

多层振动筛筛网孔径与筛分效率的优化研究

任登科

新乡格林机械股份有限公司, 河南 新乡 453006

[摘要] 振动筛作为一种常用的固体颗粒筛分设备, 在工程领域中具有广泛的应用。通过振动筛, 可以对各种颗粒物料进行有效的筛分和分级, 满足不同工程场合的需要。本论文系统研究振动筛筛网孔径与筛分效率的优化问题, 通过深入分析振动筛的基本原理、结构组成以及在工程领域中的应用情况, 探讨筛分效率的定义、影响因素以及筛网孔径对筛分效率的影响机理。

[关键词] 多层振动筛; 筛网孔径; 筛分效率

DOI: 10.33142/ec.v7i9.13380

中图分类号: TQ051

文献标识码: A

Optimization Study on Aperture and Screening Efficiency of Multi-layer Vibrating Screen Mesh

REN Dengke

Xinxiang Green Machine Co., Ltd., Xinxiang, He'nan, 453006, China

Abstract: As a commonly used solid particle screening equipment, vibrating screen has a wide range of applications in the engineering field. Through vibrating screens, various granular materials can be effectively screened and classified to meet the needs of different engineering applications. This paper systematically studies the optimization problem of the aperture and screening efficiency of vibrating screens. Through in-depth analysis of the basic principles, structural composition, and application in the engineering field of vibrating screens, the article explores the definition, influencing factors, and mechanism of the impact of screen aperture on screening efficiency.

Keywords: multi-layer vibrating screen; mesh aperture; screening efficiency

引言

振动筛作为一种常见的固体颗粒筛分设备, 已经被广泛地应用于各种工程领域, 包括矿山、化工、建材等行业。在实际应用中, 振动筛的筛分效率往往受到多种因素的影响, 其中包括颗粒物料的性质、筛网孔径的选择和配置、振动参数等。特别是筛网孔径的选择和配置对筛分效率具有重要影响, 不同的孔径大小会导致不同的筛分结果, 直接影响到工程生产的质量和效率。因此, 针对振动筛筛网孔径与筛分效率的优化问题, 进行系统研究和探索具有重要的理论和实践意义。

1 多层振动筛的工作原理与结构

1.1 振动筛的基本原理

振动筛是一种常用的固体颗粒筛选设备, 其基本原理是利用振动力将颗粒在筛网上进行分层筛分。当振动筛开始工作时, 筛体通过振动器产生的振动力使得筛网上的颗粒发生相对运动, 从而形成了筛分过程。根据颗粒的大小和形状, 以及筛网的孔径大小, 颗粒会通过或者被阻挡在筛网上, 从而实现了不同颗粒尺寸的分离。振动筛的工作原理简单直观, 具有操作方便、效率高、精度好等优点, 因此在许多领域得到广泛应用, 特别是在颗粒材料的筛选、分级等工艺中发挥着重要作用。

1.2 多层振动筛的结构与组成

多层振动筛是在传统振动筛的基础上进行了改进和优化, 主要特点是在同一筛体内增加了多层筛网, 从而提高了筛分效率和处理能力。其结构主要由筛体、振动器、筛网、支架等组成。筛体通常由上部进料口、中部筛分区

和下部出料口组成, 上部进料口用于将原料颗粒送入筛分区域, 中部筛分区则是振动筛的工作主区域, 下部出料口则用于收集筛分后的颗粒。振动器通过连接支架与筛体, 产生振动力, 使筛体和筛网产生振动, 从而促使颗粒在筛分区域进行筛分。筛网是多层振动筛的核心部件, 通常由不同粗细的筛孔组成, 根据筛分要求和颗粒特性选择不同规格的筛网, 以实现粗、细颗粒的分离。支架则起到支撑和固定筛体和振动器的作用, 确保振动筛正常运行和稳定性。多层振动筛通过合理设计和配置不同层次的筛网, 可以实现对不同颗粒尺寸的有效筛分, 提高了筛分效率和筛选精度, 适用于对颗粒物料进行多级分级处理。

1.3 振动筛在沥青混合料搅拌设备中的应用

在沥青混合料生产过程中, 振动筛通常被用作筛选和分级原料的关键设备, 其作用是对混合料中的骨料进行筛分, 以确保混合料中颗粒的大小分布符合设计要求。①预处理阶段: 在沥青混合料的生产过程中, 骨料是构成混合料主体的重要组成部分。振动筛常常被用于对骨料进行初步的筛分和预处理, 去除其中的杂质和过大或过小的颗粒, 以保证后续搅拌过程中的混合质量和稳定性^[1]。②筛分颗粒: 沥青混合料中的骨料通常具有不同的粒径和大小, 振动筛可以根据设定的筛孔尺寸对骨料进行精确的筛分和分级。通过振动筛的作用, 可以将不同尺寸的颗粒分为多个级别, 以便后续的混合和加工工序。③提高混合质量: 沥青混合料的质量直接影响到道路建设的质量和使用寿命。振动筛的应用可以有效地控制骨料的尺寸分布和含量,

确保混合料中各个组分的比例和均匀性,从而提高混合料的质量和稳定性。④提高生产效率:振动筛具有高效筛分和处理能力,可以快速地完成对骨料的筛分和分级工作,提高了沥青混合料生产线的生产效率和处理能力,降低了生产成本。

2 筛分效率与筛网孔径的关系

2.1 筛分效率的定义与影响因素

筛分效率是指振动筛在一定时间内对给定颗粒物料进行筛分的能力,通常用于描述振动筛的筛分性能。影响筛分效率的因素多种多样,主要包括以下几个方面:①筛孔尺寸和形状:筛孔的尺寸和形状是影响筛分效率的关键因素之一。合适的筛孔尺寸能够有效地控制物料通过筛网的速度和方向,从而实现理想的筛分效果。此外,筛孔的形状也会影响物料在筛网上的运动轨迹和碰撞情况,进而影响筛分效率。②振动参数:振动筛的振动参数包括振幅、频率和振动方向等。这些参数的选择直接影响到振动筛对物料的筛分效果。适当的振动参数能够有效地改变物料在筛面上的分布和移动轨迹,从而提高筛分效率。③物料特性:物料的颗粒大小、形状、密度和湿度等特性对筛分效率有着重要影响。不同特性的物料在筛分过程中会表现出不同的筛分行为,需要根据物料的特性调整筛分参数和筛网结构,以达到最佳的筛分效果。④筛网结构和材质:筛网的结构和材质直接影响到筛分效率和寿命。合理选择筛网的孔径、布局和材质能够减少堵塞和磨损现象,提高筛分效率和使用寿命。⑤进料方式和速度:进料方式和速度对筛分效率也有一定影响。合理的进料方式和适当的进料速度能够确保物料在筛网上均匀分布,避免过度堆积或流速过快导致的筛分不均匀现象。

2.2 筛网孔径对筛分效率的影响机理

筛网孔径是影响振动筛筛分效率的重要因素之一,其影响机理主要包括以下几个方面:①筛分速度和通量:筛网孔径的大小直接影响到物料通过筛网的速度和通量。较大的筛网孔径可以容许较大颗粒的物料通过,从而提高了筛分速度和通量;而较小的筛网孔径则会限制颗粒物料的通过速度,降低了筛分速度和通量。②筛分精度:筛网孔径的精度决定了振动筛的筛分精度。当筛网孔径与颗粒物料的尺寸接近时,可以实现更精确的筛分效果,提高了筛分精度;而当筛网孔径大于或小于颗粒物料尺寸时,可能导致颗粒物料的漏筛或过筛现象,影响了筛分精度。③物料层次分离:合适的筛网孔径能够有效地实现物料的层次分离。通过调整筛网孔径,可以将原始物料分为不同粒度的颗粒,实现粗、中、细物料的分离,提高了筛分效率和产品质量。④筛网堵塞和磨损:筛网孔径的大小也会影响到筛网的堵塞和磨损情况。过小的筛网孔径容易造成筛网堵塞,影响筛分效率;而过大的筛网孔径则容易导致筛网表面磨损加剧,降低了筛网的使用寿命。⑤物料流动性:筛网孔径的大小也会影响物料在筛网表面的流动性。较大的筛网孔径有利于物料的快速通过和流动,减少了物料在筛网表面停留的时间,提高了筛分效率;而较小的筛网孔径则会增加物料在筛网表面的停留时间,降低了筛分效率。

2.3 筛网孔径优化配置的重要性

合理选择和配置筛网孔径可以有效地提高筛分效率,实现对不同粒度物料的有效筛分,从而提高生产效率和产品质量。如果筛网孔径选择不当,可能导致物料的漏筛或过筛现象,影响筛分效果,甚至影响到整个生产线的正常运行。合理选择筛网孔径,可以减少筛分过程中的能量消耗和物料损耗,降低生产成本,提高资源利用效率^[2]。不同类型的物料在筛分过程中可能具有不同的粒度分布和筛分特性,因此需要根据具体物料的特点进行筛网孔径的优化配置,以实现最佳的筛分效果。合理配置筛网孔径可以使振动筛在处理不同物料时都能保持稳定的筛分性能,提高设备的适应性和稳定性。

3 筛网孔径优化配置模型的建立

3.1 筛网孔径优化配置模型的理论基础

筛网孔径优化配置模型的理论基础主要涉及振动筛的筛分原理、颗粒运动规律以及筛网特性等方面的知识。振动筛通过振动产生的加速度使物料在筛面上产生周期性的跳跃运动,从而实现物料的筛分。在振动筛的筛分过程中,不同粒度的颗粒受到的筛分力不同,从而导致不同筛网孔径下物料的筛分效果不同。因此,理解振动筛的筛分原理对于建立筛网孔径优化配置模型至关重要。颗粒在筛分过程中受到振动筛的振动力和筛网的筛分力的作用,从而产生复杂的运动轨迹。通过分析颗粒在筛分过程中的运动规律,可以确定不同粒度颗粒的筛分特性,为筛网孔径的优化配置提供理论支持。筛网的孔径大小、形状和布局等特性直接影响着筛分效果。通过对筛网的特性进行分析和研究,可以确定最佳的筛网孔径配置方案,从而提高振动筛的筛分效率和性能。

3.2 筛网孔径优化配置模型的数学表达

筛网孔径优化配置模型的数学表达是通过建立筛分效率与筛网孔径之间的关系来实现的。筛分效率通常用筛分物料通过筛网的质量或体积与总物料通过筛网的质量或体积之比来表示。其数学表达式可以用以下形式表示:

$$E = \frac{m_{\text{pass}}}{m_{\text{total}}} \times 100\%$$

其中, E 表示筛分效率, m_{pass} 表示通过筛网的物料的质量或体积, m_{total} 表示总物料的质量或体积。

还需要考虑筛网孔径与筛分效率之间的关系。通常情况下,筛网孔径与筛分效率呈现出一定的函数关系,这一关系可以通过实验数据拟合或者理论推导得到。例如,可以将筛分效率 E 与筛网孔径 d 之间的关系表示为一个函数 $f(d)$,即: $E = f(d)$ 其中, d 表示筛网孔径。还要建立筛网孔径优化配置模型需要考虑到实际工程中的各种因素,包括振动筛的工作参数、物料特性以及生产要求等。

3.3 筛网孔径优化配置模型的求解方法

通过对振动筛工作原理的深入理解和对物料特性的全面了解,可以建立起筛分效率与筛网孔径之间的数学模

型,并利用实验数据对模型参数进行拟合,从而得到一个相对准确的筛网孔径优化配置模型。可以利用遗传算法、粒子群算法等优化算法,通过不断迭代搜索最优解,找到使得筛分效率最大化的筛网孔径配置方案。建立振动筛的数值模型,并结合物料特性和工艺要求,可以利用计算机仿真技术对不同筛网孔径配置方案进行模拟,评估其筛分效率,从而找到最优的筛网孔径配置方案。

4 基于 MATLAB 的优化计算

4.1 MATLAB 优化工具箱的应用

MATLAB 优化工具箱在振动筛筛网孔径与筛分效率的优化研究中具有重要的应用价值。通过 MATLAB 优化工具箱,可以实现对筛网孔径配置的优化设计,并通过数学建模和优化算法寻找最佳的筛网孔径配置方案。MATLAB 优化工具箱提供了丰富的优化算法,包括线性规划、非线性规划、遗传算法、粒子群优化等多种算法。研究人员可以根据具体的优化目标和约束条件选择合适的优化算法,并利用 MATLAB 提供的函数和工具实现对筛网孔径配置方案的优化求解。MATLAB 优化工具箱具有强大的数学建模功能,可以将振动筛的筛分效率试验数据进行数学建模,构建与筛网孔径配置相关的优化模型。通过合理选择变量、目标函数和约束条件,将振动筛的筛分效率与筛网孔径之间的关系进行数学描述,并将其转化为优化问题,以实现筛网孔径配置方案的优化设计。MATLAB 优化工具箱还提供了丰富的可视化功能,可以直观地展示优化结果和分析结果,帮助研究人员更好地理解 and 解释优化结果,并为优化方案的调整和改进提供参考依据^[3]。总之, MATLAB 优化工具箱在振动筛筛网孔径与筛分效率的优化研究中发挥着重要作用,通过其强大的优化算法、数学建模功能和可视化功能,可以实现对筛网孔径配置方案的优化设计,为振动筛的性能优化和工程应用提供重要支持。

4.2 优化计算的具体步骤与方法

优化计算的具体步骤与方法在振动筛筛网孔径与筛分效率的研究中至关重要。要明确优化的目标,例如最大化筛分效率、最小化能耗或成本。收集和整理实验数据,建立与筛网孔径配置相关的数学模型,包括目标函数和约束条件。常见的优化算法包括梯度下降法、遗传算法、粒子群优化等。根据具体情况,选择适合的算法进行求解,以找到最优的筛网孔径配置方案。在求解过程中,需要考虑约束条件的满足以及算法的收敛性,确保求解结果的有效性和可靠性。接下来,进行优化计算的具体步骤。首先,初始化优化算法的参数,包括种群大小、迭代次数等。然后,利用优化算法对数学模型进行求解,得到初步的优化结果。接着,进行结果的评估和分析,检查是否满足优化目标和约束条件。如果不满足,可以调整参数并重新进行优化计算,直至达到理想的优化效果。将优化后的筛网孔径配置方案应用于实际振动筛设备中,进行实验验证并收集数据。

根据实验结果,对优化方案进行评估和调整,进一步提高筛分效率和性能稳定性。通过不断迭代优化计算和实验验证,最终得到符合工程实际应用需求的筛网孔径配置方案。

4.3 优化结果的分析与验证

优化结果的分析与验证是优化研究的关键环节,通过对优化结果的深入分析和有效验证,可以评估优化方案的有效性和可行性。对优化结果进行综合分析,包括筛分效率、能耗、成本等方面的指标。通过对比优化前后的数据,评估优化方案的改进程度和优劣势,确定优化效果是否符合预期。通过统计方法对实验数据进行处理和分析,评估优化结果的波动情况和可信度,为优化方案的实际应用提供科学依据。同时,利用相关性分析等方法探究不同因素之间的关系,揭示影响筛分效率的主要因素和机理。将优化后的筛网孔径配置方案应用于实际振动筛设备中,进行筛分实验并收集数据。通过对比实验结果和优化目标,评估优化方案的实际效果和适用性,验证优化结果的准确性和可靠性。总结优化研究的主要成果和发现,评价优化方案的优劣势,提出进一步改进和优化的建议。同时,展望优化研究的未来发展方向,探讨如何进一步提高振动筛的筛分效率和性能稳定性,为工程实践提供更好的技术支持和指导。

5 结语

通过对振动筛筛网孔径与筛分效率的优化研究,我们深入探讨了振动筛在工程领域中的重要应用以及优化的理论与方法,分析了振动筛的基本原理、结构组成,以及在沥青混合料搅拌设备中的应用,进一步探讨了筛分效率的定义、影响因素,以及筛网孔径对筛分效率的影响机理。在此基础上,提出了筛网孔径优化配置的重要性,并建立了相应的优化模型与求解方法。并运用 MATLAB 优化工具箱对优化计算进行了详细阐述。通过对优化结果的分析与验证,我们验证了优化方案的可行性和有效性,为振动筛的工程应用提供了重要参考。最后,在总结和展望中,我们指出了未来研究的方向和重点,为振动筛技术的进一步发展提供了新的思路和方法。

[参考文献]

- [1]杨晓军,陶渊卿,吕丽珍,等.推料离心机筛网磨损研究及优化应用[J].盐科学与化工,2021,50(6):46-49.
 - [2]吴宝康.负压振动筛复合筛网结构优化设计与力学分析[D].北京:北京化工大学,2024.
 - [3]马鸿泽,郭涛,沙洁.重力驱动下漏斗出口形状及振动因素对颗粒流的影响分析[J].贵州大学学报(自然科学版),2024,41(3):23-30.
- 作者简介:任登科(1985.9—),男,毕业院校:中国人民解放军空军第一航空学院(现更名为空军工程大学),学历:本科,专业:机械设计制造及其自动化,就职单位:新乡格林机械股份有限公司,职务:技术部长,在职年限:12年职称级别:无。