

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司
歪头山铁矿下盘排土场回采利用项目

安全预评价报告

沈阳万益安全科技有限公司

证书编号：APJ-（辽）-002

2025年3月19日



WYAP/FM-YP-2502-005

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿
下盘排土场回采利用项目

安全预评价报告

法定代表人：张晓娟

技术负责人：刘然

评价项目负责人：李增

报告完成日期：2025年3月19日

前 言

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿位于辽宁省本溪市溪湖区歪头山镇，距沈（阳）丹（东）铁路歪头山站南 4km，隶属于本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司，是从事铁矿石开采、运输、磨选加工的大型国有综合型露天矿山。矿山下设 1 个露天采区（主采区）、2 个选矿厂和 1 个尾矿库。

歪头山铁矿主采区始建于 1971 年，经过多次较大设计，1996 年歪头山铁矿依据《本钢歪头山铁矿深部露天开采修改初步设计》实施开采，该设计由鞍山冶金设计研究院、本钢设计研究院编制。2012 年 3 月由本钢设计研究院有限责任公司完成了《本钢歪头山铁矿深部开采(扩帮过渡)工程初步设计》编制，目前正按此设计执行。

矿山排土场现有两处，即上盘排土场和下盘排土场。歪头山铁矿岩石运输采用汽车—铁路联合运输方案，该方案是在下盘固定帮 124m 和 64m 倒装矿槽，在 104m 和 44m 设铁路运输线路。采场内的岩石采用汽车分别运至 124m（1 个槽）和 64m（2 个槽）卸矿平台，倒入倒装矿槽后，然后用 150t 电机车牵引 9 辆 60t 矿用翻斗车运至上、下盘排土场。

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿为了稳定资源品质，促进排土场废石资源全量回收，于 2024 年 3 月委托鞍钢集团矿业设计研究院有限公司编制了《本钢矿业歪头山铁矿下盘排土场回采利用可行性研究报告》。

根据《中华人民共和国安全生产法》第三十一条“生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。”的规定，为了贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，为建设项目安全设施设计提供科学依据，本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿委托我沈阳万益安全科技有限公司对其下盘排土场回采利用项目进行安全预评价。

我公司接受委托后立即组建了安全评价小组，到建设单位现场进行勘查，与相关人员进行座谈，交换意见，并收集相关资料，完成了现场调查工作。

为有利于加强建设工程项目安全设施“三同时”工作，切实达到安全预评价的目的，兹提出《本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿下盘排土场回采利用项目安全预评价报告》。

《安全预评价报告》的格式和内容，是按照《关于印发辽宁省金属非金属矿山排土场安全监督管理办法的通知》（辽安监管一[2016]45号）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》、《安全评价通则》和《安全预评价导则》的要求确定的。

本安全预评价是根据《中华人民共和国安全生产法》、《安全生产许可证条例》等有关法律法规要求，严格按照国家相关法律、法规和标准，遵循科学性、公正性、合法性和针对性原则，主要运用预先危险性分析法、经验分析法、安全检查表等安全评价方法，对该项目可能存在的危险、有害因素的种类和程度进行客观、科学地分析评价，提出安全对策措施及建议，并形成《安全预评价报告》。

目 录

1 评价对象与依据	4
1.1 评价对象和范围	4
2 建设项目概述	5
2.1 建设项目概述	5
2.2 自然环境概况	7
2.3 建设项目地质概况	8
2.4 工程建设方案概况	16
3 定性、定量评价	28
3.1 总平面布置单元	28
3.2 开拓运输单元	30
3.3 采剥单元	33
3.4 供配电设施单元	45
3.5 防排水与防灭火单元	47
3.6 安全管理单元	49
3.7 重大危险源辨识单元	50
4 安全对策措施建议	51
4.1 本预评价建议补充的安全对策措施	51
4.2 安全设施设计原则	55
5 安全预评价结论	56
5.1 安全预评价综述	56
5.2 各评价单元的评价结果	56
5.3 安全预评价总体结论	58
6 附件	59
7 附图	60

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

安全预评价对象：“本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿下盘排土场回采利用项目”。

本次安全预评价的范围：根据《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》以及《可研报告》确定的，《可研报告》确定的歪头山铁矿下盘排土场内+224m~+92m标高之间内废石的回采利用工程。

本次安全预评价具体内容包括：总平面布置、开拓运输、回采、供配电设施、防排水、安全管理的安全性。

（1）设计范围

《可研报告》设计范围为歪头山铁矿下盘排土场内+224m~+92m 标高之间内废石的回采利用工程，+224m 以上为基建岩石剥离工程。

（2）评价范围

本次安全预评价的具体平面范围及开采标高与设计范围一致。

有关评价范围的说明：

- ①本次安全预评价范围不包括本项目柴油、汽油等成品油使用和储存。
- ②本项目涉及的环境保护、职业卫生防护等问题，应执行国家、地方有关规定及相关标准，不包括在本次评价范围内。
- ③废石经处理后产生的尾渣通过胶带运输至临时堆放场不在本次评价范围内。

2 建设项目概述

2.1 建设项目概述

(1) 企业简介

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿位于辽宁省本溪市溪湖区歪头山镇，距沈（阳）丹（东）铁路歪头山站南 4km，隶属于本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司，是从事铁矿石开采、运输、磨选加工的大型国有综合型露天矿山。矿山下设 1 个露天采区（主采区）、2 个选矿厂和 1 个尾矿库。

主采场始建于 1971 年，经过多次较大设计，1996 年歪头山铁矿依据《本钢歪头山铁矿深部露天开采修改初步设计》实施开采，该设计由鞍山冶金设计研究院、本钢设计研究院编制。2012 年 3 月由本钢设计研究院有限责任公司完成了《本钢歪头山铁矿深部开采(扩帮过渡)工程初步设计》编制，目前正按此设计执行。歪头山铁矿主采区露天矿山，该露天矿山采用公路-铁路联合开拓运输方式，自上而下分台阶开采，牙轮钻穿孔-中深孔爆破，电铲装车，自卸汽车和电机车运输，歪头山铁矿采矿证生产规模为 500 万 t/a，其中主采区生产能力为 400 万 t/a。

矿山排土场现有两处，即上盘排土场和下盘排土场。歪头山铁矿岩石运输采用汽车—铁路联合运输方案，该方案是在下盘固定帮 124m 和 64m 倒装矿槽，在 104m 和 44m 设铁路运输线路。采场内的岩石采用汽车分别运至 124m（1 个槽）和 64m（2 个槽）卸矿平台，倒入倒装矿槽后，然后用 150t 电机车牵引 9 辆 60t 矿用翻斗车运至上、下盘排土场。

(2) 地理位置及交通

歪头山铁矿位于本溪市西北部约 26km，行政区划隶属于本溪市溪湖区石桥子镇。矿区距沈阳-丹东铁路线上的歪头山车站约 4km，通过和矿区相通的运输道路，可达歪头山车站的矿山专用铁路线。

矿区中心地理坐标：东经 123° 36′ ；

北纬 41° 30′ 。

矿山设 2 个排土场，分别是上盘排土场、下盘排土场，其中上盘排土场位于采场西侧，下盘排土场位于采场东北侧。上盘排土场与歪头山矿区道路相连，排土场内部

有平整的砂石路面道路通过；下盘排土场北侧紧邻沈本产业大道，交通运输十分方便（见交通位置图 2-1）。



图2-1 矿区交通位置图

(3) 周边环境

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿下盘排土场位于主采区露天采场北侧下游，两者最近距离 460m。主采区露天矿山东侧为歪头山铁矿选矿厂，两者距离为 230m；南侧 750m 为其自身小西沟尾矿库，主采区处在小西沟尾矿库的下游；主采区露天采场西侧为马耳岭采区露天采场，两者距离约 2000m，上盘排土场位于主采区西南侧 180m 处（平面位置关系见示意图 2-2）。

下盘土场西侧为侯屯村，侯屯村最近房屋距坡脚线最近距离为 325m；北部为沈本产业大道和沈丹专线，坡脚线距离沈本产业大道 15m，坡脚线距离沈丹专线约 50m（见图 2-3）；东侧毗邻歪头山镇。

下盘排土场东西两侧各发育一小型地表溪流，为季节性流水，最近距离土场坡脚 140m~200m。下盘土场周边有 4 个人工池塘，其中 3 个分布于土场西南外侧，1 个分布于土场东部外侧。

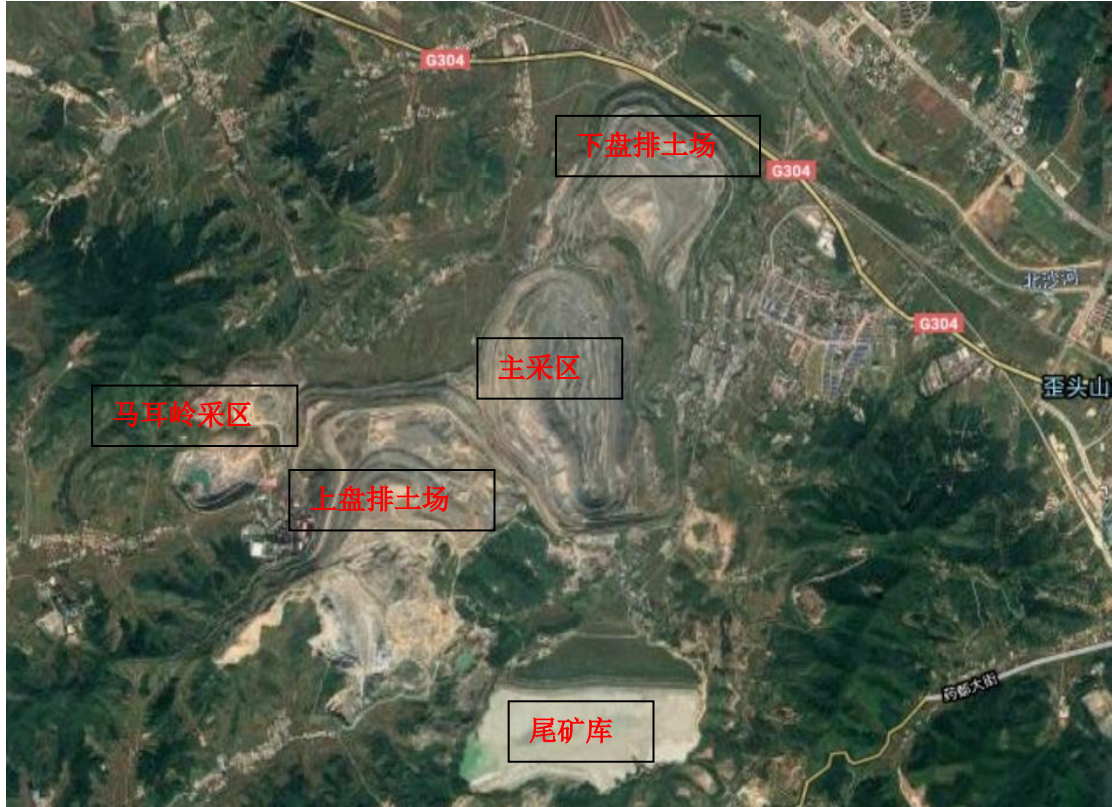


图 2-2 平面位置关系图

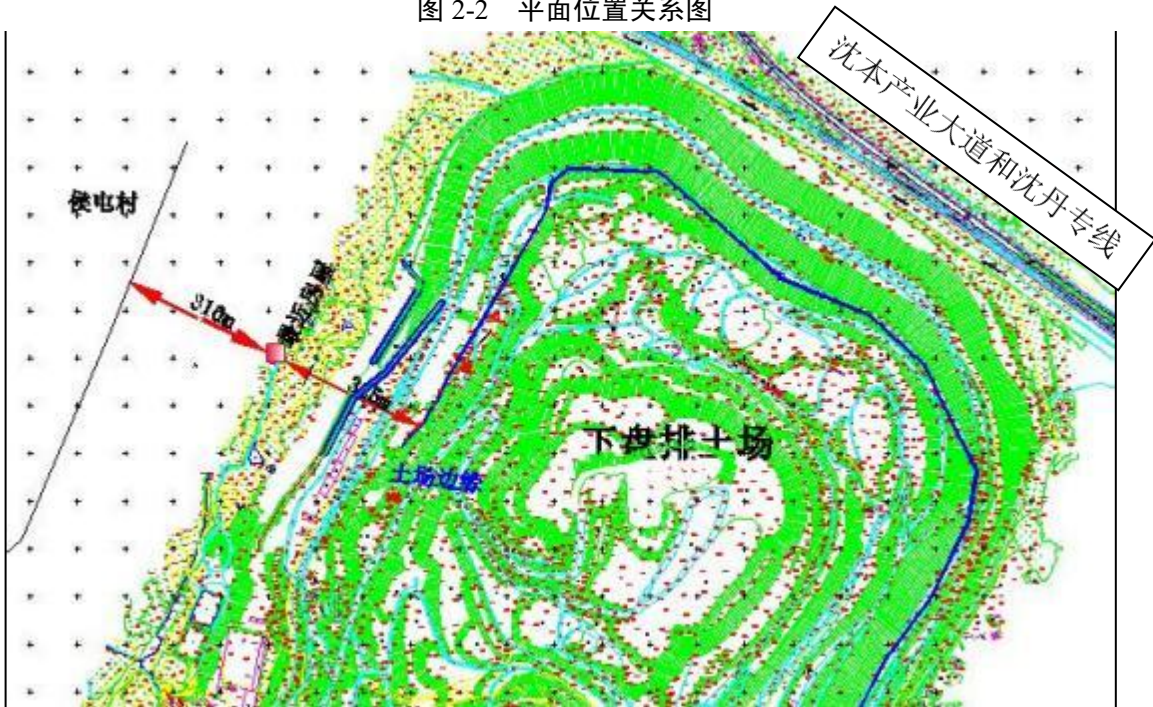


图 2-3 坡脚线示意图

2.2 自然环境概况

矿区地属长白山系，一般多呈南东～北西方向延伸。地貌为东南高西北低的低山丘陵区。海拔标高 150～350m，相对高差 100～200m。区内没有大的河流，主要水系

沙河于北侧 2km 以外流过。东缘的岱金峪小溪源于枣树沟及花岭沟，现主要排泄尾矿水。区内西北缘的侯屯小溪，为季节性河流，平时水流量仅为 1.11~1.88m³/min，干旱季节则近于干涸。当地侵蚀基准面为 150m。

区内属中温带丘陵湿润气候。年平均降雨量 510~1110mm，降雨主要集中在 7、8 月份。最冷月（1 月）平均最低气 18° C，最热月（7 月）平均最高气温为 28° C。冰冻期为 11 月中旬至 4 月中旬，冻层深 1.5m。

该地区抗震设防烈度为 VI 度，基本地震加速度值为 0.05g。

2.3 建设项目地质概况

2.3.1 区域地质构造与地层

鞍本地区位于中朝准地台之太子河~浑江台陷的西部，太古宙花岗岩~绿岩构成区域基底，基底裂隙沉积了晚元古界至中生界沉积岩系。在大面积的太古宙花岗质岩石内残留有太古宙表壳岩，习惯称之为鞍山群，其内赋存有著名的“鞍山式”铁矿。

（1）区域地质构造

本区处于南部北东东向寒岭断裂、西部向东突出的辽阳弧形断裂、东部北北西向石桥子断裂控制的近三角形构造框架内。经历多次地壳运动，地质构造多次叠加，褶皱构造和断裂构造均很发育。

褶皱构造：太古宙表壳岩和铁矿呈断续分布的勾状体分布在歪头山~北台长约 30km 的弧形构造带上，该弧形构造带走向近南北、弧顶向东突出，形成有东西两个铁矿带，本区位于东部矿带中段。东西矿带其构造样式从早期到晚期，由明显不协调紧闭同斜型向开阔等厚型褶皱过渡，表现出从早到晚岩石从塑性流动变形向脆性变形的演变历程，并留下了三期比较显著的褶皱变形形迹，变形过程中构造置换特征明显，并以第一期最为突出。褶皱枢纽以近南北向为主，轴面向西倾斜。由于褶皱的多次叠加以及花岗岩的侵入，褶皱构造常常呈极其复杂的形态。

断裂构造：区域上存在北北东向、北北西、北东东向和近南北向四组断裂构造，其性质多为逆断层或逆掩断层。就其规模而言，北北东向断裂规模最大，北北西向次之，北东东向又次之，近南北向的最小。就其时代而言，近南北向断裂最老，北北西向次之，北东东向又次之，北北东向的断裂时代最新。表现出线形构造由老至新规模愈来愈大、发育程度愈来愈高的特点。

（2）区域地层

区域内出露地层有：太古界鞍山群；上元古界青白口系；古生界寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、中生界侏罗系。山间沟谷沉积有新生界第四系。

除鞍山群外，其他地层与本区铁矿形成无关。

本区鞍山群包括茨沟组和大峪沟组，分述如下：

茨沟组(Arancg)：主要分布在歪头山—果木园子—高家堡子一带，及歪头山—大旺沟一带，常呈包体存在于花岗岩体中，总体走向为北西—南东向展布。主要岩性为斜长角闪岩、黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩夹磁铁石英岩、透闪磁铁石英岩及大理岩等。原岩建造为一套以基性—中酸性火山岩为主夹硅铁质岩、泥质碳酸盐岩的火山岩—沉积建造。大致相当于绿岩建造中部钙碱性火山岩群的中下部岩系。变质程度为绿帘角闪岩相。

大峪沟组(Arand)：分布在区域南部贵家堡子~三会厂等地，总体走向近于南北。主要岩性为黑云变粒岩、斜长片麻岩、浅粒岩、黑云角闪斜长片麻岩夹磁铁石英岩、斜长角闪岩，局部夹大理岩等。原岩建造为中酸性火山岩、火山碎屑岩为主，夹少量基性火山岩和沉积岩的火山岩—沉积建造。相当于绿岩建造中部钙碱性火山岩群的上部岩系。变质程度为绿帘角闪岩相。

（3）区域岩浆岩

本区岩浆岩以太古宙花岗岩最为发育，有东西两个花岗岩体。

东部花岗岩体称为朝仙岭花岗岩体（ $\gamma 12$ ），为区内主要花岗岩体，其分布北由歪头山，经朝仙岭底下，南至西大岭的广大地区，岩体巨大，活动强烈。西部花岗岩体称下老君峪岩体。两岩体岩性一致，以二长花岗岩和片麻状花岗岩（ $\gamma 12$ ）为主，并有小规模钾长花岗岩侵入。据测定，岩体同位素年龄为 25 亿年左右。在花岗岩体分布区内，可见到许多茨沟岩组和大峪沟岩组的包体。

区域内，其它类型的岩浆岩不甚发育，燕山期碱性岩分布在上柳河乡南侧。脉岩主要有辉绿岩脉、闪长玢岩脉等。

①新堆积排土场的自由斜面角度不大于其自然临界坡角(休止角)时，散粒层和摩阻层相互作用，系统敏感性和鲁棒性平衡时，排土场能保持自身形态，并以临界稳定状态存在：敏感性通过散粒层颗粒的移动体现，鲁棒性依赖摩阻层维持；受外力干扰，如巨粒或粗粒径颗粒以滚动兼滑动状态越过已形成坡面中的坑洼，带动摩阻层中受临

近颗粒制约的中、细颗粒滑动，破坏组构颗粒间的力链，使坡体表面上部摩阻层的散粒体失去支撑而剪切式滑移，扰动继续向下推进而产生渐进式破坏，表现为局部坍塌或台阶失稳的现象。排土场本体滑坡灾害的发生，是废石散粒体系统内各要素通过一系列非平衡不稳定产生空间、时间、功能和结构的自组织过程，开放系统偏离平衡态的结果。

因此，如果在临界状态下扰动的连锁反应引起排土场发生摩阻层滑移，排土场的鲁棒性遭到破坏，排土场不能维持在临界状态。

②排土场在用阶段是一种临界稳定状态，经固结沉降和自密实作用，反而在后期逐渐稳定。稳定性演化是个渐进过程，即使存在因组构特征造成排土场本体结构上的顺层性，类似岩质边坡平行于边坡自由临空面的结构面或夹层，扰动的连锁反应，如坡脚锁固段掏挖，轻微时只引起散粒层滑塌，摩阻层颗粒不发生移动，排土场的鲁棒性不受影响，维持稳定，出现自组织临界性。整体的失稳破坏并不会瞬间发生，必须经历堆积体在局部区域的结构松散性破坏，并满足剪应力增加并超过顺层组构的抗剪强度，才能发生剪切破坏，表征为坍塌或错落式沉降。

这种渐进性过程以物理力学性质的演化表征时，从在排到终排，土体抗剪强度经历了初始阶段因固结(微观上颗粒的相互滑移、充填)产生的剪涨，抗剪强度先达到峰值；坡脚掏挖时，因摩阻层颗粒失去约束而重排，导致组构上的松散剪缩而降为残余强度。只有散粒层的下滑力超过残余强度，才会诱使既已形成的土拱逐渐向上扩展，区域破坏面威胁并剪断潜在滑体的锁固段，才演化形成贯通滑面。

2.3.2 水文地质概况

(1) 地表水

区域内主要水系北沙河源于高家崴，经石桥子、歪头山向北流去，河水流量较小，旱季近于干涸，雨季后则流量显著增大。采场北部最近距离北沙河 700m~800m。

矿区内水系不甚发育，仅于矿区中部有一条小河，流向大致由南至北。小河河床宽 0.5~3m 不等，水深 0.1~0.5m，流量不大，据 2009 年 5 月 15 日采用浮漂法观测结果，小河流量为 $0.154\text{m}^3/\text{s}$ 。补给来源主要为尾矿库排水、大气降水和部分生活污水。

根据现场调查，上盘排土场底部有两条水沟，分别为徐家沟和姜家沟。水深 0.3m 左右。主要补给来源为大气降水，冬季上部结冰，底部仍有流水。

根据钻探岩芯判断，下盘排土场基底广范分布北沙河历史冲积物，对下盘排土场边坡造成不利影响。

下盘排土场东西两侧各发育一小型地表溪流，为季节性流水，最近距离土场坡脚140m~200m。下盘土场周边有4个人工池塘，其中3个分布于土场西南外侧，1个分布于土场东部外侧。地表溪流及池塘均与土场坡脚有一定距离，对边坡稳定性影响很小。

现场勘察期间为6月份，正值雨季，土场坡脚发现多处地面积水，主要分布于土场西南部农田，另外土场北部及东部各有一处积水。积水水量一般受降雨影响较大。需重点关注西南部坡脚农田，该处积水散布多处，且可见坡脚向外渗流，对边坡稳定性产生较大不利影响。

（2）地下水

区内地层除在河谷与山间发育有第四系外，其余均为基岩，基岩为太古界变质系与不同时期的火成岩。地下水多以泉的形式排泄，径流条件较好。

根据岩土富水性及地下水赋存条件，下盘排土场勘察期间揭穿范围内含水层主要分为：第四系空隙含水层、基岩风化裂隙含水层。

1) 第四系孔隙水含水层

岩性主要为冲积砂砾石层及部分粉质黏土层，主要分布于原始基底山坡与冲沟中的低洼地段。砂砾石层厚0.5m~7.5m，分选性较差，含水性差，在地势较高处该层透水而不含水，水位埋深2m~5m，受大气降水影响明显。

2) 基岩风化裂隙水含水层

岩性主要为混合花岗岩、斜长角闪岩等坚硬岩石，广泛分布于下盘土场基底，岩石的富水性与裂隙的发育程度及被充填情况有关，裂隙成因主要为风化裂隙和成岩的节理裂隙，地下水多以潜水形式赋存于各类岩石的风化裂隙中，构成一个统一的含水层。

3) 地下水补给排泄

地下水的补给来源主要为大气降水。同时有来自丘陵区的径流补给以及丰水期的河流的侧向补给；区内的地下水流向大致与地表径流相同，地下水整体流向沿各河谷区向谷外侧径流，后由西向东径流，最终汇入河流。该区岩性排土场素填土及第四系砂石夹粉质黏土为主，上部渗透性较好，基底渗透性较差，降雨入渗补给。河谷区地

下水的排泄是以蒸发为主，主要为陆面蒸发，同时还有植被的蒸发、蒸腾，各沟谷区汇集的地下水最终渗出地表或排泄入河流，另外，采场人工开采也可作该区域地下水的排泄方式之一。

4) 地表水对排土场影响

上盘排土场底部有两条水沟。上盘排土场与马耳岭北部交界处有一条水沟，水流长年不断，水深 0.3m 左右。主要补给来源为大气降水。水流流经排土场坡脚处，对排土场坡脚处会产生冲刷作用，将影响排土场的整体稳定性。必要时采取工程措施，对水沟中地表水采取疏导等处理方式，以消除对于排土场的不利影响。

2.3.3 工程地质概况

场地内下伏基岩主要为花岗岩、混合岩、角闪片麻岩等。主要构造为节理裂隙、片理等。

(1) 地层岩性

下盘排土场地理位置及地质条件特殊，基底普遍为北沙河冲积物，地质条件不利。根据 2023 年 7 月的稳定性分析评价报告可知，歪矿下盘排土场地层比较简单，主要地层结构由上到下依次为：素填土(排土场渣土)、黏性土(粉质黏土、有机质土)、砂层(粗砂、砾砂)、碎石土(碎石、圆砾)、基岩(花岗岩、滑石云母片岩)。现对主要地层岩性分述如下：

①排土场渣土

排土场渣土主要为采矿排放的废石，杂色，棱角分明，粒径大小不一，一般粒径 5cm~20cm，最大粒径可见 100cm-120cm，原岩主要为斜长角闪岩、片麻岩、混合花岗岩等，为排土场主要的物料组成。局部有建筑垃圾及第四系粉质粘土。土场排放堆积，自然休止角约 33°~35°。

②-1 粉质黏土

为下盘排土场基底分布最为广泛的土层，钻孔揭穿厚度 1.2m-15.2m。厚度分布不均，一般地势低洼处较厚。黄褐色-红褐色，稍湿-饱和，局部含砂，一般为可塑状态，岩芯呈柱状，无摇晃反应。

②-2 有机质土

主要分布于下盘土场西部、北部坡脚的冲积层，2020 年钻探见于 ZK1-1、ZK3-1，

厚 1.5m-5.5m，灰褐色-灰黑色，湿-饱和，可塑状态，岩芯呈柱状，无摇晃反应，有轻微腐味。

③-1 粗砂

广泛分布于下盘土场北部坡脚冲积层，2020 年钻探见于 ZK3-1、K4-1、ZK5-1、ZK6-2，厚 2.7m-7.5m，黄褐色、红褐色，稍密-中密，主要成分为石英、长石，局部含黏性土或黏性土夹层，岩芯一般呈短柱状。

③-2 砾砂

分布于下盘土场东北部坡脚冲积层，2020 年钻探见于 ZK5-1、ZK6-1，厚 1.8m-6.8m，黄褐色，中密-密实，主要成分为石英、长石等，碎石含量为 30-40%，局部含粉质黏土夹层，岩芯一般呈柱状、散体状。

③-3 碎石(圆砾)

分布于下盘土场东北部坡脚冲积层，2020 年钻探见于 ZK1-1、ZK4-1、ZK5-1，厚 0.5m-3m。黄褐色-灰褐色，中密-密实，粒径一般为 2-5cm，原岩成分主要为混合花岗岩、斜长角闪岩等，呈次棱角状-亚圆形，局部含粉质黏土或粉质黏土夹层。

④-1 全风化混合花岗岩

混合花岗岩为下盘土场基底广范分布的基岩，全风化混合花岗岩主要揭露于土场西南部、北部、东部钻孔。厚 2.4m-15m，岩芯呈红褐色-黄褐色，原岩构造清晰可见，岩质软，手搓成粉，岩芯呈柱状，偶见风化未完全的岩核。

④-2 强化混合花岗岩

广泛分布于采场基底，钻孔揭露厚 0.7m-13.3m。岩芯呈黄褐色-红褐色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石，云母含量较少，偶见角闪石，岩芯碎块状、短柱状为主。

④-3 中风化混合花岗岩

广泛分布于采场基底，本次钻探为揭穿。岩芯呈黄褐色-红褐色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石，云母含量较少，偶见角闪石，岩芯呈短柱状-长柱状为主。

⑤滑石云母片岩

为基岩岩脉，揭露于 2020 年钻探 ZK4-1、ZK5-1，厚 1.2m-6.1m。黄褐色，片状构造，主要矿物成分为云母、滑石。岩质较软，用手可碾碎，断面光滑，可见大量云

母定向排列，岩芯一般为短柱状。

（2）散体基本性质

基于废石流向和排岩计划统计分析，综合采用现场地质调查表明：上盘排土场矿山排土场物料主要成分为露天矿山开采剥岩，原岩成分主要为角闪变粒岩、角闪斜长片麻岩，局部含有花岗岩。排弃物中还包括地表腐植土、生活垃圾等。下盘排土场的排土料包括斜长角闪岩、片麻岩和花岗混合岩。

排土工艺为铁路排岩+汽车排土方式，部分台阶为汽车排岩道路，平台处受到汽车碾压，各个排土区域内坡顶废石物料的固结和密实程度较高，坡底处较松散。

（3）地质结构特征

对排土场而言，其本体宏观地质结构受排土工艺控制，对汽车构造、铁路排岩工艺而言，因散体颗粒较粗，在倾倒过程中分选明显，细粒部分留在土场上部，粗粒部分滚落至沟底坡脚。

矿山排土场工程中排弃的废石料爆堆(不同粒径破碎颗粒体)经倾倒、重力分选、混合而成，未经筛分优选(确保级配最优和避免弱层)和过程分层(控制密实度和工后沉降)，形成了模型上的分层特征，其分层、粒径分级和形成过程是一个自组织自平衡过程。

从现场的倾倒过程跟踪试验表明，虽然上、下盘排土场属多台阶单面坡排土，废石在土场斜坡面上的分选作用明显，块体滚滑速度较快，岩块在运动过程中翻滚现象明显，大块岩石主要散落在坡脚，整体上呈现出上细下粗的表面。在排土线不断向前推进的过程中，其分层只是岩性含量及含水量不同而略有差异。排土场坡角基本等于散体安息角。据《2014年勘察报告》可知：歪头山铁矿排土场废石场物料的自然安息角在 $33^{\circ}\sim 36^{\circ}$ 之间。

因此，不考虑不同时期的固结作用对孔隙结构的影响时，对排土场可采用均质地质结构模型进行分析。建立典型排土场概化模型考虑工艺特征及排土场自身形成过程。

由于各平台位置受排岩设备(汽车)的连续碾压作用，排土场表层形成一道“低渗透性”的超固结层，表层排土料的堆积密度较大且具有较低的渗透性，虽然对整个排土场宏观结构没有大的影响，但强降雨作用下，可以减少地表水体下渗、同时降低下渗速度，起到对降雨的削峰作用，潜在表现为滑坡的迟滞性。

综合现场地质调查、排岩过程跟踪，排土场本体地质结构特征宏观上表现为：排土场属多台阶单面坡排土；废石在土场斜坡面上具分选作用，碎石料大粒径块体在坡面经过重力作用滚滑速度较快且类似于不断加速状态，加速翻滚现象明显。废石在自然土场斜坡面上因分选作用，而表现出细粒的岩石堆积在上部，中粒分布在坡的中上部，大块则均匀分布在坡的下部及坡底。坡脚处由于散体整体块度大，细颗粒无法充填满由块体形成的结构骨架，导致孔隙率较高，进而表现出高渗透性。在降雨时，即使排土平台没有形成反坡，也很少会发生排土平台径流到土场斜坡面，而是直接快速通过大块组成的骨架空隙，下渗到土场—地基接触面，水最终从坡底出露流出。排土场地质结构模型可概化为三带分层地质结构模型。



图 2-4 排土场单台阶的三带分层地质结构模型

①新堆积排土场的自由斜面角度不大于其自然临界坡角(休止角)时，散粒层和摩擦层相互作用，系统敏感性和鲁棒性平衡时，排土场能保持自身形态，并以临界稳定状态存在：敏感性通过散粒层颗粒的移动体现，鲁棒性依赖摩擦层维持；受外力干扰，如巨粒或粗粒径颗粒以滚动兼滑动状态越过已形成坡面中的坑洼，带动摩擦层中受临近颗粒制约的中、细颗粒滑动，破坏组构颗粒间的力链，使坡体表面上部摩擦层的散粒体失去支撑而剪切式滑移，扰动继续向下推进而产生渐进式破坏，表现为局部坍塌或台阶失稳的现象。排土场本体滑坡灾害的发生，是废石散粒体系统内各要素通过一系列非平衡不稳定产生空间、时间、功能和结构的自组织过程，开放系统偏离平衡态的结果。

因此，如果在临界状态下扰动的连锁反应引起排土场发生摩擦层滑移，排土场的鲁棒性遭到破坏，排土场不能维持在临界状态。

②排土场在用阶段是一种临界稳定状态，经固结沉降和自密实作用，反而在后期逐渐稳定。稳定性演化是个渐进过程，即使存在因组构特征造成排土场本体结构上的

顺层性，类似岩质边坡平行于边坡自由临空面的结构面或夹层，扰动的连锁反应，如坡脚锁固段掏挖，轻微时只引起散粒层滑塌，摩阻层颗粒不发生移动，排土场的鲁棒性不受影响，维持稳定，出现自组织临界性。整体的失稳破坏并不会瞬间发生，必须经历堆积体在局部区域的结构松散性破坏，并满足剪应力增加并超过顺层组构的抗剪强度，才能发生剪切破坏，表征为坍塌或错落式沉降。

这种渐进性过程以物理力学性质的演化表征时，从在排到终排，土体抗剪强度经历了初始阶段因固结(微观上颗粒的相互滑移、充填)产生的剪胀，抗剪强度先达到峰值；坡脚掏挖时，因摩阻层颗粒失去约束而重排，导致组构上的松散剪缩而降为残余强度。只有散粒层的下滑力超过残余强度，才会诱使既已形成的土拱逐渐向上扩展，区域破坏面威胁并剪断潜在滑体的锁固段，才演化形成贯通滑面。

2.4 工程建设方案概况

2.4.1 下盘排土场现状

目前下盘排土场东西长约 1400m，南北宽约 1200m，下盘排土场底标高 92m，设有 260m、235m、215m、190m、170m、153m、138m 平台，各安全平台宽度在 20m~30m，阶段坡面角约为 30-36°，平均坡面角约 22°，下盘排土场以铁路运输排弃为主，道路运输排弃为辅。下盘排土场现已停止使用。原有 600 万 t/a 干选生产线和卸矿平台位于下盘排土场西北侧 180m 标高处和 190m 标高处，现有运输道路可通达原有 600 万 t/a 干选生产线和卸矿平台。

下盘排土场采用 ZG150-1500 型电机车牵引矿用翻斗车运至排土场，排土场平台较平整，均匀布置排土工作线，排土线呈弧形整体均衡推进，在路基面向排土场内侧形成 5% 的反坡，线路尽头前的一个列车长度内，有 3% 的上升坡度，卸车线钢轨轨顶外侧至台阶坡顶线的距离为 1.5m。排土场下部用大块废石砌筑了挡土墙。



图 2-5 下盘排土场卫星航拍图

2.4.2 建设规模及工作制度

矿山开采顶部岩石 6 个月后，才可以开采到 224m 以下。矿山基建期为 0.5 年。受剥离岩石工程量的制约，新建 1200 万 t/a 干选生产线投产时间为 1.5 年以后。根据回采进度计划安排，矿山基建工程量为 1185 万 t，全部为岩石。

开采的第 2 年计划总量为 3035.37 万 t，其中岩石为 2435.37 万 t，废石为 600 万 t。开采的第 3 年总量为 1800 万 t，全部为废石。

排土场 116m 水平以上（不包括新建 1200 万 t/a 干选生产线场地压占空间占用废石工程量）废石 13624.7 万 t 废石。新建 1200 万 t/a 干选生产线场地压占工程量和 116m~92m 合计废石量为 4889.60 万 t。

《可研报告》确定 92m 以上回采取石总量为 22133.66 万 t（11066.83 万 m³）。其中 224m 以上岩石（低品位矿石含量很低，直接外卖，不再进行干选）3620.4 万 t（1810.2 万 m³）。92m 到 224m 可以回采废石量为 18513.29 万 t（9256.64 万 m³）。

（1）建设规模

《可研报告》确定取岩规模为 1800 万 t/a（矿石 180 万 t/a）。在 116m 水平完成开采后，回采 1200 万 t/a 干选生产线压占空间时，生产规模降至 600 万 t/a。

（2）服务年限

《可研报告》确定下盘排土场回采年限约 17 年（不包括基建期）。其中 1800 万 t/a 稳产 7 年。600 万 t/年规模稳产 8 年。

（3）工作制度

工作制度采用全年连续工作制；即年工作 330 天，每天 3 班，设备每班运转 6 小时。

2.4.3 回采范围

《可研报告》确定回采范围为歪头山铁矿下盘排土场内+224m~+92m 标高之内废石的回采。

2.4.4 开拓运输

《可研报告》确定利用现有道路系统，在北侧 192m 处修建去往顶部 285m 水平的 2024 年运输岩石的主干道路。该道路从上至下开始修建。修建期间利用南侧现有道路进行岩石运输。未来强化道路建设速度，213m 到 192m 道路修建采取折返方式进行修建。预计 1 个月完成这条道路建设。这条道路是上部岩石输出的主干道路。

修建完成的这条道路有支线与 600 万 t/a 干选生产线翻卸平台 190m 水平连接，也有支线与 600 万 t 干选生产线物料堆存场地连接。当矿山回采到第 9 年时，圈定的 116m 以上区域回采境界内岩石和废石可利用资源全部利用完。采取拆除新建 1200 万 t 干选生产线回收废石资源量的方案。

600 万 t/a 干选生产线物料堆存场地和新建 1200 万 t/a 干选生产线物料堆存场地均由道路与 116m 矿石破碎站和外卖尾渣的道路衔接。

2024 年 3 月，鞍钢集团矿业设计研究院有限公司编制了《歪矿下盘排土场开发利用项目 600 万 t/a 干选生产线工程可行性研究报告》，对生产线的建设和工艺进行了叙述。

《可研报告》确定运输道路级别为 III 级，运输道路双车道宽 8m，运输道路路基宽度不小于 20m，最大道路纵坡 8%，最小转弯半径 15m，缓坡段长度 30~60m。采用级配碎石路面。空重车平均运行速度均为 20km/h。

2.4.5 回采工艺

2.4.5.1 回采境界圈定

根据回采规模和选用的装备水平以及矿岩物理和机械性质，确定回采境界参数见下表 2-1。

表 2-1 回采境界圈定参数表

序号	项目名称	单位	参数
1	阶段高	m	12
2	台阶坡面角	°	33.7
3	安全平台宽度	m	8
4	清扫平台宽度	m	10
5	运输（道路）平台宽度	m	20
6	本项目开采最高标高	m	224
7	周边最高标高	m	270
8	本项目开采最低标高	m	92
9	本项目开采垂直高度	m	132
10	该区域垂直高度	m	178
11	最终边坡角	°	8
8	境界内岩石量	万 m ³	1810.18
		万 t	3620.37
9	境界内废石量	万 m ³	9256.64
		万 t	18513.29
10	境界内总量	万 m ³	11066.83
		万 t	22133.66

2.4.5.2 回采工艺

《可研报告》确定回采方式采用分台阶从上至下回采，阶段高度为 12m。歪头山铁矿铲装采用 4m³ 液压挖掘机（反铲）装 40t 自卸汽车逐层向下对排土场进行挖掘取岩。取岩后分别运往干选生产线的破碎站翻卸平台翻卸至粗破料仓中。

采用从上至下回采方式。根据资源赋存条件和 600 万 t/a 干选生产线生产能力。首采区设置在东南侧的山体处。采取条带式开采，第一条带顶部宽度不小于 200m。回采工艺参数见表 2-2。

粗碎设备给矿粒度为 1~1000mm，因此回采过程中禁止装载块度大于 1000mm 以

上的废石。将大于 1000mm 的大块集中堆放，若为岩石经液压破碎锤进行破碎后直接外卖，若为矿石经液压破碎锤进行破碎后直接运往 116m 矿石破碎站。采用液压碎石机进行二次破碎，白班作业，年工作天数 300 天。

表 2-2 回采工艺参数表

序号	项目名称	单位	工艺参数
1	阶段高度	m	12m
2	作业台阶坡面角	°	45
3	最终台阶坡面角	°	33.69
4	最小工作平台宽度	m	45
5	最小工作线长度（液压铲）	m	50
6	同时工作水平数	个	3
7	道路限制坡度	%	8
8	年下降速度	m	15
9	水平推进速度	m/a	240
10	台阶之间超前关系	m	50

(1) 铲装运输

《可研报告》确定采用 12 台 4m³ 液压挖掘机（反铲）进行回采作业，采用 33 台 40t 矿用自卸汽车运输。

(2) 辅助作业

1) 推土机

采用 4 台推土机修筑临时运输通路、清扫维护边坡、清除挖掘机装载时散落的矿岩等工作，以及清理自卸汽车排弃时留下的残量。推土机年工作天数 330 天。

2) 洒水车

本项目配备普通洒水车，主要用于取岩部位、堆渣部位和道路降尘，根据部位要求和道路长度，需要 20m³ 洒水车 7 台。

3) 前装机

前装机主要负责临时道路的处理和配合铲、车的辅助作业，改善作业环境。经核定，废石回采工程需前装机 3 台。

4) 其它辅助设备

除以上主要辅助设备外，还配备压路机、平地机、指挥车等其它辅助设备。

随着歪头山铁矿主采区露天矿产能的逐渐缩小，露天矿辅助设备有部分闲置。因此，这些辅助设备均利旧。

该项目采取外包模式组织生产和外卖运输。所有设备均由外包单位提供。矿山设备统计见表 2-3。

表 2-3 主体及辅助设备表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	液压挖掘机（反铲）	斗容 4m ³	台	7	废石回采
2	液压挖掘机（反铲）	斗容 4m ³		5	尾渣装车
3	矿用自卸卡车	载重 40t	台	28	废石回采
4	矿用自卸卡车	载重 40t	台	5	矿石运输
5	履带式推土机	T220	台	4	
6	振动式压路机	18t	台	1	
7	平地机		台	1	
8	洒水车（雾炮）	15m ³	台	3	
9	洒水车（普通）	20m ³		7	
10	前装机	3 m ³	台	3	
11	液压挖掘机（反铲）		台	1	二次破碎
12	破碎冲击器		台	1	二次破碎
13	指挥车		台	2	
合计			台	68	

2.4.5.3 排渣工艺

废石经处理后产生的尾渣通过胶带运输至临时堆放场地后落地。排土场的岩石和

落地后的尾渣全部外卖。（如果遇到外卖岩石不利的情况，可以采取岩石内排、设置岩石临时堆场、临时降低产能、多渠道销售等措施应对）

采用 4m³ 液压挖掘机铲装，岩石及尾渣由买方提供运输设备自行运输。

2.4.6 供配电设施

《可研报告》确定矿山工业场地供电电源引自附近 10kV 变电所，排土场去往干选生产线和去往矿山 116m 破碎站和尾渣外卖的全部道路均设照明系统。照明道路长为 7km。道路用电电源在 139m 的生产指挥中心处，路灯设置间距 30m。道路沿途设置 4 座箱式变电站，沿途敷设高低压电缆。道路采用太阳能路灯照明方式。

2.4.7 防排水与防灭火

（1）防排水

1）在回采废石（岩石）平台挡车土堆内侧设置排水沟，排水沟与运输道路排水沟连接，防止地表水大量渗入排土场和冲刷边坡。

2）在回采废石（岩石）平台过程中，应使回采岩石平台形成 2%~5% 外向坡度，确保地表水进入排水沟。

3）回采废石（岩石）平台平台表层裂隙选用细土压覆，密实裂隙。

4）汛期前，应与歪头山铁矿保持联系，听从调遣，并详细检查排土场排洪系统的安全情况，备足抗洪抢险所需物资，落实应急救援措施。

5）汛期及时了解和掌握水情和气象预报情况，并对排土场及其通讯、供电、照明线路等进行巡视，发现问题应及时修复。

6）降雨过后，对排洪系统进行全面认真的检查与清理。

（2）防灭火

矿山办公室、休息室、仓库等应配备必要的消防器材，由灭火器、消防桶、消防沙等组成，挖掘机、装载机、自卸汽车等机械设备应配备灭火器。

2.4.8 基建工程回采计划

（1）基建工程

基建采用从上至下回采方式，基建工程量 1185 万 t，基建期为 0.5 年。基建工程量全部为岩石。利旧 600 万 t/a 干选生产线投产时间为矿山基建工程完成后。

首采区设置在东南侧标高为 297m 的山体处。采取条带式开采。根据矿山生产组织建议，条带的划分为南侧条带和北侧条带。第 1 条带为南侧条带。根据矿山多年排土作业数据可知，这一个条带底部废石量大且含矿石量较多。第 1 条带强化回采主要目的是尽快回采到 224m 处，为 600 万 t 生产线的生产夯实基础。采取条带式开采（为了矿山达到 1800 万吨每年的生产规模，只在基建期及第一年条带式开采以便及早见矿），基建工程回采到 224m，基建工程结束后该区域可以大量回采废石。

从东向西进行条带式开采，第一条带顶部宽度不小于 200m。考虑到上部道路系统和 296m 以上阶段量仅 16.81 万 t 和 296m~284m 阶段量 209.41 万 t，因此从 284m 水平开始进行条带式开采。284m 以上岩石部位采用 7 台 4m³ 液压挖掘机同时作业，27 天可以完成全部取石任务。

第一条带取石结果如下：

284m~272m 阶段最长 425m，最宽 206m。阶段量为 164.11 万 t。7 台 4m³ 液压挖掘机同时作业，25 天可以完成全部取石任务。

272m~260m 阶段最长 463m，最宽 227m。阶段量为 192.68 万 t。7 台 4m³ 液压挖掘机同时作业 23 天可以完成全部取石任务。

260m~248m 阶段长 548m，最宽 222m。阶段量为 214.26 万 t。7 台 4m³ 液压挖掘机同时作业，26 天可以完成全部取石任务。

248m~236m 阶段长 565m，最宽 211m。阶段量为 203.60 万 t。7 台 4m³ 液压挖掘机同时作业，24 天可以完成全部取石任务。

236m~224m 阶段长 564m，最宽 195m。阶段量为 184.13 万 t。7 台 4m³ 液压挖掘机同时作业，22 天可以完成全部取石任务。

回采第 1 年初分两大区进行下盘排土场的回收利用作业。225m 水平以下在第一条回采创造的空间内重点强化新建 1200 万 t/a 干选生产线位置区域内进行作业，力争第 2 年 5 月份完成该部位空间回采，使新建工程具备建设条件。南侧上部山体开始从上至下进行下盘排土场的回收利用。

（2）总体回采计划

排土场回收开采的第 2 年计划总量为 3035.37 万 t，其中岩石为 2435.37 万 t，废石为 600 万 t。计划第 2 年年末，224m 水平以上岩石完成全部回采。

排土场回收开采的第 3 年总量为 1800 万 t，全部为废石。

当矿山回采到第 9 年时，圈定的 116m 以上区域回采境界内岩石和废石可利用资源全部利用完。采取拆除新建 1200 万 t 干选生产线回收废石资源量的方案。这部分废石资源量全部进入到利旧 600 万 t 干选生产线。这样矿山回采规模就从 1800 万 t/a 降低到 600 万 t/a。下盘排土场废石回收利用资源总量和逐年产量见表 2-4。

表 2-4 歪头山铁矿下盘排土场废石回收利用资源总量和逐年产量

时间		基建期	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年 (拆除前)	合计	
项目	岩石	万 t	1185	2435.37								3620.37	
	废石	万 t		600	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	423.70	13623.70
	合计	万 t	1185	3035.37	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	423.70	17244.07
	矿石	万 t		60	180	180	180	180	180	180	180	42.37	1362.37
	尾渣	万 t		540	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	381.30	12261.30
	合计	万 t		2940.2	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	423.70	13623.67
时间		第 9 年 (拆除后)	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	合计	总计	
项目	岩石	万 t										3620.37	
	废石	万 t	458.77	600	600	600	600	600	600	600	230.83	4889.60	18513.30
	合计	万 t	458.77	600	600	600	600	600	600	600	230.83	4889.60	22133.67
	矿石	万 t	45.88	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	23.08	488.96	1851.33
	尾渣	万 t	412.89	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	207.75	4400.64	16661.94
	合计	万 t	458.77	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	230.83	4889.60	18513.27

2.4.9 安全管理及其他

（1）企业相关证照的合法性及人员培训

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿有辽宁省自然资源厅核发的《采矿许可证》，本溪市市场监督管理局高新技术产业开发区分局核发的《营业执照》，辽宁省应急管理厅核发的《安全生产许可证》，以上证照均在有效期内。

主要负责人持有《主要负责人资格证书》，7名安全管理人员持有《安全管理人员资格证书》，电工、焊工等特种作业人员均持有相关操作证；挖掘机、装载机、自卸汽车等司机均能持证上岗；以上证件均在有效期内。采场内作业人员都已经过企业培训，并经考试合格后上岗。

（2）安全生产管理机构、技术管理机构

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿设置了安全生产管理机构，文件号：歪矿政发[2023]3号，设立了安全环保室负责矿山日常安全生产监督管理工作；成立了生产技术管理机构（文件号：歪矿政发[2023]13号），生产技术管理机构中设置了生产技术总负责人，并根据专业设有采矿、机电、地质、测量等专业技术人员。

（3）安全生产责任制、管理制度及操作规程

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿制定了安全生产责任制度、安全目标管理制度、安全例会制度、安全生产检查制度、安全教育培训制度、设备安全管理制度、危险源管理制度、隐患排查与整改制度、安全技术措施审批制度、劳动防护用品管理制度、生产安全事故管理制度、应急管理制度、安全生产奖惩制度、安全生产档案管理制度等规章制度。

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿制定了各职能部门的安全生产责任制，制定了岗位安全生产责任制，内容比较全面。

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿编制了各岗位安全操作规程，对相关技术操作人员进行了规范，内容比较齐全。

（4）劳动合同、安全生产责任保险及安全投入

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿与职工签订了劳动合同；为全矿职工办理了安全生产责任保险和工伤保险，满足相关文件要求；根据《关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财资[2022]136号）的要求，足额提

取了安全措施专项经费，有本年度的提取计划和落实情况证明；向职工发放了符合国家标准的劳动保护用品，有相关的发放记录，并能监督工人正确使用。

（5）应急预案及矿山救护

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿编制了生产安全事故综合应急预案及相关专项预案，并经辽宁省应急管理厅备案，并定期进行了应急演练，演练记录存档保存。

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿与蓝天救护队签订了救护协议。本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司下发了关于印发《本钢集团矿业公司调整矿山救护队人员工作方案》的通知（本钢矿安委发〔2023〕8号），明确了矿山应急救援组织机构及其职责等内容。矿山配备了较齐全的应急物资、装备和设施，能够满足矿山应急需求。

（6）其他

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿有安全会议、安全检查、职工安全教育培训、劳动防护用品发放、隐患整改、设备维护等相应记录，其中，针对矿山存在的安全隐患实行“四个清单”闭环管理。

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿建立了安全生产风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，建立了安全风险清单，设置安全风险公告栏，绘制企业安全风险四色分布图，已形成了企业常态化的双重预防机制。

（7）建设投资

利旧 600 万 t 干选回收线投资前期可研中已经估算，因此本次投资估算不包括该项投资，建设项目总投资 8599 万元，其中 1200 万吨干选生产线建设投资 7699 万元，流动资金 900 万元。

3 定性、定量评价

3.1 总平面布置单元

(1) 使用安全检查表法对总平面布置单元进行安全评价，见表 3-1。

表 3-1 总平面布置安全检查表

项目	检查内容	检查依据	《可研报告》中介绍的情况	检查结果
排土场及构筑物布置	1. 厂址应具有满足生产、生活及发展规划所必需的水源和电源，且用水、用电量特别大的工业企业，宜靠近水源、电源。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.6 条	矿山工业场地供电电源引自附近 10kV 变电所，该项目水源和电源充足，可以满足回采需要。	符合要求
	2. 厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.8 条	矿区工程地质条件和水文地质条件简单，现有工业场地能满足需要。	符合要求
道路布置	1. 露天矿山道路生产干线为采矿场各开采台阶通往卸矿点和废石场的共用道路。	《厂矿道路设计规范》第 2.4.1 条	《可研报告》设计矿山道路生产干线为下盘排土场各回采台阶通往卸矿点的共用道路。	符合要求
	2. 三级露天矿山路面宽度宜不小于 4.0m（单车道）、6.5m（双车道）。	《厂矿道路设计规范》第 2.4.2 条	《可研报告》确定该项目的道路等级为三级，双车道路面宽度 8m。	符合要求
	3. 三级露天矿山道路最小圆曲线半径应不小于 15m，局部受地形限制应不小于 12m，最大纵坡 8%。	《厂矿道路设计规范》第 2.4.6 条、第 2.4.13 条	《可研报告》确定道路纵坡 8%，最小圆曲线半径 15m。	符合要求

（2）经验分析法

下盘排土场东西两侧各发育一小型地表溪流，为季节性流水，最近距离土场坡脚140m~200m。下盘土场周边有4个人工池塘，其中3个分布于土场西南外侧，1个分布于土场东部外侧。地表溪流及池塘均与土场坡脚有一定距离，对边坡稳定性影响很小。

根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）中5.4排土场与周边防护距离要求中明确，当不设置防护工程时，排土场最终坡底线与村庄、居住区和工业场地的距离，应不小于 $2.0H$ （ H 值为排土场总堆置高度），当设置防护工程时，应按采取工程措施要求确定。

下盘土场最大堆置高度178m，下盘土场西侧为侯屯村，距坡脚线最近距离为325m（小于 $2H$ ），下盘土场北部为沈本产业大道和沈丹专线，坡脚线距离沈本产业大道15m，坡脚线距离沈丹专线约50m（小于 $2H$ ），东侧毗邻歪头山镇（小于 $2H$ ）。因下盘排土场坡脚线距离沈本产业大道、沈丹专线、侯屯村及歪头山镇较近，均小于排土场的安全防护距离，在排土场回采过程中，如果边坡局部失稳，边坡浮石不及时清理，回采操作人员操作失误等均可能对周边沈本产业大道、沈丹专线、侯屯村及歪头山镇产生影响。同时原有600万t/a干选生产线和卸矿平台位于下盘排土场西北侧180m标高处和190m标高处，随着下盘土场的回采，干选生产线的稳定性会受到影响。下盘土场的回采也可能对原有电机车线路产生影响。

建议安全设施设计中细化下盘土场北侧回采的安全措施和回采工艺，明确回采前是否应在排土场底部设置防护工程，防止下盘土场回采时对周边沈本产业大道、沈丹专线、侯屯村及歪头山镇产生影响。

（3）小结

由以上检查表可知：该项目工业场地利旧，总平面布置单元符合《工业企业总平面设计规范》、《厂矿道路设计规范》等标准的有关规定，建议安全设施设计中细化下盘土场北侧回采的安全措施和回采工艺，明确回采前是否应在排土场底部设置防护工程。

3.2 开拓运输单元

3.2.1 危险、有害因素的辨识和分析

该项目采用汽车运输方式。下盘排土场内外有大量车辆运行，可能发生车辆伤害。

该项目下盘排土场内部公路运输线路较复杂，若日常运输管理不力（如信号系统错误、行人与汽车抢道等），可能导致运输事故。

《可研报告》提出，该项目选用 40t 自卸汽车运输矿岩，若道路（或其局部）不符合要求：坡度过大、转弯半径过小、路宽不够、路面不平，路面缺乏维护保养等，易发生意外事故，主要表现为车辆挤人、压人、撞车或撞人、车辆倾覆等。

（1）运输道路设计不符合要求，如坡度大，转弯半径过小，路宽不够，路面不平等。

（2）运输道路路面缺乏维护保养。

（3）车辆驾驶员没有经过培训考试持证上岗，或没有严格执行行车规则和驾驶操作规程。

（4）车辆没有按照有关规定进行保养，其安全防护装置有缺陷。

（5）自然条件恶劣，如雾天影响视线，冰雪和雨水使路面变滑等。

此外，由于该项目使用的车辆较多，行车公路上将经常沉积大量粉尘，在大风干燥天气下车辆运行时，导致尘土弥漫，空气中每立方米的粉尘量可能高达几十甚至几百毫克。运输车辆在行使过程中，产尘量的大小与路面种类、路面上积尘多少、天气干湿、有无雨雪以及汽车行驶速度等因素有关。

粉（矿）尘对人的主要危害是能引起尘肺病。尘肺病是由于长期大量吸入微细矿尘而引起的一种慢性职业病。尘肺病是矿工的主要职业病，发病率高，对身体影响大，迄今尚无根治的方法。

通过对矿山开拓运输单元存在的危险、有害因素进行辨识和分析，确定该单元存在的危险因素为“车辆伤害”、“高处坠落”、“物体打击”，有害因素为“尘毒”。

3.2.2 预先危险性分析法评价

采用预先危险性分析法对矿山开拓运输单元进行评价，见下表 3-2。

表 3-2 矿山开拓运输单元预先危险性分析

危险有害因素	致因因素	事故后果	危险等级	预防措施
车辆伤害	1.车辆老化，设备损坏。 2.道口未设有明显的警示标志。 3.道路外侧未设有安全车挡。 4.道路盲区，道口交叉。 5.违章驾驶。 6.信号警示差，安全距离不够。 7.运输道路不标准，检修道路不及时。 8.驾驶室外平台、脚踏板及车斗不应载人；不应在运行中升降车斗。 9.冰雪或多雨季节道路较滑时，未设防滑措施。 10.同类车超车，前后车距离应保持适当。生产干线、坡道上无故停车。 11.采用溜车方式发动车辆，下坡行驶空挡滑行。	人员伤亡。	III	1.经常检查与维护车辆，损坏车辆维修前严禁作业。 2.道口设置明显的警示标志。 3.道路外侧设不小于车辆轮胎高度 1/2 的安全车挡。 4.人员加强道路盲区及道路交叉处的了望，增设醒目的警示牌。 5.司机持证上岗，按规程驾驶车辆。 6.设置明显的警示指示信号。 7.经常检查与维护道路。 8.按照设计要求修建道路。 9.遵守岗位操作规程，冰雪或多雨季节制定防滑措施。 10.车辆之间保持足够的安全距离。 11.严禁采用溜车方式发动车辆，下坡行驶空挡滑行。
尘毒	汽车作业时产生尾气、粉尘。	影响人员健康。	II	1.汽车安装尾气净化装置； 2.加强洒水作业； 3.加强个体防护等。
高处坠落	1.翻卸矿岩时，汽车司机没有听从指挥，倒车超过安全位置。 2.运矿汽车在无人指挥时翻卸。 3.卸矿地点没有牢固可靠的挡车设施。 4.在车顶检修时，没有选择好站立位置，站稳抓牢。	人员伤亡，车辆损坏	II	1.翻卸矿岩时，汽车司机要听从指挥，倒车不要超过安全位置。 2.运矿汽车不要在无人指挥时翻卸。 3.卸矿地点要有牢固可靠的挡车设施。 4.在车顶检修时，要选择好站立位置，站稳抓牢。

危险有害因素	致因因素	事故后果	危险等级	预防措施
物体打击	1.装车过满或装载不均，车辆运行时矿（岩）石滑落甩出。 2.车辆在有浮石、“伞檐”、崖头的边坡附近行驶。	人员伤亡	II	1.装车不要过满，不要装载不均。 2.及时处理车辆运行地段附近边坡的浮石、“伞檐”、崖头。

3.2.3 经验分析法

《可研报告》确定利用现有道路系统，在北侧 192m 处修建去往顶部 285m 水平的 2024 年运输岩石的主干道路。该道路从上至下开始修建。修建期间利用南侧现有道路进行岩石输出。未来强化道路建设速度，213m 到 192m 道路修建采取折返方式进行修建。预计 1 个月完成这条道路建设。这条道路是上部岩石输出的主干道路。

修建完成的这条道路有支线与 600 万 t/a 干选生产线翻卸平台 190m 水平连接，也有支线与 600 万 t 干选生产线物料堆存场地连接。

600 万 t/a 干选生产线物料堆存场地和新建 1200 万 t/a 干选生产线物料堆存场地均由道路与 116m 矿石破碎站和外卖尾渣的道路衔接。

但《可研报告》附图中未明确运输道路布置，未明确下盘排土场回采后至 600 万 t/a 干选生产线卸矿平台的道路布置，安全设施设计中应补充开拓运输系统图，并论证道路布置合理性与通过能力计算。

3.2.4 评价结果

车辆伤害、高处坠落及物体打击是常见的运输事故，且事故结果较为严重，因此，本项目运输过程中造成的伤害危险等级定为 II~III 级。

《可研报告》明确道路按矿山三级道路标准设计，道路建设方案满足《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）要求，但《可研报告》附图中未明确运输道路布置，建议安全设施设计中应补充开拓运输系统图，并论证道路布置合理性与通过能力计算。建设单位只要按照设计要求布置矿山道路，对运输车辆及时检修保持车况良好，并杜绝驾驶人员违章，运输过程中造成的伤害是可控制的。

3.3 采剥单元

采剥单元中存在的危险、有害因素较多，又交叉存在于不同的工序和环节中，为便于评价工作的有序开展，将采剥单元划分为2个子单元，即边坡稳定性、铲装子单元。

3.3.1 边坡稳定性子单元

3.3.1.1 危险、有害因素的辨识和分析

下盘排土场边坡上不稳定的岩（土）体在重力作用下沿一定滑动面（或滑动带）整体向下滑动的物理地质现象，称为滑坡。在露天回采过程中，滑坡往往造成严重危害。

由于边坡过陡、其岩土内含水量较大、岩石风化，以及岩层构造、地震影响等原因导致坍（塌）方的物理地质现象，称为坍塌。在露天回采过程中，坍塌也往往造成严重危害。

该项目实施过程中可能发生滑坡与坍塌的地点主要为下盘排土场的边坡。

《可研报告》设计下盘排土场回采年限为17a（不含基建期），最大边坡高度为178m，可能诱发灾害的持续时间也长，因此，受滑坡与坍塌的威胁较大。

下盘排土场采用露天回采方式，大气降水为地下水主要补给来源。地下水量受大气降水控制变幅明显，雨季降水增大，一般滞后5-10天水位下降。由于下盘排土场均为松散体，因此水对下盘排土场边坡稳定影响较大，可能发生泥石流危险。

下盘排土场回采过程中，由于管理不善，形成“伞檐”或边坡浮石及上段工作平台碎石清扫不净，受到铲装、运输等某种震动，很可能发生滚石滑落，对下部平台作业人员的危害是严重的。

造成滚石的主要原因有：

处理浮石、“伞檐”不及时（这是下盘排土场存在滚石伤人的隐患）。

处理浮石操作方法不当。由于处理浮石操作方法不当所引起的滚石事故，大多数是因处理前缺乏全面、细致的检查，没有掌握浮石情况而造成的。

安全平台宽度不足，不能充分缓冲和阻截滑落的岩石。

上下平台同时作业时，未能保持一定的超前距离，当上部平台作业时滚石滑落造成下部平台人员设备不能及时躲避。

在处理浮石时，操作工人的技术不熟练，站立位置不当，当浮石落下时无法躲避而造成事故。

3.3.1.2 边坡稳定性子单元评价

3.3.1.2.1 专家评议法预评价

本预评价通过分析影响边坡稳定的几个因素，来预测边坡的稳定性：

1) 边坡稳定性分析

根据 2023 年 7 月的稳定性分析评价报告可知，歪矿下盘排土场地层比较简单，主要地层结构由上到下依次为：素填土(排土场渣土)、黏性土(粉质黏土、有机质土)、砂层(粗砂、砾砂)、碎石土(碎石、圆砾)、基岩(花岗岩、滑石云母片岩)。下盘排土场地理位置及地质条件特殊，基底普遍为北沙河冲积物，对下盘排土场边坡造成不利影响。排土工艺为铁路排岩+汽车排土方式，部分台阶为汽车排岩道路，平台处受到汽车碾压，各个排土区域内坡顶废石物料的固结和密实程度较高，坡底处较松散，容易发生局部滑坡事故。

由于各平台位置受排岩设备(汽车)的连续碾压作用，排土场表层形成一道“低渗透性”的超固结层，表层排土料的堆积密度较大且具有较低的渗透性，虽然对整个排土场宏观结构没有大的影响，但强降雨作用下，容易使坡体表面上部摩阻层的散粒体失去支撑而形成剪切式滑移，扰动继续向下推进而产生渐进式破坏，容易出现局部坍塌或台阶失稳。局部边坡存在一定的安全隐患需要采取一定的措施来保证边坡稳定性，主要方法是疏干和局部加固等措施。

①应进行边坡稳定性研究工作，主要研究内容是下盘排土场边坡的稳定性，阶段边坡和组合台阶边坡的稳定性和综合治理措施，各部位边坡的疏干研究，加固治理方案的可行性等；

②进入后期回采后，边坡高度加大，阶段边坡和组合台阶边坡的破坏将直接影响下盘排土场的安全，因此，应及时研究和加固局部边坡，提高台阶边坡的稳定性，对于平台及时维护和清扫，保证其使用功能。

2) 下盘排土场现状对本次回采影响分析

目前下盘排土场东西长约 1400m, 南北宽约 1200m, 下盘排土场坡脚标高为 92m, 设有 260m、235m、215m、190m、170m、153m、138m 平台, 各安全平台宽度在 20m~30m, 阶段坡面角约为 30-36°, 平均坡面角约 22°, 下盘排土场以铁路运输排弃为主, 道路运输排弃为辅, 下盘排土场现状边坡稳定。

下盘排土场的回采造成边坡稳定性变化, 破坏了原边坡状态, 原有边坡力学性质发生了变化, 如果回采位置顺序不合理, 回采破坏了下盘排土场原有的防排水设施, 均会对下盘排土场的稳定性产生影响。

3.3.1.2.2 采用预先危险性分析法评价, 见下表 3-3。

表 3-3 边坡稳定性预先危险性分析检查表

存在的危险	引发事故的原因	导致的事故后果	危险等级	预防措施
滑坡	1.实际生产中回采方法变动或构成参数违背设计确定的正确数值。 2.未采取有效的边坡地下水疏干措施或未采取有效的地表水防治措施。	1.剧烈滑坡, 其影响区域内, 作业人员严重伤亡, 设备摧毁性破坏, 并严重影响正常生产。 2.缓慢滑坡, “滑体”缓慢下滑, 影响正常的回采作业, 对采场内的人员和设备的安全构成威胁。	III	1.设计阶段要详尽地了解相关情况, 做出正确的边坡参数设计; 回采过程中严格按设计的要求作业。 2.采取合理的防治水措施, 重点是边坡水的疏干措施。
坍塌	边坡局部高陡。	回采过程中局部发生坍塌, 威胁其下部作业人员和设备的安全。	III	回采过程中严格按相关规程作业, 边坡高陡处及时处理。
滚石 滑落	未及时清理边坡危岩、浮石, 或安全、清扫平台的浮石清扫不净。	滚石伤人或损坏设备。	II	及时清理(处理)边坡和安全清扫平台的危岩、浮石。

3.3.1.2.3 经验分析法

(1) 典型剖面的确定

边坡稳定性分析选取的典型剖面位置图见图 3-1。

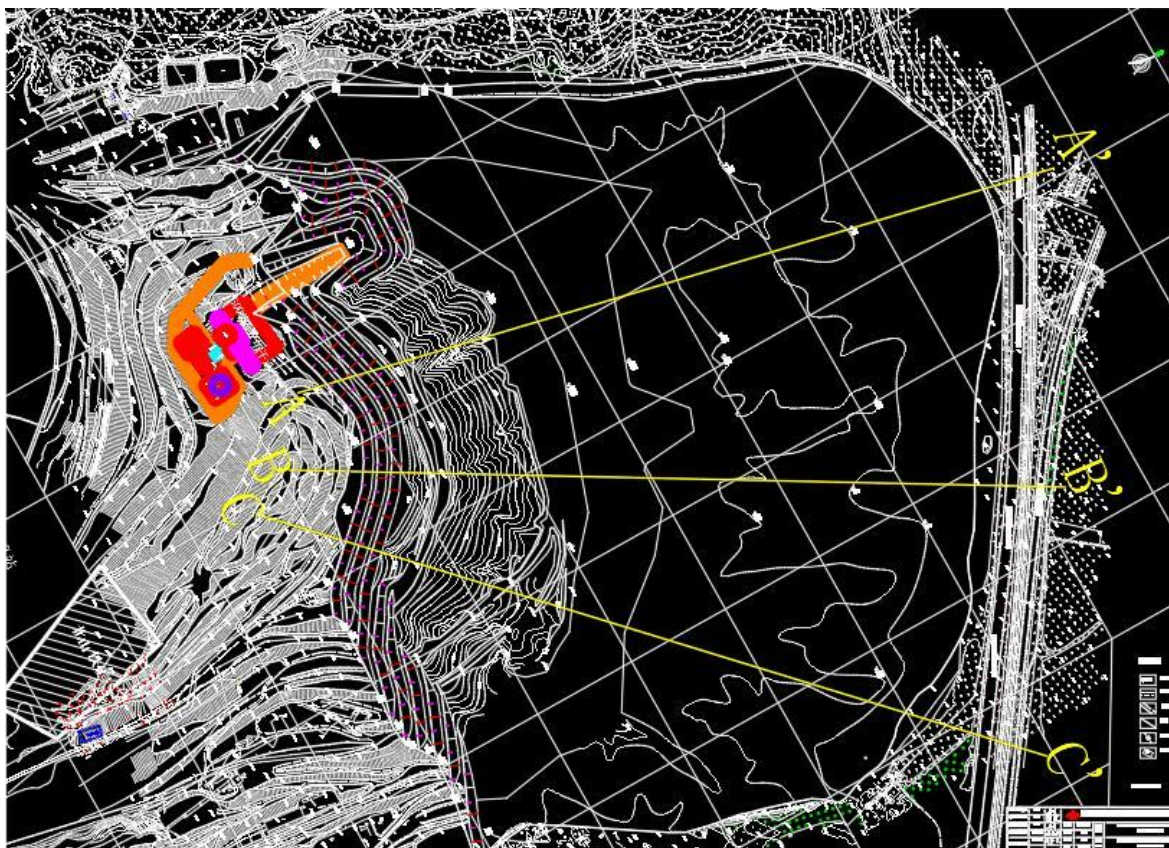


图 3-1 典型剖面位置图（A-A'、B-B'、C-C'）

(2) 边坡稳定性分析

1) 分析方法介绍

极限平衡分析法是边坡稳定性分析应用较早、积累经验最丰富的方法，因此采用极限平衡分析法对露天边坡进行稳定性分析。因考虑条块间力的假定条件及破坏面形状的不同，极限平衡法形成了较常用的 bishop 法和 Morgenstern-Price 法。由于各计算方法假定条件的不同，决定了这些方法的计算精度及适用范围的不同，因此同时采用上述两种方法进行分析，相互验证，以提高分析的准确性。

本次边坡稳定性分析采用 Slide 分析软件，该软件具有同时进行多种方法运算及多种搜索方式的特点，并可同时进行不确定性分析。

2) 边坡稳定性计算分析

下盘排土场边坡最大高度 178m，边坡较高，若边坡失稳发生大面积滑坡、崩塌等事故，后果较严重。

根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）的规定，排土场稳定性计算工况应根据重力、降雨及地下水、地震或爆破震动影响确定为自然工况、降雨及地下水工况、地震或爆破震动工况三种。自然工况条件下，排土场整体安全稳定性标准应符合表 3-4 的要求。

表 3-4 排土场安全稳定性标准

排土场等级	安全标准
一	1.25-1.30
二	1.20-1.25
三	1.15-1.20
四	1.15

注：排土场下游存在村庄、居民区、工业场地等设施时，相应区域排土场安全标准应取上限值。

排土场的整体稳定性应校核降雨工况。降雨工况，整体排土场安全标准可在表 3-4 的基础上降低 0.05，最低安全系数不得低于 1.10。

排土场等级划分见表 3-5。

表 3-5 排土场等级分级表

等级	场地条件	堆置高度 H (m)	排土场容积 V (10 ⁴ m ³)
一	不良	H > 180	V > 20000
二	复杂	120 < H ≤ 180	5000 < V ≤ 20000
三	一般	60 < H ≤ 120	1000 < V ≤ 5000
四	良好	H ≤ 60	V ≤ 1000

根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）的规定，将下盘排土场等级划分为二级，分别选取荷载组合 I（自然工况）和荷载组合 II（降雨及地下水工况）进行计算，排土场回采不使用爆破，本次不考虑地震或爆破震动工况影响。

① 物理力学参数

根据委托单位提供的地质资料，结合矿山实地调查情况并参考其他矿山经验，此次针对下盘排土场边坡进行稳定性分析计算的岩土物理力学参数选择见表 3-6。

表 3-6 岩土物理力学指标

岩土种类	容重(kN/m ³)		粘聚力(kPa)		内摩擦角(°)		渗透系数	体积模量 /GPa	剪切模量 /GPa	抗拉强度 /MPa
	天然条件	降水	天然条件	降水	天然条件	降水				

岩土种类	容重(kN/m ³)		粘聚力(kPa)		内摩擦角(°)		渗透系数	体积模量/GPa	剪切模量/GPa	抗拉强度/MPa
	天然条件	降水	天然条件	降水	天然条件	降水				
废石	22.0	24.0	5.0	3.0	34	32	3.2×10^{-7}	0.21	0.15	0.02

② 极限平衡法计算结果

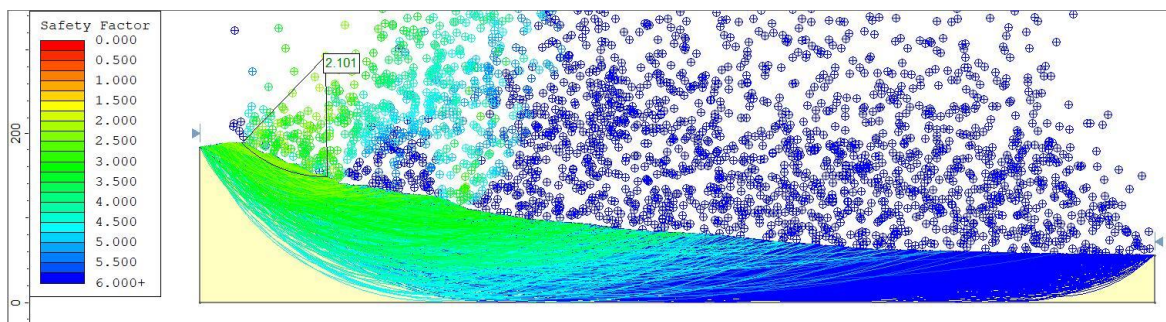


图 3-2 A-A'边坡计算结果（荷载组合 I—Bishop 法）

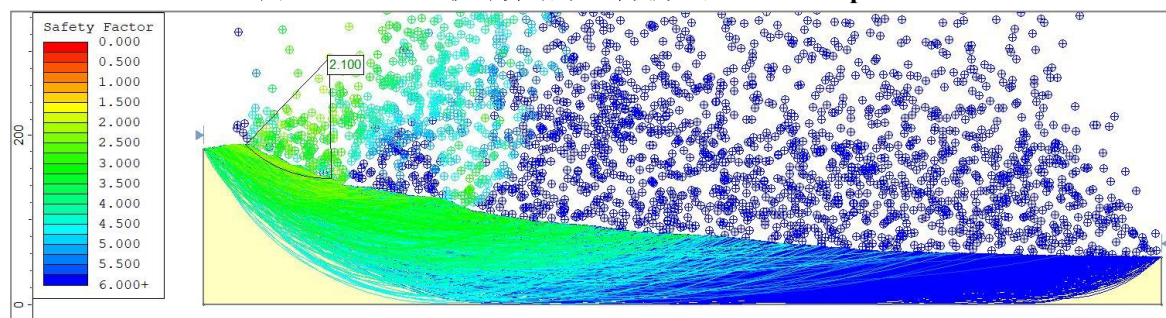


图 3-3 A-A'边坡计算结果（荷载组合 I—Morgenstern-Price 法）

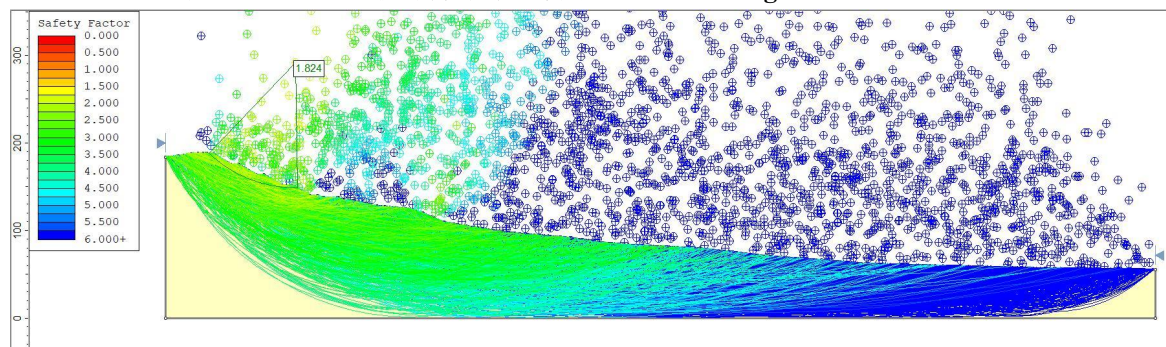


图 3-4 A-A'边坡计算结果（荷载组合 II—Bishop 法）

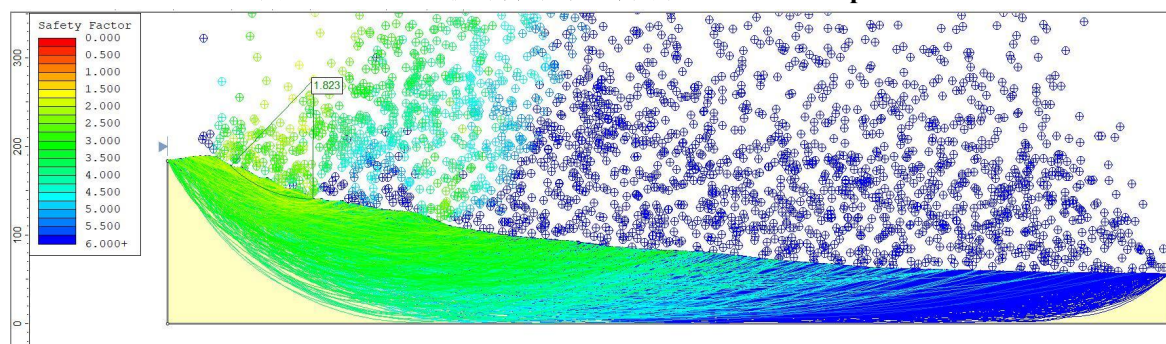


图 3-5 A-A'边坡计算结果（荷载组合 II—Morgenstern-Price 法）

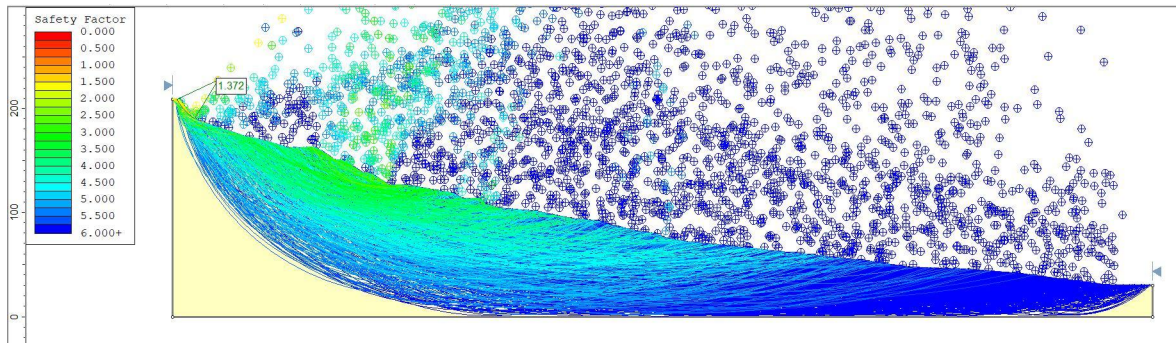


图 3-6 B-B'边坡计算结果（荷载组合 I—Bishop 法）

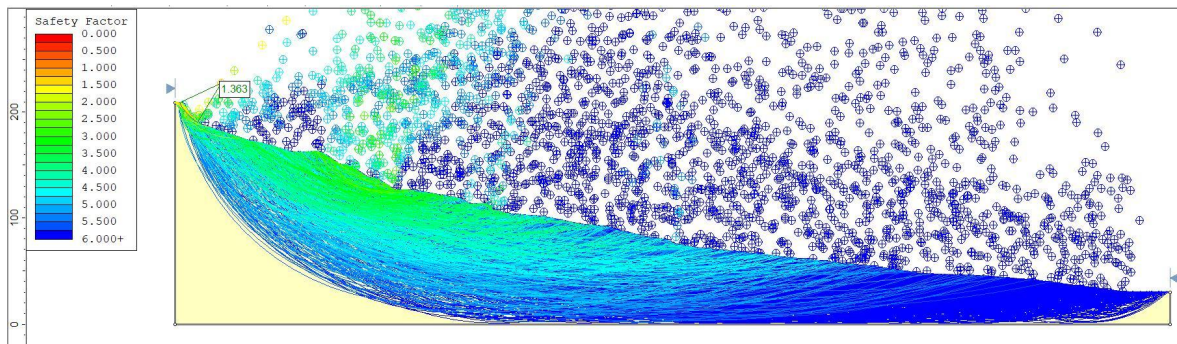


图 3-7 B-B'边坡计算结果（荷载组合 I—Morgenstern-Price 法）

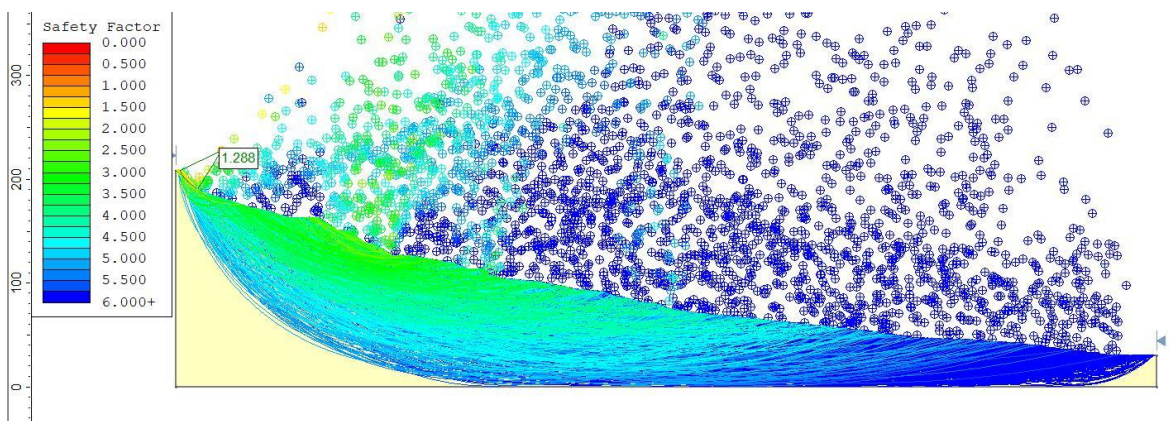


图 3-8 B-B'边坡计算结果（荷载组合 II—Bishop 法）

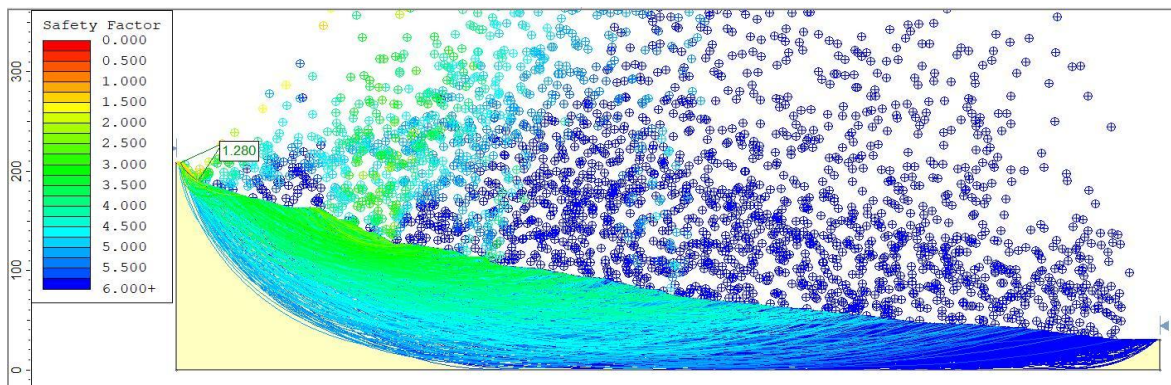


图 3-9 B-B'边坡计算结果（荷载组合 II—Morgenstern-Price 法）

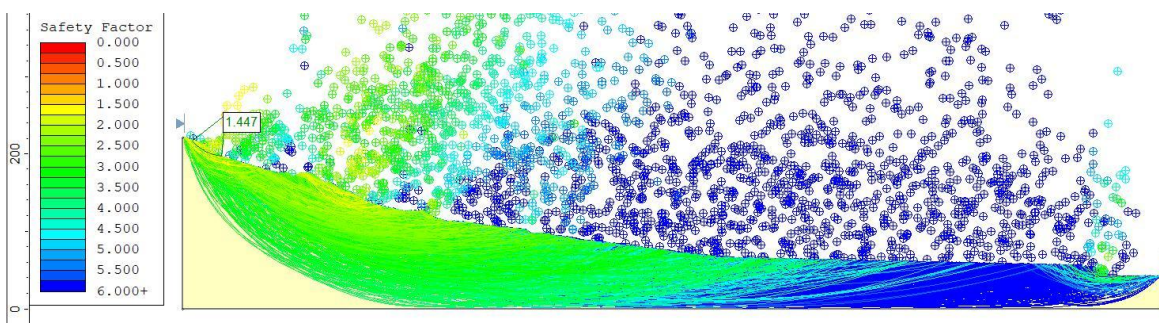


图 3-10 C-C'边坡计算结果（荷载组合 I—Bishop 法）

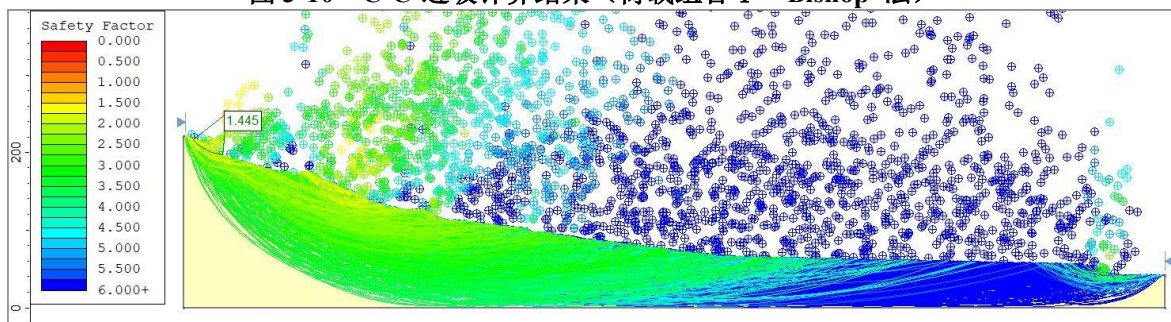


图 3-11 C-C'边坡计算结果（荷载组合 I—Morgenstern-Price 法）

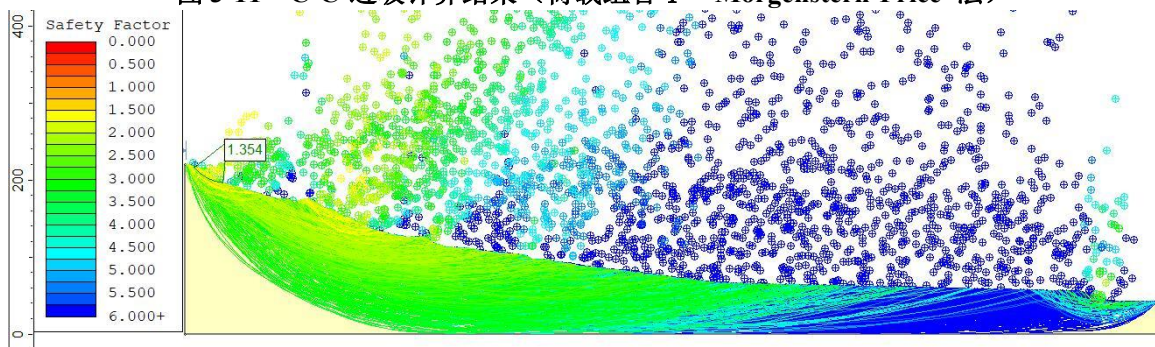


图 3-12 C-C'边坡计算结果（荷载组合 II—Bishop 法）

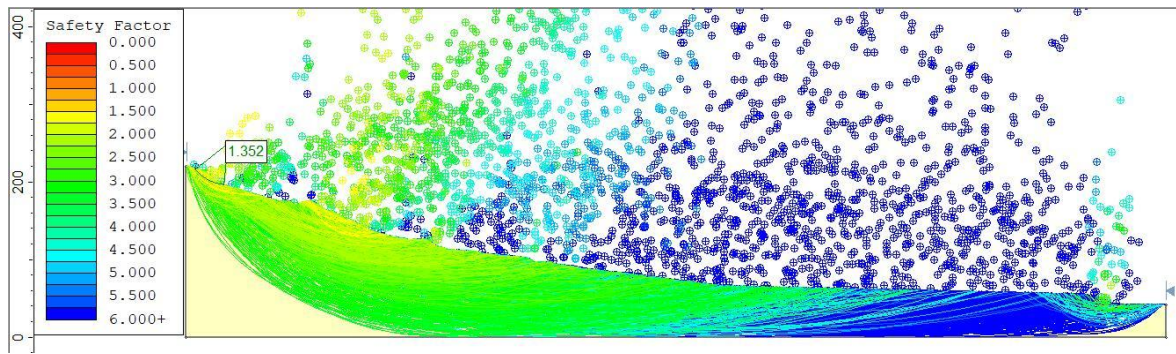


图 3-13 C-C’边坡计算结果（荷载组合 II—Morgenstern-Price 法）

③ 计算结果统计分析

表 3-7 剖面计算结果统计表（极限平衡法）

剖面	计算工况	最小安全系数		边坡稳定安全系数最小值	稳定状态
		Bishop 法	M-P法		
A-A’	I	2.101	2.100	1.25	整体边坡稳定
	II	1.824	1.823	1.20	整体边坡稳定
B-B’	I	1.372	1.363	1.25	整体边坡稳定
	II	1.288	1.280	1.20	整体边坡稳定
C-C’	I	1.447	1.445	1.25	整体边坡稳定
	II	1.354	1.352	1.20	整体边坡稳定

综上所述，通过前文极限平衡法分析可知，整体滑动破坏模式下边坡稳定安全系数均能满足规范要求，下盘排土场终了边坡整体稳定性较好。

3.3.1.3 评价结果

建设单位只要严格按照排土场回采设计布置结构参数；严格按照设计的回采方法进行回采，杜绝掏采和超挖坡底；对易失稳产生滑坡的部位采取相应加固措施；雨季和冻融交替季节应组织人员对下盘排土场边坡进行检查，通过采取以上安全措施后，能够保证下盘排土场边坡的稳定。

3.3.2 铲装子单元

3.3.2.1 危险、有害因素的辨识和分析

该项目在铲装作业过程中将使用挖掘机、装载机、汽车等机械设备，在机械运行

过程中，存在人员被机械伤害、高处坠落及物体打击的危险。

机械伤害和其它事故一样，是由人的不安全行为或物的不安全状态造成的：

（1）人的不安全行为

1) 作业人员违反操作规程或者某些失误造成不安全的行为；没有穿戴合适的防护用品而得不到良好的保护；防护用品没有穿戴好，衣角、袖口、头发等被转动的机械拉卷进去；

2) 正在检修机器或者刚检修好尚未离开，因他人误开动而被机器伤害；

3) 在机器运转时进行检查、保养或做其它工作，因误入某些危险区域和部位造成伤害，如人跌入机械内，手伸进皮带罩内等；

4) 操作方法不当或不慎造成事故。

（2）设备的不安全状态

机械设备先天不足，缺乏安全防护装置，结构不合理，强度达不到要求，或者设备安装维修不当，是导致机械伤害的主要原因之一。

1) 机械传动部分没有防护罩而轧伤人员，或传动部件的螺丝松脱而飞出伤人；

2) 机械某些零件强度不够或受损伤，突然断裂伤人；

3) 缺乏必要的安全保险装置，或其失灵而不能起到应有的作用。

（3）工作场所环境不良

机械设备所处的环境条件不好，会妨碍作业人员的工作，容易引起人员操作失误，造成伤害。

此外，运输车辆、作业人员临近边坡作业时，若防护设施欠缺，易造成高处坠落事故；

挖掘机在进行铲装作业时，操作失误或铲斗直接从车辆驾驶室上方通过易造成物体打击事故，这些事故多是由于人的不安全行为造成的。

通过对铲装子单元存在的危险、有害因素进行辨识和分析，确定该单元存在的危险因素为“机械伤害”、“高处坠落”、“物体打击”。

3.3.2.2 铲装子单元评价

采用预先危险性分析法对铲装子单元存在的危险、有害因素进行评价，见表 3-8。

表 3-8 铲装子单元预先危险性分析检查表

存在的危险因素	引发事故的原因	导致事故后果	危险等级	预防措施
机械伤害	1.挖掘机在移动前和移动时,有人人员在其移动范围内。 2.挖掘机在进行各种操作时,出警告信号。 3. 没有确认作业人员和设备是否在安全范围内就开动设备。 4.挖掘机作业时,悬臂或铲斗下面、工作面附近有人停留。 5. 挖掘机铲装作业时,铲斗从车辆驾驶室上方通过。 6. 两台以上的挖掘机在同一平台上作业时,挖掘机的间距不当;相邻两阶段同时作业的挖掘机未沿阶段方向错开一定的距离。 7. 在设备运转时处理故障和进行卫生清扫,多人作业时没有相互监护。 8. 存在视觉盲角。 9. 使用工具,操作设备,没有严格按操作规程进行操作。 10.挖掘机设备“带病”作业。 11.自卸汽车进入工作面装车,未停留在挖掘机尾部回转范围 0.5m 以外,挖掘机回转撞击汽车。	1.设备伤人(碾压、碰撞)。 2.设备倾倒。	II	1.在开动挖掘机之前,应检查其移动范围内是否有人员。 2.挖掘机在进行各种操作时,应先出警告信号。 3.确认作业人员和设备在安全范围内再开动设备。 4.挖掘机作业时,悬臂或铲斗下面、工作面附近严禁人员停留。 5.严禁铲斗从车辆驾驶室上方通过。 6. 两台以上的挖掘机同时作业时,合理确定其相对位置。 7.在设备运转时不容许处理故障和进行卫生清扫。多人作业时要做好相互监护。 8.增加必要的观察设施,避免有视觉盲角。 9.使用工具,操作设备,严格按照操作规程进行操作。 10.严禁设备“带病”作业。 11.自卸汽车进入工作面装车时,应停留在挖掘机尾部回转范围 0.5m 以外。
高处坠落	1.作业平台未设安全防护设施;作业人员从工作平台边缘行走、站位不当。 2.是运输车辆从工作平台边缘行走。	人员伤亡,设备损坏。	II	1. 铲装作业平台设安全防护设施;作业人员严禁从工作平台边缘行走,合理站位。 2.人员及车辆在操作过程中遵守规程,要站位合理。

存在的危险因素	引发事故的原因	导致事故后果	危险等级	预防措施
	3. 挖掘机未在作业平台的稳定范围内行走。挖掘机上下坡时，驱动轴未始终处于下坡方向或铲斗未空载。			3. 挖掘机应在作业平台的稳定范围内行走。挖掘机上下坡时，驱动轴应始终处于下坡方向或与地面保持适当距离。
物体打击	1. 上一阶段存在浮石滚落。 2. 挖掘机司机操作失误，提前把铲斗内的矿（岩）放出。 3. 挖掘机铲斗从车辆驾驶室上通过，矿（岩）石从铲斗内掉落。 4. 作业人员没戴安全帽。 5. 挖掘机作业时，发现浮岩块或崩塌征兆未停止作业，未将挖掘机开到安全地带。 6. 装车时，汽车司机离开司机室，或将头、手臂伸至司机室外。 7. 装车时，检查、维护车辆、汽车司机停留在司机室跳板上或有落石危险的地方。	损坏设备，伤害人员	II	1. 及时处理上一阶段内的浮石。 2. 挖掘机司机必须经过培训后上岗，严格按照作业规程操作。 3. 挖掘机铲斗不容许从车辆驾驶室上方通过。 4. 作业人员穿戴好安全帽。 5. 挖掘机作业时，发现浮岩块或崩塌征兆应立即停止作业，并将挖掘机开到安全地带。 6. 装车时，汽车司机不得离开司机室，或将头、手臂伸至司机室外。 7. 装车时，不得检查、维护车辆；汽车司机不得停留在司机室跳板上或有落石危险的地方。

3.3.2.3 评价结果

铲装作业是矿山生产的主要工艺之一，机械伤害、高处坠落、物体打击在矿山发生频率较高，因此本项目潜在的危險等级定为II级。

高处作业配备必要的劳动防护用品并杜绝上下多层垂直作业，禁止人员在坡根底停留，避免高处坠落和物体打击事故的发生。如果建设单位落实本预评价报告提出的以上安全措施，铲装作业是安全可靠的，铲装过程中造成危害是可控制的。

3.4 供配电设施单元

3.4.1 危险、有害因素的辨识和分析

矿山主要采掘设备均为柴油燃油设备，设备的大、中修全部外委，主要用电设备为矿山办公室照明、机修、道路照明等供电。与此相关，存在电气设备与输电线路漏电导致人员触电的可能。

触电伤害有电击与电伤两种形式：电击是指电流通过人体内部的组织和器官，引起人体功能及组织损伤，破坏人的心脏、肺脏及神经系统的正常功能，导致人体痉挛、窒息，直至危及人的生命。电伤是通过电流的热效应、化学效应或机械效应对人体的伤害。

该项目发生触电伤害的主要原因如下：

- （1）电气保护系统（短路、过负荷、过电压、接地保护）失灵。
- （2）电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等。
- （3）输电线路绝缘老化或损坏，保护装置失灵。
- （4）电气设备可能被人触及的裸露带电部分未设置安全防护罩或遮栏及警示牌。
- （5）电气设备绝缘失效，保护装置失灵。
- （6）缺少个体防护装备。

除此之外，若各种矿山采掘设备自带的电气设施防护不当或未能及时更换，造成线路老化，易形成短路，从而造成火灾事故，而大多数采掘设备均是燃油设备，若油类及燃油设备日常管理不善，则可能导致火灾乃至爆炸事故的发生。引起火灾事故的主要因素如下：

- （1）设备的原因。如不符合防火的要求，设备安装、使用、维护不当等。
- （2）物料的原因。如可燃物质的自燃，机械摩擦及撞击生热，在运输装卸时受剧烈振动等。
- （3）环境的原因。如高温、雷击、静电、地震等自然因素。
- （4）管理的原因。

通过对供配电设施单元存在的危险、有害因素进行辨识和分析，确定该单元存在的危险因素为“触电”、“火灾”。

3.4.2 供配电设施预先危险性分析法评价

采用预先危险性分析法对供配电单元进行评价，见下表 3-9。

表 3-9 供配电设施单元预先危险性分析检查表

危险有害因素	致因因素	事故后果	危险等级	预防措施
触电	1.变压器、供电线路或用电设备漏电。 2.电气保护系统(短路、过负荷、过电压、接地保护)失灵。 3. 电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等。 4.输电线路绝缘老化或损坏。 5. 电气设备可能被人触及的裸露带电部分未设置安全防护罩或遮栏及警示牌。 6. 电气设备绝缘失效，保护装置失灵。	1. 人员触电，造成伤亡； 设备损坏。	II	1.按要求设置合理的电气检漏等保护装置并及时检修。 2.经常检查电气保护系统，并加强维护。 3. 加强电工及机电设备操作人员的培训，严禁违章作业。 4.及时检查供电线路，及时处理绝缘老化或损坏的缆线，合理地敷设电缆线。 5.加强供电系统的维护，对出现的故障要及时处理。 6.易发生火灾的设备配备泡沫灭火器。 7. 经常检查维护电气设备设施，确保保护装置完好。 8.完善供电系统及电气设备的避雷设施。
火灾	1.电气设备短路。 2.设备摩擦产生火花。 3.设备长时间过负荷运行，会产生大量热量，导致内部绝缘损坏。 4.供电线路绝缘损坏或老化，裸露部位接触可燃物。 5.燃油设备使用的油类管理不善。	人员伤亡，设备损坏。	II	1. 安装完善的电气保护系统并经常检修。 2.减少设备摩擦。 3. 严禁设备超负荷运行。 4. 对输电线路进行保护，防止被刮碰、挤压，损坏或老化部位要及时修善。 5.严格管理燃油设备，油料附近杜绝明火。

3.4.3 评价结果

建设单位在施工及以后生产过程中，要严格按设计设置供电线路、箱式变电站，

并定期对电气线路及电气设备进行维护检修，电气作业人员应持有特种作业人员资格证，并且应严格按照电气作业操作规程进行，并杜绝违章作业，同时，作业时佩戴必要的劳动防护用品，则能够保证供电系统的安全可靠。

3.5 防排水与防火单元

3.5.1 防排水子单元

3.5.1.1 危险、有害因素的辨识和分析

(1) 大气降水对矿床充水的影响

由于大气降水直接降落在下盘排土场上，这是未来排土场充水的主要水源，特别是雨季降雨量较集中，大气降水是未来下盘排土场的主要充水水源。大气降水对下盘排土场边坡稳定性影响较大。

下盘排土场东西两侧各发育一小型地表溪流，为季节性流水，最近距离土场坡脚140m~200m。环下盘土场发现4个人工池塘，其中3个分布于土场西南外侧，1个分布于土场东部外侧。地表溪流及池塘均与土场坡脚有一定距离，对边坡稳定性影响很小。

(2) 地下水对矿床充水的影响

《可研报告》确定下盘排土场勘察期间揭穿范围内含水层主要分为：第四系空隙含水层、基岩风化裂隙含水层。区内地层除在河谷与山间发育有第四系外，其余均为基岩，基岩为太古界变质系与不同时期的火成岩。地下水多以泉的形式排泄，径流条件较好。因此，基岩裂隙水及第四系孔隙水在排土场回采时均无太大影响。

3.5.1.2 防排水单元评价

采用预先危险性分析法评价，见下表3-10。

表3-10 水灾单元预先危险性分析检查表

危险有害因素	致因因素	事故后果	危险等级	预防措施
水灾	出现特大、罕见的暴雨。	直接或间接造成泥石流或滑坡，造成人员伤亡或设备损坏。	II	出现特大、罕见的暴雨时，将回采人员和设备及时撤出，力求

				将损失降到最小。
--	--	--	--	----------

3.5.1.3 经验分析法

《可研报告》确定在回采废石（岩石）平台挡车土堆内侧设置排水沟，排水沟与运输道路排水沟连接，防止地表水大量渗入排土场和冲刷边坡。在回采废石（岩石）平台过程中，应使回采岩石平台形成 2%~5%外向坡度，确保地表水进入排水沟。下盘排土场回采后为山坡露天，雨水可自流排出，《可研报告》确定在回采废石（岩石）平台挡车土堆内侧设置排水沟，但未明确排水沟的形式和尺寸，建议安全设施设计中细化挡车土堆内侧排水沟的形式和尺寸，细化道路排水沟的设置情况，以及道路排水沟的形式和尺寸。

3.5.2 防灭火子单元

预先危险性分析法预评价（见表 3-11）。

表 3-11 火灾预先危险性分析

存在的危险因素	引发事故的原因	导致的事故后果	危险等级	预防措施
火灾	1. 该项目燃油设备较多，燃油设备和车辆使用的油类管理不善。 2. 地面工业场地消防设施未配备齐全或失效。	1. 烧毁设施、设备，造成人员伤亡。 2. 油类爆炸，导致人员伤亡。 3. 地面工业场地发生火灾。	II	1. 严格管理燃油设备，油料附近杜绝明火。 2. 严格按照规程要求配备地面工业场地的消防设施。

由预先危险性分析可知，该项目防灭火系统中存在的火灾的危险级别均为II级，属于“临界的”，处于事故边缘状态，暂时不会造成人员伤亡、系统损害或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施。

3.5.3 评价结果

对该项目而言，该项目发生水灾和火灾的可能性较小，在采取了必要的安全措施后，可以将其控制在可接受范围之内。

3.6 安全管理单元

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿为生产中矿山，现有安全管理较为完善，歪头山铁矿具备营业执照、采矿许可证和安全生产许可证，且均在有效期内。安全生产管理人员和技术管理人员较完备，电工、焊工等特种作业人员均持有相关操作证；钻机、挖掘机、装载机、自卸汽车等司机均能持证上岗；以上证件均在有效期内。本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿设置了安全生产管理机构和技术管理机构。本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿制定了安全生产责任制、管理制度及操作规程。本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿与职工签订了劳动合同；为全矿职工办理了安全生产责任保险和工伤保险，满足相关文件要求。根据《关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财资[2022]136号）的要求，足额提取了安全措施专项经费。向职工发放了符合国家标准劳动防护用品，有相关的发放记录，并能监督工人正确使用。本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿编制了生产安全事故综合应急预案及相关专项预案，并经辽宁省应急管理厅备案，并定期进行应急演练，演练记录存档保存。

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿与蓝天救护队签订了救护协议。本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司下发了关于印发《本钢集团矿业公司调整矿山救护队人员工作方案》的通知（本钢矿安委发〔2023〕8号），明确了矿山应急救援组织机构及其职责等内容。矿山配备了较齐全的应急物资、装备和设施，能够满足矿山应急需求。

《可研报告》明确利旧 600 万 t 干选回收线投资前期可研中已经估算，因此本次投资估算不包括该项投资，建设项目总投资 8599 万元，其中 1200 万吨干选生产线建设投资 7699 万元，流动资金 900 万元。

《可研报告》中对该项目提出的安全生产管理方面的对策措施尚不够完善，未明确下盘排土场回采的专用安全设施内容及投资情况，未明确下盘排土场回采劳动定员情况，未明确下盘排土场是否应设置专门的安全生产管理人员、技术管理人员及特种作业人员情况，建议安全设施设计中补充完善。

3.7 重大危险源辨识单元

矿山重大危险源辨识只依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），通过分析可知，矿山不储存危险化学品，因此，不存在重大危险源。

4 安全对策措施建议

4.1 本预评价建议补充的安全对策措施

《可研报告》提出的安全对策措施合理可行，但还存在一些不足，本安全预评价报告依据国家的相关安全标准、规范的要求，本着应具有针对性，可操作性和经济合理性原则，补充以下安全对策措施：

4.1.1 总平面布置

- (1) 下盘排土场边界应设可靠的围栏或醒目的警示标志，防止无关人员误入。
- (2) 下盘排土场坡底应设置可靠的围栏或醒目的警示标志。
- (3) 回采前应在下盘排土场底部设置防护工程，防止下盘排土场回采对底部的居民、道路、村镇产生影响。

4.1.2 开拓运输系统

- (1) 自卸汽车严禁运输易燃、易爆物品；驾驶室外平台、脚踏板及车斗不应载人。不应在运行中升降车斗。
- (2) 正常作业条件下，同类车不应超车，前后车距离应保持适当。生产干线、坡道上不应无故停车。
- (3) 汽车在靠近边坡或危险路面行驶时，应谨慎通过，防止崩塌事故发生。
- (4) 禁止采用溜车方式发动车辆，下坡行驶严禁空挡滑行。在坡道上停车时，司机不能离开，必须使用停车制动并采取安全措施。
- (5) 雾天或烟尘弥漫影响能见度时，应开亮车前黄灯与标志灯，并靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30m。视距不足 20m 时，应靠右暂停行驶，并不应熄灭车前、车后的警示灯。
- (6) 冰雪或多雨季节道路较滑时，应有防滑措施并减速行驶；前后车距应不小于 40m；拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。
- (7) 对主要运输道路的长大陡坡，应根据运行安全需要，设置汽车避让道。
- (8) 山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高陡地基路段，外侧应设置护

栏、挡车墙等。

(9) 汽车运输道路外侧应设置高度符合要求的挡车堆。

(10) 汽车加油时，不应在有明火或其他不安全因素的地点加油。

4.1.3 采剥

4.1.3.1 边坡稳定性

(1) 可能危及人员安全的不稳固材料和岩石等，应予清除。

(2) 矿山严格按照设计要求留设安全平台和清扫平台。

(3) 严格遵循自上而下的回采顺序，分台阶回采。

(4) 保持台阶坡面角，不应超挖坡底。

(5) 局部边坡发生坍塌时，应及时报告公司有关主管部门，并采取有效的处理措施。

(6) 对工作帮应每季度检查一次，不稳定区段在暴雨过后应及时检查，发现异常应立即处理。

(7) 对运输和行人的非工作帮，应定期进行安全稳定性检查（雨季应加强），发现坍塌与滑落征兆，应立即停止采剥作业，撤出人员与设备，查明原因，及时采取安全措施，并报告公司有关主管部门。

(8) 回采过程中应及时清理边坡上的浮石，防止滚石伤人；局部不稳固的地方要采取锚杆加金属网支护的措施。

(9) 采场道路外侧设不小于车辆轮胎高度 1/2 的安全车挡。

(10) 严格按照设计回采顺序进行回采。

(11) 冻融交替季节，应加强下盘排土场稳定性的安全检查。

4.1.3.2 铲装

(1) 挖掘机工作时，其平衡装置外型的垂直投影到阶段坡底的水平距离，应不小于 1m。

(2) 挖掘机必须在作业平台的稳定范围内行走。挖掘机上下坡时，驱动轴应始终处于下坡方向；铲斗要空载，并下放与地面保持适当距离；悬臂轴应与行进方向一

致。

(3) 挖掘机通过电缆、风水管时，应采取保护电缆及风水管的措施；在松软或泥泞的道路上行走，应采取防止沉陷的措施；上下坡时应采取防滑措施。

(4) 挖掘机汽笛与警报器应完好。进行各种操作时，均应发出警报信号。

(5) 挖掘机铲装作业时，禁止铲斗从车辆驾驶室上方通过；挖掘机作业时，悬臂和铲斗下面及工作面附近，不应有人停留；装车时，汽车司机不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留。

(6) 挖掘机作业时，发现悬浮岩块或崩塌征兆、盲炮等情况，应立即停止作业，并将设备开到安全地带。

(7) 挖掘机在移动前和移动时，必须严格检查其移动范围内是否有人。

(8) 汽车进入工作面装车，应停在装载机尾部回转范围 0.5m 以外，防止装载机回转撞坏车辆。

(9) 运输设备不应装载过满或装载不均，也不应将巨大岩块装入车的一端，以免引起翻车事故。

(10) 装车时铲斗不应压碰汽车边帮，铲斗卸载高度应不超过 0.5m，以免震伤司机，砸坏车辆。

(11) 禁止在汽车装载时检查、维护车辆；驾驶员不得离开驾驶室，不得将头和手臂伸出驾驶室外。

(12) 不应用装载机铲斗处理粘厢车辆。

(13) 危险区域应设置醒目的警示标志，严禁在危险区域内从事任何作业，严禁任何人员在边帮底部休息和停留。

4.1.4 供配电

(1) 严禁雷雨天气作业。

(2) 工业场地按照设计要求采取防雷击措施。

(3) 电气设备可能被人触及的裸露带电部分，必须设置防护罩或遮栏及警示标志。

(4) 在电源线路上断电作业时，该线路的电源开关把手，应加锁或设专人看护，并悬挂“有人作业，不准送电”的警示牌。

4.1.5 防排水与防灭火

(1) 雷雨或暴雨天气停止生产，并撤离所有人员和设备。

(2) 矿山的建（构）筑物和大型设备，必须按国家发布的有关防火规定和当地消防机关的要求，设置消防设备和器材。

(3) 重要采掘设备，应配备灭火器材。设备加注燃油时，严禁吸烟和明火照明。禁止在采掘设备上存放汽油和其它易燃易爆材料，禁止用汽油擦洗设备。使用过的油纱等易燃物，应妥善管理。

(4) 应定期对排水沟进行清理和维护，加强日常管理。

4.1.6 安全生产管理

(1) 应制定排土场回采安全操作规程，并使其切实可行。

(2) 按照有关规定提取下盘排土场安全技术措施专项经费，每年应制定安全技术措施专项经费提取计划。

(3) 矿山应为职工派发对讲机、等通讯设备，并可在排土场安全区域内设移动电话，确保矿区通讯顺畅，保证管理层与基层沟通顺利。

(4) 应成立专门的安全生产管理机构和技术管理机构负责下盘排土场回采作业的安全管理和技术管理。应配备专门的安全生产管理人员、技术管理人员、特征作业人员负责下盘排土场的回采作业。

(5) 应制定排土场回采专项应急预案。

(6) 应建立排土场安全检查制度，定期对排土场进行检查。

(7) 应建立排土场安全生产风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制。

(8) 应定期对排土场边坡进行监测。

4.2 安全设施设计原则

(1) 安全设施设计中，应细化 92m~116m 开拓运输内容，应完善下盘排土场回采至干选生产线和卸矿平台的运输道路布置，应补充开拓运输系统图，并论证道路布置合理性与通过能力计算；

(2) 安全设施设计中，应细化下盘土场回采的安全措施和回采工艺，明确回采前是否应在排土场底部设置防护工程；

(3) 安全设施设计中，应细化挡车土堆内侧排水沟的结构形式、尺寸、坡向及角度；细化道路排水沟的设置情况，以及道路排水沟的形式和尺寸；

(4) 安全设施设计中，应细化供配电设计，明确箱式变电站供电对象，应明确夜间照明方式和用电来源；

(5) 安全设施设计中，应完善下盘排土场工程地质和水文地质分析，补充下盘排土场边坡稳定性计算分析；

(6) 安全设施设计中，应完善下盘排土场的边坡监测内容；

(7) 安全设施设计中，应补充基建终了平面图、基建终了剖面图；

(8) 安全设施设计中，应明确下盘排土场回采的专用安全设施内容及投资情况，应明确下盘排土场回采劳动定员情况。

5 安全预评价结论

5.1 安全预评价综述

该项目的《可研报告》确定的回采方案，从总体上考虑了该项目存在的危险、有害因素，提出了相应的安全对策措施，在一定程度上提高了该项目的本质安全度。

该项目回采中存在的主要危险、有害因素有滑坡与坍塌、滚石、高处坠落与物体打击、车辆伤害、机械伤害、触电与雷击、火灾、尘毒、噪声，其中，重大危险因素为滑坡与坍塌、车辆伤害。

5.2 各评价单元的评价结果

5.2.1 总平面布置单元

该项目工业场地利旧，回采运输道路等级合理，总平面布置单元符合《工业企业总平面设计规范》、《厂矿道路设计规范》等标准的有关规定。

5.2.2 开拓运输单元

该单元存在的危险、有害因素主要为车辆伤害、高处坠落及物体打击，伤害危险等级定为Ⅱ~Ⅲ级，在项目实施过程中，主要加强对车辆的维护和管理，严格按照设计布置道路，提高员工安全意识，遵守岗位操作规程，并为员工提供齐全的劳动保护用品。在采取了《可研报告》及本预评价报告提出的安全对策措施后，对该项目的影响在可接受的范围内。

5.2.3 采剥单元

该单元存在的危险、有害因素较多，其中滑坡、坍塌事故危险等级较高（Ⅲ级），必须重点防范；滚石滑落、高处坠落、机械伤害、尘毒等级较低（Ⅱ级），但如不引起重视，一旦发生，后果也非常严重。该项目实施过程后，矿山应加强对边坡监测，制定完善的各岗位操作规程并严格执行，提高员工安全意识。企业应严格按照设计回采，严禁越界回采。

总体而言，该项目实施过程中针对该单元存在的主要危险、有害因素，在采取相应的安全对策措施后，在可接受的范围内。

5.2.4 供配电单元

该单元存在的危险、有害因素危险等级较低，若矿山能严格执行本预评价提出的安全对策措施，该单元发生事故的可能性较低。

5.2.5 防排水与防灭火单元

该单元存在的危险、有害因素主要为水灾和火灾，危险等级较低（Ⅱ），但如不引起重视，一旦发生，后果也非常严重。项目实施过程后矿山要加强组织管理，雷雨或暴雨天气停止生产，并撤离所有人员和设备。

该单元存在的水灾和火灾危险等级较低，若矿山能严格执行本预评价提出的安全对策措施，该单元发生事故的可能性较低。

5.2.6 安全生产管理

建设单位在《可研报告》提出的安全生产管理对策措施的基础上，认真落实本次安全预评价提出的安全生产管理对策措施，以保障该项目安全运行。

5.3 安全预评价总体结论

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司歪头山铁矿下盘排土场回采利用项目在评价时的条件下符合国家的有关法律、法规、标准、规范的要求。若建设单位能在该项目安全设施设计以及施工过程中，认真落实《可研报告》及本次安全预评价中提出的安全对策措施及安全设施设计原则，严格执行国家的有关法律、法规、标准、规范的要求，则该建设项目潜在的危险、有害因素可以控制在可接受范围内，项目安全可行。

6 附件

- 1、营业执照
- 2、采矿许可证
- 3、安全生产许可证

7 附图

- (1) 图纸目录
- (2) 排土场 2024 年 1 月末现状图
- (3) 排土场原始地形图
- (4) 排土场回采终了平面图
- (5) 排土场剖面图