

矿山地质环境问题及防治对策

汤中立¹, 李小虎², 焦建刚¹, 闫海卿¹

(1. 长安大学 地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 710054; 2. 兰州大学 资源环境学院, 甘肃 兰州 730001)

[摘要] 论述了矿业开发对大气环境、水文系统、土地资源的影响及引起的地质灾害, 根据矿山地质环境质量评价, 提出保护与防治矿山地质环境, 实施清洁生产工艺, 预防和减少污染, 采用先进治理技术修复环境污染, 走绿色矿业之路。

[关键词] 矿山; 地质环境; 问题; 防治; 对策

[中图分类号] TD167; X14 [文献标识码] A [文章编号] 1672 6561(2005)02 0001 04

[作者简介] 汤中立(1934-), 男, 安徽安庆人, 教授, 中国工程院院士, 从事岩浆矿床、区域成矿、矿产勘查及矿山环境研究。

矿产资源为人类社会的发展提供了物质保证, 对国家经济建设起着重要作用^[1]。中国 95% 以上的能源、80% 以上的工业原料、70% 以上的农业生产原料来源于矿产资源, 30% 以上的农业用水和饮用水都属于矿产资源范畴的地下水。可以说, 没有矿产资源的持续稳定供应, 就没有现代经济和社会的发展。

1 矿山地质环境问题的研究

改革开放以来, 由于国家经济发展对矿产资源的需求量增大, 造成对国有矿山企业的冲击, 使得部分矿山片面追求经济效益而淡化安全意识和环境保护意识, 加之开采技术及设备的相对落后, 导致矿山环境不断恶化, 矿山地质灾害问题日趋严重, 由矿业引发的环境污染和生态破坏问题与日俱增。矿山开发与环境地质问题的关系如图 1。

1.1 矿业开发对大气环境的影响

据中国 1985 年调查, 矿业开发排放的废气高达 $5\,414 \times 10^4\text{ m}^3$, 仅煤炭行业排放量每年达 $3\,954 \times 10^4\text{ m}^3$, 而云贵川 3 省土法炼硫磺, 年排放二氧化硫和硫化氢达 $26 \times 10^4\text{ t}$, 堆积含硫废渣超过 $2\,000 \times 10^4\text{ t}$, 整个炼磺区空气中二氧化硫浓度超

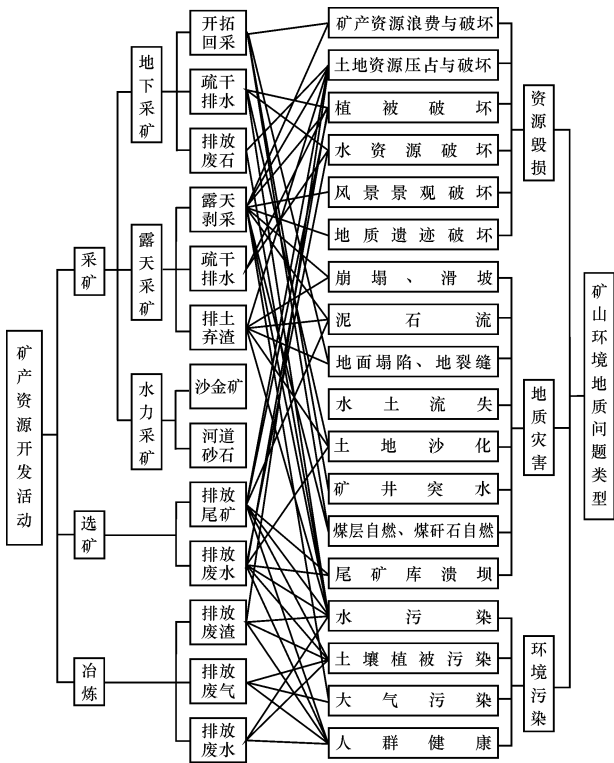


图 1 矿山开发与环境地质问题的关系

Fig. 1 Relationship between mining works and geo environmental problems

过国家标准 5~50 倍, 形成的酸雨 pH 值为 3~4, 造成大片耕地寸草不生, 几十年难以恢复^[2]。

美国、加拿大、芬兰、挪威和俄罗斯等国均注意到了矿业对大气造成的污染, 并在不同区域进行了地球化学填图研究, 做出了来自俄罗斯镍矿开采和

[收稿日期] 2004 10 12

[基金项目] 中国工程院咨询项目(6/2001c)

冶炼的大气污染物(Ni, Cu, Co 和 S)的彩色等值线图,清楚地表明了该工业区及其邻区的污染范围^[3]。加拿大联邦和各省还对空气中的 SO₂, CO, NO₂, H₂S 以及 Pb, Hg 和 As 等污染物都制定了控制目标、临界值和可接受值,颁布了排放标准限制^[4]。

1.2 矿业开发对水文系统的影响

矿业活动产生的废水主要包括矿坑水,选矿、冶炼废水及尾矿池水等。其中煤矿、各种金属非金属矿业的废水以酸性为主,并多含大量重金属及有毒、有害元素(如铜、铅、锌、砷、镉、六价铬、汞、氰化物)以及各种悬浮物;石油、石化工业的废水中尚含挥发性酚、石油类、苯类、多环芳烃等物质。各类矿业废水中以酸性矿山排水的影响最大,许多学者对矿山酸性排水的形成及污染机理都进行了广泛深入的研究^[5-12],取得了重要进展。

矿山开采过程形成的酸性矿山排水,水体具有较低的 pH 值,并富集可溶性的 Fe, Mn, Ca, Mg, Al, SO₄²⁻ 等以及重金属元素 Cu, Zn, Pb, As, Cd 等。科拉半岛 Khibiny 霞石磷灰石矿 70 多年的开采,导致矿区周围水体中的可溶性金属及有害元素高度富集^[5]。湖北大冶铜绿山铜矿尾矿排水造成大冶湖水中 Cu 的浓度是国家环保标准(2.0 mg · L⁻¹)的 2 倍,同时还造成湖水不同程度的 Co, Ni, Zn, Mo 等污染^[13]。

1.3 矿业开发对土地资源的影响

1.3.1 侵占大量土地

粗略统计,中国固体采矿、选矿每年产生的尾矿和排弃物超过 5×10^8 t,数量巨大的尾矿或采剥排弃物很难找到新用途,只好长期堆放,各类固体废弃物累计存放约 70×10^4 t,直接占用和破坏土地 $(1.7 \sim 2.3) \times 10^4$ km²,并以每年 200 ~ 300 km² 的速度增加^[14],引起了植被破坏、土壤污染、水土流失加剧和土地退化等一系列环境问题。

1.3.2 严重污染土壤

矿区砷的污染就是典型的例子,砷在铜、铅、锌和金等的硫化物矿石中含量较高,一般在矿石冶炼过程中释放出来,造成水、土、气的污染。在日本宫崎县土吕久矿区,土壤中砷含量为 17.6 ~ 1 302 μg · g⁻¹,远远高出土壤中砷的背景值(0.1 ~ 9.0 μg · g⁻¹),导致矿区周围居民出现严重的砷中毒^[15]。陕西铜川矿务局下属 12 个矿山,累计堆存煤矸石 1.265×10^4 t,大小矸石山 150 余处,其中 100 ×

10⁴ t 以上的矸石山 35 处,压占土地 2.37 km²。

1.4 矿业开发引起的地质灾害

中国的地质灾害可分两大类:第一大类主要由自然因素引起的地质环境问题,又称第一环境问题;第二大类是人为因素的地质灾害,称第二环境问题^[16]。据统计,中国地质灾害除地震和火山爆发等之外,仅与人类活动相关的诸如滑坡、泥石流、地裂缝和地表塌陷等 15 种主要地质灾害所造成的直接经济损失,平均每年约为 300 亿元^[17]。以甘肃为例,地处兰州市的阿干镇煤矿,历经半个多世纪的开采,造成了大面积的地表塌陷,原煤田面积只有 12 km²,但被破坏和影响的土地面积约 1 500 hm²,出现严重塌陷的面积达 800 hm²,466.7 hm² 土地无法耕种。因塌陷而导致集体房屋和村民住房毁坏达 17 757 间,财产损失在 1.5 亿元以上;还有窑街、华亭等煤矿,为国家经济建设做出了巨大贡献,但也留下了严重的地质环境问题。在调查收集的 579 座矿山中,115 座矿山发生地面塌陷,塌陷面积约 183 km²。其中煤矿山 104 个,占塌陷矿山 90.43%,其中塌陷面积 > 10 km² 的极严重矿山 7 个,1 ~ 10 km² 严重矿山 37 个,占 32%;塌陷面积 1 ~ 0.1 km² 的中等程度矿山 40 个,占 32%。

2 矿山地质环境质量评价

矿山地质环境质量评价,就是评价矿山范围内的地质环境质量的优劣和矿山开采对地质环境的影响程度,其目的是为既能顺利开采矿产资源又能保护地质环境,为资源合理开发利用与生态环境的保护提供科学依据。矿山地质环境问题评价方法主要有:单一环境地质问题评价、多种环境地质问题评价、环境地质综合评价等过程。

影响矿山地质环境问题因素众多,指针等级及其矿山环境地质问题严重程度等级之间的界限不够清楚,各种因素之间关系错综复杂,很难用经典的数学模型进行描述,故选用模糊数学综合评判,作为对矿山地质环境问题综合评价的主要方法。

模糊综合评判就是应用模糊变换原理和最大隶属度原则,考虑与被评价事物相关的各个因素,对其所作的综合评价,其着眼点应考虑各个相关因素。

3 矿山地质环境保护与防治政策

(1) 建立健全矿产资源开发与矿山环境保护法

律法规: 如矿山地质环境影响评价制度、土地复垦制度和排污收费制度等。

(2) 坚持矿产资源开发利用与环境保护并重、预防为主、防治结合的方针。

(3) 加大矿山监管力度, 加强舆论监督作用。

(4) 加强科学技术应用, 预防矿山环境破坏, 恢复矿山环境。

(5) 以史为鉴, 走“绿色矿业”的发展模式。

3.1 实施清洁生产工艺, 预防和减少污染

矿业开发过程中, 应将清洁生产工艺贯穿于采、选、冶以及其他生产活动的每个环节, 即清洁的投入, 清洁的生产过程和清洁的产出, 注重绿色科技在环保和资源开发中的作用, 从根本上防治环境污染和生态破坏。

3.2 采用先进治理技术修复环境污染

在使用传统的环境污染治理技术的同时, 应该广泛地采用先进的污染修复技术恢复环境, 诸如生物修复技术(利用各种生物过程处理环境污染)^[18]和地球化学工程修复技术(将地球化学作用于改造环境)^[19]等, 采取矿山地质环境综合治理模式(图2)。

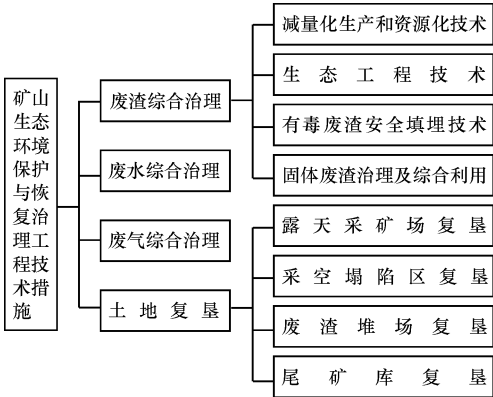


图2 矿山地质环境综合治理模式

Fig.2 Multi cure model of mining geo environment

4 走绿色矿业之路

(1) 放弃以牺牲生态环境为代价的先污染、后治理, 先破坏、后恢复矿业模式。

(2) 努力做到矿山尾矿、废石以及废水和废气的资源化和对周围环境影响的无害化, 实现矿山闭坑后矿山环境整治、复垦工作的制度化。

(3) 努力做到合理开发利用矿产资源与矿区生态环境保护协调发展, 实现“绿色矿业”模式。

[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] 邹知华. 加强矿山环境保护促进矿业持续发展[J]. 中国矿业, 1994, 3(2): 9~13.

[3] Matti Ayras. Regional patterns of heavy metals (Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, V and Zn) and sulphur in terrestrial moss samples as indication of air borne pollution in a 188 000 km² area in northern Finland, Norway and Russia[J]. Geochemical Exploration, 1997, 58(2~3): 269~281.

[4] Ripley E A. Environmental effects of mining. 1st ed [M]. Delray Beach: Florida St Lucie Press. 1996. 1~356.

[5] Malinovskiy D, Rodushkin I, Moiseenko T, et al. Aqueous transport and fate of pollutants in mining area: a case study of Khibiny apatite nepheline mines, the Kola Peninsula, Russia[J]. Environmental Geology, 2002, 43(1~2): 172~187.

[6] Lottermoser B G, Ashley P M, Lawie D C. Environmental geochemistry of the Gulf Creek copper mine area, north eastern New South Wales, Australia[J]. Environmental Geology, 1999, 39(1): 61~74.

[7] Heikkinen P M, Korkka Niemi K, Lahti M, Salonen V P. Groundwater and surface water contamination in the area of the Hitura nickel mine, Western Finland[J]. Environmental Geology, 2002, 42(4): 313~329.

[8] Rösner U. Effects of historical mining activities on surface water and groundwater——an example from northwest Arizona[J]. Environmental Geology, 1998, 33(4): 224~230.

[9] Milu V, Leroy J L, Peiffert C. Water contamination down stream from a copper mine in the Apuseni Mountains, Romania[J]. Environmental Geology, 2002, 42(7): 773~782.

[10] Williams T M, Smith B. Hydrochemical characterization of acute acid mine drainage at Iron Duke mine, Mazowe, Zimbabwe[J]. Environmental Geology, 2000, 39(3~4): 272~278.

[11] 吴攀, 刘丛强, 杨元根, 等. 矿山环境中(重)金属的释放迁移地球化学及其环境效应[J]. 矿物学报, 2001, 21(2): 213~218.

[12] 许乃政, 陶于祥, 高南华. 金属矿山环境污染及整治对策[J]. 火山地质与矿产, 2001, 22(1): 63~70.

[13] 王亚平, 鲍征宇, 王苏明. 矿山固体废物的环境效应研究进展及大冶铜绿山尾矿的环境效应[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1998, 17(2): 97~101.

[14] 吕荣, 宋守志. 金属尾矿资源化利用前景[J]. 中国矿业, 1997, 7(7): 25~27.

[15] 杨志芳, 朱立, 陈岳龙. 现代环境地球化学[M]. 北京: 地质出版社, 1999.

[16] 涂怀奎. 中国地质灾害类型及其分布特征[J]. 矿产与地质, 2000, 14(2): 98~102.

[17] 胡华生, 唐先武. 地质环境期待我们保护[N]. 中国国土资源报, 2003, 12(1): 1.

[18] 唐世荣, Wilke B M. 植物修复技术与农业生物环境工程 [J] . 农业工程学报, 1999, 15(2): 21 ~ 26.

[19] Schuiling R D. Geochemical engineering: some thoughts on a new research field[J] . Applied Geochemistry, 1990, 5: 251 ~ 262.

源报, 2000 -04 -22 (1) .

Problems and countermeasures of mine geologic environment

TANG Zhong li¹, LI Xiao hu², JIAO Jian gang¹, YAN Hai qing¹
(1. School of Earth Sciences and Resources Management, Chang' an University, Xi' an 710054, China;
2. School of Resource and Environment, Lanzhou University, Lanzhou 730001, China)

Abstract The effects of mining on atmospheric environment, water resources and rand resources, as well as the geological disaster caused by mining, are discussed. According to the assessment of quality of mine geologic environment, a series of countermeasures of prevention and cure for the mine geologic environment are put forward such as adopting clean produc- tion technology to prevent and reduce pollution, applying advanced engineering technology to renew environment and taking the mode of the “green mining”.

Key words mine; geologic environment; problems; prevention and cure; countermeasures

[英文审定: 杨家喜]

《地球科学与环境学报》刊名沿革启事

经报请国家科技部、国家新闻出版总署批准,《西 安工程学院学报》《长 安大 学学报(地球科学版)》从 2004 年起 更名为《地球科学与环境学报》。

本刊名称变化及对应卷号如下:

1979 ~ 1997 年	西安地质学院学报	1 ~ 19 卷
1998 ~ 2002 年	西安工程学院学报	20 ~ 24 卷
2003 年	长安大学学报(地球科学版)	25 卷
2004 年 ~	地球科学与环境学报	26 卷 ~

本刊编辑部衷心感谢广大作者和读者曾给予本刊的关心与支持, 并真诚欢 迎从事地球科学与环境科学的科技人员继续赐稿或订阅本刊 (邮发代号 52 - 280)。

本刊地址: 西 安市雁塔路南段 126 号长 安大学雁塔校区 邮政编码: 710054
电 话: 029 - 82339978 E mail: dkyhxb @chd. edu. cn

《地球科学与环境学报》编辑部