

火力发电厂电气节能降耗的问题与技术措施分析

胡启荣

华电新疆乌苏能源有限公司，新疆塔城地区乌苏市，833000；

摘要：围绕火力发电厂电气系统能耗问题，本文系统分析了变压器与输配电、电动机及辅机系统以及无功功率等典型电气损耗现象，进一步梳理当前节能降耗过程中在管理体系、设备匹配、自动化水平及电能质量控制等方面存在的主要问题。在此基础上，从优化设备配置、推广变频调速技术、提升智能化控制水平及加强无功补偿等方面提出针对性技术措施。研究表明，火电厂电气节能需从系统层面进行综合优化，通过技术与管理协同推进，能够有效降低能耗水平并提升运行效率。相关成果对火力发电厂节能改造与运行优化具有一定参考价值。

关键词：火力发电厂；电气节能；能耗控制；无功补偿

DOI：10.69979/3060-8767.26.05.007

引言

在我国能源结构调整与节能减排要求不断提升的背景下，火力发电厂作为电力供应的重要组成部分，其能效水平受到广泛关注。尽管火电机组在保障电网安全稳定运行中发挥着关键作用，但在实际运行过程中，电气系统仍存在一定程度的能量损耗，影响整体运行效率。尤其是在辅机系统、电能传输及无功管理等环节，节能潜力较为突出。随着电力行业技术进步与管理要求提升，如何通过优化电气系统结构与运行方式，实现节能降耗目标，已成为火电厂运行管理的重要课题。

1 火力发电厂节能降耗的必要性

在能源结构转型与“双碳”目标持续推进的背景下，火力发电厂节能降耗已成为电力行业高质量发展的重要方向。尽管新能源装机规模不断扩大，火电仍承担着电网调峰与基础负荷保障的重要职责，其能效水平直接影响整体能源利用效率。从实际运行情况看，火电机组在长期运行过程中存在能量转换效率损失、辅助设备耗能较高及运行工况波动等问题，导致单位发电量能耗偏高。同时，随着环保排放标准不断提高，火电厂在满足环保要求的同时面临更大的能耗压力。通过推进节能降耗技术与管理优化，可在保障机组安全稳定运行的前提下，提高能源利用效率，降低运行成本^[1]。

2 火力发电厂的常见电气损耗现象

2.1 变压器与输配电环节损耗

在火力发电厂电气系统中，变压器及输配电线路是电能传输的重要环节，其损耗主要包括铁损与铜损两部分。铁损主要由磁滞损耗与涡流损耗构成，与电压等级及运行时间密切相关，即使在空载状态下仍持续存在；铜损则与负荷电流大小相关，随负荷增加而显著上升^[2]。在实际运行中，若变压器长期处于低负荷或过负荷状态，

均会导致能量利用效率下降。此外，厂内配电线路较长或布局不合理，也会增加线路电阻损耗。特别是在大容量机组中，电气设备数量多、负荷分布复杂，若缺乏合理的负荷分配与运行调度，将进一步加剧输配电环节的能量损失。

2.2 电动机及辅机系统运行损耗

火力发电厂中大量辅机设备，如风机、水泵、磨煤机及输送系统等，均依赖电动机驱动，其能耗占厂用电比例较高。传统运行模式下，部分电动机长期以额定转速运行，而实际负荷变化较大，导致能量利用效率偏低。此外，电动机选型不合理或运行效率下降，也会增加损耗。例如，在低负荷工况下，电动机效率明显下降，部分能量以热能形式损失。同时，启动频繁或运行不稳定也会增加电气损耗。在未采用变频调速技术的情况下，系统调节通常依赖节流或挡板控制，进一步加剧能源浪费。因此，辅机系统电动机运行方式是影响火电厂电气能耗的重要因素^[3]。

2.3 功率因数偏低与无功损耗问题

在火力发电厂电气系统中，功率因数偏低会导致无功功率流动增加，从而引发额外电能损耗。无功功率的存在会占用输配电设备容量，使线路电流增大，进而增加线路损耗及设备发热。在实际运行中，由于大量感性负载（如电动机及变压器）的存在，若未配置有效的无功补偿装置，系统功率因数往往难以维持在合理水平。此外，补偿装置配置不合理或运行控制不当，也可能导致补偿效果不稳定。功率因数偏低不仅增加电能损耗，还会影响电气设备运行效率与供电质量。因此，加强无功功率管理与优化补偿配置，是降低火电厂电气损耗的重要措施之一。

3 火力发电厂电气节能降耗中存在的问题

3.1 节能管理体系不完善与执行力度不足

当前部分火力发电厂在节能降耗方面仍存在管理体系不健全的问题,主要表现为节能目标分解不明确、责任落实不到位以及考核机制缺乏刚性约束。在实际运行中,节能工作往往停留在指标层面,未能深入到设备运行与生产调度环节,导致节能措施难以有效落地。同时,不同专业之间缺乏协同管理机制,电气、热控与运行部门之间信息共享不足,影响节能策略的系统实施。

3.2 电气设备选型与运行工况匹配性不足

在火电厂建设与改造过程中,部分电气设备选型未充分考虑实际运行工况,导致设备长期处于非经济运行状态。例如,一些电动机容量配置偏大,在低负荷运行时效率显著下降,增加无效能耗。同时,变压器配置不合理或负荷分配不均,也会导致运行效率降低。在实际生产中,负荷波动较为频繁,但设备运行方式缺乏动态调整能力,使电能利用效率难以达到最优水平。

3.3 自动化与智能化水平有待提升

尽管多数火电厂已配置一定程度的自动化系统,但整体智能化水平仍有提升空间。一方面,现有控制系统多以单点控制为主,缺乏全局优化能力,难以实现多设备协同节能控制;另一方面,数据利用程度较低,未能充分挖掘运行数据中的节能潜力。例如,在辅机系统运行中,负荷变化未能实时反馈至控制系统,导致调节滞后或过度调节。此外,部分系统缺乏先进算法支持,难以实现预测性控制与优化调度,使节能效果受到限制。

3.4 无功管理与电能质量控制不足

在电气系统运行中,无功功率管理与电能质量控制直接影响能耗水平,但部分火电厂在该方面存在不足。一些补偿装置配置不合理或控制方式单一,导致功率因数波动较大,增加线路损耗。同时,谐波问题在部分设备运行中较为突出,不仅影响电气设备寿命,也会增加附加损耗。此外,在负荷波动较大的工况下,电压稳定性控制不够精细,进一步影响系统运行效率。无功与电能质量管理不足,使电气系统运行偏离最佳状态,增加整体能耗。

4 火力发电厂电气节能降耗的有效技术措施

4.1 优化电气设备配置与运行方式

针对设备匹配性不足问题,应从源头优化电气设备配置,并结合实际运行需求调整运行方式。在新建或改造项目中,应根据负荷特性合理选择电动机与变压器容量,避免“大马拉小车”现象。在运行过程中,可通过负荷分配优化与设备组合运行,提高整体效率。例如,在低负荷时段,可减少运行设备数量,使剩余设备处于高效区间。同时,应加强设备运行状态监测,及时调整

运行参数,使系统保持经济运行状态。

4.2 推广变频调速与高效电机技术应用

变频调速技术是降低电气能耗的重要手段,特别适用于风机、水泵等负荷变化较大的设备。通过调节电机转速,使输出功率与实际需求相匹配,可显著降低能耗。同时,应逐步推广高效电机替代传统电机,提高设备运行效率。在实际应用中,可结合自动化系统,实现变频器与控制系统联动,根据负荷变化自动调整运行参数,从而实现节能运行。该措施在辅机系统中具有较高推广价值。

4.3 提升自动化与智能化控制水平

为实现精细化节能控制,应提升火电厂自动化与智能化水平。通过构建统一的数据平台,对设备运行数据进行集中采集与分析,可为节能决策提供支持。同时,可引入先进控制算法,实现多设备协同优化控制。例如,在辅机系统中,通过优化调度策略,使各设备运行状态保持协调,从而降低整体能耗。此外,结合数字化技术,可实现对运行状态的实时监测与预测,提高系统响应能力与节能效果。

4.4 加强无功补偿与电能质量管理

针对无功损耗问题,应优化无功补偿装置配置,并采用自动控制方式提高补偿精度。通过合理配置电容器组或动态无功补偿装置,可将功率因数稳定在较高水平,从而减少线路损耗。同时,应加强谐波治理,采用滤波装置降低谐波影响,提高电能质量。在运行管理中,应实时监测电压与功率因数变化,及时调整补偿策略,使电气系统始终处于高效运行状态。通过综合措施,可有效降低电气系统能耗,提高整体运行效率。

5 结语

综上所述,火力发电厂电气节能降耗是一项系统性工程,需从设备、技术与管理等多方面协同推进。通过优化电气设备配置、强化智能控制及完善无功管理措施,可有效降低系统能耗并提升运行稳定性。未来,应进一步结合数字化与智能化技术,推动电气系统向精细化与高效化方向发展,以更好适应能源转型与绿色发展的要求。

参考文献

- [1] 王建齐. 火力发电厂电气节能降耗问题及对策[J]. 清洗世界, 2021, 37(09): 50-51.
- [2] 常楠楠. 火力发电厂电气节能降耗的问题与解决措施[J]. 电工材料, 2021, (04): 29-30+34.
- [3] 任志强. 探讨火力发电厂电气节能降耗的相关问题[J]. 能源与节能, 2021, (06): 62-63.