

Research on Optimization of Tower Boiler

Cheng Meng

Guoneng Guangtong Beihai Power Generation Co., Ltd., Beihai, Guangxi, 536000, China

Abstract

As the core equipment of power plant, the stable and efficient operation of tower boiler is of great significance to the reliability of power system. However, due to the complex structure of the tower boiler, the maintenance of the heating surface faces many challenges. This paper first analyzes the common faults and causes of the heating surface of tower boiler, based on the maintenance cost, equipment life and operation efficiency, puts forward a set of maintenance technology optimization scheme for the heating surface of tower boiler. These include preventive maintenance, make targeted maintenance plan according to statistical data; and use high-tech equipment to improve the efficiency and accuracy of maintenance. The experiment proves that the optimization scheme can significantly reduce the frequency and time of shutdown due to accidental failure, and can also extend the service life of the equipment and improve the operation efficiency.

Keywords

tower boiler; maintenance of heating surface; technology optimization; equipment life; operation efficiency

塔式锅炉受热面检修技术优化研究

蒙诚

国能广投北海发电有限公司, 中国·广西 北海 536000

摘要

塔式锅炉作为发电厂的核心设备, 其稳定、高效的运行对电力系统的可靠性具有重要意义。然而, 由于塔式锅炉结构复杂, 受热面的检修面临诸多挑战。论文首先分析了塔式锅炉受热面的常见故障及原因, 然后, 基于维修成本、设备寿命和运行效率等多方面的考量, 提出了一套针对塔式锅炉受热面的检修技术优化方案。其中包括预防性检修, 根据统计数据制定具有针对性的检修计划; 以及使用高科技设备, 提高检修的效率和准确性。实验证明, 该优化方案可以显著降低因偶发故障而停机的频率和时间, 同时也可以延长设备的使用寿命, 提高运行效率。

关键词

塔式锅炉; 受热面检修; 技术优化; 设备寿命; 运行效率

1 引言

在电力系统中, 塔式锅炉的稳定运行和高效性能对于保障系统的可靠性至关重要。它作为发电厂的核心设备, 其内部复杂的机械结构以及日复一日、时时刻刻的高强度工作使得检修工作变得困难且重要。尤其是受热面这一核心组成部分, 因为其直接关系到塔式锅炉的效能和寿命。受热面的故障可能会引发一系列的问题, 轻则影响运行效率, 重则引发设备严重故障甚至是安全事故。因此, 对于塔式锅炉受热面的检修技术研究与优化显得尤为重要。然而, 鉴于塔式锅炉受热面的特殊性, 传统的检修方法常常难以实现高效且准确的维护。事实上, 如何将维修成本、设备寿命和运行效率等多元因素考量入内, 达到一个最优的解决方案, 一直是一个待解的难题。论文对此进行深入的研究并提出优化方

案, 不仅实证了其可行性, 还证的其效益显著。

2 塔式锅炉受热面的常见故障及成因

2.1 塔式锅炉受热面的结构及工作原理

塔式锅炉作为现代大型发电设备的重要组成部分, 其受热面的结构设计直接影响其运行效率和安全性^[1]。受热面主要包括过热器、再热器、省煤器和空气预热器等组件。这些组件分布在锅炉的不同位置, 通过对锅炉内部工作流体进行加热, 实现热能与机械能的转换。过热器和再热器主要功能在于提高蒸汽温度, 提高热效率, 通常位于炉膛的高温区域。省煤器则放置在烟气出口附近, 用于降低排烟温度, 提升热效率。空气预热器在系统中负责将进入炉内的空气预热, 提高燃烧效率。

塔式锅炉的工作原理基于热交换过程。燃料燃烧产生的高温烟气在炉膛内流动, 通过辐射和对流传热, 将热量传递给受热面管内的工质, 使工质温度升高并逐步转变为过热蒸汽。此过热蒸汽驱动汽轮机做功, 产生电能。烟气中的热

【作者简介】蒙诚(1989-), 男, 瑶族, 中国广西来宾人, 本科, 助理工程师, 从事锅炉本体研究。

能在经过受热面后逐渐降低,最终通过烟囱排出。整个过程中,各受热面组件协同作用,确保锅炉的热效率和稳定运行。

塔式锅炉受热面的结构复杂,由于高温、高压和腐蚀性环境,内部件长期承受热应力、磨损、腐蚀等多重作用力。这些作用力对受热面材料的性能提出严苛要求,也是受热面故障的潜在根源。对塔式锅炉受热面结构及工作原理的深入理解,对其检修技术的优化具有重要的指导意义。

2.2 塔式锅炉受热面的常见故障

塔式锅炉作为发电厂的核心设备,其受热面在长时间运行中易发生多种故障,影响设备运行效率和安全性。常见故障包括受热面管壁的磨损和腐蚀,这通常由锅炉燃烧过程中产生的烟气和粉尘引起,导致管壁材料逐渐失去强度。受热面还常出现结焦和积灰现象,结焦是由于燃料不完全燃烧形成的碳质物质积聚在管壁上,积灰则是由飞灰颗粒附着在表面,均会降低热传导效率^[2]。管道泄漏也是一种常见故障,通常由局部过热或腐蚀导致,可能引发蒸汽外泄,从而增加停机维修时间。另外,受热面在高温高压环境下还可能出现热疲劳和热变形,这会进一步引发设备的结构性损伤和运行不稳定^[3]。故障的多样性与复杂性对塔式锅炉的维修和管理提出了严峻挑战,需针对不同故障采取具体措施,以保证锅炉的稳定运行。

2.3 常见故障的成因分析

塔式锅炉受热面的常见故障,大多与锅炉运行过程中复杂的热力学条件和物理化学反应密切相关。受热面在高温、高压和强腐蚀环境中,易发生金属材料的蠕变、磨损和腐蚀等现象。其中,受热面材料在过高温度下长时间运行,会导致晶粒长大,材料强度下降,进而引发蠕变故障。燃烧过程中产生的酸性气体和颗粒会对受热面造成化学腐蚀和机械磨损。水质不达标也可能引发氧腐蚀,从而缩短设备使用寿命。受热面的复杂形状亦加大了清洗和检查的难度,容易使沉积物附着,导致局部热应力集中,引发裂纹。这些因素都使塔式锅炉受热面在长期运行中面临诸多故障风险。

3 塔式锅炉受热面检修技术的现状及其问题

3.1 塔式锅炉受热面的检修技术现状

塔式锅炉作为现代火力发电厂的核心部分,其受热面的检修技术在长期的技术积累中逐步形成了相对成熟的体系。目前,塔式锅炉受热面的检修主要依赖于常规的定期检修制度及经验判断,确保设备在高温、高压下的稳定运行。在此过程中,常规的检修技术包括物理检查、化学清洗以及故障部件更换等。物理检查一般通过人工目视检查结合简单工具检测进行,旨在识别出显而易见的部件老化或损坏区域。化学清洗技术主要应用于清除受热面管道内沉积的水垢和腐蚀产物,以恢复其热传导效率^[4]。

尽管这些技术在一定程度上保障了塔式锅炉的正常运行,但仍存在不足之处。由于对设备状态的判断大多基于人

工经验,可能导致检修的准确性和及时性不佳。常规技术往往需要较长的停机时间来进行全面检查和维护,进而影响到整个发电系统的运行效率。在设备老化的背景下,仅依靠定期检修可能无法有效防范突发故障,导致设备非计划停机的风险增加。虽然当前的检修技术已经发展较为成熟,但随着科技的进步和对发电系统高效运行的需求,进一步的技术优化和创新显得尤为必要。

3.2 现存检修技术面临的问题

现存塔式锅炉受热面的检修技术面临诸多问题,主要包括技术不够先进、检修过程复杂以及人员素质参差不齐等。当前的检修技术大多依赖于传统的手工方法,缺乏自动化设备和工具,导致检修效率低,误差率高。塔式锅炉受热面的结构复杂且空间狭小,使得检修作业困难,工作环境恶劣,安全隐患较大。检修人员常需在高温、高压条件下工作,加之目前人才培养体系不完善,相关技术人员的技术水平和经验差异较大,影响了检修的质量和效率。

由于检修设备和技术的滞后,往往出现问题不能及时发现和处理,容易导致设备损坏进一步加剧。由于缺乏系统化的检修流程和标准,检修时间长、停机损失大,给电厂的正常运行带来一定的风险和经济损失。

检修成本高和资源浪费也是一个突出问题。传统检修方式需要大量人力物力,维护成本居高不下,但效果不尽如人意。如何在确保安全的前提下,提高检修技术的先进性和效率,优化检修流程,成为亟待解决的问题。

3.3 维修成本设备寿命和运行效率等问题对塔式锅炉受热面检修的影响

维修成本、设备寿命和运行效率是影响塔式锅炉受热面检修的重要因素。高昂的维修成本往往令电厂在检修计划的制订上面临困扰,影响检修的及时性和质量。过于频繁或不当的检修不仅增加费用,还可能导致设备提前老化,缩短其使用寿命。现有的检修方式常忽略长期效益,对运行效率的提升作用有限。传统技术缺乏对锅炉运行状态的实时监控,导致不可预见的停机次数增加,影响整体发电效率。提高检修技术的精确性和预见性,合理控制检修频率,是改善设备经济效益和稳定运行的关键。这需要结合现代化科技手段,以实现检修决策的优化和维修资源的合理配置,从而在降低成本上延长设备寿命并提升运行效率。

4 塔式锅炉受热面检修技术优化研究

4.1 预防性检修方案的制定及具有针对性的检修计划

预防性检修方案的制定在塔式锅炉受热面检修技术优化中扮演着关键角色。针对塔式锅炉受热面的复杂结构和多样的故障类型,需要设计一套科学而系统的预防性检修方案,以提高设备的可靠性和运行效率^[5]。通过对大量设备运行数据和故障数据进行统计分析,识别出最常见的故障模式和高风险区域。这一过程需要综合考虑设备的运行时间、环

境条件、材料特性等因素,对可能导致故障的诱因进行全面评估。

针对识别出的故障模式,制定相应的预防性检修计划。该计划不仅包括固定时间间隔的常规检修,还加入了基于实时监测数据的预测性检修措施。通过先进的监测技术,如热成像、超声波检测等,实时分析受热面的状态,当监测指标接近临界点时,及时进行维护,以有效避免突发故障的发生。

检修计划需具有灵活性和针对性,能够根据设备状态和运行环境的变化进行动态调整。具体检修措施包括受热面清理、表面涂层修复、管道连接件检查、腐蚀防护处理等。通过上述优化方案的实施,不仅能降低塔式锅炉的故障率,还能延长其使用寿命,降低总体维修成本,提高电力系统的运行稳定性和经济性。

4.2 高科技设备在检修中的应用及其优化策略

为了提升塔式锅炉受热面检修的效率和准确性,高科技设备的应用显得尤为关键。在检修过程中,采用先进的检测技术,如热成像技术和超声波检测技术,可以显著提高故障检测的准确度。热成像技术能够提供实时的温度分布图,帮助快速识别受热面存在的热点区域,从而精确定位潜在故障。超声波检测技术可以深入内部结构,发现肉眼不可见的微小裂纹和腐蚀损伤,为后续检修提供重要依据。

自动化和智能化设备在检修中的引入也是一种重要优化策略。机器人检测设备能够在复杂和危险的环境中代替人工进行检修,不仅提高了检修的安全性,还提升了工作效率。这些设备通过预设的程序和路径,可以精确执行检测和维修任务,大幅缩短了停机时间。

在优化策略中,数据处理和分析技术的应用不可忽视。通过大数据分析历史检修数据,识别并预测可能的故障模式,为制定更科学的检修计划提供依据。这些高科技设备和技术的整合应用,能够全方位提升塔式锅炉受热面检修的效率和可靠性。

4.3 优化方案的效果验证及对维修成本和设备寿命运行效率的影响

优化方案的效果通过多维度的实验证明,显著提升了

塔式锅炉受热面的运行可靠性。其一,预防性检修计划和高科技设备的应用使得偶发故障的停机频率和时间大幅降低。其二,通过优化检修流程,有效延长了塔式锅炉设备的使用寿命,减少了因过早更换设备而带来的高额成本。其三,运行效率方面,优化方案使锅炉能在更高效的状态下工作,直接提升了发电厂的整体性能。此项研究表明,优化方案不仅降低了维修成本,还提高了设备的经济效益,为塔式锅炉的可持续运行提供了重要的技术支撑。

5 结语

论文分析了塔式锅炉受热面的常见故障和原因,并基于维修成本、设备寿命和运行效率等因素开发了一套创新的受热面检修技术优化方案。这个方案包括预防性维修以及利用高科技设备提高维修效率和准确性。实验结果明确地表明,该优化方案能够显著削减因偶发故障而引起的停机频率和时间,同时延长设备使用寿命,提高运行效率。然而,值得注意的是,尽管我们的优化方案在论文中得到了有效的验证,但每个发电厂的塔式锅炉设备结构及运行环境可能存在差异,因此在实际应用过程中可能还需要根据特定情况进行适当调整。未来的研究可以进一步考察这种优化方案在不同类型的塔式锅炉中的应用效果,以及可能存在的改进空间。总体来说,本研究的成果对于提高塔式锅炉的运行可靠性、降低维修成本具有很大的参考价值,有望推动电力行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 肖琨,辛娜娜,张建文.燃烧设备对塔式锅炉受热面热偏差的影响[J].动力工程学报,2019,39(11):865-869.
- [2] 杨美聪,李中存,杨军宝.超超临界塔式锅炉受热面优化研究[J].电力勘测设计,2020(4):19-23.
- [3] 牛军伟.火电厂锅炉尾部受热面检修技术探析[J].中国科技期刊数据库工业A,2021(12):202-204.
- [4] 张超.火电厂锅炉受热面检修技术研究分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2021(5):401-403.
- [5] 陈宏伟,胡高斌,刘洲,等.火电厂锅炉尾部受热面检修技术分析[J].电子技术(上海),2022,51(12):162-163.