

# 火电厂集控运行中节能减排技术的应用研究

李卓雄 刘建华 张 棋 戴迎喜 姚昊岐  
华能平凉发电有限责任公司 甘肃 平凉 744000

**摘 要：**在全球积极践行可持续发展理念的当下，节能减排成为各行业发展的关键命题，火电厂集控运行领域也不例外。本研究针对火电厂集控运行，深入剖析节能减排技术的应用。详细阐述先进燃烧技术、汽轮机节能技术、电机变频调速技术、余热回收利用技术以及智能化控制系统在火电厂的运用，通过多维度分析这些技术对降低能耗、减少排放的作用，评估其带来的经济、环境和社会效益，为火电厂提升能源利用效率、践行绿色发展提供参考。

**关键词：**火电厂；集控运行；节能减排技术；应用研究

引言：当下，能源短缺与环境恶化问题日益严峻，火电厂作为能源消耗和污染排放的重点领域，其节能减排刻不容缓。集控运行虽在一定程度上优化了火电厂的运行管理，但能源损耗与污染现状依旧显著。因此，深入研究和大力应用节能减排技术，对火电厂降低运营成本、增强自身竞争力，以及推动能源可持续发展、改善生态环境都具有极为重要的现实意义。

## 1 火电厂集控运行概述

火电厂集控运行是指利用计算机技术、自动化控制技术，对火电厂生产过程中的发电、输电、配电等环节进行集中监测与控制，实现机组安全、高效、稳定运行。在火电厂中，燃料燃烧释放热能，将水加热成高温高压蒸汽，蒸汽推动汽轮机旋转，进而带动发电机发电。集控运行系统通过分布在各个设备上的传感器，实时采集温度、压力、流量等参数，传至中央控制系统。控制系统依据预设的程序和参数，对设备进行精准调控，确保各环节协调运作。火电厂集控运行具有显著优势。一方面，高度自动化大幅减少人工操作，降低劳动强度，提升生产效率；另一方面，能及时发现并处理异常，有效保障机组运行安全。同时，通过优化控制策略，实现能源高效利用，降低发电成本<sup>[1]</sup>。

## 2 节能减排技术在火电厂集控运行中的应用

### 2.1 先进的燃烧技术

#### 2.1.1 富氧燃烧技术

富氧燃烧技术是在常规燃烧基础上，提高助燃空气中的氧气含量。当氧气浓度提升，燃料能与氧气更充分接触，燃烧反应更剧烈且完全。这不仅提高了燃烧效率，减少了不完全燃烧产生的污染物，还能提升锅炉热效率，降低燃料消耗，从而实现节能减排。例如在一些火电厂应用后，氮氧化物排放量显著降低，煤炭利用率也有所提高。

#### 2.1.2 新型燃烧器的应用

新型燃烧器采用独特设计，如优化燃烧结构、改进燃料喷射方式等。它能精准控制燃料与空气的混合比例和混合速度，使燃烧过程更稳定、高效。部分新型燃烧器可实现低氮燃烧，有效抑制氮氧化物生成。同时，因燃烧充分，减少了未燃尽碳的排放，提高了能源利用效率，助力火电厂节能减排。

### 2.2 汽轮机节能技术

#### 2.2.1 优化汽轮机运行参数

汽轮机运行参数直接影响其能耗与效率。通过精准调整进汽压力、温度和流量，使汽轮机在最佳工况下运行，能显著提升能源利用效率。例如，适当提高进汽参数，可增加蒸汽的做功能力，降低单位发电量的蒸汽消耗。同时，根据机组负荷变化，动态调整转速和阀门开度，实现精细化控制。实时监测与优化运行参数，不仅能减少能源浪费，还能延长汽轮机使用寿命，保障火电厂稳定、高效运行，有力推动节能减排目标的实现。

#### 2.2.2 汽轮机通流部分改造

汽轮机通流部分的性能对整机效率影响重大。通过改造通流部分，如优化叶片形状、调整叶栅间距、改进汽封结构等，可减少蒸汽流动损失，提高通流效率。新型高效叶片能更有效地将蒸汽热能转化为机械能，降低余速损失；先进的汽封技术可减少蒸汽泄漏，提高蒸汽做功能力。经改造后的汽轮机，在相同工况下，蒸汽流量减少，发电量提升，实现了节能增效，助力火电厂降低能耗，减少污染物排放。

#### 2.2.3 采用回热循环技术

回热循环技术是将汽轮机部分做过功的蒸汽抽出，用于加热锅炉给水。这部分蒸汽的热量得到充分利用，提高了给水温度，减少了锅炉燃料消耗。具体而言，多级回热抽汽可使给水温度逐步升高，接近蒸汽的饱和温

度,大大提高了循环热效率。回热循环技术不仅节能,还能降低汽轮机末级叶片的蒸汽湿度,减轻叶片侵蚀,延长设备使用寿命,是火电厂实现节能减排的重要技术手段之一,广泛应用于现代火电厂。

## 2.3 电机变频调速技术

### 2.3.1 工作原理

电机变频调速技术主要基于改变电机电源频率来调节电机转速。其核心设备是变频器,它先将固定频率的交流电转换为直流电,再通过逆变器将直流电逆变成频率和电压均可调的交流电供给电机。当电机负载发生变化时,控制系统根据预设的参数和实际需求,通过变频器调整输出频率。频率降低,电机转速随之下降;频率升高,转速上升。如此,实现电机转速与负载的精准匹配,避免电机在高负荷下长时间空转,从而有效降低能耗。

### 2.3.2 应用效果

在火电厂集控运行中,电机变频调速技术应用效果显著。风机、水泵等设备采用变频调速后,可根据实际工况实时调整转速。在机组低负荷运行时,降低电机转速,减少能源消耗。数据显示,应用该技术后,部分火电厂的风机、水泵能耗可降低20%-50%。同时,电机平稳启动和调速,减少了设备的机械冲击,延长设备使用寿命,降低维修成本。并且,提升了系统运行的稳定性和可靠性,为火电厂节能减排、降本增效提供有力支持。

## 2.4 余热回收利用技术

### 2.4.1 锅炉排烟余热回收

电机变频调速技术主要基于改变电机电源频率来调节电机转速。其核心设备是变频器,它先将固定频率的交流电转换为直流电,再通过逆变器将直流电逆变成频率和电压均可调的交流电供给电机。当电机负载发生变化时,控制系统根据预设的参数和实际需求,通过变频器调整输出频率。频率降低,电机转速随之下降;频率升高,转速上升。如此,实现电机转速与负载的精准匹配,避免电机在高负荷下长时间空转,从而有效降低能耗。

### 2.4.2 汽轮机排汽余热回收

在火电厂集控运行中,电机变频调速技术应用效果显著。风机、水泵等设备采用变频调速后,可根据实际工况实时调整转速。在机组低负荷运行时,降低电机转速,减少能源消耗。数据显示,应用该技术后,部分火电厂的风机、水泵能耗可降低20%-50%。同时,电机平稳启动和调速,减少了设备的机械冲击,延长设备使用寿命,降低维修成本。并且,提升了系统运行的稳定性和可靠性,为火电厂节能减排、降本增效提供有力支持。

## 2.5 智能化控制系统

### 2.5.1 基于大数据和人工智能的优化控制

在火电厂中,基于大数据和人工智能的优化控制,通过传感器收集海量运行数据,涵盖设备参数、环境因素等。运用机器学习算法和人工智能模型,对这些数据深度分析,挖掘潜在规律与关联。以此为基础,系统能实时调整机组运行参数,实现负荷分配优化、燃烧过程精准控制等。比如根据实时煤质调整配风,确保燃烧充分且高效,大幅降低能耗,提升火电厂整体运行效率,有力推动节能减排目标达成。

### 2.5.2 智能故障诊断与预测

智能故障诊断与预测系统利用人工智能技术,对火电厂设备运行数据持续监测分析。当设备出现异常征兆时,通过对比正常运行数据模型,快速精准定位故障点。同时,基于历史数据和机器学习算法,预测设备未来可能出现的故障。提前预警为设备维护争取时间,避免突发故障导致停机,减少生产损失。而且能优化维护计划,从定期维护转变为按需维护,降低维护成本,保障火电厂安全稳定运行<sup>[2]</sup>。

## 3 节能减排技术应用的效益评估

### 3.1 经济效益 降低能源消耗成本

#### 3.1.1 降低能源消耗成本

节能减排技术在火电厂的应用,从多方面显著降低了能源消耗成本。先进的燃烧技术让燃料充分燃烧,提高了能源利用率。例如富氧燃烧技术,提升氧气浓度后,煤炭燃烧更完全,减少了煤炭用量。汽轮机节能技术通过优化运行参数和通流部分改造,提高了蒸汽做功效率,降低了蒸汽消耗。电机变频调速技术使电机转速与实际负荷精准匹配,避免了高负荷空转耗能。据统计,采用这些技术后,部分火电厂单位发电量的能源消耗可降低10%-20%,每年节省的能源成本相当可观,大幅提升了火电厂的经济效益。

#### 3.1.2 提高设备运行效率和可靠性

节能减排技术的应用还提高了设备运行效率和可靠性。智能化控制系统基于大数据和人工智能,能实时监测设备运行状态,优化设备运行参数,让设备始终处于高效运行状态。智能故障诊断与预测系统提前发现设备潜在故障,避免突发故障导致停机。新型燃烧器和汽轮机通流部分改造,减少了设备磨损和能量损失,延长了设备使用寿命。设备运行效率提高,发电量增加;可靠性提升,减少了维修和停机时间,降低了维修成本,从整体上提高了火电厂的经济效益。

#### 3.1.3 获得政策补贴和奖励

随着环保和节能减排政策的不断推进,火电厂应用

节能减排技术可获得政策补贴和奖励。政府为鼓励企业降低能耗、减少污染物排放,出台了一系列补贴政策。例如,符合节能减排标准的火电厂,可获得一定的发电补贴,补贴金额根据节能指标完成情况而定。部分地区还对采用先进节能减排技术的企业给予税收优惠和专项奖励资金。这些政策补贴和奖励不仅减轻了火电厂的技术改造资金压力,还增加了额外收入,进一步提升了火电厂应用节能减排技术的积极性和经济效益。

### 3.2 环境效益

#### 3.2.1 减少污染物排放

节能减排技术在火电厂集控运行中的应用,对减少污染物排放成效显著。在燃烧环节,富氧燃烧技术和新型燃烧器的使用,优化了燃烧过程,使燃料充分燃烧,大幅降低了二氧化硫、氮氧化物以及烟尘等污染物的生成量。同时,脱硫、脱硝和除尘设备的升级改造,进一步提高了污染物的去除效率。例如,高效的脱硫装置能将烟气中的二氧化硫脱除率提升至95%以上,脱硝设备可使氮氧化物排放量满足严格的环保标准。这些技术的综合运用,让火电厂向大气排放的污染物大幅减少,有效改善了周边空气质量,降低了酸雨等环境问题的发生风险。

#### 3.2.2 保护生态环境

火电厂减少污染物排放,对保护生态环境有着深远意义。减少二氧化硫排放,降低了酸雨对土壤、水体和植被的危害,保护了森林、湖泊等生态系统,避免土壤酸化导致的肥力下降,维持了水体生态平衡,保障了动植物的生存环境。降低氮氧化物排放,减少了光化学烟雾等二次污染的形成,保护了生态环境的稳定性。此外,节能减排技术降低了能源消耗,减少了煤炭等化石能源的开采量,进而减少了对土地资源的破坏和生态环境的扰动,从源头上保护了生态系统,为生物多样性的保护和生态环境的可持续发展做出了重要贡献。

### 3.3 社会效益

#### 3.3.1 提高能源利用效率

火电厂应用节能减排技术,极大提高了能源利用效率。先进的燃烧技术、汽轮机节能技术以及电机变频调速技术等,让能源在生产环节得到更充分的利用。例如,优化汽轮机运行参数和通流部分改造,使蒸汽热能更高效地转化为电能,减少能量损耗。这不仅降低了发电成本,还缓解了能源供需矛盾。在能源日益紧张的当下,提高能源利用效率,意味着同样的能源投入能产生

更多的电力,保障社会经济发展对电力的需求,减少对新的能源开采的依赖,促进能源的可持续利用。

#### 3.3.2 推动技术创新和产业升级

节能减排技术的应用,成为火电厂技术创新和产业升级的强大动力。为实现节能减排目标,火电厂积极引入基于大数据和人工智能的智能化控制系统,开展智能故障诊断与预测等技术研发。这些技术的应用和发展,带动了相关设备制造、软件开发等产业的进步。例如,新型燃烧器和高效节能设备的研发制造,促使装备制造业向高端化、智能化方向发展。吸引了大量人才和资金投入,推动了整个电力行业技术创新和产业升级,提升了我国在全球能源领域的竞争力。

#### 3.3.3 树立企业良好形象

火电厂积极应用节能减排技术,在社会层面树立了良好的企业形象。在环保意识日益增强的今天,企业的环保责任备受关注。火电厂通过降低污染物排放、提高能源利用效率,展现了对环境保护和社会责任的担当。这不仅赢得了当地居民和政府的认可,还提升了企业的品牌价值和社会声誉。良好的企业形象有助于吸引投资、拓展业务,增强企业与社会各界的合作,为企业的长期稳定发展营造了良好的外部环境,促进企业在经济、环境和社会等多方面实现可持续发展<sup>[3]</sup>。

### 结束语

综上所述,在火电厂集控运行中,先进的燃烧技术、汽轮机节能技术、电机变频调速技术以及智能化控制系统等节能减排技术的应用,在经济效益、环境效益和社会效益方面均取得显著成效。这些技术不仅降低了能源消耗成本,减少了污染物排放,还推动了技术创新与产业升级。在能源与环境问题日益严峻的当下,持续探索和深化节能减排技术在火电厂的应用,是实现电力行业绿色、可持续发展的必由之路,对保障能源安全和生态环境意义重大。

### 参考文献

- [1]侯燕.发电厂锅炉节能减排的应对措施分析[J].电子技术,2022,51(01):156-157.
- [2]李宽广.火电厂热工自动化系统设计中节能减排技术的应用探析[J].内蒙古煤炭经济,2021,(18):170-171.
- [3]尚华,周飞.电厂热动系统节能减排优化分析[J].中国高新科技,2021,(18):40-41.