

尾矿综合利用现状与矿山可持续发展

刘智振, 谷新建*

(湖南科技大学 资源环境与安全工程学院, 湖南 湘潭 411201)

摘要: 目前, 我国尾矿的现状是尾矿堆存量、产出速率快、利用率低、管理不善, 导致尾矿造成的危害越来越严重。尾矿综合利用的主要方法有二次选矿, 尾矿发泡输送技术, 作建筑材料, 充填采空区, 加工矿物肥料或改良土壤, 尾矿土地复垦。同时, 解决好尾矿问题是实现矿山可持续发展的重要部分, 解决尾矿问题的途径可从革新原有尾矿的利用技术与方法, 完善管理制度与加大资金支持, 改变传统观念入手, 使矿山的发展走资源-产品-效益-科技-环保的可持续发展之路。

关键词: 尾矿; 利用现状; 可持续发展

中图分类号: TD989 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9102(2018)01-0034-05

Current Situations of Tailings Utilization and Sustainable Development of Mines

Liu Zhizhen, Gu Xinjian

(School of Resource, Environment and Safety Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: Currently, the tailings in China is large in amount, fast rate of output, low rate of utilization, and poor management, thus the harm caused by the tailings has become more and more serious. The major methods of comprehensive utilization of tailings are re-concentration of tailings, tailings foam conveying technology, taking as building materials, filling the goaf, processing of mineral fertilizer or improving soil, and tailings land reclamation. Meanwhile, it is an important part of mine's sustainable development to solve the problem of tailings. The solution to it is to innovate the original tailings utilization technology and methods, improve the system of management and increase the financial support, change the traditional old-fashioned views, so as to make the mining development go on a road of sustainable development in resources, products, benefits, science and technology, and environment protection.

Keywords: tailings; current situations of utilization; sustainable development

尾矿就是矿石经过选矿厂以后出来的以浆体形态存在的具有一定粒级的矿物加工的最终产物, 也就是在当前技术经济条件下可以利用的有用矿物提取以后留下的产物^[1,2]。尾矿又定义为排弃物, 就是在目前技术经济条件下为不可利用物, 但随着科学技术的发展有可能作为资源再利用^[3]。根据文献[2]对尾矿进行分类, 见图 1。

据相关统计数据, 截止 2015 年底全国尾矿累计总量在 1.5×10^{10} t 以上, 而金属尾矿砂就占 90% 以上。大量的尾砂堆积, 不仅浪费资源, 污染环境, 占用土地, 影响周围百姓的生活, 而且存在极大的安全隐患, 一旦发生溃坝事故还将会带来巨大的经济损失、人员伤亡^[4-7]。目前, 我国提倡加快建设资源节约型、环境友好型社会, 提高生态文明水平, 积极应对全球气候变化带来的问题, 大力发展循环经济, 加强资源节约和管理, 加大环境保护力度, 加强生态保护和防灾减灾体系建设, 增强可持续发展能力^[8]。而目前尾矿所带来的

影响,是与国家实施可持续发展的大政方针相违背的.因此,应积极妥善地处理尾矿去留问题,使其向可持续发展的方向更好的发展.

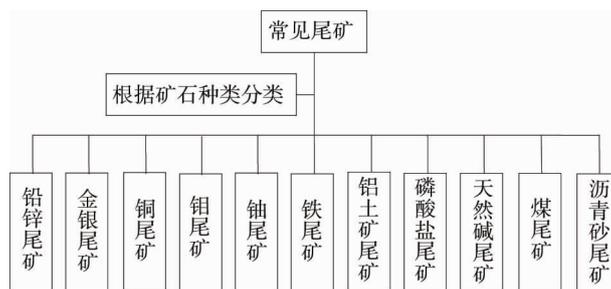


图1 根据矿石种类对尾矿的分类

1 目前我国矿山尾矿的利用现状

国内现在堆存尾矿的基本状况是:堆存量,堆存速率快,利用率低,管理不善,潜在危险高等.但是随着科学技术的进步与矿山企业的发展,国家与企业开始逐渐地认识到堆存尾矿所面临问题的严重性,国家也开始从制度、资金、技术等方面给予矿山企业一定程度地支持.企业也对尾矿的管理从资金投入、技术改善、利用方向等方面不断进行了探索与实践,已经取得了可观的经济、环境、社会等方面的效益.

通过对文献[9-18]进行梳理总结,可得出目前我国尾矿利用的基本途径如图2,下面对各种利用途径进行简单的论述.

1.1 二次选矿

由于各方面的原因,在矿山企业发展的过程中未能很好地利用最优的选矿工艺与技术,因此,在堆存的尾矿中仍含有数量可观的可利用资源.为减少资源浪费,某些矿山企业与研究院及高校合作,研究优化选矿工艺与技术,开发选矿新设备,并取得了良好的社会效益.如广东某铅锌矿山企业从尾矿中回收铅、锌、硫(曾懋华等,2010),四川攀枝花铁矿从尾矿中回收钒、钛等多种有色和稀有金属,歪头山铁矿与马鞍山矿冶研究院合作对尾矿进行二次选矿,最后的铁精矿品味达到了65.8%,铁精矿年产量达 3.9×10^4 t.

1.2 尾矿发泡输送技术

泡沫技术是以小气泡取代水作为主要输送介质的一项技术,在充填采空区之后,如有需要,可添加去泡剂消除这种气泡,这就有可能形成一种未饱和的砂饼,达到充填采空区的作用.

1.3 用作建筑材料

1) 制作建筑用砖或瓦.目前国内建筑使用的砖瓦基本是由粘土经过粉碎研磨做成砖坯或瓦坯,然后再回窑高温烧制而成,这样过度使用粘土会对土地造成严重破坏.有些矿山企业就以尾矿为原料,制作建筑用砖和瓦等建筑材料.例如,商洛的华润建材化工工贸有限公司利用钼尾矿为原料制作建房屋瓦,年处理尾矿可达 6×10^4 t,此举不仅很好地利用了尾矿,而且获得了可观的经济效益.

2) 用来制造尾矿产品.尾矿通过遴选和精加工,可用来制造各种轻质材料、复合材料、光学制品、微晶玻璃制品等.二次回选后剩余尾矿,根据尾矿的物理化学特性等,可用来制造高质量陶瓷、日用陶瓷和水泥等高精产品.

1.4 用来充填采空区

目前,由于矿石开采造成大片的采空区而引起的地表陷落、地表水渗漏地质灾害等问题,引起了社会的广泛关注.为了处理采空区问题,矿山企业利用尾矿来填充采空区,例如,高阳铁矿利用尾砂胶结来充填

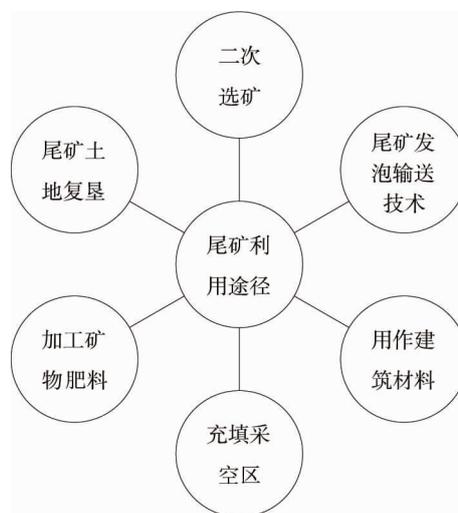


图2 尾矿利用基本途径

采空区,该方法不仅解决了采空区问题,而且很好的处理了尾矿,同时解决了尾矿所带来的一系列问题.实验及实践证明,只要将尾矿进行适当的处理便可满足一般矿山充填的要求.

1.5 用来加工矿物肥料或改良土壤

我国很多矿石都是共生或伴生矿物,因此在一些尾矿中含有植物生长所必须的某些微量元素,如锰、钾、磷等,对此类尾矿进行适当加工后生产的矿物肥,能调节土壤,补充调节土壤中植物生长所需的必须元素,起到改良土壤元素结构的作用.

1.6 尾矿土地复垦

尾矿复垦就是在尾矿达到使用寿命后对尾矿进行闭库处理,然后在其上面覆盖一定厚度的可供植被生长的土层,然后进行植被种植.尾矿土地复垦解决了尾矿占用土地、安全隐患问题以及对环境的影响等问题.如云南某矿山企业利用在尾矿中种植富集植被的方法,为企业解决了尾矿所带来的环境、安全问题,同时带来了一定的经济效益.

2 矿山可持续发展

在面临能源危机和众多公害问题的情况下,逐渐意识到把经济、社会和环境割裂开来谋求发展的结果就是给地球和人类社会带来毁灭性的灾难.因此,为谋求人与自然的和谐发展,人们提出了“可持续发展”一词.所谓可持续发展,就是发展既要考虑当前发展的需要,又要考虑未来发展的需要,不能以牺牲后代人的利益为代价来满足当代人的利益.可见可持续发展是在为了应对包括矿山资源在内的能源危机等问题的情况下提出的.过去10年,中国矿业既经历了高速发展阶段,也遭遇了断崖式的下行期,对于产能严重过剩和污染严重的矿山企业而言,关键是要做好战略转向,调整矿业结构,实现矿业升级,回归理性的发展状态.因此,矿山企业必须尽快做好战略转型,调整矿山企业结构,实现矿业升级,实现绿色开采,最终走向可持续发展之路,这同时也是其他矿山企业发展的必由之路.要实现矿山的可持续发展,需要从矿产资源的勘探、采出、回采、选矿、精矿的冶炼、矿物产品的利用以及矿山环境的保护等方面来实现,其中矿山尾矿能的处理利用能否与尾矿的输出量保持平衡,是影响矿山能否顺利走向可持续发展之路的一个重要因素.为了响应国家提出的可持续发展政策,保证矿山的可持续发展,在此提出以下几条途径与对策.

2.1 革新原有尾矿的利用技术与方法

我国历来非常重视平衡发展,对于尾矿问题,应该使其输出与利用保持在一个平衡的前进状态.在科技日益发达的今天,应该利用先进技术,对原有的利用技术、方法、工艺等进行进一步的革新.

1)应该优化选矿工艺,选矿工艺是否先进,事关选矿率和资源利用率的高低,在选矿的过程中优化选矿工艺,可提高矿石的选矿率,减少资源浪费,当前的选矿设备以及技术比较落后,为尽可能地提高矿石的筛选率和利用率,需对当前的选矿设备进行革新,只有对设备和技术进行革新,才能提高选矿工艺效能,对矿石资源的利用率达到最大化.

2)革新选矿方法,对初次生产的尾矿进行再次筛选,回收其中的主要矿产和伴生矿物,生产相关产品,获取经济效益,以此来支持矿山的可持续发展,实现资源-产品-效益-矿山可持续的目标.

3)发展尾矿利用相关技术产业,探索多途径、多方面、低投入、高产能、环保的尾矿利用方法与途径,对尾矿充填采空区的相关设备进行改进.由于利用尾矿来充填采空区的设备昂贵,技术复杂,充填效果不理想,充填工艺不完善等原因,很多矿山企业不愿意利用尾矿来充填采空区.为解决该问题,国家及矿山企业应该与科研单位或高校合作开发新设备,优化充填工艺.利用生物工程的相关技术处理尾矿:矿山企业可引进生物工程中的微生物相关技术来改善尾矿的物理化学性质,使其含有的有毒有害物质降低到可利用水平之下,即含有的化学药剂对土地无污染,挥发的气体对自然界无危害等.

4)利用尾矿加工矿物肥,目前国内已有一些矿山企业利用尾矿加工矿物肥,并且获得了可观的经济效益,其他矿山可以向已有加工技术经验的矿山借鉴学习相关技术工艺,并根据自己的实际情况对技术进行发展和完善.

5)生产建筑原料,建筑用的很多原料如水泥、砂子、混凝土成品、耐火材料、陶瓷、玻璃等物料在目前

的技术经济水平下,已经完全可以实现,并且有成功的例子可鉴.因此,要大力发展和完善将尾矿用于建筑原料生产的相关技术,实现尾矿资源的再利用.

6)用作公路基坑填充料,在国家经济高速发展的同时必然要建有利于经济发展、方便人们出行的公路,而我国地表地形复杂,在修路的时候必然有很多的自然凹陷低洼需要填平或为了安全加高,所以可以利用尾矿作公路基层填充料,以实现尾矿的再利用.

7)将不同尾矿进行分类利用,由于尾矿种类繁多,所以针对不同种类的尾矿的用途不同,处理技术不同,提出分类利用尾矿的方法.可根据尾矿的组成成分分类利用,比如,石英、长石是玻璃、化工、水泥和陶瓷等很多行业的重要原料;云母可应用于塑料、造纸、橡胶和涂料等行业.同时也可根据尾矿粒径的不同对尾矿分类利用,比如,根据粒度将尾矿分成粗粒度、中粒度、细粒度和超细粒度等几种,根据不同的粒度提出不同的处理方法和不同的利用途径.

8)将尾矿用于充填采空区,众所周知,地下资源的开采不仅形成大面积的采空区,给地面的各种建筑的安全使用带来很大的危害,而且经过分选利用后形成的尾矿堆存于地表给周围的生态以及地下环境带来很大的不利影响.所以将尾矿用于充填采空区可谓是一举两得,不仅解决了大量尾矿的堆存问题,而且解决了大面积采空区带来的地表沉陷问题.

9)可将尾矿原地堆浸,由于尾矿从选场被排出之前已经含有大量的化学药剂,对环境造成严重的影响,所以针对不同尾矿的不同化学性质,利用化学反应原理,中和尾矿,同时可提取有用矿产资源.同时,可利用微生物来浸出,通过基因工程技术、诱变育种、驯化等手段培育可用于尾矿浸出的生物菌株,浸出后可利用微生物技术改善尾矿的物理化学性质,以便于后续更加方便的利用.

10)尾矿可用于制备聚合物填料,将尾矿用于聚合物填料的研究比较少,有学者将铝土矿尾矿运用于PVC塑料的制备中,取得了有益的效果.虽然目前对于尾矿制备聚合物填料的研究不多,但是事实说明将尾矿用于制备聚合物填料是可行的,在这方面应加大研究力度.

11)自然环境的恢复,在勘探之前的矿区状态基本是未被破坏的状态,而在矿山开采过程和开采结束后的环境修复是少不了的,即为原生态-开采过程保护-采后处理-恢复生态环境的过程.

12)实现零排放开采,在矿山开采的过程中,优化管理方式和开采过程中的各项工艺,在开采的过程中实现无废开采,在选冶过程中利用先进的选冶设备和选冶工艺,加大选冶过程中药剂的研究,做到最优选矿,最终实现矿山尾矿的输出与利用平衡关系.

2.2 制度与资金支持

企业的发展离不开国家相应政策与资金的支持,尾矿综合利用应当从政策、经济、法律以及技术等方面采取切实可行的措施.国家应当制定相应的尾矿综合利用制度与资金支持政策.根据可持续发展模式和环保生产原则,建立矿山尾矿最小量化标准以及相关的实施细则,制定尾矿整体利用分类的明确标准.

2.2.1 设立尾矿数据监测中心

要处理好尾矿问题,首先应该掌握尾矿的现状,国家应该设立尾矿数据监测中心,企业应该及时地将尾矿的现状向尾矿数据监测中心反馈,以便于相关部门能真实、及时地掌握尾矿数据.建立尾矿资源综合利用信息平台,逐步建立尾矿数据的收集、整理、分析和统计系统,建立尾矿排放、堆存和综合利用现状公布系统.

2.2.2 设立尾矿利用研发中心

尾矿的堆存利用状况了解清楚后即可根据尾矿的现状有针对性的进行尾矿综合利用的研究,所以国家应该设立专门的尾矿综合利用技术研发中心,不断引进和开发尾矿利用的新技术、新设备和新测试仪器等措施.特别是利用尾矿研制高附加值新材料的工艺、技术及产品性能检测设备.建立国家尾矿整体利用工程技术中心,加强研究成果转换为实用性的能力,加快产品的更新以及换代.

2.2.3 尾矿综合利用考核制

国家应该制定明确的尾矿综合利用考核制度,将尾矿利用情况纳入对企业的考核范围中,对于那些尾矿利用率高的企业和尾矿利用率不断提高的企业以及尾矿产出量小、堆存少的企业给予经济制度上的支持与

鼓励.对尾矿处理技术有重大突破的相关单位给予技术与资金上的支持,对尾矿处理有突出表现的相关单位及个人应给予一定的奖励.国家从技术和资金上给予重视与支持才能使尾矿的处理产生更好的效果.

2.3 改变观念

观念决定着人们做事的方式方法,决定着企业的发展方向.对于环境保护观念,人们只是把它当作简单的概念,并没有从内心认识到环保的重要性,更不要谈从行为上体现环境保护意识.很多工作人员的环境保护意识淡薄,只注重企业与个人的利益,对于环境问题毫不在意.由于尾矿对于环境、资源以及安全等问题影响重大,所以应该改变人们对处理尾矿的传统观念,使其认识到尾矿给人们带来的危害性与问题的严重性.企业应该从改变员工的观念入手,传播尾矿给人们的生活环境带来的破坏性危害,逐步使整个企业改变对环境保护认识的重要性,实现真正的矿山可持续发展.相关监管部门应明确地认识到尾矿综合利用在资源综合利用中所占据的重要地位,应该运用多手段、多形式,对尾矿综合利用的重要性进行适当的宣传教育,使全社会认识到尾矿综合利用的现实意义,对节约资源、保护环境、消除事故隐患、提高矿山经济效益、促进企业发展方式的转变起到较大的促进作用,实现合理配置资源和可持续发展的目标,有着重要的意义.为了要实现尾矿综合利用作为实现矿业可持续发展的必要措施,矿山企业应当树立长远的发展观念.

3 结论

1) 现有尾矿利用技术较单一,尾矿利用率较低,利用范围较窄,全方位寻找尾矿利用方向,拓宽尾矿利用范围.

2) 国家对尾矿利用技术研究的支持力度较小,资金扶持力度不够,国家从法律层面出台治理尾矿的针对性政策,由国家统一建设管理尾矿资源综合利用信息监测系统.

3) 企业对尾矿利用技术研究重视程度较小,应该加大对尾矿利用技术的研究.

4) 由于尾矿产生量较大,应该从尾矿产生的源头进行治理、利用,尽快研究减小尾矿产量的技术,将尾矿对环境的影响程度降到最小.

参考文献:

- [1] 孟跃辉,倪文,张玉燕.我国尾矿综合利用发展现状及前景[J].中国矿山工程,2010,39(5):4-9.
- [2] 祝玉学,戚国庆,鲁兆明,等.尾矿库工程分析与管理[M].北京:冶金工业出版社,1999.
- [3] 林敏.旧尾矿库闭库治理及生态恢复——以广东省某矿山旧尾矿库为例[J].广东化工,2014,41(12):112-113.
- [4] 束永保,李仲学.尾矿库溃坝灾害事故树分析[J].黄金,2010,31(6):54-56.
- [5] Komnitsas K, Kontopoulos A. Risk assessment and proposed remedial actions in coastal tailings disposal sites in Romania[J]. Minerals Engineering, 1998, 11(12):1179-1190.
- [6] 邓敦毅,邵树强,潘建平.自然状态下尾矿坝边坡稳定性的数值模拟研究[J].地下空间与工程学报,2010,6(2):414-417.
- [7] 梅国栋.尾矿综合利用与无尾矿山建设探讨[J].金属矿山,2010,39(10):142-145.
- [8] 中国资源综合利用协会.2010-2011年度大宗工业固体废物综合利用发展报告[M].北京:中国轻工业出版社,2012.
- [9] 赖才书,胡显智,字富庭.我国矿山尾矿资源综合利用现状及对策[J].矿产综合利用,2011(4):11-14.
- [10] 雷力,周兴龙,李家毓,等.我国矿山尾矿资源综合利用现状与思考[J].矿业快报,2008(9):5-8.
- [11] 孙燕,刘和峰,刘建明,等.有色金属尾矿的问题及处理现状[J].金属矿山,2009(5):6-10.
- [12] 杨勇,张吉,张天佑.有色金属尾矿的问题及处理现状[J].硅谷,2015(4):253-254.
- [13] 赵武,霍成立,刘明珠,等.有色金属尾矿综合利用的研究进展[J].中国资源综合利用,2011,29(3):24-28.
- [14] 刘恋,郝情情,郝梓国,等.中国金属尾矿资源综合利用现状研究[J].地质与勘探,2013,49(3):437-443.
- [15] 吕宪俊,连民杰.金属矿山尾矿处理技术进展[J].金属矿山,2005(8):1-4.
- [16] 张淑会,薛向欣,刘然,等.尾矿综合利用现状及其展望[J].矿冶工程,2005,25(3):44-47.
- [17] 张莲宝,管志炜.21世纪的新型资源——尾矿资源的开发[J].江西地质,2000,14(3):176-179.
- [18] 金末梅,刘全军.铁矿尾矿的现状和综合利用途径[J].矿冶,2010,19(2):31-33.