水沉降范围内, 主要地质环境问题为由于采空区域和导水裂隙带区域周边地下水向采空区排泄, 导致周边地下水水位下降, 可能会引起部分泉点干涸。	较严重	对地下水位和水质指进行监测, 并采取应急措施, 防治由于地下开采对周边居民生产生活造成影响。井巷工程采取止水措施, 减少地下水的排泄。对矿井涌水收集集中处理后循环使用, 提高地下水资源利用效率。
			办公生活	办公生活区地质平坦, 建设过程中填挖形成的	较严重	采用人工巡视的方式对地质灾害进行监

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
		矿山道路周边影响区域。	区 (B2)	人工边坡规模较小, 并且采取支挡措施, 发生崩塌滑坡等地质灾害的可能性较小。主要的地质环境问题为办公生活区的修建改变了原始生态景观, 对地形地貌景观影响较大。		测, 及时进行场地绿化, 提高办公生活区绿化率。闭坑后及时将建筑物进行拆除和清理, 恢复生态植被和土地利用状态。
			硐口工业场地 (B3)	包括已有的 PD401 硐口工业场地、PD201 硐口工业场地、PD102 硐口工业场地、PD101 硐口工业场地和拟建的 1535m 水平工业场地, 主要地质环境问题为下方碎石填筑边坡稳定性相对较差, 在降水和扰动情况下, 发生失稳的可能性较大, 主要影响下方的矿山道路、耕地和工业场地设施及工作人员等, 地质灾害影响较严重。另外场地平整和废石填筑, 较大的改变了原来的地形地貌景观, 对地形地貌景观影响较严重。矿井涌水中除 SS 外, 其他指标满足排放标准, 对水土环境影响较小。	较严重	硐口工业场地内侧及废石堆筑边坡两侧修建截排水沟, 废石堆筑边坡下游修建拦渣坝。对废石填筑边坡进行刷坡处理, 并及时指数种草恢复植被。加强对废石填筑稳定性监测。修建集水池对矿井涌水进行收集后集中处理, 用作生产用水, 或达标排放。
			矿山道路区域 (B4)	该区域存在的问题为矿山道路过程中部分区域填挖方形成的人工边坡, 坡体主要为第四系残坡积层或强风化岩, 在长期雨水冲刷作用下发生局部小规模滑塌, 主要威胁矿山道路上的行人和车辆, 地质灾害影响较严重。	较严重	及时对崩滑体进行清理, 对不稳定边坡进行削坡, 修建截排水沟和格构护坡, 植树种草恢复植被。
一般防治区 (C)	235.67	重点防治区和次重点防治区外的其他区域		采矿活动引发和加剧的地质灾害影响程度较轻, 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	不需要采取专门的防治措施, 但要在开采过程中, 根据需要采取必要的防护措施, 避免对该地区造成影响和破坏。

(二) 土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区

复垦区指生产建设项目损毁土地及永久性建设用地构成的区域。本项目不存在永久性建设用地，复垦区面积即等同于损毁土地面积 9.19hm²，因此确定复垦区面积为 9.19hm²。详见附图 5：景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸锑矿复垦区土地损毁预测图。

2、复垦责任范围

根据土地复垦方案编制规程，土地复垦责任范围=生产建设项目损毁土地面积（已损毁+拟损毁）-留续使用面积。本方案服务期满后，矿山道路继续留用，将为当地村民提供方便，故不纳入本次复垦责任范围之内，地表移动范围、废石场、表土堆放场、平硐工业场地纳入本方案复垦责任范围。故复垦责任范围土地面积为 8.31hm²。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

内 容		面积 (hm ²)	
①已损毁土地	压占损毁	0.67	0.67
②拟损毁土地	塌陷损毁	6.60	8.52
	压占损毁	1.92	
③留续使用用地	矿区道路	0.88	0.88
④复垦区面积 (①+②)		9.19	
⑤复垦责任范围面积 (④-③)		8.31	

3、复垦责任范围的拐点坐标

根据复垦责任范围确定其拐点坐标，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
地表移动范围	1	***	***	14	***	***
	2	***	***	15	***	***
	3	***	***	16	***	***
	4	***	***	17	***	***
	5	***	***	18	***	***
	6	***	***	19	***	***
	7	***	***	20	***	***
	8	***	***	21	***	***
	9	***	***	22	***	***
	10	***	***	23	***	***
	11	***	***	24	***	***
	12	***	***	25	***	***
	13	***	***	26	***	***

区域名称	点号	X	Y	点号	X	Y
办公生活区	1	***	***	3	***	***
	2	***	***	4	***	***
PD101 硐口工业场地	1	***	***	4	***	***
	2	***	***	5	***	***
	3	***	***	6	***	***
PD102 硐口工业场地	1	***	***	4	***	***
	2	***	***	5	***	***
	3	***	***	6	***	***
PD201 硐口工业场地	1	***	***	4	***	***
	2	***	***	5	***	***
	3	***	***	6	***	***
PD401 硐口工业场地	1	***	***	4	***	***
	2	***	***	5	***	***
	3	***	***	6	***	***
新建硐口工业场地	1	***	***	4	***	***
	2	***	***	5	***	***
	3	***	***	6	***	***
表土堆放场	1	***	***	5	***	***
	2	***	***	6	***	***
	3	***	***	7	***	***
	4	***	***	8	***	***
废石场	1	***	***	19	***	***
	2	***	***	20	***	***
	3	***	***	21	***	***
	4	***	***	22	***	***
	5	***	***	23	***	***
	6	***	***	24	***	***
	7	***	***	25	***	***
	8	***	***	26	***	***
	9	***	***	27	***	***
	10	***	***	28	***	***
	11	***	***	29	***	***
	12	***	***	30	***	***
	13	***	***	31	***	***
	14	***	***	32	***	***
	15	***	***	33	***	***
	16	***	***	34	***	***
	17	***	***	35	***	***
		18	***	***		

(三) 土地类型与权属

1、复垦区土地利用类型

根据调查统计，复垦区内包括耕地、林地、住宅用地等三种地类，其中绝大部分为耕地，占复垦区总面积的 68.11%。二级地类包括旱地、乔木林地、农村宅基地等 3 个二级地类，其中面积最大的为旱地，有 6.26hm²，其次为乔木林地，面积为 2.72hm²。土地利用类型详见表 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 (hm ²)	占总面积比 例
代码	名称	代码	名称		
01	耕地	0103	旱地	6.26	68.11%
03	林地	0301	乔木林地	2.72	29.60%
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.21	2.29%
合计				9.19	100.00%

2、土地权属状况

复垦区土地均属云南省普洱市景东县龙街乡南岸村民委员会集体所有，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		损毁地类 (hm ²)			
		旱地	乔木林地	农村宅基地	总计
云南省普洱市	景东县龙街乡南岸村	6.26	2.72	0.21	9.19
合计		6.26	2.72	0.21	9.19

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及隐患和后期开采过程中可能引发及遭受的地质灾害包括：矿山道路两侧存在的小型崩塌、滑坡，硐口工业场地下方废石填筑边坡和废石场失稳，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：首先，实施搬迁避让措施，对影响范围内居民进行搬迁安置。针对采空塌陷引起的地表变形，加强地表变形监测；设置铁丝围栏和警示牌，避免人畜进入；地表稳沉后进行塌陷坑和地裂缝充填，基本可以保证周边居民生命财产安全。其次，对潜在滑坡，实施削坡减荷、修建挡土墙和截排水沟等防护措施，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。在表土堆放场的上游及两侧修建截洪沟，堆体下部 2.0 米高范围内用编织袋内装土堆高围护，并在表土堆放场表面撒播草籽进行防护，基本可以保持边坡的稳定；随着复垦工程实施，剥离表土逐渐回覆到废石场。

由于矿山已经将地表移动范围内居民全部搬迁安置，后期针对道路两侧崩塌滑坡和废石场、硐口工业场地下游填筑边坡等不稳定边坡治理工程技术成熟，治理难度不大。

2、含水层破坏治理可行性分析

本矿山的采空区和导水裂隙带主要分布在隔水层中，只有部分井巷工程布置在含水层中，对含水层结构影响较小。对含水层的影响主要为底板含水层向采坑排泄引起地下水水位下降，对居民生活用水水源的影响较小，废水排放对地下水水质影响较小。矿山可以采取加强地下水监测、加强应急处理措施，减少矿山开采对周边居民生产生活用水造成影响，保证正常涌水需求。对井巷采取止水措施，减少地下水的排放。矿坑闭坑后对坑口进行封堵，加强植树种草，逐渐恢复地下水水位。并应提高矿坑水和废水的资源化利用水平，减少废水的排放量。

通过以上措施，可以有效的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

依前所述，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。根据评估，新建废石场、地表移动变形区域对地形地貌景观影响严重，办公生活区、硐口工业场地、矿山道路等区域，对地形地貌景观影响较严重。新建废石场、办公生活区、硐口工业场地、矿山道路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、裂缝充填、植树种草等措施逐渐恢复原来的生态景观。由于该区域光热水条件较好，土源充足，植被恢复条件较好，土地复垦方向主要受制于地形坡度条件，根据土地适宜性评价结果，对不同单元采取不同植被恢复措施，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

南岸河现状水环境功能主要为农业用水，水域功能为Ⅲ类。南岸梯矿下游地表水无饮用取水功能。现状条件下南岸河水质较好，满足Ⅲ类数值标准，根据评估正常排放条件下，生产废水经过处理后排放，不会引起南岸河水质超标。非正常条件下生产废水的排放可能会引起镉含量轻度超标。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。废水和固体废弃物排放引起土壤污染的可能性较小。在地质环境保护措施正常运转和环保设施得当的情况下，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

据《开发利用方案》，矿山达产时税后年利润 191.66 万元，累计税后利润 890.88 万元，矿山地质环境保护与综合治理工程共需投入资金 114.97 万元，相当于生产年税后利润的 12.91%。根据矿山经济效益分析，可以满足矿山地质环境保护与恢复治理工程的资金需求。

（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，可以使生态景观向好的方面演替，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）《景东彝族自治县土地利用总体规划（2010-2020年）》；
- （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，包括表土堆放场、硐口工业场地、办公生活区、废石场、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6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	表土堆放场	0.25	压占
2	废石场边坡	0.58	压占
3	废石场平台	0.51	压占
4	硐口工业场地	0.14	压占
5	办公生活区	0.23	压占
6	地表移动范围	6.60	塌陷
合计		8.31	

4、初步复垦方向的确定

通过定性分析复垦区的土地利用总体规划、自然经济条件、社会经济条件及相关政策以及公众参与意见，初步确定待复垦土地的复垦方向。

(1) 复垦区土地利用总体规划情况

考虑矿山建设和扶贫搬迁安置的需求，近期景东县土地利用总体规划进行了调整，矿区周边规划建设用地主要集中在南岸村村委会附近，矿区范围内未规划有建设用地。矿区内搬迁的遗留的农村宅基地，具有较好的立地条件，目前大多已复垦为耕地。地表移动范围内农村宅基地复垦方向确定为耕地，复垦措施按耕地考虑。

2) 自然经济条件

区内属构造侵蚀、溶蚀低中山山地地貌，地形有利于地表水的排泄，光热水资源丰富，雨量充沛，评估单元周边坡度较大，上部汇流面积大，植被破坏后水土流失严重，矿区应从保持水土流失和防治生态退化角度，考虑复垦为林地。但矿区内耕地资源紧张，人均耕地面积较小，耕地以坡耕地为主，在土源充足和控制水土流失及保证耕地质量的条件下，应优先复垦为耕地。

(3) 社会经济条件及相关政策

矿山开采促进了当地经济发展，但是地表塌陷损毁了耕地，使本已紧张的人地矛盾更加突出。为贯彻落实“十分珍惜，合理利用和切实保护耕地”的基本国策，实现耕地总量动态平衡的目标，保护好当地农民赖以生存的自然资源，恢复和改善项目环境，促使当地经济的可持续发展。应用当今矿产资源开采沉陷和生态农业复垦最新技术，进行塌陷地的治理、复垦，恢复被采矿塌陷损毁的土地，优先复垦为耕地。

(4) 公众意愿分析

本项目复垦设计过程中，邀请当地部分村民代表参加了南岸梯矿矿山地质环境保护与土地复垦项目座谈会，并做了公众参与问卷调查，作为确定复垦方向的参考。各位村民代表作为土地的使用人，认为在保证耕作和生态安全及土地质量的前提下，争取恢复土地原有的使用职能，原本是耕地的尽量恢复成耕地。

综上分析，初步确定在保证复垦质量的条件下，复垦为耕地。不能满足耕作条件的情况下，复垦为林地和草地。

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： $Y_i = \min(Y_{ij})$

式中： Y_i --第*i*个评价单元的最终分值；

Y_{ij} --第*i*个评价单元第*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分级划分，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	
	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	表土堆放场	5~25	壤土、砂壤土	100~50	远离居民点, 交通设施不完善	无	3	1	1	耕作便利度
2	废石场平台	<25	岩土混合物或砾质	50~30	离居民点较远, 交通设施较完善	无	3	2	1	地表物质组成、有效土层厚度
3	废石场边坡	25~45	岩土混合物或砾质	50~30	离居民点较远, 交通设施较完善	无	N	3	2	地形坡度、有效土层厚度
4	办公生活区	<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	有效土层厚度、耕作便利度
5	硐口工业场地	<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	有效土层厚度、耕作便利度
6	地表移动范围	5~25	砂壤土	50~30	离居民点较远, 交通设施较完善	无	3	1	1	地形坡度、耕作便利度

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，各评价单元具有多宜性，结合项目区实际情况及公众意见及案例对比分析，确定各单元最终复垦方向。

(1) 表土堆放场：立地条件相对较好，只是离居民点相对较远，交通不便，不便于耕作，由于周边为乔木林地，从景观协调方面考虑，表土堆放场复垦为乔木林地。

(2) 废石场平台：根据适宜性评价结果，废石场平台具备复垦耕地、林地和草地的条件，由于周边地类为乔木林地，从景观协调和生态效果考虑，本区域宜复垦为乔木林地。根据类比案例木利梯矿复垦经验，相同光热和土壤条件下，管护措施到位，可以保证林木成活率和复垦效果。

(3) 废石场边坡：根据适宜性评价结果，废石场边坡不宜复垦为耕地，宜复垦为林草地，废石场原地类为乔木林地，周边地类也为乔木林地，从景观协调方面考虑，本区域复垦为乔木林地。由于废石场边坡坡度较大，考虑覆土效果和植物的成活率，废石场边坡采用种植爬藤和草本综合绿化，最终复垦方向确定为复垦为草地。

(4) 办公生活区：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，压覆土层后可以通过翻耕、熟化，满足植物生长条件，可以考虑复垦为耕地，且办公生活区原地类为耕地，故最终复垦方向为耕地。

(5) 硐口工业场地：场地地势较为平坦，建筑物拆除后，压覆土层后可以通过翻耕、熟化，满足植物生长条件，可以考虑复垦为耕地，硐口工业场地原地类为耕地，故最终复垦方向为耕地。

(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。根据现场踏勘，地表移动范围内的农村宅基地已搬迁，且已复垦为旱地，由当地居民负责耕种，详见附件 13。地表移动范围内住宅用地，复垦措施按照旱地进行设计。

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。最终划分为表土堆存场、废石场平台、废石场边坡、办公生活区、硐口工业场地、地表移动范围 6 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	表土堆放场	乔木林地	乔木林地	0.25	表土堆放场
2	废石场平台	乔木林地	乔木林地	0.58	废石场平台
3	废石场边坡	乔木林地	草地	0.51	废石场边坡
4	办公生活区	旱地	旱地	0.23	办公生活区
		乔木林地			
5	硐口工业场地	旱地	旱地	0.14	硐口工业场地
6	地表移动范围	旱地	旱地	5.55	地表移动范围
		乔木林地	乔木林地	0.84	
		农村宅基地	旱地	0.21	
合计				8.31	

(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办公生活区、硐口工业场地、废石场,设计覆土厚度为 0.50m,共需回覆表土 7300m³。各复垦单元具体需土量详见表 4.2-5。

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	废石场	1.09	0.5	5450.00
2	办公生活区	0.23	0.5	1150.00
3	硐口工业场地	0.14	0.5	700.00
合计		1.46		7300.00

2) 供土量分析

方案设计对新建废石场和新建道路等拟损毁区域的表土进行剥离、集中堆存,供复垦覆土之用,面积约 1.67hm²。现场调查时,这些区域表土资源丰富。地面坡度约 5°~30°,土壤类型为黄棕壤为主,有效土层厚度 0.65-1.25m。本方案设计剥离表土厚度为 0.50m,总计剥离表土 8350m³,将这些表土存放于表土堆场。各区域剥离表土情况见表 4.2-6。

表 4.2-6 供土方量计算表

序号	区域名称	面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	剥离方量 (m ³)
1	废石场	1.09	0.5	5450
2	新建矿山道路	0.55	0.5	2750
3	新建 1535 中段硐口工业场地	0.03	0.5	150
合计		1.67		8350

3) 供需平衡分析

通过以上计算，本方案复垦工程共需回覆表土方量为 7300m³，剥离表土方量为 8350m³，供土方量大于需土方量。考虑表土损毁，土壤供需大致平衡。

2、水资源平衡分析

矿区属南亚热带季风气候区，因海拔高差悬殊，具有垂直变化明显、冬无严寒、夏无酷暑、雨量集中、干湿分明、雨热同季、干凉同步的特点。年平均降雨量 1086.7mm，年降雨日数 153~215 天，以 5~10 月雨日最多，为 120~149 天；尤以 6~8 月雨日最集中，月平均在 24 至 29 天，占年总降雨日数的 40%至 47%。水分条件可以满足矿区复垦后适生植被的正常生长要求。项目区复垦为旱地和林地，由于项目区水资源丰富，因此暂不考虑灌溉设施。

(三) 土地复垦质量要求

项目区属西南山地丘陵区，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) 旱地复垦质量要求

①有效土层厚度≥50cm，土壤容重≤1.4g/cm³，砂质壤土至壤质粘土，砾石含量≤10%；

②pH 值 6.3 左右，土壤肥力不低于现状监测指标即全氮 0.16%、有机质 1%、全磷 0.054%、全钾 1.86%；

③土壤质量：不低于土地损毁前土地理化各项指标，土壤满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）要求。

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 $\geq 40\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，砂土至壤质粘土，砾石含量 $\leq 20\%$ ；

②根据《造林作业设计规程》（LY/T 1607），乔木行株距 $2.0 \times 2.0\text{m}$ ；

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 $\geq 35\%$ 。乔木经多年生长后，郁闭度最终达到 75% 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,有效遏制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,尽可能避免硐口工业场地边坡滑坡、废石场及表土堆放场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,提高地下水资源利用水平。

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,减少废弃物排放、环境事故对水土环境的污染。

(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硐口工业场地下方填筑边坡可能发生滑坡、废石场失稳引起的滑坡和泥石流、采空塌陷和地裂缝。根据各区域地质灾害特点分别采取以下预防措施:

(1) 地下采空塌陷预防措施

1) 加强地表移动范围内地形地物调查,根据需要留设矿柱,或采用充填方式开采,减轻地下开采对地表造成的影响,保护重要的建筑物、构筑物。对影响区的居民点进行搬迁,避免不必要的损失和破坏。

2) 为了保护周边居民生命财产安全,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 ϕ 2.5 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。

图 5.1-1 防护栏设计图

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，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) 废石场地质灾害预防措施

1) 对新建废石场拟损毁区域地基进行处理。排废前应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在表土堆放场，以便后期用作土地复垦的土源。

2) 废石场下游修建拦渣坝。根据设计，拦渣坝坝底宽 3.5m，坝高 3.0m，基础埋深 1.0m，顶宽 1.0m，内坡比 1:0.4，长 80m，M7.5 浆砌石砌筑。坝内预埋排水管排出淋滤水。

3) 修建完善的截排水设施。废石场上部设截水沟，矩形断面，宽 50cm，深 40cm，浆砌石砌筑，墙厚 30cm。台阶中布置马道排水沟，矩形断面，宽 30cm，深 30cm，浆砌石砌筑，墙厚 30cm。

4) 加强排弃管理。排废时，应有计划地先往废石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。废石场各平台按排弃推进方向做成 2%~3% 的反坡，并进行压实，在平台内侧修筑排水沟，以使降水尽量少渗入地下，而通过排水沟排出场外。

5) 做好监测预警工作。设立监测点对废石场变形特征进行持续监测，对可能发生的地质灾害进行预警。检查废石场的排洪设施是否畅通，在暴雨季节要现场巡视，以便及时发现和排除险情。

(3) 硐口工业场地边坡崩塌滑坡预防措施

针对边坡采取不同的预防和治理措施。

1) 对人工切坡形成的第四系边坡，下部修建浆砌石挡土墙，上部按岩土体的自然安息角进行削坡，并采取混凝土喷浆等护坡措施。

2) 对人工填筑的废石边坡，在坡脚处修建挡土墙，对填筑场地进行平整，使之内倾，在内部切坡坡脚处修建截排水沟，排出雨水，避免地表径流对堆积边坡的冲刷。

3) 及时采取刷坡和植被恢复等治理措施，提高废石填筑边坡的稳定性。

(4) 道路两侧不稳定边坡预防

根据边坡稳定性和危害程度，采取清理滑塌体、削坡、修建格构护坡，植树种草恢复植被等措施。同时加强道路两侧边坡地表变形和地质灾害监测，避免崩塌滑坡对车辆和行人造成威胁。

2、含水层保护措施

本矿山采空区和导水裂隙带均位于矿体和顶板隔水层中，对底板含水层结构破坏程度较小，对含水层影响主要为底板涌水引起周边含水层水位下降，拟采取以下保护措施：

(1) 先探后采，并加强地下水涌水量监测，根据需要采取留设保护矿柱或保护性开采措施，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，减轻对地下水破坏。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) 废石堆上游及两侧修建截排水沟，一方面可以保证弃渣场稳定性，另一方面也可以减少大气降水进入弃渣场内部形成淋溶水，进而下渗污染地下水。

(4) 在硐口工业场地和新建废石场下游修建集水池，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做绿化、井下生产或达标排放，减少废水排放对地下水水质的影响。

(5) 工业场地内部、办公生活区地面进行硬化和防渗处理，减少生产生活废水入渗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，以便及时采取措施，避免废水排放恶化地下水水质。

(7) 避免对地表植被造成大面积破坏，并积极开展复绿工程，利用植被的蓄水功能，减少地下水资源的漏失。

(8) 对矿山开采可能造成的居民生产生活用水问题，做好应急处理措施。

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、硐口工业场地、废石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，尽量做到集约节约用地，充分利用已经损毁土地，减轻矿山基建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崩塌滑坡等地质灾害，避免对地形地貌景观和土地资源造成不必要的破坏。

(3) 严格按照设计生产，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量，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，优先用于铺路、场地建设等，剩余的堆放在废石场，后期可以开发用来制作建筑材料等。

(5) 加强地质环境保护与治理和水土流失的防治工作，减少崩塌、滑坡、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。表土堆放场地周边修建截排水和拦挡设施，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) 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、生产废水进行收集，处理后循环使用或达标排放。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(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:

1、地下采空塌陷预防措施

根据测算,地下采动范围周长约为 1050m,需要设立钢丝围栏长度约 1100m,设立警示牌 11 个。

表 5.1-1 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	1100	警示牌 11 个

2、废石场滑坡、泥石流预防措施

由于拦渣坝和截排水设施在开发利用方案中已经有较为详细的设计,其投资计入主体工程,纳入本方案的废石场防护措施主要为残坡积层的剥离,工程量计入土地资源保护措施。

3、硐口工业场地边坡崩塌滑坡预防措施

现有硐口工业场地除内部切坡处已采取其他的预防措施,但未设计截排水沟,本方案设计在内部坡脚处修建排水沟,排水沟工程量跟刷坡工程计入地质灾害治理工程量。新建 1535m 中段平硐工业场地设计有具体防护措施,计入主体工程量。

4、土地资源保护措施

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堆放。

根据设计表土堆放高度为 3~5m,堆存面积 0.25hm²,设计容量 1 万 m³。方案拟在表土堆放场上游及两侧修建截洪沟,堆体下部 2.0 米高范围内用编织袋内装土堆高围护,并在表土堆放场表面撒播草籽进行防护。

截洪沟采用梯形断面,底宽 20cm,上宽 30cm,深 20cm,浆砌块石衬砌,衬砌厚度 30cm,排水沟总长度 221m。根据计算截洪沟工程量:开挖量 34m³,浆砌块石 30m³,M10 砂浆抹面 52m²。堆体下部 2.0 米高范围内用编织袋内装土堆高围护,厚度 2.0m,共使用编织袋挡墙 1.13m³;养护期撒播狗牙根草籽,按 20kg/hm² 标准撒播,撒播面积为 0.25hm²。表土资源保护工程量如表 5.1-2 所示。

表 5.1-2 表土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	83.50
二	配套工程		
(一)	截排水工程		
1	土方开挖	100m ³	0.34
2	浆砌块石	100m ³	0.30
3	砂浆抹面	100m ²	0.52
(二)	拦挡工程		
1	编织袋挡墙	100m ³	1.13
三	植被重建		
(一)	林草地恢复工程		
1	撒播草籽	hm ²	0.25

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。

主要任务包括地表移动范围内地裂缝充填、土地平整，硐口工业场地内部坡角处修建截排水沟，对废石填筑边坡刷坡后进行植被恢复和硐口封堵，矿山道路两侧崩滑体清理、刷坡和修建格构护坡等。新建废石场各排土台阶达到设计境界后进行刷坡处理和植被恢复。

(二) 技术措施

1、硐口工业场地地质灾害治理措施

为防止上部汇水冲刷坡面，在平硐工业场内侧坡脚处及碎石堆筑松散边坡两侧设置截排水沟，根据汇水面积、降雨量，以 20 年一遇防洪标准进行设计，断面选择在满足水利最优的条件下，宽浅式实用经济断面。由于汇水面积相差不大，为了便于施工，采用统一的截排水断面。上口宽 50cm，底宽 30cm，深 30cm。采用 M7.5 浆砌石衬砌，衬砌厚度 30cm，水泥砂浆抹面。截排水沟设计断面详见图 5.2-1。

图 5.2-1 平硐工业场地截排水断面

废石堆积边坡采用机械加人工方式进行削坡,使削坡后的边坡坡度小于等于岩土体的自然安息角 38° 。

平硐工业场地使用完毕后,对硐口进行封堵。具体的封堵措施为:在距硐口 50m 处的巷道内砌一堵 0.5m 厚浆砌块石挡墙,然后向巷道内充填废石 50m,再用 0.5m 厚浆砌块石挡墙封堵硐口。

图 5.2-2 硐口封堵示意图

2、废石场治理

在废石场坡脚设计有拦渣坝,拦渣坝坝底宽 3.5m,坝高 3.0m,基础埋深 1.0m,顶宽 1.0m,内坡比 1:0.4,长 80m, M7.5 浆砌石砌筑。废石场上部设计有截水沟,矩形断面,宽 50cm,深 40cm,浆砌石砌筑,墙厚 30cm。台阶中布置马道排水沟,矩形断面,宽 30cm,深 30cm,浆砌石砌筑,墙厚 30cm。废石场排土台阶高 10m,台阶坡面角 1:1.5,排土台阶达到设计境界时,部分台阶坡面角度大于设计角度,稳定性相对较差,部分台阶平台高低起伏,没达到设计要求,不利于大气降水的径流和排泄,需要采取修坡和平整措施。

经过修坡和平整后,废石场台阶边坡等于或小于设计边坡,并处于稳定状态。台阶平台内倾,坡度 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$,有利于利用台阶中布置的马道排水沟进行排水。

图 5.2-3 骨架护坡工程示意图

3、矿山道路治理

针对矿山两侧小型松散层崩塌滑坡采取滑塌体清理、刷坡和修建格构护坡等治理措施。首先对滑落在路面两侧的滑塌体进行清理，运送至排土场上部堆存。然后对边坡临空面不稳定岩土体进行刷坡处理，削坡后的边坡坡度为岩土体的自然安息角 35° 。修建浆砌石格构护坡，浆砌石骨架厚度40cm，宽度40cm，具体设计如图5.2-3所示。削坡产生土方一部分填筑于格构内部用于种植植被，其余部分运送至排土场堆存。

4、地表移动变形治理

由于矿体厚度较薄，平均只有2.48m，经过计算地表移动变形最大值：最大水平变形值为5.2mm/m，最大倾斜值约11.4mm/m，最大下沉约1.63m。地表变形主要形式表现为地裂缝和坡度的变化，主要采取的治理措施为裂缝充填和土地平整。相关工程措施在土地复垦工程措施中详细设计。

(三) 主要工程量

1、硐口工业场地地质灾害治理措施

根据设计硐口工业场地地质灾害治理措施包括修建截排水沟、刷坡工程和硐口封堵等，根据量算四个平硐工业场地修建截排水沟长度分别为120m、80m、150m和80m，总长430m。根据设计断面计算，需要挖方 240.8 m^3 、浆砌块石 189.2 m^3 、砂浆抹面 670.8 m^2 。刷坡工程量按单位面积 0.5 m^3 ，根据各废石堆积边坡面积计算，刷坡工程量为 1270 m^3 。硐口封堵工程量，计入土地复垦工程中。

表 5.2-1 硐口工业场地地质灾害治理工程量

名称	截排水沟				刷坡工程	
	排水沟长 (m)	挖方 (m^3)	浆砌石 (m^3)	M10 砂浆 (m^2)	刷坡面积 (m^2)	刷坡工程量 (m^3)
PD201	120	67.2	52.8	187.2	420	210
PD401	80	44.8	35.2	124.8	200	100
PD102	150	84	66	234	1720	860
PD101	80	44.8	35.2	124.8	200	100
合计	430	240.8	189.2	670.8	2540	1270

2、废石场治理

根据矿山设计，废石场排土台阶高10m，台阶坡面角1:1.5，排土台阶达到设计境界时，部分台阶坡面角度大于该角度，稳定性相对较差，部分台阶平台高低起伏，没达到设计要求，不利于大气降水的径流和排泄，需要采取修坡和平整

措施。需要平整修坡面积按总面积的 30%计算,单位面积填挖方量按 0.5m³ 计算,废石场修坡平整工程量为 450m³。

台阶排水沟工程在开发利用方案中已列入矿山建设主体工程,本方案不再赘述。

3、矿山道路治理

根据调查,评估区内矿山道路两侧有小型崩滑 6 处,平均方量 150m³,清理滑塌体工程量约为 900m³。单个滑坡面面积按 100m²计,刷坡前坡度按照 42°,坡高按照 8m 计算,刷坡工程量为 760m³。骨架护坡面积约 600m²,浆砌片石格构工程量 66.7m³。

4、地表移动变形治理

地表移动变形采取充填裂缝和土地平整等工程措施,工程量计入土地复垦工程。

5、工程量汇总

各单元地质灾害治理工程量如表 5.2-2 所示。

表 5.2-2 地质灾害治理工程工程量统计表

治理单元	治理措施		单位	工程量	备注
硐口工业场地	截排水沟	挖方	m ³	240.8	
		浆砌石	m ³	189.2	
		M10 砂浆	m ²	670.8	
	边坡工程	刷坡	m ³	1270	
废石场	边坡工程	修坡平整	m ³	450	
矿山道路	边坡工程	清理滑塌体	m ³	900	
		刷坡	m ³	760	
		格构护坡	m ³	66.7	

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 8.31hm²,拟复垦面积 8.31hm²,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
01	耕地	0103	旱地	5.87	6.08	2.53%
03	林地	0301	乔木林地	2.23	2.23	0.00%
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.21	0.00	-2.53%
合计				8.31	8.31	

(二) 技术措施

1、硐口工业场地复垦措施

各硐口工业场地服务期满，对其进行复垦。硐口工业场地拟复垦为旱地，拟采取的复垦措施包括建筑物拆除、硐口封堵、翻耕覆土、土地平整、土壤培肥等复垦措施。

(1) 保留硐口工业场地里的护坡、拦挡及截排水设施，硐口工业场地截排水沟设计详见图 5.2-1，用机械方式拆除地面建筑物和构筑物，破碎清理硬化地面，并用推土机推压整平。拆除后建筑垃圾全部运至废石场，运距约为 1000-1500m。

(2) 对场地内硐口进行封堵。在距硐口 50m 处的巷道内砌一堵 0.5m 厚浆砌块石挡墙，利用废石充填 50m 后，再修建 0.5m 厚浆砌块石挡墙进行封堵。

(3) 对场地土壤板结部位进行翻耕，翻耕厚度为 0.30m，土地翻耕主要是采用拖拉机和三铧犁进行，改变土壤通透性，增加土壤的保水、保墒、保肥能力，为作物创造良好的生长环境。

(4) 覆土的面积及覆土厚度依据拟复垦的植被生长所需土壤要求而定，场地翻耕后，直接进行覆土。设计复垦为旱地，覆土厚度 0.5m，覆土运距约 1000-1500m。

(5) 场地长期压占土地，使土壤肥力降低，生土可直接通过快速培肥方式达到要求。对复垦旱地进行化学改良时，选择施以农家有机肥以及种植豆科植物，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。

(6) 土地平整

对翻耕覆土后的土地推高、填低，使之基本水平，坡度在允许的范围之内。

2、办公生活区复垦工程措施

办公生活区服务期满，对其进行复垦，办公生活区拟复垦为旱地，占地面积为 0.23hm²，拟采取的复垦措施包括建筑物拆除、翻耕覆土、土地平整、土壤培肥等复垦措施。

(1) 建筑物拆除

保留办公生活区内的护坡、拦挡及截排水设施，用机械方式拆除地面建筑物和构筑物，破碎清理硬化地面，并用推土机推压整平。拆除后建筑垃圾全部运至废石场，运距约为 1000-1500m。

图 5.3-1 办公生活区周边截排水沟断面设计图

地面建筑主要以砖混结构为主的单层建筑，根据设计资料、现场调查和测量，主要建筑物墙体厚度为 0.24m、房屋高度 4m，房屋长 10m，房屋宽 5 m，建筑物砌体方量估算公式：

$$V=(a+b) \times w \times h \times 2$$

式中：V—建筑物拆除工程量（m³）

a—建筑物长度（m）

b—建筑物宽度（m）

w—建筑物墙体厚度（m）

h—建筑物高度（m）

地表硬化主要以混凝土结构为主，拆除硬化地表按 10cm 厚度进行预估。

经计算，建筑物拆除每平方米方约 0.58m³，硬化地面拆除每平方米约 0.10m³。

(2) 对场地土壤板结部位进行翻耕，翻耕厚度为 0.30m，土地翻耕主要是使用拖拉机或者三铧犁进行，改变土壤通透性，增加土壤的保水、保墒、保肥能力，为作物创造良好的生长环境。

(3) 覆土的面积及覆土厚度依据拟复垦的植被生长所需土壤要求而定，场地翻耕后，直接进行覆土，设计复垦为旱地，覆土厚度 0.5m，覆土运距约为 1000-1500m。

(4) 场地长期压占土地，使土壤肥力降低，生土可直接通过快速培肥方式达到要求。对复垦旱地进行化学改良时，选择施以农家有机肥以及种植豆科植物，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，旱地施肥量为 30t/hm²。

(5) 土地平整

对翻耕后的土地进行推高、填低，使之基本水平，坡度在允许的范围之内。

3、废石场复垦工程措施

废石场台阶平台及顶部平台宽缓区域，复垦为乔木林地；废石场边坡坡度较大，考虑覆土效果和植物的成活率，废石场边坡采用种植爬藤和草本综合绿化，在废石场坡面按株行距 1:1 种植爬山虎，坡面撒播草籽狗牙根和高羊茅。废石场主体工程中设计有完善的截排水设施和拦挡，复垦时保留作为复垦工程的配套设施，具体设计详见图 5.3-2 和图 5.3-3。本方案仅对回覆表土和植被恢复工程做详细设计。废石场复垦设计图详见图 5.3-4。

图 5.3-2 废石场截排水沟断面设计图

图 5.3-3 废石场挡渣墙断面设计图

图 5.3-4 废石场复垦设计示意图

1) 废石场平台复垦措施

方案设计拟将台阶平台及顶部平台宽缓区域复垦为乔木林地，主要复垦措施包括回覆表土及种植乔木。

废石场台阶平台及顶部平台宽缓区域，地势相对平坦，具备覆土条件，本方案设计覆土厚度为 0.5m，运距约为 100m，采用人工和机械相结合的方式覆土，要求回覆表土厚度均匀、地面平整。

植被恢复采取林草混交。乔木选择思茅松，株行距 2m×2m，种植坑穴规格为口径 0.7m，底径 0.5m，坑深 0.7m。选用 2~3 年生高 20~30cm 无病虫害苗木，栽植前先用清水浸泡 1~2 天，顶梢木质化不好或不饱满者，可剪至饱满的侧芽。栽植时采用“三埋两踩一提苗”技术，即将苗木放在栽植坑中心，扶正，使根系舒展，然后埋土，当土填至 2/3 时，把苗轻轻向上一提，踩实，然后再填土至坑满，再踩实。草本主要选发芽率大于 90%的籽粒饱满，无病虫害 I 级纯净良种的狗牙根、高羊茅，按 1:1 覆土撒播，撒播草籽后及时洒水养护，以提高出苗率及成活率。

2) 废石场边坡复垦措施

废石场边坡由于坡度较大，考虑覆土效果和植物的成活率，废石场边坡采用种植爬藤和草本综合复垦，在废石场坡面按株行距 1:1 种植爬山虎，剪取成年爬山虎 30~40cm 枝条扦插种植，坡面撒播草籽狗牙根和高羊茅，选发芽率大于 90%的籽粒饱满，无病虫害 I 级纯净良种。

4、表土堆放场复垦工程措施

2021 年表土剥离堆存完毕后，表土堆放场播撒草籽进行防护，播撒面积 0.25hm²。在复垦期 2027 年，表土堆放场使用完毕后，再将表土堆放场复垦为乔木林地，复垦面积 0.25hm²。预防工程章节部分对表土堆放场设置了截排水沟。本方案设计在保留周边截排水设施的基础上，对场地平整后，种植植被、撒播草籽恢复植被。

(1) 2021 年，在表土堆放场上播撒草籽，播撒面积 0.25hm²，草籽选用狗牙根、高羊茅，按 30kg/hm² 和 1:1 比例覆土撒播。

(2) 场地平整。待表土堆放场取土完毕后，保留周边截排水设施，对场地内剩余表土进行整平。

(3) 种植植被。采用乔草相结合的方式恢复植被，乔木选择思茅松，选用2~3年生高20~30cm无病虫害苗木，栽植前先用清水浸泡1~2天，顶梢木质化不好或不饱满者，可剪至饱满的侧芽。行株距为2m×2m，采用穴植方式。草本主要选用狗牙根和高羊茅，按照30kg/hm² 1:1覆土撒播。

5、地表移动范围复垦措施

(1) 耕地复垦设计

本方案复垦耕地面积为5.50hm²，全部为旱地，由于损毁程度为轻度损毁，采取裂缝充填、平整土地、人工地力培肥、翻耕等措施后可直接利用。

1) 裂缝充填

井工开采过程中，由开采沉陷造成的地表裂缝既是地灾形态的主要表现形式，也是影响农林业生产的主要障碍因素，故土地复垦的首要任务是填充裂缝。裂缝填充采取随沉随填、及时复垦的方式进行。

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

$$W = 10\sqrt{a}, \text{ (米)}$$

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：

$$U = \frac{666.7}{C}n, \text{ (米)}$$

每亩地塌陷裂缝充填土方量可按下列经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2}a \cdot U \cdot W, \text{ (立方米/亩)}$$

以轻度沉陷地损毁程度相应的裂缝宽度(a)，以及裂缝的间距(C)和条数(n)等数据代入式(6.1)~式(6.2)，然后按式(6.3)可得沉陷损毁程度为轻度每公顷塌陷裂缝充填所需土方量为48m³，计算参数如表5.3-2所示。因损毁程度较轻，不进行表土剥离和回覆，避免对周围表土造成影响。

表 5.3-2 每公顷沉陷地裂缝充填土方量(V)计算(立方米)

损毁程度	裂缝宽度 a(米)	裂缝间距 C(米)	裂缝条数 n	裂缝深度 W(米)	裂缝长度 U(米)	充填裂缝土方量 V(立方米)
轻度	0.1	50	1.5	3.2	20	48

2) 平整工程

项目区属于中山区，耕地为坡耕地，田面平整工程采用推土机和人工相结合的方式，以达到耕种要求。对耕地进行平整时，应设计好标高，使地面平整度符合规定要求。

根据沉陷地不同损毁程度产生倾斜变形的附加坡度平均值，平整土地的每亩土方量（P）可按下列经验公式计算：

$$P=666.7/2\text{tg}(\Delta\alpha)=333.3\text{tg}(\Delta\alpha)$$

式中： $\Delta\alpha$ 为地表沉陷附加倾角，轻度 $\Delta\alpha=2^\circ$ 。

按上述公式算出不同损毁程度沉陷地平整土地每公顷挖（填）土方量如表 5.3-3，则每一图斑平整土地的土方量可按下式计算：

$$M_P=P \cdot F$$

式中：F 为图斑面积（亩）。

表 5.3-3 每公顷沉陷地平整土地挖（填）土方量（单位：立方米）

损毁程度	沉陷附加倾角（°）	平整土地每公顷挖（填）土方量
1（轻度）	2	175

3) 土壤培肥

设计施加农家有机肥以及种植豆科植物提高土壤综合肥力，根据周边矿山复垦实际经验，农家有机肥实际施用量为 $30\text{t}/\text{hm}^2$ ，施用方式为撒施。

4) 翻耕

方案设计在每季作物种植前，对土地进行深翻，来保证耕地生产力水平不降低。

(2) 林地复垦设计

方案拟复垦林地 0.84hm^2 ，全部为乔木林地。土地损毁方式为塌陷损毁，损毁程度为轻度。拟采用充填裂缝和植被补种措施进行复垦。

1) 充填工程

林地损毁形式主要表现为地表裂缝，裂缝充填工艺与耕地裂缝充填相同，使用裂缝两侧的表土充填裂缝，人工捣实即可。

2) 林草地恢复工程

方案设计对受损林木进行补种。乔木设置株行距 2 米×2 米，补种乔木品种选择思茅松，选用 2~3 年生高 20~30cm 无病虫害苗木；种植坑穴规格：口径 0.7 米，底径 0.5 米，坑深 0.7 米。乔木栽植前先用清水浸泡 1-2 天，顶梢木质化不

好或不饱满者，可剪至饱满的侧芽。栽植时采用“三埋两踩一提苗”技术，即将苗木放在栽植坑中心，扶正，使根系舒展，然后埋土，当土填至 2/3 时，把苗轻轻向上一提，踩实，然后再填土至坑满，再踩实。

补种工艺详见图 5.3-5。

图 5.3-5 乔木种植示意图

考虑土地损毁程度较轻，补种工程量按全部种植的 20% 计算。

(3) 农村宅基地复垦设计

根据现场踏勘，地表移动范围内的农村住宅已搬迁，宅基地已复垦为旱地，由当地居民负责耕种。故本方案对农村宅基地按照耕地采取复垦措施，实行裂缝充填、平整土地、人工地力培肥、翻耕等措施后可直接利用。详见耕地复垦措施。

(三) 主要工程量

1、硐口工业场地复垦工程量

1) 清理工程

平硐工业场地面积 0.14hm^2 ，根据现场踏勘、调查，现有硐口工业场地值班室尺寸为：高 3.5m，长 5.0m，宽 4.0m，墙厚 24cm，砌体体积为 17.25m^3 ；风机房尺寸为：高 3m，长 3.5m，宽 3.0m，墙厚 24cm，砌体体积为 9.50m^3 ；5 个硐口工业场地，全部复垦为旱地。

故建筑物拆除工程量为 133.75m^3 ，硬化地面拆除工程量 110m^3 。

2) 充填工程

各平硐工业场地使用完毕后，对硐口进行封堵。根据设计参数计算，井口封堵工程量为浆砌块石 10m^3 ，回填废石 200m^3 。

3) 土地翻耕

由于场地压占时间较长，使地面出现板结现象，土壤透气性能下降，方案采取土地翻耕来提高土壤孔隙度，设计采取拖拉机和三铧犁进行土地翻耕。翻耕面积为 0.14hm^2 。

4) 覆土工程

覆土面积 0.14hm²，覆土厚度 50cm，覆土工程量为 700m³。

5) 土地平整

对需复垦的硐口工业场地全部采取平土机平整。土地平整总面积为 0.14hm²。

6) 生物化学工程

对复垦为旱地的硐口工业场地进行土壤培肥，提升有机质含量及土壤肥力。土壤培肥面积为 0.14hm²。

表 5.3-4 硐口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	建筑物拆除	100m ³	1.34
2	硬化地面拆除	100m ³	1.10
3	建筑垃圾清运	100m ³	2.44
(二)	充填工程		
1	浆砌块石	100m ³	0.10
2	充填废石	100m ³	2.00
(三)	翻耕、覆土工程		
	土地翻耕	hm ²	0.14
	覆土工程	100m ³	7.00
(四)	平整工程		
	土地平整	100m ³	4.20
(五)	生物化学工程		
	土壤培肥	t	4.20

2、办公生活区复垦工程量

(1) 清理工程

办公生活区面积 0.23hm²，通过现场测量估算，建筑物压占面积 500m²，硬化地 600m²。根据以上计算建筑物拆除每平方米方量约 0.58m³，硬化地面拆除每平方米约 0.10m³，共拆除清理建筑垃圾 350.00m³，全部运送至废石场堆存，运距约 1000m~1500m。

(2) 土地翻耕

由于场地压占时间较长，使地面出现板结现象，土壤透气性能下降，方案采取土地翻耕来提高土壤孔隙度，设计采取拖拉机和三铧犁进行土地翻耕。翻耕面积为 0.23hm²。

(3) 覆土工程

覆土面积 0.23hm²，覆土厚度 50cm，覆土工程量 1150m³。

(4) 土地平整

对需复垦的办公生活区地全部采取平土机平整。土地平整总面积为 0.23hm²。

(5) 生物化学工程

对复垦为旱地的办公生活区进行土壤培肥，提升有机质含量及土壤肥力。土壤培肥面积为 0.23hm²。

表 5.3-5 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	2.90
2	硬化地面拆除	100m ³	0.60
3	建筑垃圾清运	100m ³	3.50
(三)	翻耕、覆土工程		
1	土地翻耕	hm ²	0.23
	覆土工程	100m ³	11.50
(四)	平整工程		
	土地平整	100m ³	6.90
(五)	生物化学工程		
	土壤培肥	t	6.90

3、废石场复垦工程量

废石场复垦措施包括回覆表土及恢复植被等。

(1) 回覆表土

废石场面积为 1.09hm²，设计回覆表土 0.5m，共回覆表土 5450m³。

(2) 恢复植被

根据设计，栽植乔木思茅松，乔木间行株距 2m×2m，共栽植乔木 1450 株；撒播狗牙根、高羊茅 1.09hm²；共种植爬山虎 5100 株。

表 5.3-6 废石场复垦工程量

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	54.50

序号	工程类别	单位	工程量
2	回覆表土	100m ³	54.50
二	植被重建		
(一)	林草地恢复工程		
1	栽植思茅松	100 株	14.50
2	栽植爬山虎	100 株	51.00
3	撒播狗牙根、高羊茅	hm ²	1.09

4、表土堆放场复垦工程量

表土堆放场复垦措施包括撒播草籽防护工程及使用完毕后的场地平整和植被恢复等。

(1) 2021 年，表土剥离堆存完毕后，在表土堆放场上播撒草籽，播撒面积 0.25hm²，采取撒播草籽的方式，草籽选用狗牙根、高羊茅，按 30kg/hm² 和 1:1 比例覆土撒播。

(2) 场地平整。表土堆放场取土完毕后，保留周边截排水设施，对场地内剩余表土进行整平。土地平整总面积为 0.25hm²。

(3) 种植植被。栽植乔木思茅松，乔木间行株距 2m×2m，共栽植乔木 625 株；撒播狗牙根、高羊茅 0.25hm²。

表 5.3-7 表土堆存场复垦工程量

序号	工程类别	单位	工程量
一	植被重建		
(一)	林草地恢复工程		
1	撒播狗牙根、高羊茅	hm ²	0.50
2	场地平整	100m ³	7.50
3	栽植思茅松	100 株	6.25

5、地表移动范围复垦工程量

(1) 土壤重构工程量

1) 平整工程量

针对地面沉降引起的附加坡度，对耕地田面进行平整，根据计算轻度损毁每公顷填挖土方量 175m³，其中轻度损毁耕地面积 5.76 hm²，田面平整工程为 1008.00m³。

耕地平整后进行翻耕，以弥合地表变形引起的地裂缝，并翻松平整过程中压实的土壤，翻耕面积为耕地面积 5.76hm²。

2) 充填工程量

针对地表移动范围内耕地、林地、搬迁后复垦为旱地的农村宅基地，因地表变形引起的地裂缝进行充填，每公顷充填裂缝工程量为 48m³，需要充填裂缝面积 6.60hm²，充填裂缝工程量为 316.80m³。

(2) 生物化学措施

对平整翻耕后的耕地进行培肥，设计施加农家有机肥提高土壤综合肥力，根据周边矿山复垦实际经验，农家有机肥实际施用量为 30t/hm²，共需施农家有机肥 172.80t。

(3) 植被重建工程

1) 林草地恢复工程

针对地表移动范围内塌陷损毁的林地进行植被补种，乔木林地补种量按照行株距 2m×2m 计算量的 20%计。乔木林地面积 0.84 hm²，需要补种乔木 420 株。

表 5.3-8 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)	平整工程		
1	田面平整	100m ³	10.08
2	土地翻耕	hm ²	5.76
(二)	充填工程		
1	地裂缝充填	100m ³	3.17
二	植被重建		
(三)	林草地恢复工程		
1	种植乔木	100 株	4.20
(四)	生物化学措施		
1	施农家有机肥	t	172.80

5、复垦工程量汇总

根据以上工程量计算，各复垦单元复垦工程量详见表 5.3-9。

表 5.3-9 复垦工程量汇总表

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	83.50
(二)	清理工程		
1	砌体拆除	100m ³	4.24

序号	工程类别	单位	工程量
2	硬化地面拆除	100m ³	1.70
3	建筑垃圾清运	100m ³	5.94
(三)	充填工程		
1	浆砌块石	100m ³	0.10
2	充填废石	100m ³	2.00
3	裂缝充填	100m ³	3.17
(四)	翻耕、覆土工程		
	土地翻耕	hm ²	6.13
	覆土工程	100m ³	73.00
(五)	平整工程		
	土地平整	100m ³	28.68
(六)	生物化学工程		
	土壤培肥	100t	1.84
二	配套工程		
(一)	截排水工程		
1	土方开挖	100m ³	0.34
2	浆砌块石	100m ³	0.30
3	砂浆抹面	100m ²	0.52
(二)	拦挡工程		
1	编织袋挡墙	100m ³	1.13
三	林草地恢复工程		
1	栽植思茅松	100株	37.70
2	栽植爬山虎	100株	51.00
3	撒播狗牙根、高羊茅	hm ²	1.59

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，使其质量和数量参数指标达到被允许应用的范围，保护地下水资源，确保矿区及周围村庄村民生产和生活用水。并采取可能的措施恢复被破坏的含水层。

含水层保护和管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，影响周边居民食品安全和身体健康或引起生态退化。

(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种植植被，保护浅层含水层的流失，增加浅部地下含水层的含水量。同时，

加强矿坑水、废水排放管理，注意污水处理问题，减少矿坑排水量，减缓地下水水位下降，维持矿区及周围村民生产生活供水。

地下水及含水层一旦被破坏后将很难恢复，因此，矿山在建设运营过程中应做好地下水及含水层的保护工作，方案拟提出以下保护与减缓措施：

(1) 在设计巷道布置上，应尽量避免穿过主要含水层和主要导水裂隙带，避免造成涌水及地下水水位下降。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) 加强矿坑水、废水排放管理

①完善截排水沟，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。对工业场地、排土场采取防渗处理，防止有毒有害废水、固废淋滤液污染地下水。

②开采过程中加强矿坑涌水、生产生活废水的排放管理。在硐口工业场地和拦渣坝下方修建集水池，在工业场地修建废水处理站，收集的矿井涌水和废石淋溶水，通过管道输送至废水处理站处理达标后循环使用或达标排放。

③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) 为减小对地下水径流、排泄的影响，矿块回采、出矿结束后应对采空区进行适当回填，矿山服务期结束后，应对硐口进行封堵，对破坏的含水层结构有一定的补偿作用，有利于地下水水位的恢复。

(4) 增强植被覆盖率，保护地下水

减少对原有植被的破坏，根据方案的工作安排，大力开展植树种草，扩大植被覆盖面积。

(5) 加强监测

建立地下水监测系统，在平硐及运输大巷出水点设监测点，对含水层地下水位、疏干排水量、硐口涌水量及水质变化进行跟踪监测。

(三) 主要工作量

因此，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，修建集水池和废水处理设施部分费用计入环境保护费用，本方案不进行重复工程量统计。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

（1）通过采取技术可行、经济合理的综合防治措施体系，尽可能减小对周边水土资源的污染和破坏，确保矿区及周边村民生产生活用水安全得到保障，防止生态环境破坏，实现生产、生态环境和区域经济的协调发展。

（2）工业场地和废石场等生产生活设施周边修建完善的截排水设施，实现雨污分流，减少废水的产生和排放。

（3）硐口工业场地和废石场下游修建集水池，工业场地修建废水处理站，对废水进行收集和集中处理后回用或达标排放，提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染。

（4）通过监测，掌握矿山建设及生产运行过程中造成的水土环境污染情况，以便因害设防，及时采取有效的防治措施，最大限度降低水土环境污染危害。

（5）对可能受到污染的地表水体和土壤环境采取物理、化学或生物恢复治理措施就行修复。

（二）技术措施

1、水环境污染修复

（1）工业场地周边修建截排水设施，实现雨污分流。地面进行防渗处理，减少废水入渗。在硐口工业场地修建集水池，收集矿坑涌水，通过管道输送至废水处理站处理后，一部分回用，一部分达标排放。

（2）为了减小淋溶水的产生量，在废石场周围修建截洪沟，最大程度避免地表流水进入堆场。在废石场下方设置淋滤水收集池，对淋滤水收集后输送至废水处理站处理后，回用或达标排放。废石场建设时需进行防渗固化，减少地下水入渗，污染地下水。

（3）设备维修场废水经车间隔油池除去石油类污染物后再排放；厕所废水经化粪池净化处理后外排，其它生活废水，经一体化生活污水处理系统处理后达标外排。

（4）根据监测结果，对受污染的地表水体，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。

2、土壤环境污染修复

矿山开采过程中，采取雨污分流、污染物处理和利用，减少污染物排放、防渗等措施，对土壤污染进行预防和控制。并采取监测措施，对土壤污染情况进行监测。对可能受到污染的土壤，根据情况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的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) 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、电化学方法是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、转移、降解、挥发，将有毒有害的污染物转化为无毒无害物质，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、集水池和截洪沟等，为主体和环保工程设计，本方案沿用，不重新设计。对土壤环境污染修复工程措施以监测及预防为主，根据监测结果采取物理修复、化学修复及植被修复。同时监测工作计入监测措施工作量。

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为出发点，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、废石场边坡和硐口工业场地填筑边坡可能失稳引发的滑坡、泥石流以及矿山道路两侧小型崩塌滑坡等地质灾害，矿井涌水引起周边含水层下降、矿山基建和生产引起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、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、硐口工业场地、废石场及其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

崩塌、滑坡以及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、硐口工业场地边坡及废石场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，逐步建立预警系统，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果，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

地表变形区域沿勘查线每 50m 布置 1 个监测点。废石场每级排土台阶平台和拦渣坝应该布设有监测点。每个硐口工业场地废石填筑边坡布置 1 个监测点，矿山道路等其他区域主要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

地表变形区域沿勘探线每 50m 布置一个监测点，共布置 32 个监测点；每个硐口工业场地填筑边坡布置 1 个监测点，共布置 5 个监测点；废石场拦渣坝和每级排土平台布置 1 个监测点，共布置 3 个监测点。总共布置监测点 40 个，编号依次为 B1-B40。

人工巡视范围包括办公生活区、矿山道路等 2 个单元。正常情况下监测频率为每月一次，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监测频次。

4) 监测方法

根据通视条件和交通状况，监测点运用 RTK-GPS 接收机进行定位测量和全站仪测量相结合。

GPS 测量在开采影响范围外布设两个基站，一个是监测基站，另一个是校验基站。其中监测基站位于附近山头上，监测点校验基站位于矿区范围外，均距监测区域 3~5 km。基点的观测采用静态方法按 C 级精度观测。全站仪测量沿道路布设 4 条测量导线，以导线点作为观测点，对其通视范围内的监测点进行观测。

把各周期监测结果导入计算机，用 GPSsensor 软件进行解算，并加入辅助元素如地下水位、地质环境要素等，能实时显示出监测区域的变形情况。并配合地表移动监测，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变形区、废石场、硐口工业场地边坡等区域布置监测点的三维坐标。把各期监测数据传输到计算机并保存到数据库，通过数据分析软件自动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变形情况等。

根据地表变形监测数据和致灾因素分析，对地质灾害发生发展情况进行预测和预警，建立地质灾害预警机制。

6) 技术要求

①监测点应建在便于长期保存和容易寻找的地段；统一监测仪器、观测方法，尽量固定观测人员；

②各监测点的选择也必须遵守 GPS 和全站仪等测量设备的要求，同时也要考虑监测的任务、周围现有资源情况以及交通等情况；

③各参考站的位置选择要遵守 GPS 参考站网技术规范，同时也要考虑服务的对象。

2、地下水监测

(1) 监测目的

矿山开采主要会引起矿体底板中侏罗统花开左组 (J₂h) 灰白色石英砂岩孔隙含水层水位下降，为了分析开采对含水层的影响和破坏，需对含水层地下水水位和水质进行监测。通过对监测数据进行分析，来掌握地下水水位变化情况、水质是否受到污染，同时检验降落漏斗影响半径，为含水层破坏防治提供可靠资料和科学依据。为了避免废石场浸出液对地下水的影响，对其下游地下水水质进行监测。

(2) 监测内容和方法

1) 水位监测

采场内及周边地下水位监测采用自计水位仪进行水位自动监测。

2) 水质监测

水质分析，由人工采取水样，按《水环境监测规范》规定的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

PD101 上游钻孔；PD101 下游钻孔；PD102 下游钻孔；新建废石场下游钻孔等四个监测点对侏罗统花开左组 (J₂h) 灰白色石英砂岩孔隙含水层水位和水质进行监测，设置 sw01、sw02、sw03、sw04 四个监测点，对泉点水量和水质进行监测，监测点编号为 DS1~DS8。

水位水质观测频率每两月一次。

(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，使观测位置在同一点上；

2) 地下水监测的方法和精度满足《地下水动态监测规程》(DZ/T 0133-1994) 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，及其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恶化对周边居民生产生活用水的影响。

(2) 监测内容和方法:

根据《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》地表水监测项目，结合本矿山的特点，选取 pH 值、COD、石油类、Cd、Zn、Pb、Cu、As、Sb、Cr⁶⁺、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。

(3) 监测工作部署

在主要地表水体南岸河上设置 3 个监测断面，分别位于工业场地废水排污口上游 500m；工业场地废水排污口下游 200m、新建排土场下游 500m，编号分别为 BS1~BS3。

每个监测点每两个月监测一次。

(4) 技术要求

按照《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》中地表水环境质量标准基本项目分析方法，对各监测项目进行化验分析。

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）在办公生活区、工业场地、废石场、矿山道路周边不同的区域采集土样，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，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镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、锑等 9 个指标。

(3) 监测工作部署

生活办公区生活区西面约 100m 处、PD201 硐口下游、新建废石场上游、新建废石场下游各设 1 个监测点，编号依次为 TR1~TR4。每个监测点每两个月监测一次。

(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 10 个，办公生活区 1 个，地表移动范围 2 个，新建废石场 1 个、每个硐口工业场地各 1 个，矿山道路 1 个。编号依次 T1~T10。

（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。定期观察地质环境保护与恢复措施治理效果，植被恢复情况，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。

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	监测点设置	点	40	
	地表变形监测	变形测量	点·次	4320
	巡回监测	点·次	216	
地下水监测	水位	点·次	216	
	水质	点·次	432	
地表水质监测		点·次	162	
土壤污染监测		点·次	216	
地貌景观及恢复治理监测		点·次	180	

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，及时掌握各复垦区土地损毁的时段、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各类土地进行复垦效果监测，包括对各类复垦工程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：根据方案制定的土地复垦质量要求，防止复垦土地生态及功能的减弱退化，保证复垦质量，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

根据南岸梯矿矿山开采损毁土地的特点，针对废石场、矿山道路及地表移动范围等损毁土地面积动态变化的拟损毁土地区域，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 和全站仪测量相结合的方式定位定量监测，对拟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，地表变形监测点在采空区地表沿勘探线等距布设，共布设 6 条监测线。监测线上每隔 50m 布置 1 监测点，共布置监测点 40 个。

废石场拦渣坝和每级排土平台布置 1 个监测点，共布置 3 个监测点。

通过以上监测收集损毁土地区域监测点的监测数据，按照施测频率，定期上传数据，通过数据分析软件自动分析各监测点的变化量、变化趋势，以便及时发现问题及时采取预防或补救措施，最大限度地预防及减少土地损毁。

（3）施测时间及频率

土地损毁监测总的时间为基建开工至本方案服务期满，约 10 年。

结合地质灾害监测，方案设计土地损毁监测频率为每年两次，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监测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，土壤采取分层采样，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。

（3）施测时间及频率

复垦效果监测时间同复垦方案管护期，设置为 3 年。监测频率为每年一次。

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以及土地损毁时序和复垦工作安排，方案设计具体管护措施如下：

（1）保苗浇水

设计栽植思茅松、爬山虎、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，无病虫害和机械损伤，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

林地植好后，要做好管护工作和抚育工作，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、监测措施工程量

土地损毁监测每6个月施测一次，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	监测区域	监测期限 (年)	工程量	
				单位	数量
损毁监测	面积及程度	硐口工业场地、办公生活区、地表移动范围、废石场、新建道路等	10	hm ²	8.31
复垦效果监测	土壤质量监测	硐口工业场地	3	个(取样)	6
		办公生活区	3	个(取样)	6
		废石场	3	个(取样)	6
		表土堆放场	3	个(取样)	6
		地表移动范围	3	个(取样)	6
	植被生长状况监测	林地	3	hm ²	2.23

2、管护措施工程量

方案设计复垦责任范围土地全部复垦区域纳入管护范围，总面积 8.31hm²，复垦植被的管护期设置为 3 年。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
		旱地	乔木林地	农村宅基地		
1	PD401 硐口工业场地	0.03	0.00		3 年	0.03
2	PD201 硐口工业场地	0.03	0.00		3 年	0.03
3	PD102 硐口工业场地	0.03	0.00		3 年	0.03
4	PD101 硐口工业场地	0.03	0.00		3 年	0.03
5	办公生活区	0.18	0.05		3 年	0.23
6	地表采动范围	5.55	0.84	0.21	3 年	6.60
7	废石场	0.00	1.09	0.00	3 年	1.09
8	表土堆放场	0.00	0.25	0.00	3 年	0.25
9	新建 1535 中段硐口工业场地	0.03	0.00	0.00	3 年	0.03
合计		5.87	2.23	0.21		8.31

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，努力创建绿色矿山，使矿山可持续发展。

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。废石场失稳引起的滑坡和泥石流，除影响矿山排土设施和人员安全外，还会影响下游矿山道路和农田；地下开采可能引起的地面塌陷和地裂缝，会对其范围内农田和生态植被造成破坏，影响其范围内工作和居住人员的安全；办公生活区和硐口工业场地人工边坡滑塌，可能会对生产生活设施和工作人员造成威胁。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) 井巷工程建设，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可能会对地下水水质造成影响。本方案从对生产生活废水收集、提高废水处理和利用水平入手，提高废水循环利用比例，减少废水排放量，修建截排水和防渗设施，同时加强地下水位和水质监测，减少矿山开采对地下含水层的影响。

(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) 通过提高固体废弃物和废水处理和循环利用水平，雨污分流等措施，减少固体废弃物、废水排放量及污染物浓度，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，对地表移动范围进行铁丝围挡，并设置警示牌，减少其引发的地质灾害，对周边居民和工作人员造成威胁。对影响范围内居民进行拆迁安置。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) 废石场修建拦挡和截排水设施。排弃过程中加强管理避免形成软弱夹层，对达到排弃境界的排弃台阶进行及时治理，避免发生滑坡和泥石流等地质灾害，消除对排土设施、工作人员及下游农田及居民的威胁。硐口工业场地坡角处修建排水沟等治理措施，松散堆积边坡采取修建刷坡、修建截排水沟和植树种草等治理措施。

(3) 避免滥挖滥采，加强顶底板管理，采取合理的充填措施，使矿山开采活动对地下含水层破坏降到最小。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；提高固体废弃物利用比例，修建废石场截排水设施，减少废水产生和排放量；采取防渗措施，减少生产废水向地下入渗，减小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) 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,避免对地下含水层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,设置表土堆放场,并对堆放表土采取必要的管护措施,保护表土资源。

(2) 对地表移动范围、废石场等损毁土地状态呈动态性变化的区域进行损毁监测,掌握以上区域损毁土地情况,采取措施预防或减少损毁土地,并为上述损毁土地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、废石场、表土堆放场等土地区域,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,或使得损毁土地恢复损毁前生产力水平。

(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。

根据开发利用方案,矿山生产服务年限为5年,稳沉期1年,复垦期1年,后期治理管护年限3年,所以本方案的服务年限确定为矿山总服务年限、复垦期与管护年限之和,约为10年(2021年-2030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（2021年-2025年）、中远期（2026年-2030年）两个阶段。

1、近期（2021-2025）

该阶段为矿山开采阶段，期间新建 1535 中段硐口工业场地、废石场及新建矿山道路等生产生活设施基建完成，并投入使用。

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。

对原有硐口工业场废石填筑的不稳定边坡，采取削坡、修建截排水沟和植树种草等措施进行治理。矿山道路两侧小型崩塌滑坡采取崩滑体清理、刷坡和修建格构护坡等治理措施。废石场排弃之前，修建截排水和拦挡措施，对场地残坡积层进行剥离，堆存于表土堆放场；生产过程中，对达到设计排弃境界的废石场台阶，采取刷坡等治理措施，保持边坡稳定，并覆土和恢复植被措施。在地表移动范围周边设置铁丝护栏和警示牌。对稳沉的地表移动区域实施充填裂缝、平整和恢复植被等治理措施。修建集水池和废水处理站，对矿井涌水、生活废水及废石淋溶水进行收集、处理和循环使用或达标外排，防止对地表水体、土壤及含水层造成的污染。

2、中远期（2026-2030）

该阶段包括矿山闭坑、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。

井工开采过程中，对矿井涌水、生活废水及废石淋溶水进行收集、处理和循环使用或达标排放，防止地表水体、土壤及含水层污染。及时对达到设计境界的废石场排土台阶进行刷坡，覆土和恢复植被，对稳沉的地表移动区域实施充填裂缝、平整和恢复植被等治理措施。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	面积(hm ²)	任务	治理单元		治理措施	工程量	工程量
近期 (2021-2025)	地表移动范围、废石场、硐口工业、矿区道路区域	120.24	根据设计建立监测系统，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。对原有硐口工业场地里废石填筑采取刷坡和修建截排水沟等措施进行治理。矿山道路两侧小型崩塌滑坡采取崩滑体清理、刷坡和修建格构护坡等治理措施。废石场排弃之前，修建截排水和拦挡措施，对场地残坡积层进行剥离，堆存于表土堆放场；生产过程中，对达到设计排弃境界的废石场台阶，采取刷坡等治理措施，保持边坡稳定，并覆土和恢复植被措施。在地表移动范围周边设置铁丝围栏和警示牌。对稳沉的地表移动区域实施充填裂缝、平整和恢复植被等治理措施。对矿井涌水、生活废水及废石淋溶水进行收集、处理和循环使用或达标排放，防止污染地表水体、土壤及含水层。	地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米	1100
						警示牌	个	11
				硐口工业场地	截排水沟	挖方	m ³	240.8
						浆砌石	m ³	189.2
						M10 砂浆	m ²	670.8
					边坡工程	刷坡	m ³	1270
				废石场	边坡工程	修坡平整	m ³	250
				矿山道路	边坡工程	清理滑塌体	m ³	900
						刷坡	m ³	760
						格构护坡	m ³	66.7
				地质灾害监测	地表变形监测	监测点设置	点	40
						变形测量	点·次	2400
						巡回监测	点·次	120
					泥石流监测	监测点次	点·次	540
				地下水监测		水位	点·次	120
		水质	点·次	240				
地表水质监测			点·次	90				
土壤污染监测			点·次	120				
地貌景观及恢复治理监测			点·次	100				

阶段	主要治理区域	面积(hm ²)	任务	治理单元		治理措施	工程量	工程量
中远期 (2026-2030)	地表移动范围、废石场、硐口工业、办公生活区、矿区道路区域	131.83	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继续进行监测。井工开采过程中,对矿井涌水、生活废水及废石淋溶水进行收集、处理和循环使用,尽量减少其进入地表水体、土壤及含水层。及时清理废石场边坡上的围岩浮石,对局部不稳定边坡采取削坡或加固措施,及时对达到设计境界的废石场排土台阶进行刷坡,对稳沉的地表移动区域进行充填裂缝、平整和恢复植被等治理措施。并对治理后的区域采取监测和管护措施。	地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米	
						警示牌	个	
				硐口工业场地	截排水沟	挖方	m ³	
						浆砌石	m ³	
						M10 砂浆	m ²	
					边坡工程	刷坡	m ³	
				废石场	边坡工程	修坡平整	m ³	200
				地质灾害监测	地表变形监测	监测点设置	点	0
						变形测量	点·次	1920
						巡回监测	点·次	96
					泥石流监测	监测点次	点·次	432
				地下水监测		水位	点·次	96
						水质	点·次	192
						地表水质监测	点·次	72
		土壤污染监测	点·次	96				
		地貌景观及恢复治理监测	点·次	80				

（二）土地复垦阶段实施计划

根据开采设计，生产服务年限约 5 年，稳沉期约 1 年，复垦期 1 年。设计复垦管护期 3 年，本方案总服务年限约为 10 年。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（2021-2025），第二阶段 5 年（2026-2030）。土地复垦规划布局图详见图 6.2-1。

图 6.2-1 南岸梯矿土地复垦规划布局图

1、第一复垦阶段（2021-2025）

该阶段为井工开采期，共 5 年。该阶段复垦任务主要包括新建废石场、硐口工业场地及新建矿山道路表土剥离管护工程，对稳沉的地表移动区域实施充填裂缝、平整和恢复植被等措施，对达到设计境界的废石场部分进行复垦，以及对硐口工业场地、废石场、表土堆放场、地表移动范围的土地损毁情况、土地复垦效果进行监测，并对复垦区域进行管护。复垦范围为稳沉的地表移动区域、达到排弃境界的废石场第一台阶以及表土堆放场。

2、第二复垦阶段（2026-2030）

该阶段包括稳沉期 1 年、复垦期 1 年及后期管护期 3 年，共 5 年。复垦范围为硐口工业场地、办公生活区、废石场未复垦部分、表土堆放场、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、硐口工业场地采取建筑物拆除、土地平整、覆土、翻耕等复垦措施，对废石场未复垦部分采取覆土、恢复植被等复垦措施，对稳沉的地表移动区域实施充填裂缝、平整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，土地损毁监测面积 8.31hm²，复垦效果检测共布置 30 个监测点。

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 (hm ²)				静态投资	动态投资	主要工程措施	单位	工程量
		旱地	乔木林地	其他草地	合计	(万元)	(万元)			
第一阶段 (2021-2025)	硃口工业场地、废石场、表土堆放场和地表移动范围	2.33	0.78	0.25	3.36	42.86	47.50	表土剥离	100m ³	83.50
								土方开挖	100 m ³	0.34
								浆砌块石	100 m ³	0.30
								砂浆抹面	100m ²	0.52
								编织袋挡土墙	100 m ³	1.13
								撒播草籽	hm ²	0.61
								裂缝充填	100 m ³	1.15
								覆土工程	100m ³	18.00
								土地翻耕	hm ²	3.11
								土地平整	100 m ³	2.88
								土壤培肥	hm ²	3.11
								栽植乔木	100 株	8.65
								栽植爬山虎	100 株	17.00
								土地损毁监测	hm ²	8.31
								土壤质量监测	个	30
植被生长状况监测	hm ²	3.72								
管护	hm ²	3.72								
第二阶段 (2026-2030)	硃口工业场地、办公生活区、废石场、表土堆放场和	3.75	1.45		5.20	61.63	93.17	砌体拆除	100 m ³	4.24
								硬化地面拆除	100m ³	1.70
								建筑垃圾清运	100m ³	5.94
								浆砌块石	100 m ³	0.10
								充填废石	100 m ³	2.00

阶段	复垦区域	复垦目标 (hm ²)				静态投资	动态投资	主要工程措施	单位	工程量
		旱地	乔木林地	其他草地	合计	(万元)	(万元)			
	地表移动范围							裂缝充填	100 m ³	2.02
								土地翻耕	hm ²	3.02
								覆土工程	100 m ³	55.00
								土地平整	100 m ³	25.80
								土壤培肥	hm ²	0.91
								栽植乔木	100 株	29.05
								栽植乔木	100 株	34.00
								撒播草籽	hm ²	0.98
								土地损毁监测	hm ²	8.31
								土壤质量监测	个	30
								植被生长状况监测	hm ²	4.84
								管护	hm ²	4.84

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计划，各年度实施计划分述如下：

1、2021 年

根据设计方案，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、地形地貌与土地资源损毁进行监测。

在地表移动范围周边设置铁丝围栏和警示牌。将废石场、新建 1535 中段硐口工业场地及新建矿山道路剥离的表土堆放在表土堆放场。对硐口工业场地的不稳定边坡分别采取刷坡、修建截排水沟和恢复植被等措施进行治理。矿山道路两侧小型崩塌滑坡采取崩滑体清理、刷坡和修建格构护坡等治理措施。修建集水池和废水处理站对矿坑涌水、生活废水、废石淋溶水进行收集、处理和循环使用或达标排放，防止污染地表水体、土壤及含水层。

2、2022 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、地形地貌与土地资源损毁进行监测。对采取治理措施的区域进行地质环境恢复治理效果监测。对矿坑涌水、生活废水、废石淋溶水进行收集、处理和循环使用或达标排放，防止污染地表水体、土壤及含水层。

3、2023 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、地形地貌与土地资源损毁监测和地质环境恢复治理效果监测。

生产过程中，根据监测，对达到设计境界的下部台阶边坡、对局部不稳定边坡采取刷坡平整，进行覆土和恢复植被。对矿坑涌水、生活废水、废石淋溶水进行收集、处理和循环使用或达标排放，防止污染地表水体、土壤及含水层。

4、2024 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、地形地貌与土地资源损毁监测和地质环境恢复治理效果监测。对矿坑涌水、生活废水、废石淋溶水进行收集、处理和循环使用或达标排放，防止污染地表水体、土壤及含水层。

5、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、地形地貌与土地资源损毁监测和地质环境恢复治理效果监测。对矿坑涌水、生活废水、废石淋溶水进行收集、处理和循环使用或达标排放，防止污染地表水体、土壤及含水层。

表 6.3-1 地质环境恢复治理工程年度计划

治理单元		治理措施	单位	工程量					
				第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	总计
地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米	1100	0	0	0	0	1100
		警示牌	个	11	0	0	0	0	11
硐口工业场地	截排水沟	挖方	m ³	240.80	0	0	0	0	240.80
		浆砌石	m ³	189.20	0	0	0	0	189.20
		M10 砂浆	m ²	670.80	0	0	0	0	670.80
	边坡工程	刷坡	m ³	1270.00	0	0	0	0	1270.00
废石场	边坡工程	修坡平整	m ³	0	0	250	0	0	250
矿山道路	边坡工程	清理滑塌体	m ³	900	0	0	0	0	900
		刷坡	m ³	760	0	0	0	0	760
		格构护坡	m ³	66.7	0	0	0	0	66.7
地质灾害监测	地表变形监测	监测点设置	点	40	0	0	0	0	40
		变形测量	点·次	480	480	480	480	480	2400
		巡回监测	点·次	24	24	24	24	24	120
	泥石流监测	监测点次	点·次	108	108	108	108	108	540
地下水监测		水位	点·次	24	24	24	24	24	120
		水质	点·次	48	48	48	48	48	240
地表水质监测			点·次	18	18	18	18	18	90
土壤污染监测			点·次	24	24	24	24	24	120
地貌景观及恢复治理监测			点·次	20	20	20	20	20	100

(二) 土地复垦工程年度实施计划

根据矿山开采进度，本方案对近期 5 年（2021-2025 年）土地复垦工作制定详细的年度计划：

1、2021 年

本年度为开采的第一年，土地复垦工程措施包括表土剥离及管护、土地损毁监测等。

方案设计对新建生产设施损毁土地可剥离表土区域进行表土剥离，并采取保护措施。根据现场调查和图纸量算，合计可剥离表土方量为 8350m³。各区域剥离表土情况详见表 6.3-2。

表 6.3-2 表土剥离工程量表

序号	区域名称	面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	剥离方量 (m ³)
1	废石场	1.09	0.50	5450
2	新建矿山道路	0.55	0.50	2750
3	新建 1535 中段硐口工业场地	0.03	0.50	150
合计		1.67		8350

将剥离表土堆放在表土堆放场，并设计截排水和拦挡措施，表面撒播草籽进行防护。

截洪沟采用梯形断面，底宽 0.3m，上宽 0.3mm，深 0.2mm，浆砌块石衬砌，衬砌厚度 0.3m。排水沟总长度 221m，开挖量 34m³，浆砌块石量 30m³，M10 砂浆抹面 52m²。截洪沟断面示意图 6.3-1。

图 6.3-1 截洪沟断面示意图

堆体下部 2.0 米高范围内用编织袋内装土堆高围护，厚度 2.0m，共使用编织袋挡墙 113m³；养护期撒播狗牙根草籽，按 20kg/hm² 标准撒播，撒播面积为 0.25hm²。表土管护设计示意图 6.3-2。

图 6.3-2 表土管护设计示意图

表土资源保护工程量如表 6.3-3 所示。

表 6.3-3 表土资源保护工程量统计表

序号	工程类别	单位	工程量
一	配套工程		
(一)	截排水工程		
1	土方开挖	100m ³	0.34
2	浆砌块石	100m ³	0.30
3	砂浆抹面	100m ²	0.52
(二)	拦挡工程		
1	编织袋挡墙	100m ³	1.13
三	植被重建		
(一)	林草地恢复工程		
1	撒播草籽	hm ²	0.25

2、2022 年

本年度为开采的第二年，不需要采取具体复垦措施，继续对硐口工业场地、废石场、表土堆放场等区域的土地损毁情况进行监测。

3、2023 年

本年度为开采的第三年，2021 年开采造成的轻度地表移动范围已稳沉，根据边生产边复垦的原则，对其进行复垦。复垦工程措施包括对地表裂缝进行充填，受损林木进行补种，并继续对硐口工业场地、废石场、表土堆放场及地表移动范围等区域的土地损毁情况进行监测、土地复垦效果进行监测，并进行管护。

4、2024 年

本年度为开采的第四年，2022 年之前开采造成的轻度地表移动范围已稳沉，废石场第一台阶已经达到排弃境界，根据边生产边复垦的原则，方案设计对上述区域进行复垦。复垦措施包括对地表移动范围内地表裂缝进行充填，受损林木进行补种，对废石场第一台阶平台和边坡进行覆土，恢复植被，并继续对硐口工业场地、废石场、表土堆放场及地表移动范围等区域的土地损毁情况进行监测、土地复垦效果进行监测，并进行管护。

5、2025 年

本年度为开采的第四年，2023 年之前开采造成的轻度地表移动范围已稳沉，根据边生产边复垦的原则，对其进行复垦。复垦工程措施包括对地表裂缝进行充填，受损林木进行补种，继续对硐口工业场地、废石场、表土堆放场及地表移动范围等区域的土地损毁情况、土地复垦效果进行监测，并进行管护。

各年度复垦实施计划安排详见表 6.3-4。

表 6.3-4 近期各年度土地复垦工程量汇总表

序号	项目	单位	2021	2022	2023	2024	2025	合计
一	土壤重构工程							
(一)	表土剥覆工程							
1	表土剥离	100m ³	83.50					83.50
2	田面平整	100m ³			0.67	0.98	1.23	2.88
3	土地翻耕	hm ²			0.94	1.02	1.15	3.11
4	覆土工程	100m ³				18.00		18.00
5	地裂缝充填	100m ³			0.23	0.34	0.58	1.15
二	配套工程							
(一)	截排水工程							
1	土方开挖	100m ³	0.34					0.34
2	浆砌块石	100m ³	0.30					0.30
3	砂浆抹面	100m ²	0.52					0.52
(二)	拦挡工程							
1	编织袋挡墙	100m ³	1.13					1.13
三	植被重建							
(一)	林草地恢复工程							
1	种植乔木	100 株				8.65		8.65
2	栽植爬山虎	100 株				17.00		17.00
3	撒播草籽	hm ²	0.25			0.36		0.61
(四)	生物化学措施							
1	施农家有机肥	100t			0.22	0.31	0.40	0.93
五	监测工程							
1	土地损毁监测	hm ²	1.56	2.58	3.73	5.77	8.31	8.31
2	土壤质量监测	个	30	30	30	30	30	30
3	植被生长状况监测	hm ²	0.25	0.25	1.19	2.32	3.47	3.72
4	管护	hm ²	0.25	0.25	1.19	2.32	3.47	3.72

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、《关于调整最低工资标准的通知》（云南省人力资源和社会保障厅，2018年）
- 12、《云南省土地开发整理项目补充预算定额编制实务》（云南省国土资源厅国土规划整理中心，2016年）；
- 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、当地材料市场价格。

本方案经费估算采用的价格水平年为2021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) 价格水平年

1、人工单价

《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有较大差别，根据云南省人力资源和社会保障厅发布的《关于调整最低工资标准的通

知》，普洱市景东县属云南省二类标准工资区，通过实地调查，普洱市甲类工基本工资约为 1600 元/月，乙类工基本工资标准约为 1400 元/月。参考《土地开发整理项目概算定额标准》（财政部、国土资源部编，2011 年）测算出普洱市景东县甲类工：133.81 元/工日，乙类工：112.13 元/工日，见表 7.1-1～表 7.1-2。

表 7.1-1：甲类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)	80.00
2	辅助工资	以下四项之和	8.32
(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)	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准(元/月)×365天×辅助工资系数/(年应工作天数-年非工作天数)	5.06
(3)	夜餐津贴	(中班+夜班)/2×辅助工资系数	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	2.46
3	工资附加费	以下七项之和	45.49
(1)	职工福利基金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(14%)	12.36
(2)	工会经费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(2%)	1.77
(3)	养老保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(20%)	17.66
(4)	医疗保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(4%)	3.53
(5)	工伤保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(1.5%)	1.32
(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(2%)	1.77
(7)	住房公积金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(8%)	7.07
4	人工工日预算单价		133.81

表 7.1-2：乙类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	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)	70.00
2	辅助工资	以下四项之和	4.01
(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)	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准(元/月)×365天×辅助工资系数/(年应工作天数-年非工作天数)	2.89
(3)	夜餐津贴	(中班+夜班)/2×辅助工资系数	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	0.92
3	工资附加费	以下七项之和	38.12
(1)	职工福利基金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(14%)	10.36
(2)	工会经费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(2%)	1.48
(3)	养老保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(20%)	14.80
(4)	医疗保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(4%)	2.96
(5)	工伤、生育保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(1.5%)	1.11
(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(2%)	1.48
(7)	住房公积金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(8%)	5.92
4	人工工日预算单价		112.13

2、材料价格依据

材料价格采用 2021 年 2 月份普洱市建筑工程信息价，主要材料价格见表 7.1-3。

表 7.1-3：材料预算价格表

序号	材料名称	计量单位	原价依据	预算价格		
				单价（元）	限价（元）	价差（元）
1	柴油	kg	当地价格	5.36	4.5	0.86
2	汽油	kg	当地价格	5.74	5	0.74
3	风	M3	当地价格	0.2		
4	电	Kwh	当地价格	1.00		
5	水	M3	当地价格	4.5		
6	水泥	t	当地价格	350	300	50
7	锯材	M3	当地价格	1841	1200	641
8	块石	M3	当地价格	60	40	20
9	思茅松	株	当地价格	3.5		
10	爬山虎	株	当地价格	0.5		
11	狗牙根	kg	当地价格	18		
12	标志牌	块	当地价格	3000		
13	农家肥	t	当地价格	1000		

备注：价格信息来源于 2021 年 2 月份普洱市建筑工程信息价

3、施工机械台班费

在施工机械使用费定额的计算中，机械台班依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（2012 年），以国家和地方政策文件规定的单价为标准，如与工程开工时间不在同一年份时，应根据开工年的物价和政策在工程开工年重新调整，见表 7.1-4。

（三）费用构成

本项目矿山地质环境保护与土地复垦投资估算根据《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.1-2011）中的费用构成，并参照《土地开发整理项目预算定额》中的费用构成。工程预算总体费用构成包括工程施工费、设备费、其他费用、监测与管护费、预备费五部分组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

（1）直接费

直接费包括直接工程费、措施费。

①直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=∑分项工程量×分项工程定额人工费。

表 7.1-4: 施工机械台班费定额计算表

编号	机械名称	机型规格	费用构成										合计		
			(一)				(二)								
			折旧费	修理和替换设备费	安装拆卸费	小计	人工	柴油	汽油	电	风	水		小计	
			元	元	元	元	工日	kg	kg	kwh	m3	m3			
1004	单斗挖掘机	油动 1m3	159.13	163.89	13.39	336.41	2.00	72					653.53	989.94	
1010	装载机	斗容 2m3	152.55	114.83		267.38	2.00	102					814.33	1081.71	
1041	风钻	手持式	1.78	6.21		7.99					159	4.95	54.08	62.07	
1046	修纤设备		包括锻、修、磨机				423.03	包括仍、燃料、淬火材料						94.08	517.11
4004	载重汽车	汽油型载重量 5t	37.01	51.72		88.73	1.00		30.00				306.01	394.74	
3004	混凝土喷射机	生产率 5m3/h	16.63	13.95	1.07	31.65	1.00			16.00	2810.00		711.81	743.46	
6002	电动空气压缩机	移动式排气量 3m3/min	8.65	17.82	2.45	28.92	1.00			103.00			236.81	265.73	
1004	单斗挖掘机	油动 斗容 1m3	159.13	163.89	13.39	336.41	2.00	72.00					653.53	989.94	
1013	推土机	59kw	33.52	40.42	1.52	75.46	2.00	44					503.45	578.91	
1014	推土机	74kw	92.39	110.92	4.18	207.49	2.00	55					562.41	769.90	
1021	拖拉机	59kw	43.45	52.13	2.82	98.4	2.00	55					562.41	660.81	
1022	履带式拖拉机	74kw	63.96	75.42	3.58	142.96	2.00	67					626.73	769.69	
1025	铲运机	2.5~2.75	22.76	29.36	2.98	55.1							0.00	55.10	
1031	自行式平地机	118kw	153.41	163.8	0.00	317.21	2.00	88					739.29	1056.50	
1037	内燃压路机	8-10t	22.67	39.44	0.00	62.11	2.00	27					412.33	474.44	
1039	蛙式打夯机	功率 2.8kw	0.99	5.9		6.89	2.00			18			285.61	292.50	
1049	犁	三铧	3.1	8.27		11.37								11.37	
1052	风镐	手持式	0.94	3.3		4.24					320		64.00	68.24	
1053	小型挖掘机	油动 0.25m3	83.29	38.41	6.30	128	2.00	20.5					377.49	505.49	
4011	自卸汽车	5t	66.15	33.1		99.25	1.33	39					387.00	486.25	
4012	自卸汽车	8t	129.37	77.6		206.97	2.00	47					519.53	726.50	
4038	洒水车	4800L	47.56	56.59		104.15	1.00	34					316.05	420.20	

材料费=∑ 分项工程量×分项工程定额材料费。

定额材料费是定额中各种材料估算价格与定额消耗量的乘积之和。材料估算价格按当地物价部门提供的市场指导价。

施工机械使用费=∑ 分项工程量×分项工程定额机械费。

②措施费

措施费=直接工程费（或人工费）×措施费费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费。根据本矿山地质环境治理和土地复垦工程特点,措施费按直接工程费的6%计。

(2) 间接费

间接费包括规费和企业管理费。根据《土地开发整理项目预算定额标准》，以及本矿山地质环境治理和土地复垦工程特点,不同工程间接费标准如表 7.1-5 所示。

表 7.1-5 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率 (%)
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	砌体工程	直接费	5
4	其他工程	直接费	5

(3) 利润

利润是指按规定应计入工程造价的利润,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。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%。本项目税金按直接费、间接费、利润和材料价差之和的9%计。

2、设备费

本项目不购置设备,不考虑设备费。

3、其它费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工资收费、业主管理费组成。

(1) 前期工作费

前期工作费是指工程在工程施工前所发生的各项支出，包括：土地清查费、项目可行性研究报告、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标代理费等。

土地清查费费率，依据《土地开发整理项目预算定额标准》，结合本复垦项目的特点，按工程施工费的 0.5% 计算，项目勘测费费率按工程施工费的 1.65% 计算。

项目可行性研究报告、项目设计与预算编制费以工程施工费和设备购置费为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

项目招标代理费以工程施工费与设备费之和作为基数，采用采用差额累进法计算。

项目可行性研究报告、项目设计与预算编制费、项目招标代理费见计费标准表 7.1-6、7.1-7、7.1-8。

表 7.1-6 项目可行性研究报告计费标准表

序号	计费基数 (万元)	项目可行性研究报告 (万元)
1	≤500	5
2	1000	6.5
3	3000	13
4	5000	18
5	8000	26
6	10000	31

表 7.1-7 项目设计与预算编制费计费标准表

序号	计费基数 (万元)	项目设计与预算编制费 (万元)
1	≤500	14
2	1000	27
3	3000	51
4	5000	76
5	8000	115
6	10000	141

注：丘陵区乘 1.1 的调整系数。

表 7.1-8 项目招标代理费计费标准表

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

(2) 工程监理费

工程监理费以工程施工费和设备购置费为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定，详见表 7.1-9。

表 7.1-9 工程监理费计费标准表

序号	计费基数（万元）	项目设计与预算编制费（万元）
1	≤500	12
2	1000	22
3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157
7	20000	283
8	40000	510
9	60000	714
10	80000	904
11	100000	1085

(3) 竣工验收费

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

1) 工程复核费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。各项费用取费标准如表 7.1-10。

表 7.1-10 工程复核费计费标准表

序号	计费基数（万元）	费率	算例（单位：万元）	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.70	500	$500 \times 0.7\% = 3.5$
2	500-1000	0.65	1000	$3.5 + (1000 - 500) \times 0.65\% = 6.75$
3	1000-3000	0.60	3000	$6.75 + (3000 - 1000) \times 0.60\% = 18.75$
4	3000-5000	0.55	5000	$18.75 + (5000 - 3000) \times 0.55\% = 29.75$
5	5000-10000	0.50	10000	$29.75 + (10000 - 5000) \times 0.50\% = 54.75$
6	10000-50000	0.45	50000	$54.75 + (50000 - 10000) \times 0.45\% = 234.75$
7	50000-100000	0.40	100000	$234.75 + (100000 - 50000) \times 0.40\% = 434.75$
8	100000 以上	0.35	150000	$434.75 + (150000 - 100000) \times 0.35\% = 609.75$

2) 工程验收费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。各项费用取费标准如表 7.1-11。

表 7.1-11 工程验收费计费标准表

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

3) 项目决算编制与审计费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。各项费用取费标准如表 7.1-12。

表 7.1-12 项目决算编制与审计费计费标准表

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

4) 整理后土地重估与登记费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。各项费用取费标准如表 7.1-13。

表 7.1-13 整理后土地重估与登记费计费标准表

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

5) 标识设定费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数, 采用差额定率累进法计算。各项费用取费标准如表 7.1-14。

表 7.1-14 标识设定费计费标准表

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

(4) 业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数, 采用差额定率累进法计算, 详见表 7.1-15。

表 7.1-15 业主管理费计费标准表

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

4、监测与管护费

(1) 监测费

监测费指在矿山开采过程中，由于滑坡、崩塌及污染等的破坏程度难以预测，为了能及时掌握实际情况，调整并采取及时、有效、正确的治理措施而设置监测点，用来监测滑坡、崩塌及污染等破坏程度，确保矿山地质环境治理和土地复垦工作顺利产生所产生的费用。

矿山地质环境监测费主要由地质灾害监测费、含水层监测费、矿区地形地貌景观监测费和矿区水土环境污染监测费等组成。土地复垦监测费主要由土地损毁监测费和土地复垦效果监测费组成，监测内容为植被生长状况及土壤质量变化两个指标。费用估算根据中国地质调查局《地质调查项目预算标准》，并参照同类矿山地质环境监测取费标准进行，单价参照测量、卫片价格及人工工资等确定。

(2) 管护费

管护费是对复垦后的一些重要的工程措施、植被和复垦区域土地等进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药、刷白等管护工作所发生的费用。

结合项目实际，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 7.1-16。

表 7.1-16 管护费单价表

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	20.00	112.13	2242.61
2	物耗		%	0.81	2242.61	1816.52
3	其他费用		%	10.00	4485.22	448.52
4	合计					4507.65

5、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，预备费主要包括基本预备费、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 10%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 7%计取。假设复垦工程的复垦年限为 n 年，且每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 、…… a_n ，则第 n 年的价差预备费为 w_n 。

价差预备费计算公式为：

$$w_n = a_n \left((1 + 7\%)^{n-1} - 1 \right)$$

(3) 风险金

指矿山生产建设中可以预见，但现有复垦技术上无法完全避免的风险备用资金。本方案拟按工程施工费、其他费用、复垦监测与管护费之和的 10%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。

$$\text{风险金} = (\text{工程施工费} + \text{其他费用} + \text{监测费} + \text{管护费}) \times 10\%$$

(四) 工程单价和综合单价

1、工程单价表

项目工程单价详见表 7.1-17。

表 7.1-17 项目工程单价表

定额编号:	[10029]排水沟开挖					金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计	
一	直接费				2737.36	
(一)	直接工程费				2607.01	
1	人工费				2607.01	
	甲类工	工日	1.1	133.81	147.19	
	乙类工	工日	21	112.13	2354.74	
	其他人工费	%	4.2	2501.93	105.08	
2	材料费					
3	机械费					
定额编号:	[10283]表土回填					金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计	
一	直接费				1870.08	
(一)	直接工程费				1781.03	
1	人工费				91.59	
	甲类工	工日	0	133.81	0.00	
	乙类工	工日	0.8	112.13	89.70	
	其他人工费	%	2.1	89.70	1.88	
2	材料费					
3	机械费				1689.44	
	装载机 2m ³	台班	0.24	1081.71	259.61	
	推土机 59kw	台班	0.1	578.91	57.89	
	自卸汽车 5t	台班	2.75	486.25	1337.19	
	其他机械费	%	2.1	1654.69	34.75	

定额编号:	[30022 换]浆砌块石 排水沟				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				32669.69
(一)	直接工程费				31113.99
1	人工费				21401.99
	甲类工	工日	9.4	133.81	1257.78
	乙类工	工日	178.7	112.13	20037.73
	其他人工费	%	0.5	21295.51	106.48
2	材料费				9712
	块石	m3	108	60	6480
	砌筑砂浆 M10 水泥 32.5	m3	35.15	350	12302.50
	其他材料费	%	0.5	18782.5	93.91
3	机械费				
定额编号:	[D2-5-11]警示牌块				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				3283.83
(一)	直接工程费				3127.46
1	人工费				8.93
	普工	工日	0.02	112.13	2.24
	技工	工日	0.05	133.81	6.69
2	材料费				3118.52
	标志牌	块	1	3000	3000.00
	抱箍 U 型	套	4.08	11.3	46.10
	高强螺栓	套	4.08	17.75	72.42
3	机械费				
定额编号:	[10221 换]表土剥离				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1389.16
(一)	直接工程费				1323.01
1	人工费				117.96
	甲类工	工日	0.1	133.81	13.38
	乙类工	工日	0.9	112.13	100.92
	其他人工费	%	3.2	114.30	3.66
2	材料费				
3	机械费				1205.05
	单斗挖掘机 油动 斗容 1m3	台班	0.22	989.94	217.79
	推土机 功率 59kw	台班	0.16	578.91	92.63
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.18	726.50	857.27
	其他机械费	%	3.2	1167.69	37.37
定额编号:	[10304 换]土方平整				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				253.91
(一)	直接工程费				241.81
1	人工费				23.55
	甲类工	工日		133.81	0.00
	乙类工	工日	0.2	112.13	22.43
	其他人工费	%	5	22.43	1.12

2	材料费				
3	机械费				218.27
	推土机 功率 74kw	台班	0.27	769.90	207.87
	其他机械费	%	5	207.87	10.39
定额编号:	[10335]编织袋挡墙				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				10410.21
(一)	直接工程费				9914.49
1	人工费				9914.49
	甲类工	工日	4.3	133.81	575.37
	乙类工	工日	81.3	112.13	9116.22
	其他人工费	%	2.3	9691.58	222.91
2	材料费				
3	机械费				
定额编号:	[30072]砌体拆除				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				
(一)	直接工程费				18409.67
1	人工费				18409.67
	甲类工	工日	8	133.81	1070.45
	乙类工	工日	151.1	112.13	16942.93
	其他人工费	%	2.2	18013.38	396.29
2	材料费				
3	机械费				
定额编号:	[90003 换]栽植乔木				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1791.96
(一)	直接工程费				1706.63
1	人工费				1329.76
	甲类工	工日		133.81	0.00
	乙类工	工日	11.8	112.13	1323.14
	其他人工费	%	0.5	1323.14	6.62
2	材料费				376.875
	思茅松	株	102	3.5	357
	水	m3	4	4.5	18
	其他材料费	%	0.5	375	1.875
3	机械费				
定额编号:	[90031 换]撒播草籽				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1399.99
(一)	直接工程费				1333.32
1	人工费				964.32
	甲类工	工日		133.81	0.00
	乙类工	工日	8.6	112.13	964.32
2	材料费				369.00
	草籽	kg	20	18	360
	其他材料费	%	2.5	360	9

3	机械费				
定额编号: 补充 002	耕地施用农家有机肥 (30t / hm ² , 人工装载、施肥, 汽车运距 1-1.5km, 人工抬运 100m)				
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接费				112126.86
(一)	直接工程费				106787.49
1	人工				3554.65
	甲类工	工日	1	133.81	133.81
1.1	乙类工	工日	30.35	112.13	3403.16
1.2	其他人工费	%	0.5	3536.97	17.68
2	材料				102510.00
2.1	农家有机肥	t	102	1000	102000.00
2.2	其他材料费	%	0.5	102000.00	510.00
3	机械费				722.83
3.1	自卸汽车 8t	台班	0.99	726.50	719.24
3.2	其他费用	%	0.5	719.24	3.60
定额编号:	[10043]土地翻耕				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2176.02
(一)	直接工程费				2176.02
1	人工费				1365.37
	甲类工	工日	0.6	133.81	80.28
	乙类工	工日	11.4	112.13	1278.29
	其他人工费	%	0.5	1358.57	6.79
2	材料费				
3	机械费				810.65
	拖拉机 59kw	台班	1.2	660.81	792.97
	三铧犁	台班	1.2	11.37	13.64
	其他机械费	%	0.5	806.62	4.03
定额编号:	[30066]砌体沙井抹面				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2454.91
(一)	直接工程费				2454.91
1	人工费				1624.15
	甲类工	工日	0.7	133.81	93.66
	乙类工	工日	13.2	112.13	1480.12
	其他人工费	%	3.2	1573.79	50.36
2	材料费				830.76
	砂浆	m ³	2.3	350	805
	其他材料费	%	3.2	805	25.76
3	机械费				
定额编号:	[90018]栽植灌木裸根				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				177.34
(一)	直接工程费				177.34
1	人工费				112.58
	甲类工	工日		133.81	0.00

	乙类工	工日	1	112.13	112.13
	其他人工费	%	0.4	112.13	0.45
2	材料费				64.76
	树苗	株	102	0.5	51
	水	m3	3	4.5	13.5
	其他材料费	%	0.4	64.5	0.258
3	机械费				
定额编号:	[20284]废渣回填				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2403.96
(一)	直接工程费				2403.96
1	人工费				300.46
	甲类工	工日	0.1	133.81	13.38
	乙类工	工日	2.5	112.13	280.33
	其他人工费	%	2.3	293.71	6.76
2	材料费				
3	机械费				2103.50
	挖掘机油动 1m3	台班	0.60	989.94	593.97
	推土机 59kw	台班	0.30	578.91	173.67
	自卸汽车 5t	台班	2.65	486.25	1288.57
	其他机械费	%	2.30	2056.21	47.29
定额编号:	[40192]混凝土拆除				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				
(一)	直接工程费				37209.30
1	人工费				21716.33
	甲类工	工日			0.00
	乙类工	工日	181	112.13	20295.63
	其他人工费	%	7	20295.63	1420.69
2	材料费				
3	机械费				15492.97
	电动空气压缩机 3m3/min	台班	36.00	265.73	9566.13
	风镐	台班	72.00	68.24	4913.28
	其他机械费	%	7.00	14479.41	1013.56
定额编号:	[10334]土方回填				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				
(一)	直接工程费				3795.37
1	人工费				3122.90
	甲类工	工日	1.3	133.81	173.95
	乙类工	工日	25.1	112.13	2814.48
	其他人工费	%	4.5	2988.43	134.48
2	材料费				
3	机械费				672.46
	蛙式打夯机 2.8kw	台班	2.20	292.50	643.50
	其他机械费	%	4.50	643.50	28.96
定额编号:	[30016]浆砌块石				金额单位:元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				
(一)	直接工程费				37626.55
1	人工费				18750.14
	甲类工	工日	8.2	133.81	1097.21
	乙类工	工日	156.6	112.13	17559.65
	其他人工费	%	0.5	18656.86	93.28
2	材料费				18876.41
	块石	m3	108	60	6480.00
	砂浆	m3	35.15	350	12302.50
	其他材料费	%	0.5	18782.50	93.91
3	机械费				

2、综合单价

项目工程施工费综合单价详见表 7.1-18。

表 7.1-14

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	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(13)	(14)
2	10029	排水沟开挖	m ³	26.07	0.00	0.00	26.07	1.30	27.37	1.37	2.01	2.77	33.52
3	10203	挖掘机挖土(一、二类土)	m ³	0.77	0.00	1.74	2.52	0.13	2.64	0.13	0.19	0.27	3.23
4	10283	表土回覆 运距 3~4k	m ³	0.92	0.00	16.79	17.70	0.89	18.59	0.93	1.37	1.88	22.76
7	30020	挡土墙	m ³	176.12	96.36	0.00	272.48	13.62	286.11	14.31	21.03	28.93	350.37
8	30022	排水沟	m ³	214.02	97.12	0.00	311.14	15.56	326.70	16.33	24.01	33.03	400.08
9	90030	撒播草籽	hm ²	235.47	408.00	0.00	643.47	32.17	675.65	33.78	49.66	68.32	827.41
10	30066	砌体砂浆抹面立面	m ²	16.24	3.70	0.00	19.94	1.00	20.94	1.05	1.54	2.12	25.65
11	[D2-5-11]	警示牌块	块	8.93	3118.52	0.00	3127.46	156.37	3283.83	164.19	241.36	332.04	4021.43
13	10221	表土剥离	m ³	1.18	0.00	11.75	12.93	0.65	13.57	0.68	1.00	1.37	16.62
14	10304	土方平整	m ³	0.24	0.00	2.18	2.42	0.12	2.54	0.13	0.19	0.26	3.11
15	10335	编织袋挡墙	m ³	99.14	0.00	0.00	99.14	4.96	104.10	5.21	7.65	10.53	127.49
16	90003	栽植乔木	株	13.30	2.23	0.00	15.53	0.78	16.31	0.82	1.20	1.65	19.97
17	90031	撒播草籽	hm ²	964.32	369.00	0.00	1333.32	66.67	1399.99	70.00	102.90	141.56	1714.45
18	补充定额	耕地施用有机肥	t	35.55	1025.10	7.23	1067.87	53.39	1121.27	56.06	82.41	113.38	1373.12
19	10043	土地翻耕	hm ²	1365.37	0.00	810.65	2176.02	108.80	2284.82	114.24	167.93	231.03	2798.02
20	90018	栽植爬山虎	株	1.13	0.65	0	1.77	0.09	1.86	0.09	0.14	0.19	2.28
21	40192	混凝土拆除	m ³	217.16	0	154.93	372.09	18.60	390.70	19.53	28.72	39.51	478.45
22	20284	废渣回填	m ³	3.00	0.00	20.77	23.77	1.19	24.96	1.25	1.83	2.52	30.57
23	10334	土方回填	m ³	31.23	0.00	6.72	37.95	1.90	39.85	1.99	2.93	4.03	48.80

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

根据上面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

治理单元	治理措施		单位	工程量
地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米	1100
		警示牌	个	11
硐口工业场地	截排水沟	挖方	m ³	240.8
		浆砌石	m ³	189.2
		M10 砂浆	m ²	670.8
	边坡工程	刷坡	m ³	1270
废石场	边坡工程	修坡平整	m ³	450
矿山道路	边坡工程	清理滑塌体	m ³	900
		刷坡	m ³	760
		格构护坡	m ³	66.7
地质灾害监测	地表变形监测	监测点设置	点	40
		变形测量	点·次	4320
		巡回监测	点·次	216
地下水监测		水位	点·次	216
		水质	点·次	432
地表水质监测			点·次	162
土壤污染监测			点·次	216
地貌景观及恢复治理监测			点·次	180

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 114.97 万元，其中工程施工费 30.47 万元、其他费用 5.15 万元、监测费用 65.65 万元、基本预备费 3.56 万元、风险金 10.13 万元。各项费用计算详见表 7.2-2~7.2-5。

表 7.2-2 矿山地质环境治理工程总投资

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	30.47	26.51%
二	其他费用	5.15	4.48%
三	监测费	65.65	57.10%
四	预备费	13.69	
(一)	基本预备费	3.56	3.10%
(二)	风险金	10.13	8.81%
五	静态总投资	114.97	100.00%

表 7.2-3 工程施工费估算表

治理单元	治理措施		单位	工程量	综合单价 (元)	费用
				合计		合计
地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米	1100.00	55.00	60500.00
		警示牌	个	11.00	4021.43	44235.70
硐口工业场地	截排水沟	挖方	m3	240.80	33.52	8072.13
		浆砌石	m3	189.20	400.08	75694.74
		M10 砂浆	m2	670.80	31.57	21174.70
	边坡工程	刷坡	m3	1270.00	17.01	21605.02
废石场	边坡工程	修坡平整	m3	450.00	17.01	7655.32
矿山道路	边坡工程	清理滑塌体	m3	900.00	22.90	20611.19
		刷坡	m3	760.00	17.01	12928.99
		格构护坡	m3	66.70	483.82	32270.76
合计						304748.55

表 7.2-4 其他费用估算表

序号	费用名称	费基 (元)	费率 (%)	金额 (元)
1	前期工作费	304748.55		28951.11
(1)	土地清查费	304748.55	0.50%	6094.97
(2)	项目可行性研究费	304748.55		3047.49
(3)	项目勘测费	304748.55		9142.46
(4)	项目设计与预算编制费	304748.55		9142.46
(5)	工程招标代理费	304748.55		1523.74
2	工程监理费	304748.55		9142.46
3	竣工验收费	304748.55		11763.29
(1)	工程复核费	304748.55	0.70%	2133.24
(2)	工程验收费	304748.55	1.40%	4266.48
(3)	项目决算编制与审计费	304748.55		3047.49
(4)	整理后土地重估与登记费	304748.55		1980.87
(5)	标识设定费	304748.55		335.22
4	业主管管理费	57512.19	2.80%	1610.34
合计				51467.20

表 7.2-5 监测费估算表

单位: 元

监测内容		监测点数 (个)	监测频数 (次/年)	总工程量 (次)	监测 单价	费用	
监测类型	监测项目						
地质灾害 监测	地表变形监测	监测点设置	点	40	500	20000.00	
		变形测量	点·次	18	4320	25	108000.00
		巡回监测	点·次	12	216	20	4320.00
	泥石流监测	监测点次	点·次	12	972	50	48600.00
地下水监测	水位	点·次	6	216	500	108000.00	
	水质	点·次	6	432	500	216000.00	
地表水质监测		点·次	6	162	480	77760.00	
土壤污染监测		点·次	6	216	300	64800.00	
地貌景观及恢复治理监测		点·次	6	180	50	9000.00	
合计						656480.00	

(二) 单项工程量与投资估算

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、地质灾害治理工程、监测工程等。

根据经费估算标准和相应工程量，各单项工程投资费用如表 7.2-6 所示。其中地质环境保护与治理工程 30.47 万元、监测工程投资 65.65 万元。

表 7.2-6 各单项工程投资估算统计表 单位：万元

序号	单项工程		费用	小计
			(万元)	(万元)
1	地质环境保护与治理工程	地表移动区域	10.47	30.47
		硐口工业场地	12.65	
		废石场	0.77	
		矿山道路	6.58	
2	监测工程	地质灾害监测	18.09	65.65
		矿区地下水监测	32.40	
		地表水质检测	7.78	
		土壤污染检测	6.48	
		地貌景观及恢复治理监测	0.90	
合计			96.12	96.12

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	83.50
(二)	清理工程		
1	砌体拆除	100m ³	4.24
2	硬化地面拆除	100m ³	1.70
3	建筑垃圾清运	100m ³	5.94
(三)	充填工程		
1	浆砌块石	100m ³	0.10
2	充填废石	100m ³	2.00

序号	工程类别	单位	合计
3	裂缝充填	100m ³	3.17
(四)	翻耕、覆土工程		
	土地翻耕	hm ²	6.13
	覆土工程	100m ³	73.00
(五)	平整工程		
	土地平整	100m ³	28.68
(六)	生物化学工程		
	土壤培肥	100t	1.84
二	配套工程		
(一)	截排水工程		
1	土方开挖	100m ³	0.34
2	浆砌块石	100m ³	0.30
3	砂浆抹面	100m ²	0.52
(二)	拦挡工程		
1	编织袋挡墙	100m ³	1.13
三	植被重建		
(一)	林草地恢复工程		
1	种植乔木	100 株	37.70
2	栽植爬山虎	100 株	51.00
3	撒播草籽	hm ²	1.59
三	监测管护工程		
(一)	监测工程		
1	土地损毁监测	hm ²	8.31
1	复垦效果监测		
(1)	土壤质量监测		30.00
(2)	植被生长状况监测	hm ²	8.56
2	管护工程		
(1)	管护	hm ²	8.56

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 134.63 万元，平均 14.57 万元/hm²（合 10803.17 元/亩）。其中工程施工费 93.95 万元、其他费用 13.39 万元、监测与管护费用 5.30 万元，基本预备费 10.73 万元，风险金 11.26 万元。价差预备费 46.92 万元，动态投资 181.55 万元。各项费用计算过程见表 7.3-2~7.3-6。

表 7.3-2 土地复垦投资估算总表

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	93.95	69.78%
二	其他费用	13.39	9.94%
三	监测管护费	5.30	
(一)	监测费	1.44	1.07%
(二)	管护费	3.86	2.87%
四	预备费	57.65	
(一)	基本预备费	10.73	7.97%
(二)	价差预备费	46.92	
(三)	风险金	11.26	8.37%
五	静态总投资	134.63	100.00%
六	动态总投资	181.55	

表 7.3-3 工程施工费估算表

序号	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	费用
			合计		合计
一	土壤重构工程				
(一)	表土剥覆工程				
1	表土剥离	100m ³	83.50	1701.18	142048.78
(二)	清理工程				
1	砌体拆除	100m ³	4.24	23672.00	100369.28
2	硬化地面拆除	100m ³	1.70	47845.42	81337.22
3	建筑垃圾清运	100m ³	5.94	3091.12	18361.27
(三)	充填工程				
1	浆砌块石	100m ³	0.10	35037.16	3503.72
2	充填废石	100m ³	2.00	3091.12	6182.25
3	裂缝充填	100m ³	3.17	4880.26	15470.41
(四)	翻耕、覆土工程				
	土地翻耕	hm ²	6.13	2798.02	17151.87
	覆土工程	100m ³	73.00	2290.13	167179.64
(五)	平整工程				
	土地平整	100m ³	28.68	310.94	8917.76
(六)	生物化学工程				
	土壤培肥	100t	1.84	137312.24	252654.51
二	配套工程				
(一)	截排水工程				
1	土方开挖	100m ³	0.34	3352.21	1139.75
2	浆砌块石	100m ³	0.30	40007.79	12002.34
3	砂浆抹面	100m ²	0.52	3156.63	1641.45
(二)	拦挡工程				
1	编织袋挡墙	100m ³	1.13	12748.50	14405.81
三	植被重建				
(一)	林草地恢复工程				
1	种植乔木	100 株	37.70	2194.46	82731.33
2	栽植爬山虎	100 株	51.00	228.03	11629.44
3	撒播草籽	hm ²	1.59	1714.45	2725.97
合计					939452.68

表 7.3-4 其他费用估算表

序号	费用名称	费基（元）	费率（%）	金额（元）
1	前期工作费	939452.68		65761.69
(1)	土地清查费	939452.68	0.50%	4697.26
(2)	项目可行性研究费	939452.68		18789.05
(3)	项目勘测费	939452.68		9394.53
(4)	项目设计与预算编制费	939452.68	3.00%	28183.58
(5)	工程招标代理费	939452.68	0.50%	4697.26
2	工程监理费	939452.68	2.00%	28183.58
3	竣工验收费	939452.68		36262.87
(1)	工程复核费	939452.68	0.70%	6576.17
(2)	工程验收费	939452.68	1.40%	13152.34
(3)	项目决算编制与审计费	939452.68	1.00%	9394.53
(4)	整理后土地重估与登记费	939452.68	0.65%	6106.44
(5)	标识设定费	939452.68	0.11%	1033.40
4	业主管理费	130208.14	2.80%	3645.83
合计				133853.97

表 7.3-5 监测及管护费用

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	hm ²	500	8.31	4155
2	复垦效果监测				
(1)	土壤质量监测	次	200	30.00	6000
(2)	植被生长状况监测	hm ²	500	8.56	4280
小计					14435.00
二	管护工程				
1	管护	hm ²	4507.65	8.56	38585.48
合计					53020.48

表 7.3-6 动态投资估算表

年度	静态投资（元）	价差预备费（元）	动态投资（元）
2021	211750.52	0.00	211750.52
2022	40083.78	2805.86	42889.65
2023	74253.40	10759.32	85012.72
2024	152166.74	34244.06	186410.80
2025	101439.40	31526.96	132966.36
2026	216495.79	87150.76	303646.55
2027	426249.53	213436.08	639685.60
2028	41283.78	25008.95	66292.73
2029	41283.78	29649.44	70933.22
2030	41283.78	34614.77	75898.55
合计	1346290.51	469196.20	1815486.71

(二) 单项工程量与投资估算

土地复垦单项工程包括硐口工业场地、办公生活区、废石场、表土堆存场及地表移动范围的复垦及表土管护等。单项工程量及其投资见表 7.3-7 所示。

表 7.3-7 单项工程投资估算表

表土剥离管护					
序号	工程类别	单位	工程量	单价 (元)	费用 (元)
一	土壤重构工程				
1	表土剥离	100m ³	83.50	1701.18	142048.78
一	配套工程				
(一)	截排水工程				
1	土方开挖	100m ³	0.34	3352.21	1139.75
2	浆砌块石	100m ³	0.30	40007.79	12002.34
3	砂浆抹面	100m ²	0.52	3156.63	1641.45
(二)	拦挡工程				
1	编织袋挡墙	100m ³	1.13	12748.50	14405.81
二	植被重建				
(一)	林草地恢复工程				
1	撒播狗牙根	hm ²	0.25	1714.45	428.61
小计					171666.73
硐口工业场地					
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	1.34	23672.00	31720.48
2	硬化地面拆除	100m ³	1.1	47845.42	52629.97
3	建筑垃圾清运	100m ³	2.44	3091.12	7542.34
(二)	充填工程				
1	浆砌块石	100m ³	0.10	35037.16	3503.72
2	充填废石	100m ³	2.00	3091.12	6182.25
(三)	翻耕、覆土工程				
	土地翻耕	hm ²	0.14	2798.02	391.72
	覆土工程	100m ³	7.00	2290.13	16030.92
(四)	平整工程				
	土地平整	100m ³	4.20	310.94	1305.93
(五)	生物化学工程				
	土壤培肥	hm ²	0.04	137312.24	5492.49
小计					124799.82
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	2.9	23672.00	68648.80
2	硬化地面拆除	100m ³	0.6	47845.42	28707.25
3	建筑垃圾清运	100m ³	3.5	3091.12	10818.93

(三)	翻耕、覆土工程				
	土地翻耕	hm ²	0.23	2798.02	643.54
	覆土工程	100m ³	11.5	2290.13	26336.52
(四)	平整工程				
	土地平整	100m ³	6.9	310.94	2145.46
(五)	生物化学工程				
	土壤培肥	100t	0.07	137312.24	9611.86
小计					146912.37
废石场					
一	配套工程		工程量	单价 (元)	费用 (元)
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	覆土工程	100m ³	54.5	2290.13	124812.20
二	植被重建				
(一)	林草地恢复工程				
1	栽植思茅松	100 株	27.25	2194.46	59799.17
2	栽植爬山虎	100 株	51	228.03	11629.44
3	撒播狗牙根、高羊茅	hm ²	1.09	1714.45	1868.75
小计					198109.55
表土堆放场					
序号	工程类别	单位	工程量	单价 (元)	费用 (元)
一	植被重建				
(一)	林草地恢复工程				
1	撒播狗牙根、早熟禾	hm ²	0.25	1714.45	428.61
2	场地平整	100m ³	7.5	310.94	2332.02
3	栽植早冬瓜	100 株	6.25	2194.46	13715.41
小计					16476.04
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)	平整工程				
1	土地平整	100m ³	10.08	310.94	3134.24
2	土地翻耕	hm ²	5.76	2798.02	16116.60
(二)	充填工程				
1	地裂缝充填	100m ³	3.17	4880.26	15470.41
二	植被重建				
(三)	林草地恢复工程				
1	种植乔木	100 株	4.2	2194.46	9216.75
(四)	生物化学措施				
1	土壤培肥	100t	1.73	137312.24	237550.17
小计					281488.17

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 249.59 万元，其中矿山地质环境治理工程静态投资 114.96 万元，土地复垦工程静态总投资 134.63 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	30.47	93.95	124.42
二	其他费用	5.15	13.39	18.54
三	监测与管护费			
(一)	复垦监测费		1.44	1.44
(二)	地质环境监测费	65.65		65.65
(三)	管护费		3.86	3.86
四	预备费	13.69	57.65	71.34
(一)	基本预备费	3.56	10.73	14.29
(二)	价差预备费		46.92	46.92
(三)	风险金	10.13	11.26	21.39
五	总投资	114.96	134.63	249.59
六	动态投资		181.55	181.55

(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 单位：元

年度	治理单元	治理措施	单位	工程量	投资（元）
2021	地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米	1100
			警示牌	个	11
	硐口工业场地	截排水沟	挖方	m ³	240.8
			浆砌石	m ³	189.2
			M10 砂浆	m ²	670.8
		边坡工程	刷坡	m ³	1270
	废石场	边坡工程	修坡平整	m ³	0
	矿山道路	边坡工程	清理滑塌体	m ³	900.00
			刷坡	m ³	760.00
			格构护坡	m ³	66.70
	地质灾害监测	地表变形监测	监测点设置	点	40
			变形测量	点·次	480

年度	治理单元	治理措施		单位	工程量	投资（元）
			巡回监测	点·次	24	
		泥石流监测	监测点次	点·次	108	
	地下水监测		水位	点·次	24	
			水质	点·次	48	
	地表水质监测			点·次	18	
	土壤污染监测			点·次	24	
	地貌景观及恢复治理监测			点·次	20	
2022	地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米	0	70720.00
			警示牌	个	0	
	硇口工业场地	截排水沟	挖方	m ³	0	
			浆砌石	m ³	0	
			M10 砂浆	m ²	0	
		边坡工程	刷坡	m ³	0	
	废石场	边坡工程	修坡平整	m ³	0	
	地质灾害监测	地表变形监测	监测点设置	点	0	
			变形测量	点·次	480	
			巡回监测	点·次	24	
			泥石流监测	监测点次	点·次	
	地下水监测		水位	点·次	24	
			水质	点·次	48	
地表水质监测			点·次	18		
土壤污染监测			点·次	24		
地貌景观及恢复治理监测			点·次	20		
2023	地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米	0	74972.96
			警示牌	个	0	
	硇口工业场地	截排水沟	挖方	m ³	0	
			浆砌石	m ³	0	
			M10 砂浆	m ²	0	
		边坡工程	刷坡	m ³	0	
	废石场	边坡工程	修坡平整	m ³	250	
	地质灾害监测	地表变形监测	监测点设置	点	0	
			变形测量	点·次	480	
			巡回监测	点·次	24	
			泥石流监测	监测点次	点·次	
	地下水监测		水位	点·次	24	
			水质	点·次	48	
地表水质监测			点·次	18		
土壤污染监测			点·次	24		
地貌景观及恢复治理监测			点·次	20		
2024	地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米	0	70720.00
			警示牌	个	0	
	硇口工业场地	截排水沟	挖方	m ³	0	
			浆砌石	m ³	0	
			M10 砂浆	m ²	0	
		边坡工程	刷坡	m ³	0	
废石场	边坡工程	修坡平整	m ³	0		

年度	治理单元	治理措施	单位	工程量	投资（元）
	地质灾害监测	地表变形监测	监测点设置	点	0
			变形测量	点·次	480
			巡回监测	点·次	24
		泥石流监测	监测点次	点·次	108
	地下水监测		水位	点·次	24
			水质	点·次	48
	地表水质监测			点·次	18
	土壤污染监测			点·次	24
	地貌景观及恢复治理监测			点·次	20
	2025	地表移动区域	拦挡警示	铁丝围栏	延米
警示牌				个	0
硐口工业场地		截排水沟	挖方	m ³	0
			浆砌石	m ³	0
			M10 砂浆	m ²	0
		边坡工程	刷坡	m ³	0
废石场		边坡工程	修坡平整	m ³	0
地质灾害监测		地表变形监测	监测点设置	点	0
			变形测量	点·次	480
			巡回监测	点·次	24
		泥石流监测	监测点次	点·次	108
地下水监测		水位	点·次	24	
		水质	点·次	48	
地表水质监测			点·次	18	
土壤污染监测			点·次	24	
地貌景观及恢复治理监测			点·次	20	

2、土地复垦工程年度费用估算

根据复垦工作部署，统计近期（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：元

年度	复垦区域	工程措施	单位	工程量	静态投资	动态投资
2021	表土堆放场	表土剥离	100m ³	83.50	211750.52	211750.52
		土方开挖	100m ³	0.34		
		浆砌块石	100m ³	0.30		
		砂浆抹面	100m ²	0.52		
		编织袋挡墙	100m ³	1.13		
		撒播狗牙根	hm ²	0.25		
	监测与管护工程	土地损毁监测	hm ²	1.56		
		复垦效果监测	hm ²	0.25		
		管护	hm ²	0.25		

年度	复垦区域	工程措施	单位	工程量	静态投资	动态投资
2022	监测与管护工程	土地损毁监测	hm ²	2.58	40083.78	42889.65
		复垦效果监测	hm ²	0.25		
		管护	hm ²	0.25		
2023	地表移动区域	裂缝充填	100m ³	0.23	74253.40	85012.72
		土地翻耕	hm ²	0.94		
		土地平整	100m ³	0.67		
		土壤培肥	100t	0.22		
	监测与管护工程	土地损毁监测	hm ²	3.73		
		复垦效果监测	hm ²	1.19		
管护		hm ²	1.19			
2024	地表移动区域	裂缝充填	100m ³	0.34	152166.74	186410.80
		土地翻耕	hm ²	1.02		
		土地平整	100m ³	0.98		
		土壤培肥	100t	0.31		
	废石场	覆土工程	100m ³	18.00		
		种植乔木	100 株	8.65		
		栽植爬山虎	100 株	17.00		
		撒播草籽	hm ²	0.36		
	监测与管护工程	土地损毁监测	hm ²	5.77		
		复垦效果监测	hm ²	2.32		
管护		hm ²	2.32			
2025	地表移动区域	裂缝充填	100m ³	0.58	101439.40	132966.36
		土地翻耕	hm ²	1.15		
		土地平整	100m ³	1.23		
		土壤培肥	100t	0.40		
	监测与管护工程	土地损毁监测	hm ²	8.31		
		复垦效果监测	hm ²	3.72		
		管护	hm ²	3.72		

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，景东恒富矿业投资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。

其主要任务为宣传、贯彻、落实地质环境保护与土地复垦相关法律政策，制定地质环境保护与土地复垦规划和实施计划，并组织地质环境治理与复垦工程验收。负责选取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，并全程参与地质环境治理与土地复垦工程实施。负责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，同时定期向组长及副组长汇报计划制定和项目施工进展情况，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

景东恒富矿业投资有限公司承诺根据《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸梯矿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，对本方案进行修订。

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。积极开展矿山环境治理及土地复垦工程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，景东恒富矿业投资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。同时加强与相关单位的合作，定期邀请相关技术人员对项目区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》（2019，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》（2019，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。

恒富矿业公司目前设有矿山地质环境恢复治理基金和土地复垦费用两个专户，根据相关规定，分别预存1.0万元和10.0万元，由于矿山未开展矿山地质环境保护与土地复垦工作，未支取过费用。后期恒富矿业公司，根据本方案，将矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，该费用计入生产成本，在所得税前列支，与存入相应账户。

（二）复垦费用安排

根据《土地复垦条例实施办法》，生产建设周期在三年以上的项目，可以分期预存土地复垦费用，但第一次预存的数额不得少于土地复垦费用总金额的 20%，余额按照土地复垦方案确定的土地复垦费用预存计划预存，在生产建设活动结束前一年预存完毕。预存的复垦费用统一纳入矿山地质环境治理恢复基金管理。

方案基于以上规定，在确保满足土地复垦工程各年度费用的基础上，根据土地复垦工程动态投资总额度制定年度复垦费用计提计划。具体情况见表 8.3-1。

表 8.3-1 土地复垦费用安排表

阶段	总投资	年份	产量	单位产量复垦费用预存额	年度复垦费用预存额	阶段复垦费用预存额
	(万元)		(万 t)	(元)	(万元)	(万元)
第一阶段	65.90	2021	***	8.77	26.31	105.65
		2022	***	11.92	35.76	
		2023	***	8.55	25.65	
		2024	***	7.96	23.89	
		2025	***	19.98	59.94	
第二阶段	115.65	2026	***	0.00		
		2027	***	0.00		
		2028	***	0.00		
		2029	***	0.00		
		2030	***	0.00		
合计	181.55				171.55	

备注：目前土地复垦费用已预存 10 万元，故 2021 年预存额为土地复垦费用总金额的 20% 减去已预存金额 10 万元，等于 26.31 万元。年度复垦费用预存额为 171.55 万元。

（三）基金使用

景东恒富矿业投资有限公司应根据公告通过的本方案编制年度实施方案，并明确基金使用计划。基金使用范围如下：

- 1、因矿山建设和开采引发、加剧的矿山崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷及裂缝、地形地貌景观与含水层破坏、地表建构物与植被损毁等保护和治理恢复的支出；
- 2、因矿山建设和开采造成的土地资源损毁等复垦的支出；
- 3、矿山地质环境与土地复垦监测和管护工程的支出；
- 4、矿山进行开发式治理的支出；
- 5、矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程勘查、设计、竣工验收等的支出。

矿山企业按要求完成矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程后应及时申请工程验收，工程验收合格后核算基金使用情况。

基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和挪用。按要求完成治理恢复与土地复垦任务后的年度结余资金可结转下年度使用。

（四）监督管理

景东恒富矿业投资有限公司应规范基金提取与使用，明确基金提取与使用的程序及权限，基金专项用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦、开发式治理等工程。矿山企业应根据本方案制定年度基金提取和使用计划，基金使用纳入矿山企业财务预算。基金的会计处理，应当符合国家统一的会计制度的规定。

景东恒富矿业投资有限公司应与所在地县级自然资源主管部门、银行共同签订基金使用监管协议，并明确基金提取与使用的时间、数额、程序、条件和违约责任等。

景东恒富矿业投资有限公司应按时（季度、半年、年度）将基金提取、使用情况，治理恢复与土地复垦成效（半年、年度）及下一年度治理恢复与土地复垦计划上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。基金的提取、使用及治理恢复与土地复垦工程的执行情况，列入矿业权人勘查开采信息公示系统。

省、市自然资源主管部门会同同级财政、环境保护主管部门对基金提取、使用及治理恢复与土地复垦工作情况按照“双随机、一公开”的方式进行动态监督检查。

（五）基金审计

项目竣工验收时，景东恒富矿业投资有限公司应就投资估算调整情况、分年度安排投资、资金到位情况和经费支出情况写出总结，报主管部门和监督部门审计审查备案。

主要审查内容：

- 1、资金的计提、转划、管理情况；
- 2、项目资金流向、使用效益，审核预算、决算编制、资金的流程，检查业主或施工单位是否存在虚假决算，或虚列支出，搞虚假工程骗取资金行为，或有关部门滞留项目资金行为；
- 3、实施责任追究制度。在项目的审计中，如出现滥用、挪用资金的行为，追究当事人、相关责任人的责任。

四、监管保障

景东恒富矿业投资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。景东恒富矿业投资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，定期向景东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

南岸梯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区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耕地、林地的经济效益。本方案复垦耕地面积 6.08hm²，林地面积 2.23hm²，根据矿区周边耕地和林地产量和产品价格，本项目实施后，耕地按 0.8 万元/hm²，经济效益林地按 0.60 万元/hm²，计算，则每年的直接静态经济效益为 6.20 万元（见表 8.5-1），可见其具有良好的经济效益。

表 8.5-1：南岸梯矿土地复垦后年直接经济效益表

类型	面积 (hm ²)	单位收益 (万元/hm ²)	静态年收益 (万元)
耕地	6.08	0.80	4.86
林地	2.23	0.60	1.34
合计	—	—	6.20

（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。可以减少地质灾害和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，通过复垦耕地、林地，可以起到调整土地利用结构的作用，从而促当地经济结构调整，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期、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治理恢复措施、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实行。公众参与调查主要采取访谈的方式，主要对象矿山企业、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初步确定复垦区责任区复垦方向和拟采取的恢复治理措施，详见照片 8.6-1。具体内容

包括：
查阅南岸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，以及项目所在地经济情况；

查阅当地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，确定其对复垦方案待复垦区域的规划用途。

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、林草局专家现场核查并内业审查了项目复垦设计，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，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的复垦技术，积极宣传土地复垦政策及其深远意义，矿山企业努力起到模范带头作用。

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，需要制定包括张贴公告、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到公众参与中来。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，如环保局和审计局等。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

根据本方案确定的复垦时序安排，在每年制订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

根据南岸铋矿特点，设计公众参与形式包括信息发布、信息反馈以及信息交流。

1、信息发布

信息发布为让公众了解项目的一个很好方式，包括广播、电视、电台、报纸、期刊及网络等形式。根据南岸铋矿的特点，在方案实施过程中和复垦工程竣工验收阶段将计划采取网络、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。南岸铋矿复垦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的收集了意见，为矿山地质环境保护与土地复垦设计方向的确定奠定了基础。

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息、开展社会调查等。南岸铋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方向的确定听取了各方面的意见与建议。

（三）公众参与具体方法

1、现场访谈及问卷调查

在景东恒富矿业投资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、相关政府部门及铋矿工作人员，听取了相关的意见，得到了他们的大力支持。

本次公众调查主要是对评估区范围内受铋矿生产影响的耕地、林地所有权人进行了走访及问卷调查，走访地主要为龙街乡南岸村。

通过调查，当地群众主要提出了以下两点问题和意见：（1）担心矿山开采可能会引起边坡失稳、对水土环境造成污染，对土壤、植被等造成损毁；（2）希望解决当地劳动力的就业问题。

图 8.6-1 南岸铈矿方案编制前现场走访

图 8.6-2 南岸铈矿征求相关政府工作部门意见

表 8.6-1 南岸铋矿项目公众参与调查表

景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸铋矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 公众参与调查表							
姓名		性别		年龄		文化程度	
职业				单位名称			
1	您对南岸铋矿了解吗： A 很了解； B 一般了解； C 不了解						
2	您认为南岸铋矿的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 对含水层造成破坏； C 地形地貌景观破坏； D 水土环境污染； E 土地资源破坏						
3	您关心的地质环境问题有哪些（可多选）？ A 崩塌、滑坡、泥石流； B 对水层造成破坏； C 地形地貌景观破坏； D 水土环境污染； E 土地资源破坏						
4	针对废石场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						
5	针对井工开采引起的塌陷、裂缝及等地质灾害，您认为下面那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						
6	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（可多选）？ A 林地； B 草地； C 耕地； D 其他						
7	您认为废石场压占损毁的土地，最适宜的复垦方向是什么（可多选）？ A 林地； B 草地； C 耕地； D 其他						
8	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（可多选）？ A 林地； B 草地； C 耕地； D 其他						
9	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： _____						
10	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						
11	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？						
被调查人（签名）：				日期：			

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 此次土地复垦项目调查结果统计表

性别	男	24	年龄	30 岁以下	5
	女	6		30~50 岁	18
				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%
您认为南岸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		4	13.33%
		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		5	16.67%
		地面塌陷和地裂缝等地质灾害		8	26.67%
		对水层造成破坏		9	30.00%
		地形地貌景观破坏		5	16.67%
		水土环境污染		3	10.00%
		土地资源破坏		16	53.33%
针对废石场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		32	64.0%
		修建截排水沟		40	80.0%
		修建拦渣坝		45	90.0%
		削坡修整		41	82.0%
		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		38	76.0%
		监测预警		32	64.0%
		搬迁避让		45	90.0%
		裂缝充填		40	80.0%
		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（可多选）？		林地		23	76.67%
		草地		5	16.67%
		耕地		8	26.67%
		其他		4	13.33%
您认为废石场压占损毁的土地，最适宜的复垦方向是什么（可多选）？		林地		24	80.00%
		草地		18	60.00%
		耕地		3	10.00%
		其他		4	13.33%
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		18	60.00%
		杉木		17	56.67%
		刺槐		6	20.00%

	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%
	高羊茅	12	40.00%
	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，发现普遍对南岸梯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地面塌陷、地裂缝、边坡失稳、对水土环境造成污染和对土地造成损毁。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，避免对群众对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

通过走访相关政府部门，本方案编制过程中听取了政府相关部门对于方案编制、实施等的要求及建议：

1) 景东恒富矿业投资有限公司需要保证矿山开采过程中，采取切实有效的措施，及时复垦损毁的土地，最大限度地减少矿产资源开发对矿山地质环境的影响和破坏，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，尽量恢复土地利用价值和生态价值，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和复垦监测，发现地质灾害迹象或地质环境问题应及时上报，有关部门应及时处理。

5) 矿山企业要采取积极缴存矿山地质环境恢复治理基金等措施，保证治理和复垦资金落实到位。

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措施能够科学合理，方案能够有效落实。

2、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，将方案通过公告等方式进行公示（图 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

首先，由公众参与调查问卷可知，项目区周围公众对于铋矿开采比较了解，但对土地复垦相关工作的了解较少。通过本次公示，使公众对于铋矿开采损毁土地复垦工作所确定的复垦方向、所采取的复垦措施有了一定的了解，对土地复垦宣传普及工作有一定的积极意义。其次，通过本次公示，矿方及项目编制方未收集到反对意见，由此可见本方案确定的复垦方向、治理恢复措施、复垦措施等较为合理。

图 8.6-3 南岸铋矿矿山地质环境保护与土地复垦方案公示

景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡
南岸锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案报告书
公 示

景东恒富矿业投资有限公司委托北京通拓工程科技有限公司编制完成《景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案报告》，现将主要内容公示如下：

一、项目名称：景东恒富矿业投资有限公司景东县龙街乡南岸锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

二、项目单位：景东恒富矿业投资有限公司

三、项目简介：南岸锑矿保有 122b+333 锑矿石资源量***万 t，锑金属量***t，Sb 平均品位***，设计利用资源量为***万 t。采用井工开采，平硐开拓。生产期 5 年，稳沉期 1 年，复垦期 1 年，管护期 3 年，土地复垦服务年限约为 10 年（自 2021 年至 2030 年）。

四、主要内容：

（1）评估范围：矿区范围和矿山地质环境影响范围，面积 3.675km²。

（2）评估级别：一级。

（3）复垦面积：复垦区面积为 9.19hm²，复垦责任范围面积 8.31hm²。

（4）复垦方向：主要复垦为耕地和林地。

（5）治理措施：设立铁丝围栏和警示牌，修建挡土墙和截排水沟、削坡平整，修建集水池和废水处理设施等。

（6）复垦措施：

工程技术措施：表土剥离、裂缝充填、土地平整、翻耕覆土、表土管护等工程。

生物化学措施：土壤培肥、植被恢复。

五、其他事宜：

南岸锑矿土地复垦工作，具体由景东恒富矿业投资有限公司组织，并按矿山地质环境保护与土地复垦方案编制年度实施计划，逐年实施。

本项目征求意见的范围主要是受开采影响范围内企事业单位和个人、相关管理部门，及其他关心本项目建设的团体和个人。您可采用电话、信函等多种方式发表自己对项目提出宝贵的意见和建议。最好提供自己的真实姓名和联系方式，以便我们进行意见反馈。如要了解详细信息请联系我们获得该方案简本。

六、联系方式

矿业权人：景东恒富矿业投资有限公司

单位地址：***

联系人：*** 联系电话：***

编制单位：北京通拓工程科技有限公司

单位地址：***

联系人：*** 联系电话：***

图 8.6-4 南岸锑矿矿山地质环境保护与土地复垦方案公示内容

第九章 结论与建议

一、 结论

1、南岸锑矿位于云南省普洱市景东县境内，是隶属于景东恒富矿业投资有限公司的一座设计生产能力为***万吨/年的小型矿山，矿区面积为 1.1994km²，开采矿体为 V₁ 矿体，采用地下开采，平硐开拓方式。倾角 35° 以上的矿体设计采用留矿全面采矿方法进行回采，30~35° 之间的矿体采用伪倾斜全面采矿方法进行回采。

2、南岸锑矿为延续矿山，生产服务年限为 5 年，地表稳沉期 1 年，治理和复垦施工期 1 年，管护时间 3 年，由此确定本方案服务年限为 10 年，即 2021 年至 2030 年。

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，评估区北西部至分水岭，南、东部以矿界范围为界外推约 200m。评估区面积约 3.675km²，其地理坐标为 X: ***~***，Y: ***~***。

南岸锑矿复垦区面积 9.19hm²，因矿山道路（0.88hm²）将在矿山闭坑后给当地村民留续使用，矿山复垦责任范围面积为 8.31hm²。

4、根据调查评估区内分布有 5 处村庄，居民居住比较分散，除南岸村委会居住人数在 200~500 之间，其他居民点居住人数均在 200 人以下；sw02 泉点是矿山和李家寨部分村民饮用水水源，为较重要水源地；矿山建设和生产损毁土地主要为耕地和林地，评估区重要程度为重要区；矿山设计生产规模为***万 t/a，属于小型矿山；矿山水文地质条件中等，工程地质条件中等，地形地貌形态中等，矿山地质环境条件中等。矿山地质环境评估级别定位一级。

5、矿山目前处于停产状态。现状调查过程中，未发现大型崩塌、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 4 个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以及矿山道路两侧存在的小型崩塌滑坡等地质灾害，主要影响矿山道路、农田、采矿设施和人员，以及部分周边村民，地质灾害影响较严重。由于矿体采空区和导水裂隙带位于隔水层中，只有部分井巷工程对底板含水层结构造成破坏，地下水向采空区排泄引起周边地下水位下降。根据监测，地下水水质满足地下水Ⅲ类标准，矿山开采对地下水水质影响较小，总体上矿山开采对含水层影响较严重。办公生活区、硐口工业场地的建设，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。根据监测，矿山周围地表水体水质满足地表水体Ⅲ类标准，土壤环境质量监测指标小于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》土壤污染风险筛选值，矿山开采对水土环境影响程度较小。

6、后期基建和生产过程中，新建废石场稳定性较好，但在极端条件下，可能会发生失稳，引起滑坡和泥石流，影响排土设备、工作人员及下游部分道路和农田。随着地下采空区面积的扩大，顶板可能出现冒落张裂变形，发展到地表会引起地面塌陷和地裂缝等地质灾害。由于矿体采空区和导水裂隙带位于隔水层中，只有部分井巷工程对底板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下降，随着采空区面积的扩大和采深的增加，地下水影响范围逐渐增大和地下水降深逐渐增大，但对周边居民生产生活用水影响较小。根据预测，废水和废石排放对地下水水质影响较小。总体上对含水层影响较严重。废石的排放和地表塌陷、地裂缝较大的改变了原来地形地貌景观，对地形地貌景观影响严重。正常排放条件下，矿山废水排放，不会引起地表水体超标，非正常条件下，矿山废水排放会引起地表水体镉含量轻度超标；废水和废石排放一般不会引起土壤环境的污染，矿山开采对水土环境污染较轻。

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地下采动范围（A1）和新建废石场区域（A2）两个亚区，次重点治理区划分为地下水位沉降区域（B1）、办公生活区（B2）、硐口工业场地（B3）和矿山道路影响区域（B4）四个亚区

8、南岸锑矿矿山地质环境治理工程措施及工程量为：地表移动区域设铁丝围栏 1100 延米、警示牌 11 个；硐口工业场地不稳定边坡排水沟土方开挖 240.80m³、浆砌块石 189.20m³、刷坡量 1270m³；废石场修坡工程 450m³；矿山道路两侧清理崩滑体 900 m³，刷坡工程量 760m³，修建格构护坡 66.7m³。地质灾害监测设置 40 个监测点、变形测量 4320 点·次，巡回监测 216 点·次，泥石流监测 972 点·次，地下水水位监测 216 点·次，地下水水质监测 432 点·次，地表水水质监测 162 点·次，土壤污染监测 216 点·次，地形地貌景观监测点 180 点·次。

9、南岸锑矿复垦责任区面积 8.31hm²，其中复垦为耕地面积 6.08hm²，林地面积 2.23hm²，土地复垦率 100%。

10、方案分 2 个阶段对南岸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）2021-2025 年，第二阶段（中远期）2026-2030 年。

11、矿山地质环境保护与土地复垦工程估算静态总费用约 249.59 万元，其中矿山地质环境治理工程静态投资 114.96 万元，土地复垦工程静态总投资 134.63 万元。土地复垦动态总投资为 181.55 万元，资金来源全部为矿山企业自筹。

2021-2025 年（近期），南岸锑矿矿山地质环境治理工程估算总费用约 67.49 万元，对应年度投资估算费用分别为 38.78 万元、7.07 万元、7.50 万元、7.07 万元和 7.07 万元。

2021-2025 年（第一阶段），南岸锑矿土地复垦工程估算静态总费用约 57.97 万元，对应年度静态投资估算费用分别为 21.18 万元、4.01 万元、7.43 万元、15.22 万元和 10.14 万元。动态总费用为 65.90 万元，对应年度动态总投资费用分别为 21.18 万元、4.29 万元、8.50 万元、18.64 万元、13.30 万元。

二、建议

1、矿山开采过程中，应采取切实有效的措施，最大限度地减少矿产资源开发对矿山地质环境的影响和破坏，真正做到“在开发中保护、在保护中开发”，促进矿业活动可持续发展。

2、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上报，有关部门应及时处理。

3、矿山生产过程中，应严格执行国家现行的矿山安全生产规范、规程、规定和标准，确保矿山建设和生产的安全。

4、地表移动可能对矿区地面造成危害，形成地面拉裂、变形，甚至沉陷、损毁危害。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。特别应加强矿山生产期及闭坑治理期的监测工作，并采取相应的防治措施。

5、矿山开采存在疏干 sw01、sw02、sw03、sw04 泉点的可能性，建议提前寻找替代水源。

6、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。

7、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。

8、施工过程中建设单位应按报告书要求，认真落实方案，配合当地行政主管部门，做好方案实施的监测和监督工作，严格执行工程监理制度，对各类措施的实施进度、质量和资金使用情况进行监督管理，以保证工程质量。

9、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，一定要采取措施保证监测和管护质量。

10、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；矿山地质环境治理恢复工程完成后应加强维护管理，确保发挥长期效益。

11、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。

12、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。