

矿业环保

矿产资源开发区生态环境问题及其防治*

原振雷^{1,2}, 肖荣阁¹, 李明立^{1,2}, 朱嘉伟^{1,2}, 徐莉^{1,2}

(1. 中国地质大学(北京), 北京, 100083; 2. 河南省地质科学研究所, 郑州, 450053)

摘要:矿产资源开发给周围地区的生态环境带来巨大影响。矿山剥离废矿石和脉石堆、矿山选矿废石、尾矿、冶炼熔渣、矿山酸性排水、土壤重金属元素、河流及其沉积物中的重金属、大气污染等都极大地影响了山地地质环境、周边及其下游生态系统。地质环境保护是环境保护中的重要组成部分,是环境保护工作的基础。有效、合理开发和利用矿产资源,减轻对地质环境的破坏程度,减少地质灾害的发生将直接关系到整个生态环境保护。

关键词:矿产资源开发;地质环境;生态环境;环境保护

中图分类号:F407.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0076(2005)01-0040-05

The Ecological Environment & Geological Environment Problems in Mining Zone and its Protection

YUAN Zhen-lei, XIAO Rong-ge, LI Ming-li, et. al
(China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: The ecological environments around mining zone are affected to great degree by the exploitation of mineral resources. Geological environments and downriver water system are seriously polluted as well by the factors such as piles of disused ores and gangues, waste residues from dressing, tailings, melt slag, acid drainage, heavy-metal elements in soil, heavy metals in river and their sediments and polluted atmosphere. Geological environmental protection is basis of ecological environment protection, and it relies on efficiently and reasonably exploiting mineral resources, and reducing the damages in geological environment conducted to decreasing geological disasters.

Key words: exploitation of mineral resources; geological environment; ecological environment; environmental protection

1 引言

人口、资源、环境是当今世界面临的三大主题。资源与环境是影响人类生存与发展的两大重要因素,其间存在着相互制约的关系。当资源获得充分、有效、合理利用时,地球环境所遭受的破坏就小;反之,地球环境所遭受的破坏就大;当资源获得再生

时,必将促进环境的净化和生态的协调^[1,2]。

工业革命以来的200年间,特别是近几十年来,科学技术的飞速发展在为人类创造了大量物质财富的同时,也对地球环境产生了前所未有的影响。人类对矿产资源的开发强度随着科学技术的发展、人口的剧增而迅速增大。矿产资源枯竭、生物多样性丧失、地区性环境污染和全球性污染物扩散等给人

* 收稿日期:2004-02-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40073013);国土资源部国际合作与科技司自由探索项目(2000440)

作者简介:原振雷(1963-),男,河南省济源市人,高级工程师,在读博士生,现主要从事矿床、资源经济与资源环境等工作。

类生存的地球环境蒙上了层层阴影^[3]。地质环境保护是环境保护中的重要组成部分,是环境保护工作的基础。矿产资源开发破坏了地质环境,从而诱发了众多地质灾害和环境污染,造成生态环境的破坏。因此,有效、合理开发和利用矿产资源,减轻对地质环境的破坏程度,减少地质灾害的发生将直接关系到整个生态环境保护。

2 矿产资源开发对资源环境的影响

2.1 矿产资源开发对环境资源的破坏

2.1.1 对矿产资源的破坏

目前我国矿山开采企业中,乡镇矿山占相当大的比重,而乡镇矿山企业普遍存在着技术力量薄弱、采矿方法落后等问题,加上多数矿山急功近利,采富弃贫,采厚弃薄,采易弃难,造成资源浪费严重,资源回收率偏低。如铝土矿的开采,由于氧化铝厂为提高自身的效益而一味要求用富矿,从而造成只收富矿的短期行为,直接导致民采铝土矿的采富弃贫与掠夺式开采,致使富矿储量迅速耗减,残剩的铝土矿资源难以再次开采利用,进而严重破坏了整个矿床。再如西北地区许多矿床都属于多组分矿床,由于技术、资金、规模及短期行为的影响,采富弃贫、采易弃难现象较为严重,综合回收利用水平不高或根本没有综合利用,造成本该综合回收利用的贫矿、伴生矿、尾矿成为弃渣直接排放,许多不可再生的矿产资源遭到严重浪费,加速了矿产资源快速枯竭,人为地缩短了矿山寿命,同时加剧了环境的污染和地质灾害的发生^[4]。

2.1.2 对土地资源的破坏

露天矿采掘直接破坏大量土地,而采矿排出的废石、废渣也侵占着大量的土地^[5-9]。我国仍处于工业化进程初级阶段,许多人环境观念相对薄弱,在矿产资源开发利用过程中缺乏严密而具体的复垦计划和措施,因此在矿山表土剥离时,通常都忽略了需要保存原有地表土、亚层土的问题。此外,由于矿山企业开采造成的酸性废水、选厂尾矿废水、洗煤厂废水、废石堆的淋滤溶浸土壤和烟尘的排放等原因,使矿区及周围农田土壤受到了严重污染。

地下开采也同样破坏土地资源。地下开采引起地面发生大面积塌陷,同时形成大量废石堆,极大地破坏和占用土地资源。以煤矿为例,平均开采每万

吨原煤,地表塌陷面积约 2000m²,全国累计地表塌陷面积已达 40 万 hm²,矸石山占用土地现已达到 1.2 万 hm²^[8]。

2.1.3 对水资源的破坏

地下采矿破坏了地下岩层结构及地下水循环系统,矿坑疏干排水使一些地下水水源相继断流,大批深井干涸,造成水资源的枯竭,使原本地下水良好的富水区变为缺水区;地面塌陷改变地表水体径流条件,使流动的河水变成死水一潭,水质恶化;矿山“三废”的排放,使矿区周围河道淤积、水质污染,造成水质型缺水。

2.1.4 对植被资源的破坏

露采矿表土剥离,使原来生长在土层表面的植被遭受破坏,并影响周围植被的生长,固体废弃物(煤矸石、尾矿、废石等)的堆放和塌陷地,毁坏了原生植被,恶化了植物群的生存条件,使其覆盖率降低且种类、产量减少或永远消失,并造成土地沙化,引起水土流失。如江苏省铜山县利国墓山铁矿闭坑多年,其废弃坑口和废土堆仍寸草不生,雨季坡体堆土严重流失;南京凤凰山铁矿,闭坑后近 20 年的自然复绿,收效甚微^[5]。

2.2 矿产资源开发诱发的地质灾害、危害类型及环境影响

2.2.1 “三废”危害

(1) 矿业废气污染对人体造成的危害及环境破坏。矿石的开采、加工、选冶过程中形成大量矿石粉尘及工业废气,这些粉尘、废气对人体构成极大危害,如人体吸入含 CO 的空气后,CO 会很快散布到人体的各部分组织和细胞中,导致人因缺氧而引起血液中毒。大气污染导致气候条件发生变异,如大气层中 CO₂ 含量增高会破坏臭氧层,产生“温室效应”。大气污染还会危及农作物生长,破坏植被,影响生态平衡。

(2) 矿业废水对人体造成的危害及环境破坏。首先,矿业废水排泄,经水、土壤、植物传入人体,对人体健康造成危害;废水中含有微生物和病毒,会引起各种传染病和疾病的蔓延。当人们饮用水中含有氰化物、砷、铅、汞、有机磷等超标,会引起中毒事故;其次当矿山水体污染严重时,排入河流、湖泊会影响水生植物的生长,甚至造成鱼虾绝迹;第三是对工农业生产的危害,尤其是酸性水侵入农田或用于灌

溉会导致农作物不能正常生长,甚至枯萎死亡。

(3) 矿业废渣的危害。矿业开发形成大量的固体废弃物对自然环境形成极大的危害。一方面占有与破坏土地,损伤地苗影响植被生长,改变地形地貌破坏生态环境和地面风景;另一方面污染水质和土壤,危害生物,影响农作物生长,同时还会经食物链进入人体,危及人体健康;一些固体废弃物还形成地质灾害,造成废石滑动塌方,引发泥石流,堵塞道路、摧毁居民区和建筑物,造成生态环境的严重破坏。

2.2.2 矿震及地面变形

矿震,是由地下大面积开采诱发的地震。矿震诱发了震区地质构造的活动,使城市基础地质环境发生变化,造成地表建筑的破坏,且潜在的危害更令人堪忧。抚顺煤田频繁的矿震曾造成 40 余名矿工井下死亡、采矿巷道及开采设备破坏、地表建筑损坏等可见的破坏,直接经济损失数以千万计^[10]。湖南因矿山开采引起的地震达 100 多次,尤其是 2 级以上地震,矿震所占比例较高^[11]。

地面变形主要的灾害表现为采空区地面塌陷及滑坡、崩塌。采空区地面塌陷是地下采矿最普遍、最严重的矿山地质灾害。地下开采矿山中,除少数矿山(采用矿房式开采)外,均产生采空区塌陷或存在采空区塌陷隐患;滑坡、崩塌是露天采矿危害最严重的地质灾害,不仅造成财产损失,而且有时甚至造成人员伤亡。

2.2.3 矿坑突水

矿坑突水主要发生在地下开采的煤、磷等非金属矿床和铜、铁等金属矿床中,尤其是平原地区和地下水丰富的煤矿区。在未探明地下含水体的分布特征而盲目开采或沟通地表水体时,易引起矿坑突水事件。

2.2.4 尾矿库坝基渗漏与溃坝

选矿后形成的尾矿矿砂,多堆放在山谷中的尾矿库内,部分尾矿库为多级子坝,坝基即为尾矿矿砂,暴雨季节库区内的地表水通过坝基向下游渗漏,常造成管涌或溃坝,从而造成周边及下游地区水质及土地污染,严重地破坏生态环境。

2.2.5 泥石流

泥石流发生在乱采滥挖的露天矿区。群采群挖,毁坏了大面积的森林和植被,造成山体千疮百孔,形成大量活动物质,暴雨时易形成泥石流;采矿

后形成的废土、石、渣的堆放不当,也易引起泥石流的发生;在采空塌陷地,地表水体通过塌陷坑渗入坑道内,与泥、石形成混合体,进入采空区内,造成井下泥石流。

2.3 矿产资源开发的环境地球化学影响

2.3.1 煤中微量元素对环境的影响及其环境地球化学

煤中微量元素(如 As、Be、Cd、Co、Cr、Hg、Mn、Ni、Pb、Se、Sb 等)是最主要的污染源^[12]。尽管煤中这些潜在毒害元素的含量相对较低,但这些元素在环境中逐渐积累,对人类的生存构成了潜在威胁。

Se 对环境有较大影响。卢新卫对陕西的各成煤期煤中 Se 的含量、分布规律、赋存状态、采煤燃煤环境影响及燃煤 Se 脱除等环境地球化学问题进行了研究^[13],结果表明煤中 Se 的含量与成煤环境、煤中 S 含量有着一定的对应关系。煤中 Se 会随着煤炭的开采和利用进入表生环境,从而对表生生态环境构成一定的影响。由于深埋于地下的煤炭处于相对还原的环境,当被搬运到地表后,由于物理化学条件发生变化,煤中的一些矿物如硫化物发生分解,并产生大量酸性水。这种酸性水会在煤堆、煤矸石堆和煤层露头处出现。这种酸性水具有极强的浸取能力,能将煤中大量的微量元素带入环境,造成环境污染^[14]。

2.3.2 重金属元素对环境的影响及其环境地球化学

所有类型的矿床,不论是露天开采的还是地下开采的,都将产生废物、废石和选矿尾渣。采矿废石和选冶尾矿中含有一定量的硫化物,由于氧化作用,暴露于大气中的硫化物矿物(如黄铁矿和磁黄铁矿)就氧化形成酸性矿山排水(AMD),导致金属的释放速度大大快于自然的风化过程。在较低 pH 条件下,水体明显地富集可溶性的 Fe、Mn、Ca、Mg、Al、SO₄²⁻,以及重金属元素(如 Pb、Cu、Ni、Co、As、Cd 等)^[15]。

矿山环境中的(重)金属,一方面,通过废石及尾矿堆的孔隙下渗进入底垫土壤或通过地表径流进入周围环境土壤。另一方面,通过地表径流进入下游水文系统或下渗到地下水,将地表水和地下水联系起来,造成整个矿区甚至附近大区域上的水体污染,并影响整个生态系统。矿山排出的酸性水是有

害重金属元素的一个重要载体。大气沉降是金属进入环境的又一重要途径,其对环境的影响甚至比矿山开发本身对环境的影响更大^[16]。

3 地质环境保护

3.1 地质环境保护措施

3.1.1 强化矿产资源规划与开采管理

目前,全国已建立了国家、省、市、县四级矿产资源总体规划体系,其中包括了矿产开发与环境保护规划。加强规划的实施,可以科学有序地进行矿产资源的开采,全部关停禁采区内的采矿企业,控量开采限采区内的矿产资源。一些矿山环境问题严重地区必须启动矿山生态环境整治、土地复垦、矿区生态环境重建(恢复)工程,为生态矿山建设奠定坚实的基础。

3.1.2 利用先进技术方法,加快矿山生态地质环境调查评价、研究工作

采用环境地质学、环境地球化学、“3S”等先进理论和方法技术,选择不同矿区、不同地质环境的示范调查研究,编制出相应的矿山地质环境调查评价技术要求或规范,示范指导矿山环境调查评价工作。

3.1.3 建立矿山地质环境空间数据库,逐步实现矿山环境的动态监测与预测

充分利用“3S”技术,开展矿山地质环境调查评价工作,建立矿山地质环境“动态”空间数据库,结合各地区的规划总体目标和不同地段的规划功能,编制矿山地质环境的整治规划,从而实现矿山地质环境的动态监控和管理,实现资源开发与环境保护的协调发展。

3.1.4 加强矿山生态地质环境恢复治理

矿山生态环境的恢复治理越来越引起世界各国的关注与重视。矿山生态环境遭到破坏后,首要任务就是及时有效地恢复治理,以避免矿区生态环境的进一步恶化。由于我国矿山生态环境问题很多属于历史“积淀”,并非“一朝一夕”所致,其生态环境恢复治理(生态矿业)的实施,需要有大量资金的支持,可实行“矿山生态恢复治理”补贴政策,变“谁破坏,谁治理”,为“谁破坏,谁负经济责任”。以执法的角度将矿山生态环境恢复治理与市场挂钩,使专项资金取之有道,用之有效,复垦受奖,不复垦受罚。

3.2 矿业开发环境地质链及其控制

张发旺等^[17]以平顶山矿区矿业开发环境地质为实例,从环境地质问题形成机制入手,研究矿业开发环境地质链的形成及结构,进而探讨了矿业开发环境地质链时空特征以及环境地质链的控制思想和原则,建立了矿业开发环境地质链的控制方法和模型,一定程度上为今后利用环境地质链控制的新方法和新思想解决矿山环境地质问题、实现矿业开发的可持续发展提供了理论和实践依据。

矿业活动造成地质体系统的变化是环境地质问题产生的根本原因。因此,研究控制环境地质问题,首先应研究地质体系统的变化。地质体系统变化表现为:地下水系统变化、岩体系统变化及其相互作用^[18]。岩体系统变化以矿山开拓和开采初期为主,作用时间比较短,作用范围也只限于矿层顶板岩层一定范围内;地下水系统变化贯穿于整个矿业开发过程中,作用时间比较长,作用范围也大,分布于有地下水交替作用的整个范围内^[19]。地质体系统变化有其有利因素,同时也具有不利因素^[17]。其变化的不利因素是自然产生的,容易构成环境地质问题,而有利因素是需要人们进行研究并付诸努力才能把握住的^[20]。因此,如果不注意控制这些变化,就会扩大不利因素,构成阻碍矿业城市发展的环境地质反向链,反之则会促进有利因素的产生,构成促进矿山工业城市发展的正向链。

矿业开发环境地质链具有时空性:矿业开发初期环境地质链是地下水系统和岩体系统变化综合作用的结果,以岩体系统变化为主,存在时间短,范围也只限于矿层顶板岩层一定范围内;矿业开发中后期环境地质链也是地下水系统和岩体系统变化综合作用的结果,以地下水系统变化为主,存在于整个矿业开发过程中,而且闭坑后还将存在,作用范围大,存在于整个地下水活动范围及临近范围内。因此,在地质体系统变化的不同阶段,采取不同的手段和措施可以有效地控制和减少地质体系统的变化对环境系统的影响。由于地下水系统的变化贯穿于整个地质体系统变化的全过程,因此,矿山开发方案应力求维持矿区供水,保护地下水资源,以促进矿业发展;矿山开发、水质下降和水资源保护三者间应达到协调,以费用最小、产值最大为目标。从而建立矿区环境地质链控制模型^[21]。

矿业开发环境地质链的提出,增强了控制环境地质问题的理论认识,使原来只研究环境地质问题的传统做法向造成环境问题的根源——地质体系统的变化推进了一步。这方面的研究目前还较少,还只是初步的探讨,对其进行全方位的研究和控制还须做大量深入细致的工作。控制方法还应进一步引进更加有效的先进技术,不仅要在理论上,更重要的是在技术方法和工程实践中取得突破。

参考文献:

[1] 万国江. 论资源环境战略研究[J]. 环境科学丛刊,1988, 9(3):17.

[2] 万国江. 论贵州资源环境[J]. 贵州环保科技,1996,2 (1):16.

[3] 刘东生,万国江,洪业汤. 21 世纪的地球——地球科学的 21 世纪[A]. 环境地球化学国家重点实验室编. 环境地球化学国家重点实验室特辑(1988—1994)[C]. 北京:中国环境科学出版社,1995. 15.

[4] 徐友宁,等. 西北地区矿产资源开发的环境地质问题及其类[J]型. 西北地质,2001,34(2).

[5] 黄敬军. 江苏矿山生态地质环境问题及防治对策[J]. 江苏地质,2002,26(4):216-220.

[6] 黄敬军. 江苏省露采矿山环境保护(整治)模式及其适宜性评价[J]. 中国地质灾害与防治学报.2003,14(4).

[7] 毛英. 西南地区矿产资源开发的环境地质问题研究[J]. 四川地质学报,2003,23(2).

[8] 周桂铨. 矿山生态环境的问题及其防治[J]. 矿业快报, 2003,(11).

[9] 尹国勋,等. 开展环境地质灾害防治保障煤炭工业持续发展[J]. 焦作工学院学报,1997,16(4).

[10] 常耀广,等. 抚顺煤田矿震现状及其城市地质环境效应初探[J]. 辽宁工程技术大学学报,2002,21(5).

[11] 童迎世,等. 湖南矿震类型及特征分析[J]. 华南地震,2003,23(3).

[12] Finkelman RB. Modes of occurrence of potentially hazardous elements in coal:levels of confidence[J]. Fuel Processing Technology,1994,39:21-34.

[13] 卢新卫. 陕西煤中硒的环境地球化学特征[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2003,31(1).

[14] Querol X et al. Mobility of trace elements in coal and combustion waste[J]s. Fuel,1996,75(7):821-838.

[15] 吴攀,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).

[16] Nriagu J N and Pacyna J M Quantitative assment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals [J]. Nature,1988,333:134-139.

[17] 张发旺,等. 矿业开发环境地质链及其控制[J]. 地学前缘,2001,8(1).

[18] 张发旺. 煤矿开采条件下地下水资源破坏及其控制[J]. 河北地质学院学报,1996,19(2):115-119.

[19] Zonneveldis. Minig Ecology and Its Application Landscape E cology and Management [M]. Mentreal Canada: Poly science publication Inc, 1997, 352-387.

[20] Luminnie. Field performance of Alnuscordate Loiselitalian Alder in oculated with Frankia and Vamycorrhizal strains in mine [J]. SoilandRock Biology and Biochemistry, 1994, 26(5):659-661.

[21] 张发旺. 矿业开发对生态环境的影响及其调控[J]. 地球科学,1999,20(增刊):773-778.

编辑部电话升位通知

郑州市电话号从 2005 年 3 月 21 日起升至 8 位,届时我编辑部电话将改为 0371-68632026。请各位读者、作者及有关单位注意,以方便随时联系。

欢迎赐稿 欢迎提出宝贵意见

欢迎随时订阅 欢迎刊登广告

《矿产保护与利用》编辑部