

矿山边坡稳定性分析及生态保护修复探讨

——以微山县天宝建筑石料用灰岩矿为例

伊盼盼, 李佩佩, 赵永海, 姬宗皓

济宁市国土空间生态修复中心, 山东 济宁

收稿日期: 2023年2月28日; 录用日期: 2023年3月30日; 发布日期: 2023年4月10日

摘要

本文以微山县两城矿区建筑石料用灰岩矿矿山生态保护修复为例, 综合研究修复治理区域, 对矿山边坡开展稳定性评价, 提出生态修复治理方案, 为类似露天矿山修复治理提供方法思路。

关键词

矿山治理, 稳定性分析, 生态修复

Analysis of Mine Slope Stability and Discussion on Ecological Protection and Restoration

—Taking the Limestone Mine for Tianbao Aggregates in Weishan County as an Example

Panpan Yi, Peipei Li, Yonghai Zhao, Zonghao Ji

Jining Land and Space Ecological Restoration Center, Jining Shandong

Received: Feb. 28th, 2023; accepted: Mar. 30th, 2023; published: Apr. 10th, 2023

Abstract

Taking the ecological protection and restoration of limestone mine for building stone in Liangcheng mining area of Weishan county as an example, this paper comprehensively studies the restoration and treatment area, evaluates the stability of mine slope, and puts forward the ecological restoration and treatment scheme, which provides methods and ideas for the restoration and

treatment of similar open-pit mines.

Keywords

Mine Management, Stability Analysis, Eco-Restoration

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

微山县两城建筑石料用灰岩矿区毗邻南四湖省级自然保护区。自上世纪七十年代长期过度开采,导致矿区生态环境破坏,地质地貌破损、崩塌严重,高陡边坡岩体稳定性较差,存在严重地质灾害隐患。同时,岩体裸露和植被破坏严重,矿区生态功能退化、水土流失严重,生态环境脆弱,属于地质环境问题重点监测区域[1]。随着生态文明建设的全面深入推进,矿山生态修复愈益紧迫和必要。本文对两城矿区天宝废弃矿山开展边坡稳定性分析评价及生态保护修复治理研究,为类似露天矿山治理提供方法思路[2]。

2. 矿山地质环境现状

2.1. 地理位置

天宝建筑石料用灰岩矿位于微山县两城乡,距县城约 52 km,距南四湖省级自然保护区 2.2 km,交通便利。

2.2. 地形地貌

矿山属于低山丘陵区,呈北西向分布,地面标高约+40 m。地貌为露天采坑,南北长约 690 m,东西宽约 390 m,采场边坡最大高度达 90 m,边坡角约 30°~85°。坑底平台区约 9091 m²,露采边坡投影面积 55,680 m²,原始山体区 30,610 m²。

2.3. 气象

矿山属暖温带大陆性季风气候,气候温和,四季分明。

夏季受东南季风控制,潮湿多雨;冬季受西北季风控制,寒冷干燥。年降水量平均 790 mm。矿山内无地表水体。水系仅见顺坡短小、下切浅的冲沟,流向与坡向一致。

3. 稳定性分析

3.1. 地质条件

矿山地处鲁西断隆兖州凸起部位,地层为寒武系九龙群张夏组和第四系,构造以压扭性断裂为主。地表基岩出露,岩性主要为中厚-巨厚层灰色块状灰岩。第四系位于山坡脚以下,褐、灰黄褐色,含灰岩角砾、钙质结核及铁锰结核砂质粘土、粘土。

矿山地质构造简单,岩层呈单斜状分布,岩石抗压强度为中等坚硬岩石,岩组工程性质条件良好。矿内形成了多个边坡,坡度 30°~85°,局部近直立,存在崩塌、滑坡等地质环境安全隐患。岩石节理裂隙

较发育，造成坡面岩石破碎，局部存在危岩体。

3.2. 灰岩主要物理力学指标

灰岩主要物理力学指标如下表 1:

Table 1. Physical and mechanical properties index

表 1. 物理力学性质指标

重度/ $\text{KN}\cdot\text{m}^{-3}$		黏聚力/ KPa		内摩擦角/ $^{\circ}$	
天然	饱和	天然	饱和	天然	饱和
22.0	22.7	35.3	32.4	36.2	34.5

3.3. 边坡稳定性分析

矿山采坑呈多边形，灰岩岩性属半坚硬~坚硬岩，抗剪强度高。地层倾向北西，倾角 8° ，裂隙较发育；岩体结构类型为块体状，降雨及其它外荷载作用下，易发生坡体失稳。利用龙工软件进行赤平投影分析，综合结构面与采坑边坡的空间组合关系，将边坡分为 A-B、C-D 两段进行边坡稳定性分析[3]。

A-B 段边坡坡向为 30° 、坡度 45° ；岩层产状倾向 300° ，倾角 8° ，节理产状倾向 145° ，倾角 50° ；边坡为逆向坡，分析得出边坡整体较稳定(图 1)。

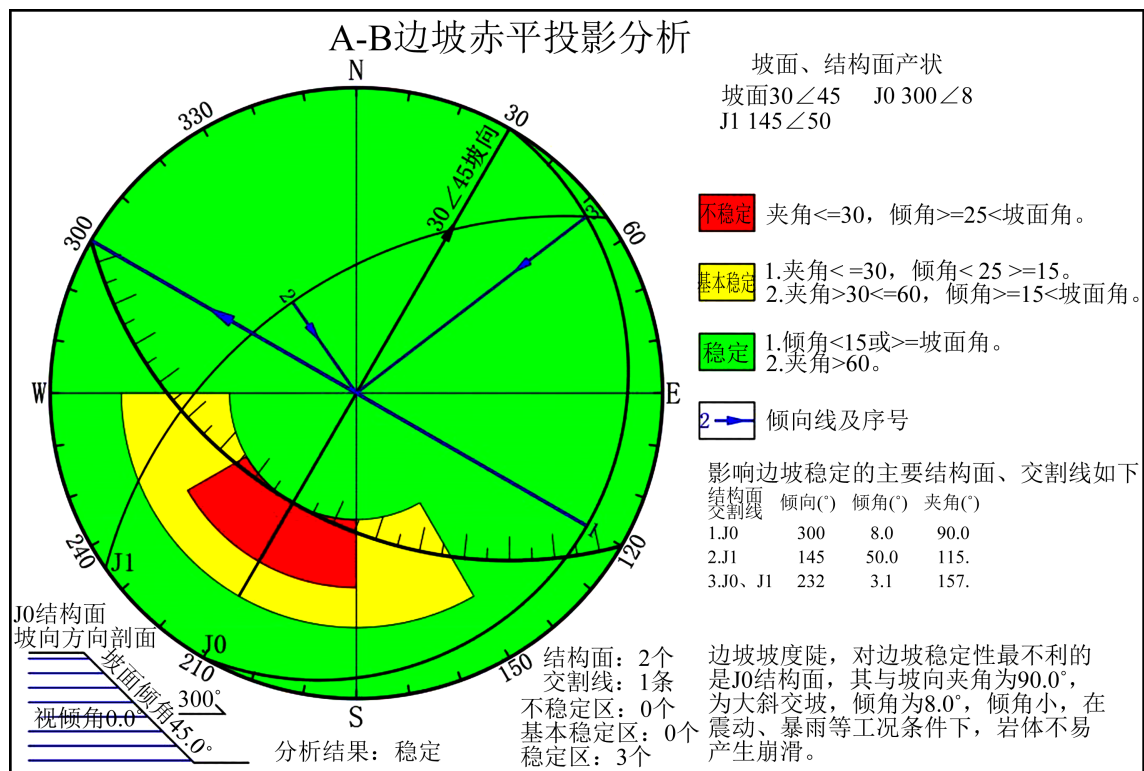


Figure 1. A-B slope stereographic projection analysis

图 1. A-B 边坡赤平投影分析

C-D 段边坡坡向为 70° 、坡度 65° ；岩层产状倾向 300° ，倾角 8° ，节理产状倾向 40° ，倾角 65° ；边坡为斜向坡，分析得出边坡整体较稳定(图 2)。

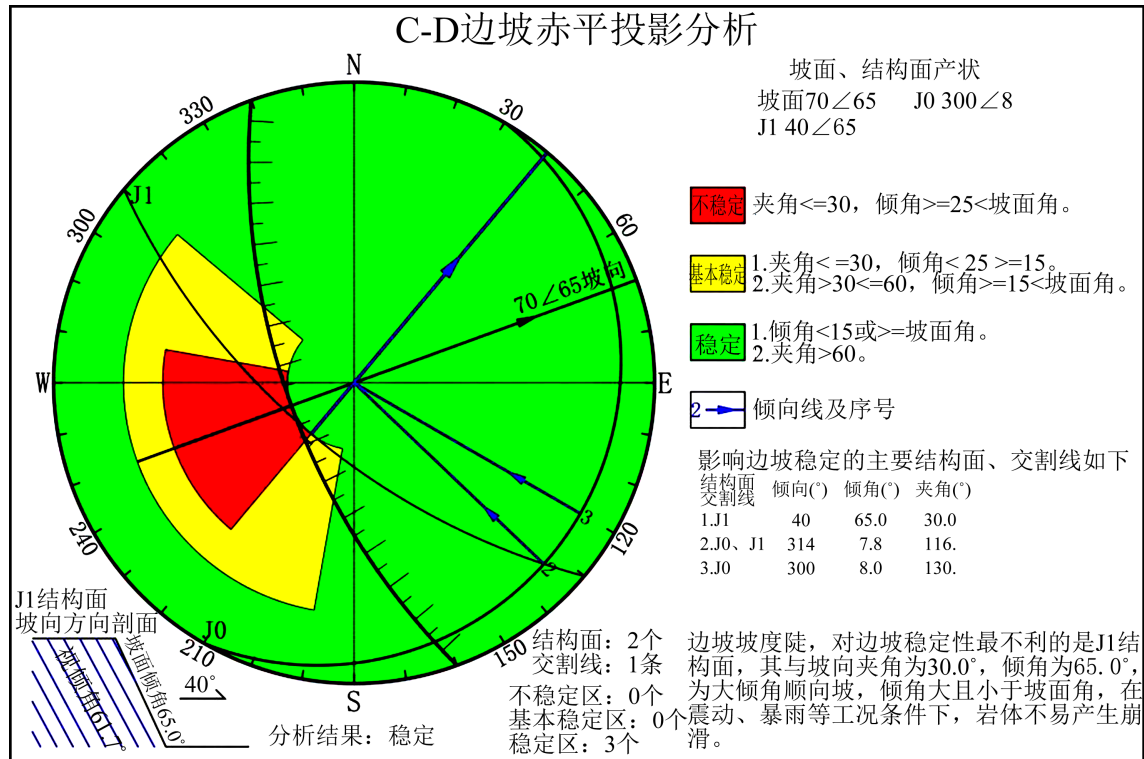


Figure 2. C-D slope stereographic projection analysis
图 2. C-D 边坡赤平投影分析

4. 矿山生态修复方案

4.1. 生态修复方案选择

矿山生态修复主要采用危岩清除、坡面清理、平台治理、续坡、修建挡土墙、清除残丘、坑底平台清理平整、覆土、开挖树坑、植树(藤)绿化、播撒草种、开挖排水沟等方法进行综合修复。植物选择考虑与周边环境、景观的协调统一, 选择根系发达、萌芽萌蘖力强、耐干旱、耐贫瘠、易成活养护的乡土植物。

4.2. 生态修复分区

4.2.1. 坑底平台区修复

坑底平台清理, 削高填低, 开挖树坑、覆土植(草)树绿化, 开挖蓄水池等。采场坑底平台开挖土石方约 174,100 m³, 面积为 91,278 m², 清理整平后地势西高东低、北高南低, 无浮石、残丘、土包。

坑底平台复绿, 西侧及北侧采场坑底平台复垦为林地, 面积为 64,249 m², 需覆土 38,549 m³。按株距行距 2 m × 2 m 开挖树坑、栽植侧柏, 栽植侧柏 16,062 棵。西侧坑底平台面积 27,029 m², 复垦为耕地, 覆耕植土厚 0.8 m, 需覆土 21623 m³。

4.2.2. 边坡区修复

(1) 边坡清理

采取爆破削坡、人工加机械的方式清理坡面浮石、削除危岩残丘, 消除安全隐患, 稳定边坡。对安全平台进行清理、清除坡面浮石, 在平台外侧修建挡土墙防止水土流失, 平台内侧植树(藤)绿化[4]。清理危岩体和坡面浮石产生的土石方回填至坑底处。边坡清理主要是对坡度较陡、裂隙发育的边坡进行治理。

(2) 边坡覆绿

边坡清整后坡面分布 5 个平台, 总面积约 20,378 m²。对平台进行覆土, 覆土厚度为 0.6 m, 需覆土 12,227 m³, 按照 2 m × 2 m 株距行距栽植侧柏 5094 棵; 平台内侧及边坡底部每隔 0.2 m 栽植爬山虎。

(3) 平台挡土墙

为防止雨水冲刷造成水土流失, 在每道平台外侧及坑底平台外侧布设挡土墙。挡土墙采用浆砌块石砌筑, 每 10 m 设置一道沉降缝, 缝宽 25 mm, 缝中填沥青麻筋道、沥青木板或其他有弹性的防水材料; 挡土墙 0.3 m 高处每隔 1.5 m 埋设泄水管, 泄水管倾角 5°~10°。

(4) 采坑治理

将爆破削坡的土石方分层回填采坑, 每 200 cm 为一层, 分层压实, 可以采用机械压实。在爆破削坡的平台及坡底采用废石渣土的工艺进行回填, 分层回填压实, 厚度 60 cm~80 cm, 上层种植土首选耕植土。

(5) 坡脚续坡

治理区边坡续坡, 坡度为 30°, 高度 5 m, 续坡开挖石方上覆 60 cm 种植土, 坡面采用无土纤维喷播绿化, 种子选择刺槐、紫穗槐等灌木。

5. 结语

通过对两城矿区建筑用灰岩矿开采现状调查, 在科学评估的基础上, 开展矿山边坡稳定性分析评价, 针对边坡形态、岩土类型、风化程度、裂隙发育等搭建合理的人工坡面植被群落, 消除边坡灾害隐患, 科学、系统实施矿山生态保护修复治理, 提升矿区生态系统稳定性和可持续性。

(1) 矿山生态修复关系全局长远发展, 应从组织领导、政策体系、科技支撑、评估监管和公众参与等方面制定规划实施保障措施, 建立多元化、多渠道、市场化的投资融资渠道, 创新适应性生态管理、生态绩效考核、生态保护补偿等政策计划值, 建立规程统一、目标衔接、要素融合、政策协同的生态保护修复机制。

(2) 充分利用现有信息化基础, 综合山水林田湖草监测的各类数据和生态修复项目数据, 建设包括数据、指标及模型三大体系, 通过生态修复“一张图”、潜力分析、规划管理、项目管理、监测预警、统计分析 & 绩效评估等, 实现对生态修复项目从规划、立项、规划设计、项目实施与变更、项目竣工验收等方面进行全生命周期精细化管理与监管监控。

健全矿山生态修复评价监督管理机制, 创新绩效考核机制, 制定项目实施细则和相关规章制度, 建立考核体系, 明确重点工程、重点工程的责任单位、任务目标。对照矿山生态修复目标, 定期对实施生态修复的重点区域和重点工程进行成效评估, 及时发现修复过程中的生态问题和潜在生态风险, 按照程序进行调整修正。

参考文献

- [1] 张燕, 葛江琨, 李洪亮, 等. 济南高陡土质边坡稳定性分析及治理方法讨论——以济南南部山区山间平原为例[J]. 山东国土资源, 2021, 37(7): 60-64.
- [2] 聂守智. 矿山边坡的生态修复浅析[J]. 山西建筑, 2019, 45(19): 58-59.
- [3] 曹太平, 马学宁. 土质边坡稳定性分析与加固方法研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州交通大学, 2016: 1-15.
- [4] 李宁宁, 单吉成, 郝翰, 等. 山东省沂源县大田庄石灰岩露天矿山地质环境治理工程探讨[J]. 山东国土资源, 2022, 38(1): 44-48.