

安徽中池新材料有限公司
安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用
白云岩、石灰岩矿采场边坡

稳定性分析报告

安徽正信科技有限公司
证书编号：APJ—（皖）—011
二〇二六年五月

安徽中池新材料有限公司
安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用
白云岩、石灰岩矿采场边坡

稳定性分析报告

工程编号：ZXAP—2026—3022

法定代表人：董书满

技术负责人：董书满

项目负责人：方 敏

二〇二六年五月

安徽中池新材料有限公司

安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用

白云岩、石灰岩矿采场边坡稳定性分析报告编制人员

项目	姓名	资格证书号	专业	签字
项目负责人	方 敏	1902000000101872	电气	
项目组成员	吴光辉	1200000000100003	机械	
	袁成龙	1700000000200514	采矿	
	吴鹏程	1500000000300416	通风	
	黄 凯	1100000000202027	地质	
	王陈红	1700000000300668	安全	
报告编制人	方 敏	1902000000101872	电气	
	王陈红	1700000000300668	安全	
报告审核人	付道军	1700000000200889	水工	
过程控制负责人	王 京	1912000000201038	安全	
技术负责人	董书满	1902000000101871	采矿	

前 言

为认真贯彻《安全生产法》《矿山安全法》《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）等金属非金属矿山安全生产法律、法规和规定，预防事故的发生，保障矿山安全生产，保护从业人员生命和财产安全，受安徽中池新材料有限公司委托，我公司对其安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场现状边坡稳定性进行分析，其目的是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，对目前矿山采场现状边坡存在的主要问题提出安全补偿及补救措施，以利于提高系统的本质安全程度，满足安全生产要求。

非煤矿山采场边坡稳定性分析是以实现非煤矿山采场边坡工程、系统安全为目的，应用安全系统工程原理和方法，对采场边坡使用过程中可能存在的危险、有害因素进行辨识与分析，判断系统发生事故的可能性及其严重程度，为今后矿山采场边坡的安全运行和管理提供建设性意见，以达到最低事故率、最少损失和最优的安全投资效益的目的。

按照相关要求，我公司成立了稳定性分析项目组，对该矿生产采场现状边坡稳定性进行分析。评价组收集了国家有关法律、法规、技术标准和规范，并编制了现场调查表，确定评价程序和方法，项目评价组于 2026 年 4 月 27 日进入该矿现场，进行了现场调查和资料收集，对调查中发现的主要问题书面反馈到矿。2026 年 5 月 10 日，评价人员再次进入该矿现场，对其存在问题整改情况进行复核确认。

评价组在调查、收集资料的基础上，对该矿山采场现状边坡的安全管理、安全设施、现场作业等系统的主要危险、有害因素进行辨识与分析，在此基础上采用定性定量的分析方法进行稳定性分析，查找出存在问题与隐患，并提出安全对策措施及建议，形成评价结论，编制了《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场边坡稳定性分析报告》。

项目组在进行安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿生产采场现状边坡稳定性分析过程中，得到了安徽中池新材料有限公司领导、技术人员的大力支持，在此表示感谢。

目 录

1. 编制说明	1
1.1 稳定性分析对象及范围	1
1.2 稳定性分析依据	1
1.3 稳定性分析目的	7
1.4 稳定性分析内容	7
1.5 稳定性分析程序	7
2. 项目概况	10
2.1 企业简介	10
2.2 矿区地质概况	13
2.3 矿山开采技术条件	19
2.4 设计与现状概述	26
3. 主要危险、有害因素辨识	39
3.1 自然灾害方面的主要危险、有害因素	39
3.2 滑坡和泥石流方面的主要危险、有害因素	39
3.3 地质危害	39
3.4 其他主要危险、有害因素	40
3.5 安全管理方面的主要危险、有害因素	40
4. 稳定性分析单元划分及方法选择	41
4.1 稳定性分析单元划分	41
4.2 稳定性分析方法的选择	41
5 定性、定量稳定性分析	44
5.1 安全检查表法	44
5.2 事故树分析	52
5.3 采场边坡稳定性定量分析	54
5.4 采场边坡安全监测等级	53
6. 安全对策措施	65
6.1 安全管理措施	65
6.2 安全技术措施	65

7. 稳定性分析结论.....68

7.1 安全管理体系符合性分析结论.....68

7.2 采场边坡系统符合性分析结论.....68

7.3 建议.....68

一、附件

- 1、委托书。
- 2、营业执照、采矿许可证和安全生产许可证复印件。
- 3、主要负责人和安全生产管理人员合格证复印件。
- 4、特种作业人员操作证复印件。
- 5、应急预案备案登记表。
- 6、边坡监测相关数据记录（部分）。
- 7、现场勘查照片。

二、附图

- 1、开采现状平面图。
- 2、1-1’ 线剖面图。

1 编制说明

1.1 稳定性分析对象及范围

根据委托合同书，本次稳定性分析对象为安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿生产采场现状边坡，稳定性分析范围为安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿生产采场现状边坡稳定性。

1.2 稳定性分析依据

1.2.1 有关法律、法规、规章及规范性文件

1) 法律

(1) 《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第 36 号发布，第八届第 74 号第一次修正，中华人民共和国主席令第十一届第 18 号第二次修正，中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议于 2024 年 11 月 8 日修订，2025 年 7 月 1 日起施行）；

(2) 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 70 号发布，第十一届第 18 号修正，第十二届第 13 号修正，第十三届第 88 号修正，2021 年 9 月 1 日起施行）；

(3) 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令第 4 号发布，第十一届第 6 号、第十三届第 29 号修正，第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修正，2021 年 4 月 29 日起施行）；

(4) 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第 28 号发布，第十一届第 18 号、第十三届 24 号修正，2018 年 12 月 29 日起施行）；

(5) 《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第 4 号发布，2014 年 1 月 1 日起施行）；

(6) 《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第 36 号发布，第八届第 74 号第一次修正，中华人民共和国主席令第十一届第 18 号第二次修正，2009 年 8 月 27 日起施行）；

(7) 《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第 65 号发布，第十一届第 18 号令修正，2009 年 8 月 27 日起施行）。

2) 行政法规

- (1) 《生产安全事故应急条例》（国务院令第 708 号，2019 年 4 月 1 日起施行）；
- (2) 《民用爆炸物品安全管理条例》（国务院令第 466 号，国务院令第 653 号修正，2014 年 7 月 29 日起施行）；
- (3) 《安全生产许可证条例》（国务院令第 397 号，国务院令第 638 号和第 653 号修订，2014 年 7 月 29 日起施行）；
- (4) 《工伤保险条例》（国务院令第 375 号颁布，国务院令第 586 号修订，2011 年 1 月 1 日起施行）；
- (5) 《特种设备安全监察条例》（国务院令第 373 号，第 549 号修订，2009 年 5 月 1 日起施行）；
- (6) 《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第 493 号，2007 年 6 月 1 日起施行）。

3) 地方性法规

- (1) 《安徽省安全生产条例》（安徽省人民代表大会常务委员会公告（十四届）第 24 号，2024 年 7 月 1 日起施行）；
- (2) 《安徽省非煤矿山管理条例》（安徽省人民代表大会常务委员会公告第 25 号，2015 年 5 月 1 日起施行）。

4) 部门规章

- (1) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（应急管理部令第 19 号，2026 年 6 月 1 日起施行）；
- (2) 《安全生产违法行为行政处罚办法》（应急管理部令第 18 号，2026 年 2 月 1 日起施行）；
- (3) 《矿山救援规程》（应急管理部令第 16 号，2024 年 7 月 1 日起施行）；
- (4) 《生产安全事故应急预案管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 88 号，应急管理部令第 2 号修正，2019 年 9 月 1 日起施行）；
- (5) 《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，第 63 号和第 80 号修正，2015 年 7 月 1 日起施行）；
- (6) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 30 号，第 63 号和第 80 号修正，2015 年 7 月 1 日起施行）；

(7) 《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，第63号和第80号修正，2015年7月1日起施行）；

(8) 《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）。

5) 规范性文件

(1) 《国家矿山安全监察局综合司关于印发〈金属非金属矿山智能化建设指南（2025年版）〉的通知》（矿安综〔2025〕20号，2025年12月11日起执行）；

(2) 《国家矿山安全监察局关于印发《矿山安全风险监测预警处置工作管理办法（试行）》的通知》（矿安〔2025〕100号，2025年11月1日起执行）；

(3) 《国家矿山安全监察局综合司关于明确矿山“五职”矿长和“五科”相关人员范围及相关要求的通知》（矿安综〔2025〕12号，2025年7月1日起施行）；

(4) 《关于印发〈安全生产责任保险实施办法〉的通知》（应急〔2025〕27号，2025年3月29日起施行）；

(5) 《国家矿山安全监察局综合司关于进一步加强矿山隐蔽致灾因素普查工作的通知》（矿安综函〔2024〕259号）；

(6) 《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，2024年6月28日起施行）；

(7) 《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》（2024年6月17日起施行）；

(8) 《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，2024年4月23日起施行）；

(9) 《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，2024年3月1日起施行）；

(10) 《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，2024年1月16日起施行）；

(11) 《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，2023年9月12日起施行）；

(12) 《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，2023年9月6日起施行）；

(13) 《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，2023年8月30日起施行）；

(14) 《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，2023年6月21日起施行）；

(15) 《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，2023年1月17日起施行）；

(16) 《财政部 应急部关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财资〔2022〕136号，2022年11月21日起施行）；

(17) 《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，2022年9月1日起施行）；

(18) 《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，2022年2月8日起施行）；

(19) 《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，2015年2月13日起施行）；

(20) 安徽省应急管理厅《转发国家矿山安全监察局综合司关于印发贯彻落实中央领导同志重要批示精神进一步加强矿山安全生产工作若干措施的通知》（皖应急函〔2022〕373号，2022年8月12日起施行）；

(21) 安徽省应急管理厅《关于印发〈安徽省安全生产培训管理暂行规定〉〈安徽省生产经营单位安全生产培训管理实施细则〉的通知》（皖应急〔2021〕155号，2021年12月15日起施行）；

(22) 《安徽省应急管理厅关于印发〈安徽省安全生产培训管理暂行规定〉〈安徽省生产经营单位安全生产培训管理实施细则〉的通知》（皖应急〔2021〕155号，2021年12月15日起施行）；

(23) 《安徽省应急管理厅、国家矿山安全监察局安徽局关于加强安徽省金属非金属矿山安全技术工作的指导意见》（皖应急〔2021〕144号，2021年12月14日起施行）。

1.2.2 主要技术标准、规范

1.2.2.1 标准

1) 《生产安全事故分类与编码》GB6441-2025；

- 2) 《高处作业分级》GB3608-2025;
- 3) 《安全色和安全标志》GB2894-2025;
- 4) 《建筑抗震设计标准》GB/T50011-2010, 2024 版;
- 5) 《机械安全防止上下肢触及危险区的安全距离》GB/T23821-2022;
- 6) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T13861-2022;
- 7) 《头部防护 安全帽》GB2811-2019;
- 8) 《矿山安全术语》GB/T15259-2008;
- 9) 《矿山安全标志》GB/T14161-2008;
- 10) 《高处作业分级》GB/T3608-2008;
- 11) 《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986。

1.2.2.2 规程

- 1) 《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020;
- 2) 《爆破安全规程》GB6722-2014/XG1-2016。

1.2.2.3 规范

- 1) 《个体防护装备配备规范 第4部分：非煤矿山》GB39800.4-2020;
- 2) 《安全生产责任保险事故预防技术服务规范》AQ9010-2019;
- 3) 《生产安全事故应急演练基本规范》YJ/T9007-2019;
- 4) 《建筑设计防火规范》GB50016-2014, 2018 年版;
- 5) 《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》KA/T2063-2018;
- 6) 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010, 2016 版;
- 7) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》GB51016-2014;
- 8) 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012;
- 9) 《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010;
- 10) 《厂矿道路设计规范》GBJ22-1987;
- 11) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范（第1部分：总则）》（KA/T 22.1-2024）。

1.2.3 相关技术资料

- 1) 安徽中池新材料有限公司提交的安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场现状边坡稳定性分析委托书;
- 2) 安徽中池新材料有限公司提交的安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿相关证照复印件;

3) 安徽省地质矿产勘查局 324 地质队 2020 年 10 月提交的《安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿勘查地质报告》；

4) 安徽省地质矿产勘查局 324 地质队 2022 年 9 月提交的《安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿勘探报告》；

5) 安徽省煤炭科学研究院 2022 年 4 月提交的《安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿 900 万吨/年采矿工程安全预评价报告》；

6) 山东省建筑材料工业设计研究院 2022 年 9 月编制的《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿 900 万吨/年采矿工程安全设施设计》；

7) 山东省建筑材料工业设计研究院 2023 年 1 月编制的《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿 900 万吨/年采矿工程初步设计》；

8) 安徽省昌昊矿山设计研究有限公司 2022 年 10 月编制的《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、灰岩矿排土场工程安全设施设计》；

9) 安徽省地质矿产勘查局 324 地质队于 2023 年 3 月提交的《华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、建筑石料用灰岩矿露天边坡岩土工程勘察报告》；

10) 中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司 2023 年 7 月编制的《安徽中池新材料有限公司华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿露天采场边坡现状稳定性分析（2023 年度）》；

11) 安徽省昌昊矿山设计研究有限公司 2023 年 8 月提交的《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿排土场工程变更设计说明》；

12) 安徽正信科技有限公司 2023 年 8 月提交的《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿 900 万吨/年采矿工程（一期）安全设施验收评价报告》；

13) 安徽正信科技有限公司 2024 年 7 月提交的《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场边坡稳定性分析报告》；

14) 安徽中池新材料有限公司提供的安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿开采现状平面图、剖面图；

15) 安徽正信科技有限公司 2025 年 9 月提交的《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿隐蔽致灾因素普查报告》；

16) 现场收集的有关资料。

1.3 稳定性分析目的

非煤矿山边坡稳定性分析的目的是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，对安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场边坡现状进行稳定性分析，应用安全系统工程原理和方法，对矿山采场边坡在运行过程中可能存在的危险、有害因素进行辨识与分析，判断矿山采场边坡工程、系统发生事故和职业危害的可能性及其严重程度，提出安全补偿及补救措施，以利于提高系统的本质安全程度，满足安全生产要求。

1.4 稳定性分析内容

根据委托书和《安全生产法》、《矿山安全法》和《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）等有关安全生产法律法规要求，该矿山采场边坡稳定性分析内容主要包括以下几方面：

- 1) 查明矿山采场边坡工程现状；
- 2) 对矿山采场现状边坡可能存在的主要危险、有害因素进行分析；
- 3) 对矿山采场边坡现状进行稳定性分析；
- 4) 对矿山采场现状边坡安全管理和运行提出安全对策措施和建议。
- 5) 形成稳定性分析结论与建议。

1.5 稳定性分析程序

根据该矿山采场边坡实际状况，将本次稳定性分析程序分为：准备阶段；危险、有害因素识别与分析，定性定量稳定性分析，提出安全对策措施，形成稳定性分析结论及建议，编制稳定性分析报告。

1.5.1 准备阶段

根据稳定性分析范围及需要，项目组收集了有关矿山安全生产方面的法律、法规、技术标准，收集矿山采场边坡图件、文据、数据、设计等资料。

1.5.2 危险、有害因素识别与分析

根据该矿山采场边坡各系统的运作情况，项目组各成员按专业划分对矿山各生产系统进行现场安全检查，采用查、测、问、听、记等各种方式，进行现场实地勘察，识别和分析危险、有害因素，确定危险、有害因素存在部位，存在的方式、事故发生的途径及其变化的规律和事故影响程度。

1.5.3 稳定性分析单元划分

在危险、有害因素识别和分析的基础上，划分稳定性分析单元。

1.5.4 定性、定量稳定性分析

选择合理的稳定性分析方法，对各系统发生事故的可能性和严重程度进行定性、定量稳定性分析。

1.5.5 安全对策措施

根据定性、定量稳定性分析结果，提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理措施及建议。

1.5.6 稳定性分析结论及建议

列出主要危险、有害因素的稳定性分析结果，指出系统应重点防范的重大危险因素，明确矿方应重视的重要安全措施。

1.5.7 稳定性分析报告的编制

依据稳定性分析结果编制稳定性分析报告。见图 1.1。

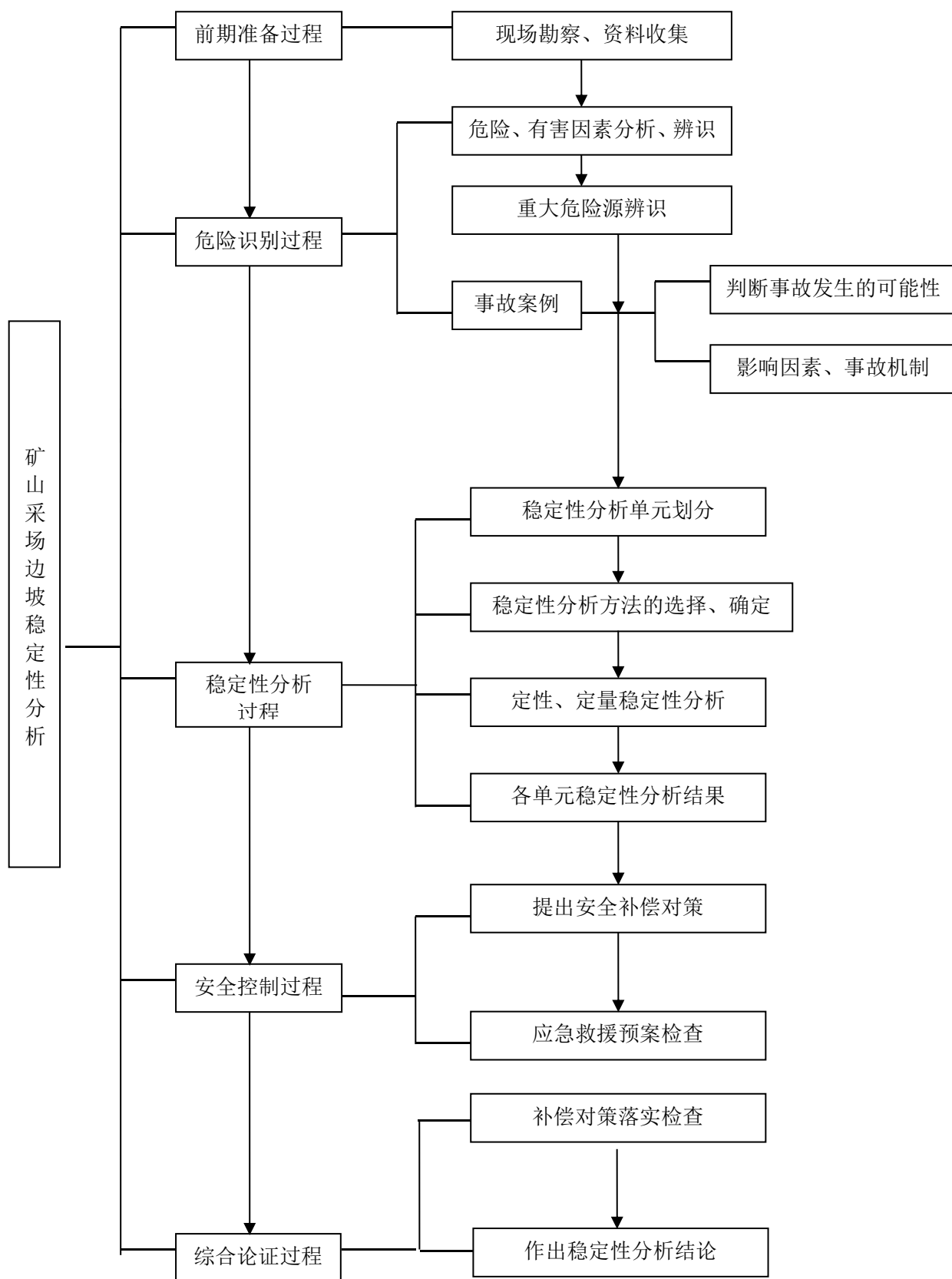


图 1.1 采场现状边坡稳定性分析程序图

2 项目概况

2.1 企业简介

2.1.1 矿山建设发展史

安徽中池新材料有限公司成立于 2022 年 06 月 06 日，公司位于安徽省池州市东至县尧渡镇新区商业步行街 4 栋 109 号，属其他有限责任公司，公司拥有一座非金属露天矿山安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿。

安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿属新建矿山，矿区位于东至县城北东 16km 处，行政区划隶属东至县尧渡镇毛田村、大庄村。设计矿山采用山坡+凹陷露天开采方式，采矿方法采用自上而下水平分台阶开采、运输方式采用公路开拓汽车运输。设计矿山生产规模为 900 万 t/a，开采矿种为建筑石料用白云岩、建筑石料用石灰岩，矿区范围由 10 个拐点坐标圈定，矿区面积：0.7538km²，开采标高：+242m~+65m。

2018 年 12 月，原东至县国土资源局委托安徽省地质矿产勘查局 324 地质队对东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩矿开展普查地质工作，于 2019 年 7 月提交了《安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩矿普查地质报告》，报告通过专家组评审并备案（备案号：东矿储备字〔2019〕2 号）。

东至县自然资源和规划局为贯彻落实国家发改委等 15 个部门《关于促进砂石行业健康有序发展的指导意见》及安徽省自然资源厅《关于报送大型砂石矿山出让项目的通知》精神，合理开发利用矿产资源，上报大型砂石矿山项目，特委托安徽省地质矿产勘查局 324 地质队开展安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿地质勘查工作，324 地质队于 2020 年 10 月提交了《安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿勘查地质报告》（以下简称《勘查地质报告》），《勘查地质报告》矿产资源储量经池州国光矿业技术咨询有限公司评审（池东矿储备字〔2020〕4 号）及东至县自然资源和规划局备案（东矿储备字〔2020〕4 号）。

安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿开采建设项目在东至县委、县政府领导的高度重视下，在各有关单位的大力支持下，项目已经完成采矿权出让等工作，项目法人安徽中池新材料有限公司，由池州资产运营集团有限公司、安徽交控资源有限公司、浙江交通资源投资有限公司共同出资成立，分别占股 40%、30%、30%。

为实现将东至县打造成长三角非金属新材料研发与大数据信息中心以及全国重要建材基地、全国矿业经济高质量发展典型示范区的目标，从社会效益、环境效益、经济效益出发，2022年3月安徽中池新材料有限公司委托池州市弘安工程技术咨询有限公司编制并提交了《安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿900万吨/年采矿建设工程项目申请报告》。根据建设工程项目必须贯彻落实《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》（原国家安全监管总局令第77号修订）等有关法律规定要求，2022年3月，安徽中池新材料有限公司委托安徽省煤炭科学研究院承担安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿开采建设项目安全预评价工作，于2022年4月编制了《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿900万吨/年采矿工程安全预评价报告》，并通过了评审。经过前期相关工作，东至县自然资源和规划局于2022年9月8日给安徽中池新材料有限公司颁发了《采矿许可证》。

为了该项目尽快建设，规范开采，确保矿山资源综合利用，安全生产，尽快发挥经济效益，根据安徽省经济和信息化厅等8厅局《关于印发〈安徽省非煤矿山建设工程项目管理办法〉的通知》（皖经信非煤〔2020〕94号），安徽中池新材料有限公司委托山东省建筑材料工业设计研究院于2022年9月、2023年1月分别编制完成了《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿900万吨/年采矿工程安全设施设计》（以下简称《采矿工程安全设施设计》）、《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿900万吨/年采矿工程初步设计》（以下简称《采矿工程初步设计》），其《采矿工程安全设施设计》经安徽省应急管理厅以《安徽省应急管理厅行政审批项目审查意见书》（皖应急审批〔2022〕24号）审查批复；其《采矿工程初步设计》经池州市经济和信息化局以《关于安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿900万吨/年建设工程项目初步设计的批复》（池经信矿山函〔2023〕7号）审查批复。

设计规划矿山分期建设，分两期开采，东至县尧渡镇人民政府、东至县应急管理局以《池州市新、改、扩建非煤矿山开工建设审批表》同意安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿开工建设，并于2023年2月12日正式开工建设，由安徽雷鸣爆破工程有限责任公司进行施工建设，而后通过了安全设施验收，该公司于2023年8月22日领取了安全生产许可证后正式投入生产。

目前该公司《营业执照》《采矿许可证》及《安全生产许可证》等相关证照齐全、有效。

2.1.2 企业基本情况

企业证照情况：

1) 工商营业执照注册号：91341721MA8NKTN743

发证单位：东至县市场监督管理局

2) 《采矿许可证》证号：C3417212009077120029352

发证单位：东至县自然资源和规划局

有效期：2022年9月3日~2039年12月8日

3) 《安全生产许可证》证号：（皖）FM安许证字（2023）147号

发证单位：安徽省应急管理厅

有效期：2023年8月22日至2026年8月21日

2.1.3 矿山交通位置、自然地理及经济条件

1) 矿区交通位置

安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿位于东至县城北东16km处，矿区中心地理坐标（2000国家大地坐标）为东经：117°02′54″，北纬：30°12′10″。行政区划属东至县尧渡镇毛田村、大庄村。

矿区有简易公路与省道325相连接，该省道连接236国道，可达铜陵、池州、安庆等地，距东流码头15km，交通较为便利。

2) 矿区自然地理及经济概况

矿区地处皖南低山丘陵地区，区域上山体总体呈北东东走向，树枝状水系，南西向汇入尧渡河后，向北西注入长江。因矿山采剥，区内现最高海拔+242m，最低采场内海拔+98m，峰谷相对高差+144m。中部偏北地势高，山脊呈带状、由三座山峰组成，北侧和南东侧为山峰两翼，地势渐低，坡角15°~30°。矿区范围内地表水系不发育，地表降水主要由近东西向山脊（地表分水岭）向南北两侧分流，经谷地溪沟流出区外。南侧沿沟谷向西南汇入北冲坞水库，标高约为+55m；北侧沿谷地汇入虎形口水库，标高约为+45m；东侧排土场部分降水沿谷地汇入花山水库，标高约为+95m。

本区属“亚热带湿润性季风气候区”，四季分明，气候湿润。据池州市气象局统计资料，历年平均降水量 1482.32mm，年平均降水日 130.7~139.9 天，降水多集中在 4 ~ 7 月份，占年降水量的 52.89%。日气温最高 39.5℃，最低-7℃，历年平均气温 16.1℃。历年平均蒸发 1443.8mm，历年平均相对湿度 78%。历年平均无霜期 243 天。最大积雪深度 35cm。最多风向及频率为北东风 22%，最大阵风 10 级（22m/s）。

区内植被茂盛，丘岗多灌木和杂草， 高处松、杉、楮及枫树生长茂密。 以农业经济为主，工业基础较差，以乡镇企业及个体私营企业为主，近年来矿山企业迅速发展。谷地已垦为耕地、农田，盛产水稻、油菜，少量小麦、玉米、大豆等经济作物有茶、油料类。区内金属矿产有花山铁矿、花山锑（金）矿，非金属矿产以建筑用白云岩及石灰岩为主。

2.2 矿区地质概况

2.2.1 矿区地质

1) 地层

矿区出露地层较简单，主要为奥陶系下统仑山组上段（ O_1l^2 ）、奥陶系下统红花园组（ O_1h ）、奥陶系下统紫台组和牯牛潭组并层（ O_1g+z ），奥陶系中统宝塔组和大田坝组并层（ O_2b+d ）、奥陶系下统五峰组和汤头组并层（ O_3w+t ），地层倾向北西，倾角 $30^\circ \sim 45^\circ$ 。另第四系（ Q_4 ）覆盖层厚大。矿区地层特征如下：

（1）奥陶系下统仑山组上段（ O_1l^2 ）

本层为台地边缘浅水滩相沉积，区内厚度达 411m，厚度较稳定，倾向北西，倾角 $35^\circ \sim 45^\circ$ ，与下伏地层呈整合接触关系。地表零星出露，主要见于采场和钻孔内。岩性分述如下：灰、深灰色中厚-厚层中细晶白云岩，局部深灰、灰黑色粉-粗晶白云岩，风化后常呈糖粒状。顶部深灰、灰黑色中厚层砾屑白云岩、砂屑白云岩。本层为 I 号矿体赋矿层位。

（2）奥陶系下统红花园组（ O_1h ）

地表仅在勘查区中部，花岗闪长斑岩脉（M1）处少量出露，主要见于钻孔内。在勘查区内厚度约 95m，厚度较稳定，与下伏地层呈整合接触关系。

岩性分为两部分：

下部：浅灰色，中厚-厚层微晶灰岩，底部夹有白云质灰岩及细晶灰质白云岩。

上部：深灰色中厚层-块状生物碎屑灰岩，方解石脉发育，脉宽 3~10mm。本层为 II 号矿体赋矿层位。

(3) 奥陶系下统牯牛潭组和紫台组并层 (O_{1g+z})

地表仅在勘查区外北东部可见零星露头，主要见于钻孔内。在勘查区内仅出露一部分，沿倾向延伸至勘查区北侧以外，区内厚度约 55~80m，与下伏地层呈整合接触关系。主要岩性为紫红色中薄~中厚层状瘤状微晶灰岩，含生物碎屑微晶灰岩。瘤体成分为微晶灰岩，呈不规则扁球状，大小一般 1.5~2.5cm，充填物主要为钙质、泥质。风化后瘤状易脱落，岩石表面呈蜂窝状。勘查区内该层位岩石较坚硬，局部具弱硅化~硅化，为 II 号矿体赋矿层位。

(4) 奥陶系中统宝塔组和大田坝组并层 (O_{2b+d})

主要岩性以浅灰色为主，紫灰色、灰红色中厚~厚层似瘤状微晶灰岩、微晶灰岩。区内厚度约 22~30m，与下伏地层呈整合接触关系。

(5) 奥陶系下统五峰组和汤头组并层 (O_{3w+t})

主要岩性分为三段：下部以浅灰色为主，少量灰黄色中~中厚层瘤状泥质灰岩；上部灰黄色中~中薄含粉砂质泥岩、钙质泥岩、可见生物爬痕构造，水平层理发育；顶部灰、灰黑色薄层状硅质岩、硅质页岩夹黑色泥岩、粉砂质泥岩，具水平层理。区内厚度约 34~42m，与下伏地层呈整合接触关系。

(6) 志留系下统高家边组 (S_{1g})

仅在勘查区北部边界地表少量出露。主要岩性为灰黄色薄层状泥质粉砂质，少量泥质页岩，断层 (F_2 、 F_4) 上盘处具轻度硅化，岩石较坚硬。

(7) 第四系全新统 (Q_4)

分布于矿区地表、洼地、山麓地带，为褐色、灰黄色粘土夹少量岩石碎块，厚约 4.84~50.9m 不等，平均厚度约 27.09m。

2) 构造

矿区断层呈北东、北西及近东西向发育。共见 4 条断层，分别为 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 ，分述如下：

(1) F_1 ：北冲坞水库断层，为一正断层，从矿区南部边缘经过，长约 5km，两端均出图幅，其走向近东西向，倾向南，倾角 75° 左右。其上盘为仑山组、高家边组以及花岗闪长斑岩体，下盘为仑山组。断层在地貌上多形成负地形带，在东端可见约 60m 宽的

角砾岩带，角砾成分以花岗闪长斑岩及泥岩为主，呈棱角状，大小不一，直径多为 5～10cm 左右，胶结物以硅铁质为主，局部可见褐铁矿矿体，小花山铁矿点就产于该断层带中的热液充填型铁矿。断层显张性。因位于矿区外，对区内矿体影响不大。

(2) F_2 ：从矿区北东侧经过，经过地层为奥陶系下统仑山组上段 (O_1^{12}) 白云岩～志留系下统高家边组 (S_1g) 砂页岩。断层走向北西向，以压扭性为主，倾向北东，造成了奥陶系诸地层走向不连续，断层内部及周边形成角砾岩、碎裂岩，总体上对区内建筑石料矿体影响不大。

(3) F_3 ：经过矿区东部，经过地层为奥陶系下统仑山组上段 (O_1^{12}) 白云岩～志留系下统高家边组 (S_1g)。断层走向北东向，沿断层发育破碎带，两侧岩石较破碎且具明显硅化，岩石坚硬，局部可见断层泥、局部被石英交代，对区内矿体影响有限。区内最大宽度约 140m，走向长度约 500～600m，断层上盘穿插有花岗闪长斑岩脉。

(4) F_4 ：位于矿区北北东处，为志留系下统高家边组 (S_1g) 砂页岩与奥陶系下统紫台组和牯牛潭组 ($O_1z + O_1g$) 瘤状岩、生物碎屑灰岩界面。断层走向近东西向，倾向北，造成了奥陶系诸多地层缺失，因位于矿区外，对区内矿体影响不大。

3) 岩浆岩

矿区内发育 7 条脉岩，其中矿区中部、北东部发育 4 条脉岩，岩性均为花岗闪长斑岩，编号为 M1、M2、M3、M4。南部地表发育 1 条脉岩，岩性为闪长玢岩，编号为 M5。0 线 ZK004 深部发育 2 条小脉岩，岩性均为闪长玢岩，编号 M6、M7。7 条脉岩特征分述如下：

(1) M1：为花岗闪长斑岩，脉岩南起采场北侧中部+170m 台阶上，北至钻孔 ZK33 以北，钻孔内厚度 30m～59m。由地表向深部收缩，呈倒椎状，出露标高+124～+211.6m，走向长约 490m，宽 18～66m。脉岩整体走向北西，倾向北东，倾角 45～55°。岩石风化强烈，为灰红、灰黄色、紫红色，呈松散砂土状。岩石主要以斜长石、钾长石为主，石英少量，泥质含量高。

(2) M2：为花岗闪长斑岩，脉岩南起采场东北部+145m 台阶上，北至 ZK61 钻孔以北，于钻孔内 13.42m，孔内最低标高为+144.93m。出露标高+144.93～+210m，走向长约 193.2m，宽 10～46m。脉岩走向北北东，倾向东，倾角较陡，约 65° 左右。由地表向深部收缩，呈倒椎状。岩石风化强烈，为灰红、灰黄色、灰绿色、紫红色，呈松散砂土状，局部可见灰绿色半风化物，裂隙较发育，敲之易碎裂。岩石主要以斜长石、钾长石为主，石英少量，泥质含量高。

(3) M3: 为花岗闪长斑岩, 脉岩南起采场东北部+191m 台阶上, 北至采矿权边界 m50 左右。出露标高+191~+212m, 走向长约 71.8m, 宽 7~26m。脉岩走向北北东, 倾向东, 倾角 60~ 65° 左右。由地表向深部收缩, 呈倒椎状。岩石风化强烈, 为灰红、紫红色, 呈松散砂土状。岩石主要以斜长石、钾长石为主, 石英少量, 泥质含量高。

(4) M4: 为花岗闪长斑岩, 脉岩西起采场东部+145m 台阶上, 东至采矿权边界 85m 左右。出露标高+145~+241.6m, 走向长约 129.2m, 宽 7~23.6m。脉岩走向近东西向, 倾向北, 倾角 65° 左右。由地表向深部收缩, 呈倒椎状。岩石风化强烈, 为灰红、灰黄色、灰绿色、紫红色, 呈松散砂土状, 局部可见灰绿色半风化物, 裂隙较发育, 敲之易碎裂。岩石主要以斜长石、钾长石为主, 石英少量, 泥质含量高。

(5) M5: 为闪长玢岩, 脉岩位于剖面 0-3 线之间, 走向北西, 倾向北东, 倾角 60~ 70°。走向长约 50m, 宽约 3~10m。出露标高为+98~+113.4m, 向深部仍有延伸。岩石以灰红色为主, 其次为灰黄色、紫红色, 风化较强, 已半风化-强风化, 呈松散碎块状, 碎石、砂土状。岩石主要以斜长石、钾长石为主, 石英少量, 泥质含量高。

(6) M6、M7: 均为闪长玢岩, 脉岩位于剖面 4-3 线之间, 走向北西, 倾向北东, 倾角 20°。岩石以灰绿色为主, 呈松散碎块状, 碎石状。岩石主要以斜长石、钾长石为主, 石英少量, 泥质含量高。其中 M6 走向长约 188m, 最大宽度约 11m。推测赋存标高为+30~+85m; M7 走向长约 188m, 最大宽度约 9.40m。推测赋存标高为-20~+32m, 该脉岩位于开采标高以下, 对资源量估算无影响。

综上所述, 脉岩主要对 I 号矿体产生局部影响, 脉岩周边岩石呈碎块状, 局部含泥质成分高, 且具明显的硅化特征。

2.2.2 矿体地质特征

1) 矿石物质组成结构、构造

矿石按岩性分为白云岩、碎裂状硅化白云岩、灰质白云岩、微晶灰岩、白云质灰岩、生物碎屑灰岩和瘤状灰岩, 分述如下:

白云岩: 矿物成份主要为白云石, 极少量方解石、粘土矿物以及铁质、有机质等; 具粗晶~中细晶结构, 中厚层状~致密块状构造。

碎裂状硅化白云岩: 矿物成份主要为白云石, 石英、少量粘土矿物以及铁质、有机质等; 具隐晶质结构, 碎裂状构造。

灰质白云岩：矿物成份主要为白云石，少量方解石、粘土矿物以及铁质、有机质等；具粗晶～中细晶结构，中厚层状～致密块状构造。

石灰岩：矿物成份主要为方解石，少量白云石，局部偶见粘土矿物以及铁质、有机质等；具微晶～细晶结构，中厚层状～致密块状构造。

白云质灰岩：矿物成份主要为方解石，次为白云石、微量铁质、有机质等；具中细～中粗晶结构，中厚层状～致密块状构造。

生物碎屑灰岩：矿物成份主要为方解石，次为生物碎屑，少量白云石，偶见粘土矿物以及铁质、有机质等；生物碎屑结构，厚层状～致密块状构造。

瘤状灰岩：矿物成份主要为方解石，次为泥质，少量白云石、铁质、有机质等；具微晶～细晶结构，瘤状构造。

2) 矿石化学成分

岩矿石全分析可得出，I号矿体（白云岩）矿石化学成分平均值：CaO 36.90%、MgO 13.00%、SiO₂ 3.81%；II号矿体（石灰岩）矿石化学成分平均值：CaO 51.45%、MgO 2.23%、SiO₂ 3.35%，II号矿体内部硅化不均匀，局部含量高。矿石中有害组分，II号矿体（石灰岩）SO₃含量 0.003～0.10%，平均值为 0.022%，I号矿体（白云岩）SO₃含量 0.002～0.039%，平均值为 0.011%。

根据《安徽省建筑石料用矿地质勘查技术要求》中建筑石料质量一般要求，本矿床中建筑用白云岩和建筑用石灰岩两个矿体中 SO₃含量均小于 0.5%，属于 I 类品。

3) 矿石物理性质

(1) 抗压强度：

I号矿体抗压值 34.8～91.7Mpa，平均值 58.1Mpa；II号矿体抗压值 35.6～154.1Mpa，平均值 57.2Mpa。

根据《安徽省建筑石料用矿地质勘查技术要求》中建筑石料质量一般要求，本矿床中建筑用白云岩矿和建筑石料用灰岩矿两个矿体中抗压强度（水饱和）均大于 30MPa，满足建筑石料质量一般要求。

(2) 压碎指标、坚固性、碱活性

压碎指标：8.4～10.5%，平均值 9.87%，按照建筑石料质量一般要求，属于 I 类品。

坚固性：3.0%，按照建筑石料质量一般要求，属于 I 类品。

碱活性：0.04～0.05%，平均值 0.045%，满足建筑石料质量一般要求。

（3）岩（矿）石放射性

岩（矿）石产生的核辐射为 0.07~0.12 微希伏/小时，平均值 0.09 微希伏/小时。2019 年普查工作对所施工的 3 个钻孔岩芯进行测量，放射性强度 14~23 伽玛。

本矿床岩（矿）石放射性水平远低于安全标准。

4）矿石类型

（1）矿石自然类型

I 号矿体为中厚层白云岩及灰质白云岩，少量白云质灰岩、灰岩。

II 号矿体为中厚层微晶灰岩、其次为白云质灰岩，少量瘤状灰岩和生物碎屑灰岩。

（2）矿石的工业类型

I 号矿体工业类型为建筑用白云岩矿。

II 号矿体内部硅化不均匀，局部含量高；II 号矿体工业类型为建筑石料用灰岩矿。

5）矿层围岩、夹石及第四系覆盖层

（1）矿体顶、底板

I 号矿体（白云岩）的底板仍为同一地层（ O_1l^2 ）白云岩，顶板为 II 号矿体（石灰岩）。

II 号矿体（石灰岩）底板与 I 号矿体顶板接触；顶板为矿区范围外（ O_1h ）微晶灰岩、（ O_1z+O_1g ）瘤状灰岩、生物碎屑灰岩，以及矿区内北部边界见少量（ S_1g ）泥质粉砂岩夹粉砂质页岩，该泥质粉砂岩夹粉砂质页岩含泥量高，参照石台县虎山坦矿区对高家边组泥质粉砂岩抗压强度测试结果，一般为 6Mpa，不满足建筑石料一般规范要求，因此不能作为建筑石料用矿。

（2）矿体覆盖物

矿体覆盖物主要为第四系浮土夹碎石，一般厚度 4.84~50.91m 不等，平均厚度 27.09m；以矿区中部山脊为界，山脊及山脊以北覆盖层明显增厚，厚度 33.51~50.91m，平均 38.97m；山脊以南覆盖层相对较薄，厚度 4.84~36.59m，平均 20.70m。矿区北部、中部覆盖物沿走向分布相对较均匀，所揭露地表覆盖物的厚度具一定代表性，统计结果基本可靠。

通过对采集的硅酸盐样品进行硅酸率（SM）和铝氧率（AM）计算，覆盖物的硅酸率（SM）为 5.09~8.90，平均 6.50；铝氧率（AM）为 2.13~4.11，平均值为 3.05。根据粘土质原料矿石化学成分一般要求，硅酸率（SM）和 铝氧率（AM）均不满足一般工业指标，故不能作为粘土质原料矿石，可以用于矿区复绿。

(3) 夹石体

矿区 7 处为脉岩（J1、J2、J3、J4、J5 和 J6、J7），经采集样品测试分析以及同一类岩性类比，矿区内地表处脉岩的抗压强度均低于一般工业指标要求，且泥质含量高，不能作为建筑石料用矿，故作夹石圈定。ZK004 深部控制的 J6 为闪长玢岩，岩心较破碎，裂隙较发育，不能满足建筑石料一般工业指标要求。J7 岩性同 J6，位于采矿标高+65m 以下。

6) 矿石加工技术性能

矿石自然类型以白云岩为主，其次是石灰岩，局部生物碎屑灰岩、瘤状灰岩、灰质白云岩、白云质灰岩，岩石质坚性脆。根据原池州市六合华丰矿山生产及邻区相同类型、相同用途的矿山生产和加工实践，矿山以露天穿孔爆破的形式生产原矿，矿石就地加工，采用颚式破碎机经初级破碎、二级破碎，振动筛分等生产流程，产品粒级可达到 < 5mm，5-24mm，24-40mm 和 > 40mm 四个等级，同时，颗粒均匀，针、片状物较少，产品符合混凝土骨料质量要求，表明矿石质量稳定。通过矿山生产和销售情况，可确定矿石加工技术性能能满足现行加工工艺要求，性能较好。生产实践表明，矿石加工性能良好，可作为质量优良的建材石子或铺设路基等建筑石料用。

2.3 矿山开采技术条件

1) 水文地质条件

(1) 含水岩组

根据矿区地层岩性、含水特征及含水空隙的差异，区内可划分第四系松散岩类孔隙弱含水岩组、志留系高家边组碎屑岩类裂隙弱含水岩组、奥陶系牛潭-仑山组碳酸盐岩类岩溶裂隙弱含水岩组、岩浆岩类裂隙弱含水岩组、角砾岩类裂隙弱含水岩组。

①第四系松散岩类孔隙含水岩组

第四系全新统（Q₄）：分布于矿区地表、洼地、山麓地带，为褐色、灰黄色粘土夹少量碎岩等残坡积物，厚约 2~50.9m 平均 27.1m。主要为残坡积形成，岩性主要为粉砂质粘土、碎石土等残坡积物。分布于山坡残坡积物一般透水不含水，透水性差，富水性极微弱。

②志留系高家边组碎屑岩类裂隙水含水岩组

志留系高家边组碎屑岩类裂隙水含水岩组主要矿区北东角外，岩性为灰绿色、灰黄色岩屑石英砂岩、含细砂条带粉砂岩及粉砂质泥岩、粉砂岩。地表风化裂隙较发育，含

微弱裂隙水；深部裂隙不发育-较发育，且闭合状，富水性较差。根据区域资料，泉水季节性出露，泉水流量小于 0.01L/s，富水性微弱，主要受大气降水补给，并与下伏奥陶系含水岩组联系密切。

③奥陶系牯牛潭组-仑山组碳酸盐岩类裂隙岩溶水含水岩组

奥陶系牯牛潭组-仑山组碳酸盐岩类裂隙岩溶水含水岩组广泛分布于矿区及周边，为勘查区主要含水层。其中奥陶系仑山组上段（ O_1^{12} ）、奥陶系红花园组（ O_1h ）、奥陶系牯牛潭组和紫台组并层（ $O_{1g}+O_{1z}$ ）为矿体主要赋存层位。

奥陶系下统牯牛潭组紫台组并层，分布于矿区北侧外围，通坡岭北侧有出露，岩性以中厚层状泥质瘤状灰岩、生物碎屑灰岩为主；红花园组地层分布于矿区东北侧外围，岩性以中厚层状微晶灰岩、白云质灰岩为主；仑山组上段（ O_1^{12} ）广泛分布于矿区内，主要岩性为浅灰~灰、深灰色中厚层状白云岩夹灰质白云岩夹灰色中薄层状灰岩组成，为本区矿体赋存层位，各含水层之间联系密切，构成同一含水岩组。

地表出露岩层岩溶普遍发育，主要见“刀砍状”细小溶蚀裂隙，局部见小的溶沟、溶槽及直径小于 10cm 溶洞，地表岩溶率为 0.10~2.30%。地下岩溶不发育，局部较发育。前期勘查施工的 27 个钻孔中，其中 ZK75、ZK35 孔见溶洞，钻孔见洞率 28.5%。溶洞洞高 1.20~5.80m，多为干溶洞，未充填，少量为粘土充填。溶洞分布于红花园组、紫台组地层中，仑山组地层中未发现溶洞，全矿区地下平均岩溶率为 1.29%。

④岩浆岩类裂隙弱含水岩组

少量分布于矿区北部及东侧，岩性以花岗闪长斑岩、花岗斑岩、闪长玢岩为主，除地表含少量风化裂隙水外，地下岩石一般坚硬完整，裂隙不发育~较发育，连通性较差，整体富水性差，富水性微弱。

⑤角砾岩类裂隙水弱含水岩组

矿区地层总体呈向北倾斜的单斜构造， F_3 断层穿过矿区东部，断层走向北东，倾向北西，断层走向破碎带发育，最大宽度约 140m，走向长度不小于 400m，断层上盘穿插有花岗闪长斑岩脉。该断层带由风化花岗闪长斑岩、碎裂状硅质灰质白云岩及沿裂隙发育的大量粘土组成，倾向 $310\sim 330^\circ$ ，倾角约 $60\sim 70^\circ$ ，自南西至北东有尖灭的趋势。根据采场揭露及 ZK61 揭露的情况，断裂带影响深度+80m（南西端）~+142m（北东端）。断裂带内岩芯破碎，以块状、碎块状为主，钻孔内冲洗液消耗量大。矿区中南部次级裂隙（破碎带）走向北西，倾向北东，岩石破碎呈碎块状，且重新胶结，局部可见少量粘土。 F_5 断层呈近东西向穿过矿区中部，倾向北北西，倾角 $10\sim 15^\circ$ ，断层上盘岩石硅化

明显，岩石破碎呈碎块状，且重新胶结，局部可见少量粘土，钻孔内冲洗液消耗量大，故判定该断层为阻水性质，富水、导水性差，局部导水。

除断裂外，裂隙亦较发育，主要见 $120^{\circ} \angle 80^{\circ}$ 、 $70^{\circ} \angle 60^{\circ}$ ，闭合状为主。断层破碎带内脉岩发育及粘土充填在一定程度上阻断了各含水层间的水力联系。

综上所述，区内断层破碎带整体富水性较差，以阻水性质为主，局部导水，难以沟通各含水岩层之间水力联系。

（2）地下水补给、径流、排泄条件

矿区所在地为地表分水岭南北两侧，为补给、径流区。区内无大的地表水系，大气降水是本区地下水主要补给来源。矿区地处低山丘陵，地势总体中间高四周低，地形有利于地表水排泄。大气降水主要通过地表裂隙、落水洞、岩溶裂隙快速垂直下渗，补给下部地下水。接受降水补给后，除一部分在沟谷低洼处季节性以泉的形式排泄外，另一部分汇入区域径流流出区外。根据钻孔终孔稳定水位，区内地下水径流方向为西侧自东向西流出区外，东侧流向北东。矿区地下水的动态类型为渗入～径流型。

（3）现状露天采坑水文地质条件评述

矿床前期采用分台阶露天开采，矿（体）层为岩溶水含水特性，矿体主体可以利用地形自然排水。区内矿体开采能够利用地形自然排水的最低标高为+91.2m（矿区南侧中部），因此开采标高+65m至+91.2m矿体时为凹陷开采。

综上所述，当开采+91.2m以上矿体时，矿山可自然排水，水文地质条件简单；当开采+91.2m以下矿体时为凹陷开采，需机械排水，水文地质条件中等。

2）矿床工程地质条件

（1）工程地质岩组特征

根据矿区岩石成因类型、岩性岩相变化及其物理力学差异程度将其划分为第四系松散岩类工程地质岩组、志留系高家边组碎屑岩类软弱—坚硬层状工程地质岩组、奥陶系牛潭组～仑山组碳酸盐岩类半坚硬～坚硬层状工程地质岩组、岩浆岩类半坚硬—坚硬块状工程地质岩组、角砾岩类软弱—半坚硬工程地质岩组。

①第四系松散岩类工程地质岩组

分布于矿区地表、洼地、山麓地带，为褐色、灰黄色粘土夹少量碎岩等残坡积物，部分为人工堆积土，厚约2.0～50.9m，平均27.1m。土体松散～较密实，不均一，工程地质性质较差，对局部矿体开采产生不利影响。

②志留系高家边组碎屑岩类软弱—坚硬层状工程地质岩组

矿区内仅北侧有出露。岩性为薄-中厚层状灰绿色、灰黄色岩屑石英砂岩、含细砂条带粉砂岩及粉砂质泥岩、粉砂岩。除近地表风化带外，该组深部岩石一般坚硬完整，裂隙不发育～较发育，闭合状为主，工程地质稳定性较好。该套地层位于矿区外，对矿体开采无影响。

③奥陶系牯牛潭组～仑山组碳酸盐岩类半坚硬—坚硬层状工程地质岩组

奥陶系牯牛潭组～仑山组碳酸盐岩类工程地质岩组大面积分布于矿区及周边，岩性以中厚层状灰岩、白云岩为主。其中，仑山组上段（ O_1l^2 ）、奥陶系下统红花园组（ O_1h ）、紫台组和牯牛潭组（ O_1g+O_1z ）为主要矿体赋存层位。

根据前期钻孔及采场揭露，该组局部地表强风化带内岩石呈碎块、碎屑状。2019年普查施工钻孔揭露的仑山组上段（ O_1l^2 ）地层，RQD为22.7（ZK61）～36.5%（ZK001），钻孔平均RQD仅为27.1%，岩石完整性差，岩石质量差。根据岩石物理力学样测试结果，破碎带内岩石强度较低，饱和状态下抗压强度为17.4～25.4MPa，岩石强度属软。新鲜岩石饱和状态下抗压强度为31.1～161.2MPa，平均68.3MPa，岩石强度属较坚硬～坚硬。可见，除地表风化带、破碎带外，该组新鲜岩石强度一般为半坚硬～坚硬，岩石较完整，岩石质量较好，整体工程地质稳定较好。

④岩浆岩类半坚硬-坚硬块状工程地质岩组

分布于矿区北部及南侧外围，岩性以花岗闪长斑岩、花岗斑岩、闪长玢岩为主，块状构造。受风化、蚀变及断层影响，经过钻孔揭露该组岩石RQD不足10%，岩芯呈半风化～强风化碎块、碎屑状完整性差，饱和状态下抗压强度仅为20.6MPa，岩石强度属软，工程地质稳定性一般偏差。

⑤角砾岩类软弱-半坚硬工程地质岩组

F_2 断层从矿区北东侧经过，经过地层为奥陶系下统仑山组上段（ O_1l^2 ）白云岩～志留系下统高家边组（ S_1g ）砂页岩。断层内部及周边形成角砾岩、碎裂岩。 F_3 断层经过矿区东部，经过地层为奥陶系下统仑山组上段（ O_1l^2 ）白云岩～志留系下统高家边组（ S_1g ）。沿断层发育破碎带，两侧岩石较破碎且具明显硅化，岩石坚硬，局部可见断层泥、局部被石英交代。角砾成分以灰质白云岩、白云岩为主，胶结物以钙质、泥质为主，该组岩石强度一般属软弱-半坚硬。

（2）矿区岩体结构特征

①结构面类型

按地质成因，矿区可分为原生结构面和构造结构面两种。

原生结构面：主要为岩层层面，层面结合力较强。

构造结构面：区内构造结构面主要为 F_3 断层面，断层为平移断层。该断层带由风化花岗闪长斑岩、碎裂状硅质灰质白云岩及沿裂隙发育的大量粘土组成，倾向 $310\sim 330^\circ$ ，倾角约 $60\sim 70^\circ$ ，破坏矿体连续性。除断裂外，裂隙亦较发育，钻孔中见两组裂隙， $\wedge 30^\circ$ ， $\wedge 45^\circ$ ，闭合状及方解石脉、泥质充填。地表调查，主要见 $120^\circ \angle 80^\circ$ 、 $70^\circ \angle 60^\circ$ ，闭合状为主。

②结构面分级

本区出现的III级结构面为层面和断层面。

矿区内IV级结构面为节理面，IV级结构面特征见前述。

（3）工程地质评价

①主要矿体顶、底板的稳定性

除了北部边界少量 (S_{1g}) 泥质粉砂岩夹粉砂质页岩外，矿区内矿体顶、底板除地表风化带、破碎带外，该组新鲜岩石强度一般为半坚硬~坚硬，岩石较完整，整体工程地质稳定较好。

②边坡稳定性评价

自然边坡稳定性：根据矿区边坡调查，山体边坡为岩质边坡，边坡角一般 $15^\circ \sim 30^\circ$ 。未见崩塌、滑坡等不良地质现象，山体自然边坡较为稳定。

③主要工程地质问题

分布于矿区北部及南侧外围，岩性以花岗闪长斑岩、花岗斑岩、闪长玢岩为主，块状构造。受风化、蚀变及断层影响，经过钻孔揭露该组岩石 RQD 不足 10%，岩芯呈半风化~强风化碎块、碎屑状，完整性差，饱和状态下抗压强度仅为 20.6MPa，岩石强度属软，工程地质稳定性一般偏差。

北部边界少量 (S_{1g}) 泥质粉砂岩夹粉砂质页岩裂隙发育，局部风化强烈，工程地质稳定性一般偏差。

（4）工程地质勘查类型

综上所述，受风化、蚀变、断层、岩溶等因素影响，矿区整体工程地质条件中等。后期开采需引起重视，必要时采取相应的处理措施，防止边坡局部失稳，引发崩、滑、地质灾害。

3) 矿区环境地质

(1) 区域稳定性

本区位于扬子准地台(I)下扬子台坳(II)沿江拱断褶带(III)安庆凹褶束(IV)南缘。历史上未发生5级以上地震,一般震级范围0.5~2级,最大震级3/4级,邻区亦以中小地震为主,但发生过5级以上地震波及本区。

本区位于扬州~铜陵地震带,属于中等地震活动区。据历史资料记载,区内及邻近地区地震震级均小于5级,最大的一次地震为1918年6月4日,发生在贵池殷汇的4.7级地震,其它地震均小于3级。

根据《中国地震震动参数区划图》(GB18306—2015),矿区地震动反应谱特征周期0.35s,地震动峰值加速度(g)分区值为0.05,相应的地震基本烈度为VI度,矿区所在区域地壳稳定性属基本稳定。

(2) 地面水及地下水对混凝土腐蚀性评价

根据勘查和2019年普查于勘查区内采集地下水(HF-SY1、HF-SY2和SY-001)、地表水(SY-002、SY-003)水样水质分析结果: SO_4^{2-} 在水中的含量0.96~1.08mg/L,根据结晶类腐蚀评价标准,其腐蚀等级为无腐蚀。PH值6.60~6.85, HCO_3^- 含量197.33~799.58mg/L,根据分解类腐蚀评价标准,其腐蚀等级为无腐蚀。 $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ 含量2.04~2.34mg/L,根据结晶分解复合类腐蚀评价标准,其腐蚀等级为无腐蚀。因此该区地表水、地下水对混凝土无腐蚀。

(3) 放射性特征

前期勘查未做放射性分析,根据区域资料,奥陶系碳酸盐地层放射性伽玛测量表明,本区未发现放射性异常。放射性强度一般4~8微伦/小时,最高不超过10微伦/小时。矿石的开采、运输及利用均不会产生放射性污染。

(4) 矿山地质环境现状评价

矿区总体为低山丘陵地貌,自然坡角 $15^\circ \sim 30^\circ$,山坡植被茂密,主要为灌木丛和荆棘,调查中未发现有滑坡、崩塌、泥石流、塌陷等地质灾害发生,山体自然边坡较为稳定。矿区300m范围内无古建筑物、保护区以及重大水利设施等,且不在国道、铁路、高速公路的可视范围内。

矿体及围岩多为坚硬、半坚硬岩组,岩石整体质量稳固。通过矿区地质环境调查,目前已形成露采场总面积约25.66公顷。采矿权范围内原有采坑长约590m,宽约360m,作业面形成台阶陡坎,陡坎高15~30m,坡角 $50^\circ \sim 60^\circ$,分为+100m、+120m、+140m、

+170m、+190m、+210m 六个台阶，底部最低标高+98m 左右，顶部最高标高 220m。矿区的原排土场位于露天采场东侧山坳+170m 水平，压占土地面积 8.27 公顷主要堆放矿山前期剥离露天采场地表表土，根据现场调查及资料收集，排土场分层堆放，单层高 5~15m，总堆高约 60m，总堆土量约 32.5 万 m³，排土场已经在山坳出口处修建了挡墙，挡墙以碎石土为主，高 3m，梯形断面。现状矿山环境地质问题主要表现为露天开采破坏土地、植被，导致岩壁裸露白化，形成视觉污染，对地形地貌景观影响较严重；受风化、断层、蚀变及裂隙等因素发育影响，采坑边坡局部岩石松散，存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害隐患。

（5）矿山地质环境预测评价

未来矿山拟露天开采，开采矿种为建筑用白云岩、石灰石矿。根据矿区地形，矿山可自然排水标高为+91.2m，当开采+91.2m 以下矿体时为凹陷开采，需机械排水。

矿山开采破坏矿区主要含水层结构，影响地下水及地表水的补给，改变局部地下径流方向。矿山抽排水可能引发地下水水位下降、形成疏干漏斗区，可能导致民井干枯；同时矿山生产排水将会对本区地表水、地下水产生不同程度的污染，污染物类型主要以悬浮物为主，影响下方河、塘水质，使水质变浑浊，对居民生产生活产生一定影响。地下水位下降同时引发水动力条件改变，可能诱发地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷等地表变形，破坏地形地貌景观，并危及采矿安全。

矿山开采终了将形成的露天采坑，严重破坏土地、植被，加剧了对地形地貌景观破坏程度；同时采场最终形成高陡边坡，由于岩溶、断层、裂隙、风化、暴雨等不利因素的影响，将加剧矿山发生崩塌、滑坡等地质灾害隐患的可能；另外，本矿区开采将产生大量的剥离盖层，如不利用将占用大片土地面积堆放，破坏植被与土地资源，影响地形地貌观；若废石堆放不合理、不采取防护措施，在暴雨冲刷下，还有可能产生泥石流等次生地质灾害，对周边土壤、农田、小河水以及当地民居造成一定危害。

综上所述，矿区环境地质条件中等。

4) 开采技术条件

本区地表水不发育，矿床主要充水含水层为奥陶系仑山组碳酸盐岩类岩溶裂隙水含水岩组，整体富水性弱；构造破碎带富水性弱；矿区主要矿体位于当地侵蚀基准面及地下水位以上，地下水补给条件差，地下水对矿体开采影响小，大气降水是矿床开采充水的主要因素。根据矿区地形，当开采+91.2m 以上矿体时，矿山可自然排水标高；当开采+91.2m 以下矿体时为凹陷开采，需机械排水。水文地质条件简单~中等。

矿体主要赋存于奥陶系下统仑山组上段，红花园组、紫台组和牯牛潭组。矿体底板岩性主要为浅灰~灰、深灰色中厚层状白云岩夹灰质白云岩夹灰色中厚层状灰岩。矿体顶板岩性主要为浅灰色中厚层状灰岩、瘤状灰岩和生物碎屑灰岩，根据岩石物理力学样测试结果表明：该组岩石为中厚层构造，新鲜岩石较完整、坚硬，岩石力学强度较高，矿体及顶底板围岩稳定性较好。但受构造断裂、岩脉侵入、风化作用及岩溶作用等因素影响，局部岩石的完整性及稳定性降低，岩石质量较差。矿体及顶、底板多为半坚硬~坚硬岩组，工程地质稳定性较好，但受风化、断层、裂隙、岩溶、岩体侵入等影响，局部岩石稳定性差。整体工程地质条件中等。

受区内采矿活动影响，现状已产生的环境地质问题主要表现在露天采场和排土场对土地、植被资源的挖损、压占，破坏地形地貌景观，对矿区含水层有一定影响，同时存在引发崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害隐患。矿山为露天开采，矿区内存在地形地貌景观破坏及地质灾害隐患等原生环境地质问题。环境地质条件中等。

由于历史开采，现状环境地质条件一般；未来采矿活动破坏土地植被资源，破坏地形地貌景观，对水环境造成一定污染，引发崩塌等地质灾害。环境地质条件中等。

综上所述，本矿床勘查类型属开采技术条件中等的矿床，水文地质条件简单~中等、工程地质条件中等、环境地质条件中等，综合开采技术条件属以水文地质问题、工程地质问题、环境地质问题为主的复合问题的矿床（Ⅱ-4）。

2.4 设计与现状概述

2.4.1 矿山采场设计概述

1) 矿山总平面布置

矿山总体布局包括露天开采区、辅助生产设施、办公生活区等，采取分散布置。

（1）露天开采区

矿山为露天开采，采场东西长约 1200m，南北宽约 700m，采场最高开采标高为+242m，采场最低开采标高为+65m。

（2）办公生活区

新建办公室生活区布置在工业场地西南侧的运矿道路上方，爆破安全警戒线以外。

（3）工业场地

工业场地位于矿区西南侧边缘，布置有破碎加工生产线、深加工厂房、成品库房、供（配）电房、机修车间等建筑设施。

(4) 供水设施

矿区西南角北冲坞水库旁建有提水泵房，矿区东南角排土场上方+225m 标高建蓄水池，通过管路向采场和工业场地供水。

(5) 排土场

一期开采新建排土场选在矿区北侧山谷洼地，面积约 10 万 m²（约 150 亩），二期利用一期采坑作为排土场选址。

因矿山一期排土场位于矿区外，需要进行工程勘查，一期排土场另行编制排土场专项设计。

规划二期排土场位于一期开采的采坑内，如现在设计，不确定因素较多。应在一期开采结束时，根据当时采坑状况编制排土场专项设计。

(6) 爆破器材库

原六合华丰石子有限公司建设的爆破器材库，位于矿区东侧排土场+162m 标高山坡上。爆破器材库位于基建期爆破警戒范围内，基建期间应予暂停使用，后期如重新启用，应履行相关程序。

2) 采矿许可证范围及设计开采范围

(1)依据采矿权范围：其采矿许可证范围由 10 个拐点坐标圈定，拐点坐标见表 2-1。

表 2-1 采矿许可证范围拐点坐标

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	3342287.53	39505067.57
2	3342097.79	39505040.27
3	3342044.79	39504969.27
4	3342347.19	39504279.57
5	3342385.69	39503913.57
6	3342910.69	39504080.57
7	3342958.69	39504647.57
8	3342818.69	39504888.57
9	3342546.69	39505252.57
10	3342287.53	39505142.57
矿区面积: 0.7538km ² , 开采深度: +242m~+65m		

(2) 分期开采及一期开采范围：矿区面积较大，资源储量分布较广，且矿体覆盖物厚大，矿体中含夹石。覆盖物主要为第四系浮土夹碎石，一般厚度4.84~50.91m，平均厚度27.09m，对照标准不能作为粘土质原料矿石，矿体夹石亦不能满足建筑石料质量标准，需要妥善处置。估算矿山开采的覆盖层和夹石剥离物总量较大，约1448.43万m³。矿区东侧原有的排土场已关闭，并按有关要求进行了土地复垦，需要另行建设排土场。剥离物处置的原则是优先综合利用，尽量保护表土用于后期生态修复，减少固体废弃物堆排总量，合理选择排土场，尽量减少对环境的影响。

根据矿区开采现状，原池州市六合华丰石子有限公司开采形成的采坑位于矿区东南侧，其第四系覆盖层已基本剥离完成，为解决排土场选址问题，可以先期开采，作为后期境界内排土场选址。因此，为了矿山安全生产、减少土地占压、保护生态环境的需要，设计规划矿山分期建设，分两期开采。一期露天开采境界面积0.3693km²，开采标高+242m~+65m，其开采范围拐点坐标见表2-2。二期开采矿区内剩余部分。

表2-2 一期露天采剥范围拐点坐标表

拐点编号	1980 西安坐标系		2000 国家大地坐标系	
	X	Y	X	Y
1	3342290.83	39504949.95	3342287.53	39505067.57
2	3342101.09	39504922.65	3342097.79	39505040.27
3	3342048.09	39504851.65	3342044.79	39504969.27
01	3342296.81	39504284.17	3342293.51	39504401.79
02	3342433.09	39504250.64	3342429.79	39504368.26
03	3342564.09	39504406.35	3342560.79	39504523.97
04	3342665.80	39504671.90	3342662.50	39504789.52
05	3342780.96	39504825.84	3342777.66	39504943.46
9	3342549.99	39505134.95	3342546.69	39505252.57
10	3342290.83	39505024.95	3342287.53	39505142.57
开采面积: 0.3693 km ² , 开采深度: +242m~+65m。				

(3) 圈定非爆破开采区

设计考虑矿区南侧高压线的爆破安全距离和爆破振动对工业设施的影响，要分别划定非爆破开采区，由于二个区域部分重叠，故按照距离高压线212m、距离主要工业设施125m 圈定一个非爆破开采区，非爆破开采区范围拐点坐标见表2-3。

表2-3 非爆破开采区范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
A	3342348.74	39505067.57
B	3342448.65	39505040.27
C	3342203.71	39504761.83
D	3342215.21	39505057.17
2	3342097.79	39505040.27
3	3342044.79	39504969.27
4	3342347.19	39504279.57
非爆破开采区面积: 0.0863 km ²		

3) 矿山生产规模和服务年限及工作制度

(1) 生产规模

根据采矿许可证批准规模, 设计矿山年生产规模为 900 万 t/a。

(2) 服务年限

设计利用建筑用白云岩、石灰岩矿石量 13328.84 万 t, 开采回采率 96%, 废石混入率 0%, 按 900 万 t/a 的生产规模计算, 矿山服务年限 14.3a, 其中一期服务年限 6a。

(3) 工作制度

参照本地区非金属矿的实际开采情况, 并结合当地的气候条件以及业主委托要求, 设计采用间断工作制, 年工作 280 天, 每天 2 班, 每班 8 小时, 爆破作业每天 1 班, 安排在白天。

4) 矿山开拓运输

(1) 开拓方式选择

根据矿山前期开采情况, 设计开拓运输方法为汽车公路开拓汽车运输。

(2) 开拓工程布置

一期开采矿区东部 I、II 号矿体, 开采标高+242m~+65m。除+200m 水平外, 原连接各生产平台的运输平台和运输道路宽度不符合要求, 不能利用。矿石运输: 设计一期 +200m 以上开采时改造利用原矿东南侧开拓的运输道路, 自+187.59m 标高处向北、西新建开拓公路至采场北侧+200m 水平; +185m、+170m、+155m 开采时, 自东南侧开拓公路, 向北掘单壁沟连接各开采水平; +140m、+125m 开采时自原采坑南侧向北连接开拓公路;

+95m 以下水平开采时,自矿区西南部+91.23m 标高处向下修筑开拓运输道路至+80m、+65m 标高,凹陷开采。设计一期改造开拓运输道路 450m、新建开拓运输道路 1000m。

岩土运输:一期工程剥离量主要位于+140m 以上,设计一期排土场位于矿区北侧山谷洼地。设计一期岩土运输道路自+200m 标高向北东折返至+110m~+65m 标高一期排土场,长 1970m。一期工程+125m 水平及以下开采时少量废岩土(含夹石)通过矿石运输道路外运综合利用或通过矿石运输道路运送至矿区北部排土场堆放。

一期工程基建改造利用原运输道路 450m,新建矿石运输道路 1000m,开拓运输道路总长 1450m;新建岩土运输道路 1970m。

开拓公路按矿山二级公路标准建设。运输道路设计主要技术参数为:

道路等级: II 级;

设计最高行车速度: 20km/h;

路面宽度: 10m;

路肩宽度: 挖方 0.75m、填方 1.25m;

最小圆曲线半径: 25m;

最小回头曲线半径: 20m;

最大纵坡度: 8% (困难时期 9%);

最大限制坡长: 200m;

缓和坡段长度: 60m;

平均坡度: $\leq 6\%$;

路面类型: 级配碎石。

变更说明对采场避险车道位置进行了调整。

5) 采矿方法

(1) 采矿方法

矿山露天开采。根据矿体的特点、地形地质条件情况和选用的采装设备,同时考虑爆破安全要求,采矿方法采用自上而下水平分台阶开采爆破开采时,生产台段高度 15m,靠帮阶段高度 15m;非爆破开采时,分层台阶高度 5m,靠帮时每三个分层并段,靠帮阶段高度 15m。

(2) 露天开采境界

①露天开采边帮结构参数

设计确定的露天开采边帮结构参数见表 2-4。

表 2-4 露天开采边帮结构参数表

序号	项 目	单 位	构成参数	备注
1	生产台阶高度	m	15	
2	生产台阶坡面角	(°)	70	表土段 45
3	工作帮坡角	(°)	≤15	
4	靠帮台阶高度	m	15	
5	靠帮台阶坡面角	(°)	65	表土段 45
6	安全平台宽度	m	6	
7	清扫平台宽度	m	8	
8	最终边坡角	(°)	42~ 48	表土段 32~ 33
9	最小工作平盘宽度	m	≥50m	
10	道路纵坡	%	≤6	
11	路面宽度	m	10	
12	道路最小回头曲线半径	m	20	

②露天开采境界圈定结果

设计圈定开采范围为+65m 水平以上建筑用白云岩和石灰岩资源储量矿体。露天开采境界的主要指标见表 2-5。

表 2-5 露天采场分期主要技术指标表

序号	指标名称	单位	一期工程	二期工程
1	最高开采标高	m	+242	+242
2	露天境界最高标高	m	+220	+220
3	封闭圈标高	m	+95	+95
4	最低开采标高	m	+65	+65
5	采场上口尺寸(长×宽)	m	850×450	1250×550
6	采场下口尺寸(长×宽)	m	580×260	800×450
7	采场境界内矿石量	万 t	5710.40	8347.59
8	设计利用矿石量	万 t (万 m ³)	5578.89 (2081.68)	7749.9 (2891.77)
9	资源利用率	%	95.57	95.32
10	境界内岩土量	万 m ³	257.58	1073.29
11	平均剥采比	m ³ /m ³	0.12: 1	0.37:1

6) 采矿工艺

根据地质资料和矿山开采实践,矿床地表覆盖第四系表土层较厚,可用机械剥离,矿岩为较坚硬岩石,需爆破。因此设计采用深孔爆破(非爆破开采采用挖掘机配备液压锤碎岩落矿)、机械铲装、汽车运输开采工艺。

开采区地表无建、构筑物,地表植物仅为灌木,矿石大部分被地表覆盖层覆盖,覆盖层平均厚度 27.09m;根据计算,采场平均剥采比为 $0.27:1\text{m}^3/\text{m}^3$ 。其中一期平均剥采比 $0.121\text{m}^3/\text{m}^3$ 。

(1) 穿孔作业

矿岩为建筑用白云岩、灰岩矿,属于中等硬度。矿岩均需进行穿孔爆破才能进行装载。设计选用阿特拉斯 D45 全液压潜孔钻车 4 台,该潜孔钻车技术参数:适用岩石硬度 $f=6\sim 20$,穿孔孔径为 90~130mm,凿岩垂直深度 29m。该潜孔钻车配有履带式行走机构,爬坡能力达到 30° 。该潜孔钻车自配空压机,工作风压最大 17bar,耗气量 250L/s,配有收尘装置,满足穿孔钻机防尘要求。

(2) 爆破作业

① 爆破方式

深孔爆破采用乳化炸药,数码电子雷管起爆,应采用多排孔微差集中爆破方式。

设计矿山开采爆破以中深孔松动爆破为主,修筑开拓公路和修整边坡时采用液压锤挖掘机作业。深孔一次爆破高度为 15m。

② 爆破材料

炸药采用乳化炸药,雨季或炮孔有水时要使用乳化油炸药。起爆采用数码电子雷管起爆系统。炸药单耗结合现场的经验计算后确定,中深孔松动爆破时平均炸药单耗为 $0.35\text{kg}/\text{m}^3$ 。

③ 爆破参数

中深孔台阶爆破采用乳化炸药,数码电子雷管起爆系统。为了提高穿爆效率、改善爆破质量、减少爆破影响以及减少爆堆的前冲距离、控制大块率、提高装矿效率,采用多排孔微差集中爆破方式。最小底盘抵抗线 5.0m,炮孔间距 6.0m,炮孔排距 4.5m,炮孔孔深为斜孔时 17.5m、垂直孔时 16.5m,超深 1.5m。平均炸药单耗 $0.35\text{kg}/\text{m}^3$,每周爆破 3 次,正常生产每次爆破矿石量约 78600t。矿区分 2 个爆破作业区,每区爆破孔数 36 个,单孔装药量为 149.63kg,每区一次炸药消耗量 5387kg。多排孔爆破时,炮孔采用梅花形布置,分段起爆,每段起爆两个孔,一段最大起爆药量控制在 299.26kg 以下。

④爆破安全距离

按中深孔台阶松动爆破最大一段起爆药量 299.26kg 计算，爆破冲击波安全允许距离 167m，爆破振动安全距离为 84m，爆破飞石对物的安全距离为 84m。爆破安全警戒距离 300m。

⑤避炮设施

避炮室应根据作业面的地点变化及时设置，其距爆破点的距离应能满足爆破冲击波、爆破震动等爆破安全距离的要求；设计避炮室采用 15mm 钢板焊制移动避炮室，避炮室规格为（高×长×宽）2000mm×1500mm×1200mm，其顶部应铺设 0.5m 厚粘土或足够厚度的柴草作为缓冲层或者设置双层顶棚；避炮室的位置应避开爆破冲击波正面方向和爆破下风口方向；避炮室的大小应能保证满足爆破操作人员安全避炮需要。

（3）翻运作业

首先采准形成+200m 装运平台，台阶高度达 15m 后，分别设置+215m、+230m 翻运平台，再同步推进，自上而下顺序开采，直至+200m 台阶靠帮，开采时应保持+215m 翻运平台宽度不小于 12m。然后自上而下分台阶开采。+200m 工作线沿南—北方向布置，自西向东方向推进。+185m 水平及以下工作线沿东—西方向布置，自南向北方向推进。

露天采场局部采剥工作面宽度不能满足初始平台宽度要求时，采用挖掘机翻运到符合要求的装运平台。露天采场在完成装运平台和初始工作面后，修筑挖掘机上山道路至上一个水平。掘机上山道路上山坡度不大于机械设备性能允许最大值；挖掘机工作时，其平衡装置外型的垂直投影到台阶坡底的水平距离，应不小于 1m；铲装设备距离坡顶稳固岩层应保持不小于 2m 的安全距离；上下台阶同时有人作业时，必须错开不小于 50m 距离；平台爆破、挖掘、翻运等工作要制定专项操作规程；挖掘机在上平台工作时，必须有专人指挥；上下分层不允许同时有人作业；翻运过程中应防止发生大块矿岩滚落伤人；翻运平台宽度应保证 12m，接矿平台宽度应不小于 50m；翻运作业应设置警戒人员；翻运作业应设置警戒线等以保证安全。

采场生产期间，装运平台不小于 50m。由于采场山势较陡，局部装运平台宽度小于 50m 时，该地段矿岩采用挖掘机水平接替翻运至平台宽度大于 50m 的装运平台装车。

（4）铲装作业

根据矿山生产规模、工作制度、台阶高度等指标，考虑矿岩爆破后块度小于 800mm，设计选用 4 台斗容为 7m³ 的液压反铲挖掘机作为采场工作面的主要铲装设备，废岩土剥离、采场清浮、排险、碎石等利用 2 台斗容 1.3m³ 和 2 台斗容为 1.6m³ 挖掘机（其中 2

台斗容为 1.3m³ 液压挖掘机主要用于二次破碎大块岩石)。另排土场废岩土排弃, 利用 2 台 6t 铲车。破碎加工区矿石推运集堆, 辅助铲装选用 2 台柳工斗容为 8m³ 铲装车。

(5) 运输

设计采场内各工作面采用 60t 矿用自卸车运输矿岩, 2 个台阶开采。台阶之间有道路连通, 采场各台阶生产的矿石由 60t 矿用汽车经开拓公路运至破碎站破碎加工, 剥离的废岩土由 32t 矿用自卸汽车外运综合利用或运往排土场排弃。运输道路为双车道, 路面宽 10m, 最小圆曲线半径 25m, 最小回头曲线半径 20m。根据矿山年产矿石量 900 万 t, 年均产废岩土量约 90 万 m³ 左右和运距计算, 矿石运输需要 60t 矿用自卸车 17 辆, 废岩土运输需要 32t 矿用自卸汽车 5 辆。

(6) 设计采场主要生产设备表见表 2-6。

表 2-6 设计采场主要生产设备表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
1	潜孔钻	阿特拉斯 D55 潜孔钻车	台	4	新增 4 台
2	液压反铲挖掘机	斗容 7m ³	台	4	新增 4 台
3	卡特 326 型挖掘机	1.6m ³ 斗容	台	2	已有利旧、用于二次碎石
4	斗山 300 型	1.3m ³ 斗容	台	2	已有利旧、用于废岩土剥离、边坡除险
5	装载机	6t	台	2	已有利旧
6	矿用自卸车	60t	辆	17	新增 17 辆
7	32t 矿用自卸汽车	32t	辆	5	新增 5 辆
8	辅助运输汽车	10t	辆	3	已有利旧
9	洒水车	14t、16t	辆	2	已有利旧
10	加油车	5t	辆	1	已有利旧

山东省建筑材料工业设计研究院 2023 年 8 月 16 日出具的《安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿铲装设备验算说明》, 在绿色方式建成前按 450 万 t/a 组织生产。现有铲装设备生产能力为 476 万 t/a, 满足安全要求。

7) 矿山供排水

(1) 供水

生产用水：本矿采用工业生产和生活分设供水系统。

设计利用矿区的西南角北冲坞水库作为生产供水水源。矿山前期已在北冲坞水库旁建有提水泵房，安装 2 台(1 用 1 备) 100D-45×4 型供水水泵($Q=85\text{m}^3/\text{h}$, $H=180\text{m}$, $N=75\text{kW}$)，向矿区东南角位于排土场上方+225m 标高 500 m^3 蓄水池供水，通过管路向露天采场和工业场地供水，作为矿山生产、破碎站防尘和消防用水供水系统(每班补充供水)。同时，现矿山在工业场地污水沉淀池旁安装排水泵，将沉淀处理后的清水排至工业场地内蓄水箱，循环利用。供水干管使用 DN100 钢管，支管使用 DN35 钢管。

防尘洒水系统通过管路自流供水。

消防管网与生产用水管网合并使用。消防系统选用二台(1 台工作，1 台备用) XBD4/15-80×2 增压泵作为消防用，流量 15L/S，功率 11kW，扬程 40m，消防用水取自蓄水池。蓄水池内采取消防用水不挪作他用的技术措施。

(2) 排水

①露天采场汇水

矿区采用露天开采，设计矿床露天开采最低下限+65m，本区最低侵蚀基准面标高值约为+40m，拟开采矿体位于侵蚀基准面以上。设计+95m 水平以上开采可以自流排水，+95m 水平以上台阶工作面开采时要求平整，以利自流排水。

露天采场上方布置排水沟，防止雨水冲刷采场坡面。矿区+95m 水平以下由于受地形限制，采用凹陷开采，机械排水。

②露天采场上部截洪沟

考虑到采场上方位于分水岭附近，无大的汇水面积，不需要修建采场上方截洪沟；矿区采场上方雨水自流排至矿界外。

③采场排水沟

矿山山坡露天开采。开采时为防止雨水冲刷台阶坡面，生产平台形成 3%的反坡，汇水自坡底线向两端自流排出，汇入山坡自然冲沟；开采终了时采场内+95m 水平以上积水可以自流排出。

设计各水平台阶开采靠帮后，平台上修筑对称梯形排水沟，规格：底宽×沟深×顶宽=0.5m×0.6m×1.0m，沟底坡度取 1.0%，沟内水流最大流量 0.59 m^3/s 。由于采场内部多个台阶排水沟可以同时自流排水，能够满足采场最大降雨时自流排水要求。

④凹陷露天开采防治水措施

矿区+95m 水平以下凹陷开采，采场底部标高+65m，低于采场西南侧地表+91.23m 最低标高无法自流排水，设计矿山凹陷开采时采用机械排水。在凹陷采矿工作面设置积水坑，汇集矿坑内的大气降水，然后由水泵抽排出矿坑。

8) 矿山供电与通信

(1) 供电

矿山主电源来自查桥变电所，单回路供电，其10kV架空导线型号为LGJ-50钢芯铝绞线，供电距离4.0km。在工业场地附近布置10kV变电所一座，供破碎生产线、其他设备用电。

矿区已安装变压器供破碎站加工供电，辅助供给矿山供水、排水和照明用电。

矿山生产规模为大型矿山，采场穿孔、采装运设备均为柴油动力驱动，无电力负荷，采矿用电设备仅为排水泵、供水泵和照明设备等。矿山无一类电力负荷，运行设备容量较小，动力用电电压为380V，照明电压为220V。

设计矿山建设3座变电所：1号变电所安装5台S11-M-2500/10/0.4型变压器供电变压器，供白云岩破碎筛分生产线用电负荷；2号变电所安装2台S11-M-2500/10/0.4型变压器供电变压器，供3号破碎筛分生产线用电负荷；3号变电所安装S11-M-2500/10/0.4型、S11-M-400/10/0.4变压器（原有利用）供电变压器各1台，S11-M-2500/10/0.4变压器供深加工生产线用电负荷，该生产线视在功率为1555kVA；S11-M-400/10/0.4变压器供采坑排水、供水、办公生活区照明等用电负荷。

(2) 通信

矿山设置行政及调度电话，交换机。调度室至变电所、机房、值班室、办公室等设有通信联络系统。矿区所有的行政电话都接入当地电信公司的通讯网络。

9) 除尘

该矿破碎加工产生的粉尘对附近村民的生活、健康可能造成一定影响。矿山破碎加工系统主要是对破碎站、筛分站进行干式除尘，采用除尘器通过风管与厂房内除尘罩相连，把扬尘抽到除尘器进行处理，处理后的空气达到国家有关标准后排放到大气中。除尘下来的灰尘每天派专人回收处理，实行封闭循环。同时考虑物料的生产工艺情况，可在工艺过程中适当位置加喷雾，选择合适的喷雾器，使物料增湿不超过1%，以便不影响生产，同时对接尘点的工作人员配备防尘口罩，加强个体防护。

另外工业场地路面、道路实施硬化，洒水车及时对路面洒水除尘；对破碎站、物料储存地、工业场地等采用洒水车定时洒水降尘。矿区内增设排污池、清洗池，对进矿运输车辆及时清洗。

10) 防灭火

按《建筑设计防火规范》和《建筑灭火器配置设计规范》设计。

11) 排土场

排土场位于安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿东北侧山凹中，据排土地形、堆土面积以及需要的有效容积，设计排土场的堆排土标高为+65m~+110m，总堆置高度为45m，采用多层堆放，设计排土场台阶分别为+80m、+95m和+110m，单层高度15m，多台阶排土场，各台阶最终安全平台宽度不应小于5m，在相邻台阶之间应留安全平台。从降低综合治理成本出发，结合考虑排土场稳定性分析，设计排土场安全平台宽度为9m，其台阶坡度 31° ，最终边坡角 ≤ 25.8 。设计堆排至+110m标高时，排土场总容积约为230.80万 m^3 ，排土场上盘设截洪沟，下方设拦土坝、沉淀池等。

考虑到排土场西侧区域林地征地手续尚未完成，以及东侧截洪沟水外排影响周边环境等多种因素，同时矿山基建剥离的废岩土较多，需要排土场尽快通过验收后投入使用。在充分利用已建工程，节省投资、缩短基建工期，在确保技术可行、经济合理的情况下，对《安全设施设计》和《初步设计》进行变更。建设单位于2023年7月委托原设计单位安徽省昌昊矿山设计研究有限公司提交了《安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿排土场变更设计说明》，其排土场工程主要变更内容为排土场建设顺序、运输道路、拦渣坝、截排水设施、灌溉水渠保护措施、沉淀池等相关调整。

2.4.2 矿山采场现状概述

该矿山采用山坡露天、自上而下分台阶开采，使用公路汽车运输开拓方式，其开拓运输方式与设计相符，上山运输道路按照II级泥结碎石路面修建，路面宽度10~11m，最小转弯半径大于20m，运输道路坡度平均为7.0%左右，最大纵坡小于8%，上山公路外侧设有挡坝设施，内外侧设有排水沟，并在各转弯、下坡危险地段设有安全警示标志和紧急避险设施。上山运输道路从破碎站卸料平台折返式至采区+125m、+140m和+155m平台。

现矿山采场作业面布置在设计一期露天采剥范围内，采场西北侧+140m 平台以上已基本靠帮，自上而下形成+200m、+185m、+170m、+155m 和+140m 平台，靠帮台阶高度在13~15m，靠帮台阶坡面角为 $45^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，整体坡面角 40.7° ，安全平台宽度 6~7m，清扫平台宽度 8~9m；采场东侧+155m 平台以上已靠帮，自上而下形成+200m、+185m、+170m 和+155m 平台，靠帮台阶高度在 14~15m，靠帮台阶坡面角为 $45^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，整体坡面角 45.5° ，安全平台宽度 6~7m，清扫平台宽度 8~9m。

现矿山在+140m 和+155m 平台（东北侧）进行交替作业，在+125m 平台进行采准布置工作，+140m 平台台阶高度为 14~15m，平均长度约 300m，平均宽度约 120m，台阶坡面角 $62^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，+155m 平台台阶高度为 13~15m，平均长度约 330m，平均宽度约 70m，台阶坡面角 $64^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，采场作业面未发现掏采现象。

该矿目前已在采场西侧靠帮边坡顶部+215m 水平分别设置了位移监测点、爆破振动监测点及地下水位监测点各 1 个，在采场东侧靠帮边坡顶部+220m 水平分别设置了位移监测点、爆破振动监测点及地下水位监测点各 1 个，实时监测边坡相关参数变化，同时矿山在工业场地设置了基准点。此外，矿山在采场设置了视频监控和应急喇叭设施，以实行智慧化矿山管理。

3 主要危险、有害因素辨识

露天矿山采场边坡稳定性主要决定于下列因素：边坡岩石的性质、岩体结构及地质构造、边坡参数、水的浸蚀及爆破和震动。产生危险的主要因素有：自然因素、设备因素、设计因素、人为因素等；其主要危害均为滑坡。现根据安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿露天矿山采场边坡的现状，结合区内自然条件、矿山采场边坡内排弃的废岩土的物理力学性质、人为因素等，对矿山边坡进行危险、有害因素辨识与分析。

3.1 自然灾害方面的主要危险、有害因素

3.1.1 地震

根据 2016 年 6 月 1 日实施的《中国地震动参数区划图（GB18306-2015）》，本区属地震烈度Ⅵ度区第一组，地震卓越周期频率为 0.35s，其震动峰值加速度为 0.05g，故本区属地震烈度Ⅵ度。地震易引发矿山边坡失稳。

3.1.2 洪水的危害

洪水造成边坡失稳；甚至引发山洪暴发等自然灾害。

3.2 滑坡和泥石流方面的主要危险、有害因素

滑坡和泥石流是露天矿山边坡的主要危险、有害因素，露天矿山边坡一旦产生滑坡，其后果是不堪设想的。它将对矿山下游设施和人民生命财产安全带来极大危害。因此，露天矿山边坡安全工作重点是防止产生滑坡。其主要表现为：

- 1) 采场边坡台阶高度过大，坡面角过陡，易产生滑坡体，形成滑坡；
- 2) 雨季时大气降水直接冲刷矿山边坡台阶，易形成滑坡和泥石流；
- 3) 爆破作业时，靠帮台阶未采用有效的保护边坡的爆破方法，易造成边坡不稳定，产生滑坡体，形成滑坡。

3.3 地质危害

- 1) 边坡岩体强度较小，易出现滑坡；
- 2) 边坡台阶节理、裂隙发育，易出现滑坡；
- 3) 断层出现破坏了岩石的整体性，断层面处易出现滑坡；
- 4) 矿床水文地质条件对矿山边坡的影响，矿山边坡受水浸蚀后其边坡岩体的内摩擦力减小，其稳定性系数降低。

3.4 其他主要危险、有害因素

- 1) 作业不按设计要求自下而上开采，易引起滑坡，发生伤害事故；
- 2) 不按设计要求布设台阶，造成台阶高度过大，边坡过陡或台阶宽度不足均有可能引起滑坡；
- 3) 平台未按设计及规范要求设置反坡的，易受雨水浸蚀造成滑坡；
- 4) 采场上端未按设计要求设置截洪系统的，其台阶边坡经洪水冲刷，易形成滑坡和泥石流；
- 5) 未按设计及规范要求对采场边坡进行监测，可能导致预警不及时而引起滑坡伤人事故。

3.5 安全管理方面的主要危险、有害因素

- 1) 安全机构设置或机构人员组成不当，造成安全管理工作中存在的衔接不当，管理混乱，会造成安全管理上的漏洞。
- 2) 安全生产各项管理制度、安全生产责任制、各工种岗位操作规程不健全或落实不到位，从而导致生产安全事故的发生。
- 3) 未制定生产安全事故应急预案或未组织演练，造成事故抢救工作开展不力，从而扩大事故后果。
- 4) 违反安全操作规程和劳动纪律，给安全生产带来隐患。
- 5) 缺乏基本的安全生产常识、操作技术知识和缺乏识别事故隐患征兆的能力，往往会带来盲目、冒险生产的危险。
- 6) 职工在身体上、精神上有缺陷或处于过度疲劳、思想不集中的状态下工作，都会给安全生产留下重大隐患。
- 7) 作业方法不安全，劳动组织涣散，会构成安全网络的漏洞。
- 8) 设备及其附件已损坏，处于不安全状态运行，使安全失去可靠性。
- 9) 安全检查制度不严，对不安全因素和查出的问题整改不力，有使人思想存在麻痹、冒险盲干的可能。

4 稳定性分析单元划分及方法选择

4.1 稳定性分析单元划分

稳定性分析单元划分是为稳定性分析目标和方法服务的，要便于稳定性分析工作的进行，有利于提高稳定性分析工作的准确性。稳定性分析单元的划分，一般将生产工艺、工艺装置、物料的特点、特征和危险、危害因素的类别、分布有机地结合起来进行划分，还可以按稳定性分析的需要将一个单元再划分为若干子单元或更细致的单元。常用的稳定性分析单元划分原则和方法：

1) 以危险、有害因素的类别为主划分稳定性分析单元

(1) 按工艺方案、总体布置和自然条件、社会环境对建设项目（系统）的影响等综合方面的危险、有害因素分析，宜将整个建设项目（系统）作为一个稳定性分析单元；

(2) 将具有共性危险、有害因素的场所和装置划为一个单元。

2) 按装置和物质特征划分稳定性分析单元

(1) 按装置工艺功能划分；

(2) 按布置的相对独立性划分；

(3) 按工艺条件划分；

(4) 按贮存、处理危险物质的潜在化学能、毒性和危险物质的数量划分。

本项目根据生产工艺过程的危险、有害的性质和重点危害的分布等情况，将矿山边坡划分为安全管理系统和矿山边坡系统两个稳定性分析系统。

4.2 稳定性分析方法的选择

稳定性分析的方法很多，但主要考虑稳定性分析结果能否达到矿山边坡稳定性分析的目的，还要考虑该项目稳定性分析所需信息资料能否收集齐全。根据本项目具体情况，本次专项稳定性分析采用以下三种方法：

1) 安全检查表法（SCL）

2) 故障树法（FTA）

3) 稳定性分析

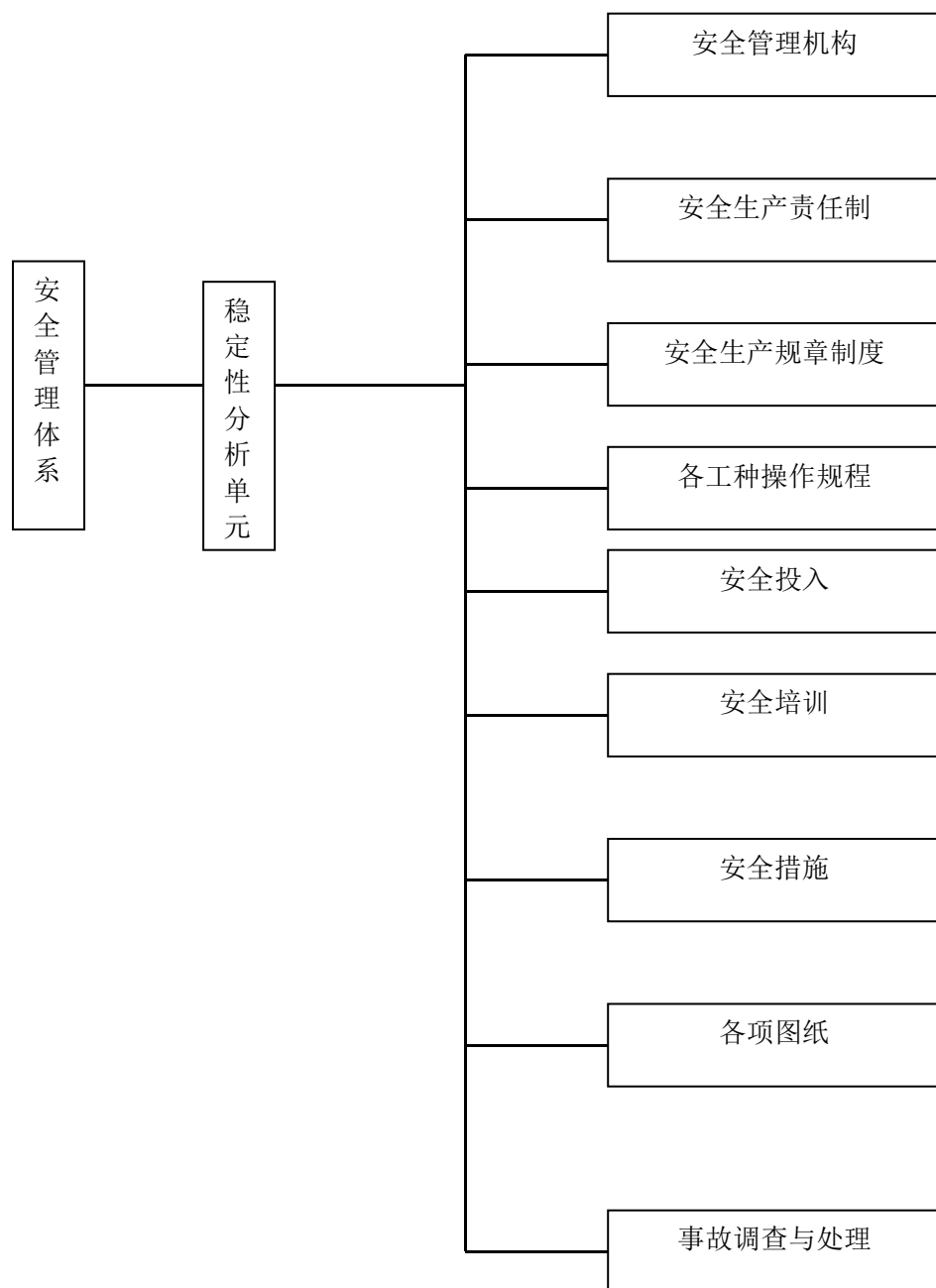


图 4.1 安全管理体系稳定性分析单元划分

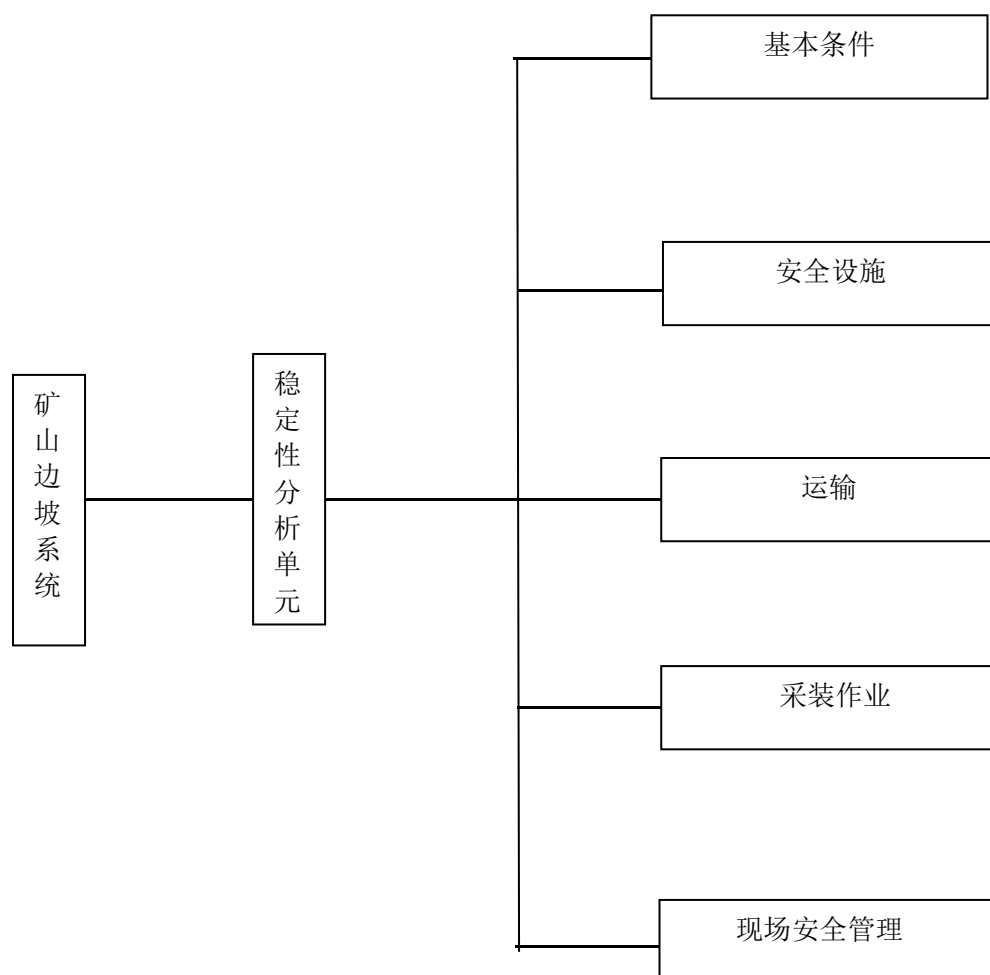


图 4.2 矿山边坡系统稳定性分析单元划分

5 定性、定量稳定性分析

通过对安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场现状边坡安全管理、自然灾害、滑坡及泥石流、运输、现场作业等方面的危险、有害因素分析，依据有关技术资料及相应的法律、法规，结合采场边坡稳定性分析的需要，采用相关方法进行系统稳定性分析，找出该矿采场边坡存在的危险、有害因素，分别划分出矿山边坡安全管理系统和矿山边坡系统，进行定性、定量稳定性分析，从而作出稳定性分析结论，并提出补救式的安全对策措施。本次矿山边坡稳定性分析主要采用安全检查表法、故障树法（FTA）、矿山边坡稳定性分析等方法进行采场边坡稳定性分析。

5.1 安全检查表法

依据稳定性分析单元所需内容，逐项列表，查阅有关资料，现场检查，对照有关法律、法规要求，逐条分析，并给予“符合”、“不符合”、或“不涉及”等定性判断，对各系统作出稳定性分析结论。

5.1.1 安全管理系统稳定性分析

1) 稳定性分析单元划分

根据矿山安全生产管理的特点，将本系统划分为：安全管理机构设置，安全生产责任制，安全生产规章制度，各工种操作规程，安全投入，安全措施，安全培训，现场管理，图纸，事故预防与处理 10 个稳定性分析单元。

2) 稳定性分析方法及过程

（1）方法：采用安全检查表法。

（2）过程：项目组成员分专业到各个作业场所、车间，查看现场管理记录、单据、台帐、表册，并详细查阅有关安全管理方面的全部设计、证件、图纸等记录档案资料，对照分析，见安全检查表 5-1。

表 5-1 安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿
安全管理体系安全检查表

检查人员：王陈红

检查日期：2026 年 5 月 10 日

稳定性分 析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(1) 安全管理机构设置	1. 矿山设置安全管理机构情况。	公司成立了安全生产委员会，设置了安全管理部。	符合
	2. 专职安全管理人员配备是否满足要求。	矿山配备 2 名专职安全管理人员。	符合
	3. 队、班、组应设专职或兼职安全员配备情况。	每班有专职安全员。	符合
	4. 各队、班、组设立的专（兼）职安全员是否有书面或文件形式下发。	有文件规定。	符合
(2) 安全生产责任制	1. 矿主要负责人矿长（经理）安全生产责任制。	有主要负责人安全生产责任制。	符合
	2. 主管本矿安全生产主要负责人和技术负责人员安全生产责任制。	有安全生产主要负责人和技术负责人员安全生产责任制。	符合
	3. 各级职能机构安全生产责任制。	有各职能机构安全生产责任制。	符合
	4. 班组长安全生产责任制。	有班组长安全生产责任制。	符合
	5. 各岗位工人安全生产责任制。	有各岗位安全生产责任制。	符合
(3) 安全生产规章制度	1. 安全生产责任制度。	已编制。	符合
	2. 安全目标管理制度。	有安全目标管理制度，得到执行。	符合
	3. 安全例会制度。	有安全例会制度，得到执行。	符合
	4. 安全检查制度。	有安全检查制度，得到执行。	符合
	5. 边坡管理制度。	有边坡管理制度，得到执行。	符合
	6. 安全教育培训制度。	有制度，得到执行。	符合
	7. 设备管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	8. 危险源管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	9. 事故隐患排查与整改制度。	有制度，得到执行。	符合
	10. 安全技术审批制度。	有制度，得到执行。	符合
	11. 劳动防护用品管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	12. 事故管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	13. 应急管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	14. 安全奖惩制度。	有制度，得到执行。	符合
	15. 职业危害预防管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	16. 安全生产档案管理制度。	有制度，得到执行。	符合

稳定性分 析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(4) 各工 种操作规 程	1. 采掘工。	有采掘作业规程。	符合
	2. 安全检查工。	有安全检查工操作规程。	符合
	3. 爆破员。	有爆破作业规程。	符合
	4. 电工。	有电工操作规程。	符合
	5. 铲装工。	已制定铲装操作规程。	符合
	6. 场内运输工。	已编制场内运输作业规程。	符合
	7. 压风机工。	已制定压风机工操作规程。	符合
	8. 凿岩（打眼）工。	有凿岩工操作规程。	符合
(5) 安全 投入	1. 应编制安全措施计划。	已编制安全措施计划。	符合
	2. 按规定提取安全技术措施专项经费。	已按规定提取。	符合
	3. 安措经费使用情况。	用于安全隐患整改和职工教育及安全用品的购买等。	符合
(6) 安全 措施	1. 制定重大危险源及重大隐患检测、评估、监控措施和应急预案。	无重大危险源及重大生产安全事故隐患。	不涉及
	2. 依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。按规定缴纳安全生产责任险。	参加了工伤保险，已按规定购买了安全生产责任险。	符合
	3. 《矿山生产安全事故应急预案》及时修改，每年组织一次演练。	编有应急预案，并开展了演练。	符合
	4. 制定职业危害防治措施，综合防尘措施，建立粉尘检测制度，从业人员配备符合国家标准或行业标准的劳动保护用品。	制定有相关措施和制度，为从业人员发放符合标准的劳动保护用品等。	符合
	5. 矿山外委工程应与有相应资质的承包单位签订安全管理协议。	公司已与施工单位（含爆破）签订了安全生产管理协议。	符合
	6. 矿山设计及技术措施符合有关规定，矿山安全设施设计和条件必须符合“三同时”。	安全设施与主体工程“三同时”已经审查验收。	符合

稳定性分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(6) 安全措施	7. 矿山企业自建矿以来各类事故调查有调查报告及处理结果。	未发生过事故。	不涉及
	8. 边坡稳定及防治滑坡的措施。	已制定边坡稳定及防滑措施。	符合
	9. 防治矿山火灾的安全措施。	已制定防火安全措施。	符合
	10. 防治地面洪水、采场突水、涌水安全措施。	已制定防治水措施。	符合
	11. 铲装、运输、机械设备防护装置及安全运行保障措施。	已编制安全措施，且设置防护装置。	符合
	12. 供电系统安全保障措施。	有供电安全保障措施。	符合
	13. 爆破安全措施。	有安全措施。	符合
	14. 爆破器材加工、储存安全措施。	已制定各项安全措施。	符合
	15. 对作业环境安全条件和危险性较大的设备进行定期检测检验，有预防事故的安全技术保障措施。	已制定预防事故措施。	符合
	16. 安全标志及使用情况。	设有安全标志。	符合
(7) 安全培训	1. 制定特种作业人员、从业人员培训计划。	已制定从业人员培训计划。	符合
	2. 从业人员按规定接受安全教育和培训，并经考核合格。	有教育和培训记录，并经考试。	符合
	3. 特种作业人员经有关业务主管部门考核合格，取得操作资格证书，持证上岗。	做到持证上岗。	符合
	4. 主要负责人和安全管理人員的安全生产知识和管理能力考核合格，并持有安全合格证。	主要负责人和安全管理人員经培训考核合格，持有安全合格证。	符合
(8) 现场安全管理	1. 矿山各级干部现场安全检查有工作日志，并及时填写。	有各级干部现场安全检查工作日志。	符合
	2. 班（组）长、安全员有工作日志，并及时填写。	安全员有工作日志。	符合
	3. “三违”处罚有记录。	有“三违”处罚记录。	符合

稳定性分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(9) 图纸	1. 地形地质图。	有地质地形图。	符合
	2. 总平面布置图。	有总平面布置图。	符合
	3. 采场工程平面图及采场剖面图。	有采场剖面图。	符合
	4. 供配电系统图。	有图。	符合
	5. 防排水系统图及排水设备布置图。	有图。	符合
	6. 边坡监测系统平面图、断面图。	有图。	符合
(10) 事故预防与处理	1. 露天边坡等易发生事故的场所、设施、设备有登记档案和检测评估报告及监控措施。	有登记档案和检测评估报告及监控措施。	符合
	2. 对存在的各类事故隐患要及时进行整改，并有登记、整改和处理档案。对暂时无法完成整改的，必须有切实可行的监控和预防措施。	已建立各类事故隐患登记、整改和处理档案。	符合
	3. 矿山企业伤亡事故必须按规定程序及时上报。	未发生伤亡事故。	不涉及

3) 稳定性分析结果分析

(1) 安全管理现状

从检查表可见，该公司比较系统地制定了一系列安全管理方面的制度、规程，并在实践中得到了落实，成立了安全生产委员会，设置了安全部，配备了 2 名专职安全管理人员。

从检查表可见，该矿安全管理机构的设置，安全生产责任制、安全生产规章制度、各工种操作（作业）规程的建立和安全投入等方面符合要求，满足矿山采场边坡安全管理需要。

(2) 分析结论

依据上述安全检查表，对照安全生产有关法律、法规，综合分析，其安全管理模块、安全生产管理规章制度等安全管理体系符合有关法律、法规的要求，满足矿山采场边坡安全管理需要。

(3) 安全对策措施及建议

①矿山应按照皖应急〔2021〕144 号文要求，组织地质、测量、采矿、机电等技术人员，至少每月对采场边坡稳定性分析研判一次，发现问题及时处理；

- ②加强现场管理，进一步完善日常检查记录，并进行存档备查；
- ③矿山生产过程中要进一步完善相关图纸，定期进行测绘，并做到及时填图；
- ④进一步加强职工（尤其是外委单位人员）安全教育，提高职工安全生产意识；对边坡应安排专人监测，发现隐患要及时处理；
- ⑤按有关规定要求进一步完善露天矿山采场边坡等危险作业场所安全警示标志标识，并按规定要求定期开展应急演练。

5.1.2 采场边坡系统稳定性分析

1) 稳定性分析单元划分

根据露天矿山采场边坡特点，露天采场系统划分为基本条件、安全设施、采矿作业、现场安全管理 4 个稳定性分析子单元。

2) 稳定性分析方法及过程

(1) 方法：采用安全检查表法进行稳定性分析。

(2) 过程：项目组人员进入露天矿山采场进行查、问、听、测、记，对照有关法律、法规与标准对采场边坡进行逐项分析，见安全检查表 5-2。

表 5-2 安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿
采场边坡系统安全检查表

检查人员：袁成龙

检查日期：2026 年 5 月 10 日

分析单元	检查内容		检查测试记录	检查结果
(1) 基本条件	1. 矿山应有工程地质勘查报告和安全设施设计。		有专门的工程地质勘查报告和安全设施设计。	符合
	2. 现状采场台阶构成要素	台阶	该矿山采用山坡露天、自上而下分台阶开采，采场西北侧+140m 平台以上已基本靠帮，自上而下形成+200m、+185m、+170m、+155m 和+140m 平台；采场东侧+155m 平台以上已靠帮，自上而下形成+200m、+185m、+170m 和+155m 平台。现矿山在+140m 和+155m 平台（东北侧）进行交替作业，在+125m 平台进行采准布置工作，未发现掏采现象。	符合

分析单元	检查内容		检查测试记录	检查结果
(1) 基本条件	2. 现状采场台阶构成要素	工作台阶坡角	62° ~65° 。	符合
		最终边坡角	未完全靠帮。	不涉及
		安全平台宽度	安全平台宽度为 6~7m, 清扫平台宽度 8m~9m。	符合
		装运平台宽度	装运平台宽度约为 70~120m, 符合设计要求。	符合
	3. 采场工程地质和水文地质条件发生变化时、出现工程地质与水文地质问题时, 应设计并采取相应措施		工程地质和水文地质条件未发生变化。	符合
	4. 采剥工艺、开采顺序等符合设计要求		采剥工艺和开采顺序。	符合
(2) 安全设施	1. 采场有可靠的截流、防洪和排水设施		有可靠的截流、防洪和排水设施。	符合
	2. 台阶高度是否符合设计要求		13~15m, 符合设计要求。	符合
	3. 台阶边坡角是否符合设计要求		工作台阶边坡角 62° ~65° , 靠帮边坡角 45° ~65° , 采场西北侧靠帮区域整体边坡角为 40.7° , 采场东侧靠帮区域整体边坡角为 45.5° 。	符合
	4. 台阶设置安全平台宽度是否符合设计要求		安全平台宽度为 6~7m, 清扫平台宽度 8m~9m。	符合
	5. 装运平台宽度是否符合设计要求		装运平台宽度约为 70~120m, 符合设计要求。	符合
	6. 靠帮平台应保有 3~5%的反坡		已形成反坡。	符合
	7. 采场应按顺序自上而下分台阶开采		按顺序自上而下分台阶开采。	符合
	8. 采场在危险范围内设置标志, 危险区域内严禁人员进入		有安全标志、标识等。	符合
(3) 采矿作业	1. 爆破布眼参数及装药量应符合设计及规范要求		按设计布眼、装药。	符合
	2. 台阶靠帮时是否采用光面爆破或控制爆破		采用预裂爆破。	符合
	3. 边坡岩体存在较严重松散、破碎, 节理裂隙发育地段, 应及时采取相应支护		边坡岩体暂不存在较严重松散、破碎, 节理裂隙发育地段。	不涉及
	4. 是否存在违规“掏采”现象		不存在。	符合
	5. 台阶高度超过设计要求, 边坡角是否过陡		现状台阶高度 13~15m, 生产台阶边坡角 62° ~65° 。	符合

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(4) 现场安全管理	1. 设置专职人员对采场边坡进行观测和管理，有专人负责定期观测，并记录	有专职人员管理、有观测。	符合
	2. 建立健全采场边坡管理、维护和检查制度	有制度。	符合
	3. 对采场边坡进行定期全面检查，检查有记录	有检查记录。	符合
	4. 汛期前，对采场防、排洪设施进行全面检查和维护，保证完好	按要求做到。	符合
	5. 采场爆破作业，认真填写爆破记录	有制度，能遵守。	符合

3) 稳定性定性分析结果

(1) 安全现状及存在的主要问题

该矿山采用山坡露天、自上而下分台阶开采，使用公路汽车运输开拓方式，其开拓运输方式与设计相符，上山运输道路按照Ⅱ级泥结碎石路面修建，路面宽度10~11m，最小转弯半径大于20m，运输道路坡度平均为7.0%左右，最大纵坡小于8%，上山公路外侧设有挡坝设施，内外侧设有排水沟，并在各转弯、下坡危险地段设有安全警示标志和紧急避险设施。上山运输道路从破碎站卸料平台折返式至采区+125m、+140m和+155m平台。

现矿山采场作业面布置在设计一期露天采剥范围内，采场西北侧+140m平台以上已基本靠帮，自上而下形成+200m、+185m、+170m、+155m和+140m平台，靠帮台阶高度在13~15m，靠帮台阶坡面角为45°~65°，整体坡面角40.7°，安全平台宽度6~7m，清扫平台宽度8~9m；采场东侧+155m平台以上已靠帮，自上而下形成+200m、+185m、+170m和+155m平台，靠帮台阶高度在14~15m，靠帮台阶坡面角为45°~65°，整体坡面角45.5°，安全平台宽度6~7m，清扫平台宽度8~9m。

现矿山在+140m和+155m平台（东北侧）进行交替作业，在+125m平台进行采准布置工作，+140m平台台阶高度为14~15m，平均长度约300m，平均宽度约120m，台阶坡面角62°~65°，+155m平台台阶高度为13~15m，平均长度约330m，平均宽度约70m，台阶坡面角64°~65°，采场作业面未发现掏采现象。

该矿目前已在采场西侧靠帮边坡顶部+215m水平分别设置了位移监测点、爆破振动监测点及地下水位监测点各1个，在采场东侧靠帮边坡顶部+220m水平分别设置了位移

监测点、爆破振动监测点及地下水位监测点各 1 个，实时监测边坡相关参数变化，同时矿山在工业场地设置了基准点。此外，矿山在采场设置了视频监控和应急喇叭设施，以实行智慧化矿山管理。

（2）分析小结

依据有关法律、规程，对照矿山现状，该矿采场边坡工程地质和水文地质条件尚好，其下游无工业和民用设施，环境条件良好；矿山经有资质单位进行了工程地质勘查和设计，矿山采场边坡目前处于稳定状态。其采场边坡相关安全设施、工艺符合有关法律法规要求。

（3）安全对策措施与建议

- ①加强对采场边坡检查、监测等，对边坡不稳定地段及时处理，有效清除边坡浮松石，防止发生滑坡事故，同时做好采场边坡稳定性定期分析工作；
- ②加强对采场边坡的监测点观测，做好各项记录和研究分析工作；
- ③雨季期间，做好采场排水沟清理工作。

5.2 事故树分析

事故树分析是对预定的生产系统或作业中可能出现的事故条件及可能导致的灾害后果，按工艺流程、先后次序和因果关系绘成方框图，表示导致灾害、伤害事故的各种因素间的逻辑关系。采场边坡重点要防止产生滑坡。通过故障树分析，可识别导致滑坡的基本事件与人为失误的组合，为人们提供设法避免或减少滑坡事故基本原因的线索，从而降低滑坡事故发生的可能性，对导致滑坡事故的各种因素及逻辑关系能做出全面、简洁和形象的描述，便于查明系统内固有的或潜在的各种危险因素，为采场边坡的管理提供科学依据，同时使有关人员、作业人员全面了解和掌握滑坡事故各项防范要点，进而进行逻辑运算，定性、定量分析系统稳定性。

5.2.1 引发边坡滑坡的基本事件

引发矿山采场边坡滑坡的基本事件分析详见图 5.2。

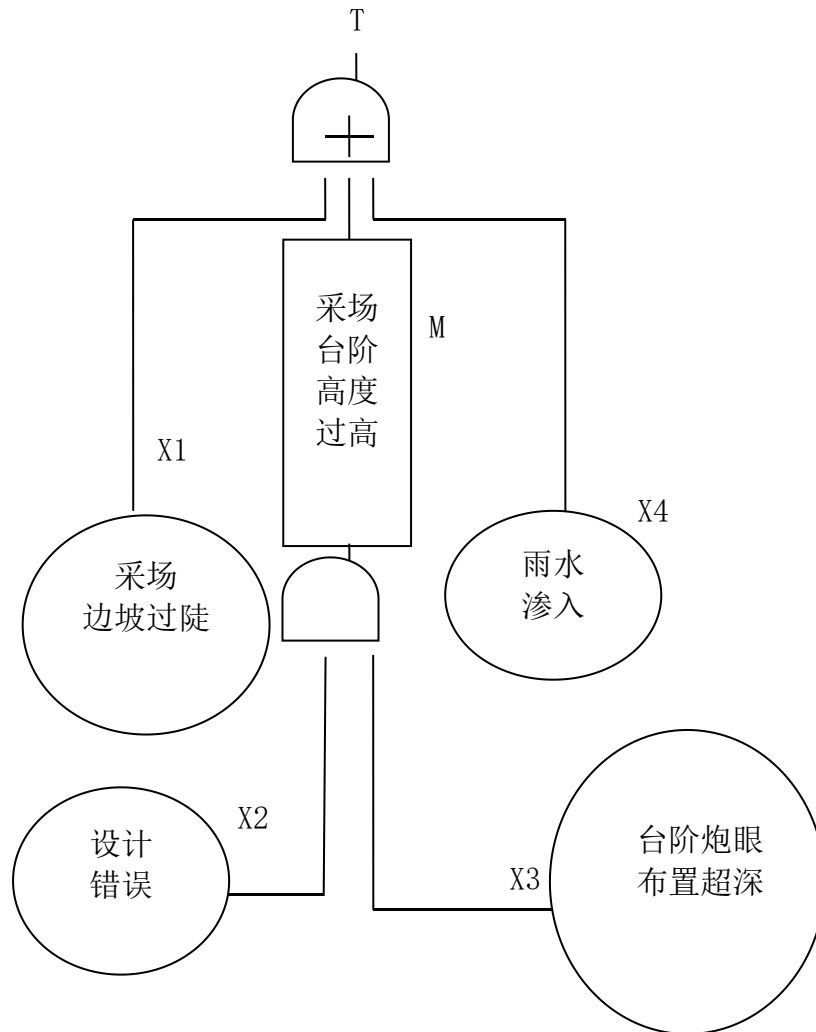


图 5.2 采场边坡滑坡事故树分析图

5.2.2 结构函数

T 代表顶上事件，即矿山采场边坡滑坡事故，导致其发生的事件为 M（采场台阶高度过高）、基本事件 X1（采场边坡过陡）和 X4（雨水渗入），导致 M 发生的基本事件为 X2 和 X3，其中 X1 至 X4 的重要度相同。函数关系式为：

$$T=X1+M+X4$$

$$\text{其中：} M=X2+X3$$

$$\text{即：} T=X1+X2+X3+X4$$

从上式关系可以看出，发生顶上事故（采场边坡滑坡事故）的最小割集为 {X1、X2、X3、X4}，任何一个基本事件 X_i 的发生，都可能导致顶上事件（采场边坡滑坡事故）的发生。

5.2.3 预防采场边坡滑坡事故的安全对策措施

采场边坡存在着滑坡的可能性，而且一旦滑坡，有可能对周围水体造成污染，阻塞道路，损坏设备，甚至造成人员伤亡。根据采场边坡滑坡事故树分析，在矿山开采过程中，影响采场边坡稳定的因素很多，但主要是设计错误、山坡、台阶炮眼布置超深（高）、边坡过陡和雨水渗入。结合采场边坡实际情况，矿山应采取以下综合治理措施：

- 1) 采场台阶应按设计参数要求设置。
- 2) 及时疏通被堵塞的防、排洪沟渠和设施，保证排水设施通畅和完好。
- 3) 采场应按设计要求留设安全平台。
- 4) 严格控制采场边坡的坡面角及台阶高度，防止边坡过陡而产生滑动。
- 5) 加强采场靠帮边坡处爆破管理，严格爆破参数，确保边坡稳定。
- 6) 建立健全矿山采场边坡档案资料和台帐，并加强对矿山采场边坡位移观测，各项记录应齐全完善。

5.3 采场边坡稳定性定量分析

采场边坡稳定性定量分析是矿山采场边坡稳定性分析工作的核心。采场边坡的稳定与否不仅关系到采场边坡的安全运行，同时关系到整个矿山能否正常生产。做好采场边坡的稳定性分析工作，有助于预测采场边坡的稳定性状况，从而做到防患于未然，防止灾害的发生。

5.3.1 基本条件及影响因素

采场边坡稳定性取决于多种因素，采场边坡主要取决于边坡岩石的性质、岩体结构及地质构造、边坡参数、水的浸蚀及爆破和震动。

5.3.2 采场边坡物理力学性质及其工程地质条件分析

1) 根据该矿山特点，结合中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司 2023 年 7 月编制的《安徽中池新材料有限公司华丰矿区深部及外围建筑用白云岩石灰岩矿露天采场边坡现状稳定性分析（2023 年度）》，其采用霍克法计算的各岩体参数见表 5-3。

表 5-3 霍克法计算各岩体参数表

岩性	分区	密度 γ (g/cm ³)	抗剪强度	
			内聚力 C_m (KPa)	摩擦角 ϕ_m (°)
白云岩	II	2.70	119.03	39.19
	III-1		75.88	36.63
	III-2		89.41	38.81
	IV		97.19	38.72
灰岩	III-1	2.65	74.59	36.66
	III-2		84.21	38.30
粘土		1.40	42.1	21.5

5.3.3 矿山边坡破坏模式

安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场边坡的稳定性取决于边坡设置的参数、水体的浸蚀、节理裂隙及地质构造、掏采及顺层开采等，其破坏方式主要表现形式又可分为：崩塌、滑坡、错落和坍塌；

1) 崩塌

斜坡岩体被结构面分割的块体突然脱离母体的现象，其主要是由岩体存在的节理裂隙及地质构造及水体的浸蚀导致的。

2) 滑坡

岩土以一定的加速度沿一滑动面发生剪切滑动现象，造成边坡失稳，其主要是由边坡过高过陡、水体的浸蚀、岩体的节理裂隙、地质构造及顺层开采（开拓）等引起的。

3) 错落

陡崖、陡坡、陡坎沿近似垂直的破裂面整体下移，造成边坡破坏，主要是由于台阶内存在软弱岩体造成的。

4) 坍塌

边坡体一定范围内的岩土受水的浸蚀使其强度降低，从而使边坡坍塌变形，其主要原因是边坡防排水系统不完善造成边坡受浸蚀造成的。

5.3.4 矿山边坡稳定性定量分析

1) 边坡工程安全等级

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）规定，露天矿边坡工程安全等级，根据边坡危害程度和边坡高度两个条件，分为 I、II、III 三个等级，边坡危害等级见表 5-4，边坡安全等级划分，见表 5-5。

表 5-4 边坡危害等级划分表

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

表 5-5 边坡安全等级划分

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
	$300 < H \leq 500$	I II
	$100 < H \leq 300$	I
II	$300 < H \leq 500$	III
	$100 < H \leq 300$	II III
	$H \leq 100$	I
III	$100 < H \leq 300$	III
	$H \leq 100$	II III

结合安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场靠帮边坡的状况，其边坡如若发生破坏，将严重影响生产，极有可能对运输车辆及人员、采场设备及工人造成伤害及财产损失，预计直接经济损失 50 万~100 万元，根据表 5-4，得出安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场边坡危害等级定为 II 级。

经计算，矿山采场靠帮边坡高差约 75m ($H \leq 100$)，结合表 5-4 和表 5-5，判定安徽中池新材料有限公司安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场边坡工程安全等级为 III 级。

2) 边坡允许安全系数确定

边坡设计安全系数是衡量边坡稳定性的最终定量指标，它与边坡稳定性分析工作内容的原理、方法、代表性以及各项定量参数的取用、边坡高陡程度和服务年限、工程重要等级相关。因此，最小设计安全系数的确定对整个边坡工程的经济性和安全性尤为重要。

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）中边坡安全系数的规定，见表 5-6。

表 5-6 不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数

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

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

本次选取了三种组合荷载对边坡稳定性进行研究分析，分别为：组合荷载 I（自重+地下水）和组合荷载 II（自重+地下水+爆破震动力）及组合荷载 III（自重+地下水+地震力）。

3) 边坡稳定性计算

(1) 计算方法

目前工程界普遍采用的计算方法仍为极限平衡法，基于该理论有多种方法：如瑞典条分法，简化 Bishop 法，Morgenstem—Price 法，Spencer 法，Janbu 法、Sarma 法及不平衡推力传递法。综合矿山采场边坡工程地质条件，选定计算分析采用垂直台阶剖面，分别采用简化 Bishop 法和 Morgenstem—Price 法进行分析边坡稳定性。

①简化 Bishop 法

其计算公式为：

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{m_{ai}} [c_i b_i + (W_i - U_i b_i) \tan \phi_i]}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i + \sum_{i=1}^n Q_i \sin \alpha_i / R}$$

其中： $m_{ai} = \cos \alpha_i + \tan \phi_i \sin \alpha_i / F_s$

式中： F_s ——安全系数；

c_i 、 ϕ_i ——第 i 岩土条滑面上的有效凝聚力和有效内摩擦角；

U_i ——第 i 岩土条底面中点处的孔隙水压力；

b_i ——第 i 岩土条底面弧长；

α_i ——第 i 岩土条底面中心的法线（过圆心）与过圆心的铅直线间的夹角；

Q_i ——第 i 岩土条块水平向作用力；
 W_i ——第 i 岩土条的重量；
 e_i ——第 i 岩土条块所受的法向条间力；
 R ——滑弧的半径。

B、Morgenstem—Price 法

Morgenstem—Price 法，即摩根斯坦—普赖斯法，首先对任意曲线形状的滑裂面进行了分析，导出了满足力的平衡及力距平衡条件的微分方程式，然后假定两相邻土条法向条间力和切向条间力之间存在 1 对水平方向坐标的函数关系，根据整个滑动土体的边界条件求出问题的解答。计算简图如下：

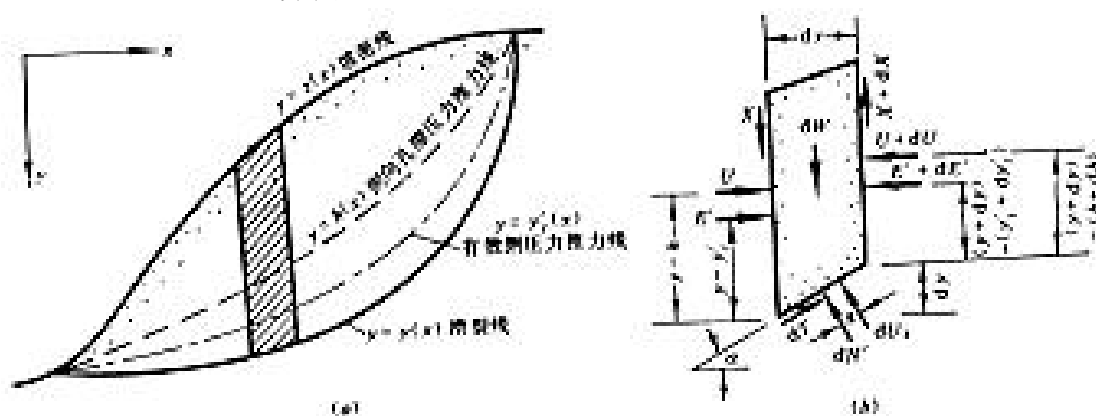


图 5.3 摩根斯坦—普赖斯法图

(2) 计算结果

本次在选取了采场 1-1' 线剖面边坡进行计算，结合规范要求，考虑不同的荷载组合工况，计算得出其边坡安全系数，计算结果如下：

计算结果:

[计算结果图]

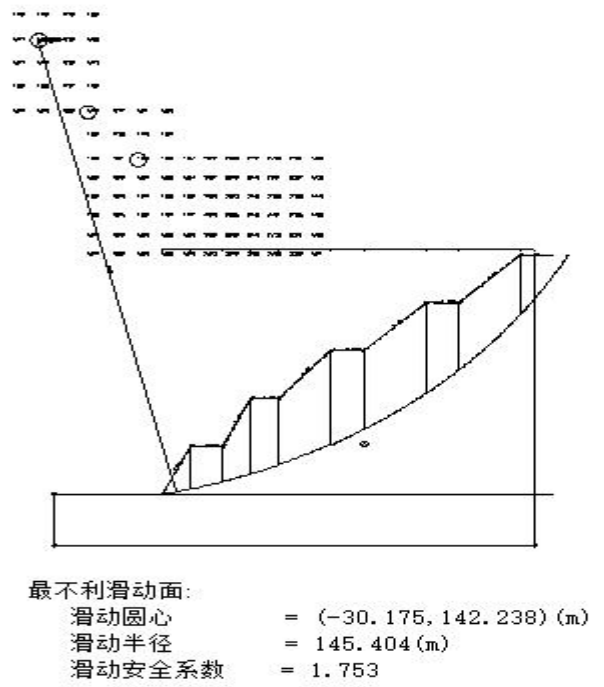


图 5.4 采场 1-1' 线边坡稳定性计算结果（自重+地下水，Bishop 法）

计算结果:

[计算结果图]

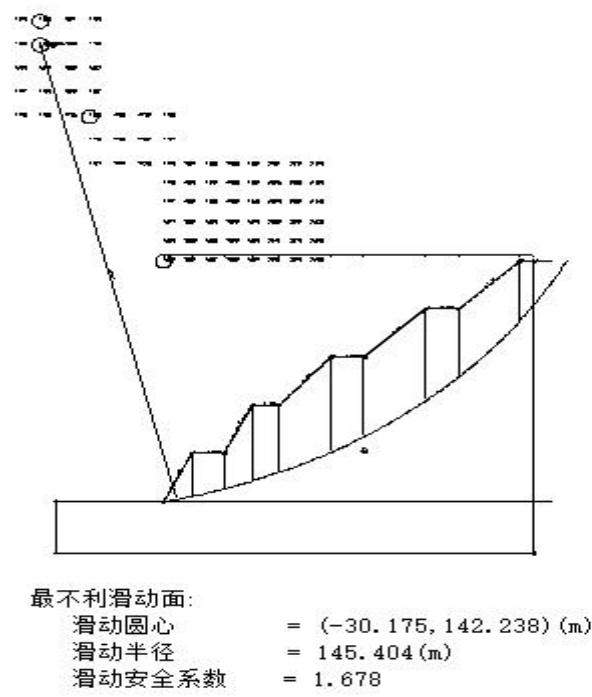
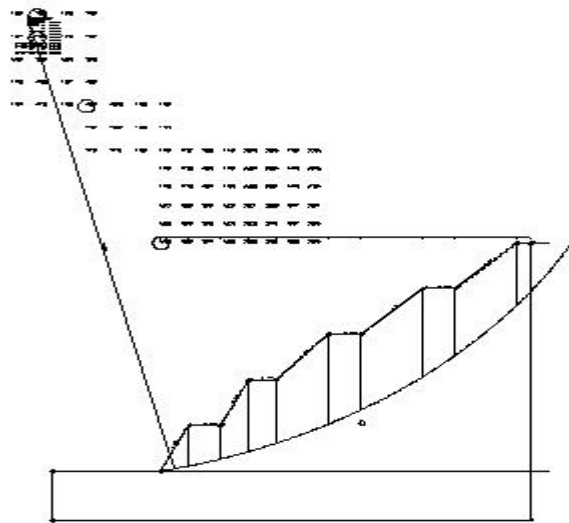


图 5.5 采场 1-1' 线边坡稳定性计算结果（自重+地下水+爆破，Bishop 法）

计算结果:

[计算结果图]

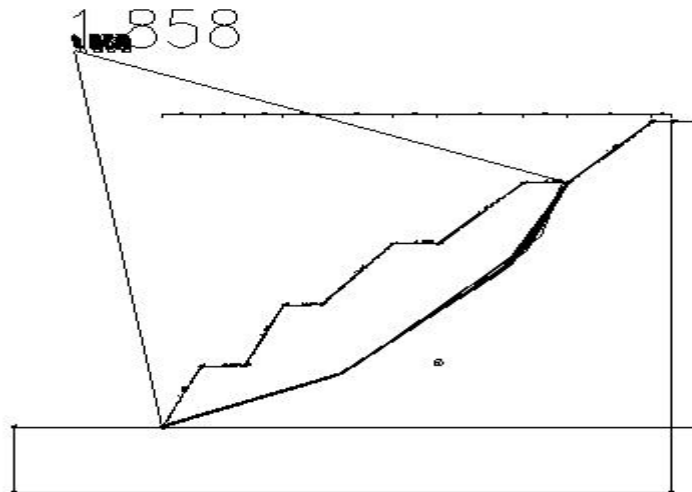


最不利滑动面:
滑动圆心 = (-32.175, 148.238) (m)
滑动半径 = 151.690 (m)
滑动安全系数 = 1.652

图 5.6 采场 1-1' 线边坡稳定性计算结果 (自重+地下水+地震, Bishop 法)

计算结果:

[计算结果图]



滑动安全系数 = 1.858

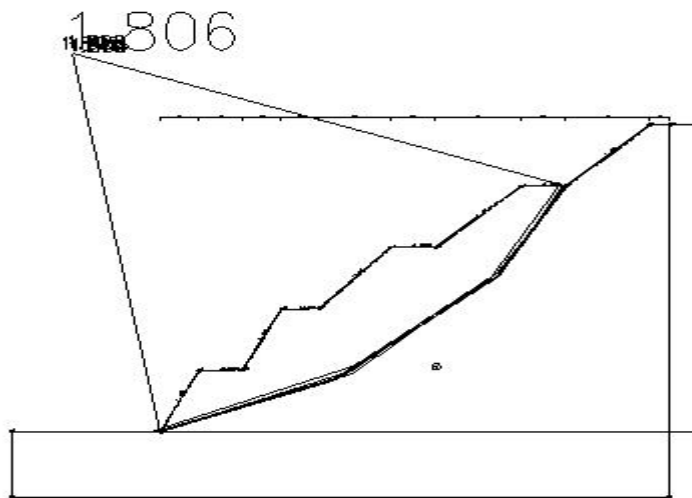
最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(0.000, 0.001)	(30.516, 12.229)
2	(30.516, 12.229)	(59.477, 37.291)
3	(59.477, 37.291)	(72.086, 59.927)

图 5.7 采场 1-1' 线边坡稳定性计算结果 (自重+地下水, Morgenstem—Price 法)

计算结果:

[计算结果图]



滑动安全系数 = 1.806

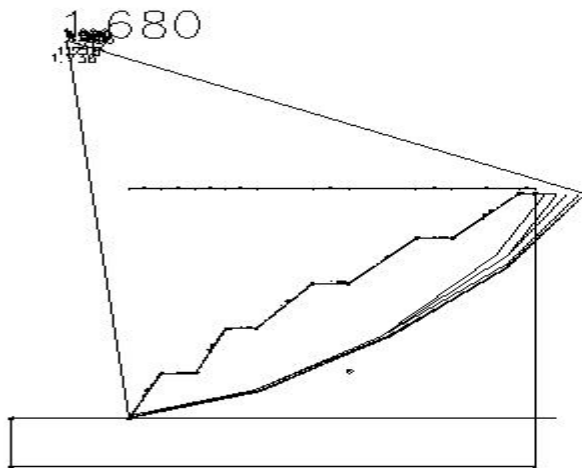
最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(-0.001, 0.000)	(30.755, 12.412)
2	(30.755, 12.412)	(59.594, 37.283)
3	(59.594, 37.283)	(72.084, 59.926)

图 5.8 采场 1-1' 线边坡稳定性计算结果 (自重+地下水+爆破, Morgenstem—Price 法)

计算结果:

[计算结果图]



滑动安全系数 = 1.680

最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(0.000, 0.001)	(29.153, 9.237)
2	(29.153, 9.237)	(58.165, 27.261)
3	(58.165, 27.261)	(84.185, 50.083)
4	(84.185, 50.083)	(101.901, 74.862)

图 5.9 采场 1-1' 线边坡稳定性计算结果 (自重+地下水+地震, Morgenstem—Price 法)

边坡稳定性分析最小安全系数计算结果见表 5-7。

表 5-7 采场 1-1' 线边坡稳定性分析最小安全系数计算结果

位置	计算方法	荷载组合	安全系数	规范要求	备注
1-1' 线	Bishop 法	I	1.753	1.15~1.10	符合规范
		II	1.678	1.13~1.08	符合规范
		III	1.652	1.10~1.05	符合规范
	Morgenstem—Price 法	I	1.858	1.15~1.10	符合规范
		II	1.806	1.13~1.08	符合规范
		III	1.680	1.10~1.05	符合规范

从分析结果看，矿山采场边坡总体稳定性情况较好，但由于矿体的力学参数采用类比法确定的，其结果有一定的不确定性。通过稳定性分析，现矿山边坡构成要素等符合国家法律法规及相关规定要求。

5.3.5 边坡稳定性定量分析小结

本次矿山采场边坡稳定性分析有关参数选取时主要考虑了以下因素：

- 1) 矿山地质报告基础资料准确性。
- 2) 稳定性计算参数取值对安全储备的考虑。
- 3) 稳定性计算模型的概化、处理及计算方法所造成的可能误差估计。
- 4) 矿山采场的服务年限、规模、边坡形态、灾害后果。
- 5) 工程与水文地质条件。
- 6) 其它影响矿山采场边坡稳定性不确定因素考虑。

根据对安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿露天采场现状边坡稳定性计算结果可以看出，安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场现状边坡稳定性安全系数均满足要求，其采场边坡总体上处于稳定状态，矿山采场边坡整体是安全稳定的。

5.4 采场边坡安全监测等级

1) 采场边坡高度指数

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），采场边坡高度等级按表 5-8 划分为四级。高度小于 100m 的为低边坡，100m~200m(含 100m) 为中高边坡，200m 以上（含 200m）的为高边坡，其中大于 500m 的为超高边坡，对应的高度等级指数分别为 4、3、2、1。本矿山现状人工边坡高差约为 75m，对应高度等级指数 H 为 4。

表 5-8 边坡高度指数

高度等级指数 H	分类名称	高度
1	超高边坡	大于 500m
2	高边坡	200m~500m
3	中高边坡	100m~200m
4	低边坡	小于 100m

2) 采场边坡坡度等级指数

露天采场边坡总边坡角等级按表 5-9 划分为三级。坡度小于 30° 的为缓坡，坡度在 30° ~42° 之间（含 30° ）的为斜坡，坡度大于 42° （含 42° ）的为陡坡，对应的坡度等级指数分别为 3、2、1。本矿山现状最高人工边坡平均坡度约 40.7°，对应的边坡坡度等级指数 A 为 2。

表 5-9 边坡坡度等级指数

坡度等级指数 A	分类名称	总边坡角度
1	陡坡	大于 42°
2	斜坡	30° ~42°
3	缓坡	小于 30°

3) 边坡滑坡风险等级

根据地质报告和边坡工程勘察报告，将采场边坡的工程地质和水文地质条件分别划分为复杂型、中等型和简单型，对应的地质条件等级指数 G 分别为 1、2、3。当工程地质条件和水文地质条件等级不一致时，取两者中较高的等级作为采场边坡地质条件等级。现该矿水文地质类型为简单类型（开采+91.2m 以上矿体时，矿山可自然排水，水文地质条件简单），工程地质类型为中等类型，G 取 2。

根据安全系数 F 对露天矿山采场边坡稳定性进行滑坡风险分级, 结合前述稳定性分析结果, 边坡滑坡风险等级 S 为 3 级。

表 5-10 边坡滑坡风险等级

滑坡风险等级指数 S	安全系数 F	
	正常工况	非正常工况
1	$F < 1.1$	$F < 1.05$
2	$1.1 \leq F < 1.2$	$1.05 \leq F < 1.15$
3	$1.2 \leq F < 1.3$	$1.15 \leq F < 1.25$
4	$1.3 \leq F$	$1.25 \leq F$
注: 非正常工况考虑暴雨或爆破震动或地震等载荷情况下的安全系数		

4) 采场边坡安全监测等级

露天矿山采场边坡安全监测等级按照表 5-11 由边坡的变形指数和滑坡风险等级共同确定, 共分为一、二、三、四级, 一级为最高等级并依次降低, 其中变形指数由下式确定。

$$D = H + A + G$$

式中: D ——变形指数;

H ——高度等级指数;

A ——坡度等级指数;

G ——地质条件指数。

当边坡变形指数和风险指数取值不在同一监测等级时, 取两者中较高级。

表 5-11 边坡安全监测等级

安全监测等级	变形指数 D	滑坡风险等级 S
一级	3 或 4	1
二级	5 或 6	2
三级	7 或 8	3
四级	9 或 10	4

经计算: $D = H + A + G = 4 + 2 + 2 = 8$, 同时滑坡风险等级指数 $S = 4$, 结合表 5-11, 得出安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场边坡的安全监测等级最高为三级。目前采场边坡安全监测等级已按照三级进行监测。

6 安全对策措施

6.1 安全管理措施

1) 企业主要负责人是矿山采场边坡安全管理第一责任人，主要负责人应设立相应的安全管理机构，进一步按规定配足安全管理人员和相关特种作业人员，定期进行培复训工作，并负责实施矿山采场边坡安全管理，配备与实际工作相适应的专业技术人员或有实际工作能力的人员负责矿山采场边坡的安全管理工作。

2) 建立健全安全生产各项管理制度、安全生产责任制、各工种岗位操作规程。

3) 制定生产安全事故应急预案并组织演练；编制安全措施经费计划，按规定比例足额提取安全措施经费，确保安全经费专户存储，专提专用。

4) 必须严格按照设计要求和有关技术规范，做好矿山采场边坡安全检查和监测工作。

5) 未经技术论证和相关部门的批准，任何单位和个人不得随意变更矿山设计或设计确定的采场有关参数，严格按设计要求的参数和顺序进行开采。

6) 采场及其滚石区应设置醒目的安全警示标志。

7) 加强现场安全管理，严格禁止违章作业。

8) 加强安全教育和培训，提高职工安全生产意识和处理问题的能力，保障安全生产。

9) 加强矿山采场边坡技术管理工作，生产过程中应及时测绘、填图，做到图纸与实际相符，以发挥其指导安全生产的作用。

6.2 安全技术措施

6.2.1 采场边坡防洪、防震方面安全对策措施

1) 每年及时编制防排水计划，定期检查计划执行情况。

2) 矿山采场内有滑坡时，应在滑坡的上方设截水沟。防止地表、地下水渗漏入滑坡体。

3) 应定期安排人员进行清理，确保排水畅通，特别是雨季到来前更要做到各排水设施畅通无阻。

4) 汛期应对矿山采场边坡进行巡视，发现问题应及时修复，防止连续暴雨后发生泥石流事故。

- 5) 洪水过后应对排洪构筑物进行全面认真的检查和清理，发现问题应及时修复。
- 6) 强风暴等强对流天气时，必须停止生产并撤出采场作业人员。

6.2.2 采场运行方面的安全对策措施

- 1) 合理设计孔网参数，并根据岩性实时调整。
- 2) 严格控制靠帮爆破，实施可靠的爆破工艺，控制生产作业爆破段的最大一段装药量，尽量减少爆破震动对边坡的影响。
- 3) 矿山在开采生产中，要不断总结经验，针对岩性的变化，应对边坡的稳定性进行专项研究，以确保矿山能长期安全生产。
- 4) 严格按自上而下顺序开采，根据该矿的岩性情况，台阶高度不得大于 15m，靠帮台阶坡面角不得大于 65° ，严禁掏采。
- 5) 对边坡不规范地段，要实施封闭措施，上边缘处设有警示标志，下出入口应设置挡墙，严防人员误入发生物体打击事故。
- 6) 矿山应指定专人负责，根据边坡实际情况及时建立有效的边坡监测系统，以确保矿区生产期的边坡安全。

6.2.3 采场边坡防止滑坡、泥石流方面的安全对策措施

- 1) 查进一步明矿区地质构造，矿山开采过程中应对边坡进行监控，发现有滑坡征兆，应及时采取措施进行治理，避免边坡滑坡给矿山正常生产造成威胁。
- 2) 矿山在生产过程中对生产台阶的高度、宽度及坡面角等参数应严格控制。
- 3) 矿山采场边坡上部的安全防护设施（截、排水沟）必须设置到位；禁止山洪冲刷边坡。
- 4) 严禁违规（不分台阶一面坡开采，掏采、超挖坡脚等）开采。
- 5) 当工作线推进到最终边坡时，应对终了台阶边坡角进行控制。
- 6) 制定完善的边坡管理制度及事故应急预案，并定期进行演练。

6.2.4 矿山边坡安全检查方面的安全对策措施

- 1) 采场边坡稳定性安全检查的内容包括：设置参数、变形、裂缝、滑坡等。
- 2) 检查参数
 - (1) 测量采场台阶高度、坡面角，测量精度按生产测量精度要求。实测的参数应不超过设计的参数，特殊地段应检查是否有相应的措施。
 - (2) 测量采场平台的反坡坡度，测量精度按生产测量精度要求。

3) 检查矿山采场边坡变形裂缝情况

矿山采场边坡出现不均匀沉降、裂缝时，应查明沉降量，裂缝的长度、宽度、趋向等，判断危害程度。

4) 检查采场边坡滑坡

采场边坡滑坡时应检查滑坡位置、范围、形态和滑坡的动态趋势以及成因。

5) 注重加强对断层的分析，在每次爆破前后注意断层附近岩层位移情况记录，并及时与上次岩层位移情况进行对比分析，若有扩大趋势要采取注浆、挡土墙等加固措施，保证终了边坡的稳定性。

6) 采场排水构筑物与防洪安全检查

(1) 排水构筑物安全检查主要内容：构筑物有无变形、移位、损毁、淤堵，排水能力是否满足要求等。

(2) 截洪沟断面检查内容：截洪沟断面尺寸，沿线山坡滑坡、塌方，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内物淤堵等。

7 稳定性分析结论

7.1 安全管理体系符合性分析结论

通过对安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场边坡安全管理体系中的安全管理机构设置、安全生产责任制、规章制度、安全投入、安全培训及各工种操作规程等方面进行综合分析，该矿安全管理体系符合有关法律、法规的要求。

7.2 采场边坡系统符合性分析结论

通过对该矿采场边坡系统中的基本条件、安全设施、采矿作业和现场安全管理等综合分析，该矿山采场现状边坡系统符合有关法律法规和技术标准要求。

运用故障树评价方法分析了引发矿山采场边坡滑坡的基本事件，并提出了安全对策措施；运用简化 Bishop 法和 Morgenstem—Price 法对矿山采场现状边坡进行了稳定性分析计算。

经定性、定量稳定性分析，安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿采场现状边坡稳定性安全系统满足规范要求，其现状总体上是稳定的，能满足目前安全生产的需要。

7.3 建议

安徽中池新材料有限公司在安徽省东至县华丰矿区深部及外围建筑用白云岩、石灰岩矿今后的生产过程中，要认真落实矿山已有的和本次稳定性分析提出的安全对策措施，切实加强矿山采场边坡管理，确保在任何情况下都能保证矿山安全生产的需要。并重点做好以下工作：

1) 每年汛期前，矿山必须检查矿山采场防、排洪设施，及时进行维护与管理，确保排水通畅。

2) 矿山后期生产过程中，严格按照安全设施设计自上而下分台阶开采，确保采场台阶高度、坡面角和安全平台及清扫宽度等参数符合设计要求；同时应加强老采坑边坡监测管理。

3) 矿山后期生产过程中，台阶靠帮应采用光面爆破或挤压爆破等有利于边坡完整的破岩方式，预防破坏边坡稳定性。

4) 由层面、断裂面及节理面分割组成的岩体、块体，在开采时易产生坍塌、崩陷，应引起重视。爆破后应注意地形及台阶的变化，出现可疑点应及时检查，避免设备进入

崩陷区；同时，应将边坡面上残留矿石及松动岩块及时清除，以免对人员和设备造成危害。

5) 进一步完善边坡监测设施和采场边坡档案资料和台帐，并加强对边坡观测，对监测点的日常维护，及时分析相关监测数据，发现问题及时处理。建议采场现状边坡安全监测等级按照三级进行监测。

6) 矿山开采终了边坡总高度约为 160m，大于 150m，下步应根据相关要求，进一步完善边坡在线监测设施和采场边坡档案资料及台帐，并加强边坡监测，对相关在线监测设施的监测点做好日常维护工作，及时分析相关监测数据，发现问题及时处理。

7) 矿山应根据《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〔2020〕4 号）要求，每年委托相关单位开展一次边坡稳定性分析；同时按照皖应急〔2021〕144 号文要求，至少每月组织地质、测量、采矿、机电等技术人员，对采场边坡稳定性分析研判一次，发现问题及时处理。

8) 矿山应根据相关规定要求，持续做好矿山露天边坡隐蔽致灾因素普查，落实好风险管控措施。