

## ·专题论述·

## 矿山尾矿资源的综合利用和环境保护

颜学军

(长沙有色冶金设计研究院, 湖南 长沙 410011)

**摘要:** 在阐述矿山尾矿形成及分类的基础上, 分析了综合利用尾矿资源的意义和值得注意的问题, 提出了具体的利用途径, 并强调应妥善处理尾矿的综合治理与环境保护之间的关系。

**关键词:** 金属矿山; 尾矿资源; 综合利用; 环境保护

**中图分类号:** TD 982      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1004-0536(2005)03-0023-03

## Comprehensive Utilization and Environmental Protection of Mine Tailing Resource

YAN Xue-jun

(Changsha Engineering &amp; Research Institute of Nonferrous Metallurgy, Changsha 410001, China)

**Abstract:** Based on the description of mine tailing formation and classification, analysis is made of the significance and problems to be considered in comprehensive utilization of tailing resource. Specific utilization approach is presented forward and emphasis is put on proper handling of relationship between the comprehensive control and environmental protection.

**Keywords:** metallic mine; tailing resource; comprehensive utilization; environmental protection

我国是一个矿业大国, 煤炭、钢铁、有色金属等产量均排于世界前列。由于大量的矿山开采, 矿山废弃物的处理、堆存和综合利用, 一直是专业技术人员研究的一个重要课题。在金属矿山和非金属矿山中, 尾矿是矿山废弃物中数量最大、综合利用价值最高的一种。现在遍布于全国各地矿山共约有几千座尾矿库, 堆存的尾矿数量巨大, 很多都有再利用价值, 但大部分都存在一定的安全隐患, 并对环境造成一定程度的污染, 需要进行治理。在尾矿的治理过程中, 充分考虑其再生与综合利用, 并在利用中保护环境, 再造优美环境, 是我们急需研究和解决的重大课题。

## 1 矿山尾矿的形成和种类

## 1.1 尾矿的形成与特点

矿山尾矿, 是矿山采用各种手段从矿石中提取

出有用物质后, 废弃不用的一种物质。一般而言, 化工、黑色金属矿山中, 尾矿的量要占矿石量的 50%~80%; 有色金属矿山中, 尾矿量则要占到 70%~95%; 而在黄金、钨、钼、钽、铌等稀有金属矿山中尾矿量更是占到 99% 以上, 几乎可以说是来多少矿石就得丢出去多少尾矿, 量是十分巨大的。因此钢铁和有色金属的大型矿山, 尾矿库都很大, 一个尾矿库的堆存量可达到十几亿吨尾矿。

由于各种选矿手段工艺的区别, 造成了各种尾矿不同的形成。大部分尾矿是选厂经粗碎、细磨后, 变成了相当于粘土、粉土的细颗粒物质, 由水力输送进入尾矿库沉淀、堆存。尾矿中大部分都含有选矿中加入的选矿药剂, 而这些药剂又含有一定的有害物质, 尤其是采用氰化法提取黄金的选厂, 尾矿中还会有残留的剧毒物质氰化物; 也有部分因选厂是进行的物理选别, 如重选的重介质抛尾, 铝土矿洗矿厂

收稿日期: 2005-04-06

**作者简介:** 颜学军(1956-), 男, 高级工程师, 主要从事水工结构、土石坝、尾矿库设计及坝土地基处理、岩溶处理、尾矿综合利用等方面的研究, 现任长沙有色冶金设计研究院副院长、湖南省科技咨询协会副会长。

的洗泥,这样形成的尾矿则没有增加任何人为的物质因素,只是在形状和颗粒组成上发生了变化,故这种尾矿对环境的污染问题要容易解决一些。

## 1.2 尾矿的分类方法及类型

根据各种矿山产生的尾矿,我们可以对尾矿进行几种不同的分类:一是从环境治理要求上分,可分为含有害物质的基本不含有害物质的;二是从尾矿颗粒形态上分,可分为碎石(重选出的重介质)、砂(粗磨后的)、粉土、粘土(细磨后的);三是从工程力学性质上分,可分为工程力学指标好、可利用来堆坝作为坝体材料的,和工程力学指标不好、不能堆坝的;四是从行业上分,可分为钢铁、有色金属、化工、建材等行业尾矿,每个行业的尾矿都有其一定的特殊性。

## 2 尾矿资源的综合利用

在尾矿资源的综合利用方面,我们几十年来做了大量的工作,各地矿山也都进行了一些很有价值的实践尝试,笔者认为,这方面的经验主要可归纳为如下几个方面。

### 2.1 认真分析尾矿的潜在价值

要综合利用好尾矿资源,首先要搞清楚尾矿可能存在的价值。如冶金方面的矿山尾矿,在尾矿中还存在着众多的金属和稀有金属,只是因当时或现在的提取技术上存在难度而没有提取出来,也有一些稀贵金属因当时和现在的检测技术还无法检测出,使得我们还不知道它的存在。随着科学技术的发展,我们现在已经从尾矿中不断地提取和发现新的金属,不断地在降低尾矿中各种有价金属和物质的含量,现在就有很多矿山已在回收以前堆存的尾矿中的金属,如德兴铜矿进行废石堆浸提铜,栾川钼矿从尾矿中提取白钨,山东归来庄金矿在尾矿中重复选矿多次提金,此外提取铈、钴、镓等稀有金属的厂矿也越来越多,这些都说明很多尾矿还是很有价值的,只是我们现阶段还无法充分认识到它的应有价值。这一点,我们在20世纪80年代就认识到了,如当时浙江某矿山的尾矿堆存存在大量问题,处理需花费大的投资。矿方联系想将尾矿卖给日本某企业,使矿山不但不需要投资,还能有所收益。对此日本人非常积极,想用很低的价钱买走,但经上级有关部门研究后,认为卖不得,不能这样贱卖,并认识到日本人可能看中了这种尾矿中还存在丰富的资源。

现已证明,在这种尾矿中确实含有多种稀贵金属。在非金属矿山尾矿和其他性质的尾矿中,也存在大量的有价值的元素如稀土元素等。因此,笔者认为,尾矿资源是一个有待我们逐步认识的宝库,还需要我们去挖掘、了解和开发。所以,矿山尾矿的综合利用,首先就是尾矿的资源利用、开发,这是一个长期的课题。今天,也许人们认为某种尾矿没有价值,但可能在明天,我们就会发现其含有某些稀贵元素,尾矿身价将会倍增。

### 2.2 尾矿作为原料和材料的利用

尾矿作为一种原料、材料已得到一些实际利用,如用作建筑材料。早在20世纪70年代,人们就利用尾矿做粘土砖、地板砖等,有一些地方已有成功的经验,但销路不好,这主要是人们对此尚有怀疑,害怕尾矿中含有放射性物质和其他有害物质,对身体健康有影响。这样的事情确实也发生过,如湖南某地利用尾矿做土砖建房子,但房子里接收不到电视节目,因为做土砖的尾矿中含铁很高,使土砖起了一个屏蔽作用。有的利用尾矿代替建筑黄砂,用在水泥砂浆和砼中,建房后,住在这样的房屋中的人都得了同一种疾病而无法解释。所以,从现在了解的情况看,尾矿作为建筑材料确实需要非常的慎重考虑,要对尾矿的化学成分进行详细分析,看是否存在对人体健康不利的物质。因此,某些尾矿作为建筑材料不是研究、发展的主要方向。

利用尾矿作为矿山井下充填的材料,现在已经取得很多成功的经验,许多矿山都在应用。这使矿山的尾矿资源利用程度和开采率大大提高,减少了尾矿的堆存量,也就减少了对环境影响的强度,同时又将尾矿这一资源保存在地下,以利今后科技发展后重新开采、利用,因此是个一举几得的好方法。笔者认为,在经济合理的前提下,应积极、鼓励矿山进行井下充填。

### 2.3 利用尾矿进行造地和复垦造田

利用尾矿进行造地、复垦造田,也是尾矿综合利用的一个重要方法,尤其是有无有害物质、没有人为添加有害物质的尾矿,如铝土矿的细泥就很适合于此种用途,广西某公司通过对选厂选剩的细泥进行压滤、干燥后送回露天采空区,形成2~5 m厚的土壤基层,再在上面覆盖山坡土,就形成了很好的耕地,既复垦造了田,又解决了部分尾矿的堆存问题。即使是含有有害物质的尾矿,也可通过生化处理、分

解,消除存在尾矿中的有害物质,利用尾矿造地。如山东某金矿,矿区周围都是乱石岗,乱石岗中只有零星碎石土无法种庄稼,矿山利用压滤机将尾矿压滤后,堆积1~2 m厚于乱石岗中,埋没了大量的石头,形成了大片的土地,在此土地上种植柳树、槐树等,既可美化环境,减少水土流失,形成一定的经济用材林,又减少了尾矿库的建设投资和营运管理费,不但可少征地,还创造出大片土地,郁郁葱葱的树木现已形成了大片人造森林。对于在含有一定有害物质的尾矿上种植作物,国内外专家们做了大量的工作,主要是针对不同的尾矿,采用不同的化合方式、生物分解方式等多种方式处理,消除尾矿中的有害物质,使之变有害为无害,然后进行农作物种植栽培,并已取得了一定的成果。对于这方面的研究,国内外一直有不断取得成果的报道。其中在闭库后的尾矿库沉积滩上,做好复垦造地、造田工作,应该说是比较容易的,也是我们必须做好的。有的矿山将尾矿库沉积滩面作为低荷载工厂厂房的厂址,有的复土后建成公园,这些做法、思路都在慢慢形成。所以,利用尾矿进行复垦、造地、造田是我们研究的重点之一,它既保护了环境,又充分利用和再造了土地。

### 3 尾矿堆存和开发利用中的环境保护

尾矿的堆存和再开发利用,本身就是环境保护项目。但在堆存和开发利用的过程中,也必须以保护环境为重,不能造成环境的重复污染。首先,新建的尾矿库一定要处理好尾矿水和地下水的分隔,不能污染地下水或造成地下水的径流变化和路径变化。对堆存一定量的尾矿库,坝体安全是首要关键,必须做到安全、科学的管理,若出现垮坝事故,造成泥石流,其危害比水库垮坝还要严重。如湖南某矿1987年垮坝形成泥石流,造成大量人员伤亡,下游十多公里的数百亩良田被尾矿覆盖,至今无法种庄稼,只能荒芜在那里。这种惨痛的教训,我们应牢牢铭记。在尾矿坝坝坡上,应履盖坡土,种植草皮,用植被防止尾矿干燥后的尘土飞扬,在尾矿的沉积滩上,应保持干滩面的湿润,尤其在大风天气,应喷水、

压制泥砂的扬起,保护周围环境不遭受尾矿尘的危害。对达到使用年限的尾矿库,要及时进行闭库设计,进行复垦造地、植树造林或进行农作物的栽培,既恢复和保护了环境,又重造了土地。

要做这一切,需要大量的资金和进行大的投入。矿山一定要在这方面舍得多花钱,国家也应在这方面加大投入,给矿山减轻压力。湖南某铀矿,废弃的尾矿库面积有约5 km<sup>2</sup>,尾矿中散发对人体有害的氡气,为了治理尾矿库,国家计划投资1亿多元,将尾矿库整个用泥土覆盖起来,封闭尾矿散发的氡气,再造5 km<sup>2</sup>的有用土地。看似投资比较大,但从再造土地的价值看,这些投资并不算昂贵,每公顷只花费了30多万元,从长远看,改变了该地的局部环境,消除了氡气的危害,使当地群众得到了长久的良好生态环境,是一件一举几得的大好事。

由于各种金属精矿的价格大幅上扬,而早期的尾矿库中尾矿金属品位都比较高,现在很多矿山都在对老尾矿库中的尾矿进行重新选矿的工作,但在挖掘库内尾矿时,一定要考虑尾矿库的整体稳定,暴雨时的排洪路径和能力,避免在挖掘过种中库区出现垮塌、垮坝、洪水漫顶等危险情况,避免造成人员伤亡和对环境大的破坏,挖掘出的尾矿经选别后的剩余尾矿要有安全的堆存地方,或者再进入原尾矿库,以减少对环境的影响。

总之,尾矿的堆存和利用,对环境都会有一定的影响,但我们应做到在尾矿堆存过程中,尽量减少对环境的影响和破坏。在尾矿堆存和利用完成后,应采用合理的方案,恢复环境及更好地改变环境,使之比原自然环境更加优美、漂亮。这就是尾矿资源综合利用工作的意义和努力的目标。

### 参考文献:

- [1] 《铅锌冶金学》编委会. 铅锌冶金学[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [2] 李作章,等. 尾矿库安全技术[M]. 北京:航空工业出版社,1996.
- [3] 钱宁,等. 泥砂运动力学[M]. 北京:科学出版社,1983.