发电厂锅炉燃烧优化以及应用

蔡 波

江西赣能股份有限公司丰城发电厂 江西 宜春 331100

摘要: 本文旨在探讨发电厂锅炉燃烧优化的重要性、原理、技术及应用。随着能源需求的不断增长和环保要求的日益严格,发电厂锅炉燃烧优化成为提高能源利用效率、减少污染物排放的重要手段。本文通过分析发电厂锅炉燃烧原理及现状,介绍了多种燃烧优化技术,并结合实际应用案例,展示了这些技术在提升锅炉燃烧效率、降低能耗和减少污染物排放方面的显著效果。

关键词: 发电厂锅炉; 燃烧优化; 能源效率; 污染物排放; 燃烧技术

引言: 在电力生产过程中,发电厂锅炉作为关键设备,其燃烧效率直接影响整个电厂的能源利用效率和环保水平。然而,传统的锅炉燃烧方式存在能耗高、污染物排放量大等问题,严重制约了电力行业的可持续发展。因此,开展发电厂锅炉燃烧优化研究,对于提高能源利用效率、减少环境污染、推动电力行业绿色转型具有重要意义。

1 发电厂锅炉燃烧优化的重要性

在电力行业中,发电厂锅炉作为能量转换的核心设备,其燃烧效率与环保性能直接关系到能源的有效利用和环境的可持续发展。随着全球能源需求的不断增长以及环境保护意识的日益增强,发电厂锅炉燃烧优化显得尤为重要。

1.1 提高能源利用效率

能源利用效率是衡量发电厂锅炉性能的关键指标之一。传统的锅炉燃烧方式往往存在燃烧不充分、热量损失大等问题,导致能源利用效率低下。通过优化锅炉燃烧,可以显著提高能源转换效率,实现燃料的充分利用。第一,优化燃烧过程需要精确控制燃料的供给和空气的混合比例,确保燃料在锅炉内充分燃烧。这不仅可以提高燃烧温度,还可以减少未燃尽燃料的损失,从而提高锅炉的热效率。第二,优化锅炉结构,如改进燃烧器设计、增加受热面积等,也可以提高热量的吸收和转换效率。第三,采用先进的燃烧控制系统,可以实时监测锅炉的运行状态,及时调整燃烧参数,确保锅炉始终处于最佳工作状态。提高能源利用效率不仅可以降低发电成本,还可以减少能源消耗,缓解能源紧张问题。这对于保障国家能源安全、促进经济可持续发展具有重要意义。

1.2 减少污染物排放

发电厂锅炉燃烧过程中产生的氮氧化物、二氧化硫

等有害物质,对环境和人类健康构成了严重威胁。优化燃烧过程有助于减少这些污染物的排放,改善环境质量。一方面,通过优化燃烧器设计和调整燃烧参数,可以降低燃烧过程中氮氧化物的生成^[1]。采用低氮燃烧技术,通过控制燃烧温度和氧气浓度,减少热力型和快速型氮氧化物的生成。另一方面,优化锅炉的脱硫和除尘系统,也可以有效降低二氧化硫和粉尘的排放。例如采用湿法脱硫技术,通过向烟气中喷入石灰乳等脱硫剂,将二氧化硫转化为无害的硫酸盐。减少污染物排放不仅可以改善环境质量,还可以降低环境治理成本,提升电力企业的社会形象。这对于推动电力行业绿色发展、构建生态文明社会具有重要意义。

1.3 促进可持续发展

燃烧优化技术符合绿色、低碳的能源发展战略,有助于推动电力行业向更加环保、可持续发展的方向发展。第一,优化燃烧过程可以减少能源消耗和污染物排放,降低对环境的影响。这符合全球气候变化和环境保护的迫切需求。第二,燃烧优化技术的应用可以促进电力行业的转型升级,推动传统高污染、高能耗的发电方式向清洁、高效、环保的方向发展。第三,燃烧优化技术还可以提高电力企业的竞争力,降低运营成本,提升盈利能力。

2 发电厂锅炉燃烧原理及现状

2.1 燃烧原理

发电厂锅炉中的煤炭燃烧是一个复杂而精细的化学与物理过程,它涉及:(1)燃料与空气的混合:在锅炉燃烧过程中,煤炭首先在制粉设备中被破碎成适合燃烧粒度的煤粉,再通过鼓风机输入合适风温、风速的空气,与煤炭颗粒进行充分混合。这一混合过程极为关键,因为它直接关系到煤炭的燃烧速度和燃烧效率。理想的混合状态是煤炭颗粒与空气能够均匀分布,从而确保每个颗粒都能获得充足的氧气以支持其燃烧。(2)

点火：煤炭颗粒与空气混合后，需要足够的热量来点燃它们。在锅炉中，这通常通过点燃预燃室内的少量燃料来实现，预燃室产生的高温火焰和烟气随后被引入主炉膛，点燃主炉膛内的煤炭颗粒。点火阶段需要精确控制温度和点火时间，以确保煤炭能够迅速且稳定地点燃。

(3) 燃烧：一旦煤炭颗粒被点燃，它们将进行剧烈的氧化反应，释放出大量的热能和光能。这一过程中，煤炭中的碳、氢等元素与空气中的氧气结合，生成二氧化碳、水蒸气等气体。同时，煤炭中的灰分和其他无机物将形成炉渣和飞灰。燃烧过程的稳定性和完全性对于提高锅炉的热效率和减少污染物排放至关重要。(4) 排烟：燃烧产生的烟气携带了大量的热量和污染物。在锅炉的尾部烟道中，烟气通过过热器、再热器、省煤器等受热面，将热量传递给工质（如水或蒸汽），从而提高锅炉的热效率。最后经过除尘和脱硫等净化处理后，烟气被排放到大气中。排烟阶段需要关注烟气的温度和污染物含量，以确保锅炉的环保性能达标。

2.2 现状分析

尽管发电厂锅炉的燃烧技术已经取得了显著的进步，但当前仍存在一些普遍问题，这些问题限制了锅炉的燃烧效率和环保性能。(1) 燃烧不充分：由于燃料与空气的混合不均匀、点火不稳定或燃烧温度不足等原因，部分煤炭颗粒在锅炉内未能完全燃烧。这不仅降低了锅炉的热效率，还增加了飞灰和炉渣的含碳量，导致能源浪费和环境污染。(2) 污染物排放超标：在燃烧过程中，煤炭中的硫、氮等元素会与氧气结合，生成二氧化硫、氮氧化物等有害气体^[2]。同时燃烧产生的飞灰和炉渣也可能含有重金属等有害物质。如果锅炉的脱硫、脱硝和除尘等净化处理设施不完善或运行不稳定，就会导致污染物排放超标，对环境造成严重污染。(3) 当前发电厂锅炉燃烧还存在一些其他问题，如锅炉结焦、积灰等。这些问题不仅影响了锅炉的安全运行和稳定性，还增加了维护成本和能耗。因此，为了进一步提高锅炉的燃烧效率和环保性能，需要不断探索和应用先进的燃烧技术和净化处理技术。同时，加强锅炉的日常维护和保养工作也是至关重要的。

3 发电厂锅炉燃烧优化技术

在电力行业中，发电厂锅炉的燃烧效率与环保性能直接关系到能源的有效利用、环境的可持续发展以及电力企业的经济效益。为了提高锅炉的燃烧效率和减少污染物排放，各种燃烧优化技术应运而生。

3.1 燃料调整技术

燃料调整技术是优化锅炉燃烧过程的基础手段之

一。通过改变燃料的种类、粒度等参数，可以显著改善燃烧效果。(1) 选择合适的燃料种类至关重要。不同种类的煤炭具有不同的热值、挥发分含量和灰分含量等特性，这些特性直接影响燃烧效率和污染物排放。因此，根据锅炉的设计要求和运行条件，选择适宜的煤炭种类是提高燃烧效率的关键。(2) 燃料的粒度也对燃烧过程产生重要影响。粒度过大或过小都会导致燃烧不充分。粒度过大时，燃料表面与空气的接触面积减小，燃烧速度减慢；粒度过小时，虽然增加了与空气的接触面积，但易导致燃烧室结焦和积灰。因此通过破碎、筛分等工艺将燃料调整至适宜的粒度范围，是实现高效燃烧的重要措施。

3.2 风量控制技术

风量控制技术是确保燃料与空气最佳混合比例的关键。在锅炉燃烧过程中，送风量的大小直接影响到燃烧速度和燃烧效率。(1) 精确测量和控制锅炉的送风量是实现高效燃烧的前提。通过安装风量测量装置和调节阀门，可以实时监测和调整送风量，确保其与燃料的燃烧需求相匹配。(2) 根据锅炉的负荷变化和燃料特性的变化，动态调整送风量也是至关重要的。负荷增加时，需要增加送风量以提供足够的氧气支持燃烧；负荷减少时，则需减少送风量以避免过量空气导致热损失。同时不同种类的燃料对氧气的需求也不同，因此需要根据燃料的特性进行风量调整。

3.3 燃烧器优化技术

燃烧器是锅炉燃烧过程的核心部件，其设计直接影响到燃烧效率和污染物排放。采用先进的燃烧器设计技术，可以显著提高燃烧效率并减少污染物生成。(1) 改进燃烧器的结构可以提高燃料的雾化效果和混合均匀性^[3]。通过优化喷嘴的形状、尺寸和布置方式，可以改善燃料的雾化质量，使其与空气更好地混合，从而提高燃烧速度和燃烧效率。(2) 采用低氮燃烧技术也是减少污染物排放的有效手段。低氮燃烧技术通过控制燃烧温度和氧气浓度，减少热力型和快速型氮氧化物的生成。例如，分级燃烧技术将燃料和空气分成多股送入燃烧室，形成贫氧和富氧区域，从而降低燃烧温度并减少氮氧化物的生成。

3.4 智能化控制技术

随着信息技术的不断发展，智能化控制技术逐渐成为发电厂锅炉燃烧优化的重要趋势。利用现代信息技术，可以实现锅炉燃烧的自动化、智能化控制，提高燃烧效率和环保性能。(1) 通过安装传感器和监测装置，实时监测锅炉的运行状态和燃烧参数。这些数据包括锅

炉进出口温度、压力、氧量、烟气成分等关键信息，为智能化控制提供了可靠的数据基础。（2）基于大数据分析和机器学习算法，开发智能控制系统。该系统可以根据实时监测数据和历史运行数据，自动调整燃烧参数和控制策略，实现锅炉燃烧的最优化。例如通过预测模型预测锅炉的负荷变化和燃料特性的变化，并提前调整送风量和燃料供给量，以确保锅炉始终处于最佳工作状态。（3）智能化控制技术还可以实现锅炉的远程监控和故障诊断。通过远程访问控制系统和数据平台，运维人员可以实时了解锅炉的运行状态并进行故障诊断和排除，从而提高锅炉的可靠性和安全性。

4 发电厂锅炉燃烧优化技术应用

在电力行业中，发电厂锅炉的燃烧效率与环保性能是衡量其运行质量的重要指标。为了提升锅炉的燃烧效率、降低污染物排放，燃烧优化技术得到了广泛应用。以下将选取几个典型的发电厂锅炉燃烧优化案例，详细介绍技术应用过程、效果及经验总结，并探讨燃烧优化技术在电力行业的推广前景。

4.1 案例分析

案例一：沧州中铁双超燃气锅炉燃烧优化项目

沧州中铁采用了科远智慧的OPT6000优化控制系统，成功实现了两台双超燃气锅炉的燃烧优化。该系统通过对锅炉负荷控制回路、送风控制回路等多个操作参数的全自动优化控制，显著提高了锅炉的节能效果^[4]。据统计，两台锅炉的节能率均达到1.5%以上。此外该系统还具备实时预警功能，能够确保锅炉的安全稳定运行。该项目的成功实施，不仅降低了生产运营成本，还提高了煤气利用效率。

案例二：某电厂锅炉智能燃烧优化系统应用

某电厂引入了基于神经网络的智能燃烧优化系统，该系统能够实时监测锅炉的关键运行参数，并通过AI优化控制算法在线调整锅炉运行参数。通过该系统的应用，电厂成功实现了锅炉燃烧效率的提升和NO_x排放量的降低。实验结果显示，该系统在提高锅炉燃烧效率的同时，有效减少了污染物的排放，促进了火电行业的健康发展。

案例三：锅炉性能优化系统（SOAP）应用案例

某发电企业采用了锅炉性能优化系统（SOAP），该系统通过实时监测锅炉的运行数据，利用模糊数学理

论和人工神经网络技术，找出了多变量之间的非线性关系，并计算得到了运行参数的最佳组合。通过SOAP系统的应用，该发电企业的锅炉热效率得到了显著提升，同时减少了氨氧化物排放和减温水流量，降低了厂用电和飞灰含碳量。

4.2 经验总结

从上述案例中可以看出，发电厂锅炉燃烧优化技术的应用效果显著。这些技术通过实时监测锅炉的运行数据、优化控制策略和调整燃烧参数等手段，实现了锅炉燃烧效率的提升和污染物排放的降低。同时这些技术的应用还提高了锅炉的安全稳定性和运行经济性。

4.3 技术推广与前景探讨

随着国家对环保要求的日益严格和能源结构的不断调整，发电厂锅炉燃烧优化技术的推广前景广阔。为了推动这一技术的广泛应用，政府应出台相关政策支持，鼓励电力企业采用先进的燃烧优化技术。同时电力企业也应积极响应国家号召，加大技术研发投入，提升锅炉的燃烧效率和环保性能。在技术路线上，应重点关注智能化、自动化和集成化的发展趋势。通过引入现代信息技术和人工智能技术，实现锅炉燃烧的智能化控制和自动化调节。同时，加强不同技术之间的集成应用，形成综合性的燃烧优化解决方案。

结语

发电厂锅炉燃烧优化是提高能源利用效率、减少污染物排放、推动电力行业绿色转型的重要途径。通过不断探索和应用先进的燃烧优化技术，我们可以为电力行业的可持续发展贡献力量。未来，随着科技的不断进步和环保要求的日益提高，发电厂锅炉燃烧优化技术将朝着更加高效、环保、智能化的方向发展。

参考文献

- [1]赵永设,王士强.火力发电厂锅炉设备燃烧优化方法研究[J].现代制造技术与装备,2023,59(09):18-20.
- [2]孔超.火力发电厂的锅炉运行故障与对策分析[J].集成电路应用,2021,38(05):150-151.
- [3]郭向兵.火力发电厂锅炉运行控制的节能策略研究[J].当代化工研究,2021,4(05):163-164.
- [4]王雷.火力发电厂锅炉经济运行优化措施探讨[J].电气技术与经济,2024(1):268-269,275.