浅谈节能降耗技术在电厂锅炉运行中的应用

李博

安徽华电芜湖发电有限公司，安徽省芜湖市，241000；

摘要：锅炉是电厂主要设备之一，能够通过对煤炭的燃烧进行发电，以达到能源生产的目的。近年来节能减排已成为社会关注重点，有关电厂锅炉相关的节能降耗研究也在持续进行。以下内容便围绕有关节能降耗技术在电厂锅炉运行中的实际应用、相关必要性、问题等进行简单阐述。

关键词：电厂锅炉；节能降耗；问题

DOI：10.69979/3060-8767.25.02.044

目前能源问题比较突出，电厂锅炉不仅是能源生产装置，也会在能源生产中有大量排放，会随之造成能源浪费、排放增加等问题。为推动节能减排，必须在电厂锅炉中深入应用节能降耗技术，帮助提升电厂运行效率，保障锅炉安全，在此基础上达到节能降耗的目的。发展到当前，可用于电厂锅炉节能降耗的先进技术愈加多样化，必须结合现实情况充分考虑，确保节能降耗技术在电厂锅炉中的运用能够保证适用性、灵活性。

1 电厂锅炉运行中注重节能降耗的意义

电厂多以火电厂为主，需要通过煤炭等资源燃烧完成能源转换，为满足城市电力需求，往往需要投入大量资源。但是就实际情况看，能源转换效率可能较低，部分能源在燃烧过程中被损耗，也对周围环境造成了一定的污染。伴随着节能降耗技术的快速发展及应用，将能够帮助降低能源浪费，提升电厂整体运行效率，并在保障运行效率的同时兼顾经济效益，可以促进电厂增强竞争力，并逐步向绿色、可持续方向转变[1]。与此同时，节能降耗的落实能够保障锅炉运行安全。锅炉在电厂中属于核心设备，在能源生产时，锅炉的工作状态伴有高温高压特点，极有可能引发事故，一旦发生事故将会对电厂正常运行造成不利影响。随着对节能降耗技术的应用，能够优化燃烧状况，减少锅炉过热及过压风险，进而保障锅炉运行时的整体稳定性和安全性。

2 电厂锅炉运行问题分析

2.1 燃烧质量不佳

电厂锅炉运行期间需要燃烧煤炭等燃料进行发电，为保障燃烧质量，必须关注煤炭质量，煤炭质量直接与锅炉燃烧质量相关。但是就目前实际情况看，部分电厂存在燃烧质量不佳问题，与市场原因有关。现阶段市场竞争激烈，煤炭市场尤其有着比较复杂的竞争现状，在此背景下，电厂采购的煤炭可能存在质量参差不齐的问题，很容易在燃烧时出现燃烧不充分问题；不仅如此，因燃烧质量不佳，会随之产生烟尘、一氧化碳等污染物，并且还会在锅炉内部形成积灰、结渣。

2.2 负荷效率有待提高

电厂锅炉负荷效率低的问题非常值得关注，是电厂节能降耗关注的重难点。对于电厂锅炉，较高且稳定的负荷效率对保障锅炉的燃烧效率、确保电力持续生产有重要意义。但是，在锅炉的启动、停炉等过程中会伴有大量的能源浪费问题。例如在启动期间，往往需要投入大量能源，促进锅炉尽快达到正常工作温度，再如锅炉停炉时，也会伴有大量的能源浪费问题。此外，负荷效率低的问题也与吸风机有一定关联。吸风机运行能够为锅炉提供充足的氧气，但可能会因吸风机设备长期应用出现电机老化、叶片磨损等问题，进而影响能耗，导致能耗上升。

2.3 水质因素

电厂锅炉的正常运行必须考虑水质，良好的水质能够提高发电效率。据悉，一部分电厂锅炉运行问题便与水质因素有关，例如若水中存在钙、镁离子将可能在受热后形成附着于锅炉表面的水垢，随着时间的推移，水垢产生量越来越大，在逐渐积累下会导致燃烧效率降低；为持续保障燃烧效率，便需要增加能源投入量，导致能源浪费。相关统计数据显示，在水垢达到 1mm 时，能耗便会增加 5%-10%。因此，必须重点关注电厂锅炉运行期间的水质问题，防范因水质问题导致的能源浪费[2]。

2.4 设备老化

电厂正常发电与锅炉等设备密切相关，目前社会发展迅速，电力需求大，很可能出现锅炉设备长期运行而出现老化的问题。在锅炉运行期间，难免会因燃烧效率低、水质因素等多因素影响正常运行，加之锅炉长期处于负荷状态，必然会出现设备老化问题，如零部件磨损、

保温性能下降等。并且有相关研究数据显示，一台运行年限达到 15 年的锅炉，其能源消耗量会增加大约 15%-20%。另外，除设备老化外，也存在技术落后问题，未能重视对相关配套技术的研究，以至于电厂锅炉的优势无法被进一步发掘。总而言之，电厂锅炉运行中存在许多问题，不仅效率降低，对环境的影响也较大。

3 可用于电厂锅炉运行的节能降耗技术

3.1 全面升级设备

节能减排已成为各行业领域的重要发展导向，电厂作为城市发展的“命脉”，必须响应号召妥善应对节能减排需求，并在此背景下探索具体策略。在应用一些节能降耗技术时，应以升级设备为前提。前文提到，电厂锅炉在长期应用下会出现性能下降问题，能源利用率低，必须重点围绕锅炉进行升级改造。可重点关注锅炉加热压力，以往在锅炉运行时，锅炉加热压力处于一个相对动态变化的过程，最佳压力状态的维持时间比较短[3]。为此，应当优化加热系统，提高对加热压力的精细化控制水平，以此更为精准、有效地控制锅炉的加热压力，并使其尽可能维持在最高效的加热压力状态；燃烧器和风粉混合设备是电厂的重要设备之一，风粉混合设备属于锅炉前端设备，能够通过该设备将空气与燃料混合，但以往容易出现混合不均匀情况，可能影响燃烧效率。基于此，可以对燃烧器和风粉混合设备进行优化改进，以均匀混合空气和燃料为首要任务。并且还可使用更为先进的燃烧器控制对策，便于燃烧器基于燃料情况合理调整运行工况；对于引送风设施、除尘灰斗，均应进行改造优化，在降低能源消耗、提高利用率的同时减少污染。

3.2 燃料质量控制

煤炭是锅炉运行的主要原料，锅炉运行效率与燃烧效率密切相关。之所以存在比较严重的污染和较高的能耗，与燃烧质量有相关性。目前，不仅需要应用各种先进的节能降耗技术，还应关注燃料质量控制，在每次的煤炭采购时，均应将质量控制严格落实到采购全过程。例如在采购煤炭时，应通过专业技术检测煤炭质量；同时，还应检测分析锅炉的燃料灰分参数、燃烧比等，基于锅炉的实际性能情况控制采购质量，尽可能在保障成本控制要求前提下采购高质量的煤炭。

3.3 应用辅机节能技术

电厂锅炉运行中离不开对各种辅机的应用，如风机、水泵等是比较有代表性的辅机。锅炉是消耗能源的主力，但各种辅机对能源的消耗同样不可忽视，因此在应用节能降耗技术时，也应围绕辅机采取辅机节能技术，通过此类先进技术的应用优化辅机工作状态[4]。例如对于风机，传统风机的工作效率较低，能量损失大。针对该问题，应围绕风机叶片形状、转变原理深度优化。对于风机叶片，可以优化形状，其中可以加入对空气动力学的研究与设计，使风机叶片更具空气动力特点，如扭曲叶片、变截面叶片等，达到提高工作效率的同时降低能源消耗。对于风机的转变原理，可增加对变频调速技术的应用，使其在运行时实时监测锅炉运行状态，以锅炉运行参数为依据自动调节转速；再如对于水泵，也可围绕设备结构、运行参数的优化进行改进，均应严格基于节能降耗前提开展，确保水泵等辅机设备可以真正与锅炉运行状态深度结合。

3.4 变频调速技术

在电厂锅炉运行中，变频调速技术有较大优势，能够通过对该技术的应用达到节能降耗目的。现如今关于变频调速技术在电厂锅炉节能降耗中的研究在持续进行，前景十分广阔。该技术具体应用时，以电机转速与工作电源输入频率的关系为基本原理而实现，能够达到精确控制的目的。例如在电厂锅炉应用时，可以基于生产需求，通过变频调速技术调整进风量、给水量，在锅炉需求较大时，适当增加进风量和给水量，反之则会减少。相比传统控制技术的粗放型特点，变频调速技术更为精准、精确地控制可大幅提高燃烧效率，减少能源浪费。相关研究数据显示，通过变频调速技术的应用，能够使节能效果达到 30%。

3.5 改进燃烧技术

电厂锅炉运行需要燃烧煤炭，但因燃烧效率低，很可能影响电力生产效率，更会因此加剧污染。为此在应用节能降耗技术时，应以提高燃烧效率为核心改进锅炉燃烧技术[5]。目前有关锅炉燃烧技术的研究较多，以下便对几种比较常见且有良好适应性的燃烧技术进行阐述：首先，天然气助燃。天然气属于清洁能源，在燃烧时产生的污染物极低，相比煤炭更为环保。以往在电厂锅炉运行时，可能因煤炭质量导致燃烧效率低、燃烧不充分，会因此产生大量污染物。现如今，可以尝试在燃烧时配合使用天然气，天然气助燃条件下能够保持更为稳定的燃烧状态，进而有效解决燃烧不完全产生的污染物；其次，分层燃烧技术。该技术是以“分层”为核心。在电厂锅炉燃烧时，基于煤炭粒径进行分类、分层，从上到下对应煤粒从细到粗，以此提高燃烧效率。

3.6 余热回收利用技术

电厂锅炉运行中的能源损耗与余热未能得到充分利用密切相关。在目前节能减排背景下，探索并应用余

热回收利用技术有较高可行性，以充分利用余热为目的。可尝试通过高压蒸汽优化炉内热量循环。对于无法被正常利用的余热，可以借此设置能量交换装置，利用锅炉运行产生的高压蒸汽对水进行加热，并反哺至锅炉，借此进一步提高锅炉燃烧效率；对蒸汽余热进行回收利用。应借助蒸汽余热换热器或冷凝水回收装置完成对蒸汽余热的回收，能够用于供应生活热水，也可探索用于城市局部供暖。

3.7 优化照明设备的节能设计

电厂锅炉处于一个持续的运行状态，以满足城市电力需求，其中对照明设备的应用较多。随着时间的推移，照明设备所消耗的电能也较多，为进一步提高节能降耗水平，也可对照明设备进行优化设计。应邀请专业的照明设计单位，对电厂锅炉周围的照明设备进行全面分析，基于实际布置情况优化照明设备布局，在满足照明需求的同时减少对照明设备的应用；对于具体的照明设备，均应选择能耗低、发光效率高的设备，减少电能消耗[6]。

3.8 应用智能控制系统

目前信息技术发展迅速，为强化对电厂锅炉的控制水平，应尝试运用信息技术，构建智能控制系统，用于提高控制水平、加强对锅炉运行状态的监测。应在锅炉的关键部位安装温度传感器、压力传感器等，用于采集锅炉的运行参数，工作人员可通过控制系统直观了解锅炉运行状态；现如今大数据技术也已被广泛应用，电厂锅炉在应用智能控制系统的同时应继续探索对大数据技术的应用，借助大数据技术的高效数据分析、处理优势提高控制水平。例如建立数据库，用于存储锅炉及其辅机的运行数据，并可建立数学模型，对数据库的数据信息进行持续分析，挖掘数据价值，找出潜在规律和隐患。并可基于对数据的持续挖掘，为锅炉的精确调整提供支持，进一步发挥节能降耗作用。

4 电厂锅炉节能降耗技术的未来前景

4.1 技术创新

节能减排背景下，电厂锅炉对节能降耗技术的应用会愈加深入，在未来对节能降耗技术的应用中必然会有技术创新，持续达成节能降耗目的。例如在锅炉的技术创新中，可尝试应用人工智能技术，逐步将人工智能与大数据技术结合。例如使用大数据技术对锅炉运行情况进行实时采集相关数据，并形成数据库，借助人工智能技术，可以持续提供节能决策，并自动化控制锅炉燃烧状态，使锅炉能够持续处于高效运行状态。

4.2 能源结构调整

目前，能源结构单一问题正在逐步被解决，于电厂锅炉中优化能源结构可以助力提高能源效率，推动节能减排。电厂锅炉存在能源结构单一的问题，过于依赖煤炭。能源领域发展迅速，在电力生产中可应用其他能源，但是传统火力发电短时间内仍不可被完全替代，不过可以合理调整能源结构。例如，可在电厂锅炉的能源供应中增加生物质，如林业废弃物、农作物秸秆等，其燃烧产生的污染物少，可将其用于锅炉助燃，提高燃烧效率，并可降低整体成本；再如，可探讨太阳能和锅炉耦合发展。太阳能“取之不尽用之不竭”，可在电厂设置太阳能集热器，通过收集太阳能为锅炉提供热能。

5 结语

锅炉是电厂的核心设备，随着时代的发展，电厂锅炉运行中的能源浪费问题已成为首要问题，如何在当前节能减排背景下降低锅炉能源损耗是一大难点。通过探索并应用节能降耗技术，能够提高电厂运营效率、提升安全性。并充分关注燃烧质量不佳、负荷效率低等问题，逐步应用先进节能降耗技术，包括全面升级设备、燃料质量控制、应用辅机节能技术、变频调速技术等，显著降低锅炉能耗；同时可以继续探索应用信息化、智能化控制系统，调整能源结构，在达到节能降耗目的下推动电厂进行转型。

参考文献

[1]李宣达,段璐,纪任山,等.煤粉锅炉燃烧系统灵活性改造调峰技术研究进展[J].煤质技术,2024,39(06):1-13.
[2]李坤.火力发电厂锅炉运行标准控制的节能策略探究[J].大众标准化,2024,(21):16-18.
[3]王文兆.电厂锅炉节能减排措施研究[J].能源与节能,2024,(09):75-77+121.
[4]王雷.锅炉运行节能降耗工作的管理与实践[J].大众标准化,2024,(15):108-110.
[5]高飞,张强,甄志广,等.风煤比、水煤比预测电煤比及在燃煤发电机组运行优化中的性能[J].洁净煤技术,2024,30(09):123-130.
[6]吴涛,贺宇清,刘元德,等.工业燃煤锅炉回转式空气预热器防堵提效技术研究[J].工业加热,2024,53(07):27-30.

作者简介:李博，出生年月:1988 年 10 月，性别:男，民族:汉，籍贯:山东聊城，学历:大学本科，职称:中级工程师，研究方向:发电厂国产化 DCS；锅炉协调优化燃烧。