

1 编制说明

1.1 稳定性分析对象及范围

根据委托合同书，本次分析对象为青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿采场现状边坡，分析范围为青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴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》（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）；

(4) 《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) 《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）；

(3) 《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）；

(4) 《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）；

(5)《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) 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）；

(18) 《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

1) 国家标准

- (1) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T13861-2022;
- (2) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020;
- (3) 《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020;
- (4) 《个体防护装备配备规范 第4部分：非煤矿山》GB39800.4-2020;
- (5) 《头部防护 安全帽》GB2811-2019;
- (6) 《爆破安全规程》GB6722-2014/XG1-2016;
- (7) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》GB51016-2014;
- (8) 《矿山安全术语》GB/T15259-2008;
- (9) 《矿山安全标志》GB/T14161-2008;
- (10) 《高处作业分级》GB/T3608-2008;
- (11) 《安全标志及其使用导则》GB2894-2008;
- (12) 《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986。

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) 《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) 《生产安全事故应急演练基本规范》YJ/T9007-2019;
- (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) 青阳县花园石灰石矿有限责任公司提交的青阳县花园吴石灰石矿采场现状边坡稳定性分析委托书;
- 2) 青阳县花园石灰石矿有限责任公司提交的青阳县花园吴石灰石矿相关证照复印件;
- 3) 安徽省地质矿产勘查局 321 地质队 2006 年 11 月编制的《安徽省青阳县花园吴熔剂用石灰岩矿详查地质报告》;
- 4) 青阳县花园石灰石矿有限责任公司提交的《青阳海亿矿业有限公司排土场工程岩土工程勘察报告》;

5) 池州市国土资源规划勘测局 2017 年 6 月编制的《安徽省青阳县花园吴熔剂用石灰岩矿资源储量核实报告》；

6) 铜陵化工集团化工研究设计院有限责任公司 2018 年 1 月编制的《青阳县花园石灰石矿有限责任公司花园吴石灰石矿采矿工程变更安全设施设计》及附图；

7) 安徽华泰安全评价有限责任公司 2019 年 1 月提交的《青阳县花园石灰石矿有限责任公司花园吴石灰石矿年产 50 万吨采矿工程（变更）安全设施验收评价报告》及附图；

8) 铜陵巨石地矿科技有限公司 2021 年 1 月提交的《青阳县花园吴石灰石矿智慧矿山综合管理平台建设方案》；

9) 安徽正信科技有限公司 2024 年 12 月提交的《青阳县花园石灰石矿有限责任公司安全现状评价报告》；

10) 安徽正信科技有限公司 2024 年 10 月提交的《青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿采场边坡稳定性分析报告》；

11) 青阳县花园石灰石矿有限责任公司提供的开采现状平面图、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，对青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴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，青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石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

根据青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴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

根据青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石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。

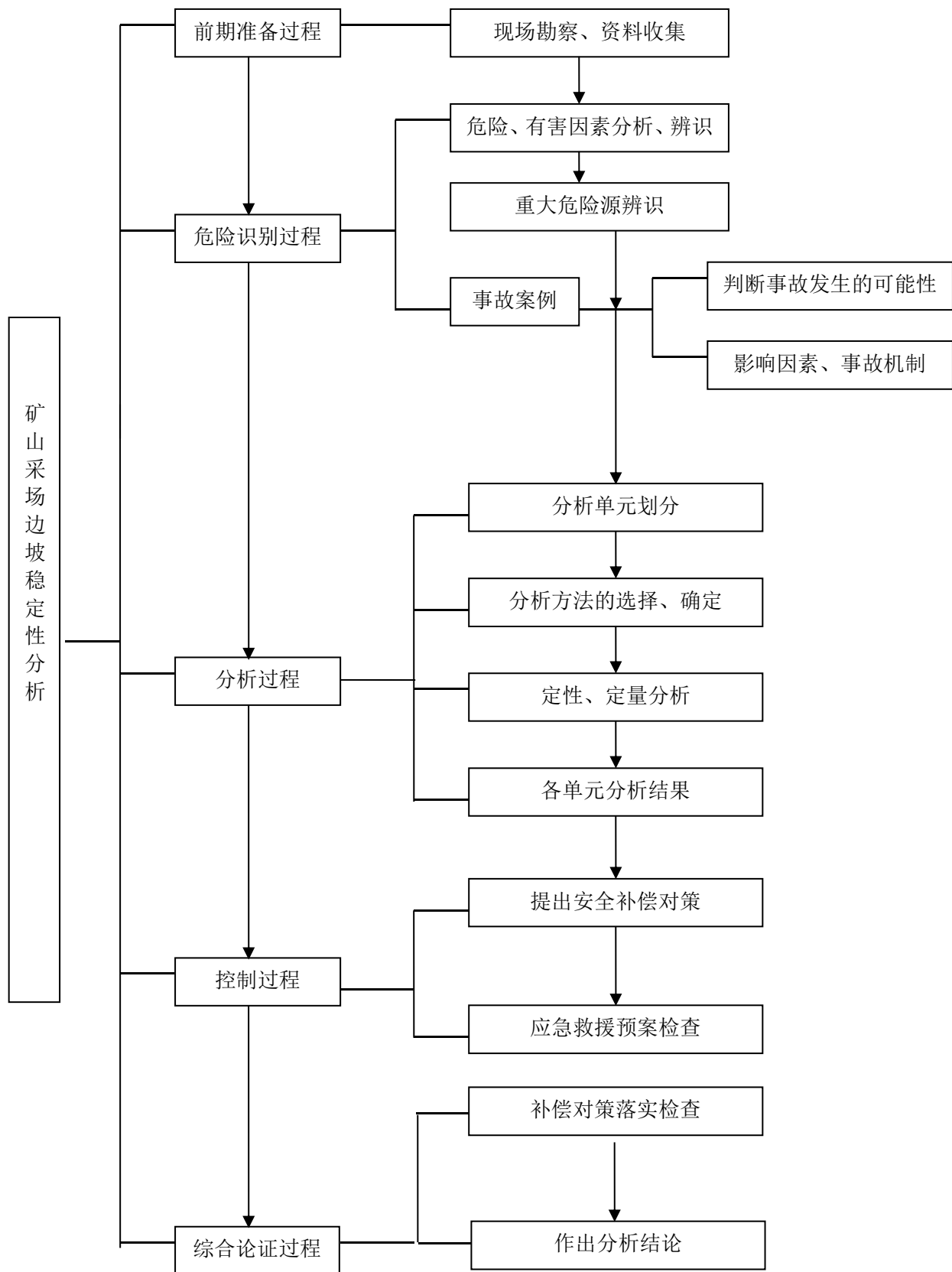


图 1.1 采场边坡稳定性分析程序图

2 项目概况

2.1 矿山简介

2.1.1 矿山现状概况

青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿始建于 2005 年，2008 年 3 月取得采矿许可证。2008 年 4 月 5 日委托安徽省冶金设计院编制了《青阳海亿矿业化工有限公司青阳县花园吴石灰石矿初步设计安全专篇》，2011 年 1 月 13 日经原池州市安全生产监督管理局组织专家对矿山建设工程安全设施进行了竣工验收，并于 2011 年 4 月 29 日青阳县花园石灰石矿有限责任公司取得了青阳县花园吴石灰石矿安全生产许可证，年生产规模 50 万吨。矿山先后于 2014 年 5 月和 2017 年 5 月经过 2 次安全生产许可证延续。

为合理开发和充分利用矿产资源，2017 年 6 月，该公司委托池州市国土资源规划勘测局对矿区范围内资源储量进行了核实工作，并编制提交了《安徽省青阳县花园吴熔剂用石灰岩矿资源储量核实报告》且经原池州市国土资源局备案，备案后的资源储量估算 I-2 号矿体（未压覆资源）为可采范围，该估算范围已使得矿区周边民房处在 300m 爆破安全距离之外；I-1 号矿体（压覆资源）为暂不利用，待矿山将东侧和南侧邻近居民房搬迁后方可开采利用。因开采范围、矿体赋存条件等发生变化，为此委托铜陵化工集团化工研究设计院有限责任公司编制了《青阳县花园石灰石矿有限责任公司花园吴石灰石矿采矿工程变更安全设施设计》，2018 年 3 月矿山按照相关变更设计要求进行基建施工，至年底完成基建工程，2019 年 1 月，组织专家对矿山变更工程安全设施进行了竣工验收并通过了竣工验收，随后取得了安徽省应急管理厅颁发的安全生产许可证，正式投入生产。

因原采矿许可证开采范围内涉及生态红线和基本农田等因素，2021 年 3 月 17 日，该公司在延续矿山采矿许可证时，对开采范围进行了局部缩减，矿区面积由原 0.4216km^2 缩减为 0.3698km^2 ，开采标高不变，原采矿许可证范围由 4 个拐点圈定，现采矿许可证范围由 18 个拐点圈定。

该公司于 2025 年 1 月进行了矿山安全生产许可证延续工作，目前其《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：91341723670928502Q

发证单位：青阳县市场监督管理局

有效期：长期

2) 《采矿许可证》证号：C3417002010126130091987

发证单位：池州市自然资源和规划局

有效期：2021 年 3 月 17 日~2026 年 3 月 17 日

3) 《安全生产许可证》证号：（皖）FM 安许证字（2025）Y008 号

发证机关：安徽省应急管理厅

有效期：2025 年 1 月 25 日至 2028 年 1 月 24 日

4) 爆破作业单位许可证编号（池州市长江岩土爆破工程有限公司）：3400001300184

发证机关：安徽省公安厅

有效期：2024 年 4 月 25 日~2027 年 4 月 25 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

青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿隶属于酉华镇管辖。矿区中心点坐标：东经 $117^{\circ} 59' 17''$ ，北纬 $30^{\circ} 37' 50''$ 。区内有酉（华）~杨（田）乡村公路从矿区东南侧通过，该公路向东北经石安与 318 国道相连，矿山距 318 国道为 6km，该段公路为县道，由于为酉华镇主要矿石外运公路，经过多年维护、维修，自矿区至石安段公路路面宽度达到 9m 以上，道路路面平整，线型合理，沿线每天定时维护、洒水，保证了道路的畅通和道路的完好性；利于酉华镇矿山产成品外运和矿石需要的材料运入。矿山自石安与 318 国道相连后，可以直达铜陵、池州、芜湖和周边其他城市的车站、码头。本矿山距铜陵长江港 50km，距铜陵火车站 55km，距池州长江港 45 km，距池州火车站 40 km，距童埠港 16 km。本公司配套的氧化钙厂位于矿区范围西南侧，相距 1.5 km；同时青阳县周边氧化钙生产企业都处在沿途附近的工业园区，矿山交通便利（见交通位置图 2.1）。



图 2.1 交通位置图

▨ 为矿区位置

2) 矿区自然地理及经济概况

矿区位于皖南山区北部，长江南岸丘陵低山区，地形北西高南东低，矿区内最高点海拔标高+320m，南东部为冲积平原，海拔高度一般+68.1m左右，相对高差 251.9m 左右。本区域水系呈树枝状，以七星河为主干，水流由南或南东方向汇入青通河，注入长江。

矿区属亚热带季风性气候，温湿多雨，四季分明。年平均有 120 天降水天气。据铜陵气象站 1997~2003 年气象资料，年平均降水量 1375.9mm，最高年降水量 2022.6mm，最低降水量 1008.8mm，年平均蒸发量 1359.8mm，年平均气温 16.2℃，无霜期平均为 250 天。

本区位于华南地震区中部，长江中下游地震亚区西段，是一个地震强度中等，频率不大的地震区。按《中华人民共和国地震动参数区划图》（GB18306-2015）的规定划分，本区地震动峰值加速度（g）分区值为 0.05g，相应地震基本烈度为Ⅵ度区。

区内及周边地区石灰岩资源丰富，农业以水稻、小麦等粮食作物和油料、棉花、蚕茧、丹皮等经济作物为主。林业以杉、松等经济林为主。区内电力充足，主要由华东电网供电，劳动力资源丰富，水资源主要取自泉眼河及地下水，能满足日益发展的生产生活需要。

2.2 矿区地质概况

2.2.1 矿区地质

2.2.2 矿体地质特征

2.3 矿山开采技术条件

2.4 矿山现状概述

2.4.1 矿山设计概述

1) 矿山总平面布置

矿山企业组成如下：露天开采区、工业场地、必要的办公设施以及排土场等。

(1) 露天开采区

采矿为山坡露天开采，采场最高开采标高+320m，采场最低开采标高为+180m。

(2) 工业场地

变更设计概况：原工业场地破碎站布置在矿区南侧，距设计采剥境界最近距离 250m 外，相关配套设施齐全完善。原矿山办公生活区位于矿区东南侧氧化钙烧结厂内，距设计采剥境界 300m 以外。设计均利用原有设施。

(3) 排土场

根据变更安全设施设计，矿山已建排土场位于矿区北侧，距矿区范围最近距离 103m；该排土场由哈尔滨黄金设计研究院 2010 年 9 月进行了专项设计，并编制提交了《青阳海亿矿业化工有限公司青阳县花园吴石灰石矿排土场方案设计》及《安全专篇》，专项设计的排土场占地面积 24332m²，排土标高+70m~+102m，三层堆排，每个台阶高 10m，容积 25.56 万 m³；设计台阶坡面角 38°，最终边坡角 31°。据企业提供的资料显示，该排土场二层台阶堆排，台阶高 10m 左右，堆排容积为 15.38 万 m³，排土场迎水面设有截洪沟，下方设有拦土坝、沉淀池等；依据该设计类推，尚可堆排 10.18 万 m³，能够满足设计新增废岩土堆排，因此变更设计利用现有排土场及设备设施，不另行设计，但矿山应严格按照排土场专项设计要求进行有序堆排。

2) 采矿许可证范围及设计开采范围

2006 年原池州市国土资源局以池国土资〔2006〕104 号文件批复设置青阳县花园吴熔剂石灰岩矿采矿权。原采矿许可证范围由 4 个拐点圈定，面积为 0.4216km²，生产规模为 50 万吨/年，开采方式为露天开采。因原采矿许可证开采范围内涉及生态红线和基本农田等因素，2021 年 3 月 17 日，矿山在延续采矿许可证时对开采范围进行了局部缩减，矿区面积由原 0.4216km²缩减为 0.3698km²，开采标高不变，其矿区范围拐点坐标见表 2-2。

表 2-2 采矿权范围拐点坐标

序号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	3390669.05	39594400.99
2	3390478.06	39594401.08
3	3390478.06	39594387.90
4	3390222.49	39594387.90
5	3390222.49	39594401.22
6	3390057.08	39594401.33
7	3390057.05	39594586.62
8	3390049.04	39594588.15
9	3390049.05	39594896.42
10	3390062.53	39594896.42
11	3390098.80	39594934.61
12	3390241.68	39594972.36
13	3390327.93	39594986.96
14	3390345.88	39594953.13
15	3390383.07	39594959.93
16	3390481.11	39595017.78
17	3390481.08	39595067.90
18	3390669.05	39595067.90
面积：0.3698km ² ；开采标高：+320m 至+69m。		

依据变更设计确定的采剥境界开采范围，其开采境界范围拐点坐标见表 2-3。

表 2-3 设计采剥境界范围拐点坐标（1980 西安坐标系）

序号	X	Y	备 注
K	3390400.00	39594507.67	开采面积： 0.0955km ² ； 开采标高： +320m~+180m。
L	3390352.51	39594408.20	
M	3390398.66	39594270.11	
N	3390665.60	39594270.11	
R	3390665.60	39594601.78	
A	3390460.70	39594635.66	

3) 矿山设计利用资源量、生产规模及工作制度

根据 2017 年 6 月资源储量核实报告，矿山在以往消耗资源储量 337.42 万吨，采矿权界内保有资源储量 1221.00 万吨，其中 I-2 号矿体矿区安全警戒线内（未压覆矿产部分）保有资源储量（122b+333）类 677.53 万吨，申请占用且开采利用，I-1 号矿体矿区安全警戒线外（压覆矿产部分）保有（332+333）类压覆（暂不利用）资源储量 543.47 万吨，待矿山将东侧和南侧邻近居民房搬迁后方可开采利用。因此变更设计采剥境界范围内（仅开采 I-2 号矿体）保有 677.53 万吨，设计利用且采出矿石量 634.81 万吨。

设计采用间断工作制，年工作 250 天，每天 1 班，每班 8h。根据矿床地质资源储量、矿山开采技术条件和采矿证批准，设计矿山年生产规模为 50 万吨。变更设计利用储量 677.53 万吨，根据开采工艺确定矿石回采率 95%，按 50 万吨的建设规模计算，矿山服务年限 12.3 年。

4) 矿山开拓运输

设计采用公路开拓~汽车运输，利用原有的开拓公路，露天采场自矿区西侧+210m 标高处（a 点）起坡，折返式上升至露天采场西侧+285m（b 点）装运水平。由于矿山矿体的赋存条件及地形地貌，+300m、+315m 水平底盘宽度小，不能形成 30m 宽的运输平台，因此设计初期开拓水平、运输平台均设在+285m，+300m、+315m 分层采用挖掘机翻运作业。开采时，待装运平台宽度达到 30m，再分别在+300m、+315m 分层剥离，+300m 及以上水平岩土采用挖掘机剥离翻运至+285m 水平装运，挖掘机翻运平台宽度 12m，挖掘机上山道路宽度 5m，最大纵坡度不超过 15%。

新增及利用矿区内原有开拓运输公路均应保持矿山三级道路，其相关参数如下：

道路等级： III级；

设计最高行车速度：10km/h；

路面宽度：8m（挖掘机道路宽度 5m）；

路肩宽度：挖方 0.75m、填方 1.25m；

最小回头曲线半径：15m；

最大纵坡度：8%（局部 10%、挖机道路纵坡不超过 15°）；

最大纵坡长度：150m；

缓和坡段长度：60m；

路面类型：级配碎石。

路基设计：路面宽度 8m。路肩宽度挖方时为 0.5m，填方时为 1.0m；填方路堤按 1:1.5 坡度放坡，挖方路堤按 1:0.75 坡度放坡。当路堤高度大于 3m 时，道路两边要设挡车墩。挡车墩的规格为高度不小于轮胎直径的 2/5，挡车墩的顶部和底部宽度应不小于轮胎直径的 1/3 和 1.3 倍。

5) 采矿工艺

(1) 开采方式

变更设计在境界范围内仍然采用露天开采方式。

(2) 采矿方法

变更设计采矿方法仍然采用自上而下台阶式开采。即在纵向上将该范围也划分为 15m 一个分层台阶，即在纵向上为+315m、+300m、+285m、+270m、+255m、+240m、+225m、+210m、+195m、+180m 共 10 个台阶。在每个平台采剥过程中，仍然采用深孔爆破，机械铲装、汽车运输。

(3) 露天采场设计参数

根据该矿的开采技术条件、选用的穿孔及采装设备技术规格、开拓运输条件、安全规程要求等因素，参照类似矿山的资料和设计规范来确定矿山露天开采终了边帮构成要素，变更设计确定结果见表2-4。

表 2-4 设计露天采场构成要素表

序号	项 目	单 位	构成参数	备注
1	生产台阶高度	m	15	
2	工作台阶坡面角	(°)	70	
3	靠帮台阶坡面角	(°)	65	

序号	项 目	单 位	构成参数	备注
4	安全平台宽度	m	6	
5	最终边坡角	(°)	51~53	
6	最小工作平盘宽度	m	30	
7	道路纵坡	%	8	局部 10%
8	道路宽度	m	8	
9	道路最小转弯半径	m	15	
10	挖机道路坡度	(°)	15	路宽 6m

(4) 采剥工艺

①穿孔工作

变更设计概况：该矿开采的矿岩为厚层~中厚层状灰岩、白云质灰岩、白云岩等，构造简单，岩性单一，属于中等及以上硬度。矿岩均需进行穿孔爆破才能进行采装。考虑矿山采剥生产能力和矿山生产安全，设计矿山爆破采用中深孔爆破方式。浅眼爆破主要用于开拓运输公路和修理边坡时使用。

采用深孔爆破作业，台阶高度 15m，根据非金属矿山的设备装备情况和穿孔设备的实际使用效率，设计利用矿山已有的穿孔设备外，为了穿孔作业既能节省时间，又能提高效率，矿山已购置了红三环 HC725 型露天潜孔钻车穿孔，钻孔直径 80~115mm，一次推进长度 2m，钻孔深度≤25m，适用岩石 $f=6\sim20$ ；使用气压为 0.5~1.4MPa，耗气量为 7~12m³/min，整机自带捕尘器，配套选用 HG400M-13 型柴油驱动空压机，胶轮移动，可以通过履带式凿岩机带动行走，排气量为 10m³/min，排气压为 1.0MPa，电机功率 110kw。

矿山在修建开拓道路、修理靠帮台阶边坡时使用浅眼爆破，使用 YT-24 型手持式风动凿岩机打眼，钻孔直径 $\Phi 38\sim42\text{mm}$ 。多排孔微差爆破，炸药采用乳化炸药，雨季或炮孔有水时要使用乳化油炸药。爆破中产生的大块（超过 600mm 的），采用液压挖掘机破碎锤进行锤破。

矿山一般不使用浅眼爆破，但在前期开拓道路、台阶靠帮修坡涉及少量浅眼爆破。因此浅眼穿孔使用 YT-24 型手持式风动凿岩机打眼，钻孔直径 $\Phi 38\sim42\text{mm}$ ，使用气压 0.5~0.7MPa，耗气量 2.8m³/min，配套 3m³/min 空压机。

空压机均为移动式，风管可从山坡上放下，也可利用人行通道就近接入钻孔作业平台。穿爆作业人员均在该平台上作业。

②爆破工作

变更设计概况：

A、爆破方式

设计矿山采剥爆破采用深孔爆破，以松动爆破为主，采剥分层台阶高度为 15m，一次爆破产生的大块应采用挖掘机液压破碎锤锤破，严禁采用浅眼爆破改大块（即严禁使用二次爆破）。爆破工作由爆破班组承担。

B、爆破材料

采用铵油及乳化炸药爆破，起爆采用非电导爆管雷管起爆系统。炸药单耗结合现场的经验计算后确定，设计深孔爆破时选用炸药单耗 $q=0.31\text{kg}/\text{m}^3$ 。

C、爆破参数

设计本矿山推荐取值：底盘抵抗线 W_p 取值 3.5m，炮孔间距 a 取值 4m。炮孔倾角为 $70^\circ \sim 90^\circ$ ，炮孔孔深为斜孔时 17.5m、垂直孔时 16.5m，超深 1.5m。多排孔爆破时，炮孔排距 b 取值 3.2m，炮孔采用三角形布置（梅花孔）。设计炸药单耗为 $0.31\text{kg}/\text{m}^3$ ，爆破作用指数为 1。单孔装药量 $Q=59.5\text{kg}$

每次爆破 16 个炮孔，爆破矿岩量约（ 3070m^3 ）8320t，可满足矿山 4 天生产需要。每次爆破总装药量 952kg，为减少爆破震动和飞石影响，改善爆破质量，设计采用分段毫秒微差爆破，前排炮孔先爆，后排后爆。每段起爆二个炮孔，将单段最大起爆药量控制在 119kg 以下。

装药密度约为 $4.4\text{kg}/\text{m}$ ，装药高度为 13.5m，剩余炮孔全部用黄泥填塞紧实，填塞长度不小于 4.0m，可以增强爆破效果，同时保证爆破安全。

表 2-5 中深孔爆破参数表

名称	L	H	W_p	a	b	Q
单位	m	m	m	m	m	kg
数值	16.5~17.5	15	3.5	4	3.2	59.5

D、爆破危险范围的圈定

a、爆破冲击波安全允许距离

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）规定进行露天爆破时，一次爆破的单段炸药量不应大于 119kg，并应按下式确定空气冲击波对在掩体内避炮作业人员的安全允许距离=123m。

b、爆破振动安全允许距离 $R=87.5$ （m）

c、爆破飞石的安全距离

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）规定，对设备或建筑物的安全距离，应由爆破设计确定；爆破时，爆破个别飞散物对人员的安全允许距离有如下规定：露天岩土爆破时，中深孔爆破个别飞散物最小安全允许距离不小于 300m，浅孔爆破个别飞散物最小安全允许距离 200m（复杂地质条件下或未形成台阶工作面时不小于 300m），爆破中产生的大块，采用挖掘机配破碎锤进行机械破碎，严禁采用浅眼爆破或裸露药包爆破。沿山坡爆破时，下坡方向的飞石安全距离应增大 50%。

根据本矿采场布置的现状与原国家安监总局 39 号令的相关规定，设计确定爆破警戒距离为 300m。

在爆破警戒处应设明显标志，爆破作业时，要控制好各行人道口的警戒工作，预防人员误入爆破安全距离范围内。

（5）采装与运输

①铲装：矿山现有铲装设备为：现代 215E 型挖掘机 2 台，沃尔沃 EC210BLC 型挖掘机 1 台，常林 555 型装载机 1 台，龙工 855 型装载机 2 台，这些铲装设备由矿山根据采场、破碎站及工业场地、排土场等统一调度使用，矿山总共挖掘机 3 台，装载机 3 台，从以往的生产状况来看，能够满足矿山生产能力需要。

②运输：矿山短运汽车有：解放牌 20t 自卸车 8 辆，满足生产能力的要求。

爆落的矿石在采场运输水平直接装车，采用矿山现有的自卸汽车经开拓公路送往破碎站加工；岩土经开拓公路和排土场公路运往矿区北侧排土场。

6）破碎筛分

矿山在矿区南侧采矿权范围内建有二套破碎加工生产线，均采用两段一闭路式生产工艺。

7）矿山供排水

（1）供水

变更设计利用矿山已建给排水系统。

矿山利用矿区南侧溪流为水源，建有水井、提水泵房，安装两台 D12-25×12 型水泵（其中一台备用），供应矿山生产及消防用水。采场移动式 10 m³ 自制高位水箱作为生产和防尘、消防用水；破碎站工业场地 10m³ 高位水箱和 200m³ 的消防水池，供破碎系统降尘各消防用水。另外矿山配有 10t 洒水车一辆，对矿山道路、破碎站等相关场所定

时洒水。生活用水直接使用自来水。

（2）排水

矿床水文地质属简单类型，地表水自然排泄通畅。因矿山采用山坡露天开采，最低开采水平+180m，高于当地最低侵蚀基准面，地形有利于雨水自流下泄，故采用自然排水，不需另增排水设备，但工作平台应保证 3‰的坡度，方便采场雨水自然流出。

矿山开采时，采场永久边坡外围迎水一侧应开挖截洪沟，截洪沟总长 643m，要求其深度不小于 1.0m，上宽不小于 1.2m，底宽不小于 0.8m，生产过程中应保留原排水水系流向，以利于排水。

采场排水系统应建立沉淀池，流经采场的污水需经过沉淀达标后外排。

8）矿山供电与通信

（1）供电：青阳县花园石灰石矿有限责任公司花园吴石灰石矿为露天山坡矿山，生产规模为 50 万 t/a，最终产品为规格石子。该矿现配电房已经在基建期内建设完成，矿山考虑用电负荷需求，将原初步设计确定安装的 S9-M-250/10KVA 变压器改为 S9-M-400/10KVA，通过前几年的生产实践，可以满足矿山用电需要。

（2）通信：矿山程控电话、移动通讯及网络服务均已开通，能确保矿山生产需要。变更设计不再增加内容。

9）防尘

矿山定期对生产性粉尘按规定进行监测，监测数据保存完整。矿山专门配备一辆 10t 洒水车对矿区运输道路进行洒水除尘，采场防尘从高位水箱取水利用钢质水管对采场采出的爆堆进行洒水降尘；穿孔作业时，凿岩机采用捕尘、收尘设施和工作面采装实行湿式作业。

矿山破碎加工筛分车间实行封闭循环、干式除尘；采用洒水、喷淋、路面硬化等降尘、除尘等措施，其设备设施运转正常，防尘效果良好。矿山加强员工个体防护，为从业人员发放了符合国家标准或行业标准的劳动防护用品和防尘口罩，并能正确佩戴和使用。

10）供气

设计采用“一体化”穿孔作业，使用潜孔钻车及配套的空压机、捕尘器等，地面不设空压机站。

11）防灭火

设计矿山生产、办公场所、建（构）筑物和重要设备，均设置有消防灭火器材；各厂房和建筑物之间留有足够宽度的消防通道，通道上保持畅通；贮存易燃易爆物品的仓库和从事有火作业的车间采用不燃物建筑，相互之间留有足够的消防距离，相关制度、规程上墙，并配备相应的消防设备和器材。

设计利用矿区南侧溪流为水源，建有水井、提水泵房，安装两台 D12-25×12 型水泵（其中一台备用），供应矿山生产及消防用水。

12) 炸药库

设计与有资质的爆破公司签订爆破协议，承担矿山爆破工作，矿山所有爆破器材均由爆破公司提供，矿山炸药库停用。

2.4.2 矿山采场现状概述

该矿山采用山坡露天、自上而下分台阶开采，使用公路汽车运输开拓方式，其开拓运输方式与设计相符，上山运输道路按照Ⅲ级泥结碎石路面修建，路面宽度 8~10m，最小转弯半径大于 15m，运输道路坡度平均为 7.0%左右，最大纵坡小于 8%，上山公路外侧设有挡坝设施，内外侧设有排水沟，并在各转弯、下坡危险地段设有安全警示标志和紧急避险设施。上山运输道路从破碎站卸料平台折返至采区+180m 装运平台。

露天采场最低开采标高为+180m，为一个开采作业区。现采场西侧自上而下形成+300m、+285m、+270m、+255m、+240m、+225m、+210m 和+195m 及+180m 共 9 个靠帮台阶，仅采场南侧+180m 平台尚有部分区域未靠帮，西侧靠帮台阶高度 13~15m，靠帮安全平台宽度 5~8m，靠帮台阶坡面角为 50°~62°，总边坡角约为 46.7°。矿区西侧 N-3-2 区域形成的台阶为生态红线调整前采矿权和设计范围内形成的台阶，矿区西北侧 N-0 区域形成的台阶由于前期剥离形成的堆土区域，目前已复绿，自然资源部门已对此进行了处罚。

前期受林地影响，采场西南侧（K-L-M-3-2）和采场北侧（R-N）区域均未完全靠帮，采场西南侧（K-L-M-3-2）区域现保留着+195m~+285m 开拓运输道路，待林地手续办理结束后，即自上而下进行靠帮。目前 R-N 区域林地手续已办理，矿山于 2024 年 8 月编制了《青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿露天采场北侧+240m~+180m 采矿工程单体设计》（以下简称《单体设计》），并通过了专家评审，现矿山按设计将该区域台阶开采后逐步进行靠帮。

目前矿山在采场北侧+210m 平台进行穿孔作业，矿石和废石经+195m 平台翻运至+180m 平台，在+180m 平台进行装运作业。+190m 平台台阶高度为 14~15m，台阶坡面角 $68^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，+180m 平台台阶高度为 13~15m，平均长度约 190m，平均宽度约 135m，台阶坡面角 $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，采场作业面由南向北方向推进，未发现掏采现象，现矿山生产台阶构成要素符合《单体设计》和原设计要求。

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，同时该公司已委托铜陵巨石地矿科技有限公司于 2021 年 1 月编制了《青阳县花园吴石灰石矿智慧矿山综合管理平台建设方案》（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，现该矿已在采场西侧+315m、+300m、+285m、+270m、+255m 和+225m 及+195m 靠帮台阶分别设置了 1 个位移监测设施，定期监测边坡位移变化，同时在开拓运输道路+170m 标高处设置了 1 个监测基准点，实行智慧化矿山管理，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。现根据青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴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阻力减小，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；

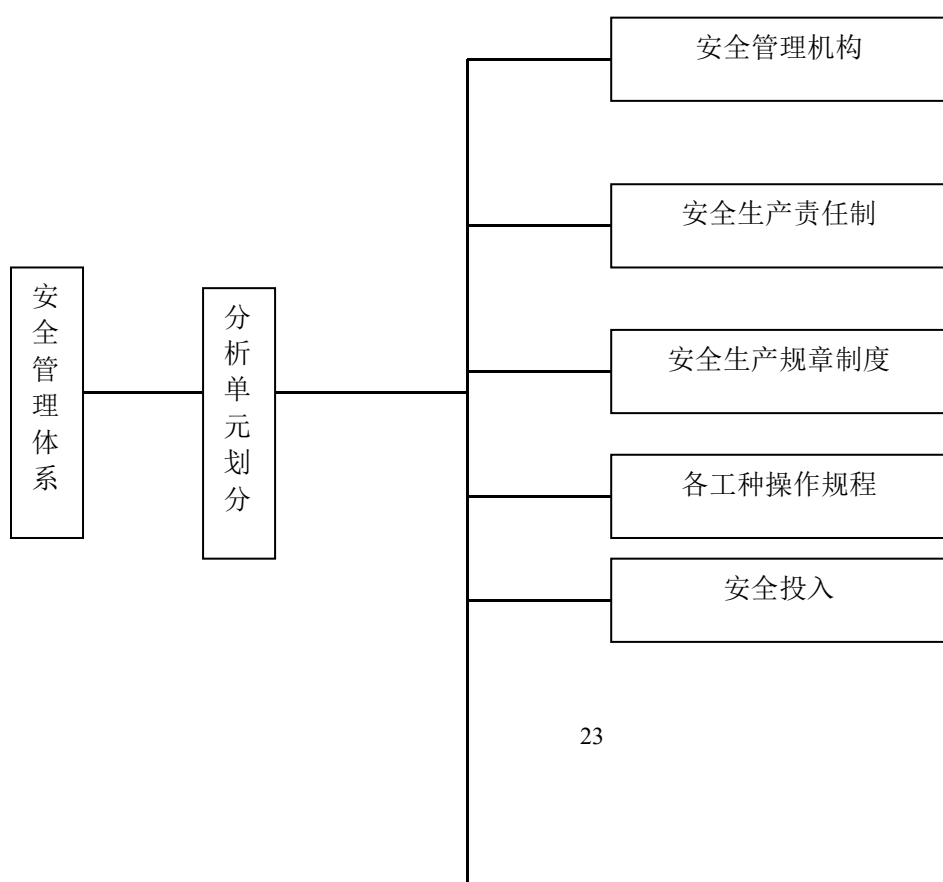
(4) 按贮存、处理危险物质的潜在化学能、毒性和危险物质的数量划分。

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



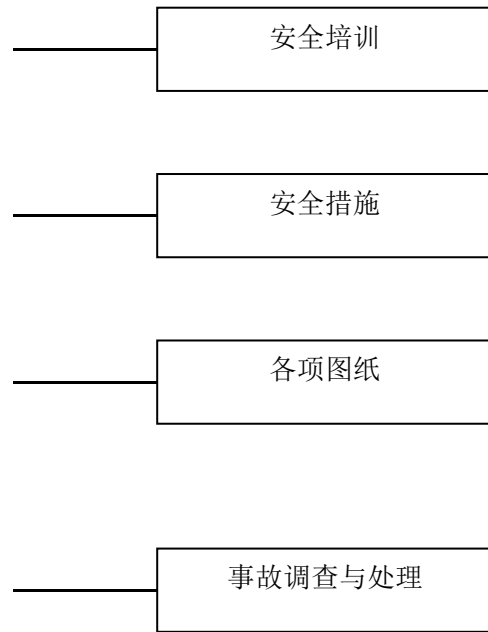
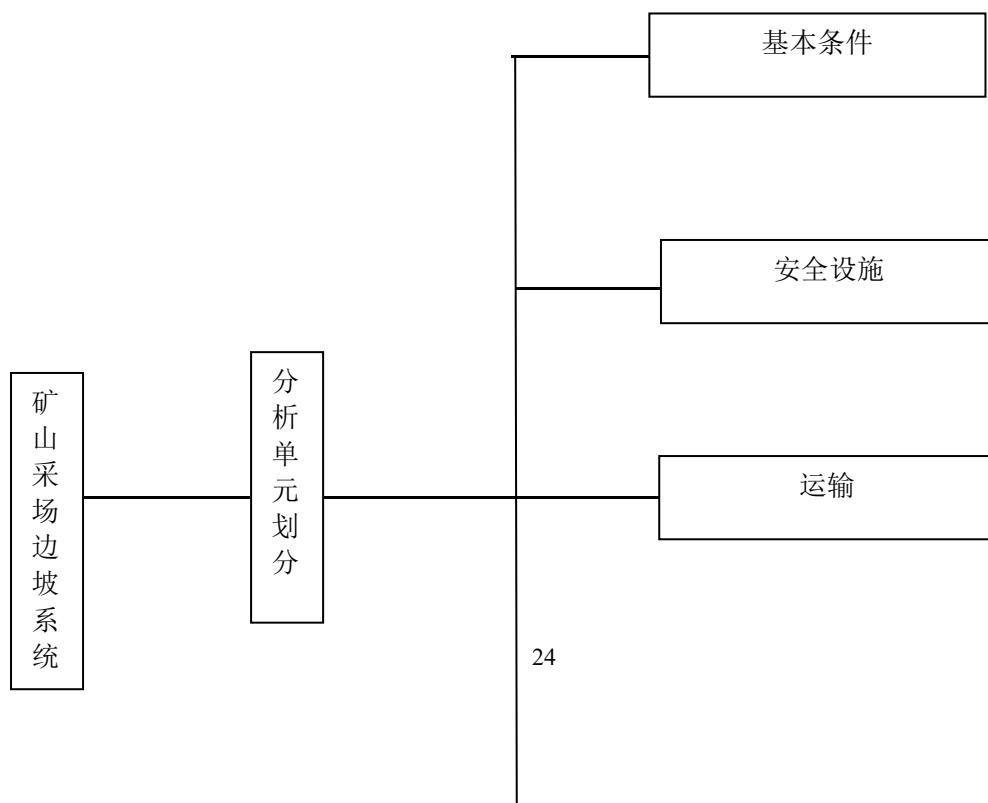


图 4.1 安全管理体系分析单元划分



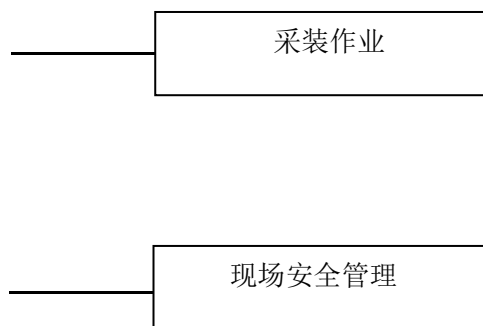


图 4.2 矿山采场边坡系统分析单元划分

5 定性、定量分析

通过对青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石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，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 青阳县花园吴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：2025 年 10 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，下设安全科。	符合
	2. 专职安全管理人员配备是否满足要求。	矿山配备 2 名专职安全管理人员。	符合
	3. 队、班、组应设专职或兼职安全员配备情况。	每班有专职安全员。	符合
	4. 各队、班、组设立的专（兼）职安全员是否有书面或文件形式下发。	有文件规定。	符合
(2) 安全生产责任	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

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
制	2. 主管本矿安全生产主要负责人和技术负责人员安全生产责任制。	有安全生产主要负责人和技术负责人员安全生产责任制。	符合
	3. 各级职能机构安全生产责任制。	有各职能机构安全生产责任制。	符合
	4. 班组长安全生产责任制。	有班组长安全生产责任制。	符合
	5. 各岗位工人安全生产责任制。	有各岗位安全生产责任制。	符合
(3) 安全生产规章制度	1. 安全生产责任制度。	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
(4) 各种操作规程	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

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
	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。	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. 《矿山应急预案》及时修改，每年定期组织演练。	编有应急预案，并定期开展了演练。	符合
	4. 制定职业危害防治措施，综合防尘措施，建立粉尘检测制度，从业人员配备符合国家标准或行业标准的劳动保护用品。	制定有相关措施和制度，为从业人员发放符合标准的劳动保护用品等。	符合
	5. 矿山外委工程应与有相应资质的承包单位签订安全管理协议。	公司已与爆破公司等外协单位签订有安全生产管理协议。	符合
	6. 矿山设计及技术措施符合有关规定，矿山安全设施设计和条件必须符合“三同时”。	安全设施与主体工程“三同时”已经审查验收。	符合
(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

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
	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
(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
	5. 供配电系统图。	有图。	符合
	6. 防排水系统图及排水设备布置图。	有图。	符合
	7. 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. 露天边坡排土场、爆破器材库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

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
	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) 结果分析

(1) 安全管理现状

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

综上，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) 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 青阳县花园吴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：2025 年 10 月 20 日

分析单元	检查内容		检查测试记录	检查结果
(1) 基本条件	1. 矿山应有工程地质勘查报告和安全设施设计。		有专门的工程地质勘查报告和安全设施设计。	符合
	2. 现状采场台阶构成要素	台阶	该矿山为山坡露天、自上而下分台阶开采。露天采场最低开采标高为+180m，为一个开采作业区。采场西南侧（K-L-M-3-2）由于林地影响，顶部台阶未完全靠帮，目前采场西侧自上而下形成了+300m、+285m、+270m、+255m、+240m、+225m、+210m 和+195m 及+180m 共 9 个台阶，目前保留着+195m～+285m 开拓运输道路，待林地手续办理结束后，即自上而下进行靠帮。	符合
		工作台阶坡角	65° ～70° 。	符合
		最终边坡角	未完全靠帮。	缺项
		安全平台宽度	安全平台宽度为 5～8m。	符合
		装运平台宽度	装运平台宽度约为 135m，符合设计要求。	符合
	3. 采场工程地质和水文地质条件发生变化时、出现工程地质与水文地质问题时，应设计并采取相应措施		工程地质和水文地质条件未发生变化。	符合
	4. 采剥工艺、开采顺序等符合设计要求		采剥工艺和开采顺序。	符合
(2) 安全设施	1. 采场有可靠的截流、防洪和排水设施		有可靠的截流、防洪和排水设施。	符合
	2. 台阶高度是否符合设计要求		13～15m，符合设计要求。	符合

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
	3. 台阶边坡角是否符合设计要求	工作台阶边坡角 $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，靠帮边坡角 $50^{\circ} \sim 62^{\circ}$ ，靠帮区域整体边坡角为 46.7° 。	符合
	4. 台阶设置安全平台宽度是否符合设计要求	安全平台宽度为 $5 \sim 8\text{m}$ 。	符合
	5. 装运平台宽度是否符合设计要求	装运平台宽度约为 135m ，符合设计要求。	符合
	6. 靠帮平台应保有 $3 \sim 5\%$ 的反坡	已形成反坡。	符合
	7. 采场应按顺序自上而下分台阶开采	按顺序自上而下分台阶开采。	符合
	8. 采场在危险范围内设置标志，危险区域内严禁人员进入	有安全标志、标识等。	符合
(3) 采矿作业	1. 爆破布眼参数及装药量应符合设计及规范要求	按设计布眼、装药。	符合
	2. 台阶靠帮时是否采用光面爆破或控制爆破	采用预裂爆破。	符合
	3. 边坡岩体存在较严重松散、破碎，节理裂隙发育地段，应及时采取相应支护	边坡岩体暂不存在较严重松散、破碎，节理裂隙发育地段。	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 $13 \sim 15\text{m}$ ，生产台阶边坡角 $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。	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

该矿山采用山坡露天、自上而下分台阶开采，使用公路汽车运输开拓方式，其开拓运输方式与设计相符，上山运输道路按照Ⅲ级泥结碎石路面修建，路面宽度 8~10m，最小转弯半径大于 15m，运输道路坡度平均为 7.0%左右，最大纵坡小于 8%，上山公路外侧设有挡坝设施，内外侧设有排水沟，并在各转弯、下坡危险地段设有安全警示标志和紧急避险设施。上山运输道路从破碎站卸料平台折返至采区+180m 装运平台。

露天采场最低开采标高为+180m，为一个开采作业区。现采场西侧自上而下形成+300m、+285m、+270m、+255m、+240m、+225m、+210m 和+195m 及+180m 共 9 个靠帮台阶，仅采场南侧+180m 平台尚有部分区域未靠帮，西侧靠帮台阶高度 13~15m，靠帮安全平台宽度 5~8m，靠帮台阶坡面角为 $50^{\circ} \sim 62^{\circ}$ ，总边坡角约为 46.7° 。矿区西侧 N-3-2 区域形成的台阶为生态红线调整前采矿权和设计范围内形成的台阶，矿区西北侧 N-0 区域形成的台阶由于前期剥离形成的堆土区域，目前已复绿，自然资源部门已对此进行了处罚。

前期受林地影响，采场西南侧（K-L-M-3-2）和采场北侧（R-N）区域均未完全靠帮，采场西南侧（K-L-M-3-2）区域现保留着+195m~+285m 开拓运输道路，待林地手续办理结束后，即自上而下进行靠帮。目前 R-N 区域林地手续已办理，矿山于 2024 年 8 月编制了《单体设计》，并通过了专家评审，现矿山按设计将该区域台阶开采后逐步进行靠帮。

目前矿山在采场北侧+210m 平台进行穿孔作业，矿石和废石经+195m 平台翻运至+180m 平台，在+180m 平台进行装运作业。+190m 平台台阶高度为 14~15m，台阶坡面角 $68^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，+180m 平台台阶高度为 13~15m，平均长度约 190m，平均宽度约 135m，台阶坡面角 $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，采场作业面由南向北方向推进，未发现掏采现象，现矿山生产台阶构成要素符合《单体设计》和原设计要求。

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，同时该公司已委托铜陵巨石地矿科技有限公司于 2021 年 1 月编制了《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，现该矿已在采场西侧+315m、+300m、+285m、+270m、+255m 和+225m 及+195m 靠帮台阶分别设置了 1 个位移监测设施，定期监测边坡位移变化，同时在开拓运输道路+170m 标高处设置了 1 个监测基准点，实行智慧化矿山管理，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

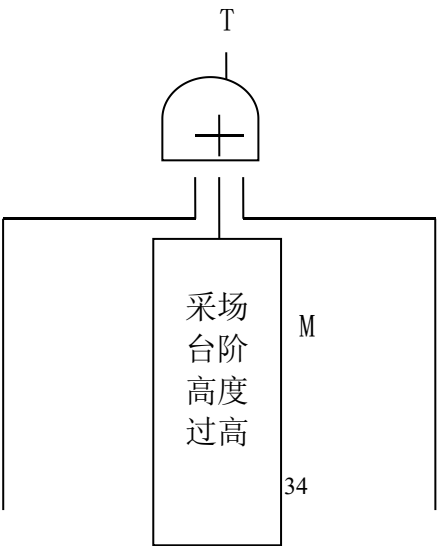
- ①后期采场严格按设计要求自上而下分台阶开采，且台阶参数等应符合设计要求；
- ②加强对采场边坡检查、监测等，对边坡不稳定地段及时处理，有效清除边坡浮松石，防止发生滑坡事故，同时做好采场边坡稳定性定期分析工作；
- ③进一步完善采场边坡档案资料及台账，并加快边坡监测设施建设，后期做好对监测点的日常维护工作，及时分析相关监测数据，发现问题及时处理；
- ④雨季期间，做好采场排水沟清理工作；
- ⑤加快采场西南侧林地手续办理工作，待手续完善后，自上而下按设计进行靠帮作业。

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。



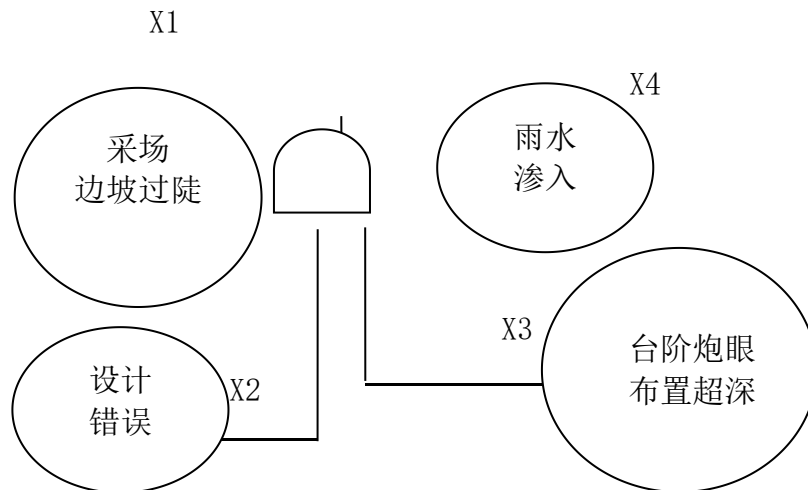


图 5.1 采场边坡滑坡事故树分析图

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。结合青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴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) 根据该矿山特点，参照相似矿山岩石力学资料：石灰岩容重 $2.50 \sim 2.78 \text{ g/cm}^3$ ，平均为 2.65 g/cm^3 ，抗压强度 $79.7 \sim 161.0 \text{ MPa}$ ，平均为 91.1 MPa ，内摩擦角为 49.3° ，凝聚力为 9.56 MPa ，吸水率为 0.22% ，RQD 值为 74.21% ，属较稳固矿体，岩体质量指标为：0.37，岩体质量系数为 0.58，矿石完整性好。

2) 其边坡物理力学参数如下表：

表 5-3 矿山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	内聚力 (KPa)	内摩擦角 ($^\circ$)
石灰岩	—	26.5	26.9	16.5	956	49.3
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

青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴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

结合青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石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 5-4，得出青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿采场边坡危害等级定为 II 级。

经计算，矿山采场靠帮边坡高度高差约 135m ($100 < H \leq 300$)，结合表 5-4 和表 5-5，判定青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿采场边坡工程安全等级为 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矩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：

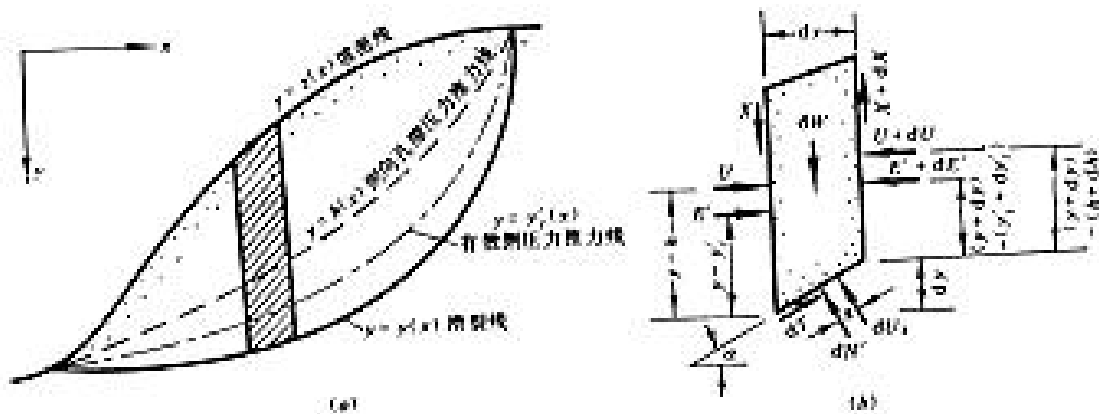


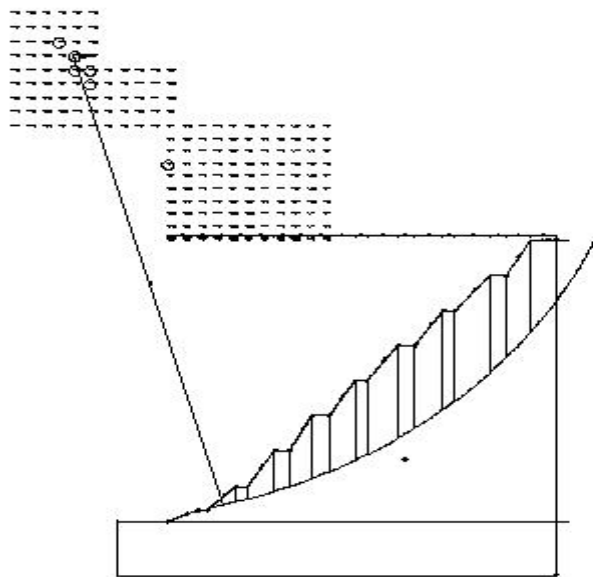
图 5.2 摩根斯坦—普赖斯法图

(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]

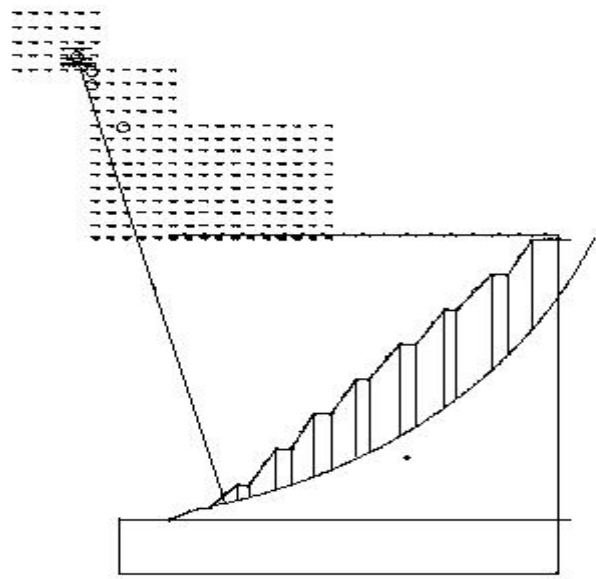


最不利滑动面：

滑动圆心 = (-32.750, 199.420) (m)
 滑动半径 = 199.142 (m)
 滑动安全系数 = 1.178

图 5.3 1-1' 线边坡稳定性计算结果（自重+地下水，Bishop 法）

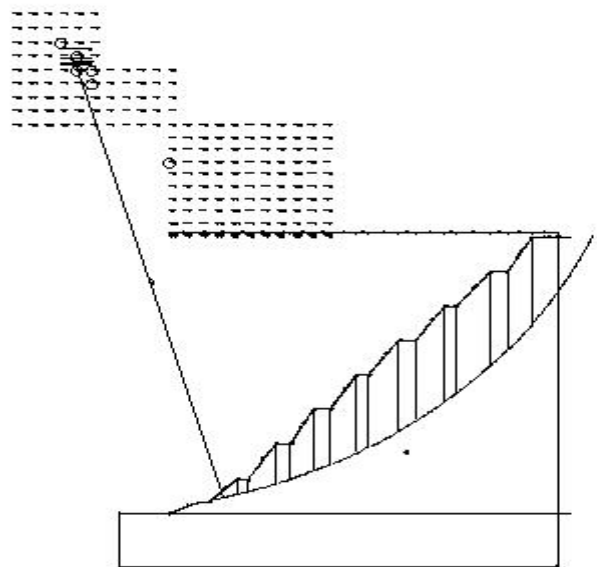
计算结果: _____
[计算结果图]



最不利滑动面:
滑动圆心 = (-31.750, 196.220) (m)
滑动半径 = 195.822 (m)
滑动安全系数 = 1.147

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]

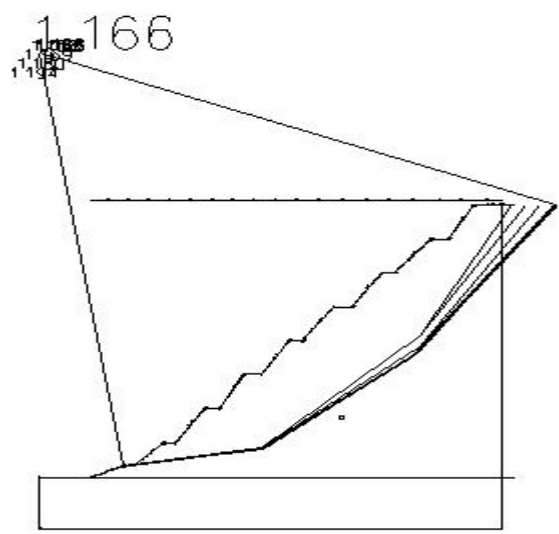


最不利滑动面:
滑动圆心 = (-32.750, 196.820) (m)
滑动半径 = 196.627 (m)
滑动安全系数 = 1.132

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]



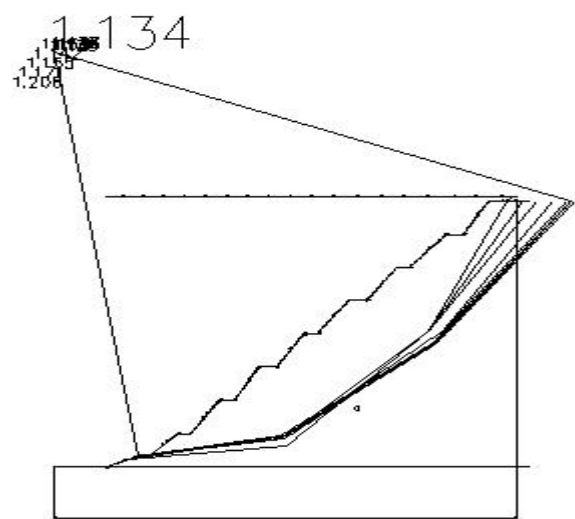
滑动安全系数 = 1.166

最危险滑裂面		
线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(10.455, 4.996)	(57.013, 13.044)
2	(57.013, 13.044)	(105.689, 52.603)
3	(105.689, 52.603)	(154.924, 120.861)

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 = 1.134

最危险滑裂面		
线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(10.461, 4.999)	(57.384, 13.185)
2	(57.384, 13.185)	(107.255, 53.954)
3	(107.255, 53.954)	(154.825, 120.861)

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]

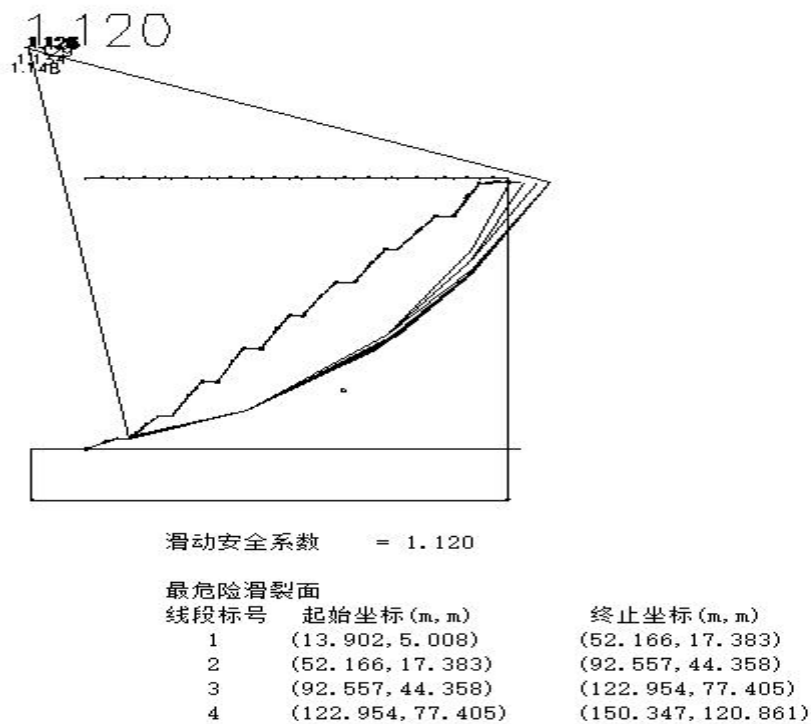


图 5.8 1-1' 线边坡稳定性计算结果（自重+地下水+地震，Morgenstem—Price 法）
边坡稳定性分析最小安全系数计算结果见表 5-7。

表 5-7 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	1.178	1.20~1.15	符合规范
		II	1.147	1.18~1.13	符合规范
		III	1.132	1.15~1.10	符合规范
	Morgenstem—Price 法	I	1.166	1.20~1.15	符合规范
		II	1.134	1.18~1.13	符合规范
		III	1.120	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情况较好，但由于矿体的力学参数采用类比法确定的，其结果有一定的不确定性。通过分析，现矿山边坡构成要素等符合国家法律法规及相关规定要求。

5.3.5 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。

根据对青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿采场边坡稳定性计算结果可以看出，青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴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 135m，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 46.7°，对应的边坡坡度等级指数 A 为 1。

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。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： $D=H+A+G=3+1+3=7$ ，同时滑坡风险等级指数 $S=2$ ，结合表 5-11，得出青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿采场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) 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(15m), 靠帮台阶坡面角不得大于 65° , 严禁掏采。
- 5) 对边坡不规范地段, 要实施封闭措施, 上边缘处设有警示标志, 下出入口应设置挡墙, 严防人员误入发生物体打击事故。

6) 矿山应指定专人负责，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) 进一步查明矿区地质构造，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 分析结论与建议

7.1 安全管理体系符合性分析结论

通过对青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴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。

通过对青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石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

通过对青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴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，青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石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

青阳县花园石灰石矿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，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) 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账，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) 加快采场西南侧林地手续办理工作，待手续完善后，自上而下按设计进行靠帮作业。

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。

青阳县花园石灰石矿有限责任公司

青阳县花园吴石灰石矿

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

二〇二五年十月

青阳县花园石灰石矿有限责任公司
青阳县花园吴石灰石矿

采场边坡稳定性分析报告

工程编号：ZXAP—2025—3033

法定代表人：董书满

技术负责人：董书满

项目负责人：方 敏

二〇二五年十月

青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿
采场边坡稳定性分析报告项目组人员

项目	姓名	资格证书号	专业	签字
项目负责人	方 敏	1902000000101872	电气	
项目组成员	吴光辉	1200000000100003	机械	
	袁成龙	1700000000200514	采矿	
	吴鹏程	1500000000300416	通风	
	王陈红	1700000000300668	安全	
	黄 凯	1100000000202027	地质	
	付道军	1700000000200889	水工	
报告编制人	方 敏	1902000000101872	电气	
	王陈红	1700000000300668	安全	
报告审核人	徐 恒	0800000000203905	采矿	
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，受青阳县花园石灰石矿有限责任公司委托，我公司对其青阳县花园吴石灰石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，项目组成员于2025年10月11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；2025年10月20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《青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿采场边坡稳定性分析报告》。

项目组在进行青阳县花园石灰石矿有限责任公司青阳县花园吴石灰石矿采场现状边坡稳定性分析过程中，得到了青阳县花园石灰石矿有限责任公司领导、职工的大力支持，在此表示感谢。

目 录

1.编制说明	1
1.1 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	5
1.4 分析内容	5
1.5 分析程序	6
2.项目概况	8
2.1 矿山简介	8
2.2 矿区地质概况	11
2.3 矿山开采技术条件	13
2.4 矿山现状概述	17
3.主要危险、有害因素辨识	27
3.1 自然灾害方面的主要危险、有害因素	27
3.2 滑坡和泥石流方面的主要危险、有害因素	27
3.3 地质危害	27
3.4 其他主要危险、有害因素	28
3.5 安全管理方面的主要危险、有害因素	28
4.单元划分及方法选择	29
4.1 单元划分	29
4.2 分析方法的选择	29
5 定性、定量分析	32
5.1 安全检查表法	32
5.2 事故树分析	40
5.3 采场边坡稳定性分析	42
5.4 采场边坡安全监测等级	50
6.安全对策措施	53
6.1 安全管理措施	53
6.2 安全技术措施	53

7.分析结论与建议.....56

7.1 安全管理体系符合性分析结论.....56

7.2 采场边坡系统符合性分析结论.....56

7.3 建议.....56

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、特种作业人员操作证书复印件。
- 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（采场）剖面图。