

大型火力发电厂热动系统的节能减排改进方法分析

沈志刚 周帅

华能沁北发电有限责任公司 河南济源 459012

摘要: 大型火力发电厂的热动系统在节能减排方面发挥着至关重要的作用。通过技术创新和管理优化,不仅可以提升能源利用效率,减少环境污染,还能促进经济可持续发展。电厂热动机组的节能优化不仅能提升经济效益,还能对环境保护作出贡献。通过技术创新、智能化管理和优化运行,可以实现更高的能源利用效率,为实现可持续发展目标奠定基础。本文结合大型火力发电厂热动系统的节能减排改进方法进行分析,以供参考。

关键词: 火力发电厂; 节能减排; 改进方法

1. 大型火力发电厂热动系统的节能减排意义

1.1 提高能源利用效率

火力发电厂通常依赖于燃烧化石燃料(如煤、天然气等)来产生电能。通过优化热动系统的设计和运行,可以显著提高能源的利用效率。例如,采用先进的锅炉技术、热回收系统和高效的汽轮机等,可以减少燃料消耗,提升热效率,从而减少温室气体的排放。火力发电是二氧化碳(CO₂)等温室气体的重要来源。通过改进热动系统的运行方式,如实施联合循环技术(CCGT)和废热回收,能够有效降低CO₂的排放。此外,采用脱硫、脱硝等污染控制技术,可以进一步减少硫氧化物(SO_x)和氮氧化物(NO_x)的排放。

1.2 促进清洁能源转型

大型火力发电厂在转型过程中,可以与可再生能源(如风能、太阳能等)相结合,逐步降低对化石燃料的依赖。热动系统的灵活性可以使火力发电与可再生能源的发电能力相辅相成,提高整体能源系统的稳定性和安全性。通过优化热动系统,降低烟气排放,可以改善周边环境的空气质量,减少对人类健康和生态系统的危害。这不仅有利于实现可持续发展目标,还能提高公众对电力行业的信任和支持。

1.3 有助于经济效益

节能减排措施不仅有助于环境保护,还能降低运行成本。提高热动系统的效率意味着更少的燃料消耗,从而减少能源采购和运输的费用。长远来看,这种经济效益能够帮助电力企业在竞争中占据优势。各国政府和国际组织对电力行业的排放标准越来越严格。通过优化热动系统,火力发电厂能够更好地符合相关政策法规的要求,避免因违规而产生的

罚款和其他经济损失。

2. 电厂热动机组节能优化的关键性

2.1 提高热效率

热动机组的热效率是衡量其性能的重要指标。通过优化锅炉、汽轮机和冷却系统的设计与运行,能有效提高热效率。比如,使用高效的燃烧技术和热回收装置,能够减少未被利用的热量,提高整体能量转换率。显然,根据能量守恒定律,发电机发出的电能与压力差 $\Delta P=P_0-P_e$ 及温度差 $\Delta T=T_0-T_e$ 成正比。因此,要提高火力发电的效率,就必须设法降低排气压力与温度。目前采用的方法是用凝气器将热量交换给另一组水循环,由水循环将热量带到冷却塔,应用喷淋或风冷将热量散向周围大气环境。这是一种能量损失,称为冷源热损失,这一损失的大小是影响火力发电设备热效率高低的因素,联合循环发电(CCGT)结合了燃气轮机和蒸汽轮机的优势,能显著提高发电效率。在这种系统中,燃气轮机产生的废气可以用于加热蒸汽锅炉,从而驱动蒸汽轮机,进一步提升发电能力和效率。

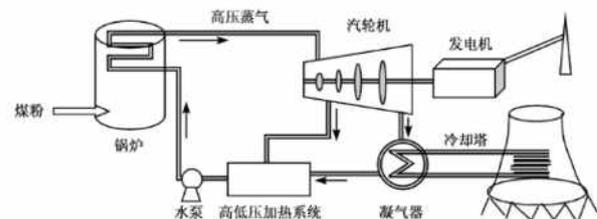


图1 联合循环发电

2.2 废热回收与利用

通过废热回收系统(如余热锅炉、热泵等),将热动

机组产生的废热转化为可利用的能源，减少热量浪费。废热可以用于供暖、发电或工业过程，进一步提升系统的综合能效。科学的运行管理和调度对于节能优化至关重要。通过监控和数据分析，及时调整机组负荷、燃料配比和操作参数，可以实现更优的运行状态，降低能耗和排放。

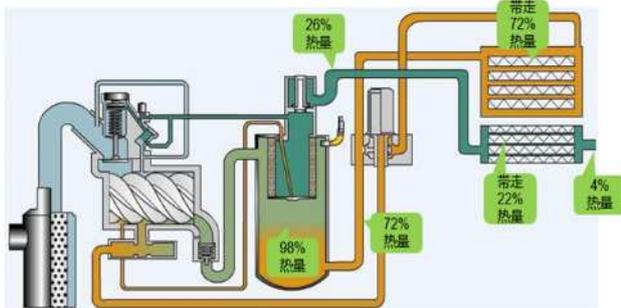


图2 废热回收系统

2.3 提高设备维护水平

定期维护和检修确保设备在最佳状态运行，减少故障率和能量损失。清洁换热器、检查密封件以及及时更换磨损部件，都是提高热动机组效率的重要措施。利用智能监测和控制系统，可以实时分析机组运行状态，优化参数设置，提高整体运行效率。预测性维护和数据分析可以显著减少能耗并提高设备的运行稳定性。

2.4 适应新型燃料

随着可再生能源的兴起，热动机组可考虑使用生物质、氢气等新型清洁燃料。这不仅能减少对化石燃料的依赖，还能降低温室气体排放，进一步提升系统的环保性。积极响应国家及地区的节能减排政策，实施相应的技术改造和管理措施，以确保电厂符合环保标准，同时享受可能的政策激励和补贴。

3. 电厂热动结构节能方法的可行性探究

3.1 技术可行性

高效锅炉通过优化燃烧过程、提升热交换效率等方式，能够显著降低燃料消耗和排放。许多新型锅炉已在国内外电厂成功应用，技术成熟且可推广。联合循环（CCGT）技术已在多个电厂实现商业化运用。该技术通过将燃气和蒸汽轮机相结合，提高了整体发电效率，具备良好的技术可行性。废热回收装置（如余热锅炉、热泵等）在许多电厂中已经广泛应用，技术相对成熟且可操作性强。这些系统的集成对节能效果显著，值得推广。

3.2 经济可行性

虽然一些节能技术（如高效设备和联合循环系统）需要较高的初期投资，但从长远来看，由于降低了能源成本和维护费用，通常能够在数年内实现投资回报。许多国家和地区对实施节能改造的电厂提供财政补贴和税收优惠，这降低了初期投资的经济负担，提高了可行性。节能技术的应用可显著降低温室气体和污染物排放，符合全球日益严格的环保法规与政策，提升了电厂的社会责任和形象。通过减少对化石燃料的依赖和降低排放，节能措施对生态环境的正面影响是显而易见的。尤其是使用可再生能源和清洁燃料时，环境可行性更高。

3.3 管理可行性

引入智能监测和管理系统，可以实时监控机组运行状态，进行动态优化，降低人力成本和管理难度。这一方法在多家现代化电厂中得到验证。提升员工对节能技术的理解与操作能力，通过培训和知识普及，增强其在实际运行中的应用能力，确保各项节能措施有效实施。综上所述，电厂热动结构节能方法的可行性较高。虽然初期投资和技术转型可能存在挑战，但通过合理的经济评估、政策支持和有效的管理措施，节能技术的应用不仅能提升电厂的运行效率，还能对环境保护产生积极的影响。

4. 电厂热动机组节能优化措施

4.1 改进运行模式

根据电网的实时负荷需求，调整机组的输出功率，确保机组在最佳效率区间运行，减少低负荷时的能量损失。通过协调多个机组的运行，合理分配负荷，确保每个机组在其最佳工作状态下运行，以降低整体能耗。建立智能调度系统，对不同机组进行性能评估，合理安排启停和负荷分配。例如，优先使用高效机组，确保其发挥最大效益。在调度时，不仅要考虑发电效率，还需综合考虑燃料成本和排放水平，选择最优组合。利用机器学习和数据分析技术，构建负荷预测模型，预测未来的电力需求变化，从而提前做好调度准备。引入物联网和大数据技术，实时监测电网负荷、气象变化等因素，及时调整机组运行策略，提升响应速度。利用预测数据和运行状态，优化机组的启停时机，减少因频繁启停造成的能耗和磨损。根据电力需求的变化，制定不同的启停级别，确保在不同负荷情况下都能以最低的能耗运行。定期对机组运行数据进行分析，识别低效运行模式，提出改进建议。建

立绩效考核体系，将机组的运行效率和能耗指标纳入考核，激励操作人员优化运行模式。

4.2 合理使用锅炉排污水

建立完善的排污水收集系统，确保所有排污水集中收集，便于后续处理。根据排污水的水质和污染程度，进行分类管理。例如，将含有重金属、油污的排污水与一般排污水分开处理。对排污水进行初步预处理，包括沉淀、过滤等步骤，去除较大颗粒物质和悬浮物，减轻后续处理负担。采用化学、生物或膜处理等技术，针对水质情况进行深度处理，确保回用水质符合锅炉补给水标准。反渗透（RO）技术用于去除溶解性盐分及其他污染物，提高水质，化学沉淀法去除水中的重金属和其他有害物质。将处理后的排污水与锅炉补给水系统集成，确保水质合格的排污水能够安全、高效地回用于锅炉。设置实时监测系统，对回用水的水质进行在线检测，确保符合锅炉运行的要求。通过技术手段提高水的回收率，尽量减少排污水的排放，降低对外部水源的依赖。定期检查和维护排污处理设施，确保其高效运行，避免因设备故障造成的水资源浪费。

4.3 锅炉烟气余热回收应用

在锅炉烟气排放管道中安装烟气余热锅炉，利用烟气中的热量加热给水或生产蒸汽，从而提升热能利用效率，通过合理设计烟气余热锅炉的换热面积和流体流动路径，最大化热交换效率，减少热量损失。利用烟气余热驱动蒸汽轮机进行发电，形成联合循环，提高电厂的综合发电能力。调整蒸汽的温度和压力，确保蒸汽轮机在最佳工作条件下运行，进一步提升发电效率。合理布局供热管网，减少管道的热损失，确保热水高效输送到需要的地方，对供热管道进行绝热

处理，降低热量在输送过程中的散失。在热负荷波动的情况下，使用蓄热系统来平衡供热，减少由于负荷变化带来的燃料消耗。根据蓄热系统的存储能力和电网负荷变化，灵活调度热源，提高供热稳定性。合理布局母管，降低管道阻力，减少水泵的能耗，提升系统整体效率。根据实际需求调整给水泵的运行速度，采用变频调速技术，避免因过量运行导致的能耗浪费。选用高效率汽轮机，提升蒸汽的利用效率，降低热损失。提高蒸汽温度和压力，优化汽轮机的运行条件，确保其在最佳性能区间运行，从而进一步提升热效率。

5. 结论

综上所述，通过以上优化措施，电厂热动机组能够显著提升整体能效，减少能源浪费和环境污染。这些措施结合技术创新和管理优化，能够为电力行业的可持续发展提供有力支持。实施这些措施不仅有助于降低运营成本，还能提升电厂在市场中的竞争力。

参考文献：

- [1] 电厂热动系统节能优化分析. 高庆伟. 中国新技术新产品, 2016(09)
- [2] 电厂热动系统节能优化初探. 张越民. 科技创新与应用, 2015(34)
- [3] 电厂热动系统节能优化策略分析. 王寅峰; 贺利平. 山东工业技术, 2016(20)
- [4] 关于电厂热动系统节能优化的研究. 李俊生. 科技与企业, 2014(09)
- [5] 电厂热动系统节能优化策略研究. 康晓华. 能源与节能, 2018(08)