

火电厂高效热能转换与节能减排技术研究

刘博 于洋

辽宁华电铁岭发电有限公司，辽宁省铁岭市，112000；

摘要：本文深入探讨了火电厂高效热能转换与节能减排技术，旨在提升火电厂的能源利用效率和环境友好性。通过分析当前火电厂热能转换过程中的瓶颈问题，结合先进的热能工程技术和节能减排策略，本文提出了一系列优化措施。实践表明，这些技术的应用能够显著提高火电厂的热能转换效率，减少能源消耗和污染物排放，为火电厂的可持续发展提供有力支持。

关键词：火电厂；高效热能转换；节能减排；热能工程技术；智能监控；故障诊断

DOI:10.69979/3029-2700.24.3.042

引言

随着世界各国对能源的需求越来越大，环境保护意识也越来越强，火电厂是我国能源生产的重要基地，正面临提高能源利用效率与减少环境污染两方面的压力。火电厂发电时热能的转换效率与其经济性与环保性有着直接的联系。但是传统的火电厂热能转换存在着很多的瓶颈，比如设备老化，系统流程不尽合理，燃烧效率不高，造成了能源的浪费以及污染物排放的增多。所以对火电厂高效热能转换及节能减排技术的研究就显得尤为重要了。

1 热能转换设备的改进

1.1 汽轮机的优化

汽轮机是火电厂热能转换过程中的核心装置，对汽轮机性能进行优化对提升整个热能转换系统效率具有非常重要的意义。传统汽轮机设计与运行中有很多瓶颈问题，例如内漏损失、余速损失、摩擦损失等等，这就造成热能转换效率下降，所以汽轮机的优化是促进火电厂热能转换效率提高的关键环节^[1]。

对汽轮机进行优化，可从多方面着手。一是汽轮机叶片可通过对叶片设计进行改进，使用更加高级的叶片形状及材料来降低叶片对蒸汽的摩擦损失及提高叶片捕风能力等措施来提高汽轮机输出功率。二是，蒸汽参数的改善同样是汽轮机性能优化的一个重要途径。通过提高蒸汽压力与温度来提高蒸汽热能含量进而提高汽轮机做功能力。另外，对汽轮机通流部分进行结构优化是降低汽轮机内漏损失及余速的有效手段。通过对通流部分设计进行改进，降低了蒸汽流动时能量损失并提高了汽轮机整体效率。除以上措施之外，可利用先进控制

系统与技术进一步优化汽轮机，如引入智能控制系统实现汽轮机精确控制，可依据实时运行数据来调节汽轮机运行状态，并始终处于最优工况。同时也可利用先进的故障诊断技术对汽轮机实施实时监测与故障诊断，及时地发现和处理可能出现的问题，从而避免因故障而影响汽轮机性能。

1.2 锅炉改造

锅炉是火电厂热能转换起始设备，锅炉性能直接关系到整个热能转换系统效率高低，传统锅炉设计及运行中出现很多问题，例如燃烧不充分、排烟温度偏高、热损失较大等等，均造成热能转换效率下降，污染物排放增多，所以，锅炉改造是促进火电厂热能转换效率提高，达到节能减排目的的重要手段^[2]。对锅炉进行改造，可采取多方面措施。一是可利用超临界或超超临界锅炉技术来改善锅炉蒸汽参数及换热效率。这些先进技术可以显著提高锅炉热能转换效率、降低排烟温度、减少热损失等，以达到热能利用率较高。二是优化锅炉燃烧系统还是降低热损失及污染物排放关键措施。通过对燃烧器设计改进，燃料供给方式优化及燃烧时空气配比调整，可提高燃料燃烧效率并降低不完全燃烧损失及排烟损失。除以上措施之外，锅炉受热面也能得到改造与优化。通过对受热面结构及材料进行改进，提高了换热效率并降低了热损失。同时可利用先进清灰技术及设备对受热面积灰、结渣进行定期清灰，使受热面保持清洁、高效换热。

1.3 换热器的更新

换热器是火电厂热能转换中最关键的设备，换热器的性能直接影响热能转换效率与质量，传统换热器设计

及运行中出现很多问题,例如换热效率不高、易结垢、易腐蚀等等,均造成热能转换效率下降,设备寿命缩短,所以,换热器的更新是促进火电厂热能转换效率提高,确保设备长时间平稳运行的关键^[3]。

对换热器进行改造,可采用效率较低的换热器型式及结构。如新型换热器如螺旋槽管换热器,板翅式换热器换热效率较高,抗结垢性能较好,能明显提高热能转换效率,延长设备寿命,之后对换热器流场进行优化设计同样是提高换热效率至关重要的举措。通过改善换热器进出口结构,加装扰流元件和优化流道布局可改善换热器流场分布情况,提高换热效率,降低热损失。同时还可以采用先进的材料和技术对换热器进行进一步升级,如使用耐腐蚀,耐高温新型材料,可改善换热器抗腐蚀性能,延长使用寿命,利用先进制造工艺与技术可提高换热器加工精度与表面质量,并进一步改善换热效率与使用性能。

2 热力系统的流程优化

2.1 回热系统的优化

回热系统作为火电厂热系统的一个重要部分,在促进热能转换效率方面效果显著。传统回热系统通常会出现回热级数不充分和回热效率低的现象,制约着热能转换效率进一步提高。所以回热系统的优化是促进火电厂热能转换效率提高的关键环节。对回热系统进行优化,可从加大回热级数、提高回热效率等方面着手,增加回热级数可较好地利用汽轮机做功蒸汽热量,对锅炉给水逐级升温,以提高给水温度。根据实际运行资料显示,某市火电厂加入两级回热以后,给水温度上升 20°C 左右,使锅炉热效率上升大约 1 倍,总体热能转换效率得到改善。在加大回热级数的同时,通过对回热加热器布置方式及换热性能进行优化,可提高回热效率,例如,使用效率更高的换热器,例如螺旋槽管换热器或板翅式换热器,可以显著提高换热效率。某火电厂更换高效回热加热器之后,回热效率增加大约 1%,整体热能转换效率进一步提高。另外,在回热系统优化时还要综合考虑系统总体布局及蒸汽,给水流动路径等因素,对上述因素进行优化可降低热量传递时的损耗并提高整个回热系统效率。根据模拟计算可知,某厂回热系统的优化布置使热损失降低大约 1%,总体热能转换效率进一步提高。

总之,优化回热系统是火电厂实现高效热能转换和节能减排技术运用的一个重要组成部分。增加回热级数,

提高回热效率及优化系统布局可显著改善回热系统性能与效率,对火电厂高效运行与节能减排具有强大支撑作用。

2.2 再热系统的完善

再热系统作为火电厂热力系统的又一重要环节,在增强机组的做功能力方面起着关键性作用。传统再热系统常出现再热级数不充分,再热效率低,系统热损失较大等缺点,制约机组做功能力进一步提高。所以,完善再热系统是促进火电厂热能转换效率及机组做功的关键一步。完善再热系统,可从增大再热级数,提高再热效率着手,增加再热级数可使汽轮机高压缸做功蒸汽热量得到较好的利用,对蒸汽进行再加热,使蒸汽温度升高,焓升高。根据实际运行资料显示,某市火电厂加装两级再热以后,蒸汽温度上升 30°C 左右,使机组做功能力增加大约 1 倍,总体热能转换效率得到改善。在增大再热级数的同时,可通过优化再热加热器换热性能、降低系统热损失等措施提高再热效率。如使用较高效率的换热器材料及结构可显著提高换热效率。某厂火电厂更换高效再热加热器之后,再热效率增加大约 1 倍,机组做功能力进一步提高,热能转换效率总体得到改善。另外,完善再热系统还要兼顾系统总体布局及蒸汽流动路径,对上述因素进行优化可降低热量传递时的损耗并提高再热系统整体效率,根据仿真计算,对某火电厂再热系统进行优化布置之后,热损失降低大约 1%,总体热能转换效率以及机组做功能力进一步提高。

2.3 余热回收利用

余热回收是火电厂实现高效热能转换,节能减排技术运用的又一重要内容,火电厂运行中产生了很多余热,例如锅炉排烟余热和汽轮机排汽余热。这些废热如不能被有效地利用将会造成能源的极大浪费。所以回收余热是促进火电厂热能转换效率,达到节能减排目的的重要手段。余热回收利用的途径有很多,锅炉排烟余热可用于锅炉给水或者空气预热器加热,以提高其热效率。根据实际操作的数据显示,某火电厂在使用锅炉的排烟余热为锅炉供水后,其排烟温度下降了大约 20°C ,同时锅炉的热效率增加了大约 1.5%,从而整体的热能转化效率也得到了提升。

汽轮机的排汽余热可用于凝结水的加热或采暖等,通过对汽轮机排汽废热的回收利用可降低冷源损失和热能转换效率。某火电厂采用汽轮机排汽余热对凝结水

进行供热时,使凝结水温度升高 15°C 左右,从而使机组的整体热能转换效率增加大约 1。除了上述措施外,还可以考虑利用其他余热资源,如冷却水余热、烟气余热等。对这些余热资源进行综合回收利用,能够进一步提高火电厂热能转换效率,达到节能减排的目的。

3 高效燃烧技术的运用

火电厂高效热能转换和节能减排技术应用过程中高效燃烧技术起决定性作用,传统燃烧方式通常会出现燃烧不完全,热损失较大以及污染物排放较多等现象,这些现象严重限制火电厂热能转换效率以及环保性能。因此研究开发并推广应用高效燃烧技术对促进火电厂热能转换效率,降低能源消耗以及减少污染物排放等方面都有着十分重要的作用。

高效燃烧技术主要从改善燃烧条件、优化燃料供给和优化燃烧过程控制三个方面入手。一是燃烧条件的改善是燃烧效率得以提高的关键。通过对燃烧器结构进行调整,提高燃烧室内氧气含量,提高燃烧温度,可显著改善燃油燃烧环境,使得燃油与氧气掺混燃烧更充分,以提高燃烧效率。根据实际运行资料显示,某市火电厂使用先进燃烧器之后,燃烧效率增加大约 1%,热能转换效率总体上得到改善。

二是优化燃料供给对改善燃烧效率同样重要。传统燃料供给方式通常会出现供给不均,燃料和空气掺混不足的现象,造成燃烧效率较低。利用先进的燃料供应技术,例如多级供应和预混合供应等,能够实现燃料的均匀供应和充分混合,从而提升燃烧效率。某火电厂经过多级燃料供给技术的应用,燃烧效率增加约多,总体热能转换效率显著增加。

三是优化燃烧过程控制对高效燃烧具有重要意义。通过引进智能燃烧控制系统,燃烧优化算法及其他先进控制系统与技术,能够实现燃烧过程精确控制并根据燃烧过程中的实时操作数据进行燃烧参数调节,使得燃烧过程时刻处于最佳状态。这样既提高了燃烧效率,又降低了污染物的排放量。某火电厂引进智能燃烧控制系统之后,燃烧效率得到大约提升,而污染物排放明显减少。

4 智能监控和故障诊断系统的实现

在火电厂高效热能转换和节能减排技术应用方面,实现智能监控和故障诊断系统也是十分重要。传统火电厂监控与故障诊断方式通常存在监测点数量较少,数据

采集不够精准,故障诊断不够及时等诸多问题,极大地限制着火电厂安全运行与高效管理。而实现智能监控及故障诊断系统,能够实现火电厂运行状态实时监控及故障诊断,发现和处理可能出现的问题,确保火电厂高效运行及安全生产。智能监控与故障诊断系统的实施主要从数据采集与处理、特征提取与模式识别、故障诊断与预警以及决策支持与优化四个方面入手:

数据采集和处理是智能监控得以实施的基础。通过布设大量传感器及监测点,能够对火电厂在运行期间的各类数据进行实时采集、预处理及清理,保证数据准确可靠。为下一步故障诊断与决策支持打下坚实基础。

特征提取和模式识别是故障诊断实施的关键,通过对所采集数据的特征提取与模式识别,能够提取反映火电厂运行状况的特征信息以及建立火电厂正常运行方式与故障方式。在实际运行状态偏离正常模式的情况下,该系统能够自动识别和故障诊断。这样就极大地提升故障诊断的准确性与及时性。

故障诊断和预警对确保火电厂的安全运行至关重要。当系统确定可能发生故障或者出现异常状态时,将即时发出预警信号并给出相关维修建议或者运行策略调整建议。这样就能够帮助运维人员发现和应对可能出现的问题,从而避免故障的扩大以及给火电厂的运行带来影响。

结束语

总之,对火电厂高效热能转换及节能减排技术进行研究及应用,是促进火电厂提高能源利用效率及环境友好性发展的重要手段。通过完善热能转换设备、优化热力系统流程、应用高效燃烧技术以及推行智能监控及故障诊断系统,火电厂热能转换效率能够得到显著提升,降低了能源消耗与污染物排放,对火电厂可持续发展起到了强力支撑作用。

参考文献

- [1]李鸣.火电厂节能降耗技术分析及应用[J].科技创新与应用,2024,14(19):167-170.
- [2]谭凯芬.火电厂锅炉运行中的节能策略研究[J].造纸装备及材料,2024,53(06):106-108.
- [3]刘宗权.火电厂集控运行节能降耗技术研究[J].中国仪器仪表,2024(05):81-84.