

# 矿物加工工程振动破碎技术分析

周小伟

新疆紫金锌业有限公司 新疆 克孜勒苏柯尔克孜自治州 845450

**摘要:** 矿物加工工程中的振动破碎技术凭借其高效、低耗及破碎比大的优势,已成为矿石破碎的重要方法。本文深入探讨了振动破碎的基本原理、物料运动特性及能量消耗与效率关系,介绍了不同振动破碎设备的类型、结构特点及关键技术参数。此外,本文还详细阐述了振动破碎在各类矿石及废旧建材处理中的应用,并展望了振动破碎技术的优化与创新方向。通过本文的分析,旨在为振动破碎技术的进一步发展和应用提供理论支持和实践指导。

**关键词:** 矿物加工工程; 振动破碎技术; 应用

引言: 振动破碎技术作为矿物加工工程领域的重要破碎方法,凭借其破碎效率高、能耗低的优势,正日益受到业界的关注。本文旨在对振动破碎技术进行系统的分析和研究,通过阐述振动破碎的基本原理、设备类型、技术参数以及在矿物加工中的应用实例,揭示其破碎机理和性能特点。同时,本文还将探讨振动破碎技术的优化与创新方向,以期为推动该技术的进一步发展和应用提供有益的参考和借鉴。

## 1 振动破碎理论基础

### 1.1 振动破碎的基本原理

振动破碎是基于振动原理实现物料破碎的一种方法。其基本原理是通过激振器产生激振力,使破碎机的破碎工作部件产生周期性振动,从而使物料在振动力的作用下受到冲击、剪切、挤压和摩擦等多种力的共同作用,最终实现破碎。这种破碎方式具有破碎效率高、能耗低、破碎比大等优点,特别适用于中硬和硬矿石的破碎。在振动破碎过程中,激振器产生的激振力是关键因素。激振力的大小和频率直接影响破碎机的破碎效果和能耗。因此,合理设计激振器的结构和参数,对于提高振动破碎的效率至关重要。

### 1.2 振动破碎中物料的运动特性

在振动破碎过程中,物料在破碎机内部的运动状态是复杂多变的。物料在振动力的作用下,呈现出周期性、冲击性和随机性等特点。随着激振力的变化,物料不断受到冲击和剪切,使其颗粒逐渐减小,最终实现破碎。同时,物料的物理性质(如密度、硬度等)和粒度分布也会对破碎过程中的运动特性产生影响。例如,硬度较高的物料需要更大的激振力才能有效破碎;而粒度分布不均匀的物料则可能导致破碎过程中能耗的增加。为了优化振动破碎的效果,需要深入研究物料在振动破碎过程中的运动特性,并根据物料的性质调整激振器的

参数。

### 1.3 振动破碎的能量消耗与效率分析

振动破碎的能量消耗和效率是评价破碎性能的重要指标。在实际应用中,我们希望尽可能地降低能量消耗,同时提高破碎效率。(1) 能量消耗与激振器的工作状态、破碎机的结构以及物料的性质密切相关。优化激振器的参数、改进破碎机的结构设计以及选择适合的破碎工艺,都有助于降低能量消耗。例如,通过合理调整激振力的频率和幅度,可以减少不必要的能耗;而采用更先进的破碎室结构和破碎齿型,则可以提高破碎效率。(2) 破碎效率不仅取决于破碎机的性能,还受到给料方式、物料性质以及操作条件等多种因素的影响。合理的给料方式和均匀的粒度分布可确保物料在破碎室内充分受到振动力的作用,从而提高破碎效率。此外,保持破碎机的稳定运行和定期对设备进行维护也是确保破碎效率的关键因素。

## 2 振动破碎设备与技术

### 2.1 振动破碎设备的类型与结构特点

振动破碎设备根据其工作原理和结构特点,可以大致划分为振动颚式破碎机、惯性振动破碎机以及其他类型的振动破碎设备。(1) 振动颚式破碎机是一种传统的振动破碎设备,其主要由机架、动颚、定颚、传动装置以及振动系统组成。这种设备的工作原理是通过动颚和定颚之间的相对运动,使进入破碎腔的物料受到挤压、弯曲和劈裂等作用,从而达到破碎的目的。其结构紧凑,操作简单,广泛应用于各种硬度的矿石破碎。(2) 惯性振动破碎机则是利用偏心块旋转产生的离心力使机体产生周期性振动,从而达到破碎物料的目的。这种设备通常包括振动器、筛网和机体等部件,具有破碎效率高、能耗低、处理量大等优点,特别适用于中等硬度的物料破碎。除了以上两种常见的振动破碎设备外,还存

在一些其他类型的设备,如振动圆锥破碎机、振动锤式破碎机等,这些设备各具特色,适用于不同场景和需求的破碎作业。

## 2.2 振动破碎技术的关键参数与影响因素

在振动破碎技术中,振动频率与振幅、偏心块的设计与布置以及工作动颚的运动特性等参数与因素对破碎效果具有显著影响。(1)振动频率与振幅决定了破碎机的工作强度和物料的破碎速度。一般来说,适当的提高振动频率和振幅可以增加破碎机的工作强度,从而提高破碎效率。但是,过高的振动频率和振幅也可能导致设备磨损加剧,甚至引发故障。因此,在实际应用中,需要根据物料性质、破碎要求以及设备状况来合理调整振动频率和振幅。(2)偏心块的设计和布置直接关系到振动破碎机的激振力和破碎效果。偏心块的质量、形状和安装位置等参数的选择需要考虑多种因素,包括物料硬度、粒度分布以及破碎腔的形状等。通过优化偏心块的设计,可以实现更为均匀和有效的破碎效果,同时降低能耗和设备磨损<sup>[1]</sup>。(3)工作动颚的运动特性是影响破碎效果的另一个关键因素。工作动颚的运动轨迹、速度和加速度等参数直接关系到物料在破碎腔内的受力情况和破碎效率。通过对工作动颚的运动特性进行优化,可以提高破碎机的破碎效率,同时减少能耗和磨损。

## 3 振动破碎在矿物加工工程中的应用

### 3.1 振动破碎在各类矿石加工中的应用实例

(1)钛铁合金的加工。钛铁合金作为一种具有优异性能的特殊合金,广泛应用于航空航天、化工等领域。在其生产过程中,振动破碎技术被用于对原料进行破碎和预处理。通过合理调整振动破碎机的振动频率和振幅,以及对偏心块的设计进行优化,可以实现对钛铁合金原料的高效、均匀破碎。这不仅提高了原料的利用率,还降低了能耗和生产成本,为钛铁合金的生产提供了有力支持。(2)硅钙合金的加工。硅钙合金在冶金、化工等行业中具有广泛的应用。在其生产过程中,硅钙合金原料的破碎是一道重要工序。振动破碎机以其强大的破碎能力和稳定的性能,在硅钙合金原料的破碎中发挥着重要作用。通过选择合适的振动破碎设备,并优化其工作参数,可以实现对硅钙合金原料的高效破碎,为后续的生产工艺提供优质的原料<sup>[2]</sup>。(3)其他硬脆性矿物的加工。除了钛铁合金和硅钙合金外,振动破碎技术还广泛应用于其他硬脆性矿物的加工,如石英、长石、锆石等。这些矿物通常具有较高的硬度和脆性,传统的破碎方式往往难以达到理想的破碎效果。而振动破碎技术以其独特的破碎方式和强大的破碎力,可以有效地解

决这一问题。在实际应用中,可以根据不同的矿物性质和破碎要求,选择合适的振动破碎设备和参数,实现对矿物的有效破碎和粒度控制。此外,振动破碎技术在矿物加工工程中还具有破碎效率高、能耗低、运行稳定等优点。通过采用先进的控制技术和智能化管理系统,可以实现对振动破碎设备的精准控制和优化运行,进一步提高破碎效果和降低生产成本。

### 3.2 振动破碎在废旧建材处理中的应用

随着城市化进程的加快和建筑业的快速发展,废旧建材的处理成为一个日益突出的问题。振动破碎技术作为一种高效、环保的破碎方式,在废旧建材处理中发挥着重要作用。(1)废旧钢筋混凝土的处理。废旧钢筋混凝土是城市建筑拆除和改造过程中产生的主要废弃物之一。传统的处理方式往往是填埋或堆放,这不仅占用了大量土地资源,还可能对环境造成污染。而采用振动破碎技术对废旧钢筋混凝土进行处理,可以将其破碎成再生骨料,用于生产新的建筑材料或路基材料。这不仅可以减少废旧建材的处理成本,还可以实现资源的循环利用,降低对环境的影响。在实际应用中,振动破碎机可以将废旧钢筋混凝土破碎成不同粒度的骨料,通过筛分和清洗等工序去除其中的杂质和钢筋残留,得到符合要求的再生骨料。这些再生骨料可以广泛应用于建筑工程、道路工程等领域,具有良好的经济效益和社会效益<sup>[3]</sup>。(2)城市固体废弃物的处理。城市固体废弃物的处理一直是城市管理和环境保护的一大挑战。这些废弃物中混杂着各类建材残片,如果不得到妥善处理,既占据了宝贵的土地资源,又可能对环境造成潜在污染。振动破碎技术在这一领域的应用,为城市固体废弃物的资源化利用开辟了新的途径。振动破碎设备能够有效处理这些废弃物,将砖瓦、陶瓷、玻璃等破碎成可再利用的骨料或颗粒。通过调整振动参数和破碎腔结构,可以实现不同粒度的破碎效果,从而满足不同应用场景的需求。经过破碎处理的废弃物骨料,可以作为路基材料、填充材料或掺入水泥等建筑材料中,用于土木工程或新建筑物的建造。此外,振动破碎技术还能有效分离废弃物中的不同组分,实现资源的分类回收。例如,玻璃和金属等可以通过振动筛分设备进行分离,以便进一步回收和再利用。这不仅有助于减少原材料的消耗,降低生产成本,还有助于减少对自然资源的开采,符合可持续发展的理念。(3)再生骨料的利用。振动破碎技术处理废旧建材所得到的再生骨料,具有广泛的利用价值。这些骨料经过破碎、筛分和清洗等工序后,可以应用于多个领域。在建筑工程中,再生骨料可以作为混凝土或砂浆的掺合

料,替代部分天然骨料,用于制造轻质混凝土、砌块等建筑材料。这不仅可以降低生产成本,还能减少对天然资源的开采,实现资源的循环利用。在道路工程中,再生骨料可用作路基或路面的骨料,提高道路的承载力和耐久性。同时,其良好的透水性能也有助于改善道路的排水性能,减少积水现象。此外,再生骨料还可以用于园林景观工程、土壤改良等方面。例如,将其作为土壤改良剂掺入土壤中,可以改善土壤的物理和化学性质,提高植物的生长环境。

#### 4 振动破碎技术的优化与改进

##### 4.1 振动破碎设备结构的优化

振动破碎设备结构的优化是提高设备性能与效率的关键步骤,主要包括提高设备的稳定性与可靠性以及减小设备的工作噪音与振动。(1)提高设备的稳定性与可靠性是设备优化的基础。通过优化设备结构设计,选用高强度、耐磨性好的材料,增强设备部件的刚性和强度,从而提高设备的整体稳定性。同时,合理的布局 and 连接方式也能减少应力集中和变形,进一步提高设备的使用寿命和可靠性。(2)减小设备的工作噪音与振动是提升设备使用体验的关键。振动破碎设备在工作过程中会产生一定的噪音和振动,这不仅影响了工作环境的舒适度,还可能对操作人员的身体健康造成潜在威胁。因此,在设备优化过程中,需要采用先进的减震降噪技术,如增加隔振垫、优化振动源的设计等,以有效降低设备的噪音和振动水平。(3)优化设备的润滑系统和冷却系统也是提高设备稳定性和可靠性的重要措施。良好的润滑和冷却可以减少设备的磨损和热量积累,从而延长设备的使用寿命和提高工作效率<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 振动破碎技术的创新与发展

在振动破碎技术的创新与发展方面,探索新型振动破碎原理与方法以及开发高效节能的振动破碎设备是两大主要方向。(1)探索新型振动破碎原理与方法是技术创新的核心。传统的振动破碎方法虽然在一定程度上能够满足生产需求,但随着矿物加工工程和废旧建材处理领域的不断发展,对破碎效果、能耗和环保性能的要求

也在不断提高。因此,探索新型振动破碎原理与方法,如非线性振动破碎、多自由度振动破碎等,有望进一步提高破碎效率、降低能耗并减少破碎过程中的粉尘污染。(2)开发高效节能的振动破碎设备是技术创新的重要目标。高效节能的设备不仅能够降低生产成本,还有助于实现绿色生产和可持续发展。在设备开发过程中,应注重提高设备的能量利用效率,减少无用功的产生。同时,采用先进的控制技术和智能化管理系统,实现对设备运行状态的实时监测和精准控制,进一步优化设备的运行性能。(3)振动破碎技术与其他相关技术的融合应用也是创新发展的重要趋势。例如,将振动破碎技术与智能传感技术、大数据分析技术相结合,可以实现设备的远程监控、故障诊断和预测性维护,进一步提高设备的管理水平和使用效率。同时,将振动破碎技术与新型材料制备技术相结合,可以开发出具有更高破碎性能和更长使用寿命的破碎介质和设备部件,推动振动破碎技术的持续进步。

#### 结束语

通过本次对矿物加工工程中振动破碎技术的深入剖析,我们对其在破碎效率、能耗控制等方面的优势有了更加清晰的认识。振动破碎技术不仅提升了矿石加工的效率 and 品质,更推动了行业的绿色可持续发展。未来,随着科学技术的不断进步,振动破碎技术必将在工艺优化、设备创新等方面取得更多突破。我们期待着振动破碎技术为矿物加工工程带来更加广阔的发展空间,为行业的繁荣与进步贡献更多力量。

#### 参考文献

- [1]宋涛,周策,宋旭鹏,王晓波.矿物加工工程振动破碎技术与理论[J].中国矿业,2020,29(S1):399-400.
- [2]张晓峰,李明.振动破碎技术在矿物加工中的应用及优化研究[J].矿冶工程,2023,(12):123-128.
- [3]王刚,刘晓红.基于动力学分析的振动破碎机性能提升策略[J].中国矿业大学学报,2022,(5):78-85.
- [4]陈晓燕,张海涛.振动破碎技术在矿物加工工程中的研究进展[J].矿产保护与利用,2021,(4):67-72.