

东川铜矿因民矿区 非污染型环境地质问题类型分析

杜玉龙^{1,2}, 方维萱^{1,2}, 柳玉龙¹

(1. 有色金属矿产地质调查中心 北京资源勘查技术中心, 北京 100012; 2. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 矿产资源的开发大多是以牺牲环境为代价换取经济效益, 导致矿山环境地质问题日益突出。通过实地调查, 首先介绍了云南省东川铜矿因民矿区的地形地貌、气象水文、地质构造与岩性以及土壤植被等地质环境背景, 接着概括了该矿区的主要非污染型环境地质问题, 重点就矿山非污染型环境地质问题进行了分类探讨。结果表明: 地形地貌复杂、旱季大风少雨、处于落因破碎带、地表岩石破碎松散、山体风化剥落强烈等环境地质特点是该矿区地质灾害发生的有利条件; 该矿区主要非污染型环境地质问题分为土地荒漠化、水土流失、土地破坏与复垦、滑坡、泥石流、岩体崩塌以及地面塌陷等, 其产生原因主要是矿区特殊的地形、地质构造、水文等以及长期矿业活动的共同影响。为防止矿区非污染型环境地质问题继续扩大, 提出了治理这些问题的3点建议: 认真贯彻执行有关法律法规; 加大治理力度, 建立健全监督管理机制; 加强内部管理等。

关键词: 矿山开采; 环境地质; 非污染型; 东川铜矿; 云南省

中图分类号: X141 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2010)04-0404-05

Analyzing of Non-pollution Type Enviromental Geology Problem of Yinmin Mine in Dongchuan Cu Deposit

DU Yu-long^{1,2}, FANG Wei-xuan^{1,2}, LIU Yu-long¹

(1. *Beijing Technology Center of Resource Exploration, China Non-ferrous Metals Resource Geological Survey, Beijing 100012, China;* 2. *School of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, Yunnan, China*)

Abstract Economic benefits are achieved mostly at the expense of environment in the development of mineral resource, so environmental geological problem in mine is increasingly serious. Through field survey, the background of geologic environment, which includes landform, hydrometeorology, geological structure and lithology and soil cover, was introduced in Yinmin Mine of Dongchuan Cu Deposit, Yunnan Province; non-pollution type of environmental geological problem in the mine was classified and discussed. The result showed that the advantages to cause geological hazard in the mine were complex landform, strong wind and little rain in dry season, Luoyin shuttered zone, broken friable surface rock, strongly weathered mountain, and so on; the main non-pollution type of environmental geological problem in the mine was divided into land desertification, water loss and soil erosion, land destruction and reclamation, landslide, mud-rock flow, rock and surface collapse; the main reason for the problem was the combination of special terrain, geological structure and hydrology of mine and long term mineral exploration and exploitation. Three suggestions, which were seriously administering related law, strengthening environmental management, setting up supervision and auditing mechanisms and strengthening internal management, were put forward to preventing non-pollution type of environmental geological problem in the mine.

Key words: mining; enviromental geology; non-pollution type; Dongchuan Cu Deposit; Yunnan Province

收稿日期: 2010-01-04

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAB01B09); 云南省东川铜矿接替资源勘查项目(200553026)

作者简介: 杜玉龙(1984-), 男, 陕西铜川人, 工学硕士研究生, 从事地质工程与环境地质研究。E-mail: sunnyman0511@163.com

0 引言

矿产资源是人类赖以生存和发展的重要物质基础,对国家经济建设起着重要作用^[1-2]。长期以来,由于认识的局限性,中国矿产资源开发一直处于比较粗放的状态,矿产资源的开发大多是以牺牲环境为代价换取经济效益,矿山环境地质问题日益突出,导致资源毁损、诱发地质灾害、污染矿区环境^[3-6]等问题。据2002—2006年中国矿山环境调查数据统计^[7]:中国采矿形成的采空区面积 $134.9\times 10^4\text{ hm}^2$;采矿活动每年产生的尾矿或固体废弃物约 $17.6\times 10^8\text{ t}$,年排放量约 $15.3\times 10^8\text{ t}$,尾矿或固体废弃物的累积存量约 $221.8\times 10^8\text{ t}$;采矿引发的矿山地质灾害累计12 366起,造成的直接经济损失达 $166.3\times 10^8\text{ 元}$,人员伤亡约4 250人。

因民矿区位于云南省昆明市东川区东川铜矿北部(图1),北邻金沙江,东以小江断裂为界。该矿区于1960年建成投产,是以地下开采和采选联合的矿山,设计日采出矿石量3 300 t,日处理矿石量3 300 t,年产铜精矿 $1.30\times 10^4\text{ t}^{[8]}$,到2008年底累计生产铜精矿约 $43.5\times 10^4\text{ t}^{[9]}$ 。

在历史开采过程中该矿区地质环境遭到严重破坏。矿区内现有多家公司,导致矿区环境保护主体不明确,各企业为实现自身的经济利益,均掠夺式开采铜矿资源^[10]。矿区环境地质问题日益加剧,前人对矿区环境地质问题研究甚少。笔者通过实地调研,对矿区因铜矿开采而引发的非污染型环境地质问题进行了分类,并对其形成因素进行了分析,为矿山进行环境治理提供参考。

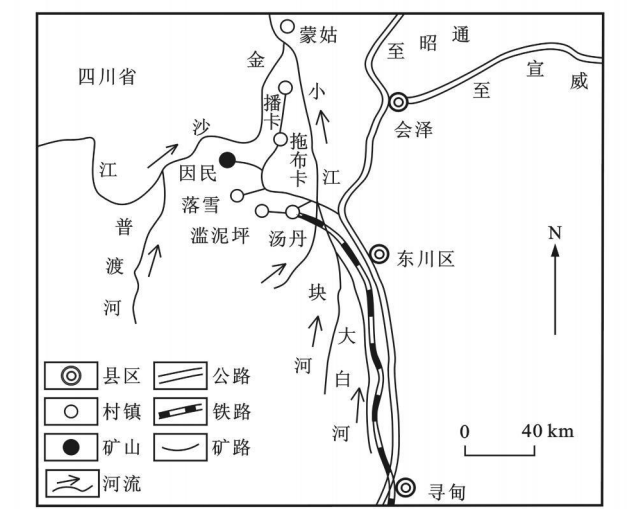


图1 因民矿区位置

Fig.1 Position of Yinmin Mine

1 地质环境背景

1.1 地形地貌

该矿区地貌单元属于云贵高原滇东北乌蒙山系,由北向东地势逐渐升高,地形错综复杂,沟谷纵横,山体起伏大、切割深,山势陡峻(坡度多大于 30°),海拔2 800~3 500 m。复杂的地形地貌是地质灾害发生的有利条件。

1.2 气象水文

本区气候属暖温带湿润半湿润季风气候,年平均降雨量约840 mm,年平均蒸发量约1 700 mm。5~10月为雨季,占全年降水的85%以上,其中6~8月降水尤为集中,占年降水量的50%以上,且多大雨和单点暴雨^[11]。11月至次年4月为旱季,多大风,蒸发强,蒸发量可达全年的70%,月平均降雨量小于15 mm,旱季的大风少雨使得矿区风蚀作用十分强烈。

1.3 地质构造与岩性

该矿区处于青藏高原隆起区东南缘,新构造运动活跃,山体不断抬升。地质构造复杂,周围有小江、普渡河、金沙江等区域性深大断裂及其派生的次级断裂,常常是崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害频发区^[12]。因民矿区恰处于落因破碎带(图2),岩石节理裂隙发育,地表岩石破碎、松散,导致山体的稳定性较差。

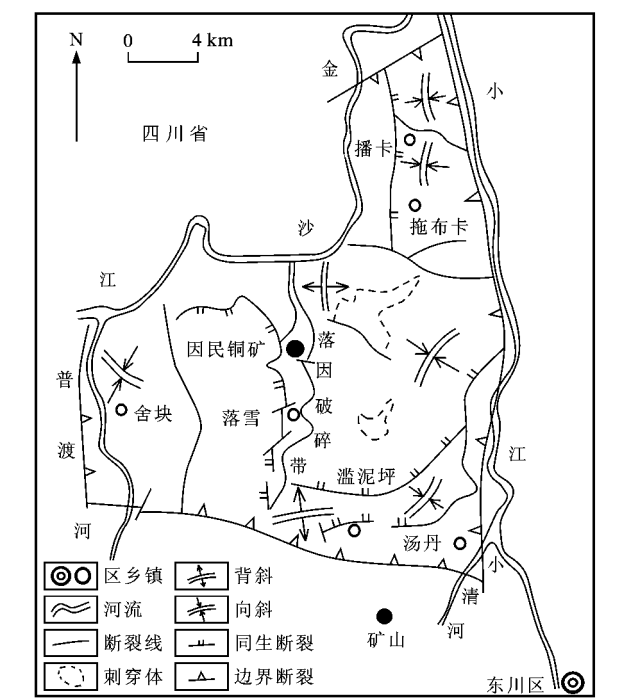


图2 因民矿区地质构造

Fig.2 Geological Structure Outline of Yinmin Mine

矿区出露地层有第四纪松散堆积物,主要分布于山间盆地、山前倾斜平地及河谷,易被流水冲蚀,构成泥石流丰富的物源;基岩有震旦纪灯影组灰岩、陡山沱组角砾岩、澄江组砂岩;昆阳群落雪组和因民组白云岩,为矿区的含矿层^[13]。

1.4 土壤植被

矿区土壤层大多由石灰岩和紫色砂、页岩风化形成,发育程度低且贫瘠。植被发育呈现出地带性,多发育高原草甸、灌丛,局部发育松科乔木,植被生态系统脆弱,加之长期采矿和人为反复破坏,致使矿区植被稀疏,森林覆盖率仅为 7%,远远低于云南全省森林覆盖率 24.04% 的水平^[14]。因而,矿区山体风化剥落强烈,水土流失严重。

1.5 原生环境地质问题

由于矿区长期的开采,造成植被破坏严重,地表多裸露或由少量灌木覆盖,水土流失严重。陡峻的地形地貌造成山体深切割,水蚀、风蚀作用与重力侵蚀作用强烈,山体剥落严重,地表松散堆积物丰富,泥石流、滑坡、崩塌频发。

2 非污染型环境地质问题及其分类

2.1 土地荒漠化

1994 年 6 月 17 日,联合国荒漠化公约政府谈判委员会第五轮会议上,将多年来各国学者研究争论的土地荒漠化、沙化、砂石化等术语统称为“荒漠化”^[15]。荒漠化是指在干旱、半干旱和某些湿润、半湿润地区,由于人类不合理活动、气候变异等各种因素作用所造成的土地退化,使土地生物和经济生产潜力下降甚至消失。刘淑珍等^[16]认为,土地荒漠化是在脆弱的生态背景下,由于不合理的经济社会活动干扰,使土地质量下降(退化)而最终导致土地完全丧失生产能力,地表出现类似荒漠景观的过程。因民矿区土地荒漠化正是人类在采矿等经济社会活动中破坏了地质环境所导致的生态环境不断退化的结果。

以矿产资源开发为主要影响因素而造成的土地荒漠化现象称为工矿型土地荒漠化^[17]。矿区铜矿资源的开采历史悠久,汉代时就开始在此进行土法炼铜,然而古老的炼铜方法对生态环境破坏极其严重。长期的林木砍伐,地表植被遭到破坏,山坡已成荒山秃岭,在流水作用下地表土被冲刷,水土流失加剧,土地生产力下降,土地资源丧失,呈现地表荒芜、砂石裸露景观的土地退化。

矿产资源开采中废石尾矿堆放及选矿、冶炼过

程中排放的矿山“三废”(废气、废水、废渣)污染,破坏了土地资源及植被资源。长期的矿产资源开采形成了众多采矿点,其废石在采矿点周围随意堆积,无拦挡与防护措施,压埋土地,破坏植被,破坏土壤结构,使土地生产力衰竭,大量土地变成碎石堆积的荒芜地。因民矿区每年排放尾矿废石主要为白云岩,采矿点周围出现了砂石(碎石)堆积、寸草不生的荒芜景象。由于矿区地形高差悬殊,以采矿点为源头,废石在风力、水力及人类活动影响下向下游搬运,在山前谷口堆积,所到之处植被破坏,大量河滩地被压埋,从而出现很多荒漠化沟谷(图 3)。



图 3 沟谷中堆积的废石

Fig. 3 Accumulation of Mullock in Cleuch

2.2 水土流失

由于生态环境脆弱和水蚀风蚀双重作用交替进行(雨季以水蚀为主,旱季以风蚀为主),加之长期的矿山开采及人类工程建设活动的影响,造成矿区土壤侵蚀十分剧烈,平均侵蚀模数 $4\,456\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,年平均侵蚀 $3\,55\text{ mm}$ ^[14],成为云南省水土流失严重地区之一^[18]。矿区严重的水土流失主要由采矿活动引起,冶炼尾气为间接引发。由于受地形条件的限制,尾气不易扩散,液化后形成酸雨降落到地表,引起山体上植被死亡,失去对坡面的保护,侵蚀风化速度加快,加之矿区山体开裂和塌陷,坡度大及冻融热力作用,山体表层土壤剥落,水土不易保持,造成严重的水土流失。人类工程建设活动则加剧水土流

失。修路破坏及公路维护需要在路边采石,地表植被和土层被扒掉,形成裸露的采石坑,从而使公路两侧成为呈线状分布的水土流失严重区。

2.3 土地破坏与复垦

矿产资源的开采对土地资源的破坏主要表现在压埋占用土地,改变土壤结构,影响土壤质量,使可利用土地面积不断减小,生产力下降。据不完全统计,矿业固体废弃物占全国工业固体废弃物的85%^[19],大量矿业固体废弃物的不合理排放造成了耕地的压埋和破坏。大量堆积的尾矿废石在泥石流、雨水作用下搬运、堆积,覆盖在土体上,白云岩难风化,土地复垦难度大,大量土地被压埋、破坏。同时尾矿废石中有毒元素淋溶出来后加剧破坏土壤结构,致使土地生产力完全丧失而废弃,可利用土地面积不断减少,农民不得不开荒毁林,形成恶性循环。

2.4 滑坡

该矿区地处山区,沟谷纵横,地质构造发育,岩土体结构松散,雨季单点暴雨等是滑坡产生的根本原因,采矿及采选工程建设起到加剧作用,因此滑坡在矿区时有发生。公路、铁路、厂房修建等人类工程建设活动常进行山体大开挖,形成大坡脚及松散的岩土体,引起山体失稳而发生滑坡。如1970年9月浪田坝转运站大梁子滑坡。修建浪田坝转运站,在山脚大量爆破,开挖取土形成陡坎。到了9月雨季,靠近精矿干燥车间浓缩池的山梁发生大面积滑坡,滑体约 $200 \times 10^4 \text{ m}^3$,整体下滑20 m,破坏公路和坡地,把山脚回填场地和路基鼓凸出垅岗小山,高达4~5 m。随后该滑坡体在1973年6月和1986年10月又发生两次大滑坡,给矿山造成严重损失^[8]。

2.5 泥石流

该矿区处于中国泥石流高发区东川,矿山开采及人类工程建设活动为泥石流的发生提供了丰富的固体碎屑物。大量尾矿废石直接排入附近的沟谷、河流,遇强降雨形成泥石流物源,引发泥石流发生。如1968年8月,落雪一因民大水沟泥石流。大水沟上游落雪地区强降雨,洪水夹杂着矿渣,形成稀性泥石流,堵塞了落雪至因民公路小新村地段桥涵,冲断公路,冲毁因民小新村粮管所及因民矿小学和设备库等建筑设施数千平方米^[8]。

2.6 岩体崩塌

强烈的风化作用是崩塌发生的外在因素之一^[20],矿区强烈的风化作用,高陡斜坡发育及地震活动成为矿区岩体崩塌的有利条件,加之矿山开采、修路、场地建设等,使坡面岩土体受到破坏变形,上

部岩体失去支撑而崩塌,同时在采空区造成上覆岩层失去支撑而导致崩塌。矿区崩塌现象随处可见,尤其是沿矿区公路、采矿点等矿山开采活动影响尤为严重。面山地形陡峻,从1960年开始地下开采,采空区顶部地表海拔2 760 m处发生开裂、坍塌。1966年2月5日东川发生强烈地震后,面山采空区随之发生大规模崩塌。1966年3月该处又发生崩塌,崩塌体积超过 $4 \times 10^4 \text{ m}^3$ ^[8]。

2.7 地面塌陷

地面塌陷主要发生在矿区采空区地段。地下开采爆破面积过大,预留矿柱不当,形成地表裂缝。采场或采矿坑道闭坑时进行矿柱回采,但没有及时进行采空区回填,造成采空区塌陷。地表岩溶漏斗可加剧地面塌陷,采空区、开拓坑道揭露到岩溶漏斗在长时间的接受大气降水下渗过程中成为地表水与地下水的水力通道,松散的岩土体在降水冲刷作用下沿漏斗流失,岩溶漏斗与采空区、开拓坑道贯通,漏斗在地表不断扩大,最后发展成地表塌陷坑,塌陷坑连在一起引起大面积地面塌陷。矿区地面塌陷主要沿采空区呈串珠状分布,塌陷坑半径1~5 m不等。矿区地面塌陷虽规模不大,但会危及建筑设施的安全,给矿山生产带来不利影响。

3 矿山环境治理建议

(1)认真贯彻执行有关法律法规。长期以来中国缺少专门性矿山地质环境保护的有关法律法规,从而使少数矿产资源开发者钻法律的空子,形成重开发、轻保护甚至破坏矿山环境的局面。2009年5月1日,国土资源部正式颁布实施了《矿山地质环境保护规定》,该规定是一部专门性矿山地质环境保护的法律法规,从法律上对保护矿山地质环境的责、权、利作出了明确规定^[21]。只有认真贯彻执行这种法规,才是做好矿山环境保护工作的基础,才能从根本上解决矿山地质环境问题。

(2)加大治理力度,建立健全监测监管机制。对采矿区要大力开展环境地质、水文地质、工程地质调查工作,定期观测,提供预报,减少矿业活动对矿区的影响。加强矿山地质环境工程建设,合理选址,建立集中的废石堆放场,严禁在主干道和沟谷比降较大的支沟中堆放尾矿渣等。

(3)加强内部管理。对矿区企业应实行统一的管理制度,明确各企业的责、权、利以及其开采、影响、治理的范围,严惩投机企业,使各企业相互监督,共同治理,共同开发。

4 结语

(1)地形地貌复杂、旱季大风少雨、处于落因破碎带、地表岩石破碎松散、山体风化剥落强烈等环境地质特点是云南省东川铜矿因民矿区地质灾害发生的有利条件。

(2)矿区非污染型环境地质问题主要有土地荒漠化、水土流失、土地与植被破坏、滑坡、泥石流、地面塌陷及岩体崩塌等。矿区非污染型环境地质问题由其特殊的地质环境和长期矿业活动的共同影响产生,特殊的地质环境是内因,长期矿业活动的影响与破坏是外因。

(3)矿区铜矿开采历史悠久,汉代时就开始在此土法炼铜,在长期的铜矿开采过程中地质环境遭受破坏程度严重,其恢复将需要相当长时间。

(4)为实现矿产资源合理开发与环境保护协调发展的绿色矿业目标,矿山企业必须认真贯彻执行有关法律法规,加大治理力度,建立健全监测监管机制,加强内部管理,使矿产资源开发与环境保护并重。

参考文献:

[1] 赵鹏大. 地球科学的新使命——认知和发现非传统矿产资源[J]. 地球物理学进展, 2001, 16(4): 127-132.

[2] 汤中立, 李小虎, 焦建刚, 等. 矿山地质环境问题及防治对策[J]. 地球科学与环境学报, 2005, 27(2): 1-4.

[3] 徐友宁, 何芳, 陈社斌, 等. 矿山环境地质问题特点及类型划分[J]. 西北地质, 2003, 36(增刊): 19-25.

[4] 徐友宁. 矿山环境地质学——一个新的地学研究领域[J]. 地学前缘, 2005, 12(2): 122.

[5] 徐友宁. 矿山环境地质与地质环境[J]. 西北地质, 2005, 38(4): 108-112.

[6] 徐友宁, 何芳, 袁汉春, 等. 中国西北地区矿山环境地质问题调查与评价[M]. 北京: 地质出版社, 2006.

[7] 张梁. 矿山地质环境保护与治理恢复相关规范解读及防治新技术、新方法应用[R]. 武汉: 中国地质大学, 2009.

[8] 东川矿务局. 东川铜矿志[M]. 昆明: 云南民族出版社, 1990.

[9] 云南金沙矿业股份有限公司. 云南金沙矿业股份有限公司 2008 年度生产总结报告[R]. 昆明: 云南金沙矿业股份有限公司, 2008.

[10] 徐友宁. 矿山地质环境调查研究现状及展望[J]. 地质通报, 2008, 27(8): 1235-1244.

[11] 杨子生. 长江上游滇东北山区坡耕地水土流失与可持续利用研究简介[J]. 山地学报, 1999, 17(增刊): 1-5.

[12] 陈循谦. 论水土保持与金沙江农业综合开发——以云南省为例[J]. 云南地理环境科学, 1994, 6(2): 61-67.

[13] 龚琳, 何毅特, 陈天佑, 等. 云南东川元古宙裂谷型铜矿[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996.

[14] 陈循谦. 东川市生态环境现状及其改善对策[J]. 长江流域资源与环境, 1996, 5(2): 182-186.

[15] 陈循谦. 云南小江流域土地荒漠化及其防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1999, 10(4): 56-60.

[16] 刘淑珍, 柴宗新, 张建平, 等. 我国西南地区土地荒漠化及其防治对策[J]. 山地研究, 1998, 16(3): 176-181.

[17] 朱震达, 崔书红. 中国南方的土地荒漠化问题[J]. 中国沙漠, 1996, 16(4): 331-337.

[18] 陈川, 陈循谦. 论滇东北山区生态环境恢复与重建[J]. 云南环境科学, 2004, 23(2): 31-33.

[19] 郭路, 李云峰, 姬亚东. 矿业开发与环境保护关系综述[J]. 西北地质, 2005, 38(2): 94-98.

[20] 杜蜀宾. 西南矿区山体崩塌成因机制分析及防治对策[J]. 地球科学与环境学报, 2004, 26(1): 89-92.

[21] 王博. 保护矿山地质环境促进矿区可持续发展[N]. 中国国土资源报, 2009-03-05(1).

《吉林大学学报(地球科学版)》征订启事

《吉林大学学报(地球科学版)》(ISSN 1671-5888, CN 22-1343/P)是以地学为特色的综合性学术期刊, 并为美国《工程索引》源刊、中文核心期刊。

本刊主要刊登地质与资源、地质工程与环境工程、地球探测与信息技术等学科领域中的最新科研成果。欢迎广大作者踊跃投稿。

通讯地址: 吉林省长春市西民主大街 938 号《吉林大学学报(地球科学版)》编辑部

电子信箱: jdxbdxb@jlu.edu.cn

本刊网址: <http://xuebao.jlu.edu.cn/dxb>

电话: 0431-88502374

发行代号: 12-22(国内); BM 5074(国外)