

# 火电厂集控运行节能降耗技术策略与应用

杨了

阳城国际发电有限责任公司 山西晋城 048000

**【摘要】**火电厂集控运行系统是实现节能降耗的重要技术平台，通过优化机组性能、加强运行管理和引入先进技术，可有效提升燃料利用效率并降低污染物排放。影响煤耗率的因素包括设备性能、管理水平和人员能力。本文重点分析了集控运行系统的架构、节能技术的应用以及管理策略，提出了引进超临界锅炉、实施设备变频改造、优化水泵运行、建设运行管理系统和强化人员培训等具体措施，为火电厂节能降耗提供了理论与实践支持。

**【关键词】**火电厂；集控运行；节能降耗；煤耗率

Strategy and Application of Energy saving and Consumption reducing Technology for  
Centralized Control Operation of Thermal Power Plants

Yang le

Yangcheng International Power Generation Co., Ltd. Shanxi Jincheng 048000

**【Abstract】** The centralized control and operation system of thermal power plants is an important technical platform for achieving energy conservation and consumption reduction. By optimizing unit performance, strengthening operation management, and introducing advanced technology, it can effectively improve fuel utilization efficiency and reduce pollutant emissions. The factors that affect coal consumption rate include equipment performance, management level, and personnel capability. This article focuses on analyzing the architecture of the centralized control operation system, the application of energy-saving technologies, and management strategies. Specific measures such as introducing supercritical boilers, implementing equipment frequency conversion transformation, optimizing water pump operation, constructing operation management systems, and strengthening personnel training are proposed to provide theoretical and practical support for energy conservation and consumption reduction in thermal power plants.

**【Key words】** thermal power plant; Centralized control operation; Energy conservation and consumption reduction; Coal consumption rate

随着能源紧缺和环保要求的提高，火电厂作为能源生产的重要部门，面临着降低煤耗、提升能效和减少排放的多重压力。集控运行系统通过集中化、信息化和自动化管理，为火电厂的节能降耗提供了重要技术支撑。为了实现节能目标，需要从设备性能、运行管理、技术应用和人员能力等多方面进行优化。本研究围绕火电厂集控运行系统，系统分析了影响煤耗率的主要因素，并提出了一系列节能降耗的技术策略和具体应用方法，以期为行业实践提供科学依据。

## 1 火电厂集控运行系统概述

### 1.1 集控运行的定义和基本原理

集控运行是指通过集中化的控制和管理，对火电厂生产系统的各环节实施统一监控和协调优化。其基本原理在于，通过先进的分散控制系统（DCS）、数据采集与监控系统（SCADA）以及优化控制算法，对火电厂的能源转换和生产过程进行精细化管理。例如，锅炉燃烧的空气和燃料配比、汽轮机的热力参数调节、发电机组的功率负荷分配等，都可以通过集控系统实现精准控制。这种集中控制的模式能够最大限度减少人为干预，提高运行的安全性和经济性，同

时为节能降耗提供了技术支持。

### 1.2 集控运行系统的架构

火电厂集控运行系统的架构主要由三个层级组成：感知层、控制层和管理层，各层级之间通过高速通信网络实现信息传递与协同工作。感知层是系统的基础，负责对现场设备运行状态进行实时采集和监测。各种传感器、变送器以及智能仪表通过采集锅炉、汽轮机和辅机的关键参数（如温度、压力、流量等），为后续控制与优化提供数据支撑。

控制层是集控系统的核心，通常由分散控制系统（DCS）和逻辑控制单元组成。该层通过对感知层采集的数据进行实时分析与处理，实施关键运行参数的优化调节，如锅炉燃烧效率优化、蒸汽参数控制和功率输出调节等。

管理层则是集控系统的上层，主要负责数据分析、决策支持和运行优化。通过企业信息管理系统（ERP）和能源管理系统（EMS）的集成，该层可以实现对全厂能耗的全面分析，制定节能优化策略，同时通过历史数据的挖掘为设备运维提供支持。

## 2 影响煤耗率因素分析

## 2.1 设备问题

设备问题是影响煤耗率的直接因素之一。火电厂的主要设备包括锅炉、汽轮机、发电机及其辅机系统。这些设备的性能状况、运行效率和故障率直接决定了煤耗水平。

首先,锅炉燃烧效率是影响煤耗率的核心要素。如果锅炉的燃烧器老化、炉膛设计不合理或喷嘴堵塞,都会导致燃料燃烧不完全,从而增加煤耗。其次,汽轮机的热效率也是关键问题之一。当汽轮机的密封性能不佳、转子轴承磨损或排汽不畅时,其做功效率将明显下降。此外,辅机系统如引风机、送风机和水泵等设备的能耗过高,也会间接提高煤耗率。如果辅机设备选型不当或长期缺乏维护,其能耗可能超过设计值,从而增加整个系统的运行成本。通过及时检测和维护设备性能,可以显著减少因设备问题导致的煤耗增加。

## 2.2 管理问题

管理问题是影响煤耗率的深层次因素。火电厂的生产过程涉及多个环节和部门,如果管理机制不完善,资源利用效率将大打折扣。

首先,运行调度的科学性对煤耗率影响较大。如果负荷分配不合理或运行工况调整不及时,可能会导致锅炉和汽轮机运行效率下降。例如,在低负荷运行时,如果未及时优化燃料空气比,会导致燃烧效率大幅下降。其次,备品备件的管理也至关重要。如果关键部件因采购或库存不足而未能及时更换,将可能直接导致设备效率下降甚至非计划停机。此外,能源管理体系的缺失也是重要问题之一。一些火电厂缺乏全面的能源审计和能耗分析手段,导致节能潜力未能充分挖掘。通过强化管理机制,优化生产调度和资源分配,可以从根本上降低煤耗率。

## 2.3 人员问题

人员问题是影响煤耗率的关键变量,主要体现在操作水平、技能培训和责任意识上。火电厂的运行依赖于操作人员的日常管理和决策,其能力与态度直接关系到能效水平。首先,操作人员对设备的熟悉程度和故障处理能力是影响煤耗率的重要因素。如果操作人员对设备性能和运行参数缺乏深入理解,可能会导致不当操作,从而增加煤耗。例如,在锅炉运行中未能及时调整燃料和空气配比,会导致燃烧不充分,进而增加煤耗。其次,培训不足是另一重要问题。一些火电厂未能为员工提供系统的节能操作培训,导致员工难以掌握最新的节能技术与管理方法。此外,责任意识的缺失也会影响煤耗率。如果员工未能严格执行运行规程或忽视能耗管理,煤耗问题将难以有效控制。

# 3 火电厂集控运行节能降耗具体措施

## 3.1 优化机组性能

机组性能是火电厂节能降耗的技术核心,优化机组性能可以从根本上降低煤耗和减少排放。

首先,提高锅炉燃烧效率是优化机组性能的关键点。通过先进燃烧技术的应用,例如优化燃料与空气的配比、采用

低氮燃烧器和智能燃烧系统,可以显著提升燃烧效率并减少污染物排放。其次,汽轮机的热效率优化也是重要环节。通过汽轮机通流部分的改造,例如更换高效叶片、提高密封性能和优化蒸汽参数,可以减少蒸汽能量的损失,提高做功效率。此外,辅机系统的节能改造也具有显著作用。例如,通过应用变频器技术降低引风机、送风机和循环水泵的能耗,可以实现显著的节能效果。通过数字化诊断技术对机组的整体性能进行监测和优化,可以进一步挖掘机组潜力,提高运行经济性。

## 3.2 加强机组运行管理

运行管理是集控运行系统节能降耗的核心保障。科学的运行管理可以显著提高机组效率,避免不必要的能耗损失。

首先,优化负荷分配是运行管理的基础。在集控系统的支持下,通过对机组的实时监控和分析,可以在不同负荷条件下实现精确的调度,确保机组始终运行在高效区间。其次,完善运行规程是管理提升的重要环节。通过编制科学的操作手册,明确节能降耗的操作规范,可以减少运行中的人为失误。例如,在启动、停机和低负荷运行时,通过严格执行节能操作规程,可以显著降低能耗。此外,建立完善的能效考核体系也是必要手段。通过对各运行班组能耗指标的跟踪和评价,可以激励员工更加注重节能操作。进一步利用数据驱动的能效管理系统,将运行参数与能耗指标关联分析,可以为管理决策提供可靠依据。

## 3.3 强化节能降耗意识

节能降耗意识是推动火电厂实现绿色发展的重要驱动力。通过强化全员的节能意识,可以营造良好的节能氛围,从思想层面保障节能技术的落地实施。

首先,加强员工培训是提升节能意识的有效方式。通过定期组织节能技术讲座、案例分享和技能比武,可以帮助员工深入理解节能降耗的重要性及其实现方法。例如,可以结合实际运行中的节能案例,向员工展示集控系统如何通过优化操作减少煤耗。其次,建立激励机制是强化节能意识的重要手段。通过设置节能奖励政策,对节能工作表现突出的班组或个人给予表彰和奖励,可以显著提高员工参与节能工作的积极性。此外,利用信息化手段宣传节能理念也是有效途径。例如,通过集控运行系统的数据可视化功能,实时展示能耗指标和节能成果,让员工直观感受到节能工作的成效。

# 4 火电厂集控运行节能降耗技术应用分析

## 4.1 引进超临界锅炉

超临界锅炉技术是火电厂节能降耗的重要突破。其运行参数(压力、温度)高于水的临界点,能够显著提升热效率和降低煤耗。

与亚临界锅炉相比,超临界锅炉在热效率和能源利用率上具有明显优势。其采用高参数运行,大幅度减少蒸汽冷凝损失,从而提高机组的综合热效率。此外,超临界锅炉通常配备先进的燃烧器和低排放技术,可以显著减少 $\text{NO}_x$ 和 $\text{SO}_x$

等污染物排放,符合节能环保要求。通过集控运行系统的优化控制,可以精确调节锅炉的燃料与空气比,进一步提升燃烧效率。尽管超临界锅炉的初期投资较高,但其高效率 and 低能耗使其在长期运行中展现出显著的经济效益。

#### 4.2 引风机、凝结水泵变频改造

变频技术的应用在火电厂关键设备节能改造中发挥了重要作用,尤其是引风机和凝结水泵的变频改造。

引风机和凝结水泵是火电厂耗能大户,其能耗占辅助设备总能耗的比例较高。传统设备常以定速运行为主,难以根据实际负荷进行调节,导致能耗浪费。通过引入变频器技术,可以根据运行工况调整设备转速,使其输出功率与负荷需求匹配,从而显著降低能耗。例如,在负荷较低时,引风机和凝结水泵通过降低转速,可以减少电力消耗并延长设备寿命。集控运行系统的智能化控制还可以实时监测设备运行状态,优化变频调节策略,进一步提升节能效果。

#### 4.3 水泵运行优化

水泵是火电厂中不可或缺的辅助设备,其运行效率直接关系到全厂的能效水平。优化水泵运行需要结合实际工况和系统需求,通过智能化手段实现精准控制。首先,水泵运行应根据负荷需求调整流量和扬程,避免过量供水导致的能耗浪费。其次,通过在线监测和诊断技术,可以对水泵的运行状态进行实时评估,及时发现异常并采取调整措施。此外,采用多泵联合运行策略也是提高效率的重要手段。在低负荷工况下,通过减少水泵的运行台数而提高单台设备的运行效率,可以显著降低整体能耗。结合集控运行系统的优化调度功能,可以进一步实现水泵运行的精细化管理,提升运行经济性。

#### 4.4 建设运行管理系统

运行管理系统是火电厂实现节能降耗的重要保障。通过构建集成化的管理平台,可以对全厂能耗进行系统分析和优化。

运行管理系统的核心在于数据的实时采集与分析。通过集控运行系统与管理平台的联动,可以实现全厂能耗数据的可视化,帮助管理者快速识别高能耗环节并制定针对性改进措施。例如,系统可以实时监控锅炉、汽轮机、辅机等设备的能效指标,并生成优化建议。同时,运行管理系统还可以对历史数据进行挖掘,为设备维护和能效提升提供决策支持。结合人工智能和大数据分析技术,运行管理系统可以预测设备的最佳运行工况,进一步挖掘节能潜力。

#### 4.5 培训火电厂人员

人员培训是节能降耗技术实施的重要保障。通过提升操作人员和管理人员的技能与意识,可以显著提高集控运行的

节能效果。

首先,应定期组织节能技术和设备操作的专项培训,使员工熟练掌握先进设备的运行方法和节能操作规范。例如,培训内容可以包括超临界锅炉运行特性、变频技术应用、数据分析方法等。其次,建立全员节能考核机制,鼓励员工主动参与节能管理。通过开展节能竞赛或奖励计划,可以激发员工的节能创新能力。此外,充分利用信息化手段也是培训的重要方向。例如,通过虚拟仿真系统和数字孪生技术,可以为员工提供真实的操作场景体验,提升他们对节能技术的理解和实际应用能力。

#### 4.6 智能巡检与在线监测系统的应用

智能巡检与在线监测系统是火电厂实现节能降耗和设备健康管理的重要技术手段,其通过实时数据采集与分析,为故障预警和运行优化提供了科学依据。

首先,智能巡检系统能够替代传统人工巡检,通过部署移动巡检机器人或无人机,实现对高温、高压、危险区域设备的实时检测。这些设备配备了多种传感器(如温度、振动、红外热成像等),可以对锅炉、汽轮机以及辅机设备的运行状态进行全面监控。一旦发现异常,如温度过高、振动异常或泄漏,系统能够通过集控平台及时发出预警,帮助运行人员快速定位问题并采取相应措施,从而避免因设备故障导致的能耗增加或非计划停机。

其次,在线监测系统通过在关键设备上安装传感器和数据采集装置,实现对运行参数的实时采集和分析。例如,对锅炉的烟气成分(如 $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $NO_x$ )进行在线监测,可以为燃烧优化提供数据支持;对汽轮机轴承温度、振动及润滑油质量进行监测,可以及时发现潜在问题并防止故障扩大。此外,通过对引风机、送风机及水泵等辅机设备的实时监控,可以确保设备始终运行在最佳工况,进一步降低辅助能耗。

### 5 结语

火电厂集控运行系统在节能降耗中发挥着至关重要的作用。通过引入超临界锅炉技术、对关键设备进行变频改造、优化水泵运行和建立智能化运行管理平台,能够显著提升能源利用效率。同时,强化人员培训和节能意识是保障节能措施落地实施的关键。未来,随着技术的不断进步和管理模式的持续优化,集控运行系统将为火电厂实现绿色低碳发展提供更加全面的支持。通过全面实施节能降耗技术策略,火电厂将进一步提升经济效益和环保效益,为能源行业的可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]王星钧.燃煤电厂集控运行中的节能降耗措施分析[J].大众标准化, 2024, (20): 123-125.
- [2]张巨博.试论火力发电厂集控运行节能降耗技术[J].电力设备管理, 2024, (19): 244-246.
- [3]张日文, 马蕾, 林丽玲.火电厂集控运行节能降耗技术探析[J].电力设备管理, 2024, (16): 253-255.