

# Research on Innovation of Thermal Power Generation Technology and Energy Efficiency Improvement

Yukang Yang

Hailun New Energy Thermal Power Co., Ltd., Suihua, Heilongjiang, 152300, China

## Abstract

This article provides an overview of the global development of thermal power generation technology, highlighting its importance as a traditional energy conversion method and the challenges it faces. Subsequently, in-depth analysis was conducted on innovative fields such as new combustion technologies, high-efficiency energy-saving equipment, and intelligent control, such as the application of supercritical combustion technology and oxygen enriched cycle combustion technology. In terms of energy efficiency improvement, the paper proposes key measures such as energy consumption assessment, system optimization and energy-saving transformation, and operation management monitoring. Through empirical research, the achievements of technological innovation and energy efficiency improvement have been summarized, providing theoretical basis and practical guidance for the green transformation and sustainable development of the thermal power generation industry. The continuous breakthroughs in new energy technologies have put greater competitive pressure on thermal power generation in terms of cost and market.

## Keywords

thermal power generation technology; Innovation; Energy efficiency improvement; sustainable development

## 火力发电技术创新与能效提升研究

杨玉康

海伦新能热电有限公司, 中国·黑龙江 绥化 152300

## 摘要

本文概述了火力发电技术的全球发展概况,指出其作为传统能源转换方式的重要性及面临的挑战。随后,深入分析了新型燃烧技术、高效节能设备与智能化控制等创新领域,如超临界燃烧技术和富氧循环燃烧技术的应用。在能效提升方面,论文提出了能耗评估、系统优化与节能改造、运行管理监控等关键措施。通过实证研究,总结了技术创新与能效提升的成果,为火力发电行业的绿色转型和可持续发展提供了理论依据与实践指导。新能源技术的不断突破,使得火力发电在成本和市场方面面临更大的竞争压力。

## 关键词

火力发电技术; 创新; 能效提升; 可持续发展

## 1 引言

随着全球能源需求的持续增长及环境保护意识的日益增强,火力发电作为传统能源转换方式,其技术创新与能效提升显得尤为重要。本文旨在探讨火力发电领域内的最新技术创新成果,分析这些创新如何促进发电效率的提高、减少污染物排放,并评估其对能源结构优化及可持续发展的贡献。通过深入研究,我们期望为火力发电行业的绿色转型提供理论依据与实践指导,推动其在保障能源安全的同时,实现环境保护与经济效益的双赢。

## 2 火力发电技术现状

### 2.1 火力发电技术概述

火力发电技术是通过燃烧化石燃料(如煤炭、石油、天然气)产生热能,进而转化为机械能,最终驱动发电机产生电能的过程。在国内外,火力发电技术均经历了长足的发展,成为电力生产的重要组成部分。在国内,火力发电技术以燃煤发电为主,同时燃油和燃气发电也占有一定的比重。燃煤发电技术成熟,成本相对较低,但面临着环境污染和碳排放等问题<sup>[1]</sup>。为了应对这些挑战,国内火电行业不断推进技术创新,如超低排放技术、高效节能技术等,以提高发电效率和减少污染物排放。同时,燃气发电作为清洁能源发电方式,其发展也日益受到重视。在国外,火力发电技术同样在不断创新和发展。许多国家致力于提高火力发电的效率和灵活性,以适应电力市场的需求和变化。例如,先进的燃烧

**【作者简介】**杨玉康(1993-),男,中国黑龙江大庆人,本科,助理工程师,从事电力、能源动力研究。

技术和高效的发电设备被广泛应用,以提高热效率和降低排放。此外,一些国家还在探索利用生物质能、垃圾等可再生资源进行火力发电,以实现资源的循环利用和可持续发展。总体来看,国内外火力发电技术都在不断创新和发展,以提高发电效率、减少污染物排放,并适应能源转型和可持续发展的需求。

## 2.2 当前火力发电面临的主要问题

当前火力发电面临的主要问题体现在多个方面。首先,环保问题日益凸显,由于燃煤等化石燃料的使用,火力发电厂会排放大量的废气和废水,其中包含二氧化硫、氮氧化物、粉尘等污染物,这对环境和人体健康带来了显著的危害。随着环保政策的不断加强,火力发电厂需要不断进行技术升级和改造,以减少污染物的排放,提高环保标准。能源结构的转变也对火力发电带来了挑战。随着新能源如太阳能、风能等的快速发展,火力发电在电力市场中的比重逐渐下降。这要求火力发电企业不仅要提高能效,还要探索新的能源解决方案,以适应能源结构的转变。再者,火力发电面临着市场竞争和技术创新的压力<sup>[1]</sup>。为了保持市场竞争力,火力发电企业需要加大技术创新力度,提高发电效率和能源利用效率。

# 3 火力发电技术创新研究

## 3.1 新型燃烧技术研究

在火力发电技术创新领域,新型燃烧技术成为研究焦点,其以高效燃烧与低排放为核心,为行业转型注入新活力。传统技术难以满足当前能效与环保双重要求,而新型燃烧技术,如超超临界燃烧技术,通过提升蒸汽参数,大幅提高煤炭利用效率,降低二氧化碳排放。循环流化床锅炉技术则凭借高效低污及良好脱硫性能,特别适用于高硫、高氮煤燃烧,展现了广泛的应用潜力。这些技术不仅限于火力发电,还可推广至其他工业领域,随着技术迭代与成本下降,其市场前景愈发广阔。面对日益严格的环保标准,新型燃烧技术的低排放优势尤为突出,成为推动火力发电绿色转型的关键力量。

随着技术成熟度提升与市场深化,新型燃烧技术将在提升能源效率、减轻环境负担方面扮演更重要角色,为火力发电行业的可持续发展奠定坚实基础,助力实现能源与环境的双重优化。

## 3.2 高效节能设备与技术应用

在火力发电技术创新中,高效节能设备与技术至关重要。超临界与超超临界燃煤发电机组通过提升蒸汽参数,显著提高热效率,降低煤耗和二氧化碳排放。同时,空气预热器、烟气脱硫脱硝装置及高效除尘器等环保设备,有效减少污染物排放,提升系统能效。智能燃烧优化系统等先进燃烧控制技术,实现燃料充分燃烧,最大化能量利用。在余热回收领域,低温省煤器、热管式空气预热器等设备有效回收烟

气余热,转化为电能或用于其他生产,提高能源综合利用率。这些高效节能设备与技术的应用,不仅促进火力发电绿色发展,更为能效提升奠定坚实基础,助力行业向更加高效、环保的方向迈进。

## 3.3 智能化控制与优化策略

智能化控制在火力发电中的应用,是现代工业技术创新的重要一环,为提高发电效率、降低能源消耗和环境污染发挥着关键作用。这一系统基于现代信息技术和网络通信技术,通过采集、传输和处理大量的数据和信息,实现对火力发电系统的全面监测、测控、优化和调度。智能化控制系统能够实时获取火力发电系统的各种运行参数和状态信息,如温度、压力、湿度及燃料消耗等,利用人工智能、大数据分析和云计算等技术,对这些数据进行深入分析和处理。这不仅有助于实现故障预警和性能监测,及时发现潜在问题并采取相应措施,还大大提高了系统的可靠性和安全性。系统利用先进的优化算法和模型,综合考虑供电负荷、燃料成本、发电效率等多种因素,自动调整至最佳的运行模式和参数设定,从而提高能源利用率和经济效益。同时,智能化控制系统能够自动调节设备的操作参数和工况,灵活适应外部环境的变化和需求的调整,确保火力发电系统始终运行在最优状态。此外,智能化控制系统还具备强大的安全监测功能,能够及时发现和识别潜在的安全隐患,如发电机组温度过高或振动异常等情况,系统能够自动发送警报并采取紧急停机措施,有效保护设备和人员的安全。在环保方面,智能化控制系统通过监测和控制燃烧过程、优化排放参数等措施,显著减少了污染物的排放量,为环境保护作出了积极贡献。

# 4 能效提升途径与措施

## 4.1 能耗分析与评估方法

能耗分析与评估是火力发电能效提升的关键步骤。首先,需采用对比分析法,将当前能耗与历史最佳水平、国内外先进水平进行对比,找出差距。动态分析法通过时间序列分析,观察能耗发展趋势,研究其规律性。结构分析法则将能耗总量分解为各个组成部分,分析各部分占比及其特性,从而找出能耗的主要来源。此外,因素分析法是分析能耗水平升降原因的重要工具,它分解与能耗相关的各种因素,评估各因素对能耗的影响程度。平衡分析法则根据能源流程的平衡关系,研究能源供求、收支及各环节之间的数量关系,确保能源的有效利用。在评估过程中,需结合能源经济动态及形势分析,全面衡量能源开发、运输、贮存、消费各环节的经济效益和环境效益。通过这些方法,可以系统地分析火力发电厂的能耗现状,为制定能效提升策略提供科学依据,从而实现绿色发展和可持续发展目标。

## 4.2 系统优化与节能改造

在系统优化与节能改造的前沿探索中,火力发电厂正

积极寻求超越传统方法的创新解决方案，以实现能效的显著提升与绿色转型。

首先，对于热力系统的优化，不再局限于传统的燃烧控制和保温改造，而是探索集成智能算法与物联网技术的智能热力管理系统。实时分析燃煤特性与燃烧状态，通过机器学习算法动态调整燃煤与空气的混合比例，实现燃烧过程的精准控制，同时利用物联网技术监测热力系统中各节点的温度与压力，智能调节以最小化热损失，进一步提升热力系统的整体效率。

其次，在蒸汽系统的节能化改造方面，使用基于超临界二氧化碳循环的新型蒸汽动力系统。该系统利用超临界二氧化碳作为工作介质，因其独特的物理性质，能够在较低的温度下实现高效的热能转换，从而大幅减少蒸汽生成过程中的能耗与热损失。尽管这一技术目前仍处于研发阶段，但其潜力巨大，有望成为未来火力发电领域的重要突破。

通过探索智能热力管理系统、超临界二氧化碳循环蒸汽动力系统以及创新的废热回收与资源化利用策略，火力发电厂正朝着技术创新与能效提升的新高度迈进，为实现绿色转型与可持续发展奠定坚实基础。这些前沿理念与技术虽部分尚处于研发或概念阶段，但它们代表了火力发电领域未来发展的方向与潜力，值得深入研究与探索。这些优化措施的实施效果显著，具体成果数据如下表所示：

表 1 系统优化与节能改造成效对比表

优化措施	热动系统效率提升百分比	能耗降低百分比 (以煤耗为例)
热力系统优化	1.5%	1.8%
蒸汽系统节能化改造	0.8%	0.9%
废热利用	2.0%	2.3%

综上所述，通过系统优化与节能改造，火力发电厂的能效得到了显著提升，不仅降低了运营成本，也为环境保护做出了积极贡献。这些成果数据清晰地展示了各项优化措施的实际效果，为后续的持续改进提供了有力的数据支撑。

### 4.3 运行管理与能效监控

在火力发电技术创新与能效提升的研究中，运行管理与能效监控扮演着至关重要的角色。为确保发电系统高效稳定运行，需构建一套完善的运行管理体系，涵盖从设备日常巡检到故障预警的全方位流程。

#### 4.3.1 运行监控操作

智能化监控体系构建：引入物联网（IoT）技术，实现发电设备状态的实时、远程监控。通过部署传感器网络，收

集设备运行时的振动、温度、压力等关键参数，结合云计算平台进行数据分析，形成全面的设备健康监测图谱。

故障预测与预警系统：运用机器学习算法，如深度学习、随机森林等，对收集到的运行数据进行模式识别，提前发现设备异常趋势，实现故障的精准预测与预警，大幅减少突发停机事件，保障发电连续性<sup>[1]</sup>。

自动化运维响应：建立基于 AI 的自动化运维系统，当监控系统检测到异常时，能够自动触发维护流程，包括通知维修人员、提供故障诊断报告及建议的修复方案，加速故障处理速度。

#### 4.3.2 运行管理新理念

精益化管理：引入精益管理思想，优化发电流程，减少浪费，提升每个环节的效率。通过持续改进和标准化作业流程，确保发电活动的高效执行。

数字化管理平台：开发集成化的数字管理平台，整合运行监控、能效分析、维护管理等功能，实现数据的即时共享与分析，为决策层提供精准的数据支持。

#### 4.3.3 能效监控新方法新技术

大数据分析 with 人工智能优化：利用大数据技术，对海量能耗数据进行深度挖掘，识别能效低下的环节。结合 AI 算法，自动调整运行参数，寻求最优能效点，实现智能化节能。

## 5 结语

深入探讨了火力发电技术的现状、创新方向及能效提升策略。文章首先概述了火力发电技术的全球发展概况及面临的挑战，随后聚焦于新型燃烧技术、高效节能设备与智能化控制等创新领域。在能效提升方面，论文提出了能耗评估、系统优化与节能改造、运行管理监控等关键措施。最终，研究总结了技术创新与能效提升的成果，同时指出了研究的局限性和未来展望，为火力发电行业的可持续发展提供了宝贵参考。

### 参考文献

- 王新雷,周云,徐彤.促进我国火电能效持续提升政策研究[J].节能技术, 2016, 34(1):4.
- 王宇,李琳娜,王瑛,等.内蒙古火电行业能效水平分析及优化路径研究——基于SBM模型及GML指数模型的分析[J].内蒙古大学学报:自然科学版, 2023, 54(3):310-321.
- 孟肖楠.火力发电厂电气节能降耗技术研究[J].科技资讯, 2024, 22(2):94-96.