

牦牛坪稀土矿矿山地质环境问题及治理

沈 波^{1,2}, 马东涛¹

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041;
2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要: 牦牛坪稀土矿区为我国重要的稀土矿产地, 在以往的开采过程中造成了严重的地质环境问题。查明矿区现存泥石流沟 10 处, 滑坡、崩塌有 20 处居多, 多处矿渣矿坑高边坡极不稳定, 矿区生态环境问题较为严重。对此计划采取弃渣搬运、采坑回填、泥石流拦挡、泥石流排导、弃渣堆置的措施对上述地质环境问题予以治理。方案实施后将产生良好的社会效益、经济效益和生态环境效益。

关键词: 牦牛坪; 地质环境; 泥石流; 滑坡; 治理

中图分类号: P642.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2012)05-0067-04

Maoniuping tombarthite' mining geological environment problems and treatment

SHEN Bo^{1,2}, MA Dong-tao¹

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China; 2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: As china's important tombarthite mine, Maoniuping mine has serious geological environment problems for long time exploring. This article finds that there are ten debris flows' more than 20 landslides and collapses in Maoniuping mine by investigation. The mining residue and pit slopes are also unstable. In conclusion, the mining environment problems are so serious. This article suggests to take measures of slag handling, mining pits backfilling, debris flow blocking, debris flow guiding, slag piling up for the geological environment problems' treatment. After the implementation of the scheme, good social, economic and ecological environment benefits will be produced.

Key words: Maoniuping; geological environment; debris flow; landslide; treatment

1 概述

牦牛坪稀土矿区位于四川省凉山州冕宁县城西南 22km 处, 稀土矿储量居全国稀土资源储量的第二位, 牦牛坪矿床规模居各矿床之首, 约占四川探明稀土矿物总量的 90%。长期以来的无序开采, 采富弃贫, 采易弃难, 造成了资源利用率低, 增加了进一步开采的难度, 也使矿山周围本来十分突出的地质灾害发生的可能性增加, 矿山本身也存在十分重大的安全隐患。

如何保障矿山开采过程中人员设备的安全,

防治减少地质灾害及矿山开采过程中造成的人为灾害的发生对于矿山的可持续生产及地质环境的保护有着非常重要的意义。本文在客观分析矿区地质灾害现状和发展趋势基础上, 结合地质灾害对矿区和下游沿河两岸造成危害等因素, 根据安全性和经济性兼顾的原则, 确定了治理工程的内容、主要设计思路, 拟定了整治方案, 提出了治理措施, 估算了治理工程数量。这些措施的采取将有效保障矿山的安全生产和经营, 对当地的生态环境的改善也会产生积极的效应。本文对今后矿山地质环境方面的治理有着一定的借鉴意义。

2 矿山地质环境问题及其危害

2.1 泥石流灾害及危害

矿区现有泥石流灾害 10 处, 主要集中在矿区公路所在的瓦维埃河右岸一侧, 大部分泥石流沟口与矿区公路交叉, 随时对道路上生产车辆的运

收稿日期: 2012-01-22

基金项目: 地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室开放基金项目资助 (编号: GZ2007-15)

作者简介: 沈波 (1986-), 男, 汉族, 四川崇州人, 硕士研究生, 主要从事岩土工程和地质灾害防治工程。E-mail: shenboip@163.com。

行构成严重的威胁,而矿区所在的主沟瓦维埃沟由于河道弃渣过多,各泥石流的排泄物又都集中在此沟,河道淤堵严重,对矿区所在的生产设备、人员以及矿产成品等等都是极大的安全隐患。

矿区泥石流的流域面积均在 10km^2 以下,面积较小,均发育在岸旁的沟谷中,为沟谷型泥石流,各条泥石流沟坡度较陡,沟道长度不等,泥石流沟口物质含粗大物质较多,粘粒含量较低^[1],经分析初步认定矿区泥石流大部分属稀性泥石流,少部分接近于水石流(表1)。造成矿区泥石流的主要物源类型多样数量巨大,既有坡面侵蚀和冲沟侵蚀造成的两岸的碎屑流和滑坡崩塌等重力侵蚀形成的固体物质,也有因矿山开采堆积在沟道中的弃渣。泥石流最后汇入的主沟均为瓦维埃沟,该沟沟形狭窄,沟道内淤埋堵塞严重,泥石流经过几乎矿区内的所有生产场地和修建的厂区工房。该沟一旦暴发后将在上游形成急剧冲刷冲击危害,

而在下游将主要表现为漫流、堵塞和淤埋危害,一次性冲出物将达到几十上百万立方米,危害严重。

2.2 滑坡、崩塌灾害及危害

目前,已查明矿区分布有滑坡和崩塌12处(表2),规模均为中小型,主要分布在矿区右侧和采坑陡壁及弃渣边坡处,总体积约为 25万 m^3 。此外,在矿区下游包子山南侧有一处较大规模的老滑坡分布,一定时期内未出现滑动的迹象,状态较为稳定。总的来讲,瓦维埃河流域内大规模的滑坡、崩塌发育较少,造成原因大都为矿渣的不合理堆放及矿坑卸荷拉裂所致。滑坡大部分具有以下三个特征,第一与人类工程活动关系密切;第二以松散堆积层滑坡分布为主,规模普遍较小;第三滑坡分布与地层分布有较大的关系,沟谷左岸为砂岩分布,虽边坡平均坡度较大,但滑坡不发育,右岸花岗岩分布区覆盖层较厚,有较多的滑坡发生。

表1 牦牛坪泥石流灾害特征统计表

序号	流域面积/ km^2	比降/ $\%$	相对高差/m	沟道长度/km	山坡坡度/ $^\circ$	堵塞程度	发育阶段	泥石流性质	泥石流规模	危害
N1	5.12	276	1139	4.12	25~30	大	发展期	水石流	中型	小
N2	3.5	346	1082	3.12	28~30	中等	衰退期	稀性	小型	中等
N3	4.59	290	1336	4.6	30~35	中等	发展期	稀性	小型	小
N4	4.65	355	1354	4.65	20~25	轻微	衰退期	稀性	小型	小
N5	0.82	299	478	1.6	25~35	中等	发展期	稀性	大型	大
N6	5.72	330	1702	5.15	25~30	轻微	发展期	稀性	小型	中等
N7	9.84	207	2260	6.51	35~45	中等	衰退期	稀性	小型	小
N8	1.9	277	527	1.3	30~50	中等	衰退期	稀性	小型	中等
N9	2.13	305	693	2.27	30~45	轻微	衰退期	稀性	中型	小
N10	0.87	312	528	0.98	25~45	轻微	衰退期	稀性	中型	小

表2 牦牛坪矿区滑坡、崩塌灾害一览表

序号	编号	类型	发生时间	方向/ $^\circ$	体积/ (10^4m^3)	稳定性
1	H ₁	滑坡	2006.7	140	10.00	不稳定
2	H ₂	滑坡	2006以前	350	2.20	基本稳定
3	H ₃	滑坡	2007	94	0.13	不稳定
4	H ₄	滑坡	2006.9	159	12.00	不稳定
5	B ₁	崩塌	2007	190	0.12	不稳定
6	B ₂	崩塌	2007	137	0.08	不稳定
7	B ₃	崩塌	2007	170	0.08	不稳定
8	B ₄	崩塌	2007	98	0.06	不稳定
9	B ₅	崩塌	2007	162	0.06	不稳定
10	B ₆	崩塌	2007	153	0.12	不稳定
11	B ₇	崩塌	2007.1	92	0.25	不稳定
12	B ₈	崩塌	2007	72	0.08	不稳定

2.3 矿渣、矿坑高边坡

牦牛坪矿区在23年的矿产资源开发过程中,由于采用露采的采矿方式,在矿区形成了众多深达数十甚至超过百米的开采基坑。开采过程中,各种弃渣、尾矿堆积如山,个别弃渣堆高近百米,

全部堆弃在瓦维埃河河谷及河道中,在矿区中上部,已无正常沟道,河谷已全部被侵占。据实地调查,矿区内较大的弃渣堆可归并为26处,合计规模为 $1.77 \times 10^7\text{m}^3$ 。此外,矿区下游三道河沟口原荣福选矿厂在瓦维埃河右岸堆积有弃渣及尾砂堆一处,体积为 $2.08 \times 10^5\text{m}^3$,二道河沟口在瓦维埃河右岸堆积有弃渣及尾砂堆一处,体积为 $5.0 \times 10^5\text{m}^3$,总计弃渣规模达 $1.84 \times 10^7\text{m}^3$ 。矿渣堆均为自然堆弃,绝大多数未设置任何边坡支护工程,矿渣高边坡坡度均在 30° 以上,接近或与其自然休止角相同。矿坑边坡高度一般为20~50m,个别边坡高度近100m,四周均为设置排水措施,局部出现卸荷拉裂现象^[2]。

2.4 矿山生态环境问题及危害

矿区所在地属于中高山区,矿区山顶及山坡生长着大量的常绿阔叶林和草皮。矿区周边山体植被覆盖率在80%左右。矿山长期开采对当地景

观地形造成了原有景观的破坏和新的自然景观格局的形成。采矿活动对地表的干扰,改变了地区的地形、地貌,形成许多人工景观,降低了矿区原有的自然景观美学价值。露天采场挖损地表:采场开挖对植被破坏严重,采场斜坡陡峻、岩石裸露,原有植被消失殆尽。综合而言,矿山建设对局部自然生态环境也有相当的破坏,但对整个区域自然体系的稳定性不会造成明显影响。

由于矿山采选及堆渣,对局部区域植被铲除,造成水土流失,土壤侵蚀度增加,而矿区所在区域主要为荒山地,坡度在 $15^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 之间,水土侵蚀形式将以水力侵蚀为主。

由于原采坑、弃渣、尾矿未采取合理防护措施,下游河道南河将被污染,河中悬浮物增加,河道沉积大量尾矿渣,呈混浊状,对周围地表水环境产生较严重影响。

3 矿山地质环境治理

3.1 治理目标、思路及关键

通过对矿山地质环境实施综合治理,消除原有矿山弃渣、采坑及尾矿对新建矿山采区、弃土场的危害,使矿区内边坡保持稳定状态,防止崩塌滑坡、泥石流的发生,使矿区生态环境得到一定恢复。主要采取工程措施和生物措施相结合的方式进行治疗,工程措施主要采取治理与防护相结合的方式。地质环境保护以治理弃渣为主,兼顾采坑,通过弃渣搬运和采坑回填的方式从源头上消除矿区现存的滑坡、崩塌、矿渣、矿坑高边坡的危害;地质灾害治理以泥石流灾害为主,通过修建拦挡坝、导流堤的方式防治泥石流的发生。

治理的关键主要集中在四个方面:第一,在新建的牦牛坪稀土矿采区范围内,对原有矿区弃渣废石进行处理;第二,矿区西部、北部高陡边坡稳定性治理工程,主要在滑坡区及人工边坡区实施;第三,矿区西部泥石流沟治理,修筑泥石流沟拦挡水坝、导流堤工程^[3];第四,新建排土场拦挡水坝工程,清理沟道中弃渣,有效保障排土场安全。

3.2 治理方案措施

结合原有矿区地质环境问题和地质灾害现状,综合选定弃渣搬运+采坑区回填+泥石流拦挡坝+导流堤工程+修建弃渣场措施的综合治理方案。

3.2.1 弃渣搬运

前期开采遗留在矿区内的 1840万 m^3 矿渣、废石中的约 1200万 m^3 是泥石流潜在的固体物质来源,也是造成矿区大部分滑坡、崩塌及矿渣高

边坡及矿坑高边坡形成的主要因素,对瓦维埃河下游构成严重威胁,计划将其搬运至在矿区外江铜拟新建的排土场和采坑中妥善堆集。堆置过程中按规范覆土植树,在矿区为大矿建设形成露天开采境界创造条件。弃渣场周界设置挡土墙,挡墙长度:750m估算,挡土墙采用M7.5浆砌片石砌筑,高度7m,其中基础埋设2.0m,面坡、背坡坡比均为 $1:0.3$,墙厚2.0m,墙面设置50mm泄水孔,纵横向间距均为3.0m,每隔20m设置一道伸缩缝,并用沥青木板填筑。墙后平台后分4级放坡,每级边坡按照 $1:1.5$ 放坡,高度10m,并设2.0m宽卸荷平台,坡面采用拱型骨架植被护坡处理。

3.2.2 采坑区回填

原有的13处废弃的采坑均位于江铜新的采区以内,其面积约 100000m^2 ,待开采完成后,实施回填和绿化。

3.2.3 泥石流拦挡坝工程

在瓦维埃河主河道内布置2座拦挡坝,即1[#]坝、2[#]坝。拦砂坝的主要功能是拦截部分泥石流流体,削减泥石流峰值流量,减少输送至下游的泥砂数量。坝型采用浆砌块石重力坝。在坝顶中部设置梯形溢流口,坝体中部设计二排排水孔^[4]。1[#]、2[#]坝拦挡坝主要尺寸见表3、表4。

表3 1[#]拦砂坝的主要尺寸

坝顶轴线长度/m	有效坝高/m	上游面坡	下游面坡	基础埋深/m
86.70	10.00	垂直 $1:0.60$	$1:0.20$	5.00

表4 2[#]拦砂坝的主要尺寸

坝顶轴线长度/m	有效坝高/m	上游面坡	下游面坡	基础埋深/m
156.50	10.00	垂直 $1:0.60$	$1:0.20$	5.00

N2~N6等5条泥石流位于瓦维埃和右岸的流域中上游,尤其是N2、N3(四道河)、N4(三道河)、N5内堆积了大量矿渣,泥石流对矿区规划的弃渣场、瓦维埃河造成严重危害,拟在以上5条沟口附近各设一座拦挡坝,坝高5~8m,顶宽2m,上游坝坡 $1:0.5$,下游 $1:0.1$,基础埋深3.00m。在坝顶中部设置梯形溢流口,坝体中部设计二排排水孔。坝轴线长在20~40m。

3.2.4 泥石流排导工程

在瓦维埃河和四道河出山口右侧分别设置一道防护堤,防治泥石流出山口后冲出,威胁岸旁的居民点,材料采用浆砌块石修建,单侧长度依

次为 1100.00m 和 400.00m，高度分别设置为 5.00 和 4.00m，基础埋深均为 2.00m，迎水面边坡均为 1:0.35，背水面边坡均为 1:0.10，堤身布置两排排水孔。

3.2.5 新建弃渣场

弃渣的堆置拟在露天采场南侧的牦牛沟主山谷中修建新的排土场，占地面积约 273.4hm²。排土场系统包括：排土场、拦石坝、清污分流截水沟、酸性水库、运废石道路等。废石堆置总高度暂定 285m，总容积约 31198.0 万 m³，满足矿山开采堆弃废石的堆存要求。排土场排土采用汽车加推土机排土工艺排土，先低后高，分台推排；尾矿库筑坝按照尾矿库坝体修筑工艺要求实施。

4 矿山治理效益

4.1 社会效益

矿山环境治理工程直接保护了牦牛坪稀土矿区职工生命及国家财产安全；减轻了水土流失对下游安宁河支流南河的泥沙危害，保护了流域下游牦牛村、马厂村、森荣乡 1000 余名彝族同胞的安全，对促进矿山生产，使区内居民安居乐业。社会效益显著。

4.2 经济效益

治理工程方案的设计和实施完成后，既解决

了历史遗留的矿山环境问题，也减少了矿山生产的不安全隐患，为确保将牦牛坪建设成为集“采、选、冶、加、研”为一体、年生产规模 145 万 t、年产值达 40 亿元的稀土产业集群提供了可靠的保障，经济效益巨大。同时，每年可减少用于采场、弃土场、尾矿以及矿区公路、河道等清理费数百万元，减灾效益也十分可观。

4.3 生态和环境效益

通过矿山环境治理工程的实施，稳定了采坑、弃渣边坡和尾矿，减少了滑坡、泥石流等的危害，减少了矿区水土流失，以及对下游河道的危害。通过植树、种草等生物工程，有效地减少地表径流，减少了矿区水土流失发生、发展。

参考文献

[1] 陈宁生, 崔鹏, 刘中港, 等. 基于黏土颗粒含量的泥石流容重计算 [J]. 中国科学: E 辑, 2003, 33 (增刊): 164-174.

[2] 李峰, 赵涛, 朱瑞庚. 绿色生态材料在矿山高边坡防护中的应用 [J]. 岩石力学与工程学报, 2005 (2): 5297-5300.

[3] 吴积善, 田连权, 康志成, 等. 泥石流及其综合治理 [M]. 北京: 科学出版社, 1993.

[4] 李冠奇, 魏鸿, 谷明成, 等. 泥石流拦挡坝优化设计 [J]. 地质灾害与环境保护, 2009 (20): 29-32.

日产 NISSAN NV200 “未来出租车”亮相北京车展

经过两年的严格竞标和选拔流程，纽约市出租车管理协会于 2011 年 5 月指定 NISSAN NV200 出租车作为纽约市专用出租车，将于 2013 年底投入使用。据悉，这款纽约“未来出租车”NISSAN NV200 原型车漂洋过海，亮相 2012 年第十二届北京车展，NISSAN NV200 纽约出租车原型车出现在日产展台上。目前在中国的各大城市，与这款“未来出租车”师出同门的郑州日产 NISSAN NV200 量产车也以非同寻常的速度占领着 CDV 车型的市场。

NISSAN NV200 所代表的 CDV 车型之所以获得纽约这样国际风向标城市的青睐，源于它基于轿车平台带来的安全性、舒适性、操控性，同时厢式车身又带来了大空间，满足了承载需求。并且日产在此次 NV200 出租车上还特别增设了进入踏板和扶手的滑动车门等人性化设计，让乘客出入更加便利，另外 NISSAN NV200 出租车还特别搭载了 2.0L 4 缸发动机，有效降低了出租车队的排放水平，提高了燃油效率。

这款出租车采用了由内而外的设计，融合了纽约市出租车驾驶员、车队负责人和乘客的意见。此外，日产还与世界领先的汽车产品供应商 Braun Corp 合作，开发并生产针对轮椅乘客设计的创新性解决方案。2013 年 NISSAN NV200 出租车投入使用时，日产同时也将为轮椅乘客提供有效的解决方案。

值得一提的是，1.6L 的 NISSAN NV200 已经于 2010 年由郑州日产汽车引入国内，并且取得了不俗的销售业绩。目前郑州日产已经将 CDV 车型概念引入国内，创立了国内全新汽车品类，中国消费者可以和纽约市民一样享受到 NISSAN NV200 所带来的国际化体验。