

火电厂集控运行的能效分析与优化

王晓华

宁夏英力特化工股份有限公司热电分公司 宁夏 石嘴山 753202

摘要: 随着全球能源需求的日益增长和环境保护意识的提升,火电厂作为重要的能源供应单位,面临着提高能效和减少排放的双重压力。本文深入探讨了火电厂集控运行的能效问题,并对各种影响因素进行了详细分析。在此基础上,本文提出了一系列具体的优化策略和实施路径,旨在通过技术改进和管理创新,实现火电厂的高效、环保运行。

关键词: 火电厂;集控运行;能效分析;优化策略

引言

火电厂作为电力行业的重要组成部分,其运行效率直接关系到能源利用效率和环境保护。近年来,随着技术的不断进步和管理水平的提升,火电厂的运行效率和能源利用率得到了显著提高。然而,仍然存在一些能效问题亟待解决。本文旨在通过深入分析火电厂集控运行的能效问题,提出具体的优化策略,为火电厂的高效、环保运行提供理论支持和实践指导。

1 火电厂集控运行技术概述

1.1 集控运行技术的特点

集控运行技术是一种集中控制和管理的技術,它将火电厂的各个系统整合在一起,实现统一监控和操作。该技术具有以下特点:一是高度自动化,能够减少人工干预,提高运行效率;二是实时监控,能够及时发现并处理异常情况,保障电厂安全稳定运行;三是优化资源配置,提高能源利用效率。

1.2 集控运行技术的优势

相比传统的分散控制方式,集控运行技术具有以下优势:一是提高了电厂运行的安全性和可靠性;二是降低了运行成本和维护成本;三是提高了电厂的响应速度和灵活性;四是便于实现电厂的智能化管理。

2 火电厂集控运行的能效分析

2.1 能效影响因素分析

2.1.1 设备性能

设备性能是影响火电厂能效的关键因素之一。设备老化、磨损和故障不仅会影响电厂的稳定运行,更会导致能效的显著降低。以锅炉为例,其受热面的积灰和结渣问题会严重影响传热效果。积灰是指在受热面上沉积的飞灰,它会形成一层热阻,阻碍热量从火焰传递到工质,从而降低热效率。而结渣则是在更高温度下,灰分熔化并粘附在受热面上形成的硬质沉积物,它更进一步阻碍了热量的传递,甚至可能导致受热面局部过热和损

坏。此外,汽轮机的叶片磨损、发电机的效率下降等也会影响整体能效。汽轮机叶片的磨损会增加内部泄漏,降低转换效率;而发电机的效率下降则直接减少了电能输出^[1]。这些问题都需要通过定期的设备检查、维护和更新来解决。例如,定期进行锅炉的吹灰操作可以减少积灰,使用高效的除渣技术可以预防结渣。同时,采用先进的材料和技术对汽轮机和发电机进行升级改造,也是提高能效的有效途径。

2.1.2 运行参数

运行参数的设置在火电厂能效中扮演着至关重要的角色。蒸汽压力、温度和流量等关键参数,其合理配置直接决定了能源转换的效率。蒸汽压力是影响汽轮机做功能力的关键因素,压力过低会导致汽轮机出力不足,而过高则可能引发设备安全问题,两者均会降低能源的有效利用。蒸汽温度同样重要,适宜的蒸汽温度能够确保汽轮机叶片的高效做功,温度不足会降低热效率,过高则可能加速设备的热疲劳损坏。流量参数亦不容忽视,过大或过小的蒸汽流量都会影响到汽轮机的稳定运行和能源转换效率。不合理的流量设置可能导致汽轮机内部损失增加,进而降低整体能效。

2.1.3 燃料质量

燃料质量是影响火电厂能效和环保性能的关键因素之一。低热值、高灰分、高硫分的燃料不仅会降低火电厂的能源转换效率,还会增加污染物排放,对环境造成不利影响。具体来说,低热值的燃料意味着单位质量的燃料释放的能量较少,这直接导致火电厂需要消耗更多的燃料才能产生相同的电量,从而降低了能效。同时,低热值燃料燃烧不稳定,容易影响锅炉的燃烧效率和稳定性。高灰分的燃料在燃烧过程中会产生大量的灰渣,这些灰渣不仅容易在锅炉受热面上沉积,影响传热效果,降低能效,还会增加锅炉的排渣量和清灰难度。此外,灰渣的处理和处置也会给火电厂带来额外的成本和

环境压力。高硫分燃料在燃烧过程中会产生大量的二氧化硫等有害气体，这些气体不仅会对环境造成污染，还会加剧设备的腐蚀和磨损，影响设备的使用寿命和能效。同时，为了满足环保要求，火电厂需要采取额外的脱硫措施，这也会增加运行成本。

2.1.4 环境条件

环境条件，特别是环境温度和湿度，对火电厂设备的散热效果和运行效率有着显著的影响，从而进一步影响整个电厂的能效。在环境温度较高的情况下，设备的散热效果会受到限制。这是因为高温环境会使得设备表面的温度梯度减小，导致散热速率降低。散热不良会使得设备内部温度升高，进而影响设备的电气性能和机械性能，如导致电气元件的寿命缩短、机械设备的热膨胀增加等，这些都会降低设备的运行效率。另一方面，环境湿度也会影响设备的运行。过高的湿度可能导致设备内部结露，造成电气短路或腐蚀，影响设备的正常工作和寿命。同时，湿度过高还会使得空气中的水蒸气在设备表面冷凝，进一步阻碍散热。

2.2 能效评估方法

2.2.1 能量平衡法

能量平衡法是一种科学、系统的能效评估方法，它通过精确测量和计算电厂的输入、输出以及损失的能量，来全面评估电厂的能效水平。这种方法的核心在于确保电厂能量系统的输入与输出之间的平衡，从而揭示出能效的实际情况。在实施能量平衡法时，首先需要详细测量电厂的输入能量。这通常包括燃料消耗的能量、电厂辅助系统消耗的能量以及购入电能等。其中，燃料消耗的能量是最大的输入部分，需要通过精确的计量设备来测量燃料的消耗量和热值，以此计算出输入的总能量。接下来，要准确测量电厂的输出能量。这主要是指电厂发出的电能，可以通过电能表等设备进行精确计量。同时，还需要考虑电厂供热等其他形式的能量输出。除了输入输出能量的测量，能量平衡法还强调对能量损失的详细分析和计算。这些损失可能包括锅炉的热损失、汽轮机的内部损失、管道的散热损失等^[2]。通过对这些损失的详细分析，可以找出能效低下的关键环节，为后续的能效优化提供依据。能量平衡法的优势在于其全面性和系统性。它不仅能够评估电厂的整体能效，还能揭示出能效低下的具体原因，从而指导电厂进行针对性的能效优化。同时，这种方法还可以用于监测和验证能效改进措施的效果，确保电厂能效的持续提升。

2.2.2 热效率法

热效率法是评估电厂能效的重要方法之一。它通过

计算电厂的热效率来直接反映电厂的能源转换效率，从而判断电厂能效的高低。热效率，即电厂输出的有效热量与输入的总热量之比，是衡量电厂能源利用状况的关键指标。在实施热效率法时，需要精确测量和计算电厂的输入热量和输出热量。输入热量主要来自于燃料的燃烧，因此需要对燃料的消耗量和热值进行准确测量。输出热量则主要是指电厂产生的蒸汽或热水所携带的热量，这需要通过相应的热量测量设备进行计量。热效率的计算公式为：热效率 = 输出热量 / 输入热量 × 100%。通过这个公式，可以直观地了解电厂在能源转换过程中的效率情况。热效率越高，说明电厂在能源转换过程中的损失越少，能源利用效率越高。热效率法的优势在于其直观性和简便性。通过一个简单的数值，就可以对电厂的能效进行快速判断。同时，热效率法还可以用于比较不同电厂之间的能效水平，或者同一电厂在不同运行条件下的能效变化。然而，热效率法也有一定的局限性。它只能反映电厂整体的能源转换效率，而无法揭示出能效低下的具体原因。

3 火电厂集控运行的优化研究

3.1 优化运行参数设置

火电厂集控运行的核心在于精确控制各项运行参数，以达到最佳的能效。其中，蒸汽压力、温度和流量等关键参数的设置对能源转换效率有着直接影响。为了实现高效、稳定的运行，必须根据电厂的实际运行情况和电网需求，对这些参数进行合理设置。蒸汽压力的优化设置是提高汽轮机做功能力的关键。压力过高可能导致设备过度磨损，甚至引发安全事故；而压力过低则会导致汽轮机效率低下。因此，需要采用先进的控制系统，实时监控蒸汽压力，并根据电网负荷和汽轮机的工作状态进行动态调整，确保蒸汽压力始终维持在最佳范围。蒸汽温度的控制同样至关重要。适宜的温度能够保证汽轮机叶片的高效做功，从而提高整体能效。为了实现温度的精确控制，可以利用先进的温度传感器和控制系统，实时监测蒸汽温度，并根据实际情况进行自动调整^[3]。此外，还可以采用先进的算法，对温度数据进行实时分析，预测温度变化趋势，从而提前进行调整，确保蒸汽温度的稳定性。蒸汽流量的优化也是提高能效的重要环节。合理的流量设置能够确保汽轮机的稳定运行，并减少内部损失。为了实现流量的精确控制，可以采用高精度的流量计和自动调节阀，根据电网需求和汽轮机的运行状态，实时调整蒸汽流量。

3.2 采用先进的控制技术

随着科技的不断发展，先进的控制技术和智能化管

理系统在火电厂集控运行中发挥着越来越重要的作用。这些技术的引入,不仅能够显著提高电厂的自动化水平和运行效率,还能够优化资源配置,进而提高能效。模糊控制技术是一种模拟人类模糊思维的控制方法,它能够处理不确定性和模糊性信息,特别适用于火电厂这样复杂多变的运行环境。通过模糊控制,可以实现对电厂各个系统的精确控制,比如锅炉燃烧系统、汽轮机调节系统等。这种控制技术能够根据实时数据动态调整控制策略,确保电厂在各种工况下都能保持高效稳定运行。神经网络控制则是一种模拟人脑神经网络工作原理的智能控制技术。它能够学习和适应电厂的运行特性,通过不断训练和优化,提高对电厂各个系统的控制精度。神经网络控制特别适用于处理非线性、时变和不确定性问题,能够有效应对火电厂运行中的复杂情况,提高电厂的自动化水平和能效。此外,智能化管理系统也是提高火电厂能效的重要手段。这种系统能够整合电厂的各种数据和信息,通过数据分析和挖掘,发现电厂运行中的问题和优化潜力。智能化管理系统还能够实现对电厂资源的优化配置,比如合理安排设备的启停顺序、优化燃料的配比等,从而提高电厂的运行效率和能效。

3.3 余热回收和利用

在火电厂的运行过程中,余热是一个常被忽视的能源。然而,通过有效的回收和利用,余热可以显著提高电厂的能效水平,同时降低能耗和减少排放。为了实现这一目标,可以采用多种技术和设备。热交换器是回收和利用余热的关键设备,热交换器能够有效地将电厂产生的余热传递给其他需要加热的介质,如给水或空气。通过这种方式,不仅可以减少原始能源的消耗,还能降低电厂的运营成本^[4]。在选择热交换器时,需要考虑其传热效率、耐压能力等因素,以确保其在实际运行中的稳定性和可靠性。此外,为了进一步提高余热的利用效率,还可以考虑采用先进的热回收技术,如热管技术、吸附式制冷技术等。这些技术能够更高效地回收和利用余热,从而为电厂带来更大的经济效益和环境效益。

3.4 设备维护和更新

设备维护和更新对于火电厂的能效和稳定运行至关重要。随着设备使用时间的增长,部件老化和磨损是不可避免的,这可能导致设备性能下降,能效降低,甚至引发故障。因此,加强设备的定期维护和保养工作显得尤为关键。定期维护包括对各类设备进行全面检查、清洁、调整和紧固。例如,对锅炉的受热面进行定期清灰,以保持其热交换效率;对汽轮机的轴承和密封件进行检查和更换,以确保其高效运转。此外,润滑系统的定期检查和换油也是必不可少的,以减少机械磨损,延长设备使用寿命。除了日常维护,设备的预防性维修也十分重要。通过对设备进行状态监测和故障诊断,可以及时发现并解决潜在问题,防止小问题演变成大故障。同时,火电厂应积极引进高效、环保的新设备。新技术的应用往往能带来能效的显著提升。例如,采用高效节能的锅炉和汽轮机,或者引进先进的排放控制设备,都能有效提高电厂的整体能效水平,并减少对环境的影响。

结语

本文通过对火电厂集控运行的能效分析与优化研究,深入探讨了影响能效的关键因素,并提出了具体的优化策略和实施路径。这些策略和方法对于提高火电厂的运行效率和能源利用率具有重要意义。未来,随着技术的不断进步和智能化水平的提高,我们有理由相信火电厂集控运行将更加高效、智能和环保,为电力行业的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]钱栋伟.能源转型背景下的火电厂集控运行策略研究[J].中国仪器仪表,2024,(02):40-43.
- [2]郭占春.火电厂集控运行技术及运用分析[J].应用能源技术,2023,(08):15-18.
- [3]魏子航.火电厂集控运行节能降耗技术研究[J].石河子科技,2023,(04):35-36.
- [4]刘建东.火电厂集控运行技术分析 with 优化研究[J].中国设备工程,2022,(02):219-220.