

## 热动系统在火电厂中的节能优化解析

王旭煜 孙显辉 赵月凯 申奥 刘振华  
华能威海发电有限责任公司, 山东 威海 264205

**[摘要]**火电厂作为传统能源的重要组成部分, 仍然在全球电力供应中占据举足轻重的地位。可再生能源的崛起与环境保护意识的增强, 正促使火电行业经历前所未有的变革, 优化火电厂的热动系统不仅关乎企业的经济效益, 更直接影响环境保护与社会责任的履行。火电厂的热动系统涵盖锅炉、蒸汽轮机、冷凝器及相关辅机设备, 运行效率直接关系到燃料消耗与排放水平。随着科技的不断进步, 多种新技术与设备被引入火电领域, 为节能减排提供了新的解决方案。在市场与政策的双重压力下, 火电厂亟须制定系统性的节能优化策略增强整体竞争力与可持续发展能力。火电厂热动系统的节能优化不仅是经济利益的考量, 更是环境保护与社会责任的体现, 通过深入分析与研究, 为火电厂的节能优化提供科学依据与实践指导, 从而助力行业的绿色转型与可持续发展。

**[关键词]**热动系统; 火电厂; 节能优化

DOI: 10.33142/hst.v7i11.14295

中图分类号: TM621.4

文献标识码: A

### Energy-saving Optimization Analysis of Thermal Power Systems in Thermal Power Plants

WANG Xuyu, SUN Xianhui, ZHAO Yuekai, SHEN Ao, LIU Zhenhua  
Huaneng Weihai Power Generation Co., Ltd., Weihai, Shandong, 264205, China

**Abstract:** As an important component of traditional energy, thermal power plants still occupy a pivotal position in the global power supply. The rise of renewable energy and the increasing awareness of environmental protection are driving unprecedented changes in the thermal power industry. Optimizing the thermal power system of thermal power plants is not only related to the economic benefits of enterprises, but also directly affects the fulfillment of environmental protection and social responsibility. The thermal system of thermal power plants includes boilers, steam turbines, condensers, and related auxiliary equipment, and the operating efficiency is directly related to fuel consumption and emission levels. With the continuous advancement of technology, various new technologies and equipment have been introduced into the field of thermal power, providing new solutions for energy conservation and emission reduction. Under the dual pressure of market and policy, thermal power plants urgently need to develop systematic energy-saving optimization strategies to enhance their overall competitiveness and sustainable development capabilities. The energy-saving optimization of thermal power systems in thermal power plants is not only a consideration of economic benefits, but also an important manifestation of environmental protection and social responsibility. Through in-depth analysis and research, it provides scientific basis and practical guidance for the energy-saving optimization of thermal power plants, thereby helping the industry's green transformation and sustainable development.

**Keywords:** thermal system; thermal power plants; energy-saving optimization

### 引言

在全球能源转型的背景下, 火电厂面临着巨大的压力与挑战。传统火电行业, 一方面遭遇日益严格的环保法规与加剧的市场竞争; 另一方面社会对清洁能源的需求不断上升, 迫使火电企业必须采取切实有效的节能措施, 以提升经济效益与环境可持续性。基于此, 优化火电厂热动系统的节能措施显得尤为重要, 成为行业发展与企业转型的关键所在, 探讨火电厂热动系统节能优化的必要性、具体思路及合理措施, 为火电行业在新时代背景下的可持续发展提供指导与借鉴。

### 1 火电厂热动系统概述

火电厂的热动系统是关键组成部分, 负责将燃料的化学能转化为机械能, 进而驱动发电机进行发电, 涵盖锅炉、蒸汽轮机、冷凝器及相关辅助设备, 通过燃烧煤、天然气

或其他燃料, 锅炉产生高温高压的蒸汽; 利用这些蒸汽的能量, 蒸汽轮机则进行旋转, 有效将热能转化为机械能。冷凝器的作用在于将蒸汽冷却回水以便回流至锅炉, 实现资源的循环利用。在此过程中, 设计与运行效率对电厂整体能效及经济效益起着至关重要的作用, 能量转换效率的提升不仅依赖于一个高效的热动系统, 还能显著减少废气排放推动可持续发展。因此, 热动系统的深入了解与优化对提高火电厂的运营效益至关重要。

### 2 火电厂热动系统节能优化的必要性

#### 2.1 环境影响

在发电过程中, 火电厂的热动系统会释放大量污染物, 包括二氧化碳、氮氧化物和硫氧化物对环境产生深远影响。作为主要的温室气体, 二氧化碳的排放量与火电厂的燃料消耗密切相关, 已成为导致全球气候变化和温室效应的重

要因素之一。根据统计,火电厂的二氧化碳排放占全球能源相关排放的相当大部分,减少温室气体排放已成为全球各国迫切应对气候变化的目标。通过优化热动系统的节能措施,火电厂能够有效降低燃料消耗,减少污染物的排放。例如,锅炉热效率的提升与蒸汽轮机运行效率的提高,使火电厂以更少的燃料产生更多的电能,从而相应减少污染物的排放,这类节能措施不仅能显著降低二氧化碳的排放,还能减少氮氧化物、硫氧化物等其他有害物质的释放,从而改善空气质量。此外,若未妥善处理火电厂在运行中产生的废热与废水可能对水体和土壤造成负面影响,废热的直接排放或将导致周边水体温度升高,扰乱水生生态系统的平衡,未经处理的废水可能含有重金属和其他有害物质,进而污染土壤与水源,通过实施节能优化措施,废热的有效回收与利用能够提高整体能效,同时合理处理废水减少对环境的影响。推动热动系统的节能优化不仅减轻了环境负担,还提升了社会对清洁能源转型的认可。

## 2.2 经济效益

优化火电厂热动系统的节能措施,不仅降低环境污染且显著提高经济效益。在火电厂的运营中燃料成本往往占据主要的运营费用,能效的提升直接减少了燃料消耗,从而降低整体运营成本。采用高效的锅炉与蒸汽轮机技术,在相同燃料投入下能产生更多电能,这种能效提升使电厂在运营过程中,以较低的成本实现更高的发电量进而提高整体利润。经过优化的系统通常具备更高的运行效率,这不仅为电厂在电力市场中提供了竞争优势,还能够有效应对电力需求的波动。随着市场竞争的加剧,发电效率的提升已成为获取市场份额的关键,能效的提高使电厂在电价波动时能够灵活调整产出,更好地满足市场需求从而拓展利润空间。面对日益严格的能源消耗与排放监管,节能优化有助于火电厂避免因超标排放而导致的罚款及经济损失。监管机构对二氧化碳、氮氧化物及硫氧化物等排放的标准逐年提高,未达标的电厂将面临高额罚款及整改成本,有效的节能措施的实施能够减少排放,降低因违规而带来的经济风险。

## 3 火电厂热动系统节能优化的具体思路

### 3.1 能源管理

在火电厂的节能优化过程中,能源管理显得至关重要。建立一个全面的能源监测系统是这一管理的基础,该系统能够实时收集设备运行数据,包括能耗、温度、压力等关键指标,通过对这些数据的分析,能识别能耗高峰和异常波动,从而进行针对性的调整。例如,若某设备在特定时间段内的能耗异常升高,管理人员便能迅速调查原因并采取必要的改进措施。定期实施能源审计同样不可或缺,这种系统化的评估帮助识别设备的能效水平,并发掘潜在的节能机会,审计结果为后续设备改进和技术升级提供了数据支持,确保每项投资都能实现最大经济效益。在能源管理过程中,合理的调度策略也显得十分关键,通过优化运

行计划并合理分配负荷,可以确保各设备始终处于最佳工作状态。例如,在低负荷期间,发电机组的运行顺序可调整,关闭不必要的设备以避免无效的能源消耗。培养员工的节能意识是实现节能目标的重要环节,定期举办节能培训和活动,使员工了解节能的重要性及具体措施,鼓励他们积极参与节能管理,通过建立奖励机制激励员工提出节能建议,并在日常工作中践行节能理念,从而形成良好的节能文化。

### 3.2 设备改进

设备改进是提升火电厂热动系统能效的关键途径,涉及从核心设备的升级到辅助设备的优化。升级锅炉与蒸汽轮机等关键设备,可以显著提高热能转换效率,现代高效锅炉技术通过改进燃烧方式及热交换过程,在相同燃料输入下能够产生更多蒸汽,同时降低废气排放。例如,循环流化床锅炉的应用不仅提高了燃料利用率,且通过较低的燃烧温度减少了氮氧化物的生成,从而改善了环境质量。变频驱动技术的引入对于泵与风机的动态调节至关重要,这项技术使得设备能够根据实际需求自动调整运行速度,从而避免低负荷情况下的能量浪费。特别是在负荷频繁变化的环境中,变频驱动不仅有效降低了能耗,还延长了设备的使用寿命。在冷凝器方面,更高效的换热材料与设计的采用能够显著提升冷却效果,降低冷却水的能耗。例如,通过增大换热面积或引入新型换热材料提高热交换效率,使冷凝器能够在更短时间内完成冷却,从而减少冷却水的消耗。定期维护与检修设备确保在最佳状态下运行,是保障系统高效性的关键环节,包括对换热表面进行清洁、检查密封性以及校准测量仪器,降低故障率和能耗损失。引入智能化监控系统也是提升设备能效的有效手段,实时监测设备运行状态,使得能够识别异常情况及时发出警报并进行调整,这种方式不仅提升了设备的运行效率,还帮助延长了使用寿命,减少了维修成本。

## 4 火电厂热动系统节能优化的合理措施

### 4.1 保障系统的稳定性

保障火电厂热动系统的稳定性,对于实现节能优化至关重要。定期实施设备检修与维护计划作为基础,通过对锅炉、蒸汽轮机及冷凝器等关键设备的定期检查,潜在故障与隐患能够被及时识别,确保设备始终处于最佳状态从而避免因故障停机所造成的能量损失。先进的监控技术的采用也能有效提升系统的稳定性,实时跟踪设备的运行参数与环境条件,能够迅速识别异常状况,这类监测系统不仅增强了反应速度还能通过数据分析优化运行策略,从而减少不必要的能耗。同时,建立标准化的操作规程,确保操作人员在应对突发事件时能够迅速采取有效措施,以降低事故风险。在负荷管理方面,通过智能调度系统来优化发电计划,确保设备在高效运行区间,避免在低负荷时段出现的能量浪费。高峰负荷期间备用设备的合理配置,能够应对突发需求的变化。

## 4.2 设计循环水系统

设计高效的循环水系统,对火电厂节能优化具有重要意义。闭路循环水系统的选择作为一种有效策略,通过重复利用冷却水减少了对外部水源的依赖,同时降低了废水排放,因而对环境的影响较小。在系统设计过程中,优化水泵与管道的布局显得尤为重要,选用直径适宜、材质优质的管道能够降低水流阻力且提升流动效率。泵的选型与运行模式也至关重要,高效泵结合变频驱动技术可以根据实际冷却需求动态调节水流量,确保在不同负荷下冷却效果的稳定<sup>[1]</sup>。同时,温度与水位的监控点应设置,保障系统的稳定性与安全性。定期检测循环水的化学成分防止结垢及腐蚀,从而延长设备的使用寿命。在线监测系统的引入,使得实时掌握水质变化成为可能,并能够及时调整处理方案,确保水质维持在合理范围内。整合智能控制技术,使得循环水系统能够自动调节并实时优化运行策略,从而进一步提升能效。

## 4.3 重复利用高温废水

高温废水的重复利用成为火电厂节能与水资源优化的关键措施,在发电过程中,火电厂会产生大量高温废水,若能有效回收与再利用,既能减少新水的需求又能降低热能的浪费<sup>[2]</sup>。因此,建立专门的废水回收系统显得尤为重要,该系统负责收集来自冷却、清洗及其他工艺的高温废水,并通过合理的管道布局将废水引导至处理设施,确保其流动畅通无阻。在处理阶段,先进的水处理技术的应用,例如热交换器与膜分离技术,使得从废水中回收热能成为可能,回收的热能可用于预热新水,这种方法不仅提升了能源利用效率,也减少了废水排放对环境的负面影响。此外,经过处理的高温废水可被用作辅助冷却系统或蒸汽锅炉,进一步降低新水的消耗。实施高温废水的再利用还需建立健全的监测机制,确保水质达到回用标准,避免对设备造成腐蚀或结垢。定期评估与优化回收系统的运行效果,调整处理工艺以提升整体效率。

## 4.4 合理利用排烟热量

合理利用排烟热量,成为火电厂节能优化的重要环节。在燃料燃烧后,排放的烟气中仍携带大量热能,若能够有效回收这部分热量,整体能效将显著提升。安装烟气余热回收装置被认为是一种有效的方式,能够通过将排烟中的热量用于预热锅炉给水,不仅提高锅炉的热效率还减少对燃料的依赖,从而降低运营成本。利用烟气余热进行热水加热或供热,能够进一步提升能源的利用率。在一些火电厂中,烟气余热甚至可以转化为电能,通过配置热电联产系统为厂内其他设施提供动力。为确保烟气余热回收系统高效运行,定期进行维护与优化至关重要通过监测排烟的温度与湿度变化,回收系统的运行参数应及时调整,以达

到最佳的热能回收效果,这种综合利用排烟热量的策略,不仅能够降低燃料消耗减少排放,还能显著提升火电厂的经济效益,助力绿色发电目标的实现。

## 4.5 蒸汽系统设计

蒸汽系统的设计在火电厂节能优化中起着至关重要的作用。一个高效的蒸汽系统不仅提升了热能转换效率,还显著减少了能源浪费。在设计过程中应优先考虑蒸汽管道的合理布局,尽量缩短管道长度降低热损失和压降,为管道提供良好保温的优质绝热材料,能有效减少蒸汽在传输过程中的热量损失。合理配置蒸汽调节阀与流量计,有助于实现蒸汽压力与流量的精准控制,这种配置不仅提高了系统的稳定性,还能确保在不同负荷条件下高效运行<sup>[3]</sup>。引入智能监控系统,实时监测蒸汽参数,能够迅速发现异常情况并及时调整运行策略,从而确保蒸汽系统始终处于最佳状态。在蒸汽的使用方面,应考虑将蒸汽分配至不同的发电和热利用设备,最大限度地发挥其热能,通过引入回热系统低温蒸汽的回收与再利用也能进一步提高整体能效,通过这种系统设计与优化,火电厂不仅显著提升了蒸汽利用率,还为实现节能减排的目标迈出了更加坚实的一步。

## 5 结语

在火电厂的运营中,热动系统的节能优化不仅有效提升了经济效益,还为环境可持续发展提供了重要手段。通过优化能源管理、提高设备效率以及合理利用资源,能够在降低燃料消耗的同时减少污染物的排放,火电厂积极贡献于环境保护。随着社会对清洁能源需求的不断增长以及环保政策的日益严格,实施节能优化措施已成为火电厂增强竞争力与履行社会责任的必然选择。展望未来,在推进节能优化时,火电厂应积极探索新技术与新方法,以应对快速变化的市场环境及日益严格的监管要求。全体员工的节能意识与环保责任需加强,良好的节能文化将为火电厂的可持续发展提供有力支持。通过综合施策,火电厂不仅能在市场竞争中占据有利地位,还能在推动绿色转型及促进社会可持续发展方面发挥积极作用。

### [参考文献]

- [1]季翠英,杨传红.热动系统在火电厂中的节能优化解析[J].中国设备工程,2021(12):78-79.
- [2]杨琅.解析火电厂热动系统节能优化思路与举措[J].门窗,2019(13):26-30.
- [3]焦宏伟.火电厂热动系统节能减排措施分析[J].数码世界,2020(5):275.

作者简介:王旭煜(1996.12—),男,学历:本科,专业:自动化,就职单位:华能威海发电有限责任公司,职务:运行部主值,年限:两年,目前职称:助理工程师。