

石化企业电气设备的节能降耗 技术措施探讨

韩化宇¹ 席鲁宇¹ 赵冬冬²

1. 国信国际工程咨询集团股份有限公司山东分公司; 2. 山东华鲁恒升化工股份有限公司

摘要: 随着工业化进程的不断加速, 电气设备的高效运行与维护成为确保生产效率和降低成本的关键。智能维护技术作为提升设备运行可靠性和实现节能降耗的重要手段, 已经广泛应用于多个行业。本文从智能维护技术的核心原理入手, 探讨了其在电气设备中的应用现状与发展趋势。通过结合物联网、大数据分析 with 人工智能技术, 智能维护系统能够实现设备状态的实时监测、故障诊断和预测性维护, 从而减少故障发生率、延长设备寿命, 并显著降低维护成本。

关键词: 智能维护技术; 节能降耗; 大数据分析; 维护成本

随着全球工业化进程的不断推进, 电气设备在各个行业中扮演着重要角色。设备的高故障率和过度维护问题仍然困扰着企业, 导致生产效率低下、成本增加及资源浪费。传统的设备维护模式通常依赖于定期检查和人为干预, 无法有效应对设备在实际运行中可能出现的各种复杂情况。智能维护技术应运而生, 并逐渐在工业设备管理中占据了主导地位。智能维护系统通过传感器、物联网、人工智能等技术实现设备的实时监控、故障预测和维护优化, 有效提升了设备的运行效率和稳定性, 并实现了节能降耗目标。本文旨在研究智能维护技术在电气设备中的应用及其与节能降耗的协同作用, 探索其在提升设备可靠性和降低维护成本方面的实际效果。

1 石化企业电气设备节能降耗现状

在石化企业电气设备节能降耗的实际应用中, 企业采取了一系列措施来降低能耗, 提升设备运行效率。为全面了解节能降耗的实施过程, 可以参考表 1,

表 1 详细列出了某石化企业从初步评估到持续改进的整个节能降耗过程。

通过这一过程表, 能够清晰地看到各个实施阶段的关键任务与目标, 以及企业在不同时间点的具体行动^[1]。可以看到我们将基于该企业的实施过程, 进行更加详细的数据分析, 展示每项节能措施的具体效果。

1.1 设备能源消耗特点

石化企业的电气设备涵盖了广泛的领域, 包括电动机、变压器、照明设备、压缩机等。这些设备在生产过程中消耗大量电能, 尤其是电动机和泵类设备, 它们的运行时间长、负荷大, 成为主要的电能消耗源。石化行业中设备的运行效率普遍较低, 部分设备存在过负荷运行或长期闲置等问题, 导致能源浪费。

由于传统设备大多缺乏先进的节能设计和管理措施, 电能消耗的集中性和不平衡性较为严重, 尤其是在用电高峰时段, 设备的能效问题更加突出。石化企业的生产过程中存在大量的电能转化损失, 如因电压不稳、电力传输效率

低等原因, 整体能效未能得到最大化。如何有效优化这些设备的能耗, 提升能源使用效率, 已成为提高石化企业竞争力和可持续发展的关键。

1.2 当前节能技术应用现状

石化企业在电气设备的节能技术应用中, 已采取了一些成熟的技术手段, 如高效电动机、变频技术、智能电网和能源管理系统等。随着设备使用时间的增加, 设备故障率成为影响节能效果和生产效率的关键因素。设备的故障率变化通常呈现出不同的规律, 具体表现为设备在生命周期的不同阶段存在不同的故障率^[2]。为了更好地理解设备故障的发生机制, 如图 2 所示展示了设备故障率随时间变化的曲线。

从图表中可以看出, 设备故障率呈现出早期失效、随机失效和损耗失效 3 个阶段。设备故障率较高, 主要由于制造缺陷和安装问题; 设备进入随机失效阶段, 此时故障率保持平稳; 在设备寿命接近终点时, 故障率再次上升, 进入损耗失效阶段。这一规律提示企业需要优化设备的管理和维护措施, 特别是

表 1 石化企业电气设备节能降耗实施过程表

步骤	时间节点	具体内容	目标 / 目的	责任人 / 部门
1. 初步能耗评估	2023 年 1 月	对企业内所有电气设备进行全面能耗分析，确定主要能耗设备（如电动机、泵、压缩机等），收集历史能耗数据，评估各设备能效	明确设备能耗现状，识别能效低的设备，建立节能降耗基础数据	能源管理部门、设备维护部门
2. 制定节能方案	2023 年 2 月	根据能耗评估结果，制定节能改造方案。主要包括替换高效电动机、安装变频器、优化电力系统、引入智能电网和能源管理系统等技术措施	制定具体可行的节能技术方案，确保针对性和有效性	节能技术部门、工程技术部门
3. 项目审批与预算	2023 年 3 月	向管理层汇报节能改造方案，审批预算，明确资金来源和项目实施期限	获得高层支持，确保节能改造项目的顺利开展	财务部门、管理层、项目负责人
4. 设备更换与安装	2023 年 4 ~ 5 月	开始设备更换和节能技术安装，包括高效电动机的安装、变频器的调试、智能电网系统的部署，期间进行设备停机检修	确保设备更换和技术安装按计划进行，减少停机对生产的影响	设备维护部门、工程部门
5. 培训与试运行	2023 年 6 月	对操作人员和技术人员进行节能设备操作及维护培训，确保新设备和系统的正常运行，对节能设备进行试运行，收集反馈	提高员工操作能力，确保设备的正常运行，并及时调整技术参数	人力资源部门、设备维护部门、技术人员
6. 系统优化与调试	2023 年 7 月	对智能电网和能源管理系统进行全面优化，确保设备调度和能效最大化。调试变频器和高效电动机的运行参数，调整设备运行模式	实现节能效果的最优化，确保系统的稳定运行	信息技术部门、能源管理部门
7. 监测与数据分析	2023 年 8 ~ 9 月	通过能源管理系统实时监控各设备的能耗情况，分析节能效果并进行优化调整。定期收集能效数据，进行月度和季度分析	持续跟踪节能效果，发现潜在问题，及时进行调整	能源管理部门、数据分析部门
8. 效果评估与报告	2023 年 10 月	对节能措施实施后的效果进行评估，比较实施前后的能耗变化和电费支出，撰写效果评估报告	评估节能措施的经济效益和环境效益，为未来改进提供依据	项目管理部门、财务部门、节能评估小组
9. 持续改进与优化	2023 年 11 月及以后	根据节能效果和企业生产的变化，持续优化节能措施，定期进行设备检查和维护，确保节能技术长期有效	确保节能措施的长期稳定性，推动持续改进	设备维护部门、能源管理部门

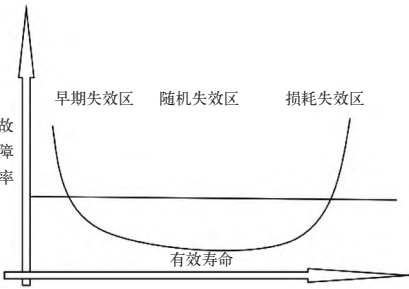


图 2 设备故障率变化曲线

在早期失效和损耗失效阶段，通过预测性维护减少不必要的故障发生，从而提高设备的整体能效和生产稳定性。

2 电气设备节能降耗技术措施

2.1 高效电动机与变频技术

高效电动机和变频技术是电气设备节能降耗的重要手段，高效电动机在设计和材料上进行了优化，采用了更低损耗的磁性材料和更先进的绕组技术，使得电动机在运行过程中具有更高的能效。相比传统电动机，高效电动机能显著减少电能损耗，从而降低企业的能源消耗。尤其在负载波动较大的应用场景中，高效电动机的优势更加明显，

能够在不同负荷条件下保持较高的运行效率。

变频技术通过调节电动机的转速与负载需求相匹配，避免了传统电动机固定转速下的能量浪费。在不需要满负荷运行的情况下，变频驱动系统能够根据实际需求调节电动机的转速，从而有效减少能源消耗。特别是在石化企业中，许多大功率泵、风机和压缩机等设备广泛采用变频器，能够显著提高整体系统的能源使用效率。

2.2 智能电网与能源管理系统

智能电网是电力系统与信息技术的结合，能够实现电力资源的实时监测与优化调度。在石化企业中，智能电网通过集成传感器、通信网络和自动控制系统，使得电力供应更加灵活和高效。智能电网能够实时监控各类电气设备的运行状态，并根据设备的能耗情况动态调节电力供应，优化能源配置，从而降低电力浪费。能源管理系统（EMS）则是实现能源节约的另一重要工具^[3]。EMS通过对电力、热力和气力等能源

的全面监控与分析，帮助企业制定科学的能源使用策略，实时发现能源使用中的不合理环节，并提出优化方案。通过数据采集与分析，EMS可以提供能效报告，帮助管理者评估各项节能措施的效果，并通过自动化控制系统进一步优化能源消耗。

2.3 其他节能技术

除了高效电动机、变频技术和智能电网，石化企业还可以采用其他多种节能技术。采用高效变压器和无功补偿技术来减少电能传输过程中的损耗。高效变压器通过优化设计，降低了变压器在电力传输过程中的能耗，同时提高了电能传输的效率。无功补偿技术通过补偿电网中的无功功率，减小了电力损耗，提高了电力设备的运行效率。现代照明系统的节能改造也是一个重要措施。石化企业可以通过使用LED照明、自动化调光控制系统和智能照明管理系统，显著降低照明能耗。LED照明相比传统白炽灯和荧光灯具，具有更高的能效，并且寿

命更长，减少了更换频率和维护成本。

3 案例分析：某石化企业节能降耗实践

3.1 企业背景与节能措施

某石化企业位于中国东部，是一家主要从事石油炼制与化工产品生产的企业，拥有多条生产线和大量电气设备。随着生产规模的扩大和能源需求的增加，企业面临着巨大的能源消耗压力。为了实现电气设备的节能降耗，该企业首先对现有电气设备进行全面评估，识别出高能耗设备。企业通过引入高效电动机，逐步替换了老旧的低效电动机，减少了能量损耗。企业在多个大功率泵和压缩机上安装了变频器，通过变频控制调整设备的运行速度，从而避免了传统电动机在负荷波动时的能量浪费。企业还投资建设了智能电网系统，并安装了能源管理系统（EMS），实时监控和调节各类电气设备的能耗，确保能源使用的最优化。

3.2 实施效果与分析

实施节能降耗措施后，企业的能源消耗得到了显著降低。图3展示了节能技术实施前后，各类电气设备的能耗对比。

为了进一步分析节能措施的经济效益，图4展示了不同节能技术的投资金额、年节能量和回收期等数据^[4]。可以看到高效电动机和智能电网系统的投资回收期较短，节能效益显著。

节能技术的实施还显著改善了设备的故障率。图5展示了节能措施实施后，设备故障率的变化^[5]。可以看到在引入高效电动机、智能电网等技术后，设备的故障率大幅下降，尤其是储能设备和变频器的故障率得到了显著降低，进一步提高了设备的运行可靠性和生产效率。

4 结语

智能维护技术在电气设备管理中的应用日益广泛，它不仅为设备的运行

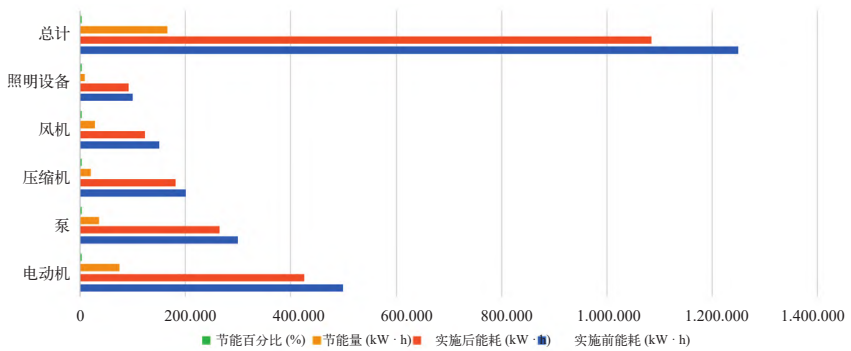


图3 节能技术实施前后能耗对比

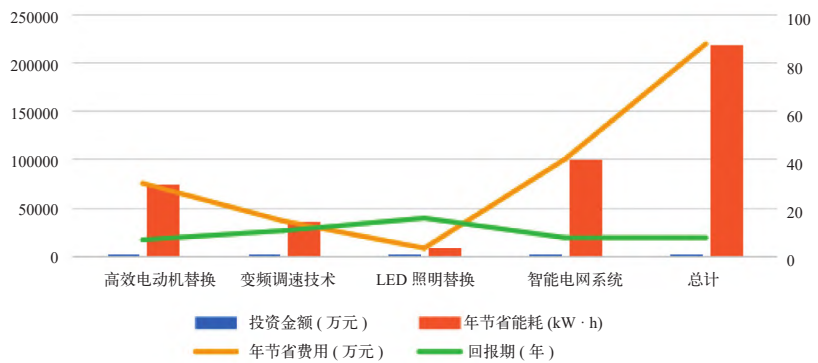


图4 节能投资与回报分析

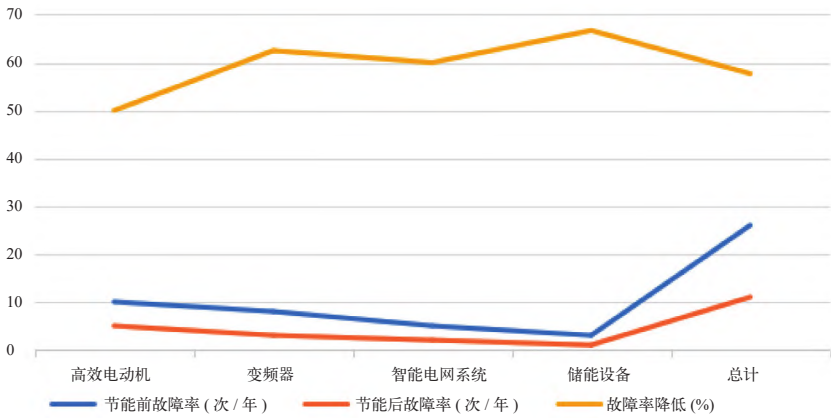


图5 节能措施实施后设备故障率变化

提供了精确的监控和诊断工具，还通过故障预测和维护优化，显著提升了设备的可靠性和运作效率。智能维护技术在节能降耗方面具有重要的实际意义，能够有效降低设备的故障率和维护成本，从而推动企业的可持续发展。

参考文献：

[1] 徐炳祥. PLC技术在机械电气控制装置中的应用探究[J]. 中国设备工程, 2022, (23): 89-91.
[2] 王军. PLC技术在机械电气控制装

置中的应用[J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58 (10): 200-202+209.

[3] 于洪乾. 浅析石油化工电气安全合规性管理[J]. 流程工业, 2024, (09): 22-26.
[4] 陶丹丹. 探究PLC技术在机械电气自动化控制中的应用[J]. 机械设计, 2021, 38 (10): 160-161.
[5] 李宝学. 可编程控制器在建筑电气领域中的应用[J]. 机械设计, 2021, 38 (04): 156-157.