

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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场现状边坡，分析范围为安徽池州海螺水泥股份有限公司安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩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》（中华人民共和国主席令第六届第 36 号，第八届第 74 号第一次修整，中华人民共和国主席令第十一届第 18 号第二次修整，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九届第 70 号，第十一届第 18 号修整，第十二届第 13 号修整，第十三届第 88 号修整，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九届第 4 号，第十一届第 6 号、第十三届第 29 号修整，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整，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八届第 28 号，第十一届第 18 号、第十三届 24 号修整，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十二届第 4 号，2014 年 1 月 1 日起施行）；

(6) 《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第七届第 65 号，第十一届第 18 号令修整，2009 年 8 月 27 日起施行）。

2) 行政法规

(1) 《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）；

(2) 《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）；

(3) 《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）；

(4) 《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）；

(5) 《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）；

(6) 《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）。

3) 地方法规

(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) 《矿山救援规程》（应急管理部令第 16 号，2024 年 7 月 1 日起施行）；

(2) 《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）；

(3) 《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）；

(4) 《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）；

(5) 《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）；

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

5) 规范性文件

(1) 《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）；

(2)《国家矿山安全监察局关于切实做好 2025 年度矿山防汛安全工作的通知》(矿安〔2025〕59 号, 2025 年 4 月 16 日起施行);

(3)《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);

(4)《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);

(5)《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);

(6)《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);

(7)《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);

(8)《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);

(9)《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);

(10)《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);

(11)《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);

(12)《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);

(13)《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);

(14)《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);

(15)《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);

(16) 《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）；

(17) 《国家1821）《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）；

(22) 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）；

(19) 《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）；

(20) 《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) 《机械安全防止上下肢触及危险区的安全距离》GB/T23821-2022；
- 2) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T13861-2022；
- 3) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020；
- 4) 《头部防护 安全帽》GB2811-2019；
- 5) 《矿山安全术语》GB/T15259-2008；
- 6) 《矿山安全标志》GB/T14161-2008；
- 7) 《高处作业分级》GB/T3608-2008；
- 8) 《安全标志及其使用导则》GB2894-2008；
- 9) 《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) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第1部分：总则》KA/T 22.1-2024；
- 2) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第3部分：金属非金属矿山及尾矿库》KA/T 22.3-2024；

- 3) 《个体防护装备配备规范 第4部分：非煤矿山》GB39800.4-2020;
- 4) 《生产安全事故应急演练基本规范》YJ/T9007-2019;
- 5) 《安全生产责任保险事故预防技术服务规范》AQ9010-2019;
- 6) 《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》KA/T2063-2018;
- 7) 《建筑设计防火规范》GB50016-2014, 2018 年版;
- 8) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》GB51016-2014。

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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场现状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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿相关证照复印件;

3) 安徽省地质实验研究所 2014 年 5 月编制的《安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿床详查地质报告》;

4) 安徽海螺建材设计研究院 2016 年 7 月编制的《安徽池州海螺水泥股份有限公司姥山东矿区水泥配料用砂岩矿 200 万吨/年采矿工程初步设计说明书》及附图;

5) 安徽海螺建材设计研究院 2016 年 12 月编制的《安徽池州海螺水泥股份有限公司姥山东矿区水泥配料用砂岩矿 200 万吨/年采矿工程安全设施设计》及附图;

6) 安徽海螺建材设计研究院 2018 年 7 月编制的《安徽池州海螺水泥股份有限公司姥山东矿区水泥配料用砂岩矿 200 万吨/年露天采矿工程安全设施设计(变更)》及附图;

7) 六安市华夏安全科技服务有限公司 2018 年 8 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿 200 万吨/年露天采矿工程安全设施验收评价报告》;

8) 安徽巨石地矿科技有限公司 2023 年 5 月提交的《安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿露天采场边坡在线监测系统方案设计》;

9) 安徽海螺建材设计研究院有限责任公司 2023 年 12 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司姥山东矿区水泥配料用砂岩矿 200 万吨/年露天采矿工程变更设计》;

10) 安徽正信科技有限公司 2024 年 8 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场边坡稳定性分析报告》;

11) 安徽池州海螺水泥股份有限公司提供的安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿开采现状平面图、剖面图;

12) 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,对安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场现状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) 对矿山采场现状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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩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

根据安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场现状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。

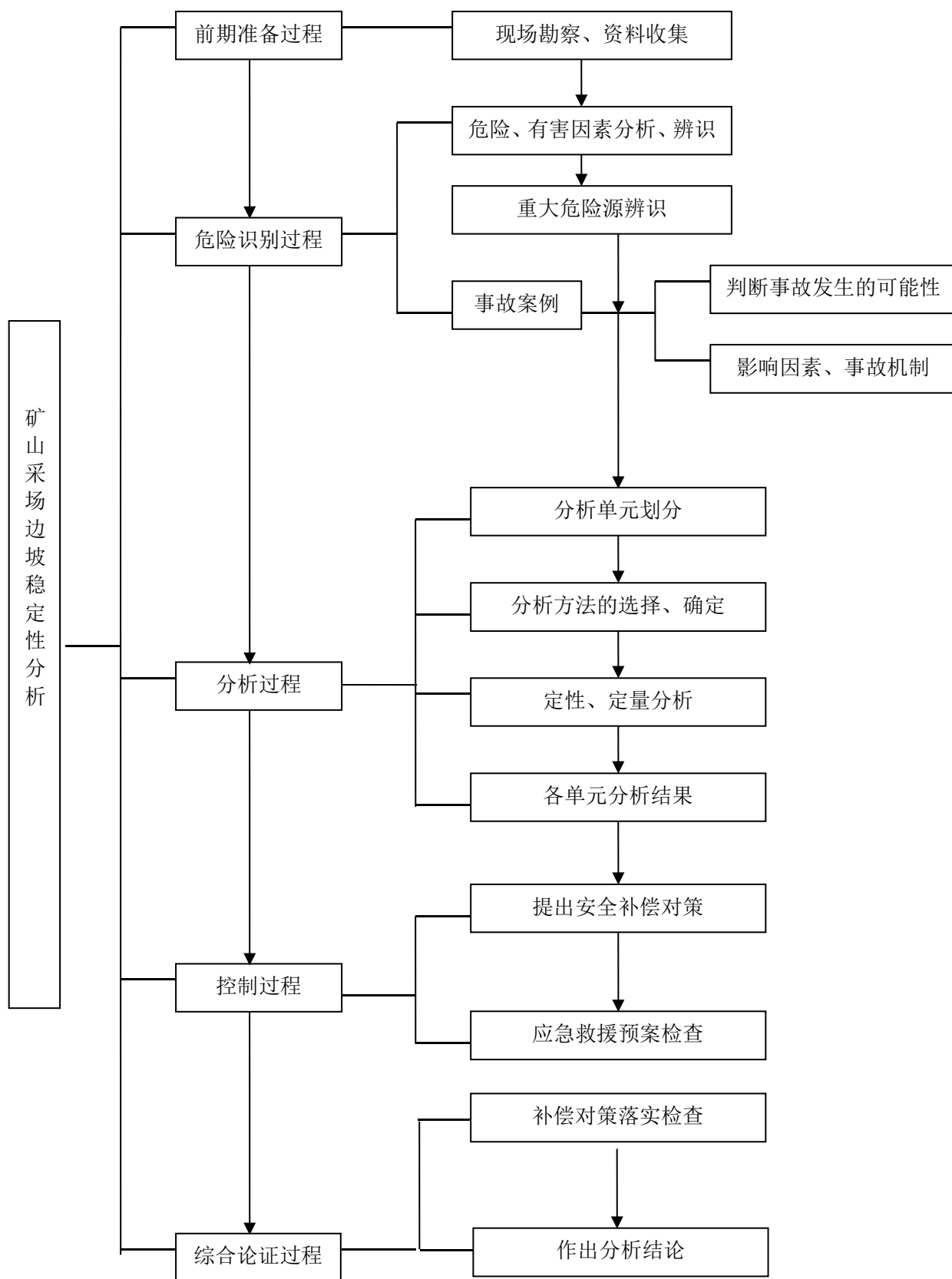


图 1.1 采场边坡稳定性分析程序图

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，成为集团公司特大型熟料生产基地之一。

安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿是该公司 7 条水泥熟料生产线的配套矿山，其生产规模为水泥配料用砂岩矿石 200 万吨/年。

安徽池州海螺水泥股份有限公司在完成了安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿资源储量核实地质报告、开发利用方案、工程建设项目备案、《安全预评价报告》《矿山地质环境保护与综合治理方案》《水土保持方案》《环境影响报告书》及《土地复垦方案》等前期工作后，委托安徽海螺建材设计研究院编制了《安徽池州海螺水泥股份有限公司姥山东矿区水泥配料用砂岩矿 200 万吨/年采矿工程初步设计说明书》（以下简称《初步设计说明书》）《安全设施设计》，其《初步设计》《安全设施设计》分别经原安徽省经济和信息化委员会和原池州市安全生产监督管理局以皖经信非煤函〔2016〕1200 号和池安监一函〔2017〕1 号文予以批复。矿山于 2018 年 9 月通过了安全设施竣工验收，领取了安全生产许可证后投入生产，2021 年 9 月、2024 年 9 月先后进行了安全生产许可证延续工作。

根据安徽海螺建材设计研究院有限责任公司 2023 年 12 月提交的《安徽池州海螺水泥股份有限公司姥山东矿区水泥配料用砂岩矿 200 万吨/年露天采矿工程变更设计》（以下简称《变更设计》），池州市贵池区人民政府 2018 年 12 月 10 日出具的贵政秘〔2018〕279 号“关于依法关闭池州市贵池区杨桥铁矿等 2 家矿山的决定”，池州市瑞晟矿业有限公司小河王金多金属矿采矿权已注销，并已闭坑。结合安徽省地质矿产勘查局 321 地

质队 2023 年 12 月提供的安徽池州海螺水泥股份有限公司姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采剥现状平面图，距采矿权 300m 范围内无受爆破影响外部设施，《变更设计》取消原设计非爆破开采区，全矿区采用爆破开采方式开采。

目前矿山《营业执照》《采矿许可证》《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) 工商营业执照注册号：913417007255387996

发证单位：池州市市场监督管理局

成立时间：2000 年 11 月 02 日

2) 《采矿许可证》证号：C3400002016067110142197

发证单位：安徽省国土资源厅

有效期：2016 年 6 月 8 日～2046 年 6 月 8 日

3) 《安全生产许可证》证号：皖 FM 安许证字（2024）Y124 号

发证机关：安徽省应急管理厅

有效期：2024 年 9 月 17 日至 2027 年 9 月 16 日

4) 爆破作业单位许可证编号：3417001300001

发证机关：池州市公安局

有效期：2025 年 7 月 4 日～2030 年 7 月 6 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

安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿位于池州市城南西约 45km, 行政区划隶属贵池区牛头山镇姥山村。矿区中心地理坐标为东经 117° 14' 50"，北纬 30° 26' 51"。

该矿区距安徽池州海螺水泥股份有限公司厂区仅 1.0km，矿区由矿山公路连通厂区专用线与 318 国道相连接，并经 318 国道通向牛头山码头，由此可达池州、安庆、南京、上海等周边城市，交通运输方便，具体位置见图 2.1。



图 2.1 矿区交通位置图

2) 矿区自然地理及经济概况

矿区位于皖南山区的西北部边缘地带，属低山丘陵，山脉总体呈北东走向，最高山峰海拔+365.5m。安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿为露天开采矿山，矿区长 320m，宽 250m。地面海拔标高+50m~+230m，区内姥山最高山峰海拔+365.5m。

矿区属北暖温带海洋型季风气候区，四季分明，雨量充沛，气候湿润，年平均气温为 16℃，气候湿润多雨，年平均降雨量 1448mm，降雨量多集中在 4~7 月份。历史最高洪水标高约为 18m。

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。

本地经济以农林业为主，盛产大米、油料、茶叶等。工业劳动力资源充沛，电力充足，水资源丰富，可满足矿山开发需要。

2.2 矿区地质概况

2.2.1 矿区地质

1) 地层

安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿区地层简单，主要出露志留系上统茅山组、泥盆系上统五通组下段。沙溪王矿区地层出露仅为志留系上统茅山组。地层走向近东西，倾向南南西，倾角 $40^{\circ} \sim 68^{\circ}$ ，自北向南倾角由缓变陡。在山的南北山脚及山间低洼处分布第四系全新统。对两个矿区分述如下：

(1) 志留系上统茅山组 (S_3m)

厚度约 550.75m，分布于姥山南坡半山腰北侧，占据姥山东和沙溪王矿区的绝大部分面积，为 I 矿层赋矿层位，本次研究较详，现按 8 线实测剖面自下而上说明其主要岩性特征：

青灰色、灰黄色绢英岩化泥质粉砂岩，厚 41.72m；青灰色、灰白色后层状绢英岩化粉砂岩，局部夹浅紫色绢英岩化粉砂岩和灰白色绢英岩化石英砂岩，厚 345.28m；青灰、灰白色中厚层状绢英岩化含粉砂石英细砂岩，厚 20.90m；灰白、灰黄、浅紫色薄至中厚层状绢英岩化含粉砂石英细砂岩，局部夹中厚层状绢英岩化泥质粉砂岩，厚 84.55m；

青灰、灰黄色中厚层状绢英岩化含粉砂石英细砂岩，厚 17.49m；青灰、灰黄、灰绿色中厚至厚层状绢英岩化粉砂岩，局部夹厚层状绢英岩化泥质粉砂岩、绢英岩化含粉砂质泥岩，厚 34.98m；青灰、灰绿色厚层状绢英岩化粉砂岩，厚 5.83m。

(2) 泥盆系上统五通组下段 (D_3w)

厚度约 67.06m，分布于姥山南坡半山腰南侧，上部为第四系掩盖，出露不全，为 II 矿层赋矿层位。现按 8 线实测剖面（未见顶）自下而上说明其主要岩性特征：

灰白、灰黄色中厚层状绢英岩化石英细砂岩，厚 54.36m；灰白、白色中厚至厚层状石英化石英砂岩，厚 12.70m。

(3) 第四系全新统 (Q_4)

主要分布在姥山南北两侧山脚及山间低洼处。岩性为灰黄、黄褐色含碎石粉砂质粘土，碎石成分与原地基岩成分大致相当。山坡上坡积层厚度 0.3~1.5m，山脚可达 6~7m。

2) 构造

矿区位于铜山弧形构造西侧，姥山背斜南翼西段。地层总体走向近东西，倾向南南西，倾角 $40^{\circ} \sim 68^{\circ}$ ，为一单斜构造。

矿区仅在其东南角（探矿权外）见一逆断层 F_1 ，该断层长度大于 300m，向东延伸出图外，断层走向近东西向，倾向南，倾角 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。断层破碎带宽 15~20m，主要为石英闪长岩岩体充填，其间见一宽 4~6m 的铁帽（已有采矿权，现已开采，破坏严重），断层破碎带有较强的黄铁矿化和黄铜矿化。该断层为区内主要控岩构造。

3) 岩浆岩

矿区所见岩浆岩仅为小河王岩体的一部分，呈小岩株状产出，分布在矿区南部及其西北角。岩性为石英闪长岩，主要矿物成分为斜长石、角闪石，次为石英，含量小于 20%。岩体大部分为第四系掩盖，仅在少数人工采坑处可见，且风化强烈（长石已风化成高岭土），结构松散。

脉岩总共见到 5 条，岩性均为石英闪长岩，岩石风化强烈，岩体与脉岩主要造成姥山东矿区砂岩矿石发生重结晶作用，并且导致岩体附近有较强的角岩化。根据基本分析样的分析结果，岩体对原岩的化学成分没有发生改变，岩体与脉岩对矿石质量影响不大。

4) 热变质作用

受小河王岩体影响，矿区矿石重结晶作用显著，主要表现在：

原石英砂岩中石英呈他形粒状变晶镶嵌，粒径以 0.5~1mm 为主，少量绢云母呈显微鳞片变晶交织分布于石英之间，形成变余砂状结构。

原石英细砂岩中石英碎屑已全部重结晶为 0.05~0.25mm 他形粒状变晶镶嵌，原胶结物已全部重结晶为 ≤ 0.05 mm 显微微粒鳞片的石英、绢云母，少量重结晶为白云母。

原含粉砂石英细砂岩中石英碎屑已全部重结晶为 0.03~0.2mm 他形粒状变晶镶嵌，原胶结物已全部重结晶为 ≤ 0.02 mm 显微微粒鳞片变晶的石英、绢云母，少量重结晶为白云母。

原粉砂岩中石英碎屑及硅质胶结物已全部重结晶为 0.01~0.05mm 显微粒状变晶镶嵌或不均匀分布于绢云母之间，原胶结物中的泥质已全部重结晶为显微鳞片变晶的绢云母、绿泥石。

原泥质粉砂岩中石英碎屑已全部重结晶为 ≤ 0.06 mm 他形粒状变晶镶嵌或分布于绢云母之间，原胶结物已全部重结晶为显微鳞片变晶的绢云母，极少量重结晶为白云母。

原含粉砂质泥岩中石英碎屑已全部重结晶为 $<0.06\text{mm}$ 他形粒状变晶镶嵌或不均匀分布于绢云母之间，原胶结物中粘土矿物已全部重结晶为显微鳞片变晶的绢云母、黑云母交织分布。

5) 覆盖层

矿区地层大部分裸露地表，仅在姥山东脚及山间低洼处可见第四系覆盖层，岩性为灰黄、黄褐色含碎石粉砂质粘土，碎石成分与原地基岩成分大致相当。山坡厚度 $0.5\sim 1.5\text{m}$ ，坡脚可达 $6\sim 7\text{m}$ ，属残坡积成因。

2.2.2 矿体地质特征

安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿矿区水泥配料用砂岩矿床为一单斜沉积层状矿床，赋矿层位于志留系茅山组和泥盆系五通组砂岩中，根据赋矿层位和矿石类型的不同，可分为I、II两矿层，其中I矿层赋存于志留系上统茅山组中；II矿层赋存于泥盆系上统五通组下段中。两矿层均呈单斜层状产出，倾角自北向南由缓变陡，I矿层位于II矿层底部，二者呈整合接触关系。

1) 矿体分布、形态、产状及赋存状态

姥山东地区的砂岩矿为一大型水泥配料用砂岩矿床，矿体严格受地层层位控制，矿体产状和地层产状基本一致。I矿层分布于姥山南侧山腰北部，呈宽带状，矿层走向近东西，倾向南南西， $182^{\circ}\sim 216^{\circ}$ 之间，倾角 $40^{\circ}\sim 68^{\circ}$ ，赋存于茅山组地层中，矿石类型为粘土质配料。II矿层分布于姥山南侧山腰南部，呈窄条带状，矿层走向近东西，倾向南南西， $166^{\circ}\sim 199^{\circ}$ 之间，倾角 $55^{\circ}\sim 65^{\circ}$ ，赋存于五通组地层中，矿石类型为硅质配料。

2) 矿石矿物成分、结构、构造

矿区内矿石主要由石英化石英砂岩、绢英岩化石英细砂岩、绢英岩化含粉砂石英细砂岩、绢英岩化粉砂岩、绢英岩化泥质粉砂岩、绢英岩化含粉砂质泥岩组成。其中硅质原料的自然类型主要为石英化石英砂岩、绢英岩化石英细砂岩，粘土质原料的自然类型主要为后四种。依据矿石自然类型的不同，矿石矿物成分、结构等均有差异，分述如下：

(1) 硅质原料

粗粒石英砂岩：主要矿物成分为石英（ $>95\%$ ），含少量绢云母（ $\leq 1\%$ ），偶见白云母、铁质粘土矿物（ $<1\%$ ）。重矿物见锆石。矿石为变余砂状结构、他形粒状变晶结构，变余层理构造。

绢英岩化石英细砂岩：主要矿物成分为石英（70~80%）、次为绢云母（15~25%），含少量白云母（≤5%）、褐铁矿（1%±）。重矿物见电气石、锆石。矿石为变余细砂结构、鳞片粒状变晶结构，变余层理构造。

（2）粘土质原料

绢英岩化含粉砂石英细砂岩：主要矿物成分为石英（60~80%）、次为绢云母（15~35%），含少量白云母（≤5%）、褐铁矿（1%±）。重矿物见电气石、锆石、金红石。矿石为变余含粉砂细砂结构、鳞片粒状变晶结构，变余层理构造。

绢英岩化粉砂岩：主要矿物成分为石英（35~40%）、绢云母（45~50%），含少量绿泥石（5~10%）、不透明金属矿物（3%±）。重矿物见电气石、锆石、金红石。矿石为变余粉砂结构、显微鳞片粒状变晶结构，变余层理构造。

绢英岩化泥质粉砂岩：主要矿物成分为石英（30~35%）、绢云母（60~65%），含少量白云母（≤3%）、不透明金属矿物（≤5%）。重矿物见电气石、锆石。矿石为变余泥质粉砂结构、显微鳞片粒状变晶结构，变余层理构造。

绢英岩化含粉砂质泥岩：主要矿物成分为粘土矿物、绢云母（60~65%），次为石英（10~15%）、黑云母（15~20%），含少量白云母、不透明金属矿物（5%±）。重矿物见电气石、锆石、金红石。矿石为含粉砂泥质结构、显微鳞片粒状变晶结构，变余层理构造。

角岩化粉砂岩：主要矿物成分为堇青石（55%±）、黑云母（43%±），及少量不透明矿物（2%±）和绿泥石（≤1%）。矿石为斑状变晶结构，角岩结构，斑点状构造，斑晶多为堇青石。

3）矿石化学成分

按照《矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类》（DZ/T0213-2020）的要求，勘探线剖面、地表探槽、钻孔中均连续采集样品，对全部样品都分析了 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 。根据对普查报告基本分析样、组合分析样以的统计，可以看出有害组份 K_2O 、 Na_2O 、 SO_3 、 MgO 、 Cl 等有害组份含量均远小于业主的工业指标，详查选取了 6 线作为典型剖面送检组合分析样，并且将 K_2O 、 Na_2O 作为组合分析样元素送检。其基本查明了矿体中矿石的主要化学成分及其变化特征，各矿体化学成分特征如下：

（1）I 号矿体化学成分特征

I 号矿体赋矿层位为茅山组，主要组分含量 SiO_2 87.09~57.59%，变化系数为 3.44%，含量稳定。 Al_2O_3 22.8%~2.46%，变化系数为 6.28%，含量稳定。 Fe_2O_3 20.71~

0.96%，变化系数为 13.53%，含量稳定。组合分析样中有害组份含量较低，矿石为工业类型为水泥配料用粘土质原料。

(2) II 矿体化学成分特征

II 号矿体赋矿层位为五通组，主要组分含量 SiO_2 97.72~75.9%，变化系数为 2.06%，含量稳定。 Al_2O_3 15.48%~1.5%，变化系数为 3.78%，含量稳定。 Fe_2O_3 7.09~0.41%，变化系数为 4.53%，含量稳定。组合分析样中有害组份含量较低，根据工业指标要求，矿石为工业类型为水泥配料用硅质原料。

4) 矿石类型

(1) 矿石自然类型

根据矿石结构、构造、矿物成分等特征，本矿床矿石自然类型主要有：石英化粗粒石英砂岩、绢英岩化石英细砂岩、绢英岩化含粉砂石英细砂岩、绢英岩化粉砂岩、绢英岩化泥质粉砂岩、绢英岩化含粉砂质泥岩。前二者主要分布在 II 矿层中，后四者主要分布在 I 矿层中。

(2) 矿石工业类型

根据工业指标，本矿床矿石可分为两种工业类型：一是水泥配料用粘土质原料，分布在 I 矿层中；二是水泥配料用硅质原料，分布在 II 矿层中。

5) 顶、底板及夹层（石）、围岩

(1) 矿体顶、底板

矿体上部因第四系掩盖较厚，未见顶板围岩，仅 0 线南端由于岩体侵入，顶板定为岩体其余勘探线均未见顶板围岩；矿体底板围岩与 I 矿层为同一层位，岩性为绢英岩化粉砂岩。

(2) 夹层（石）

姥山东矿区共圈出夹石层 9 个，编号分别为 J1、J2、J3、J4、J5、J6、J7、J8、J9。由于组合分析样只选取了 6 线剖面，故部分夹石没有组合分析的化学成分结果。现对姥山东的几个夹石分述如下：

J1 夹石位于 II 号矿体之中，呈透镜状，由 4 线地表和 6 线地表和深部同时控制，并向 0 线和 8 线尖灭。夹石长 185m，4 线剖面上厚度 33m，6 线剖面上平均厚度 22m，主要是由于 SiO_2 由含量不够圈为夹石。

J2 夹石位于 I 号矿体之中，呈透镜状，由 4 线地表控制，向 0 线和 6 线楔形尖灭。夹石长 185m，厚度 3m，是由于硅酸率超标圈为夹石。

J3 夹石位于 I 号矿体之中，呈透镜状，由 4 线深部控制，向 0 线和 6 线楔形尖灭。夹石长 185m，厚度 15m，是由于硅酸率超标圈为夹石。

J4 夹石位于 I 号矿体之中，呈透镜状，由 4 线深部控制，向 0 线和 6 线楔形尖灭。夹石长 185m，厚度 8m，是由于硅酸率超标圈为夹石。

J5 夹石位于 I 号矿体之中，呈透镜状，由 4 线深部控制，向 0 线和 6 线楔形尖灭。夹石长 185m，厚度 6m，是由于硅酸率超标圈为夹石。

J6 夹石位于开采底板 50m 以下，本次未计算其体积，该夹石呈透镜状，由 6 线深部控制，向 4 线和 8 线楔形尖灭。夹石长 150m，厚度 6m，是由于硅酸率超标圈为夹石。

J7 夹石位于 I 号矿体之中，呈透镜状，由 6 线深部控制，向 4 线和 8 线楔形尖灭。夹石长 150m，厚度 6m，是由于硅酸率超标圈为夹石。

J8 夹石位于 I 号矿体之中，空间上延伸至沙溪王矿区，呈透镜状，由 6 线和 8 线深部控制，向 4 线和 10 线楔形尖灭。夹石长 300m，平均厚度约 6m，是由于硅酸率超标圈为夹石。

J9 夹石位于 II 号矿体之中，呈透镜状，由 8 线地表和 10 线地表同时控制，向 6 线尖灭，并平推至矿权的东侧边界。夹石长 355m，8 线剖面上厚度 10m，10 线剖面上厚度 15m，主要是由于 SiO_2 含量不够硅质料要求被圈为夹石。

矿区内的夹石量较少，多呈透镜状，并且根据其化学成分来看，硅质配料中的夹石皆能达到粘土质配料的工业指标要求，粘土质配料中的夹石也能达到硅质配料的工业指标要求，故建议在开采过程中一并利用，但利用过程中要注意化学成分含量的变化来调整砂岩的配比。

2.3 矿山开采技术条件

1) 水文地质条件

矿床属裸露型，以碎屑岩类为主的裂隙充水矿床。矿区地下水含水岩组主要有松散岩类孔隙含水岩组、碎屑岩类裂隙含水岩组和岩浆岩类裂隙含水岩组；矿体和围岩主要由碎屑岩类裂隙含水岩组组成，富水性弱，透水性差，为弱含水岩组。区内地下水补给来源主要为大气降水，矿床初拟最低开采标高为 +50m，位于当地最低排水基准面以上，地形有利于自然排水。矿床水文地质条件为简单类型。

2) 工程地质条件

矿床为露天开采，以碎屑岩类工程地质岩组为主的矿床。矿区发育有松散岩类工程地质岩组、碎屑岩类工程地质岩组、岩浆岩工程地质岩组，矿体和围岩由碎屑岩类工程地质岩组组成；岩石单轴抗压强度 11.2~39.5MPa，平均 19.4MPa，属软弱~半坚硬岩石；RQD 值为 0~54.9%，岩石质量属极劣~劣，岩体完整性属破碎~差，岩体工程性质较差。受岩石风化、裂隙影响，边坡局部稳定性较差。矿床工程地质条件为中等类型。

3) 环境地质条件

本区地震区划地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，抗震设防烈度为 VI 度。矿区内无大的建筑物、道路及风景名胜、古迹保护区，区内当前环境地质现状良好，山体植被茂密，自然边坡稳定，未见有崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象；矿区南侧设有安徽池州市瑞晟矿业有限公司小河王金多金属矿采矿权，现已闭坑，未来矿山开采对矿区和周边环境可能造成一定的破坏和影响。矿床环境地质条件为简单类型。

总体认为，矿床开采技术条件属以工程地质条件问题为主的中等复杂类型（II-2 型）。

2.4 矿山设计与现状概述

2.4.1 矿山设计概述

1) 矿山总平面布置

矿山总平面布置主要包括有：采矿场、工业场地及矿岩运输通道等。其他属矿山必备的主要机修、汽修以及供电、供水、辅助运输、生活福利设施等尽量利用矿山原有设施的能力，并进行必要的扩建。

(1) 采矿场

设计概况：采场为露天开采，设计露天采场面积约 0.3729km²。开采标高+50m~+366m。

(2) 工业场地

项目总占地面积 55.79 公顷；其中：采矿场 37.29 公顷，破碎机及输送廊道 15 公顷，办公楼及其他 3.5 公顷。全矿总用地含矿区、道路系统、矿山工业场地，不包括矿山至厂区的外部道路。

矿山办公楼及汽修车间位于矿山至厂区的输送廊道旁，距离姥山东矿区破碎机约 800m，可以满足安全生产需要。

办公室、材料库、厕所等采用砖混结构，机电汽修理采用钢筋混凝土框架结构。

矿山工业场地位于爆破安全界线外，爆破振动对场地内各设施影响较小，各构筑物是安全的。

（3）排土场

根据地质资料分析，矿区地层大部分裸露地表，仅在姥山山脚及山间低洼处可见第四系覆盖层，岩性为灰黄、黄褐色含碎石粉砂质粘土，碎石成分与原地基岩成分大致相当。含碎石粉砂质粘土的硅酸率和铝氧率的指标也基本满足水泥配料用要求。矿区内的夹石量较少，多呈透镜状，并且根据其化学成分来看，硅质配料中的夹石皆能达到粘土质配料的工业指标要求，粘土质配料中的夹石也能达到硅质配料的工业指标要求，故在开采过程中可一并利用，但利用过程中要注意化学成分含量的变化来调整砂岩的配比。

所以矿山无废土排放，故本矿山不设排土场。

（4）矿岩运输通道

根据年运输规模要求，运输采用 TR35 型载重 32t 的矿用运输汽车，参照同等矿山的运输条件，结合本矿山的运输距离，配置 9 辆。

主运矿道路起点为标高+50m，终点为+340m 平台，道路总长 4200m，其中需要新建开拓道路约 2100m，已修建道路约 2100m。道路按 GBJ22-87《厂矿道路设计规范》设计，道路等级为 III 级，主干道路平均纵坡 6.4%，最大纵坡 9.0%；路面宽 11m，泥结碎石路面，最小平曲线半径 20m。道路内侧边坡高度超过 20m 处设置大于 2m 宽安全平台，道路内侧边坡高度超过 20m 处设置大于 2m 宽安全平台，必要设置临时支护，保证行车安全。

2) 采矿许可证范围及设计开采范围

（1）开采对象

设计开采对象为安徽池州海螺水泥股份有限公司池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿矿体。

（2）开采范围

依据采矿许可证，其矿区范围及拐点坐标见表 2-1。

表 2-1 矿区范围拐点坐标（1980 西安坐标系）

序号	X	Y	开采深度及面积
1	3370025.20	39523455.80	姥山东矿区开采深度高度： +50~+366.4m； 估算面积：0.3729km ² 。
2	3370025.20	39524198.80	
3	3369904.00	39524172.40	
4	3369842.80	39524360.00	
5	3369541.62	39524360.00	
6	3369541.62	39524336.78	
7	3369514.13	39524185.37	
8	3369563.60	39524054.30	
9	3369587.00	39523906.10	
10	3369645.20	39523764.10	
11	3369647.40	39523541.30	
12	3369708.70	39523399.60	

设计概况：设计开采范围以矿山采矿证范围为边界，设计开采标高+366.4m~+50m。由于矿区南侧分布有小河王金多金属矿，根据相关规定，设计将矿区范围内划分为爆破开采区和非爆破法开采区，其非爆破法开采范围拐点坐标见表 2-2。矿区范围内非爆破法开采范围之外的为爆破开采区。

表 2-2 非爆破法开采范围拐点坐标（1980 西安坐标系）

序号	X	Y	开采面积
1	3369716.861	39523689.470	0.1643km ²
2	3369728.993	39523689.470	
3	3369847.841	39524343.973	
4	3369842.80	39524360.00	
5	3369541.62	39524360.00	
6	3369541.62	39524336.78	
7	3369514.13	39524185.37	
8	3369563.60	39524054.30	
9	3369587.00	39523906.10	
10	3369645.20	39523764.10	
11	3369647.40	39523541.30	
12	3369708.70	39523399.60	
13	3369716.185	39523400.963	

根据安徽海螺建材设计研究院有限责任公司 2023 年 12 月提交的《变更设计》，池州市贵池区人民政府 2018 年 12 月 10 日出具的贵政秘〔2018〕279 号“关于依法关闭池州市贵池区杨桥铁矿等 2 家矿山的决定”，池州市瑞晟矿业有限公司小河王金多金属矿采矿权已注销，并已闭坑。结合安徽省地质矿产勘查局 321 地质队 2023 年 12 月提供的安徽池州海螺水泥股份有限公司姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采剥现状平面图，距采矿权 300m 范围内无受爆破影响外部设施，《变更设计》取消原设计非爆破开采区，全矿区采用爆破开采方式开采。

3) 矿山设计利用资源量、生产规模、服务年限及工作制度

(1) 矿山开采资源量

根据详查报告提交的资源储量估算结果，水泥配料用砂岩矿（332+333 类）：矿石量 9439.69 万吨。其中：332 类矿石量 4027.17 万吨；333 类矿石量 5412.52 万吨。按矿石工业类型划分，其中：

①粘土质原料（332+333 类）：矿石量 8512.51 万吨，平均品位：SM 为 3.54、AM 为 2.15、 K_2O+Na_2O 为 2.85%、 MgO 为 0.85%、 SO_3 为 0.42%、 Cl^- 为 0.0101%。其中：

332 类：矿石量 4027.17 万吨，平均品位：SM 为 3.53、AM 为 2.07、 K_2O+Na_2O 为 2.88%、 MgO 为 0.81%、 SO_3 为 0.36%、 Cl^- 为 0.0119%；333 类：矿石量 4485.34 万吨，平均品位：SM 为 3.55、AM 为 2.28、 K_2O+Na_2O 为 2.79%、 MgO 为 0.90%、 SO_3 为 0.50%、 Cl^- 为 0.0071%。

②硅质原料（333 类）：矿石量 927.18 万吨，平均品位： SiO_2 为 87.09%、 K_2O+Na_2O 为 1.75%、 MgO 为 0.25%、 SO_3 为 0.11%、 Cl^- 为 0.0045%。

(2) 生产规模

根据矿床地质资源储量、矿山开采技术条件，设计矿山建设规模为 200 万吨/年。

(3) 服务年限

根据圈定的设计资源量及开采规模，矿产资源利用率为 98.5%，矿山设计服务年限 46 年。

(4) 工作制度

矿山采用不连续周工作制，年工作日 300 天，其中铲装、汽车运输采用两班制，钻孔爆破及辅助作业采用一班制，白班工作，每班工作 8h。破碎输送每天两班制每班 6h。

4) 矿山开拓运输

主运矿道路起点为卸料平台，标高+50m，终点为+340m 平台，道路总长 4200m，其中需要新修建开拓道路约 2100m，已修建道路约 2100m。道路按 GBJ22-87《厂矿道路设计规范》设计，道路等级为Ⅲ级，主干道路平均纵坡 6.4%，最大纵坡 9.0%；路面宽 10m，泥结碎石路面，最小平曲线半径 20m。道路内侧边坡高度超过 20m 处设置大于 2m 宽安全平台，道路内侧边坡高度超过 20m 处设置大于 2m 宽安全平台，必要设置临时支护，保证行车安全。开拓运输道路主要技术指标如下：

道路等级：Ⅲ级

设计最高行车速度：15km/h；

路面宽度：10m；

最小转弯半径：35m；

最大纵坡：9%。

5) 采矿工艺

根据露天开采境界的圈定原则、露天采场边帮构成要素，采用地质平、剖面图相结合、以平面图为主的方法圈定露天采场开采境界。露天开采境界的主要指标见表 2-3。

表 2-3 设计露天开采境界主要参数

项 目			参 数	备 注
境界	采场上口尺寸		847m×430m	
	采场下口尺寸		400m×180m	
台阶	台阶高度		10m	
	台阶数量		30 个	
	最高台段标高		+350m	
	最低开采标高		+50m	
平台 宽度	最小工作平台宽度		50m	2 个安全平台设置 1 个清扫平台
	安全平台宽度		5m	
	清扫平台宽度		8m	
边坡角	工作台阶坡面角		65°	
	终了台阶坡面角		60°	
	终了 边坡 角	东侧	35.2°	最大边坡高度 270m
		南侧	36.9°	最大边坡高度 70m
		西侧	38.4°	最大边坡高度 40m
		北侧	35.1°	最大边坡高度 300m
爆破安全距离			300m	

根据矿体赋存条件、地形地貌及同类型矿山的开采经验，设计采用露天开采方式，选用自上而下分台阶开采的采矿方法，此采矿方法技术成熟，在多个矿山得到应用。

矿山最低开采标高+50m，台阶高度 10m，安全平台宽 5m，清扫平台宽 8m，2 个安全平台设置 1 个清扫平台间。终了台阶坡面角 60° 。最小平台宽度为 50m。

根据矿岩物理机械性质、岩石的完整性特点，砂岩矿山均需要爆破开采，本矿段穿孔设备选用效率高、爬坡能力大、移动方便灵活的 ROCL6 型全液压潜孔钻机 1 台，孔径分别为 $\Phi 150\text{mm}$ 。另配置一台 CM351 型露天潜孔钻机作为辅助钻机，处理边坡三角矿及前期开拓用。

6) 矿山给排水

矿区地处沿江江南丘陵带北缘，探矿权范围地貌为高丘，其山脊呈东西向展布，海拔标高为+32.5~+366.4m，相对高差 333.9m，山峰最高点（姥山）标高+366.4m，山坡陡峭，坡角一般为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，最陡处 50° ，山南坡陡于北坡，北坡冲沟较多。地表植被发育，灌木茂密，地表径流条件较好。

矿区属于亚热带湿润气候区，温湿多雨，四季分明。历年平均降水量 1448mm，年最大降水量 2208.5mm，年最小降水量 888.7mm，月最大降水量 547.1mm，月最小降水量为 0。日最大降水量 209.5mm。一小时最大降水量 79.2mm。最长连续降雨日数 16 天，降水量 524.1mm。降水多集中于 4~7 月，占年降水量的 52.89%。矿区西侧和南侧地表水系较发育，分布大小湖塘多处，其中以西北侧高料湖为最大，面积约 2.5 平方公里，水位标高一般在 8~10m；其它池塘水位一般在 10~12m。历史最高洪水标高约为 18m。

本矿山为山坡露天矿山，采用公路开拓汽车运输系统，自上而下分台阶的开采方式。矿山最低开采标高为+50m，当地最低侵蚀基准面约为+30m，最低开采标高高于最低侵蚀基准面。位于当地侵蚀基准面以上，并高于周围的自然水体最高洪水位，矿区地表水对矿山开采无影响。

矿区地下水含水岩组主要有松散岩类孔隙含水岩组、碎屑岩类裂隙含水岩组和岩浆岩类裂隙含水岩组；矿体和围岩主要由碎屑岩类裂隙含水岩组组成，富水性弱，透水性差，为弱含水岩组。区内地下水补给来源主要为大气降水，矿床最低开采标高为+50m，位于当地最低排水基准面以上，所以，地下水对本矿山开采影响很小，地形有利于自然排水。

矿区最低开采标高以上无大的地表水体，矿区内充水主要为大气降水，来源有限，露天开采也易于疏干。本矿山+80m 以上台阶为山坡露天开采，由于周边地形均较低，采用自流有组织排水。由于周边地形均高于最低开采标高+50m，侵蚀基准面为+30m，所以开采+80m 以下台阶时采用机械排水方式。为减少下部排水压力和爆破边坡稳定性，在+80m、+200m 台阶设置截洪沟。在排水口出设置沉淀池，汇水经沉淀后再排出，生产过程中要定期清理沉砂池，以保证其使用。

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 6kV。西北和西南侧破碎距离相对较远，约 1200m，分别在两处破碎处设 2 座 6kV 配电站。由于矿山的最主要用电设备为砂岩破碎及输送系统，其他设备均为无电化设备，矿山 6kV 配电站电力室均设置在砂岩破碎系统破碎机旁，减小压降且节约线路成本。中压配电站主要供电负荷为砂岩破碎机电机（355kW）和变压器，其负荷等级为三级负荷，其中应急照明属于二级负荷，配置容量较小，采用自带蓄电池作为后备电源，应急时间不低于 1 小时。

2.4.2 矿山采场现状概述

该矿山为露天、自上而下分台阶开采，采用公路汽车运输开拓方式，上山运输道路按照Ⅲ级泥结碎石路面修建，路面宽度 10~11m，最小转弯半径大于 35m，运输道路坡度平均为 7.0%左右，最大纵坡小于 9.0%，上山公路外侧设有挡坝设施，内外侧设有排水沟，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。上山运输道路从破碎站卸料平台折返式至采区+140m 平台。采场工作面采剥的矿（岩）石由挖掘机和装载机进行采装作业，与之配套的运输工作由 7 辆 CTR35A 型、3 辆 BTR35A 型和 1 辆 TR35A 型矿用自卸汽车承担，经矿山自卸汽车运至破碎口卸矿平台。

考虑后期安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿与沙溪王矿权及姥山砂岩矿矿权整合，现采场+150m 水平以上部分靠帮台阶安全平台宽度较宽，为后期留有开拓联系道路，现采场自上而下形成+340m、+330m、+320m、+310m、+300m、+290m、+280m、+270m、+260m、+250m、+240m、+230m、+220m、+210m、+200m、+190m、+180m、+170m、+160m 和+150m 靠帮台阶，靠帮台阶高度在 9~10m 左右，靠帮台阶坡面角 $36^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，靠帮台阶总体边坡角 30.2° ，安全平台宽度 5~8m，清扫平台宽度 8~14m，靠帮台阶已复绿。

目前矿山在+150m 平台进行穿孔作业，在+140m 平台进行装载作业，+140m 平台长约 60m，宽约 45m，台阶坡面角 $50^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，台阶高度 9~10m。采场作业面由西北向东南方向推进，未发现掏采现象，现矿山生产台阶构成要素总体上符合设计要求。

为了加强采场边坡管理，该公司现已在采场布置视频监控装置，同时该公司已于 2023 年 5 月委托安徽巨石地矿科技有限公司编制了《安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿露天采场边坡在线监测系统方案设计》（以下简称《在线监测系统设计》），并按照该方案安装了实时获取监测点高精度三维坐标的 GNSS 位移在线监测系统，目前矿山在采场靠帮台阶布置 28 个表面位移监测点，利用北斗云 GNSS 位移监测一体机对采场边坡进行在线监测。同时，矿山亦设置了 3 个爆破震动监测点和 3 个视频监控点及 2 个预警广播点，在+55m 标高处设置了 1 个降雨量监测点，并在工业场地稳固位置设置了 3 个基准点，目前在线监测设施运行正常。

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。根据安徽池州海螺水泥股份有限公司安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场边坡的现状，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

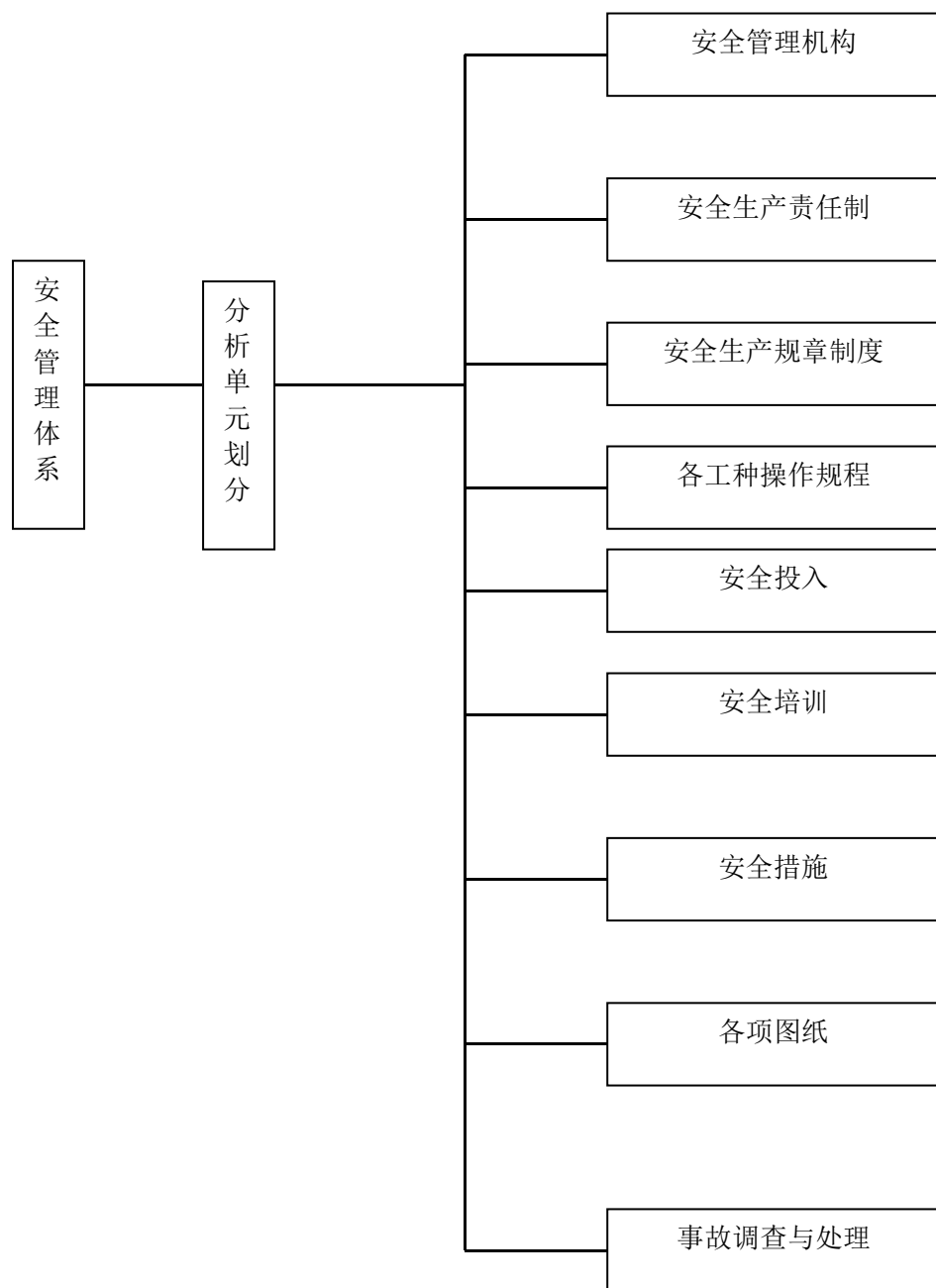


图 4.1 安全管理体系分析单元划分

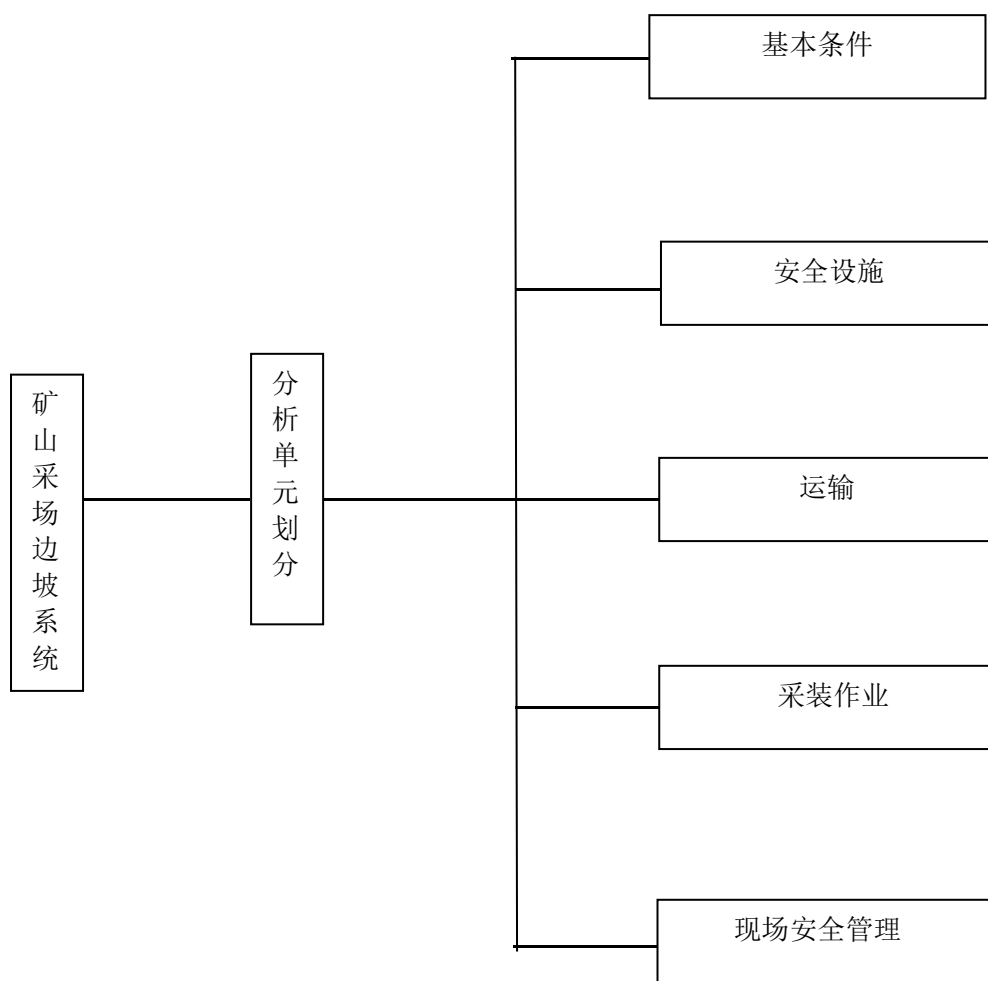


图 4.2 采场边坡系统分析单元划分

5 定性、定量分析

通过对安徽池州海螺水泥股份有限公司安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂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，并提出补救式的安全对策措施。本次矿山采场现状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定量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，察看现场管理记录、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 安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿安全管理体系安全检查表

检查人员：王陈红

检查日期：2025 年 8 月 20 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。	公司成立了安全生产委员会，下设安全环保处，矿山分厂设置了矿山分厂安全生产委员会，下设安全生产办公室。	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。	有安全生产责任制度，得到执行。	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，应与就近的救护人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) 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，公司成立了安全生产委员会，法定代表人任主任，安全生产委员会成员由分管领导和各部门负责人等组成，下设安全环保处，矿山分厂成立矿山分厂安全生产委员会，下设安全生产办公室，配备 4 名专职安全生产管理人员。在公司安全生产委员会的领导下，安全环保处具体负责全公司日常安全生产管理工作，在公司安全生产委员会的领导下，矿山安全生产办公室负责矿山安全生产管理工作。总体而言，其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）分析小结

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 安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场边坡安全检查表

检查人员：袁成龙

检查日期：2025 年 8 月 20 日

分析子单元	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	现采场自上而下形成+340m、+330m、+320m、+310m、+300m、+290m、+280m、+270m、+260m、+250m、+240m、+230m、+220m、+210m、+200m、+190m、+180m、+170m、+160m 和+150m 靠帮台阶，现矿山在+150m 水平布置穿孔平台，+140m 水平布置装运平台，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	符合要求。	符合
		最终边坡角	未到界。	不涉及
		安全平台宽度	安全平台 5~8m。	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		9~10m，符合设计要求。	符合
	3. 台阶边坡角是否符合设计要求		符合要求。	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 5~8m。清扫平台宽度 8~14m。	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
(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

分析子单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
	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	台阶高度 9~10m，+140m 平台坡角 50° ~55° 。	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) 结果分析

(1) 安全现状

该矿山目前为山坡露天、自上而下分台阶开采，采用公路汽车运输开拓方式，上山运输道路按照Ⅲ级泥结碎石路面修建，路面宽度 10~11m，最小转弯半径大于 35m，运输道路坡度平均为 7.0%左右，最大纵坡小于 9.0%，上山公路外侧设有挡坝设施，内外侧设有排水沟，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。上山运输道路从破碎站卸料平台折返式至采区+140m 平台。采场工作面采剥的矿（岩）石由挖掘机和装载机进行采装作业，与之配套的运输工作由 7 辆 CTR35A 型、3 辆 BTR35A 型和 1 辆 TR35A 型矿用自卸汽车承担，经矿山自卸汽车运至破碎口卸矿平台。

考虑后期安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿与沙溪王矿权及姥山砂岩矿矿权整合，现采场+150m 水平以上部分靠帮台阶安全平台宽度较宽，为后期留有开拓联系道路，现采场自上而下形成+340m、+330m、+320m、+310m、+300m、+290m、+280m、+270m、+260m、+250m、+240m、+230m、+220m、+210m、+200m、+190m、+180m、+170m、+160m 和+150m 靠帮台阶，靠帮台阶高度在 9~10m 左右，靠帮台阶坡面角 36° ~60°，靠帮台阶总体边坡角 30.2°，安全平台宽度 5~8m，清扫平台宽度 8~14m，靠帮台阶已复绿。

目前矿山在+150m 平台进行穿孔作业，在+140m 平台进行装载作业，+140m 平台长约 60m，宽约 45m，台阶坡面角 $50^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，台阶高度 10m。采场作业面由西南向东北方向推进，未发现掏采现象。

为了加强采场边坡管理，该公司现已在采场布置视频监控装置，同时按照《在线监测系统设计》安装了实时获取监测点高精度三维坐标的 GNSS 位移在线监测系统，目前矿山在采场靠帮台阶布置 28 个表面位移监测点，利用北斗云 GNSS 位移监测一体机对采场边坡进行在线监测，同时，矿山亦设置了 3 个爆破震动监测点和 3 个视频监控点及 2 个预警广播点，在+55m 标高处设置了 1 个降雨量监测点，并在工业场地稳固位置设置了 3 个基准点，目前在线监测设施运行正常。

（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）安全对策措施与建议

- ①后期采场严格按设计要求自上而下分台阶开采，且台阶参数等应符合设计要求；
- 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进一步完善采场边坡档案资料及台帐，并加快边坡监测设施建设，后期做好对监测点的日常维护工作，及时分析相关监测数据，发现问题及时处理；
- ④雨季期间，做好采场排水沟清理工作；
- ⑤加快该采矿权与沙溪王矿权及姥山砂岩矿矿权整合进度，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。

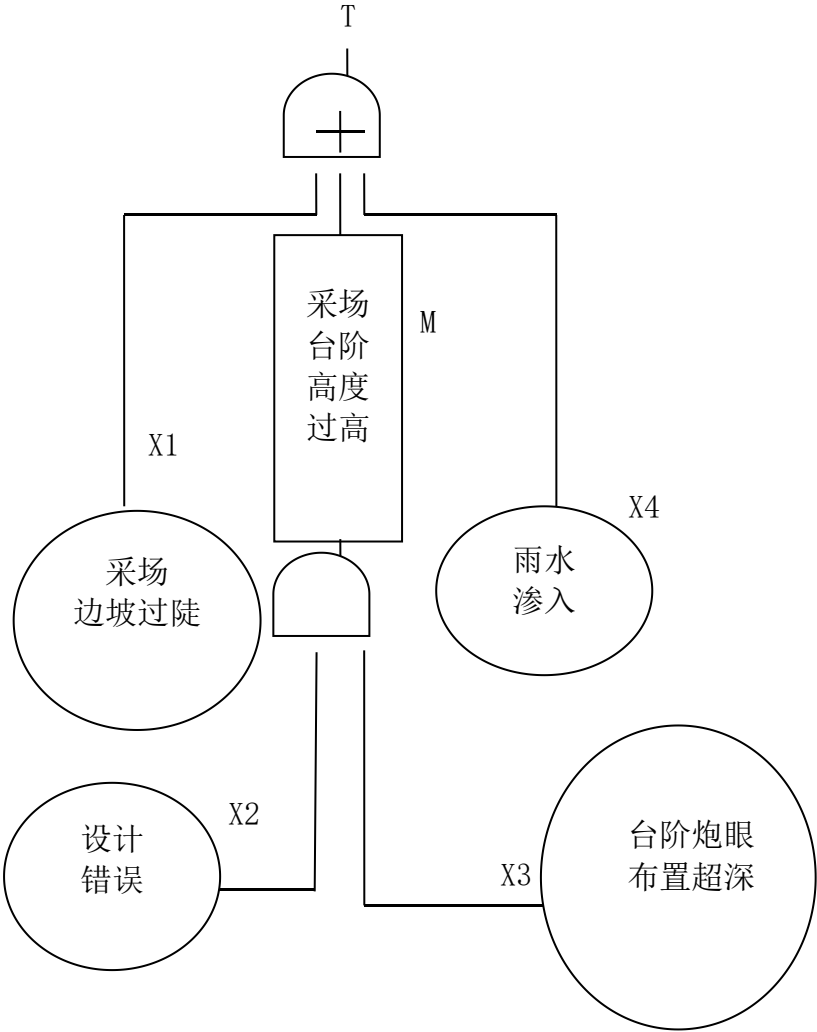


图 5.1 采场边坡滑坡事故树分析图

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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩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) 姥山东砂岩矿为一大型水泥配料用砂岩矿床, 矿体严格受地层层位控制, 矿体产状和地层产状基本一致。I 矿层分布于姥山南侧山腰北部, 呈宽带状, 矿层走向近东西, 倾向南南西, $182^{\circ} \sim 216^{\circ}$ 之间, 倾角 $40^{\circ} \sim 68^{\circ}$, 赋存于茅山组地层中, 矿石类型为粘土质配料。II 矿层分布于姥山南侧山腰南部, 呈窄条带状, 矿层走向近东西, 倾向南南西, $166^{\circ} \sim 199^{\circ}$ 之间, 倾角 $55^{\circ} \sim 65^{\circ}$, 赋存于五通组地层中, 矿石类型为硅质配料。

根据该矿山特点, 参照相似矿山岩石力学资料: 岩石容重平均为 $2.70\text{g}/\text{cm}^3$, 岩石较坚硬, 岩体完整程度一般, 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 ($^{\circ}$)
砂岩	—	27	27.2	17.2	320	31
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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂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 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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场边坡危害等级定为 II 级。

经计算，目前采场靠帮边坡最大高差约 200m (100<H≤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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩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：

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

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:

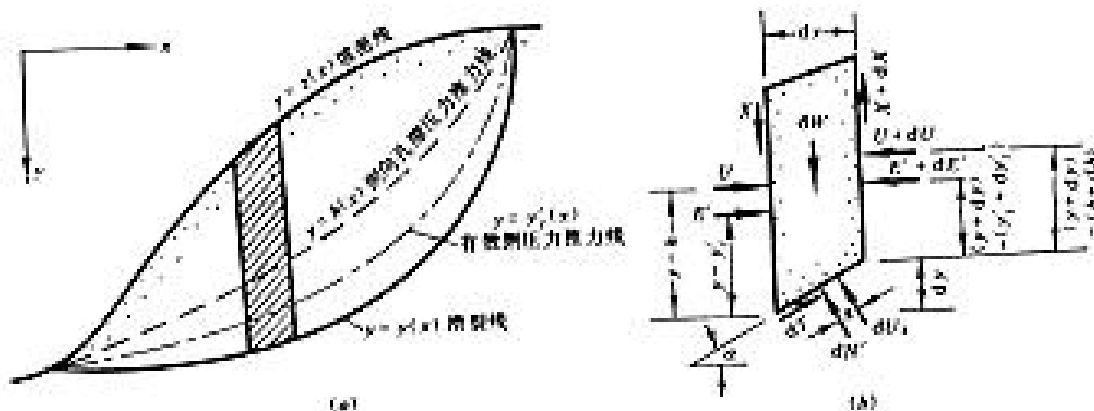


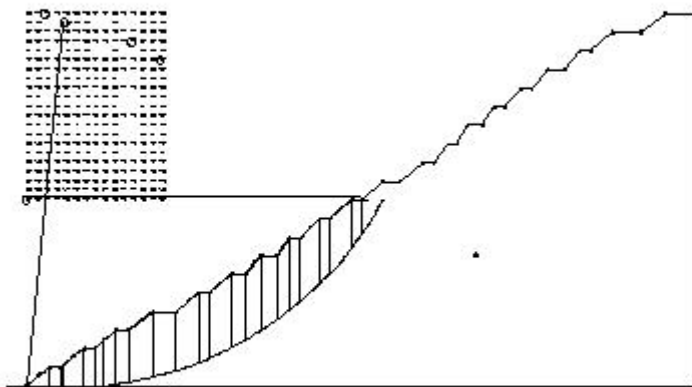
图 5.2 摩根斯坦—普赖斯法图

(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 (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]

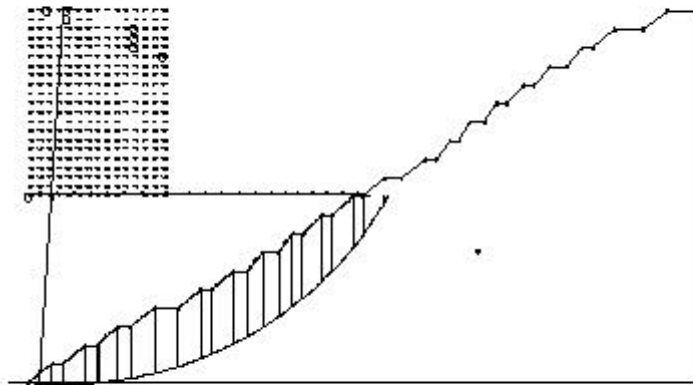


最不利滑动面:
滑动圆心 = (20.585, 195.000) (m)
滑动半径 = 196.095 (m)
滑动安全系数 = 1.165

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]

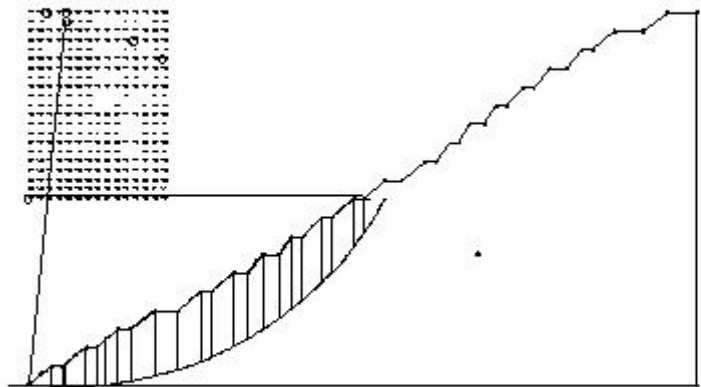


最不利滑动面:
滑动圆心 = (18.985, 201.000) (m)
滑动半径 = 201.895 (m)
滑动安全系数 = 1.146

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]

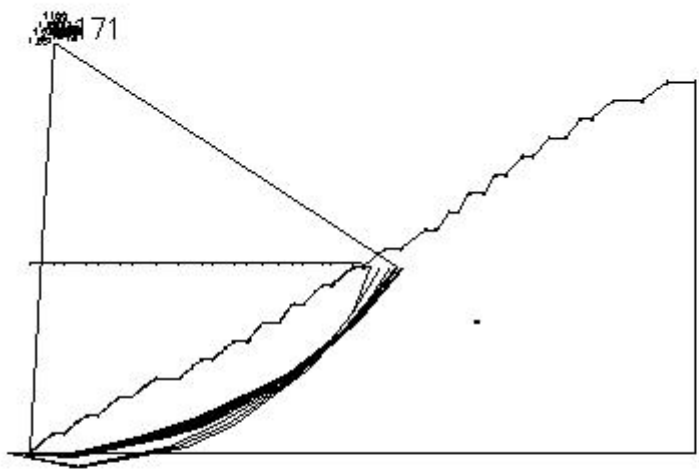


最不利滑动面:
滑动圆心 = (20.585, 195.000) (m)
滑动半径 = 196.095 (m)
滑动安全系数 = 1.129

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 = 1.171

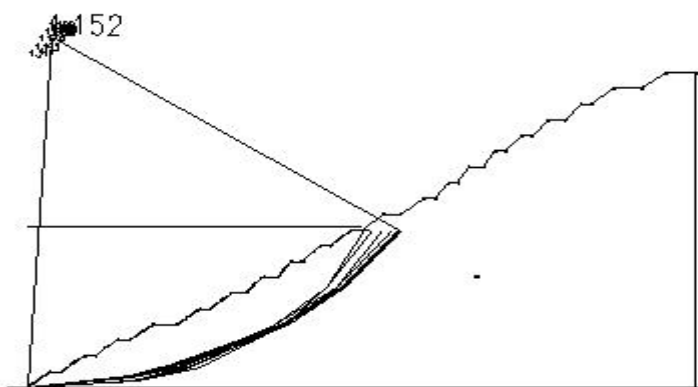
最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(-0.003, 0.000)	(23.425, -0.175)
2	(23.425, -0.175)	(58.611, 7.847)
3	(58.611, 7.847)	(89.211, 17.942)
4	(89.211, 17.942)	(138.879, 41.788)
5	(138.879, 41.788)	(169.642, 65.904)
6	(169.642, 65.904)	(198.515, 100.000)

图 5.6 1-1' 线边坡稳定性计算结果（自重+地下水，Morgenstern—Price 法）

计算结果:

[计算结果图]



滑动安全系数 = 1.152

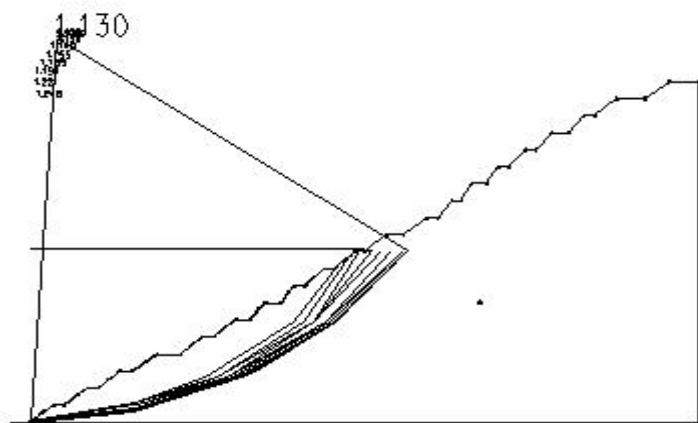
最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(-0.001, 0.000)	(55.093, 6.919)
2	(55.093, 6.919)	(88.658, 17.483)
3	(88.658, 17.483)	(137.112, 39.971)
4	(137.112, 39.971)	(168.505, 63.881)
5	(168.505, 63.881)	(200.008, 100.000)

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 = 1.130

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, 0.000)	(55.190, 6.574)
2	(55.190, 6.574)	(121.154, 30.544)
3	(121.154, 30.544)	(164.061, 58.505)
4	(164.061, 58.505)	(202.952, 100.000)

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	1.165	1.20~1.15	符合规范
		II	1.146	1.18~1.13	符合规范
		III	1.129	1.15~1.10	符合规范
	Morgenstem—Price 法	I	1.171	1.20~1.15	符合规范
		II	1.152	1.18~1.13	符合规范
		III	1.130	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。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。

根据安徽池州海螺水泥股份有限公司安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场边坡稳定性计算结果可以看出，其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 200m，对应高度等级指数 H 为 2。

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 30.2°，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

根据矿山地质报告，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，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 2 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=2+2+2=6，同时滑坡风险等级指数 S=2，结合表 5-11，得出安徽池州海螺水泥股份有限公司安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场现状边坡的安全监测等级最高为二级。其采场现状边坡安全监测等级是按照二级进行监测的，且监测设施运行正常。根据监测数据分析，相关监测数据满足规程规范要求。

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) 汛期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（10m），靠帮台阶坡面角不得大于 60° ，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，及时收集、分析边坡监测数据，发现问题及时处理，以确保边坡安全。

6.2.3 采场边坡防止滑坡、泥石流方面的安全对策措施

- 1) 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救援预案，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) 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安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂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，其安全管理体系符合有关法律、法规的要求。

通过对安徽池州海螺水泥股份有限公司安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场边坡的安全管理运行情况，安全生产责任制、各项规章制度的落实执行情况及现场安全管理现状进行综合分析，其安全管理体系运行状况能够适应其矿安全生产管理的需要。

7.2 采场边坡系统符合性分析结论

通过对安徽池州海螺水泥股份有限公司安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩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、定量分析，安徽池州海螺水泥股份有限公司安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿采场现状边坡稳定性安全系统满足规范要求，其采场现状边坡总体上是稳定的，能满足安全生产需要。

7.3 建议

安徽省池州市贵池区姥山东矿区水泥配料用砂岩矿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) 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、坡面角及安全平台、清扫平台宽度等参数符合设计要求。

3) 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) 进一步完善采场边坡档案资料及台帐, 加强边坡在线监测设施日常维护管理工作, 及时分析相关监测数据, 发现问题及时处理。

6) 加快该采矿权与沙溪王矿权及姥山砂岩矿矿权整合进度, 后期待资源处置后, 自上而下进行削坡降载工作。

7) 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。