

连平县珠江矿业有限公司
连平县锯板坑钨锡多金属矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：连平县珠江矿业有限公司



2019年4月

连平县珠江矿业有限公司
连平县锯板坑钨锡多金属矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：连平县珠江矿业有限公司

法人代表：张征达

总工程师：欧阳化兵



编制单位：广东省有色金属地质局九三二队

法人代表：蒋祖浩

总工程师：吴剑



项目负责人：朱年方

编写人员：朱年方 张娟娟 胡建军 王向峰 于少川

制图人员：刘红娜

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	6
五、编制工作概况	7
第一章 矿山基本情况	20
一、矿山简介	20
二、矿区范围及拐点坐标	22
三、矿山开发利用方案概述	23
四、矿山开采历史及现状	41
第二章 矿区基础信息	44
一、矿区自然地理	45
二、矿区地质环境背景	50
三、矿区社会经济概况	65
四、矿区土地利用现状	66
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	69
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	70
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	73
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	74
二、矿山地质环境影响评估	74
三、矿山土地损毁预测与评估	124
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	132
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	146
一、矿山地质环境治理可行性分析	148
二、矿区土地复垦可行性分析	150
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	159
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	160
二、矿山地质灾害治理	162
三、矿区土地复垦	173
四、含水层破坏修复	178
五、水土环境污染修复	179
六、矿山地质环境监测	179
七、矿区土地复垦监测和管护	187
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	189
一、总体工作部署	190
二、阶段实施计划	191
三、近期年度工作安排	193
第七章 经费估算与进度安排	197
一、经费估算依据	197
二、矿山地质环境治理工程经费估算	201
三、土地复垦工程经费估算	209
四、总费用汇总与年度安排	219

第八章 保障措施与效益分析.....	221
一、组织保障.....	221
二、技术保障.....	221
三、资金保障.....	222
四、监管保障.....	225
五、效益分析.....	225
六、公众参与.....	221
第九章 结论与建议.....	231
一、结论.....	232
二、建议.....	233

前 言

一、任务的由来

连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿是以钨矿、铜矿开采为主的多金属矿区，珠江矿业有限公司于****年*月取得矿区采矿许可证，证号：*****，有效期：****年*月**日至****年*月**9日。根据《矿山地质环境保护规定》、《土地复垦条例》、《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）的要求，在办理采矿权延续时，矿山地质环境保护与土地复垦方案超过适用期或方案剩余服务期少于采矿权延续时间的，应当重新编制或修订。矿山企业原矿山地质环境保护与治理恢复方案和土地复垦方案其中一个超过适用期的或方案剩余服务期少于采矿权延续时间的，应重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。本矿山采矿证已到期，且原土地复垦方案及恢复治理方案已过期，因此需要重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

2018 年2月，连平县珠江矿业有限公司委托广东省有色金属地质局九三二队承担《连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（下称“方案”）的编制工作。

根据《矿产资源开采登记管理办法》规定，采矿许可证有效期按照矿山建设规模确定：大型以上的有效期最长为30年；中型的最长为20年；小型的最长为10年。锯板坑矿山建设规模为**万吨/年，属小型，拟申请延续采矿证年限为10年。

矿山地质环境保护与土地复垦方案是实施矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据之一。本方案不代替相关工程勘查、治理设计。

二、编制目的

矿山因采矿许可证****年*月**日到期，拟申请采矿权延续，且原土地复垦方案及恢复治理方案已过期。因此需编制《矿山地质环境保护与土地复垦方案》为矿业权人延续采矿提供依据。

编制《矿山地质环境保护与土地复垦方案》目的在于尽快实现保护矿山地质环境及土地资源，遏制、减少因矿产开采活动造成的地质环境及土地破坏，保护

人民生命和财产安全；促进矿产资源的合理开发利用和经济社会、资源环境的协调发展，为矿山地质环境实施保护、监测、恢复治理、土地复垦提供技术依据。

三、编制依据

（一）法律依据

1、《中华人民共和国矿产资源法》，第八届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议于1996年8月29日通过，1997年1月1日起施行，2009年8月27日修正；

2、《中华人民共和国土地管理法》，中华人民共和国主席令第28号，2004年8月28日公布施行；

3、《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议于2014年4月24日修订通过，自2015年1月1日起施行；

4、《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)；

5、《中华人民共和国水土保持法》，中华人民共和国主席令第39号，2011年3月1日起施行；

6、《中华人民共和国农业法》，中华人民共和国主席令第39号，2013年1月1日起施行。

（二）有关政策性文件

1、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号），于2003年11月24日公布，2004年3月1日起施行；

2、《广东省矿产资源管理条例》，1999年9月24日颁布实施，广东省第九届人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，2012年7月26日广东省第十一届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正；

3、《广东省地质环境管理条例》，2003年7月25日广东省十届人大常委会第五次会议通过，2003年10月1日起施行；

4、《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与治理恢复方案编制审查及有关工作的通知》（国土资厅发〔2009〕61号），2009年7月9日；

5、《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国资发〔2004〕69号），

2004 年 3 月 25 日发布施行；

6、《关于印发〈广东省地质灾害危险性评估实施细则〉的通知（2016 年修订版）》；

7、《关于进一步规范我省地质灾害危险性评估和矿山地质环境影响评价有关事项的通知》（粤国土资地环发〔2007〕137 号），2007 年 6 月 26 日颁布施行；

8、《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）；

9、《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第 44 号），2009 年 5 月 5 日起施行，2015 年 5 月 6 日国土资源部第 2 次部务会议修正；

10、《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令第 592 号），2011 年 3 月 5 日公布并实施；

11、《国务院关于取消和调整一批行政审批项目等事项的决定》，国发〔2015〕11 号，2015 年 2 月 24 日；

12、《国土资源部关于贯彻实施〈土地复垦条例〉的通知》（国土资发〔2011〕50 号）；

13、《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）；

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

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

（三）规程、规范

1、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223—2011）；

2、《广东省矿山地质环境保护与恢复治理方案编制指南》，广东省地质灾害协会，2013 年 6 月；

3、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB 12719—1991）；

4、《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538—1993）；

- 5、《土地利用现状分类》（GB/T 21010—2017）；
- 6、《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2006）；
- 7、《地质图用色标准及用色原则（1:50000）》（DZ/T 0179—1997）；
- 8、《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）；
- 9、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219—2006）；
- 10、《中国地震参数区划图》（GB 18306—2015）；
- 11、《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133—1994）；
- 12、《区域地质图图例》（GB/T 958—2015）；
- 13、《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T 13908—2002）；
- 14、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T1049-2016）；
- 15、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 16、《滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221—2006）；
- 17、《国土资源调查预算标准(地质调查部分)》(中华人民共和国财政部、中华人民共和国国土资源部);
- 18、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号）；
- 19、《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328—1990）；
- 20、《工程建设监理收费标准》（发改价格〔2007〕670号）；
- 21、《工程勘察设计收费标准》；
- 22、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 23、《工程岩体分级标准》（GB 50218—94）；
- 24、《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423—2006）；
- 25、《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566—2010）；
- 26、《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2016年修订版）；
- 27、《地质灾害危险性评估规范（DZ/T0286-2015）》；
- 28、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036—2013）；
- 29、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）》（DZ/T 0261-2014）；
- 30、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 31、《地下水监测规范》（SL/T 183-2005）；
- 32、《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T1031.1-2011）；

- 33、《土地复垦方案编制规程 第4部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）；
- 34、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453-1996）；
- 35、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012—2016）；
- 36、《造林技术规程》（GB/T15766-2016）；
- 37、《主要造林树种苗木质量分级》（GB6000—1999）；
- 38、《广东省地方-标准水污染排放限值》（DB 44/26-2001）；
- 39、《危险废物鉴别标准》（GB5085.3-2007）；
- 40、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）。

（四）技术文件与资料

1、区域地质、水工环、地震地质资料

- (1) 《连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿采矿项目土地复垦方案报告书》（广州市中田工程咨询有限公司，2013年1月）；
- (2) 《广东省连平县锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》（深圳地质建设工程公司，2010年10月）；
- (3) 《广东省连平县地质灾害调查与区划报告》，广东省地质环境监测总站，2003年10月；
- (4) 《广东省地震烈度区划图（1:1800000）》，国家地震局，1990年；
- (5) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，国家地震局，2015年。

2、矿区地质、开采技术条件等资料

- (1) 《广东省连平县锯板坑钨锡多金属矿区第一期勘探地质报告》（冶金工业部广东冶金地质九三二队，1983年10月）；
- (2) 《广东省连平县锯板坑钨、锡多金属矿区采选企业可行性研究报告》（广东省冶金设计院，1994年11月）；
- (3) 《广东省连平县锯板坑矿区钨锡多金属矿矿产资源开发利用方案》（南方冶金学院研究设计院，2006年2月）；
- (4) 《广东省连平县锯板坑矿区钨锡多金属矿蒋屋坑尾矿库安全整改方案设计》（化工部长沙设计研究院，2007年4月）；
- (5) 《连平锯板坑钨锡多金属矿选厂改选项目使用林地可行性报告》（广

东省林业调查规划院、广东省岭南综合勘察设计院，2008 年11 月）；

（6）《广东连平县锯板坑钨锡矿蒋屋坑尾矿库整改治理工程竣工资料》（湘潭湘军建设有限公司，2009 年6 月）；

（7）《连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿建设项目现状环境影响评估报告》（广州环发环保工程有限公司，2016年11月）；

（8）《连平县珠江矿业有限公司锯板坑矿采空区探测、稳定性风险评估及治理方案》（华南理工大学，2017年11月）。

3、土壤、矿产等资料

（1）《广东省矿产资源总体规划（2016~2020 年）》；

（2）《河源市矿产资源总体规划（2016~2020 年）》；

（3）《河源市地质灾害防治“十三五”规划》（河源市国土资源局，2018 年）；

（4）《广东土壤》（广东省土壤普查办公室编著）。

4、社会经济概况、工程建设材料价等资料

（1）《河源统计年鉴》（2018 年）；

（2）《广东农村统计年鉴》（2018 年）；

（3）《广东工程造价（河源市连平县价格）》（2018 年）；

（4）《广东造价信息（河源站）》；

（5）河源市市场调查资料。

四、方案适用年限

（一）方案服务年限

根据《2006 年广东省连平县锯板坑矿区钨锡多金属矿矿产资源开发利用方案》，矿山剩余开采服务年限 21 年。矿山生产规模为小型，拟申请采矿证年限 10 年。根据规程，本方案服务年限以拟申请采矿证年限为基础，考虑矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作治理期 1 年，管护期 5 年，故本方案服务年限为 16 年，基准年为 2019 年。

（二）方案适用年限确定

本方案适用年限为 5 年（2019 年- 2023 年），今后每 5 年对本方案进行一次修订。若采矿权人调整生产规模、变更矿区范围或开采方式的，应重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

五、编制工作概况

广东省有色金属地质局九三二队是一支以有色金属矿产勘查、地质测绘、水工环地质调查、地质灾害防治为主，以岩土工程勘察与施工、岩溶研究与治理为辅的综合性地勘队伍。接受委托后，依据《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》（国资规〔2016〕21号）的要求，在收集相关资料及矿山地质环境现状调查及土地情况的基础上，编制本《方案》。

接受任务后，组建了项目组，共6人，项目负责人朱年方全面负责方案的总体编制；张娟娟负责方案的编制、审定；王向峰负责土地复垦损毁预测和土地复垦设计；胡建军负责地质环境现状评估与预测；于少川负责资金估算和公众参与；刘红娜负责制图。为了确保编制质量，项目负责人对方案编制工作进行全程质量监控，对野外矿山地质环境调查工作、土地资源调查工作、室内综合研究和报告编制等工作及时进行质量检查，并组织单位有关专家对矿山地质环境条件、评估级别、土地利用类型等关键问题进行了重点把关。报告编制完成后，组织有关专家进行了报告内审工作，报告主编根据专家审查意见再进一步修改完善。

2018年6月，由自然资源部委托中国地质灾害防治工程行业协会组织了对该方案的首次评审。2018年7月-9月，单位组织技术人员重新进行了现场调查和资料收集，根据评审意见对方案进行修改，并将方案重新报审。

（一）编制过程

依据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（以下简称《编制指南》）的要求，分阶段进行工作，工作程序见图 0-1。

图 0-1 工作程序框图

1、资料收集、项目初步分析、现场踏勘及确定工作大纲

编制单位组织了 3 名专业技术人员收集矿山的相关资料：采矿许可证、《储量核实报告》、《开发利用方案》、《区域地质图》等资料。

对项目进行初步分析后，依据评估区划定原则，以矿区为中心至山体第一斜坡带或矿山建设影响范围划定了评估区范围。

踏勘工作，选取穿越矿区范围及配套设施的调查路线，初步了解矿区范围内的采矿活动及现状矿山地质环境问题。

在资料收集、项目初步分析、现场踏勘的基础上确定了工作大纲。

2、矿山调查

2018 年 3 月 -4 月，3 名专业技术人员进行矿山地质环境及土地综合调查，2018 年 7 月 -9 月，补充现场调查。

调查内容包括：地质灾害调查、地下开采区、含水层调查、地形地貌景观调查以及水土环境调查。

现场调查阶段：进行矿区及周边 1:5000 地质环境及土地资源调查，重点查明矿区地质环境条件、地质环境问题及土地损毁情况；查明矿区地质灾害类型、发育程度、规模；调查项目建设和生产过程中可能产生的地质环境、土地损毁情况的可能性及形成条件。对矿区矿山基础信息、矿山地质环境现状、已损毁土地情况、复垦义务履行情况（包括以往方案编报及执行情况）、拟损毁土地地类现状、矿区基本农田情况、植被、公众参与情况等进行拍摄记录，对矿山可能损毁的水土污染区域进行取样，并委托第三方机构对矿区可能造成水土污染的区域进行水质检测工作。

野外调查采用 1: 5000 地形地质底图，采用穿越法进行矿山地质环境调查，

调查路线点距 100~200m。调查范围界线外扩至采矿登记界线 175~2270m，包括办公生活区、地下采场、尾矿库、选场及其下游河道区、工业场地等，面积约 4km²。调查重点是地下采场、尾矿库、坑道排水口、选场及下游河道可能受污染的村庄。野外定点采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合现场标志性地形地物综合确定。通过地质调查将各地质现象测量、记录（文字、数字、素描、照片等）、并将地层界线、构造线、地质构造产状、地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染等要素填绘于表、文、图中。

野外调查时，还采集了水质测试样品。

对项目区已损毁未复垦的土地，查清了损毁范围、程度与面积。对土地复垦义务人、土地使用权人、土地所有权人、政府相关部门及相关权益人进行公众调查，征询土地复垦义务人、政府相关部门、土地使用权人和社会公众的意愿，从组织、经济、技术、公众接受程度等方面进行可行性论证。

3、确定矿山地质环境评估范围和复垦区

对项目进行分析后，依据评估区划定原则，划定评估区范围：以矿区功能区（开采区、采矿工业场地）为中心，即开采范围的影响区外扩至第一分水岭为边界，采矿工业场地、开采区等以矿业活动可能影响的范围为边界，圈定评估区面积 164.81hm²。

根据《编制指南》及相关法律法规，对项目进行分析后，依据现状损毁土地范围及预测的拟损毁土地范围，划定复垦区范围及土地复垦责任范围，确定的复垦区面积为 86.4hm²，复垦责任范围面积为 70.55 hm²。

4、矿山地质环境影响评估和土地复垦适宜性评价

选取地质灾害、含水层、地形地貌景观及水土资源四个评估因素及评估方法，对评估区分别进行了现状评估及预测评估。对确定的复垦区进行了土地复垦适宜性评价，制定了土地复垦标准、措施，明确了复垦目标、确定了复垦费用来源，初步拟定了土地复垦方案。

5、矿山地质环境保护与土地复垦分区

据现状评估及预测评估结论，依《编制指南》划分原则，将评估区进行恢复治理分区：划定重点及一般防治区。依据矿山地质环境发生的诱发因素及程度，并结合相关技术和经济实力，设计矿山地质环境保护与土地复垦措施，并制定防

治年度计划。将设计的矿山地质环境保护与土地复垦措施，分别部署在各个防治区。

对初步拟定的方案征询了内莞镇及村民的意愿，从组织、经济、技术等方面进行了可行性论证，合理确定复垦区和复垦责任范围，制定了土地复垦标准，优化了工程设计，完善了工程量测算及投资估算，细化了土地复垦实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施。

6、矿山地质环境保护与土地复垦方案报告编写和图件编绘

根据前期 5 个阶段的工作所得成果，于 2019 年 3 月，参照《编制指南》，编制完成《连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

（二）主要工作量

1、工作量

完成的主要工作量见表 0-1。

表 0-1 主要工作量统计表

项目	工作内容	单位	数量	备注
收集资料	开发利用方案	份	1	
	储量核实报告	份	1	
	矿山地质环境影响评价资料	份	1	
	前期土地复垦报告	份	1	
	前期矿山地质环境保护与恢复治理方案	份	1	
	现状环境影响评估报告	份	1	
	蒋屋坑尾矿库回采工程设计	份	1	
	尾矿库整改设计资料	份	1	
	连平县珠江矿业有限公司锯板坑矿采空区探测、稳定性风险评估及治理方案	份	1	
	尾矿库整改治理工程竣工资料	份	1	
矿山地质环境综合调查	地面调查面积	km ²	5	
	调查线路	km	14	
	地质、水文地质点	个	42	
	尾矿库	处	1	
	选厂	处	1	
	现场拍照片 / 报告附照片	张	213/62	
	滑坡	处	5	
	废石场滑坡隐患	处	4	
	地形地貌景观	处	9	
	土壤环境	处	5	
	地下含水层	处	2	
	地表水、地下水、废水水质分析	个	21	环评报告
	土壤监测	个	18	环评报告
成果	现状水样调查	个	5	
	矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1	
	方案附图	幅	7	
	电子文档（光盘）	份	1	

2、工作质量评述

矿山地质环境问题调查及资料收集取得如下成果：

(1) 收集资料

已收集的《储量核实报告》、《开发利用方案》、《现状环境影响评估报告》、《区域地质图》、《区域水文地质图》、《地震烈度区划图》、《工程造价》等资料成果可靠，满足《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）的设计要求。

(2) 野外工作

对调查区进行了踏勘、矿山地质环境调查。

踏勘：采用穿越法进行调查，查明评估区范围内存在的地质环境问题。

矿山地质环境调查：采用穿越法进行矿山地质环境调查，对《核实报告》查明的矿床地质类型和工业类型、开采目标矿体的空间位置进行了核对；对矿区及周边现状进行了详细调查；对调查范围内的其他道路及相关建（构）筑物等与矿区的相关联系进行详细调查。查明区内现状矿山地质环境问题。进行的以上野外工作取得的成果可靠，满足《编制指南》要求。

(3) 资料整理

将收集到资料、野外调查工作取得的第一手资料、检测数据等资料进行了整理，确定评估因素、评估方法，得出评估结论，相应设计矿山地质环境保护与土地复垦措施。以上资料整理工作取得的成果可靠，基本满足《编制指南》和设计要求。

综述，收集资料充分；野外工作方法正确；工作精度基本满足方案编制要求；方案严格按照相关规范要求编制；所取得的工作成果客观、可信，基本满足相关《编制指南》要求，为本方案的编制提供了坚实的基础与依据。

（三）前期方案编制情况

连平县锯板坑矿业有限公司于 2010 年 10 月委托深圳地质建设工程承包集团有限公司编制了《广东省连平县锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》，2010 年 12 月 18 日-2010 年 12 月 19 日由中国地质矿产经济学会环境经济专业委员会组织专家对方案进行了评审，2011 年 3 月 9 日在国土资源部地质环境司完成备案（见附件 12）。

连平县锯板坑矿业有限公司于 2013 年 1 月委托广州市中田工程咨询有限公司编制完成《连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿采矿项目土地复垦方案报告书》。2018 年 4 月 2 日在连平县国土资源局完成评审与备案(见附件 13)。

1、上一期矿山地质环境保护与恢复治理方案概况

（1）上一期矿山地质环境保护与恢复治理方案简介

1) 锯板坑多金属矿为小型矿山，评估区重要程度为重要区，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，矿山地质环境影响评估精度为一级。

2) 矿山环境影响评估范围约 5.006km²。

3) 现状评估矿山开采活动引发地质灾害为较严重，对含水层影响程度为严重，对地形地貌影响程度为严重，对土地资源的影响程度为严重，锯板坑多金属矿区地质环境影响程度现状评估为严重。

预测评估开采活动引发或加剧的地质灾害为严重，开采对地下水含水层影响程度为严重，对地形地貌影响程度为严重，对土地资源的影响程度为严重，锯板坑多金属矿区地质环境影响程度预测评估为严重。

4) 综合评估将评估区分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区：矿山选矿场、蒋屋坑尾矿库以及生活区及道路等区域为重点防治区（I），面积约 0.49km^2 ；其中分为两个子区，I-1 区包括矿区选场、蒋屋坑尾矿库、矿石运输线等区域，面积约 0.24km^2 ，I-2 区包括生活区、道路及以往地下开采形成的废石堆等区域，面积约 0.25km^2 。地下开采矿区范围等区域为次重点防治区（II），面积约 0.56km^2 ，除此之外的其他受影响范围为一般防治区（III），面积约 3.956km^2 。

5) 治理工程部署：用充填的方法治理采空区；用排水、挡土、固化物源、消除物源等措施治理泥石流；对崩塌与滑坡主要采取排水、挡墙支护隔离、挖方放坡等措；用覆土、种树、植草的方法恢复地形地貌景观的破坏；用土地复垦的方法恢复土地资源。用 GPS、同时配合人工观测监测边坡的稳定性；定期定点进行地下水水质分析，观察水位变化，监测采矿活动对含水层的影响程度与趋势；简易人工及仪器量测、卫星照片的对比，监测矿山地形地貌景观的变化与土地资源的破坏情况。

6) 锯板坑多金属矿区矿山地质环境保护与治理恢复总经费为：7464.42 万元，其中近期治理经费为 468.73 万元（近期期限为矿山生产后的 5 年以内），第一年治理经费为 103.22 万元；第二至五年治理经费均为 91.38 万元；中期治理经费为 6133.32 万元（包含采空区治理经费），远期治理经费为 862.37 元。

表 0-2 前期方案矿山地质环境保护与治理恢复方案总工程量

防治措施项目名称		单位	近期	中期	远期		水土保持与土地				
			工程量	工程量	工程量		治理工程量				
							合计	近期	中期		
工 工	浆砌块石		151			151			15602	15602	
			42			42					

程 措 施	排(截)水沟							864	864
							976	896	1872
	重力式挡		74		74		288	923	1211
								1284	1284
	充填	万 m ³	7 4		74		203 7	282 9	486 6
	拦砂坝		6		6				
	挖沟槽						235		235
	覆土壤		345		345		28739		28739
	放坡挖方		956		956		24640	142813	167453
	平整场地							218800	218800
生 物 措 施	种植桉树	株	184		184		2464	13808	16272
	种植双荚槐	株	153		153		2053	11504	13557
	种植马尾松	株						6080	6080
	种植油茶	株					8030	10100	18130
	种植香根草	株					80300	63000	143300
	撒播狗牙根	hm ²	0 115		115		154	3051	3205
监 测 措 施	GPS 观测点布设	个	28		32		16	17	33
	GPS 观测点观测次	点、次	4200				4752	624	5376
	地下水钻孔施工		50		50	50			50
	取水样分析	个	50	180	20	250	50	180	20

(2) 上一期治理方案与本方案差异

表 0-3 本方案与上一期治理方案差异

主要区别	本方案	上一期治理方案	差异原因
方案适用年限	2019 至 2023 年	2011 年至 2015	方案时间差异
治理情况	对废石场等场地工程设计、尾砂经充填站填充采空区	废石场尾矿库等工业场地工程设计	尾砂充填采空区的新工艺，充填采空区
影响范围	1.65km ²	5.006km ²	上期方案因为考虑的是全矿山生产服务年限内的影响范围，所以偏大，根据本

			方案确定的服务年限，重新确定了评估范围
地质灾害危险性评估	现状引发地质灾害为较严重，预测严重	现状引发地质灾害为较严重，预测严重	未发生变化
防治措施	增加地面塌陷区防治措施	无交待	增加警示工程
治理投资情况	677.65 万元	468.73 万元	现状发生改变，前方案单价定额偏低。

(3) 上一期矿山地质环境保护与恢复治理方案实施情况

2010 年 11 月，矿山与连平县国土局签订履行缴存矿山地质环境保护与恢复治理保证金承诺书（附件 19），截止到 2019 年 1 月，矿山缴存地质环境保证金 310.72 万元。

上一期矿山地质环境保护与恢复治理方案近期工程：为对地下采场+485m～+260m 中段采空区地面塌陷的治理；矿山周围现状地质灾害点的治理；南部选厂废石堆边坡稳定性的监测，以及选厂下游、蒋屋坑尾矿库下游的含水层水质变化情况的监测。

矿山主要实施工程：地下采场+485m～+260m 中段采空区地面塌陷的治理，选厂下游、蒋屋坑尾矿库下游的水质，地下开采含水层水质、水量变化情况的监测、对废石场稳定性、其他工业地形地貌景观的监测。

2、上一期土地复垦方案概述

(1) 上一期土地复垦方案简介

土地复垦方案服务年限：6 年，即 2013 年至 2018 年。项目损毁土地包括生活办公区、选矿排废区、选矿厂、井下排废区、尾矿库。破坏地类包括林地、裸地、采矿用地、园地。损毁土地面积 17.8887hm²。各破坏场地及面积为：生活办公区 1.4004hm²，选矿排废区 5.6478hm²，选矿厂 4.0036hm²，井下排废区 0.8319hm²，尾矿库 6.0050hm²。

生活办公区、选矿排废区、选矿厂、井下排废区和尾矿库均为压占破坏，土地损毁程度为中度~重度。

复垦责任范围总面积为 12.4847hm²，包括选矿排废区、井下排废、尾矿库。经适宜性评价土地复垦利用方向为林地。

估算静态总投资为 138.84 万元，复垦面积 12.4847hm²，亩均投资 7414 元。

表 0-4 项目土地复垦工程

序号	项目	单位	区域			合计
			选矿排废区	井下排废区	尾矿库	
一	开挖阶梯平台工程					
1	机械挖石	100m ³	11.91	0.00	0.00	11.91
2	浆砌块石(挡土墙)	100m ³	4.20	0.00	0.00	4.20
二	排水工程					
1	机械土方开挖	100m ³	10.30	0.00	0.00	10.30
2	人工挖斗沟	100m ³	1.14	0.00	0.00	1.14
3	土方回填	100m ³	1.29	0.00	0.00	1.29
4	浆砌碎石	100m ³	5.39	0.00	0.00	5.39
三	土地平整工程					
1	推土机推土	100m ³	2.81	14.80	3.64	21.24
2	装载机运土	100m ³	32.12	169.43	24.96	226.51
3	平土	100m ³	32.12	169.43	24.96	226.51
四	生态环境恢复工程					
1	撒播草籽	hm ²	5.65	0.83	6.01	12.48
2	植灌木	100 株	67.77	9.98	72.06	149.82
3	植爬山虎	100 株	8.10	0.00	0.00	8.10

表 0-5 土地复垦投资估算总表

单位：万元

序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占工程施工费的比例 (%)
1	工程施工费	116.5	83.9
2	设备购置费	0	0
3	其他费用	18.3	13.18
4	不可预见费	4.04	2.91
总计		138.84	100

(2) 上一期复垦方案与本方案差异

表 0-6 上一期复垦方案与本方案差异

主要区别	本方案	上一期复垦方案	差异原因
方案剩余生产服务年限	21	6	矿山储量发生变化
损毁土地面积	86.4hm ²	17.8887hm ²	塌陷范围发生变化，上一次未计算地面岩移塌陷范围，本次岩移塌陷范围纳入损毁范围
土地复垦范围	70.55hm ²	12.4847hm ²	上一次未计算地面岩体塌陷范围，工业场地范围不全。
复垦情况	对所有工业场地都有工程设计	只对尾矿库、老井口工业场地部分区域复垦	场地未复垦的原因为正在使用。
土地复垦方向	林地、草地	林地	以前方案尾矿库、办公生活区复垦为林地，本次尾矿库复垦为草地
复垦安排	分阶段安排	无多阶段安排，只有统筹安排	本方案分阶段安排
复垦措施	覆土、种植植被、监测、管护	覆土、种植植被、监测、管护	未变化
草种、植被对比	乔木马尾松、杉木、南方湿地松、金银忍冬混种、藤本选爬山虎，草本选用五节芒、狗尾草、白三叶	灌木选用桃金娘，草本选用芒草，藤本选用爬山虎	本次选择草种、植被丰富、增加物质多样性
土地复垦静态投资	452.72 万元	138.84 万元	本次新增风险金，此外矿区土地复垦面积增大，复垦金额增多
亩均投资（静态）	14616 元/亩	7414 元/亩	实际人工成本增加，监测和管护成本增加

(3) 上一期土地复垦资金预存与方案实施情况

1) 土地复垦资金预存情况

矿山现状已与国土主管部门签订土地复垦资金提取和使用监管协议(见附件18)，至2018年，合计缴纳土地复垦预存金132.4万，与上期土地复垦方案中预存资金基本匹配。

2) 方案实施情况

上期土地复垦方案工作计划安排表见表，计划安排井下排废区（老井口工业场地）、排废区（废石场），尾矿库的复垦工作。

矿山近几年开展了尾矿库和老井口工业场地的复垦工作。由于当时废石场尚未停止使用，因此矿山没有安排复垦措施。

表 0-7 上期土地复垦工作计划安排表 单位：万元

年度	复垦单元	林地复垦面积/hm ²	投资金额	主要工作措施
2013-2014	3号排废区	1.6139	30.35	开挖阶梯平台；平整场地；挖截水沟；种植植物
2014-2015	4号排废区	1.0706	24.28	开挖阶梯平台；平整场地；挖截水沟；种植植物
2015-2016	尾矿库	6.0050	32.57	土地平整；种植植物
2016-2017	1号排废区	0.6307	14.12	开挖阶梯平台；平整场地；挖截水沟；种植植物
2017-2018	2号排废区	2.3326	23.98	开挖阶梯平台；平整场地；挖截水沟；种植植物
2018-2019	井下排废区	0.8319	4.77	土地平整；种植植物
2019-2022	-	-	4.19	土地复垦管护期
合计	-	12.4847	134.25	-

①尾矿库土地复垦工作

尾矿库土地复垦对象为尾矿库堆积子坝，总复垦面积约 8hm²。采取的工程措施为：在复垦区域四周修建截排水沟，覆土垫层，平整场地等。采取得生物措施为：种植植物，灌草结合进行修复。覆土 30cm，累计播撒草籽 5.6 公顷，穴种芒草 1000 多株，累计投入资金为 120 多万元。工程尚未验收，详见复垦案例分析。

②老井口排废区复垦工作

老井口排废区总复垦面积为 0.8319 公顷。采取的工程措施为：对边坡及平台进行平整，在其表面覆土 0.3 米厚。采取得生物措施为：采用乔、灌、草混交模式，穴种了桉树、双荚槐及狗牙根等进行复绿。至 2018 年底，累计复垦面积为 0.75 公顷，穴种植物 1200 多株，投入资金约 450 万元（包含场地平整、道路修建等工程费用）。工程尚未验收，详见复垦案例分析。

矿山基本按照上期复垦方案执行，由于复垦质量效果有限，本次继续将尾矿库、废石场纳入复垦责任范围，并设计进一步的措施和工程，目标达到方案确定

的质量控制标准。本次矿山会继续配合做好土地复垦资金预存工作，并严格按照最新方案要求进行土地复垦。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿位于广东省河源市连平县城北东 65° 方向平距 23km 处的锯板坑，属内莞镇管辖。锯板坑钨锡多金属矿于上世纪五十年代末就已发现，并陆续有多家地质队对其进行了勘察和钻探。根据九三二地质队提交的《广东省连平县锯板坑钨锡多金属矿区第一期地质勘探报告》，1983 年勘探结束时，矿山能利用的主要矿产钨、锡矿石储量***t，平均品位钨（以 WO_3 计）***%，锡（Sn）***%。同时该矿床还伴生铜铅锌和其他稀散、贵金属，从储量看，矿区属大型钨锡多金属矿床，有较高的开发价值。

锯板坑钨锡多金属矿创建于 1976 年 10 月，至 1981 年隶属于惠阳地区冶金局，1982 年至 1997 年 8 月更名为东江有色金属公司锯板坑钨锡多金属矿。1997 年 8 月起，矿山划归连平县地方管理，主管单位为连平县工业局、国有企业办公室。2002 年末锯板坑钨锡多金属矿进行改制，由连平县珠江矿业有限公司经营，公司对选矿厂进行了改造，除回收钨锡精矿主产品外，还综合回收铜、铅、锌等副产品。****年*月，连平县珠江矿业有限公司获得了中华人民共和国国土资源部颁发的《采矿许可证》，采矿许可证核定开采矿种为钨矿、锡矿，开采方式为地下开采，生产规模为**万 t/a。2013 年 7 月广晟矿产资源投资发展有限公司收购连平县珠江矿业有限公司**%的股份，至此，连平县珠江矿业有限公司成为广晟矿产资源投资发展有限公司的控股子公司。

锯板坑钨锡多金属矿地处广东省连平县城北西九连山山脉腹地，属内莞镇九连社区管辖，矿区与和平县交界。矿区四周为崇山峻岭，无居民区，直线距县城 23km，有公路从县城经内莞镇、九连乡到达矿区，行程 74km，并与途经连平的 105 国道、赣粤高速公路相连，北距赣州 240km、南距广州 218km。交通尚属便利。锯板坑钨锡多金属矿地理坐标为：东经 ***°***'***" ~ ***°***'***"，北纬 ***°***'***" ~ ***°***'***"；选矿厂中心地理坐标为：北纬 ***°***'***"，东经 ***°***'***"。项目周边被林地围绕，距离项目最近的村庄为铁马磜，位于矿区南面约 4.2 公里，详见矿区交通位置图及项目矿区四周图。

图 1-1 矿区交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

连平县珠江矿业有限公司于****年**月**日经连平县工商行政管理局注册成立，于****年*月向国土资源部申请办理了采矿许可证延续，并取得国土资源部颁发的采矿许可证，证号:*****，有效期:****年**月**日~***年**月**日。

采矿权人:*****。

矿山企业名称:*****。

经济类型:****

开采矿种:****

开采方式:****

生产规模:**万 t/a。

采矿许可证范围面积*****km²,开采标高***~***m。采矿许可证范围由 8 个拐点圈定，其直角坐标见表 1-1。

2011 年 4 月，由国土资源部统一换发采矿许可证新证，其证号及有效期不变，换发新证的 8 个拐点坐标见表 1-1。矿区原拐点坐标采用 1980 国家大地坐标系，高程系统采用 1985 年国家高程基准，本次方案 2000 坐标系资料来源 2018 年广东省地质局第七地质大队编制的《广东省连平县锯板坑矿区钨锡多金属矿资源储量核实报告》。

表 1-1 采矿许可证范围拐点坐标表

点号	1954 年北京坐标系		1980 年西安坐标系		2000 坐标系		备注
	纵坐标(X)	横坐标(Y)	纵坐标(X)	横坐标(Y)	纵坐标(X)	横坐标(Y)	
1	*****	*****	*****	*****	*****	*****	面积: ****km ² , 开采 标高: ***~ ***m
2	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
3	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
4	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
5	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
6	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
7	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
8	*****	*****	*****	*****	*****	*****	

矿山采矿权证现已到期，矿山拟进行延续，不会对生产规模及矿区范围进行调整。

图 1-2 锯板坑钨锡矿矿界范围图

三、矿山开发利用方案概述

(一) 建设规模及工程布局

1、建设规模

矿山建设规模**万吨/年，开采矿种为钨锡矿。

2、工程布局

1) 矿山现有工程布局概况

矿区总平面布置、采选工业生产设施、辅助生产生活设施及矿山运输系统均比较完善。（见图1-3 工程布置简图、表1-2 本项目工程内容一览表）。

工业场地有：485主平硐、选矿厂、废石场、填充站、老井口工业场地，矿部及生活区。其中工业场地、废石场、尾矿库都在矿区范围之外，通过矿山道路相连。

矿部及职工生活区主要位于杨梅坳，距主平窿井口直线距离约750m。部分职工宿舍、化验室及矿区炸药库位于蒋屋坑尾矿附近。

选厂位于采场南侧，蒋屋坑山坡上，+480m 主平窿口有运输线直接将矿石运入选厂，运输线沿东大沟布置。选厂直距主平窿口1~1.5km（见图1-4选厂布置略图）。

选厂北侧为废石场，按地形地貌划分为1-4号，紧密相连，历史开拓掘进工程的废石，其部分作为原矿运输路堤、路基及尾矿坝的筑堤材料。老井口工业场地历史开采少部分堆积，形成路基，矿山今后开拓生产的废石不出坑，手选废石也通过轨道运输填充采空区（见图1-5废石场布置略图）。

充填站建在575m平窿出口附近。场地主要负责井下采空区的尾砂充填（见图1-7 充填站平面布置图）。

现有的蒋屋坑尾矿库位于锯板坑矿区南侧，紧邻选厂建设，蒋屋坑尾矿库为公司唯

一座尾矿库，属山谷型尾矿库。最终堆积标高620m，总坝高155m。总库容 $124.2 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $105.6 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属于三等库（见图1-6尾矿库平面图、剖面图）。

表 1-2 本项目工程内容一览表

分类	序号	工程名称	组成及规模
主体工程	1	采矿	浅孔留矿采矿法，采用平硐—盲箕斗斜井—盲竖井—溜矿井联合的开拓方式；目前主要对380m以下中段以下的矿体（380m、330m、280m）进行开采，开采规模**万t/a。
	2	选矿	工艺流程分粗选段、重选段、精选段三部分。粗选段为三级反手选、一级正手选，以达到早丢多丢，同时保证粗选段的作业回收率的目的；重选段为三级跳汰，六级精选；精选段分精浮、磨矿、摇床、浮选、磁选等作业。
	3	尾矿库	蒋屋坑尾矿库设计最终堆积标高620m，总坝高155m。总库容 $124.2 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $105.6 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属于三等库。目前该尾矿库已封闭，并部分复绿。
	4	充填站	充填站建在575m平窿出口附近原民采老选矿厂处，选矿厂尾砂通过泵输送至设在充填系统内的尾矿干排系统中，尾砂干排系统由螺旋分级机、浓密池及压滤机组成，含水率约20%的全尾砂排放在尾砂堆场，作为充填的骨料，溢流水由泵打回选矿厂再使用。最大充填能力为尾砂流量130.13t/h。
辅助工程	1	废石场	手选废石排入选矿厂北侧的山谷中，形成1个大的废石场，依据地形变化本方案区分为4个，1-3号废石场已经堆满。
公用工程	1	供水	选矿生产补充新鲜水 $702 \text{m}^3/\text{d}$ ，生活区用水量 $40 \text{ m}^3/\text{d}$ ，均取自山泉水；井下生产使用井下涌水。
	2	供电	矿区原有二路高压输变电线路分别从九连变电所和上坪变电所引入；后在选矿厂对面山坡上修建了一座3.5万伏变电所。

环保工程	1	矿坑涌水处理系统 选矿废水处理系统	两套处理系统均采用化学沉淀法处理排放废水中的重金属离子。
	2	废气处理设施	水雾除尘装置对破碎矿石进行湿式抑尘。
	3	噪声处理措施	采用车间隔音、设备减振等一系列降噪措施。
办公室及生活设施	1	办公室	在选矿厂和矿山分别设办公楼一座。
	2	职工宿舍	在选矿厂和矿山分别设职工宿舍楼一座。
	3	食堂	在选矿厂和矿山职工宿舍楼分别设食堂。
储运工程	1	储料库	位于选矿厂东侧。
	2	运输	精矿运输使用通往内莞镇的唯一山路，全长 57km。

图 1-3 矿区总平面布置图

图 1-4 选厂布置图

图 1-5-1 废石场布置略图

图 1-5-2 废石场剖面图

图 1-6-1 尾矿库平面布置图

图 1-6-2 尾矿库纵剖面图

图 1-7 充填站平面布置图

照片 1-1 矿部及生活区

照片 1-2 主平硐工业场地

照片 1-3 尾矿库

照片 1-4 废石场全貌

照片 1-5 选厂

照片 1-5 矿山道路

照片 1-7 充填站

照片 1-8 老井口工业场地

(二) 开拓运输系统

本矿山采用地下开采方式。矿山中段为：856m、805m、740m、700m、657m、615m、575m、535m、485m、430 m、380 m、330 m、280 m 等 13 个中段。该矿自1986 年成投产以来，采用地下开采中的“平硐—溜井开拓方法” 对+856m、+805m. +740m、700m. +657m、+615m、+575m、+535m、+485m 等9个中段的矿体进行开采。目前+485m中段

以上9个中段基本采完。

+485m 的标高为本矿区的最低地台标高，+485m 中段主平窿原为地质队勘探时所掘工程窿，1986 年建矿后改扩建为主平窿。因此，要开发+485～+260m 标高之间矿体，矿山于2005 年3 月组织了深部开拓工程施工，目前正在施工中。在充分利用现有+485m 坑内工程的基础上，考虑选矿厂所选位置，开拓运输方式为：

①开拓方法：平硐—盲箕斗斜井—盲竖井—溜矿井联合开拓方式（图1-8）。

图 1-8 锯板坑钨多金属矿纵向开拓示意图

②运输方式：+485m 以下的开拓采矿矿石，经主箕斗斜井提升至溜井，后经2m³ 矿斗车装车。平巷采用有轨运输，用架线式电机车从+485m 主平窿拉出窿外，矿石拉至选矿厂下矿仓倾倒，废石则拉至采取充填采空区，下矿仓矿石再经选厂地表斜坡道提升至选厂原矿仓。而人员、材料、设备经竖井上下至各中段。其次，+430、+380 二中段矿石、材料、设备，也可经已形成串车提升能力的1#斜井、2#斜井、3#斜井上提下运，人员经1#、2#斜井上下，由+485 主平窿出窿外。

（三）矿山资源及储量

为了查明矿山资源储量情况，为申请办理采矿权延续提供依据，连平县锯板坑矿业有限公司委托广东省地质局第七地质大队对矿区进行资源储量核实。经资源储量核实，截至 2016 年 12 月 31 日止，采矿许可证范围内保有资源储量（111b+122b+332+333）：钨锡矿石量:**** kt，金属量:WO₃:****t、Sn:****t。平均质量分:WO₃:***%、Sn:***%。此外，采矿许可证内保有伴生铜资源量（111b+122b+333）：****kt,金属量:****t,平均质量分数:***%; 保有伴生铅资源量（111b+122b+333）：****kt,金属量****t, 平均质量分数:***%，伴生锌资源量（111b+122b+333）：****kt,金属量:****t, 平均质量分数:***%。

证内总动用（消耗）资源储量（2004 年以前～2016 年）矿石量:****kt,金属量:WO₃:****t, Sn: ****t、Cu:****t、Pb: ****t、Zn:****t。平均质量分数: WO₃:***%、Sn:***%、 Cu:***%、 Pb:***%、 Zn:***%。

证内累计查明资源储量：钨锡矿石量:*****kt，金属量:WO₃:*****t、Sn:*****t，平均质量分数:WO₃:***%、Sn:***%。铜矿矿石量:*****kt，金属量:*****t，平均质量分数***%。铅矿矿石量:*****kt，金属量:*****t，平均质量分数:***%。

（四）矿山设计年生产能力及生产服务年限

据2006年开发利用方案，矿山设计服务年限为34年，现矿山已生产13年，矿山剩余服务年限为21年。根据矿床赋存条件及实际选用采矿方法的采场出矿能力，结合政府生产指标，矿山目前生产能力为**万t/a。

（五）开采工艺

1、开采接替顺序

同一区段内，回采顺序遵循“从上而下，从里至外，从上盘到下盘”的回采原则。同一矿体，先采上中段，后采下中段；同一中段，先采里面的矿块，后采外面的矿块，后退式回采；同一水平，一般先采上盘矿体，后采下盘矿体，对于两相邻较近的矿体，则需同时进行回采。

2、开采计划

在锯板坑区段的开采范围内，矿山现有中段为：856m、805m、740m、700m、657m、615m、575m、535m、485m、430 m、380 m、330 m、280 m 等 13 个中段，目前，锯板坑矿 485m 标高以上矿体已经开采完毕，今后主要开采+330m~+260m 标高之间的矿体（见图1-9）。

图 1-9 矿体计划开采示意图

根据本开发利用设计及矿山实际情况，结合本方案拟申请采矿证生产服务年限，计划矿山开采开采顺序见图1-10：

图 1-10 矿山开采坑道接替横道图

3、开采方式及采矿方法

（1）开采方式

锯板坑钨锡多金属矿采用地下开采方式,采用平硐—盲箕斗斜井—盲竖井—溜矿井联合开拓方式(见图1-11、1-12)。1号盲斜井服务于430m、380m两个中段,采用串车提升;2号盲斜井服务于430m中段,也采用串车提升;3号盲斜井主要服务于330m一个中段,采用箕斗提升。三个中段的矿石提升至485m中段后,经485m主运输平硐运出地表至选厂矿仓。

图 1-11 广东省连县锯板坑钨锡多金属矿矿山开拓系统剖面图

图 1-12 广东省连平县锯板坑钨锡多金属矿矿山开拓系统平面图

(2) 采矿方法

锯板坑矿是国内优质黑钨矿的地采矿山，主要开采对象为急倾斜薄至极薄的单脉型和脉带型矿体。上世纪八十年代初投产至今已有三十多年的开采历史，目前已经形成了856m、805m、740m、700m、657m、615m、575m、535m、485m、430m、380m、330m、280m等13个中段。根据开发利用方案，锯板坑矿一直采用浅孔留矿法开采，根据采幅的宽度，控制贫化率，分为有底柱浅孔留矿法和无底柱浅孔留矿法两种。

浅孔留矿法采场布置沿走向，矿块长 **m，高 **m，底柱 **m，间柱**m，顶柱**m。采场两端布置通风行人天井 (**m)。底部结构有漏斗型和堑沟形。回采时选用 YSP-45 型浅孔凿岩机上向式凿岩，2 号岩石炸药爆破落矿。根据矿体厚度的不同，矿块底部结构分为两种：漏斗装矿底部结构（矿体厚度小于 **m），铲运机装矿平底结构（厚度大于 **2m）。

有底柱浅孔留矿法：采用脉内布置运输巷道，底柱高 **m，漏斗间距**m，采场矿石经漏斗直接卸入矿车内，运出见图1-13-1。

无底柱浅孔留矿法：采用脉外布置运输巷道，通过出矿进路连通拉底平巷，出矿进路间距 **m。采场矿石经堑沟放矿，由铲运机铲运矿石转入矿车内，运出见图1-13-2。回采率**%。

图 1-13-1 有底柱浅孔留矿法布置图

图1-13-2 无底柱浅孔留矿法布置图

(3) 回采工艺及设备选择

① 矿块布置及构成要素

采场沿矿体走向布置，矿块高**~**m，长**m，顶柱**m。采场布置有供回采时行人、进风用的两条人行天井，规格为**m。出矿进路间距**m。矿块构成要素见表1-3。

采矿方法结构尺寸表

表 1-3

序号	名称	浅孔留矿法	备注
1	阶段高度 (m)	**	
2	沿走向长度 (m)	**	
3	顶柱高度 (m)	**	
4	间柱 (m)	**	
5	出矿进路间柱 (m)	**	
6	分层高度 (m)	**	

② 采准切割

采准切割工程：主要有阶段运输平巷、出矿平巷、采准天井、采场分层联络道、切割平巷。在矿体下盘相距***m布置阶段运输平巷，在运输巷道上每间隔***m掘穿脉出矿平巷。每个采场布置2个天井，采准天井布置在矿房两边的间柱中，主要作人行、通风用。分层联络道中心间距为**m，连接采场与两边的人行通风天井。标准矿块采切工程布置见浅孔留矿采矿方法图。

综合掘采比：一部分矿块存在上部有矿而下部无矿或上部无矿而下部有矿现象，实际矿块的采切工程量大于标准矿块；综合掘采比还包括开拓工程；生产探矿工程和过断层等工程因素，综合掘采比：***m/万t或***m³/万t计算。综合采切带矿比***%；带岩比为***%。

按年产原矿规模***万t/a，采掘比***/万t，生产期间每年还需掘进3600m。按平均掘进速度80m/月，安排4个掘进队可保证每年的采准矿体，为满足生产准备矿量要求。

平巷掘进配备7655钻机8台，备用4台共12台。天溜井掘进配备YSP-45型上向式浅孔钻机4台，备用2台，共6台。即每个掘进队配7655凿岩机2台或YSP-45型上向式浅孔凿岩机1台。

③回采工作

回采凿岩选用YSP-45凿岩机打向上式炮孔，炮孔向前倾斜***°。凿岩爆破参数见表1-4。

表1-4 凿岩爆破参数表

炮孔布置形式	钎头直径 (mm)	炮孔直径 d (mm)	最小抵抗线 W (m)	孔间距 (m)	孔深 (m)	炸药类型	装药方式	装药系数
向上	***	***	***	***	***	***	人工	***

回采时每相邻两个矿块为一组，交错进行凿岩、出矿。

回采工作由下而上分层回采，分层高度***m，炮孔直径***mm，孔深***m，上向式凿岩，每个分层按两个梯段凿岩爆破。每次爆破后，需放出崩落矿石约***，其余矿石暂时留在采场内，使回采工作面保持***m空间。达到生产规模需同时开采7个矿块。每个采场1台凿岩机，回采同时工作7台，备用4台，共11台。

④采场运搬与出矿

采场中崩落的矿石在出矿平巷经Z-30型电动装岩机直接装入矿车，出矿平巷间距为***m。每两个采场配1台Z-30型电动装岩机，全矿共需4台。

放矿分两个步骤，即局部放矿和大量放矿。局部放矿一般放出每次崩落矿石的***左右，矿房内暂留矿石，使回采工作面保持***m空间。局部放矿以后应立即检查矿房顶板和上、下盘，同时处理浮石，平整场地。当矿房回采至顶柱时，即进行大量放矿。大量放矿时要均匀放矿。

采场采出原矿块度***mm。大于***mm矿岩，采用7655型浅孔凿岩机打眼，硝铵炸药爆破。爆破集中在班末进行。随着生产管理加强，力争每天只爆破一次。大块率应控制在***%以内。

4、采空区分布与处理

锯板坑矿已经有 30 年的开采历史，目前已经形成了 856m、805m、740m、700m、657m、615m、575m、535m、485m、430m、380m、330m、280m 等 13 个中段井下遗留形态各异的采空区。锯板坑矿采空区主要分为：近地表老采空区、冒落贯通采空区、盘区采空区、充填采空区。

(1) 近地表老采空区

近地表老采空区是指接近地表、开采年代较久远，岩层移动已经趋于稳定的采空区。经过多年自然变形，目前已经处于稳定状态。主要位于+575m 以上 6 个中段，对采矿作业影响较小。

(2) 贯通采空区

指采空区形成后未进行治理，围岩冒落与上中段贯通，甚至贯通多中段的采

空区。一般分布在 535~330m 中段，可分为单中段贯通采空区与跨中段贯通采空区。此类采空区体积较大，距离主采中段距离较近，对采矿作业影响较大。

(3) 盘区采空区

主要指位于 330m、280m 生产中段作业所产生的采空区。根据现场情况可分为有充填井和无充填井的采空区两种。

(4) 充填采空区

2017年5月，连平县珠江矿业有限公司委托华南理工大学研究和编制了《连平县珠江矿业有限公司锯板坑矿采空区探测、稳定性风险评估及治理方案》。2017年8月至2017年12月，通过本项研究目，对连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿的采空区进行探测，采空区稳定性风险进行评估，并提出科学、合理的采空区治理方案。

针对锯板坑矿采空区的特点，主要采用以下方式进行治理：

①封堵治理。上部民采中段，小采幅，远离生产区域，对生产影响较小的采空区，采用自然崩落和封堵方式治理。

②废石充填。利用矿山开拓工程和采准工程所产生的废石充填采空区。

③尾砂充填。利用选矿全尾砂，充填井下采空区，解决体积较大、对深部中段生产有直接影响的采空区带来的安全隐患问题。

表 1-5 锯板坑矿采空区汇总统计表（至 2018 年年底）

中段	总体积 /m ³	未治理体积 /m ³	已治理体积 /m ³	实际充填量 /m ³	治理类型	备注
575m	*****	*****	*****	*****	封堵	
535m	*****	*****	*****	*****	尾砂充填/ 封堵	
485m	*****	*****	*****	*****	尾砂充填 结	
430m	*****	*****	*****	*****	废石充填	
380m	*****	*****	*****	*****	废石充填	V3303/440 为尾砂充填
330m	*****	*****	*****	*****	尾砂充填	
280m	*****	*****	*****	*****	尾砂充填	
合计	*****	*****	*****	*****		

现场探测调查及矿山生产资料记录表明，截至 2018 年年底，锯板坑矿已治理采空区体积为 ***** m³，其中废石充填体积为***** m³，平均充填率为*****%；尾砂胶结充填体积为*****m³，平均单体采空区充填率为 *****%；封堵方式治理

体积为*****m³。未治理体积为 *****m³。

5、尾砂充填技术

2016年11月，矿山委托广州环发环保工程有限公司编制《连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿建设项目现状环境影响评估报告》、为尾砂填充的安全可靠性提供理论依据，根据废石、尾矿的浸出毒性委托监测结果（见表1-6、附件9），废石和尾矿浸出液中的毒性成分均低于《危险废物鉴别标准》

（GB5085.3-2007）限值，不具有浸出毒性，该废石、尾砂也不具有腐蚀性、放射性及急性毒性，所以不属于《有色金属工业固体废物污染控制标准》

（GB5085-85）中规定的有害固体废物，也不属于《国家危险废物名录》中的危险废物，项目产生的废石属于I类一般工业性固体废物。

表1-6-1 尾砂浸出毒性监测结果表

浸出毒性	监测结果					单位	标准值	评价
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次			
铜	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	mg/L	100	达标
锌	1.24	1.02	1.02	1.04	1.55	mg/L	100	达标
镉	0.028	0.028	0.034	0.034	0.024	mg/L	1	达标
铅	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	mg/L	5	达标
总铬	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	mg/L	15	达标
铬(六价)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	mg/L	5	达标
汞	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	mg/L	0.1	达标
铍	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	mg/L	0.02	达标
钡	0.034	0.03	0.032	0.033	0.037	mg/L	100	达标
镍	0.05	0.06	0.07	0.06	0.04	mg/L	5	达标
总银	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	mg/L	5	达标
砷	0.0044	0.009	0.0031	0.0034	0.0049	mg/L	5	达标
硒	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	mg/L	1	达标
无机氟化物	2.12	2.18	1.96	2.04	2.09	mg/L	100	达标
氰化物	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	mg/L	5	达标

表1-6-2 废石浸出毒性监测结果表

浸出毒性	监测结果					单位	标准值	评价
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次			
铜	0.078	0.067	0.066	0.284	0.109	mg/L	100	达标
锌	0.078	0.067	0.066	0.284	0.109	mg/L	100	达标
镉	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	mg/L	1	达标
铅	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	mg/L	5	达标

总铬	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	mg/L	15	达标
铬(六价)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	mg/L	5	达标
汞	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	mg/L	0.1	达标
铍	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	mg/L	0.02	达标
钡	0.033	0.048	0.031	0.041	0.052	mg/L	100	达标
镍	<0.01					mg/L	5	达标
总银	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	mg/L	5	达标
砷	0.0025	0.0037	0.0074	0.0024	0.0056	mg/L	5	达标
硒	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	mg/L	1	达标
无机氟化物	0.323	0.291	0.374	0.245	0.36	mg/L	100	达标
氰化物	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	mg/L	5	达标

矿山尾砂充填系统由长沙有色冶金设计研究院设计。充填系统建设包括：在选厂附近建设尾矿压滤干排系统，将选厂排出的浓度 7%的尾矿压滤脱水，形成浓度 80%以上的压滤尾矿，由汽车运输至地表充填站；在采场上方地表建设充填站，利用强制搅拌机将尾矿、水泥、水搅拌混合，形成浓度 71%-72%的胶结充填料浆；利用充填工业泵，沿充填钻孔及井下管道泵送至采场；在采场顶部开凿充填孔，充填料浆由顶部充填孔流入采场；在采场底部穿脉内设置充填挡墙，形成密闭空间，防止料浆漏出；浆体凝固后形成充填体。

(1) 全尾砂压滤干排系统

由于矿区地形起伏较大，地表管道铺设困难，低浓度尾砂浆无法输送；皮带输送设备铺设困难，因此选择将低浓度尾矿压滤干排，通过汽车运输的方式进行输送。充填站与尾矿干排系统建在一起，则充填管道水平距离大于 3000m，高浓度充填料浆输送困难，易堵管，因此选择将充填站建设在矿体上部的 575m 回风平窿窿口。

选厂排出尾矿浆浓度约为 7%，无法利用管路直接输送，在选厂附近建设尾矿干排系统，将尾矿浓度提高到 80%以上。尾矿压滤干排采用分级-浓密-压滤工艺（图 1-14、图 1-15）。

图 1-14 尾矿压滤干排工业场地竖向布置图

图 1-15 尾矿运输线路图

(2) 尾砂充填制备站

充填站包括尾砂堆场、尾砂输送系统、搅拌制浆系统、水泥存储与输送系统。尾砂、水泥和水按充填强度的配比要求向搅拌桶给料，将充填料充分搅拌好后，充填料浆（浓度 71%-72%）送入充填工业泵的受料漏斗，经过充填管道输送至井下采空区充填。

（3）井下料浆输送

充填管道可以利用已有井巷工程，节省钻孔工程量。为保证井下充填系统流畅性，减少充填主管路转弯和阻力损失，采取充填钻孔+斜井的管道布置方案。在 575m 平硐内，距洞口 390m 处布置充填钻孔，井底标高+485m，井底位于 1 号盲斜井附近。充填料浆沿+575m 平硐主管路—沿充填钻孔 (+575~+485m) — 1 号盲斜井 (+485~+380m) 主管道—通风天井 (+380~+330m) 主管路—通风天井 (+330~+280m) 主管路—穿脉支路管路，充填井下（图 1-16、图 1-17）。

图 1-16 充填管道布置图

图 1-17 采空区充填管路布置图

（六）选矿方法及工艺

矿山目前采用手选—重选—浮选—磁选联合选矿方法，选厂采用的工艺流程分粗选段、重选段、精选段三部分，选矿工艺流程详见插图 1-18。

（1）粗选段为三级反手选、一级正手选，以达到早丢多丢，同时保证粗选段的作业回收率的目的。

（2）重选段为三级跳汰，六级抬选。

（3）精选段分抬浮、磨矿、摇床、浮选、磁选等作业。

粗、细粒跳汰的粗精矿经过对辊机破碎后与细粒跳汰、矿砂摇床粗精矿并进入双筛，筛上入抬浮，选出钨锡混合精矿和硫化矿，钨锡混合精矿经磁选得出黑钨精矿，白钨精矿和锡精矿。硫化矿进入硫化矿处理系统，抬浮中矿入摇床选别得钨锡精矿，尾矿（丢弃）和中矿，中矿经第一段球磨磨到—200 目占 60%。然

后浮选得硫化矿，浮选尾矿则用摇床回收其中的单体钨、锡。双筛筛下的级别与细泥粗精矿先入浮选，得出硫化矿和尾矿，尾矿入摇床选出钨锡混合精矿。

图 1-18 矿区钨锡多金属矿选厂工艺流程图

精选段的全部硫化矿要经第二段球磨。磨至—200 目占 90%，使其中的铜、铅、锌都充分单体解离，然后送去全硫浮选。在浮选时首先抑制铁闪锌矿，浮出铜、铅混合精矿，再把混合精矿分离得了铜精矿和铅锌矿。选锌时先要活化铁闪锌矿，并抑制硫铁矿和毒砂，选出锌精矿后，加入硫酸铜活化硫铁矿和毒砂，并浮出硫铁矿和毒砂，使之与槽内的钨锡单体分离，再用摇床把这部分钨锡选出。

本工艺流程的特点是做到了早收多收，贫富分选。降低粗精矿品位，以便提高铜、锌金属的回收率。除回收钨、锡外，同时也综合回收了铜、铅、锌等有用金属。

（七）顶板管理方法

本矿床的矿体，为含矿石英脉和石英细、薄脉及其间夹砂、板岩所构成的石英脉带。倾斜陡急，矿体厚薄不一。围岩为轻变质的砂、板岩。据统计，在主要矿体的分布范围，砂岩占 75.4%。尤其是矿体两盘的围岩，多已经受硅化等蚀变，岩石结构较致密、坚硬，硬度在 6~10 级之间，节理虽发育，但多为隐蔽或经热液胶结。因此，矿体和顶、底板围岩都是比较坚硬和稳固的，掘进小断面规格坑道，仅局部需少量支护。主要是由于断裂经过，岩石较破碎易坍塌，但其规模不大，采用木质支护、钢轨支护或水泥砌置，均取得良好的效果。经四个中段坑道统计，支护的长度占坑道总长的 9%。矿坑总体稳定性较好。

（八）矿山固体废弃物和废水的排放量及处置

1、矿山固体废弃物及处置

矿山固体废物为开拓掘进工程的废石和选矿的尾矿。

（1）废石

开拓掘进工程的废石，其相当数量可作为原矿运输路堤、路基及尾矿坝的筑堤材料。生产期间产生的废石量不大，部分填充采空区，部分从窿口拉出外排，堆放于运输线一侧，即堆积于现有废石堆。

选矿车间自2003年开始开工建设，2005年开始正式投产，手选废石排入选矿厂北侧的山谷中，矿山现有1个废石场，依据地形划分为4个手选废石场，目前2-4号废石场已经堆满，在用的为1号废石场，但也已基本堆满，后续矿山生产开拓的废石直接用于采空区充填，矿山废石不再另行堆积。

各废石场的建设及现状堆存情况见表1-7，废石场位置见总平面布置图。目前，废石场无相关工程措施，已建设废水处理厂。

表1-7 废石场建设情况

名称	位置	标高 (m)	面积 (m ²)	服务时间	现状堆存量 (m ³)
1号废石场	最北侧	551.24~572.55	10420.16	2008年~今	77718
2号废石场	1号废石场南部	560~590	15276.96	2008年~2013年	160408
3号废石场	2号废石场南部	570~596	15887.98	2005年~2007年	144580
4号废石场	3号废石场南部	575~623	11882.45	2005年~2006年	199625

(2) 尾矿

根据锯板坑矿山年采矿证****万吨/年的处理量，矿山每年排尾矿****万吨，约****⁴m³，矿山服务年限内开采合计排放尾砂****万吨，约****m³。目前尾矿通过充填站，排放充填至采空区，未治理采空区体积尚有****m³，加上矿山今后开采新增的采空区，可以满足尾矿的排放。

(3) 生活垃圾

生活垃圾主要为矿山人员生活垃圾，堆放到垃圾内集中回收点，由矿山车辆将垃圾运输至内莞镇环保部门指定点安排处理。

2、矿山的废水及处置

(1) 矿坑水富含金属离子和微细悬浮颗粒，排至废石场中和沉淀池或专门砌筑中和沉淀池进行中和沉淀，项目矿坑涌水产生量****m³/d (****万 m³/a)，矿坑涌水经井下集水仓收集后作为采矿除尘及生产用水，剩余****m³/d (****万 m³/a) 坑涌水达标后排出至选厂利用。

(2) 尾矿水大部分回供选厂使用后，经废水处理设备处理后达标排放至下游佐坑河，尾矿废水外排量****万m³/a。

(3) 厂区生活污水主要经地埋式污水处理后用于矿区周边林木绿化，生活

污水排放量为****m³/d (****万m³/a)。

(八) 其它需要说明的情况

1、矿区井下防治水

矿区地形有利于径流排泄，附近无大的地表水体，矿体围岩富水性弱，没有含水层，地下水补给来源主要为大气降水，矿坑水主要是消耗静储量，水量不大，水文地质条件简单；根据开发利用方案，针对矿井内生产，在地表和地下同时采取并实施防治水措施工程。井下防治水方案如下：

(1) 已结束采矿或接近+485m 以上各中段主平硐水沟，山派专人疏通导流主要下水通道矿，确保+535m 以上各中段裂隙水、大气水给水从本中段主巷口沿水沟自流出地表。对+485m 中段因采矿或天井等其他工程与+535m 中段贯通处，全部采取浇筑堵水墙，引水、避水沟管等措施。尽可能杜绝+535m 中段以上大气补给水、裂隙水下泄至+485m 中段，增加+485m 主平窿水沟的压力。

(2) 矿山扩宽加深+485m 主平窿一侧的水沟，并经常疏导该水沟，确保雨季时的排水截面积满足要求。

2、矿区地表防治水

(1) 矿区内东、南大沟防治水

矿区内有两条常年流水的山溪（东大沟、南大沟），由于地形切割剧烈，内段河床坡度大，而外段交汇前河东坡度稍小，其中东大沟汇水面积11km²(流量158.4~24836.4m³/h)，南大沟汇水面积5.6km² (流量21.6~5806.8 m³/h)。从矿井布局来看，+535m 中段以上全部的窿口均分布在南大沟一侧，各个井口均应选择汇水面积小的山坳。方案计划废石场周围开挖截水沟，同时在各井口废石堆下部砌筑挡土坝，防治山水流入废石场，保证废石不因雨季形成泥石流冲击南大沟堵塞河床，方案安排每年对区内河道进行河道疏浚工作。

(2) 选厂、尾砂库防治水

尾矿库紧邻选厂，矿山选厂上方已修筑截排水沟，尾矿库面也修筑排水沟，通过尾矿库旁截水沟将雨水通过截水沟，引流至尾矿库下游排出至佐坑河。

3、岩体移动范围

矿床处于南岭纬向构造带的东段，大东山-贵东东西向岩浆、断裂带东端南缘与北东向九连山复式褶皱带的复合部位。矿体围岩为奥陶系浅变质碎屑岩。岩

浆岩不发育，控制矿体垂直深度达1000m无尖灭趋势，亦未见花岗岩体及其他酸性岩体。矿体和顶、底板围岩稳固性好。

矿山采用浅孔留矿法开采，根据赋存条件、矿岩稳定性特点，并参照国内同类型矿山的经验，确定开采岩体移动角为：上盘为 65° ，下盘和端部为 70° ，表土 45° 。按上述确定的参数并依据地质勘探剖面线和储量计算投影图，圈定开采260m中段开采地表岩体移动范围。

开采可能的地表岩石移动范围见“矿山总平面布置图”。

设计利用坑内掘进废石和尾砂充填采空区，目的是有效处理采空区，缩小岩体移动范围，将井下空区对地表的影响减至最小，同时也可减少废石场的容积，保护地表环境。

据现场调查开采区地表未发现地面岩移塌陷，可能地表岩移错动规模较小，地表植被发育，自然恢复。

4、矿山安全开采

采矿场所是在地下开拓采矿的矿坑内进行施工，井下直接对人体产生危害的是作业中产生的游离 SiO_2 粉尘超过一定浓度后，吸入肺部，患上矽尘病。为此，必须合理科学的布置通风系统工程。井下作业面采用5.5kw、7kw 或11kw 局扇强制通风，把新风送入工作面，污风抽至本中段回风系统后再进入总回风系统而排出地表，从而降低了粉尘浓度；第二，采用湿式凿岩，采掘爆破在局扇通风后，人员进入工作面又经洒水降尘，逐步降低了作业面浓度；第三，溜矿井倒矿时采用水幕降尘或静电除尘。以上措施解决了井下工作面粉尘浓度的作业环境，保护了人体减少矽尘伤害。

5、绿化

为了净化空气和美化环境，对矿区进行绿化，以提高矿区环境质量。

四、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史

锯板坑矿蕴藏着丰富的钨、锡、铜、铅、锌、银等多金属矿产资源，是国内外著名的大型多金属矿山。1956年～1958年，广东省地质局南岭区调队首先进行矿点检查，初步结论为小型铅锌矿。1959年冶金部广东省有色勘探公司904地质队到过本区踏勘。1960年～1961年广东省地质局惠阳地质队，对矿区做了较详细

的民窿调查，实测了1:2000地质草图，并提出有进一步工作必要。1965~1969年广东省地质局703地质大队对矿区开展普查评价。

（1）采矿权历史变更情况

1) 1976~1981年由惠阳地区冶金局初设采矿许可证开采，1982~1997年采矿证更名为东江有色金属公司，1997~2003年划归连平县工业局、国有企业办公室，均采取私企租赁经营模式。

2) 2003年10月15日，连平县珠江矿业有限公司经连平县工商行政管理局注册成立，并依法取得连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿采矿权，采矿权到期后，于2008年6月向国土资源部申请办理了采矿许可证延续，并取得国土资源部颁发的采矿许可证，证号:*****，有效期:****年**月**日~****年**月**日。

（2）历史开采

开采历史可分为三个阶段：

1、明代银矿开采阶段

据调查访问，传说明代（公元1368~1628 年）已有开采利用（亦有传说是在200 多年前），但从钨矿的发现（1781 年）和工业利用（19 世纪后半叶）的时间分析，当时也可能是开采利用锡石，或开采方铅矿炼银。

2、第二次世界大战之后民采活动阶段

第二次世界大战爆发以后，当地百姓在本区开采钨矿，但范围小，深度浅。解放后断续有个体、互助组、合作社和民窿矿山经营开采钨、锡。开采坑道总长度约1031.50m，深度最低达700m 标高，直至矿区转入勘探为止（1976 年）。

3、1986年之后钨、锡、铜三种金属元素开采阶段

1986年，矿山正式筹建投产，由国营东江有色公司锯板坑钨矿开拓采矿，对矿区内+856m、+805m、+740m、+700m、+657m、+615m、+575、+535m、+485m 等九个中段进行钨、锡、铜、铅、锌、银金属急倾斜石英脉状和细脉带状矿床的坑内平硐开采。原选厂处理能力为***t/d。至2002 年底珠江矿业有限公司租赁经营前，国营东江有色金属锯板坑钨矿已结束了+856m、+805m、+740m、+700m、+657m 五个中段的采矿，并在+615m、+575、+535m、+485m 四个中段开采了部分钨品位较高的矿体。自2003 年珠江矿业有限公司开始租赁经营，主要是对

+615中段、+575中段、+535中段、+485中段的剩余矿段进行了探矿掘进和采矿，并于2007年全部结束采矿。

从2003年10月，珠江矿业有限公司先行开始了+430中段、+380中段的盲斜井开拓采矿，于2005年2月开始了深部工程一期（+380中段、+330中段）的盲箕斗斜井—盲竖井—溜矿井联合开拓方式的工程施工。

（二）矿山开采现状

矿山开采分为二个阶段（2004~2013年、2014~2018年），现分述如下：

1、第一阶段（2004年1月1日~2013年12月31日）

由连平县珠江矿业有限公司租赁经营，前期2002~2003年矿山进行基建生产及改、扩建选矿厂。2004年起开始采矿、选矿生产，开采的中段有805~280m中段，10年中开采的矿体有27条（（V101、V102、V103、V104、V105、V107、V108、V122、V210、V220、V300、V310、V320、V320支、V330、V340、V342、V350、V350支、V360、V420、V421、V430、V440、V450、V520、V610）。

根据2004~2013年矿山资源储量年报统计，10年中共动用(消耗)资源储量：矿石量:****kt，金属量:WO₃:****t、Sn:****t、Cu:****t、Pb:****t、Zn:****t。质量分数: WO₃:****%、Sn:****%、Cu:****%、Pb:****%、Zn:****%。

根据珠江矿业有限公司不完整的矿山生产资料，2004~2013年动用(消耗)资源储量:矿石量:****kt,采出矿石量:****kt,回采率:****%，损失矿石量:****kt,损失率****%。钨贫化率****%，平均****%。

2、第二阶段（2014~2018年）

由广东省广晟矿产资源投资发展有限公司与连平县珠江矿业有限公司合作开发连平县锯板坑矿区钨锡多金属矿(企业名称仍为连平县珠江矿业有限公司)，主要在330~280m中段开采，开采的矿体有11条(V102、V105、V310、V320、V330、V340、V342、V350、V420、V430、V440)，动用(消耗)资源储量:矿石量:****kt，金属量:WO₃:****t、Sn:****t、Cu:****t、Pb:****t、Zn:****t。质量分数: WO₃:****%、Sn:****%、Cu:****%、Pb:****%、Zn:****%。

动用(消耗)资源储量:矿石量:****kt，其中采出矿石量:****kt，回采率:****%，损失矿石量:****kt，损失率****%，钨贫化率****%，平均****%。

（3）2个阶段合计（2004~2018年）动用(消耗)资源储量:矿石量:****kt，金

属量:WO₃:****t、Sn:****t、Cu:****t、Pb:****t、Zn:****t。质量分数: WO₃:****%、Sn:****%、 Cu:****%、 Pb:****%、 Zn:****%。

动用(消耗)资源储量:矿石量:****kt, 其中采出矿石量:****kt, 回采率:****%(属不完全统计, 供参考), 损失矿石量:****kt, 损失率****%, 钨贫化率:****%, 平均****%

现状开采采用平硐—盲箕斗斜井—盲竖井—溜矿井联合开拓方式。盲斜井已掘至+280 中段, 盲竖井已掘至+80 中段。+485m 以上中段全部采用平硐开拓; +485m 以下中段采用盲井进行开拓, 采用串车提升, 各中段矿坑水也由水泵提升至+485m 中段平巷排放。

矿山拟申请采矿证生产服务年限 10 年, 计划开采+260~+330 中段的保有矿脉。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

矿区属中亚热带气候，大多处于海拔600m 标高以上的崇山峻岭，常见云雾弥漫，气候阴凉。根据河源市气象局 1980 年至 2017 年资料，平均气温20.7℃，1月平均气温最低，为11.6℃；7月平均气温最高，达28.0℃。根据全市气象站50多年观测记录，全市极端最高气温为39.6℃，极端最低气温为-5.4℃。冬季常有冰冻，有时积雪。

该区年平均降水量为1768.9毫米（表2-1-1），全年降水量有76%出现在4~9月，其中4~6月平均降水量达783.8毫米，占全年的44.3%。7~9月平均降水量为561.8毫米，占全年降水量的31.8%，主要由热带气旋、热带低压等热带天气系统造成。一年中各月降水量变化北部呈单峰型，中南部呈双峰型，6月月平均降水量为最多，达307.8毫米，最少是12月，平均只有36.5毫米。据统计近50年数据，年最大降水量为2186.8mm（1980 年）；日最大降水量为254.5mm（1978 年7 月30 日）。尤其是7~8 月份受台风影响降水量猛增，有时会起山洪爆发，台风进入本区风力6~8 级，是本区主要自然灾害。

表 2-1-1 2014-2018 年降水量统计表（资料来源连平县气象局）

年份	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018
全年降水量	1544.4	1691.8	2389	1293.9	1507.7
月最大降水量	230.3（6 月）	459.2（5 月）	397.6（4 月）	235.2（3 月）	347.5（8 月）

(二) 水文

矿区内有两条常流水的山溪（即东大沟、南大沟），由于地形切割剧烈，河床坡度大，雨季时水流湍急，水位、水量涨落（0.006~6.899m³/s），流速达1.53~2.25 m/s；但平时流量不大，尤其秋冬季（见图2-1、其流量见表2-1-2）。

表 2-1-2 矿区河流主要水文参数

溪名	汇水面积 (km ²)	最大流量			最小流量		
		m ³ /s	m ³ /h	日期	m ³ /s	m ³ /h	日期
东大沟	11	6.899	24836.4	2018.7.3	0.044	158.4	2018.11.1
南大沟	5.5	1.613	5806.8	2018.7.3	0.006	21.6	2018.10.22
合计	16.5	8.512	30643.2		0.05	180	

图 2-1 矿区附近地表主要水系分布简图

(三) 地形地貌

矿区属中山构造侵蚀地貌，位于九连山之巅，矿区四周群峰环抱，山岭高耸，坡峭谷深，总的地势北高南低，北面有双峰山(1272m)，西面有兰屋顶(1151m)，东面有鸡婆石(1183m)。

矿区内山岭最高标高为1050m，矿区两侧的东、南两大沟在南东侧485 主平硐口汇合处为最低点，标高为475m，相对高差为797m。山坡自然坡度15~45°。自然山体植被茂密（照片2-1）。

综上所述，矿区的地貌单元类型简单，山体坡度多为15~45°，矿区的地貌条件中等。

照片 2-1-1 矿区周边地形地貌

照片 2-1-2 矿区周边地形地貌

(四) 植被

连平县境内野生动物品种繁多，分布广，主要有兽类、禽类、鱼类、甲壳类、两栖类、昆虫类等。连平县是广东省林业县之一，山地广阔，气候温和，雨量充沛，适宜植物生长。野生植物有树木、竹类、药用植物、花草类等。松、杉树是县境内的古老树种，分布广，易生长，是县内传统用材树。桉树植于公路两旁和房屋四周。竹类主要有毛竹（俗称苗竹）。

根据建设单位委托北京矿冶研究总院于 2015 年 6 月对项目所在区域进行的生态现状调查中，项目区植被现状和样方调查结果：

项目区域主要植物群落平均生产力大小依次为：阔叶林群落、针叶林群落、灌木林群落等。阔叶林林、针叶林具有较高的生产力，主要是因为其适宜当地的气候、温度、土壤、水势等当地条件，生长迅速。

(1) 项目区样方调查

项目区属于亚热带，按照《中国植被》分类系统，评估区的主要自然植被类型可划分为 4 个植被型，6 个群系，详见表 2-2。

表 2-2 评估区主要植被类型

植被型	群系	学名
亚热带针叶林	1. 马尾松林	<i>Pinus massoniana</i>
	2. 杉木林	<i>Cunninghamia lanceolata</i>
亚热带阔叶林	3. 枫香林	<i>Pterocarya stenoptera</i>
	4. 毛竹林	<i>Phyllostachys heterocycla</i>
亚热带灌丛	5. 檵木+山黄麻+盐肤木	<i>Loropetalum chinensis (R. Br.) Oliv+</i> <i>Trematomentosa (Roxb.) Hara + Rhus chinensis Mill</i>
亚热带草丛	6. 五节芒草丛	<i>Miscanthus floridulus</i>

a 马尾松林样方

马尾松林主要位于丘陵山地区域，土壤主要为山地黄红壤。马尾松样方平均树高 8-10m，林下灌木层有盐肤木、长叶冻绿、盐肤木、黄荆等；草本层以芒萁为优势种。马尾松样方照片见照片 2-2。

图 2-2 植被土壤样方监测点位布设图

照片 2-2 马尾松样方照片

b 杉木样方

杉木林群落结构单一、分层明显，乔木层以杉木为优势种，平均树高约为 10m 左右，灌木层植物稀少。杉木样方照片见照片 2-3。

照片 2-3 杉木样方照片

c 枫香林样方

枫香林群落郁闭度为 0.5~0.7 之间。该群落乔木层主要以枫香为优势种。灌木层植物主要有盐肤木、金樱子等。草本植物主要有五节芒、阔片乌蕨等典型植物。枫香林样方照片见照片 2-4。

照片 2-4 枫香林样方照片

d 毛竹林

毛竹林主要分布在评估区的低海拔 150m 以下地区，多见于村旁，平均坡度约为 25°，郁闭度为 0.8，土壤为山地红壤，土层深厚。毛竹林一般分布在评估区的林缘块状分布或成片分布，也是该地区主要竹种，一般为人工经营的纯林，林下植被稀少，灌木稀少，草本植物主要为禾本科、莎草科和蕨类植物如芒萁等，样方调查照片见 2-5。

照片 2-5 毛竹林样方调查

e 灌丛样方

櫟木+山黄麻+盐肤木主要分布在林缘或者山丘坡脚处，水分良好的地方会有大量分布，由櫟木、山黄麻、盐肤木、藤崖豆组成的群落盖度可以达到 90%以上，伴生种为金樱子。

f 草丛样方

五节芒群落在评估区中呈块状或片状间断分布于路缘、荒地和林缘等处，在五节芒组成的单优势群落中，其盖度可达 90%，高度达 90 cm，其伴生种主要有芒萁等，照片 2-6。

照片 2-6 五节芒样方调查

（五）土壤

连平县全境主要土壤类型有赤红壤、红壤、黄壤、黄棕壤等。区域内土壤质地疏松，土层较厚，养分充足，适宜林、草生长。矿区土壤种类较多，以红壤土为主，该土壤土层较薄，一般在0.4~1m，土壤呈酸性反应。其理化性质：pH值约5.5，有机质0.28%~5%，平均为3.90%；全氮量0.0349%~0.3081%，平均0.1458%，全钾平均1.76%，土壤中各金属元素背景值如下，Cr(铬)65.70mg/kg、Pb(铅)38.70mg/kg、Cu(铜)32.5mg/kg、Zn(锌)72.3 mg/kg、As(砷)1.78mg/kg、Cd(镉)0.07 ug/g。项目区土壤剖面见照片2-7。

照片 2-7 红壤土典型剖面图

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

根据区域地质、矿区地质资料及评估区周边地质环境调查结果，评估区及外围出露的地层主要有奥陶系、泥盆系、石炭系、三叠系、第四系（见图2-3）。现从老到新对地层叙述如下：

A、区域地层

1、奥陶系中上统龙头寨群（O₂₋₃ln）

奥陶系地层出露于九连山复式背斜西翼的锯板坑至九连圩一带，东翼则在和平县境内，仅以小面积之条带状残存，为笔石页岩建造。

奥陶系中上统龙头寨群（O₂₋₃ln）广泛分布于矿区，岩性为石英砂岩、粉砂岩、绢云母页岩、板岩及其互层组成，为锯板坑钨锡多金属矿床的赋存围岩。厚度大于1000m，本层与下伏地层呈整合接触。

2、泥盆系（D）

（1）中统桂头组下亚组（D₂ga）

出露于矿区西侧及北东侧，岩性为紫红色、浅棕红色砾岩、含砾砂岩组成；厚度大于200m，与下伏地层呈角度不整合接触。

图 2-3 矿区区域地质简图

(2) 中统桂头组上亚组 (D₂gb)

出露于矿区西侧及北东侧，岩性石英砂岩、粉砂岩夹页岩组成；厚度大于 200m，与下伏地层呈角度不整合接触。

(3) 中统老虎坳组 (D₂l)

分布于评估区西侧，岩性为砂砾岩、石英砂岩、页岩组成。区域厚度 289~375m。

(4) 上统天子岭组 (D₃t)

分布于评估区西侧，岩性为灰岩夹钙质粉砂岩、页岩。区域厚度 90~508m。

(5) 上统帽子峰组 (D₃m)

分布于评估区西侧，岩性为页岩夹砂岩。区域厚度 300~353m。

3、石炭系下统测水组 (C₁dc)

零星分布于评估区西侧，岩性底部为石英砾岩及砂岩，向上为泥质页岩及砂质页岩互层夹砂岩，顶部为砂岩及砂质页岩，含 2-13 层劣质煤。区域厚度 105~808m。

4、三叠系上统小坪组 (T₃x)

零星分布于内莞背斜之北西侧，岩性为粉砂岩、炭质页岩夹煤层组成，上部夹砾岩、含砾砂岩、砂岩，与下伏地层呈角度不整合接触。区域厚度 318~400m。

5、下第四系丹霞组 (Edn)

分布于连平镇至上坪、中村一带，呈长条状分布，构成了北北东方向的断陷红色盆地。岩性为暗红色砂砾岩和泥质粗砂岩互层；与下伏地层为平行不整合接触。区域厚度 760m。

B、评估区地层

评估区内地层较为单一，主要是奥陶系中上统龙头寨群 (O₂₋₃ln)，分布于整个评估区，为变质石英细砂岩夹不稳定的板岩、砂质板岩和变质粉砂岩，厚度大于 1000m。

(二) 地质构造

A 区域地质构造

矿区位于南岭纬向构造带东段和大东山——贵东东西岩浆断裂带东端南缘。与东北向九连山复式褶皱带的复合部位。区内地质构造十分发育，以断裂构造为主，褶皱构造为次。

1、褶皱

九连山复式褶皱带呈北东向展布，产于早古生代变质岩中，由一系列线状倒转褶皱所组成，为加里东构造阶段的产物。本区位于该褶皱带的西翼。

根据本区地层之间的沉积间断将其分为上、下两个构造层：

a、下构造层—加里东期地槽型构造层：为九连山复背斜，该复背斜延伸长度40km，两翼延伸幅度32km，属区域性基础褶皱。由五华嶂主背斜、东部的和品向斜、西部的雷打树向斜组成，均为倒转褶皱。

矿区位于该复背斜西部的雷打树向斜，由奥陶系砂页岩笔石建造。该向斜轴线呈S状弯曲，轴面一般向东倾斜，南段轴面近直立。东侧倒转翼较西侧正常翼产状稍陡，较缓处甚至出现20~40°的缓角度倾斜。

b、上构造层—海西期地台型构造层：主要分布在矿区北东侧。主要为李田围向斜，由泥盆系—石炭系组成，被北东向和北西向断裂切割，北部被九连山岩体侵入，残存的构造形态不明显。轴向近南北向，枢纽向北倾伏。东翼较为完整，倾向北东，倾角40~50°。

2、断裂

区域断裂构造主要发育东西向、北东向为主。其中矿区F1~F4断裂属于东西向大东山——贵东岩浆断裂带的次级断裂，区域内莞断裂及矿区F11、F12、F13等为北东向新丰——连平断裂带的次级断裂。

内莞断裂走向北东，倾向北西，倾角40°，长约31km，沿断裂均能见到破碎带、构造角砾岩，角砾一般以砂岩、页岩居多，局部地段见灰岩角砾，砾石大小不一，硅质、泥质胶结，一般较为坚硬。时代为中侏罗世。

李田围断裂发生在泥盆系-石炭系组成的向斜中，走向北东，倾向北西，倾角40°，为逆断层。靠近断层的岩层破碎，北部花岗岩未被破坏。形成于印支期。

黄板坑断裂走向北东，倾向北西，倾角40°，断裂带内见辉绿岩脉穿插。

金鸡咀断裂近东西向延伸，东端被内莞断裂所切。断裂长约12km，地貌上为深切V形谷，形成于燕山期。

B 评估区地质构造

根据形成的先后顺序及其对充岩、成矿的作用大体将断裂分为下列二类：

a、充岩断裂有下列两组

①走向北西至北北西，倾向北东或南西，倾角40~80°，断裂性质张扭性，平面

上沿北北西向呈逆时针向羽列分布，为次闪辉绿岩脉所充填。

②走向近东西至北东东，倾向南，倾角80°，断裂性质为张扭性，平面上沿北东东向呈顺时针向羽列分布，为云斜煌斑岩脉所充填。

b、成矿后断裂

本区成矿后的断裂根据断裂发育的方向可以分为北西、北东东、近南北、近东西，北西西和北东等六组，其中规模较大的有近东西向和北东向两组：

①近东西组（F1、F2、F3、F4）：断裂分布于东西向脉带赋存的部位，层性质为压扭性之斜冲断层，呈顺时针向对错、平错0.7~3.7m，垂错小于4m，对矿体造成一定的破坏作用。

②北东组（F11、F12、F13）：断裂分布东西向脉带的东部偏中，断层走向幽东、倾向北西，倾角40~80°，性质为压性或压扭性之斜冲断层，呈逆时针向对错、平错6.5~27m，垂错3~26m，断层通过之处，破碎带疏松，固岩破碎矿脉遭受错移，是本区对矿体破坏性最大的断裂。

表 2-3 矿区成矿后断裂基本特征一览表

组别	编号	长度	产状(。)			破碎带宽(m)		位移方向	断距(m)		断层性质	力学性质
			走向	倾向	倾角	最小	最大		水平	倾斜		
东西向	F1	720	81	南	65	1	5	顺时针		4	斜逆	压兼扭
	F2	340	91		62	0.2	155		0.7—3.7			
	F3	250	85		77	0.1	0.6		1			
	F4	160	80		63		3					
北东向	F11	650	60	北西	67		2.4	反时针		3—5	斜逆	压扭
	F12	600	36		71	0.2	3.75		6.5—10			
	F13	1050	20		78	0.3	3.2		26—27			
	F15	2300	33		79	0.1	1.2		0.5—4.5			
	F16	200	45		75				0.5—2			
	F17	300	40		74				0.5—2			
	F18	100	40		60				0.5—2			
北西向	F22	200	300	南西	87			顺时针			斜正	张扭
	F24	570	310		73		1.5					
	F25	100	329		83	0.2	0.35		0.8—16			
	F26	100	300		79	0.1	0.3					
	F27	80	346		73	0.1	0.2		1.6—1.8			
	F28	80	325		51	0.1	0.2		1—1.2			
北东	F41	250	54	北西	59		1.75	反	5	8	斜逆	压扭
	F42	200	79		66	0.2	1.3		1.1—2.1			

向	F43	200	85		84	0.1	0.2	时	0.3—1.5			
	F44	150	72		78	0.1	1.9	针	1—4			
南北向	F36	50	350	西	78	0.2	0.6		0.1—1		逆	压
	F39	200	10		65							

C 地质构造对矿山开采的影响

断裂破碎带对矿山的影响较大，主要以北东组断层为甚，在矿体中有4条断层平行侧列产出，破碎带宽0.1~5m。以上为破坏矿体的压扭性或压性断层，破碎角砾为泥质胶结，结构松软，除了断裂破碎带外，围岩亦受挤压影响，形成脆弱带，掘进坑道时需要支护。

岩浆岩：在矿区1:2000地质图范围内出露的侵入岩是若干规模不大的次闪辉绿岩（ βu ）、云斜煌斑岩（ χ ），分述如下：

(1) 次闪辉绿岩（ βu ）

分布于矿区西、中、东面，呈脉带状平行或尖灭侧现分布，走向北北西~北西，倾向南西，倾角76~80°，脉带长640~1080m，单个脉长110~640m，宽2~10m。在坑道中，见有钨锡矿体分布于岩脉中，属成矿前的侵入岩。

(2) 云斜煌斑岩（ χ ）

分布于矿区西~中部，呈脉带状尖灭侧现分布，走向北东东，倾向北西，倾角67~77°，脉带长1200m，单个脉长140~370m，宽2~45m。在坑道中，见有钨锡矿体或石英脉带切错岩脉，属成矿前的侵入岩。

(三) 水文地质

A 矿区地下水类型及富水性特征

根据区域地下水赋存条件，含水层水理性质和水力特征，矿区地下水可分为风化裂隙水和带状裂隙承压水两种类型。

1、风化裂隙水

由两类风化土组成：一是覆盖于砂岩、板岩之上的第四系松散风化层，由于风化作用，表面大部分已呈亚粘土夹基岩岩块、碎块，岩块中夹少量粘性土，一般厚度0.5~1.5m，局部大于5m，此层透水，但含水性差。另一是厚层砂板岩的风化层，从勘探钻孔资料来看，岩芯破碎，裂隙发育，裂隙面有黄褐色铁质浸染，厚度变化较大，地形高处风化厚度29.10~72.49m，河谷低洼处风化层较薄5.24~8.93m。富水性不均，水量不大，一般为0.014~1.2L/s，水质类型为HCO₃-Cl-Ca-Mg及

$\text{HCO}_3\text{-Cl-Ca-Na}$ 型水。静止水位标高为565.16~889.58m。

风化裂隙水受大气降水补给，富水不均水量不大，呈周期性变化。

2、裂隙承压水

指赋存于深部基岩破碎带和一些张性裂隙中，并以层间裂隙含水为主。本区主要断裂带属压扭性，虽然有较好的切割性、延伸性、连通性，但由于充填好，水量小，构造带本身往往起阻水作用，只是在影响带的裂隙中含一定数量的地下水，压扭性裂隙在径流带中易形成承压含水带。

矿区北东向压扭性断裂带向西倾斜、且起阻水作用，矿区西部有12个钻孔涌水，其中ZK004的涌水量为2.172L/s，水头高3.49m（为坑内钻孔）。

B 地下水的补给、径流及排泄条件

1、地下水的补给

矿坑水靠大气水渗入补给，补给来源主要是大气降水通过裂隙（地表裂隙率一般为1%左右）、破碎带渗入、雨季溪水的侧面补给，旱季地下水补给溪谷。

2、地下水的径流

地下水径流总体上是由高处流向低处，基本上与地形相吻合。由于矿区地形陡峻，降水中相当部分转为地表径流，因此降水对地下水补给不利，但在植物较发育地段则有利于降水的垂直补给。

3、地下水的排泄

地下水以泉水的形式（点状排泄）排向沟谷，泉水流量0.01~0.50L/s。

根据第一期勘探阶段坑道内水文地质调查，坑道内观测出水点37个，含水裂隙主要为北东和北西西组（见表2-4）。

表 2-4 坑道内裂隙出水点统计表

组别	含水裂隙产状			出水点数(个)	已观测水量的点数(个)	总涌水量(L/S)	单个点最大水量(L/S)	备注
	走向	倾向	倾角					
1	310~340°	NE—SW	70~80°	17	11	24.939	6.403	出水点水量
2	500	SE	50~85°	20	8	29.028	12.316	710L/s1个 5-1 L/s3个
合计				37	19	53.967		1-5 L/s8个 <1 L/s7个

本矿区层间裂隙含水，多呈小股状或线状，还有呈大面积滴水区，但水量甚微。

其动态特点是：刚揭露到地下水时，水量较大，随着时间的推移，水量变小，说明静储量消耗后动储量来源有限。

4、地下水动态变化

矿区地下水动态变化明显受气候制约，雨季地下水位上升，水量增大，枯水期水位下降，水量减少。

附近无大的地表水体，加上矿区成矿后的断裂为压性及压扭性，它们形成的破碎带不含水也不导水，即外围补给条件差。

C 矿床充水条件分析

1、矿坑充水因素

(1) 大气降水：矿区的雨量充沛，降雨延续时间长。虽然矿区采用地下开采，不利于大气降水直接充入矿坑，但大气降水仍然为矿区主要的充水水源之一。

(2) 含水层（带）水：矿床充水主要含水岩层是第四系松散风化层、奥陶系龙头寨群($O_{2-3}ln$)厚层砂板岩的风化层的风化裂隙含水层，前者风化土虽然透水，但含水性差；后者富水性不均，水量不大。主要接受大气降水下渗补给，由于矿区地形山高坡陡，大气降雨多以地表径流形式流泄，渗入补给量不大，含水层（带）富水性弱，呈周期性变化。

(3) 裂隙水：矿区断裂构造较发育，破碎带宽度 $0.1\sim 5m$ ，多属压性或压扭性，但由于充填好，水量小，构造带本身往往起阻水作用，只是在影响带的裂隙中含一定数量的地下水。断裂未切割较强富水的岩层或沟通大的地表水体，降雨补给量有限，富水性较弱，正常情况下，断层充水对矿山开采的威胁不大。

(4) 老窿水：矿山开采历史悠久，老窿星罗棋布，多分布在矿区上部，+485m以上的老窿多分布于地形高处的龙头寨群厚层砂板岩中，多为平硐，可自然排水，正常情况下，上部+485m以上的老窿积水量不大，对矿床开采有一定影响。

(5) 地表水：矿区的溪流水量受降雨控制，暴雨水量猛增，雨后水量骤减，溪流流经地段多为龙头寨群厚层砂板岩的相对隔水层，但透水性弱，渗水条件差，地表水与地下水水力联系弱。

2、矿坑充水条件

矿区属构造侵蚀中低山地形，山系南北走向，北高南低，由于水流切割强烈，多形成“V”型深谷，地形高耸，岩壁陡峭，有利于地表水和地下水的自然排泄。

矿床处于近南北走向的山脊之上，矿界范围内无大的地表水体及河流，溪流流经地段多为龙头寨群（O₂₋₃ln）厚层砂板岩的相对隔水层，含水层（带）地下水的补给条件较差，主要靠大气降水补给；矿床充水含水层（带）的富水性弱，断裂未切割较强富水的岩层或沟通大的地表水体，民窿多为平硐，可自然排泄。

矿山因老窿星罗棋布，已形成集水、排水网络，使矿床周边含水层的地下水汇集和排泄，基本达到补排平衡，若在矿床范围再增加巷道或泄水面，其排水量增加的幅度有限，矿床的充水对开采的影响不明显。

综上所述，矿床位于九连山山脉腹地。矿区的含水层主要为水量贫乏的风化裂隙水和水带状裂隙承压水，含水层岩石的节理裂隙发育，但多被充填，透水性弱；大气降雨多以地表径流形式流泄，渗入补给量不大，含水层富水性弱。区内的断裂构造较发育，多为压扭性，有较好的切割性、延伸性、连通性，但由于填充好，富水性弱。本矿区水文地质条件为中等。

图 2-3-1 锯板坑钨锡多金属矿区水文地质图

图 2-3-2 锯板坑钨锡多金属矿区水文地质剖面图

(四) 工程地质

1、矿区岩土体工程地质特征

根据评估区岩土体的结构、物质成份及物理力学性质，将评估区岩土体划分为松散土类，较软—较坚硬岩类和坚硬岩类。

(1) 松散土类

由第四系坡残积层的粉质粘土夹基岩岩块、碎块、岩块中夹少量粘性土组成，散体结构。硬~可塑，抗压强度低。遇水易软化崩解。

(2) 较软—较坚硬岩类

主要为风化砂岩、板岩。岩石强度低，单轴抗压强度的变化范围为 0.5~1.0MPa 至 15~50MPa。抗剪强度低，在饱水情况下，强度更加低。加之地形陡峭，易产生崩塌，矿区已有发生。

(3) 坚硬岩类

主要为石英砂岩、板岩、煌斑岩、辉绿岩等坚硬岩石。岩石饱和单轴抗压强度值大于 93.3MPa。但在层理、裂隙及构造发育带内，其强度会大大降低。

2、矿体及围岩工程地质特性

(1) 矿体工程地质特性

本矿床的矿体为含矿石英脉和石英细、薄脉及其间夹砂、板岩所构成的石英脉带。倾斜陡急，矿体厚薄不一。经勘查统计，在主要矿体的分布范围，砂岩占75.4%。其中，矿石块度为1~350mm，混合自然安息角为34°~41°30'，平均39°36'，平均表面摩擦角为竹板27°15'、铁板26°37'，水泥板31°37'。

(2) 围岩工程地质特性

围岩为轻变质的砂、板岩。

围岩抗压强度（单位：kg/cm²）：板岩垂直层理面692~1193，平行层理面911~2067；砂岩垂直层理面1112~1798，平行层理面871~1453。

矿体及顶底板稳固性较好。矿体两盘的围岩，多已经受硅化等蚀变，岩石结构较致密、坚硬，硬度在6~10 级之间，节理虽发育，但多为隐蔽或经热液胶结。因此，矿体和顶、底围岩都是比较坚硬和稳固的，绝大部分不需要支护。

在破碎带上发现有滴水现象、岩石结构相对松散和稳定性较差，由于其规模不大，采用木质支护或水泥砌置，均能到达很好的效果。

总之，本矿区岩石致密坚硬，矿体及顶底板围岩主要是砂岩，其次是板岩等，近矿围岩多已硅化，故矿体及围岩均较稳固。只是在断裂发育地带对岩石的稳定性有一定影响。

3、不良地质现象

(1) 破碎带、岩脉与矿脉相交，有利于小的崩落，但随地下工程的扩大和延伸可能引起岩体移动、牵引，同时又引起地表水直接渗入的水文地质问题。

(2) 矿区坑道工程交汇，各组断裂交汇，开拓地下工程特别是大采场时，因临空面加大，在残余应力的作用下，采矿后采场或巷道局部塌落或岩体移动。

(3) 矿区小构造（节理、裂隙）也是不稳定因素之一。

(4) 土层抗滑能力差，这些土层在旱季期间，边坡的稳定性通常较好，而雨季期间若土体处于饱和状态，受土层孔隙水的渗透力破坏容易导致坡体失稳，发生滑坡或崩塌，矿区已有发生。

（五）矿体地质特征

1、矿体空间分布特征

本矿属岩浆期后高中温气化热液充填石英脉型钨锡多金属矿床，已查明有矿脉38条（其中工业矿脉24条），矿脉受断裂控制分成六组，相互交叉，形似“米”字型（图2-4），各组矿脉倾角很陡，多数属盲矿体，根据矿脉的产状、形态、构式和工业矿体的赋存空间不同可划分为单脉型和脉带型两类矿体，其主要空间分布特征如下：

A 单脉型矿体空间分布特征

矿脉长度与深度基本上为下相关，但深度往往较大，深度系数（深 / 长）为1.02~2.36。矿脉一般出6~9个单体组成，单长度一般30~50m，矿脉呈尖灭侧现之侧幕状排列，但侧现距离小于2m，且常有细矿脉沟通，故矿脉较为连续。不过，分支复合等现象仍然较频繁，各组矿脉均以不同倾角向矿脉一端侧伏。

图 2-4 锯板坑钨锡多金属矿区矿体平面分布图

B 脉带型矿体空间分布特征

(1) 水平分布特征

在水平分布上，中部矿脉较密集、脉幅较大，往东西两端则矿脉分散变稀，脉幅变小尖灭。

(2) 垂直分布特征

在垂直分布上，脉带具有“五层楼”模式的特征，矿脉上部撒开，下部收敛，自上而下的五带为：1) 线脉细脉带、2) 细脉薄脉带、3) 薄脉带、4) 薄脉大脉带、5) 大(巨)脉带，其中第4层工业意义最大，第3层也有工业价值，第2层仅主干脉及旁侧部分细脉有工业价值，第1层除局部有工业价值外，一般作矿化标志带，第5层中上部有工业价值，向下则递变为无矿石英脉。

2、矿体特征

单脉型矿体分为北东东组、北北西组、北西组、北东组、北西西组五组矿体区，共27条，其中有工业矿脉15条，矿脉大致也呈扁豆状，中部矿体较好，边部则变稀变小。

脉带型矿体为东西组矿带，总体规模最大，计有11条矿脉，其中有工业矿脉9条，尤以V320、V330二条矿脉最大。在脉带中石英薄脉细脉等疏密相间产出，每隔10~22米左右脉带密集处，往往有一至数条较大的矿脉，并以该脉为主，构成若干条平行等距和矿脉搏带，脉带间呈左型排列。矿脉大致呈扁豆状，中间厚边部薄，单工程矿体厚度12.86m。最薄0.10m，矿脉长度与深度关系基本上是正相关。脉带内部结构甚为复杂，石英脉中部矿脉较密集、脉幅较大，往东西两端则矿脉分散变稀，脉幅变小尖灭。（工业矿脉产状、规模见表2-5）。

表 2-5 工业矿脉产状、规模一览表

类别	组别	脉号	产状			规模(米)				矿体赋存标高(米)		厚度变化系数%
			走向	倾向	倾角	长度	幅度			深度	上	
			最小	最大	平均							
脉带型	东西组	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
壅脉型	北东东组	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	北北西组	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	北西组	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	北东组	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	北西西组	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

3、矿石特征

矿石由高中温热液矿物组成，主要金属矿物有：

(1) 黑钨矿：是本矿床主要的工业矿物，多呈团状产于石英脉中，或呈垂直矿脉的不规则条带状；

(2) 锡石：棕褐色晶粒；

(3) 黄铜矿：在地表及浅部常被氧化；

(4) 方铅矿；

(5) 闪锌矿；

此外还有黄铁矿、毒砂等。主要脉石矿物有：

(1) 石英，是矿脉中含量最高的矿物，约占80%以上；

(2) 黄玉，相对含量5%以上，其次还有黑鳞云母、锂铁云母、氟磷酸铁锰矿、锰菱铁矿、萤石、绿泥石、水白云母等。

按脉体矿物成分划分，矿石可分为两类：

(1) 石英脉型矿石（由单一石英大、薄脉组成）：

(2) 脉带型矿石（由石英脉和间夹砂、板岩组成）。矿石的结构主要是从热液中结晶的沉积结构，其次为因溶体分离结构溶蚀交代结构：矿石构造有致密块状、浸染状和斑点状，对称和不对称条带状，梳状和晶洞状，角砾状及放射状。

表 2-6-1 原矿多元素分析表 1

元素	W ₀ ₃	Sn	Cu	Pb	Zn	S	Fe	As	P	TiO ₂	Bi
含量(%)	0.38	0.16	0.26	0.36	0.69	1.54	4.33	0.53	0.1	0.29	0.008
元素	Mo	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Mn	Ge	Ga	Au	Ag	
含量(%)	0.006	67.73	1.3	1.15	19	0.46	0.00153	0.0016	<0.1g/t	40g/t	

表 2-6-2 原矿多元素分析表 2

元素	W ₀ ₃	Sn	Cu	Pb	Zn	S	Fe	As	P	TiO ₂	Bi
含量(%)	0.66	0.16	0.3	0.26	0.93	1.75	5.27	0.63	0.11	0.33	0.009
元素	Mo	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Mn	Ge	Ga	Au	Ag	
含量(%)	0.008	65.28	1.45	1.28	9.2	0.5	0.00149	0.0015	<0.1g/t	50g/t	

矿石可选性研究等工作结果表明，本矿床矿石的可选性能较好。多元素分析表可知（表2-6），多种矿物是稀散、贵金属元素的含量较高，如闪锌矿和黄铜矿中的In(0.0776%, 0.0458%), 闪锌矿中的Cd(0.614%), 方铅矿和黄铜矿中的Ag(5719.26g/t, 340.78g/t) 以及Se、Te、Ge 等，这些有用元素可在冶炼中回收。根据全元素数据中矿石中的有害元素As、P、Ca、SiO₂ 等含量较高，但是可在选矿过程中进行处理，对产品质量影响不大。

根据对矿石和围岩采样放射性分析（附件11），从放射性检测报告来看，矿脉检测结果内照指数I_{Ra}为<0.1，外照指数I_γ为0.1，围岩I_{Ra}为0.2，外照指数I_γ为0.5。根据国家标准《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）要求，矿山碎石属A类装饰装修材料，其产销和使用范围不受限制。

三、矿区社会经济概况

矿区所在内莞镇位于连平县东北部，东邻和平县，南与油溪镇、高莞镇相接，西北毗邻元善镇、上坪镇。

根据连平县统计局2014-2018年社会经济概况统计，截止到2017年（2018年尚未统计），全县人口413792人，全镇人口19276人全镇总面积231.5km²，其中山地面积15667公顷，耕地面积500公顷，辖11个村。交通便利，圩镇距县城11km，105国道穿镇而过，大九线贯穿全镇8个村。各村通信实现程控化，全镇电话用户达1200部。2017年，农村居民人均可支配收入13142元，年增长9.9%，近四年增长32.37%。

表2-7 连平县及内莞镇2014-2018年社会经济概况数据

年份	单位	户籍人口 (人)	农村人口 (人)	耕地面积 (公顷)	财政总收入 (万元)	农村居民可支 配收入(元)
2014	连平县	408877	342209	19871	278021	9928.3
	内莞镇	18989	17656	未统计	未统计	未统计
2015	连平县	410611	345724	20418.2	384327	10841.7
	内莞镇	19200	17980	未统计	未统计	未统计
2016	连平县	416619	255130	22681.1	374958	11947.6
	内莞镇	19362	11713	未统计	未统计	未统计
2017	连平县	413792	255430	20290	309842	13142.3
	内莞镇	19276	11669	未统计	未统计	未统计
2018	连平县	2018年数据未出				
	内莞镇					

数据资料来源连平县统计局。（未统计：统计局未统计出数据）

内莞镇经济以农林为主，其中约三分之二人以农业为主，三分之一人以林业为主。木材储积量约40 万m³，每年向国家交售木材达1.5 万m³，毛竹1 万根。梅、李、沙塘桔、板栗等水果的种植面积达5000 多亩。盛产茶叶、香菇、木耳、竹笋、松香、樟油、蜂蜜、荷兰豆等。

镇内有著名的锯板坑钨矿和县级企业内莞水泥厂。由于该镇水力资源丰富，而且具有“落差大”的独特地形，发展水电站非常有利，目前，全镇建有水电站11 座，装机总容量近4000 千瓦。

四、矿区土地利用现状

根据查询项目所在连平县国土资源管理局提供的土地利用现状图（图幅号*****、*****）（见图2-6），矿区及损坏地块周边不涉及基本农田保护区（2018年3月数据），矿区范围没有规划为基本农田。采矿证范围土地利用现状及权属表见表2-8。

表 2-8 采矿证范围内土地利用现状及权属表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积比 例%	权属
类别编 码	类别名称	类别 编码	类别 名称			
12	其它土地	1206	裸土地	1.97	4.7	
03	林地	0301	乔木林地	38.26	90.3	锯板坑矿山
		0307	其他林地	2.13	5.0	
合计				42.36	100	

注：数据来源于连平县 2018 年土地利用变更数据。

1、项目区土地利用现状调查

在现场踏勘中，方案编制人员在锯板坑钨锡多金属矿技术人员的陪同下对锯板坑钨锡多金属矿项目区进行了实地查看，发现锯板坑钨锡多金属矿矿因开采时间较久，整个项目区内土地破坏严重，项目区内主要损毁区为废石场、选矿工业场地、尾矿库、矿山道路、风井工业场地、老井口工业场地、主平硐工业场地、运输工业场地、办公生活区等，基本上损毁区呈块状展布，只有矿山道路呈线性展布（见照片2-8至2-14）。

图 2-5 土地利用现状（局部）图

照片 2-8 废石场（乔木林地、裸土地及采矿用地）

照片 2-9 尾矿库及选矿工业场地（乔木林地、裸土地及采矿用地）

照片 2-10 老井口工业场地（已废弃，乔木林地、裸土地）

照片 2-11 矿山道路（乔木林地、裸土地、采矿用地等）

照片 2-12 风井工业场地（乔木林地、裸土地、空闲地等）

照片 2-13 主平硐工业场地（乔木林地、裸土地等）

照片 2-14 运输工业场地（乔木林地、裸土地）

2、项目区周边土地利用现状调查

结合连平县土地利用现状图，项目区周边土地利用现状以有林地为主，南面居住区在矿区范围4km范围外，矿山位于山区，对村庄基本无影响。

3、项目区占用基本农田情况

锯板坑钨锡多金属矿项目区用地范围内，矿山不占用农田。对照当地土地利用总体规划图件分析，矿山用地范围内无基本农田保护区、一般性耕地。

图 2-6 项目矿区四周图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿山位于深山地区，交通不利。根据实地调查及相关资料表明，矿区范围内及附近无名胜古迹、自然保护区、地质遗迹、地质公园、风景旅游区及水源地等。矿区及周边人类工程活动主要是本矿山矿业开发及林业生产活动（见图2-6）。

1、矿山工程设施

锯板坑矿山属于在生产矿山，地表基础设施已建设完毕，主要生产设施包括工业场地、矿山道路、尾矿库、废石场等。

2、周边其他人类工程活动

除矿山开采外，矿山及周边基本无村民其他人类工程活动，主要为少数村民伐木活动。区内人口集中在矿山生产车间和地下开采区域，合计人口有360人。

3、矿区附近采矿活动

矿区周边5km 范围内无其他采矿活动。

矿区内存在的主要是民采问题。民采始于1368 年，当地居民开始采钨矿，但规模都较小，往后渐渐形成了采选配套的生产规模，经调查，采矿的民窿约4~6 条。这些民采点主要分布在+575m 中段以上。

1976 年，冶金工业部广东冶金地质九三二队五分队对锯板坑矿区进行勘探，并终止了民采活动。但民采对锯板坑矿区的破坏已成为现实，其影响主要在三个方面：

1、给锯板坑矿产资源造成极大的破坏和浪费。经过三十多年的民采，对矿产资源造成极大的破坏，采富弃贫，采易弃难，导致了矿区开采破坏，只留下部分残矿、呆矿；同时，由于无序民采，造成众多采矿安全隐患，导致许多本来能够开采利用的矿产资源无法开采利用，对矿产资源造成极大的浪费，极大的影响矿山的开采生产和矿山的服务年限。

2、给矿山的开采造成非常严重的安全隐患。无序民采形成的采空区，主要分布于矿区+575m 以上，这些采空区大小不一、形状各异，巷道纵横交错，给矿山采矿留下重大安全隐患。

3、给矿山的地质环境造成重大破坏。特别是对矿山的地形地貌景观破坏、地下水及地表水污染、对土地资源的占用破坏都造成重大的影响。

矿山周边的山岭因民采，植被遭到破坏，矿碴随处堆放、倾倒，使矿山的排水系统遭到了毁灭性破坏，一遇雨天，水土流失严重，淤塞沟谷，占用破坏损毁林地资

源；其次，大量的民采废渣、选矿废水、尾矿（泥）等未经任何处理，直接随意地排（堆）在水沟、山坡及河床中，严重地污染周边地下水与地表水，严重影响下游民众的生产和生活。

综上所述，矿山及周边的人类工程活动较剧烈，总体对矿山地质环境影响较严重。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

锯板坑钨矿矿一直以来十分重视矿山地质环境治理与土地复垦工作，坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“边开采、边治理、边复垦”。矿山企业投入了大量资金，大力推进矿山地质环境问题的恢复治理和土地复垦工作。

矿区周边没有其他矿山，无土地复垦与矿山地质环境治理案例，难以进行类比分析。只能结合本矿区内的矿山地质环境治理与土地复垦案例，总结矿区前期治理经验。

（一）矿山环境恢复治理案例分析

主要是采空区治理工程，包括采空区尾砂及废石填充。

1、尾砂充填系统设计

2014年3月矿山与长沙有色冶金设计研究院有限公司签订了《锯板坑钨锡多金属矿充填系统建设工程设计合同》。2014年8月，方案设计完成。

2、尾砂充填系统设计评审

2014年8月24日，连平县安全生产监督管理局组织有关专家对方案进行了评审并通过了审查。

3、尾砂充填系统竣工验收

按照《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》的规定，矿山于2017年5月19日对锯板坑钨锡多金属矿新建充填系统安全设施进行了竣工验收。

参加验收的单位有：长沙有色冶金设计研究院有限公司、广东省电白县第四建筑工程有限公司、连平县珠江矿业有限公司、广东重工建设监理有限公司、广州市万宝职业安全事务有限公司、连平县安全生产监督管理局等6个单位的代表，会议成立了由5位专家组成的专家组。经现场验收及查阅资料，专家组同意该充填系统安全设施通过竣工验收。

4、充填系统建设内容、规模

全尾砂充填系统包括地面尾砂干排系统（包含螺旋分级、浓密及压滤）、回水回砂池、尾砂堆场、充填制备站、配电室、充填工业泵输送及井下充填输送管路（照片 2-15、2-16）。

(1) 充填系统的充填站于 2014 年 8 月份开始动工建设，于 2015 年 4 月底完成。

(2) 尾砂回收系统（浓密池和压滤车间）于 2014 年 11 月份开始动工建设，于 2015 年 8 月 25 日完成安装，实际总投资:(1)+(2)=****万元。

从 2015 年开始，至 2017 年 8 月份止，根据公司尾砂产生量每天组织了 1 班生产。尾砂充填采空区的位置主要有（图 2-7）：

280 中段 V3302、V3304、V3206、V3306、V3308、V33010、V3506、V3412、V3414、V32012、V3306、V3424、V3426、V3508；

330 中段 V33012、V33014、V3206、V3304、V3303、V3423、V12214；

380 中段 V3305；

430 中段 V3303；

485 中段 V3421、V6101；

535 中段 V3102、V3202、V320N2、V3422、V3302、V320S2 等。

至 2018 年 5 月份止，共向井下充填尾砂 407511m³，充填采空区 596576m³。

经过近 4 年时间的运行，矿山采矿范围未发生地面塌陷，证明了该充填系统是安全可靠的，满足了矿山处理采空区要求，达到了将正常生产产生的尾砂充填到井下采空区的目的，进一步降低采空区塌陷的风险，并减少尾砂和废石对土地资源的占用，改善对生态环境的保护，对矿山的可持续发展起到了非常重要的作用。因此，本方案中矿山后期继续沿用充填系统来治理采空区。

照片 2-15 地表充填站

照片 2-16 充填管路及充填硐室

图 2-7-1 485 中段已治理采空区分布图

图 2-7-2 430 中段已治理采空区分布图

图 2-7-3 380 中段已治理采空区分布图

图 2-7-4 330 中段已治理采空区分布图

图 2-7-5 280 中段已治理采空区分布图

(二) 土地复垦案例分析

2015-2018 年，锯板坑矿山按照《连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿采矿项目土地复垦方案报告书》的要求，有序开展了土地复垦工作，主要工作如下：

1、尾矿库土地复垦工作

尾矿库土地复垦对象为尾矿库堆积子坝，覆土面积约 8 公顷。采取的工程措施为：在复垦区域四周修建截排水沟，覆土垫层，平整场地等。采取得生物措施为：种植植物，灌草结合进行修复；覆土 30cm，累计播撒草籽 6 公顷，穴种芒草 1000 多株。累计投入资金为 120 多万元。详见照片 2-17、2-18。

照片 17、18 尾矿库土地复垦现状

2、老井口排废区覆土复绿工作

老井口排废区总复垦面积为 0.8319 公顷。采取的工程措施为：对边坡及平台进

行平整。采取得生物措施为：采用乔、灌、草混交模式，穴种了桉树、双荚槐及狗牙根等进行复绿（照片 2-19、2-20）。至 2017 年底，累计复垦面积为 0.75 公顷，穴种植物 1200 多株，投入资金约 450 万元（包含场地平整、道路修建等工程费用）。

照片 2-18 615m 井下排废区土地复垦 照片 2-20 657m 井下排废区土地复垦

通过以上对尾矿库和老井口工业场地的复垦工程，减少了尾砂的流失和飞散，相对减少了老井口弃石渣对地表河道的堆积和水体污染，对生态环境起到了一定恢复和美化作用。

（三）矿山环境恢复治理与入地复垦措施评价

针对矿山开采可能引发的地面沉降及塌陷灾害，建立了充填站，并基本控制了采空区可能造成的矿山地质环境问题，在生产期间未发现地面塌陷现象，证明采空区通过尾砂和废石填充治理取得较好的效果。

尾矿库复垦工程，包括截排水工程，和生物工程，起到了较好的效果，其覆土、平整、种植措施都可在方案中继续沿用。

矿山资源丰富，还未闭坑，因此对各破坏地块不能全部复垦。针对锯板坑矿山闭坑后矿区存在的地质环境问题：如废石场的稳定性问题、滑坡、含水层影响和破坏、采空区地表变形及土地资源占用与破坏、地形地貌景观的影响和破坏等，可采取修筑挡土墙、修建截排水沟、浆砌护坡、采空区充填、表土回覆、植被恢复等工程措施。

矿山现存问题主要表现为废石场规模较大，未修筑排水沟和及时复垦，由于后续不再沿用，因此近期可进行复垦工作。

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

我队在接到本方案编制委托后，及时根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》等相关技术要求成立项目组，组织专业技术人员开展锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作。项目组于 2018 年 2 月 23 日赶赴矿山，进行现场踏勘及调查工作。

根据矿业权人所提供的《矿产资源开发利用方案》、《核实报告》及年报等资料，并全面收集了工作区内已有的地质矿产、水文地质与工程地质、环境地质以及自然经济、气象、水文、地质环境治理、社会经济、土地利用现状与权属等方面资料，对矿山的开采规模、范围、工程布置和矿山开采方式等进行了踏勘核实。通过资料收集、踏勘工作，对评估区重要程度进行了分级，确定了评估级别，圈定了评估范围和工作重点。

野外矿山地质环境调查采用矿山提供的 1:5000 的矿山地质地形图作为工作手图，采用手持便携式 GPS 定位，对评估区内的矿山地质环境问题的类型、发育程度、特征、成因、影响范围等进行了实地调查和访问，基本弄清了评估区内地质灾害、含水层破坏、地貌景观破坏和水土环境污染等矿山地质环境问题；对矿山已损毁土地的位置、面积、损毁地类、土地利用现状、权属进行调查和测量，对土地复垦义务人、土地使用权人、土地所有权人、政府相关部门及相关权益人进行了公众调查。

上述资料收集、调查工作为编写锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦方案打下了坚实的基础。

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

评估范围的确定，主要考虑因素包括：①开采范围和开采方式；②矿山附属设施影响范围；③矿山开采可能影响范围。本矿山地质灾害和地质环境问题主要包括地下开采区、运输工业场地、废石场、蒋屋坑尾矿库及矿山道路等用地区域可能引发的崩塌、滑坡、含水层破坏、土地资源破坏和地形地貌景观破坏等区域，从而确

定矿山开采可能影响的最大范围。

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

(1) 矿区范围

矿区范围由 8 个拐点圈定，面积 42.36hm^2 。

(2) 现状矿业活动影响范围

现状矿业活动影响范围主要为地下开采区、运输工业场地、废石场、蒋屋坑尾矿库、办公生活区、井口工业场地及矿山道路等。

(3) 后续采矿活动影响范围

综合考虑矿区地形特点、人工边坡分布范围等，确定后续矿业活动影响范围为地下开采区、运输工业场地、废石场、蒋屋坑尾矿库、办公生活区、井口工业场地及矿山道路周边影响范围，具体如下。

1) 矿山采场可能导致地表岩移范围，面积 50.49hm^2 ；

2) 地形地貌景观破坏范围：该范围为工业场地、联络道路及其外扩 50m 范围；

(4) 含水层破坏范围

地下水水位下降产生的降落漏斗影响半径约为 785m，影响面积约 18.7 hm^2 。

各边界相连形成评估范围，确定评估区面积 164.81hm^2 （见图 3-1）。

图 3-1 评估范围图

2、评估级别

评估级别根据评估区重要程度、地质环境复杂程度及矿山生产建设规模等综合确定。

(1) 评估区重要程度分级

- 1) 评估区范围居民居住点较少，主要是矿区内员工宿舍以及极少数周边伐木人员的临时居住点，人口共约 360 人；
- 2) 评估区内有矿山或乡间公路连接，无重要交通要道或建（构）筑物设施；
- 3) 评估区无名胜古迹、地质遗迹、地质公园、旅游区；
- 4) 评估区内无任何级别的水源地；
- 5) 评估区内破坏土地类型主要为有林地，占用少量园地。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范 (DZ/T 0223-2011)》(以下简称《编制规范》)，确定评估区重要程度为重要区。

表 3-1 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、二级公路、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采取上一级别优先原则，只要有一条符合者即为该级别。

(2) 矿山生产建设规模分类

锯板坑矿为正在生产的多金属矿山，根据开发利用方案，生产规模为**万t/a，矿山建设规模为小型。

(3) 矿山地质环境条件复杂程度分级

矿区现在的开采方式和开发利用方案设计的开采方式均为地下开采。根据《编制规范》相关要求，矿山地质环境条件复杂程度的分级由以下六个方面进行综合评定，综合评价表见3-2。

表 3-2 矿山地质环境条件复杂程度综合评价表

分级因素	主要特征	综合评价
水文地质	矿体赋存标高+860~+30m，最低开采标高+260m，地下水位标高+565.16~+889.58m，矿区的最低侵蚀基准面标高约210m。矿体位于地下水位以下。矿区地下水类型主要有风化裂隙水和带状裂隙承压水。含水层富水性差，主要靠大气降雨补给，补给条件差，与区域含水层联系不密切，79、80、81年矿坑正常涌水量为4251.84m ³ /d-5453.28 m ³ /d，在+485m中段以上加以下目前总排水量为5299.8m ³ /d，矿山开采和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏的可能性中等。	中等
工程地质	矿床围岩为变质砂岩、煌斑岩、辉绿岩等坚硬岩石，多已经受硅化等蚀变，岩石结构较致密、坚硬，局部有层理、裂隙及构造发育带，岩石结构相对松散和稳定性较差，但规模不大，均采取支护措施。地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m，矿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。	中等
地质构造	矿区地质构造复杂，断裂和节理裂隙构造较发育，构造带附近岩石较破碎，裂隙较发育，但充填胶结较好，透水性较弱，不利于大气降水和第四系孔隙水的补给，富水性较弱。	中等
地质环境问题	矿山存在的地质环境问题的类型较多，主要是对土地资源、地形地貌景观、地下水含水层的破坏，主要的地质灾害为滑坡，其中对土地资源的破坏、地形地貌景观的破坏严重。	复杂
矿山开采	矿区于1982年开采矿石到至今，采空区面积和空间较大，未治理体积为47.28万m ³ ，已治理采空区体积为59.60万m ³ ，合计为106.9万m ³ ，采动影响较强烈。	中等
地形地貌	评估区属岭南中低山构造侵蚀地貌，地貌单元类型简单，现地面高程300~940m，相对高差300~700m。山体坡度多为15~45°，矿区的地形地貌条件中等	中等

根据《编制规范》附录C.1“地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表”分析判定，评估区矿山地质环境复杂程度属复杂类型。

(4) 矿山环境影响评估精度分级结论

综上所述，锯板坑矿的生产建设规模为小型，重要程度分级为重要区，矿山地质环境条件复杂程度分级为复杂。根据《编制规范》表A.1 矿山地质环境影响评估分级表，确定该矿山地质环境影响评估级别为一级，详见表3-3。

表 3-3 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山建设规模	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

在本次综合地质环境调查过程中，通过评估区实地观测，对开发利用方案实施部分进行了现场核对，矿山井下开采、尾矿库整治工程施工等均严格采用设计方案要求进行。

1、地质灾害危险性现状评估

通过对评估区内（包括地下开采区、废石场、工业场地、尾矿库、矿山道路等主要地段）地质环境问题的充分调查，工业场地、矿山道路区内已发地质灾害及隐患点类型主要有滑坡。

(1) 滑坡

根据矿方历年监测记录和现场调查，评估区内无发生滑坡、崩塌地质灾害的历史记载。另外矿山主要为地下开采，地面无大的陡坎和人工切坡，但区内存在修建矿山道路、修筑工业场地时形成的切坡和废石堆放形成的陡坡。虽然矿方已经对矿山道路形成切坡进行了加固，但区内还有5处道路形成的切坡未完全进行处理，它们地表植被较稀疏，有的甚至土层裸露，故评估区范围内还存在5处滑坡地质灾害隐患点，这5处滑坡地质灾害点位置分布详见下图3-2内容。

图 3-2 评估区内地质灾害隐患点分布位置图

1) 蒋屋坑尾矿库南侧滑坡 (HP1)

根据实地调查, HP1 位于尾矿库南侧, 滑坡体主要由残坡积粉质粘土夹碎石组成, 土质松散, 遇水容易软化; 滑坡体底部宽15~16m, 顶部宽约8m, 高约18~20m, 体积约 2500 m^3 , 为一小型滑坡, 主滑方向为 90° 。滑坡变形区内可见树木倾倒等明显的滑坡地貌。滑坡处下方为尾矿库, 坡脚长期遭受尾矿库内尾水冲刷及浸泡, 降低了土体的力学性能, 加之强降雨后大量雨水渗入边坡土体及软弱夹层内, 使土体重度大幅度增加, 抗剪强度降低, 软化、变形、破坏, 产生滑坡。其滑坡体已有部分滑入库中, 并占据尾矿库调洪库容。

目前, HP1已进行坡体清理, 坡脚修建排水沟, 为防止坡体下滑堵塞排水沟, 排水沟上方加设盖板, 坡面未进行防护措施, 一旦发生滑坡灾害, 将对坡面脚下的道路造成直接的破坏, 阻断道路, 主要威胁对象是道路上行驶的车辆和过往的行人, 目前尚未采取治理措施, 影响较严重。

照片 3-1 HP1 全貌 (镜向 WS)

照片 3-2 HP1 坡脚 (镜向 WS)

照片 3-3 HP1 现状 (镜向 WS)

照片3-4 HP1坡脚排水沟 (镜向WS)

2) +575m回风井滑坡 (HP2)

根据实地调查, HP2 发育于+575m 回风井平硐入口以北废石堆积处, 坐标东经*****, 北纬*****, 高程657m。滑坡体由松散碎石组成, 沿坡面堆积, 坡脚有水流, 经水流长期冲刷, 部分碎石已被冲走。滑坡体呈扇形分布, 滑坡主滑方向 220° , 上部宽约10m, 下部宽约40m, 高约20m, 厚约1~3m, 体积约 $500\sim 1500\text{m}^3$ 。该处废石堆主要是由于以往民窿挖掘, 选矿后将废石直接排于坡下所造成的。由于坡面较陡, 在雨水的冲刷作用下, 发生滑坡。

现状条件下，HP2主要危害对象是坡脚河流和乔木林地，目前尚未采取治理措施，影响较严重。

照片3-5 HP2全貌（镜向NW）

照片3-6 HP2坡脚（镜向NW）

3) 充填站东侧滑坡（HP3）

根据现场调查，充填站东侧发育有一小型滑坡，坐标为*****，*****，滑坡体主要由残坡积粉质粘土夹碎石组成，土质松散，遇水容易软化；滑坡体底部宽40~45m，顶部宽约15m，高约15~20m，体积约2000 m³，为一小型滑坡，主滑方向为283°。致灾主导因素为坡体开挖后未防护，雨水冲刷作用导致岩土体的抗压抗剪强度降低所致。

照片3-7 HP3全貌（镜向NE）

照片3-8 HP3坡脚（镜向SE）

目前，HP3坡面已进行了清理，并分了三级台阶，坡脚已修建两级挡土墙，每级挡土墙高约2m，顶宽约50cm，坡面未进行防护措施。挡土墙未发生明显变形迹象。

现状条件下，HP3主要威胁对象为其下方的公路、行人和车辆，对矿山地质环境影响程度为较严重。

4) +575m 中段上山道路滑坡（HP4）

根据现场调查，HP4位于HP3以南100m，为修建矿山道路开挖坡脚形成。滑坡体底部宽约10m，顶部宽约5m，高约8~9m，体积约80~100 m³。滑坡体主要由褐红色、褐黄色砂岩、粉砂岩组成，岩层产状235°∠67°。致灾主导因素为坡体开挖后未防护，雨水冲刷作用导致岩土体的抗压抗剪强度降低所致。

照片3-9-1 HP4全貌（镜向NE）

照片3-9-2 HP4坡脚修建挡土墙（镜向NE）

目前，HP4坡脚已修建三级挡土墙，每级挡土墙高约1m，挡土墙外侧修建排水沟，由于坡面未进行防护，挡土墙上方坡体岩土体在风化作用下产生局部滑塌，滑塌体堆积于挡土墙上方，堆积体体积约9m³。

现状条件下，HP4主要威胁对象为滑坡下方的公路、行人和车辆，对矿山地

质环境影响程度较严重。

5) 运输工业场地滑坡 (HP5)

根据现场调查, HP5 位于运输工业场地南侧, 距离最近的铁轨约25m, 坐标为*****， *****”， 滑坡体由碎石和杂填土组成, 滑坡体呈张开弧形堆积, 底部宽10~12m, 顶部宽8m, 堆积物高5m, 体积约500 m³。致灾主导因素为人工切坡形成的高陡边坡, 在雨水冲刷作用下造成岩土体失稳, 使坡体上的岩土体下滑。

照片3-10-1 HP5全貌（镜向WS）

照片3-10-2 HP5破坏工业场地排水沟

现状条件下, HP5主要威胁对象是其下方的道路和工作人员, 以及运输轨道, 对矿山地质环境影响程度较严重。

表3-4 评估区已发滑坡及危险性现状评估表

编号	发生地	规模	诱发因素	危害程度			影响程度
				危害对象	人数(人)	潜在经济损失(万元)	
HP1	尾矿库南侧	小型	长时间暴雨, 山坡土体饱和及抗剪强度降低。	坡脚道路及行人	<3	100~500	较严重
HP2	+575m回风井以北废石堆积处	小型	废石堆积边坡、降雨。	坡脚河流	<3	<100	较严重
HP3	充填站东侧	小型	人工开挖边坡、降雨。	坡脚道路及行人	<3	100~500	较严重
HP4	距离575中段平硐入口以东100m	小型	人工开挖边坡、降雨。	坡脚道路及行人	<3	100~500	较严重

HP5	位于运输工业场 地南侧，距离最 近的铁轨约 25m	小 型	人工开挖边 坡、降雨。	坡脚道 路及工 作人员	<3	100~500	较严重
-----	---------------------------------	--------	----------------	-------------------	----	---------	-----

(2) 工业场地、矿山道路现状评估

据现场调查，矿山的工业场地范围内山体稳定，植被茂盛，未发现山体崩塌、滑坡地质现象。矿区办公区和生活区分布于矿区的北部杨梅坳片区，部分位于矿区南部蒋屋坑尾矿库周围，这些场区的基础设施地势较为平坦，矿山在建设过程中对于局部高陡边坡已修筑挡土设施，矿山多年生产运转以来，未发生过工业场地边坡失稳现象，工业场地对矿山地质灾害影响程度为较轻。

照片3-11-1 选厂周边挡墙设施	照片3-11-2 485主窿口周边挡墙设施

矿山道路主要为地下开采，地面无大的陡坎和人工切坡。除已发生的5处滑坡，矿方已经对矿山道路形成切坡进行了清理、加固，由于矿山道路滑坡现状存在，矿山道路过往车辆和工作人员，危险性中等，对矿山地质环境影响程度为较严重。

(3) 矿山地质灾害影响程度现状评估结果

综上所述，锯板坑钨锡多金属矿现状条件下，地质灾害主要以小型滑坡为主，危害程度中等，危险性中等，根据《编制规范》表 E，地质灾害影响程度为较严重。

2、矿山地质灾害预测评估

(1) 矿山近期 5 年地质灾害预测分析

矿山地质灾害预测评估是在现状评估的基础上，根据矿山地质环境条件和《开发利用方案》确定的最终开采范围、矿区建设规划等，预测采矿活动可能引发、加剧的地质灾害和矿区建设可能遭受地质灾害的危险性，并对其影响程度和防治难度进行分析和评估。

近5年，随着矿山地下开采主要为+280m-+330中段的矿体，可能引发和加剧的地质灾害问题主要有以下几个方面：一是以采空区逐渐扩大而引起的地面塌陷、地裂缝及加剧滑坡等；二是滑坡及废石场不稳定斜坡在暴雨或长期雨水作用下失稳而导致滑坡等；三是尾矿库、废石场在暴雨、山洪作用下可能引发泥石流。

1) 采矿活动引发的地面塌陷与地裂缝预测

随着采矿活动的不断进行，采空区扩大，将打破原始地应力平衡，上部岩层会随之发生弯曲、塌落，致使局部地表下沉变形。根据地下采矿工程活动对地表开裂、沉陷和崩塌变形的影响因素，主要与采空高度、顶板上覆岩层厚度及物理力学性质，以及巷道上方地形的坡度大小有密切关系，现从理论上对矿山开采所形成的采空区顶板上覆地层产生张裂变形影响带高度 (H_t) 进行测算，采用下列经验公式计算。

$$H_t = k \times \eta \times r \times h / \cos \beta \times 1g R_t \times \tan(90 - \alpha)$$

式中： H_t —张裂（塌落）带影响高度（由巷道顶板算起，m）；

h —坑道（采高）高度（m），本次按设计取 $h=2.4m$ ；

R_t —顶板上覆地层的平均抗压强度（MPa），本次根据地质报告取 $R_t=93.3\text{ MPa}$ ；

r —顶板上覆地层的平均密度（ kN/m^3 ），本次取 $r=28 \text{ kN/m}^3$ ；

α —采空区上方地形的平均坡度（°），本次取 $\alpha=35^\circ$ ；

β —地层（矿层）的平均倾角（°）；本次取 $\beta=55^\circ$ ；

k —安全系数（一般取 2）；

η —与顶板岩石破碎程度有关的系数（2~4 之间，岩石破碎、断层发育，取大值；反之取小值；破碎程度中等取中间值），本次取 $\eta=3$ 。

经计算 $H_t=249.85\text{m}$ 。

按上述测算值，矿山开采引起张裂变形影响带高度 (H_t) 为 249.85m 。该理论值是反映均质条件下张裂变形影响带高度，即顶板至地表的高度小于 249.85m 时，易产生地面开裂变形，采空区塌陷；反之，则地面相对稳定一般不易产生地面开裂变形、塌陷。而锯板坑钨锡多金属矿所采矿层部分埋藏深度在 249.85m 以下，引发地表采空塌陷可能性小。

经计算，近 5 年矿区地地表错动范围为 42.4hm^2 ，见图 3-3。矿区错动范围线远离居民区，地表错动范围内主要是林地，但由于该项预测具有较大不确定性，且采空区面积较大，因此矿山需要高度重视采矿对地表的影响。一旦发生，将对地表林地造成破坏，危害性中等。

图 3-3 近期（5 年）采空区范围图

预测矿山近期（5 年）地下开采导致地面塌陷、地裂缝的可能性较小，危险性中等，危害性中等，对矿山地质环境影响较严重。

2) 矿山开采引发或加剧滑坡地质灾害预测

矿区近期开采过程中后易引发或加剧滑坡地质灾害的区域主要位于采空区影响范围、废石场、运输工业场地和矿山道路。

滑坡地质灾害预测：

①采矿活动对已有滑坡稳定性的影响

现状条件下，评估区内发育有 5 处滑坡，即 HP1-HP5。

由于 HP1-HP5 位于地表错动范围外，采矿活动对滑坡稳定性影响小，引发或加剧滑坡的可能性小，但在强降雨、风化作用、河流冲刷等作用下，滑坡体的稳定性将逐渐降低，最终失稳发生滑坡，将直接影响滑坡下方运输工业场地、河流、矿山生产人员及设备，危害程度中等，危险性中等。对矿山地质环境影响程度较严重。

②地面塌陷与地裂缝引发的滑坡地质灾害预测

根据矿山地面塌陷影响范围，远离居民区，地表错动范围内主要是林地，植被发育，不造成对矿山人员的威胁，但是破坏地表环境，预测地面塌陷与地裂缝引发的滑坡地质灾害预测危害程度中等，危险性中等。对矿山地质环境影响程度较严重。

③不稳定斜坡引发滑坡地质灾害预测

不稳定斜坡主要为废石场边坡的不稳定，可能导致滑坡。

废石场位于矿区南部，主要堆放选矿后产生的废石，依据地形变化共形成4个手选废石场。目前2-4号废石场已经堆满，1号废石场剩余库容约13万m³。

1 号废石场：正在使用，坡脚未修建拦挡设施，坡面未进行防护，坡顶未修建截排水设施。

现状条件下，1号废石场处于基本稳定状态，在暴雨作用下发生滑坡的可能性中等，威胁下方矿山公路、运输工业场地、矿山施工人员及机械，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

照片3-13 1号废石场全貌

照片3-14 1号废石场坡顶

2号废石场：位于1号废石场南部，目前已不再使用。2号废石场坡脚已修建拦渣坝，拦渣坝外侧修建排水沟。挡渣坝高约7-8m，目前未见明显变形迹象。

现状条件下，2号废石场处于基本稳定状态，但由于2号废石场废石堆存量大，且拦渣坝高度较低，上部废石发生滑坡地质灾害的可能性中等，威胁下方佐坑河、运输工业场地、矿山生产人员及生产设备，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

照片3-15 2号废石场全貌

照片3-16 2号废石场坡顶

照片3-17 2号废石场坡脚拦渣坝

照片3-18 2号废石场坡脚排水沟

3号废石场：位于2号废石场南部，目前已不再使用。3号废石场坡脚未修建拦挡设施，坡面未进行防护，坡顶未修建截排水设施。

现状条件下，3号废石场处于基本稳定状态，在暴雨作用下，3号废石场发生滑坡地质灾害的可能性中等，威胁下方佐坑河、运输工业场地、矿山生产人员及生产设备，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

照片3-19 3号废石场坡脚

照片3-20 3号废石场坡顶

4号废石场：位于3号废石场南侧，目前已不再使用。4号废石场坡脚未修建拦挡设施，坡面未进行防护，坡顶周边已修建截排水设施。

现状条件下，4号废石场处于基本稳定状态，在暴雨作用下，4号废石场发生滑坡地质灾害的可能性中等，威胁下方佐坑河、运输工业场地、矿山生产人员及生产设备，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

照片3-21 4号废石场

照片3-22 4号废石场修建截排水沟

2013年，矿山建成了采掘废石充填采空区系统，做到了矿山井下所有废石不

出窿，全部充填采空区。2015年矿山建设了尾砂胶结充填系统，将尾砂按比例加入水泥对矿区范围内的采空区进行充填。这些安全技术措施的实施，初步实现了当年废石地表零堆放、选矿尾砂地表零排放，因此，后期废石场将不再堆积。

废石场不稳定斜坡最高达 71m，坡角为 38.6°。利用理正岩土计算 6.0 版边坡稳定分析软件，选取一典型剖面，采用松散介质极限理论直线滑动面法对其稳定性安全系数 F_s 进行计算。

边坡稳定性计算简图

计算公式为：

$$F_s = \frac{T'}{T} = \frac{W \cos \alpha \cdot \tan \varphi + c \cdot l}{W \sin \alpha}$$

式中： F_s ——边坡稳定性系数

T' ——滑体总的抗滑力

T ——滑体总的下滑力

对于 $C=0$ 的砂性土坡，其安全系数表达式则变为，

$$\frac{W \cos \alpha \cdot \tan \varphi}{W \sin \alpha} = \frac{\tan \varphi}{\tan \alpha}$$

根据判别指标：安全系数 $F_s > 1.3$ ，边坡为稳定；当安全系数 $1 \leq F_s \leq 1.3$ 时，边坡为基本稳定；当安全系数 $F_s < 1$ 时，边坡为不稳定。

废石场边坡的物理力学参数见表 3-5。

表3-5 废石场边坡参数一览表

边坡名称	重度 γ (kN/m³)		粘聚力 C (kPa)		内摩擦角 φ (°)	
	天然	饱和	天然	饱和	天然	饱和
废石场边坡	21	23	0	0	36	28

计算结果见图3-4。

计算结果：

总的下滑力 = 1.063(kN)

总的抗滑力 = 1.082(kN)

安全系数 = 1.018

图3-4 废石场边坡计算结果图

根据分析结果可知，废石场边坡处于基本稳定状态。因废石场堆积废石量大，在强暴雨等恶劣条件下，不排除发生滑坡地质灾害的可能性，威胁下方佐坑河、运输工业场地、矿山生产人员及生产设备，预测发生滑坡地质灾害的可能性中等，危害程度中等，地质灾害危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

3) 工业场地、矿山道路稳定性预测

评估区为中山构造侵蚀地貌，边坡较多，工业场地地势相对较为平坦，发生地质灾害的可能性较小，但是评估区内矿山道路边坡除 HP1-HP5 外，还有多处不稳定边坡。边坡稳定性受诸多因素的影响，一般诱发因素为人工开挖，导致自然平衡破坏，当长时间降雨时，斜坡上的土体因饱水，自重增加，内摩擦角减小，土体由硬变软，抗滑力下降，最终产生失稳。

由于矿山为地下开采，对边坡失稳的影响较小，但边坡失稳的主要威胁对象是林地、道路和基建场地以及经过的矿山工作人员，主要诱发因素为自然条件变化。预测工业场地、道路边坡失稳地质灾害的危害性中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

4) 矿山开采引发泥石流地质灾害预测

泥石流的形成，必须同时具备三个基本条件：地形条件（有利于贮集、运动和停淤的地形条件）、碎屑固体物源条件（有丰富的松散碎屑固体物质来源）、水源条件（短时间内可提供充足的水源）。预测因矿业活动引发泥石流的区域主要为蒋屋坑尾矿库及废石场所在的佐坑河区域。

①蒋屋坑尾矿库引发泥石流灾害预测

尾矿库堆积坝外边坡的所有范围内修建坝肩、坝坡排水沟，组成了尾矿库的排水沟网，使水流排放畅通，尾矿库两侧山体也有修建库周截水沟。

a) 泥石流形成条件分析

地形条件：蒋屋坑尾矿库地处中低山地貌区，原始地形切割较深，沟谷多呈“V”字型，沟谷自然坡度 $15\sim45^\circ$ ，沟床坡比一般 $1:10\sim1:20$ ，沟槽纵坡较陡。未发现滑坡、崩塌及大面积的水土流失，因此库区上游地段松散堆积物较少。

水动力条件：蒋屋坑尾矿库地处亚热带，据连平县气象局近二十年统计资料，

当地年降水量2186.8mm，最大月降水量532.4mm。据1:10000 地形图测量，蒋屋坑尾矿库上游汇水区面积为0.82km²，大气降水日汇入蒋屋坑尾矿库区的最大水量约18.51 万m³（百年一遇）。

物源条件：目前尾矿堆积坝坝顶标高616.0m，尾矿库总坝高151.0m，离尾矿库最终标高618.0m还有2.0m，剩余总库容6万m³，剩余有效库容5万m³。因尾矿库尾矿堆放量大（约100万m³）且结构松散，是潜在的泥石流物源。

b) 泥石流可能性分析

在野外调查的基础上，采用积分值的方法，对蒋屋坑泥石流灾害进行易发程度（严重程度）进行评估。

表3-6 泥石流易发程度数量化综合评判等级标准表（地方标准）

划分易发程度等级的界限值	
等级	综合得分 N
强发育	116~130
中等发育	87~115
弱发育	<87

表3-7 泥石流易发程度数量化评分(N)表

序号	影响因素	量 级 划 分						
		极易发(A)	得 分	中等易发(B)	得 分	轻度易发(C)	得 分	不易发生(D)
1	崩坍、滑坡及水土流失(自然和人为活动的)严重程度发育程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重,多层滑坡和大型崩塌、表土疏松,冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育。多层滑坡和中小型崩塌,有零星植被覆盖,冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微
2	泥沙沿程补给长度比(%)	>60%	16	60%~30%	12	30%~10%	8	<10%
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞,主流受挤压偏移	14	主河河形无变化,仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化,主流在高水位时偏,低水位时不偏	7	主河无河形变化,主流不偏
4	河沟纵坡(‰)	>12°(21.3%)	12	12°~6°(21.3%~10.5%)	9	6°~3°(10.5%~5.2%)	6	<3°(3.2%)
5	区域构造影响程度	强抬升区,6级以上地震区,断层破碎带	9	抬升区,4~6级地震区,有中小支断层	7	相对稳定区,4级以下地震区,有小断层	5	沉降区,构造影响小或无影响
6	流域植被覆盖率(%)	<10%	9	10%~30%	7	30%~60%	4	>60%
7	河沟近期一次变幅	>2m	8	2m~1m	6	1m~0.2m	4	0.2m
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩
9	沿沟松散物贮量($10^4\text{m}^3/\text{km}^2$)	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1
10	沟岸山坡坡度(°)	>32°(62.5%)	6	32°~25°(62.5%~46.6%)	5	25°~15°(46.6%~26.8%)	3	<15°(26.8%)
11	产沙区沟槽横断面	V型、U型谷、谷中谷	5	宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型
12	产沙区松散物平均厚度(m)	>10m	5	10m~5m	4	5m~1m	3	<1m
13	流域面积(km^2)	0.2 km^2 ~5 km^2	5	5 km^2 ~10 km^2	4	0.2 km^2 以下 10 km^2 ~100 km^2	3	>100 km^2
14	流域相对高差(m)	>500m	4	500~300m	3	300~100m	2	<100m
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无

由表 3-7 确定蒋屋坑泥石流易发程度总分为 65 分，易发程度的属于弱发育等级 (<87 分)，后续矿业活动诱发泥石流的可能性小。

c) 泥石流的危险性评估

根据调查，蒋屋坑尾矿库发生泥石流影响区域主要为尾矿库下游地段，初步估算其面积范围约为 1.74km^2 ，蒋屋坑尾矿库下游 10km 河谷两侧无村庄、农田及其它重要工程分布，因此泥石流的危害对象主要为蒋屋坑尾矿库下游的林地、植被及环境等，根据评估指标。

照片 19 尾矿库下游影响范围概况

表3-8 泥石流危险性预测评估分级

工程建设引发或加剧泥石流发生的可能性	危害程度	发育程度	危险性等级
工程建设位于泥石流影响范围内，弃渣量大，堵塞沟道，水源丰富，引发或加剧泥石流的可能性大	大	强	大
		中等	大
		弱	中等
工程建设位于泥石流影响范围内，弃渣量较大，沟道基本通畅，水源较丰富，引发或加剧泥石流的可能性中等	中等	强	大
		中等	中等
		弱	小
工程建设位于泥石流影响范围内，引发或加剧泥石流的可能性小	小	强	中等
		中等	小
		弱	小

注：摘自《地质灾害危险性评估规范》表 6。

根据表3-11，尾矿库引发泥石流的可能性小，危害程度中等，泥石流弱发育，危险性中等。

②废石场泥石流地质灾害预测

a) 泥石流形成条件分析

地形条件：佐坑河地处中低山地貌区，原始地形切割较深，沟谷多呈“V”字型，沟谷自然坡度 $15\sim45^\circ$ ，沟床坡比一般 $1:10\sim1:20$ ，沟槽纵坡较陡。上游未发现滑坡、崩塌及大面积的水土流失。

水动力条件：佐坑河地处亚热带，据连平县气象局近二十年统计资料，当地年降水量 2186.8mm ，最大月降水量 532.4mm 。根据佐坑河与运输工业场地、废石场的位置，初步圈定冲沟汇水面积为 0.69km^2 ，大气降水日汇入最大水量约 15.57

万m³（百年一遇）。

物源条件：物源主要来源于运输工业场地不稳定斜坡及废石场堆放废石，因矿石场废石堆放量大（约58万m³）且结构松散，是潜在的泥石流物源。

b) 泥石流可能性分析

在野外调查的基础上，采用积分值的方法，对佐坑河泥石流灾害进行易发程度（严重程度）进行评估。

表3-9 废石场泥石流易发程度数量化评分（N）表

序号	影响因素	量 级 划 分						
		极易发(A)	得分	中等易发(B)	得分	轻度易发(C)	得分	不易发生(D)
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动的）严重程度发育程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多层滑坡和大型崩塌、表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育。多层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微
2	泥沙沿程补给长度比（%）	>60%	16	60%~30%	12	30%~10%	8	<10%
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河形弯曲或堵塞，主流受挤压偏移	14	主河河形无变化，仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏	7	主河无河形变化，主流不偏
4	河沟纵坡(‰)	>12° (21.3%)	12	12°~6° (21.3%~10.5%)	9	6°~3° (10.5%~5.2%)	6	<3° (3.2%)
5	区域构造影响程度	强抬升区，6级以上地震区，断层破碎带	9	抬升区，4~6级地震区，有中小支断层	7	相对稳定区，4级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响
6	流域植被覆盖率（%）	<10%	9	10%~30%	7	30%~60%	4	>60%
7	河沟近期一次变幅	>2m	8	2m~1m	6	1m~0.2m	4	0.2m
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩
9	沿沟松散物贮量 (10 ⁴ m ³ /km ²)	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1
10	沟岸山坡坡度(0°)	>32° (62.5%)	6	32°~25°(62.5%~46.6%)	5	25°~15° (46.6%~26.8%)	3	<15° (26.8%)
11	产沙区沟槽横断面	V型、U型谷、谷中谷	5	宽 U型谷	4	复式断面	3	平坦型
12	产沙区松散物平均厚度(m)	>10m	5	10m~5m	4	5m~1m	3	<1m
13	流域面积(km ²)	0.2km ² ~5km ²	5	5km ² ~10km ²	4	0.2km ² 以下 10km ² ~100km ²	3	>100km ²

14	流域相对高差(m)	>500m	4	500~300m	3	300~100m	2	<100m	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1

由表 3-9 确定废石场泥石流易发程度总分为 77 分，易发程度的属于弱发育等级 (<87 分)，后续矿业活动诱发泥石流的可能性小。

c) 泥石流的危险性评估

根据调查，废石场发生泥石流影响区域主要为河流下游地段，运输工业场地，其中佐坑河下游危害对象为林地、造成河道阻塞、运输工业场地危害对象为矿山人员（照片20），据统计，运输场地工作人员为6-10人，一旦发生，其危害程度较大，危险性大。

照片20 废石场下游影响范围概况

根据表3-11，废石场引发泥石流的可能性小，但是危害程度大，泥石流弱发育，危险性大，对矿山地质环境影响程度严重。

综上所述，近期（5年），矿山开采引发泥石流地质灾害的可能性小，危害程度大，危险性大，对地质环境影响程度为严重。

（2）矿山中远期地质灾害预测分析

中远期矿山地下开采主要为+280m中段的矿体，矿脉开采加深，可能引发和加剧的地质灾害问题主要有以下几个方面：一是以采空区逐渐扩大而引起的地面塌陷、地裂缝及加剧滑坡等；二是滑坡及废石场不稳定斜坡在暴雨或长期雨水作用下失稳而导致滑坡等；三是尾矿库、废石场在暴雨、山洪作用下可能引发泥石流。

1) 采矿活动引发的地面塌陷与地裂缝预测

随着采矿活动的不断进行，采空区的扩大，采矿层部分埋藏深度在 249.85m 以下，引发地表采空塌陷可能性小。

经计算，中远期开采矿区地表岩体移动范围为 50.49hm^2 ，见图 3-4。矿区错动范围线远离居民区，地表错动范围内主要是林地，但由于该项预测具有较大不确定性，且采空区面积变大大，因此矿山需要高度重视采矿对地表的影响。一旦发生，将对地表林地造成破坏，危害性中等。

图 3-4 中远期采空区范围图

矿山中远期地下开采导致地面塌陷、地裂缝的可能性较小，危险性中等，危害性中等，对矿山地质环境影响较严重。

2) 中远期矿山开采引发或加剧滑坡地质灾害预测

矿区近期开采过程中后易引发或加剧滑坡地质灾害的区域主要位于采空区影响范围、废石场、运输工业场地和道路。

滑坡地质灾害预测：

①采矿活动对已有滑坡稳定性的影响

根据前述内容可知，评估区内发育有 5 处滑坡，HP1-HP5 位于采矿区范围外，采矿活动对滑坡稳定性影响小，引发或加剧滑坡的可能性小，但在强降雨、风化作用、河流冲刷等作用下，滑坡体的稳定性将逐渐降低，最终失稳发生滑坡，将直接影响滑坡下方运输工业场地、河流、矿山生产人员及设备，危害程度中等，危险性中等。对矿山地质环境影响程度较严重。

②地面塌陷与地裂缝引发的滑坡地质灾害预测

根据矿山地面塌陷影响范围，远离居民区，地表错动范围内主要是林地，植被发育，不造成对矿山人员的威胁，但是破坏地表环境，预测地面塌陷与地裂缝引发的滑坡地质灾害预测危害程度中等，危险性中等。对矿山地质环境影响程度较严重。

③不稳定斜坡引发滑坡地质灾害预测

不稳定斜坡主要为废石场边坡的不稳定，可能导致滑坡。

未来开采矿山继续沿用采掘废石充填采空区系统，做到矿山井下所有废石不出窿，全部充填采空区，实现废石地表零堆放、选矿尾砂地表零排放，根据前章分析结果可知，废石场边坡处于基本稳定状态。因废石场堆积废石量大，在强暴雨等恶劣条件下，不排除发生滑坡地质灾害的可能性，威胁下方佐坑河、

运输工业场地、矿山生产人员及生产设备，预测未来开采发生滑坡地质灾害的可能性中等，危害程度中等，地质灾害危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

3) 中远期工业场地、矿山道路稳定性预测

评估区为中山构造侵蚀地貌，边坡较多，工业场地地势相对较为平坦，发生地质灾害的可能性较小，但是评估区内矿山道路边坡除 HP1-HP5 外，还有多处不稳定边坡。边坡稳定性受诸多因素的影响，一般诱发因素为人工开挖，导致自然平衡破坏，当长时间降雨时，斜坡上的土体因饱水，自重增加，内摩擦角减小，土体由硬变软，抗滑力下降，最终产生失稳。

由于矿山为地下开采，对边坡失稳的影响较小，但边坡失稳的主要威胁对象是林地、道路和基建场地以及经过的矿山工作人员，主要诱发因素为自然条件变化。预测工业场地、道路边坡失稳地质灾害的危害性中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

4) 中远期矿山开采引发泥石流地质灾害预测

①蒋屋坑尾矿库引发泥石流灾害预测

尾矿库堆积坝外边坡的所有范围内修建坝肩、坝坡排水沟，组成了尾矿库的排水沟网，使水流排放畅通，尾矿库两侧山体也有修建库周截水沟。

蒋屋坑尾矿库发生泥石流影响区域主要为尾矿库下游地段，蒋屋坑尾矿库下游 10km 河谷两侧无村庄、农田及其它重要工程分布，因此泥石流的危害对象主要为蒋屋坑尾矿库下游的林地、植被及环境等，根据评估指标。

尾矿库引发泥石流的可能性小，危害程度中等，泥石流弱发育，危险性中等。

②废石场泥石流地质灾害预测

a) 泥石流形成条件分析

根据前述内容，废石场泥石流易发程度的属于弱发育等级，后续矿业活动诱发泥石流的可能性小。废石场发生泥石流影响区域主要为河流下游地段，运输工业场地，其中佐坑河下游危害对象为林地、造成河道阻塞、运输工业场地危害对象为矿山人员，据统计，运输场地工作人员为6-10人，一旦发生，其危害程度较大，危险性大。

因此，废石场引发泥石流的可能性小，但是危害程度大，泥石流弱发育，危

险性大，对矿山地质环境影响程度严重。

综上，中远期矿山开采引发泥石流地质灾害的可能性小，危害程度大，危险性大，对地质环境影响程度为严重。

(3) 矿山地质灾害影响程度预测评估结果

综上所述，锯板坑钨锡多金属矿预测条件下，地质灾害主要以滑坡、泥石流为主，滑坡危害程度中等，危险性中等；泥石流危害程度大，危险性大。根据《编制规范》（表E）中矿山地质环境影响程度分级表，预测近期5年及中远期地质灾害影响程度为严重。

表 3-10 各工业场地遭受地质灾害汇总表

位置	地质灾害问题		
	类型	危害对象	危险等级
尾矿库	泥石流	河道、林地	中等
废石场	滑坡、泥石流	运输工业场地矿山生产人员及设备	大
地下开采岩移范围	地面塌陷、地裂缝	含水层和地形地貌景观	中等
矿山道路	滑坡	矿山作业人员、道路	中等

(三) 矿区含水层破坏现状分析与预测

根据《编制规范》，确定矿山矿区含水层破坏评估指标。

表3-11含水层影响评估指标表

影响程度	含水层影响评估指标
严重	1.矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道；2.矿井正常涌水量大于10000 m ³ /d；3.区域地下水水位下降；4.矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重；5.不同含水层（组）串通水质恶化；6.影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。
较严重	1.矿井正常涌水量3000 m ³ /d～10000 m ³ /d；2.矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态；3.矿区及周围地表水体漏失较严重；4.影响矿区及周围部分生产生活供水。
较轻	1.矿井正常涌水量小于3000 m ³ /d；2.矿区及周围含水层水位下降幅度小；3.矿区及周围地表水体未漏失；4.未影响到矿区及周围生产生活供水。

1、矿区含水层破坏现状评估

根据现场调查，目前在评估区内，矿山开采建设活动对含水层的影响主要是造成地下水水质恶化、现有采矿区段含水层结构的改变以及地下水位下降。

项目所在地主要地表水体为东大沟、南大沟、佐坑河，本项目外排污水先进入佐坑河，最终汇入忠信河。根据《广东省水环境功能区划》（粤环〔2011〕14号），忠信河主要功能属农业用水，水质目标执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

图 3-5 河源市地下水功能区划图

表 3-12 项目所在区域环境功能属性

编号	项目	功能属性
1	地表水环境功能区	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准
2	地下水环境功能区	执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准
3	环境空气质量功能区	二类区，执行“GB3095-2012”二级标准
4	声功能区	1类区，执行“GB3096-2008”1类标准
5	是否基本农田保护区	否
6	是否风景保护区	否
7	是否自然保护区	否
8	是否生态严控区	是
9	是否水土流失重点防治区	否
10	是否水库库区	否
11	是否饮用水源保护区	否
12	是否重点文物保护单位	否
13	是否污水处理厂集水范围	否

（1）地下水水质变化情况

根据《连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿建设项目现状环境影响评估报告》（广州环发环保工程有限公司，2016年11月），废石、尾矿的浸出毒性监测数据表明废石和尾砂填充采矿区对含水层水质影响较小，2016年9月28日，项目区于对位于项目下游的高湖村、九连乡、饭罗屯进行采样分析

(见图 3-6、附件 6)。2018 年 4 月 22 日, 本方案现场对矿山尾砂充填后的坑道地下水采样分析, 其中 485 坑道涌水来自井下开采的抽排水和上坑道的渗透水(附件 5)。

监测项目: pH 值、溶解性固体、总硬度、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、高锰酸盐指数、氨氮、氟化物、氯化物、硫酸盐、粪大肠菌群、Cr、Mn、Cu、Pb、Zn、As、Cd、Hg、Tl、Ag、V、Co、Sb、Ni、Fe 等 26 项。

监测时间和频率: 一天监测, 采取等时(每天 3 次)混合采样方法。

采样分析方法: 采样器及样品分析方法按照《环境影响评价导则地下水》(HJ/T 2.3—1993) 及《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 进行。

监测结果: 地下水环境监测数据见表 3-13, 表 3-14。

图 3-6 地下水采样位置平面分布图(现状环境评价报告)

表3-13 地下水监测数据表

采样日期	监测断面	溶解性固体(mg/L)	pH值	高锰酸盐指数(mg/L)	氨氮(mg/L)	总硬度(mg/L)	硝酸盐氮(mg/L)	亚硝酸盐氮(mg/L)	氟化物(mg/L)	氯化物(mg/L)	硫酸盐(mg/L)	粪大肠菌群(个/L)	铊(mg/L)
2016.9 .28	高湖村	98	7.22	0.53	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	ND	12	ND
	九连乡	100	6.98	0.61	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	13	ND
	饭罗屯	153	9.94	0.65	0.03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	14	ND
	III类标准值	≤1000	5.5-9	≤3	≤0.5	≤450	≤20	≤0.02	≤1.0	≤250	≤250	≤3.0	≤0.0001
采样日期	监测断面	钴(mg/L)	钒(mg/L)	锑(mg/L)	锰(mg/L)	铜(mg/L)	铅(mg/L)	锌(mg/L)	砷(mg/L)	镉(mg/L)	汞(mg/L)	铬(mg/L)	铁(mg/L)
2016.9 .28	高湖村	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.066
	九连乡	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.009	ND	ND	ND	ND	0.106
	饭罗屯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.153
	III类标准值	≤0.05		≤0.005	≤0.1	≤1.0	≤0.01	≤1.0	≤0.01	≤0.005	≤0.001	≤0.05	0.3
采样日期	监测断面	银(mg/L)	镍(mg/L)										
2016.9 .28	高湖村	ND	ND										
	九连乡	ND	ND										
	饭罗屯	ND	ND										
	III类标准值	≤0.05	0.05										

**ND 表示未检出

表3-14 地下水（尾矿砂充采空区后）现状监测数据表

采样日期	监测断面	溶解性固体(mg/L)	pH值	总硬度(mg/L)	亚硝酸盐(mg/L)	碘化物(mg/L)	氰化物(mg/L)	挥发性酚类(mg/L)	钼(mg/L)	硒(mg/L)	钡(mg/L)	镍(mg/L)
2018.4 .18	535 坑道	78	6.77	51.1	0.0087	0.00041	<0.002	<0.002	<0.008	<0.00025	0.032	0.022
	485 坑道	29	5.81	20.1	0.0051	0.00022	<0.002	<0.002	<0.008	<0.00025	0.0057	0.028
	III类标准值	≤1000	5.5-9	≤450	≤0.02	≤0.2	≤0.05	≤0.002	≤0.1	≤0.01	≤1.0	0.05
采样日期	监测断面	钴(mg/L)	锰(mg/L)	铜(mg/L)	铅(mg/L)	锌(mg/L)	砷(mg/L)	镉(mg/L)	汞(mg/L)	铬(六价)(mg/L)		
2018.4 .18	535 坑道	0.0061	0.0011	0.013	0.0040	0.031	0.047	0.0018	<0.0004	<0.004		
	485 坑道	0.0059	0.231	0.095	0.0025	1.27	0.0055	0.0099	<0.0004	<0.004		
	III类标准值	≤0.05	≤0.1	≤1.0	≤0.01	≤1.0	≤0.01	≤0.005	≤0.001	≤0.05		
	IV类标准值		≤1.0			≤5.0	≤0.05	≤0.01				

根据前章节分析，废石、尾矿的浸出毒性委托监测结果（见表1-6），废石和尾矿浸出液中的毒性成分均低于《危险废物鉴别标准》（GB5085.3-2007）限值，不具有浸出毒性，该废石、尾砂也不具有腐蚀性、放射性及急性毒性，可以满足尾砂充填的环境评价条件。

由表3-13可知，下游的高湖村、九连乡、饭罗屯地下水监测项目满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类质量标准的相应限值。矿山采矿对下游的地下水水质未造成明显不利影响。

由表3-14可知，本次现状调查对535中段、485中段取样，地下水监测项目满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类质量标准的相应限值；尾矿砂充采空区后坑道水质监测，锰、镉、锌、砷元素含量偏高，其他项目满足《地下水质量标准》

（GB/T14848-2017）中III类质量标准的相应限值，锰、镉、锌、砷元素监测结果满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类质量标准的相应限值，该类似水质满足农业和工业用水要求，因此矿山开采未对周边地下水水质造成明显不利影响。

（2）含水层结构的改变

据矿山开采资料和现场调查，矿区矿体为陡倾斜石英薄脉及细脉带为主的矿体，其延伸大，从出露地表+943～深部0m标高，其中+896～+30m标高矿体具有开采价值。通过矿区三十多年的开采，其中+380m标高及其以上中段矿体基本开采空，而+380～+30m标高矿体均在当地侵蚀基准面以下，随着矿山开采面积越来越大，深度越开越深，在矿山长期不断的抽排水情况下，含水层的降落漏斗也越来越大，现在抽的地下水大部分是大气降水入渗的动储量，通过+485m标高以上的采空区顶底板，以渗水、滴水、流水形式直接补给坑道充水。其次是周边的动储量和靠近河沟的侧向补给矿坑充水。通过坑道采空面，顶、底板以滴水、流水、涌水形式排泄于坑道。矿山开采抽排地下水对含水层的结构破坏较大。

（3）地下水位下降

根据1976～1983年矿区第一期勘探资料，原矿区主要采矿地段钻孔的地下水位标高656.16～89.58m。经过30多年的地下开采（最低开采标高+260m），形成了大量的地下开采巷道及民窿，由于地下开采巷道的自然泄水和矿坑抽排地下水，使开采区的地下水天然埋藏状态受到干扰与破坏，目前，水位降深376.16m。在+485m中段以上加以下目前总排水量为 $5299.8\text{m}^3/\text{d}$ ，比原来矿坑涌水量预测计算方式计算结果 $16272\text{m}^3/\text{d}$ ，减少了 $10972.2\text{m}^3/\text{d}$ ，以此说明矿区含水层、含水构造带透水性差、富水性差；地下水

与地表水力联系差。本矿区主要含水层的补给条件不好，长期排水导致地下水静储量的消耗，矿坑涌水量渐趋减少。随着矿山开采排水对地下静储量消耗，地下水水位不断下降。区域地下水与矿区的水力联系弱，地下水位下降仅局限于矿区范围内。采用经验公式 $R = 2S\sqrt{HK}$ 。（渗透系数 K=0.0017m/d）计算，矿山现状开采 280m，产生的降落漏斗影响半径约为 730m，影响面积约 17.4hm^2 （约 0.174km^2 ）。

（4）对生态用水的影响

矿山自 1982 年至今已开采 30 多年，现状最低开采中段为+280m 中段。矿山多年的开采实际表明，开采矿体疏干局部含水层的地下水未对矿山周边生态环境造成明显不利影响。类比分析未来矿山扩建工程也不会对周边生态用水造成明显不利影响。

另外，从采矿区的水文地质条件可以看出，采矿区含水层主要为基岩裂隙水含水层，基岩裂隙水的分布受裂隙发育影响，采矿区植被主要靠大气降水及植被根系从土壤中吸取水分，其根系并没有到达基岩裂隙水含水层，且评估区内降水量较大，因此，即使采矿导致含水层水位下降，对矿山植被的生态用水不会造成明显不利影响。

综上所述，根据《编制规范》表E.1，现状条件下采矿活动对含水层影响程度为较严重。

2、矿区含水层破坏预测评估

采矿活动导致地下含水层的破坏主要包括含水层结构破坏，含水层疏干、区域地下水水位下降、地下水位降落漏斗的分布范围、地下水水质变化、地下含水层破坏对生产生活用水水源的影响等多个方面。

（1）矿区近期 5 年含水层破坏预测分析

1) 地下水水质恶化预测

矿山生产多年，现状条件下对地下水水质影响较轻，根据监测数据显示，本项目产生的矿井废水经自建废水处理设备处理后，水中各项重金属污染物均浓度较低，可满足《广东省水污染物排放限值标准》（DB44/26-2001）第二时段一级标准、第一类污染物最高允许排放浓度要求，达标排放至佐坑河。矿山生产多年，对地下水水质影响较轻，预测矿山正常运营情况下，对地下水水质的影响较轻。

照片3-21 矿坑涌水处理设施

照片3-22 选矿废水处理设施

矿区内的废石主要排放于运输工业场地以及废石场，废石堆积较松散且含有大量的硫化物，长期暴露氧化及降水的淋滤作用，所形成的酸性水进一步溶蚀废石场坡体内的硫化矿物，使其酸性进一步增加，金属和重金属离子含量大幅增加，其将下渗进入地下，将污染废石堆周围范围及其下游的地下水。

废石场排泄的水最终汇集于蒋屋坑尾矿库初期坝上，经废水处理设备采用化学沉淀法处理后，经库坝溢洪道向下排泄，截断污染源。

通过上述针对性的处理，矿山排水对地下水的污染将能得到有效的控制。综合预测采矿活动对地下水的污染较轻。

2) 含水层结构破坏的预测

根据锯板坑年产矿**万t/a 矿山开采利用方案，至矿山开采结束，地下采场开采标高至+260m，地下开采巷道，形成了大量的采空区和采矿坑道。

1 矿坑涌水量来源

根据矿区水文地质条件，矿体及其围岩含水层的补给、迳流、排泄条件及其地下水动态变化情况等，说明矿坑充水来源主要是大气降水，充水方式是矿体（带）直接充水。

2 矿坑涌水量预测条件

矿体(带)多受近东西走向的构造裂隙带控制,是矿坑充水主要含水层(带)。而其顶、低板主要围岩为弱硅化砂岩、板岩,岩石坚硬,裂隙不发育,岩体完整性好,透水性差,富水性弱,属相对隔水层,即为隔水边界。

3 矿坑涌水量预测方法

根据矿区水文地质条件，矿床开采方式，开采深度，以目前矿区开采最深的坑道+280m 中段面积的系统实测涌水量，近期 5 年矿山开采主要在+280m 中段，用水文地质比拟法，来预测近期开采矿坑系统涌水量。

4 计算公式的选择

①采用比拟法公式：

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

②计算参数的确定

Q —预测中段矿坑涌水量 (m^3/d) ;

Q_1 —实测中段矿坑涌水量 $1586.3\text{m}^3/\text{d}$;

S —预测矿坑开拓水位降深 382.16m ;

S_1 —实测矿坑开拓水位降深 376.16m ;

F_1 —实测中段开拓面积 128957m^2 ;

F —预测近期开采+280m 中段由实测面积 128957m^2 扩展开采面积至 139170m^2 。

③矿坑涌水量预测计算结果 (见表 3-15) :

$$\begin{aligned} Q_{+280m} &= Q_1 \cdot \frac{F}{F_1} \cdot \sqrt{\frac{S}{S_1}} \\ &= 1586.3 \cdot \frac{139170}{128957} \cdot \sqrt{\frac{382.16}{376.16}} = 1725(\text{m}^3/\text{d}) \end{aligned}$$

表 3-15 矿区近期开采预测矿坑涌水量计算结果表

计算	计算	实测水位降 深 (m)	实测涌水量 $Q_1(m^3/d)$	实测坑道面积 $F_1(m^2)$	预测坑道面积 $F(m^2)$	预测水位降 深 $S(m)$	预测坑道涌水 量 $Q(m^3/d)$	备注
中段	公式							
280m		376.16	1586.3	128957		376.16	1586.3	
280m (近期)	$Q = Q_1 \cdot \frac{F}{F_1} \cdot \sqrt{\frac{S}{S_1}}$	396.16			139170	396.16	1725	预测坑道涌 水量为丰水 期涌水量， 在枯水期涌 水量会有所 减弱

随着矿山开采面积越来越大，深度越开越深，在矿山长期不断的抽排水情况下，含水层的降落漏斗也越来越大，改变地下水迳流方向，对地下含水层结构破坏影响较严重在一定程度上影响了该区地下水的均衡。采用经验公式 $R = 2S\sqrt{HK}$ 。（渗透系数 $K=0.0017\text{m/d}$ ）计算，近期矿床开采产生的降落漏斗影响半径约为 772m，影响面积约 17.1hm^2 （约 0.171km^2 ）。

3) 地下水水位下降预测

近期矿山开采对地下水水位影响主要为+280m 中段以上区域。随着矿山开挖排水，地下水水位不断下降。区域地下水与矿区的水力联系弱，地下水位下降范围不大。即使采矿导致含水层水位下降，预测矿坑开拓水位降深 382.16m。对矿山植被的生态用水不会造成明显不利影响。

综上所述，预测采矿活动对地下水的污染较轻；对含水层结构的破坏较大；矿区排水使地下水下降，但由于区域地下水与矿区的水力联系弱，地下水位下降影响范围小，故地下水位下降目前对周围地下水位的影响不大。

根据《编制规范》（表 E.1）中矿山地质环境影响程度分级表，预测矿山近期开采对含水层影响程度为较严重。

（2）矿区中远期含水层破坏预测分析

1) 地下水水质恶化预测

矿山中远期开采，继续沿用废水处理设备，矿山废水经废水处理设备处理后，水中各项重金属污染物均浓度较低，可满足《广东省水污染物排放限值标准》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准、第一类污染物最高允许排放浓度要求，达标排放至佐坑河。

预测矿山正常运营情况下，对地下水水质的影响较轻。

2) 含水层结构破坏的预测

根据矿山开采利用方案，矿山中远期开采至结束，地下采场开采标高至+260m，地下开采会形成了大量的采空区和采矿坑道。

深部矿坑涌水量预测

1 矿坑涌水量来源

根据矿区水文地质条件，矿体及其围岩含水层的补给、迳流、排泄条件及其地下水动态变化情况等，说明矿坑充水来源主要是大气降水，充水方式是矿体（带）直接充水。

2 矿坑涌水量预测

矿山今后开采开采至+260m 中段。

①采用比拟法公式:

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

②计算参数的确定

Q —预测+260m 中段矿坑涌水量 (m^3/d) ;

Q_1 —实测+280m 中段矿坑涌水量 $1586.3\text{m}^3/\text{d}$;

S —预测矿坑开拓水位降深 396.16m ;

S_1 —预矿坑开拓水位降深 376.16m ;

F —预测+260m 中段开拓面积 140000m^2 ;

F_1 —实测+280m 中段开拓面积 128957m^2 ;

③矿坑涌水量预测计算结果 (见表 3-16) :

$$\begin{aligned} Q_{+260m} &= Q_1 \cdot \frac{F}{F_1} \cdot \sqrt{\frac{S}{S_1}} \\ &= 1586.3 \cdot \frac{140000}{128957} \cdot \sqrt{\frac{396.16}{376.16}} = 1767(\text{m}^3/\text{d}) \end{aligned}$$

表 3-16 中远期开采预测矿坑涌水量计算结果表

计算	计算	实测水位降 深 (m)	实测涌水量 $Q_1(m^3/d)$	实测坑道面积 $F_1(m^2)$	预测坑道面积 $F(m^2)$	预测水位降 深 $S(m)$	预测坑道涌水 量 $Q(m^3/d)$	备注
中段	公式							
280m		376.16	1586.3	128957	139170	376.16	1712	
260m (中远 期)	$Q = Q_1 \cdot \frac{F}{F_1} \cdot \sqrt{\frac{S}{S_1}}$				140000	396.16	1767	预测坑道涌水量为丰水期涌水量，在枯水期涌水量会有所减弱
		396.16						

根据预测+280m 中段矿坑系统及+260m 中段矿坑系统总的涌水量为 3479m³/d，随着矿山开采面积越来越大，深度越开越深，在矿山长期不断的抽排水情况下，含水层的降落漏斗也越来越大，改变地下水迳流方向，对地下含水层结构破坏影响较严重在一定程度上影响了该区地下水的均衡。采用经验公式 $R = 2S\sqrt{HK}$ 。（渗透系数 K=0.0017m/d）计算，未来矿床开采 280m 产生的降落漏斗影响半径约为 785m，影响面积约 18.7hm²（约 0.187km²）。

3) 地下水水位下降预测

中远期矿山开采对地下水水位影响主要为+260m 中段以上区域。随着矿山开挖排水，地下水水位不断下降。但是区域地下水与矿区的水力联系弱，地下水位下降范围不大，预测矿坑开拓水位降深 396.16m。

综上所述，预测采矿活动对地下水的污染较轻；对含水层结构的破坏较大；矿区排水使地下水下降，但由于区域地下水与矿区的水力联系弱，地下水位下降影响范围小，故地下水位下降目前对周围地下水位的影响不大。

根据《编制规范》（表 E.1）中矿山地质环境影响程度分级表，预测矿山中远期开采对含水层影响程度为较严重。

（四）矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

根据《编制规范》，确定矿区地形地貌景观评估指标。

表 3-17 地形地貌景观影响评估指标

影响程度	地形地貌景观影响评估指标
严重	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大；2.对各类自然保护 区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视 范围内地形地貌景观影响严重。
较严重	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大；2.对各类自然保护 区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视 范围内地形地貌景观影响较重。
较轻	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小；2.对各类自然保护 区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视 范围内地形地貌景观影响较轻。

1、矿区地形地貌景观破坏现状评估

锯板坑钨锡多金属矿多年的地下开采，对矿区内的原始地形地貌景观的破坏主要分布在以下几个区域。

1) 地下开采区

由于矿区的开采方式为地下开采，采矿对矿区的原始地形地貌破坏面积较小，主要表现在主矿区入口处对植被的破坏，对矿区原始地形地貌景观破坏影响程度较轻。

2) 废石场

本矿山已开采多年，选矿所产生的废石全部堆置在位于选矿厂附近现有废石场内，矿山形成的废石场较大，但现状已基本停止使用，今后生产废石不出坑，采用充填采空区方式处理。

废石场占地面积约为 11.74hm^2 ，废石沿山谷堆放压占破坏土地，使原有的植被遭受破坏，破坏的面积大，完全改变了原有自然景观；废石场散发粉尘，土石裸露，与自然环境极不协调，对矿区原生的地形地貌景观破坏影响程度严重。

3) 办公生活区及矿山道路

办公生活区域布置在矿区东侧杨梅坳，总面积约为 1.61hm^2 。生产办公区现状绿化较好。矿山道路主要用于进矿及连接各井口工业场地、生活区、选厂等，呈线性展布，为混凝土路面，宽 4-8m，长度约为 7678m，矿山道路占地面积为 2.77hm^2 。这些场区的基础设施的建设，破坏面积较小，对矿区原生的地形地貌景观破坏影响程度较轻。

4) 选矿工业场地

锯板坑钨锡多金属矿选选矿工业场地位于矿区东南 2km 的蒋屋坑，日处理能力可达 2000t 。厂区主要包括选矿厂和职工宿舍区，选矿厂占地面积 3.97hm^2 ，对矿区的原始地形地貌破坏面积较大，对矿区原生的地形地貌景观破坏影响程度严重。

5) 尾矿库

现有尾矿库位于选矿厂南侧的山沟中，主要用来堆放选矿厂选出来的尾矿。沿山谷堆放压占破坏土地，使原有的植被遭受破坏，其影响和破坏面积达

8.91hm^2 , 破坏的面积大, 完全改变了原有自然景观; 对矿区原生的地形地貌景观破坏影响程度严重。

6) 风井工业场地

矿区风井工业场地主要位于矿区外南部, 老井口工业场地南部, 主要用于通风及充填通道, 此外, 风井工业场地修筑了3-4层建筑物, 风井工业场地占地面积为 0.86hm^2 , 破坏面积较小, 对矿区原生的地形地貌景观破坏影响程度较轻。

7) 老井口工业场地

老井口工业场地位于矿区中南部, 风井工业场地北部, 老井口工业场地为民采及矿山开采上部矿体形成的老窿, 主要分布有740m中段平硐、700m中段平硐、657m中段平硐、615m中段平硐。

740m中段平硐口隐蔽、截面较小, 多年前已用片石混凝土墙封堵, 人员已无法进入, 该区域地表植被茂盛, 自然复绿情况较好。

照片3-23 740m中段平硐（已封闭）

照片3-24 700-740m中段地表外貌

700m中段平硐口用片石混凝土封堵墙封闭, 并设置了一道铁门, 人员无法进入。平硐口附近民采时期的选厂已废弃, 该区域地表植被茂盛, 自然复绿情况较好。

照片3-25 700m中段平硐（已封闭）

照片3-26 657-700m中段地表外貌

615m中段至657m中段为废石坡相连, 地表已经无道路相通, 人员只能徒步攀爬, 为防止水土流失和滑坡地质灾害发生, 矿山已经人工种植芒草进行护坡, 在临近657m中段平硐口位置用片石混凝土封堵墙封堵, 人员无法进入, 平硐里布设充填站用水输送管道, 洞口周边遗留部分民采时构筑物, 现已废弃。该中段为民采区域, 矿山不进行生产。

照片3-27 657m中段平硐（已封闭）

照片3-28 657m中段平硐布设充填站用水输送管道

照片3-29 615-657m中段地表外貌

615m 中段平硐口已经用片石混凝土封堵墙封堵，人员无法进入，615m 中段民采时的人工选厂已经废弃，废石堆场采取人工复绿措施，地表植被生长效果一般。

照片3-30 615m中段平硐（已封闭）

照片3-31 615m中段地表外貌

照片 3-32 575 窿口（通风井）

照片3-33 535m平硐（封闭）

575 窜口在充填站工业场地内，主要作为井下开采回风通道，也作为尾砂充填系统的主通道，535m 平硐目前停止使用，窿口已自然复绿。

照片3-34 485m中段主窿口外貌

8) 主平硐工业场地

主平硐工业场地位于矿区范围外东南部约 1.5km，生活区南部约 700m，为矿山现状主要生产通道，矿山在主平硐修筑了铁轨、民房、平整场地等，主平

硐工业场地占地面积为 0.27hm^2 , 破坏面积较小, 对原生的地形地貌景观破坏影响程度较轻。

9) 运输工业场地

运输工业场地主要为矿石及废石运输通道, 与主平硐通过铁轨相连, 位于主平硐南部, 佐坑河西部沿河流展布, 主要构筑物为铁轨, 沿河流已修筑了挡土墙, 运输工业场地占地面积为 4.3hm^2 , 对河流可视范围内地形地貌景观破坏影响程度较严重。

综上所述, 根据《编制规范》表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表, 现状条件下, 地下开采区、办公生活区及矿山道路、主平硐工业场地、风井工业场地对地形地貌景观影响程度较轻; 老井口工业场对地形地貌景观影响程度较严重; 废石场、选矿工业场地、尾矿库对矿区地形地貌景观影响程度严重。现状条件下矿业活动整体上对地形地貌景观影响严重。

2、矿区地形地貌景观破坏预测评估

(1) 矿区近期(5年)地形地貌景观破坏预测评估

工业场地、办公生活区、矿山道路由于矿区已开采多年, 矿山设施建设已完成, 能满足生产需求, 新建工业场地的可能性小, 不再增加新的土地损毁区域。废石场及尾矿库主要是堆放手选废石及选矿尾砂, 目前矿山实现了当年废石地表零堆放、选矿尾砂地表零排放。

近期 5 年矿山开采+280m以上矿体, 在未来生产过程中随着采空区面积增大, 可能会发生地面塌陷和地裂缝。地面塌陷和地裂缝会改变了原有的地形条件与地貌特征, 造成林地破坏, 近期通过对采空区的治理, 其发生地面塌陷和地裂缝的可能性减小, 矿山地处偏僻, 周边无重要交通要道或建筑设施; 远离自然保护区及旅游景区(点), 预评估区内无居民点分布, 地处偏僻, 远离村庄与城镇集中地。

综上所述, 近期矿山采矿活动不会增加破坏土地面积, 可能会发生地面塌陷和地裂缝, 但可能性较小, 通过近期逐步治理复垦, 对矿区生态景观有所改观, 预测近期矿业活动整体上对地形地貌景观影响较严重。

(2) 矿区中远期地形地貌景观破坏预测评估

矿山生产的各种设施基本完善, 未来生产沿用原有办公生活区、井口工业场

地、矿山道路等，地面无建构筑物的工程活动，矿山地处偏僻，周边无重要交通要道或建筑设施；远离自然保护区及旅游景区（点），预评估区内无居民点分布，地处偏僻，远离村庄与城镇集中地。但是随着未来矿山开采，增大了采空区面积，可能会发生地面塌陷和地裂缝。地面塌陷和地裂缝改变了原有的地形条件与地貌特征，造成地形地貌景观破坏。通过逐步治理复垦，预测未来矿业活动整体上对地形地貌景观影响较严重。

综上所述，矿山开采可能造成地面塌陷，对地形地貌造成破坏，改变了评估区内原始地形地貌景观。根据《编制规范》表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表，预测未来矿业活动整体上对地形地貌景观影响较严重。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

1、矿区水土环境污染现状分析

（1）水环境污染现状分析

矿山的长期开采过程中，主要的产污节点为矿坑涌水、选矿废水、废石场淋溶水、尾砂水等。

1) 废水产生环节分析

采矿过程中会产生矿坑涌水，矿坑涌水部分用于选矿生产，剩余部分经废水处理设备处理达标后排入佐坑河。选矿废水大部分会经浓密池处理后回用，剩余部分排入尾矿库，经渗透过滤后，作为选矿废水经废水处理设备处理达标后排入佐坑河。矿山员工生活产生生活污水，暴雨天气，矿山的废石堆场产生的淋溶水形成暴雨径流，容易造成面源污染。

2) 水污染监测

受连平县环境保护局委托，连平县环境保护监测站每季度不定时对矿区排放的废水进行监督监测（详见附件 7），结合《连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿建设项目现状环境影响评估报告》，深圳市市政院检测有限公司对的矿坑涌水处理前后的水质进行监测（详见附件 10），本次方案也在矿区取样分析（详见附件 5）。

①矿区坑道涌水、选矿污水、尾矿库排水

a 监测项目

监测项目为 pH、悬浮物、六价铬、铜、镍、锌、铅、镉、砷、汞、锰、铁。

b 执行标准

《广东省水污染物排放限值标准》(DB44/26-2001)第二时段一级标准、第一类污染物最高允许排放标准。

C 监测结果

监测结果见表 3-17~3-20。

表 3-17 连平县环境保护监测站水环境现状监测结果一览表

监测点及 样品编号	监测项目	单位 (mg/L)	监测结果	标准限值	评价
485 窿口 (连)环境监测(水) 字(2017-06)第014号	PH	无量纲	7.82	6-9	达标
	悬浮物	mg/L	47	70	达标
	铜	mg/L	0.05L	0.5	达标
	锌	mg/L	0.59	2.0	达标
	铅	mg/L	1.0	1.0	达标
	铁	mg/L	1.32	—	达标
	镍	mg/L	0.01L	1.0	达标
	锰	mg/L	1.29	2.0	达标
	镉	mg/L	0.05L	0.1	达标
	六价铬	mg/L	0.004L	0.5	达标
	砷	mg/L	-		
尾矿库新总排口 (连)环境监测(水) 字(2017-06)第014号	汞	mg/L	-		
	PH	无量纲	6.76	6-9	达标
	悬浮物	mg/L	43	70	达标
	铜	mg/L	0.05L	0.5	达标
	锌	mg/L	0.80	2.0	达标
	铅	mg/L	0.2L	1.0	达标
	铁	mg/L	0.03L	—	达标
	镍	mg/L	0.01L	1.0	达标
	锰	mg/L	0.8L	2.0	达标
	镉	mg/L	0.05L	0.1	达标
	六价铬	mg/L	0.5L	0.5	达标
485 窢口 (连)环境监测(水) 字(2017-08)第006号	砷	mg/L	-		
	汞	mg/L	-		
	PH	无量纲	4.56	6-9	不达标
	悬浮物	mg/L	40	70	达标
	铜	mg/L	0.06	0.5	达标
	锌	mg/L	0.36	2.0	达标
	铅	mg/L	0.2L	1.0	达标
	铁	mg/L	0.08	—	达标
	镍	mg/L	0.01L	1.0	达标
	锰	mg/L	0.05	2.0	达标

尾矿库新总排口 (连)环境监测(水) 字(2017-08)第006	镉	mg/L	0.05	0.1	达标
	六价铬	mg/L	0.004L	0.5	达标
	砷	mg/L	0.0026	0.5	达标
	汞	mg/L	0.00444	0.05	达标
	PH	无量纲	10.14	6-9	不达标
	悬浮物	mg/L	39	70	达标
	铜	mg/L	0.05	0.5	达标
	锌	mg/L	0.34	2.0	达标
	铅	mg/L	0.2L	1.0	达标
	铁	mg/L	0.06	—	达标
	镍	mg/L	0.01L	1.0	达标
	锰	mg/L	0.05	2.0	达标
	镉	mg/L	0.05	0.1	达标
	六价铬	mg/L	0.01	0.5	达标
	砷	mg/L	0.0016	0.5	达标
	汞	mg/L	0.00005	0.05	达标

表 3-18 本次现状调查水环境监测结果一览表

监测点及 样品编号	监测项目	单位 (mg/L)	监测结果	标准限值	评价
485 窪口 2018HX2226 批 S00047	PH	无量纲	5.81	6-9	不达标
	铜	mg/L	0.095	0.5	达标
	锌	mg/L	1.27	2.0	达标
	铅	mg/L	0.0025	1.0	达标
	铁	mg/L	0.039	—	达标
	镍	mg/L	0.018	1.0	达标
	锰	mg/L	0.231	2.0	达标
	镉	mg/L	0.0099	0.1	达标
	六价铬	mg/L	0.004	0.5	达标
	砷	mg/L	0.0055	0.5	达标
尾矿库新总排口 2018HX2226 批 S00048	汞	mg/L	0.0004	0.05	达标
	PH	无量纲	6.69	6-9	达标
	铜	mg/L	0.011	0.5	达标
	锌	mg/L	0.047	2.0	达标
	铅	mg/L	0.0024	1.0	达标
	铁	mg/L	0.0064	—	达标
	镍	mg/L	0.018	1.0	达标
	锰	mg/L	0.0011	2.0	达标
	镉	mg/L	0.00028	0.1	达标
	六价铬	mg/L	0.004L	0.5	达标
	砷	mg/L	0.0032	0.5	达标
	汞	mg/L	0.004	0.05	达标

575 窿口 2018HX2226 批 S00045	PH	无量纲	5.96	6-9	不达标
	铜	mg/L	0.152	0.5	达标
	锌	mg/L	4.63	5.0	达标
	铅	mg/L	0.001	1.0	达标
	铁	mg/L	0.015	—	达标
	镍	mg/L	0.059	1.0	达标
	锰	mg/L	6.25	2.0	不达标
	镉	mg/L	0.024	0.1	达标
	六价铬	mg/L	0.004	0.5	达标
	砷	mg/L	0.01	0.5	达标
	汞	mg/L	0.001	0.05	达标

表3-19 现状环评影响报告中矿坑涌水监测一览表

监测项目	矿坑涌水(处理前) 产生浓度 (mg/L)	矿坑涌水(处理后) 排放浓度 (mg/L)	标准限值 (mg/L)	(处理前) 评价	(处理后) 评价
COD	6.72	7.0	90	达标	达标
氨氮	1.66	1.17	10	达标	达标
SS	26	25	70	达标	达标
六价铬	未检出	未检出	0.5	达标	达标
总铜	0.460	0.021	0.5	达标	达标
总铅	未检出	未检出	1	达标	达标
总锌	30.56	0.09	2	不达标	达标
总锰	0.55	0.37	2	达标	达标
总砷	0.0019	0.0009	0.5	达标	达标
总镉	未检出	未检出	0.1	达标	达标
总铬	未检出	未检出	1.5	达标	达标
总汞	0.00017	0.00017	0.05	达标	达标
总铊	未检出	未检出	0.0001 (参 考地表水 标准)	达标	达标

表 3-20 现状环评影响报告中选矿废水监测一览表

监测项目	矿坑涌水(处理前) 产生浓度 (mg/L)	矿坑涌水(处理后) 排放浓度 (mg/L)	标准限值 (mg/L)	(处理前) 评价	(处理后) 评价
COD	7.56	7.50	90	达标	达标
氨氮	1.55	1.08	10	达标	达标

SS	28	21	70	达标	达标
六价铬	未检出	未检出	0.5	达标	达标
总铜	0.101	0.004	0.5	达标	达标
总铅	未检出	未检出	1	达标	达标
总锌	22.8	0.02	2	不达标	达标
总锰	0.57	0.18	2	达标	达标
总砷	0.0029	0.0012	0.5	达标	达标
总镉	未检出	未检出	0.1	达标	达标
总铬	未检出	未检出	1.5	达标	达标
总汞	0.00019	0.00017	0.05	达标	达标
总铊	未检出	未检出	0.0001(参考地表水标准)	达标	达标

根据监测数据，锯板坑矿山蒋屋坑尾矿库废水排污口、选厂排污口，485坑道排放废水除了PH值、其他污染物浓度满足《广东省地方-标准水污染排放限值》（DB 44/26-2001）第二时段一级标准、第一类污染物最高允许排放标准。

现状环评报告中选矿废水及矿坑涌水处理前有锌元素超标，经过污水处理后达标排放。

矿山目前已对575中段以下的采空区进行了尾砂充填，通过调查取样，485坑道涌水来自以下各中段的抽排水，水质分析达标，证明尾砂充填对地下水污染的可行性较小。

但是575坑道内水锰元素超标，而矿山开采下部中段水抽至485坑道排出涌水以及尾矿库总排口的废水达标，可以分析，575坑道水污染范围有限，但是对范围内水环境造成了不利影响，影响程度较严重。

②生活污水

矿区生活污水经三级化粪池+生化塘沉淀处理后回用于矿区绿化灌溉，不外排。回用于矿区绿化灌溉。污染物排放总量见表3-21。

表3-21 生活污水排放情况

名称	污染物	产生浓度 (mg/L)	产生量 (t/a)	排放浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)	排放去向
生活污水 2.376万m ³ /a	COD	250	5.94	150	3.56	绿化灌溉
	BOD ₅	120	2.85	20	0.48	
	SS	80	1.90	20	0.48	
	NH ₃ -N	20	0.48	10	0.24	

经处理后生活污水可以满足《城市污水再生利用—城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)中“城市绿化”水质标准。

③尾矿库、废石场淋溶水

废石堆放在指定废石场，并做防渗、防洪等环保措施，在废石场上游和周边修建截流沟，在下游修建挡土墙。废石场工程地质条件简单，无不良地质现象，地层透水性差，无较大溪流流经废石场坡角，废石物理性能较好，废石场具有较好的整体稳定性。

根据现状环评报告中废石的浸出毒性委托监测结果，废石浸出液中的毒性成分均低于《危险废物鉴别标准》(GB5085.3-2007)限值，不具有浸出毒性，该废石也不具有腐蚀性、放射性及急性毒性，所以不属于《有色金属工业固体废物污染控制标准》(GB5085-85)中规定的有害固体废物，也不属于《国家危险废物名录》中的危险废物，项目产生的废石属于I类一般工业性固体废物。在正常的降雨条件下形成的废石淋溶水，其水质要比浸出毒性试验水质好得多，即使废石淋溶水渗入地下，对地下水环境未造成明显不利影响。

④ 地表水环境

现状环境评价报告中对位于矿区下游的铁马礮断面、高湖村断面、九连乡断面、饭罗屯断面进行采样分析（附件6）。

参考标准：《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中IV类标准。

监测结果见表3-22。

表 3-22 地表水监测数据表

监测断面	水温(℃)	pH 值	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	高锰酸盐指数(mg/L)	氨氮(mg/L)	石油类(mg/L)	硫化物(mg/L)	总氮(mg/L)	总磷(mg/L)	氟化物(mg/L)	氯化物(mg/L)
铁马礮	26.1	7.21	5.42	1.1	1.37	0.058	ND	ND	0.416	0.05	1.30	1.0
高湖村	26.3	7.09	7.34	1.4	1.68	0.106	ND	ND	0.497	0.06	2.04	1.2
九连乡	25.9	7.12	6.23	12	1.40	0.093	ND	ND	0.476	0.05	1.60	1.1
饭罗屯	26.0	7.10	5.15	1.0	1.21	0.076	ND	ND	0.469	0.04	1.53	1.1
标准值	—	6-9	30	6	10	1.5	—	0.2	1.0	—	1.5	—
评价	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
监测断面	粪大肠菌群(个/L)	铊(mg/L)	锰(mg/L)	铜(mg/L)	铅(mg/L)	锌(mg/L)	砷(mg/L)	镉(mg/L)	汞(mg/L)			
铁马礮	10	ND	1.03	0.001	ND	1.04	ND	ND	ND			
高湖村	120	ND.	1.33	0.009	ND	1.31	ND	ND	ND			
九连乡	280	ND	0.83	0.004	ND	1.00	ND	ND	ND			
饭罗屯	10	ND	0.88	0.016	ND	0.97	ND	ND	ND			
标准值	20000	—	2.0	1.0	0.05	2.0	0.1	0.01	0.001			
评价	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标			

*ND 表示未检出

根据监测数据，地表水监测项目均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的IV类标准限值，项目建设未对周边地表水体造成明显不利影响。

⑤地下水环境质量现状

对位于项目下游的高湖村、九连乡、饭罗屯进行采样分析。监测结果见表3-14，根据表3-14可知，本次地下水监测项目均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的III-IV类限值，矿山开采未对周边地下水体造成明显不利影响。

综上所述，矿区排放废水各项监测指标基本能达标排放，但是局部坑道内水存在超标现象，因此现状条件下矿坑水及尾矿库排水对水环境造成污染程度中等，其危害性中等，对水环境影响程度较严重。

(2) 土壤污染现状

1) 评价因子

本次主要考虑矿山污染破坏土地，主要在于尾矿库及废石场，选取pH、铜、铅、锌、砷、镉、镍、钼、汞、铬等元素作为评价因子，对本次工作所取土样进行对比分析。

2) 评价标准

本次污染标准主要以《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)污染风险筛选值为依据，进行对比分析。见表3-23、3-24.

3) 评价结果

2016年环评现状监测时，分别在废石场上游、废石场下游、尾矿库上游、尾矿库下游、采矿区内、周边林区等六处采取样品18件。

表3-23 农用地土壤污染风险筛选值(基本项目)

风险筛选值	pH	铜	锌	砷	镉	汞	铅	总铬	镍
其他	5.5~6.5	50	200	40	0.3	1.8	90	150	70
其他	6.5~7.5	100	250	30	0.3	2.4	120	200	100

表 3-24 土壤监测结果一览表

采样位置		PH	铜	锌	砷	镉	汞	铅	总铬	镍
剖面 0-20cm	废石场上游	6.77	41	53	3.744	0.10	0.001	0.1	32	5
	废石场下游	6.23	38	49	1.488	0.03	0.0055	0.1	45	13
	尾矿库上游	6.66	24	51	0.759	0.02	0.001	0.3	73	27
	尾矿库下游	6.48	34	53	0.563	0.20	0.001	0.3	80	24
	采动影响区内	6.29	45	143	1.720	0.13	0.0294	0.4	95	27
	林区	6.99	38	137	0.082	0.06	0.251	0.1	71	33
剖面 20-60cm	废石场上游	6.55	38	57	3.725	0.03	0.001	0.1	41	14
	废石场下游	6.69	38	51	1.443	0.01	0.084	0.2	49	26
	尾矿库上游	6.45	26	53	0.731	0.10	0.01	0.2	76	27
	尾矿库下游	6.55	30	53	0.561	0.19	0.006	0.1	78	25
	采动影响区内	6.64	44	148	1.473	0.01	0.061	0.1	88	31
	林区	6.84	39	139	0.01	0.12	0.454	0.6	56	34
剖面 60-100cm	废石场上游	6.62	37	60	3.725	0.01	0.001	0.1	42	20
	废石场下游	6.28	37	52	1.398	0.01	0.097	0.4	57	23
	尾矿库上游	6.69	25	54	0.639	0.01	0.0175	0.1	77	26
	尾矿库下游	6.46	40	54	0.549	0.12	0.0085	0.2	85	23
	采动影响区内	6.59	41	135	1.787	0.01	0.0549	0.1	60	31
	林区	6.78	37	139	0.01	0.15	0.211	0.4	104	2

通过分析，各土样均符合农用地土壤标准。现状评估以往采矿活动对土环境影响程度为较轻。经前期的实地调查及收集资料，矿山开采的矿石和围岩均无毒、无有害物质，无辐射，经反射性检测，对人体无伤害；采集的土壤样品中，土壤现状污染较轻。采矿活动对矿区土环境污染影响程度较轻。

综上所述，现状条件下，矿区采矿活动对水环境污染影响程度为较严重，对矿区土壤环境污染影响程度较轻，对水土环境污染影响程度为较严重。

2、矿区水土环境污染预测分析

(1) 矿区近期(5年)水土环境污染预测

1) 矿区水环境污染预测

目前，矿山设置一套废水处理设备，采用化学沉淀法处理矿坑涌水与选矿废水中的重金属离子。在石灰乳配置池中投加石灰粉，形成熟石灰后进入尾砂沟，与矿坑涌水发生中和氧化反应，熟石灰中的钙离子在废水中水解后与废水中的各种重金属离子发生反应生成难以溶解的氢氧化物沉淀，从而在很大程度降低了废水中的重金属总量。根据前述内容，矿坑涌水及尾矿库排水经处理后排入佐坑河后，不会对佐坑河水质造成明显影响。因此预测矿山开采对矿区水环境影响较轻。

2) 矿区土壤环境污染预测

由前述分析可知，矿山已经形成完整的工业场地、联络道路等生产生活设施，废石场也不再增加，废石尾矿填充采空区，且废石场等工业场地将逐步复垦绿化，因此预测采矿活动对评估区的土壤环境影响较轻。

(2) 矿区中远期水土环境污染预测

1) 矿区水环境污染预测

根据前述内容，矿坑涌水及尾矿库排水经处理后排入佐坑河后，不会对佐坑河水质造成明显影响，因此预测矿山未来开采对矿区水环境影响较轻。

2) 矿区土壤环境污染预测

由前述分析可知，矿山已经形成完整的工业场地、联络道路等生产生活设施，废石场也不再增加，废石尾矿填充采空区，且未来矿山将逐步复垦绿化，故未来矿业活动对土壤的污染影响与现状一致，甚至减轻。因此预测未来矿业活动对评估区的土壤环境影响较轻。

综上所述，预测未来矿业活动对矿区水土环境影响较轻。

三、矿山土地损毁预测与评估

(一) 土地损毁环节与时序

1、土地损毁的形式

本矿区损毁形式主要有压占、挖损、塌陷。

压占：压占的损毁形式主要表现为废石场、选矿工业场地、尾矿库、风井工业场地、老井口工业场地、主平硐工业场地、运输工业场地、办公生活区内建筑物、构筑物、废石、尾矿、场地平整建设占用土地。压占范围内对生态系统造成较大的影响，主要表现为地形地貌的改变、土壤层被破坏、植被消失。

挖损：主要表现在矿山道路对土地的挖损，在道路建设中会对土地挖损而破坏土地的土壤结构，从而改变土壤养分的初始条件，增加水土流失及养分流失的机会。此外，地形地貌遭受较大改变、土壤层被破坏、植被消失。

塌陷：矿区已开采多年，现状条件下未发生地面塌陷，预测地表岩移范围塌陷可能，主要表现为破坏林地，对地形地貌景观破坏。

2、土地损毁的环节

矿山基建时，修建职工宿舍、变配电室、机修车间、值班室、临时工棚、铁轨运输通道、选矿区、风井、主井口等建筑物和构筑物，形成各工业场地及办公生活区。

矿山生产过程中产生的固体废物包括剥离废土石，边角废料等，如果不能及时处理外运，将会压占一定数量的土地，形成各类堆场。

矿山在选矿过程中形成的尾矿形成尾矿库。

矿山修建道路，占用了土地，对土地造成损毁。

锯板坑钨锡多金属矿为一地下开采矿山，矿山为一生产多年的老矿山，矿山尾矿库、废石场、老井口工业场地后续不再沿用，矿山可先行进行复垦，其损害的环节主要表现为压占、选矿工业场地、风井工业场地、老井口工业场地、主平硐工业场地、运输工业场地、办公生活区后续仍将继续沿用，其损毁环节主要表现为压占，矿山道路后续也用于矿山生产，仍将沿用，但矿山道路两侧可进行复垦，其损毁环节主要表现为挖损。

3、复垦情况

锯板坑钨锡多金属矿用地项目损毁时序较为简单，根据本方案开采工艺，对矿

山项目区内的土地损毁时序分析如下：

(1) 选矿工业场地、风井工业场地、老井口工业场地、主平硐工业场地、运输工业场地、办公生活区等工业场地及矿山道路均需要伴随矿山生产结束，损毁时序贯穿整个生产期；

(2) 矿山尾矿库、废石场、老井口工业场地、矿山道路两侧等区域基本已停止生产工作，可先行进行复垦工作。根据前章节所述，目前矿山已经对尾矿库和老井口工业场地做了部分复垦工作。

(二) 已损毁各类土地现状

矿山自建设以来，已形成较完善的采、选系统及与之相配套的附属设施，先后建有地下开采工程、采矿工业场地、排废区、选矿厂、尾矿库、生产辅助设施场地和较为完善的办公、生活设施。根据主体工程相关设计资料，结合现场实地踏勘调查，矿山生产期间已损毁的土地具体有：

1、废石场

本矿山已开采多年，所产生的废石全部堆置在位于选矿厂附近现有排废区内，矿山形成的废石场较大，但现状已基本停止使用，今后生产废石不出坑，采用充填采空区方式处理。按地形划分为四个评价；1号废石场呈椭圆形分布，主要为废弃石料，原来的植被完全破坏，堆置标高最低为551.24m，最高标高为572.55m；2号废石场位于1号废石场南部，呈长方形分布，其中西部为废石料堆积，东部为弃沙堆积，受风力和雨水侵蚀，堆积较为凌乱。3号废石场位于2号废石场南部，呈扇形分布，主要为废弃石料堆积，标高为570~596m，4号废石场位于选矿厂东北方，3号废石场南方，呈扇形分布，主要为废弃石料堆积，标高为575~623m。

表3-25 废石场情况

名称	位置	标高 (m)	坡度 (°)	面积 (m ²)	服务时间	现状堆存量 (m ³)
1号废石场	最北侧	551.24~572.55	20-42	10420.16	2008年~今	77718
2号废石场	1号废石场南部	560~590	22-43	15276.96	2008年~2013年	160408
3号废石场	2号废石场南部	570~596	22-45	15887.98	2005年~2007年	144580
4号废石场	3号废石场南部	575~623	30-55	11882.45	2005年~2006年	199625

废石场已损毁土地面积约为11.74hm²，损毁土地类型为乔木林地、裸土地、空

闲地及采矿用地，损毁方式为压占。

2、办公生活区

办公生活区域布置在矿区东侧杨梅坳，总面积约为 1.61hm^2 。行政福利设施和员工宿舍采用钢筋混凝土。生产办公区现状绿化较好，但建筑物之间仍有许多废弃物，属压占破坏土地，占用地类主要为其园地、乔木林地、工业用地，其中其他园地 0.36hm^2 ，乔木林地 0.08hm^2 ，工业用地 1.17hm^2 。

3、选矿工业场地

锯板坑钨锡多金属矿选选矿工业场地位于矿区东南 2km 的蒋屋坑，日处理能力可达 2000t 。厂区主要包括选矿厂和职工宿舍区，选矿厂占地面积 3.97hm^2 ，损毁土地类型为乔木林地、裸土地及采矿用地，其中乔木林地 0.07hm^2 ，裸土地 0.78hm^2 ，采矿用地 3.12hm^2 ，土地损毁方式为压占。

4、尾矿库

现有尾矿库位于选矿厂南侧的山沟中，主要用来堆放选矿厂选出来的尾矿。尾矿库占地面积为 8.91hm^2 ，损毁地类主要为乔木林地、裸土地及采矿用地，其中乔木林地 4.45hm^2 ，裸土地 4.43hm^2 ，采矿用地 0.04hm^2 ，属于压占破坏土地，尾矿库已经修筑了拦沙坝和排洪沟，有效的防止了可能引发或加剧的地质灾害。

5、矿山道路

矿山道路主要用于进矿及连接各井口工业场地、生活区、选厂等，呈线性展布，为混凝土路面，宽 $4\text{-}8\text{m}$ ，长度约为 7678m ，矿山道路损毁总面积为 2.77hm^2 ，占用地类为乔木林地、工业用地、裸土地及采矿用地，损毁方式为挖损。

6、风井工业场地

矿区风井工业场地主要位于矿区外南部，老井口工业场地南部，主要用于通风及充填通道，此外，风井工业场地修筑了3-4层建筑物，风井工业场地损毁总面积为 0.86hm^2 ，占用地类为乔木林地、裸图地及空闲地，损毁方式为压占。

7、老井口工业场地

老井口工业场地位于矿区中南部，风井工业场地北部，老井口工业场地为民采及矿山开采上部矿体形成的老窿，主要表现为井口平整形成的工业场地，现状已废弃但并未复垦，老井口工业场地损毁总面积为 2.06hm^2 ，占用地类为乔木林地、裸土地，其中乔木林地 1.22hm^2 ，裸土地 0.85hm^2 ，损毁方式为压占。

8、主平硐工业场地

东平硐工业场地位于矿区范围外东南部约 1.5km，生活区南部约 700m，为矿山现状主要生产通道，矿山在主平硐修筑了铁轨、民房、平整场地等，主平硐工业场地现状已损毁总面积为 0.27hm²，占用地类为乔木林地、裸土地，其中乔木林地 0.07hm²，裸土地 0.2hm²，损毁方式为压占。

9、运输工业场地

运输工业场地主要为矿石及废石运输通道，与主平硐通过铁轨相连，位于主平硐南部，佐坑河西部沿河流展布，主要构筑物为铁轨，沿河流已修筑了挡土墙，运输工业场地现状已损毁总面积为 4.3hm²，占用地类为有乔木林地、裸土地，其中乔木林地 1.75hm²，裸土地 2.56hm²，损毁方式为压占。

10、已发生滑坡影响范围

根据矿山地质灾害调查，矿区评估范围内现状存在 5 处滑坡，合计损毁面积 0.186hm²，损毁地类为有林地，与其它工业场地损毁面积重叠，因此不参与重复计算。

11、已塌陷损毁土地范围

根据现场调查和历史记录，矿山 856m、805m、740m、700m、657m、615m、575m、535m、485m、430 m、380 m、330 m、280 m 等 13 个中段，矿山开采脉幅小，围岩工程地质稳定，地表未发现塌陷和地裂缝，现状为未损毁。岩移地面塌陷范围可作为将来矿山开采拟损毁土地范围。

（三）损毁土地程度分析

锯板坑钨锡多金属矿土地损毁类型主要为挖损、压占及污染。压占损毁程度主要取决于三个因素，即挖损深度、挖损面积、挖损坡度及挖损厚度。其损毁程度评价因子及等级标准如表 3-25。结合挖损损毁等级表，得出各损毁单元挖损损毁程度如表 3-26。压占损毁程度主要取决于两个因素，即压占面积和堆积高度，结合压占物地表稳定，其损毁程度评价因子及等级标准如表 3-27。结合压占损毁等级表，得出各损毁单元压占损毁程度如表 3-28。本次污染等级标准主要《土壤环境质量标准》为依据，并根据矿区主要的污染因子 Pb(铅)、Cu(铜)、Zn(锌)、Cd (镉) 等来确定土壤污染等级，等级采用标准分级中的二级标准（为保障农业生产，维护人体健康的土壤限制值）和三级标准（为保障农林生产和植物正常生长的土壤临界值）进行对比分析，其损毁程度评价因子及等级标准如表 3-29。矿山污染破坏土地在于尾矿库

及废石场，污染程度相关取值根据《连平县珠江矿业有限公司锯板坑钨锡多金属矿建设项目现状环境影响评估报告》进行确定，结合污染破坏等级表，得出矿区污染破坏程度如表 3-30。

表 3-25 挖损损毁土地程度评价因子及等级标准表

评价因子		权重	评价等级		
			100 (轻度破坏)	200 (中度破坏)	300 (重度破坏)
地表变形	挖损深度	0.35	<100cm	100-300cm	>300cm
	挖损面积	0.15	<1000m ²	1000-10000m ²	>10000m ²
	挖损坡度	0.35	<25°	25-35°	>35°
土体剖面	挖损土层厚度	0.15	<20cm	20-50cm	>50cm
损毁程度分级：加权平均值<167，轻度损毁；>167，<234 为中度损毁；>234 为重度损毁					

表 3-26 挖损程度分析表

评价因子		损毁单元	
		矿山道路	
地表变形	挖损深度	0-4m	
	挖损面积	2.77hm ²	
	挖损坡度	25-35°	
土体剖面	挖损土层厚度	>50cm	
加权平均得分		250	
破坏程度		重度损毁	

表 3-27 压占土地损毁程度评价因子及等级标准表

评价因素	评价因子	权重	评价等级		
			100 (轻度损毁)	200 (中度损毁)	300 (重度损毁)
地表变形	压占面积	0.2	<1hm ²	1-10hm ²	>10hm ²
	堆积高度	0.3	<3m	3-5m	>5m
稳定性	地表稳定性	0.5	很稳定	稳定	不稳定
损毁程度分级：加权平均值<167 为轻度损毁；≥167,<234 为中度损毁；≥234 为重度损毁					

表 3-28 压占土地损毁程度分析表

评价等级	评价因素		地表变形		稳定性	加权平均得分	损毁程度
	评价因子		压占面积	堆积高度	地表稳定性		
评价等级	废石场		11.74	>5m	稳定	250	重度
	选矿工业场地		3.97	>5m	稳定	230	中度
	尾矿库		8.91	>5m	稳定	230	中度
	风井工业场地		0.86	3-5m	稳定	160	轻度
	老井口工业场地		2.06	3-5m	稳定	200	中度
	主平硐工业场地		0.27	3-5m	稳定	160	轻度

	运输工业场地	4.3	>5m	稳定	230	中度
	办公生活区	1.61	<3m	很稳定	120	轻度

表 3-29 污染土壤破坏程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级 (单位: mg/kg)		
		二级标准下限	二级标准上限	三级标准
重金属污染	Pb(铅)	≤250	≤350	≤500
	Cu(铜)	≤50	≤100	≤400
	Zn(锌)	≤200	≤300	≤500
	Cd(镉)	≤0.30	≤1.0	-

备注: 1) 以低于二级标准的上限作为污染程度的轻微等级; 以超过二级标准的上限作为污染程度的中度; 以超过三级标准作为污染程度的重度; 2) 污染程度结果以最严重的评价因子确定; 3) Cd(镉) 评价因子无三级标准, 等级标准依次向前推进一级。

表 3-30 污染土壤破坏程度分析表

评价因素	评价因子	尾矿土壤	废石场土壤
重金属污染	Pb(铅)	0.1	0.3
	Cu(铜)	38	34
	Zn(锌)	49	53
	Cd(镉)	0.03	0.2
污染程度	污染等级	尾矿砂	废石场
	Pb(铅)	轻微	轻微
	Cu(铜)	轻微	轻微
	Zn(锌)	轻微	轻微
	Cd(镉)	轻微	轻微

综上所述, 区内破坏土地主要集中在各工业场地及矿山道路中, 其中废石场破坏方式为大面积压占, 对土地资源的变形破坏严重, 且形成大量堆积边坡, 废石裸露, 不利于恢复治理工作的进行, 但对土壤污染较小; 矿山道路主要表现为挖损, 挖方形成高陡边坡, 岩石裸露, 易引发地质灾害, 对土地资源的变形破坏严重, 选矿工业场地、尾矿库、老井口工业场地、运输工业场地破坏土地面积较大, 破坏方式为压占, 对土地资源的变形破坏中等, 恢复治理中等, 对土地污染程度较小。风井工业场、主平硐工业场地、办公生活区对土地破坏方式为压占, 破坏面积较小, 易于治理。

表 3-31 矿山已损毁土地汇总表

用途	损毁方式	损毁程度	小计	损毁原地类 (hm ²)					
				其他园地	乔木林地	工业用地	裸土地	空闲地	采矿用地
废石场	压占	重度	11.74	0	4.4	0	6.73	0.58	0.02
办公生活区	压占	轻度	1.61	0.36	0.08	1.17	0	0	0

选矿工业场地	压占	中度	3.97	0	0.07	0	0.78	0	3.12
尾矿库	压占	中度	8.91	0	4.45	0	4.43	0	0.04
矿山道路	挖损	重度	2.77	0	2.18	0.02	0.55	0	0.03
风井工业场地	压占	轻度	0.86	0	0.43	0	0.33	0.10	0
老井口工业场地	压占	中度	2.06	0	1.22	0	0.85	0	0
主平硐工业场地	压占	轻度	0.27	0	0.07	0	0.2	0	0
运输工业场地	压占	中度	4.3	0	1.75	0	2.56	0	0
合计			36.50	0.36	14.64	1.19	16.42	0.68	3.2

综上，矿山矿业活动，损毁方式主要为压占和挖损，损毁程度轻度到重度，损毁面积大，其中废石场、矿山道路对土地损毁程度为严重；选矿工业场地、尾矿库、老井口工业场地、运输工业场地对土地损毁程度为较严重；办公生活区、风井工业场地、主平硐工业场地对土地损毁程度较轻。

（四）拟损毁土地预测与评估

根据项目生产过程对土地的损毁环节及时序分析知，本项目拟损毁土地主要表现为废石、尾砂压占损毁土地和岩层移动范围塌陷损毁土地这两个方面：

1、废石拟压占损毁土地预测

根据设计，废石场还能继续堆放，但为了减少废石堆放和防止采空区塌陷，矿山产生的废石用于井下充填，基本不出窿。因此，本项目未来矿业活动没有新增的废石拟压占损毁土地。

2、尾砂拟压占损毁土地预测

尾矿库已经闭库，未来没有尾矿库可以利用，且为了减少尾砂堆放和防止采空区塌陷，未来产生的尾砂经充填站处理后充填井下采空区，不再堆存于尾矿库，故本项目无尾砂拟压占损毁土地。

3、塌陷区拟损毁预测

本矿山开采矿体为脉状矿体，采用浅孔留矿法回采矿体。在矿房内留规则矿柱支撑顶板，同时利用废石及尾砂及时回填采空区，经矿山多年生产实践证明能够从源头上有效控制了地表塌陷造成的土地损毁。

在锯板坑区段的开采范围内，矿山现有中段为：856m、805m、740m、700m、657m、615m、575m、535m、485m、430 m、380 m、330 m、280 m 等 13 个中段，今后主要开采+330m~+260m 标高之间的矿体。

根据赋存条件、矿岩稳定性特点，并参照国内同类型矿山的经验，确定开采岩体移动角为：上盘为65°，下盘和端部为70°，表土45° 侧翼移动角80°。表土层

移动角 45° 。据统计，锯板坑矿床开采产生的岩层移动范围面积为 50.49 hm^2 ，为了不重复计算损毁土地面积，本方案将位于岩移范围的 0.59 hm^2 老井口工业场地面积扣除，故已产生的岩移范围面积为 49.9 hm^2 。见表3-32。

结合采矿方法和现场实际调查，矿山开采岩层移动形成地面塌陷和地裂缝可能性小，对土地的损毁程度为轻度损毁。

表 3-32 拟损毁土地现状统计表

位置	一级地类	二级地类	面积 (hm^2)	损毁类型	损毁程度
岩层移动范围	03 林地	0301 乔木林地	49.9	塌陷损毁	轻度损毁

4、类比分析评价

本矿山开采矿体为脉状矿体，采矿方法采用以浅孔留矿法为主，同时利用废石及尾砂及时回填采空区，经矿山多年生产实践证明能够从源头上有效控制地表塌陷造成的土地损毁，经现场调查，矿区内无因本矿生产造成的已塌陷损毁土地。未来矿山将延续现在使用的采矿方法，严格控制采矿工艺和作业程序。利用掘进废石对采空区部分进行充填，利用充填站对采空区进行充填，地面塌陷的可能性较小。

综上，预测矿山矿业活动，对土地损毁程度为较严重。

(5) 损毁情况汇总

根据对矿山损毁土地情况的分析，矿山已损毁土地 36.50 hm^2 ，拟损毁土地 49.9 hm^2 ，损毁原地类主要为其他园地、乔木林地。工业用地、裸土地、空闲地、采矿用地（具体见表 3-33）。

综上，矿山矿业活动，损毁方式主要为压占和挖损，损毁程度轻度到重度，损毁面积较大，对土地损毁程度为严重。

表 3-33 矿山损毁土地汇总表

用途	损毁方式	损毁程度	小计	地类 (hm^2)					
				其他园地	乔木林地	工业用地	裸土地	空闲地	采矿用地
废石场	压占	重度	11.74	0	4.4	0	6.73	0.58	0.02
办公生活区	压占	轻度	1.61	0.36	0.08	1.17	0	0	0
选矿工业场地	压占	中度	3.97	0	0.07	0	0.78	0	3.12
尾矿库	压占	中度	8.91	0	4.45	0	4.43	0	0.04
矿山道路	压占	重度	2.77	0	2.18	0.02	0.55	0	0.03
风井工业场地	压占	轻度	0.86	0	0.43	0	0.33	0.10	0
老井口工业场地	压占	中度	2.06	0	1.22	0	0.85	0	0
主平硐工业场地	压占	轻度	0.27	0	0.07	0	0.2	0	0

运输工业场地	压占	中度	4.3	0	1.75	0	2.56	0	0
岩移地面塌陷	塌陷	轻度	49.9	0	49.9	0	0	0	0
合计			86.4	0.36	64.54	1.19	16.42	0.68	3.2

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、分区原则及方法

(1) 分区原则

1) “矿山保护与恢复治理”原则，分区时充分考虑开展保护与恢复治理工作的方便性与可操作性。

2) “统筹规划，突出重点”原则，分区时结合矿山保护、开采等相关规划，重点突出对矿山地质环境有重要影响的区。

3) “区内相似，区际相异”原则，根据矿区地质环境问题类型及重点防治对象的不同，同一类地质环境问题或同一类治理方式划为同一个区或亚区。

4) “有利于矿山发展”原则，保护与恢复治理分区要有利于建设绿色和谐矿山，有利于矿山实施可持续开采，有利于解决矿区人居安全问题。

(2) 分区方法

按照《编制规范》中附录表 F，在矿山地质环境现状评估、预测评估的结果基础上，根据上述分区原则，选取地质灾害危险性、含水层破坏、地形地貌景观影响、水土环境污染四个要素，利用叠加法，结合开发利用方案进行矿山地质环境保护与治理恢复分区。

表 3-34 矿山地质环境保护与治理恢复分区表

分区级别	矿山地质环境影响程度	
	现状评估	预测评估
重点	严重	严重
次重点	较严重	较严重
一般	较轻	较轻
注：现状评估与预测评估结果不一致时采取就上原则进行分区		

2、矿山地质环境现状评估结果

根据评估指标，矿山地质环境问题现状评估一览表详见表 3-35。

表 3-35 矿山地质环境问题现状评估一览表

矿山地质环境问题		代号	位置	表现特征及规模	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	无					
	滑坡	HP1	尾矿库南侧	滑坡体紧邻蒋屋坑尾矿库，滑坡体底部宽 15-16m，顶部宽约 8m，高约 18-20m，体积约 2500m ³ ，小型滑坡	中等	中等	较严重
		HP2	+575m 回风井平硐入口以北废石堆积处	高程为 657m，主滑方向 220°，由废矿石构成，上部宽约 10m，下部宽约 40m，高约 20m，厚约 1~3m，体积约 500~1500m ³ ，为一小型滑坡。	中等	中等	较严重
		HP3	充填站东侧	滑坡体主要由残坡积粉质粘土夹碎石组成，土质松散，遇水容易软化；滑坡体底部宽 40~45m，顶部宽约 15m，高约 15~20m，体积约 2000 m ³ ，为一小型滑坡，主滑方向为 283°。	中等	中等	较严重
		HP4	距离+575 中段平硐入口以东 100m	HP4 位于 HP3 以南 100m，为修建矿山道路形成。滑坡体底部宽约 10m，顶部宽约 5m，高约 8~9m，体积约 80~100 m ³ ，为一小型滑坡。	中等	中等	较严重
		HP5	位于运输工业场地南侧，距离最近的铁轨约 25m	滑坡体由碎石和杂填土组成，滑坡体呈张开弧形堆积，底部宽 10~12m，顶部宽 8m，堆积物高 5m，体积约 500 m ³ ，为一小型滑坡。	中等	中等	较严重
	泥石流	无					
	采空区地面塌陷	无					
	岩溶地面塌陷	无					
	地裂缝	无					
对含水层的影响	地下水资源枯竭	无					
	地表水漏失	无					
	区域水均衡破坏	无					

	水质污染恶化	SS1	矿坑涌水	矿坑涌水经自建废水处理设备处理后，水中各项重金属污染物均浓度较低，达标排放至佐坑河，不会对佐坑河及地下水产生明显影响。575 坑道内锰元素偏高，对小范围水质造成影响。	小	小	较严重
		SS2	废石场废水	废石场排泄的水最终汇集于蒋屋坑尾矿库初期坝上，经废水处理设备采用化学沉淀法处理后，经库坝溢洪道向下排泄，截断了污染源。不会对佐坑河及地下水造成明显影响	小	小	较轻
		SS3	选矿厂废水	选矿废水经废水处理设备采用化学沉淀法处理后，做到达标排放，不会对佐坑河及地下水造成明显影响。	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS1	地下开采区	在矿山长期不断的抽排水情况下，含水层的降落漏斗也越来越大；地下水位下降，含水性较差，连通性差。	\	\	较严重
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	地下开采区	主矿区入口处对植被的破坏，对矿区原始地形地貌景观影响破坏小	\	\	较严重
		DX2	废石场	废石场占地面积约为 11.74hm ² ，废石沿山谷堆放压占破坏土地，使原有的植被遭受破坏，破坏的面积大，完全改变了原有自然景观，对矿区原生的地形地貌景观影响和破坏程度大。	\	\	严重
		DX3	办公生活区及矿山道路	破坏面积较小，对矿区原生的地形地貌景观影响破坏小。			较轻
		DX4	选矿工业场地	选矿厂占地面积 3.97hm ² ，对矿区的原始地形地貌破坏面积较大，对矿区原生的地形地貌景观影响破坏较大。	\	\	较严重
		DX5	尾矿库	用来堆放选矿厂选出来的尾矿。沿山谷堆放压占破坏土地，使原有的植被遭受破坏，其影响和破坏面积达 8.91hm ² ，破坏的面积大，完全改变了原有自然景观；对矿区原生的地形地貌景观影响破坏严重。	\	\	严重
		DX6	风井工业场地	风井工业场地占地面积为 0.86hm ² ，破坏面积较小，对矿区原生的地形地貌景观影响和破坏程度小。	\	\	较轻
		DX7	老井口工业场地	+575 中段以上有多处民采平硐、废石堆场和民采废弃选厂，由于其乱采乱挖乱弃，对矿区原生的地形地貌景观造成了较严重破坏。	\	\	较严重
		DX8	主平硐工业场地	主平硐工业场地占地面积为 0.27hm ² ，破坏面积较小，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小。	\	\	较轻

		DX9	运输工业场地	运输工业场地占地面积为 4.3hm ² , 废石直接排放于运输线路外侧, 沿河流堆放, 对河流可视范围内地形地貌景观影响较重	\	\	较严重
	对建筑物及工程设施和自然保护区的影响与破坏	无					
	对人居环境影响与破坏	无					
对土地资源的影响与破坏	矿山建设占用土地	KD1	办公生活区	办公生活区总面积约为 1.61hm ² , 占用其他园地 0.36hm ² , 乔木林地 0.08hm ² , 工业用地 1.17hm ²	/	/	较轻
		KD2	选矿工业场地	选矿工业场地占地面积 3.97hm ² , 损毁乔木林地 0.07hm ² , 裸土地 0.78hm ² , 采矿用地 3.12hm ²	/	/	较严重
		KD3	尾矿库	尾矿库占地面积为 8.91hm ² , 损毁乔木林地 4.45hm ² , 裸土地 4.43hm ² , 采矿用地 0.04hm ²	/	/	严重
		KD4	矿山道路	矿山道路占用面积为 2.77hm ² , 占用有林地 2.18hm ² , 工业用地 0.02hm ² , 裸图地 0.55hm ² , 采矿用地 0.03hm ²	/	/	较严重
		KD5	风井工业场地	风井工业场地占用土地面积为 0.86hm ² , 占用乔木林地 0.43hm ² , 裸土地 0.33hm ² , 空闲地 0.10hm ²	/	/	较轻
		KD6	老井口工业场地	老井口工业场地占地面积为 2.06hm ² , 占用乔木林地 1.22hm ² , 裸土地 0.85hm ²	/	/	较轻
		KD7	主平硐工业场地	主平硐工业场地占地面积为 0.27hm ² , 占用乔木林地 0.07hm ² , 裸土地 0.2hm ²	/	/	较轻
		KD8	运输工业场地	运输工业场地占地面积为 4.3hm ² , 占用乔木林地 1.75hm ² , 裸土地 2.56hm ²	/	/	较轻
	废(矸)石堆放破坏土地	TD1	废石场	废石场堆放破坏土地面积约为 11.74hm ² , 破坏乔木林地 4.4hm ² , 裸土地 6.73hm ² , 空闲地 0.58hm ² , 采矿用地 0.02hm ²	/	/	严重
污染土质或土壤结构改变	WD1	尾矿库	尾矿砂土壤污染程度较轻	/	/	较轻	
	WD2	废石场	废石场废石对土壤污染程度较轻	/	/	较轻	

3 矿山地质环境预测评估结果

根据评估指标，矿山地质环境问题预测评估一览表详见表 3-36.

表 3-36 矿山地质环境问题预测评估一览表

矿山地质环境问题	代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响程度等级	
地质灾害	崩塌	无						
	滑坡	HP1	尾矿库南侧	尾矿库	<100 万元	中等	中等	较严重
		HP2	+575m 回风井平硐入口以北废石堆积处	坡脚河流	<100 万元	中等	中等	较严重
		HP3	充填站东侧	坡脚道路及行人	<100 万元	中等	中等	较严重
		HP4	距离 575 中段平硐入口以东 100m	坡脚道路及行人	<100 万元	中等	中等	较严重
		HP5	位于运输工业场地南侧，距离最近的铁轨约 25m	坡脚道路及矿山生产人员	<100 万元	中等	中等	较严重
	泥石流	废石场	选厂北侧	运输工业场地工作人员	<500 万元 >100 万元	大	大	严重
		尾矿库	选厂南侧	下游林地	<500 万元 >100 万元	中等	中等	较严重
	采空区地面塌陷	CX1	地下采空区	矿山生产人员及设备	<500 万元 >100 万元	中等	中等	较严重
	岩溶地面塌陷	无						
	地裂缝	无						
对含水层的影响与破坏	地下水水源枯竭	无						
	地表水漏失	无						
	区域水均衡破坏	无						
	水质污染恶化	SS1	矿坑涌水	地下水及地表水质	\	\	\	较轻
		SS2	废石场废水	地下水及地表水质	\	\	\	较轻
		SS3	选矿厂废水	地下水及地表水质	\	\	\	较轻

	含水层结构改变	HS1	地下开采区	地下水资源	\	\	\	较严重
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	地下开采区	自然景观	\	\	\	较严重
		DX2	办公生活区	自然景观	\	\	\	较轻
		DX3	矿山道路	自然景观	\	\	\	较严重
		DX4	选矿	自然景观	\	\	\	较严重
		DX5	尾矿库	自然景观	\	\	\	严重
		DX6	风井工业场地	自然景观	\	\	\	较轻
		DX7	老井口工业场地	自然景观	\	\	\	较严重
		DX8	主平硐工业场地	自然景观	\	\	\	较轻
		DX9	运输工业场地	自然景观	\	\	\	较严重
	对建筑物及工程设施和自然保护区的影响与破坏	无			\	\	\	
	对人居环境影响与破坏	无			\	\	\	
对土地资源的影响与破坏	矿山建设占用土地	KD1	办公生活区	土地资源	\	\	\	较轻
		KD2	选矿工业场地	土地资源	\	\	\	较轻
		KD3	尾矿库	土地资源	\	\	\	严重
		KD4	矿山道路	土地资源	\	\	\	较严重
		KD5	风井工业场地	土地资源	\	\	\	较轻
		KD6	老井口工业场地	土地资源	\	\	\	较轻
		KD7	主平硐工业场地	土地资源	\	\	\	较轻
		KD8	运输工业场地	土地资源	\	\	\	较轻
	废(矸)石堆放破坏土地	TD1	废石场	土地资源	\	\	\	严重
	污染土质或土壤结构改变	WD1	尾矿库	土地资源	\	\	\	较轻
		WD2	废石场	土地资源	\	\	\	较轻

4 矿山地质环境治理分区

根据矿山地质环境影响评估结果，按矿山地质环境问题分类划分为一个重点防治区、一个次重点防治区及一个一般防治区。

其中重点防治区划分为2个亚区，分别为尾矿库I-1、废石场I-2；次重点防治区划分为4个亚区，分别为地下开采、地表岩移范围及老井口工业场地区域II-1、选矿工业场地II-2、运输工业场地II-3、矿山道路II-4。

表 3-37 矿山地质环境保护与治理恢复分区说明表

分区及编号		分布范围	矿山地质环境现状评估					矿山地质环境预测评估					综合评估
分区	亚区		地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境	影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境	影响程度分级	影响程度分级
重点防治区	I -1	尾矿库	较轻	较轻	严重	较轻	严重	较轻	较轻	严重	较轻	严重	严重
	I -2	废石场	较轻	较轻	严重	较轻	严重	严重	较轻	严重	较轻	严重	严重
次重点防治区	II-1	地下开采、地表岩移范围及老井口工业场地区域	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重	较严重	较严重	较轻	较轻	较严重	较严重
	II-2	选矿工业场地	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
	II-3	运输工业场地	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
	II-4	矿山道路	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
一般防治区	III	其他区域	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻

矿山地质环境治理分区说明表见表3-37及“附图”。

各分区特征评述如下：

1) 重点防治区（I 区）

重点防治区主要为蒋屋坑尾矿库及废石场区域。面积约 20.65hm^2 ，占评估区总面积的12.53%。根据矿山地质环境问题的差异、并结合矿山主要工程的特点分为两个（I-1 和 I-2）亚区。

①重点防治区一区（I-1 区）

I-1 区主要为蒋屋坑尾矿库所在区域，面积约 8.91hm^2 ，占评估区总面积的5.41%。矿山地质环境问题类型主要为对土地资源和地形地貌景观资源的影响和破坏严重，主要危害对象是土地资源和地形地貌景观。

该区矿山地质环境影响现状评估为严重，预测评估为严重。

②重点防治区二区（I-2 区）

I-2 区主要为废石场所在区域，面积约 11.74hm^2 ，占评估区总面积的7.12%。

矿山地质环境问题类型主要为对土地资源和地形地貌景观资源的影响和破坏严重，主要危害对象是土地资源和地形地貌景观；废石场边坡可能失稳发生滑坡地质灾害，威胁废石场下方运输工业场地矿山生产人员及设备等。

该区矿山地质环境影响现状评估为严重，预测评估为严重。

二、次重点防治区（II 区）

次重点防治区包括地下开采区及其影响范围、老井口工业场地、运输工业场地、选矿工业场地、矿山道路等区域。面积约 63.02hm^2 ，占评估区总面积的38.24%。根据矿山地质环境问题的差异、并结合矿山主要工程的特点分为四个（II-1 ~ II-4）亚区。

① 次重点防治一区（II-1 区）

II-1 区主要为地表岩移范围、老井口工业场地所在区域，面积约 51.98hm^2 ，占评估区总面积的31.54%。

矿山地质环境问题类型主要为地下开采可能发生地面塌陷地质灾害，危害矿山生产人员及设施；地下开采对含水层影响较严重；民采时期乱采乱挖乱弃对地形地貌景观资源的影响和破坏较严重。

该区矿山地质环境影响现状评估为较严重，预测评估为较严重。

② 次重点防治二区（II-2区）

II-2 区主要为选矿工业场地所在区域，面积约 3.97hm^2 ，占评估区总面积的2.41%。矿山地质环境问题类型主要为对地形地貌景观资源的影响和破坏较严重，主要危害对象是地形地貌景观。该区矿山地质环境影响现状评估为较严重，预测评估为较严重。

③ 次重点防治三区（II-3区）

II-3 区主要为运输工业场地所在区域，面积约 4.3hm^2 ，占评估区总面积的2.61%。矿山地质环境问题类型主要为对地形地貌景观资源的影响和破坏较严重，主要危害对象是地形地貌景观。该区矿山地质环境影响现状评估为较严重，预测评估为较严重。

④ 次重点防治四区（II-4区）

II-4 区主要为矿山道路所在区域，面积约 2.77hm^2 ，占评估区总面积的1.68%。矿山地质环境问题类型主要为对土地资源的影响和破坏较严重，主要危害对象是土地资源。该区矿山地质环境影响现状评估为较严重，预测评估为较严重。

三、一般防治区（III）

一般防治区为评估区除开重点防治区及次重点防治区以外其它区域。面积约 81.14hm^2 ，占评估区49.23%。区内矿山地质环境基本保持原有状态。

该区矿山地质环境影响现状评估为较轻，预测评估为较轻。其防治措施主要有合理规划工业场地和施工作业，防止乱占乱毁土地；做好三废治理，防止乱扔乱弃三废，影响区内自然生态景观。

矿山环境保护规划分区结果详见表 3-38 及附图。

表 3-38 矿山地质环境保护与治理恢复分区表

分区	编号	位置	面积 (hm ²)	环境问题	
				类型	危害对象
重点防治区	I -1	尾矿库	8.91	对土地资源和地形地貌景观资源的影响和破坏严重	土地资源和地形地貌景观
	I -2	废石场	11.74	土地资源和地形地貌景观资源的影响和破坏严重；废石场边坡可能失稳发生滑坡地质灾害	土地资源和地形地貌景观；运输工业场地矿山生产人员及设备
次重点防治区	II-1	地表岩移范围及老井口工业场地区域	51.98	采空区可能引发地面塌陷；地下开采对含水层影响较严重；民采时期乱采乱挖乱弃对地形地貌景观资源的影响和破坏较严重	矿山作业人员、生产设备、含水层和地形地貌景观
	II-2	选矿工业场地	3.97	对地形地貌景观的影响和破坏较严重	地形地貌景观
	II-3	运输工业场地	4.30	对地形地貌景观的影响和破坏较严重	地形地貌景观
	II-4	矿山道路	2.77	对土地资源影响和破坏较严重	土地资源
一般防治区	III	其他区域	81.14	基本无地质环境问题	自然环境

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、损毁土地面积汇总

依据土地损毁分析与预测结果，确定锯板坑钨锡多金属矿损毁土地面积为 86.4hm²，其中废石场 11.74hm²，选矿工业场地 3.97hm²，尾矿库 8.91 hm²，矿山道路 2.77hm²，风井工业场地 0.86hm²，老井口工业场地 2.06hm²，主平硐工业场地 0.27hm²，运输工业场地 4.3hm²，办公生活区 1.61hm²，岩层移动范围 49.9hm²。损毁其他园地 0.36hm²，乔木林地 64.54hm²，工业用地 1.19hm²，裸土地 16.42hm²，空闲地 0.68hm²，采矿用地 3.2hm²，预测结果具体见表 3-39。

表 3-39 矿山损毁土地汇总表

用途	小计	地类 (hm ²)					
		02 园地	03 林地	06 工矿仓储用地		12 其他土地	
		0204 其他园地	0301 乔木林地	0601 工业用地	0602 采矿用地	1201 空闲地	1206 裸土地
废石场	11.74	0	4.41	0	0.02	0.58	6.73
办公生活区	1.61	0.36	0.08	1.17	0	0	0

选矿工业场地	3.97	0	0.07	0	3.12	0	0.78
尾矿库	8.91	0	4.45	0	0.04	0	4.43
矿山道路	2.77	0	2.18	0.02	0.03	0	0.55
风井工业场地	0.86	0	0.43	0	0	0.10	0.33
老井口工业场地	2.06	0	1.22	0	0	0	0.85
主平硐工业场地	0.27	0	0.07	0	0	0	0.2
运输工业场地	4.3	0	1.75	0	0	0	2.56
岩层移动范围 (塌陷风险区)	49.9	0	49.9	0	0	0	0
合计	86.4	0.36	64.54	1.19	3.2	0.68	16.42

2、复垦责任面积汇总

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/1031.1-2011），建设项目的复垦区是指损毁土地和永久性建设用地构成的区域。土地复垦责任范围是指复垦区中损毁土地及不再使用的永久性建设用地构成的区域。本项目的复垦区面积86.4hm²，永久性建设用地共15.84hm²，其中办公生活区面积为1.61hm²、选矿工业场地面积为3.97hm²、风井工业场地面积为0.86hm²、老井口工业场地面积为2.06hm²、主平硐工业场地面积为0.27hm²、运输工业场地面积为4.3hm²、矿山道路面积为2.77hm²，这部分永久性建设用地在本方案服务年限结束后将留续使用，故暂不纳入本方案复垦责任范围。故复垦区责任范围为70.55hm²。

表 3-40 复垦责任范围统计表

用途	小计	地类 (hm ²)			
		乔木林地	裸土地	空闲地	采矿用地
废石场	11.74	4.4	6.73	0.58	0.016
尾矿库	8.91	4.45	4.43	0	0.04
塌陷风险区	49.9	49.9	0	0	0
合计	70.55	58.76	11.16	0.58	0.05

（三）土地类型与权属

1、土地利用类型

矿区复垦区面积为86.4hm²，土地利用类型主要为乔木林地、裸土地、空闲地、采矿用地。复垦区内土地利用程度较高，土地质量较好。复垦区土地利用现状见表3-41。

表 3-41 复垦区土地利用现状表

一级类		二级类		面积 (hm ²)
类别编码	类别名称	类别编码	类别 名称	
02	园地	0204	其他园地	0.36
03	林地	0301	乔木林地	64.54
12	其他土地	1201	空闲地	0.68
		1206	裸土地	16.42
06	工况仓储用地	0601	工业用地	1.19
		0602	采矿用地	3.2
合计				86.4

2、土地权属状况

复垦责任区土地所有权、使用权和承包经营权属为广东省河源市连平县内莞镇桃坪村集体所有和矿方所有。矿山通过征地取得使用权，复垦区土地权属状况见表 3-42。

表 3-42 复垦责任区土地利用现状权属表

权属		地类 (hm ²)			合计	
		03 林地	12 其他土地	06 工况仓储用地		
		0301	1201	1206		
		乔木林地	空闲地	裸土地		
广东省河源市连平县	内莞镇桃坪村	34.33			34.33	
	锯板坑矿	24.43	0.58	11.16	0.05	36.22
合计		58.76	0.58	11.16	0.05	70.55

表 3-43-1 复垦责任范围（尾矿库）拐点坐标表

序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****	31	*****	*****	61	*****	*****
2	*****	*****	32	*****	*****	62	*****	*****
3	*****	*****	33	*****	*****	63	*****	*****
4	*****	*****	34	*****	*****	64	*****	*****
5	*****	*****	35	*****	*****	65	*****	*****
6	*****	*****	36	*****	*****	66	*****	*****
7	*****	*****	37	*****	*****	67	*****	*****
8	*****	*****	38	*****	*****	68	*****	*****
9	*****	*****	39	*****	*****	69	*****	*****
10	*****	*****	40	*****	*****	70	*****	*****
11	*****	*****	41	*****	*****	71	*****	*****
12	*****	*****	42	*****	*****	72	*****	*****
13	*****	*****	43	*****	*****	73	*****	*****
14	*****	*****	44	*****	*****	74	*****	*****
15	*****	*****	45	*****	*****	75	*****	*****
16	*****	*****	46	*****	*****	76	*****	*****
17	*****	*****	47	*****	*****	77	*****	*****
18	*****	*****	48	*****	*****	78	*****	*****
19	*****	*****	49	*****	*****	79	*****	*****
20	*****	*****	50	*****	*****	80	*****	*****
21	*****	*****	51	*****	*****	81	*****	*****
22	*****	*****	52	*****	*****	82	*****	*****
23	*****	*****	53	*****	*****	83	*****	*****
24	*****	*****	54	*****	*****	84	*****	*****
25	*****	*****	55	*****	*****	85	*****	*****
26	*****	*****	56	*****	*****	86	*****	*****
27	*****	*****	57	*****	*****	87	*****	*****
28	*****	*****	58	*****	*****			
29	*****	*****	59	*****	*****			
30	*****	*****	60	*****	*****			

表 3-43-2 复垦责任范围（地面岩移塌陷范围）拐点坐标表

序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****	28	*****	*****	55	*****	*****
2	*****	*****	29	*****	*****	56	*****	*****
3	*****	*****	30	*****	*****	57	*****	*****
4	*****	*****	31	*****	*****	58	*****	*****
5	*****	*****	32	*****	*****	59	*****	*****
6	*****	*****	33	*****	*****	60	*****	*****
7	*****	*****	34	*****	*****	61	*****	*****
8	*****	*****	35	*****	*****	62	*****	*****
9	*****	*****	36	*****	*****	63	*****	*****
10	*****	*****	37	*****	*****	64	*****	*****
11	*****	*****	38	*****	*****	65	*****	*****
12	*****	*****	39	*****	*****	66	*****	*****
13	*****	*****	40	*****	*****	67	*****	*****
14	*****	*****	41	*****	*****	68	*****	*****
15	*****	*****	42	*****	*****	69	*****	*****
16	*****	*****	43	*****	*****	70	*****	*****
17	*****	*****	44	*****	*****	71	*****	*****
18	*****	*****	45	*****	*****	72	*****	*****
19	*****	*****	46	*****	*****	73	*****	*****
20	*****	*****	47	*****	*****	74	*****	*****
21	*****	*****	48	*****	*****	75	*****	*****
22	*****	*****	49	*****	*****	76	*****	*****
23	*****	*****	50	*****	*****	77	*****	*****
24	*****	*****	51	*****	*****	78	*****	*****
25	*****	*****	52	*****	*****	79	*****	*****
26	*****	*****	53	*****	*****			
27	*****	*****	54	*****	*****			

表 3-43-3 复垦责任范围（废石场）拐点坐标表

序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****	47	*****	*****	93	*****	*****
2	*****	*****	48	*****	*****	94	*****	*****
3	*****	*****	49	*****	*****	95	*****	*****
4	*****	*****	50	*****	*****	96	*****	*****
5	*****	*****	51	*****	*****	97	*****	*****
6	*****	*****	52	*****	*****	98	*****	*****
7	*****	*****	53	*****	*****	99	*****	*****
8	*****	*****	54	*****	*****	100	*****	*****
9	*****	*****	55	*****	*****	101	*****	*****
10	*****	*****	56	*****	*****	102	*****	*****
11	*****	*****	57	*****	*****	103	*****	*****
12	*****	*****	58	*****	*****	104	*****	*****
13	*****	*****	59	*****	*****	105	*****	*****
14	*****	*****	60	*****	*****	106	*****	*****
15	*****	*****	61	*****	*****	107	*****	*****
16	*****	*****	62	*****	*****	108	*****	*****
17	*****	*****	63	*****	*****	109	*****	*****
18	*****	*****	64	*****	*****	110	*****	*****
19	*****	*****	65	*****	*****	111	*****	*****
20	*****	*****	66	*****	*****	112	*****	*****
21	*****	*****	67	*****	*****	113	*****	*****
22	*****	*****	68	*****	*****	114	*****	*****
23	*****	*****	69	*****	*****	115	*****	*****
24	*****	*****	70	*****	*****	116	*****	*****
25	*****	*****	71	*****	*****	117	*****	*****
26	*****	*****	72	*****	*****	118	*****	*****
27	*****	*****	73	*****	*****	119	*****	*****
28	*****	*****	74	*****	*****	120	*****	*****
29	*****	*****	75	*****	*****	121	*****	*****
30	*****	*****	76	*****	*****	122	*****	*****
31	*****	*****	77	*****	*****	123	*****	*****
32	*****	*****	78	*****	*****	124	*****	*****
33	*****	*****	79	*****	*****	125	*****	*****
34	*****	*****	80	*****	*****	126	*****	*****
35	*****	*****	81	*****	*****	127	*****	*****
36	*****	*****	82	*****	*****	128	*****	*****
37	*****	*****	83	*****	*****	129	*****	*****

38	*****	*****	84	*****	*****	130	*****	*****
39	*****	*****	85	*****	*****	131	*****	*****
40	*****	*****	86	*****	*****	132	*****	*****
41	*****	*****	87	*****	*****	133	*****	*****
42	*****	*****	88	*****	*****	134	*****	*****
43	*****	*****	89	*****	*****	135	*****	*****
44	*****	*****	90	*****	*****	136	*****	*****
45	*****	*****	91	*****	*****	137	*****	*****
46	*****	*****	92	*****	*****			

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

根据前述矿山地质环境现状和预测评估，矿山建设主要导致的地质环境问题有：现有滑坡可能再次失稳发生滑坡地质灾害；不稳定斜坡可能引发滑坡地质灾害，从而破坏地形地貌景观，如废石场边坡、运输工业场地边坡可能引发滑坡地质灾害，从而破坏地形地貌景观；道路开挖形成边坡破坏地形地貌景观及可能引发滑坡；尾矿库、废石场堆积物可能引发泥石流；采空区可能引发地面塌陷地质灾害；三废排放破坏自然环境等。

1、地质灾害治理可行性分析

根据前述评估分析，地质灾害主要有滑坡、地面塌陷、泥石流等问题，拟采取的措施主要有：

废石场崩塌、滑坡的预防：废石场需严格按照设计的平台边坡参数进行堆排，废石场边坡不能过高过陡。在场地外围进行地表汇水的截流，内部汇水进行及时排泄。

地下采空区塌陷的预防：矿山应规范开采工艺，开采过程中留规则矿柱支撑顶板，开采结束后崩落上盘围岩处理空区，用掘进废石和尾砂充填采空区，防止发生岩移、地表塌陷、沉降和地裂缝。重点要指出的是废石和尾砂进行采空区的充填，通过地下水水质的分析，未对地下水造成污染，方法可行。

在场地外围进行地表汇水的截流，防止大气降水从裂缝进入地下空区，形成次生灾害。本矿山水文地质条件和开采技术条件好，矿山地质灾害不发育，本矿山使用的采矿方法、截排水工程及尾矿坝稳定性监测，是当前预防采空塌陷、边坡崩塌、滑坡较成熟和广泛推广的一项技术，以上工程防治难度低至中等，技术成熟。

2、含水层破坏治理可行性分析

根据前述评估分析，矿业活动对含水层结构影响程度较轻。矿山已建立废水处理系统，主要做好矿坑涌水情况观察，发现不正常涌水及时调查治理，是可行的。含水层破坏预防：地下开采区域需严格在批复的矿区范围进行采矿活动，从上自下

开采，减少对地下裂隙水的扰动。采空区及时充填，减小围岩移动变形对含水层结构的破坏程度。矿坑废水经沉淀后循环使用，处理达标后排放，不过度抽排地下水。采取上述措施后，对含水层破坏能起到一定的预防作用。

3、地形地貌景观破坏治理可行性分析

根据前述评估分析，地形地貌景观破坏主要表现为各复垦单元挖损、压占及污染土地，可采取的主要措施有绿化、土地复垦，恢复原有植被，技术简单，经济可行，针对可能造成的污染做好监测化验工作，修建截排水沟，废水经过处理排放。

4、水土资源的保护的可行性分析

根据前述评估分析，本项目土壤污染较轻。

- 1) 加强对坑道地下水监测，保证采坑积水水质符合排放要求。
- 2) 严禁将剥离物乱放乱堆，造成新的土壤层的破坏；
- 3) 废弃平硐、民采选厂、尾矿库、废石场等区域需进行地形地貌景观的恢复；
- 4) 完善区内地形地貌景观破坏情况的监测体系。

对废水排放的长期控制，和对土地环境的加强管理和保护，通过复垦措施来加强水土资源的保护。

本项目拟采取的矿山地质环境治理工程技术成熟，施工难度一般。随着现代科学技术的进一步发展，矿山地质环境治理的措施将更加完善。综上，矿山地质环境保护技术完全可行。

(二) 经济可行性分析

本项目采取的治理工程技术成熟，在当地普遍广泛运用于类似地质环境治理，投资少、效果好，经济可行。地质环境的恢复可以有效减少环境损害成本，减少水土保持防治成本，增加环境容量，化解矿地矛盾，间接效益显著。

通过《方案》的实施，不仅使矿山地质环境得到保护和恢复，减少了矿山地质环境问题所造成的损失，而且工程完工后可恢复为林草地，将矿山原来废石裸露的地表恢复为林草地，提高了土地的利用效率，可增加当地村民收入，经济效益良好。

本项目地质环境治理资金筹措主要来源于以下两个方面：一是由矿业权人缴存的矿山地质环境恢复治理备用金以及土地复垦保证金；二是企业自筹资金，矿山具有一定的盈利能力，近几年矿山每年生产利润近1个亿，资金来源有保障。

(三) 生态环境协调性分析

对矿山地质环境的恢复与治理，有利于恢复矿区的生态平衡，是矿山实现经济效益和生态环境效益协调性的统一，是坚持可持续发展的需要。

本项目所采取的保护措施和治理工程，充分考虑当地自然景观、地形地貌、生态环境等，采用生态理念，就地取材、适地适树，尽量减少人类工程活动给矿山生态系统带来的负面影响，做到生态治理、实现绿色矿山。

二 矿区土地复垦可行性分析

(一) 复垦责任范围土地利用现状

矿区复垦责任区面积为 70.55hm²，土地利用类型主要为乔木林地、裸土地、空闲地、采矿用地。复垦区内土地利用程度较高，土地质量较好。复垦区土地利用现状见表 4-1。

表 4-1 复垦责任范围土地利用现状

一级类		二级类		面积 (hm ²)
类别编码	类别名称	类别编码	类别 名称	
03	林地	0301	乔木林地	58.76
12	其他土地	1201	空闲地	0.58
		1206	裸土地	11.16
06	工况仓储用地	0602	采矿用地	0.05
合计				70.55

(二) 土地复垦适宜性评价

根据对损毁土地的调查和预测，按照“宜农则农，宜建则建”的土地复垦的要求，对损毁土地进行适宜性评价。

1、评价原则

1) 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调。

恢复遭损毁土地资源的生态环境，需要符合《连平县土地利用总体规划》，同时与矿区所在地的土地利用规划相协调。据资料收集，项目区所属周边区域土地利用总体规划规划为林地、设施用地。

2) 因地制宜原则。

在评价被损毁土地复垦适宜性时，应当分别根据被评价土地的区域性和差异性等具体条件确定其利用方向。

3) 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

针对不同区域的土地生态适宜性及不同项目对土地的损毁程度，确定不同地块的土地复垦方向。对各损毁地块采取最合理的复垦方式，努力使综合效益达到最佳。

4) 主导性限制因素与综合平衡原则

在充分分析、研究矿区土壤、气候、地形地貌、植被群落等多种自然因素和经济条件、种植习惯等社会因素的基础上，同时根据土地损毁的类型、程度等，找出主导性限制因素，综合平衡后再确定待恢复土地的科学、合理的开发利用方向。

5) 复垦后土地可持续利用原则

把注重保护和加强环境系统的生产和更新能力放在首位。确保复垦后土地可持续利用。

6) 经济可行、技术合理性原则

在评价过程中，应根据不同地块的实际情况，确定各项合理的工程措施，以便复垦地块能达到预期的治理目的。在工程措施的设计中，应充分兼顾考虑企业经济承受和资金的落实能力。

7) 社会因素和经济因素相结合原则

通过方案需要投入资源的大小进行比较，从土地整体效益出发，结合被损毁土地的空间位置、社会需求和周边自然景观、生态环境等确定最佳的利用方案。

2、评价依据

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

参考的法规与标准：

- (1) 《中华人民共和国土地管理法》（2004年8月）；
- (2) 《土地复垦条例》（2011年3月）；
- (3) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- (4) 《造林技术规程》（GB/T15766-2016）；
- (5) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012—2016）；
- (6) 《主要造林树种苗木质量分级》（GB6000—1999）。

3、适宜性评价

根据矿山损毁土地现状调查和拟损毁土地分析。本次适宜性评价按照如下程序进行，见图 4-1。

图 4-1 适宜性评价程序

1) 评价范围和初步复垦方向的确定

本次土地复垦适宜性评价的范围为矿区复垦责任范围，涉及土地总面积 70.55hm²。根据土地利用总体规划，并与生态环境保护规划相衔接，从矿区的实际出发，通过对复垦区自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析、初步确定复垦区土地复垦方向。

(1) 复垦区自然因素分析

矿区属中亚热带气候，大多处于海拔 600m 标高以上的崇山峻岭，常见云雾弥漫，气候阴凉，最低气温零下 3℃，最高气温 27℃。

矿区内有两条常流水的山溪（即东大沟、南大沟），由于地形切割剧烈，河床坡度大，雨季时水流湍急，水位、水量涨落（0.006~6.899m³/s），流速达 1.53~2.25 m/s；提供水源保障。

矿区属中山构造侵蚀地貌，位于九连山之巅，矿区四周群峰环抱，山岭高耸，坡峭谷深，山坡自然坡度 15~45°。自然山体植被茂密。

(2) 复垦区社会经济因素分析

区内经济以农业为主，主要农作物有水稻、小麦、玉米、红薯、油菜、花生、豆类等，工业主要为轻工机械、建材石料开采业等。

目前我国矿山企业景气度有所下滑，但企业在生产过程中仍能提取足够的资金用于损毁土地的复垦，在保护生态环境的同时，提高当地居民经济收入。

(3) 公众意愿分析

通过对复垦区公众调查分析，受访居民均认为本矿生产对促进当地经济发展起到重要作用，对本矿山的开采表示支持。在公众对土地复垦的意愿中，很多人提出要保护好林地，另外也希望生产企业对损毁的土地予以适当的补偿。

(4) 当地土地利用总体规划

结合《连平县土地利用总体规划》，按照规划要求，坚持矿产资源保护与可持续利用，矿山建设与生态环境恢复齐抓共管，在矿山生态脆弱区加大林草种植力度，因地制宜地恢复与重塑植被，尽量保持复垦后土地与土地利用规划图一致（见图 4-2）。

图 4-2 锯板坑矿区土地利用规划图（连平县国土局提供）

(5) 复垦方向初步确定

本方案适宜复垦方向的选择主要应做到适应周边的生态环境。根据土地现状和规划分析，复垦区土地利用现状以林地为主，因此复垦方向选择林地为主。

2) 评价单元的划分

参评单元一般是按照将损毁方式、程度相同，内外部特征相同或相近的损毁地块作为同一参评单元，便于合理的确定各参评单元参评因子的赋值、使确定的复垦方向更贴近于实际。矿区拟复垦区主要是废石场、尾矿库、地表岩移塌陷范围。因此，最终采用此上 3 个参评单元进行评价。

3) 评价体系和评价方法的选择

(1) 评价方法的确定

常用的土地适宜性评价的方法有极限条件法、指数法和模糊数学法等方法。设计采用不同损毁类型进行计算参评因子的综合分值，再进行加权求和法，最终确定最适宜的复垦方向。

土地综合质量指数法根据土地类的各评价因子等级的高低，分别赋以相应的等级分。林地和草地划分为 3 个等级，分别为 I、II、III，对应等级分为 300、200、100。用等级分乘以评价因子相应的权重值，即为各评价因子的指数。评价单元的各评价因子指数相加之指数和，称为土地综合质量指数，其计算模型为：

$$G_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} X_{ij} (j=1, 2, \dots, n)$$

式中: G_{i-i} 地块综合质量指数, P_{ij-i} 块 j 评价因子的权重, X_{ij-i} 块 j 评价因子的等级分, i -地块的图斑号。

(2)评价指标体系的确定

此次评价考虑到矿山的实际, 土地复垦适宜性评价分别针对宜宜林、宜草进行。宜林复垦方向选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度、土源保证率 5 个指标; 宜草复垦方向选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度、土源保证率 5 个指标。

参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦规程》(试行)等确定各适宜类型因子值:

表 4-3 宜林因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 1	等级分	等级 2	等级分	等级 3	等级分
损毁程度	0.25	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度 (°)	0.2	<10	300	10~ ≤25	200	>25	100
排水条件	0.2	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 (cm)	0.15	≥40	300	20~ ≤40	200	<20	100
土源保证率 (%)	0.2	100	300	50~100	200	<50	100

表 4-4 宜草因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 1	等级分	等级 2	等级分	等级 3	等级分
损毁程度	0.25	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度 (°)	0.2	<15	300	15~ ≤35	200	>35	100
排水条件	0.2	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 (cm)	0.15	≥30	300	10~ ≤30	200	<10	100
土源保证率 (%)	0.2	100	300	50~100	200	<50	100

4) 适宜性等级的评定

划分土地等级的指数和(或称为土地综合质量指数)范围的方法:

(1)计算最高和最低土地的指数和, 当所有评价因子指数值均为 1 等时即等级分为 4 (林地和牧草地为 3) 时, 指数和最高分 400 分 (林地和牧草地为 300 分), 当

所有评价因子指标值均为末级即等级分为 1 时，指数和最低分为 100 分；

(2)最高指数和减去最低指数和，除以等级个数，所得平均差为划分等级的梯度分值段，例如林地和草地梯度分段值= $(300-100)/3=66$ ；

(3)根据梯度分段值划分土地等的指数和范围（表 4-5）。

表 4-5 土地评价等级指数和范围表

土地适宜类	等级		
	I	II	III
宜林地	300-245	244-168	167-100
宜草地	300-245	244-168	167-100

矿区各参评单元参评因子的选取，主要是依据现场调查数据资料，并结合对矿山评价单元开采闭坑后的最终特征进行预测分析的。

表 4-6 废石场评价因子取值表

指标体系		废石场
宜林	损毁程度	重度
	坡度（°）	$\geq 25^{\circ}$
	排水条件	好
	有效土层（覆土）厚度 cm	50cm
	土源保证率（%）	100
宜草	损毁程度	重度
	坡度（°）	$\geq 25^{\circ}$
	排水条件	好
	有效土层（覆土）厚度 cm	30cm
	土源保证率（%）	100

表 4-7 尾矿库评价因子取值表

指标体系		尾矿库
宜林	损毁程度	中度
	坡度（°）	$6\sim 15^{\circ}$
	排水条件	一般
	有效土层（覆土）厚度 cm	100cm
	土源保证率（%）	100
宜草	损毁程度	中度
	坡度（°）	$6\sim 15^{\circ}$
	排水条件	一般
	有效土层（覆土）厚度 cm	30cm
	土源保证率（%）	100

根据各参评单元破坏后的土地资源性质状况，以及各评价因子的指数和权重表，求出评价单元的加权指数和，再对照相应的适宜性分级标准，得出各评价单元的适宜性评价结果，见表 4-8。

表 4-8 土地适宜性评价结果

项目	林地适宜性		草地适宜性	
	综合指数	对应等级	综合指数	对应等级
废石场	195	II	210	II
尾矿库	215	II	250	I
塌陷风险区范围	岩移范围主要土地利用现状为乔木林地，根据土地损毁分析，岩层移动范围不存在地表塌陷，故本方案设计不采取具体工程措施，只对其进行监测，保持其原土地利用方式。林地较适宜。			

土地适宜性评价确定的复垦方向主要依据评价中的非常适宜（I）和适宜（II）两个级别确定，在一个参评单元同时适宜两个或者两个以上的级别时，以符合周边环境类别、政策导向、满足符合矿区经济效益最大化及最适应当地的种植方向确定复垦方向。其中根据尾矿库复垦条例中，复垦方向为草地，废石场复垦方向为灌木林地，塌陷风险区土地利用现状为林地，复垦方向为乔木林地。

表 4-9 复垦责任范围复垦利用方向 单位：hm²

复垦单元	面积 (hm ²)	复垦利用方向	
		一级地类	二级地类
废石场	11.74	03 林地	0305 灌木林地
尾矿库	8.91	04 草地	0403 人工牧草地
塌陷风险区范围	49.9	03 林地	0301 乔木林地
合计	70.55	—	

（三）水土资源平衡分析

1、表土需求分析

本项目土地复垦责任范围面积为 70.55hm²，通过对复垦责任范围土地适宜性评价，综合分析当地自然条件、社会条件和工程施工难易程度等情况，确定损毁土地复垦利用方向为林地、草地，各复垦单元具体覆土标准如下。其中尾矿库已完成覆土工作，岩移范围以监测为主，暂不安排覆土。

表 4-10 损毁地块覆土需求量

场地名称	需覆土面积 (hm ²)	覆土厚度	表土需求量 (m ³)

废石场	11.74	30cm	35225
尾矿库	8.91	30cm	已完成覆土
合 计	-	-	35225

2、土源保障分析

据现场调查，矿区土壤层相对较薄，矿山在以往生产中并未对表土进行系统的收集，且矿区范围及周边主要为林地，矿区范围内发育的两条河流无土壤层较厚地方，无好的取土场地。

故复垦覆土土源主要采用外购客土，客土来源主要为附近村镇、建筑工地的弃土存在较多废弃土壤，多以红壤土土为主。经现场调查，在内莞镇内有多处建设活动，其土壤具有可剥性，可作为未来复垦土源（详细见附件 15）。

照片 4-1 备用外购土源点之一

所购土方量满足复垦责任范围内表土需求量，需购土方约 $35225m^3$ 。根据废石场碎石属 A 类装饰装修材料，其产销和使用范围不受限制，可采取综合利用的方式，在满足土方需求量的前途下，以“以石换土”的方式降低土方成本。

3、土壤存储利用动态分析

矿区复垦土壤主要为外购，因此，无需对区内土壤存储利用进行动态安排。

4、水源保障分析

本项目复垦方向为林地及园地，无灌溉工程，根据《复垦通则》无须进行水资源平衡分析。

本复垦需要的水量较少，只是在复垦初期需要一定的灌溉措施来保证成活率，初期灌溉用水可利用矿区内的两条长流水的山溪（即东大沟、南大沟）作为灌溉水源，利用矿山已有供水系统和高位水池，铺设低压灌溉管道，采用喷灌和人工洒水等方式对种植的林草进行养护，直至形成稳定植被，待 3 年抚育期满后可转为依靠自然降水。

矿区附近无污染源，地表、地下水水质良好，矿石及围岩的化学成分稳定，不易分解出有害成分，有毒有害成分甚微，不会对水体造成污染，水质符合复垦要求。

项目区属矿区属亚热带气候，气候温暖，光照充足，雨量充沛。待复垦植被成活后可转为依靠自然降水，作物利用自身条件吸收的降水、降水补给地下水并被作物吸收。

（四）土地复垦质量要求

1、土地复垦技术质量控制原则

- 1) 符合项目区土地利用总体规划及土地复垦相关规划，强调服从国家长远利益，宏观利益原则。
- 2) 依据技术经济合理的原则，兼顾自然条件与土地类型，选择复垦土地的用途，因地制宜，综合治理。宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔，宜建设则建设。
- 3) 保护土壤、水源和环境质量，保护文化古迹，保护生态，防止水土流失，防止次生污染。
- 4) 坚持经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

2、项目区复垦工程基本标准

- 1) 复垦利用类型应当与当地地形、地貌和周围环境相协调；
- 2) 复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- 3) 不同的损毁类型标准应不一样；
- 4) 表层覆土应规范、平整，覆盖层的应满足复垦利用要求；
- 5) 复垦场地要有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求；
- 6) 复垦场地有控制水土流失的措施；
- 7) 复垦场地有控制污染的措施，包括空气、地表水和地下水等；
- 8) 复垦场地的道路、交通干线布置合理；
- 9) 用于覆盖的材料应当无毒无害。材料如含有有害成分应事先进行处理，必要时应设置隔离层后再复垦；

3、各项复垦工程基本标准

本项目除尾矿库复垦为草地外，其他地块均复垦为林地，标准如下：

（1）林地复垦质量标准

- 1) 树种选择遵循适地适种的原则，尽量选择乡土树种。
- 2) 经过整治后，场地边坡坡度应达到 25°以下，有效土层厚度 30cm 以上；土壤容重控制在 1.5g/cm^3 以下，砾石储量 25%以下，土壤质地为砂质土壤至壤质土壤，

有机质含量 1.0%以上，并有相应的配套设施，土地复垦质量制定不宜低于原土地利用类型的土壤质量与生产力水平；

- 3) 场地排水满足一日自然排干要求；
- 4) 成活率大于 90%；
- 5) 乔木林三年后地郁闭度 ≥ 0.6 ；灌木林地三年后覆盖度 $\geq 65\%$ 。

(2) 草地复垦质量标准

- 1) 有效厚度大于 30cm，土壤具有较好的肥力，土壤容重控制在 1.4g/cm^3 以下，砾石储量 25% 以下，土壤质地为砂质壤土至砂质粘土，有机质含量 1.5% 以上。
- 2) 地面坡度小于 25° 。
- 3) 生产力不低于周边地区同等土地利用类型水平。
- 4) 三年后覆盖度 $\geq 65\%$ 。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

按照“预防为主、防治结合，在保护中开发，在开发中保护和依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”的原则，对矿山地质环境进行保护。

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护预防工程的目标主要是根据矿山地质环境影响评估分析结果可能诱发的主要地质灾害和矿山地质环境问题，按分布、发育程序、危害性等进行分区，并制定出相应的保护方案，以达到保护和改善矿山环境，防治矿山地质灾害、环境污染和土地损毁、生态破坏，保障公共财产和公民生命财产安全，促进经济社会和环境的协调发展的目的。

- 1) 评估区内地质灾害得到有效防治，治理率达到 100%，使评估区内不存在地质灾害隐患，减少经济损失，避免人员伤亡。
- 2) 受破坏的土地资源及植被得到有效恢复，恢复率达到 100%。
- 3) 矿山闭坑后矿山地质环境与周边生态环境相协调，达到与区位条件相适应的环境功能。
- 4) 生活垃圾统一收集，送指定处理机构集中处理。
- 5) 废水达标排放。

（二）工程措施

- 锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护预防工程主要任务有：
- 1) 地质灾害预防：合理规划和安排地下开采活动，严格做好采空区监测工作，及时填充采空区，有效防止地面塌陷。对尾矿库、废石场和矿山道路等做好综合治理，防止引发滑坡、泥石流等地质灾害，做好地表河道的防护工程，最大限度的保护当地自然环境。
 - 2) 含水层破坏预防：严禁乱掘乱采，保护地下含水层结构，地下开采过程中，定期进行含水层水位、水质（地表水、废水、地下水）及土壤质量监测，矿山废水得到 100% 达标处理，水土环境污染得到遏制。
 - 3) 地形地貌景观破坏预防：合理规划工作场地，少占地，占劣地，对破坏的土

地及时进行土地复垦，做好土地资源的保护工作。

4)水土环境污染预防：废水达标排放，做好矿山绿化工作，创建绿色矿山，做好三废治理，达标排放。

(二) 主要技术措施

(1) 矿山地质环境保护技术措施

根据矿山地质环境保护现状与预测评估分析结果，以“预防为主、防治结合”的原则，提出矿山地质环境保护技术措施主要有：

1) 地面塌陷防治措施

- a) 合理设计开采方式，合理布置矿块尺寸，按设计要求留设矿房矿柱；
- b) 废石和尾砂进行采空区充填；
- c) 对推断的地表岩移范围进行地表移动观测，及时进行地质灾害预测预报。

2) 崩塌、滑坡防治措施

- a) 对现有滑坡进行进行坡面防护工程；
- b) 对不稳定斜坡进行拦挡工程、坡面防护工程、截排水工程；
- c) 建立滑坡稳定性观测点，定期观测，做好预防工作。

3) 泥石流的预防措施

- a) 废石场稳定性进行监测；
- b) 对废石场进行拦挡工程、复垦工程；
- c) 对尾矿库及时复垦；
- d) 在雨季对洪水水位和流量进行监测，及时做好预防措施；
- e) 对东大沟、南大沟的河道进行疏浚。

4) 含水层破坏防治措施

a) 开采过程中，在井孔施工揭穿地下水含水层时要及时封堵，封堵时使用隔水性能优良且毒性小的高标号水泥等材料；遇到断层做好探水工作，对可能的突水点可采用防渗帷幕、防渗墙等工程措施进行注浆与加固，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。

b) 对地下水水位、水质、矿井排水量进行监测，做好对水资源的合理利用和保护，采矿过程中注意防水，减少矿坑水渗漏。同时优化矿坑排水处理系统，确保水

质达标排放。

c) 尽量减少弃渣的排放，并对弃渣石做好防护措施，防止地表水漏失或对地下水遭受污染，并做好井下水文地质观测及矿井涌水量观测，对地下水水质进行定期监测。

5) 土地、植被占用损毁的防治

- a) 合理规划工业场地，尽量少占地，少毁林；
- b) 道路两侧应及时撒播草籽、种植适生树种；；
- c) 及时对压占毁损的土地进行复垦，种草、植树。

6) 其它环境的防治

主要为废气、粉尘和噪声污染的防治，使矿区空气环境、声环境不受污染，矿山职工生产生活不受影响。

(2) 土地复垦预防技术措施

按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，结合项目特点、施工方式及工艺等，制定锯板坑钨锡多金属矿土地复垦项目的预防控制措施。

锯板坑钨锡多金属矿土地复垦项目预防控制措施主要包括以下几个方面：

1、源头控制，杜绝乱占滥用土地现象。矿山生产开采过程中，要严格按照开采设计进行，杜绝建设单位乱占滥用土地资源现象，采矿过程中产生的废渣采用集中堆放。

2、矿山开采过程中，废石尽量进行综合利用和用于道路维护、废石场挡墙的修建，以减少矿山废弃物占用土地面积，减少复垦资金。

3、及时组织复垦。为保证破坏土地能较快得到恢复。

(三) 主要工程量

以监测为主，具体见矿山地质环境监测和土地复垦监测章节。

二、矿山地质灾害治理

(一) 目标任务

根据前述地质灾害危险性现状评估和预测结果，本项目地质灾害治理的目标任务主要有：

- 1) 积极做好已有地质灾害治理工作，治理率 100%；
- 2) 及时做好不稳定斜坡治理工作；

3)对区内出现的因采矿活动造成的地质灾害,做到边开采、边治理,治理率100%。

(二) 工程设计与技术措施

(1) 采空区治理 (主体工程)

充填站建在 575m 平窿出口附近原民采老选矿厂处,选矿厂尾砂通过泵输送至设在充填系统内的尾矿干排系统中,尾砂干排系统由螺旋分级机、浓密池及压滤机组成,含水率约 20% 的全尾砂排放在尾砂堆场,作为充填的骨料,溢流水由泵打回选矿厂再使用。设计最大充填能力为尾砂流量 130.13t/h。

照片 5-1 尾矿砂脱水站

照片 5-2 选矿废水浓密池

根据《连平县珠江矿业有限公司锯板坑矿采空区探测、稳定性风险评估及治理方案》,截止 2018 年年底,锯板坑矿已治理采空区体积为****m³,其中废石充填量为 ****m³,尾砂胶结充填体积为****m³,封堵方式治理体积为****m³,未治理体积为****m³。

表 5-1 锯板坑矿采空区汇总统计表 (至 2018 年年底)

中段	总体积 /m ³	未治理体积 /m ³	已治理体积 /m ³	实际充填量 /m ³	治理类型	备注
575m	*****	*****	*****	*****	封堵	
535m	*****	*****	*****	*****	尾砂胶结/ 封堵	
485m	*****	*****	*****	*****	尾砂胶结	
430m	*****	*****	*****	*****	废石充填	
380m	*****	*****	*****	*****	废石充填	V3303/440 为尾砂胶结
330m	*****	*****	*****	*****	尾砂胶结	
280m	*****	*****	*****	*****	尾砂胶结	
合计	*****	*****	*****	*****		

在现场和地表踏勘的基础上,结合矿山现有的废石充填系统和全尾砂胶结充填系统,拟对 575m 以上中段采空区采取封堵治理,575m 以下 575m、535m、485m、430m、380m、330m、280m 等 7 个中段存量采空区采取封堵、充填的治理方案。下步拟采用封堵治理采空区体积为****万 m³;拟采用尾砂胶结充填治理****万 m³;拟采用废石充填治理****万 m³,合计****万 m³。治理经费约****万元。

采空区防治工程量见表 5-2。

表 5-2 采空区防治工程量表

中段	治理体积/m ³		合计
	封堵	废石和尾砂胶结充填	
535m	*****	*****	*****
485m	*****	*****	*****
430m	*****	*****	*****
380m	*****	*****	*****
330m	*****	*****	*****
280m	*****	*****	*****
合计	*****	*****	*****

(2) 地面塌陷

考虑到地面塌陷破坏具有较大的不确定性，本方案设计优先采用预防措施，必要时配合采用裂隙封堵治理工程措施。

本次采用预防措施主要为地表移动监测，采用全站仪、水准仪、经纬仪、钢尺等专业工具进行监测记录，预测预报地表变形趋势，为下一步治理措施的选择提供依据。地表移动监测详见后述“矿山地质环境监测工程节”。

其次，由于地面塌陷破坏可能导致岩体整体性下降，并进而诱发塌陷、崩塌、滑坡等地质灾害，为防止人畜误入塌陷、开裂、崩塌、滑坡影响区而受到伤害，因此可在周边采用栅栏围挡，并每隔 30-50m 设置警示牌一个。栅栏可考虑采用高速公路用金属栅栏，围挡周长约 2930m，警示标牌约 75 个。

表 5-3 围挡工程量表

分项工程	单位	工程量
金属栅栏	m	2930
警示标牌	个	75

(3) 已发生滑坡

1) 蒋屋坑尾矿库南侧滑坡 (HP1)

本次治理工程设计主要采取放坡、生态复绿工程。

对滑坡进行放坡处理，放坡坡度约为46°，对边坡进行夯实，对边坡及平台进行平整，进行生态复绿。

2) +575m回风井滑坡 (HP2)

工程设计主要是拦挡工程、截排水工程、坡面防护工程。

防治措施如下：

a) 拦挡工程

在滑坡下游修筑拦挡工程（拦砂坝），拦截上游泥砂和碎石流入下游堵塞河道，拦砂坝高2~4m，上部宽约2m，下部宽约4m，长6m。

对滑坡坡脚设计1#挡土墙进行围蔽，顶宽1.5m，墙体高度6.0m（含基础），基础埋深0.8m，面坡比1: 0.2，背坡垂直，长度50m。设计1#挡土墙采用浆砌石砌筑，块石强度MU30，采用砂浆强度M7.5；挡墙顶部采用2cm厚砂浆抹面；墙后分别铺设夯实粘土隔水层0.5m厚的粘土和0.2m厚的反滤层；沿墙体每隔20m设1处伸缩缝，采用沥青杉板嵌缝处理，缝宽3cm；挡土墙墙身设置两排Φ100PVC排水管，距离地面高度0.5m，排水管铺设坡比为5%，间距2.0m×2.0m，梅花形分布（见图5-1-1）。

图 5-1-1 挡土墙断面图（图中尺寸单位均为 mm）

1#挡土墙稳定性验算：

①计算参数

A、墙后弃碴的内摩擦角 φ

按《挡土墙》（04J008）P13 表 C.1 确定挡墙内侧经压实的弃碴（碎石类土）内摩擦角 $\varphi=40^\circ$ 。

B、挡土墙墙背与回填土之间摩擦角 δ

按《挡土墙》（04J008）P7 表 4.8，墙背与墙背填料摩擦角 δ 在稳定验算时取 0.5φ ，即为： $\delta=20^\circ$ 。

C、挡土墙基底对地基的摩擦系数 μ

按《挡土墙》（04J008）P13 表 D.1，本项目基底为碎石土，确定摩擦系数 $\mu=0.40$ 。

α ——墙后填土边坡坡角， 24° ；

η ——地震角，本次设计取 0；

D、墙后填土的天然重度

填土的天然重度 γ 填= 19 kN/m^3 ；

E、填土饱和重度

填土饱和重度 $\gamma_{\text{填}} = 22 \text{ kN/m}^3$;

F、砌石的重度

砌石的重度 $\gamma = 23 \text{ kN/m}^3$;

G、地基土的重度

地基土的重度 $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$;

H、地基承载力

地基承载力设计值取 300 kPa。

I、挡土墙墙高 H 的确定

挡土墙具体高度参照实际地形确定。

②主动土压力的计算

挡土墙的主动土压力采用《挡土墙》（04J008）P14 附录 G.1 中的库仑主动土压力公式进行计算。

$$E_a = 0.5 \gamma H^2 K_a$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \eta)}{\cos(\eta) \cos^2(\alpha) \cos(\alpha + \delta + \eta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \eta)}{\cos(\alpha + \delta + \eta) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

式中：

E_a ——非地震主动土压力（kN/m）；

K_a ——库伦土压力系数；

η ——地震角，不考虑；

H ——挡土墙高度（m）；

γ ——土体重度（ kN/m^3 ）；

ϕ ——土的内摩擦角（°）；

δ ——墙背与填土之间摩擦角（°）；

α ——支墙背与垂直线的夹角（°）；

β ——墙后边坡坡度（°）

经计算，一般情况下 DT1 挡土墙 $E_a = 50.97 \text{ kN/m}$ 。

③抗滑及抗倾覆验算

根据《滑坡防治工程设计与施工规范》（DZ/T0219-2006），本项目按 III 级防治工程 II 类工况考虑，挡土墙抗滑移安全系数 K_s 应不小于 1.3，抗倾覆安全系数 K_t 应不小于 1.5。

$$K_s = \frac{(Gn + Ean)\mu}{(Eat + Gt)}$$

其中： $G_n = G \times \cos \alpha_0$;

$G_t = G \times \sin \alpha_0$;

$E_{an} = E_a \times \cos(\alpha - \alpha_0 - \delta)$;

$E_{at} = E_a \times \sin(\alpha - \alpha_0 - \delta)$;

式中： G ——挡土墙每延米自重（kN/m）；

α_0 ——挡土墙基底倾角（°）；

μ ——挡土墙基底摩擦系数；

$$K_t = \frac{G \bullet X_0 + E_{az} \bullet X_f}{E_{ax} \bullet Z_f}$$

其中： $E_{az} = E_a \times \cos(\alpha - \delta)$;

$E_{ax} = E_a \times \sin(\alpha - \delta)$;

$X_f = b - Z \times \cot \alpha$ ；

$Z_f = Z - b \times \tan \alpha_0$ ；

式中： X_0 ——挡土墙重心离墙趾的水平距离（m）；

b ——基底水平投影宽度（m）；

Z ——土压力作用点离墙趾的高度（m）；

经计算一般情况下：1#挡土墙抗滑安全系数 $K_s = 1.68 > 1.3$ ，抗倾覆安全系数 $K_t = 3.14 > 1.5$ ，满足稳定性要求。

b) 截排水工程

对HP2顶部设置截水沟JH1，防治雨水冲刷坡面，再次形成滑坡。截水沟结构采用浆砌块石矩形沟，其断面高0.4m，宽0.4m，壁厚0.3m，沟边坡按1:1设计。截水沟总长约75m，所处冲沟流域面积约0.04km²。

图5-1-2 截水沟设计图

①洪峰流量 Q_B

洪峰流量按《开发建设项目水土保持技术规范》公式确定：

$$Q_B=0.278kiF \quad (\text{公式5.2-1})$$

式中： Q_B --最大清水洪峰流量； m^3/s

k --径流系数，本区气候温和，植物以林地为主、植被茂盛，本方案可取0.4；

i --本项目为小型矿山，可按10年一遇最大1h暴雨强度，参考最大日降水量254.5mm，最大1h暴雨强度49mm/h；

F --汇流面积，流域面积约 0.04km^2 。

经计算，JH1最大洪峰流量 $Q_B=0.22\text{m}^3/\text{s}$ 。

②断面设计

矩形明渠： $Q=A v$ （公式5.2-2）

$$v = n^{-1} R^{2/3} i^{1/2}$$

$$A = W H$$

$$x = W + 2H$$

$$R = A / x$$

式中 Q --流量 (m^3/s)；

v --流速 (m/s)；

n --粗糙系数；根据《水工设计手册》，浆砌块石渠道、砂浆抹面取0.014；

R --水力半径 (m)；

i --水力坡降；明渠0.01，涵管0.04；

x --湿周 (m)。

查《水工设计手册》小型渠道的平均流速不得小于 $0.2\text{m}/\text{s}$ ，以保证不发生淤积。按单层衬砌块石渠道，其不冲流速为 $4.0\text{m}/\text{s}$ ，以保证水流不侵蚀沟底。矩形明渠最小断面尺寸 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ 。在此流速范围内可合理确定沟渠断面尺寸。根据经验，初步选定JH1截水沟采用最小断面尺寸 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ ，可以满足排水能力要求。JH1截水沟情况详见下表。

表 5-4 过水能力计算表

项目	过水能力	流速	底宽	边坡坡比	水深	糙率	水力坡度	水力半径	过水断面面积
	Q(m^3/s)	m/s	B(m)	1: m	H(m)	n	I	R(m)	$A(m^2)$
JH1 截洪沟	0.35	1.74	0.4	0	0.3	0.014	0.01	0.12	0.12

c) 坡面防护工程

边坡分台阶放坡，每8m 高设置一个台阶，平台宽2m，坡度为30°。对边坡及平台进行平整。对边坡及平台进行平整，进行生态复绿，生态复绿工程量见矿区土地复垦章节。

表 5-5 HP2 治理工程量表

灾害名称	部位	工程名称	单位	工程量	治理阶段
HP2	+575m 中段平硐入口以北	1#挡土墙	m	50	近期
		JH1 截水沟	m	75	
		拦砂坝	m	6	

3) 充填站东侧滑坡 (HP3)

HP3坡面已进行了清理，并分了三级台阶，坡脚已修建两级挡土墙，每级挡土墙高约2m，顶宽约50cm，坡面未进行防护措施。

本次设计防治措施主要为对坡面进行清理，然后进行生态复绿，生态复绿工程量见矿区土地复垦章节。

4) +575m中段上山道路滑坡 (HP4)

HP4位于HP3以南100m，为修建矿山道路开挖坡脚形成。

HP4坡脚已修建三级挡土墙，每级挡土墙高约1m，挡土墙外侧修建排水沟，坡面未进行防护。

本次设计防治措施主要为对坡面进行清理，然后进行生态复绿，生态复绿工程量见矿区土地复垦章节。

5) 运输工业场地滑坡 (HP5)

目前，矿山已对HP5滑坡体进行了清理，坡脚已修建截排水沟，坡面已自然复绿。

本次设计防治措施主要为对HP5稳定性进行监测，监测工程量见矿山地质环境监测章节。

(4) 废石场滑坡隐患

工程设计：主要采取截排水工程、拦挡工程、坡面防护工程。

技术措施如下：

a) 截排水工程

截水沟：在废石场四周设置截水沟 JH2，JH2 截水沟结构采用浆砌块石矩形沟，截水沟结构采用浆砌块石矩形沟，其断面高 0.4m，宽 0.4m，壁厚 0.3m，沟边坡按 1:1 设计。JH2 截水沟总长约 864m，土方开挖 605m³。

排水沟：沿废石场底部坡底线人工开挖土质排水沟，净断面 0.4×0.4m，总长 1262m，土方开挖量 202m³。

b) 拦挡工程

废石场坡脚设置 2#挡土墙，顶宽 1.5m，墙体高度 6.0m（含基础），基础埋深 0.8m，面坡比 1: 0.2，背坡垂直。设计 2#挡土墙采用浆砌石砌筑，块石强度 MU30，采用砂浆强度 M7.5；挡墙顶部采用 2cm 厚砂浆抹面；墙后分别铺设夯实粘土隔水层 0.5m 厚的粘土和 0.2m 厚的反滤层；沿墙体每隔 20m 设 1 处伸缩缝，采用沥青杉板嵌缝处理，缝宽 3cm；挡土墙墙身设置两排Φ100PVC 排水管，距离地面高度 0.5m，排水管铺设坡比为 5%，间距 2.0m×2.0m，梅花形分布。挡土墙长 1284m。

c) 坡面防护工程

对废石场进行开挖阶梯平台，沿垂直高度每隔 8m 设置一处平台，平台宽度设置为 2m，平台之间的坡度为 36°，平台长度规划为 1262m，经计算，废石挖方量为 1191m³。

对废石边坡及平台进行平整，然后进行生态复绿，生态复绿工程量见矿区土地复垦章节。

废石场边坡治理工程量见表 5-6。

HP2 治理工程量表

灾害名称	部位	工程名称	单位	工程量	治理阶段
HP2	+575m 中段平 硐入口 以北	1#挡土墙	m	50	近期
		JH1 截水沟	m	75	
		拦砂坝	m	6	

表 5-6 废石场边坡治理工程量

灾害名称	部位	工程名称	单位	工程量	治理阶段
滑坡	废石场	边坡、平台平整	m ³	1191	近期
		2#挡土墙	m	1284	
		JH2 截水沟	m	864	
		排水沟	m	1262	

(三) 主要工程量

根据设计治理工程的断面和长度，计算出设计治理的工作量见表 5-7-。

表 5-7-1 各地块灾害治理工程量汇总表

灾害名称	部位	工程名称	单位	工程量	治理阶段
滑坡	废石场	边坡、平台平整	m ³	1191	近期
		2#挡土墙	m	1284	
		JH2 截水沟	m	864	
		排水沟	m	1262	
	HP2	1#挡土墙	m	50	近期
		JH1 截水沟	m	75	
		拦砂坝	m	6	
地面塌陷	岩移塌陷范围	金属栅栏	m	2930	近期
		警示标牌	个	75	

表 5-7-2 矿山地质灾害治理工程量表

序号	恢复治理项目	单位	数量	实施阶段
一	拦挡工程			近期
1	人工沟槽挖土方	m ³	1899.93	
2	土方回填	m ³	445.97	
3	浆砌块石	m ³	4628.84	
4	砂浆抹面	m ²	4158.44	
5	伸缩缝	m ²	327.54	
6	φ80PVC 排水管	m	883.57	
7	粘土回填	m ³	646.85	
8	反滤层	m ³	388.12	
二	截排水沟工程			近期
1	人工沟槽挖土方	m ³	860	

2	浆砌块石	m^3	507	
3	M10 砂浆抹面	m^2	1127	
三	护坡工程			
1	石方清理	m^3	1191	
四	地面塌陷围挡工程			近期
1	金属栅栏	m	2930	
2	警示标牌	个	75	
五	河道保护工程			
1	河道疏浚	年	16	近中远期

三、矿区土地复垦

(一) 目标任务

坚持科学发展，最大限度地避免或减轻因矿产开发引发的矿山地质灾害危害，减少对土地资源的影响和破坏，减轻对地形地貌景观和含水层的影响，最大限度修复生态环境，努力创建绿色矿山，使矿山经济、科学、和谐、持续发展。同时按照“谁破坏、谁复垦”的基本原则，通过采取“源头控制、统一规划、防复结合”等措施，尽量控制或减少对土地资源不必要的破坏，做到土地复垦与生产建设统一规划，把土地复垦指标纳入矿产资源开发总体设计中，实现“按生产时序动态恢复被损毁的土地”。

锯板坑矿山复垦责任范围 70.55hm^2 ，依据土地复垦适宜性评价结果，复垦为林地 61.64hm^2 ，复垦为草地 8.91hm^2 ，复垦率为 100%。

(二) 工程设计及主要技术措施

工程技术措施是指工程复垦中，按照所在地区自然环境条件和复垦土地利用方向要求，对受影响的土地采取表土购买、回填、平整等各种手段，并结合一定的防洪防涝等措施进行处理。本项目采取的工程措施主要为土壤重构工程、植被重建工程等，其中土壤重构工程主要包括土壤购买、回覆工程、平整工程、生物化学工程、清理工程，植被重建工程主要包括林草恢复工程等。

1、土壤购买及运输工程设计及技术措施

1) 工程设计

根据土地损毁现状和预测分析，区内已损毁土地未对表土进行剥离存储，预测无新增损毁土地，亦无剥离表土存储。设计在矿山所在的镇区购买表土。

2) 技术措施

表土购买及运输：据前述，矿山无需对表土进行系统的剥离、存储与维护，需进行表土购买，购买及运回量为 35225 m^3 。

2、平整工程技术措施及工程设计

1) 工程设计

土地平整的目的是通过平整土地，削高填低，达到植被种植的要求。通过土地平整、改善草场灌溉排水条件，达到提高土地利用质量、建设高产、稳产草场的基本目的。土地平整应根据项目区地形特点、土地利用方向以及防治水土流失等要求，

进行土地平整工程设计。

平整时应尽量不改变原地面标高，必要时可与周边地块保持一致；平整尽量在铲运机卸土整平过程中完成；土地平整过程中对于大块废石应随时剔除；一般情况下除回填的废石外，不再引入外来物资。土地平整时应尽量与原地形保持一致，对于原有植被应尽量予以保护。

2) 技术措施

废石场由于岩土裸露复垦方向为林地，覆土厚度为 0.3m，覆土后采用机械和人工平土的方法进行平整碾压，使其达到天然土壤的干密度，以满足后期植被种植的要求。恢复治理章节针对潜在的地质灾害设计了挡土墙、截排水沟工程设计，满足自然排水：

首先，对废石场采用推土机进行平整，平整工程量 11741m^3 ；

再次，待表土运输至废石场后，采用推土机进行平土（即覆土），平整工程量 35225m^3 ；

主要工程量如表 5-8 所示。

表 5-8 废石场土地平整工程量表

序号	工程名称	分项工程	单位	工程量
1	废石场平整 工程设计	场地平整	100m^3	117.41
2		场地覆土	100m^3	352.25

3、生物化学技术措施及工程设计

(1) 技术措施

生物复垦是利用生物措施，恢复土壤肥力与生物生产能力的活动，它是实现土地复垦的关键环节，是在土地复垦利用类型、土壤、当地气候和水文等的前提下进行的，在新恢复的土地上选种适宜植物，形成景观好、稳定性高和具有经济价值的植被。

由于矿区开采将使原地面植物遭到一定程度的损毁，在土壤贫瘠区域依靠自然恢复较困难，所以要快速恢复植被，首先是筛选先锋植物，同时要筛选适宜的适生植物以重建人工生态系统。根据矿区植被重建的主要任务，以及生态重建的目标，同时结合本项目的特殊自然条件，选定植物要具有下列特性：

1) 具有较强的适应脆弱环境和抗逆境的能力，即对于干旱、风害、冻害、瘠薄、盐碱等不良立地因子具有较强的忍耐能力，同时对粉尘污染、烧伤、病虫害等不良

因子具有一定的抵抗能力；

- 2) 生活力强，有固氮能力，能形成稳定的植被群落；
- 3) 根系发达，有较高的生长速度，能形成网状根固持土壤。地上部分生长迅速，枝叶茂盛，能尽快和尽可能长的时间覆盖地面，有效阻止风蚀，同时，能较快形成松软的枯枝落叶层，提高土壤的保水保肥能力；
- 4) 播种栽培较容易，成活率高，种源丰富，育苗方法简易，若采用播种则要求种子发芽力强，繁殖量大，苗期抗逆性强，易成活；
- 5) 具有优良的水土保持作用的植物种属，能减少地表径流、涵养水源、阻挡泥沙流失和固持土壤。

矿区适宜物种见表 5-9。

表 5-9 矿区适宜植物种

种类	物种	特点
乔木	香樟	常绿大乔木，高可达 30 米，直径可达 3 米，树冠广卵形；树冠广展，枝叶茂密，气势雄伟，是优良的绿化树、行道树及庭荫树。产中国南方及西南各省区。
乔木	南方湿地松	湿地松（拉丁学名：pinus elliottii）为速生常绿乔木，原产于北美东南沿海、古巴、中美洲等地，喜生于海拔 150-500 米的潮湿土壤。
乔木	杉木	杉木（学名：Cunninghamia lanceolata (Lamb.) Hook.）又名：沙木、沙树等，属松柏目，杉科乔木，高达 30 米，胸径可达 2.5-3 米喜肥沃、深厚、湿润、排水良好的酸性土壤。浅根性，没有明显的主根，侧根、须根发达，再生力强。
乔木	马尾松	马尾松（学名：Pinus massoniana Lamb.）是松科，松属乔木，，高可达 45 米，胸径 1.5 米；树皮红褐色，枝平展或斜展，树冠宽塔形或伞形，枝条每年生长一轮（广东两轮），阳性树种，喜光、喜温。适生于年均温 13-22℃，年降水量 800-1800 毫米，根系发达，主根明显，有根菌。对土壤要求不严格，喜微酸性土壤，但怕水涝，不耐盐碱，在石砾土、沙质土、粘土、山脊和阳坡的冲刷薄地上，以及陡峭的石山岩缝里都能生长。
灌木	金银忍冬	金银忍冬（学名：Lonicera maackii (Rupr.) Maxim.）又叫金银木，为落叶灌木，高达 6 米，茎干直径达 10 厘米；凡幼枝、叶两面脉上、叶柄、苞片外面都被短柔毛。冬芽小，卵圆形。广泛分布中国南北各省温带针阔叶混交林区。
藤本	爬山虎	爬山虎(拉丁名:Parthenocissus tricuspidata)是多种植物的别称。捆石龙、枫藤、小虫儿卧草、红丝草、红葛、趴山虎、红葡萄藤、巴山虎，葡萄科植物
草本	草地早熟禾	喜温暖气候，具有一定的耐寒能力，耐荫、耐贫瘠，对土壤与气候适应性较强，干燥条件下也能生存。

五节芒	别名是芒草、管芒、管草、寒芒。是禾本科芒属多年生常绿草本。
白三叶	白车轴草（Trifolium repens L）又名白三叶、白花三叶草、白三草、车轴草、荷兰翘摇等，多年生草本。
狗尾草	属禾本科、狗尾草属一年生草本植物。根为须状，高大植株具支持根。生于海拔 4000 米以下的荒野、道旁，为旱地作物常见的一种杂草。狗尾巴草种子发芽适宜温度为 15~30℃。种子借风、灌溉浇水及收获物进行传播。种子经越冬休眠后萌发。适生性强，耐旱耐贫瘠，酸性或碱性土壤均可生长。生于农田、路边、荒地。

①尾矿库：种植五节芒、狗尾草、白三叶、早熟禾等草本植物混种。

②废石场：覆土后，平台混种马尾松、杉木、南方湿地松、金银忍冬混种，坡面种植爬山虎藤本植物，株行距 $1 \times 1\text{m}$ ，撒播混合草籽。

③地表岩移塌陷隐患区：种植香樟或南方湿地松等乔木，株行距 $2 \times 2\text{m}$ 。

图 5-3-1 废石场复垦工程设计图

图 5-3-2 尾款库复垦工程设计图

(2) 生物化学工程设计

1) 植被恢复设计

废石场平台复垦为林地，尾矿库复垦为草地，栽种方法：

整地分三个步骤：

第一是挖坑（穴），废石场平台复垦，乔灌混种，乔木采用块状整地，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；灌木采用穴状整地，坑穴规格为径宽 0.5m ，坑深为 0.3m ，呈“品”字形错开排列，株行距为 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 。植树穴切忌挖成锅底形或无规则形，使根系无法自然舒展挖穴的时间一般在造林前一个月挖为宜；

第二是填土，填土深度根据苗木根系大小而定，填土时应先将表土填入，之后依次为中层土和底层土，填土后要用脚把填入穴的虚土踩实；第三步移栽，做到苗正、塘平、根伸、土实。草籽采用五节芒、白三叶、草地早熟禾和狗尾草，混合草籽中各种草籽比例为 $1:1:1$ ，平均 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播。草籽质量要求：二级种籽，净度 $\geq 98\%$ ，发芽率 $\geq 85\%$ 。

图 5-3-1 整地示意图

图 5-3-2 林地布置示意图

种播技术指标见表 5-10。

表 5-10 种播技术指标表

树种名称	整地方式	株*行距(长×宽)米	种植方式	苗木规格/种籽质量	初始造林密度(hm ²)	造林时间
香樟、杉木	块状整地	单行 3m	植苗	地苗, 胸径 5-6cm, 苗高 3-3.5m	-	春季(3-5月)
湿地松	块状整地	2×2	植苗	一年生 I 级容器苗, 株高 50cm	2500 株	春季(3-5月)
金银忍冬	穴状整地	1×1	植苗或扦插	一年生 I 级容器苗, 丛高 30cm	10000 株	春季(3-5月)
爬山虎	穴状整地	单行 1m	植苗或扦插	一年生 I 级容器苗, 丛高 30cm	-	春季(3-5月)
混合草籽	-	-	撒播	二级种籽, 净度 ≥98%, 发芽率 ≥85%	60kg	春季或雨后

苗木栽植初期需进行人工浇水, 浇水以浇灌水为主, 采用多次量少的方式。一般雨季每周一次。种籽浸泡消毒后撒播完应及时覆土。

主要工程量如表 5-11 所示。

表 5-11 植被恢复工程量表

序号	工程名称	土地损毁面积(hm ²)	分项工程	单位	工程量	说明
1	尾矿库	8.91	草籽撒播	hm ²	8.91	混合草籽
2	废石场	11.74	灌木、乔木种植	100 株	293.54	金银忍冬、杉木、湿地松、香樟
			藤本种植	100 株	880.63	爬山虎
			草籽撒播	hm ²	11.74	混合草籽

2) 土壤培肥设计

土壤培肥设计采用复合肥来提高土壤综合肥力, 复合肥是肥料生产厂生产的多元素组合肥料, 复合肥施用在苗木种植、草籽撒播时施用, 施用量为每公顷 750kg, 施用方式为草地为撒施, 乔、灌木则将肥料拌合于填土中, 土壤培肥工程计入管护费用中。主要工程量详见表 5-12。

表 5-12 土壤培肥工程量表

序号	工程名称	分项工程	单位	工程量
1	土壤培肥	撒施复合肥	kg	15490

(三) 主要工程量汇总

矿区土地复垦主要工程量见表 5-13 及附图。

表 5-13 矿区土地复垦工程量汇总表

序号	分项名称	估算计量单位	估算工程量
		(1)	(2)
一	土壤购买、覆土工程		
1	表土购买	100m ³	352.25
2	挖掘机挖装自卸汽车运土	100m ³	352.25
二	平整工程		
1	场地平整	100m ³	117.41
2	推土机平土	100m ³	
三	植被恢复工程		
1	栽植灌木、乔木	100 株	293.54
2	栽植藤本	100 株	880.63
3	撒播草籽	hm ²	20.65

四、含水层破坏修复

根据前述含水层影响评估结果，含水层破坏主要体现在地下水污染和地下水位下降方面。

(一) 工程设计

本方案含水层破坏主要采取防治措施，通过地下开采过程中注浆和封堵工程保护含水层，同时采取监测和矿坑水的综合利用。

(二) 技术措施

- 1、及时充填采空区，避免采矿引起地面塌陷或变形地质灾害，破坏含水层结构。
- 2、掘进过程中，做好超前探水、“探注结合”工作，对矿井股状涌水点及部分岩石破碎出水点，及时采取“壁后注浆”、“中深孔探水注浆”等技术封堵，防止地下水位大幅下降。
- 3、矿山闭坑后，停止抽排地下水，并利用人工的方法进行地下水回灌，对生产矿井、老硐及裂隙、构造破碎带等可能起到导水作用的通道进行封堵，使地下水位上升，恢复地下水均衡。
- 4、定期监测地下水水质变化情况，矿山生产、生活产生的废水进行有效处理，

并加以利用。

5、排出地表的矿坑废水用于生产消防用水，淋滤液经废水处理站处理后达标外排，生活废水经处理达标后，方可排入矿区溪沟，避免污染地下水。

五、水土环境污染修复

水土环境污染修复的目标任务是：矿山废水得到 100% 达标处理，对水土环境造成污染的区域降至最低，减少水土环境污染的区域和程度。矿区水土环境、生态环境得到恢复，提高人们生产生活环境质量，改善工农关系，实现社会和谐、经济可持续发展。

（一）工程设计：

据前述，矿山地质环境现状评估及预测评估、土地复垦已损毁及拟损毁评价：预测未来矿山发生水土污染的可能性小。

因此，本方案对水土环境污染主要以防治和监测为主，对废水处理达标排放，主要采取预防和保护工程措施。废水处理的措施和工程，纳入矿山的主体工程，不在本方案详细设计。

（二）技术措施：

- 1、废石、尾矿填充采空区，闭坑后废石场复垦为林地、尾矿库复垦为草地。
- 2、规范矿山废水处理工作，控制污染源。确保废水处理站水质在线监系统运行正常，抽出地表的矿坑废水和尾矿库排放水经处理后达标排放，要求达标排放率 100 %。
- 3、定期采取地表水、废水水样及土壤样本，对矿区水土环境污染进行监测。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

矿山地质环境监测目标是通过实时监测，可以动态了解监测点情况，做到及时预防，避免地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染等情况的发生。主要监测内容是对地质灾害、含水层和水土环境的监测。主要任务是：

- 1、通过地面变形、崩塌、采区塌陷等地质灾害监测工作，发现地质灾害问题及时采取措施，从而消除地质灾害隐患。
- 2、通过地下水位动态、水质监测工作，系统了解矿山开采活动对含水层和地下水环境污染情况，为含水层保护和水环境污染治理提供数据支撑。

3、通过水土环境污染监测工作，定期采样和化验分析，了解矿山活动对矿区周边水土环境污染情况，为水土环境保护提供依据。

（二）监测设计

1、地质灾害破坏监测设计

地质灾害监测主要设计对评估区布设监测点，重点布设在区域内斜坡、沟谷、废石场和岩层移动范围。监测内容为崩塌、滑坡、泥石流和地表塌陷。

2、含水层破坏监测设计

含水层破坏监测设计主要是在评估区布设监测点，采样取水分析含水层破坏情况。

3、水土环境污染破坏监测设计

水土环境污染破坏监测设计主要是在评估区布设监测点布设监测点，取样分析矿山开采对水土环境的影响。

4、地形地貌景观监测设计

人工检监测为主，观测地形地貌景观破坏情况。

（三）技术措施

1、地质灾害监测

（1）崩塌、滑坡和泥石流监测

1) 监测点布设：根据地质灾害破坏现状分析与预测，评估区内地质灾害类型有滑坡、崩塌、泥石流，本方案设计评估区共布设地质灾害监测点 7个，其中预测评估可能会引发地质灾害的监测点 7 个。地质灾害监测点的位置分布详见下表5-14 和图5-4内容。

图 5-4 地质灾害监测点布置图

表 5-14 地质灾害监测点统计表

编号	监测点位置	监测点内容
D1	+575m 回风井滑坡	崩塌、滑坡
D2	充填站东侧滑坡	
D3	+575m 中段上山道路滑坡	
D4	运输工业场地滑坡	
D5	蒋屋坑尾矿库南侧滑坡	
D6	废石场	滑坡、泥石流
D7	蒋屋坑尾矿库	泥石流

2) 监测内容

评估区地质灾害监测内容主要为崩塌、滑坡和泥石流。

崩塌、滑坡监测：地表位移监测，即崩塌、滑坡体的水平位移和垂直位移；深部位移监测，主要监测崩塌、滑坡体不同深度地层的位移与滑坡面（带）上下盘的相对位移等。

泥石流监测：倾斜监测，监测地表的倾斜、旋转变形。

3) 监测方法

①崩塌、滑坡监测技术方法：崩塌、滑坡地表相对位移监测主要采用遥测式位移计监测法和地表倾斜监测法；地表绝对位移监测主要采用地表位移 GPS 测量法和大地形变测量法；深度位移监测主要采用测缝法、钻孔倾斜测量法和钻孔位移计监测法。

②泥石流监测技术方法：泥石流监测方法主要有地声监测法、龙头高度监测法、泥位监测法、倾斜仪棒监测法和降水量监测法等。

4) 监测频率

监测年限为 10 年，监测频率为每年 4 次，即每季度一次。

(2) 地表变形监测

1) 监测内容：监测开采区地表变形情况，如地面塌陷、地裂缝的出现位置、规模、变形量及变形速率。

2) 监测点布设：在岩层移动范围外设置 3 个水准基准点，采用二等水准准确测定其高程，并定期检测其稳定性。沿矿体走向和倾向共布置 4 条观测线，总长约 3.4km，并在地表错动区内设置监测点 13 个。

图 5-5 地表变形基准点、监测线、监测点布设图

表 5-15 地表变形监测统计表

监测	数量	监测内容
观测线	3.4km	地表变形
水准基准点	3 个	
监测点	15 个	

3) 监测方法

基准点、观测线、监测点构成塌陷监测网，按四等水准测量的要求进行测量。

监测类型为普通水准点，监测仪器主要为水准仪，测量监测点高程的变化。监测点施测时尽量做到三固定：固定观测人员、固定仪器、固定测站和转站，以减少系统误差的影响，提高观测精度。

4) 监测频率

本方案监测主要为人工监测，监测年限为 10 年，每年监测 4 次，并做好记录，对监测结果及时整理，分析前后变化及发展趋势，并编制监测年度总结报告。

2、含水层监测

1) 监测内容：主要监测采区地下水水位、水质变化、地表水体漏失等的情况。

其中水质监测是通过采取水样，对其化学成分进行分析。

2) 监测点布设：整个矿区内布置地下水动态监测点 6 个，矿床开采区、尾砂充填采空区、尾矿库总排口、尾矿库下游、废石场、主窿口监测点各 1 个。

图 5-6 地下水监测点布设图
表 5-16 地下水监测点统计表

编号	监测点位置	监测内容
D1	矿床开采区	
D2	尾砂充填采空区	
D3	尾矿库	
D4	尾矿库下游	
D5	废石场	
D6	主窿口坑道涌水	水位、水质、水量

3) 监测方法

水位监测采用测绳、万用表等监测，也可采用自动水位计进行监测。水质监测通过采取水样，送往有监测资质的单位进行化学监测。

4) 监测频率

每年监测 2 次，丰水期一次，枯水期一次，每次监测都要做好记录，对监测结果及时整理，分析前后变化及发展趋势，并编制监测年度总结报告。

3、地形地貌景观监测

矿山开采使用至今，对原生地形地貌景观有一定的影响，包括办公生活区、运输工业场地、主平硐工业场地、选厂、尾矿库、废石场、风井工业场地、老井口工业场地进行地形地貌景观监测，包括对建筑物和矿山设施的监测，采取人工现场测量，并辅以遥感解译的方式。

(1) 监测点的布设

监测点共布设 8 处，每个工业场地布设 1 处监测点。

(2) 监测方法

主要通过实地调查和勘测以及遥感影像图进行监测。采用 GPS 定位结合工程地质图、数码相机、全站仪、测距仪和水平仪等工具，监测地形地貌景观情况。

(3) 监测频率

监测频率为每年 2 次，监测时间为 16 年。

4、水土环境监测

(1) 监测点的布设

监测点共布设 10 处。

1) 地表水环境污染监测

A 监测内容：pH、悬浮物、六价铬、铜、镍、锌、铅、镉、砷、汞、锰、铁。

B 监测布点：水环境监测点共布置 10 个，在办公生活区、填充站、主平窿、选厂、老井口工业场地附近溪流各布设 1 个，废石场、尾矿库上游下游各布设 1 个，尾矿库下游 5km（评估区范围外）布设 1 个。

C 监测方法：按《地表水和污水监测技术规范》HJ/T91-2002 中地表水环境质量调查采样方法导则进行采样分析。

D 监测频率：监测年限为 16 年，每 3 个月取样分析一次。

表 5-17 地表水监测点统计表

编号	监测点位置	监测内容
D1	充填站工业场地	pH、悬浮物、六价铬、铜、镍、锌、铅、镉、砷、汞、锰、铁
D2	主平窿工业场地	
D3	选厂工业场地	
D4	废石场上游	
D5	废石场下游	
D6	尾矿库上游	
D7	尾矿库下游	
D8	尾矿库下游 5km 河流	
D9	办公生活区	
D10	老井口工业场地	

2) 土壤环境污染监测

A 监测内容：包括 pH、铜、锌、铅、砷、六价铬、镉、汞、氰化物等指标。

B 监测布点：土壤监测点共布置 10 个，在办公生活区、填充站、主平窿、选

厂、老井口工业场地附近溪流各布设 1 个，废石场、尾矿库上游下游各布设 1 个，尾矿库下游5km（评估区范围外）布设 1 个。

C 采样方法与监测方法：按《土壤环境监测技术规范》HJ/T166-2004 中土壤环境质量调查采样方法导则进行采样。

D 监测频率：土壤采用人工监测，每6个月取土壤分析样一次，土壤主要监测内容为重金属离子，以监测对土壤的影响程度。日常发现异常情况应加密观测。

图 5-7 地表水监测与土壤监测点分布图

表 5-18 土壤监测点统计表

编号	监测点位置	监测内容
T1	充填站工业场地	PH、铜、锌、铅、砷、六价铬、镉、汞、氰化物
T2	主平窿工业场地	
T3	选厂工业场地	
T4	废石场上游	
T5	废石场下游	
T6	尾矿库上游	
T7	尾矿库下游	
T8	尾矿库下游 5km 河流	
T9	办公生活区	
T10	老井口工业场地	

(四) 主要工程量

1) 近期 5 年工程量

监测工程量见表 5-19。

表 5-19 近期监测工程量表

监测内容		监测点/线 数量	监测频率 (次/年)	监测年限	备注
地质灾害监测	崩塌、滑坡	5 个	4	5	在雨季时节 要加大监测 频率、加大 巡视力度
	泥石流	2 个	4	5	
	地表变形	监测线	3.4km	4	
		基准点	3 个	4	
	监测点	15 个	4	5	
地下水监测	水位、水质、水量		6 个	2	5
地形地貌景观 监测	地形地貌景观		8 个	2	5
水土环境污染 监测	地表水	pH、悬浮物、六价铬、铜、镍、 锌、铅、镉、砷、汞、锰、铁	10 个	4	5

	土壤	pH、铜、铅、锌、砷、镉、镍、钼、汞、铬	10个	2	5	
--	----	----------------------	-----	---	---	--

2) 中远期工程量

监测工程量见表 5-20。

表 5-20 中远期监测工程量表

监测内容			监测点/线 数量	监测频率 (次/年)	监测年限	备注
地质灾害	崩塌、滑坡		5个	4	11	在雨季时节要加大监测频率、加大巡视力度
	泥石流		2个	4	11	
	地表变形	监测线	3.4km	4	11	
		基准点	3个	4	11	
		监测点	15个	4	11	
地下水监测	水位、水质、水量		6个	2	11	
地形地貌景观 监测	地形地貌景观		8个	2	11	
水土环境污染 监测	地表水	pH、悬浮物、六价铬、铜、镍、锌、铅、镉、砷、汞、锰、铁	10个	4	11	
	土壤	pH、铜、铅、锌、砷、镉、镍、钼、汞、铬	10个	2	11	

七、矿区土地复垦监测和管护

矿区土地复垦监测工程包括土地损毁监测、复垦效果监测，管护工作主要是对复垦为草地、林地的复垦单元的管护。

(一) 目标任务

- 1、实现矿区土地损毁、复垦效果等的动态管理，保障土地复垦工程的顺利实施和保护土地复垦的成果。
- 2、对土地损毁情况、复垦所需土源、质量以及复垦效果等进行动态监测，使得复垦后的土地稳定，实现其再生利用以及区内生态系统的恢复。
- 3、结合项目区自然环境实际情况，加强对于复垦后的监测，真实反映复垦工作的效果，及时发现复垦工作的遗漏或疏忽问题，便于找到行之有效的复垦方法和经

验。

4、保障土地复垦最终成果。

（二）措施和内容

矿山土地复垦监测包括土地损毁监测和复垦效果监测两方面。结合矿区现状及复垦方向，复垦效果监测部分主要包括：植被恢复情况监测。植被保护及管理包括幼林管护和成林管理，矿区植被管护时间为 5 年。

1、土地损毁监测

矿山生产过程中，对损毁土地进行监测。包括对损毁土地位置、损毁土地面积、损毁形式等。若因生产工艺流程改变，对损毁土地的损毁时序、位置产生变化，应对土地复垦方案进行修正。监测过程中，对于各场地周边应重点对土壤及地下水污染情况进行监测。监测频率为每年 1 次，监测面积为复垦区面积 70.55 hm^2 ，样点持续监测时间为 16 年。

2、复垦效果监测

复垦为林地的植被监测内容：林木的生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量。监测方法为样方随机调查法，监测频率为每年 2 次，监测点数量为 3 个，为复垦责任范围内 3 个复垦单元，样点持续监测时间为 5 年。

随机调查法：选有代表性的地块作为标准样地，在样地内随机确定样方，样方的面积为投影面积，林木 $5\text{m} \times 5\text{m}$ ，用样方的观测值计算林地的郁闭度、林地植被覆盖度。计算公式为：

$$D = f_e / f_d$$

$$C = f_e / F$$

式中：D—林地郁闭度；C—林地植被覆盖度，%；

f_e 一样方树冠投影面积， m^2 ， f_d 一样方投影面积， m^2 ；

f —林地面积， hm^2 ；F—类型区总面积， hm^2 。

3、管护工程

在本方案中各复垦工程一般包括工程复垦和生物复垦两部分，生物复垦主要内容一般选择合适的乔木进行种植，以利水土保持、防风固沙和美化环境。鉴于该地区的自然环境状况，本方案建议植被种植后必须进行不少于 3 年的抚育期，待其完全成长并达到一定的成活率或覆盖度后可任其自然生长，但要防止人为损毁。抚育

措施主要有：

a) 苗木防冻

b) 矿区冬季气温较低，要特别注意防冻技术，可以用石灰涂抹植物的幼苗树干，也可以用塑料薄膜覆盖幼苗来防冻，植株地上部用塑料布包扎来防冻等。

b) 施肥

复垦地面积很大，主要靠种植绿肥作物和固氮植物以及植物的枯枝落叶，动物的粪便与尸体等来增加土壤营养物质，少量的无机肥也可适当使用。

c) 修枝与间伐

修枝是调节林木内部营养的重要手段，通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗。间伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。

d) 松土除草

松土的作用在于疏松表土，切断表面和底层土壤的毛细管的联系以减少土壤水分蒸发，改善土壤的通气性、通水性和保水性，促进微生物活动，加速有机质的分解与转化提高土壤的营养水分。

e) 有一定的防护措施如警示标志等，防止人为破坏或牲畜践踏。

(三) 主要工程量

矿区土地复垦工程监测量级管护工程量见表 5-21、表 5-22。

表 5-21 矿区土地复垦监测工程量统计表

编号	项目	监测频次		监测点数量 (个)	样点持续监测 时间(年)
		单位	数量		
1	土地损毁监测				
1)	土地损毁监测	年	1	9	16
2	复垦效果监测				
1)	复垦植被监测	点·次	2	3	5

表 5-22 矿区土地复垦管护工程量表

类型	复垦措施	面积 (hm ²)	单位工程量	年限
林地	种植灌木、乔木	11.74	1000 株/hm ²	5
草地	播撒草籽及补种	8.91	60kg/hm ²	

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

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。

为适应矿山地质环境保护与治理恢复需要，根据设定目标与治理原则，针对矿区现状，对矿山治理目标进行分阶段分解，设定各阶段的治理目标。

本方案服务年限为 16 年（含 10 年矿山生产服务年限+1 年恢复治理期+5 年管护期）（2019 年~2034 年），方案编制基准年为 2019 年。根据矿山开发利用方案及矿山实际情况，对矿山地质环境保护与土地复垦工程进行分期部署，可分为三期：近期、中期、远期。

（一）近期（2019 年~2023 年）

1、对 HP2 滑坡隐患点修建周边截水沟、拦挡工程，对 HP1-HP5 进行坡面清理、植被恢复等工程，对土地损毁情况进行监测，对复垦区域进行管护。

2、建立健全矿山地质环境与土地复垦监测网，完成地质灾害点的监测点布设，并按要求进行观测；做好水土资源监测工作。

3、废石场、尾矿库不再利用，可对废石场场地及边坡进行采取截排水工程、拦挡工程、坡面防护工程，其次对废石场、尾矿库植被恢复工程。同时采取对土地损毁情况进行监测，对复垦区域进行管护。

4、预留地面塌陷、地裂缝地质灾害治理风险金，对可能发生的地面塌陷、地裂缝地质灾害进行治理。

5、对东大沟、南大沟及佐坑河河道保护工程，做好河道疏浚工程。

6、在矿区开展矿山地质环境、土地损毁监测工作。

（二）中期（2024 年~2028 年）

该阶段为边生产边治理的生产阶段。该阶段矿山地质环境保护与土地复垦工作的主要任务为：

1、在矿区开展矿山地质环境、土地损毁监测工作，对复垦区域进行管护工作。

2、分阶段预留地面塌陷、地裂缝地质灾害治理风险金，对可能发生的地面塌陷、地裂缝地质灾害进行治理。

3、对东大沟、南大沟及佐坑河河道保护工程，做好河道疏浚工程。

（三）远期（2029 年~2034 年）

该阶段为恢复治理期及后期管护阶段。该阶段矿山地质环境保护与土地复垦工作的主要任务为：

- 1、依据地表岩移监测成果，对可能发生的地面塌陷、地裂缝地质灾害进行治理。
- 2、对东大沟、南大沟及佐坑河河道保护工程，做好河道疏浚工程。
- 3、对复垦土地进行复垦效果监测和管护工作。

二、阶段实施计划

根据方案服务年限为 16 年（生产服务年限+治理期+管护期）（2019 年~2034 年）和矿山生产计划进度，矿山地质环境保护与土地复垦工作计划划分为三个基本阶段：

第一阶段：矿山近 5 年生产期，第二阶段：矿山后 5 年生产期，第三阶段：矿山地质环境保护与土地复垦工程治理期与管护期阶段，具体见表 6-1。

由于矿山生产阶段时限较长，超过 5 年，依据规范，本方案主要需对近 5 年进行详细年度工程实施计划。

表 6-1 矿山地质环境保护与土地复垦工作计划阶段分期表

编号	阶段	年度	年份
1	第一阶段	2019 年 ~ 2023 年	5
2	第二阶段	2024 年 ~ 2028 年	5
3	第三阶段	2029 ~ 2034 年	6
合计		2019 年 ~ 2034 年	16

（一）矿山地质环境治理阶段实施计划

矿山地质环境治理阶段实施计划见表 6-2：

- 1、第一阶段实施计划（第 1~5 年度）
 - 1) 本阶段应严格按照开采计划完成各项防治工程，防止地质灾害的发生；
 - 2) 对 HP2 滑坡隐患点修建周边截水沟、拦挡工程，对 HP1-HP5 进行坡面清理、客土回填、植被恢复等工程；
 - 3) 对废石场场地及边坡进行采取截排水工程、拦挡工程、坡面防护工程。同时采取对土地损毁情况进行监测；
 - 4) 设置地质灾害监测点，做好专业监测工作；对因矿业活动引发或加剧的地质

灾害问题进行监测与治理；

5) 对东大沟、南大沟及佐坑河河道保护工程，做好河道疏浚工程。

6) 设置含水层、地形地貌景观、水土环境污染监测点，对含水层、地形地貌景观、水土环境污染情况进行监测；

2、第二阶段实施计划（第 6~10 年度）

此阶段为矿山正常生产期，严格按照开采设计进行规范的矿业活动。

1) 做好治理工程的维护及验收；同时对因矿业活动引发或加剧的地质灾害问题进行监测与治理；

2) 保持对地质灾害专业监测和日常巡视、警示等工作；

3) 对东大沟、南大沟及佐坑河河道保护工程，做好河道疏浚工程。

4) 保持对含水层、地形地貌景观、水土环境污染情况进行监测；保持对采坑汇水的水质、水量进行监测。

3、第三阶段实施计划（第 11~16 年度）

此阶段为矿山地质环境工程治理期。由于矿山服务年限长，该阶段工作主要是根据生产计划完成情况，做好治理、监测、维护工作。在治理工程结束后，对矿山地质环境进行监测，直到矿山的生态环境趋于稳定。

（二）土地复垦阶段实施计划

见矿山地质环境治理与土地复垦方案阶段实施计划进度表（表 6-2）

1、第一阶段实施计划（第 1~5 年度）

为矿山正常生产期。主要任务是：确定购买的土源地，对不再利用的尾矿库、废石场进行复垦。

2、第二阶段实施计划（第 6~10 年度）

为正常生产期。对复垦工程质量进行监测，对复垦区域管护。

3、第三阶段实施计划（第 11~16 年度）

复垦期：对复垦工程质量进行监测，对复垦区域管护。

管护期：做好管护工作，管护期为 5 年，直至项目通过验收。

综上分析，各年度实施计划阶段、各阶段的治理对象及对应的治理区域见年度实施计划进度表。

表 6-2 矿山地质环境保护与土地复垦阶段工作部署表

阶段划分	目标和任务	工程内容和措施	计量单位	工程量
第一阶段 (2019 年 -2023)	地质灾害点治理; 矿山地质环境保 护与土地复垦监 测; 废石场、尾矿 库复垦工程已复 垦区域的监测和 管护;	1、矿山地质环境灾害预防工程		
		(1) 金属栅栏	m	2930
		(2) 警示标牌	个	75
		2、矿山地质环境灾害治理工程		
		(1) 护坡工程	m ³	1191
		(2) 截排水工程	m	939
		(3) 拦挡工程	m	1334
		3、矿区土地复垦工程		
		1) 废石场复垦		
		(1) 覆土	m ³	35225
		(2) 平整	hm ²	11.74
		(3) 种植乔木、灌木	株	29354
		(4) 种植藤木	株	88063
		(5) 散播草籽	kg	704.5
		2) 尾矿库复垦		
		(1) 散播草籽	kg	534.7
		4、矿山地质环境监测		
		(1) 地质灾害破坏监测	次	500
		(2) 地形地貌景观监测	次	80
		(3) 含水层破坏监测	次	60
		(4) 水土环境污染监测	次	300
		5、土地复垦监测和管护		
		1) 土地复垦监测		
		(1) 土地资源损毁监测	次	5
		(2) 植被恢复监测	次	30
		2) 土地复垦管护		
		(1) 补植乔灌木	株	5870
		(2) 补植藤本		17612
		(3) 补种草籽	kg	248
第二阶段 (2024 年 -2028)	矿山地质环境保 护与土地复垦监 测; 已复垦区域的 监测和管护	1、矿山地质环境监测		
		(1) 地质灾害破坏监测	次	500
		(2) 地形地貌景观监测	次	80
		(3) 含水层破坏监测	次	60
		(4) 水土环境污染监测	次	300
		2、土地复垦监测和管护		
		1) 土地复垦监测		
		(1) 土地资源损毁监测	次	5
		(2) 植被恢复监测	次	30

第三阶段 (2029 年 -2034)	矿山地质环境保 护与土地复垦监 测; 已复垦区域的 监测和管护	1、矿山地质环境监测		
		(1) 地质灾害破坏监测	次	600
		(2) 地形地貌景观监测	次	96
		(3) 含水层破坏监测	次	72
		(4) 水土环境污染监测	次	360
		2、土地复垦监测和管护		
		1) 土地复垦监测		
		(1) 土地资源损毁监测	次	6
		(2) 植被恢复监测	次	36

三、近期年度工作安排

按照矿山地质环境保护与土地复垦阶段实施计划，近期工作安排分为 5 年，从 2019 年开始至 2023 年。每 1 年度的具体工作安排如下表：

表 6-3 近期矿山地质环境治理与土地复垦年度工作安排

近期	工作安排	工程内容和措施	计量单位	工程量
第一年 (2019 年)	地质灾害点治理; 矿山地质环境保 护与土地复垦监 测; 废石场、尾矿 库复垦工程已复 垦区域的监测和 管护;	1、矿山地质环境灾害预防工程		
		(1) 金属栅栏	m	2930
		(2) 警示标牌	个	75
		2、矿山地质环境灾害治理工程		
		(1) 护坡工程	m ³	1191
		(2) 截排水工程	m	939
		(3) 拦挡工程	m	1334
		3、矿区土地复垦工程		
		1) 废石场复垦		
		(1) 覆土	m ³	35225
		(2) 平整	hm ²	11.74
		(3) 种植乔木、灌木	株	29354
		(4) 种植藤木	株	88063
		(5) 散播草籽	kg	704.5
		2) 尾矿库复垦		
		(1) 散播草籽	kg	534.7
		4、矿山地质环境监测		
		(1) 地质灾害破坏监测	次	100
		(2) 地形地貌景观监测	次	16
		(3) 含水层破坏监测	次	12
		(4) 水土环境污染监测	次	60
		5、土地复垦监测和管护		
		1) 土地复垦监测		
		(1) 土地资源损毁监测	次	1
		(2) 植被恢复监测	次	6

第二年 (2020年)	矿山地质环境保 护与土地复垦监 测；已复垦区域的 监测和管护	1、矿山地质环境监测		
		(1) 地质灾害破坏监测	次	100
		(2) 地形地貌景观监测	次	16
		(3) 含水层破坏监测	次	12
		(4) 水土环境污染监测	次	60
		2、土地复垦监测和管护		
		1) 土地复垦监测		
		(1) 土地资源损毁监测	次	1
		(2) 植被恢复监测	次	6
		2) 土地复垦管护	年	1
		(1) 补植乔木、灌木	株	5870
		(2) 补植藤本	株	17612
		(3) 补种草籽	kg	248
		1、矿山地质环境监测		
第三年 (2021年)	矿山地质环境保 护与土地复垦监 测；已复垦区域的 监测和管护	(1) 地质灾害破坏监测	次	100
		(2) 地形地貌景观监测	次	16
		(3) 含水层破坏监测	次	12
		(4) 水土环境污染监测	次	60
		2、土地复垦监测和管护		
		1) 土地复垦监测		
		(1) 土地资源损毁监测	次	1
		(2) 植被恢复监测	次	6
		2) 土地复垦管护	年	1
		(1) 补植乔木、灌木	株	5870
		(2) 补植藤本	株	17612
		(3) 补种草籽	kg	248
		1、矿山地质环境监测		
第四年 (2022年)	矿山地质环境保 护与土地复垦监 测；已复垦区域的 监测和管护	(1) 地质灾害破坏监测	次	100
		(2) 地形地貌景观监测	次	16
		(3) 含水层破坏监测	次	12
		(4) 水土环境污染监测	次	60
		2、土地复垦监测和管护		
		1) 土地复垦监测		
		(1) 土地资源损毁监测	次	1
		(2) 植被恢复监测	次	6
		2) 土地复垦管护	年	1
		1、矿山地质环境监测		
第五年 (2023年)	矿山地质环境保 护与土地复垦监 测；已复垦区域的 监测和管护	(1) 地质灾害破坏监测	次	100
		(2) 地形地貌景观监测	次	16
		(3) 含水层破坏监测	次	12
		(4) 水土环境污染监测	次	60

	2、土地复垦监测和管护		
	1) 土地复垦监测		
	(1) 土地资源损毁监测	次	1
	(2) 植被恢复监测	次	6
	2) 土地复垦管护	年	1

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

(一) 经费编制依据

- 1、土地复垦标准（试行）；
- 2、土地开发整理项目规划设计规范（TD/T 1012-2016）；
- 3、财政部与国土资源部2005年共同编制的《土地开发整理项目预算定额标准》；
- 4、部分项目参照《广东省市政工程综合定额》（粤建价字[2005]145号）；
- 5、部分项目参照市场价格。
- 6、2018年4月河源市、连平县材料信息价及市场价；
- 7、现场调查收集的数据。

(二) 估算水平年

2018 年河源市第二季度建设工程材料信息价作为估算依据。

(三) 费用构成

根据本项目非公益性恢复治理工程的特点，参考《中华人民共和国预算法实施条例》和《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 版），项目预算由工程施工费、设备购置费、其他费用及预备费等组成。

1、工程施工费

工程施工费包含直接费、间接费、利润和税金这 4 项费用。

(1) 直接费

1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

①人工费

《土地开发整理项目预算编制暂行规定》中规定的甲、乙类工日单价与实际情况有较大差别，根据方案编制人员在连平县做的实际调查情况来看，项目区内甲类工月基本工资标准为 1900 元，乙类工月基本工资标准为 1700 元，因此本方案人工单价预算将以实际情况为依据。计算区内一类工日基本工资标准 154 元，二类工日基本工资标准为 134 元。

人工费=定额工日×人工概算单价

②材料费:材料费=定额材料用量×材料概算单价

③施工机械使用费

施工机械使用费=定额机械使用量×施工机械台班费

2) 措施费

措施费=直接工程费(或人工费)×措施费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。

表 7-1 措施费费率表 单位: %

序号	工程类别	计算基础	临时设施费	冬雨季施工 增加费	施工辅助费	合计
1	土方工程	直接工程费	2	0.7	0.7	3.4
2	石方工程	直接工程费	2	0.7	0.7	3.4
3	砌体工程	直接工程费	2	0.7	0.7	3.4
4	混凝土工程	直接工程费	3	0.9	0.7	4.6
5	其他工程	直接工程费	2	0.7	0.7	3.4

(2) 间接费

由规费和企业管理费组成。间接费按照工程类别进行计取。其收费标准具体见表 7-2

表 7-2 间接费费率表

序号	工程类别	计费基础	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	混凝土工程	直接费	6%
5	其他工程	直接费	5%
6	安装工程	人工费	65%

(3) 企业利润

指施工企业完成承包工程获得盈利，直接费和间接费之和 3%计算。

(4) 税金

依据国家最新增值税规定，税金为 10%，计算基础为直接费、间接费及利润之和。

2、设备购置费

为项目所需设备购置费用。

表 7-3 设备购置费预算表

设备名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
监测车	辆	1	200000	200000
GPS 定位仪	台	2	30000	60000
精密水准仪	台	2	25000	50000
地质灾害监测预警系统	套	1	540000	540000
合计				850000

3、其他费用

由前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费、业主管理费 5 项费用构成。

(1) 前期工作费

前期工作费指在工程施工前所发生的各项支出，取费基数为工程施工费。依据矿区恢复治理特点，本《方案》设计前期工作费包括项目可行性研究费、项目勘测费及项目设计费。

(2) 工程监理费

工程监理费指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用。

(3) 拆迁补偿费

本项目无需对建（构）筑物的拆迁进行补偿。

(4) 竣工验收费

竣工验收费指在工程施工后所发生的支出，按照定额标准计算。

(5) 业主管理费

业主管理费按不超过工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和的 2.8%计算。

业主管理费=（工程施工费+前期工作费+工程监理费+拆迁补偿费+竣工验收费）×2.8%

4、监测与管护费

1) 矿山地质环境与土地复垦监测费

是指在矿山生产服务期内对矿山地质环境、土地损毁、复垦效果的监测产生的费用。监测费用具体见表 7-4、7-5。

表 7-4 矿山地质环境监测费用表

监测内容		单位	工程量	综合单价(元)	投资估算(元)
地质灾害	崩塌、滑坡	次	320	100	32000
	泥石流	次	128	100	12800
地表变形	监测线	次	400	300	120000
	基准点	次	192	900	172800
	监测点	次	960	300	288000
地下水监测	水位、水质、水量	次	192	520	99840
地形地貌景观监测	地形地貌景观	次	256	50	12800
水土环境污染监测	地表水	pH、悬浮物、六价铬、铜、镍、锌、铅、镉、砷、汞、锰、铁	次	640	570
	土壤	pH、铜、铅、锌、砷、镉、镍、钼、汞、铬	次	320	570
合计					1285440

表 7-5 矿山土地复垦监测费用（包括塌陷损毁林地区监测费用）

编号	项目	单位	工作量	单价(元)	合计(元)
1	土地损毁监测				
1)		点·次	144	300	43200
2	复垦效果监测				
1)	复垦植被监测	点·次	30	300	9000
合计					52200

2) 管护费

根据植被管护工程量测算，本方案共需管护林地 61.64hm²，草地 8.91hm²，管护时间为 5 年，具体见表 7-6：

表 7-6 矿山土地复垦管护费用（包括塌陷损毁地区管护费用）

管护工程	工作量 (hm ²)	单价 (元/hm ²)	管护期 (年)	合计 (元)
管护措施	70.5539	1000	5	352769.5

5、预备费

1) 基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预计因素的变化而增加的费用。根据《土地开发整理项目预算编制办法》规定，基本预备费按工程施工费、设备购置费、其他费用三项之和的 10 %计取。

2) 风险金

风险金 = (工程施工费+其他费用+设备费+监测费+管护费) × 费率，其中费率取 7%。

3) 价差预备费

考虑到物价上涨、通货膨胀、国家宏观调控以及地方经济发等因素，应根据静态投资及复垦、治理工作安排进行价差预备费计算。价差预备费率取 5%。假设项目生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的物价指数 (r) 计算，若每年的静态投资费为 a₁、a₂、a₃,,,a_n (万元)，则第 i 年的价差预备费 W_i:

$$W_i = \alpha_i ((1+5\%)^{i-1} - 1) \quad \text{则工程的估(概)算总费用为: } S = \sum_{i=1}^n (\alpha_i + w_i)$$

二、矿山地质环境治理工程经费估算

1、矿山地质环境治理总工程量

矿山地质环境治理工程包括矿山地质环境保护预防工程、矿山地质灾害治理工程、地质灾害、含水层、地形地貌景观、水工环境监测工程。总工程量表见表 7-7.

表 7-7 矿山地质环境治理总工程量表

序号	恢复治理项目	单位	工程量	
			近期	中远期
一	拦挡工程			
1	(1) 人工沟槽挖土方	100m ³	19	
2	(2) 土方回填	100m ³	4.46	
3	(3) 浆砌块石	100m ³	46.29	
4	(4) 砂浆抹面	100m ²	41.58	
5	(5) 伸缩缝	100m ²	3.28	
6	(6) φ80PVC 排水管	100m	8.84	
7	(7) 粘土回填	100m ³	6.47	
二	截排水沟工程			
1	(1) 人工沟槽挖土方	100m ³	8.6	
2	(2) 浆砌块石	100m ³	5.07	
3	(3) M10 砂浆抹面	100m ²	11.27	
三	护坡工程			
1	(1) 石方清理	100m ³	11.91	
四	地面塌陷围挡工程			
1	(1) 金属栅栏	m	2930	
2	(2) 警示标牌	个	75	
五	河道疏浚工程			
1	(1) 河道疏浚	年	5	11
六	监测工程			
1	(1) 地质灾害监测	次		
2	1) 崩塌、滑坡	次	100	220
3	2) 泥石流	次	40	88
4	3) 地表变形			
5	①监测线	次	125	275
6	②基准点	次	60	132
7	③监测点	次	300	660
8	(2) 含水层监测	次	60	132
9	(3) 地形地貌景观监测	次	80	176
10	(4) 水土环境污染监测	次	300	660

2、总工程量投资估算

矿山地质环境治理工程静态总投资 677.65 万元。其中工程施工费 326.48 万元；设备费 85 万元；其他费用 50.15 万元；监测费 128.54 万元；基本预备费

46.16 万元；风险金 41.31 万元；价差预备费 211.85 万元；动态总投资 889.5 万元。

矿山地质环境治理工程总预算见表 7-8；

表 7-8 矿山地质环境保护与治理工程预算总表

广东省连平县锯板坑钨锡多金属矿			金额单位：元
序号	工程或费用名称	预算金额	各费用占静态总费用的比例（%）
	-1	-2	-3
一	工程施工费	3264827.31	48.18%
二	设备费	850000.00	12.54%
三	其他费用	501477.48	7.40%
四	监测费	1285440	18.97%
五	预备费	2993239.09	
(1)	基本预备费	461630.48	6.81%
(2)	风险金	413122.14	6.10%
(3)	价差预备费	2118486.47	
六	静态总投资	6776497.40	100.00%
七	动态总投资	8894983.88	

3、单项工程量与投资估算

各分项预算见下表：

矿山地质环境治理工程施工直接费用预算见表 7-9-1；

矿山地质环境治理工程施工直接费用（近期）预算见表 7-9-2；

矿山地质环境治理工程施工直接费用（中远期）预算见表 7-9-3；

矿山地质环境治理工程施工费估算见表 7-10；

矿山地质环境治理设备费估算见表 7-11；

矿山地质环境治理工程其他费用预算见表 7-12；

矿山地质环境治理工程基本预备费见表 7-13；

矿山地质环境治理工程风险金见表 7-14；

矿山地质环境治理工程动态总费用估算见表 7-15；

工程定额单价见表 7-16。

表 7-9-1 矿山地质环境保护与治理工程施工直接费用预算表

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	1	2	3	4	5	6
一		拦挡工程				
1	10017	(1) 人工沟槽挖土方	100m ³	19	2896.07	55025.33
2	10333	(2) 土方回填	100m ³	4.46	7928.95	35363.12
3	30019	(3) 浆砌块石	100m ³	46.29	24625.48	1139913.47
4	30065	(4) 砂浆抹面	100m ³	41.58	3300.56	137237.28
5		(5) 伸缩缝	100m ³	3.28	13040	42771.20
6		(6) φ80PVC 排水管	100m ³	8.84	5500	48620.00
7		(7) 粘土回填	100m ³	6.47	13250	85727.50
二		截排水沟工程				
1	10017	(1) 人工沟槽挖土方	100m ³	8.6	2896.07	24906.20
2	30019	(2) 浆砌块石	100m ³	5.07	24625.48	124851.18
3	30065	(3) M10 砂浆抹面	100m ²	11.27	3300.56	37197.31
三		护坡工程				
1		(1) 石方清理	100m ³	11.91	5200	61932.00
四		地面塌陷围挡工程				
1		(1) 金属栅栏	m	2930	2	5860.00
2	1-524	(2) 警示标牌	个	75	363.49	27261.75
五		河道疏浚工程				
1		(1) 河道疏浚	年	16	50000	800000.00
总计						2626666.35

表 7-9-2 (近期) 矿山地质环境保护与治理工程施工直接费用预算表

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	1	2	3	4	5	6
一		拦挡工程				
1	10017	(1) 人工沟槽挖土方	100m ³	19	2896.07	55025.33
2	10333	(2) 土方回填	100m ³	4.46	7928.95	35363.12
3	30019	(3) 浆砌块石	100m ³	46.29	24625.48	1139913.47
4	30065	(4) 砂浆抹面	100m ³	41.58	3300.56	137237.28
5		(5) 伸缩缝	100m ³	3.28	13040	42771.20
6		(6) φ80PVC 排水管	100m ³	8.84	5500	48620.00
7		(7) 粘土回填	100m ³	6.47	13250	85727.50
二		截排水沟工程				
1	10017	(1) 人工沟槽挖土方	100m ³	8.6	2896.07	24906.20

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
						6
2	30019	(2) 浆砌块石	100m ³	5.07	24625.48	124851.18
3	30065	(3) M10 砂浆抹面	100m ²	11.27	3300.56	37197.31
三		护坡工程				
1		(1) 石方清理	100m ³	11.91	5200	61932.00
四		地面塌陷围挡工程				
1		(1) 金属栅栏	m	2930	2	5860
2	1-524	(2) 警示标牌	个	75	363.49	27261.75
五		河道疏浚工程				
1		(1) 河道疏浚	年	5	50000	250000.00
总计						2047666.35

表 7-9-3 (中远期) 矿山地质环境保护与治理工程施工直接费用预算表

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
						6
一		河道疏浚工程				
1		(1) 河道疏浚	年	11	50000	550000
总计						550000

表 7-10 工程施工费估算表

序号	单项名称	直接费		间接费	利润	税金	合计
		直接工程费	措施费				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	土方工程	201022.15	6834.75	10392.85	6547.49	22479.72	247276.96
2	石方工程	61932.00	2105.69	3842.26	2036.40	6991.63	76907.98
3	砌体工程	265825.80	9038.08	13743.19	8658.21	29726.53	326991.81
4	砼工程	1264764.65	58179.17	79376.63	42069.61	144439.01	1588829.08
5	其他工程	833121.75	28326.14	43072.39	27135.61	93165.59	1024821.48
总计		2626666.35	104483.83	150427.32	86447.33	296802.48	3264827.31

表 7-11 矿山地质环境治理设备费估算表

设备名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
监测车	辆	1	200000	200000
GPS 定位仪	台	2	30000	60000
精密水准仪	台	2	25000	50000
地质灾害监测预警系统	套	1	540000	540000
合计				850000

表 7-12 其他费用估算表

序号	费用名称	预算金额	工程施工费	各项费用占工程 施工费的比例(%)
				1 2 3 4
1	前期工作费	205684.1206	3264827.31	6.30%
2	工程监理费	78355.85548	3264827.31	2.40%
3	竣工验收费	126022.3342	3264827.31	3.86%
4	业主管理费	91415.16472	3264827.31	2.80%
总计		501477.4751	—	15.36%

表 7-13 预备费预算表（基本预备费）

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	费率 (%)	合计
1	基本预见费	3264827.31	850000	501477.4751	10	461630.48

表 7-14 预备费预算表（风险金）

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	监测费	小计	费率 (%)	合计
1	风险金	3264827.31	850000	501477.48	1285440	5901744.79	7.00%	413122.14

表 7-15 矿山地质环境治理工程动态总费用估算表 单位：元

年份	静态投资	n	价差预备费	动态投资
2019	2626666.35	1	0.00	2626666.35
2020	276655.40	2	13832.77	290488.17
2021	276655.40	3	28357.18	305012.58
2022	276655.40	4	43607.81	320263.21
2023	276655.40	5	59620.97	336276.37
2024	276655.40	6	76434.79	353090.19
2025	276655.40	7	94089.30	370744.70
2026	276655.40	8	112626.53	389281.94
2027	276655.40	9	132090.63	408746.03
2028	276655.40	10	152527.93	429183.33
2029	276655.40	11	173987.10	450642.50
2030	276655.40	12	196519.22	473174.63
2031	276655.40	13	220177.95	496833.36
2032	276655.40	14	245019.62	521675.02
2033	276655.40	15	271103.37	547758.78
2034	276655.40	16	298491.31	575146.71
合计	6776497.40		2118486.47	8894983.88

表 7-16 工程定额单价表

定额编号:	[10017] 人工挖沟槽(一、二类土) 挖土、修底边、抛土于沟边两侧 0.5m 以外				单位:元/100m ³
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2589.53
(一)	直接工程费				2555.80
1	人工费				2443.4
	甲类工	工日	0.9	154	138.6
	乙类工	工日	17.2	134	2304.8
	其他人工费	%	4.6		112.40
2	材料费				0
3	机械费				0
(二)	措施费	%	3.4	2555.80	33.73
二	间接费	%	5	2589.53	129.48
三	利润	%	3	2719.00	81.57
四	材料价差				0
五	未计价材料费				0
六	税金	%	3.41	2800.57	95.50
合计					2896.07
定额编号:	[30065] 拌和砂浆、清洗表面、抹灰、压光				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2828.53
(一)	直接工程费				2735.52
1	人工费				2344.4
	甲类工	工日	6	154	924
	乙类工	工日	10.6	134	1420.4
	其他人工费	%	0		0
2	材料费				316.1
	M7.5 砂浆	m ³	2.1	150.52	316.1
	其他材料费	%	0		0
3	机械费				0
4	其他费用	%	3.2	2344.4	75.02
(二)	措施费	%	3.4	2735.52	93.01
二	间接费	%	5	2828.53	141.43
三	利润	%	3	2969.95	89.10
四	材料价差				137.19
	水泥 32.5	kg	548.1	0.02	10.96
	中砂	m ³	2.33	54.15	126.22

五	未计价材料费				0
六	税金	%	3.41	3059.05	104.31
	合计				3300.56
定额编号:	[30019]M7.5浆砌块石 选石、修石、拌和砂浆、砌筑、勾缝				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				17290.33
(一)	直接工程费				16625.32
1	人工费				7042
	甲类工	工日	6.7	154	1031.8
	乙类工	工日	127.7	134	17111.8
	其他人工费	%	0.5		35.21
2	材料费				9583.32
	块石	m ³	108	40	4320
	M7.5砂漿	m ³	34.65	150.52	5215.64
	其他材料费	%	0.5		47.68
3	机械费				0
(二)	措施费	%	4	16625.32	665.01
二	间接费	%	5	17290.33	864.52
三	利润	%	3	18154.85	544.65
四	材料价差				5143.92
	块石	m ³	108	26.67	2880.36
	水泥 32.5	kg	9043.65	0.02	180.87
	中砂	m ³	38.46	54.15	2082.69
五	未计价材料费				0
六	税金	%	3.28	23843.41	782.06
	合计				24625.48
定额编号:	[10333] 建筑物土方回填(人工夯实)				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				7089.68
(一)	直接工程费				6817
1	人工费				6817
	甲类工	工日	2.5	154	385
	乙类工	工日	48	134	6432
	其他人工费	%	3	6817	204.51
2	材料费				0
3	机械费				0
	蛙式打夯机 2.8kw	台班	0	147.81	0
	其他机械费	%	5		0
(二)	措施费	%	4	6817	272.68

二	间接费	%	5	7089.68	354.48
三	利润	%	3	7444.16	223.32
四	材料价差				0
五	未计价材料费				0
六	税金	%	3.41	7667.49	261.46
	合计				7928.95

定额编号：1—524 修

单位：个

工作内容：警示牌运输、安装

序号	项目及费用名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				325.02
(一)	直接工程费				313.72
1	人工费	元			123.2
	甲类工	工日	0.8	154	123.2
2	材料费	元			170
	水泥桩	根	1	50	50
	警示牌	个	1	120	120
3	机械费	元			0
4	其他费用	%	7%	293.2	20.52
(二)	措施费	%	3.6	313.72	11.29
二	间接费	%	5	325.02	16.25
三	利润	%	3	341.27	10.24
四	材料价差				
五	税金	%	3.41	351.51	11.99
	合计	—	—	—	363.49

三、土地复垦工程经费估算

(一) 总工程量

根据土地复垦工程设计，总工程量见表 7-17。

表 7-17 矿山土地复垦工程量表

序号	分项名称	估算计量单位	估算工程量
		(1)	(2)
一	土壤购买、覆土工程		
1	表土购买	100m ³	352.25
2	挖掘机挖装自卸汽车运土（运距 0.5—1km）	100m ³	352.25
二	平整工程		
1	场地平整	100m ³	117.41
2	推土机平土	100m ³	
三	植被恢复工程		
1	栽植灌木	100 株	293.54
2	栽植藤本	100 株	880.63
3	撒播草籽	hm ²	20.65
四	监测工程		
1	土地损毁监测	年	16
2	复垦植被监测	年	5
五	管护工程		
1	种植灌木、乔木、藤本	年	5
2	播撒草籽	年	5

(二) 单项工程量与投资估算

表 7-18 直接工程费预算表

项目名称: 连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿土地复垦

单位: 元

序号	定额编号	分项名称	估算计量单位	估算工程量	综合单价	估算金额
			(1)	(2)	(3)	(4)
一		土壤购买、覆土工程				1454855.91
1	市场价	表土购买	100m ³	352.25	3000	1056750.00
2	10219	挖掘机挖装自卸汽车运土(运距0.5—1km)	100m ³	352.25	1130.18	398105.91
二		平整工程				245232.97
1	10309	场地平整	100m ³	117.41	522.15	61305.63
2	10309	推土机平土	100m ³		522.15	183927.34
三		植被恢复工程				922074.03
1	90007	栽植灌木	100 株	293.54	720.13	211386.96
2	90007	栽植藤本	100 株	880.63	720.13	634168.08
3	90031	撒播草籽	hm ²	20.65	3705.52	76518.99
合计						2622162.90

表 7-19 间接费估算表

项目名称: 连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿土地复垦				金额单位: 元
序号	工程项目	费基	费率 (%)	金额: 元
		(1)	(2)	(3)
1	土方工程	643338.87	5%	32166.94
2	石方工程	0.00	6%	0.00
3	砌体工程	0.00	5%	0.00
4	砼工程	0.00	6%	0.00
5	其他工程	1978824.03	5%	98941.20
合计		2622162.90		131108.15
说明: 表中 (4) = (2) × (3)。				

表 7-20 工程施工费估算表

项目名称：连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿土地复垦						金额单位： 元	
序号	单项名称	直接费		间接费	利润	税金	合计
		直接工程费	措施费				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	土方工程	643338.87	24446.88	32166.94	20998.58	23214.63	744165.91
2	石方工程	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	砌体工程	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	砼工程	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	其他工程	1978824.03	75195.31	98941.20	64588.82	71405.09	2288954.45
总计		2622162.90	99642.19	131108.15	85587.40	94619.72	3033120.36
说明	4、表中(7)=(2)+(3)+(4)+(5)+(6)。						

表 7-21 其他费用预算表

项目名称：连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿土地复垦				金额单位： 元
序号	费用名称	计算式	估算金额	各项费用占 其他费用的 比例
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		191086.58	41.02%
(1)	土地清查费	=工程施工费×0.5%	15165.60	3.26%
(2)	项目可行性研究费	=工程施工费×(5-0) / (500-0)	30331.20	6.51%
(3)	项目勘测费	=工程施工费×1.5%	45496.81	9.77%
(4)	项目设计与预算编制费	=工程施工费×(14-0) / 500-0)	84927.37	18.23%
(5)	项目招标代理费	=工程施工费×0.5%	15165.60	3.26%
2	工程监理费	=工程施工费×(12-0) / (500-0)	72794.89	15.63%
3	拆迁补偿费		0.00	0.00%
4	竣工验收费		117078.45	25.13%
(1)	工程复核费	=工程施工费×0.70%	21231.84	4.56%

(2)	工程验收费	=工程施工费×1.4%	42463.69	9.11%
(3)	项目决算编制与审计费	=工程施工费×1.0%	30331.20	6.51%
(4)	整理后土地重估与登记费	=工程施工费×0.65%	19715.28	4.23%
(5)	标识设定费	=工程施工费×0.11%	3336.43	0.72%
5	业主管理费	=工程施工费×2.8%	84927.37	18.23%
总计			465887.29	—

表 7-22 基本预备费预算表

项目名称: 连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿土地复垦						金额单位: 元
序号	费用名称	工程施工费	设备费用	其他费用	费率(%)	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	基本预备费	3033120.36	465887.29	0	10	349900.76
总计	—					349900.76

表 7-23 风险金预算表

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	设备费	监测费	管护费	费率(%)	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	(5)	(8)
1	风险金	3033120.36	465887.29	0	52200.00	352769.50	7%	273278.40
总计	—							273278.40

表 7-24 复垦总投资表（动态）

项目名称：连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿土地复垦 金额单位：元

序号	年度	静态投资	n	价差预备费	动态投资
1	第一年度	780262.9	1	0	780262.9
2	第二年度	780262.9	2	39013.1	819276.0
3	第三年度	780262.9	3	79976.9	860239.8
4	第四年度	780262.9	4	122988.9	903251.8
5	第五年度	780262.9	5	168151.5	948414.4
6	第六年度	121928.4	6	33686.6	155615.0
7	第七年度	121928.4	7	41467.3	163395.7
8	第八年度	121928.4	8	49637.1	171565.5
9	第九年度	121928.4	9	58215.4	180143.8
10	第十年度	121928.4	10	67222.6	189151.0
11	第十一年度	2700	11	1698.0	4398.0
12	第十二年度	2700	12	1917.9	4617.9
13	第十三年度	2700	13	2148.8	4848.8
14	第十四年度	2700	14	2391.3	5091.3
15	第十五年度	2700	15	2645.8	5345.8
16	第十六年度	2700	16	2913.1	5613.1
合计		4527156.3		674074.4	5201230.7

(三) 总投资估算

表 7-25 复垦总投资表

项目名称：连平县珠江矿业有限公司连平县锯板坑钨锡多金属矿土地复垦			金额单位：元	
序号	工程或费用名称	估算金额	比率	备注
一	工程施工费	3033120.36	67.00%	占静态投资比例
二	设备费	0.00	0.00%	占静态投资比例
三	其他费用	465887.29	10.29%	占静态投资比例
四	监测与管护费	404969.50		
(1)	复垦监测费	52200.00	1.15%	占静态投资比例
(2)	管护费	352769.50	7.79%	占静态投资比例
五	预备费	1297253.56		
(1)	基本预备费	349900.76	7.73%	占静态投资比例
(2)	风险金	273278.40	6.04%	占静态投资比例
(3)	价差预备费	674074.4		
六	静态总投资	4527156.3		
七	动态总投资	5201230.7		

(四) 复垦单元投资估算表

根据复垦责任范围包括废石场、尾矿库、地表岩移塌陷范围，其中塌陷范围预留风险金，本方案不做具体经费估算。

表 7-26 废石场复垦单元费用预算表

序号	定额编号	分项名称	估算计量 单位	估算工程量	综合单价	估算金额
			(1)	(2)	(3)	(4)
一		土壤购买、覆土工程				1454855.91
1	市场价	表土购买	100m ³	352.25	3000	1056750.00
2	10219	挖掘机挖装自卸汽车运土（运距0.5—1km）	100m ³	352.25	1130.18	398105.91
二		平整工程				245232.97
1	10309	场地平整	100m ³	117.41	522.15	61305.63
2	10309	推土机平土	100m ³	352.25	522.15	183927.34
三		植被恢复工程				889057.85
1	90007	栽植灌木	100 株	293.54	720.13	211386.96
2	90007	栽植藤本	100 株	880.63	720.13	634168.08
3	90031	撒播草籽	hm ²	11.74	3705.52	43502.80
四		监测工程				7800.00
1		土地损毁监测	年	16.00	300.00	4800.00
2		复垦植被监测	年	10.00	300.00	3000.00
五		管护工程				11740.00
1		种植灌木、播撒草籽		11.74	1000.00	11740.00
合计						2589146.72

表 7-27 尾矿库复垦单元复垦费用估算表

序号	定额编号	分项名称	估算计量 单位	估算工程量	综合单价	估算金额
			(1)	(2)	(3)	(4)
一		植被恢复工程				
1	90031	撒播草籽	hm ²	8.91	3705.52	33016.18
二		监测工程				
1		土地损毁监测	点·次	16.00	300.00	7800.00
2		复垦植被监测	点·次	10.00	300.00	4800.00
三		管护工程				
1		种植灌木、播撒草籽	hm ²	8.91	1000.00	8910.00
合计						49726.18

表 7-28 各阶段复垦工程费用预算表

阶段划分	工程内容和措施	计量单位	工程量	综合单价(元)	小计	合计(元)
第一阶段 (2019年-2023)	1、矿区土地复垦工程					2635662.90
	1) 废石场复垦					
	(1) 覆土					
	①购土	100m ³	352.25	3000	1056750	
	②挖掘机挖装自卸汽车运土	100m ³				
	(2) 平整	100m ³	469.66	522.15	245232.97	
	(3) 种植乔木、灌木	100 株	1174.17	720.13	845555.04	
	(4) 散播草籽	hm ²	11.74	3705.52	43502.80	
	2) 尾矿库复垦					
	(1) 散播草籽	hm ²	8.91	3705.52	33016.18	
	2、土地复垦监测和管护					
	1) 土地复垦监测					
	(1) 土地资源损毁监测	点·次	45	300.00	13500.00	
第二阶段 (2024年-2028)	1) 土地复垦监测					375269.50
	(1) 土地资源损毁监测	点·次	45	300.00	13500.00	
	(2) 植被恢复监测	点·次	30	300.00	9000.00	
	2) 土地复垦管护					
	(1) 种植灌木、散播草籽	hm ² ·次	70.55	1000.00	352769.50	
第三阶段 (2029年-2034)	1) 土地复垦监测					16200.00
	(1) 土地资源损毁监测	点·次	54	300.00	16200.00	

表 7-29 综合单价分析表

定额编号: 10309 74kw 推土机推土(一、二类土, 推土距离 70-80m) 计量单位: 100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	直接费	元		434.95	
1.1	直接工程费	元		426.43	
1.1.1	人工费			42.21	
(1)	甲类工	工日		154.00	0.00
(2)	乙类工	工日	0.3	134.00	40.20
(3)	其他费用	%	5		2.01
1.1.2	材料费			0.00	
1.1.3	施工机械使用费			384.22	
(1)	推土机 74kw	台班	0.51	717.49	365.92
(2)	其他费用	%	5		18.30
1.2	措施费	元		2.0%	8.53
2	间接费	元		5%	21.75
3	计划利润	元		3%	13.70
4	税金	元		10%	51.74
合计		元	—	—	522.15

定额编号: 90007 栽植乔木、灌木 计量单位: 100 株

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	直接费	元		599.87	
1.1	直接工程费	元		588.11	
1.1.1	人工费			202.01	
(1)	甲类工	工日		154.00	0.00
(2)	乙类工	工日	1.5	134.00	201.00
(3)	其他费用	%	0.50		1.01
1.1.2	材料费			386.10	
(1)	树苗	m ³	25.00	15.00	375.00
(2)	水	m ³	3.20	2.87	9.18
(3)	其他费用	%	0.50		1.92
1.1.3	施工机械使用费			0.00	
1.2	措施费	元		2.0%	11.76
2	间接费	元		5%	29.99
3	计划利润	元		3%	18.90
4	税金	元		10%	71.36
合计		元	—	—	720.13

定额编号: 90031 撒播草籽 (覆土) 计量单位: hm³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	直接费	元		3086.73	
1.1	直接工程费	元		3026.21	
1.1.1	人工费			1181.21	
(1)	甲类工	工日	0	154.00	0.00

(2)	乙类工	工日	8.6	134.00	1152.40
(3)	其他费用	%	2.50		28.81
1.1.2	材料费				1845.00
(1)	种籽	kg	30.00	60.00	1800.00
(9)	其他费用	%	2.50		45.00
1.1.3	施工机械使用费				
1.2	措施费	元		2.0%	60.52
2	间接费	元		5%	154.34
3	计划利润	元		3%	97.23
4	税金	元		10%	367.21
合计		元	—	—	3705.52

定额编号: 10219 1m³挖掘机挖装自卸汽车运土(运距 0.5—1km) 计量单位: 100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	直接费	元			941.45
1.1	直接工程费	元			922.99
1.1.1	人工费				85.70
(1)	甲类工	工日	0.1	154.00	15.40
(2)	乙类工	工日	0.5	134.00	67.00
(3)	其他费用	%	4		3.30
1.1.2	材料费				0.00
1.1.3	施工机械使用费				837.29
(1)	挖掘机、油动 1m ³	台班	0.22	955.21	210.15
(2)	推土机 59kw	台班	0.16	515.06	82.41
(3)	自卸汽车 5t	台班	1.39	368.73	512.53
(4)	其他费用	%	4		32.20
1.2	措施费	元		2.0%	18.46
2	间接费	元		5%	47.07
3	计划利润	元		3%	29.66
4	税金	元		10%	112.00
合计		元	—	—	1130.18

四、总费用汇总与年度安排

(一) 总费用构成与汇总

方案矿山地质环境保护与土地复垦总费用静态投资为 1130.37 万元，动态投资为 1409.62 万元。

其中矿山地质环境治理工程静态总投资 677.65 万元。其中工程施工费 326.48 万元；设备费 85 万元；其他费用 50.15 万元；监测费 128.54 万元；基本预备费 46.16 万元；风险金 41.31 万元；价差预备费 211.85 万元；动态总投资 889.5 万元。

本次复垦工程概算静态总投资为 452.72 万元，包括工程施工费 303.31 万元，其他费用 46.59 万元，监测费 5.22 万元，管护费 35.28 万元，基本预备费 34.99 万元，风险金为 27.33 万元，价差预备费 67.41 万元，复垦土地面积 70.55hm²，静态单位面积投资为 14616 元/亩(不计岩移塌陷范围)，动态总投资为 520.12 万元，动态亩均投资为 16792 元/亩。

表 7-30 矿山地质环境治理与土地复垦费用汇总表

序号	工程或费用名称	矿山地质环境治理 估算费用	土地复垦 估算费用	合计 (元)
一	工程施工费	3264827.31	3033120.36	6297947.67
二	设备费	850000.00	0.00	850000.00
三	其他费用	501477.48	465887.29	967364.77
四	监测费	1285440.00	52200.00	1337640.00
五	管护费	0.00	352769.50	352769.50
六	预备费	2993239.09	1297253.56	4290492.65
(1)	基本预备费	461630.48	349900.76	811531.24
(2)	风险金	413122.14	273278.40	686400.54
(3)	价差预备费	2118486.47	674074.4	2792560.87
七	静态总投资	6776497.40	4527156.31	11303653.71
八	动态总投资	8894983.88	5201230.7	14096214.58

(二) 近期年度经费安排

根据矿山地质环境治理和土地复垦工程部署和年度实施计划, 矿山地质环境治理与土地复垦工程经费按年度安排如下表:

表 7-31 年度费用安排表

年份	静态费用		
	矿山地质环境治理 静态费用	土地复垦静态 费用	小计(元)
2019	2626666.35	780262.86	3406929.21
2020	276655.40	780262.86	1056918.27
2021	276655.40	780262.86	1056918.27
2022	276655.40	780262.86	1056918.27
2023	276655.40	780262.86	1056918.27
2024	276655.40	121928.40	398583.80
2025	276655.40	121928.40	398583.80
2026	276655.40	121928.40	398583.80
2027	276655.40	121928.40	398583.80
2028	276655.40	121928.40	398583.80
2029	276655.40	2700.00	279355.40
2030	276655.40	2700.00	279355.40
2031	276655.40	2700.00	279355.40
2032	276655.40	2700.00	279355.40
2033	276655.40	2700.00	279355.40
2034	276655.40	2700.00	279355.40
合计	6776497.4	4527156.3	11303653.7

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

1、矿山地质环境保护与恢复治理组织保障

连平县珠江矿业有限公司是本矿山地质环境保护与恢复治理的法定责任人，并接受地方自然资源主管部门对矿山地质环境保护与恢复治理的工作的监管。矿山在法人组织下，将建立专职或兼职的管理机构，具体负责地质环境保护与恢复治理工作；要制定计划，明确目标，落实责任，定期或不定期组织监督部门及专家进行进度检查、质量检查，并进行竣工验收。

2、土地复垦组织保障

强有力组织机构，是完成方案实施的保证。矿山土地复垦工程是自筹资金的工程，按照《土地复垦条例》的规定，作为复垦责任人的连平县珠江矿业有限公司将严格按照相关资金管理制度、项目设计和相关标准开展各项工作，不随意变更和调整。作为实施单位，针对复垦方案，矿山企业成立复垦小组，强调责任心强，政策水平较高，懂专业的得力人员，具体负责本项目土地复垦的各项工作。同时成立土地复垦项目内部监督机制，审查复垦情况和资金使用情况，并定期向自然资源主管部门汇报各个阶段复垦情况和资金使用情况。

根据生产和建设特点，连平县珠江矿业有限公司将矿区土地复垦纳入本单位生产建设的年度计划，作为生产建设的一个环节，指定相关部门设专人负责这项工作，制定方案实施的目标责任制、检查、验收和考核的具体办法。

复垦方式采取矿方自行复垦，由自然资源主管部门负责监督。

二、技术保障

1、矿山地质环境保护与恢复治理技术保障

(1) 严格按照相关设计进行矿山生产。

(2) 搞好测量控制，自上而下实行分台阶开采，确保台阶高度、坡面角的预留符合设计的安全要求。

(3) 按照矿山地质环境保护与恢复治理方案的要求委托有关技术单位，有序地开展矿山地质环境恢复治理工作。

(4) 矿山地质环境监测工作将委托专业技术单位进行，矿山则应做好监测设施管理工作。

加强对矿山地质环境保护工作专职管理人员进行技术培训、参观学习，提高专职管理人员的技术水平。强化施工人员的矿山环境保护意识，提高施工人员的矿山环境保护技术水平，以确保矿山地质环境保护措施保质、保量、按期完成。

2、土地复垦技术保障

在复垦方案实施阶段，对各种复垦措施进行专项设计，实行设代制度，设计人员进入现场进行指导；选择施工经验丰富，技术力量强的施工单位，建设中尽量采用先进的施工手段和合法的施工工序；加强复垦技术培训工作，提高复垦的管理能力，在复垦方案实施后，要加强对其后期的管理工作，发挥复垦效益。

三、资金保障

（一）矿山地质环境保护与治理资金保障措施

连平县珠江矿业有限公司遵循按照国务院《关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》国发〔2017〕29号关于“将矿山环境治理恢复保证金调整为矿山环境治理恢复基金”的有关要求，成立矿山地质环境保护基金，将锯板坑矿山地质环境保护费用列入企业生产会计科目之中，保证资金的落实。遵循企业所有、政府监管、专户存储、专款专用的原则，绝不准许挪用矿山地质环境保护与恢复治理经费。

连平县珠江矿业有限公司高度重视矿山地质环境治理工作，将按相关方案制定的治理规划，分期分批把治理资金纳入每个年度预算之中，确保各项治理工作能落实到位。2013~2018 年度，矿山已缴纳 310.72 万元，矿山企业将继续预存资金，并提前一年至 2027 年预存全部费用，具体见表 8-1。

表 8-1 锯板坑矿山地质环境治理费用预存表（动态） 单位：万元

阶段	年份	矿山地质环境治理	预存额	阶段预存额
		动态费用		
前期	2013-2018		*****	*****
近期	2019	*****	*****	*****
	2020	*****	*****	
	2021	*****	*****	
	2022	*****	*****	
	2023	*****	*****	
中远期	2024	*****	*****	*****
	2025	*****	*****	
	2026	*****	*****	
	2027	*****	*****	
	2028	*****	*****	
	2029	*****	*****	
	2030	*****	*****	
	2031	*****	*****	
	2032	*****	*****	
	2033	*****	*****	
	2034	*****	*****	
合计		*****	*****	*****

（二）土地复垦资金保障措施

根据《土地复垦条例》的规定，土地复垦资金的投入以企业为主体，土地复垦费用必须受当地自然资源部门及其主管部门监管。通过制定复垦资金计提、存放、管理、使用和审计的保障措施，确保土地复垦所需资金及时足额筹措，安全存放，专款专用。

1、资金预存

矿山土地复垦静态总投资为 452.72 万元，土地复垦动态投资总额 520.12 万元，拟申请采矿证为 10 年，矿山截止至 2019 年，已产生的土地复垦预存 132.4 万元将结转，且大于本方案首次预存额的低限(不低于静态投资的 20%，即 90.54 万元)。为保证土地复垦义务的履行，矿山企业将继续预存复垦资金，并提前一年至 2027 年预存全部复垦费用，见表 8-2。

表 8-2 矿山土地复垦资金预存计划表（动态） 单位：万元

序号	年度	土地复垦动态投资（万元）	年度复垦费用预存额（万元）
0		前期预存结转	*****
1	2019	*****	*****
2	2020	*****	*****
3	2021	*****	*****
4	2022	*****	*****
5	2023	*****	*****
6	2024	*****	*****
7	2025	*****	*****
8	2026	*****	*****
9	2027	*****	*****
10	2028	*****	*****
11	2029	*****	*****
12	2030	*****	*****
13	2031	*****	*****
14	2032	*****	*****
15	2033	*****	*****
16	2034	*****	*****
合计		*****	*****

2、资金存放

目前就资金存放，县级地方自然资源主管部门、土地复垦义务人和其开户银行间达成三方协议，土地复垦义务人开户银行建立土地复垦资金专用账户，主管部门督促土地复垦义务人在每年的12月31日前将年度应计提土地复垦资金存入建立的土地复垦资金专用账户，三方达成协议进行约束，土地复垦义务人若未履行义务，银行可采取冻结土地复垦义务人账户的措施敦促土地复垦义务人履行义务。若账户没有足额资金，开户银行应及时通知自然资源主管部门，若开户银行未履行职责，自然资源主管部门有权要求银行承担相应的经济连带责任，国土资源主管部门责令土地复垦义务人限期预存。

3、资金管理

土地复垦义务人预存的土地复垦费用专项用于土地复垦，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用，县级以上地方人民政府国土资源主管部门有权加强对土地复垦义务人使用土地复垦费用的管理。土地复垦费的使用应由业主方向国土资源管理及有关部门提出申请，国土资源主管部门对土地复垦专项资金进行监督和管理，定期或不定期对专项资金的到位、使用情况进行审查，及时处理和纠正项目经费使用中的问题；同时，督促资金使用单位建立了规范有效的管理和内部控制

制度，制定专项资金使用“五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制进行审查和管理，并派出有资质的人员对施工现场进行踏勘和监督，确保专项资金达到其应有的使用效果。若发现不符合要求使用土地复垦费用的情况，国土资源主管部门有权要求开户银行依法或按照第三方协议冻结专项账户资金，督促土地复垦义务人返还截留、挤占、挪用的资金。

4、资金审计

土地复垦义务人应按年度对土地复垦资金使用情况进行内部审计，将审计结果于每年的 12 月 31 日前报送县级以上地方人民政府国土资源主管部门，县级以上政府国土资源主管部门应依据审计制度安排相关审计人员对土地复垦资金执行情况进行审计或复核。

四、监管保障

矿区土地占用和复垦规划实现三级监督管理：国土资源局，内莞镇，村委会。三级监管人员定期到矿山进行测量、评估和监督、检查。

矿山严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤的安排治理与复垦矿山资金的预算支出，定期向连平县国土资源局报告当年治理复垦情况接受主管部门对工程实施情况的监督检查，接受社会监督。

五、效益分析

（一）环境效益

《方案》实施后将大大改善矿区的地质与生态环境，大幅提高植被的覆盖率，同时，种植的乔、灌、草能起到很好的防风、固沙、涵养水源和保持水土的作用，为工程建设区的恢复创造良好的生态环境，环境效益显著。通过对周边地质环境和自然生态环境的保护，将进一步促进山更绿、水更清、天更蓝的生态环境效应，使矿山成为绿色环保矿业。

（二）经济效益

经济效益包括直接经济效益和间接经济效益。

1、直接经济效益

所采取的工程与生物措施的施工需要许多设备、材料和大量人员，这样可以扩大内需，增加消费、增加就业岗位，提高当地人民群众的收入，促进地区的发展具有较大的推动作用；矿山地质环境保护与土地复垦工程的直接经济效益主要

体现在通过恢复治理与土地复垦工程对土地的再利用带来的林业产值。本项目通过恢复治理后林地 61.641hm^2 。照林地 0.2 万元/ hm^2 的纯收入计算，每年可产生经济效益 12.3 万元，因此土地复垦具有一定的经济效益。矿山年利润近一个亿，本方案投入防治成本约 1400 万，其经济效益巨大。

2、间接经济效益

大自然赋予人类社会生存发展的资源除矿产资源外，还有空气、水和土地，如果只开发矿产资源，而浪费和破坏更具有全局的、长远的、潜在的更大价值的空气、水和土地资源，显然是求小失大，是经济效益的最大浪费，是暴殄天物。

实施矿山地质环境保护与土地复垦，在获得矿产资源效益的同时，又可以有效保护和持续利用水、空气和土地这三类资源，因此，它蕴藏着更大的经济效益。

本《方案》实施后，林地面积大量增加，有效改善了矿区的生态环境，起到保持水土、防灾减灾等方面的作用，降低企业在其它方面的开支，增加企业总体经济效益，这即为生态恢复的间接经济效益。

（三）社会效益

1、改善周边环境质量

本《方案》的实施，可大大改善矿区及周边地区的生态环境，减少因矿山生产、建设对矿区及周边地区的影响，提高矿山的地质环境质量。

2、促进当地稳定和发展

本《方案》实施可促进生态环境改善，资金的投入可促进当地国民经济的发展，对地方经济的发展、繁荣和稳定将起到积极的促进作用。

六、公众参与

在整个方案的编制中，我们依据公众全面、全程参与原则，采用了问卷调查、走访相关单位、召开座谈会等公众参与形式，有效的提高本方案的科学性、可操作性和社会性（见照片 8-1）。

照片 8-1 公众参与照片

1、方案编制前——向村民发放调查问卷

锯板坑钨锡多金属矿项目区周边村民居住较少，但矿山恢复治理及矿山土地复垦工作实施关系到周边村民切身利益，村民祖祖辈辈生活在附件，对项目区土壤的性质、矿区适应植被情况十分熟悉。在矿山地质环境保护与土地复垦方案编制前，我们有针对性地制作“矿山地质环境保护与土地复垦项目情况调查问卷”（如表 8-2）。

表 8-2 锯板坑钨锡多金属矿土地复垦项目调查问卷

锯板坑钨锡多金属矿在矿山地质环境保护与土地复垦项目调查问卷			
被调查人：		所属村（村民组）：	调查时间：
1、您认为有没有必要进行锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦方案？（ ）			
A: 有必要	B: 没有必要	C: 无所谓	D: 不清楚
2、锯板坑钨锡多金属矿开采对您的生产生活影响严重吗？（ ）			
A: 影响很大	B: 有影响	C: 没有影响	D: 不清楚
3、您认为进行锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦后，会不会改善您以后的生产生活环境？（ ）			
A: 会	B: 不会	C: 很难讲	D: 不清楚
4、您了解矿山地质环境保护与土地复垦工作吗？（ ）			
A: 了解	B: 知道一点	C: 不了解	D: /
5、如果实施群众参与矿山地质环境保护与土地复垦工作机制，您会参加吗？（ ）			
A: 会	B: 看情况	C: 不会	D: /
6、您认为废石场、尾矿库污染对当地生态影响严重吗？（ ）			
A: 严重	B: 有影响	C: 没有影响	D: 不清楚
7、您认为锯板坑钨锡多金属矿有没有复垦的价值（ ）			
A: 有	B: 没有	C: 不清楚	D: /
8、您认矿山尾矿库哪种复垦方向最好（ ）			
A: 园地	B: 林地	C: 草地	D: 保留原状
9、您认为废石场那种复垦方向最好（ ）			
A: 耕地	B: 园地	C: 草地	D: 保留原状
10、您认为锯板坑钨锡多金属矿除生活区外那哪种复垦方向最好（ ）			
A: 耕地	B: 林地	C: 草地	D: 保留原状

本方案调查问卷采用即发即收的形式，调查问卷主要针对矿山项目区周边内莞镇桃坪村村民。本次调查共发放问卷 60 份，收回 55 份，有效的调查问卷为 51 份。经过对调查内容的统计与分析，具体情况如表 8-3。

表 8-3 村民问卷调查情况统计表

问 题	问卷调查统计内容								
共发放 60 份，收回 55 份，占总数的 91.66%；有效问卷 51 分，占总数的 85%。									
1、您认为有没有必要进行锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦方案？	有必 要	51	100 %	无必 要	0	0%	不清 楚	0	0%
2、锯板坑钨锡多金属矿开采对您的生产生活影响严重吗？	有影 响	49	96%	无影 响	2	4%	不清 楚	0	0%
3、您认为进行锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦后，会不会改善您以后的生产生活环境？	会改 善	48	94%	不会 改善	1	2%	不清 楚	2	4%
4、您了解矿山地质环境保护与土地复垦工作吗？	了解	21	41%	不了 解	18	35%	不清 楚	12	24%
5、如果实施群众参与矿山地质环境保护与土地复垦工作机制，您会参加吗？	会	16	31%	看情 况	10	20%	不会	25	49%
6、您认为废石场、尾矿库污染对当地生态影响严重吗？	严 重	44	86%	有影 响	3	6%	不清 楚	4	8%
7、您认为锯板坑钨锡多金属矿有没有复垦的价值	有	38	75%	没有	7	14%	不清 楚	6	11%
8、您认矿山尾矿库哪种复垦方向最好	林地	33	65%	林地 草地	12	24%	保持 原状	6	11%
9、您认为废石场哪种复垦方向最好	林地	32	63%	园地	4	8%	草地	15	29%
10、您认为锯板坑钨锡多金属矿除生活区外那哪种复垦方向最好	耕地	0	0%	林地	29	57%	草地	22	43%

通过对村民问卷调查情况的统计分析，发现矿山周边村民普遍对锯板坑钨锡多金属矿在矿山地质环境保护与土地复垦持支持态度，94%的村民认为土地复垦项目实施后，可有效改善村民的生活环境；在对矿山综合开发的意见中，有 75% 的村民持支持态度；对尾矿库、废石场复垦方向的选择中，大多数村民选择林、草地，以上村民的意见均作为本方案编制的主要思路予以考虑。

2、方案编制前——向相关单位征求意见

在向当地的国土、林业、环保、当地政府等部门征求意见时，因为各个单位情况不一，且各自关心的问题也不尽相同，我们就采用了走访的形式征求他们对矿山复垦的意见。在走访的过程中，各个单位有针对性地向我们提出了宝贵的意见和建议，在方案的编制中，我们有针对性的采纳了他们的意见和建议。以下是我们对采纳的意见进行梳理，具体情况如下：

- 1) 自然资源部门意见：锯板坑钨锡多金属矿项目区面积较大，复垦设计时

应与省、市土地总体规划相统一，复垦方案不得违背土地利用总体规划。我们在前期资料收集时，重点将土地利用总体规划作为编制要件，编制时确保复垦设计符合规划。

2) 林业部门意见：在林业部门征求意见时，我们向林业部门咨询锯板坑钨锡多金属矿林地复垦区适用的树种时，他们根据锯板坑钨锡多金属矿整个项目区土地、土壤及树种情况，推荐采用项目区较易存活树种——南方松。此意见在方案编制中予以采用，在林地的复垦中，我们将南方松作为主选树种。

3) 当地政府意见：我们在向当地政府咨询时，他们的态度明确，要求锯板坑钨锡多金属矿复垦项目不仅仅是做成一个生态恢复工程，还应进行综合利用，形成生态公园。

4) 环保部门意见：环保部门主要侧重于尾矿库、选矿厂废水、尾矿砂中重金属对周边土地的污染情况，他们建议矿山需要加大矿山污染的治理力度，减少矿山开采对周边环境的影响。此意见我们在预防控制措施中有针对性的落实。

3、方案初稿形成后——相互交流

锯板坑钨锡多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦方案初稿完成后，为做到方案设计符合实际，编制项目组在矿山邀请连平县国土资源局代表、内莞镇桃坪村村委会等相关人员召开项目讨论会。在会议前，我们将方案的初稿提前发放至各与会代表手中，让他们有更多的时间了解整个方案。会议采用相互讨论、交流的方式进行，与会代表均针对各自较为关心的问题提出了不少建议和意见，我们针对这些意见和建议进行了认真的修改。以下是与会代表提出有利于方案改进，并被吸纳的意见。

1) 国土局提出：①本方案编制应与矿山已编制的环境保护与综合治理方案衔接起来，便于今后在矿山关闭后实施统一治理，减少矿山企业重复投入；②方案中的土地利用现状图需要采用最新二调图件；③复垦工作计划应实施分阶段复垦。

2) 桃坪村提出：①方案应补充矿山征用村委会的租用协议；②复垦后场地的权属问题；③矿山选矿对周边的林地影响严重，今后矿山尾矿库废水应经过处理才能排放。

4、矿山地质环境保护与复垦方案实施时——村民共同参与

在方案开始实施时，施工方在施工人员招募时，可优先考虑项目区周边村民。因为当地村民最熟悉、了解项目区土地的特性，且项目实施后仍会交付他们管护、使用，这就使村民更有积极性的完成好项目区的复垦工作，提高复垦质量，也可增加村民收入。

5、矿山地质环境保护与土地复垦项目验收时——村民参与

当地村民是该项目最直接的受益人，他们最关心矿山地质环境保护与土地复垦项目的质量问题，恢复治理工程是否能有效的防止地质灾害，全民参与项目的监理、验收，是避免工程偷工减料，是提高项目质量的有效手段。

- 1) 矿山地质环境保护与土地复垦实施单位应将资金的使用情况定期向公众公布，接受公众的监督；
- 2) 公众有权力监督复垦及恢复治理责任单位按照方案制定的计划组织落实复垦及治理工作，确保工程的进度、质量；
- 3) 对没有按照方案制定的措施实施恢复治理及复垦的行为，公众可向相关的监管部门举报。

第九章 结论与建议

一、结论

1、方案服务年限

本项目为在生产矿山，采用地下开采方式，矿山拟延续采矿证服务年限为 10 年。矿山地质环境保护与土地复垦方案服务年限为 16 年（2019 年~2034 年），本方案适用年限为 5 年，即 2019 年至 2023 年。

2、评估级别和范围

锯板坑多金属矿为小型矿山，评估区重要程度为重要区，矿山地质环境条件复杂程度为复杂。该矿山地质环境影响评估精度为一级。评估区总面积为 164.81hm²。

3、现状评估和预测评估结论

现状评估矿山开采活动引发地质灾害为较严重，对含水层影响程度为较严重，对地形地貌影响程度为严重，对水土环境污染影响程度为较严重。

预测评估开采活动引发或加剧的地质灾害为较严重，开采对地下水含水层影响程度为较严重，对地形地貌影响程度为较严重，对水土环境污染的影响程度为较轻。

4、矿山土地损毁评估

根据对矿山损毁土地情况的分析，矿山已损毁土地 36.50hm²，拟损毁土地 49.9hm²，损毁程度为轻度—重度，复垦责任范围为 70.55hm²。

5、地质环境保护与治理恢复分区

综合评估将评估区分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区：其中重点防治区划分为2个亚区，分别为尾矿库I-1、废石场I-2；次重点防治区划分为4个亚区，分别为地下开采、地表岩移范围及老井口工业场地区域II-1、选矿工业场地II-2、运输工业场地II-3、矿山道路II-4。

6、地质环境保护与土地复垦工程

矿山地质环境治理与土地复垦主要包括工程措施、生物措施、监测措施、管护措施。

1) 地质环境治理工程

对开采岩移塌陷范围设立警示工程，在废石场下方修建挡石墙和上游设置截

排水工程。建立监测系统，开展边坡崩塌、地形地貌、含水层、水土环境污染等矿山地质环境监测工程。

2) 土地复垦工程

对废石场、尾矿库等损毁区域实施土壤重构和植被重建，恢复损毁土地地形地貌。开展损毁土地和土地复垦效果监测及土地复垦管护。

7、地质环境保护与土地复垦经费估算

方案矿山地质环境保护与土地复垦总费用静态投资为 1130.37 万元，动态投资为 1409.62 万元。

其中矿山地质环境治理工程静态总投资 677.65 万元。其中工程施工费 326.48 万元；设备费 85 万元；其他费用 50.15 万元；监测费 128.54 万元；基本预备费 46.16 万元；风险金 41.31 万元；价差预备费 211.85 万元；动态总投资 889.5 万元。

本次复垦工程概算静态总投资为 452.72 万元，包括工程施工费 303.31 万元，其他费用 46.59 万元，监测费 5.22 万元，管护费 35.28 万元，基本预备费 34.99 万元，风险金为 27.33 万元，价差预备费 67.41 万元，复垦土地面积 70.55hm^2 ，静态单位面积投资为 14616 元/亩(不计岩移塌陷范围)，动态总投资为 520.12 万元，动态亩均投资为 16792 元/亩。

二、建议

1、本方案主要是对矿山地质环境问题及土地损毁情况提出预防和治理措施，根据方案提出的要求，矿山应认真组织实施，分期分阶段做好本矿山地质环境保护与恢复治理以及土地复垦的勘查、设计、治理等工作。

2、矿山地处中亚热带气候区，雨季降雨量大，暴雨或持续强降雨天气频繁，应着力加强废石场、运输工业场地边坡、尾矿库坝体等稳定性的查勘与监测，制定好预警和有效防治措施，发现险情及时撤离人员和设备，并及时采取应急处理措施，防止对矿山本身和矿山周边造成直接或间接的影响。

3、本《方案》是实施保护、监测、恢复治理及土地复垦的技术依据之一，不代替相关工程勘查、治理设计。各项措施工程的施工图设计和各措施项目的施工组织设计，矿山还应聘请专业技术人员编制。

4、矿山应加强对矿区周边地质环境的管理，加强对各滑坡及隐患点地质灾

害点的监测与巡查，加强截排水系统和监测点的日常检查工作，发现问题迅速整改，根据实际情况增加相应防治措施，做到动态设计及信息化施工。委托有资质的单位进行监测、监测数据处理汇交。

5、矿山闭坑后，严格按照当地的土地利用总体规划进行恢复治理及土地复垦工作。

二、监督管理要求

1、采矿权人从接受本《方案》开始，应立即组建专业机构，将矿山地质环境保护及土地复垦与正常生产经营纳入统一议事日程，协调共进，同步发展。

2、要制定并逐步健全各项责任制度，落实到部门，管理到人头。矿山开采过程中发生相关地质环境问题应及时向当地自然资源主管部门汇报。

3、重视地质环境监测工作，全面配备仪器设施，安排专人专责实施。

4、矿山在恢复治理阶段接受地方自然资源管理部门、环保部门、农林水利部门和当地行政村的共同监管。

5、应立即落实地质环境保护与恢复治理及土地复垦工作的专项资金。