



编号：AK23121801

**重钢西昌矿业有限公司**

**1000 万 t/a 采选扩建工程（采矿工程）**

**安全预评价报告**

（审定稿）

**北京国信安科技有限公司**

证书编号：APJ-（京）-003

二〇二四年四月

重钢西昌矿业有限公司

1000 万 t/a 采选扩建工程（采矿工程）

安全预评价报告

法定代表人：龚宇同

技术负责人：谢 源

项目负责人：韩金峰

2024 年 4 月

（安全评价机构公章）

# 重钢西昌矿业有限公司

## 1000 万 t/a 采选扩建工程（采矿工程）安全预评价

### 评价人员

|             | 姓名  | 职业资格<br>证书编号           | 从业信息<br>识别卡编号 | 专业       | 签字  |
|-------------|-----|------------------------|---------------|----------|-----|
| 项目负责人       | 韩金峰 | S011011000110202000150 | 025448        | 安全       | 韩金峰 |
| 项目组成员       | 全永志 | S011011000110191000003 | 006581        | 机械       | 全永志 |
|             | 孙胜利 | 1700000000100026       | 013500        | 电气       | 孙胜利 |
|             | 王鑫焱 | 1700000000300356       | 030732        | 采矿       | 王鑫焱 |
|             | 于跟波 | S011011000110192000069 | 025715        | 通风       | 于跟波 |
|             | 王伟鹏 | S011011000110203000401 | 040249        | 水工<br>结构 | 王伟鹏 |
|             | 李磊  | 1100000000300669       | 019308        | 地质       | 李磊  |
| 报告编制人       | 韩金峰 | S011011000110202000150 | 025448        | 安全       | 韩金峰 |
|             | 王伟鹏 | S011011000110203000401 | 040249        | 水工<br>结构 | 王伟鹏 |
| 报告审核人       | 吴永刚 | S011011000110202000157 | 027297        | 采矿       | 吴永刚 |
| 过程控制<br>负责人 | 徐伟兰 | S011011000110192000184 | 021358        | 采矿       | 徐伟兰 |
| 技术负责人       | 谢 源 | 0800000000103653       | 004532        | 采矿       | 谢源  |

出版审批:

签字印

## 前 言

重钢西昌矿业有限公司（太和铁矿，以下简称“西昌矿业”）是重庆钢铁集团矿业有限公司的控股子公司。2020 年 12 月重钢集团整体被中国宝武集团托管，2021 年 4 月通过专业化整合，西昌矿业随重钢矿业被宝武资源整体托管。

西昌矿业太和铁矿为正常生产矿山，现有采矿许可证有效期：2010 年 12 月 26 日至 2038 年 9 月 5 日，证号：C1000002008082120000686，开采深度由 1866m 至 1380m，开采矿种：铁矿、钛矿，开采方式：露天开采/地下开采，生产规模：1000 万吨/年，矿区面积：1.9038 平方公里。

西昌矿业目前生产能力为 300 万 t/a，年产 TFe 品位 55.5%钒钛磁铁精矿 110 万 t，TiO<sub>2</sub> 品位 47%的钛精矿 15.8 万 t。根据当前冶金炉料市场供应短缺的形势和攀钢西昌钒钛资源综合利用项目对钒钛磁铁矿石的需求，西昌矿业决定扩大原矿开采规模以提高太和钒钛磁铁精矿的市场占有率、促进重钢的发展。为此，西昌矿业委托中冶长天国际工程有限责任公司（以下简称“中冶长天”）编制了《重钢西昌矿业有限公司 1000 万 t/a 采选扩建工程可行性研究报告》（以下简称“可研报告”）。

该项目性质为改扩建工程，设计露天采场开采标高 1866m~1380m，为山坡+凹陷露天开采，生产规模 1000 万 t/a，其中，原矿（工业矿石+低品位矿石）800 万 t，预抛废综合回收 200 万 t，服务年限 19 年；开拓运输方式为全汽车、汽车-破碎-胶带联合运输。

为履行“三同时”程序，根据《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等国家有关安全生产法律、法规要求，矿山扩建项目在其可行性研究阶段应进行安全预评价。为此，西昌矿业委托我公司（北京国信安科技有限公司）对其 1000 万 t/a 采选扩建工程（采矿工程）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，于 2023 年 7 月 31 日至 8 月 3 日赴企业现场踏勘，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。

本次安全预评价根据现行的《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》和《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》（安监总管一〔2016〕49 号）等有关法律法规、规范性文件的要求，遵循科学性、公正性、合法性和针对性原则，对本项目可能存在的危险、有害因素的种类和危险有害程度进行客观、科学地分析评价，提出有针对性的安全对策措施及建议，编制完成了《重钢西昌矿业有限公司 1000 万 t/a 采选扩建工程（采矿工程）安全预评价报告》，并于 2023 年 12 月 19 日通过了专家评审。

在本次安全预评价报告编制过程中，得到了各级应急管理部门、非煤矿山方面的有关专家和西昌矿业公司有关人员的大力支持，在此一并表示感谢！

## 目 录

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| <b>1 评价对象与依据 .....</b>   | <b>1</b>   |
| 1.1 评价对象和范围 .....        | 1          |
| 1.2 评价依据 .....           | 2          |
| <b>2 建设项目概述 .....</b>    | <b>11</b>  |
| 2.1 建设单位概况 .....         | 11         |
| 2.2 自然环境概况 .....         | 14         |
| 2.3 建设项目地质概况 .....       | 15         |
| 2.4 工程建设方案概况 .....       | 24         |
| <b>3 定性定量评价 .....</b>    | <b>50</b>  |
| 3.1 总平面布置单元 .....        | 50         |
| 3.2 开拓运输单元 .....         | 59         |
| 3.3 采剥单元 .....           | 67         |
| 3.4 矿山供配电设施单元 .....      | 110        |
| 3.5 防排水单元 .....          | 114        |
| 3.6 排土场单元 .....          | 117        |
| 3.7 安全管理及其他单元 .....      | 148        |
| 3.8 重大危险源辨识单元 .....      | 152        |
| <b>4 安全对策措施及建议 .....</b> | <b>153</b> |
| 4.1 总平面布置 .....          | 153        |
| 4.2 开拓运输 .....           | 153        |
| 4.3 采剥单元 .....           | 155        |
| 4.4 矿山供配电设施 .....        | 156        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 4.5 防排水 .....                | 157        |
| 4.6 排土场 .....                | 158        |
| 4.7 安全管理及其他对策措施 .....        | 159        |
| <b>5 评价结论 .....</b>          | <b>162</b> |
| 5.1 本项目存在的主要危险、有害因素 .....    | 162        |
| 5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素 ..... | 162        |
| 5.3 应重视的安全对策措施建议 .....       | 162        |
| 5.4 评价结果综述 .....             | 163        |
| 5.5 安全预评价结论 .....            | 164        |
| <b>附 件 .....</b>             | <b>165</b> |
| <b>附 图 .....</b>             | <b>166</b> |

# 1 评价对象与依据

## 1.1 评价对象和范围

评价对象为：重钢西昌矿业有限公司 1000 万 t/a 采选扩建项目采矿工程。

评价范围为：《可研报告》采矿工程所涉及的总平面布置、采剥工艺、开拓运输、矿山供配电设施、防排水、排土场、粗破碎站、胶带运输系统、安全管理等。

本评价报告主要针对评价范围内的安全设施进行评价，凡涉及本项目的炸药库、加油站、爆破材料加工、选厂、尾矿库及配套公用辅助设施、行政生活设施及外部道路、职业卫生、环境影响评价及地质灾害评估等问题，均不在本次评价范围之内，但报告中涉及到的相关内容，企业应执行国家相关法律、法规、标准和规范要求。

特别说明：《可研报告》主要针对西昌矿业现有采矿权证 21 个拐点范围内 1380m 以上矿产资源进行设计，露天开采服务年限为 19 年，为了满足《国家矿山安全监察局关于印发〈关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见〉的通知》文件规定的“新建、改建、扩建金属非金属矿山对采矿许可证范围内的矿产资源原则上应当进行一次总体安全设施设计”要求，并兼顾对将来矿山后期挂帮矿产资源的地下开采进行远景规划。同时根据《关于加快推进国内铁矿项目建设的通知》（发改办产业〔2022〕255 号）文件要求，为加快推进我国铁矿项目建设，增强国内铁矿资源保障能力，目前西昌矿

业正在开展扩界、扩产的规划工作，拟开始建设时间为 2027 年，计划投产时间为十六五，保有资源储量为 6 亿吨，新增铁矿石规模 2000 万 t/a（详见附件 6），后期将进一步延长露天开采的服务年限。因此，本报告主要对露天开采设计方案进行分析评价，建设单位后期如需露天转地下开采应重新履行安全设施“三同时”程序。

## 1.2 评价依据

### 1.2.1 法律法规

#### 1.2.1.1 法律

(1) 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令 第 70 号，2002 年 11 月 1 日起施行，根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正，根据 2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第二次修正，根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正）；

(2) 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令 第 4 号，1998 年 9 月 1 日起施行，根据 2008 年 10 月 28 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第五次会议修订，根据 2019 年 4 月 23 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国建筑法〉等八部法律的决定》修正，根据 2021

年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议关于修改《中华人民共和国道路交通安全法》等八部法律的决定修正）；

(3) 《中华人民共和国防洪法》（中华人民共和国主席令第 88 号，1998 年 1 月 1 日起施行，根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》第一次修正，根据 2015 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议《关于修改〈中华人民共和国港口法〉等七部法律的决定》第二次修正，根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正）；

(4) 《中华人民共和国特种设备安全法》（国家主席令第 4 号，自 2014 年 1 月 1 日起施行）；

(5) 《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第 65 号，1993 年 5 月 1 日起施行，根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正）。

#### **1.2.1.2 法规**

(1) 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（中共中央办公厅 国务院办公厅，2023 年 9 月 6 日）；

(2) 《生产安全事故应急条例》（中华人民共和国国务院令 708 号，2019 年 4 月 1 日起施行）；

(3) 《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令 549 号，2009 年 5 月 1 日起施行）；

(4) 《生产安全事故报告和调查处理条例》（中华人民共和国国务院令 493 号，2007 年 6 月 1 日起施行）；

(5) 《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令 393 号，2003 年 11 月 12 日国务院第 28 次常务会议通过，2003 年 11 月 24 日公布，自 2004 年 2 月 1 日起施行）；

(6) 《安全生产许可证条例》（中华人民共和国国务院令 397 号，2004 年 1 月 13 日起施行，根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（中华人民共和国国务院令 653 号）修改）；

(7) 《中华人民共和国矿山安全法实施条例》（中华人民共和国劳动部令〔1996〕4 号，于 1996 年 10 月 11 日经国务院批准，1996 年 10 月 30 日发布并施行）；

(8) 《四川省安全生产条例》（2006 年 11 月 30 日四川省第十届人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2023 年 5 月 25 日四川省第十四届人民代表大会常务委员会第三次会议修订，自 2023 年 9 月 1 日起施行）。

### **1.2.1.3 规章**

(1) 《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》（中华人民共和国应急管理部令 2 号，2019 年 9 月 1 日

起施行）；

(2) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 36 号，2011 年 2 月 1 日起施行，根据《国家安全监管总局关于修改〈生产安全事故报告和调查处理条例〉罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 77 号）修改）；

(3) 《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 3 号，2006 年 3 月 1 日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 80 号）修改）；

(4) 《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 62 号，2013 年 10 月 1 日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 78 号）修改）；

(5) 《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（原国家安全生产监督管理总局令第 75 号，2015 年 7 月 1 日起施行）；

(6) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 30 号，2010 年 7 月 1 日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 80 号）修改）；

(7) 《安全生产培训管理办法》（原国家安全生产监督管理总

局令第 44 号，2012 年 3 月 1 日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 80 号）修改）；

(8) 《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 20 号，2009 年 6 月 8 日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 78 号）修改）。

#### **1.2.1.4 规范性文件**

(1) 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》（矿安〔2023〕119 号）；

(2) 《国家矿山安全监察局综合司关于印发〈露天矿山边坡感知数据接入规范（试行）〉的通知》（矿安综〔2023〕59 号）；

(3) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号，2022 年 11 月 21 日起施行）；

(4) 《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》（矿安〔2022〕88 号）；

(5) 《国家矿山安全监察局关于印发〈关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见〉的通知》（矿安〔2022〕4 号）；

(6) 《国家安全监管总局关于印发非煤矿山领域遏制重特大事故工作方案的通知》（安监总管一〔2016〕60 号）；

(7) 《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》（安监总管一〔2016〕49 号）；

(8) 《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一〔2015〕13 号）；

(9) 《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第一批）的通知》（安监总管一〔2013〕101 号）；

(10) 《四川省人民政府安全生产委员会办公室关于切实做好汛期非煤矿山安全生产工作的通知》（川安办函〔2018〕69 号）；

(11) 《关于抓好非煤矿山和冶金、建材等行业建设项目安全设施“三同时”工作的通知》（川安监〔2011〕82 号）；

(12) 《四川省非煤矿山企业安全生产许可证实施细则》（川安监〔2010〕第 140 号）。

### **1.2.2 标准规范**

(1) 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；

(2) 《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）；

(3) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；

(4) 《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）；

(5) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 年版）；

(6) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）；

(7) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；

(8) 《爆破安全规程》（GB6722-2014）；

(9) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）；

(10) 《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）；

- (11) 《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）；
- (12) 《带式输送机安全规范》（GB14784-2013）；
- (13) 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）；
- (14) 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）；
- (15) 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）；
- (16) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）；
- (17) 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）；
- (18) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）；
- (19) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）；
- (20) 《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）；
- (21) 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）；
- (22) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》  
（GB/T13861-2022）；
- (23) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719-2021）；
- (24) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》  
（GB/T29639-2020）；
- (25) 《用电安全导则》（GB/T13869-2017）；
- (26) 《矿山安全标志》（GB/T14161-2008）；
- (27) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）；
- (28) 《安全预评价导则》（AQ8002-2007）；
- (29) 《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）；
- (30) 《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》

（AQ/T2063-2018）；

（31）《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ / T0342-2020）。

### 1.2.3 建设项目技术资料

（1）《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》  
（中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司，2023 年 10 月）；

（2）《重钢西昌矿业有限公司 1000 万吨/年钒钛磁铁矿采选扩建项目可行性研究报告》（中冶长天国际工程有限责任公司，2023 年 5 月）；

（3）《重钢西昌矿业有限公司排土场边坡稳定性研究报告》  
（中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司，2023 年 10 月）；

（4）《重钢西昌矿业有限公司（太和铁矿）300 万吨/年铁矿、钛矿露天开采安全现状评价报告》（四川创安太平科技有限公司，2022 年 12 月）；

（5）《重钢西昌矿业有限公司小麻柳排土场现状稳定性分析》  
（中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司，2022 年 5 月）；

（6）《四川省西昌市太和铁矿资源储量核实报告》（四川省地质矿产勘查开发局攀西地质队，2018 年 1 月）；

（7）《1000 万吨/年采选扩建工程场地地震安全性评价报告》  
（四川赛思特科技有限责任公司，2012 年 11 月）；

（8）《太和铁矿 300 万 t/a 采选扩建工程初步设计》（中冶长天国际工程有限责任公司，2009 年 7 月）；

（9）《重庆钢铁集团太和铁矿采场边坡工程地质勘察报告》

（中钢集团马鞍山矿山研究院工程勘察设计研究院，2006 年 5 月）；

（10）《四川省西昌太和“8.20”矿区最终地质勘探报告》（四川省地质局 113 地质队，1970 年）；

（11）企业生产现状、实测及安全管理等相关资料。

#### **1.2.4 其他评价依据**

- （1）合同、委托书；
- （2）营业执照；
- （3）采矿许可证；
- （4）企业提供的其它资料。

## 2 建设项目概述

### 2.1 建设单位概况

#### 2.1.1 企业简介

西昌矿业于 1981 年 10 月 14 日在四川省西昌市太和镇成立,是重庆钢铁集团矿业有限公司的控股子公司, 公司注册资本 106718.99 万元。2020 年 12 月重钢集团整体被中国宝武集团托管, 2021 年 4 月通过专业化整合, 西昌矿业随重钢矿业被宝武资源整体托管。

西昌矿业主要从事钒钛资源综合开发与利用, 主营铁矿、钛矿露天开采, 矿产品加工、销售业务, 目前有 14 个下属车间及职能部门。截至 2022 年末, 公司在岗员工 1270 人。2022 年全年实现营业收入 18.32 亿元, 利润总额 7.11 亿元, 资产总额 46.26 亿元, 资产负债率 18.68%。太和矿区与攀枝花、红格、白马矿区并称“攀西四大钒钛磁铁矿床”, 已查明资源量 2.93 亿吨, 远景储量达 38 亿吨。

#### 2.1.2 建设项目背景

西昌矿业目前生产能力为 300 万 t/a, 年产 TFe 品位 55.5%钒钛磁铁精矿 110 万 t,  $TiO_2$  品位 47%的钛精矿 15.8 万 t。根据当前冶金炉料市场供应短缺的形势和攀钢西昌钒钛资源综合利用项目对钒钛磁铁矿石的需求, 西昌矿业决定扩大原矿开采规模以提高太和钒钛磁铁精矿的市场占有率、促进重钢的发展。为此, 西昌矿业委托中冶长天编制了《重钢西昌矿业有限公司 1000 万吨/年钒钛磁铁矿

采选扩建项目可行性研究报告》，在现有 300 万 t/a 生产规模的基础上进行扩产，使之达到年产 1000 万 t/a 原矿规模，并实现稳产过渡，且尽快达到设计生产规模等要求。

为履行“三同时”程序，根据《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等国家有关安全生产法律、法规要求，矿山扩建项目在其可行性研究阶段应进行安全预评价。为此，西昌矿业委托我公司（北京国信安科技有限公司）对其 1000 万吨/年钒钛磁铁矿采选扩建项目采矿工程进行安全预评价。

### **2.1.3 地理位置及交通**

西昌矿业位于四川省西昌市太和镇境内，矿区东距西昌市 12km，距成昆铁路西昌火车站约 10km，南距攀枝花市 276km，东北距重钢 1062km，是国内铁矿山中地理位置最优越的矿区之一。交通位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 矿区交通位置图

#### 2.1.4 矿区周边环境

西昌矿业的矿山周边关系比较简单，在矿区采场东侧约 300m 外为破碎站及皮带机，约 450m 外为矿山的维修车间、内部加油站等，标高为 1561.1m。南侧为山坡、耕地。西侧距离采场约 500m 外有部分民房。西北侧距离矿山采场边缘约 300m 外有矿山的炸药库。北侧距离现采场约 300m 外的山上为西昌瑞康钛业公司厂区，标高为 1806m。矿山道路从矿区东侧至西侧进入采场。

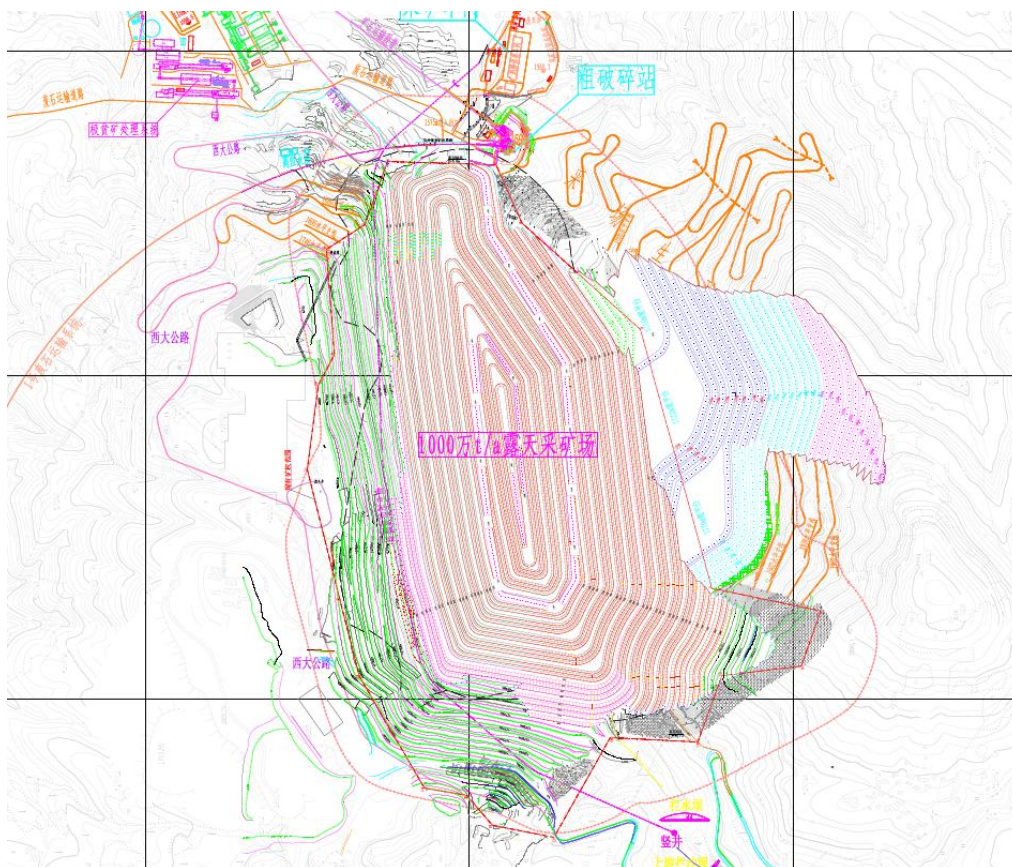


图 2.1-2 露天采场周边环境图

## 2.2 自然环境概况

### 2.2.1 地形地貌

西昌矿业太和矿区地形为西、南、北高东低，形成一西、南、北三面高山环抱东面敞开地势。矿区中部由西到东由破石头沟将矿区分分为南、北两部分，该沟自西向东流入安宁河，是附近农田灌溉以及矿区生产用水的主要水系。破石头沟贯穿采矿场中部的长度约 2km，中部河沟比南北两山头低约 200m，直接影响了矿山扩建开采工程的实施，为确保采矿场的正常生产，西昌矿业于 2009 年实施破石头沟改道工程，并于 2012 年竣工。破石头沟改道隧道位于采出北帮主要矿体下盘，标高在 1562~1632m，隧道总长 2880m。矿区地面

标高大约在 2100m 至 1510m 之间，高差约 590m。

### 2.2.2 气候

西昌市地处亚热带大陆性季风气候区，具有冬暖夏凉四季分明和日照充足，气温差大，雨季两季分明的特点。年均气温 17℃，最冷的一月，均温 9.5℃，极端低温-6℃，最热的 7 月均温 22.6℃，极端高温 39.7℃，全年无霜期 280 天以上，区内日照时间长，热量丰富，年均日照时数 2431.4 小时，年降雨量 1043mm，5~10 月为雨季，11 月至次年 4 月为旱季，其中 93%以上降雨集中在雨季，旱季降雨量仅为全年的 7%。

区内受南北向河谷的影响，旱季多南风，区内年平均风速 1.9m/s，旱季平均风速 7.1m/s，瞬时风速曾高达 31.6m/s。

### 2.2.3 地震

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）附录 A 和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），该地区地震基本烈度为 8 度，设计地震基本加速度值为 0.3g，区域地震活动较频繁，设计抗震设防烈度按 8 度考虑。

## 2.3 建设项目地质概况

### 2.3.1 矿区地质概况

太和铁矿位于“康滇地轴”中段，矿体产于磨盘山杂岩带与安宁河大断裂之间的太和辉长岩体中，为大型晚期岩浆分异矿床。

### 2.3.1.1 地层

矿区内所见地层均为新生代昔格达组地层，主要分布于安宁河谷两岸。

昔格达组地层分布标高 1400~1500m 左右，由湖相之黄色粉砂岩，粘土及砾岩组成。钻孔所见厚度在 5~150m 之间，其下与基岩之间有第三系坡积、残坡积物，主要有辉长岩及磁铁矿砾石及泥砂。

在矿区东部，部分昔格达组地层被第四系覆盖。第四系堆积层厚 80~140m，由巨砾状花岗岩，角砾千枚岩、板岩组成，为细的泥砂质疏松胶结，分布标高约在 1600~1800m 左右。

### 2.3.1.2 矿区构造

矿区内断裂构造发育，控制矿区构造及岩浆活动的断裂主要是安宁河断裂。破坏性较大的断层，已基本查明的共 18 条。成矿后断裂可分为三组，即 SN 向正断层，EW 向逆断层，NNE~NNW 向正断层。其中以 SN 向断层破坏性最大，多为高角度逆断层。如矿区东部 F<sub>16</sub> 断裂垂直断距达 195~270m，水平断距 183~220m，对矿体破坏较大。其余断裂虽对矿层有破坏，但对矿带总体影响较小。其规模大小不一，大部分破坏了矿体的连续性，使矿体形态复杂。矿区主要断层及其特征见表 2.3-1。

表 2.3-1 太和钒钛磁铁矿区断层特征表

| 编号  | 性质 | 产状                | 断 距 (m) |         |         | 控制点                                        | 特征                                           |
|-----|----|-------------------|---------|---------|---------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
|     |    |                   | 横剖面     | 纵剖面     | 水平断面    |                                            |                                              |
| F1  | 逆  | 西倾                | 10-33   | 20-30   | 20-25   | ZK125、ZK129                                | 岩心破碎，具糜棱岩化，为辉绿岩脉充填。                          |
| F4  | 逆  | 245° ∠66°         | 51      | 85      | 40-55   | G29、G103、G32、G33                           | 破碎，已糜棱岩、片理化，有正长岩脉贯入。                         |
| F5  | 正  | 265° ∠59°         | 66      | 70      | 40-55   | ZK122、G63、G58                              | 断层角砾岩清楚，具糜棱岩化，有正长岩脉贯入。                       |
| F7  | 正  | 265° ∠60°         | 0-5     | 0-2     | 0-7     | G93                                        | 具断层角砾岩，破碎带，有辉绿岩脉贯入。                          |
| F8  | 逆  | 284° ∠72°         | 8-30    | 18-47   | 8-40    | ZK8、TC9、TC38、TC43                          | 岩心破碎，有辉绿岩脉充填。                                |
| F12 | 正  | 西倾                | 100     | 118-163 | 80-105  | ZK103                                      | 为断层破碎带。                                      |
| F13 | 正  | 西倾                | 20      | 15      | 15-23   | ZK102、ZK96                                 | 岩心破碎，具断层特征。                                  |
| F14 | 正  | 西倾                | 127     | 97      | 108     | ZK88、TC30、TC41                             | 有断层角砾岩、断层泥，蚀变强。                              |
| F15 | 逆  | 西倾                | 40-60   | 86      | 17-96   | ZK85、ZK90                                  | 岩心破碎，为正长岩脉充填。                                |
| F16 | 逆  | 270° ∠73°<br>-80° | 195-270 | 345     | 183-220 | ZK24、TC14、TC62、TC44、<br>ZK1、ZK71、ZK21、ZK81 | 破碎，角砾清楚，具糜棱岩化，有正长岩、辉绿岩脉贯入。                   |
| F18 | 逆  | 277° ∠68°         | 13      |         | 2-5     | ZK56、TC18                                  | 挤压破碎，具糜棱岩化。                                  |
| F19 | 逆  | 261° ∠56°         | 7-13    | 5       | 2-5     | ZK56、ZK49、ZK19、PD2、<br>TC18                | 岩心破碎，具片理化，有蚀变和糜棱岩，见铁矿角砾，                     |
| F20 | 逆  | 305° ∠60°         | 18-20   | 5       | 4       | ZK57、ZK67、ZK6、TC18、<br>TC17、TC68、TC66、TC50 | 破碎，具角砾构造，蚀变强，有辉绿岩脉贯入。                        |
| F21 | 逆  | 277° ∠80°         | 13      | 5       | 2-5     | TC17、ZK57、ZK49、TC18、<br>TC68、TC50          | 破碎，具压碎构造，蚀变强，已被辉绿岩脉充填。                       |
| F22 | 逆  | 265° ∠72°<br>-83° | 7-15    | 15      | 20-30   | ZK44、ZK58、ZK62、ZK61、<br>ZK47、ZK36、ZK100    | 破碎，角砾清楚，具糜棱岩、片理化，有辉绿岩充填，<br>唯 19 线断距达 140 米。 |
| F23 | 正  | 西倾                | 145     |         |         | ZK44、ZK47                                  | 深部隐伏狭窄块段。                                    |
| F25 | 不明 | 105° ∠74°         | 不明      |         |         | ZK51、ZK56、TC71、TC21                        | 破碎，具角砾构造，有片理化、糜棱岩化。                          |
| F26 | 不明 | 东倾                | 不明      |         |         | ZK14、ZK51、ZK55                             | 破碎，具角砾构造，有片理化、糜棱岩化。                          |

### 2.3.1.3 岩浆岩

太和铁矿为晚期岩浆岩分异的大型钒钛磁铁矿床。矿区发育海西期基性岩（分早期太和含铁辉长岩体和晚期脉岩），燕山——喜山期中酸性岩和碱性岩。

海西早期太和含铁辉长岩体为含矿母岩，岩体走向 NE60°，倾向 SE，倾角 50° 左右。走向长 3500m 以上，宽 1500~2500m，延深大于 1000m。辉长岩体分异良好，但是有不均一性，蚀变作用很普遍，局部有变质现象，并有后期脉岩穿插。

辉长岩体垂直分带明显，按岩石组合特征和含矿性自下而上分为三个岩相带。中粗粒辉长岩岩相带：以中粗粒辉长岩为主，一般不具流动构造，结构变化较大，相带厚度大于 200m。含矿流层辉长岩岩相带：即含矿带，此带厚度由西向东变薄，厚度 700~400m，由多层岩、矿石组成，矿层集中，含矿率高，流动构造清楚。中粒辉长岩岩相带：岩相单一稳定，矿物均匀，无定向排列特征，相带厚度>260m。

矿区后期岩脉主要为辉绿岩脉和正长岩脉，多沿断层、节理贯入，厚度一般小于 5m，有的达 10~20m。辉绿岩脉和正长岩脉对矿带的影响较小。

### 2.3.2 矿床水文地质概况

#### （1）矿区含水层

1) 第四系冲积、冰碛含水层：冲积物主要为砂卵砾石、一般胶结松散。冰碛层分布广泛，由亚粘土、轻亚粘土、砾石、漂石组成。漂石砾石含量约 10~50%，厚度达 200 余米，平均厚 25m，属富水性较强的孔隙潜水，当地侵蚀基准面为安宁河河面标高 1510m。

2) 第三系粘土夹砂砾石含水层：为轻亚粘土、亚粘土夹砾石、漂石，其中，漂石、砾石占 30~40%，较密实，厚度 26~105m，属富水性较弱的孔隙承压水。

3) 风化及构造裂隙含水层(带)：辉长岩岩体分为风化裂隙和构造

裂隙两个含水带。

a. 风化裂隙含水带：分布较普遍，最大厚度 69m，平均厚 28m，属富水性中等的裂隙潜水。

b. 构造裂隙含水带：平均厚度 82m，属富水性中等的承压水。

综上所述，各含水层（带）富水性不强，地下水动态随降水而变化，区内地形有利于排水，**矿区水文地质条件简单。**

## （2）露天采场水量

露天采场封闭圈内的水量可分为两部分：一是地下水涌水量，二是大气降雨径流量。

依据可研报告，洪水计算采用《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》（四川省水利电力厅编一九八四年六月）中参数进行计算。露天采场正常涌水量及二十年一遇暴雨不同历时采场总水量计算的结果如表 2.3-2、2.3-3 所示。

表 2.3-2 露天采场正常排水量

| 排水阶段标高(m) | 地下水涌水量 (m <sup>3</sup> /d) | 雨季正常降雨径流量(m <sup>3</sup> /d) | 正常排水量 (m <sup>3</sup> /d) |
|-----------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1380      | 2511                       | 2399                         | 4910                      |

表 2.3-3 二十年一遇暴雨不同历时采场总水量

| 历时(h)                     | 1     | 2     | 4     | 6     | 10    | 14    | 20    | 24    | 72    | 120   | 168    |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 5%暴雨径流量 (m <sup>3</sup> ) | 26608 | 33299 | 41857 | 47851 | 50699 | 52615 | 54718 | 55827 | 69547 | 77027 | 82386  |
| 地下水涌水量 (m <sup>3</sup> )  | 105   | 210   | 420   | 630   | 1050  | 1470  | 2100  | 2520  | 7560  | 12600 | 17640  |
| 采场总水量 (m <sup>3</sup> )   | 26713 | 33059 | 42277 | 48481 | 51749 | 54085 | 56818 | 58347 | 77107 | 89627 | 100026 |

## 2.3.3 工程地质概况

### （1）工程地质条件

太和矿区地形特点是：破石头沟由西向东流经矿区，将矿区上部分割成南北两部分，沟南北均为高山，整个矿区地形是西高东低，北、

西、南三面为高山所环抱。东面敞开，为破石头沟出口。北山头矿体埋藏最高标高为 1830m，南山头为 1806m。矿体产于含矿流层状辉长岩相带中，含矿带走向北 60 度东，倾向南东，倾角  $55\sim 70^\circ$ ，走向长 3500m，厚 400~700m，矿体上小下大，上部为第四系表土所覆盖，尤其是采场西部和东南部表土层厚达 200 余 m。

矿山为露天开采，露天采场边坡岩组主要为辉长岩体及后期岩脉、第三系昔格达组粘土岩、第四系冲积、冰碛层。辉长岩体及后期岩脉一般呈块状结构，强度高，稳定性好。据地质勘探资料，矿、岩石主要物理力学性质测试结果见表 2.3-4。

表 2.3-4 矿、岩石物理力学参数表

| 项目    |      | 抗压强度<br>(Mpa) |      | 抗剪强度<br>(Mpa) |      | 内磨擦角<br>(° ) |         | 备 注                                                                                                      |
|-------|------|---------------|------|---------------|------|--------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第四系   |      | 0.36          |      | 0.045         |      | 14° 38′      |         | 松散系数:矿石和岩石为1.50; 表土为1.30;<br>密度(t/m³):工业矿石 3.50; 低品位矿 3.00; 岩石 2.90; 表土 1.90;<br>f 系数:矿石和岩石为12-14; 表土<3。 |
| 粉砂质页岩 | 地表   | 0.42          | 0.55 | 0.04          | 0.06 | 23° 22′      | 24° 23′ |                                                                                                          |
|       | 钻孔   | 0.68          |      | 0.08          |      | 25° 24′      | 83° 27′ |                                                                                                          |
| 铁矿石   | Fe1  | 66            | 110  | 7.8           | 14.6 | 78° 35′      |         |                                                                                                          |
|       | Fe2  | 107           |      | 13            |      | 84° 00′      |         |                                                                                                          |
|       | Fe3  | 120           |      | 20            |      | 85° 4′       |         |                                                                                                          |
|       | Fe4  | 148           |      | 18            |      | 86° 19′      |         |                                                                                                          |
| 辉长岩   | 细粒   | 110           | 129  | 17            | 17   | 84° 41′      | 85° 12′ |                                                                                                          |
|       | 中粒   | 155           |      | 16            |      | 86° 7′       |         |                                                                                                          |
|       | 伟晶粗粒 | 123           |      | 18            |      | 84° 48′      |         |                                                                                                          |
| 岩脉    |      | 169           |      | 20            |      | 86° 51′      |         |                                                                                                          |

矿区的矿、岩物理机械性能见表 2.3-5。

表 2.3-5 矿岩物理机械性能表

| 序号 | 名称             | 可选矿石  | 极贫钒钛磁铁矿磁铁矿 | 岩石   | 表土   | 备注 |
|----|----------------|-------|------------|------|------|----|
| 1  | 密度 ( $t/m^3$ ) | 3.5   | 3.0        | 2.90 | 1.90 |    |
| 2  | 普氏硬度系数         | 12~14 | 12~14      | 14   | 0.6  |    |
| 3  | 松散系数           | 1.5   | 1.5        | 1.5  | 1.3  |    |

## (2) 工程地质岩组

根据矿段内岩、矿石的物理力学性质、岩性与结构及工程地质性

能不同或差异，可划分为以下 3 个工程地质岩组。分述如下：

#### 1) 松散工程地质岩组

松散工程地质岩组主要由第四系冲积、冰碛层的砂卵砾石、亚粘土、轻亚粘土、砾石、漂石等组成。广泛分布于矿区内，其中露天采场西部和南部厚度较大。

岩石胶结松散，岩石抗压强度 0.36Mpa，抗剪强度 0.045Mpa，内摩擦角  $14^{\circ} 38'$ ，吸水性强，水对其有软化作用。产生的工程地质问题主要是露天采场边坡的局部开裂、沉降。

#### 2) 软弱工程地质岩组

软弱工程地质岩组主要由第三系粘土岩、砂砾岩组成。分布于露天采场东部，位于第四系冲积、冰碛层之下。岩石抗压强度 0.42-0.68Mpa，抗剪强度 0.04-0.06Mpa，内摩擦角  $23^{\circ} 22' - 25^{\circ} 24'$ ，吸水性强，水对其有软化作用。

粘土及亚粘土遇水容易软化崩解，岩石质量和岩体完整性总体较差。对将来要形成的东部露天采场边坡有一定影响。

#### 3) 坚硬工程岩组

主要由辉长岩、后期岩脉及铁矿石为主组成。辉长岩及后期岩脉呈灰白至灰绿色、深灰至灰黑色，以坚硬~半坚硬类岩石为主，局部受强风化影响，其岩石的强度较低，属半坚硬~软弱类岩石。岩石抗压强度 110-155Mpa，抗剪强度 16-18Mpa，内摩擦角  $84^{\circ} 41' - 86^{\circ} 7'$ ，岩石质量和岩体完整性总体较好，局部受构造影响较差。铁矿石岩石抗压强度 66-148 Mpa，抗剪强度 7.8-20Mpa，内摩擦角  $78^{\circ} 35' - 86^{\circ} 19'$ ，属于坚硬类岩石，岩石质量和岩体完整性总体较好。

综上所述，**矿山工程地质条件为简单类型。**

### 2.3.4 矿床地质概况

#### 2.3.4.1 矿体地质特征

太和铁矿区铁矿体的产出与辉长岩有密切关系，矿体呈似层状产

于辉长岩体中下部，与辉长岩产状一致和流层平行，矿化作用未超出辉长岩体，而受辉长岩体所控制，属海西期成矿的晚期岩浆分异大型钒钛磁铁矿床。

含矿带走向 NE60°，倾向 SE，倾角 60°左右，厚度 400~700m。含矿带又按岩石、矿物组合特征分成三个矿带，各矿带又细分为若干矿组（见表 2.3-6）。各矿带中工业矿体的形态、产状、厚度等变化较大，分支复合及尖灭再现等现象较为普遍，其总的趋势是西段矿体含矿率高、矿体中夹石数量少、品位高、埋藏浅，东段矿体含矿率低、矿体中夹石多、品位偏低，覆盖层厚。

表 2.3-6 含矿带特征表

| 矿带 | 矿组  | 厚度(m)                  |         | 矿石类型    | 矿层特征                                                                                                                                                         |
|----|-----|------------------------|---------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |     | 矿组                     | 矿体累计    |         |                                                                                                                                                              |
| I  | I-1 | 21~30                  | 16~21   | 低品位矿石为主 | 位于含矿流层状辉长岩带的下部，矿体规模较大，为主要开采对象。矿带走向 NE，倾向 SE，倾角 50°，由西向东变薄。矿层呈似层状、透镜状与中粗粒辉长岩、中粒辉长岩等构成互层，但被后期岩脉破坏地段，矿体分枝复合、尖灭较普遍，矿体形态复杂，对规模有所影响。含矿系数 0.53，含多层高、中品位矿石，以中品位矿石为主。 |
|    | I-2 | 67~88                  | 43~59   | 富矿石为主   |                                                                                                                                                              |
|    | I-3 | 24~58                  | 15~43   | 中品位矿石为主 |                                                                                                                                                              |
|    | I-4 | 40~66                  | 23~39   | 高、中品位矿石 |                                                                                                                                                              |
|    | I-5 | 24~43                  | 19~35   | 高、中品位矿石 |                                                                                                                                                              |
|    | 平均  | 176~285<br>(自 100~400) | 116~197 | 中品位矿石为主 |                                                                                                                                                              |

|     |       |                        |             |         |                                                                              |
|-----|-------|------------------------|-------------|---------|------------------------------------------------------------------------------|
| II  | II-1  | 平均 27~38<br>(自 15~102) | 平均<br>22~29 | 中品位矿石   | 产于含矿带中上部, 为矿区的次要矿带, 矿带垂直分带清楚。厚度稳定, 有一层矿物均匀分布, 定向排列明显的“米状”矿石为标志层。平均含矿系数 0.73。 |
| III | III-1 | 21~36                  | 17~26       | 中、低品位矿石 | 位于含铁辉长岩体的中部, 含矿带的上部, 以富含辉石、磷灰石为特征。平均含矿系数 0.42。                               |
|     | III-2 | 51~63                  | 28~38       | 低品位矿石为主 |                                                                              |
|     | III-3 | 30~46                  | 12~24       | 低品位矿石为主 |                                                                              |
|     | 平均    | 102~145<br>(自 130~300) | 57~88       | 中、低品位矿石 |                                                                              |

### 2.3.4.2 矿石质量特征

#### (1) 矿石的矿物成分及结构构造

矿石的金属矿物主要为钛磁铁矿和钛铁矿, 次为黄铁矿和磁黄铁矿等。脉石矿物主要为钛普通辉石、斜长石、镁铅尖晶石、钛角闪石, 少量橄榄石及微量磷灰石等。

矿石的结构分为原生和次生结构, 原生结构主要有海绵陨铁结构、半自形~自形连晶结构及反应边结构, 次生结构以碎裂结构为主, 次为交代残余结构, 另有交代包含、线圈状结构。

富矿石以斑杂状构造为主, 次为块状、云雾状构造, 贫矿以稀疏浸染状和条带状构造为主。

#### (2) 矿石的化学成分

矿石主要有用组分为 Fe、Ti、V, 伴生少量 Co、Ni、Cu 等组分, 但含量较低达不到伴生有益组分评价要求。矿石中有害杂质硫普遍较高, 一般均超过工业指标要求。

Fe 主要赋存于钛磁铁矿和钛铁矿中, 而硅酸盐、硫化物中占有率较低; Ti 主要赋存于钛铁矿和钛磁铁矿中, 而粒状钛铁矿的相对含量随矿石变富而减少; V 主要呈类质同象赋存于钛磁铁矿中(占各类矿石的 72~98%), 钛磁铁矿是回收钒的主要对象; Co、Ni、Cu 主要以硫化物形式呈星散状分布在矿石中, 其次以类质同象存在于氧化

物和硅酸盐矿物中。

钛、铁、钒在矿石中成正比例关系，铁升高，钒钛亦高。

设计露天采场内（工业矿石+低品位矿石）混合平均品位为：  
TFe30.21%， $TiO_2$  11.85%， $V_2O_5$  0.27%。

## 2.4 工程建设方案概况

依据《重钢西昌矿业有限公司 1000 万 t/a 采选扩建工程可行性研究报告》、《重钢西昌矿业有限公司露天采场现状边坡稳定性分析》（中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司，2023 年 10 月）、现场踏勘、资料分析以及与企业相关人员座谈交流得知：

### 2.4.1 矿山开采现状

#### 2.4.1.1 采场现状

矿山现状开采范围为采矿权范围内 5~21 勘探线、1470m 标高以上的钒钛磁铁矿。

截至 2023 年 7 月，露天采场现状最低标高为 1542m，最高标高为 1972m（1866m 以上为地质灾害治理区域），现状边坡最大高差 430m。

东帮边坡是整个采场的出入口位置，目前最高标高在东北角，高程为 1790m。上部为冰碛土层边坡，下部为岩体边坡。冰碛土边坡共 12 个台阶，岩体边坡共 9 个台阶，最大边坡高度 298m。

目前，南帮边坡现状最低标高 1542m，最高标高 1972m，总体最大边坡高度为 430m。下部岩体边坡 15~19 个台阶，上部冰碛土共 9~14 个台阶。

西帮边坡最低标高 1566m，最高标高 1900m，最大边坡高度为 334m。上部冰碛土边坡共 19 个台阶，下部岩石边坡共 10 个台阶。

北帮边坡目前最低标高至 1542~1564m，最高标高为 1790~1858m，边坡高度为 248~294m。上部冰碛土边坡共形成 12 个台阶，

下部岩土边坡共 14 个台阶。

矿石通过主干公路直接运至选矿厂，剥离物通过采场内临时公路和主干公路运至破碎站。南采场从 1830m 水平干线公路布置在采场外，沿等高线进入各个水平，矿石的运输用汽车通过干线公路运至选厂。1782m 水平以下的剥离物运至破碎站，经粗破后，由胶带运至废石场。

南、北帮 1674m 水平以下的剥离物，通过汽车运至破碎站破碎后由胶带运至废石场。

矿岩穿孔采用 KQ200 型和 TITON500 型潜孔钻机、KY250D 型和 1175E 型牙轮钻机。

二次破碎采用 EC700BLC 型液压挖掘机（1m<sup>3</sup>）配碎石机。中深孔爆破采用导爆管、非电雷管起爆，多排孔微差挤压爆破。矿山露天采场穿孔爆破作业（包括民爆器材的运输与存储）委托葛洲坝易普力四川爆破工程有限公司负责完成。

#### 2.4.1.2 主要设备

露天开采现有主要设备见下表。

表 2.4-1 矿山主要设备一览表

| 序号 | 设备名称 | 规格/型号    | 数量 | 运行状况 |
|----|------|----------|----|------|
| 1  | 潜孔钻机 | KQ200    | 5台 | 良好   |
| 2  | 潜孔钻机 | TITON500 | 2台 | 良好   |
| 3  | 牙轮钻机 | KY250D   | 3台 | 良好   |
| 4  | 牙轮钻机 | 1175E    | 1台 | 良好   |
| 5  | 电铲   | WK-4     | 4台 | 良好   |
| 6  | 电铲   | WK-10B   | 4台 | 良好   |
| 7  | 挖掘机  | EC460BLC | 4台 | 良好   |
| 8  | 挖掘机  | EC480BLC | 2台 | 良好   |
| 9  | 挖掘机  | EC700BLC | 3台 | 良好   |
| 10 | 挖掘机  | R220LC-5 | 1台 | 良好   |

|    |       |               |     |    |
|----|-------|---------------|-----|----|
| 11 | 挖掘机   | R984C         | 1台  | 良好 |
| 12 | 装载机   | CLG856 高配     | 2台  | 良好 |
| 13 | 装载机   | CLG856 中配     | 1台  | 良好 |
| 14 | 振动压路机 | SR22M         | 2台  | 良好 |
| 15 | 振动压路机 | SR22MA        | 2台  | 良好 |
| 16 | 高空作业车 | CLW5053JGKZ3  | 1台  | 良好 |
| 17 | 自卸汽车  | TR50          | 5台  | 良好 |
| 18 | 自卸汽车  | TR100         | 32台 | 良好 |
| 19 | 自卸汽车  | ZZ3257X3847D1 | 6台  | 良好 |
| 20 | 洒水车   | BZKD21T       | 1台  | 良好 |
| 21 | 洒水车   | TEREX3307A    | 1台  | 良好 |
| 22 | 洒水车   | TR50          | 2台  | 良好 |

#### 2.4.1.3 供配电设施

西昌矿业为采选联合企业，电力负荷级别为二级。选厂建有一所 110/10/6kV 总降压变电所，一路 11kV 电源进线。选厂总降压变电所内设两台 25000kVA 变压器，分别向采场 6kV 变电所，选厂主厂房电气楼、选钛电气楼及选矿各变电所供配电。采场采用环形—横架线方式向采场内高压设备和移动变电所供电。

#### 2.4.1.4 防排水

露天采场主要为山坡型露天矿，水文地质条件比较简单。现状采场防水主要是防止采场外大气降水流入采场。破石头沟已完成改道工程从采场西端开始，通过排洪隧道至破石头沟下游。

采场沿运输道路修建有截洪沟，采矿平台根据汇水情况修建局部平台排水沟，平台排水沟接入截洪沟，排出场外。截洪沟水沟坡度为 3‰，水沟在表土部分采用浆砌片石支护，在岩石中不支护。

采场内部降水及涌水汇集于 1542m 平台自然水坑，通过 3 台潜水泵抽入选厂循环水池供生产用水。

#### 2.4.1.5 排土场

西昌矿业现有 1#排土场和 2#排土场，1#排土场（又名西漂排土场）已停止堆排，2#排土场（又名小麻柳排土场）位于四川省西昌市太和镇麻柳村小麻柳沟及两侧山体，主要排土工艺为汽车-胶带-排土机-推土机联合运输，推土机采取扇形推进排土工艺。目前已形成 7 个排土台阶，形成 1680m、1650m、1640m、1630m、1620m、1600m、1590m、1580m 等主要平台，累计高约 120m 的人工边坡。最高台阶平台标高约 1680m，最低（排土场坡底）标高约 1560m，单台阶坡角 25~38 度，总坡角在 14~17 度之间。排土主要沿沟谷地形由南向北排放。

2#排土场设置了截水沟、排水沟，将水及时导出。排土场边缘设置了相应的安全警示标志。

#### 2.4.1.6 采场边坡在线监测

西昌矿业露天采场现状最大边坡高 430m，配套 2#排土场现状最大边坡高 120m。采场和排土场边坡设置有边坡在线监测设施，采场西部边坡设置监测点 2 个、北部边坡设置监测点 9 个、南部边坡设置监测点 10 个；排土场设置边坡监测点 10 个。

#### 2.4.1.7 利旧工程

本项目供配电设施、防排水、矿山运输道路系统、粗破系统、胶带运输系统、排土场、铲装运输设备等均为利旧改造。

### 2.4.2 建设规模及工作制度

#### （1）资源储量

依据《四川省西昌市太和铁矿资源储量核实报告》（四川省地质矿产勘查开发局攀西地质队，2018 年 01 月 24 日）可知：

##### 1) 矿产资源/储量

采矿权平面范围内 1380m 以上保有（111b+122b+331+332+333）类工业矿石资源储量 16962.5 万 t，低品位矿石资源储量 5540.4 万 t。

## 2) 设计可采资源量

设计可采资源量为 11972.34 万吨。

### (2) 建设规模

设计矿山采选规模为 1000 万 t/a，其中采场采出原矿（工业矿石+低品位矿石）800 万 t，另外 200 万 t 从剥离废石中通过破碎-干选抛尾后提取。

最终产品方案为：

铁精矿产量 360 万 t/a，精矿品位 TFe 55.50%、TiO<sub>2</sub> 10.32%、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.65%；

钛精矿产量 40 万 t/a，精矿品位 TiO<sub>2</sub> 47.00%；

硫精矿产量 6.50 万 t/a，精矿品位 S 28.00%。

### (3) 服务年限

设计矿山露天生产服务年限 19 年，前 4 年基建扩帮，第 5 年达产，稳产 10 年，第 15 年进入露天减产期。

### (4) 工作制度

该项目生产采用连续工作制，年露天采矿作业 330d，每天 3 班，每班工作 8h。

## 2.4.3 总图运输

该项目属扩建矿山，主要包括露天采场、安宁河选矿厂、小麻柳排土场和尾矿库、粗破碎运输系统、西昌至大桥公路（简称西大公路）改造、废石运输道路、采矿车间、加油站、变电站、高位水池、炸药库等设施。



图 2.4-1 总平面布置图

#### 2.4.3.1 露天采场

露天采场主要开采位于原破石头沟以北的矿段，当采选规模扩建至 1000 万 t/a，需在原露天开采境界基础上扩帮，扩帮后南采场最高开采水平为 1866m，北采场最高开采水平为 1746m，封闭圈标高 1578m，设计露天底标高 1380m，总出入沟标高为 1578m，采场段高 12m，境界面上口最大长度东西方向约 2000m，最大宽度南北方向约 1020m。

#### 2.4.3.2 排土场

小麻柳排土场位于四川省西昌市太和镇麻柳村小麻柳沟及两侧山体，南与西昌矿业西漂尾矿库及垃圾堆场（已废）相邻，北为大麻柳村，西为小麻柳尾矿库，距西昌矿业安宁河选矿厂东南方约 3km，距采场直线距离约 4.0km，距西昌市约 10km，本次设计对小麻柳排土场进行增高扩容。扩容后总容积为 18050.5 万  $\text{m}^3$ ，堆置总高度约 235m，可承担采场全部废石的排弃。

### 2.4.3.3 安宁河选矿厂

安宁河选矿厂位于采场东北角露天采场爆破界线外山坡处，距采场总出入口直线距离约 1km，由选铁系统和选钛系统组成。

### 2.4.3.4 粗破碎运输系统

粗破碎站布置在采矿场东南角总出入口附近，距总出入口直线距离约 200m，主要由废石粗破碎车间、矿石粗破碎车间、粗破碎变电所、控制室、汽车衡等组成。粗破碎站卸废石、矿石平台标高为 1591m，检修平台标高为 1575m。

### 2.4.3.5 铁精矿站

铁精矿站位于安宁河选矿厂东侧，旧有铁精矿仓北侧，矿区道路南侧，离选矿厂直线距离约 350m。铁精矿站由铁精矿仓，变电所、化验室、2 号环水泵站，浓缩池等组成。

### 2.4.3.6 高位水池

高位水池位于 2 号粗破碎站的西侧山坡上，场地标高为 1644.5m。本次扩产后利用现有高位水池，现有高位水池由循环水高位水池、生产高位水池、生活高位水池组成。

为充分利用小麻柳尾矿库区雨水及下侧排土场排水系统收集的雨水，设计在尾矿库南侧 1590m 标高处设置尾矿库回水高位水池，容积为 1000m<sup>3</sup>。

### 2.4.3.7 安宁河水源泵站

安宁河水源泵站位于安宁河河堤道路的西侧，安宁河选矿厂选钛系统的东侧，场地标高为 1513.4m。本次扩产后利用现有取水泵站，为采、选扩建工程提供水源。

### 2.4.3.8 变电站

扩建后矿山装机容量为 64142kW，利用矿山现有 110kV 总降压变电所，电源从 110kV 总降 6kV 配电回路引两路 6kV 架空线路至露天采场，以环形一横架线方式向采场内高压设备和移动变电所供电。采场内设有四套移动变电所供采场低压用电和照明。

采场新建 PCO<sub>3</sub>、PCO<sub>4</sub>、PCO<sub>5</sub> 驱动站变电所，分别内设一台 100kVA 变压器，向采场 PCO<sub>3</sub>、PCO<sub>4</sub>、PCO<sub>5</sub> 驱动站供配电，其电源由 110kV 总降 10kV 配电回路至破碎变电所的 10kV 架空线路梯接而来。

#### **2.4.3.9 行政生活区**

矿山现有生活福利设施较为齐全，设计不考虑新增生活福利设施，发展过程中，需增加生活福利设施时，由矿方适时进行增建。

#### **2.4.3.10 采矿车间及加油站**

现有的采矿车间和加油站，布置在 1 号粗破碎站东侧。矿山采选扩产至 1000 万 t/a 规模后，现有设施能满足当前生产的需求。现采矿车间由机修保养车间、加油站、备件库、办公楼、轮胎间、班组室、洗车坪、停车棚、厕所等组成。根据地形情况，采矿车间及加油站布置在同一场地标高，标高为 1561.1m。

#### **2.4.3.11 内外部运输**

设计矿石采用汽车-破碎-胶带联合运输方案；岩石、旱季表土采用汽车-破碎-胶带联合运输方案；雨季表土以及粗破碎站无法完成运输量的废石均采用汽车直接运输至小麻柳排土场的运输方式。

##### **（1）矿石运输**

根据采场南、北被破石头沟分割的特点，采用南北双向进线，各自形成主干道和水平支线。各水平的矿石（工业矿）利用汽车运往采场总出入沟的粗破碎站卸载。矿石经粗破碎后经矿石运输胶带运输至安宁河选矿厂选铁系统的洗矿间。

采矿场极贫矿经汽车运输至粗破碎车间，粗破碎后经胶带运至极贫矿处理系统，所得矿石进入安宁河选矿厂的磨选系统。

##### **（2）废石运输**

为减少废石运输距离，尽可能将废石运输至粗破碎站，经废石胶带运输系统运输至小麻柳排土场，运输距离约 5km。由于现废石胶带运输系统最大运输量为 1200 万 t/a，当剥离废石量大于 1200 万 t/a 时，需采用汽车运输废石至小麻柳排土场。

### （3）辅助运输

本次扩建所需的辅助设备有推土机、通勤车、移设机、养路设备、洒水车、加油车等。利旧的辅助设备有推土机（一台 TY-220 型推土机、一台 T-180 型推土机、2 台 T-140 型推土机），其中一台 T-180 型推土机改造为排土机的移设机，2 台洒水车、1 台加油车和 4 台通勤车，养路设备（1 台轮胎压路机，1 台自行式平地机、1 台载重车、1 台移动式鄂破碎机）。

### （4）外部运输

铁精矿将运输至球团厂，公路运距约 16.0km。

### （5）废石运输道路

设计修建一条废石运输道路至小麻柳排土场，废石运输道路起点位于现有废石粗破碎站的北侧，经安宁河选矿厂西侧（预留 200 万 t/a 低品位矿+500 万 t/a 极贫矿处理系统场地西侧），上山联络道东侧，根据用地和地形情况布置线路至西漂尾矿库，经西漂尾矿库坝堤至小麻柳排土场 1600m 初始排土平台，全长约 3.76km。

设计废石运输道路等级为三级，路面宽 20m，外侧路肩 2.5m，内侧 1.0m，路基宽 23.5m，路面采用泥结碎石路面结构，结构形式为 0.5cm 厚保护层，3cm 厚石屑磨耗层，40cm 厚泥结碎石面层，20cm 填隙碎石基层，30cm 天然砂砾底基层。

#### 2.4.3.12 炸药库

矿山现有炸药库位于矿山采场西北侧边缘约 300m 外，储存量可以满足采场扩建后的需求，不另新建炸药库。扩建后炸药用量：铵油炸药 1330t/a，2#岩石炸药 68t/a。新增一台 BCZH-12 型炸药混装车。

### 2.4.4 开采范围

#### 2.4.4.1 开采对象与开采范围

##### （1）开采对象

主要开采对象为：重钢西昌矿业有限公司设计开采境界内的工业矿+低品位矿石。

## (2) 开采范围

设计确定露天开采境界在 5~21 勘探线之间，1380m 标高以上工业矿量较集中地段。

### 2.4.4.2 开采顺序

设计前期西北帮采用分条带陡帮剥离，缓帮采矿，扩帮工作完成后均采用缓帮采剥，从上至下逐层开采。南、北两帮开采标高达到总出入沟处的 1578m 后合并成一个采场。

## 2.4.5 开拓运输

### (1) 矿岩运输方式

设计矿石采用汽车-破碎-胶带联合运输方案；极贫矿均采用汽车运输方式；岩石、旱季表土采用汽车-破碎-胶带联合运输方案；雨季表土以及粗破碎站无法完成运输量的废石均采用汽车直接运输至小麻柳排土场的运输方式。

### (2) 开拓运输系统

露天采场为山坡+凹陷露天开采。矿山开采初期，南北采场各自形成一套开拓运输系统。在采场外东部边界 1575m 标高设 1#破碎站，北采场 1794m 以上仍利用现有的汽车运输系统进行采剥。1794m 以下的开拓系统，干线公路布置在采场东端外，1770~1710m、1650~1620m 由于采场外地形较陡，每 2 个水平布置一条线路。其余每个水平布置一条线路。采出废石通过汽车直接运至 1#破碎站破碎后经过胶带运至小麻柳排土场，超过胶带能力部分采用汽车直接运往小麻柳排土场。

南采场 1842m 以上水平，由于采场外地形较陡，每 2 个水平布置一条线路。其余每个水平布置一条线路。干线公路布置在采场外，沿等高线进入各个水平。采出废石通过汽车直接运至 1#破碎站破碎后经过胶带运至小麻柳排土场，超过胶带能力部分采用汽车直接运往小

麻柳排土场。

从 1578m 水平开始，采场进入深凹露天开采，采场内公路布置在最终边坡上，采用折返式布线，总出入沟标高为 1578m。封闭圈以下的矿石、废石均从总出入沟运出。剥离物中 1400 万 t 通过采场内公路和主干公路运至 1#破碎站经粗破后，由胶带运至小麻柳排土场，超过部分采用汽车直接运至小麻柳排土场。

极贫钒钛磁铁矿采用分采分运，在采场内用电铲装 100t 自卸汽车运至极贫钒钛磁铁矿堆场(综合利用破碎站原矿仓)。

### (3) 运输设备

设计采矿场主要采用的是 10m<sup>3</sup> 电铲铲运矿石和废石，主要运输汽车采用 TR-100 自卸矿用汽车，全汽车运输废石为 TR-100 自卸矿用汽车。

经可研计算，达产年运输矿石（含极贫矿）、废石（含旱季表土）至粗破碎站需 TR-100 汽车 34 辆，全汽车运输废石至小麻柳需 TR-100 汽车 10 辆。

矿山现有可利用设备如下：

VOLVO A40D 型矿用铰接式卡车 46 台

TY-220 型堆土机 1 台

T180 型堆土机 1 台

T140 型堆土机 1 台

T120 型堆土机 1 台

达产年需新增 TR-100 汽车 44 辆。

### (4) 道路设计技术标准

矿山生产运输道路主要技术标准如下：

道路等级 露天矿山三级

双车道路面宽 20m

路基宽 23.5m

最小曲线半径 20.0m

|        |                                                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------|
| 最大纵坡   | 8%                                                               |
| 回头曲线纵坡 | $\leq 4.5\%$                                                     |
| 竖曲线半径  | $\geq 200\text{m}$                                               |
| 停车视距   | 20m                                                              |
| 会车视距   | 40m                                                              |
| 路面结构   | 0.5cm 厚保护层, 3cm 厚石屑磨耗层, 40cm 厚泥结碎石面层, 20cm 填隙碎石基层, 30cm 天然砂砾底基层。 |

## 2.4.6 采矿工艺

### 2.4.6.1 露天采场境界方案

设计露天开采终了境界主要指标见表 2.4-2。

表 2.4-2 露天开采终了境界主要指标表

| 序号 | 项 目          | 单 位 | 数 量       | 备 注 |
|----|--------------|-----|-----------|-----|
| 1  | 采场最高台阶标高（北帮） | m   | 1746      |     |
|    | 采场最高台阶标高（南帮） | m   | 1866      |     |
| 2  | 采场底标高        | m   | 1380      |     |
| 3  | 采场最大垂高       | m   | 582       |     |
| 4  | 采场上部尺寸       | m   | 2000×1020 |     |
| 5  | 采场下部尺寸       | m   | 780×170   |     |
| 6  | 最终边坡角        |     |           |     |
|    | 表土中          | °   | 28~31     |     |
|    | 矿岩中          | °   | 44~47     |     |
| 7  | 最终平台宽度       | m   |           |     |
|    | 表土中          | m   | 5m、5m、12m |     |
|    | 矿岩中          | m   | 5m、5m、12m |     |
| 8  | 阶段坡面角        |     |           |     |
|    | 表土中          | °   | 40~45°    |     |
|    | 矿岩中          | °   | 65~68°    |     |
| 9  | 封闭圈阶段标高      | m   | 1578      |     |

### 2.4.6.2 采剥工艺

#### (1) 采剥工艺

由于该矿山为扩建矿山，目前矿山的采场工作线布置大多为垂直矿体走向或斜交矿体走向布置。因此可研推荐矿山前几年生产工作线仍按垂直或斜交矿体走向布置，以后再逐步调整为沿矿体走向布置工作线，其推进方向为自矿体上盘向下盘推进。

为均衡剥采比，接续 300 万 t/a 采场的生产，矿山生产前几年北部采场剥离多采用组合台阶式陡帮开采工艺。南部采场的两个山头，采用从上至下的缓帮剥离方式进行剥离，将北部采场上部扩帮部分分为两个条带，第二个条带平均宽度 100m 左右，即第一条带推进到预定位置时，停止推进，转到下部台阶采剥，同时均衡生产剥采比，推迟剥离量。第二条带一次推进到最终境界。

## (2) 采剥工艺参数

采剥工艺参数见表 2.4-3。

表 2.4-3 采剥工艺参数表

| 序号 | 项目        |      | 单位 | 缓帮作业      | 陡帮组合台阶 |
|----|-----------|------|----|-----------|--------|
| 1  | 作业台阶高度    |      | m  | 12        | 12     |
| 2  | 最终阶段台阶坡面角 | 表土层  | °  | 40~45°    |        |
|    |           | 矿、岩  | °  | 65~68°    |        |
| 3  | 最小平台宽度    | 上部扩帮 | m  | 大于 30~40m |        |
|    |           | 下部采矿 | m  | 大于 50     | 35     |
| 4  | 工作台阶坡面角   |      | °  | 60        | 65     |
| 5  | 安全平台宽度    |      | m  | 14~16     | 8~14   |
| 6  | 清扫平台宽度    |      | m  | 12        | 10~14  |
| 7  | 最小工作线长度   | 上部扩帮 |    | 300       |        |
|    |           | 下部采矿 | m  | 400       | 200    |
| 8  | 最终边坡角     | 表土层  | °  | 28~31°    |        |
|    |           | 矿、岩  | °  | 44~47°    |        |

### 2.4.6.3 爆破开采采矿工艺及参数

爆破开采工艺主要包括穿孔—爆破—铲装—运输四个主要环节。

#### (1) 穿孔工作

矿岩穿孔采用 KQ-200A 型潜孔钻机（5 台）、TITON500 潜孔钻机

（2 台）和 ZY-55 牙轮钻机（7 台）。

一次浅孔工作采用 KQGS-150 型边坡钻机（1 台），主要用于新水平开段沟、处理边坡和处理根底。

二次破碎采用 R220LC-5 全液压挖掘机配 SHB-1500 型破碎锤（2 台）。

## （2）爆破工作

中深孔爆破采用导爆管、非电雷管起爆，多排孔微差挤压爆破，一次爆破量应满足一台挖掘机 7~10d 左右的装载量。中深孔爆破采用混装乳化炸药，选用 2 台 BCZH-12 炸药混装车装药。一次浅孔爆破采用 2#岩石炸药，导爆管、非电雷管起爆。爆破材料的储存、运输和装药等工作，均由太和铁矿聘请的爆破公司承担。年爆破材料消耗见表 2.4-4。

表 2.4-4 爆破材料消耗量表

| 序号 | 材料名称     | 单位 | 年耗量   | 备 注 |
|----|----------|----|-------|-----|
| 1  | 混装乳化炸药   | t  | 4300  |     |
| 2  | 2#岩石炸药   | t  | 230   |     |
| 3  | 非电导爆微差雷管 | 个  | 80600 |     |
| 4  | 非电导爆管    | m  | 71300 |     |

## （3）装载工作

矿岩的装载工作及新水平准备均采用电铲、液压挖掘机装车。

经可研计算，所需 2.1m<sup>3</sup> 液压挖掘机 4 台，4m<sup>3</sup> 电铲 6 台，7.7m<sup>3</sup> 液压挖掘机 1 台，10m<sup>3</sup> 电铲 4 台。

## （4）辅助作业

为了保证矿石质量，在采剥工作面复杂区段，配置了 ZL-50 型装载机 2 台和 T-140 推土机 2 台，T-180 推土机 1 台，TY-220 推土机 1 台，用作台阶清理、场地平整，矿岩集堆及设备迁移等。

### 2.4.6.4 主要采矿设备

矿山现有设备及新增设备配置情况见表 2.4-5。

表 2.4-5 露天采场主要采剥设备表

| 序号 | 设备名称、型号                          | 数量（台） | 单重（t） | 总重（t）   | 备注 |
|----|----------------------------------|-------|-------|---------|----|
| 1  | KQ-200A 型潜孔钻机                    | 5     | 42.0  | 210     |    |
| 2  | YZ-55 型牙轮钻机                      | 2     | 140.0 | 280     |    |
| 3  | TITON500 型潜孔钻机                   | 2     | 20.5  | 41      |    |
| 4  | WK-10B 型电铲                       | 4     | 459   | 1836    |    |
| 5  | WK-4C 型电铲                        | 6     | 200.0 | 1200    |    |
| 6  | R984C 型液压铲（7.7m <sup>3</sup> ）   | 1     | 125.0 | 125     |    |
| 7  | EC460BL 型液压铲（2.1m <sup>3</sup> ） | 4     | 44.5  | 178     |    |
| 8  | R220Lc-5 型液压铲                    | 1     | 21.55 | 21.55   |    |
| 9  | TY-220 推土机                       | 1     | 25.9  | 25.9    |    |
| 10 | T-180 推土机                        | 1     | 22.0  | 22      |    |
| 11 | T-140 推土机                        | 2     | 17.0  | 34      |    |
| 12 | ZL-50B 装载机                       | 1     | 17.0  | 17      |    |
| 13 | BCZH-12 型炸药混装车                   | 1     | 12.5  | 12.5    |    |
| 14 | 合 计                              |       |       | 4002.95 |    |

## 2.4.7 矿山供配电设施

### 2.4.7.1 电源及电压

电源来自选矿厂 110kV 总降压变电所；

高压配电电压：AC10kV、AC6kV（仅采场）；

低压动力设备：AC~380/220V 中性点接地系统；

露天采矿场内低压动力设备：AC380V 中性点绝缘系统；

照明电压：AC220V；

检修照明电压：AC36V；

### 2.4.7.2 用电负荷

可研根据采矿、工艺及相关辅助专业提供的用电设备负荷采用需要系数法计算采矿负荷（补偿后）如下：

有功功率：6394kW；无功功率：2174kVar；

视在功率：6753kVA；功率因数：0.95。

### 2.4.7.3 供配电系统

变电所分原有变电所和新建变电所。

采场变电所电源从 110kV 总降 6kV 配电回路引两路 6kV 架空线路至露天采场，以环形—横架线方式向采场内高压设备和移动变电所供电。采场内设有四套移动变电所供采场低压用电和照明。

采场新建 PCO<sub>3</sub>、PCO<sub>4</sub>、PCO<sub>5</sub> 驱动站变电所，分别内设一台 100kVA 变压器，向采场 PCO<sub>3</sub>、PCO<sub>4</sub>、PCO<sub>5</sub> 驱动站供配电，其电源由 110kV 总降 10kV 配电回路至破碎变电所的 10kV 架空线路梯接而来。

### 2.4.7.4 电缆选型及配线方式

高压电缆选用 YJV-8.7/10 kV (6/6kV) 或 YJV22-8.7/10 kV (6/6kV) 型交联聚乙烯绝缘电力电缆，低压电缆选用 VV-0.6/1 kV 及 KVV-0.45/0.75 kV 的电力及控制电缆。

电缆在厂区室外采用电缆桥架的敷设方式，在室内将根据具体情况确定，可 adopt 电缆桥架、电缆沟，穿钢管埋地等敷设方式。

### 2.4.7.5 继电保护

(1) 10kV 及 6kV 供配电系统采用综合自动化系统进行控制保护，其中设有：线路—电流速断、过电流、单相接地保护。变压器—电流速断、延时过电流及温度报警，同步电动机—电流速断、过负荷、低电压、失步及单相接地保护。异步电动机—电流速断、过负荷、低电压、单相接地保护。

(2) 采场挖掘机、潜孔钻机、空压机的电气保护与控制设备，随厂家设备成套。

(3) 移动变电所及采场高压设备的高压接电点，均采用跌落式熔断器保护。

(4) 低压系统采用自动开关作短路保护，热继电器作电动机过负荷保护。

### 2.4.7.6 电气照明及配电线路

照明均根据各环境及车间高度采用安全、节能型灯具；车间内采

用深照型及配照型工厂灯具；变配电所、办公、值班室均采用荧光灯；泵房采用防水防尘安全型灯具；室外采用高压钠灯；露天采矿场、废石场采用高压钠灯并配合投光灯，矿区道路采用高压钠灯；有防火防爆要求的场所采用防爆隔爆安全型灯具照明；重要及危险场所设置必要事故照明的应急灯、标志灯。在车间内设置交流 220V 插座以取得检修照明电源，检修用 $\sim$ 36V 手提式作业灯。

#### 2.4.7.7 防雷及接地

##### （1）防雷

根据建筑物遭受的预计雷击次数，建（构）筑物相应设置防雷装置，露出屋面的金属烟囱及其它金属构件均与避雷带可靠连接。

采场高压接电点、变压器和进入采场的 6kV 架空线路与分支线连接处，均采用阀型避雷器保护，采场变压器低压侧中性线上装设击穿保护器。

##### （2）接地

本扩建工程的低压接地系统采用 TN-C-S 系统（采场除外）。

建（构）筑物的防雷接地采用不小于 10mm（烟囱不小于 12mm）圆钢引下线沿建（构）筑物的外墙敷设，采用（L50 $\times$ 50）的镀锌角钢作为接地体，条件允许时，可利用建（构）筑物柱内钢筋作为防雷引下线，并利用建筑物的基础内主钢筋作为接地体。

变压器中性点接地电阻值小于或等于 4  $\Omega$ 。

所有电气设备均需作保护接零，与其他金属管路及构件构成接地网，其接地电阻值小于或等于 10  $\Omega$ 。防雷接地冲击接地电阻值小于或等于 30 欧（或 10 欧）。

在电缆通廊与车间的进出口处做重复接地，其接地电阻值小于或等于 10  $\Omega$ 。

当工作接地、保护接地分等不开时，可做成公用接地网，其接地电阻值按最小值。

PLC 系统设置独立的接地系统，其接地电阻值按设备资料的要求

确定，若无此要求，按小于或等于  $4\Omega$ 。

采场中性点不接地系统：低压侧均装设能自动切断电源的漏电保护器，移动式设备采用橡套电缆的专用接地芯线接。

扩建后矿山装机容量为 64142kW，利用矿山现有 110kV 总降压变电所，根据扩建工程新增用电负荷新增设变电所。

#### 2.4.8 防排水系统

露天采场封闭圈标高为 1578m，1578m 台阶以上大气降水迳流量经设在 1698m 和 1590m 台阶的截水沟排出采场外，采场排水主要是 1578m 台阶以下采场迳流及地下涌水。设计采用露天移动泵排水，封闭圈以下的采场汇水汇集到最低开采阶段的集水坑，经移动泵站排出。采场每延深一个水平，将泵站下移一次。

##### （1）排水能力及标准

排水能力：20h 内排完 24h 内正常涌水量；

最大涌水量时允许最下一个台阶淹没 1~7d；

封闭圈以下正常涌水量：4407.8m<sup>3</sup>/d(正常降雨量 2399m<sup>3</sup>/d，地下涌水量 2008.8m<sup>3</sup>/d)；

封闭圈以下 24h 最大暴雨涌水量：58347m<sup>3</sup>/d。

##### （2）采场外截排洪

采场封闭圈以上采用自流、截水沟排水，1578m 台阶以上大气降水迳流量经设在 1698m 和 1590m 台阶的截水沟排出采场外。

##### （3）采场内防排水

采场封闭圈以下前期采用移动泵站排水，后期采用接力排水，每两个台阶一个排水接力，各台阶最低点设集水坑，将水排至封闭圈标高 1578m 排出。

可研根据矿山排水能力及标准选用 4 台 WQ400-50-110kW 型潜水泵，水泵参数：Q=400m<sup>3</sup>/h，H=50m，配套电机 110kW/台。正常涌水时 1 台泵工作，11h 排完一天正常涌水量；20 年一遇暴雨时 3 台泵同时

工作，1 台备用，130.3h 排完最大涌水量，小于 7 天。

排水管选用 4 根  $\phi 200 \times 10$  的高分子管道，正常排水时 2 条工作，另外 2 条备用，最大水量排水时 4 条同时使用。

设计集水坑的尺寸：长 $\times$ 宽 $\times$ 高=20m $\times$ 15m $\times$ 5m，有效集水容积 750m<sup>3</sup>。

#### （4）给水系统

现有采矿场用水是在老选矿厂附近有 2 号加压泵站（标高 1780.00m），将水输送至采场 1845.0m 水池（50m<sup>3</sup>水池），泵站距高位水池最不利点为 1700m，再由 50m<sup>3</sup>高位水池自流至采矿场用水。水池出水管为 DN100 的钢管，2 号加压泵房现有 80D30 $\times$ 3 型水泵 2 台（一用一备）。其性能为：Q=43.0m<sup>3</sup>/h，H=90m，配 Y180M-2 电机，N=22kW、n=2950r/min。

原有 80D30 $\times$ 3 型水泵 2 台（一用一备），其性能为：Q=24.0m<sup>3</sup>/h，H=84m，可满足生产需要，保持现状不变。

扩建后矿山生产新水总用水量为 13808.6m<sup>3</sup>/d，水源取自安宁河滩深井。

### 2.4.9 排土场

#### 2.4.9.1 排土场简介

2 号排土场（又名小麻柳排土场）位于四川省西昌市太和镇麻柳村小麻柳沟及两侧山体，南与西昌矿业西漂尾矿库及垃圾堆场（已废）相邻，北为大麻柳村，西为小麻柳尾矿库，距西昌矿业安宁河选矿厂东南方约 3km，距西昌市约 10km，有乡镇公路通至小麻柳排土场，交通较为方便。

2 号排土场原设计上侧为 300 万 t/a 采选规模的尾矿库，下侧为排土场，总体范围为现有村级道路以上部分，库容约为 15085 万 m<sup>3</sup>，为了满足太和矿区采选扩建至 1000 万 t/a 规模时废石堆存要求，本次设计对其进行增高扩容，将原 2 号排土场更名为小麻柳排土场，设

计库容为 18050.5 万  $\text{m}^3$ 。

#### 2.4.9.2 排土场概况、设计参数及等级

小麻柳排土场位于采场北部，距采场直线距离约 4.0km，该排土场承担采场全部废石的排弃，设计有效库容为 18050.5 万  $\text{m}^3$ ，堆置总高度约 235m。

小麻柳排土场共设计 14 个台阶，台阶高度分别为 20m、15m、10m，台阶标高分别为 1750m、1740m、1720m、1705m、1685m、1670m、1650m、1635m、1615m、1600m、1580m、1565m、1545m、1530m。堆置总高度约 235m，台阶平台宽 30m~100m，台阶坡面角约 33 度（边坡休整角度），最终边坡总坡角约 10 度。

根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）规定，小麻柳排土场的总容量和堆置高度均达到了单个排土场总容量  $V \geq 1.0$  亿  $\text{m}^3$ 、堆置高度  $H \geq 150\text{m}$  一级排土场设计等级。

#### 2.4.9.3 排土工艺

设计采用汽车运输直排和汽车-胶带-排土机联合运输两种排土工艺。

（1）汽车直排：废石胶带运输系统每年的运输量最大能力为 1200 万 t，而前 14 年每年的剥离废石量都大于 1200 万 t，为了满足采场剥离废石量的运输需求，需要采用全汽车运输方式直排至排土场或修建尾矿库尾矿坝，主要通过连接采场至排土场的废石运输道路完成。

（2）排土机转排：废石经胶带运输至排土场后，由排土机转排至排土场各阶段标高，其运输距离约为 5.0km（废石运输系统胶带机总长 3.80735km，移动胶带约 1.2km）。

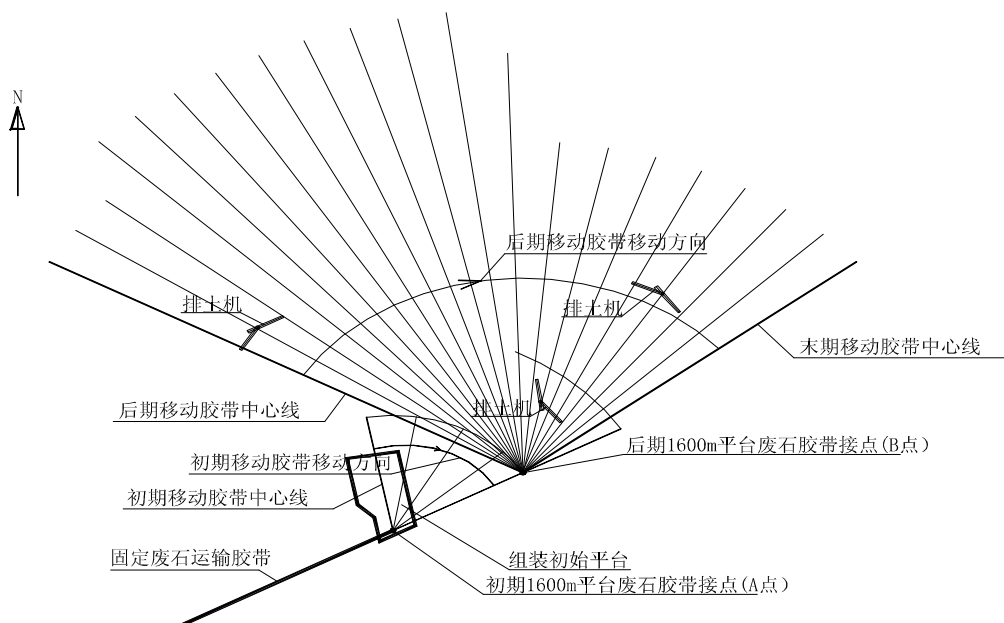


图 2.4-2 1600m 排土平台移动胶带移动示意图

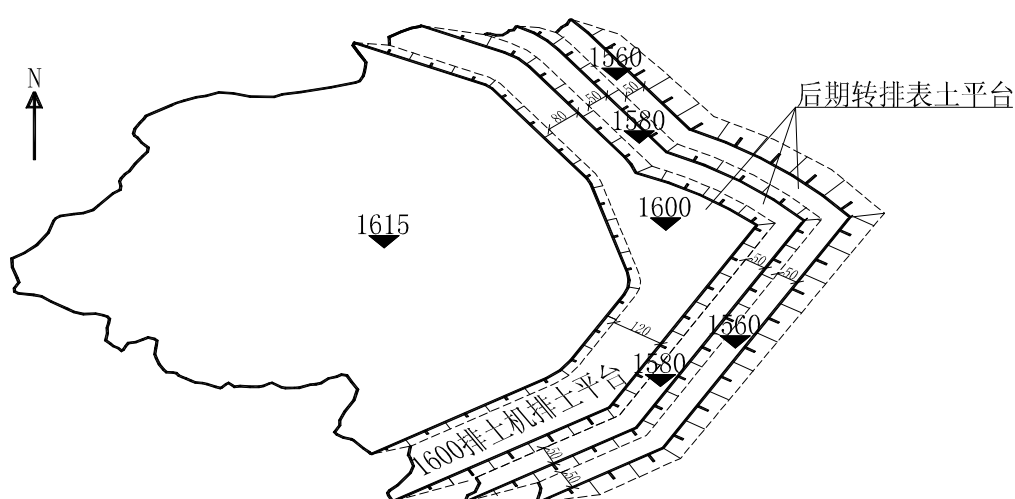


图 2.4-3 1600m 排土平台排土机排土完成示意图

#### 2.4.9.4 排土场水文条件及防排水措施

##### (1) 排土场上游截排洪系统

根据西昌矿业太和矿区 300 万 t/a 采选扩建工程设计，小麻柳排土场紧邻尾矿库且处于下游（扩建后排土场最高标高与尾矿库初期坝坝顶标高同为 1750m），故排土场和尾矿库共用一个截排洪系统，即尾矿库的截排洪系统也为排土场截排洪服务。尾矿库上游截排洪系统

采用截洪坝拦截，隧洞导流洪水排水系统。由于本次小麻柳排土场扩容方向为东侧（即排土场下侧），未影响到原设计上游截排洪系统，故本次设计小麻柳排土场上游截排洪系统沿用原尾矿库上游截排洪系统。

由于尾矿库的截排洪系统经过设计审查同意并通过安全设施竣工验收，故本报告不再介绍上游排洪系统。

## （2）排土场内外排水工程

在排土场内部现有排水自然沟和地形沟谷设置排水盲沟，原排水自然沟设置的盲沟平均宽 3m×厚 2m，沟谷设置的盲沟平均宽 2m×厚 2m。盲沟采用下铺 1.5mm 厚防渗膜，再铺设大块碎石（粒径不小于 20cm），上层铺设土工布（400g/m<sup>2</sup>）。盲沟防止排土场内雨水渗入土地地基，同时有利于排土场内部雨水的排泻。

在排土场平台形成 3%~5%的反坡，各台阶坡脚设置排水沟，排水沟采用浆砌片石矩形，排水沟流入排洪沟后排出。平台排水沟断面尺寸当  $H \geq 80\text{cm}$ 、 $B=60\text{cm}$ ，排水纵坡大于 0.3%。

在排土场的底部尽可能的先排弃岩石，形成排土场内部渗水通道。

当排土机在排土平台作业之前，必须在排土平台靠山体一侧开挖临时排水沟（梯形土沟，下底宽 0.5m，坡率 1:1，深不小于 0.6m，纵坡不小于 1%），临时排水沟排水标高必须高出当时排土平台标高，临时排水沟收集排土场与尾矿库坝体之间的地表水后排入排土场周围排水系统。

排土场逐年堆排加高，沿排土场实际堆积边坡边界设置截水沟，形成的截水沟收集周边汇水后排入小麻柳排洪系统，采用浆砌石矩形沟，平均断面宽×深=0.6m×0.6m。

当 1530m 平台排弃岩石完成后，在坡脚处沿地形设置一条截水沟，沟宽不小于 1.0m，沟深不小于 0.6m，纵坡不小于 1%。该截水沟的水经收集后排向排土场东南侧的集水池（长×宽×高=50m×40m×4m），容积为 6000m<sup>3</sup>，集水池的水经收集后通过泵站输送至选矿厂的循环高

位水池。

## 2.4.10 安全管理及其他

### 2.4.10.1 安全生产管理

西昌矿业有着多年的建设和发展的历史，积累了丰富的现代企业安全管理经验，建立了安全能环部，任命部长为李刚，副部长为徐付俊，成员为曹冠军、罗丹、朱云钟，明确了各自安全管理职责，采矿车间配备有足够的安全管理人员和专职安全员。矿山配有注册安全工程师以及采矿、地质、机电等矿山相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专职技术人员，满足相关要求。

企业为连续工作制，年工作日 300 天，每天 3 班，每班 8 小时。设计扩建后达到原矿 1000 万 t/a 规模时的采矿系统职工总定员为 1105 人，其中外包施工单位 532 人，施工单位具备矿山工程总承包壹级资质，并与企业签订了安全生产管理协议，明确各自安全职责。

### 2.4.10.2 安全生产责任制、安全生产管理制度、安全技术操作规程

西昌矿业根据企业实际情况制定了全员安全生产责任制。

西昌矿业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安全管理规章制度体系。

西昌矿业制定了露天采场各岗位安全操作规程，对相关技术操作人员进行了规范。

### 2.4.10.3 安全管理人员和特种作业人员持证上岗情况

#### (1) 主要负责人和安全管理培训取证情况

公司的主要负责人、安全管理人员均经过应急管理部门培训、考核并取得了安全生产知识和管理能力考核合格证，证书均在有效期内。

表 2.4-6 主要负责人及安全管理人员持证情况统计表

| 序号 | 姓 名 | 职务      | 发证机关     | 证书编号               | 证书有效期        |
|----|-----|---------|----------|--------------------|--------------|
| 1  | 詹光模 | 主要负责人   | 重庆市应急管理局 | 510212196412200310 | 2024. 06. 28 |
| 2  | 杨瑞海 | 主要负责人   | 四川省应急管理厅 | 513029197305251976 | 2026. 08. 06 |
| 3  | 徐付俊 | 安全生产管理员 | 凉山州应急管理局 | 522724198211295072 | 2025. 11. 28 |
| 4  | 曹冠军 | 安全生产管理员 | 凉山州应急管理局 | 211203198407070518 | 2024. 05. 09 |
| 5  | 朱云钟 | 安全生产管理员 | 凉山州应急管理局 | 500101198609059739 | 2025. 11. 28 |
| 6  | 崔映辉 | 安全生产管理员 | 凉山州应急管理局 | 51340119890502403x | 2024. 10. 10 |
| 7  | 蔺前文 | 安全生产管理员 | 凉山州应急管理局 | 511324199101120036 | 2025. 05. 22 |

## (2) 特种作业人员取证情况

特种作业人员经过相关主管部门培训、考核并取得了特种作业资格证，证书均在有效期内。

表 2.4-7 特种作业人员持证情况统计表

| 序号 | 姓名  | 操作项目 | 发证机关     | 证书编号                | 证书有效期        |
|----|-----|------|----------|---------------------|--------------|
| 1  | 张赐发 | 爆破工  | 成都市公安局   | 5101000111643       | 2024. 04. 21 |
| 2  | 吴定宝 | 爆破工  | 成都市公安局   | 5101000102622       | 2023. 05. 01 |
| 3  | 黄虹霄 | 高压电工 | 凉山州应急管理局 | T513401200105192115 | 2028. 06. 30 |
| 4  | 冯俊  | 高压电工 | 凉山州应急管理局 | T511304199007197613 | 2028. 06. 30 |
| 5  | 蔺俊贤 | 高压电工 | 凉山州应急管理局 | T513401200003041914 | 2028. 06. 30 |
| 6  | 刘尚昆 | 高压电工 | 凉山州应急管理局 | T513401200102131915 | 2028. 06. 30 |
| 7  | 杨永垞 | 高压电工 | 凉山州应急管理局 | T513401199401181917 | 2028. 06. 30 |
| 8  | 梁 涛 | 高压电工 | 凉山州应急管理局 | T510726198510012422 | 2028. 06. 30 |
| 9  | 黄 汗 | 高压电工 | 凉山州应急管理局 | T510722199509186731 | 2028. 06. 30 |
| 10 | 谢玄铉 | 低压电工 | 凉山州应急管理局 | T513401199605051911 | 2028. 03. 08 |
| 11 | 邹 毅 | 低压电工 | 凉山州应急管理局 | T511302199010046119 | 2028. 03. 08 |
| 12 | 陈 健 | 低压电工 | 凉山州应急管理局 | T512921197605185939 | 2027. 12. 07 |
| 13 | 杨开平 | 低压电工 | 凉山州应急管理局 | T512921197207127274 | 2027. 12. 07 |

|    |     |      |          |                     |              |
|----|-----|------|----------|---------------------|--------------|
| 14 | 杨 斌 | 低压电工 | 凉山州应急管理局 | T512921197010215190 | 2027. 12. 07 |
| 15 | 任国军 | 低压电工 | 凉山州应急管理局 | T513401197505101919 | 2027. 12. 07 |
| 16 | 柳 勇 | 焊工   | 凉山州应急管理局 | T511011197404150016 | 2028. 01. 24 |
| 17 | 尹春燕 | 焊工   | 凉山州应急管理局 | T513401197802061917 | 2028. 01. 24 |
| 18 | 贾仁伟 | 焊工   | 凉山州应急管理局 | T513401197208111918 | 2028. 01. 24 |
| 19 | 毛 勇 | 焊工   | 凉山州应急管理局 | T513435199105030034 | 2028. 03. 28 |

### (3) 其他人员的教育培训情况

生产作业人员经三级安全教育培训并考核合格后方可上岗作业。矿山建立了相关安全教育培训制度和台账，并定期组织职工开展安全生产教育培训，三级安全教育时间不低于 72 小时，每年定期教育时间不低于 20 小时。

#### 2.4.10.4 安全生产投入

本项目总投资 532326.64 万元，其中：采矿系统 282048.64 万元，选铁系统 185700.00 万元，选钛系统（含选硫）64578.00 万元。

#### 2.4.10.5 双重预防机制建设情况

西昌矿业成立了双重预防机制建设小组，制定了双重预防机制建设方案，对作业过程中存在的安全风险进行了辨识、评估、分级，并编制了安全风险分级管控清单、隐患排查清单，建立了隐患排查台账，绘制了安全风险四色图，并在醒目位置设置了岗位风险告知牌和风险公告栏，向从业人员告知了本岗位存在主要的危险、有害因素、可能导致的后果及应急处置措施。

#### 2.4.10.6 应急救援预案和救护队

西昌矿业于 2022 年 5 月修订了《重钢西昌矿业有限公司矿山生产安全事故应急预案》，该预案主要分为综合应急预案、专项应急预案、现场处置方案三个部分，并按要求上报凉山州应急管理局备案（备案编号：513401-2022-003）。企业成立了兼职矿山救护队，与攀钢西昌医院签订了救护协议，并储备了足够的应急物资，定期进行应急演练。

#### **2.4.10.7 通信**

可研根据采选工程扩建的规模和工艺需求，设置如下电信设施：

（1）自动电话

在采矿机修车间等岗位设置自动电话机约 30 部。

（2）无线电话

设置 20 部手持式小功率无线对讲电话机。

（3）工业电视系统

对废石破碎系统的胶带机运输转运站等共设置 10 个彩色电视摄像机。

摄像机采用云台和支架固定并配有防尘防水保护罩。显示器采用 1 台 21 英寸液晶屏，就近安装于破碎站值班控制室内。

### 3 定性定量评价

本章根据有关国家标准规范，利用预先危险性分析法（PHA）、安全检查表法（SCL）、鱼刺图分析法、事故树分析法（FTA）、极限平衡法等评价方法，按划分的评价单元辨识建设项目潜在的危險、有害因素，分析可能发生的事故类型，预测事故后果严重等级；评价项目建设方案与相关安全生产法律法规、规范标准的符合性；采用定性定量的方法分析评价其安全性及其发生事故后的后果，评价单元划分及评价方法选择如表 3-1 所示。

表 3-1 评价单元划分及评价方法选择

| 序号 | 评价单元      | 评价方法                                |
|----|-----------|-------------------------------------|
| 1  | 总平面布置单元   | 安全检查表法                              |
| 2  | 开拓运输单元    | 预先危险性分析法、安全检查表法                     |
| 3  | 采剥单元      | 预先危险性分析法、安全检查表法、鱼刺图分析法、事故树分析法、极限平衡法 |
| 4  | 矿山供配电设施单元 | 预先危险性分析法、安全检查表法                     |
| 5  | 防排水单元     | 预先危险性分析法、安全检查表法                     |
| 6  | 排土场单元     | 预先危险性分析法、安全检查表法                     |
| 7  | 安全管理及其他单元 | 安全检查表法                              |
| 8  | 重大危险源辨识单元 |                                     |

#### 3.1 总平面布置单元

该项目属扩建矿山，主要包括露天采场、安宁河选矿厂、小麻柳排土场和尾矿库、粗破碎运输系统、西大公路改造、废石运输道路、采矿车间、加油站、变电站、高位水池、炸药库等设施。

##### 3.1.1 选址危险、有害因素分析

区域内自然灾害主要有坍塌、滑坡、泥石流、暴雨、山洪、雷击、地震等。

##### (1) 坍塌、滑坡

1) 矿区内断裂构造发育, 破坏性较大的断层, 已基本查明的共 18 条。如矿区东部 F16 断裂垂直断距达 195~270m, 水平断距 183~220m, 对矿体破坏较大, 其规模大小不一, 大部分破坏了矿体的连续性, 使矿体形态复杂。矿区存在的粘土及亚粘土遇水容易软化崩解, 岩石质量和岩体完整性总体较差, 对将来形成的采场边坡有一定影响。同时随着露天开采工作的推进, 长期的风化作用, 使矿体内岩层结构面缝隙扩大, 并产生新结构面(新裂隙), 从而导致坍塌、滑坡。

2) 水力侵蚀使边坡稳定性下降。地下水或暴雨长期浸泡边坡, 影响边坡的稳定, 从而导致滑坡或坍塌。

3) 未按爆破设计进行爆破操作, 爆破震动影响边坡稳定。

4) 地震可引起滑坡和与崩塌, 造成人员伤亡及设备设施损坏。

5) 不分段开采或从台阶下“掏采”, 在边坡顶部附近建有建筑物或堆废碴, 对边坡管理不善, 检查不周, 无专门的检查、处理边坡的人员以及在接近边坡开采时, 易发生滑坡事故。

6) 开采方式、开采顺序不正确, 未按设计的方式进行开采。

7) 排土场不按设计要求进行堆排作业, 排土场超高或坡度过陡, 未按设计设置截、排水设施, 均有可能发生坍塌、滑坡。

8) 小麻柳排土场的上游是小麻柳尾矿库, 两者形成一个相互影响的复杂系统, 若尾矿库渗水得不到控制或排渗不通畅, 势必影响排土地基和下部废石土的强度, 导致排土场裂缝、滑坡等事故。

## (2) 泥石流

采场、排土场等存在不稳定边坡, 未及时采取治理、加固、防护等措施, 在遇到暴雨等极端天气时, 有发生泥石流的危险。

## (3) 暴雨

区内雨量较为充沛, 年平均降雨量 1013.1mm, 5~10 月为雨季, 11 月至次年 4 月为旱季, 其中 93%以上降雨集中在雨季, 旱季降雨量仅为全年的 7%, 且多为暴雨或大雨。暴雨等恶劣、极端天气会导致道路湿滑, 雾气导致采场视野变差, 对车辆运输、行人及生产等会造

成极大影响。

#### (4) 山洪

矿区地处亚热带大陆性季风气候区，年平均降雨量 1013.1mm，年最大降雨量 1483.3mm，年最小降雨量 691.2mm，最大日降雨量 1390mm；平均年降水日数 150d；年平均大雨日数 30d；历年最大小时降雨量 125mm。近年来，各地极端天气屡见不鲜，若遇暴雨等极端天气时，短时间降雨量极大，矿山的截排洪工程失效，有可能会引发山洪。

#### (5) 雷击

矿区存在用电设备，有发生雷击的可能；此外在雷雨天违章爆破，可能引发放炮事故。

#### (6) 地震

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）附录 A 和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），该地区地震基本烈度为 8 度，如果未按设计进行设防，地震可能引起露天采场、边坡滑坡、坍塌、建（构）筑物损坏和人员伤亡，影响矿山正常生产。

2012 年 11 月，西昌矿业委托四川赛思特科技有限责任公司编制了《1000 万吨/年采选扩建工程场地地震安全性评价报告》并得出以下结论：

##### 1) 区域地震构造环境评价

在区域大地构造位置上，1000 万吨/年采选扩建工程场地位于川滇菱形块体的东边界断裂带附近，晚新生代以来，伴随着青藏高原的快速隆升以及高原物质向东蠕散的影响，研究区主要表现为间歇性的差异抬升，边界断裂以明显的左旋走滑运动为基本特征。区内主要的地震构造为安宁河断裂、则木河断裂和小江断裂，这些断裂作为川滇块体东边界的一部分，全新世以来以明显的左旋走滑运动和近代地震地表破裂为显著特色，安宁河断裂的平均水平滑动速率为 5.5mm/a，则木河断裂的平均水平滑动速率为 5.8~8.6mm/a 左右，小江断裂的

平均水平滑动速率为 8~9mm/a。这些块体边界断裂历史上曾多次发生 7 级以上强震并伴随一百公里左右的地表破裂，如安宁河断裂曾发生过 1536 年西昌新华 7½ 级地震，地表破裂带南起西昌，北至冕宁，长约 80km，最大同震位错量可达 4m；则木河断裂发生 850 年西昌、普格间 7½ 级地震，该次地震的地表破裂带长约 85km，最大同震位错量达 8m；小江断裂发生过 1833 年嵩明 8.0 级地震，并形成有长达 120 余公里的地震地表破裂带。地质及地震证据均表明，这些断裂具备发生 8.0 级地震的能力。

安宁河—则木河断裂位于本场地近场范围内，断裂距离最近的工程场地排土场场地的最近距离约为 7km，断裂未来的强震复发行为将对工程场地产生重要影响。

## 2) 场地工程地震条件评价

1000 万吨/年采选扩建工程场地位于川滇菱形块体的东边界断裂带西侧，地质构造复杂，主要发育安宁河—则木河断裂、安宁河西支断裂，构造稳定性较差。安宁河—则木河断裂主断面距离排土场及采矿场的最近距离分别约为 7km、10km。安宁河西支断裂主断面距离排土场及采矿场的最近距离分别约为 0.4km、2.2km。安宁河—则木河断裂为全新世活动的区域性断裂，作为川滇菱形块体的东边界断裂，断裂具备发生 8.0 级地震的地质构造条件，历史上曾发生多次大于 7.0 级强震，因此断裂的强震复发行为将对工程场地产生重要影响。安宁河西支断裂不具备晚第四纪活动证据，对场地影响相对较小。

采矿场工程场地地貌上表现为低中山地貌，场地相对高差较小。场地无具规模的断裂构造发育，构造相对稳定。场地主要出露第四系河流冲洪积物及冰碛物、昔格达组粘土岩。场地的粉土、粉砂为不液化土。场地内未发现滑坡、崩塌、泥石流等不良地现象。未来在Ⅷ度地震烈度影响下，场地不存在地震诱发的地表错断、砂土液化、大型滑坡、泥石流的地震地质条件。

排土场工程场地位于小麻柳村附近的山谷中，场地相对高差较大，

局部存在崩塌体。场地无活动断裂构造，构造相对稳定。场地主要出露第四系冰碛物及河流冲积物，无砂土液化土层分布。未来在Ⅷ度地震烈度影响下，场地局部存在崩塌的可能性，但不存在地震诱发的地表错断等灾害的地震地质条件。

### 3) 地震安全性评价

该报告在区域和近场地震构造环境研究成果的基础上，按照潜在震源区划分的原则和方法，在工程场地周围大于 150km 的区域划分出划分出鲜水河滇东地震带 1 个地震统计区，共 76 个不同震级上限的潜在震源区并考虑了背景潜源的影响，统计、转换得到了地震动衰减关系，确定了地震活动性参数，分别对排土场工程场地未来 50 年超越概率为 63%、10%、5%、3%和 100 年超越概率 2%，采矿场和选矿厂工程场地未来 50 年超越概率为 63%、10%、3%风险水平下的地震烈度值和基岩水平峰值加速度、水平加速度反应谱进行了计算。

下一阶段设计应根据相关抗震设计规范的要求，选择相应的地震动参数进行抗震设计和验算。

## 3.1.2 项目与周边环境的相互影响

### 3.1.2.1 周边环境对采场的影响

依据《可研报告》总平面布置图及现场踏勘可知：

西昌矿业太和铁矿周边关系比较简单。采场北侧 300m~4000m 范围内有钛白粉厂、太和铁矿采矿车间、西漂尾矿库、小麻柳排土场及小麻柳尾矿库等设施，安宁河选矿厂位于采场东北角露天采场爆破界线外山坡处，距露天采场最终开采境界约 500m。以上设施均在爆破警戒范围之外，影响较小。

采场南侧 1866m 以上为地质灾害治理区域，2023 年 4 月，西昌矿业委托中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司编制完成了《重钢西昌矿业有限公司南采场地质灾害治理工程初步设计》，目前正在治理中，由于矿山滑坡灾害治理工程是一复杂的动态系统工程，冰

磧土边坡地层复杂，层厚和强度差异大，该设计方案在实施过程中采用动态设计，信息法施工，实时监测边坡位移情况。若治理不到位将会严重危及下方采矿作业人员、机械设备的安全。企业应加强对地质灾害治理工程的监督检查，在实施过程中发现实际地质条件与勘查报告不符的，应及时反馈，以便勘查单位补充地质、地层界限等资料，调整设计参数。

太和铁矿矿权不涉及自然保护区、旅游景区(点)及重要水源地等。破石头沟已完成改道工程，从采场西端开始通过排洪隧道至破石头沟下游，采场不受上游洪水威胁。

### 3.1.2.2 采场对周边环境的影响

采场西北侧、北侧及东侧西大公路有局部路段位于露天采场最终开采境界爆破警戒范围内，采场爆破时产生的飞石可能对过往人员及车辆造成伤害，企业应制定完善的安全管理措施，矿山爆破作业时做好安全警戒工作。

采场东侧现有粗碎站位于最终开采境界爆破警戒线范围内，因此，开采活动及爆破产生的振动、滚石、飞石可能造成建构筑物破坏、人员受伤、设备损坏。企业应制定完善的安全管理措施，矿山爆破作业时破碎站应停止工作、人员撤离，爆破结束后，经全面检查确认无安全隐患后方可恢复生产。

采场南侧爆破警戒范围内无相关设施，采场西侧爆破警戒线范围内有部分居民，开采活动及爆破产生振动、滚石、飞石可能造成人员伤亡、建构筑物破坏，企业应尽快组织搬迁。

下一步设计中应对最终开采境界爆破警戒线范围内的设施安全防护情况进行明确。

### 3.1.3 安全检查表

表 3.1-1 总平面布置安全检查表

| 序号 | 检查项目                                                                               | 检查依据                                       | 设计情况                                                                                                                                                                   | 检查结果 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | 矿山企业的办公区、生活区、工业场地、地面建筑等，不应设在危崖、塌陷区、崩落区，不应设在受尘毒、污风影响区域内，不应受洪水、泥石流、爆破威胁。             | 《金属非金属矿山安全规程》<br>GB16423-2020<br>第 4.6 条   | 办公区、工业场地、生活区等地面建筑均位于上述区域之外。                                                                                                                                            | 符合要求 |
| 2  | 矿山企业的加油站、加气站应设置在安全地点。                                                              | 《金属非金属矿山安全规程》<br>GB16423-2020<br>第 4.6.2 条 | 设计加油站布置在 1 号粗破碎站东侧，标高为 1561.1m。                                                                                                                                        | 符合要求 |
| 3  | 工业企业总平面设计，必须贯彻执行十分珍惜和合理利用土地的方针，因地制宜，合理布置，节约用地，提高土地利用率。可利用荒地的，不得占用耕地；可利用劣地的，不得占用好地。 | 《工业企业总平面设计规范》<br>GB50187-2012<br>第 1.0.3 条 | 本矿山地处高山区，工业场地利用原有设施。                                                                                                                                                   | 符合要求 |
| 4  | 厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷，且用水、用电量（特别）大的工业企业宜靠近水源及电源地。          | 《工业企业总平面设计规范》<br>GB50187-2012<br>第 3.0.6 条 | 依据可研得知：<br>1. 采场变电所电源从 110kV 总降 6kV 配电回路引两路 6kV 架空线路至露天采场，以环形一横架线方式向采场内高压设备和移动变电所供电。采场内设有四套移动变电所供采场低压用电和照明。<br>2. 本次扩产后利用现有安宁河水源泵站，为采、选扩建工程提供水源。采矿场用水是在老选矿厂附近有 2 号加压泵站 | 符合要求 |

| 序号 | 检查项目                                                                                                                                                                                                                              | 检查依据                                        | 设计情况                                                                                    | 检查结果 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                   |                                             | （标高 1780.00m），将水输送至采场 1845.0m 水池（50m <sup>3</sup> 水池），再由 50m <sup>3</sup> 高位水池自流至采矿场用水。 |      |
| 5  | 厂址应满足适宜的地形坡度，尽量避开自然地形复杂、自然坡度大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址。                                                                                                                                                                                 | 《工业企业总平面设计规范》<br>GB50187-2012<br>第 3.0.10 条 | 粗碎站、变电站、胶带运输系统等厂址未选在上述地点。                                                               | 符合要求 |
| 6  | 下列地段和地区不应选为厂址：<br>发震断层和抗震设防烈度为 9 度及高于 9 度的地震区；坝或堤决溃后可能淹没的地区；有严重放射性物质污染影响区；生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和其它需要特别保护的区域；对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内；很严重的自重湿陷性黄土地段，厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣地段。 | 《工业企业总平面设计规范》<br>GB50187-2012<br>第 3.0.14 条 | 粗碎站、变电站、胶带运输系统等厂址未布置在上述地段。                                                              | 符合要求 |
| 7  | 工业企业总体规划，应结合工业企业所在区域的技术经济、自然条件等进行编制，并应满足生产、                                                                                                                                                                                       | 《工业企业总平面设计规范》<br>GB50187-2012<br>第 4.1.1 条  | 可研结合本项目所在区域的技术经济、自然条件等进行编制，并满足生产、运输、防震、防洪、防火、安全、卫生、环境                                   | 符合要求 |

| 序号 | 检查项目                                                       | 检查依据                                       | 设计情况                             | 检查结果 |
|----|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|------|
|    | 运输、防震、防洪、防火、安全、卫生、环境保护和职工生活设施的需要，经多方案技术经济比较后，择优确定。         |                                            | 保护和职工生活设施的需要，经多方案技术经济比较后，择优确定。   |      |
| 8  | 厂区、居住区、交通运输、动力公用设施、防洪排涝、废料场、尾矿场、排土场、环境保护工程和综合利用场地等，均应同时规划。 | 《工业企业总平面设计规范》<br>GB50187-2012<br>第 4.1.3 条 | 可研中包括厂区、办公区、交通运输、公用设施、防洪排涝等设计内容。 | 符合要求 |

### 3.1.4 单元小结

依据《可研报告》，通过检查对总平面布置与相关法律、法规、标准和规范的符合程度，本单元总体符合相关法律、法规、标准和规范要求。

本项目总平面布置单元中应加以重视的有：

(1) 本项目采场范围较大，矿区内断裂构造发育，同时随着露天开采工作的推进，长期的风化作用，使矿体内岩层结构面缝隙扩大，并产生新结构面（新裂隙），从而导致坍塌、滑坡，而且采场边坡较高，建议企业在实际生产中，加强地质工作技术力量，做好揭露边坡的地质编录工作，定期开展边坡稳定性分析。

(2) 项目基建和开采过程中，如遇到软弱岩层，应及时委托设计单位及有资质的施工单位对边坡进行加固处理或采取其他除险措施。

(3) 下一步设计中应补充位于露天爆破警戒线范围内和排土场下游等危险区域内的居民、建构筑物、设备设施、道路等安全防护措施，给出其与本项目的位置关系、距离及其他参数，并明确对影响范围内居民及其他设施实施搬迁或拆除的具体时间节点。

(4) 矿区开采过程中应严格管理，避免无关人员进入采场。

(5) 下一阶段设计应根据相关抗震设计规范的要求, 选择相应的地震动参数进行抗震设计和验算。

## 3.2 开拓运输单元

### 3.2.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析

表 3.2-1 开拓运输单元预先危险性分析表

| 危险、有害因素  | 触发事件                                             | 事故后果         | 危险等级 | 安全对策措施                                                                                                               |
|----------|--------------------------------------------------|--------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 机械伤害     | 相关机械设备倾倒, 对人员产生碰撞、挤压。                            | 人员伤亡<br>设备损坏 | III  | 对涉及到的机械设备采取合理有效的防护措施; 加强对设备的维护、使用; 提高照明度, 在设备的危险部位设置警示标志; 加强管理, 人员不应站在机械设备作业危险区域内。                                   |
| 车辆伤害     | 路况不好, 车辆故障等原因使机动车辆在行驶中发生挤、压、撞人和倾覆等事故。            | 人员伤亡<br>车辆损坏 | III  | 按要求对运输道路进行合理设计, 及时养护、维修道路; 在急弯、陡坡、危险和养路地段及时设置路标, 在危险路段设置护栏、挡车土堆等; 雨季应采取有效的防滑措施并减速行驶。                                 |
| 高处坠落     | 人员和车辆从运输道路边缘、卸矿平台或高处作业面坠落。                       | 人员伤亡<br>车辆损坏 | III  | 山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高堤路基路段等危险路段, 外侧应设置护栏、挡车墙等; 危险路段应减速行驶; 卸矿平台应有足够的调车宽度, 卸矿地点应设置牢固可靠的挡车设施; 人员严禁在道路上打闹; 高处作业面设置安全防护设施。 |
| 物体打击     | 作业面浮石、器具或物料掉落。                                   | 人员伤亡         | III  | 及时处理作业面浮石; 加强对器具、物料的管理。                                                                                              |
| 坍塌<br>滑坡 | 露天采场道路施工及生产过程中, 凿岩、爆破振动, 露天边坡会产生危石; 岩层破碎、节理裂隙发育。 | 人员伤亡<br>设备损坏 | III  | 凿岩爆破等应按章操作; 施工过程中按设计进行, 遇地质条件不好、破碎地带及时进行支护; 事先处理道路及边坡浮石; 处理浮石应正确操作。                                                  |

| 危险、有害因素 | 触发事件                                                                                                                                                 | 事故后果         | 危险等级 | 安全对策措施                                                                                             |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 火灾爆炸    | 油罐车运输过程中或加油作业过程中以及添加机油、润滑油等作业过程中发生油料泄露，遇到明火、火花或高温发生火灾、爆炸事故；炸药运输过程中未严格按照规程要求采用合理的方式及运输车辆运输，发生火灾或爆炸事故；本项目车流密度较大、项目所在区域雷暴日较多，雷击可能造成车辆设备损坏、人员伤亡、火灾爆炸等事故。 | 人员伤亡<br>设备损坏 | III  | 严格按照规范要求进行油料运输、加油、炸药运输、混装、装填等作业；采购由有资质厂家生产的油罐车、炸药运输车辆，配备消防器材，并应进行定期检测，操作人员应具备相关资质；道路或车辆应做好防雷或避雷措施。 |

### 3.2.2 开拓运输安全检查表

根据《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）对开拓运输系统进行安全检查。详见表 3.2-2。

表 3.2-2 开拓运输安全检查表

| 序号 | 检查内容                                                                      | 检查依据                                   | 设计情况                           | 检查结论       |
|----|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|------------|
| 1  | 双车道的路面宽度，应保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。                                | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.3 条 | 可研未说明主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 2  | 运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。 | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.4 条 | 可研中未明确运输道路的护栏或挡车墙高度。           | 下一阶段设计中需完善 |

| 序号 | 检查内容                                                                                                                                                                                                                 | 检查依据                                       | 设计情况                                | 检查结论       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|------------|
| 3  | 汽车运行应遵守下列规定：<br>——驾驶室外禁止乘人；<br>——运行时不升降车斗；<br>——不采用溜车方式发动车辆；<br>——不空挡滑行；<br>——不弯道超车；<br>——下坡车速不超过 25km/h；<br>——不在主运输道路和坡道上停车；<br>——不在供电线路下停车；<br>——拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施，并有专人指挥；<br>——通过道口之前驾驶员减速瞭望，确认安全后再通过；<br>——不超载运行。 | 《金属非金属矿山安全规程》<br>（GB16423-2020）第 5.4.2.6 条 | 可研中未说明。                             | 下一阶段设计中需完善 |
| 4  | 夜间装卸车应有良好的照明条件。                                                                                                                                                                                                      | 《金属非金属矿山安全规程》<br>（GB16423-2020）第 5.4.2.8 条 | 设计露天采矿场、废石场采用高压钠灯并配合投光灯，矿区道路采用高压钠灯。 | 符合要求       |
| 5  | 雾霾或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30m，视距不足 30m 时，应靠右停车。冰雪或多雨季节，道路湿滑时，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。                                                                                          | 《金属非金属矿山安全规程》<br>（GB16423-2020）第 5.4.2.9 条 | 可研中未说明。                             | 下一阶段设计中需完善 |
| 6  | 矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/3。                                                                                                                                                                | 《金属非金属矿山安全规程》<br>（GB16423-2020）第 5.3.1 条   | 可研未对破碎站矿仓口周围围挡或防护栏杆及相关参数进行设置。       | 下一阶段设计中需完善 |
| 7  | 汽车的小时单向交通量在 85~25                                                                                                                                                                                                    | 《厂矿道路设计                                    | 可研明确露天矿山                            | 下一         |

| 序号                                       | 检查内容                                                                                                                                 |    |    |    | 检查依据                            | 设计情况                             | 检查结论       |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---------------------------------|----------------------------------|------------|
|                                          | （15）辆的生产干线、支线，可采用二级露天矿山道路。当条件较好且交通量接近上限时，可采用一级露天矿山道路；当条件困难且交通量接近下限时，可采用三级露天矿山道路。                                                     |    |    |    | 规范》<br>（GBJ22-87）第2.4.2条        | 道路等级为三级，未说明汽车的小时单向交通量。           | 阶段设计中需完善   |
| 8                                        | 露天矿山道路的计算行车速度，宜按下表的规定采用。                                                                                                             |    |    |    | 《厂矿道路设计规范》<br>（GBJ22-87）第2.4.3条 | 可研中未说明。                          | 下一阶段设计中需完善 |
|                                          | 道路等级                                                                                                                                 | 一  | 二  | 三  |                                 |                                  |            |
|                                          | 计算行车速度（km/h）                                                                                                                         | 40 | 30 | 20 |                                 |                                  |            |
| 9                                        | 露天矿山道路路面宽度，宜按表2.4.4的规定采用。生产线（除单向环行者外）和联络线宜按双车道设计；联络线在条件困难时可按单车道设计；辅助线可根据需要按单车道或双车道设计。当单车道需要同时双向行车时，应在适当的间隔距离内设置错车道。错车道的设置，应符合附录二的规定。 |    |    |    | 《厂矿道路设计规范》<br>（GBJ22-87）第2.4.4条 | 设计露天矿山运输道路双车道路面宽度为20m。           | 符合要求       |
| 10                                       | 露天矿山道路，宜采用较大的圆曲线半径。当受地形或其它条件限制时，可采用下表所列最小圆曲线半径。                                                                                      |    |    |    | 《厂矿道路设计规范》<br>（GBJ22-87）第2.4.6条 | 设计运矿道路最小曲线半径：R=20m，小于二级道路要求的25m。 | 下一阶段设计中需完善 |
|                                          | 露天矿山道路等级                                                                                                                             | 一  | 二  | 三  |                                 |                                  |            |
|                                          | 最小圆曲线半径（m）                                                                                                                           | 45 | 25 | 15 |                                 |                                  |            |
| 当采用六至八类车宽时，露天矿山道路的最小圆曲线半径，应增加一个相应的计算车宽值。 |                                                                                                                                      |    |    |    |                                 |                                  |            |
| 11                                       | 露天矿山道路在圆曲线和竖曲线处的视距，不应小于下表的规定。                                                                                                        |    |    |    | 《厂矿道路设计规范》<br>（GBJ22-87）        | 设计道路等级为三级，停车视距：20m；会车视距：         | 下一阶段设计     |

| 序号 | 检查内容                                                                                                                      |    |    |    | 检查依据                                   | 设计情况           | 检查结论       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----------------------------------------|----------------|------------|
|    | 露天矿山道路等级                                                                                                                  | 一  | 二  | 三  | 第 2.4.11 条                             | 40m。           | 中 需完善      |
|    | 停车视距（m）                                                                                                                   | 40 | 30 | 20 |                                        |                |            |
|    | 会车视距（m）                                                                                                                   | 80 | 60 | 40 |                                        |                |            |
| 12 | 露天矿山道路的纵坡，不应大于下表的规定。                                                                                                      |    |    |    | 《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）第 2.4.13 条         | 设计最大线路纵坡 8%。   | 符合要求       |
|    | 露天矿山道路等级                                                                                                                  | 一  | 二  | 三  |                                        |                |            |
|    | 最大纵坡（%）                                                                                                                   | 7  | 8  | 9  |                                        |                |            |
| 13 | 露天矿山道路纵坡，应在不大于表 2.4.14-1 所规定的长度处设置缓和坡段。缓和坡段的坡度不应大于 3%，长度不应小于表 2.4.14-2 的规定。                                               |    |    |    | 《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）第 2.4.14 条         | 可研未明确缓坡段长度及坡度。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 14 | 矿岩粗破碎站应符合下列规定：<br>——破碎站应避开有沉降、塌陷、滑坡危险以及受洪水威胁的地段；<br>——应设照明设施、卸料指示和报警信号装置；<br>——破碎机受料仓和缓冲仓排料口应设视频监控；<br>——矿仓口卸料时应采取喷雾降尘措施。 |    |    |    | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.3.1 条   | 可研中未说明。        | 下一阶段设计中需完善 |
| 15 | 使用带式输送机应遵守下列规定：<br>——带式输送机倾角：向上不大于 15°，向下不大于 12°，大倾角带式输送机除外；<br>——在跨越输送机的地点设置带有安全栏杆的跨越桥。                                  |    |    |    | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.3.1 条 | 可研中未说明。        | 下一阶段设计中需完善 |
| 16 | 钢丝绳芯输送带静载荷安全系数不小于 7；棉织物芯输送带静载荷安全系数不小于 8；其他织物芯输送带静载荷安全系数不小于 10。                                                            |    |    |    | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.3.3 条 | 可研中未说明。        | 下一阶段设计中需完善 |
| 17 | 各种输送带的动载荷安全系数不小                                                                                                           |    |    |    | 《金属非金属矿                                | 可研中未说明。        | 下一         |

| 序号 | 检查内容                                                                                                                                                                                | 检查依据                                           | 设计情况                                                                                            | 检查结论           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    | 于 3。                                                                                                                                                                                | 《山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.4.3.4 条       |                                                                                                 | 阶段设计<br>中需完善   |
| 18 | 带式输送机应设如下安全保护装置：<br>——装料点和卸料点的空仓、满仓等的保护和报警装置，并与输送机联锁；<br>——输送带清扫装置；<br>——防止输送带撕裂、断带、跑偏等的保护装置；<br>——防止超速、过载、打滑、大块冲击等的保护装置；<br>——线路上的信号、电气联锁和紧急停车装置；<br>——可靠的制动装置；<br>——上行带式输送机防逆转装置。 | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.4.3.5 条 | 可研中明确了防胶带纵向撕裂、防胶带打滑、防胶带跑偏、超速保护装置、逆转保护装置、堆料保护、紧急停车拉绳开关等安全保护措施。未说明装料点和卸料点的空仓、满仓等的保护和报警装置，并与输送机联锁。 | 下一阶段设计<br>中需完善 |
| 19 | 带式输送机传动装置、拉紧装置周围应设安全围栏；输送机转载处应设防护罩和溜槽堵塞保护装置与报警装置。                                                                                                                                   | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.4.3.6 条 | 可研中未说明。                                                                                         | 下一阶段设计<br>中需完善 |
| 20 | 采用带式输送机运输应遵守下列规定：<br>——无通廊的带式输送机两侧均应设置宽度不小于 1.0m 的人行道；<br>——有通廊的带式输送机两侧应设人行道，经常行人侧的人行道宽度不小于 1.0m，另一侧不小于 0.6m；<br>——多条带式输送机并列布置时，相邻输送机之间应设置宽度不小于 1.0m 的人行道。                          | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.4.3.7 条 | 可研中未对新建输送带相关参数进行说明。                                                                             | 下一阶段设计<br>中需完善 |

### 3.2.3 道路等级核算

根据可研，矿山选用 100t 自卸车，道路单向行车密度为：

$$N = \frac{k_3 \times Q}{24 \times n_a \times G \times k_1 \times k_2}$$

式中：N—行车密度，辆/时；

Q—道路通过的年采剥运输量， $2908 \times 10^4$ t；

$n_a$ —一年工作时间，330 天；

G—额定载重量，100t；

$k_1$ —时间利用系数，0.75；

$k_2$ —载重利用系数，0.9；

$k_3$ —运输不均衡系数，1.15。

经计算，行车密度  $N=63$  辆/时。

依据《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）第 2.4.2 条，露天矿山道路等级的采用宜符合下列规定：汽车的小时单向交通量在 85~25（15）辆的生产干线支线可采用二级露天矿山道路，当条件较好且交通量接近上限时可采用一级露天矿山道路，当条件困难且交通量接近下限时，可采用三级露天矿山道路。

该矿运矿道路单向行车密度（63 辆/时）大于三级运矿道路行车密度设计规范要求要求的 25 辆/时，因此，下一阶段设计应按二级运矿道路标准确定车辆运输速度、道路宽度、最小曲线半径、视距、最大线路纵坡等参数。

### 3.2.4 单元小结

矿山开拓系统沿用公路开拓汽车、汽车-胶带联合运输的方式。可研对矿山开拓运输道路布置进行了设计，总体上符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）及《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）等规范的要求。但未对运输系统相关安全防护措施进行说明，如急弯地段设置安全警示标志、卸矿地点设置牢固可靠的挡车设施及明显标

志和安全护栏等安全设施，未明确缓和坡度、警示标志等，建议在下一步设计中补充完善。

本单元应注意以下问题：

(1) 下一阶段设计应按二级运矿道路标准确定车辆运输速度、道路宽度、最小曲线半径、视距、最大线路纵坡等参数。

(2) 下一阶段设计应明确若局部地段因条件限制不能满足规范要求时，应采取限速、设挡墙、加宽路面等措施。

(3) 下一阶段设计中应明确露天矿山道路按要求设置缓和坡段，其坡度应符合规程要求，说明主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。

(4) 下一阶段设计中需补充运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。

(5) 下一阶段设计需明确矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/3。

(6) 下一阶段设计需说明汽车运行应遵守的相关规定，下坡车速不超过 25km/h；不超载运行，并明确雾霾或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距符合相关规定，拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。

(7) 下一阶段设计应补充避险车道的设置情况及参数，同时考虑采场出现异常时人员及设备的撤离路线。

(8) 下一阶段设计中按《金属非金属矿山安全规程》、《带式输送机安全规范》等要求对粗破碎站、带式输送机相关安全设施及参数进行设计。

### 3.3 采剥单元

#### 3.3.1 采场子单元

##### 3.3.1.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.3-1 采场子单元预先危险性分析表

| 危险、有害因素 | 形成事故原因事件                                                           | 事故后果      | 危险等级   | 对策措施                                                                                               |
|---------|--------------------------------------------------------------------|-----------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 边坡失稳    | 台阶高度过高；<br>边坡角过陡；<br>在松散地带开采；<br>局部掏采；<br>边坡顶部有松散积层；<br>暴雨。        | 人员伤亡、财产损失 | III    | 按照规范、规程要求进行设计、开采；根据岩性和铲装设备确定合理的台阶参数；<br>定期进行边坡稳定性分析及监测；在采场境界外或各台阶修挖截排水沟。                           |
| 物体打击    | 未清理危岩。                                                             | 人员伤亡      | III    | 作业前，按照要求对边坡浮石、孤石进行清理。                                                                              |
| 高处坠落    | 未使用安全带（绳）；<br>安全绳固定不牢靠；<br>安全绳质量欠佳、强度不符合要求；<br>无安全警示标志；<br>误入危险区域。 | 人员伤亡      | II～III | 合理确定台阶高度；<br>选择牢靠地点固定安全绳；<br>使用合格安全绳（带）；<br>在进入采场位置设置醒目的安全警示标志。                                    |
| 机械伤害    | 未按安全操作规程进行操作；<br>转动部位无防护装置；<br>凿岩作业时凿岩机支点位移及钎杆折断机械振动。              | 人员伤害      | II     | 制定各种设备安全操作规程；<br>设备转动部位安装防护装置；<br>严格按安全操作规程进行操作；<br>加强对作业人员的教育培训，提高作业人员的操作技能和安全防范意识。               |
| 触电      | 电缆被损坏，导致漏电；<br>使用电气设备绝缘老化；<br>电气设备缺少漏电保护等防护装置；<br>不执行停送电制度；        | 人员伤亡、设备损坏 | II     | 对用电设备电缆采取保护措施，防止爆破、滚石、车辆对其造成损坏；严格执行操作规程；电气设备采用保护接地；设置当心触电的警示标志；在断电的线路上作业时，该线路的电源开关把手必须悬挂警示牌；电气设备可能 |

| 危险、有害因素 | 形成事故原因事件                                                | 事故后果 | 危险等级 | 对策措施                                 |
|---------|---------------------------------------------------------|------|------|--------------------------------------|
|         | 缺乏安全警示标志；<br>作业无人监护；<br>安全装置失效；<br>个人防护措施不全；<br>其他违章操作。 |      |      | 被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志；<br>定期检查电气线路及设备。 |

### 3.3.1.2 边坡失稳鱼刺图分析

露天开采的主要危险是边坡失稳引起滑坡、坍塌，轻则会导致设备损坏、采场道路损毁，重则引起人员伤亡，影响矿山生产，甚至停产。因此，对矿山边坡稳定性必须予以足够的重视。

#### (1) 边坡失稳事故鱼刺图

影响露天采场边坡失稳的主要因素有：地质因素（主要为边坡体内存在软弱结构面）、振动因素、施工因素、水的因素和开采工艺因素。本鱼刺图分析了边坡失稳的主要因果关系，用于对边坡危险因素的预测和分析，详见图 3.3-1。

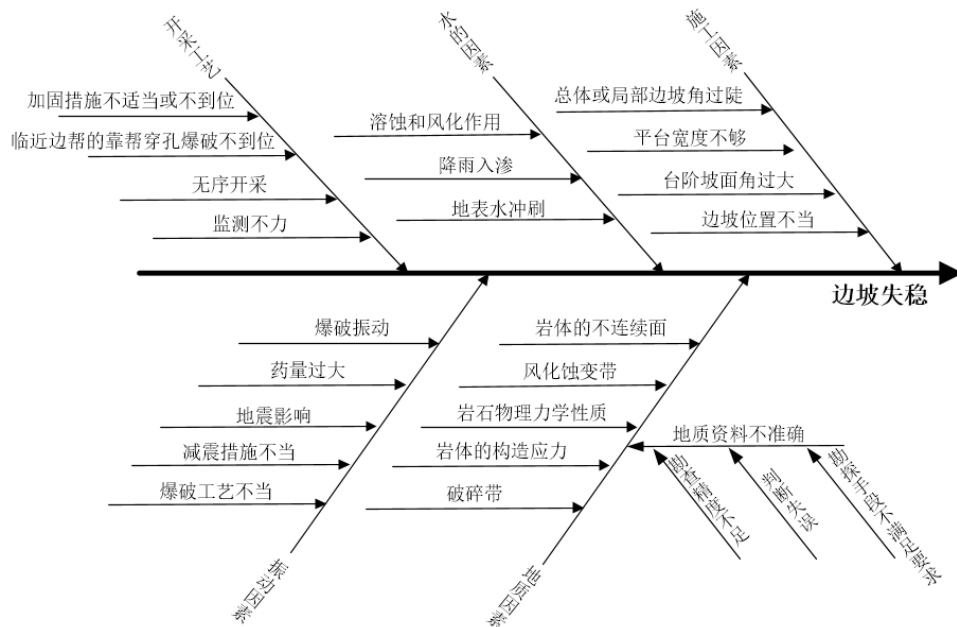


图 3.3-1 采场边坡失稳的鱼刺图分析

通过分析，认为影响采场边坡稳定性的主要因素有：

#### 1) 地质因素

主要有：边坡角若与岩层层面一致易出现滑坡；在节理裂隙发育地段，若边坡角过大，易出现滑坡、塌方等事故；工程地质（断层、节理、裂隙、软弱带、矿岩物理力学性质等）和水文地质资料不详可能会出现边坡失稳事故；山崩、泥石流、洪水淹没等灾害。

## 2) 地质构造发生滑坡的几种形式

① 由于边坡上部的岩土结构松散破碎，易形成圆弧形的滑坡；

② 存在于边坡上方的与边坡同面的层状结构的岩体或层面，两种不同的岩面接触面，斜切而成的边坡三角体，容易产生滑坡；

③ 岩性构造：边坡体内的软弱夹层等不连续面，与边坡同向，都有可能构成滑体的滑动面，尤其是这些不连续的倾角，两个不连续面交线的倾角小于边坡时，滑坡的可能性更大。

## 3) 水的因素

地表水对边坡的冲刷及渗水将增加边坡荷重，这对边坡稳定产生危害。

## 4) 边坡结构因素

台阶过高会引起台阶失稳，产生滑坡、崩落、滚石；整体边坡角度过陡，将产生大型滑坡。

## 5) 边坡管理因素

开采方法不当，靠帮边坡部位产生超挖，欠挖，以及护坡工作没有做到位而影响边坡的稳定。

## 6) 设计因素

台阶过高、平台宽度不够等都会造成边坡稳定性下降。

### (2) 可能导致本项目边坡失稳的影响因素分析

#### 1) 基建及采矿作业对边坡稳定性影响

基建及采矿作业时人员、设备在原有台阶上作业，均可能会发生使原有边坡失稳，产生滑坡或坍塌。

#### 2) 地质因素及地质构造发生垮塌、滚石

根据《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》，

通过对矿区的边坡工程勘察和稳定性分析研究，整体边坡稳定性满足规范要求，鉴于工程勘察的局限性和地质条件的复杂性，同时矿山局部区域由于岩体风化、节理发育，存在一定的安全隐患。随着矿山正式投产，岩体开采剥离，当边坡在受岩体卸荷、爆破振动、物理风化作用下，节理裂隙结构面贯通并向深层发展，边坡局部易形成顺层滑移型和楔体滑塌破坏。

### 3) 水的因素

大气降水是采场充水的主要因素，若雨季突遇暴雨，无防排水沟阻截地表水对边坡冲刷或地表水入渗，有可能引起滑坡、泥石流等地质灾害。

### 4) 边坡管理因素

如果开采方法不当，靠帮边坡部位超挖，欠挖等，以及护坡工作没有做到位会影响边坡的稳定。

#### 3.3.1.3 滚石伤人事故树分析（FTA）

##### (1) 露天采场边坡滚石事故树分析

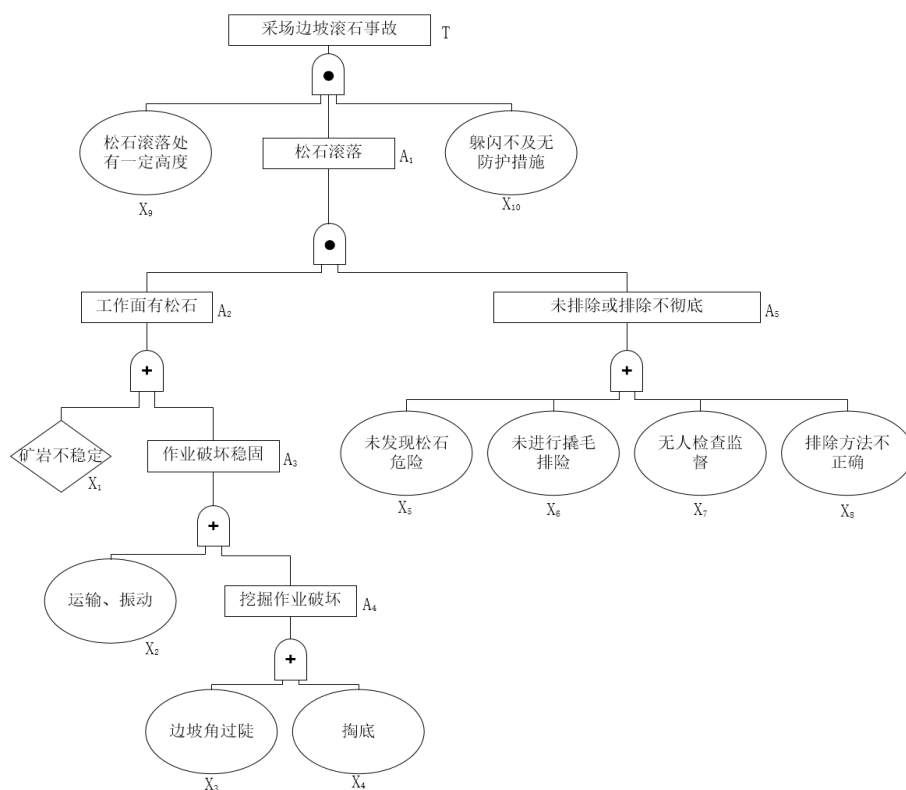


图 3.3-2 采场边坡滚石事故树分析

通过对露天采场边坡滚石事故采用事故树分析方法进行研究，探索相应的对策措施，尽量避免该类事故发生。

根据事故树图列出其逻辑代数式：

$$T=X_9 \cdot A_8 \cdot X_{10}$$

$$T=X_9 \cdot A_2 \cdot A_5 \cdot X_{10}$$

$$T=X_9 \cdot (X_1+A_3) \cdot (X_5+X_6+X_7+X_8) \cdot X_{10}$$

$$T=(X_1+X_2+X_3+X_4) \cdot (X_5+X_6+X_7+X_8) \cdot X_9 \cdot X_{10}$$

求得最小径集有：

$\{X_1, X_2, X_3, X_4\}$  ,  $\{X_5, X_6, X_7, X_8\}$  ,  $\{X_9\}$  ,  $\{X_{10}\}$  四个。

展开逻辑代数式求得最小割集有十六个：

$\{X_1, X_5, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_1, X_6, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_1, X_7, X_9, X_{10}\}$  ,  
 $\{X_1, X_8, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_2, X_5, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_2, X_6, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_2,$   
 $X_7, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_2, X_8, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_3, X_5, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_3, X_6,$   
 $X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_3, X_7, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_3, X_8, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_4, X_5, X_9,$   
 $X_{10}\}$  ,  $\{X_4, X_6, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_4, X_7, X_9, X_{10}\}$  ,  $\{X_4, X_8, X_9, X_{10}\}$

从最小割、最小径集判断得知各基本事件在故障树的结构中所占有地重要程度排列如下：

$$\begin{array}{ccc} & & D_1 \\ & & D_2 \\ & & D_3 \\ D_9 & & D_4 \\ D_{10} & > & D_5 \\ & & D_6 \\ & & D_7 \\ & & D_8 \end{array}$$

根据上述分析，首先要尽量避免出现陡边坡开采，其次要教育提醒职工注意滚石发生并采取有效防护措施，再依次解决排除松动危岩滚落隐患，减少工作面产生危岩的开采工艺，可使该事故的发生概率降低到最低程度。

## (2) 可能导致本项目采场作业滚石伤人的影响因素

### 1) 边坡管理方面

现场安全管理人员未督促作业人员对边坡危石、浮石进行清理或清理不干净；作业人员未经过安全培训；作业范围未设置明显安全警示标志，人、畜进入，作业人员未穿戴防护用品，如未戴安全帽等。

### 2) 采剥作业方面

生产作业前未对工作帮边坡上的单个危石、伞檐体进行处理，或者处理不彻底，处理顺序不当及处理过程中下方有其他作业人员可能会导致边坡滚石伤人。

### 3) 铲装作业方面

铲装作业时，若控制的边坡角过陡，有可能导致滚石伤人事故；作业时如形成掏采工作帮边坡容易形成孤石、危石，伞檐体，如不及时清除，会造成滚石伤人。

#### 3.3.1.4 边坡高处坠落事故分析

可能导致本项目边坡高处坠落的影响因素：

(1) 采剥作业工作面最大台阶高度 12m，在清理浮石、危石过程中有高处坠落的可能性。

(2) 在高度超过 2m 或坡面角大于 30° 的地方作业时未使用安全绳（安全带）、安全绳未牢靠固定或使用不符合质量要求的安全带，也有发生高处坠落的可能。

(3) 作业人员未经过教育培训、安全意识不强烈，违章作业、疲劳作业和酒后作业有可能导致高处坠落事故。

(4) 采场顶部及危险区域内未设置安全警示标志或标志不明显，误入人员有发生高处坠落的可能。

#### 3.3.1.5 采场子单元安全检查表

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）对本项目采场进行安全检查。详见表 3.3-2。

表 3.3-2 采场子单元安全检查表

| 序号 | 检查内容                                                   |      |     |                    | 检查依据                                   | 设计情况                                                                                                           | 检查结论       |
|----|--------------------------------------------------------|------|-----|--------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1  | 露天开采应遵循自上而下的开采顺序，分台阶开采。生产台阶高度应符合下表的规定。                 |      |     |                    | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.2.1.1 条 | 设计露天开采采用自上而下的开采顺序，分台阶开采，台阶高度为 12m，主要采用的是 10m³电铲铲运矿石和废石，可研未说明电铲的最大挖掘高度，根据查阅所选设备型号相关资料，台阶高度不大于所选机械最大挖掘高度的 1.5 倍。 | 符合要求       |
|    | 矿岩性质                                                   | 作业方式 |     | 台阶高度               |                                        |                                                                                                                |            |
|    | 松软的岩土、砂状的矿岩                                            | 机械铲装 | 不爆破 | 不大于机械的最大挖掘高度       |                                        |                                                                                                                |            |
|    | 坚硬稳固的矿岩                                                |      | 爆破  | 不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍 |                                        |                                                                                                                |            |
| 2  | 露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。               |      |     |                    | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.8 条   | 可研未明确。                                                                                                         | 下一阶段设计中需完善 |
| 3  | 露天矿山应该采用机械方式进行开采。                                      |      |     |                    | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.2.1.2 条 | 矿山采用机械方式开采。                                                                                                    | 符合要求       |
| 4  | 露天采场应设安全平台和清扫平台。人工清扫平台宽度不小于 6m，机械清扫平台宽度应满足设备要求且不小于 8m。 |      |     |                    | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.2.1.4 条 | 设计采场最终帮平台按 3 个一组设置，每隔两个安全平台设置一个清扫平台，清扫平台宽度为 12m。                                                               | 符合要求       |

| 序号 | 检查内容                                                                                                                            | 检查依据                                               | 设计情况            | 检查结论       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 5  | 边坡浮石清除完毕之前不应在边坡底部作业；人员和设备不应在边坡底部停留。                                                                                             | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.2.4.4 条             | 可研未明确。          | 下一阶段设计中需完善 |
| 6  | 露天采场工作边坡应每季度检查 1 次，运输或者行人的非工作边坡每半年检查 1 次；边坡出现滑坡或者坍塌迹象时，应立即停止受影响区域的生产作业，撤出相关人员和设备，采取安全措施；高度超过 200m 的露天边坡应进行在线监测，对承受水压的边坡应进行水压监测。 | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.2.4.6 条             | 可研未明确采场边坡检查的频率。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 7  | 矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度。现状高度 100 米及以上的边坡，应每年进行一次边坡稳定性分析；现状高度 100 米以下的边坡，每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析。                                        | 国家矿山安全监察局关于印发《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》的通知（矿安〔2022〕4 号） | 可研未明确。          | 下一阶段设计中需完善 |
| 8  | 现状高度 150 米及以上的金属非金属露天矿山采场边坡应设置边坡表面变形、边坡视频图像等监测设施。其他监测设施应根据露天矿山实际情况，按照现行标准规范开展内部变形、应力、爆破振动、降雨量、地下水、地表水等项目监测。                     | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号   | 可研未明确。          | 下一阶段设计中需完善 |
| 9  | 坡顶应设监测点，安装位置距离坡顶线不大于 30 米；年度边坡稳定性评价报告中鉴定为不稳定的边坡，监测线间距不大于 100 米，测点垂直距离不大于 50                                                     | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿               | 可研未明确。          | 下一阶段设计中需完善 |

| 序号 | 检查内容                                                                            | 检查依据                                             | 设计情况   | 检查结论       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------|------------|
|    | 米。                                                                              | 安〔2023〕119 号                                     |        |            |
| 10 | 预警值应结合年度边坡稳定性分析报告设置，并根据实际情况动态更新，至少每半年核定一次。                                      | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号 | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 11 | 预警等级应分为四级，分别用红、橙、黄、蓝标示。                                                         | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号 | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 12 | 企业应建立边坡监测预警分级响应处置机制，并纳入应急预案，第一时间进行核实、处理、整改。预警及响应处置情况要形成信息台账，实现预警信息有效、及时处置和闭环管理。 | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号 | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |

### 3.3.1.6 采场边坡稳定性分析评价

#### 3.3.1.6.1 露天采场现状边坡稳定性分析

依据《重钢西昌矿业有限公司露天采场现状边坡稳定性分析》（中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司，2023 年 10 月），该报告在分析总结已有地质、研究等资料和现场调查的基础上，根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）、《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）和《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）等规范和标准，对西昌矿业露天采场现状边坡进行分区及稳定性定性分析，并得出如下结论：

- （1）南区（I 区）：（I<sub>1</sub>）区现状边坡稳定性满足规范要求；（I<sub>2</sub>）区现状边坡下部岩体边坡整体稳定；上部冰碛土揭露了老滑

坡，稳定性处于欠稳定状态，目前正在治理中。根据监测结果，削坡后，老滑坡变形得到了控制，边坡逐渐趋于稳定。

（2）西南区（Ⅱ区）：该区现状边坡整体稳定性安全系数满足规范要求。

（3）西区（Ⅲ区）：现状整体边坡稳定性安全系数基本满足规范要求，但在地震工况下，安全系数储备较低。

（4）北区（Ⅳ区）：北区西部（Ⅳ<sub>1</sub>区）上部冰碛土边坡稳定，稳定系数满足规范要求，下部风化岩质边坡稳定处于欠稳定～平衡稳定状态，目前，正在进行治理。北区东部（Ⅳ<sub>2</sub>区）现状边坡稳定性安全系数满足规范要求。

（5）东北区（Ⅴ区）：目前边坡中部存在全风化辉长岩和冰碛土层，边坡处于基本稳定状态，但安全系数不满足规范要求，目前正在治理中。

总之，重钢西昌矿业有限公司采场现状边坡，除东南（Ⅰ<sub>1</sub>）、西南区（Ⅱ区）、西区（Ⅲ区）、北区（Ⅳ<sub>2</sub>）整体边坡稳定外，南区（Ⅰ<sub>2</sub>）、西北区（Ⅳ<sub>1</sub>区）下部和东北区（Ⅴ区）边坡处于欠稳定状态。对于欠稳的边坡，目前正在积极治理中。

### 3.3.1.6.2 设计终了边坡稳定性分析

中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司于 2023 年 10 月编制了《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》，该报告根据工程地质条件、边坡几何特征、采矿特点将研究区分为 4 个计算分析区，Ⅰ区为东帮，靠近破石头沟与采场入口处，代表剖面为Ⅰ<sub>1</sub>剖面；Ⅱ区为南帮，高度较大，代表剖面为Ⅱ<sub>1</sub>、Ⅱ<sub>2</sub>、Ⅱ<sub>3</sub>剖面；Ⅲ区为西帮，靠近破石头沟进入采场处，冰碛土、砾岩、粉质砂岩较厚，边坡最高，代表剖面为Ⅲ<sub>1</sub>、Ⅲ<sub>2</sub>、Ⅲ<sub>3</sub>剖面。Ⅳ区为北帮，冰碛土较薄，其代表剖面为Ⅳ<sub>1</sub>、Ⅳ<sub>2</sub>剖面，在Ⅱ和Ⅳ区有两个与坡面斜交的剖面Ⅱ<sub>4</sub>和Ⅳ<sub>3</sub>。分区及剖面线位置如图 3.3-3 所示。

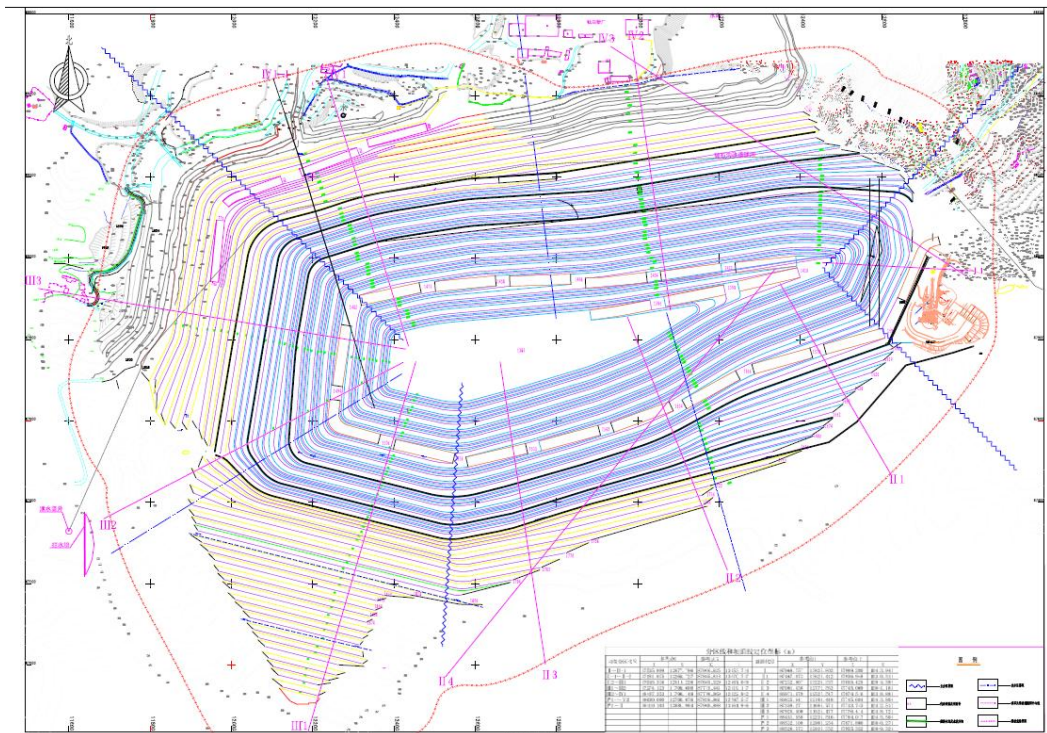


图 3.3-3 工程地质分区及剖面线位置平面图

(1) 露天采场最终境界边坡岩体物理力学参数

根据《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》，西昌矿业采场边坡稳定性分析采用的物理力学指标分别见表 3.3-3、3.3-4、3.3-5、3.3-6 所示。

表 3.3-3 西昌矿业采场边坡岩（土）体物理变形指标采用值

| 岩层名称 |           | 变形参数            |                |                   |           |
|------|-----------|-----------------|----------------|-------------------|-----------|
|      |           | 压缩模量<br>Es(MPa) | 变形模量<br>E(MPa) | 弹性抗力系数<br>K(MN/m) | 泊松比 $\mu$ |
| 冰碛土  | ②1粉质粘土    | 9               |                | 25                | 0.43      |
|      | ③1含砾粘土    | 10              |                | 25                | 0.43      |
|      | ③2含砾粉质粘土  | 12              |                | 25                | 0.43      |
|      | ③5砾夹粉质粘土  | 12              |                | 30                | 0.4       |
|      | ③6-1稍密碎石土 | 18              |                | 50                | 0.4       |
|      | ③6-2中密碎石土 | 22              |                | 55                | 0.4       |
|      | ④1 含砾粉质粘土 | 10.5            |                | 55                | 0.43      |
|      | ④2 砾夹粉质粘土 | 20              |                | 60                | 0.4       |

|      |          |    |      |     |      |
|------|----------|----|------|-----|------|
|      | ④3 密实碎石土 | 25 |      | 80  | 0.4  |
| 下三叠系 | 强风化砾岩    |    | 400  | 100 | 0.4  |
|      | 中风化粉砂岩   |    | 4000 | 400 | 0.33 |
|      | 泥岩       |    | 1500 | 300 | 0.35 |
| 辉长岩  | 全风化      | 20 |      | 50  | 0.43 |
|      | 强风化      |    | 400  | 100 | 0.4  |
|      | 中风化      |    | 4000 | 400 | 0.28 |
|      | 微风化      |    | 8000 | 800 | 0.26 |
|      | 破碎带      |    | 1000 | 100 | 0.4  |

表 3.3-4 西昌矿业采场边坡土体物理力学指标采用值

| 土层名称             |                | 密度 $\gamma(\text{g/cm}^3)$ |      | 抗剪强度    |            |         |            | 综合渗透                  | 用 途                  |
|------------------|----------------|----------------------------|------|---------|------------|---------|------------|-----------------------|----------------------|
|                  |                |                            |      | 天然      |            | 饱和      |            | 系数 k                  |                      |
|                  |                | 天然                         | 饱和   | c (kPa) | $\phi$ (°) | c (kPa) | $\phi$ (°) | (cm/s)                |                      |
| 扰动岩、土<br>综合强度    | 冰碛土            | 1.87                       | 1.95 | 23      | 12.5       | 21      | 12         | $1.4 \times 10^{-3}$  | 台阶或浅层<br>边坡稳定分<br>析用 |
|                  | 全风化辉<br>长岩     | 2.18                       | 2.27 | 0       | 31.20      | 0       | 27.6       | $5.6 \times 10^{-3}$  |                      |
| 分<br>层<br>指<br>标 | ②1 粉质<br>粘土    | 1.82                       | 1.87 | 24.97   | 17.7       | 21.47   | 16.25      | $5.00 \times 10^{-5}$ | 整体稳定性<br>分析使用        |
|                  | ③1 含砾<br>粘土    | 1.90                       | 1.98 | 43.41   | 29.71      | 29.27   | 28.31      | $3.78 \times 10^{-5}$ |                      |
|                  | ③2 含砾<br>粉质粘土  | 1.92                       | 2.01 | 40.18   | 32.3       | 26.49   | 30.69      | $2.22 \times 10^{-5}$ |                      |
|                  | ③5 砾夹<br>粉质粘土  | 1.94                       | 2.05 | 39.6    | 34.33      | 25.99   | 31.54      | $1.2 \times 10^{-4}$  |                      |
|                  | ③6-1 稍<br>密碎石土 | 1.95                       | 2.07 | 33.075  | 33.07      | 23.54   | 29.77      | $8.99 \times 10^{-4}$ |                      |
|                  | ③6-2 中         | 1.98                       | 2.09 | 37.18   | 39.83      | 23.91   | 36.83      | $3.91 \times 10^{-4}$ |                      |

|  |           |      |      |       |       |       |       |                       |  |
|--|-----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|--|
|  | 密碎石土      |      |      |       |       |       |       |                       |  |
|  | ④1 含砾粉质粘土 | 2.05 | 2.11 | 45.50 | 36.15 | 31.07 | 33.54 | $1.53 \times 10^{-3}$ |  |
|  | ④2 砾夹粉质粘土 | 2.08 | 2.15 | 43.15 | 37.75 | 29.05 | 35.76 | $5.11 \times 10^{-4}$ |  |
|  | ④3 密实碎石土  | 2.12 | 2.23 | 44.73 | 40.72 | 30.41 | 39.04 | $1.05 \times 10^{-5}$ |  |
|  | 全风化辉长岩    | 2.20 | 2.26 | 40.12 | 30.17 | 36.11 | 26.10 | $9.16 \times 10^{-4}$ |  |

表 3.3-5 西昌矿业采场边坡岩体物理力学指标采用值

| 岩性  | 风化程度 | 密度 $\gamma(\text{g/cm}^3)$ |      | 综合渗透系数 k<br>(cm/s)   | 分区          | 抗剪强度        |       |                               |       |
|-----|------|----------------------------|------|----------------------|-------------|-------------|-------|-------------------------------|-------|
|     |      |                            |      |                      |             | 内聚力 c (KPa) |       | 摩擦角 $\varphi(\text{m}^\circ)$ |       |
|     |      | 天然                         | 饱和   |                      |             | 天然          | 饱和    | 天然                            | 饱和    |
| 辉长岩 | 强风化  | 2.63                       | 2.67 | $5.6 \times 10^{-5}$ | I           | 106.6       | 75.5  | 28.38                         | 25.84 |
|     | 中风化  | 2.86                       | 2.88 | $4.9 \times 10^{-5}$ |             | 136.3       | 123.0 | 41.03                         | 32.34 |
|     | 微风化  | 3.03                       | 3.07 | $1.4 \times 10^{-5}$ |             | 340.7       | 317.1 | 49.47                         | 47.35 |
| 泥岩  |      | 1.89                       | 1.95 | $7.2 \times 10^{-5}$ |             | 33.26       | 16.34 | 25.47                         | 12.38 |
| 辉长岩 | 强风化  | 同上辉长岩                      |      |                      | II-1        | 102.9       | 72.9  | 32.71                         | 29.78 |
|     | 中风化  |                            |      |                      |             | 129.6       | 116.9 | 41.75                         | 32.91 |
|     | 微风化  |                            |      |                      |             | 291.5       | 271.3 | 46.31                         | 44.33 |
|     | 强风化  |                            |      |                      | II-2        | 101.2       | 71.8  | 30.18                         | 27.48 |
|     | 中风化  |                            |      |                      |             | 122.5       | 110.7 | 39.30                         | 31.45 |
|     | 微风化  |                            |      |                      |             | 199.2       | 176.6 | 42.11                         | 40.39 |
|     | 强风化  |                            |      |                      | III-1、III-2 | 98.9        | 70.1  | 30.13                         | 27.43 |
|     | 中风化  |                            |      |                      |             | 125.0       | 112.8 | 39.37                         | 31.03 |

|     |     |       |      |                      |       |       |       |       |       |
|-----|-----|-------|------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | 微风化 |       |      |                      |       | 190.9 | 177.4 | 42.38 | 40.57 |
| 粉砂岩 | 强风化 | 2.25  | 2.31 | $5.3 \times 10^{-4}$ | III-2 | 131.3 | 104.0 | 34.9  | 28.1  |
|     | 中风化 | 2.47  | 2.52 | $1.2 \times 10^{-4}$ |       | 157.8 | 121.9 | 38.6  | 33.4  |
| 砾岩  | 强风化 | 2.31  | 2.36 | $5 \times 10^{-5}$   |       | 152.5 | 118.5 | 36.5  | 30.2  |
| 辉长岩 | 强风化 | 同上辉长岩 |      |                      | IV-1  | 99.4  | 70.4  | 35.81 | 33.50 |
|     | 中风化 |       |      |                      |       | 151.7 | 136.1 | 40.62 | 37.01 |
|     | 微风化 |       |      |                      |       | 291.1 | 270.9 | 47.63 | 45.59 |
|     | 强风化 |       |      |                      | IV-2  | 109.7 | 78.1  | 39.46 | 35.93 |
|     | 中风化 |       |      |                      |       | 153.8 | 138.0 | 43.93 | 34.62 |
|     | 微风化 |       |      |                      |       | 291.7 | 271.5 | 46.68 | 44.68 |

表 3.3-6 西昌矿业采场边坡岩体弱面物理力学指标采用值

| 岩性      | 风化程度 | 密度 $\gamma(\text{g/cm}^3)$ |      | 综合渗透                | 分区   | 抗剪强度        |       |                                  |        |
|---------|------|----------------------------|------|---------------------|------|-------------|-------|----------------------------------|--------|
|         |      |                            |      | 系数 k                |      | 内聚力 c (KPa) |       | 摩擦角 $\varphi\text{m} (^{\circ})$ |        |
|         |      | 天然                         | 饱和   |                     |      | (cm/s)      | 天然    | 饱和                               | 天然     |
| 断层破碎带   |      | 2.51                       | 2.58 | $3.5\times 10^{-3}$ | 整体边坡 | 43.62       | 34.27 | 32.73                            | 28.82  |
| 冰碛土与岩石接 |      | /                          | /    | /                   |      | 28.98       | 23.32 | 19.2                             | 16.7   |
| 绿泥石充填节理 |      | /                          | /    | /                   |      | 24.71       | 18.9  | 16.7                             | 155.62 |
| 辉长岩节理面  | 强风化  | /                          | /    | /                   |      | 19.41       | 17.35 | 28.67                            | 25.86  |
|         | 中风化  | /                          | /    | /                   |      | 26.62       | 23.13 | 35.41                            | 31.42  |
|         | 微风化  | /                          | /    | /                   |      | 28.03       | 25.02 | 41.05                            | 37.51  |

## (2) 不同荷载组合下边坡设计安全系数

表 3.3-7 西昌矿业采场边坡岩体弱面物理力学指标采用值

| 边坡工程安全等级 | 边坡工程设计安全系数 |           |           |
|----------|------------|-----------|-----------|
|          | 荷载组合 I     | 荷载组合 II   | 荷载组合 III  |
| I        | 1.25~1.20  | 1.23~1.18 | 1.20~1.15 |
| II       | 1.20~1.15  | 1.18~1.13 | 1.15~1.10 |
| III      | 1.15~1.10  | 1.13~1.08 | 1.10~1.05 |

注：1、荷载组合 I 为自重+地下水；荷载组合 II 为自重+地下水+爆破振动力；荷载组合 III 为自重+地下水+地震力；2、对台阶边坡和临时工作帮，允许有一定程度的破坏，设计安全系数可适当降低。

## (3) 设计方案稳定性分析结果

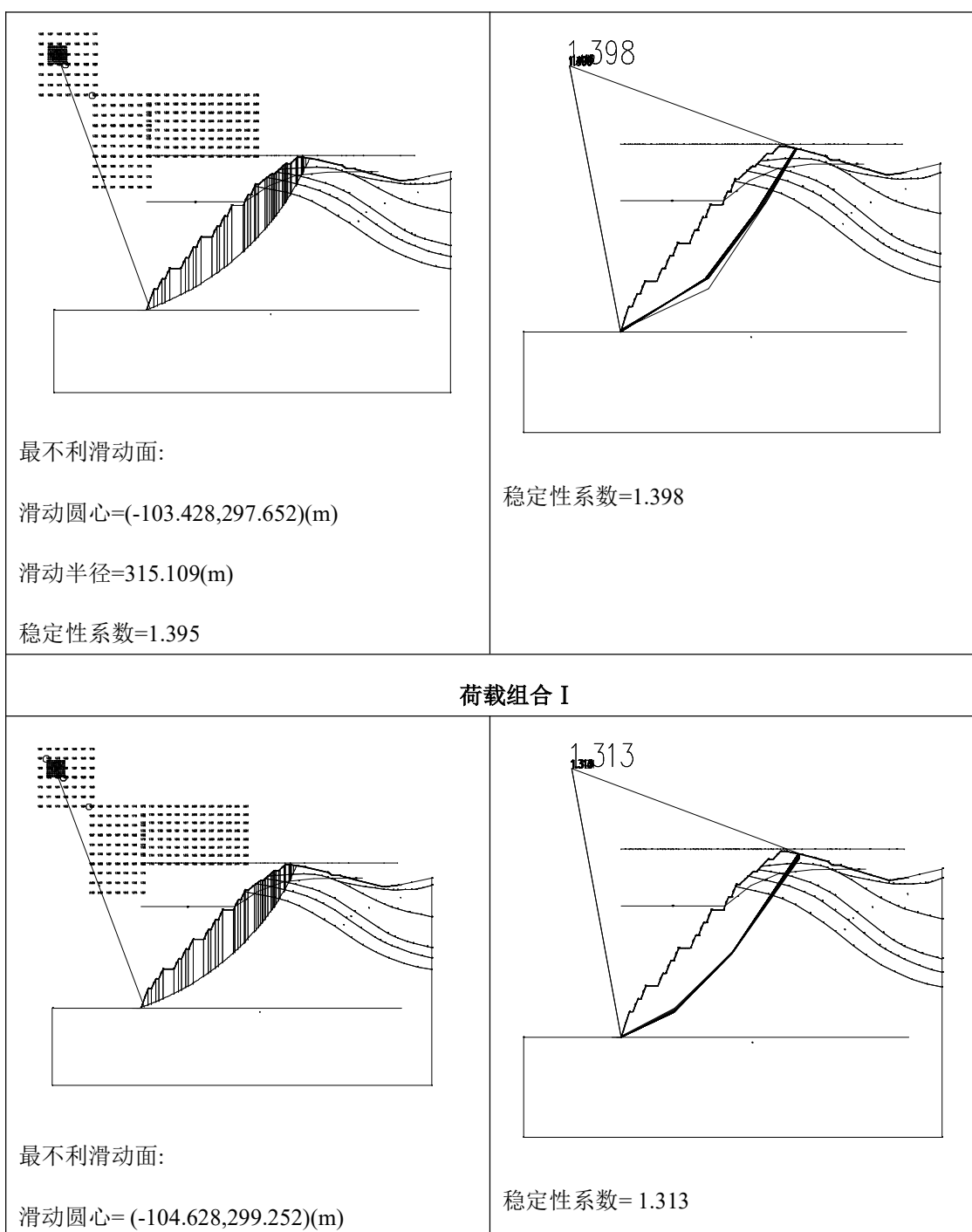
《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》采用极限平衡法对各分区代表剖面边坡角进行初步优化，并对边坡方案进行了应力应变和可靠性分析，总结分析结果，在设计方案最终境界范围内，按采取的工程措施不同，对边坡整体稳定性进行了稳定性分析，根据分析结果，最终推荐西昌矿业采场边坡最大整体边坡角组合。

代表剖面设计方案终了稳定性分析结果见表 3.3-8 和图 3.3.4~3.3.14。

表 3.3-8 设计整体边坡稳定性系数

| 剖面位置  | 坡角组合      | 荷载组合 I |       | 荷载组合 II |       | 荷载组合 III |       |
|-------|-----------|--------|-------|---------|-------|----------|-------|
|       |           | 毕肖普法   | 余推力法  | 毕肖普法    | 余推力法  | 毕肖普法     | 余推力法  |
| I-1   | 46°-36°   | 1.395  | 1.398 | 1.377   | 1.313 | 1.288    | 1.244 |
| II-1  | 44°-31°   | 1.337  | 1.408 | 1.314   | 1.323 | 1.203    | 1.215 |
| II-2  | 45°-37°   | 1.133  | 1.238 | 1.118   | 1.209 | 1.046    | 1.080 |
| II-3  | 46°-41°   | 1.138  | 1.145 | 1.134   | 1.133 | 0.989    | 1.053 |
| II-4  | 23°-25°   | 1.337  | 1.358 | 1.310   | 1.325 | 1.150    | 1.175 |
| III-1 | 44.5°-31° | 1.057  | 1.125 | 1.045   | 1.112 | 0.970    | 1.039 |
| III-2 | 38°-27°   | 1.236  | 1.217 | 1.209   | 1.183 | 1.140    | 1.127 |

|       |                               |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| III-3 | 43°-31°                       | 0.998 | 1.123 | 0.983 | 1.095 | 0.943 | 1.024 |
| IV-1  | 42.5°-36°                     | 1.189 | 1.195 | 1.173 | 1.177 | 1.118 | 1.128 |
| IV-2  | 42°-31.0°                     | 1.190 | 1.189 | 1.174 | 1.144 | 1.091 | 1.029 |
| IV-3  | 26°-21°                       | 2.236 | —     | 2.169 | —     | 2.008 | —     |
| 备注    | 在“坡角组合”中：“—”前面代表岩体坡角，后面代表土体坡角 |       |       |       |       |       |       |



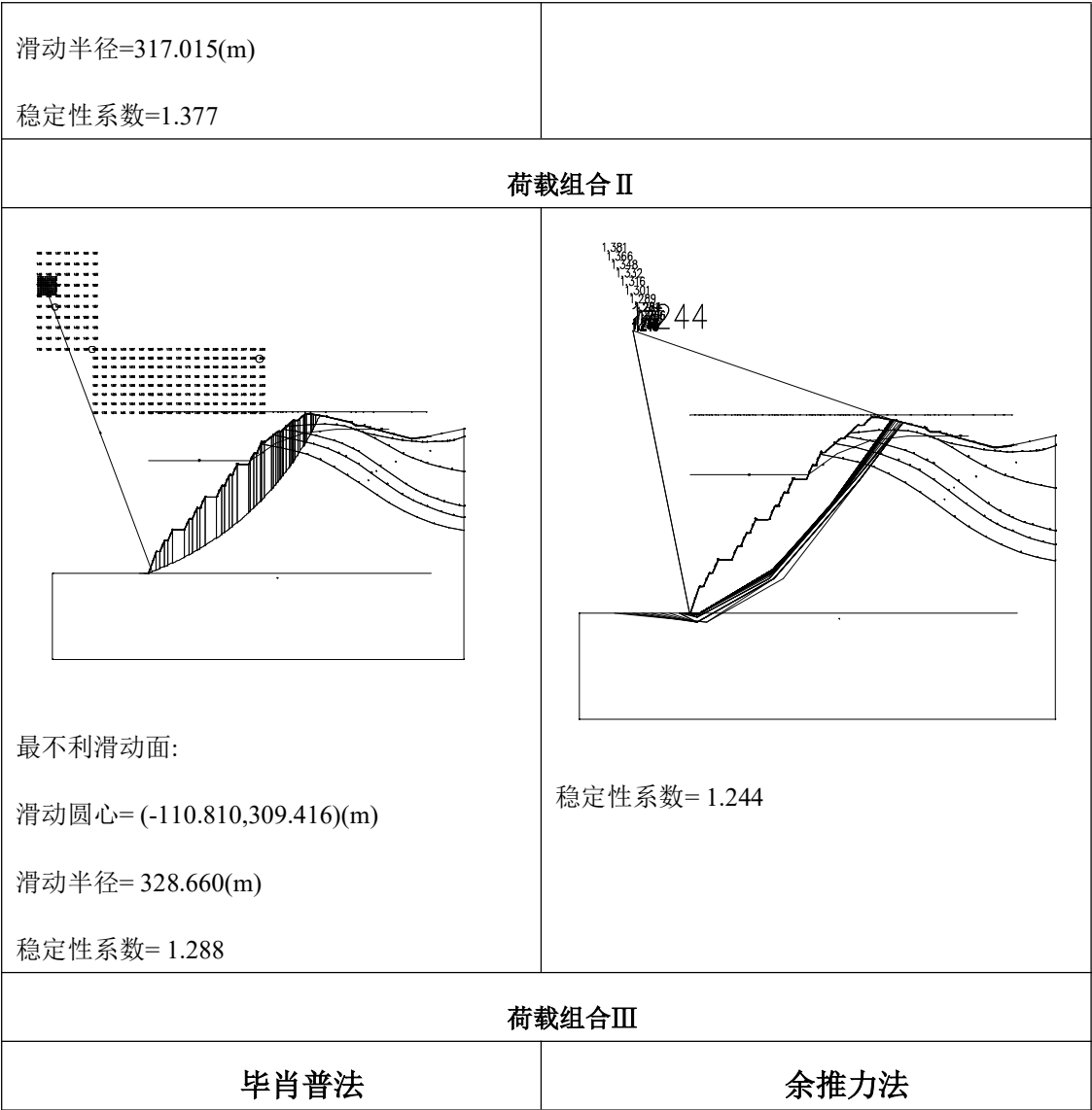
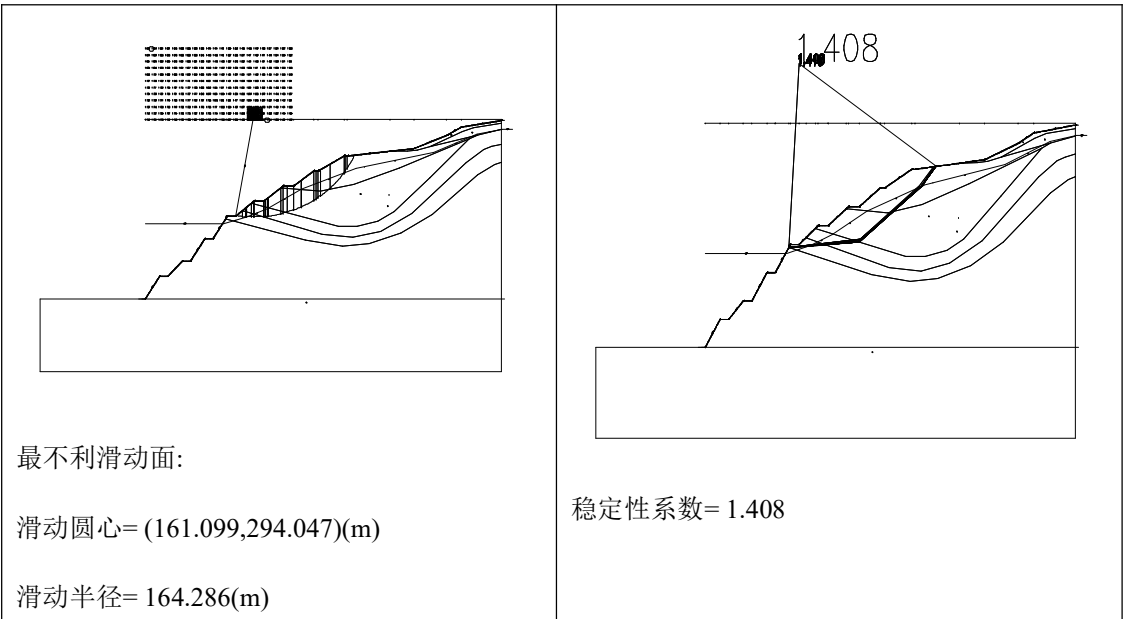


图 3.3-4 I I 设计整体边坡稳定性计算



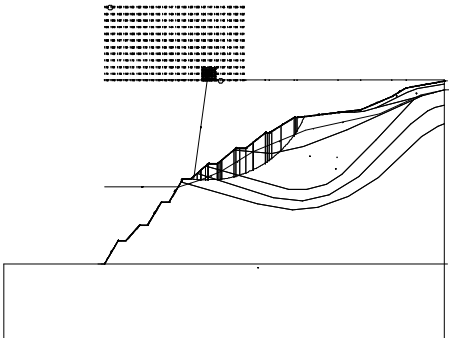
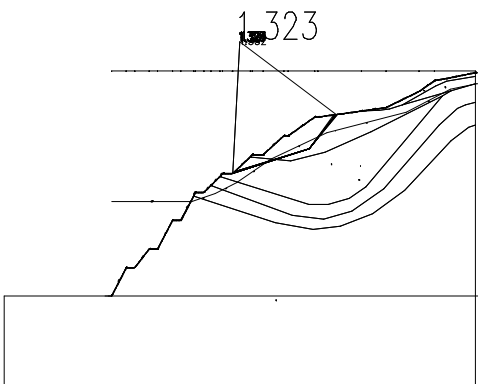
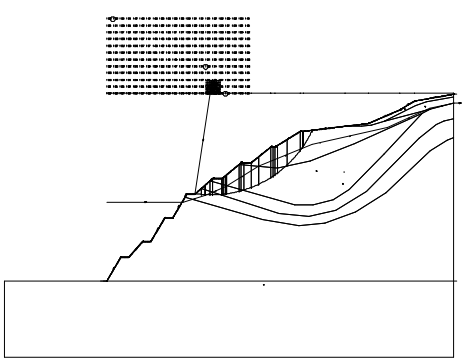
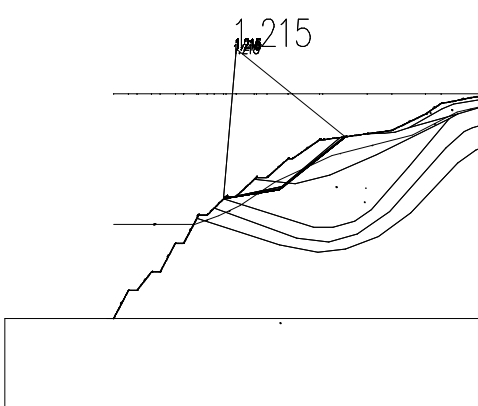
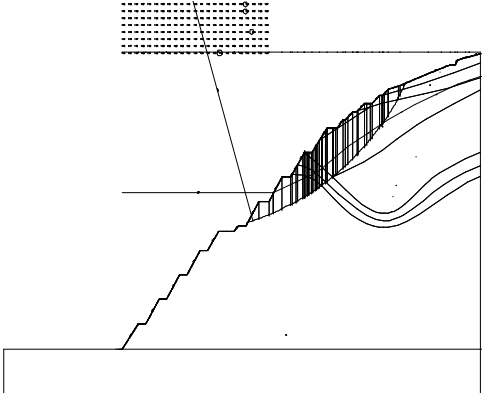
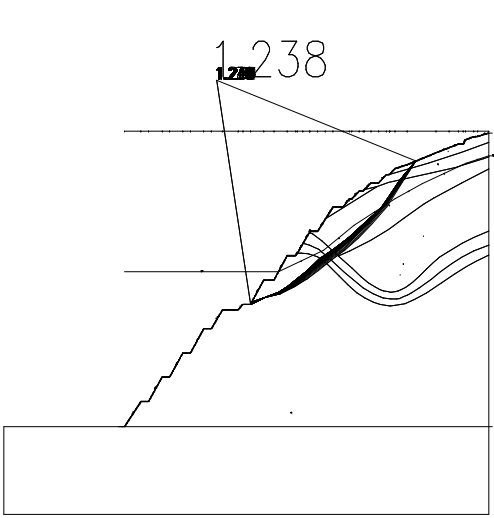
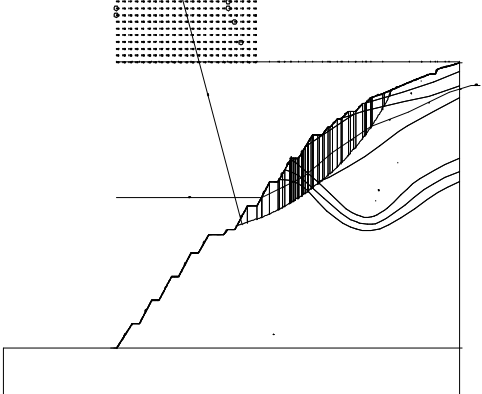
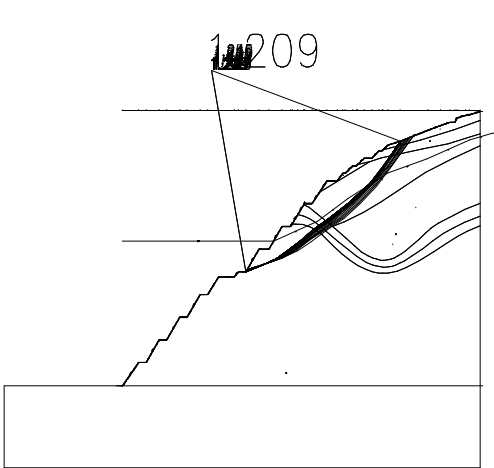
|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 稳定性系数= 1.337                                                                                                                                                                                     |                                                                                                         |
| 荷载组合 I                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
|  <p>最不利滑动面:<br/>         滑动圆心=(161.099,295.247)(m)<br/>         滑动半径= 165.459(m)<br/>         稳定性系数= 1.314</p>  |  <p>稳定性系数= 1.323</p>  |
| 荷载组合 II                                                                                                                                                                                          |                                                                                                         |
|  <p>最不利滑动面:<br/>         滑动圆心=(159.499,300.447)(m)<br/>         滑动半径=170.359(m)<br/>         稳定性系数= 1.203</p> |  <p>稳定性系数=1.215</p> |
| 荷载组合 III                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |
| 毕肖普法                                                                                                                                                                                             | 余推力法                                                                                                    |

图 3.3-5 II1 设计整体边坡稳定性计算

|                                                                                                                                                                               |                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>最不利滑动面:</p> <p>滑动圆心=(94.027,578.831)(m)</p> <p>滑动半径= 407.919(m)</p> <p>稳定性系数=1.133</p>   |  <p>稳定性系数= 1.238</p>  |
| 荷载组合 I                                                                                                                                                                        |                                                                                                         |
|  <p>最不利滑动面:</p> <p>滑动圆心=(94.027,589.076)(m)</p> <p>滑动半径= 417.733(m)</p> <p>稳定性系数= 1.118</p> |  <p>稳定性系数= 1.209</p> |
| 荷载组合 II                                                                                                                                                                       |                                                                                                         |

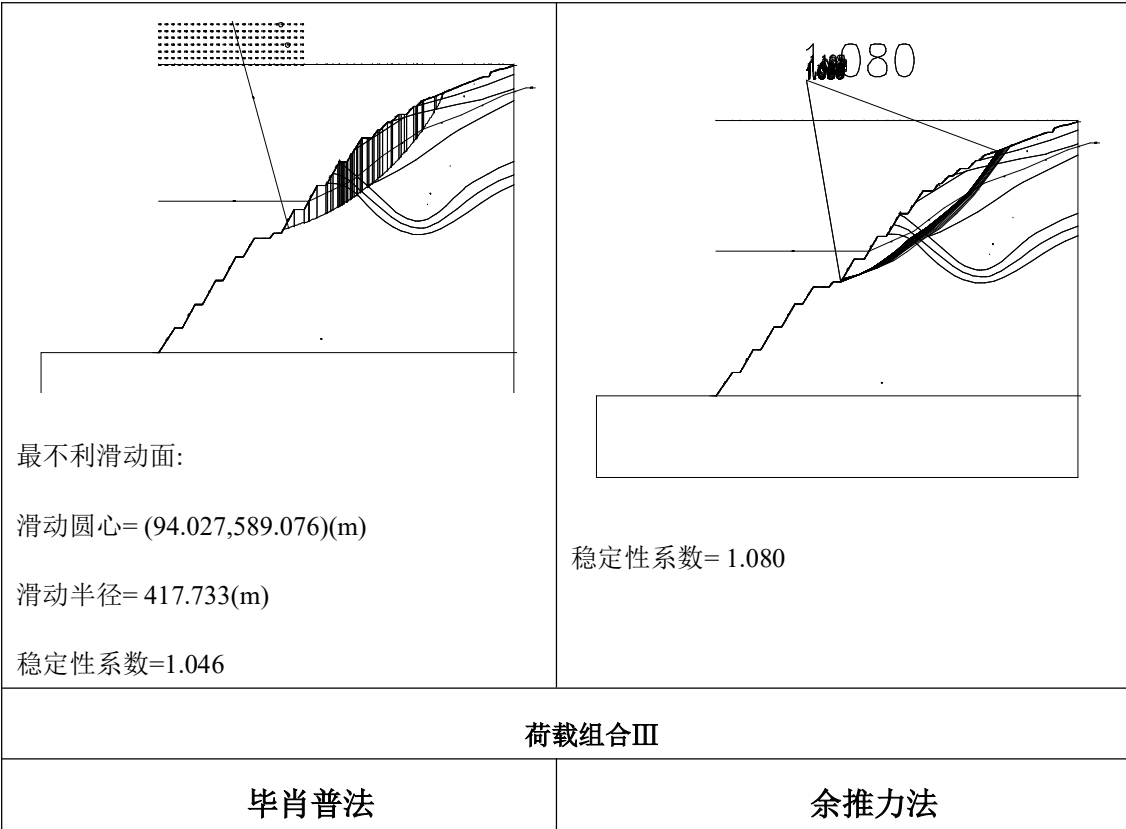
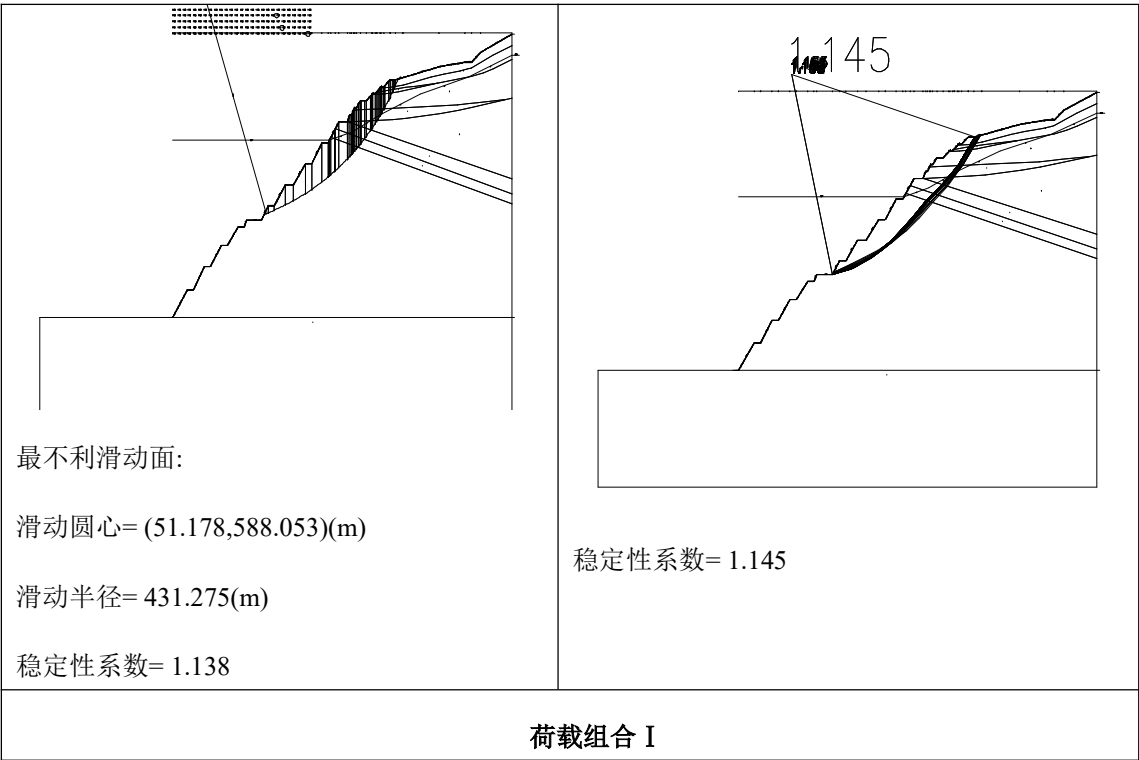


图 3.3-6 II2 设计整体边坡稳定性



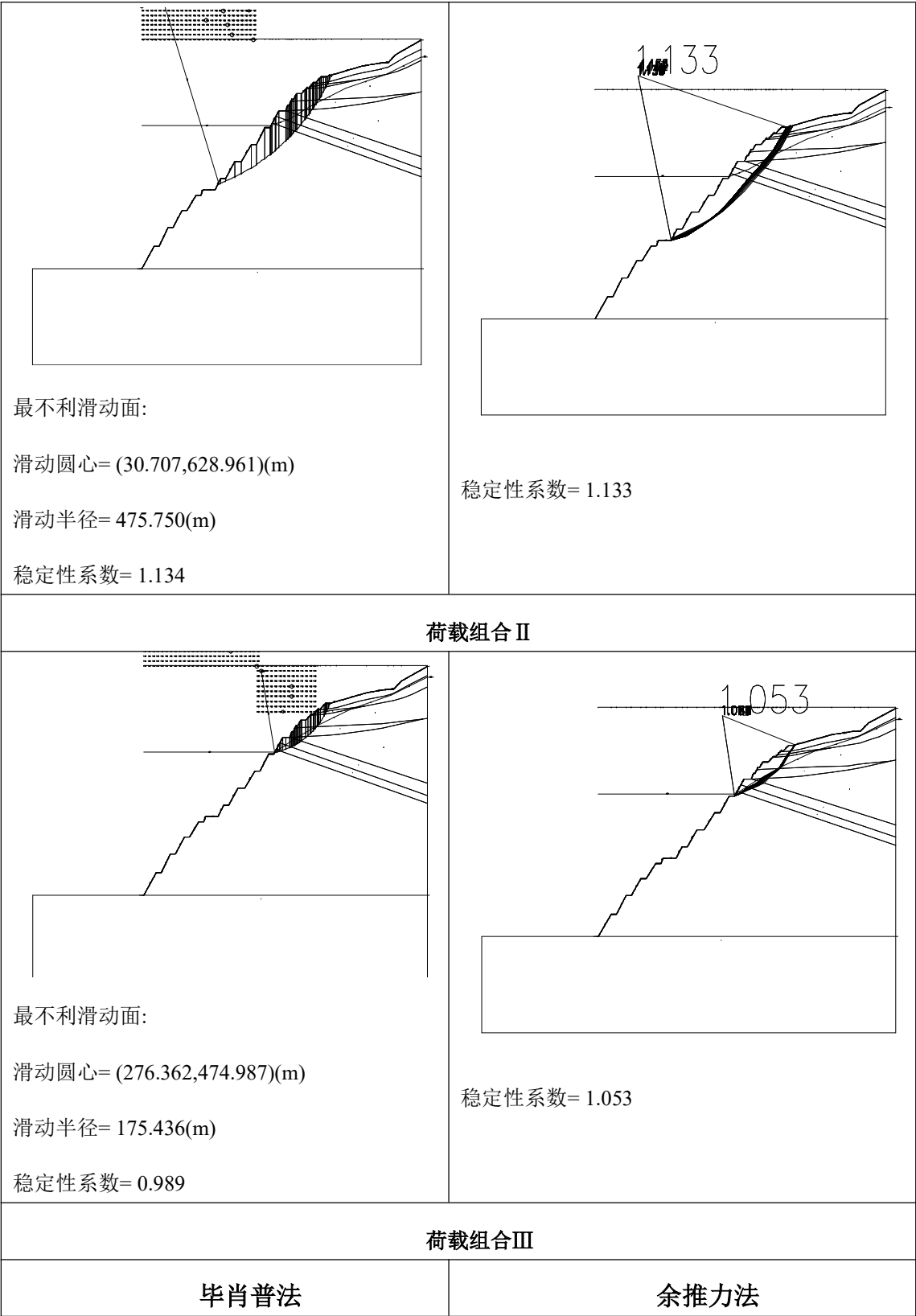
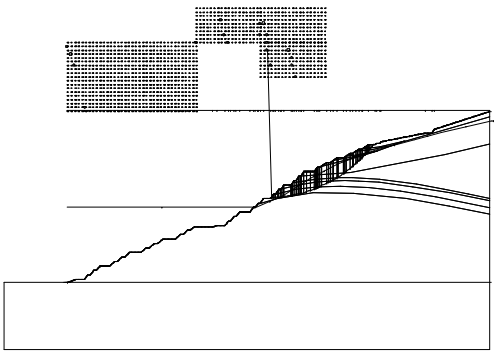
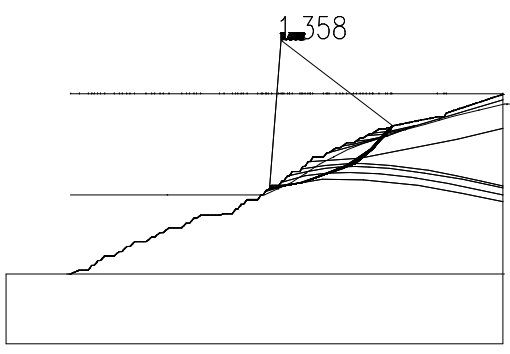
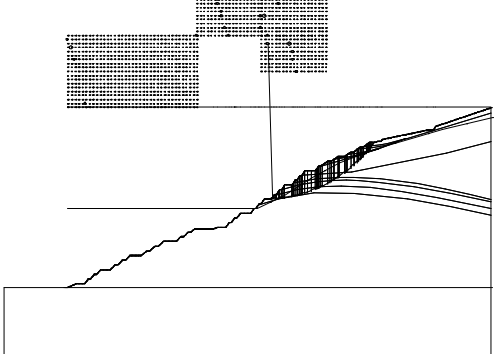
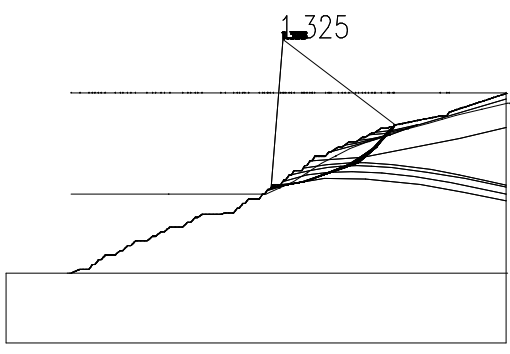


图 3.3-7 II3 设计整体边坡稳定性

|                                                                                                                                                                       |                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>最不利滑动面:<br/>滑动圆心=(569.101,621.514)(m)<br/>滑动半径=396.488(m)<br/>稳定性系数= 1.337</p>   |  <p>稳定性系数= 1.358</p>  |
| 荷载组合 I                                                                                                                                                                |                                                                                                         |
|  <p>最不利滑动面:<br/>滑动圆心=(569.101,619.914)(m)<br/>滑动半径= 394.888(m)<br/>稳定性系数= 1.310</p> |  <p>稳定性系数= 1.325</p> |
| 荷载组合 II                                                                                                                                                               |                                                                                                         |

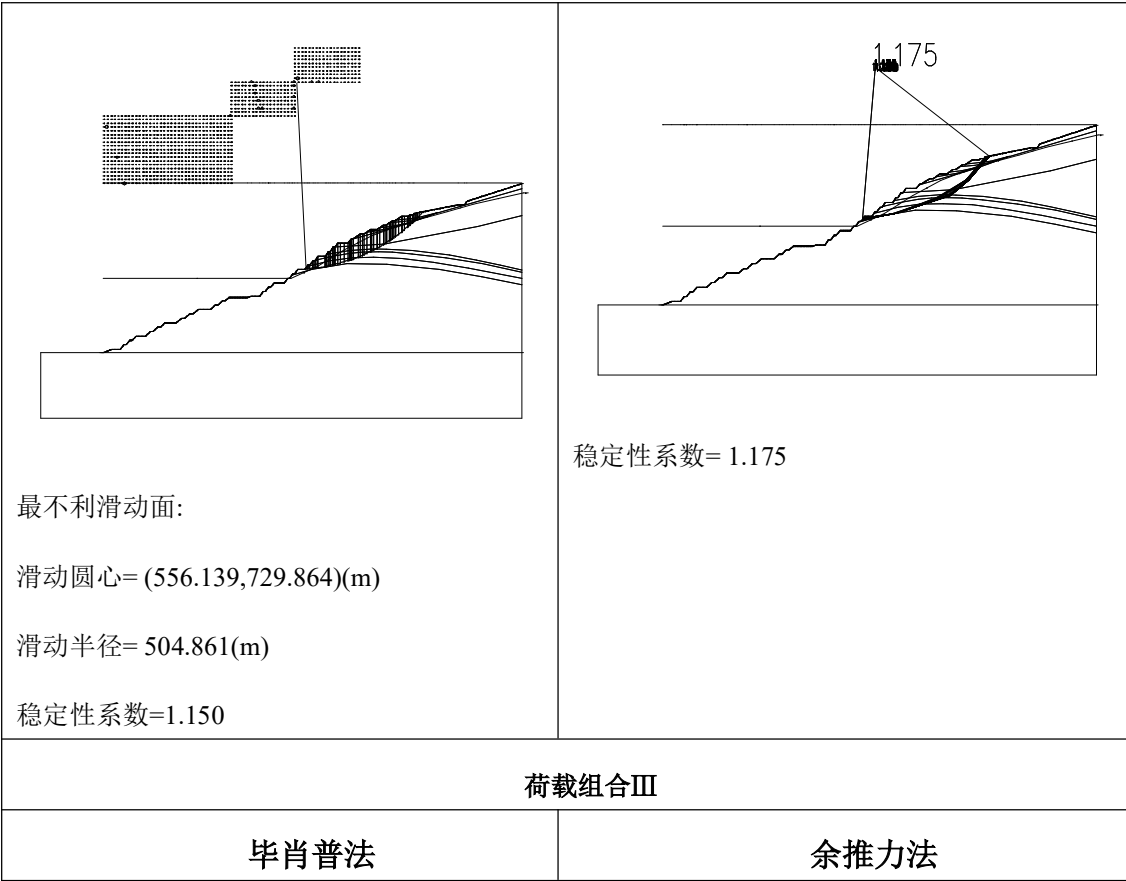
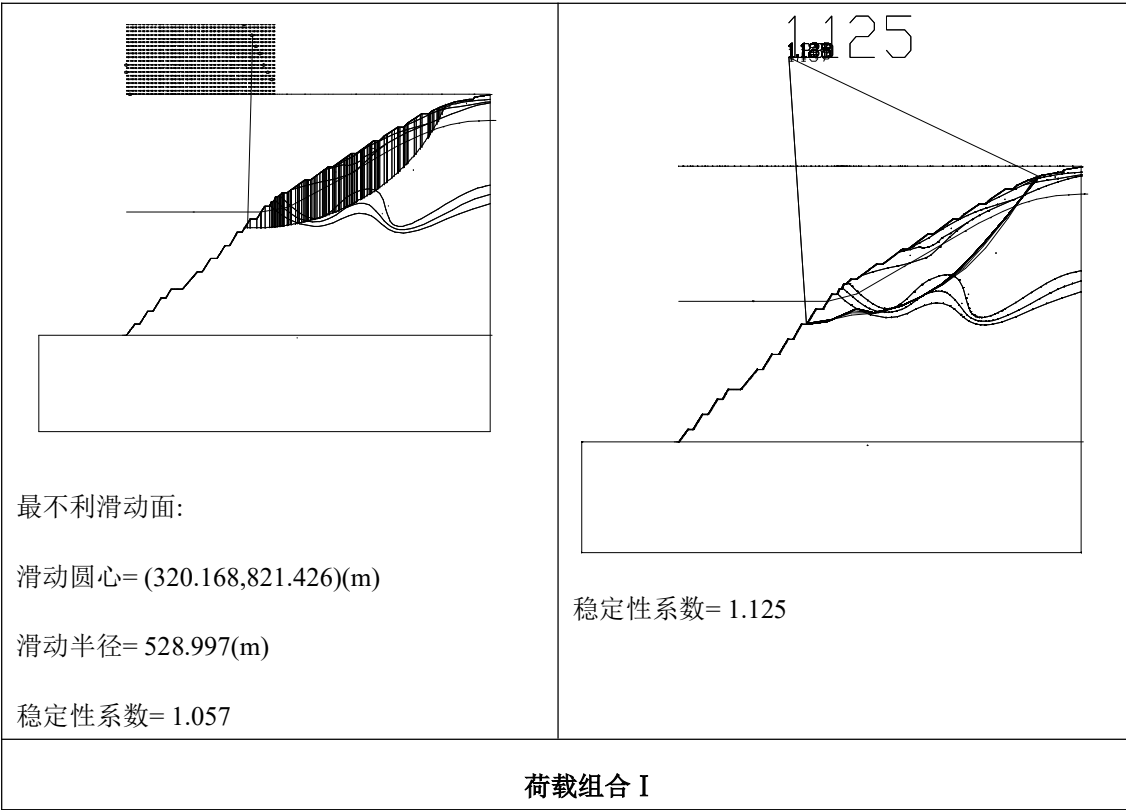


图 3.3-8 II 4 设计整体边坡稳定性计算



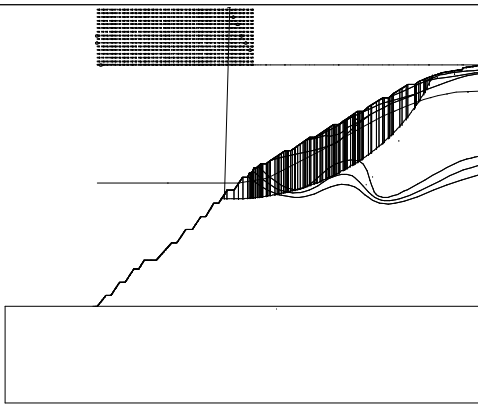
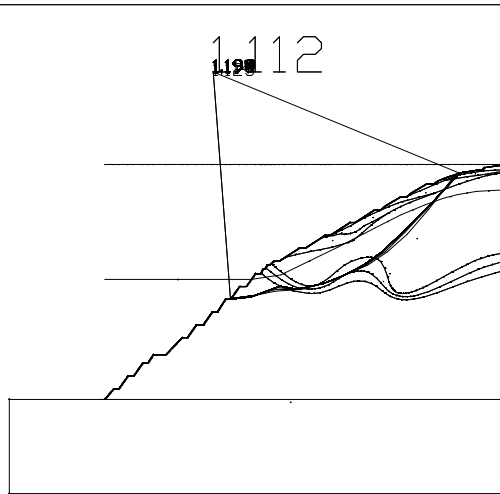
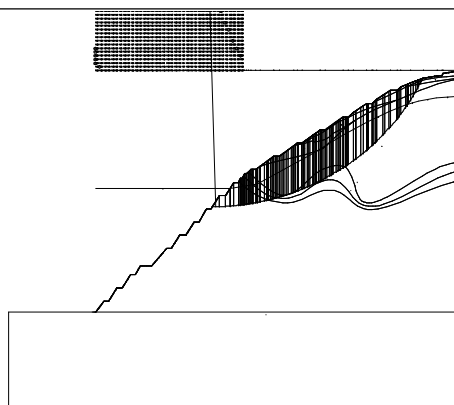
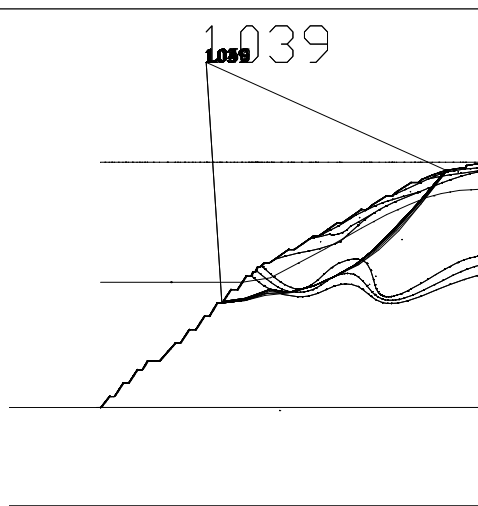
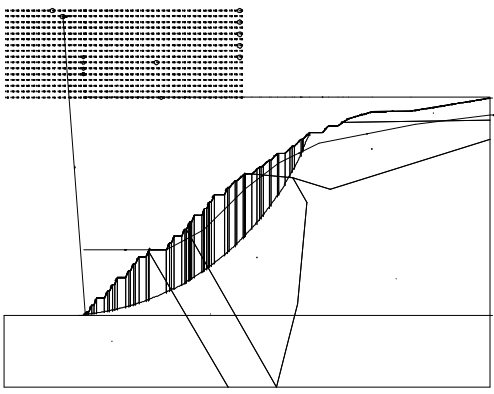
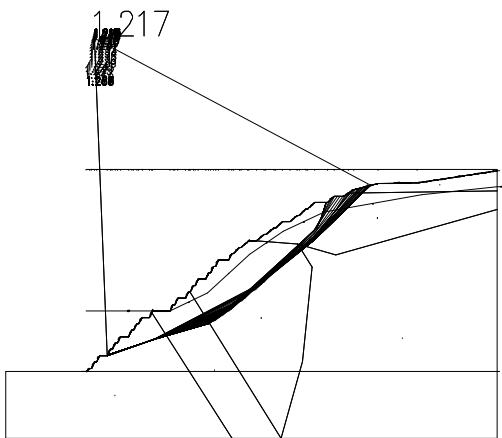
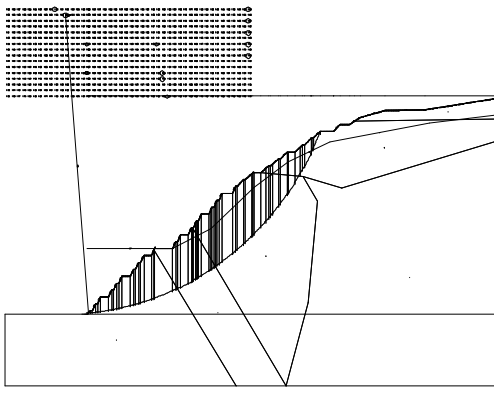
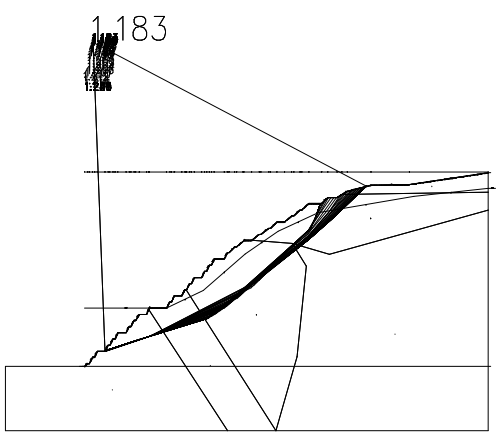
|                                                                                    |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| 最不利滑动面:<br>滑动圆心= (320.168,821.426)(m)<br>滑动半径= 528.997(m)<br>稳定性系数= 1.045          | 稳定性系数=1.112                                                                         |
| 荷载组合 II                                                                            |                                                                                     |
|  |  |
| 最不利滑动面:<br>滑动圆心= (290.152,882.273)(m)<br>滑动半径= 596.359(m)<br>稳定性系数= 0.970          | 稳定性系数= 1.039                                                                        |
| 荷载组合 III                                                                           |                                                                                     |
| 毕肖普法                                                                               | 余推力法                                                                                |

图 3.3-9 III1 设计整体边坡稳定性计算

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>最不利滑动面:</p> <p>滑动圆心= (-40.316,519.064)(m)</p> <p>滑动半径= 520.627(m)</p> <p>稳定性系数= 1.236</p>   |  <p>1.217</p> <p>稳定性系数= 1.217</p>   |
| <p>荷载组合 I</p>                                                                                                                                                                    |                                                                                                                       |
|  <p>最不利滑动面:</p> <p>滑动圆心= (-40.316,519.064)(m)</p> <p>滑动半径= 520.627(m)</p> <p>稳定性系数= 1.209</p> |  <p>1.183</p> <p>稳定性系数= 1.183</p> |
| <p>荷载组合 II</p>                                                                                                                                                                   |                                                                                                                       |

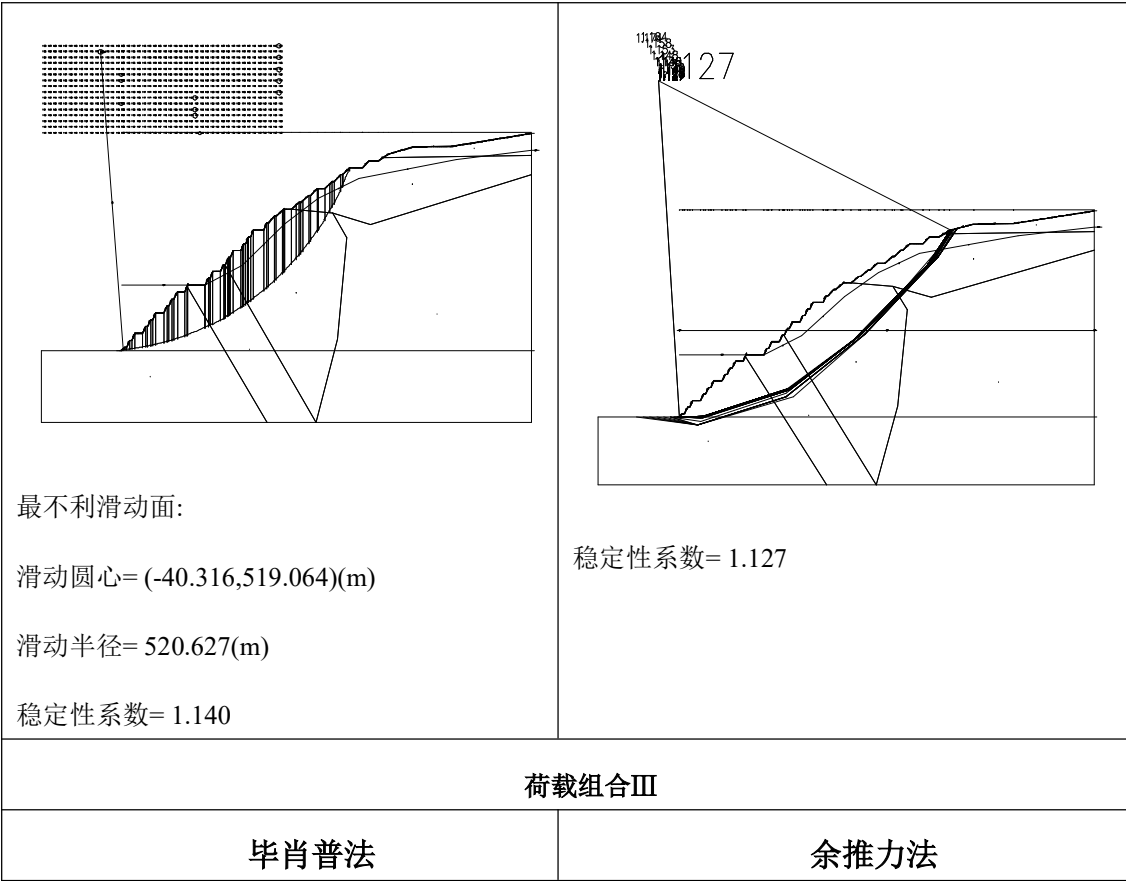
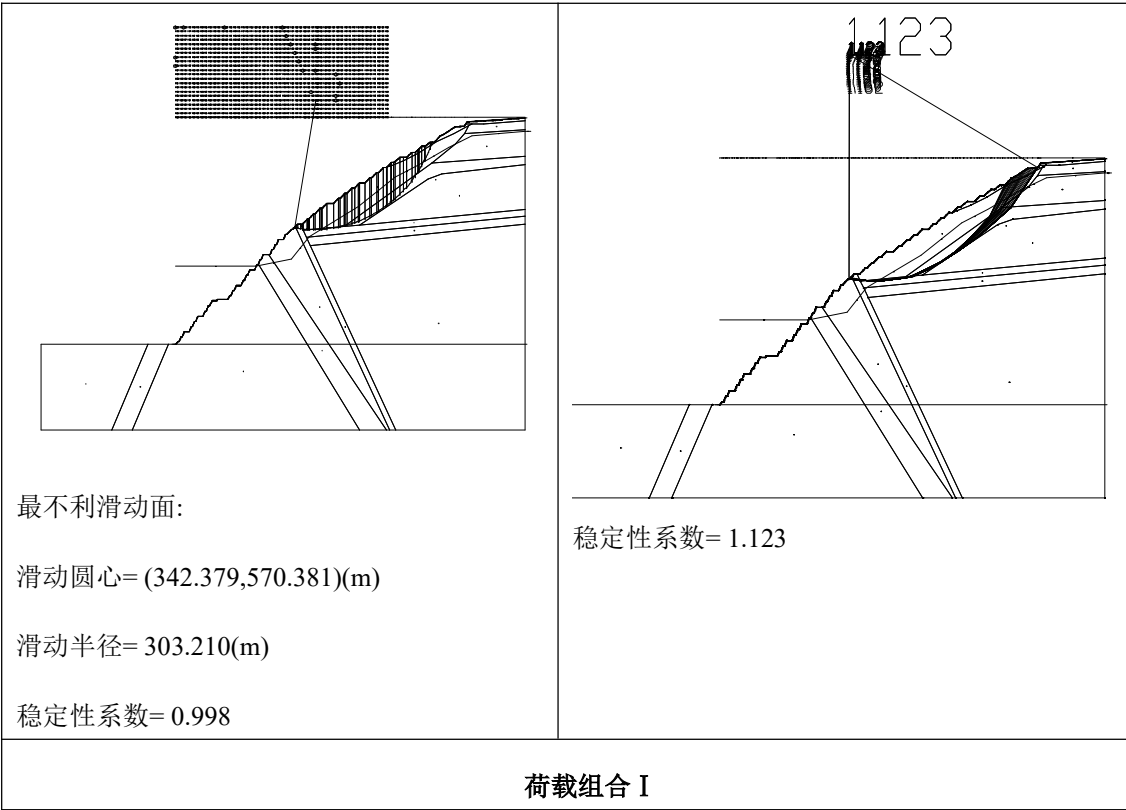


图 3.3-10 III2 设计整体边坡稳定性计算



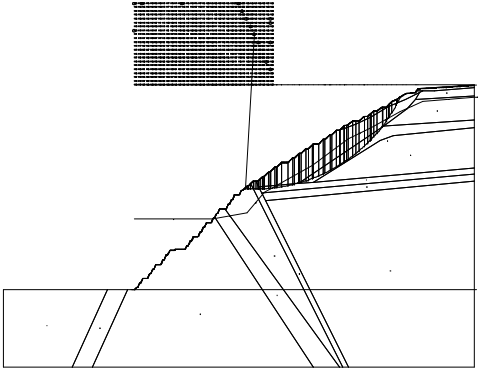
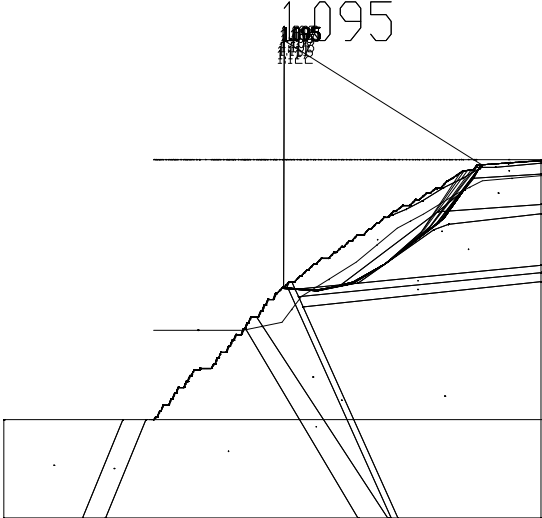
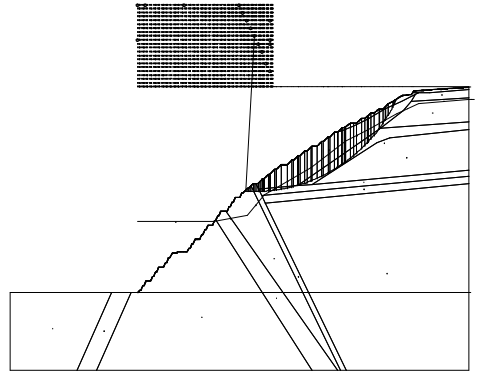
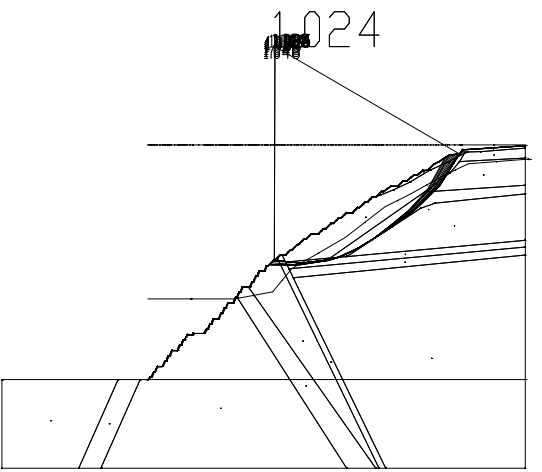
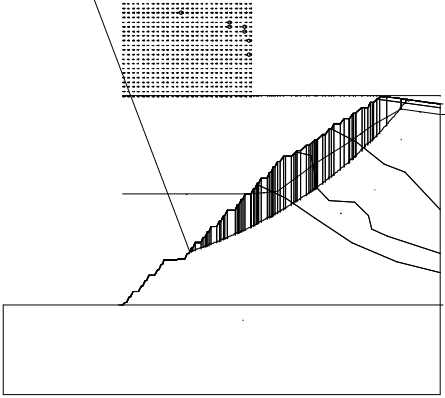
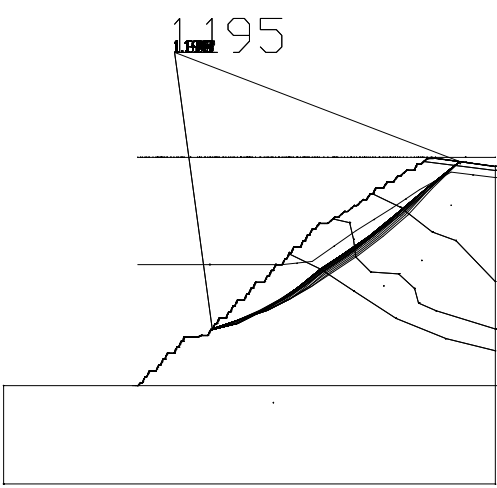
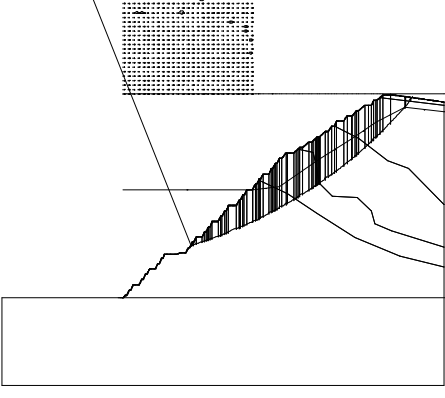
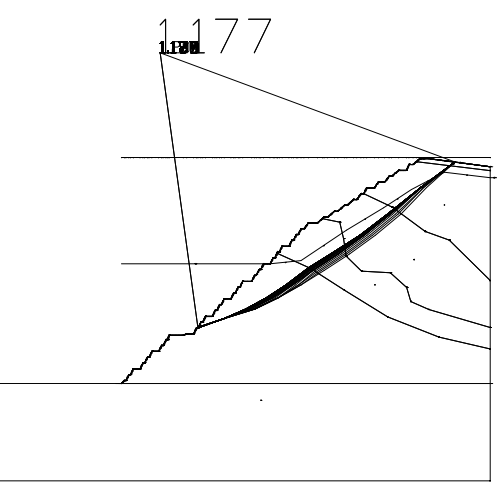
|                                                                                                                                                                     |                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>最不利滑动面:<br/>滑动圆心=(302.099,661.238)(m)<br/>滑动半径=401.420(m)<br/>稳定性系数=0.983</p>  |  <p>稳定性系数=1.095</p>  |
| 荷载组合 II                                                                                                                                                             |                                                                                                        |
|  <p>最不利滑动面:<br/>滑动圆心=(302.099,661.238)(m)<br/>滑动半径=401.420(m)<br/>稳定性系数=0.943</p> |  <p>稳定性系数=1.024</p> |
| 荷载组合 III                                                                                                                                                            |                                                                                                        |
| 毕肖普法                                                                                                                                                                | 余推力法                                                                                                   |

图 3.3-11 III3 设计整体边坡稳定性计算

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>最不利滑动面:<br/>                     滑动圆心=<math>(-171.119, 996.521)(m)</math><br/>                     滑动半径=<math>933.167(m)</math><br/>                     稳定性系数= 1.189</p>   |  <p>稳定性系数= 1.195</p>  |
| 荷载组合 I                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
|  <p>最不利滑动面:<br/>                     滑动圆心=<math>(-181.185, 1017.068)(m)</math><br/>                     滑动半径=<math>955.681(m)</math><br/>                     稳定性系数= 1.173</p> |  <p>稳定性系数= 1.177</p> |
| 荷载组合 II                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                         |

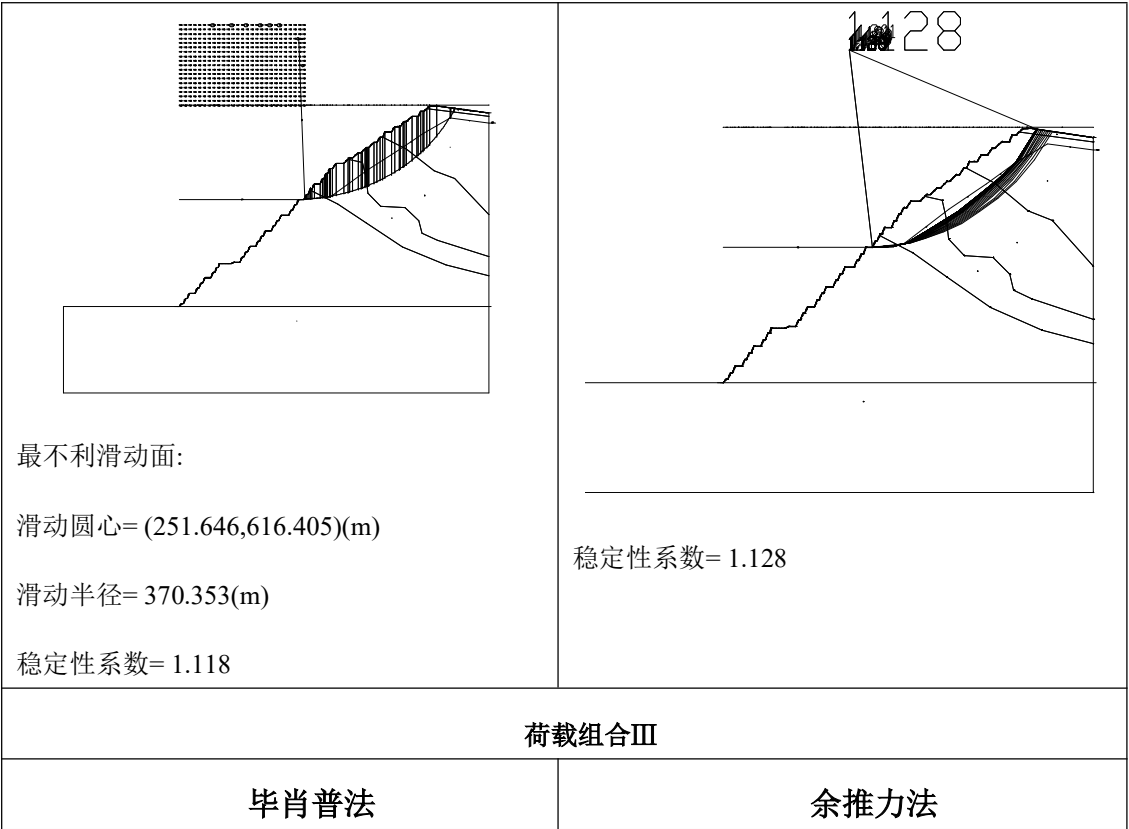
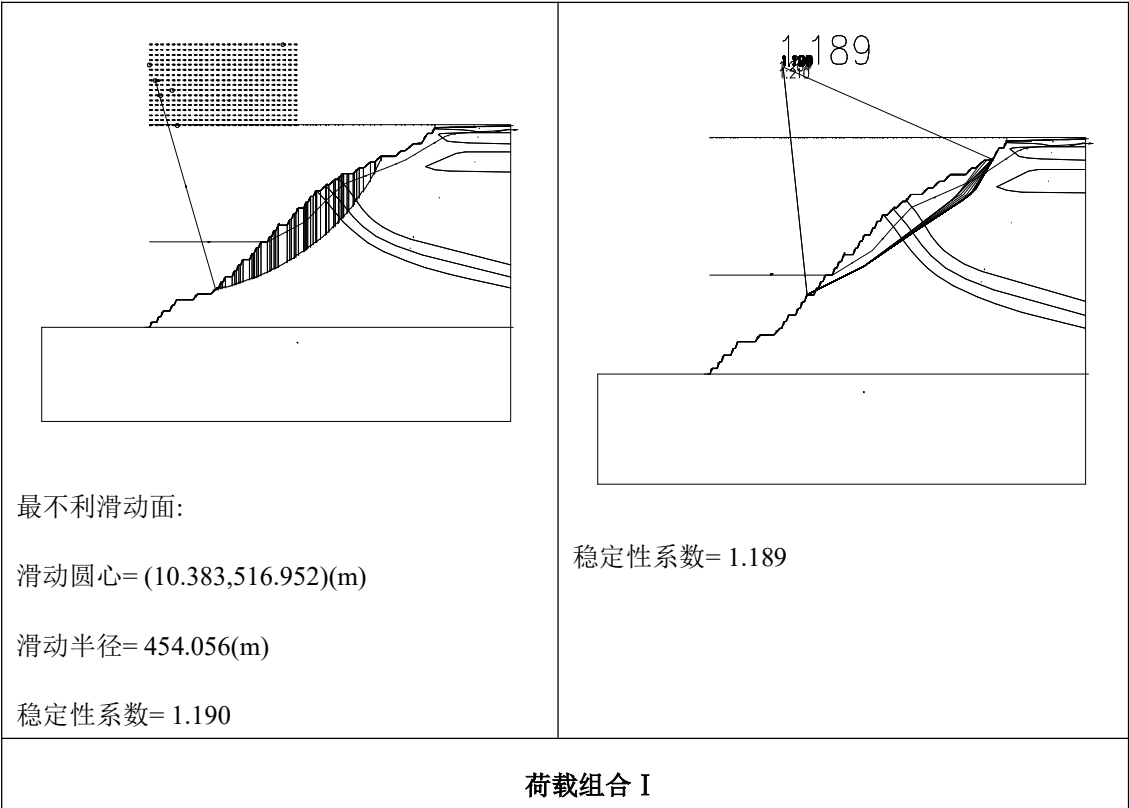


图 3.3-12 IV1 设计整体边坡稳定性计算



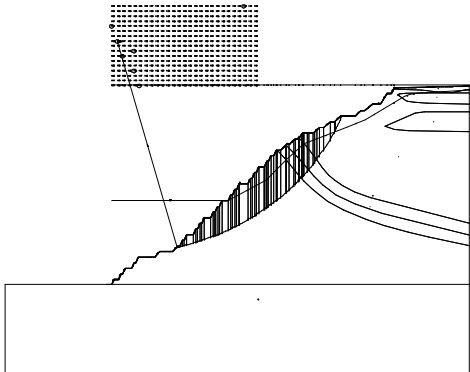
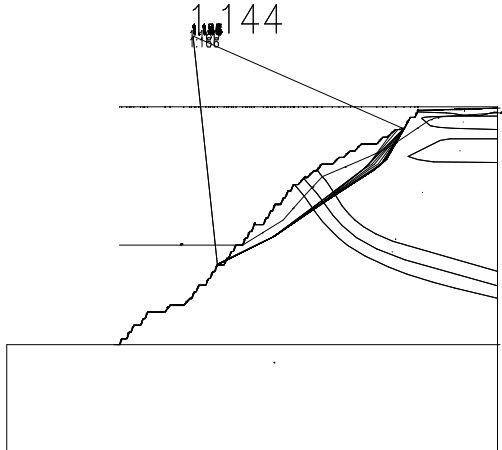
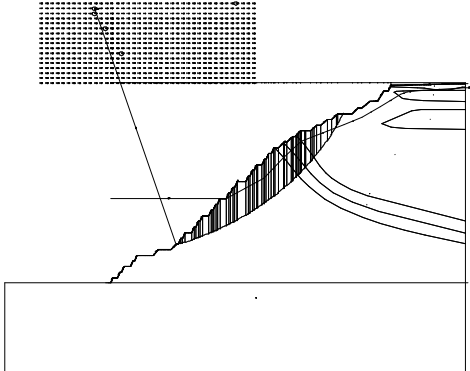
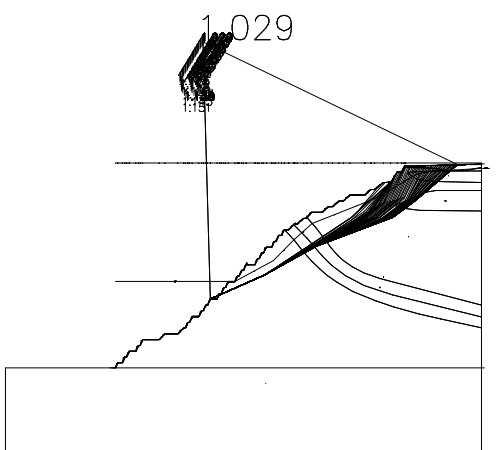
|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |
| 最不利滑动面:<br>滑动圆心=(10.383,516.952)(m)<br>滑动半径= 454.056(m)<br>稳定性系数= 1.174             | 稳定性系数= 1.144                                                                         |
| 荷载组合 II                                                                             |                                                                                      |
|  |  |
| 最不利滑动面:<br>滑动圆心=(-31.150,580.252)(m)<br>滑动半径= 524.448(m)<br>稳定性系数= 1.091            | 稳定性系数= 1.029                                                                         |
| 荷载组合 III                                                                            |                                                                                      |
| 毕肖普法                                                                                | 余推力法                                                                                 |

图 3.3-13 IV2 设计整体边坡稳定性计算

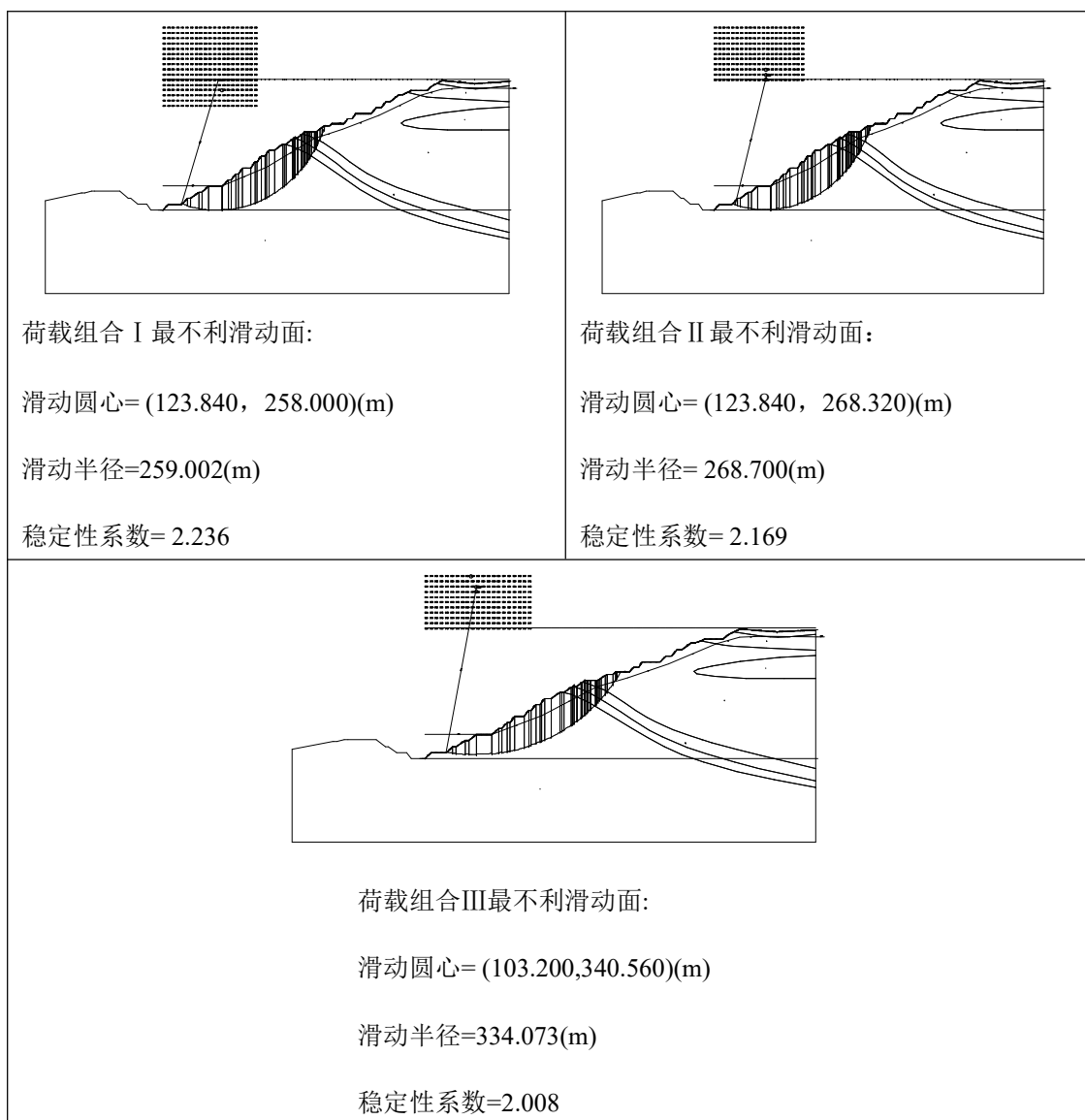


图 3.3-14 IV3 设计边坡整体稳定性计算（毕肖普法）

## (4) 各分区边坡稳定性分析及推荐的边坡角

根据上述计算结果，对各分区的边坡稳定性分析如下：

1) I 区，代表剖面为 I<sub>1</sub> 剖面，设计边坡最大高度 216m，其中冰碛土和强风化辉长岩为 33~74m，其余边坡为强风化~微风化辉长岩，在荷载 I、II、III 作用下，其稳定性系数符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求，但应注意截排水。

2) II 区，代表剖面为 II<sub>1</sub>、II<sub>2</sub>、II<sub>3</sub> 剖面，其中 II-1 区的代表剖面为 II<sub>1</sub> 剖面，II-2 区的代表剖面为 II<sub>2</sub>、II<sub>3</sub> 剖面。II-1 区设计边坡最大高度 340m，其中冰碛土和强风化辉长岩为 72~105m，其余边坡

为强风化～微风化辉长岩，在荷载 I、II、III 作用下，其稳定性系数符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求；II-2 区设计边坡最大高度 426m，其中冰碛土和强风化辉长岩为 72～110m，其余边坡为强风化～微风化辉长岩，可研方案形成的边坡稳定性在旱季水位低时稳定，但稳定性不符合规范要求，在雨季处于临界状态；按照优化推荐的边坡角方案开采到 1380m 水平，稳定性系数有所提高，但边坡稳定系数仍不符合规范要求，如将水位降低到平行坡面深度 40～60m 以下，在荷载 I、II 作用下，边坡稳定性符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求，在荷载 III 作用下，边坡稳定系数符合《冶金矿山采矿设计规范》（GB 50830-2013）规范要求。

3) III 区，代表剖面为 III<sub>1</sub> 和 III<sub>2</sub> 剖面，其中 III-1 区的代表剖面为 III<sub>1</sub> 剖面，III-2 区的代表剖面为 III<sub>2</sub> 剖面。III-1 区冰碛土和强风化辉长岩为 84～261m，其余边坡为强风化～微风化辉长岩，形成的边坡稳定性处于临界状态；按照优化边坡角方案开采到 1380m 水平，稳定性系数有所提高，但边坡稳定系数仍不符合规范要求，如将水位降低到平行坡面深度 47m 以下，在荷载 I、II 作用下，边坡稳定性符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求，在荷载 III 作用下，边坡稳定系数符合《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）规范要求，但不符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求，应采用放坡+局部降水措施提高边坡的稳定性，III-2 区设计边坡最大高度 550m，其中冰碛土、粉砂岩和强风化辉长岩边坡为 120～275m，其余边坡为强风化～微风化辉长岩，形成的边坡不稳；按照优化推荐边坡角方案开采到 1380m 水平，稳定性系数有所提高，但边坡稳定系数仍不符合规范要求，如将水位降低到平行坡面深度 80m 以下，在荷载 I、II 作用下，边坡稳定性符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求，在荷载 III 作用下，边坡稳定系数符合《冶金矿山采矿设计规范》（GB 50830-2013）规范要

求，但不符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求，应采用放坡+局部降水措施提高边坡的稳定性。

4) IV区，代表剖面为IV<sub>1</sub>和IV<sub>2</sub>剖面，其中IV-1区代表剖面为IV1剖面，IV-2区代表剖面为IV2剖面。IV-1区设计边坡最大高度470m，其中冰碛土和强风化辉长岩为107~143m，其余边坡为强风化~微风化辉长岩，形成的边坡稳定性，但不符合规范要求；按照优化推荐边坡角方案开采到1380m水平，稳定性系数有所提高，但边坡稳定系数仍不符合规范要求，如将水位降低到平行坡面深度70m以下，在荷载I、II、III作用下，边坡稳定性符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求，其西部全风化辉长岩厚度大的部分需要采取工程措施。IV-2区设计边坡最大高度418m，其中冰碛土、粉砂岩和强风化辉长岩边坡为61~122m，其余边坡为强风化~微风化辉长岩，形成的边坡稳定，但不符合规范要求；按照优化边坡角方案开采到1380m水平，稳定性系数有所提高，但边坡稳定系数仍不符合规范要求，如将水位降低到平行坡面深度50m以下，在荷载I、II、III作用下，边坡稳定性符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求，该分区的东部风化较严重，局不需要采取护坡和浅层加固措施。

从各分区设计边坡稳定性分析结果和边坡角优化过程可以看出：

除I区和II<sub>1</sub>设计整体边坡稳定性符合规范外，其余分区整体边坡稳定系数均不能满足规范要求，因此需要放缓边坡角或采取工程措施。

地下水对边坡稳定性影响很大，因此降水有助于提高边坡的稳定性，尤其是深层次、大范围降水对提高边坡稳定有很大的帮助。

地震对边坡稳定性影响很大，尤其是高边坡。研究表明：西昌矿业采场边坡在强震区很难达到《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）的要求。由于西昌矿业采场地处强地震区，一旦发生高强度地震，将严重影响矿山安全，为此，该报告在研究综合考虑

各种因素后，推荐采用放坡+局部降水措施提高各分区边坡的稳定性，并初步推荐边坡角组合见表 3.3-9。

表 3.3-9 各分区边坡角组合初步推荐值

| 方 案   | 边坡岩土名称                                                                                           | 分区、坡角组合及使用条件 |      |              |       |       |      |      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|--------------|-------|-------|------|------|
|       |                                                                                                  | I            | II-1 | II-2         | III-1 | III-2 | IV-1 | IV-2 |
| 放坡+降水 | 冰碛土边坡角                                                                                           | 36           | 31   | 29           | 28    | 29    | 36   | 31.0 |
|       | 辉长岩边坡角                                                                                           | 46           | 44   | 41~42        | 41    | 41    | 42.5 | 42.0 |
|       | 最大整体边坡角                                                                                          | 44.2         | 37.2 | 35.7~37.7    | 34.0  | 34.2  | 41.1 | 37.9 |
|       | 平行坡面降水最小深度（m）                                                                                    | 自然降水         | 自然降水 | 土 60<br>岩 60 | 土 50  | 土 80  | 70*  | 50** |
| 说明    | 1. “*” 中风化辉长岩以上降水；“**” 1310m 以上降水；2. 开挖后，局部出现滑坡现象，详细勘察后，参照《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》中第十三章的措施进行加固。 |              |      |              |       |       |      |      |

#### (5) 结论

该报告采用极限平衡理论，对各分区的代表剖面进行了稳定性分析，并进行了优化，得出以下结论：

开采到 1380m 水平时，I 区和 II-1 区边坡在 I、II、III 组合荷载作用下，其稳定性系数符合规范要求；II-2、IV 区稳定，但稳定系数不符合规范要求，II-2 冰碛土边坡还容易出现浅层滑坡；III 区边坡稳定性处于临界状态。

在采取降水措施后，按照优化边坡角方案开采到 1380m 水平，整体边坡在荷载 I、II 的作用下，安全稳定性系数均满足《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规范要求；在荷载 III 的作用下，安全稳定性系数均满足《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）规范的要求；地震对边坡稳定性影响很大，不采取工程措施时，边坡稳定系数很难达到《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）的要求。

地下水对边坡稳定性影响较大，因此降水有助于提高边坡的稳定性，尤其是深层次、大范围降水对提高边坡稳定有很大的帮助。

下一阶段设计单位应依据《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡

稳定性研究报告》提出的建议优化露天开采境界参数。

### 3.3.1.7 露天采场边坡监测分析评价

《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》根据西昌矿业采场边坡勘察报告、稳定性分析、露天矿山生产和地质情况研究了边坡的监测等级和监测项目内容,建议了监测剖面、重点监测区、控制点和监测报警判据。

监测剖面 and 监测点建议布置的位置见图 3.3-15,在设计边坡监测方案时应按《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(AQ2063-2018)、《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014)等规范和实际情况适当调整剖面位置或增设剖面 and 监测点。

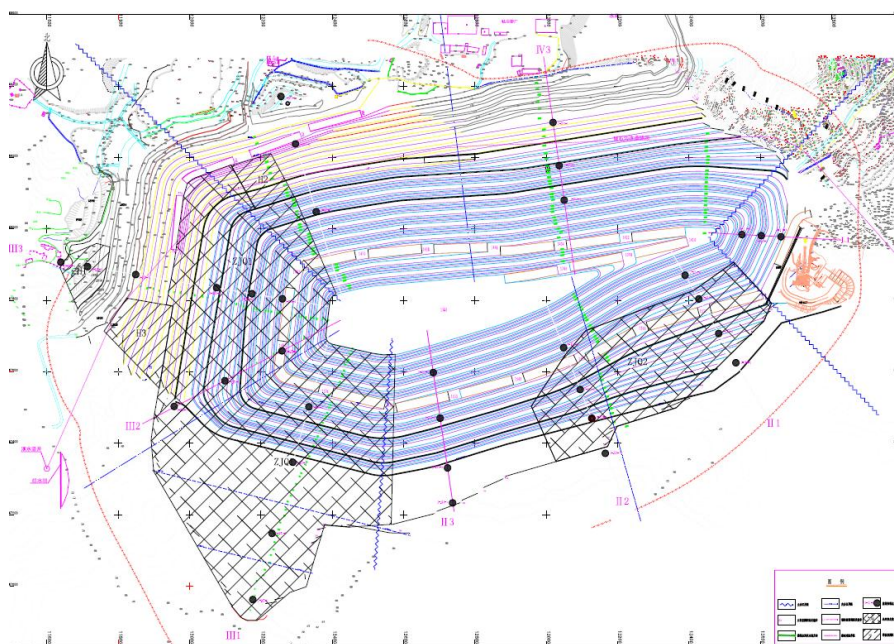


图 3.3-15 露天采场终了边坡控制监测点位置建议平面图

依据该报告可知:终了边坡的 I 区的监测等级为 3 级, II-2 区和 III 区监测定级为 1 级,而 IV 区和 II-1 区的监测等级为 2 级。根据规范《非煤露天矿边坡工程技术规范》的要求和上述分析,西昌矿业采场边坡最高安全监测等级为一级,其监测内容包括变形、应力、振动和水文监测四个方面,根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》规范,各分区需要安全监测的项目和内容见表 3.3-10。

表 3.3-10 西昌矿业采场边坡分区安全监测项目和内容

| 分区                                                                                                                                          | 变形监测         |                      |              |                      |        | 边坡裂缝 |   | 采动应力监测 |   | 爆破震动<br>质点速度 | 水文气象监测 |   |   |   | 视频监控 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------|------|---|--------|---|--------------|--------|---|---|---|------|
|                                                                                                                                             | 表面位移         |                      | 内部位移         |                      | 支护结构变形 |      |   |        |   |              |        |   |   |   |      |
|                                                                                                                                             | 边坡表面<br>常规监测 | 最终边坡表<br>面在位移线<br>监测 | 边坡内部<br>常规监测 | 最终边坡<br>内部位移<br>在线监测 |        |      |   |        |   |              |        |   |   |   |      |
| 小裂缝                                                                                                                                         | 大裂缝          | 边坡                   | 支护结构         |                      |        |      |   |        |   |              |        |   |   |   |      |
| 渗透压<br>力在线                                                                                                                                  | 地表水          | 地下水位                 | 降雨量          |                      |        |      |   |        |   |              |        |   |   |   |      |
| 终了边坡                                                                                                                                        |              |                      |              |                      |        |      |   |        |   |              |        |   |   |   |      |
| I                                                                                                                                           | √            | —                    | ○            | ○                    | ○      | ○    | √ | ○      | ○ | ○            | ○      | — | √ | √ | √    |
| II-1                                                                                                                                        |              | √                    | ○            | ○                    | √      | ○    | √ | √      | √ | √            | √      | — | √ | √ | √    |
| II-2                                                                                                                                        |              | √                    |              | √                    | √      | ○    | √ | √      | √ | √            | √      | √ | √ | √ | √    |
| III-1                                                                                                                                       |              | √                    |              | √                    | √      | ○    | √ | √      | √ | √            | √      | √ | √ | √ | √    |
| III-2                                                                                                                                       |              | √                    |              | √                    | √      | ○    | √ | √      | √ | √            | √      | √ | √ | √ | √    |
| IV-1                                                                                                                                        |              | √                    | ○            | ○                    | √      | ○    | √ | √      | √ | √            | √      | — | √ | √ | √    |
| IV-2                                                                                                                                        |              | √                    | ○            | ○                    | √      | ○    | √ | √      | √ | √            | √      | — | √ | √ | √    |
| 注：（1）“√”为应测，“○”为可测，“×”为不测；“—”未明确的监测指标；（2）大裂缝为长度超过 5m、宽度大于 1cm 且深度大于 2m 的贯通性裂缝；（3）常规监测是指在线监测以外的监测；（4）支护结构是指当有边坡边坡加固工程时才能实施；（5）有在线监测的，删除常规监测。 |              |                      |              |                      |        |      |   |        |   |              |        |   |   |   |      |

爆破振动波在岩土体中衰减可以直接反映边坡岩体质量，因此爆破振动的测试不仅可以防止过大爆破损坏岩体，还可以根据振动波的衰减变化，来预测边坡的稳定性变化，该报告建议除按相关规范要求常规爆破振动测试外，还对滑坡体或风险等级较高的边坡进行重点监测。

《可研报告》未明确各边坡表面位移监测、边坡应力监测、爆破振动监测、地下水位监测、降雨量监测、视频监控等监测要求，下一步设计阶段应根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》、《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》、《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》（矿安〔2023〕119 号）及《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》提出的建议明确边坡监测系统设置情况。

### 3.3.1.8 单元小结

设计中露天矿山开采工艺、边坡参数与所采用的采剥工艺，基本符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）的相关规定。

本单元应注意以下问题：

(1) 下一阶段设计单位应依据《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》提出的建议完善露天开采境界参数。

(2) 下一步设计阶段应根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》、《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》及《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》提出的建议明确边坡监测系统设置情况。

(3) 下一阶段设计应根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》及《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》（矿安〔2023〕119 号）要求，在露天采场边坡布置必要的边坡监测预警设施，企业应加强采场边坡稳定性监测系统的维护工作，定期通过监测数据分析采场的边坡稳定状况。

(4) 本露天边坡土层较厚，局部可能出现垮塌，生产中应加强监测和治理。

(5) 下一阶段设计需明确露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。

(6) 下一阶段设计应对检查频次进行明确，露天采场工作边坡应每季度检查不少于 1 次，运输或者行人的非工作边坡每半年检查不少于 1 次；边坡出现滑坡或者坍塌迹象时，应立即停止受影响区域的生产作业，撤出相关人员和设备，并采取相应的安全措施。

(7) 下一阶段设计应补充现状境界至本次设计终了境界过渡衔接期间的生产安全防护措施。

### 3.3.2 穿孔爆破子单元

#### 3.3.2.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.3-11 穿孔爆破子单元预先危险性分析表

| 危险、有害因素   | 形成事故原因                                                                                                                                                                                                                                                      | 事故后果  | 危险等级 | 对策措施                                                                                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 机械伤害      | 不按规定操作；<br>凿岩机砸、夹、挤伤人，断钎伤人，钻架倾倒，风、水管摆动或飞出伤人。                                                                                                                                                                                                                | 人员受伤  | II   | 严格按照操作规程使用凿岩机；<br>防范断钎伤人。                                                                                                  |
| 火药爆炸及爆破伤害 | 爆破设计、审批不严格；<br>炮孔施工、验收不严格；<br>爆破组织松散，机械不到位；<br>爆破作业场所混乱；<br>炸药控制不严格；<br>爆破器材不合格；<br>爆破作业后检查不到位，没有彻底清理未爆炸的残余炸药，瞎炮处理不当；<br>装药、起爆工艺不合理或违章作业；<br>爆破器材运输过程中，遇到明火、高温、强烈振动或摩擦；<br>炸药、雷管混装、混运；<br>人员没有撤到安全地点就起爆；<br>未圈定爆破警戒或警戒不到位；<br>使用不合格的爆破器材；<br>运输炸药过程中出现意外情况。 | 致残或死亡 | III  | 严格执行爆破设计、审批制度，按设计严格炮孔施工、验收，严格爆破组织及爆破安全管理；<br>严格执行爆破器材检验制度；<br>规范爆破作业场所，加强现场爆破器材安全管理；<br>严格执行《爆破安全规程》；<br>爆破作业人员要 100%持证上岗。 |

#### 3.3.2.2 穿孔爆破安全检查表

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）及《国家安全监管总局

关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一〔2015〕13 号）对本项目穿孔爆破进行安全检查。详见表 3.3-12。

表 3.3-12 穿孔爆破安全检查表

| 序号 | 检查内容                                                                             | 检查依据                                                   | 检查情况                          | 检查结论       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|------------|
| 1  | 露天爆破作业时，应建立避炮掩体，避炮掩体应设在冲击波危险范围之外，结构应坚固紧密；掩体位置和方向应能防止飞石和有害气体的危害；通达避炮掩体的道路不应有任何障碍。 | 《爆破安全规程》（GB6722-2014）第 7.1.1 条                         | 可研未明确在爆破危险区内设置避炮棚、爆破警报器等安全设施。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 2  | 扩壶爆破（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）；                                                     | 国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知安监总管一〔2015〕13 号 | 设计采用中深孔爆破。                    | 符合要求       |
| 3  | 掏底崩落、掏挖开采、不分层的“一面墙”开采（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）；                                    |                                                        | 设计采用分台阶开采，台阶高度 12m。           | 符合要求       |
| 4  | 使用爆破方式对大块矿岩进行二次破碎（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）；                                        |                                                        | 二次破碎采用液压挖掘机配备破碎锤。             | 符合要求       |
| 5  | 无稳压装置的中深孔凿岩设备（金属非金属露天矿山自发布之日起一年后禁止使用）；                                           |                                                        | 可研未明确。                        | 下一阶段设计中需完善 |
| 6  | 集中铲装作业时人工装卸矿岩（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用，地下矿山自发布之日起一年半后禁止使用）；                         |                                                        | 采用液压挖掘机和轮式装载机进行铲装作业。          | 符合要求       |
| 7  | 未安装捕尘装置的干式凿岩作业（金属非金属地下矿山自发布之日起立即禁止使用，露天矿山自发布之日起半年后禁止使用）；                         |                                                        | 采用潜孔钻进行穿孔作业。                  | 符合要求       |
| 8  | 主要无轨运输巷道及露天采场采用人力或畜力运输矿岩（金属非金属地下矿山及露天矿山自发布之日起一年后禁止使用）；                           |                                                        | 采用汽车运输矿岩到破碎站。                 | 符合要求       |

### 3.3.2.3 爆破振动效应评价

爆破过程中，由于炸药的多余能量不可避免会转换变为振动波，从爆源以波的形式向外层工作介质传播，最后传播到对象表面，从而产生负面效应的爆破振动。在爆破区域的特定范围中，当爆破振动超过一定限度时，会对周围建（构）筑物与工程设施等造成破坏。

因此，在实际工程中，应通过采取多种综合措施来控制爆破效应，减少一次爆破的振动规模及危害，选择最佳爆破工作参数来保障建（构）筑物和运行设备的安全。

### （1）爆破振动安全允许距离计算

爆破振动安全允许距离，按如下公式进行计算：

$$R = \left(\frac{K}{V}\right)^{\frac{1}{\alpha}} Q^{\frac{1}{3}}$$

式中：R—爆破振动安全允许距离，m；

Q—炸药量，齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量，kg；

V—保护对象所在地安全允许质点振速，cm/s；

K， $\alpha$ —与爆破点至保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数，根据经验，K 取 200， $\alpha$ 取 1.6。

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014)第 3.0.13 条规定，靠帮边坡质点振动速度应小于 24cm/s。

根据上述计算公式计算结果见表 3.3-13。

表 3.3-13 爆破振动安全允许距离计算表

| 序号 | 建构筑物名称 | 安全允许质点振速 (cm/s) | K   | $\alpha$ | 最大单段药量 (kg) | 爆破振动安全允许距离 (m) |
|----|--------|-----------------|-----|----------|-------------|----------------|
| 1  | 岩石边坡   | 24              | 200 | 1.6      | 375         | 27.13          |
| 2  | 工业场区   | 4               | 200 | 1.6      | 375         | 83.15          |
| 3  | 一般民用建筑 | 2.5             | 200 | 1.6      | 375         | 111.54         |

《可研报告》未给出单段爆破药量，根据西昌矿业开采经验，矿山一次爆破最大单段药量按 375kg 进行计算，由表 3.3-13 看出，矿山正常爆破对岩石边坡的振动影响安全距离是 27.13m，对工业场区的振动影响距离是 83.15m，对一般民用建筑振动影响安全距离是 111.54m，西昌矿业现有粗破碎站、居民建筑、局部西大公路等设施均在爆破警戒范围内，下一步设计中应对爆破警戒线内的设施安全

防护情况进行明确。

## （2）爆破飞石安全距离

爆破飞石的安全距离与爆破控制方式有关。《爆破安全规程》（GB6722-2014）对爆破时个别飞散物对人员的安全距离的规定，见表 3.3-14。

表 3.3-14 个别爆破飞散物安全距离表

| 爆破类型和方法                      |          | 最小安全允许距离（m）                   |
|------------------------------|----------|-------------------------------|
| 露天岩土<br>爆破                   | 浅孔爆破法破大块 | 300                           |
|                              | 浅孔台阶爆破   | 200（复杂地质条件下或未形成台阶工作面时不小于 300） |
|                              | 深孔台阶爆破   | 按设计，但不小于 200                  |
|                              | 硐室爆破     | 按设计，但不小于 300                  |
| 沿山坡爆破时，下坡方向的飞石安全允许距离应增大 50%。 |          |                               |

本项目采用深孔台阶爆破，设计太和铁矿露天采场正常台阶采剥爆破安全警戒区域界线按 200m 圈定，由于露天开采最终境界北侧、东侧均为下坡方向，建议下一阶段设计沿山坡爆破时，下坡方向的飞石安全允许距离应增大 50%。企业进行爆破作业时，应设置警戒，撤出危险区域的人员、设备，或采取防飞石伤害的措施。

### 3.3.2.4 单元小结

设计采用深孔爆破，总体符合《爆破安全规程》（GB6722-2014）的相关要求。

#### 本单元应注意以下问题：

（1）粗破碎站、西大公路部分路段及民房位于最终开采境界爆破警戒线范围以内，下一步设计阶段应对最终开采境界爆破警戒线范围内的设施安全防护情况进行明确。

（2）由于露天开采最终境界北侧、东侧均为下坡方向，建议下一阶段设计沿山坡爆破时，下坡方向的飞石安全允许距离应增大 50%，按照 300m 爆破警戒范围进行圈定。

（3）建议下一阶段设计应明确每次爆破的总药量、最大单段药量等关键爆破参数，并对爆破振动允许的安全距离及爆破飞石安全

距离进行计算。

(4) 建议企业开展爆破振动测试，持续优化爆破设计。

### 3.3.3 铲装子单元

#### 3.3.3.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.3-15 铲装子单元预先危险性分析表

| 危险、有害因素 | 形成事故原因                                                                                                                 | 事故后果          | 危险等级 | 对策措施                                                                                                                                                       |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 物体打击    | 铲装作业时铲斗下方有人，矿岩掉落；<br>边坡上浮石未清理干净；<br>未佩戴劳保用品或佩戴劳保用品不规范；<br>滚石伤人。                                                        | 人员伤亡<br>设备损坏  | II   | 铲装作业时铲斗下方禁止有人，严格控制满斗率；<br>禁止在边坡下坐卧、停留；<br>加强安全教育，按照规程操作；<br>坚持工作前对工作面的安全处理，加强个人防护措施，注意滚石伤人。                                                                |
| 机械伤害    | 设备质量不合格或缺乏检修维护；<br>规程缺乏或未执行规程；<br>操作失误。                                                                                | 人员伤亡          | II   | 加强设备检修维护；<br>制定各种安全操作规程，并严格执行。                                                                                                                             |
| 触电      | 电缆被损坏，导致漏电；<br>使用电气设备绝缘老化；<br>电气设备缺少漏电保护等防护装置；<br>不执行停送电制度；<br>缺乏安全警示标志；<br>作业无人监护；<br>安全装置失效；<br>个人防护措施不全；<br>其他违章操作。 | 人员伤亡、<br>设备损坏 | II   | 对用电设备电缆采取保护措施，防止爆破、滚石、车辆对其造成损坏；<br>严格执行操作规程；<br>电气设备采用保护接地；<br>设置当心触电的警示标志；<br>在断电的线路上作业时，该线路的电源开关把手必须悬挂警示牌；<br>电气设备可能被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志；<br>定期检查电气线路及设备。 |

#### 3.3.3.2 铲装安全检查表

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）对本项目铲装作业进行安全检查。详见表 3.3-16。

表 3.3-16 铲装作业安全检查表

| 序号 | 检查内容                                                                                      | 检查依据                                           | 设计情况   | 检查结论       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|------------|
| 1  | 自卸汽车装载应遵守如下规定：<br>——停在铲装设备回转范围 0.5m 以外；<br>——驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外；<br>——不在装载时检查、维护车辆。 | 《金属非金属矿山安全规程》<br>（GB16423-2020）<br>第 5.4.2.2 条 | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |

| 序号 | 检查内容                                                                                                      | 检查依据                                            | 设计情况   | 检查结论       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|------------|
| 2  | 铲装设备工作应遵守下列规定：<br>——悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留；<br>——铲斗不应从车辆驾驶室上方通过；<br>——人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留；<br>——不应调整电铲起重臂。 | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.2.3.4 条  | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 3  | 多台铲装设备在同一平台上作业时，铲装设备间距应符合下列规定：<br>——汽车运输：不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。                                       | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.2.3.5 条  | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 4  | 上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。                                          | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.2.3.6 条  | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 5  | 铲装时铲斗不应压、碰运输设备；铲斗卸载时，铲斗下沿与运输设备上沿高差不大于 0.5m；不应用铲斗处理车箱粘结物。                                                  | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.2.3.7 条  | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 6  | 发现悬浮岩块或崩塌征兆时，应立即停止铲装作业，并将设备转移至安全地带。                                                                       | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.2.3.8 条  | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 7  | 铲装设备行走应遵守下列规定：<br>——应在作业平台的稳定范围内行走；<br>——上、下坡时铲斗应下放并与地面保持适当距离。                                            | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.2.3.10 条 | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |

### 3.3.3.3 陡帮作业安全符合性评价

陡帮开采因工作帮高差大，坡角较陡，分期开采扩帮过渡期间，采场同时存在上部扩帮区和下部正常采剥区的作业局面，上部扩帮区爆破时滚石将直接影响下部正常采剥区安全生产，因此要特别注意滚石危及人员和设备的安全，设计在第一条带边帮上每隔 60m 高度设一截滚石平台，其宽度平均为 20m，其余每个平台宽度为 15m。爆破时采取微差挤压爆破，减少旁冲滚石量。将上下两个作业区在平面位置上错开布置，设立专职人员加强生产安全管理，协调上、

下采场生产关系，随时查看不安全地段情况，遇有险情，及时通告下部生产人员以防事故发生，满足相关要求。

### 3.3.3.4 单元小结

可研中对铲装运输方式进行了简单设计，需在下一阶段的设计中完善相关安全措施。

#### 本单元应注意以下问题：

(1) 下一阶段设计应明确自卸汽车装载及铲装设备工作应遵守的相关规定，不在装载时检查、维护车辆；铲斗不应从车辆驾驶室上方通过；人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留。

(2) 下一阶段设计需说明多台铲装设备在同一平台上作业时，铲装设备间距应不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。

(3) 下一阶段设计需完善上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。

## 3.4 矿山供配电设施单元

### 3.4.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.4-1 矿山供配电设施预先危险性分析表

| 危险、有害因素 | 形成事故原因                                                                                                                   | 事故后果      | 危险等级 | 对策措施                                                                                                                                                                                  |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 机械伤害    | 操作不熟练；操作地点不安全；作业前安全检查、处理不到位；防护装置（罩）不全。                                                                                   | 人员伤害      | II   | 严格执行操作规程；加强个人防护措施；完善配备机械安全防护装置。                                                                                                                                                       |
| 触电      | 电器设计、选型不合理、安装存在缺陷或运行时短路、漏电等导致过热及雷电放电产生的电弧、静电火花而引起电器火花；工作面潮湿；使用电气设备绝缘老化；电气设备缺少漏电保护等防护装置；不执行停送电制度；缺乏安全警示标志；作业无人监护；不使用安全电压； | 人员伤亡、设备损坏 | II   | 严格执行操作规程；加强个人防护措施；合理设计、选择电气设备，严格按照施工图和规范进行设备安装、调试；电气设备采用保护接地；变压器周围设围栏，配电室铺设供工作人员检查的绝缘地毯；配电室配备绝缘靴、绝缘手套、绝缘杆等绝缘设备，门窗加防护网；高压设备附近悬挂防止触电的警告牌；在断电的线路上作业时，该线路的电源开关把手必须悬挂警示牌，只有执行这项工作的人员才有权取下； |

| 危险、有害因素 | 形成事故原因                                                                                                                                      | 事故后果        | 危险等级 | 对策措施                                                                                                                                                      |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | 安全装置失效；<br>个人防护措施不全；<br>其他违章操作。                                                                                                             |             |      | 电气设备可能被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志；<br>定期检查电气线路及设备；<br>电气工作人员 100%持证上岗。                                                                                            |
| 雷击      | 主要建构筑物无防雷击设施；<br>电气设备、线路，未设有可靠的防雷、接地装置；<br>未定期进行全面检查和监测导致防雷设施失效；<br>违章作业，未穿戴劳动防护用品。                                                         | 人员伤亡        | II   | 在变配电室、高大建筑附近安装避雷针或避雷器，定期检查、监测。                                                                                                                            |
| 火灾      | 电弧、电火花、杂散电流；<br>保险丝（片）选用不当；<br>开关及配电箱内油料着火；<br>机械作用（包括摩擦、振动冲击等）所引起；<br>绝缘、保护装置未检查，未维护；<br>装置失效；<br>未设置消防灭火设施；<br>供电线路短路、过载等引起火灾；<br>其他违章操作。 | 人员伤亡、设备设施损坏 | II   | 严格执行操作规程；<br>树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理；<br>加强个人防护措施；<br>加强安全管理；<br>电气设备采用保护接地；<br>电网设施漏电、触电、过流、短路保护装置；<br>配电室、发电机房、电气设备工作室配置消防灭火设施；<br>加强电气设备及其线路的检查、维护。 |
| 中毒窒息    | 设备质量不合格；<br>电气设备未检查、未维护，缺乏检修，造成设备故障。                                                                                                        | 设备设施损坏、人员伤亡 | II   | 必须选用具有国家安全认证标志的电气设备；<br>加强电气设备及其线路的检查、维护。                                                                                                                 |

### 3.4.2 矿山供配电安全检查表

根据《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）对本项目供配电系统进行检查分析，见表 3.4-2。

表 3.4-2 矿山供配电安全检查表

| 序号 | 检查内容                                                                                                                | 检查依据                                      | 设计情况                            | 检查结论       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|------------|
| 1  | 矿山电力负荷应划分为一级负荷、二级负荷和三级负荷，负荷划分应符合下列规定：下列情况应划分为二级负荷：1)大型矿山中除一级负荷外与矿物开采、运输、提升、加工及外运直接有关的单台设备或互相关联的成组设备；2)没有携带式照明灯具的井下固 | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 3.0.1 条 | 可研未明确本次露天采矿系统中生产用电设备及辅助设备的负荷等级。 | 下一阶段设计中需完善 |

| 序号 | 检查内容                                                                                                                                                                                    | 检查依据                                      | 设计情况                                                                                                                                                                                                  | 检查结论       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|    | 定照明设备，或地面一级负荷、大型矿山二级负荷工作场所用于确保正常活动继续进行的应急照明设备；3）矿井通信和安全监控装置的电源设备；4）大型露天矿的疏干排水泵；5）铁路车站的信号电源设备；6）根据国家现行有关标准规定应视为二级负荷的其他设备。                                                                |                                           |                                                                                                                                                                                                       |            |
| 2  | 矿山供电电源和电源线路应符合下列规定：1.有一级负荷的矿山应由双重电源供电；当一电源中断供电，另一电源不应同时受到损坏，且电源容量应至少保证矿山全部一级负荷电力需求，并宜满足矿山二级负荷电力需求。2.大、中型矿山宜由两回电源线路供电；两回电源线路中的任一回中断供电时，另一回电源线路应保证供给全部一、二级负荷电力需求。3.无一级负荷的小型矿山，可由一回电源线路供电。 | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 3.0.3 条 | 根据可研，采场变电所电源从 110kV 总降 6kV 配电回路引两路 6kV 架空线路至露天采场，以环形一横架线方式向采场内高压设备和移动变电所供电。采场内设有四套移动变电所供采场低压用电和照明。                                                                                                    | 符合要求       |
| 3  | 矿山地面主变电所的主变压器台数确定，应符合下列规定：1.大、中型矿山工程宜采用 2 台及以上；2.矿山一级负荷的两个电源均需经主变压器变压时，应采用 2 台及以上；3.无一级负荷的小型矿山工程可采用 1 台。                                                                                | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 3.0.7 条 | 根据可研，采场新建 PCO <sub>3</sub> 、PCO <sub>4</sub> 、PCO <sub>5</sub> 驱动站变电所，分别内设一台 100kVA 变压器，向采场 PCO <sub>3</sub> 、PCO <sub>4</sub> 、PCO <sub>5</sub> 驱动站供配电，其电源由 110kV 总降 10kV 配电回路至破碎变电所的 10kV 架空线路梯接而来。 | 符合要求       |
| 4  | 矿山地面主变电所的主变压器为 2 台及以上时，其中 1 台停止运行，其余变压器容量应能保证一级和二级负荷的供电。地面主变电所的主变压器为 1 台时，宜预留矿山全部负荷 15%~25%的裕量。                                                                                         | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 3.0.8 条 | 可研未针对该条款的相关内容进行说明。                                                                                                                                                                                    | 下一阶段设计中需完善 |
| 5  | 采矿场的供电线路不宜少于两回路；两班生产的采矿场或小型采矿场可采用一回路。排废场的供电线路可采用一回路。当采用两回路供电的线路时，每回路的供电能力不应小于全部负荷的                                                                                                      | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 5.0.1 条 | 根据可研，采场变电所电源从 110kV 总降 6kV 配电回路引两路 6kV 架空线路至露天采场，以环形一横架线方                                                                                                                                             | 符合要求       |

| 序号 | 检查内容                                                                                                                                                                                         | 检查依据                                       | 设计情况                                                                                 | 检查结论       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|    | 70%。当采用三回路供电线路时，每回路的供电能力不应小于全部负荷的 50%。                                                                                                                                                       |                                            | 式向采场内高压设备和移动变电所供电。采场内设有四套移动变电所供采场低压用电和照明。                                            |            |
| 6  | 采矿场和排废场低压电力网的配电电压，可采用 660V、380V 或 220/380V。手持式电气设备的电压，不得大于 220V。<br>照明宜采用 220V 或 220/380V，行灯电压不应大于 36V。                                                                                      | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 5.0.13 条 | 根据可研，露天采矿场内低压动力设备电压为 AC380V，中性点绝缘系统；照明电压为 AC220V；检修照明电压为 AC36V。                      | 符合要求       |
| 7  | 主接地极的设置应符合下列规定：<br>1.采矿场的主接地极不应少于 2 组，排废场主接地极可设 1 组；<br>2.主接地极宜设在供电线路附近或其它土壤电阻率低的地方；<br>3.有 2 组及以上主接地极时，当任一组主接地极断开后，在架空接地线上任一点所测得的对地电阻值不应大于 $4\Omega$ ，移动式设备与架空接地线之间的接地线电阻值，不应大于 $1\Omega$ 。 | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 5.0.14 条 | 设计地面低压系统为中性点直接接地 TN-S 系统，接地电阻不大于 4 欧姆；变压器中性点接地电阻值小于或等于 $4\Omega$ 。可研未明确采矿场主接地极不少于两处。 | 下一阶段设计中需完善 |
| 8  | 采矿场的架空供电线路上装设避雷装置的地点，应符合下列规定：<br>1.采矿场配电线路与横跨线或纵架线的连接处；<br>2.多雷地区矿山的高压电气设备与横跨线或纵架线的连接处；<br>3.排废场高压电气设备与架空线的连接处。                                                                              | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 5.0.19 条 | 根据可研，采场高压接电点、变压器和进入采场的 6kV 架空线路与分支线连接处，均采用阀型避雷器保护，采场变压器低压侧中性线上装设击穿保护器。               | 符合要求       |
| 9  | 夜间工作的采矿场和排废场，在下列地点应设置照明：<br>1.凿岩机、移动式或固定式空气压缩机和水泵的工作地点；<br>2.斜坡卷扬机道、人行梯和人行道；<br>3.汽车运输的装卸车处、人工装卸车地点的排废场、卸车线；<br>4.调车站、会让站。                                                                   | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 5.0.20 条 | 根据可研，露天采矿场废石场采用高压钠灯并配合投光灯，矿区道路采用高压钠灯；有防火防爆要求的场所采用防爆隔爆安全型灯具照明。                        | 符合要求       |

| 序号 | 检查内容                                          | 检查依据                                      | 设计情况   | 检查结论       |
|----|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|------------|
| 10 | 向井下或露天矿采矿场和排废场供电的 6kV 或 10kV 系统不得采用中性点直接接地方式。 | 《矿山电力设计标准》<br>(GB50070-2020)<br>第 3.0.9 条 | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |

### 3.4.3 单元小结

可研对供配电方案及防雷设施作了设计描述，总体符合《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）等标准规范的要求。

下一阶段设计中需完善的问题有：

- (1) 下一阶段设计应明确本次露天采矿系统中生产用电设备及辅助设备的负荷等级。
- (2) 采矿场属于有淹没危险环境采矿场，排水泵应由双重电源供电。两回路供电线路中，当任一回路停止供电时其余回路的供电能力应能承担最大排水负荷。
- (3) 建议移动变电所及采场高压设备的高压接电点采用具有短路保护和单相接地保护功能的高压真空断路器设备。
- (4) 可研未对露天采场主接地极的设置情况进行说明，下一阶段设计中需完善。
- (5) 可研未对向露天采矿供电系统的接地方式进行说明，下一阶段设计中需完善。
- (6) 建议下一阶段设计明确移动照明设备电压。

## 3.5 防排水单元

### 3.5.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.5-1 防排水单元预先危险性分析表

| 危险、有害因素         | 触发事件                         | 形成事故原因                     | 事故模式        | 事故后果      | 危险等级 | 对策措施                                         |
|-----------------|------------------------------|----------------------------|-------------|-----------|------|----------------------------------------------|
| 滚石<br>滑坡<br>泥石流 | 雨季突遇暴雨，雨水冲刷坡面有可能引发滚石、滑坡、泥石流等 | 采场上部、工作平台上无截、排水沟；未定期清理排水沟。 | 滚石塌翻<br>泥石流 | 人员伤亡、设备损坏 | II   | 在采场顶部、工作台阶道路内侧开挖截、排水沟；<br>在雨季来临之前和雨季过后，对采场边坡 |

| 危险、有害因素 | 触发事件     | 形成事故原因                                      | 事故模式 | 事故后果      | 危险等级 | 对策措施                                                          |
|---------|----------|---------------------------------------------|------|-----------|------|---------------------------------------------------------------|
|         | 地质灾害。    |                                             |      |           |      | 进行安全检查，发现孤石、浮土及时清理。                                           |
| 水灾、透水   | 突遇暴雨、涌水。 | 采场上部、工作平台上无截、排水沟；防排水设施不完备或失效；未进行探防水，与含水层贯通。 | 水灾   | 人员伤亡、设备损坏 | II   | 在采场顶部、工作台阶道路里侧开挖截、排水沟；对防排水设施定期维护；施工过程中提前进行探放水。                |
| 淹溺      | 雨季突遇暴雨。  | 凹陷露天采场无机械排水设施或其他自流排水设施失效，集水坑积水严重。           | 淹溺   | 人员伤亡      | II   | 设置排水机构；制定排水制度及规程；在凹陷露天矿坑底部设置机械排水设施或采用其他可靠的自流排水方式，并定期检查排水设施设备。 |

### 3.5.2 防排水安全检查表

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）中的相关要求，对本项目防排水系统进行符合性评价，见表 3.5-2。

表 3.5-2 防排水安全检查表

| 序号 | 检查内容                                                                   | 检查依据                                   | 设计情况                                                                                                                                     | 检查结论       |
|----|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1  | 露天矿山应建立水文地质资料档案；有洪水或地下水威胁的应设置防、排水机构；水文地质条件复杂或有洪水淹没危险的应配备专职水文地质人员。      | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.7.1.1 条 | 可研未明确。                                                                                                                                   | 下一阶段设计中需完善 |
| 2  | 露天采场的总出入沟口、平硐口、排水口和工业场地应不受洪水威胁。                                        | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.7.1.2 条 | 根据可研，露天采场的总出入沟、排水口和工业场地不受洪水威胁。                                                                                                           | 符合要求       |
| 3  | 露天矿山应采取下列措施保证采场安全：<br>——在采场边坡台阶设置排水沟；<br>——地下水影响露天采场的安全生产时，应采取疏干等防治措施。 | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.7.1.3 条 | 根据可研：<br>1.露天采场封闭圈标高 1578m 台阶以上大气降水迳流量经设在 1698m 和 1590m 台阶的截水沟排出采场外，1590m 台阶标高无法排出 1578m 标高大气径流量。<br>2.封闭圈 1578m 台阶以下的采场汇水汇集到最低开采阶段的集水坑， | 下一阶段设计中需完善 |

| 序号 | 检查内容                                                                                                                                                                                                           | 检查依据                                           | 设计情况                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 检查结论       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                |                                                | 经移动泵站排出。采场每延深一个水平，将泵站下移一次。                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |
| 4  | 露天矿山应按照下列要求建立防排水系统：<br>——不具备自然外排条件的山坡露天矿，境界外应设截水沟排水；<br>——凹陷露天坑应设机械排水或自流排水设施；<br>——遇设计防洪频率的暴雨时，最低台阶淹没时间不应超过 7 天，淹没前应撤出人员和重要设备。                                                                                 | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)<br>第 5.7.1.4 条 | 根据可研：<br>1.露天采场封闭圈标高 1578m 台阶以上大气降水迳流量经设在 1698m 和 1590m 台阶的截水沟排出采场外，1590m 台阶标高无法排出 1578m 标高大气径流量。<br>2.凹陷采场内设移动式排水泵站，随采场的降深移设，配置 4 台 WQ400-50-110kW 型潜水泵，水泵参数：Q=400m <sup>3</sup> /h，H=50m，配套电机 110kW/台。<br>3. 根据可研提供的单日最大暴雨量计算可知，最低台阶淹没时间未超过 7 天。                                             | 下一阶段设计中需完善 |
| 5  | 机械排水设施应符合下列规定：<br>——应设工作水泵和备用水泵；工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量，全部水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。<br>——应设工作排水管路和备用排水管路。工作排水管路应能配合工作水泵在 20h 内排出一昼夜正常涌水量；全部排水管路应能配合工作水泵和备用水泵在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。任意一条排水管路检修时，其他排水管路应能完成正常排水任务。 | 《金属非金属矿山安全规程》<br>(GB16423-2020)第 5.7.1.5 条     | 可研根据矿山排水能力及标准选用 4 台 WQ400-50-110kW 型潜水泵，水泵参数：Q=400m <sup>3</sup> /h，H=50m，配套电机 110kW/台。正常涌水时 1 台泵工作，；20 年一遇暴雨时 3 台泵同时工作，1 台备用。排水管选用 4 根 $\phi 200 \times 10$ 的高分子管道，正常排水时 2 条工作，另外 2 条备用，最大水量排水时 4 条同时使用。集水坑尺寸：长 $\times$ 宽 $\times$ 高=20m $\times$ 15m $\times$ 5m，有效集水容积 750m <sup>3</sup> 。 | 符合要求       |

### 3.5.3 防排水系统的可靠性评价

根据可研，露天采场封闭圈标高 1578m 台阶以上大气降水迳流量经设在 1698m 和 1590m 台阶的截水沟排出采场外，1590m 台阶截水沟无法排出 1578m-1590m 标高大气径流量，下一阶段设计应重新校核封闭圈标高 1578m 台阶以上汇水面积及暴雨径流量，并对排洪

系统重新进行设计，明确截洪沟的标高及尺寸。

可研报告中露天采场正常涌水量及二十年一遇暴雨不同历时采场总水量计算不符合《矿坑涌水量预测计算规程》(DZ / T0342-2020) 的规定，下一阶段设计应按照规程要求计算正常涌水量和最大排水量。

可研报告中 35.36 小时内排出 24 小时 5%暴雨频率时的涌水量不符合《金属非金属矿山安全规程》规定的工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量，全部水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量，下一阶段设计应按照规程要求对排洪系统重新进行设计，明确采场内排水设施的型号及排水系统的设置情况。

#### **3.5.4 单元小结**

可研中对本项目采场、工业场地均设置了防排水系统，总体能够满足安全要求。

**本单元应注意以下问题：**

- (1) 本项目为大型矿山，建议企业建立水文地质资料档案。
- (2) 下一阶段设计应重新校核封闭圈标高 1578m 台阶以上汇水面积及暴雨径流量，并对排洪系统重新进行设计，明确截洪沟的标高及尺寸。
- (3) 下一阶段设计应按照规程要求计算正常涌水量和最大排水量，工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量，全部水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。
- (4) 下一阶段设计应按照规程要求对排洪系统重新进行设计，明确采场内排水设施的型号及排水系统的设置情况。
- (5) 下一阶段设计中需对防洪标准进行明确。

### **3.6 排土场单元**

#### **3.6.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）**

表 3.6-1 排土场预先危险性分析表

| 危险因素   | 形成事故原因                                                                            | 事故后果           | 危险等级   | 对策措施                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|------------------------------------------------------------------------|
| 滑坡、泥石流 | 边坡坡度过陡、排水设施不满足排水要求等；<br>施工质量不合格；<br>排水设施损坏；<br>将岩、土分层交替堆置；<br>安全管理责任制、安全作业规程等的欠缺。 | 人员伤亡、设施破坏、设备损坏 | II-III | 严格按照设计进行排土作业；<br>加强管理，定期进行隐患排查。                                        |
| 滚石     | 人员进入装载平台下方危险区域；安全平台宽度不足；无防滚石措施。                                                   | 人员伤亡           | II     | 设置安全警示标志，不得进入危险区域；<br>留有足够的安全平台宽度；<br>设置防滚石挡墙。                         |
| 车辆伤害   | 管理不善、车辆混乱行驶；<br>无关人员进入作业场地；<br>装载平台无车挡或车挡失效；<br>无证驾驶；<br>酒后驾驶、疲劳驾驶。               | 人员伤亡、设备损坏      | II     | 加强安全教育和管理，严禁酒后驾驶；<br>设置安全警示标志；<br>定期对车辆进行检查和保养；<br>无关人员不得入场。           |
| 高处坠落   | 无安全护栏；<br>边坡松散不稳；<br>人员靠近边坡眉线。                                                    | 人员伤亡           | II     | 装载转运过程中加强管理，无关人员不得进入排土场；<br>作业人员不得靠近眉线；<br>设置安全警示标志；<br>加强边坡检查，排除松散边坡。 |

## 3.6.2 排土场安全检查表

依据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）、《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）对排土场进行检查分析，见表 3.6-2。

表 3.6-2 排土场安全检查表

| 序号 | 检查内容                                 | 检查依据                                   | 设计情况                                     | 检查结论       |
|----|--------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|------------|
| 1  | 排土场不应受洪水威胁或者由于上游汇水造成滑坡、塌方、泥石流等灾害。    | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1.1 条 | 排土场上游为小麻柳尾矿库，可能会由于库内漫顶造成排土场滑坡、塌方、泥石流等灾害。 | 下一步设计阶段需完善 |
| 2  | 排土场不应给采矿场、工业场地、居民区、铁路、公路和其他设施造成安全隐患。 | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1.2 条 | 排土场距离采矿场、工业场地等较远，不会造成安全隐患。               | 符合要求       |

| 序号 | 检查内容                                                                                                                                                                                                                                          | 检查依据                                   | 设计情况                                                         | 检查结论       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|
| 3  | 排土场不应影响露天矿山边坡稳定，不应产生滚石、滑塌等危害。                                                                                                                                                                                                                 | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1.3 条 | 排土场距露天采场平距约 4km，不会影响露天矿山边坡稳定。                                | 符合要求       |
| 4  | 排土作业区应符合下列要求：<br>——有良好的照明；<br>——配备通信工具；<br>——设置醒目的安全警示标志。                                                                                                                                                                                     | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.5.2.3 条 | 可研未明确。                                                       | 下一阶段设计中需完善 |
| 5  | 汽车排土应遵守下列规定：<br>排土平台应平整，排土线应整体均衡推进；<br>在排土卸载平台边缘设置安全车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/2，顶宽不小于车轮轮胎直径的 1/4，底宽不小于车轮轮胎直径的 3/4；<br>由经过培训考核合格的人员指挥；<br>汽车与排土工作面距离小于 200m 时，车速不大于 16km/h；与坡顶线距离小于 50m 时，车速不大于 8km/h；<br>重车卸载时的倒车速度不大于 5km/h；<br>能见度小于 30m 时停止排土作业。 | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.5.2.4 条 | 可研未明确。                                                       | 下一阶段设计中需完善 |
| 6  | 矿山企业应建立排土场边坡稳定监测制度，边坡高度超过 200m 的，应设边坡稳定监测系统，防止发生泥石流和滑坡。                                                                                                                                                                                       | 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.5.3.2 条 | 可研未明确。                                                       | 下一阶段设计中需完善 |
| 7  | 排土方式应根据矿山开拓运输方式、岩土性质、运输量、运输距离，并结合排土场地形、地质条件等因素比较后确定。                                                                                                                                                                                          | 《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 5.1.1 条   | 设计排土方式采用全汽车、汽车-破碎-胶带运输方式。                                    | 符合要求       |
| 8  | 排土场应设置防排水系统。                                                                                                                                                                                                                                  | 《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 5.6.1 条   | 根据可研，排土场设置有内部及外部防排水系统。                                       | 符合要求       |
| 9  | 排土场平台应有 2%~5%的反坡，场内的地表水应有组织排至场外。                                                                                                                                                                                                              | 《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 7.2.4 条   | 根据可研，在排土场平台形成 3%~5%的反坡，并在各台阶坡脚设置排水沟，排水沟采用浆砌片石矩形，排水沟流入排洪沟后排出。 | 符合要求       |
| 10 | 排土场坡脚处宜采用大块石填筑高 5m~10m 的渗水层。                                                                                                                                                                                                                  | 《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 7.2.5 条   | 设计在排土场的底部尽可能的先排弃岩石，形成排土场内部渗水通道。                              | 符合要求       |

| 序号 | 检查内容                                                                                                           | 检查依据                                             | 设计情况                                                                                                                                   | 检查结论       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 11 | 山坡或沟谷与排土场发生交叉时,应设置防洪设施,并应符合下列规定:<br>①当排土场上游洪水量较小时,可采用截洪沟;②当排土场上游洪水量较大时,应在上游设置导流堤,并应根据地形条件,沿山坡设置防洪渠或在排土场底部设置暗涵。 | 《冶金矿山排土场设计规范》<br>(GB51119-2015)<br>第 7.2.6 条     | 尾矿库上游截排洪系统采用截洪坝拦截,隧洞导流洪水排水系统。因小麻柳排土场紧邻尾矿库且处于下游,故排土场和尾矿库共用一个截排洪系统,即尾矿库的截排洪系统也为排土场截排洪服务。                                                 | 符合要求       |
| 12 | 排土场的阶段高度、总堆置高度、安全平台宽度、总边坡角、相邻阶段同时作业的超前堆置高度等参数,应满足安全生产的要求在设计中明确规定。                                              | 《金属非金属矿山排土场安全生产规程》<br>(AQ2005-2005)<br>第 5.6 条   | 设计小麻柳排土场共设计 14 个台阶,台阶高度分别为 20m、15m、10m,堆置总高度约 235m,台阶平台宽 30m~100m,台阶坡面角约 33 度,边坡修整角度,最终边坡总坡角约 10 度,排土场有效容积为 18050.5 万 m <sup>3</sup> 。 | 符合要求       |
| 13 | 现状高度 150 米及以上的排土场边坡应设置边坡表面变形、边坡视频图像等监测设施。其他监测设施应根据露天矿山实际情况,按照现行标准规范开展内部变形、应力、爆破振动、降雨量、地下水、地表水等项目监测。            | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号 | 可研未明确。                                                                                                                                 | 下一阶段设计中需完善 |
| 14 | 坡顶应设监测点,安装位置距离坡顶线不大于 30 米;年度边坡稳定性评价报告中鉴定为不稳定的边坡,监测线间距不大于 100 米,测点垂直距离不大于 50 米。                                 | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号 | 可研未明确。                                                                                                                                 | 下一阶段设计中需完善 |
| 15 | 预警值应结合年度边坡稳定性分析报告设置,并根据实际情况动态更新,至少每半年核定一次。                                                                     | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号 | 可研未明确。                                                                                                                                 | 下一阶段设计中需完善 |
| 16 | 预警等级应分为四级,分别用红、橙、黄、蓝标示。                                                                                        | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号 | 可研未明确。                                                                                                                                 | 下一阶段设计中需完善 |

| 序号 | 检查内容                                                                            | 检查依据                                             | 设计情况   | 检查结论       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------|------------|
| 17 | 企业应建立边坡监测预警分级响应处置机制，并纳入应急预案，第一时间进行核实、处理、整改。预警及响应处置情况要形成信息台账，实现预警信息有效、及时处置和闭环管理。 | 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号 | 可研未明确。 | 下一阶段设计中需完善 |

3.6.3 排土场边坡稳定性分析评价

3.6.3.1 排土场现状边坡稳定性分析

依据《重钢西昌矿业有限公司小麻柳排土场现状稳定性分析》（中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司，2022 年 5 月），该报告通过对西昌矿业小麻柳排土场现状的全面调查和稳定性研究分析，主要得出如下结论：

（1）现状小麻柳排土场具备有效的截排水沟，大部分雨水通过截排水沟排出排土场体外。通过降雨入渗研究，排土场上层饱和滞水区域深度较浅，计算结果基本符合实际情况，一般降雨对排土场影响较小。

（2）根据边坡整体破坏模式，分别采用 Bishop 法、Morgenstern-Price 法和余推力法，在自然工况、降雨工况和地震工况作用下，对小麻柳排土场现状边坡的稳定性计算分析，得出小麻柳排土场现状整体边坡稳定性符合《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）规范安全系数的要求。

（3）小麻柳排土场设计等级为一级，总高度 230m；现状小麻柳排土场排土量约 1488 万 m<sup>3</sup>，总高度约 120m，现状排土场等级为二级，由于现状排土高度较设计高度低且总体边坡角也比终了边坡角小，因此现状边坡计算的安全系数较大。随着排土场排土高度增加，安全系数会有所降低。

（4）通过对小麻柳排土场安全防洪分析，已修建排洪设施可以满足排洪要求。

3.6.3.2 排土场终了边坡稳定性分析

中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司于 2023 年 10 月编制了《重

钢西昌矿业有限公司小麻柳排土场稳定性研究》报告，该报告根据西昌矿业采场剥离的废石和排土场地基勘察资料，在土地利用红线的范围内，先采用筛分法和离散元理论研究废石在排土场上的分布规律，再试验研究排土场废石的物理力学性质，在此基础上利用极限平衡理论优化排土场的整体边坡角，最后推荐堆存方案，并对可研方案的稳定性进行校核，进而研究排土工艺，并提出排土场管理要求。

### （1）小麻柳排土场稳定性校核选取剖面

根据排土场地基工程地质条件、地形条件以及排土场堆置高度，选择一个垂直尾矿坝轴线和两个垂直安宁河河岸的三个典型剖面，进行排土场边坡稳定性校核，剖面具体位置见图 3.6-1、3.6-2。

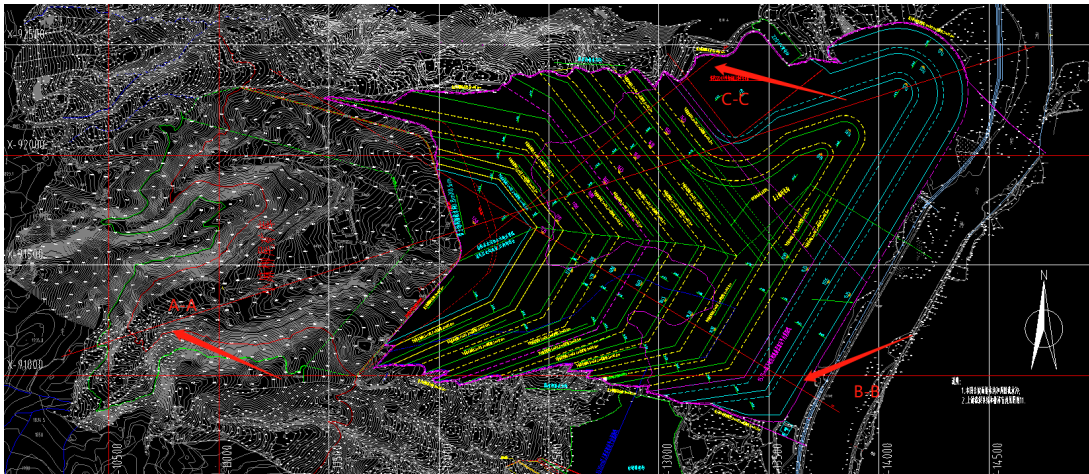


图 3.6-1 排土场剖面位置图

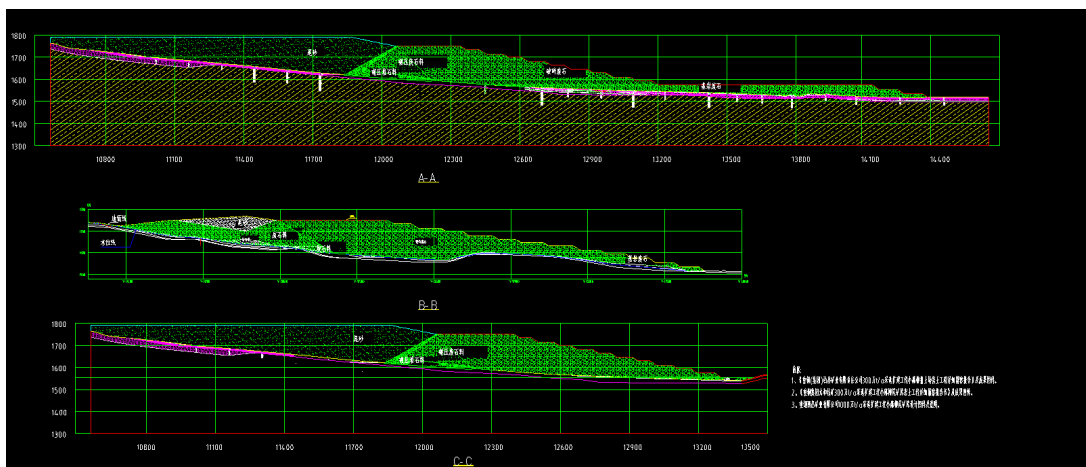


图 3.6-2 排土场剖面位置图

### （2）物理力学指标

与排土场总体边坡角有关的物理力学指标主要有：地基、废石土和尾矿库三部分。本次小麻柳排土场总体边坡角优化研究采用的相关物理力学指标见表 3.6-3 至 3.6-5。

表 3.6-3 各岩土层主要力学参数汇总表

| 岩土名称<br>及代号 | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | fak<br>kPa | Es<br>MPa | 直剪       |               | 固结快剪      |                 | 渗透系数 k<br>(cm/s)      |
|-------------|-------------------------------|------------|-----------|----------|---------------|-----------|-----------------|-----------------------|
|             |                               |            |           | C<br>kPa | $\phi$<br>(°) | Cc<br>kPa | $\phi_c$<br>(°) |                       |
| 漂卵石②1-2     | 21.0                          | 220        | 12.0      | /        | 15            | /         | /               | $3.36 \times 10^{-2}$ |
| 漂卵石②2-1     | 22.0                          | 280        | 20.0      | /        | 23            | /         | /               | 0.315                 |
| 粉质粘土②       | 18.0                          | 160        | 6.9       | 42       | 5             | /         | /               | $2.17 \times 10^{-5}$ |
| 细砂②2-3      | 17.8                          | 100        | 5.0       | /        | 5             | /         | /               |                       |
| 粉质粘土②       | 18.9                          | 150        | 11.0      | 45       | 15.0          | /         | /               |                       |
| 漂卵石②3-2     | 22.5                          | 300        | 25.0      | /        | 25            | /         | /               | 0.271                 |
| 细砂②3-3      | 18.2                          | 130        | 6.5       | /        | 8             | /         | /               |                       |
| 粉质粘土③1      | 17.6                          | 160        | 6.0       | 40       | 12            | /         | /               |                       |
| 块碎石③2       | 21.0                          | 180        | 12.0      | /        | 25            | /         | /               | $1.45 \times 10^{-5}$ |
| 砂质粉土④1      | 19.6                          | 250        | 10.0      | 85       | 13.5          | /         | /               | $2.72 \times 10^{-7}$ |
| 漂块石④2       | 22.0                          | 350        | 20.0      | 10       | 35            | /         | /               | $1.49 \times 10^{-4}$ |
| 粘土岩⑤1       | 17.7                          | 180        | 6.2       | 38       | 8             | /         | /               |                       |
| 粘土岩⑤2       | 18.6                          | 190        | 7.6       | 45       | 13            | 60        | 21.8            | $8.12 \times 10^{-6}$ |
| 细砂岩⑤3       | 19.5                          | 200        | 10.0      | /        | 25            | /         | /               | $4.3 \times 10^{-8}$  |
| 砾岩⑤4        | 20.5                          | 250        | 12.0      | /        | 25            | /         | /               |                       |
| 花岗岩⑥        | 25.5                          | 500        | /         | /        | 45            | /         | /               |                       |

表 3.6-4 太和铁矿废石在小麻柳排土场堆存的物理力学指标

| 散体<br>名称 | 相对位置(h/H)                                                                                                | 容重 $\gamma$<br>(KN/m <sup>3</sup> ) | 应力<br>条件 | 抗剪强度指标               |                      |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------------|----------------------|
|          |                                                                                                          |                                     |          | C (KPa)              | $\phi$ (° )          |
| 破碎<br>废石 | <0.1                                                                                                     | 20.0                                | 有效应力     | 27.75                | 21.34                |
|          |                                                                                                          |                                     | 总应力      | 20.85                | 18.36                |
|          | 0.1≤h/H<0.9                                                                                              | 22.16                               | 有效应力     | －16.58 (h/H)+36.29   | 2.900 (h/H)+27.32    |
|          |                                                                                                          |                                     | 总应力      | －11.97 (h/H)+29.48   | 5.425 (h/H)+22.95    |
|          | 0.9≤h/H≤1                                                                                                | 22.0                                | 有效应力     | 14.72                | 33.63                |
|          |                                                                                                          |                                     | 总应力      | 14.00                | 29.91                |
| 基岩<br>废石 | 0≤h/H≤1                                                                                                  | 21.7                                | 有效应力     | －15.69× (h/H) +23.20 | 9.77× (h/H) +29.11   |
|          |                                                                                                          |                                     | 总应力      | －18.06× (h/H) +28.38 | 11.01× ((h/H) +24.45 |
| 说 明      | 公式适用范围：（a）基岩废石：0≤H≤20m，h≤H；破碎废石：2.0≤H≤18m，h≤H；（b）太和铁矿废石，且容重达到表中值以上；（c）基岩废石采用汽车排土；破碎废石采用排土机排土，汽车倒运，铲运机平整。 |                                     |          |                      |                      |

表 3.6-5 小麻柳排土场相关岩土层物理力学指标

| 材料名称 \ 指标 | 天然重度                          | 饱和重度                                | 抗剪强度    |            | 渗透系数<br>k (cm/s)      |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------------|---------|------------|-----------------------|
|           | $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> ) | $\gamma_{sat}$ (KN/m <sup>3</sup> ) | C (kpa) | $\Phi$ (°) |                       |
| ①-1 尾粉砂   | 22.5                          | 23.2                                | 20      | 25         | $3.75 \times 10^{-4}$ |

|                     |          |       |       |       |       |                       |
|---------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| ①-2 尾粉土             |          | 21.0  | 21.5  | 10    | 15    | $6.0 \times 10^{-5}$  |
| ②-1 坝体堆石料           |          | 23.0  | 23.3  | 0     | 38.5  | $1.81 \times 10^{-1}$ |
| ②-2 坝体废石料（碾压）       |          | 22.0  | 22.5  | 12    | 30    | $2.15 \times 10^{-3}$ |
| ③-1 破碎废石料           | 见表 3.6-4 |       |       |       |       | $3.4 \times 10^{-2}$  |
| ③-2 基岩废石料           |          |       |       |       |       | $1.81 \times 10^{-1}$ |
| ④-1 地基原始各岩土层        | 见表 3.6-3 |       |       |       |       |                       |
| ④-2 地基固结后<br>地基综合指标 | I 区      | 20.28 | 20.35 | 47.05 | 12.68 | $2.04 \times 10^{-4}$ |
|                     | II 区     | 20.41 | 20.56 | 51.52 | 15.38 | $5.74 \times 10^{-5}$ |
|                     | III 区    | 20.82 | 21.09 | 45.71 | 18.66 | $1.78 \times 10^{-5}$ |

### （3）降雨入渗条件下排土场饱和-非饱和分析

排土场是人工堆积体，其中地下水主要来源于大气降雨，排土场本身是大气降雨的滞水蓄水体，降雨入渗将改变排土场边坡内地下水渗流场，从而引起边坡内水荷载的增大，这是雨季排土场边坡失稳的重要原因。雨季排土场边坡内水荷载的变化表现在稳定地下水位升高，稳定地下水的升高是一个缓慢的过程，也是饱和-非饱和和降雨入渗运动过程。边坡安全系数随时间的变化过程基本上和降水补给强度、地下水位变化过程是同步的。

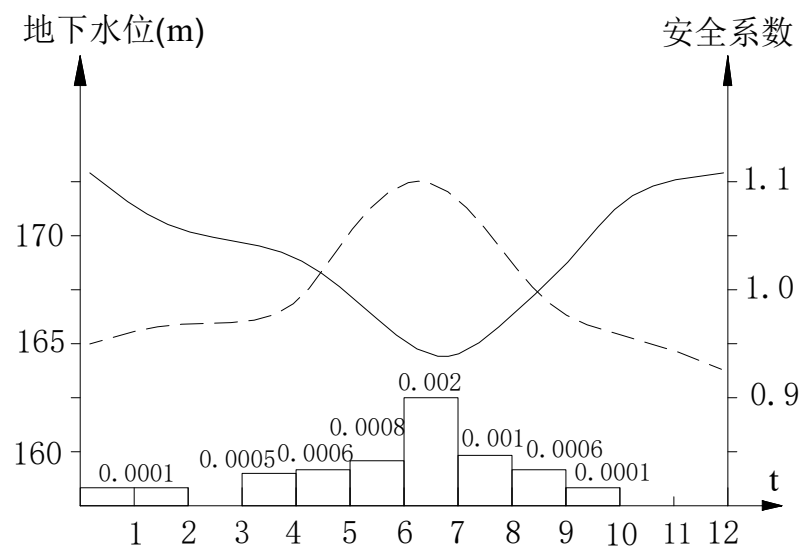


图 3.6-3 边坡安全系数与地下水位和降水强度的关系

#### 1) 排土场饱和-非饱和计算参数

该报告采用 GeoSlope-seep 模块中提供的 Van Genuchten 模型对土水特征曲线进行拟合。根据工程勘察资料，排土场散体介质含水量函数和渗透系数函数，拟合的关系曲线见图 3.6-4 所示。

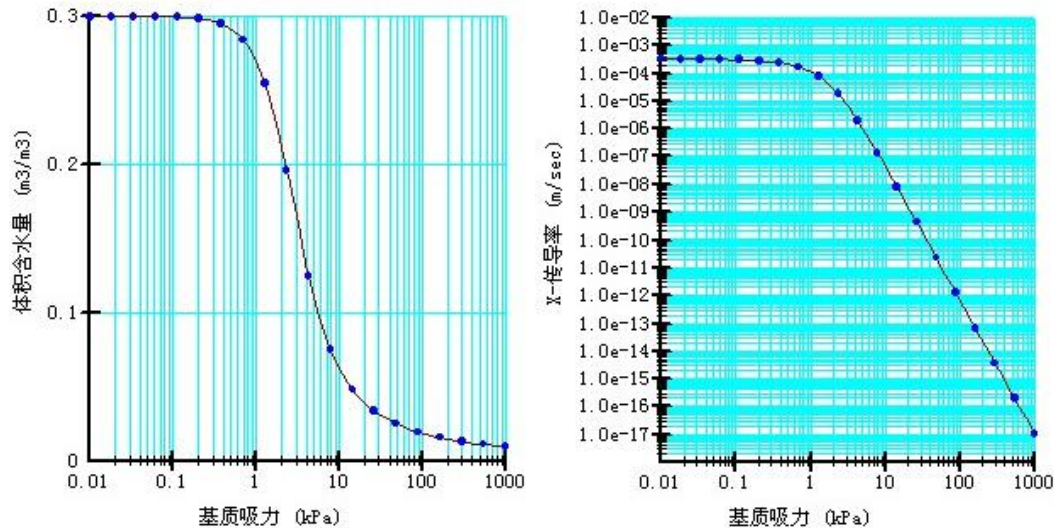


图 3.6-4 排土废石料体积含水量、渗透系数与基质吸力关系图

## 2) 排土场边坡渗流场计算结果

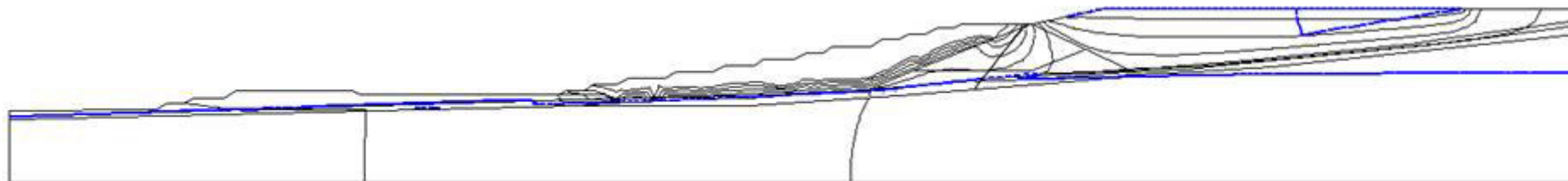
渗流计算是为稳定性分析计算提供数据，排土场代表剖面 A-A、B-B 和 C-C 的非饱和渗流计算见图 3.6-5~3.6-7。

由计算结果可以得出，排土场散体是个松散介质，孔隙率较大，降雨影响下，雨水非常容易入渗，在上表面会形成一个暂态的饱和区，并随着时间的推移不断扩大，当扩大到一定阶段，雨水被散体吸收，饱和区又逐渐变小，大概在上述雨水边界条件下，持续 2 个月左右。

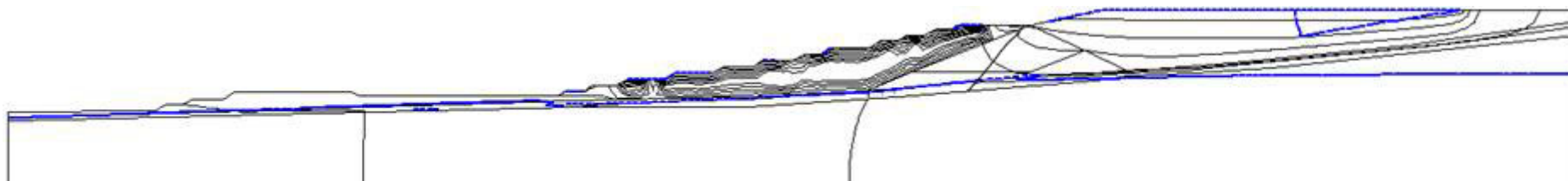
## (4) 排土场边坡稳定性校核分析

### 1) 整体稳定性校核

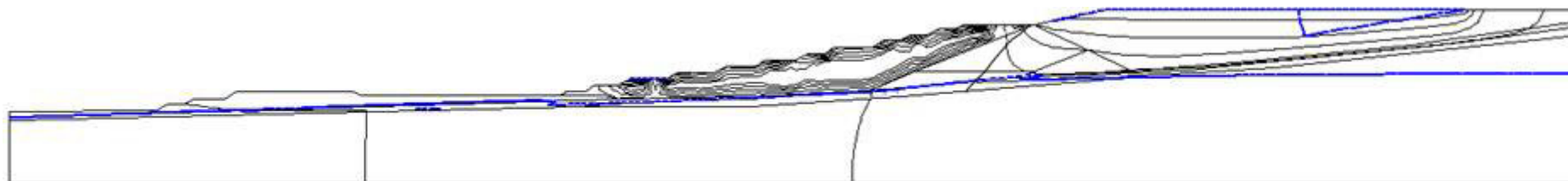
在可研方案的基础上，进一步校核排土场在不同降雨入渗期的整体稳定性，并确定降雨入渗过程中，最小安全系数及出现时间。校核结果见图 3.6-8~3.6-14 和表 3.6-6~3.6-7。



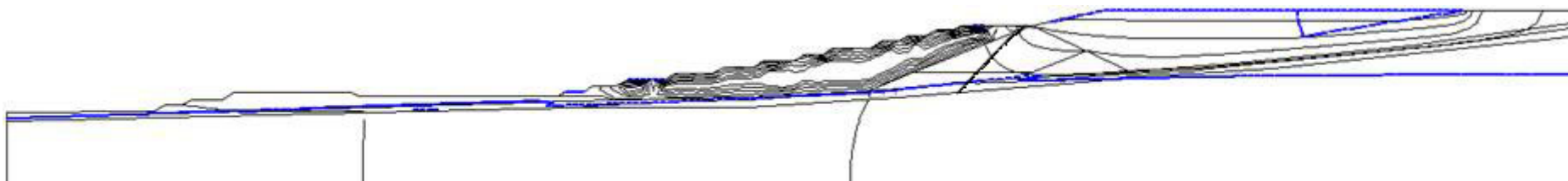
(a) 第 1 天饱和-非饱和区分布



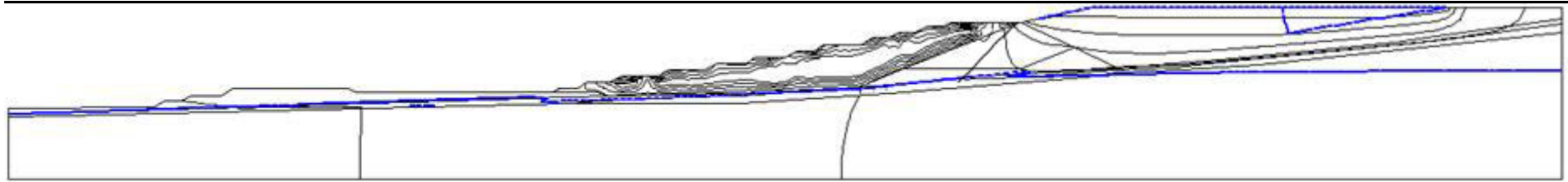
(b) 第 10 天饱和-非饱和区分布



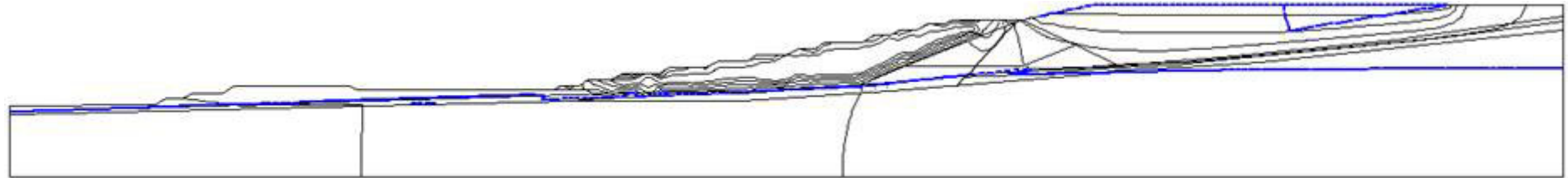
(c) 第 20 天饱和-非饱和区分布



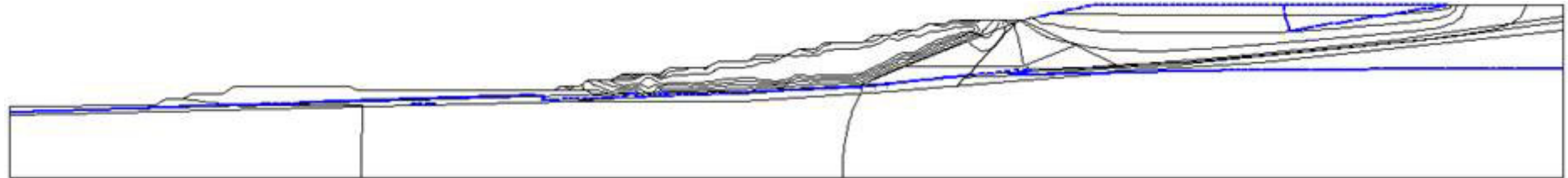
(d) 第 30 天饱和-非饱和区分布



(e) 第 40 天饱和-非饱和区分布

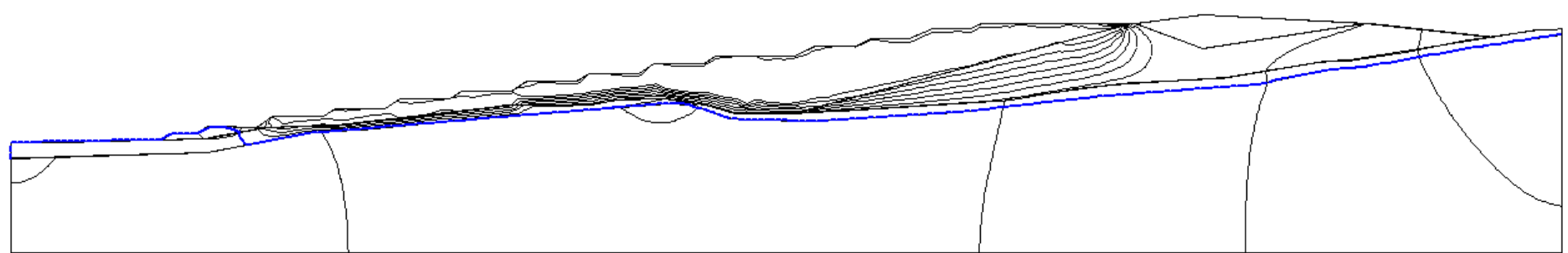


(f) 第 50 天饱和-非饱和区分布

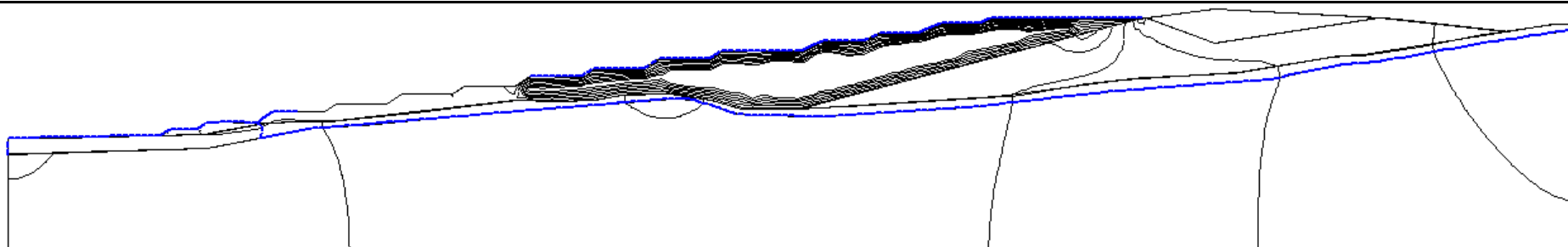


(g) 第 60 天饱和-非饱和区分布

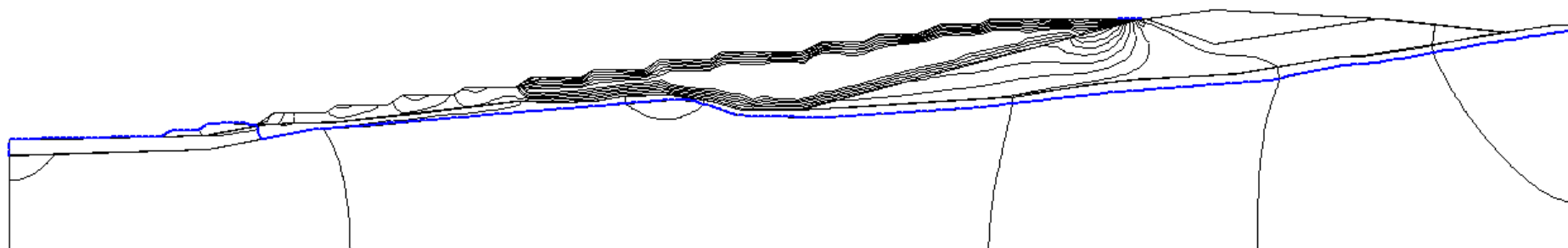
图 3.6-5 A-A 剖面不同降雨时间饱和-非饱和区分布



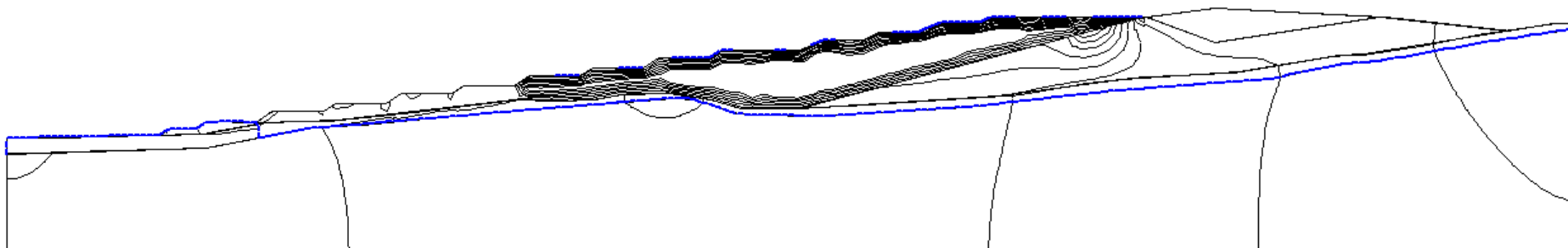
(a) 第 1 天饱和-非饱和区分布



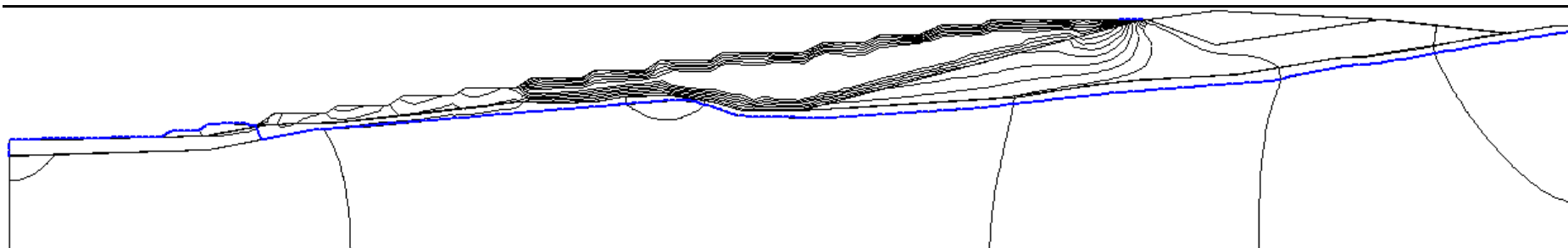
(b) 第 10 天饱和-非饱和区分布



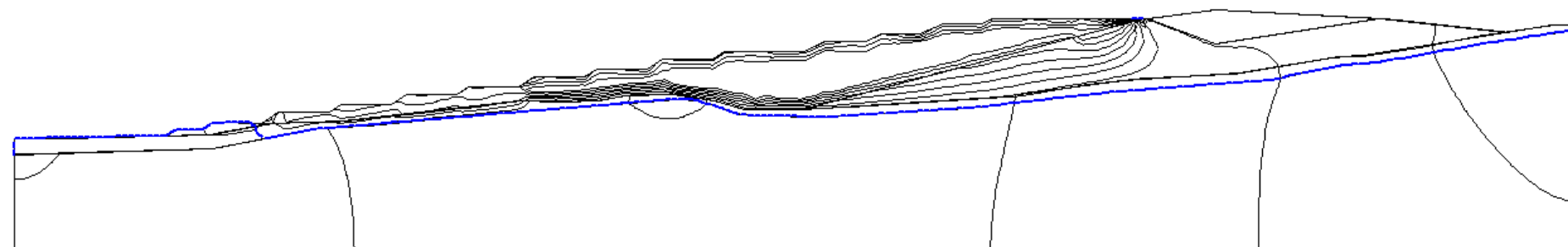
(c) 第 20 天饱和-非饱和区分布



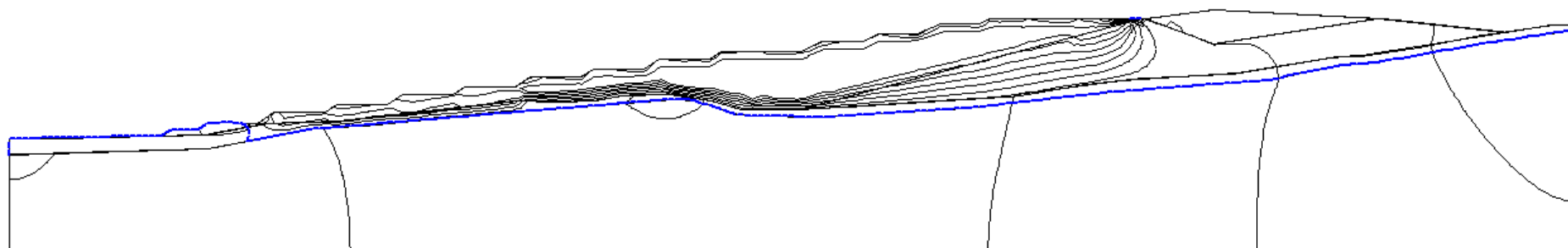
(d) 第 30 天饱和-非饱和区分布



(e) 第 40 天饱和-非饱和区分布

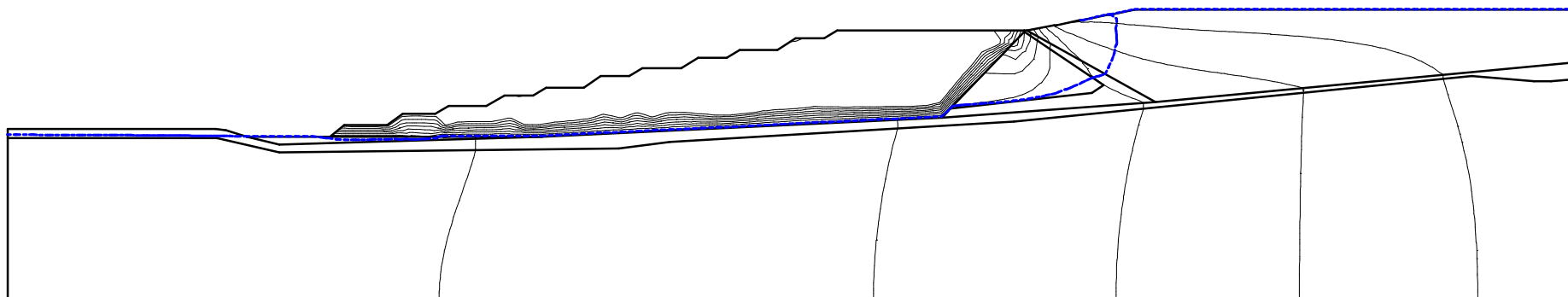


(f) 第 50 天饱和-非饱和区分布

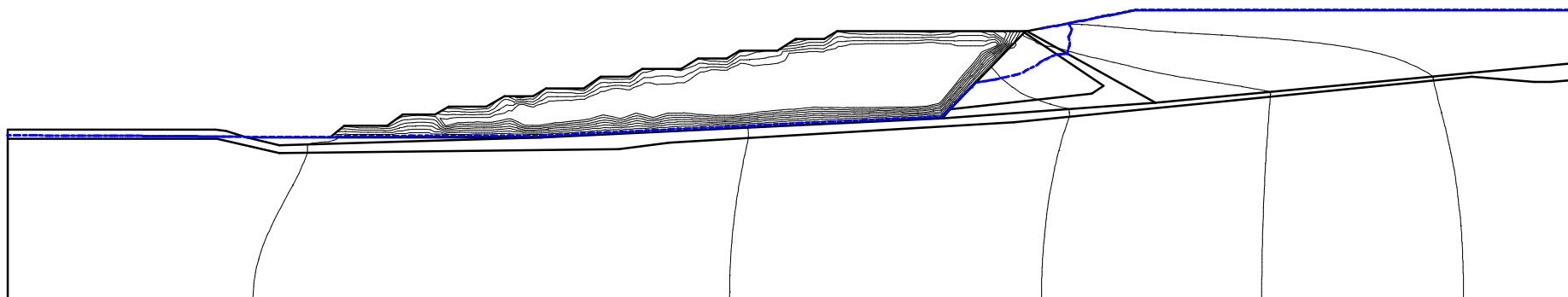


(g) 第 60 天饱和-非饱和区分布

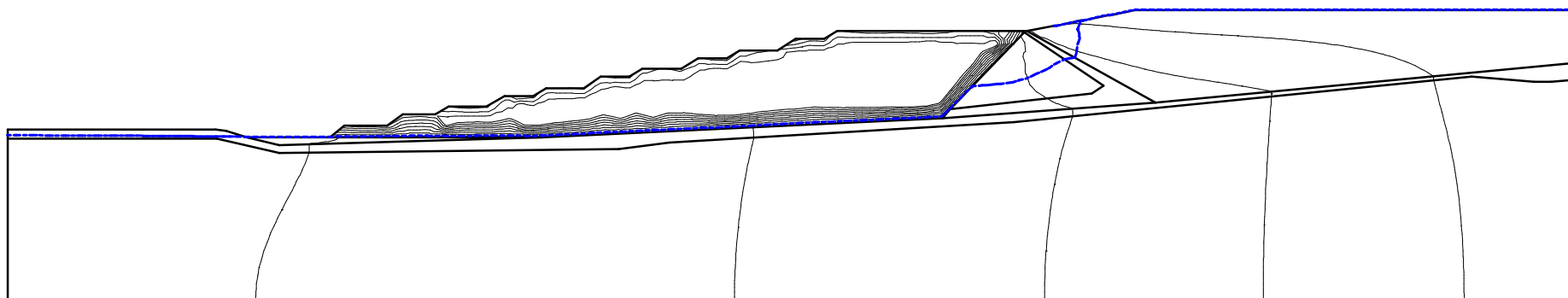
图 3.6-6 B-B 剖面不同降雨时间饱和-非饱和区分布



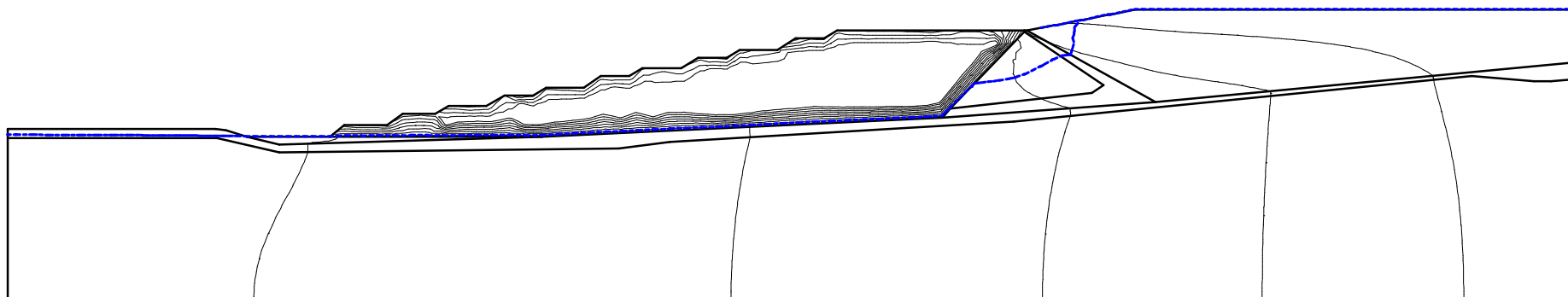
(a) 第 1 天饱和-非饱和区分布



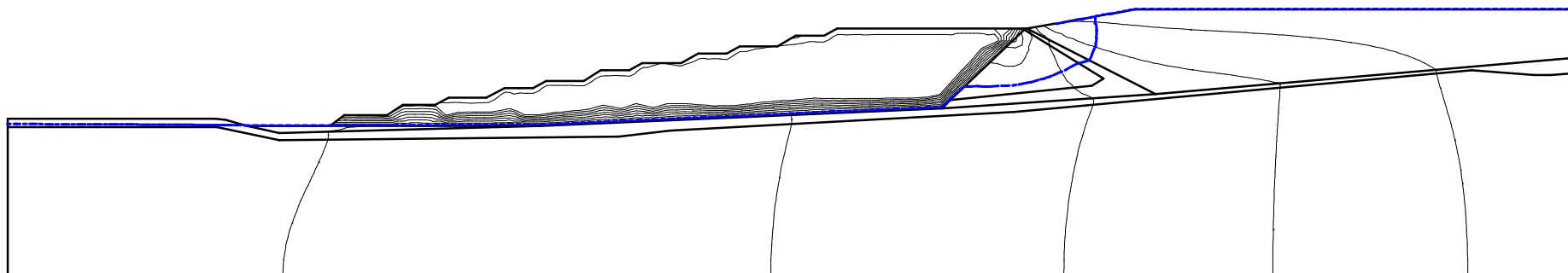
(b) 第 10 天饱和-非饱和区分布



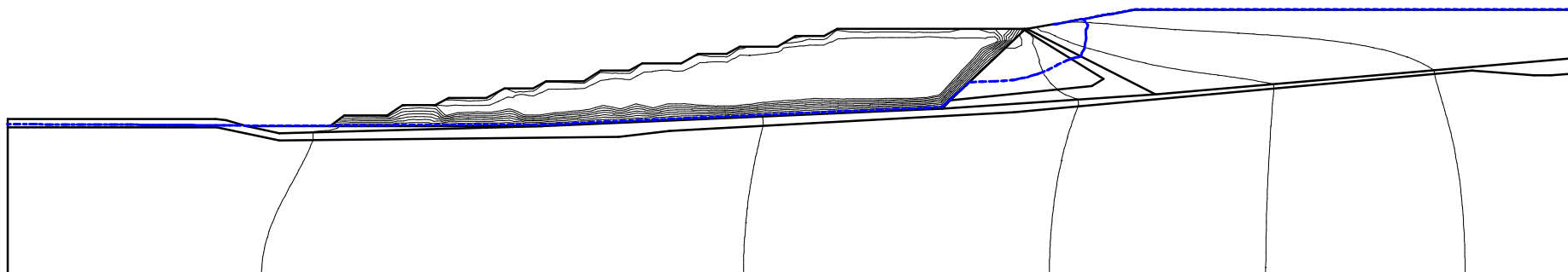
(c) 第 20 天饱和-非饱和区分布



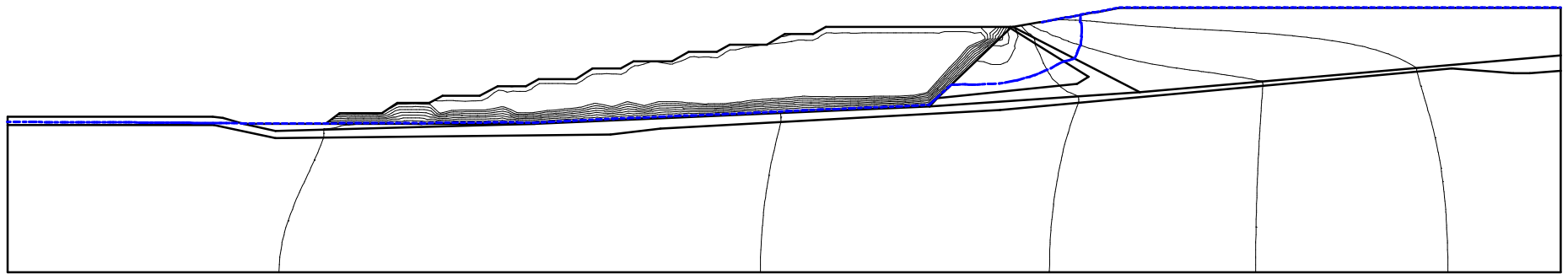
(d) 第 30 天饱和-非饱和区分布



(e) 第 40 天饱和-非饱和区分布

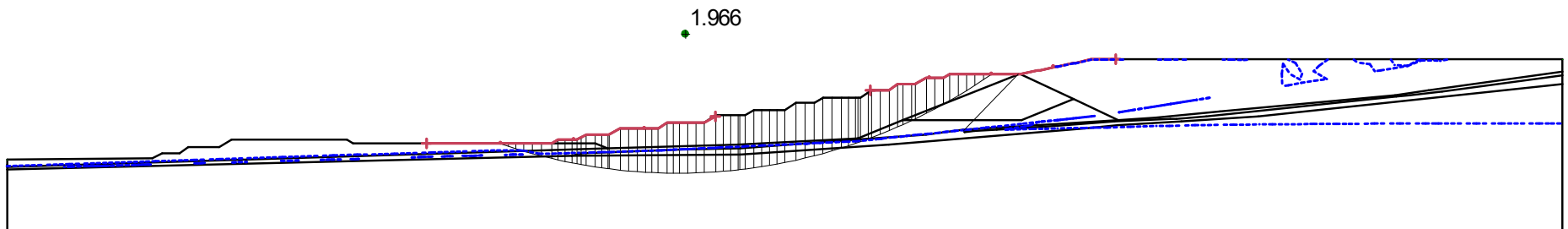


(f) 第 50 天饱和-非饱和区分布

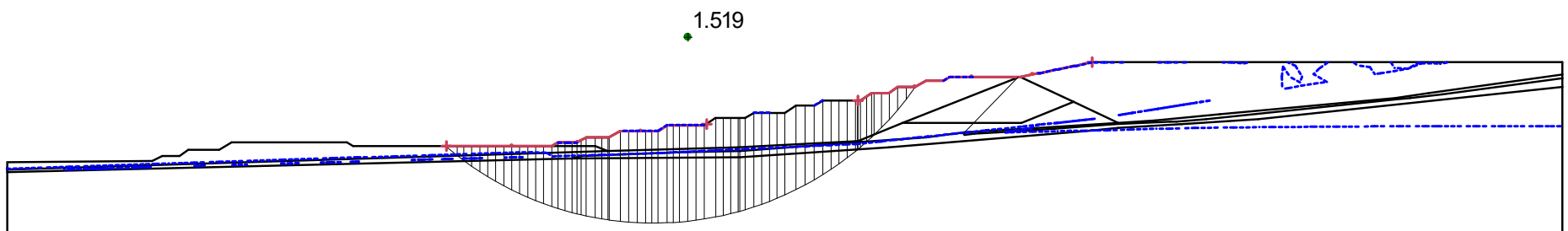


(g) 第 60 天饱和-非饱和区分布

图 3.6-7 C-C 剖面不同降雨时间饱和-非饱和区分布

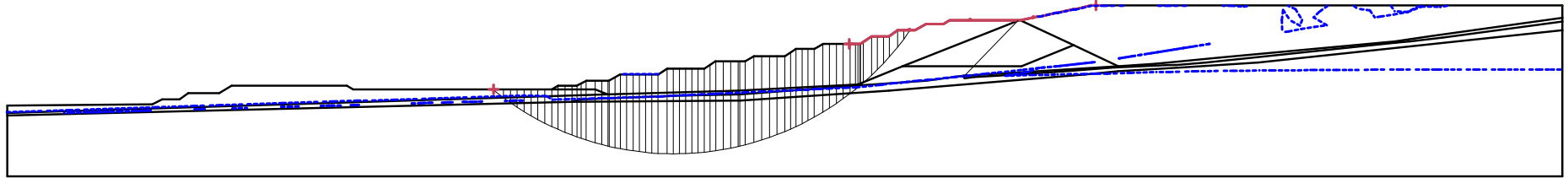


(a) 第 1 天安全系数



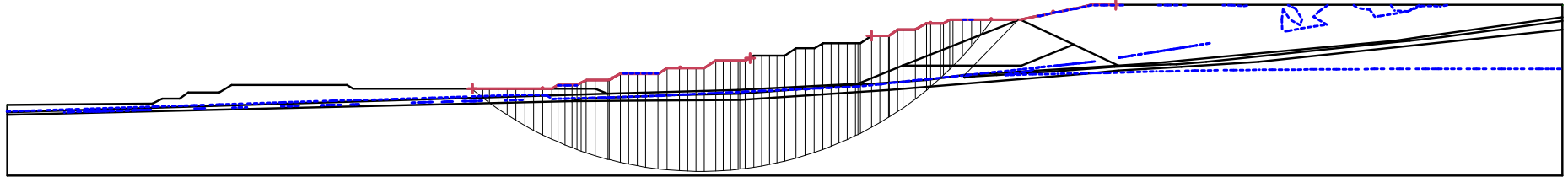
(b) 第 10 天安全系数

1.594



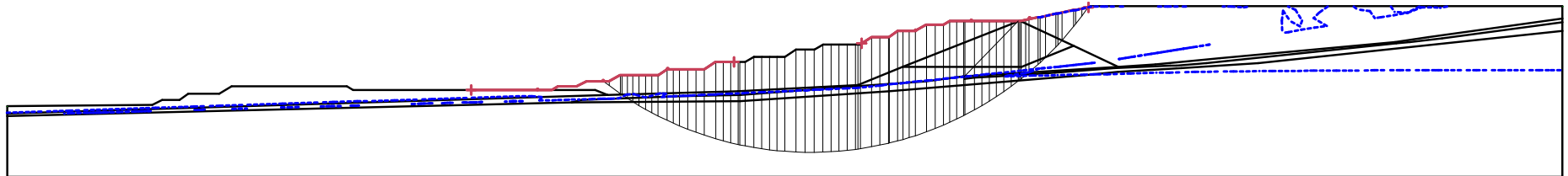
(c) 第 20 天安全系数

1.606

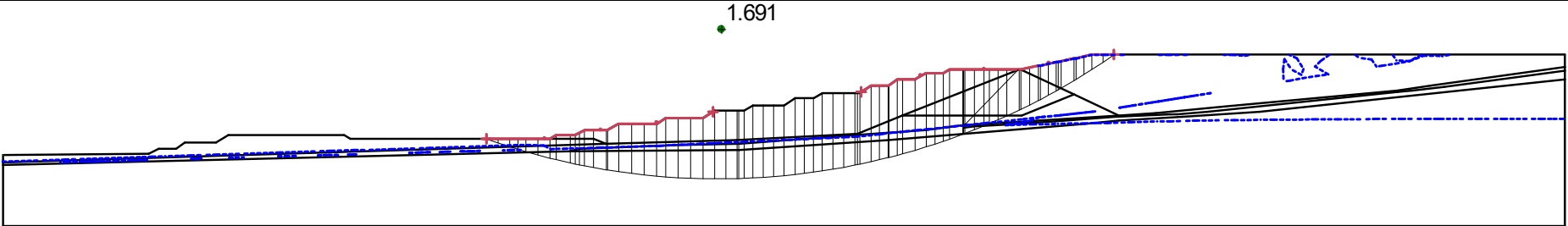


(d) 第 30 天安全系数

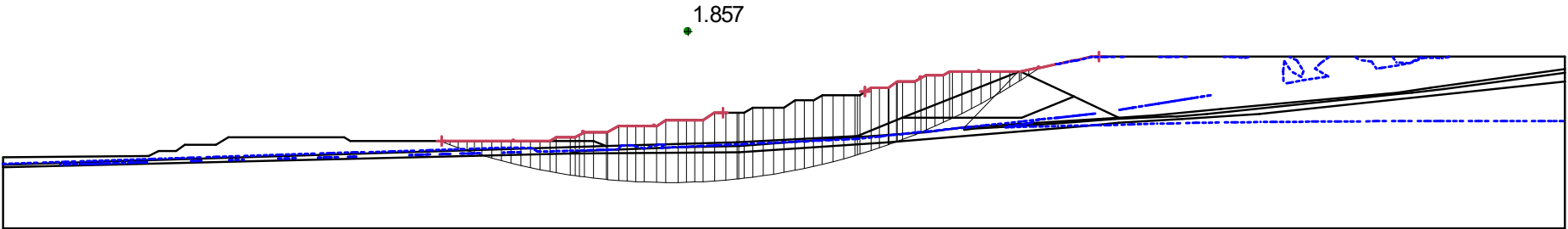
1.621



(e) 第 40 天安全系数

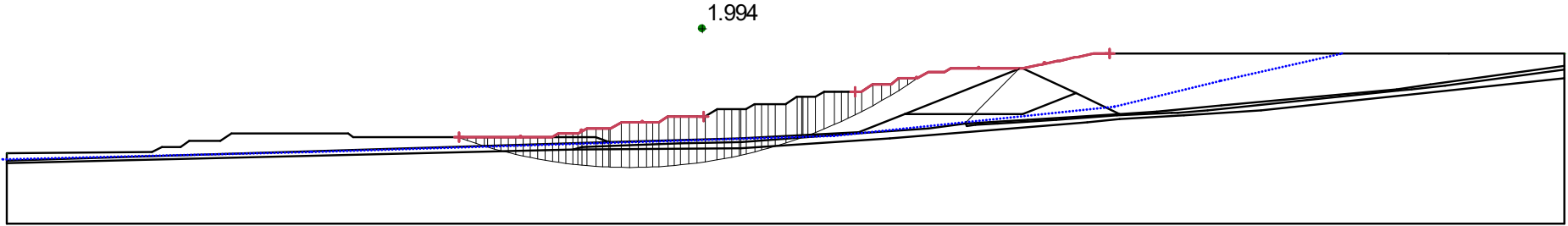


(f) 第 50 天安全系数



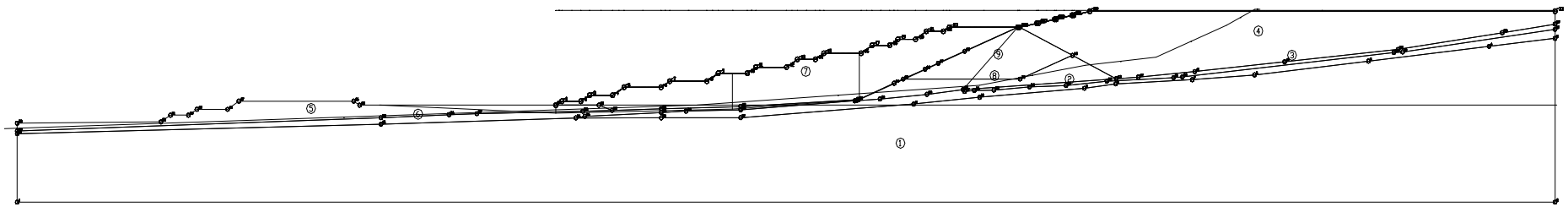
(g) 第 60 天安全系数

图 3.6-8 A-A 剖面降雨后不同时间安全系数



(a) 毕肖普法

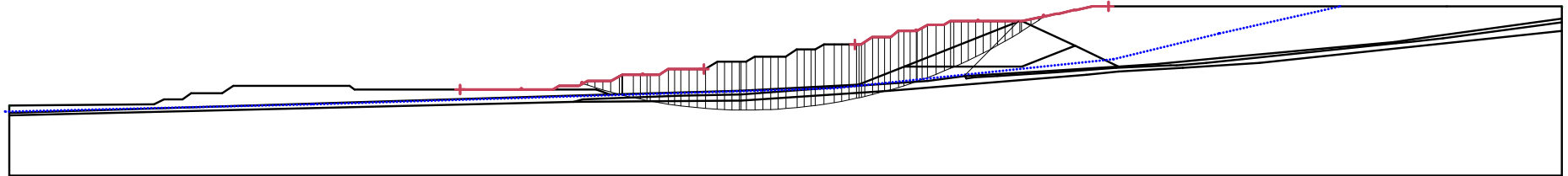
2.024



(b) 余推力法

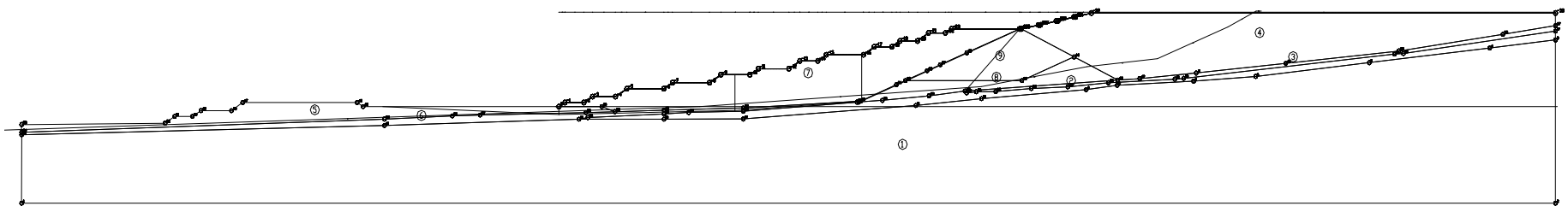
图 3.6-9 A-A 剖面自然工况安全系数

1.297



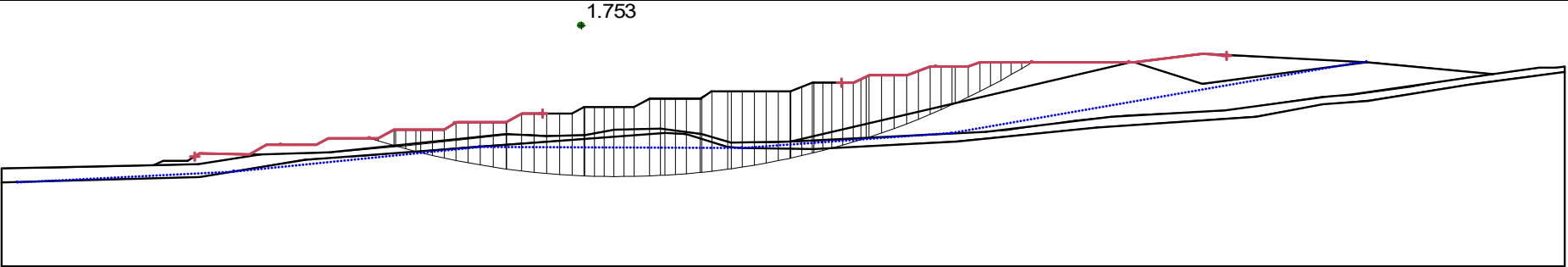
(a) 毕肖普法

1.321

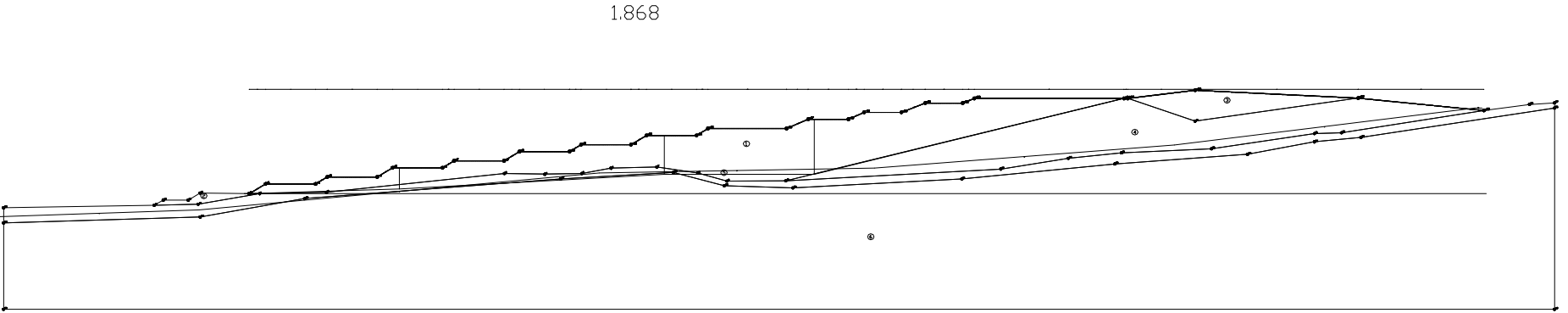


(b) 余推力法

图 3.6-10 A-A 剖面地震工况安全系数

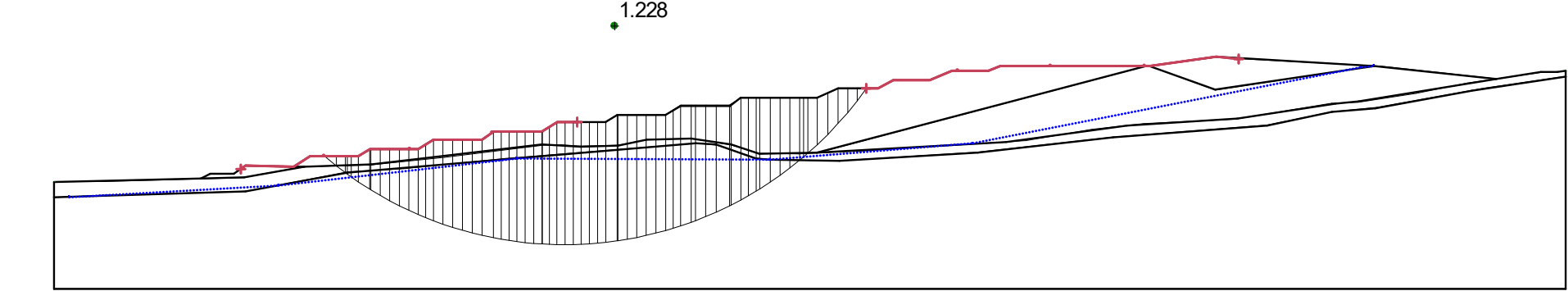


(a) 毕肖普法



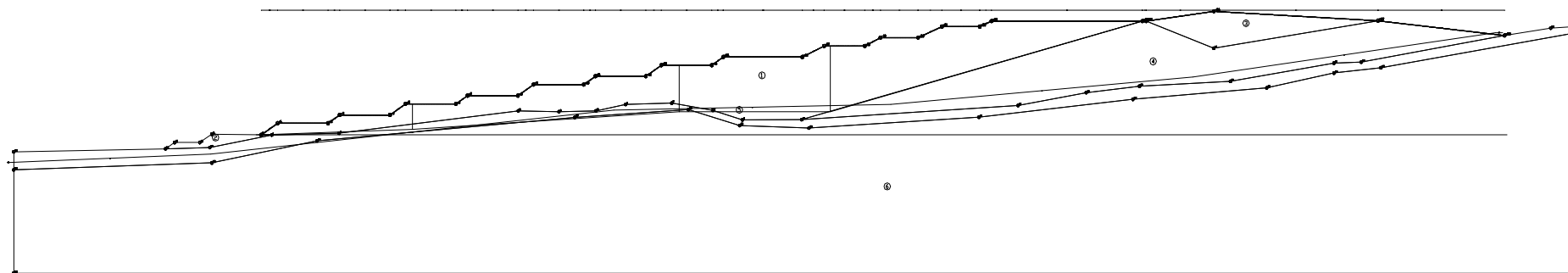
(b) 余推力法

图 3.6-11 B-B 剖面自然工况安全系数



(a) 毕肖普法

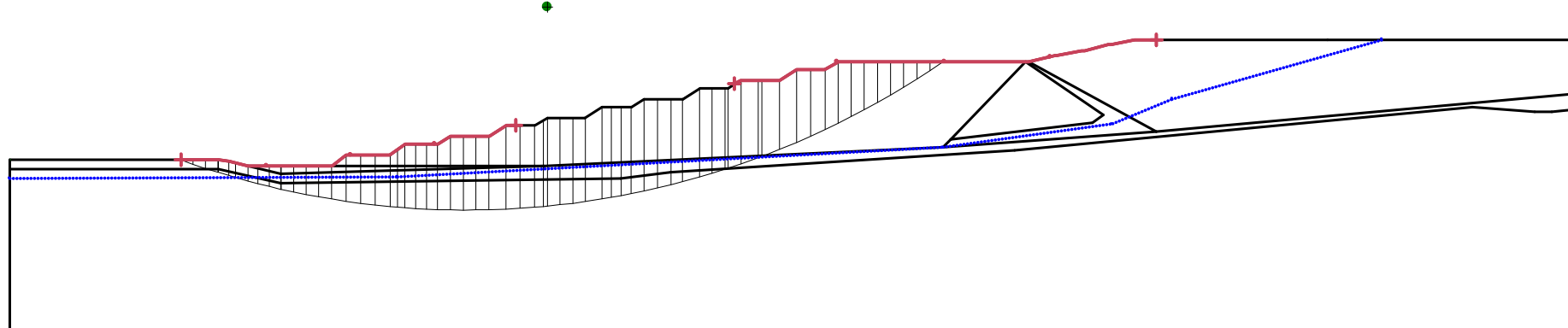
1.267



(b) 余推力法

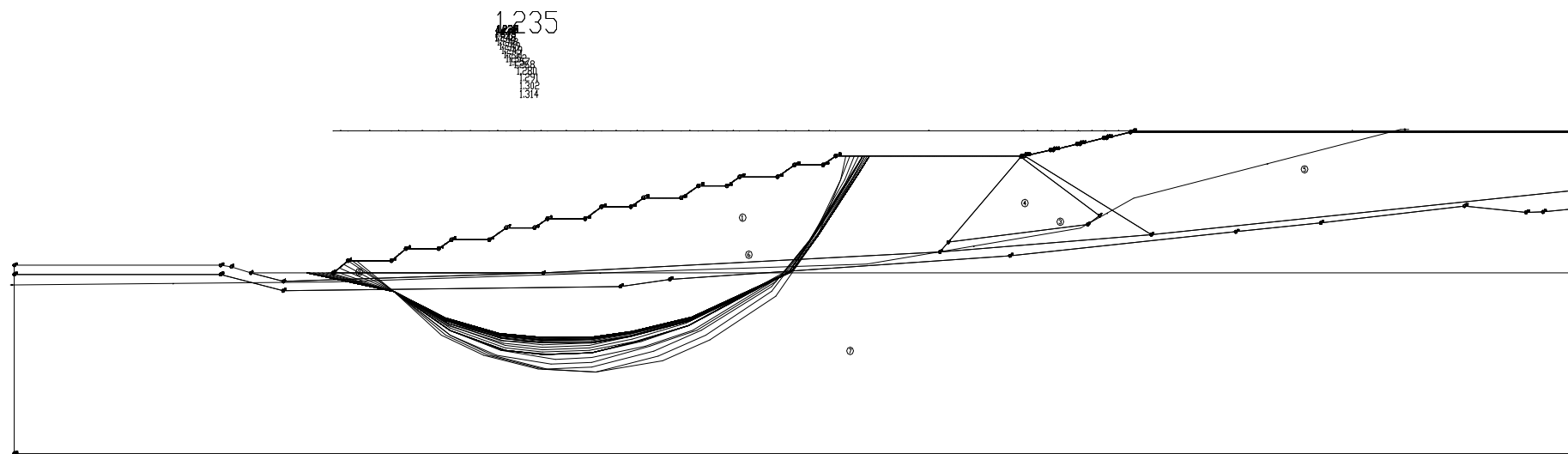
图 3.6-12 B-B 剖面地震工况安全系数

1.712



(a) 毕肖普法

北京国信安科技有限公司 电话: 010-63299678 138 传真: 010-63707001 E-mail:gxak@bgrimm.com



(b) 余推力法

图 3.6-14 C-C 剖面地震工况安全系数

表 3.6-6 可研方案不同降雨入渗时间下的安全系数

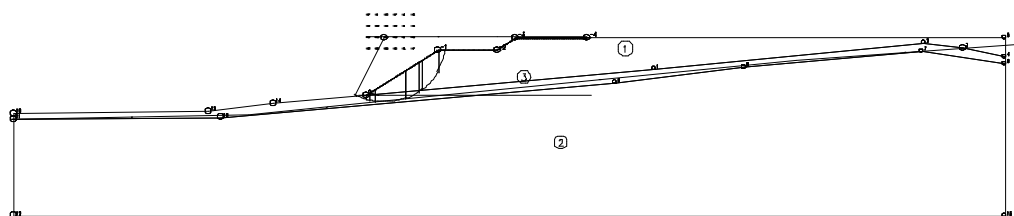
| 计算方法 | 降雨入渗时间/d | 安全系数  |       |       |
|------|----------|-------|-------|-------|
|      |          | A-A   | B-B   | C-C   |
| 毕肖普法 | 1        | 1.966 | 1.723 | 1.834 |
|      | 10       | 1.519 | 1.405 | 1.464 |
|      | 20       | 1.594 | 1.486 | 1.577 |
|      | 30       | 1.606 | 1.573 | 1.597 |
|      | 40       | 1.621 | 1.612 | 1.638 |
|      | 50       | 1.691 | 1.659 | 1.651 |
|      | 60       | 1.857 | 1.717 | 1.786 |

表 3.6-7 可研方案自然工况和地震工况安全系数

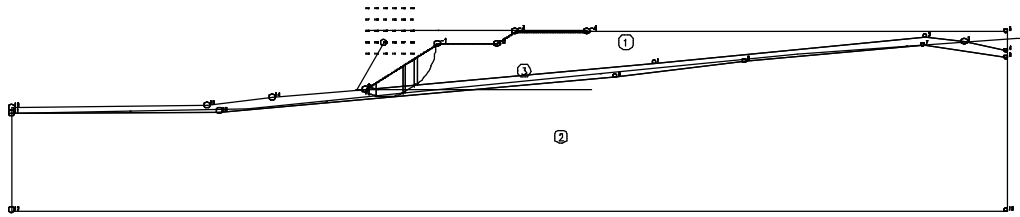
| 剖面  | 自然工况  |       | 地震工况  |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|
|     | 毕肖普法  | 余推力法  | 毕肖普法  | 余推力法  |
| A-A | 1.994 | 2.024 | 1.297 | 1.321 |
| B-B | 1.753 | 1.868 | 1.228 | 1.267 |
| C-C | 1.712 | 1.676 | 1.223 | 1.235 |

## 2) 东南部基岩组合台阶形成前上部台阶稳定性校核

由于排土场东南部自然坡面和排土场坡面倾向几乎一致，且距安宁河河堤较近，在排土过程中，若 1575m~1610m 标高段破碎废石先于 1575m 标高以下的基岩废石排放，平台段高接近 86.5m，有发生滑坡的可能，为此该报告对该组合台阶稳定性进行了校核，校核结果如图 3.6-15。



(a) 自然工况安全系数-毕肖普法 (1.106)



(b) 地震工况安全系数-毕肖普法 (0.884)

图 3.6-15 排土场东南部稳定性校核结果

计算结果表明，在 1575m 以下基岩废石组合台阶形成前，上部台阶稳定性不符合规范要求，因此排土时应注意排土规划。

#### (5) 小麻柳排土场稳定性校核结论

该报告根据废石的物理力学特性、地基强度、地形、气候、地形、地震和尾矿库等因素首先进行了排土场推荐堆置方案在降雨工况下的非饱和渗流场分析，然后校核了排土场边坡在各种工况下的稳定性，得出了以下结论：

1) 降雨入渗改变排土场边坡内地下水渗流场，渗流导致地下水缓慢上升的过程，也是排土场废石变为饱和-非饱和的过程。分析表明：上部饱和区随降雨入渗不断变大，随着降雨的停止逐渐缩小，且排土场废石饱和-非饱和区的水压力滞后于降雨 40~60 天才能消散完毕，因此设计时应采用可靠措施（如土体表面排水、下部排渗等）防止外来水（如尾矿库渗水、雨水等）渗入排土场中。

2) 对降雨后不同时长排土场边坡稳定性的分析结果表明：降雨初期，排土体饱和区和孔隙水压力增长，安全系数也随之变小；随着降雨的停止，孔隙水压力的消散，安全系数又逐渐提高，且在降雨后 10 天左右，排土体饱和区最大，安全系数最小。

3) 整体稳定性校核结果表明：小麻柳排土场推荐方案的各工况安全系数均满足规范要求，其工况安全系数由大到小的顺序是：自然工况>降雨工况>地震工况，在考虑地震作用时，安全系数大幅度的降低，排土场安全储备较小；如考虑降雨和地震同时作，排土场安全系数将进一步降低，易发生滑坡、泥石流等地质灾害。因此设计与施工

时应特别注意降雨工况和地震工况的措施设计与实施。

4) 校核表明：如排土场东南上部（1575m 标高以上）破碎废石台阶先于下部基岩组合台阶形成，稳定性不能满足规范要求，在暴雨和地震等外因的作用下，可能出现局部滑坡。

5) 稳定性分析所采用的散体物料和地基力学指标以及所选的剖面为具有一定代表性的样本指标和剖面，其分析结果具有一般性，对于如集中排弃粉质粘土、超强堆排、超标连续暴雨、暴雨和地震同时发生等特殊情况，推荐方案仍可能出现局部的失稳现象。

### 3.6.4 排土场周边环境及安全分析

排土场位于小麻柳沟及两侧山体，地形为西高东低。排土场北侧为大麻柳村，南侧为垃圾填埋场（已废），西侧为甘洛村，东侧为安宁河河堤道路。

由于小麻柳两侧山体安全稳定，排土场安全对南北无影响。根据西昌新农村建设规划，西侧的甘洛村和北侧的大麻柳村将搬迁，根据现场踏勘情况，有部分居民未搬迁，建议下一步设计阶段明确居民搬迁的时间节点或采取相应防护措施。

排土场东北方向有一座 220kV 变电站，标高 1556m，距排土场 1555m 台阶边缘约 20m，比 220kV 变电站低 1m，该平台及以下排土平台对其无影响。但 1555m 以上排土平台及排土高度对 220KV 变电站有一定的影响，需要对其保护。根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）规定，保护对象与排土场最终坡底线间的安全距离是排土场堆高的 2 倍距离。220kV 变电站标高为 1556m，与其对应的坡脚为 1555m，排土场最终标高为 1750m，堆高为 195m，排土场堆高 2 倍安全距离是 390m。现 220kV 变电站边缘离 1555m 平台坡底线约为 408m，大于安全距离 390m；因此，设计排土场 1555m 平台坡脚距离变电站距离为 408m 能保证变电站的安全。

东侧的安宁河河堤道路是一条乡镇道路，排土场东侧坡脚处距离安宁河河堤道路边缘最近距离约为 60m。对整个排土场而言，1530m

平台东侧平台宽为 50m，1545m、1565m、1580m 平台宽 100m，能阻止滚石下落，不会对东侧乡镇道路造成滚石安全影响。为了防止排土场地基因上部堆存废石后，在上部荷载以及地震作用下使地基发生隆起导致滑坡并威胁到安宁河河堤，设计对 1530m、1545m、1565m、1580m 形成（岩石）平台后东侧坡脚进行反压。确保排土场不会对安宁河河堤安全造成影响。经上述分析，排土场东侧坡脚处距离安宁河河堤道路边缘最近距离约为 60m 是安全的。同时 1530m、1545m、1565m、1580m 平台能有效阻止上侧排土场因雨水形成的泥水，相当于是整个排土场的四级拦泥坝性质。

根据卫星地图及现场踏勘得知，排土场下游有部分民房、XW11 道路等设施，建议下一阶段设计明确民房具体搬迁的时间节点以及 XW11 县道的改道或安全防护情况。

### 3.6.5 尾矿库与排土场相互影响评价

小麻柳排土场的上游是小麻柳尾矿库，两者形成一个相互影响的复杂系统，若尾矿库渗水得不到控制或排渗不通畅，势必影响排土场地基和下部废石土的强度，导致排土场裂缝、滑坡等事故；如尾矿库出现溃堤、垮坝事故，有可能加大泥石流的体积和能量，造成更大的事故，因此尾矿库自身必须稳定可靠，才能避免对下游排土场构成威胁。为了避免上述危害，可研方案在保证尾矿库自身安全方面采取了排渗、压坡、监测等措施，并要求尾矿库和排土场进行统一规划和管理。

另外，若排土场自身稳定，排土场对尾矿库边坡有加固作用；如排土场下部排渗不畅，使尾矿坝渗水无法排出，将抬高尾矿库的浸润线，影响尾矿库的稳定；如排土场出现裂缝或滑坡，也可能影响尾矿库的稳定性，因此下一步设计阶段应制定详细的排土规划，排土场底部应设置排渗层，并有防排渗失效备用措施，排土时应严格按照排土规划进行排土，避免因排土场危害导致尾矿库事故，同时，建议下一

步设计阶段对排土场与尾矿库相互影响进行专项研究论证分析工作。

### 3.6.6 排土能力及规模校核

矿山目前使用的排土场为小麻柳排土场。依据可研可知，剥离废石总量为 35515.19 万 t，其中，需将废石中含量较高的极贫矿运输至干选系统，总量约 10700 万 t，故排弃至小麻柳排土场的废石总量为 24815.19 万 t（其中表土剥离量为 8886.23 万 t，岩石剥离量为 15928.96 万 t）。经计算，表土需要库容为 5551.4 万 m<sup>3</sup>的堆场，其中一部分可临时堆存在小麻柳排土场 1600m 平台，作为排土场和尾矿库复垦用土；岩石需要库容为 8270.74 万 m<sup>3</sup>的排土场，故容纳废石（表土和岩石）需要的排土场总的有效库容不小于 13822.14 万 m<sup>3</sup>。设计小麻柳排土场有效库容约为 18050.5 万 m<sup>3</sup>，完全能容纳堆存扩建后剥离的废石量。因此，小麻柳排土场可以满足矿山基建期+生产期的使用要求。

### 3.6.7 排土场防洪措施评价

本排土场防洪系统分为三部分：上游截洪、周边截洪和内部排水。

#### （1）防洪标准

由于上游为二等尾矿库，根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）的要求，上游截洪按 1000 年一遇的洪水校核。根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）4.0.7 条，大、中型矿山排土场按 1/25 洪水频率对排土场防洪设施进行校核。

（2）校核依据：可研方案和《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》（1984.6）。

#### （3）基础资料

根据可研方案和《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》（1984.6）洪水计算基础资料见表 3.6-8。洪水计算方法采用手册中推荐的推理公式法。

表 3.6-8 小麻柳排土场截洪部分洪水校核参数表

| 部位                                    | 汇流面积<br>$F(\text{km}^2)$ | 主河沟长<br>$L(\text{km})$ | 纵坡<br>$J$ | $J^{1/3}$ | $F^{1/4}$ | $\theta$ | 汇流参数<br>$m$ | $\overline{H}_{24}$<br>(mm) | $Cv_{24}$ | $\overline{H}_6$<br>(mm) | $Cv_6$ | $\overline{H}_1$<br>(mm) | $Cv_1$ | 产流参数<br>$\mu$ |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|---------------|
| 北沟                                    | 3.2                      | 3.80                   | 0.178     | 0.563     | 1.337     | 5.051    | 0.308       | 67.0                        | 0.41      | 60.0                     | 0.42   | 33.0                     | 0.44   | 2.753         |
| 南沟                                    | 7.0                      | 4.75                   | 0.191     | 0.576     | 1.627     | 5.071    | 0.308       | 67.0                        | 0.41      | 60.0                     | 0.42   | 33.0                     | 0.44   | 2.464         |
| 库区                                    | 2.1                      | 1.741                  | 0.097     | 0.459     | 1.207     | 3.139    | 0.279       | 67.0                        | 0.41      | 60.0                     | 0.42   | 33.0                     | 0.44   | 3.157         |
| 截水沟                                   | 0.12                     | 1.17                   | 0.09      | 0.448     | 0.589     | 4.436    | 0.299       | 67.0                        | 0.41      | 60.0                     | 0.42   | 33.0                     | 0.44   | 2.886         |
| 平台沟                                   | 0.21                     | 0.2                    | 0.04      | 0.342     | 0.677     | 0.864    | 0.215       | 67.0                        | 0.41      | 60.0                     | 0.42   | 33.0                     | 0.44   | 3.199         |
| 说明：截水沟汇水面积采用排土场西部汇水面积，平台汇水面积采用最大平台面积。 |                          |                        |           |           |           |          |             |                             |           |                          |        |                          |        |               |

#### （4）防洪能力校核

根据以上资料和参数，小麻柳排土场上游截洪系统校核与分析结果见表 3.6-9。

表 3.6-9 小麻柳排土场上游截洪能力校核结果

| 防洪标准                                                                    | 部位  | 洪峰流量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 洪水总量<br>( $\text{万 m}^3$ ) | 排洪水头<br>( $\text{m}$ ) | 泄洪量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 构筑物最大<br>排洪能力          |                                 | 最低水位<br>( $\text{m}$ ) | 最高洪水位 ( $\text{m}$ ) |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------|
|                                                                         |     |                                   |                            |                        |                                  | 排泄水头<br>( $\text{m}$ ) | 泄流量<br>$q(\text{m}^3/\text{s})$ |                        |                      |
| 0.10 %                                                                  | 北沟  | 52.29                             | 45.60                      | 4.55                   | 52.29                            | 7.0                    | 68.31                           | 1803                   | 1807.55              |
|                                                                         | 南沟  | 166.91                            | 145.02                     | 2.20                   | 166.91                           | 5.0                    | 189.03                          | 1785                   | 1787.20              |
|                                                                         | 库区  | 39.41                             | 27.96                      | 1.49                   | 18.47                            | 1.5                    | 19.5                            | —                      | —                    |
|                                                                         | 主洞  | —                                 | —                          | —                      | 206.32                           | —                      | 213.89                          | —                      | —                    |
| 1/25                                                                    | 截水沟 | 1.01                              | 1.03                       | —                      | —                                | —                      | 1.5                             | —                      | —                    |
|                                                                         | 平台沟 | 1.76                              | 1.8                        | —                      | —                                | —                      | 0.38                            | —                      | —                    |
| 说明：南沟泄流洪水含北沟洪水；库区洪水和泄流高度按各时期最大洪水取值，尾矿库泄洪能力按各时期最小泄洪能力计取；主洞泄流含南沟、北沟和库区洪水。 |     |                                   |                            |                        |                                  |                        |                                 |                        |                      |

#### （5）防洪能力分析

从上面分析可以看出，排土场上游截洪系统和尾矿库周围的截水沟满足要求，但宽平台的内排水沟靠近出口端截面偏小，纵向坡度偏缓，建议下一阶段设计时进一步校核排土场的排洪能力，加大出口段截面面积，并增加坡度。

#### 3.6.8 排土场监测设施评价

依据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）及《冶金矿山采矿设计规范》（GB 50830-2013）和《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005），排土场应进行监测设施设计，可研报告中仅对上游的尾矿坝详细设置了监测方案，未对排土场监测方案进行设计，建议下一阶段设计补充排土场的位移和应力等监测措施。

#### 3.6.9 单元小结

可研对排土场的选址、废石排放方式、堆置总高度、台阶高度、

安全平台宽度、总边坡角等进行了说明，总体符合《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）、《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）规范的相关要求。

本单元应注意以下问题：

（1）可研方案中排土场部分是依据《有色金属矿山排土场设计标准》（GB50421-2018）进行设计，由于西昌矿业开采矿种为铁矿、钛矿，建议下一阶段设计排土场部分依据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）进行设计。

（2）建议下一阶段设计时明确卸载平台安全车挡高度、废石滚落时可能的最大距离等参数。

（3）排土场是一个动态稳定的过程，沉降需要多年完成，因此排土场 2 倍堆高范围内严禁新建设施，以避免排土场荷载增加对排土场整体稳定性带来影响。

（4）企业应加强对现有排土场截洪沟、平台排水沟、拦挡坝等设施的安全检查，发现问题及时处理，以确保排土场整体稳定。

（5）建议企业对排土场实施位移监测，并做好记录及资料整理，发现异常情况及时处理解决。

（6）矿山排土场应严格按照设计进行堆排，严禁超排。

（7）下一阶段设计应进一步补充说明排土场的过程参数，详细论证排土场上升速度、尾矿坝上升速度和尾砂上升速度之间的关系，并制定尾矿库筑坝、排尾和排土场施工规划。

（8）建议下一阶段设计进一步校核排土场的防洪能力，增加宽平台的内排水沟靠近出口端截面尺寸及纵向坡度。

（9）建议下一阶段设计应制定相应的防洪抗洪和防震抗震的应急措施。增加胶带运排土的安全距离、技术要求等。

（10）由于排土场紧邻尾矿库，建议企业开展排土场与尾矿库相互影响的专项研究论证分析工作，并制定相应预防和应急措施。

（11）建议下一阶段设计按照相关规范要求，并结合尾矿库监测

设施，补充完善排土场监测系统。

### 3.7 安全管理及其他单元

#### 3.7.1 安全管理安全检查表

根据《中华人民共和国安全生产法》、《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》、《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》、《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》等法律法规的相关规定，采用安全检查表法对安全管理进行了分析评价，详见表 3.7-1。

表 3.7-1 安全管理单元安全检查表

| 序号 | 检查要求                                                                                                                                                                              | 检查依据                       | 检查情况                                                              | 检查结果 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | 矿山企业应配备专职安全生产管理人员；从业人员超过一百人的应当设置安全生产管理机构。                                                                                                                                         | 《中华人民共和国安全生产法》第二十四条        | 矿山成立了安全生产委员会，设立了安全生产管理机构 and 安全管理网络，负责矿山日常安全生产管理工作；配备有专职安全生产管理人员。 | 符合要求 |
| 2  | 矿山企业要建立健全以法定代表人负责制为核心的各级安全生产责任制。在此基础上，要健全完善安全目标管理、安全例会、安全检查、安全教育培训、生产技术管理、机电设备管理、劳动管理、安全费用提取与使用、重大危险源监控、安全生产隐患排查治理、安全技术措施审批、劳动防护用品管理、职业危害预防、生产安全事故报告和应急管理、安全生产奖惩、安全生产档案管理等制度，以及各类 | 《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》<br>第六条 | 矿山建立健全了以法定代表人负责制为核心的全员安全生产责任制。建立了包含要求的各项安全管理制度、安全规程等。             | 符合要求 |

| 序号 | 检查要求                                                                                                     | 检查依据                   | 检查情况                                                    | 检查结果 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------|------|
|    | 安全技术规程、操作规程等。                                                                                            |                        |                                                         |      |
| 3  | 矿山企业应对职工进行安全生产教育和培训，未经安全生产教育和培训合格的不应上岗作业。                                                                | 《中华人民共和国安全生产法》第二十八条    | 企业对职工进行了安全生产教育和培训，并要求未经安全生产教育和培训合格的不许上岗作业。              | 符合要求 |
| 4  | 新进露天矿山的作业人员，应接受不少于 72h 的安全教育，经考试合格后，方可上岗作业。                                                              | 《中华人民共和国安全生产法》第二十八条    | 新进露天矿山的作业人员，接受了不少于 72h 的安全教育，经考试合格后，方可上岗作业。             | 符合要求 |
| 5  | 调换工种的人员，应进行新岗位安全操作的培训。                                                                                   | 《中华人民共和国安全生产法》第二十八条    | 调换工种的人员，进行了新岗位安全操作的培训。                                  | 符合要求 |
| 6  | 矿山企业必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。                                                  | 《中华人民共和国安全生产法》第四十五条    | 企业为从业人员提供了符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品。                          | 符合要求 |
| 7  | 矿山企业应为从业人员办理工伤保险，因特殊情况不能办理工伤保险的，可以办理安全生产责任保险或者雇主责任保险。                                                    | 《中华人民共和国安全生产法》第五十一条    | 企业为从业人员办理了工伤保险。                                         | 符合要求 |
| 8  | 矿山企业应根据存在风险的种类、事故类型和重大危险源的情况制定综合应急预案和相应的专项应急预案，风险性较大的重点岗位应制定现场处置方案。应急预案应经过评审，并按照隶属关系向当地县级以上安全生产监督管理部门备案。 | 《中华人民共和国安全生产法》第四十条     | 企业根据存在风险的种类、事故类型的情况制定了综合应急预案和相应的专项应急预案，并在当地应急管理部门进行了备案。 | 符合要求 |
| 9  | 矿山企业应建立由专职或兼职人员组成的事故应急救援组织，配备必要的应急救援器材和设备。生产规模较小不必                                                       | 《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条 | 矿山建立了兼职矿山救护队，配备了必要的应急救援器材和设备。                           | 符合要求 |

| 序号 | 检查要求                                                                                                                            | 检查依据                                                 | 检查情况                                                      | 检查结果 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|
|    | 建立事故应急救援组织的，应指定兼职的应急救援人员，并与临近的事故救援组织签订救援协议。                                                                                     |                                                      |                                                           |      |
| 10 | 矿山企业应制定应急预案演练计划，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。                                                                   | 《生产安全事故应急预案管理办法》第三十三条                                | 企业制定了应急预案演练计划，每年组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。 | 符合要求 |
| 11 | 特种从业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书。                                                                                               | 《中华人民共和国安全生产法》第三十条                                   | 企业特种作业人员全部进行了培训或复审，上岗前均取得了特种作业操作资格证书。                     | 符合要求 |
| 12 | 加强对外包施工队伍的安全管理。从事非煤矿山采掘施工的外包施工单位必须具备矿山工程施工资质并取得安全生产许可证。非煤矿山企业要与外包施工单位签订安全生产管理协议，明确非煤矿山企业是安全生产的责任主体，外包施工单位对承接工程负直接安全生产责任。        | 《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》第三、六、七条                            | 企业与外包施工单位签订了安全生产管理协议。                                     | 符合要求 |
| 13 | 非煤矿山企业必须依法设立安全管理机构或者配备专职安全生产管理人员，应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作。专职安全生产管理人员应当从事矿山工作 5 年及以上、具有相应的非煤矿山安全生产专业知识和工作经验并熟悉本矿生产系统。专职安全生产管理人员数量按不少 | 《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》（矿安〔2022〕4 号） | 企业配备安管人员 13 名，能够满足相关要求。                                   | 符合要求 |

| 序号 | 检查要求                                                                                                                            | 检查依据                                                              | 检查情况                                                                                            | 检查结果 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|    | 于从业人数的百分之一配备，金属非金属露天矿山应当不少于 2 人。                                                                                                |                                                                   |                                                                                                 |      |
| 14 | 金属非金属露天矿山应当配备具有采矿、地质、机电等矿山相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专职技术人员，每个专业至少配备 1 人。                                                           | 《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》（矿安〔2022〕4 号）              | 企业配备采矿、地质、机电等专业技术人员，能够满足相关要求。                                                                   | 符合要求 |
| 15 | 主要负责人应当每月对照金属非金属矿山重大生产安全事故隐患判定标准，组织开展全面排查，形成重大事故隐患排查治理报告签字备查。                                                                   | 《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》（矿安〔2022〕4 号）              | 企业主要负责人每月对照金属矿山重大生产安全事故隐患判定标准，组织开展了全面排查，并保存了相关记录。                                               | 符合要求 |
| 16 | 矿山企业应当健全以安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制为核心的安全生产标准化管理体系。严格开展风险辨识评估并实施分级管控，定期开展全员全覆盖隐患排查治理，建立风险隐患台账清单，实行闭环管理。                              | 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（中共中央办公厅 国务院办公厅，2023 年 9 月 6 日） | 企业建立了以安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制为核心的安全生产标准化管理体系。开展风险辨识评估并实施分级管控，定期开展全员全覆盖隐患排查治理，建立了风险隐患台账清单，保存有相关记录。 | 符合要求 |
| 17 | 矿山及其上级企业主要负责人（含法定代表人、实际控制人、实际负责人）依法履行安全生产第一责任人责任，加大安全投入和安全培训力度，及时研究解决矿山安全生产重大问题。矿山企业总部应当加强下属企业监督检查，主要负责人应当定期到生产现场督促检查安全生产工作，严禁下 | 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（中共中央办公厅 国务院办公厅，2023 年 9 月 6 日） | 企业安全投入及安全培训满足相关要求，上级企业定期对其进行监督检查，未下达超能力生产计划或者经营指标。                                              | 符合要求 |

| 序号 | 检查要求                                                                                                                        | 检查依据                                                              | 检查情况                                                                                                  | 检查结果 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|    | 达超能力生产计划或者经营指标。                                                                                                             |                                                                   |                                                                                                       |      |
| 18 | 矿山企业应当建立健全并落实全员安全生产岗位责任制和安全生产管理制度。按照要求绘制、更新相关图纸，并报送矿山安全监管监察部门。未经安全培训合格的从业人员不得上岗作业，矿长、总工程师和分管安全、生产、机电等工作的副矿长每年应当接受专门的安全教育培训。 | 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（中共中央办公厅 国务院办公厅，2023 年 9 月 6 日） | 企业建立健全并落实了全员安全生产岗位责任制和安全生产管理制度。按照要求绘制、更新相关图纸，并报送矿山安全监管监察部门。从业人员全部经安全培训合格后才可上岗作业，“五职矿长”每年接受了专门的安全教育培训。 | 符合要求 |

### 3.7.2 单元小结

由于本项目为扩建项目，企业已有较完善的安全管理制度，建议根据新修订的相关法律、法规、标准、规范等要求及时对安全管理制度进行完善，对新进员工应按要求进行教育培训，完成规定的学时并且考核合格后方能上岗作业。企业应与就近的取得三级以上资质的矿山救护队签订有偿服务救护协议。

## 3.8 重大危险源辨识单元

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）对本项目进行重大危险源辨识，本项目不存在重大危险源。

## 4 安全对策措施及建议

根据上述危险、有害因素辨识情况以及定性、定量评价结果，并针对太和铁矿的特点，本次安全预评价提出以下安全对策措施及建议。

### 4.1 总平面布置

(1) 本项目采场范围较大，矿区内断裂构造发育，同时随着露天开采工作的推进，长期的风化作用，使矿体内岩层结构面缝隙扩大，并产生新结构面（新裂隙），从而导致坍塌、滑坡，而且采场边坡较高，建议企业在实际生产中，加强地质工作技术力量，做好揭露边坡的地质编录工作，定期开展边坡稳定性分析。

(2) 企业应加强对地质灾害治理工程的监督检查，在实施过程中发现实际地质条件与勘查报告不符的，应及时反馈，以便勘查单位补充地质、地层界限等资料，调整设计参数。

(3) 项目基建和开采过程中，如遇到软弱岩层，应及时委托设计单位及有资质的施工单位对边坡进行加固处理或采取其他除险措施。

(4) 下一步设计中应补充位于露天爆破警戒线范围内和排土场下游等危险区域内的居民、建构筑物、设备设施、道路等安全防护措施，给出其与本项目的位置关系、距离及其他参数，并按要求对影响范围内居民及其他设施实施搬迁或采取相关的安全措施。

(5) 矿区开采过程中应严格管理，避免无关人员进入采场。

(6) 下一阶段设计应根据相关抗震设计规范的要求，选择相应的地震动参数进行抗震设计和验算。

### 4.2 开拓运输

(1) 下一阶段设计应按二级运矿道路标准确定车辆运输速度、道路宽度、最小曲线半径、视距、最大线路纵坡等参数。

(2) 下一阶段设计应明确若局部地段因条件限制不能满足规范要求时，应采取限速、设挡墙、加宽路面等措施。

(3) 下一阶段设计中应明确露天矿山道路按要求设置缓和坡段，其坡度应符合规程要求，说明主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。

(4) 下一阶段设计中需补充运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。

(5) 下一阶段设计需明确矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/3。

(6) 下一阶段设计需说明汽车运行应遵守的相关规定，下坡车速不超过 25km/h；不超载运行，并明确雾霾或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距符合相关规定，拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。

(7) 下一阶段设计中按《金属非金属矿山安全规程》、《带式输送机安全规范》等要求对粗破碎站、带式输送机相关安全设施及参数进行设计。

(8) 由于采场面积较大，矿山应配备专用载人车辆接送作业人员上下班。

(9) 扩建后矿山规模大，运输设备多，矿山应建立移动设备交通调度控制系统，有效保证车辆正常行驶。

(10) 下一阶段设计应补充避险车道的设置情况及参数，同时考虑采场出现异常时人员及设备的撤离路线。

(11) 运输车辆经过西大公路与运矿道路交界处应严格执行信号灯规定，注意避让人员及社会车辆。

(12) 下一阶段设计应补充完善油料及爆破器材等危险物品运输和使用过程中的安全防护措施。

### 4.3 采剥单元

(1) 下一阶段设计单位应依据《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》提出的建议完善露天开采境界参数。

(2) 建议企业开展爆破振动测试，持续优化爆破设计。

(3) 下一步设计阶段应根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》、《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》、《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》（矿安〔2023〕119 号）及《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》提出的建议明确边坡监测系统设置情况，企业应加强采场边坡稳定性监测系统的维护工作，定期通过监测数据分析采场的边坡稳定状况。

(4) 本露天边坡土层较厚，局部可能出现垮塌，生产中应加强监测和治理，必要时配置边坡支护设备。

(5) 下一阶段设计需明确露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。

(6) 下一阶段设计应明确多台铲装设备在同一平台上作业时，铲装设备间距不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m；上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。

(7) 矿山开采过程中要严格遵守“从上到下、分水平开采”的采矿方法，杜绝在作业台阶底部开采，避免边坡形成伞檐的空洞。并在开采过程中做好排水工作。

(8) 下一阶段设计应对检查频次进行明确，露天采场工作边坡应每季度检查不少于 1 次，运输或者行人的非工作边坡每半年检查不少于 1 次；边坡出现滑坡或者坍塌迹象时，应立即停止受影响区域的生产作业，撤出相关人员和设备，并采取相应的安全措施。

(9) 下一阶段设计需补充完善发现悬浮岩块或崩塌征兆时，应立

即停止铲装作业，并将设备转移至安全地带。

(10) 矿山爆破作业应严格按照《爆破安全规程》(GB6722-2014) 进行，确保爆破作业安全。

(11) 由于露天开采最终境界北侧、东侧均为下坡方向，建议下一阶段设计沿山坡爆破时，下坡方向的飞石安全允许距离应增大 50%，按照 300m 爆破警戒范围进行圈定。

(12) 下一阶段设计应明确每次爆破的总药量、最大单段药量等关键爆破参数，提出安全对策措施，并对爆破振动安全允许距离及爆破飞石安全距离进一步核算。

(13) 矿山开采过程中，企业应时刻注意露天采场边坡稳定性、地面开裂、塌陷、山体滑移的监测，并采取相应防范措施。

(14) 粗破碎站、西大公路部分路段及民房位于最终开采境界爆破警戒线范围以内，下一步设计阶段应对最终开采境界爆破警戒线范围内的设施安全防护情况进行明确。

(15) 分期开采扩帮过渡期间，采场同时存在上部扩帮区和下部正常采剥区的作业局面，上部扩帮区爆破时滚石将直接影响下部正常采剥区安全生产，上部扩帮区爆破时，采场上、下均应停止生产，下一阶段设计应明确必须采取的安全防范措施。

(16) 下一阶段设计应补充采场现状与原设计的符合性，补充原设计境界、现状境界与本次设计境界对比图，明确是否存在重大生产安全隐患。

(17) 下一阶段设计应补充现状境界至本次设计终了境界过渡衔接期间的生产安全防护措施。

#### 4.4 矿山供配电设施

(1) 下一阶段设计应明确本次露天采矿系统中生产用电设备及辅助设备的负荷等级，并按照《矿山电力设计标准》要求对供电系统

的可靠性进行复核。

(2) 采矿场属于有淹没危险环境采矿场，排水泵应由双重电源供电。两回路供电线路中，当任一回路停止供电时其余回路的供电能力应能承担最大排水负荷。

(3) 建议移动变电所及采场高压设备的高压接电点采用具有短路保护和单相接地保护功能的高压真空断路器设备。

(4) 可研未对露天采场主接地极的设置情况进行说明，下一阶段设计中需完善。

(5) 可研未对向露天采矿供电系统的接地方式进行说明，下一阶段设计中需完善。

(6) 建议下一阶段设计明确移动照明设备电压。

## 4.5 防排水

(1) 本项目为大型矿山，建议企业建立水文地质资料档案。

(2) 下一阶段设计应重新校核封闭圈标高 1578m 台阶以上汇水面积及暴雨径流量，并对排洪系统重新进行设计，明确截洪沟的标高及尺寸。

(3) 下一阶段设计应按照《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ / T0342-2020）要求计算正常涌水量和最大排水量，工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量，全部水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。

(4) 下一阶段设计应按照规程要求对排洪系统重新进行设计，明确采场内排水设施的型号及排水系统的设置情况。

(5) 下一阶段设计中需对防洪标准进行明确。

(6) 建议下一阶段设计对照《矿区水文地质工程地质勘查规范》补充矿床水文地质条件类型为简单型的判定依据。

## 4.6 排土场

(1) 下一阶段设计单位应依据《重钢西昌矿业有限公司小麻柳排土场稳定性研究报告》提出的建议完善排土场设计方案。

(2) 可研方案中排土场部分是依据《有色金属矿山排土场设计标准》（GB50421-2018）进行设计，由于西昌矿业开采矿种为铁矿、钛矿，建议下一阶段设计排土场部分依据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）进行设计。

(3) 可研方案中排土工艺存在上下分层平行排土，如规划不当，存在滚石伤人等风险，建议下一阶段设计应细化排土规划，错开排土工作面，明确相关安全防护措施。

(4) 建议下一阶段设计时明确卸载平台安全车挡高度、废石滚落时可能的最大距离等参数。

(5) 排土场是一个动态稳定的过程，沉降需要多年完成，因此排土场 2 倍堆高范围内严禁新建设施，以避免排土场荷载增加对排土场整体稳定性带来影响。

(6) 企业应加强对现有排土场截洪沟、平台排水沟、拦挡坝等设施的安全检查，发现问题及时处理，以确保排土场整体稳定。

(7) 建议企业对排土场实施位移监测，并做好记录及资料整理，发现异常情况及时解决。

(8) 由于排土场容量大，最终边坡高差大，在生产运行过程中应特别注意避免排土线区域的沉降问题对排土场安全运行造成影响，必要时可采取降低排土台阶高度以及增大安全平台宽度等安全技术措施。

(9) 下一阶段设计在排土卸载平台边缘设置安全车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的  $1/2$ ，顶宽不小于车轮轮胎直径的  $1/4$ ，底宽不小于车轮轮胎直径的  $3/4$ ；由经过培训考核合格的人员指挥；汽车与排土工作面距离小于 200m 时，车速不大于 16km/h；与坡顶线距离

小于 50m 时,车速不大于 8km/h;重车卸载时的倒车速度不大于 5km/h;能见度小于 30m 时停止排土作业。

(10) 矿山排土场应严格按照设计进行堆排,严禁超排。

(11) 下一阶段设计应进一步补充说明排土场的过程参数,详细论证排土场上升速度、尾矿坝上升速度和尾砂上升速度之间的关系,并制定尾矿库筑坝、排尾和排土场施工规划。

(12) 建议下一阶段设计进一步校核排土场的防洪能力,增加宽平台的内排水沟靠近出口端截面尺寸及纵向坡度。

(13) 排土机排土时,应在设计中进行不均匀沉降计算;明确排土机距眉线的安全距离。

(14) 企业应制定相应的防洪抗洪和防震抗震的应急处置措施。

(15) 由于排土场紧邻尾矿库,建议企业开展排土场与尾矿库相互影响的专项研究论证分析工作,并制定相应预防和应急措施。

(16) 建议下一阶段设计按照相关规范要求,并结合尾矿库监测设施,补充完善排土场监测系统。

(18) 下一阶段设计应补充排土场现状与原设计的符合性,明确是否存在重大生产安全隐患。

#### **4.7 安全管理及其他对策措施**

(1) 由于本项目为扩建工程,企业已有较完善的安全管理制度,建议根据新修订的相关法律、法规、标准、规范等要求及时对安全管理制度进行完善。

(2) 下一阶段设计补充矿山及其上级企业主要负责人依法履行安全生产第一责任人责任,加大安全投入和安全培训力度,及时研究解决矿山安全生产重大问题,推广矿长安全生产考核记分制度。

(3) 下一阶段设计应明确危险性较大的矿用产品,企业需根据国家有关规定取得矿用产品安全标志。

(4) 下一阶段设计应明确专项安全设施投资费用,企业应按照财资〔2022〕136 号有关规定足额提取安全生产费用,实行专户核算。

(5) 企业应按照要求绘制、更新相关图纸,并报送矿山安全监管监察部门。

(6) 矿山应当严格执行《生产经营单位安全培训规定》(原国家安全监管总局令第 3 号)、《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(原国家安全监管总局令第 30 号)等规章,强化从业人员安全素质和技能提升,不得安排未经安全生产培训合格的从业人员上岗。建立包括外包施工单位从业人员在内的安全培训档案,实行“一人一档”。

(7) 矿山应当依法加强安全生产标准化管理体系建设,建立健全安全风险分级管控和事故隐患排查治理双重预防机制,强化安全风险辨识管控,确定管控重点,落实管控责任,加强隐患排查治理,分析隐患成因,制定落实消除措施,建立风险隐患台账清单,实行闭环管理。持续加强现场安全管理,强化监督检查和激励约束,严格考核兑现。全面实现岗位达标、专业达标、企业达标,夯实安全生产基础。

(8) 矿山应当按照《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》,对承包单位实施统一管理,严禁“以包代管、包而不管”。从事非煤矿山采掘施工的外包施工单位必须具备矿山工程施工资质并取得安全生产许可证。建设单位应与外包施工单位签订安全生产管理协议,明确建设单位是安全生产的责任主体,外包施工单位对承接工程负直接安全生产责任。

(9) 承包单位应当向项目部派出项目负责人、技术人员和特种作业人员;项目负责人、技术人员应当具有矿山相关专业中专以上学历或者中级以上专业技术职称,且不得在其他矿山兼职。项目部管理人员、技术人员、特种作业人员必须是项目部上级法人单位的正式职工,不得使用劳务派遣人员、临时人员。

(10) 矿山应当按照《生产安全事故应急预案管理办法》及时修订生产安全事故应急预案,赋予调度员、安检员、现场带班人员、班

组长等人员现场紧急撤人权, 定期组织应急预案演练并编写评估报告, 与就近的取得三级以上资质的矿山救护队签订有偿服务救护协议。

## 5 评价结论

### 5.1 本项目存在的主要危险、有害因素

本项目存在的主要危险、有害因素为：坍塌、滑坡、泥石流、滚石、高处坠落、爆破伤害、火药爆炸、车辆伤害、物体打击、机械伤害、触电、火灾、水灾、淹溺、中毒窒息等。

### 5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素

- (1) 边坡坍塌和滑坡；
- (2) 爆破器材储存、运输、使用过程中火药爆炸及爆破伤害；
- (3) 铲装、运输过程中车辆伤害。

### 5.3 应重视的安全对策措施建议

(1) 企业在实际生产中，加强地质工作技术力量，做好揭露边坡的地质编录工作，定期开展边坡稳定性分析。

(2) 下一步设计中应补充位于露天爆破警戒线范围内和排土场下游等危险区域内的居民、建构筑物、设备设施、道路等安全防护措施，给出其与本项目的位置关系、距离及其他参数，并按要求对影响范围内居民及其他设施实施搬迁或采取相关的安全措施。

(3) 下一阶段设计应按二级运矿道路标准确定车辆运输速度、道路宽度、最小曲线半径、视距、最大线路纵坡等参数。

(4) 下一阶段设计单位应依据《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》提出的建议完善露天开采境界参数。

(5) 下一步设计阶段应根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》、《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》、《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》

（矿安〔2023〕119 号）及《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》提出的建议明确边坡监测系统设置情况。

（6）企业应开展爆破振动测试，持续优化爆破设计，爆破作业应严格按照《爆破安全规程》进行。

（7）分期开采扩帮过渡期间，采场同时存在上部扩帮区和下部正常采剥区的作业局面，上部扩帮区爆破时滚石将直接影响下部正常采剥区安全生产，上部扩帮区爆破时，采场上、下均应停止生产，下一阶段设计应明确必须采取的安全防范措施。

（8）排土场是一个动态稳定的过程，沉降需要多年完成，因此排土场 2 倍堆高范围内严禁新建设施，以避免排土场荷载增加对排土场整体稳定性带来影响。

（9）下一阶段设计应补充说明排土场的过程参数，详细论证排土场上升速度、尾矿坝上升速度和尾砂上升速度之间的关系，并制定尾矿库筑坝、排尾和排土场施工规划，建议企业开展排土场与尾矿库相互影响的专项研究论证分析工作，并制定相应预防和应急措施。

（10）下一阶段设计应明确本次露天采矿系统中生产用电设备及辅助设备的负荷等级，并按照《矿山电力设计标准》要求对供电系统的可靠性进行复核。

（11）下一阶段设计应按照规程要求对排洪系统重新进行设计，明确采场内排水设施的型号及排水系统的设置情况。

（12）企业应根据矿山基建、生产实际情况的变化，不断健全矿山安全风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制，以安全标准化建设为载体，以风险管控为手段，将“双重预防机制建设”融入标准化建设之中，持续提升矿山安全基础。

## 5.4 评价结果综述

评价组本着合法性、科学性、公正性、针对性的评价原则，依据

《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《金属非金属矿山安全规程》、《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》等法律、法规、标准、规范及政策文件的要求，对本项目可行性研究报告所涉及的总平面布置、开拓运输系统、采剥、防排水、矿山供配电、排土场、安全管理等进行了安全预评价。

根据对本项目各单元危险、有害因素辨识分析及定性定量评价，提出了相应的对策措施，在落实可行性研究报告及本预评价报告提出的措施建议下，本项目潜在的危险、有害因素能够得到有效控制，其安全风险在可控范围。

## 5.5 安全预评价结论

从安全生产角度出发，建设项目符合国家现行有关法律、法规、标准、规范的要求；工程潜在的危险、有害因素在采纳合理的安全对策措施后能得到有效控制；被评价单位将应配备的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，可实现本项目的安全生产。

## 附 件

- (1) 委托书；
- (2) 营业执照；
- (3) 采矿许可证；
- (4) 《重钢西昌矿业有限公司 1000 万 t/a 采选扩建工程可行性研究报告》；
- (5) 《重钢西昌矿业有限公司露天采场边坡稳定性研究报告》；
- (6) 《关于加快推进国内铁矿项目建设的通知》（发改办产业〔2022〕255 号）；
- (7) 专家评审及复核意见；
- (8) 评价项目组部分人员在现场调研照片。

## 附 图

- (1) 矿区地形地质图；
- (2) 总平面布置图；
- (3) 露天采场终了境界图；
- (4) 15#勘探线剖面图；
- (5) 18#勘探线剖面图；
- (6) 小麻柳排土场平面图；
- (7) 小麻柳排土场剖面图一；
- (8) 小麻柳排土场剖面图二；
- (9) 重钢西昌矿业 2023 年 11 月露天采矿工程现状平面图。