



国信安科
GXAK TECHNOLOGY

编号：AK25011702

牡丹江北方远东水泥有限公司
水泥用大理岩矿采矿工程
安全预评价报告

(审定稿)

北京国信安技术有限公司

证书编号：APJ-（京）-003

二零二五年二月

牡丹江北方远东水泥有限公司

水泥用大理岩矿采矿工程

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：全永志

2025年2月

(安全评价机构公章)

牡丹江北方远东水泥有限公司
水泥用大理岩矿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	全永志	0800000000202661	006581	机械	
项目组成员	吴永刚	1500000000300015	027297	采矿	
	于跟波	1500000000301110	025715	通风	
	孙胜利	1700000000100026	013500	电气	
	韩金峰	1500000000300763	025448	安全	
	崔旋	1200000000300736	023439	水工结构	
	王明燕	1100000000300670	019338	地质	
报告编制人	全永志	0800000000202661	006581	机械	
	韩金峰	1500000000300763	025448	安全	
报告审核人	徐伟兰	1100000000303070	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

牡丹江北方远东水泥有限公司成立于 2005 年 4 月 14 日，注册地址为黑龙江省林口县古城镇四村，注册资本为 36400 万元。公司主要经营范围：通用水泥 42.5（粉磨站）生产，水泥销售，大理岩开采、加工、销售。

牡丹江北方远东水泥有限公司于 2020 年通过招标方式取得黑龙江省林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿（拟出让范围）。2020 年 12 月牡丹江市自然资源局对相邻的两个矿进行整合。企业在 2021 年 5 月 17 日取得了水泥生产线的企业投资项目备案（项目代码:2105-231025-04-01-401438），并开始水泥厂的建设，企业于 2022 年 10 月 17 日取得整合后的采矿许可证（C2300002009047120010385），矿区范围由 14 个拐点组成；矿区面积 0.6984km²；开采标高：+450m~+200m，开采矿种：大理岩；开采方式：露天开采；生产规模：85 万立方米/年；有效期限：自 2022 年 10 月 17 日至 2052 年 10 月 17 日；发证机关：牡丹江市自然资源局。

矿区位于牡丹江市林口县建堂乡大盘道村南东约 3km，小盘道村西南约 1km，隶属建堂乡管辖。2024 年 9 月，苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司编制了《牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿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 85×10⁴m³/a（225×10⁴t/a），矿山服务年限为 34a，基建期 1a，项目性质为新建。

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，牡丹江北方远东水泥有限公司委托我公司（北京国信安技术有限公司）对该公司水泥用大理岩矿采矿工程进行安全预评价。我公司接受委托后立即组建了安全评价小组，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，对该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牡丹江北方远东水泥有限公司有关人员的大力支持，在此一并表示感谢！

目录

1 评价对象与依据	3
1.1 评价对象和范围	3
1.2 评价依据	3
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	18
2.3 建设项目地质概况	19
2.4 工程建设方案概况	31
3 定性定量评价	53
3.1 总平面布置单元	54
3.2 开拓运输单元	63
3.3 采剥单元	70
3.4 矿山供配电设施单元	126
3.5 防排水单元	133
3.6 排土场单元	138
3.7 腐殖土堆场单元	169
3.8 安全管理及其他单元	169
3.9 重大危险源辨识单元	173
4 安全对策措施及建议	175
4.1 总平面布置	175
4.2 开拓运输	176
4.3 采剥单元	176

4.4 矿山供配电设施	178
4.5 防排水	179
4.6 排土场	179
4.7 腐殖土堆场	179
4.8 安全管理及其他对策措施	179
5 评价结论	181
5.1 该项目存在的主要危险、有害因素	181
5.2 该项目应重点防范的重大危险、有害因素	181
5.3 应重视的安全对策措施建议	181
5.4 评价结果综述	182
5.5 安全预评价结论	183
附件	184
附图	185

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

评价对象为：牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿采矿工程。

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、排土场及安全管理等。

本评价报告主要对评价范围内的安全设施进行评价，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

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

(2)《中华人民共和国矿山安全法》(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)

(3)《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）

(4)《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）

(5)《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）

1.2.1.2 行政法规

(1)《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）

(2)《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）

(3)《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)

(4)《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)

(5)《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)

(6)《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)

1.2.1.3 地方行政法规

(1)《黑龙江省安全生产条例》(2014 年 12 月 17 日黑龙江省第十二届人民代表大会常务委员会第十六次会议通过。根据 2018 年 4 月 26 日黑龙江省第十三届人民代表大会常务委员会第三次会议《黑龙江省人民代表大会常务委员会关于废止和修改〈黑龙江省统计监督处罚条例〉等 72 部地方性法规的决定》修正。2022 年 8 月 26 日黑龙江省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修订)

1.2.1.4 部门规章

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

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

(3)《生产经营单位安全培训规定》(原国家安全生产监督管理总局令

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

（4）《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）

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

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

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

（8）《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）

（9）《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）

（10）《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）

（11）《矿山救援规程》（中华人民共和国应急管理部令第16号，自2024年7月1日起施行）

1.2.1.5 规范性文件

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

(2)《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)

(3)《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)

(4)《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)

(5)《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)

(6)《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)

(7)《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)

(8)《国家矿山安全监察局关于印发<执行安全标志管理的矿用产品目录>的通知》(矿安〔2022〕123号)

(9)《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)

(10)国家矿山安全监察局关于印发《防范非煤矿山典型多发事故六十条措施》的通知(矿安〔2023〕124号)

(11)国务院安全生产委员会印发《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》的通知(安委〔2024〕1号)

(12)《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》(矿安〔2024〕41号)

(13)《国家矿山安全监察局关于进一步加强非煤矿山安全生产行政许

可工作的通知》（矿安〔2024〕70号）

1.2.2 标准规范

- (1) 《企业职工伤亡事故分类》（GB/T 6441-1986）
- (2) 《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）
- (3) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
- (4) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）
- (5) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
- (6) 《矿山安全标志》（GB/T14161-2008）
- (7) 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T 12801-2008）
- (8) 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- (9) 《水泥原料矿山工程设计规范》（GB50598-2010）
- (10) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010〔2024年版〕）
- (11) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
- (12) 《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）
- (13) 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- (14) 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）
- (15) 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）
- (16) 《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）
- (17) 《爆破安全规程》（GB6722-2014）
- (18) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014〔2018年版〕）
- (19) 《有色金属矿山排土场设计标准》（GB 50421-2018）
- (20) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）
- (21) 《防洪标准》（GB 50201-2014）
- (22) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）
- (23) 《用电安全导则》（GB/T13869-2017）
- (24) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）

- (25) 《矿山电力设计标准》(GB50070-2020)
- (26) 《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)
- (27) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)
- (28) 《滑坡防治设计规范》(GB/T 38509-2020)
- (29) 《个体防护装备配备规范第 1 部分：总则》(GB 39800.1-2020)
- (30) 《个体防护装备配备规范第 4 部分：非煤矿山》(GB 39800.4-2020)
- (31) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022)
- (32) 《建筑防火通用规范》(GB 55037-2022)
- (33) 《消防设施通用规范》(GB 55036-2022)
- (34) 《金属非金属矿山排土场安全生产规则》(AQ2005-2005)
- (35) 《安全评价通则》(AQ8001-2007)
- (36) 《安全预评价导则》(AQ8002-2007)
- (37) 《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(KA/T2063-2018)
- (38) 《民用爆炸物品重大危险源辨识》(WJ/T9093-2018)
- (39) 《矿坑涌水量预测计算规程》(DZ/T 0342-2020)
- (40) 《个体防护装备安全管理规范》(AQ 6111—2023)

1.2.3 建设项目技术资料

(1) 《牡丹江北方远东水泥有限公司林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿（整合矿区范围）资源量核实报告》矿产资源储量评审意见书（2021年2月25日）

(2) 《牡丹江北方远东水泥有限公司林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿（整合矿区范围）资源量核实报告》矿产资源储量评审备案的复函（牡自然资储备字〔2021〕2号）

(3)《牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿采矿工程可行性研究报告》(苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司, 2024年9月)

(4)《牡丹江北方远东水泥有限公司熟料生产线项目矿山工程地质补充勘探(排土场)岩土工程勘察报告》(沈阳建材地质工程勘察院有限公司, 2024年9月)

(5)《牡丹江北方远东水泥有限公司熟料生产线项目矿山工程地质补充勘探项目边坡工程勘察报告》(沈阳建材地质工程勘察院有限公司, 2024年10月)

(6)《牡丹江北方远东水泥有限公司黑龙江省林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿边坡稳定性研究报告》(应急管理部信息研究院, 2024年12月)

(7)《牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场稳定性研究报告》(应急管理部信息研究院, 2025年1月)

1.2.4 其他评价依据

- (1) 建设项目安全预评价委托书
- (2) 企业提供的其他基础资料

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

项目建设单位：牡丹江北方远东水泥有限公司

统一社会信用代码：91231025772606352J

企业类型：有限责任公司

企业地址：林口县古城镇四村

法定代表人：石国刚

注册资本：36400 万元人民币

成立日期：2005 年 04 月 14 日

经营范围：通用水泥 42.5(粉磨站)生产，水泥销售，大理岩开采、加工、销售。

2014 年 10 月北方水泥收购林口县森泉水泥有限责任公司，并更名为“牡丹江北方远东水泥有限公司”。牡丹江北方远东水泥有限公司（简称北方远东水泥）是北方水泥的全资子公司。

北方水泥有限公司是中国建材集团在北方区域着力打造的大型水泥企业。市场区域主要在我国北方地区，目前已成为东北地区极具影响力的大型水泥生产企业。公司注册资本 40 亿元，旗下水泥企业 70 余户，现有水泥熟料产能超过 5000 万吨。

牡丹江北方远东水泥有限公司于 2020 年通过招标方式取得黑龙江省林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿（拟出让范围）。2020 年 12 月牡丹江市自然资源局对相邻的两个矿进行整合。企业在 2021 年 5 月 17 日取得了水泥生产线的企业投资项目备案（项目代码:2105-231025-04-01-401438），并开始水泥厂的建设，企业于 2022 年 10 月 17 日取得整合后的采矿许可证（C2300002009047120010385），矿区范围由 14 个拐点组成；矿区面积 0.6984km²；开采标高：+450m~+200m，开采矿种：大理岩；开采方式：露

天开采；生产规模：85 万立方米/年；有效期限：自 2022 年 10 月 17 日至 2052 年 10 月 17 日；发证机关：牡丹江市自然资源局。

牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿为新建矿山。2024 年 9 月，苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司编制了《牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿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 $85 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ($225 \times 10^4 \text{t}/\text{a}$)，矿山服务年限为 34a，基建期 1a。

矿区位于林口县建堂乡大盘道村南东约 3km，小盘道村西南约 1km，隶属建堂乡管辖。地理坐标：东经 $130^\circ 04' 30''$ ，北纬 $45^\circ 37' 40''$ ，矿区距牡（丹江）佳（木斯）铁路古城火车站直距 33km，距林口火车站直距 41km。东侧有方（正）虎（林）公路通过，交通方便。

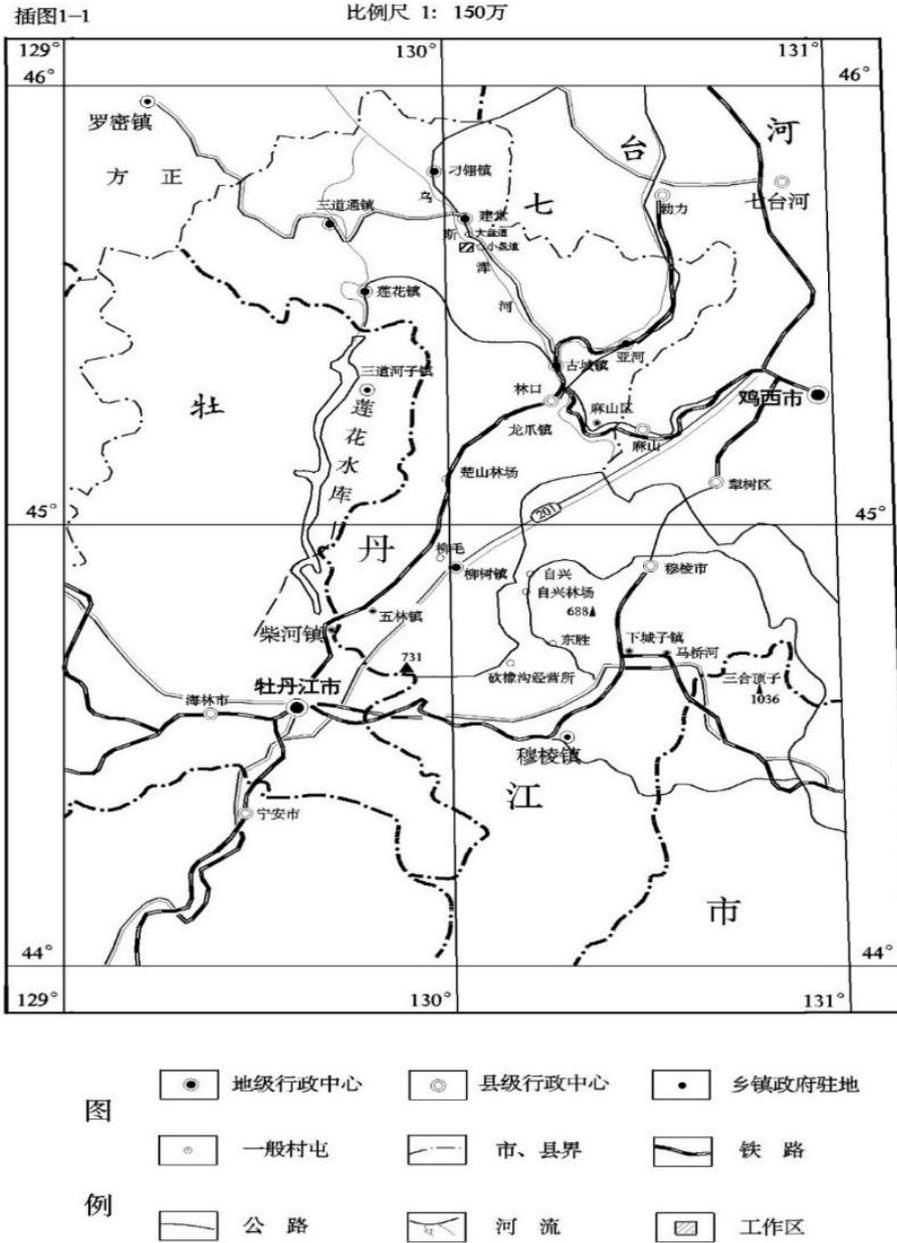


图 2.1-1 交通位置图

现场踏勘矿区周边情况如下：

项目用地主要为林地，不占用永久基本农田和生态保护红线。项目不涉及饮用水水源保护区。

矿区周边 1km 范围内无铁路设施；200m 范围内无输油管线；300m 范围内无风景名胜、自然保护区和高速公路；300m 范围内无乡级及以上道路。矿区周边环境卫星图及矿区周边环境示意图见图 2.1-2、图 2.1-3。



图 2.1-2 周边环境卫星图

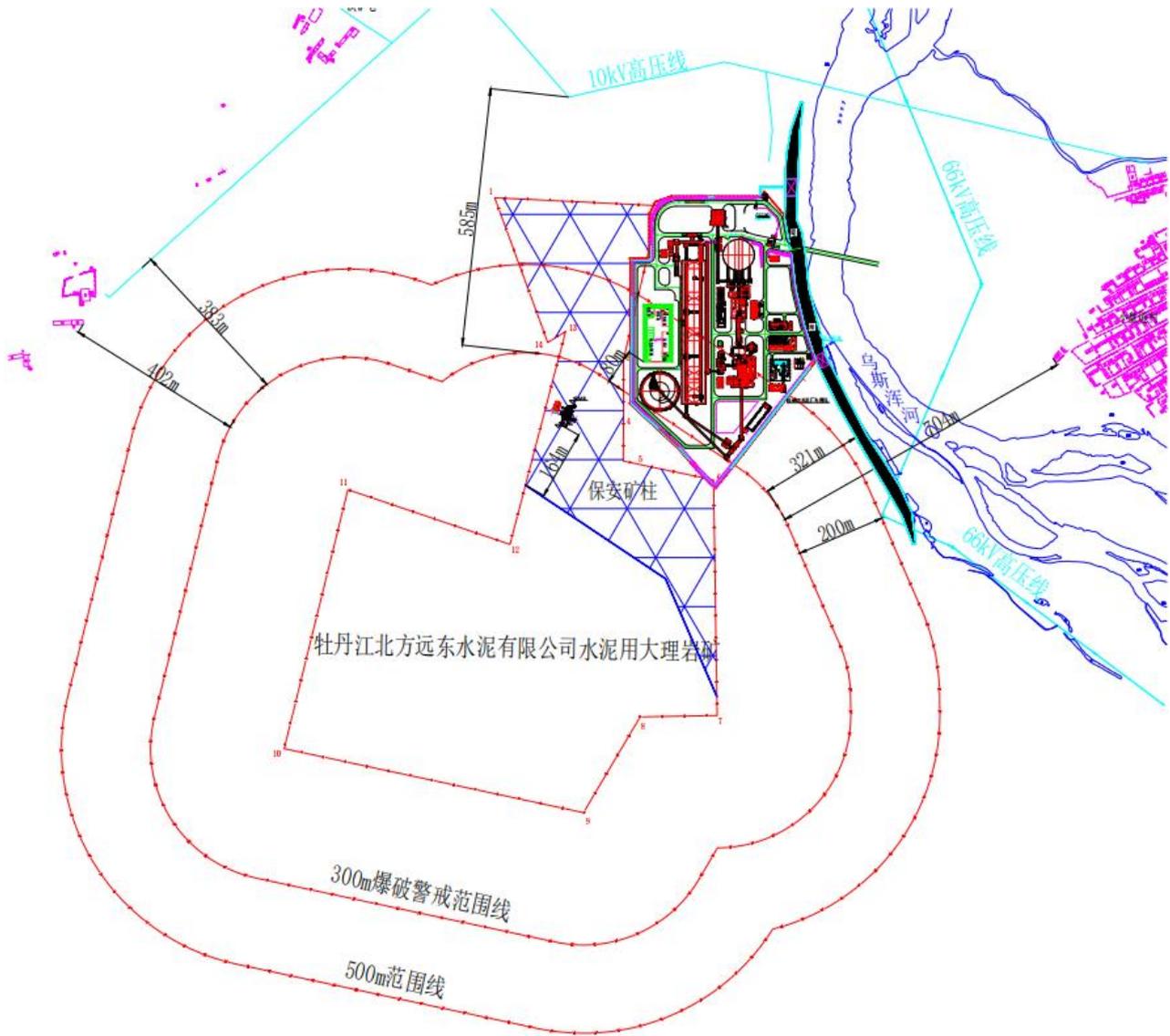


图 2.1-3 矿区周边环境示意图

因配套水泥厂的建设以及 66kV 高压线分布情况，矿区北侧设置了保安矿柱，结合矿山开采范围及 300m 爆破警戒范围的情况，周边设施与爆破警戒范围的关系如下：

(1) 高压线

矿区东侧 66kV 高压线距离爆破警戒范围 200m（距离矿区开采范围 500m）。

矿区北侧 10kV 高压线距离爆破警戒范围 585m（距离矿区开采范围

885m)。

矿区西侧 10kV 高压线距离爆破警戒范围 383m (距离矿区开采范围 683m)。

(2) 房屋

矿区周边较为空旷，矿区范围东侧的小盘道村距离爆破警戒范围 704m，西北侧的铁矿屯距离爆破警戒范围 402m。

(3) 生产设施

水泥厂目前主体建构物已完成建设 (布置在矿区范围内的粗碎车间尚未建设)，水泥厂毗邻矿区范围。水泥厂内设施 (除拟建的粗碎车间外) 均在 300m 爆破警戒线范围以外。

为减少生产成本，水泥厂配套的粗碎车间布置在矿区范围内，距离开采范围约 164m。粗碎车间主要布置有单段锤式破碎机、板式给料机、波辊给料机、胶带输送机、除尘设备等相关设施，所有设备均采用 DCS 控制，由水泥厂中控室控制启停，并对运行情况进行远程监控，粗碎车间可做到无人值守，矿山采用控制爆破，对其无影响。

(4) 矿山工业场地

拟建矿山工业场地位于水泥厂内西侧空地，主要包括办公楼、机修车间及材料库、水泵房等辅助生产设施，距离爆破警戒范围线 80m。

(5) 山间小路

矿区范围内分布了多条山间小路，主要为原林场和勘探的便道，为土路，目前均已废弃。

(6) 农田

矿区周围有部分农田分布，企业声明为周围农民开垦的荒地，非基本农田。



图 2.1-4 矿区周边农田卫星图

(7) 河流

矿区东侧有乌斯浑河，由南向北流经矿区的东部，河面宽 30~50m，水深 1m 左右，最深处 3.60m，河流距离爆破警戒范围线 321m。

(8) 周边矿权

矿区周边 300m 范围内无采矿权，最近采矿权为黑龙江大盘道矿业有限公司林口县大盘道铁矿，最近距离 660m。该铁矿采用地下开采，生产规模 30 万 t/a，开采标高由+398.4m~+77.8m，相互无影响。周边矿权见图 2.1-5。

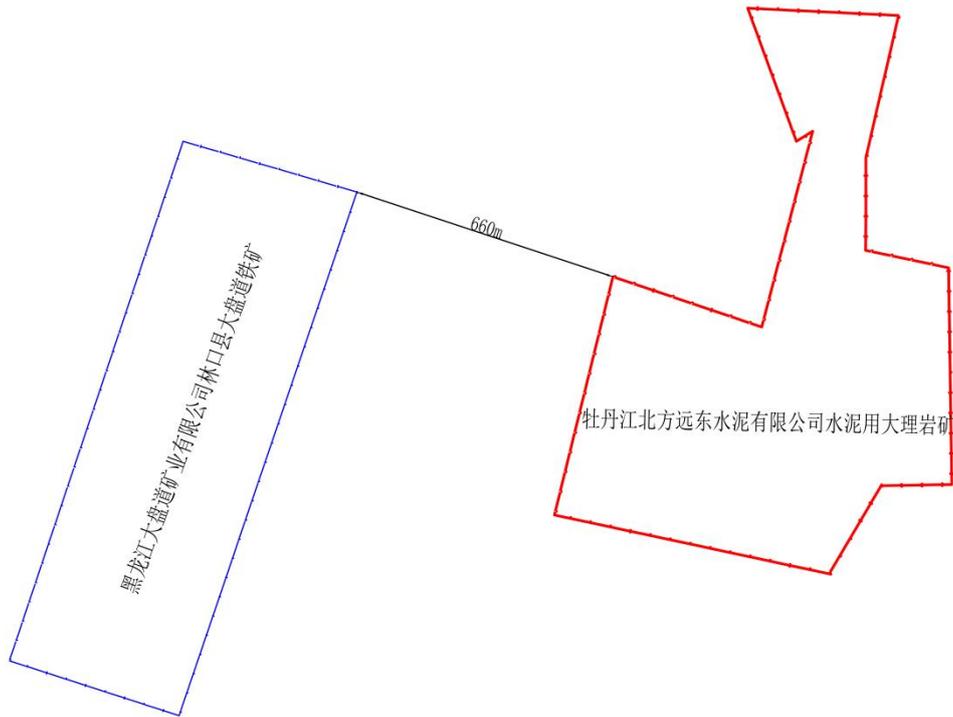


图 2.1-5 周边矿权示意图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

矿区位于老爷岭山脉的西南侧，为低山丘陵地形，低山陡坡地貌特征。

矿区东部为乌斯浑河，矿区为地势南高北低的北北东向山脊。

2.2.2 气候

矿区地处中温带，属大陆性季风气候。四季气候差异很大，尤以冬夏最为明显，主要特点是春季大风干旱，夏季多雨内涝，秋季低温早霜，冬季干燥寒冷。年平均气温 2.5℃，最冷月是 1 月，平均气温为-19.5℃，极端最低气温-39.7℃，最热是 7 月，平均气温是 21℃，极端最高气温 37.0℃，年内气温变化大。年日照时数在 2600 小时左右，无霜期为 110~135d。冬季由于受西伯利亚和蒙古高寒气压影响，气候寒冷而干燥，低温期长达 6 个月之久，最大积雪厚度为 1.05m，平均冻结深度 1.5m；夏季受海洋季风影响，炎热多雨，一般积温多在 21~28℃之间，盛行东南或西南季风，降水量大而集中。经常有暴雨和冰雹，个别年份产生洪涝，也有极少年份产生伏旱现

象。年平均降水量为 567.3mm，多集中在 6、7、8 月份，尤以 8 月为甚。大盘道站年平均蒸发量为 692.4mm。

乌斯浑河临近矿区，在矿区外东南侧穿过，是牡丹江右岸较大的一级支流，发源于林口县中部宝林乡大楚山，全长 154km，流域面积 4245km²，落差为 253.0m，河道比降约为 1/600，多年平均径流量为 6.37 亿 m³，大盘道站枯水期流量为 3.61m³/s。矿区历史最高洪水位 185.48m(1991 年)。

2.2.3 地震

矿区及附近周围无地震活动历史。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)和《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)的划分，本区场地震动峰值加速度为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s。地震烈度为 VI 度，判定该区为稳定区。

2.3 建设项目地质概况

2.3.1 矿区地质概况

(1) 地层

矿区出露地层有中—上元古界麻山岩群西麻山岩组 (Pt_{1x})、兴东岩群大盘道岩组 (Pt_{2-3d}) 和第四系全新统 (Q₄)，现分述如下：

1) 中—上元古界麻山岩群西麻山岩组 (Pt_{2-3x})

分布在矿区东部一带，区内仅见灰色、灰黑色云母片岩、红柱石云英片岩及二云石英片岩等，厚度大于 445m。

2) 中—上元古界兴东岩群大盘道岩组 (Pt_{2-3d})

分布于矿区中部大部分，岩性复杂，岩性主要为透闪白云石大理岩、绢云石英片岩、大理岩、含磁铁石英片岩、白云石大理岩等，倾向北西，倾角 40~65°，是主要的含矿层位，水泥用大理岩矿体即产于该层位。厚度大于 526m。

3) 新生界第四系全新统(Q₄)

广泛分布全区，由腐殖土、亚粘土、砂砾石、大理岩碎块和绢云母石英片岩组成，厚度在 0.00~12.50m。山坡厚 1~3.0m，低洼处较厚。

(2) 构造

矿区发育一褶皱和两条断层，其特征分述如下：

1) 褶皱

矿床位于西北楞复式背斜西翼，系总体走向北北东—南南西，倾向北西的单斜构造。一般倾角在 40~60°之间，局部变缓(25~40°)或变陡(60~80°)。次一级褶皱较发育，局部倾向北北东或北东。

2) 断裂

①断层:矿区有二条近东西走向的断层(F₁、F₂)，F₁位于南部，长 360m，总体倾向北北东倾角 33°，下盘相对东移，断层面呈舒缓波状。断层北侧大理岩层与南侧绢云石英片岩为断层接触。该断层在矿床西南部，由南向北以 33°倾角切断矿体,沿断裂有电气石花岗伟晶岩脉侵入。F₂位于西北部，长约 650m。北盘相对西移，南盘相对东移，横切中—上元古界大盘道岩组地层的上部层位。

②节理裂隙:地表节理、裂隙较发育深部减少。节理主要为北西向和北东向两组压性剪切节理，节理面较平直，倾角多在 65~85°之间。裂隙主要为地表次级小褶曲构造和风化所致。节理可分为以下三组:第一组产状 222°∠85°，发育；第二组产状 189°∠68°，较发育；第三组产状 5°∠87°，较发育。

(3) 岩浆岩

脉岩较发育，主要为电气石花岗伟晶岩脉。次为蚀变闪长玢岩、闪斜煌斑岩及石英等。

1) 电气石花岗伟晶岩脉(ρ)

经统计共有 16 条，除 ρ-2、ρ-10、ρ-11 及部分 ρ-7 外，其余均分布在开采境界线之外。主要由石英(40%)、斜长石(35%)、正长石(15%)组成，含少

量电气石(2-5%)和微量白云母。具粗粒花岗伟晶结构，块状构造。第二条伟晶岩脉(p-2)由矿体南部侵入到矿体下部，并有许多分枝细脉穿入到矿体中。在 ZK3307、ZK3302、ZK3304、QK3312 及 ZK3504 等个别工程中，可见到大理岩与伟晶岩脉接触部位产生硅化蚀变现象。蚀变带宽 2~4m，最宽 7.63m，SiO₂ 含量一般 7.00~15.00%，最高 24.01%。

2) 其它脉岩

矿区内有蚀变闪长玢岩、闪斜煌斑岩及石英脉 19 条小细脉。

(4) 岩土层分布与性质

场地勘探孔控制深度范围内地层共分五个地质层组，现分述如下：

① 残积土(Q₄)

黄褐色，松散欠固结状态，主要由黏性土及残坡积碎石组成，碎石多呈棱角状。场区分布普遍，层厚 0.50~29.98m。

② 强风化大理岩(Pt_{2~3d})

灰白色~黄褐色，岩石风化成碎块状和少量砂土状，原岩结构清晰，厚度 0.50~19.50m，风化裂隙极发育，岩体破碎，岩芯手可折开，捏碎，石力学性质较差。

③ 中风化大理岩(Pt_{2~3d})

灰白色，厚度 1.2~8.10m，为本矿床矿体，节理较发育，岩芯较破碎，多呈块状和碎块状，以块状结构为主，岩芯呈短柱状。完整程度为较差，RQD 值多在 50%以下，岩石质量等级为差，岩体完整性差，基本质量等级为IV级。

④ 微风化大理岩(Pt_{2~3d})

灰白色，块状构造，节理较发育，岩体较完整，芯多呈柱状和长柱状。风化较弱，厚度 3.33~203.87m，RQD 值多在 80%以上，单压轴抗压强度标准值为 56.60MPa，属较硬岩，岩石质量为好—极好，岩体质量等级为II级，结构类型为层状。

④₋₁ 破碎带

灰白色，岩石风化碎块状，由微风化大理岩破碎而成，原岩结构清晰，厚度 2.2~4.7m，岩芯极破碎，呈块状，锤击易碎，属软质岩。RQD 值=0%，岩石解理裂隙发育，沿解理裂隙面见铁染现象，属软岩，岩石质量为极差，体质量等级 V 级。见于 ZK3405 钻孔 67.00~69.20m 处，ZK3602 钻孔 48.95~51.45m、92.95~95.95、143.65~146.10m 处，ZK3610 钻孔 14.50~17.30m 处和 ZK3710 钻孔 63.00~67.70m 处。

⑤ 微风化花岗伟晶岩(ρ)

灰白色，岩体完整，岩芯呈长柱状。岩性为正长花岗岩、细粒闪长岩，岩石强度及抗风化能力较强、致密坚硬，节理不发育，RQD 值在 90% 以上，岩石质量极好；单压轴抗压强度值为 60.00MPa，属坚硬岩，体基本质量等级为 I 级。

2.3.2 水文地质概况

矿区位于 1:5 万西北楞幅西北部，属基岩裂隙水区，矿区东北部乌斯浑河最低侵蚀标高 185.48m，矿区范围最低开采标高 200m，位于当地最低侵蚀基准面以上。

(1) 含水层特征

矿区含水层主要为：第四系砂砾石孔隙潜水和大理岩裂隙含水层。

1) 第四系松散岩类孔隙水

分布于矿区的东北部，乌斯浑河支流附近，由砂、砂砾石组成，厚度约 7.00m，水位埋深 180.50m，富水性较强，单井涌水量约 500~1000m³/d，水化学类型为 HCO₃—Ca、HCO₃·SO₄—Ca 型水，矿化度 0.30g/L。

2) 大理岩风化裂隙含水层

为浅层风化裂隙水，其厚度 30.22~120.33m，倾向 280~295°，倾角 40~60°，水位埋深 17.22~74.92m，水位标高 182.94~440.14m。根据 ZK3307、ZK3401 孔简易抽水试验资料，平均每单位涌水量 0.006L/S·m，属弱富水性含水层。该含水层平均渗透系数为 0.0033m/d，岩溶不发育，仅在

ZK3301、QK3402、ZK3505、ZK3702、ZK3709、ZK3703 号孔有溶洞和溶蚀现象，被砂、砾石和粘土充填。根据 20 个钻孔统计，平均裂隙率为 0.104%，个别孔(ZK3702)可达 0.846%，随深度增加，裂隙减少，一般在近地表 80.00m，个别孔最大深度达 173.12m。裂隙发育亦不均匀，同一标高上有的孔水位很高，有的孔无水。

据矿床北部 q1 号泉观测，泉流量 2.03-43.125L/s，出露标高 239.80m，长年流动，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{--Ca}$ 型水，矿化度 0.3g/l。根据该泉水的流量判断，矿区内局部存在构造裂隙水，且水量较大，矿区开采时应引起重视。

地下水主要接受大气降水的渗入补给，径流与地形相一致，沿沟谷流动，以蒸发、地下速流，泉的形式排出地表。

(2) 隔水层

隔水层为砂砾石孔隙含水层下部的亚粘土层、大理岩裂隙潜水段下部的完整大理岩、电气石花岗伟晶岩和云母石英片岩，其厚度较大。完整岩心长一般在 50~130cm，无裂隙至微弱裂隙，能起到较好的隔水作用。

覆盖在大理岩之上的第四系残破积层，以亚粘土为主，含砂砾、碎石，其厚度 2.00~52.91m，根据施工的钻孔揭露，该层均不含水。

(3) 矿坑涌水量预测

1) 露天采矿场充水因素

该矿床为露天开采，未来采场为一长 910m，宽 540m 左右采坑。采场位于山坡，地形有利于自然排水。矿床最低开采标高 200m，当地侵蚀基准面标高 185.48（矿区北部乌斯浑河最大洪水位标高 185.48（1991 年））。

采场充水因素为大气降水及矿体本身所含的地下水，而地下水又受大气降水的渗入补给，其边界为山坡分水岭至露天采场境界线。因矿区地势高，地形有利于自然排水，且最低开采标高位于当地最低侵蚀基准面以上。故不受地表水和地下水的侧向补给。

2) 露天采矿场涌水量计算

采矿场涌水量包括大气降水直接将入采场的涌水量和采场外围至分水岭范围内直接流入采场的大气降水量。

采用降水强度法,按多年平均降水量、雨季降水量和日最大暴雨量计算。

①直接降入采场的大气降水量排水量

$$q_1 = F_1 \cdot A / T$$

式中: F_1 -采场面积($f_1 = 543273\text{m}^2$)

A-多年平均、雨季、日暴雨量(为 0.5201m; 0.3502m; 0.1143m)

t-降雨时间(365、92、1日)

②采矿场外缘至分水岭范围内能直接流入采场的大气降水量,地表径流补给量 q_2 , 利用公式计算如下:

$$q_2 = F_2 \cdot A \cdot \phi / T$$

式中: F_2 -采矿场外缘汇水面积($f_2 = 68311\text{m}^2$)

A-多年平均、雨季、日暴雨量(为 0.5201m; 0.3502m; 0.1143m)

ϕ -地表径流系数取 0.8

t-降雨时间为(365、92、1日)

露天采矿场未来最大开采时多年平均涌水量为 $852.00\text{m}^3/\text{d}$, 雨季涌水量为 $2276.00\text{m}^3/\text{d}$, 最大日暴雨后涌水量为 $68342.46\text{m}^3/\text{d}$ 。矿床开采主要的水文地质问题即是暴雨后汇入采场的涌水量。为减少采场上部大气降水的汇入,可在采场外围汇水方向挖设排水沟,以减少大气降水的流入。

③五十年一遇暴雨时涌水量预测

根据牡丹江市住建局数理统计法得出的牡丹江市五十年一遇(2%)暴雨量为 70.22mm 。

五十年一遇的涌水量为 $41986.07\text{m}^3/\text{d}$ 。

表 2.3-1 露天采矿场涌水量预算结果表

预测方法及公式	参数名称		代号	单位	取值	直接降入 q_1 (m^3/d)	外围流入 q_2 (m^3/d)	总涌水量 (q_1+q_2) (m^3/d)
大气降水汇入量 $q_1 = F_1 \cdot A / T$ 外围降水流入量 $q_2 = F_2 \cdot A \cdot \phi / T$	采场面积		F_1	m^2	543273			
	采场外围面积		F_2	m^2	68311			
	地表径流系数		ϕ		0.8			
	疏干时间	多年	T_1	日	365	774.13	77.87	852.00
	降水量	平均	A_1	m	0.5201			
	疏干时间	雨季	T_2	日	92	2067.98	208.02	2276.00
	降水量		A_2	m	0.3502			
	疏干时间	日暴	T_3	日	1	62096.10	6246.36	68342.46
降水量	雨量	A_3	m	0.1143				

表 2.3-2 五十年一遇降水量时期涌水量预测结果表

频率	降水量 $A(mm/d)$	采场面积 $F_1(m^2)$	外围面积 $F_2(m^2)$	地表径流 系数(ϕ)	采场降入 $q_1(m^3/d)$	外围汇入 $q_2(m^3/d)$	总涌水量 q_1+q_2 (m^3/d)
2%	70.22	543273	68311	0.8	38148.63	3837.44	41986.07

(4) 矿区水文地质条件评价

矿区位于山脊和山坡，矿床最低开采标高+200m。矿山开采方式为露天开采，采矿方法采用自上而下分台阶开采。矿区属基岩裂隙潜水补给区，矿体内部含水较弱或不含水。

矿山在今后开采过程中，矿区水文地质条件变化不会很大，矿山排水不会引起当地周边地下水位的变动。主要的水文地质问题即是暴雨后汇入采场的水量，雨季要增大排水能力，以确保安全生产。

矿床位于当地侵蚀基准面以上，矿体本身含水量不大，且受大气降水渗入补给，地表水对矿床充水无影响。矿床地势较高，地形有利于自然排水，该矿区（床）水文地质勘探类型为第一类第二型，即以裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单矿床。

2.3.3 工程地质概况

(1) 岩组划分

根据岩、土体组合关系，将矿区岩、土体划分为松散土体、层状岩体、碎裂—散体岩体、块状岩体四大类。按成因划分为松散岩类、变质岩类及岩

浆岩类。根据岩石矿物成分、结构、构造及力学性质，将各岩类划分为不同的工程地质类型。

矿山目前尚未开采，以往两处遗留采坑均在未来开采范围之外，未来开采范围内目前为自然山体，地表植被覆盖好，为耕地和林地，地表基本无体露头，无法对结构面开展实测，故工程勘察报告通过钻探岩心反映出的岩石质量指标 RQD 值，参照《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021)附录 G，表 G.1 对各类岩体的完整性进行定量分级。

矿区出露的岩土体按其岩性特征可分为四个工程地质岩组：

1) 松散软弱土体

松散土体分布于矿区地表除遗留露采坑以外地段，为耕土和残坡积物，沿山坡堆积，岩性为黏性土及少量碎石、角砾，结构松散，颗粒相差悬殊。

2) 碎裂-散体软弱变质岩体

矿区浅部基岩为地表强、中风化带，风化带主要岩性为大理岩。

强风化带岩石结构构造大部分破坏，风化强烈，节理发育，岩芯多呈碎块状，RQD 值大部分为 0%，完整程度为破碎，属极软岩，岩石质量为极差，岩体质量等级 V 级。

中风化带岩性为大理岩，为本矿床矿体，节理较发育，岩芯较破碎，多呈块状和碎块状，完整程度为较破碎，RQD 值多在 50%以下，岩石质量为差，岩体完整性差，基本质量等级为 IV 级，结构类型为层状。

3) 层状较坚硬变质岩体

微风化带岩性为大理岩，风化较弱，节理较发育，岩芯多呈柱状和长柱状，RQD 值多在 80%以上，完整程度为完整，属较硬岩，岩石质量为好—极好，岩体质量等级为 II 级，结构类型为层状。

未风化带岩性为大理岩，为本矿床矿体，节理不发育，岩质新鲜，偶见风化痕迹岩芯多呈长柱状，完整程度为完整，RQD 值多在 90%以上，岩石质量等级为好，属较硬岩，岩体完整，基本质量等级为 II 级，结构类型为层状。

4) 块状坚硬岩浆岩体

个别钻孔在大理岩下盘揭露岩浆岩体，岩性为正长花岗岩、细粒闪长岩，岩石强度及抗风化能力较强、致密坚硬，节理不发育，RQD 值在 90% 以上，岩石质量极好，岩体完整；属坚硬岩石，岩体基本质量等级为 I 级，结构类型为块状。

(2) 结构面

矿区节理可分为以下三组：第一组产状 $222^{\circ}\angle 85^{\circ}$ ，发育；第二组产状 $189^{\circ}\angle 68^{\circ}$ ，较发育；第三组产状 $5^{\circ}\angle 87^{\circ}$ ，较发育。

构造结构面在近地表受风化、卸荷等影响下较为发育，易在坡面形成不稳定张性结构面，但影响深度有限，切割体大多以块体为主；岩体内部未受大的扰动影响，原生节理发育相对较弱，且结构面粗糙呈闭合状，结构面强度相对较高。

(3) 不良地质现象

矿山目前尚未开采，未来开采范围内地表基本无岩体露头，无法对地表结构面开展实测，通过钻探工程揭露地层下部主要是岩体构造节理裂隙以及局部破碎带。

岩体的风化程度、深度及空间展布受地形地貌、岩性、地质构造、水文地质条件以及岩体卸荷等诸多因素的影响和控制。构造节理裂隙在近地表受风化、卸荷等影响下较为发育，易在坡面形成不稳定张性结构面，但影响深度有限，切割岩体大多以块体为主；岩体内部未受大的扰动影响，原生节理发育相对较弱，且结构面粗糙呈闭合状，结构面强度相对较高。

根据钻探岩芯观察，有 4 个钻孔在深部揭露局部破碎，规模不大，厚度在 2.2~4.7m，产状与发育程度无一定规律，主要是岩体受挤压应力作用而破碎的结果，该层在山体内部不均匀分布，延伸长度未知，不具成层产出，对整体边坡稳定性影响较小。

(4) 工程地质条件预测评价

矿区工程地质勘查类型划分为第四类，层状类；勘察地层性较复杂，地

质构造较发育，岩溶不发育，浅部风化强烈，局部破碎带影响体稳定性，局部易发生矿山工程地质问题，工程地质条件复杂程度属中等型。

2.3.4 矿床地质概况

(1) 矿床特征

矿床赋存于中—上元古界兴东岩群大盘道岩组的中部层位。矿床内仅见有一条矿体，矿体走向南东、倾向北西，矿体沿走向长 1200m，宽 1800m，厚度 1318-1712m，延深 210-300m，与上、下部层位呈整合接触，矿床西南部与电气石花岗伟晶岩脉（ ρ ）呈侵入接触。

矿床地势西高东低，南高北低。由两个南北向的山脊夹一冲沟。低凹处被第四系松散的残坡积物覆盖，最厚达 52.91m。

(2) 矿体特征

矿体呈单斜厚层状产于中—上元古界兴东岩群大盘道岩组（ Pt_{2-3d} ）的中部层位。呈北北东—南南西向展布，总体倾向 $280\sim 295^\circ$ ，倾角一般为 $40\sim 65^\circ$ ，总体倾角有西陡东缓之势，局部倾角变缓为 $25\sim 40^\circ$ 或变陡为 $60\sim 80^\circ$ ，由于小褶曲构造发育，局部倾向呈北北西—北东，倾角 $30\sim 50^\circ$ 。矿体沿走向长 400-750m，宽 300-900m。顶板为第四系覆盖层，南部被花岗伟晶岩脉侵入。埋藏深度不等，覆盖层（含腐殖土、粘土及残坡积风化层）最厚处达 52.91m，平均为 15m。

矿体沿走向出露宽度变化较小，南部由于伟晶岩的侵入影响，矿体边界呈不规则状。延倾向为一连续的、厚度稳定的厚层状矿体。

矿体的最低开采标高为 200m，南部由于断层（F1）的影响及伟晶岩脉的侵入，使第 33 勘探线的开采标高分别提高到 420~324m。

(3) 矿石类型

矿石自然类型主要以中细粒厚层状大理岩为主，少量的条带状大理岩。矿石工业类型为水泥用大理岩矿石。

根据矿石化学分析结果，该矿石达到石灰质原料一般要求中规定的 I 级

品标准。

矿物成分方解石为主，含量 95~99%，它形粒状，以中细粒（0.3~3mm）为主，尚见粗粒（3~5mm），晶粒间相互以平直或缓曲线相接，双晶发育。次要矿物为石英，含量 1~5%，它形粒状，成聚晶团块或星散分布，粒径 0.03~0.5mm，石墨含量 1~2%。呈微晶鳞片状，分布不均匀。尚含微量白云母、绢云母、磁铁矿、黄铁矿和褐铁矿。具有花岗变晶结构、块状或条带状构造。

矿石呈深灰色、灰色、灰白色，风化面呈褐黄色，粒状变晶结构，主要以厚层块状构造、部分有条带状构造。

矿石主要组分的含量：CaO 最高 55.29%，最低 45.14%，一般 47.60~51.00%；MgO 最高 3.49%，最低 0.00%，一般 1.10~2.50%；块段加权平均品位：CaO 为 49.56~53.17%，MgO 为 1.20~2.09%，SiO₂ 为 2.01~5.35%。矿体加权平均品位：CaO 50.55%、MgO 1.82%、SiO₂ 4.01%。

大理岩矿石品位变化小，其各组份含量变化不大。

（4）矿体围岩及夹石

1) 矿体围岩特征

矿体顶、底板岩性为硅质大理岩、透闪白云石大理岩、大理岩、花岗岩及绢云石英片岩。

表 2.3-3 矿体围岩化学成份统计表

位置	岩性	化学成份 (%)					
		CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	烧失量
顶板	大理岩	51.18	2.39	3.01	1.88	0.93	34.80
	大理岩、硅质大理岩	46.72	3.00	8.48	1.03	0.69	40.37
	绢云石英片岩	6.77	1.68	61.42	13.11	5.10	5.23
底板	大理岩夹硅质大理岩	47.66	1.78	7.48	1.33	0.90	38.07
	花岗岩	2.15	0.10	72.49	13.53	1.01	1.59
	绢云石英片岩	2.06	1.54	70.39	12.08	5.06	3.92
	透闪白云石大理岩	27.43	19.50	21.46	0.30	0.32	29.33
覆盖层	腐殖土、砂砾、粘土	6.90	2.34	49.40	19.42	7.81	10.41

2) 夹石特征

矿体内夹石分布广泛，数量较多，矿区范围内共有 111 条（其中隐伏矿体 45 条），大小不等，长 60~530m。厚度 2~62m，其中长度小于 100m 的有 24 条占 21.62%；100~200m 的有 73 条占 65.76%；201~457m 的有 14 条占 12.61%。呈薄层条带状或透镜状夹于矿体中，与矿体产状相同。

主要夹层为硅质大理岩和白云石质大理岩，占脉夹石条数的 94.59%，主要化学成分 CaO 一般为 30~45%，MgO 3.51~6.00%，fSiO₂ 6.01~10.00%，其颜色、粒度、结构和构造与矿石相近。难以区分，开采时不易剔除，容易混入矿石中，使矿石略有贫化。

次为电气石花岗伟晶岩脉 2 条、占夹石条数的 3.80%，主要分布在矿体南部，呈小细脉顺层侵入在矿体中。与矿体接触产状西界 293°∠50°，东界 306°∠81°，呈透镜状，沿走向向南尖灭。与矿石接触界线清晰，开采时较易剔除。

表 2.3-4 脉夹石统计表

岩性	规模			数量	产出状态
	长度 (m)	宽度 (m)	延深 (m)		
白云石质大理岩	75-99	2-7	41-119	14	透镜状
	100-200	2-14.3	31-340	39	似层状
	201-406	3.2-15	96-200	6	似层状
硅质大理岩	66-98	2.2-7.6	20-53	5	透镜状
	100-200	2-30	45-200	33	似层状
	201-530	3-51	90-204	8	似层状
电气石花岗伟晶岩脉	62-100	2-4.5	19.6-38.5	6	脉状、墙状

3) 岩溶

矿区岩溶不发育，仅在个别孔见有小溶洞和溶蚀现象，溶洞被砂砾石和粘土充填，平均裂隙率 0.104%，最大达 0.846%。

矿区内无共（伴）生矿产。

(5) 矿石的物理、化学性能

依据《牡丹江北方远东水泥有限公司熟料生产线项目矿山工程地质补充

勘探项目边坡工程勘察报告》(沈阳建材地质工程勘察院有限公司 2024 年 10 月), 岩土体物理力学参数建议表如下:

表 2.3-5 岩土体物理力学参数建议表

岩性	状态	重度 (kN/m^3)	抗剪断强度		弹性模量 E(GPa)	泊松比
			粘聚力/MPa	内摩擦角/ $^\circ$		
残积土	天然	18.3	0.0162	15	-	-
强风化大理岩	天然	21.1	0.21	22.5	-	-
	饱和	21.5	0.2	21		
中风化大理岩	天然	23.3	4.62	41	9.5	0.23
	饱和	23.4	-	-		
微风化大理岩	天然	26.7	5.28	43	16.6	0.22
	饱和	26.8	-	-		
微风化花岗伟晶岩	天然	26.2	5.51	45.5	19.1	0.16
	饱和	26.2	-	-		
结构面	天然	—	0.12	37	—	—
局部破碎带	饱和	(20)	(0.05)	(25)	(1.3)	(0.45)

备注: 1.表中 () 为经验值。

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, 整合前在牡丹江北方远东水泥有限公司矿区东北角存在历史遗留采场, 矿区整合后未进行过开采, 受整合后范围的调整, 原有采场西南侧少量位于该矿区东北角范围内。

矿区东北角范围内历史遗留采场面积约 0.9ha, 长约 10~70m, 分两个台阶。主要为一面坡, 第一级台阶最大边坡高度约 116m, 台阶坡面角约 44° ; 在+198m 存在一安全平台, 宽度约 9~35m; 第二级台阶边坡高度 10m, 台阶坡面角约 32° 。历史遗留采场整体边坡角约 36° 。

目前边坡目前处于稳定状态，水泥厂建设范围紧临采场底部布置（构筑物距离坡底最近距离约 30m）。因该区域划定为保安矿柱不再开采，矿山已经对其进行治理，治理措施主要是设置围栏和警示标志，避免对水泥厂安全产生影响。



图 2.4-1 矿区历史遗留采场现状图

2.4.2 建设规模及工作制度

（1）地质储量

根据牡丹江市自然资源局 2021 年 2 月 25 日出具的《牡丹江北方远东水泥有限公司林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿（整合矿区范围）资源量核实报告》矿产资源储量评审意见书（2021 年 2 月 25 日），截止 2020 年 12 月 31 日，矿区范围内水泥用大理岩矿边坡内可利用资源储量 7992.51 万 t，其中：控制资源量 4031.82 万 t，推断资源量 3960.69 万 t。

（2）建设规模

设计利用资源量为本次圈定开采境界范围内的矿石量，采用勘探线剖面法，全矿区设计开采境界内矿石累计 7501.46 万 t。

根据采矿许可证证载规模，矿山生产规模为 85 万 m³/a（225 万 t/a），矿山基建期 1.0 年，矿山基建期副产品约 13.96 万 m³。

矿山原矿块度≤1000mm；CaO≥45%，MgO≤3.5%。

（3）服务年限

矿山服务年限为 34 年（包括基建期 1 年）。

（4）工作制度

根据当地气候条件、矿山生产性质等确定，采用连续工作制，矿山年工作天数 180 天，每天 2 班，每班 8h。

2.4.3 总图运输

该项目为新建项目，总平面布置主要包括：露天采矿场、运输道路、排土场、腐殖土堆场、矿山工业场地组成，其中露天采矿场、运输道路、排土场、腐殖土堆场为本次评价内容。

（1）露天采场

根据采矿许可证，矿区面积 0.6984km²，露天采矿场布置在矿区范围内。

采矿场最终形成+425m、+410m、+395m、+380m、+365m、+350m、+335m、+320m、+305m、+290m、+275m、+260m、+245m、+230m、+215m、+200m 共 16 个终了台阶。其中+425m、+380m、+335m、+290m、+245m 为清扫平台，其余为安全平台，+200m 为开采最低标高。

露天采场最高标高+430m，最低开采水平+200m，最终境界尺寸 910×540m，终了边坡最大高度 230m。

（2）运输道路

矿山运输道路包括运矿道路和排废道路。

运矿道路由粗碎卸矿平台+238.8m 标高起坡至上部基建平台，为减少征

地面积，布置在矿区范围内。道路长度为 2350m，采用二级露天矿山道路，泥结碎石路面，双车道路面宽 12m，道路坡度为 6%，最小转弯半径为 25m。

排废道路前端利用运矿道路，在临近排土场时，再修建专用道路至排土场底部。道路长度为 960m，采用三级露天矿山道路，泥结碎石路面，单车道路面宽 7m，道路坡度为 6.5%，最小转弯半径为 15m。

(3) 排土场

矿山剥离总量约 688.23 万 m^3 ，其中大部分为夹石和第四系表土，水泥厂生产时可进行适当的搭配利用。

为保障排土场可以满足矿山排弃需求，同时考虑到夹石对矿山开采损失的一定影响，夹石的渗入率按照 7%考虑，表土的掺入率按照 5%考虑，则可综合利用夹石 198.15 万 m^3 ，表土 141.54 万 m^3 ，排土场需要排弃剥离物 328.54 万 m^3 （实方）。

矿山地处低山丘陵区，无天然的冲沟作为排土场场址，结合周边地形条件，矿区东侧地形较缓，临近矿区，适宜作为排土场，占地面积约 31.05ha。排土场库容为 465.98 万 m^3 。

(4) 腐殖土堆场

根据《黑龙江省黑土地保护利用条例》的相关要求，剥离的黑土应当就近用于新开垦耕地和低质耕地改良、被污染耕地的治理、高标准农田建设、土地复垦等，为了保护黑土，设置腐殖土堆场。

结合前期项目总平面布置及周边地形条件，布置在水泥厂南端区域，该区域较为空旷，地形平坦，适合作为腐殖土堆场，占地面积约 0.3ha。

(5) 矿山供水

水泥厂生产用水取自乌斯浑河，生活用水取自附近大盘道村，矿山为水泥厂配套项目生产用水量不大，供水利用水泥厂系统。水泥厂水源可满足矿山生产需求。

(6) 矿山供电

水泥厂区设有 66kV 总降压变电站，内设 20MVA 有载调压变压器一台及相应的高低电压配电设施，矿山用电量不大，水泥厂电源可满足矿山生产需求。

(7) 矿山工业场地

结合水泥厂总平面布置情况，在水泥厂西侧平坦区域拟设置矿山工业场地，主要包括办公楼、机修车间及材料库、水泵房等辅助生产设施。拟建设的粗碎车间设置在采场的北侧。

2.4.4 开采范围

2022 年 10 月，牡丹江北方远东水泥有限公司取得牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿采矿许可证，矿区范围由 14 个拐点组成，矿区面积 0.6984km²，开采标高：+450m~+200m。

表 2.4-1 矿区范围拐点及坐标（2000 国家大地坐标系）

拐点编号	坐标		拐点编号	坐标	
	X	Y		X	Y
1	5054780.69	43583091.57	8	5053604.00	43583418.00
2	5054762.59	43583460.72	9	5053387.00	43583291.00
3	5054412.59	43583380.71	10	5053532.00	43582619.00
4	5054272.58	43583380.71	11	5054119.00	43582762.00
5	5054184.00	43583380.00	12	5053995.00	43583126.00
6	5054141.00	43583583.00	13	5054477.59	43583250.71
7	5053607.00	43583591.00	14	5054452.59	43583210.71

矿区面积：0.6984km²

受水泥厂布置和 66kV 高压线的影响，矿区北侧及东侧设置了保安矿柱，该部分资源不进行开采，保安矿柱见图 2.4-2。保安矿柱范围见表 2.4-2。

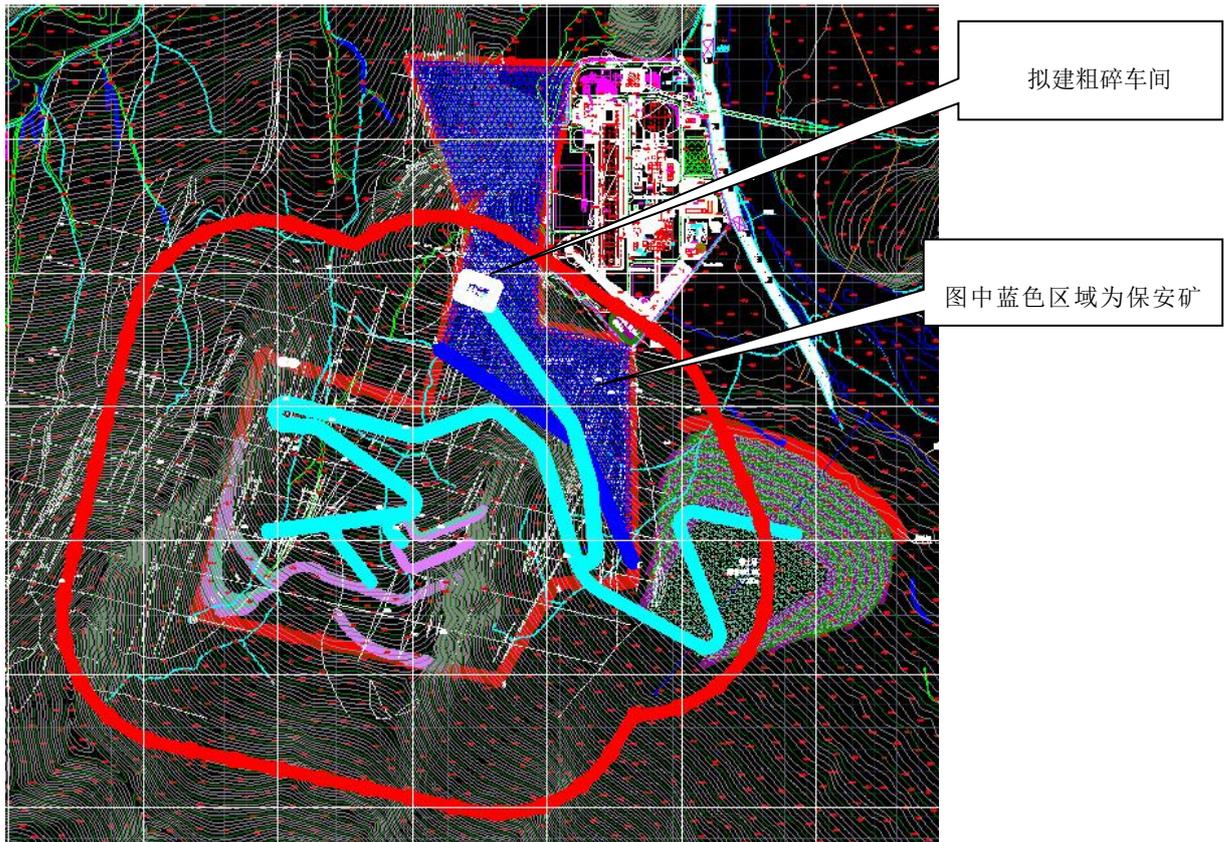


图 2.4-2 保安矿柱示意图（图中蓝色区域）

表 2.4-2 保安矿柱拐点及坐标（2000 国家大地坐标系）

拐点编号	坐标		拐点编号	坐标	
	X	Y		X	Y
A	5054129.38	43583160.73	4	5054272.58	43583380.71
13	5054477.59	43583250.71	5	5054184.00	43583380.00
14	5054452.59	43583210.71	6	5054141.00	43583583.00
1	5054782.59	43583090.72	C	5053650.48	43583590.35
2	5054762.59	43583460.72	B	5053917.16	43583475.06
3	5054412.59	43583380.71			

保安矿柱面积：0.2231km²

设计利用资源量为本次圈定开采境界范围内的矿石量，采用勘探线剖面法，全矿区设计开采境界内矿石累计 7501.46 万 t。

矿山设计资源利用率为 93.86%，比地质报告估算的资源量少 491.05 万 t，主要原因是：

1) 储量计算时边坡角取值在 50~60°之间，设计开采的边坡角实际取值在 40~50°之间，低于地质资源储量估算的边坡角，造成边坡压覆资源。

2) 受水泥厂布置的影响，矿区北侧设置了保安矿柱，39 线以北不再开

采，36线至39线之间也存在部分保安矿柱（结合储量计算范围，压覆资源约359.10万t），造成资源无法开采。

矿区开采境界内剥离合计688.23万 m^3 ，其中夹石362.17万 m^3 ，花岗岩6.5万 m^3 ，第四系表土319.57万 m^3 。平均剥采比为0.24 m^3/m^3 。

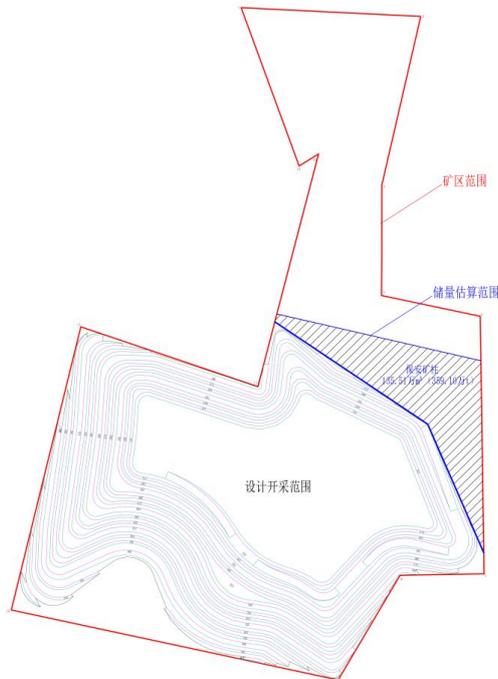


图 2.4-3 矿区范围、资源储量估算范围与开采范围叠合图

开采顺序自上而下按15m高的台阶分层开采。开采工作线垂直于矿体走向布置，沿矿体走向推进。

每个开采水平即将结束时，应提前进行新水平的准备，以保证开采水平的正常接替。

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，可研采用公路开拓-汽车运输方案。矿体为水泥用大理岩，区域地形属中—低山、丘陵区，根据地形地貌，该工程为山坡-凹陷露天开采。

根据矿山采剥总规模要求，可研选用10台60t自卸矿车用于矿石与剥离物的运输，其中8台生产，2台备用/检修。

矿山道路包含运矿道路和排废道路。

(1) 运矿道路

运矿道路由+238.8m 标高卸矿平台沿地形等高线向南延展布线，沿地形等高线修建至+380m 基建平台。道路采用二级道路，双车道路面宽为 12m，采用泥结碎石路面，道路平均坡度不大于 6.0%，最大纵坡坡度 8%，道路最小平曲线半径 25m，道路总长为 2350m。

由运矿道路至各平台的支线道路采用单车道，路面宽 7m。

(2) 排废道路

排废道路由运矿道路+282m 分叉，沿地形向下延展布线，最终到达排土场+220m 标高。道路采用三级道路，因排废道路行车密度较低，采用单车道，路面宽为 7m，采用泥结碎石路面。道路平均坡度不大于 6.5%，最大纵坡坡度 9%，道路最小平曲线半径 15m。道路总长为 960m。

单车道路段应每隔一段距离设置一个错车道，错车道之间的间距不大于 300m，相邻错车道之间应能够通视。

(3) 出入沟

矿山采用山坡-凹陷露天开采，开采+260m 以下矿体时，通过出入沟联接工作平台和外部道路，出入沟宽度为 15.5m（双车道），最大纵坡坡度不大于 8%，出入沟之间平坡段长度 60m。

2.4.6 采矿工艺

(1) 露天采场境界方案

可研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，可研确定的露天采场边坡参数如下：

- 1) 台阶高度：可研确定该矿台阶高度为 15m；
- 2) 工作台阶坡面角：75°（表土为 45°）；
- 3) 终了台阶坡面角：采场边坡岩石为水泥用大理岩，大理岩抗压强度

44.83MPa，属半坚硬岩石；矿山岩石平均硬度系数为 4.5，岩石边坡台阶坡面角取 65°，表土及风化层台阶坡面角取 45°；

4) 最终边坡角：根据以上确定的边坡主要参数，该矿山最终边坡角取值为 46°；

5) 安全平台宽度：5m；

6) 清扫平台宽度：10m（每隔 2 个安全平台设 1 个清扫平台）；

7) 爆破安全警戒距离为 300m。

8) 出入沟

矿山采用山坡-凹陷露天开采，在采场东侧及南侧边帮留设出入沟，出入沟宽度 15.5m。

可研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，对矿山进行了最终境界的圈定。

圈定境界结果见表 2.4-3。

表 2.4-3 露天境界圈定结果表

序号	参数名称		单位	参数值	备注
1	境界尺寸	地表	m	910×540	
		底部	m	580×220	
2	采场最高标高		m	+430	
3	最低开采水平		m	+200	
4	最大边坡高度		m	230	
5	最终台阶高度		m	15	
6	最大边坡台阶数		个	15	
7	最终台阶坡面角		°	岩石 65°，表土及风化层取 45°	
8	安全平台宽度		m	5	隔二留一
9	清扫平台宽度		m	10	
10	出入沟宽度		m	15.5	
12	最终边坡角		°	46	
13	水泥用大理岩矿		万 t	7501.46	设计利用
14	剥离量		万 m ³	688.23	
15	平均剥采比		m ³ /m ³	0.24	
16	采矿场占地面积		ha	47.56	

(2) 采剥工艺

采矿工艺：穿孔→爆破→（二次破碎）→铲装→运输。

矿山剥离物主要为表土，直接采用挖掘机挖取。

原有采场西南侧少量位于本矿区范围内，矿区范围内历史遗留采场面积约 0.9ha，长约 10~70m，分两个台阶，该区域已划定为保安矿柱不再开采，目前边坡目前处于稳定状态，水泥厂建设范围紧临采场底部布置（构筑物距离坡底最近距离约 30m）。考虑到爆破对构筑物的影响，矿区范围距离水泥厂 300m 范围内设置为保安矿柱，不再开采。

开采顺序自上而下按 15m 高的台阶分层开采。开采工作线垂直于矿体走向布置，沿矿体走向推进。

每个开采水平即将结束时，应提前进行新水平的准备，以保证开采水平的正常接替。

（3）采掘要素

1) 开采台阶高度

可研选用大型液压挖掘机（斗容 3.5m^3 ）作为矿山主要装载设备，挖掘机最大挖掘高度一般在 12m 左右，则生产台阶高度： $H \leq 12 \times 1.5 = 18\text{m}$ 。

可研参照国内类似矿山台阶高度设置情况，确定该矿台阶高度为 15m。

2) 工作台阶坡面角

该矿采场边坡岩石主要为水泥用大理岩矿，属半坚硬岩石。岩石边坡工作台阶坡面角取 75° （表土为 45° ）。

3) 终了台阶坡面角

矿山岩石平均硬度系数为 4.5，可研综合考虑后，岩石边坡台阶坡面角取 65° ，表土及风化层台阶坡面角取 45° 。

4) 最小工作平台宽度、挖掘机工作线长度

可研确定最小工作平台宽度取 45m。矿石采用挖掘机装载，采场内采用汽车运输的方式，采场工作线长度较为灵活。挖掘机斗容 3.5m^3 ，考虑到水泥原矿的均化要求，工作线长度可研确定 150~200m。

5) 同时工作的台阶数

为了满足原矿配矿需求，采用多水平同时开采。

(4) 穿孔作业

根据矿山生产规模及矿石岩性，设计选用 2 台液压潜孔钻机进行穿孔爆破工作，穿孔直径 120mm。

另选用 1 台普通液压潜孔钻机用于边坡预裂爆破穿孔作业和辅助穿孔作业。

(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。

采用深孔逐孔微差爆破方法，采用深孔、宽孔距、小抵抗线、多排孔、毫秒延时爆破方法，数码雷管起爆方式，采用铵油炸药或乳化炸药爆破。爆破应进行专门的爆破设计，经当地公安部门批准经试验调整后方可实施，可研推荐的深孔台阶爆破参数如下：

设计开采终了台阶高度为 15m，钻孔采用倾斜孔。炸药单耗为 0.45kg/m³。为了使炸药能量分布尽可能均匀，采用梅花形布孔。该矿爆破参数如下：

表 2.4-4 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	70°	
4	钻孔深度	17.5m	
5	超钻深度	1.5 m	
6	钻孔直径	120mm	
7	最小抵抗线	3.5m	
8	孔间距	4.5m	
9	排距	3.5m	
10	填塞长度	>3.5m	
11	每米钻孔落矿量	13.5m ³ /m ³	

序号	参数名称	数值	备注
12	单位炸药消耗量	0.45kg/m ³	
13	单孔平均装药量	106kg	

(6) 二次破碎

矿岩需穿孔爆破，控制块度不大于 1000mm，满足粗碎入矿口要求。块度大于 1000mm 的矿石采用 1 台 2.0m³ 液压挖掘机配备破碎锤进行二次破碎。

(7) 铲装作业

可研确定采用 2 台 3.5m³ 液压挖掘机能满足矿山生产能力。

可研选配 1 台 2.0m³ 液压挖掘机辅助剥离和辅助装载作业，另配 1 台轮式前端装载机（斗容 3.5m³）用于堆集爆破后的矿岩、清理工作面及完成台阶端部挖掘机所不宜作业的装载工作。

(8) 运输作业

根据矿山采剥总规模要求，可研选用 10 台 60t 自卸矿车用于矿石与剥离物的运输，其中 8 台生产，2 台备用/检修。年运输量为 2880000t。

(9) 边坡监测

可研描述在开采过程中，加强边坡的管理，定期检查边坡，及时清理边坡上的危石、浮石，对危险地带应及时采取维护措施，必要时设置仪器监测，确保采场边坡稳定和采场生产安全。

(10) 冻融安全措施

矿山及水泥厂冬季不生产，寒冷天气冻融会使边坡岩体物理力学性质降低，影响边坡稳定性，需采取安全措施如下：

- 1) 定期对边坡进行检查和维护，特别是春季复工复产前，发现问题及时处理。
- 2) 建立边坡在线监测系统，边坡异常时及时处理。
- 3) 及时修建排水沟，并确保边坡的排水系统畅通，防止雨水或融雪水在边坡表面积聚，减少水对边坡的侵蚀作用。

4) 在边坡上种植适应寒冷环境的植被,既能保护边坡不受风化和侵蚀,又能减少地表温度变化对边坡的影响,减少冻融循环对边坡的破坏。

5) 制定应急预案,包括在突发情况下如何迅速组织人员撤离、如何进行应急抢险等。通过演练和培训,提高应对突发事件的能力。

2.4.7 矿山供配电设施

(1) 供电电源

在粗碎车间拟建 1 座粗碎变电所(内置 1 台 630kVA 变压器,满足项目供电要求),向矿山用电点供电。采区照明及边坡监测等设备的主电源由设备自带太阳能蓄电池供电,备用电源由粗碎变电所一回 0.4kV 市电供电,满足二级负荷;后期矿山排水泵主电源由粗碎变电所一回 0.4kV 电缆供电,并配置 1 台 250kW 柴油发电机作为备用电源满足项目一级负荷供电要求。

(2) 用电负荷

该工程采场后期潜水泵按一级负荷供电;采场照明、边坡监测装置按二级负荷供电。

1) 采矿区照明、检测设备负荷计算结果:

装机台数: 5/0 台(工作/备用);

装机容量: 13.00/0 kW(工作/备用)。

采矿区生产设备以柴油为主,采区照明及边坡检测等设备的主电源由设备自带太阳能蓄电池供电,备用电源由粗碎变电所一回 0.4kV 电缆架空引来,供电电压 0.4kV, 50Hz。

2) 采矿区后期排水泵负荷计算结果:

装机台数: 3/0 台(工作/备用);

装机容量: 135.00/0kW(工作/备用)。

后期矿山排水泵主电源由粗碎变电所一回 0.4kV 电缆埋地引来,并配置柴油发电机作为备用电源,供电电压 0.4kV, 50Hz。

(3) 照明

1) 采矿区夜间照明

采矿区生产采用 2 班制，排土场仅在白天作业，矿山夜间作业主要存在穿孔、铲装、运输、卸载四个工序，应采用夜间作业照明方案。

采场夜间作业区域照度需满足《矿山电力设计标准》要求，见下表。

表 2.4-5 露天矿照度标准 (Lx)

照明地点	照度	照明平面
人工作业面和装载点、汽车装卸处	10	地表水平面或垂直面
挖掘机、装载机工作地点	10	挖掘地点以及卸矿高度上水平面
挖掘机、装载机工作地点	20	垂直面
运输道路转弯处	2	地表水平
调车场、车站、主要行人道和行车道	5	地表水平面
其他移动机械工作地点	10	地表水平面
采矿场和排废场道路	2	地表水平面

挖掘机和钻机工作地点的照明宜利用设备附设的灯具及便于移动的照明设施，照明线路为移动式照明线路时，采用可移动橡套软电缆，照明线路为架空照明线路时采用绝缘导线；在采场人行道等地点，装设照明装置，采用固定式架空照明线路或固定安装的电缆线路。

排土场仅白天作业，故不设照明设施。

2) 运输道路夜间照明

采场及排土场道路照明利用车辆设备附设的灯具，并在运输道路一侧每隔 30m 设置一个移动式太阳能 LED 路灯，功率为 90W。爆破前，应将爆破作业对路灯有影响的区域内的路灯撤离至安全地带。

3) 采场照明选用 LED 灯。

(4) 防雷接地

为防雷电波侵入，在 0.4kV 架空线终端杆上设置氧化锌避雷器。

所有建、构筑物为防直接雷袭击，屋面均设置防雷设施。

该工程采矿区低压配电系统接地型式采用 IT 系统。采场的主接地极不

应少于 2 组，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 。

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，+260m 标高以上形成山坡露天采场，+260m~+200m 标高形成凹陷露天采场。根据台阶设置情况，开采标高 260m 以上矿体时，采场汇水可自然排泄，但开采标高 260m 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) 露天采场外向露天采场内的汇水情况

矿山位于侵蚀基准面以上，为山坡-凹陷露天矿，采场充水因素主要为大气降雨。

矿山开采结束后主要形成终了边坡，采场外围汇水主要来自西南侧，采场外围汇水面积约为 56ha。

(2) 山坡露天采场截排水

矿山山坡露天采场采用自流排泄方式，为防止采场内汇水对边坡的冲刷，在边坡的清扫平台及封闭圈标高对应平台设置排水沟将场内汇水引出采场外。采场平台由外向里开掘成 3~5‰ 的坡面，将平台汇水引至边坡底部排水沟，然后向两侧保持适当流水坡度，将平台排水沟引至外部截水沟集中处理后排出。

山坡开采边坡整体与地形斜交，存在一定外围汇水，汇水面积约为 56ha。为拦截外围汇水，在采场边坡外侧设置截水沟，截水沟汇水经沉淀后排出。

该工程属于大型矿山工程，其对应的排洪标准为 50 年重现期。

截水沟拦截外部汇水，同时将采场清扫平台的汇水导出。矿区外部汇水面积为 56ha，采场封闭圈以上汇水面积约 18ha，采场汇水向两端排放，计算汇水面积取二分之一。采场外部主要为林地，径流系数取 0.40；采场内岩

质边坡径流系数取 0.70。

可研确定的截水沟洪峰流量计算结果见下表。

表 2.4 -6 截水沟最大洪峰流量计算表

排水设施	计算面积 (ha)		雨水设计流量 (m ³ /s)	备注
	外部	内部		
截水沟	28	9	4.85	
平台排水沟	0	1.07	0.14	

因采场东侧截水沟临近排土场，该截水沟与排土场共用，排土场计算截水沟雨水设计流量 3.77m³/s，最终采场西侧截水沟雨水设计流量 4.85m³/s（1#截水沟），采场东侧截水沟雨水设计流量需加上排土场截水沟设计流量共计 8.62m³/s（2#截水沟）。

截水沟采用矩形断面；平台排水沟采用梯形断面，内侧坡面角 65°，外侧 90°。水沟均采用 M10 浆砌片石砌筑，水泥砂浆抹面。可研确定的采场排水沟断面参数见表 2.4-7。

表 2.4-7 采场排水沟断面设计参数表

参数	单位	1#截水沟	2#截水沟	平台排水沟
水沟底宽	m	1.2	1.6	0.6
水沟高	m	1.2	1.4	0.6
水深	m	1.0	1.2	0.4
安全超高	m	0.2	0.2	0.2
糙率		0.017	0.017	0.017
水力坡降	%	2.0	2.0	0.5
流速	m/s	4.33	5.10	1.39
过水断面	m ²	1.2	1.92	0.277
水力半径	m	0.375	0.48	0.192
设计流量	m³/s	5.19	9.79	0.38
最大洪峰流量		4.85	8.62	0.14

(3) 凹陷露天采场排水

凹陷采场采用机械排水。凹陷采场向内部集水坑开掘成 3~5‰的坡面，使凹陷露天采场汇水向集水坑方向汇集，然后采用水泵将汇水抽出，经外部的沉淀池初步沉淀后外排，减少外排汇水的泥沙含量。

因采场外围、清扫平台及封闭圈布置了截排水设施，因此凹陷采场汇水

面积主要为+260m 封闭圈以下的汇水，汇水面积约 25ha。

1) 凹陷采坑涌水量计算

矿山多年平均雨季降雨量 0.3502m（92 天），五十年一遇暴雨量（2% 为 0.07022m）。

$$q_l = F_l \cdot A$$

式中：F_l-采场面积；

A-降雨量。

经计算，雨季日平均涌水量 952m³/d，五十年一遇最大涌水量 17555m³/d。

2) 凹陷采坑排水量计算

结合水泥厂的生产特性，设计暴雨时凹陷采场允许淹没时间为5d，则采坑涌水量 $Q=4Q_{\text{平均}}+Q_{\text{最大}}$ 。

表 2.4-8 凹陷采坑涌水量计算结果表

凹陷采坑	正常降雨时采坑涌水量（m ³ /d）	暴雨时 5d 内采坑最大涌水量（m ³ ）
采场	952	21363

凹陷露天开采时，正常降雨时采坑涌水量 952m³/d，遇 50 年一遇的暴雨时采坑最大涌水量 21363m³/d（根据《水泥原料矿山工程设计规范》（GB50598-2010）第 9.3.5 条：采矿场排水设计应符合下列规定：1 应允许采矿场最低一个工作台段作为临时储水空间，淹没时间不应超过 5 天。本次考虑最低台阶允许淹没 5 天的日平均涌水量）。

可研确定配备潜水泵 3 台，单台流量 84m³/h，扬程 75m，功率 45kW。平时 1 台工作，2 台备用/检修，正常降雨时，工作水泵应能在 20h 内排出凹陷采坑一昼夜正常涌水，最大降雨时 3 台同时开启，保证采场汇水在 5d（水泵每天工作 20h）之内排出。每个水泵单独配备 1 条排水管，共 3 条，水管直径 150mm。

每天采矿工作结束之后，所有坑内装运设备必须驶离最低开采平台，防止突降暴雨淹没设备。

(4) 沉淀池与集水坑

1) 沉淀池

采场东北侧及北侧外围各设置一个沉淀池（尺寸：长 30m×宽 20m×深 2m），采场汇水经沉淀池沉淀后外排。沉淀池外围设置高 1.5m 的安全围栏。

2) 集水坑

在凹陷采场底部设置集水坑，汇集采场底部汇水，集水坑尺寸为长 30m×宽 20m×深 2m。

2.4.9 排土场

矿山剥离总量约 688.23 万 m³，其中大部分为夹石和第四系表土，水泥厂生产时可进行适当的搭配利用。为保障排土场可以满足矿山排弃需求，同时考虑到夹石对矿山开采损失的一定影响，夹石的渗入率按照 7%考虑，表土的掺入率按照 5%考虑，则可综合利用夹石 198.15 万 m³，表土 141.54 万 m³，这排土场需要排弃剥离物 328.54 万 m³（实方）。

矿山地处低山丘陵区，无天然的冲沟作为排土场场址，结合周边地形条件，矿区东侧地形较缓，基底纵坡约 7.5°，临近矿区，适宜作为排土场，占地面积约 31.05ha。排土场库容为 465.98 万 m³。

排土场下方 300m 范围内无民房等建筑物，与 66kV 高压线最近距离 150m，距离乌斯浑河 233m，当地最高洪水位+185.48m(1991 年)，排土场最低堆置标高+203m，无洪水淹没风险，周边环境较简单。

(1) 排土工艺

采用汽车-推土机排土工艺。排土前应将山体表面植被和腐殖土全部清除。设计选用 1 台 T160 推土机排土。

(2) 堆置顺序

采用覆盖式多台阶排土堆置顺序。

(3) 排土场设计参数

最高标高：+270m；

最低标高：+203m；

总高度：67m；

阶段高度：排弃物采用汽车运输、推土机转排，排弃物类型为夹石和表土，可研确定采用7个阶段排土，阶段高度为10m。

阶段台阶标高：+210m、+220m、+230m、+240m、+250m、+260m、+270m；

安全平台宽度：6m；

台阶坡面角：30°；

台阶高度为：10m；

总边坡角：23°。

(4) 排土场库容

剥离物用于综合利用后，仍需要排弃 328.54 万 m³（实方）。

可研确定排土场库容约 465.98 万 m³，容量可满足矿山剥离废弃物排放要求。

可研确定排土场库容计算表见表 2.4-9。

表 2.4-9 排土场库容计算表

计算标高 (m)	阶段段高 (m)	容量 (万 m ³)	备注
260~270	10	90.90	
250~260	10	95.77	
240~250	10	93.57	
230~240	10	82.77	
220~230	10	62.28	
210~220	10	33.40	
203~210	7	7.30	
合计	67	465.98	

(5) 排土场等级

排土场最终堆置高度 67m，总容量为 465.98 万 m³，可研参照《有色金

属矿山排土场设计规范》(GB50421-2018)规定确定排土场的等级为三级,排土场防洪设施按照 20 年一遇进行设计。

(6) 安全防护距离

排土场等级为三级,位于采场侧向,与采场最近距离 53m(侧向上部堆高 10m,满足 1.0H 的要求),与高压线铁塔距离 150m(满足 2H,即 134m 的要求)。

(7) 最小工作平台宽度

排土场岩土采用 60t 自卸汽车进行运输,可研确定排土场最小工作平台宽度 50m,初期在工作平台没有达到宽度时,需要利用推土机协助推土堆置。

(8) 排土场防排水

排土场防洪设施按照 20 年一遇进行设计。

1) 平台排水情况

排土场平台由外向里应堆填形成 2~5%的反坡,保持适当流水坡,将汇水导入内侧截水沟外排。

2) 场内排水

排土场各台阶坡底设置排水沟,对边坡汇水进行引流,排水沟设计为矩形断面,台阶排水沟尺寸为 0.6m×0.6m,水力坡降不缓于 3‰。

3) 场外排水

根据矿山总平面布置图,排土场外围汇水主要集中在西南侧,汇水面积 43.0ha(主要为林地,径流系数取 0.40),排土场内部平台和坡面汇水面积约 24.0ha(主要为土夹石,径流系数取 0.50),可研考虑截水沟的汇水向两侧引流排放,经计算,截水沟最大洪峰流量为 3.77m³/s。截水沟采用矩形断面(宽 1.2m,高 1.0m),水力坡降为 2%,设计流量 3.91m³/s,采用 M10 浆砌片石砌筑。

4) 场底排水

为了有利于谷底水的渗透排泄，同时增加弃土与地基的摩擦力，排土作业前，随着堆排区域的推进，在底部铺设厚度 3.0m 的块石作为渗流通道。

5) 沉砂池

排土场下部设三级沉砂池，汇水经过沉淀后外排。考虑的项目的用地条件，将沉砂池布置在排土场西侧。沉淀池长×宽为 45m×20m，深 2.0m。

6) 拦砂坝

为了增加拦截渗出污泥和减小滚石危害，可研确定在排土场下游山谷处设置拦砂坝。

拦砂坝为浆砌片石结构，坝底部标高+202m，地基承载力特征值不小于 150kPa。拦砂坝轴线长（顶面）575m，中心部位地面上墙高 5m，顶宽 3.0m，两侧按 1: 0.3 坡比设置。

(9) 排废道路

排废道路由运矿道路+282m 分叉，沿地形向下延展布线，最终到达排土场+220m 标高。道路采用三级道路，因排废道路行车密度较低，采用单车道，路面宽为 7m，采用泥结碎石路面。道路平均坡度不大于 6.5%，最大纵坡坡度 9%，道路最小平曲线半径 15m。道路总长为 960m。

单车道路段应每隔一段距离设置一个错车道，错车道之间的间距不大于 300m，相邻错车道之间应能够通视。

2.4.10 腐殖土堆场

根据《黑龙江省黑土地保护利用条例》的相关要求，剥离的黑土应当就近用于新开垦耕地和低质耕地改良、被污染耕地的治理、高标准农田建设、土地复垦等，为了保护黑土，设置腐殖土堆场。

结合前期项目总平面布置及周边地形条件，腐殖土堆场布置在水泥厂南端区域，该区域较为空旷，地形平坦，适合作为腐殖土堆场，占地面积约 0.3ha。

为便于腐殖土的堆存及取用，腐殖土堆场堆置高度 5m，台阶坡面角

30°，总库容约 0.88 万 m³。

2.4.11 安全管理及其他

(1) 安全生产管理机构

企业设置相应的管理机构，并由专人负责此项工作，矿山设专职安全管理人员。企业应经常对全体员工进行劳动安全与工业卫生教育，制定各工种安全操作规程，定期检查制度执行情况，确保安全生产。

矿山设专职矿山安全员，检查、督促处理边坡上的松动岩石，以防砸伤人员和损坏设备。矿山企业不安全因素较多，设立应急救护方案，可与市医疗组织签订协议。

(2) 劳动定员

生产工人定员按定额及岗位配备，管理及服务人员按在册人员的 15%考虑。经计算，全部在册人员 70 人，其中：生产工人 60 人，管理及服务人员 10 人。

(3) 投资估算

项目总投资 16722.80 万元，其中：建设投资 16212.09 万元，建设期利息 210.71 万元，全部流动资金 300.00 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險、有害因素，分析可能发生的事故类型，预测事故后果严重等级；评价项目建设方案与相关安全生产法律法规、规范标准的符合性；采用定性定量的方法分析评价其安全性及其发生事故后的后果，评价单元划分及评价方法选择如表 3-1 所示。

表 3-1 评价单元划分及评价方法选择

序号	评价单元	评价方法
1	总平面布置单元	安全检查表法
2	开拓运输单元	预先危险性分析法、安全检查表法
3	采剥单元	预先危险性分析法、安全检查表法、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、数值计算法
7	腐殖土堆场单元	综合分析法
8	安全管理单元	安全检查表法
9	重大危险源辨识单元	综合分析法

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预测事故发生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3-2。

表3-2 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、暴雨、雷击、地震等。

(1) 坍塌、滑坡等边坡事故

矿区工程地质勘查类型划分为第四类，层状岩类；勘察地层岩性较复杂，地质构造较发育，岩溶不发育，浅部风化强烈，局部破碎带影响岩体稳定性，局部易发生矿山工程地质问题，工程地质条件复杂程度属中等型。

矿山现状崩塌地质灾害弱发育；矿山未来露天开采，采场局部边坡可能产生崩塌掉块。

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。

(2) 暴雨

矿区属中温带大陆性季风气候，年降水量 500~550mm。根据牡丹江市城建局数理统计法得出的牡丹江市百年一遇暴雨量（1%为 77.74mm），五十年一遇暴雨量（2%为 70.22mm），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。

(3) 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。

(4) 雷击

该项目所在区域平均雷暴日数 26.8d/a，矿区存在用电设备，有发生雷击的可能。

(5) 地震

矿区及附近周围无地震活动历史。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)和《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)的划分，本区场地震动峰值加速度为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s。地震烈度为VI度，判定该区为稳定区。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

布置在矿区范围内的粗碎车间（尚未建设）位于矿山爆破警戒范围内，采场距离粗碎车间最近距离 164m，爆破可能会对上述设施产生爆破飞石伤害。粗碎车间附近采矿拟采用控制爆破，粗碎车间拟采用无人值守，避免矿山开采对其的影响矿山。

矿区周边有耕地，周边农民误入爆破警戒范围内可能受到意外伤害，建议爆破警戒线内农田由矿山租种。

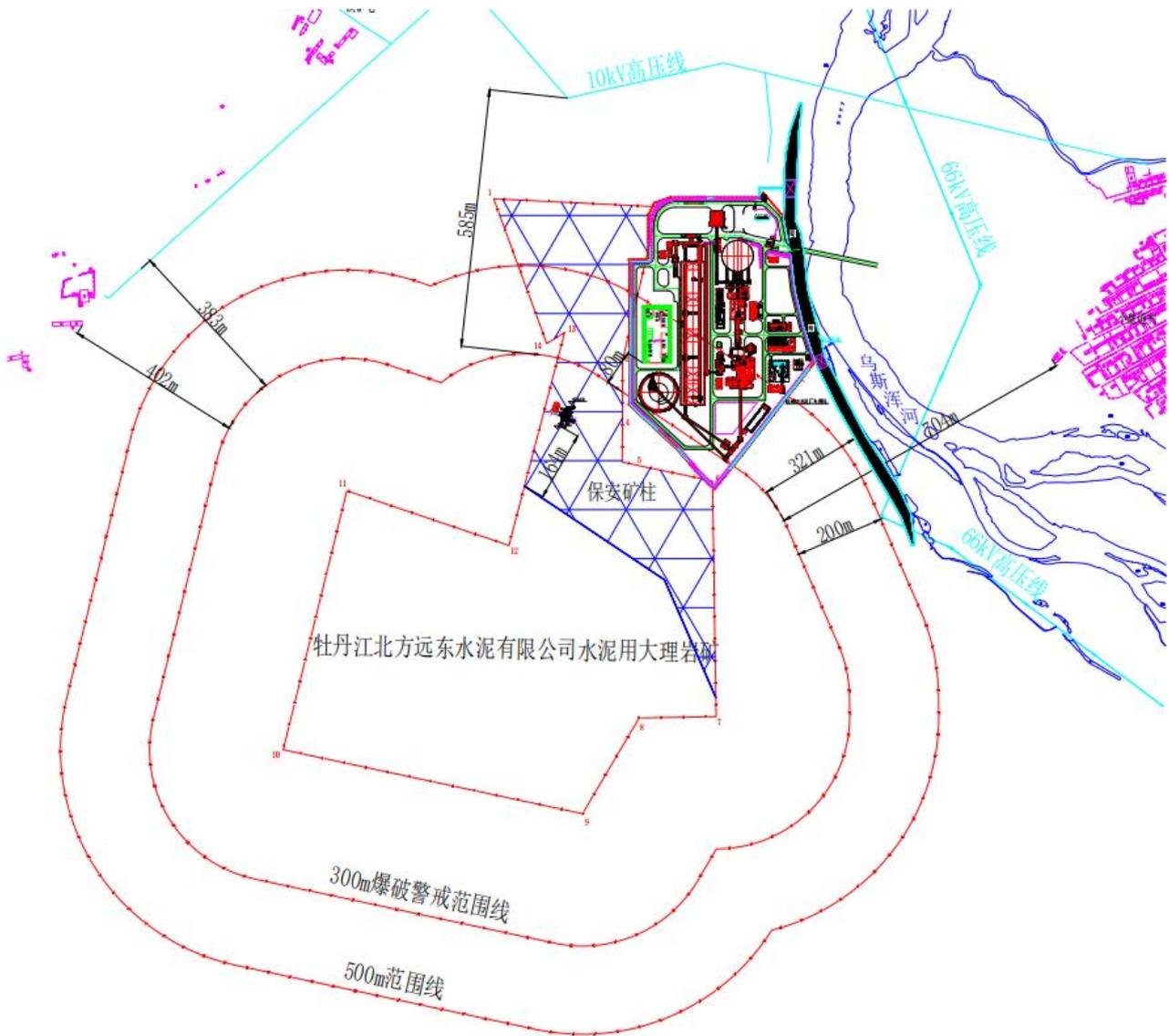
排土场部分区域以及腐殖土堆场全部位于矿山爆破警戒范围内，矿山爆破时，排土场及腐殖土堆场如果不立即停止作业并迅速撤离，则人员及设备可能受到爆破飞石伤害。

3.1.2 总平面布置安全检查表

表 3.1-1 总平面布置安全检查表

序号	检查项目	检查依据	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	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。	全生产工作的意 见》	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	水泥厂生产用水取自乌 斯浑河，生活用水取自 附近大盘道村，矿山为 水泥厂配套项目生产用 水量、供电负荷不大， 供水、供电利用水泥厂 系统。水泥厂水源、电 源可满足矿山生产需 求。	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》	根据可研，矿区水文地 质条件简单，工程地质	符合 要求

序号	检查项目	检查依据	可研情况	检查结果
		GB50187-2012 第 3.0.8 条	条件为中等型。	
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，均应同时规划。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.1.3 条	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
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	1 条 66kV 高压线，位于矿区东侧，可研已确定开采区范围距离 66kV 高压线最近距离大于 500m。 矿区北侧有 1 条 10kV 高压线，可研已确定矿区北侧设置保安矿柱，保安矿柱设置后开采区范围距离 10kV 高压线	符合要求



序号	检查项目	检查依据	可研情况	检查结果
			最近距离 683m，满足相关要求。	

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 2 条高压线、村庄、拟建粗碎生产车间、拟建工业场地、山间小路、农田、河流、周边矿权、历史遗留采场。周边环境示意图见图 3.1-1。

图 3.1-1 周边环境示意图

(1) 高压线

1) 高压线情况

矿区东侧 66kV 高压线距离爆破警戒范围 200m（距离矿区开采范围 500m）。

矿区北侧 10kV 高压线距离爆破警戒范围 585m（距离矿区开采范围 885）。

矿区西侧 10kV 高压线距离爆破警戒范围 383m（距离矿区开采范围 683m）。

高压线位置详见图 3.1-1。

2) 相互影响

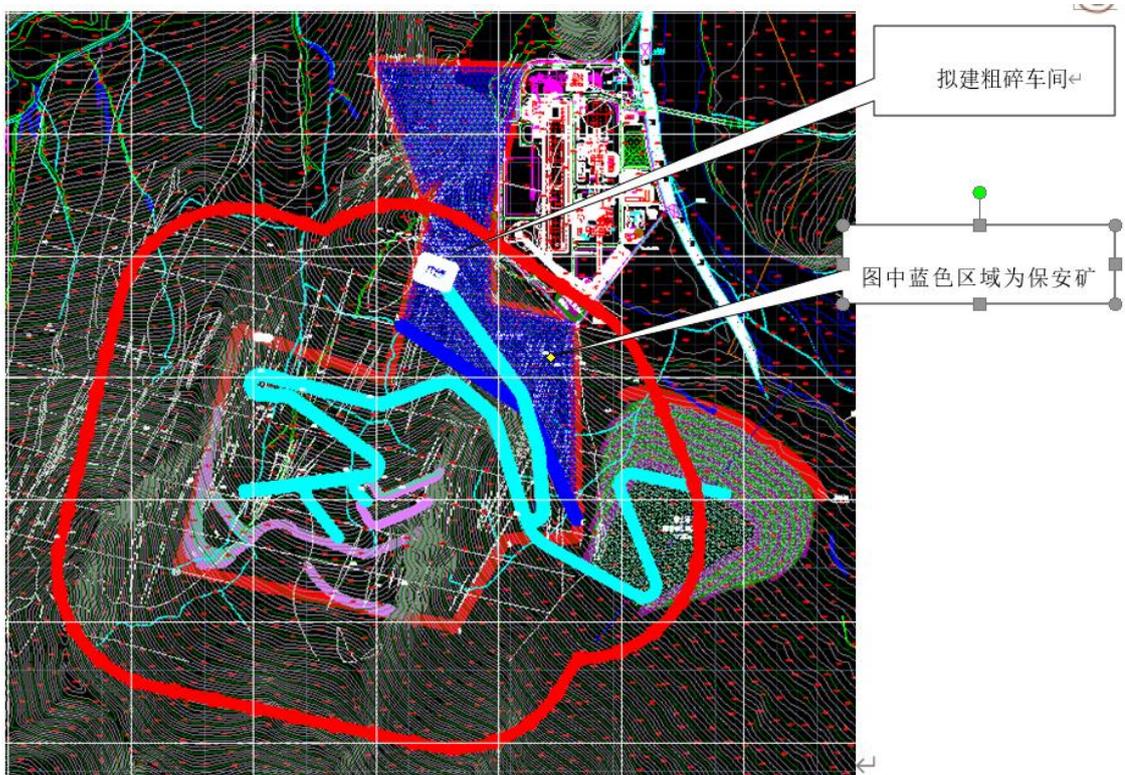


图 3.1-2 保安矿柱及拟建粗碎车间示意图

因配套水泥厂的建设，矿区北侧均设置为保安矿柱，详见图 3.1-2。开采区距离 66kV 高压线最近距离 500m，距离 10kV 高压线西侧最近距离 683m，详见图 3.1-1，爆破警戒范围满足《电力设施保护条例实施细则》第十条“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。”的要求。

(2) 房屋村庄

矿区周边较为空旷，矿区范围东侧的小盘道村距离爆破警戒范围 704m，西北侧的铁矿屯距离爆破警戒范围 402m，详见图 3.1-1，相互之间无影响。

(3) 生产设施

1) 生产设施情况

牡丹江北方远东水泥日产 5000 吨新型干法智能水泥熟料生产线项目目前主体建构筑物已完成建设（布置在矿区范围内的粗碎车间尚未建设，采场距离粗碎车间最近距离 164m），水泥厂毗邻矿区范围。

2) 相互影响

考虑到爆破对建构筑物的影响，矿区范围距离水泥厂 300m 范围内设置为保安矿柱，不再开采，详见图 3.1-2；这样水泥厂可以避免矿山开采对其的影响。

采场距离粗碎车间最近距离 164m，详见图 3.1-1；临近粗碎车间采矿时拟采用控制爆破，粗碎车间拟采用无人值守，可以避免矿山开采对其的影响。建议下一步设计阶段对该区域进行详细设计并提出具体的控制爆破措施。

(4) 矿山工业场地

拟建矿山工业场地位于水泥厂内西侧空地，主要包括办公楼、机修车间及材料库、水泵房等辅助生产设施，距离爆破警戒范围线 80m，爆破对拟建矿山工业场地无影响。

(5) 山间小路

1) 山间小路情况

矿区范围内分布了多条山间小路，主要为原林场和勘探的便道，为土路，目前均已废弃。

2) 相互影响

若将来采矿时外来人员可以随意出入，则形成较大的安全隐患；企业将

对山间小路进行封堵，并设置警示牌，禁止外部人员进入。

(5) 农田

矿区周围有部分农田耕地分布，企业声明为周围农民开垦的荒地，非基本农田，均在矿区范围之外。

矿山爆破时如果有农民进入爆破警戒线范围，则可能造成飞石伤害。企业爆破时应做好警戒工作。

(6) 河流

矿区东侧有乌斯浑河，由南向北流经矿区的东部，河面宽 30~50m，水深 1m 左右，最深处 3.60m。

河流距离爆破警戒范围 321m，最高洪水位+185.48m(1991 年)，矿区最低开采标高+200m，对矿山开采无影响。

(7) 周边矿权

矿区周边 300m 范围内无采矿权，最近采矿权为黑龙江大盘道矿业有限公司林口县大盘道铁矿，最近距离 660m，详见图 2.1-5。该铁矿采用地下开采，生产规模 30 万 t/a，开采标高由+398.4m~+77.8m，该地下开采矿山的设施均不在本项目爆破警戒线范围内，另外本次露天开采区域也没有在地下开采的开采移动界限范围内，相互无影响。

(8) 历史遗留采场现状

整合前在牡丹江北方远东水泥有限公司矿区东北角存在历史遗留采场，矿区整合后未进行过开采，受整合后范围的调整，原有采场西南侧少量位于本矿区东北角范围内，详见图 2.4-1。

矿区东北角范围内历史遗留采场面积约 0.9ha，长约 10~70m，分两个台阶。主要为一面坡，第一级台阶最大边坡高度约 116m，台阶坡面角约 44°；在+198m 存在一安全平台，宽度约 9~35m；第二级台阶边坡高度 10m，台阶坡面角约 32°。整体边坡角约 36°。历史遗留采场如果发生坍塌、滑坡，则可能造成水泥厂内的设备设施损坏、人员造成伤亡。

该历史遗留采场不属于可研和设计范围，大部分在矿权范围之外，边坡高度相对较高，边坡角不大，水泥厂构筑物距离坡底最近距离约 30m，地处空旷，人员往来稀少，企业为保证安全，已采取了治理措施，主要是设置围栏和警示标志，可研已将该区域划定为保安矿柱不再开采，避免对水泥厂生产区域安全产生影响。边坡现处于稳定状态。下一步企业应加强对历史遗留采场的安全监测与防护。

3.1.4 单元小结

牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿采矿工程矿床开采技术条件评价属于水文地质简单、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，矿山建设诱发坍塌、滑坡地质灾害的危险性较小，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。

该项目总平面布置中应加以重视的有：

(1) 矿区工程地质勘查类型划分为第四类，层状岩类；勘察地层岩性较复杂，地质构造较发育，岩溶不发育，浅部风化强烈，局部破碎带影响岩体稳定性，局部易发生矿山工程地质问题，工程地质条件复杂程度属中等型。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) 在矿区范围内拟建设的粗碎车间位于矿山爆破警戒范围内，采场距离粗碎车间最近距离 164m，下一步设计时应对该区域进行详细设计并提出具体的控制爆破措施，避免采矿对其安全产生影响。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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；爆破作业前应做好警示警戒，特别要注意周边农田耕地是否有人，撤离人员及设备确保安全后方可进行爆破；企业也可以考虑爆破警戒线内农田由矿山租种，防止周边农民误入爆破警戒范围内可能受到意外伤害。

(7) 下一步企业应加强对历史遗留采场的安全监测与防护。

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) 在冰雪天气、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。

(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 3.2-1 开拓运输单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
机械伤害	相关机械设备倾倒，对人员产生碰撞、挤压；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	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。

危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
物体打击	作业面浮石、器具或物料掉落。	人员伤亡	III	及时处理作业面浮石；加强对器具、物料的管理。
坍塌滑坡	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。	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；油罐车、炸药运输车辆应进行定期检查，操作人员应具备相关资质；车辆应做好防雷或避雷措施。
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 开拓运输单元安全检查表

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 3.2-2。

表 3.2-2 开拓运输安全检查表

序号	检查内容	检查依据	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，合理布置路线。	《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	可研中计算运矿道路单向行车密度为 26 辆/h（排废道路为 6 辆/h），运矿道路采用二级道路，排废道路采用三级道路。	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。	《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）	可研描述限制运输设备在上山道路的	下一阶段

序号	检查内容				检查依据	可研情况	检查结论
	道路等级	一	二	三	第 2.4.3 条	行驶速度不超过安全车速，确保运输安全，但未明确行车速度。	设计中需完善
	计算行车速度 (km/h)	40	30	20			
4	露天矿山道路路面宽度，宜按表 2.4.4 的规定采用。生产线（除单向环行者外）和联络线宜按双车道设计；联络线在条件困难时可按单车道设计；辅助线可根据需要按单车道或双车道设计。当单车道需要同时双向行车时，应在适当的间隔距离内设置错车道。错车道的设置，应符合附录二的规定。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-1987) 第 2.4.4 条	运矿道路为二级露天矿山道路，双车道路面宽度 12m。排废道路采用单车道，路面宽为 7m，单车道路段应每隔一段距离设置一个错车道，错车道之间的间距不大于 300m，相邻错车道之间应能够通视。	符合要求
5	露天矿山道路，宜采用较大的圆曲线半径。当受地形或其它条件限制时，可采用下表所列最小圆曲线半径。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-1987) 第 2.4.6 条	运矿道路为二级露天矿山道路，最小平曲线半径 25m；排废道路采用三级道路，最小平曲线半径 15m。	符合要求
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	最小圆曲线半径 (m)	45	25	15			
	当采用六至八类车宽时，露天矿山道路的最小圆曲线半径，应增加一个相应的计算车宽值。						
6	露天矿山道路在圆曲线和竖曲线处的视距，不应小于下表的规定。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-1987) 第 2.4.11 条	运矿道路最小平曲线半径 25m；排废道路最小平曲线半径 15m，相邻错车道之间应能够通视。可研未明确最小竖曲线半径及停车视距和会车视距。	下一阶段设计中需完善
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	停车视距 (m)	40	30	20			
	会车视距 (m)	80	60	40			
7	露天矿山道路的纵坡，不应大于下表的规定。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-1987) 第 2.4.13 条	新建运矿道路为二级露天矿山道路，最大坡度 8%；排废道路最大纵坡坡	符合要求
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	最大纵坡 (%)	7	8	9			

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论												
			度 9%													
8	露天矿山道路纵坡，应在不大于表 2.4.14-1 所规定的长度处设置缓和坡段。缓和坡段的坡度不应大于 3%，长度不应小于表 2.4.14-2 的规定。	《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-1987) 第 2.4.14 条	出入沟之间平坡段长度 60m，其余可研未明确。	下一阶段设计中需完善												
9	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 border="1" data-bbox="256 696 786 846"> <thead> <tr> <th>露天矿山道路等级</th> <th>一</th> <th>二</th> <th>三</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table>	露天矿山道路等级	一	二	三	竖曲线最小半径 (m)	700	400	200	竖曲线最小长度 (m)	35	25	20	《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-1987) 第 2.4.16 条	运矿道路为二级露天矿山道路，排废道路为三级道路，可研未明确最小竖曲线半径和长度。	下一阶段设计中需完善
露天矿山道路等级	一	二	三													
竖曲线最小半径 (m)	700	400	200													
竖曲线最小长度 (m)	35	25	20													
10	双车道的路面宽度，应保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.4.2.3 条	可研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。	下一阶段设计中需完善												
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	对山坡转弯处，坡度较大的填方地段以及高堤路基路段外侧均应设置护栏、挡车墙等安全设施；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	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.4.2.6 条	驾驶室外平台、脚踏板及车斗上不准载人，禁止超载运行，禁止在运行中升降车斗。其他内容可研中未说明。	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
	后再通过： —不超载运行。			
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	汽车运输的装载点、汽车装卸处设置照明。	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	多雨季节，道路较滑时应有防滑措施并减速行驶。可研中未说明雾霾、拖挂车辆情况下驾驶注意事项。	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，可研说明运矿道路建设标准按二级露天矿山道路建设，排废道路建设标准按三级露天矿山道路建设，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。

下一阶段设计中需完善的问题有：

（1）矿山运矿道路、排废道路可研分别确定为二级和三级露天矿山道路，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：行车速度、最小竖曲线半径和长度、停车视距、会车视距等。

（2）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。

（3）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) 下一阶段设计中需补充汽车日常运行、检修、拖挂车辆情况下应遵守的安全规定。

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

该矿矿体岩性为变质岩，夹石较多，矿山东南侧属顺层边坡，顺层面可能发生垮塌、崩塌等平面滑动现象；其他方向与矿体层位垂交或逆交，稳定性较好，一般不会发生平面滑动，但有沿组合结构面发生楔形滑动的可能。

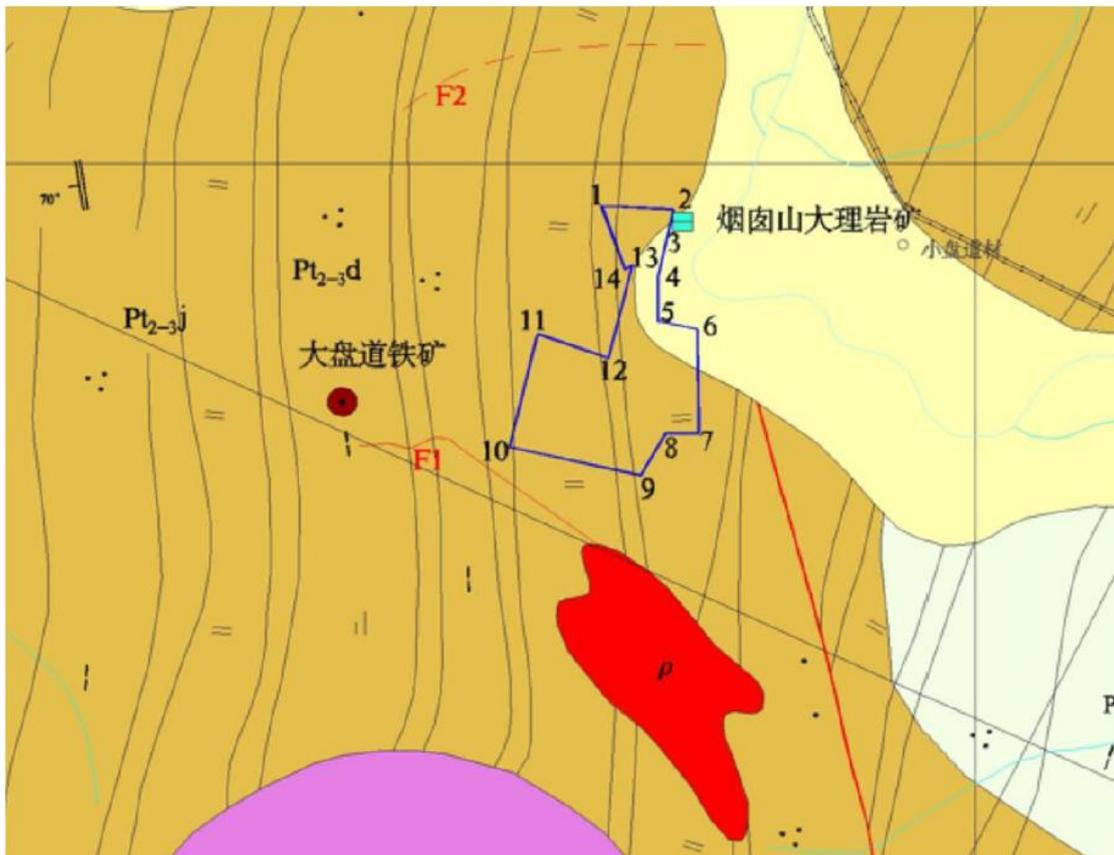


图 3.3-1 断层分布图

矿区有二条近东西走向的断层(F1、F2)，如图 3.3-1 所示。

F1 位于南部，长 360 米，总体倾向北北东倾角 33° ，下盘相对东移，断层面呈舒缓波状。断层北侧大理岩层与南侧绢云石英片岩为断层接触。该断层在矿床西南部，由南向北以 33° 倾角切断矿体，沿断裂有电气石花岗伟晶岩脉侵入。

F2 位于西北部，长约 650 米。北盘相对西移，南盘相对东移，横切中一上元古界大盘道岩组地层的上部层位。

上述二条近东西走向的断层 F1 和 F2 均在矿区拟开采范围外，为Ⅲ级结构面，距离矿区较远，对整体边坡稳定性影响较小；矿区内无Ⅰ级构造断裂带、Ⅱ级断裂或延深较稳定的原生较弱层。

该项目矿区水文地质条件简单，影响边坡渗流场的主要因素为大气降水。同一标高位置边坡内部孔隙水压力将随降雨持续时间的增加而持续增加。在连续多天强降雨条件下，边坡底部会逐渐趋于饱和，浸润线将逐步抬升，总体抬升幅度明显。降雨停滞，底部岩石由饱和逐渐转换至半饱和或不饱和状态，浸润线逐渐降低，最终趋于稳定。在强降雨条件下，边坡岩体自身的强度会在水的持续作用下有所折减。

该项目所处地区低温期长达 6 个月之久，最大积雪厚度为 1.05m，平均冻结深度 1.5m。低温冻融对边坡稳定性影响较大，边坡面土体在冻融的过程中渗透性会增大，将使得更多的水分渗入边坡，导致上部土体达到饱和甚至过饱和状态，如此循环后造成边坡面稳定性降低。

(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

高处坠落指在高空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 15m，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) 工人冒险作业；

4) 在高空作业时，天气突然发生变化，如大风、暴雨、暴雪，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 3.3-1 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; 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。	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; 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	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

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
		动。				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）对该项目采场进行安全检查。详见表 3.3-2。

表 3.3-2 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									
1	<p>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。</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>矿岩性质</th> <th>作业方式</th> <th>台阶高度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>松软的岩土、砂状的矿岩</td> <td>机械 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>铲装 爆破</td> <td>不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍</td> </tr> </tbody> </table>	矿岩性质	作业方式	台阶高度	松软的岩土、砂状的矿岩	机械 不爆破	不大于机械的最大挖掘高度	坚硬稳固的矿岩	铲装 爆破	不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.2.1.1 条	<p>采场自上而下分台阶逐层开采，台阶高度 15m。</p> <p>选用大型液压挖掘机（斗容 3.5m³）作为矿山主要装载设备，挖掘机最大挖掘高度一般在 12m 左右，则生产台阶高度：$H \leq 12 \times 1.5 = 18m$，生产台阶高度不大于机械的最大挖掘高度的 1.5 倍。</p>	符合要求
矿岩性质	作业方式	台阶高度											
松软的岩土、砂状的矿岩	机械 不爆破	不大于机械的最大挖掘高度											
坚硬稳固的矿岩	铲装 爆破	不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍											
2	露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.1.8 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善									

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
3	露天矿山应该采用机械方式进行开采。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.2.1.2 条	矿山采用机械方式开采。	符合要求
4	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。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.2.1.3 条	可研确定矿山不并段。	符合要求
5	露天采场应设安全平台和清扫平台。人工清扫平台宽度不小于 6m，机械清扫平台宽度应满足设备要求且不小于 8m。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.2.1.4 条	安全平台宽度为 5m，清扫平台宽度为 10m。	符合要求
6	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。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.2.4.2 条	各台阶推进至到临近最终边坡时采用预裂爆破。 各台阶推进至临近最终边坡时，必须按设计确定的宽度预留安全平台及清扫平台。 要保持台阶的安全坡面角，不得超挖坡底。	符合要求
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

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
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；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	对最终边坡应进行定点定期观测，并收集和分析边坡的资料。可研未说明检查频率。	下一阶段设计中需完善
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

应急管理部信息研究院于 2024 年 12 月编制了《牡丹江北方远东水泥有限公司黑龙江省林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿边坡稳定性研究报告》并通过了专家评审，该研究报告数据翔实、分析研究方法和内容满足相关规定的要求。以下内容引用该研究报告。

(1) 边坡岩体力学参数

工勘报告综合获取到的边坡岩体工程地质情况和岩石力学试验数据，结合类似工程分析规范、手册、文献中的经验参数，根据勘查场区岩土样试验结果，参考相关规范要求及收集的相关资料报告，综合调查边坡坡体的结构面的发育特征、贯通程度、粗糙度、充填物的基本情况，结合经验参数取值，给出本次勘查边坡的岩石、岩体及结构面物理力学参数建议值，边坡稳定性研究采用的边坡土体和岩体物理力学参数分别见表 3.3-4 和表 3.3-5。

考虑到矿区地处属寒冷地区，存在岩石冻融条件，为保证矿区终了边坡稳定性计算结果安全可靠，《边坡稳定性分析报告》参考类似工程经验，微风化岩体冻融循环损失率约 2%~5%，故将边坡主要岩体，即微风化大理岩、微风化花岗伟晶岩的冻融循环后剪切力学参数进行相应折减，最终计算参数如表 3.3-3 所示。

表 3.3-3 边坡岩土体冻融条件物理力学参数综合取值

岩性	重度 γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	E (GPa)	泊松比 ν	渗透系数 (m/d)
残积土	18.3	16.2	22.5	0.4	0.48	50
强风化大理岩	21.5	100	19	1.3	0.4	10
中风化大理岩	23.4	370	30	4.8	0.23	10
微风化大理岩	26.8	665	38	8.8	0.22	0.03
微风化花岗伟晶岩	26.2	760	39	10	0.16	0.004
破碎带	20.0	40	23	1.3	0.45	10
结构面	--	110	30	--	--	--

表 3.3-4 边坡土体物理力学参数建议值表

土层名称	含水率	湿密度	干密度	孔隙比	塑性指数	液性指数	压缩系数	压缩模量	内摩擦角	粘聚力	渗透系数
	ω	ρ	ρ_d	e	I_p	I_L	a	$E_{s0.1-0.2}$	φ	c	k
	%	g/cm^3		-	-	-	MPa^{-1}	MPa	°	kPa	m/d
残积土	22.7	1.83	1.50	0.81	10.7	0.50	0.406	4.45	22.5	16.2	50

表 3.3-5 边坡岩体物理力学参数建议值表

岩性	状态	重度	单轴抗压强度	冻融试验		抗拉强度	直剪试验		三轴试验		弹性模量	泊松比	渗透系数
				单轴抗压强度	冻融质量损失率		粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角			
				kN/m^3	MPa		MPa	%	MPa	MPa			
强风化大理岩	天然	21.1	—	—	—	—	0.21	22.5	—	—	6	0.4	10
	饱和	21.5	—			—	0.20	21.0					
中风化大理岩	天然	23.3	47.6	—	—	2.40	4.62	41.0	9.24	45.1	9.5	0.23	10
	饱和	23.4	44.6			—	—	—					
微风化大理岩	天然	26.7	59.6	48.2	2.1	2.47	5.28	43.0	10.56	51.6	16.6	0.22	0.03
	饱和	26.8	56.6			—	—	—					
微风化花岗伟晶岩	天然	26.2	62.7	43.9	10	3.31	5.51	45.5	11.34	54.6	19.1	0.16	0.004
	饱和	26.2	55.9			—	—	—					
破碎带	饱和	20	—	—	—	—	0.05	25	—	—	1.3	0.45	10
结构面	天然	—	—	—	—	—	0.12	37	—	—	—	—	—

(2) 边坡稳定性分析采用的参数、标准

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB 51016-2014), 不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数应满足表 3.3-6 规定的安全系数要求。

表 3.3-6 不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数

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

注: 1 荷载组合I为自重+地下水; 荷载组合II为自重+地下水+爆破振动力; 荷载组合III为自重+地下水+地震力。

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

根据上文对矿区各边坡分区进行的工程安全等级划分, 边坡稳定性研究报告三种工况下的边坡稳定性计算许用的安全系数如表 3.3-7 所示。

表 3.3-7 边坡稳定性计算许用的安全系数

边坡分区	边坡工程 安全等级	稳定性计算许用的安全系数[K]		
		荷载组合I	荷载组合II	荷载组合III
A 区	II	1.20	1.18	1.15
B 区	II	1.20	1.18	1.15
C 区	I	1.25	1.23	1.20
D 区	I	1.25	1.23	1.20
E 区	I	1.25	1.23	1.20

注: 若剖面计算所得的安全系数: $K \geq [K]$ 时属稳定; $1 \leq K < [K]$ 时基本稳定, $K < 1$ 时不稳定。

(3) 计算剖面的选取及计算模型的建立

根据《牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿采矿工程可行性研究报告》提供的开采最终境界图及《牡丹江北方远东水泥有限公司熟料生产

线项目矿山工程地质补充勘探项目边坡工程勘察报告》勘察成果资料，区内岩体主要为可溶性碳酸盐岩，岩体力学强度高，均属层状较坚硬变质岩体工程地质岩组及其风化作用产物，局部揭露坚硬岩浆岩组。且矿区内无I级构造断裂带、II级断裂或延深较稳定的原生较弱层；距矿区最近的III级构造结构面为断层F1、F2，距离矿区较远，对整体边坡稳定性影响较小。

根据上述情况，《边坡稳定性研究报告》将整个采场划定为一个工程地质区。

由《牡丹江北方远东水泥有限公司黑龙江省林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿边坡工程勘察报告》可知，该矿区岩体为较坚硬岩组，表面覆盖风化层较薄，矿体与围岩稳定性好。该矿为露天矿山，根据开采规模、采矿技术条件和安全要求，设计采用自上而下按15m高的台阶开采，工作线沿地形等高线方向布置。按照以上原则及矿床条件，确定台阶坡面角以 65° 为主。露天采场的最终边坡角根据设计的参数在开采剖面上读取为 $43^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。

根据可行性研究报告提供的开采最终境界图、按最终边坡在矿区所处部位、易诱发的工程问题、坡向、高度等因素，在工程地质分区基础上，将最终边坡划分为5个分区，即A区、B区、C区、D区、E区，各区情况如下：

A区位于拟开采区北部，边坡长度400m，终了边坡最大高度98m，属低边坡。边坡倾向 $96^{\circ}\sim 198^{\circ}$ ，最终边坡角约 48° ，台阶坡面角 65° ；岩层倾向 $283^{\circ}\sim 295^{\circ}$ ，倾角 $37^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，终了边坡为切向坡。

B区位于拟开采区东部，边坡长度780m，终了边坡最大高度96m，属低边坡。边坡倾向 $206^{\circ}\sim 249^{\circ}$ ，最终边坡角约 50° ，台阶坡面角 65° ；岩层倾向 $280^{\circ}\sim 301^{\circ}$ ，倾角为 $37^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，终了边坡为切向坡。

C区位于拟开采区东南部，边坡长度135m，终了边坡最大高度165m，属中边坡。边坡倾向 $313^{\circ}\sim 325^{\circ}$ ，最终边坡角约 43° ，台阶坡面角 65° ；岩层倾向 $280^{\circ}\sim 300^{\circ}$ ，倾角为 $25^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，终了边坡为顺向坡。

D 区位于拟开采区西南部，边坡长度 400m，终了边坡最大高度 230m，属中边坡。边坡倾向 $10^{\circ}\sim 67^{\circ}$ ，最终边坡角约 49° ，台阶坡面角 65° ；岩层倾向 $291^{\circ}\sim 304^{\circ}$ ，倾角为 $36^{\circ}\sim 41^{\circ}$ ，终了边坡为切向坡。

E 区位于拟开采区西部，边坡长度 400m，终了边坡最大高度 230m，属中边坡。边坡倾向 $94^{\circ}\sim 98^{\circ}$ ，最终边坡角约 49° ，台阶坡面角 65° ；岩层倾向 $281^{\circ}\sim 293^{\circ}$ ，倾角为 $36^{\circ}\sim 42^{\circ}$ ，终了边坡为逆向坡。

整个拟开采区边坡主要岩体为大理岩，岩体结构组织无变化，保持原始完整结构，总体处于中~微风化状态，岩体色泽新鲜，锤击声清脆，裂隙面紧密，开挖需用爆破。

根据边坡工勘报告所提供的采场 5 个边坡分区的 6 个典型工程地质剖面图，边坡稳定性研究报告建立了各个典型剖面的极限平衡计算模型，边坡稳定性研究报告针对现状边坡以及终了边坡选取的计算剖面见表 3.3-8。

表 3.3-8 各分区典型剖面选取表

	选取计算剖面				
终了边坡	5-5	4-4	3-3	1-1、2-2	6-6
边坡分区	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区

剖面的位置如图 3.3-2 所示；工程地质剖面图如图 3.3-3 所示；建立的极限平衡法边坡计算模型如图 3.3-4 所示。

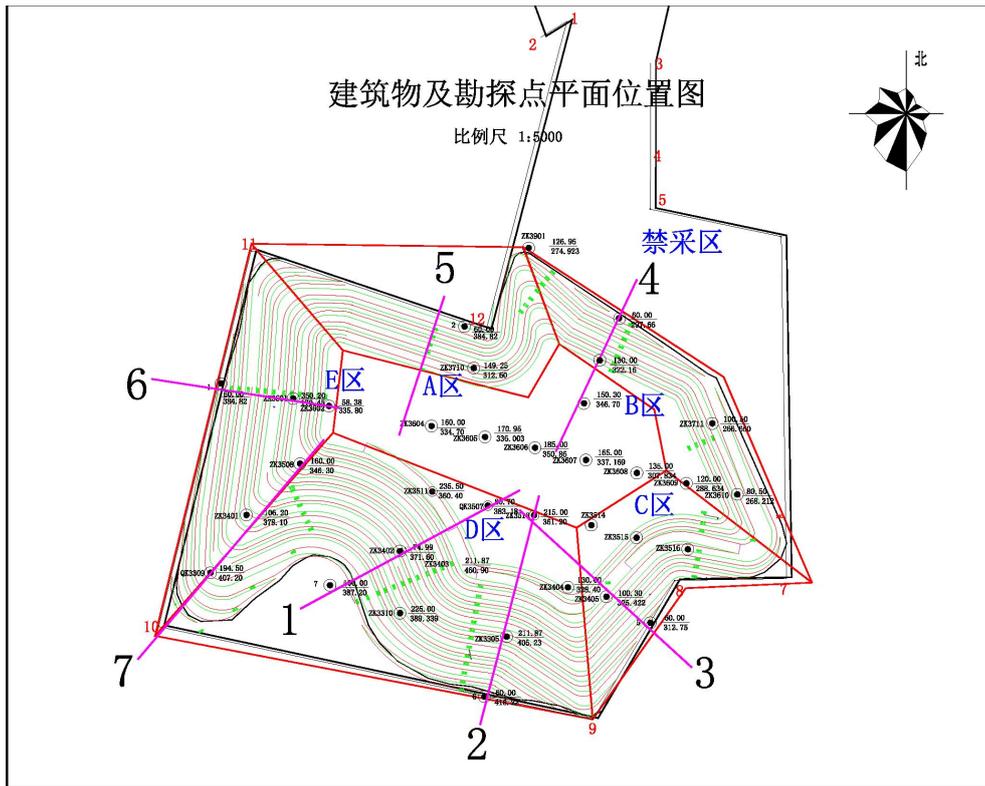
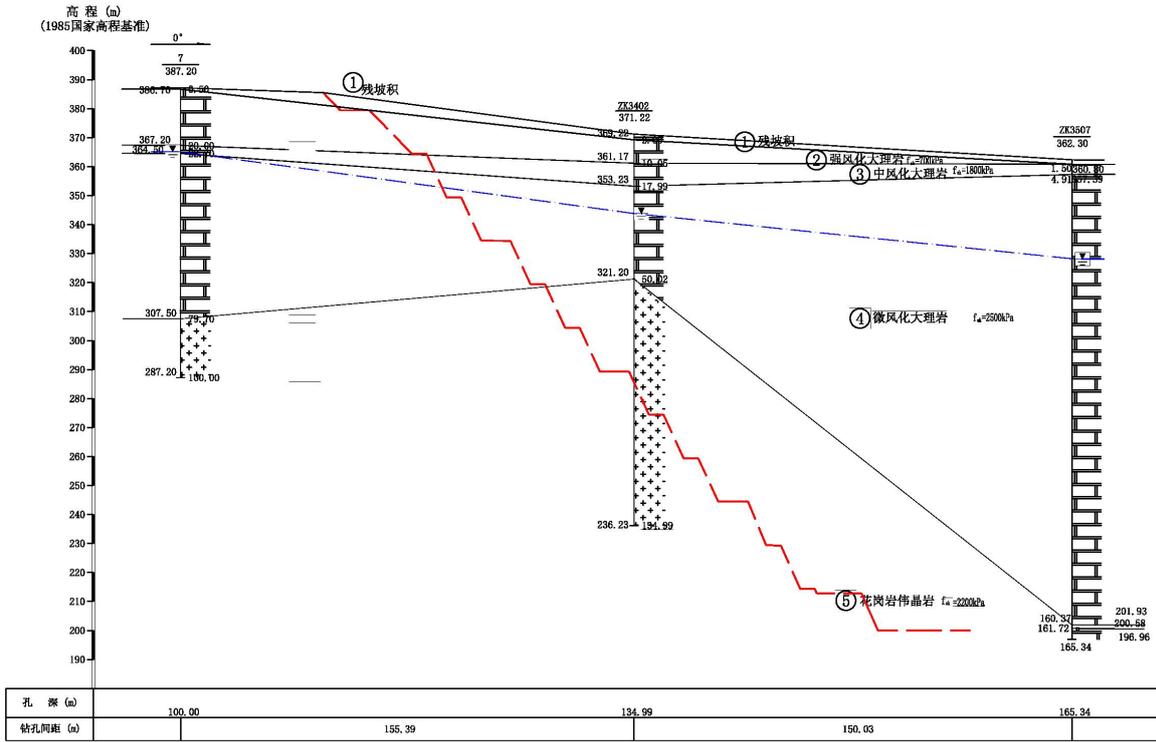


图 3.3-2 终了边坡计算模型选取剖面位置图

工程地质剖面图 1----1'

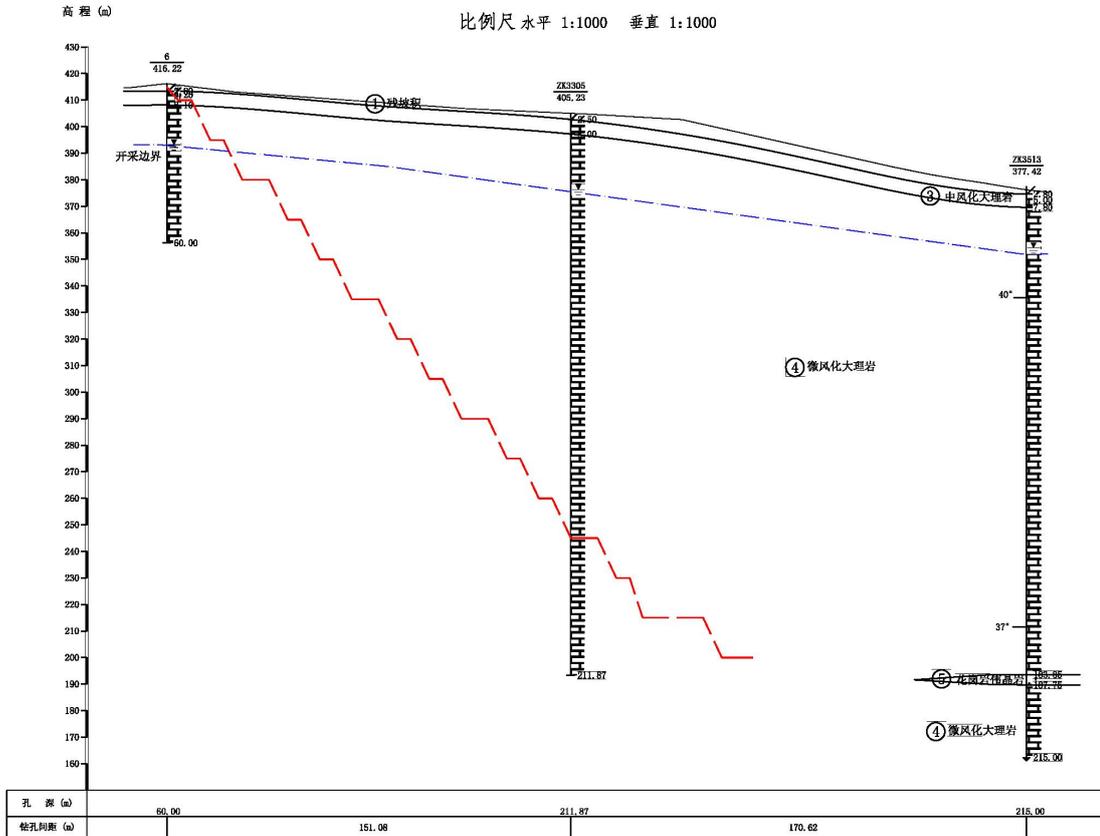
比例尺 水平 1:1000 垂直 1:1000



1-1 剖面

工程地质剖面图 2----2'

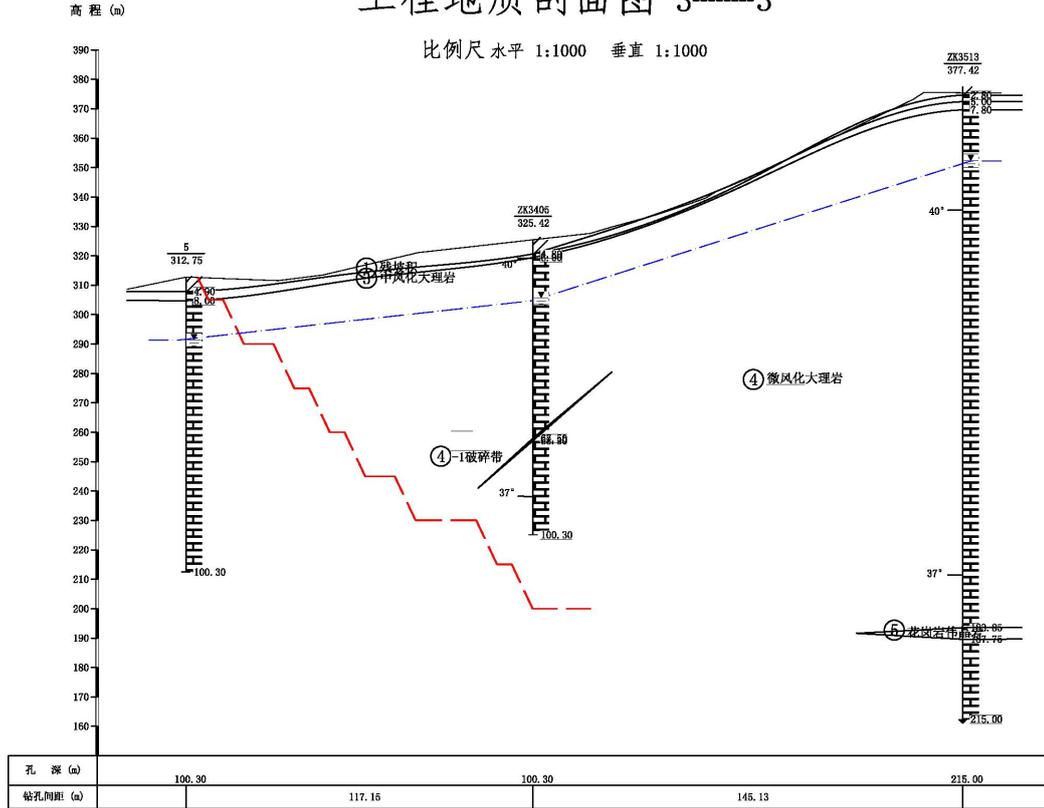
比例尺 水平 1:1000 垂直 1:1000



2-2 剖面

工程地质剖面图 3-----3'

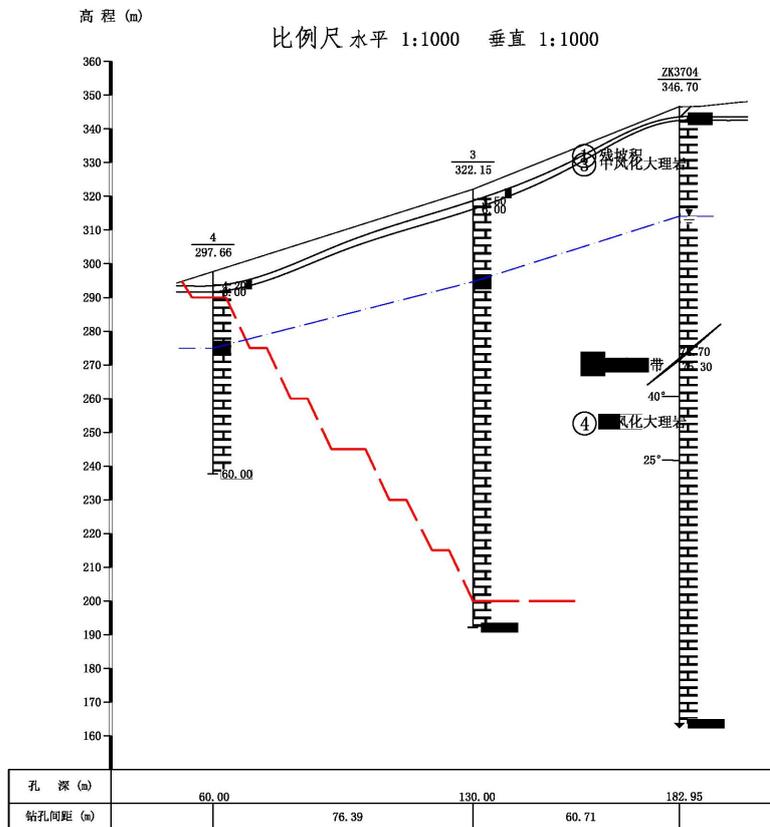
比例尺 水平 1:1000 垂直 1:1000



3-3 剖面

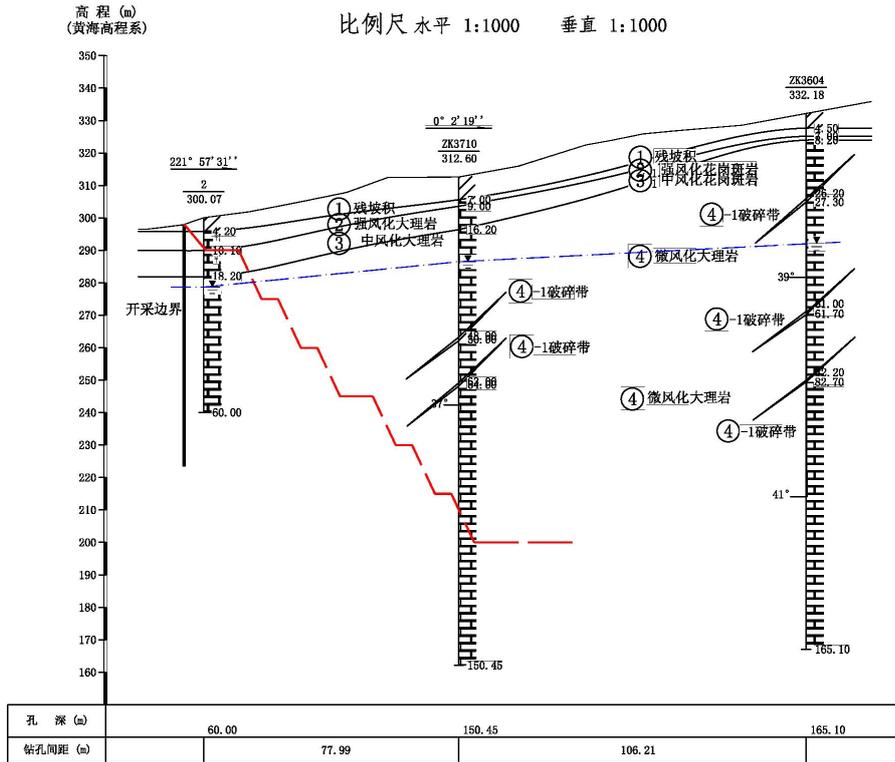
工程地质剖面图 4-----4'

比例尺 水平 1:1000 垂直 1:1000



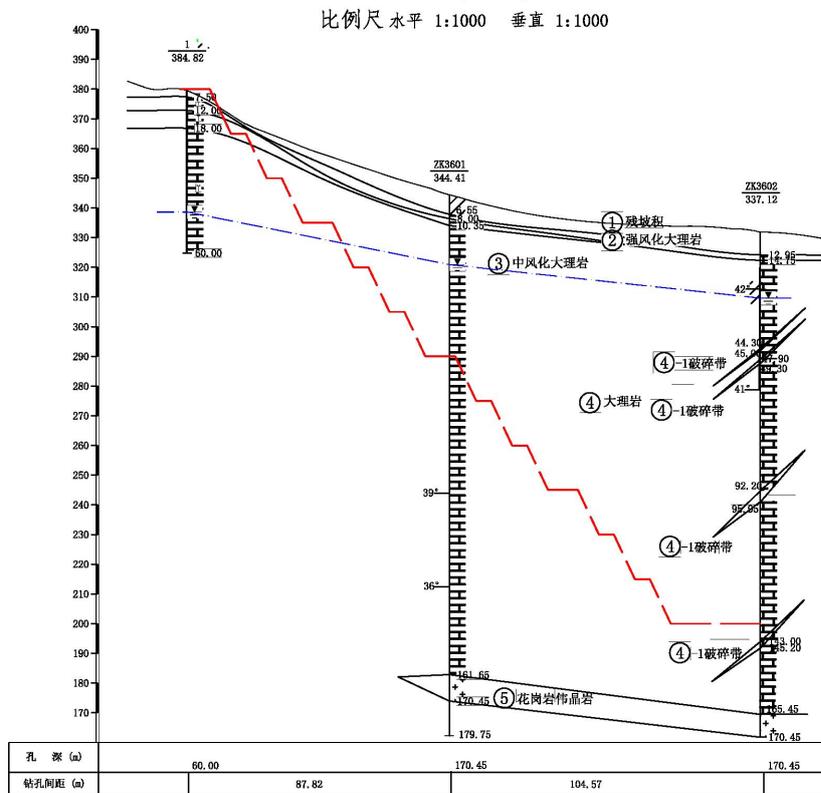
4-4 剖面

工程地质剖面图 5-----5'



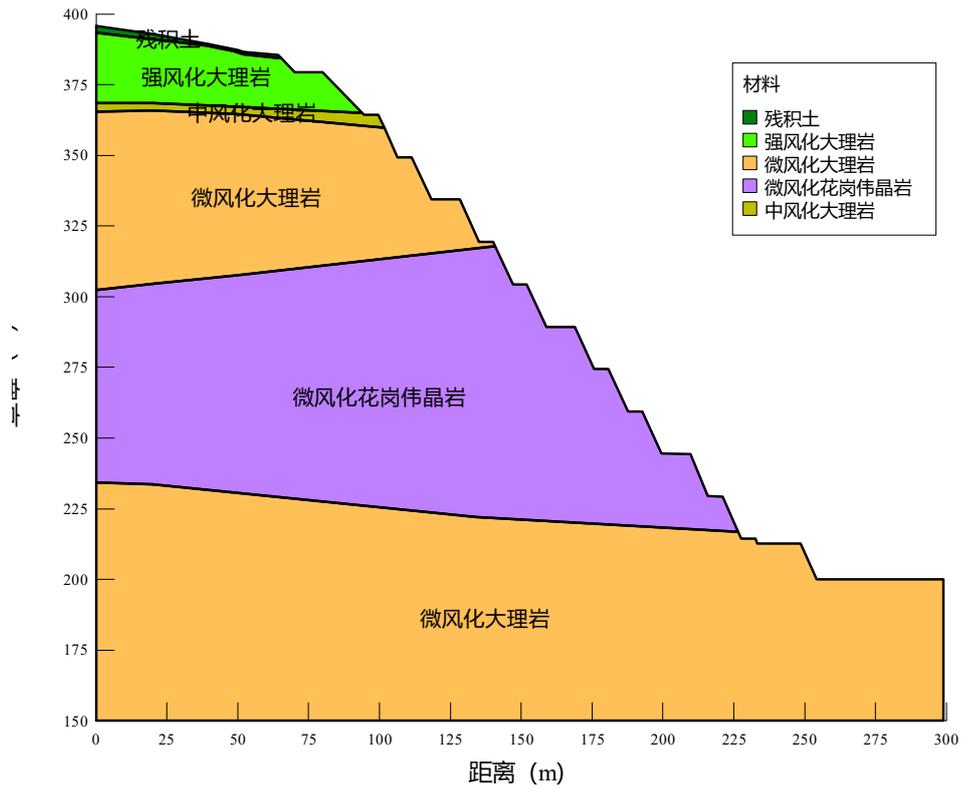
5-5 剖面

工程地质剖面图 6-----6'

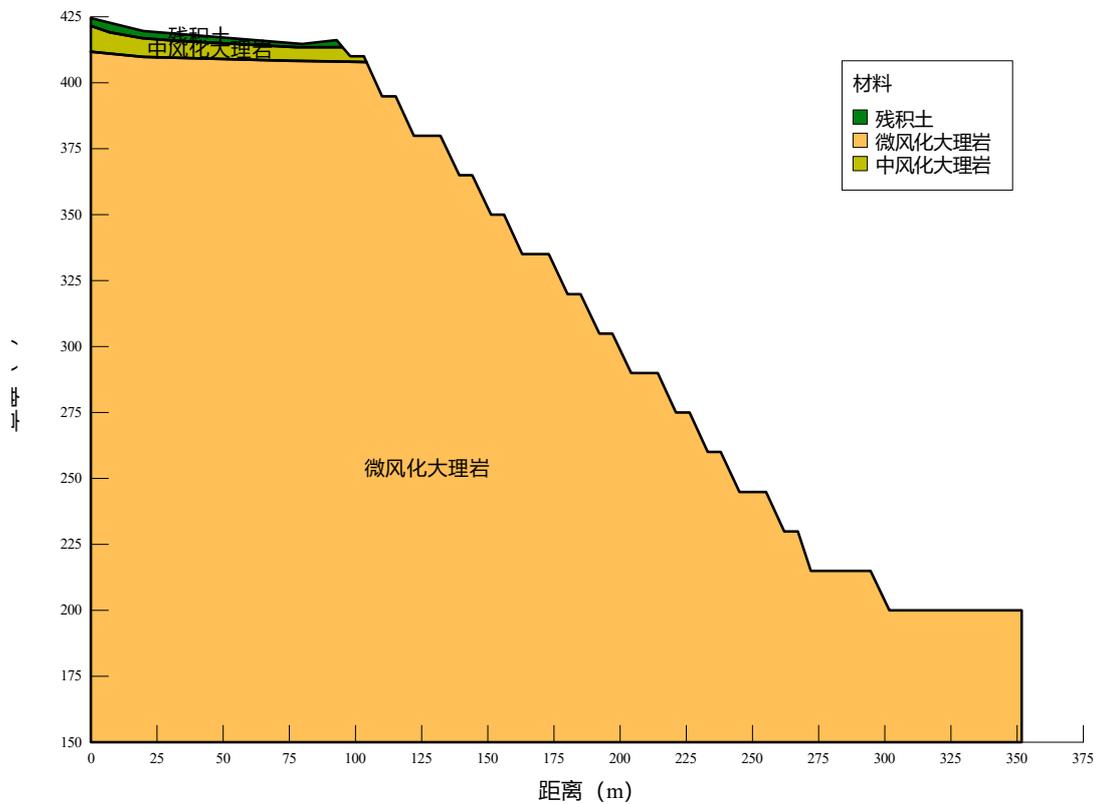


6-6 剖面

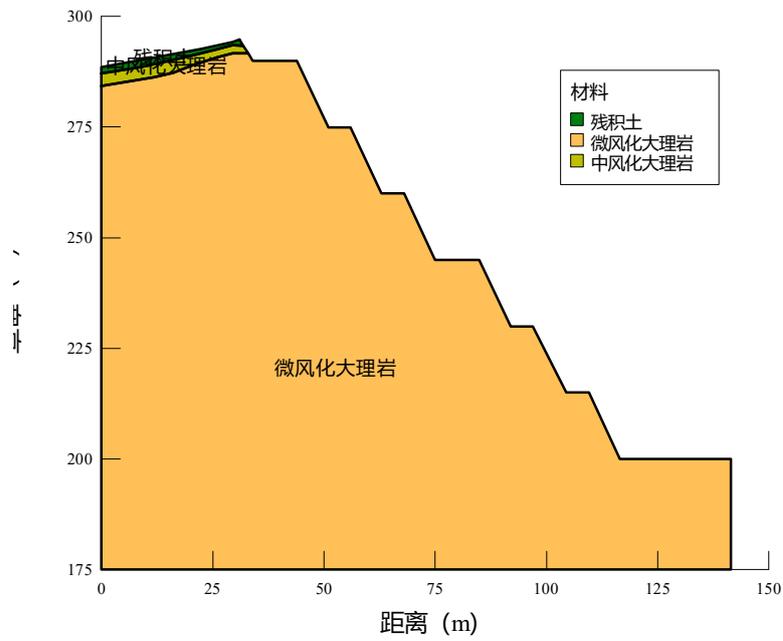
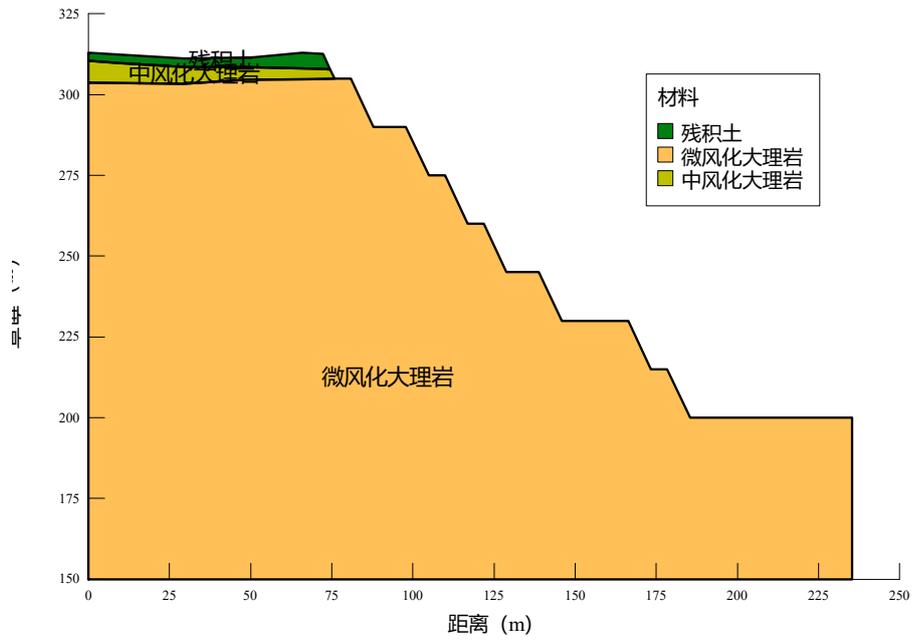
图 3.3-3 终了边坡计算选取的工程地质剖面图

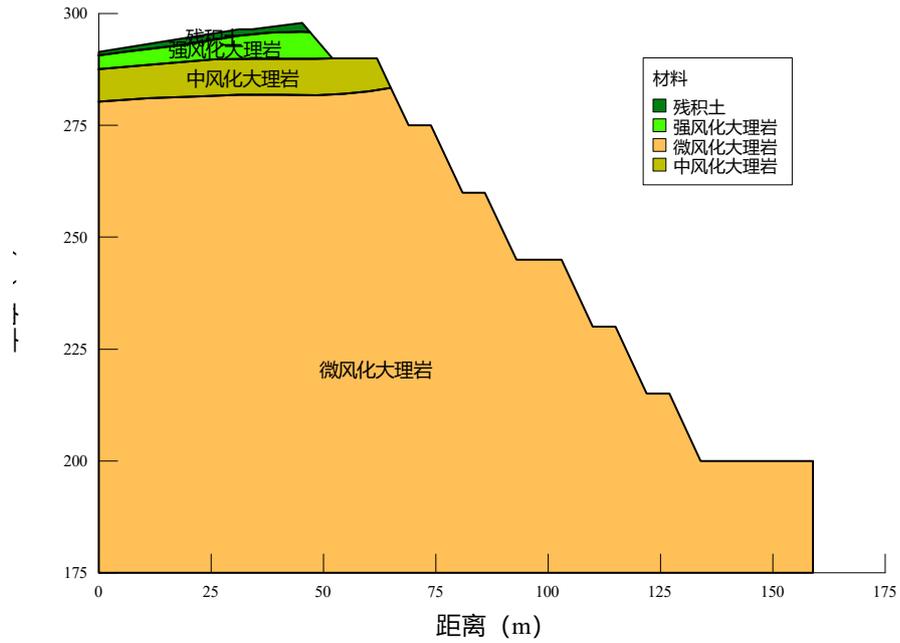


1-1 剖面边坡分析模型

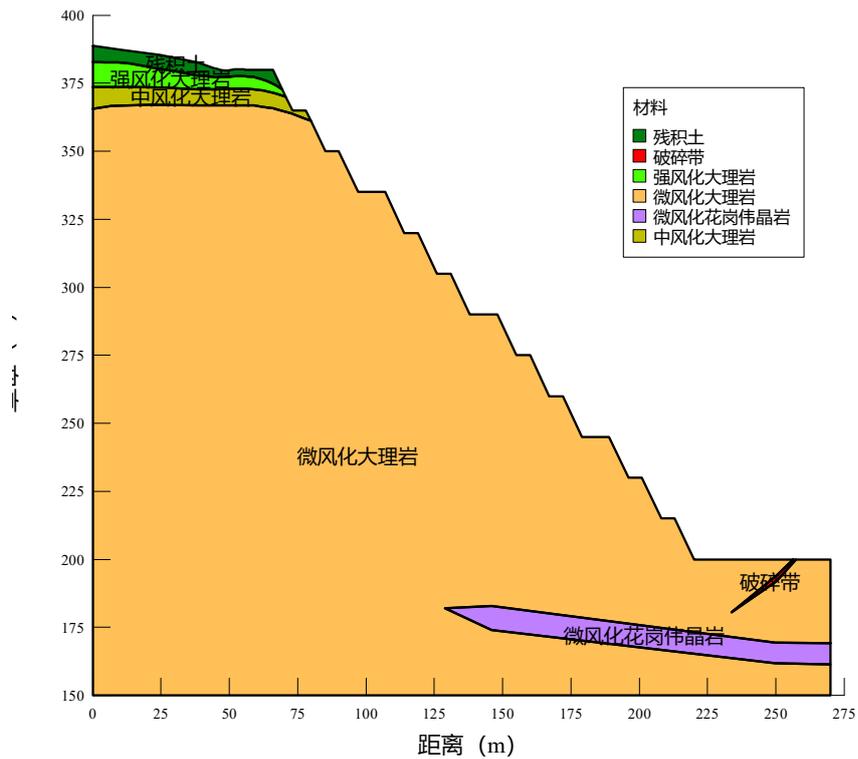


2-2 剖面边坡分析模型





5-5 剖面边坡分析模型



6-6 剖面边坡分析模型

图 3.3-4 终了边坡计算模型

(4) 边坡岩体结构类型

根据边坡高度及各层厚度在边坡组成中所占比重，依据《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB 51016-2014)附录 A 表 A.0.1、表 A.0.2，矿山露天边

坡岩体结构类型及完整程度划分见表 3.3-9。

表 3.3-9 边坡岩体结构及完整程度一览表

边坡分区	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区
最大高度(m)	98	96	165	230	230
强风化厚度(m)	2.0~5.9	1.0~2.5	1.2~3.1	1.4~3.5	1.45~4.5
岩体结构类型	层状结构	层状结构	层状结构	层状结构	层状结构
岩体完整程度	较完整~完整	较完整~完整	较完整~完整	较完整~完整	较完整~完整

(5) 各分区边坡工程安全等级

表 3.3-10 各边坡分区工程安全等级划分表

边坡编号	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区
边坡最大高度(m)	98	96	165	230	230
典型剖面	5-5	4-4	3-3	1-1、2-2	6-6
最终边坡角(°)	48	48	45	44、46	48
边坡高度等级	低边坡	低边坡	中边坡	中边坡	中边坡
边坡危害等级	I	I	I	I	I
边坡工程安全等级	II	II	I	I	I

(6) 岩体质量综合评价

1) RQD 值分级法中的 RQD 值为岩芯中长度等于或大于 10cm 的岩芯累计长度与钻进总长度之比，RQD 值反映了岩体被各种结构面切割的程度。由于指标意义明确，可在钻探过程中附带得到，又属于定量指标，因而对于矿山的总体设计以及边坡支护设计等有较好的用途。

2) BQ 指标法：根据上述岩石物理力学性质、岩体节理裂隙统计结果、岩石质量指标 RQD、岩体声波纵波速、岩体完整性系数等主要指标，结合地下水、主要软弱结构面产状作用的影响，并结合地区经验，按照《工程岩体分级标准》（GB 50218-2014）岩体质量分级法（“BQ 指标”法）对矿区露天采场边坡进行分级。

3) RMR 分级法采用完整的岩石强度 R1、岩石质量指标（RQD）R2、节理间距 R3、节理状态 R4 和地下水条件 R5 等 5 个分级参数。根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）附录 C 对边坡岩体进行 RMR 值计算，由于岩体的岩土力学分类不仅考虑了岩石的抗压强度，还比较全面

地考虑了节理和地下水对工程稳定性的影响，对边坡与采矿等工程较为实用。

根据边坡岩体结构特征、工程岩组特性及结构面调查统计分析，综合 RQD、BQ 和 RMR 岩体质量分类体系分析考虑，综合评定该矿区岩体质量分级如表 3.3-11 所示。

表 3.3-11 边坡岩体质量综合评价表

分区	岩性	RQD 法	BQ 法	RMR 法	综合评定
A 区	微风化大理岩	III	III	II	III
B 区	微风化大理岩	II	III	II	III
C 区	微风化大理岩	II	III	II	III
D 区	微风化大理岩	III	III	II	III
E 区	微风化大理岩	II	III	II	III

根据钻孔岩芯质量 RQD 值分类，B 区、C 区和 E 区岩体完整性较好（II 级）；A 区和 D 区岩体完整性中等完整（III 级）。在此基础上增加对岩石强度、地下水特征、结构面发育特征等影响因素的分析，用 BQ 岩体质量分级方法将边坡岩体划分各区均为 III 级。进一步增加对边坡高度、开挖方式等因素的分析，用 RMR 岩体质量分级方法分析，各区均为 II 级，岩体质量中等，基本稳定。

综上可以确定各区岩体质量基本一致，最终将 A 区、B 区、C 区、D 区和 E 区岩体质量等级均划分为 III 级。

（7）各分区边坡破坏模式

根据上述边坡地质结构类型及特征描述结合各边坡极射赤平投影结果分析，各分区边坡破坏模式见表 3.3-12 所示。

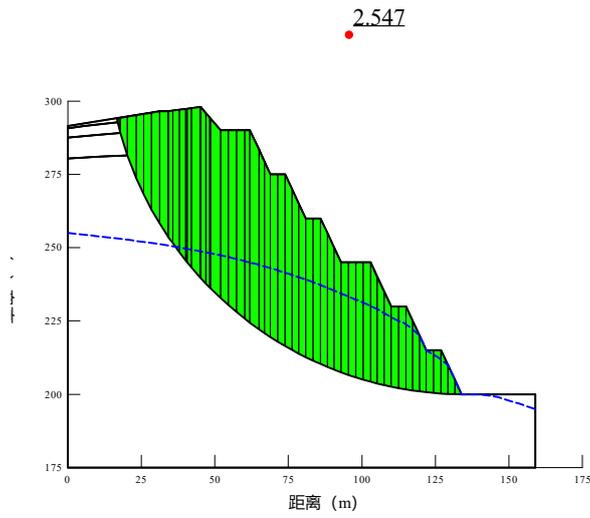
表 3.3-12 矿区边坡破坏模式

分区	边坡地质结构类型	边坡破坏模式
A 区	层状岩体（其他结构边坡）	圆弧型及复合型
B 区	层状岩体（其他结构边坡）	圆弧型及复合型
C 区	层状岩体（其他结构边坡）	圆弧型及复合型，局部楔体型
D 区	层状岩体（其他结构边坡）	圆弧型及复合型
E 区	层状岩体（其他结构边坡）	圆弧型及复合型

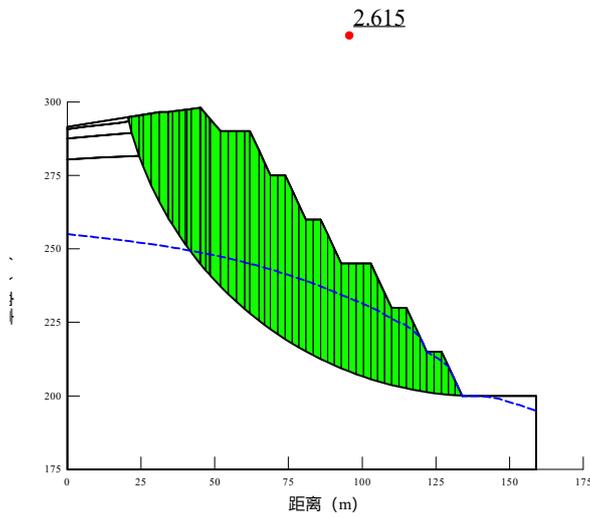
(8) 终了边坡稳定性分析结果

极限平衡法的计算结果主要是通过计算不同滑面的安全系数来对边坡的整体稳定性进行判别，因此边坡稳定性研究报告列出了不同剖面在三种不同荷载组合工况下的安全系数，6个典型剖面极限平衡稳定性分析结果如图3.3-5～图3.3-22所示。

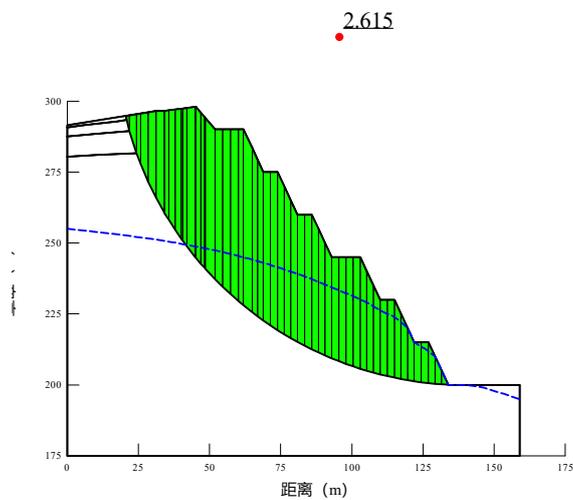
1) A 区典型剖面 5-5 边坡稳定性计算结果



(a) 简布法

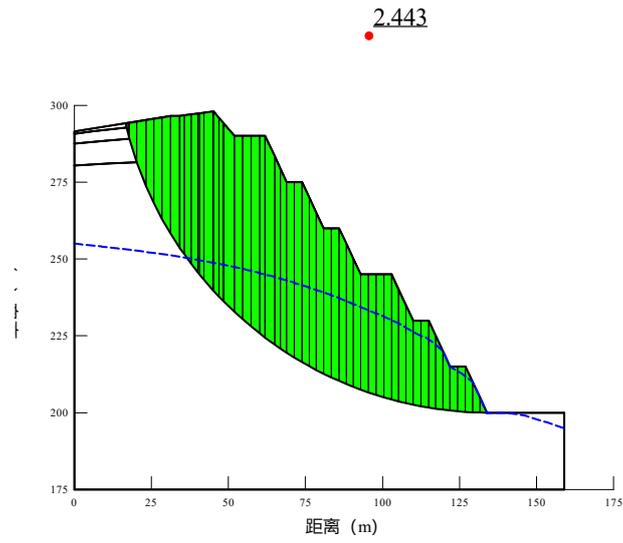


(b) 摩根斯坦-普莱斯法

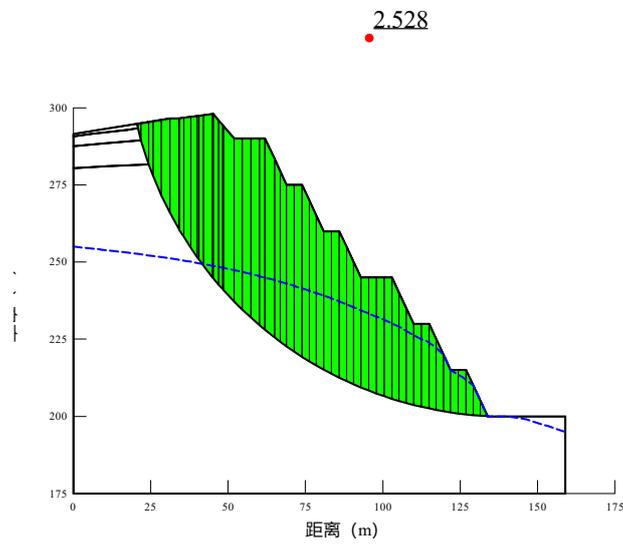


(c) 萨尔玛法

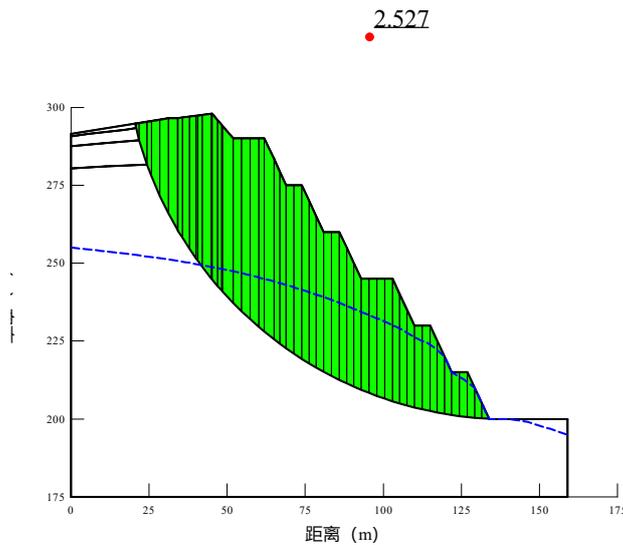
图 3.3-5 荷载组合 I (自重+地下水) 下剖面 5-5 安全系数



(a) 简布法

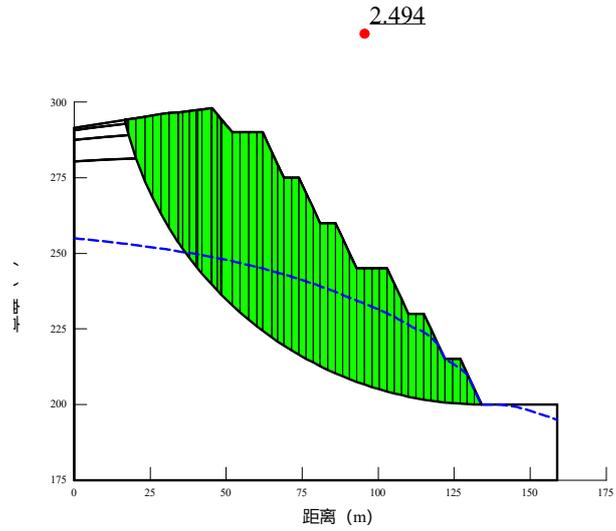


(b) 摩根斯坦-普莱斯法

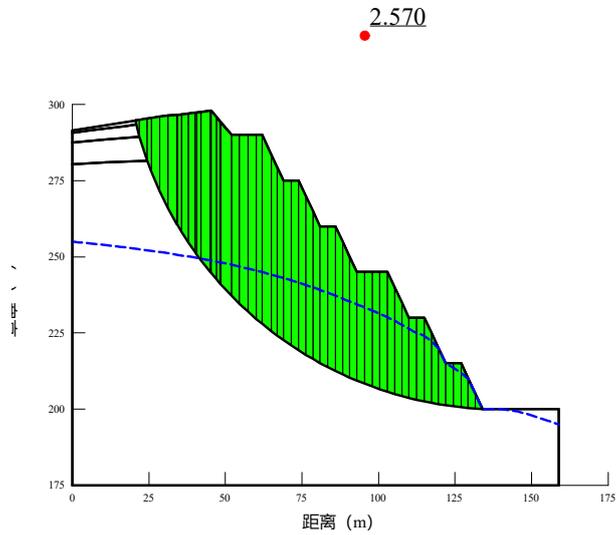


(c) 萨尔玛法

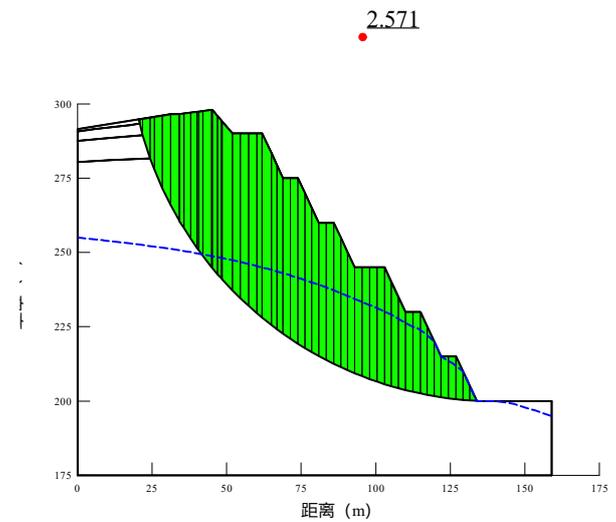
图 3.3-6 荷载组合II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 5-5 安全系数



(a) 简布法



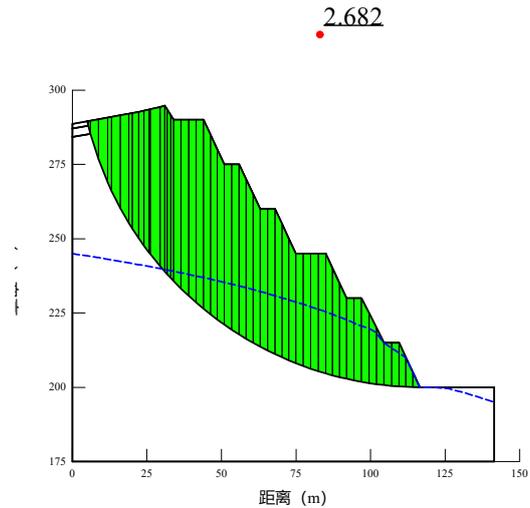
(b) 摩根斯坦-普莱斯法



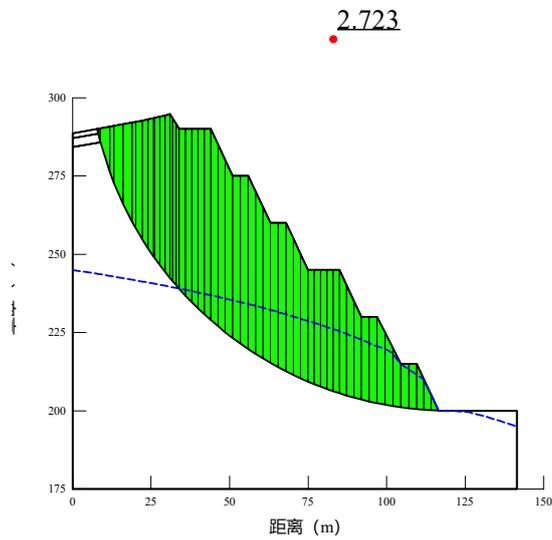
(c) 萨尔玛法

图 3.3-7 荷载组合III (自重+地下水+地震力) 下剖面 5-5 安全系数

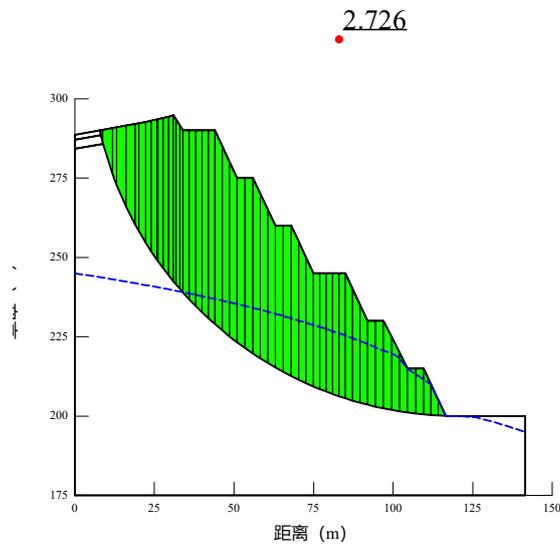
2) B区典型剖面 4-4 边坡稳定性计算结果



(a) 简布法

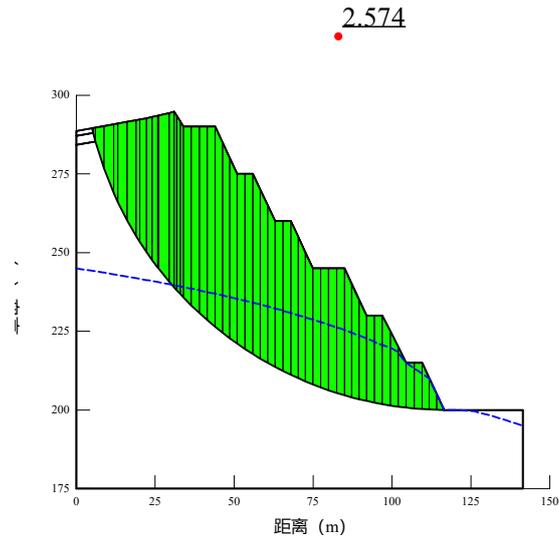


(b) 摩根斯坦-普莱斯法

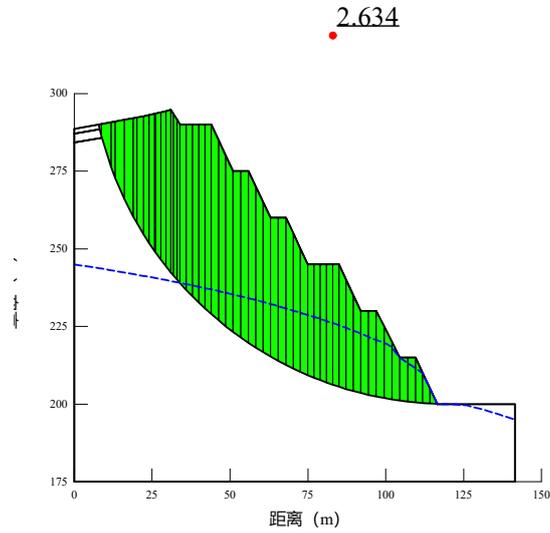


(c) 萨尔玛法

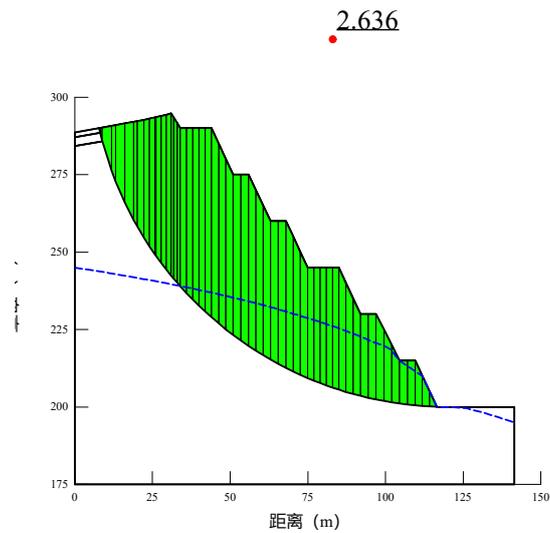
图 3.3-8 荷载组合 I (自重+地下水) 下剖面 4-4 安全系数



(a) 简布法



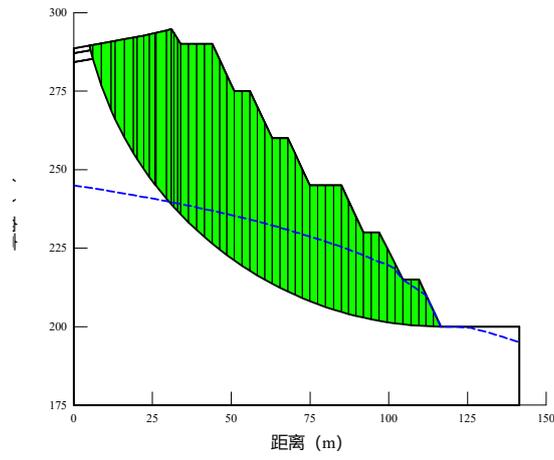
(b) 摩根斯坦-普莱斯法



(c) 萨尔玛法

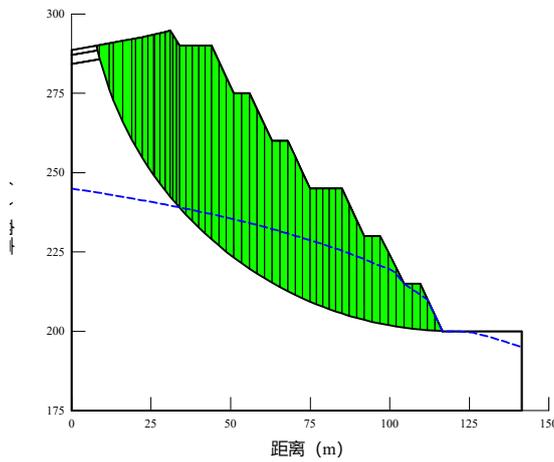
图 3.3-9 荷载组合II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 4-4 安全系数

2.627



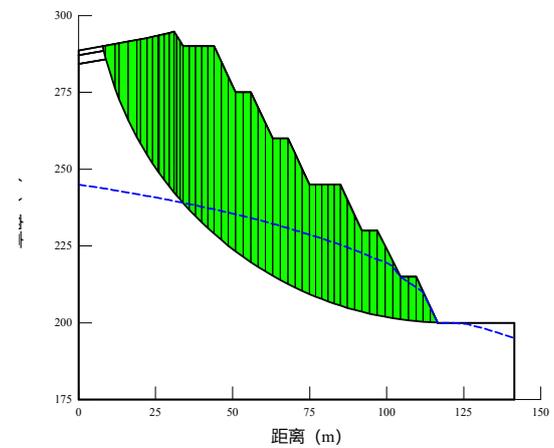
(a) 简布法

2.678



(b) 摩根斯坦-普莱斯法

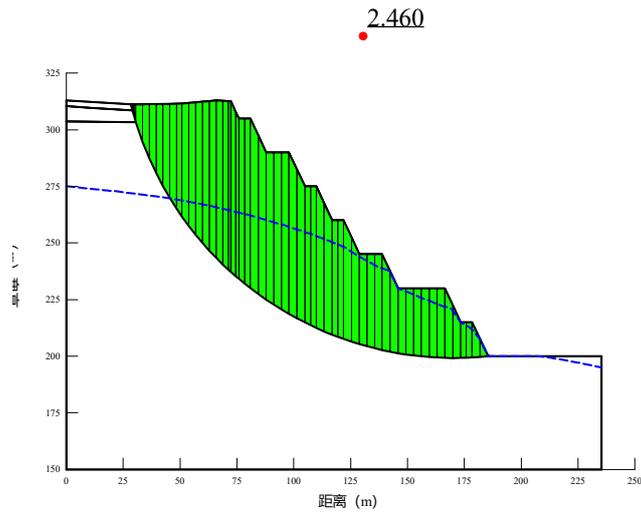
2.680



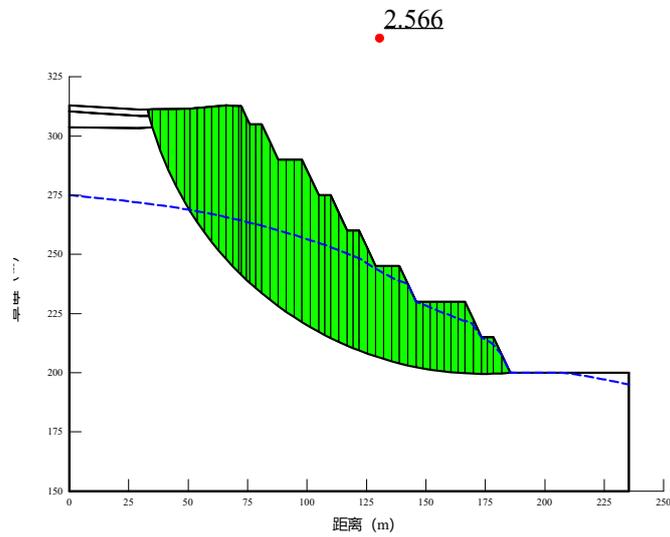
(c) 萨尔玛法

图 3.3-10 荷载组合III（自重+地下水+地震力）下剖面 4-4 安全系数

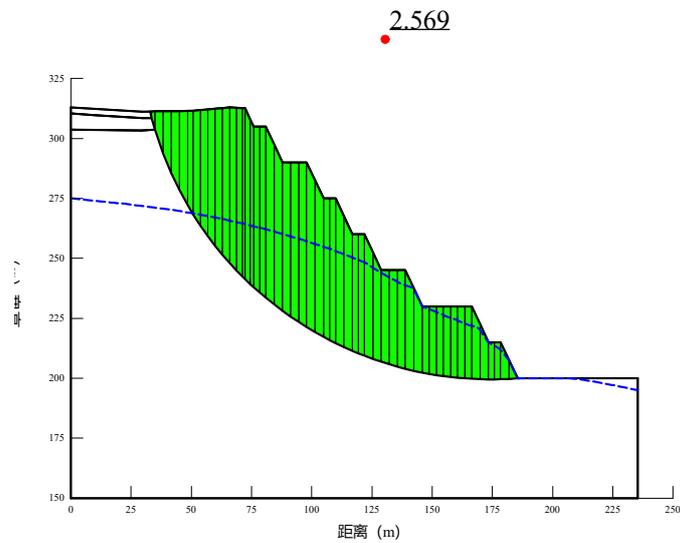
3) C区典型剖面3-3边坡稳定性计算结果



(a) 简布法

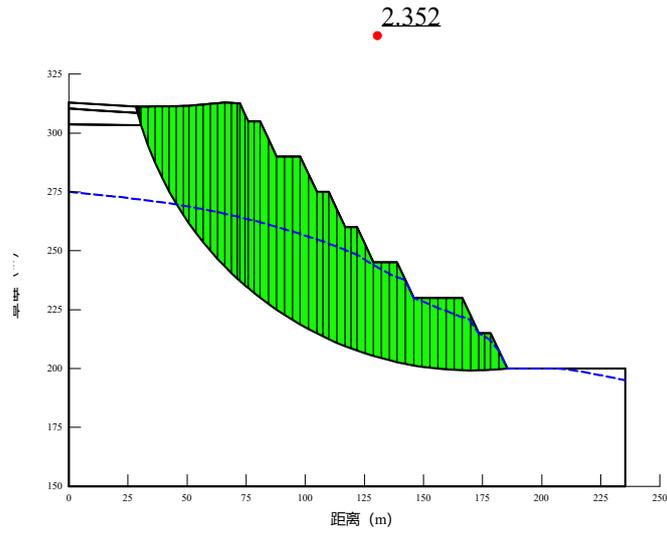


(b) 摩根斯坦-普莱斯法

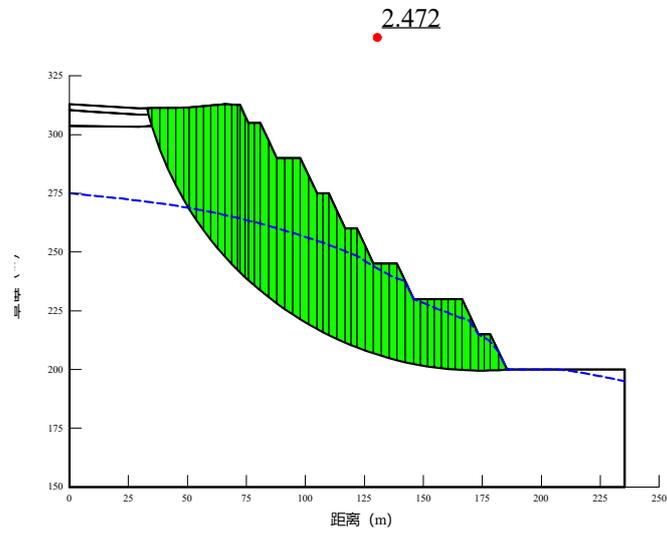


(c) 萨尔玛法

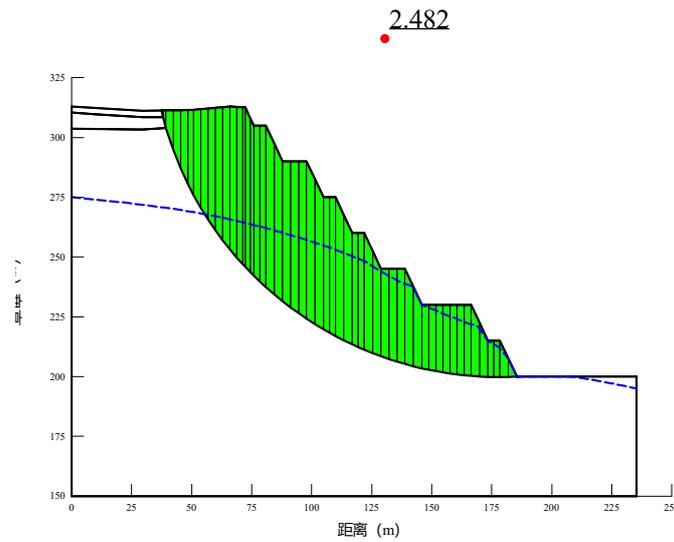
图 3.3-11 荷载组合I (自重+地下水) 下剖面 3-3 安全系数



(a) 简布法

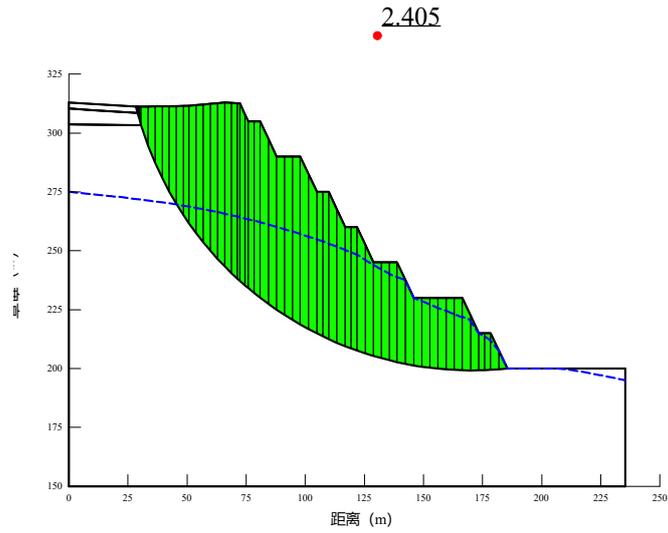


(b) 摩根斯坦-普莱斯法

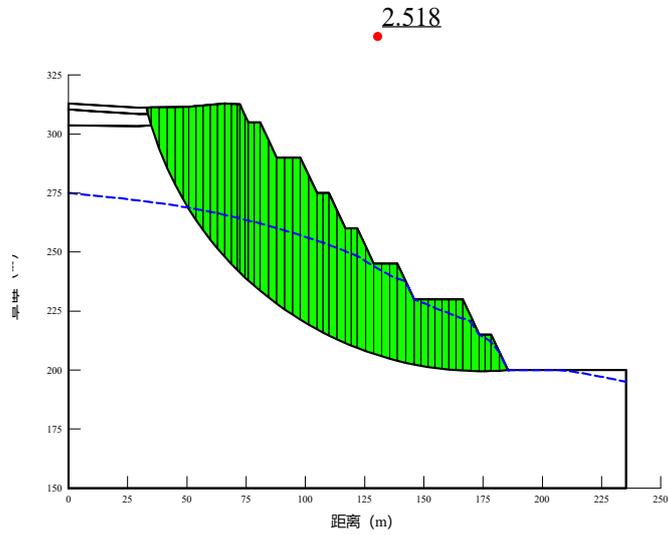


(c) 萨尔玛法

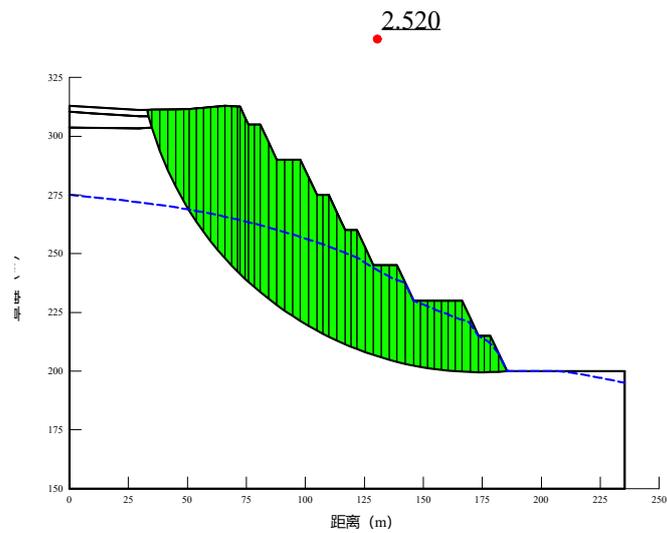
图 3.3-12 荷载组合II（自重+地下水+爆破振动力）下剖面 3-3 安全系数



(a) 简布法



(b) 摩根斯坦-普莱斯法

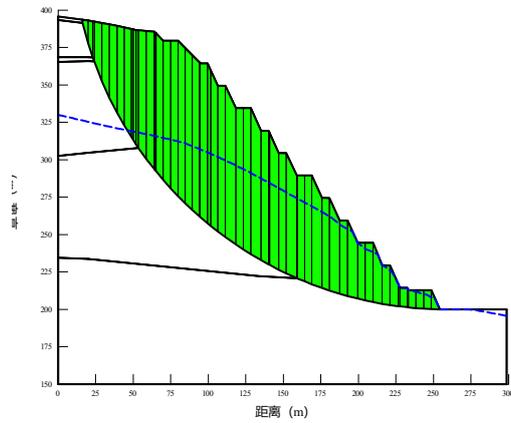


(c) 萨尔玛法

图 3.3-13 荷载组合III (自重+地下水+地震力) 下剖面 3-3 安全系数

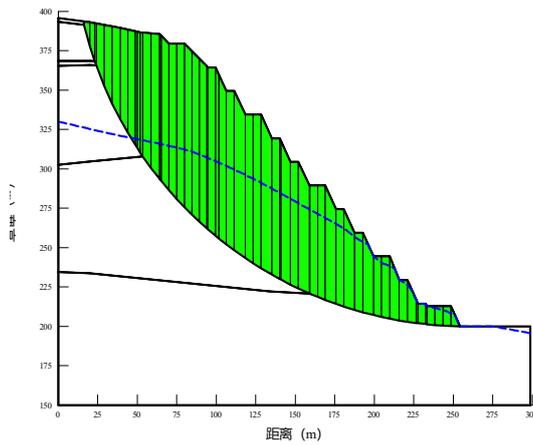
(4) D 区典型剖面 1-1 边坡稳定性计算结果

1.834



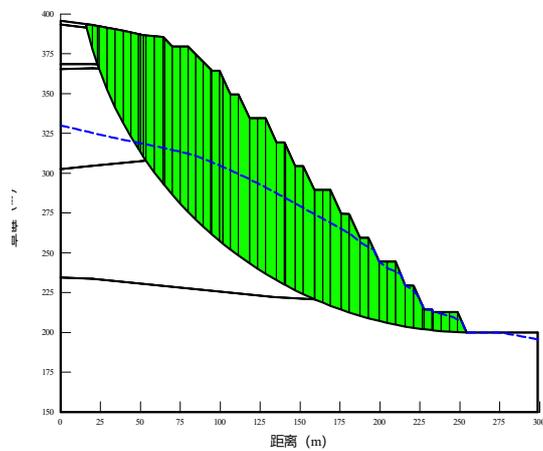
(a) 简布法

1.950



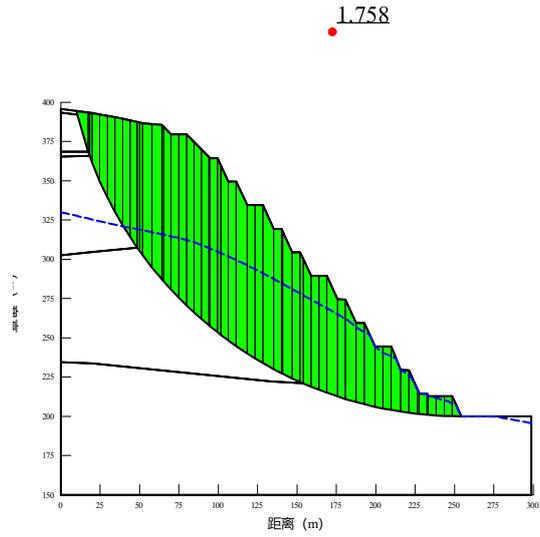
(b) 摩根斯坦-普莱斯法

1.952

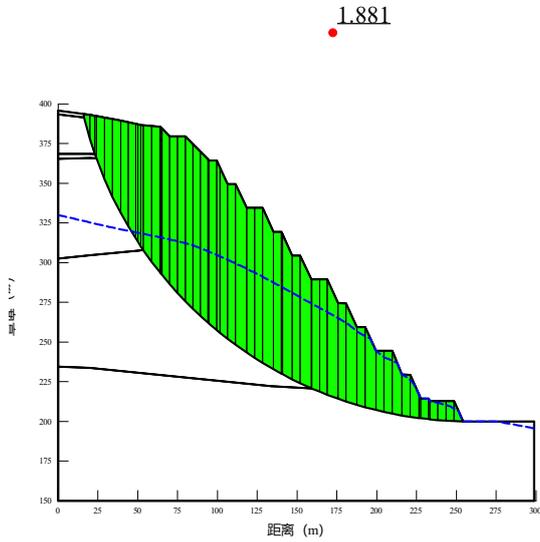


(c) 萨尔玛法

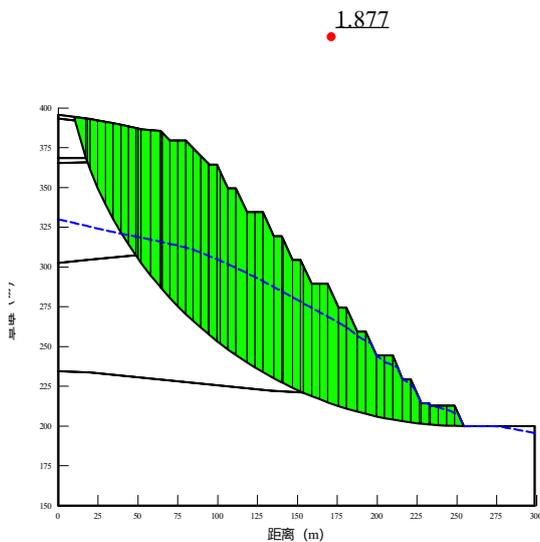
图 3.3-14 荷载组合I (自重+地下水) 下剖面 1-1 安全系数



(a) 简布法

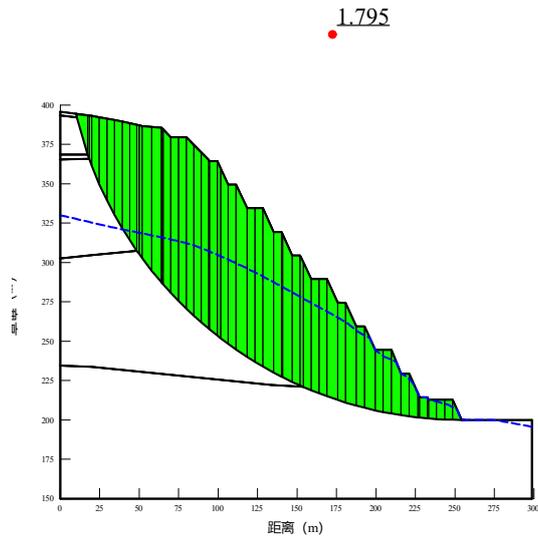


(b) 摩根斯坦-普莱斯法

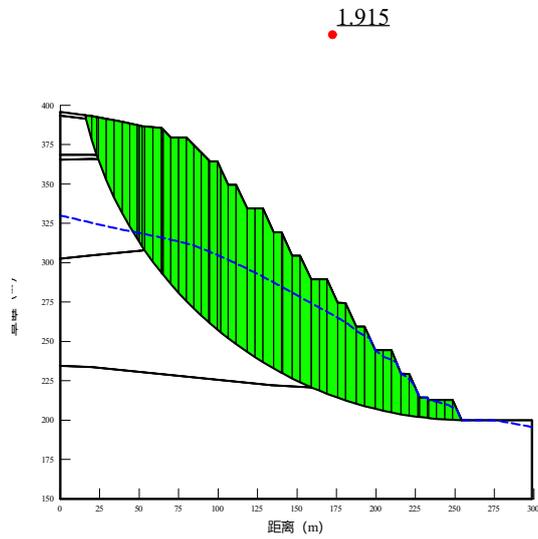


(c) 萨尔玛法

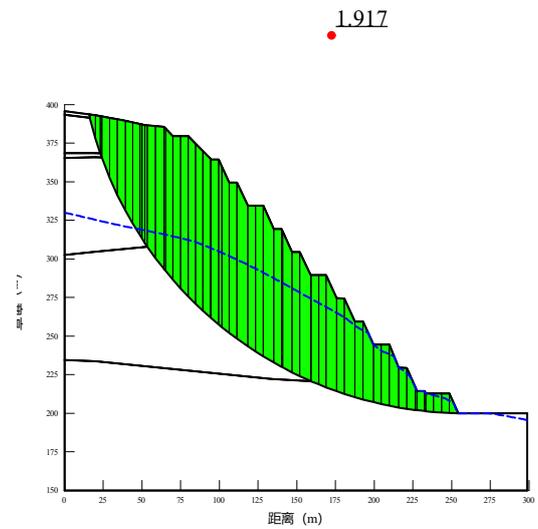
图 3.3-15 荷载组合II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 1-1 安全系数



(a) 简布法



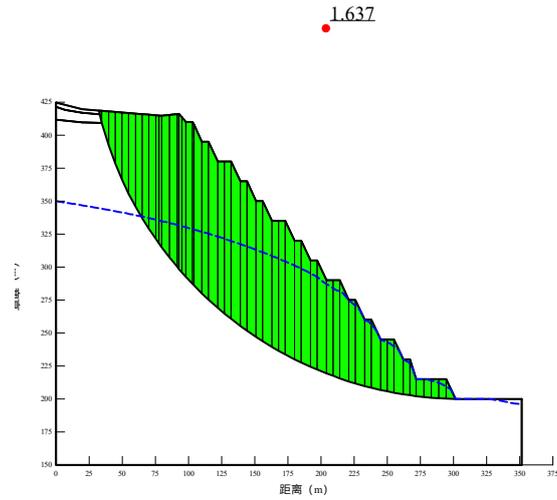
(b) 摩根斯坦-普莱斯法



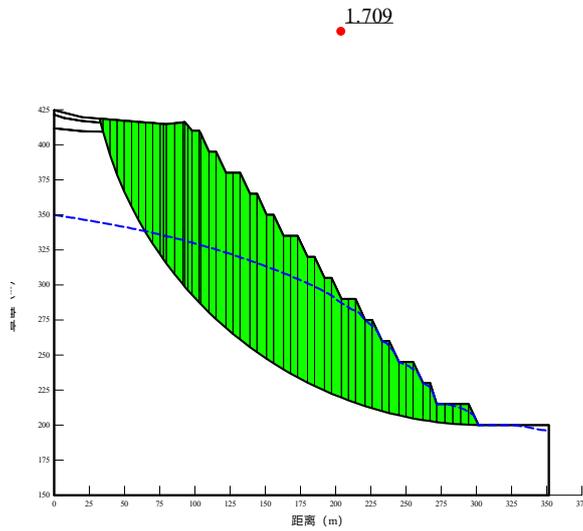
(c) 萨尔玛法

图 3.3-16 荷载组合III（自重+地下水+地震力）下剖面 1-1 安全系数

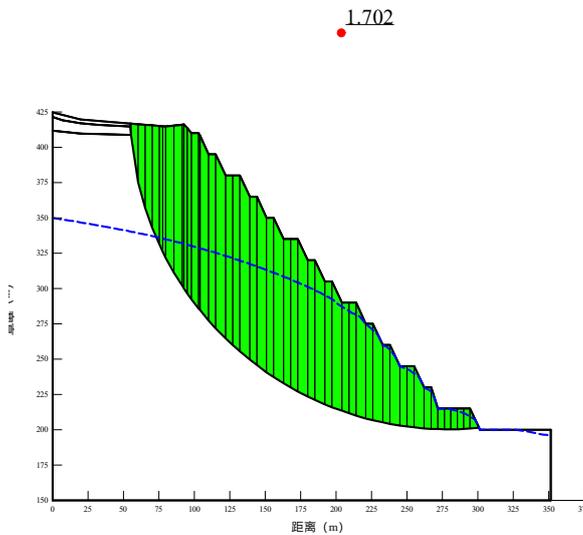
5) D 区典型剖面 2-2 边坡稳定性计算结果



(a) 简布法



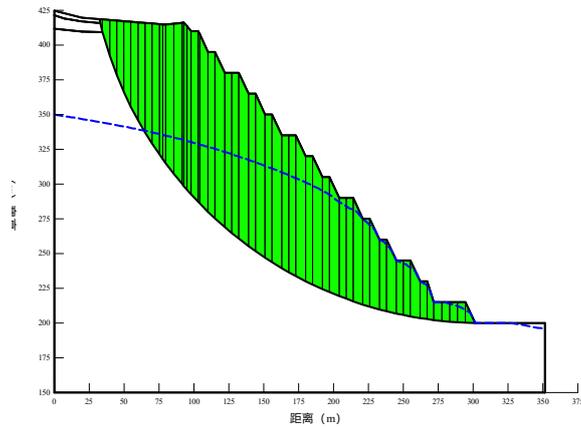
(b) 摩根斯坦-普莱斯法



(c) 萨尔玛法

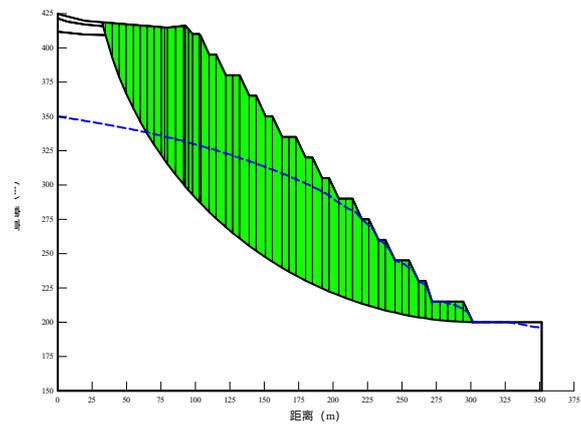
图 3.3-17 荷载组合I (自重+地下水) 下剖面 2-2 安全系数

1.567



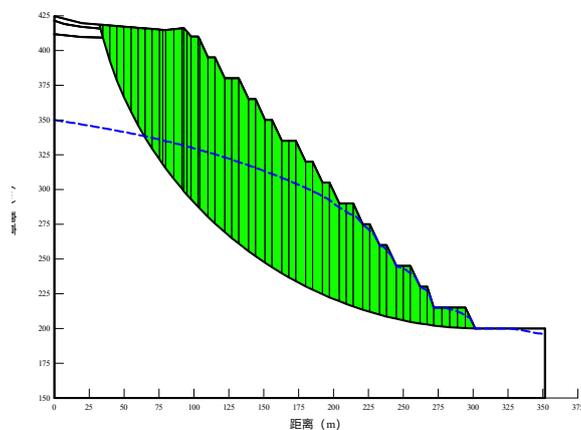
(a) 简布法

1.648



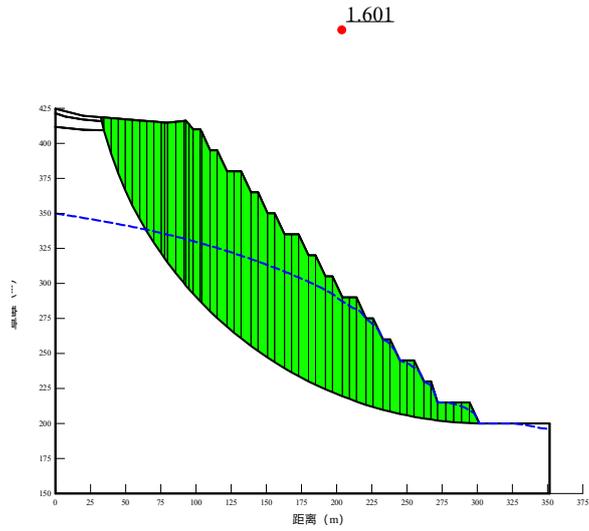
(b) 摩根斯坦-普莱斯法

1.650

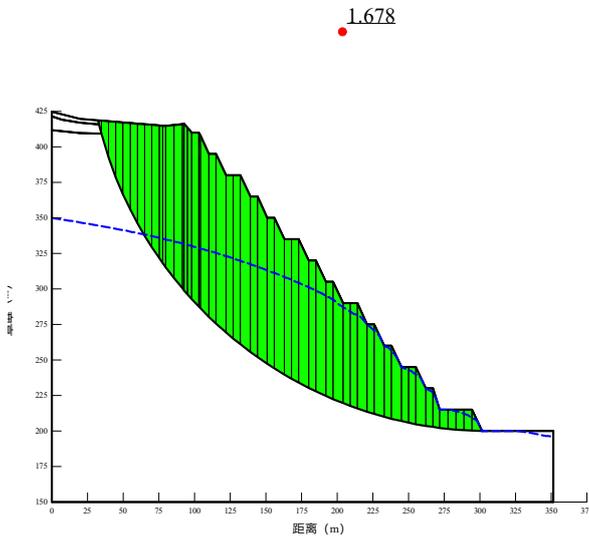


(c) 萨尔玛法

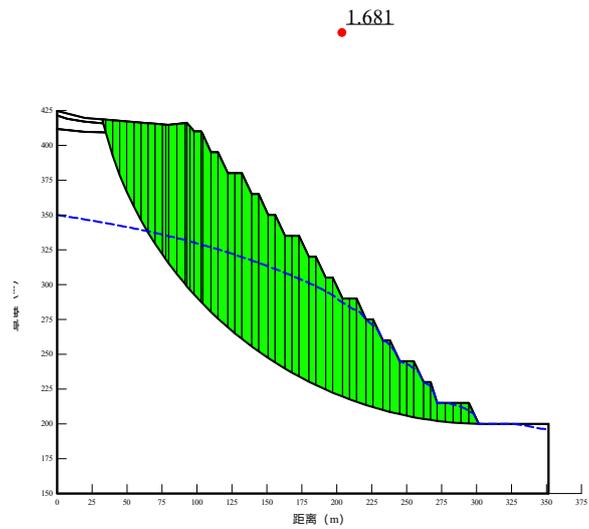
图 3.3-18 荷载组合II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 2-2 安全系数



(a) 简布法



(b) 摩根斯坦-普莱斯法



(c) 萨尔玛法

图 3.3-19 荷载组合III（自重+地下水+地震力）下剖面 2-2 安全系数

6) E 区典型剖面 6-6 边坡稳定性计算结果

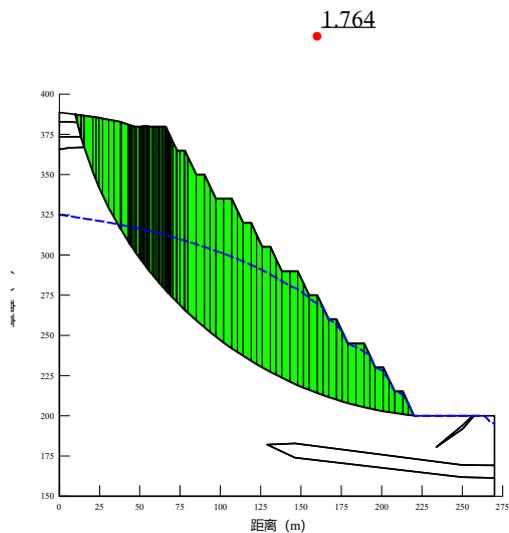
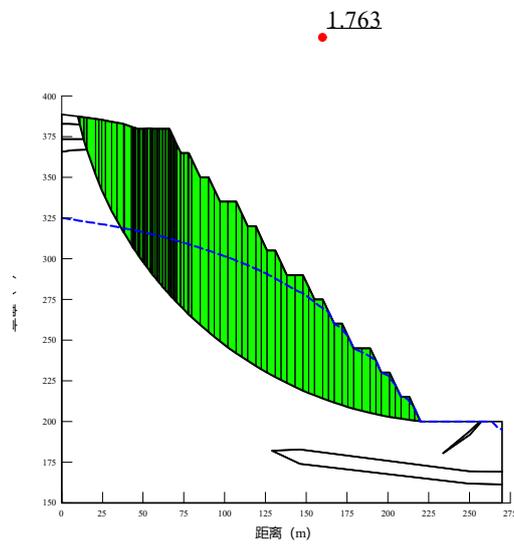
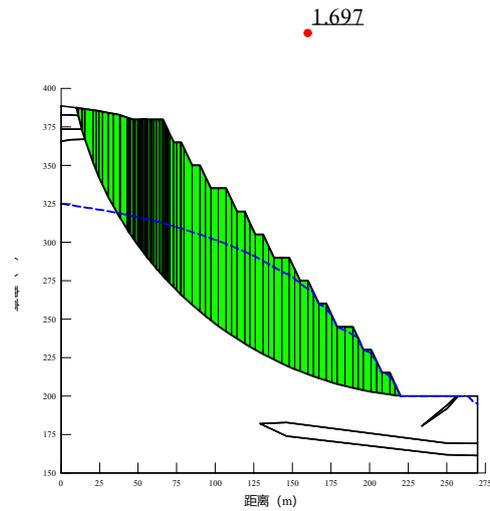
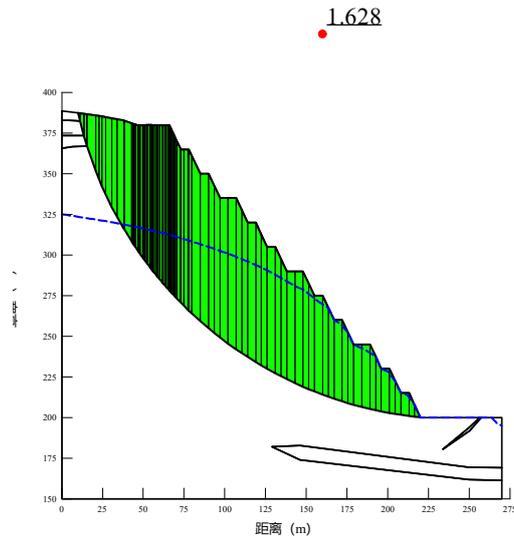
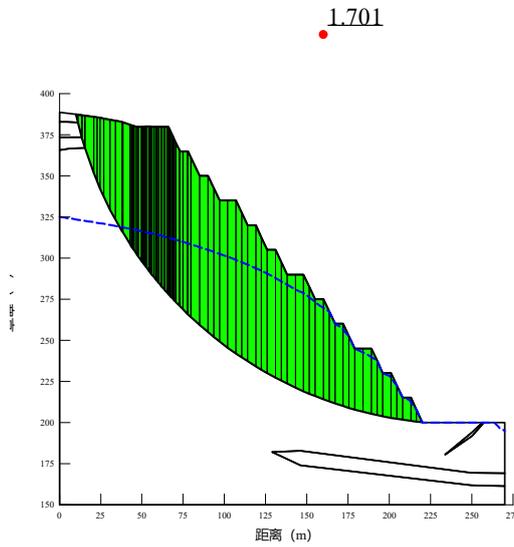


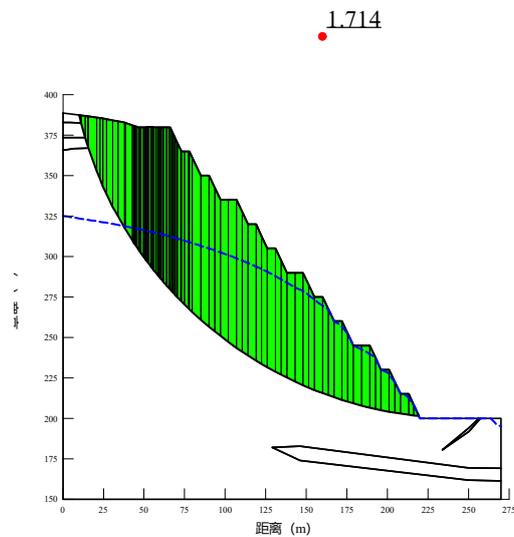
图 3.3-20 荷载组合I (自重+地下水) 下剖面 6-6 安全系数



(a) 简布法



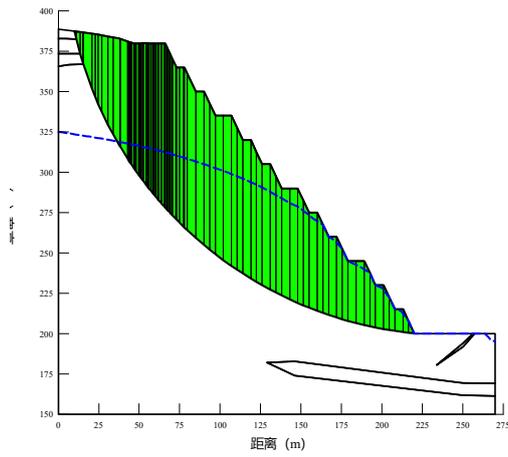
(b) 摩根斯坦-普莱斯法



(c) 萨尔玛法

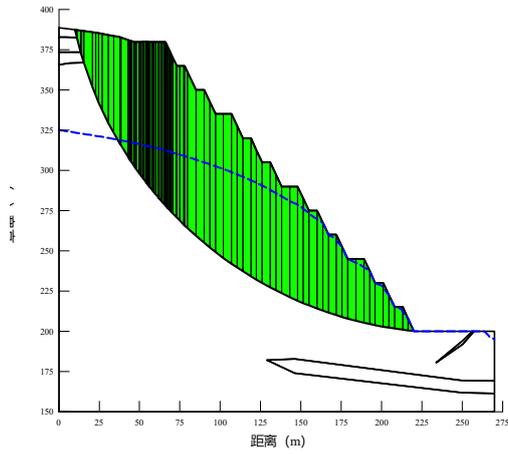
图 3.3-21 荷载组合II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 6-6 安全系数

1.662



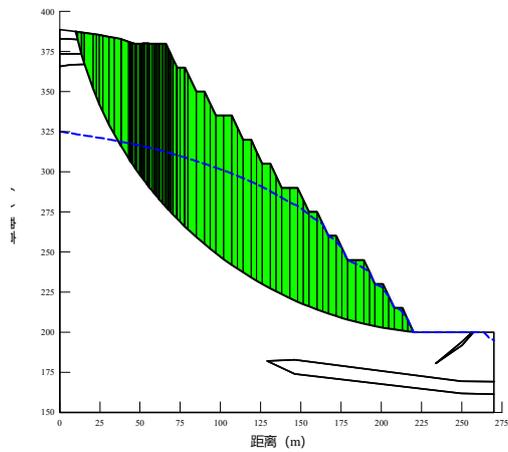
(a) 简布法

1.731



(b) 摩根斯坦-普莱斯法

1.732



(c) 萨尔玛法

图 3.3-22 荷载组合 III (自重+地下水+地震力) 下剖面 6-6 安全系数

(9) 楔体型滑动稳定性分析结果

岩质边坡中平面与楔体滑坡是一种十分常见的破坏模式，它既可以小规模发生，也可达到很大的规模。当两个不连续面的走向斜交坡面，且其交线在坡面上出露时，如果此交线的倾角大于摩擦角，则被这两不连续面所切割成的岩石楔体将沿交线下滑，形成边坡的楔体破坏。

为分析矿区局部边坡破坏风险，边坡稳定性研究报告根据前文破坏模式分析结论，在对整体边坡稳定性进行系统研究的基础上，采用 Swedge 软件针对存在楔体型破坏模式的 C 区台阶边坡进行了分析并计算了安全系数。

C 区边坡倾向 313° ，台阶坡角 65° ，台阶高度 15m。形成楔形体的节理产状为 $5^\circ \angle 87^\circ$ 、 $189^\circ \angle 68^\circ$ ，计算结果如图 3.3-23 所示。

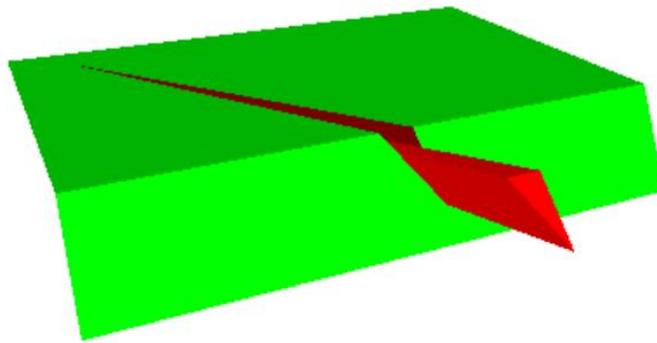


图 3.3-23 C 区台阶边坡楔体型破坏分析图

计算结果安全系数远高于规范要求，边坡台阶发生楔形体破坏的可能性小。

(10) 极限平衡法最终计算结果

经采用极限平衡法对露天采场拟开采区域终了边坡稳定性进行分析计算，结果如表 3.3-13 所示。

表 3.3-13 终了边坡稳定性计算结果一览表

	工况	计算方法	剖面编号					
			A 区	B 区	C 区	D 区		E 区
			5-5	4-4	3-3	1-1	2-2	6-6
边坡	荷载组合 I (自重+地下)	Janbu 法	2.547	2.682	2.460	1.834	1.637	1.697
		M-P 法	2.615	2.723	2.566	1.950	1.709	1.763

稳定性系数	水)	Sarma 法	2.615	2.726	2.569	1.952	1.702	1.764
	规范规定的安全系数		1.20 (II级)		1.25 (I级)			
	荷载组合II (自重+地下水+爆破振动力)	Janbu 法	2.443	2.574	2.352	1.758	1.567	1.628
		M-P 法	2.528	2.634	2.472	1.881	1.648	1.701
		Sarma 法	2.527	2.636	2.482	1.877	1.650	1.714
	规范规定的安全系数		1.18 (II级)		1.23 (I级)			
	荷载组合III (自重+地下水+地震力)	Janbu 法	2.494	2.627	2.405	1.795	1.601	1.662
		M-P 法	2.570	2.678	2.518	1.915	1.678	1.731
		Sarma 法	2.571	2.680	2.520	1.917	1.681	1.732
	规范规定的安全系数		1.15 (II级)		1.20 (I级)			

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB 51016-2014), 在实际工程分析中, 建议采用多种极限平衡法进行对比分析, 并尽量采用同时满足力和力矩平衡的方法, 边坡稳定性研究报告计算采用了三种计算方法, 以安全系数计算结果相对较小的计算方法(主要为简布法)结果作为参考。

根据计算, 计算出的矿山露天采场各区终了边坡模型三种工况下的稳定性系数均大于对应工况下的规范规定安全系数, 边坡稳定性良好, 满足规范要求。其中边坡模型 3-3、4-4 以及 5-5 剖面三种工况下的稳定性系数均高于对应工况下的规范规定安全系数, 边坡稳定安全储备富余。

根据局部台阶边坡楔体型破坏模式计算结果, 结构面组合形成楔体型破坏的安全系数较大, 满足规范要求, 局部台阶发生楔形体滑动破坏的可能性小。

(11) 边坡结构参数优化研究

根据上文稳定性计算结果, 3 个边坡分区的安全系数均超过规范的要求, 且安全系数较高, 因此可进行边坡参数优化研究。边坡结构参数调整及安全系数结果详见表 3.3-14 所示。

表 3.3-14 边坡结构参数调整及安全系数结果表

		总体 边坡角	边坡安全系数 (最小值)		
			工况I	工况II	工况III
1-1 剖面	设计	44°	1.834	1.758	1.795
	调整	50°	1.497	1.436	1.466

2-2 剖面	设计	46°	1.637	1.567	1.601
	调整	50°	1.437	1.377	1.407
3-3 剖面	设计	45°	2.460	2.352	2.405
	调整	51°	2.137	2.051	2.093
4-4 剖面	设计	48°	2.682	2.574	2.405
	调整	53°	2.491	2.402	2.446
5-5 剖面	设计	48°	2.547	2.443	2.494
	调整	53°	2.236	2.153	2.194
6-6 剖面	设计	48°	1.697	1.628	1.662
	调整	50°	1.490	1.431	1.460

(12) 推荐最优边坡角

由上述计算结果可以看出，各剖面优化后的安全系数依然满足规范的要求，故优化角度可行。边坡稳定性研究报告推荐各剖面的参数如表 3.3-15 所示。

表 3.3-15 推荐最优边坡角

边坡分区	A 区	B 区	C 区	D 区		E 区
典型剖面	5-5	4-4	3-3	1-1	2-2	6-6
设计最终边坡角	48°	48°	45°	44°	46°	48°
推荐最优边坡角	≤53°	≤53°	≤51°	≤50°		≤50°

(13) 有限元数值分析方法结果

边坡稳定性研究报告另外采用有限元数值分析方法进行边坡的应力场和变形场进行分析，计算得出各剖面应力和位移云图。由于缺失开挖进尺等信息，无法结合实际情况来考虑应力和位移，因此采用静力学方法对边坡进行计算，其结果表明反映的规律为：1) 剪应力和位移的最大值通常发生在坡脚处附近几个台阶以及坡顶处，因此需要对边坡坡脚以及坡顶加强关注；2) 四个剖面得到的位移值均较小，与极限平衡法得到的结果较为一致，边坡较为稳定。

(14) 边坡稳定性研究报告主要结论

边坡稳定性研究报告采用极限平衡法和有限元法对牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿采场边坡五个分区的 6 个典型边坡剖面进行了边坡

稳定性计算，计算考虑了自重+地下水、自重+地下水+爆破震动以及自重+地下水+地震荷载三种不同荷载组合工况，通过计算分析得到了以下结论：

1) 牡丹江北方远东水泥有限公司黑龙江省林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿区项目为露天开采，实际开采最大高差超过 200m，为高边坡；A 区、B 区边坡工程安全等级为Ⅱ级，C 区、D 区、E 区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》（GB 51016-2014）要求，需满足规范中Ⅰ、Ⅱ类边坡的设计安全系数要求。

2) 对各采场边坡稳定性影响因素进行了分析，发现露天边坡稳定性受岩性条件、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，并通过计算确定了爆破和地震作用下的动力影响系数。

3) 依据室内试验结果获得了不同岩土层岩块的物理力学参数，依据勘察报告与规范并结合工程经验，采用四种方式确定了计算时的岩体计算参数并将其转换成 M-C 准则的内摩擦角和粘聚力参数进行边坡的稳定性分析。

4) 分别采用了极限平衡法中的简布法、摩根斯坦-普莱斯法和萨尔玛法对边坡安全系数进行计算，各区边坡不同工况下的稳定性系数计算结果均大于对应工况下的规范规定安全系数，边坡稳定，安全储备足够，边坡稳定性满足规范要求。

5) 有限元数值分析计算结果：露天矿山边坡剪应力和水平位移显示台阶及坡脚处值较大，需重点关注该区域。

6) 对边坡进行了边坡结构参数调整优化，给出了推荐最优边坡角。

7) 综合考虑变形指数和滑坡风险等级指数，确定了该矿区 A 区、B 区边坡安全监测等级为三级，其余分区边坡安全监测等级均为二级。露天矿山边坡必要的监测项应按《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）及《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（KA/T 2063-2018）要求执行。

3.3.1.5 露天坑边坡监测分析评价

该矿山服务年限为 34 年（包括基建期 1 年），现在尚未开始建设，可研未述及露天边坡监测内容。

应急管理部信息研究院于 2024 年 12 月编制的《牡丹江北方远东水泥有限公司黑龙江省林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿边坡稳定性研究报告》划分该矿山露天采场边坡中 A 区、B 区属边坡工程安全等级二级、边坡安全监测等级三级；C 区、D 区、E 区属边坡工程安全等级一级、边坡安全监测等级二级，要求按规范对相应等级的边坡监测要求设置监测项。

可研未明确边坡监测要求，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，按照《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（KA/T 2063-2018）、《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）的要求，对露天矿山边坡设置包括但不限于以下的监测项：

（1）A 区、B 区属边坡工程安全等级二级、边坡安全监测等级三级；边坡工程安全等级二级应测项为地表水平位移和垂直位移、裂缝错位、边坡深部变形、支护结构变形、边坡应力、爆破振动监测；边坡安全监测等级三级应测项为表面位移监测、降雨量监测、视频监控。

（2）C 区、D 区、E 区属边坡工程安全等级一级、边坡安全监测等级二级；边坡工程安全等级一级应测项为地表水平位移和垂直位移、裂缝错位、边坡深部变形、支护结构变形、边坡应力、支护结构应力、爆破振动监测、降雨监测、地表水监测、地下水监测；边坡安全监测等级二级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、视频监控。

（3）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。

下一阶段设计中需完善的问题有：

（1）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。

（2）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。

（3）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。

（4）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、冻融对边坡稳定性的影响较大，下一阶段设计应明确暴雨、冻融后边坡检查的相关要求，在雨后、冻融季节要加强对边坡的安全检查和隐患处理，做好边坡的防排水及雨天动态观测，防止冻融循环及短时间降雨等对边坡岩土体结构及力学特性等造成不利影响，危害边坡安全。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。

（5）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。

（6）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，按照《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（KA/T 2063-2018）、《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）的要求，对露天矿山边坡建立完备的监测系统。

（7）建议下一步设计阶段对边坡监测一次性设计，分期建设，明确基

建期监测工程；设计单位应明确采场边坡和排土场边坡人工监测方案；当边坡高度超过 200 米以上，每季度开展监测分析。

(8) 边坡安全等级为 I 级的边坡，应进行渗流计算和边坡应力应变数值分析。

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

可研选用 2 台一体化潜孔钻机进行穿孔爆破工作，钻孔直径 120mm。矿山爆破作业采用深孔逐孔微差爆破方法，数码电子雷管起爆方式，采用铵油炸药或乳化炸药爆破。

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) 设置的爆破避炮棚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 3.3-16 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
炸药爆炸及爆破伤害	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；	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

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
		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。				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。
机械伤害	凿岩工作不规范	不按规定操作； 凿岩机砸、夹、挤伤人，钻架倾倒，风、水管摆动或飞出伤人。	机械伤人	人员受伤	II	严格按照操作规程使用凿岩机。
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。针对该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)对该项目穿孔爆破进行安全检查。详见表 3.3-17。

表 3.3-17 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	《爆破安全规程》	爆破危险区内设	符合要

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
	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。	(GB6722-2014) 第 7.1.1 条	置避炮棚、爆破报警器，并向矿区附近居民告知爆破信号标志及有关避炮安全知识。	求
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 （2015）13 号	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，台阶高度 15m。	符合要求
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）；		块度大于 1000mm 的矿石采用 1 台 2.0m ³ 液压挖掘机配备破碎锤进行二次破碎。	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）；		可研选用 2 台一体化潜孔钻机进行穿孔爆破工作。	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）；		可研选用 2 台斗容为 3.5m ³ 的液压挖掘机作为矿石装载设备，选配 1 台 2.0m ³ 液压挖掘机辅助剥离和辅助装载作业，另配 1 台轮式前端装载机（斗容 3.5m ³ ）用于堆集爆破后的矿岩、清理工作面及完成台阶	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
			端部挖掘机所不宜作业的装载工作。	
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 2 台一体化潜孔钻进行穿孔作业。钻机自带高效除尘装置，排出气体含尘量达到排放标准。	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）；		选用 10 台 60t 自卸矿车用于矿石与剥离物的运输。	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，提出了爆破最大单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：

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

式中：R—爆破振动安全允许距离，m；

Q—炸药量，齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量，按最大一段装药量取 106kg（采取分段微差起爆，逐孔爆破）；

V—保护对象所在地安全允许质点振速，cm/s，粗碎车间和排土

场拦砂坝分别取 4cm/s 和 2cm/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, 粗碎车间和排土场拦砂坝分别在 65m 和 100m 范围外, 爆破地震波对建构筑物不会造成影响, 计算结果见表 3.3-18。

表 3.3-18 爆破震动影响表

序号	建构筑物名称	安全允许质点 振速 (cm/s)	最大药量 (kg)	爆破振动安全 允许距离 (m)	最小距离 (m)
1	粗碎车间	4	106	65	164
2	排土场拦砂坝	2		100	228

(2) 爆破空气冲击波安全允许距离

该项目采用深孔多孔微差爆破, 爆破冲击波安全距离计算公式如下:

$$\Delta P = K (Q^{1/3}/R)^{\alpha}$$

式中: ΔP —空气冲击波超压值, 对不设防的非作业人员或建构筑物为 $0.02 \times 10^5 \text{Pa}$, 掩体中的作业人员为 $0.1 \times 10^5 \text{Pa}$;

R—爆源至保护对象的距离, m;

Q—一段爆破炸药量, 106kg;

K, α —经验系数和指数, 一般深孔爆破 K=1.48, $\alpha=1.55$ 。

当 ΔP 取 $0.02 \times 10^5 \text{Pa}$ 时, 爆破冲击波安全允许距离为 74m。

当 ΔP 取 $0.1 \times 10^5 \text{Pa}$ 时, 爆破冲击波安全允许距离为 27m。

(3) 个别飞散物安全允许距离

$$R_f = 20n^2WK_f$$

式中: R_f —碎石飞散对人员的安全距离, m;

n—爆破作用系数, 爆破取 1.0;

W—最小抵抗线, 3.5m;

K_f —安全系数, 1.5。

经计算, 爆破飞石安全距离为 105m。

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%。

该项目采用深孔台阶爆破，可研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

可研采用深孔逐孔微差爆破，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。

下一阶段设计中需完善的问题有：

（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，将最大单段药量降到最低。

（2）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。

3.3.3 铲装子单元

3.3.3.1 危险、有害因素辨识与分析

该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 3.3-19 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。

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）对该项目铲装作业进行安全检查。详见表 3.3-20。

表 3.3-20 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	装车时，禁止检查、维护车辆；驾驶员不得离开驾驶室，不得将头和手臂伸出驾驶室外；可研未明确自卸汽车装载应在铲装设备回转范围 0.5m 以外。	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	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.2.3.4 条	挖掘机装载作业时，禁止挖斗从车辆驾驶室上方通过；严禁挖掘机在	下一阶段设计中需

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	方停留： —不应调整电铲起重臂。		运转中调整悬臂架的位置。 可研未明确铲装设备工作时，悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留；人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留。	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。	《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	挖掘机必须在作业平台的稳定范围内行走。挖掘机上下坡时，驱动轴应始终处于下坡方向，应采取防滑措施；挖斗要空载，并下放于与地面保持适	符合要求

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
			当的距离；悬臂轴线应与行进方向一致	

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。

下一阶段设计中需完善的问题有：

(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；

(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，人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留。

(3) 该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。

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，沿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，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) 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，带电隔离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) 该项目涉及到少量的高、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 3.4-1 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
机械伤害	违章作业	操作不熟练； 操作地点不安全； 作业前安全检查、处理不到位； 防护装置（罩）不全。	机械伤害	人员伤亡	II	严格执行操作规程； 加强个人防护措施； 完善配备机械安全防护装置。
触电	违章作业； 保护设施	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	短路、引发漏电、触电	人员伤亡、	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

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
	不到位。	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。		设备损坏		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。
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、	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；

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
		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。				设置漏电、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。

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) 对该项目供配电系统进行检查分析, 见表 3.4-2。

表 3.4-2 矿山供配电安全检查表

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
1	<p>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:</p> <p>1 下列情况应划分为一级负荷:</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>3) 矿井经常升降人员的立井提升机;</p> <p>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;</p> <p>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。</p> <p>2 下列情况应划分为二级负荷:</p> <p>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;</p> <p>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</p>	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 3.0.1 条	该工程采场后期潜水泵按一级负荷供电, 一级负荷共 135kW; 采场照明、边坡监测装置按二级负荷供电。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	<p>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；</p> <p>3) 矿井通信和安全监控装置的电源设备；</p> <p>4) 大型露天矿的疏干排水泵；</p> <p>5) 铁路车站的信号电源设备；</p> <p>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。</p> <p>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。</p>			
2	<p>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。</p>	<p>《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 3.0.3 条</p>	<p>根据可研，采区照明及边坡检测等设备的主电源由设备自带太阳能蓄电池供电，备用电源由粗碎变电所一回 0.4kV 市电供电，满足二级负荷；后期矿山排水泵主电源由粗碎变电所一回 0.4kV 电缆供电，并配置 1 台 250kW 柴油发电机作为备用电源满足项目一级负荷 135kW 供电要求。</p>	符合要求
3	<p>主变电所设置应符合下列规定：</p> <p>——设置在爆破警戒线以外；</p> <p>——距离准轨铁路不小于 40m；</p> <p>——远离污秽及火灾、爆炸危险环境和噪声、震动环境；</p> <p>——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；</p> <p>——地面标高应高于当地最高洪水位 0.5m 以上。</p>	<p>《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.6.1.1</p>	<p>水泥厂主变电所设置在爆破警戒线以外，符合上述规定。</p>	符合要求
4	<p>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。</p>	<p>《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 3.0.7 条</p>	<p>排水泵一级负荷容量 135kW。根据可研，在粗碎车间拟建 1 座粗碎变电所（内置 1 台 630kVA 变压器，排水泵主电源由粗碎变电所一回 0.4kV 电缆埋地引来），另配置 1 台 250kW 柴油发电机</p>	符合要求

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
			(供电电压 0.4kV)。矿山一级负荷的两个电源不需要均经主变压器变压, 1 台变压器足够	
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	在粗碎车间拟建 1 座粗碎变电所 (内置 1 台 630kVA 变压器, 满足项目供电一级负荷 135kW 供电容量要求), 向矿山用电点供电。	符合要求
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	可研中未说明。	下阶段设计中完善
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	可研中未说明。	下阶段设计中完善
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。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 5.0.14 条	采场的主接地极不应少于 2 组, 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。	符合要求
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;	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 5.0.19 条	为防雷电波侵入, 在 0.4kV 架空线终端杆上设置氧化锌避雷器。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	3.排废场高压电气设备与架空线的连接处。			
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	挖掘机和钻机工作地点的照明宜利用设备附设的灯具及便于移动的照明设施，在采场人行道等地点，装设照明装置。	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		
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。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.6.1.5	供电电压：0.4kV、配电电压:0.4/0.23kV，不属于 6kV 或 10kV 高压供电系统	符合
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	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.6.1.6	可研未明确开关设备。	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
	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。			
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	露天采场照明线路为移动式照明线路时，采用可移动橡套软电缆。	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）可研未明确采矿场回路数量，如果采用双回路供电时，每回路供电能力应均能供全负荷；
- （2）可研未明确露天采场、排土场的架空供电线路上是否设置开关设备，下一步设计应明确是否设置，若设置则应按规范要求设计。

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，+260m 标高以上形成山坡露天采场，+260m~+200m 标高形成凹陷露天采场。根据台阶设置情况，开采标高 260m 以上矿体时，采场汇水可自然排泄，但开采标高 260m 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 3.5-1 防排水单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
滚石 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	突遇暴雨、涌水。	采场上部、工作平台上无截、排水沟；防排水设施不完备或失效。	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。
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)、《水泥原料矿山工程设计规范》(GB50598-2010)中的相关要求，对该项目防排水系统进行符合性评价，见表 3.5-2。

表 3.5-2 防排水安全检查表

序号	检查内容	检查依据	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	《金属非金属矿山安全规程》	可研未明确。	下一阶段

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	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。	GB16423-2020 第 5.7.1.1 条		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矿山位于侵蚀基准面以上，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	矿山山坡露天采场采用自流排泄方式，为防止采场内汇水对边坡的冲刷，在边坡的清扫平台及封闭圈标高对应平台设置排水沟将场内汇水引出采场外。 凹陷采场采用机械排水。	符合要求
4	露天矿山应按照下列要求建立防排水系统： —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。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.7.1.4 条	为拦截外围汇水，在采场边坡外侧设置截水沟，截水沟汇水经沉淀后排出。 凹陷采场采用机械排水。 遇 50 年一遇设计防洪频率的暴雨时，最低台阶淹没时间不应超过 5 天，淹没前应撤出人员和重要设备。	符合要求
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	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.7.1.5 条	可研确定配备水泵 3 台，单台流量 84m ³ /h，扬程 75m，功率 45kW。平时 1 台工作，2 台备用/检修，正常降雨时，工作水泵应能在 20h 内排出凹陷采坑一昼夜正常涌水，最大降雨时 3 台同时开启，保证采场汇水在 5d 之内排出。每个水泵单独配备 1 条排水管，共 3 条，水管直径 150mm。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	成正常排水任务。			
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
7	排水沟的安全深度，应根据设计水深确定，且不应小于 0.3m。	《水泥原料矿山工程设计规范》 GB50598-2010 第 9.2.7 条	可研中采场排水沟断面设计参数表的安全超高均为 0.2m，不满足要求。	下一阶段设计中需完善

3.5.4 防排水能力校核

(1) 凹陷露天采场排水能力校核

根据可研，最终露天坑坑底标高+200m，凹陷露天开采时，雨季日平均涌水量 952m³/d，五十年一遇最大涌水量 17555m³/d，遇设计防洪频率的暴雨时暴雨时凹陷采场允许淹没时间为 5d（根据《水泥原料矿山工程设计规范》（GB50598-2010）第 9.3.5 条：采矿场排水设计应符合下列规定：1 应允许采矿场最低一个工作台段作为临时储水空间，淹没时间不应超过 5 天。），则采坑涌水量 $Q=4Q_{\text{平均}}+Q_{\text{五十年一遇最大涌水量}}=4\times 952+17555=21363\text{m}^3/\text{d}$ （考虑最低台阶允许淹没 5 天的日平均涌水量）。

可研选择配备水泵 3 台，单台流量 84m³/h，扬程 75m，功率 45kW。平时 1 台工作，2 台备用/检修，最大降雨时 3 台同时开启，保证采场汇水在 5d 之内排出。每个水泵单独配备 1 条排水管，共 3 条，水管直径 150mm。

排水泵排水能力校核：

雨季正常涌水时：952÷84=11.3h<20h

设计频率暴雨时：21363÷（84×3）=84.8h<120h（5d）

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，水泵均能在规定的时间内排出，满足要求。

(2) 水泵扬程校核

该矿山+260m~+200m 标高形成凹陷露天采场。

按排水高度估算设备所需的扬程为：

$$H=1.1 \times (260-200) = 66\text{m}$$

所选 3 台水泵扬程=75m

75m>66m，满足要求。

(3) 截水沟、排水沟排洪能力核算

截水沟设计断面尺寸根据明渠均匀流公式试算确定。

计算公式：

$$Q = A \cdot v$$

式中：Q-设计流量，m³/s；

A-水流有效断面面积，m²；

v-流速，m/s。

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

式中：R-水力半径，m；

I-水力坡降；

n-粗糙度系数。

截水沟采用矩形断面；平台排水沟采用梯形断面，内侧坡面角 65°，外侧 90°。水沟均采用 M10 浆砌片石砌筑，水泥砂浆抹面。

将表 2.4-7 截水沟和平台排水沟相关数据带入上式计算，对比表 2.4-6，分别得出如下结论：

1) 1#截水沟设计流量=5.19 m³/s 大于 1#截水沟最大洪峰流量 4.85m³/s，1#截水沟断面设计满足排洪能力需求；

2) 2#截水沟设计流量=9.79 m³/s 大于 2#截水沟最大洪峰流量 8.62m³/s，2#截水沟断面设计满足排洪能力需求；

3) 平台排水沟设计流量=0.38 m³/s 大于平台排水沟最大洪峰流量 0.14m³/s，平台排水沟断面设计满足排洪能力需求。

3.5.5 单元小结

可研中对该项目采场设置了防排水系统，总体满足防排水要求。

下一阶段设计中需完善的问题有：

- (1) 该项目属于大型露天矿山，应建立水文地质资料档案。
- (2) 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) 采场排水沟断面设计的安全深度应不小于 0.3m。

3.6 排土场单元

3.6.1 危险、有害因素辨识与分析

矿山地处低山丘陵区，无天然的冲沟作为排土场场址，可研结合周边地形条件，将矿区东侧地形较缓处作为排土场，占地面积约 31.05ha。

排土场存在的主要危险、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；矿山及水泥厂冬季不生产，寒冷天气冻融会使排土场边坡岩体物理力学性质降低，影响边坡稳定性。

(2) 若在建设初期，排土场工程地质勘察及规划设计等涉及到建设质量的许多重要方面被忽视，排土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，将会给排土场滑坡埋下隐患；

(3) 在排土场排弃作业过程中，可能发生大块废石沿坡面滚下造成滚石伤人；

(4) 排土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，排土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) 排土场扬尘产生粉尘危害。

3.6.2 预先危险性分析 (PHA)

表 3.6 -1 排土场预先危险性分析表

危险有害因素	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； 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。	滑坡、泥石流	人员伤亡、设施破坏、设备损坏	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。
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	1.无安全护栏； 2.边坡松散不稳；	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

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
	空或被拌倒； 2.松散边坡垮塌导致人员坠落。	3.人员靠近边坡眉线。				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 3.6-2。

表 3.6 - 2 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	当地最高洪水位+185.48m(1991年)，排土场最低堆置标高+203m，无洪水淹没风险，不受洪水威胁。排土场采取了截排水措施。排土场不受滑坡、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	排土场下方 300m 范围内无民房等建筑物；排土场最终堆置高度 67m，与 66kV 高压线最近距离 150m，不会造成安全隐患。	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	排土场位于矿区东侧，地形较缓，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	《金属非金属矿山安	为了增加拦截渗出污泥和减	符合

序号	检查内容	检查依据	可研情况	检查结论
	大于 120m 的沟谷型排土场应在底部设置挡石坝。	《全规程》 GB16423-2020 第 5.5.1.5 条	小滚石危害，可研在排土场下游山谷处设置拦砂坝。拦砂坝为浆砌片石结构，坝底部标高+202m，地基承载力特征值不小于 150kPa。排土场最终堆置高度 67m，不需要设置挡石坝。	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	排土场外围汇水设置截洪沟。 排土场各台阶坡底设置排水沟。 排土场平台由外向里应堆填形成 2~5% 的反坡，保持适当流水坡，将汇水导入内侧截水沟外排。 排土场底部铺设厚度 3.0m 的块石作为渗流通道。	符合要求
6	排土场应设置防排水设施。	参照《有色金属矿山排土场设计标准》 (GB 50421-2018) 第 3.4.1 条	排土场平台设置反坡将汇水导入内侧截水沟外排，排土场各台阶坡底设置排水沟，截水沟的汇水向外部引流排放。	符合要求
7	排土场防洪设施设计洪水频率，一、二级排土场洪水重现期不应小于 50 年，三、四级排土场洪水重现期不应小于 20 年。	参照《有色金属矿山排土场设计标准》 (GB 50421-2018) 第 3.4.2 条	该项目排土场为三级排土场，可研确定防洪设施按照 20 年一遇进行设计。	符合要求
8	(二) 设计要求。露天矿山企业要委托原设计单位，或具备相应设计资质的单位进行边坡监测系统设计，并组织专家评审通过后按设计实施及验收；已开展边坡监测系统建设但不符合本文件要求的露天矿山企业，要补充设计或重新设计。 边坡监测系统应当根据露天矿山边坡勘察报告、边坡稳定性研究报告和开采设计等资料，结合采	《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》 (矿安〔2023〕119 号)	可研未见述及。	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
	场边坡工程地质复杂程度、水文地质条件、生产和揭露的地质情况及排土场基底地质条件、排弃方式、剥离物构成等情况，分区评估边坡稳定性现状，明确各分区内边坡安全监测等级，按照最终边坡境界、不同时期和不同开采要求进行边坡监测方案总体设计，并按设计要求分阶段进行建设。			
9	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	排土场仅在白班作业，不设照明。	符合要求
10	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。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.5.2.4 条	排土场卸车平台设置车挡，并设有 2~5% 的反坡，卸车平台设调车员引导。 排土场最小工作平台宽度 50m。 其余可研未明确。	下一阶段设计中需完善

3.6.4 排土场稳定性分析

排土场拟布置在采场东侧，堆置高度 67m，边坡角 23°，库容约 465.98 万 m³。

应急管理部信息研究院于 2025 年 1 月编制了《牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场稳定性研究报告》，以下内容引用自排土场稳定性研究报告。

（一）极限平衡法

基于对国内外露天矿山排土场的综合调查分析表明，根据排土场破坏的工程实例，排土场潜在失稳模式主要有：排土场有三种：沿排土体-原始山体表面接触带滑坡、排土体本体（内部）近程滑动、排土场基础滑坡。

沿排土场堆置的基底表面-原始沿排土场堆置的基底表面-原始山体表面接触带产生的滑坡，主要控制因素是基底表面倾角及其与排弃物之间的强度指标差异。由于排土场形成初期全部排弃表土，强度低，结构疏松，大气降雨后必然形成排弃物与基底表土层的渗透差异，水易沿着基底表面滞流，浸润后容易软化，强度降低，当排土体和地基接触带抗剪强度小于排土场物料本身的抗剪强度，则构成堆石体滑体的滑动面，产生沿基底表层的顺坡向破坏。

因此，当破坏模式为沿表土-基岩界面或排土体-地基界面折线破坏时，可采用传递系数法、Janbu 法或强度折减法；当破坏模式为沿表土-基岩或排土体-地基的单一平面破坏时，可采用 Bishop 法、强度折减法或瑞典条分法。

排土本体（内部）近程滑动及排土场基础滑坡：本体滑动指地基岩层相对稳定，而散体岩石力学性质相对较差，排土堆高到一定程度后，外荷载作用（如继续堆载或排土设备加载）下，地基沉陷，诱使排弃物压密变形增大，处于极限平衡后，排土场后部一定范围内，由于自重先期压实沉陷而形成的主动楔形区，在其他外力及降雨等因素的诱发下，下部阻挡被动楔难以支撑，导致排弃物料内部滑坡。

最常见的排土场内部滑坡引发因素有两个：一是内因，主要受物料特性自身影响，如排土料中黏土或细颗粒含量较高时，由于压实沉降，在边坡内部的孔隙压力增高，应力集中，降低了潜在滑动面的摩阻力；或者由于岩土

混排，在排土场内形成软弱层，在雨水作用下，同样降低了潜在滑动面的摩阻力而形成滑坡；二是外因，主要受堆高、水浸润或爆破震动影响。排土场台阶高度超过散体岩石堆积极限高度，下部阻挡被动楔难以支撑而滑坡。水浸润或爆破震动是诱发和降低排土体自身性质导致。

排土场内部滑坡一般为圆弧形滑面，滑坡面穿过边坡内部而出露于坡面。这种滑动一般距离不远，一次滑动后随即稳定，若继续排土，则再一次发生滑动。排土过程中一般都会发生。这类滑坡模式的第二潜在滑面一般平行于或略大于排弃物料的自然安息角，这个潜在滑面也就是排弃物料内部弱面。形成这种弱面的原因在于：

(1) 由于排土场堆置方式不当所造成的弱面，诸如在排土场由坚硬岩石组成的坡面上排放大面积薄薄一层黏土而形成的人工弱面；

(2) 由于气候造成的弱面，当冬季寒冷时，坡面上存有较厚的冰雪层，若在其上排弃土岩，则形成冰雪夹层，当春天骤暖时，冰雪融化，沿冰雪夹层的、表面浸润的土岩形成气候弱面。排土场基础滑坡指排土地基较为软弱，或地基含软弱层或正断层时，加上水、超载或边坡过陡等因素而导致，在上部土场作用下产生滑移和底鼓，进而牵引上部土场滑坡。在排土场形成过程中，随着排弃高度的不断增加，排弃物料的重力加大，基底土层持力层厚度亦随之加深，当排弃物达到一定水平时，基底持力层遇有连续性好的、强度低的黏土软弱带或软塑带，软弱带被挤压产生塑性流动挤出，下部基底隆起剪切而产生破坏。

排土本体（内部）近程滑动及排土场基础滑坡滑动面基本为圆弧状。因此，对这种破坏模式为圆弧破坏时，可采用 Ordinary 法、Morgenstern-price 法、Bishop 法、Spencer 法或强度折减法。当破坏模式为沿表土-基岩界面或排土体-地基界面折线破坏时，可采用传递系数法、Janbu 法或强度折减法；当破坏模式为沿表土-基岩或排土体地基的单一平面破坏时，可采用传递系数法、强度折减法；当破坏模式为圆弧破坏时，可采用 Ordinary 法、Morgenstern-price 法、Bishop 法、Spencer 法或强度折减法。

基于本项目排土场特点及所在地形地质情况，排土场潜在滑动面大多位于排土体内部或沿表土-基岩界面或排土体-地基界面折线破坏，选择计算方法为 Janbu 法、Morgenstern-price 法、Bishop 法、Spencer 法，同时使用强度折减法进行安全系数验证。

排土场平面布置如图 3.6-1 所示。

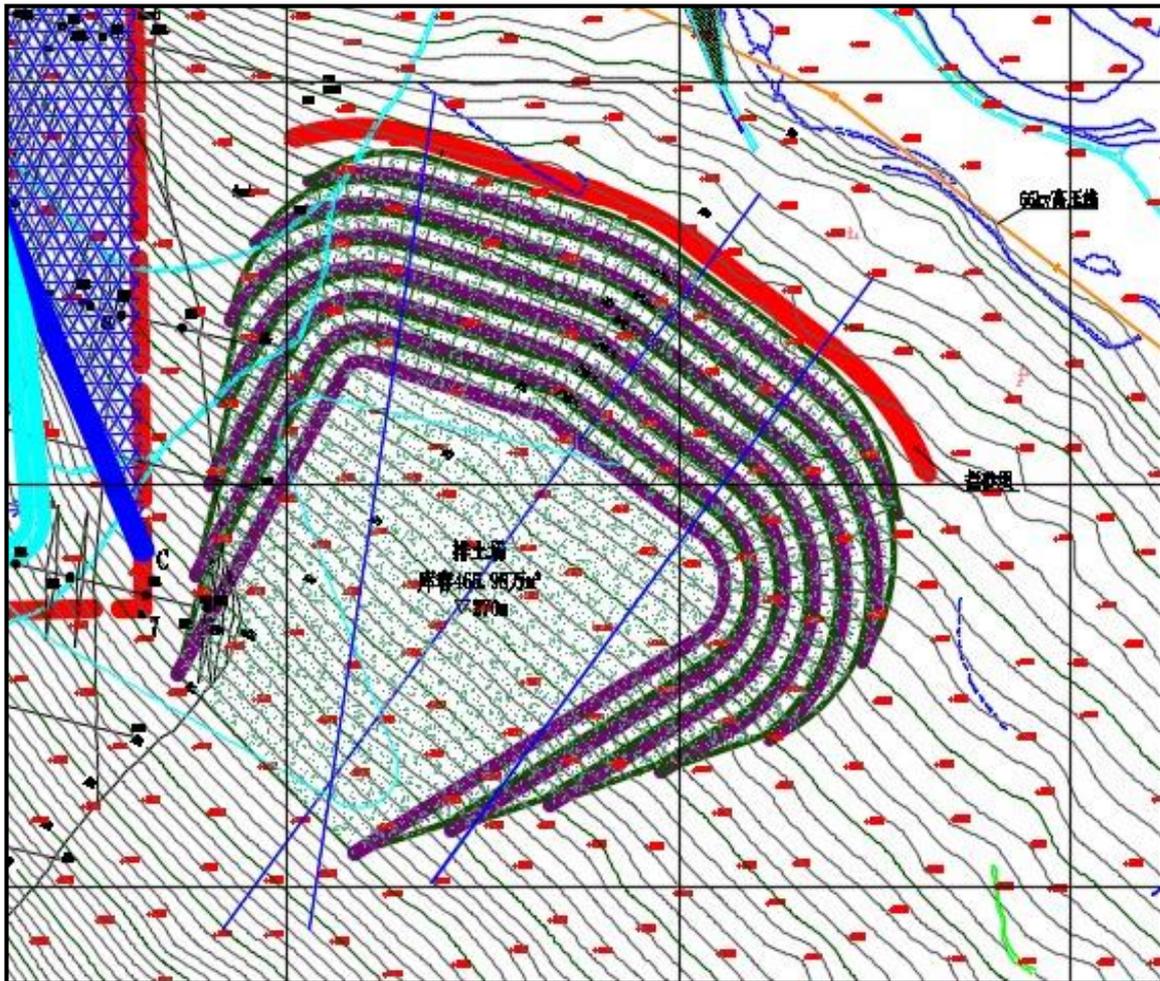


图 3.6-1 排土场平面布置图

参考《有色金属矿山排土场设计标准》(GB 50421-2018) 要求，安全稳定性标准应根据排土场等级和计算工况确定。自然工况条件下，排土场整体安全稳定性标准应符合表 3.6-3 的规定。

表 3.6-3 安全稳定性标准

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

注：1 自然工况条件指重力、稳定地下水位、正常施工荷载的组合。

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

降雨及地下水工况和地震工况下，排土场整体安全标准在表 3.6-3 规定的基础上分别降低 0.05 和 0.05~0.1，最低安全系数不低于 1.10。

牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场设计总堆置高度 67m，设计容积 465.98 万 m^3 ，排土场等级为三级，自然工况允许安全系数 $[FS]_{允} \geq 1.20$ ，降雨工况 $[FS]_{允} \geq 1.15$ ，地震工况 $[FS]_{允} \geq 1.10$ 。可研确定的排土场排土作业采用汽车运输自卸、推土机配合的排土工艺。

勘察单位已对场区内各岩土层进行的试验数据进行了统计分析，《排土场稳定性研究报告》中排土物料物理力学参数参考同类型矿山试验资料和勘察资料选取，见表 3.6-4。

表 3.6-4 各岩土层的工程特性指标综合表

岩性	重度 γ (kN/m^3)	c (kPa)	ϕ ($^\circ$)	E (GPa)	泊松比 ν
残积土	18.7	16.2	22.5	0.26	0.48
强风化花岗岩	26.8	190	39.33	8.68	0.30
排土物料弃渣	22.1	2.7	32.74	0.26	0.25

考虑到矿区地处属寒冷地区，存在冻融条件，为保证矿区排土场边坡稳定性计算结果安全可靠，《排土场稳定性研究报告》参考类似工程经验，冻融循环损失率约 2%~5%，将边坡主要岩土体较上表进行相应折减，最终计算参数如表 3.6-5 所示。

表 3.6-5 考虑冻融后各岩土层的工程特性指标综合表

岩性	重度 γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	E (GPa)	泊松比 ν
残积土	18.7	15.9	22	0.26	0.48
强风化花岗岩	26.8	180.5	37.36	8.68	0.30
排土物料弃渣	22.1	2.57	31.10	0.26	0.25

为充分验证设计排土场的安全稳定性，分别采用极限平衡法中的 Janbu 法，Bishop 法、Morgenstern-Price 法和 Spencer 法四种方法，针对排土场进行极限平衡稳定性分析，选取三个典型剖面建立计算模型如下图所示。

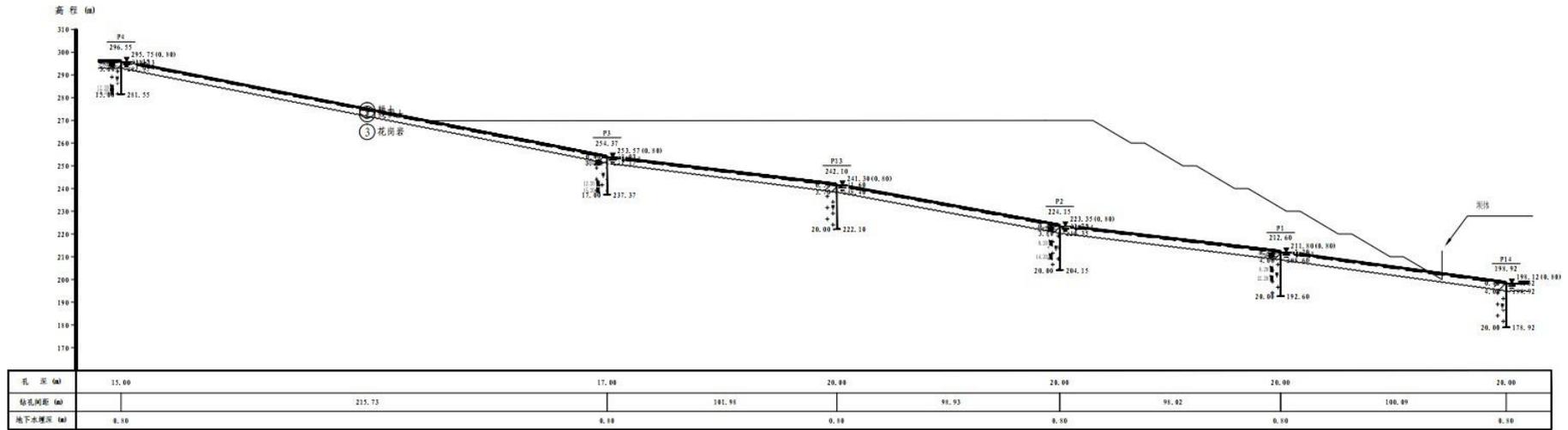


图 3.6-2 典型工程地质剖面图 1-1

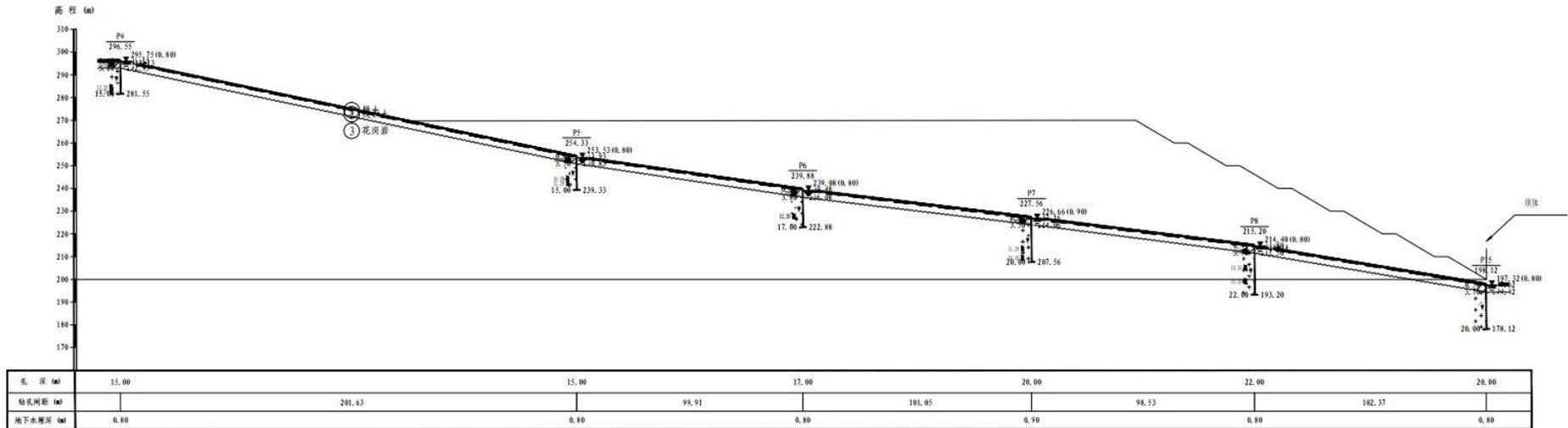


图 3.6-3 典型工程地质剖面图 2-2

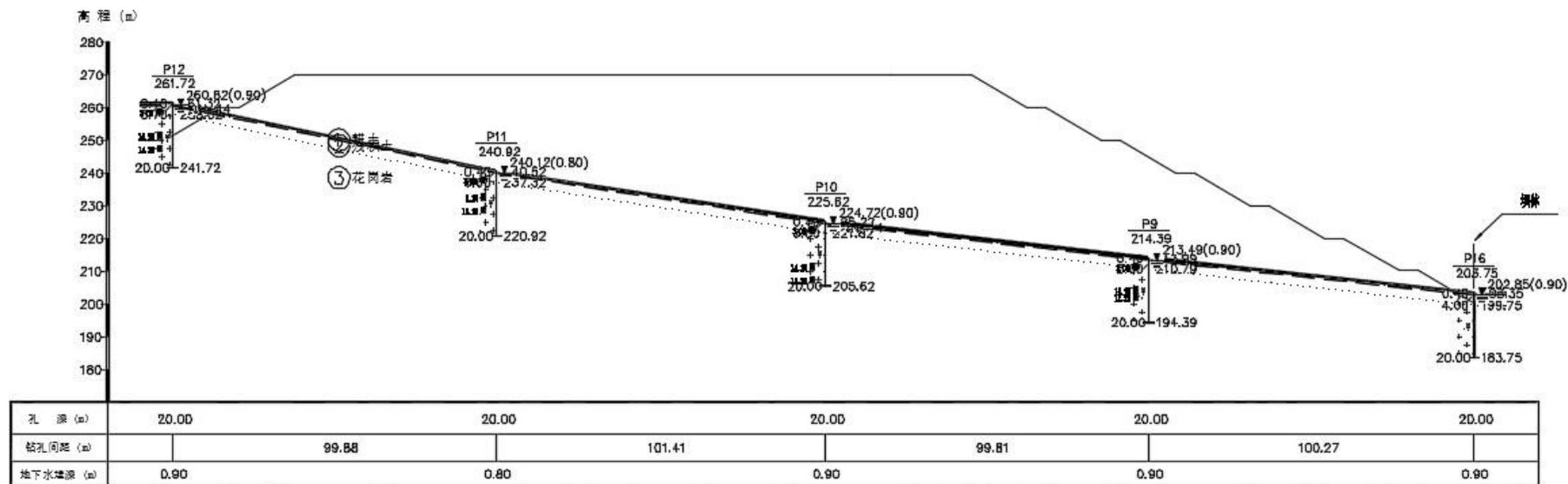


图 3.6-4 典型工程地质剖面图 3-3

(1) 剖面 1-1 稳定性计算结果

1) 自然工况

在自然工况下，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场的稳定性计算结果如图 3.6-5~图 3.6-8 所示。

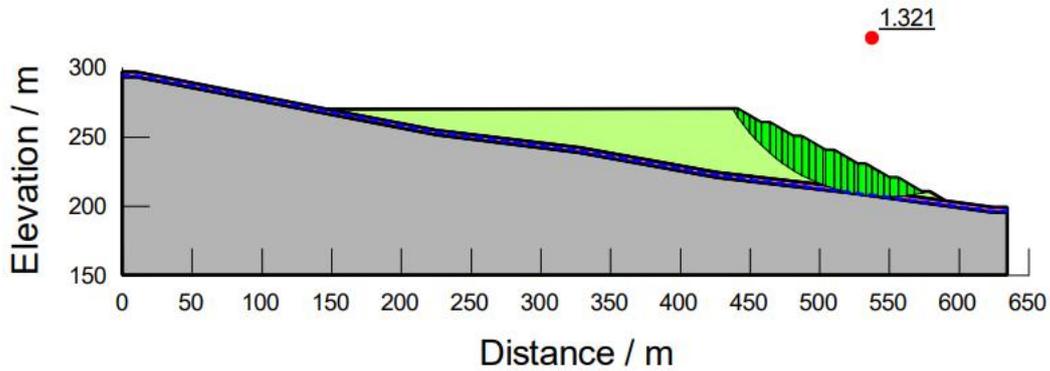


图 3.6-5 剖面 1-1 自然工况 Janbu 法计算结果

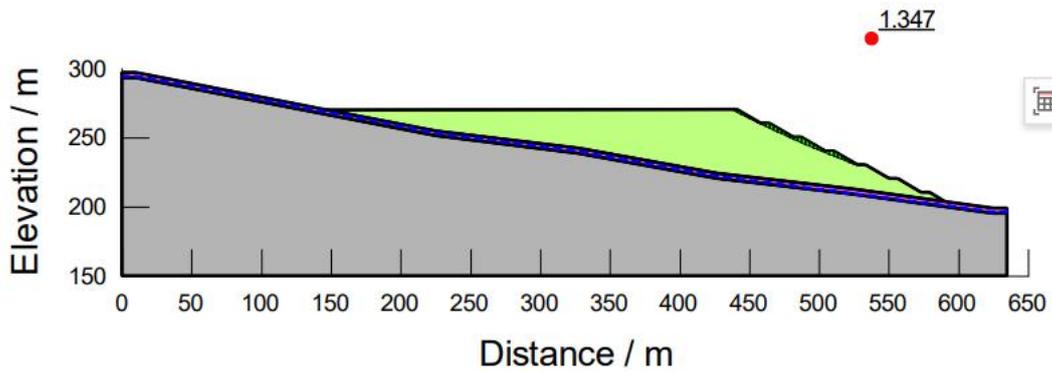


图 3.6-6 剖面 1-1 自然工况 Bishop 法计算结果

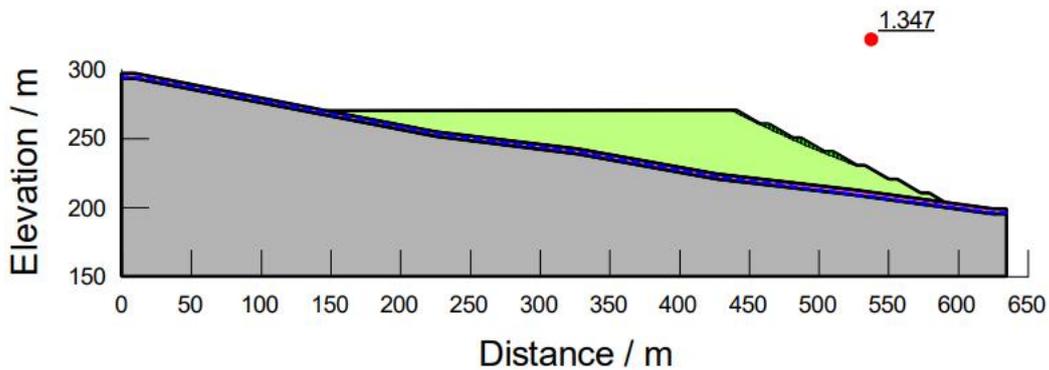


图 3.6-7 剖面 1-1 自然工况 Morgenstern-Price 法计算结果

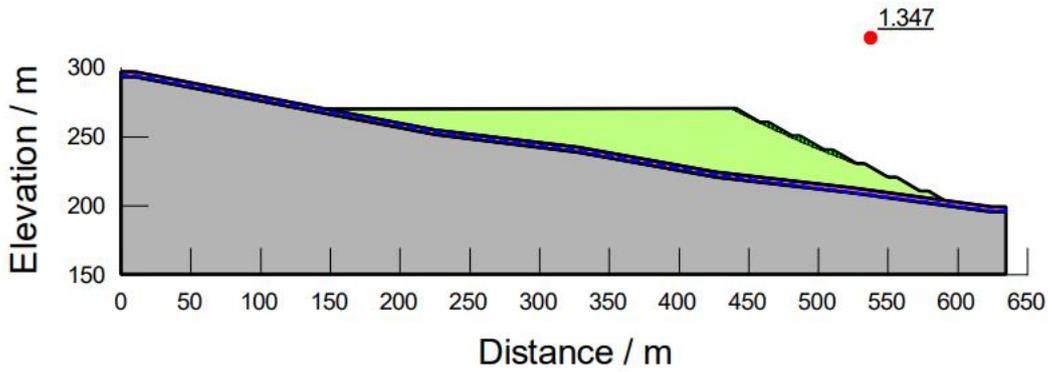


图 3.6-8 剖面 1-1 自然工况 Spencer 法计算结果

2) 降雨工况

在降雨工况下，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场的稳定性计算结果如图 3.6-9~图 3.6-12 所示。

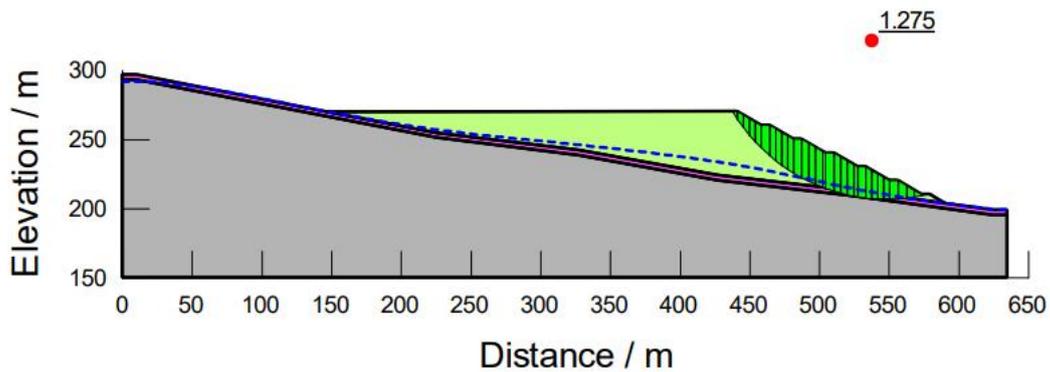


图 3.6-9 剖面 1-1 降雨工况 Janbu 法计算结果

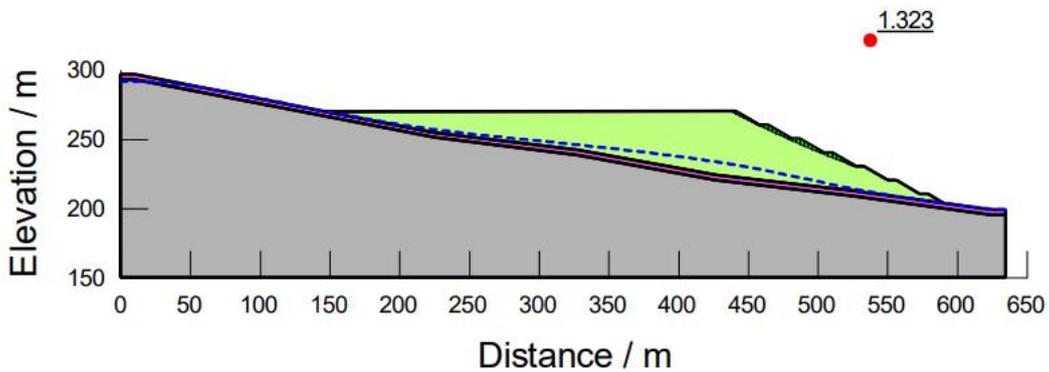


图 3.6-10 剖面 1-1 降雨工况 Bishop 法计算结果

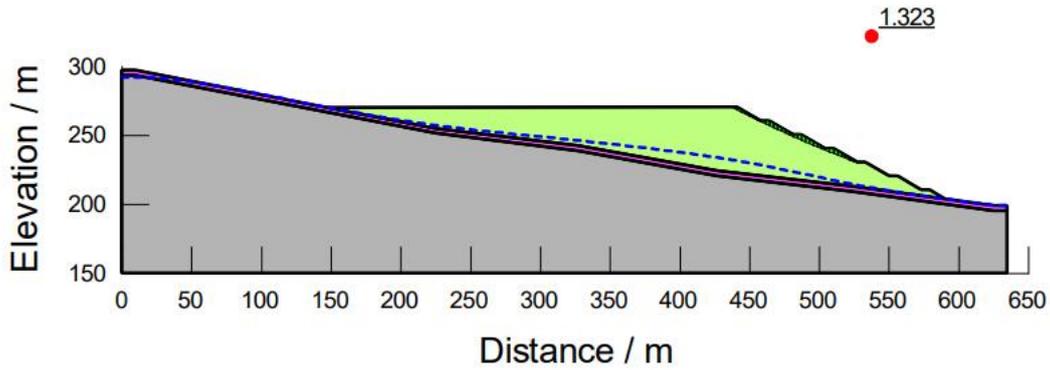


图 3.6-11 剖面 1-1 降雨工况 Morgenstern-Price 法计算结果

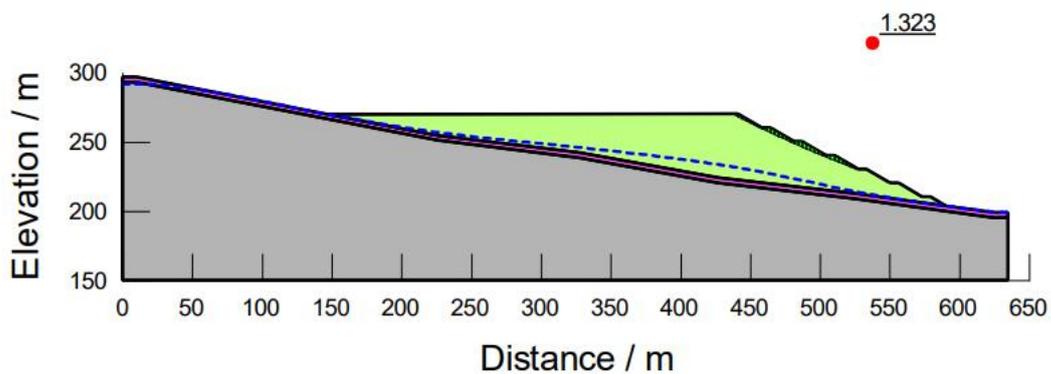


图 3.6-12 剖面 1-1 降雨工况 Spencer 法计算结果

3) 地震工况

在地震工况下，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场的稳定性计算结果如图 3.6-13~图 3.6-16 所示。

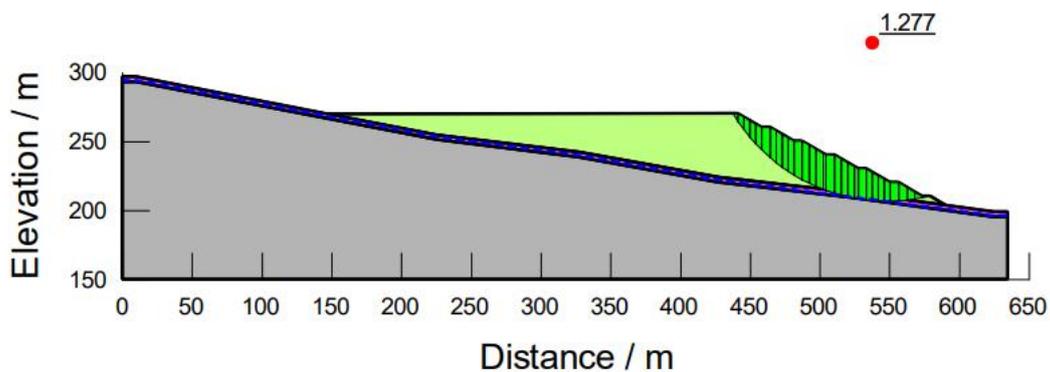


图 3.6-13 剖面 1-1 地震工况 Janbu 法计算结果

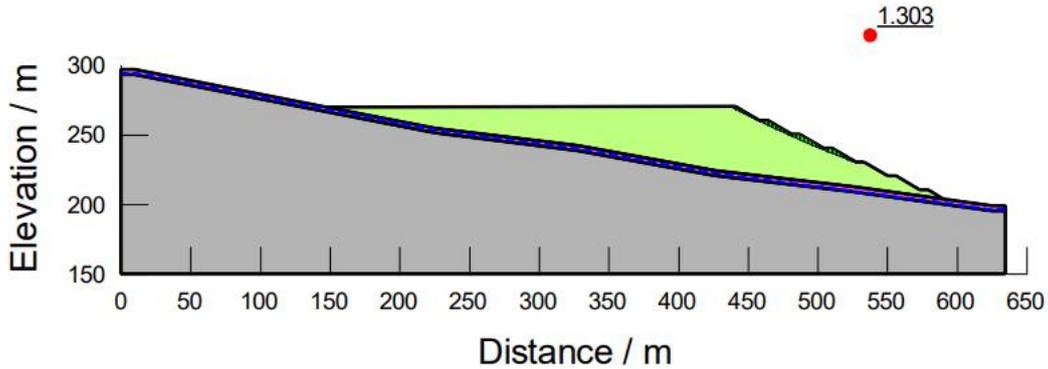


图 3.6-14 剖面 1-1 地震工况 Bishop 法计算结果

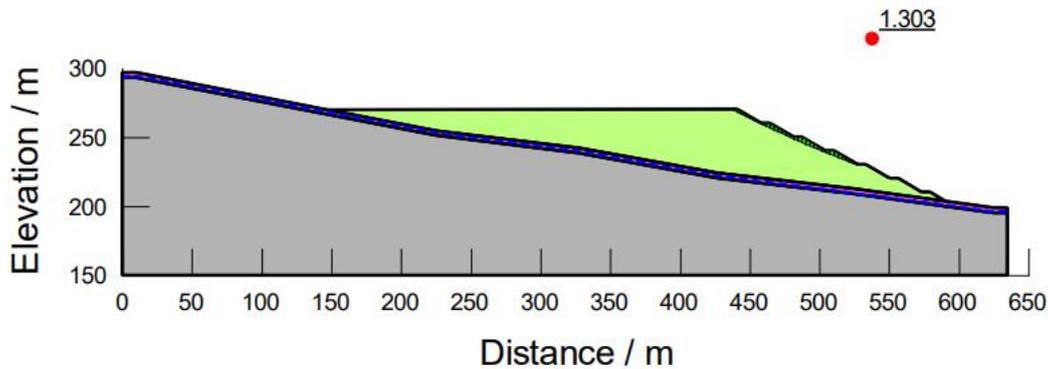


图 3.6-15 剖面 1-1 地震工况 Morgenstern-Price 法计算结果

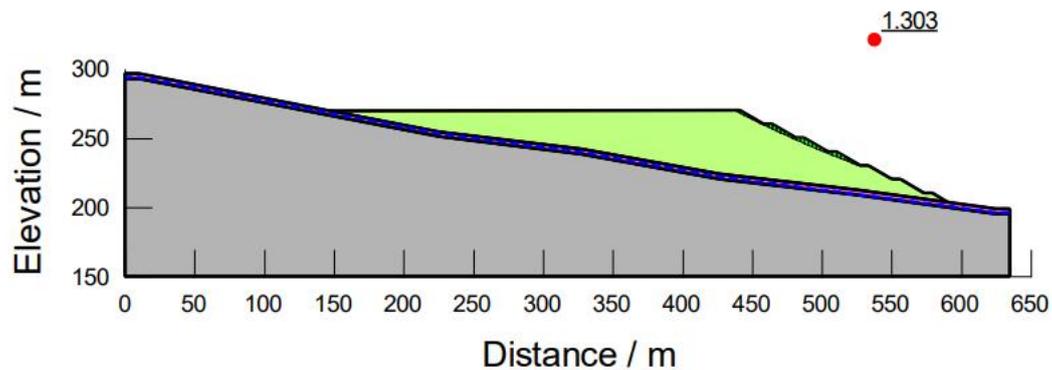


图 3.6-16 剖面 1-1 地震工况 Spencer 法计算结果

(2) 剖面 2-2 稳定性计算结果

1) 自然工况

在自然工况下，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场的稳定性计算结果如图 3.6-17~图 3.6-20 所示。

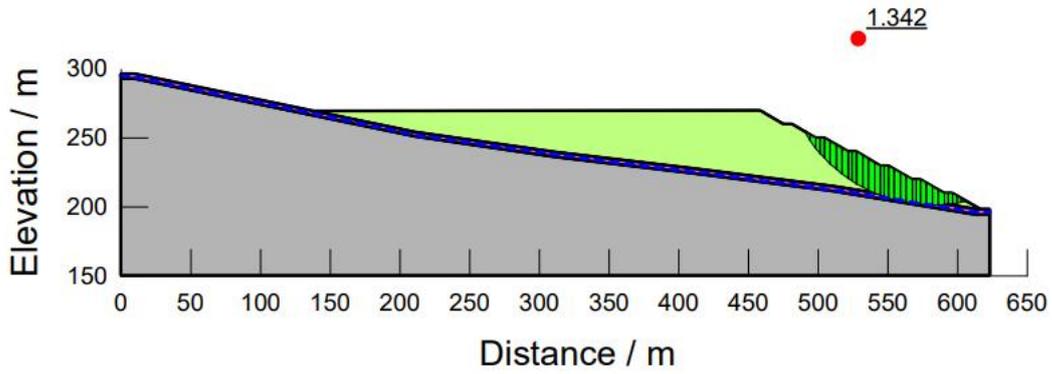


图 3.6-17 剖面 2-2 自然工况 Janbu 法计算结果

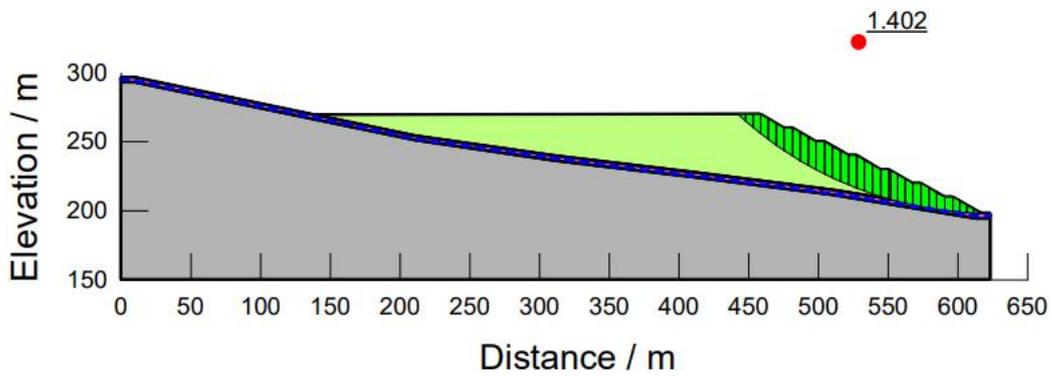


图 3.6-18 剖面 2-2 自然工况 Bishop 法计算结果

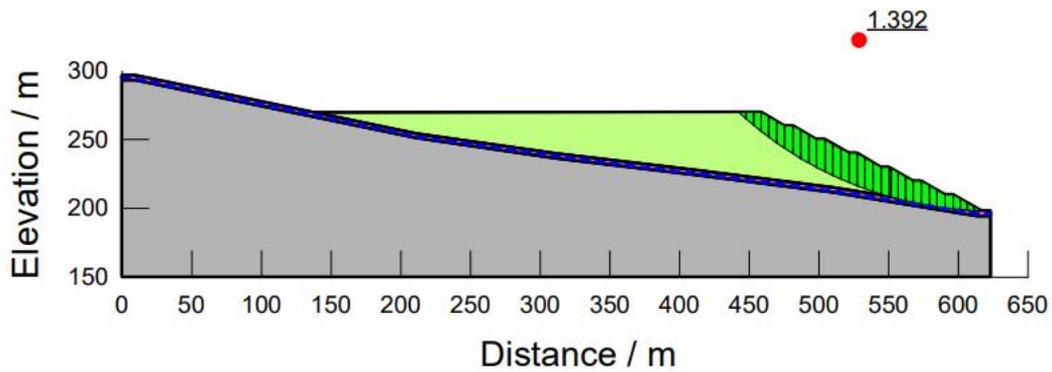


图 3.6-19 剖面 2-2 自然工况 Morgenstern-Price 法计算结果

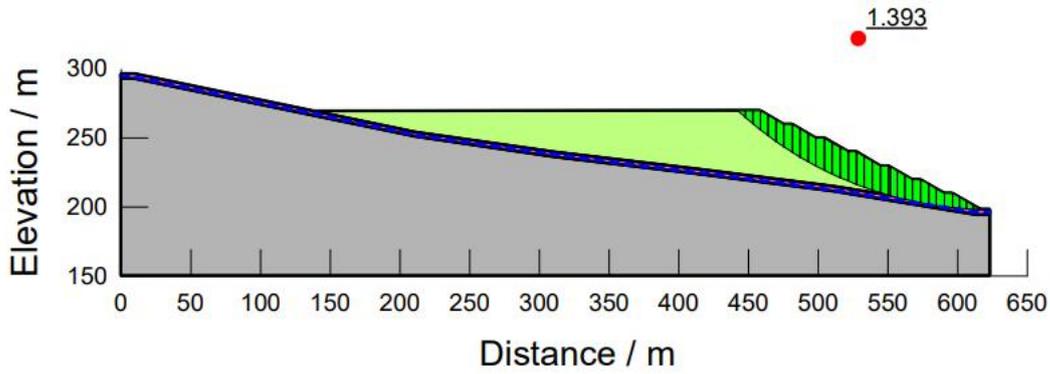


图 3.6-20 剖面 2-2 自然工况 Spencer 法计算结果

2) 降雨工况

在降雨工况下，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场的稳定性计算结果如图 3.6-21~图 3.6-24 所示。

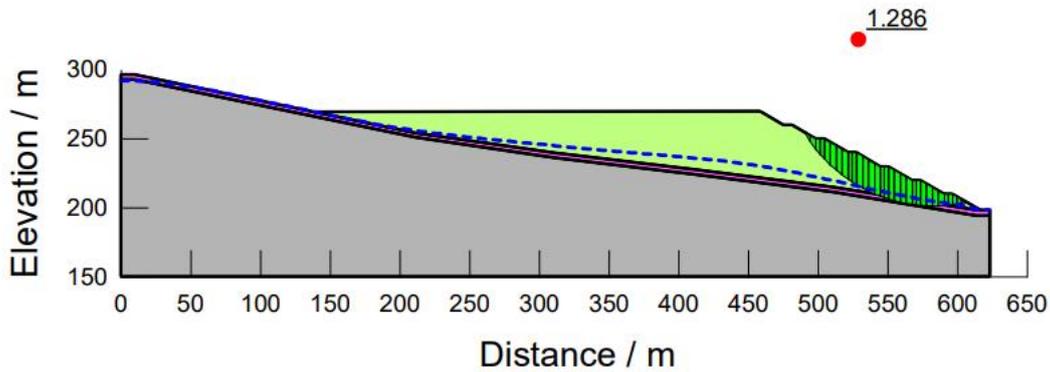


图 3.6-21 剖面 2-2 降雨工况 Janbu 法计算结果

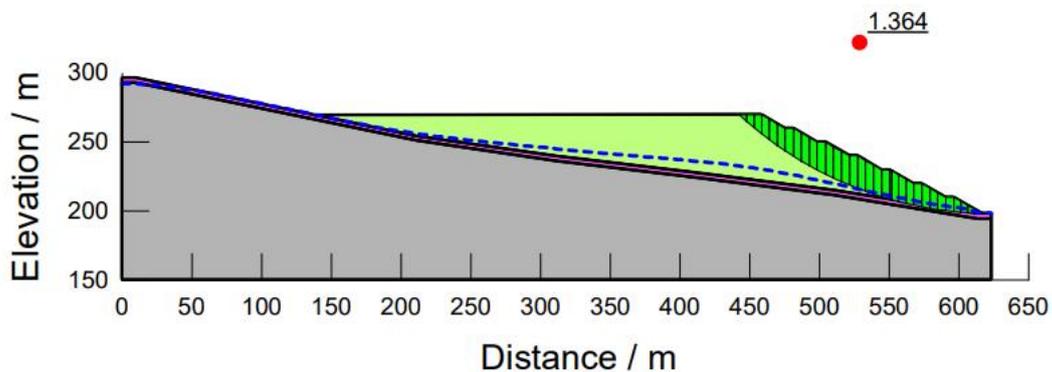


图 3.6-22 剖面 2-2 降雨工况 Bishop 法计算结果

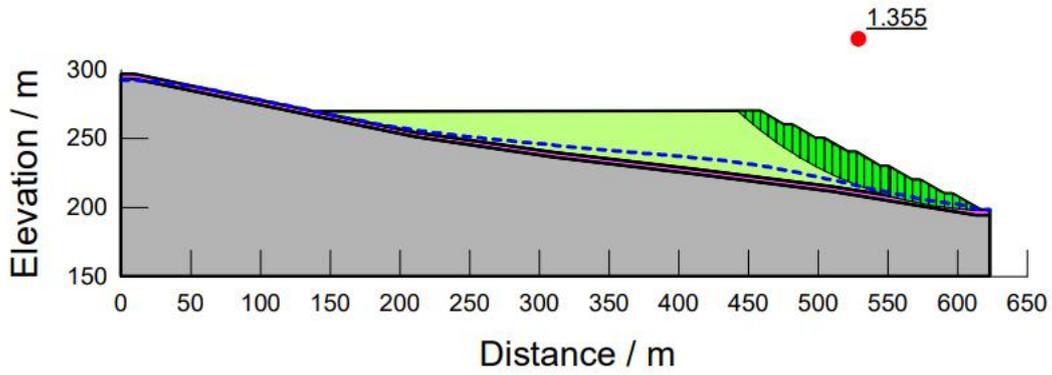


图 3.6-23 剖面 2-2 降雨工况 Morgenstern-Price 法计算结果

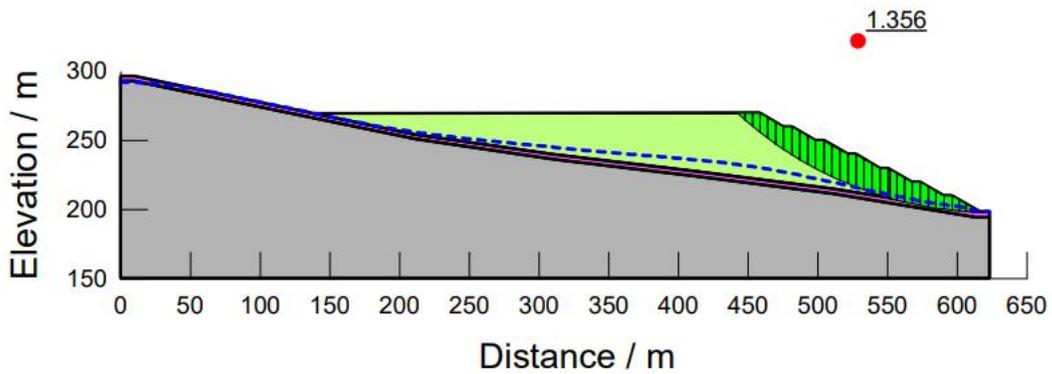


图 3.6-24 剖面 2-2 降雨工况 Spencer 法计算结果

3) 地震工况

在地震工况下，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场的的稳定性计算结果如图 3.6-25~图 3.6-28 所示。

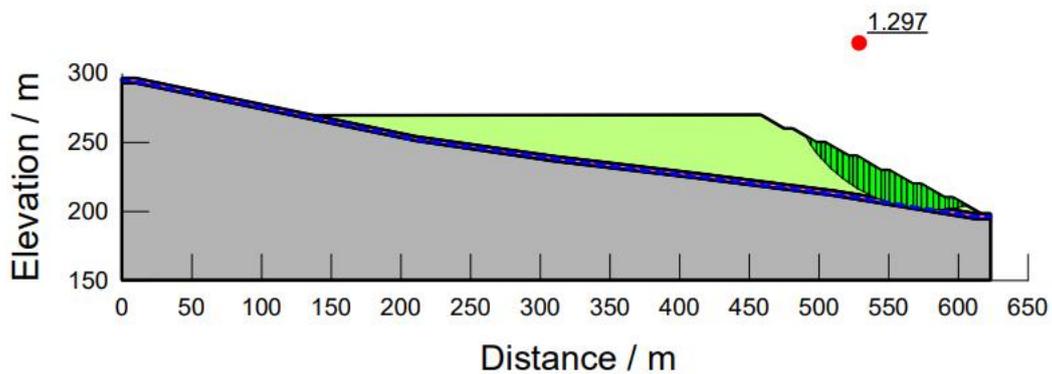


图 3.6-25 剖面 2-2 地震工况 Janbu 法计算结果

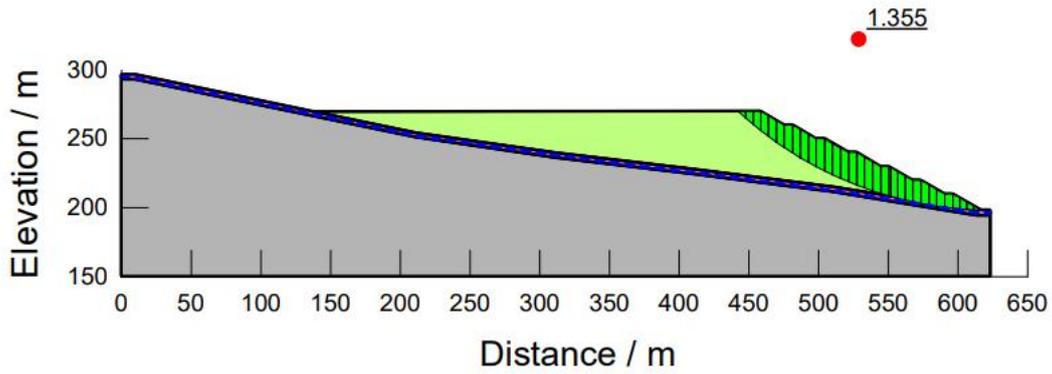


图 3.6-26 剖面 2-2 地震工况 Bishop 法计算结果

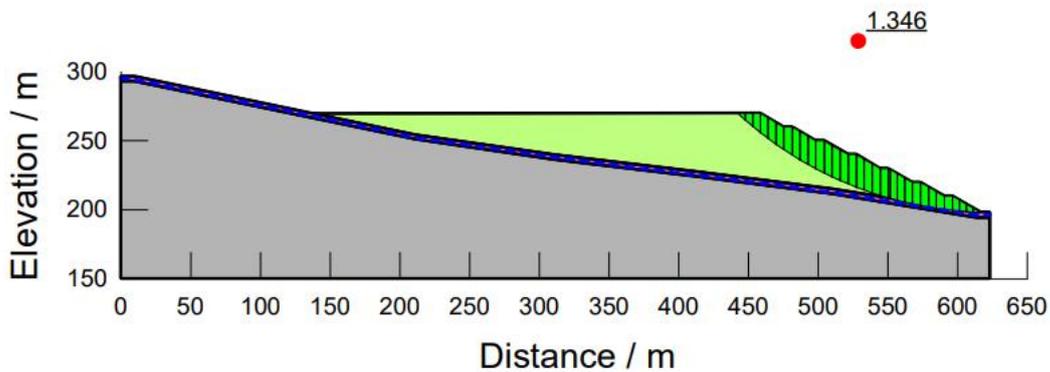


图 3.6-27 剖面 2-2 地震工况 Morgenstern-Price 法计算结果

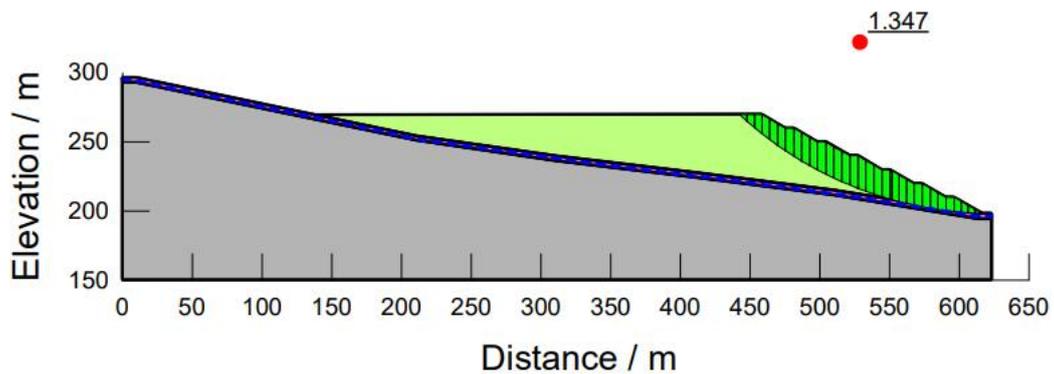


图 3.6-28 剖面 2-2 地震工况 Spencer 法计算结果

(3) 剖面 3-3 稳定性计算结果

1) 自然工况

在自然工况下，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场的稳定性计算结果如图 3.6-29~图 3.6-32 所示。

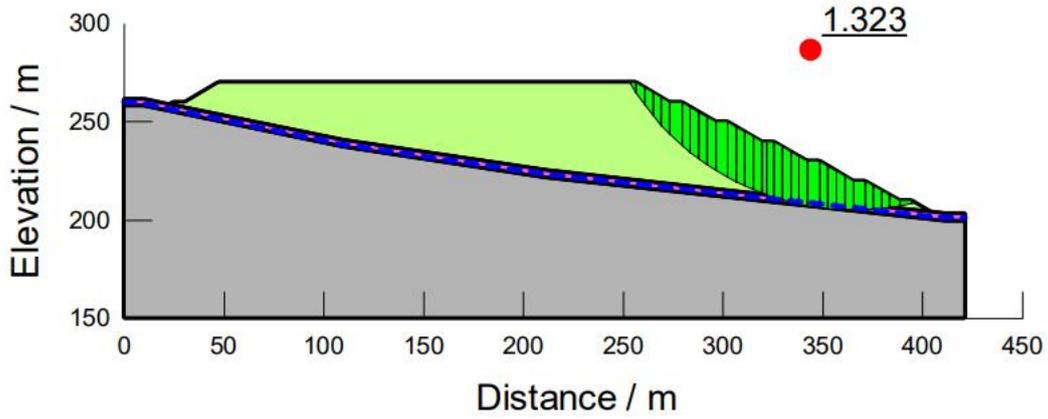


图 3.6-29 剖面 3-3 自然工况 Janbu 法计算结果

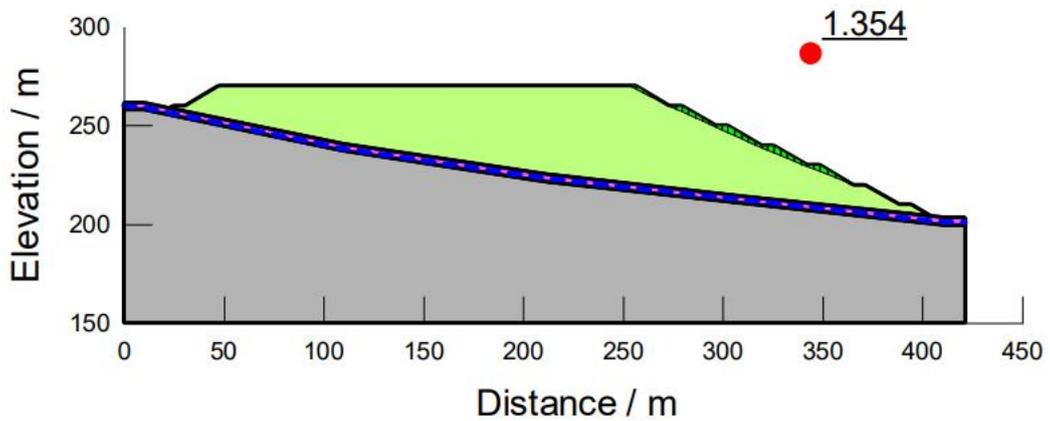


图 3.6-30 剖面 3-3 自然工况 Bishop 法计算结果

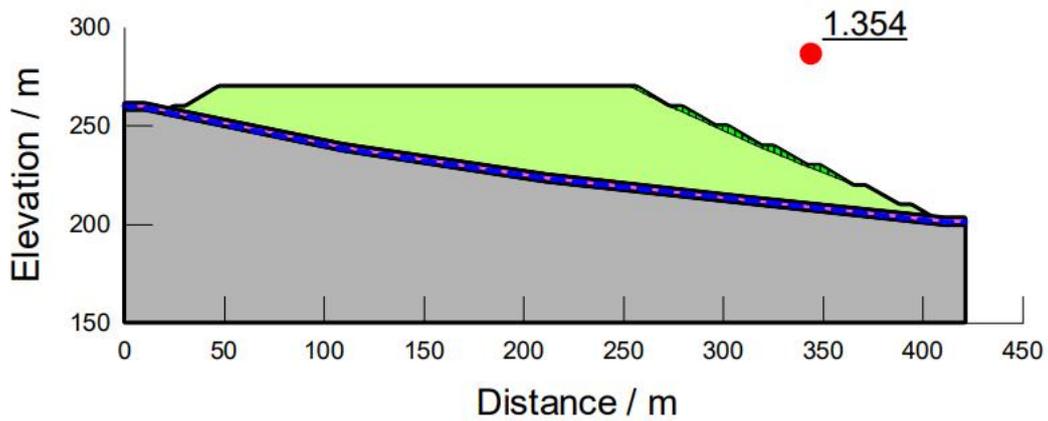


图 3.6-31 剖面 3-3 自然工况 Morgenstern-Price 法计算结果

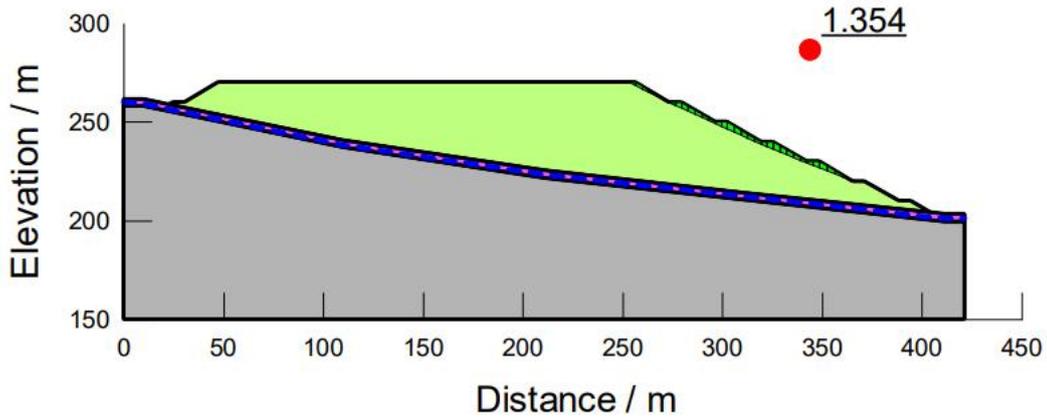


图 3.6-32 剖面 3-3 自然工况 Spencer 法计算结果

2) 降雨工况

在降雨工况下，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场的稳定性计算结果如图 3.6-33~图 3.6-36 所示。

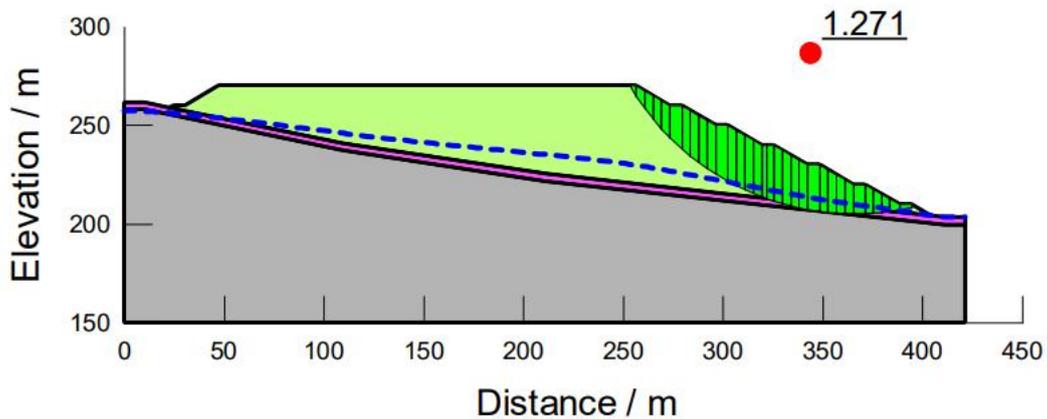


图 3.6-33 剖面 3-3 降雨工况 Janbu 法计算结果

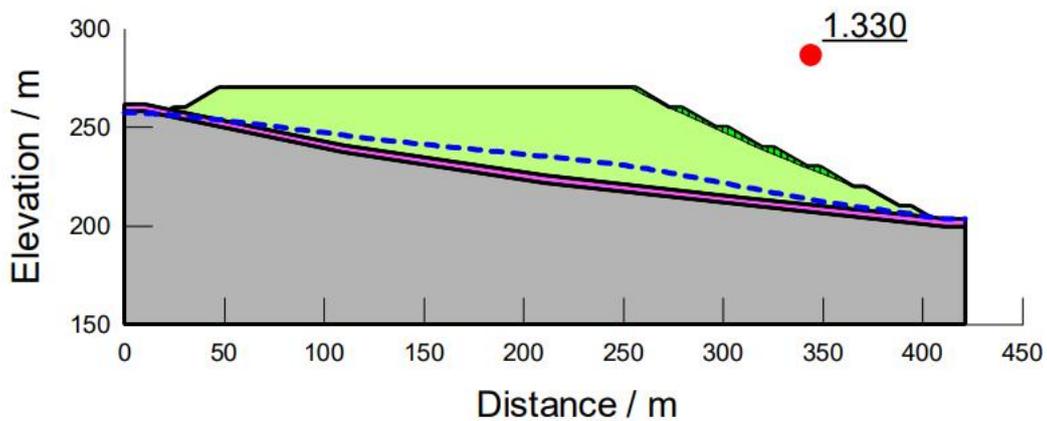


图 3.6-34 剖面 3-3 降雨工况 Bishop 法计算结果

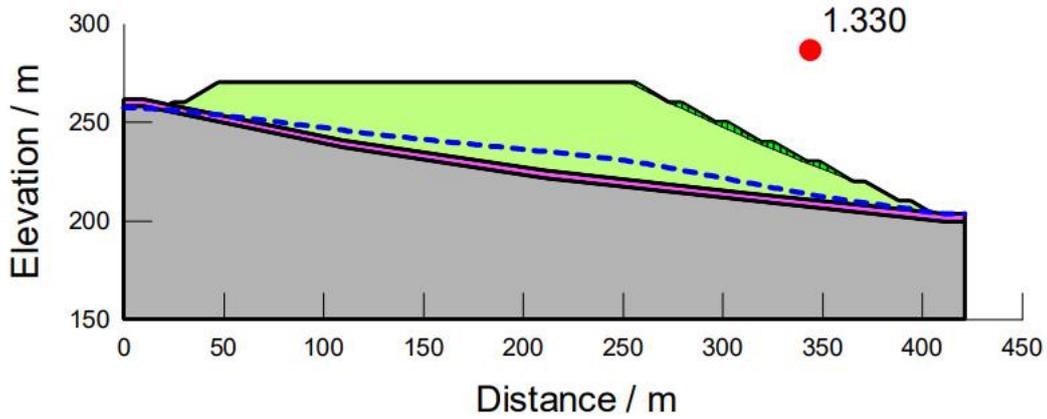


图 3.6-35 剖面 3-3 降雨工况 Morgenstern-Price 法计算结果

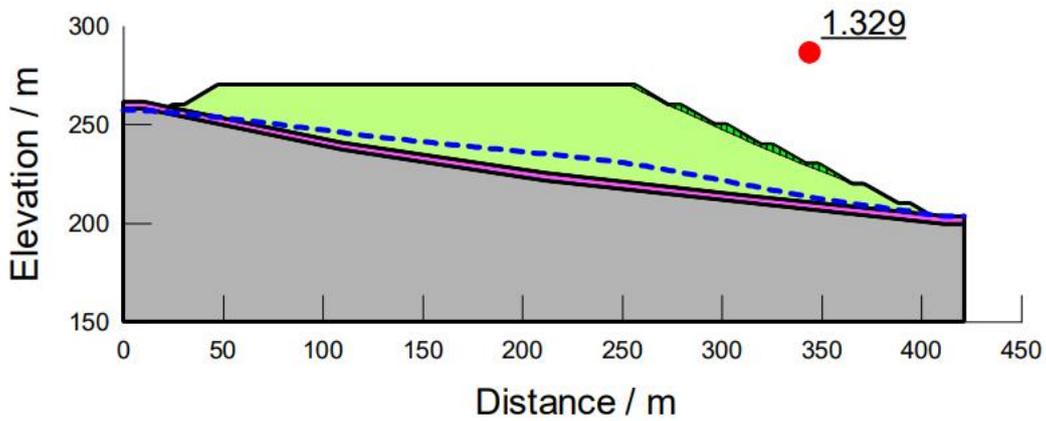


图 3.6-36 剖面 3-3 降雨工况 Spencer 法计算结果

3) 地震工况

在地震工况下，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场的稳定性计算结果如图 3.6-37~图 3.6-40 所示。

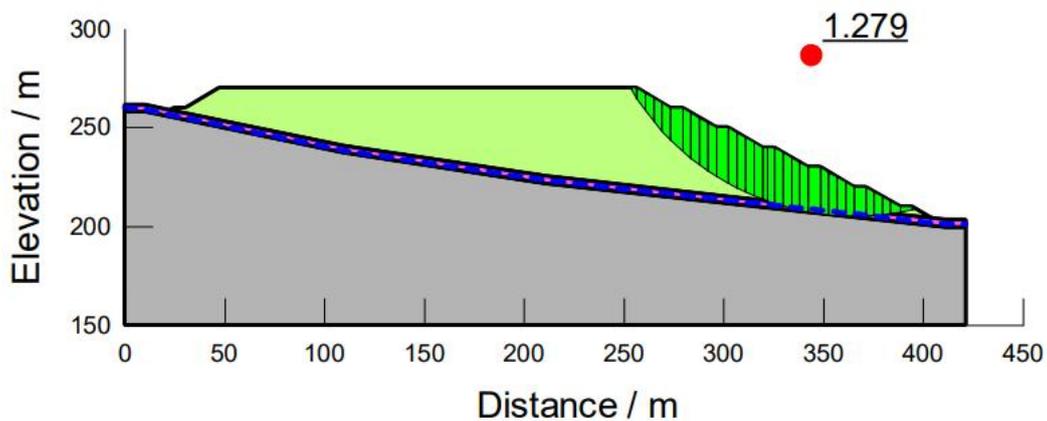


图 3.6-37 剖面 3-3 地震工况 Janbu 法计算结果

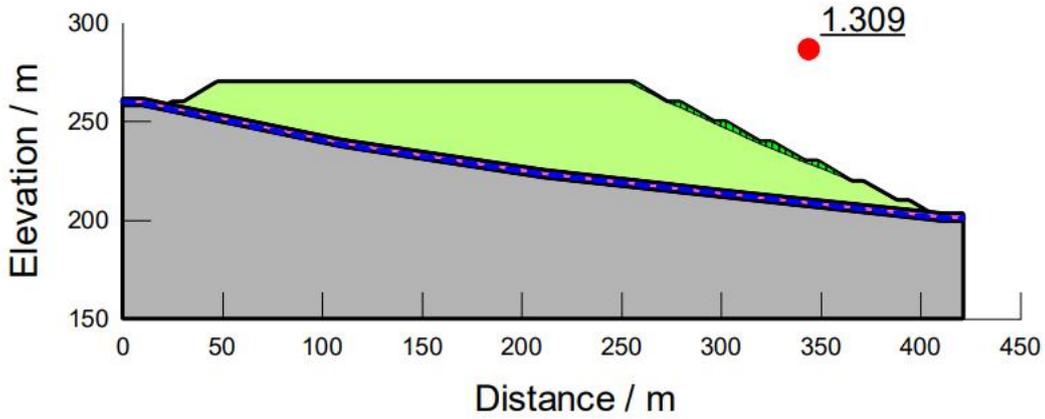


图 3.6-38 剖面 3-3 地震工况 Bishop 法计算结果

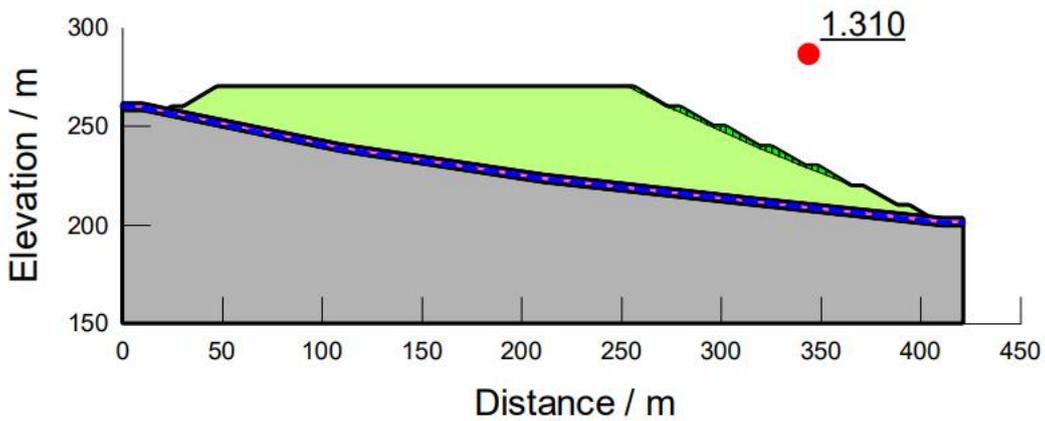


图 3.6-39 剖面 3-3 地震工况 Morgenstern-Price 法计算结果

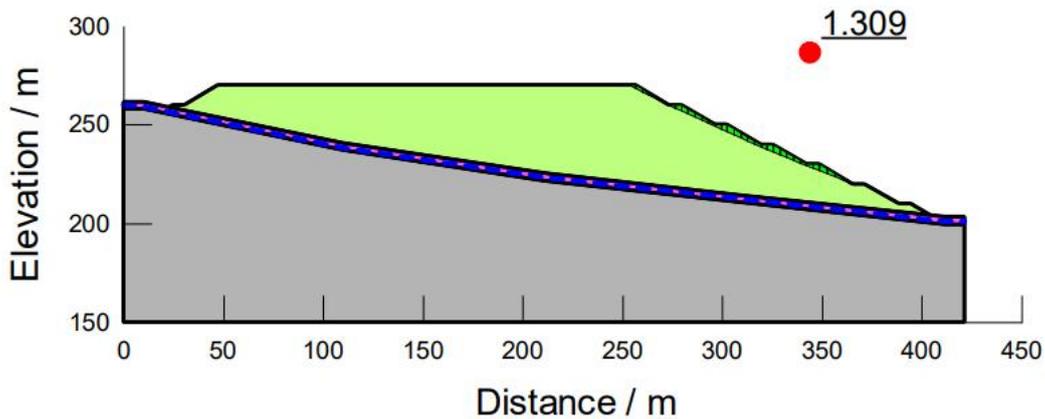


图 3.6-40 剖面 3-3 地震工况 Spencer 法计算结果

《牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场稳定性研究报告》（应急管理部信息研究院，2025 年 1 月）主要对排土场边坡在自然工况（1）、降雨工况（2）和地震工况（3）下的稳定性进行计算，分别采用了

Janbu 法、Bishop 法、Morgenstern-Price 法和 Spencer 法四种极限平衡方法，排土场边坡稳定性计算结果汇总如表 3.6-5 所示。

表 3.6-5 排土场边坡稳定性安全系数汇总表

计算剖面	计算工况	计算方法				是否稳定
		Janbu 法	Bishop 法	Morgenstern-Price 法	Spenser 法	
1-1	1	1.321	1.347	1.347	1.347	是
	2	1.275	1.323	1.323	1.323	是
	3	1.277	1.303	1.303	1.303	是
2-2	1	1.342	1.402	1.392	1.393	是
	2	1.286	1.364	1.355	1.356	是
	3	1.297	1.355	1.346	1.347	是
3-3	1	1.323	1.354	1.354	1.354	是
	2	1.271	1.330	1.330	1.329	是
	3	1.279	1.309	1.310	1.309	是

根据以上极限平衡法计算结果可以看出，剖面计算得到的安全系数均大于规范要求，有一定安全系数储备。采用 Bishop 法、Morgenstern-Price 法和 Spencer 法的计算结果略大于 Janbu 法计算结果，大部分排土场计算剖面的安全系数值变化范围为 1.27~1.40 之间。总体来看，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场在三种工况、四种计算方法下的稳定性安全系数均满足规范要求，因此，认为排土场边坡是稳定的。

（二）有限元法

（1）排土场模型建立以及参数选取

有关有限元强度折减法计算的排土场模型剖面选取同极限平衡法分析一致，计算模型如图 3.6-41~3.6-43 所示。

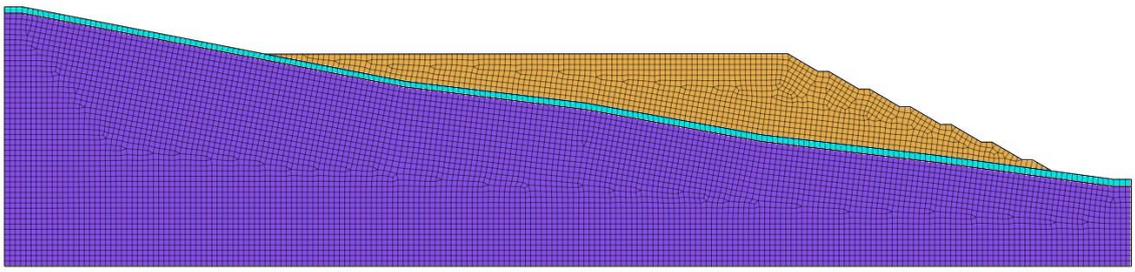


图 3.6-41 剖面 1-1 计算模型

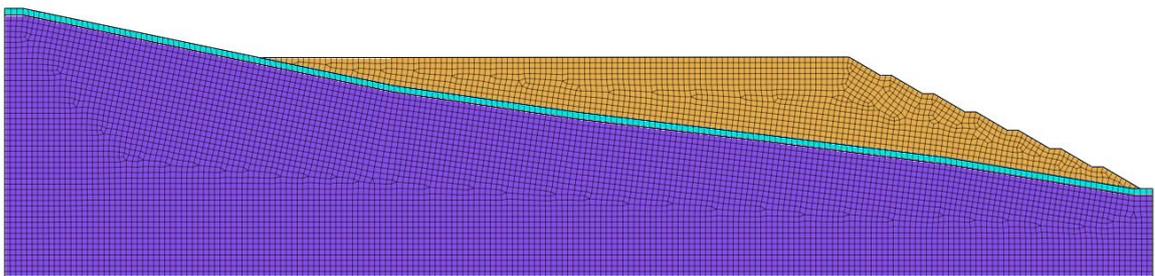


图 3.6-42 剖面 2-2 计算模型

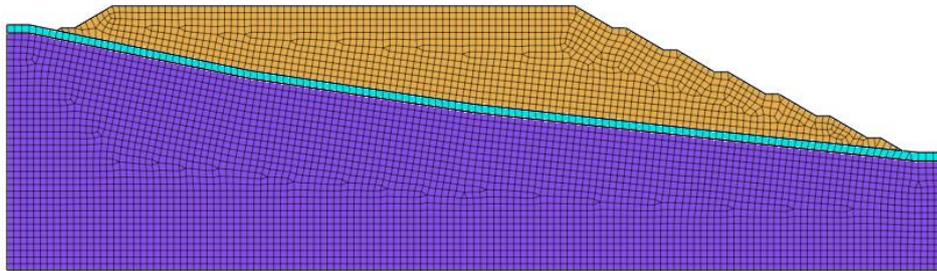


图 3.6-43 剖面 3-3 计算模型

模型的建立过程与极限平衡法的模型建立过程较为相似，建模过程中二者的区别主要在于边界条件的施加，而具体模型的边界条件施加包括力学边界条件和渗流边界条件，模型的边界条件如图 3.6-44 所示。模型的建立过程中采用四节点矩形单元来对模型进行网格划分。模型的边界条件设置为边坡模型表面为自由面，模型两侧约束其水平位移，模型的底面则固定其三向约束。

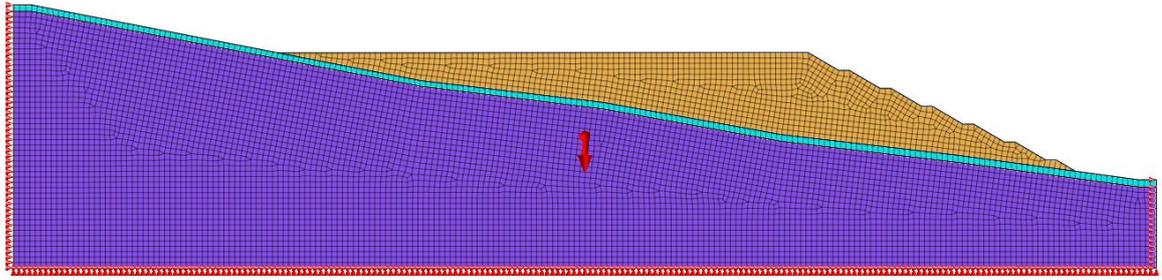
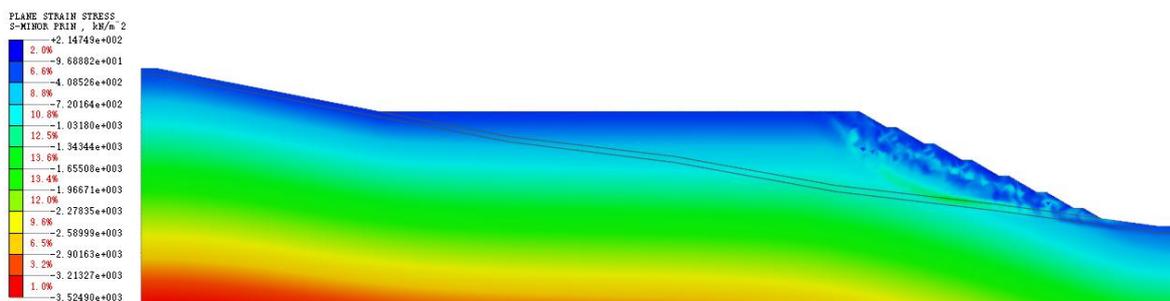


图 3.6-44 模型力学边界条件的施加

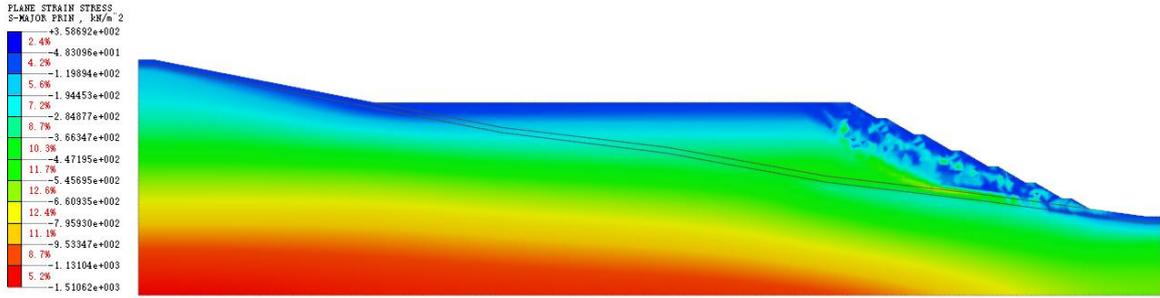
模型中各地层岩体的物理力学参数的试验结果见表 3.6-4、表 3.6-5，岩体物理参数数值同极限平衡法稳定性计算参数一致。与极限平衡法不同，有限元强度折减法无需预先确定滑动面的位置和形状，本构模型充分考虑了材料的塑性阶段的强度，因此使得计算结果更加接近工程实际。

(2) 计算结果分析

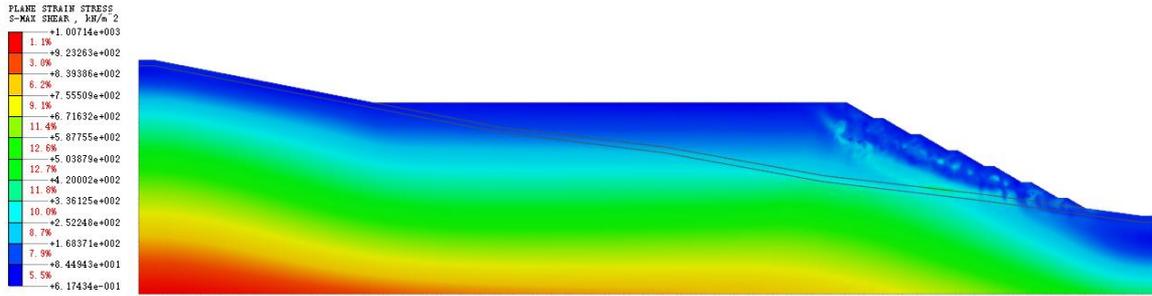
有限元中通过强度折减使边坡达到极限破坏状态，滑动面上的位移和塑性应变将产生突变，有限元程序无法从有限元方程组中找到一个既能满足静力平衡又能满足应力-应变关系和强度准则的解，此时，不管是从力的收敛标准，还是从位移的收敛标准来判断有限元计算都不收敛。因此把有限元计算是否收敛作为边坡失稳破坏的判断依据，并计算得出相应的安全系数。通过有限元分析边坡在临界失稳条件下边坡的应力场、应变场等结果来体现边坡的整体稳定性以及潜在滑动面，列出了不同剖面有限元稳定性计算结果，如下所示。



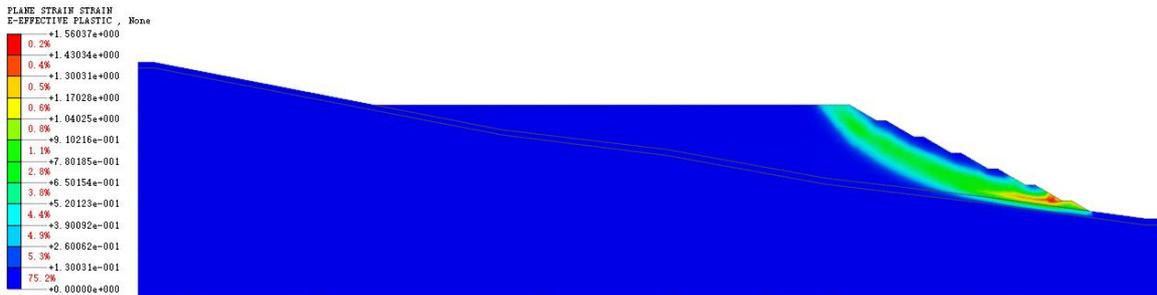
(a)最大主应力



(b)最小主应力

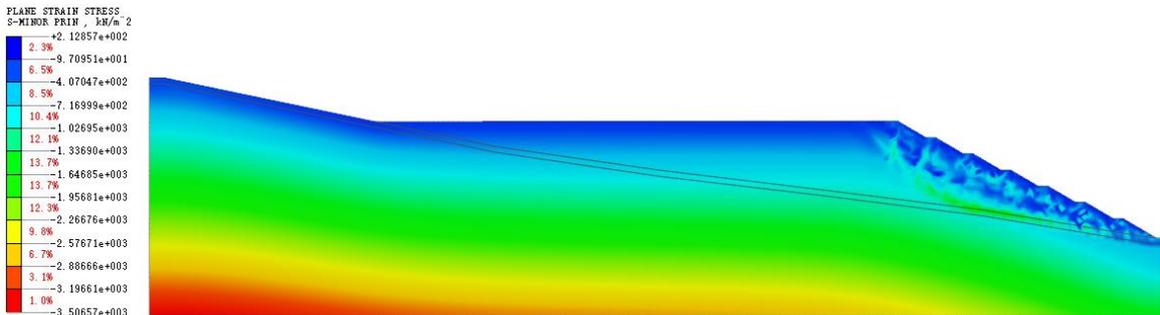


(c)最大剪切应力

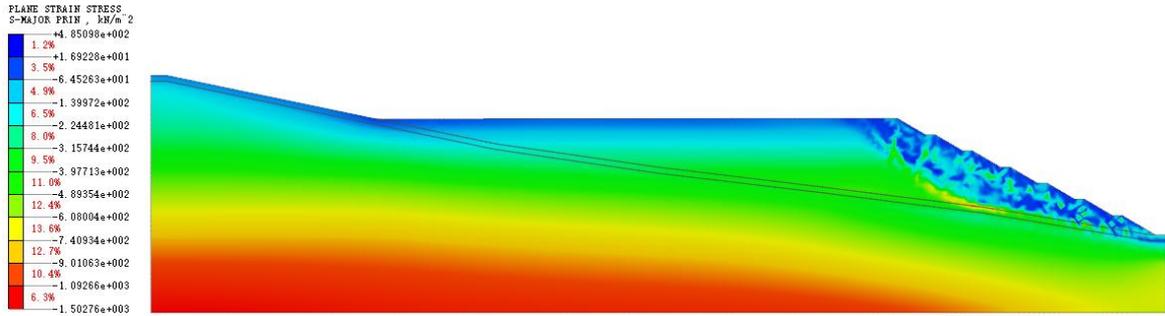


(d)有效塑性应变

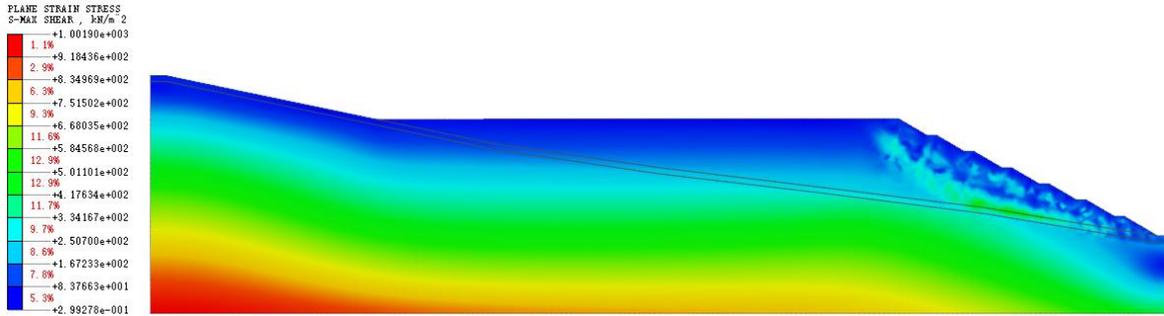
图 3.6-45 剖面 1-1 计算结果



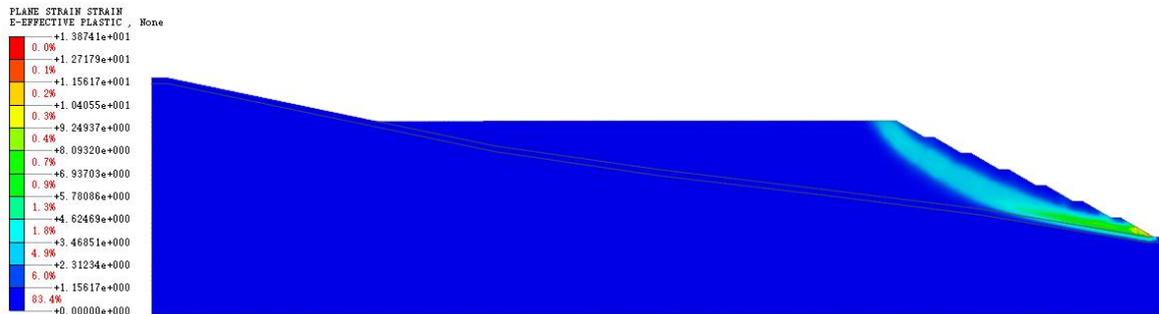
(a)最大主应力



(b)最小主应力

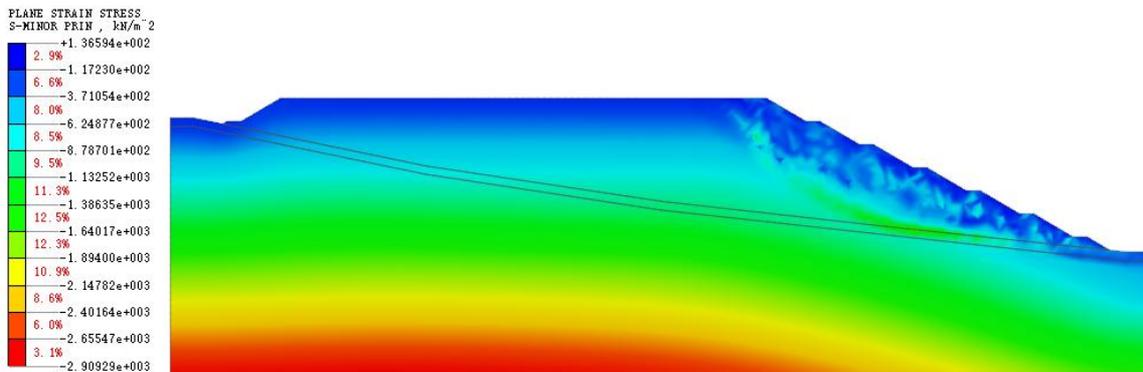


(c)最大剪切应力

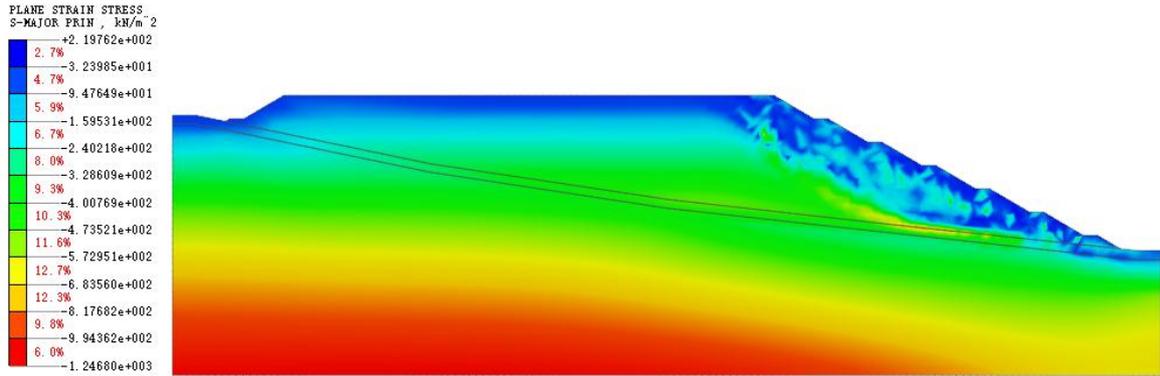


(d)有效塑性应变

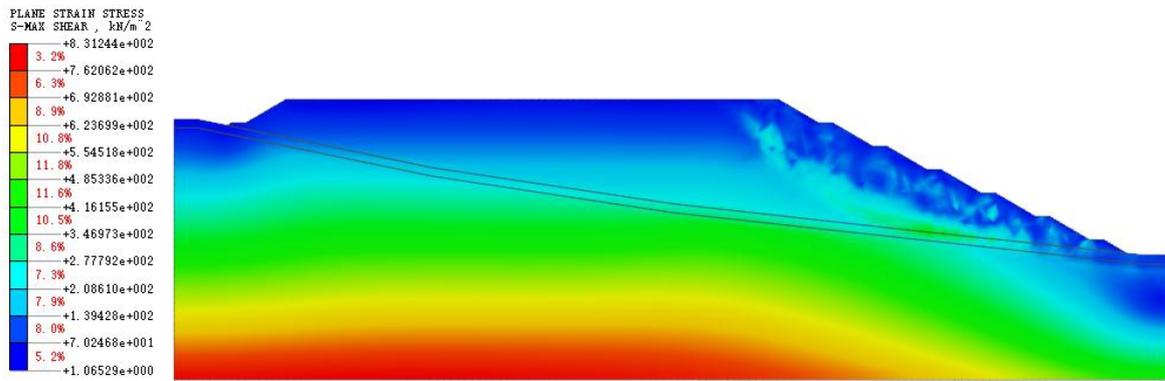
图 3.6-46 剖面 2-2 计算结果



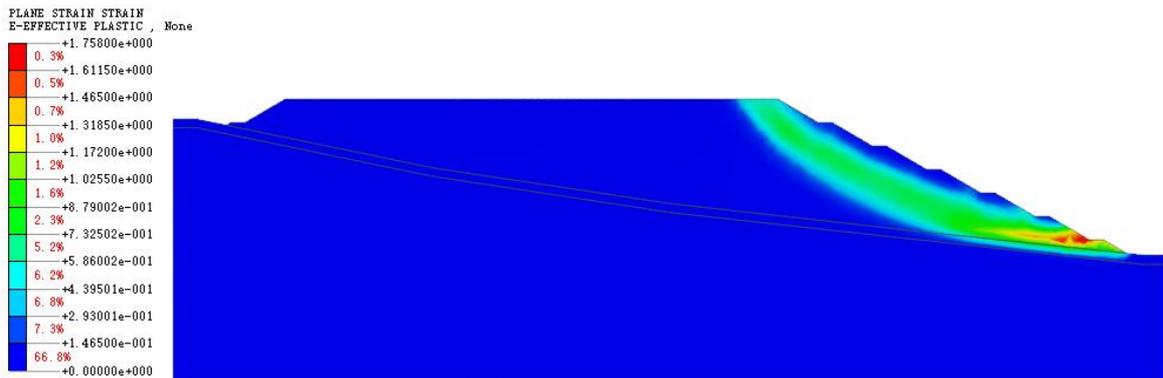
(a)最大主应力



(b)最小主应力



(c)最大剪切应力



(d)有效塑性应变

图 3.6-47 剖面 3-3 计算结果

根据排土场剖面的有限元强度折减法计算结果，排土体边坡存在连续贯通的空间滑动带，计算结果可以看到连续圆弧型塑性区，塑性区（潜在滑

面) 揭示了排土场可能存在两种潜在破坏模式: ①排土体内部滑坡; ②沿着基底接触面滑坡。验证了极限平衡计算结果的准确性。

(3) 稳定性分析小结

采用有限元法对排土场在自然工况、降雨工况和地震工况下的稳定性进行计算, 排土场有限元稳定性计算结果如表 3.6-6 所示。

表 3.6-6 稳定性计算结果汇总表

计算方法	安全系数			是否稳定
	自然工况	降雨工况	地震工况	
剖面 1-1	1.343	1.286	1.281	是
剖面 2-2	1.382	1.326	1.315	是
剖面 3-3	1.360	1.291	1.240	是

由表可知, 牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿排土场边坡稳定性较好, 有限元稳定性安全系数值满足规范要求, 且高于极限平衡法最小计算结果, 表明排土场整体稳定具有一定安全储备。

3.6.5 单元小结

可研中已对排土场的选址、排放方式、堆置总高度、台阶高度、安全平台宽度、总边坡角、照明、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。

下一阶段设计中需完善的问题有:

- (1) 应对汽车排土作业安全事项进行详细说明。
- (2) 可研未对排土场边坡监测进行设计, 下一步应按照《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》(矿安〔2023〕119号) 要求对排土场边坡设置监测设施, 在排土场运行过程中建立起排土场位移监测系统, 实时监控不同运行工况下的地基及排土场的稳定

性。

3.7 腐殖土堆场单元

腐殖土堆场布置在水泥厂南端区域，该区域较为空旷，地形平坦，适合作为腐殖土堆场，占地面积约 0.3ha。为便于腐殖土的堆存及取用，腐殖土堆场堆置高度 5m，台阶坡面角 30°，总库容约 0.88 万 m³。

3.7.1 危险、有害因素辨识与分析

参照《有色金属矿山排土场设计标准》（GB 50421-2018）第 3.3.1 条：排土场等级分级应根据单个排土场总容积和堆置高度按照表 3.3.1 的规定划分为四级。最低级别四级排土场要求单个排土场总容积小于 500 万 m³，堆置高度小于 50m；该项目腐殖土堆场堆置高度只有 5m，总库容只有 0.88 万 m³，离四级排土场最低要求数据相差甚远，是否按照排土场设计需要进一步论证。

该项目腐殖土堆场虽然堆置高度很低，库容极小，但在暴雨等极端情况下，还是可能会发生滑坡事故，对水泥厂内设备设施及人员安全造成影响。

另外腐殖土堆场全部位于矿山爆破警戒线 300m 范围内，矿山爆破时，腐殖土堆场如果正在作业，将威胁作业人员及设备安全。

3.7.2 单元小结

可研中已提到腐殖土堆场全部位于矿山爆破警戒范围内，矿山爆破时，排土场及腐殖土堆场禁止作业，并撤离人员及设备。

下一阶段设计中需完善的问题有：

论证腐殖土堆场按照排土场设计的必要性及需要采取的安全措施。

3.8 安全管理及其他单元

3.8.1 安全管理安全检查表

根据《中华人民共和国安全生产法》、《非煤矿山企业安全生产许可证

实施办法》、《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》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 3.8-1。

表 3.8-1 安全管理单元安全检查表

序号	检查要求	检查依据	检查情况	检查结果
1	矿山企业应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	企业设置相应的管理机构，并有专人负责此项工作，矿山设专职安全管理人员。	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。	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	根据可研要求，矿山各作业工种均应建立安全操作规程	下一阶段设计中需完善
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，公司对职工进行安全教育和培训，保证其具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的，不应上岗作业。	符合要求
4	新进露天矿山的作业人员，应接受不少于 72h 的安全教育，经考试合格后，方可上岗作业。	《中华人民共和国安全生产法》第二十八条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

序号	检查要求	检查依据	检查情况	检查结果
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	职工更换工种要进行安全教育和安全操作规程的学习和培训。	符合要求
6	矿山企业必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	《中华人民共和国安全生产法》第四十五条	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	为所有从业人员购买工伤保险。	符合要求
8	矿山企业应根据存在风险的种类、事故类型和重大危险源的情况制定综合应急预案和相应的专项应急预案，风险性较大的重点岗位应制定现场处置方案。应急预案应经过评审，并按照隶属关系向当地县级以上安全生产监督管理部门备案。	《中华人民共和国安全生产法》第四十条	根据可研，矿山企业不安全因素较多，设立应急救援方案，可与市医疗组织签订协议。 矿山应组织编写排土场专项应急预案，应急预案编写后要报当地安全生产监督管理局救援中心评审备案，并按着规程规定定期更新和每年组一次演练。 排土场，应制订相应的防震和抗震的应急预案。	符合要求
9	矿山企业应当建立专职矿山救援队；规模较小、不具备建立专职矿山救援队条件的，应当建立兼职矿山救援队，并与邻近的专职矿山救援队签订应急救援协议。	《矿山救援规程》（中华人民共和国应急管理部令第16号，自2024年7月1日起施行）第五条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
10	矿山救援队应当配备处置矿山生产安全事故的基本装备（见附录1至附录5），并根据救援工作实际需要配备其他必要的救援装备，积极采用新技术、新装备。	《矿山救援规程》（中华人民共和国应急管理部令第16号，自2024年7月1日起施行）第二十二條	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

序号	检查要求	检查依据	检查情况	检查结果
11	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，应急预案按规程规定定期更新和每年组一次演练。	符合要求
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	特种作业人员，应按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。	符合要求
13	非煤矿山企业必须依法设立安全管理机构或者配备专职安全生产管理人员，应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作。专职安全生产管理人员应当从事矿山工作 5 年及以上、具有相应的非煤矿山安全生产专业知识和工作经验并熟悉本矿生产系统。专职安全生产管理人员数量按不少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
14	金属非金属露天矿山应当配备具有采矿、地质、机电等矿山相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专职技术人员，每个专业至少配备 1 人。	《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》（矿安〔2022〕4号）	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

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

下一阶段设计中需完善的问题有：

(1) 下一阶段设计应明确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。

(2) 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。。

(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是否应当建立专职矿山救援队；如果规模较小、不具备建立专职矿山救援队条件的，应当建立兼职矿山救援队，并与邻近的专职矿山救援队签订应急救援协议。

(5) 下一步设计阶段应明确矿山救援队应当配备处置矿山生产安全事故的基本装备（见《矿山救援规程》附录1至附录5），并根据救援工作实际需要配备其他必要的救援装备。

(6) 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。

(7) 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。

3.9 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）对该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。该项目不构成危险化学品重大危险源。

4 安全对策措施及建议

4.1 总平面布置

(1) 矿区工程地质勘查类型划分为第四类，层状岩类；勘察地层岩性较复杂，地质构造较发育，岩溶不发育，浅部风化强烈，局部破碎带影响岩体稳定性，局部易发生矿山工程地质问题，工程地质条件复杂程度属中等型。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) 在矿区范围内拟建设的粗碎车间位于矿山爆破警戒范围内，采场距离粗碎车间最近距离 164m，下一步设计时应对该区域进行详细设计并提出具体的控制爆破措施，避免采矿对其安全产生影响。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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，特别要注意周边农田耕地是否有人，撤离人员及设备确保安全后方可进行爆破；企业也可以考虑爆破警戒线内农田由矿山租种，防止周边农民误入爆破警戒范围内可能受到意外伤害。

(7) 下一步企业应加强对历史遗留采场的安全监测与防护。

4.2 开拓运输

(1) 矿山运矿道路、排废道路可研分别确定为二级和三级露天矿山道路，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：行车速度、最小竖曲线半径和长度、停车视距、会车视距等。

(2) 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。

(3) 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) 下一阶段设计中需补充汽车日常运行、检修、拖挂车辆情况下应遵守的安全规定。

4.3 采剥单元

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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、冻融对边坡稳定性的影响较大，下一阶段设计应明确暴雨、冻融后边坡检查的相关要求，在雨后、冻融季节要加强对边坡的安全检查和隐患处理，做好边坡的防排水及雨天动态观测，防止冻融循环及短时间降雨等对边坡岩土体结构及力学特性等造成不利影响，危害边坡安全。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。

(5) 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。

(6) 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，按照《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（KA/T 2063-2018）、《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）的要求，对露天矿山边坡建立包括但不限于以下监测项的完备的监测系统：

1) A 区、B 区属边坡工程安全等级二级、边坡安全监测等级三级；边坡工程安全等级二级应测项为地表水平位移和垂直位移、裂缝错位、边坡深部变形、支护结构变形、边坡应力、爆破振动监测；边坡安全监测等级三级应测项为表面位移监测、降雨量监测、视频监控。

2) C 区、D 区、E 区属边坡工程安全等级一级、边坡安全监测等级二级；边坡工程安全等级一级应测项为地表水平位移和垂直位移、裂缝错位、边坡深部变形、支护结构变形、边坡应力、支护结构应力、爆破振动监测、降雨监测、地表水监测、地下水监测；边坡安全监测等级二级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、视频监控。

3) 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。

(7) 建议下一步设计阶段对边坡监测一次性设计，分期建设，明确基建期监测工程；设计单位应明确采场边坡和排土场边坡人工监测方案；当边坡高度超过 200 米以上，每季度开展监测分析。

(8) 边坡安全等级为 I 级的边坡，应进行渗流计算和边坡应力应变数值分析。

(9) 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，将最大单段药量降到最低。

(10) 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。

(11) 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；

(12) 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，人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留。

(13) 该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。

(14) 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。

(15) 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

4.4 矿山供配电设施

(1) 可研未明确采矿场回路数量，如果采用双回路供电时，每回路供电能力应均能供全负荷；

(2) 可研未明确露天采场、排土场的架空供电线路上是否设置开关设备，下一步设计应明确是否设置，若设置则应按规范要求设计。

4.5 防排水

- (1) 该项目属于大型露天矿山，应建立水文地质资料档案。
- (2) 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) 采场排水沟断面设计的安全深度应不小于 0.3m。

4.6 排土场

- (1) 应对汽车排土作业安全事项进行详细说明。
- (2) 可研未对排土场边坡监测进行设计，下一步应按照《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》（矿安〔2023〕119号）要求对排土场边坡设置监测设施，在排土场运行过程中建立起排土场位移监测系统，实时监控不同运行工况下的地基及排土场的稳定性。

4.7 腐殖土堆场

- (1) 论证腐殖土堆场按照排土场设计的必要性及需要采取的的安全措施。

4.8 安全管理及其他对策措施

(1) 下一阶段设计应明确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。

- (2) 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。。

(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是否应当建立专职矿山救援队；如果规模较小、不具备建立专职矿山救援队条件的，应当建立兼职矿山救援队，并与邻近的专职矿山救援队签订应急救援协议。

(5) 下一步设计阶段应明确矿山救援队应当配备处置矿山生产安全事故的基本装备（见《矿山救援规程》附录 1 至附录 5），并根据救援工作实际需要配备其他必要的救援装备。

(6) 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。

(7) 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 该项目存在的主要危险、有害因素

该项目存在的主要危险、有害因素为：坍塌、滑坡、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。

该项目不存在重大危险源。

5.2 该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) 矿区工程地质勘查类型划分为第四类，层状岩类；勘察地层岩性较复杂，地质构造较发育，岩溶不发育，浅部风化强烈，局部破碎带影响岩体稳定性，局部易发生矿山工程地质问题，工程地质条件复杂程度属中等型。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) 在矿区范围内拟建设的粗碎车间位于矿山爆破警戒范围内，采场距离粗碎车间最近距离 164m，下一步设计时应对该区域进行详细设计并提出具体的控制爆破措施，避免采矿对其安全产生影响。

(3) 针对暴雨、冻融对边坡稳定性的影响较大，下一阶段设计应明确暴雨、冻融后边坡检查的相关要求，在雨后、冻融季节要加强对边坡的安全检查和隐患处理，做好边坡的防排水及雨天动态观测，防止冻融循环及短时间降雨等对边坡岩土体结构及力学特性等造成不利影响，危害边坡安全。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。

(4) 采场排水沟断面设计的安全深度应不小于 0.3m。

(5) 下一阶段设计应明确矿山企业是否应当建立专职矿山救援队；如果规模较小、不具备建立专职矿山救援队条件的，应当建立兼职矿山救援队，并与邻近的专职矿山救援队签订应急救援协议。

(6) 下一步设计阶段应明确矿山救援队应当配备处置矿山生产安全事故的基本装备（见《矿山救援规程》附录 1 至附录 5），并根据救援工作实际需要配备其他必要的救援装备。

(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，按照《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（KA/T 2063-2018）、《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）的要求，对露天矿山边坡建立完备的监测系统。

(8) 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，对该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、排土场以及安全管理单元进行了安全预评价。

根据对该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，该项目潜在的危險、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，牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿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，可实现该项目的安全生产。

附件

- (1) 安全评价委托书
- (2) 营业执照
- (3) 采矿许可证
- (4) 企业投资项目备案承诺书
- (5) 矿山整合范围储量核实备案批复
- (6) 可行性研究报告封皮
- (7) 边坡工程勘察报告封皮
- (8) 边坡稳定性研究报告封皮
- (9) 排土场工程勘察报告封皮
- (10) 排土场稳定性研究报告封皮
- (11) 评价人员现场照片

附图

- (1) 矿区地形地质图
- (2) 总平面布置图
- (3) 露天开采基建终了图
- (4) 露天开采最终境界图
- (5) 截排水工程平面布置图
- (6) 勘探线开采终了剖面图
- (7) 采矿工艺示意图
- (8) 项目供电系统示意图

附件 1 安全评价委托书

委托书

2025.01.09 10:25

北京国信安技术有限公司：

兹委托贵单位对牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿
采矿工程进行安全预评价工作，其评价内容、评价过程应符合国家
有关法律法规、标准的要求。

我单位将按照贵公司要求准备好相关资料，并对其真实性、有效
性、合法性负责。

特此委托

委托单位（盖章）：牡丹江北方远东水泥有限公司

2024 年 12 月 24 日



附件 2 营业执照



国家企业信用信息公示系统网址：<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告。国家市场监督管理总局监制

附件 3 企业投资项目备案承诺书

2024/6/5 15:17 hj.tzxm.gov.cn/beian/folder_of_undertaking?mapId=4AB81B12-6E68-423D-B4E0-F8BCC3FCF7D6&enterprise_id=A6FEBCC...

企业投资项目备案承诺书

项目代码:2105-231025-04-01-401438



企业基本情况

单位名称 牡丹江北方远东水泥有限公司
法人代表姓名 石国刚
统一社会信用代码 91231025772606352J
联系人 石国刚 联系电话 13804616598



项目基本情况

项目名称 牡丹江北方远东水泥有限公司日产5000吨新型干法智能水泥熟料生产线项目
建设地点 黑龙江省-牡丹江市-林口县
建设规模及内容 年产熟料155万吨的熟料生产线项目。主要包括矿山开采及运输(矿区、排土场、废渣土存放处),大理岩破碎及输送,生料粉磨及输送,原煤储存及输送,煤粉制备,熟料煅烧,熟料冷却及输送,熟料储存及销售,生产调度指挥系统,质量检测检验,生产后期系统及其他辅助配套系统,配套9兆瓦余热发电系统。
总投资 105000.0000 万元
备案承诺日期 2021-05-17

企业承诺

本企业承诺,以上填报的信息准确、真实,保证严格按照国家产业政策要求,投资建设上述项目。

hj.tzxm.gov.cn/beian/folder_of_undertaking?mapId=4AB81B12-6E68-423D-B4E0-F8BCC3FCF7D6&enterprise_id=A6FEBCC0F-79A2-40F6-A90... 1/1

附件 4 采矿许可证

中华人民共和国 采 矿 许 可 证 (副本) 证号: C2300002009047120010385	矿区范围拐点坐标: (2000国家大地坐标系) 点号 X坐标 Y坐标 1, 5054780.69, 43583091.57 2, 5054762.59, 43583460.72 3, 5054412.59, 43583380.71 4, 5054272.58, 43583380.71 5, 5054184.00, 43583380.00 6, 5054141.00, 43583583.00 7, 5053607.00, 43583591.00 8, 5053604.00, 43583418.00 9, 5053387.00, 43583291.00 10, 5053532.00, 43582619.00 11, 5054119.00, 43582762.00 12, 5053995.00, 43583126.00 13, 5054477.59, 43583250.71 14, 5054452.59, 43583210.71
采矿权人: 牡丹江北方远东水泥有限公司 地 址: 黑龙江省牡丹江市林口县 矿山名称: 牡丹江北方远东水泥有限公司水泥用大理岩矿 经济类型: 有限责任公司 开采矿种: 大理岩 开采方式: 露天开采 生产规模: 85.00万立方米/年 矿区面积: 0.6984平方公里 有效期限: 叁拾年 自 2022年10月17日 至 2052年10月17日	备注: 矿业权人取得采矿许可证后, 须具备其他相关法定条件后方可实施开采作业。 开采深度: 由450米至200米标高 共由14个拐点圈定
发证机关 (采矿登记专用章) 二〇二二年十月十七日	
中华人民共和国自然资源部印制	

附件 5 矿山整合范围储量核实备案批复

牡丹江市自然资源局

牡自然资储备字〔2021〕2号

关于《牡丹江北方远东水泥有限公司林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿（整合矿区范围）资源量核实报告》矿产资源储量评审备案的复函

中国建筑材料工业地质勘查中心黑龙江总队：

你单位申请矿产资源储量评审备案的有关材料收悉。经合规性审查，符合相关规定，予以通过评审备案。（本函仅适用于探矿权转采矿权/采矿权变更矿种或范围、采矿期间资源储量发生重大变化/建设项目压覆重要矿产，不作其他用途。）

附：《牡丹江北方远东水泥有限公司林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿（整合矿区范围）资源量核实报告》评审意见书（二维码链接见后页）



附件 6 可行性研究报告封皮

牡丹江北方远东水泥有限公司

水泥用大理岩矿采矿工程

可行性研究报告

苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司

二〇二四年九月

沈阳建材地质工程勘察院有限公司

牡丹江北方远东水泥有限公司熟料生产线项目矿山工程地质补充勘探项目

牡丹江北方远东水泥有限公司熟料生产线项目矿山工程
地质补充勘探项目边坡工程勘察报告

沈阳建材地质工程勘察院有限公司
二〇二四年十月

附件 7 边坡工程勘察报告封皮

附件 8 边坡稳定性研究报告封皮

牡丹江北方远东水泥有限公司
黑龙江省林口县建堂乡大盘道水泥用大理岩矿
边坡稳定性研究报告

应急管理部信息研究院

2024 年 12 月

附件 9 排土场工程勘察报告封皮

牡丹江北方远东水泥有限公司熟料生产线项目
矿山工程地质补充勘探（排土场）
岩土工程勘察报告

工程编号：2024-11

委托单位：牡丹江北方远东水
泥有限公司

勘察阶段：详细勘察

沈阳建材地质工程勘察院有限公司

二〇二四年九月

附件 10 排土场稳定性研究报告封皮

牡丹江北方远东水泥有限公司

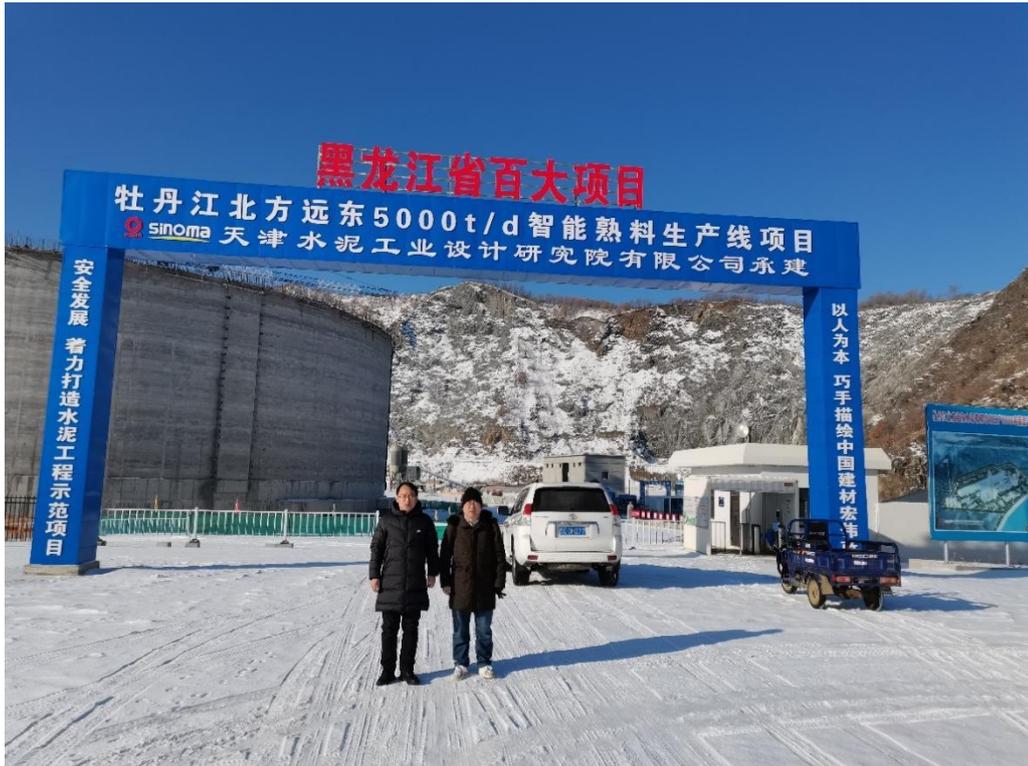
水泥用大理岩矿排土场

稳定性研究报告

应急管理部信息研究院

2025 年 1 月

附件 11 评价人员现场照片



现场勘验照片（左为评价师韩金峰，右为项目负责人全永志）



现场勘验照片（左为评价师韩金峰，右为项目负责人全永志）



现场勘验照片（左为评价师韩金峰，右为项目负责人全永志）



现场勘验照片（左为项目负责人全永志，右为评价师韩金峰）



现场勘验照片（左为项目负责人全永志，右为评价师韩金峰）



现场勘验照片（左为评价师韩金峰，右为项目负责人全永志）