

安徽池州海螺水泥股份有限公司
北山石灰石矿采场边坡
稳定性分析报告

安徽正信科技有限公司
证书编号：APJ—（皖）—011
二〇二六年六月

安徽池州海螺水泥股份有限公司
北山石灰石矿采场边坡

稳定性分析报告

工程编号：ZXAP—2026—3029

法定代表人：董书满

技术负责人：董书满

项目负责人：王陈红

二〇二六年六月

安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿

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	王陈红	201911046340001180	安全	
项目组成员	方 敏	1902000000101872	电气	
	吴光辉	1200000000100003	机械	
	袁成龙	1700000000200514	采矿	
	付道军	1700000000200889	水工结构	
	黄 凯	1100000000202027	地质	
报告编制人	付道军	1700000000200889	水工结构	
	王陈红	201911046340001180	安全	
报告审核人	吴鹏程	1500000000300416	通风	
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》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，受安徽池州海螺水泥股份有限公司委托，我公司对其北山石灰石矿采场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，对目前矿山采场边坡现状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，对该矿采场边坡稳定性进行分析工作。项目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，确定分析程序和方法，项目组于 2026 年 6 月 2 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 6 月 22 日，项目组成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。

项目组在调查、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，形成分析结论，编制了《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡稳定性分析报告》。

项目组在进行安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡稳定性分析过程中，得到了安徽池州海螺水泥股份有限公司领导、职工的大力支持，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 分析目的	6
1.4 分析内容	7
1.5 分析程序	7
2.项目概况	10
2.1 矿山简介	10
2.2 矿区地质概况	12
2.3 矿山开采技术条件	22
2.4 矿山设计与现状概述	26
3.主要危险、有害因素辨识	34
3.1 自然灾害方面的主要危险、有害因素	34
3.2 滑坡和泥石流方面的主要危险、有害因素	34
3.3 地质危害	34
3.4 其他主要危险、有害因素	35
3.5 安全管理方面的主要危险、有害因素	35
4.单元划分及方法选择	36
4.1 单元划分	36
4.2 分析方法的选择	36
5 定性、定量分析	39
5.1 安全检查表法	39
5.2 事故树分析	47
5.3 采场边坡稳定性分析	49
5.4 采场边坡安全监测等级	57
6.安全对策措施	60
6.1 安全管理措施	60
6.2 安全技术措施	60

7.分析结论与建议.....63

7.1 安全管理体系符合性分析结论.....63

7.2 采场边坡系统符合性分析结论.....63

7.3 建议.....63

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登记表及合格证书复印件。
- 4、特种作业人员登记表及操作证书复印件。
- 5、矿山救护协议及应急预案备案登记表。
- 6、现场勘查照片。

二、附图

- 1、开采现状平面图。
- 2、1-1’ 线（采场）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，本次分析对象为安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场现状边坡，分析范围为安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿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》（1986年3月19日第六届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过，根据1996年8月29日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国矿产资源法〉的决定》第一次修正，根据2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第二次修正，2024年11月8日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订，2025年7月1日起施行）；

(2) 《中华人民共和国安全生产法》（2002年6月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，根据2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正，根据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，2021年9月1日起施行）；

(3) 《中华人民共和国劳动法》（1994年7月5日第八届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过，根据2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正，根据2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正，2018年12月29日起施行）；

(4) 《中华人民共和国矿山安全法》（1992年11月7日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，根据2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》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 20 号，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) 《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）；

(7) 《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，第78号修正，2015年7月1日起施行）；

(8) 《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，第77号修订，2015年5月1日起施行）。

5) 规范性文件

(1) 《应急管理部 住房和城乡建设部 国家矿山安监局关于印发<特种作业目录>的通知》（应急〔2026〕45号，2026年6月1日起施行）；

(2) 国家矿山安全监察局关于做好2026年度矿山防汛安全工作的通知(矿安〔2026〕67号，2026年5月11日起施行）；

(3) 《国家矿山安全监察局关于加强矿山企业反“三违”工作的通知》（矿安〔2026〕63号，2026年4月29日起施行）；

(4) 《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）；

(5) 《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）；

(6) 《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）；

(7) 《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）；

(8) 《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，2024年10月23日起施行）；

(9) 《国家矿山安全监察局关于印发<“学铁规、明责任、硬落实、保安全”专项活动方案>的通知》（矿安〔2024〕72号，2024年7月14日起施行）；

(10) 《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）；

(11) 《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）；

(12) 《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）；

- (13) 《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）；
- (14) 《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）；
- (15) 《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）；
- (16) 《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，2026年6月26日起施行）；
- (17) 《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）；
- (18) 《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）；
- (19) 《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）；
- (20) 《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）；
- (21) 《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）；
- (22) 《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）；
- (23) 《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）；
- (24) 《关于印发〈安徽省安全生产治本攻坚三年行动实施方案（2024—2026年）〉子方案的通知》（皖安办〔2024〕10号，2024年3月13日起施行）；
- (25) 《安徽省应急管理厅关于防范非煤矿山车辆伤害和高处坠落生产安全事故的通知》（皖应急函〔2024〕71号，2024年3月12日起施行）；
- (26) 《安徽省安全生产委员会关于印发〈安徽省安全生产治本攻坚三年行动实施方案（2024—2026年）〉的通知》（皖安〔2024〕2号，2024年1月30日起施行）；

(27) 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）。

1.2.2 主要技术标准、规范

1.2.2 主要技术标准、规范和规程

1) 国家标准

- (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) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T13861-2022;
- (6) 《建筑防火通用规范》GB55037-2022;
- (7) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020;
- (8) 《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020;
- (9) 《个体防护装备配备规范 第4部分：非煤矿山》GB39800.4-2020;
- (10) 《头部防护 安全帽》GB2811-2019;
- (11) 《工程岩体试验方法标准》GB/T50266-2013;
- (12) 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018;
- (13) 《爆破安全规程》GB6722-2014/XG1-2016;
- (14) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》GB51016-2014;
- (15) 《防洪标准》GB50201-2014;
- (16) 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012;
- (17) 《矿山安全术语》GB/T15259-2008;
- (18) 《厂矿道路设计规范》GBJ22-1987。

2) 行业标准

- (1) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第1部分：总则》KA/T 22.1-2024;
- (2) 《生产安全事故应急演练基本规范》YJ/T9007-2019;
- (3) 《岩土工程监测规范》YS/T5229-2019;
- (4) 《安全生产责任保险事故预防技术服务规范》AQ9010-2019;
- (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;

1.2.3 相关技术资料

- 1) 安徽池州海螺水泥股份有限公司提交的北山石灰石矿采场边坡稳定性分析委托书；
- 2) 安徽池州海螺水泥股份有限公司提交的北山石灰石矿相关证照复印件；
- 3) 安徽省地质测绘技术院 2012 年 12 月提交的《安徽省池州市贵池区北山水泥石灰岩矿资源储量核实报告》及附图；
- 4) 安徽海螺建材设计研究院 2014 年 10 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山水泥用灰岩矿 1800 万吨/年初步设计》及附图；
- 5) 安徽海螺建材设计研究院 2015 年 12 月编制的《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山水泥用灰岩矿 1800 万吨/年（技改）安全设施设计》及附图；
- 6) 安徽正信科技有限公司 2023 年 1 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿安全现状评价报告》；
- 7) 安徽正信科技有限公司 2024 年 6 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡稳定性分析报告》；
- 8) 安徽正信科技有限公司 2024 年 6 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡稳定性分析报告》；
- 9) 安徽正信科技有限公司 2025 年 6 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡稳定性分析报告》；
- 10) 安徽海螺建材设计研究院 2025 年 10 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山水泥用灰岩矿 1800 万吨/年采矿工程变更设计》；
- 11) 安徽正信科技有限公司 2026 年 1 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿安全现状评价报告》；
- 12) 安徽池州海螺水泥股份有限公司提供的北山石灰石矿开采现状平面图、剖面图；
- 13) 现场收集的有关资料。

1.3 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，对安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石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 分析内容

根据委托书和《安全生产法》《矿山安全法》《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，安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿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) 对矿山采场边坡安全管理和运行提出安全对策措施和建议；
- 5) 形成分析结论与建议。

1.5 分析程序

根据安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡实际状况，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

根据分析范围及专项分析的需要，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

根据安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡各系统的运作情况，项目组各成员按专业划分对采场边坡各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 分析单元划分

在危险、有害因素识别和分析的基础上，划分分析单元。

1.5.4 定性、定量分析

选择合理的分析方法，对各系统发生事故的可能性和严重程度进行定性、定量分析。

1.5.5 安全对策措施

根据定性、定量分析结果，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 分析结论及建议

列出主要危险、有害因素的分析结果，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 分析报告的编制

依据分析结果编制稳定性分析报告。见图 1.1。

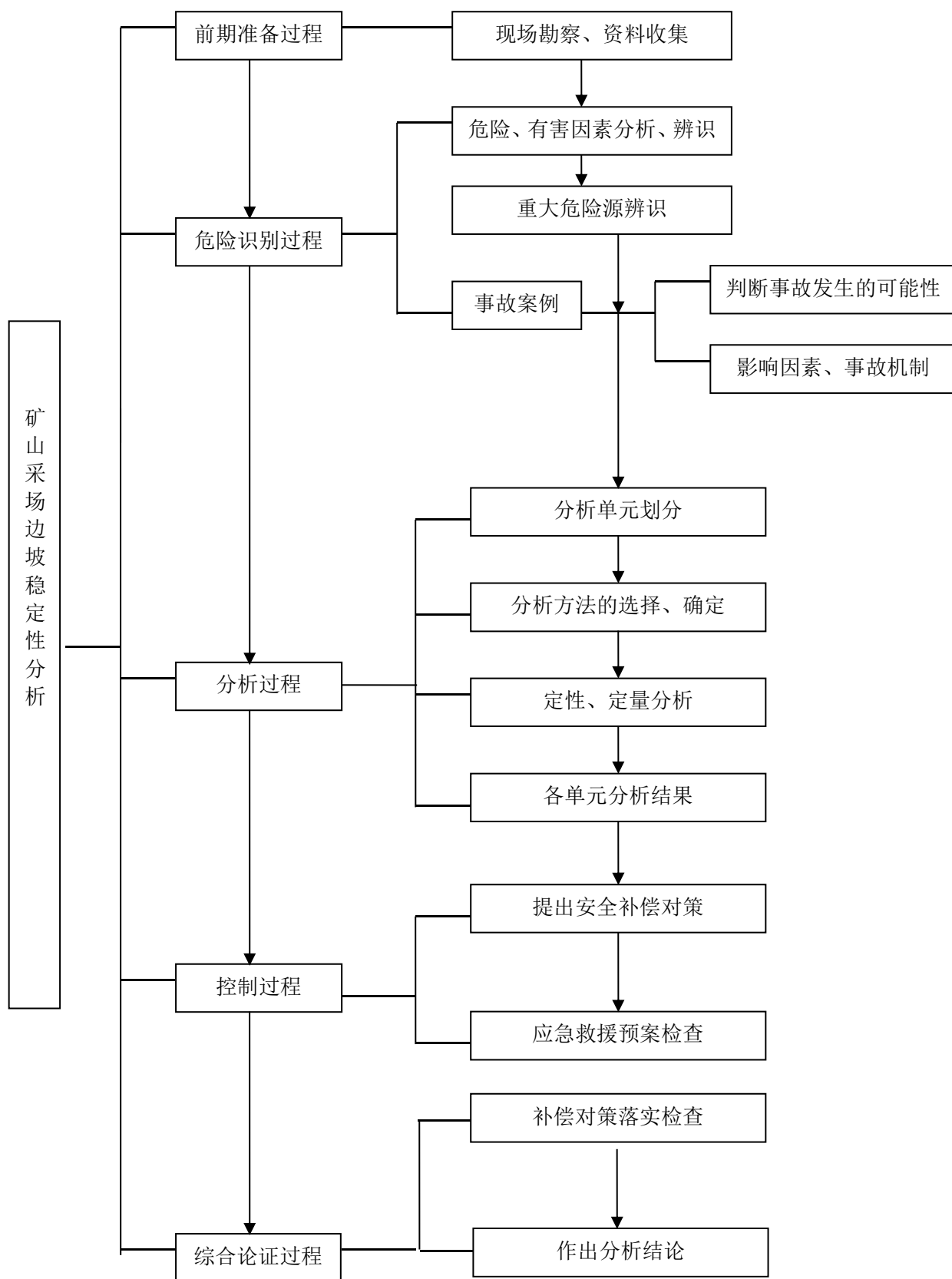


图 1.1 采场边坡稳定性分析程序图

2 项目概况

2.1 矿山简介

2.1.1 矿山现状概况

安徽海螺水泥股份有限公司是一家依法设立的股份有限公司，注册地址位于安徽省芜湖市北京东路 209 号，于 1997 年 9 月 1 日由安徽海螺集团有限责任公司独家发起成立，并在香港联合交易所（证券代码：0914）和上海证券交易所（证券代码：600585）两地上市。公司主要从事水泥及商品熟料的生产和销售，产销量一直位居中国前列，产品广泛应用于中国各类重点工程。

安徽池州海螺水泥股份有限公司是安徽海螺水泥“十一五”规划的五个千万吨级生产熟料基地之一，是海螺集团“T”型发展战略的重要组成部分。现有 7 条水泥熟料生产线，总产能已达 1320 万吨，成为集团公司特大型熟料生产基地之一，每年上缴各种税收平均近 3 亿元人民币，平均每年利润达 3.5 亿元人民币。公司的社会效益和企业效益良好。

安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿是公司 7 条水泥熟料生产线的配套矿山，现该公司《采矿许可证》《营业执照》和《安全生产许可证》等相关证照齐全、有效。

2.1.2 矿山基本情况

企业证照情况：

1) 营业执照统一社会信用代码：913417007255387996

发证单位：池州市市场监督管理局

有效期：长期

2) 采矿许可证号：C3400002011037140111311

发证单位：池州市自然资源和规划局

有效期：自 2020 年 9 月 28 日至 2028 年 9 月 28 日

3) 安全生产许可证证号：（皖）FM 安许证字（2026）Y024 号

发证单位：安徽省应急管理厅

有效期：2026 年 3 月 3 日至 2029 年 3 月 2 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

安徽池州海螺水泥股份有限公司北山水泥石灰石矿位于池州市区南西 220° 方向直线距离 36km 处，行政区划主体隶属于贵池区牛头山镇，北西侧局部隶属于铜陵市铜山镇，南西侧局部隶属于贵池区唐田镇。

矿区范围地理坐标为东经 $117^{\circ} 13' 48'' \sim 117^{\circ} 15' 22''$ ，北纬 $30^{\circ} 25' 03'' \sim 30^{\circ} 27' 21''$ 。矿区中心地理坐标为东经 $117^{\circ} 14' 35''$ ，北纬 $30^{\circ} 26' 12''$ 。矿区内矿业权不重置，周边与其他矿业权不紧邻。矿区紧邻 318 国道和长江黄金水道，铜九铁路、沿江高速、宁宜高铁均从区内通过。水泥产品可由铁路、公路和水路运往全国各地，交通便利。详见交通位置图 2.1。



图 2.1 矿区交通位置图

2) 矿区自然地理及经济概况

矿区紧靠长江南岸，为低山丘陵地带。矿区以外的乌石山、神山、姥山相对较高，海拔+300m 以上。区域地势总体特征为东部、南部相对较高，西部和北部相对较低。采矿权范围内的北山、东倒排、西倒排等山头，开采前海拔标高均在+200m 以上，其中西

倒排山峰最高处海拔+216.84m。该部位处于首采地段，经前期开采已被削平，现海拔标高均低于+180m。现阶段以矿区西部的狮子山峰最高，海拔+191.96m。采矿权外西北及北面以湖泊及农田为主，海拔+20m左右，以高桥湖畔最低，海拔+11.80m（为矿区最低排水基准面）。相对高差为+180.16m。矿区内地形坡度变化于 $15^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 之间。

矿区西部紧邻高桥湖，经黄湓河与长江相通。高桥湖最高洪水位海拔+18m（1954年），1991年夏天汛期湖内最高水位达+16m左右。长江江面宽1000m~2500m，全年可通行万吨级轮船。长江历年最高洪水为海拔+15.087m（安庆段）为区域侵蚀基准面。长江水量丰富，经处理后可作为生活用水及工业用水。

该区属“亚热带湿润性季风气候区”，四季分明，气候湿润。年平均降水量1476mm，历年平均降水天数140.5天，降水多集中在4~7月份，占年降水量的52.89%；年蒸发量1311mm~1468mm；降水日年平均130.7天~139.9天。无霜期240天；日最高气温 39.5°C ，最低 -7°C ，年平均气温 16°C 。

根据国家地震局发布《中国地震烈度区划图（2015）使用规定》和安徽省地震局、建设厅印发的《安徽省市县城关所在地地震基本烈度（2015）统计表》，池州属地震烈度VI度区，地震动反应谱特征周期为0.35s，地震动峰值加速度分区为0.05g，为较稳定的地区。

2.2 矿区地质概况

2.2.1 矿区地质

矿区内出露地层主要为三迭系下统和龙山组、南陵湖组，三迭系中统东马鞍山组和第四系全新统。

1) 地层

（1）三叠系下统和龙山组（ T_1h ）

岩性以薄~中厚层泥质条带灰岩为主，夹钙质页岩或泥质页岩。灰岩为浅灰~青灰色，泥晶结构，条带状构造，矿物成分主要为方解石（80%左右），次为铁、泥质（20%左右）。页岩为黄绿色，风化后呈黄褐色、黄绿色、灰黄色，页理清晰，矿物成分由水云母、高岭石等粘土矿物微粒和方解石组成。

该组分布于矿区北部向斜北翼，出露不全，北部被第四系覆盖，南部紧邻南陵湖组第一段。呈近东西向展布，岩层总体产状为 $163^{\circ} \sim 215^{\circ} \angle 14^{\circ} \sim 42^{\circ}$ 。厚度 $>80\text{m}$ （未见底），区域上与下伏殷坑组呈整合接触。该组为矿层底板。

(2) 三叠系下统南陵湖组 (T_1n)

该组在矿区内大面积出露,其厚度变化在 335.96m~371.40m 之间,平均为 356.64m。根据岩石结构构造及岩性差异等特征,自下而上划分为五个岩性段。南邻的 1:5 万《章家村幅》划分为四个岩性段,矿区的第四、第五两个岩性段可与其第四岩性段类比。据岩性岩相特征变化,第一段(T_1n^1)属浅水陆棚相沉积环境;第二段(T_1n^2)和第三段(T_1n^3)属台地前斜坡相沉积环境;第四段(T_1n^4)属台地边缘-局限台地沉积环境;第五段(T_1n^5)属滩后泻湖-潮间浅滩沉积环境。

①南陵湖组第一段 (T_1n^1)

总体上为浅灰~青灰色,局部紫红、紫灰色,由泥晶灰岩、似瘤状灰岩、碎屑灰岩依次叠覆组成旋回性岩石系列。中下部以碎屑灰岩相对较多为特征,上部以泥晶灰岩相对较多为特征。中、下部间有一层(平均厚 3.10m)较稳定的页岩夹含泥质灰岩。岩性特征:泥晶结构、碎屑结构,假厚层状构造(由单层厚度 1cm~10cm 或 10cm~50cm 组成的假厚层状),矿物成分主要为方解石(92%左右),次为铁质、泥质(8%左右)。矿区北东部(6 线、8 线、10 线的北段)为大理岩化灰岩,矿物成分单一,由细~粗晶(粒径 0.05mm~2mm)方解石组成。

该岩性段分布于矿区北部,产状为 $172^\circ \sim 210^\circ \angle 18^\circ \sim 44^\circ$ 。厚度 55.94m~81.96m。

②南陵湖组第二段 (T_1n^2)

泥晶灰岩,浅灰、灰~深灰色,泥晶结构,厚层~块状构造(单层厚为 20cm~80cm)。微层理和缝合线构造发育。矿物成分主要为方解石(含量 95%左右),次为铁、泥质(含量 5%左右)。矿区北东部(6 线、8 线、10 线的北段)为大理岩化灰岩,矿物成分单一,由重结晶方解石组成。

该岩性段分布于矿区北部向斜北翼,抗风化能力较强,常形成明显的陡坎。产状为 $172^\circ \sim 187^\circ \angle 26^\circ \sim 50^\circ$ 。厚度 19.87m~32.30m。

③南陵湖组第三段 (T_1n^3)

似瘤状泥质灰岩夹泥质条带灰岩、泥晶灰岩,紫红、黄灰、灰黑色,泥晶结构,似瘤状构造,块状构造(单层厚度 50cm~150cm),矿物成分主要为方解石(含量 95%左右),次为铁、泥质(含量 5%左右)。矿区北东部(6 线、8 线、10 线的北段)为大理岩化灰岩,矿物成分单一,由细晶~粗晶方解石组成。

该岩性段分布于矿区北部向斜两翼和矿区南部背斜南翼。产状，向斜北翼为 $166^{\circ} \sim 208^{\circ} \angle 27^{\circ} \sim 56^{\circ}$ ，向斜南翼为 $322^{\circ} \sim 358^{\circ} \angle 16^{\circ} \sim 66^{\circ}$ ；背斜南翼为 $172^{\circ} \sim 195^{\circ} \angle 11^{\circ} \sim 46^{\circ}$ 。该段岩性以似瘤状构造为特征。厚度 64.47m~90.51m。

④南陵湖组第四段 (T_1n^4)

岩性主要为泥晶灰岩，中部局部见层纹状泥晶白云岩。泥晶灰岩，下部颜色为灰~青灰色，中、上部为浅灰色，微带肉红色，泥晶结构，下部块状（单层厚 50cm~100cm），中上部为薄层夹中厚层状构造，矿物成分主要为方解石（94%左右），次为铁、泥质（6%左右）。矿区东部局部为大理岩化灰岩，矿物成分单一，由重结晶方解石组成。

该岩性段地表出露于矿区北部向斜两翼和矿区南部背斜南翼。向斜北翼产状为 $163^{\circ} \sim 228^{\circ} \angle 15^{\circ} \sim 68^{\circ}$ ，于 F_1 断层附近（8 线）产状变化大，小褶曲发育，部分地层倒转；向斜南翼产状 $325^{\circ} \sim 357^{\circ} \angle 30^{\circ} \sim 59^{\circ}$ 。矿区南部背斜南翼产状为 $153^{\circ} \sim 195^{\circ} \angle 40^{\circ} \sim 82^{\circ}$ 。该段岩性厚度 111.22m~165.28m。

⑤南陵湖组第五段 (T_1n^5)

岩性为泥晶灰岩夹碎屑灰岩，浅灰、青灰色，泥晶结构，碎屑结构，蠕虫状结构，块状构造（单层厚度 50cm~200cm 之间），微层理较发育，矿物成分主要为方解石（95%左右），次为铁、泥质（5%左右）。碎屑灰岩中的碎屑为灰黑色，其形态以蠕虫状为主，次为椭圆状、浑圆状，碎屑成分大多为内碎屑团块，少数为生物碎屑（钙化有孔虫碎屑含量为 5%~40%）。

该岩性段出露于矿区北部向斜两翼和矿区南部背斜南翼。岩层产状，向斜北翼 $170^{\circ} \sim 232^{\circ} \angle 18^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，向斜南翼为 $314^{\circ} \sim 5^{\circ} \angle 39^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，背斜南翼产状为 $153^{\circ} \sim 173^{\circ} \angle 65^{\circ} \sim 82^{\circ}$ 。该岩性段以蠕虫状结构为特征。厚度 46.70m~67.00m。

南陵湖组各岩性段间均呈整合接触，与下伏和龙山组呈整合接触。

南陵湖组是北山矿区内主要含矿层位，其中第一岩性段的中下部为 I 号矿体含矿层位，第一岩性段的上部至第五岩性段均为 II 号矿体含矿层位。

(3) 三叠系中统东马鞍山组 (T_2d)

该组岩性为薄层~中厚层膏溶角砾状灰岩，底部常见一层厚度不稳定的白云岩、灰质白云岩或白云质灰岩、含白云质灰岩，偶见角砾状灰岩。属台地浅滩-潮上带沉积环境。

膏溶角砾状灰岩，青灰～浅灰色，泥晶结构，角砾状构造。角砾的大小不一，砾径一般在 3cm 至几米之间，个别达 10m 以上，最小直径小于 1cm。角砾的形状各异，呈棱角状或次棱角状。角砾（80%～95%）以泥晶灰岩为主，夹含白云质灰岩和碎屑灰岩。胶结物（5%～20%）主要为黄白～乳白色细晶（粒径 0.05mm～0.25mm）～巨晶（粒径>2mm）方解石，常呈网脉状，次为褐黄色～紫红色铁、泥质。岩石普遍含石膏假晶。

该组分布于矿区中部的次级向斜核部和矿区南部的次级背斜南翼，总体上呈近东西向展布，次级向斜北翼产状 $155^{\circ} \sim 200^{\circ} \angle 10^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，南翼产状 $310^{\circ} \sim 11^{\circ} \angle 8^{\circ} \sim 69^{\circ}$ ；次级背斜南翼产状 $165^{\circ} \sim 173^{\circ} \angle 59^{\circ} \sim 84^{\circ}$ 。该组厚度不全，为 20.90m～148.80m。与下伏南陵湖组地层呈整合接触。该组为Ⅲ号矿层的含矿层位。

（4）第四系（Q）

主要为分布于矿区北部山麓地带和矿区中部岩溶漏斗中的残坡积物。棕黄～褐黄色，腐殖土、粘土、含砾粘土。厚度 0～8.60m。

2）构造

（1）褶皱

北山矿区位于贵池背向斜带的北山蓬复向斜中部，总体上由一个向斜和一个背斜组成，矿区北部为向斜，南部为背斜。由西向东，褶皱轴向由 $120^{\circ} \rightarrow 90^{\circ} \rightarrow 60^{\circ}$ 。向斜北翼产状为 $155^{\circ} \sim 232^{\circ} \angle 10^{\circ} \sim 68^{\circ}$ ；南翼产状 $310^{\circ} \sim 11^{\circ} \angle 8^{\circ} \sim 69^{\circ}$ ；背斜南翼产状为 $153^{\circ} \sim 195^{\circ} \angle 11^{\circ} \sim 84^{\circ}$ ，局部倒转。

（2）断层

矿区内发育三条断层破碎带，编号分别为 F_1 、 F_2 及 F_3 。

① F_1 断层：分布于矿区北东部，西至 F_2 断层，向东经 2 线、4 线、6 线、8 线、10 线出矿区，矿区内长达 970m。破碎带为上宽下窄的楔形，地表宽 6m～62m。断层带内为断层角砾岩，角砾成分与断层两侧地层的岩石相同，即泥晶灰岩或大理岩化灰岩，胶结物为次生方解石或铁、泥质。断层面产状 $345^{\circ} \sim 350^{\circ} \angle 48^{\circ} \sim 69^{\circ}$ 。北盘上升，南盘下降。地表表现为地层缺失，深部表现为地层重复。地层断距东部较大（10 线为 70m），西部较小（2 线为 28m）。该断层为一纵向逆断层。

② F_2 断层：分布于矿区中部，该断层北部被第四系覆盖，往南经大和宕出矿区外，矿区内长达 1460m。断层带宽窄不一，为 6m～48m。大致以大和宕为界，断层面产状北段 $234^{\circ} \angle 80^{\circ}$ ；南段 $263^{\circ} \angle 83^{\circ}$ 。断层东盘下降，西盘上升，地表主要表现为地层沿走向不连续，地层界线位移达 130m 左右，视地层断层距于 2 线最大达 63m，0 线最小为 18m。该断层为横断层，断层性质为左旋逆断层。

③F₃断层：分布于矿区西南部，东至F₃断层，往西经2线、0线至3线出矿区，矿区内长1020m，破碎带宽8m~10m。断层面产状： $157^{\circ} \sim 180^{\circ} \angle 65^{\circ} \sim 76^{\circ}$ 。南盘上升，北盘下降，地表表现为地层缺失。地层断距东部大（2线62m），西部小（3线31m）。为一纵向逆断层。

上述三个断层带中角砾岩化学成分与其两侧矿层质量相差很小，均达到工业指标要求。

3) 岩浆岩

北山矿区范围内未见岩浆岩出露，但矿区东外侧有一岩浆岩岩体。热接触变质作用于矿区北东部（6线以东，F₁断层以北）形成了小面积（长约480m，宽约370m，面积0.18km²）的大理岩化灰岩或大理岩，其变质程度自西向东逐渐加强，岩性在6线~8线以灰白色大理岩化微晶灰岩为主，8线~10线以灰白色细~粗晶大理岩或大理岩化细晶灰岩为主，10线以东基本上为灰白色细~粗晶大理岩。其化学成分基本上与原岩一致，符合工业指标要求。

F₁、F₂、F₃三条断层破碎带内的构造角砾岩应属动力变质岩。角砾成分与断层两侧地层的岩石相同，即泥晶灰岩或大理岩化灰岩；胶结物为次生方解石或铁、泥质。具角砾状结构，块状构造。其化学成分符合工业指标要求。

2.2.2 矿体地质特征

该矿床由三迭系下统南陵湖组和中统东马鞍山组石灰岩构成，受控于相应地层。其范围西起3号勘探线以西边坡线，东至10号勘探线以东边坡线，东西长1482m；北起矿层底板顶界，矿区西部，南抵3线和0线南端点连线，矿区东部，南至休息岭。南北宽窄不一，最宽1529m（0线），最窄778m（8线），平均宽度1174m；平均总厚度408.17m；平面面积1.74km²。矿床出露最高标高为海拔+216.84m，最低为+30.00m，相对高差为186.84m。为一特大型水泥石灰岩矿床。

矿床呈层状产出，其形态及空间位置受褶形态控制，即矿区北部为向斜，南部为背斜，产状有三组：向斜北翼 $155^{\circ} \sim 232^{\circ} \angle 10^{\circ} \sim 68^{\circ}$ ；向斜南翼（或称背斜北翼） $310^{\circ} \sim 11^{\circ} \angle 8^{\circ} \sim 69^{\circ}$ ；背斜南翼 $153^{\circ} \sim 195^{\circ} \angle 11^{\circ} \sim 84^{\circ}$ 。

1) 矿体特征

根据矿层赋存层位，矿石自然类型，结构构造和夹石分布情况，将本矿床划分为3个矿层，即将南陵湖组灰岩，以夹石（J1）为界线分为2个矿层，J1以下为I号矿层，J1以上为II号矿层，东马鞍山组膏溶角砾状灰岩单独作为III号矿层。

(1) I 号矿层

出露于矿区北部向斜北翼，为南陵湖组第一岩性段 (T_1n^1) 的中下部，西起 3 号线以西边坡线，东至 10 号线以东边坡线，长 1482m，南北宽度为 41m (2 线) ~ 87m (4 线)，平均宽约 60m。沿走向厚度从西向东呈波状起伏变化，为 26.71m (ZK203) ~ 63.03m (ZK407)，平均 45.33m。厚度变化系数为 18%，相对离散程度不大。

(2) II 号矿层

为北山矿区的主矿层。分布于矿区北部向斜两翼和矿区南部背斜南翼，由南陵湖组第一岩性段 (T_1n^1) 上部、第二岩性段 (T_1n^2)、第三岩性段 (T_1n^3)、第四岩性段 (T_1n^4) 及第五岩性段 (T_1n^5) 组成。西起 3 线以西边坡线，东至 10 线以东边坡线，长 1482m。出露宽度：向斜北翼为 326m~490m，平均 430m；矿区南部（背斜两翼）为 170m~626m，平均 390m。沿走向厚度由西向东总体变薄，为 326.12m~276.00m，平均 296.60m。厚度变化系数为 6%，相对离散程度小。

(3) III 号矿层

主要分布于矿区北部向斜核部，其次分布于矿区南部背斜南翼。为三迭系中统东马鞍山组 (T_2d) 的剥蚀残留部分。西起 3 线以西边坡线，东至 10 线以东边坡线，长 1482m。出露宽度：向斜核部为 163m~396m，平均 257m；背斜南翼控制宽度为 76m~48m，平均 62m。沿走向厚度为 17.30m~148.80m，平均 66.24m。厚度变化系数为 67%，相对离散程度较大。

2) 矿石特征及矿物组成

依据矿石结构、构造等特征，北山矿区矿石自然类型划分为泥晶灰岩、膏溶角砾状灰岩、大理岩（含大理岩化灰岩）、断层角砾岩、微晶灰岩、碎屑灰岩、瘤状灰岩、条带状灰岩及盐溶角砾状灰岩等 9 种。前 2 种为矿区主要矿石自然类型，后 7 种为次要矿石自然类型。现将其主要特征分述如下：

(1) 泥晶灰岩

浅灰、青灰、深灰、浅肉红色，泥晶结构，薄层状构造，矿物成分主要为泥晶方解石（含量 95%左右），次为铁、泥质（含量小于 5%）。铁、泥质呈不规则条纹状，分布不均匀。偶含石英和玉髓，石英粒径 0.01mm~0.04mm，含量甚微。泥晶灰岩在各矿层中均有分布，为北山矿区最主要的矿石类型。矿石质量好，主要有益组分 CaO 平均 > 52%，主要有害组分 MgO 平均 < 0.6%。

（2）膏溶角砾状灰岩

浅灰、青灰、浅肉红色，泥晶结构，层状构造。角砾大小不一，砾径一般在 3 厘米至几米，最小者小于 1cm，个别达 10m 以上。角砾的形状各异，呈棱角状或次棱角状。角砾成分以泥晶灰岩为主（80%~95%），夹有含白云质灰岩和碎屑灰岩。胶结物主要为黄白色~乳白色网脉状细~巨晶方解石，次为褐黄色、紫红色铁、泥质（5%~20%）。常见蜂窝状石膏假晶。该矿石类型分布于Ⅲ号矿层中。矿石质量好，CaO 平均含量 53.40%，MgO 平均含量 0.54%。

（3）大理岩（含大理岩化灰岩）

浅灰、灰白色，不等粒变晶结构，变余层状构造。矿物成分主要由重结晶方解石（95%左右）组成，少量铁、泥质，微量褐铁矿或磁铁矿细小颗粒。属热接触变质岩。该矿石类型分布于 6 号线北坡以东，F₁ 断层以北的 I、II 号矿层中。矿石质量好，CaO 平均含量 52.57%，MgO 平均含量 0.61%。

（4）断层角砾岩

浅灰~青灰色等杂色，角砾状结构，块状构造。砾石呈棱角状，次棱角状，大小不一。砾径一般为几毫米至几十厘米，少数可达 1m 以上。砾石成分与所在地层有关，要为泥晶灰岩，大理岩化灰岩，局部为白云岩或白云质灰岩。砾石总含量>75%，胶结物为次生方解石和铁、泥质等，含量<25%。该矿石类型分布于 F₁、F₂ 及 F₃ 断层带中。矿石质量好，CaO 平均含量 51.96%，MgO 平均含量<0.66%。

（5）微晶灰岩

浅灰、灰、青灰色，微晶结构，层状构造，矿物成分主要为微晶（0.02mm~0.05mm）方解石（95%左右）组成，次为铁、泥质（<5%）、微晶石英或玉髓。铁、泥质或与微晶方解石交织，或分布于缝合线中及层理面上。该矿石类型在各矿层中均偶有分布。矿石质量好，CaO 平均含量>52%，MgO 平均含量<0.6%。

（6）碎屑灰岩

灰、深灰色，碎屑结构，蠕虫状结构，层状构造。碎屑（含量 50%~75%）呈大小不一的椭圆状，浑圆状、蠕虫状。粒径 2 毫米~几厘米。碎屑为微晶灰岩。胶结物主要为泥晶方解石（20~45%），少量铁、泥质（<5%），呈波纹状分布。该矿石类型主要分布于 I 号矿层下部和 II 号矿层上部，少量分布在Ⅲ号矿层中。矿石质量好，CaO 平均含量>52%，MgO 平均含量<0.7%。

（7）瘤状灰岩

灰、深灰、紫红色，泥晶结构，“瘤”及其周围的矿物成分以泥晶方解石（>90%）为主，少量铁、泥质（5%~8%）及玉髓、石英和白云石（含量<2%）。石英粒径 0.01mm~0.04mm。该矿石类型于 II 号矿层中部偶有分布。矿石质量较好，CaO 平均含量>50%，MgO 平均含量<1.0%。

（8）条带状灰岩

灰、深灰色，泥晶结构，条带状构造。矿物成分主要为泥晶方解石（90%~95%），次为铁、泥质、有机质（含量 5%~10%）。铁、泥质于灰岩层间形成较规则的条带状。该矿石类型在 II 号矿层中偶有分布。矿石质量较好，CaO 平均含量>50%，MgO 平均含量<1.2%。

（9）岩溶角砾岩

灰、青灰色至杂色，泥晶结构，角砾状构造。角砾的大小不一，砾径一般为 3cm~50cm，个别可达 1m 以上。角砾呈棱角状。角砾成分与古溶洞上伏地层岩性有关，主要为泥晶灰岩（90%左右）。胶结物主要为细~粗晶方解石，次为铁、泥质（含量 10%）。该矿石类型仅见于矿区南部古溶洞垮塌区（G1），所占比例极小。矿山已采出部分使用，矿石质量较好。

3）矿石结构

石灰岩矿石的矿物成分主要由泥晶方解石及少量亮晶方解石微晶（含量 95%左右）组成，系水泥石灰岩矿石中的有用矿物；次为铁、泥质（含量<5%）；另含微量石英、玉髓。方解石呈泥晶~微晶状，半自形~它形粒状，以泥晶状为主。此外，构造角砾岩和膏溶角砾状灰岩中的胶结物常为次生方解石，以细晶~粗晶为主，个别为巨晶（>2mm），晶粒形态多为棱形六面体；铁、泥质粒径小于 0.1mm；石英呈不规则它形粒状（0.01~0.04mm），玉髓呈放射状。

4）矿石构造

大理岩化灰岩、大理岩主要由重结晶的方解石（95%左右）和少量铁、泥质（<5%）组成。方解石呈细晶~粗晶状，自形~半自形。铁、泥质呈细小微粒（粒径<0.01mm）。

5）矿石化学成份

（1）矿石中有益、有害组分含量及其变化特征

总体上看，北山矿区矿石化学成分中，主要有益组份 CaO 平均含量大于 51%；主要有害组份 MgO 平均含量小于 1%； K_2O 、 Na_2O 含量低，且相对稳定，变化幅度很小；有害

组分 SO_3 及 Cl^- 含量低微，且基本稳定。达到水泥用石灰质原料矿石化学成分一般要求的 I 级品指标。

各矿层及断层带矿石中 CaO 含量：III号矿层最高（平均 53.40%），I 号矿层最低（平均 51.90%），差值为 1.50%，变化幅度较小； MgO 含量：断层带最高（平均 0.66%），III号矿层最低（平均 0.54%），差值 0.12%，变化幅度不大。

总之，北山矿区矿石中主要有益组份 CaO 含量高，波动幅度很小；主要有害组份 MgO 含量低，变化幅度不大；地表和深部矿石中 CaO 、 MgO 含量相差不大，各矿层之间的 CaO 、 MgO 含量相差亦不大，矿石中 CaO 、 MgO 含量沿走向、倾向及厚度方向变化不大，质量稳定；矿石中 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 等伴生有益组份含量适中，地表和深部相差较小，各矿层之间相差也不大，沿走向、倾向变化不大，基本稳定；矿石中 K_2O 、 Na_2O 、 SO_3 及 Cl^- 等有害组份的含量低微； SiO_2 含量仅少数单样超过 4%，但经上、下任意 10m 样段加权平均后，均 $<4\%$ ，且其石英颗粒细小，不影响矿石加工性能，有害组份均未超过工业指标要求。

（2）矿石中化学成分的赋存状态

矿石中 CaO 主要赋存于方解石矿物中，极少数呈吸附离子形式存在于泥质中。 MgO 部分赋存于白云石矿物中，部分呈吸附离子形式赋存于泥质（被粘土矿物吸附）中。 SiO_2 及 Al_2O_3 主要赋存于粘土矿物（如水云母、高岭石等）中，少量 SiO_2 呈游离状态（细小石英颗粒或玉髓）产出。 Fe_2O_3 主要呈浸染状赋存于裂隙、缝合线中或矿石表面，少数赋存于含铁矿物（如褐铁矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）中。烧失量主要赋存于方解石和白云石矿物中。

（3）矿山生产的矿石（含夹石）化学成分

矿山生产期间对矿石的化学成分进行跟踪测试，累计化验报告甚多，分析结果表明矿区内矿石质量稳定，有益组分 CaO 含量较高，有害组分 MgO 等含量低。储量核实报告统计了 62 件样的化学成分，生产矿石化学成分含 CaO 40.36%~53.55%，平均 50.56%； MgO 0.18%~1.89%，平均 0.66%。 SiO_2 平均 5.14%， Fe_2O_3 平均 0.77%， Al_2O_3 平均 1.93，烧失量平均 39.21%。

6）矿体围岩与夹石

北山矿区勘探阶段共发现和圈定夹石体 11 个，编号为 J1~J11。J1 夹石体呈稳定的层状，其余均呈透镜状。各夹石体的产状与所在矿层产状基本一致。J11 已被采空，现矿权范围内除 J2、J3 两个夹石层未采外，其余夹石层均随采剥时采空或留下残余体。

白云岩：浅灰、灰白色、淡红色，泥晶结构、微晶结构，层状构造。矿物成分主要为白云石（87%左右），次为方解石及少量铁、泥质（含量 13%左右）。

灰质白云岩：浅灰～灰色，泥晶结构、微晶结构，层状构造。矿物成份主要为白云石（63%～66%），次为方解石（28%～35%）、铁、泥质（2%～6%）。

白云质灰岩：浅灰～灰色，泥晶结构、微晶结构，层状构造。矿物成分主要为方解石（65%左右）、白云石（33%左右），含铁、泥质（2%左右）。

含白云质灰岩：浅灰～灰色，泥晶结构、微晶结构，层状构造。

矿物成份主要浅灰、黄灰色，泥质结构、泥晶结构，层状构造。矿物成分为方解石（78%左右），泥质及少量硅质等（含量 22%左右）。

含泥质灰岩：浅灰、黄灰色，含泥质泥晶结构，层状构造。矿物成分为方解石（81%～85%），铁、泥质及少量硅质（含量 15～19%）。

瘤状灰岩：深灰色、灰红色，泥晶结构、瘤状构造。矿物成分为方解石（73%～84%），泥质及少量铁质、硅质等（含量 16%～27%）。方解石晶体呈它形细小微粒，泥质呈不规则条纹（带）状或浸染状分布，石英或玉髓（粒径 $<0.04\text{mm}$ ）呈星散状分布。

页岩：黄色、紫红色，泥质结构，页理构造。矿物成分为粘土矿物（50%～90%），方解石、石英（含量 10%～50%）。

根据 MgO 、 CaO 含量，夹石类型为高镁夹石和低钙夹石二种。高镁夹石为白云岩、灰质白云岩，白云质灰岩及含白云质灰岩四种岩性，含 CaO 32.83%～53.12%，平均 46.10%； MgO 1.00%～18.97%，平均 7.09%； SiO_2 0.35%～3.00%，平均 1.99%； Al_2O_3 0.12%～0.57%，平均 0.40%； Fe_2O_3 0.23%～1.28%，平均 0.41%；烧失量 42.70%～46.06%，平均 43.90%； K_2O 0.03%； Na_2O 0.05%； SO_3 0.04%； Cl^- 0.033%。低钙夹石为泥质灰岩、含泥质灰岩、瘤状灰岩、条带状灰岩、页岩等五种岩性；含： CaO 11.18%～48.43%，平均 39.76%； MgO 0.53%～3.85%，平均 2.32%； SiO_2 5.91%～54.00%，平均 15.85%； Al_2O_3 1.37%～16.40%，平均 4.55%； Fe_2O_3 0.60%～5.84%，平均 1.69%；烧失量 10.89%～40.49%，平均 33.84%； K_2O 0.39%～1.30%，平均 0.85%； Na_2O 0.02%～0.08%，平均 0.05%； SO_3 0.01%～0.93%，平均 0.43%； Cl^- 0.002%～0.008%，平均 0.033%。

对 19 件低钙夹石体中 SiO_2 含量 $>7\%$ 的样品做了 fSiO_2 分析， fSiO_2 含量为 1.73%～5.58%，平均 3.96%。

北山矿区内夹石总体积为 1034493m^3 ，矿石总体积为 152066507m^3 ，夹石体体积占矿石体积的 0.7%。矿山前期生产按照矿山设计的台阶式进行，将矿石和夹石一并采出，通

过预均化后，矿石质量符合水泥用石灰质原料的质量要求，即该矿山的夹石体无须剔除开采，矿山不设废石场。

2.3 矿山开采技术条件

1) 水文地质条件

(1) 区域及矿区水文地质条件

北山矿区水文地质工作程度高（勘探），矿区内地层简单，主要为三迭系中统东马鞍山组（ T_2d ），下统南陵湖组（ T_1n ）和龙山组（ T_1h ）及第四系。按岩性特征及岩层含水空间特征将矿区岩层划分为第四系松散岩类孔隙含水岩组和碳酸盐岩类岩溶裂隙含水岩组二个。

①第四系松散岩类孔隙含水岩组

一是冲、洪积的灰黄色亚粘土及风化腐殖质粘土，厚度 0~10m，主要分布于采矿权外北部。二是残、坡积、洪积的棕红色含砾粘土，厚 0~8.6m，砾石成分以灰岩为主，次棱角状或次圆状，砾径相差较大，大者可达 5cm~19cm，小者为 1mm~3mm，砾石含量约占 10%~20%，分布于岩溶漏斗和溶蚀洼地中。该岩组为弱孔隙含水层，富水性较弱。后者透水性较好。

②碳酸盐岩类岩溶裂隙含水岩组

主要为三迭系中统东马鞍山组（ T_2d ）膏溶角砾状灰岩、白云质灰岩，下统南陵湖组（ T_1n ）泥晶灰岩、瘤状灰岩、条带状灰岩，和龙山组（ T_1h ）泥质条带灰岩（夹少量页岩）组成。该岩组地表岩溶形态有溶沟、溶槽、溶蚀裂隙、溶洞、岩溶漏斗及小的溶蚀洼地等。地表岩溶率为 9.83%。地下岩溶较发育，岩组平均地下岩溶率为 15.36%，岩溶发育不均且充填较差，岩溶充填率为 2.83%。在矿区北部，本岩组中有多处泉水出露，流量较小，一般为 0.10 升/秒，最大为 1.5 升/秒，流量受大气降水及季节变化影响较大。岩组水位埋深 31.50m~86.27m。富水性弱~中等，水化学类型为 HCO_3-Ca 型，矿化度 0.4573 克/升。

矿区潜水面与地形大致吻合，水位埋深 31.50m~86.27m（海拔+12.19m~+122.35m）。为裸露型岩溶充水矿床，大气降水为地下水的主要补给来源。矿区地下岩溶发育，少有充填，构造破碎带规模较大，胶结软弱，迳流条件较好。地下水主要以深部地下迳流的方式、部分以泉及蒸发的形式向湖泊及长江排泄。

矿床最低开采标高+30m，位于当地侵蚀基准面以上。岩溶及构造破碎带发育，主要含水岩组富水性弱~中等，矿床充水因素主要为大气降水补给。

采矿权范围外北西角有两处地形标高小于最低开采标高的低洼区，宽度分别为 100m 和 80m，为矿坑涌水的自然出口，矿坑涌水可经此自然排出区外。

（2）矿床水文地质

矿床地貌单元属江淮丘陵，地形为起伏不大的垅岗和冲积波状平原。小武山旁侧地形为群山围绕，矿床北东和西南部各有一条宽缓冲谷呈东南向展布，该冲谷主要起汇集、排泄矿床及旁侧地表迳流作用，亦是采矿场的排水口。

矿床属总体走向近南北，倾向东，倾角平缓的单斜构造。含水层出露地形较高，主要接受大气降水补给，补给量有限。根据岩层含水特征及富水程度，划分如下三类含水岩组：

①松散岩类孔隙含水岩组

由第四系含砾粉砂质粘土、中细砂组成。主要分布于矿床四周与邻山围绕的山间低洼处，为残坡积、冲洪积成因。厚度 0~10m，出水量 10~20m³/d。

②碳酸盐岩裂隙—岩溶含水岩组

由张夏组下段（上、下部）组成，岩性为灰岩。出露宽度不等，钻孔揭露含水层厚度累计 26m，溶洞在标高+35m 以上发育，但洞径小于 0.1m，溶洞被黄褐色粘土、方解石晶簇充填或半充填，以下稀少。溶洞、溶隙发育段，部分溶洞被溶隙沟通，连通性较好，该含水层为矿床主要含水层。

③碎屑岩类裂隙含水岩组

由徐庄组细砂岩组成。分布于矿床东部，岩芯完整，裂隙不发育，含水量有限，为矿床弱含水层。

原地质报告中做了岩溶率统计，从矿体底板到顶板，测线长度为 176.50m，地表岩溶率为 10.18%，地下岩溶率平均为 0.04%。

区内断裂构造不发育，局部发育有走向北西、倾向北东、倾角较陡的裂隙，多数被方解石晶簇充填，少数能沟通溶洞间的水力联系，对矿床影响不大。

矿床充水因素主要为大气降水补给，因此将来矿山开采过程中的涌水主要受大气降水的影响。故矿区水文地质条件属简单型。

2）工程地质条件

矿区位于北山蓬向斜中段，岩层总体呈北北东向展布。矿层裸露，地表及地下岩溶

发育，断裂构造也较发育。矿床最低开采标高+30m，边坡高度大于 100m 时，边坡角为 50° ；边坡高度小于 100m 时，边坡角为 55° 。矿区所在地区地震基本烈度为 6 级。

(1) 工程地质岩带、岩组的划分

根据岩层的成因类型、岩石体结构、物质成分及构造对岩石体的破碎程度等, 将其划分为 2 个工程地质岩带 6 个工程地质岩组。

①第四系松散岩岩带 (I)

主要分布于矿区北部坡麓处及矿区内的漏斗及溶蚀洼地中，由冲、洪积的灰黄色亚粘土及风化腐殖质粘土（厚 0~10m）和残、坡积，洪积的棕红色含砾粘土（厚 0~8.6m）组成。砾石（含量约为 10%~20%）以灰岩碎块为主，次棱角状或次圆状，砾径大者可达 5cm~10cm，小者 1cm~3cm。该岩组岩性软弱，结构松散，工程地质条件差。

②碳酸盐岩岩带 (II)

A、碳酸盐岩岩组 (II-1)：由 T_1n^1 及 T_1h 的青灰色泥晶灰岩、泥质条带灰岩组成，薄层状构造，分布于向斜两翼，节理裂隙及岩溶发育，岩石抗压强度为 64.87 Mpa~98.53Mpa。岩石坚硬，完整性较差。R、Q、D 值为 41.72%~49.54%。岩体质量指标 M 为 0.0902~0.1426，岩体质量中等偏差。岩组工程地质条件中等偏差。

B、碳酸盐岩岩组 (II-2)：由 T_1n^2 、 T_1n^3 、 T_1n^4 的青灰色灰岩组成，层状构造，分布于向斜两翼，节理裂隙及岩溶发育。岩石抗压强度为 71.61 Mpa~83.75Mpa。岩石坚硬，完整性中等偏差。R、Q、D 值为 46.41%~62.86%。岩体质量指标 M 为 0.1108~0.1686。岩体质量中等偏差。岩组工程地质条件较好。

C、碳酸盐岩岩组 (II-3)：由 T_1n^5 的青灰色灰岩组成，块状构造，分布于向斜近核部，节理裂隙及岩溶发育。岩石抗压强度为 67.15Mpa。岩石坚硬，完整性中等。R、Q、D 值为 68.19%。岩体质量指标 M 为 0.1526，岩体质量中等。岩组工程地质条件较好。

D、膏溶碳酸盐岩岩组 (II-4)：由 T_2d 灰白色膏溶角砾状灰岩组成，块状构造，分布于向斜核部，节理裂隙及岩溶发育。岩石抗压强度为 50.55Mpa，为中等坚硬岩石，R、Q、D 值为 59.24%。岩石完整性中等，岩体质量指标 M 为 0.0998，岩体质量较差。岩组工程地质条件较差。

E、角砾岩岩组 (II-5)：由断层角砾岩及岩溶角砾岩组成。断层破碎带宽 6m~62m，角砾成分主要为灰岩，由棕黄色粗晶方解石及棕红色铁、泥质、钙质胶结。岩溶角砾岩分布于古岩溶垮区内，角砾成分主要为灰岩，由方解石胶结。该岩组之角砾岩胶结不紧密，受到力作用时易碎裂，岩石强度低。岩组工程地质条件差。

（2）矿区结构面

矿区内原生结构面主要为岩层的原生层面及缝合线构造。受构造影响，局部地段原生层面发育为顺层节理，宽 1mm~3mm。为褐黄色泥、钙质充填或为方解石充填，结构面比较软弱，受外力作用时易顺结构面开裂，破碎岩体的完整性。

矿区内构造结构面有断层和节理裂隙。

（3）断层

矿区内有 3 条断层： F_1 为逆断层，总体产状 $345^\circ \sim 350^\circ < 48^\circ \sim 69^\circ$ ，发育规模受 F_2 控制，走向长 970m，破碎带宽 6m~62m； F_2 为逆左旋断层，总体产状 $234^\circ \sim 263^\circ < 80^\circ \sim 83^\circ$ ，走向长 1460m，破碎带宽 6m~48m。 F_3 为逆断层，总体产状 $157^\circ \sim 180^\circ < 65^\circ \sim 76^\circ$ ，发育规模亦受 F_2 控制，走向长 1020m，破碎带宽 8m~10m。

三条断层破碎带内岩性均为断层角砾岩。角砾成分主要为灰岩碎块，呈棱角状，次棱角状，由方解石及铁、泥质胶结，固结较差。断层切割矿区周边边坡，对边坡的稳定性有一定影响。

（4）节理裂隙

矿区内节理主要有倾向北东、倾向南东及倾向西三组，倾角一般为 $60^\circ \sim 70^\circ$ ，大者可达 80° 。节理面为方解石及棕红色泥、钙质充填，宽 0.5cm~1cm，密度为 10 条/5m；裂隙较发育，受地表水溶蚀作用，浅部形成溶蚀裂隙，近于直立，宽 0.5m~3m，底部被灰岩角砾、方解石及棕红色泥、钙质充填。矿区节理裂隙发育，结构面切割矿体，降低了岩体的完整性，特别是向深部发育的近于直立的裂隙，发育规模较大，其内充填物在开采时极易坍塌、垮落，对矿床工程地质条件有一定影响。

（5）岩溶对矿区工程地质的影响

北山矿区岩溶发育，全矿区地表与地下平均岩溶率为 14.61%；地下岩溶率为 15.36%。岩溶少有充填，充填物为灰岩碎块及棕红色铁、泥质、钙质等，充填率为 2.83%。最大溶洞高 24.59m（ZK804）。据钻孔资料，洞高大于 2m 的溶洞于 +30m~-10m 标高段内较为发育，开采时易产生塌陷，对矿区工程地质条件有较大影响。

综上所述，矿区工程地质条件简单。

3）环境地质条件

本区位于扬子准地台坳下扬子台坳石台穹褶断束西段，历史上未发生 5 级以上地震，一般震级范围 0.5~2.5 级，邻区亦以中小地震为主，有发生过 5 级以上地震，波及本区。

据安徽省地震局、建设厅印发的《安徽省市县城关所在地地震基本烈度（2015）统计表》，池州、东至属地震烈度 VI 度区，为区域稳定性较稳定地段，建设重要工程应以 VI 度上设防。

矿山的主要污染物是粘土粉尘，对周围环境影响轻微。矿山生产过程中不产生工业加工废水，对环境不构成化学污染。矿区范围内无珍稀动物、无珍贵植物。

矿山开采过程，是削平就低的地面改造过程，通过闭坑复垦、复绿，可以恢复自然生态环境，因而不会造成环境的永久破坏。矿山开采的同时采取分期跟进复垦措施，可以做到优化生态环境。

4) 矿山开采技术条件结论

综上所述，矿区水文、工程、环境地质条件属于简单类型，本矿床开采技术条件为简单类型的矿床。

2.4 矿山设计与现状概述

2.4.1《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山水泥用灰岩矿 1800 万吨/年(技改)安全设施设计》设计概述

1) 矿山总平面布置

矿山厂址主要包括开采境界、破碎系统、工业场地。设计在现有采矿许可证划定范围进行，开采境界不变，在矿山整体平台标高降至+82m前利用矿山现有破碎系统、工业场地。

矿山总体布置包括露天采场、开拓运输系统、破碎系统、供电、供水、办公生活设施等。在矿山整体平台标高降至约+82m前利用矿山现有办公生活设施、破碎系统、工业场地，水、电引自厂区。

矿山采用公路开拓、汽车运输方式，运输道路利用原有道路。外部运输采用皮带运输。

2) 采矿许可证范围及设计开采范围

矿山开采方式为露天开采，开采范围在采矿许可证核定的采矿权范围内，整个采区由34个拐点圈定；设计在现有生产系统、设备及采场现状的基础上对矿山生产安全进行分析，并对影响矿山安全生产的主要因素进行分析并提出预防措施。采矿许可证范围拐点坐标见表2-1。

表 2-1 采矿许可证范围拐点坐标表

点号	2000 国家大地坐标系	
	X 坐标	Y 坐标
1	3366778. 32	39522380. 40
2	3366688. 32	39522455. 40
3	3366686. 33	39522682. 40
4	3366678. 33	39522882. 40
5	3366898. 33	39523105. 40
6	3367058. 33	39523312. 40
7	3367403. 34	39523525. 40
8	3367416. 34	39523537. 40
9	3367423. 34	39523555. 40
10	3367421. 34	39523687. 40
11	3367503. 34	39523877. 40
12	3367521. 34	39523930. 40
13	3367631. 34	39523985. 40
14	3368346. 35	39524022. 40
15	3368373. 35	39523992. 40
16	3368376. 35	39523935. 40
17	3368316. 35	39523852. 40
18	3368288. 34	39523835. 40
19	3368208. 34	39523702. 40
20	3368281. 34	39523622. 40
21	3368353. 34	39523507. 40
22	3368356. 34	39523479. 39
23	3368281. 34	39523192. 39
24	3368260. 34	39523072. 39
25	3368171. 34	39522967. 39
26	3367986. 34	39522942. 39
27	3368023. 34	39522722. 39
28	3367978. 46	39522572. 39
29	3367978. 46	39522516. 55
30	3367975. 57	39522516. 36
31	3367941. 31	39522473. 73
32	3367911. 31	39522463. 73
33	3367082. 75	39522412. 18
34	3367082. 43	39522399. 32

点号	2000 国家大地坐标系	
	X 坐标	Y 坐标
矿区面积	1.8054km ²	
开采标高	+216.84~+30m	
有效期限	2020 年 9 月 28 日至 2028 年 9 月 28 日	
生产规模	1800 万 t/a	

3) 矿山设计利用资源量、生产规模及工作制度

设计矿山生产规模为 1800 万 t/a。

矿山采用不连续周工作制，年工作日为 300 天，每天 2 班，每班工作 8 小时。职能科室及其它部门可根据岗位需要分别采用连续与间断两种工作制度，辅助车间可根据岗位需要分别采用连续与间断两种工作制度。

4) 矿山开拓运输

根据矿区的地形条件、开采特点、矿山与工厂的相对位置关系等综合分析，经过 10 多年开采运行，矿山已经形成完整的公路开拓汽车运输系统。矿山四套破碎系统均已建成投产，各汽车卸料平台至各采矿平台的运矿道路均能满足现有生产要求，设计不再改扩建，待矿山开采至后期时，运矿道路的位置、走向及标高将随开采平台的位置和标高的变化做适当调整，以满足后期矿山开采的需要。

矿石运输选用载重 45t 的 NHL3307A 和 TR50 型矿用自卸汽车，道路主要技术参数为道路等级为 III 级，路面宽度 13.5m，挖方路肩 1m，填方路肩 1.5m，平均纵坡 6.5%，最大纵坡 8.5%，缓和坡段长度不小于 80m，最小平曲线半径 20m，路面类型为泥结碎石。

矿山现有载重 45t 的 NHL3307A 型矿用自卸汽车 19 辆和 TR50 型矿用自卸汽车 15 辆，经计算符合生产规模要求，设计不再新增。

5) 采矿工艺

(1) 采矿方法：矿山设计为山坡露天、自上而下逐层开采。

(2) 矿山最低开采台阶标高+30m，最高开采台阶标高+170m，台阶高度13~15m。具体参数见表2-2。

表 2-2 设计采场要素表

	项 目	单位	数量
露天开采 最终境界	上口尺寸（长、宽）	m	1570~790×1677m
	坑底尺寸（长、宽）	m	1350~680×1450m
	总高度	m	150
	最终边坡角	°	48.8
	最高开采台阶标高	m	+170
	最低开采台阶标高	m	+30
	封闭圈标高	m	+35
台阶 参数	最终边坡台阶高度	m	13~15
	终了台阶坡面角	°	65
	工作台阶高度	m	13~15
	安全平台宽度	m	4m
	清扫平台宽度	m	8m
	运输平台宽度	m	16m
	工作台阶坡面角	°	75
	最小工作平台宽度	m	50
	同时开采的台阶数	个	3
	最小工作线长度	m	500

（3）采剥

①穿孔作业：根据矿岩物理机械性质、岩石的完整性特点，设计矿山穿孔设备选用3台适应范围广、生产能力大、机动性能强的进口DM45型液压潜孔钻机，并配置1台ROC L6型潜孔钻机用于生产采准、道路修建等辅助生产。

②爆破作业：设计矿山爆破采取中深孔非电起爆爆破新技术，主要目的是控制和降低爆破震动，控制爆破作用方向，保证爆破效果，提高铲装效率。爆破参数为最小抵抗线 3.5m，孔距 8m，排距 5m，钻孔超深 2.0m，钻孔倾角 75°，并根据不同位置和爆破效果进行适当调整。

③采装作业：设计选用移动灵活、技术先进、生产能力大的液压挖掘机作为采装设备。根据矿山生产能力要求，选用 4 台斗容 7m³的正铲液压挖掘机和 2 台斗容 6.3m³的 CAT988 型装载机作为采矿的主要铲装设备，另选用 2 台斗容 1.8m³的 PC400 型反铲式液压挖掘机，辅助采矿、剥离、生产采准、修建道路和搭配生产等生产工作，配置 HB2200 型液压碎石锤对工作面的大块矿石进行二次破碎。另配置 2320 马力的推土机用于工作面、道路和场地的平整及堆排工作。

6) 矿山给排水

(1) 供水

设计未作具体要求。

(2) 排水工程

北山矿区内矿层（体）裸露，属裸露型大气降水补给的以溶蚀裂隙和溶洞为主的岩溶充水矿床。矿床最低开采标高+30m，位于当地侵蚀基准面以上，并高于周围的自然水体高桥湖和长江的最高洪水位，矿区地表水对矿山开采无影响。第四系主要分布于矿山西南侧，矿山为山坡露天分台阶开采，只在最后一个+30m 台阶产生 5m 深的凹陷，其他台阶地表径流条件较好，大气降水可沿采矿工作面、道路及场地排水系统经沟谷向矿区以外排泄。由强降雨形成的山洪可及时排出矿区，矿区范围内没有发生过内涝，地表水可自然流出。在开采+30m 平台时可采取开挖明沟的方式进行自然排水。

7) 矿山供电与通信

矿山的电源引至厂区总降压站，供电电压为10.5kv。由于矿山的最主要用电设备为石灰石破碎及输送系统，其他设备均为无电化设备，矿山2座10kV配电站电力室均设置在石灰石破碎系统破碎机旁，减小压降且节约线路成本。

矿山配电站为10kV单母线结构配电方式，主要有六面中压柜（进线柜一面，四面破碎机中压馈电柜和一面变压器馈电柜），该供电系统采用放射式向高压电动机和变压器供电，经过短路计算验证，该10kV配电站一次系统选用开断能力为31.5kA断路器满足矿山配电站长期稳定可靠运行，二次控制部分采用电站综合自动化装置。

矿山装机容量（不含进厂胶带输送机）8400kw, 其中破碎系统6400kw。

配电站受电电压 10kV，其中高压配电电压 10kV，高压电动机电压 10kV，高压柜直流操作电源电压 220VDC，低压配电电压 0.4kV，低压电动机电压 380V，照明电压 220V，检修照明电压 36/12V。

8) 除尘

设计北山石灰石矿年产量 1800 万吨/年，破碎车间除尘系统采用综合防、除尘措施，即密闭抽尘净化排放和喷雾降尘方案。

9) 消防

设计厂房内采用手提灭火器。

10) 排土场

设计矿山不设排土场。

11) 炸药库

设计本矿山不单设炸药库，公司经当地公安部门批准设有总炸药库。

2.4.2 《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山水泥用灰岩矿 1800 万吨/年采矿工程变更设计》设计概述

根据安徽海螺建材设计研究院 2025 年 10 月编制的《安徽池州海螺水泥股份有限公司北山水泥用灰岩矿 1800 万吨/年采矿工程变更设计》（以下简称《变更设计》），结合矿山开采实际（北侧、东北侧、南侧矿体已基本全部开采完毕），《变更设计》主要针对矿山西北侧区域开采，具体内容为：①终了台阶坡面角降低至 55 °，安全平台、清扫平台布置方式调整。②新建池州海螺乌石山矿区至池州厂区石灰石输送廊道。③留设保安矿柱保护石灰石廊道及熔剂骨料加工设施及自有设施。④运输道路调整，预留扩界矿山至 1#、2#破碎运输通道。⑤对升金湖保护区临近部分新增禁采区。⑥变更矿山机械设备。《变更设计》未改变原设计的开采方式、开拓运输系统、开采工艺等内容，设计单位认定其不属于重大变更设计。保安矿柱和禁采区具体设置如下：

1) 保安矿柱

矿区北侧现有无人值守的一、二期石灰石破碎输送系统、一、二、三期熔剂骨料加工系统、乌石山破碎输送系统等设施，其中一、二期石灰石破碎输送系统、一、二、三期熔剂骨料加工系统临近②号采场，需要预留保安矿柱加以保护。①号采场现有机修厂房，已在②号采场 300m 爆破警戒范围外，同时有保安矿柱加以保护。保安矿柱范围及拐点坐标见表 2-3 所示。

表 2-3 保安矿柱范围及拐点坐标

点号	X 坐标	Y 坐标
B1	3367986.692	39522731.054
B2	3367775.702	39523052.208
B3	3367735.435	39523034.654
B4	3367659.244	39523147.245
B5	3367705.970	39523200.105
B6	3367682.699	39523257.035
B7	3367647.945	39523248.337
B8	3367564.633	39523186.714
B9	3367687.222	39523001.024
B10	3367707.405	39523016.122
B11	3367760.980	39522998.906
B12	3367944.525	39522712.827

2) 禁采区

矿区西北侧临近升金湖保护区，在西北侧设立禁采区。

表 2-4 禁采区范围及拐点坐标

点号	X 坐标	Y 坐标
28	3368023.33	39522572.39
29	3367978.46	39522516.55
30	3367975.57	39522516.36
31	3367941.31	39522473.73
32	3367911.31	39522463.73
J1	3367423.90	39522433.41
J2	3367472.01	39522628.29
J3	3367729.02	39522695.09
J4	3367785.40	39522670.80
J5	3367930.24	39522657.59
J6	3368023.34	39522684.27

2.4.3 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，采用公路汽车运输开拓方式。矿山运输道路按照 II 级泥结碎石路面修建。目前开拓运输道路通至②号采场+82m 平台和+69m 平台，路面宽 16~18m 左右，最小弯道半径大于 20m，路面平均纵坡约为 5%，最大纵坡在 8%以下。矿山开拓运输道路外侧均设有挡坝设施，外侧设有截排水沟设施，重载下坡转弯处设有避险道，并在各转弯、下坡危险地段设有安全警示标志。原矿石采用挖掘机装载，经矿山自卸汽车运至破碎口卸矿平台。

矿区东侧因前期不规范开采，靠帮边坡局部区域已超出了采矿权范围，主管部门已进行了处罚并补缴了采矿权价款，超出区域已复绿。同时，矿山在东侧已沿+82m 平台距坡底线约 30m 处设置了高 1.5m、宽 1.5m 的隔离墙，在东南侧沿+125m 平台距坡底线 10m 处设置了高 1.5m、宽 1.5m 的隔离墙。矿区东侧+30m 水平以上已靠帮，采矿权内自上而下形成+170m、+155m、+140m、+125m、+110m、+95m、+82m、+69m、+56m 和+43m 及+30m 靠帮台阶，靠帮台阶高度 13~15m，靠帮边坡角为 $30^{\circ} \sim 64^{\circ}$ ，安全平台宽度 5~9m，整体边坡角为 38.7° 。

矿山原办公室、食堂、机修车间拆除后，②号采场资源得以释放，现矿山在②号采场+69m 和+56m 两个平台交替推进，穿孔平台布置在+82m 和+69m 平台，+82m 水平以上

已靠帮。+69m 平台长约 300m，宽约 120m，台阶坡面角 $66^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，台阶高度 11~13m。
+56m 平台长约 320m，宽约 60m，台阶坡面角 $68^{\circ} \sim 72^{\circ}$ ，台阶高度 12~13m。

为了加强采场边坡管理，该公司目前在采场东侧+82m 水平布置 2 个监测点，在采场东南侧+166m 水平布置 3 个监测点，在采场西南侧+139m 水平布置 2 个监测点，在采场中部+66m 水平布置 1 个监测点，同时定期进行人工监测，目前监测设施运行正常。

采场工作面未发现掏采现象，同时该矿现已在采场布置视频监控装置，逐步实行智慧化矿山管理，其矿山开采方式及台阶构成要素符合设计要求。

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。现根据安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡的现状，结合区内自然条件、矿山采场边坡岩石的物理力学性质、人为因素等，对采场边坡进行危险、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 日起实施的《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 6 度区。地震易引发采场边坡失稳。

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采场边坡的主要危险、有害因素，露天矿山采场边坡一旦产生滑坡，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，露天矿山采场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采场边坡台阶，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采场边坡的影响，采场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) 采场顶部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 单元划分及方法选择

4.1 单元划分

单元划分是为分析目标和分析方法服务的，要便于分析工作的进行，有利于提高分析工作的准确性。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，将矿山采场边坡划分为安全管理系统、矿山采场边坡系统二个分析系统。

4.2 分析方法的选择

分析的方法很多，但主要考虑分析结果能否达到矿山采场边坡稳定性分析的目的，还要考虑所需该项目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) 事故树分析（FTA）

3) 矿山边坡稳定性分析

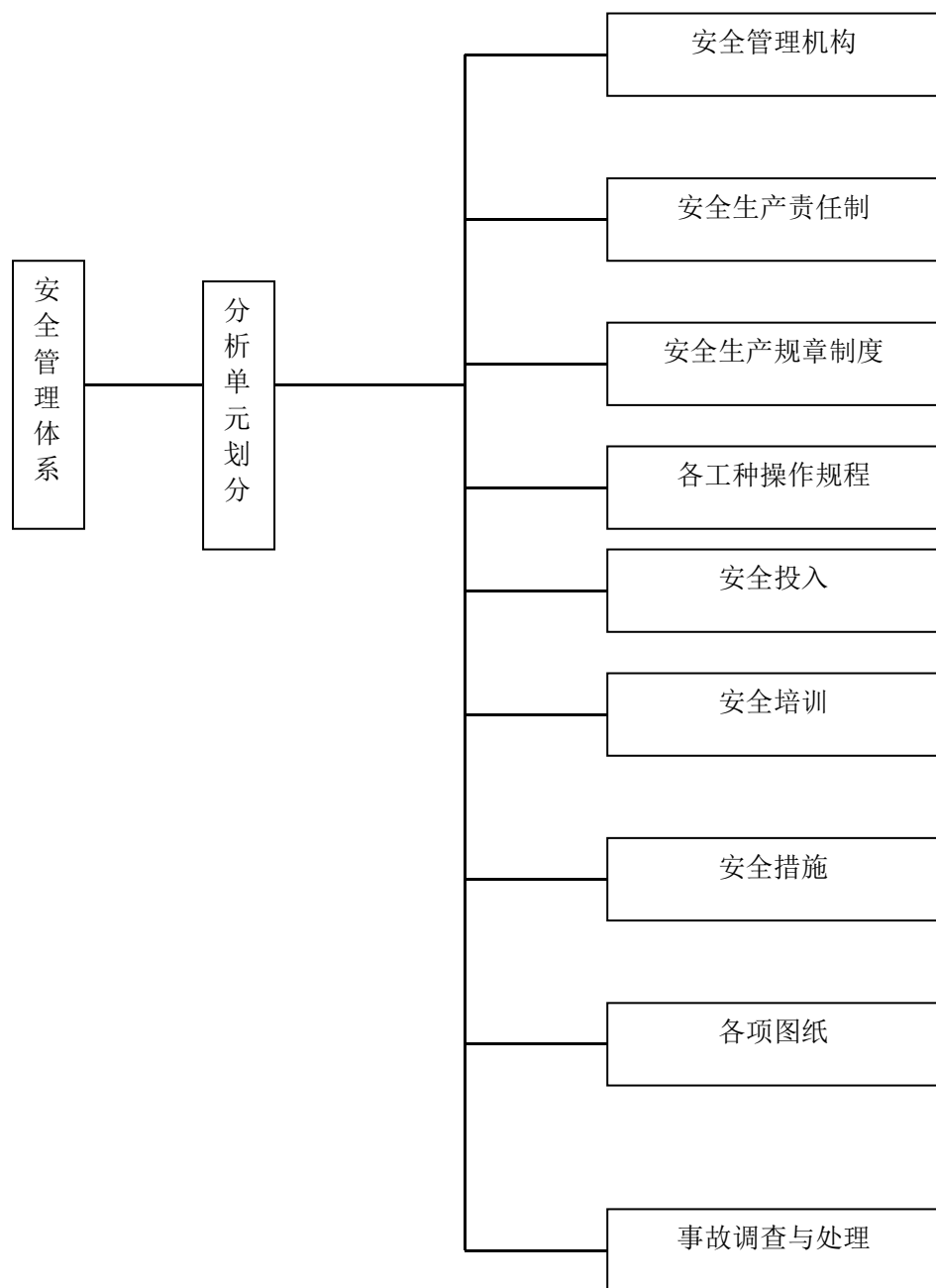


图 4.1 安全管理体系分析单元划分

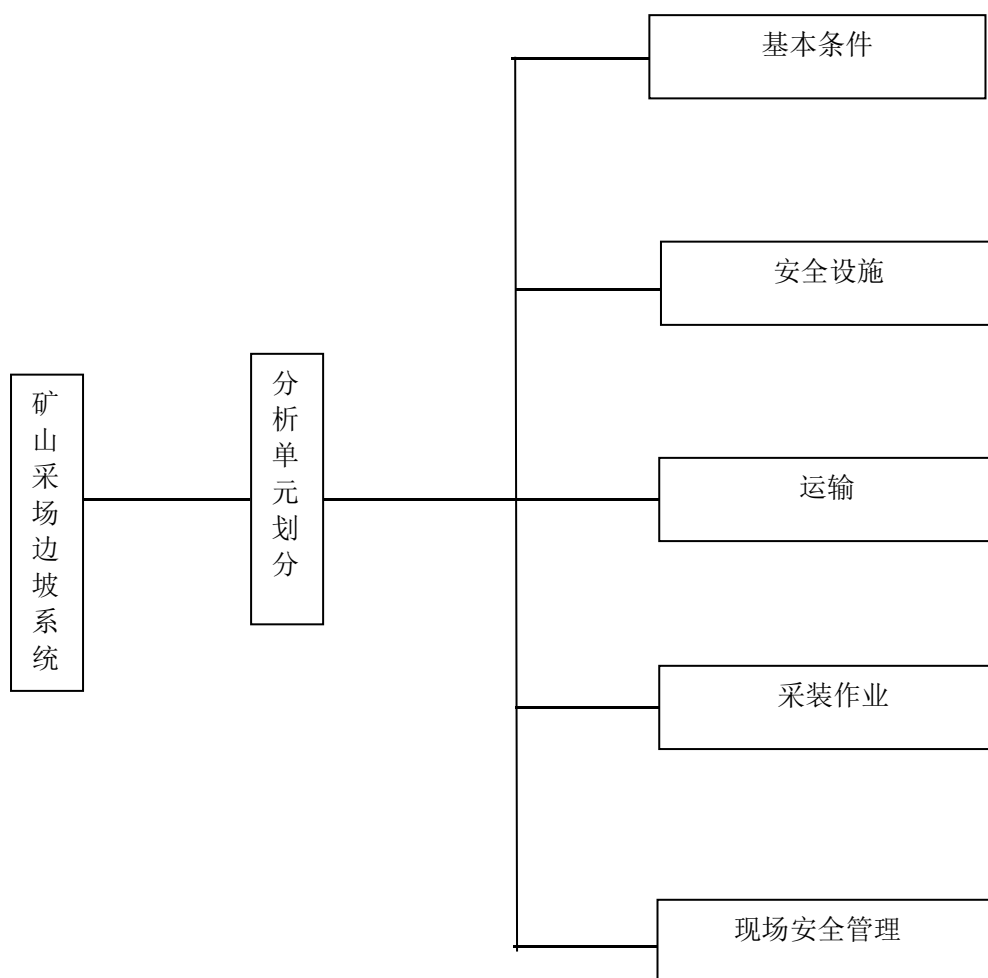


图 4.2 矿山采场边坡系统分析单元划分

5 定性、定量分析

通过对安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡安全管理、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，采用相关分析方法进行系统分析，找出该矿采场边坡存在的危险、有害因素，分别划分出矿山采场边坡安全管理系统和矿山采场边坡系统，进行定性、定量分析，从而作出分析结论，并提出相关安全对策措施。本次矿山采场边坡稳定性分析主要采用安全检查表法、事故树法和矿山边坡稳定性分析方法进行采场边坡稳定性分析。

5.1 安全检查表法

依据分析单元所需内容，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，对各系统作出分析结论。

5.1.1 安全管理系统分析

1) 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 个分析单元。

2) 分析方法及分析过程

(1) 分析方法：采用安全检查表法。

(2) 分析过程：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、台账、表册，并详细查阅有关安全管理方面的设计、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 安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石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 6 月 22 日

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。	公司成立了安全环保职业健康管理委员会，设置了安全环保处。矿山设有安全生产办公室。	符合
	2. 专职安全管理人员配备是否满足要求。	矿山配备 4 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. 全员安全生产责任制。	有全员安全生产责任制。	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

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. 《矿山灾害应急救援预案》及时修改，每年组织一次演练。	编有应急救援预案，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。	无外委工程。	不涉及
	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

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

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
	4. 矿山企业应设立矿山救护队，不具备单独设立矿山救护条件的非煤矿山企业，应与就近的救护队签订协议或联合建立矿山救护队。	与皖南区域矿山救护大队泾县中队签订了矿山救护协议。	符合

3) 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，安徽池州海螺水泥股份有限公司成立了安全环保职业健康管理委员会，法定代表人任主任，安全环保职业健康管理委员会成员由分管领导和各部门负责人等组成，设置了安全环保处，矿山分厂成立安全生产办公室，配备 4 名专职安全生产管理人员。在公司安全环保职业健康管理委员会的领导下，安全环保处具体负责全公司日常安全生产管理工作，安全生产办公室负责矿山安全生产管理工作。

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预案演练。

5.1.2 采场边坡系统分析

1) 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 个分析子单元。

2) 分析方法及分析过程

（1）分析方法：采用安全检查表法进行分析。

（2）分析过程：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 安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石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 6 月 22 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初步设计安全专篇。		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	矿区东侧+30m 水平以上已靠帮，采矿权内自上而下形成+170m、+155m、+140m、+125m、+110m、+95m、+82m、+69m、+56m 和+43m 及+30m 靠帮台阶。矿山原办公室、食堂、机修车间拆除后，②号采场资源得以释放，现矿山在②号采场+69m 和+56m 两个平台交替推进，穿孔平台布置在+82m 和+69m 平台，+82m 水平以上已靠帮。采场工作面未发现掏采现象，现矿山开采台阶构成要素总体上符合设计要求。	符合
		靠帮边坡角	30° ~64° 。	符合
		最终边坡角	未到界。	不涉及
		安全平台宽度	安全平台 5~9m。	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设计要求。	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		11~13m，符合设计要求。	符合
	3. 台阶边坡角是否符合设计要求		靠帮边坡角 30° ~64° 。	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 5~9m。	符合
	5. 靠帮平台应保有 3~5%的反坡		已形成反坡。	符合
	6. 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
	7. 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

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(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	生产台阶高度 11~13m，台阶坡面角 66° ~ 72° 。	符合
(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) 分析结果分析

(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，采用公路汽车运输开拓方式。矿山运输道路按照 II 级泥结碎石路面修建。目前开拓运输道路通至②号采场+82m 平台和+69m 平台，路面宽 16~18m 左右，最小弯道半径大于 20m，路面平均纵坡约为 5%，最大纵坡在 8%以下。矿山开拓运输道路外侧均设有挡坝设施，外侧设有截排水沟设施，重载下坡转弯处设有避险道，并在各转弯、下坡危险地段设有安全警示标志。原矿石采用挖掘机装载，经矿山自卸汽车运至破碎口卸矿平台。

矿区东侧因前期不规范开采，靠帮边坡局部区域已超出了采矿权范围，主管部门已进行了处罚并补缴了采矿权价款，超出区域已复绿。同时，矿山在东侧已沿+82m 平台距坡底线约 30m 处设置了高 1.5m、宽 1.5m 的隔离墙，在东南侧沿+125m 平台距坡底线 10m 处设置了高 1.5m、宽 1.5m 的隔离墙。矿区东侧+30m 水平以上已靠帮，采矿权内自上而

下形成+170m、+155m、+140m、+125m、+110m、+95m、+82m、+69m、+56m 和+43m 及+30m 靠帮台阶，靠帮台阶高度 13~15m，靠帮边坡角为 $30^{\circ} \sim 64^{\circ}$ ，安全平台宽度 5~9m，整体边坡角为 38.7° 。

矿山原办公室、食堂、机修车间拆除后，②号采场资源得以释放，现矿山在②号采场+69m 和+56m 两个平台交替推进，穿孔平台布置在+82m 和+69m 平台，+82m 水平以上已靠帮。+69m 平台长约 300m，宽约 120m，台阶坡面角 $66^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，台阶高度 11~13m。+56m 平台长约 320m，宽约 60m，台阶坡面角 $68^{\circ} \sim 72^{\circ}$ ，台阶高度 12~13m。

为了加强采场边坡管理，该公司目前在采场东侧+82m 水平布置 2 个监测点，在采场东南侧+166m 水平布置 3 个监测点，在采场西南侧+139m 水平布置 2 个监测点，在采场中部+66m 水平布置 1 个监测点，同时定期进行人工监测，目前监测设施运行正常。

采场工作面未发现掏采现象，同时该矿现已在采场布置视频监控装置，逐步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。其相关安全设施、工艺符合有关法律法规要求。

（3）对策措施与建议

- ①后期采场严格按设计要求自上而下分台阶开采；
- ②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；
- ③加强对采场边坡的位移观测，做好各项记录研究分析工作；
- ④雨季期间，做好采场排水沟清理工作；
- ⑥加快采矿权南侧外扩资源量处置工作，后期待资源处置后，自上而下进行削坡降载工作。

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、定量分析和系统分析。

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 5.1。

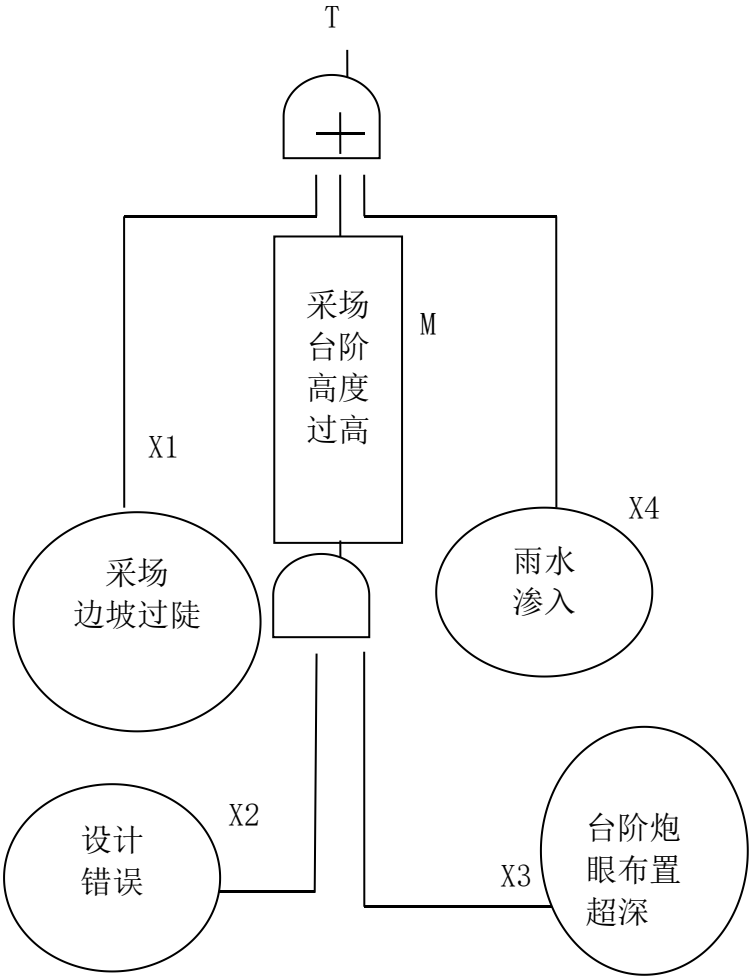


图 5.1 采场边坡滑坡事故树分析图

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：

$$T=X1+M+X4$$

其中：

$$M=X_2+X_3$$

即：

$$T=X_1+X_2+X_3+X_4$$

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 $\{X_1、X_2、X_3、X_4\}$ ，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。结合安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡实际情况，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账，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 采场边坡稳定性分析

采场边坡稳定性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)参照相似矿山岩石力学资料:岩石容重平均为 2.72g/cm^3 , RQD 值为 47.5~66.2%, 岩石较坚硬, 其饱和单轴抗压强度标准值 f_{rk} 为 44.2MPa, 属较硬岩, 岩体完整程度为较完整, 岩体基本质量等级分类为III级。

2) 其边坡物理力学参数如下表

表 5-3 矿山采场边坡稳定性计算力学参数取值

指标 介质	干容重	天然容重	饱和容重	浮容重	粘聚力 (KPa)	内摩擦角 ($^{\circ}$)
石灰岩	—	27	27.2	17.2	340	37
粘土	15.5	19.2	20.5	10.5	42.1	21.5

5.3.3 采场边坡破坏模式

安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石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 采场边坡稳定性分析

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	$300 \geq H > 100$	III
	$H \leq 100$	II III

结合安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场靠帮边坡的状况，其边坡如若发生破坏，严重影响生产，预计直接经济损失 50 万~100 万，且有可能造成人员受伤。根据表 5-4，得出安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡危害等级定为 II 级。

经计算，目前采场东侧靠帮边坡最大高差约 140m ($100 < H \leq 300$)，结合表 5-4 和表 5-5，判定安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿目前采场边坡工程安全等级均为 II 级。

2) 边坡允许安全系数确定

边坡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。

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。

A、简化 Bishop 法

其计算公式为：

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

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 岩土石条滑面上的有效凝聚力和有效内摩擦角；

U_i ——第 i 岩土石条底面中点处的孔隙水压力；

b_i ——第 i 岩土石条底面弧长；

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

Q_i ——第 i 岩土石条条块水平向作用力；

W_i ——第 i 岩土石条的重量；

e_i ——第 i 岩土石条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：

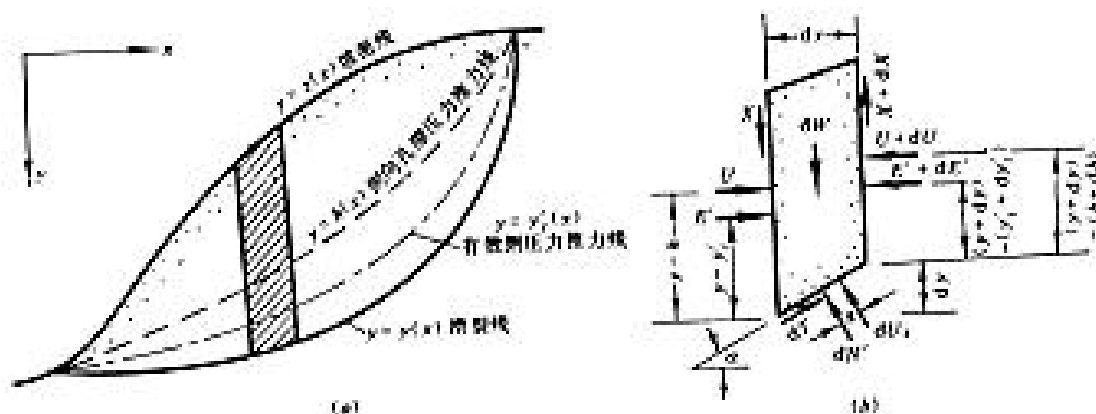


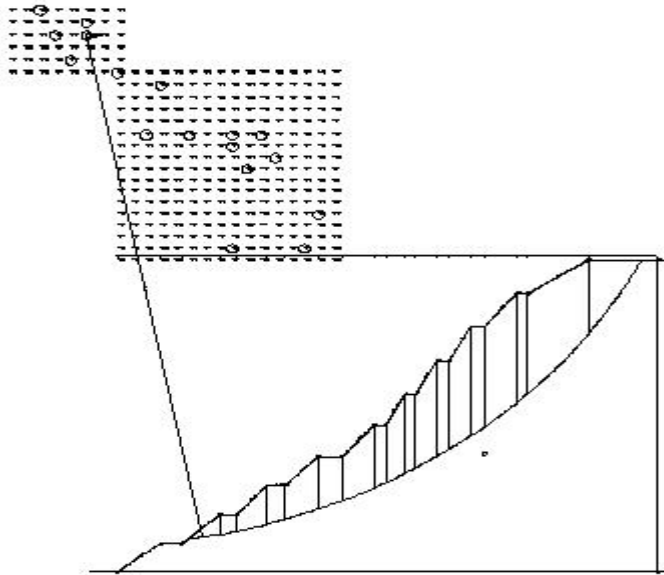
图 5.2 摩根斯坦—普赖斯法图

(2) 计算结果

本次选取了采场东侧 1-1' 剖面边坡进行计算，结合规范要求，考虑不同的荷载组合（荷载组合 I、荷载组合 II 和荷载组合 III）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]

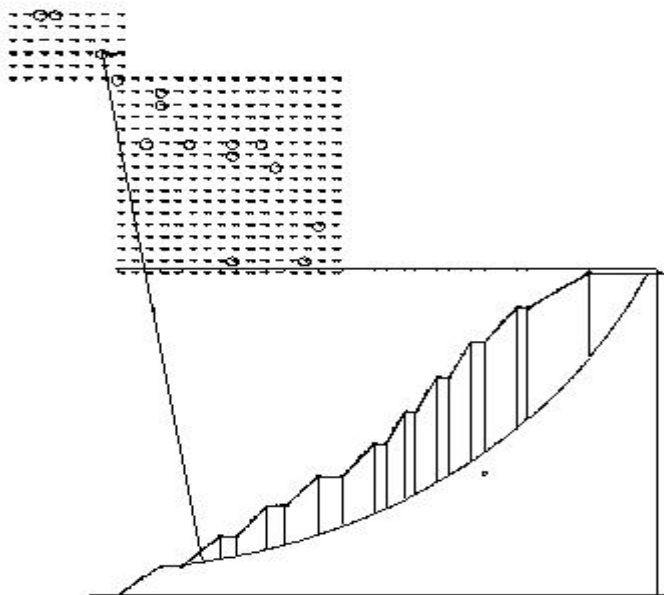


最不利滑动面:
滑动圆心 = (-11.414, 240.153) (m)
滑动半径 = 228.724 (m)
滑动安全系数 = 1.198

图 5.3 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]

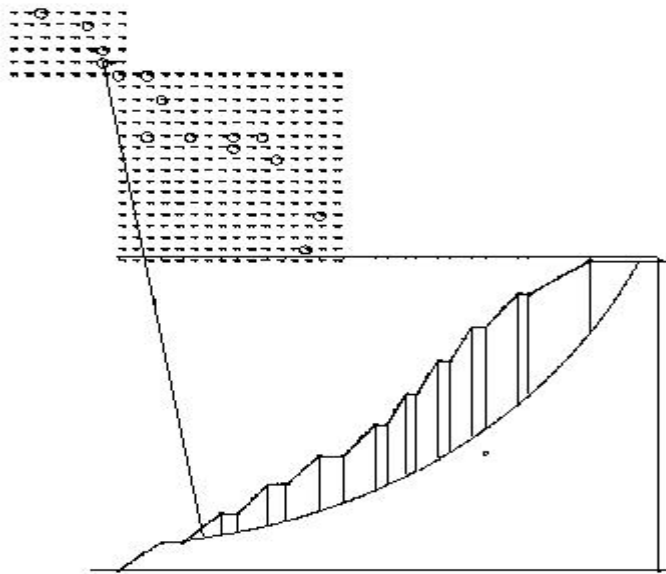


最不利滑动面:
滑动圆心 = (-5.707, 234.568) (m)
滑动半径 = 222.938 (m)
滑动安全系数 = 1.163

图 5.4 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]

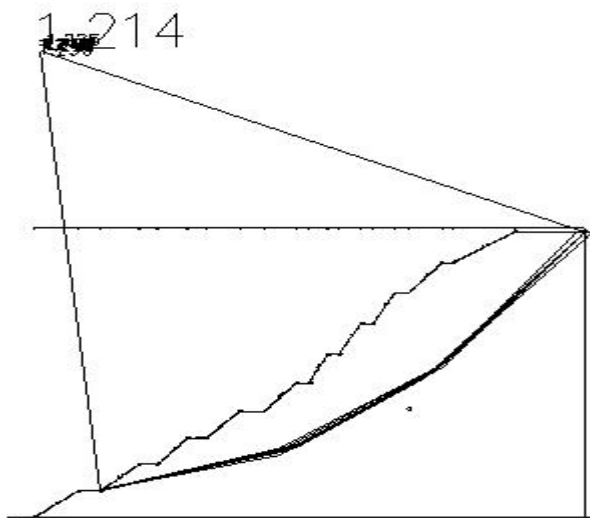


最不利滑动面:
滑动圆心 = (-5.707, 228.983) (m)
滑动半径 = 217.354 (m)
滑动安全系数 = 1.149

图 5.5 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 = 1.214

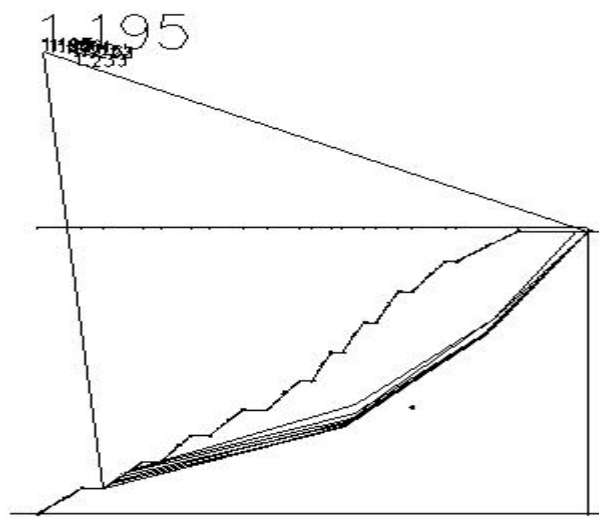
最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(23.856, 12.624)	(94.712, 34.535)
2	(94.712, 34.535)	(141.156, 67.610)
3	(141.156, 67.610)	(199.769, 139.624)

图 5.6 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]



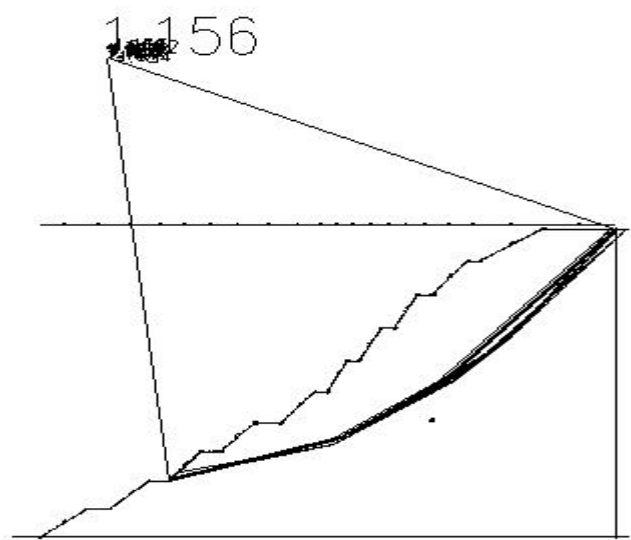
滑动安全系数 = 1.195

最危险滑裂面		
线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(23.857, 12.625)	(110.955, 43.460)
2	(110.955, 43.460)	(161.980, 88.258)
3	(161.980, 88.258)	(199.736, 139.624)

图 5.7 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 = 1.156

最危险滑裂面		
线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(44.439, 25.626)	(103.017, 43.879)
2	(103.017, 43.879)	(140.655, 70.956)
3	(140.655, 70.956)	(199.617, 139.624)

图 5.8 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 1-1' 线边坡稳定性分析最小安全系数计算结果表

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	1.198	1.20~1.15	符合规范
		II	1.163	1.18~1.13	符合规范
		III	1.149	1.15~1.10	符合规范
	Morgenstem—Price 法	I	1.214	1.20~1.15	符合规范
		II	1.195	1.18~1.13	符合规范
		III	1.156	1.15~1.10	符合规范

从分析结果看，矿山采场边坡总体稳定性较好，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。通过分析，现矿山采场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 采场边坡稳定性分析结论

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。

根据对安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场现状边坡稳定性计算结果可以看出，安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场现状边坡稳定性安全系数满足规范要求，其采场边坡总体上处于稳定状态。

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》（AQ/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 140m，对应高度等级指数 H 为 3。

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。本矿山现状人工边坡平均坡度约 38.7° ，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和工程地质类型均为简单类型，G 取 3。

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

露天矿山采场现状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=3+2+3=8，同时滑坡风险等级指数 S=3，结合表 5-11，得出安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场现状边坡的安全监测等级最高为三级。建议采场现状边坡安全监测等级按照三级进行监测。

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,进一步完善相应的安全管理机构,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,并做好相关安全管理人员和特种作业人员定期培复训工作。

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) 加强设备管理,使生产设备始终保持完好状态。

10) 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，台阶高度不得大于设计高度，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 采场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 分析结论与建议

7.1 安全管理体系符合性分析结论

通过对安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石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 采场现状边坡符合性分析结论

通过对安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场边坡系统中的基本条件、安全设施、采矿作业、现场安全管理作业等综合分析，该矿山采场现状边坡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、定量分析，安徽池州海螺水泥股份有限公司北山石灰石矿采场现状边坡稳定性安全系统满足规范要求，其总体上是稳定的，能满足安全生产的需要。

7.3 建议

安徽池州海螺水泥股份有限公司在今后的生产过程中，要认真落实矿山已有的和本次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，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) 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。

3) 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。

4) 进一步完善采场边坡档案资料及台账，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。

5) 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〔2022〕4号)要求,每年委托相关单位开展1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。

6) 加快北山石灰石矿外扩资源处置问题,待相关手续完善后,自上而下对边坡进行削坡降载,提高边坡稳定性安全系数。

7) 持续开展露天边坡隐蔽致灾因素普查并落实相关风险管控措施。