国信安科
GXAK TECHNOLOGY

编号：AK23092101

中电建智都城市投资有限公司
广州市花都区花山镇
城西石场建筑用花岗岩矿项目采矿工程

安全预评价报告

（审定稿）

北京国信安科技术有限公司

证书编号：APJ-（京）-003

二零二三年九月

中电建智都城市投资有限公司

广州市花都区花山镇

城西石场建筑用花岗岩矿项目采矿工程

安全预评价报告

（审定稿）

法定代表人：龚宇同

技术负责人：谢源

项目负责人：韩金峰

2023 年 9 月

（安全评价机构公章）

中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目采矿工程安全预评价

评价人员

	姓名	职业资格证书编号	从业信息识别卡编号	专业	签字
项目负责人	韩金峰	S01101100011020200150	025448	安全	
项目组成员	吴永刚	S01101100011020200157	027297	采矿	
	全永志	S01101100011019100003	006581	机械	
	孙胜利	1700000000100026	013500	电气	
	李磊	1100000000300669	019308	地质	
	王伟鹏	S01101100011020300401	040249	水工结构	
	于跟波	S01101100011019200069	025715	通风	
报告编制人	韩金峰	S01101100011020200150	025448	安全	
	吴永刚	S01101100011020200157	027297	采矿	
报告审核人	徐伟兰	S01101100011019200184	021358	采矿	
过程控制负责人	张旭凤	1700000000200047	019339	安全	
技术负责人	谢源	0800000000103653	004532	采矿	

出版审批：

前言

中电建智都城市投资有限公司成立于2022年1月21日，注册地址为广州市花都区花山镇花山路4号705房，注册资本为1亿元，股权结构为：中电建南方投资公司60%，广州智都投资控股集团有限公司40%。公司主要经营范围：非金属矿物制品制造；矿物洗选加工；园林绿化工程施工；土石方工程施工；非金属废料和碎屑加工处理；建筑砌块制造;建筑用石加工;建设工程施工；矿产资源（非煤矿山）开采等。

2023年8月3日，中电建智都城市投资有限公司依法获得了广东省广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿采矿许可证，采矿许可证号：C4401002023087100155444；开采矿种：建筑用花岗岩；开采方式：露天开采；生产规模：365万立方米/年；矿区面积0.9438平方公里；有效期限：自2023年8月3日至2043年8月3日；开采深度：由307米至50米标高；发证机关：广州市规划和自然资源局。

矿区位于广东省广州市花都区城区30°方向、直距约16.5km的丘陵区，属广州市花都区花山镇管辖。2023年6月，金建工程设计有限公司编制了《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目采矿工程可行性研究报告》，设计矿山采用露天开采，公路开拓-汽车运输，生产规模为$365\times10^4m^3/a$（$959.95\times10^4t/a$），矿山服务年限为15a，投产至达产期1a，稳产期13a，减产期1a。

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》等国家有关法律法规的要求，矿山建设项目在其可行性研究阶段应进行安全预评价，为此，中电建智都城市投资有限公司委托我公司（北京国信安科技术有限公司）对广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目进行安全预评价。我公司接受委托后立即组建了安全评价小组，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，形成本《安全预评价报告》。

在本安全预评价报告编制过程中，得到了国家矿山安全监察局、各级应急管理部门、非煤矿山方面的有关专家和中电建智都城市投资有限公司有关人员的大力支持，在此一并表示感谢！

目录

前言 i

1 评价对象与依据 1

1.1 评价对象和范围 1

1.2 评价依据 1

2 建设项目概述 11

2.1 建设单位概况 11

2.2 自然环境概况 15

2.3 建设项目地质概况 16

2.4 工程建设方案概况 27

3 定性定量评价 50

3.1 总平面布置单元 50

3.2 开拓运输单元 58

3.3 采剥单元 65

3.4 矿山供配电设施单元 101

3.5 防排水单元 108

3.6 安全管理及其他单元 121

3.7 重大危险源辨识单元 126

4 安全对策措施及建议 127

4.1 总平面布置 127

4.2 开拓运输 128

4.3 采剥单元 129

4.4 矿山供配电设施 131

4.5 防排水 131

4.7 安全管理及其他对策措施 132

5 评价结论 135

5.1 本项目存在的主要危险、有害因素 135

5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素 135

5.3 应重视的安全对策措施建议 135

5.4 评价结果综述 137

5.5 安全预评价结论 138

附件 139

附图 140

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

评价对象为：中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目采矿工程。

评价范围为：可行性研究报告所涉及的矿山总平面布置、开拓运输、采剥工艺、矿山供配电设施、防排水及安全管理等。

本评价报告主要对评价范围内的安全设施进行评价，炸药库、职业卫生、环境影响评价及地质灾害评估等问题，不在本次评价范围之内，但报告中会涉及到相关内容，本报告只进行介绍，不做评价，企业应执行国家相关法律、法规、标准和规范要求。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

1.2.1.1 法律

《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）

《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）

《中华人民共和国电力法》（1995 年 12 月 28 日第八届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议通过　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 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〈中华人民共和国电力法〉等六部法律的决定》第二次修正　根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国电力法〉等四部法律的决定》第三次修正）

《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第 36 号，1986 年 10 月 1 日起施行，根据 1996 年 8 月 29 日第八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<中华人民共和国矿产资源法>的决定》第一次修正，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》第二次修正）

《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）

《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第 28 号，1995 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》修正，根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改＜中华人民共和国劳动法＞等七部法律的决定》第二次修正）

《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）

《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）

《中华人民共和国公路法》（1997 年 7 月 3 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过根据 1999 年 10 月 31 日第九届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议《关于修改〈中华人民共和国公路法〉的决定》第一次修正根据 2004 年 8 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议《关于修改〈中华人民共和国公路法〉的决定》第二次修正根据 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》第三次修正根据 2016 年 11 月 7 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议《关于修改〈中华人民共和国对外贸易法〉等十二部法律的决定》第四次修正根据 2017 年 11 月 4 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议《关于修改〈中华人民共和国会计法〉等十一部法律的决定》第五次修正）

1.2.1.2 行政法规

《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》

《中华人民共和国矿山安全法实施条例》（1996 年 10 月 11 日经国务院批准，10 月 30 日发布并实施）

《安全生产许可证条例》（中华人民共和国国务院令第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第653号）修改）

《民用爆炸物品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第466号，2006年9月1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第653号）修改）

《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令第394号，2004年3月1日起施行）

《电力设施保护条例》（1987年9月15日国务院发布根据1998年1月7日中华人民共和国国务院令第239号发布自发布之日起施行的《国务院关于修改〈电力设施保护条例〉的决定》第一次修正根据2010年12月29日国务院第138次常务会议通过2011年1月8日中华人民共和国国务院令第588号公布自公布之日起施行的《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》第二次修正）

《公路安全保护条例》（中华人民共和国国务院令第593号，自2011年7月1日起施行）

《生产安全事故报告和调查处理条例》（2007年3月28日，经国务院第172次常务会议通过。国务院令第493号予以公布，自2007年6月1日起施行）

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

《工伤保险条例》（中华人民共和国国务院令第375号，2011年1月1日起施行，根据《国务院关于修改〈工伤保险条例〉的决定》（中华人民共和国国务院令第586号）修改）

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

《广东省安全生产条例》（2002年10月13日广东省第九届人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过，根据2006年9月28日广东省第十届人民代表大会常务委员会第二十七次会议《关于修改〈广东省安全生产条例〉的决定》第一次修正，2013年9月27日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第四次会议修订，根据2017年11月30日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第三十七次会议《关于修改〈广东省安全生产条例〉的决定》第二次修正）

《广东省矿产资源管理条例》（1999年9月24日广东省第九届人民代表大会常务委员会第十二次会议通过根据2012年7月26日广东省第十一届人民代表大会常务委员会第三十五次会议《广东省人民代表大会常务委员会关于修改〈广东省民营科技企业管理条例〉等二十三项法规的决定》修正，自2012年7月26日起施行）

1.2.1.3 部门规章

《非煤矿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）

《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）

《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）

《财政部应急部关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通

知》（财资〔2022〕136号，2022年11月21日起实施）

《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）

《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）

《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）

《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）

《安全生产违法行为行政处罚办法》（国家安全生产监督管理总局令第15号，2008年1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）

《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第2号，2019年9月1日起施行）

《电力设施保护条例实施细则》（中华人民共和国经贸委、公安部令第8号由，国家发展和改革委员会令第10号修改）

《广东省建设项目安全设施监督管理办法》（广东省人民政府令第147号，2010年10月1日起施行）

1.2.1.4 规范性文件

《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）

《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）

《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）

《国务院安委会办公室关于实施遏制重特大事故工作指南构建双重预防机制的意见》（安委办〔2016〕11 号）

《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）

《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）

《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）

《广东省安全生产监督管理局关于金属非金属矿山和尾矿库建设项目安全设施“三同时”监督管理实施办法》（粤安监〔2016〕146 号）

《转发国家安全监管总局关于加强金属非金属矿山建设项目安全工作的通知》（粤安监〔2010〕273 号）

《广东省安全生产监督管理局关于<非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法>的实施细则》（粤安监〔2013〕60 号）

《广东省安全生产监督管理局关于〈生产安全事故应急预案管理办法〉的实施细则》的通知(粤安监应急〔2017〕9 号，2017 年 6 月 12 日印发)

《广东省安全生产监督管理局尾矿库注销办法》（粤安监规〔2018〕2 号，2018 年 10 月 8 日起施行）

1.2.2 标准规范

《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）

《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）

《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）

《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）

《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）

《矿山安全标志》（GB/T14161-2008）

《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T 12801-2008）

《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010〔2016 年版〕）

《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）

《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）

《低压配电设计规范》（GB50054-2011）

《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）

《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）

《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）

《爆破安全规程》（GB6722-2014）

《建筑设计防火规范》（GB50016-2014〔2018 年版〕）

《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）

《防洪标准》（GB 50201-2014）

《电动汽车充电站设计规范》（GB 50966-2014）

《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）

《用电安全导则》（GB/T13869-2017）

《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）

《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）

《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）

《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）

《滑坡防治设计规范》（GB/T 38509-2020）

《个体防护装备配备规范第 1 部分：总则》（GB 39800.1-2020）

《个体防护装备配备规范第 4 部分：非煤矿山》（GB 39800.4-2020）

《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）

《建筑防火通用规范》（GB 55037-2022）

《消防设施通用规范》（GB 55036-2022）

《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）

《安全评价通则》（AQ8001-2007）

《安全预评价导则》（AQ8002-2007）

《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（AQ/T2063-2018）

《民用爆炸物品重大危险源辨识》（WJ/T9093-2018）

《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ／T 0342-2020）

1.2.3 建设项目技术资料

（1）《广东省广州市花都区城西石场建筑用花岗岩矿资源储量核实报告》（中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队，2021 年 9 月）

（2）《广东省广州市花都区城西石场建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》（广东省冶金建筑设计研究院有限公司，2022 年 4 月）

（3）《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目采矿工程可行性研究报告》（金建工程设计有限公司，2023 年 6 月）

（4）《广东省广州市花都区城西石场建筑用花岗岩矿勘探报告》（中电建智都城市投资有限公司，2023 年 7 月）

（5）《广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目矿山高边坡稳定性岩土工程勘察报告》（中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司，2023 年 7 月）

（6）《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》（矿冶科技集团有限公司，2023 年 9 月）

1.2.4 其他评价依据

（1）建设项目安全预评价委托书

（2）业主提供的其他基础资料

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

中电建智都城市投资有限公司成立于2022年1月21日，注册地址为广州市花都区花山镇花山路4号705房，注册资本为1亿元，股权结构为：中电建南方投资公司60%，广州智都投资控股集团有限公司40%。公司主要经营范围：非金属矿物制品制造；矿物洗选加工；园林绿化工程施工；土石方工程施工；非金属废料和碎屑加工处理；建筑砌块制造；建筑用石加工；建设工程施工；矿产资源（非煤矿山）开采等。

2023年8月3日，中电建智都城市投资有限公司依法获得了广东省广州市花都区城花山镇西石场建筑用花岗岩矿采矿许可证，采矿许可证号：C4401002023087100155444；开采矿种：建筑用花岗岩；开采方式：露天开采；生产规模：365万立方米/年；矿区面积0.9438平方公里；有效期限：自2023年8月3日至2043年8月3日；开采深度：由307米至50米标高；发证机关：广州市规划和自然资源局。

广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目为新建矿山，矿区位于广东省广州市花都区城区30°方向、直距约16.5km的丘陵区，属广州市花都区花山镇管辖。2023年6月，金建工程设计有限公司编制了《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目采矿工程可行性研究报告》，设计矿山采用露天开采，公路开拓-汽车运输，台阶高度15m，生产规模为365×$10^4$$m^3$/a（959.95×$10^4$t/a），矿山服务年限为15a，投产至达产期1a，稳产期13a，减产期1a。

矿区位于广东省广州市花都区城区30°方向、直距约16.5km的丘陵区，属广州市花都区花山镇管辖。西侧有G106国道，向北接G4W3乐广高速，南侧连接S381省道，向南可达广州市花都区城，向北可达清远市，矿区至花都区花山镇约11.8km，距离花都区中心的运输距离约18km；距离清远市

中心的运输距离约 34km。其中心地理坐标为：东经 113°04'33.5579"，北纬 23°23'08.9819"。交通条件较便利。

图 2-1 交通位置图

经现场踏勘矿区周边情况如下：

矿区地处丘陵区，地势东北高西南低，基岩除局部出露地表外，基本为第四系覆盖，山上植被茂密，多以灌木、松树、杂草为主。矿区周边环境较复杂，周边设施主要有 3 条高压线、G106 国道、G4W3 乐广高速、民采采坑、龙凤餐厅、石料堆场、平安楼及规划扩建区。

（1）高压线

矿区南侧有 2 条 220kV 高压线，南侧高压线距离矿区最近的距离为 220m（距离采矿权 5 号拐点）。南侧高压线均位于本次设计爆破警戒线之外。

矿区北侧有 1 条 110kV 高压线，北侧高压线距离矿区最近距离为 300m，位于本次设计爆破警戒线之外。

（2）G106 国道

G106 国道位于矿区西侧，距离矿区最近距离为 311m，位于本次设计爆破警戒线之外。

（3）G4W3 乐广高速

G4W3 乐广高速位于矿区东侧，其中高速隧道段距离矿区最近距离为 550m，高速敞开段距离矿区最近距离为 640m，位于本次设计爆破警戒线之外。

（4）民采采坑

矿区西侧存在历史遗留的民采采坑，该采坑位于矿区范围之外，为山坡露天坑。露天采坑坑底标高为 103m，采坑最高标高为 196m，边坡高度为 93m，边坡角为 39°。

（5）龙凤餐厅

龙凤餐厅位于矿区 5 号拐点附近，距离矿区约 110m，位于本次设计爆破警戒线之内。该餐厅在矿山基建前完成搬迁。

（6）石料堆场

在矿区西南侧露天坑内及露天坑南部存在遗留的石料堆场，堆场最大高度约为 20m，该堆场在矿山基建前完成清理。

（7）平安楼及规划扩建区。

平安楼及规划扩建区位于矿区南侧，其中平安楼距离矿区约 220m，规划扩建区距离矿区约 120m。为减小矿山开采对平安楼及规划扩建区的影响，本次设计以规划扩建区边界往矿权方向 300m 设置机械开采区，机械开采区禁止爆破。

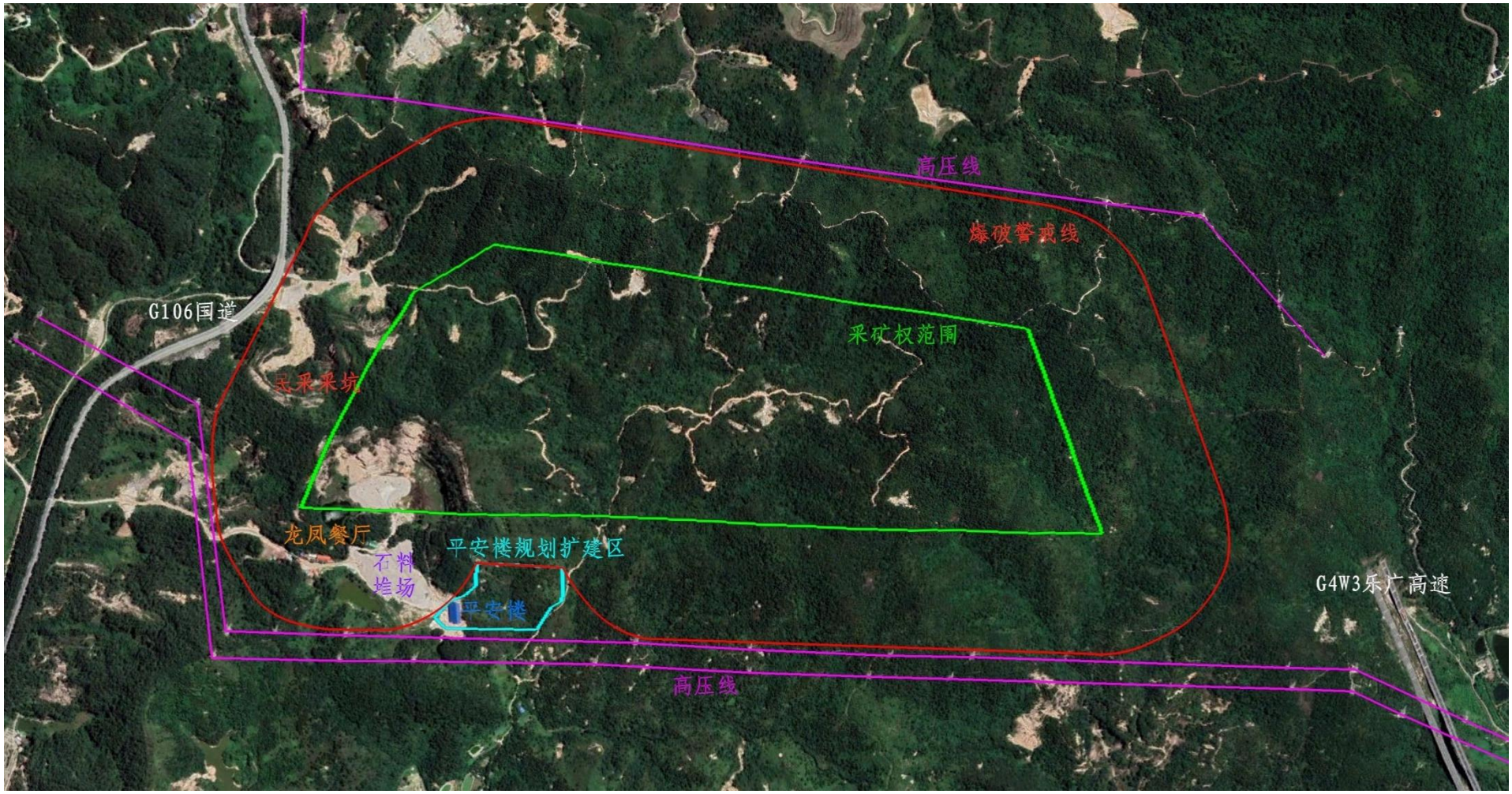


图 2-2 矿区周边环境示意图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

矿区地处丘陵区，海拔标高 116.30～307.0m，最大相对高差 190.70m，地势东北高西南低，西南侧最低侵蚀基准面标高为+100m。基岩除局部出露地表外，基本为第四系覆盖，地形坡度一般 30°～40°，地形起伏较大，地形地势有利于大气降水自然排泄。山上植被茂密，多以灌木、松树、杂草为主。

2.2.2 气候

矿区属亚热带季风气候区，日照充足，热量丰富，长夏无冬，雨量充沛，干湿季明显。根据国家气象站广州花都区地面气象观测站长年（1951～2020 年）历史资料统计：多年年均气温 21.8℃，全年最热月为 7 月，月平均最高气温 32.8℃；全年最冷月为 1 月，月平均最低气温 10.2℃，多年极端最高气温 39.1℃（2004 年 7 月 1 日），极端最低气温 0.0℃（1957 年 2 月 11 日和 1999 年 12 月 23 日）。多年平均降雨量 1753.9mm，日最大降雨量 253.4mm（1997 年 5 月 8 日），年最大降雨量为 3450.5mm（1997 年），年最小降雨量 1387.1mm（1999 年）；每年 4～9 月为雨季，降雨量占全年降雨量的 81.25%。最长连续降雨天数 33 天，最长连续总降雨量 884.0mm（1975 年 4 月 28 日～6 月 30 日）。多年平均相对湿度 78%，多年平均蒸发量 1559.4mm。多年平均热带气旋登陆次数 4～5 次，热带气旋集中的月份为 7～9 月，台风最大风速（影响广州）为 35.4m/s。

矿区及周围无较大的河流及水库等地表水体分布，区内的地表水体以溪沟为主，溪沟稍发育，呈树枝状分布，流向严格受地形地势控制。在矿区中部、北西侧 1.5km 发育有一条小河流，其为雨季型河流，一般河水流量小（168m^3/d）。

2.2.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），矿区处于地震烈度VI度区，地震动峰值加速度为0.05g，地震动反映谱特征周期为0.35s，为区域地壳稳定区。

2.3 建设项目地质概况

2.3.1 矿区地质概况

矿区大地构造位置属于华南褶皱系粤中拗陷之花县凹褶断束的北部。

（1）地层

矿区出露地层主要为第四系残坡积层（Q^{edl}）和冲洪积层（Q^{apl}）。

1）残坡积层（Q^{edl}）：主要分布于山间洼地及地表，岩性为棕红色、灰黄色砂质粘土，含岩石碎屑砂质粘土，厚度2.80～6.90m，平均5.50m。

2）冲洪积层（Q^{apl}）：主要分布于山间洼地，主要呈灰黄色，成分以中粗砂为主，局部夹砾石。冲洪积层，厚约0～5m。

（2）构造

区域断裂主要有为北西向的油甘窝-上庄断裂（F_1）、北东向联丰断裂（F_2）及次生断裂。

1）油甘窝-上庄断裂（F_1）：位于矿区外围东侧，最近距离约630m。断裂延伸长度约9km，总体走向为120°，呈舒缓波状，南段倾向北东，北段倾向南西，倾角40°～70°。

2）联丰断裂（F_2）：位于矿区外围北侧，最近距离约450m。断裂延伸长度约12km，总体走向为250°，呈舒缓波状，羊石顶北出露断层倾向南东，倾角65°；联丰村南出露断层倾向北西，倾角80°。

3）次生断裂：区域上有数条次生断裂出露，其延伸长度一般为几百米，走向北西、南北等。

根据矿山地质报告，矿区范围内未见明显的断裂构造。花岗岩体的节理

裂隙较发育，间距 0.2～1m 不等，部分＞1m，主要包括三组优势节理：

1）第一组：北西向节理裂隙，总体走向 260°～290°，倾向 170°～200°，倾角 70°～85°，不同地段其产状有所变化，在岩体的上部强-中风化地段较为发育。主要分布在矿区的东部、中部及南部，节理裂隙间距 0.2～1m，延伸＞20m，小部分被泥质充填。

2）第二组：北东向节理裂隙，总体走向 150°～210°，节理裂隙倾向 240°～300°，倾角 50°～70°，不同地段其产状有所变化，主要分布在矿区的东部及南部，节理裂隙间距 0.6～1.5m，延伸＞20m，可见少量泥质充填。

3）第三组：北东向节理裂隙，总体走向 40°～70°，节理裂隙倾向 130°～160°，倾角 10°～30°，不同地段其产状有所变化，主要分布在矿区的东部及南部，节理裂隙间距 0.4～0.6m，延伸＞20m，可见少量泥质充填。

（3）岩浆岩

分布全矿区，主要为晚侏罗世的花岗岩（$J_3^{2b}\gamma$），呈岩基状产出，岩性主要为黑云母花岗岩，钻孔揭露厚度 30～203.5m，呈灰白色、浅肉红，局部具碎裂化结构，风化后呈褐黄色、灰黄色及见铁质侵染，矿物成分主要为石英、碱性长石、斜长石及少量黑云母组成。副矿物多见锆石、黄铁矿等，浅色矿物见绢云母、白云母。局部绢云母交代碱性长石。微风化花岗岩即为本矿区的建筑用花岗岩矿体。

少量为早白垩世的黑云母花岗岩（$K_1^{2d}\gamma$），主要分布于矿区的西北角，岩性主要由黑云母花岗岩组成，铁质沿裂隙呈褐色浸染状，不均匀分布。部分裂隙发育，产生蚀变，由酸性脉岩中酸性火成岩在中、低温热液的作用下发生的蚀变。

花岗岩顶部已成不同程度的风化：

全风化岩层原岩为黑云母花岗岩，厚 2.45～27.15m，平均 16.67m。其

中山脊和山坡相对较厚，而山脚和沟谷地带相对较薄。其他风化岩从上至下大致可分为强风化、中风化、微风化岩。

强风化岩：分布在全矿区，岩性为黑云母花岗岩，厚 2.45～22.60m，平均 10.33m。其中山脊和山坡相对较厚，而山脚和沟谷地带相对较薄。

中风化岩：分布在全矿区，岩性以细粒-中粒黑云母花岗岩为主，节理裂隙发育，揭露厚 2.30～66.59m，平均为 17.80m。

微风化岩：分布在全矿区，岩性以细粒-中粒黑云母花岗岩为主，揭露厚 51～201m。

2.3.2 水文地质概况

矿区处于西南-东北向的山脊处，地形上属于水文单元补给区，矿区地形地势为北东高、西南低，最高点位于矿区东北部的山脊处，标高+307m，矿区范围内最低点位于已开采的西南角，标高为+116.30m，相对高差有 190.7m。地形地势有利于大气降水的自然排泄。但开采 116.30m 标高以下矿体时，需进行抽水疏干。

（1）地表水特征

本区内的地形切割一般，以发育“V”型沟谷为主，矿区内无较大的河流及水库等地表水分布，区内的地表水主要为泉形成的小溪流，呈树枝状分布，其径流方向受地形地势控制，主要为北东-南西。

地表水体以南部、中部的溪流沟谷为主，总体流向为北东-南西，为区内大气降水及地下水的排泄主要通道。流经矿区南侧的流量为 1.521L/s（2021 年 6 月 13 日），其中雨季水量相对较大，旱季水量相对较小。地表水样分析结果：水化学类型为 HCO_3-Na 型，pH 值 5.70，矿化度 46.60mg/L。

（2）含水层特征

矿区地下水按赋水条件、水理性质、水力特征分为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水。

1）松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水的含水层主要为冲洪积层（Q^{apl}）。

残坡积层主要为包气带水，第四系冲洪积层（Q^{apl}）主要分布在矿区溪流附近，含水层上部为粘性土，下部为砂砾层，富水性贫乏。对矿床开采影响小。

2）块状岩类裂隙水

分布在全区，主要赋存于强、中风化花岗岩的风化裂隙及微风化层构造裂隙中。根据矿区地质填图，野外泉水一般呈散流状沿岩石风化裂隙渗出，泉流量一般 0.009～0.050L/s。根据钻探资料统计，浅部含水层裂隙发育，含水层透水性好，富水性弱，含水层的厚度受岩石风化裂隙发育程度和地形控制，地下水位埋深一般 15.7m～47.0m，标高+128.39m～+219.46m；深部含水层裂隙不发育，含水层透水性差，富水性弱。

根据资源储量核实报告，地下水化学类型为 HCO_3-Na 型水，pH 值为 5.70～8.80，总矿化度为 29.63～90.98mg/L，侵蚀性二氧化碳为 0.0～18.89mg/L；HCO^{3-}为 17.46～43.66mg/L。

（3）相对隔水层

分布于浅部的残坡积土、全-强风化层，均为土状，透水性差，可视为相对隔水层；分布在中风化以下的微风化层为新鲜、完整的岩层，裂隙不发育，而且多为充填闭合状，可视为相对隔水层。

（4）地下水的补给、径流、排泄条件

矿区地下水的补、径、排条件与含水层类型、所在地势等密切相关。一般来讲，块状岩类裂隙水地势较高，主要受大气降水补给，以泉水或地下径流的方式向低洼处排泄：

1）第四系松散岩类孔隙水接受大气降水补给和溪水的侧向补给，该地下水与溪水的水力联系较密切，以地下径流方式排泄于沟谷及溪流；

2）基岩裂隙水主要接受大气降水的侧向补给，局部接受溪水的渗入补给，沿风化裂隙下渗与运移，形成地下径流，流向与地形密切相关，总体与

溪水流向基本一致，该类型的地下水又较明显的径流路径短的特点，向地形低洼处以散流或下降泉的形式排泄。

（5）矿床充水条件

1）充水水源

矿山采用露天开采方式，矿体主要由第四系残坡积、冲洪积土和强、中风化花岗岩覆盖，厚度约 38.0～85.20m，平均 42.20m。矿体赋存标高+251.0～+50.0m，最低开采标高+50m，矿区范围内最低标高为+116.30m，当地最低侵蚀基准面标高为+100m。矿山开采时，将剥离覆盖层，揭露基岩裂隙含水层，矿床充水水源主要来自大气降水及基岩裂隙水。矿区基岩裂隙含水层富水性弱，径流条件较好，且地表又无较大水体补给，含水层水量较贫乏。

2）充水途径

由于采矿位置相对较高，基岩裂隙水贫乏，大气降水只在连续强降雨时对矿坑充水量影响较大，一般性降雨及旱季则不会形成矿坑涌水；开采+100m 标高以下矿体时，主要充水来源为大气降水及基岩裂隙水。

3）矿区水排泄

矿区地形总体为东北高，西南低，开采+116.30m 标高以上矿体时，大气降水及采区积水可通过简易排水设施自然排泄；开采+116.30m 标高以下矿体时，需进行抽水疏干。矿区地下水流流动方向为：从矿区东北向西南流动。

（6）矿区供水评价

矿区内无较大山塘、水库；矿区中部至西南侧有一小河流，一般河水流量小；矿区现有水源量小，无法满足矿山开采的水量需求。

（7）矿坑涌水量预测

矿山为露天开采矿床，设计露天坑底标高为+50m，终采平台高程低于四周边坡高程。+125m 标高外围设截水沟，+125m 以上边坡汇水可通过截水

沟排到天然冲沟，采场内最大汇水面积为+125m 标高截水沟内面积，为624629m^2。本矿区露天采场总涌水量由两部分组成：地下水涌水量和大气降雨径流量。

地下水涌水量：露天矿坑开采到+50m 标高时，地下水正常涌水量为2491m^3/d。

大气降雨渗入量：根据《金属非金属矿山安全规程》，露天坑最大降水时，露天开采境界最末台阶允许淹没 7 天。7 日设计频率（P=2%）暴雨量为520.36mm，露天采场 7 日降雨迳流量最大为 0.52036×624629=325032m^3，平均每天降雨量为 325032÷7=46434m^3/d。

露天采坑总涌水量：

设计露天采坑 50m 标高矿坑总涌水量估算结果见表 2-1。

表 2-1 露天采坑总涌水量估算表

露天坑底标高（m）	地下水涌水量（m^3/d）	降雨径流量（m^3/d）		矿坑总涌水量（m^3/d）	
		正常	最大	正常	最大
+50	2491	8789	46434	11280	48925

（8）矿区水文地质条件评价

矿体分布标高+50m～+251.0m，最低开采标高+50m，矿区范围内最低标高为+116.30m。根据矿体所处的部位及水文地质条件的差异，矿床可分为两种水文地质条件类型。分布于+116.30m 标高以上，矿坑内大气降水和地下水可自然排泄，为水文地质条件简单类型；分布于+50～+116.30m 标高，矿区内属凹陷开采，矿坑内充水不能自然排泄，需采用抽水设备进行排水，大气降水及基岩裂隙水为主要充水来源，为水文地质条件中等类型。为防止大气降水和地表水大量流入矿坑，建议沿矿区开采边界外围开挖适当的截排洪（水）沟，使矿坑内地表水迅速排泄入附近河沟中。

综上所述，矿区水文地质条件总体为中等。

2.3.3 工程地质概况

（1）岩土体工程特征

1）第四系残坡积土

主要分布于自然坡体的表层，主要为灰黄、棕红色砂质粘土，局部夹少量中风化花岗岩碎屑，呈可塑-坚硬状态。厚度 0.80～2.00m。

2）第四系冲洪积土

主要分布于山间洼地，主要呈灰黄色，成分以中粗砂为主，局部夹砾石，稍密至中密，厚 0～5m。

3）全-强风化岩

主要为黑云母花岗岩，灰白-褐黄色，风化强烈，裂隙发育，岩芯多呈土状-碎块状，多为铁锰质浸染，岩石质量很差，厚 2.45～12.60m。

4）中风化岩

主要为黑云母花岗岩。灰白色、浅肉红色，岩石风化变色，裂隙发育，裂面多见铁锰质浸染及绢云母化，岩芯多呈块状，岩石较坚硬-坚硬，岩石质量指标 RQD 一般低于 80%，岩石的工程质量较差，其抗压强度一般＜80.0MPa，厚 2.30～63.70m。

5）微风化岩

主要为黑云母花岗岩。岩石坚硬、性脆，岩石完整性较破碎-较好，岩石质量指标 RQD 一般为 80～90%，整体岩石质量较好。矿区矿石为微风化花岗岩，其抗压强度一般≥80.0MPa，厚度＞184m。

（2）矿体完整性特征

根据资源储量核实报告，矿区岩矿体较完整，矿石质量好，矿区内微风化花岗岩的 RQD 一般为 80～90%，岩体质量指标 M=1.20～2.90，岩矿体的完整性为较破碎-较完整。

（3）边坡稳定性评价

1）采石场坑底标高

矿区范围内最高标高为+307.0m，最低标高为+116.30m，当地最低侵蚀基准面标高为+100.0m。根据工业指标，并结合生产需要，最低开采标高定为+50m。

2）土质边坡

矿区地形总体为东北高，西南低，土质为第四系残坡积、冲洪积物，主要为砂质粘土，分布于自然坡体表层、山间洼地等地带，呈可塑-坚硬状态，物理力学性质良好。边坡按边坡角 45°开挖，每级坡高＜10m，坡高 10.50～56.40m，因此，土质边坡最高有 6 级台阶。在岩土分界面，岩体较破碎，在地下水的影响下容易产生滑坡/崩塌。因此，开采形成的土质边坡，部分坡高不高的能达到自然稳定，坡高较高的在暴雨等情况下可能发生滑坡/崩塌，其对矿床工程地质条件影响中等。

3）岩质边坡

由强、中风化岩及微风化岩组成。矿区构造较简单，矿体中节理裂隙主要发育于地表及浅部，随深度增加而逐渐减弱、尖灭闭合。主要包括三组节理：

第一组：北西向节理裂隙，总体走向 260°～290°，倾向 170°～200°，倾角 70°～85°，不同地段其产状有所变化，在岩体的上部强-中风化地段较为发育。主要分布在矿区的东部、中部及南部，节理裂隙间距 0.2～1m，延伸＞20m，小部分被泥质充填。

第二组：北东向节理裂隙，总体走向 150°～210°，节理裂隙倾向 240°～300°，倾角 50°～70°，不同地段其产状有所变化，主要分布在矿区的东部及南部，节理裂隙间距 0.6～1.5m，延伸＞20m，可见少量泥质充填。

第三组：北东向节理裂隙，总体走向 40°～70°，节理裂隙倾向 130°～160°，倾角 10°～30°，不同地段其产状有所变化，主要分布在矿区的东部及南部，节理裂隙间距 0.4～0.6m，延伸＞20m，可见少量泥质

充填。

根据以上节理裂隙产状情况，坡面与节理裂隙斜交或正交，稳定型良好。另矿体浅部，局部节理裂隙发育-很发育，形成较破碎的岩质边坡对边坡稳定性有一定影响，在开挖放坡时，可对其进行局部加固处理。

（4）工程地质条件评价

矿区土质主要为砂质黏性土，呈可塑-坚硬状态，物理力学性质良好。全-强风化-中风化花岗岩呈土状-碎块状，岩石质量指标 RQD 一般低于 80%，岩石的工程质量较差，微风化岩石质量指标 RQD 为 80～90%，整体岩石质量较好。矿区开挖的土质边坡，坡高较高的部分对边坡的稳定有一定影响，岩质边坡整体对边坡的稳定性的影响不大。

综上所述，矿区的工程地质条件为中等。

2.3.4 矿床地质概况

（1）矿床成因类型

矿床的成因类型属于岩浆岩侵入结晶型，主要为晚侏罗世侵入的岩浆，原地结晶形成岩基或岩株，区域岩体出露面积＞10km^2，矿区位于侵入岩体的南部。

（2）矿体地质特征

矿区保有建筑用花岗岩主矿体 1 个，编号为 KT1，控制长 1800m，宽 460～630m，厚度 51～201m，埋藏深度 38.0～257.0m，赋存标高+251.0～+50m，规模属于大型。主矿体由晚侏罗世的花岗岩（J32bγ）组成，呈巨块状产出，矿石类型为黑云母花岗岩。主矿体形态受拟设采矿权范围限制，平面上呈不规则的近似楔形体沿东-西展布。主矿体除局部出露地表外，上部为残坡积层、全风化、强风化和中风化花岗岩覆盖，向四周及深部延出矿区范围，覆盖层总厚度为 38.0～85.20m，平均 42.20m。主矿体底板为细粒-中粒黑云母花岗岩。主矿体未受断裂构造错断，局部节理裂隙发育，见硅化、绢云母化。

（3）矿体的覆盖层、底板特征

1）覆盖层特征

矿体覆盖层主要由第四系残坡积、冲洪积土、全-强风化、中风化花岗岩组成，分布于自然坡体表层，覆盖层底界由地形及风化程度控制，厚度38.0～85.20m，平均42.20m，局部厚度变化较大。

根据钻探及露头揭露资料，各覆盖层的主要特征为：

第四系残坡积土：分布于自然坡体表层，勘探线均分布较厚，局部地段缺失，主要为灰黄、棕红色砂质粘土，厚度0.80～2.00m，平均1.30m，可塑-坚硬状态。

第四系冲洪积土：主要分布于山间洼地，主要呈灰黄色，成分以中粗砂为主，局部夹砾石，厚约0～5m。

全-强风化花岗岩：褐黄色，风化强烈，裂隙发育，岩芯多呈土状-碎块状，岩石抗压强度低。下伏于第四系残坡积层，厚3.65～30.60m，平均18.78m。

中风化花岗岩：灰白色、浅肉红色，岩石风化变色，节理裂隙发育，节理裂隙多为铁锰质浸染，岩芯多呈块状，岩石质量指标RQD低于80%，岩石的工程质量较差，岩石较坚硬-坚硬。下伏于第四系残坡积层或强风化岩，局部出露地表，揭露厚2.30～63.70m，平均为17.80m。根据18个中风化岩样的抗压测试结果，其抗压强度40.83～78.53MPa，平均66.54MPa，一般为51.5～77.87MPa。

2）底板特征

矿区拟设置最低开采标高+50m，钻孔揭露最低标高为+47.50m，矿体的底板为细粒-中粒黑云母花岗岩。

（4）矿石类型

自然类型：主要为黑云母花岗岩；

工业类型：建筑用花岗岩。

矿石矿物组分及结构构造：

矿区矿石工业类型单一，仅为建筑用花岗岩，自然类型有主要为黑云母花岗岩。

黑云母花岗岩：浅肉红色，细粒花岗结构，块状构造，岩石主要由碱性长石、斜长石和石英组成，其次为黑云母、绢云母等，主要矿物及含量：碱性长石 50%，斜长石 20%，石英 25%，黑云母 2%，少量绢云母、黄铁矿、白云母、锆石。该类型矿石在矿区范围内广泛分布，赋存标高为+251.0～+50.0m。

（5）矿石的物理、化学性能

1）矿石单轴抗压强度

矿石饱和抗压强度最低为 53.77MPa，最高为 154.60MPa，平均 91.60MPa，一般 80.17～106.90MPa。

矿区内建筑用黑云母花岗岩矿石绝大多数的饱和抗压强度均＞80MPa，满足抗压强度工业指标要求，个别矿石饱和抗压强度偏低，主要是因为样品裂隙发育，沿裂隙面破坏造成。

2）矿石体重

矿石小体积质量平均为 2.64g/cm^3。

3）矿石压碎指标

矿石单级最大压碎指标范围值为 8.7%，按《建设用卵石、碎石》（GB/T14685-2022）标准，矿石压碎指标达到Ⅰ类碎石压碎指标要求（≤10%），属Ⅰ类建筑用碎石料。

4）矿石坚固性

矿石坚固性为 4～5%，平均值为 4.5%。按《建设用卵石、碎石》（GB/T14685-2022）标准，指标达到Ⅰ类碎石坚固性指标要求（≤5%），属Ⅰ类建筑用碎石料。

5）矿石其它主要物性指标

矿石湿度平均为0.23%。

矿石吸水率平均为0.44%，按《建设用卵石、碎石》（GB/T14685-2022）标准，指标达到Ⅰ类碎吸水率指标要求（≤1.0），属Ⅰ类建筑用碎石料。

碱活性为0.08～0.09%，平均值为0.086%，按《建设用卵石、碎石》（GB/T14685-2022）标准，指标达到小于0.10%的指标要求。无潜在碱-硅酸反应危害，表明矿区矿石可作为建筑用碎石使用。

6）矿石放射性

经放射性监测，矿石的内照射指数I_{Ra}为1.3～2.2，外照射指数Ir为1.7～2.0。依据《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）的规定，矿石属C类。

2.4 工程建设方案概况

2.4.1 矿山开采现状

矿区内目前无矿产资源开采活动，但在采矿权的西南侧存在历史遗留露天采坑。该露天采坑开采面积约为$8.03\times10^4m^2$，形状为椭圆形，露天采坑上口尺寸为380m×255m，坑底尺寸为265m×105m。露天采坑东侧边坡高度约为113.4m，边坡角为54°，形成了160m和170m两个平台，台阶高度10～56m，台阶坡面角60°；北侧边坡高度约为118m，边坡角为44.5°，未形成规则平台；西侧边坡高度约为88m，边坡角为54°，未形成规则平台；南侧边坡高度约为38m，边坡角为52°，未形成规则平台。

矿山运输道路链接至矿区西侧G106国道，道路宽度为10m，平均纵坡为5.5%。

图 2-3　矿区西南侧历史遗留露天采坑现状图

2.4.2 建设规模及工作制度

（1）地质储量

根据 2023 年 7 月份由中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队编写并评审通过的《广东省广州市花都区城西石场建筑用花岗岩矿勘探报告》，报告经广东省金石评估服务有限公司组织相关专家进行了评审，审查通过，评审意见书文号是粤金评字[2023]28 号。

截止到 2023 年 5 月 31 日，采矿权范围内（+307～50m 标高）查明建筑用花岗岩矿资源量矿石量 6569.64×10^4m^3，其中：探明资源量 1761.74×10^4m^3，占总资源量的 26.82%；控制资源量 2669.24×10^4m^3，占总资源量的 40.63%；推断资源量 2138.66×10^4m^3，占总资源量的 32.55%。覆盖层体积为 2812.37×10^4m^3，其中：残坡积层 163.17×10^4m^3，全-强风化花岗岩 1619.6×10^4m^3，中风化花岗岩 1029.60×10^4m^3。

（2）建设规模

设计矿山生产能力为花岗岩矿 959.95×$10^4t/a$（365×$10^4m^3/a$）。最大采剥总量为 2057.2×$10^4t/a$。

（3）服务年限

矿山服务年限为15年（不包括基建期1年），包括从投产至达产1年，稳产期13年，减产期1年。

（4）工作制度

矿山采用连续工作制度，年工作天数280天，每天3班，每班8小时。

2.4.3 总图运输

（1）总平面布置

城西石场建筑用花岗岩矿开采及加工项目主要由露天采场、运输道路、临时堆场、砂石加工厂、矿山供水、矿山供电、及其它生产生活附属设施等组成，其中露天采场、临时堆场和附属开拓道路为本次评价内容。

1）露天采场

矿区位于广州市花都区花山镇北侧，由5个拐点组成，矿区范围面积0.94km^2，矿山采用露天开采。露天采场最终境界尺寸1680×600m，终了边坡最大高度257m，总出入沟位于矿区南侧中部，出入口标高115m。

2）运输道路

露天采场采用公路开拓方式，露天采场出入口至砂石加工厂设置矿石运输道路，道路经平安楼区域东侧、南侧修筑至砂石加工厂原矿卸载车场。道路为二级露天矿山道路，路面宽10.5m，路基宽12m，采用泥结级配碎石路面，最大纵坡度8%。

3）临时堆场

矿山不再设置永久排土场，只在矿区西南部设置临时堆场。临时堆场服务于矿山开采过程中的矿山废石土临时中转或缓存任务。根据采矿生产计划，将于生产期第9年回收临时堆场压覆矿量，矿山不再设置临时堆场，废石在露天采场内部临时中转或缓存。

临时堆场利用矿区西南现有露天采坑，采坑底部标高约116m，采坑北侧、西侧和东侧边坡陡峭，最大高差约118m，现有露天采坑边坡进行加固

治理后作为矿山临时堆场。

临时堆场占地面积 3.85hm^2，堆置高度 20m，堆置标高范围 116～136m，台阶高度 10m，安全平台宽度 10m，台阶坡面角 28°（约 1:1.88），总边坡角 14.6°～22.8°，设计总容积约 55.84×10^{4}m^3。

4）砂石加工厂

矿山砂石加工厂位于露天采场西南侧，G106 国道东侧，东北距离露天采场出入口约 580m，西距 G106 国道约 460m。砂石加工厂通过开拓运输道路与露天采场相连接，通过进厂道路与 G106 国道相连。

砂石加工厂成东北西南方向布置，东北靠近露天采场侧布置矿石卸载场地、矿卡充电区、值班室、厕所、露天采场队伍营地等。矿山办公生活设施布置在砂石加工厂中部南侧。其他区域为机制砂石加工系统、强风化利用系统设施及其他配套生产辅助设施等。

5）矿山供水

采矿工程生产水源利用砂石加工厂水源，用水由砂石加工厂高位水池供水。

6）矿山供电

采矿工程用电接自砂石加工厂，矿卡充电区设箱式变电站，露天采场设移动箱变和排水箱式变电站。

7）矿山其他附属设施

矿山靠近广州城区，距离花都区只有 12km，与外协作条件好，矿山开采油料供应、炸药供应、汽修、机修等业务设施矿山不再建设，全部委托社会力量。

（2）运输

1）采矿剥离岩土运输量

矿山采矿工程采剥岩土分类别进行运输，内外部运输如下：

矿石及中风化岩石直接由矿用卡车运至企业加工厂处理，平均运输距离

约 2500m。

全、强风化岩土 80×10⁴m³/a 运至企业自有洗沙企业处理，运输距离约 2500m；每年剩余部分运至社会洗沙企业处理，按出厂外售处理。

残坡积土用于矿山复垦和外售处理两种方式，服务年限内优先用于矿山已开采完毕的安全平台，由自卸汽车内部倒运；剩余残坡积土由载重汽车运出外售处理。

2）采矿材料运入量

矿山主要自广州市运入采矿材料，材料由供应方负责运输。

3）运输设备

采矿工程岩土运输采用 22 辆 60t 矿用电动自卸汽车、7 辆 30t 矿用电动自卸汽车，负责运输矿区范围内矿石、中风化岩石、运至企业自有洗沙企业全、强风化岩土、矿山自用复垦残坡积土等内部运输工作。

外售全、强风化岩土、残坡积土等运输全部委托社会力量，采用符合道路主管部门要求的载重汽车运输。

4）运输道路

矿山采矿工程道路为露天矿山道路，开拓运输道路为二级露天矿山道路，至临时堆场道路为三级矿山道路。采矿工程道路均采用泥结碎石路面道路，结构参数为 3cm 厚磨耗层, 22cm 厚泥结碎石层，55cm 厚块石垫层，基底压实。道路主要技术参数见表 2-2。

表 2-2 露天矿山道路主要技术参数表

道路名称	道路长度（m）	路面宽度（m）	面层结构	最大纵坡	平均纵坡	道路等级
开拓运输道路	1043	10.5	泥结碎石路面	8%	1.9%	二级露天矿山道路
至临时堆场道路	330	10.5	泥结碎石路面	8%	2.5%	三级露天矿山道路

2.4.4 开采范围

设计开采范围为采矿权范围内 50～307m 标高之间的花岗岩矿体。

设计根据《广东省广州市花都区城西石场建筑用花岗岩矿勘探报告》提供的地形地质图、勘探线剖面图、资源储量估算范围平面图等，利用3Dmine三维矿业建模软件建立矿体及覆盖层三维模型。

根据模型估算各台阶矿岩量详见表2-3。

表2-3 建模估算各台阶矿岩量估算表

台阶	花岗岩矿	覆盖层（单位：万 m^3）			
(m)	（万 m^3）	残坡积层	全-强风化层（建筑用砂）	中风化层	小计
300		0.88	0.90		1.79
290		3.27	10.26		13.53
280		3.45	25.57		29.02
270		3.85	34.95	5.98	44.78
260	1.44	5.01	40.24	19.15	65.83
245	25.07	8.06	74.21	34.70	142.04
230	58.82	11.91	86.83	48.28	205.85
215	106.93	17.71	137.35	52.10	314.08
200	157.12	18.27	174.95	76.61	426.95
185	233.83	19.71	183.98	108.48	545.99
170	338.63	20.14	198.53	111.10	668.40
155	437.26	16.94	190.64	126.87	771.71
140	546.84	15.27	169.05	128.26	859.43
125	653.05	9.83	137.71	113.61	914.20
110	741.24	8.87	99.98	95.33	945.42
95	807.21		53.08	63.16	923.44
80	835.42		1.37	45.33	882.12
65	836.39			0.64	837.03
50	790.39				790.39
合计	6569.64	163.17	1619.60	1029.60	9382.00

矿区西南侧有一废弃采石场，最低平台高程为116m，该平台已处于微风化花岗岩矿石范围内。因矿山周边无充足的场地用于表土堆存和排土场布置，设计选择老采坑边坡加固后作为临时堆场，作为表土和废石的周转场地。老采坑边坡加固工程量$6.5\times10^4m^2$。

设计将首采平台设于东北侧山顶，基建完成后，形成200m、215m和230m三个工作平台，东北侧245m以上台阶已靠帮。临时堆场压覆矿石量$198.7\times10^4m^3$，该部分资源于生产期后期进行回收。

根据备采矿量及开拓矿量要求，基建期剥离量为$404.3\times10^4m^3$，剥离高

峰强度为生产期第 1 年，剥离量 523.4×$10^4$$m^3$。

2.4.5 开拓运输

根据开采范围内的矿体赋存条件、矿区地形条件，设计采用公路开拓-汽车运输方案。

（1）开采台阶划分

设计矿山采用自上而下水平分台阶开采，设计台阶高度 15m。矿山自上而下划分为 300m、290m、280m、270m、260m、245m、230m、215m、200m、185m、170m、155m、140m、125m、110m、95m、80m、65m、50m 共 19 个台阶。第四系及风化岩层，可根据具体情况减小台阶高度。

（2）首采平台选择

根据矿区地形条件，矿权范围内东北侧 3 号拐点附近最高，向西部、南部下坡。基建期对矿区东北侧山坡进行削顶。基建完成后，形成 200m、215m 和 230m 三个工作平台，东北侧 245m 以上台阶已靠帮。

（3）开拓运输系统布置

本矿为山坡转凹陷露天开采，封闭圈标高为+115m。山坡露天开采时，运输道路采用直进式布线方式，为半固定式道路。按台阶标高沿自然地形掘单臂堑沟。矿山转入凹陷开采后，矿山封闭圈标高为+115m 位置位于矿区南侧，综合考虑设计采场凹陷开采时总出入沟布置在矿区南侧 3 号勘探线附近，出入沟标高为+115m。两条运输道路设置在采场南侧最终边坡上，采用直进式降深。

（4）运输道路参数

山坡露天开采时，设计采用 1 条二级露天矿山道路双车道标准运输道路。凹陷露天开采时，矿山运输量仅为矿石和中风化花岗岩，根据采场地形条件，设计采用两条主运矿道路，分别是至西采区的 1#主运矿道路和至东采区的 2#主运矿道路，同时两条主运矿道路之间形成环路，以满足矿石运输需求。

运矿道路按露天矿山二级道路设计，载重 60t 矿用电动自卸汽车宽

3510mm，双车道运输平台宽度 15m，路面净宽为 10.5m。道路最大纵坡 8%，限制纵坡长度 250m，缓和坡度为 0%，长度 80m。道路连续 1km 平均坡度不大于 6.0%。

2.4.6 采矿工艺

（1）露天采场境界方案

设计结合矿山工程地质及水文地质条件、开采边坡高度，并参照类似矿山最终边坡角，设计确定的露天采场边坡参数如下：

1）台阶高度：残坡积土层及全-强风化花岗岩 10m（或 5m）；中风化花岗岩及矿体 15m；

2）最终台阶坡面角：残坡积土层、全-强风化花岗岩取 45°；中风化花岗岩取 65°；花岗岩矿体取 70°；

3）工作台阶坡面角：残坡积土层及全-强风化花岗岩取 65°；中风化花岗岩及矿体取 75°；

4）安全平台宽度：5m；

5）清扫平台宽度：8m（间隔 2 个安全平台设 1 个清扫平台）；

6）矿岩运输道路宽度 15m（双车道）；

7）清扫平台道路宽度：6m；

8）爆破安全警戒距离为 300m。

根据上述确定的采场边坡结构参数、矿体赋存条件、地形条件、矿权范围以及考虑周边环境因素的影响，对矿山进行最终境界的圈定。

圈定境界结果见表 2-4。

表 2-4 露天境界圈定结果表

序号	参数名称		单位	参数	备注
1	境界尺寸	地表	m	1680（长）	
			m	600（宽）	
		底部	m	1390（长）	
			m	330（宽）	
		最终边坡最大高度	m	257	

序号	参数名称			单位	参数	备注
2	开采台段	台阶高度		m	15	中风化花岗岩及矿体
				m	10或5	残坡积土层及全-强风化花岗岩
		台阶数量		个	19	
		最高开采标高		m	307	
		封闭圈标高		m	115	
		最低开采水平		m	50	
3	平台宽度	安全平台		m	5	间隔2个安全平台设置1个清扫平台
		清扫平台		m	8	
4	边坡角	工作台阶坡面角		°	65	残坡积土层及全-强风化花岗岩
				°	75	中风化花岗岩及矿体
		最终台阶坡面角		°	45	残坡积土层、全-强风化花岗岩
				°	65	中风化花岗岩
				°	70	花岗岩矿体
		最终边坡角	北侧	°	50.3	
			西北侧		47.1	
			东北侧		46.8	
			东侧		49.3	
			南侧		49.0	
			西侧		43.0	
5	爆破安全警戒距离			m	300	
6	开采区面积			km^2	0.9298	
7	最终境界内资源量			万t	14261.5	
8	最终境界内剥离量			万t	5712.2	
	残坡积层			万t	253.7	
	全-强风化花岗岩			万t	3073.9	
	中风化花岗岩			万t	2384.5	
9	最终境界内采剥总量			万t	19973.7	
10	采矿损失率			%	2	
11	废石混入率			%	2	
12	采出矿石量			万t	14261.5	
13	平均剥采比			t/t	0.40	

（2）采剥工艺

根据矿体的赋存条件、矿山生产规模及设计选定的采剥设备，设计采用水平台阶开采工艺，采用缓帮采矿，台阶高度15m。设计采用深孔爆破，爆

破后的矿石由挖掘机等装入汽车，运至砂石工厂。

由于露天采场西南侧爆破警戒线范围内有平安楼和高压线，保证露天采场西南侧采剥作业不影响平安楼和高压线的安全，设计对平安楼和高压线300m范围内的区域不允许爆破作业，设计划定为机械开采区。

1）爆破开采区

根据矿石及剥离物物理力学性质，设计采用不同的采剥工艺：

①残坡积土层及全-强风化花岗岩完整性差，易于挖掘，设计其剥离工艺包括铲装-运输共2个环节，采用挖掘机直接铲装，自卸汽车运输；

②中风化花岗岩及矿体属坚硬岩石，设计采用爆破采剥工艺，包括穿孔—爆破—铲装—运输共4个环节。采用潜孔钻机凿岩，多排孔微差爆破，挖掘机铲装，自卸汽车运输。

③大块二次破碎采用机械法，用2m^{3}液压挖掘机配破碎冲击器进行破碎。

④为保证矿山主要生产设备效率的充分发挥，还需配备一定数量的辅助生产设备，包括装载机和小型挖掘机，负责清理工作面、清理爆破及运输过程中散落的岩块。

2）机械开采区

矿区西南侧距离平安楼和高压线300m范围内的中风化花岗岩及矿体采用非爆破采矿方式开采。

采矿工序分为：机械破碎→铲装→运输。

机械破碎：采用液压挖掘机配液压破碎锤进行破碎，将块石最大尺寸控制在1000mm以内。

铲装作业：采用2m^{3}挖掘机进行矿岩石的装载工作。

（3）采剥作业参数

1）作业台阶高度

设计采用6m^{3}液压挖掘机，最大挖掘高度13.1m；2m^{3}的液压挖掘机最大挖掘高度10.17m。残坡积土层及全-强风化花岗岩台阶高度确定为5m或

10m，中风化花岗岩及矿体台阶高度确定为15m。

2）工作台阶坡面角

残坡积土层及全-强风化花岗岩工作台阶坡面角取65°，中风化花岗岩及矿体工作台阶坡面角取75°。

3）最终台阶坡面角

残坡积土层、全-强风化花岗岩取45°；中风化花岗岩取65°；花岗岩矿体取70°。

4）最小工作平台宽度、挖掘机工作线长度

设计最小工作平台宽度取45m，挖掘机工作线长度为150m。

5）同时工作的台阶数

矿山开采初期，因地形条件及剥离层等因素，设计同时开采台阶数为3个。后期根据开采范围的扩大，可增加工作台阶数。

（4）穿孔作业

根据矿山生产规模及矿石岩性，设计选用4台高性能一体化潜孔钻机进行穿孔爆破工作，钻孔直径200mm。

设计选用2台孔径90mm潜孔钻机用于预裂爆破、剥离和修整边坡等工作。

（5）爆破作业

矿山不设炸药库，爆破材料的配送由当地爆破公司负责。

1）钻孔形式和炮孔布孔方式

采用深孔微差爆破方法，数码电子雷管起爆方式，采用乳化炸药爆破。设计台阶高度为15m，钻孔采用倾斜孔，倾角为75°。炸药单耗为0.40kg/m^3。

布孔方式分为单排孔与多排孔布孔两种方式。如单次爆破量较少，且是沿边坡布孔时，可采用单排孔；单次爆破量较大，则采用多排交错（梅花型）布孔方式。

2）爆破参数选择

爆破工作在白班进行，矿山规模较大，按照每天爆破一次考虑，一次总爆破药量 5.74t。

设计推荐的爆破参数见表 2-5。

表 2-5 深孔爆破参数表

序号	参数名称	数值	备注
1	布孔形式	梅花形布孔	
2	台阶高度	15m	
3	钻孔角度	90°	
4	钻孔深度	17.0m	
5	超钻深度	2.0m	
6	钻孔直径	140mm	
7	最小抵抗线	4.5m	
8	孔间距	5.7m	
9	排距	4.4m	
10	填塞长度	5.5m	
11	每米钻孔落矿量	22.1m³/m	
12	单位炸药消耗量	0.40kg/m³	
13	单孔平均装药量	149.5kg	

3）邻近最终边坡的爆破要求

为了防止爆破冲击波和爆破地震波对开采最终边坡的破坏，提高开采最终边坡的整体稳定，邻近最终边坡时采用预裂爆破技术。孔内采用间隔装药形式。

表 2-6 预裂爆破参数表

序号	名称	单位	参数值	备注
1	钻孔直径	mm	90	
2	钻孔孔长	m	21.7	
3	钻孔倾角	°	28	与最终台阶坡面角一致
4	填塞长度	m	2.0	
5	炮孔孔距	m	1.0	
6	炮孔排距	m	1.5	
7	平均每孔装药量	kg	15.2	

序号	名称	单位	参数值	备注
8	线装药密度	kg/m	0.4	

4）二次破碎

矿岩需穿孔爆破，控制块度≤1000mm，以满足粗破入矿口要求。块度大于 1000mm 的矿石采用 2 台 2m³液压挖掘机配备破碎锤进行二次破碎。

（6）机械开采区工艺

矿区西南侧距离平安楼和高压线 300m 范围内采用非爆破采矿方式开采，机械破碎区位置见图 2-4。

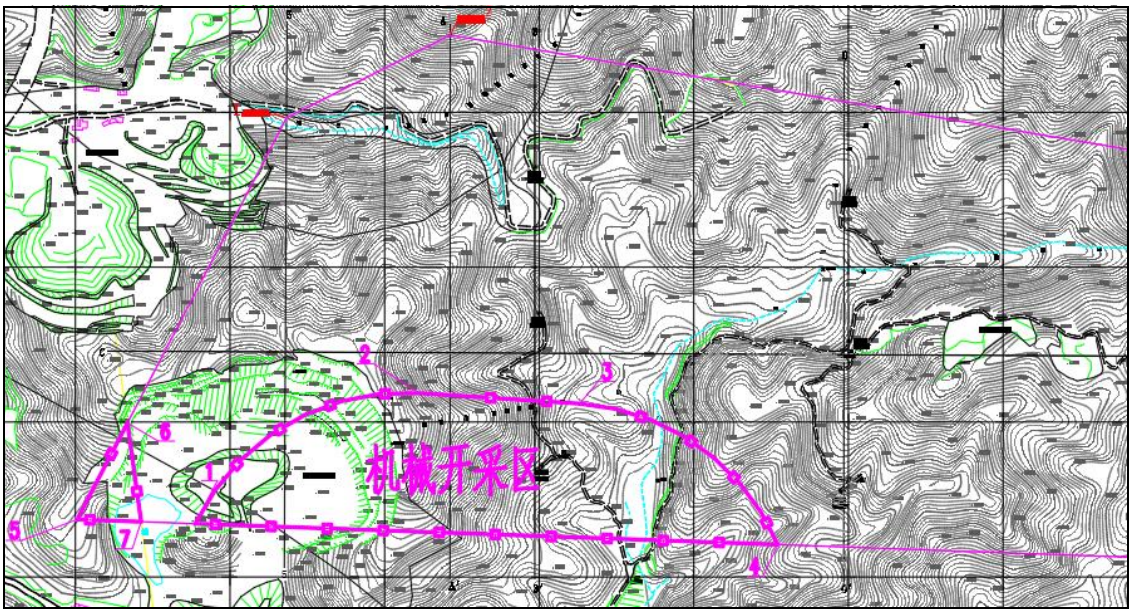


图 2-4　西侧机械开采区位置图

机械开采区域采用液压挖掘机带破碎锤直接破碎矿岩，自上而下分台阶开采，在最终边坡处由 3 个 5m 台阶合并成一个 15m 台阶，每个 5m 台阶均由高 1～2.5m 的小台阶组成，小台阶每次水平推进 1m，各分层台阶与合并后台阶的台阶坡面角均为 70°。先从上往下破碎矿岩，形成上部 5m 台阶，然后在下部生产平台破碎矿岩，形成下部 5m 台阶，最终形成 15m 高的设计台阶。采矿工艺顺序为：破碎锤机械破碎开采、装载、运输。

为保证机械开采区与爆破开采区的衔接，在分界线上穿凿预裂炮孔，孔径 90mm。进行预裂爆破后，再进行机械开采区的开采作业。

矿山应建立相关安全生产工作、管理制度，做好相关工种作业人员的安全防护措施，避免机械振动及碎石伤害。

（7）铲装作业

设计采用 6 台标准斗容 6m^3 的液压挖掘机进行采装，另外配备 2 台标准斗容 2m^3 的液压挖掘机进行开沟等辅助作业，可满足生产要求。配备 2 台 4.0m^3 的装载机进行辅助装载及工作面平整。

（8）运输作业

设计选用 22 台 60t 矿用电动自卸汽车运输矿石、中风化花岗岩及部分全-强风化花岗岩，运输量为 1790.1×10^{4}t/a；选用 7 台 30t 矿用电动自卸汽车运输残坡积土层及部分全-强风化花岗岩，运输量为 267.1×10^{4}t/a。

（9）边坡监测

矿山边坡安全等级均为二级。

设计监测内容主要有：边坡表面位移监测、边坡爆破振动监测、降雨量监测、地下水位监测、视频在线监控。

最终边坡形成过程中，布置的监测点随着边坡的变化进行相应的位置调整。

设计建议采用 GPS 在线监测系统或微波雷达在线监测方法。根据露天开采的生产进度，在适当的时机开始建立边坡监测系统，并随着最终边坡境界台阶的逐步形成，增加监测点。

监测点可在边坡形成 3 个靠帮台阶后开始布设，开采期内，若采用自动化监测系统，应逐日采集，采用人工观测，考虑到监测工作量和监测费用的问题，监测频率可设为每周不低于 3 次；长期观测，监测频率需每周保证一次或一个月 3～4 次，有特殊原因导致位移速度加快时应增加观测次数。

（10）老采坑边坡治理工艺和安全措施

1）老采坑开采现状分析

矿区内目前无矿产资源开采活动，但在采矿权的西南侧存在历史遗留露天采坑。该露天采坑开采面积约为 8.03×10^{4}m^2，形状为椭圆形，露天采坑上口尺寸为 380m×255m，坑底尺寸为 265m×105m。露天采坑东侧边坡高

度约为 113.4m，边坡角为 54°，形成了 160m 和 170m 两个平台，台阶高度 10～56m，台阶坡面角 60°；北侧边坡高度约为 118m，边坡角为 44.5°，未形成规则平台；西侧边坡高度约为 88m，边坡角为 54°，未形成规则平台；南侧边坡高度约为 38m，边坡角为 52°，未形成规则平台。

矿山运输道路链接至矿区西侧 G106 国道，道路宽度为 10m，平均纵坡为 5.5%。

2）老采坑边坡加固措施

老采坑西侧和南侧边坡位于矿区边界附近，老采坑东侧和北侧边坡削坡治理涉及占用二级林地，均不具备削坡扩帮的条件。设计在基建期对老采坑现有边坡采用全封闭喷锚网+长锚索支护加固。加固措施根据生产过程中具体揭露情况而定。加固具体措施如下：

①喷锚网+长锚索支护：长锚索孔直径 90mm，每孔安装 2 根长 12m 的 15mm 钢绞线，沿坡面上、下排锚索倾斜排距 5m，水平方向间距 2m；喷射混凝土厚为 60～80mm，28d 单轴抗压强度大于 15MPa；采用长 1.8m 的管缝锚杆固定钢网，锚杆间排距 2m×2m；钢网尺寸为 2.5m×4m，网格 100mm×100mm，钢筋直径 5mm。

②锚网支护：锚杆采用长度 1.8m 的Φ34mm 管缝锚杆，锚杆间排距 2m×2m；钢网尺寸为 2.5m×4m，网格 100mm×100mm，钢筋直径 5mm。

以上支护形式和参数可根据现场揭露岩体情况进行相应调整。

2.4.7 矿山供配电设施

（1）供电电源

采场两回 LGJ-70 架空线路引自距离约 0.65km 选厂 10kV 配电室 10kV 侧不同母线段。

（2）用电负荷

矿山主要流程上其它生产设备和照明设备均属二级负荷，其他为三级负荷。

采场装机总容量　　5534.0kW

采场工作容量　　4134.0kW

计算有功功率　　2893.8kW

计算无功功率　　951.1kvar（补偿后）

计算视在功率　　3046.1kVA

（3）供配电系统

1）采场环线

沿采矿场边缘采用两回 LGJ-70 钢芯铝绞线架设半环形供电线路，架空线长度约 1.6km。10kV 环网设联络开关，两回路电源互为备用，任何一路电源故障，另一路可承担采矿系统全部负荷。

半环形架空线路上均匀设置 10kV 开关作为电源引接点，通过 10kV 电缆引至采场内设置的 3 套箱式变电站，为采场潜孔钻机、坑底潜水泵等用电设备提供电源。

表 2-7　采场环线 10kV 出线回路

序号	回路名称	回路数量	负荷配置	备注
1	采场移动箱变 1#-2#（共 2 套）	各 1 回	2×306kW 1×230kW 1×200kVA	
2	排水箱式变电站	2 回	1×1250kVA 1×1250kVA	

2）充电站

矿山有 60t 电动矿卡 22 辆，30t 电动矿卡 7 辆，根据充电需求，配置 6 座 300kW 一体式双枪直流充电桩。双枪同时使用情况下，最大可输出 150kW/枪；当仅有一把枪充电时，最大输出功率可达 300kW。

设计在充电区域安装箱式变电站 2 套，电源引自选厂 10kV 配电室，2 回 10kV 电缆线路接入。站内分别配置 HXGN15A-12(F)高压开关柜 1 面，SCB14-1250/10/0.4kV 变压器 1 台，GGD2 型低压柜 3 面，每台箱变出线柜引 3 路 AC380V 出线至充电桩。

充电桩主要参数

输出额定功率：300kW；

输出电压范围：DC200-750V；

单枪最大输出电流：250A；

充电线缆长度：5m；

充电接口数量：2；

防护等级：IP54。

（4）主要设备选择

1）10/0.4kV 电力变压器选用新型的 SCB14 系列干式变压器。

2）10kV 开关柜选用金属铠装移开式开关柜及金属封闭式环网柜。

3）低压开关柜选用固定式分隔形式结构。

4）PLC 及 DCS 控制装置、变频器选用有成熟运行经验的厂家产品。

5）计量仪表采用数字式仪表。

（5）线路敷设

1）采矿工业场地

露天采场采用半环形架空线，电力线路以钢芯铝绞线为主，向移动式设备供电时采用矿用橡套软电缆。

2）充电站

1）箱式变电站 10kV 进线电缆采用铠装直埋敷设；

2）变压器低压侧至充电桩动力电缆采用电缆沟敷设。

（6）照明

在下列地点设照明装置：

1）潜孔钻机、潜水泵的工作地点。

2）人行道、汽车运输的装卸车处。

表 2-8　露天矿的照度标准

序号	照明地点	照度值（lx）	照明平面
1	人工作业和装车点、汽车装卸处	10	地表水平面或垂直面
2	挖掘机工作地点	10	挖掘地点以及卸矿高度上水平面
3	挖掘机工作地点	20	垂直面
4	采矿场道路	2	地表水平
5	机械凿岩工作地点	20	在整个钻机高度范围内的垂直平面上
6	机械凿岩工作地点	10 或 20	对牙轮钻机等有作业平台者，作业平台上取 20lx，无作业平台者，地表面取 10lx
7	调车场、车站、主要行人道和行车道	5	地表水平面
8	其它移动机械工作地点	10	地表水平面

挖掘机和潜孔钻工作地点的照明利用设备附设的灯具；在采场固定水泵等的工作地点、人行道等地点，装设照明装置，以泛光灯为主。

固定照明采用太阳能灯具；移动式照明架空线路采用绝缘导线；移动式照明非架空线路采用橡套软电缆。

照明电压采用 220V，行灯电压为 36V。

（7）防雷接地

地面建、构筑物依据建筑物防雷设计规范采取必要防雷措施，作好防直击雷、侧击雷的保护，对于进出建筑物的电缆线路、架空线路，金属管道要作好防雷电感应和雷电波侵入的措施。防雷接地电阻阻值＜10Ω。变电所保护接地和工作接地电阻阻值＜4Ω。带有计算机系统的配电所,接地电阻阻值＜1Ω。

采矿场主接地极不应少于 2 组，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 4Ω，移动式设备与架空接地线之间的接地线电阻值不应大于 1Ω。

正常情况下不带电的用电设备金属外壳，一定要可靠接地。单独设置的高压电气设备、低压配电箱、连接电力电缆的接线盒以及接触电压大于 40V

的任何地点，均需设局部接地装置。移动用电设备的金属外壳、手持照明灯具的金属外壳，必须配专用的接地线，且与接地网相连。

（8）通信

矿山采用对讲机群组和个人手机，组成生产及调度电话通信系统。矿山通信采用 2 部无绳座机和个人手机组成外部通信系统。

矿长、安全负责人、专职安全员、各工序班长之间必须保持对讲机、手机等通信系统开通，保持矿区内部和与外界的通信联系，以便在发生重大事故时能及时作到内部有效处理和及时得到外部的协助和救援。

2.4.8 防排水系统

露天采场由山坡露天和凹陷露天两部分组成，+115m 标高以上形成山坡露天采场，+115m～+50m 标高形成凹陷露天采场。根据台阶设置情况，开采标高 125m 以上矿体时，采场汇水可自然排泄，但开采标高 125m 以下矿体时，采场汇水不能自然排泄，需采用抽水设备进行机械排水。

（1）露天采场截排水

1）露天采场：对于矿区外地表大气降雨汇水流向矿区的，可沿着矿区范围界限以外不小于 20m 处修筑截水沟将降雨汇流引出矿区外。山坡露天开采时，在工作平台设 5‰的正坡，采场汇水可自流排出。为降低水流对边坡的冲刷，设计在矿区南侧+125m 清扫平台布置排水沟。开采标高 125m 以下矿体时，设计在采场底部设置集水池，采场汇水集中汇入集水池后时采用水泵进行机械排水。

2）临时堆场：在临时堆场下部设置挡土坝和沉淀池。临时堆平台由外向里应堆填形成 2%～5%的反坡，保持适当流水坡，各安全平台设排水沟，将汇水导入侧向或端部的截水沟，最后汇入沉淀池沉淀后外排。

3）在矿山道路内侧设置排水沟，将雨水引至采场底部的沉淀池沉淀后外排。

（2）凹陷露天采场排水

凹陷露天采场汇水不能自流排出场外，必须采用机械排水方式将水排至砂石工厂地表高位水池，排水泵站随着开采深度的增加下移。最终露天坑坑底标高 50m，砂石工厂地表高位水池标高 150m。

凹陷露天开采时，正常涌水量 2491m^3/d，雨季平均涌水量 11280m^3/d，遇设计防洪频率的暴雨时平均涌水量 48925m^3/d（考虑最低台阶允许淹没 7 天的日平均涌水量）。

设计选择 9 台潜水排沙泵，单台流量 300m^3/h，扬程 125m，功率 200kW。正常涌水时 1 台工作，每天排水时间 8.3h；雨季正常排水时，2 台水泵同时工作，每天排水时间 18.8h。遇设计防洪频率的暴雨时，9 台水泵全部工作，每天排水时间 18.2h。

排水管选择 2 条 Φ245×7 无缝钢管和 3 条 Φ377×7 无缝钢管，管路沿非工作帮敷设。正常涌水时，1 条 Φ245×7 无缝钢管工作；雨季正常排水时，2 条 Φ245×7 无缝钢管同时工作；遇设计防洪频率的暴雨时，5 条排水管全部工作。

2.4.9 排土场

根据矿山露天采场开采计划，矿山第四系覆盖层残坡积土总量为 158.60×10^4m^3，全、强风化总量为 1537.0×10^4m^3，中风化总量为 953.8×10^4m^3，其中中风化岩石随矿石一起进入砂石工厂加工，部分残坡积土用于复垦，全、强风化岩每年 80×10^4m^3 优先运至企业自建洗沙工厂处理，其他全、强风化和剩余残坡积土全部进行外售处理。矿山不再设置永久排土场，只在矿区西南部设置临时堆场，服务于矿山开采过程中的矿山废石土临时中转或缓存任务。根据采矿生产计划，将于生产期第 9 年回收临时堆场压覆矿量，矿山不再设置临时堆场，废石在露天采场内部临时中转或缓存。

矿山采矿工程采剥岩土分类别进行运输，矿石及中风化岩石全部由矿用卡车运至企业砂石工厂处理；全、强风化岩每年 80×10^4m^3 优先运至企业自

建洗沙工厂处理，剩余部分运至社会洗沙企业处理；残坡积土用于矿山复垦和外售处理两种方式，服务年限内矿山需要复垦总用土量约 $7.93\times10^4m^3$，剩余 $150.67\times10^4m^3$ 由载重汽车运出外售处理；残坡积土和全、强风化岩土外售不及时，由矿用卡车运至临时堆场临时堆存后再外售处理。

临时堆场利用矿区西南现有露天采坑，采坑底部标高约 116m，采坑北侧、西侧和东侧边坡陡峭，最大高差约 118m，现有露天采坑边坡治理后作为矿山临时堆场。

临时堆场设计：

（1）设计参数

临时堆场占地面积 $3.85hm^2$，堆置高度 20m，堆置标高为 116～136m，台阶高度 10m，安全平台宽度 10m，台阶坡面角 28°（约 1:1.88），总体边坡角受临时台阶道路及回转车场影响，约为 14.6°～22.8°，设计总容积约 $55.84\times10^4m^3$。

（2）废石运输道路和排取土工艺

废石运输道路分场区内部和外部两种，外部道路利用开拓运输道路和至临时堆场道路运输，内部为临时堆场台阶道路。外部道路路面宽度均为 10.5m，路基宽度 12.0m，最大纵坡度 8%，最小平曲线半径 25m，回头曲线半径最小 15m，挖方段道路内侧设置有道路排水沟，填方段外侧设置有防护土堤。场区内部道路为台阶道路，台阶间纵坡度 8%，126m 台阶处为回转车场，回转车场 39m×50m。

临时堆场排土采用汽车运输+装载挖掘机排土方式，自下而上分层排土；临时堆场取土采用装载挖掘机取土+汽车运输方式，自上而下分层取土。

（3）临时堆场防排水

1）外部截水

排土区域上游汇水面积主要是原露天采场边坡加固治理后上游雨水，坡

顶上游汇水面积较小，仅 0.0065km^2，设计利用加固治理工程所设截水沟即可满足上游截水需求。截水沟采用矩形断面，尺寸 0.4×0.4m，沟底排水坡度≥2%，采用浆砌块石石或素混凝土结构，1：2 水泥砂浆抹面。

2）内部排水

为防止雨水对临时堆场边坡冲刷，设计在安全平台设置 3%反坡，在安全平台内侧设置台阶临时排水沟，并在临时堆场两侧沿坡面设置跌水（坡面排水沟），将安全平台及边坡雨水汇流后排出临时堆场。

台阶临时排水沟采用矩形断面，宽 0.5m、深 0.5m，水沟断面积 0.25m^2，最小排水坡度 i≥0.5%，采用浆砌石或混凝土砌筑，1：2 水泥砂浆抹面。

3）底部防渗

临时堆场底部为原露天采场平台，在完成综合治理并清除覆盖层（填石层、素填土层）后，地势平坦。设计临时堆场底部由北向南设置 2%的坡度，并在底部利用岩性坚硬、耐水性好的大块石填筑，高度 3～5m，增加底部雨水渗流，形成泄流基底，及时排出排土场内渗水。内部渗水向南流出场外，防止临时堆场内部积水。

2.4.10 安全管理及其他

（1）安全生产管理机构

矿山设置安全、职业卫生管理机构，成立以矿长为组长的安全领导小组，日常管理由专门科室负责。科室内设专职人员负责安全、职业卫生制度的建立、检查、监测和应急演练等。各作业区设专人负责区内安全与卫生制度的落实、检查等。

（2）劳动定员

企业达到设计生产规模时劳动定员共需 291 人，其中矿部管理及服务人员 20 人，采矿车间 271 人（其中：生产人员 259 人为外包人员）。

（3）投资估算

含铺底流动资金的项目估算总投资 122206.26 万元，其中建设投资

31323.07 万元，矿权费 87789.21 万元，建设期利息 2048.73 万元，铺底流动资金 1045.25 万元。

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）、数值计算法等评价方法，按划分的评价单元辨识建设项目潜在的危险、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、数值计算法
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	安全管理单元	安全检查表法
8	重大危险源辨识单元	

评价方法简介：

（1）预先危险性分析

预先危险性分析法是在进行某项工程活动之前，对系统中存在的各种危险因素、触发条件和事故可能导致的后果进行宏观和概略分析的系统安全分析方法，属于定性评价。其目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险等级，提出相应的防范措施。

通过预先危险分析（PHA），力求达到以下 4 个目的：①大体识别与系统有关的主要危险；②鉴别产生危险的原因；③预测事故出现对人体及系统产生的影响；④判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。

在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小及其对系统破坏程度，将各类危险性划分为 4 个等级，见表。

危险性等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态，暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏可降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范

（2）安全检查表

安全检查表是将一系列分析项目列出检查表进行分析以确定系统的状态，这些项目包括设备、贮运、操作、管理等各个方面。依据对某些位置区域危险、有害因素的分析结果，以相关的设计规范标准、法规及规程和规定的要求，结合以往的实践经验和教训，用安全检查表分析、预测可行性研究、工程设计、施工、运行及检修中可能存在的隐患和危险、有害因素，提出防患于未然的防灾、减灾对策措施。

3.1 总平面布置单元

3.1.1 选址危险、有害因素分析

区域内存在的主要危险、有害因素有坍塌、滑坡、泥石流、暴雨、山洪、雷击、地震等，破碎站拟建新生产线可能存在机械伤害、物体打击、车辆伤害、高处坠落、触电事故以及粉尘、噪声、振动等职业危害。

（1）片帮、滚石、坍塌、滑坡等边坡事故

矿山第四系覆盖层残坡积土、全、强风化总量较厚，且矿区部分地段由于地质构造的影响，岩石力学强度较低，露天开采过程中易产生不良地质现象，可能发生局部小滑坡或崩塌现象。在降雨侵蚀作用下，土层和全、强风化层岩石容易失稳。上部软弱岩体在开采暴露后，如台阶边坡较陡，受降雨冲刷、爆破震动或机械撞击等影响，在风化强烈、风化裂隙发育及断层出露部位和地下水渗出部位，极易发生边坡坍塌。

矿区内未见明显的断裂构造，但花岗岩体的节理裂隙较为发育，岩石的

完整性、稳定性相差较大，且局部存在“顺向坡”、开采深度大，易引发崩塌、滑坡。

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离间，缝隙扩大，并产生新结构面（新裂隙），随边坡高度和角度的增大，增加了坡体的自重，从而加大了滑动力，直接影响边坡的稳定性；

不分层开采、或从台阶下“掏采”，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；

矿山在开采过程中未重视地质构造对矿山安全生产的影响，未采取相应的安全防范措施或边坡的倾向与岩层倾向一致时，易造成边坡坍塌、滑坡；

露天矿开采后，边坡长期暴露在自然中，经风吹日晒，边帮岩石在风雨的侵蚀下剥落片帮，或受外力作用滚落到下部采场，直接威胁到作业人员的安全和设备安全；

根据矿冶科技集团有限公司于2023年9月编制了《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》，历史遗留露天采坑边坡参数计算所得安全系数偏低，三种工况荷载组合条件下均不能满足规范要求的稳定安全系数，未按设计要求对老采坑现有边坡进行加固治理或加固治理不到位，在后期矿山开采过程中，可能会引发边坡坍塌、片帮等。

（2）泥石流

矿山存在不稳定边坡，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。

采场边坡上部如不设置截水沟，雨水冲刷边坡可能会导致局部滑坡、泥石流。

（3）暴雨

矿区属亚热带季风气候区，雨量充沛，多年平均降雨量1753.9mm，日最大降雨量253.4mm（1997年5月8日），年最大降雨量为3450.5mm

（1997年），年最小降雨量1387.1mm（1999年）；多年平均热带气旋登陆次数4～5次，热带气旋集中的月份为7～9月，台风最大风速（影响广州）为35.4m/s。台风、暴雨等恶劣、极端天气等会导致道路湿滑，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

据气象资料显示，年平均降雨量为1753.9mm，最大降雨量253.4mm（1997年5月8日），年最大降雨量为3450.5mm（1997年）。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，矿山截排洪工程失效，有可能会引发山洪。

（5）高温

根据气象资料，矿区夏季炎热，若作业人员长时间暴露在高温环境中，易引起眩晕、中暑，对人体健康带来危害。

（6）雷击

本项目所在区域平均雷暴日数76.1d/a，矿区存在用电设备，有发生雷击的可能。

（7）地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）：广州市花都区地震动峰值加速度为0.05g，地震动反映谱特征周期为0.35s，矿区处于地震烈度VI度区，为区域地壳稳定区。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。

（8）爆破飞石伤害

南侧高压线、平安楼及规划扩建区、西南侧露天坑内及露天坑南部存在遗留的石料堆场及进出道路均位于矿山爆破警戒范围内，矿山爆破可能会对上述设施产生爆破飞石伤害，如未按设计进行机械开采或爆破前未进行爆破警戒，也可能造成爆破飞石伤害。

3.1.2 总平面布置安全检查表

表 3-2 总平面布置安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研情况	检查结果
1	新设采矿权范围不得与已设采矿权垂直投影范围重叠，可集中开发的同一矿体不得设立 2 个以上采矿权。	《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》	矿山周边无其他采矿权设置。	符合要求
2	1 个采矿权范围内原则上只能设置 1 个生产系统。		矿山采矿权范围内只设置 1 个生产系统。	符合要求
3	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》GB50187-2012 第 3.0.6 条	本项目电源引自距离约 0.65km 选厂 10kV 配电室 10kV 侧不同母线段；生产水源利用选厂水源。	符合要求
4	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 3.0.8 条	根据可研，矿区水文地质条件中等，矿床工程地质条件为中等型。	符合要求
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》GB50187-2012 第 3.0.10 条	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： 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；具有开采价值的矿藏区；受海啸或湖涌危害的地区。	《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 3.0.14 条	厂址未布置在上述地段。	符合要求
7	场区、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	《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012	可研中包括采矿场、矿山运矿道路、矿山工业场区等设计内容。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研情况	检查结果
	划。	第 4.1.3 条		
8	矿山企业的办公区、生活区、工业场区、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》GB16423-2020 第 4.6 条	办公区、工业场区、生活区等地面建筑均位于上述区域之外。	符合要求
9	任何单位和个人不得在距电力设施范围 500 米内（指水平距离）进行爆破作业。因工作需要必须进行爆破时，应当按国家颁发的有关爆破作业的法律法规，采取可靠的安全防范措施，确保电力设施安全，并征得当地电力设施产权单位或管理部门的书面同意，报经政府有关管理部门批准。 在规定范围外进行的爆破作业必须确保电力设施的安全。	《电力设施保护条例实施细则》第十条	矿区南侧 220kV 高压线距离矿区最近的距离为 220m，矿区北侧 110kV 高压线距离矿区最近距离为 300m。	下一步设计阶段应进行论证。
10	禁止在下列范围内从事采矿、采石、取土、爆破作业等危及公路、公路桥梁、公路隧道、公路渡口安全的活动： （一）国道、省道、县道的公路用地外缘起向外 100 米，乡道的公路用地外缘起向外 50 米； （二）公路渡口和中型以上公路桥梁周围 200 米； （三）公路隧道上方和洞口外 100 米。 在前款规定的范围内，因抢险、防汛需要修筑堤坝、压缩或者拓宽河床的，应当经省、自治区、直辖市人民政府交通运输主管部门会同水行政主管部门或者流域管理机构批准，并采取安全防护措施方可进行。	《公路安全保护条例》第十七条	G106 国道位于矿区西侧，距离矿区最近距离为 311m；G4W3 乐广高速位于矿区东侧，其中高速隧道段距离矿区最近距离为 550m，高速敞开段距离矿区最近距离为 640m。	符合要求

3.1.3 项目与周边环境的相互影响

矿区周边环境较复杂，周边设施主要有 3 条高压线、G106 国道、G4W3 乐广高速、民采采坑、龙凤餐厅、石料堆场、平安楼及规划扩建区。

矿区南侧 220kV 高压线距离矿区最近的距离为 220m（距离采矿权 5 号拐点）；龙凤餐厅位于矿区 5 号拐点附近，距离矿区约 110m；平安楼及规划扩建区位于矿区南侧，其中平安楼距离矿区约 220m，规划扩建区距离矿区

约 120m。上述设施均在采场终了境界或爆破警戒范围内，如果后期生产过程中，矿山不对上述设施、建筑进行搬迁，或未采取控制爆破、机械开采等安全措施，爆破警戒不到位或巡检人员撤离不到位，可能造成爆破飞石对人员的伤害或者设备损坏，建议企业对上述设施和建筑进行搬迁或采取可靠防护措施。

矿区北侧 110kV 高压线距离矿区最近距离为 300m；G106 国道位于矿区西侧，距离矿区最近距离为 311m；G4W3 乐广高速位于矿区东侧，其中高速隧道段距离矿区最近距离为 550m，高速敞开段距离矿区最近距离为 640m；上述设施均位于爆破警戒线之外，矿山采矿作业不会对其造成影响。

矿区南侧 220kV 高压线距离矿区最近的距离为 220m，矿区北侧 110kV 高压线距离矿区最近距离为 300m，根据《电力设施保护条例实施细则》第十条规定，任何单位和个人不得在距电力设施范围 500 米内（指水平距离）进行爆破作业，矿山开采爆破对 3 条高压线安全存在影响。

矿区西侧存在历史遗留的民采采坑，该采坑位于矿区范围之外，为山坡露天坑。露天采坑坑底标高为 103m，采坑最高标高为 196m，边坡高度为 93m，边坡角为 39°。根据矿冶科技集团有限公司于 2023 年 9 月编制了《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》，历史遗留露天采坑边坡参数计算所得安全系数偏低，三种工况荷载组合条件下均不能满足规范要求的稳定安全系数，如不按设计要求对老采坑现有边坡进行加固治理或加固治理不到位，在后期矿山开采过程中，可能会引发采场边坡坍塌、片帮等。

矿区西南侧露天坑内及露天坑南部存在遗留的石料堆场，堆场最大高度约为 20m，如该料堆未在矿山建设前进行搬迁，运输车辆可能会对矿山基建及生产运行造成影响。

3.1.4 单元小结

广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目采矿工程矿床开采技

术条件评价属于以水文地质、工程地质中等类型矿床，根据矿床岩土体性质、结构以及开采技术条件，矿山建设诱发滑坡、泥石流地质灾害的危险性较小，生产生活区工程建设可能诱发地质灾害的危险性小，未来矿山建设不会加剧地质灾害，可能诱发坍塌、滑坡事故的因素主要是矿山爆破开采作业。在矿山基建及生产过程中应引起重视并采取相应的安全对策措施。

本项目总平面布置中应加以重视的有：

（1）矿山第四系覆盖层残坡积土、全、强风化总量较厚，且矿区部分地段由于地质构造的影响，岩石力学强度较低，露天开采过程中易产生不良地质现象，可能发生局部小滑坡或崩塌现象。矿区内未见明显的断裂构造，但花岗岩体的节理裂隙较为发育，岩石的完整性、稳定性相差较大。露天开采过程中易产生不良地质现象，建议在施工过程中加强观测，必要时对边坡角度进行放缓处理或增加台阶预留宽度。

（2）在露天采场裂隙发育、强风化带等地段或新发现断裂破碎带等，应采用护墙、抗滑桩、锚固、喷射混凝土等工程措施，预防边坡岩体发生崩塌。

（3）根据矿冶科技集团有限公司于2023年9月编制了《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》，历史遗留露天采坑边坡参数计算所得安全系数偏低，三种工况荷载组合条件下均不能满足规范要求的稳定安全系数，下一步设计阶段应根据矿冶科技集团有限公司于2023年9月编制的《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》对边坡加固治理措施进行优化；矿山开工建设前应完成历史遗留露天采坑边坡的加固治理工作。

（4）南侧高压线、平安楼及规划扩建区、西南侧露天坑内及露天坑南部存在遗留的石料堆场及进出道路均位于矿山爆破警戒范围内，设计采用机械开采，根据勘探报告，机械开采区矿石饱和抗压强度均＞80MPa，下一

步设计阶段应优化上述区域矿山开采方式及机械设备选型。

（5）项目基建和开采过程中，如遇到软弱岩层，应及时采取对边坡进行加固处理等防范险措施，确保安全生产。

（6）在开采过程中，随着边坡岩体信息的逐步揭露，建议加强边坡地质资料的收集、分析工作，加强工程岩体认识的基础工作，为每年的边坡稳定性分析提供可靠的依据。

（7）企业基建及开采过程中应加强矿区的巡查及安全管理，无关人员严禁进入采区；矿山开采作业应重视对周边建构筑物的影响，严禁在非爆破开采区域进行爆破活动；爆破作业前应做好警示警戒，撤离人员及设备确保安全后方可进行爆破。

（8）根据《电力设施保护条例实施细则》第十条规定，下一步设计阶段应对矿山开采爆破作业对南北两侧高压线的安全影响进行安全论证，并征得当地电力设施管理部门的书面同意，报经政府有关管理部门批准，方可进行爆破作业。

3.2 开拓运输单元

3.2.1 危险、有害因素辨识

开拓运输主要存在的危险、有害因素有：

汽车在装卸、运输过程中可能发生车辆伤害事故；

在卸车点等高处作业时，可能发生高处坠落事故；

在汽车装卸、运输过程中，产生的粉尘、噪声等对作业人员造成粉尘、噪声危害。

（1）车辆伤害

汽车运输过程中可能导致车辆伤害事故的主要原因：

1）危险路段缺少道路警示标志。

2）场内运输道路个别曲线段半径不符合《厂矿道路设计规范》；

3）在冰雪、雨季未对采场内运输道路采取有效的防滑措施；

4）司机无证驾驶、疲劳驾驶、违章操作等；

5）采用非正规厂家生产的运输设备；

6）设备带病工作，其主要的安全装置、指示灯、声响信号装置等失效；

7）在坡面上维修、临时维修时未使用警示标牌和采取有效的阻车设施；

8）卸矿地点未设置牢固可靠的挡车设施，未设专人指挥；

9）道路纵坡过大；

10）道路结冰、道路湿滑、路况差；

易发生车辆伤害的场所：

1）采装工作面；

2）运输道路；

3）临时维修场所；

4）排土场。

5）卸料场地。

车辆伤害的后果：

造成车辆撞人、撞物、倾翻，造成人员伤亡和财产损失。

（2）火灾

事故的主要原因：

1）内部电气线路短路。

2）车辆电气线路接点连接不牢靠，导致局部电阻过大产生高温使导线或接点融化，引燃周围可燃物。

3）油路系统故障引发火灾。

4）车辆发生撞车或翻车所引起的机械变形可能导致车辆电池挤压破坏及电线短路而引起火灾。

5）由于轮胎在超标准负荷情况下长时间运行，内部积热引起自燃起火；由于刹车咬死，刹车片不灵，高速运转后摩擦产生高温，传递给轮胎，也易

引起轮胎受热自燃。

6）车辆润滑系统缺油，机件相互接触并相对运动，摩擦产生高温，当触及燃油等可燃物时引起火灾。

7）充电站未配备消防设施或消防设施损坏、通风不畅、违规动火等均可能引起充电站火灾。

8）新能源汽车蓄电池的充电电压太高或充电时间长，产生大量的氢、氧气体，如遇明火可能发生火灾、爆炸事故。

9）蓄电池的池壳、盖子用千布或掸子进行清扫，会产生静电，在使用扳手、钳子等金属工具未进行绝缘处理产生静电，可能发牛火灾、爆炸事故。

10）未定期检查蓄电池状态，可能发生火灾、爆炸事故。

11）超负荷使用蓄电池，可能发生火灾、爆炸事故。

（3）触电

事故的主要原因：电线架设高度不足，车辆行驶时，碰触电线导致触电事故；由于刹车不灵或其他原因，车辆撞倒电线杆，电线掉落，碰触电线导致触电事故。

（4）物体打击

露天采场边坡浮石、危石掉落砸中车辆，发生物体打击伤害事故。

（5）高处坠落

由于道路路基不实、路面边线基层松软、强度不足、承载力差；矿石或岩石卸载地点无可靠的挡车设施等原因可能导致发生高处坠落事故。

3.2.2 开拓运输预先危险性分析

表 3-3 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；破碎机的外露部分对人体造成机械伤害。	人员伤亡 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

危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
				内。
车辆伤害	道路存在浮石、碎石及雨雪雾天气下路况较差、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 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，并按要求设计车档高度；合理设置采场、卸矿平台等关键地点的照明；雨雪季节及不良天气应采取有效的防滑措施并减速行驶，视距不足要求时，应停止作业。
高处坠落	路存在浮石、碎石及雨雪雾天气下路况较差、车辆故障等原因造成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 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并应按要求设置车档高度；人员严禁在道路上打闹；高处作业面设置安全防护设施；雨雪季节及不良天气应采取有效的防滑措施并减速行驶。
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。
火灾爆炸	油罐车运输过程中或加油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。充电站未配备消防设施或消防设施损坏、通风不畅、违规动火等均可能引起充电站火灾。新能源汽车蓄电池的充电电压太高或充电时间长，产生	人员伤亡设备损坏	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，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。

危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
	大量的氢、氧气体，如遇明火可能发生火灾、爆炸事故。蓄电池的池壳、盖子用千布或掸子进行清扫，会产生静电，在使用扳手、钳子等金属工具未进行绝缘处理产生静电，可能发牛火灾、爆炸事故。未定期检查蓄电池状态，可能发生火灾、爆炸事故。超负荷使用蓄电池，可能发生火灾、爆炸事故。			
粉尘	汽车装卸、运输过程中扬尘；破碎机未设置捕尘除尘设施。	职业病	III	装卸、运输矿岩时采取降尘措施；运输道路洒水；破碎机设置捕尘除尘设施。

3.2.3 开拓运输安全检查表

根据《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）、《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 3-4。

表 3-4 开拓运输安全检查表

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
1	露天矿山道路设计，应根据矿山地形、地质、开采境界、开采推进方向，各开采台阶（阶段）标高以及卸矿点和排土场（排土场）位置，并密切配合采矿工艺，全面考虑山坡开采或深部开采要求，合理布设路线。	《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）第 2.1.6 条	矿山道路根据地形、开采台阶、卸矿点等，分段布置道路。	符合要求
2	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。	《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）第 2.4.2 条	可研中设计运矿道路为二级露天矿山道路，计算行车密度为 73.4，符合要求。	符合要求
3	露天矿山道路的计算行车速度，宜按下表的规定采用。 道路等级 | 一 | 二 | 三 计算行车速度（km/h） | 40 | 30 | 20	《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）第 2.4.3 条	可研计算行车速度：25km/h。	符合要求
4	露天矿山道路路面宽度，宜按表 2.4.4 的规定	《厂矿道路设计规范》	运矿道路为二级露	符合

<table>
<tr><th>序号</th><th>检查内容</th><th>检查依据</th><th>可研情况</th><th>检查结论</th></tr>
<tr><td></td><td>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。</td><td>（GBJ22-1987）
第 2.4.4 条</td><td>天矿山道路，双车道路面宽度10.5m，双车道路基宽度为 15m。</td><td>要求</td></tr>
<tr><td>5</td><td>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。<table><tr><td>露天矿山道路等级</td><td>一</td><td>二</td><td>三</td></tr><tr><td>最小圆曲线半径（m）</td><td>45</td><td>25</td><td>15</td></tr></table>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。</td><td>《厂矿道路设计规范》
（GBJ22-1987）
第 2.4.6 条</td><td>运矿道路为二级露天矿山道路，可研未明确最小平曲线半径、回头曲线半径。</td><td>下一阶段设计中需完善</td></tr>
<tr><td>6</td><td>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。<table><tr><td>露天矿山道路等级</td><td>一</td><td>二</td><td>三</td></tr><tr><td>停车视距（m）</td><td>40</td><td>30</td><td>20</td></tr><tr><td>会车视距（m）</td><td>80</td><td>60</td><td>40</td></tr></table></td><td>《厂矿道路设计规范》
（GBJ22-1987）
第 2.4.11 条</td><td>运矿道路为二级露天矿山道路，可研未明确最小竖曲线半径及停车视距和会车视距。</td><td>下一阶段设计中需完善</td></tr>
<tr><td>7</td><td>露天矿山道路的纵坡，不应大于下表的规定。<table><tr><td>露天矿山道路等级</td><td>一</td><td>二</td><td>三</td></tr><tr><td>最大纵坡（%）</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr></table></td><td>《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）第 2.4.13 条</td><td>新建运矿道路为二级露天矿山道路，最大坡度 8%。</td><td>符合要求</td></tr>
<tr><td>8</td><td>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。</td><td>《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）第 2.4.14 条</td><td>限制纵坡长度250m，缓和坡度为 0%，长度80m。</td><td>符合要求</td></tr>
<tr><td>9</td><td>当露天矿山道路纵坡变更处的相邻两个坡度代数差大于 2%时，应设置竖曲线。竖曲线半径和长度不应小于下表的规定。<table><tr><td>露天矿山道路等级</td><td>一</td><td>二</td><td>三</td></tr><tr><td>竖曲线最小半径（m）</td><td>700</td><td>400</td><td>200</td></tr><tr><td>竖曲线最小长度（m）</td><td>35</td><td>25</td><td>20</td></tr></table></td><td>《厂矿道路设计规范》
（GBJ22-1987）
第 2.4.16 条</td><td>运矿道路为二级露天矿山道路，可研未明确最小竖曲线半径和长度。</td><td>下一阶段设计中需完善</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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。</td><td>《金属非金属矿山安全规程》
GB16423-2020
第 5.4.2.3 条</td><td>可研中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。</td><td>下一阶段设计中需</td></tr>
</table>

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
				完善
11	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	可研中未明确护栏或挡车墙高度。	下一阶段设计中需完善
12	汽车运行应遵守下列规定： —驾驶室外禁止乘人； —运行时不升降车斗； —不采用溜车方式发动车辆； —不空挡滑行； —不弯道超车； —下坡车速不超过 25km/h； —不在主运输道路和坡道上停车； —不在供电线路下停车； —拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施，并有专人指挥； —通过道口之前驾驶员减速瞭望，确认安全后再通过； —不超载运行。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第 5.4.2.6 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善
13	现场检修车辆时，应采取可靠的安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第 5.4.2.7 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善
14	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》GB16423-2020 第 5.4.2.8 条	设计汽车运输的装卸车处设置照明。	符合要求
15	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》GB16423-2020 第 5.4.2.9 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善

3.2.4 单元小结

可研对矿山开拓运输道路布置等基本参数等进行了设计，根据《厂矿道路设计规范》的要求，矿山道路涉及的相关标准参数较多，可研说明运矿道路建设标准按二级露天矿山道路建设，未明确停车视距、会车视距及车挡、警示标志等，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》（GBJ22-1987）等规范的要求。

本单元应注意以下问题：

（1）矿山运矿道路设计为二级露天矿山道路，下一阶段设计需对露天矿山道路相关参数进行详细设计，如：最小平曲线半径、回头曲线半径、停车视距、会车视距、最小竖曲线半径和长度等进行说明。

（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）下一阶段设计中需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。

3.3 采剥单元

3.3.1 采场子单元

3.3.1.1 危险、有害因素辨识与分析

本单元存在的危险有害因素有：边坡失稳、滚石、高处坠落、触电、机械伤害、物体打击、粉尘、噪声与振动等。

（1）边坡失稳：分布在采场工作帮坡面上。因边坡高陡、坡积、残坡积层、岩石结构面发育，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，大型滑坡的可能性更大；工作帮坡角大于设计工作帮坡角，可能引起边坡失稳；受振动、大气降雨和地表水等因素的影响，发生边坡坍塌、崩落、滑坡等，以冲击、掩埋等形式危害下方作业面人员、设备和设施。

（2）滚石：主要体现在采场工作帮坡面。工作帮坡面上多台阶上下同时作业，因安全检查不严格和浮石、危石或孤石清理不彻底、振动影响、雨水冲刷等，容易发生岩石沿高陡边坡面滚落，滚石以冲击的形式危害铲运装设备或作业人员。

（3）高处坠落：

高处坠落指在高处作业发生坠落造成的伤亡事故。高处坠落是在露天矿山生产过程中发生较多的事故，一旦发生往往造成人员伤亡和设备损坏等严重伤害。

高处坠落事故经常发生在露天台阶作业或露天边坡上作业及运输平台等高处作业场所。

易发生事故的情况：

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

2）工人作业高度距坠落基准面大于 2m 和坡度大于 30°时未佩带安全带或设置安全网等防护设施，撬落危石时站立不稳；

3）工人在冒险作业；

4）在高处作业时，天气突然发生变化，如大风、暴雨，工作人员不能及时撤离现场；

5）恶劣天气条件进行高处作业；

6）工作平台宽度小，人员在平台上工作时由于闪失发生坠落事故；

7）运输平台不符合设计要求，平台宽度小，电铲、运输车辆作业时坠落；

8）意外跌落；

9）穿孔、采装运输设备距离台阶坡顶线安全距离不足；

10）多台阶上下同时作业；

11）发生的其他高处坠落。

（4）触电：采场使用的用电设备，若电缆破损、接头裸露等可能导致人员触电。

（5）机械伤害

该矿山采掘作业使用的机械设备主要为、潜孔钻机、挖掘机、装载机等：

机械伤害事故的主要原因：

1）误操作触及设备运转部分；

2）传动设备防护设施不到位、使用安全保护装置不完善或在缺乏保护装置情况下违章进行作业；

3）潜孔钻机、挖掘机、装载机等在使用过程中驾驶不当碰挂周围工作人员和车辆；

4）机械设备在维修过程中碰伤、挤伤、挂伤人员；

5）工作人员疏忽大意，疲劳过度；

6）机械设备的发生故障，如挖掘机断臂等；

7）现场管理混乱，非工作人员进入机械转动作业区；

8）工作责任心不强，主观判断失误；

9）采装作业人员未佩戴有效的个人防护用品；

10）司机无证驾驶、疲劳驾驶、违章操作等；

11）采用非正规厂家生产的穿孔、铲装设备；

12）设备带病工作，其主要的安全装置、指示灯、声响信号装置等失效；

13）铲斗超载、装矿不均衡，铲装大块超过规定的大块；装矿车载人；

14）用铲斗冲砸大块或挑挖工作面的浮石伞檐；

15）在运行中举升车斗、在举升的车斗下或坡面上维修、临时维修时未使用警示标牌和采取有效的阻车设施；

16）卸矿时铲斗距车厢过高或过低，铲斗从司机室上面经过；

易发生机械伤害的场所：

1）采剥工作面；

2）装矿场地；

机械伤害的后果：

人员伤亡，设备损坏。

采场内因铲运机械、凿岩、破碎等机械设备作业，因操作失误等方面的因素，可能发生机械伤害事故。以挤夹、碰撞等形式伤害人员。

3.3.1.2 采场预先危险性分析（PHA）

表 3-5 采场预先危险性分析表

危险有害因素	现象	形成事故原因事件	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
边坡失稳	崩落坍塌滑动开裂倾倒滑坡	台阶高度过高； 边坡角过陡； 在松散地带开采； 局部掏采； 边坡顶部有松散积层； 暴雨。	整体滑坡坍塌	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； 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	滚石	未清理危岩。	物体打击	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	滑倒坠落	未使用安全带（绳）； 安全绳固定不牢靠； 安全绳质量欠佳、强度不符合要求； 无安全警示标志； 误入危险区域。	高处坠落	人员伤亡	II～III	合理确定台阶高度； 选择牢靠地点固定安全绳； 使用合格安全绳（带）； 在进入采场位置设置醒目的安全警示标志。
触电	人员接触带电体	电缆被损坏，导致漏电； 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；	短路、引发漏电、触电	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；

危险有害因素	现象	形成事故原因事件	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
		不执行停送电制度； 缺乏安全警示标志； 作业无人监护； 安全装置失效； 个人防护措施不全； 其他违章操作。				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； 电气设备可能被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志； 定期检查电气线路及设备。
机械伤害	铲装设备伤害 设备转动部位伤害	未按安全操作规程进行操作； 转动部位无防护装置； 凿岩作业时凿岩机支点位移及钎杆折断机械振动。	挤夹、碾压、碰撞、绞入、坠落	人员伤害	II	制定各种设备安全操作规程； 设备转动部位安装防护装置； 严格按安全操作规程进行操作； 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。
其他伤害	职业病	粉尘中游离二氧化硅含量超标、噪声超标； 长期在高粉尘、噪音作业环境中下作业； 未采取洒水降尘措施和消声、隔音措施； 未佩戴个人防护用品。	慢性中毒、听力减弱	职业病	II	采取洒水降尘措施； 设置消声、隔音设施；加强个体防护，如配戴防尘口罩、耳塞。

3.3.1.3 采场安全检查表

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 3-6。

表 3-6 采场安全检查表

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论

<table>
<tr><th>序号</th><th>检查内容</th><th>检查依据</th><th>可研情况</th><th>检查结论</th></tr>
<tr><td>1</td><td>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。
<table>
<tr><th>矿岩性质</th><th colspan="2">作业方式</th><th>台阶高度</th></tr>
<tr><td>松软的岩土、砂状的矿岩</td><td rowspan="2">机械铲装</td><td>不爆破</td><td>不大于机械的最大挖掘高度</td></tr>
<tr><td>坚硬稳固的矿岩</td><td>爆破</td><td>不大于机械最大挖掘高度的1.5倍</td></tr>
</table></td><td>《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第5.2.1.1条</td><td>设计残坡积土层及全-强风化花岗岩台阶高度确定为5m或10m，中风化花岗岩及矿体台阶高度确定为15m，选用的6m^{3}液压挖掘机，最大挖掘高度13.1m；2m^{3}的液压挖掘机最大挖掘高度10.17m，生产台阶高度不大于机械的最大挖掘高度的1.5倍。</td><td>符合要求</td></tr>
<tr><td>2</td><td>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。</td><td>《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第5.1.8条</td><td>可研未明确。</td><td>下一阶段设计中需完善</td></tr>
<tr><td>3</td><td>露天矿山应该采用机械方式进行开采。</td><td>《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第5.2.1.2条</td><td>矿山采用机械方式开采。</td><td>符合要求</td></tr>
<tr><td>4</td><td>多台阶并段时并段数量不超过3个，且不应影响边坡稳定性及下部作业安全。</td><td>《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第5.2.1.3条</td><td>设计矿山不并段。</td><td>符合要求</td></tr>
<tr><td>5</td><td>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。</td><td>《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第5.2.1.4条</td><td>安全平台宽度为5m，清扫平台宽度为8m。</td><td>符合要求</td></tr>
<tr><td>6</td><td>邻近最终边坡作业应遵守下列规定：
—采用控制爆破减震；
—保持台阶的安全坡面角，不应超挖坡底。</td><td>《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第5.2.4.2条</td><td>邻近最终边坡时采用预裂爆破技术。孔内采用间隔装药形式。</td><td>下一阶段设计中需完善</td></tr>
</table>

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
7	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
8	矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度。每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第 5.2.4.5 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
9	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	可研监测频率为每周不低于 3 次；长期观测，监测频率需每周保证一次或一个月 3～4 次，对边坡的监测系统进行了设计。	符合要求
10	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。	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

3.3.1.4 采场边坡稳定性分析评价

（1）边坡岩体力学参数

矿冶科技集团有限公司于 2023 年 9 月编制了《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》，对矿山整体边坡稳定性、台阶边坡角参数、历史遗留露天采坑边坡稳定性进行了系统研究，并经专家评审通过。

边坡稳定性研究采用边坡岩体物理力学参数见表 3-7 所示。

表 3-7 边坡稳定性分析建议参数取值表

工程地质岩组	重力密度 γ/kN/m^3	黏聚力 C_{rm}/kPa	内摩擦角 φ_{rm}/°	抗拉强度 σ_t/kPa	变形模量 E/GPa	泊松比 μ
全-强风化花岗岩	18.5	60	27	0.4	0.20	0.40
中风化花岗岩	26.0	160	30	17	2.91	0.25
微风化花岗岩	26.3	340	35	111	12.72	0.22

（2）边坡稳定性分析参数、标准和方法

按照《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014），不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数取值见表 3-8。

表 3-8 不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数一览表

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+爆破震动力；荷载组合III为自重+地下水+地震力；

2 对台阶边坡和临时性工作帮，允许有一定程度的破坏，设计安全系数可适当降低。

城西石场矿区的分区最终边坡最大高度 257m，结合边坡的危害等级，边坡工程安全等级为Ⅰ级。

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）要求，取边坡工程安全等级Ⅰ级边坡各荷载组合安全系数的上限值，作为城西石场矿区边坡工程设计安全系数，具体数值如下：

1）矿区边坡在考虑边坡岩体自重和地下水条件下（荷载组合Ⅰ）的设计安全系数取 1.25；

2）露天边坡受到生产爆破的多次影响，考虑自重、地下水及爆破振动力作用（荷载组合Ⅱ）的设计安全系数取 1.23；

3）矿区所在区域地震烈度 6 度，考虑自重、地下水及地震荷载作用（荷载组合III）的设计安全系数取 1.20。

根据边坡破坏模式，选取简化 Bishop 法和 Morgenstern-price 法作为计算方法进行综合分析。

（3）计算剖面的选取

根据边坡工程周围的地形地貌、地层岩性、边坡产状等信息，结合采场出露边坡的现状节理裂隙调查、岩体完整性调查、历史详勘钻孔的 RQD 值等定量和定性评价指标，建立矿区岩体与露天开采边坡的三维工程地质模型，统计优势结构面与露天边坡位置关系，对露天采场进行边坡分区。分区过程中，同时考虑了水文地质条件、断层节理以及破碎带等地质因素和露天开采设计最终境界等工程因素。最终，城西石场露天边坡划分为 4 个边坡分区，具体见图 3-1。

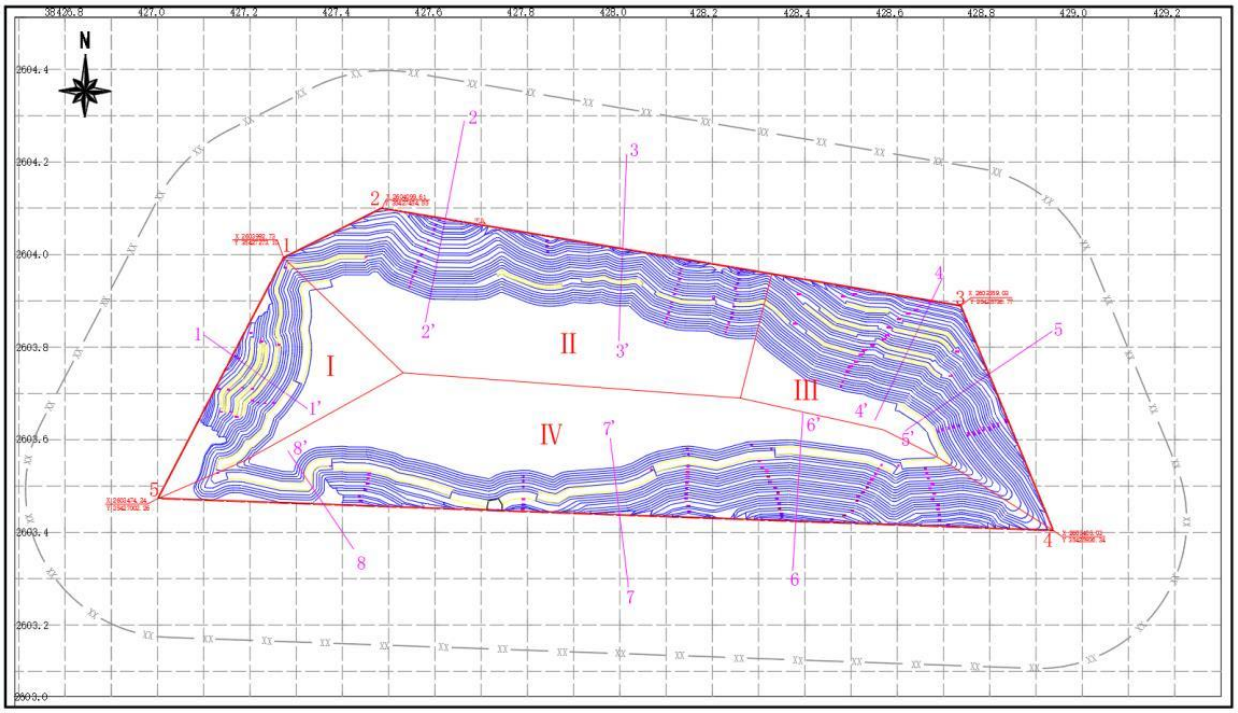


图 3-1 边坡分区及计算剖面位置示意图

1）Ⅰ区分区特征

Ⅰ区位于采场西帮，边坡面平顺，终了边坡倾向 92°～126°，高度约 55～155m，整体边坡角 43°。岩性以微风化花岗岩为主，上部部分台阶为

残坡积土、全风化花岗岩、强风化花岗岩、中风化花岗岩，花岗岩由上至下坚硬程度和完整程度增加，总体上岩体比较稳定。Ⅰ区靠近边坡中部区域存在两条推测断层 F1 和 F2。

根据勘察钻孔，地下水（基岩裂隙水）稳定水位深度 26.80m，水位标高较高。采场最终边坡以微风化花岗岩体为主，据工勘报告，分区优势节理产状为四组：（J1）55º ∠20º；（J2）55º ∠75º；（J3）105º ∠20º；（J4）105º ∠75º，结构面间距为 0.25m~0.50m。

2）Ⅱ区分区特征

Ⅱ区位于采场北帮，边坡面平顺，终了边坡倾向 180°～201°，高度约 55～180m，整体边坡角 52°。岩性以微风化花岗岩为主，上部部分台阶为残坡积、全风化花岗岩、强风化花岗岩、中风化花岗岩，花岗岩由上至下坚硬程度和完整程度增加，总体上岩体比较稳定。根据勘察钻孔，地下水（基岩裂隙水）稳定水位深度 10.9m，水位标高较高。

Ⅱ区西段靠近 3 号勘探线附近部分位置中风化花岗岩地层相对较厚，采场最终边坡以微风化花岗岩体为主，据工勘报告，分区优势节理产状为四组：（J1）175º ∠15º；（J2）175º ∠75º；（J3）215º ∠15º；（J4）215º ∠75º。结构面间距大于 0.50m，局部破碎带结构面间距小于 0.25m。

3）Ⅲ区分区特征

Ⅲ区位于采场东帮、东北帮，边坡面平顺，有所起伏，幅度较小，终了边坡倾向 198°～238°，高度约 165～257m，整体边坡角 49°。该分区坡体为采场最高区域，岩性以微风化花岗岩为主，上部部分台阶为全风化花岗岩、强风化花岗岩、中风化花岗岩，花岗岩由上至下坚硬程度和完整程度增加，总体上岩体比较稳定。根据勘察钻孔，地下水（基岩裂隙水）稳定水位深度 23.9m，水位标高较高。

采场最终边坡以微风化花岗岩体为主，据工勘报告，分区优势节理产状为两组：（J1）75º ∠65º；（J2）105º ∠65º，结构面间距为 0.25m~0.50m。

4）Ⅳ区分区特征

Ⅳ区位于采场南帮，边坡面整体内凹，边坡倾向 350°～18°，高度约 90～200m，整体边坡角 49°。岩性以微风化花岗岩为主，上部部分台阶为全风化花岗岩、强风化花岗岩、中风化花岗岩，花岗岩由上至下坚硬程度和完整程度增加，总体上岩体比较稳定。根据勘察钻孔，地下水（基岩裂隙水）稳定水位深度 11.9m，水位标高较高。

采场最终边坡以微风化花岗岩体为主，据工勘报告，分区优势节理产状为三组：（J1）130º∠40º；（J2）130º∠55º；（J3）130º∠75º。结构面间距大于 0.50m，局部破碎带结构面间距小于 0.25m。。

根据图 3-1 所示，整体边坡稳定性分析剖面选取结合边坡工程勘察结果和边坡分区进行布置，其中：

Ⅰ分区范围较小，共布置 1 个 1-1′剖面；

Ⅱ分区内共布置 2 个剖面，分别为 2-2′和 3-3′剖面；

Ⅲ分区内共布置 2 个剖面，分别为 4-4′和 5-5′剖面；

Ⅵ分区内共布置 3 个剖面，分别为 6-6′、7-7′和 8-8′剖面，其中 8-8′剖面为历史遗留露天采坑现状边坡加固支护后本次开采设计边坡。

表 3-9 边坡不同分区典型计算剖面主要参数

边坡分区	计算剖面	边坡高度/m	边坡角度/°
Ⅰ	1—1′	155	43
Ⅱ	2—2′	180	52
	3—3′	150	51
Ⅲ	4—4′	257	48
	5—5′	214	49
Ⅳ	6—6′	197	49
	7—7′	112	48
	8—8′	132	34

（4）边坡稳定性分析结果

1）荷载组合Ⅰ（自重+地下水）

在自重+地下水条件下，对城西石场露天设计总体边坡稳定性状况进行分析研究，计算结果见表 3-10。

表 3-10 荷载组合 I 工况边坡稳定性计算结果

剖面编号	最终边坡角	简化 **Bishop** 法/不平衡推力法	**M-P** 法	最小安全系数	是否满足规程要求
1—1′	43°	1.359	1.354	1.354	满足
	46°	1.272	1.260	1.260	满足
	47°	1.229	1.225	1.225	不满足
2—2′	52°	1.152	1.146	1.146	不满足
	48°	1.240	1.232	1.232	不满足
	47°	1.263	1.253	1.253	满足
3—3′	51°	1.272	1.269	1.269	满足
	52°	1.255	1.250	1.250	满足
	53°	1.242	1.236	1.236	不满足
4—4′	48°	1.238	1.226	1.226	不满足
	47°	1.249	1.239	1.239	不满足
	46°	1.269	1.260	1.260	满足
5—5′	49°	1.204	1.199	1.199	不满足
	47°	1.243	1.237	1.237	不满足
	46°	1.262	1.257	1.257	满足
6—6′	49°	1.275	1.268	1.268	满足
	50°	1.255	1.257	1.255	满足
	51°	1.275	1.268	1.268	不满足
7—7′	48°	1.341	1.339	1.339	满足
	53°	1.253	1.252	1.252	满足
	54°	1.228	1.225	1.225	不满足
8—8′	34°	1.314	1.327	1.314	满足
	54°	1.257	1.273	1.257	满足
	55°	1.244	1.259	1.244	不满足

各个剖面典型总体边坡角计算结果如图：

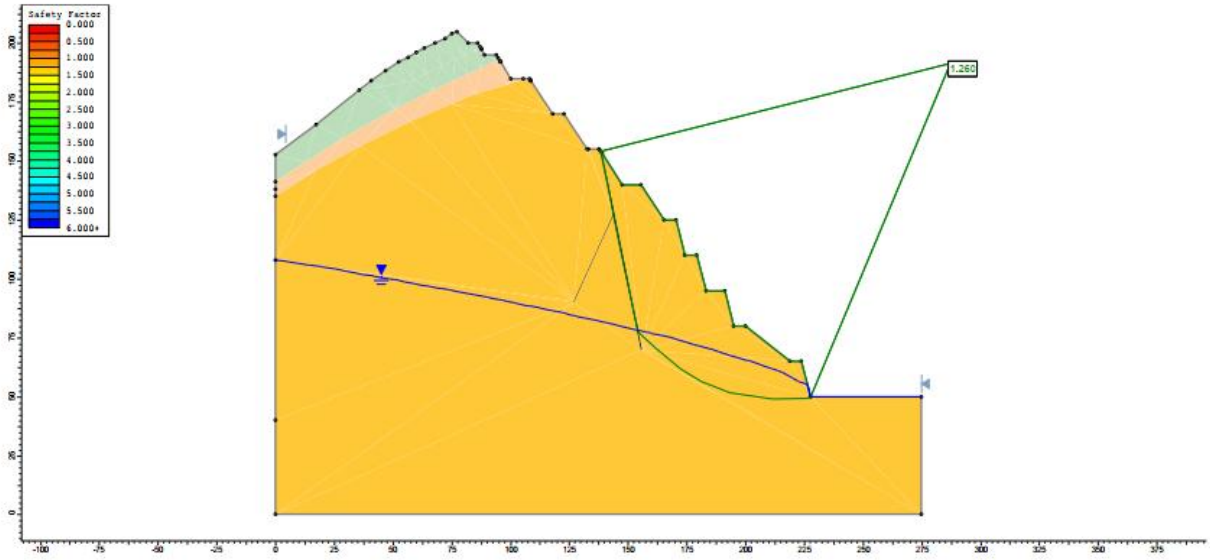


图 3-2 1-1′剖面荷载组合 I 工况稳定性分析结果（最终边坡角 46°）

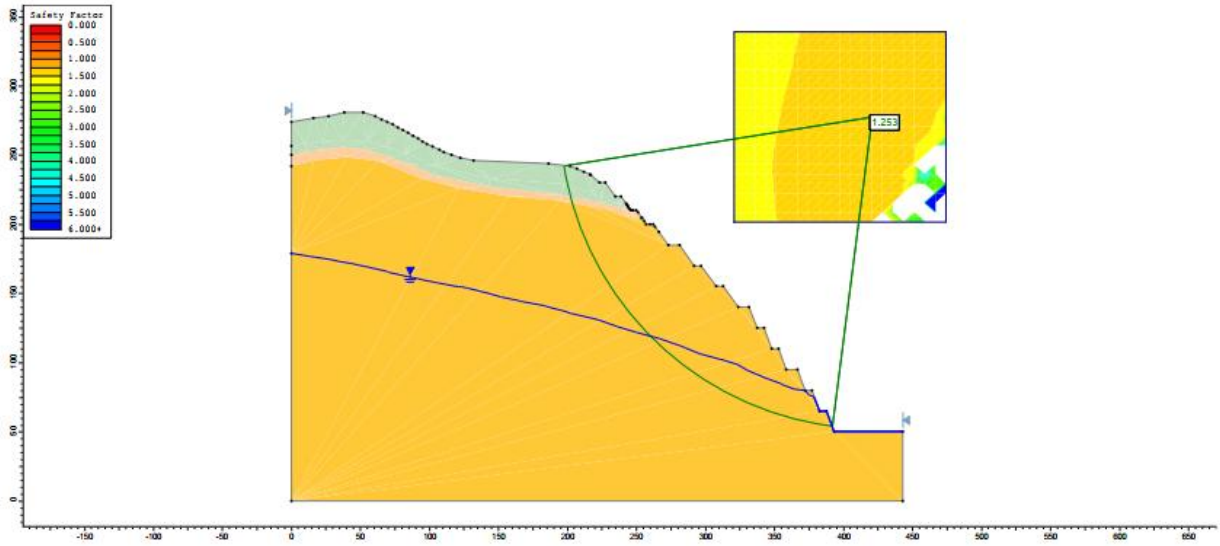


图 3-3 2-2′剖面荷载组合Ⅰ工况稳定性分析结果（最终边坡角 47°）

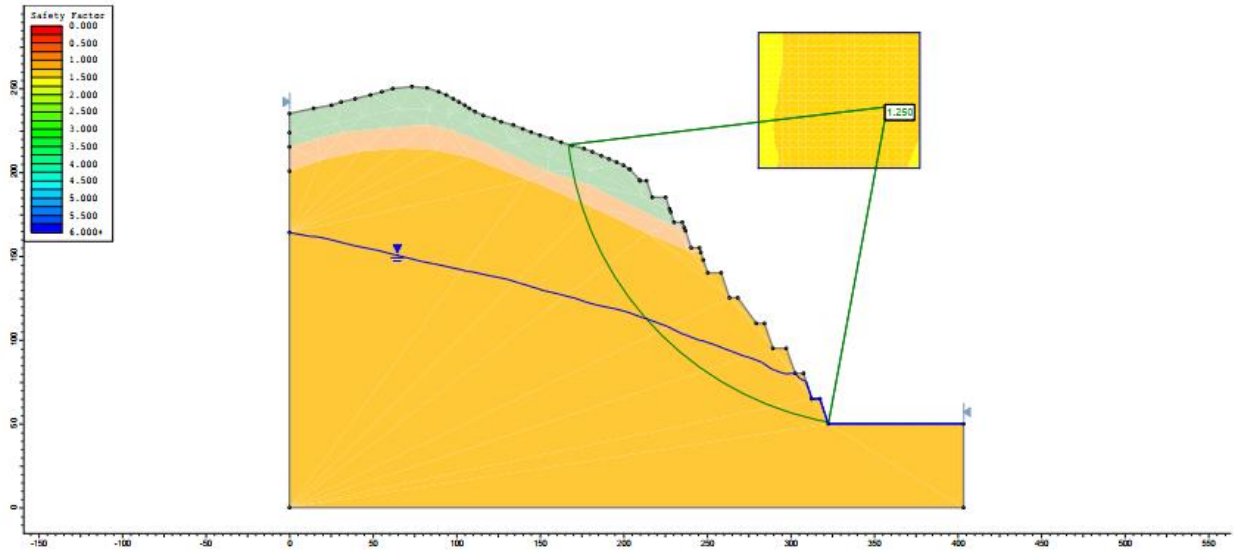


图 3-4 3-3′剖面荷载组合Ⅰ工况稳定性分析结果（最终边坡角 52°）

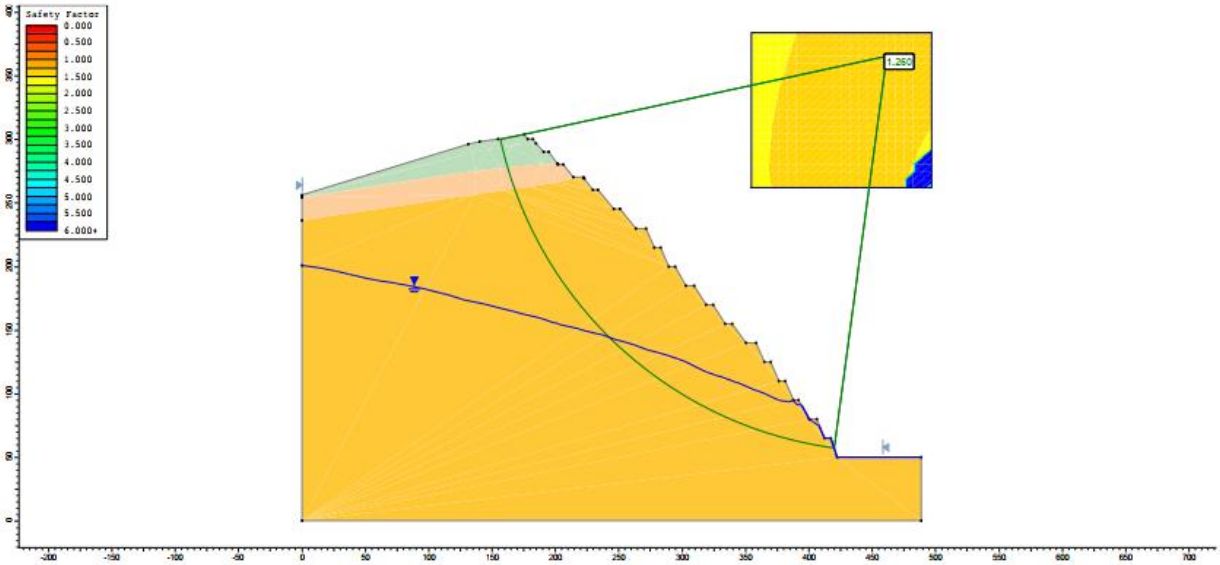


图 3-5 4-4′剖面荷载组合Ⅰ工况稳定性分析结果（最终边坡角 46°）

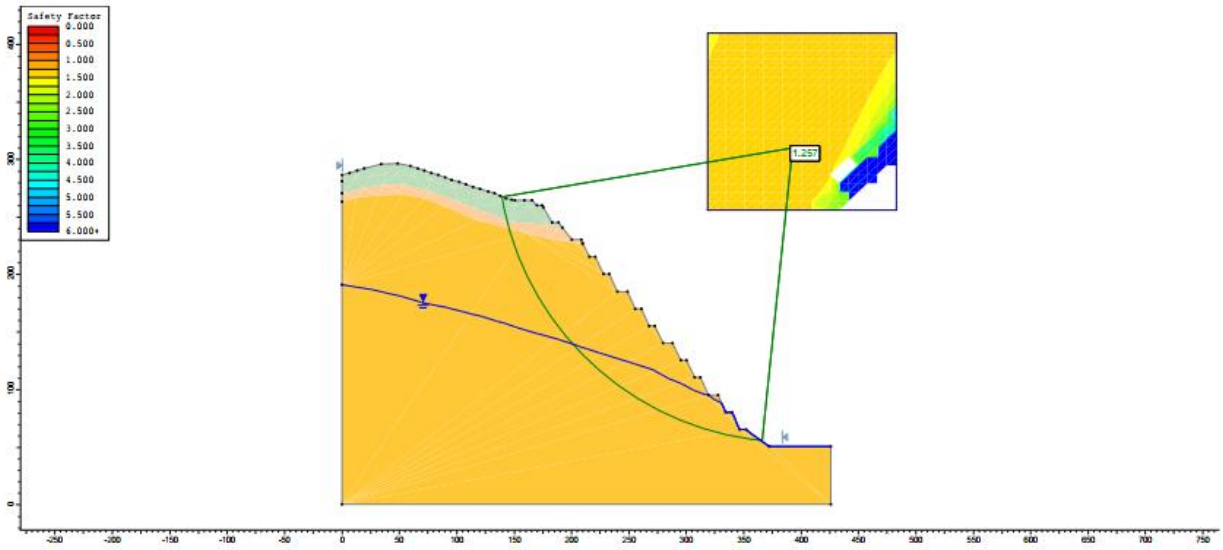


图 3-6　5-5′剖面荷载组合Ⅰ工况稳定性分析结果（最终边坡角 46°）

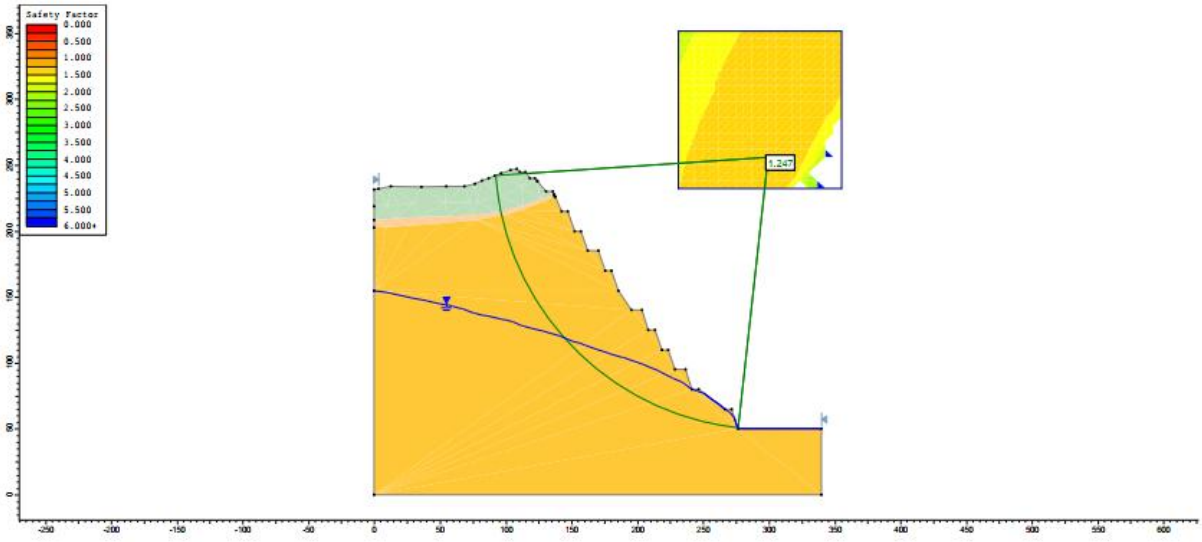


图 3-7　6-6′剖面荷载组合Ⅰ工况稳定性分析结果（最终边坡角 50°）

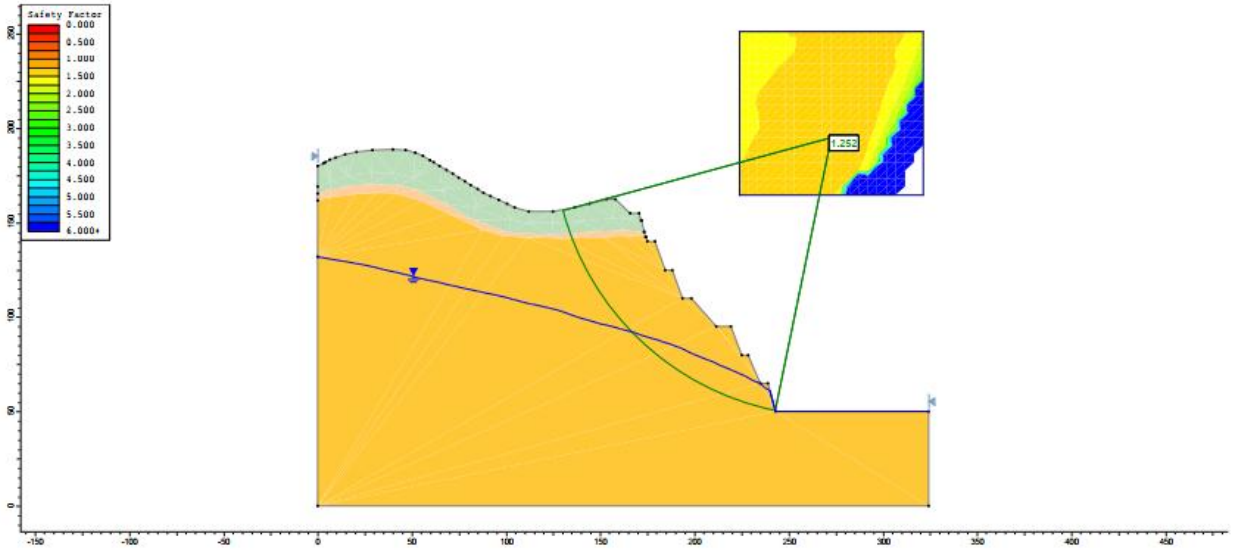


图 3-8　7-7′剖面荷载组合Ⅰ工况稳定性分析结果（最终边坡角 53°）

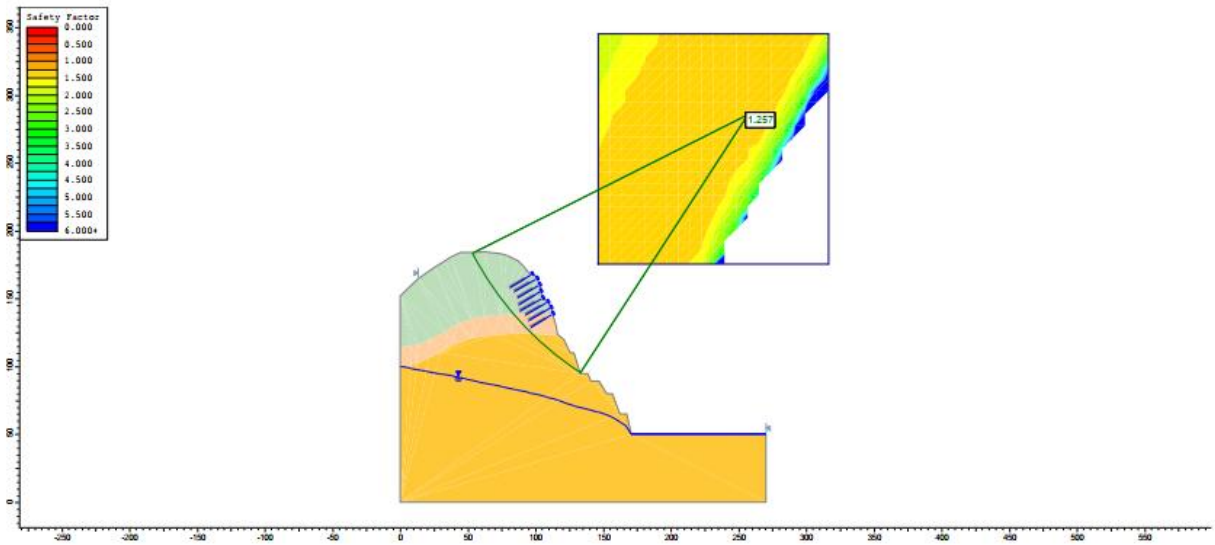


图 3-9　8-8′剖面荷载组合Ⅰ工况稳定性分析结果（最终边坡角 54°）

2）荷载组合Ⅱ（自重+地下水+爆破振动力）

在自重+地下水+爆破振动力条件下，对城西石场露天设计总体边坡稳定性状况进行分析研究，计算结果见表 3-11。

表 3-11 荷载组合II 工况边坡稳定性计算结果

剖面编号	最终边坡角	简化 **Bishop** 法/不平衡推力法	**M-P** 法	最小安全系数	是否满足规程要求
1—1′	43°	1.324	1.328	1.324	满足
	46°	1.250	1.254	1.250	满足
	47°	1.210	1.215	1.210	不满足
2—2′	52°	1.137	1.133	1.133	不满足
	48°	1.222	1.214	1.214	不满足
	47°	1.244	1.237	1.237	满足
3—3′	51°	1.256	1.251	1.251	满足
	52°	1.239	1.233	1.233	满足
	53°	1.225	1.219	1.219	不满足
4—4′	48°	1.220	1.211	1.211	不满足
	47°	1.232	1.221	1.221	不满足
	46°	1.250	1.241	1.241	满足
5—5′	49°	1.188	1.183	1.183	不满足
	47°	1.243	1.237	1.237	满足
	46°	1.245	1.240	1.240	满足
6—6′	49°	1.258	1.253	1.253	满足
	50°	1.240	1.234	1.234	满足
	51°	1.222	1.219	1.219	不满足
7—7′	48°	1.322	1.318	1.318	满足
	53°	1.237	1.235	1.235	满足

	54°	1.212	1.210	1.210	不满足
8—8′	34°	1.296	1.308	1.296	满足
	54°	1.243	1.257	1.243	满足
	55°	1.223	1.237	1.223	不满足

各个剖面典型总体边坡角计算结果如图：

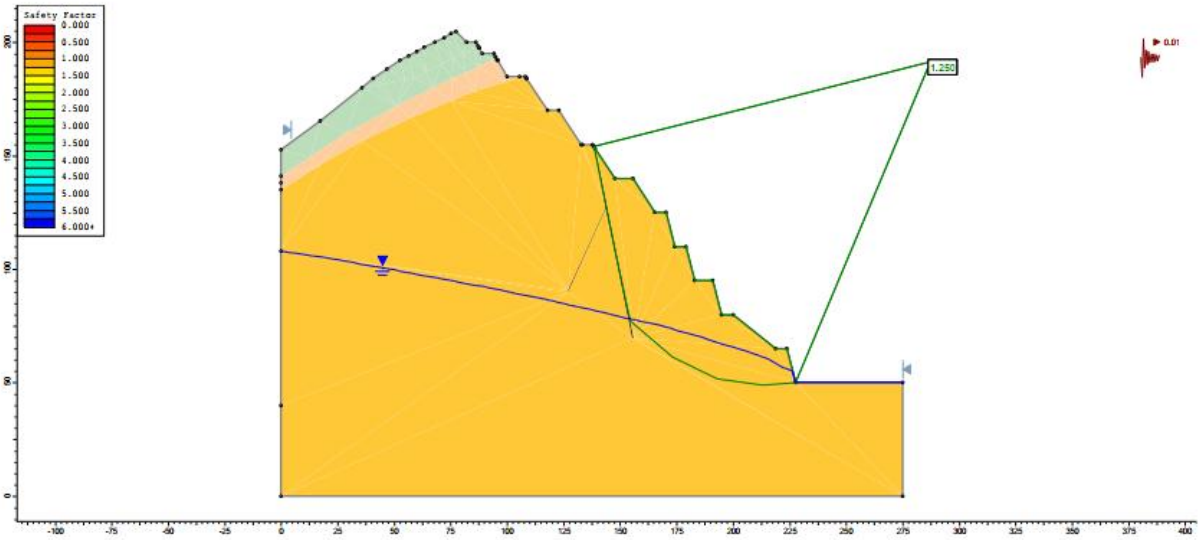


图 3-10　1-1′剖面荷载组合Ⅱ工况稳定性分析结果（最终边坡角 46°）

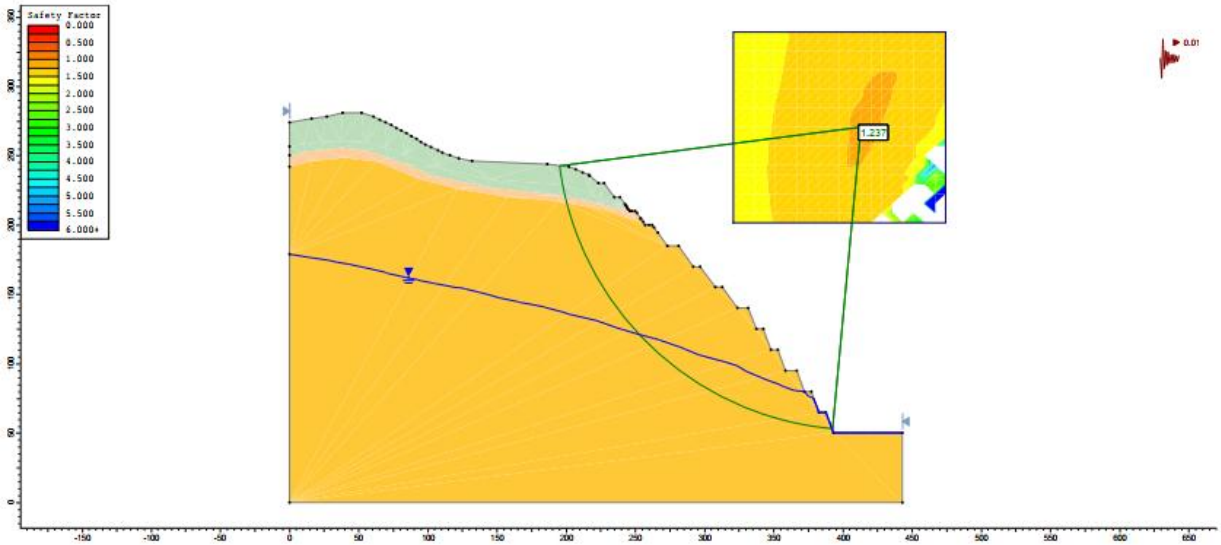


图 3-11　2-2′剖面荷载组合Ⅱ工况稳定性分析结果（最终边坡角 47°）

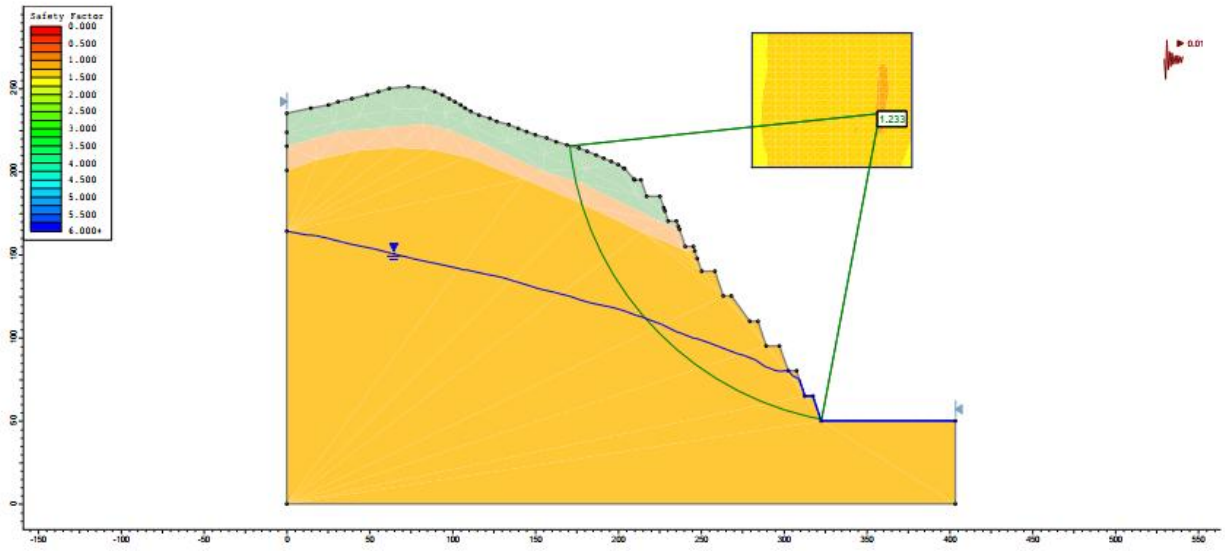


图 3-12　3-3′剖面荷载组合Ⅱ工况稳定性分析结果（最终边坡角 52°）

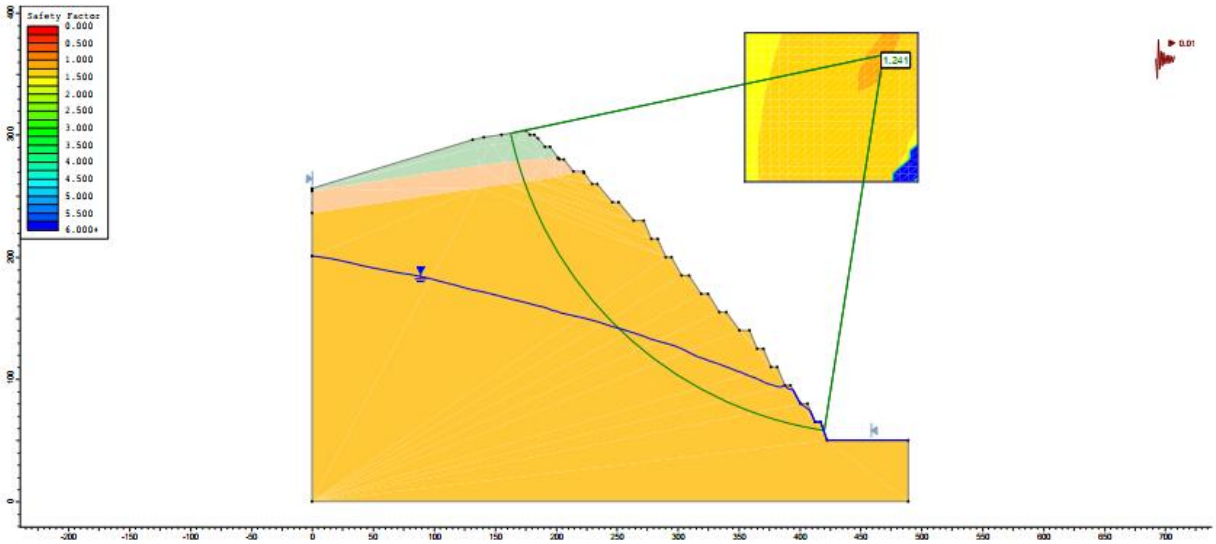


图 3-13　4-4′剖面荷载组合Ⅱ工况稳定性分析结果（最终边坡角 46°）

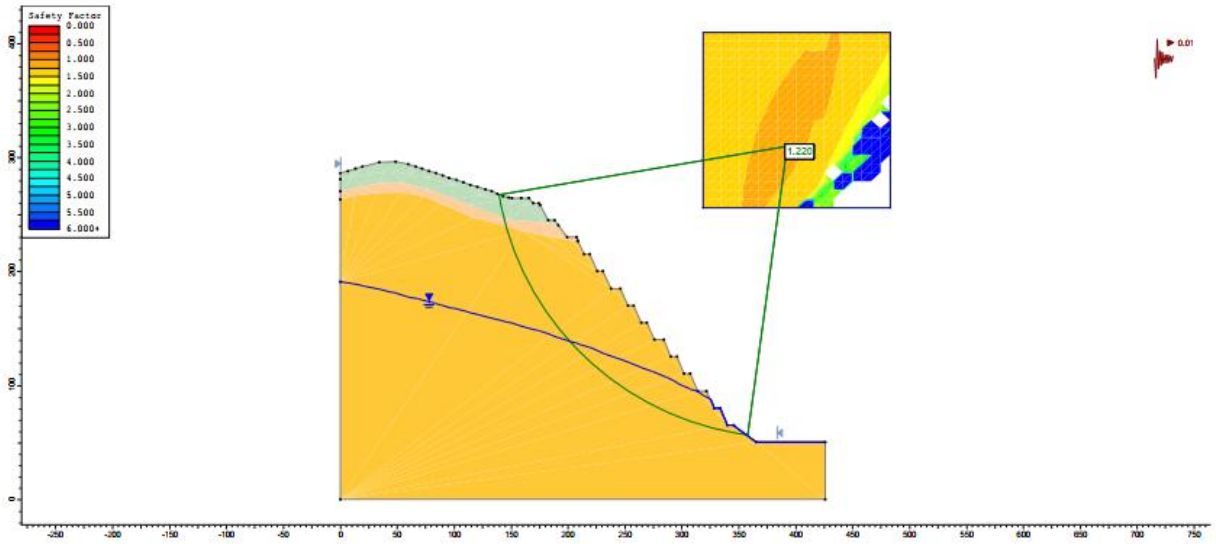


图 3-14　5-5′剖面荷载组合Ⅱ工况稳定性分析结果（最终边坡角 46°）

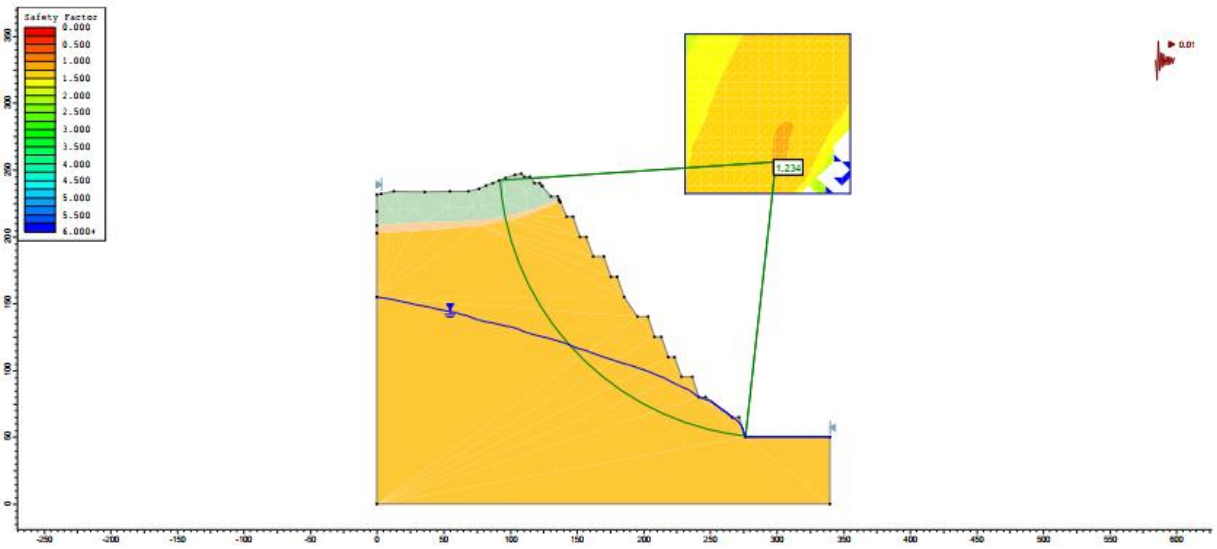


图 3-15　6-6′剖面荷载组合Ⅱ工况稳定性分析结果（最终边坡角 50°）

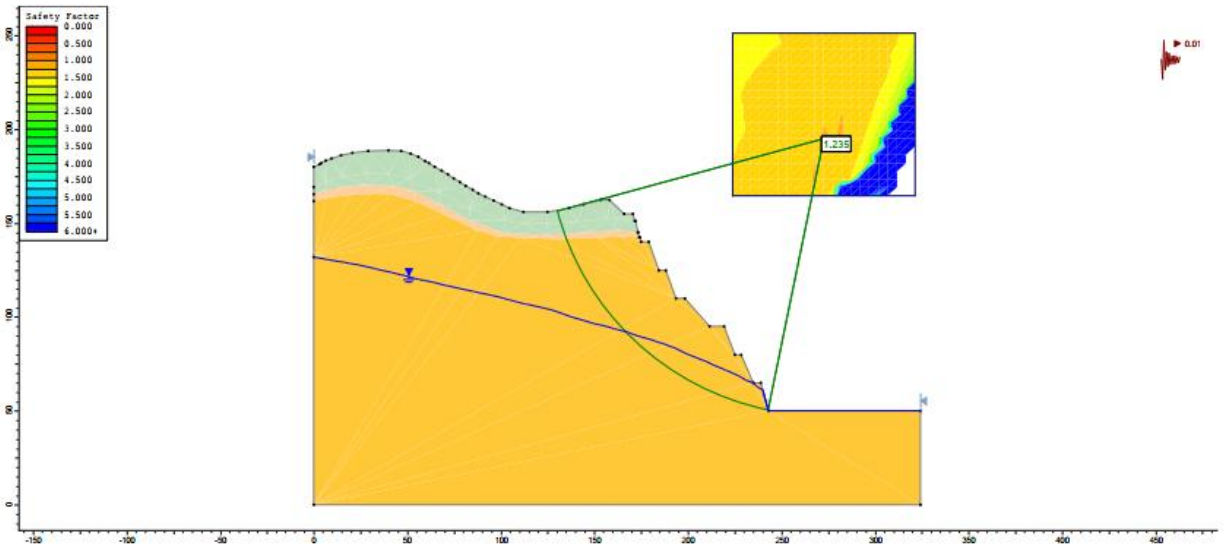


图 3-16　7-7′剖面荷载组合Ⅱ工况稳定性分析结果（最终边坡角 53°）

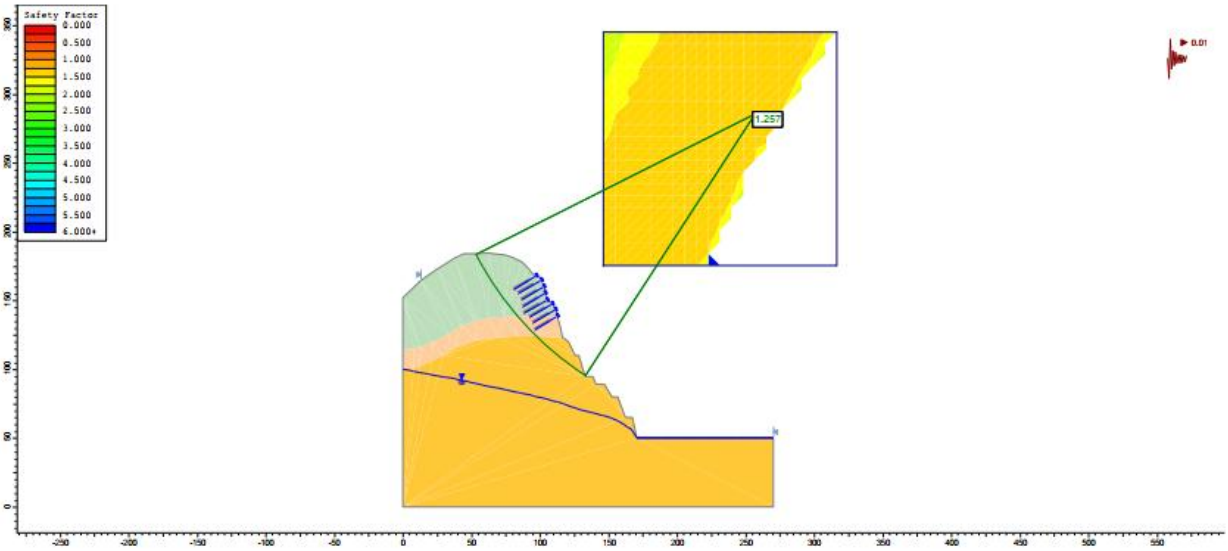


图 3-17　8-8′剖面荷载组合Ⅱ工况稳定性分析结果（最终边坡角 54°）

3）荷载组合 III（自重+地下水+地震力）

在自重+地下水+地震力条件下，对城西石场露天设计总体边坡稳定性状况进行分析研究，计算结果见表 3-12。

表 3-12 荷载组合III工况边坡稳定性计算结果

剖面编号	最终边坡角	简化 **Bishop** 法/不平衡推力法	**M-P** 法	最小安全系数	是否满足规程要求
1—1′	43°	1.331	1.335	1.331	满足
	46°	1.246	1.249	1.246	满足
	47°	1.207	1.210	1.207	满足
2—2′	52°	1.133	1.130	1.130	不满足
	48°	1.218	1.209	1.209	满足
	47°	1.240	1.233	1.233	满足
3—3′	51°	1.252	1.247	1.247	满足
	52°	1.235	1.229	1.229	满足
	53°	1.221	1.215	1.215	满足
4—4′	48°	1.215	1.205	1.205	不满足
	47°	1.228	1.218	1.218	满足
	46°	1.247	1.236	1.236	满足
5—5′	49°	1.184	1.179	1.179	不满足
	47°	1.220	1.215	1.215	满足
	46°	1.240	1.235	1.235	满足
6—6′	49°	1.254	1.248	1.248	满足
	50°	1.236	1.230	1.230	满足
	51°	1.218	1.213	1.213	满足
7—7′	48°	1.317	1.313	1.313	满足
	53°	1.232	1.229	1.229	满足
	54°	1.208	1.206	1.206	满足
8—8′	34°	1.291	1.305	1.291	满足
	54°	1.239	1.253	1.239	满足
	55°	1.219	1.232	1.219	满足

各个剖面典型总体边坡角计算结果如图：

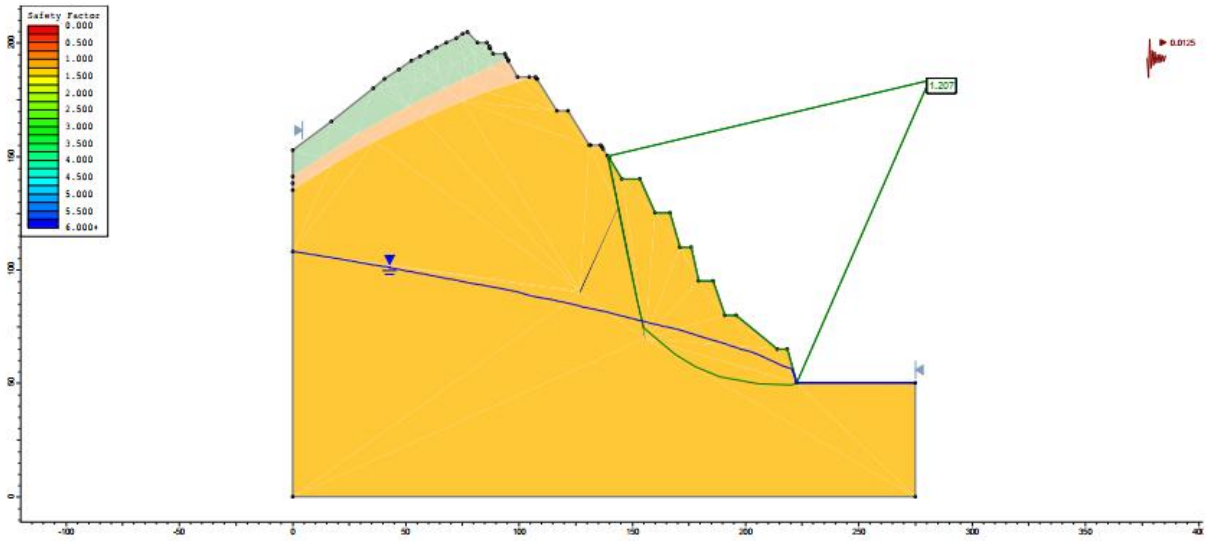


图 3-18 1-1′剖面荷载组合III工况稳定性分析结果（最终边坡角 47°）

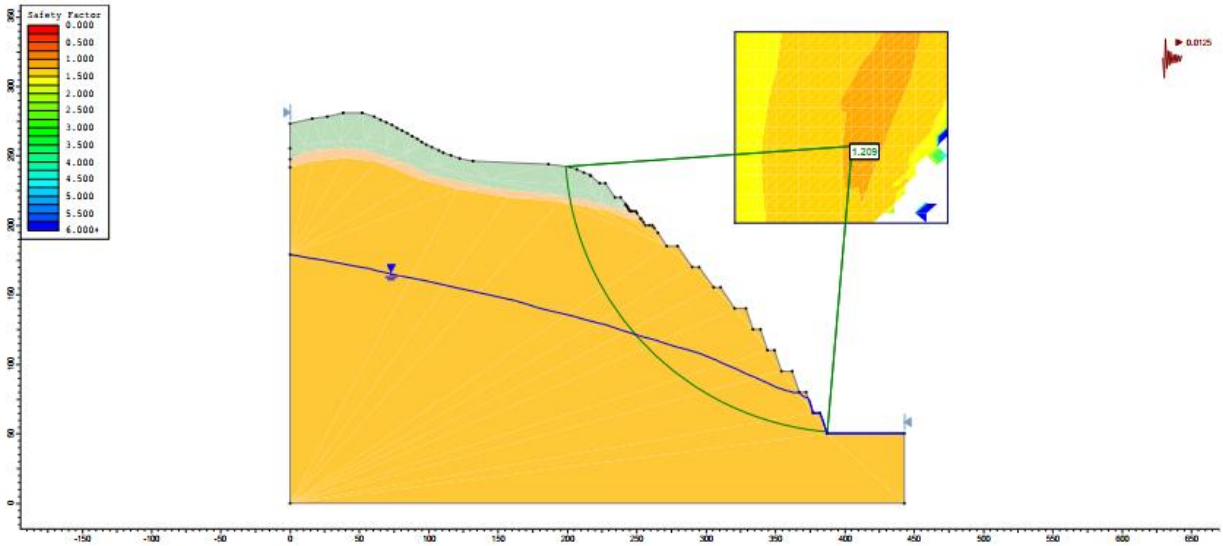


图 3-19 2-2′剖面荷载组合III工况稳定性分析结果（最终边坡角 48°）

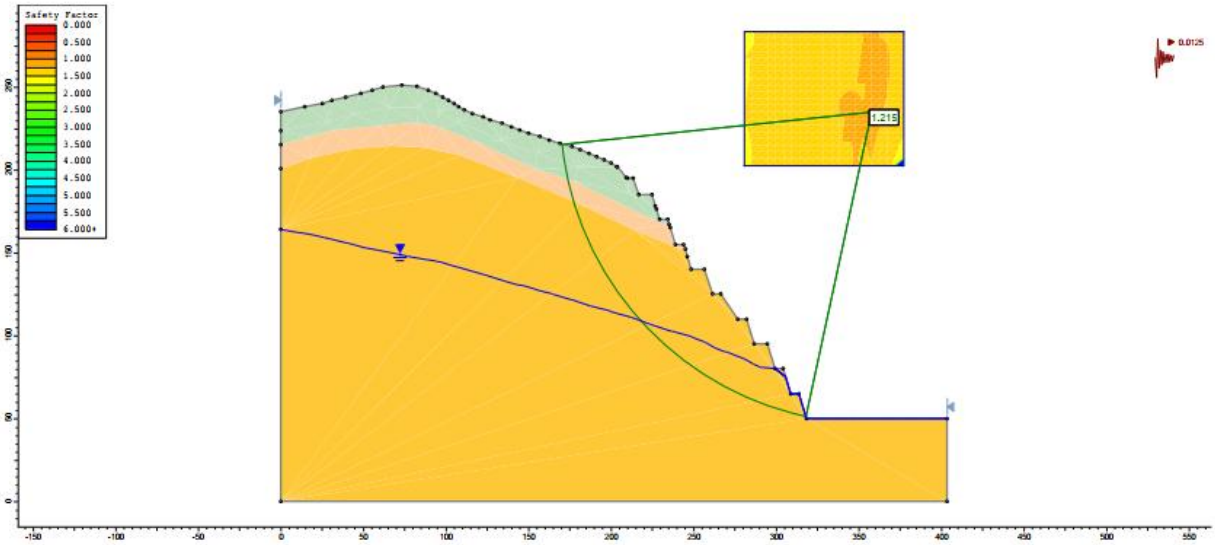


图 3-20 3-3′剖面荷载组合III工况稳定性分析结果（最终边坡角 53°）

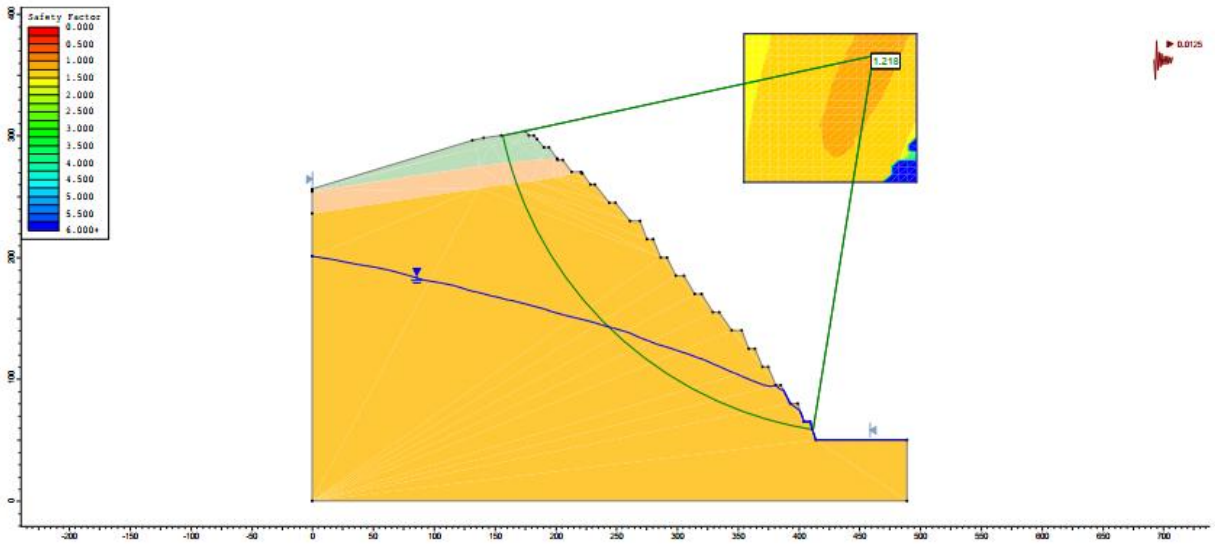


图 3-21　4-4′剖面荷载组合III工况稳定性分析结果（最终边坡角 47°）

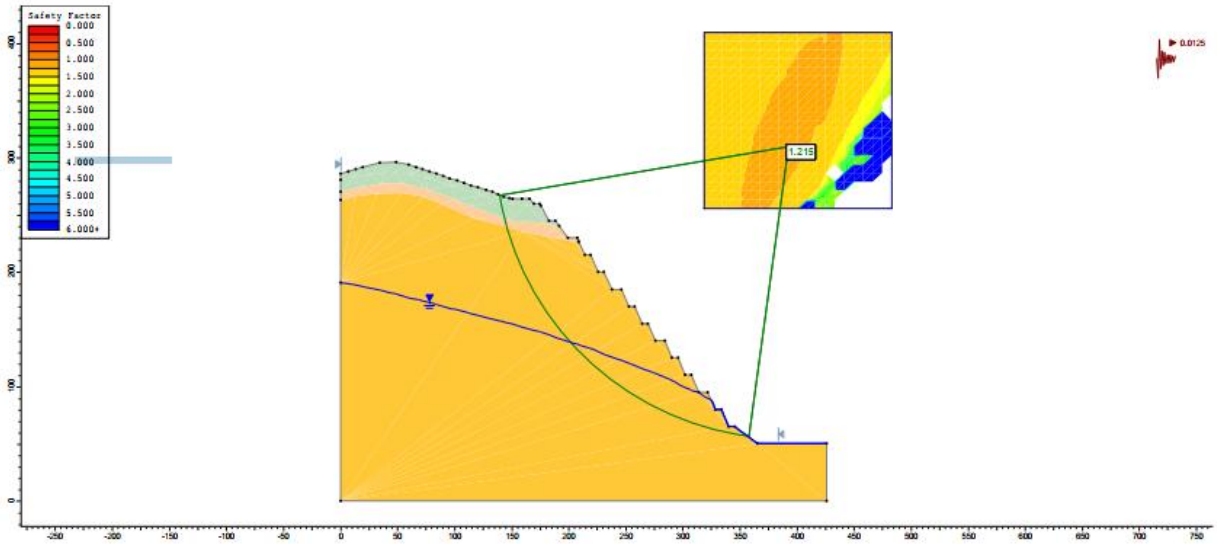


图 3-22　5-5′剖面荷载组合III工况稳定性分析结果（最终边坡角 47°）

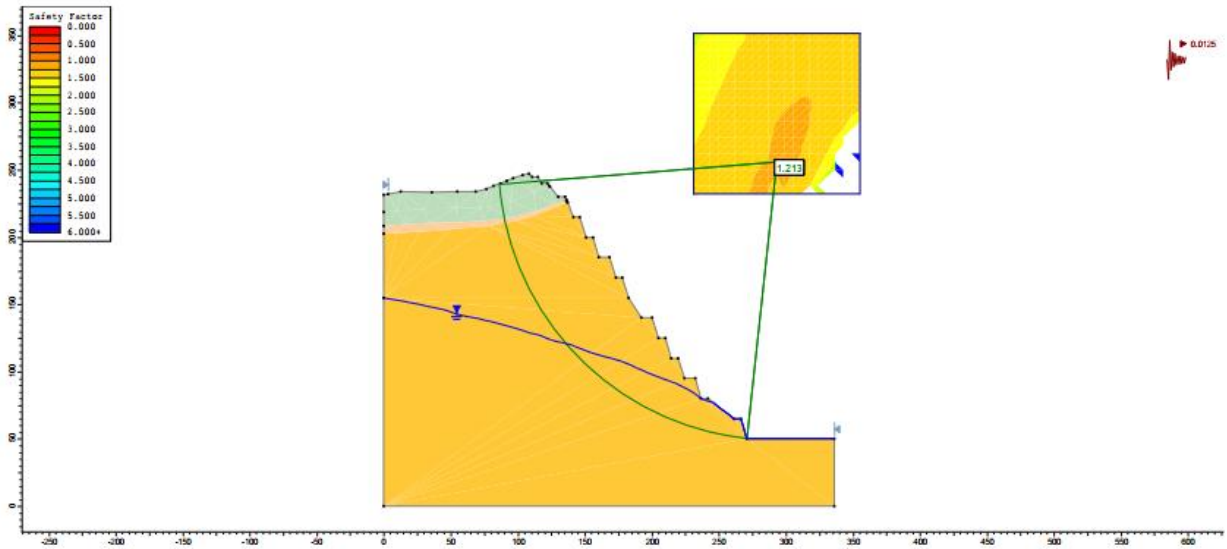


图 3-23　6-6′剖面荷载组合III工况稳定性分析结果（最终边坡角 51°）

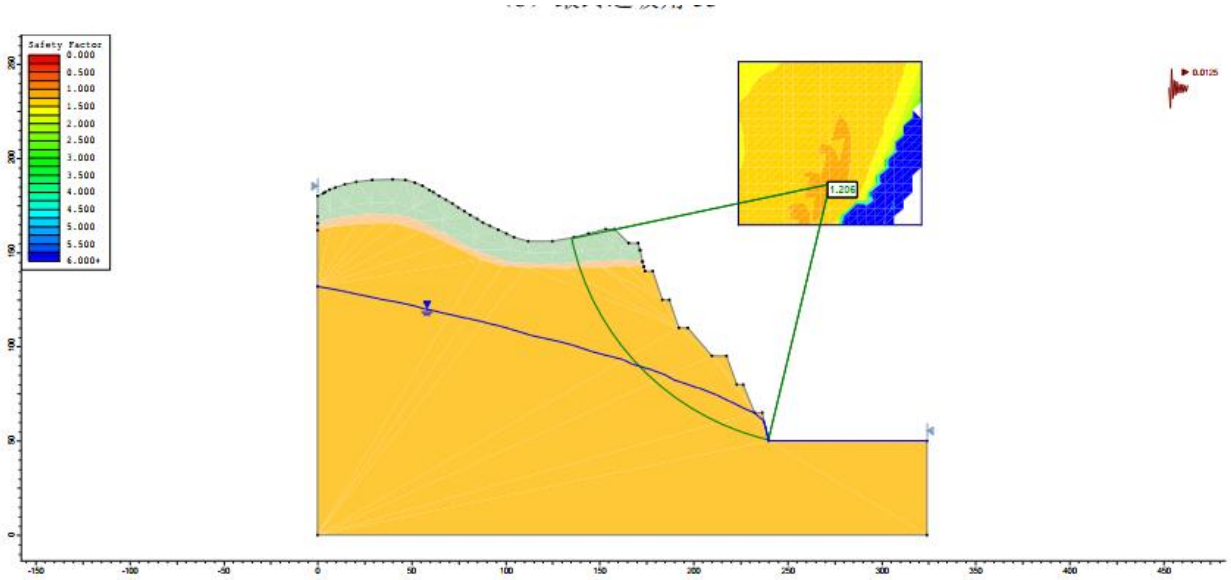


图 3-24　7-7′剖面荷载组合III工况稳定性分析结果（最终边坡角 54°）

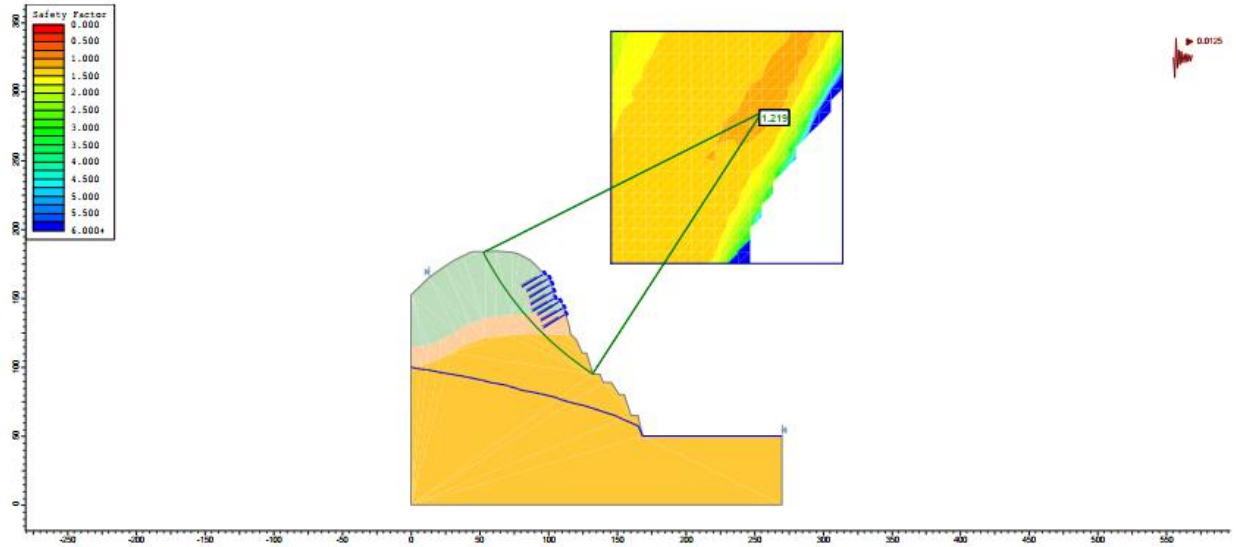


图 3-25　8-8′剖面荷载组合III工况稳定性分析结果（最终边坡角 55°）

4）极限平衡计算结果分析

将三种荷载组合条件下得到的总体边坡各分析剖面安全系数结果汇总见表 3-13。

表 3-13 总体边坡各分析剖面的安全系数计算结果表

分区	剖面	边坡角	荷载工况**I** 安全系数		荷载工况**II** 安全系数		荷载工况**III** 安全系数		推荐边坡角
			计算值	规范值	计算值	规范值	计算值	规范值	
I	1-1′	43°	1.354	1.25	1.324	1.23	1.331	1.20	≤46°
		46°	**1.260**	1.25	**1.250**	1.23	**1.246**	1.20	
		47°	1.225	1.25	1.210	1.23	1.207	1.20	
II	2-2′	52°	1.146	1.25	1.133	1.23	1.130	1.20	≤47°
		48°	1.232	1.25	1.214	1.23	1.209	1.20	

		47°	**1.253**	1.25	**1.237**	1.23	**1.233**	1.20	
	3-3′	51°	1.269	1.25	1.251	1.23	1.247	1.20	
		52°	1.250	1.25	1.233	1.23	1.229	1.20	
		53°	1.236	1.25	1.219	1.23	1.215	1.20	
III	4-4′	48°	1.238	1.25	1.211	1.23	1.205	1.20	≤46°
		47°	1.251	1.25	1.221	1.23	1.218	1.20	
		46°	**1.271**	1.25	**1.241**	1.23	**1.236**	1.20	
	5-5′	49°	1.199	1.25	1.183	1.23	1.179	1.20	
		47°	1.237	1.25	1.237	1.23	1.215	1.20	
		46°	**1.257**	1.25	**1.240**	1.23	**1.235**	1.20	
IV	6-6′	49°	**1.268**	1.25	**1.253**	1.23	**1.248**	1.20	≤49°
		50°	1.247	1.25	1.234	1.23	1.230	1.20	
		51°	1.268	1.25	1.219	1.23	1.213	1.20	
	7-7′	48°	1.339	1.25	1.318	1.23	1.313	1.20	
		53°	1.252	1.25	1.235	1.23	1.229	1.20	
		54°	1.225	1.25	1.210	1.23	1.206	1.20	
	8-8′	34°	1.314	1.25	1.296	1.23	1.291	1.20	
		54°	1.257	1.25	1.243	1.23	1.239	1.20	
		55°	1.244	1.25	1.223	1.23	1.219	1.20	

经过最终边坡角参数优化，Ⅰ区受推测断层控制影响，总体边坡角应控制在46°以内；Ⅱ区局部中风化层厚度较大，总体边坡角度应控制在47°以内；Ⅲ区边坡高度较大，总体边坡角度应控制在46°以内；Ⅳ区边坡高度相对较低，整体最终边坡角度应控制在49°以内。

（5）主要结论

1）在矿山开采技术条件方面：全-强风化花岗岩呈土状-碎块状，岩石工程质量较差，微风化-中风化花岗岩石整体岩石质量较好。矿区工程地质条件和水文地质条件均为中等。矿体为微风化花岗岩，上部覆盖不同风化程度花岗岩，覆盖层平均厚度42.20m。矿区目前无矿产资源开采活动，以往开采形成3个历史遗留露天采坑，影响最终境界的区域主要为西南侧范围。

2）在工程地质调查和岩石力学参数方面：在历史遗留露天采坑测得浅部边坡含三组优势节理，密度从1~3条/m至5~8条/m，可见少量泥质充填。矿区钻孔统计岩体节理平均密度在1.2~3.8条/m，岩体划分为“极破碎”全

风化-强风化花岗岩、“较破碎”中风化花岗岩、“较完整”微风化花岗岩。

3）在边坡分区与失稳模式分析方面：露天边坡稳定性主要受岩性条件、岩体结构、水文地质条件、边坡形态、地震和爆破等多种因素控制。根据矿区工程地质分区，考虑水文地质和工程地质条件，结合露天边坡设计，将采场边坡划分为4个边坡分区。Ⅰ区潜在破坏模式为复合型，选用复合型滑面。Ⅱ区、Ⅲ区、Ⅳ区潜在破坏模式为圆弧型，选用圆弧滑面。Ⅱ区、Ⅲ区台阶应开展平面滑动稳定性分析，Ⅰ区、Ⅲ区台阶应开展楔体形滑动稳定性分析。历史遗留露天采坑边坡潜在破坏模式为圆弧型，宜选用圆弧滑面。

4）在历史遗留露天采坑边坡稳定性分析方面：西南侧历史遗留露天采坑边坡位于矿区边界附近，前期不具备削坡扩帮的条件，对可能发生滑坡的全-中风化花岗岩高陡边坡区域采用以长锚索支护为主的加固治理方案。锚索孔直径90mm，安装2根长20m、直径15.24mm钢绞线。沿边坡面上、下排锚索倾斜排距3m，水平方向间距3m，锚索设计拉力值不小于400kN。长锚索支护加固后边坡的整体稳定性得到增强，安全系数满足相关规范要求。

5）在露天采场边坡稳定性分析与评价方面：按照可研提供的初始边坡参数，Ⅱ区、Ⅲ区边坡高度和地下水标高均较大，不能满足规范要求的稳定安全系数。Ⅰ区、Ⅳ区整体边坡高度不大，可在满足规范要求条件下适当提高最终边坡角。经过最终边坡角参数优化，Ⅰ区受推测断层控制影响，总体边坡角控制在46°以内；Ⅱ区局部中风化层厚度较大，总体边坡角度控制在47°以内；Ⅲ区边坡高度较大，总体边坡角度控制在46°以内；Ⅳ区边坡高度相对较低，整体最终边坡角度控制在49°以内。城西石场矿区露天边坡全-强风化层、中风化层、微风化层台阶边坡角依次为45°、65°、70°，台阶高度分别为10m、15m、15m，可满足边坡稳定要求。

6）在边坡安全监测技术方案方面：综合相关规范，确定露天边坡的监测项为：边坡表面位移监测、内部位移监测、边坡应力监测、爆破振动监测、地下水位监测、降雨量监测和视频监测。另外，在发现边坡裂缝的区域部署

裂缝监测；在有地表水溢流的位置部署地表水监测；在设置边坡支护结构时，部署支护结构变形和支护结构应力监测。

7）在边坡灾害防控技术方案方面：边坡治理工程坚持以预防为主、防治结合的原则，断层等不稳定区域采用抗滑桩工程和坡脚支挡工程，高边坡等重点区域采用疏干孔和排水工程、长粘结锚杆（索）+挂网+喷砼综合加固工程。重点关注Ⅰ区断层/断裂构造影响区以及历史遗留露天采坑边坡、Ⅱ区中风化局部厚层区、Ⅲ区高水位高边坡区，应在开采过程中持续加强监测和安全防护。

3.3.1.5 露天坑边坡监测分析评价

根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测规范》（AQ/T 2063-2018）的规定，本项目最终边坡的各个指数如下：

分区	高度（m）	高度等级指数	坡度（°）	坡度等级指数	地质条件指数	变形指数	边坡安全监测等级
东	195	3	49.3	1	2	6	二级
南	195	3	49.0	1	2	6	二级
西	150	3	43.0	1	2	6	二级
东北	257	2	46.8	1	2	5	二级
北	180	3	50.3	1	2	6	二级

矿山最终边坡安全监测等级为二级，边坡安全监测应测项为表面位移监测、爆破振动监测、地下水位监测、降雨量监测和视频监测。

可研设计边坡监测方案如下：

设计监测内容主要有：边坡表面位移监测、边坡爆破振动监测、降雨量监测、地下水位监测、视频在线监控。

最终边坡形成过程中，布置的监测点随着边坡的变化进行相应的位置调整。

根据项目采场边坡的实际情况，建议采用 GPS 在线监测系统或微波雷达在线监测方法。根据露天开采的生产进度，在适当的时机开始建立边坡监测系统，并随着最终边坡境界台阶的逐步形成，增加监测点。

监测点可在边坡形成3个靠帮台阶后开始布设，开采期内，若采用自动化监测系统，应逐日采集，采用人工观测，考虑到监测工作量和监测费用的问题，监测频率可设为每周不低于3次；长期观测，监测频率需每周保证一次或一个月3～4次，有特殊原因导致位移速度加快时应增加观测次数。

可研设计未明确各边坡监测要求，下一步设计阶段应根据《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）有关规定，细化细化边坡监测系统设置情况，明确边坡安全监测应测项为表面位移监测、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，边坡表面变形监测推荐使用地基干涉雷达（边坡雷达）、全球导航卫星系统（GNSS）一种或两种方式对边坡进行监测。

3.3.1.6 单元小结

设计方案中露天矿山开采工艺、边坡参数与所采用的采剥工艺，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）露天开采时，应对不稳定边坡、局部风化严重坡度较大的区域采取削坡或加固措施，防范局部滑坡和滚石，同时对采场边坡进行监测，加强监测系统的日常管理和维护。

（2）针对历史遗留露天采坑加固边坡，建议补充表面位移、裂缝宽度、深部位移等监测措施进行在线监测，定期进行边坡巡检，加强在线监测数据分析，根据监测数据进行边坡稳定性动态评估。

（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支护处理或采取其他除险措施，保证项目在基建和开采过程中边坡稳定。

（4）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。

（5）下一阶段设计需明确：邻近最终边坡作业应采用控制爆破减震，

并保持台阶的安全坡面角，严禁超挖坡底。

（6）下一阶段设计需明确：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。

（7）下一阶段设计需补充矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度；针对暴雨对边坡稳定性的影响较大，下一阶段设计应明确暴雨和强降雨后边坡检查的相关要求。矿山每 5 年至少进行一次边坡稳定性分析，当开采过程中边坡高度超过 100m 后，应当每年进行一次边坡稳定性分析。

（8）下阶段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；下阶段设计应按照《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》对露天采场边坡的在线监测设施进行详细设计，对承受水压的边坡应进行水压监测。

（9）下一阶段设计需对采场照明进行详细设计，保障采场照明满足规范要求。

（10）下一步设计阶段应根据《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）有关规定，细化细化边坡监测系统设置情况，明确边坡安全监测应测项为表面位移监测、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，边坡表面变形监测推荐使用地基干涉雷达（边坡雷达）、全球导航卫星系统（GNSS）一种或两种方式对边坡进行监测。

3.3.2 穿孔爆破子单元

3.3.2.1 危险、有害因素辨识与分析

设计选用 4 台高性能一体化潜孔钻机进行穿孔爆破工作，钻孔直径 140mm。矿山爆破作业采用深孔微差爆破方法，数码电子雷管起爆方式，采用乳化炸药爆破。

常见的爆破危害有爆破震动、爆破冲击波、爆破飞石、拒爆、早爆等危害，可能造成人体的伤害和财产的损失。

（1）爆破危害分析

1）拒爆危害

爆破作业中，由于各种原因造成起爆药包、炸药的部分或全部未爆的现象称为拒爆。爆破中产生拒爆不仅影响爆破效果，而且处理时有较大的危险性，如果未能及时预防发现或处理不当，将会造成人员伤亡。

炸药拒爆，在处理过程中有可能造成对人员和设备的伤害和损坏。

2）早爆危害

早爆危害是指在爆破作业中未按规定的时间提前引爆或在运输过程中引爆的现象。如果不能及时发现和预防早爆，将对人员和设备造成极大的危害，酿成重大安全事故。

3）爆破震动危害

炸药在岩体中爆炸后，在距爆源的一定范围内，岩体中产生水平和垂直的振动波，即是爆破地震。如果装药量不按设计要求，一次炸药量较大，爆破震动比较强烈，对设备设施和岩体等会有所影响，可能在一定范围内造成人员伤亡、财产损失。

4）爆破冲击波危害

爆破时，爆炸产物高速向空气中膨胀，对周围空气造成强烈压缩形成压力很高的冲击波，可能危害附件的构筑物、设备设施和作业人员等。

5）飞石危害

飞石危害是指爆炸时将一些矿岩碎块弹射出去，如距离过近、防范不当，将会造成人员伤亡和设备设施损坏事故。

（2）引起放炮事故的主要因素有：

1）使用不合格的炸药或受潮变质的炸药，易造成早爆或拒爆事故；

2）因矿山生产能力大，一次爆破炸药量较大，如果设计未对一次爆破

最大起爆药量进行计算确定或实际生产时未严格按设计规定的起爆药量进行爆破，容易发生爆破振动或爆破冲击波造成的危害，影响采场边坡的稳定和对周边设施造成破坏；

3）设置的爆破避炮硐室的位置未进行爆破振动和爆破冲击波安全允许距离的计算依据，易发生爆破伤害事故；

4）盲炮处理不当以及违章打残眼；

5）非爆破工作业或有证爆破工违反规程作业；

6）爆破后过早进入现场；

7）爆破作业时，警戒不严、信号不明、安全距离不够；

8）多点放炮时，未做到统一指挥，分次放炮。

3.3.2.2 穿孔爆破预先危险性分析（PHA）

表 3-14 穿孔爆破预先危险性分析表

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
火药爆炸及爆破伤害	操作不当、引发爆炸	爆破设计、审批不严格； 炮孔施工、验收不严格； 爆破组织松散，机械不到位； 爆破作业场所混乱； 炸药控制不严格； 爆破器材不合格； 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； 装药、起爆工艺不合理或违章作业； 爆破器材运输过程中，遇到明火、高温、强烈振动或摩擦； 炸药、雷管混装、混运； 人员没有撤到安全地点就起爆； 未圈定爆破警戒或警戒不到位； 使用不合格的爆破器材； 运输炸药过程中出现意外情况。	放炮事故	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； 严格执行爆破器材检验制度； 规范爆破作业场所，加强现场爆破器材安全管理； 严格执行《爆破安全规程》； 爆破作业人员要 100%持证上岗。
机械伤	凿岩工	不按规程操作；	机械	人员	II	严格按照操作规程使

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
害	作不规范	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。	伤人	受伤		用凿岩机； 防范断钎伤人。
职业危害	吸入或接触粉尘、炮烟和废气	粉尘、有毒有害气体超标、噪声超标。	其他伤害、中毒和窒息	职业病、急性中毒	Ⅱ－Ⅲ（中毒窒息为Ⅲ）	采用湿式打眼作业； 加强个人防护措施； 喷雾洒水； 设置消声、隔音设施。

通过预先危险性分析，Ⅲ级或Ⅲ级以上是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，由上表分析可知，放炮事故是主要的危险、有害因素，其次是机械伤害。针对本项目有多处作业面的情况，生产中应积极采取措施加以预防和控制。

3.3.2.3 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 3-15。

表 3-15 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	可研未明确要求爆破危险区内设置避炮棚、爆破警报器。	下一阶段设计中需完善
2	爆破地点与人员和其他保护对象之间的安全允许距离，应按各种爆破有害效应(地震波、冲击波、个别飞散物等)分别核定，并取最大值。	《爆破安全规程》GB6722-2014）第 13.1.1 条	爆破安全距离为 300m。	符合要求
3	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	设计采用深孔微差爆破方法。	符合要求
4	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，残坡积土层及全-强风化花岗岩 10m（或	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
		〔2015〕13 号	5m）；中风化花岗岩及矿体15m。	
5	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
6	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）；		采用高性能一体化潜孔钻机。	符合要求
7	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）；		液压挖掘机和轮式装载机进行铲装作业。	符合要求
8	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
9	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

3.3.2.4 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

依据《爆破安全规程》（GB 6722-2014）和工程类比等手段，综合确定爆破振动速度安全允许值，提出了爆破最大同段药量和安全距离的限值。

爆破振动安全允许距离，按如下公式进行计算：

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

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，按最大一段装药量取 149.5kg（逐孔爆破）；

V—保护对象所在地安全允许质点振速，cm/s，按一般民用建筑物考虑取 2.5cm/s；

K，α—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，按中硬岩石计 K 取 200；α取 1.6。

经计算，在 R=82.09m 的范围外，爆破地震波对建筑物不会造成影响。

（2）爆破空气冲击波安全允许距离

空气冲击波对地面建筑物的安全距离计算公式：

$$R_k=K(Q/n)^{1/3}$$

式中：R_k—爆破空气冲击波安全距离，m；

K—与爆破条件和爆破性质有关的系数，取 10；

Q—最大一段装药量，149.5kg；

n—爆破作用指数 0.7。

经计算，空气冲击波安全距离为 59.77m。

（3）个别飞散物安全允许距离

$$R_{Fmax}=K_rqD=1.25\times140\times0.40=70m。$$

式中：R_{Fmax}—深孔爆破飞石距离，m；

K_r—与爆破方式、填塞长度、地质和地形条件有关的系数，垂孔台阶爆破 K_r=1.0～1.5，水平孔台阶爆破 K_r=1.5～2.5，设计取 K_r=1.25；

q—炸药单耗，为 0.40kg/m^3；

D—炮孔直径，为 140mm。

根据计算，爆破飞石的安全距离为 70m。

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）规定，露天深孔台阶爆破，个别飞散物对人员的最小安全允许距离不小于 200m，沿山坡爆破时，下坡方向的个别飞散物安全允许距离应增大 50%。

项目采用深孔台阶爆破，设计确定矿山爆破安全距离为300m，安全是可以保证的。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。

3.3.2.5 单元小结

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

本单元应注意以下问题：

（1）在靠近最终帮时，采用小孔径的炮孔，降低炮孔装药量，采取逐孔起爆技术，将最大同段药量降到最低。

（2）本项目采用深孔台阶爆破，下一步设计阶段应明确爆破警戒范围，对现场避炮设施、爆破警报器等爆破警戒进行设计。

（3）每次爆破作业严格按照要求设置爆破警戒范围，无关人员及设备撤出至安全地点，并在主要通道口设置岗警戒禁止无关人员进入，并严格控制单段最大装药量，确保爆破作业安全。

（4）矿岩爆破作业后应先清除边坡上的孤石、浮石，待清除完成后方可进入采场进行下一步作业。

（5）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，提出安全对策措施。

（6）花岗岩爆破，其结构面对爆破效果和爆破安全的影响比一般矿岩的要大，设计需予以重视，下一步设计阶段应开展岩石可爆性专题研究。

3.3.3 铲装子单元

3.3.3.1 危险、有害因素辨识与分析

本项目采用液压挖掘机作为矿岩的主要装载设备。铲装作业存在的主要危险、有害因素有：

（1）铲装作业时岩石、矿块掉落有可能发生物体打击伤害；

（2）铲装作业使用的机械设备可能对人员造成机械伤害事故；

（3）铲装作业临边作业或运输过程中，可能发生高处坠落事故；

（4）铲装作业产生的粉尘、噪声等会对长期接触人员造成职业危害，挖掘机、运输汽车的驾驶室若密闭不完善，爆堆洒水降尘工作不到位，均会造成粉尘危害。

3.3.3.2 铲装预先危险性分析（PHA）

表 3-16 铲装预先危险性分析表

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
物体打击	人员在铲运设备旁停留；人员进入危险区	铲装作业时铲斗下方有人，矿岩掉落； 边坡上浮石未清理干净； 未佩戴劳保用品或佩戴劳保用品不规范； 滚石伤人。	物体掉落	人员伤亡 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； 禁止在边坡下坐卧、停留； 加强安全教育，按照规程操作； 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	操作失误	设备质量不合格或缺乏检修维护； 规程缺乏或未执行规程； 操作失误。	机械伤害	人员伤亡	II	加强设备检修维护； 制定各种安全操作规程，并严格执行。
职业危害	吸入或接触粉尘、噪声	粉尘中游离二氧化硅含量超标、噪声超标； 长期在高粉尘、噪音作业环境中下作业； 未采取洒水降尘措施和消声、隔音措施； 未佩戴个人防护用品。	慢性中毒、听力减弱	职业病	II	采取洒水降尘措施； 设置消声、隔音设施； 加强个体防护，如配戴防尘口罩、耳塞。

3.3.3.3 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 3-17。

表 3-17 铲装安全检查表

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
1	自卸汽车装载应遵守如下规定： —停在铲装设备回转范围 0.5m 以外； —驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外； —不在装载时检查、维护车辆。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.2 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
2	铲装设备工作应遵守下列规定： —悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留； —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； —不应调整电铲起重臂。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）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： —汽车运输：不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m； —铁路运输：不小于 2 列车的长度。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）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》（GB16423-2020）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》（GB16423-2020）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》（GB16423-2020）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： —应在作业平台的稳定范围内行走； —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》（GB16423-2020）第 5.2.3.10 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

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，需在下阶段的设计中完善相关设计和描述。

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应遵守如下规定：

—停在铲装设备回转范围 0.5m 以外；

—驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外；

—不在装载时检查、维护车辆。

（2）下一阶段设计应明确铲装设备工作应遵守下列规定：

—悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留；

—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；

—不应调整电铲起重臂。

（3）本项目涉及多个台阶同时开采，下一阶段设计应明确安全措施，开采作业应统一指挥、互不影响。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。

（4）下一阶段设计需完善：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。

（5）下一阶段设计需完善：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。

（6）下一阶段设计需补充铲装设备行走应遵守下列规定：

—应在作业平台的稳定范围内行走；

—上、下坡时铲斗应下放并与地面保持适当距离。

3.4 矿山供配电设施单元

3.4.1 危险、有害因素辨识与分析

本单元存在的主要危险、有害因素有：

（1）电气设备或电线等选材不良或电气设备、超负荷运行而导致绝缘老化，顺着各用电设备金属支架绑扎电线而胶皮裸露，埋地敷设的电缆未完全覆土而裸露，加上接地保护、漏电保安装置失灵或失效时，人员触及带电部分，就地受到电击或电伤。

（2）防雷设施维护保养不好，防雷接地保护失效，在雷雨天气里，建筑物设备和人员，有可能遭受雷击的危害。

（3）电工操作时未穿戴必需的劳动防护用品，如穿着拖鞋或靸着皮鞋到矿山上班等等，增加了触电事故发生的可能性。

（4）雨天暴露在水中的供电线路和设备，未按潮湿、水气较大场所的要求装设漏电保护断路器，当供电线路和设备漏电时极可能发生人身触电。

（5）若职工在生活区内违章用电，可能发生触电伤害。

（6）架空线路因矿区边坡变形和蠕动而造成线路杆移位、架空线低垂，导致线路断线、短路等故障。

（7）电气设备检修时，未按照电气作业规程操作，如雷雨天检修电气设备发生触电事故；检修未切断电源，带电刀开关裸露部分未设保护罩，未挂检修警示牌，无专人监护等，都可能造成人员发生触电事故。

（8）本项目涉及到大量的高、低压电气设备，因设备故障、人为因素等可能发生触电、火灾、机械伤害事故；

3.4.2 矿山供配电预先危险性分析（PHA）

表 3-18 矿山供配电设施预先危险性分析表

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
机械	违章作业	操作不熟练；	机械伤害	人员	II	严格执行操作规程；

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
伤害		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。		伤害		加强个人防护措施； 完善配备机械安全防护装置。
触电	违章作业； 保护设施不到位。	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； 安全装置失效； 个人防护措施不全； 其他违章操作。	短路、引发漏电、触电	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； 电气设备可能被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志； 定期检查电气线路及设备； 电气工作人员100%持证上岗。
雷击	保护设施不到位。	主要建构筑物无防雷击设施； 电气设备、线路，未设有可靠的防雷、接地装置； 未定期进行全面检查和监测导致防雷设施失效； 违章作业，未穿戴劳动防护用品。	电击、电伤	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。

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
火灾	绝缘、保护装置失效	电弧、电火花、杂散电流； 保险丝（片）选用不当； 开关及配电箱内油料着火； 机械作用（包括摩擦、振动冲击等）所引起； 绝缘、保护装置未检查，未维护； 装置失效； 未设置消防灭火设施； 供电线路短路、过载等引起火灾； 其他违章操作。	明火、短路、过载引发火灾	人员伤亡、设备设施损坏	II	严格执行操作规程； 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； 加强个人防护措施； 加强安全管理； 电气设备采用保护接地； 电网设施漏电、触电、过流、短路保护装置； 配电室、发电机房、电气设备工作室配置消防灭火设施； 加强电气设备及其线路的检查、维护。
中毒窒息	电气设备事故	设备质量不合格； 电气设备未检查、未维护，缺乏检修，造成设备故障。	中毒窒息	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； 加强电气设备及其线路的检查、维护。

3.4.3 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 3-19。

表 3-19 矿山供配电安全检查表

序号	检查内容	检查依据	可研情况	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： 1 下列情况应划分为一级负荷： 1）井下有淹没危险环境矿井的主排水泵及下山开采的采区排水泵； 2）井下有爆炸或对人体健康有严重损害的危险环境矿井的主通风机；	《矿山电力设计标准》GB50070-2020 第 3.0.1 条	设计矿山主要流程上其它生产设备和照明设备均属二级负荷，其他为三级负荷，该矿山属凹陷矿山，矿山有淹没风险，可研未将排水泵划分为一级负荷。	下阶段设计中完善

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	3）矿井经常升降人员的立井提升机； 4）有淹没危险环境露天矿采矿场的排水泵或用井巷排水的排水泵； 5）根据国家现行有关标准规定应视为一级负荷的其他设备。 2 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。 3 不属于一级负荷和二级负荷的电力设备应划分为三级负荷。			
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》GB50070-2020 第 3.0.3 条	根据可研，采场两回 LGJ-70 架空线路引自距离约 0.65km 选厂 10kV 配电室 10kV 侧不同母线段。	符合要求
3	主变电所设置应符合下列规定： ——设置在爆破警戒线以外；	《金属非金属矿山安全规程》	主变电所设置位置符合上述要求。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	——距离准轨铁路不小于 40m； ——远离污秽及火灾、爆炸危险环境和噪声、震动环境； ——避开断层、滑坡、沉陷区等不良地质地带以及受雪崩影响地带； ——地面标高应高于当地最高洪水位 0.5m 以上。	GB16423-2020 5.6.1.1		
4	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》GB50070-2020 第 3.0.7 条	根据可研，10/0.4kV 电力变压器选用新型的 SCB14 系列干式变压器，可研未明确变压器数量。	下阶段设计中完善
5	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》GB50070-2020 第 3.0.8 条	根据可研，本项目电源引自选厂 10kV 配电室 10kV 侧不同母线段，未明确变压器数量。	下阶段设计中完善
6	采矿场采用双回路供电时，每回路供电能力应均能供全负荷；采用三回路供电时，每个回路的供电能力不应小于全部负荷的 50%。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 5.6.1.4	沿采矿场边缘采用两回 LGJ-70 钢芯铝绞线架设半环形供电线路，10kV 环网设联络开关，两回路电源互为备用，任何一路电源故障，另一路可承担采矿系统全部负荷。	符合要求
7	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 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%。	《矿山电力设计标准》GB50070-2020 第 5.0.1 条	沿采矿场边缘采用两回 LGJ-70 钢芯铝绞线架设半环形供电线路，10kV 环网设联络开关，两回路电源互为备用，任何一路电源故障，另一路可承担采矿系统全部负荷。	符合要求
8	主接地极的设置应符合下列规定： 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； 2.主接地极宜设在供电线路附近或其	《矿山电力设计标准》GB50070-2020 第 5.0.14 条	采矿场主接地极不应少于 2 组，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	下阶段设计中完善

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	它土壤电阻率低的地方； 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 4Ω，移动式设备与架空接地线之间的接地线电阻值，不应大于 1Ω。		值不应大于 4Ω，移动式设备与架空接地线之间的接地线电阻值不应大于 1Ω。	
9	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： 1.采矿场配电线路与横跨线或纵架线的连接处； 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； 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》GB50070-2020 第 5.0.19 条	可研未明确采矿场供电线路避雷装置设置要求。	下阶段设计中完善
10	夜间工作的采矿场和排废场，在下列地点应设置照明： 1.凿岩机、移动式或固定式空气压缩机和水泵的工作地点； 2.斜坡卷扬机道、人行梯和人行道； 3 汽车运输的装卸车处、人工装卸车地点的排废场、卸车线； 4 调车站、会让站。	《矿山电力设计标准》GB50070-2020 第 5.0.20 条	挖掘机和潜孔钻工作地点的照明利用设备附设的灯具；在采场固定水泵等的工作地点、人行道等地点，装设照明装置，以泛光灯为主。 固定照明采用太阳能灯具；移动式照明架空线路采用绝缘导线；移动式照明非架空线路采用橡套软电缆。	符合要求
11	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》GB50070-2020 第 3.0.9 条	可研未明确中性点接地方式。	下阶段设计中完善
12	供配电系统中性点接地应符合下列规定： ——向露天采场、排土场供电的 6kV～35kV 系统，不得采用中性点直接接地方式； ——当 6kV～35kV 系统中性点采用不接地、经消弧线圈接地或高电阻接地时，单相接地故障点的电流不应大于 10A； ——当 6kV～35kV 系统中性点经低	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 5.6.1.5		

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	电阻接地时，单相接地故障点的电流不大于 200A； ——低压配电系统为 IT 系统时应装设绝缘监视装置。			
13	露天采场、排土场的架空供电线路上设置开关设备时，应符合下列规定： ——环形或半环形线路的出口和联络处设置分段开关； ——横跨线或纵架线与环形线、半环形线或其他地面固定干线连接处设置开关； ——高压电气设备或移动式变电站与横跨线或纵架线连接处设置开关； ——移动式高压电力设备的供电线路设置具有单相接地保护的开关设备。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 5.6.1.6	10kV 环网设联络开关，10kV 开关柜选用金属铠装移开式开关柜及金属封闭式环网柜。 低压开关柜选用固定式分隔形式结构。	符合要求
14	移动式电气设备应使用矿用橡套软电缆。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 5.6.1.9	露天采场采用半环形架空线，电力线路以钢芯铝绞线为主，向移动式设备供电时采用矿用橡套软电缆。	符合要求

3.4.4 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）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《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）该矿山 115m 以下为凹陷开采，属于有淹没危险环境露天矿，下一步设计阶段应明确排水泵为一级负荷，优化矿山供电，一级负荷应由双重电源供电。

（2）建议下一设计阶段对矿山电力负荷的等级划分进行说明，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，明确新建高压配电室变压器配置要求，保证矿山各级负荷的供电。

（3）建议下一设计阶段对采场主接地极和采矿场的架空供电线路防雷接地的设置进行设计说明。

3.5 防排水单元

3.5.1 危险、有害因素辨识

根据可研，露天采场由山坡露天和凹陷露天两部分组成，+115m 标高以上形成山坡露天采场，+115m～+50m 标高形成凹陷露天采场。根据台阶设置情况，开采标高 125m 以上矿体时，采场汇水可自然排泄，但开采标高 125m 以下矿体时，采场汇水不能自然排泄，需采用抽水设备进行机械排水。

本单元存在的主要危险、有害因素有：

（1）大量雨水冲刷边坡坡面有可能引发滚石、滑坡、泥石流等地质灾害。

（2）地下水和大气降雨大量涌入露天采场，露天采场内如果排水设施不完备或措施不当、遇突然涌水或暴雨未停止作业，可能导致采场内积水过多，淹没设备和人员，造成人员伤亡和财产损失。

（3）采场等积水可能发生淹溺事故。

3.5.2 防排水预先危险性分析（PHA）

表 3-20 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 滑坡 泥石流	雨季突遇暴雨，雨水冲刷坡面有可能引发滚石、滑坡、泥石流等地质灾害。	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 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； 在雨季来临之前和雨季过后，对采场边坡进行安全检查，发现孤石、浮土、浮石等及时清理。
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	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

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
		备或失效； 未进行探防水，与含水层贯通。				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	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。

3.5.3 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 3-21。

表 3-21 防排水安全检查表

序号	检查内容	检查依据	可研情况	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、排水口和工业场区应不受洪水威胁。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第 5.7.1.2 条	露天采场的总出入沟口、平硐口、排水口和工业场区不受洪水威胁。	符合要求
3	露天矿山应采取下列措施保证采场安全： —在采场边坡台阶设置排水沟； —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	设计在矿区范围界限以外不小于 20m 处修筑截水沟将降雨汇流引出矿区外。山坡露天开采时，在工作平台设 5‰的正坡，采场汇水可自流排出。设计在矿区南侧+125m 清扫平台布置排水沟。开采标高 125m 以下矿体时，设计在采场底部设置集水池，采场汇水集中汇入集水池后时采用水泵进行机械排水。	符合要求
4	露天矿山应按照下列要求建立防排水系统：	《金属非金属矿山安全规程》	设计在矿区范围界限以外不小于 20m 处修筑截水沟将降雨汇流引	符合要求

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	—受洪水威胁的露天采场应设置地面防洪工程； —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； —凹陷露天坑应设机械排水或自流排水设施； —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。	GB16423-2020 第5.7.1.4条	出矿区外。设计在矿区南侧+125m清扫平台布置排水沟。开采标高125m以下矿体时，设计在采场底部设置集水池，采场汇水集中汇入集水池后时采用水泵进行机械排水。最低台阶淹没时间不超过7天。	
5	机械排水设施应符合下列规定： —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。 —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》 GB16423-2020 第5.7.1.5条	根据可研，矿山设置9台潜水排沙泵，单台流量300m³/h，扬程125m，功率200kW。正常涌水时1台工作，每天排水时间8.3h；雨季正常排水时，2台水泵同时工作，每天排水时间18.8h。遇设计防洪频率的暴雨时，9台水泵全部工作，每天排水时间18.2h；排水管选择2条φ245×7无缝钢管和3条φ377×7无缝钢管，管路沿非工作帮敷设。正常涌水时，1条φ245×7无缝钢管工作；雨季正常排水时，2条φ245×7无缝钢管同时工作；遇设计防洪频率的暴雨时，5条排水管全部工作。	符合要求
6	有遭遇洪水危险的露天矿山应设置专用的防洪、排洪设施。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第5.1.1条	矿山设置截洪沟拦截上部洪水，坑底设置潜水泵进行机械排水。	符合要求

3.5.4 防排水能力校核

根据可研，最终露天坑坑底标高50m，凹陷露天开采时，正常涌水量2491m³/d，雨季平均涌水量11280m³/d，遇设计防洪频率的暴雨时平均涌水量48925m³/d（考虑最低台阶允许淹没7天的日平均涌水量）。

可研选择9台潜水排沙泵，单台流量300m³/h，扬程125m，功率

200kW。正常涌水时 1 台工作，雨季正常排水时，2 台水泵同时工作，遇设计防洪频率的暴雨时，9 台水泵全部工作。

潜水排沙泵排水能力校核：

正常涌水时：2491÷300 =8.30h＜20h

雨季涌水时：11280÷（300×2）=18.8h＜20h

设计频率暴雨时：48925÷（300×9） =18.12h＜20h

从计算结果可知，排水设施在设计的正常降雨和设计频率暴雨情况下，水泵均能在 20h 内排出，满足要求。

3.5.5 单元小结

可研中对本项目工业场区、采场均设置了防排水系统，总体满足防排水要求。

本单元应注意以下问题：

（1）本项目属于大型露天矿山，应建立水文地质资料档案。

（2）下一阶段设计中需对采场边坡台阶排水沟进行详细设计，并对各排水沟的防排水能力进行核算。

（3）下一阶段设计中，应明确封闭圈截排水沟参数，并进行防排水能力校核。

（4）下一阶段设计中需对防洪标准进行明确。

（5）在边坡开采过程中，建议及时采取排水措施，防止水位降低、引起边坡渗流场和应力场失衡，避免出现边坡垮塌安全隐患。

3.6 排土场单元

3.6.1 危险、有害因素辨识与分析

设计中风化岩石随矿石一起进入砂石工厂加工，部分残坡积土用于复垦，全、强风化岩优先运至企业自建洗沙工厂处理，其他全、强风化和剩余残坡积土全部进行外售处理。矿山不再设置永久排土场，只在矿区西南部设置临

时堆场，服务于矿山开采过程中的矿山废石土临时中转或缓存任务。

临时堆场存在的主要危险、有害因素有：

（1）堆场因设计、施工、管理、气象和地震等因素影响，可能发生滑坡、泥石流；

（2）若在建设初期，临时堆场工程地质勘察及规划设计等涉及到临时堆场建设质量的许多重要方面被忽视，临时堆场在投用前对其底部的软弱层不清楚或者不清理或者清理不彻底，将会给临时堆场滑坡埋下隐患；

（3）在临时堆场排弃作业过程中，可能发生大块废石沿坡面滚下造成滚石伤人；

（4）临时堆场的设置不能满足废石的排弃要求，或堆排高度过大、边坡角过陡，或防排水设施不合理，临时堆场的整体稳定性及边坡稳定性差，在山洪冲刷等外部条件影响下，容易引起滑坡、坍塌并形成泥石流，对下游环境造成污染及灾害；

（5）弃排过程中管理不善，随意排放或高坡陡坡排放，也会发生矿车翻车、人员坠落、滚石伤人的事故；

（6）车辆运输、卸载过程中可能发生车辆伤害事故；

（7）边坡作业过程中可能发生高处坠落事故；

（8）临时堆场扬尘产生粉尘危害。

3.6.2 预先危险性分析（PHA）

表 3 -22 排土场预先危险性分析表

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
滑坡、泥石流	1.暴雨； 2.超高堆放； 3.地震。	1.设计缺陷，选址不当、边坡坡度过陡、排水设施不满足排水要求等； 2.施工质量不合格； 3.排水设施损坏；	滑坡、泥石流	人员伤亡、设施破坏、设备	Ⅱ-Ⅲ	1.委托有资质的设计单位设计； 2.委托有资质施工单位施工； 3.严格按照设计施工； 4.加强管理，定期进行隐患排查。

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
		4.将岩、土分层交替堆置； 5.安全管理责任制、安全作业规程等的欠缺。		损坏		
滚石	卸车时未观察周围情况。	1.人员进入卸载平台下方危险区域； 2.安全平台宽度不足； 3.无防滚石措施。	岩石滚落伤人	人员伤亡	II	1.设置安全警示标志，不得进入危险区域； 2.留有足够的安全平台宽度； 3.设置防滚石挡墙。
车辆伤害	1.驾驶员粗心大意、精力不集中、超速行驶； 2.卸车时违规作业，靠近边坡眉线； 3.刹车失灵； 4.指挥人员指挥失误。	1.管理不善、车流混乱行驶； 2.无关人员进入作业场地； 3.卸载平台无车挡或车挡失效； 4.无证驾驶； 5.酒后驾驶、疲劳驾驶。	车辆撞到人员、设备等	人员伤亡、设备损坏	II	1.加强安全教育和管理，严禁酒后驾驶； 2.设置安全警示标志； 3.卸载平台按要求设置安全车挡； 4.定期对车辆进行检查和保养； 5.无关人员不得入场。
高处坠落	1.作业人员粗心大意，踩滑、踏空或被拌倒； 2.松散边坡垮塌导致人员坠落。	1.无安全护栏； 2.边坡松散不稳； 3.人员靠近边坡眉线。	人员坠落	人员伤亡	II	1.生产过程中加强管理，无关人员不得进入排土场； 2.作业人员不得靠近眉线； 3.设置安全警示标志； 4.加强边坡检查，排出松散边坡。
粉尘危害	1.风力扬尘； 2.汽车行驶、卸载扬尘。	1.未采取降尘措施； 2.人员未正确佩戴防护用品。	人员吸入粉尘	职业病	II	1.洒水降尘； 2.复垦绿化； 3.发放并监督人员正确佩戴劳动防护用品。

3.6.3 排土场安全检查表

依据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《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 3-23。

表 3 - 23 排土场安全检查表

序号	检查内容	检查依据	可研情况	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 5.5.1.1 条	临时堆场采取了截排水措施，不受洪水威胁，在历史遗留露天采坑边坡加固治理后临时堆场不受滑坡、塌方、泥石流等灾害影响。	符合要求
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 5.5.1.2 条	临时堆场未给采矿场和工业场地等造成安全隐患。	符合要求
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 5.5.1.3 条	临时堆场不会影响露天矿山边坡稳定。	符合要求
4	排土场应设拦挡设施，堆置高度大于 120m 的沟谷型排土场应在底部设置挡石坝。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第 5.5.1.5 条	临时堆场高度 20m，不设置拦挡设施。	符合要求
5	排土场防洪应遵守下列规定： ——山坡排土场周围应修筑可靠的截、排水设施； ——山坡排土场内的平台应设置 2%～5%的反坡，并在靠近山坡处修筑排水沟； ——及时了解和掌握水情以及气象预报情况，保证排土场、下游泥石流拦挡坝和通信、供电、照明线路的安全；	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第 5.5.1.7 条	设计利用加固治理工程所设截水沟即可满足上游截水需求。设计在安全平台设置 3%反坡，在安全平台内侧设置台阶临时排水沟，并在临时堆场两侧沿坡面设置跌水（坡面排水沟）。	符合要求
6	排土作业区应符合下列要求： ——有良好的照明； ——配备通信工具； ——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
7	汽车排土应遵守下列规定： ——排土平台应平整，排土线应整体均衡推进； ——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	《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

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	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。			

3.6.4 临时堆场边坡稳定分析

矿山不设置永久排土场，只在矿区西南部设置临时堆场，服务于矿山开采过程中的矿山废石土临时中转或缓存任务。临时堆场利用矿区西南现有露天采坑，采坑底部标高约 116m，采坑北侧、西侧和东侧边坡陡峭，最大高差约 118m，现有露天采坑边坡进行加固治理后作为矿山临时堆场。

设计的临时堆场堆置标高 116.00～136.00m，最大堆置高度 20m，台阶高度 10m，安全平台宽度 10m，单台阶坡面角 28.0°，总体边坡角为 14.6°～22.8°。

设计临时堆场边坡的高度及坡度均满足相关规范要求，且小于废石自然安息角，基底无软弱层，工程性质良好，地基条件和施工条件良好，坡顶无影响边坡稳定性的荷载，下游 40m(2H)范围内无需要防护的设施，故临时堆场边坡安全稳定。

矿冶科技集团有限公司于 2023 年 9 月编制了《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》，对历史遗留露天采坑边坡稳定性进行了系统研究，并经专家评审通过。

分析剖面选择：

根据中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司 2023 年 7 月提交的《广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目矿山高边坡稳定性岩土工程勘察报告》相关成果，结合矿区周边历史开采情况和历史遗留露天采坑与矿权范围位置关系，本次研究在矿区西南侧历史遗留露天采坑现有边坡，按照不同边坡走向方位交选取边坡高度相对较大、坡度相对较陡区域共布置 2 个计算分析剖面 AA′ 和 B-B′ 参与边坡稳定性分析计算。历史遗留露天采坑现有边坡所选剖面的平面位置和计算剖面如图 3-26 所示。

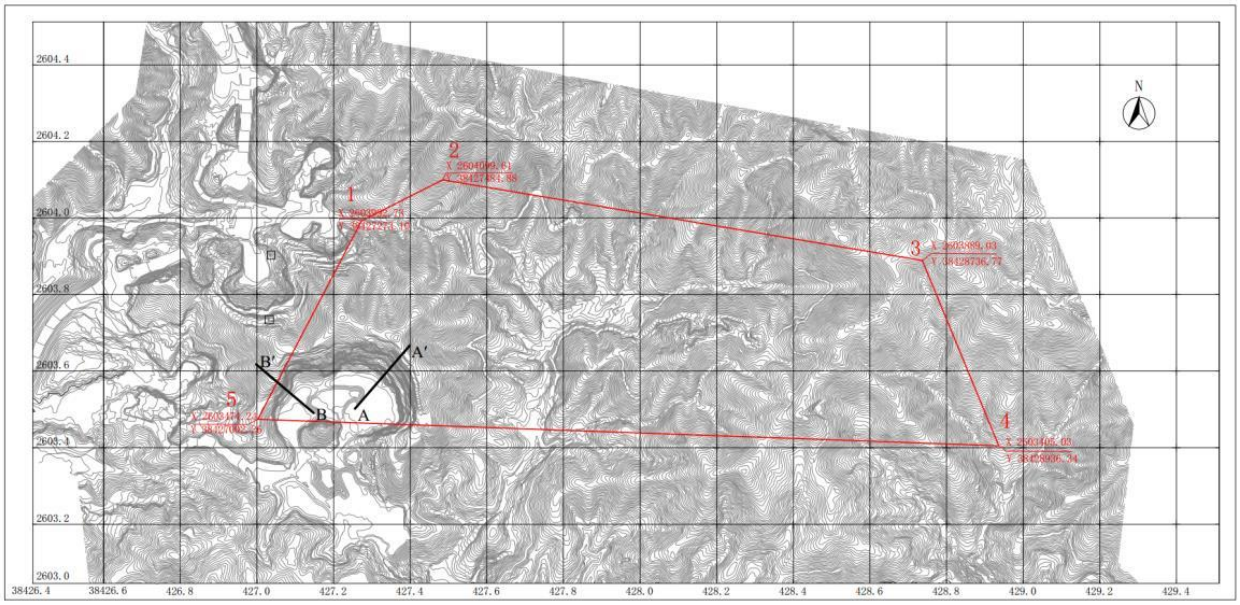


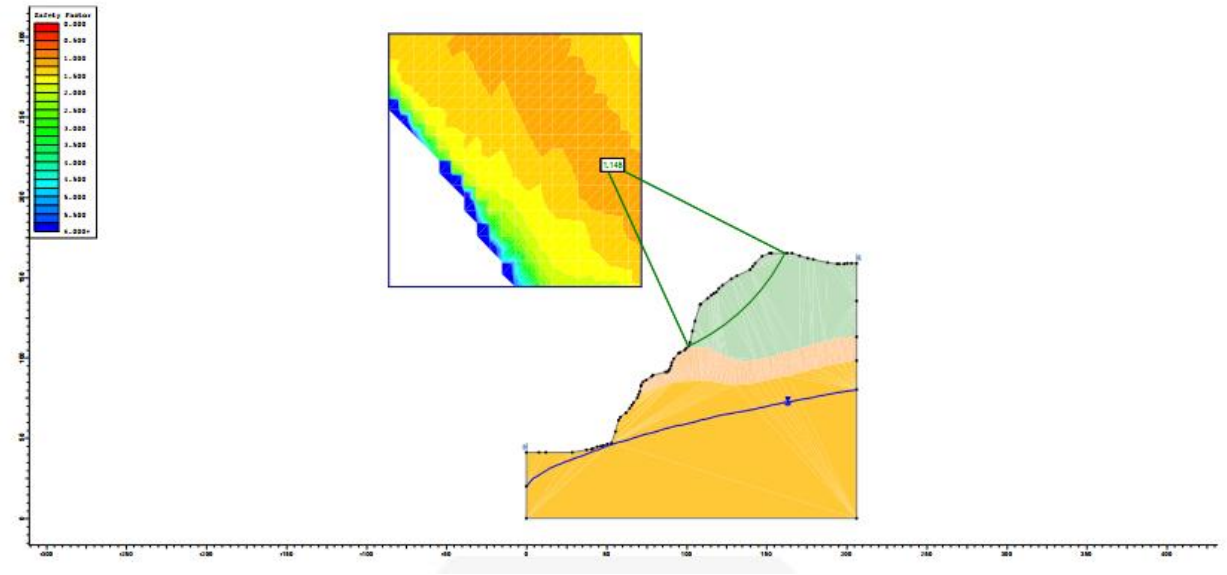
图 3-26 矿区西南侧历史遗留露天采坑现状边坡计算剖面

根据图 3-26 切取现状条件下典型剖面，汇总各计算剖面的自然边坡高度、自然边坡角等主要信息见表 3-24。

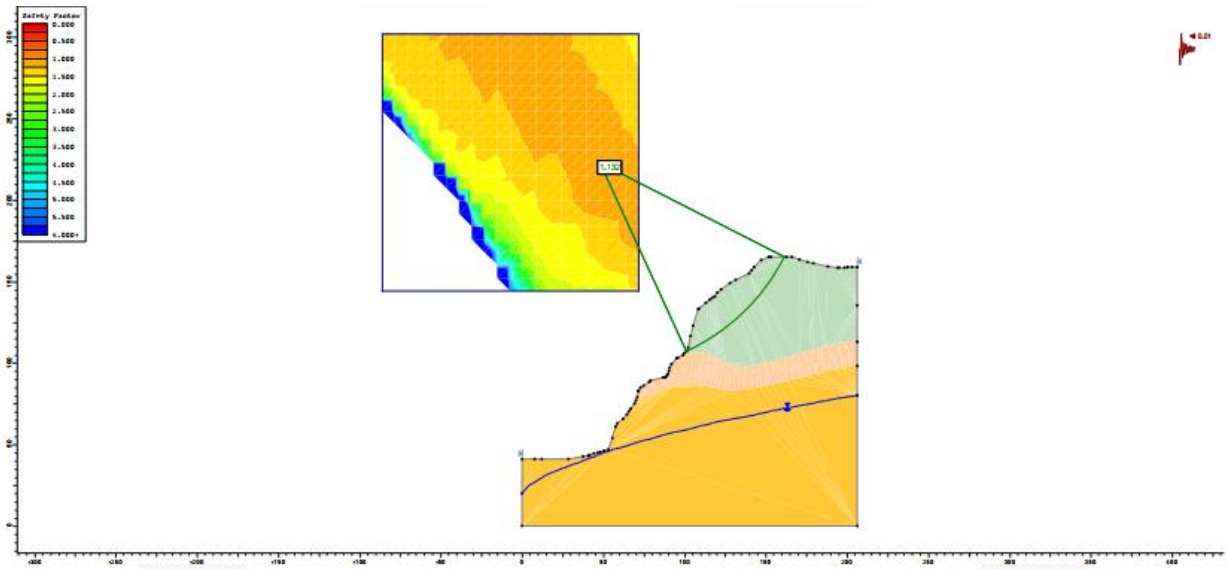
表 3-24 现状条件下典型计算剖面主要参数

计算剖面	现状边坡高度/m	现状边坡角/°
A-A′	124	50
B-B′	86	43

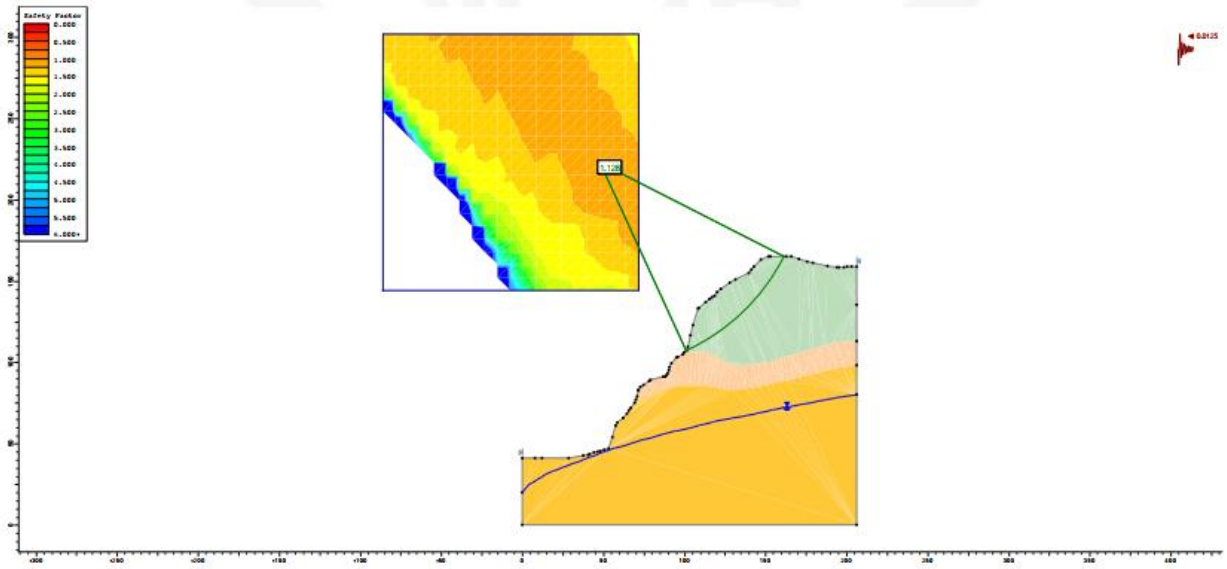
根据边坡失稳破坏模式，按照规范选取简化 Bishop 法和 Morgenstern-price 法作为极限平衡分析方法进一步对分区边坡安全系数进行计算分析，各典型剖面安全系数计算结果如图所示。



（a）荷载组合 I

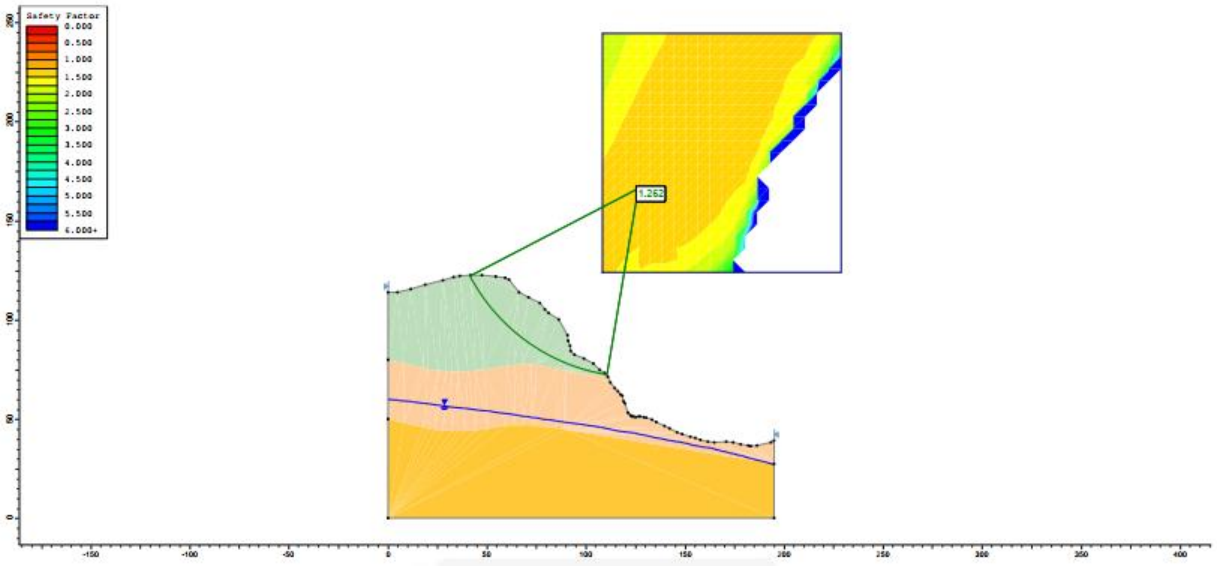


（b）荷载组合 II

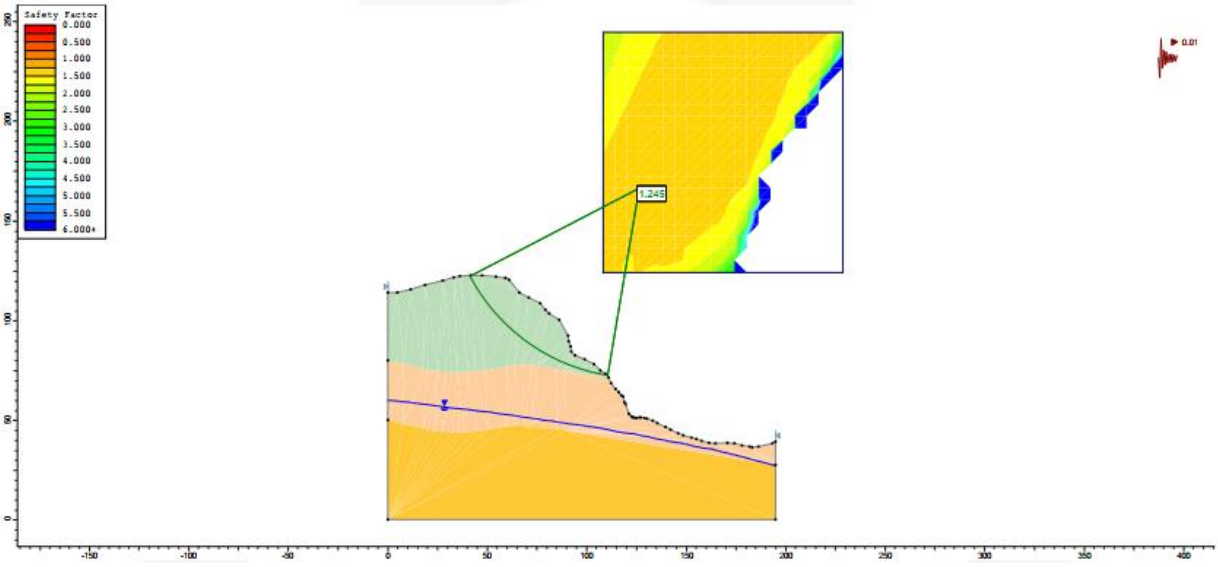


（c）荷载组合III

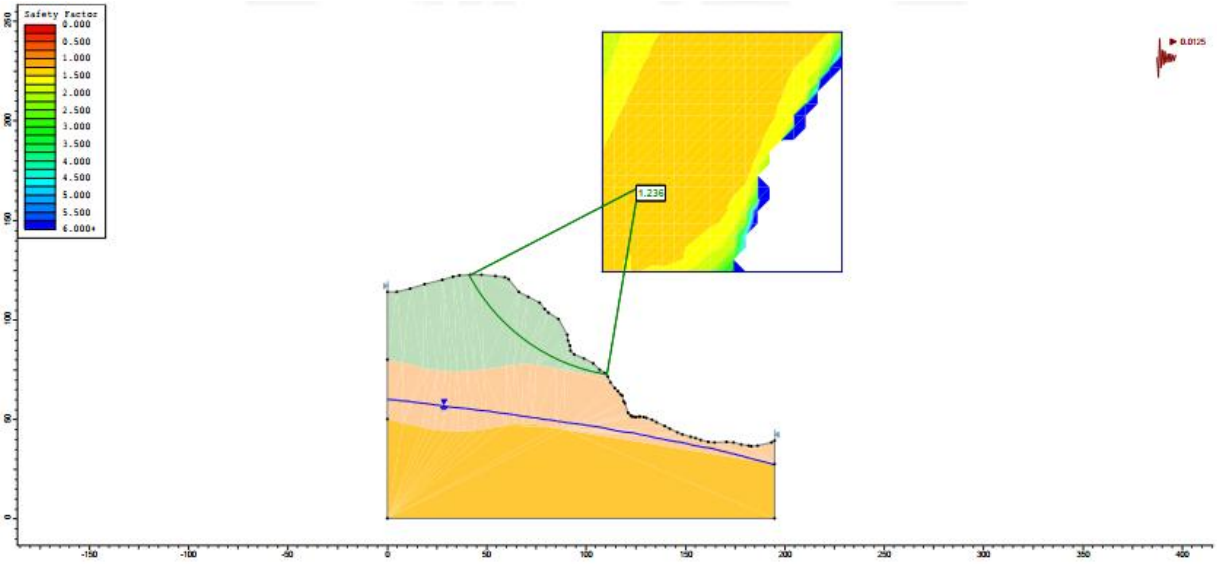
图 3-27 A-A′剖面边坡稳定性分析图



（a）荷载组合 I



（b）荷载组合 II



（c）荷载组合III

图 3-28 B-B′剖面边坡稳定性分析图

表 3-25 历史遗留露天采坑边坡角安全系数计算值

剖面编号	荷载组合	简化 Bishop 法	M-P 法	最小安全系数	是否满足规程要求
A—A′	I	1.148	1.153	1.148	不满足
	II	1.132	1.136	1.132	不满足
	III	1.128	1.132	1.128	不满足
B—B′	I	1.265	1.262	1.262	满足
	II	1.246	1.245	1.245	满足
	III	1.241	1.236	1.236	满足

综上极限平衡计算结果可以看出：

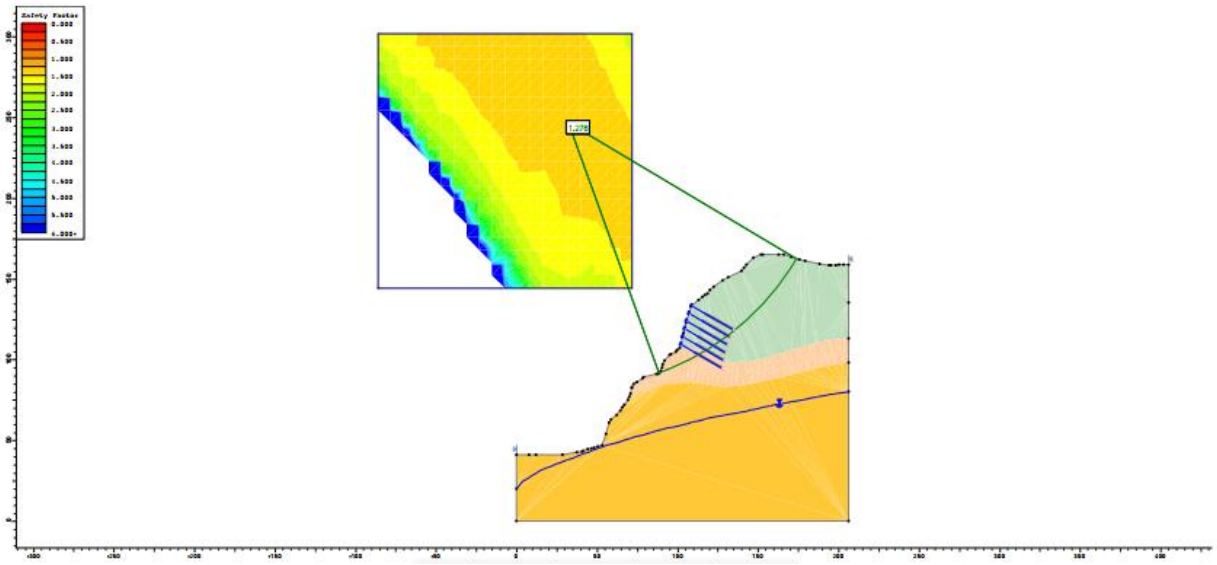
A-A′剖面历史遗留露天采坑边坡参数计算所得安全系数偏低，三种工况荷载组合条件下均不能满足规范要求的稳定安全系数，需要通过进一步采取加固支护措施以满足规范要求，保障开采过程中人员和设备作业安全。

B-B′剖面历史遗留露天采坑边坡参数计算所得安全系数在三种工况荷载组合条件下均可满足规范要求的稳定安全系数，边坡相对较稳定，后续生产过程中应加强安全监测和坡面防护。

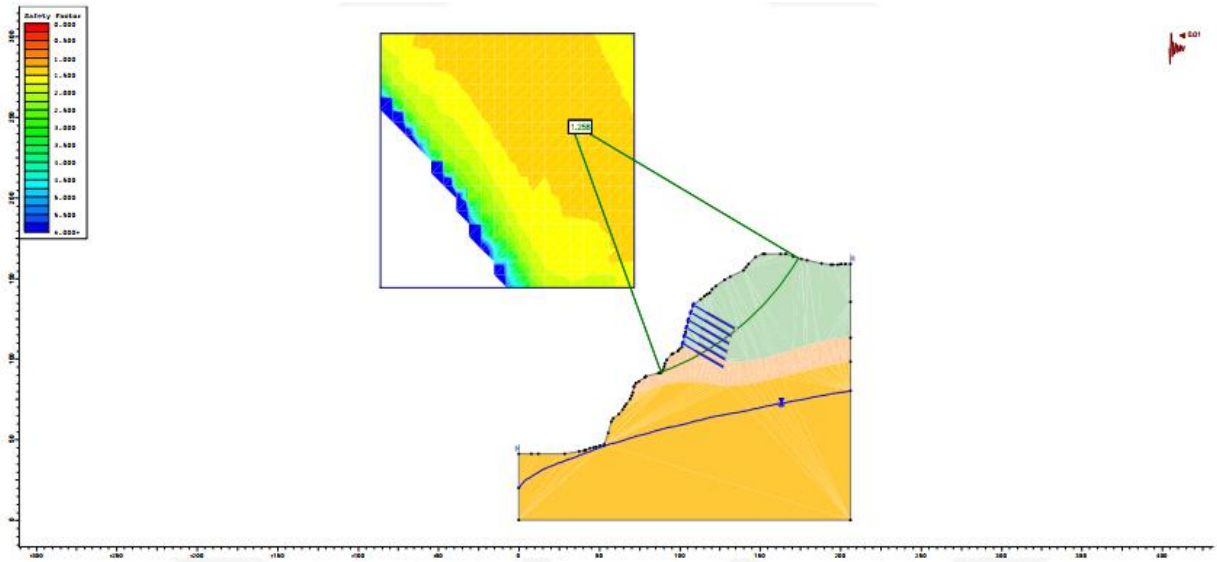
在历史遗留露天采坑边坡上部全-强风化花岗岩地层边坡角度较大位置布置锚索支护，锚索孔直径 90mm，每孔安装 2 根长 20m、直径 15.24mm 钢绞线。实际钢绞线长度根据潜在滑动深度计算确定，确保支护段长度大于滑动带深度。沿边坡面上、下排锚索倾斜排距 3m，水平方向间距 3m，锚索设计拉力值不小于 400kN。

在支护措施实施后，重新进行边帮稳定性分析，评估支护后边坡的安全系数。

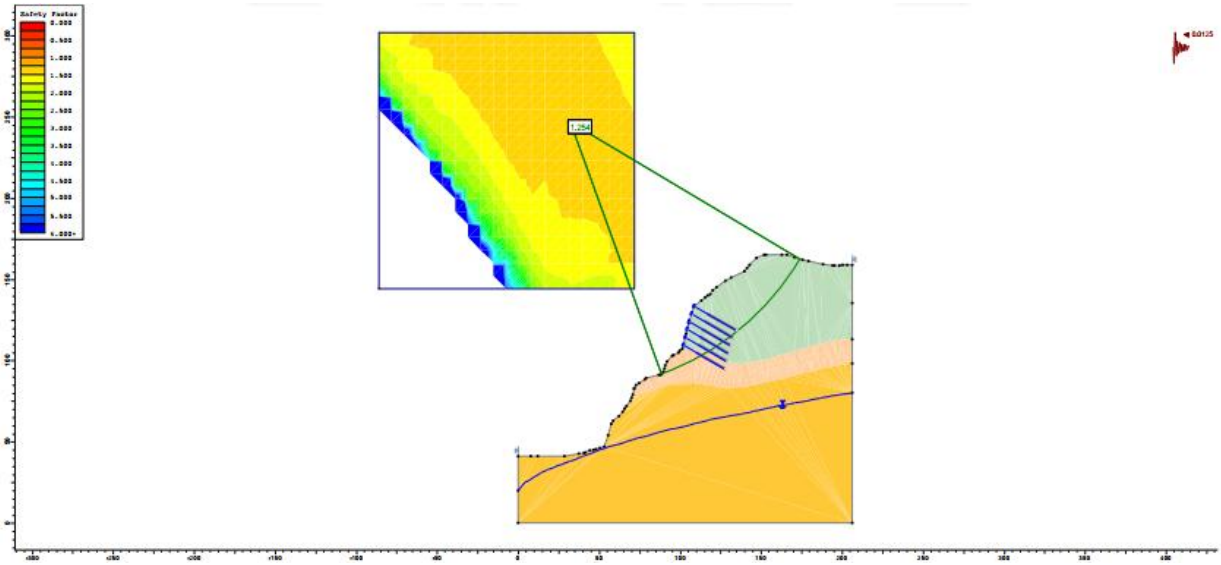
各剖面的安全系数如图所示。



（a）荷载组合Ⅰ



（b）荷载组合Ⅱ



（c）荷载组合Ⅲ

图 3-29 A-A′剖面支护后边坡稳定性分析图

历史遗留露天采坑边坡支护后安全系数计算值汇总结果见表 3-26。

表 3-26 历史遗留露天采坑边坡支护后安全系数计算值

剖面编号	荷载组合	简化 Bishop 法	M-P 法	最小安全系数	是否满足规程要求
A—A′	I	1.278	1.283	1.278	满足
	II	1.258	1.262	1.258	满足
	III	1.254	1.258	1.254	满足

由表 3-26 可知，各工况条件下 A-A′剖面边坡加固后安全系数计算结果均满足规范规定的安全系数需求。通过对边坡采区锚索支护加固措施，历史遗留露天采坑边坡的稳定性得到增强，不稳定的因素得到有效控制，从而保证了边坡稳定和后续开采作业安全。

3.6.5 单元小结

可研中已对临时堆场的选址、排放方式、堆置总高度、台阶高度、安全平台宽度、总边坡角、排水设施等进行了说明，总体符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）等规范的相关要求。

本单元应注意以下问题：

（1）临时堆场建设前应优先完成对原露天采场边坡的加固治理。

（2）下一步设计阶段应对临时堆场排土作业区照明、通信工具和安全警示标志进行细化说明；

（3）应对汽车排土作业安全事项进行说明。

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 3-27。

表 3-27 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	矿山企业应设置安全生产管理机构或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或配备专职安全生产管理人员。	《中华人民共和国安全生产法》第二十四条	设计要求成立以矿长为组长的劳动安全领导小组，成立安全管理机构，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，以及各类安全技术规程、操作规程等。	《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	根据可研要求，企业应按照要求制定全员安全生产责任制，并根据露天采场各工种的要求，制定岗位安全生产责任制以及各岗位安全操作规程，对相关技术操作人员进行规范。安全管理制度应包括安全目标管理制度、安全例会制度、安全生产检查制度、安全教育培训制度、设备安全管理制度、危险源管理制度、隐患排查与整改制度、安全技术措施审批制度、劳动防护用品管理制度、生产安全事故管理制度、应急管理制度、安全生产奖惩制度、安全生产档案管理制度等规章制度。	符合要求
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	根据可研要求，企业应经常对全体员工进行劳动安全与工业卫生教育。	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	可研未明确。	下一阶段设计

序号	检查要求	检查依据	检查情况	检查结果
				中需完善
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	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
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	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
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	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
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	根据可研，矿山应组织编写应急预案，应急预案编写后要报当地应急部门备案，该项目排土场应制订专门的防震和抗震的应急预案。矿山应编制应急救护方案，可与市医疗组织签订协议。	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。	《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
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	根据可研，矿山应组织编写应急预案，并按着规定定期更新和组织演练。	符合要求
11	严格落实职业健康监护工作。用人单位	《非煤矿矿山企业安全	可研未明确。	下一

序号	检查要求	检查依据	检查情况	检查结果
	应当依法组织所有接触职业危害的劳动者进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康检查，建立劳动者职业健康监护档案。	生产许可证实施办法》第六条		阶段设计中需完善
12	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	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
13	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	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
14	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。	《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
15	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）	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

3.7.2 单元小结

可研中已对安全管理机构、安全管理人员、安全管理制度、安全生产责任制及操作规程、应急管理及安全教育进行了规定，总体符合《中华人民共

和国安全生产法》、《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》等相关法律法规的要求。

本单元应注意以下问题：

（1）下一阶段设计应明确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。。

（2）下一阶段设计应明确调换工种的人员，应进行新岗位安全操作的培训。

（3）下一阶段设计应明确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。

（4）下一阶段设计应明确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。

（5）下一阶段设计应明确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。与临近的事故救援组织签订救援协议。

（6）下一阶段设计应明确严格落实职业健康监护工作。用人单位应当依法组织所有接触职业危害的劳动者进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康检查，建立劳动者职业健康监护档案。

（7）下一阶段设计应明确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。

（8）下一阶段设计应明确企业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。

（9）下一阶段设计应明确危险性较大的矿用产品，企业应根据国家有

关规定取得矿用产品安全标志。

（10）下一阶段设计应明确企业需依照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）有关规定足额提取安全生产费用。

（11）企业应定期对安全管理制度、安全责任制及操作规程等进行补充完善。

（12）矿山应有注册安全工程师从事安全生产管理工作。配备的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于从业人数的百分之一配备，并不少于 2 人。

（13）矿山应配备具有采矿、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。

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，根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）表 2 规定，1.5 项爆炸物（E 型或 B 型引爆器、铵油、铵沥蜡炸药等）临界量为 10t。依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）对该项目的起爆器材炸药进行重大危险源辨识，该项目矿山不设炸药库，爆破材料的配送由当地爆破公司负责，不构成重大危险源。

本项目不存在重大危险源。

4 安全对策措施及建议

4.1 总平面布置

（1）矿山第四系覆盖层残坡积土、全、强风化总量较厚，且矿区部分地段由于地质构造的影响，岩石力学强度较低，露天开采过程中易产生不良地质现象，可能发生局部小滑坡或崩塌现象。矿区内未见明显的断裂构造，但花岗岩体的节理裂隙较为发育，岩石的完整性、稳定性相差较大。露天开采过程中易产生不良地质现象，建议在施工过程中加强观测，必要时对边坡角度进行放缓处理或增加台阶预留宽度。

（2）在露天采场裂隙发育、强风化带等地段或新发现断裂破碎带等，应采用护墙、抗滑桩、锚固、喷射混凝土等工程措施，预防边坡岩体发生崩塌。

（3）根据矿冶科技集团有限公司于2023年9月编制了《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》，历史遗留露天采坑边坡参数计算所得安全系数偏低，三种工况荷载组合条件下均不能满足规范要求的稳定安全系数，下一步设计阶段应根据矿冶科技集团有限公司于2023年9月编制的《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》对边坡加固治理措施进行优化；矿山开工建设前应完成历史遗留露天采坑边坡的加固治理工作。

（4）南侧高压线、平安楼及规划扩建区、西南侧露天坑内及露天坑南部存在遗留的石料堆场及进出道路均位于矿山爆破警戒范围内，设计采用机械开采，根据勘探报告，机械开采区矿石饱和抗压强度均＞80MPa，下一步设计阶段应优化上述区域矿山开采方式及机械设备选型。

（5）项目基建和开采过程中，如遇到软弱岩层，应及时采取对边坡进行加固处理等防范险措施，确保安全生产。

（6）在开采过程中，随着边坡岩体信息的逐步揭露，建议加强边坡地质资料的收集、分析工作，加强工程岩体认识的基础工作，为每年的边坡稳定性分析提供可靠的依据。

（7）企业基建及开采过程中应加强矿区的巡查及安全管理，无关人员严禁进入采区；矿山开采作业应重视对周边建构筑物的影响，严禁在非爆破开采区域进行爆破活动；爆破作业前应做好警示警戒，撤离人员及设备确保安全后方可进行爆破。

（8）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支护处理或采取其他除险措施，保证项目在基建和开采过程中边坡稳定。

（9）根据《电力设施保护条例实施细则》第十条规定，下一步设计阶段应对矿山开采爆破作业对南北两侧高压线的安全影响进行安全论证，并征得当地电力设施管理部门的书面同意，报经政府有关管理部门批准，方可进行爆破作业。

4.2 开拓运输

（1）矿山运矿道路设计为二级露天矿山道路，下一阶段设计需对露天矿山道路相关参数进行详细设计，如：最小平曲线半径、回头曲线半径、停车视距、会车视距、最小竖曲线半径和长度等进行说明。

（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）下一阶段设计中需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。

4.3 采剥单元

（1）露天开采时，应对不稳定边坡、局部风化严重坡度较大的区域采取削坡或加固措施，防范局部滑坡和滚石，同时对采场边坡进行监测，加强监测系统的日常管理和维护。

（2）针对历史遗留露天采坑加固边坡，建议补充表面位移、裂缝宽度、深部位移等监测措施进行在线监测，定期进行边坡巡检，加强在线监测数据分析，根据监测数据进行边坡稳定性动态评估。

（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支护处理或采取其他除险措施，保证项目在基建和开采过程中边坡稳定。

（4）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。

（5）下一阶段设计需明确：邻近最终边坡作业应采用控制爆破减震，并保持台阶的安全坡面角，严禁超挖坡底。

（6）下一阶段设计需明确：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。

（7）下一阶段设计需补充矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度；针对暴雨对边坡稳定性的影响较大，下一阶段设计应明确暴雨和强降雨后边坡检查的相关要求。矿山每 5 年至少进行一次边坡稳定性分析，当开采过程中边坡高度超过 100m 后，应当每年进行一次边坡稳定性分析。

（8）下阶段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；下阶段设计应按照《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》对露天采场边坡的在线监测设施进行详细设计，对承受水压的边坡应进行水压监测。

（9）下一阶段设计需对采场照明进行详细设计，保障采场照明满足规范要求。

（10）下一步设计阶段应根据《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）有关规定，细化细化边坡监测系统设置情况，明确边坡安全监测应测项为表面位移监测、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，边坡表面变形监测推荐使用地基干涉雷达（边坡雷达）、全球导航卫星系统（GNSS）一种或两种方式对边坡进行监测。

（11）在靠近最终帮时，采用小孔径的炮孔，降低炮孔装药量，采取逐孔起爆技术，将最大同段药量降到最低。

（12）本项目采用深孔台阶爆破，下一步设计阶段应明确爆破警戒范围，对现场避炮设施和爆破警戒进行设计。

（13）每次爆破作业严格按照要求设置爆破警戒范围，无关人员及设备撤出至安全地点，并在主要通道口设置岗警戒禁止无关人员进入，并严格控制单段最大装药量，确保爆破作业安全。

（14）矿岩爆破作业后应先清除边坡上的孤石、浮石，待清除完成后方可进入采场进行下一步作业。

（15）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，提出安全对策措施。

（16）花岗岩爆破，其结构面对爆破效果和爆破安全的影响比一般矿岩的要大，设计需予以重视，下一步设计阶段应开展岩石可爆性专题研究。

（17）下一阶段设计应矿岩的铲装、运输提出明确安全要求。

（18）本项目涉及多个台阶同时开采，下一阶段设计应明确安全措施，开采作业应统一指挥、互不影响。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。

（19）雨季加强对采场边帮的安全检查，如有滑坡危险，及时撤离危险区的人员。

4.4 矿山供配电设施

（1）该矿山 115m 以下为凹陷开采，属于有淹没危险环境露天矿，下一步设计阶段应明确排水泵为一级负荷，优化矿山供电，一级负荷应由双重电源供电。

（2）建议下一设计阶段对矿山电力负荷的等级划分进行说明，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，明确新建高压配电室变压器配置要求，保证矿山各级负荷的供电。

（3）建议下一设计阶段对采场主接地极和采矿场的架空供电线路防雷接地的设置进行设计说明。

（4）安全设施设计应进一步明确采场内工作地点照明的具体位置。

4.5 防排水

（1）本项目属于大型露天矿山，应建立水文地质资料档案。

（2）下一阶段设计中需对采场边坡台阶排水沟进行详细设计，并对各排水沟的防排水能力进行核算。

（3）下一阶段设计中，应明确封闭圈截排水沟参数，并进行防排水能力校核。

（4）下一阶段设计中需对防洪标准进行明确。

（5）在边坡开采过程中，建议及时采取排水措施，防止水位降低、引起边坡渗流场和应力场失衡，避免出现边坡垮塌安全隐患。

（6）雨季应加强降雨量监测，及时做好防排水的准备工作，加强对排水设备的维护与检修，保证在雨季时排水设备的正常运行。做好防洪工程的检查和维修工作，及时修复被冲毁地段，清除淤积堵塞物，在雨季应有专人

值班巡查。

（7）在外围雨水可能汇入的露天采场边坡上部设截水沟。

4.6 排土场

（1）临时堆场建设前应优先完成对原露天采场边坡的加固治理。

（2）下一步设计阶段应对临时堆场排土作业区照明、通信工具和安全警示标志进行细化说明；

（3）应对汽车排土作业安全事项进行说明。

4.7 安全管理及其他对策措施

（1）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。

（2）矿山采场边坡高度大于 100m 后，应当逐年进行边坡稳定性分析。

（3）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。

（4）企业应当配备安全总监，应当配备相关专业中专以上学历或者中级以上专业技术职称的专职技术人员。

（5）下一阶段设计应明确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。。

（6）下一阶段设计应明确调换工种的人员，应进行新岗位安全操作的培训。

（7）下一阶段设计应明确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。

（8）下一阶段设计应明确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。

（9）下一阶段设计应明确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。与临近的事故救援组织签订救援协议。

（10）下一阶段设计应明确严格落实职业健康监护工作。用人单位应当依法组织所有接触职业危害的劳动者进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康检查，建立劳动者职业健康监护档案。

（11）下一阶段设计应明确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。

（12）下一阶段设计应明确企业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。

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

（14）下一阶段设计应明确企业需依照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）有关规定足额提取安全生产费用。

（15）企业应定期对安全管理制度、安全责任制及操作规程等进行补充完善。

（16）矿山应有注册安全工程师从事安全生产管理工作。配备的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于从业人数的百分之一配备，并不少于 2 人。

（17）矿山应配备具有采矿、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。

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、粉尘、噪声与振动、中毒窒息等。

本项目不存在重大危险源。

5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素

（1）采场边坡坍塌和滑坡；

（2）爆破器材运输、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）矿山第四系覆盖层残坡积土、全、强风化总量较厚，且矿区部分地段由于地质构造的影响，岩石力学强度较低，露天开采过程中易产生不良地质现象，可能发生局部小滑坡或崩塌现象。矿区内未见明显的断裂构造，但花岗岩体的节理裂隙较为发育，岩石的完整性、稳定性相差较大。露天开采过程中易产生不良地质现象，建议在施工过程中加强观测，必要时对边坡角度进行放缓处理或增加台阶预留宽度。

（2）在露天采场裂隙发育、强风化带等地段或新发现断裂破碎带等，应采用护墙、抗滑桩、锚固、喷射混凝土等工程措施，预防边坡岩体发生崩塌。

（3）根据矿冶科技集团有限公司于2023年9月编制了《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》，历史遗留露天采坑边坡参数计算所得安全系数偏低，三种工况荷载组合条件下均不能满足规范要求的稳定安全系数，下一步设计阶段应根据

矿冶科技集团有限公司于2023年9月编制的《中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿露天边坡稳定性研究》对边坡加固治理措施进行优化；矿山开工建设前应完成历史遗留露天采坑边坡的加固治理工作。

（4）南侧高压线、平安楼及规划扩建区、西南侧露天坑内及露天坑南部存在遗留的石料堆场及进出道路均位于矿山爆破警戒范围内，设计采用机械开采，根据勘探报告，机械开采区矿石饱和抗压强度均＞80MPa，下一步设计阶段应优化上述区域矿山开采方式及机械设备选型。

（5）根据《电力设施保护条例实施细则》第十条规定，下一步设计阶段应对矿山开采爆破作业对南北两侧高压线的安全影响进行安全论证，并征得当地电力设施管理部门的书面同意，报经政府有关管理部门批准，方可进行爆破作业。

（6）针对历史遗留露天采坑加固边坡，建议补充表面位移、裂缝宽度、深部位移等监测措施进行在线监测，定期进行边坡巡检，加强在线监测数据分析，根据监测数据进行边坡稳定性动态评估。

（7）下一步设计阶段应根据《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）有关规定，细化细化边坡监测系统设置情况，明确边坡安全监测应测项为表面位移监测、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，边坡表面变形监测推荐使用地基干涉雷达（边坡雷达）、全球导航卫星系统（GNSS）一种或两种方式对边坡进行监测。

（8）该矿山115m以下为凹陷开采，属于有淹没危险环境露天矿，下一步设计阶段应明确排水泵为一级负荷，优化矿山供电，一级负荷应由双重电源供电。

（9）建议下一设计阶段对采场主接地极和采矿场的架空供电线路防雷接地的设置进行设计说明。

（10）下一阶段设计中需对采场边坡台阶排水沟进行详细设计，并对各排水沟的防排水能力进行核算。

（11）下一阶段设计中，应明确封闭圈截排水沟参数，并进行防排水能力校核。

（12）临时堆场建设前应优先完成对原露天采场边坡的加固治理。

（13）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。

（14）矿山采场边坡高度大于 100m 后，应当逐年进行边坡稳定性分析。

（15）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。

（16）企业应当配备安全总监，应当配备相关专业中专以上学历或者中级以上专业技术职称的专职技术人员。

（17）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。

（18）矿山应有注册安全工程师从事安全生产管理工作。配备的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于从业人数的百分之一配备，并不少于 2 人。

（19）矿山应配备具有采矿、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。

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总平面布置、开拓运输系统、采矿工艺、矿山供配电、防排水以及安全管理单元进行了安全预评价。

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，中电建智都城市投资有限公司广州市花都区花山镇城西石场建筑用花岗岩矿项目采矿工程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）安全评价委托书

（2）营业执照

（3）采矿许可证

（4）项目可行性研究报告封皮、扉页

（5）边坡稳定性研究报告封皮、扉页

（6）《广东省广州市花都区城西石场建筑用花岗岩矿勘探报告》封皮、扉页

（7）高边坡稳定性岩土工程勘察报告封皮、扉页

附图

（1）矿区地形地质图

（2）0 号勘探线剖面图

（3）4 号勘探线剖面图

（4）基建终了图

（5）露天开采终了图

（6）采矿方法图（爆破）

（7）采矿方法图（机械）

（8）采场供电系统图

（9）总体布置图

（10）基建终了总平面图

（11）临时堆场最终境界平面图