

# 选煤厂矿物加工中的尾矿处理与资源回收利用

解振海

内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010020

**摘要:** 本文旨在探讨选煤厂矿物加工过程中尾矿处理与资源回收利用的重要性、技术方法以及未来发展趋势。尾矿作为矿物加工的主要副产物, 含有大量的有价元素和潜在的环境污染物, 其有效处理与资源回收利用对于促进矿业可持续发展、减少环境污染具有重要意义。通过系统分析尾矿的物理化学特性, 本文提出了多种尾矿处理与资源回收利用的技术路径, 以期为提高选煤厂尾矿管理水平提供理论支持和实践指导。

**关键词:** 选煤厂; 矿物加工; 尾矿处理; 资源回收利用

## 引言

随着全球工业化进程的加快, 矿产资源的需求量不断增加, 选煤厂作为煤炭资源开发利用的重要环节, 其尾矿处理问题日益凸显。尾矿不仅占用大量土地资源, 还可能对周边环境造成严重的污染, 如水体污染、土壤侵蚀和空气污染等。因此, 如何有效处理尾矿并实现资源回收利用, 成为当前矿业领域亟待解决的重要课题。本研究的意义在于: 一是通过科学合理地处理尾矿, 减少其对环境的污染; 二是通过资源回收利用, 提高矿产资源的综合利用率, 促进矿业循环经济的发展; 三是为选煤厂尾矿管理提供理论依据和技术支持, 推动矿业技术进步和产业升级。

## 1 选煤厂矿物加工中的尾矿特性分析

### 1.1 尾矿组成

尾矿是矿石经过磨矿、选别等加工过程后, 所剩余的固体废弃物。它主要由脉石矿物组成, 这些脉石矿物在矿石中与有用矿物相伴生, 但在选择过程中未能被有效分离。此外, 尾矿中还包含少量未解离的有用矿物, 这些矿物由于粒度细小或与其他矿物紧密共生, 导致在选择过程中难以被完全回收。除了矿物成分外, 尾矿中还可能含有加工过程中添加的浮选药剂等化学物质, 这些物质在选择过程中起到调整矿物表面性质、促进有用矿物与脉石矿物分离的作用。因此, 尾矿的成分相当复杂, 不仅含有多种金属和非金属矿物, 还包含各种化学物质。

### 1.2 尾矿性质

尾矿具有一系列独特的物理和化学性质。首先, 尾矿的颗粒细小, 比表面积大, 这使得尾矿具有较高的活性, 容易与环境中的其他物质发生相互作用。其次, 尾矿遇水易流散, 这一性质使得尾矿在堆存和运输过程中容易发生流失和渗漏, 对环境造成污染。此外, 尾矿在

干燥后易飞扬, 这不仅会造成空气污染, 还可能对周围居民的健康构成威胁<sup>[1]</sup>。这些性质共同使得尾矿在堆存过程中容易发生扬尘、渗滤液污染等问题, 对环境构成严重威胁。因此, 对尾矿进行有效的处理和处置, 以减少其对环境的影响, 是选煤厂矿物加工过程中必须重视的问题。

## 2 选煤厂矿物加工中的尾矿处理技术

### 2.1 物理处理技术

物理处理技术在选煤厂矿物加工中的尾矿处理中占据重要地位, 其主要包括物理分离、沉降、过滤和离心等方法。这些方法的核心原理是利用机械力作用, 有效地将尾矿中的固体颗粒与液体进行分离, 从而达到净化尾矿水的目的。物理分离技术通常涉及筛分、磁选和静电分离等手段。筛分是利用不同粒度的尾矿颗粒在筛面上的运动差异, 实现粗细颗粒的分离。磁选则是利用尾矿中磁性矿物与非磁性矿物在磁场中的受力差异, 实现两者的有效分离。静电分离则是根据尾矿颗粒在电场中的带电性质, 通过电场力的作用实现不同颗粒的分离。沉降技术是利用重力作用, 使尾矿中的固体颗粒在液体中下沉, 从而实现固液分离。这一过程中, 颗粒的沉降速度受到颗粒大小、形状、密度以及液体粘度等因素的影响。过滤技术是通过过滤介质(如滤布、滤网等)的拦截作用, 将尾矿水中的固体颗粒截留在过滤介质上, 而清洁的水则通过过滤介质流出。过滤技术的关键在于选择合适的过滤介质和合理的过滤速度, 以保证过滤效果和过滤效率。离心技术则是利用离心力场的作用, 使尾矿中的固体颗粒和液体在离心力的作用下发生分离。离心技术具有处理量大、分离效率高、占地面积小等优点, 在选煤厂尾矿处理中得到广泛应用。

### 2.2 化学处理技术

化学处理技术在选煤厂矿物加工尾矿处理中占据重

要地位,其核心在于利用化学反应原理,通过添加特定的化学试剂与尾矿中的有害物质发生反应,生成沉淀物或可溶物,从而实现尾矿的净化和有用成分的回收。中和法是一种常见的化学处理方法,它主要用于处理尾矿中的酸性或碱性物质。通过添加中和剂,如石灰、石灰石或碳酸钠等,可以与尾矿中的酸或碱发生反应,生成中性盐和水,从而降低尾矿的酸碱度,减少其对环境的污染。氧化还原法则是利用氧化剂或还原剂与尾矿中的有害物质发生氧化还原反应,改变其化学性质,使其转化为无害或低毒物质。例如,通过添加氧化剂可以将尾矿中的硫化物氧化为硫酸盐,从而减少硫化物对环境的污染。沉淀法则是通过添加沉淀剂与尾矿中的金属离子或其他有害物质发生反应,生成不溶性沉淀物,从而实现固液分离。常见的沉淀剂包括硫化物、氢氧化物等。沉淀法处理效果显著,但需要注意沉淀物的稳定性和处理后的水质。化学处理技术的优势在于处理效果显著,可以快速降低尾矿中的有害物质含量,同时实现有用成分的回收<sup>[2]</sup>。然而,该方法也存在一些局限性。首先,化学处理技术的成本相对较高,需要消耗大量的化学试剂和能源。其次,化学处理过程中可能产生二次污染,如废水、废气和固体废弃物等,需要进行妥善的处理和处置。

### 2.3 生物处理技术

生物处理技术在选煤厂矿物加工尾矿处理领域展现出了独特的优势,其核心在于利用微生物的代谢活动,将尾矿中的有害物质转化为无害或低毒物质,同时促进尾矿的降解和固化。生物处理技术主要依赖于微生物的降解作用。这些微生物通过吸收、转化和分解尾矿中的有害物质,如重金属、有机污染物等,将其转化为低毒或无害的物质。例如,某些细菌能够将重金属离子还原为金属元素,从而降低其毒性。此外,微生物还能通过生物吸附作用,将尾矿中的有害物质固定在细胞表面或细胞内,减少其在环境中的释放。除了降解作用,生物处理技术还能促进尾矿的降解和固化。微生物能够分解尾矿中的有机物质,降低其含量,从而减少尾矿对环境的污染。同时,微生物的活动还能促进尾矿颗粒的聚集和固化,形成稳定的尾矿结构,降低其扬尘和渗滤液污染的风险。生物处理技术的优点在于其环保和经济性。与物理和化学处理方法相比,生物处理技术不需要大量的化学试剂和能源,减少了处理成本。同时,生物处理技术能够充分利用自然界的微生物资源,实现尾矿的可持续处理。然而,生物处理技术也存在一些挑战。首先,处理周期较长,需要足够的时间让微生物充分降解和转化尾矿中的有害物质。其次,生物处理技术对微生

物种类和环境条件要求较高,需要选择适应尾矿环境的微生物,并控制适宜的温度、湿度和pH值等条件,以保证处理效果。

## 3 选煤厂矿物加工中的资源回收利用技术

### 3.1 有价金属回收

在选煤厂矿物加工过程中,尾矿中往往蕴含着丰富的有价金属资源,如铜、铝、铁等。这些金属在原始矿石中与有用矿物相伴生,但在选择过程中未能被完全回收,因此残留在尾矿中。为了充分利用这些资源,实现资源的循环利用,选煤厂采用了多种技术手段从尾矿中回收有价金属。浸出法是一种常用的有价金属回收技术。该方法通过利用特定的化学试剂,如酸、碱或盐类等,与尾矿中的有价金属发生化学反应,使其从尾矿中溶解出来,形成含金属的溶液。随后,通过进一步的净化、沉淀或电解等步骤,可以将这些金属从溶液中分离出来,得到高纯度的金属产品。浮选法也是回收尾矿中有价金属的有效手段。该方法主要利用有价金属矿物与脉石矿物在表面性质上的差异,通过添加浮选药剂调整矿物表面的疏水性,使有价金属矿物附着在气泡上并上浮到矿浆表面,从而实现与脉石矿物的分离。经过浮选处理后,可以得到富含于有价金属的精矿产品,进一步精炼后即可用于工业生产。除了浸出法和浮选法外,选煤厂还可能采用其他技术手段回收尾矿中的有价金属,如磁选法、电选法等<sup>[3]</sup>。这些技术各具特点,适用于不同性质的尾矿和不同的有价金属回收需求。通过有价金属回收技术的应用,选煤厂不仅实现了尾矿中资源的有效利用,还减少了因尾矿排放而带来的环境污染问题。同时,回收的有价金属经过精炼后可以重新用于工业生产,实现了资源的循环利用和经济的可持续发展。

### 3.2 尾矿填充技术

尾矿填充技术是一种创新的资源回收利用方法,其核心在于将经过适当处理的尾矿用于填充矿山采空区,从而实现尾矿的有效利用和环境的综合治理。在矿山开采过程中,随着矿石的采出,地下会形成大量的采空区。这些采空区如果得不到及时有效地处理,可能会导致地表塌陷和地下水污染等严重环境问题。而尾矿填充技术正是针对这一问题提出的解决方案。尾矿填充技术的实施过程通常包括尾矿处理、填充材料制备、填充系统建设和填充作业等步骤。首先,需要对尾矿进行必要的处理,如脱水、筛分等,以确保其满足填充材料的要求。然后,将处理后的尾矿与其他填充材料(如废石、粉煤灰等)按一定比例混合,制备成适合填充的混合料。接下来,建设填充系统,包括填充管道、泵站等设

施,以便将填充材料输送到采空区。最后,进行填充作业,将混合料通过管道输送到采空区,并采用适当的压实和固结措施,确保填充体的稳定性和密实性。尾矿填充技术的应用具有多重效益。首先,它可以大量减少尾矿的堆存量,降低尾矿库的环境风险。其次,填充采空区可以有效防止地表塌陷和地下水污染,保障矿山周边的生态环境安全。此外,填充后的尾矿还可以作为建筑地基或绿化用地,实现土地资源的再利用,为矿山的可持续发展提供有力支持。

### 3.3 尾矿建材化利用

尾矿建材化利用是一种将尾矿转化为有价值建筑材料的创新技术。通过适当的加工处理,尾矿可以转化为尾矿砖、尾矿水泥、尾矿混凝土等多种建筑材料,这些材料不仅具有优良的物理性能,还能在生产过程中有效降低成本,并减少对自然资源的依赖。尾矿砖是利用尾矿作为主要原料,经过破碎、筛分、成型和烧制等工艺过程制成的建筑材料。尾矿砖具有较高的抗压强度和耐久性,可以用于墙体、地面和屋顶的建造。其优点在于充分利用了尾矿资源,减少了对天然石材或黏土等传统建材的需求,降低了生产成本。尾矿水泥是通过将尾矿与适量的石灰石、石膏等原料混合,经过煅烧和磨细等工艺制成的。尾矿水泥具有良好的胶凝性能和硬化性能,可以用于混凝土的制备和建筑结构的施工。相比传统水泥,尾矿水泥的生产过程更加环保,能够减少对自然资源的开采和环境的破坏<sup>[4]</sup>。尾矿混凝土是利用尾矿作为替代部分天然骨料的混凝土材料。通过将尾矿与水泥、砂、水等原料按一定比例混合,可以制备出性能优良的尾矿混凝土。尾矿混凝土具有较高的强度和耐久性,可以用于各种建筑结构的施工,如道路、桥梁、建筑物等。使用尾矿混凝土不仅可以降低建筑成本,还能减少对天然骨料的需求,保护自然资源。

## 4 未来发展趋势

### 4.1 技术创新

随着科技的持续进步,尾矿处理与资源回收利用技术将迎来更多的创新。未来,重点将放在研发高效、环保、经济的尾矿处理技术和资源回收利用工艺上。这些新技术将致力于提高尾矿处理的自动化、智能化水平,

降低能耗和物耗,减少环境污染。例如,利用人工智能、大数据等新兴技术优化尾矿处理流程,提高处理效率和资源回收率。在尾矿建材化利用方面,将不断研发新型尾矿建筑材料,如高性能尾矿混凝土、尾矿陶瓷等。这些新材料将具有更好的物理性能和环保性能,能够满足更广泛的建筑需求,同时减少对自然资源的依赖。

### 4.2 政策引导

政府将继续出台更多鼓励和支持尾矿综合利用的政策措施,如财政补贴、税收优惠、信贷支持等。这些政策将为企业降低尾矿处理与资源回收利用的成本和风险,提高企业参与尾矿综合利用的积极性。同时,政府还将加大监管力度,确保尾矿综合利用活动的合法性和规范性。

### 4.3 产业链延伸

未来,将构建更加完善的尾矿综合利用产业链,实现尾矿处理、资源回收、建材生产等环节的紧密衔接和协同发展。通过产业链的延伸和拓展,提高尾矿综合利用的整体效益和竞争力。例如,将尾矿处理与矿山开采、冶炼等环节相结合,形成闭环产业链;将尾矿建材产品应用于基础设施建设等领域,扩大市场需求。

### 结语

选煤厂矿物加工中的尾矿处理与资源回收利用是一项复杂而重要的任务。通过科学合理的尾矿处理技术和资源回收利用手段,可以有效减少尾矿对环境的污染,提高矿产资源的综合利用率,促进矿业循环经济的发展。未来,应继续加强尾矿处理与资源回收利用技术的研究和应用推广,为实现矿业可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]贾宝龙.选煤厂浮选尾矿粒径分析与高效分级处理技术研究[J].自动化应用,2021,(01):125-127.
- [2]李琛光.选煤厂磁选尾矿再选磁选机磁场分布设计及试验研究[D].中国矿业大学,2020.
- [3]冯伟.安家岭选煤厂块煤排研系统磁选尾矿分级回收流程的优化[J].煤炭加工与综合利用,2020,(01):25-27+31.
- [4]全国选煤厂废弃物资源化利用和智能化建设技术研讨会召开[J].煤炭加工与综合利用,2018,(09):4.