

全椒海螺水泥有限责任公司
全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡

稳定性分析报告

安徽正信科技有限公司

证书编号：APJ—（皖）—011

二〇二五年六月

全椒海螺水泥有限责任公司
全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡

稳定性分析报告

工程编号：ZXAP—2025—3022

法定代表人：董书满

技术负责人：董书满

项目负责人：方 敏

二〇二五年六月

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、法规和相关规定，预防事故的发生，保障矿山生产安全，保护从业人员生命和财产安全，受全椒海螺水泥有限责任公司委托，我公司对其全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场现状边坡稳定性进行分析，其目的是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，对目前矿山采场边坡现状存在的主要问题提出安全补偿及补救措施，以利于提高本质安全程度，以满足安全生产要求。本公司在资质范围内依法开展非煤矿山采场边坡现状稳定性分析工作。

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，对该矿采场现状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2025年6月10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。6月24日再次进入该矿现场，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《全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡稳定性分析报告》。

项目组在进行全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场现状边坡稳定性分析过程中，得到了全椒海螺水泥有限责任公司领导、职工的大力支持，在此表示感谢。

目 录

1.编制说明	1
1.1 分析对象及范围	1
1.2 分析依据	1
1.3 分析目的	5
1.4 分析内容	6
1.5 分析程序	6
2.项目概况	9
2.1 矿山简介	9
2.2 矿区地质概况	12
2.3 矿山开采技术条件	17
2.4 矿山设计与现状概述	23
3.主要危险、有害因素辨识	30
3.1 自然灾害方面的主要危险、有害因素	30
3.2 滑坡和泥石流方面的主要危险、有害因素	30
3.3 地质危害	30
3.4 其他主要危险、有害因素	31
3.5 安全管理方面的主要危险、有害因素	31
4.单元划分及方法选择	32
4.1 单元划分	32
4.2 分析方法的选择	32
5 定性、定量分析	35
5.1 安全检查表法	35
5.2 事故树分析	43
5.3 采场边坡稳定性定量分析	45
5.4 采场边坡安全监测等级	54
6.安全对策措施	57
6.1 安全管理措施	57
6.2 安全技术措施	57

7.分析结论.....60

7.1 安全管理体系符合性分析结论.....60

7.2 采场边坡系统符合性分析结论.....60

7.3 建议.....60

一、附件

- 1、委托书。
- 2、营业执照、采矿许可证和安全生产许可证复印件。
- 3、主要负责人和安全生产管理人员合格证书复印件。
- 4、特种作业人员资格证复印件。
- 5、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’ 线剖面图。

1 编制说明

1.1 分析对象及范围

根据委托合同书，本次分析对象为全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场现状边坡，分析范围为全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场内现状边坡稳定性。

1.2 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 号第一次修正，中华人民共和国主席令第十一届第 18 号第二次修正，中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议于 2024 年 11 月 8 日修订，2025 年 7 月 1 日起施行）；

(2) 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第九届第 70 号，第十一届第 18 号修正，第十二届第 13 号修正，第十三届第 88 号修正，2021 年 9 月 1 日起施行）；

(3) 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令第九届第 4 号，第十一届第 6 号、第十三届第 29 号修正，第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修正，2021 年 4 月 29 日起施行）；

(4) 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第八届第 28 号，第十一届第 18 号、第十三届 24 号修正，2018 年 12 月 29 日起施行）；

(5) 《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第十二届第 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第 61 号，2017 年 12 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) 《中华人民共和国应急管理部国家矿山安全监察局公告》（2024 年第 5 号，2024 年 7 月 15 日起施行）；

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

(3) 《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）；

(4) 《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）；

(5) 《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）；

(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) 《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）；

(2) 《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);

(3) 《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);

(4) 《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);

(5) 《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);

(6) 《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);

(7) 《国家矿山安全监察局关于印发〈防范非煤矿山典型多发事故六十条措施〉的通知》(矿安〔2023〕124号,2023年9月12日起施行);

(8) 《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);

(9) 《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》(矿安〔2023〕119号,2023年8月30日起施行);

(10) 《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);

(11) 《国家矿山安全监察局关于印发〈矿山生产安全事故报告和调查处理办法〉的通知》(矿安〔2023〕7号,2023年1月17日起施行);

(12) 《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);

(13) 《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》(矿安〔2022〕88号,2022年9月1日起施行);

(14) 《国家矿山安全监察局关于印发〈关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见〉的通知》(矿安〔2022〕4号,2022年2月8日起施行);

(15) 《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);

(16) 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）；

(17) 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）；

(18) 《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）；

(19) 《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；
- 10) 《中国地震动参数区划图》GB18306-2015。

1.2.2.2 规程

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

1.2.2.3 规范

- 1) 《个体防护装备配备规范 第4部分：非煤矿山》GB39800.4-2020；
- 2) 《安全生产责任保险事故预防技术服务规范》AQ9010-2019；

- 3) 《生产安全事故应急演练基本规范》AQ/T9007-2019;
- 4) 《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》AQ/T2063-2018;
- 5) 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010, 2016 版;
- 6) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》GB51016-2014;
- 7) 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012;
- 8) 《厂矿道路设计规范》GBJ22-1987。

1.2.3 相关技术资料

1) 全椒海螺水泥有限责任公司提交的全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡稳定性分析委托书;

2) 全椒海螺水泥有限责任公司提交的相关证照复印件;

3) 安徽海螺建材设计研究院有限责任公司 2010 年 8 月提交的《全椒海螺水泥有限责任公司 2×4500t/d 熟料水泥生产线工程大祁山石灰石矿山初步设计》及附图;

2) 安徽海螺建材设计研究院有限责任公司 2010 年 12 月提交的《全椒海螺水泥有限责任公司 2×4500t/d 熟料水泥生产线工程大祁山石灰石矿山初步设计安全专篇》及附图;

3) 安徽海螺建材设计研究院有限责任公司 2022 年 11 月提交的《全椒海螺水泥有限责任公司 2×4500t/d 熟料水泥生产线工程大祁山石灰石矿山安全设施变更设计》及附图;

4) 安徽瑞祥安全环保咨询有限公司 2023 年 3 月提交的《全椒海螺水泥有限责任公司大祁山矿区水泥用石灰岩矿安全现状评价报告》;

5) 安徽正信科技有限公司 2024 年 2 月提交的《全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡稳定性分析报告》;

6) 全椒海螺水泥有限责任公司提供的全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿开采现状平面图;

7) 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,对全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡现状进行稳定性分析,应用安全系统工程原理和方法,对矿山采场边坡在运行过程中可能存在的危险、有害因素进行辨识与分析,

判断矿山采场边坡工程、系统发生事故和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，全椒县大祁山矿区水泥用石灰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

根据全椒县大祁山矿区水泥用石灰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

根据全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩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矿山各生产系统进行现场安全检查，采用查、测、问、听、记等各种方式，进行现场实地勘察，识别和分析危险、有害因素，确定危险、有害因素存在部位，存在的方式、事故发生的途径及其变化的规律和事故影响程度。

1.5.3 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。

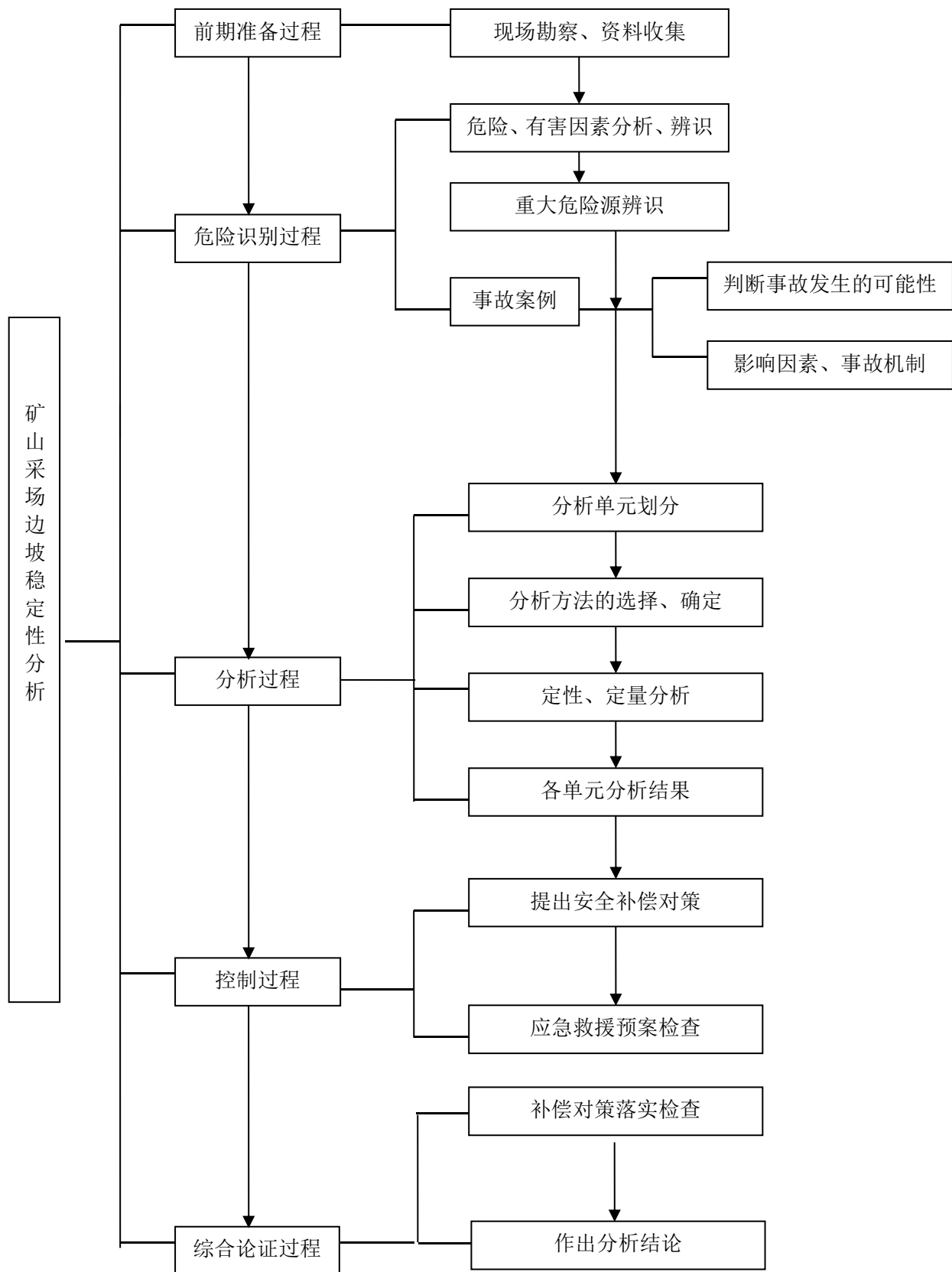


图 1.1 采场边坡稳定性分析程序图

2 项目概况

2.1 矿山简介

2.1.1 矿山现状概况

全椒海螺水泥有限责任公司位于安徽省滁州市全椒县十字镇华龙村，企业类型为有限责任公司（自然人投资或控股的法人独资），经营范围：水泥、熟料、废石、骨料的生产、销售及售后服务（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿是全椒海螺水泥有限责任公司下属两个露天矿山之一，由全椒海螺水泥有限责任公司矿山分厂管理，生产规模为 408 万 t/a，开采矿种：水泥用石灰岩，开采方式：露天开采，采矿方法：采用自上而下水平分台阶开采，开采工艺：爆破区深孔爆破、禁爆区机械开采，机械铲装，汽车运输。

全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿于 2010 年 2 月进行了安全预评价，安徽海螺建材设计研究院有限责任公司于 2010 年 8 月和 2010 年 12 月分别编制《全椒海螺水泥有限责任公司大祁山石灰石矿山初步设计》和《全椒海螺水泥有限责任公司大祁山石灰石矿山初步设计安全专篇》（以下简称《初步设计安全专篇》）；设计生产能力为 408 万 t/a；2010 年 12 月《初步设计安全专篇》通过了审查，2011 年 4 月通过安全设施竣工验收取得了安全生产许可证。2023 年 6 月延续了安全生产许可证。2022 年 11 月，为进一步提资增效和节能降耗，及考虑原有破碎系统的老旧、故障率高等不利因素，矿山在矿权中部新增一套破碎系统，并委托原设计单位安徽海螺建材设计研究院有限责任公司编制了《全椒海螺水泥有限责任公司 2×4500t/d 熟料水泥生产线工程大祁山石灰石矿山安全设施变更设计》（以下简称《安全设施变更设计》），并邀请非煤矿山专家进行评审。

该公司现《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：91341124678910331W

发证单位：全椒县市场监督管理局

有效期：2008 年 08 月 15 日至 2058 年 08 月 14 日

2) 采矿许可证号: C3400002010077130077404

发证单位: 安徽省自然资源厅

有效 期: 自 2020 年 7 月 14 日至 2026 年 7 月 14 日

3) 安全生产许可证证号: (皖) FM 安许证字 (2023) G072 号

发证单位: 安徽省应急管理厅

有效 期: 2023 年 6 月 12 日至 2026 年 6 月 11 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

全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿地处全椒县十字镇华龙村, 位于全椒县十字镇 310 ° 方向、约 10km 处, 距全椒县城 335 ° 方向、约 14km 左右, 距滁州市城区约 17km。

中心地理坐标: 东经: 118 ° 11 ' 30 " , 北纬 32 ° 11' 45" 。

矿区有简易公路通滁(州)~全(椒)高级公路, 距合宁高速全椒道口 13km, 距京沪铁路滁州站 18km, 距襄河码头 14km, 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

(1) 地形地貌

全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿为低山丘陵区，岗峦起伏，地形切割程度中等。地势总体上北高南低，标高一般为+35m~+200m，最高点+210.44m，位于大祁山顶，最低点+33.9m，位于何郢子东约500m处。区内地表水系不发育，仅一些间歇性泉水。

矿区分布多个水塘、水库，最大者为西部距矿床开采境界约800m远的上石坝水库，为小(一)型水库，水库坝体标高为+52.5m，水库设计最高洪水位标高+50.36m，设计总库容为723万 m^3 ，一般最高水位标高+49.6m以下，库容为602万 m^3 。其次为矿区南部距开采境界800m远的黄洼水库，也为小(一)型水库，设计坝体标高为+49.5m，设计洪水位+48.4m，设计总库容为177.2万 m^3 。其余多为季节性水塘。

(2) 气象特征

本区地处北亚热带湿润季风气候区，四季分明。具有“冬季寒冷少雨，春季冷暖多变，夏季炎热多雨，秋季晴朗气爽”四季气候特征。

据全椒县气象局多年(1962年~2006年)气象资料统计结果，多年平均气温在 14°C ~ 15.6°C 之间，7月份气温最高，平均气温为 26.5°C ~ 28.3°C ，极端最高气温 41.4°C (1959年8月23日)；最低气温在1月，平均为 0.9°C ~ 2.1°C ，极端最低气温 -15.5°C (1969年2月6日)。无霜期221d左右。

全椒县多年平均降雨量1002.9mm；年降雨最多为1975年，达1522.3mm；年降雨量最少为1978年，仅634.2mm；月降水量最大为2003年7月，达688.3mm；降水多集中在6月~8月，占年降水量的48%左右，11月至翌年2月降水量最小。月最大降水量为393.9mm，日最大降水量为203.1mm。年最大降雪深度为47cm，多年平均蒸发量为1512mm，相对湿度75%。

(3) 地震烈度

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本区地震动峰值加速度分区为0.05g，矿区地震基本烈度为VI度，设计特征周期0.35s。据历史资料记载，自宋代以来，矿区周边地区共发生有感地震90余次，其中距离矿区较近的4级以上地震有9次。

2.2 矿区地质概况

2.2.1 矿区地质

1) 区域地质

矿区大地构造位置处于下扬子准地台之北缘，郟～庐深大断裂带的东侧，隶属于扬子准地台下扬子拗陷褶皱带滁巢陷断褶束的北支～滁县拗断褶束的中段。

2) 矿区地层

矿区地层区划属扬子地层区，下扬子地层分区，滁州～天长小区。区内出露地层有震旦系灯影组、寒武系黄栗树组、杨柳岗组、龙蟠组、琅琊山组、车水桶组及奥陶系上欧冲组、分乡组、红花园组、白垩系浦口组、赤山组及第四系地层。震旦系灯影组至奥陶系地层以倒转地层为主，是龙蟠—杨石凹倒转背斜和大祁山倒转向斜主要地层。白垩系浦口组、赤山组砂砾岩地层主要出露于山麓地带，第四系地层广泛分布于东南平原低洼区。

(1) 震旦系灯影组 (Zbdn)

岩性为灰色中厚层状白云岩、白云质灰岩，分布于矿区中部，总体走向北东 50° ，倾向北西，倾角 $72^\circ \sim 77^\circ$ 。地表出露长 3000m、宽 50m~170m。未见下伏地层，由于后期的断层破坏，使灯影组地层与寒武系黄栗树组和上欧冲组地层断层接触。

(2) 寒武系下统黄栗树组 (ϵ_1h)

下部为硅质页岩，含磷结核；中部为炭质页岩夹石煤层和灰岩透镜体；上部为灰岩夹页岩。分布于矿区中部、灯影组西侧，总体走向北东 50° ，倾向北西，倾角 $50^\circ \sim 57^\circ$ 。地表出露长 3400m、宽 50m~200m。由于后期断层破坏，造成本组地层与灯影组地层断层接触。

(3) 寒武系中统杨柳岗组 (ϵ_2y)

薄层条带状泥质灰岩夹中厚层灰岩。分布于矿区中部、黄栗树组西侧，总体走向北东 50° ，倾向北西，倾角 $50^\circ \sim 60^\circ$ 。地表出露长 2800m、宽 250m~350m。与下伏黄栗树组地层为整合接触。

(4) 寒武系上统龙蟠组 (ϵ_3l)

薄层宽泥质条带灰岩夹薄层灰岩。分布于矿区中北部、杨柳岗组西侧，总体走向北东 $50^\circ \sim 40^\circ$ ，倾向北西，倾角 $45^\circ \sim 55^\circ$ 。地表出露长 2000m、宽 50m~300m。与下伏杨柳岗组地层为整合接触。

(5) 寒武系上统琅琊山组 (ϵ_3ln)

薄层含泥质条带灰岩夹中厚层结晶灰岩，泥质条带状灰岩含炭量较高。分布于矿区中北部、龙蟠西侧及矿区中西部大力山一带，总体走向北东 $35^\circ \sim 40^\circ$ ，倾向北西，倾角 $45^\circ \sim 55^\circ$ 。北部地表出露长 1200m、宽 50m~400m。南西部地表出露长 1000m、宽 600m。与下伏龙蟠组地层为整合接触。

(6) 寒武系上统车水桶组 (ϵ_3c)

中厚层、厚层灰岩，夹薄层灰岩，含紫红色泥质条带，偶见硅质结核。分布于矿区西部大力山以西，和矿区南部黄山嘴一带。总体走向北东 $35^\circ \sim 55^\circ$ ，倾向北西，倾角 $40^\circ \sim 50^\circ$ 。西部地表出露长 1600m、宽 50m~1300m。南部地表出露长 650m、宽 450m。与下伏统琅琊山组地层为整合接触。

(7) 奥陶系下统上欧冲组 (O_1s)

上欧冲组地层在矿区自北西至南东均有分布，地层总体走向北东 $35^\circ \sim 65^\circ$ ，倾向北西，倾角 $35^\circ \sim 75^\circ$ 。自西向东，地表出露五岩性段，地表出露长 1400m~4300m、宽 50m~780m，上欧冲组各岩段为整合接触。与下伏车水桶组为整合接触及断层接触。由于断层破坏，造成局部与灯影组和车水桶组断层接触。

(8) 奥陶系下统分乡组 (O_1f)

分为上下二个岩段，下岩段 (O_1f^1) 为中厚层灰岩夹页岩，呈互层产出，页岩深部为黑色，风化后呈土黄色；上岩段 (O_1f^2) 为灰色-深灰色薄层泥质条带灰岩。

分乡组地层主要分布于矿区的南东部。总体走向北东 $35^\circ \sim 65^\circ$ ，倾向北西，倾角 $50^\circ \sim 75^\circ$ 。自西向东，地表出露三层，地表出露长 500m~3500m、宽 100m~600m。与下伏上欧冲组地层为整合接触。

(9) 奥陶系下统红花园组 (O_1h)

中厚层~巨厚层状灰岩、泥质灰岩，夹褐黄色薄层硅质岩。分布于矿区的南东部，总体走向北东 $35^\circ \sim 65^\circ$ ，倾向北西，倾角 $40^\circ \sim 75^\circ$ 。自西向东，地表出露二层，地表出露长 2400m~3200m、宽 50m~300m。与分乡组地层为整合接触。

(10) 白垩系下统浦口组 (K_1p)

石灰岩质角砾岩夹砂岩、粉砂岩，厚度几米一几十米，分布于矿区南部老鹰窝、窑洼一带。与下伏地层均为不整合接触。

(11) 中生界白垩系上统赤山组 (K_2c)

紫红~褐黄色细粒砂岩、粉砂岩，厚度几米一几十米，分布于矿区北西部和南东部，多被第四系覆盖。与下伏浦口组地层为不整合接触。

(12) 新生界第四系 (Q)

广泛分布于低洼处，主要为砾卵石、细粉砂、粉砂质亚粘土、粘土，厚度 0~20m。

3) 地质构造

(1) 褶皱

矿区位于区域 I 级构造（来安县）复兴集~（全椒县）大马厂复向斜中段，总体表现为北东走向的紧密倒转褶皱束。矿区自北西至南东分布 III 级构造龙蟠—杨石凹背斜、大祁山向斜。

龙蟠~杨石凹背斜：长约 15Km，轴向 $40^\circ \sim 45^\circ$ ，轴面倾向北西。由灯影组为核，南东翼断失，仅出露北西翼，由寒武系构成，地层倾向北西，为倒转背斜。

大祁山向斜：全长大于 18Km，轴向 $40^\circ \sim 45^\circ$ ，轴面倾向北西。由红花园组为核，车水桶组至分乡组为翼。矿区大祁山一带仅出露南东翼，地层倾向北西。次级褶曲发育，由上欧冲组为核的倒转背斜和由分乡组为核的倒转向斜交替出现。

(2) 断层

本区经过多次构造变动，断裂很发育，已查明矿区断层主要有北东向、近南北向、北西向三组，共 13 条，自西向东依次编号为 F_{17} 、 F_{18} 、 F_{19} 、 F_{20} 、 F_{22} 、 F_{23} 、 F_{25} 、 F_{24} 、 F_{27} 、 F_{26} 、 F_{45} 、 F_{43} 、 F_{44} 。其中，对矿体影响较大的有 6 条。

①北东向断层：共 6 条（ F_{17} 、 F_{18} 、 F_{19} 、 F_{20} 、 F_{27} 、 F_{23} ），断层长 0.74km~4.6km，走向北东为主，与褶皱轴大致平行，造成部分层位缺失，倾向主要西北，少数倾向东南，倾角较陡，属于逆断层性质，规模较大。对矿体影响最大的有 2 条（ F_{27} 、 F_{23} ）。

F_{27} 断层：位于大祁山顶峰东南 200m， F_{24} 、 F_{26} 之间。走向 40° ，长 740m， F_{27} 倾向 130° 、倾角 85° ，造成矿层（ O_1s^5 ）深部断失。属逆断层性质。

F_{23} 断层：位于杨石凹村东，全长 4.60Km，南段走向 $5^\circ \sim 25^\circ$ ，北段走向 50° ，倾向西，倾角 75° 。 F_{23} 北部、中南部分别被 F_{43} 及 F_{20} 错断；南端切断矿体，造成南部矿层（ O_1s^5 ）断失。

②近南北向断层组：共 5 条（ F_{22} 、 F_{25} 、 F_{24} 、 F_{26} 、 F_{45} ），长 0.5km~2.25km，总体走向近南北，倾向东或西，以逆断层为主。为对矿体有影响的有 4 条（ F_{25} 、 F_{24} 、 F_{26} 、 F_{45} ）。

F₂₅ 断层：南端位于窑洼西侧，长 1920m，总体走向 355°，倾向东，倾角 74°～77°。断层带宽 3m，构造角砾岩发育，断层错断地质界线，造成矿层（O₁s⁵）错动位移。断层南端被赤山组覆盖，北端止于 F₂₃ 断层。属逆断层性质。

F₂₄ 断层：位于大祁山～赵家山一线西侧，长 2250m，地表呈舒缓波状，总体呈南北走向，倾向东，倾角 78°～81°。断层错断地质界线，造成矿层（O₁s⁵）错动位移。断层南端被赤山组覆盖，北端止于 F₂₀ 断层。属逆断层性质。

F₂₆ 断层：出露于原振兴石材厂采坑，长 500m，总体走向 5°～10°，倾向西，倾角 75°～80°。断层带宽 1m，构造碎裂岩发育，断层错断地质界线，造成矿层（O₁s⁵）错动位移。属平移断层性质。

F₄₅ 断层：位于黑马山～吴大棚一线，长 2210m，总体呈南北走向，倾向东，倾角 80°～85°。断层错断地质界线，造成矿层（O₁s⁵）错动位移。断层南端被赤山组覆盖，北端止于 F₂₀ 断层。属逆断层性质。

③北西向断层：共 2 条（F₄₃、F₄₄），位于矿区东北，断层长 1.23km～1.55km，走向北西，倾向主要北东，属于平移断层，规模较小。切割地层界限和其他方向断层，对矿体无影响。

2.2.2 矿床地质

1) 矿体特征

本矿床只有一个矿体，即 I 号矿体，赋存于奥陶系上欧冲组第五岩段，矿体由厚层状微晶-隐晶灰岩组成。矿体赋存标高为+35m～+198m，控制矿体长 2477m，控制的矿体最大延深为 134m。矿体呈单层状产出。由于受断层影响，矿体沿地表走向略有变化，南段走向北东 36°，中段走向北东 60°，北段走向北东 40°，总体走向北东 50°，倾向北西，倾角 72°～78°。

断层 F₂₇ 顺层及其它断层的影响，使矿体南北两段（以 27 线为界）形态、厚度差别较大。矿床南段（27 线以南）矿体未受顺层断层的影响，矿体形态较稳定，厚度大，变化小，矿段长 1518m，厚度沿走向和倾向均在 160m～170m 之间，走向 36°～60°，倾向北西，倾角 74°～78°；矿床北段（27 线以北）矿体受断层 F₂₇ 影响，深部矿体断失，使矿体形态、厚度变化较大，矿段长 959m，矿体地表出露水平厚度在 35m～40m 之间，沿倾向至断层 F₂₇ 灭失，北段走向北东 40°，倾向北西，倾角 72°～78°。

综上所述，矿体由厚层状微晶-隐晶灰岩组成。矿体连续性较好，中南部厚度稳定，北部矿体厚度呈现规律性变化，变化规律显著。

2) 矿石质量

矿石矿物成分主要由方解石和少量生物碎屑、石英砂屑组成。

方解石：为矿石主要组成矿物，微晶~隐晶结构，粒径 $<0.5\text{mm}$ ，含量 $>90\%$ 。

3) 矿石结构、构造

隐晶质结构、微晶质结构：岩石主要由微晶质和隐晶质方解石及少量的生物碎屑组成。

凝块状结构：岩石中大小不等、形状不一的含泥质的隐晶质方解石凝块多呈不均匀状分布在结晶方解石中。

假鲕状结构：微晶方解石中较均匀分布着细小鲕粒状的隐晶质方解石和不均匀分布着粒度在 $0.01\text{mm}\sim 0.05\text{mm}$ 之间含量约 2% 左右的石英砂粒。

矿石构造：厚层状致密块状构造。

4) 矿石化学成分

矿床主要化学成分： CaO 一般含量 $49\%\sim 54\%$ ，最大值为 55.02% ，平均品位 52.63% ，矿层沿走向及倾向主要组分含量变化不大。

5) 矿石类型、品级

(1) 矿石自然类型

矿石自然类型简单，主要为隐晶质、微晶质灰岩。

隐晶质灰岩：矿石以含泥质的隐晶质方解石为主，其中分布有被结晶方解石充填的生物碎屑和经重结晶呈粉细晶的方解石团块，以及少量呈不规则细脉状的铁质物。矿石中分布在含泥质的隐晶质方解石中的石英砂粒仅有 0.5% 左右，粒度 $<0.02\text{mm}$ 。

微晶质灰岩：岩石以微晶方解石为主。在微晶方解石中分布有少量的生物碎屑和重结晶的鲕体以及微量的石英砂粒（石英粒度 $\leq 0.03\text{mm}$ ，含量在 1% 左右）。

(2) 矿石工业类型

工业类型为水泥石灰岩矿石。

(3) 矿石品级

矿石中 CaO 含量一般均大于 49% ，平均 52.63% ， MgO 含量一般 $<3\%$ ， K_2O 、 Na_2O 、 SO_3 等其它有害组份均未超过 I 级品限量要求，本矿床水泥石灰岩矿石为 I 级品。

6) 岩溶

(1) 地表岩溶

矿区内可溶岩分布面积较广，地表常形成溶沟、溶槽及犬牙交错的锋利尖石，岩溶宽度一般小于 0.3m，影响深度小于 5m，少见填充物。地表浅部岩溶率在 1.43%~4.75%，平均为 3.9%，溶洞弱发育。

(2) 地下岩溶

矿区+35m 以上未见溶洞，ZK601 钻孔在 167.1m~168.1m 深，即标高-15.6m 左右为溶洞，洞高为 1m，位于上欧冲组厚层灰岩中，无充填物。岩溶率平均为 0.15%。

矿床平均岩溶率为 1.63%，岩溶不发育。

7) 矿体围岩与夹石

(1) 矿体围岩

矿体直接出露于地表，其地表覆盖物极少，主要为充填在地表溶沟、溶槽中的粘土，含少量植物根系。矿体顶板围岩为上欧冲组第四岩段 (O_1s^4) 含硅质条带中厚层灰岩；底板围岩为奥陶系下统分乡组下岩段 (O_1f^1) 中厚层灰岩夹页岩。矿体（矿层）与围岩整合接触，产状一致。

(2) 矿体夹石

矿床矿体无夹石。

8) 矿床成因

矿床为碳酸盐岩沉积矿床。

2.3 矿山开采技术条件

2.3.1 矿区水文地质条件

矿区位于江淮丘陵平原区，分布地层主要震旦系~奥陶系碳酸盐岩类、白垩系碎屑岩和第四系。矿区地下水主要赋存于震旦系~奥陶系碳酸盐岩类，富水性弱，地形为低缓丘陵，相对高差 100m~150m，大气降水是本区地下水的主要补给来源，其迳流、排泄主要受地形控制，总的迳流方向是由高处向周边低处运动，最终向南汇流入襄河。

1) 含水岩层的水文地质特征

矿区地下水可分为松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙水、碳酸盐类裂隙溶洞水、

(1) 第四系松散岩类孔隙含水层

区内第四系主要分布南部及周边低洼处，主要为砾卵石、细粉砂、粉砂质亚粘土、粘土，标高一般+34m~+50m，厚度一般 1m~20m 不等，地下水位埋深一般在 2m~6m，局部水位埋深较大。单井涌水量小于 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，属于 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型水，矿化度为 $0.7\text{g}/\text{l}$ ，PH 值=7.03，水质较好，可为当地居民用水。

(2) 白垩系赤山组碎屑岩孔隙含水岩层

主要分布于矿区北西部和南东部，多被第四系覆盖。主要是紫红—褐黄色细粒砂岩、粉砂岩，厚度几米—几十米，分选、磨圆较好，结构疏松，孔隙发育。单井涌水量可达 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，水量受地层厚度影响，属于 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Na}$ 型水，矿化度 $1.0\text{g}/\text{l}$ 升左右，水质较好。

(3) 白垩系浦口组角砾岩裂隙含水岩层

主要分布于矿区南部老鹰窝、窑洼一带，主要是石灰岩质角砾岩夹砂岩、粉砂岩，厚度几米—几十米，层状，胶结致密，裂隙弱发育。含水量少，单井涌水量小于 $10\text{m}^3/\text{d}$ ，属于 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型水，矿化度在 $1.0\text{g}/\text{l}$ 左右，水质较好。

(4) 震旦系上统碳酸盐岩类裂隙岩溶水岩层

由震旦系上统灯影组 (Zbdn) 白云岩、白云质灰岩组成，主要分布查区中部，地表出露长 3000m、宽 50m~170m，岩溶发育，多见溶洞，构造有利部位岩溶发育更好，泉涌水量达到 $11/\text{s} \sim 3.71/\text{s}$ 。属于 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型水，矿化度小于 $0.5\text{g}/\text{l}$ 。该含水岩组是区内水量丰富、水质良好的重要含水岩组。

(5) 寒武系中上统碳酸盐岩类裂隙岩溶水岩层

主要由寒武系中统杨柳岗组 (ϵ_2y) 白云质灰岩、泥质灰岩、下统黄栗树组 (ϵ_3h)、龙蟠组 (ϵ_3l)、琅琊山组 (ϵ_3ln)、车水桶组 (ϵ_3c) 厚层灰岩、白云质灰岩组成。分布于矿区北西部，出露宽度较大，地层走向北东，褶皱紧密，倾向西北，其轴向与北东向压性、压扭性断裂方向一致。岩溶多为顺层面和沿北西向裂隙发育的溶沟。泉水多沿顺层发育的岩溶裂隙溢出地表，泉水流量与雨量有关，泉流一般滞后 3d~6d，泉流量一般 $0.11/\text{s} \sim 11/\text{s}$ ，多日无雨，泉即断流。水质较好，为 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ 型水，矿化度小于 $0.5\text{g}/\text{l}$ 。

(6) 奥陶系下统碳酸盐岩类裂隙岩溶水岩层

主要由奥陶系下统上欧冲组 (O_1s) 厚层灰岩、分乡组 (O_1f) 灰岩夹页岩、红花园

组 (O₁h) 含泥砂质灰岩夹硅质岩组成, 分布于矿区中部及东南部, 地层走向北东 35° ~ 65°, 倾向西北, 倾角 35° ~ 75°。岩溶主要是顺层面和裂隙发育的溶沟、溶槽, 根据测量, 上欧冲组见有少量溶洞。地下水位 +75m ~ +114.63m。山沟中的泉水多沿顺层发育的岩溶裂隙溢出地表, 同寒武系相同, 泉水流量与雨量有关, 泉流一般滞后 5d ~ 10d, 泉流量一般 0.11/s ~ 11/s, 多日无雨, 泉即断流。水质较好, 采坑水类型为 HCO₃ • SO₄-Ca 型水, 泉水类型为 SO₄ • HCO₃-Na • Ca 型水, 矿化度一般为 0.7g / l ~ 0.8g / l。

2) 区内地下水的补给、迳流、排泄条件

矿区地下水补给来源主要为大气降水, 区内地下水的迳流、排泄主要受地形及构造控制, 总体迳流方向是从北向南排泄, 受地形切割, 在沟洼处以泉的形式排泄。雨季地下水排泄时间有一个迟后时间, 一般为 5d ~ 10d 左右。多日无雨时, 泉水断流。

矿区地下水的动态类型为渗入 ~ 迳流型, 排泄以侧向补给区域地下水为主, 其次以泉的形式自然排泄。

3) 露天采场涌水量

矿体位于丘陵地带, 四周为开放的水文地质边界。矿体边界最低出露标高为 +70m 左右, 矿床最低开采标高为 +35m, 低于矿床自然排水基准面。因此 +70m 以上矿体开采时, 矿坑积水可自然排泄, +70m 以下矿体开采产生采坑积水需要机械排泄。

采矿场充水的主要因素: 本矿床为露天开采, 采坑充水主要为大气降水和地下水侧向补给。矿体最低开采标高虽低于矿区潜水面, 但岩溶、裂隙不发育, 地下水侧向补较少。因此, 未来采坑充水计算主要为大气降水量。

4) 小结

综上所述, 区内地貌以低缓丘陵为主, 地势北高南低, 有利于自然排水; 矿区地下水类型主要为岩溶裂隙型地下水, 地下水以大气降水为主要补给源, 矿区地下水排泄以侧向补给区域地下水为主, 矿床充水主要为大气降水, 其次为地下水侧向排泄渗入。

矿区水文地质条件属简单类型。

2.3.2 矿区工程地质条件

1) 工程地质岩组特征

矿区分布有碳酸盐岩类、夹页岩类、砂岩类和粘土, 根据岩性, 矿区可分为坚硬岩组、半坚硬岩组、松软松散岩组。

(1) 坚硬岩组

主要为震旦系、寒武系、奥陶系新鲜碳酸盐岩类基岩，有灰岩、白云岩、碳质泥质灰岩，微晶、隐晶质结构，中薄层、中厚层、厚层状构造结构，完整性系数（RQD 值）一般在 61%~100%，平均约为 90%，节理较发育，裂隙多为碳酸盐脉充填，少量充填方解石晶簇。各岩性层的物理力学指标见表 2-1，各岩性层的岩石质量等级为 I 级。岩体质量等级为中等。

表 2-1 各岩组物理力学性质统计表

指标 岩性	抗压强度 (Mpa)		抗剪强度 (Mpa)		RQD 值 (%)		岩体质量指标 M
	范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值	
中层灰岩	52~102	78.5	6.2~10.2	7.4	68~100	88	0.23
厚层灰岩	79~154	108	8.5~18.4	13.56	61~100	91	0.33
含硅质结核灰岩	67~113	88	7.8~12.5	12.22	93	93	0.27

(2) 半坚硬岩组

主要为奥陶系下统分乡组的硅质页岩和构造角砾岩。

奥陶系下统分乡组的页岩位于矿体东侧，有 3~5 层，厚度一般小于 2m，夹在中厚层灰岩之中，夹层总厚度有 20~40m。页岩为泥质结构，层状构造，层理发育，倾向北西，倾角 65~70°。浅部 3~5m 岩石风化强烈，属于半坚硬岩类。

矿区内构造较发育，断层多有角砾岩构成，角砾成份为灰岩，碳酸盐、泥质充填，局部胶结一般，属于半坚硬岩类。

(3) 松软松散岩组

由第四系粘土、白垩系砂岩、含砾砂岩等组成，工程地质条件一般，主要分布于矿区周边低洼平坦区，离矿体较远，对未来石灰岩矿露采边坡无影响。

2) 结构面特征

矿区内结构面按其性质、规模可分为断层、层理、节理裂隙。

(1) 断层（II 级构造面）

矿区内断层较发育，对矿体有影响的断层主要有北东向 F_{27} 、 F_{23} 断层，近南北向 F_{25} 、 F_{24} 、 F_{26} 、 F_{45} 断层。

(2) 层理面（IV 级结构面）

矿体及围岩均为沉积岩类，以厚层、中厚层、中薄层状构造为主，层理较发育，层

理面倾向北西，倾角在 $65^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 之间，层理胶结紧密，矿体完整性较好。浅部岩层理发育有溶沟，溶洞弱发育。矿体西北侧露采边坡坡向与地层倾向相反，边坡岩层稳定性好；矿体东侧围岩为中层灰岩与页岩互层，地层倾角陡于开采边坡角，边坡岩层稳定。

（3）节理裂隙（IV级结构面）

因受构造的影响，在断层附近岩石节理裂隙较发育。矿区节理主要有两组，走向分别为 $240^{\circ} \sim 260^{\circ}$ 和 $290^{\circ} \sim 320^{\circ}$ ，分布不均。裂隙宽度 $0.2\text{cm} \sim 2\text{cm}$ ，裂隙面较平直，多为碳酸盐脉充填胶结，局部具溶蚀和方解石晶簇现象。对岩体完整性具有一定的破坏，但总体影响不大。

3）边坡工程地质

（1）自然边坡

组成矿区内自然边坡的岩性主要为灰岩、白云岩等，为岩质边坡，溶蚀、剥蚀成因。自然边坡坡度一般在 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，各方向坡均有。矿区内未发现自然边坡失稳现象，自然边坡较稳定。

（2）原人工采石边坡

矿区内原露天采石活动强烈，原开采规模较大采坑有 5 个，采坑均为北东向展布，长 $200\text{m} \sim 280\text{m}$ ，宽 $100\text{m} \sim 150\text{m}$ 。组成露采边坡的岩性主要为奥陶系下统上欧冲组厚层灰岩，东南坡部分为页岩边坡。采石边坡以逆向坡、顺向坡为主，次为侧向。边坡高度一般在 $40\text{m} \sim 100\text{m}$ ，边坡坡度 $45^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，以 $55^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 为主，局部分两个台阶开采，边坡及周边山体基本稳定。

4）未来采坑边坡的稳定性评价

本矿床将采用露天开采法进行采矿，采坑总体形态为北东向长条形，北东长约 2.7km ，中南部宽 $200\text{m} \sim 280\text{m}$ ，北部宽 $120\text{m} \sim 140\text{m}$ 。组成未来露天采矿场西北侧边坡的工程地质岩组主要为奥陶系上欧冲组碳酸盐岩组，为岩质边坡，属于坚硬岩类，各岩性层为连续沉积，无软弱夹层，且坡向与层理倾向相反，稳定性较好。构成未来采矿场东侧边坡的岩层为分乡组页岩和灰岩互层，属于坚硬～半坚硬岩类，地层倾角大于边坡倾角，因此，不易产生滑落。

矿体有多个断裂通过、切断，且节理裂隙较发育，多为碳酸盐脉充填。断层、节理裂隙影响岩石的强度，对边坡整体稳定性有一定影响。

5) 小结

综上所述，矿区地形地貌简单，自然状态下岩土稳定，无明显的不良地质现象存在。矿体及西侧围岩为厚层灰岩，东侧围岩为分乡组的页岩和灰岩互层，边坡岩层稳定。矿区断裂较发育，对未来露采边坡稳定性有一定影响。

矿区工程地质条件属于中等类型。

2.3.3 环境地质条件

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本区地震动峰值加速度分区为0.05g，地震基本烈度为Ⅵ度，设计特征周期0.35s。据历史资料记载，自宋代以来，矿区周边地区共发生有感地震90余次，

其中距离矿区较近的4级以上地震有9次。

反映区域地震活动性较为强烈，稳定性一般。

矿区内没有人文景观及保护区，矿体500m之内无居民区，人类工程活动主要为采石活动，在矿体东侧形成规模较大的采坑有5个，采坑均为北东向展布，长200~280m，宽100~150m。采深40~100m。目前仅在矿区东北端有谭墩采石有限公司和皖东水泥厂清水塘采石场两个石灰岩矿采矿权，为正常生产矿山。矿山现状地质灾害不发育。

矿区没有引起地表水、地下水水质发生变化的污染源存在，地表水、地下水水质良好。

本矿床开采方案将采用露天开采，将会对矿区的植被资源及自然景观发生改变。矿床最终开采标高为+35m，矿山开采不会引起区域性地下水位下降，对当地居民生活用水及工农业生产用水不会构成影响。

由于构成未来采坑边坡的岩石为坚硬岩和半坚硬岩类，未来采坑边坡稳定性较好，一般不会造成大面积的山体开裂、滑坡、泥石流等次生地质灾害。矿山开采活动中将造成一定的粉尘污染和噪声污染。

综上所述，采矿活动破坏地貌和生态环境一般；对地表水、地下水水质水环境影响较小，未来采坑边坡稳定性较好，不会造成大面积的山体开裂、滑坡、泥石流等次生地质灾害，矿区地质环境属第一类。

2.3.4 开采条件小结

矿区主要含水岩层为奥陶系下统碳酸盐岩类的裂隙岩溶水和构造裂隙水，富水性弱，矿床开采最低标高略高于当地自然排水基准面，有利于自然排水，矿床充水来源主

要为大气降水，无地表水体的影响，矿床水文地质边界简单。矿区水文地质条件复杂程度属简单类型。

矿区地形地貌简单，自然状态下岩土稳定，无明显的不良地质现象存在。未来矿山为露天开采，组成采坑边坡为坚硬型的厚层状灰岩及页岩和灰岩的互层，矿体内无软弱夹层。矿区断层较发育，多为高角度的压扭性断层，矿区工程地质条件属于简单类型。

采矿活动破坏地貌和生态环境一般，对地表水、地下水水质、水环境无影响，未来采坑边坡稳定性较好，一般不会造成大面积的山体开裂、滑坡、泥石流等次生地质灾害，矿石、废弃物中无易分解、易污染物质。矿区地质环境属第一类。

结论：本矿床开采技术条件属于 I 类，简单类型。

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

(1) 总平面设计及用地

矿山总平面设计包括矿区开采境界、开采及运输、道路、破碎及输送系统、矿山工业场地及火药库区等。

矿区开采境界：南北长 2670m，东西宽 160~380m；爆破安全距离为 300m。

全矿总用地 106 公顷（1590 亩），其中开采境界范围 94 公顷（1410 亩），道路（含后期道路）8 公顷（120 亩），进厂皮带廊和工业场地 3 公顷（45 亩），火药库及沉砂池 1 公顷（15 亩）。

(2) 矿山工业场地

矿山将建独立的工业场地，依据厂矿间自然地形条件，工业场地 建于矿区中部东侧，破碎系统的南面，距矿区开采境界约 460m，至厂区约 1000m。工业场地内将建矿山办公室、食堂、机电汽修、综合材料 库、油库及加油站、露天停车场等设施。浴室及其它生活设施与厂区合并建设。

(3) 火药库区

经当地公安消防及安监部门同意，本矿火药库区已由有资质单位设计。库区位于矿区南部东侧一山坡坡脚处，距设计开采境界约 380m；距矿山工业场地约 350m，并为一小山包分隔开。火药库区内设 5t 炸药库和 2 万发雷管库各一座，配套设置 15m³ 消防水池、值班室及围墙。

2) 设计开采范围

设计的开采范围与采矿权证范围相同。矿区开采范围拐点坐标见表 2-2。

表 2-2 采矿许可证范围拐点坐标一览表（2000 国家大地坐标系）

拐点号	拐点坐标（2000 国家大地坐标系）		备注
	X	Y	
1	3565950.70	39613406.79	
2	3565950.70	39613627.79	
3	3565777.70	39613650.79	
4	3565550.70	39613666.79	
5	3564273.70	39612502.78	
6	3563700.70	39612066.96	
7	3563750.70	39611866.78	
8	3564050.70	39611866.78	
9	3564750.70	39612216.78	
10	3565264.70	39612906.78	
面积：1.1387km ² ，开采标高：+198m~+35m			

设计的开采境界范围是依据采矿许可证划定的矿区范围和已获评审、备案的详查地质报告资源储量设计开采境界。

北矿段（27 线以北）矿体厚度仅 35~40m，满足不了大型矿山的开采条件要求，为保证矿产资源的开发利用，北矿段的最终底平面宽度按不小于 60m 设计开采境界。采场最低开采标高+35m。

3) 矿山设计利用资源量、生产规模、服务年限及工作制度

全矿共查明矿石资源储量 6408.04 万 t，设计圈定矿石量 6273.55 万 t。设计矿山生产规模 408 万 t/a，全矿山服务年限为 15.38a，年工作 300 天，每天两班，每班 8 小时，其中穿孔爆破一班制，铲装运输和破碎等采用二班制。

4) 矿山开拓运输

本矿采用公路开拓汽车运输系统，破碎系统设于矿区近中部 2 勘探线东侧，距开采境界 420m 的山坡处，汽车卸料平台标高+90m。

矿石运输选用 BJZ3364 型载重 20t 的矿用自卸汽车，经计算 20t 自卸汽车台班生产能力为 650t，全矿共配置 17 辆。

运矿道路自破碎系统处山坡两侧，分别修建至南矿段的+143m 采矿平台和北矿段的+173m 采矿平台、中部的+155m 采矿平台。

5) 采矿工艺

(1) 采矿方法

本矿为露天开采矿山，+71m 台阶以上是山坡露天矿，+71m 台阶以下为凹陷露天开采。矿山开采采用自上而下的水平分层法开采，采矿工作面垂直走向布置（即横向开采），台阶高度 12m。

矿区为低山丘陵区，冈峦起伏。矿体为长条形，走向长 2670m，最大延深 134m，赋存标高为+35~+198m。矿体呈单斜层状产出，倾角 $72^{\circ} \sim 78^{\circ}$ ，连续性好。受断层影响，27 勘探线南、北矿体厚度差别较大，南矿段（27 线以南）长 1518m，厚度 160~170m；北矿段（27 线以北）矿体受 27 断层影响，深部矿体断失，使矿体形态、厚度变化较大，北矿段长 959m，水平厚度 35~40m，致使北矿段在开采时为保证采场最小底盘宽度的要求，将加大顶、底板的采掘量。依据上述矿体赋存条件和生产能力的要求，矿山开采将同时在南、北矿段进行，为保证顶、底板围岩的综合利用和进厂矿石质量，采矿工作面采用横向布置，即采矿工作面垂直走向布置，沿走向推进。

(2) 台阶高度

本矿挖掘设备以 988G 型 6.3m^3 轮式装载机为主要挖掘设备，PC400-6 型 1.8m^3 反铲式液压挖掘机为辅，其最大挖掘高度分别为 8.13m 和 10.92m。依据《水泥工厂设计规范》和《金属非金属矿山安全规程》的规定，生产台阶高度定为 12m。

由于北矿段地形高，矿体厚度小，+155m 台阶以上矿量少，为适当增加初期台阶矿量，+155m 和+173m 台阶高度定为 8m。终了台阶边坡角 65° ，安全平台宽 4m，清扫平台宽 8m，运输平台宽 12m，安全平台和清扫平台间隔设置。

(3) 最小工作平台宽度

本矿设计台阶高度 12m，采用 6.3m^3 轮式装载机采掘、20t 矿用自卸汽车运输，多排孔微差挤压爆破。依据《水泥工厂设计规范》，最小工作平台宽度确定为 40m。

(4) 采场底平面最小宽度

本矿为岩石状矿床，开采规模为 408 万 t/a 的大型矿山。依据 DZ/T0213—2002《冶金、化工石灰岩及白云岩、水泥原料矿产地质勘查规范》和《水泥工厂设计规范》，采场底平面最小宽度确定为 60m。

(5) 爆破安全距离

本矿为山坡露天矿，矿区为低山丘陵区，标高一般为+60~+200m。矿山生产采用深斜孔微差爆破，依据《爆破安全规程》，本矿爆破安全距离确定为 300m。大块矿石在采矿工作面用液压碎石锤进行二次破碎。

(6) 采场排水

本矿区+71m 以上台阶为山坡露天开采，采场汇水可沿采矿工作面、道路及场地排水系统、采场四周的山坡沟谷自然排泄；后期+59m、+47m 和+35m 台阶转为凹陷开采，采场汇水不能自然排泄，将设置机械排水系统。

依据本矿区开采终了境界外地形条件，东侧实际地形坡向基本与边坡反向，矿区外降水不会汇入矿坑；西侧仅北段局部地形坡向与边坡同向，局部降水会汇入矿坑；矿区为一长条形，转入凹陷露天开采前的+71m 平台（封闭圈标高+68m），长度达 2500m 以上，周长达 5300m，修建封闭截洪沟，按最小排水坡度 3‰，沟深将超过 8m，难度过大。

基于上述情况，设计在矿区+107m 终了平台的北段、西侧中段、+83m 终了平台的南东段设置截洪沟，坡度 $\geq 3\text{‰}$ ，尽量减少大气降水汇入矿坑的水量，减少矿坑的排水压力。截洪沟出水口处均修建沉淀池，以沉淀泥砂。

7) 设计采场主要生产设备表

表 2-3 设计采场主要采掘运输设备表

号 序	名称	型号规格	量 数	来源
1	露天液压潜孔钻机	CM760 型钻头直径 $\phi 140\text{mm}$	2	阿特拉斯·科普柯
2	高风压潜孔钻机	CM351 型钻头直径 $\phi 115\text{mm}$	1	阿特拉斯·科普柯
3	移动式空压机	VHP750 型风压 1.38Mpa 风量：21.2m ³ /min	1	英格索兰公司
4	轮式装载机	CAT988G 斗容 6.3m ³	2	CAT
5	液压挖掘机	PC400-6 型反铲斗容 1.8m ³	2	小松公司
6	矿用自卸汽车	BJZ3364 型载重 20t	17	北方股份
7	推土机	SD32 型 320PS	1	国内购置
8	洒水车	CGJ5130GSSEQ2 型 水罐容积 8000L	1	国内购置
9	加油车	CGJ5100GJYEQ2 型 油罐容积 6400L	1	国内购置
10	平路机	PY160 型 118kw	1	国内购置
11	起爆器	YJGN-400	1	国内购置
12	微差起爆仪	3DR-8A 型	1	国内购置
13	全站仪	NTS-322 型精度 2 "	1	国内购置
14	潜水污水泵	300WQ1000-35-132 型 扬程 35m 流量 1000m ³ /h	2	上海连城泵业 制造有限公司
15	潜水污水泵	200WQ400-34-55 型 扬程 34m 流量 400m ³ /h	1	上海连城泵业 制造有限公司

8) 矿山给水

给水水源：矿山生产、生活用水接自厂区给水系统。

用水量：矿山生产、生活用水量为 100m³/d。

9) 矿山供电与通信

设计矿山配电站 10KV 电源由电缆引自厂区总降 10KV 出线柜。

矿山照明主要为工业场地、采矿工作面、运矿道路、卸料平台及破碎系统，照明电源引自矿山电气室，供电方式采用放射式。

光源采用节能环保型的新型 LED 光源，车间采用 LED 泛光灯（24W）；电气室、控制室、值班室等以荧光灯为主，电气室及车间内危险场所应设应急照明，炸药库采用防爆灯具，检修照明采用 36V 安全电压，道路照明控制采用光控。

矿山通讯系统采用固定电话及移动通信相结合，采场内部配备一定数量对讲机，保证通讯畅顺。

10) 除尘

为了防止钻孔过程中的粉尘排放，设计中选用 2 台全液压钻机，

自带干式除尘器，可有效地控制粉尘排放浓度。

对于采场和公路上的扬尘，设计中选用一台洒水车，定时在采场和公路上喷雾洒水，以控制扬尘，避免对周围环境的影响。

11) 消防

本工程的总平面布置严格按照有关的规范设置防火间距及防火要求。矿山工业场地道路均为环形道路，消防通道宽大于 4m。运输线路、

消防车道、管线及室外消防栓的布置也按照有关规范进行布置。

火药库区和矿山工业场地设有生活、消防给水系统，给水系统在厂内布置成环网，管径不小于 DN100。消火栓采用地上式消火栓。消火栓间距不大于 120m。

对矿山移动设备配备灭火器，在矿山道路交通方便的地点固定堆存防火砂，同时利用洒水车用于消防。对设备及时保养，检查危险源，确保设备安全。

2.4.2 《安全设施变更设计》

1) 变更内容位置

变更设计内容主要为在矿区矿权范围内部增设石灰石破碎及输送系统，破碎区位于大祁山灰岩矿矿权界线内部，输送廊道仅局部位于矿权界线内部，其他全部位于矿权界线外。破碎系统距矿权界线距离约120m，破碎机东南侧为新建电力室，北侧、东北侧、

西北侧均为矿山现有采矿平台。破碎机卸料平台设计标高+90m，破碎机平台设计标高为+78m，台段高差12m。正常生产时卸料平台除工作的车辆外，不得允许其他无关车辆进出。

2) 项目周边环境影响

本项目为新建破碎系统位于现有大祁山灰岩矿矿权范围内部的东南侧区域空地内，破碎后的碎石经胶带机输送至水泥生产线厂区。本次设计的破碎系统及输送廊道在现有矿山区域，矿山已正产生多年，前期办理矿权时已将矿权周边300m范围内的民房全部拆迁，因此本次新设破碎机位置对周边环境的影响较小。但周边环境对本项目存在一定的影响。本项目破碎机位于矿权范围内，靠近新建破碎机区域开采时将对破碎系统产生一定的影响，主要为震动和飞石，因此需做一定的防护工作。

3) 项目与现有采场的关系

本项目破碎机位于矿权范围内，距矿权界线最近距离约120m，未来矿山的采矿工作将影响破碎机的正常运行，待靠近破碎机300m范围时，矿山开采将采取机械开采方法，避免对新建破碎系统及输送廊道的震动影响。矿山采场远离新建破碎机位置处开采时仍采用爆破的方式开采，爆破作业具体震动和飞石影响距离将根据计算确定。

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，公路汽车运输开拓方式，矿山开拓运输道路修建有两条，均自破碎站调车场+90m为起点，第一条为东北部开拓运输道路，向东北开拓至+136m水平，并向东北延伸开拓，+136m水平上部通过挖机上山道路进行联系；另一条为矿权中部开拓运输道路，向西南方向开拓至矿权中部，且在开采区域内各平台形成联络运输道路。开拓运输道路等级为III级，路面宽度14~15m，平均纵坡6.5%，最大纵坡8.2%，最小平曲线半径大于30m，路面类型为泥结碎石路面，运矿道路总长度约1.0km。道路两侧均修筑排水沟，运输道路旁设置有挡土堆，在急弯处设有反光镜和转弯标志，坡度较陡处设有限速标志，道路一侧间隔15m左右设置照明路灯。

目前开采工作面主要位于矿权中部及南部，总体自西南向东北推进。由于原矿石质量差异较大，+76m水平上部台阶实行搭配开采，同时也为后期矿权扩界留设开拓运输道路，搭配开采的台阶外沿设置了高度不低于0.5m防护土堆。搭配开采作业面与正常开采作业面保持50m以上的安全距离，采取分块段错开布置，上、下不平行作业方式。

采场北侧在 10 号矿权拐点附近已开采至边界，自上而下形成+184m、+172m、+160m、+148m、+136m、+124m、+112m、+100m、+88m、+76m、+64m 平台，+136m 以上已靠帮并进行了复绿，形成+184m、+160m 安全平台，安全平台宽度 4~9m；+172m、+148m 作为清扫平台，清扫平台 6~11m，安全平台和清扫平台间隔设置，靠帮台阶坡面角 $62^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，总体坡面角 47.9° 。矿权东南侧及南侧已基本到界，自上而下形成+88m、+76m、+64m、+52m 四个台阶。目前矿山主要在中采区+76m、+64m 以及+52m 三个平台进行交替作业，矿权中部+76m 平台为机械开采工作面，自西南至东北推进，+76m 开采平台平均宽约 180m，平均长约 200m，台阶坡面角为 $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ；+64m 平台为机械开采工作面，自西南至东北推进，宽约 230m，长约 450m，台阶坡面角为 $65^{\circ} \sim 68^{\circ}$ ；+52m 平台宽约 200m，长约 730m，台阶坡面角为 $66^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。采场工作面未发现掏采现象，采场台阶参数总体上符合设计要求。

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。现根据全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰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) 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

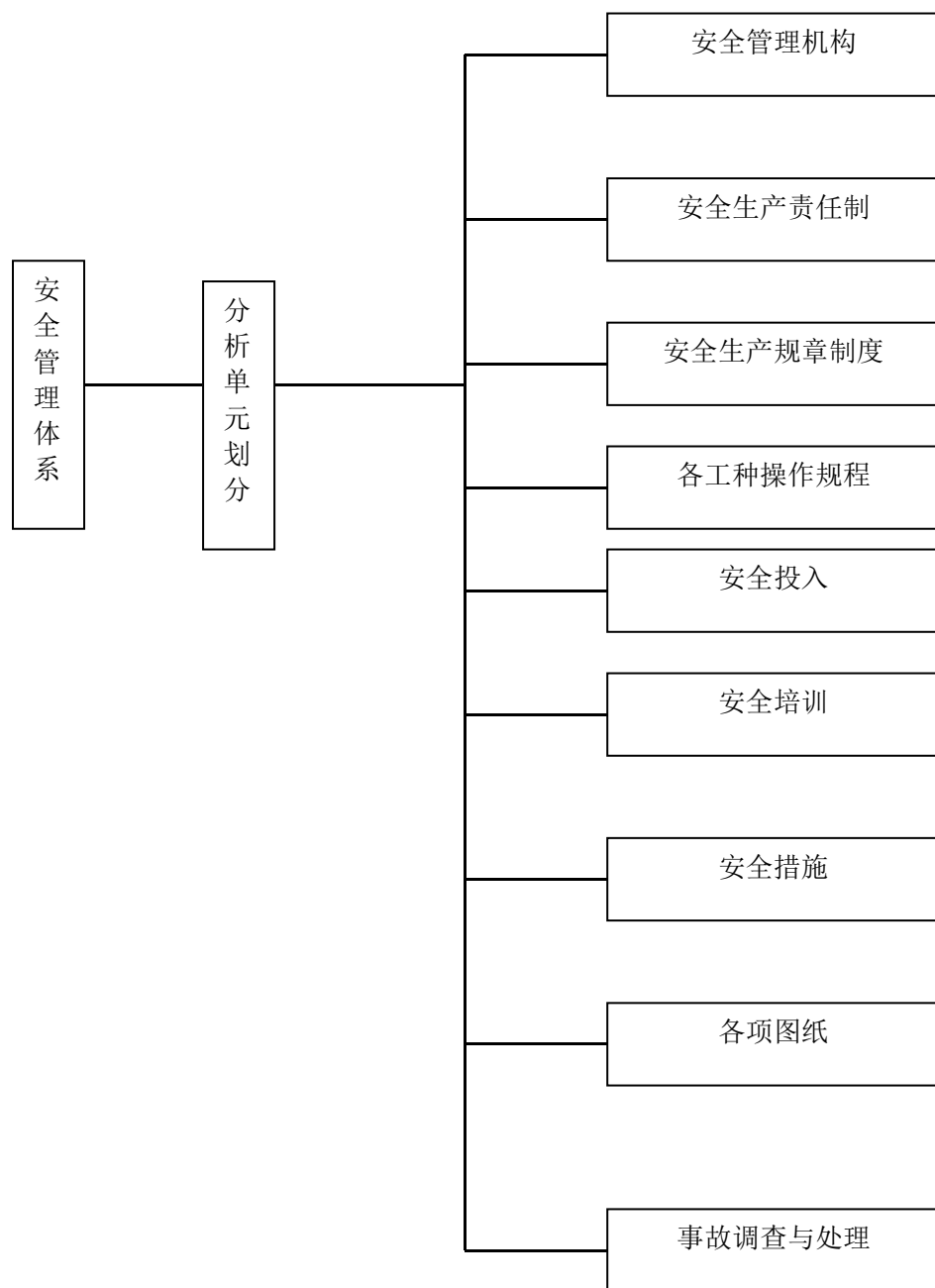


图 4.1 安全管理体系分析单元划分

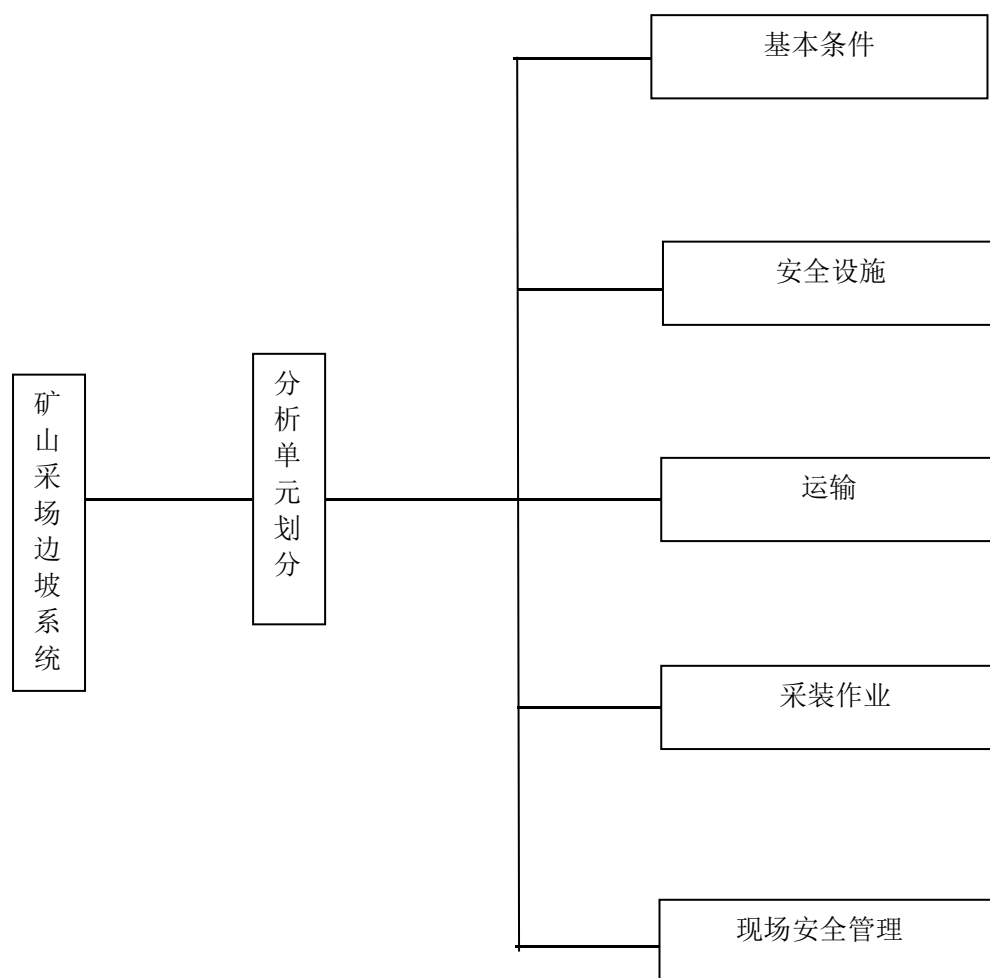


图 4.2 矿山采场边坡系统分析单元划分

5 定性、定量分析

通过对全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场现状边坡安全管理、自然灾害、滑坡及泥石流、运输、现场作业等方面的危险、有害因素分析，依据有关技术资料及相应的法律、法规，结合采场边坡专项分析的需要，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分析方法进行采场现状边坡稳定性分析。

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“缺项”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 全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿安全管理体系安全检查表

检查人员：王陈红

检查日期：2025 年 6 月 10 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。	公司设置了安全生产管理委员会，委员会办公室设在安全环保处，矿山分厂成立矿山安全生产办公室。	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，其中全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿配备 2 名专职安全生产管理人员。	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。	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隐患。	缺项
	2. 依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。按规定缴纳安全生产责任险。	参加了工伤保险，已按规定购买了安全生产责任险。	符合
	3. 《矿山生产安全事故应急预案》及时修改，每年组织一次演练。	编有应急预案，并开展了演练。	符合
	4. 制定职业危害防治措施，综合防尘措施，建立粉尘检测制度，从业人员配备符合国家标准或行业标准的劳动保护用品。	制定有相关措施和制度，为从业人员发放符合标准的劳动保护用品等。	符合
	5. 矿山外委工程应与有相应资质的承包单位签订安全管理协议。	无外委工程。	缺项
	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。	缺项
	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员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. 矿山各级管理人员现场安全检查有工作日志，并及时填写。	有各级安全管理人员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。	缺项

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，公司设置了安全生产管理委员会，总经理任主任，安全生产管理委员会成员由分管领导和各部门负责人等组成，委员会办公室设在安全环保处，矿山分厂成立矿山安全生产办公室，配备了4名专职安全生产管理人员，其中全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿配备2名专职安全生产管理人员。在公司安全生产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，矿山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，满足矿山采场现状边坡安全管理需要。

（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，满足矿山采场现状边坡安全管理需要。

（3）安全对策措施及建议

①进一步按规定配足安全管理人员和相关特种作业人员，并定期进行培复训工作。

②矿山后期生产过程中，按照《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。

③加强现场管理，进一步完善日常检查记录，并进行存档备查。

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应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 采场边坡系统符合性分析

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 全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡系统安全检查表

检查人员：袁成龙

检查日期：2025 年 6 月 10 日

分析单元	检查内容		检查测试记录	检查结果
(1)基本 条件	1. 矿山应有工程地质勘查报告和初步设计安全专篇。		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	采场北侧在 10 号矿权拐点附近已开采至边界，自上而下形成+184m、+172m、+160m、+148m、+136m、+124m、+112m、+100m、+88m、+76m、+64m 平台，+136m 以上已靠帮并进行了复绿，矿权东南侧及南侧已基本到界，自上而下形成+88m、+76m、+64m、+52m 四个台阶。目前矿山主要在中采区+76m、+64m 和+52m 三个平台进行交替作业，现矿山生产台阶构成要素总体上符合设计要求。	符合
		靠帮边坡角	62° ~70° 。	符合
		最终边坡角	未全部到界。	缺项
		安全平台宽度	安全平台 4~9m。	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		11~12m，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 62° ~70° 。	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 4~9m。	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。	缺项
	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 11~12m，台阶边坡角 65° ~70° 。	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

该矿山目前采用山坡露天、自上而下分台阶开采，公路汽车运输开拓方式，矿山开拓运输道路修建有两条，均自破碎站调车场+90m 为起点，第一条为东北部开拓运输道路，向东北开拓至+136m 水平，并向东北延伸开拓，+136m 水平上部通过挖机上山道路进行联系；另一条为矿权中部开拓运输道路，向西南方向开拓至矿权中部，且在开采区域内各平台形成联络运输道路。开拓运输道路等级为Ⅲ级，路面宽度 14~15m，平均纵坡 6.5%，最大纵坡 8.2%，最小平曲线半径大于 30m，路面类型为泥结碎石路面，运矿道路总长度约 1.0km。道路两侧均修筑排水沟，运输道路旁设置有挡土堆，在急弯处设有反光镜和转弯标志，坡度较陡处设有限速标志，道路一侧间隔 15m 左右设置照明路灯。

目前开采工作面主要位于矿权中部及南部，总体自西南向东北推进。由于原矿石质量差异较大，+76m 水平上部台阶实行搭配开采，同时也为后期矿权扩界留设开拓运输道路，搭配开采的台阶外沿设置了高度不低于 0.5m 防护土堆。搭配开采作业面与正常开采作业面保持 50m 以上的安全距离，采取分块段错开布置，上、下不平行作业方式。

采场北侧在 10 号矿权拐点附近已开采至边界，自上而下形成+184m、+172m、+160m、+148m、+136m、+124m、+112m、+100m、+88m、+76m、+64m 平台，+136m 以上已靠帮并进行了复绿，形成+184m、+160m 安全平台，安全平台宽度 4~9m；+172m、+148m 作为清扫平台，清扫平台 6~11m，安全平台和清扫平台间隔设置，靠帮台阶坡面角 $62^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，总体坡面角 47.9° 。矿权东南侧及南侧已基本到界，自上而下形成+88m、+76m、+64m、+52m 四个台阶。目前矿山主要在中采区+76m、+64m 以及+52m 三个平台进行交替作业，矿权中部+76m 平台为机械开采工作面，自西南至东北推进，+76m 开采平台平均宽约 180m，平均长约 200m，台阶坡面角为 $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ；+64m 平台为机械开采工作面，自西南至东北推进，宽约 230m，长约 450m，台阶坡面角为 $65^{\circ} \sim 68^{\circ}$ ；+52m 平台宽约 200m，长约 730m，台阶坡面角为 $66^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。采场工作面未发现掏采现象。

（2）分析小结

依据有关法律、规程，对照矿山现状，该矿采场边坡水文地质条件属简单类型，工程地质条件属于中等类型，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，做好各项记录和研究分析工作；
- ④雨季期间，做好采场排水沟清理工作。

5.2 事故树分析

事故树分析是对预定的生产系统或作业中可能出现的事故条件及可能导致的灾害后果，按工艺流程、先后次序和因果关系绘成方框图，表示导致灾害、伤害事故的各种因素间的逻辑关系。采场边坡重点要防止产生滑坡，通过故障树分析，可识别导致滑坡

的基本事件与人为失误的组合，为人们提供设法避免或减少滑坡事故基本原因的线索，从而降低滑坡事故发生的可能性，对导致滑坡事故的各种因素及逻辑关系能做出全面、简洁和形象的描述，便于查明系统内固有的或潜在的各种危险因素，为采场边坡的管理提供科学依据，同时使有关人员、作业人员全面了解和掌握滑坡事故各项防范要点，进而进行逻辑运算，定性、定量分析和系统分析。

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。

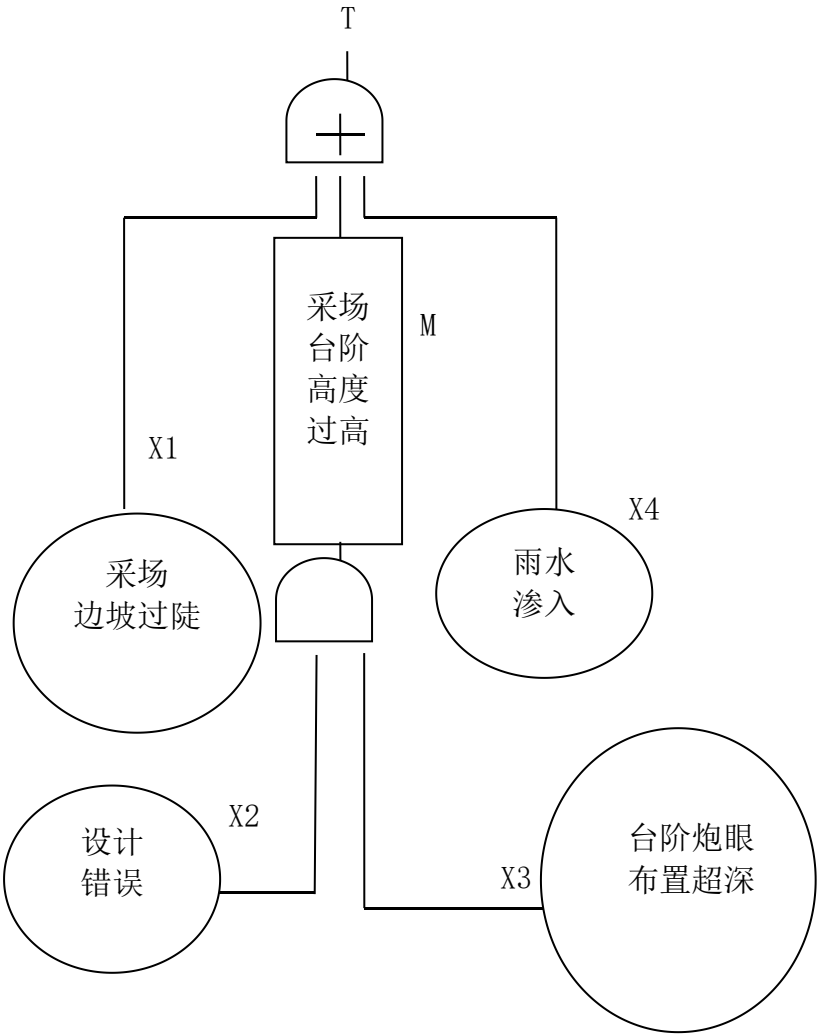


图 5.1 采场边坡滑坡事故树分析图

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：

$$M=X2+X3$$

即：

$$T=X1+X2+X3+X4$$

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

5.2.3 预防采场边坡滑坡事故的安全对策措施

采场边坡存在着滑坡的可能性，而且一旦滑坡，有可能对周围水体造成污染，阻塞道路，损坏设备，甚至造成人员伤亡。根据采场边坡滑坡事故树分析，在矿山开采过程中，影响采场边坡稳定的因素很多，但主要是设计错误、山坡、台阶炮眼布置超深（高）、边坡过陡和雨水渗入。结合全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰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 采场边坡稳定性定量分析

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

5.3.1 基本条件及影响因素

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

5.3.2 采场边坡物理力学性质及其工程地质条件分析

1) 矿区分布有碳酸盐岩类、夹页岩类、砂岩类和粘土, 根据岩性, 矿区可分为坚硬岩组、半坚硬岩组、松软松散岩组。

(1) 坚硬岩组

主要为震旦系、寒武系、奥陶系新鲜碳酸盐岩类基岩, 有灰岩、白云岩、碳质泥质灰岩, 微晶、隐晶质结构, 中薄层、中厚层、厚层状构造结构, 完整性系数 (RQD 值) 一般在 61%~100%, 平均约为 90%, 节理较发育, 裂隙多为碳酸盐脉充填, 少量充填方解石晶簇。各岩性层的物理力学指标见表 5-3, 各岩性层的岩石质量等级为 I 级。岩体质量等级为中等。

表 5-3 各岩组物理力学性质统计表

指标 岩性	抗压强度 (Mpa)		抗剪强度 (Mpa)		RQD 值 (%)		岩体质量指标 M
	范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值	
中层灰岩	52~102	78.5	6.2~10.2	7.4	68~100	88	0.23
厚层灰岩	79~154	108	8.5~18.4	13.56	61~100	91	0.33
含硅质结核灰岩	67~113	88	7.8~12.5	12.22	93	93	0.27

(2) 半坚硬岩组

主要为奥陶系下统分乡组的硅质页岩和构造角砾岩。

奥陶系下统分乡组的页岩位于矿体东侧, 有 3~5 层, 厚度一般小于 2m, 夹在中厚层灰岩之中, 夹层总厚度有 20~40m。页岩为泥质结构, 层状构造, 层理发育, 倾向北西, 倾角 65~70°。浅部 3~5m 岩石风化强烈, 属于半坚硬岩类。

矿区内构造较发育, 断层多有角砾岩构成, 角砾成份为灰岩, 碳酸盐、泥质充填, 局部胶结一般, 属于半坚硬岩类。

(3) 松软松散岩组

由第四系粘土、白垩系砂岩、含砾砂岩等组成, 工程地质条件一般, 主要分布于矿区周边低洼平坦区, 离矿体较远, 对未来石灰岩矿露采边坡无影响。

2) 其边坡物理力学参数如下表。

表 5-4 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 (°)
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

全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡的稳定性取决于边坡设置的参数、地下水浸蚀、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 5-5，边坡安全等级划分，见表 5-6。

表 5-5 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 5-6 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

结合全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场靠帮边坡的状况，其边坡如若发生破坏，将严重影响生产，极有可能对运输车辆及人员、采场设备及工人造成伤害及财产损失，预计直接经济损失 50 万~100 万。根据表 5-5，得出全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡危害等级定为 II 级。

经计算，目前矿山采场靠帮边坡高度最大高差约 60m ($H \leq 100$)，结合表 5-5 和表 5-6，判定全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿目前采场边坡工程安全等级为 III 级。

2) 边坡允许安全系数确定

边坡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 5-7。

表 5-7 不同荷载组合下总体边坡的安全系数

边坡工程安全等级	边坡工程安全系数		
	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：

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin a_i + \sum_{i=1}^n Q_i \cdot e_i / R}{\sum_{i=1}^n (c_i + \Phi_i \cos a_i)}$$

其中： $m_{ai} = \cos a_i + \tan \Phi_i \sin a_i / F_s$

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：

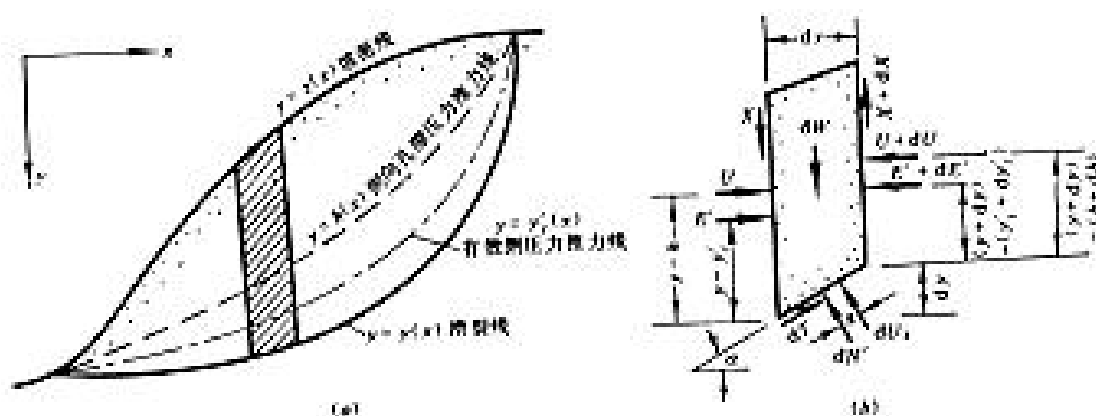


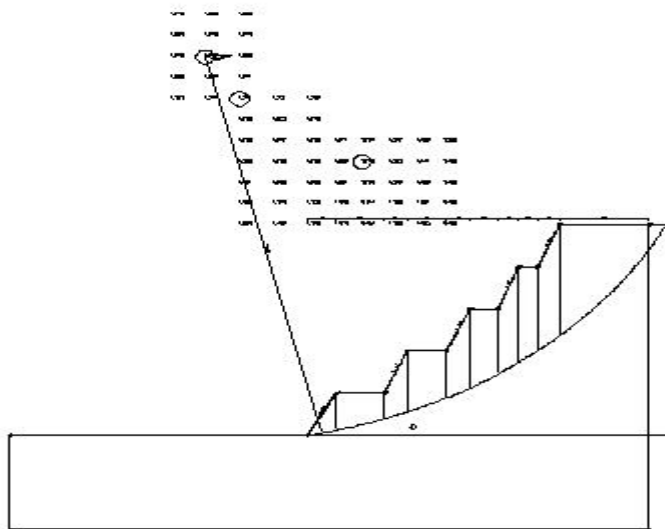
图 5.2 摩根斯坦—普赖斯法图

(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 = $(-22.047, 108.000)$ (m)

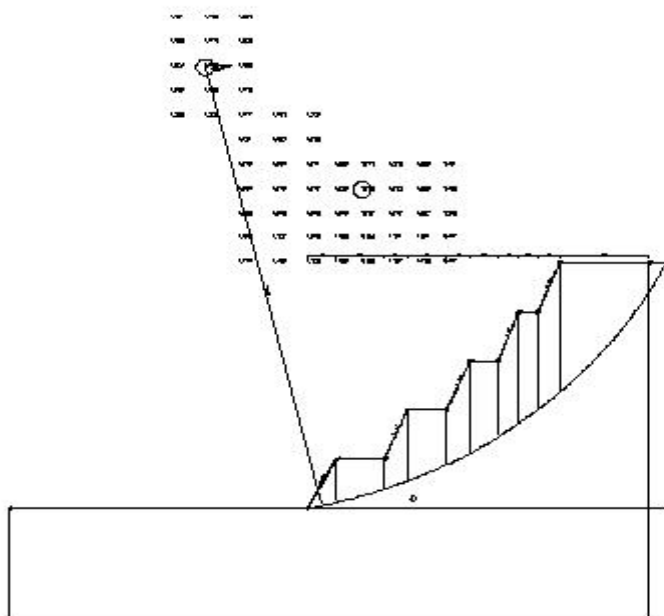
滑动半径 = 110.227 (m)

滑动安全系数 = 1.212

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 = $(-22.047, 108.000)$ (m)

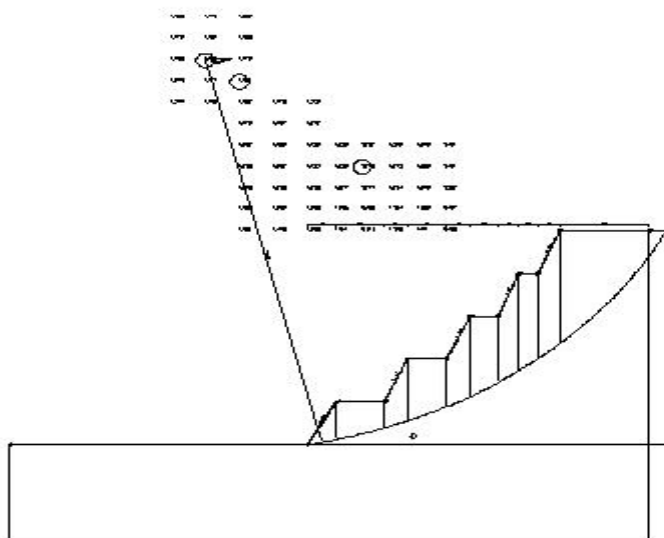
滑动半径 = 110.227 (m)

滑动安全系数 = 1.175

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]



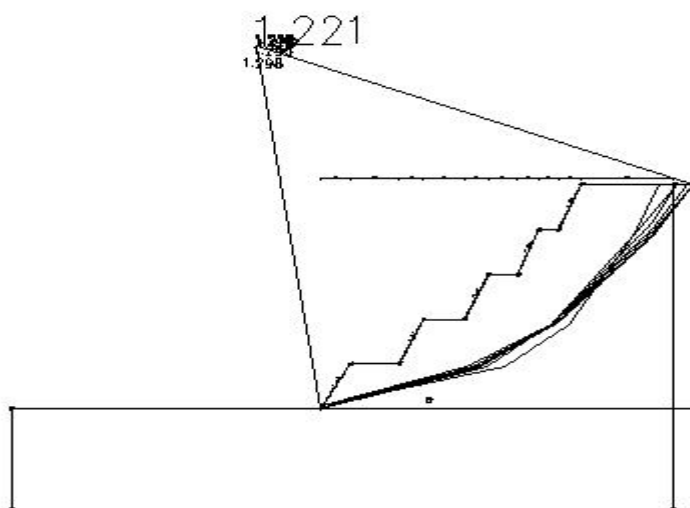
最不利滑动面:

滑动圆心 = (-22.047, 108.000) (m)
滑动半径 = 110.227 (m)
滑动安全系数 = 1.161

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 = 1.221

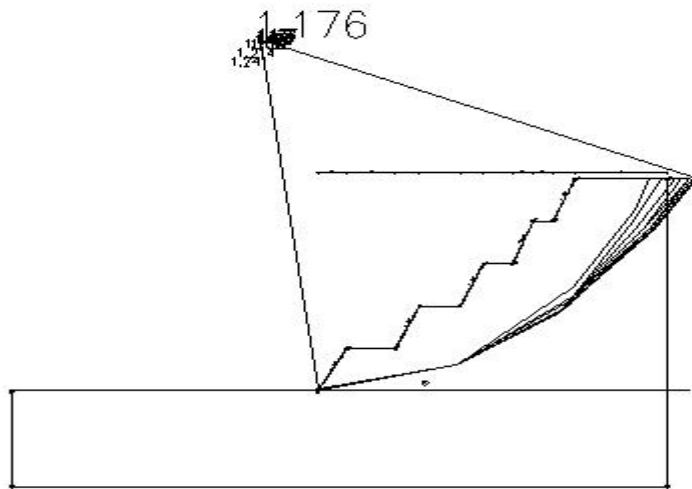
最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(0.000, 0.001)	(31.920, 10.608)
2	(31.920, 10.608)	(50.040, 23.684)
3	(50.040, 23.684)	(68.924, 46.255)
4	(68.924, 46.255)	(77.423, 60.000)

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 = 1.176

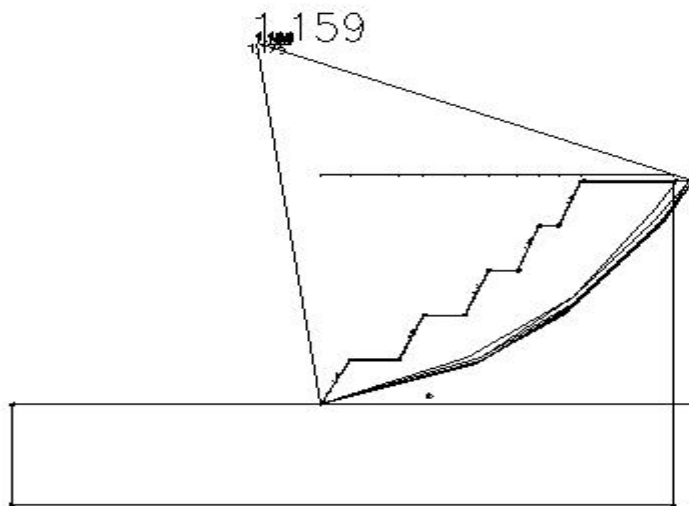
最危险滑裂面

线段标号	起始坐标(m, m)	终止坐标(m, m)
1	(-0.000, 0.000)	(29.285, 7.248)
2	(29.285, 7.248)	(50.227, 21.773)
3	(50.227, 21.773)	(69.885, 44.669)
4	(69.885, 44.669)	(79.805, 60.000)

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 = 1.159

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)	(32.075, 10.966)
2	(32.075, 10.966)	(50.649, 24.532)
3	(50.649, 24.532)	(70.409, 48.206)
4	(70.409, 48.206)	(77.521, 60.000)

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 5-8。

表 5-8 采场 1-1' 线边坡稳定性分析最小安全系数计算结果

位置	计算方法	荷载组合	安全系数	规范要求	备注
1-1' 线	Bishop 法	I	1.212	1.15~1.10	符合规范
		II	1.175	1.13~1.08	符合规范
		III	1.161	1.10~1.05	符合规范
	Morgenstem—Price 法	I	1.221	1.15~1.10	符合规范
		II	1.176	1.13~1.08	符合规范
		III	1.159	1.10~1.05	符合规范

从分析结果看，矿山采场边坡总体稳定性较好，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

本次采场现状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。

根据对全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场现状边坡稳定性计算结果可以看出，全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场现状边坡稳定性安全系数满足规范要求，其采场现状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 5-9 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 60m，对应高度等级指数 H 为 4。

表 5-9 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 5-10 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 47.9°，对应的边坡坡度等级指数 A 为 1。

表 5-10 边坡坡度等级指数

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

3) 边坡滑坡风险等级

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

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

表 5-11 边坡滑坡风险等级

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

4) 采场边坡安全监测等级

露天矿山采场边坡安全监测等级按照表 5-12 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 5-12 边坡安全监测等级

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

经计算： $D=H+A+G=4+1+2=7$ ，同时滑坡风险等级指数 $S=3$ ，结合表 5-12，得出全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩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，主要负责人应设立相应的安全管理机构，进一步按规定配足安全管理人员和相关特种作业人员，定期进行培复训工作，并负责实施矿山采场边坡安全管理，配备与实际工作相适应的专业技术人员或有实际工作能力的人员负责矿山采场边坡的安全管理工作。

2) 建立健全安全生产各项管理制度、安全生产责任制、各工种岗位操作规程。

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

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

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

6) 采场及其滚石区应设置醒目的安全警示标志。

7) 加强现场安全管理，严格禁止违章作业。

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

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

6.2 安全技术措施

6.2.1 采场边坡防洪、防震方面安全对策措施

1) 每年及时编制防排水计划，定期检查计划执行情况。

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

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

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

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

6.2.2 采场运行方面的安全对策措施

- 1) 合理设计孔网参数，并根据岩性实时调整。
- 2) 严格控制靠帮爆破，实施可靠的爆破工艺，控制生产作业爆破段的最大一段装药量，尽量减少爆破震动对边坡的影响。
- 3) 矿山在开采生产中，要不断总结经验，针对岩性的变化，应对边坡的稳定性进行专项研究，以确保矿山能长期安全生产。
- 4) 严格按自上而下顺序开采，根据该矿的岩性情况，台阶高度不得大于设计高度（12m），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) 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

7.1 安全管理体系符合性分析结论

通过对全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡安全管理体系中的安全管理机构设置、安全生产责任制、规章制度、安全投入、安全培训及各工种操作规程等方面进行综合分析,该矿安全管理体系符合有关法律、法规的要求。

通过对全椒海螺水泥有限责任公司全椒县大祁山矿区水泥用石灰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

通过对全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场边坡系统中基本条件、安全设施、采矿作业、现场安全管理等综合分析,该矿山采场现状边坡系统符合有关法律法规和技术标准要求。

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

经定性定量分析,全椒县大祁山矿区水泥用石灰岩矿采场现状边坡稳定性安全系统满足规范要求,其现状边坡总体上是稳定的,能满足安全生产的需要。

7.3 建议

全椒海螺水泥有限责任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) 矿山应根据相关要求, 进一步完善边坡监测设施和采场边坡档案资料和台帐, 并加强对边坡观测, 对监测点的日常维护, 及时分析相关监测数据, 发现问题及时处理。

5) 矿山应根据《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》(矿安〔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) 加快杨山凹矿区整合工作, 后期待资源处置后, 自上而下进行削坡降载规范开采。

7) 及时开展露天边坡隐蔽致灾因素普查工作并落实相关治理措施。