

燃煤电厂磨煤机节能降耗技术的应用

张宁宁

中铝宁夏能源集团有限公司六盘山热电厂 宁夏 固原 756000

摘要: 燃煤电厂作为能源供应的重要基地,其节能降耗工作对于提升整体能效、减少环境污染具有重要意义。磨煤机作为燃煤电厂制粉系统的核心设备,其能耗特性及节能降耗技术的应用是研究的重点。本文将从磨煤机的工作原理出发,深入分析其能耗特点,并基于能耗分析探讨具体化的节能降耗技术应用,旨在为燃煤电厂的绿色发展提供理论支持和实践指导。

关键词: 燃煤电厂;磨煤机;工作原理;能耗分析;节能降耗技术

引言

随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的日益增强,燃煤电厂的节能降耗工作显得尤为重要。磨煤机作为燃煤电厂制粉系统的关键设备,其能耗占比较大,因此,研究磨煤机的能耗特性及节能降耗技术对于提高燃煤电厂的整体能效具有重要意义。

1 燃煤电厂磨煤机工作原理

磨煤机通过磨辊在磨盘上的相对运动,将原煤挤压、研磨成煤粉。原煤从磨煤机的中心落煤管进入磨盘,在离心力的作用下向磨盘边缘移动。同时,磨辊在液压装置的作用下对原煤进行碾压和研磨。经过研磨后的煤粉被热风从磨盘边缘吹起,带入分离器进行分离。符合细度要求的煤粉被送入锅炉燃烧,而不符合要求的煤粉则返回磨盘继续研磨。

2 燃煤电厂磨煤机能耗分析

2.1 电机驱动能耗

电机作为磨煤机的动力源,其能耗直接关联到磨煤机的运行效率与成本。电机能耗的高低主要受负载大小、转速快慢以及传动系统的效率影响。在高负载条件下,电机需输出更大的扭矩以维持磨煤机的正常运转,这自然导致能耗的显著上升。为了应对这一挑战,部分电厂尝试采用变频调速技术,通过调整电机转速来适应不同的负载需求,从而在一定程度上降低了能耗。然而,传统的异步电机配合减速机传动模式,因其固有的机械摩擦、齿轮啮合损失等问题,传动效率难以达到最优。这些能量在传递过程中的损耗,不仅增加了电机的负担,也直接推高了能耗水平。因此,探索更高效、低损耗的传动方式,如采用直驱技术减少中间传动环节,成为降低电机驱动能耗的有效途径。^[1]

2.2 通风系统能耗

通风系统在磨煤机中扮演着至关重要的角色,它负

责将热风引入磨煤机内部,既干燥煤粉又促进煤粉的输送。通风系统的能耗主要由风量、风压以及系统的密封性能决定。风量过大或风压过高,虽能确保煤粉的充分干燥与输送,但也会带来不必要的能耗增加。因此,精确控制风量与风压,使之与磨煤机的实际需求相匹配,是降低通风系统能耗的关键。此外,磨煤机的密封性也是影响通风系统能耗的重要因素^[1]。密封不良会导致热风从缝隙中泄露,不仅造成热量的损失,还可能引入冷空气,进一步增加加热能耗。加强磨煤机的密封设计,定期检查并修复漏风点,对于提高通风效率、降低能耗具有重要意义。

2.3 研磨过程能耗

研磨过程是磨煤机能耗的核心环节。在这一过程中,磨辊与磨盘之间的摩擦、煤粉与研磨部件的碰撞与摩擦均会消耗大量能量。煤质的物理特性,如硬度、湿度等,对研磨能耗有着直接影响。硬度高的煤需要更大的研磨力才能破碎,而湿度大的煤则因粘性增加,研磨效率下降,能耗相应提升。除了煤质因素外,磨煤机的内部结构设计同样对研磨能耗产生重要影响。合理的磨辊与磨盘间隙能够确保煤粉的有效研磨,间隙过大或过小都会导致研磨效率降低,能耗增加。此外,磨辊的材质、形状以及排列方式也会影响研磨过程中的能耗分布。因此,通过优化磨煤机的结构设计,提高研磨效率,是降低研磨过程能耗的有效途径。

3 燃煤电厂磨煤机节能降耗技术的应用

3.1 针对电机驱动能耗的节能技术

3.1.1 永磁同步电机直驱技术

永磁同步电机(PMSM)直驱技术,作为新一代高效电机技术,正逐步成为磨煤机驱动系统的优选方案。相较于传统异步电机,永磁同步电机凭借其内置的永磁体,无需外部励磁即可产生稳定的磁场,从而显著提高

了电机的功率因数和效率。据实际应用数据显示,永磁同步电机的能效比传统异步电机高出10%-15%,这意味着在相同工况下,采用永磁同步电机可以大幅降低电能消耗^[2]。更重要的是,永磁同步电机直驱技术通过直接连接磨煤机主轴,彻底消除了联轴器、齿轮减速器等中间传动部件,不仅减少了传动过程中的能量损失,还简化了机械结构,降低了维护成本。此外,永磁同步电机的低噪音、低振动特性,也为改善工作环境、延长设备寿命提供了有力支持。^[2]

3.1.2 变频器调速技术

变频器调速技术,作为电机控制领域的核心技术之一,其在磨煤机节能降耗中的应用同样不可忽视。通过安装变频器于磨煤机电机控制系统,可以实现对电机转速和功率输出的精确调节,使电机能够根据磨煤机的实际负载需求灵活调整工作状态,避免“大马拉小车”的能耗浪费现象。具体而言,变频器通过内置的智能算法,可以实时监测电机负载情况,并据此调整输出频率和电压,确保电机始终运行在最高效的工作区间。在磨煤机启动阶段,变频器可以实现电机的软启动,即逐渐加速至设定转速,有效减少了启动瞬间的电流冲击和机械应力,延长了电机和设备的使用寿命。同样,在停机过程中,变频器的软停止功能也能有效减少能耗和机械磨损。此外,变频器还具备自动适应电网电压波动的能力,当电网电压发生变化时,变频器能够迅速调整输出频率和电压,保持电机的稳定运行,避免了因电网波动导致的电机效率下降或故障停机,进一步提升了磨煤机系统的可靠性和节能性。

3.2 针对通风系统能耗的节能技术

3.2.1 优化密封风系统

密封风系统的优化,是减少通风系统能耗的关键一环。传统的单层密封形式,由于密封效果不佳,往往导致大量风量泄漏,不仅增加了通风系统的能耗,还可能影响磨煤机的正常运行。为此,采用双层迷宫密封形式成为了一种有效的解决方案。双层迷宫密封通过增加密封层数和复杂度,有效阻止了风量的泄漏,显著提升了密封性能。在实施双层迷宫密封改造时,需对密封结构进行精心设计,确保密封间隙合理、密封材料耐磨耐用。同时,定期的检查和维护也是必不可少的。通过定期检查密封件的磨损情况,及时更换损坏的密封件,保持密封风系统的良好状态,可以有效减少风量的泄漏,从而降低通风系统的能耗^[3]。此外,还可以考虑在密封风系统中引入智能监测技术,通过实时监测密封风系统的运行状态和风量泄漏情况,及时发现并处理潜在问题,

确保密封风系统的长期稳定运行。

3.2.2 变频风机技术

变频风机技术,作为通风系统节能降耗的又一利器,通过实时调整风机的转速和风量输出,实现了对通风系统能耗的精细控制。在传统的定频风机中,风机往往以固定的转速和风量运行,无论磨煤机的实际负载如何变化,风机都保持着相同的输出,这导致了大量的能耗浪费。而变频风机则通过内置的变频器,可以根据磨煤机的实际负载情况,实时调整风机的转速和风量输出。当磨煤机负载较低时,变频器会降低风机的转速和风量输出,避免不必要的能耗浪费;当磨煤机负载增加时,变频器则会相应提高风机的转速和风量输出,确保磨煤机内的热风量和风压稳定。变频风机的软启动和软停止功能,也是其节能降耗的重要体现。在启动过程中,变频器会逐渐提高风机的转速,避免启动瞬间的电流冲击和机械应力;在停机过程中,变频器则会逐渐降低风机的转速,直至完全停止,有效减少了停机过程中的能耗和机械磨损。此外,变频风机还具备自动调节风量输出的功能。通过实时监测磨煤机的负载变化,变频器可以自动调整风机的风量输出,确保磨煤机内的热风量和风压始终保持在最佳状态,既满足了磨煤机的运行需求,又降低了通风系统的能耗。

3.3 针对研磨过程能耗的节能技术

3.3.1 高效节能衬板技术

高效节能衬板,作为磨煤机内部的关键组件,其性能直接关系到研磨效率与能耗水平。传统衬板在长期使用过程中,由于耐磨性和抗冲击性不足,往往导致磨损严重,进而影响研磨效果,增加能耗。而高效节能衬板则采用先进的材料与制造工艺,显著提升了衬板的耐磨性和抗冲击性,使得衬板在研磨过程中能够保持更长的使用寿命和更好的研磨性能。具体而言,高效节能衬板通过优化材质配方,提高了衬板的硬度和韧性,使其能够更好地抵抗煤粉颗粒的冲刷和磨损,减少了因衬板磨损而导致的能量损失^[4]。同时,高效节能衬板的表面设计也更加科学合理,通过增加磨辊与衬板之间的接触面积,提高了研磨效率,降低了能耗。此外,高效节能衬板还具有更好的自洁性能,能够减少煤粉在衬板表面的附着,避免堵塞和积灰现象的发生,进一步降低了研磨过程的能耗。^[3]

3.3.2 磨煤机结构优化

磨煤机的结构参数,如磨辊与磨盘的间隙、磨盘的转速等,对研磨效率和能耗具有重要影响。通过优化这些结构参数,可以实现研磨效率的提升和能耗的降低。

首先,合理调整磨辊与磨盘的间隙是关键。间隙过大,会导致煤粉颗粒在研磨过程中逃逸,增加重复研磨的次数和能耗;间隙过小,则可能引发磨辊与磨盘之间的过度摩擦,同样会增加能耗。因此,通过精确测量和计算,找到最佳的磨辊与磨盘间隙,对于提高研磨效率和降低能耗至关重要。其次,优化磨盘的转速也是节能降耗的有效途径。磨盘转速的高低直接影响到煤粉颗粒的研磨速度和细度。通过合理调整磨盘转速,可以使煤粉颗粒在研磨过程中获得更充分的破碎和研磨,提高研磨效率。同时,避免过高的转速导致的不必要的能耗增加,也是优化磨盘转速的重要考虑因素。此外,采用先进的磨煤机分离器技术,也是降低研磨过程能耗的重要手段。通过精确控制分离器的参数,可以实现对煤粉细度的精确控制,减少不符合要求的煤粉返回磨盘继续研磨的次数。这不仅可以提高研磨效率,还可以避免不必要的重复研磨和能耗浪费。

4 案例分析:中科炼化磨煤机密封风系统节能改造

4.1 改造背景与目的

随着能源需求的不断增长,节能降耗成为企业提高经济效益和环境保护的重要措施。中科炼化针对其煤制氢装置单系列磨煤机密封风系统进行节能改造,旨在降低系统消耗量,提高能源利用效率,同时保证粉煤的生产质量。

4.2 改造措施

(1) 节能技术改进:对磨煤机密封风系统进行优化调整,采用先进的节能技术,如永磁调速节能技术等,有效降低电能的损耗。调整密封风机的差压设定值,优化密封风机的运行参数,减少不必要的电能消耗。(2) 系统优化:对磨煤机出口粉闸的密封风蝶阀控制逻辑进行修改,确保磨煤机正常运行时密封风能有效关闭,停机时则自动打开,提高系统的灵活性和节能效果。加强设备维护,消除制粉系统各风门挡板内漏缺陷,确保系统稳定运行。

4.3 改造效果

(1) 节能降耗效果显著:

经过5个月的运行验证,单系列磨煤机系统运行平稳,各项参数稳定,系统消耗量相比旧工况大幅下降。预计年可节电13.2万千瓦时,节能降耗效果显著。(2) 生产质量稳定:粉煤的含水量、粒径等指标均满足生产要求,保证了产品的质量和稳定性。经过两次更换煤种的考验,改造后的系统对原料煤的适应性得到了有效保证。

4.4 改造意义与启示

一是提升经济效益:节能改造降低了企业的能耗成本,提高了经济效益。年节电13.2万千瓦时,相当于为企业节省了一大笔电费开支。二是增强竞争力:通过节能改造,中科炼化提高了自身的能源利用效率,增强了市场竞争力。改造后系统的稳定性和适应性也得到了提升,为企业的持续发展奠定了坚实基础。三是推动绿色发展:节能改造符合当前绿色发展的要求,有助于减少企业的碳排放和环境污染。通过优化能源利用,中科炼化在推动绿色发展的道路上迈出了坚实的一步。^[4]

结语

燃煤电厂磨煤机节能降耗技术的应用是提高燃煤电厂整体能效的重要手段。通过针对电机驱动能耗、通风系统能耗以及研磨过程能耗的节能技术应用,可以显著降低磨煤机的能耗水平。未来,随着技术的不断进步和创新,燃煤电厂磨煤机的节能降耗工作将取得更加显著的成效,为燃煤电厂的绿色可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 张海龙,杨光锐,井新经,等.中速磨煤机直吹式制粉系统节能优化研究[J].华电技术,2020,42(06):25-30.
- [2] 张金刚,刘文静.基于内部间隙调整的磨煤机节能降耗措施研究[J].中国设备工程,2018,(16):56-57.
- [3] 倪仲俊,章荣顶,孔维杰,等.HP1003型磨煤机整体提效节能改造[J].设备管理与维修,2022,(13):93-96.
- [4] 王晓楠,吕艳会.350 MW火电机组磨煤机永磁同步电机节能改造性能分析[J].通信电源技术,2020,37(03):223-225.