

Practice and Effect Evaluation of the Optimal Control Strategy of Boiler Pulverized Coal Combustion in Thermal Power Plant

Xinlong Zahng

Huadian Xinjiang Zhundong Wucaiwan Power Generation Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831700, China

Abstract

The optimal control of boiler pulverized coal combustion is to optimal control it on the basis of ensuring the safe and stable operation of the boiler. This project takes the combustion process of pulverized coal in the process of coal power generation as the research object, and studies the action mechanism of pulverized coal in the process of coal combustion model. Practice has proved that this method can effectively improve the combustion effect of coal-fired boilers, reduce the loss of flue gas, reduce the carbon content of fly ash, and ensure the safe and stable operation of the boiler. With the rapid development of electric power industry, the coal quality characteristics and electricity demand of thermal power plants have changed greatly. In order to adapt to the continuous improvement of coal quality, each thermal power plant has continuously optimized its combustion system. This paper analyzes and studies the actual operation situation of a 600 MW subcritical unit in a power plant, and summarizes some optimization control strategies.

Keywords

boiler pulverized coal; combustion optimization; control strategy; thermal power plant

锅炉煤粉燃烧优化控制策略在火力发电厂中的实践与效果评价

张鑫龙

华电新疆准东五彩湾发电有限公司, 中国·新疆 昌吉 831700

摘要

锅炉煤粉燃烧的最优控制,就是在保证锅炉安全稳定运行的基础上,对其进行最优控制。本项目以燃煤发电过程中煤粉的燃烧过程为研究对象,通过建立煤粉燃烧模型,研究其在煤粉燃烧过程中的作用机理。实践证明,采用这种方式可以有效地改善燃煤锅炉的燃烧效果,减少烟气损耗,减少飞灰碳含量,同时保证了锅炉的安全稳定运行。随着电力工业的迅速发展,火力发电厂对煤质特征及用电需求都发生了很大的变化。为适应煤炭质量的不断提高,各个火力发电厂对其燃烧系统进行了不断的优化。论文针对某电厂1台660MW亚临界机组的实际运行情况进行分析研究,总结出一些优化控制策略。

关键词

锅炉煤粉; 燃烧优化; 控制策略; 火力发电厂

1 引言

锅炉煤粉燃烧是一个由输煤设备、给煤设备、制粉、输送、燃烧五大子系统构成的多参数非线性耦合系统,具有大时滞、强耦合、强非线性等特征,准确建模困难。这使得传统的控制方法很难取得理想的控制效果。目前,针对这一问题,已有很多研究成果。例如,基于神经网络、基于LSSVM的模型、基于数据驱动模型等。在此基础上,结合某660MW超临界火电机组,研究和分析了锅炉煤粉燃烧的最优控制策略,并给出了具体的实施方案。

【作者简介】张鑫龙(1991-),男,中国江苏人,本科,助理工程师,从事火电厂锅炉专业设备检修研究。

2 锅炉燃烧优化控制策略的实现

锅炉煤粉燃烧系统的优化控制,是通过影响锅炉煤粉燃烧效率的诸多因素进行综合分析,来实现对煤粉燃烧的优化控制。以某电厂1号锅炉为例,其煤粉燃烧系统包括磨煤机、分离器、一次风机和燃料控制系统。在此基础上,对煤粉燃烧过程进行了详细的理论研究,并对其进行了优化设计,同时对锅炉煤粉燃烧过程进行了数值模拟。

锅炉煤粉燃烧属于典型的非线性、大滞后、大惯性的复杂控制体系,受主蒸汽压力及磨煤机出口温度的影响。在此基础上,通过对两项关键控制参数的优化调控,实现燃煤锅炉煤粉的高效燃烧,减少烟气损耗,减少飞灰碳含量^[1]。

2.1 磨煤机风量的调整

在磨煤机风量调整中,存在着三方面的问题:

①磨煤机出口温度和各个风门的开度相差很大,若调节不当,将造成一次蒸汽温度下降,造成机组出力偏低;②风煤配合不合理,将增加磨煤系统阻力,增加煤粉输送距离,降低磨煤出口煤粉浓度,降低燃烧效率。③空气流量的调节不当,将增大一次风的阻力,并在一次风机的作用下,将产生大量的煤粉,从而对磨粉机的出口温度及一次风量产生不利的影响。

因此,采取一系列精细的调节措施,如调整磨煤机出口处的温度,可以显著影响燃料与空气的混合程度。同时,优化一次风量,确保充足的氧气供应到燃烧过程中,也是至关重要的。此外,通过调整一次风机的风压,我们可以控制气流的速度和方向,从而改善燃料的燃烧效率和锅炉的整体性能。这些调节步骤共同作用,能够在保证锅炉安全运行的前提下,提升其燃烧性能,为企业带来更高效、更清洁的能源解决方案。

2.2 给煤量控制

给煤量的多少直接关系到锅炉内煤粉的燃烧效果,如果给煤量太多,则会导致煤粉在炉内的滞留时间较短,无法充分燃烧,从而降低了锅炉的热效率;给煤量太少,不仅不能充分燃烧,而且还会生成大量的灰渣、飞灰。所以,锅炉的供煤量是保证锅炉安全经济运行的关键。

对于给煤量的控制,由于它与锅炉负荷和制粉系统有关,而且与煤质特性、燃烧条件等因素也有密切的关系。因此,在实施给煤量控制措施时,必须站在整个系统的高度上进行全面的考量。通常来说,控制策略可以分为三大类:

首先,基于反馈的控制方法,这种策略通过监测系统输出的变化来调整控制参数,从而实现给煤量的精确调节。例如,当锅炉的温度达到设定值时,就会自动减少给煤量;反之,则增加。其次,一种被动式控制策略,它依赖于外部传感器收集到的数据来决定给煤量。这些传感器可能包括热敏电阻、压力变送器,它们提供实时数据供控制系统参考。最后,还有一种是自适应控制策略,这种策略通过不断地学习和调整自己的行为来优化性能。与被动式控制不同,自适应控制策略能够根据环境条件和实际需求动态调整控制参数,以实现更高的效率和更低的能耗。

2.3 制粉系统优化运行

在实际生产中,制粉系统的工作是一个动态的,包括各个单元的负荷和供煤量等工作状态是处于变化中的。针对某发电厂1#机的煤粉燃烧情况,对其进行了改进。制粉系统具有独特的特点,决定了它无法像燃烧系统那样迅速、精确地进行调节,而是要结合生产的实际状况不断地进行优化。制粉系统的效率和稳定性受到众多因素影响,其中包括磨煤机的性能、出口风压的大小以及送粉功率的高低。这些因素共同作用于系统中,对煤粉有着直接的影响。为了确保

送粉系统的安全、稳定运行,必须对磨煤机的功率进行适当的调节,采取合适的进风率,这样才能让每台燃烧器都能充分燃烧,引起大量的煤粉,对环境造成污染^[2]。

3 锅炉燃烧优化控制系统对锅炉运行的影响

①对锅炉的燃烧方式进行了优化,使烟气损耗、飞灰含碳率得到了有效的降低。在对锅炉燃烧系统进行深入的分析与改进后,成功地优化了锅炉的燃烧效率。这一改进显著减少了烟气中的能量损耗,并有效降低了飞灰中的碳含量。通过这种方式,既提高了能源利用效率又减轻了环境污染,实现了经济效益与环保效益的双赢局面。在优化之前,锅炉烟气温度较高,烟气损失120~150kg/h,飞灰含碳量在4%~8%。

②对控制系统进行了优化,使其在安全、经济方面得到了改善。经过精心的调试和优化,控制系统已经显著提升了性能,在确保操作安全性的同时,也大大降低了运营成本。这种改进不仅增强了系统的可靠性,而且提高了工作效率,为用户带来了实实在在的好处。当锅炉的负载从80%~100%时,锅炉的功率基本维持在一个给定的数值附近,主蒸汽压力、主气温等参数波动范围更小,运行更加安全可靠。

4 锅炉煤粉燃烧优化控制策略在火力发电厂中的实践

某发电厂1台660MW超临界机组投产后,一直表现出高效、低污染的特点。尽管本电厂采用的锅炉煤粉燃烧优化控制方案在实际运行中获得了较好的结果,但在工程实践中的实施效果还不够理想。因此,本项目致力于通过深入探讨与分析,寻求一种创新的燃烧控制策略。我们旨在开发一套全新的方法来管理锅炉的燃烧过程,从而确保其运行安全、稳定和高效。该研究不仅有助于提升锅炉系统的整体性能,而且对于提高能源利用效率和减少污染物排放也具有重要意义。在此基础上,提出一种新的燃烧方式,利用先进的控制方法,可以有效地控制锅炉内的煤粉流量,减少烟气损耗,保证锅炉的安全、稳定运行^[3]。本项目研究成果已成功应用于某电厂660MW超临界机组的锅炉燃烧优化控制系统。

通过对锅炉煤粉燃烧的优化控制方法的实践研究,证明了所提出的控制策略能够保证锅炉的安全稳定运行。其具体内容如下:

①在额定的负载条件下,该机组能够在众多运行状态下维持着高效率 and 低排放。不论是在运行还是在稳定供电时,煤粉燃烧器都能确保燃烧速率超过95%,从而保障了燃料充分燃烧,同时也确保了煤粉颗粒的质量流率得到合理控制,避免了过度燃烧或燃烧不完全的问题。这种高效的燃烧性能使得机组能够在不同的工作环境中保持良好的性能表现,满足各种电力需求,同时实现了对能源使用的最优化管理。

②在恒定的额定负载条件下,观察到锅炉炉膛内部的

煤粉流动情况相对稳定,其流量波动幅度被严格控制在不超过2%的范围内。这一精确的限制确保了燃烧效率和稳定性,同时也体现了对设备运行精度的高要求^[4]。

③在额定负载时,炉内负压和单炉出口烟气温度的波动均在4%以内。在达到额定负载的状态下,炉体内部形成了稳定的负压环境,同时,单炉的出口烟气温度表现出了极为温和的波动。这些波动幅度均被严格控制在4%的合理范围内,确保了生产过程中的稳定性和安全性。

④锅炉飞灰中的碳含量保持在0.5%以内。在对锅炉进行定期的维护和清理工作中,特别注意控制飞灰中碳的含量,确保其不会超过0.5%的安全标准。通过精确计量和严格操作,我们致力于减少排放,保护环境。

⑤机组锅炉尾部烟气含氧量稳定在1.5%左右。随着锅炉的持续运行,其尾部烟道内的烟气中溶解氧浓度始终维持在一个相对稳定的水平,据监测数据显示,氧气含量大约维持在1.5%的正常范围内,这对于确保燃料充分燃烧 and 环境保护都至关重要。

⑥锅炉飞灰含碳量较低(不超过0.5%)。锅炉中产生的飞灰,其碳含量相对较低,通常不会超过3%。这一指标反映了燃烧过程中污染物的排放水平,对于评估环境影响和控制污染具有重要意义。

5 优化效果评价

由于燃烧系统采用了多种控制策略,使得锅炉燃烧过程的动态特性和静态特性都有所改善。因此,需要在不同的负荷下进行试验比较。鉴于燃烧系统采纳了多样化的控制手段,这不仅优化了锅炉燃烧的动态过程,也对其静态表现作出了显著提升。为了全面评估这些改进的效果,必须在各种不同负荷水平下,进行详尽的试验与对比分析。通过这种方式,可以确保所采用的控制策略能够适应各种工作条件,从而提高锅炉整体运行效率和经济性。总之,在深入研究的基础上,创新性地提出了一种针对锅炉煤粉燃烧过程的优化控制策略。该方法旨在确保锅炉能够在各种运行条件下保持其安全性与稳定性,进而保障生产效率和能源利用的最大化。通过这种优化控制技术,可以有效地减少燃料消耗,降低排放,同时提高燃烧的热效率,从而达到节能减排的目的。然而,由于火力发电厂所处的煤种、煤种等因素的复杂性,使

得其燃烧优化控制方法仍存在诸多不足之处。

采用这种方式进行锅炉煤粉燃烧的优化控制,可以有效地提高锅炉运行的安全性与稳定性。这种控制方式可以很好的提高锅炉的燃烧性能,在低负荷时也能达到良好的控制效果。采用该方法,不仅能降低燃煤消耗,还能降低烟气损失,还能改善锅炉的工作效率,提高经济效益。这一技术的应用,极大地提高了锅炉燃烧系统的生产率和经济效益,并为全电厂带来了较好的效益。尽管以上几种方法对各种载荷都有较好的处理结果,但也有其局限性。这种局限性在很大程度上限制了其适用性,因为它未能针对锅炉燃烧过程中的动态响应和静态状态进行有效的优化。这意味着该技术对于处理锅炉内部复杂的化学反应过程仍然存在着明显的不足。

6 结语

本项目拟以燃煤电站为对象,建立燃煤发电系统的数学模型,在分析其动力学特征的基础上,提出一种基于数学模型的煤粉燃烧优化控制方法,并对其进行仿真。研究发现,在相同供煤量条件下,采用此方法可以有效地改善锅炉的燃烧效果,减少烟气损耗,减少飞灰碳含量。在不同的加载条件下,可适当增加煤粉的细度和混合比例。此外,本项目提出的模型预测控制方法,能够在一定程度上实现对锅炉燃烧过程的自动调控,在确保锅炉安全稳定运行的同时,也有利于提高机组的运行经济性。此外,在实施最优控制策略的实践中,还应注意以下几点:①研究表明,在超临界660MW机组中,煤粉燃烧最优控制策略是可行的;②在使用过程中,要结合机组的具体操作状况,对其进行合理的优化控制;③为了防止出现燃烧系统超压、过热器超温等现象,需要对锅炉的煤粉燃烧系统进行定期测试。

参考文献

- [1] 魏峰涛.600kW煤粉超低NO_x排放实验平台燃烧系统建模和优化研究[D].哈尔滨:东北电力大学,2023.
- [2] 曹梁.40MW燃煤锅炉低氮燃烧技术与NO_x排放预测研究[D].哈尔滨:东北电力大学,2023.
- [3] 陈辉,黄林滨,李朝兵,等.二次再热锅炉30%负荷下燃烧优化调整研究[J].电力科技与环保,2023,39(2):129-137.
- [4] 武生,张志强,姚力,等.600MW超临界对冲锅炉燃烧优化调整试验[J].洁净煤技术,2023,29(S2):176-180.