



编号：AK25042102

开平市庆华矿产资源开发有限公司
赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目)
露天开采工程

安全预评价报告

(审定稿)

北京国信安科技有限公司

证书编号：APJ-（京）-003

二〇二五年四月

开平市庆华矿产资源开发有限公司
赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目)
露天开采工程

安全预评价报告

法定代表人：龚宇同

技术负责人：谢 源

项目负责人：全永志



(安全评价机构公章)

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程

安全预评价评价人员

	姓名	职业资格 证书编号	专业 能力	职称	签字
项目 负责人	全永志	0800000000202661	机械	高级工程师 注册安全工程师	全永志
项目组 成员	韩金峰	1500000000300763	通风	高级工程师 注册安全工程师	韩金峰
	孙胜利	1700000000100026	电气	高级工程师 注册安全工程师	孙胜利
	吴永刚	1500000000300015	采矿	高级工程师	吴永刚
	李磊	1100000000300669	地质	正高级工程师	李磊
	郭晓东	2017033110332017 110125002532	安全	工程师 注册安全工程师	郭晓东
	崔旋	1200000000300736	水工 结构	正高级工程师	崔旋
报告 编制人	全永志	0800000000202661	机械	高级工程师 注册安全工程师	全永志
	郭晓东	2017033110332017 110125002532	安全	工程师 注册安全工程师	郭晓东
报告 审核人	牛淑慧	1600000000201286	安全	高级工程师 注册安全工程师	牛淑慧
过程控制 负责人	徐伟兰	1100000000303070	采矿	高级工程师 注册安全工程师	徐伟兰
技术 负责人	谢源	0800000000103653	采矿	正高级工程师 注册安全工程师	谢源

出版审批:

杨少印

前 言

开平市庆华矿产资源开发有限公司(以下简称“庆华矿产资源开发公司”)成立于 2022 年 05 月 26 日,法定代表人为梁健洪,注册资本为 200 万元人民币,统一社会信用代码为 91440783MABMGWBM15,企业注册地址位于开平市赤水镇塘美路 15 号 2 幢 103 铺位,所属行业为非金属矿采选业。广东省开平市赤水镇永丰打石山矿区位于江门平开市城区 208° 方向,距开平市城区直距约 32km,矿区行政隶属赤水镇管辖。

该项目建成后重点用于开平市项目建设的原材料供应,一方面缓解重点项目建设用料的短缺矛盾,另一方面也可为当地民用建设和城市建设解决原材料供应紧张的问题,该项目的建设还可辐射周边地区的建筑材料供应。为此,2025 年 1 月,庆华矿产资源开发公司委托中技国际工程有限公司对其年产 100 万立方建筑用石生产项目露天开采工程进行可行性研究并提交了《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿(年产 100 万立方建筑用石生产项目)露天开采工程可行性研究报告》(以下简称“可研报告”)。

该项目性质为新建工程,开采方式为山坡-凹陷露天开采,开采矿种:建筑用砂岩矿、建筑用花岗岩矿,生产规模:100 万 m^3/a ,矿区面积:0.2615 km^2 ,开采标高: +195m~-40m,服务年限 8.9a,开拓运输方式为公路开拓-汽车运输。

为履行“三同时”程序,根据《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等国家有关安全生产法律、法规要求,矿山新建项目在其可行性研究阶段应进行安全预评价。为此,庆华矿产资源开发公司委托我公司(北京国信安科技有限公司)对其年产 100 万立方建筑用石生产项目露天开采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,对本项目可能存在的危险、有害因素的种类和危险有害程度进行客观、科学地分析评价,提出有针对性的安全对策措施及建议,编制完成《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿(年产 100 万立方建筑用石生产项目)露天开采工程安全预评价报告》并通过专家评审。

在本次安全预评价报告编制过程中,得到了各级应急管理部门、非煤矿山方面的有关专家和庆华矿产资源开发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	1
1.1 评价对象和范围	1
1.2 评价依据	1
2 建设项目概述	9
2.1 建设单位概况	9
2.2 自然环境概况	12
2.3 建设项目地质概况	14
2.4 工程建设方案概况	33
3 定性定量评价	47
3.1 总平面布置单元	47
3.2 开拓运输单元	54
3.3 采剥单元	61
3.4 矿山供配电设施单元	103
3.5 防排水单元	107
3.6 排土场单元	112
3.7 重大危险源辨识单元	153
4 安全对策措施及建议	154
4.1 总平面布置	154
4.2 开拓运输	155
4.3 采剥单元	155
4.4 矿山供配电设施	157
4.5 防排水	158
4.6 排土场	158
4.7 安全管理	158

5 评价结论 ----- 161

5.1 本项目存在的主要危险、有害因素 ----- 161

5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素 ----- 161

5.3 应重视的安全对策措施建议 ----- 161

5.4 评价结果综述 ----- 162

5.5 安全预评价结论 ----- 162

附 件 ----- 163

附 图 ----- 164

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

评价对象为：开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿（年产 100 万立方建筑用石生产项目）露天开采工程。

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

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

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七十号，2002 年 11 月 1 日起施行，根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正，根据 2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第二次修正，根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正）；

(2) 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令第四号，

1998 年 9 月 1 日起施行, 根据 2008 年 10 月 28 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第五次会议修订, 根据 2019 年 4 月 23 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国建筑法〉等八部法律的决定》修正, 根据 2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议关于修改《中华人民共和国道路交通安全法》等八部法律的决定修正);

(3) 《中华人民共和国矿山安全法》(中华人民共和国主席令第六十五号, 1993 年 5 月 1 日起施行, 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正)。

1.2.1.2 法规

(1) 《生产安全事故应急条例》(中华人民共和国国务院令第七百零八号, 2019 年 4 月 1 日起施行);

(2) 《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令第四百九十三号, 2007 年 6 月 1 日起施行);

(3) 《安全生产许可证条例》(中华人民共和国国务院令第三百九十七号, 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六百五十三号)修改);

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

(5) 《广东省安全生产条例》(2002 年 10 月 13 日广东省第九届人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过并实施, 2023 年 7 月 27 日广东省第十四届人民代表大会常务委员会第四次会议第二次修订, 自 2023 年 10 月 1 日起施行)。

1.2.1.3 规章

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

(2) 《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) ;

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

(4) 《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) ;

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

(6) 《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) ;

(7) 《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) ;

(8) 《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);

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

1.2.1.4 规范性文件

(1) 《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》(厅字〔2023〕21 号);

(2) 《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);

(3) 《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);

(4) 《国家矿山安全监察局关于印发 2024 年矿山安全先进适用技术及装备推广目录与落后工艺及设备淘汰目录的通知》(国家矿山安全监察局, 2024 年 6 月 17 日);

(5) 《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补充情形〉的通知》(矿安〔2024〕41 号);

(6) 《国家矿山安全监察局关于加强矿山应急救援工作的通知》(矿安〔2024〕8 号);

(7) 《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);

(8) 《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);

(9) 《国家矿山安全监察局关于做好非煤矿山灾害情况发生重

大变化及时报告和出现事故征兆等紧急情况及时撤人工作的通知》
(矿安〔2023〕60号)；

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

(11) 国家矿山安全监察局关于印发《矿山生产安全事故报告和调查处理办法》的通知(矿安〔2023〕7号)；

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

(13) 《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)；

(14) 《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)；

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

(16) 《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)；

(17) 《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)；

(18) 《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)；

(19) 《广东省生产安全事故应急预案管理办法》(粤安监应急〔2017〕9号, 自2017年7月12日起施行)。

1.2.2 标准规范

(1) 《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)；

(2) 《矿山电力设计标准》(GB50070-2020)；

(3) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)；

- (4) 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) (2024 年版) ;
- (5) 《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版) ;
- (6) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) ;
- (7) 《爆破安全规程》(GB6722-2014) ;
- (8) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014) ;
- (9) 《防洪标准》(GB50201—2014) ;
- (10) 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) ;
- (11) 《低压配电设计规范》(GB50054-2011) ;
- (12) 《通用用电设备配电设计规范》(GB50055-2011) ;
- (13) 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010) ;
- (14) 《供配电系统设计规范》(GB50052-2009) ;
- (15) 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008) ;
- (16) 《矿山安全标志》(GB/T14161-2008) ;
- (17) 《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005) ;
- (18) 《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87) ;
- (19) 《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986) ;
- (20) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》
(GB/T13861-2022) ;
- (21) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021) ;
- (22) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》
(GB/T29639-2020) ;
- (23) 《用电安全导则》(GB/T13869-2017) ;
- (24) 《金属非金属露天矿山在用矿用自卸汽车安全检验规范》
(AQ2027-2010) ;
- (25) 《安全评价通则》(AQ8001-2007) ;
- (26) 《安全预评价导则》(AQ8002-2007) ;

- (27) 《金属非金属矿山排土场安全生产规则》(AQ2005-2005);
- (28) 《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》(KA/T 2075—2019);
- (29) 《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(KA/T2063-2018)。

1.2.3 建设项目技术资料

- (1) 《广东省开平市赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿资源储量核实报告》(广东煤炭地质二〇二勘探队, 2020 年 9 月);
- (2) 《广东省开平市赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿勘探报告》(广东省地质局第六地质大队, 2024 年 3 月);
- (3) 《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区年产 100 万立方建筑用石生产项目露天开采边坡工程地质勘察报告》(广东雄厦工程技术有限公司, 2024 年 6 月);
- (4) 《开平市庆华矿产资源开发有限公司年产 100 万立方建筑用石生产项目排土场场地工程地质勘察报告》(广东雄厦工程技术有限公司, 2025 年 1 月);
- (5) 《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿(年产 100 万立方建筑用石生产项目)排土场稳定性研究报告》(北京科技大学, 2025 年 1 月);
- (6) 《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿(年产 100 万立方建筑用石生产项目)露天开采工程可行性研究报告》(中技国际工程有限公司, 2025 年 1 月);
- (7) 《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿(年产 100 万立方建筑用石生产项目)露天开采工程边坡稳定性研究报告》(北京科技大学, 2025 年 3 月)。

1.2.4 其他评价依据

- (1) 合同、委托书;
- (2) 企业提供的其它资料。

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 企业简介

开平市庆华矿产资源开发有限公司成立于 2022 年 05 月 26 日，法定代表人为梁健洪，注册资本为 200 万元人民币，统一社会信用代码为 91440783MABMGWBM15，企业注册地址位于开平市赤水镇塘美路 15 号 2 幢 103 铺位，所属行业为非金属矿采选业，经营范围包含：许可项目：矿产资源（非煤矿山）开采。一般项目：矿物洗选加工；建筑用石加工；土石方工程施工；建筑材料销售；非金属矿及制品销售。

2.1.2 建设项目背景及发展概况

该项目建成后重点用于开平市项目建设的原材料供应，一方面缓解重点项目建设用料的短缺矛盾，另一方面也可为当地民用建设和城市建设解决原材料供应紧张的问题，该项目的建设还可辐射周边地区的建筑材料供应。

2025 年 1 月，中技国际工程有限公司提交了《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿（年产 100 万立方建筑用石生产项目）露天开采工程可行性研究报告》。

为履行“三同时”程序，根据国家有关法律、法规要求，矿山新建项目在其可行性研究阶段应进行安全预评价。为此，开平市庆华矿产资源开发有限公司委托我公司（北京国信安科技有限公司）对其年产 100 万立方建筑用石生产项目露天开采工程进行安全预评价。

2.1.3 地理位置及交通

广东省开平市赤水镇永丰打石山矿区位于江门开平市城区 208°

方向，距开平市城区直距约 32km。矿区行政隶属赤水镇管辖。中心地理坐标为：东经 $112^{\circ} 31' 33''$ ，北纬 $22^{\circ} 07' 29''$ 。

矿区经现有矿山公路和乡村公路 5km，可到达县道 X543；再经县道 X543 往北 20km 可到达国道 G325，经国道 G325 可到开平市市区，距离约 44km，矿区交通便利。交通位置见图 2.1-1。

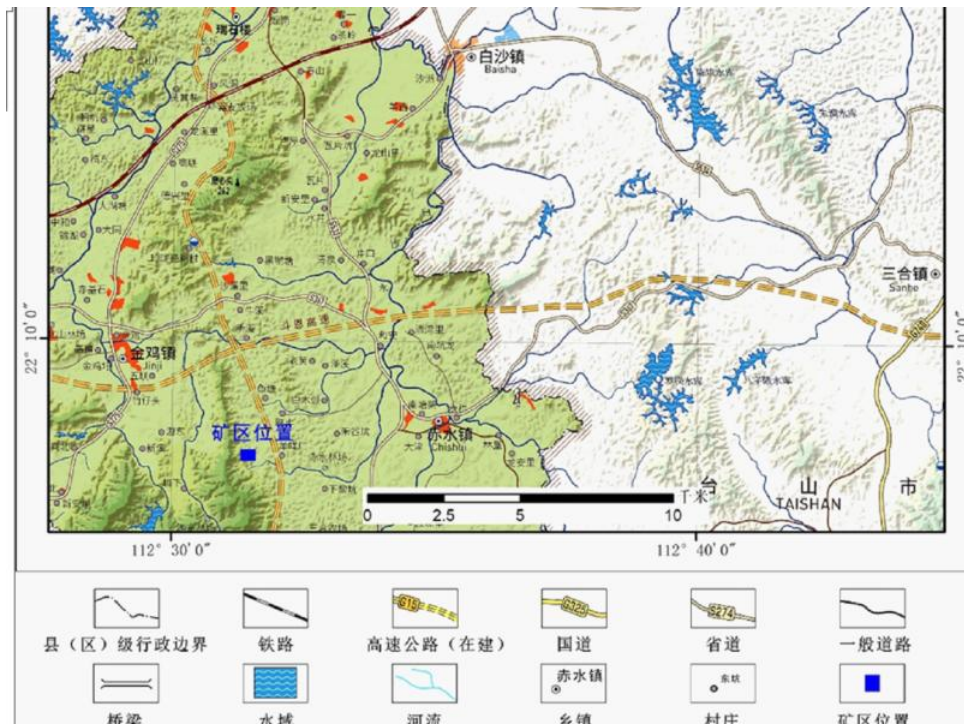


图 2.1-1 矿区交通位置图

2.1.4 周边环境及矿权

(1) 矿区周边村庄和居民：矿区周边存在三处养殖场，北侧养殖场距开采范围最近距离为 185m，北东侧养殖场距开采范围最近距离为 235m，东侧养殖场距开采范围最近距离为 240m。设计对于三处养殖场全部搬迁拆除。

(2) 矿区及周边建构筑物：矿区 300m 范围内无建构筑物，办公生活及加工区位于矿区东侧 300 米范围以外。

(3) 周边水体：矿区西北侧为匙更塘水库，距开采范围最近距离为 290m，主坝体距开采范围 380m，且位于采场背坡方向。北侧水塘

距开采范围最近距离为 195m，北东侧水塘距开采范围最近距离为 110m，东侧水塘距开采范围最近距离为 75m。北侧、东侧及北东侧水塘企业已取得征地手续，北东侧水塘作为矿山排土场使用。

(4) 地质环境问题：矿区周边存在三处历史遗留采坑，1#采坑位于矿区西侧，距开采范围最近距离为 110m，2#采坑位于矿区南侧 5 号拐点处，部分位于矿区范围以外，该边坡位于矿区边界开采边坡最高处，2#采坑呈椭圆形，长 100m，宽 90m，面积 6200m²，开采台阶一坡到底，局部坡面角达 80°，最高标高 190m，最低标高为底部平台 138m，高差达到 52m。3#采坑位于东侧矿区范围内，开采矿石类型为建筑用砂岩矿。3#采坑长 86m，宽 33m，面积 2600m²，开采台阶一坡到底，最高标高 94m，最低标高为 65m，最大高差 29m，采坑已自然复绿。设计要求在矿山基建过程中对 2#采坑边坡采用锚网加固治理，留设接滚石平台。3#采坑后期开采会将原有边坡逐步消除。

(5) 周边矿权：矿区南侧有永丰石场 1 个矿权，距开采范围最近距离为 130m，目前该采矿权已注销。

(6) 林地和土地：根据采矿许可证，矿区内无保护林地、基本农田、生态红线等不利于矿山开采的条件。矿区占用地类主要为有林地，植被主要为乔木、灌木、杂草等，企业已取得相关林地使用手续。

(7) 电力及通讯设施：矿区周边无重要电力设施，开采范围周边 500m 内无高压线塔等重要电力设施，无重要通讯设施。

(8) 铁路及公路：矿区开采范围周边 1000m 内无铁路；矿区开采范围周边没有国道、省道、县道及乡道。

(9) 其他：矿区周边无其他重要设施，无自然保护区、风景名胜區、文物古迹等。

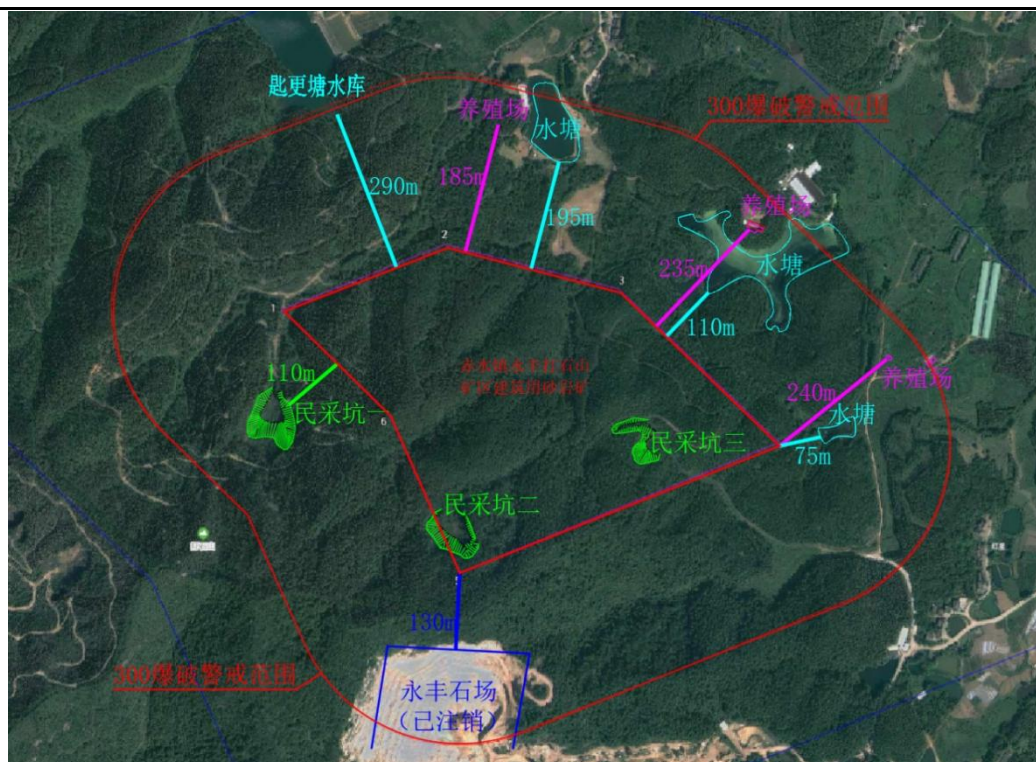


图 2.1-2 矿区周边环境示意图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

矿区位于丘陵群北东部，南西部靠近打石山处 5 号拐点标高最高（195.0m），东部靠近山塘处标高最低（45.5m），矿区相对高差为 149.5m。矿区内自然地形坡度约 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，植被发育，主要为桉树，通视条件一般。

矿区的地表水经山坡向东流向山间溪沟，经沟渠向最终东流入白沙水。当地最低侵蚀基准面标高为 9m（矿区东侧白沙水处）。

2.2.2 气候

矿区位于北回归线以南，属亚热带季风海洋性气候，阳光充足，雨量充沛，气候温暖潮湿。根据统计资料，主要气象要素如下：

气温：多年年均气温为 22.0°C ，年平均气温最高出现在 2005 年，年均气温 23.8°C ，最冷为 1984 年，年均气温 21.2°C 。一年中最冷为

1 月,最热为 7 月。年极端最高气温 38.2℃(2004.7.1),年极端最低气温 0.1℃(1964.1.11)。

降雨量:开平市地处北回归线以南,气候温和潮湿,雨量充沛。据国家气象信息中心近三十年统计降雨资料,广东省开平市多年来平均降雨量为 1870.5mm,最大时雨量为 141.4mm(1998 年 6 月 25 日,大沙河水库今古寺雨量站),最大日雨量为 589.5mm。雨量多集中在 4~9 月,占总降雨量的 83%,为一年中的丰水期;10 月至翌年 3 月为枯水期。8、9 月多台风。

相对湿度:该区多年相对湿度 78%~81%。

风向及风速:年平均风速 2.2m/s。7~10 月为热带气旋季节,有较大影响的热带气旋年平均为 1.6 个。多年平均大风(≥ 8 级)日数 3.2d。历年最大值风速 24.0m/s(1973 年),瞬时最大风速 36.0m/s(1957 年)。

2.2.3 地震

矿区所在区域处于华南地震区、东南海地震亚区的广州—阳江地震带内,地震基本烈度值为 VI 度,地震动峰值加速度值为 0.05g。矿区所在区域地壳稳定性为稳定。

2.2.4 区域经济概况

区内矿产多为非金属矿床,主要为建筑用花岗岩矿、建筑用砂岩矿等。区内劳动力资源丰富,经济作物主要以水稻、蔬菜、水果、茶叶为主,优越的地理位置和交通条件,历来工农业基础较好,工商贸易繁荣。

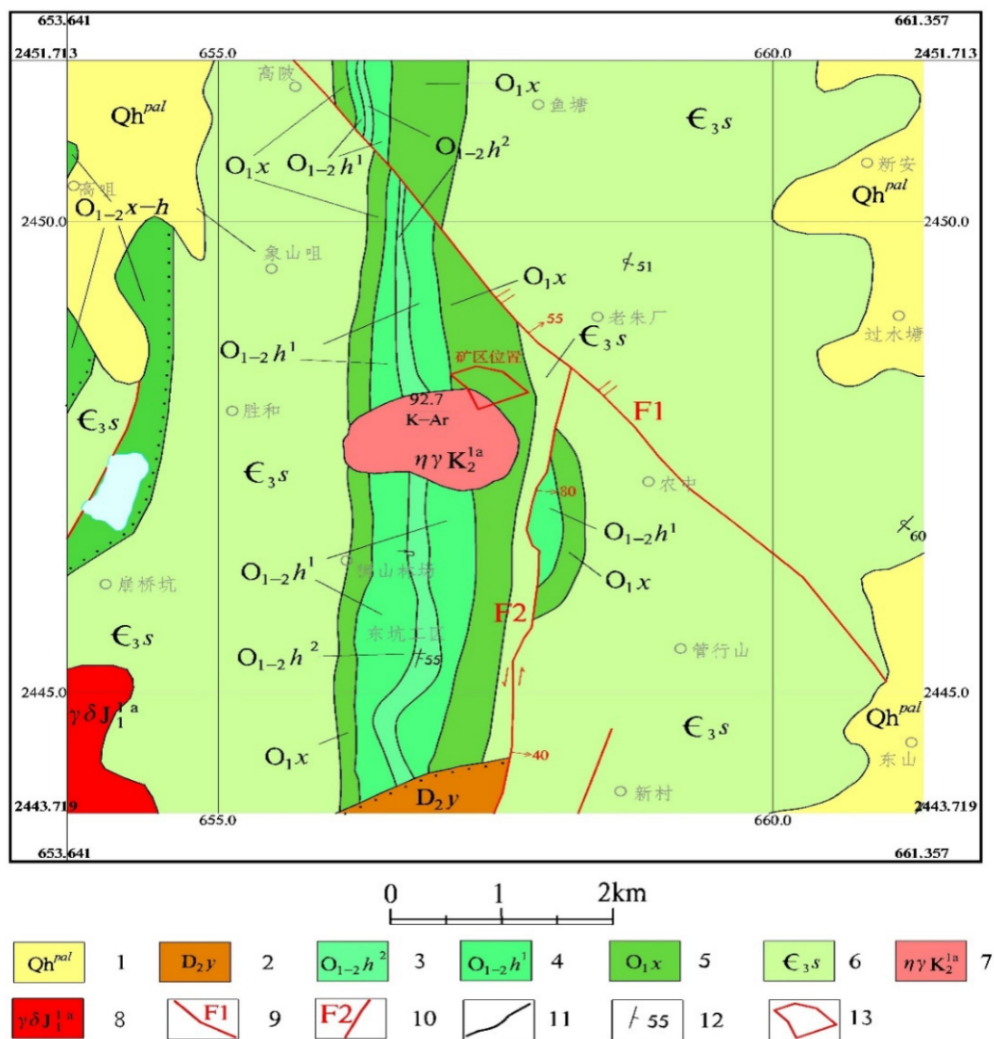
2.3 建设项目地质概况

2.3.1 矿区地质概况

2.3.1.1 区域地质

(1) 区域地层

根据 1:25 万江门市幅区域地质资料 (图 2.3-1), 区域内出露的地层有寒武系八村群水石组 (ϵ_3s)、奥陶系新厂组 (O_1x)、奥陶系虎山组 ($O_{1-2}h$)、泥盆系杨溪组 (D_2y) 和第四系洪冲积物 (Qh^{pal})。



- 1、第四系洪冲积物 2、泥盆系杨溪组 3、奥陶系虎山组二段 4、奥陶系虎山组一段
5、奥陶系新厂组 6、寒武系水石组 7、晚白垩系细粒黑云母二长花岗岩
8、早侏罗系细粒黑云母花岗闪长岩 9、东山断裂 10、上黎坑断裂 11、实测地质界线
12、产状 13、矿区位置

图 2.3-1 区域地质简图

1) 寒武系八村群水石组 (C_3s): 位于区域西部和东部, 是一套以中-薄层状细碎屑岩和薄层状泥岩组成具韵律的浅海一半深海相沉积。岩性由灰绿色中-薄层状不等粒长石石英砂岩、灰绿色薄层一中厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及土黄、灰绿色薄层状泥岩、板岩, 夹黑色薄层状含炭质泥岩组成, 含微古植物和腕足类。与下伏高滩组 and 上覆奥陶纪新厂组均为整合接触, 厚度 735.6m。

2) 奥陶系新厂组 (O_{1x}): 位于区域中部, 地表出露呈长条状。沉积环境为浅海相。岩性为一套紫红、灰黑色薄层状泥岩、泥质页岩、长石石英砂岩及粉砂岩, 含笔石化石。厚度 65m~185m。

3) 奥陶系虎山组 ($\text{O}_{1-2}h$): 位于区域中部, 地表出露呈长条状。沉积环境属浅海相。岩性下部 ($\text{O}_{1-2}h^1$) 由灰黑色中一薄层状硅质岩、泥质硅质岩夹深灰色中薄层状硅质粉砂岩及灰绿色薄层状粉砂质泥岩组成; 岩性上部 ($\text{O}_{1-2}h^2$) 由灰绿色中层不等粒砂岩、灰黑及灰绿色薄层状泥质粉砂岩和硅质泥岩组成。底部灰黑色泥质硅质岩、硅质岩与下伏新厂组灰绿色薄层状泥岩为整合接触, 未见顶界, 厚度 228m~335m。含丰富的笔石。

4) 泥盆系杨溪组 (D_2y): 位于区域南部, 沉积环境属河流相沉积。岩性为灰、灰紫色杂砾岩、砂砾岩、含砾粗砂岩、含砾细砂岩、中粒砂岩、细粒砂岩夹紫红色薄层状泥岩、泥质粉砂岩。与下伏奥陶系虎山组、奥陶系新厂组和寒武系水石组均为角度不整合接触。厚度大于 157.4m。

5) 第四系三角洲堆积层 (Qh^{pal}): 分布在潭江流域, 灰白色、灰黄色, 中粗砂、含砾粗砂、砂砾、砾石层, 夹少量细砂、粉砂及粉砂质粘土等, 厚 1m~26m 不等。

(2) 区域构造

矿区位于华南褶皱系粤中坳陷之阳春—开平凹褶陷断束(三级构造)

造单元)的南部,主要区域构造情况叙述如下:

1) 虎山复式向斜

区内出露构造有虎山复式向斜,长约 10km,宽达 3km。北端于虎山岗北坡翘起,往南经合水塘至深井水库而延出区外。核部沿虎山山脊分布,为奥陶系虎山组上部泥质粉砂岩;两翼依次为虎山组下部硅质岩和泥质硅质岩,新厂组砂岩及寒武系水石组粉砂岩和泥岩互层组成。其分段产状变化明显,形态迥异。向斜向东同斜倒转,向斜东翼产状为 $85^{\circ} \angle 69^{\circ}$,西翼产状 $85^{\circ} \angle 48^{\circ}$,轴面产状 $85^{\circ} \angle 60^{\circ}$,枢纽水平,走向 175° ,表现为转折端圆滑的倒转向斜。于高陂附近被北西向东山断裂逆时针切错,轴线平移约 800m。

2) 东山断裂

东山断裂位于区域图的北东部,即 F1 断裂,分布于鸡龙田—东山、虎山一带。两端延出区外,区内全长约 28km。断裂展布于早古生代地层或岩浆岩中,航卫照上较浅的色调线清晰可辨。发育断裂三角面,相对高差最大约 250m。沿断裂发育宽约 5 至数十米宽的破碎带,由构造角砾岩、硅化岩及碎裂岩组成,构造岩具分带特征:中心为构造角砾岩带,角砾呈不规则棱角状,两侧碎裂岩带。有石英脉沿破碎带充填。走向 315° ,倾向北东,倾角 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。早期正断层,晚期逆断层。

3) 上黎坑断裂

上黎坑断裂位于区域图的中部,即 F2 断裂,为一走向断层,长度约 3km,走向 15° ,倾向南东,倾角 $40^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。发育于虎山复式向斜之后,将虎山复式向斜切错。

(3) 区域岩浆岩

区域中部出露打石山花岗岩岩株,岩株面积 5.5km^2 ,形成年代属于白垩系晚期,岩性为灰-灰白色(中)细粒黑云母二长花岗岩(η

γK_2^{1a}), 与寒武—奥陶系地层呈侵入接触。

区域南西部出露早侏罗世细粒黑云母花岗闪长岩($\gamma \delta J_1^{1a}$), 斑晶为钾长石 5%~10%, 矿物成份钾长石 20%~25%, 斜长石 35%~45%, 石英 20%~25%, 黑云母 5%~15%, 角闪石 5%~14%, 局部 0%~3%。

2.3.1.2 矿区地质

(1) 矿区地层

矿区地层出露有奥陶系新厂组(O_1x)、第四系洪冲积层(QH^{pal})、第四系残坡积层(Q)。

奥陶系新厂组(O_1x):在矿区北部、东部和南部大面积出露, 岩性主要为浅变质中细粒长石石英砂岩, 中层状构造, 主要矿物成分为石英和长石。地表局部出露有粉砂质泥岩。地层产状 $312^\circ \sim 0^\circ \angle 22^\circ \sim 36^\circ$, 沉积环境为浅海相。

第四系洪冲积层(QH^{pal}): 主要分布于河流两岸、山前、山谷中, 岩性灰白、灰黄色中粗砂、含砾粗砂、砂砾、砾石层, 夹少量细砂、粉砂及粉砂质粘土等。冲积层在地貌上表现为一级阶地, 厚度 2m~8m。

第四系残坡积层(Q): 分布于矿区及外围的大部分地区, 厚度一般在 0.1m~0.8m, 平均 0.3m。土黄色混有紫红色, 粘土状, 质地松散, 较多根系, 主要为粉质粘土, 部分夹有砾石。

(2) 矿区构造

矿区位于虎山复式向斜的东侧, 东山断裂和上黎坑断裂的夹持部位。通过地质填图和钻探揭露, 矿区内部未见有明显构造形迹, 地层基本上为单斜构造, 但受打石山岩株侵入影响, 矿区北部产状为 $312^\circ \angle 36^\circ$, 倾向西北, 矿区中部和南部产状为 $354^\circ \sim 0^\circ \angle 22^\circ \sim 30^\circ$, 基本倾向正北, 地层产状有所变化。

矿区范围内没有发现较大的断层或破碎现象, 矿区内整体地质构

造简单。根据野外地质调查,共测节理裂隙产状 80 组(其中长石石英砂岩 43 组,花岗岩 37 组)。长石石英砂岩主要发育四组节理裂隙: $40^{\circ} \sim 70^{\circ} \angle 36^{\circ} \sim 50^{\circ}$; $160^{\circ} \sim 180^{\circ} \angle 65^{\circ} \sim 68^{\circ}$; $240^{\circ} \sim 280^{\circ} \angle 20^{\circ} \sim 54^{\circ}$; $320^{\circ} \sim 350^{\circ} \angle 16^{\circ} \sim 73^{\circ}$ 。花岗岩主要发育两组节理裂隙: $260^{\circ} \sim 310^{\circ} \angle 15^{\circ} \sim 72^{\circ}$; $320^{\circ} \sim 360^{\circ} \angle 23^{\circ} \sim 79^{\circ}$ 。节理裂隙多数近于平行展布,节理裂隙面平整,延伸最长有 20 m,节理裂隙面接触较紧密,局部微张,裂隙宽一般不超过 5 mm,裂隙间距 1m~5m。结构紧密,富水性差,丰水期及枯水期均未见有渗水。

(3) 矿区岩浆岩

矿区出露岩浆岩为晚白垩世中细粒黑云母二长花岗岩($\eta \gamma K_2^{1a}$),属于打石山岩株,分布于矿区西南部,与奥陶系新厂组浅变质中细粒长石石英砂岩(O_1X)呈侵入接触关系。晚白垩世中细粒黑云母二长花岗岩($\eta \gamma K_2^{1a}$),中细粒花岗结构,长石占 65%,石英占 28%,黑云母占 4%。

2.3.2 矿床水文地质概况

2.3.2.1 区域水文地质

(1) 区域地形地貌

区域上位于珠江三角洲西缘,地貌形态属剥蚀丘陵与冲积平原,地形较为复杂,河流众多,地势是北部和南部高,向中部和东部倾斜,北部、南部多低山丘陵,西北部的天露山海拔 1250m,是江门市最高峰;东部、中部多丘陵平原,大部分在海拔 50m 以下。潭江自西向东横贯境内中部,各支流分南北汇入,中部潭江周边为山前平原,环绕着山前地带成狭长树枝状丘陵展布。区域侵蚀基准面为位于中部的潭江,标高约 2m。海拔 50m 以下的平原面积占开平市面积的 69%,丘陵面积占 29%,山地面积占 2%。

(2) 区域水文地质特征

区域地下水类型分为松散岩类孔隙水、层状基岩裂隙水、块状基岩裂隙水。

1) 松散岩类孔隙水

主要赋存于第四系松散层中，区域分布在西北、东北、东南部，含水层一般由不等粒砂砾层、含砾砂层、砂层所组成，黏土或者粉质黏土等透水性差组成隔水层。区内第四系含水层层数和总厚度变化较大，各地不一，含水层一般较厚，层数在 2-3 层，含水层厚度 1-26m 不等。从区域水文地质调查情况来看，水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{C}_1\text{-Na}$ 型，矿化度普遍在 $3.63\text{g/L} \sim 24.13\text{g/L}$ ，pH 值 $6.7 \sim 8.2$ ，一般为中型水或弱碱性水。

2) 层状基岩裂隙水

区域上大面积分布在中部，含水层为泥盆纪、奥陶纪、寒武纪的碎屑岩类，岩性主要为砂岩、粉砂岩。从含水层岩性来看，岩石胶结较为紧致，老地层次生节理裂隙较为发育，为地下水的运行和储存创造了有利的条件，水的化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{C}_1\text{-Na} \cdot \text{Ca}$ 或 $\text{HCO}_3 \cdot \text{C}_1 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型，地下水出露形态为裂隙泉为主。流量 $0.015\text{--}0.2\text{L/s}$ 。

3) 块状基岩裂隙水

区域上小面积分布在中部和南西部，含水岩石有不同时代的花岗岩，这些岩石致密坚硬，本身并不透水，但原生、次生节理裂隙较为发育，为地下水的运行和储存创造了有利的条件，地下水一般以裂隙泉的形态出露，覆盖层发育者则以坡积泉的形态出露。泉的涌水量一般由 $0.01\text{--}0.6\text{L/s}$ ，大于 1L/s 者极少见，从区内整体对比来看，块状基岩的富水性为较好的，地下水较为丰富，水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{C}_1\text{-Na}$ 和 $\text{HCO}_3 \cdot \text{C}_1\text{-Ca}$ 型水为主，其次为 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 和 $\text{HCO}_3\text{-NaCa}$ 型水，后者常见于花岗岩与其围岩内接触带附近。

2.3.2.2 矿区水文地质

矿区的地表水经山坡向东流向山间溪沟,经沟渠向最终东流入白沙水。当地最低侵蚀基准面标高为 9m(矿区东侧白沙水处)。

矿区内地表水体不发育,无大的水系流经矿区。根据 2020 年《核实报告》,矿区内存在季节性溪流 3 处,丰水期流量 0.6L/s~1.2L/s。矿区山体坡度利于大气降水排泄,在矿区外东部约 900m 处有一条近北南水渠(X01),为季节性溪流,储量核实工作期间(2020 年 7 月 2 日)水深约 0.30m,丰水期流量 4.5L/s,主要用于农业用水。矿区北部约 30m 处为一溪流(X02),为季节性溪流,储量核实工作期间(2020 年 7 月 2 日)水深约 0.25m,丰水期流量 3.6L/s。矿区内无池塘湖泊等地表水体。在矿区北部约 400m 处有一山塘,东部 100m 处有一鱼塘(T01、T02),水量均不大,皆小于 1000m³。

勘探工作期间(2024 年 2 月 14 日)为枯水期,3 处溪流全部干枯。

2.3.2.3 矿区地下水特征

区内地下水赋存类型为松散岩类孔隙水、层状基岩裂隙水和块状基岩裂隙水。经过水文地质调查和抽水试验表明,本矿区内和周边地表水系不发育,排泄条件良好。山间溪沟枯水期全部断流,属季节性溪流。该含水层富水性为弱富水性,含水层补给条件弱。

(1) 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水分布在矿区大部分范围,主要为浅部残坡积层、全~强风化层,岩性以粉-砂质黏性土为主,厚度为 4.2m~40.0m,主要为包气带。透水性弱,富水性弱。

(2) 层状基岩裂隙水

层状基岩裂隙水含水层大面积分布在矿区的北部、东部和南部,赋存于奥陶系新厂组(O1x)灰黑色浅变质长石石英砂岩裂隙发育段。

节理裂隙、层理、劈理较为发育，多为泥质、硅质胶结，透水性弱，含水性弱，为相对主要含水层，含水层厚度 12.6m~53.8m，下伏裂隙连通性差的矿体或较完整基岩为隔水层。该层上覆砂质黏性土，受大气降雨的补给较弱，裂隙有利于地下水径流排泄，含水层富水性为弱富水性。

据钻探资料显示，钻孔测得水位埋深随地形变化而变化，地下水流向大致由南西往北东流。钻孔测得地下水位埋深 1.0m~42.0m，标高水位标高在 48.7m~107.6m，高于矿区内矿体最低开采标高，丰水期、枯水期地下水水位变幅 2.5m~25.0m，属于以层状岩类裂隙水为主的直接充水矿床。

综合矿区水文调查和《勘探报告》成果，含水层富水性弱，水量贫乏，地下水对矿山开采影响小。

(3) 块状基岩裂隙水

块状基岩裂隙水含水层小面积分布在矿区的南西部，赋存于花岗岩风化裂隙中，属于晚白垩世细粒黑云母二长花岗岩（ $\eta \gamma K21a$ ），导水裂隙发育段透水性弱，含水性弱，视为相对含水层，裂隙不发育段或完整岩体视为隔水层。该层上覆砂质黏性土，受大气降雨的补给较弱，通过地下径流补给到层状基岩裂隙水，含水层富水性为弱富水性。水化学类型属 $HCO_3-Ca \cdot Na$ ，矿化度 31mg/L，pH 值 5.86。

(4) 地下水的补径排条件

矿区地下水含水层主要为层状基岩裂隙水。矿区位于打石山东侧山坡，山脊成近南北走向，矿区西部高，东部低，采坑积水可沿矿区向东侧山间溪沟排放，最终向东流入白沙水。矿区上部岩石风化较强，但透水性含水性弱，大气降水入渗补给较弱。区内地下水的径流方向整体可依据山坡倾向为由南西向北东流。矿区绝大部分地下水沿东侧坡向山间沟谷排泄；地下水排泄主要沿斜坡径流并向山间沟谷处以泉

的形式排泄，或以径流方式向冲积层孔隙潜水含水层排泄。

2.3.2.4 矿坑涌水量预测

(1) 矿床充水因素分析

矿区年平均降水量为 1870.5mm，矿区内地下水主要为层状基岩裂隙水，富水性弱，层状基岩裂隙渗透系数低，补给条件差。因此，矿坑充水来源主要为大气降水，其次为层状基岩裂隙水充水。

(2) 矿坑涌水量预测

1) 降雨补给量

矿区平均年降水量为 1870.5mm，年均降雨日数约 190 天，则降雨日平均降雨量为 9.8mm；开平市日最大降雨量为 589.5mm。大气降水对矿床充水的涌水量由两部分组成，一部分是大气降水直接汇入采坑，另一部分是矿坑外汇水面积内降雨经径流汇入矿坑。由于径流距离短，地表径流系数取 1，两者可合并计算。大气降水汇水面积在 1:2000 地形图测定面积为 633720m²。

表 2.3-1 矿坑降雨集水量计算表

汇水类型	汇水面积 (m ²)	日平均降雨量 (mm/d)	地表径流系数	正常降雨集水量 (m ³ /d)
正常集雨量	633720	9.8	1	6210
最大集雨量	633720	589.5	1	373578
计算公式	汇水面积×降雨日平均降雨量×地表径流系数			

计算结果：矿坑开采至设计标高时，预测矿坑平均降雨量时涌水量为 6210m³/d，最大降雨时涌水量为 373578m³/d。

2) 地下水补给量

矿区开采至设计标高时，东北侧边界原有的地下水流向改变为向矿坑内径流排泄，地下水类型为潜水。可研将东北侧边界等效为定水头边界，定水头边界长 770m，根据外围山塘、鱼塘水面标高均为水

头值 40m。根据钻探资料定水头边界处透水层平均标高 40m~20m, 透水层平均厚度 20m。渗透系数取两次勘查抽水试验结果均值 0.069m/d。含水层影响半径取经验值:

$$R = 2S\sqrt{kH} = 2 \times 20 \times \sqrt{0.069 \times 20} = 47(m)$$

根据达西公式、 $Q = kiA = kLh \frac{dh}{dr}$, 对公式左右两边同时积分:

$$Q = kL ([H_1]^2 - [H_0]^2) / 2R$$

式中:

Q——一定水头边界涌水量, m^3/d 。

k——一定水头边界透水层渗透系数, 0.069m/d。

L——一定水头边界长度, 770m。

H1——一定水头边界水位降深, 20m。

R——一定水头边界降水影响距离, 47m。

带入上述参数解得定水头边界地下水涌水量 $Q=226m^3/d$ 。

矿区范围内地形标高 195.0m~45.5m。未来矿山开采时, 矿山开采至设计最低开采标高-40m 时, 平均降雨量时涌水量为 $6210m^3/d$, 最大降雨时涌水量为 $373578m^3/d$ 。地下水涌水量 $226m^3/d$, 对矿床开采影响小, 地下水量过小, 难以满足矿山生产生活的综合利用。对矿床开采造成充水影响的主要为大气降水, 矿山可修建排水沟截留大气降水并储存综合利用。45.5m 以上为正地形开采, 汇水可以自然排出至东侧沟渠; 45.5m 至-40m 为负地形开采, 通过抽水至沟渠, 最终排入白沙水。

综上所述, 矿床水文地质勘查类型为第二类第一型, 矿区地表水不发育, 地下水补给条件较差, 含水层富水性弱, 对矿床开采造成充水影响的主要为大气降水, 水文地质条件复杂程度为简单。

2.3.3 工程地质概况

2.3.3.1 工程地质岩组特征

根据地面调查、钻探工程揭露、物理力学性质测试、风化程度、矿体完整性综合考虑, 矿区内分为松散岩组、软~较软岩组和软硬~坚硬组三种类型。

(1) 松散岩组

主要由坡残坡积土和全~强风化层组成, 厚度为 4.2m~40.0m, 平均 11.9m, 呈散体状或泥包块状态, 其物理学性质较差, 遇水易软化崩解, 稳固性较差。根据室内土工试验结果, 天然重度 γ 为 $18.8\text{kN/m}^3 \sim 19.5\text{kN/m}^3$, 天然快剪内摩擦角 ϕ 为 $10.7^\circ \sim 20.1^\circ$, 天然快剪粘聚力 C 为 $16.8\text{kPa} \sim 31.2\text{kPa}$ 。在强降雨的影响下, 松散岩组形成的边坡易发生崩塌/滑坡地质灾害。

(2) 软~较软岩组

主要由半风化砂岩组成, 网状风化裂隙发育, 厚度平均 26.4m。对矿区半风化岩采样测试, 饱和抗压强度平均值为 20.7MPa , 属软~较软岩。节理裂隙发育, 钻孔岩芯破碎, RQD 值较低, 一般为 20%以下, 完整程度为破碎, 该岩组整体质量较差, 岩石质量等级为 V 级。该岩组岩石质量等级较低, 厚度变化较大, 开采时要注意台阶参数的设计, 确保边坡稳定。

(3) 较坚硬~坚硬岩组

为矿区主要工程地质岩组, 由微风化岩矿体组成, 风化迹象不明显, 岩石坚硬完整。该岩组为矿石赋存岩组, 建筑用砂岩矿矿石饱和抗压强度 $30.7\text{MPa} \sim 184\text{MPa}$, 平均 71.6MPa , 建筑用花岗岩矿矿石饱和抗压强度 87.9 和 89.4MPa , 平均 88.7MPa , 属较硬~坚硬岩石。微风化砂岩 RQD 靠近接触带一般为 30%, 远离接触带一般为 70%, 破碎程度较破碎~较完整。岩石质量等级为 II~IV 级, 具有较高强度, 矿

山采矿边坡的安全按开发利用方案确定的角度放坡后,岩质边坡整体稳定,对矿山开采影响较小。露采进行爆破后,要注意对该岩组形成的危石及时处理,确保边坡的稳定。

2.3.3.2 结构面工程地质特征

矿区范围内没有发现较大的断层或破碎现象,矿区内整体地质构造简单。根据野外地质调查,共测节理裂隙产状 80 组(其中长石石英砂岩 43 组,花岗岩 37 组)。长石石英砂岩主要发育四组节理裂隙: $40^{\circ} \sim 70^{\circ} \angle 36^{\circ} \sim 50^{\circ}$; $160^{\circ} \sim 180^{\circ} \angle 65^{\circ} \sim 68^{\circ}$; $240^{\circ} \sim 280^{\circ} \angle 20^{\circ} \sim 54^{\circ}$; $320^{\circ} \sim 350^{\circ} \angle 16^{\circ} \sim 73^{\circ}$ 。花岗岩主要发育两组节理裂隙: $260^{\circ} \sim 310^{\circ} \angle 15^{\circ} \sim 72^{\circ}$; $320^{\circ} \sim 360^{\circ} \angle 23^{\circ} \sim 79^{\circ}$ 。节理裂隙多数近于平行展布,节理裂隙面平整,延伸最长有 20 m,节理裂隙面接触较紧密,局部微张,裂隙宽一般不超过 5 mm,裂隙间距 1m~5m。结构紧密,富水性能差,未见有渗水。

地层产状 $312^{\circ} \sim 0^{\circ} \angle 22^{\circ} \sim 36^{\circ}$,层理面接触较为紧密。

2.3.3.3 风化带工程地质特征

矿区风化带由松散岩组、软~较软岩组两个工程地质岩组。各层分层情况及稳固性如下:

I 层:主要由坡残坡积土和全~强风化层组成,平均 11.9 m,呈散体状或泥包块状态,其物理学性质较差,遇水易软化崩解,稳固性较差。该岩类工程地质性能差,稳固性差,必须采取较缓的边坡角和较低的坡高,必要时应采取相应的工程措施进行加固。

II 层:由半风化岩组成,网状风化裂隙发育,厚度平均 26.4m,平均抗压强度较低,属软岩~较软岩。该岩组整体质量较差,岩组质量等级为 V 级。该岩类工程地质性能差,稳固性差,设置合理的台阶参数保证边坡稳定,必要时应采取相应的工程措施进行加固。

综上所述,该矿区矿体属于较坚硬~坚硬岩组,稳定性较好,节理裂隙影响较小。松散岩组局部厚度较大,遇水易软化崩解,稳固性较差。矿区工程地质勘察类型为第四类层状岩类,矿床工程地质条件为中等。

2.3.4 矿床地质概况

2.3.4.1 矿体特征

本矿区矿体包括了建筑用砂岩矿和建筑用花岗岩矿,建筑用砂岩矿分布在矿区北部、东部和南部,建筑用花岗岩矿分布在矿区南西部。两矿体呈陡倾角接触,接触面呈港湾状,倾角基本一致,为 78° 。

建筑用砂岩矿赋存于奥陶系新厂组 (O_1X) 地层中,矿石为新鲜的浅变质中细粒长石石英砂岩,矿体以中层状倾斜产出,整体产状为 $312^{\circ} \sim 0^{\circ} \angle 22^{\circ} \sim 36^{\circ}$ 。矿区范围内以半风化带底界以上至残坡积层为矿体覆盖层,以半风化带底界以下至开采标高 (-40 m) 以上为矿体。矿体平面呈不规则多面体,矿体最长 490m ,宽约 $256\text{m} \sim 470\text{m}$ 。矿体赋存标高 $113.6\text{m} \sim -40\text{m}$,矿体在采坑三处出露地表 (0m),在 ZK4-1 处埋藏最深 (90.1m),矿体厚度 $67.6\text{m} \sim 143.6\text{m}$,平均厚约 94.7m 。

建筑用花岗岩矿赋存于晚白垩世中细粒黑云母二长花岗岩 ($\eta \gamma K_2^{1a}$),矿石为坚硬的微~未风化层,中细粒花岗结构,颜色以灰白色为主。矿体以上为覆盖层,包括半风化层、全~强风化层和残坡积层。矿体平面呈不规则多面体,长轴方向为北北西向,矿体最长 124m ,宽为 60m 。矿体赋存标高 $154.3\text{m} \sim -40\text{m}$,矿体在采坑二处出露地表 (0m),在 ZK5-1 处埋藏 49.0m 。

2.3.4.2 矿石特征

(1) 矿石组成与结构构造

本矿区主要矿石岩性为浅变质中细粒长石石英砂岩和中细粒黑云母二长花岗岩。其特性简述如下:

1) 浅变质中细粒长石石英砂岩

岩石为灰黑色, 变余砂状结构, 原岩碎屑物以石英为主 (79%), 其次为绢云母 (8%)、长石 (7%)、黑云母 (5%), 以及少量白云母碎片、电气石、绿帘石, 填隙物为泥质和炭质, 泥质多已变质结晶形成绢云母或黑云母, 碎屑物以中细粒为主。

石英呈次棱角-次圆状, 粒径 0.05-0.75mm, 主要为中细砂, 表面干净明亮, 部分有重结晶现象, 均匀分布。

长石碎屑呈次棱角状, 包括钾长石和斜长石, 斜长石可见聚片双晶, 粒径 0.08-0.55mm, 长石部分见泥化和绢云母化。

白云母呈碎片状、片状, 片径 0.03-0.25mm, 闪突起, 二级鲜艳干涉色, 均匀分布。

电气石呈他形柱粒状, 长径 0.05-0.15mm, 正中突起, 具反吸收性, 不均匀分布。绿帘石呈他形柱粒状, 长径 0.03-0.1mm, 正高突起, 三级鲜艳干涉色, 零星分布。

原岩填隙物多为泥质, 泥质大部分已变质结晶形成绢云母、黑云母, 绢云母、黑云母呈鳞片状, 大小在 0.02-0.05mm, 无定向分布, 填隙物中还含炭质, 炭质呈黑色粉末状或浸染状, 分布不均匀。

不透明矿物呈半自形-他形粒状, 粒径 0.02-0.22mm, 不均匀分布。

2) 中细粒黑云母二长花岗岩

岩石为灰白色, 矿物组成主要为长石类 (68%) 和石英 (28%)、黑云母 (4%), 多为半自形粒状结晶, 粒径为中细粒。长石类包括了正长石 (34%)、钠-更长石 (25%)、条纹长石 (6%)、中长石 (3%)。另见少量绿帘石、白云母、萤石、不透明矿物和铁质。

钾长石呈半自形-他形板状或粒状，长径 0.4-4.5mm，包括条纹长石和正长石。其中条纹长石主晶为正长石，客晶为条纹状或补片状钠长石，钾长石可见泥化，轻微绢云母化。

钠-更长石、中长石呈半自形-他形板状或粒状，粒径 0.5-3.2mm，发育聚片双晶或卡钠复合双晶，中长石可见环带构造，局部见轻微绢云母化夹泥化，与钾长石镶嵌分布。

石英呈他形粒状或不规则状，粒径范围 0.25-3.8mm，可见波状消光，不均匀分布。

黑云母呈片状，长径 0.25-1.2mm，部分可见绿泥石化析出铁质，较均匀分布。白云母呈片状，二级鲜艳干涉色，局部分布。

绿帘石呈他形粒状，粒径约 0.03-0.15mm，正高突起，不均匀分布。萤石呈他形粒状，紫色，粒径约 0.03-0.08mm，负高突起，全消光，不均匀分布。

不透明矿物呈半自形-他形粒状，粒径 0.05-0.15mm，不均匀分布。

2.3.4.3 饱和抗压强度

矿区建筑用砂岩矿矿石饱和抗压强度 30.7MPa~184MPa，平均 71.6MPa，属较硬~坚硬岩石。

矿区建筑用花岗岩矿矿石饱和抗压强度 87.9 和 89.4MPa，平均 88.7MPa，属坚硬岩石。

2.3.4.4 矿石化学成分

建筑用砂岩矿：矿石 SiO₂ 含量 64.99%~76.88%，平均 72.60%；Al₂O₃ 含量 10.72%~14.76%，平均 12.18%；TFe₂O₃ 含量 2.78%~7.73%，平均 4.49%；Na₂O 含量 1.37%~1.49%，平均 1.45%；K₂O 含量 3.48%~3.74%，平均 3.64%；MgO 含量 1.26%~2.98%，平均 1.85%；CaO 含量

0.49%~1.52%，平均 1.01%； TiO_2 含量 0.38%~0.71%，平均 0.49%； MnO 含量 0.57%~0.94%，平均 0.72%； P_2O_5 含量 1.11%~1.35%，平均 1.25%。

建筑用花岗岩矿：矿石 SiO_2 含量 75.23%~76.34%，平均 75.92%； Al_2O_3 含量 13.15%~13.59%，平均 13.37%； TFe_2O_3 含量 0.74%~1.21%，平均 0.94%； Na_2O 含量 3.33%~3.64%，平均 3.45%； K_2O 含量 4.62%~4.75%，平均 4.68%； MgO 含量 0.03%~0.10%，平均 0.06%； CaO 含量 0.47%~0.60%，平均 0.55%； TiO_2 含量 0.03%； MnO 含量 0.02%~0.03%，平均 0.03%； P_2O_5 含量 0.01%。

2.3.4.5 矿体覆盖层、围岩和夹石

矿体覆盖层为残坡积层、全~强风化、半风化层。

建筑用砂岩矿覆盖层厚度为 0m~90.1m，平均厚度 38.3m。其中残坡积层平均厚度 0.4m，全~强风化层平均厚度 11.5m，半风化层平均厚度 26.4m。矿体顶板围岩为覆盖层，矿体四周除了南西部为坚硬的花岗岩，均为微风化长石石英砂岩。

建筑用花岗岩矿覆盖层厚度为 0m~20.2m，平均厚度 17.8 m。其中残坡积层平均厚度 0.4m，全~强风化层平均厚度 6.8m，半风化层平均厚度 10.6 m。矿体顶板围岩为覆盖层，矿体四周除了东北部为微风化长石石英砂岩，均为坚硬的花岗岩。

2.3.4.6 矿床成因

建筑用砂岩矿为外生矿床，属沉积矿床，沉积时代为奥陶系，沉积相属浅海相，矿体是由微及未风化长石石英砂岩组成。

建筑用花岗岩矿为岩浆矿床，属侵入岩过渡相，为岩浆侵入成因。矿体呈岩株状产出，矿石为晚白垩世中细粒黑云母二长花岗岩（ $\eta \gamma$ K21a）。

2.3.5 矿区环境地质

2.3.5.1 区域地壳稳定性

根据广东省地震局编制的《广东省地震烈度区划图》，矿区所在区域处于华南地震区、东南海地震亚区的广州—阳江地震带内，地震基本烈度值为Ⅵ度，地震动峰值加速度值为 0.05g。矿区所在区域地壳稳定性为稳定。

2.3.5.2 地质环境现状

(1) 水环境质量

1) 地下水

据 2020 年《核实报告》，地下水样采自采坑一的裂隙水。根据《地下水质量标准》(GB/T14848—2017)进行评价。

评价结果：pH 值(无量纲)为Ⅳ类；镉 Cd、汞 Hg、铅 Pb、铬 Cr、铜 Cu、镍 Ni、锌 Zn 等为Ⅰ类；砷 As 为Ⅲ类，地下水水质总体质量较好，适用于农业和部分工业用水。

2) 地表水

矿区地表水质量按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)进行评价。地表水样采自矿区中部溪水。地表水可能受酸雨影响，pH 值偏低，不符合Ⅰ~Ⅴ类水质标准，未来矿山如果要利用地表水，需要再次进行采样评价。

(2) 不良的地质环境

矿区内地质环境质量总体良好，不良的地质环境主要表现为包括边坡失稳(崩塌、滑坡)和水土流失。

边坡失稳主要表现在山间小道的人工开挖面，由于残坡积土和全风化岩结构疏松、粘结性差，在坡面上可见到规模较小的崩塌现象，未发现较大的崩塌/滑坡现象，在有过开挖的局部地段形成了冲沟

现象。

水土流失,由于自然地面坡度较陡,松散岩层成为滑坡、崩塌等的诱因。预测在局部植被破坏、人工边坡未加防护,松散土体直接暴露于地表,速度较快的地表径流冲刷的情况下,产生水土流失,严重的则在坡面上形成大小、深浅不等的小冲沟,甚至伴随着崩塌。在开采时应完善截排水系统。水土流失危害性小,危险性小,对地质环境影响小。

2.3.5.3 环境地质预测评价

(1) 水环境质量影响

矿山的建设,对水环境的影响主要表现在矿坑积水、废石堆淋滤水和生活废水等。这些废水排量和成分各异,对水环境质量的影响各不相同。

1) 矿坑积水

由于矿区后期采用负地形开采,矿坑积水主要是进入矿坑的。根据本矿区的地质特征,随大气降水进入矿坑的是上部的泥质物,一定量的开挖、采矿时产生的岩粉、岩屑。

2) 覆盖层堆场堆淋滤水

矿山的覆盖层由第四系残坡积层、全风化层和半风化层组成,其矿物成分以结晶矿物形式存在,化学性能较稳定,覆盖层预期会堆填至已闭坑的矿山内,淋滤水较少能够外溢,故入渗到废石堆的大气降雨和地下水所浸出的有害元素含量不多,覆盖层堆场堆淋滤水对环境污染轻微。

3) 生活废水

矿山属机械化生产矿山,人员不多,生活废水有限,生活废水主要以易降解有机物为主,建设独立的生活废水处理设施加以处理后排放,预测生活废水对环境的污染程度轻微。

4) 矿山废水污染防治措施

矿区南部周边鱼塘众多，矿山废水不宜直接排放。矿山废水的主要污染物为岩屑、岩粉等固形物，可采用沉淀后排放的方法处理。矿山露天矿坑采深大、规模大、可结合分级扬水的方法，利用沉淀池去除大部分固形污染物。

综上所述，矿山的建设对水环境的存在一定影响，主要污染物为矿山开采过程中的岩屑、岩粉、泥质等物质，其浓度低，矿山的建设对水环境矿山地质环境影响程度轻微。

(2) 地质灾害影响

可研对形成的矿山边坡进行了稳定性的评价，土质边坡应采取降低坡高、增加台阶、设置良好的截排水设施，必要时使用工程治理措施来加强对土质边坡的管理工作或更改终了土质边坡的坡率。

(3) 化学、放射性污染

矿区距离村庄较远（大于 300m），生产时产生的噪音和粉尘污染对当地居民的生产、生活影响较小；矿山开采矿种为建筑用砂岩矿，无有毒有害组份，采矿中不存在化学选矿问题，不存在、有毒气体、工业污染源，废气排放量小（矿山机械），污染较小，但矿山剥离量较大，采矿过程中应合理布置采剥顺序，选择合适的场地对剥离层进行规范堆放，开挖截水沟，出口构筑挡土墙，以防水土流失而引发泥石流等地质灾害。

放射性检测结果表明，建筑用砂岩矿内照射指数 IRa 小于 1、外照射指数 $I\gamma$ 小于 1，对于建筑主体材料，其产销和使用范围不受限制，对于装修材料，属于 A 类，其产销和使用范围不受限制。建筑用花岗岩矿矿石内照射指数 IRa 小于 1，外照射指数 $I\gamma$ 小于 1.3，对于空心率大于 25% 的建筑主体材料，其产销和使用范围不受限制，对于装修材料，属于 A 类，其产销和使用范围不受限制。

(4) 对土地、植被的影响

矿山属于新立采矿权矿区,根据开发利用方案设计,矿山总平面布置主要由露天采场、破碎站、排土场、办公生活区、矿山道路等组成。预测露天采场、破碎站的土地损毁形式为土地挖损,为重度挖损损毁;排土场、办公生活区、矿山道路主要为压占,为中度或轻度压占损毁。矿山建设应当编制矿山地质环境保护与土地复垦方案并严格执行,实行边开采边复绿的措施,将对土地和植被的破坏降到最低。

2.3.5.4 地质环境质量

矿区所在区域地壳稳定性为稳定。区内无重大的污染源,地表水、地下水水质较好。开采过程裸露面积较大,造成土地植被破坏。因此矿床地质环境类型为第二类,地质环境质量中等。

2.4 工程建设方案概况

依据《可研报告》、现场踏勘、资料分析以及与企业相关人员座谈交流得知该工程建设方案概况如下:

2.4.1 建设规模及工作制度

(1) 资源储量

根据《广东省开平市赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿勘探报告》,截止到 2024 年 2 月 29 日,采矿许可证范围内查明建筑用砂岩矿资源量 $1307.3 \times 10^4 \text{m}^3$,其中探明资源量 $772.7 \times 10^4 \text{m}^3$,控制资源量 $187.4 \times 10^4 \text{m}^3$,推断资源量 $347.2 \times 10^4 \text{m}^3$ 。查明建筑用花岗岩矿推断资源量 $44.7 \times 10^4 \text{m}^3$ 。探明资源量占比 57%。建筑用砂岩矿和建筑用花岗岩矿资源量合计 $1352.0 \times 10^4 \text{m}^3$,建筑用砂岩矿占 97%,建筑用花岗岩 3%。

设计可采资源量为 891.59 万 m^3 。矿区范围内覆盖层总剥离量为 613.17 万 m^3 ,平均剥采比 0.69:1。

(2) 建设规模

设计矿山开采规模为 100 万 m^3/a 。

最终产品方案为建筑用规格碎石 (10~20mm、20~30mm 规格碎石)，以及副产品石粉 ($\leq 10\text{mm}$)。

(3) 服务年限

服务年限为 8.9 年。

(4) 工作制度

矿山年工作日数为 280 天，每天 2 班，每班 8 小时。

2.4.2 总图运输

该项目属新建矿山，矿区由露天采场、排土场、加工厂等几部分组成。

(1) 露天采场

露天采场位于加工厂西侧，矿区范围最低开采标高-40m，+50m 标高以上为山坡露天开采，采用自流排水，+50m 至-40m 标高为凹陷露天开采，采用机械排水。

(2) 排土场

设计利用矿区东北侧水塘作为排土场。排土场占地面积约 9.46 万 m^2 ，设计容积 233.13 万 m^3 ，堆存标高+35m~+75m，总堆存高度 40m，分层台阶高度 5m，分层台阶坡面角 30° ，相邻分层间安全平台宽度 5m，排土场最终边坡角 22° 。其余覆盖层全部进行综合利用。

排土场排土作业采用单台阶作业，下台阶排满后再排置上一个台阶，不实行多台阶同时工作。设计采用汽车-装载机联合排土，自卸汽车将露天采矿场剥离的岩石从剥离工作面运到排土场的排土平台卸载后，用装载机将遗留在排土平台上的岩石推向眉线外，逐步向前排弃，当每个平台排满后再其上部平台。

(3) 加工厂

加工厂位于矿区东侧 300m 外，厂区地势平坦，北侧靠近边坡，场地边坡一般均小于 10m，超过 10m 地段设置平台，岩质边坡 1:0.5、土质边坡 1:1、填方边坡 1:1.5，边坡上采用绿化治理。场地外侧开设截排水沟。办公生活区位于加工场地，场地地形简单。

(4) 内、外部运输

矿山内部运输采用汽车运输方式，矿区道路路面进行硬化。厂区道路采用环路布置，有利交通运输和消防，道路路面宽度为 9.5m，道路的转弯半径为 15m，满足消防、生产等需求。

2.4.3 开采范围

2.4.3.1 开采对象与范围

(1) 开采对象

开采对象为：开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区采矿权范围内建筑用砂岩矿。

(2) 矿区范围

开平市庆华矿产资源开发有限公司于 2023 年 3 月 10 日取得了该矿采矿许可证，证号：C4407832023037200154794，有效期至 2033 年 3 月 10 日，矿山名称：开平市赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿，开采矿种：建筑用砂岩矿、建筑用花岗岩矿，开采方式：露天开采，生产规模：100 万 m^3/a ，矿区面积：0.2615 km^2 ，开采标高：+195m~-40m。矿区范围由 6 个拐点坐标圈定，矿区范围拐点坐标表详见下表。

表 2.4-1 矿区范围拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

矿区范围（2000 国家坐标系）		
拐点号	X	Y
1	2448318.53	38347604.24
2	2448430.20	38347891.60
3	2448351.26	38348195.57
4	2448082.12	38348474.95

矿区范围 (2000 国家坐标系)		
拐点号	X	Y
5	2447858.72	38347912.61
6	2448134.77	38347791.38
矿区面积: 0.2615km ² , 开采标高: +195m~-40m		

(3) 开采范围

设计开采范围面积 0.2615km², 开采标高为+195m~-40m。

2.4.3.2 开采顺序

采矿总体顺序为自上而下逐层开采, 开采台阶高度为 15m, 开采工作线垂直于矿体走向布置, 平行于矿体走向推进。

2.4.4 开拓运输

设计采用公路开拓—汽车运输方式。

(1) 矿山运输道路

设计矿山运输道路自破碎加工厂+20m卸矿平台沿地形条件向西通往矿区上部+110m、+95m首采工作面, 长1300m, +110m以上布置挖机上山公路即可。后期开采至+50m水平后形成封闭圈, 进入凹陷开采, 运输道路采用螺旋式降深至-40m, 由+50m平台向下留设运输平台至-40m标高。道路设置为半固定式道路, 按台阶标高沿自然地形掘单臂堑沟。

设计矿山运输道路采用二级道路, 泥结碎石路面, 平均坡度6%, 最大纵坡8.0%; 采用双车道设计, 路面宽度10.5m, 运输平台宽16m, 最小转弯半径25m, 挖方地段路肩宽度0.75m, 填方地段路肩宽度1.5m, 停车视距30m, 会车视距60m。最大纵坡限制长度250m, 缓和坡段长度80~100m, 缓和坡段坡度≤3.0%。

道路内侧修建排水沟, 排水沟断面: 上宽0.8m、下宽0.4m、高0.4m; 道路临空面设置挡车堆, 设计挡车堆高度为1m, 顶宽0.5m, 底宽1.5m。

(2) 矿山排土道路

通往排土场运输道路以主运输道路+50m标高为起点沿地形条件向东北通往排土场+35m标高,道路长度330m,后期经运输平台至+75m最高堆积标高。

设计排废道路采用三级道路,泥结碎石路面,路面宽度9.5m,运输平台宽15m,平均坡度6.5%,最大纵坡度9.0%,最小转弯半径15m,停车视距20m,会车视距40m,采用双车道设计,挖方地段路肩宽度0.5m,填方地段路肩宽度1.25m。

道路内侧修建排水沟,排水沟断面:上宽0.8m、下宽0.4m、高0.4m;道路临空面设置挡车堆,设计挡车堆高度为1m,顶宽0.5m,底宽1.5m。

(3) 道路技术参数

设计运输道路主要技术参数见下表。

表 2.4-2 运输道路主要技术参数

序号	名称		主运输道路	排土道路	备注
1	道路等级		II 级	III级	
2	路面类型		泥结碎石路面	泥结碎石路面	
3	设计行车速度		25km/h	20km/h	
4	路面宽度(运输平台宽度)		10.5m(16m)	9.5m(15m)	
5	填方路肩		1.75m	1.75m	
6	挖方路肩		1.0m	1.0m	
7	最小平曲线半径		25m	15m	
8	最大纵坡		8%	9%	
9	最大纵坡限制长度		250m	200m	
10	缓和坡段长度		80~100m	60~80m	
11	回头曲线参数	最小主曲线半径	20m	15m	
		超高横坡	6%	6%	
		最大纵坡	4.0%	4.5%	
		双车道路面加宽值	3.0m	3.0m	

(4) 路面设计

路面类型：泥结碎石路面；路拱形式：抛物线形；

设计对路基压实度的要求：填方0~60cm时，路基压实度为0.85~0.95cm；填方60~150cm时，路基压实度为0.80~0.90cm；填方150cm以上时，路基压实度为0.80~0.85cm；低填方及挖方0~30cm时，路基压实度为0.85~0.95cm。

路面结构（自上而下）：碎（砾）石混合料磨耗层厚3cm、泥结碎（砾）石层厚38cm、天然砂砾垫层15cm、岩石路基。

（5）运输道路缓坡段的设置

设计二级运输道路最大纵坡大于7%小于8%时，最大纵坡限制坡长为250m；大于6%小于7%时，最大纵坡限制坡长为400m；大于5%小于6%时，最大纵坡限制坡长为600m；缓和坡段最小长度80m（地形条件困难段60m）。设计三级运输道路最大纵坡大于8%小于9%时，最大纵坡限制坡长为200m；大于7%小于8%时，最大纵坡限制坡长为350m；大于6%小于7%时，最大纵坡限制坡长为500m。缓和坡段最小长度80m（地形条件困难段60m）。缓坡段最大坡度不大于3%。

（6）运矿道路的错车道、避险车道

主运矿道路为二级道路标准，双车道道路不设错车道，在适当的位置设置避险车道。避险车道采用制动沙床，沙床由光滑、粒径均匀的天然砂砾铺设在匝道上。制动沙床主要通过砂砾滚动阻力使失控车辆停止。制动砂床的材料深度不小于46cm，沿着避险车道入口至前方30m处，材料的深度由浅至深过渡，由7cm过渡至正常深度（46~76cm）。

2.4.5 采矿工艺

2.4.5.1 露天采场境界方案

设计圈定境界的参数见下表：

表 2.4-3 开采境界圈定结果表

序号	参数名称	单位	数值	备 注
1	露天顶尺寸	长×宽, m	560×500	
2	露天底尺寸	长×宽, m	150×100	
3	露天顶标高	m	+195	
4	露天底标高	m	-40	
5	台阶高度	m	10	全、强风化层
			15	中、微-未风化岩
6	终了台阶坡面角	°	45	残坡积及全、强风化层
			55	中风化层
			65	微-未风化岩
7	终了最大边坡高度	m	235	
8	平台宽度			
①	安全平台	m	5	
②	清扫平台	m	8	每隔 2 个台阶
③	运输平台	m	16	
9	最终边坡角	°	38~43°	
10	同时工作台阶数量	个	2-3	
11	封闭圈标高	m	+50	
12	平均剥采比	m ³ /m ³	0.69:1	
13	爆破安全距离	m	300	

2.4.5.2 采剥工艺

矿山主要开采工艺为：穿孔—爆破—铲装—运输。

设计采用潜孔钻穿孔，深孔毫秒延时爆破，液压挖掘机装车，自卸汽车运输。爆破后的大块，选用液压碎石锤进行二次破碎。

(1) 穿孔

剥离上部风化较为严重的松软矿岩时，可直接采用铲装后汽车运输的采剥方法；采剥较坚硬矿岩时，采用深孔爆破，穿孔设备选用 3 台一体式高风压潜孔钻机。

(2) 爆破

1) 正常爆破作业

矿山爆破采用深孔、毫秒延时爆破方法。爆破作业采用乳化炸药,数码电子雷管延时起爆。布孔方式为多排(三角形)布孔。设计以 15m 台阶高度确定爆破参数,在矿山爆破施工中应根据实际情况进行调整。设计钻孔角度前排采用 85° 斜孔、后排采用 75° 斜孔,中间可以根据情况再设置辅助孔。矿山爆破参数详见下表。

表 2.4-4 正常爆破参数表

序号	爆破参数	单位	量值
1	台阶高度 H	m	15
2	钻孔直径 D	mm	115
3	钻孔倾角 α	度	75~85
4	超深 h	m	1.2
5	孔深 L	m	16.2
6	底盘抵抗线 W1	m	4.0
7	孔距 a	m	4.8
8	排距 b	m	4.4
9	设计炸药单耗 q	Kg/m ³	0.35
10	最大单孔装药量 Q	Kg	110
11	缓冲孔装药量 Q1	Kg/m	36
12	主孔填塞长度 L2	m	4.5~5.0
13	缓冲孔填塞长度 L1	m	3.0~3.5
14	装药结构	根据实际情况灵活运用连续装药和间隔装药	

爆破后产生的大于 750mm 的大块矿石采用液压挖掘机配置液压碎石锤进行二次破碎。

2) 预裂爆破

当工作线推进到最终边坡 20m 时,采用预裂爆破,采用 $\Phi 90\text{mm}$ 钻机穿孔,爆破参数见下表。

表 2.4-5 预裂爆破及缓冲孔主要爆破参数

序号	爆破参数	单位	预裂(缓冲)孔量值
1	钻孔直径	mm	90 (90)
2	钻孔间距	m	1.0 (2.0)
3	药卷直径	mm	32 (40)
4	孔深	m	16.9 (17.0)
5	线装药量	kg/m	0.50 (0.55)
6	加强段药量	kg/m	1.0 (1.5)
7	减弱段药量	kg/m	0.25 (0.30)
8	与主爆破孔间距	m	3.0-3.5
9	加强药段长度	m	1.5 (2.0)
10	减弱药段长度	m	1.2 (1.5)
11	填塞长度	m	1.0 (2.0)
12	钻孔超深	m	0.3 (0.5)
13	钻孔倾角度	度	65 (75)

预裂爆破采用不耦合间隔装药,分三段,即正常装药段和底部加强装药段,顶部减弱装药段。将 $\Phi 32\text{mm}$ 的乳化炸药卷绑扎在导爆索上,下至孔底。预裂爆破与主爆孔同时点火分段起爆,延期时间预裂爆破孔先于主爆孔 100ms~150ms。

3) 爆破安全距离

设计确定背坡方向爆破安全距离为 200m,下坡方向爆破安全距离为 300m。每次实际警戒范围按爆破点的实际位置,依设计要求的距离派出警戒人员,爆破开始前所有人员必须及时撤离到安全警戒线以外的安全地区。

(3) 铲装

设计选用 4 台斗容 2.6m^3 液压挖掘机。

(4) 运输

矿山采用公路开拓-汽车运输方式。设计选用 50t 矿用自卸汽车 16 台。

(5) 主要采矿设备

矿山主要开采设备为潜孔钻机、挖掘机、自卸汽车等，全部按要求配置，可以满足生产能力要求，详见下表。

表 2.4-6 主要采矿设备表

序号	设备名称	参考型号	单位	数量	检测周期
1	潜孔钻机	Φ 115mm	台	3	空压机 1 年
2	潜孔钻机	Φ 90mm	台	1	空压机 1 年
3	液压挖掘机	2.6m ³	台	4	厂家规定
4	矿用自卸汽车	50t	台	16	1 年
5	液压破碎锤	20t 级	台	2	厂家规定
6	装载机	3.0m ³	台	2	厂家规定
7	洒水车	10m ³	台	2	厂家规定
8	雾炮	扬程 80m	台	2	/

2.4.6 矿山供配电设施

2.4.6.1 供电电源

矿山主电源取自赤水镇 10kV 架空线路至加工厂区，矿山的生产设备取自加工厂 10/0.4kV 变配电系统，变电所由室外变压器及低压配电室构成，采场电源由破碎加工厂配电室提供，不再单独设置变压器，矿内生产用电输入输出电压为 380/220V。

2.4.6.2 用电负荷

矿山凹陷开采时机械排水设备为一级负荷，其他用电设备均为三级负荷。主要用电负荷如下：

(1) 采场地表系统用电设备负荷：

安装容量 140kW；

工作容量 120kW；

折合至 10kV 侧

有功功率 70kW；

无功功率 52.50kvar;

视在功率 87.50kVA;

功率因数 0.8。

2) 后期凹陷开采水泵系统用电设备负荷:

装机容量: 800kW;

工作容量: 320kW;

有功功率: 256kW;

无功功率: 192kVar;

视在功率: 320kVA;

功率因数: 0.8。

2.4.6.3 供配电系统

矿山主要用电设备为办公生活、监测监控系统、机械排水、机修和照明等,采用加工厂内的变电设施,运输道路采用 LED 路灯,采场及排土场装车点及机械设备工作地点采用移动照明车,水泵工作地点采用投光灯或泛光灯。

2.4.6.4 供电电压

开采区箱变: 10kV/380V/220V;

采矿场的手持式电气设备的电压不大于 220V;

照明电压 220V、监测监控电压 220V、控制电压 220V。

电源进线电压: 10kV;

低压电动机电压: 380V。

2.4.6.5 主要设备及电缆线路

(1) 高压柜: GKG 柜。

(2) 低压开关柜: GGD 柜。

(3) 变压器型号: SZ11 型矿用变压器。

(4) 高压避雷器: YH5WS-17/50 型避雷器。

(5) 电涌保护器: LPZ0 区与 LPZ1 区交界处, 总配电柜(箱)处选用 I 类试验的 SPD ($10/350 \mu s$, 配备专用后备保护装置 SCB) 作为一级保护(选用 3P+N 型, IT 系统选用 3P 型), LPZ1 区与 LPZ2 区交界处, 分配电柜(箱)处选用 II 类试验的 SPD ($8/20 \mu s$, 配备专用后备保护装置 SCB) 作为二级保护(选用 3P+N 型, IT 系统选用 3P 型), 电子信息系统设置电子系统专用 SPD。

(6) 地表电缆地表采用 YJV(22)-8.7/15kV 及 YJV(22)-0.6/1kV 型; 控制电缆采用 KVV-0.45/0.75kV 型。

(7) 低压电缆选用 ZR-YJV 型交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆。

2.4.7 防排水系统

设计+50m标高以上为山坡露天开采, 采用自流排水, +50m至-40m标高为凹陷露天开采, 采用机械排水。防洪标准采用100年一遇洪水重现期。

(1) 山坡露天排水系统

采场外部汇水面积 0.09km^2 , 设计在矿区顶部外围修建截水沟, 其余排水设施主要以排出采场内部汇水为主, 根据圈定采场内部承担最大汇水面积为 0.27km^2 , 设计在每级清扫平台设置排水沟, 连接边界山坡截水沟, 台阶最大汇水为采场中部边坡, 面积 0.03km^2 , 汇水通过截水沟排出, 截水沟出水口外部设置沉淀池, 沉淀达标后外排。

设计平台及山坡地段截、排水沟断面: $0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$, 采场上部截水沟断面 $0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。沿山坡设置的截水沟坡度与地形一致, 平缓地段或跨山坡深挖地段截水沟坡度不小于0.3%。由于截水沟出水口段相对较陡, 在截水沟出水口段设置级差600mm的跌水消能阶梯, 消能块采用C20混凝土预制块。

(2) 凹陷露天采场排水系统

设计+50m至-40m标高为凹陷露天开采,+50m水平以下封闭圈面积 0.12km^2 ,采用机械排水,在坑底设置集水池,坑内汇水汇集至集水池,通过水泵外排至北侧地表沉淀池。

2.4.8 排土场

设计利用矿区东北侧水塘作为排土场,排土场占地面积约 9.46万m^2 ,容积 233.13万m^3 ,堆存标高 $+35\text{m}\sim+75\text{m}$,总堆存高度 40m ,为四级排土场。分层台阶高度 5m ,分层台阶坡面角 30° ,相邻分层间安全平台宽度 5m ,排土场最终边坡角 22° 。其余覆盖层全部进行综合利用。

排土场排土作业采用单台阶作业,下台阶排满后再排置上一个台阶,不实行多台阶同时工作。设计采用汽车-装载机联合排土,自卸汽车将露天采矿场剥离的岩石从剥离工作面运到排土场的排土平台卸载后,用装载机将遗留在排土平台上的岩石推向眉线外,逐步向前排弃,当每个平台排满后再其上部平台。

排土场周边设截水沟,在安全平台设置台阶排水沟。排土场四周低处拟设拦挡坝。

2.4.9 安全管理

2.4.9.1 生产组织

矿山采用矿部-采矿场二级管理模式设置组织机构。矿部依照高效精简的原则设生产、供销、财务、人事、安全环保、后勤等主要职能部门等。

2.4.9.2 劳动定员

根据生产规模和开采工艺,全矿定员83人,其中管理及后勤人员5人、技术人员、安全员及检查工12人,生产工人66人(不含外委的

爆破及加工厂加工人员)。

2.4.9.3 投资估算

项目总投资估算为 15135.25 万元。其中：建安工程费用为 8205.10 万元，工程建设其他费用为 2585.00 万元，预备费 1030.10 万元，流动资金 515.05 万元（含铺底流动资金），采矿权出让权益 2800 万元（估）。

2.4.10 通信及监控

矿山办公楼内设立专职的生产调度室，确保全矿的通讯畅通，保障安全生产；为便于对外联系，需配装电信系统的程控电话机及对讲机；采场内施工人员配备无线通讯工具（如手机、对讲机等）。

设计矿山建设一套视频监控系统，对采场、排土场、加工破碎车间及矿区主要出入口等地进行实时视频监控。同时在办公区设置监控终端，时刻监控上述地点生产实际情况。

3 定性定量评价

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

3.1 总平面布置单元

该项目属新建矿山,主要包括露天采场、矿山道路、卸矿平台、排土场等设施。

3.1.1 选址危险、有害因素分析

区域内自然灾害主要有坍塌、滑坡、泥石流、暴雨、山洪、雷击、地震、高温、台风等。

(1) 坍塌、滑坡

1) 矿区存在的松散岩组呈散体状或泥包块状态,其物理学性质较差,遇水易软化崩解,稳固性较差,在强降雨的影响下,松散岩组形成的边坡易发生坍塌、滑坡地质灾害。

2) 随着露天开采工作的推进,长期的风化作用,使矿体内岩层结构面缝隙扩大,并产生新结构面(新裂隙),从而导致坍塌、滑坡。

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

4) 未按爆破设计进行爆破操作,爆破震动影响边坡稳定。

5) 地震可引起滑坡和与崩塌,造成人员伤亡及设备设施损坏。

6) 不分段开采或从台阶下“掏采”,在边坡顶部附近建有建筑

物或堆废碴，对边坡管理不善，检查不周，无专门的检查、处理边坡的人员以及在接近边坡开采时，易发生滑坡事故。

7) 开采方式、开采顺序不正确，未按设计的方式进行开采。

(2) 泥石流

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

(3) 暴雨

开平市多年来平均降雨量为 1870.5mm，最大时雨量为 141.4mm（1998 年 6 月 25 日，大沙河水库今古寺雨量站），最大日雨量为 589.5mm。雨量多集中在 4~9 月，占总降雨量的 83%，为一年中的丰水期；10 月至翌年 3 月为枯水期。暴雨等恶劣、极端天气会导致道路湿滑，雾气导致采场视野变差，对车辆运输、行人及生产等会造成极大影响。出现“暴雨、大风、洪水等自然灾害预警等级为红色、橙色的”情形时，必须及时撤出危险区域作业人员。雨季前，对所有排水设施进行清淤、疏导，保证截、排水沟的通畅。

(4) 山洪

近年来，各地极端天气屡见不鲜，若遇暴雨等极端天气时，短时间降雨量极大，矿山的截排洪工程失效，有可能会引发山洪。

(5) 雷击

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

(6) 地震

该地区地震基本烈度为 6 度，如果未按设计进行设防，地震可能引起露天采场、边坡滑坡、坍塌、建（构）筑物损坏和人员伤亡，影响矿山正常生产。建议企业对于重点部位除做好防震准备工作外，还应考虑地震后的补救措施。

(7) 高温

矿区极端最高气温达 38.2℃ (2004.7.1), 易造成作业人员中暑、晕厥等情况, 强紫外线易造成人员晒伤等情况, 建议企业在高温天气合理安排作业时间, 发放防暑降温、防晒的劳保用品及药物等。

(8) 台风

该地区 8、9 月多台风, 台风同时伴随着暴雨等极端恶劣天气, 短时间降雨量极大, 矿山的截排洪工程失效, 有可能会引发山洪。同时, 采场若存在不稳定边坡, 未及时采取治理、加固、防护等措施, 在遇到暴雨等极端天气时, 有发生泥石流的危险。

3.1.2 采场与周边环境的相互影响

依据《可研报告》及现场踏勘可知:

(1) 矿区周边存在三处养殖场, 北侧养殖场距开采范围最近距离为 185m, 北东侧养殖场距开采范围最近距离为 235m, 东侧养殖场距开采范围最近距离为 240m, 均位于露天开采爆破警戒范围内, 爆破产生的飞石可能造成人员伤亡或建筑物损坏, 设计对于三处养殖场全部搬迁拆除, 下一阶段设计应明确项目建设前养殖场必须完成搬迁拆除。

(2) 矿区 300m 范围内无建构筑物, 办公生活及加工区位于矿区东侧 300 米范围以外, 影响较小。

(3) 矿区西北侧为匙更塘水库, 距开采范围最近距离为 290m, 主坝体距开采范围 380m, 且位于采场背坡方向。北侧水塘距开采范围最近距离为 195m, 北东侧水塘距开采范围最近距离为 110m, 东侧水塘距开采范围最近距离为 75m。北侧、东侧及北东侧水塘企业已取得征地手续, 北东侧水塘作为矿山排土场使用。同时根据矿区水文地质分析周边水体对矿山开采无影响。由于排土场位于采场爆破警戒范围内, 爆破作业产生的飞石易导致排土场作业人员伤亡、设备损坏。

下一阶段设计应补充完善采场爆破对排土场作业相关安全措施。

(4) 矿区周边存在三处历史遗留采坑, 1#采坑位于矿区西侧, 距开采范围最近距离为 110m, 且目前已停止生产, 矿山开采与 1#采坑相互无影响。

2#采坑位于矿区南侧 5 号拐点处, 部分位于矿区范围以外, 该边坡位于矿区边界开采边坡最高处, 现状处于稳定状态, 但在矿区开采过程中, 爆破施工震动及长期暴雨冲刷的影响下, 易发小型崩塌、掉块等安全隐患。设计在矿山基建过程中对 2#采坑边坡采用锚网加固治理, 留设接滚石平台。

3#采坑位于东侧矿区范围内, 现状边坡处于稳定状态, 后期开采会将原有边坡逐步消除, 但临近于现状边坡施工时可能会存在一定的风险, 需做好安全防护, 在边坡影响和危险地段设置警示标志或进行封闭, 严禁进入作业。

同时, 根据北京科技大学于 2025 年 3 月提交的《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程边坡稳定性研究报告》, 该报告采用极限平衡法对 2#采坑现状边坡和加固治理后边坡的稳定性以及 3#采坑现状边坡的稳定性分别进行计算, 结果表明三种工况下(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)现状边坡和加固治理后边坡的稳定性系数均大于规范允许安全系数, 且边坡稳定安全系数储备足够, 认为 2#采坑采用加固治理的方案能够确保边坡的稳定和安全。

下一阶段设计应补充完善 2#采坑边坡加固治理以及开采 3#采坑期间的安全防护措施。

(5) 矿区南侧有永丰石场 1 个矿权, 距开采范围最近距离为 130m, 目前该采矿权已注销, 影响较小, 由于该矿区位于爆破警戒范围内,

若爆破作业时有人员误入则易导致伤亡现象,因此,矿山爆破作业时
应加强管理,做好安全警戒工作,确保爆破作业安全。

(6) 矿区内无保护林地、基本农田、生态红线等不利于矿山开采
的条件。矿区占用地类主要为有林地,植被主要为乔木、灌木、杂草
等,企业已取得相关林地使用手续。

(7) 矿区周边无重要电力设施,开采范围周边 500m 内无高压线
塔等重要电力设施,无重要通讯设施。

(8) 矿区开采范围周边 1000m 内无铁路;矿区开采范围周边没有
国道、省道、县道及乡道。矿区周边无其他重要设施,无自然保护区、
风景名胜区、文物古迹等。

3.1.3 安全检查表

表 3.1-1 总平面布置安全检查表

序号	检查项目	检查依据	设计情况	检查 结果
1	1 个采矿权范围内原则上 只能设置 1 个生产系统。	《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》	设计采矿权范围内只设置一个 生产系统。	符合 要求
2	矿山企业的办公区、生活 区、工业场地、地面建筑 等,不应设在危崖、塌陷 区、崩落区,不应设在受 尘毒、污风影响区域内, 不应受洪水、泥石流、爆 破威胁。	《金属非金属矿 山安全规程》 GB16423-2020 第 4.6 条	办公区、工业场地、生活区等 地面建筑均位于上述区域之 外。	符合 要求
3	矿山企业的加油站、加气 站应设置在安全地点。	《金属非金属矿 山安全规程》 GB16423-2020 第 4.6.2 条	可研未说明现场用油设备的加 油方式。	下一 阶段 设计 补充 完善

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	检查项目	检查依据	设计情况	检查结果
4	厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷，且用水、用电量（特别）大的工业企业宜靠近水源及电源地。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.6 条	依据可研得知： 生产用水取自距矿区附近水塘，通过供水管路引至加工厂的生产水池，总容积能满足矿山需求，矿山生产用水直接取自加工厂生产水池。企业职工生活用水有当地自来水管网供给，自来水质量能够满足饮用水要求。	符合要求
5	厂址应满足适宜的地形坡度，尽量避开自然地形复杂、自然坡度大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.10 条	矿山粗碎站、加工厂等厂址未选在上述地点。	符合要求
6	下列地段和地区不应选为厂址： 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	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.14 条	矿山粗碎站、加工厂等厂址未布置在上述地段。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	设计情况	检查结果
	地质条件恶劣地段。			
7	工业企业总体规划, 应结合工业企业所在区域的技术经济、自然条件等进行编制, 并应满足生产、运输、防震、防洪、防火、安全、卫生、环境保护和职工生活设施的需要, 经多方案技术经济比较后, 择优确定。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.1.1 条	可研结合本项目所在区域的技术经济、自然条件等进行编制, 并满足生产、运输、防震、防洪、防火、安全、卫生、环境保护和职工生活设施的需要, 经多方案技术经济比较后, 择优确定。	符合要求
8	厂区、居住区、交通运输、动力公用设施、防洪排涝、废料场、尾矿场、排土场、环境保护工程和综合利用场地等, 均应同时规划。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.1.3 条	可研中包括厂区、办公区、交通运输、公用设施、防洪排涝等设计内容。	符合要求

3.1.4 单元小结

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

本项目总平面布置单元中应加以重视的有:

(1) 下一阶段设计应明确项目建设前养殖场必须完成搬迁拆除。

(2) 下一阶段设计应补充完善 2#采坑边坡加固治理以及开采 3#采坑期间的安全防护措施。

(3) 下一阶段设计应补充说明已注销矿权永丰石场现场是否存在有人员出入或停留的建筑或场所以及相应的搬迁、拆除措施。

(4) 最终边坡边界应设置可靠的围栏或醒目的警示标志, 防止无关人员误入; 边界上 2m 范围内, 可能危及人员安全的树木及其它植物、不稳固材料和岩石等, 应予清除。边界上覆盖的松散岩土层厚度

超过 2m 时, 其倾角应小于自然安息角。

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

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

(7) 矿区开采过程中遇极端天气时应及时停止作业、撤出现场作业人员。

(8) 下一阶段设计应补充完善采场爆破对排土场作业相关安全措施。

(9) 矿区开采过程中应严格管理, 避免无关人员进入采场。

(10) 下一阶段设计应补充绘制总平面布置图。

3.2 开拓运输单元

3.2.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析

表 3.2-1 开拓运输单元预先危险性分析表

危险、有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
机械伤害	相关机械设备倾倒, 对人员产生碰撞、挤压。	人员伤亡 设备损坏	III	对涉及到的机械设备采取合理有效的防护措施; 加强对设备的维护、使用; 提高照明度, 在设备的危险部位设置警示标志; 加强管理, 人员不应站在机械设备作业危险区域内。
车辆伤害	路况不好, 车辆故障等原因使机动车辆在行驶中发生挤、压、撞人和倾覆等事故。	人员伤亡 车辆损坏	III	按要求对运输道路进行合理设计, 及时养护、维修道路; 在急弯、陡坡、危险和养路地段及时设置路标, 在危险路段设置护栏、挡车土堆等; 雨季应采取有效的防滑措施并减速行驶。
高处坠落	人员和车辆从运输道路边缘、卸矿平台或高处作业面坠落。	人员伤亡 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

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

危险、有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
				车宽度，卸矿地点应设置牢固可靠的挡车设施；人员严禁在道路上打闹；高处作业面设置安全防护设施。
物体打击	作业面浮石、器具或物料掉落。	人员伤亡	III	及时处理作业面浮石；加强对器具、物料的管理。
坍塌 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以及添加机油、润滑油等作业过程中发生油料泄露，遇到明火、火花或高温发生火灾、爆炸事故；炸药运输过程中未严格按照规程要求采用合理的方式及运输车辆运输，发生火灾或爆炸事故；本项目车流密度较大、项目所在区域雷暴日较多，雷击可能造成车辆设备损坏、人员伤亡、火灾爆炸等事故。	人员伤亡 设备损坏	III	严格按照规范要求进行炸药运输、混装、装填等作业；采购由有资质厂家生产的炸药运输车辆，配备消防器材，并应进行定期检测，操作人员应具备相关资质；道路或车辆应做好防雷或避雷措施。

3.2.2 开拓运输安全检查表

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

表 3.2-2 开拓运输安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
1	双车道的路面宽度, 应保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.3 条	可研未说明主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。	下一阶段设计中需完善
2	运输道路的高陡路基路段, 或者弯道、坡度较大的填方地段, 远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.4 条	设计道路临空面设置挡车堆, 设计挡车堆高度为 1m, 顶宽 0.5m, 底宽 1.5m。通过查阅相关资料, 设计选用的 50t 级 TL853 型自卸汽车轮胎直径为 1400mm。因此, 设计车挡高度大于轮胎直径的 1/2。	符合要求
3	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; ——不在主运输道路和坡道上停车; ——不在供电线路下停车; ——拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施, 并有专人指挥; ——通过道口之前驾驶员减速瞭望, 确认安全后再通过; ——不超载运行。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.6 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善
4	夜间装卸车应有良好的照明条件。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)	设计运输道路采用 LED 路灯, 采场及排土场装车点及机	符合要求

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	检查内容				检查依据	设计情况	检查结论
					第 5.4.2.8 条	械设备工作地点采用移动照明车，水泵工作地点采用投光灯或泛光灯。	
5	雾霾或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30m，视距不足 30m 时，应靠右停车。冰雪或多雨季节，道路湿滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小于 40m。拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.9 条	可研对停车视距及会车视距进行了明确。	符合要求
6	矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/3。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.3.1 条	可研未说明。	下一阶段设计中需完善
7	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》（GBJ22-87） 第 2.4.2 条	可研明确露天矿山主干运输道路等级为二级，根据道路等级核算小时单向交通量为 38 辆，符合要求。	符合要求
8	露天矿山道路的计算行车速度，宜按下表的规定采用。				《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87） 第 2.4.3 条	设计主运输道路行车速度为 25km/h，排土道路行车速度为 20km/h。	符合要求
	道路等级	一	二	三			
	计算行车速度（km/h）	40	30	20			
9	露天矿山道路路面宽度，宜按表 2.4.4 的规定采用。生产线（除单向环行者外）和联络线宜按双车道设计；联络线在条件困难时可				《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87） 第 2.4.4 条	设计主运输道路路面宽度为 10.5m，排土道路面宽度为 9.5m，双车道、泥	符合要求

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	检查内容				检查依据	设计情况	检查结论
	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。					结碎石路面。	
10	露天矿山道路，宜采用较大的圆曲线半径。当受地形或其它条件限制时，可采用下表所列最小圆曲线半径。				《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）第 2.4.6 条	设计主运输道路圆曲线最小半径 25m，排土道路最小圆曲线半径 15m，满足要求。	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。							
11	露天矿山道路在圆曲线和竖曲线处的视距，不应小于下表的规定。				《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）第 2.4.11 条	设计主运输道路停车视距 30m，会车视距 60m；排土道路停车视距 20m，会车视距 40m。	符合要求
	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			
12	露天矿山道路的纵坡，不应大于下表的规定。				《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）第 2.4.13 条	设计主运输道路平均坡度 6%，最大纵坡 8.0%；排土道路平均坡度 6.5%，最大纵坡度 9.0%。	符合要求
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	最大纵坡（%）	7	8	9			
13	露天矿山道路纵坡，应在不大于表 2.4.14-1 所规定的长度处设置缓和坡段。缓和坡段的坡度不应大于 3%，长度不应小于表 2.4.14-2 的规定。				《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）第 2.4.14 条	设计主运输道路最大纵坡限制长度 250m，缓和坡段长度 80～100m，缓和坡段坡度≤3.0%。排土道路最大纵坡	符合要求

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
			限制长度 200m, 缓和坡段长度 60~80m。	

3.2.3 行车密度及道路等级核算

设计矿山年最大采剥总量为515万t/a（矿石量271万t/a、剥离量244万t/a），采用50t级TL853型自卸汽车进行矿区上部的运输。主运输道路承担的运输能力为515万t/a，排土道路承担废石土剥离物的运输能力244万t/a。

(1) 主运输道路单向行车密度计算：

$$N = \frac{K \cdot Q}{S \cdot C \cdot H \cdot G \cdot K_1 \cdot K_2}$$

式中：N—小时单向行车密度；

K—运输不均衡系数，1.1；

S—班工作时间，8h；

H—矿山年工作日，280d；

C—日工作班数，2班；

G—汽车额定载重量，运矿50t；

K₁—汽车载重利用系数，0.85；

K₂—时间利用系数，0.80；

Q—通过该路段年运量，515万t。

经计算可知，25<N=37.19<85，采场主运输道路等级为露天矿山Ⅱ级。

(2) 排土道路单向行车密度计算：

$$N = \frac{K \cdot Q}{S \cdot C \cdot H \cdot G \cdot K_1 \cdot K_2}$$

式中：N—小时单向行车密度；

K—运输不均衡系数, 1.1;

S—一班工作时间, 8h;

H—矿山年工作日, 280d;

C—日工作班数, 2班;

G—汽车额定载重量, 运矿 50t;

K_1 —汽车载重利用系数, 0.85;

K_2 —时间利用系数, 0.80;

Q—通过该路段年运量, 244万t。

经计算可知, $N=17.62 < 25$, 排土道路等级为露天矿山Ⅲ级。

依据《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87) 第 2.4.2 条, 设计道路等级满足规范要求。

3.2.4 单元小结

矿山开拓系统采用公路开拓-汽车运输的方式。可研对矿山开拓运输道路布置进行了设计, 总体上符合《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 及《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87) 等规范的要求。下一设计阶段应注意以下问题:

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

(2) 下一阶段设计中应明确主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。

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

(4) 下一阶段设计应补充避险车道的具体设置位置及相关参数, 同时考虑采场出现异常时人员及设备的撤离路线。

(5) 下一阶段设计应补充人员上下班通勤车辆的相关安全措施。

(6) 建议下一阶段设计在运输道路进入采场的适当位置设置运输车辆和人员安全检查的门禁系统,防止无关或不符合安全要求的车辆以及无关人员(含个体防护装备穿戴不规范或饮酒的人员)进入采场作业区;采场主要出入口应设置安全风险告知牌,公示采场主要安全风险和爆破作业时间。

(7) 下一阶段设计应补充说明现场用油设备的加油方式及相关安全防护措施。

3.3 采剥单元

3.3.1 采场子单元

3.3.1.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析(PHA)

表 3.3-1 采场子单元预先危险性分析表

危险、有害因素	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	对策措施
边坡失稳	台阶高度过高; 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。	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	未清理危岩。	人员伤亡	III	作业前,按照要求对边坡浮石、孤石进行清理。
高处坠落	未使用安全带(绳); 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。	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。

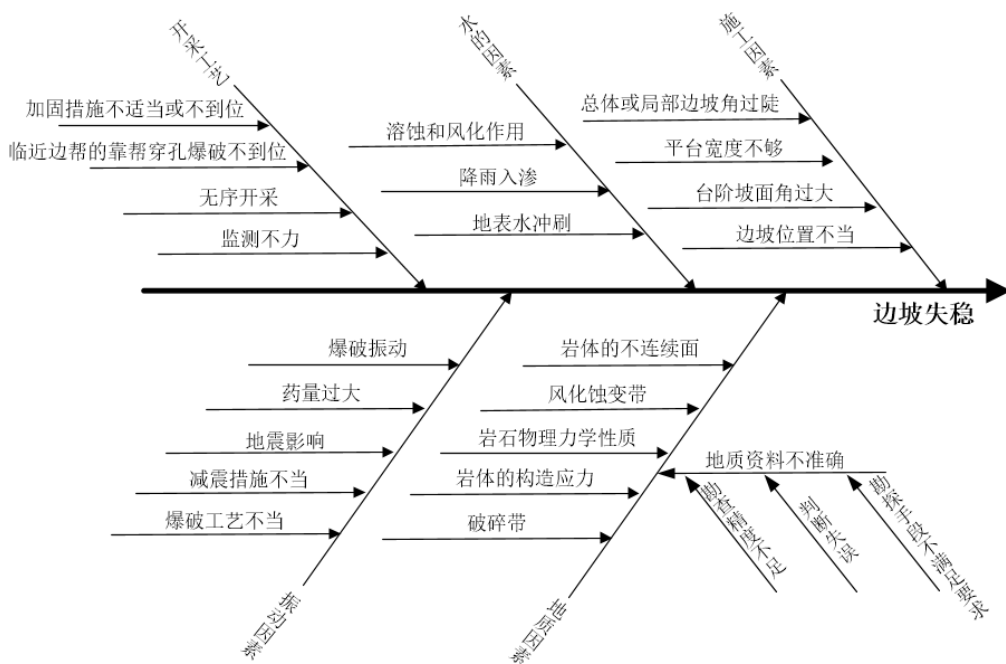
危险、有害因素	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害	未按安全操作规程进行操作； 转动部位无防护装置； 凿岩作业时凿岩机支点位移及钎杆折断机械振动。	人员伤亡	II	制定各种设备安全操作规程； 设备转动部位安装防护装置； 严格按安全操作规程进行操作； 加强对作业人员的教育培训，提高作业人员的操作技能和安全防范意识。
触电	电缆被损坏，导致漏电； 使用电气设备绝缘老化； 电气设备缺少漏电保护等防护装置； 不执行停送电制度； 缺乏安全警示标志； 作业无人监护； 安全装置失效； 个人防护措施不全； 其他违章操作。	人员伤亡、设备损坏	II	对用电设备电缆采取保护措施，防止爆破、滚石、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。

3.3.1.2 边坡失稳鱼刺图分析

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

(1) 边坡失稳事故鱼刺图

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



通过分析，认为影响采场边坡稳定性的主要因素有：

1) 地质因素

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

2) 地质构造发生滑坡的几种形式

- ① 由于边坡上部的岩土结构松散破碎，易形成圆弧形的滑坡；
- ② 存在于边坡上方的与边坡同面的层状结构的岩体或层面，两种不同的岩面接触面，斜切而成的边坡三角体，容易产生滑坡；
- ③ 岩性构造：边坡体内的软弱夹层等不连续面，与边坡同向，都有可能构成滑体的滑动面，尤其是这些不连续的倾角，两个不连续面交线的倾角小于边坡时，滑坡的可能性更大。

3) 水的因素

地表水对边坡的冲刷及渗水将增加边坡荷重，这对边坡稳定产生危害。

4) 边坡结构因素

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

5) 边坡管理因素

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

6) 设计因素

台阶过高、平台宽度不够等都会造成边坡稳定性下降。

(2) 可能导致本项目边坡失稳的影响因素分析

1) 基建及采矿作业对边坡稳定性影响

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

2) 地质因素及地质构造发生垮塌、滚石

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

3) 水的因素

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

4) 边坡管理因素

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

3.3.1.3 滚石伤人事故树分析 (FTA)

(1) 露天采场边坡滚石事故树分析

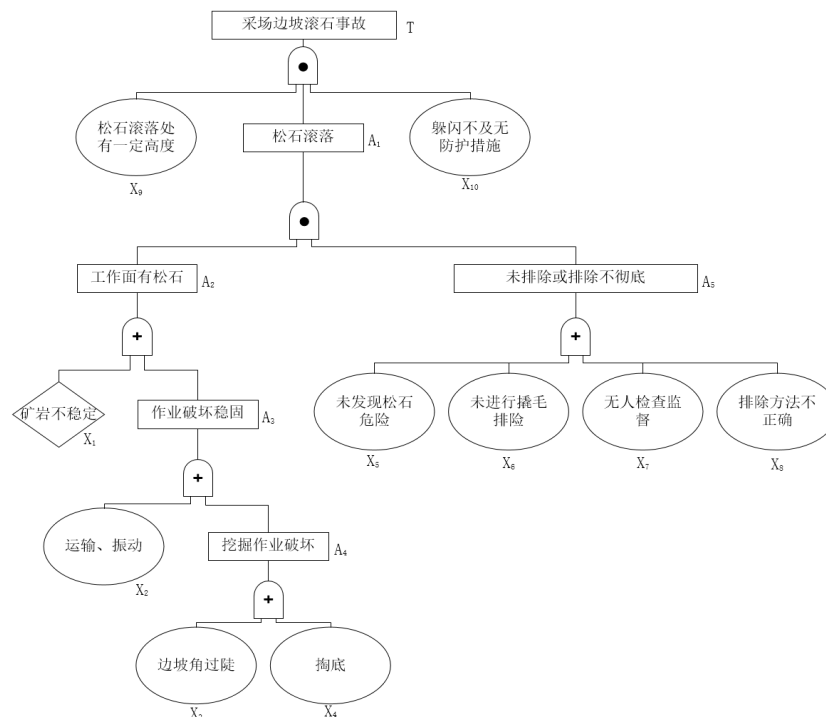


图 3.3-2 采场边坡滚石事故树分析

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

根据事故树图列出其逻辑代数式:

$$T = X_9 \cdot A_1 \cdot X_{10}$$

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

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

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

求得最小径集有:

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

展开逻辑代数式求得最小割集有十六个:

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

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

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

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

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

(2) 可能导致本项目采场作业滚石伤人的影响因素

1) 边坡管理方面

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

2) 采剥作业方面

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

3) 铲装作业方面

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

3.3.1.4 边坡高处坠落事故分析

可能导致本项目边坡高处坠落的影响因素:

(1) 采剥作业工作面最大台阶高度 15m, 在清理浮石、危石过程中有高处坠落的可能性。

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

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

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

3.3.1.5 采场子单元安全检查表

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

表 3.3-2 采场子单元安全检查表

序 号	检查内容				检查依据	设计情况	检查 结论	
1	露天开采应遵循自上而下的开采顺序，分台阶开采。生产台阶高度应符合下表的规定。				《金属非金属矿 山 安全 规 程 》 （GB16423-2020） 第 5.2.1.1 条	设计露天开采采用自上而下的开采顺序，分台阶开采，台阶高度为15m，设计选取斗容 2.6m ³ 的挖掘机，最大挖掘高度11.8m，台阶高度（15m）不大于所选机械最大挖掘高度的 1.5 倍（17.7m）。	符合 要求	
	矿岩性质		作业方式					台阶高度
	松软的岩土、砂状的矿岩		机械铲装	不爆破				不大于机械的最大挖掘高度

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	检查内容				检查依据	设计情况	检查结论
	坚硬稳固的矿岩		爆破	不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍			
2	露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志, 防止无关人员进入。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.1.8 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
3	露天矿山应该采用机械方式进行开采。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.1.2 条	矿山采用机械方式开采。	符合要求
4	露天采场应设安全平台和清扫平台。人工清扫平台宽度不小于 6m, 机械清扫平台宽度应满足设备要求且不小于 8m。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.1.4 条	设计每隔 2 个安全平台设置一个清扫平台, 安全平台宽 5m, 清扫平台宽 8m。	符合要求
5	边坡浮石清除完毕之前不应在边坡底部作业; 人员和设备不应在边坡底部停留。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.4.4 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
6	露天采场工作边坡应每季度检查 1 次, 运输或者行人的非工作边坡每半年检查 1 次; 边坡出现滑坡或者坍塌迹象时, 应立即停止受影响区域的生产作业, 撤出相关人员和设备, 采取安全措施; 高度超过 200m 的露天边坡应进行在线监测, 对承受水压的边坡应进行水压监测。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.4.6 条	可研未明确采场边坡检查的频率。	下一阶段设计中需完善
7	矿山应建立健全边坡安全管理				国家矿山安全监	可研未明确。	下一

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
	和检查制度。现状高度 100 米及以上的边坡, 应每年进行一次边坡稳定性分析; 现状高度 100 米以下的边坡, 每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析。	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)		阶段设计中需完善
8	现状高度 150 米及以上的金属非金属露天矿山采场边坡应设置边坡表面变形、边坡视频图像等监测设施。其他监测设施应根据露天矿山实际情况, 按照现行标准规范开展内部变形、应力、爆破振动、降雨量、地下水、地表水等项目监测。	《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
9	坡顶应设监测点, 安装位置距离坡顶线不大于 30 米; 年度边坡稳定性评价报告中鉴定为不稳定的边坡, 监测线间距不大于 100 米, 测点垂直距离不大于 50 米。	《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
10	预警值应结合年度边坡稳定性分析报告设置, 并根据实际情况动态更新, 至少每半年核定一次。	《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
11	预警等级应分为四级, 分别用红、橙、黄、蓝标示。	《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》矿安〔2023〕119 号	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
12	企业应建立边坡监测预警分级响应处置机制, 并纳入应急预	《国家矿山安全监察局关于开展	可研未明确。	下一阶段

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
	案，第一时间进行核实、处理、整改。预警及响应处置情况要形成信息台账，实现预警信息有效、及时处置和闭环管理。	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		设计中需完善

3.3.1.6 采场边坡稳定性分析评价

2025 年 3 月，庆华矿产资源开发公司委托北京科技大学编制完成了《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿（年产 100 万立方建筑用石生产项目）露天开采工程边坡稳定性研究报告》（以下简称《边坡稳定性研究报告》），该报告在定性分析的基础上定量计算，综合进行评价。边坡稳定性计算以极限平衡法为主，以安全系数作为主要评价指标，按边坡分区分别选择代表性剖面（四个分区 6 个典型边坡剖面）进行边坡稳定性计算，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。

(1) 边坡工程地质分区

《边坡稳定性研究报告》依据边坡岩体质量、坡向、边坡岩组结构特征以及结构面测量位置布置及结构面发育特征等因素将边坡划分为 A 区、B 区、C 区、D 区，详见下图。

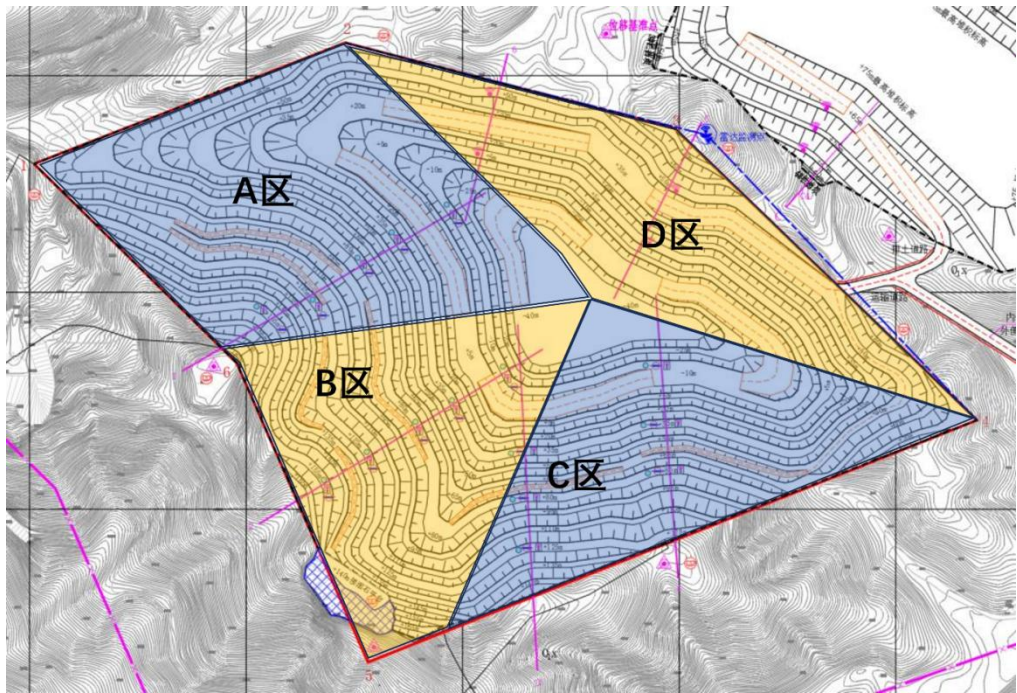


图 3.3-3 终了边坡分区示意图

(2) 各分区边坡工程安全等级

表 3.3-3 边坡危害等级

边坡危害等级		I	II	III
可能的人员伤亡		有人员伤亡	有人员受伤	无人员伤亡
潜在的经 济损失	直接	≥100 万	50 万~100 万	≤50 万
	间接	≥1000 万	500 万~1000 万	≤500 万
综合评定		很严重	严重	不严重

注：考虑就高不就低原则，有一项符合即按该级别

矿区边坡属于低~中边坡，危害等级为Ⅱ级，依据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）第 3.0.6 条，根据各边坡最大坡高，以及边坡工程安全等级划分，各边坡安全等级判定见表 3.3-4。

表 3.3-4 边坡工程安全等级划分

边坡工程安全等级	边坡高度 H (m)	边坡危害等级
I	H>500	I、II、III
	300<H≤500	I、II
	100<H ≤300	I
II	300<H ≤500	III
	100<H ≤300	II、III

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

	$H \leq 100$	I
III	$100 < H \leq 300$	III
	$H \leq 100$	II、III

表 3.3-5 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
最大坡高 (m)	223	216	196	117
边坡高度范围 (m)	$100 < H \leq 300$	$100 < H \leq 300$	$100 < H \leq 300$	$100 < H \leq 300$
最终边坡角 (°)	43°	46°	45°	43°
边坡危害等级	II	II	II	II
边坡工程安全等级	II	II	II	II

(3) 岩土体物理力学参数

《边坡稳定性研究报告》在现场勘察、基础资料综合分析的基础上,对取得的岩土体试样进行物理力学性质试验,并通过费辛柯法、Hoek-Brown 准则折减法、工程岩体分级标准等方法对边坡岩土体物理力学参数进行对比分析,从而得出边坡岩土体物理力学参数综合取值如下:

表 3.3-6 边坡岩土体物理力学参数综合取值

岩性	c (kPa)	ϕ (°)	Es (MPa)	E (GPa)	泊松比 μ	重度 γ (kN/m ³)	饱和传导率 (cm/s)
粉质黏土	23.7	16.1	3.28	—	0.35	18.7	151.21×10^{-6}
全风化砂岩	26.8	19.0	4.03	—	0.25	19.2	66.35×10^{-6}
强风化砂岩	30.2	22.7	4.68	—	0.24	19.7	139.05×10^{-6}
中风化砂岩	589.7	26.5	—	2.121	0.17	25.5	429.39×10^{-6}
微风化砂岩	720	41	—	3.742	0.12	27.1	21.99×10^{-6}
中风化花岗岩	859	30.2	—	4.2	0.17	25.5	440×10^{-6}
强风化细晶岩	25.5	20.5	4.5	—	0.25	19.5	139.05×10^{-6}

(4) 设计安全系数

依据《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下表规定的安全系数要求。

表 3.3-7 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。

由于边坡最大高差超过 200 米，因此打石山矿区露天开采工程边坡安全等级为 I 级，选取三种工况下的许用安全系数 $[K]$ 分别为：

工况 1：自重+地下水： $[K] = 1.25$ ；

工况 2：自重+地下水+爆破震动力： $[K] = 1.23$ ；

工况 3：自重+地下水+地震力： $[K] = 1.20$ 。

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

(5) 边坡地质力学模型建立

《边坡稳定性研究报告》根据 6 个典型的工程地质剖面图建立不同地层的极限平衡计算模型，并且根据地下水位的勘测结果在模型中考虑地下水作用的影响，所建立的极限平衡法边坡计算模型如图 3.3-5 所示，开采终了平面及剖面图如图 3.3-3、图 3.3-4 所示。

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

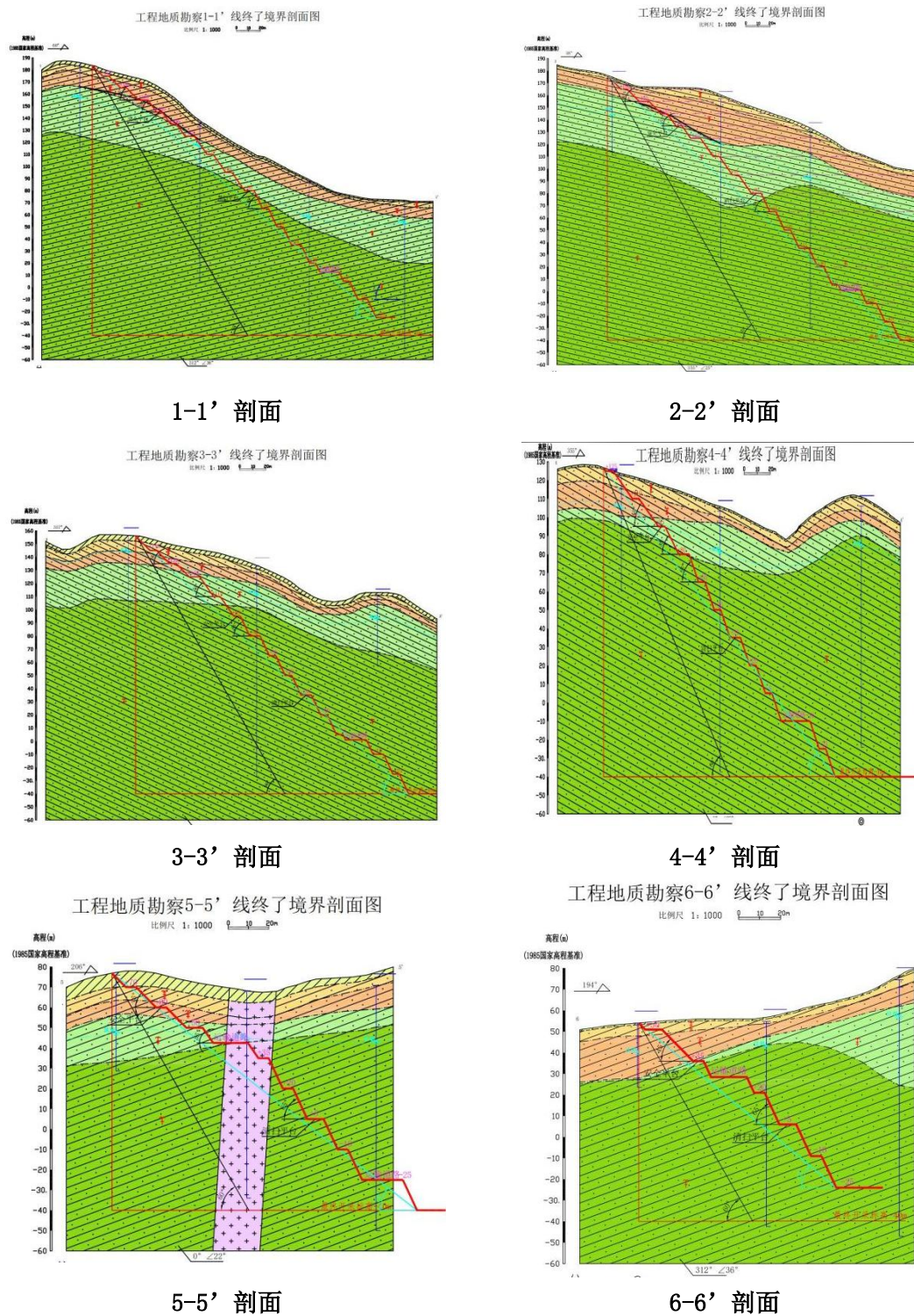


图 3.3-4 选取的剖面图

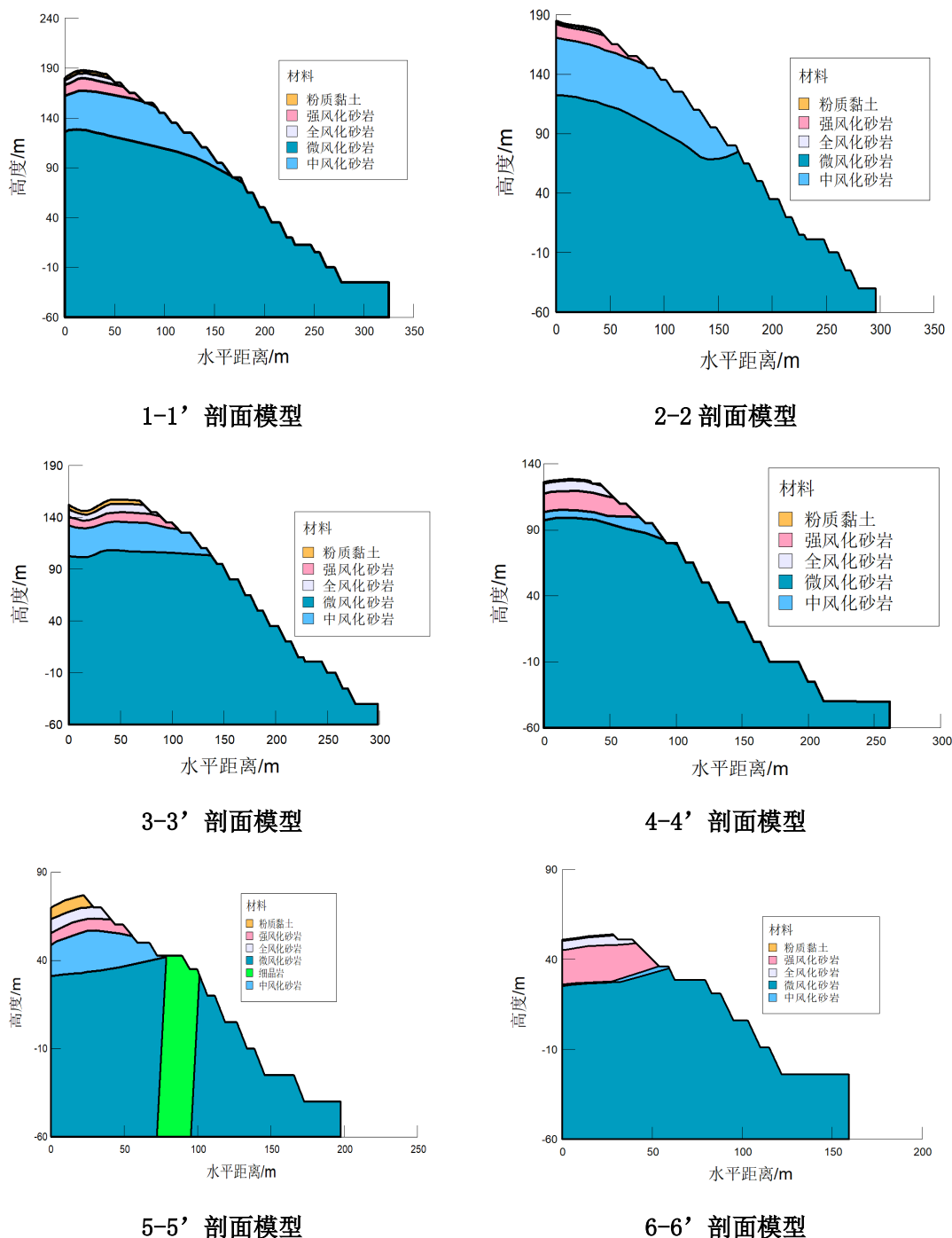


图 3.3-5 不同剖面对应的计算模型

(6) 边坡稳定性分析

《边坡稳定性研究报告》综合考虑岩层产状、节理裂隙、边坡高度等对边坡稳定性的影响和可能产生的组合来分析各分区存在的潜在破坏模式,初步分析岩质边坡可能存在的破坏模式为圆弧滑动破坏以及局部受节理裂隙切割产生楔形体破坏,各边坡破坏模式见下表。

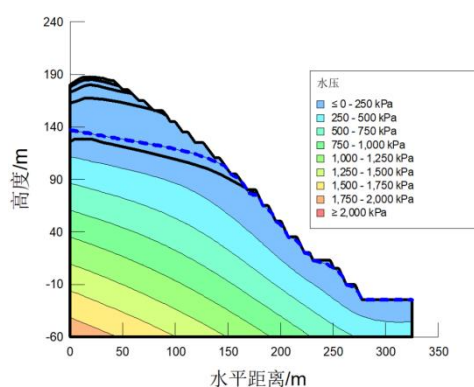
表 3.3-8 矿区边坡破坏模式

边坡分区	边坡地质结构类型	边坡破坏模式
A 区	层状、块状岩体结构	整体圆弧型、局部复合型
B 区	层状、块状岩体结构	整体圆弧型、局部楔体型
C 区	层状、块状岩体结构	整体圆弧型、局部复合型
D 区	层状岩体结构	整体圆弧型、局部复合型

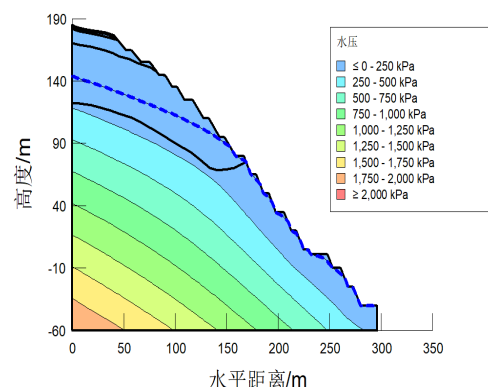
《边坡稳定性研究报告》采用边坡稳定性分析软件 Geo-studio 进行计算, 根据边坡每种岩层各自不同内摩擦角值与内聚力值, 模拟各边坡的潜在滑移面, 并按照极限平衡法则, 采用简化毕肖普法 (Simplified Bishop)、摩根斯坦-普莱斯法 (Morgenstern-Price)、萨尔玛法 (Sarma) 方法进行计算, 局部台阶破坏采用 Swedge 进行楔形体稳定性分析, 并得出滑移面的稳定性系数。

(7) 计算结果分析

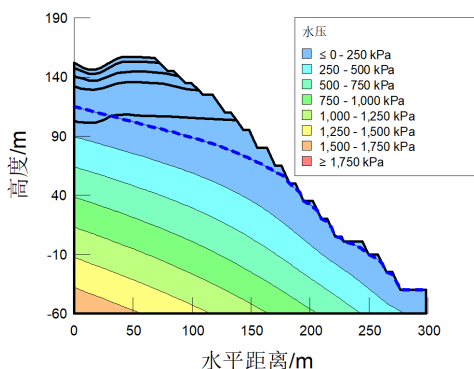
1) 终了边坡渗流分析



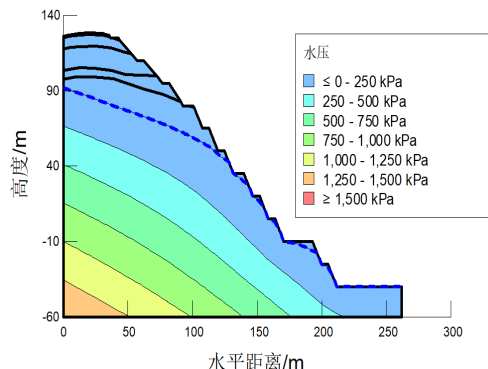
1-1' 剖面



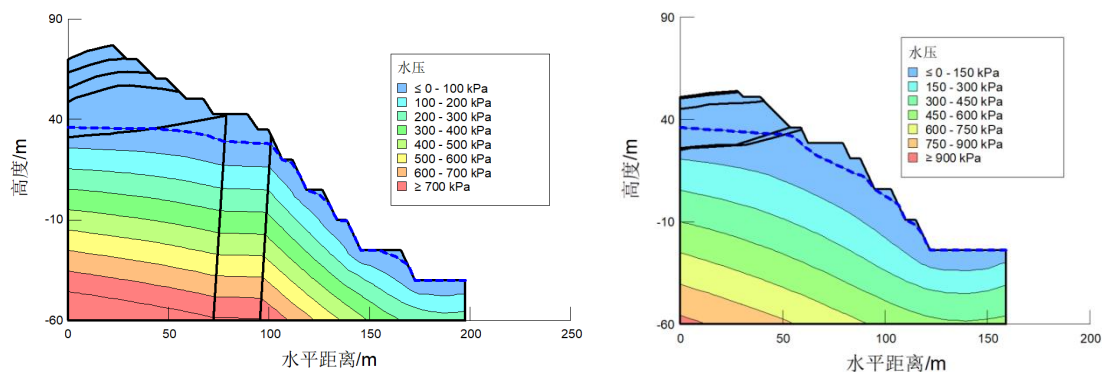
2-2' 剖面



3-3' 剖面



4-4' 剖面



5-5' 剖面

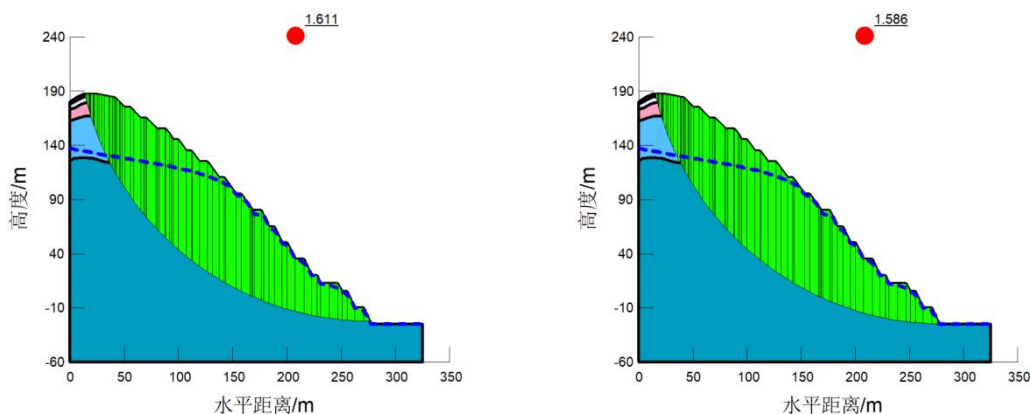
6-6' 剖面

图 3.3-6 终了边坡典型剖面水压分布

由上述计算结果分析, 结合工勘结果, 各剖面地下水分布受到边坡岩性分布的明显影响, 分布方式符合实际。

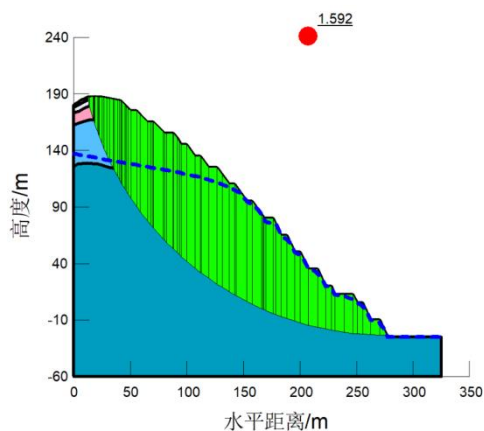
2) 终了边坡稳定性分析

① A 区典型剖面 1-1' 边坡稳定性计算结果



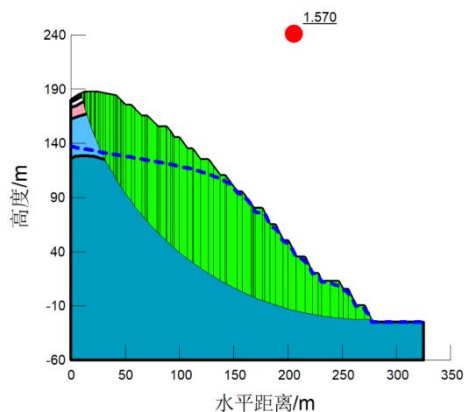
(a) Bishop 法

(b) Morgenstern-Price 法

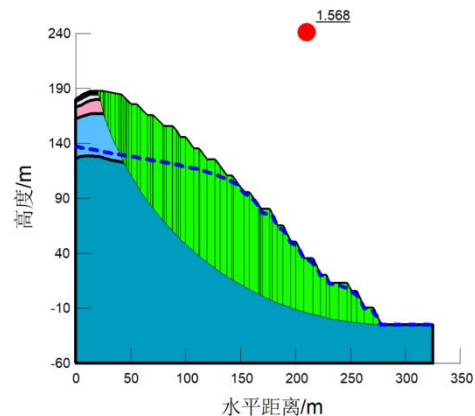


(c) Sarma 法

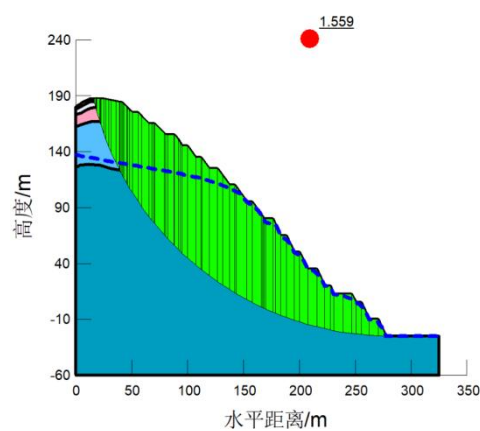
图 3.3-7 荷载 I (自重+地下水) 下剖面 1-1' 安全系数



(a) Bishop 法

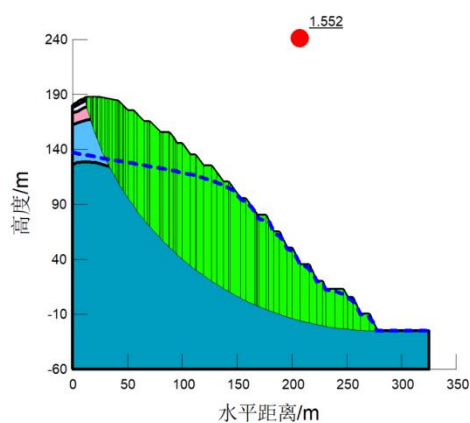


(b) Morgenstern-Price 法

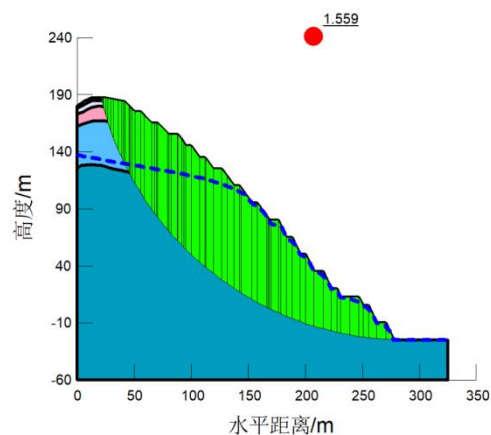


(c) Sarma 法

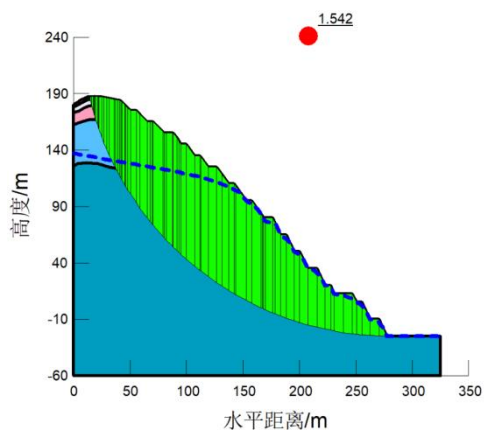
图 3.3-8 荷载组合 II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 1-1 安全系数



(a) Bishop 法



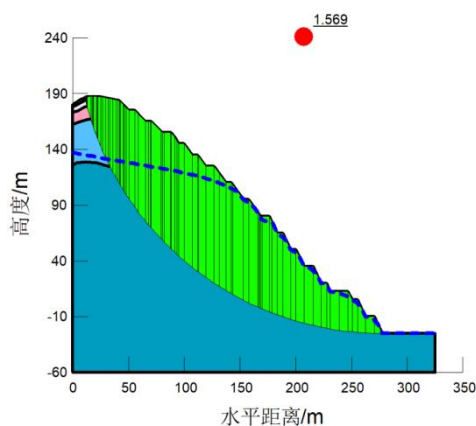
(b) Morgenstern-Price 法



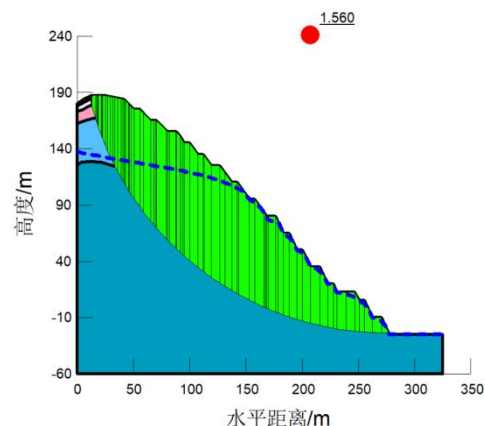
(c) Sarma 法

图 3.3-9 荷载组合 III (自重+地下水+地震力) 下剖面 1-1 安全系数

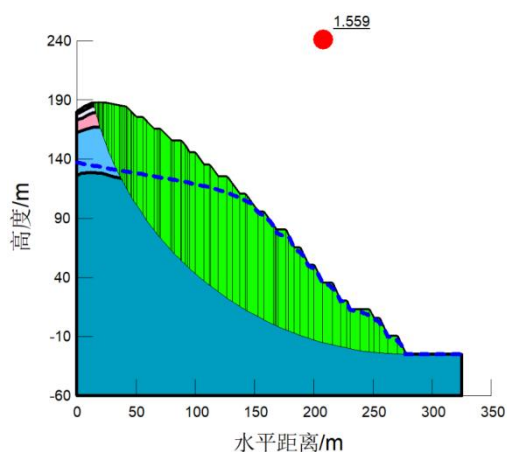
② B 区典型剖面 2-2 边坡稳定性计算结果



(a) Bishop 法



(b) Morgenstern-Price 法



(c) Sarma 法

图 3.3-10 荷载 I (自重+地下水) 下剖面 2-2 安全系数

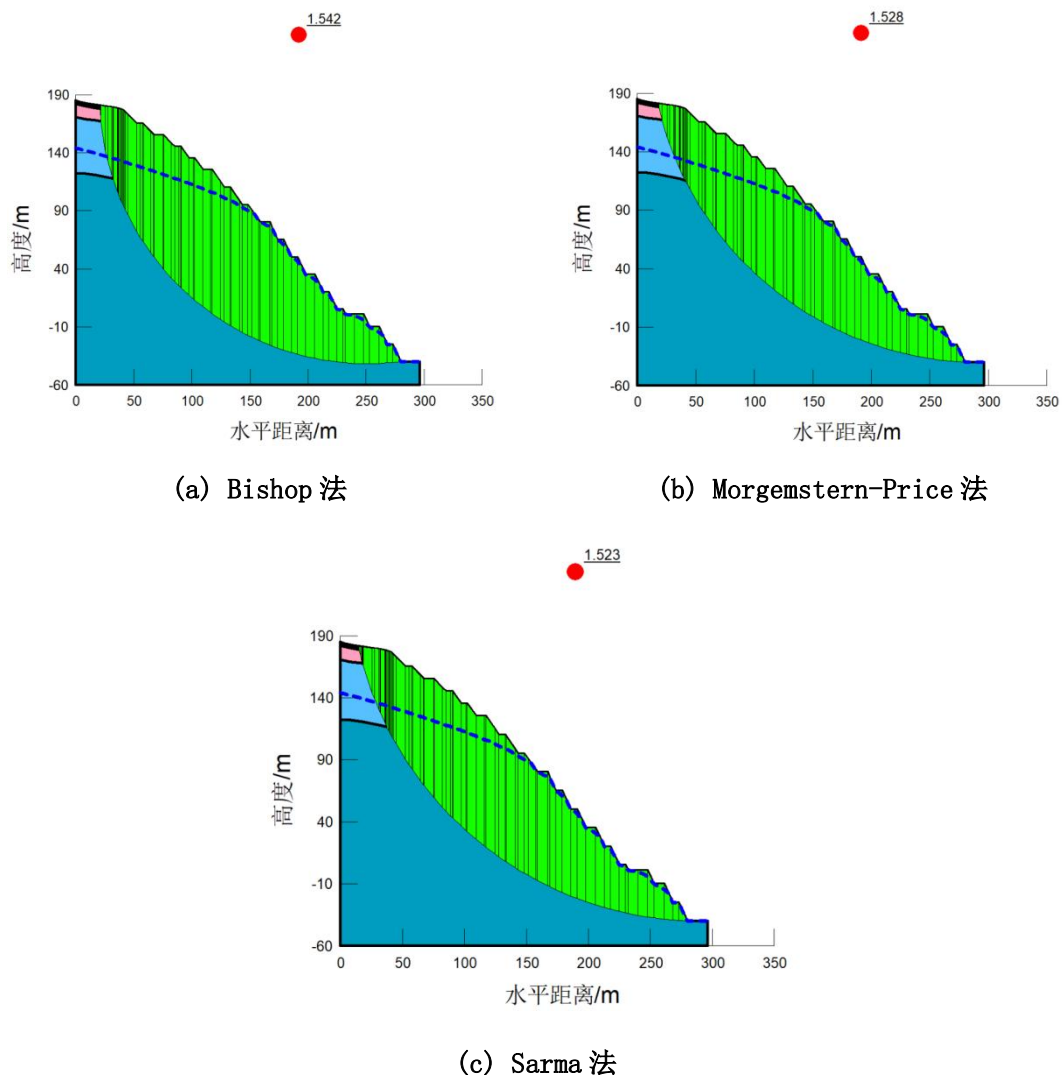
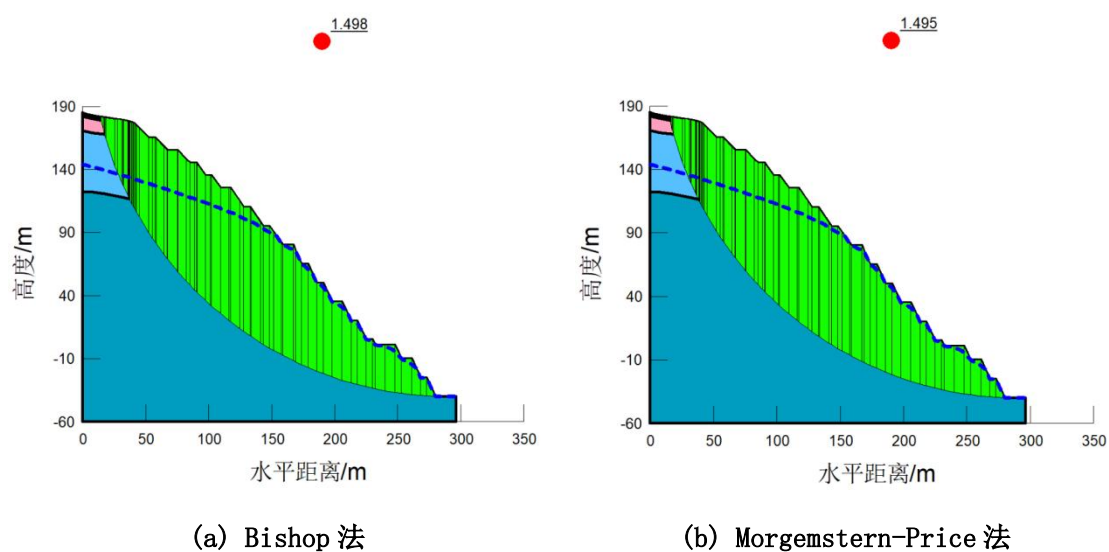
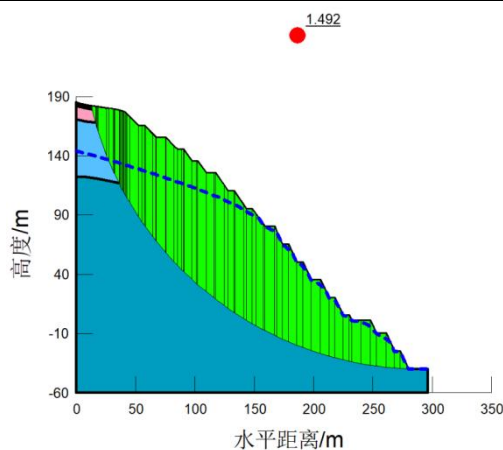


图 3.3-11 荷载组合 II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 2-2 安全系数

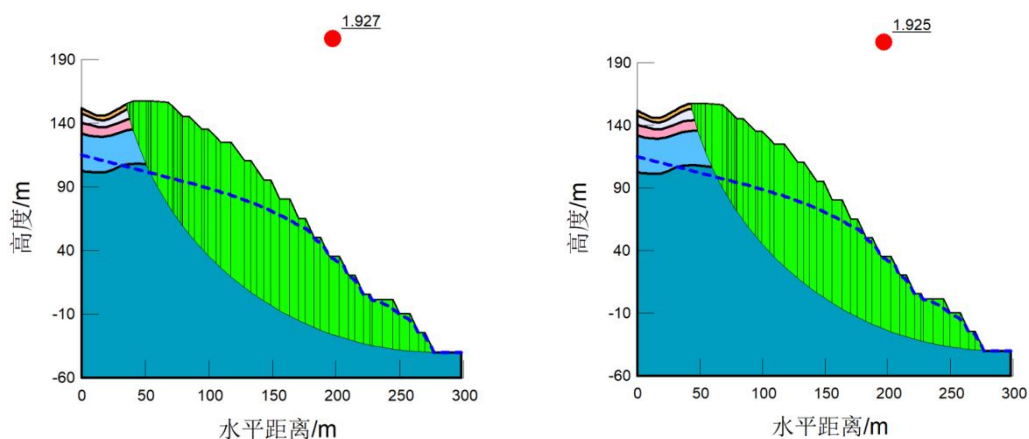




(c) Sarma 法

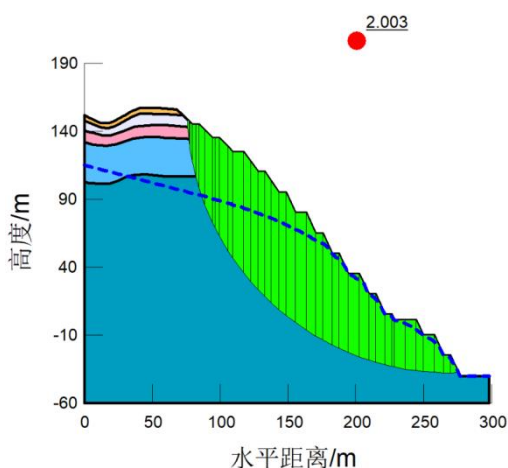
图 3.3-12 荷载组合 III (自重+地下水+地震力) 下剖面 2-2 安全系数

③ C 区典型剖面 3-3 边坡稳定性计算结果



(a) Bishop 法

(b) Morgenstern-Price 法



(c) Sarma 法

图 3.3-13 荷载 I (自重+地下水) 下剖面 3-3 安全系数

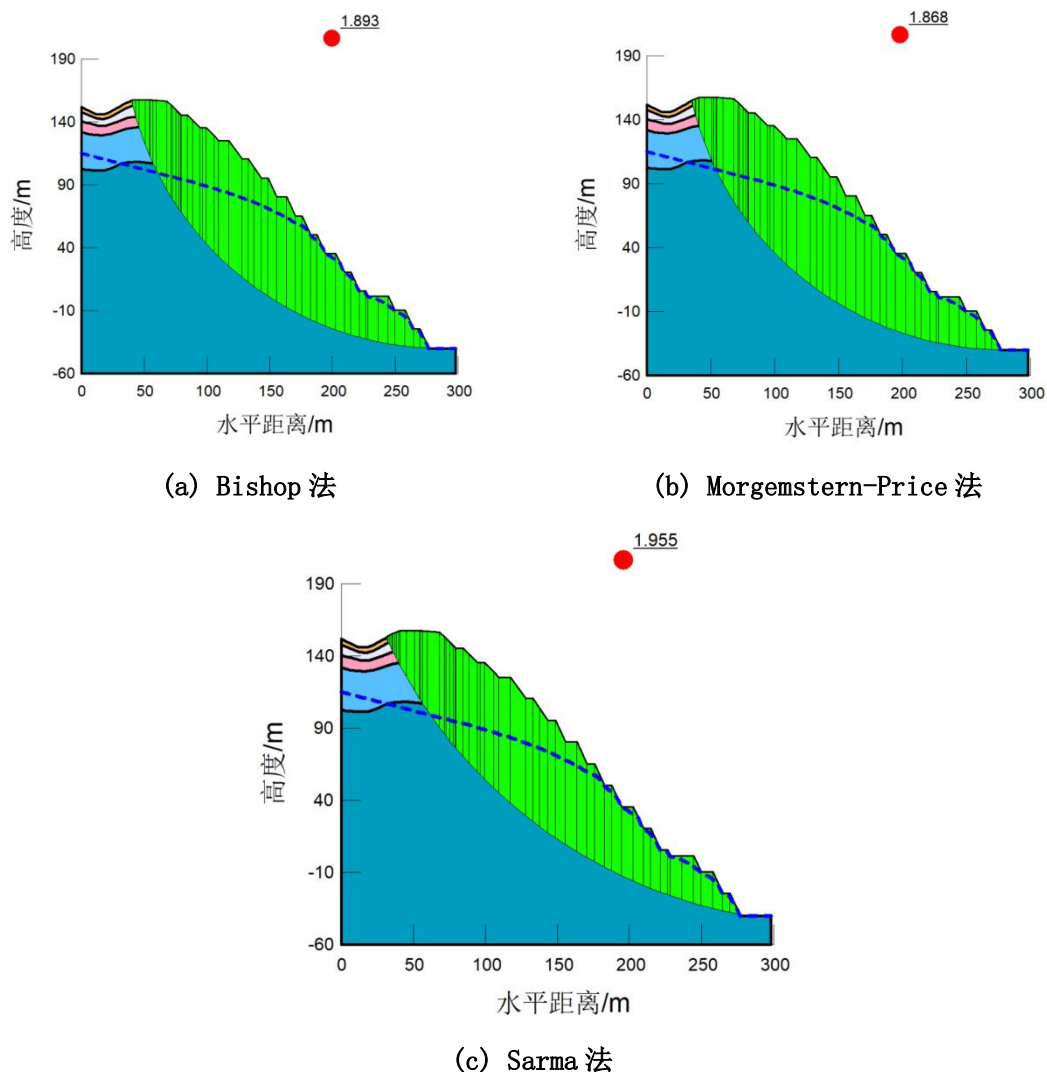
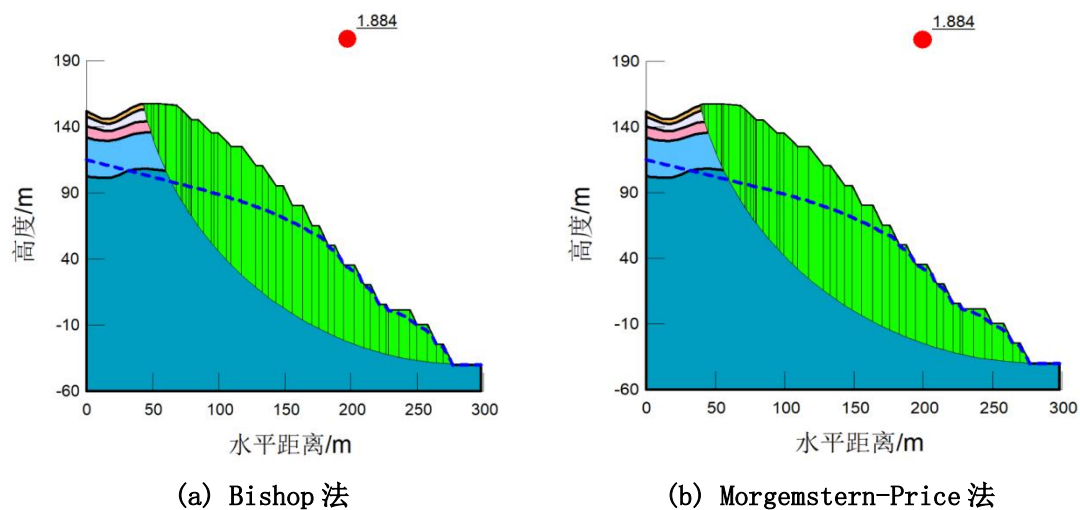
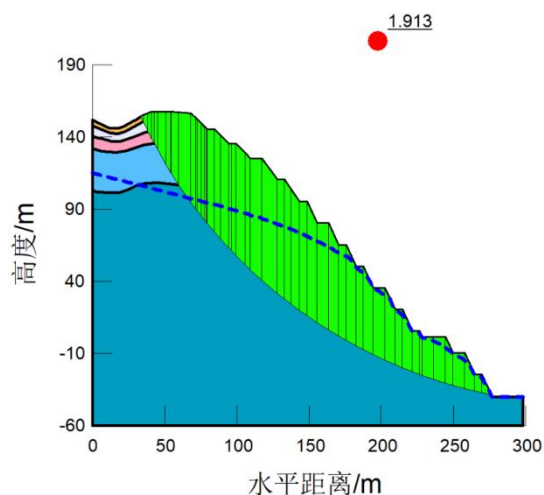


图 3.3-14 荷载组合 II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 3-3 安全系数

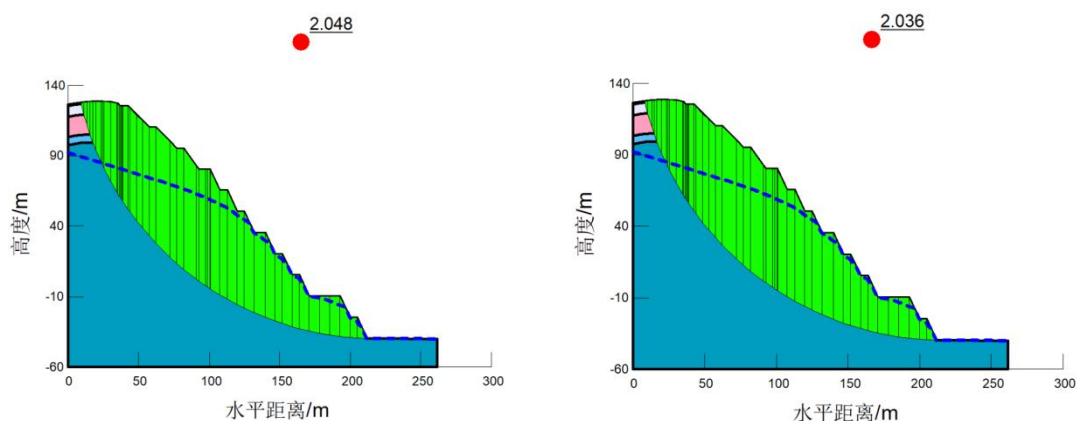




(c) Sarma 法

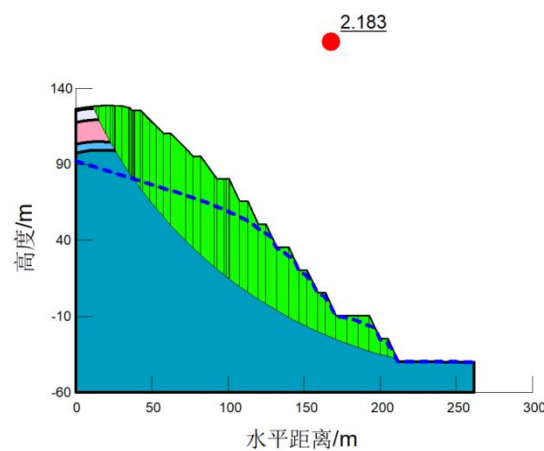
图 3.3-15 荷载组合 III (自重+地下水+地震力) 下剖面 3-3 安全系数

④ C 区典型剖面 4-4 边坡稳定性计算结果



(a) Bishop 法

(b) Morgenstern-Price 法



(c) Sarma 法

图 3.3-16 荷载 I (自重+地下水) 下剖面 4-4 安全系数

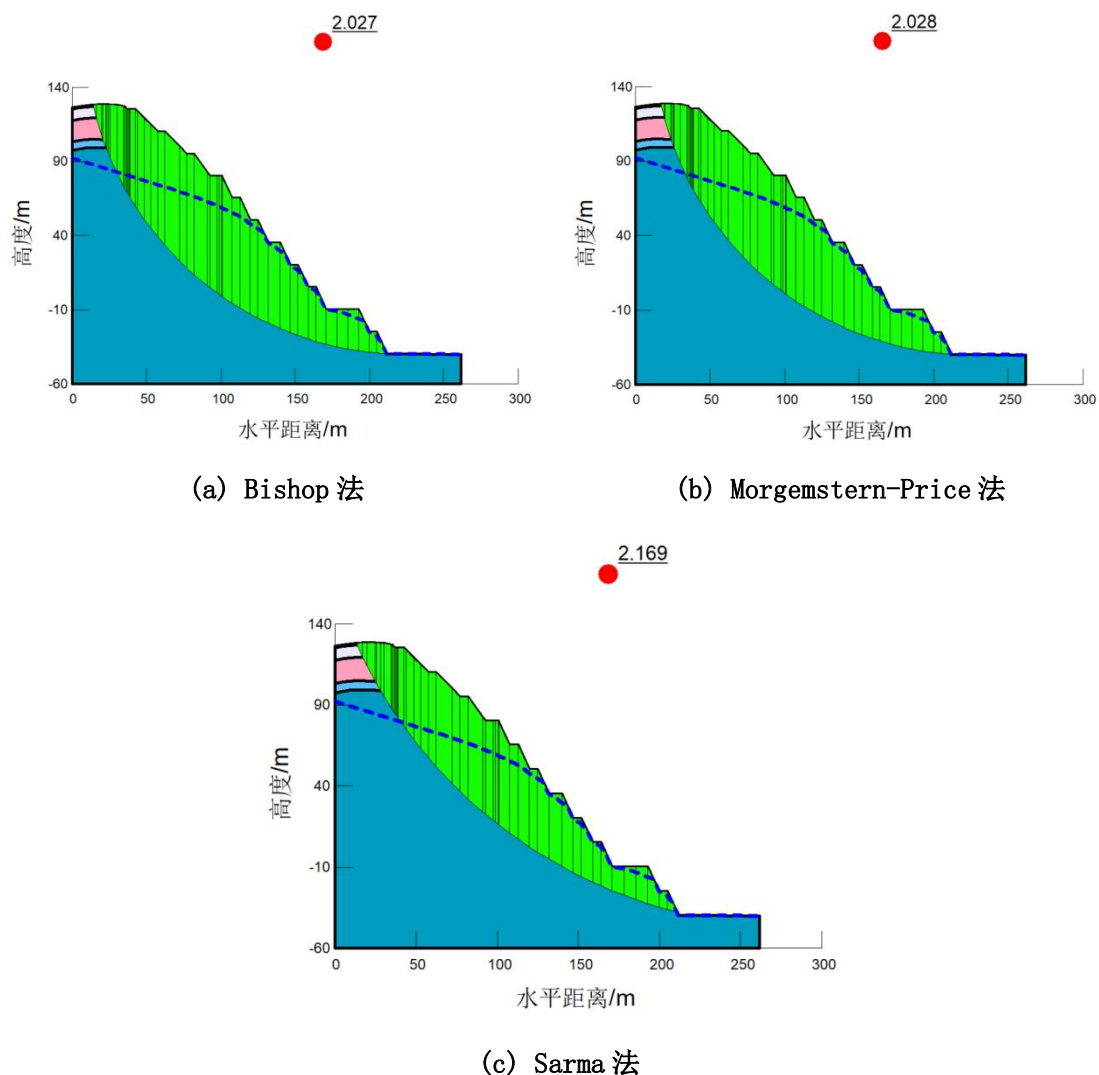
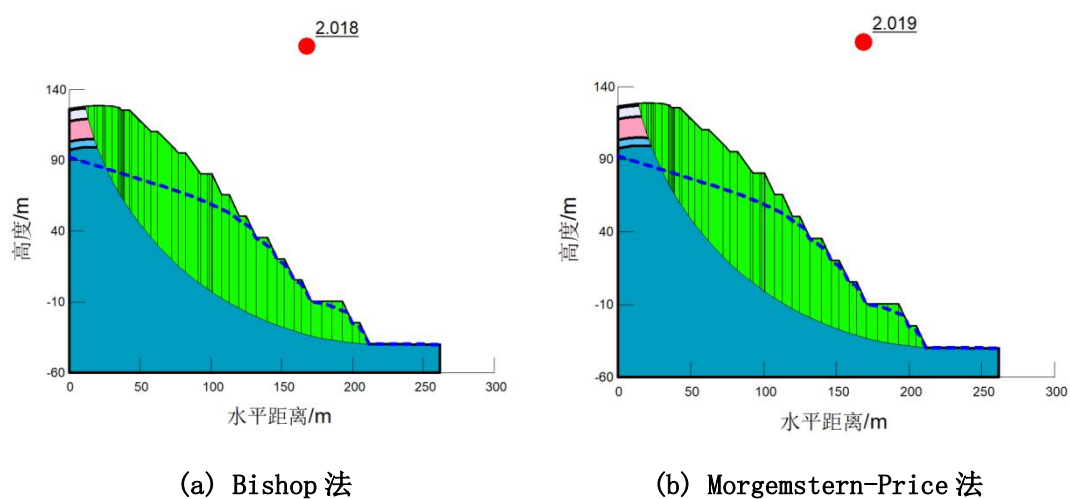
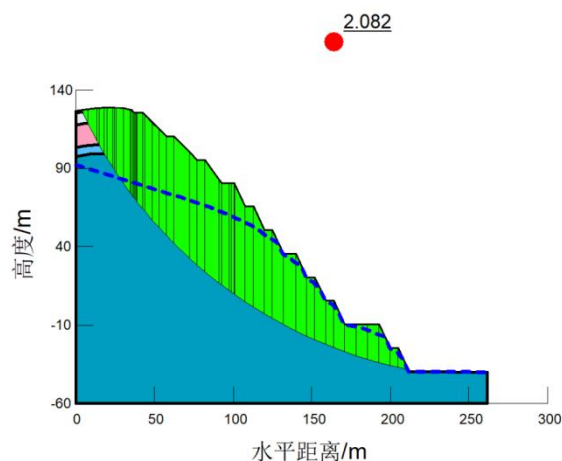


图 3.3-17 荷载组合 II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 4-4 安全系数

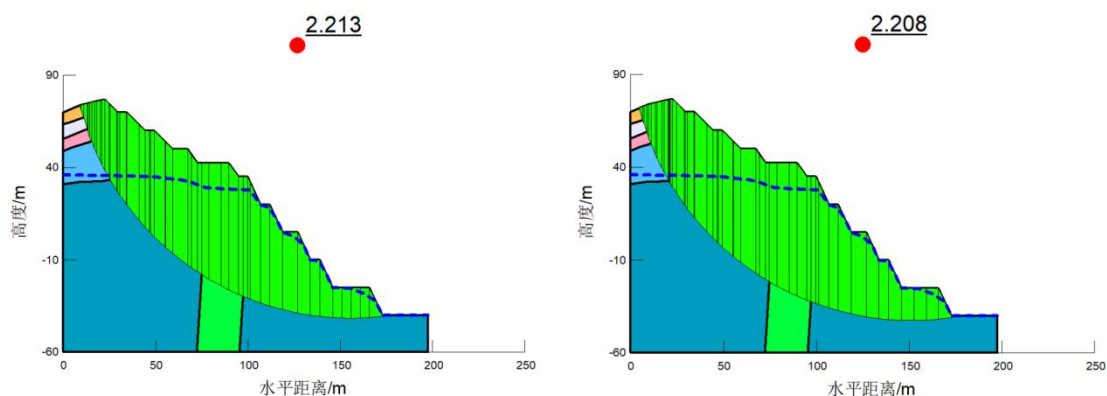




(c) Sarma 法

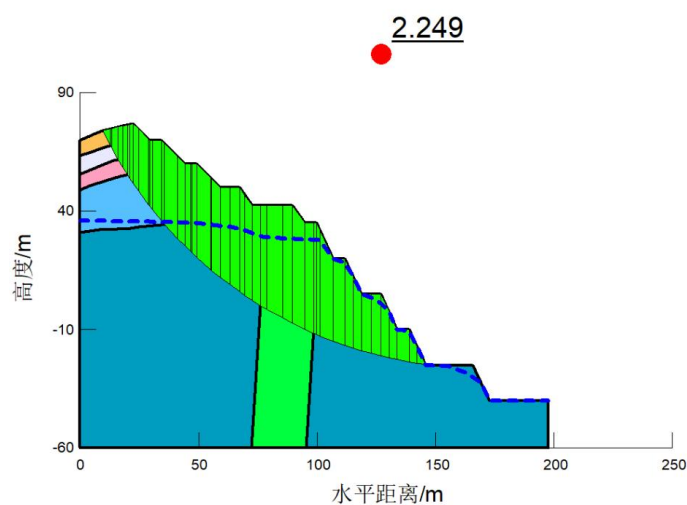
图 3.3-18 荷载组合 III (自重+地下水+地震力) 下剖面 4-4 安全系数

⑤ D 区典型剖面 5-5 边坡稳定性计算结果



(a) Bishop 法

(b) Morgenstern-Price 法



(c) Sarma 法

图 3.3-19 荷载 I (自重+地下水) 下剖面 5-5 安全系数

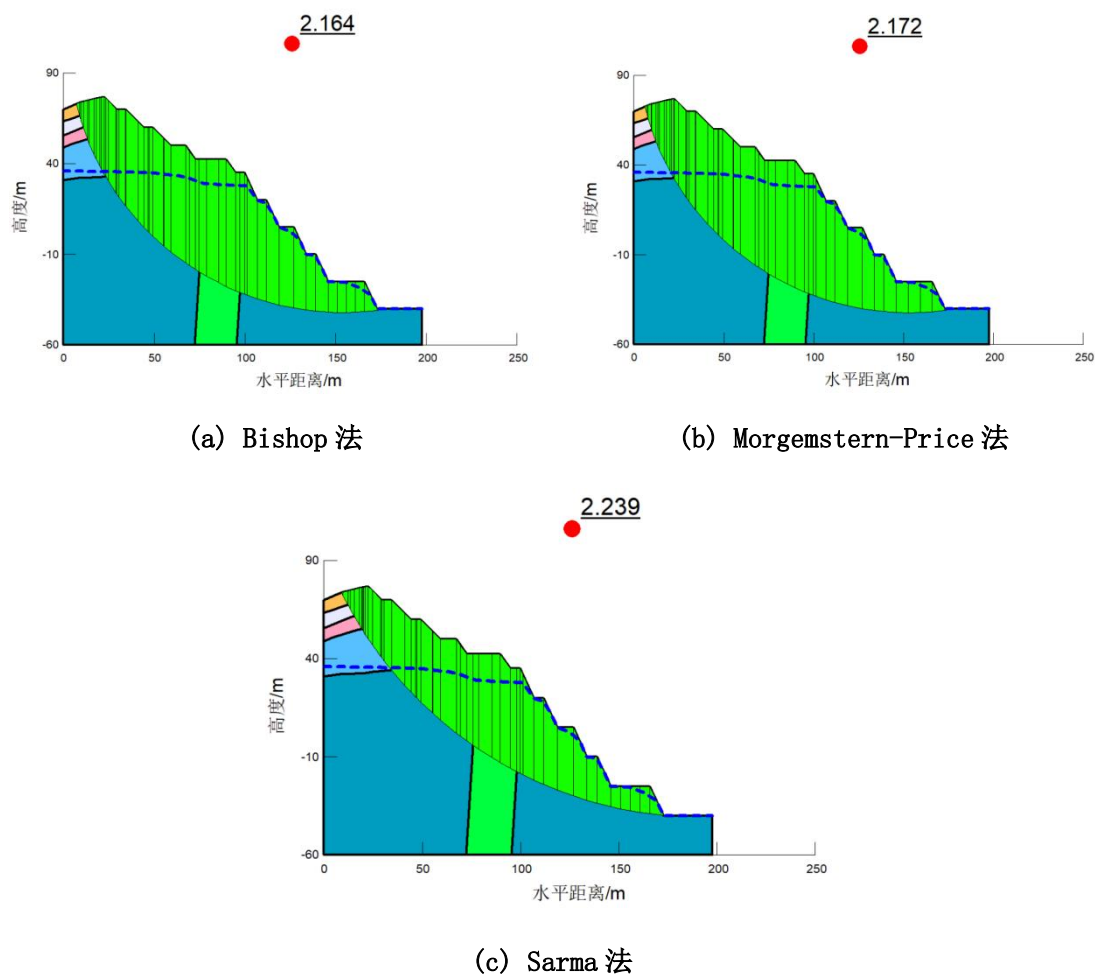
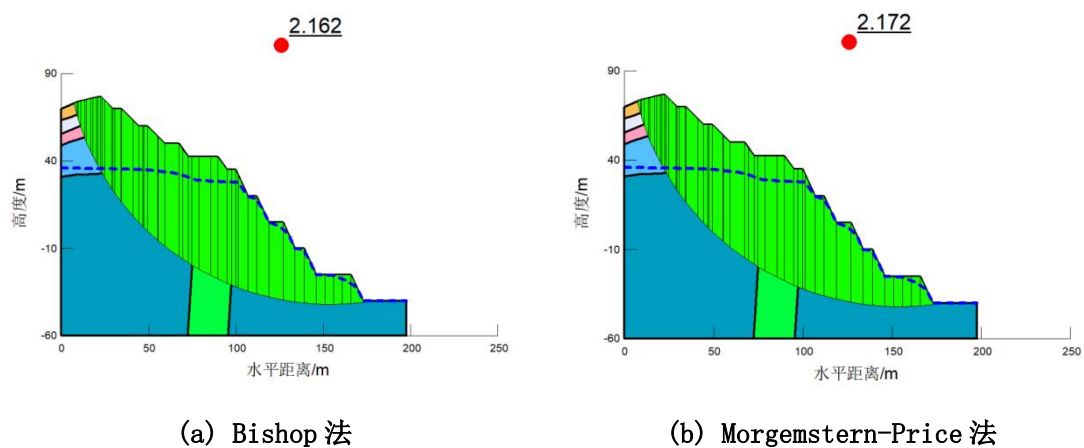
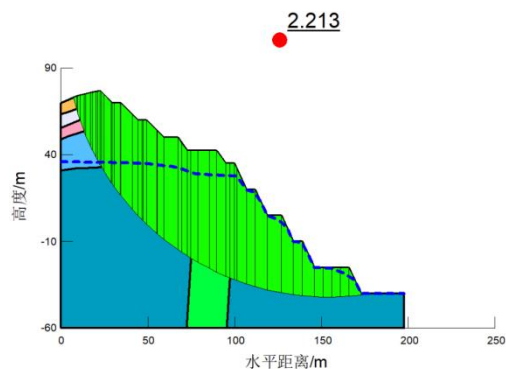


图 3.3-20 荷载组合 II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 5-5 安全系数

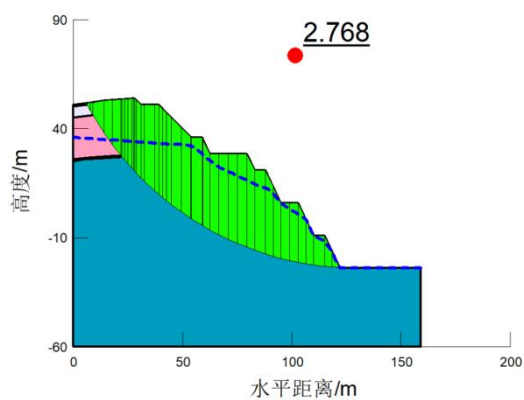




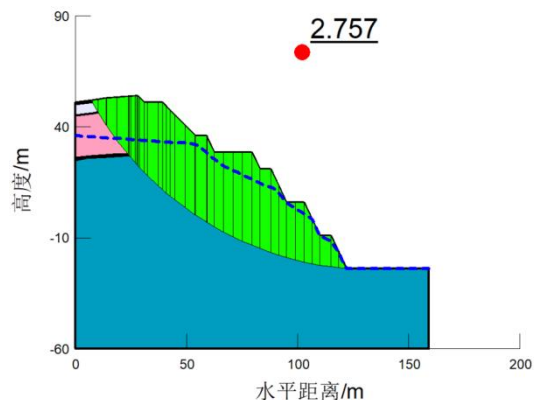
(c) Sarma 法

图 3.3-21 荷载组合 III (自重+地下水+地震力) 下剖面 5-5 安全系数

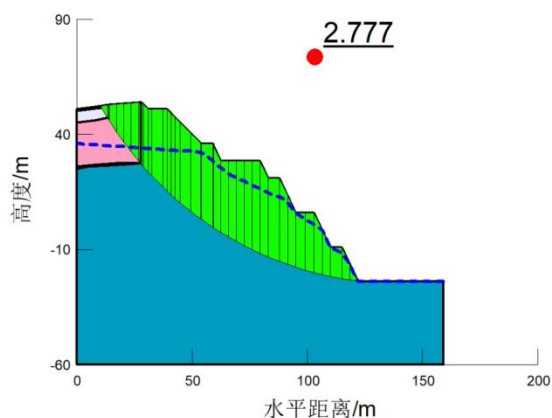
⑥ D 区典型剖面 6-6 边坡稳定性计算结果



(a) Bishop 法



(b) Morgenstern-Price 法



(c) Sarma 法

图 3.3-22 荷载 I (自重+地下水) 下剖面 6-6 安全系数

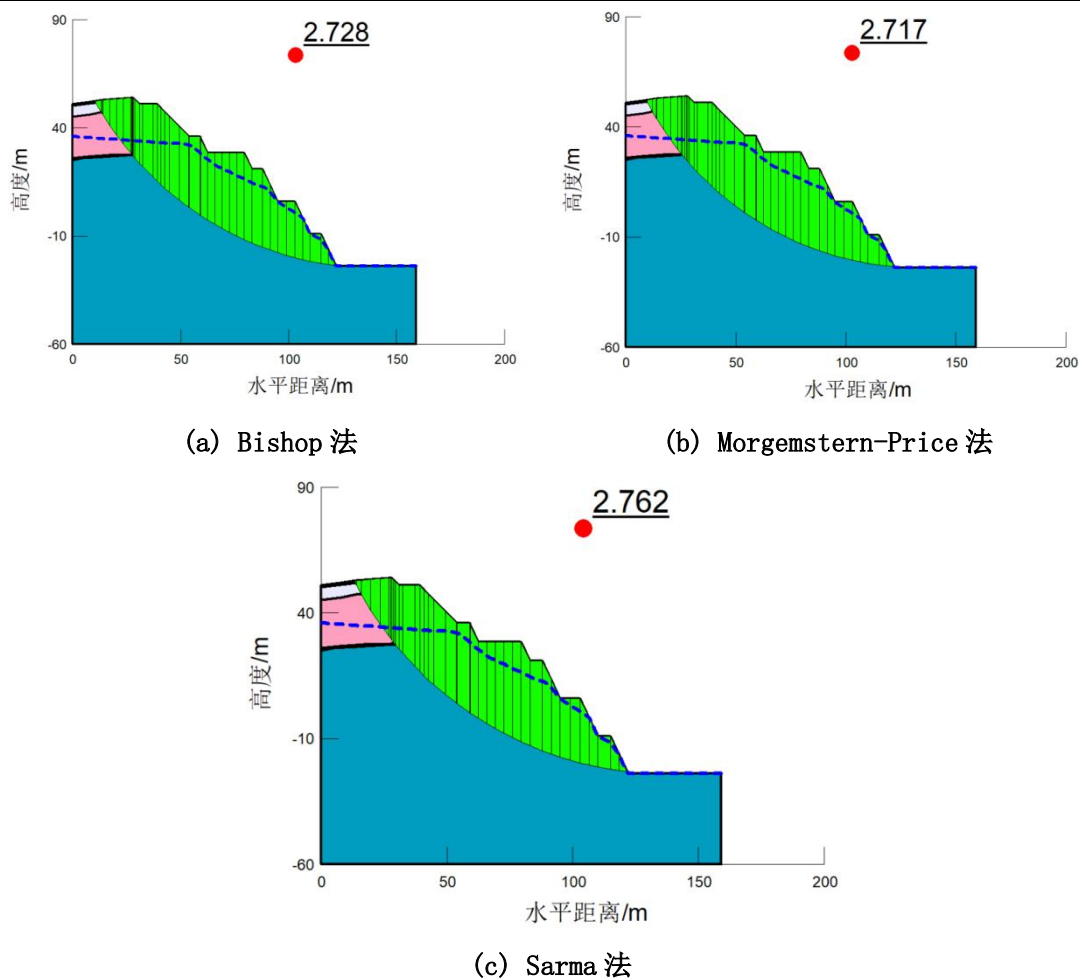
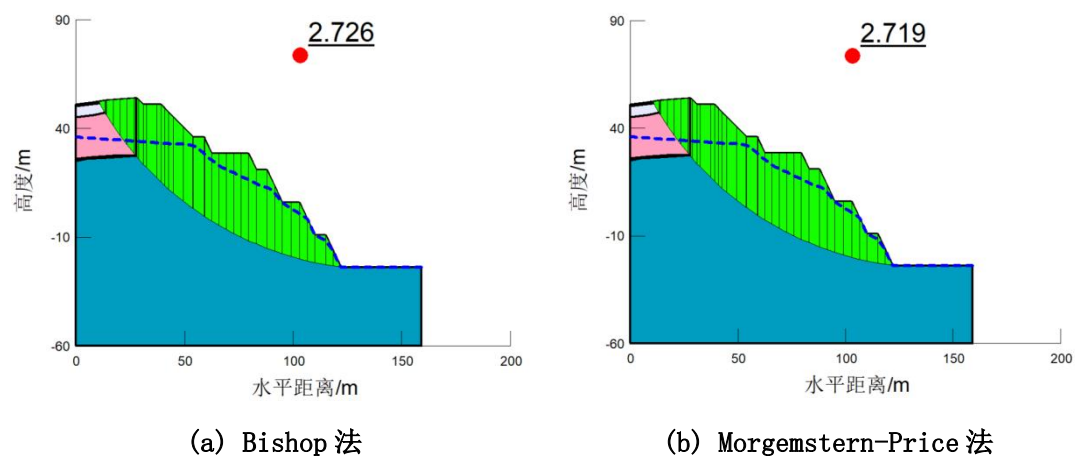
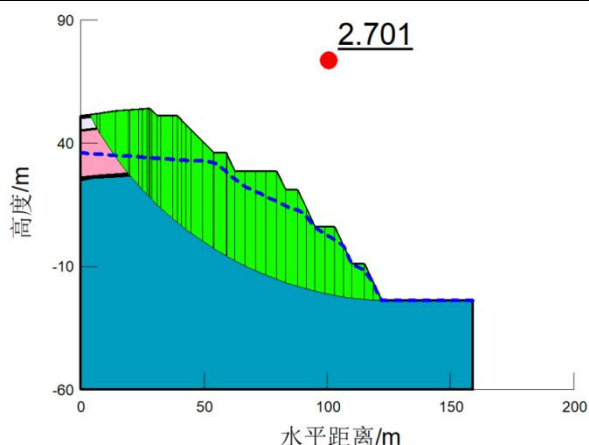


图 3.3-23 荷载组合 II (自重+地下水+爆破振动力) 下剖面 6-6 安全系数





(c) Sarma 法

图 3.3-24 荷载组合 III (自重+地下水+地震力) 下剖面 6-6 安全系数

《边坡稳定性研究报告》采用极限平衡法对露天边坡稳定进行分析计算, 得出露天边坡稳定性系数, 根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》中不同边坡工程安全等级对应的安全系数要求, 终了边坡按照 II 级安全等级的规范, 边坡稳定性计算结果见下表所示。

表 3.3-9 终了边坡稳定性计算结果一览表 (整体边坡安全系数)

	工况	计算方法	A 区	B 区	C 区	C 区	D 区	D 区
			1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6
边 坡 稳 定 性 系 数	荷载 I (自重+地下水)	Bishop 法	1.611	1.569	1.927	2.048	2.213	2.768
		Morgenstern-Price 法	1.586	1.560	1.925	2.036	2.208	2.757
		Sarma 法	1.592	1.559	1.955	2.183	2.249	2.777
	规范规定的安全系数	1.25 (I 级边坡)			1.20 (II 级)			
	荷载组合 II (自重+地下水+爆破振动)	Bishop 法	1.570	1.542	1.893	2.027	2.164	2.728
		Morgenstern-Price 法	1.568	1.528	1.868	2.028	2.172	2.717
		Sarma 法	1.559	1.523	1.955	2.169	2.239	2.762
	规范规定的安全系数	1.23 (I 级边坡)			1.18 (II 级)			

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

	数							
	荷载组合	Bishop 法	1.552	1.498	1.884	2.018	2.162	2.726
	III (自重+ 地下水+地 震力)	Morgenstern-Price 法	1.559	1.495	1.884	2.019	2.172	2.719
		Sarma 法	1.542	1.492	1.913	2.082	2.213	2.701
	规范规定的 安全系 数	1.20 (I 级边坡)			1.15 (II 级)			

由上述计算结果可知, 计算出的矿山露天边坡不同工况下的稳定性系数均大于相对应工况下的规范规定安全系数, 且在规范规定的 II 级重要工程的取值范围内, 边坡稳定安全储备足够, 边坡稳定性满足规范要求。

(8) 边坡角参数优化与调整

通过边坡剖面稳定性分析结果来对整体边坡角进行优化分析, 当总体边坡角在可优化区间取值时, 分析得到三种工况下的安全系数。各分区可达到的计算最大安全边坡角及推荐最优边坡角如下表所示。

表 3.3-10 各分区边坡最大安全边坡角

边坡分区	A 区	B 区	C 区	D 区
设计边坡角	42°	42°	43°	38~40°
边坡高度/m	223	216	166~196	94~117
计算最大 安全边坡角	43.5°	43°	45°	41°
推荐 最优边坡角	≤43.5°	≤43°	≤45°	≤41°

3.3.1.7 露天采场边坡监测分析评价

根据北京科技大学编制的《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程边坡稳定性研究报告》可知:

(1) 边坡分区监测等级

根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(KA/T2063-2018) 的规定, 各区采场边坡安全监测等级见下表。

表 3.3-11 各区采场边坡安全监测等级

分区	高度等级指数 H	坡度等级指数 A	地质条件指数 G	变形指数 D	边坡安全监测等级
A 区	2	1	3	6	二级
B 区	2	1	3	6	二级
C 区	3	1	3	7	三级
D 区	3	1	3	7	三级

《边坡稳定性研究报告》综合考虑变形指数 D 和滑坡风险等级指数 S, 建议对各边坡监测等级均上调一级, 即 A 矿区和 B 矿区边坡安全监测等级为一级, C 和 D 矿区边坡安全监测等级为二级。

(2) 监测项目及要求

根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(KA/T2063-2018) 第 4.3.1 条, 露天矿山采场应结合边坡分区的安全监测等级要求, 对边坡变形、采动应力、爆破震动、水文气象和场内视频进行监测, 边坡安全监测基本指标如下表所示。

表 3.3-12 边坡安全监测基本指标

监测等级	变形监测			采动力监测	爆破振动	水文气象监测			视频监控
	表面位移	内部位移	边坡裂缝		质点速度	渗透压力	地下水位	降雨量	
一级	●	●	○	●	●	●	●	●	●
二级	●	○	○	○	●	○	●	●	●
三级	●	○	○	○	○	○	○	●	●
四级	○	×	○	×	○	×	×	○	○
注: ●应测项, ○可测项, ×不测项									

边坡安全监测等级为一级的采场边坡应设立表面位移监测、内部位移监测、采动应力监测、爆破震动的质点速度监测、渗透压力监测、地下水位监测、降雨量监测和视频监控共 8 项内容。此外,当采场边坡若出现长度超过 5m、宽度大于 1cm 且深度大于 2m 的贯通性裂缝时,应对边坡裂缝实施监测。

《可研报告》中未明确表面位移监测、边坡应力监测、爆破振动监测、地下水位监测、降雨量监测、视频监控等内容,下一步设计阶段应根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(KA/T2063-2018)、《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014)、《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)以及《边坡稳定性研究报告》等要求补充完善边坡监测系统设置情况。

3.3.1.8 单元小结

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

本单元应注意以下问题:

(1) 下一阶段设计单位应依据《边坡稳定性研究报告》提出的建议确定合理的露天开采境界参数。

(2) 下一步设计阶段应根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(KA/T2063-2018)、《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014)、《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)以及《边坡稳定性研究报告》等要求补充完善边坡监测系统设置情况。

(3) 企业应加强采场边坡稳定性监测系统的维护工作,定期通过监测数据分析采场的边坡稳定状况。

(4) 随着开采深部岩体暴露,受爆破震动及风化作用影响,边坡工程及水文地质情况将发生变化,实际开采阶段岩土工程资料与原设

计不符时, 建议进行开采阶段采场边坡勘察工作, 校核评价边坡稳定性。

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

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

(7) 矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度, 现状高度 100 米及以上的边坡, 应每年进行一次边坡稳定性分析; 现状高度 100 米以下的边坡, 每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析。

3.3.2 穿孔爆破子单元

3.3.2.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析 (PHA)

表 3.3-13 穿孔爆破子单元预先危险性分析表

危险、有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害	不按规程操作; 凿岩机砸、夹、挤伤人, 断钎伤人, 钻架倾倒, 风、水管摆动或飞出伤人。	人员受伤	II	严格按照操作规程使用凿岩机; 防范断钎伤人。
火药爆炸及爆破伤害	爆破设计、审批不严格; 炮孔施工、验收不严格; 爆破组织松散, 机械不到位; 爆破作业场所混乱; 炸药控制不严格; 爆破器材不合格; 爆破作业后检查不到位, 没有彻底清理未爆炸的残余炸药, 瞎炮处理不当; 装药、起爆工艺不合理或违章作业;	致残或死亡	III	严格执行爆破设计、审批制度, 按设计严格炮孔施工、验收, 严格爆破组织及爆破安全管理; 严格执行爆破器材检验制度; 规范爆破作业场所, 加强现场爆破器材安全管理; 严格执行《爆破安全规程》; 爆破作业人员要 100%持证上岗。

危险、有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
	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。			

3.3.2.2 穿孔爆破安全检查表

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）及《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一〔2015〕13 号）对本项目穿孔爆破进行安全检查。详见表 3.3-14。

表 3.3-14 穿孔爆破安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	露天爆破作业时，应建立避炮掩体，避炮掩体应设在冲击波危险范围之外，结构应坚固紧密；掩体位置和方向应能防止飞石和有害气体的危害；通达避炮掩体的道路不应有任何障碍。	《爆破安全规程》（GB6722-2014）第 7.1.1 条	可研未明确在爆破危险区内设置避炮棚、爆破警报器等安全设施。	下一阶段设计中需完善
2	扩壶爆破（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）。	国家安全监管总局关于发布金属非金属	设计采用中深孔爆破。	符合要求
3	掏底崩落、掏挖开采、不分层的“一面墙”开采（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）。	属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知	设计采用分台阶开采，台阶高度 15m。	符合要求
4	使用爆破方式对大块矿岩进行二次破碎（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）。	安监总管一〔2015〕13 号	二次破碎采用液压挖掘机配备破碎锤。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
5	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）。		设计采用液压挖掘机进行铲装作业。	符合要求
6	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）。		采用有捕尘装置的潜孔钻进行穿孔作业。	符合要求
7	主要无轨运输巷道及露天采场采用人力或畜力运输矿岩（金属非金属地下矿山及露天矿山自发布之日起一年后禁止使用）。		采用汽车运输矿岩到破碎站。	符合要求

3.3.2.3 爆破振动效应评价

爆破过程中，由于炸药的多余能量不可避免会转换变为振动波，从爆源以波的形式向外层工作介质传播，最后传播到对象表面，从而产生负面效应的爆破振动。在爆破区域的特定范围中，当爆破振动超过一定限度时，会对周围建（构）筑物与工程设施等造成破坏。因此，在实际工程中，应通过采取多种综合措施来控制爆破效应，减少一次爆破的振动规模及危害，选择最佳爆破工作参数来保障建（构）筑物和运行设备的安全。

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）的有关规定，爆炸源与人员及其他保护对象之间的安全距离，应按爆破产生的地震波、冲击波和个别飞散物等分别核定，并取最大值。

（1）爆破振动安全距离

爆破振动的效应取决于同时起爆的炸药量、爆破约束条件、岩石特性、距爆破点的距离及地面覆盖物的特征等，条件不同差异很大。

本工程的保护对象为矿山周边居民、岩质边坡、水库、排土场及加工厂，根据《爆破安全规程》（GB 6722-2014）要求，按照爆破地

震对建构筑物的安全距离来确定最大一段装药量。

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

式中：R-爆破振动安全允许距离（m）；

Q-最大一段药量（kg）；

V-保护对象所在地质点振动安全允许速度（cm/s）；

K、 α -与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数，K、 α 的取值参见下表。

表 3.3-15 爆区不同岩性的 K、 α 值

岩性	K	α
坚硬岩石	50~150	1.3~1.5
中硬岩石	150~250	1.5~1.8
软岩石	250~350	1.8~2.0

根据矿区矿石试验结果，岩石抗压强度平均为 71.6MPa，属半坚硬至较坚硬岩石。工程地质性状较好，自稳能力较强，可爆性较好。

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）的相关规定，露天台阶深孔爆破的主振频率为 f 在 10Hz~60Hz 之间。根据本项目岩石条件和深孔爆破具体实施方案，K 取值范围为 150~250， α 取值范围为 1.5~1.8。根据上述爆破开采对象岩性，取 K=180，取 α =1.65 进行核验。

根据《爆破安全规程》（GB 6722-2014）中对建（构）筑物的爆破振动安全允许标准，见下表。

表 3.3-16 爆破振动安全允许标准

序号	保护对象类别	安全允许振速 v/(cm/s)		
		F<10Hz	10Hz~50Hz	f>50Hz
1	土窑洞、土坯房、毛石房屋	0.15~0.45	0.45~0.9	0.9~1.5
2	一般民用建筑物	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0
3	工业和商业建筑物	2.5~3.5	3.5~4.5	4.2~5.0
4	一般古建筑与古迹	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.5

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	保护对象类别	安全允许振速 $v/(cm/s)$		
		$F<10Hz$	$10Hz\sim50Hz$	$f>50Hz$
5	运行中的水电站及发电厂中心控制室设备	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.9
6	水工隧道	7~8	8~10	10~15
7	交通隧道	10~12	12~15	15~20
8	矿山巷道	15~18	18~25	20~30
9	永久性岩石高边坡	5~9	8~12	10~15
10	新浇大体积混凝土 (C20) :			
	龄期: 初凝~3d	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0
	龄期: 3d~7d	3.0~4.0	4.0~5.0	5.0~7.0
	龄期: 7d~28d	7.0~8.0	8.0~10.0	10.0~12

爆破振动监测应同时测定质点振动相互垂直的三个分量。

注 1: 表中质点振动速度为三个分量中的最大值, 振动频率为主振频率。

注 2: 频率范围根据现场实测波形确定或按如下数据选取: 硐室爆破 $f<20Hz$, 露天深孔爆破 f 在 $10Hz\sim60Hz$ 之间, 露天浅孔爆破 f 在 $40Hz\sim100Hz$ 之间; 地下深孔爆破 f 在 $30Hz\sim100Hz$ 之间, 地下浅孔爆破 f 在 $60Hz\sim300Hz$ 之间。

设计采用深孔爆破方式, 其爆破振动主振频率 f 在 $10Hz\sim60Hz$ 之间。参照表 3.3-17, 为 300m 外民房的结构安全, 其最低安全允许质点振动速度按 $0.45cm/s$ 进行校核; 新建矿石破碎加工装置按“工业和商业建筑物”的最低安全允许质点振动速度 $3.5cm/s$ 进行校核。

根据公式计算爆破时不同保护对象所在处产生的爆破振动; 结合可研报告中减弱松动控制爆破方案, 需保护的建构筑物质点振动速度分别按 80kg (对应的距离为 50m~200m) 的最大段药量进行爆破安全校核。

当最大段药量为 80kg (保护对象 300m 外松动爆破的最大段药量为 110kg), 取 $K=180$, 取 $\alpha=1.65$ 时, 距离为 50m 处的质点振动速度按如下公式计算:

$$Q_{\max}=R^3(V/K)^{3/\alpha}$$

表 3.3-17 K=180, a=1.65 时允许每段药量 Q 计算表 (Kg)

距离 (m)	50	200	250	300
质点振动速 (cm/s)	3.153	0.320	0.221	0.195

由上表中可以看出, 针对矿区内需保护建构筑物所采取的减弱松动爆破, 最大段药量为 80kg 时, 结合“安全允许振动速度”中分析的各类需保护对象允许的质点振动速度值, 对比可知, 设计爆破开采区内的爆破振动速度均小于各需保护对象的安全允许振动速度, 即爆破振动危害均在受控范围内, 详见下表。

表 3.3-18 爆破振动防护距离表

保护对象类别	距爆破区最近距离 (m)	最大段药量 (kg)	最高质点振动速度 (cm/s)	标准 (cm/s)	校核结果
排土场	50	80	3.153	18.00	安全
水库及破碎加工区	300	110	0.195	3.50	安全

(2) 爆破冲击波安全距离计算

空气冲击波对地面建筑物的安全距离计算公式:

$$R_K = K_K \sqrt[3]{Q}$$

式中: R_K -空气冲击波的安全距离, m;

K_K -与爆破作用和破坏状态有关的系数, 取 2;

Q-最大一段装药量, 80kg。

经计算, 爆破空气冲击波安全距离为 17.89m。

(3) 爆破飞石安全距离

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

表 3.3-19 个别爆破飞散物安全距离表

爆破类型和方法		最小安全允许距离 (m)
露天岩土 爆破	浅孔爆破法破大块	300
	浅孔台阶爆破	200 (复杂地质条件下或未形成台阶工作

爆破类型和方法		最小安全允许距离 (m)
		面时不小于 300)
	深孔台阶爆破	按设计, 但不小于 200
	硐室爆破	按设计, 但不小于 300

沿山坡爆破时, 下坡方向的飞石安全允许距离应增大 50%。

爆破飞石安全距离计算公式:

公式一:

$$R_f = K_f q D$$

式中: R_f —个别飞石 (土) 的安全距离, m;

K_f —安全系数, 与爆破方式、填塞状况、地质地形有关的系数, $K_f=1.0-1.5$;

q —单位炸药消耗量, kg/m^3 ;

D —炮孔直径, mm。

当深孔台阶爆破 $D_{\max}=115\text{mm}$, $q_{\max}=0.35\text{kg}/\text{m}^3$, $K_f=1.25$ 时, $R_f=1.25 \times 0.35 \times 115=50.31$ (m)。

公式二:

$$R_f = 70K^{0.58}$$

式中, K 为炸药单耗, kg/m^3 , 取 $0.35\text{kg}/\text{m}^3$, 计算得: $R_f=38.08\text{m}$ 。

综合上述计算取大值, 即爆破飞石飞散距离为 50.31m。小于爆破作业区的最小距离。

通过设计确定的爆破参数, 分别对爆破振动、爆破冲击波及爆破飞石安全距离进行了校核, 根据校核结果和《爆破安全规程》(GB6722-2014) 的要求: 爆破安全距离不小于 200m, 下坡方向的安全距离应增大 50%。设计确定背坡方向爆破安全距离为 200m, 下坡方向爆破安全距离为 300m, 满足规范要求。

由于实际爆破点的位置是不断变化的, 因此, 每次实际警戒范围按爆破点的实际位置, 依设计要求的距离派出警戒人员, 爆破开始前所有人员必须及时撤离到安全警戒线以外的安全地区。

3.3.2.4 单元小结

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

本单元应注意以下问题：

(1) 下一阶段设计应明确爆破危险区内设置避炮棚、爆破警报器等安全设施。

(2) 下一阶段设计应进一步对爆破振动允许的安全距离及爆破飞石安全距离进行核算。

(3) 建议企业开展爆破振动测试，持续优化爆破设计。

3.3.3 铲装子单元

3.3.3.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.3-20 铲装子单元预先危险性分析表

危险、有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
物体打击	铲装作业时铲斗下方有人，矿岩掉落； 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。	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	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。	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。
触电	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；	人员伤亡、设备损坏	II	对用电设备电缆采取保护措施，防止爆破、滚石、车辆对其造成损坏； 严格执行操作规程； 电气设备采用保护接地； 设置当心触电的警示标志；

危险、有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
	作业无人监护; 安全装置失效; 个人防护措施不全; 其他违章操作。			在断电的线路上作业时, 该线路的电源开关把手必须悬挂警示牌; 电气设备可能被人所触及的裸露带电部分, 设置警戒标志; 定期检查电气线路及设备。

3.3.3.2 铲装安全检查表

根据《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 对本项目铲装作业进行安全检查。详见表 3.3-21。

表 3.3-21 铲装作业安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
1	自卸汽车装载应遵守如下规定: ——停在铲装设备回转范围 0.5m 以外; ——驾驶员不离开驾驶室, 不将身体任何部位伸出驾驶室外; ——不在装载时检查、维护车辆。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.2 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
2	铲装设备工作应遵守下列规定: ——悬臂和铲斗及工作面附近不应有人停留; ——铲斗不应从车辆驾驶室上方通过; ——人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留; ——不应调整电铲起重臂。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.4 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
3	多台铲装设备在同一平台上作业时, 铲装设备间距应符合下列规定: ——汽车运输: 不小于设备最大工作半径的 3 倍, 且不小于 50m。	《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

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
4	上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.6 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
5	铲装时铲斗不应压、碰运输设备；铲斗卸载时，铲斗下沿与运输设备上沿高差不大于 0.5m；不应用铲斗处理车箱粘结物。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.7 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
6	发现悬浮岩块或崩塌征兆时，应立即停止铲装作业，并将设备转移至安全地带。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.8 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
7	铲装设备行走应遵守下列规定： ——应在作业平台的稳定范围内行走； ——上、下坡时铲斗应下放并与地面保持适当距离。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.10 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

3.3.3.3 单元小结

可研中对铲装运输方式进行了简单设计，需在下一阶段的设计中完善相关安全措施。

本单元应注意以下问题：

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

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

(3) 下一阶段设计需完善上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲

装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。

(4) 下一阶段设计应补充采掘、运输设备防火措施。

(5) 下一阶段设计应补充铲装作业发现盲炮和顺坡节理面（或小滑面）时的安全处置措施。

3.4 矿山供配电设施单元

3.4.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.4-1 矿山供配电设施预先危险性分析表

危险、有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害	操作不熟练；操作地点不安全；作业前安全检查、处理不到位；防护装置（罩）不全。	人员伤害	II	严格执行操作规程；加强个人防护措施；完善配备机械安全防护装置。
触电	电器设计、选型不合理、安装存在缺陷或运行时短路、漏电等导致过热及雷电放电产生的电弧、静电火花而引起电器火花；工作面潮湿；使用电气设备绝缘老化；电气设备缺少漏电保护等防护装置；不执行停电送电制度；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。	人员伤亡、设备损坏	II	严格执行操作规程；加强个人防护措施；合理设计、选择电气设备，严格按照施工图和规范进行设备安装、调试；电气设备采用保护接地；变压器周围设围栏，配电室铺设供工作人员检查的绝缘地毯；配电室配备绝缘靴、绝缘手套、绝缘杆等绝缘设备，门窗加防护网；高压设备附近悬挂防止触电的警告牌；在断电的线路上作业时，该线路的电源开关把手必须悬挂警示牌，只有执行这项工作的人员才有权取下；电气设备可能被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志；定期检查电气线路及设备；电气工作人员 100%持证上岗。

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目)露天开采工程安全预评价报告

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

3.4.2 矿山供配电安全检查表

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

表 3.4-2 矿山供配电安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
1	矿山电力负荷应划分为一级负荷、二级负荷和三级负荷, 负荷划分应符合下列规定: 下列情况应划分为二级负荷:1) 大型矿山中除一级负荷外与矿物开采、运输、提升、加工及外运直接有关的单台设备或互相关联的成组设备; 2) 没有携带式照明灯具的井下固定照明设备, 或地面一级负荷、大型矿山二级负荷工作场所用于确保正常活动继续进行的应急照明设备; 3) 矿井通信和安全监控装置的电源设备; 4) 大型露天矿的疏干排水泵; 5) 铁路车站的信号电源设备; 6) 根据国家现行有关标准规定应视为二级负荷的其他设备。	《矿山电力设计标准》 (GB50070-2020) 第 3.0.1 条	设计矿山凹陷开采时机械排水设备为一级负荷, 其他用电设备均为三级负荷。但未说明一级负荷备用电源的设置情况。	下一阶段设计中需完善
2	矿山供电电源和电源线路应符合下列规定:1.有一级负荷的矿山应由双重电源供电; 当一电源中断供电, 另一电源不应同时受到损坏, 且电源容量应至少保证矿山全部一级负荷电力需求, 并宜满足矿山二级负荷电力需求。2.大、中型矿山宜由两回电源线路供电; 两回电源线路中的任一回中断供电时, 另一回电源线路应保证供给全部一、二级负荷电力需求。3.无一级负荷的小型矿山, 可由一回电源线路供电。	《矿山电力设计标准》 (GB50070-2020) 第 3.0.3 条	根据可研, 矿山主电源取自赤水镇 10KV 架空线路至加工厂区, 矿山的生产设备取自加工厂 10/0.4kV 变配电系统, 变电所由室外变压器及低压配电室构成, 采场电源由破碎加工厂配电室提供, 不再单独设置变压器, 可研未说明双重电源的设置情况。	下一阶段设计中需完善
3	采矿场低压电力网的配电电压, 可采用 660V、380V 或 220/380V。手持式电气设备的电压, 不得大于	《矿山电力设计标准》 (GB50070-2020)	可研对各级电压进行了明确。	符合要求

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
	220V。 照明宜采用 220V 或 220/380V，行灯电压不应大于 36V。	第 5.0.13 条		
4	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	可研未说明主接地极的设置情况。	下一阶段设计中需完善
5	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	可研未说明。	下一阶段设计中需完善
6	夜间工作的采矿场，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.汽车运输的装卸车处、人工装卸车地点的卸车线； 4.调车站、会让站。	《矿山电力设计标准》 (GB50070-2020) 第 5.0.20 条	根据可研，设计运输道路采用 LED 路灯，采场及排土场装车点及机械设备工作地点采用移动照明车，水泵工作地点采用投光灯或泛光灯。	符合要求
7	向露天矿采矿场供电的 6kV 或 10kV 系统不得采用中性点直接接地方式。	《矿山电力设计标准》 (GB50070-2020) 第 3.0.9 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

3.4.3 单元小结

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

下一阶段设计中需完善的问题有:

- (1) 下一阶段设计应补充一级负荷备用电源的设置情况。
- (2) 建议移动变电所及采场高压设备的高压接电点采用具有短路保护和单相接地保护功能的高压真空断路器设备。
- (3) 可研未对向露天采矿供电系统的接地方式进行说明, 下一阶段设计中需完善。
- (4) 下一阶段设计应补充主接地极的设置情况。
- (5) 下一阶段设计应补充采矿场的架空供电线路上避雷装置的设置情况。

3.5 防排水单元

3.5.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析 (PHA)

表 3.5-1 防排水单元预先危险性分析表

危险、有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
滚石、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、浮土及时清理。
水灾、透水	突遇暴雨、涌水。	采场上部、工作平台上无截、排水沟; 防排水设施不完	水灾	人员伤亡、设备	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

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

危险、有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
		备或失效； 未进行探防水， 与含水层贯通。		损坏		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	设置排水机构； 制定排水制度及规程； 在凹陷露天矿坑底部设置机械排水设施或采用其他可靠的自流排水方式，并定期检查排水设施设备。

3.5.2 防排水安全检查表

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

表 3.5-2 防排水安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
1	露天矿山应建立水文地质资料档案；有洪水或地下水威胁的应设置防、排水机构；水文地质条件复杂或有洪水淹没危险的应配备专职水文地质人员。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.7.1.1 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
2	露天采场的总出入沟口、排水口和工业场地应不受洪水威胁。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.7.1.2 条	根据可研，露天采场的总出入沟、排水口和工业场地不受洪水威胁。	符合要求
3	露天矿山应采取下列措施保证采场安全： ——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	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.7.1.3 条	根据可研： 设计在矿区顶部外围修建截水沟，在每级清扫平台设置排水沟，连接边界山坡截水沟，截水沟出水口外部设置沉淀	下一阶段设计中需完善

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
	防治措施。		池，沉淀达标后外排。	
4	露天矿山应按照下列要求建立防排水系统： ——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	设计+50m 至-40m 标高为凹陷露天开采，设计平台及山坡地段截、排水沟断面：0.8m×0.8m，采场上部截水沟断面 0.5m×0.45m。沿山坡设置的截水沟坡度与地形一致，平缓地段或跨山坡深挖地段截水沟坡度不小于 0.3%。在截水沟出水口段设置级差 600mm 的跌水消能阶梯，消能块采用 C20 混凝土预制块。可研未说明封闭圈以下采场边坡台阶排水沟的设置情况以及排水泵的型号等参数。	下一阶段设计中需完善
5	机械排水设施应符合下列规定： 一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。 一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	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)第 5.7.1.5 条	可研未说明机械排水设施的具体设置情况。	下一阶段设计中需完善

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
	能完成正常排水任务。			

3.5.3 截、排水沟过流能力校核

3.5.3.1 设计暴雨频率

可研防洪标准采用 100 年一遇洪水重现期。根据《广东省暴雨洪水查算手册》和《中国暴雨统计参数图集》(水利部水文局, 南京水利科学研究院 2006 年) 取值。

$$H_{24p} = H_{24} (1 + C_{v_{24}} \cdot \Phi_p)$$

设计频率 p 的最大 24 小时雨量: H_{24p} (mm);

年最大 24 小时点雨量均值: $H_{24}=100\text{mm}$;

年最大 24 小时点雨量变差系数: $C_{v_{24}}=0.40$;

年最大 1 小时点雨量均值: $1=45\text{mm}$;

年最大 1 小时点雨量变差系数: $C_v=0.40$;

设计频率 100 年的皮尔逊 III 型典线的离均系数: $\Phi_p=2.08$ 。

24 小时暴雨偏差系数: $C_s=3.5C_v$ 。

经计算 100 年一遇的 24 小时最大降雨量:

$$H_{24p}=100\text{mm} \times (1+0.4 \times 2.08) \approx 183.20\text{mm}$$

暴雨递减指数 (n) 取 0.7, 设计频率暴雨雨力:

$$S_p = H_{24p} \div 24^{(1-n)} = 183.20 \div 24^{(1-0.7)} = 70.61\text{mm/h} = 1.18\text{mm/min}。$$

3.5.3.2 洪峰流量

洪峰流量计算采用简易公式:

$$Q = 16.67 \times K \times i \times F$$

式中: Q—洪峰流量, m^3/s ;

K—洪峰径流系数; 径流系数取值 0.6;

i—设计重现期和降雨历时内的降雨强度 (1.18mm/min);

F—集水面积, km^2 ;

16.67—单位换算系数。

表 3.5-3 洪水计算成果表

序号	位置	暴雨雨力 (mm/min)	径流 系数	汇水面积 (km^2)	洪峰流量 (m^3/s)	备注
1	采场上部	1.18	0.6	0.09	0.24	
2	清扫平台及山坡地段			0.03	0.83	

3.5.3.3 截、排水沟过流能力

设计截排水沟采用矩形断面, 沿山坡设置的截水沟坡度与地形一致, 水沟过流量 (Q) 水力计算如下。

$$Q = \omega_0 C_0 \sqrt{R_0 i}$$

式中: Q—泄流量, m^3/s ;

ω_0 —截水沟的过水断面面积, m^2 ;

C_0 —谢才系数, 据 n 、 R_0 相关参数按岗古立公式 ($C_0 = R_0^{1/6}/n$) 计算;

R_0 —过水断面的水力半径, $R_0 = \omega_0 / x$;

x —断面湿周, m ;

i —截水沟坡度, %;

截水沟断面尺寸及泄流量见下表。

表 3.5-4 截、排水沟断面尺寸及过流能力验算结果

位置	平台及山坡地段	采场上部
断面尺寸 (m)	0.8×0.8	0.5×0.45
充水高度 (m)	0.6	0.3
过水面积 (m^2)	0.731	0.180
纵坡度	0.003	0.03
边坡系数	0.5	0.5
断面湿周 (m)	2.253	1.121
粗糙系数 n	底 0.013、边帮 0.025	底 0.013、边帮 0.025
泄流量 (m^3/s)	0.91	0.46

最大洪峰量 (m^3/s)	0.83	0.24
---------------------------------	------	------

综上所述,设计截、排水沟断面尺寸及过流能力满足要求。

《可研报告》未明确凹陷开采机械排水的具体设置情况,无法校核其排水能力,下一阶段设计应明确机械排水的具体设置情况,并对其排水能力进行校核。

3.5.4 单元小结

本单元应注意以下问题:

- (1) 本项目为大型矿山,建议企业建立水文地质资料档案。
- (2) 下一阶段设计应按照规程要求计算正常涌水量和最大排水量,工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量,全部水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。
- (3) 下一阶段设计应明确机械排水的具体设置情况,并对其排水能力进行校核。

3.6 排土场单元

3.6.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析 (PHA)

表 3.6-1 排土场预先危险性分析表

危险有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
滑坡、泥石流	边坡坡度过陡、排水设施不满足排水要求等; 施工质量不合格; 排水设施损坏; 将岩、土分层交替堆置; 安全管理责任制、安全作业规程等的欠缺。	人员伤亡、设施破坏、设备损坏	II-III	严格按照设计进行排土作业; 加强管理,定期进行隐患排查。
滚石	人员进入装载平台下方危险区域;安全平台宽度不足;无防滚石措施。	人员伤亡	II	设置安全警示标志,不得进入危险区域; 留有足够的安全平台宽度;

危险有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
				设置防滚石挡墙。
车辆伤害	管理不善、车辆混乱行驶； 无关人员进入作业场地； 装载平台无车挡或车挡失效； 无证驾驶； 酒后驾驶、疲劳驾驶。	人员伤亡、设备损坏	II	加强安全教育和管理，严禁酒后驾驶； 设置安全警示标志； 定期对车辆进行检查和保养； 无关人员不得入场。
高处坠落	无安全护栏； 边坡松散不稳； 人员靠近边坡眉线。	人员伤亡	II	装载转运过程中加强管理，无关人员不得进入排土场； 作业人员不得靠近眉线； 设置安全警示标志； 加强边坡检查，排除松散边坡。

3.6.2 排土场安全检查表

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

表 3.6-2 排土场安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
1	排土场不应受洪水威胁或者由于上游汇水造成滑坡、塌方、泥石流等灾害。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1.1 条	依据可研，排土场不受洪水威胁。	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 5.1.1.2 条	排土场位于采矿场侧面，最近距离为 110m，工业场地位于 300m 以外，周边无居民区、铁路、公路和其他设施，不会造成安全隐患。	符合要求

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
3	排土场不应影响露天矿山边坡稳定, 不应产生滚石、滑塌等危害。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 5.1.1.3 条	排土场距露天采场平距为 110m, 且位于露天采场侧方, 为逆坡关系, 不会影响露天矿山边坡稳定。	符合要求
4	排土作业区应符合下列要求: ——有良好的照明; ——配备通信工具; ——设置醒目的安全警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 5.5.2.3 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
5	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	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结论
6	排土场应设置防排水系统。	《冶金矿山排土场设计规范》(GB51119-2015) 第 5.6.1 条	设计排土场周围设必要的截排水沟,但未说明具体的设置参数。	下一阶段设计中需完善
7	排土场平台应有 2%~5%的反坡,场内的地表水应有组织排至场外。	《冶金矿山排土场设计规范》(GB51119-2015) 第 7.2.4 条	设计排土时要分层压实,并形成 2~5°反坡。	符合要求
8	排土场的阶段高度、总堆置高度、安全平台宽度、总边坡角、相邻阶段同时作业的超前堆置高度等参数,应满足安全生产的要求在设计中明确规定。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》(AQ2005-2005) 第 5.6 条	设计排土场容积 233.13 万 m ³ ,总堆存高度 40m,分层台阶高度 5m,分层台阶坡面角 30°,相邻分层间安全平台宽度 5m,排土场最终边坡角 22°。	符合要求

3.6.3 排土场稳定性分析评价

2025 年 1 月,庆华矿产资源开发公司委托北京科技大学编制完成了《开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿(年产 100 万立方建筑用石生产项目)排土场稳定性研究报告》(以下简称《排土场稳定性研究报告》),该报告根据打石山矿区排土场工程地质和水文地质的实际情况,选取排土场边坡的代表性计算剖面,建立了反映主要岩土体结构和特性的计算模型,分别从排土场降雨渗流、排土场边坡稳定性分析等方面进行了研究。

(1) 排土场边坡工程分区

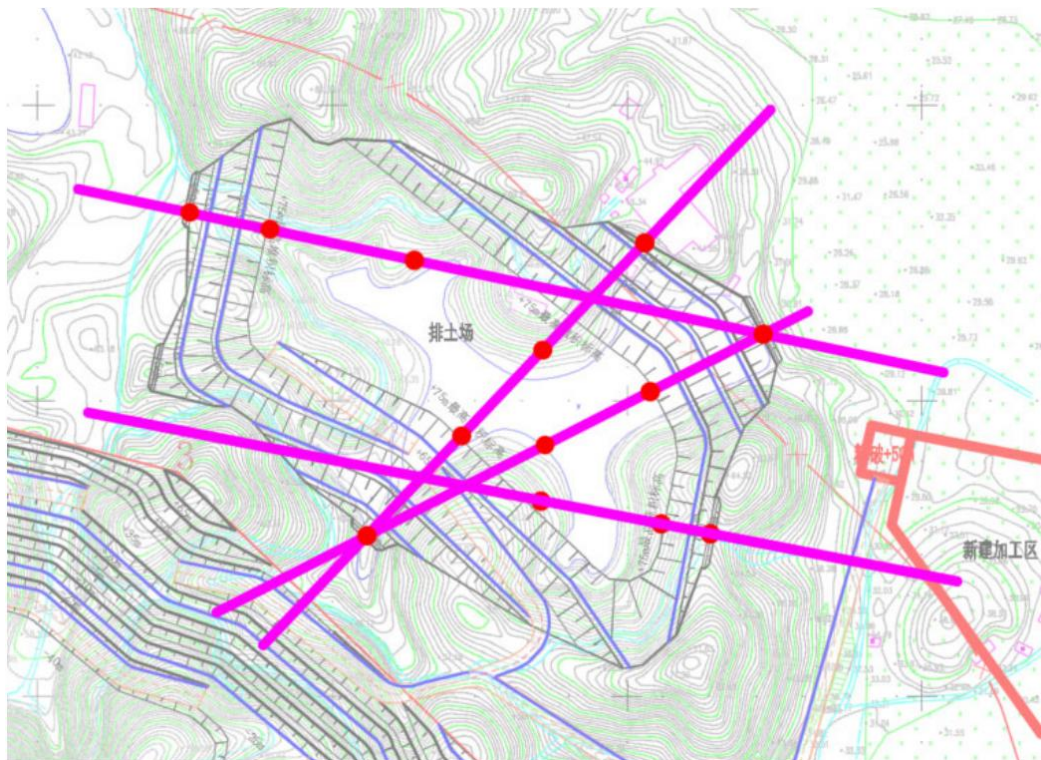


图 3.6-1 排土场平面布置图

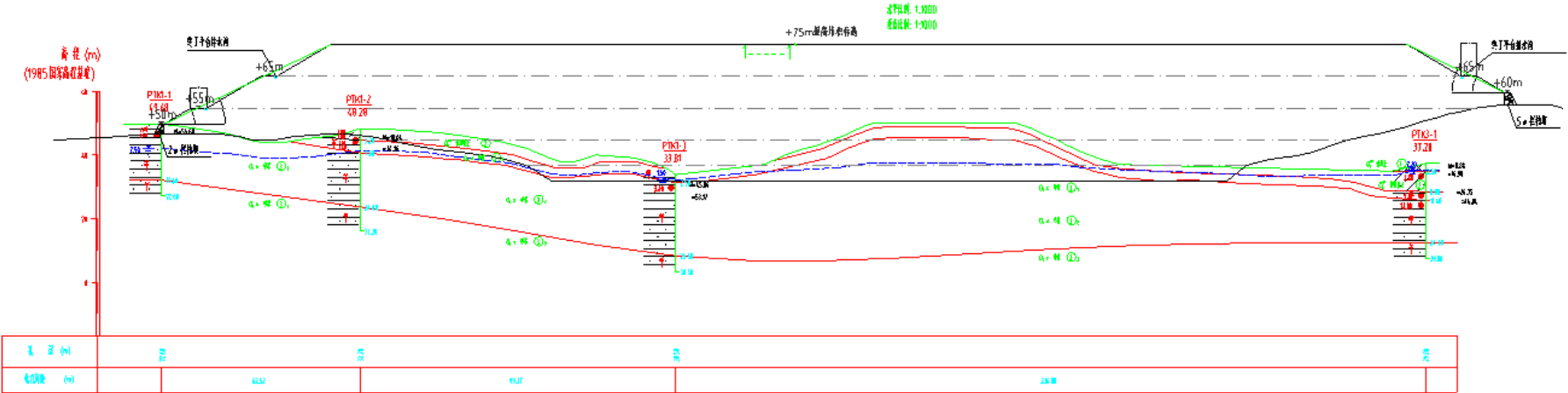


图 3.6-2 排土场 1-1' 工程地质剖面图

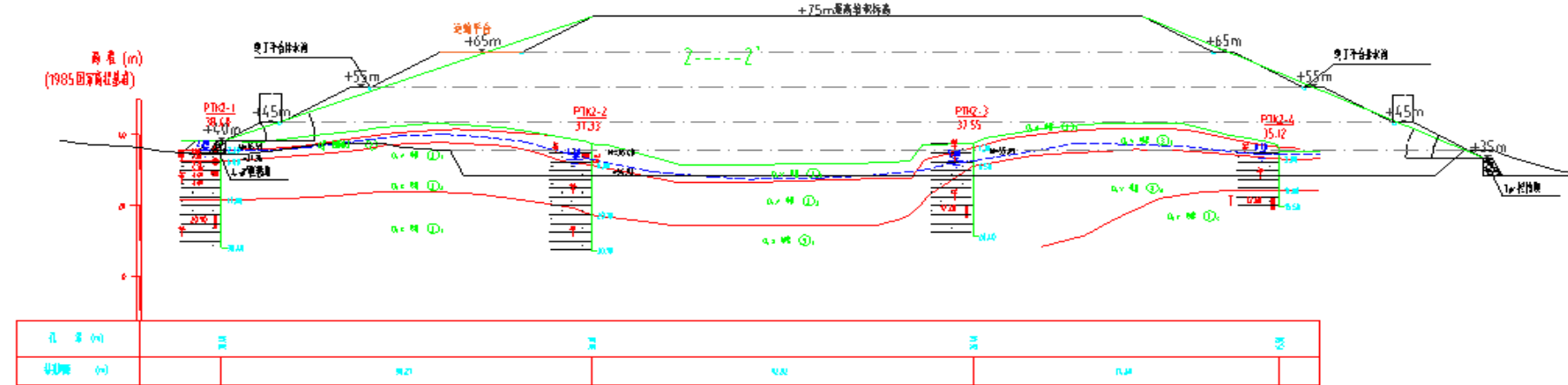


图 3.6-3 排土场 2-2' 工程地质剖面图

开平市庆华矿产资源开发有限公司赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿
(年产 100 万立方建筑用石生产项目) 露天开采工程安全预评价报告

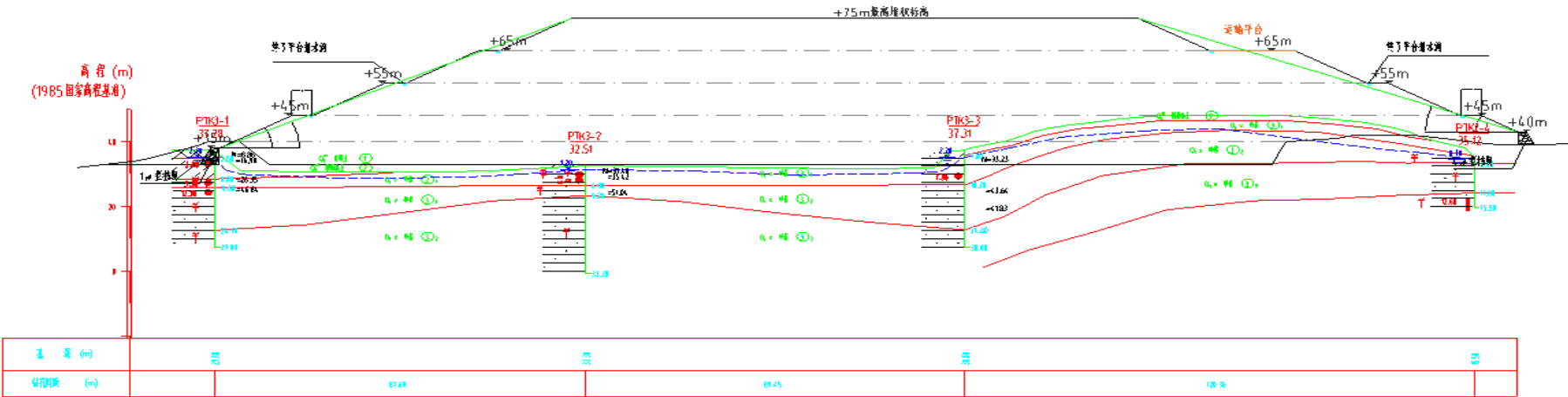


图 3.6-4 排土场 3-3' 工程地质剖面图

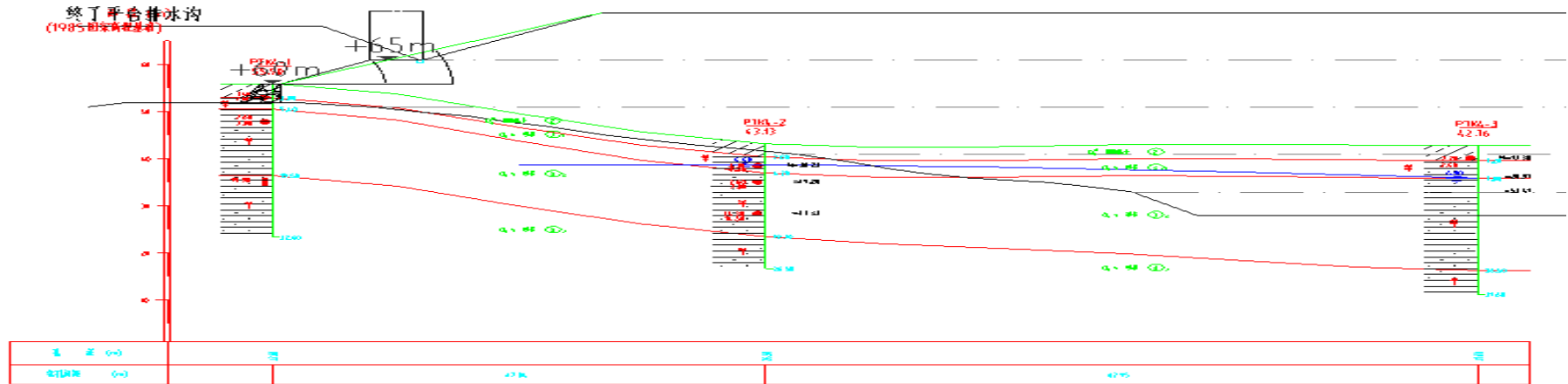


图 3.6-5 排土场 4-4' 工程地质剖面图

(2) 岩土体物理力学参数

表 3.6-3 各岩土层物理力学性质指标的建议值

层号岩土名称	天然重度 γ (kN/m ³)	饱和重度 γ_r (kN/m ³)	含水率 %	岩石饱和单轴抗压强度值 (MPa)	压缩模量 E_s 0.1-0.2 (Mpa)	压缩系数 α 0.1-0.2 (MPa ⁻¹)	天然直剪		竖向渗透系数 K_v (10 ⁻⁶ cm/s)	地基承载力建议值 F_{ak} (kPa)
							黏聚力 c (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)		
①素填土	19.2*	19.7*	23.7*	/	5.57*	0.373*	28.0*	17.0*	4.2*	80*
②粉质黏土	18.6	18.9	31.3	/	4.06	0.477	23.9	14.0	127.14	220
③ ₁ 全风化砂岩	18.9	19.1	30.7	/	4.80	0.421	29.0	16.2	96.47	300
③ ₂ 强风化砂岩	19.5	19.8	25.0	/	5.84	0.312	32.0	20.1	191.64	500
③ ₃ 中风化砂岩	25.5*	岩石饱和单轴抗压强度值* (MPa) =5.06~18.20, 平均值 (MPa) =10.65; 岩石抗拉强度值* (MPa) =0.26~2.32, 平均值 MPa=1.01					1100*	41.41*	429.0*	800
③ ₃ 微风化砂岩	27.1*	岩石饱和单轴抗压强度值* (MPa) =33.30~125.00, 平均值 (MPa) =66.34; 岩石抗拉强度值* (MPa) =2.70~7.19, 平均值 MPa=4.87					17320*	47.94*	25.45*	1200

注：1、①层仅 PTK3-1 孔揭露，深度较浅，提供经验值；2、带*为参考收集的资料所得。

排土场物料力学性质参数依据勘察资料和成果，见下表。

表 3.6-4 岩土体的主要物理力学指标选取

材料种类	重度 γ (kN/m ³)	黏聚力 c /kPa	内摩擦角 ϕ /°
排土场渣土	17.5	22	17
拦挡坝	25.5	300	30
素填土	19.2	28	17
粉质黏土	18.6	23.9	14
全风化砂岩	18.9	29.0	16.2

强风化砂岩	19.5	32.0	20.1
中风化砂岩	25.5	500	30

(3) 排土场边坡渗流场分析

1) 计算模型

排土场渗流计算选取工勘提供的 4 个典型剖面进行计算, 模型如下图所示 3.6-6~3.6-9 所示。

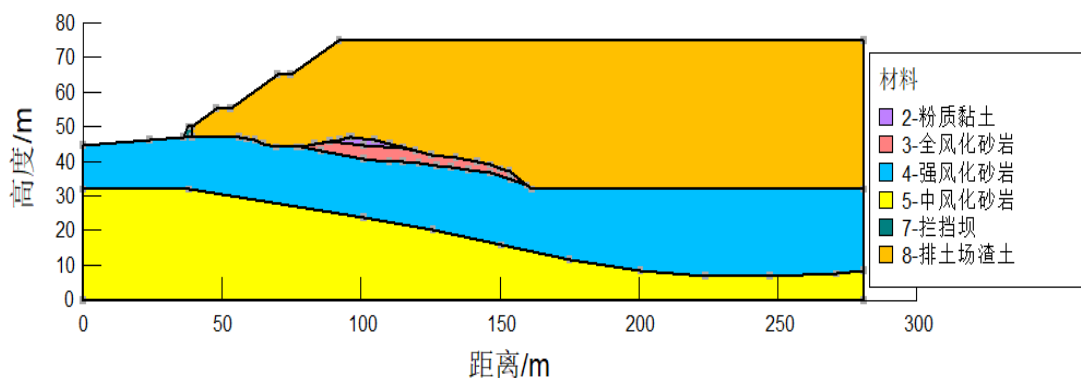


图 3.6-6 剖面 1-1'

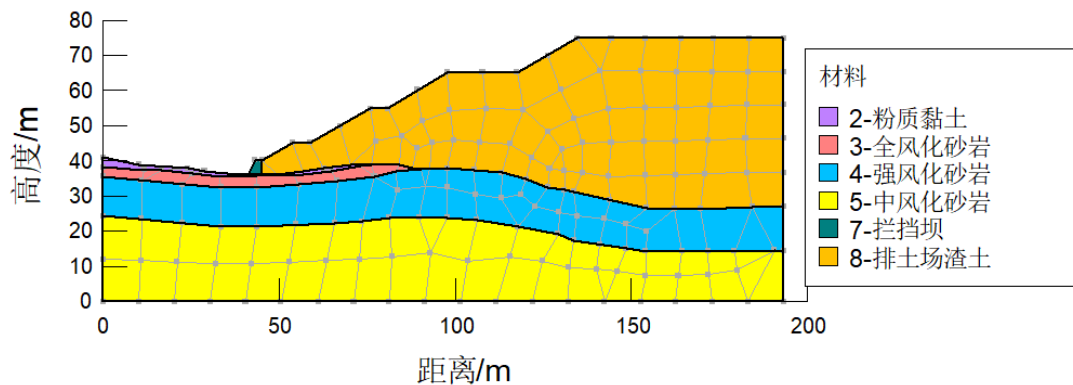


图 3.6-7 剖面 2-2'

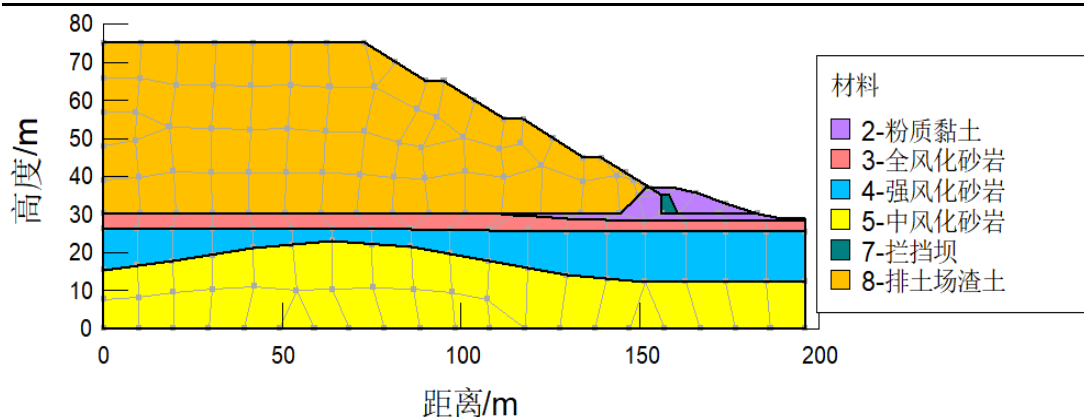


图 3.6-8 剖面 3-3'

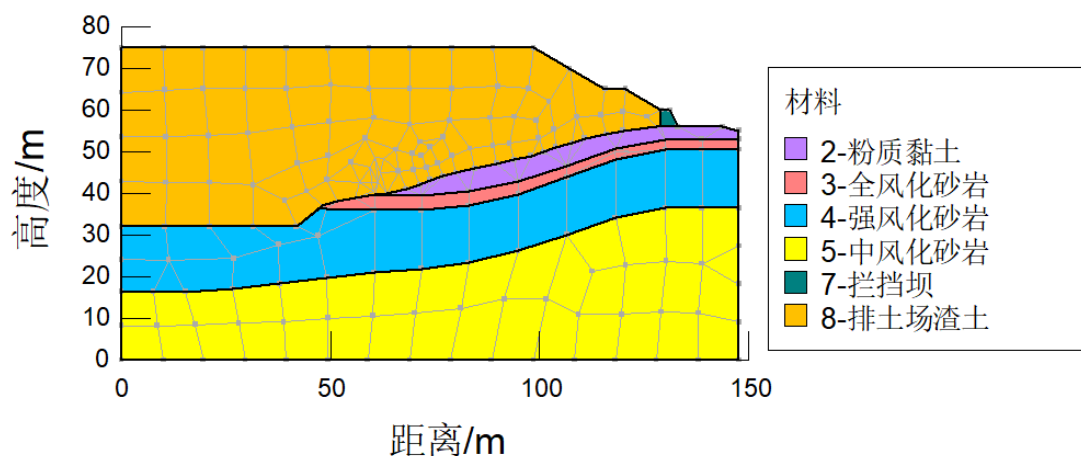


图 3.6-9 剖面 4-4'

2) 计算结果

① 剖面 1-1'

打石山矿区排土场 1-1' 剖面连续降雨 7 天的渗流计算结果如图 3.6-10~图 3.6-16 所示。

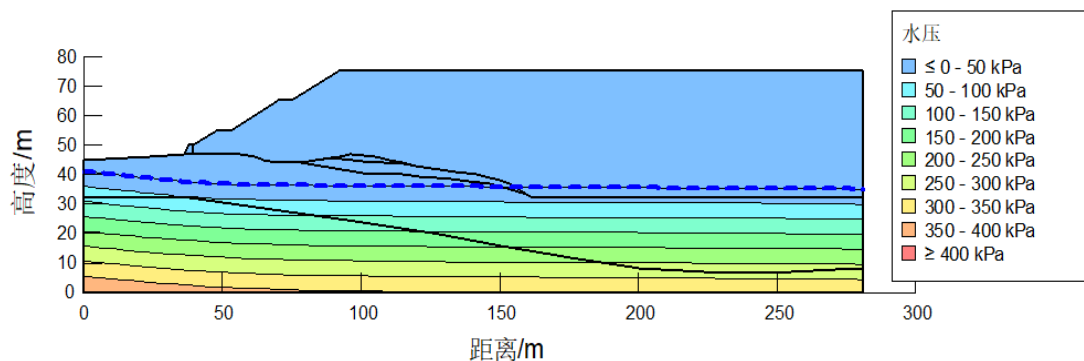


图 3.6-10 剖面 1-1'降雨 1d 孔压分布图

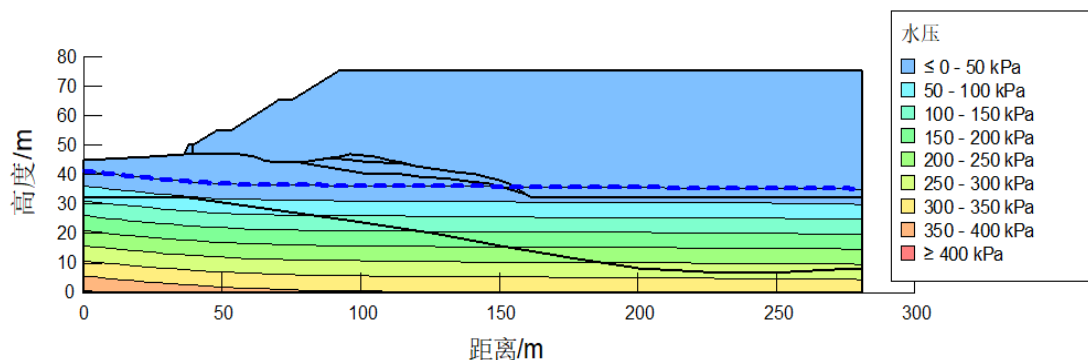


图 3.6-11 剖面 1-1'降雨 2d 孔压分布图

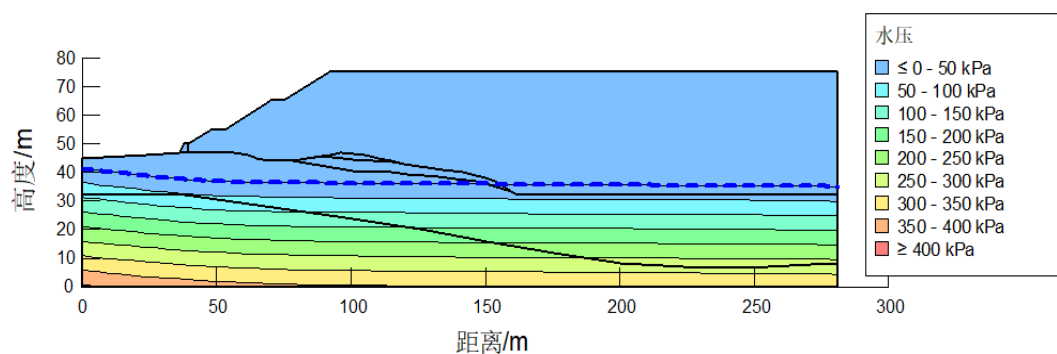


图 3.6-12 剖面 1-1'降雨 3d 孔压分布图

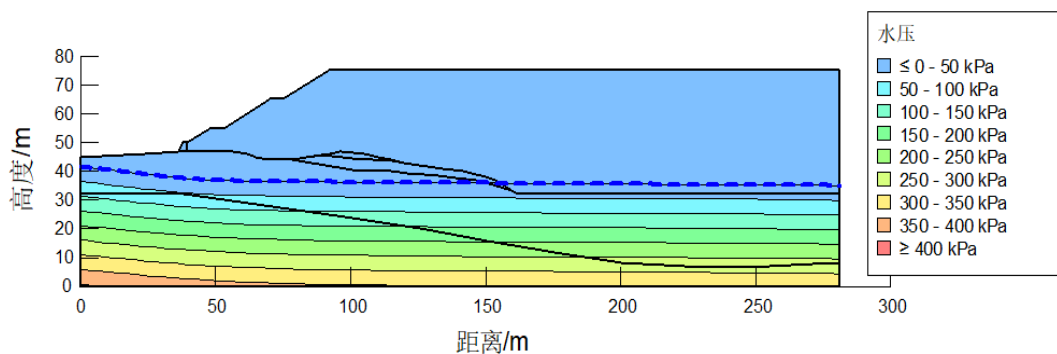


图 3.6-13 剖面 1-1'降雨 4d 孔压分布图

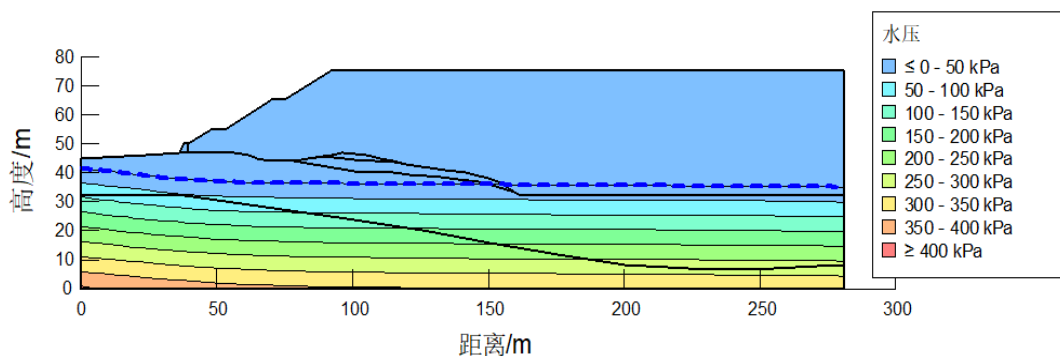


图 3.6-14 剖面 1-1'降雨 5d 孔压分布图

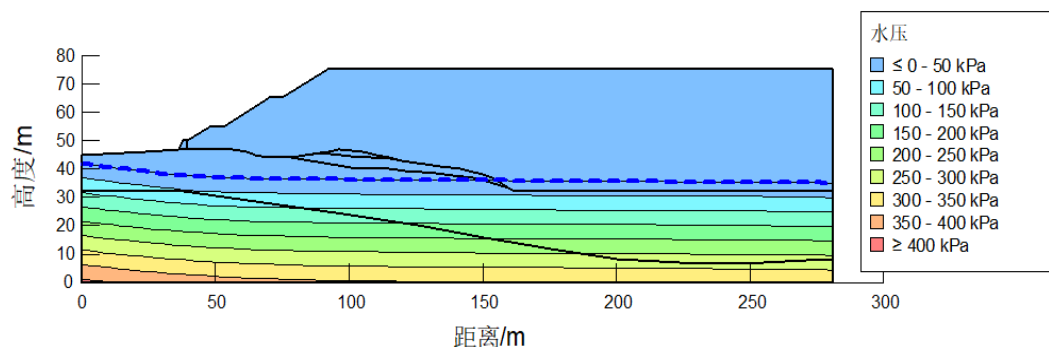


图 3.6-15 剖面 1-1'降雨 6d 孔压分布图

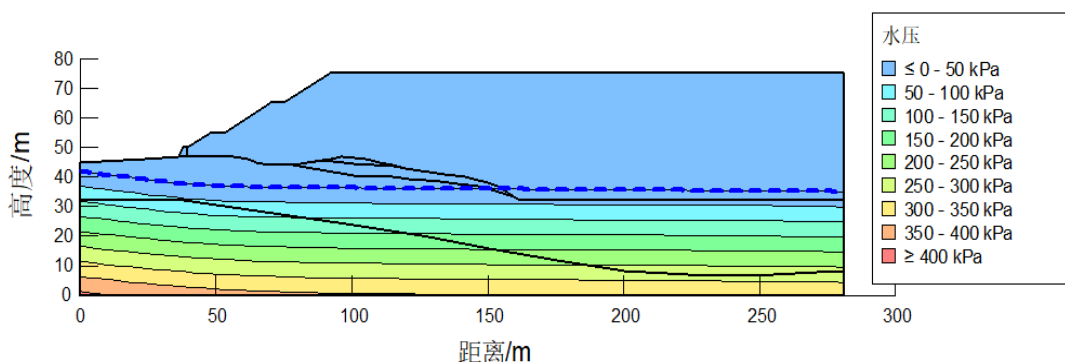


图 3.6-16 剖面 1-1'降雨 7d 孔压分布图

② 剖面 2-2'

打石山矿区排土场 2-2' 剖面连续降雨 7 天的渗流计算结果如图 3.6-17~图 3.6-23 所示。

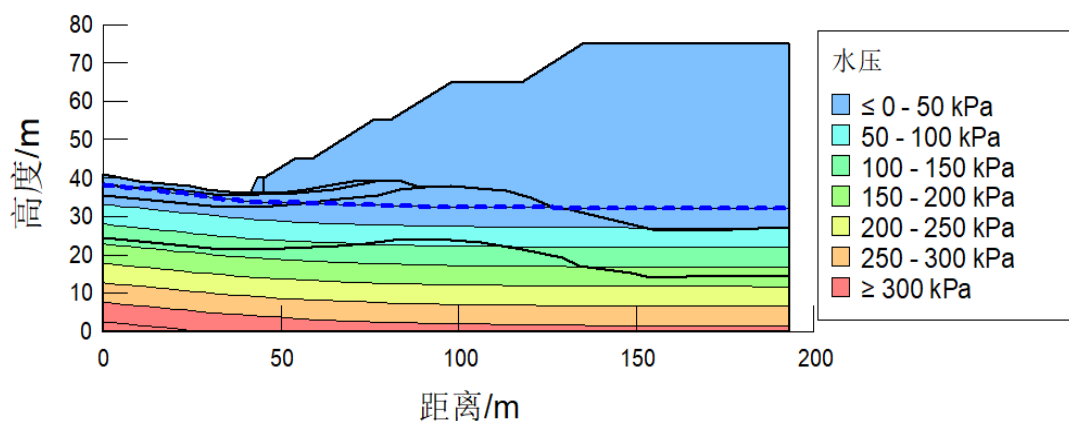


图 3.6-17 剖面 2-2'降雨 1d 孔压分布图

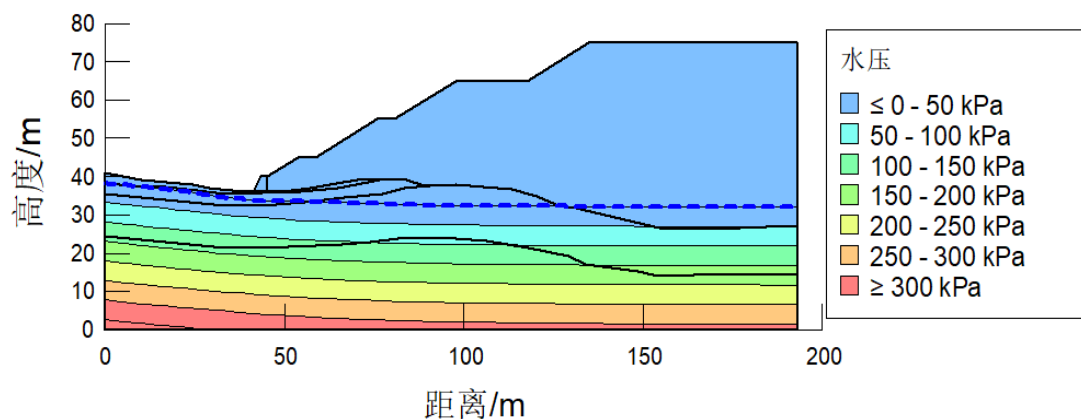


图 3.6-18 剖面 2-2'降雨 2d 孔压分布图

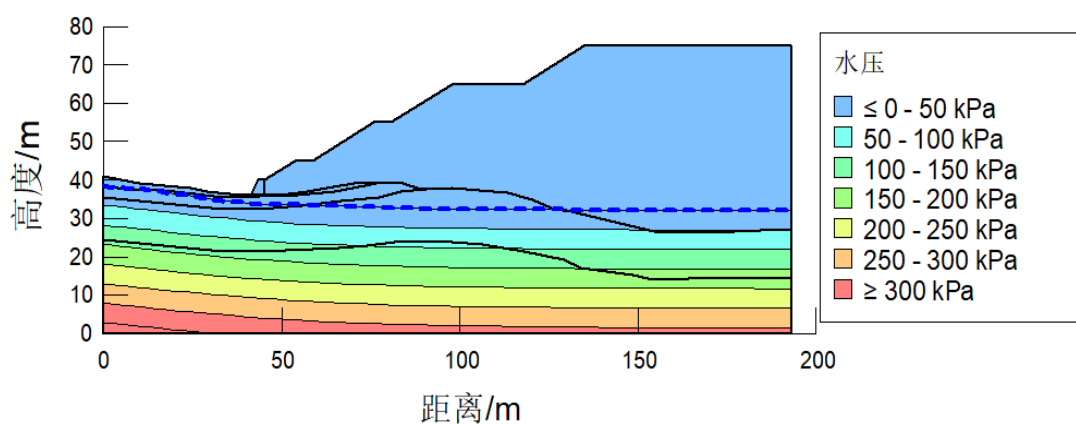


图 3.6-19 剖面 2-2'降雨 3d 孔压分布图

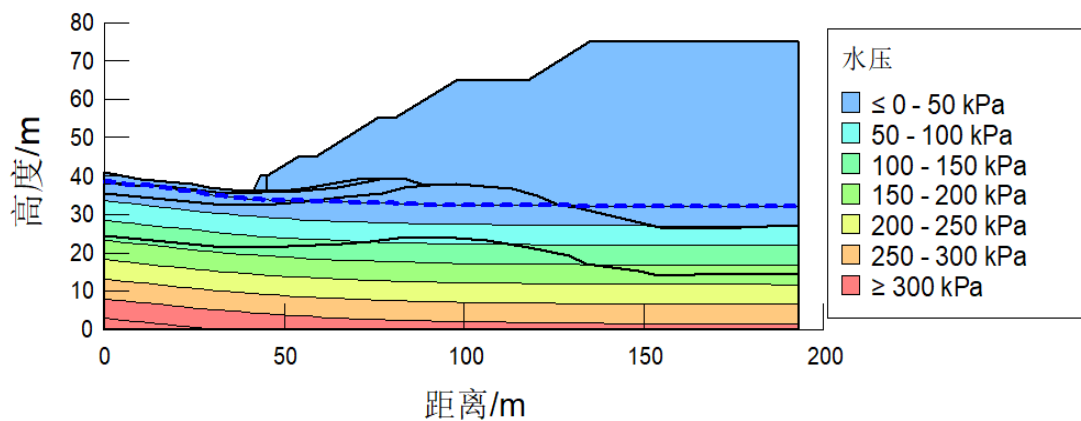


图 3.6-20 剖面 2-2'降雨 4d 孔压分布图

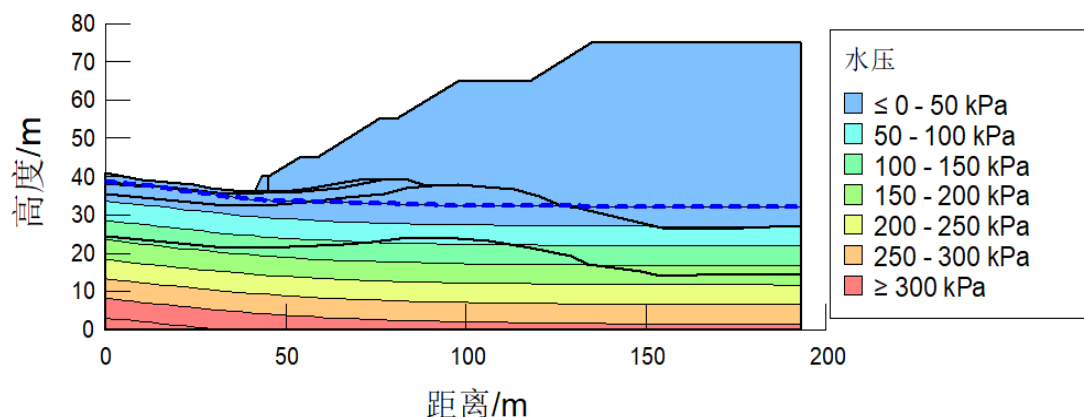


图 3.6-21 剖面 2-2'降雨 5d 孔压分布图

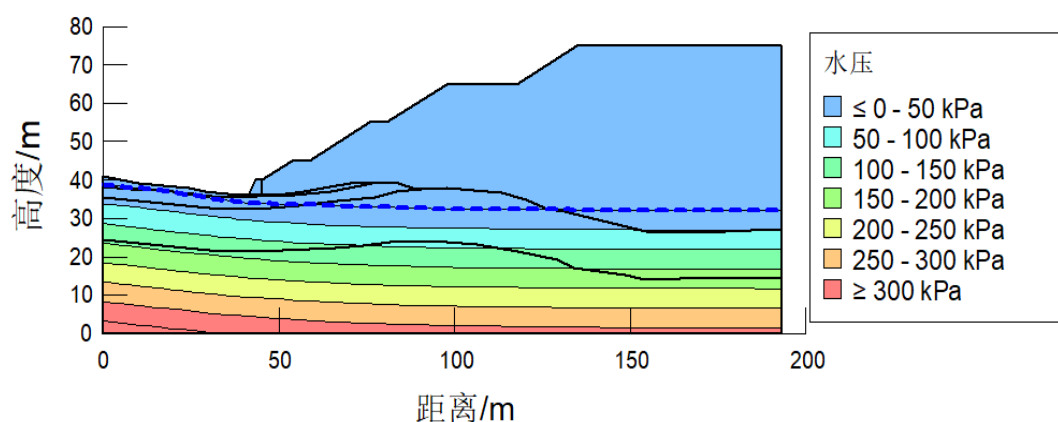


图 3.6-22 剖面 2-2'降雨 6d 孔压分布图

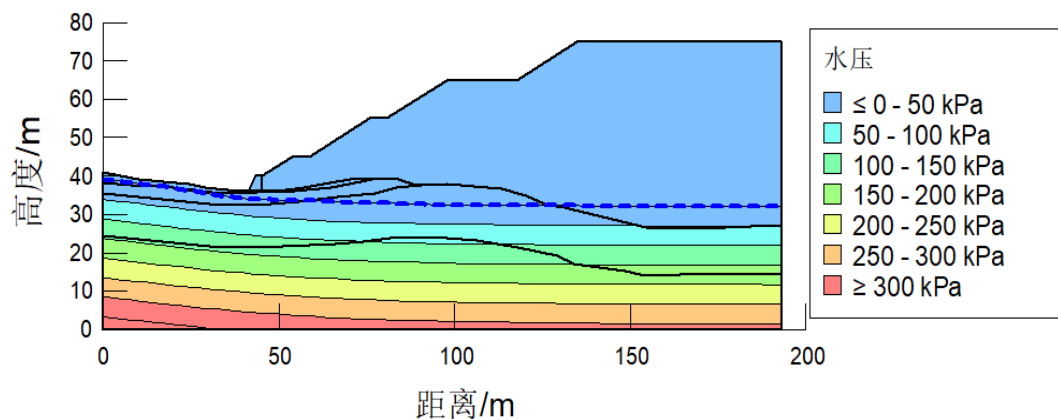


图 3.6-23 剖面 2-2'降雨 7d 孔压分布图

③ 剖面 3-3'

打石山矿区排土场 3-3' 剖面连续降雨 7 天的渗流计算结果如图 3.6-24~图 3.6-30 所示。

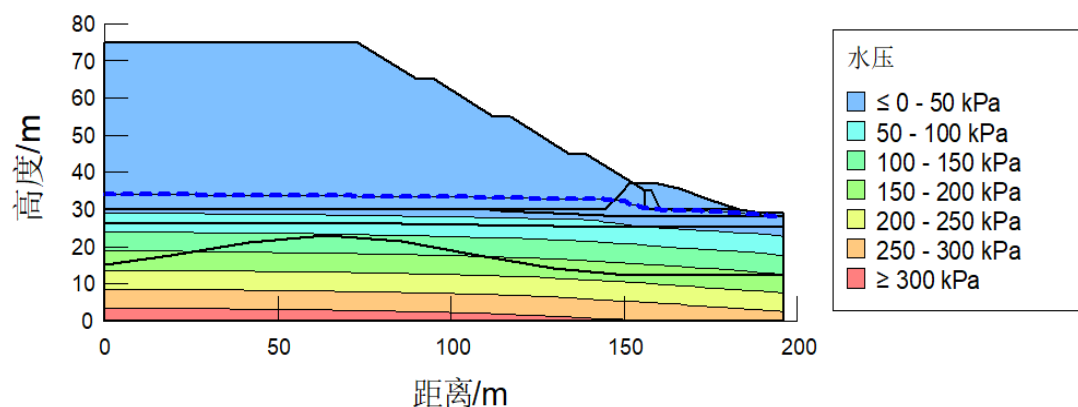


图 3.6-24 剖面 3-3'降雨 1d 孔压分布图

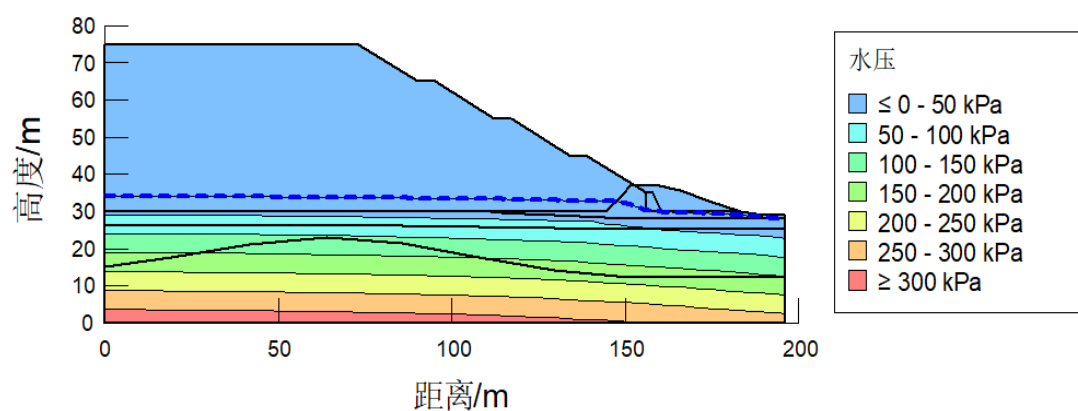


图 3.6-25 剖面 3-3'降雨 2d 孔压分布图

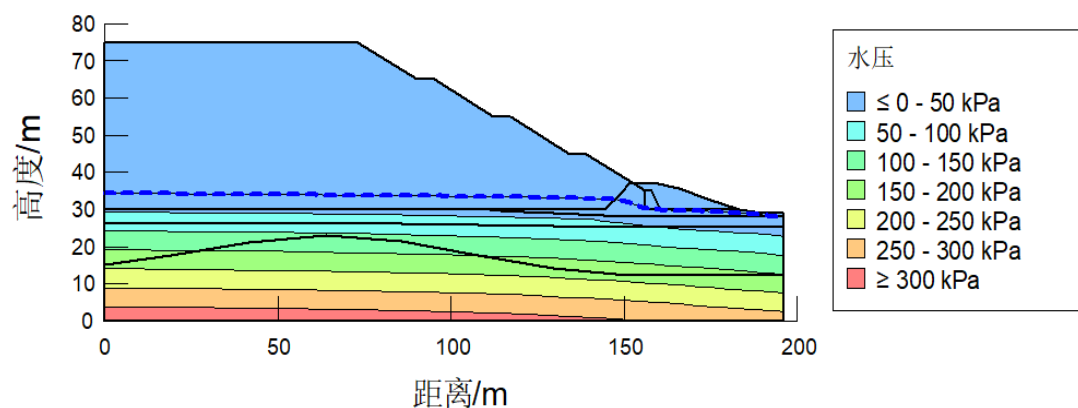


图 3.6-26 剖面 3-3'降雨 3d 孔压分布图

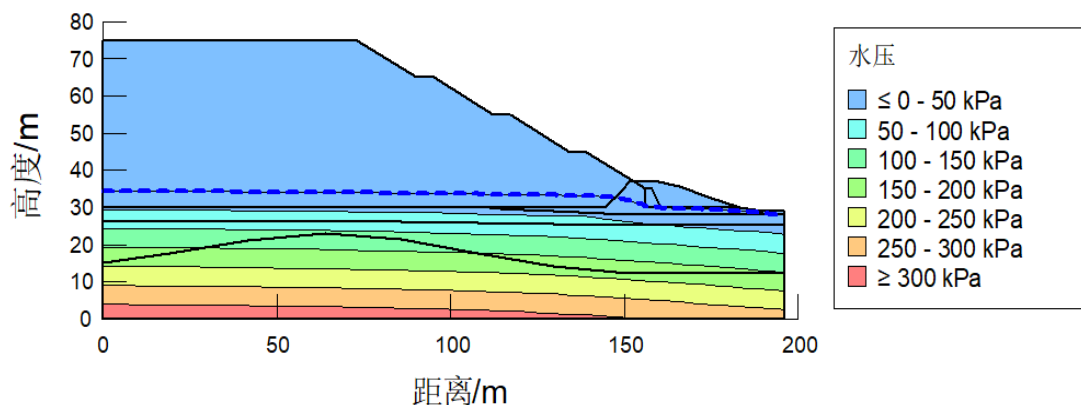


图 3.6-27 剖面 3-3'降雨 4d 孔压分布图

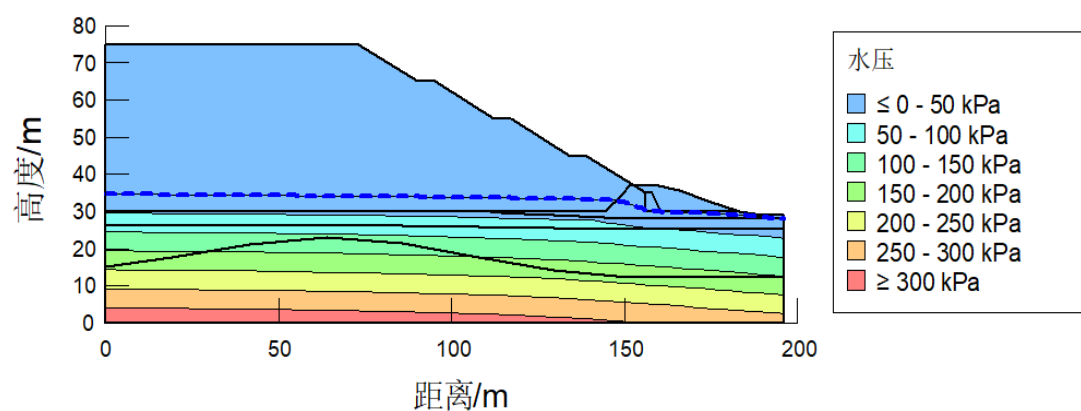


图 3.6-28 剖面 3-3'降雨 5d 孔压分布图

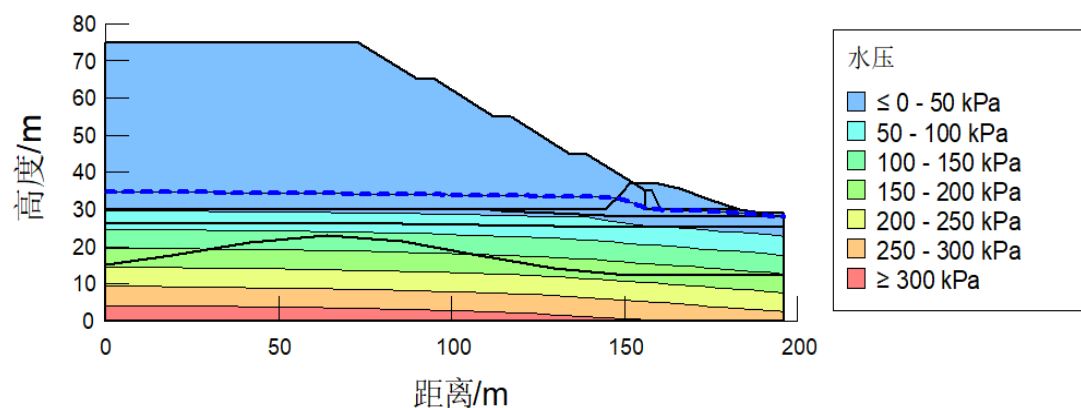


图 3.6-29 剖面 3-3'降雨 6d 孔压分布图

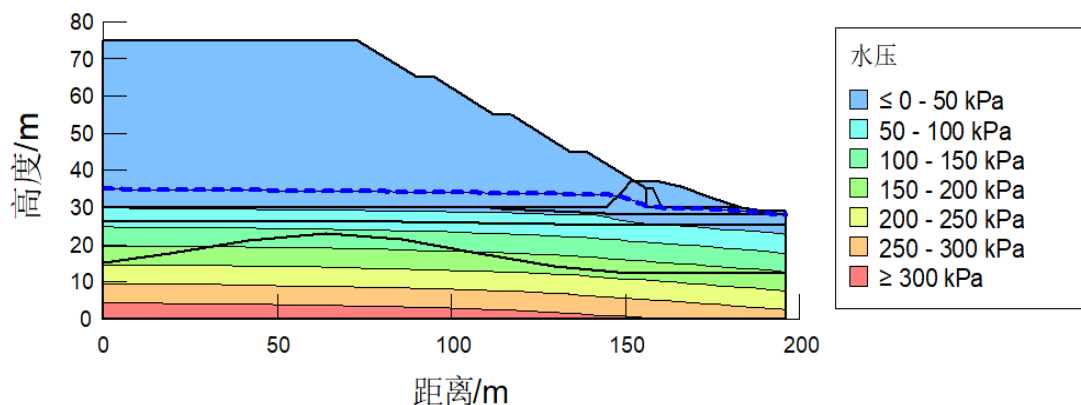


图 3.6-30 剖面 3-3'降雨 7d 孔压分布图

④ 剖面 4-4'

打石山矿区排土场 4-4' 剖面连续降雨 7 天的渗流计算结果如图 3.6-31~图 3.6-37 所示。

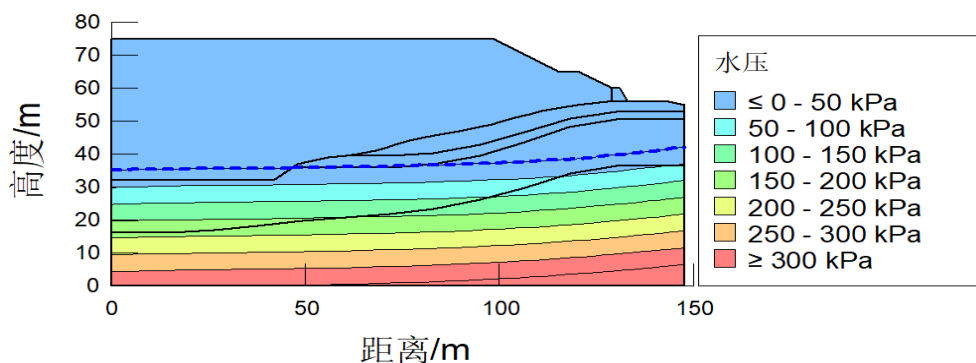


图 3.6-31 剖面 4-4'降雨 1d 孔压分布图

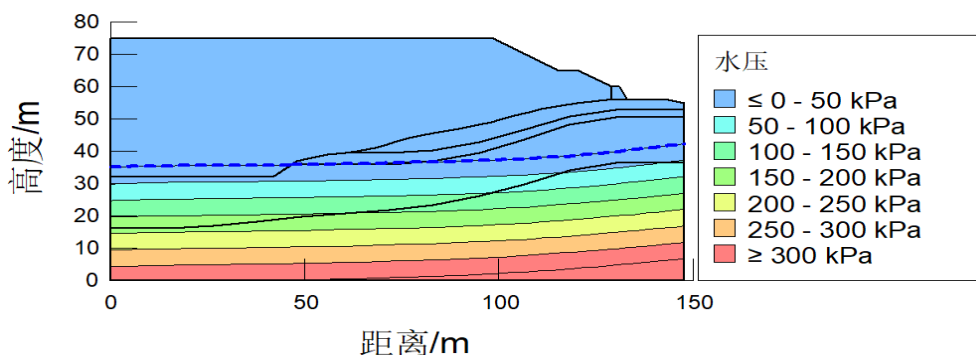


图 3.6-32 剖面 4-4'降雨 2d 孔压分布图

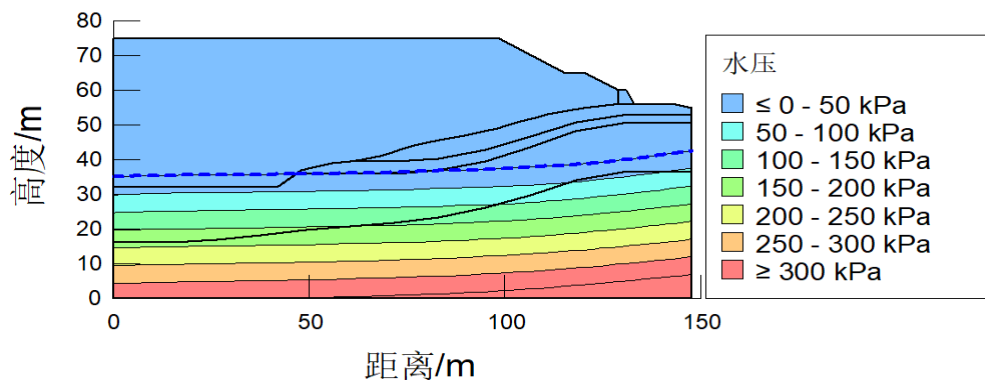


图 3.6-33 剖面 4-4'降雨 3d 孔压分布图

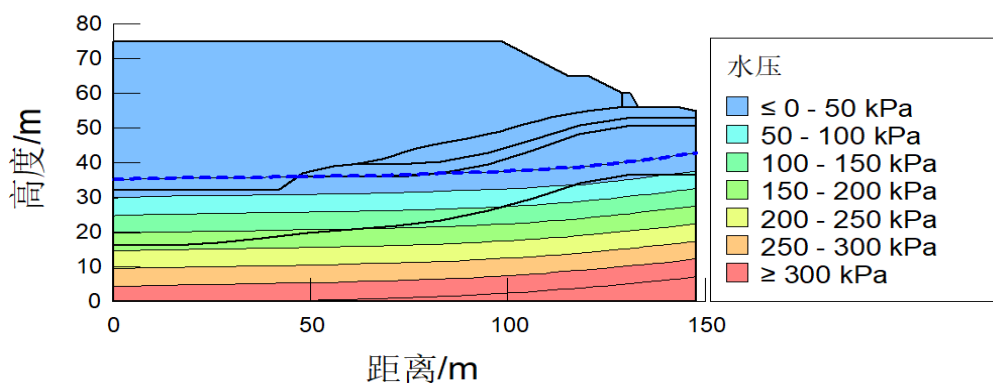


图 3.6-34 剖面 4-4'降雨 4d 孔压分布图

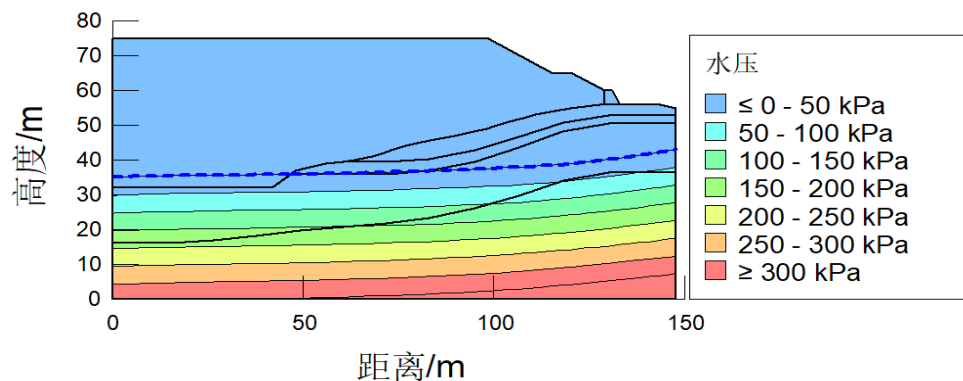


图 3.6-35 剖面 4-4'降雨 5d 孔压分布图

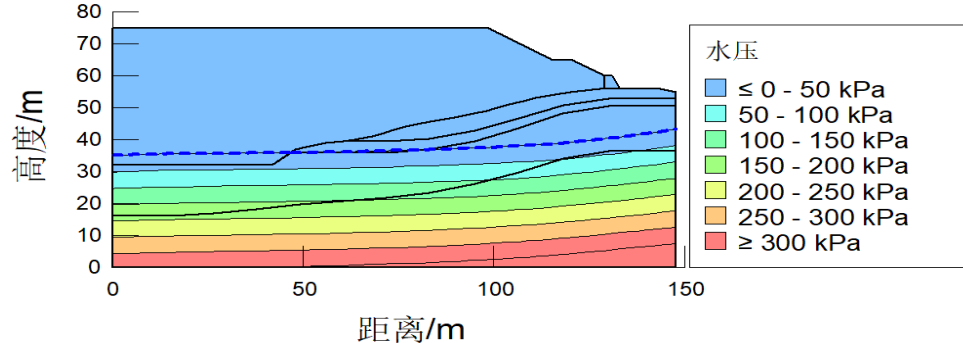


图 3.6-36 剖面 4-4'降雨 6d 孔压分布图

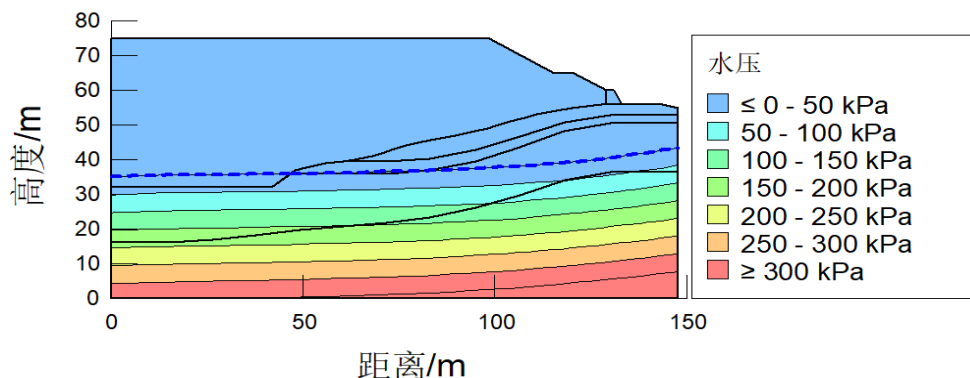


图 3.6-37 剖面 4-4'降雨 7d 孔压分布图

3) 渗流场分析结果

由上述计算结果可知，同一标高位置排土场内部孔隙水压力随降雨持续时间的增加而持续增加。在连续 7 天强降雨条件下，由于排土场底部高于地下水，尽管降雨导致浸润线呈逐步上升趋势，但总体抬升幅度不明显，降雨导致的地下水位线上升为 1~2m 左右。在强降雨条件下，排土体自身的强度会在水的持续作用下有所折减，因此，计算降雨工况下排土场稳定性需考虑孔隙水压力变化和强度的降低。

(4) 排土场边坡稳定性分析

参照《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 3.6-5 的规定。

表 3.6-5 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 3.6-5 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。

排土场设计容积 233.13 万 m^3 ，堆存标高+35m~+75m，总堆存高度 40m，分层台阶高度 5m，分层台阶坡面角 30° ，相邻分层间安全平台宽度 5m，排土场最终边坡角 22° 。排土场等级为四级，自然工况允许安全系数 $[F_s]_{允} \geq 1.15$ ，降雨工况 $[F_s]_{允} \geq 1.10$ ，地震工况 $[F_s]_{允} \geq 1.10$ 。

《排土场稳定性研究报告》分别采用极限平衡法中的 Janbu 法，Morgenstern-Price 法和 Spencer 法三种方法对排土场进行极限平衡稳定性分析，计算结果如下。

1) 剖面 1-1' 稳定性计算结果

① 自然工况

对于打石山矿区排土场在自然工况下，1-1' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-38~图 3.6-40 所示。

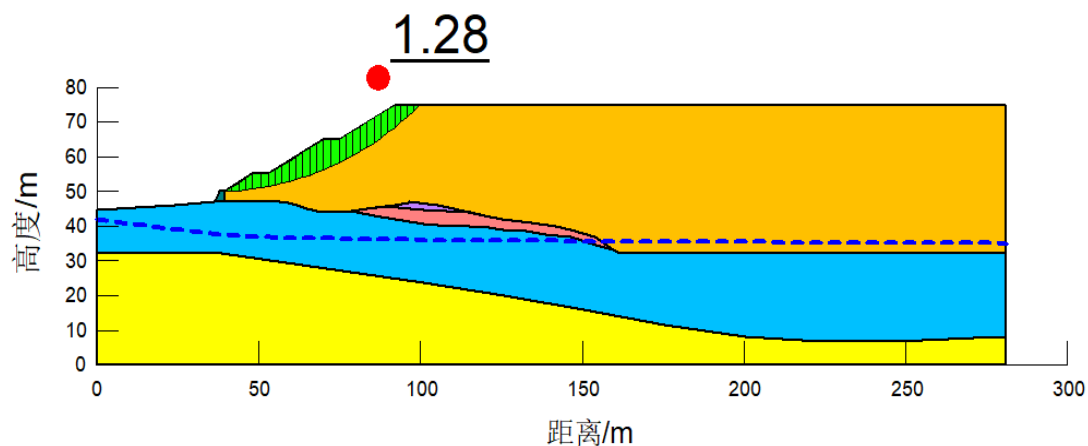


图 3.6-38 剖面 1-1'自然工况 Bishop 法计算结果

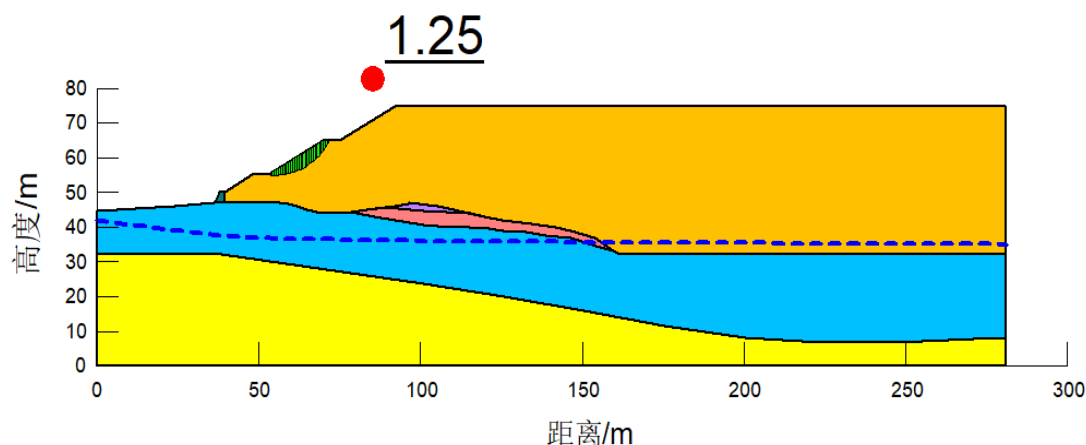


图 3.6-39 剖面 1-1'自然工况 Morgenstern-Price 法计算结果

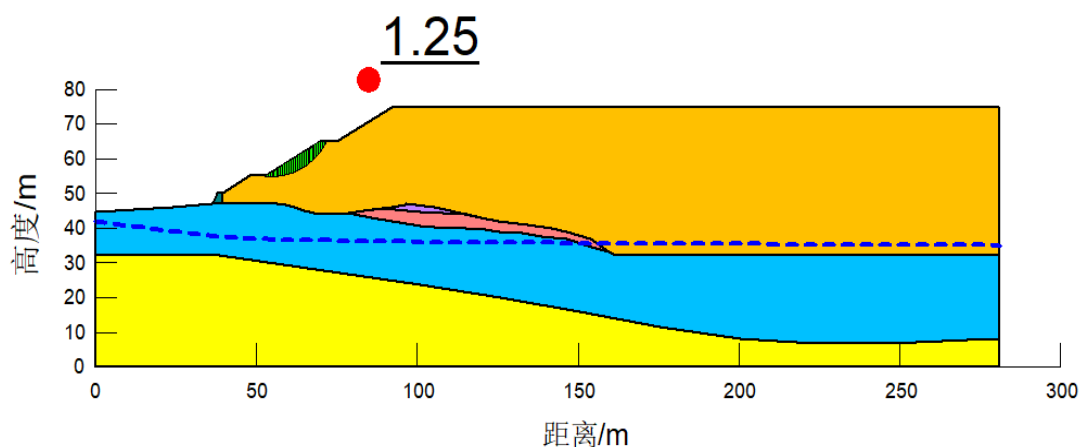


图 3.6-40 剖面 1-1'自然工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,利用极限平衡法计算得出的边坡最低安全系数分别为: Bishop 法 1.28、摩根斯坦-普莱斯(Morgenstern-Price) 1.25、Spencer 法 1.25; 最危险滑动面位置为贯穿排土场+55m~+65m 台阶的滑弧,符合一般规律。因此,可以判定在自然工况以及排土体自身重力作用下,打石山矿区排土场 1-1'剖面的稳定性安全系数是符合规范要求的。

② 降雨工况

对于打石山矿区排土场在降雨工况下, 1-1' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-41~图 3.6-43 所示。

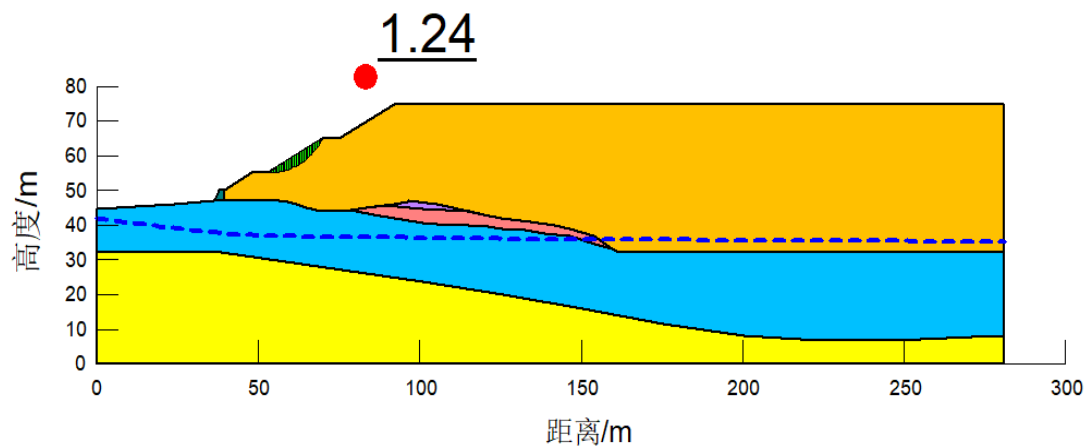


图 3.6-41 剖面 1-1'降雨工况 Bishop 法计算结果

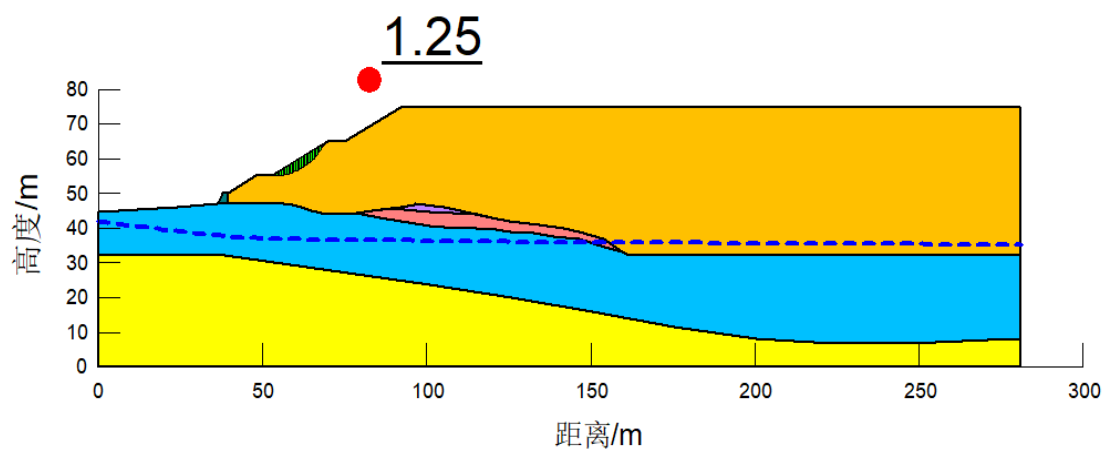


图 3.6-42 剖面 1-1'降雨工况 Morgenstern-Price 法计算结果

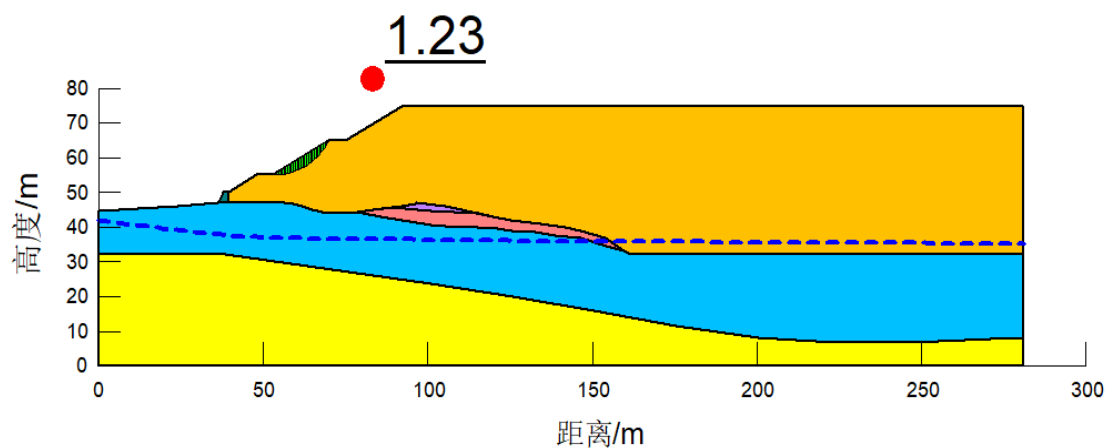


图 3.6-43 剖面 1-1'降雨工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,利用极限平衡法计算得出的边坡最低安全系数分别为: Bishop 法 1.24、摩根斯坦-普莱斯(Morgenstern-Price) 1.25、Spencer 法 1.23; 最危险滑动面为贯穿排土场+55m~+65m 台阶的滑弧,符合一般规律。因此,可以判定在降雨工况下,打石山矿区排土场 1-1' 剖面的稳定性安全系数符合规范要求。

③ 地震工况

对于打石山矿区排土场在地震工况下, 1-1' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-44~图 3.6-46 所示。

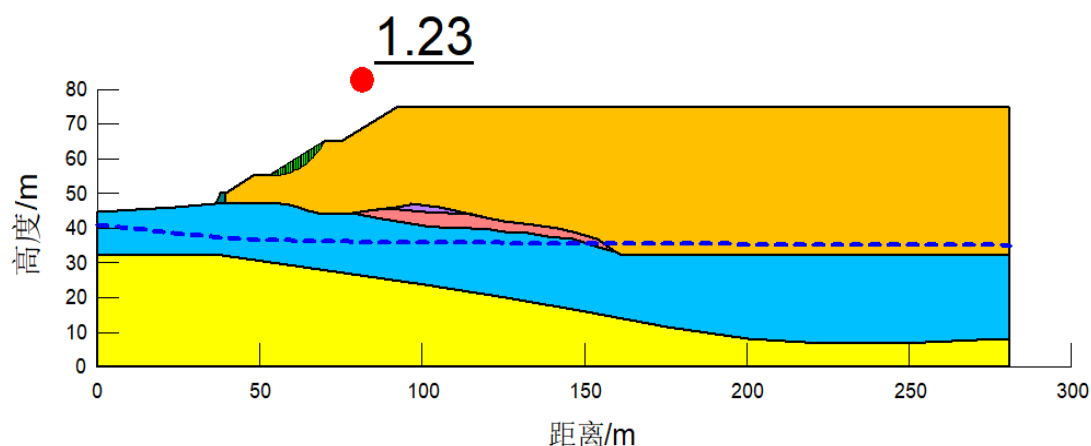


图 3.6-44 剖面 1-1'地震工况 Bishop 法计算结果

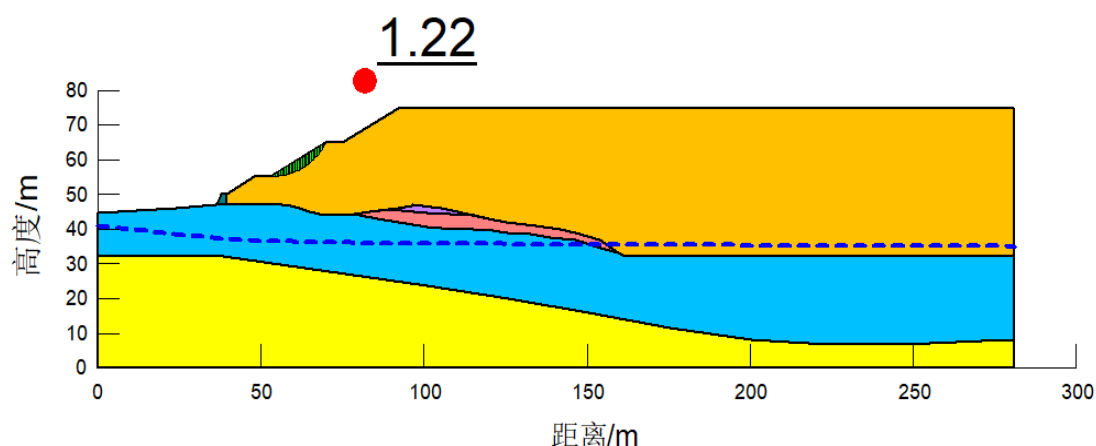


图 3.6-45 剖面 1-1'地震工况 Morgenstern-Price 法计算结果

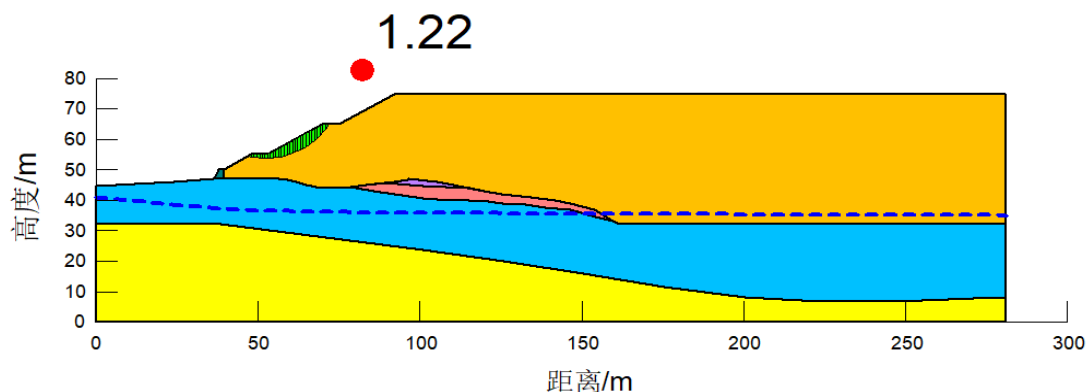


图 3.6-46 剖面 1-1'地震工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,排土场在地震工况下,利用极限平衡法计算得出边坡的最低安全系数分别为: Bishop 法 1.23、摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 1.22、Spencer 法 1.22; 最危险滑动面位置较浅,为贯穿排土场+55m~+65m 台阶的滑弧,符合一般规律。三种方法计算得出的排土场最低安全系数均高于规范要求的最低数值,因此,打石山矿区排土场 1-1' 剖面地震工况下的稳定性是满足规范要求的。

2) 剖面 2-2' 稳定性计算结果

① 自然工况

对于打石山矿区排土场在自然工况下, 2-2' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-47~图 3.6-49 所示。

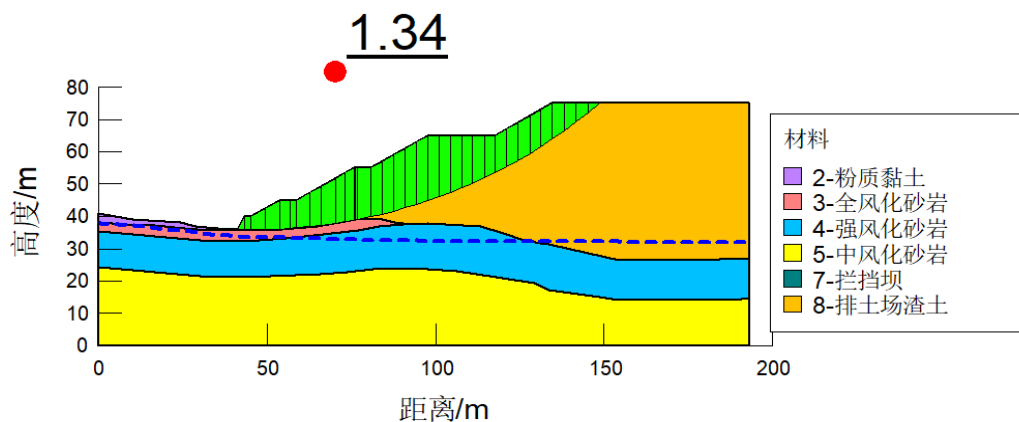


图 3.6-47 剖面 2-2'自然工况 Bishop 法计算结果

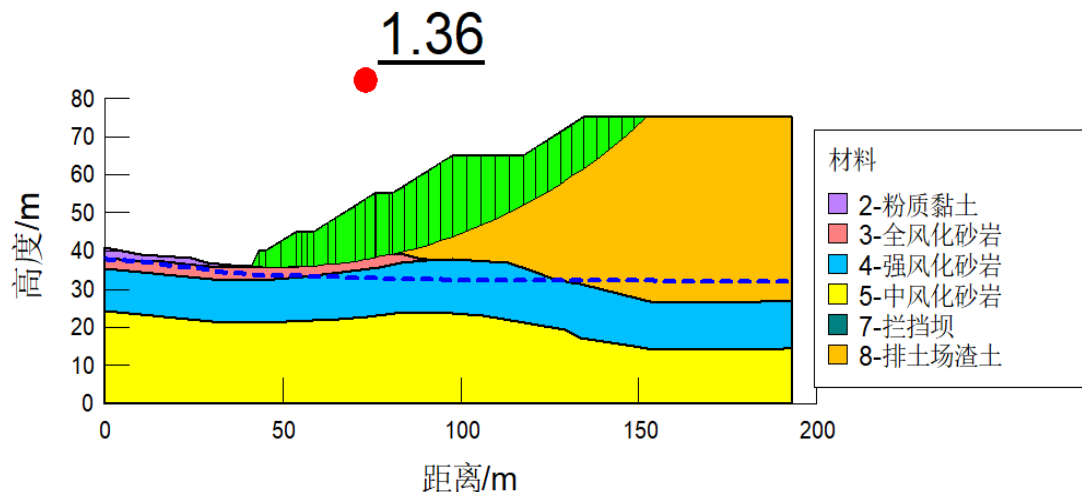


图 3.6-48 剖面 2-2'自然工况 Morgenstern-Price 法计算结果

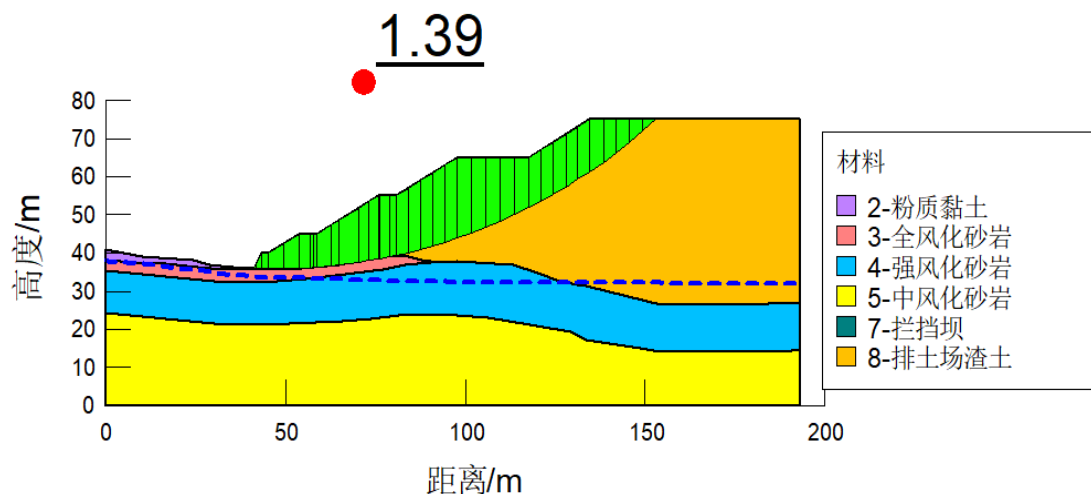


图 3.6-49 剖面 2-2'自然工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,利用极限平衡法计算得出的边坡最低安全系数分别为: Bishop 法 1.34、摩根斯坦-普莱斯(Morgenstern-Price) 1.36、Spencer 法 1.39;最危险滑动面位置较浅,为贯穿排土场标高+75m 台阶以下的滑弧,符合一般规律。因此,在自然工况以及排土体自身重力作用下,打石山矿区排土场 2-2'剖面的稳定性安全系数是符合规范要求的。

② 降雨工况

对于打石山矿区排土场在降雨工况下, 2-2' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-50~图 3.6-52 所示。

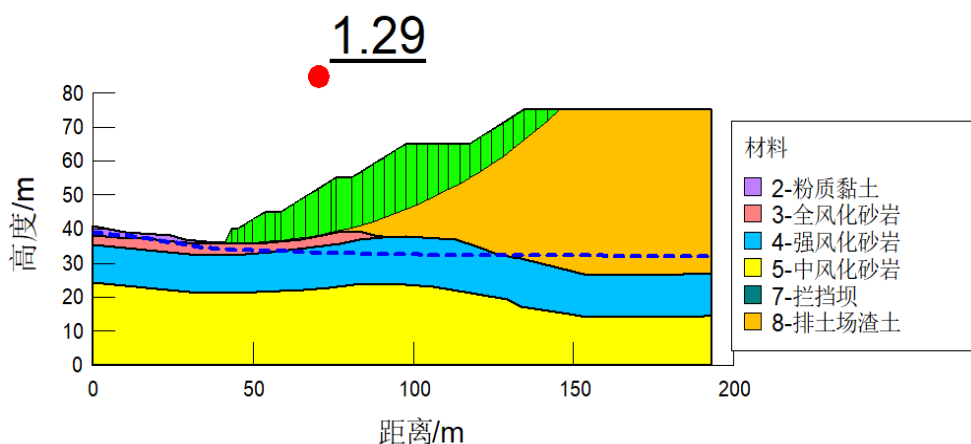


图 3.6-50 剖面 2-2'降雨工况 Bishop 法计算结果

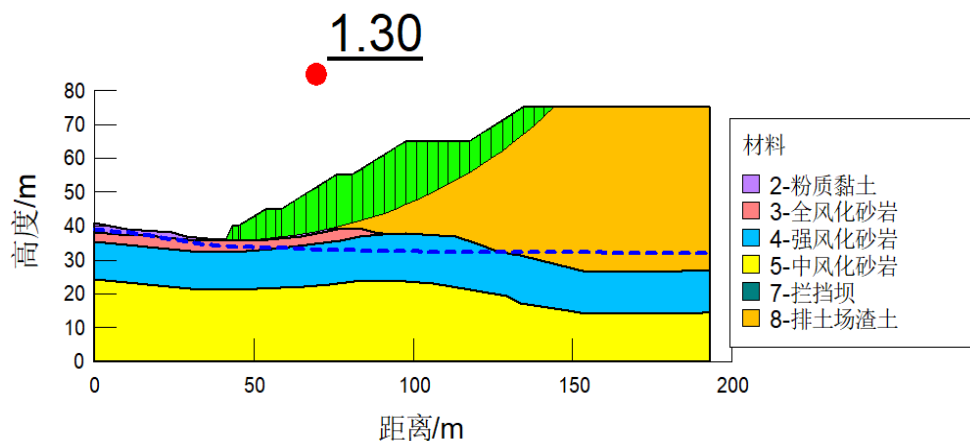


图 3.6-51 剖面 2-2'降雨工况 Morgenstern-Price 法计算结果

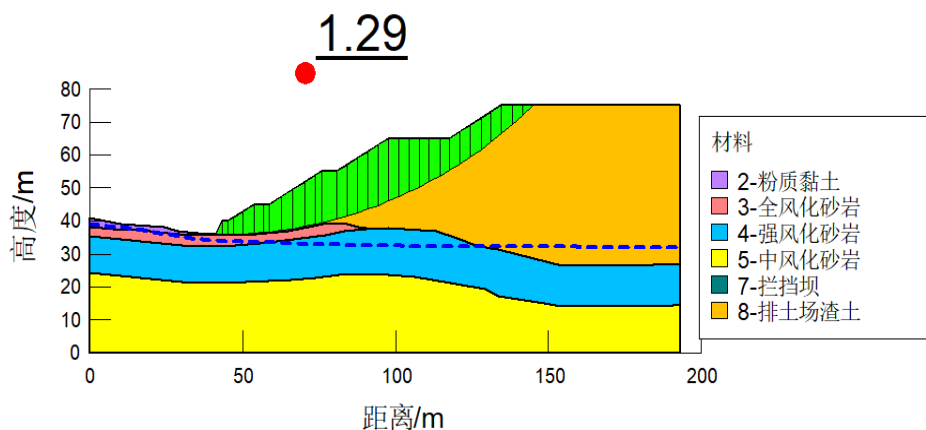


图 3.6-52 剖面 2-2'降雨工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,利用极限平衡法计算得出的边坡最低安全系数分别为: Bishop 法 1.29、摩根斯坦-普莱斯(Morgenstern-Price) 1.30、Spencer 法 1.29;最危险滑动面位置较浅,为贯穿排土场标高+75m 台阶以下的滑弧,符合一般规律。因此,在降雨工况下,打石山矿区排土场 2-2' 剖面的稳定性安全系数是符合规范要求的。

③ 地震工况

对于打石山矿区排土场在地震工况下,2-2' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-53~图 3.6-55 所示。

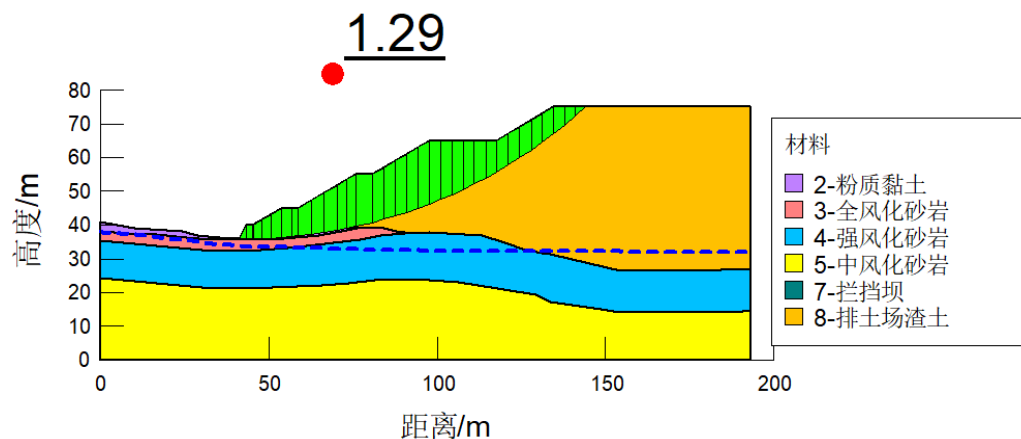


图 3.6-53 剖面 2-2'地震工况 Bishop 法计算结果

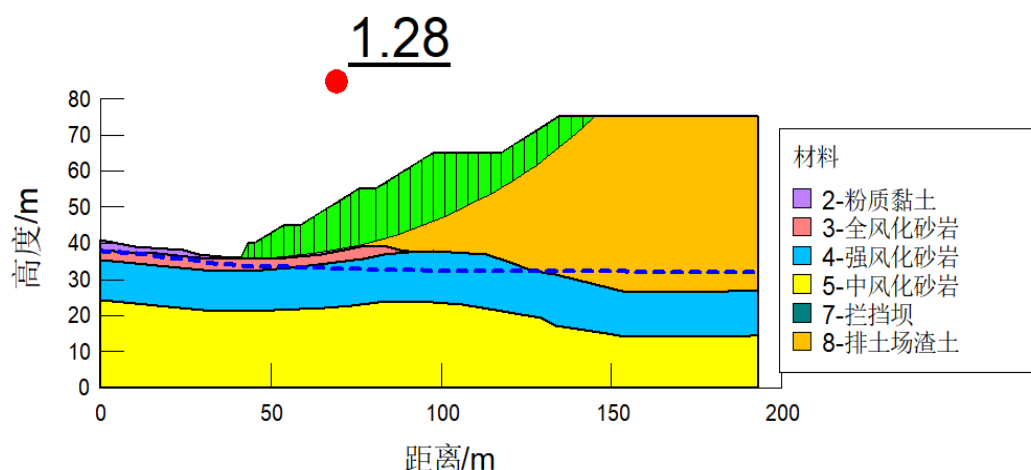


图 3.6-54 剖面 2-2'地震工况 Morgenstern-Price 法计算结果

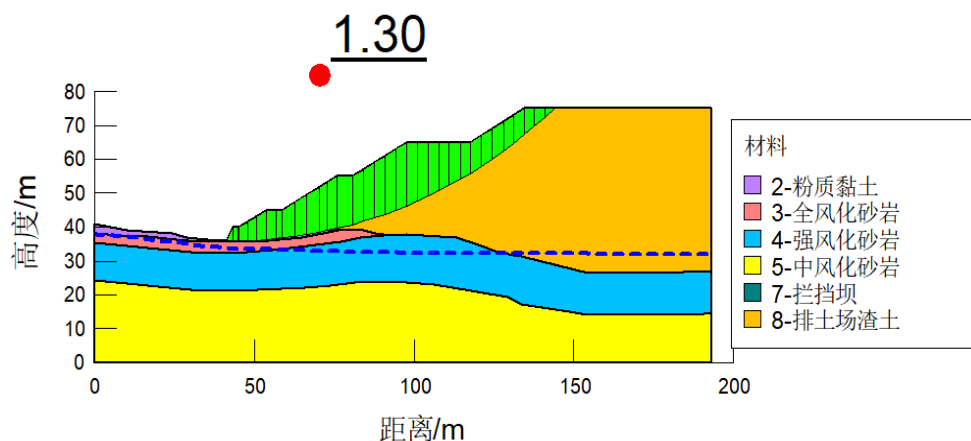


图 3.6-55 剖面 2-2'地震工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,排土场在地震工况下,利用极限平衡法计算得出边坡的最低安全系数分别为: Bishop 法 1.29、摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 1.28、Spencer 法 1.30; 最危险滑动面位置较浅,为贯穿排土场+75m 台阶以下的滑弧。三种方法计算得出的排土场最低安全系数均高于规范要求的最低数值,因此,打石山矿区排土场 2-2' 剖面地震工况下的稳定性是满足规范要求的。

3) 剖面 3-3' 稳定性计算结果

① 自然工况

对于打石山矿区排土场在自然工况下, 3-3' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-56~图 3.6-58 所示。

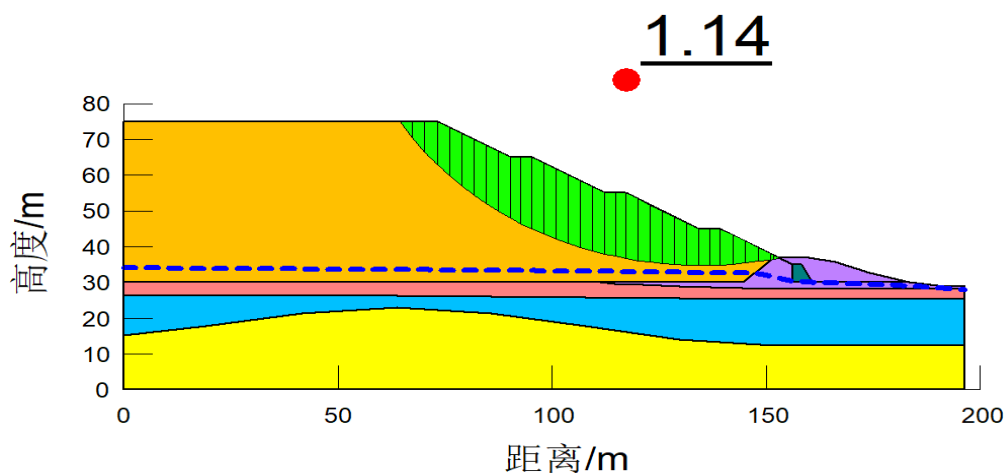


图 3.6-56 剖面 3-3'自然工况 Bishop 法计算结果

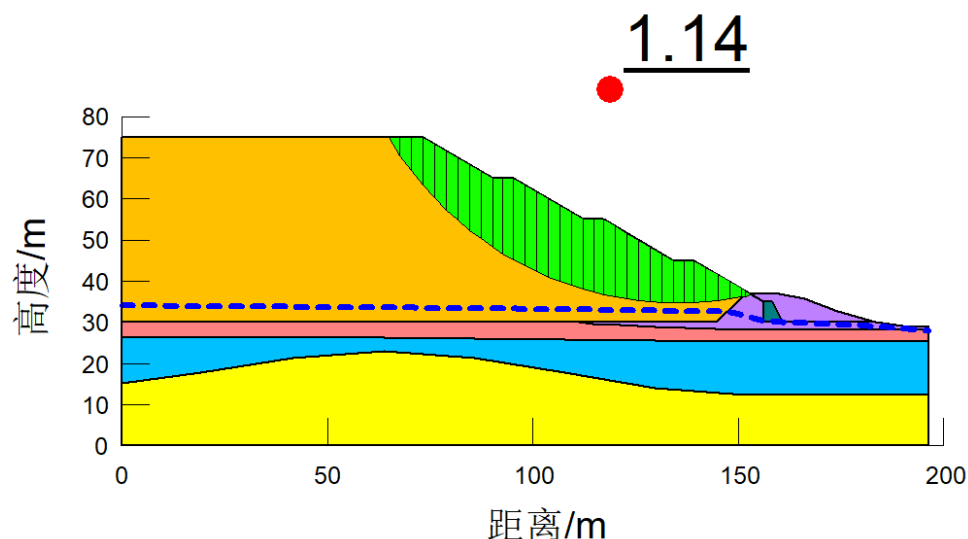


图 3.6-57 剖面 3-3'自然工况 Morgenstern-Price 法计算结果

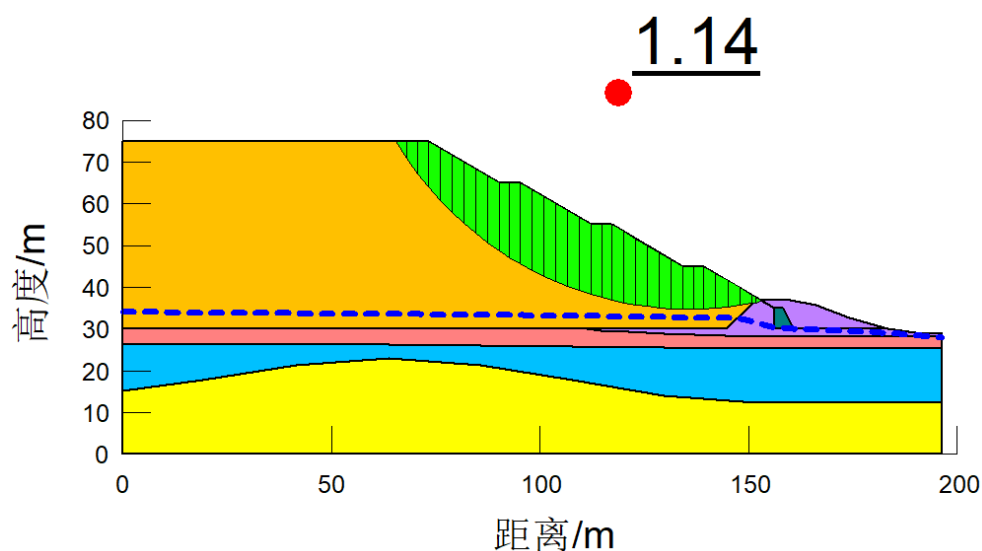


图 3.6-58 剖面 3-3'自然工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,利用极限平衡法计算得出的边坡最低安全系数分别为: Bishop 法 1.14、摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 1.14、Spencer 法 1.14; 最危险滑动面位置较浅,为贯穿排土场+75m 台阶以下的滑弧,符合一般规律。因此,在自然工况以及排土体自身重力作用下,打石山矿区排土场 3-3' 剖面的稳定性安全系数是符合规范要求的。

② 降雨工况

对于打石山矿区排土场在降雨工况下, 3-3' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-59~图 3.6-61 所示。

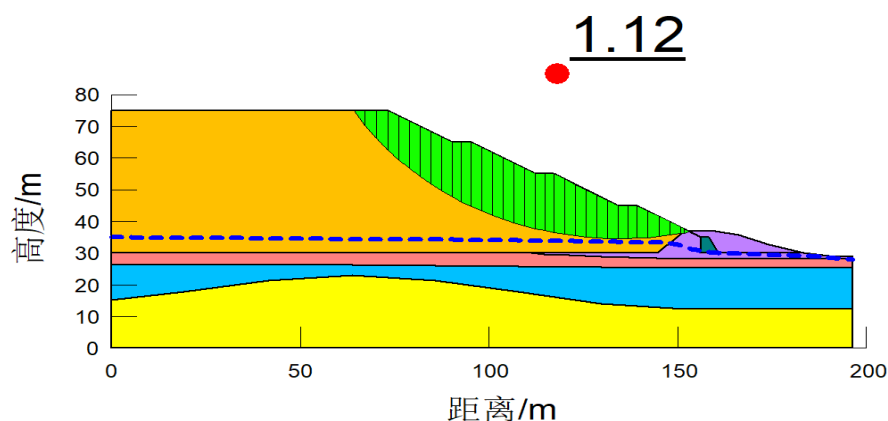


图 3.6-59 剖面 3-3'降雨工况 Bishop 法计算结果

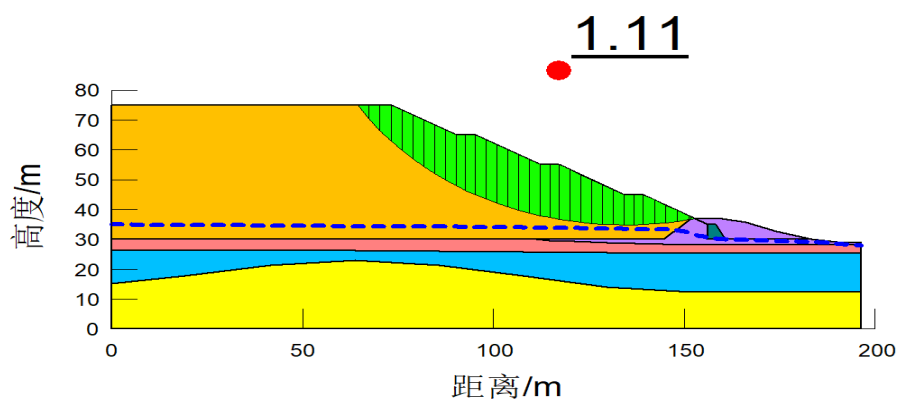


图 3.6-60 剖面 3-3'降雨工况 Morgenstern-Price 法计算结果

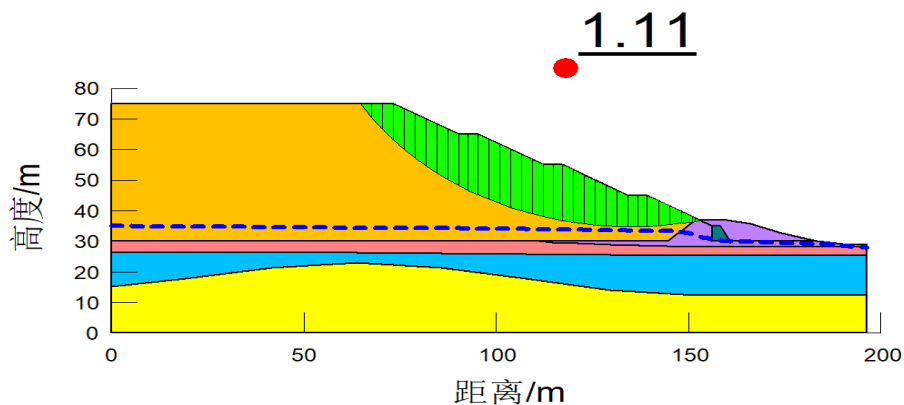


图 3.6-61 剖面 3-3'降雨工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,利用极限平衡法计算得出的边坡最低安全系数分别为: Bishop 法 1.12、摩根斯坦-普莱斯(Morgenstern-Price) 1.11、Spencer 法 1.11;最危险滑动面位置较浅,为贯穿排土场+75m 台阶以下的滑弧,符合一般规律。因此,可以判定在降雨工况下,打石山矿区排土场 3-3' 剖面的稳定性安全系数是符合规范要求的。

③ 地震工况

对于打石山矿区排土场在地震工况下,3-3' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-62~图 3.6-64 所示。

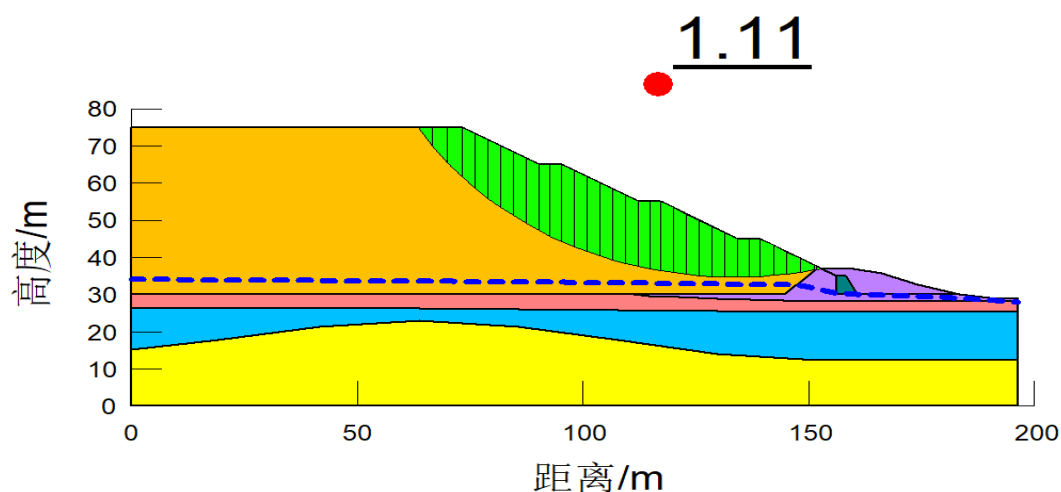


图 3.6-62 剖面 3-3'地震工况 Bishop 法计算结果

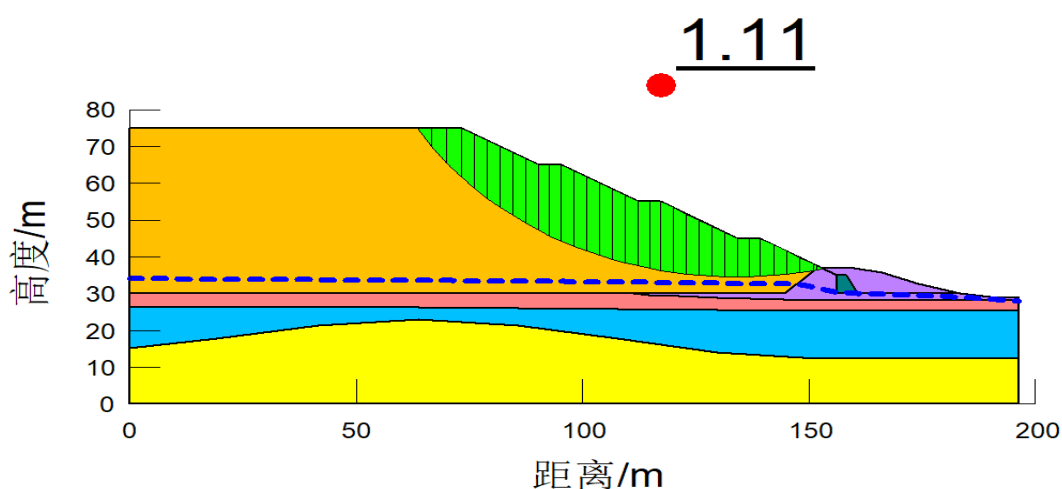


图 3.6-63 剖面 3-3'地震工况 Morgenstern-Price 法计算结果

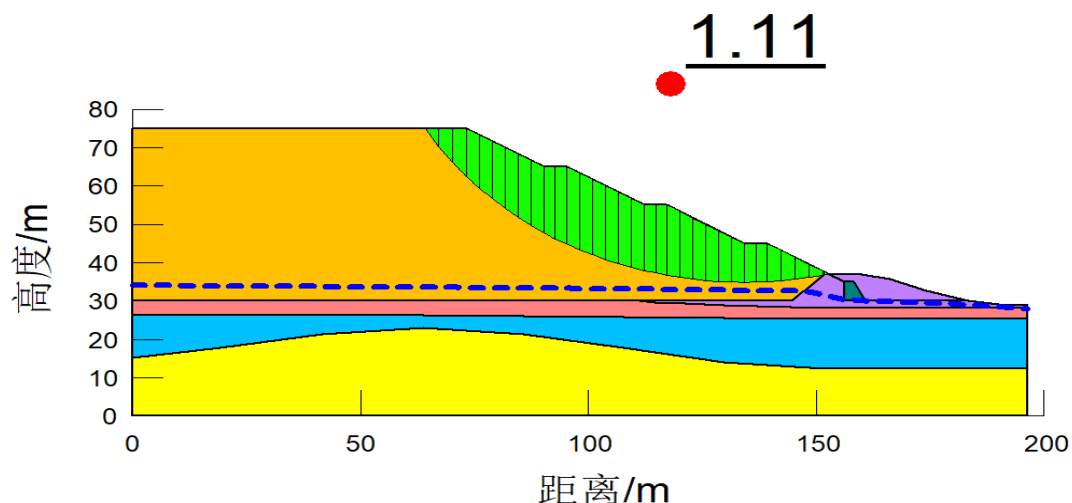


图 3.6-64 剖面 3-3'地震工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,排土场在地震工况下,利用极限平衡法计算得出边坡的最低安全系数分别为: Bishop 法 1.11、摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 1.11、Spencer 法 1.11; 最危险滑动面位置较浅,为贯穿排土场+75m 台阶以下的滑弧,符合一般规律。三种方法计算得出的排土场最低安全系数均高于规范要求的最低数值,因此,打石山矿区排土场 3-3' 剖面地震工况下的稳定性是满足规范要求的。

4) 剖面 4-4' 稳定性计算结果

① 自然工况

对于打石山矿区排土场在自然工况下,4-4' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-65~图 3.6-67 所示。

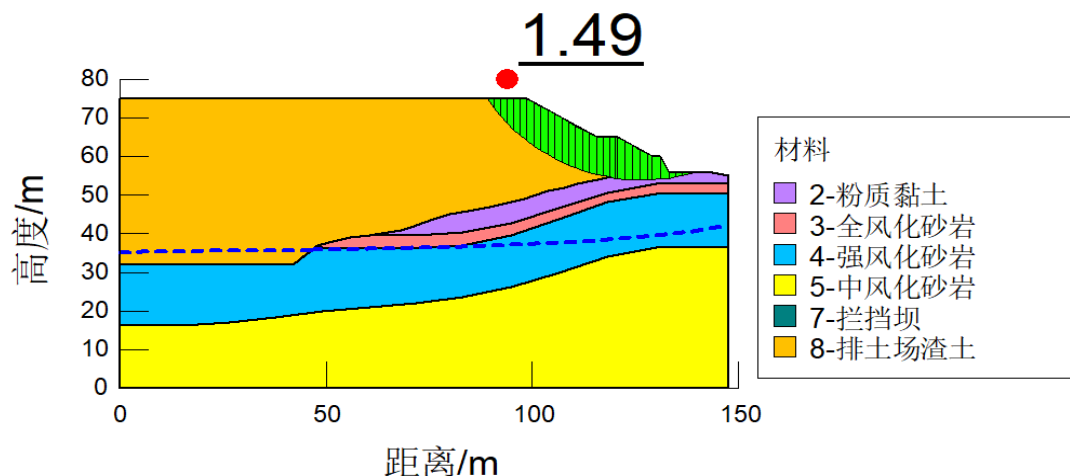


图 3.6-65 剖面 4-4'自然工况 Bishop 法计算结果

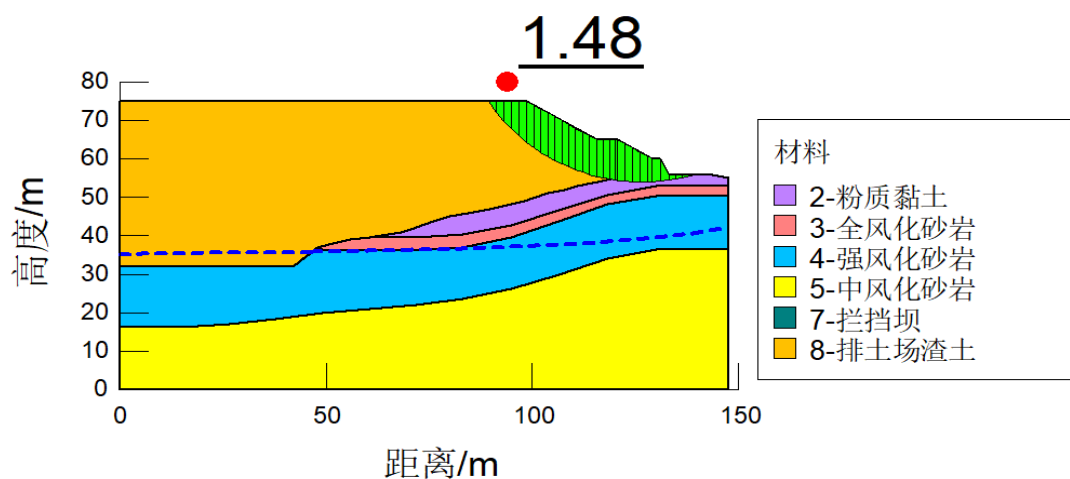


图 3.6-66 剖面 4-4'自然工况 Morgenstern-Price 法计算结果

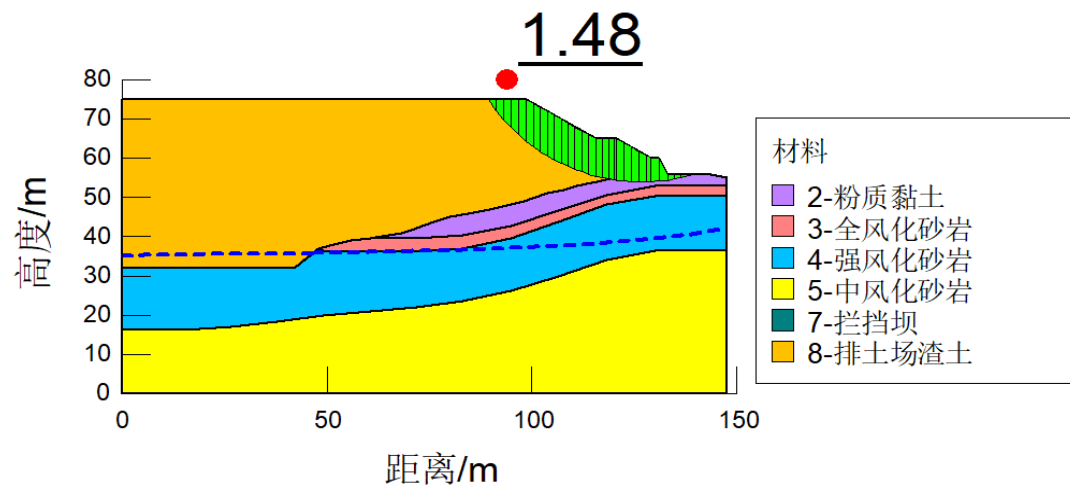


图 3.6-67 剖面 4-4'自然工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,利用极限平衡法计算得出的边坡最低安全系数分别为: Bishop 法为 1.49, 摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 1.48、Spencer 法 1.48; 最危险滑动面位置较浅, 为贯穿排土场+75m 台阶的滑弧, 符合一般规律。因此, 在自然工况以及排土体自身重力作用下, 打石山矿区排土场 4-4' 剖面的稳定性安全系数是符合规范要求的。

② 降雨工况

对于打石山矿区排土场在降雨工况下, 4-4' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-68~图 3.6-70 所示。

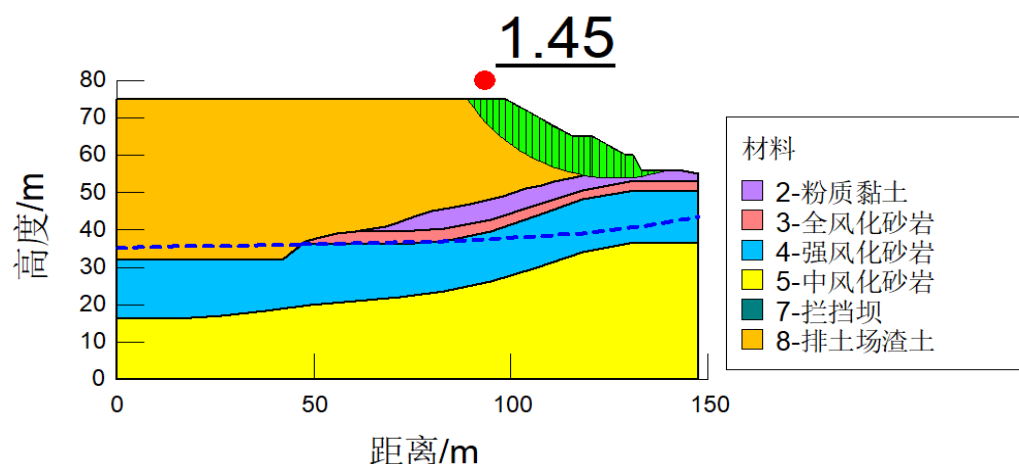


图 3.6-68 剖面 4-4'降雨工况 Bishop 法计算结果

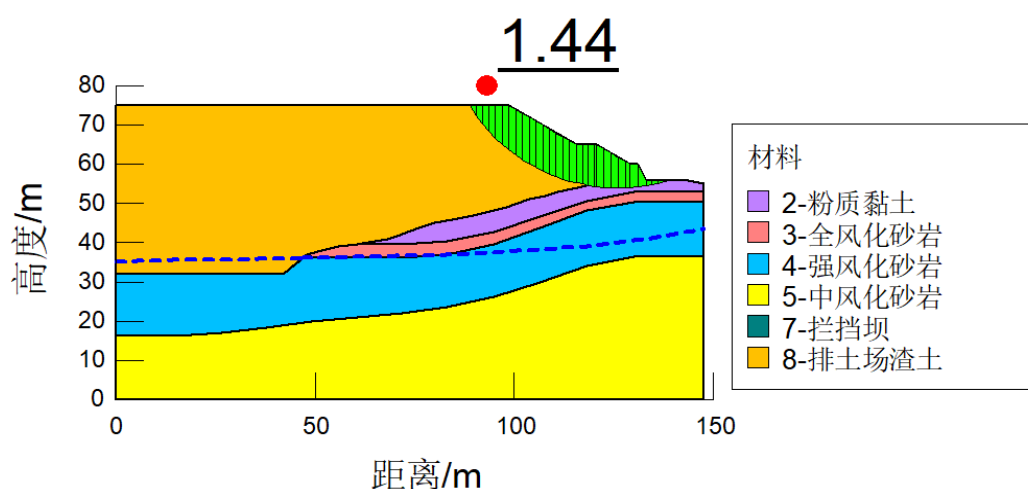


图 3.6-69 剖面 4-4'降雨工况 Morgenstern-Price 法计算结果

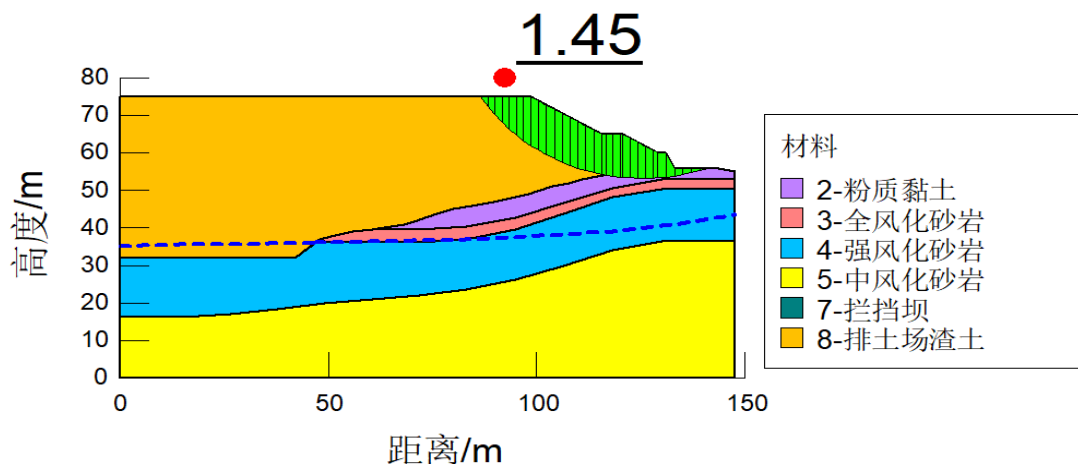


图 3.6-70 剖面 4-4'降雨工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,利用极限平衡法计算得出的边坡最低安全系数分别为: Bishop 法为 1.45, 摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 1.373、Spencer 法 1.374; 最危险滑动面位置较浅,为贯穿排土场+75m 台阶以下的滑弧,符合一般规律。因此,在降雨工况下,打石山矿区排土场 4-4' 剖面的稳定性安全系数是符合规范要求的。

③ 地震工况

对于打石山矿区排土场在地震工况下,4-4' 剖面二维稳定性计算结果如图 3.6-71~图 3.6-73 所示。

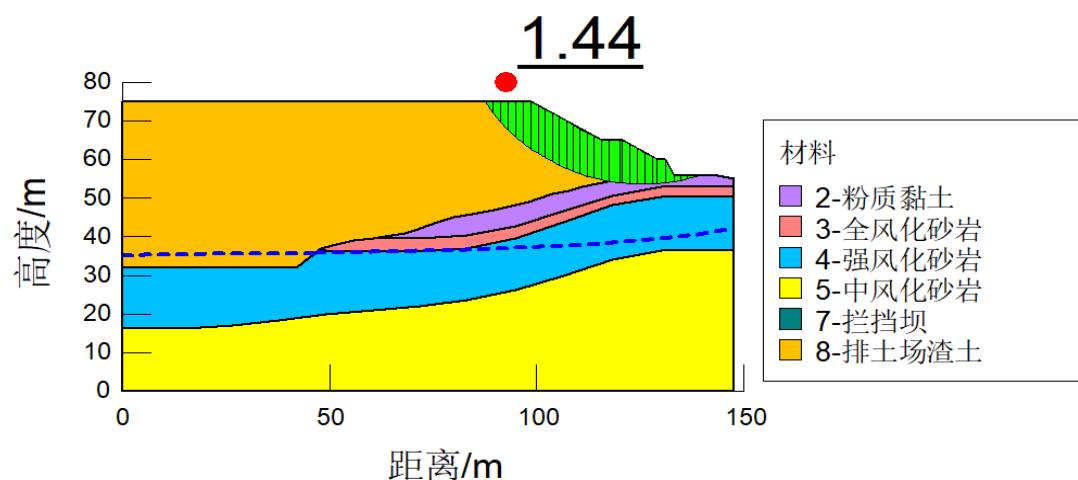


图 3.6-71 剖面 4-4'地震工况 Bishop 法计算结果

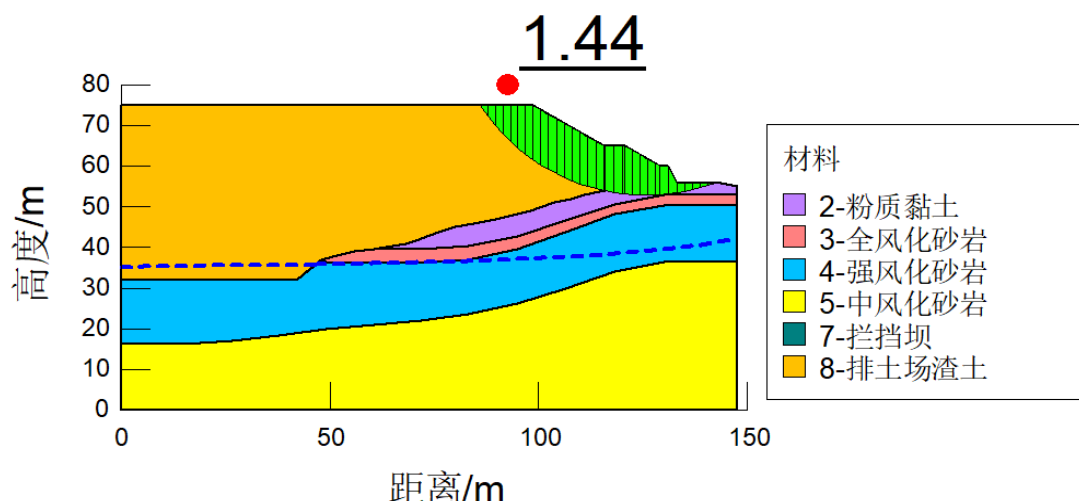


图 3.6-72 剖面 4-4'地震工况 Morgenstern-Price 法计算结果

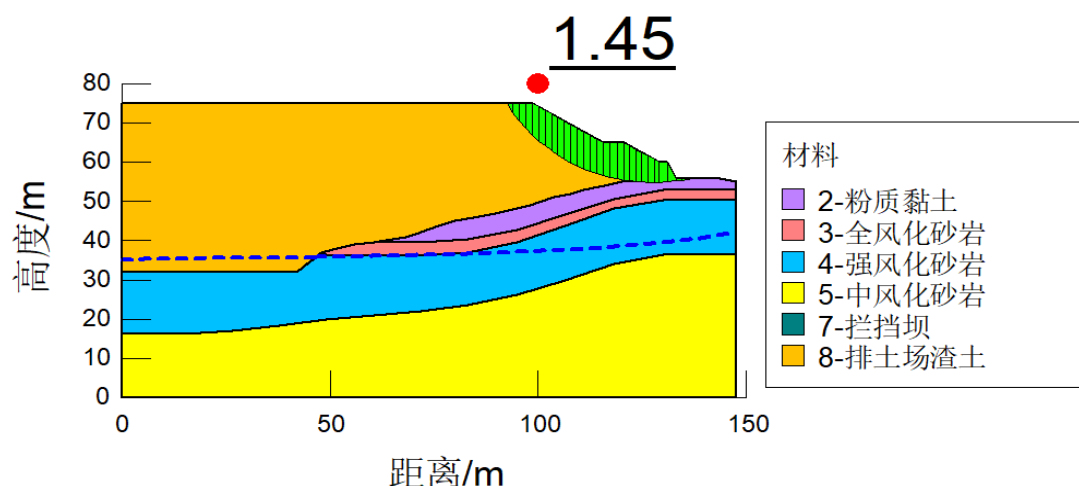


图 3.6-73 剖面 4-4'地震工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,排土场在地震工况下,利用极限平衡法计算得出边坡的最低安全系数分别为: Bishop 法 1.44、摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 1.44、Spencer 法 1.45; 最危险滑动面位置较浅,为贯穿排土场+75m 台阶以下的滑弧,符合一般规律。三种方法计算得出的排土场最低安全系数均高于规范要求的最低数值,因此,打石山矿区排土场 4-4' 剖面地震工况下的稳定性是满足规范要求的。

5) 拦挡坝稳定性计算结果

《排土场稳定性分析报告》分别采用极限平衡法中的 Bishop 法、Morgenstern-Price 法和 Spencer 法三种方法，针对安全系数最小的排土场所对应的拦挡坝进行三种工况下抗滑稳定计算。

① 自然工况

打石山矿区排土场拦挡坝在自然工况下二维稳定性计算结果如图 3.6-74~图 3.6-76 所示。

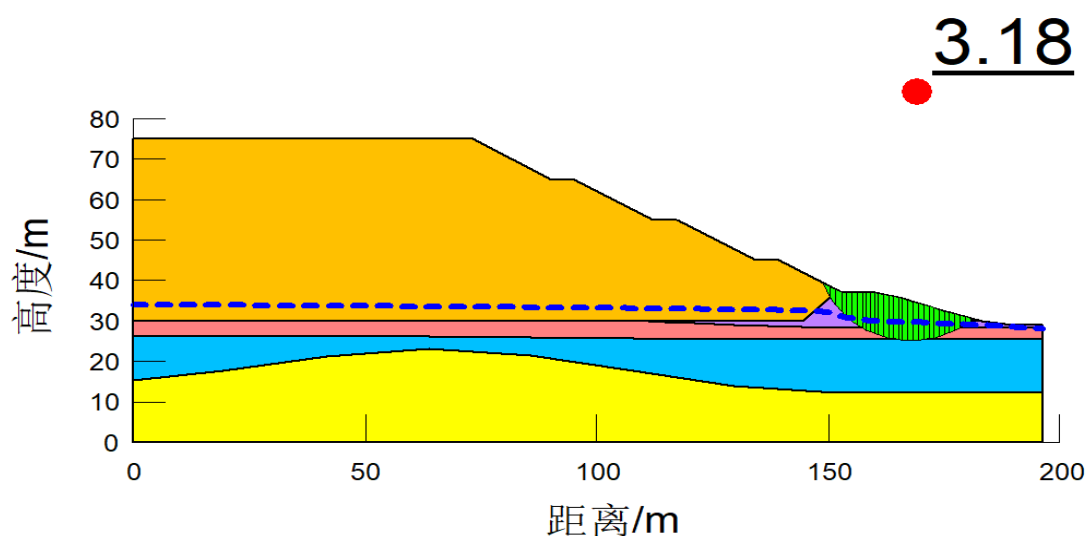


图 3.6-74 拦挡坝自然工况 Bishop 法计算结果

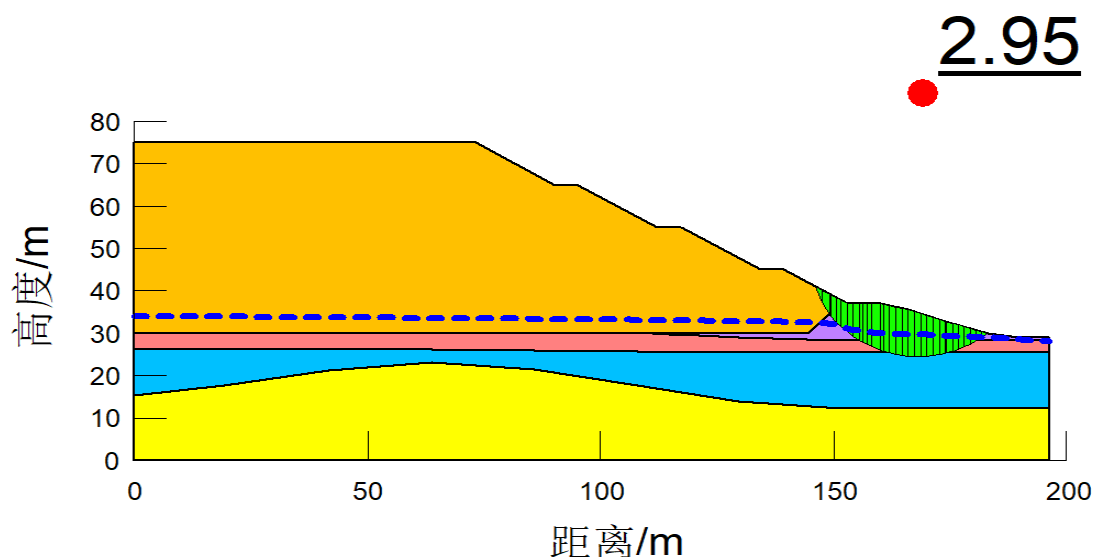


图 3.6-75 拦挡坝自然工况 Morgenstern-Price 法计算结果

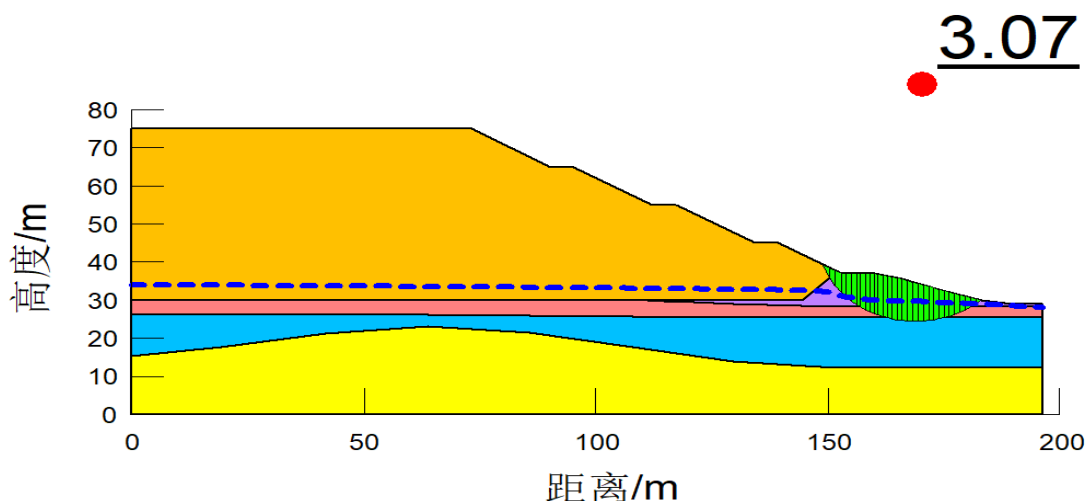


图 3.6-76 拦挡坝自然工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出, 利用极限平衡法计算得出的拦挡坝最低安全系数分别为: Bishop 法 3.18、摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 2.95、Spencer 法 3.07; 最危险滑动面位置较浅, 且为贯穿拦挡坝外坡面的滑弧, 符合一般规律。因此, 在自然工况下, 打石山矿区排土场拦挡坝的稳定性安全系数是符合规范要求的。

② 降雨工况

打石山矿区排土场拦挡坝在降雨工况下二维稳定性计算结果如图 3.6-77~图 3.6-79 所示。

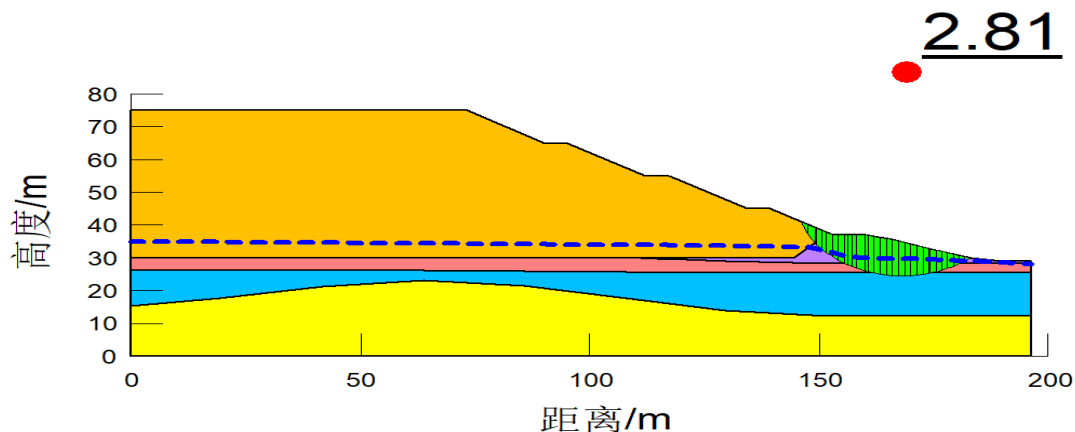


图 3.6-77 拦挡坝降雨工况 Bishop 法计算结果

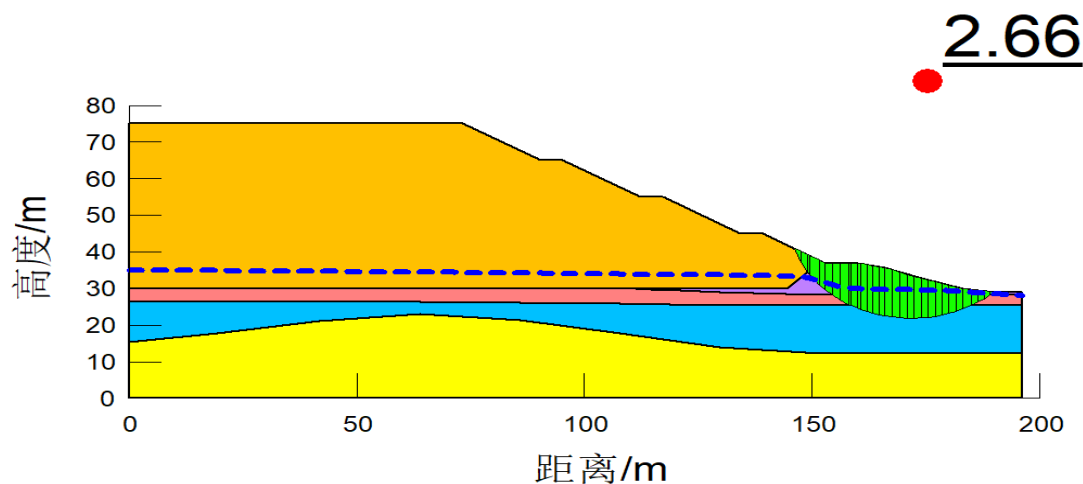


图 3.6-78 拦挡坝降雨工况 Morgenstern-Price 法计算结果

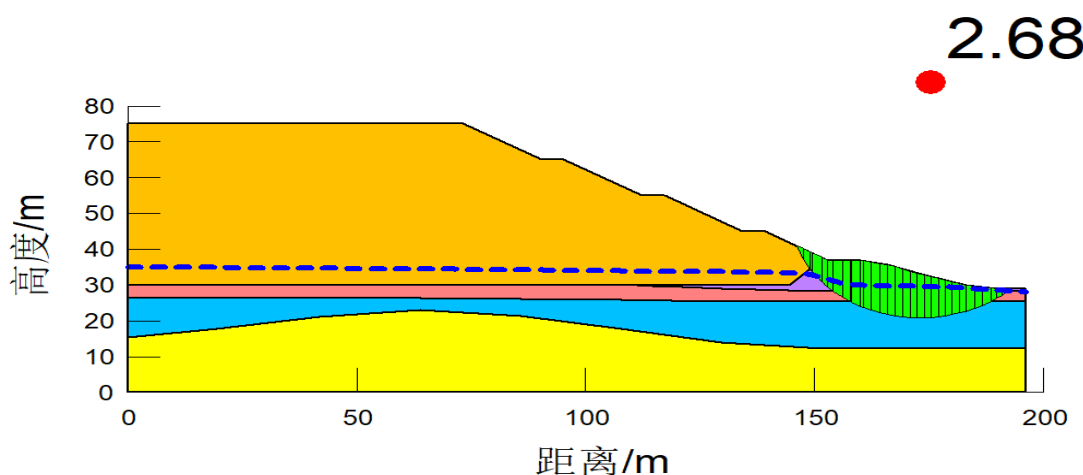


图 3.6-79 拦挡坝降雨工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,利用极限平衡法计算得出的拦挡坝最低安全系数分别为: Bishop 法 2.81、摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 2.66、Spencer 法 2.68; 最危险滑动面为贯穿拦挡坝外坡面滑弧,符合一般规律。因此,在降雨工况下,打石山矿区排土场拦挡坝的稳定性安全系数符合规范要求。

③ 地震工况

打石山矿区排土场拦挡坝在地震工况下二维稳定性计算结果如图 3.6-80~图 3.6-82 所示。

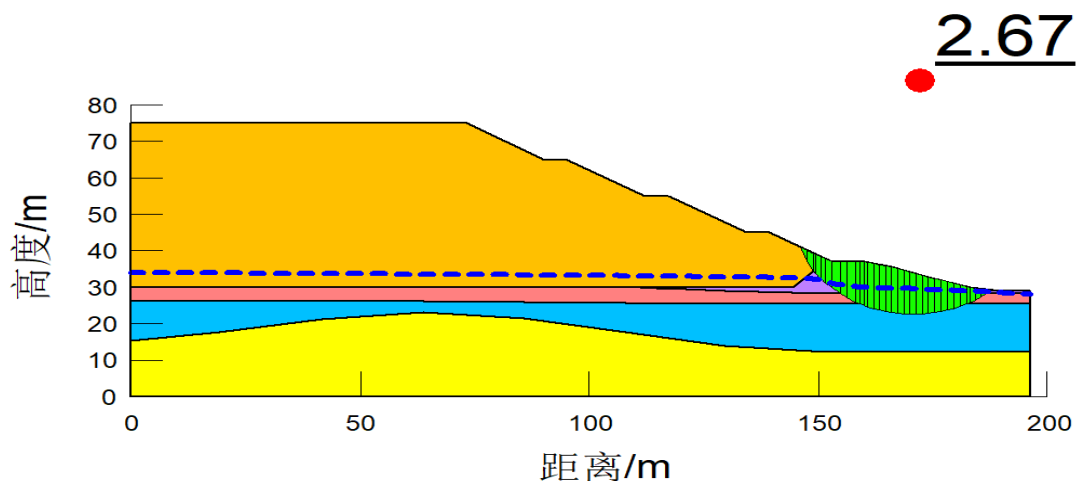


图 3.6-80 拦挡坝地震工况 Bishop 法计算结果

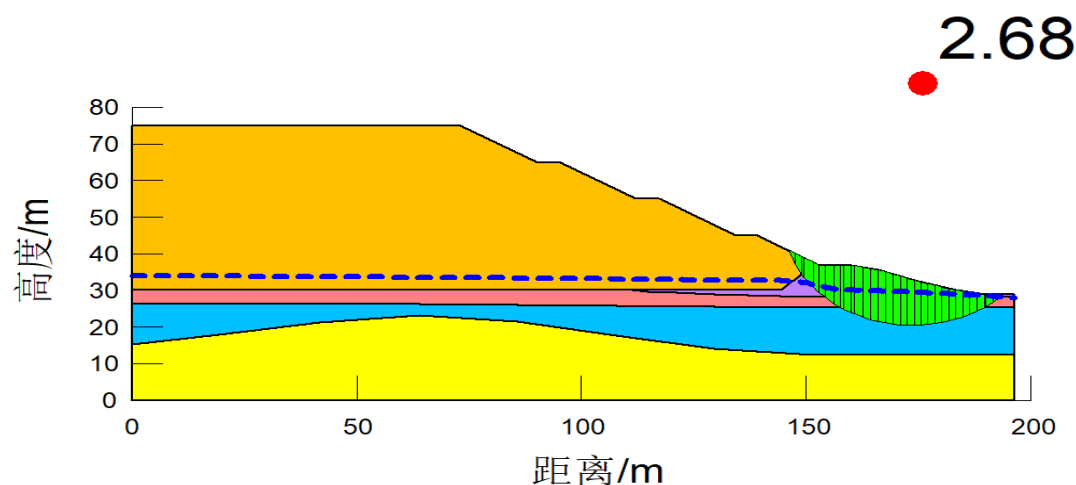


图 3.6-81 拦挡坝地震工况 Morgenstern-Price 法计算结果

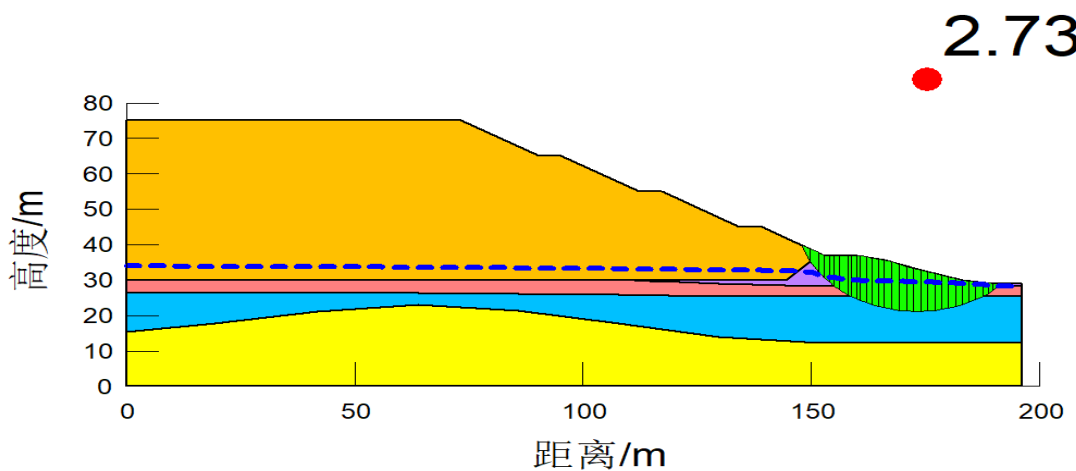


图 3.6-82 拦挡坝地震工况 Spencer 法计算结果

由以上计算结果可以看出,排土场拦挡坝在地震工况下,利用极限平衡法计算得出的最低安全系数分别为: Bishop 法 2.67、摩根斯坦-普莱斯 (Morgenstern-Price) 2.68、Spencer 法 2.73; 最危险滑动面位置较浅,为贯穿拦挡坝外坡面的滑弧,符合一般规律。三种方法计算得出的拦挡坝最低安全系数均高于规范要求的最低数值,因此,打石山矿区排土场拦挡坝地震工况下的稳定性是满足规范要求的。

(5) 稳定性分析结果

排土场稳定性计算结果如下表所示。

表 3.6-5 排土场稳定性安全系数汇总表

等级	计算模型	计算工况	计算方法			是否稳定
			Bishop 法	Morgenstern-Price 法	Spencer 法	
四级	1-1' 剖面	1	1.28	1.25	1.25	是
		2	1.24	1.25	1.23	是
		3	1.23	1.22	1.22	是
	2-2' 剖面	1	1.34	1.36	1.39	是
		2	1.29	1.30	1.29	是
		3	1.29	1.28	1.30	是
	3-3' 剖面	1	1.14	1.14	1.14	是
		2	1.12	1.11	1.11	是
		3	1.11	1.11	1.11	是
	4-4' 剖面	1	1.49	1.48	1.48	是
		2	1.45	1.44	1.45	是
		3	1.44	1.44	1.45	是
	拦挡坝	1	3.18	2.95	3.07	是
		2	2.81	2.66	2.68	是
		3	2.67	2.68	2.73	是

根据以上极限平衡法计算结果可以看出,排土场中 4-4' 剖面计算得到的安全系数值为四个剖面中最大; 3-3' 剖面安全系数最小,原因为排土场渣土物理参数较低,但仍大于规范要求,安全系数储备较为宽裕。采用 Bishop 法、Morgenstern-Price 法和 Spencer 法的

计算结果计算剖面的安全系数值变化范围为 1.1~1.4 之间。总体来看,打石山矿区排土场边坡剖面以及拦挡坝在三种工况、三种计算方法下的稳定性安全系数均满足规范要求,因此,打石山矿区排土场边坡是稳定的。

3.6.4 单元小结

(1) 下一阶段设计应按照《排土场稳定性分析报告》确定合理的参数,并对排土场卸载平台安全车挡、边坡监测、照明、通信、安全警示标志等进行详细设计。

(2) 下一阶段设计应对排土场的防排洪设施进行详细设计,并校核其排水能力。

(3) 建议排土场建设前对区域内原水库留存的淤泥进行铲除,并在排土场底部排弃大块岩石作为垫层或透水层。将岩石和表土进行合理混排或分别堆置在不同区域,严禁同一位置分层排弃表土和岩石,防止在排土场内部形成潜在软弱滑动面。

(4) 由于各种影响因素的不确定性,建议在排土场运行过程中,建立排土场位移、应力和渗流监控系统,实时监控不同运行工况下的地基及排土场的稳定性。

(5) 由于排土场的堆排是一个动态过程,在排土推进过程中可能形成较陡的台阶段从而增加失稳风险,排土场在排土过程中应严格按照设计控制排土参数,做好相关防护措施,以防止排土场发生滑坡以及泥石流等灾害。

3.7 重大危险源辨识单元

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

4 安全对策措施及建议

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

4.1 总平面布置

(1) 下一阶段设计应明确项目建设前养殖场必须完成搬迁拆除。

(2) 下一阶段设计应补充完善 2#采坑边坡加固治理以及开采 3#采坑期间的安全防护措施。

(3) 下一阶段设计应补充说明已注销矿权永丰石场现场是否存在有人员出入或停留的建筑或场所以及相应的搬迁、拆除措施。

(4) 最终边坡边界应设置可靠的围栏或醒目的警示标志，防止无关人员误入；边界上 2m 范围内，可能危及人员安全的树木及其它植物、不稳固材料和岩石等，应予清除。边界上覆盖的松散岩土层厚度超过 2m 时，其倾角应小于自然安息角。

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

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

(7) 矿区开采过程中遇极端天气时应及时停止作业、撤出现场作业人员。

(8) 下一阶段设计应补充完善采场爆破对排土场作业相关安全措施。

(9) 矿区开采过程中应严格管理，避免无关人员进入采场。

(10) 下一阶段设计应补充绘制总平面布置图。

4.2 开拓运输

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

(2) 下一阶段设计中应明确主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。

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

(4) 下一阶段设计应补充避险车道的具体设置位置及相关参数, 同时考虑采场出现异常时人员及设备的撤离路线。

(5) 由于采场面积较大, 矿山应配备专用载人车辆接送作业人员上下班, 并明确上下班通勤车辆的相关安全措施。

(6) 下一阶段设计应补充说明现场用油设备的加油方式及相关安全防护措施。

(7) 建议下一阶段设计在运输道路进入采场的适当位置设置运输车辆和人员安全检查的门禁系统, 防止无关或不符合安全要求的车辆以及无关人员(含个体防护装备穿戴不规范或饮酒的人员)进入采场作业区; 采场主要出入口应设置安全风险告知牌, 公示采场主要安全风险和爆破作业时间。

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

4.3 采剥单元

(1) 下一阶段设计单位应依据《边坡稳定性研究报告》提出的建议确定合理的露天开采境界参数。

(2) 随着开采深部岩体暴露, 受爆破震动、卸荷及风化作用影响, 边坡工程及水文地质情况将发生变化, 实际开采阶段岩土工程资料与

原设计不符时,建议进行开采阶段采场边坡勘察工作,校核评价边坡稳定性。

(3) 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。

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

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

(6) 该项目汛期雨水较多,局部可能出现垮塌,生产中应加强监测和治理,必要时配置边坡支护设备。

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

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

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

(10) 下一阶段设计需补充完善发现悬浮岩块或崩塌征兆时,应

立即停止铲装作业，并将设备转移至安全地带。

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

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

(13) 下一阶段设计应补充铲装作业发现盲炮和顺坡节理面（或小滑面）时的安全处置措施。

(14) 矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度，现状高度 100 米及以上的边坡，应每年进行一次边坡稳定性分析；现状高度 100 米以下的边坡，每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析。

(15) 下一阶段设计应明确爆破危险区内设置避炮棚、爆破警报器等安全设施。

(16) 下一阶段设计应进一步对爆破振动允许的安全距离及爆破飞石安全距离进行核算。

(17) 下一阶段设计应补充采掘、运输设备防火措施。

(18) 建议企业开展爆破振动测试，持续优化爆破设计。

4.4 矿山供配电设施

(1) 下一阶段设计应补充一级负荷备用电源的设置情况。

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

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

(4) 下一阶段设计应补充主接地极的设置情况。

(5) 下一阶段设计应补充采矿场的架空供电线路上避雷装置的设置情况。

4.5 防排水

- (1) 本项目为大型矿山，建议企业建立水文地质资料档案。
- (2) 下一阶段设计应按照规程要求计算正常涌水量和最大排水量，工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量，全部水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。
- (3) 下一阶段设计应明确机械排水的具体设置情况，并对其排水能力进行校核。

4.6 排土场

- (1) 下一阶段设计应按照《排土场稳定性分析报告》确定合理的参数，并对排土场卸载平台安全车挡、边坡监测、照明、通信、安全警示标志等进行详细设计。
- (2) 下一阶段设计应对排土场的防排洪设施进行详细设计，并校核其排水能力。
- (3) 建议排土场建设前对区域内原水库留存的淤泥进行铲除，并在排土场底部排弃大块岩石作为垫层或透水层。将岩石和表土进行合理混排或分别堆置在不同区域，严禁同一位置分层排弃表土和岩石，防止在排土场内部形成潜在软弱滑动面。
- (4) 由于各种影响因素的不确定性，建议在排土场运行过程中，建立排土场位移、应力和渗流监控系统，实时监控不同运行工况下的地基及排土场的稳定性。
- (5) 由于排土场的堆排是一个动态过程，在排土推进过程中可能形成较陡的台阶从而增加失稳风险，排土场在排土过程中应严格按照设计控制排土参数，做好相关防护措施，以防止排土场发生滑坡以及泥石流等灾害。

4.7 安全管理

- (1) 下一阶段设计补充矿山主要负责人依法履行安全生产第一

责任人责任,加大安全投入和安全培训力度,及时研究解决矿山安全生产重大问题,推广矿长安全生产考核记分制度。

(2) 下一阶段设计补充企业应配备满足安全生产需要的采矿、地质、机电等专业的专职技术人员,专业人员应当具备中专及以上学历或者中级及以上技术职称。

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

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

(5) 企业应按照要求绘制、更新相关图纸,并报送矿山安全监管监察部门。

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

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

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

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

(10) 矿山应当按照《生产安全事故应急预案管理办法》及时修订生产安全事故应急预案，赋予调度员、安检员、现场带班人员、班组长等人员现场紧急撤人权，定期组织应急预案演练并编写评估报告，成立应急救援队伍并配备相应装备，与就近的取得三级以上资质的矿山救护队签订有偿服务救护协议。

(11) 企业应积极推进智能化矿山建设工作。

5 评价结论

5.1 本项目存在的主要危险、有害因素

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

5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素

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

5.3 应重视的安全对策措施建议

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

(2) 下一阶段设计单位应依据《露天采场边坡稳定性研究报告》提出的建议确定合理的露天开采境界参数。

(3) 企业应加强采场边坡稳定性监测系统的维护工作，定期通过监测数据分析采场的边坡稳定状况。

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

(5) 下一阶段设计应明确机械排水的具体设置情况，并对其排水能力进行校核。

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

(7) 企业应积极推进智能化矿山建设工作。

5.4 评价结果综述

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

根据对本项目各单元危险、有害因素辨识分析及定性定量评价,提出了相应的对策措施,在落实可行性研究报告及本预评价报告提出的措施建议下,本项目潜在的危險、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,建设项目符合国家现行有关法律、法规、标准、规范的要求;工程潜在的危險、有害因素在采纳合理的安全对策措施后能得到有效控制;被评价单位将应配备的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用,可实现本项目的安全生产。

附 件

- (1) 委托书;
- (2) 营业执照;
- (3) 采矿许可证;
- (4) 企业投资项目备案证;
- (5) 《可行性研究报告》封面及目录;
- (6) 《露天采场边坡稳定性研究报告》封面及目录;
- (7) 《排土场稳定性研究报告》封面及目录;
- (8) 《关于〈广东省开平市赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿资源储量核实报告〉矿产资源储量评审备案的复函》;
- (9) 《广东省开平市赤水镇永丰打石山矿区建筑用砂岩矿勘探报告》评审意见书(江地矿协审字〔2024〕6号);
- (10) 专家评审意见;
- (11) 周边环境相关照片;
- (12) 评价项目组部分人员在现场调研照片。

附 图

- (1) 矿区地形地质图;
- (2) 1 号勘探线剖面图;
- (3) 3 号勘探线剖面图;
- (4) 5 号勘探线剖面图;
- (5) 基建工程终了平面图;
- (6) 开采终了境界及监测系统平面图;
- (7) 地表防排洪系统平面图;
- (8) 1-1' 线终了境界剖面图;
- (9) 2-2' 线终了境界剖面图;
- (10) 3-3' 线终了境界剖面图;
- (11) 4-4' 线终了境界剖面图;
- (12) 5-5' 线终了境界剖面图;
- (13) 6-6' 线终了境界剖面图;
- (14) 排土场终了境界平面图;
- (15) 排土场终了 C-C' 剖面图;
- (16) 排土场终了 D-D' 剖面图;
- (17) 供电系统图;
- (18) 采矿方法图。