

矿业环保

矿山固体废物对环境的影响及综合利用探讨*

李明立^{1,2}, 原振雷^{1,2}, 朱嘉伟¹

(1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京, 100083; 2. 河南省国土资源科学研究院, 郑州, 450053)

摘要:目前矿山开发产生的固体废物对生态环境造成的影响日趋严重。如何处理矿山固体废物,既能使矿山生态环境得到改善,又可变废为宝,充分利用矿山固体废物有用成分,是人类社会面临的重要课题。主要论述了矿山固体废物中有害元素污染环境的机理,同时探讨了矿山固体废物综合利用的各种方式,认为矿山固体废物二次开发利用是改善矿山生态环境、缓解矿产资源供需紧张矛盾的有效途径之一。

关键词:固体废物;环境影响;综合利用;矿山

中图分类号:TD8;X751 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0076(2005)04-0038-04

Environmental Effect of Solid Waste in Mines and its Multipurpose Utilization

LI Ming-li, YUAN Zhen-lei, ZHU Jia-wei

(Faculty of Geosciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Today solid waste produced by mine exploitation influences environment, and it tends to become graveness. How to dispose the solid waste of mines, improve environment and take full advantage of avail element in solid waste, is an emphasis subject faced by human being society. This article mainly discusses about the mechanism that poison element of solid waste polluted environment, and many multipurpose utilization manners of solid waste in mine. The re-use of solid waste in mine is one of efficient approaches to improve environment and solve contradiction of mine resources supply and need.

Key words: solid waste; environment pollution; multipurpose utilization; mine

矿产资源是人类生存和社会发展的物质基础,目前95%以上的能源、80%以上的工业原料、70%以上的农业生产资料都来自矿产资源。矿业开发促进了经济发展和社会进步,矿业已成为许多地方经济的重要支柱产业^[1]。但矿产资源是不可再生资源,随着社会对矿产资源需求的与日俱增,矿产资源日趋减少,甚至枯竭,致使原材料紧张,资源供需矛盾加剧。同时随着矿山开发力度的增大,

矿山产生的废石、尾矿等固体废物将大量增加,对生态环境造成的影响日趋严重。如何处理矿山固体废物,既能使矿山生态环境得到改善,又可变废为宝,充分利用矿山固体废物中的有用成分,缓解矿产资源供需紧张矛盾,是人类社会面临的重要课题。

1 矿山固体废物的来源及对环境的影响

* 收稿日期:2004-11-01;修回日期:2005-04-19

作者简介:李明立(1969-),男,河南省民权县人,工程师,在读博士研究生,主要从事地球化学环境、地质灾害研究工作。

1.1 矿山固体废物的来源

矿山固体废物的来源主要为两类:一类是矿山采矿产生的废石,另一类是矿山选矿产生的尾矿。

1.1.1 采矿废石

在矿山开采过程中,无论是露天开采剥离地表土层和覆盖岩层,还是地下开采开掘大量的井巷,必然产生大量废石。如在我国露天开采矿山中,冶金矿山的采剥比为1:2~1:4;有色矿山采剥比大多在1:2~1:8,最高达1:14;黄金矿山的采剥比最高达1:10~1:14。矿山每年废石排放总量超过6亿t,仅我国露天铁矿山每年剥离废石就达4亿t。目前全国剥离废石的堆存总量已达数百亿t,是名副其实的废石排放量第一大国^[2]。另外,矿山采出的矿石中也夹有大量的废石。如金属和非金属矿每采1t矿石将产出0.2~0.3t废石,煤矿采掘和洗煤等过程中产生的煤矸石可达原煤产量的70%。每年我国煤矿排矸量达1~2亿t,历年煤矸石堆积量已达40~50亿t。

1.1.2 选矿尾矿

大多数金属和非金属矿石经选矿后才能被工业利用,选矿也会排出大量的尾矿,如每选1t铁约排出0.3t尾矿。据统计,我国目前年采矿量已超过50亿t,尾矿排放量2000年达6亿多t,仅金属矿山堆存的尾矿就达50余亿t,并以每年4~5亿t的排放量剧增^[1]。

1.2 矿山固体废物对环境的影响

矿山固体废物不仅严重污染土地、空气、水域和地下水,还可能会诱发环境地质灾害,因此其环境效应研究已成为当今世界环境科学研究的重要课题之一^[3]。

1.2.1 污染矿山环境

在金属矿山和煤矿,黄铁矿、磁黄铁矿等金属硫化物普遍存在于开采产生的大量废矿石中,并常与重金属元素Cd、Cu、Hg、Mo、Pb、Zn及As等共生。由于金属硫化物由地下的还原状态暴露于地表的氧化环境而处于非稳定状态,经过一系列复杂的化学反应,释放出大量的 H^+ 、 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} 及重金属离子,这些离子经雨水淋浸,发生扩散、渗透、迁移,污染水体和土壤^[4]。在煤矿矸石山,煤矸石普遍易发生自燃,特别是在高温季节,自燃产生大量的烟尘和

H_2S 、 SO_2 、CO、 CO_2 等有害气体,使矿区周围常常烟雾缭绕,严重污染了大气环境,附近的畜牧业、农业以及林业都受到不同程度的危害^[5]。矿山选矿产生尾矿颗粒细小,其中的硫化物等矿物风化速度加快,使尾矿堆渗滤液中的重金属等有害元素含量明显升高,并产生酸化,导致实质性的环境污染^[6]。另外,矿山尾矿,尤其是浮选尾矿,其中残留的选矿药剂有氯化物、氰化物、硫化物、松油、有机絮凝剂、表面活性剂等,受到阳光、雨水、空气的作用以及它们的相互作用,会产生有害气体、液体或酸性水,加剧了重金属的流失,严重污染地下水和土壤。

除上述化学作用污染外,矿山废石、尾矿细砂也是沙尘暴产生的主要尘源之一。如在被称为新中国钢铁工业粮仓的鞍山,几十年的铁矿开发已在鞍山周边形成了30多 km^2 的废石排土场和尾矿库(6个),排土场和尾矿库内几乎寸草不生,就像一个人工造就的巨大戈壁、沙漠。粉尘在周边地区四处飞扬,特别是在干旱、狂风季节,尾矿细粒腾空而起,可形成长达数里的“黄龙”,造成沙尘暴灾害,严重影响当地居民的身体健康,已成为鞍山最大粉尘污染源^[2]。

1.2.2 诱发环境地质灾害

近年来,因矿山固体废物堆放而诱发的地质灾害时有发生。据统计,20世纪80年代以来,我国尾矿库发生溃坝引发的泥石流灾害已有近百起。如1986年4月30日黄山山铁矿尾矿库溃坝,冲倒尾矿库下游3 km^2 的所有建筑,掩埋了几百亩土地,19人在溃坝中死亡,95人受伤;2000年广西南丹县大厂镇鸿图选矿厂尾砂坝溃坝,殃及附近住宅区,造成70人伤亡,其中死亡人数28人,几十人失踪;最严重的是1962年9月26日云南锡业公司火谷都尾矿库溃坝事故,368万t尾矿和泥浆向下游倾泻,掩埋万亩农田和部分村庄,死亡171人,伤92人,导致选矿厂停产达3年之久;1999年7月,酒钢黑沟铁矿排土场发生泥石流,堵塞酒泉、嘉峪关两市唯一的水源北大河,并造成多处厂房被毁,直接经济损失4000多万元;本钢歪头山铁矿1995~1999年排土场多次发生滑坡,直接威胁沈丹铁路的安全^[2]。要治理这些地质灾害不仅难度大,而且代价高昂,有时甚至超过开采矿产品的价值。有效利用固体废物,减少并合理堆放固体废物,是预防这类地质灾害发生的关键。

2 矿山固体废物的综合利用途径

对矿山固体废物的二次开发利用,提高矿产资源的综合利用水平,既可减少矿山固体废物的排放,改善矿山生态环境,又可变废为宝,充分利用资源,缓解矿产资源供需矛盾,是解决我国资源环境矛盾的有效途径。

但目前情况下,我国对矿山固体废物的利用率还是偏低,全国工业固体废物综合利用率平均仅为 43%,其中煤矸石为 38%,而尾矿为 7.4%^[1]。在矿山后备资源不足的情况下,如何找到矿山固体废物有效利用的途径,延长矿山服务年限,成为许多矿山的重要议题。笔者认为可从以下途径尝试开展综合利用工作。

2.1 二次回收有用元素

我国矿产资源的一个重要特点是单一矿少,共伴生矿多,由于技术、设备及以往管理体制等原因,矿山采选回收率低,尾矿中均含有多种有价金属和矿物未得到回收。如在 1997 年全国黄金矿山采选量 2 540 万 t,金的总回收率 86.46%,约有 18~20 t 的金赋存于尾矿中。云南锡业公司有 28 个尾矿库、35 座尾矿坝,积存尾矿 1.3 亿 t,平均含锡 0.15%,尾矿中仅金属锡的含量就达 20 万 t 以上;大冶有色金属公司 5 个铜矿山,1957 年至 1989 年排出的尾矿中,含铜达 6.3 万 t、金 3 373 kg、银 56 175 kg、铁 276.8 万 t。陕西双王金矿,选金尾矿中含有纯度很高的钠长石,储量达数亿 t,成为仅次于湖南衡山的第二大钠长石基地,若加工成半成品钠长石粉,其价值就达 200 亿元^[2]。因此,矿山尾矿已成为有待开发利用的重要二次资源。

现在对尾矿的回收利用已有许多成功的范例^[7],如甘肃白银公司从尾矿中回收铜、硫、金、银,金川公司从尾矿中进一步回收镍及铜、钴、银、硫、铂族等有价金属;山东三山岛金矿从尾矿中回收硫精矿、铅精矿;山东多家金矿从尾矿中回收石英精矿及绢云母;河北邯郸矿务局从铁矿尾矿中再选回收铁及硫、钴;德兴铜矿通过尾矿再选,年回收硫精矿 1 000 t、铜 9.2 t、金 33.4 kg,产值达 1 300 多万元;武山铜矿尾矿再选回收硫,获得硫精矿品位 36.83%、回收率 89.42%,日处理尾矿量达 350 t,每年可创利 283 万元;永平铜矿尾矿回收白钨,采用重

选—磁选—浮选—重选的联合工艺流程,获得白钨精矿品位达到 66.83%,年产白钨精矿 399.3 t、硫精矿 1 584 t,年产值达 664.8 万元,年利润 172.8 万元;陕西双王金矿从尾矿中回收硫精矿产值达 3.4 亿元,从尾矿中回收钠长石精矿,产值已超过金的产值^[8]。

此外,矿山采矿废石、特别是近矿体的矿化废石,一般多含有低品位的有用元素,对其中的有用元素综合回收利用,也是减少矿山固体废物排放、解决资源供需矛盾、提高矿山经济效益的一种有效途径。如福建省紫金山金矿,根据矿体围岩矿化程度较高,矿岩含金量 >0.2 g/t 和全岩矿化的特点,采用“挑块品位分级法”,对露采产生的剥离废石进行回收利用,仅 2000 年 5 月至 2001 年 3 月在 19 勘探线的 856 m 平台的剥离废石中,就多回收矿石量 30.74 万 t (品位 0.89 g/t)。由于露采境界内的低品位废石属于采剥总量的一部分,无论回收与否,矿山投入的探、采等费用是不能少的,因此回收废石中的资源,成本低利润高。根据矿山保守估计,紫金山金矿每年能从废石中回收 50~100 万 t 低品位矿石,获利可达数百万元。这不仅使资源得到回收,而且为企业创造了新的效益^[9]。

2.2 煤矸石发电

煤矸石平均发热量为 50 MJ/kg,是沸腾炉的好燃料。国家的节能、环保政策鼓励用矸石进行低热发电,两台 35 t/h 的沸腾炉,装机 $2 \times 6\,000$ kW 的电厂,每年可利用矸石 15~20 万 t^[10]。例如,四川省广旺能源集团公司 1984 年筹资建设了一座以煤矸石为主燃料的发电厂,1998 年底总装机容量已达到 3×6 MW,年处理劣质煤 20 万 t,年均发电量 1.35 亿 kW·h,从 1987 年投产至 2001 年底,已累计发电近 16 亿 kW·h,利用煤矸石 300 万 t,折合节约标煤 100 万 t,创利润 4 000 余万元,并成功地实现了与当地电网并网。电厂的电能不仅能满足集团内部用电,对调节当地电网的负荷也起到了积极的作用。据报道,1999 年全国煤矿共建成煤矸石及劣质煤电厂 128 座,总装机容量约 200 万 kW^[7]。煤矸石发电已取得了积极的环保生态成效。

2.3 用作建材原料

矿山废石中的煤矸石还可用作建材原料。如以矸石和水泥为原料生产空心砌块砖,工艺简单,投资

少,成品质量稳定。每生产 100 万块砌块砖可消耗矸石 11 万 t^[10]。与粘土制砖比较可少破坏土地,有利于保护宝贵的土地资源。

以矸石为原料可生产低标号水泥。江苏徐州某水泥厂生产的煅烧煤矸石水泥,各项指标均符合国家标准,与同标号矿渣硅酸盐水泥相比,成本下降 11%,电耗下降 22%^[1]。燃烧过的矸石还是一种具有一定活性的硅铝酸盐,可制造彩色水泥并能提高水泥标号^[10]。

矿山尾矿也可作为一种重要的建材原料。如马鞍山矿山研究院利用鞍山式细尾矿做路基材料,达到了二级公路的强度要求;利用齐大山、歪头山细粒尾矿研制免烧砖,其产品性能达到了 100 号标准;山东省焦家金矿利用金矿尾矿生产建陶产品,其还利用尾矿加适量粘土烧结空心砌块砖,强度可达 150 号~750 号,成本低廉,市场效益良好^[8]。

2.4 用作农作物肥料

有的尾矿中含有一定量促进植物生长的肥分和微量元素,用其作肥料,改善土壤的团粒结构,提高土壤的孔隙度、透气性、透水性,使农作物生长环境得到改善^[1]。在煤矸石中,除含有多种有益于农作物生长的元素外,还含有大量泥质页岩,泥质页岩有机质含量一般在 20% 左右,用作肥料可以增加土地肥力,也可改善土壤结构。“八五”期间,马鞍山矿山研究院将铁尾矿与农用化肥按一定比例相混合,经过磁化、制粒等工序,制取了磁化复合肥,并在当涂太仓生态村建成一座 1 万 t 的磁化复合肥厂,磁化复合肥深受周围农民欢迎^[8]。

2.5 采空区回填

将废石、尾矿用于地下采空区回填,可防止地面沉降塌陷与开裂,减少地质灾害的发生。如铜陵凤凰山铜矿尾矿利用全水速凝胶结充填工艺进行井下充填,降低了充填成本,取得了良好的效果^[1]。

3 结束语

矿山固体废物的二次开发利用,是减少矿山固体废物的排放、改善矿山生态环境、缓解矿产资源供需紧张矛盾的有效途径之一。随着科技的进步,矿山固体废物的处理方法及综合利用方法必将越来越多。资源充分利用,环境和谐发展,是我们建设和谐社会的努力方向。

参考文献:

- [1] 李顺齐. 浅谈矿山固体废物综合利用与环境保护. 重庆工业高等专科学校学报[J]. 2003, 18(2): 20-21.
- [2] 常前发. 矿山固体废物的处理与处置[J]. 矿产保护与利用, 2003, (5): 38-42.
- [3] 周桂铨. 矿山生态环境问题及防治保护[J]. 采矿技术, 2003, (3): 34-36.
- [4] 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.
- [5] 李兰. 堆积煤矸石的城市环境效应[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1992, 3(4): 6-8.
- [6] 卢龙, 王汝成, 薛经越, 等. 硫化物的表面反应及其在矿山环境研究中的应用[J]. 岩石矿物学杂志, 2001, 20(4): 387-394.
- [7] 刘玉强, 郭敏. 我国矿山尾矿固废料及地质环境现状分析[J]. 中国矿业, 2004, 13(3): 1-5.
- [8] 向鹏成, 谢英亮. 尾矿利用的经济性潜力分析[J]. 矿产保护与利用, 2002, (1): 50-54.
- [9] 曾宪辉. 紫金山低品位金矿资源的开发利用[J]. 矿产保护与利用, 2002, (4): 5-9.
- [10] 常允新, 朱学顺, 宋长斌, 等. 煤矸石的危害与防治[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2001, 12(2): 39-43.
- [11] 冯启言, 刘桂建. 兖州煤田矸石中的微量有害元素及其对土壤环境的影响[J]. 中国矿业, 2002, 11(1): 67-69.