

# 旋转干燥器在磨煤工艺中的热效率提升研究

李金永

国家能源集团新疆哈密能源化工有限公司 新疆 哈密 839000

**摘要:** 本文研究了旋转干燥器在磨煤工艺中的应用,分析了影响旋转干燥器热效率的因素,并提出了相应的提升策略。通过优化干燥介质、改善物料处理、设备改进与优化以及操作优化与控制等措施,显著提高了旋转干燥器在磨煤工艺中的热效率,降低了能耗,提高了生产效率。

**关键词:** 旋转干燥器; 磨煤工艺; 热效率; 干燥介质; 物料处理

引言: 旋转干燥器作为磨煤工艺中的重要设备,其热效率直接影响着生产效率和能耗。为了提升旋转干燥器的热效率,本文将从旋转干燥器的工作原理与类型出发,深入分析影响热效率的因素,并提出相应的提升策略。为旋转干燥器的优化设计和高效运行提供理论依据和实践参考。

## 1 旋转干燥器的工作原理与类型

### 1.1 旋转干燥器的基本构成与工作原理

旋转干燥器主要由旋转体、传动装置、支撑装置、进料和出料装置以及热风系统几大部分组成。其中,旋转体作为干燥器的核心部件,通常设计成圆筒状或鼓状结构,内部配备有抄板或扬料板,这些设计有助于物料在干燥过程中的翻动和分散,从而有效增大物料与干燥介质的接触面积。传动装置负责驱动旋转体以恒定速度旋转,确保物料在干燥器内能够均匀受热。支撑装置则为旋转体提供稳固的支撑,确保其在运转过程中的稳定性和安全性。进料和出料装置分别负责物料的加入和排出,它们的设计保证了干燥过程的连续性和高效性。热风系统则负责提供干燥所需的热风,这些热风通过旋转体内的抄板或扬料板与物料进行充分的热交换。在工作过程中,湿物料通过进料装置进入旋转体,然后在旋转体的旋转作用下被抄板或扬料板抛起并分散,形成均匀的物料幕。热风系统提供的热风从旋转体的一端进入,与物料幕进行热交换。在这个过程中,物料的水分被蒸发,形成的水蒸气随热风从旋转体的另一端排出。旋转干燥器的干燥机制主要依赖于热风与物料之间的热交换。热风的温度和湿度对干燥效率有着直接影响。高温热风使物料表面的水分迅速蒸发,旋转体的旋转作用则确保了物料与热风的充分接触,提高了热交换效率。抄板或扬料板的设计进一步优化了干燥过程,使物料能够均匀受热,避免了干燥不均的现象。

### 1.2 旋转干燥器的类型与特点

旋转干燥器根据其结构和工作原理的不同,可以分为转鼓干燥和转筒干燥两种基本类型。转鼓干燥器通常采用鼓状旋转体,内部设有抄板或扬料板,适用于处理颗粒状、块状或片状物料。其优点是结构简单、操作方便、适应性强,能够处理多种不同性质的物料。转筒干燥器则采用圆筒状旋转体,内部同样设有抄板或扬料板,但其在结构上可能更加复杂,以适应特定物料的干燥需求。根据干燥介质与物料的接触方式,旋转干燥器还可以分为直接接触干燥和间接接触干燥两种类型。直接接触干燥是指热风直接与物料接触进行热交换,这种方式热效率高、干燥速度快,但可能对物料造成一定的热损伤。间接接触干燥则是通过旋转体的壁面将热风的热量传递给物料,这种方式对物料的保护性更好,但热效率相对较低。不同类型的旋转干燥器各有其适用范围和优势<sup>[1]</sup>。例如,转鼓干燥器适用于处理大量、粒度较大的物料,如煤炭、矿石等;转筒干燥器则可能更适用于处理细粒状、易结块的物料。直接接触干燥适用于对热损伤不敏感的物料,如某些化工原料;而间接接触干燥则更适用于对热敏感、易变质的物料,如食品、药品等。在选择旋转干燥器时,需要根据物料的性质、干燥要求以及生产成本等多方面因素进行综合考虑。

## 2 影响旋转干燥器热效率的因素分析

### 2.1 干燥介质因素

干燥介质是旋转干燥器中与物料进行热交换的关键要素,其种类、性质以及状态参数(如温度、湿度、流量)均对热效率产生显著影响。干燥介质的种类与性质决定了其与物料之间的热交换方式。在旋转干燥器中,常用的干燥介质有热空气、烟气等。热空气因其来源广泛、成本低廉而被广泛应用,但其热容量相对较小,可能需要较高的温度才能达到理想的干燥效果。烟气则因其含有较高的热值,可以在较低的温度下提供足够的热量,但使用时需考虑其对环境的污染问题。干燥介质的

温度是影响热效率的重要因素之一。温度越高，热交换效率越高，物料中的水分蒸发速度越快，干燥时间越短。过高的温度可能导致物料过热、变质或产生有害物质，需要在保证干燥效率的同时，考虑物料的热稳定性。干燥介质的湿度也直接影响着热效率。湿度过高，意味着干燥介质中含有较多的水蒸气，这将降低其与物料之间的热交换效率。在旋转干燥器的设计中，通常需要设置除湿装置，以降低干燥介质的湿度，提高其干燥能力。干燥介质的流量对热效率也有显著影响。流量越大，单位时间内通过旋转干燥器的热量越多，干燥效率越高。但过大的流量可能导致热交换不充分，部分热量未被物料吸收而直接排出，造成能源浪费。需要根据物料的性质、干燥要求以及旋转干燥器的设计参数，合理确定干燥介质的流量。

## 2.2 物料因素

物料本身的物理化学性质对旋转干燥器的干燥过程有着深远的影响。煤作为一种典型的物料，其物理化学性质如粒度、水分含量、挥发分、灰分等，都直接影响着干燥效率和产品质量。煤的粒度对干燥效率有着显著影响。粒度越小，物料的比表面积越大，与干燥介质的接触面积也越大，热交换效率越高。过小的粒度可能导致物料在旋转干燥器中飞扬，影响干燥过程的稳定性。需要根据旋转干燥器的设计参数和干燥要求，合理选择煤的粒度。煤的水分含量是决定干燥效率的关键因素之一。水分含量越高，干燥所需的时间越长，能耗也越高。在旋转干燥器的前端，通常需要设置预脱水装置，以降低煤的水分含量，提高干燥效率。煤中水分的存在形式（如自由水、结合水）也会影响干燥过程<sup>[2]</sup>。自由水较容易蒸发，而结合水则需要更高的温度才能脱除。煤的挥发分和灰分也会对干燥过程产生影响。挥发分较高的煤在干燥过程中可能产生易燃易爆的气体，需要采取安全措施。灰分较高的煤则可能增加旋转干燥器的磨损和堵塞风险，影响设备的稳定运行。

## 2.3 设备因素

旋转干燥器的设计参数与结构对热效率有着重要影响。设计参数如旋转体的直径、长度、转速等，都直接影响着物料的翻动和分散效果，进而影响热交换效率。旋转体的直径越大，物料在其中的停留时间越长，热交换越充分；但过大的直径也可能导致设备占地面积大、能耗高。旋转体的长度则决定了物料的干燥路径，长度越长，干燥时间越长；但过长的长度也可能导致物料在旋转体中的堆积和堵塞。转速则影响着物料的翻动频率和分散程度，转速过高可能导致物料飞扬或破碎，转速

过低则可能导致热交换不充分。设备材质也是影响热效率的重要因素之一。旋转干燥器通常工作在高温、高湿、高磨损的环境中，需要选择耐高温、耐腐蚀、耐磨损的材质。材质的导热性能也会影响热交换效率。导热性能好的材质可以更快地传递热量，提高干燥效率。密封性能对旋转干燥器的热效率也有显著影响。密封不良可能导致热量泄漏和冷空气侵入，降低热交换效率。需要在旋转干燥器的设计和制造过程中，注重密封性能的提升和优化。

## 2.4 操作因素

操作过程中的温度、压力和风速是影响旋转干燥器热效率的关键因素。操作温度需要根据物料的性质和干燥要求进行合理设定。温度过高可能导致物料过热或变质，温度过低则可能导致干燥效率低下。压力则影响着干燥介质的流动状态和热交换效率。适当的压力可以促进干燥介质的流动和分散，提高热交换效率；但过高的压力可能导致设备泄漏或损坏。风速也是影响热效率的重要因素之一。风速过大可能导致物料飞扬或破碎，风速过小则可能导致热交换不充分。需要根据物料的性质和旋转干燥器的设计参数，合理控制风速。操作过程的稳定性与连续性也对热效率产生着重要影响。操作不稳定可能导致热交换效率波动，影响干燥效果；操作不连续则可能导致设备频繁启停，增加能耗和磨损。需要注重操作过程的稳定性和连续性，确保旋转干燥器能够持续、稳定地运行。

# 3 旋转干燥器热效率提升策略

## 3.1 优化干燥介质

干燥介质是旋转干燥器中进行热交换的关键要素，其种类、性质以及状态参数对热效率有着至关重要的影响。优化干燥介质是提升旋转干燥器热效率的首要策略。在选择干燥介质种类时，需要根据物料的性质和干燥要求来进行。例如，对于某些对热敏感或易变质的物料，可以选择温度相对较低但热容量较大的介质，如热空气；而对于需要快速干燥的物料，则可以选择温度较高且热传导性能好的介质，如烟气。还需要考虑介质的来源和成本，选择性价比高的干燥介质。除了种类选择外，干燥介质的温度、湿度和流量也是影响热效率的重要因素。温度的高低直接影响着热交换的效率，过高或过低的温度都会导致能源浪费或干燥效果不佳。需要通过实验或模拟计算来确定最佳的干燥温度<sup>[3]</sup>。湿度则影响着干燥介质的干燥能力，湿度过高会降低热交换效率，需要采取除湿措施来降低干燥介质的湿度。流量则决定着单位时间内通过旋转干燥器的热量，流量过大或过小

都会导致热交换不充分或能源浪费。需要根据物料的性质、干燥要求以及旋转干燥器的设计参数来合理确定干燥介质的流量。为了实现干燥介质的优化,可以采用先进的传感器和控制系统来实时监测和调整干燥介质的温度、湿度和流量。通过精确的控制,可以确保干燥介质始终保持在最优状态,从而提高旋转干燥器的热效率。

### 3.2 改善物料处理

物料处理是影响旋转干燥器热效率的另一个重要因素。对物料进行预处理,如粒度分级、水分调节等,可以显著提高干燥效率。粒度分级是指将物料按照粒度大小进行分类,不同粒度的物料在旋转干燥器中的干燥效率是不同的。一般来说,粒度较细的物料具有更大的比表面积,与干燥介质的接触面积也更大,这使得其干燥效率相对较高。但粒度过小的物料容易在旋转干燥器中飞扬,影响干燥过程的稳定性。需要对物料进行粒度分级,选择合适的粒度范围进行干燥。水分调节是指通过预脱水或增湿等措施来调整物料的水分含量。水分含量过高的物料需要更长的干燥时间和更高的能耗,而水分含量过低的物料则可能导致干燥过度或产品质量下降。需要根据物料的性质和干燥要求来合理调节水分含量。除了预处理外,优化物料的进料方式和分布状态也是提高旋转干燥器热效率的重要手段。合理的进料方式可以确保物料均匀、连续地进入旋转干燥器,避免物料堆积或堵塞现象的发生。而优化物料的分布状态则可以使物料在旋转干燥器中均匀分散,增大与干燥介质的接触面积,提高热交换效率。

### 3.3 设备改进与优化

旋转干燥器本身的设计参数和结构也对热效率产生着重要影响。对旋转干燥器进行改进和优化是提高热效率的有效途径。改进旋转干燥器的设计参数,如旋转体的直径、长度、转速等,可以优化物料的翻动和分散效果,提高热交换效率。例如,增大旋转体的直径可以延长物料在旋转干燥器中的停留时间,使热交换更加充分;而调整旋转体的转速则可以控制物料的翻动频率和分散程度,避免物料飞扬或堆积现象的发生<sup>[4]</sup>。除了设计参数外,采用新型材质和密封技术也是提高旋转干燥器

热效率的重要手段。新型材质具有更好的耐高温、耐腐蚀和耐磨损性能,可以提高旋转干燥器的使用寿命和稳定性。而密封技术的改进则可以减少热量泄漏和冷空气侵入,提高热交换效率。

### 3.4 操作优化与控制

操作过程的稳定性和连续性对旋转干燥器的热效率有着显著的影响。需要对操作过程进行优化和控制,确保旋转干燥器能够持续、稳定地运行。精确控制操作温度、压力和风速是操作优化的关键。通过先进的传感器和控制系统,可以实时监测和调整这些参数,确保它们始终保持在最优状态。例如,当操作温度偏离设定值时,控制系统可以自动调节加热或冷却设备的功率,使温度回到正常范围;当压力或风速波动时,控制系统也可以相应地调整进风或排风设备的开度,保持压力或风速的稳定。采用先进的自动化控制系统是实现操作智能化的重要途径。自动化控制系统可以根据预设的程序和算法,自动调整旋转干燥器的运行参数和操作过程,实现干燥过程的自动化和智能化。这不仅可以提高旋转干燥器的热效率,还可以减少人工操作的误差和风险,提高生产的安全性和可靠性。

### 结束语

本文通过对旋转干燥器在磨煤工艺中的热效率提升研究,分析了影响热效率的多方面因素,并提出了针对性的提升策略。这些策略的实施将有助于提高旋转干燥器的热效率,降低能耗,提升生产效益。未来,将继续深入研究旋转干燥器的优化设计和智能控制技术,为磨煤工艺的发展贡献更多力量。

### 参考文献

- [1]王毅,杜文亚.煤气锅炉热效率优化提升技术研究[J].中国新技术新产品,2024(7):59-62.
- [2]贺泓铭.探讨提升煤气发电热效率的措施[J].四川冶金,2022,44(2):67-70.
- [3]冼鹏,刘佳.提升燃煤锅炉热效率的途径分析[J].电力系统装备,2020(21):127-128.
- [4]王炯.基于锅炉热效率反平衡法分析飞灰碳含量对燃煤锅炉热效率的影响[J].黑龙江科学,2024,15(6):65-68.