

磨煤机出力影响因素分析及优化策略

田 瑞

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：燃煤电厂中的磨煤机作为制粉系统的核心设备，其出力性能直接影响机组的运行效率和经济性。本文详细分析了影响磨煤机出力的主要因素，包括燃煤性质、磨煤机通风量、筒体压力、分离器挡板开度、载煤量、钢球装载量及直径、磨煤机转速和辊套与磨碗衬板磨损等，并提出了具体的优化策略，旨在提高磨煤机出力，降低能耗，提升燃煤电厂的整体运行效率。

关键词：燃煤电厂；磨煤机；出力；影响因素；优化策略

引言

燃煤电厂作为能源供应的重要基地，其运行效率和经济性对于国家能源安全和经济发展至关重要。磨煤机作为燃煤电厂制粉系统的关键设备，其出力性能直接影响机组的发电效率和燃料利用率。然而，随着机组运行年限的增长，磨煤机出力逐渐降低，成为制约机组经济运行的重要因素。因此，深入分析磨煤机出力影响因素并提出具体的优化策略，对于提高燃煤电厂的运行效率具有重要意义。

1 磨煤机出力影响因素分析

1.1 燃煤性质

燃煤的性质是磨煤机出力的重要决定因素，涵盖了发热量、水分含量、灰分以及可磨性系数等多个方面。发热量低的燃煤，为了达到相同的燃烧效果，需要增加煤粉量，从而加大了磨煤机的工作负荷，降低了其出力。而水分含量高的燃煤，在磨制过程中需要消耗额外的能量进行干燥，这不仅增加了磨煤机的能耗，还可能导致煤粉湿度过高，进而影响燃烧的稳定性^[1]。此外，灰分作为燃煤中不可燃的部分，其存在加剧了磨煤机的磨损，并降低了煤粉的有效成分比例，从而影响了磨煤机的出力。同时，可磨性系数低的燃煤难以被破碎和磨细，需要更长的磨制时间和更高的能耗，这也对磨煤机的出力产生了不利影响。

1.2 磨煤机通风量

磨煤机体内的通风状况对燃料的分布和磨煤出力具有显著影响。通风量不足时，燃料容易在磨碗内堆积，导致磨辊的能量无法充分传递给燃料，进而降低了磨煤机的出力。同时，通风不畅还可能导致煤粉在筒体内滞留时间过长，增加过粉碎的风险，影响煤粉的质量。相反，通风量过大虽然能够改善燃料的分布，但也可能使煤粉细度过度增加，导致燃烧不稳定和炉膛结焦等问

题。此外，过大的通风量还会增加磨煤机的能耗和磨煤机本体及系统粉管的磨损。

1.3 磨煤机筒体压力

磨煤机筒体压力是影响其出力和安全性的关键因素。筒体压力过低可能导致煤粉输送不畅，影响磨煤机的连续稳定运行，并可能引发煤粉泄漏，造成环境污染。而筒体压力过高则可能引发静电火花，增加爆炸的风险。同时，高压还可能加剧磨煤机内部的磨损和腐蚀，缩短设备的使用寿命。

1.4 分离器挡板开度

分离器挡板开度对粗煤粉的回粉量和磨煤机的出力以及煤粉细度具有直接影响。当挡板全关时，回粉量最低，磨煤机出力达到最大，但此时煤粉较粗，可能无法满足锅炉燃烧的要求。而挡板全开时，回粉量增加，磨煤机出力降低，但煤粉细度较好，有利于提高燃烧效率。

1.5 磨煤机载煤量

磨煤机筒体内的载煤量直接影响其出力。载煤量过少时，磨碗煤层过薄增大磨辊的振动，磨煤效率降低，同时过少的煤量也可能导致磨煤机运行不稳定。而载煤量过多则会使煤层加厚，导致能量主要消耗于煤层变形而非磨碎煤粉，这不仅降低了磨煤出力，还可能增加磨煤机的能耗和磨损。

1.6 钢球装载量及直径

钢球的装载量和直径对磨煤机的出力和电耗具有重要影响。装载量不足会导致磨煤机内撞击力减弱，降低磨煤效率；而钢球直径过大虽然能提高撞击力，但也会增加磨煤机的能耗和磨损，并可能无法有效进入煤层内部进行磨碎。相反，钢球直径过小则可能因动能不足而无法有效磨碎煤粉。

1.7 磨煤机转速

磨煤机磨盘的转速是影响磨辊和燃料运动状况及磨

制效果的关键因素。转速过低时,钢球对煤的撞击作用减弱,磨煤效率降低;同时过低的转速也可能导致离心力减弱煤粉在筒体内滞留时间过长,增加过粉碎的风险。而转速过高则会使原煤在磨碗停留时间短暂,导致磨煤作用减弱;此外过高的转速还会增加磨煤机的能耗和磨损。^[1]

1.8 辊套与磨碗衬板磨损

磨辊与磨碗衬板作为磨煤机内部的重要部件,其状况对磨煤出力具有直接影响。辊套与

磨碗衬板磨损会增大两者的间隙,降低与煤粉之间的摩擦系数,增加能量消耗于摩擦而降低磨煤出力。

2 磨煤机出力优化策略

2.1 燃煤管理的全方位优化与智能化转型

燃煤作为磨煤机的直接处理对象,其品质、粒度、含水量等特性对磨煤效率有着决定性影响。因此,燃煤管理的优化是提升磨煤机出力的首要任务。在燃煤品质管理上,需要建立严格的采购标准,确保燃煤的发热量、灰分、硫分等关键指标符合锅炉设计要求。同时,引入可磨性指数等评估参数,优选易于研磨的燃煤品种。为了更科学地管理燃煤品质,可以利用大数据分析技术,建立燃煤品质数据库,根据历史数据预测燃煤特性变化,为采购决策提供有力依据。在粒度控制方面,燃煤的粒度分布直接影响磨煤机的研磨效率。因此,应设置合理的破碎设备,确保燃煤在进入磨煤机前达到适宜的粒度范围。为了实时监测燃煤粒度变化,可以安装粒度在线监测装置,并根据监测结果及时调整破碎设备参数,以保持粒度稳定。此外,燃煤的含水量也是影响磨煤效率的重要因素^[2]。过高的含水量会降低研磨效率,增加能耗。因此,需要建立燃煤干燥系统,根据燃煤含水量自动调节干燥温度和时间,确保燃煤进入磨煤机时含水量适中。随着智能化技术的发展,燃煤管理也应向智能化转型。可以运用物联网技术,实现燃煤从采购、储存、输送到磨煤机的全过程智能化管理。通过在各环节安装传感器和智能仪表,实时监测燃煤的品质、粒度、含水量等参数,并利用数据分析算法预测燃煤特性变化。这些数据可以为磨煤机运行参数的调整提供有力支持,实现燃煤管理与磨煤机运行的智能化协同。

2.2 通风量与筒体压力的精细调控与动态平衡

通风量和筒体压力是磨煤机运行中的两个关键参数,它们的合理调控对于提高磨煤效率、降低能耗至关重要。在通风量优化方面,需要通过试验确定不同燃煤品种和锅炉负荷下的最佳通风量范围。然后,利用变频调速技术,根据锅炉负荷和燃煤特性动态调整通风机转

速,实现通风量的精确控制。这样不仅可以提高磨煤效率,还能有效降低能耗。筒体压力的控制同样重要。压力的大小直接影响煤粉的研磨程度和能耗。为了精确控制筒体压力,应安装高精度压力传感器,实时监测压力变化,并通过调节磨煤机出口阀门开度或改变通风量来保持压力在最佳范围内。此外,还可以建立筒体压力与磨煤机出力、能耗之间的数学模型,为压力控制提供理论依据,实现更加科学的调控。由于燃煤特性和锅炉负荷的波动,通风量和筒体压力的最佳值也会发生变化。因此,需要建立动态平衡机制,利用先进的控制算法和模型,根据实时监测数据自动调整通风量和筒体压力。这样可以确保磨煤机始终在最优状态下运行,实现出力的最大化。^[2]

2.3 分离器挡板开度的精准调整与智能控制

分离器作为磨煤机的重要组成部分,其挡板开度的调整对于控制煤粉细度和提高磨煤效率具有重要意义。为了实现挡板开度的精准调整,需要通过试验确定不同燃煤品种和锅炉燃烧要求下的最佳挡板开度范围。然后,利用激光测距仪等高精度测量设备,精确测量挡板开度,并根据实际情况进行微调^[3]。为了进一步提高控制精度和稳定性,可以建立分离器挡板开度与煤粉细度、磨煤机出力之间的数学模型。利用先进的控制算法,如模糊控制、神经网络控制等,根据实时监测数据自动调整挡板开度。这样不仅可以实现煤粉细度的精确控制,还能提高磨煤机的出力效率。同时,还可以建立煤粉细度在线监测装置,形成闭环控制回路,进一步提升控制效果。

2.4 载煤量与钢球装载量的精确匹配与动态调整

载煤量和钢球装载量是磨煤机运行中的两个重要参数,它们的合理匹配对于提高磨煤效率和降低设备磨损至关重要。为了实现载煤量与钢球装载量的精确匹配,需要通过试验确定不同燃煤品种和锅炉负荷下的最佳载煤量范围。然后,利用称重传感器实时监测磨煤机内的载煤量,并根据锅炉负荷和燃煤特性动态调整载煤量。钢球装载量的调整同样重要。需要根据燃煤的硬度和磨煤机的类型,选择合适的钢球规格和数量。通过定期检测钢球的磨损情况,及时补充新球,剔除磨损严重的旧球,保持钢球装载量的稳定。为了实现载煤量与钢球装载量的动态匹配,可以建立两者之间的数学模型,并利用先进的优化算法进行求解。根据实时监测数据动态调整载煤量和钢球装载量,实现两者的精确匹配和磨煤效率的最大化。^[3]

2.5 磨煤机转速的智能化优化与自适应控制

磨煤机的转速是影响磨煤效率和能耗的关键因素之一。为了实现转速的优化控制,需要采用智能化和自适应的控制策略。首先,通过试验确定不同燃煤品种和锅炉负荷下的最佳转速范围。然后,利用变频调速技术实现磨煤机转速的精确控制。为了进一步提高控制效果,可以建立转速与磨煤效率、能耗之间的数学模型,为转速优化提供理论依据。然而,由于燃煤特性和锅炉负荷的波动性以及设备磨损和老化等因素的影响,磨煤机的最佳转速也会发生变化。因此,需要采用自适应控制策略,利用先进的控制算法如自适应控制、预测控制等,根据实时监测数据自动调整磨煤机转速。这样可以使磨煤机适应燃煤特性和锅炉负荷的变化,保持最佳运行状态。同时,还可以考虑建立磨煤机远程监控与诊断系统,实时监测磨煤机的运行状态和转速设定值。通过数据分析算法预测设备的故障趋势和维护需求,提供及时的维修建议,减少停机时间和维修成本。

2.6 磨煤机维护保养的体系化与智能化升级

磨煤机的维护保养是确保其长期稳定运行的关键。为了提升维护保养的效率和效果,需要建立一套体系化、智能化的维护保养体系。首先,根据磨煤机的运行特点和历史故障数据,制定详细的维护保养计划。包括定期检修、预防性维护、应急维修等内容,并明确维护周期、维护项目和责任人。这样可以确保维护保养工作的有序进行。然而,仅仅依靠计划是不够的。还需要加强操作人员的技能培训和维护意识培养。通过定期组织专业技能培训,提高操作人员对磨煤机设备结构、工作原理以及常见故障的认识和处理能力。同时,通过宣传和教育活动,增强操作人员的维护意识,鼓励他们积极参与设备的日常维护和保养工作。这样可以有效提升维护保养的效果和设备的可靠性^[4]。随着智能化技术的发展,可以利用物联网、大数据、人工智能等先进技术对磨煤机进行智能化改造。通过安装智能传感器和无线通信设备,实时监测设备的运行状态和故障情况。利用大数据分析技术对设备的运行数据进行深度挖掘和分析,预测设备的故障趋势和维护需求。引入人工智能算法和

模型实现设备的智能诊断和优化控制。这些智能化技术的应用可以大大提升磨煤机的维护保养效率和效果,降低设备的故障率和维修成本。此外,还需要加强备品备件的管理。建立磨煤机备品备件库存管理系统,实时监测备品备件的数量和状态。根据维护保养计划和历史消耗数据,合理预测备品备件的需求,确保备品备件的及时供应。同时,对备品备件进行质量把关,确保备品备件的性能和可靠性。这样可以避免因备品备件短缺或质量问题而影响设备的维护保养和正常运行。最后,还需要建立维修服务商评价体系,对维修服务商的资质、技术实力、服务质量等进行评估。选择信誉良好、技术过硬的维修服务商作为合作伙伴,确保维修服务的质量和效率。同时,与维修服务商建立长期合作关系,实现维修服务的稳定供应和成本控制。这样可以确保磨煤机在出现故障时能够得到及时、专业的维修服务,保障设备的正常运行和出力效率。^[4]

结语

燃煤电厂磨煤机出力受多种因素影响,包括燃煤性质、通风量、筒体压力、分离器挡板开度、载煤量、钢球装载量及直径、转速和辊套与磨碗衬板磨损等。通过优化燃煤选择与管理、调整通风量与筒体压力、合理调整分离器挡板开度、控制载煤量与钢球装载量、优化转速以及加强维护与保养等具体措施,可以有效提高磨煤机出力,降低能耗,提升燃煤电厂的整体运行效率和经济性。

参考文献

- [1]陈铁石,李新生,吴鹏,等.干燥温度对磨煤机出力的影响[J].锅炉技术,2024,55(01):70-74.
- [2]张开亮,李伟,李志东,等.某电厂1000 MW机组双进双出钢球磨煤机出力低原因分析及优化改造[J].电力学报,2021,36(02):113-119+138.
- [3]茅建波,徐小琼,陈小波.ZGM型中速磨煤机提升出力改造与效果评估[J].电站系统工程,2022,38(05):13-16.
- [4]王荣,贾志军,王耀.ZGM113型中速磨煤机提高出力改造方案[J].黑龙江电力,2022,44(01):86-90.