

矿山地质环境影响评估与评估报告书编制

作者：张洪波

前 言.....	3
一、评估任务由来.....	3
二、评估工作的依据.....	3
三、评估目的、任务.....	3
第一章 矿山开发和规划工作概述.....	5
一、矿山位置条件.....	5
二、矿山开发和规划概况.....	5
三、工程工作程度.....	6
四、工作方法及完成的工作量.....	6
五、评估范围与评估级别的确定.....	6
附 1 矿山资料收集与实地调查工作要求.....	6
第二章 矿山地质环境条件.....	9
一、气象水文.....	9
二、地形地貌.....	9
三、地层岩性及岩浆岩.....	9
四、地质构造.....	9
五、工程地质条件.....	10
六、水文地质条件.....	10
七、矿山开发及其他人类工程活动对地质环境影响.....	10
附 2 矿山地质环境类型特征及条件分析.....	11
第三章 矿山地质环境现状评估.....	19
一、矿山土地资源与地貌景观现状评估：.....	19
二、矿山水资源环境现状评估：.....	19
三、矿山地质灾害现状评估：.....	19
四、综合分析归纳现状评估结果：.....	20
附 3 矿山地质环境现状专项评估.....	20
第四章 矿山地质环境预测评估.....	34
一、矿山工程地质环境预测评估.....	34
二、评估区水土资源环境地貌景观预测评估.....	35
三、综合分析归纳专项评估.....	35
第五章 矿山地质环境影响综合分区评估.....	36
一、矿山地质环境影响特征（分布范围、类型、程度）.....	36
二、矿山地质环境（含地质灾害）影响综合评估原则与量化指标的确定.....	36
三、矿山地质环境影响程度分区评估.....	36
四、地质环境对矿山开发适宜性分区评估.....	36
附 5 矿山地质环境影响综合评估基本要求.....	36
第六章 矿山地质环境保护与生态恢复治理.....	39
第七章 结论与建议.....	41

前 言

一、评估任务由来

二、评估工作的依据

《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号）

《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发[2004]69 号）

《河北省地质环境管理条例》（河北省人大常委会第 15 号公告）

《河北省国土资源厅关于印发“河北省绿色矿山建设实施方案”的通知》（冀国土资环[2003]32 号）

《河北省国土资源厅关于进一步落实“河北省绿色矿山建设实施方案”的通知》（冀国土资矿字[2003]302 号）

《河北省国土资源厅关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（冀国土资矿字[2004]24 号）

《河北省国土资源厅关于规范地质灾害危险性评估工作的通知》（冀国土资发[2004]36 号）

三、评估目的、任务

评估目的：

矿山地质环境影响评估是矿山地质环境保护和规范化管理的重

要手段之一，是实施矿山地质环境影响评估报告书（表）审批和矿山地质环境监督管理的技术工作依据，并为矿山地质环境保护和矿山生态恢复重建提供科学依据。

主要任务：

1. 通过收集资料和实地调查，掌握矿山建设方案或设计，查明矿山地质环境条件和现状。
2. 评估矿山开发对地质环境影响破坏程度和矿山工程活动引发、可能遭受的地质灾害危险性及危害。
3. 评估地质环境对矿山开发的适宜性。
4. 评定“矿山地质环境保护与生态恢复治理规划方案”的合理性、可行性，提出有针对性、可操作性的保护防治措施和工作建议。

第一章 矿山开发和规划工作概述

一、矿山位置条件

矿山所处行政区地理位置、地理坐标，周围交通及基础设施、城、镇、乡、村、工矿企业的分布，土地类型及土地利用等。

二、矿山开发和规划概况

1. 矿山类型，矿区范围与面积，矿山建设规模（矿区面积是指矿界范围之内在地形图上投影的平面面积）。

2. 矿山开采设计方案或矿山开发规划方案

矿山开采工程类型、规模、布局，包括露天采场境界和地下采区、选矿厂、尾矿库（坝）、排土石场、尾矿输运管线、污水处理设施、简易运输矿路、供水工程、炸药库、工业场地（管理区）、生活区等。

矿山开采方式、开采顺序、首采区，露天采场和地下采区工程要素，开拓运输系统及外部运输；采选方法和生产工艺流程，矿山废渣、废水、粉尘的排放处理方式方法；矿山生产服务年限。

3. 矿山开发历史与现状

建矿时间、矿山开发进程阶段（新建矿山、改扩建矿山、生产矿山、闭坑矿山等不同）的状况，开采区层位、开采范围、开采深度（开

采水平)、实际生产能力(指上年或前几年平均生产能力),采空区(应包括范围、面积、累计厚度,多矿层(体)结构及埋藏深度),矿山闭坑年限。

三、工程工作程度

评述矿山勘查阶段、矿山设计阶段、矿山生产阶段完成的矿山地质工作成果及工作程度。

四、工作方法及完成的工作量

五、评估范围与评估级别的确定

评估区范围按“矿山地质环境影响评估技术要求”确定,对于岩溶充水大水矿区和孔隙水大水矿区,矿坑疏排水对区域地下水系统影响范围大,应包括对地下水、地表水影响严重区和影响对象的分布范围。评估区范围应包括影响到的平面范围和深度范围。

评估级别的确定,不仅依据矿山建设规模、矿山地质环境条件复杂程度,还应考虑采矿方式、方法对地质环境扰动破坏的程度,对于不具备科学规范开采条件粗放型开采的矿山,应提升评估级别。

附 1 矿山资料收集与实地调查工作要求

1.1 资料收集

1.1.1 矿区地质环境条件与成果

- 矿区矿产资源普查、勘探及矿床水文地质、工程地质勘探资

料与成果；

- 矿山专题性地质资料与生产资料科研成果（针对存在和潜在的矿山环境地质问题，在矿山设计、基建、生产阶段开展的专项调查或勘查研究成果。）

1.1.2 矿山开发和环境保护资料与成果

- 矿产资源开发利用方案；
- 矿山可行性研究报告；
- 矿山开采设计方案或矿山开发规划方案；
- 矿山地质环境保护与生态恢复治理成果。

1.2 实地调查

1.2.1 矿山地质环境调查内容

- 地质环境条件及矿区周围环境；
- 矿山工程类型、布局、规模、生产工艺、开采历史和现状，服务年限；
- 矿山环境地质问题。

1.2.2 矿山地质环境调查方法

- 调查点线控制密度应满足评估精度要求，调查范围应大于评估区范围，点线布置应控制评估区地质环境特征和矿山工程场地；
- 必须有相应的实物工作量控制，原则上不动钻探工程，以调查为主，根据需要可投入少量物探、槽探、钻探等工作量；
- 调查点应详细记录、描述，重要调查点应有素描图、平（剖）

面图、录像、照片等，调查路线应作沿途描述；调查点线内容需在野外标绘在工作底图上，填写矿山地质环境调查卡片；

- 工作底图采用最新地形图和矿区地质图，比例尺一般为 1:5000—1:50000。

1.3 调查结果验收与复核

评估承担单位应对调查结果（实地调查资料齐备程度及其完整性、可靠性等）进行认真地检查和验收，发现问题及时补做工作，并组织有关人员实地复核，确保调查结果真实、准确、到位。

第二章 矿山地质环境条件

一、气象水文

二、地形地貌

评估区所处地貌单元的位置，地形微地貌形态特征，特别是与矿山工程有关的微地貌特征；评估区及周围可开发利用的地貌景观资源；土地类型及植被情况。

三、地层岩性及岩浆岩

概略介绍矿区区域地层岩性和岩浆岩、变质岩的分布；详细阐述评估区地层层序、厚度、岩性、产状、相互接触关系，含矿岩系中的含矿层位及其走向、倾向变化规律，矿层（体）产状、形态特征及空间分布；岩浆岩的种类、产状、规模和分布范围，特别是成矿后期对矿体（层）和围岩造成的破坏的岩浆岩；阐述与成矿变质作用和围岩蚀变有关的变质岩类型、特征、分布情况。

四、地质构造

概略介绍矿区区域地质构造位置、特征；详细阐述评估区基本构造形态，褶皱、断裂破碎带的性质、特征、产状、规模、分布情况与

矿山工程场地的关系，重点是活动断裂。

五、工程地质条件

阐述评估区岩土体结构类型及特征，矿层（体）顶底板围岩的稳固性；构造破碎带及小构造发育分布情况，重点是切穿矿床破坏围岩稳定性的断裂；软弱岩层及软弱夹层的岩性、厚度、层位、分布；矿床围岩蚀变带分布、种类与特征（与岩浆活动有关的矿床中，矿床与围岩之间常分布有宽度不一的蚀变带，是影响围岩稳定性的薄弱带）；风化带厚度、风化程度、分布及随地形的起伏变化；构造破碎带、围岩蚀变带、风化裂隙带三带组合关系。残坡积层岩性、岩性厚度、第四系覆盖层岩性厚度变化及特殊土发育分布特征。

六、水文地质条件

阐述评估区所处区域水文地质单元的位置，水文地质结构特征，矿层（体）位于当地侵蚀基准面的位置，矿层（体）顶底板围岩隔水性（岩性、厚度及稳定性），矿床的进水与隔水（阻水）边界条件，补、径、排条件和充水条件；老窿、老峒和岩溶裂隙的充填情况，断裂构造与破碎带的含水性、导水性，地表水体分布与地下水的水力联系。

七、矿山开发及其他人类工程活动对地质环境影响

阐述本矿山开发、周围矿山开发及其他人类工程活动对评估区地质环境影响，曾发生的矿山环境地质问题（含地质灾害）。

附 2 矿山地质环境类型特征及条件分析

2.1 块状岩类为主裂隙含水层充水矿床地质环境特征

矿床围岩主要为岩浆岩、正变质岩及厚层沉积岩等坚硬的岩石，多为金属矿。如分布在迁安、迁西、遵化、滦县、青龙、兴隆、宽城、滦平等地的太古界沉积变质型（鞍山式）铁矿；分布在承德双滦区、承德县、滦平、隆化等地的燕山期侵入岩与火山岩类型中的岩浆型（大庙式）钒钛磁铁矿以及金矿等金属矿。首钢迁安铁矿和迁西金厂峪金矿是该类型典型矿山，是我国十大铁矿十大金矿之一。

2.1.1 矿床围岩岩石坚硬、单一、强度大、岩体完整，矿床围岩变形破坏弱，自撑力强，开采扰动后稳定性较好。岩浆岩类与变质岩类矿床，围岩岩石经过结晶或重结晶，具有一定的结构连接，岩块及岩体强度较高。矿层（体）开采后，在较短时间内围岩中的应力能达到平衡状态，露天采场边坡稳定性和地下开采巷道、采区顶底板稳固性较好，变形破坏少。

2.1.2 围岩变形破坏受构造结构面控制，构造破碎带（断层带、节理裂隙带）蚀变带和风化带使围岩稳固性降低。矿山开发露采边坡失稳、滑移变形，地下采掘井巷易变形破坏。

- 断裂破碎带：规模、性质产状、充填胶结程度分布及活动性，特别是切穿矿床或影响工程场地稳定性的活动断裂。
- 节理裂隙带：节理组数、规模、延展性、产状、充填程度、

空间分布、组合关系，对岩体结构破坏程度。

- 围岩蚀变带：在与各种岩浆活动有关的矿床中，矿床与围岩之间常分布有蚀变带，蚀变带两侧节理裂隙发育，并伴有绿泥石化、纤维状化、蛇纹石化、滑石化、绢云母化及高岭土化等蚀变作用，在水的作用下，易软化、泥化、抗剪强度降低，成为矿山开采的软弱结构面，围岩稳定固性变差。
- 矿区表层风化带：岩性、风化程度、厚度、（特别是全风化、强风化的厚度），风化带随地形变化呈波状起伏变化，断裂或蚀变带往往成为地下水活动通道或滞水地带，形成风化深槽，尤其在断裂交汇部位，这种不规则袋状或囊状风化深槽可达几十米、上百米。影响边坡及井巷稳定性。如司家营铁矿（南区）黑云母斜长变粒岩全风化带平均厚度 23.17 米，强风化带平均厚度 44.68 米。花岗岩及粗粒大理岩等岩石风化后成为散粒结构。

2.1.3 矿床与区域地下水一般水力联系弱，富水性差，矿床开采后裂隙充水条件差。少数水头压力高的矿床中，地下水沿断裂破碎带和蚀变带突破顶底板涌入坑道，形成矿坑突水灾害。

2.1.4 于岩浆活动成矿有关的金属矿床和围岩中，常会含有对人体和环境有毒有害组分，如重金属等，矿山开发排放的废水、废渣、废气成为矿山环境污染源。

2.1.5 地质采矿条件分析重点是构造破碎带、围岩蚀变带、风化裂隙带与采矿工程的接触关系及其稳固性与隔水性。

第四系覆盖下块状岩类为主孔隙含水层充水矿床地质环境特征

该类矿山地质环境具有块状岩类为主矿床和松散岩类为主矿床围岩的地质环境特征，由于矿床多位于河谷、河谷平原和山前冲洪积平原，第四系沉积发育，水文地质结构复杂，富水性强，第四系孔隙水成为矿坑充水主要水源，矿坑充水对采矿构成威胁，影响破坏区域地下水系统。如滦县司家营铁矿南区、大贾庄铁矿和马城铁矿，均属孔隙水充水大矿床，《河北省矿产资源总体规划（2000—2010年）》中列为限采区。

2.2 层状岩类为主裂隙含水层充水矿床地质环境特征

该类矿床主要分布沉积岩、沉积岩型火山岩及变质岩地区，矿种多、规模大，以沉积铁矿、锰矿、非金属及建材矿产为主。围岩以碎屑岩、层状岩火山岩及成层状变质岩为主，岩体结构为层状碎裂结构。如分布在宣化、赤城、怀来等地，产于蓟县系的沉积型（宣龙式）赤铁矿，坝上地区张北煤矿玄武岩层状裂隙孔洞层型的煤矿（喷发间断或古风化壳）。少数石炭二迭系和侏罗系下统煤层底板虽然是奥陶系、寒武系碳酸盐岩，但岩溶裂隙不发育，充水条件差，矿坑涌水量小，仍具有层状岩类为主裂隙充水矿床地质环境特点。

2.2.1 矿床围岩岩体结构为层状、层状碎裂结构，岩体各项异性，岩层组合复杂，岩石强度变化大。矿床开采后，露采场区边坡稳定性和地下开采井巷的稳定性差异大。

2.2.2 矿床围岩变形破坏主要受岩体中层间软弱面、软弱夹层、构造破碎带及层间错动面控制。软弱层（主要是含蒙脱石的粘土质岩类）在围岩中的分布及发育程度，是该类矿床开采中的不稳定因素，主要环境地质问题多发生在软弱层位和软弱结构面。有的软弱层直接成矿，如高山岭土矿、膨润土矿等，遇水膨胀、软化、崩解，属不稳定层位。

2.2.3 地形、微地貌形态与岩层产状不同的组合，对矿床围岩稳定性和山体斜坡稳定性影响大，应注意坡向与软弱结构面关系的调查研究。软硬岩层组成的露采边坡在矿床开采中不稳定；陡边坡山体软硬岩层相间，不利的结构面组合，易形成危岩体，产生崩塌、滑坡、泥石流等灾害。

2.2.4 水文地质结构为双层、多层结构，碎屑岩往往形成多层含（隔）水层相间的复杂水文地质结构。当矿床顶底板存在不易疏干的含水层，且顶板有软弱隔水层组成，或者存在与上覆含水层有水力联系的导水通道，在地下水渗透作用下，易软化、泥化，矿坑疏干排水后形成较高的残余水头，影响露采边坡的稳定性；地下开采中易形成矿坑突水、突泥、井巷变形和地面变形破坏。

2.3 可溶岩类岩溶含水层充水矿床地质环境特征

矿床及围岩以碳酸盐岩为主，次为硫酸盐、盐岩类，我省碳酸盐类（石灰石、大理石等）、硫酸盐岩类（石膏）可直接构成建材、化工用矿山。分布在燕山南麓—太行山东麓石炭二叠系含煤煤田（开滦矿区、峰峰矿区等），分布在燕山褶皱带核部侏罗系下统（主要是下

花园组)含煤煤田(蔚县煤矿区、三河煤矿区、柳江煤矿区、下花园煤矿区、平泉杨树岭煤矿区等),矿床和覆岩为层状结构,具有层状岩类裂隙含水层充水地质环境特征。由于含煤构造底部或周围多为奥陶系、寒武系以及中上元古界碳酸盐岩,以岩溶裂隙含水层充水为主,水文地质条件复杂化,故划为可溶岩类含水层充水矿床地质环境类型。矽卡岩型铁矿分布在邯邢地区武安、涉县、沙河以及涞源、易县等地,矿体赋存于闪长岩类与奥陶系灰岩接触带,矿床顶板为奥陶系马家沟组灰岩,虽然闪长岩属块状岩类,由于矿山开发主要是奥陶系岩溶水充水,故划为可溶岩类岩溶含水层充水矿床地质环境类型(矽卡岩型铁矿主要是岩浆岩,多为闪长岩、辉长岩或花岗岩类,侵入奥陶系中同灰岩接触交代形成,铁矿顶板围岩是厚层灰岩,底板是岩浆岩)。

该类型地质环境特征除具有层状岩类裂隙含水层充水矿床地质环境一般特征外,还有以下特征:

2.3.1 矿床围岩稳固性受岩溶裂隙、蚀变带、构造破碎带在空间分布和发育程度的不均一性控制,第四系覆盖层和软弱层的分布、厚度、岩性结构等,使矿山地质环境条件复杂化化裸露型岩溶裂隙不发育的完整岩体力学强度大,稳固性较好,矿山开采中巷道不易变形,边坡不易失稳;岩溶裂隙发育带、围岩蚀变带、构造破碎带破坏了总体的完整性,成为矿山开采充水通道,是矿山开发不稳定区和地质灾害隐患区(带);覆盖型岩溶区第四系覆盖层和风化残积层的厚度、岩性、结构特征,是影响采矿和矿山工程地基稳定的基础条件。

2.3.2 岩溶充水矿区水文地质条件比较复杂，岩溶水空间分布不均一，受构造破碎带、岩溶裂隙带控制形成岩溶水集中迳流带。岩溶水大水矿区（开滦煤矿区、峰峰煤矿区、邯邢煤矿区、蔚县煤矿区）与区域岩溶水系统水力联系密切，同一岩溶系统内的岩溶水位动态呈同步、等幅、面状变化。

2.3.3 矿山开发主要是水文地质问题，矿坑涌水量大、突水严重、灾害危险性大，对区域岩溶水系统水资源环境影响破坏严重。开滦矿区、峰峰矿区、邯邢矿区等大水矿区，矿山开采所引发生重大突水灾害，（以开滦范各庄矿为例），危害严重。黑龙洞泉域岩溶水系统受峰峰煤矿疏排水影响和百泉泉域岩溶水系统受邯邢煤矿疏排水影响，地下水位强烈下降，泉水断流，使岩溶水系统水资源受到严重破坏。峰峰煤田石炭系下三层煤和位于岩溶水集中迳流带的沙河中关铁矿，矿山开发受岩溶水威胁，对区域岩溶水资源环境影响大，在《河北省矿产资源总体规划（2000—2010年）》中列入限采区，至今未解限。

2.3.4 矿坑突水、排水多次造成覆盖型浅埋岩溶区岩溶塌陷。开滦煤矿多次发生矿坑突水，岩溶水位强烈下降引发岩溶坍塌。1914年6月7日唐山矿西北井矿坑突水引起陡河雷庄段河床塌陷，河水成漩涡状下泄涌入矿坑；1920年唐山矿三号断层突水淹矿引发西北井坍塌；1954年12月5日林西矿坑突水引起2处岩溶塌陷；1976年唐山7.8级地震引发古冶区南沙河河谷地区形成塌陷群；1984年范各庄矿突水，彭家塔坨至林西机厂条带出现17个塌陷坑，直径10—20m，坑深3—10m。塌陷区第四系覆盖层厚度5—60m，受地下水渗透潜蚀

和真空吸蚀影响。

2.3.5 地下开采矿层（体）被采出后，采场（井筒、巷道、峒室、采空区）周围岩石产生应力重新分布，使上覆岩体产生变形、位移和破坏，使上覆岩体产生孔隙水压力的变化与消散，含水层的渗透发生改变，但采空区面积到一定范围后，形成地表塌陷。开滦煤矿、峰峰煤矿、邯邢煤矿等矿区采空塌陷使土地资源和地面建筑设施受到破坏。

2.3.6 硫酸盐类（石膏）矿床由于在封闭条件下形成，有较厚的隔水顶板、底板，地质构造不发育，围岩以碎屑岩为主，盐块强度为半坚硬—软弱岩类，地质环境条件较简单，但开采易引起地面沉陷和环境污染。

邯邢煤田石炭系太原组煤层含硫高超过 1.5%，局部超过 3%，邯邢铁矿矿床黄铁矿含量高，可达 2%—5%，矿山开发废渣、废水、废气易对环境造成污染（矿坑水、选矿水和尾矿库渗水、废渣堆淋滤水等对地表水、土壤、地下水污染）

2.4 松散岩类为主孔隙水含水层充水矿床地质环境特征

松散岩类为主孔隙水含水层充水矿床和第三系弱胶结的煤矿为主，其次为化学淋滤及氧化矿床。砂金及金刚石矿分布较广泛，洞穴沉积的非金属矿如磷矿、高岭土矿等主要产于碳酸盐的洞穴中。

2.4.1 岩性变化大，结构构造具有明显不均衡性，松散岩类地层中常夹饱水砂层、粘土软弱层，矿床的矿体形态、规模，围岩结构等与松散层的形成条件有关。河流冲积型矿床，一般具有二元结构，横

向、纵向岩性变化较大，沉积层中夹有对采矿不利的饱水砂层和淤泥质土层的洪积型砂矿，分选作用差；滨海砂矿则分选作用充分。

2.4.2 岩（土）体结构松散、松软、饱水、强度低。岩（土）体结构是散粒及多层结构，具有塑性和流变性，开采过程中巷道自撑能力差，边坡不易稳定，受流沙和软岩的影响，矿山巷道的掘进支护困难，易变形破坏。

2.4.3 松散岩（土）体一般孔隙发育，储水空间大，埋藏浅，易受大气降水和地表水补给，在地形较低的松散岩层中，饱水粘土层抗剪强度下降，粉细砂层在水动力作用下，易形成流沙（粉细砂层与粘土层接触面），砂砾石与基岩接触面在动水压力作用下易产生潜蚀。

2.4.4 露天开采边坡稳定性差，边坡岩层接触面及软弱层滑动，由于残余水头难于疏干，边坡常处于连续破坏中。第四系松散矿床、露采边坡角的稳定性，很大程度决定于“水”。残余水头是孔隙水矿床疏干排水经常遇到的问题，对于露天矿土质边坡、半坚硬岩软弱岩互层边坡和强风化基岩边坡危害大。

第三章 矿山地质环境现状评估

矿山地质环境现状评估是指建矿以来，在矿业活动及其它人为因素影响下，矿山地质环境的变化，其中包括已发生和现存的主要矿山环境地质问题（含地质灾害）进行现状评估。由于矿山开发的阶段不同，矿山地质环境现状评估的重点不同，可分为新建矿山、生产矿山和闭坑矿山三个不同阶段的现状评估。应结合矿山工程类型和矿业活动分类分项进行评估。

一、矿山土地资源与地貌景观现状评估：

矿山工程建设及工程活动压占损毁土地、破坏地貌景观和土壤环境污染（包括范围、面积、类型、程度、危害等）评估。

二、矿山水资源环境现状评估：

矿山开发对地下水均衡系统影响破坏（地下水位、水量变化，水质污染）和地表水影响（河、渠、湖、水库水量变化和水质污染），以及对工农业生产用水、生活用水影响程度评估。

三、矿山地质灾害现状评估：

结合矿山工程类型和工程活动分别评估，对斜坡稳定性和矿层

(体)顶底板围岩稳固性进行分析,对崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷、采空塌陷、地裂缝、地面不均匀变形、矿坑突水、海水入侵、海岸蚀退、冻土冻融等矿山地质灾害的危险性、危害性评估。

四、综合分析归纳现状评估结果:

矿山地质环境影响程度(严重、较重、较轻),矿山地质灾害危险性(大、中等、小),危害程度(大、中等、小)。

新建矿山主要是地质环境状况分类评述,闭坑矿山主要是地质环境现状评估,其中包括矿山地质环境保护生态恢复治理。

附 3 矿山地质环境现状专项评估

3.1 露采边坡稳定性评估

露采边坡稳定性评估目的是为了合理的确定最终边坡角和台阶边坡角。最终边坡角关系到矿山地质灾害、生产安全与采剥比的问题;台阶边坡角目前趋向于允许台阶有局部的滑落,但不致产生灾害,以期节省投资不影响露采安全生产。

3.1.1 影响边坡稳定性的因素:

- 采场地形地貌是影响边坡失稳滑崩体的临界条件;
- 地层岩性是影响边坡失稳的介质条件;
- 结构面是影响边坡失稳的边界条件;
- 采矿活动是影响边坡失稳人为的动力因素;

- 降雨、地表水、地下水是影响边坡失稳水动力因素。

3.1.2 露采边坡岩体失稳可能性分析：目前广泛采用的方法是赤平级射投影法和工程地质比拟法。属定性分析。

3.1.2.1 赤平级射投影法

分析前首先须查明边坡地层岩性、岩组特征和岩层产状，特别是倾角变化以及结构面的发育规模、空间分布和结构面地质特征。根据露采边坡结构面的组合关系分析、判断露采边坡的稳定性。软弱结构面的产状与采场边坡的坡向、坡角的关系对采场边坡的稳定性影响大，边坡的破坏受结构面控制，一般逆向坡、逆向斜交坡和横交坡稳定性较好，顺向坡，顺向斜交坡稳定性较差，特别是坡角大于结构面倾角的边坡稳定性最差。

边坡走向线与结构面走向线 夹角 (°)	<20	20—45	>45
边坡角 (α) 与结构面积角 (β)			
$\alpha > \beta$	很不利	不利	一般—不利
$\alpha = \beta$	一般—不利	一般	一般—有利
$\alpha < \beta$	一般	一般—有利	有利—很有利

3.1.2.2 工程地质比拟法

工程地质比拟法属于地质分析方法，是最常用的传统方法。小型露天矿以其规模小、服务性很强，边坡条件相对较简单，常采用工程地质比拟法进行评估、分析。工程地质比拟法是以自然岩体的稳定性比较工程岩体的稳定性，以已建工程岩体比较待建工程岩体稳定性的方法。

- 历史分析：通过调查访问，掌握矿山开采已形成的边坡稳定状态，对露天采场地质条件、工程条件、气象水文条件进行

分析，研究边坡的演变过程和稳定性，结合采矿活动影响，分析未来边坡稳定性。

- 类型比拟法：调查研究可类比矿山边坡失稳产生崩塌、滑坡等地质灾害特征，分析形成条件及影响因素（包括地质条件、工程条件、气象水文因素及其他因素等），并进行分类，据此对评估的露采边坡的条件和影响因素与边坡的稳定性做出评估。山区矿山经常采用类型比拟法。
- 因素比拟法：在矿山开发和地质环境条件详细调查研究基础上，对边坡的地质采矿条件进行充分分析论证，根据分析结果，与已有研究资料且类似的斜坡或边坡进行稳定性对比，并论证其发展趋势及可能产生的地质灾害。因素比拟法的调查研究内容；包括斜坡或边坡发展的历史情况、地貌类型、岩体结构特征、地下水采矿活动及其它工程地质活动、地震、山洪等。被比拟的斜坡或边坡研究程度较高，资料较完备，可以是本矿区或其它矿区。

3.1.3 小型露采边坡稳定性评估要查明矿区地质环境条件及其附近路堑、渠道、冲沟、峡谷、建筑工程、已有的边坡资料。

3.1.4 松散岩类边坡难于稳定，往往沿软弱结构面形成滑坡，威胁矿山生产，对于水文地质结构复杂，成多层结构分布，上部的含水层或弱透水层中的地下水难于疏干而形成残余水头，直接影响边坡的稳定性。

3.2 地下开采矿山围岩及地面稳定性评估。

3.2.1 采区覆岩破坏类型与特征

地下工程开挖后，形成了许多地下自由空间，破坏了原岩中应力平衡。矿层采出后，采场周围岩体将产生应力重新分布，使上覆岩体产生变形、位移和破坏；使上覆土体产生孔隙水压力变化与消散，含水层渗流状态发生改变，但面积达到一定范围后，将形成地表塌陷。采动岩体内覆岩破坏的基本形式可分为：崩落、离层、层间错动、剪切破坏和塑性变形、块体滚动、沿软弱结构面滑动和底鼓等七种。变形破坏是由岩体本身结构特性、物理力学性质和采动影响程度共同决定的。

地下矿层（水平或移倾）采出后，采空区周围的岩层发生移动和变形。按移动破坏程度不同，习惯将竖直方向的岩层移动分为三个不同开采影响带：冒落带、裂隙带和弯曲带。由于采区地质条件、开采条件不同，覆岩破坏类型特征不同。

总结我国北方及黄河中上游煤矿开采实践，通过测控钻孔冲洗液消耗、声波测试，试验巷道观测等方法进行大量实测，不同地质条件和开采条件下覆岩破坏的类型与特征不同（表）。

覆岩破坏类型及特征表

破坏类型	地质条件	开采条件	破坏特点
三带型	顶板以上基岩内无坚硬岩层，缓倾至倾斜煤层为主，一般基岩上有较厚的覆盖层	长壁全垮落法开采	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采空区上方岩层形成冒落带、裂隙带和弯曲带； 2. 冒落带和裂隙带的最终形态类似于马鞍形； 3. 破坏的最大高度取决于采厚和岩性等 4. 移动变形破坏具有缓慢连续的特征，地表裂隙仅发生在盆地外缘，深达数m； 5. 浅层地下水发生变化，地表水和地下水一般无联系
拱冒型	老顶岩层中有极坚硬岩层存在	房柱式、刀柱式开采	<ol style="list-style-type: none"> 1. 回采后老顶只产生一些弯曲变形，冒落至极坚硬岩层停止； 2. 采区四周冒落高度小，中央冒高稍大，呈拱形； 3. 变形微小、缓慢、连续发生，地表仅发生弯曲下沉； 4. 浅层地下水位不发生变化，地表水与地下水无联系
弯曲型	直接顶和老顶均为厚层状极坚硬岩层	房柱式、条带式开采	极坚硬岩层形成悬顶、覆岩不发生冒落而发生弯曲型破坏，地表只产生缓慢、连续、微小的变形，最大下沉仅为煤层采高的1~10%
抽冒型	极倾斜煤层，风化带附近、断层破碎带附近厚煤层，贴近松散含水层回采	掘进或回采时	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采空区内无冒落矸石支撑时，覆岩发生局部性的向上冒落破坏； 2. 冒落的形状多呈筒状或漏斗状；冒落高度可达地表； 3. 抽冒发生具有突然和断续、滞后于回采的特征，有时会重复抽冒；地表形成圆、椭圆形漏斗状塌陷坑； 4. 浅层地下水位发生显著变化，地下水会突然消失，一段时间后回升
切冒型	直接顶和老顶为极坚硬岩层	回采面积大，开采深度一般小于100m	<ol style="list-style-type: none"> 1. 回采面积很大时，突然产生或断续产生大面积冒落及塌陷； 2. 冒落岩体呈反漏斗状，四周断面与水平面夹角$65^{\circ} \sim 85^{\circ}$大体沿回采边界发展，尺寸一般小于回采面积； 3. 岩体内产生裂隙，地表出现台阶、错动、剪切、挤压和拉张等； 4. 地下水位显著变化。大气降水、地表水可通过塌陷裂隙渗入采区。

3.2.2 地下开采矿山围岩稳定性采空塌陷分析方法。

地下开采的井巷、采空场规模大、形状复杂，往往形成矿山体架空结构；地下开采通常是由上而下，由矿体两端（两侧）向中心地段，或由中心地段向两侧推进，其开挖过程按一定顺序，使岩体应力状态多次反复扰动。地下工程切割围岩不是单一的岩体结构类型，地下水动态变化大；深部开采还会遇到较强的残余构造应力影响，因此，矿山地下工程的稳定性和引发地面采空塌陷的分析很复杂。

3.2.2.1 地表塌陷的类型

可归纳为连续的地表塌陷和非连续的地表塌陷两类。当开采厚度不大，开采深度较大，地表在时、空分布上都是连续，在采空区上方及其周围形成下沉盆地；通常当采深和采厚之比小于 20 时，地表将出现裂缝和塌坑等不连续变形；但有断层存在时，地表可形成裂缝和台阶。按采空区塌陷的一般规律，当采深和采厚之比大于 20 且具有一定厚度的松散层时，地表塌陷是连续、平缓变形，否则会出现非连续变形。

3.2.2.2 地表塌陷的分布范围、形状

主要取决于采空区面积的大小，矿层倾角以及采矿条件和地质条件。主要特征：

- 塌陷的范围大于采空区的范围，地表受采动影响的范围（已下沉 10mm 为影响边界）可达采空区面积的 3—4 倍。
- 塌陷的形状与尺寸取决于采空区的面积和倾角，依据采空区

面积可分为非充分采动、充分采动和超充分采动三种情况。

充分采动：指采空区长度和宽度均达到或超过平均采深 H_0 的 1.2—1.4 倍时，地表塌陷深度达到该地质采矿条件的最大值。

超充分采动：指达到充分采动后，工作面继续扩大时，地表影响范围也相应扩大，但下陷值不再增加，地表塌陷底部为平底称为超充分采动。刚达到充分采动时，塌陷成碗型，超充分采动时为盘型。

非充分采动：指开采长度和宽度小于 H_0 的临界值，此时地表在任意点的下降值均未达到该地址采矿条件下应有的下陷值。

3.2.2.3 塌陷与采空区的相对位置取决于矿层倾角

- 近水平矿层达到充分采动时，整个塌陷处于采空区正上方，形状与采空区对称。
- 开采倾斜矿层时，倾斜方向上塌陷中心偏向采空区下边界，塌陷上山方向较陡，下山方向较缓，最大下沉点向下方偏移。
- 开采急倾斜矿层时，坍塌明显不对称，采空区下边界上方和开采影响可达开采范围以外很远，上边界上方的开采影响则达煤层底板，整个塌陷明显倾向下山方向。最大下沉值位于采空区下边界上方，地表最大水平移动值大于最大下沉值。

3.2.2.4 地表塌陷持续时间

受覆岩地质条件和采矿深度有关，浅部开采采深 100—200m 时，移动持续时间 1—2 年，大于 200—400m 时，持续 2—3 年特

殊条件下 3—5 年，需要说明是处于相对稳定。如果开采造成煤柱的抽冒或顶板冒落不实，在采空区内形成较大的空洞，在外力作用下，破坏相对稳定平衡，仍会发生坍塌，则不符合塌陷持续时间的一般规律。

3.2.2.5 影响表层及地表移动的因素

1. 与工作面无关的影响因素。

- 矿层上方岩层的结构与厚度；
- 上覆冲洪积层的结构与厚度；
- 岩层的产状；
- 地质构造的分布情况。

2. 与工作面有关的影响因素。

- 矿层埋藏深度；
- 矿层厚度；
- 可采矿层的数量；
- 采矿方法；
- 采矿持续时间；
- 由于倒转工作面产生的停采影响；
- 工作面推进规律，直线推进和曲线推进影响不同；
- 回采率和资源回收率，回采率降低使地表下沉减少，大量留矿柱、丢矿不采都直接影响到岩层及地表移动。

3.2.2.6 影响地表下沉盆地形状的因素

1. 影响下沉盆地形状深度的因素

- 井下开采面积大小；
- 所采矿层的总厚度；
- 采矿方法（冒落法、填充法）。

2. 影响下沉盆地和大小的因素

- 开采面积的大小（采空区面积和倾角）；
- 开采深度；
- 边界角大小：

上覆岩层、冲洪积层结构；

地质构造、岩体中节理裂隙发育情况；

被采矿层的倾角；

采矿方法。

3.3 尾矿库（坝）地质环境调查与评估

尾矿库依据场地地貌特征，可分为沟谷型、山坡型和平地型三类，尾矿库选址需综合考虑地质环境条件、工程技术、经济、管理和生态恢复与治理方面的因素。

- 尾矿库分布范围、占地面积、土地类型，尾矿库容量和利用情况（尾矿砂成分、存储量）。
- 尾矿堆放场地地形微地貌，包括成因类型、微地貌变化（地形坡度、高差变化等）和汇水面积。
- 尾矿堆放场地基岩的类型、岩性、分布，透水性，断裂分布发育情况，包括规模、产状、性质、贯通型、充填物、空间组合及断裂活动性。

- 尾矿堆放场地表覆盖层；包括残坡积层和冲洪积层厚度、岩性、结构、胶结程度、透水性及覆盖层成因类型。
- 尾矿堆放场地的水文及水文地质条件；包括矿区降水量、降水强度、洪水淹没范围；水文地质结构地下水类型、流向、动态变化、潜水委、透（隔）水层的空间分布及地下水补、径、排条件。
- 尾矿堆放场地及邻近是否存在崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷、地裂缝等地质灾害隐患。
- 尾矿堆放场地与下游村镇、河流、水库、交通、重要工程设施及特定保护区的距离，对周围生态环境的影响。

3.2.2 尾矿坝地质环境调查

- 尾矿坝类型、分布范围、规模、坝体结构。
- 岩石强度，包括岩性、饱和抗压强度以及长期浸水后有无恶化的可能性。
- 岩体强度，坝基坐落在新鲜完整基岩还是基岩强风化带、断裂破碎带、软弱层带、节理密集带等不稳定地带。
- 坝基抗滑稳定性，坝基岩体要有足够的抗剪强度，以防坝体滑移，尽量避开不利于稳定的滑动面，如软弱夹层、缓倾角断裂及卸荷断裂带。
- 坝基抗渗性，尾矿坝建设后，要求坝后岩体中渗透压力减小，以防止掩体内软弱夹层产生管涌，坝基岩体透水性小，防止坝下产生渗漏。

- 尾矿库(坝)生态破坏环境保护工程和地质灾害防治工程。

3.3.3 尾矿库(坝)评估主要内容

- 尾矿库(坝)的稳定性和抗渗性。
- 尾矿库(坝)工程建设引发和可能遭受地质灾害的危险性。
- 尾矿库(坝)是否存在山洪灾害及其影响。
- 尾矿库(坝)对周围水土资源环境的影响,对下游居民区、工程设施影响。
- 地质环境对尾矿库(坝)工程的适宜性。

3.4 排土石场废石堆地质环境调查与评估

废石堆指掘进或剥离的废石(土),无工业价值的矿体围岩或矿体的脉石矿物。

3.4.1 排土石场废石堆地质环境调查

- 场地位置,分布范围、占地面积、土地类型、植被发育情况,场地周围及下游居民区、风景区、自然保护区、交通干线、水利工程等设施分布情况。
- 场地微地貌形态特征、地形坡度,处于山谷、洼地的排土石场的蓄水条件和保水性;处于山地斜坡的排土石场地形坡度、高差变化、斜坡的稳定性。
- 场地位于采矿场(矿体上、下盘)的位置,基岩的类型、岩性、产状、透水性,构造破碎带、蚀变带、风化裂隙带发育程度;地表覆盖层厚度、成因类型、岩性结构特征及透水性。

- 水文及水文地质条件，矿区降水量、降水强度、洪水淹没范围，是否避开河道、排水沟渠、汇水面积大的冲沟；水文地质结构、地下水类型、潜水位及动态变化。
- 废石堆高度及周围的边坡角，堆存量及废石物质成分，堆放废石采用的方法，废石堆上游（上坡）疏导地表渗透水工程废石堆积基础以下的渗流疏导工程、废石堆淋滤水、渗流水水质状况。
- 排土石场废石堆生态环境保护工程和地质灾害防治工程。

3.4.2 废石堆评估主要内容：

- 排土石场地基稳定性和废石堆稳定性分析，废石堆本身存在的地质灾害隐患，可能遭受的地质灾害隐患。
- 废石堆是否存在山洪地质灾害及其影响。
- 废石堆周围水土环境的影响，对下游居民区、工程设施的影响。
- 地质环境对废石堆放场工程适宜性。

3.5 矿山线路工程地质环境调查与评估

3.5.1 矿路工程场地地质环境调查与评估

中小型矿山有公路专用线，大型矿山有铁路专用线及重型车辆试车道。

应查明矿路沿线场地底层岩性、地质构造、水文地质条件、工程地质条件，结合矿路工程类型、规模、特点，分段进行矿路工程地质灾害危险性评估和矿山地质环境影响评估，重点是深路

塹、高路堤、斜坡地段等特殊路段的路基稳定性。

3.5.2 高压输电线路、架空索道工程地质环境调查与评估

查明每个支架处的工程地质条件及不良物理地质现象，结合工程类型、规模、特点，分点进行建设工程地质灾害危险性评估。

3.5.3 给排水管道工程地质环境调查与评估

查明管道沿线及取水构筑地段地形，微地貌形态特征、地层岩性、不良地质现象、水文地质工程地质条件、地下水位埋藏深度及动态变化；查明管道沿线内土层的最大冻结深度，明渠开挖地段内地层的渗透性和边坡的稳定性。如水源为河水，应查明取水构筑物地段河床的冲刷、淤积及水位变化情况。地貌单元交接处，高填深挖地段，跨越公路、铁路、河流、冲沟、陡坡的管道支敦或支架处是地质环境影响评估地质灾害危险性评估重点，评估建设场地对矿山线路工程的适宜性。

3.6 工业场地地质环境调查与评估

矿区地表许多工业工程建设（含选矿厂、管理区、生活区等）场地选址，总体布局都需要进行地质环境调查与评估，以保证工程建设和矿山生产运营。

3.6.1 工业场地地质环境调查

- 查明场地的地层岩性条件，包括岩土性质、成因类型、形成时代、厚度、空间分布，以及岩层的风化程度，地层接触关系。
- 详细调查地形起伏变化、微地貌形态特征、地貌的成因类

型。

- 调查场地地质构造，包括岩层产状、褶曲类型，节理裂隙的性质、产状、频度、充填胶结情况，断裂类型、产状、破碎带宽度、充填情况及活动性。
- 查明场地的水文及水文地质条件，如洪水淹没范围，河流水位、水量变化，地下水类型及补、径、排条件，水化学类型及污染情况。
- 查明产地的工程地质条件，有无不良工程地质现象和地质灾害隐患。

3.6.2 工业场地地质环境评估

根据工业场地类型、规模、总体布局和建设场地地质环境条件，进行矿山工程地质灾害危险性评估和地质环境影响评估。

第四章 矿山地质环境预测评估

矿山地质环境预测评估是在深入分析矿山地质环境条件基础上，密切结合矿山工程类型及工程活动，分别进行专项评估，尔后对评估区水土资源环境地貌景观影响预测评估。

一、矿山工程地质环境预测评估

（一）露天开采场地质环境预测评估

分析采矿场边坡的稳定性，对潜在不稳定边坡进行地质灾害隐患危险性预测评估；评估降雨山洪对露天采矿场的危害，采矿场疏排水对矿区周围水资源环境影响及危害；评估露天采矿对采矿场及周围生态环境影响及危害。

（二）排土石场废石堆地质环境预测评估

分析排土石场的稳定性、隔水性和废石堆的稳定性、安全性，对潜在不稳定地区（段）地质灾害隐患点的危险性进行评估，对周围生态环境影响及危害进行评估。

（三）尾矿库（坝）地质环境预测评估

分析尾矿堆放场及周围的稳定性、隔水性，尾矿库（坝）的稳定性安全性，对潜在不稳定地段地质灾害隐患点的危险性进行评估；对下游生态环境影响及危害进行评估。

（四）地下开采采区地质环境预测评估

分析矿床围岩的稳定性，采矿扰动破坏矿层（体）顶底板和上覆岩（土）体的特征，对采空区波及区影响范围内的矿山地质灾害隐患危险性进行评估；矿坑疏排水对矿区及周围水资源环境影响及危害进行评估。

（五）线路工程地质环境预测评估

矿山线路工程包括矿路（中小型矿山有公路专用线，大型矿山有铁路专用线及重型车辆试车道）、高压输电线路、架空索道支架工程、给排水管道工程地质灾害危险性评估。

（六）工业场地地质环境预测评估

工业场地地表设施，包括选矿厂、管理区、生活区等建设工程。根据工程类型、规模总体布局和建设场地地质环境条件进行地质灾害危险性评估和地质环境影响评估。

二、评估区水土资源环境地貌景观预测评估

（一）土地资源环境地貌景观的影响评估

（二）水资源环境的影响评估

三、综合分析归纳专项评估

给出预测评估结果：矿山地质环境影响程度；矿山地质灾害类型、危险性、危害性；生态恢复治理难易程度。

第五章 矿山地质环境影响综合分区评估

一、矿山地质环境影响特征（分布范围、类型、程度）

二、矿山地质环境（含地质灾害）影响综合评估原则与量化指标的确定

三、矿山地质环境影响程度分区评估

四、地质环境对矿山开发适宜性分区评估

附 5 矿山地质环境影响综合评估基本要求

5.1 矿山地质环境影响综合评估总体思路

依据矿山地质环境现状评估和预测评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异，矿山工程特点对地质环境的影响特征（范围、类型、程度），现存的和潜在的矿山环境地质问题（含地质灾害）的分布、影响程度，确定判别区段影响程度的量化指标，根据“区内相似，区际相异”的原则，采用定性、半定量分析法，进行评估区矿山地质环境影响等级分区（段），并依据地质环境影响破坏程度、生态恢复治理难度和保护与治理效益（社会、经济、环境效益），对评估区地

质环境的适宜性作出评估。

5.2 矿山地质环境影响综合评估分级分区

矿山地质环境影响综合评估影响程度划分为严重、较重、较轻三级，矿山地质灾害作为地质环境影响破坏的一项因子，其危险性划分为大、中等、小三级。地质环境影响较轻，地质灾害危险性较小，地质环境对矿山开发适宜性为适宜；地质环境影响较重，地质灾害危险性中等，地质环境对矿山开发适宜性为基本适宜；地质环境影响严重，地质灾害危险性大，地质环境对矿山开发适宜性为适宜性差。根据矿产资源开发禁采区条件和其他有关规定，确定矿山开发不适宜区。

矿山地质环境影响综合评估应根据各区（段）矿山地质环境影响破坏现状与矿山生产过程中地质环境影响破坏程度和承受对象社会经济环境属性等综合判定评估区矿山地质环境影响程度的等级区（段）。

分区（段）评估结果，应列表说明各区（段）的地质环境条件、矿山工程及矿业活动、存在和可能产生的矿山环境地质问题（类型、规模、程度）、矿山地质环境影响程度地质灾害危险性对矿区及周围地质环境和矿山工程的危害性情况；地质环境对矿山开发的适宜性。

5.3 矿产资源开发禁采区条件

根据国土资源部“省级矿产资源规划划定禁采区”的基本依据及规定，则采区内矿山为矿山开发不适宜区。

划定禁采区的依据：

- 对生态环境具有不可恢复的影响，存在难以防范的矿山安全

隐患的地区，禁止新建对生态环境产生不可恢复利用的破坏性影响的矿产资源开采项目。

- 禁止在国家划定的自然保护区的核心区、重要风景区、重点保护的历史文物和名胜古迹所在地和重要地质遗迹保护区内开采矿产资源。
- 禁止新建含硫量大于 3%的煤矿。
- 禁止在地质灾害危险区开采矿产资源。
- 禁止在主要城镇、铁路、国道、省道、高速公路等重要基础设施直观可视范围内进行露天采矿。
- 军事禁区。
- 其它按有关规定不得开采矿产资源的地区。

第六章 矿山地质环境保护与生态恢复治理

矿山开发工程布局 and 已建工程。

矿山地质环境保护与生态恢复治理分区。

保护与生态恢复治理的对象、内容要求、措施。

评述矿山地质环境与坏生态恢复现状。

评述“矿山环境保护与生态恢复治理规划方案”的合理性、可行性。

附 6 矿山地质环境保护与生态恢复治理参考意见

矿山开发是一项遵守自身规律复杂的系统工程。矿山开发程序分为设计前期阶段、设计阶段、建设阶段、生产阶段和闭坑阶段等五个阶段。矿山建设应遵循“生态和社会效益优先”的原则。矿山开发扰动破坏了地质环境，是生态环境复杂化，决定了矿山地质环境保护和生态恢复治理的多样性。根据矿山工程所处的地质环境特征和矿山工程活动对地质环境的压力，产生的矿山环境地质问题，矿山地质环境保护与生态恢复治理应按不同类型规划分区。针对不同的工程特点和地质环境特征，从可持续发展战略和“绿色矿山”建设要求，对矿山地质环境恢复与生态恢复治理进行全面规划综合整治。把矿山开发和

环境保护整治作为一个复合系统，同步进行，协调发展。

6.1 对于岩溶石山特殊地貌景观的矿山，应建议将露天采矿改为地下开采，有计划、有步骤、合理进行地下开采，保护地貌景观，发展旅游业。开采场可作为人防工程和其他工程设施，保护表层土壤和植被免受破坏，生态效益环境效益明显。

6.2 山区矿山采选矿工程区，地形复杂，坡度较陡，以护坡拦渣工程为主，防止不合理人工边坡和废渣堆放引发的崩塌、坍塌等地质灾害除采取工程措施，应栽植滞尘林树，减轻矿石粉尘扬尘污染。深凹形采矿场生态恢复治理难度大，矿山设计和开采应考虑闭坑后开发利用和综合治理，进行造景式和利用试开采。

6.3 尾矿、废石堆积区，多布置在沟谷，以筑坝建库为主，不规范的小矿山则直接填入沟谷，应考虑山洪灾害对尾矿砂、废石堆的危害，甚至引发矿山型泥石流、尾矿库溃坝等地质灾害；废水、废渣对下游水土环境污染，生态环境破坏。采取工程措施拦蓄尾矿、废渣，布设导流排水及水质净化设施。

6.4 线路工程区，以护坡护岸为主，防止坡面、沟河岸雨水冲刷水流侵蚀，保护路基及建筑物等工程安全运行。

6.5 管理区和生活区，多设置在地形相对开阔，比较安全的场地，是办公和休息娱乐场所，以生态工程为主，加强绿化，增加绿地面积，改善提高生态环境质量。

第七章 结论与建议

1. 矿种、矿山建设规模及采矿方式，矿山地质环境条件复杂程度，矿山地质环境影响评估级别。
2. 矿山地质环境影响破坏类型、程度和矿山地质灾害危险性；矿山地质环境影响分区和开发适宜性分区。
3. 评述“矿山地质环境保护与生态恢复方案规划方案”的合理性、可行性
4. 主要措施与工作建议。

