

灵活性调峰工况下锅炉燃烧优化调整策略研究

刘彦军

陕西华电榆横煤电有限责任公司榆横发电厂 陕西 榆林 719000

摘要: 灵活性调峰工况下锅炉燃烧优化调整策略研究旨在探讨在电力系统灵活性调峰需求下, 如何通过优化锅炉燃烧调整策略, 提高锅炉燃烧效率, 降低污染物排放, 保障锅炉运行稳定性。本研究结合智能化技术, 提出了一系列燃烧器调整、配风方式优化、燃料供给量调整以及监测与控制策略, 以为锅炉燃烧优化调整提供理论支持和实践指导, 推动电力行业的可持续发展。

关键词: 锅炉; 灵活性调峰; 燃烧优化; 调峰工况

引言: 随着清洁能源发电比重的持续上升, 煤电机组逐步转变为调节电源, 锅炉燃烧优化调整在灵活性调峰工况下显得尤为重要。当前锅炉燃烧过程中仍存在燃烧效率低、污染物排放超标等问题。因此本研究旨在通过深入分析灵活性调峰工况下锅炉燃烧的特点, 提出有效的优化调整策略, 以提高锅炉的燃烧效率和环保性能。

1 灵活性调峰工况与锅炉燃烧优化理论基础

1.1 灵活性调峰的定义

灵活性调峰是指根据电网的运行需求, 在不降低机组寿命的前提下, 对发电机组的运行参数进行调整, 以实现电网的供需平衡和运行稳定。这种调整通常包括调整机组的发电功率, 以适应电网负荷的变化或电价的变化。调峰运行特别适用于电网负荷变化较大的情况, 其优点在于响应速度快, 能有效保障电网的稳定性和可靠性。这种运行方式也会增加机组的成本。在“双碳目标”背景下, 煤电机组将长期作为主力调峰电源, 保障电网安全稳定。而储热是提升煤电机组灵活性的重要手段。煤电耦合储热系统可以在用电低谷期储存能量, 降低机组发电量; 在用电高峰期释放储存的能量, 增加机组发电量。这种跨时间尺度的能量匹配, 能在很大程度上降低煤电系统调峰过程的能量损失。

1.2 锅炉燃烧优化原理

锅炉燃烧优化原理主要基于锅炉的负荷和煤种, 实时优化锅炉的配风、配煤燃烧等运行方式。通过对锅炉操作参数进行以性能为闭环的动态优化控制, 提高锅炉燃烧效率, 降低发电煤耗, 同时减少烟气NO_x排放, 实现锅炉的经济环保运行。(1) 优化的目标一般为: 提高燃烧效率、降低NO_x排放、降低运行成本等。这些优化目标的达成, 需要对锅炉的运行参数进行精确的控制和调整, 如风煤比、配风形状等。风煤比和配风形状对

于提高炉膛燃烧稳定性和锅炉效率至关重要。在深度调峰工况下, 锅炉燃烧优化控制的方法尤为重要, 因为此时锅炉可能面临燃烧恶化和运行稳定性变差等问题^[1]。

(2) 锅炉燃烧优化调整的过程包括: 收集锅炉的基本情况等的相关资料, 进行锅炉典型工况下的试验, 通过性能计算和能耗分析, 寻找引起锅炉煤耗偏高的主要原因, 从而确定锅炉的优化目标。接着进行现场设备消缺, 进行锅炉优化调整试验, 寻找锅炉在调峰范围内合理的运行操作方式。最终, 通过对各项热损失的分析, 找出锅炉的优化运行的方法, 并找出提高锅炉运行经济性的途径。

2 灵活性调峰工况下锅炉燃烧过程中存在的主要问题

在电力系统灵活性调峰工况下, 锅炉燃烧过程面临着诸多挑战, 这些问题不仅影响着锅炉的运行效率, 还可能对环境和电力系统稳定性产生负面影响。

2.1 排烟损失

在灵活性调峰工况下, 锅炉的排烟损失是一个不容忽视的问题。排烟损失是指锅炉排出的烟气中携带的热量未能得到有效利用而造成的能量损失。当锅炉处于调峰状态时, 其负荷可能会频繁波动, 导致燃烧工况不稳定, 进而影响排烟温度。排烟温度过高会导致大量热量随烟气排出, 造成排烟损失增加。锅炉的尾部受热面积灰、结渣等问题也会加剧排烟损失。积灰和结渣会减小受热面的传热系数, 降低热效率, 使得更多的热量随烟气排出。

2.2 燃烧效率不高

在灵活性调峰工况下, 锅炉的燃烧效率往往难以达到最佳状态。燃烧效率不高可能是由于燃料与空气的混合不均、燃烧器设计不合理、燃烧调整不当等多种原因造成的。当锅炉负荷波动时, 燃烧工况也会发生变化, 如果燃烧调整不及时或不准确, 就会导致燃烧效率下

降。燃烧效率不高不仅会降低锅炉的热效率,增加燃料消耗,还会产生大量的不完全燃烧产物,如CO和未燃尽的碳氢化合物等。这些不完全燃烧产物不仅会对环境造成污染,还可能对锅炉的运行安全构成威胁。

2.3 污染物排放超标

在灵活性调峰工况下,锅炉的污染物排放问题也尤为突出。由于燃烧工况的不稳定,锅炉可能会产生大量的NO_x、SO₂和颗粒物等污染物。这些污染物不仅会对环境造成严重的污染,还可能对人类健康产生危害。

3 灵活性调峰工况下锅炉燃烧优化调整策略

在灵活性调峰工况下,锅炉燃烧优化调整对于提高燃烧效率、降低污染物排放、保障锅炉运行稳定性具有重要意义。

3.1 燃烧器调整策略

燃烧器是锅炉燃烧过程中的关键设备,其性能直接影响锅炉的燃烧效率和污染物排放。在灵活性调峰工况下,燃烧器的调整策略显得尤为重要。首先,应根据锅炉的负荷变化,适时调整燃烧器的出力,当锅炉负荷降低时,应减小燃烧器的出力,以避免燃料浪费和污染物排放增加。反之,当锅炉负荷增加时,应增大燃烧器的出力,以满足电网的调峰需求^[2]。其次,应优化燃烧器的结构设计和布置方式,通过改变燃烧器的喷嘴形状、数量和排列方式,可以优化燃料的燃烧过程,提高燃烧效率。合理的燃烧器布置方式还可以减少燃烧过程中的涡流和回流,降低NO_x的生成。另外,还可以采用先进的燃烧器技术,如低氮燃烧器、脉冲燃烧器等,进一步降低污染物的排放。这些燃烧器技术通过改变燃料的燃烧方式和燃烧条件,实现了低NO_x燃烧和高效燃烧的双重目标。

3.2 配风方式优化

配风方式作为影响锅炉燃烧效率和污染物排放的关键因素,在灵活性调峰工况下显得尤为重要。锅炉的负荷变化和燃烧需求直接决定了配风方式的调整策略。一次风和二次风的配比调整是实现高效燃烧的基础。一次风负责将燃料送入锅炉并维持燃烧初期的稳定,而二次风则提供必要的氧气,确保燃料能够充分燃烧。通过精确调整一次风和二次风的配比,可以有效平衡燃料的输送和氧气的供给,从而实现燃料的充分燃烧和高效利用。除了配比调整,配风系统的结构和布置方式也对燃烧效率有着显著影响。优化配风管道的形状、数量和排列方式,可以优化风量的分配和流动方式,使风量更加均匀地分布在锅炉内,从而提高燃烧效率。合理的配风系统布置方式还能减少风量的浪费和烟气的流动阻力,

进一步降低能耗和污染物排放。先进的配风控制技术也是提高燃烧效率和污染物排放控制水平的重要手段。变频调速技术、智能控制技术等现代技术的应用,使得配风系统能够根据锅炉的负荷变化和燃烧需求实时调整运行参数。这些技术不仅提高配风系统的自动化和智能化水平,还使得燃烧过程更加稳定、可控,从而进一步提升锅炉的燃烧效率和环保性能。

3.3 燃料供给量调整

燃料供给量的调整是锅炉燃烧优化调整的重要方面之一。在灵活性调峰工况下,应根据锅炉的负荷变化和燃料特性,适时调整燃料供给量。根据锅炉的负荷需求,确定合理的燃料供给量,当锅炉负荷降低时,应减少燃料供给量,以避免燃料浪费和污染物排放增加。反之,当锅炉负荷增加时,应增加燃料供给量,以满足电网的调峰需求。应根据燃料的特性和燃烧需求,选择合适的燃料供给方式,例如,对于煤粉锅炉,可以采用磨煤机将煤粉磨成细度适中的煤粉,并通过送粉管道送入锅炉燃烧。对于燃油锅炉,则可以采用喷油嘴将燃油雾化化成细小的油滴,并与空气充分混合后送入锅炉燃烧。还可以采用先进的燃料供给控制技术,如智能燃料供给系统、燃料混合技术等,实现燃料供给量的精确控制和优化调整。这些技术可以根据锅炉的负荷变化和燃料特性,实时调整燃料供给系统的运行参数,提高燃烧效率和污染物排放的控制水平。

3.4 监测与控制策略

监测与控制策略是锅炉燃烧优化调整的重要保障。在灵活性调峰工况下,应建立完善的监测与控制系统,实时监测锅炉的运行状态和燃烧参数,并根据监测结果进行相应的调整和控制。建立完善的监测系统,包括烟气在线监测、燃烧参数监测、燃料供给量监测等。这些监测系统可以实时监测锅炉的排放物浓度、燃烧效率、燃料供给量等关键参数,为燃烧优化调整提供数据支持^[3]。建立先进的控制系统,包括自动化控制系统、智能控制系统等,这些控制系统可以根据监测结果和预设的控制策略,实时调整锅炉的运行参数和燃烧条件,实现燃烧过程的自动化和智能化控制。还可以采用先进的监测与控制技术,如大数据分析技术、人工智能技术等,对锅炉的运行数据进行深度挖掘和分析,发现潜在的燃烧问题和优化空间,为燃烧优化调整提供更加精准和科学的依据。

4 智能化技术在锅炉燃烧优化调整中的应用

随着科技的飞速发展,智能化技术已经逐渐渗透到各行各业,其中也包括锅炉燃烧优化调整领域。智能化技术的应用,不仅提高了锅炉的运行效率,降低了污染

物排放,还显著提升了锅炉的维护与管理水平。

4.1 智能化监控与诊断

智能化监控与诊断是智能化技术在锅炉燃烧优化调整中的首要应用。通过引入先进的传感器和监测设备,锅炉的运行状态可以被实时、准确地记录下来,并通过智能化系统进行数据分析与诊断。在智能化监控方面,锅炉的关键参数如温度、压力、流量、浓度等都会被实时监测,并显示在智能化的控制界面上。工作人员可以随时随地通过电脑或移动设备查看锅炉的运行状态,从而实现对锅炉运行的全面掌控。这种实时的数据监控,使得任何异常情况都能被及时发现并处理,避免了因设备故障而导致的生产中断或安全事故。智能化诊断则更进一步,它通过对收集到的数据进行深度挖掘和分析,可以准确识别锅炉运行中的潜在问题。例如,通过对比历史数据和实时数据,智能化系统可以及时发现锅炉燃烧效率的下降、污染物排放的增加等异常情况,并给出具体的诊断结果和可能的解决方案。这种智能化的诊断方式,不仅提高了锅炉的维护效率,还降低了因故障停机而造成的经济损失。

4.2 智能化燃烧优化

智能化燃烧优化是智能化技术在锅炉燃烧调整中的核心应用。通过引入先进的算法和模型,智能化系统可以实现对锅炉燃烧过程的精确控制和优化。在智能化燃烧优化方面,系统会根据锅炉的负荷变化、燃料特性以及环境要求,自动调整燃烧参数,如燃料供给量、配风量、燃烧器出口温度等,以实现最佳的燃烧效果。这种自动调整的方式,不仅提高锅炉的燃烧效率,还降低污染物排放。智能化系统还可以通过对锅炉燃烧过程的实时监测和分析,发现燃烧过程中的瓶颈和问题,并给出具体的优化建议。例如,当发现锅炉的燃烧效率下降时,系统可以自动调整燃烧器的结构和布置方式,或者优化配风系统,以提高燃烧效率。这种智能化的优化方式,使得锅炉的燃烧过程更加高效、环保^[4]。值得一提的是,智能化燃烧优化还可以与先进的控制技术相结合,如自适应控制、模糊控制等,以实现更加精准和灵活的燃烧控制。这些先进的控制技术可以根据锅炉的实时运行状态和燃烧需求,自动调整控制策略,使得锅炉的燃烧过程更加稳定、可靠。

4.3 智能化维护与管理

智能化维护与管理是智能化技术在锅炉燃烧优化调整中的又一重要应用。通过引入智能化的维护与管理系统,锅炉的维护效率和管理水平得到了显著提升。在智能化维护方面,系统可以根据锅炉的运行数据和历史记录,预测设备的寿命和可能发生的故障。当设备接近寿命终点或出现故障预兆时,系统会提前发出预警,提醒工作人员进行维护和更换。这种预测性的维护方式,不仅降低了设备的故障率,还延长了设备的使用寿命。智能化管理则更侧重于对锅炉运行数据的深度挖掘和分析,通过对大量数据的分析,系统可以发现锅炉运行中的规律和问题,并为工作人员提供决策支持。例如,系统可以根据锅炉的负荷变化和燃料消耗情况,自动调整燃料供给量和配风量,以实现最佳的经济效益。此外,智能化管理系统还可以对锅炉的污染物排放进行实时监测和分析,确保锅炉的环保性能符合相关标准。智能化技术还可以与物联网、云计算等先进技术相结合,实现锅炉的远程监控和维护。通过物联网技术,锅炉的运行数据可以实时上传到云端服务器,工作人员可以随时随地通过手机或电脑查看锅炉的运行状态。云计算技术还可以为锅炉提供强大的数据存储和分析能力,使得锅炉的维护与管理更加便捷、高效。

结束语

本研究通过对灵活性调峰工况下锅炉燃烧优化调整策略的全面探讨,不仅揭示了锅炉燃烧过程中的关键影响因素,还提出一系列切实可行的优化调整方案。这些方案不仅有助于提高锅炉的燃烧效率和环保性能,还为电力行业的可持续发展提供了有力支持。未来,将继续深化研究,不断探索更加高效、环保的锅炉燃烧优化调整策略,为电力行业的绿色发展贡献力量。

参考文献

- [1]陈辉,张佳佳,戴维葆,等.330MW机组SCR脱硝系统灵活性优化改造技术研究[J].电站系统工程,2020,36(4):12-16.
- [2]陈永辉,李志强.基于电锅炉的火电机组灵活性改造技术研究[J].热能动力工程,2020,35(1):261-266.
- [3]吴炬.东北地区火电机组灵活性改造技术研究及策略分析[J].黑龙江电力,2020,42(5):443-446.
- [4]王玉国,田宇,杨慎敏,等.先进控制策略在深度调峰发电机组中的应用[J].自动化应用,2020,(06):100-101+105.