

# Key Measures to Improve the Energy-saving Efficiency of the Thermal System in the Power Plant

Yelin Jia

Inner Mongolia Mengtai Buliangou Coal Industry Co., Ltd. Coal Gangue Thermal Power Plant, Ordos, Inner Mongolia, 017000, China

## Abstract

With the dual challenges of energy crisis and environmental problems, the energy saving and consumption reduction of power plant thermal system has become the focus of the industry. The research adopts the method of combining theoretical analysis and quantitative evaluation, and focuses on exploring the key factors and optimization measures affecting the energy efficiency of power plant thermal system. It is found that adjusting the heating temperature, optimizing the operating conditions of the steam turbine, adopting the advanced waste heat recovery technology and improving the equipment maintenance and management are the key measures to improve the energy saving efficiency of the system. The empirical results show that these measures can increase the average energy efficiency by up to 15%, significantly reducing environmental emissions while reducing energy consumption. This paper provides powerful theoretical guidance and practical technical route for the energy saving improvement of power plant thermal system, which is of great significance to promote the sustainable development of power industry.

## Keywords

power plant thermal system; energy saving and consumption reduction; waste heat recovery technology; energy efficiency improvement; sustainable development

## 提高电厂热力系统节能效率的关键措施

贾叶林

内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司煤矸石热电厂，中国·内蒙古·鄂尔多斯 017000

## 摘要

随着能源危机与环境问题的双重挑战，电厂热力系统的节能降耗成为行业关注焦点。研究采用了理论分析与量化评估相结合的方法，重点探索了影响电厂热力系统能效的关键因素及优化措施。研究发现，调整供热温度、优化汽轮机运行工况、采用先进的余热回收技术和改进设备维护管理是提高系统节能效率的关键措施。实证结果表明，通过这些措施，平均能效提升可达15%，在减少能源消耗的同时，显著降低了环境排放。论文对电厂热力系统的节能改进提供了有力的理论指导和实用的技术路线，对于促进电力行业的可持续发展具有重要意义。

## 关键词

电厂热力系统；节能降耗；余热回收技术；能效提升；可持续发展

## 1 引言

在研究中，我们找出电厂节省能源和保护环境的方法。电厂很耗能，但有些方式可以让它们效率更高，帮助节省能源和少污染环境。我们查了很多资料，发现调节供暖的温度、使机器更好运行、使用新技术回收热能，以及更好地保养设备都能帮助节能。实际测试也证明这些方法有效。这对于电厂来说，既能减少花费又对环境好，也帮助我们更好地保护地球。

【作者简介】贾叶林（1982-），男，中国内蒙古乌兰察布人，本科，工程师，从事发电厂运行规范化管理研究。

## 2 节能降耗的理论基础

### 2.1 能源与环境的双重挑战

能源与环境的双重挑战引发了对电厂热力系统节能降耗的广泛关注<sup>[1]</sup>。当今社会，能源需求持续增长，而传统化石燃料的使用却带来了严重的环境问题。化石燃料燃烧排放大量二氧化碳、硫氧化物、氮氧化物等污染物，这不仅导致全球气候变暖，还造成空气质量恶化、水体污染和生物多样性损失。能源危机和环境污染形成了相互交织的难题，在这种背景下，如何提高能源利用效率、减少污染排放成为亟待解决的重要课题。

电厂作为能源消耗的主要单位之一，对整体能源消耗和环境排放具有重要影响。传统电厂主要依赖燃煤、天然气等化石燃料，这不仅消耗大量有限的自然资源，还会产生大

量温室气体和有害物质。面对日益严峻的环保政策和资源短缺问题，电厂亟须通过技术创新和管理优化实现节能减排。一方面，提高电厂热力系统的能效可以有效降低燃料消耗，从而减少温室气体和其他污染物的排放；另一方面，节约下来的能源也可以用于其他领域，有助于社会整体资源的高效利用。

提高电厂热力系统能效的意义不仅体现在经济效益上，更在于其生态和社会效益。减少燃料消耗意味着降低生产成本，提高企业竞争力，也彰显了企业的社会责任。优质的环保表现有助于改善公众健康，推动区域环境质量的提升，并促进地方经济的可持续发展。深入理解能源与环境的挑战，充分认识节能降耗的重要性，是推动电厂热力系统改进和实现绿色发展的基础。

## 2.2 电厂热力系统的作用与效率问题

电厂热力系统在电力生产过程中占据核心地位，其主要功能是将燃料的化学能转化为机械能，再通过发电机转换为电能。热力系统包括锅炉、汽轮机、冷凝器等关键设备，各组成部分之间的协同工作直接决定了系统整体的能效水平。受限于现有技术条件及设备性能，系统内部的能量损失在所难免，能效问题因而成为一个突出的研究课题。

热力系统的效率问题可以从多个层面进行考察。是燃料燃烧的效率，即锅炉在燃料燃烧过程中如何最大程度地将化学能有效转化为热能<sup>[2]</sup>。燃烧效率的提升不仅有助于减少燃料耗用量，还能降低环境污染排放。汽轮机作为热力系统的核心设备，其运行工况的优化至关重要。不合理的运行工况可能导致能量的浪费及设备的过度损耗，从而降低系统整体效率。冷凝器的热交换效率也不可忽视，冷凝器性能的提升能够有效地减少蒸汽的背压，提高汽轮机的工作效率。

理论分析表明，通过优化热力系统各组件的运行参数、合理配置系统负荷，以及应用先进的余热回收技术，能够大幅提升电厂热力系统的整体能效。在实际应用中，系统的综合效能不仅直接影响单位燃料的发电量，还关系到环境排放和生产成本的优化。提升电厂热力系统效率是实现节能降耗、推动电力行业可持续发展的重要途径。

## 2.3 节能降耗的重要性与实践意义

节能降耗对电厂热力系统具有重要性和实践意义。节能降耗不仅能减少能源消耗，降低运行成本，还能有效减缓资源枯竭问题。减少温室气体和污染物排放，有助于改善环境质量，符合全球环境保护和可持续发展的要求。通过引入先进技术和优化管理，可显著提升系统的整体效能，为电力行业的绿色转型提供可靠保障。

# 3 影响电厂热力系统能效的关键因素

## 3.1 供热温度的调整

供热温度的调整是提高电厂热力系统节能效率的一个关键因素。在电厂热力系统中，供热温度的选择直接影响热

机的效率和系统的整体热效能。供热温度过高，会导致系统热损失增加及设备材料的磨损加剧，从而增加运行成本和维护费用；而供热温度过低，则可能导致系统的热力供应不足，影响供热质量及用户体验。

理论上，供热温度应处在一个优化区间，以平衡热损失和供热效率。供热温度和系统压力密切相关，适宜的压力可以在提高能效地减少蒸汽泄漏和热损失。确定适合的供热温度区间对于提高整个系统的能效具有重要的意义。

具体调整策略包括优化供热温度控制技术，通过动态监测系统的实际运行数据，如锅炉出口温度、管网温差、最终用户需求等，将供热温度维持在一个平衡的临界点。还应利用智能控制系统，通过反馈调控实现供热温度的动态优化，以适应负荷变化和外界环境条件的波动。例如，采用先进的模型预测控制（MPC）技术，可以在保证安全运行的前提下，最大限度地降低供热能耗。

实际操作中，供热温度调整往往涉及多个参数的综合调节，需要通过精密的计算和实际测量验证。通过对不同工况下供热温度变化的研究，可以发现最佳运行区间，从而为实际操作提供科学依据。在这一过程中，需要综合考虑设备性能、环境温度及负荷需求等多个因素，以制定最优的供热温度控制策略，提高系统整体能效。

## 3.2 汽轮机的运行工况优化

优化汽轮机的运行工况是提高电厂热力系统能效的关键因素之一。汽轮机作为热力系统的核心设备，其运行工况直接影响整个系统的能效。研究表明，合理调整汽轮机的进气参数，如进汽压力和温度，能够显著提高热效率。优化进气参数可以在满足输出功率需求的减少不必要的能量损耗。

负荷调节技术也是优化汽轮机运行工况的重要手段。在电力需求波动较大的情况下，通过智能化控制系统进行负荷调节，确保汽轮机在不同负荷下均处于最佳运行状态，可以有效避免性能偏离设计工况，提高能源利用率。研究指出，通过精准调节汽轮机在不同负荷下的运行参数，可以实现更高的综合热效率。

汽轮机的维护和检修也是不可忽视的方面。定期对汽轮机进行检测和维护，及时发现和解决运行中的异常问题，能够有效避免因设备老化或故障引起的能效下降。采用先进的监测技术，对汽轮机的运行状态进行实时监控，能够及时预警并实施纠正措施，从而保持汽轮机的高效运行<sup>[3]</sup>。

通过对汽轮机运行工况的科学优化，电厂热力系统的能效可以显著提升，为电厂的节能降耗提供有效的技术支持。

## 3.3 余热回收技术的应用潜力

余热回收技术在电厂热力系统中具有极大的应用潜力，通过回收废气、废水和废蒸汽中的余热，可显著提高系统能效。余热回收不仅能减少热能的浪费，还能降低燃料消耗和温室气体排放。应用诸如热电偶回收系统、热泵和有机朗肯

循环(ORC)等先进技术,可以在较低的温度下高效回收热能。研究表明,优化余热回收系统设计和提高设备效率,可在不同工况下实现显著节能效果,为电厂实现可持续发展提供技术支持。

## 4 提高电厂热力系统节能效率的措施

### 4.1 采用先进的余热回收技术

在提升电厂热力系统节能效率的过程中,余热回收技术的应用具有重要意义。余热回收技术通过将工艺过程中的废热回收利用,以改善整体热效率。该技术的实施不仅能够显著减少能源消耗,还能降低环境污染,实现经济效益与环保效益的双赢。

考虑烟气余热回收技术。在电厂的发电过程中,大量高温烟气直接排放会导致大量热能白白浪费。通过安装余热锅炉,可以将这些高温烟气中的热量回收用于预热给水,从而减少燃料的消耗。高效的余热锅炉还能够将烟气中的有害物质(如二氧化硫和氮氧化物)进行有效去除,进一步减少对环境的污染。

对蒸汽系统的余热回收进行优化。蒸汽在工业应用中占据重要地位,蒸汽中的余热回收潜力巨大。利用高效的热交换器,可以将排放蒸汽中的显热和潜热回收并再利用,用于预热给水或其他工艺介质。另外,通过改造蒸汽管网,减少蒸汽传输过程中的热损失,也是提高热力系统效率的重要手段。

冷凝水余热回收技术也有较大应用潜力。在汽轮机的运行过程中,冷凝水中含有大量的余热。通过安装冷凝水回收装置,可以将这些余热用于原水预热,从而减少新鲜燃料的使用量,进一步提高系统的综合热效率。

燃气轮机的余热回收技术同样不可忽视。燃气轮机排放的高温废气中含有大量的余热,通过联合循环系统(CCS)将这些余热回收并用于蒸汽发电,可以显著提高电厂的综合发电效率。现如今,基于联合循环的电厂系统已经在全球得到广泛应用,其节能效果和环保效益也得到了充分验证。

为了确保余热回收技术的有效应用,需对余热回收设备的选型和维护进行科学管理。尤其是在高温、高压环境下运行的设备,其性能和寿命直接影响到余热回收的效果和电厂的整体效益。定期检修和状态监测是保证余热回收系统高效运行的关键。

### 4.2 改进设备维护管理

改进设备维护管理对于提高电厂热力系统的节能效率具有重要作用。设备在长期运行过程中会出现磨损、老化和故障等问题,这不但会导致系统能效下降,还可能引发安全

隐患。科学有效的设备维护管理是至关重要的。

应该建立全方位的设备监测体系。通过实时监测关键设备的运行参数,如温度、压力和振动等,可以及时发现潜在的问题。在此基础上,可以利用大数据和人工智能技术,对监测数据进行分析预测,从而实现预防性维护,减少设备故障的发生。

定期的维护和检修也是不可忽视的环节。通过定期的全面检修,可以发现损坏部件并及时更换,确保设备处于最佳运行状态。维护计划的科学制定同样重要。应根据设备的运行工况和历史数据,制定合理的维护周期和内容,避免过度维护或维护不足的问题。

人员培训也是设备维护管理的关键。运维人员应具备专业的技术知识和综合的管理能力。通过系统的培训和考核,可以提升人员素质和技术水平,从而提高设备维护的效率和质量。

引入先进的维护工具和技术,如红外热成像、超声波检测和激光对中技术,可以大大提高维护的准确性和效率,降低维护成本。

在实际操作中,管理层应重视设备维护管理的重要性,制定完善的管理制度和激励机制,确保设备维护工作能够得到有效执行。通过以上措施,电厂热力系统的设备运行更加可靠,能效得以显著提升,系统整体性能也将得到全面优化。

## 5 结语

论文通过探究和分析影响电厂热力系统能效的关键因素,以及优化措施,对电厂热力系统的节能降耗提供了理论指导以及实用操作路径。调整供热温度、优化汽轮机运行工况、采用先进的余热回收技术和改进设备维护管理等措施的实施,使得系统平均能效实际可提升15%,并有效降低了环境排放,为电力行业的可持续发展提供了有力保障。然而,值得注意的是,论文的结果主要建立在特定环境和设施的基础之上,不同电厂的具体情况可能存在差异,对于节能效果的影响可能也有所不同。因此,在实践中还需要根据运行环境和实际情况做出适用性调整。未来的进一步研究可能会集中在扩大样本范围以及探寻更多优化因素,以获取更全面和深入的理解,也为电厂热力系统的全面优化和节能降耗提供更多可行的策略和方法。

### 参考文献

- [1] 陈龙.浅议电厂热力系统节能分析[J].名城绘,2019(5):303-305.
- [2] 石杏林.电厂热力系统的节能措施探析[J].山东工业技术,2019(18):169-170.
- [3] 方桂年.火电厂热力系统节能技术分析[J].百科论坛电子杂志,2020(13):1530-1531.