

安徽省恒金矿业有限公司
安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿
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
二〇二五年五月

安徽省恒金矿业有限公司

安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场边坡

稳定性分析报告

工程编号：ZXAP—2025—3013

法定代表人：董书满

技术负责人：董书满

项目负责人：方 敏

二〇二五年五月

前 言

为认真贯彻《安全生产法》、《矿山安全法》和《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）等金属非金属矿山安全生产法律、法规 and 规定，预防事故的发生，保障矿山安全生产，保护从业人员生命和财产安全，受安徽省恒金矿业有限公司委托，我公司对其安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场边坡的稳定性进行分析，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。本公司在资质范围内依法开展非煤矿山采场边坡的稳定性分析工作。

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

按照相关要求，我公司成立了稳定性分析项目组，对该矿采场边坡稳定性进行分析工作。评价组收集了国家有关法律、法规、技术标准和规范，并编制了现场调查表，确定评价程序和方法，项目组人员于 2025 年 4 月 18 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。4 月 28 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。

评价组在调查、收集资料的基础上，对该矿山采场现状边坡的安全管理、安全设施、现场作业等系统的主要危险、有害因素进行辨识与分析，在此基础上采用定性定量的分析方法进行稳定性分析，查找出存在问题与隐患，并提出安全对策措施及建议，形成评价结论，编制了《安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场边坡稳定性分析报告》。

项目组在进行安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场边坡稳定性分析过程中，得到了安徽省恒金矿业有限公司领导、职工的大力支持，在此表示感谢。

目 录

1. 编制说明	1
1.1 稳定性分析对象及范围	1
1.2 稳定性分析依据	1
1.3 稳定性分析目的	6
1.4 稳定性分析内容	6
1.5 稳定性分析程序	7
2. 项目概况	9
2.1 矿山简介	9
2.2 矿区地质概况	11
2.3 矿山开采技术条件	14
2.4 设计与现状概述	15
3. 主要危险、有害因素辨识	29
3.1 自然灾害方面的主要危险、有害因素	29
3.2 滑坡和泥石流方面的主要危险、有害因素	29
3.3 地质方面的主要危险、有害因素	29
3.4 其他方面的主要危险、有害因素	30
3.5 安全管理方面的主要危险、有害因素	30
4. 稳定性分析单元划分及方法选择	31
4.1 稳定性分析单元划分	31
4.2 稳定性分析方法的选择	31
5 定性、定量稳定性分析	34
5.1 安全检查表法	34
5.2 事故树分析	43
5.3 采场边坡稳定性分析	44
5.4 采场边坡安全监测等级	53
6. 安全对策措施	55
6.1 安全管理措施	55
6.2 安全技术措施	55

7 稳定性分析结论与建议58

7.1 安全管理体系符合性分析结论.....58

7.2 采场边坡系统符合性分析结论.....58

7.3 建议.....58

一、附件

- 1、委托书。
- 2、营业执照、采矿许可证和安全生产许可证复印件。
- 3、主要负责人和安全生产管理人员登记表及合格证书复印件。
- 4、特种作业人员登记表及操作证书复印件。
- 5、矿山救护协议及应急预案备案登记表。
- 6、边坡相关监测记录。
- 7、现场勘查照片。

二、附图

- 1、开采现状平面图。
- 2、1-1’ 线剖面图。

1 编制说明

1.1 稳定性分析对象及范围

根据委托合同书，本次稳定性分析对象为安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场现状边坡，分析范围为安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰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，2009 年 8 月 27 日起施行）；

（7）《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第七届第 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（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) 《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）；

(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。

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) 《建筑设计防火规范》GB50016-2014, 2018 年版;
- 5) 《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》AQ/T2063-2018;
- 6) 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010, 2016 版;
- 7) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》GB51016-2014;
- 8) 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012;
- 9) 《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010;
- 10) 《厂矿道路设计规范》GBJ22-1987;
- 11) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范（第1部分：总则）》（KA/T 22.1-2024）;
- 12) 《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）。

1.2.3 相关技术资料

- 1) 安徽省恒金矿业有限公司提交的安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场边坡稳定性分析委托书;
- 2) 安徽省恒金矿业有限公司提交的安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿相关证照复印件;
- 3) 华东冶金地质勘查局八一二地质队 2011 年 3 月编制的《安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿详查地质报告》;
- 4) 江苏省冶金设计院有限公司 2015 年 12 月编制的《安徽省恒金矿业有限公司青阳县双合一阳山矿区（南段）电石用灰岩矿 100 万吨/年建设工程初步设计（审定稿）》;
- 5) 江苏省冶金设计院有限公司 2015 年 12 月编制的《安徽省恒金矿业有限公司青阳县双合一阳山矿区（南段）石灰岩矿露天采矿工程安全设施设计（审定稿）》;
- 6) 安徽华泰安全评价有限责任公司 2018 年 6 月提交的《安徽省恒金矿业有限公司青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用灰岩矿（100 万 t/a）露天采矿工程建设项目安全设施验收评价报告》;
- 7) 安徽正信科技有限公司 2021 年 5 月提交的《安徽省恒金矿业有限公司青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用灰岩矿安全现状评价报告》;

8) 铜陵市紫金矿产品加工技术研究所 2023 年 4 月提交的《安徽省恒金矿业有限公司青阳县双合-阳山矿区(南段)石灰岩矿采矿工程安全设施设计变更说明》;

9) 铜陵市紫金矿产品加工技术研究所 2023 年 4 月提交的《安徽省恒金矿业有限公司青阳县双合-阳山矿区(南段)电石用灰岩矿 100 万吨/年建设工程初步设计变更说明》;

10) 安徽正信科技有限公司 2023 年 6 月提交的《安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区(南段)电石用石灰岩矿采场边坡和排土场稳定性分析报告》;

11) 安徽正信科技有限公司 2024 年 5 月提交的《安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区(南段)电石用石灰岩矿采场边坡稳定性分析报告》;

12) 安徽省恒金矿业有限公司提供的安徽省青阳县双合-阳山矿区(南段)电石用石灰岩矿采场现状平面图、剖面图;

13) 现场收集的有关资料。

1.3 稳定性分析目的

非煤矿山边坡稳定性分析的目的是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,对安徽省青阳县双合-阳山矿区(南段)电石用石灰岩矿采场现状边坡进行稳定性分析,应用安全系统工程原理和方法,对矿山采场边坡在运行过程中可能存在的危险、有害因素进行辨识与分析,判断矿山采场边坡工程、系统发生事故和职业危害的可能性及其严重程度,提出安全补偿及补救措施,以利于提高系统的本质安全程度,满足安全生产要求。

1.4 稳定性分析内容

根据委托书和《安全生产法》和《矿山安全法》及《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)等有关安全生产法律法规要求,该矿山采场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) 形成稳定性分析结论与建议。

1.5 稳定性分析程序

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

1.5.1 准备阶段

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

1.5.2 危险、有害因素识别与分析

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

1.5.3 稳定性分析单元划分

在危险、有害因素识别和分析的基础上，划分稳定性分析单元。

1.5.4 定性、定量稳定性分析

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

1.5.5 安全对策措施

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

1.5.6 稳定性分析结论及建议

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

1.5.7 稳定性分析报告的编制

依据稳定性分析结果编制稳定性分析报告。见图 1.1。

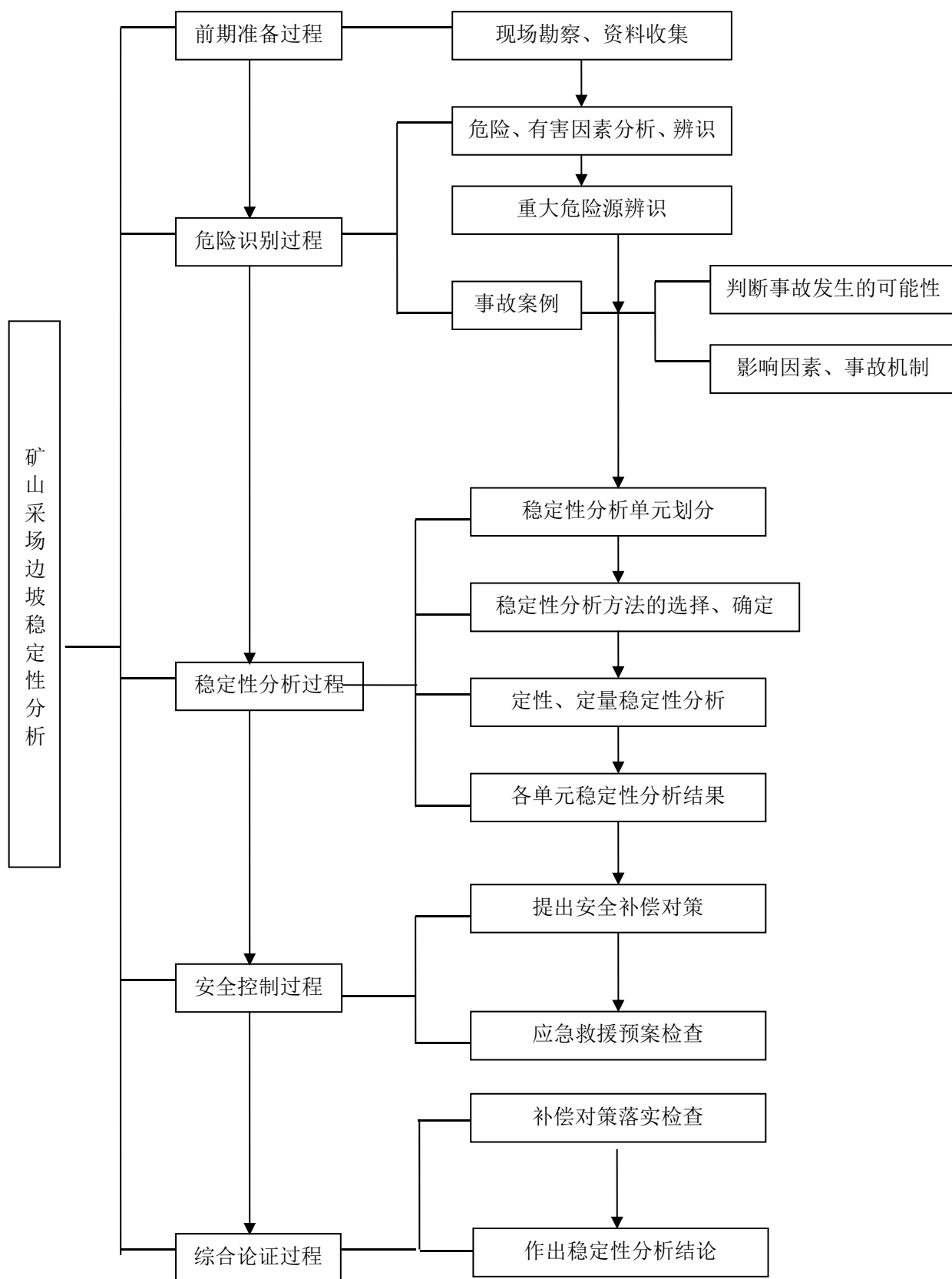


图 1.1 矿山采场边坡稳定性分析程序图

2 项目概况

2.1 企业简介

2.1.1 矿山建设发展史

安徽省恒金矿业有限公司青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿，其位于青阳县城东北 17km，行政区划隶属青阳县酉华镇华岸村，该公司采矿权人名称为安徽省恒金矿业有限公司，矿山名称为安徽省青阳县双合一阳山矿区（南段），公司类型为有限责任公司。该公司年产 100 万 t 电石用灰岩矿，并加工成相关规格的石子销往该公司所属青阳县酉华石安工业园配套的氧化钙加工厂进行深加工，且该项目以池州市非煤矿山安全准入管理工作联席会议纪要（〔2012〕1 号）文同意通过安全预核准。2011 年 3 月，安徽省恒金矿业有限公司委托华东冶金地质勘查局八一二地质队对矿区范围内的电石用石灰岩矿矿产资源进行了地质普查工作，查明了拟开采矿区范围内消耗资源储量及保有资源储量，并提交了《安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿详查地质报告》，并经评审后报安徽省国土资源厅以《关于〈安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿详查地质报告〉矿产资源储量评审备案证明》（皖矿储备字[2011]059 号）文予以备案。该公司委托相关机构编制了项目可行性研究报告、安全预评价报告等，并经评审后报相关部门备案，此后该公司领取了矿山采矿许可证。

2015 年 12 月，该公司委托江苏省冶金设计院有限公司编制了《安徽省恒金矿业有限公司青阳县双合-阳山矿区（南段）石灰岩矿露天采矿工程安全设施设计》，该安全设施设计经原青阳县安全生产监督管理局组织专家进行了审查，并以（青安监一函〔2016〕2 号）文予以批复。该公司于 2016 年 9 月经原青阳县安全生产监督管理局以（青安监一函〔2016〕53 号）文批准同意开工建设青阳县双合-阳山矿区（南段）石灰岩矿露天采矿工程。安徽省恒金矿业有限公司于 2016 年 9 月委托浙江新龙建设工程有限公司进行施工建设，并委托铜陵鑫铜建设监理有限责任公司进行项目监理，2018 年 5 月底该项目露天开采建设工程基本结束，而后通过了安全设施验收，该公司于 2018 年 7 月 3 日领取了安全生产许可证后正式投入生产，并于 2021 年 7 月和 2024 年 7 月进行了安全生产许可证延续工作。

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

2.1.2 企业基本情况

企业证照情况：

1) 工商营业执照注册号：91341723057015473U

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：C3400002014097130135991

发证单位：安徽省国土资源厅

有效期：2014年9月3日~2034年9月3日

3) 《安全生产许可证》证号：（皖）FM安许证字（2024）Y078号

发证机关：安徽省应急管理厅

有效期：2024年7月3日至2027年7月2日

2.1.3 矿山交通位置、自然地理及经济条件

1) 矿区交通位置

安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿区位于青阳县城东北17km，行政区划隶属青阳县酉华镇华岸村，矿区中心点地理坐标：东经 $118^{\circ}01'42''$ ，北纬 $30^{\circ}40'01''$ ，矿区面积 0.2078km^2 。

矿区内有乡村公路与矿区北侧318国道相连，相距约5km；北距铜陵港码头约52km，距铜陵火车站约57km；西距池州港码头78km。铜（陵）~九（江）铁路、合（肥）~黄（山）高速及沿江高速均从矿区西侧的青阳童埠通过，矿区交通十分便利。

2) 矿区自然地理概况

安徽省青阳县双合-阳山矿区属低山丘陵区，山势走向呈北东~南西向，总体南东高，北西较低。最高点位于矿区东部的大盖山，海拔+266.6m，最低点位于矿区的西北部，海拔标高约+33.1m，最大相对高差233.5m。

本区属亚热带季风湿润气候区，夏热冬寒，春秋温和，雨量充沛，日照时长，秋季干燥，冬有冰雪，无霜期约220天，梅雨期40天左右。年平均气温 16.1°C ，年均降水量1526.5mm，多集中在6~8月份。年最大降水量（1969年）1986.1mm，月最大降水量（1969年7月）632.7mm，日最大降水量（1970年7月13日）180.7mm，一小时最大降水量（1971年6月18日）70.8mm，最长连续降雨天数10天，累计降雨量391.8mm。

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

矿区露天采场可自然排水，水文地质条件简单；未来采场边坡稳定性相对较好，工程地质条件总体属中等；矿山开采产生的渣土及废石量很少，矿山采矿过程中无废水污染，废石量很少，环境地质条件总体简单。

综上所述，总体认为，本矿床开采技术条件属以工程地质问题为主的中等类型（Ⅱ-2型）。

2.4 设计与现状概述

2.4.1 矿山采场设计概述

2.5.2 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 10~12m，最小转弯半径大于 20m，运输道路坡度平均为 7.0%左右，最大纵坡小于 8%，上山公路外侧设有挡坝设施，内外侧设有排水沟，并在各转弯、下坡危险地段设有安全警示标志和紧急避险设施。上山运输道路从破碎站卸料平台拆返式至采区+100m 和+115m 平台。

露天采场目前最低开采标高为+100m，为一个开采作业区。现采场+115m 平台除西北侧未靠帮，其他区域已靠帮，自上而下形成+235m、+220m、+205m、+190m、+175m、+160m、+145m 和+130m 及+115m 共 9 个靠帮台阶，靠帮台阶高度 13~15m，靠帮安全平台宽度 5.0~7.5m，清扫平台宽度 7.0~8.0m，靠帮台阶坡面角为 62.0° ~ 76.8° ，局部偏陡，总边坡角约为 51.4° 。

现矿山在+100m 和+115m 平台进行交替作业，+115m 平台台阶高度为 14~15m，平均长度约 280m，平均宽度约 70m，台阶坡面角 62° ~ 66° ，+100m 平台台阶高度为 13~15m，平均长度约 180m，平均宽度约 150m，台阶坡面角 65° ~ 66° ，采场作业面未发现掏采现象。

该矿目前已在采场东北侧+235m、+205m、+160m、+145m 和+130m 靠帮台阶分别设置

了 1 个人工监测点，在采场东南侧+205m、+175m、+145m 和+130m 靠帮台阶分别设置了 1 个人工监测点，在工业场地设置了 1 个监测基准点，定期人工监测边坡位移变化，目前矿山进行边坡在线监测前期准备工作。同时矿山在采场设置了视频监控设施，以实行智慧化矿山管理。

3 主要危险、有害因素辨识

露天矿山采场边坡稳定性主要决定于下列因素：边坡岩石的性质、岩体结构及地质构造、边坡参数、水的浸蚀及爆破和震动。产生危险的主要因素有：自然因素、设备因素、设计因素、人为因素等；其主要危害均为滑坡。现根据安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿露天矿山采场边坡现状，结合区内自然条件、矿山采场边坡内排弃的废岩土的物理力学性质、人为因素等，对矿山边坡进行危险、有害因素辨识与分析。

3.1 自然灾害方面的主要危险、有害因素

3.1.1 地震方面的主要危险、有害因素

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。地震易引发矿山边坡失稳。

3.1.2 洪水方面的主要危险、有害因素

洪水造成边坡失稳；甚至引发山洪暴发等自然灾害。

3.2 滑坡和泥石流方面的主要危险、有害因素

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

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

3.3 地质方面的主要危险、有害因素

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

3.4 其他方面的主要危险、有害因素

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

3.5 安全管理方面的主要危险、有害因素

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

4 稳定性分析单元划分及方法选择

4.1 稳定性分析单元划分

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

1) 以危险、有害因素的类别为主划分稳定性分析单元

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

(2) 将具有共性危险、有害因素的场所和装置划为一个单元。

2) 按装置和物质特征划分稳定性分析单元

(1) 按装置工艺功能划分；

(2) 按布置的相对独立性划分；

(3) 按工艺条件划分；

(4) 按贮存、处理危险物质的潜在化学能、毒性和危险物质的数量划分。

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

4.2 稳定性分析方法的选择

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

1) 安全检查表法（SCL）

2) 故障树法（FTA）

3) 稳定性分析

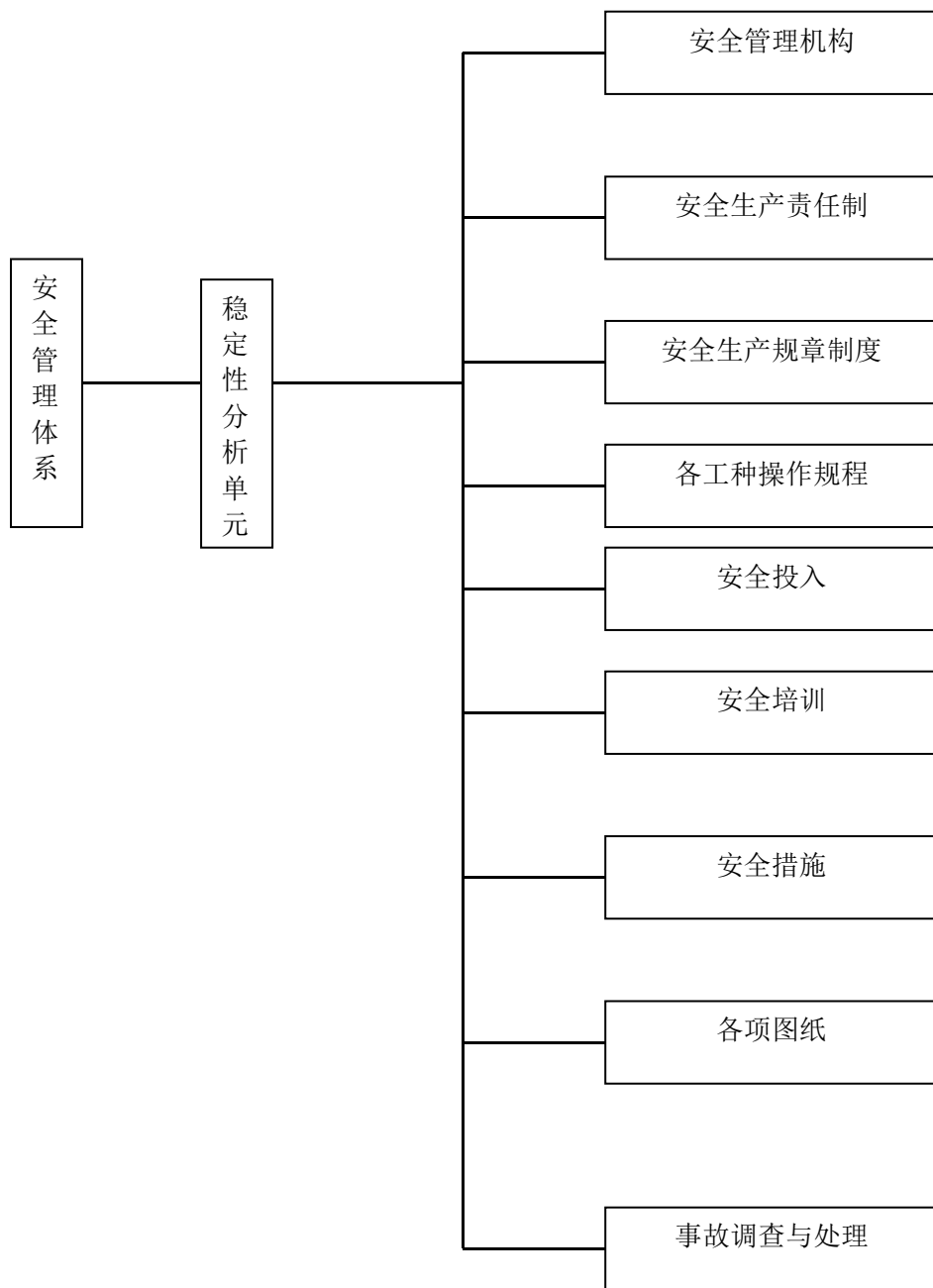


图 4.1 安全管理体系稳定性分析单元划分

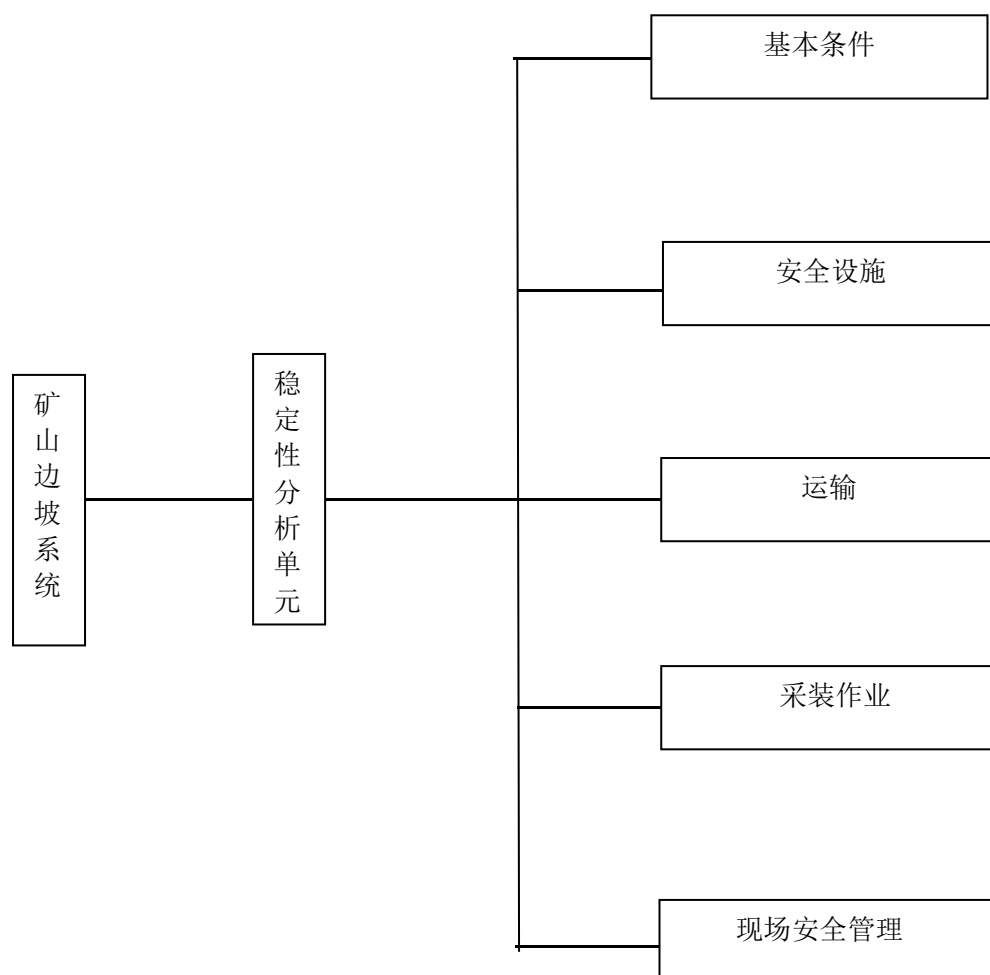


图 4.2 矿山边坡系统稳定性分析单元划分

5 定性、定量稳定性分析

通过对安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合一阳山矿区（南段）电石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，结合采场现状边坡稳定性分析的需要，采用相关方法进行系统稳定性分析，找出该矿采场现状边坡存在的危险、有害因素，分别划分出矿山现状边坡安全管理系统和矿山边坡系统，进行定性、定量稳定性分析，从而作出稳定性分析结论，并提出补偿式的安全对策措施。本次矿山现状边坡稳定性分析主要采用安全检查表法、故障树法（FTA）、矿山现状边坡稳定性分析等方法进行采场现状边坡稳定性分析。

5.1 安全检查表法

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

5.1.1 安全管理系统稳定性分析

1) 稳定性分析单元划分

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

2) 稳定性分析方法及过程

（1）方法：采用安全检查表法。

（2）过程：项目组成员分专业到各个作业场所、车间，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全部设计、证件、图纸等记录档案资料，对照分析，见安全检查表 5-1。

表 5-1 安徽省青阳县双合-阳山矿区(南段)电石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 4 月 28 日

稳定性分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(1) 安全管理机构设置	1. 矿山设置安全管理机构情况。	公司成立了安全生产委员会，设置了安全科。	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) 安全生产责任制	1. 矿主要负责人矿长（经理）安全生产责任制。	有主要负责人安全生产责任制。	符合
	2. 主管本矿安全生产主要负责人和技术负责人员安全生产责任制。	有安全生产主要负责人和技术负责人员安全生产责任制。	符合
	3. 各级职能机构安全生产责任制。	有各职能机构安全生产责任制。	符合
	4. 班组长安全生产责任制。	有班组长安全生产责任制。	符合
	5. 各岗位工人安全生产责任制。	有各岗位安全生产责任制。	符合
(3) 安全生产规章制度	1. 安全生产责任制度。	已编制。	符合
	2. 安全目标管理制度。	有安全目标管理制度，得到执行。	符合
	3. 安全例会制度。	有安全例会制度，得到执行。	符合
	4. 安全检查制度。	有安全检查制度，得到执行。	符合
	5. 边坡管理制度。	有边坡管理制度，得到执行。	符合
	6. 安全教育培训制度。	有制度，得到执行。	符合
	7. 设备管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	8. 危险源管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	9. 事故隐患排查与整改制度。	有制度，得到执行。	符合
	10. 安全技术审批制度。	有制度，得到执行。	符合
	11. 劳动防护用品管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	12. 事故管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	13. 应急管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	14. 安全奖惩制度。	有制度，得到执行。	符合
	15. 职业危害预防管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	16. 安全生产档案管理制度。	有制度，得到执行。	符合

稳定性分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(4) 各工种操作规程	1. 采掘工。	有采掘作业规程。	符合
	2. 安全检查工。	有安全检查工操作规程。	符合
	3. 爆破员。	有爆破作业规程。	符合
	4. 电工。	有电工操作规程。	符合
	5. 铲装工。	已制定铲装操作规程。	符合
	6. 场内运输工。	已编制场内运输作业规程。	符合
	7. 压风机工。	已制定压风机工操作规程。	符合
	8. 凿岩（打眼）工。	有凿岩工操作规程。	符合
(5) 安全投入	1. 应编制安全措施计划。	已编制安全措施计划。	符合
	2. 按规定提取安全技术措施专项经费。	已按规定提取。	符合
	3. 安措经费使用情况。	用于安全隐患整改和职工教育及安全用品的购买等。	符合
(6) 安全措施	1. 制定重大危险源及重大隐患检测、评估、监控措施和应急预案。	无重大危险源及重大生产安全事故隐患。	不涉及
	2. 依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。按规定缴纳安全生产责任险。	参加了工伤保险，已按规定购买了安全生产责任险。	符合
	3. 《矿山灾害应急救援预案》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。	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

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

稳定性分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(9) 图纸	1. 地形地质图。	有地质地形图。	符合
	2. 总平面布置图。	有总平面布置图。	符合
	3. 采场工程平面图及采场剖面图。	有采场剖面图。	符合
	4. 供配电系统图。	有图。	符合
	5. 防排水系统图及排水设备布置图。	有图。	符合
	6. 边坡监测系统平面图、断面图。	有图。	符合
(10) 事故预防与处理	1. 露天边坡等易发生事故的场所、设施、设备有登记档案和检测评估报告及监控措施。	有登记档案和检测评估报告及监控措施。	符合
	2. 对存在的各类安全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。	已建立各类安全隐患登记、整改和处理档案。	符合
	3. 矿山企业伤亡事故必须按规定程序及时上报。	未发生伤亡事故。	不涉及
	4. 矿山企业应设立矿山救护队，不具备单独设立矿山救护条件的非煤矿山企业，应与就近的救护队签订协议或联合建立矿山救护队。	与皖南区域矿山救护大队泾县中队签订了矿山救护协议。	符合

3) 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。

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

（2）分析小结

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规范相关图纸，定期进行测绘，并做到及时填图；

④进一步加强职工（尤其是外委单位人员）安全教育，提高职工安全生产意识；对边坡应安排专人监测，发现隐患要及时处理；

⑤进一步完善露天矿山采场边坡等危险作业场所安全警示标志标识，并按规定要求定期开展应急预案演练。

5.1.2 采场边坡系统稳定性分析

1）稳定性分析单元划分

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

2）稳定性分析方法及过程

（1）方法：采用安全检查表法进行稳定性分析。

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

表 5-2 安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石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 4 月 28 日

稳定性分 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。露天采场目前最低开采标高为+115m，为一个开采作业区。现采场+115m 平台除西北侧未靠帮，其他区域已靠帮，自上而下形成+235m、+220m、+205m、+190m、+175m、+160m、+145m 和+130m 及+115m 共 9 个靠帮台阶，目前矿山在+100m 和+115m 平台交替开采，未发现掏采现象。	符合
		工作台阶坡角	62° ～66° 。	符合
		最终边坡角	未完全靠帮。	不涉及
		安全平台宽度	安全平台宽度为 5.0～7.5m。	符合
		装运平台宽度	装运平台宽度约为 70～150m，符合设计要求。	符合
	3. 采场工程地质和水文地质条件发生变化时、出现工程地质与水文地质问题时，应设计并采取相应措施		工程地质和水文地质条件未发生变化。	符合
	4. 采剥工艺、开采顺序等符合设计要求		采剥工艺和开采顺序。	符合
(2) 安全 设施	1. 采场有可靠的截流、防洪和排水设施		有可靠的截流、防洪和排水设施。	符合
	2. 台阶高度是否符合设计要求		13～15m，符合设计要求。	符合
	3. 台阶边坡角是否符合设计要求		工作台阶边坡角 62° ～66° ，靠帮边坡角 62.0° ～76.8° ，靠帮区域整体边坡角为 51.4° 。	符合

稳定性分 析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
	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 5.0~7.5m。	符合
	5. 装运平台宽度是否符合设计要求	装运平台宽度约为 70~150m，符合设计要求。	符合
	6. 靠帮平台应保有 3~5%的反坡	已形成反坡。	符合
	7. 采场应按顺序自上而下分台阶开采	按顺序自上而下分台阶开采。	符合
	8. 采场在危险范围内设置标志，危险区域内严禁人员进入	有安全标志、标识等。	符合
(3) 采矿作业	1. 爆破布眼参数及装药量应符合设计及规范要求	按设计布眼、装药。	符合
	2. 台阶靠帮时是否采用光面爆破或控制爆破	采用预裂爆破。	符合
	3. 边坡岩体存在较严重松散、破碎，节理裂隙发育地段，应及时采取相应支护	边坡岩体暂不存在较严重松散、破碎，节理裂隙发育地段。	不涉及
	4. 是否存在违规“掏采”现象	不存在。	符合
	5. 台阶高度超过设计要求，边坡角是否过陡	台阶高度 13~15m，生产台阶边坡角 62° ~ 66° 。	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) 稳定性分析结果分析

(1) 安全现状及存在的主要问题

该矿山采用山坡露天、自上而下分台阶开采，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 10~12m，最小转弯半径大于 20m，运输道路坡度平均为 7.0%左右，最大纵坡小于 8%，上山公路外侧设有挡坝设施，内外侧设有排水沟，并在各转弯、下坡危险地段设有安全警示标志和紧急避险设施。上山运输道路从破碎站卸料平台拆返式至采区+100m 和+115m 平台。

露天采场目前最低开采标高为+100m，为一个开采作业区。现采场+115m 平台除西北侧未靠帮，其他区域已靠帮，自上而下形成+235m、+220m、+205m、+190m、+175m、+160m、+145m 和+130m 及+115m 共 9 个靠帮台阶，靠帮台阶高度 13~15m，靠帮安全平台宽度 5.0~7.5m，清扫平台宽度 7.0~8.0m，靠帮台阶坡面角为 $62.0^{\circ} \sim 76.8^{\circ}$ ，局部偏陡，总边坡角约为 51.4° 。

现矿山在+100m 平台进行作业，+115m 平台台阶高度为 14~15m，平均长度约 280m，平均宽度约 70m，台阶坡面角 $62^{\circ} \sim 66^{\circ}$ ；+100m 平台台阶高度为 13~15m，平均长度约 180m，平均宽度约 150m，台阶坡面角 $65^{\circ} \sim 66^{\circ}$ ，采场作业面未发现掏采现象，现矿山生产台阶构成要素总体上符合设计要求。

该矿目前已在采场东北侧+235m、+205m、+160m、+145m 和+130m 靠帮台阶分别设置了 1 个人工监测点，在采场东南侧+205m、+175m、+145m 和+130m 靠帮台阶分别设置了 1 个人工监测点，在工业场地设置了 1 个监测基准点，定期人工监测边坡位移变化，目前矿山进行边坡在线监测前期准备工作。同时矿山在采场设置了视频监控设施，以实行智慧化矿山管理。

(2) 稳定性分析小结

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，矿山采场现状边坡目前处于稳定状态。其采场边坡相关安全设施、工艺符合有关法律法规要求。

(3) 对策措施与建议

①加强对采场边坡检查、监测等，对边坡不稳定地段及时处理，有效清除边坡浮松石，防止发生滑坡事故，同时做好采场现状边坡稳定性定期分析工作；

②加强对采场边坡的监测点观测，做好各项记录和研究分析工作；

③雨季期间，做好采场排水沟清理工作。

5.2 事故树分析

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

5.2.1 引发边坡滑坡的基本事件

引发矿山采场边坡滑坡的基本事件分析详见图 5.1。

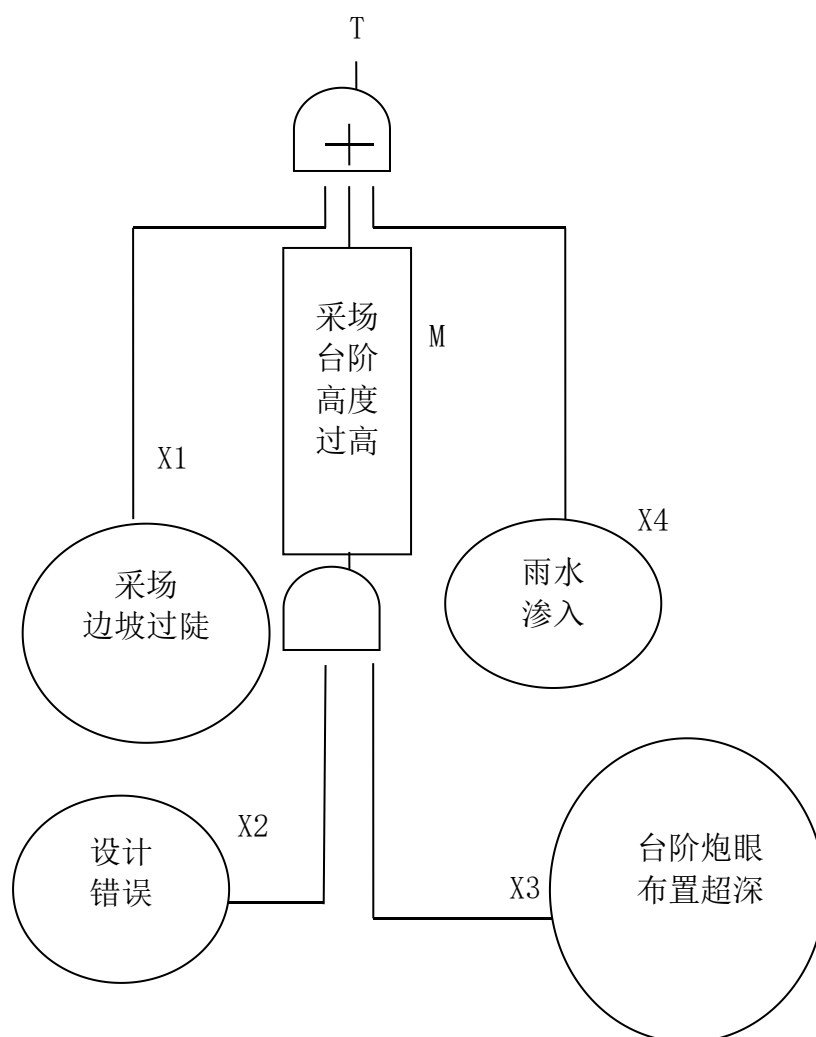


图 5.1 采场边坡滑坡事故树分析图

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。结合安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿 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、清扫平台。
- 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。做好采场现状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 2.50~2.78g/cm³，平均为 2.65 g/cm³，抗压强度 79.7~161.0MPa，平均为 91.1MPa，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%，属坚硬矿体，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 (°)
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 矿山边坡破坏模式

安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场边坡的稳定性取决于边坡设置的参数、水体的浸蚀、节理裂隙及地质构造、掏采及顺层开采等，其破坏方式主要表现形式又可分为：崩塌、滑坡、错落和坍塌；

（1）崩塌

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

（2）滑坡

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

（3）错落

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

(4) 坍塌

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

5.3.4 矿山边坡稳定性定量分析

1) 边坡工程安全等级

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

表 5-4 边坡危害等级划分表

边坡危害等级		I	II	III
可能的人员伤亡		有人员伤亡	有人员受伤	无人员伤亡
潜在的 经济损失	直接	≥ 100 万	50 万~100 万	≤ 50 万
	间接	≥ 1000 万	500 万~1000 万	≤ 500 万
综合评定		很严重	严重	不严重

表 5-5 边坡安全等级划分

边坡工程安全等级	边坡高度 H (m)	边坡危害等级
I	$H > 500$	I II III
	$300 < H \leq 500$	I II
	$100 < H \leq 300$	I
II	$300 < H \leq 500$	III
	$100 < H \leq 300$	II III
	$H \leq 100$	I
III	$100 < H \leq 300$	III
	$H \leq 100$	II III

结合安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石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 万元，根据表 5-4，得出安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场边坡危害等级定为 II 级。

经计算，矿山采场靠帮边坡高度高差约 135m ($100 < H \leq 300$)，结合表 5-4 和表 5-5，判定安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩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

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

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

表 5-6 不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数

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

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

由于地震作用力远大于矿山爆破震动作用力，因此本次选取了两种组合荷载对边坡稳定性进行研究分析，分别为：组合荷载 I（自重+地下水）和组合荷载 III（自重+地下水+地震力）。

3) 边坡稳定性计算

(1) 计算方法

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

①简化 Bishop 法

其计算公式为：

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

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

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：

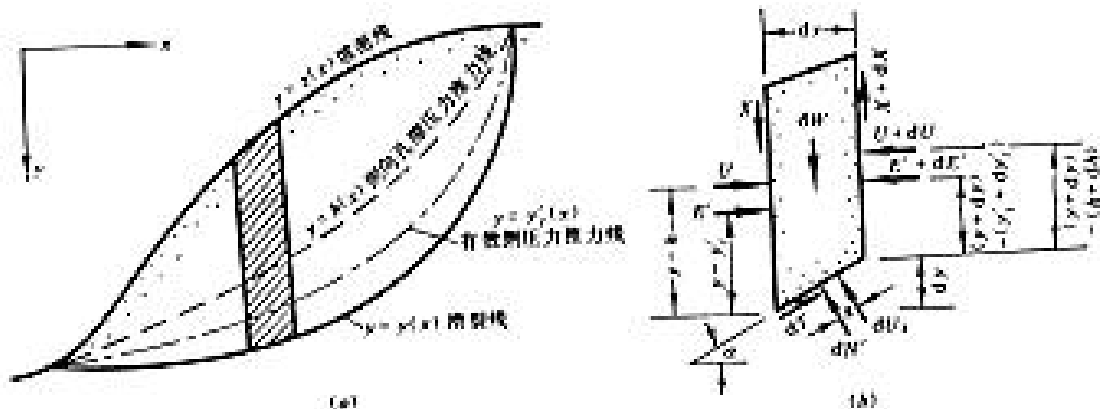


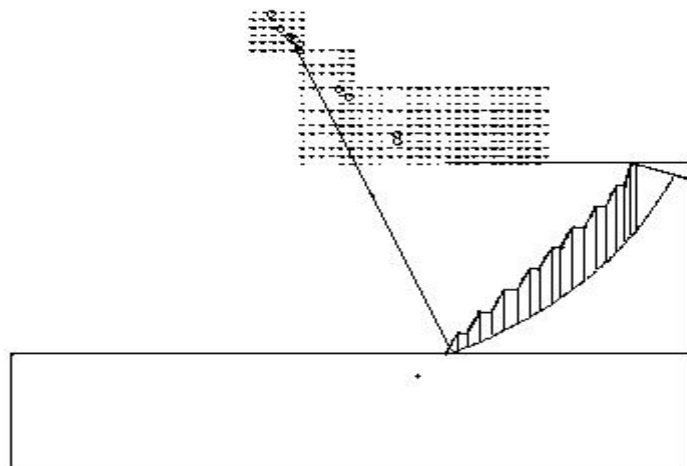
图 5.2 摩根斯坦—普赖斯法图

(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]

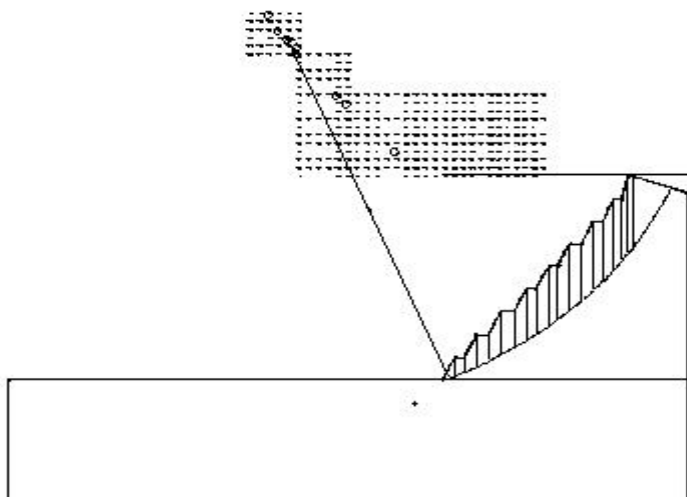


最不利滑动面:
滑动圆心 = (-91.553, 228.895) (m)
滑动半径 = 246.526 (m)
滑动安全系数 = 1.179

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

计算结果:

[计算结果图]

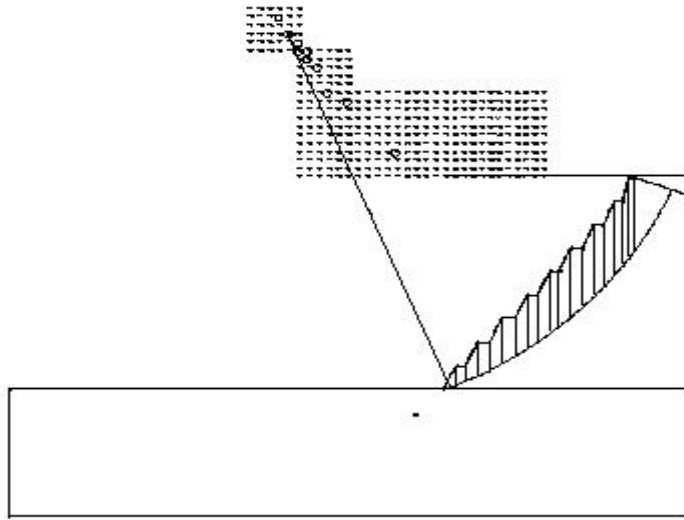


最不利滑动面:
滑动圆心 = (-91.553, 228.895) (m)
滑动半径 = 246.526 (m)
滑动安全系数 = 1.157

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

计算结果:

[计算结果图]

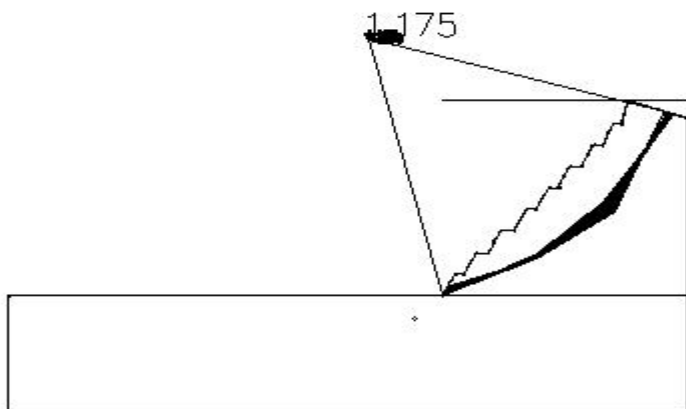


最不利滑动面:
滑动圆心 = (-91.553, 228.895) (m)
滑动半径 = 246.526 (m)
滑动安全系数 = 1.135

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

计算结果:

[计算结果图]



滑动安全系数 = 1.175

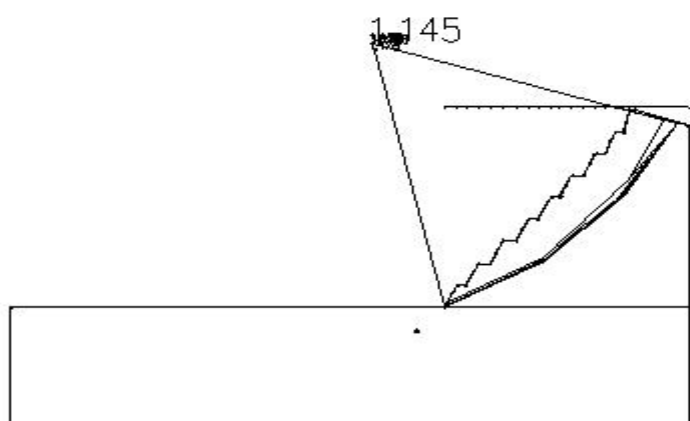
最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(0.001, 0.002)	(54.783, 29.752)
2	(54.783, 29.752)	(95.674, 67.741)
3	(95.674, 67.741)	(135.034, 128.140)
4	(135.034, 128.140)	(135.040, 128.156)

图 5.6 采场 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 = 1.145

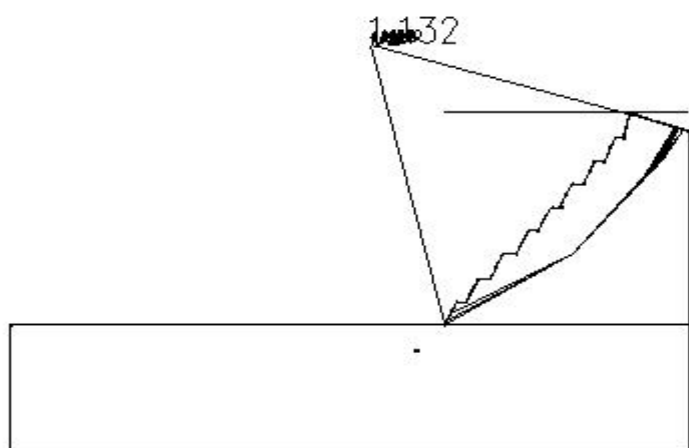
最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(0.001, 0.002)	(56.375, 31.031)
2	(56.375, 31.031)	(98.341, 70.505)
3	(98.341, 70.505)	(136.376, 127.700)

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

计算结果:

[计算结果图]



滑动安全系数 = 1.132

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)	(74.602, 46.062)
2	(74.602, 46.062)	(115.282, 93.409)
3	(115.282, 93.409)	(135.280, 128.074)

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

安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场现状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	1.179	1.20~1.15	符合规范
		II	1.157	1.18~1.13	符合规范
		III	1.135	1.15~1.10	符合规范
	Morgenstem—Price 法	I	1.175	1.20~1.15	符合规范
		II	1.145	1.18~1.13	符合规范
		III	1.132	1.15~1.10	符合规范

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

5.3.5 边坡稳定性定量分析小结

本次矿山采场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。

根据对安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场现状边坡稳定性计算结果可以看出，安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场现状边坡稳定性安全系数均满足要求，其采场现状边坡总体上处于稳定状态，目前采场现状边坡整体是安全稳定的。

5.4 采场边坡安全监测等级

1) 采场边坡高度指数

根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（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 51.4°，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。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、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： $D=H+A+G=4+1+2=7$ ，同时滑坡风险等级指数 $S=2$ ，结合表 5-11，得出安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场现状边坡的安全监测等级最高为二级。建议采场现状边坡安全监测等级按照二级进行监测。

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地检查和清理，发现问题应及时修复。
- 6) 强风暴等强对流天气时，必须停止生产并撤出采场作业人员。

6.2.2 采场运行方面的安全对策措施

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

6.2.3 采场边坡防止滑坡、泥石流方面的安全对策措施

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

6.2.4 矿山边坡安全检查方面的安全对策措施

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

3) 检查矿山采场边坡变形裂缝情况

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

4) 检查采场边坡滑坡

采场边坡滑坡时应检查滑坡位置、范围、形态和滑坡的动态趋势以及成因。

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

6) 采场排水构筑物与防洪安全检查

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

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

7 稳定性分析结论与建议

7.1 安全管理体系符合性分析结论

通过对安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场现状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。

通过对安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场现状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以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

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

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

经稳定性定性定量分析，安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿采场现状边坡稳定性安全系统满足规范要求，其现状总体上是稳定的，能满足安全生产的需要。

7.3 建议

安徽省恒金矿业有限公司安徽省青阳县双合-阳山矿区（南段）电石用石灰岩矿在今后的生产过程中，要认真落实矿山已有的和本次稳定性分析报告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，检查采场防、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) 进一步完善边坡监测设施和采场边坡档案资料和台帐, 并加强对边坡观测, 对监测点的日常维护, 及时分析相关监测数据, 发现问题及时处理。建议采场现状边坡安全监测等级按照二级进行监测。

6) 矿山开采终了边坡总高度大于 200m, 下步应根据相关要求, 编制边坡在线监测设施方案, 实施边坡在线监测。

7) 矿山应根据《国家矿山安全监察局关于印发〈关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见〉的通知》(矿安〔2022〕4 号) 要求, 每年委托相关单位开展一次边坡稳定性分析; 同时按照皖应急〔2021〕144 号文要求, 至少每月组织地质、测量、采矿、机电等技术人员, 对采场边坡稳定性分析研判一次, 发现问题及时处理。

8) 加快与安徽友邦矿业有限公司安徽省池州市青阳县双合一阳山矿区(北段)整合工作, 后期待资源处置后, 自上而下进行削坡降载开采。

9) 矿山应根据相关规定要求, 做好矿山露天边坡隐蔽致灾因素普查工作。