

安徽宝镁轻合金有限公司
花园吴家冶镁用白云岩矿卸矿平台边坡
稳定性分析报告

安徽正信科技有限公司
证书编号：APJ—（皖）—011
二〇二六年九月

安徽宝镁轻合金有限公司
花园吴家冶镁用白云岩矿卸矿平台边坡

稳定性分析报告

工程编号：ZXAP—2026—3038

法定代表人：董书满

技术负责人：董书满

项目负责人：王陈红

二〇二六年九月

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，受安徽宝镁轻合金有限公司委托，我公司对其工业场地破碎站卸矿平台上方边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿采场治理后的边坡）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，对目前卸矿平台边坡现状存在的主要问题提出安全对策措施，以利于提高系统的本质安全程度，满足安全生产要求。

非煤矿山边坡稳定性分析是以实现非煤矿山边坡工程、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，对边坡稳定性进行分析工作。项目组收集了国家有关法律、法规、技术标准和规范，并编制了现场调查表，确定分析程序和方法，项目组于 2026 年 8 月 30 日进入边坡现场，进行了现场调查和资料收集，对调查中发现的主要问题书面反馈到矿。2026 年 9 月 8 日，项目组成员再次进入该矿现场，对其存在问题整改情况进行复核确认。

项目组在调查、收集资料的基础上，对该矿山现状边坡的安全管理、安全设施等系统的主要危险、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，编制了边坡稳定性分析报告。

项目组在进行安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿卸矿平台边坡边坡稳定性分析过程中，得到了安徽宝镁轻合金有限公司领导、职工的大力支持，在此表示感谢。

目 录

1.编制说明	1
1.1 稳定性分析对象及范围	1
1.2 稳定性分析依据	1
1.3 分析目的	7
1.4 分析内容	7
1.5 分析程序	7
2.项目概况	10
2.1 矿山简介	10
2.2 矿区地质概况	14
2.3 原小阳山采场设计与现状概述	20
3.主要危险、有害因素辨识	22
3.1 自然灾害方面的主要危险、有害因素	22
3.2 滑坡和泥石流方面的主要危险、有害因素	22
3.3 地质危害	22
3.4 安全管理方面的主要危险、有害因素	23
4.单元划分及方法选择	24
4.1 单元划分	24
4.2 分析方法的选择	24
5 定性、定量分析	27
5.1 安全检查表法	27
5.2 事故树分析	34
5.3 采场边坡稳定性分析	36
5.4 采场边坡安全监测等级	44
6.安全对策措施	47
6.1 安全管理措施	47
6.2 安全技术措施	47
7.分析结论与建议	49
7.1 安全管理体系符合性分析结论	49
7.2 采场边坡系统符合性分析结论	49
7.3 建议	49

一、附件

- 1、委托书。
- 2、营业执照和采矿许可证复印件。
- 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、矿山救护协议及应急预案备案登记表。
- 6、边坡监测数据（部分）。
- 7、现场勘查照片。

二、附图

- 1、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，本次分析对象及范围为安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿治理后边坡）稳定性。

1.2 稳定性分析依据

1.2.1 有关法律、法规、规章及规范性文件

1) 法律

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（1986年3月19日第六届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过，根据1996年8月29日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国矿产资源法〉的决定》第一次修正，根据2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第二次修正，2024年11月8日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订，2025年7月1日起施行）；

（2）《中华人民共和国安全生产法》（2002年6月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，根据2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正，根据2014年8月31日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第二次修正，根据2021年6月10日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正，2021年9月1日起施行）；

（3）《中华人民共和国消防法》（1998年4月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二次会议通过，2008年10月28日第十一届全国人民代表大会常务委员会第五次会议修订，根据2019年4月23日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国建筑法〉等八部法律的决定》第一次修正，根据2021年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国道路交通安全法〉等八部法律的决定》第二次修正，2021年4月29日起施行）；

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

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

2) 行政法规

(1) 《生产安全事故应急条例》（国务院令 第 708 号颁布，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 号颁布，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 号颁布，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 号颁布，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 号颁布，2007 年 6 月 1 日起施行）。

3) 地方性法规

(1) 《安徽省安全生产条例》（安徽省人民代表大会常务委员会公告（十四届）第 24 号，2024 年 7 月 1 日起施行）；

(2) 《安徽省非煤矿山管理条例》（安徽省人民代表大会常务委员会公告第 25 号，2015 年 5 月 1 日起施行）。

4) 部门规章

(1) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（应急管理部令 第 19 号，2026 年 6 月 1 日起施行）；

(2) 《安全生产违法行为行政处罚办法》（应急管理部令第18号，2026年2月1日起施行）；

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

(4) 《生产安全事故应急预案管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第88号，应急管理部令第2号修正，2019年9月1日起施行）；

(5) 《安全生产培训管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第20号，原国家安全生产监督管理总局令第44号，第63号和第80号修正，2015年7月1日起施行）；

(6) 《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局令第3号，第63号和第80号修正，2015年7月1日起施行）；

(7) 《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》（原国家安全生产监督管理总局令第20号，第78号修正，2015年7月1日起施行）；

(8) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第36号，第77号修订，2015年5月1日起施行）。

5) 规范性文件

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

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

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

(4) 《国家矿山安全监察局综合司关于印发〈金属非金属矿山智能化建设指南（2025年版）〉的通知》（矿安综〔2025〕20号，2025年12月11日起执行）；

(5) 《国家矿山安全监察局关于印发〈矿山安全风险监测预警处置工作管理办法（试行）〉的通知》（矿安〔2025〕100号，2025年11月1日起执行）；

(6) 《国家矿山安全监察局综合司关于明确矿山“五职”矿长和“五科”相关人员范围及相关要求的通知》（矿安综〔2025〕12号，2025年7月1日起施行）；

(7) 《关于印发〈安全生产责任保险实施办法〉的通知》（应急〔2025〕27号，2025年3月29日起施行）；

(8) 《国家矿山安全监察局综合司关于进一步加强矿山隐蔽致灾因素普查工作的通知》（矿安综函〔2024〕259号，2024年10月23日起施行）；

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

(10) 《国家矿山安全监察局关于进一步加强非煤矿山安全生产行政许可工作的通知》(矿安〔2024〕70号,2024年6月28日起施行);

(11) 《国家矿山安全监察局关于印发2024年矿山安全先进适用技术及装备推广目录与落后工艺及设备淘汰目录的通知》(2024年6月17日起施行);

(12) 《国家矿山安全监察局关于印发<金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形>的通知》(矿安〔2024〕41号,2024年4月23日起施行);

(13) 《国家矿山安全监察局关于加强矿山应急救援工作的通知》(矿安〔2024〕8号,2024年3月1日起施行);

(14) 《国务院安全生产委员会印发<关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施>的通知》(安委〔2024〕1号,2024年1月16日起施行);

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

(16) 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》(厅字〔2023〕21号,2026年6月26日起施行);

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

(18) 《国家矿山安全监察局关于做好非煤矿山灾害情况发生重大变化及时报告和出现事故征兆等紧急情况及时撤人工作的通知》(矿安〔2023〕60号,2023年6月21日起施行);

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

(20) 《财政部 应急部关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通知》(财资〔2022〕136号,2022年11月21日起施行);

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

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

(23) 《关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一〔2015〕13号，2015年2月13日起施行）；

(24) 《关于印发〈安徽省安全生产治本攻坚三年行动实施方案（2024—2026年）〉子方案的通知》（皖安办〔2024〕10号，2024年3月13日起施行）；

(25) 《安徽省应急管理厅关于防范非煤矿山车辆伤害和高处坠落生产安全事故的通知》（皖应急函〔2024〕71号，2024年3月12日起施行）；

(26) 《安徽省安全生产委员会关于印发〈安徽省安全生产治本攻坚三年行动实施方案（2024-2026年）〉的通知》（皖安〔2024〕2号，2024年1月30日起施行）；

(27) 安徽省应急管理厅《关于印发〈安徽省安全生产培训管理暂行规定〉〈安徽省生产经营单位安全生产培训管理实施细则〉的通知》（皖应急〔2021〕155号，2021年12月15日起施行）。

1.2.2 主要技术标准、规范和规程

1) 国家标准

- (1) 《生产安全事故分类与编码》GB6441-2025；
- (2) 《高处作业分级》GB3608-2025；
- (3) 《安全色和安全标志》GB2894-2025；
- (4) 《建筑抗震设计标准》GB/T50011-2010，2024版；
- (5) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T13861-2022；
- (6) 《建筑防火通用规范》GB55037-2022；
- (7) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020；
- (8) 《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020；
- (9) 《个体防护装备配备规范 第4部分：非煤矿山》GB39800.4-2020；
- (10) 《头部防护 安全帽》GB2811-2019；
- (11) 《工程岩体试验方法标准》GB/T50266-2013；
- (12) 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018；
- (13) 《爆破安全规程》GB6722-2014/XG1-2016；
- (14) 《非煤露天矿边坡工程技术规范》GB51016-2014；
- (15) 《防洪标准》GB50201-2014；

(16) 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012;

(17) 《矿山安全术语》GB/T15259-2008;

(18) 《厂矿道路设计规范》GBJ22-1987。

2) 行业标准

(1) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第1部分：总则》KA/T 22.1-2024;

(2) 《生产安全事故应急演练基本规范》YJ/T9007-2019;

(3) 《岩土工程监测规范》YS/T5229-2019;

(4) 《安全生产责任保险事故预防技术服务规范》AQ9010-2019;

(5) 《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》KA/T2063-2018;

1.2.3 相关技术资料

1) 安徽宝镁轻合金有限公司提交的工业场地卸矿平台边坡稳定性分析委托书;

2) 安徽宝镁轻合金有限公司提交的相关证照复印件;

3) 中国建筑材料工业地质勘查中心安徽总队 2020 年 11 月编制的《安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿资源储量核实报告》;

4) 安徽省地质矿产勘查局 321 地质队 2022 年 3 月编制的《安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿资源储量核实报告》;

5) 苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司 2022 年 7 月编制的《青阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产 600 万吨建设工程初步设计说明书(审定稿)》;

6) 苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司 2022 年 9 月编制的《青阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产 600 万吨建设工程安全设施设计(审定稿)》;

7) 苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司 2023 年 11 月编制的《青阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产 600 万吨建设工程初步设计变更说明》;

8) 苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司 2023 年 11 月编制的《青阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产 600 万吨建设工程安全设施变更设计》;

9) 苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司提交的《安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿年产 4000 万吨建设工程安全设施设计》;

10) 安徽宝镁轻合金有限公司提供的安花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿治理后边坡）平面图、剖面图；

11) 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，对花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿治理后边坡）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，提出安全对策措施，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，花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿治理后边坡）稳定性分析内容主要包括以下几方面：

- 1) 查明卸矿平台边坡工程现状；
- 2) 对卸矿平台边坡可能存在的主要危险、有害因素进行分析；
- 3) 对卸矿平台边坡现状进行稳定性分析；
- 4) 对卸矿平台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

根据卸矿平台边坡实际状况，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

根据卸矿平台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。

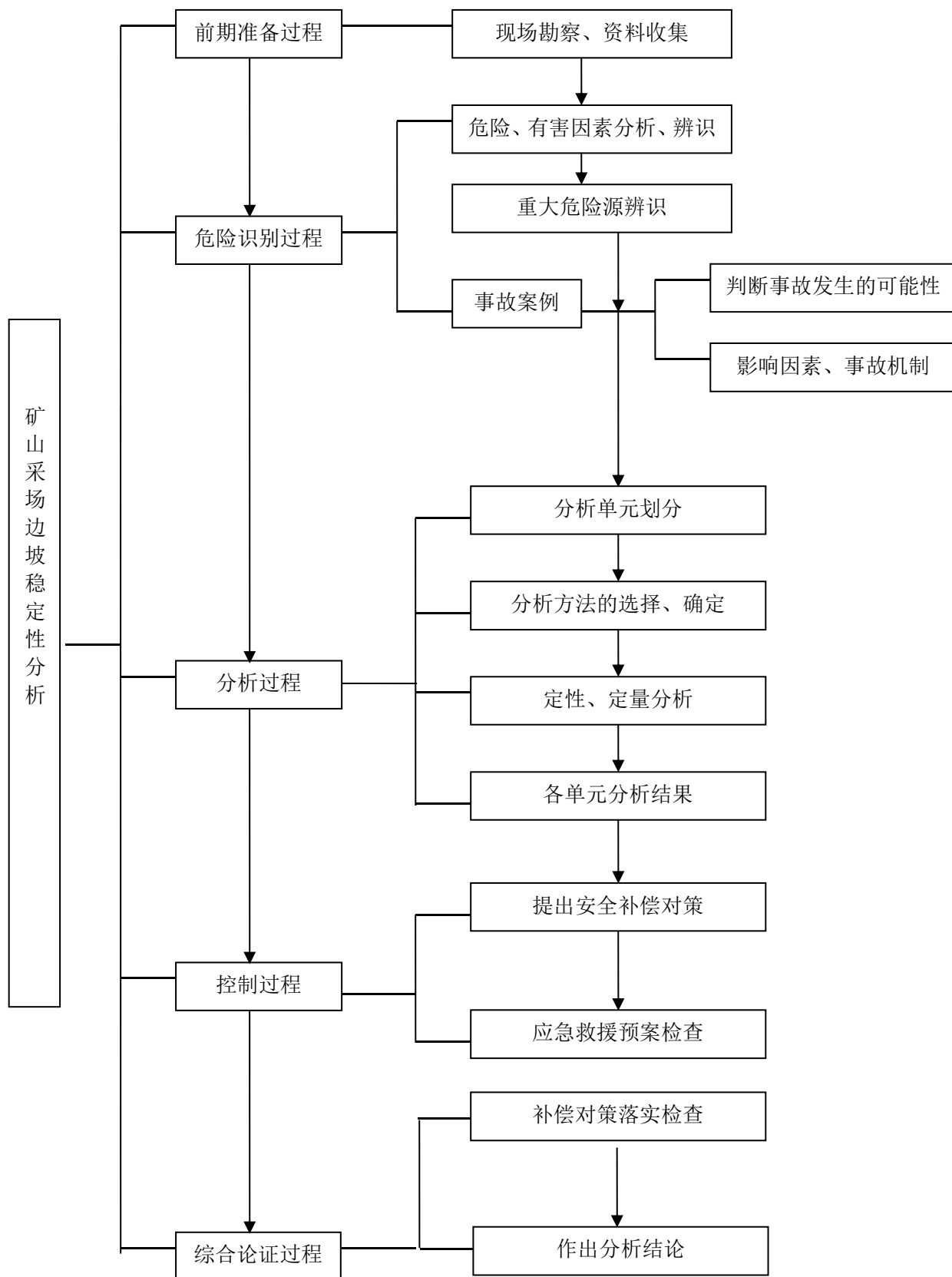


图 1.1 卸矿平台边坡稳定性分析程序图

2 项目概况

2.1 矿山简介

2.1.1 现状概况

根据 2020 年 11 月《安徽省池州市青阳县人民政府 宝钢金属有限公司 南京云海特种金属股份有限公司年产 30 万吨高性能镁基轻合金及深加工项目投资协议》（项目计划总投资约 104 亿元），2020 年 11 月 26 日在青阳县童埠新区注册成立安徽宝镁轻合金有限公司（宝钢金属占股 45%、南京云海占股 45%、青阳建投占股 10%）。2020 年 12 月 11 日根据《企业投资项目核准和备案管理条例》对该项目在青阳县发展和改革委员会进行项目备案，备案号：青发改〔2020〕700 号，备案的建设规模及内容：新建年产 30 万吨高性能镁基轻合金项目，并配套年开采 3000 万吨（项目推进过程中，池州市自然资源和规划局对矿业权整体出让要求矿山建设规模由 3000 万吨/年调整为 4000 万吨/年）矿石及加工工程，矿石输送廊道工程、码头工程、公用工程（含办公研发、生活配套等）及水电气、道路等配套设施。

由于安徽省青阳县花园吴家冶镁用白云岩矿生态红线调整批复及采矿许可证办理的时间、政策等因素影响，为加快推进年产 30 万吨高性能镁基轻合金及深加工项目建设并保障项目发展资源的需求，安徽宝镁轻合金有限公司与青阳县人民政府经多方研究，决定将与花园吴家矿山相连的原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿（I 号矿体）（以下简称“小阳山矿”）进行探转采，作为过渡性保供方案，并于 2021 年 12 月 7 日签订了《安徽宝镁轻合金项目矿权出让补充协议》。因原小阳山矿山与花园吴家矿山紧密相连，原小阳山矿山布局受基本农田及 2018 版生态红线限制无其他可利用空间，在其开拓系统与加工区布置上特别需要与花园吴家矿山一体化设计，为避免重复建设和后续花园吴家矿山能够建设，在原小阳山矿工艺总图布置时，即按照花园吴家矿山生产线的标准先行建设与布局，并在小阳山矿开发利用时设计保留花园吴家矿山后续粗碎平台以及通往花园吴家矿山的联络道路，该部分设计保留资源储量在矿山后期再进行设计利用。该项目为安徽宝镁轻合金有限公司年产 30 万吨高性能镁基轻合金及深加工项目配套矿山的一期工程，矿山二期工程即建设花园吴家冶镁用白云岩矿山。

2022年3月7日，池州市自然资源和规划局下达“关于青阳县陈家冲金、石灰岩及白云岩矿勘探探矿权转采矿权的复函”（池自然资规〔2022〕71号），同意小阳山矿单独设立采矿权。青阳县通利矿业有限公司委托安徽省地质矿产勘查局321地质队编制了《安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿划定矿区范围可行性论证报告》，该报告通过专家评审；同年3月21日，池州市自然资源和规划局下达“关于安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿划定矿区范围的批复”（池自然资规矿权函〔2022〕19号），划定原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿矿区范围。

安徽省地质矿产勘查局321地质队编制了《安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿资源储量核实报告》，2022年3月12日通过了池州国光矿业技术咨询有限公司组织的评审（池矿储评字〔2022〕01号），并于2022年3月16日在池州市自然资源和规划局备案（池自然资规储备字〔2022〕4号）。据评审备案文件：小阳山矿段冶金用白云岩矿位于探矿权范围之内，为原I号矿体，累计查明（探明+控制+推断）的矿石量6707.92万吨，估算面积0.4402平方千米。资源储量规模为大型，矿体地质勘查已达到勘探程度。

随后，安徽省地质矿产勘查局321地质队受委托，编制了《安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿矿产资源开发利用方案》和《安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，这两个方案均通过池州市自然资源和规划局组织的专家评审。2022年3月25日，青阳县通利矿业有限公司委托安徽正信科技有限公司编制了《安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产600万吨冶金用白云岩矿露天开采建设项目安全预评价》，该报告于2022年4月6日通过专家评审。

2022年6月8日，青阳县通利矿业有限公司取得安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿采矿许可证（用于采矿证转让变更使用），2022年6月21日安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿采矿权转让变更通过池州市自然资源和规划局审查，2022年7月13日采矿许可证采矿权人变更为青阳青源矿业有限公司。

为了该项目尽快建设，规范开采，确保矿山资源综合利用，安全生产，尽快发挥经济效益，根据安徽省经济和信息化厅等8厅局《关于印发〈安徽省非煤矿山建设工程项目管理办法〉的通知》（皖经信非煤〔2020〕94号），矿山委托苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司于2022年7月、2022年9月分别编制完成了《青阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产600万吨建设工程初步设计说明书》《青

阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产600万吨建设工程安全设施设计》，其矿山初步设计经池州市经济和信息化局以《关于安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产600万吨建设工程项目初步设计的批复》（池经信矿山函〔2022〕126号）批复，其矿山安全设施设计经池州市应急管理局以《关于青阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产600万吨采矿工程安全设施设计的批复》（池州应急函〔2022〕83号）审查批复。

该工程于2023年4月20日正式开工建设，至2024年3月20日，2024年5月，青阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产600万吨建设工程通过了竣工验收，随后取得了安全生产许可证后正式投入生产。随着安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿年产4000万吨露天采矿工程项目启动后，安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿逐步停止生产活动，同时进行了边坡治理，并注销了安全生产许可证。经过近几年生产和边坡治理，原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿采场已形成+195m、+180m、+165m、+150m、+135m、+120m、+105m和+90m台阶。

根据苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司提交的《安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿年产4000万吨建设工程安全设施设计》，安徽宝镁轻合金有限公司工业场地破碎站卸矿平台位于原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡下方。为分析原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡对其下方工业场地的影响，确保花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台安全，需对其边坡进行稳定性分析。

2.1.2 交通位置、自然地理及经济条件

1) 矿区交通位置

安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿位于青阳县城东偏北70°方向约13千米处，行政区划隶属青阳县西华镇管辖。矿区中心点地理坐标（2000国家坐标系）为：东经118°00′19″，北纬30°39′17″。

区内有乡村公路向北约3千米与318国道相连，与合铜黄高速公路相距12千米，距铜陵横港50千米、铜陵火车站60千米、贵池池口码头40千米，交通较为便利。见矿区交通位置图，详见交通位置图2.1。

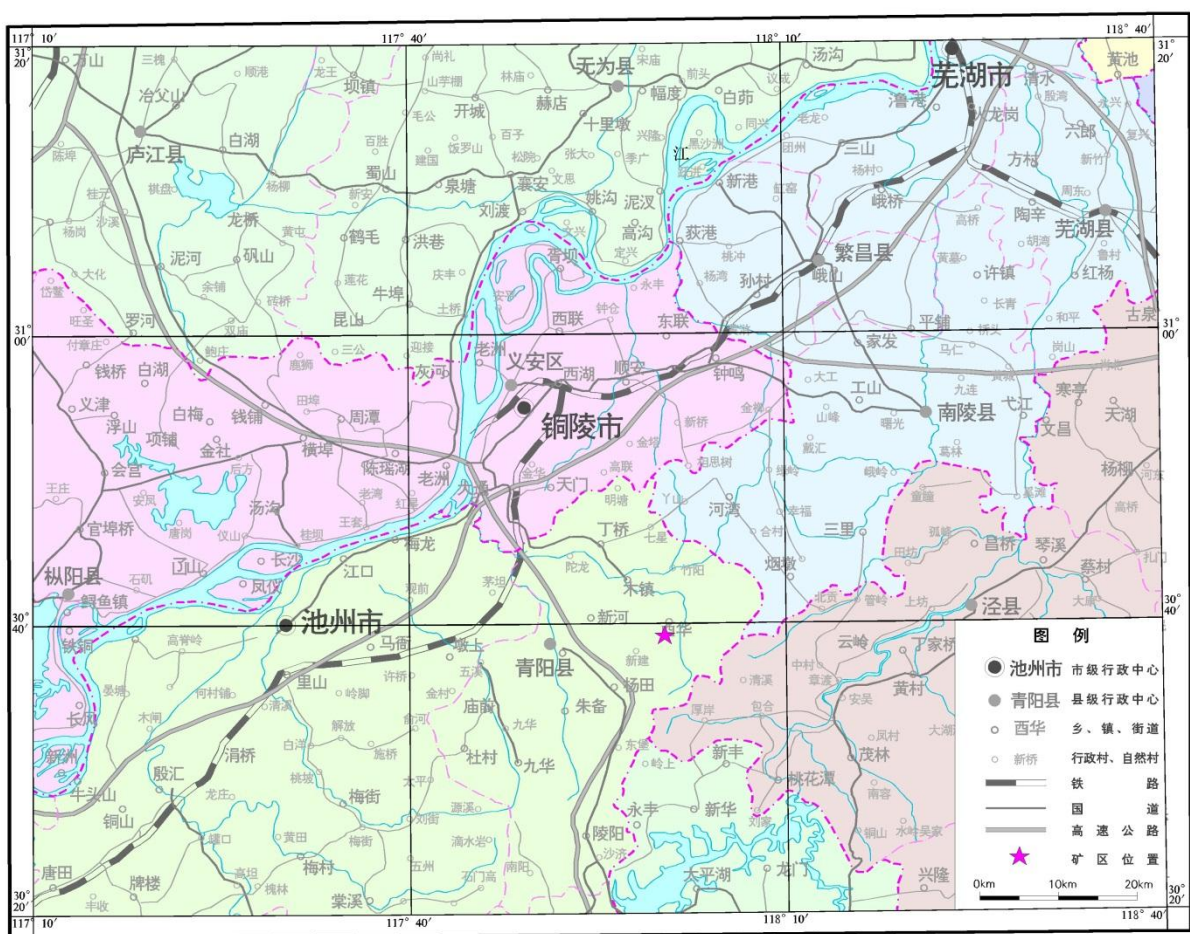


图 2.1 矿区交通位置图

2) 矿区自然地理及经济概况

矿区位于青阳县西华镇境内，属长江南岸低山丘陵区。总体地势南高、北低，山脊总体走向北东，与构造线方向一致，山体呈园顶状。本区最高点位于矿区南东小山，标高+352.6m；最低点位于北部高村附近，标高+26.8m（为本区最低侵蚀基准面），最大相对高差 325.8m。地形坡度 15~30°，有利于大气降水的排泄。区内最高洪水位标高+20.2m。矿区范围及周边最高点标高+278.10m，最低点标高+45m。

根据池州市气象局多年观测资料（1958~2015 年）：青阳县属亚热带湿润季风气候区，多年平均气温 16.1℃，年极端最高气温 40.6℃，年极端最低气温-15.6℃；多年平均降水量 1499.5mm，多年最大降水量 2317.7mm，多年最小降水量为 574mm，日最大降水量 209.5mm。一小时最大降水量 79.2mm。每年的 5~8 月份为汛期，雨量集中，约占全年降雨量的 60%-70%，11 月至翌年 1 月份雨量最少，仅占全年雨量 11%~13%，3 月至 5 月为黄梅季节。多年平均蒸发量 1446.7mm，年最大蒸发量 1792.8mm，年最小蒸发量

1238.4mm，多年平均相对湿度 80%，全年夏季主导风向为东北风、西南风，冬季主导风向为东北风，夏季最大风速 17 米/秒，冬季最大风速 19 米/秒，平均风速 2.6 米/秒。

区域水系属长江水系。矿区地表水发育一般，水系沿沟谷呈树枝状分布。区内主要有两条大的溪流，均由南向北径流，然后转向由东向西汇入七星河，经七星河、青通河最后汇入长江。2015 年 2 月 9 日实测西侧朝华河流量 24.38 升/秒、东侧溪流流量 6.74 升/秒。溪流水主要为当地村民生产灌溉用水。

青阳县是以农业、旅游业、林业为主要经济支柱的地区，目前形成了以农业、旅游业、林业为主，建材、化工、纺织等多元化经济格局。农业以水稻、小麦等粮食作物和油料、棉花、桑蚕、丹皮等经济作物为主，林业以杉、竹等经济林为主。燃料主要为煤炭。电力由华东电网供用。建筑材料十分丰富。生产及生活用水主要取自西华河及自来水，能满足生产生活需要。青阳县人口约 27 万，矿山劳动力资源可就地解决。

2.2 矿区地质概况

根据中国建筑材料工业地质勘查中心安徽总队 2020 年 11 月编制的《安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿资源储量核实报告》，其地质主要概况如下。

2.2.1 矿区地质

1) 地层

矿区范围内出露的地层主要为寒武系青坑组、奥陶系下统仑山组、红花园组、紫台组及第四系，现从老至新分述如下：

(1) 寒武系青坑组 (C_3q)

主要分布于矿区南东角，为深青灰色薄层-条带状微晶灰岩，层厚宽 3~10 厘米不等，不平整呈锯齿状，地表呈“链条状、云朵状”，厚约 207m。

(2) 奥陶系

①下统仑山组 (O_1l)：区内大片分布，为灰白色~深灰色中细晶~中粗晶白云岩，厚~巨厚层状，局部呈条带状（似条带状）、角砾状构造，偶见斑杂状；厚度大于 400m。为冶金用白云岩矿主要赋存层位。

②下统红花园组 (O_1h)：主要分布于矿区北部、西部，主要为浅灰~灰色石灰岩。可分为上下两段：

红花园组下段 (O_1h^1)：为浅灰~灰色厚层微晶灰岩夹中厚层白云岩、白云质灰岩，底部为砂屑灰岩。微晶灰岩为微晶结构，厚层状构造，由方解石及微量石英组成；砂屑

灰岩为砂屑结构，厚层状构造，由方解石及少量石英组成，砂屑由 <0.01 毫米的方解石组成，呈不规则状，少量呈圆球状、椭球状、长粒状分布；白云岩表面呈灰黑色，刀砍状，新鲜面呈浅灰~深灰色，细晶结构，中厚层状构造，主要成分为白云石，少量方解石；白云质灰岩，呈浅灰色，微晶结构，薄~中厚层状构造，主要成分为方解石、白云石，表面见小溶沟、溶槽，该层局部形成微晶灰岩、白云岩韵律层。本层厚度变化较大，为18~177m。为本区熔剂用石灰岩矿主要赋存层位。

红花园组上段(O_1h^2)：为灰~浅灰色亮晶灰岩、生物碎屑灰岩、纹层状微晶白云质灰岩。微晶结构、生物碎屑结构，厚层状构造、纹层状构造。主要成分为微晶方解石，生物碎屑主要为海百合茎。其纹层主要由白云质及泥质组成，排列无序，呈波状起伏。厚度大于100m。

③下统紫台组(O_1z)：主要分布于矿区北部，为紫红色、灰绿色条带状生物碎屑灰岩，薄~中层含生物碎屑瘤状灰岩。厚度约40m。

(3) 第四系

分布于矿区中部低洼处，为灰棕色，黄褐色粘土、亚粘土，大多夹碎石。

2) 构造

矿区位于黄柏岭复背斜北西翼之次一级褶皱构造中，断裂裂隙较为发育。

(1) 褶皱

区内褶皱构造主要为陡岭背斜、李家村向斜、庙山向斜。

①陡岭背斜：该背斜走向 70° ，长约5千米，轴部地层为奥陶系下统仑山组(O_1l)江梅桥岩体沿轴部侵入，使其产生大理岩化，同时轴部被北西向逆冲断层错断，背斜南东翼红花园组(O_1h)、紫台组(O_1z)，北西翼为岩体侵入。

②李家村向斜：由于断裂构造影响和枢纽起伏，该向斜核部地层为志留系下统高家边组(S_1g)，翼部地层为奥陶系五峰组(O_3w)、汤头组(O_3t)、宝塔组(O_2b)、牯牛潭组(O_1g)、紫台组(O_1z)。向斜长约5千米，走向北东 55° 左右，轴面倾向南东，北西翼倾向南东，倾角 $5\sim 25^\circ$ ，南东翼倾向北西，倾角 $5\sim 10^\circ$ 。

③庙山向斜：出露长约600m，轴向北东，轴迹略向南东突出。其核部地层为奥陶系下统红花园组上段(O_1h^2)，北西翼和南东翼地层为红花园组下段(O_1h^1)。地层产状由四周向中心倾斜，倾角一般为 $10\sim 25^\circ$ ，局部由于受断层影响，倾角较大，为 $30\sim 55^\circ$ ，远离断层倾角一般变缓。

（2）断层

区内断裂构造较为发育，规模不等，主要发育有 4 条。

F₁ 断层：位于矿区南东部大阳山和庙山南侧，沿走向东延伸出矿区范围，地表出露长度为 1420m 左右，东西两端被第四系浮土掩盖。发育于奥陶系下统红花园组上、下段之间，中段被 F₂、F₃ 断层错断，总体走向近东西，断层面倾向南南东，倾角 70~85°。该断层在局部表现为陡坎地貌，少量为方解石脉充填，同时可能受 F₂、F₃ 断层影响，断层后期局部表现为正断层活动性质。断层性质为纵向逆断层，对矿体的完整性破坏不明显，但对矿体的产状和空间分布有明显的影响。

F₂ 断层：位于矿区南东部大阳山西侧，地表出露长度为 630m 左右，北端被第四系浮土掩盖。走向近南北，断层面倾向东，倾角 60~85°。断层性质为平移断层，最大错距约 120m 左右，破坏了地层的连续性，同时错断了 F₁ 断层。

F₃ 断层：位于矿区南东部大阳山和庙山之间，地表出露长度为 540m 左右，北部为闪长玢岩脉侵入，南部为方解石脉充填。走向近南北，断层面倾向东，倾角 55~85°。断层性质为平移断层，最大错距 150m 左右，破坏了地层的连续性，同时错断了 F₁ 断层。

矿区南侧断层为琵琶山-董家村断层，走向北东 50°~70°，倾向 170° 左右，倾角较陡，近于直立。沿断层走向发育一系列的线状陡坎，沿陡坎有钙华发育，局部见串珠状泉水流出，断层上盘（南东盘）地层为青坑组，下盘（北西盘）地层为仑山组。断层性质为平移逆断层。断层通过处多见角砾岩，角砾成分主要为白云岩，胶结物主要为白云石、泥质、钙质及少量铁质。

（3）侵入岩

区内出露的侵入岩主要为花岗闪长斑岩、闪长玢岩，呈脉状产出。

①花岗闪长斑岩：分布于矿区北西部（七里坟），走向 320~340°，长度 300 米左右，地表宽度约 7~20m。呈褐黄~灰色，具变余斑状结构，交代假象结构，块状构造。斑晶为斜长石、角闪石。基质成份为斜长石、黑云母、角闪石。

②闪长玢岩：主要分布于庙山~大阳山~小阳山一带，地表走向以北东向为主，以及北西向、近南北向走向为辅，倾角 55~80° 左右。长度 40~280m 不等，宽度一般 8~65m 不等。呈褐黄色，斑状结构，块状构造，斑晶为斜长石、角闪石，基质为斜长石、石英等，具绢英岩化，形成交代假象结构，变余斑状结构。

（4）脉岩

矿区脉岩主要为辉绿玢岩脉，呈脉状产出，走向 150° 左右。出露宽度 5~24m，长 70~90m，具斑状结构，块状构造，斑晶以辉石为主，少量斜长石，基质以斜长石为主。

2.2.2 矿体地质特征

1) 矿体规模、形态及产状

矿体位于小阳山北坡，分布于辅 0' ~05 线之间，由 7 条槽探工程和 8 个钻探工程控制。矿体在探矿权范围内沿走向长度 1600m；沿倾向延深平均 204m；地表出露宽度平均为 315m；工程控制矿体厚度最大 212（TC04）m，最小 80（TC2A）m，平均 125m；赋存标高最高+220m，最低+60m（最低开采标高）。

呈层状产出，产状与地层产状一致，倾向 335~7°，地表倾角 30~45°，深部倾角变缓，一般 20~30°。

2) 矿体厚度及变化特征

矿体在走向上总体是由西至东呈波状起伏逐渐变厚，控制厚度为 79.65~211.77m，平均厚度 125.09m。矿体厚度变化系数为 20.44%，总体厚度稳定。

3) 矿石质量

（1）矿石结构及构造

a 矿石结构

矿石结构主要为细晶结构、中晶结构，少量粗晶结构。

①细晶结构：主要由颗粒细小的白云石紧密镶嵌组成，白云石粒径一般在 0.03~0.20mm 之间。

②中晶结构：主要由颗粒大小不等的白云石紧密镶嵌组成，见简单双晶，白云石粒径一般在 0.08~0.43mm 之间。

③粗晶结构：主要由颗粒粗大的白云石紧密镶嵌组成，见简单双晶，白云石粒径一般在 0.25~1.30mm 之间。

b 矿石构造

矿石构造主要为块状（厚~巨厚层状）构造。为厚~巨厚层状白云岩的主要构造，矿石的颜色、矿物成份、矿石结构均较单一、均匀。

（2）矿石物质组分

a 矿石矿物成分

冶金用白云岩矿石矿物成分主要为白云石，其含量平均约占 95%左右，大多呈它形~半自形状；另含少量方解石和粘土质矿物，局部矿石中见有它形粒状石英颗粒。

白云石：灰白～深灰色，遇冷稀盐酸起泡微弱或不起泡，遇茜素红硫溶液不染色，呈它形～半自形粒状变晶结构，粒径为 0.03～1.30 毫米不等，以 0.03～0.43 毫米为主，含量为 95%左右。

方解石：浅灰～灰白色，遇冷稀盐酸剧烈起泡，遇茜素红硫溶液被染成红紫色，粒度细小，一般为细粒至微粒，极少量重结晶为中粒，呈不规则的脉状和质点状分布，含量一般小于 5%。

粘土矿物：由高岭土、水云母等组成，常含铁质，主要呈质点状充填于矿石裂隙及缝合线中，含量一般小于 1%。

石英：他形～半自形粒状，颗粒细小，零星分布于白云石或其晶隙之间，含量一般小于 1%。

b 矿石化学成分

冶金用白云岩矿石主要化学成分为 MgO 、 CaO ，少量 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 ，微量 Mn_3O_4 、S、P 等。

①主要成分

MgO 含量最高为 22.65%，最低为 15.13%，平均 21.49%； CaO 含量最高为 38.07%，最低为 27.36%，平均 30.55%。

②其它成分

SiO_2 含量最高为 1.32%，最低为 0.02%，平均 0.31%； Fe_2O_3 含量最高为 0.222%，最低为 0.001%，平均 0.064%； Al_2O_3 含量最高为 0.472%，最低为 0.006%，平均 0.131%； Mn_3O_4 含量最高为 0.029%，最低为 0.004%，平均 0.008%；S 含量最高为 0.130%，最低为 0.002%，平均 0.013%；P 含量最高为 0.032%，最低为 0.001%，平均 0.006%；烧失量最高为 48.18%，最低为 44.48%，平均 46.62%。 $SiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3 + Mn_3O_4$ 平均 0.50%。

4) 矿石类型

(1) 矿石自然类型

冶金用白云岩矿石自然类型主要为细～粗晶白云岩，浅灰～灰白色、深灰色，细晶～粗晶结构，厚～巨厚层状构造，主要矿物成分为白云石，含少量方解石及微量石英，局部见后期白云石细脉穿插。

(2) 矿石工业类型

本矿的矿石工业类型为冶金用白云岩。

5) 矿体顶底板围岩与夹石及覆盖层

(1) 矿体顶、底板围岩

矿体底板无自然界线，由于受矿权界线限制，矿体底板为奥陶系仑山组 (O₁) 白云岩，与矿体属同一层位产出，与矿体界线不明显。矿体裸露地表，因此不存在顶板。

(2) 夹石

矿体内见有三个夹石，分别为 J I -1、J I -2、J I -3 夹石体。

①J I -1 夹石体：岩性为棕黄色蚀变闪长玢岩，斑状结构，块状构造，主要矿物成分为长石、角闪石及少量石英，副矿物主要为磷灰石，岩石高岭土化强烈。其 CaO 含量为 1.53%，MgO 含量为 2.20%；地表出露宽度 8.50m，沿走向延伸为 41m，呈透镜状产出。

②J I -2 夹石体：岩性为棕黄色蚀变闪长玢岩，斑状结构，块状构造，主要矿物成分为长石、角闪石及少量石英，副矿物主要为磷灰石，岩石具高岭土化。其 CaO 含量分别为 0.94%、1.18%、0.12%，MgO 含量分别为 4.07%、4.33%、1.53%；地表出露宽度 17.90 米，沿走向延伸为 107 米，呈透镜状产出。

③J I -3 夹石体：岩性为浅灰～灰色硅质白云岩，细～中晶结构，厚层状构造，主要成分为白云石，少量方解石、石英。其 CaO 含量分别为 12.51%、17.47%、20.42%，MgO 含量分别为 14.34%、14.76%、17.22%；厚度为 8.37m，沿走向延伸为 107 米，呈层状产出。

(3) 覆盖层

矿体范围内的覆盖物主要为第四系残、坡积层，为灰黄～棕黄色松散状粘土、亚粘土，局部夹少量碎石。厚度一般 0.1～0.5m，局部大于 1m，分布零星，主要分布在山间低洼部分，剥离量很小，在资源量估算中未计算其剥离量。

6) 矿床成因

本区白云岩是由海相碳酸盐岩沉积形成的沉积型矿床。

2.2.3 矿山开采技术条件

1) 水文地质条件

该矿最低开采标高位于当地排水侵蚀基准面以上，自然排水条件较好，但地表岩溶裂隙、风化裂隙较发育，有利于大气降水入渗，只要做好防洪措施，一般不会造成大的水害。矿山开采水文地质条件为简单型。

2) 工程地质条件

该矿以层状结构为主，形态简单，岩性单一，虽表层风化裂隙、岩溶裂隙发育，但

总体岩溶不发育，岩石坚硬，完整性较好。岩石质量中等，岩体质量好。未来露采场最终南侧边坡角 49°，总体边坡是稳定的。矿山开采工程地质条件为简单型。

3) 环境地质条件

矿区地处弱震区，区域稳定性较好，在自然条件下的山体处于稳定状态，现状地质环境质量较好。未来采场边坡局部地段可能出现崩塌、滑坡，但对整个采场影响程度较低，矿山环境地质条件为简单型。

综上所述，该矿开采技术条件类型属简单型（Ⅰ）。

2.3 原小阳山采场边坡设计及现状概述

2.3.1 原小阳山采场边坡设计概述

根据苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司 2022 年 9 月编制的《青阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产 600 万吨建设工程安全设施设计（审定稿）》及 2023 年 11 月编制的《青阳青源矿业有限公司安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿年产 600 万吨建设工程安全设施变更设计》，其边坡相关内容如下。

1) 采矿方法

采用自上而下分台阶开采，台阶高度 15m。

为保障在建白浙线和加工厂区中心配电室的安全，在矿区范围东北侧部分区域设置非爆破开采区，其余区域均采用爆破开采。

2) 露天开采境界

(1) 露天开采边帮结构参数

设计确定的露天开采边帮结构参数见表 2-1。

表 2-1 露天开采边帮结构设计参数表

序号	参数名称		单位	参数值		备注
				东采区	西采区	
1	境界	地表	米	1030×450	350×230	
	尺寸	底部	米	780×（30~280）	330×120	
2	采场最高标高		米	+208		
3	最低开采水平		米	+60		
4	最大边坡高度		米	148		
5	最终台阶高度		米	15		
6	最大边坡台阶数		个	10	7	

序号	参数名称	单位	参数值		备注
			东采区	西采区	
7	最终台阶坡面角	°	岩石 65°，表土及风化层 45°		
8	安全平台宽度	米	6		隔二留一
9	清扫平台宽度	米	8		
10	出入沟宽度	米	15		
12	最终边坡角	°	北侧 56、南侧 49、东侧 49、西侧 20	北侧 53、南侧 49、西侧 50	最高边坡处
13	冶金用白云岩矿	万吨	4994.11		设计利用
14	剥离量	万立方米	16.92		
15	平均剥采比	立方米/立方米	0.01		

(2) 露天开采境界圈定结果

矿区范围西部存在较大的冲沟，规划预留花园吴家矿开拓运输道路沿着该冲沟走向布置，将矿山分隔成了东、西两个独立采区。

表 2-8 设计最终境界圈定要素表

圈定要素	单位	东采区	西采区
最终台阶高度	米	15	
最终台阶坡面角	度	65	
安全平台宽度	米	6	
清扫平台宽度	米	8	
最终边坡角	度	北侧56、南侧及东侧49、西侧20	北侧53、南侧49、西侧50

2.3.2 原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡现状概述

经现场调查，原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡布置在设计东采区开采区范围内，最高标高约为+208m，最低标高为+90m，东采区边坡自上而下已形成+195m、+180m、+165m、+150m、+135m、+120m、+105m 和+90m 台阶，靠帮台阶高度为 13~15m，靠帮台阶边坡角为 39°~65°，清扫平台宽度 8~21m，安全平台宽度 6~43m，总体边坡角为 29.1°。

为了加强边坡管理，前期在+195m 和+180m 台阶分别布置 3 个位移监测点，定期进行人工监测，目前监测设施运行正常。

3 主要危险、有害因素辨识

露天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。现根据原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡的现状，结合区内自然条件、矿山边坡岩石的物理力学性质、人为因素等，对边坡进行危险、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边坡的主要危险、有害因素，露天边坡一旦产生滑坡，其后果是不堪设想的。它将对边坡下游设施和人民生命财产安全带来极大危害。因此，露天边坡安全工作的重点是防止产生滑坡。其主要表现为：

- 1) 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边坡台阶，易形成滑坡和泥石流。

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边坡的影响，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 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) 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边坡稳定性分析的目的，还要考虑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) 平台边坡稳定性分析

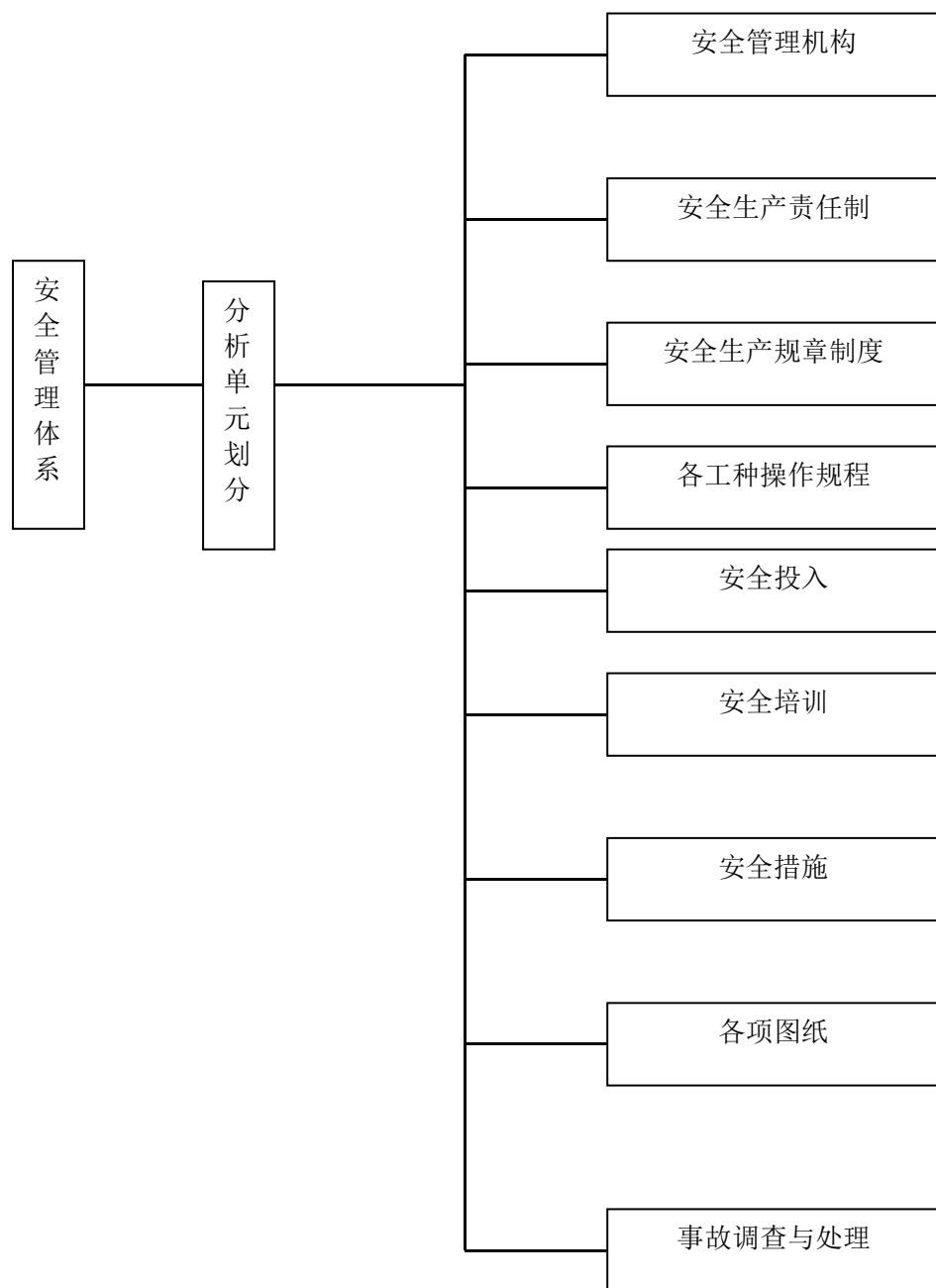


图 4.1 安全管理体系分析单元划分

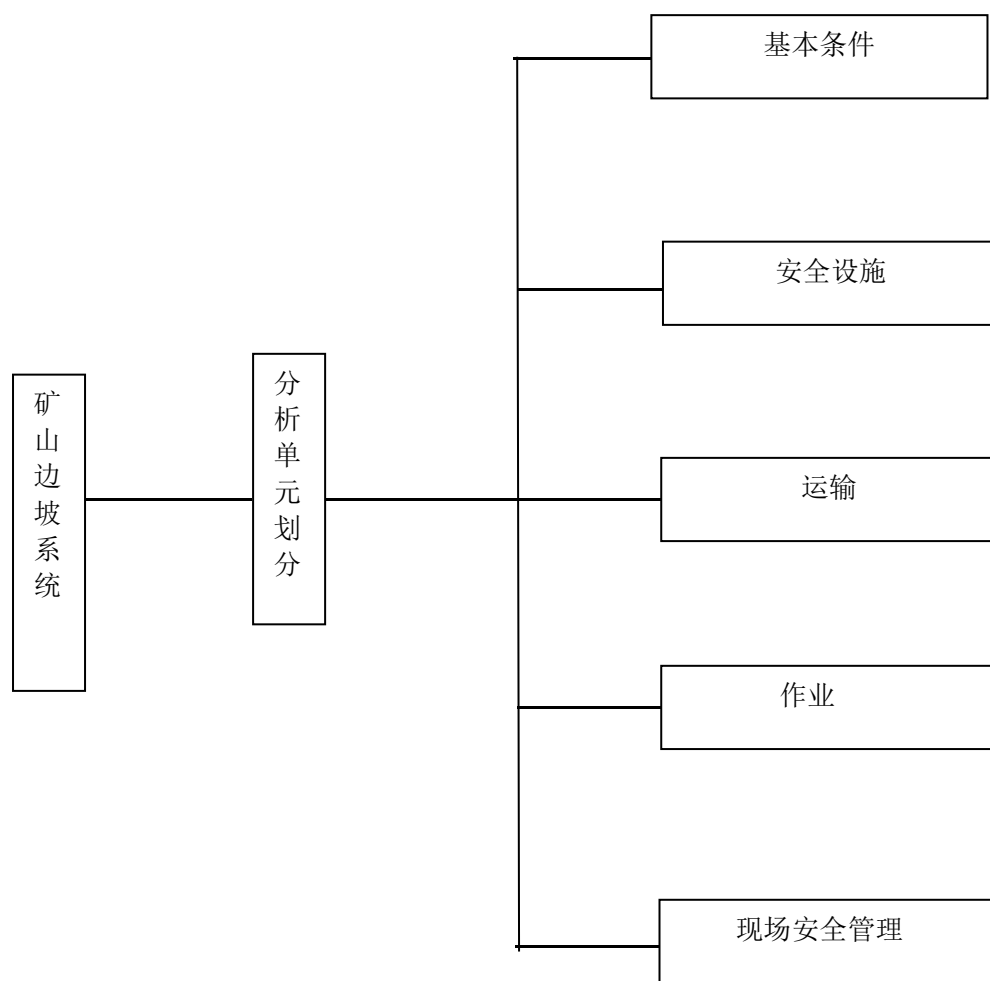


图 4.2 矿山平台边坡系统分析单元划分

5 定性、定量分析

通过对原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡安全管理、自然灾害、滑坡及泥石流等方面的危险、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，找出该边坡存在的危险、有害因素，分别划分出边坡安全管理系统和平台边坡系统，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。本次矿山平台边坡稳定性分析主要采用安全检查表法、事故树法和定量分析等方法进行边坡稳定性分析。

5.1 安全检查表法

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

5.1.1 安全管理系统分析

1) 分析单元划分

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

2) 分析方法及分析过程

(1) 分析方法：采用安全检查表法。

(2) 分析过程：项目组成员分专业到各个作业场所、车间，察看现场管理记录、单据、台账、表册，并详细查阅有关安全管理方面的设计、证件、图纸等记录档案资料，对照分析，见安全检查表 5-1。

表 5-1 安全管理体系安全检查表

检查人员：王陈红

检查日期：2026 年 8 月 30 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。	安徽宝镁轻合金有限公司成立了安全生产委员会，委员会办公室设在安全管理部。安徽宝镁轻合金有限公司青阳矿业分公司成立了花园吴家冶镁用白云岩矿安全生产领导小组，设置了安全管理科。	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. 全员安全生产责任制。	有全员安全生产责任制。	符合
(3) 安全生产规章制度	1. 安全生产责任制度。	有安全生产责任制度，得到执行。	符合
	2. 安全目标管理制度。	有安全目标管理制度，得到执行。	符合
	3. 安全例会制度。	有安全例会制度，得到执行。	符合
	4. 安全检查制度。	有安全检查制度，得到执行。	符合
	5. 边坡管理制度。	有边坡管理制度，得到执行。	符合
	6. 安全教育培训制度。	有制度，得到执行。	符合
	7. 设备管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	8. 危险源管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	9. 事故隐患排查与整改制度。	有制度，得到执行。	符合
	10. 安全技术审批制度。	有制度，得到执行。	符合
	11. 劳动防护用品管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	12. 事故管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	13. 应急管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	14. 安全奖惩制度。	有制度，得到执行。	符合
	15. 职业危害预防管理制度。	有制度，得到执行。	符合
	16. 安全生产档案管理制度。	有制度，得到执行。	符合

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(4) 各工种操作规程	1. 采掘工。	有采掘作业规程。	符合
	2. 电工。	有电工操作规程。	符合
	3. 铲装工。	已制定铲装操作规程。	符合
	4. 场内运输工。	已编制场内运输作业规程。	符合
	5. 压风机工。	已制定压风机工操作规程。	符合
	6. 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。	已签订安全管理协议。	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
	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

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(6) 安全措施	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
(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

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(10) 事故预防与处理	1. 露天边坡等易发生事故的场所、设施、设备有登记档案和检测评估报告及监控措施。	有登记档案和检测评估报告及监控措施。	符合
	2. 对存在的各类事故隐患要及时进行整改，并有登记、整改和处理档案。对暂时无法完成整改的，必须有切实可行的监控和预防措施。	已建立各类事故隐患登记、整改和处理档案。	符合
	3. 矿山企业伤亡事故必须按规定程序及时上报。	未发生伤亡事故。	不涉及
	4. 矿山企业应设立矿山救护队，不具备单独设立矿山救护条件的非煤矿山企业，应与就近的救护队签订协议或联合建立矿山救护队。	与皖南区域矿山救护大队泾县中队签订了矿山救护协议。	符合

3) 分析结果分析

(1) 安全管理现状

从检查表可见，该公司比较系统地制定了一系列安全管理方面的制度、规程，并在实践中得到了落实，安徽宝镁轻合金有限公司成立了安全生产委员会，法定代表人任主任，安全生产委员会成员由分管领导和各部门负责人等组成，委员会办公室设在安全管理部，在公司安全生产委员会的领导下，安全管理部具体负责全公司日常安全生产管理工作。安徽宝镁轻合金有限公司青阳矿业分公司成立了花园吴家冶镁用白云岩矿安全生产领导小组，设置了安全管理科，配备 2 名专职安全生产管理人员。

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) 分析结论

依据上述安全检查表，对照安全生产有关法律、法规，综合分析，其安全管理模块、安全生产管理规章制度等安全管理体系符合有关法律、法规的要求，满足工业场地平台边坡安全管理需要。

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，至少每月对平台边坡稳定性分析研判一次，发现问题及时处理；

③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；

④按有关规定要求进一步完善平台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。

1) 分析单元划分

根据露天平台采场边坡特点,露天平台边坡系统划分为基本条件、安全设施、作业、现场安全管理 4 个分析子单元。

(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边坡进行查、问、听、测、记，对照有关法律、法规与标准对平台边坡进行逐项分析，见安全检查表 5-2。

表 5-2 原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡系统安全检查表

检查人员：袁成龙

检查日期：2026 年 8 月 30 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. 原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. 台 阶 构 成 要 素	台阶	平台边坡布置在原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿东采区开采区范围内，最高标高约为+208m，最低标高为+90m，东采区中部自上而下已形成+195m、+180m、+165m、+150m、+135m、+120m、+105m 和+90m 台阶。	符合
		靠帮边坡角	39° ~65° 。	符合
		最终边坡角	未到界。	不涉及
		安全平台宽度	安全平台 6~43m。	符合

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(1) 基本条件	3. 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	目前不开采。	不涉及
(2) 安全设施	1. 边坡上方有可靠的截流、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	靠帮边坡角 $39^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 。	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 6~43m。	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	目前不开采。	不涉及
	7. 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	目前未进行采矿作业。	不涉及
	2. 台阶靠帮时是否采用光面爆破或控制爆破	目前未进行采矿作业。	不涉及
	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	经边坡治理。	符合
	4. 是否存在违规“掏采”现象	未见到。	符合
	5. 台阶高度超过设计要求，边坡角是否过陡	符合原设计。	符合
(4) 现场安全管理	1. 设置专职人员对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

分析单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(4) 现场安全管理	2. 建立健全边坡管理、维护和检查制度	有制度。	符合
	3. 对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，对边坡防、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	目前未进行采矿作业。	不涉及

3) 分析结果分析

(1) 安全现状及存在的主要问题

现状平台边坡最高标高约为+208m，最低标高为+90m，自上而下已形成+195m、+180m、+165m、+150m、+135m、+120m、+105m和+90m台阶，靠帮台阶边坡角为 $39^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，清扫平台宽度8~21m，安全平台宽度6~43m，总体边坡角为 29.1° 。

为了加强边坡管理，前期在+195m和+180m台阶分别布置3个位移监测点，定期进行人工监测，目前监测设施运行正常。

(2) 分析小结

依据有关法律、规程，对照矿山现状，该平台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，其平台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加强对平台边坡检查、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；

②加强对平台边坡的位移观测，做好各项记录研究分析工作；

③雨季期间，做好边坡排水沟清理工作。

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。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

引发平台边坡滑坡的基本事件分析详见图 5.1。

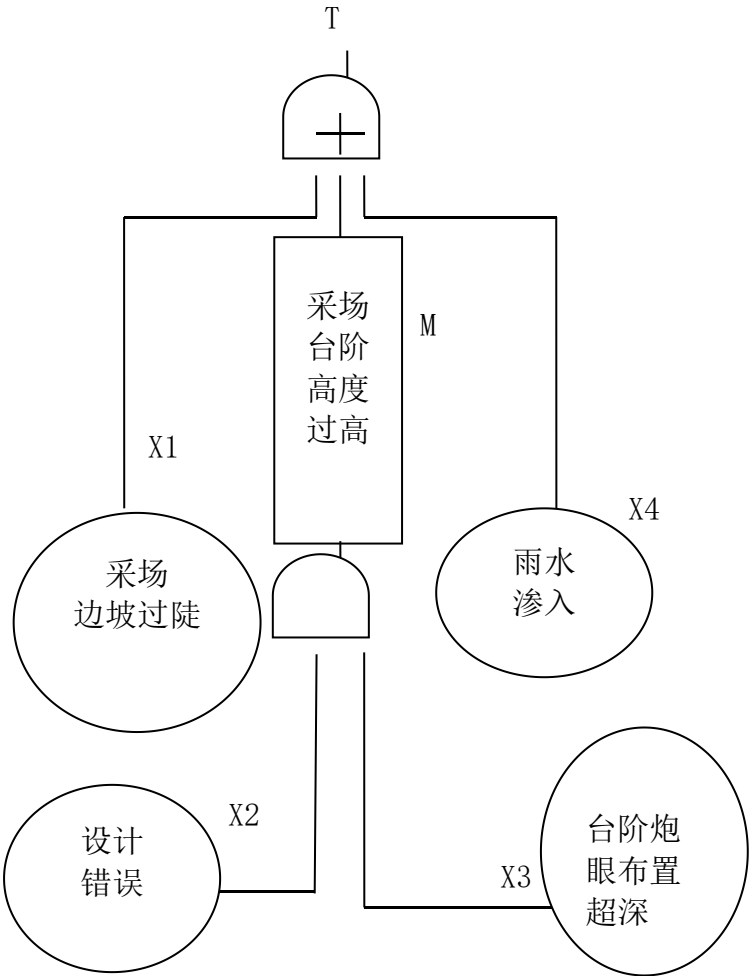


图 5.1 采场边坡滑坡事故树分析图

5.2.2 结构函数

T 代表顶上事件，即平台边坡滑坡事故，导致其发生的事件为 M（边坡台阶高度过高）、基本事件 X1（边坡过陡）和 X4（雨水渗入），导致 M 发生的基本事件为 X2 和 X3，其中 X1 至 X4 的重要度相同。函数关系式为：

$$T=X1+M+X4$$

其中：

$$M=X_2+X_3$$

即：

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

从上式关系可以看出，发生顶上事故（边坡滑坡事故）的最小割集为 $\{X_1、X_2、X_3、X_4\}$ ，任何一个基本事件 X_i 的发生，都可能导致顶上事件（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

平台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。根据边坡滑坡事故树分析，其影响边坡稳定的因素很多，但主要是设计错误、山坡、边坡过陡和雨水渗入。结合原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡实际情况，矿山应采取以下综合治理措施：

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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

平台边坡稳定性分析是边坡稳定性分析工作的核心。边坡的稳定与否直接关系到工业场地破碎能否正常生产。做好边坡的稳定性分析工作，有助于预测边坡的稳定性状况，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

平台边坡稳定性取决于多种因素，其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、水的浸蚀等。

5.3.2 边坡物理力学性质及其工程地质条件分析

根据安徽省地质矿产勘查局 321 地质队 2022 年 3 月编制的《安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿资源储量核实报告》中的岩（矿）石物理力学试验结果，其抗压强度为 63.6~120.0MPa，平均为 93.8 MPa，均大于 60MPa；抗剪强度为 11.8~16.4MPa，平均为 14.4 MPa，因此矿石抗压强度属坚硬类型，具较好的机械强度，不易形成碎块和粉末，用作熔剂时具较好的透气性和炉料的均衡性

5.3.3 边坡破坏模式

原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿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 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 5-3，边坡安全等级划分，见表 5-4。

表 5-3 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 5-4 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

结合原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿靠帮边坡的状况，其边坡如若发生破坏，严重影响生产，预计直接经济损失 50 万~100 万，且有可能造成人员受伤。根据表 5-3，得出原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿采场边坡危害等级定为 II 级。

经计算，目前边坡最大高差约 118m ($100 < H \leq 300$)，结合表 5-4 和表 5-4，判定原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡工程安全等级均为 II 级。

2) 边坡允许安全系数确定

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

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

表 5-5 不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数

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

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

3) 边坡稳定性计算

(1) 计算方法

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

A、简化 Bishop 法

其计算公式为：

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

其中： $m a_i = \cos a_i + \tan \phi \sin a_i / F_s$

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：

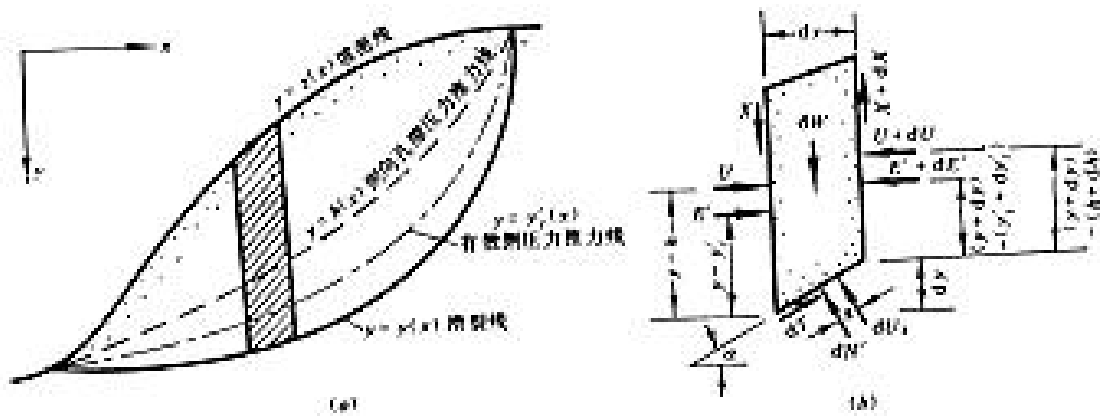


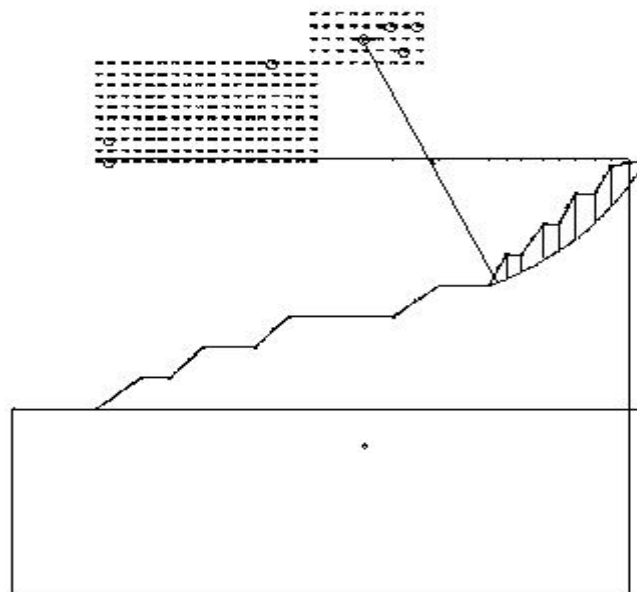
图 5.2 摩根斯坦—普赖斯法图

(2) 计算结果

本次在选取了 1-1' 剖面边坡进行计算，结合规范要求，考虑不同的荷载组合（荷载组合 I、荷载组合 II 和荷载组合 III）工况，计算得出其边坡安全系数，计算结果如下：

计算结果：

[计算结果图]



最不利滑动面：

滑动圆心 = (110.115, 179.838) (m)

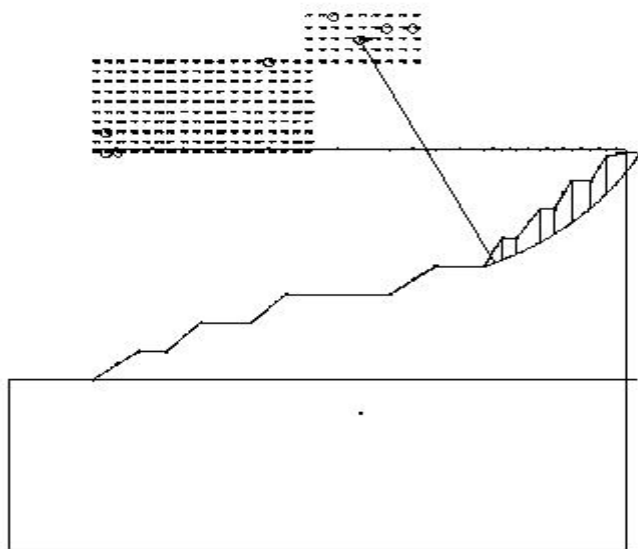
滑动半径 = 130.472 (m)

滑动安全系数 = 1.411

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 = (110.115, 179.838) (m)

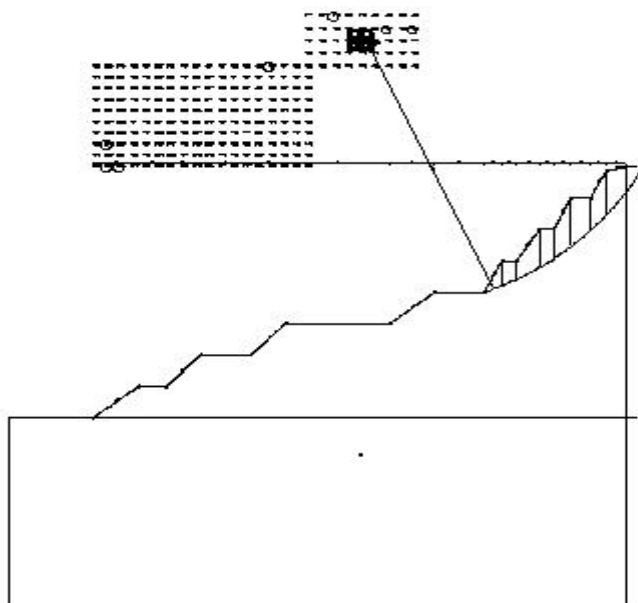
滑动半径 = 130.472 (m)

滑动安全系数 = 1.349

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 = (113.515, 178.838) (m)

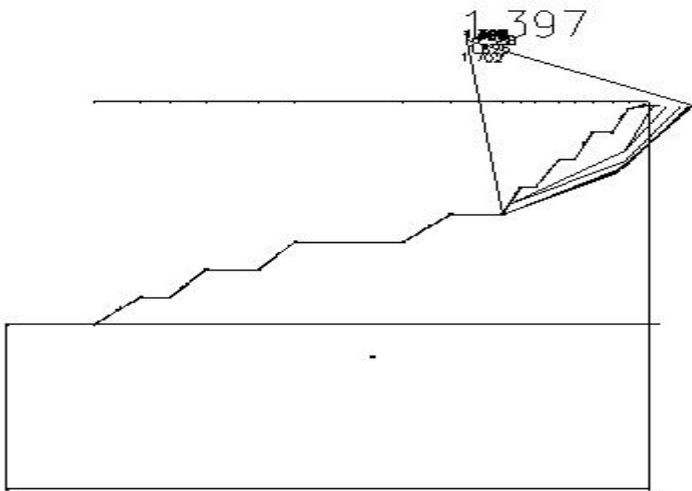
滑动半径 = 128.257 (m)

滑动安全系数 = 1.302

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]



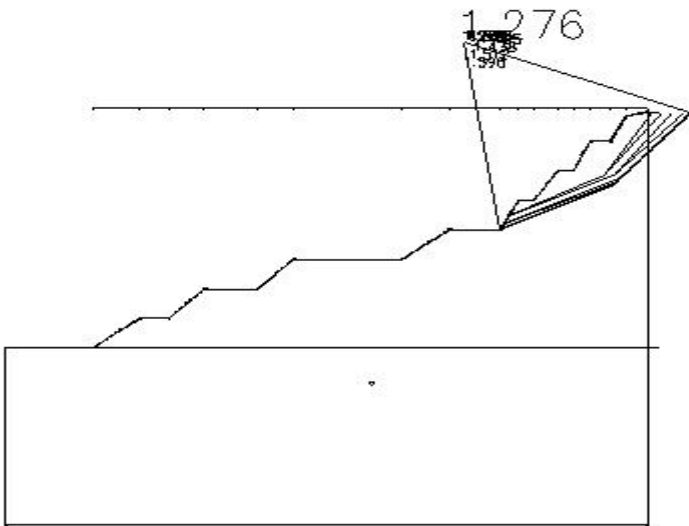
滑动安全系数 = 1.397

最危险滑裂面		
线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(161.800, 60.000)	(206.028, 82.332)
2	(206.028, 82.332)	(237.217, 119.892)

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]



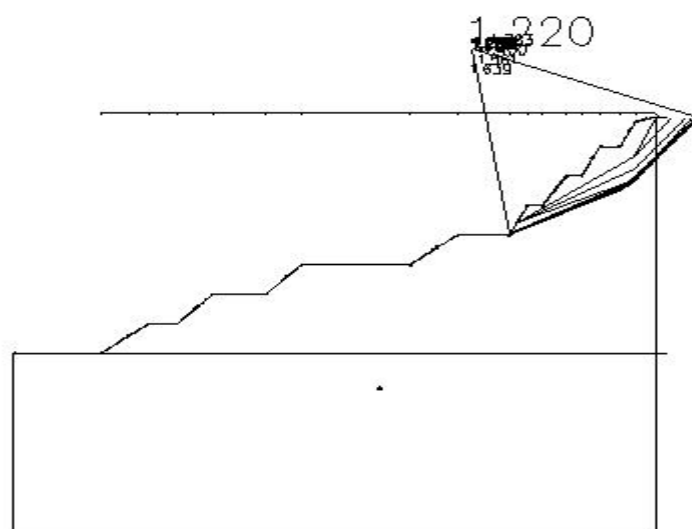
滑动安全系数 = 1.276

最危险滑裂面		
线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(161.800, 60.000)	(205.900, 82.469)
2	(205.900, 82.469)	(237.369, 119.892)

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 = 1.220

最危险滑裂面

线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(161.800, 60.001)	(206.300, 83.435)
2	(206.300, 83.435)	(236.491, 119.892)

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 5-6。

表 5-6 1-1' 线边坡稳定性分析最小安全系数计算结果表

位置	计算方法	荷载组合	安全系数	规范要求	备注
1-1' 线	Bishop 法	I	1.411	1.20~1.15	符合规范
		II	1.349	1.18~1.13	符合规范
		III	1.302	1.15~1.10	符合规范
	Morgenstem—Price 法	I	1.397	1.20~1.15	符合规范
		II	1.276	1.18~1.13	符合规范
		III	1.220	1.15~1.10	符合规范

从分析结果看，破碎站平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡）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，其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 边坡稳定性分析结论

本次其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) 边坡形态、灾害后果。
- 5) 工程与水文地质条件。
- 6) 其它影响边坡稳定性不确定因素考虑。

根据对原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡稳定性计算结果可以看出，原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡稳定性安全系数满足规范要求，其边坡总体上处于稳定状态。

5.4 边坡安全监测等级

1) 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），边坡高度等级按表 5-7 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 118m，对应高度等级指数 H 为 3。

表 5-7 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) 边坡坡度等级指数

露天边坡总边坡角等级按表 5-8 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 29.1°，对应的边坡坡度等级指数 A 为 3。

表 5-8 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边坡地质条件等级。现水文地质类型和工程地质类型均为简单类型，G 取 3。

根据安全系数 F 对露天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 4 级。

表 5-9 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

露天现状边坡安全监测等级按照表 5-10 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 5-10 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： $D=H+A+G=3+3+3=9$ ，同时滑坡风险等级指数 $S=4$ ，结合表 5-10，得出原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿现状边坡的安全监测等级最高为四级。建议安花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡）安全监测等级按照四级进行监测。

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) 边坡及其滚石区应设置醒目的安全警示标志。

6) 加强现场安全管理,严格禁止违章作业。

6.2 安全技术措施

6.2.1 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) 边坡有滑坡时,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 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,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) 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。

3) 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。

6.2.3 边坡安全检查方面的安全对策措施

1) 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) 测量靠帮平台的反坡坡度，测量精度按生产测量精度要求。

3) 检查边坡变形裂缝情况

平台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) 检查边坡滑坡

平台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) 排水构筑物与防洪安全检查

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

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

7 分析结论与建议

7.1 安全管理体系符合性分析结论

通过对安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡）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。

通过对安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡）的安全管理运行情况，安全生产责任制、各项规章制度的落实执行情况及现场安全管理现状进行综合分析，其安全管理体系运行状况能够适应其矿安全生产管理的需要。

7.2 采场边坡系统符合性分析结论

通过对安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡）系统中的基本条件、安全设施、作业、现场安全管理作业等综合分析，其平台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平台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 法对矿山工业场地破碎站卸矿平台边坡进行了稳定性分析计算。

经定性、定量分析，安徽宝镁轻合金有限公司花园吴家冶镁用白云岩矿工业场地破碎站卸矿平台边坡（原安徽省青阳县小阳山冶金用白云岩矿边坡）稳定性安全系统满足规范要求，其总体上是稳定的，对边坡下游安徽宝镁轻合金有限公司工业场地总体上不构成安全影响。

7.3 建议

安徽宝镁轻合金有限公司在今后的管理过程中，要认真落实矿山已有的和本次分析提出的安全对策措施，切实加强边坡管理，并重点做好以下工作：

- 1) 每年汛期前，必须检查边坡防、排洪设施，及时进行维护与管理，确保排水通畅。
- 2) 定期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。

3) 进一步完善边坡档案资料及台账，并加强对边坡观测，对监测点的日常维护，及时分析相关监测数据，发现问题及时处理。建议该边坡安全监测等级按照四级进行监测。

4) 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，定期开展边坡稳定性分析，发现问题及时处理。