

# 电气设备智能化改造与升级策略

刘丛彬

中船风电工程技术(天津)有限公司 天津 300402

**摘要:**在工业智能化转型背景下,电气设备智能化改造是提升企业竞争力的关键。本文围绕电气设备智能化改造与升级展开研究,概述了物联网、大数据、云计算等核心支撑技术,明确改造以提升设备效能、强化管控能力、推动管理转型为目标,并需遵循系统性、实用性与安全性原则。分析了智能传感与数据采集、工业通信与传输等关键技术的要求与作用,最后提出前期规划评估、技术整合实施、后期运维优化三大策略。研究为电气设备智能化改造提供技术与策略参考,助力企业实现设备智能化转型,降低运维成本,提升运行稳定性。

**关键词:**电气设备;智能化改造与升级;关键技术;策略

**引言:**当前工业智能化转型加速推进,传统电气设备在运行效率、管控精度等方面难以满足行业发展需求,智能化改造与升级成为必然趋势。但企业在改造过程中常面临技术选型混乱、方案适配性不足、后期运维脱节等问题。本文结合电气设备智能化发展现状,系统梳理相关支撑技术与关键技术,制定科学可行的改造策略,旨在为企业清晰的改造路径,推动电气设备从传统模式向智能化、数据驱动模式转变,助力行业提升整体智能化水平,适应新时代工业发展要求。

## 1 电气设备智能化改造升级概述

### 1.1 智能化相关技术概述

电气设备智能化改造升级依赖多类核心技术的协同支撑,以下这些技术共同构成了设备智能化转型的技术基础。(1)物联网技术,其通过感知层、网络层与应用层的协同,实现对电气设备运行状态、参数数据的实时采集与互联互通,打破传统设备的信息孤岛,为智能化管控提供数据来源。(2)大数据技术,该技术具备海量数据存储、清洗、分析与挖掘能力,可对电气设备长期运行产生的多维度数据进行深度处理,从中提取设备运行规律、潜在风险等关键信息,为决策提供数据支撑。(3)云计算技术,凭借其弹性计算、分布式存储的优势,为电气设备数据处理提供高效的算力支持,同时实现数据的集中管理与共享,降低企业本地算力投入成本。(4)人工智能技术,其包含的机器学习、深度学习等算法,能够对设备数据进行智能分析,实现设备故障的精准识别、运行参数的动态优化,提升设备运行的自主性与智能化水平。(5)边缘计算技术,该技术可在靠近设备终端的边缘节点完成数据处理,减少数据传输延迟,满足电气设备实时控制、紧急故障处理等场景的低时延需求,进一步完善智能化技术体系。

### 1.2 电气设备智能化改造升级的目标与原则

电气设备智能化改造升级的目标可从以下三个方面界定:(1)提升设备运行效能,通过智能化技术优化设备运行参数,减少无效能耗与运行损耗,提高设备的运行效率与稳定性,延长设备使用寿命;(2)强化设备管控能力,实现对设备运行状态的实时监测、远程控制与智能预警,降低人工干预依赖,提升设备管控的精准度与及时性;(3)推动管理模式转型,借助数据驱动实现设备管理从“事后维修”向“预测性维护”转变,提升管理效率,降低运维成本。

改造升级要遵循以下三项原则:(1)系统性原则,要从整体视角出发,统筹考虑设备、技术、管理等多要素的协同性,确保改造升级方案与企业整体发展规划相契合,避免局部改造与整体系统脱节;(2)实用性原则,方案设计要结合设备实际运行需求与现有基础条件,优先选择成熟度高、适配性强的技术,确保改造后能切实解决实际问题,避免技术与需求脱节;(3)安全性原则,在改造过程中需保障设备数据传输、存储与应用的安全,同时确保改造后的设备运行符合电气安全标准,防范安全风险<sup>[1]</sup>。

## 2 电气设备智能化改造升级的关键技术

### 2.1 智能传感与数据采集技术

智能传感与数据采集技术的核心作用是实时、精准获取设备运行过程中的各类关键参数,为后续智能化分析与控制提供可靠数据源。该技术体系包含两类核心组件:(1)高精度智能传感器,要具备多参数采集能力,可覆盖电气设备的电流、电压、温度、湿度、振动、绝缘性能等核心运行指标,同时需满足宽量程、高稳定性与抗干扰性要求,能适应电气设备复杂的运行环境(如高电磁干扰、高低温波动),避免因环境因素导致数据失真;

(2) 数据预处理模块, 通过集成信号放大、滤波、模数转换等功能, 对传感器采集的原始模拟信号进行处理, 将其转化为标准化数字信号, 同时剔除异常数据, 确保数据的完整性与准确性。该技术要具备低功耗特性, 尤其是针对长期运行的电气设备, 可通过优化供电方式延长设备使用寿命, 减少后期维护成本, 同时支持数据实时上传与本地缓存双重模式, 避免因网络中断导致数据丢失, 保障数据采集的连续性。

## 2.2 工业通信与数据传输技术

工业通信与数据传输技术是连接“感知层”与“应用层”的关键纽带, 负责将智能传感采集的设备数据安全、高效传输至控制系统或云端平台, 同时实现控制指令的反向下达, 确保电气设备与管理系统的协同联动。该技术要满足以下三项核心要求: (1) 高可靠性, 要采用抗干扰通信协议, 能抵御工业环境中的电磁干扰、信号衰减等问题, 保障数据传输过程中无丢包、无延迟, 尤其是针对实时控制类指令, 传输时延需控制在毫秒级以内, 避免因通信延迟影响设备运行安全; (2) 多场景适配性, 要支持有线与无线两种通信模式, 有线通信(如以太网、RS485总线)适用于固定设备、高带宽需求场景, 无线通信适用于移动设备、布线困难场景, 同时需支持多设备接入扩展, 可根据设备数量灵活调整通信节点, 满足不同规模改造需求; (3) 数据安全性, 通过加密传输(如SSL/TLS加密、数据脱敏)、访问权限控制等手段, 防止数据在传输过程中被窃取、篡改或非法访问, 保障电气设备运行数据的隐私与安全, 避免因数据泄露导致设备控制异常或运营风险<sup>[2]</sup>。

## 2.3 智能控制与执行技术

智能控制与执行技术通过集成智能算法与执行组件, 实现对设备运行状态的动态优化与自动调控, 减少人工干预, 提升设备运行的精准度与效率。该技术体系包含两部分核心内容: (1) 智能控制算法模块, 需具备多变量协同控制能力, 可根据设备运行参数动态调整控制策略, 例如通过PID(比例-积分-微分)优化算法、模糊控制算法等, 实现设备输出参数的稳定控制, 避免因负载波动导致设备运行异常; 同时需支持预设控制逻辑与自定义控制规则, 可根据不同设备的运行需求灵活配置控制参数, 适配多样化改造场景。(2) 智能执行组件, 需具备高精度、高响应速度的动作执行能力, 如智能断路器、智能接触器、变频调速器等, 可根据控制指令快速完成电路通断、转速调节、功率分配等操作, 同时具备状态反馈功能, 能实时将执行结果回传至控制系统, 形成“控制-反馈-调整”的闭环控制流程, 确保控制指令

的有效执行, 避免因执行组件故障导致控制失效。该技术需具备与数据采集模块的协同能力, 可基于实时采集的设备数据动态优化控制策略, 实现“数据驱动控制”, 进一步提升设备运行的智能化水平。

## 2.4 设备状态智能诊断与预警技术

设备状态智能诊断与预警技术通过对设备运行数据的深度分析, 实现设备故障的早期识别、精准定位与提前预警, 将传统“事后维修”转变为“预测性维护”, 降低设备停机风险与维护成本。该技术的核心逻辑包含三个环节: (1) 数据特征提取, 通过时域分析、频域分析等方法, 从采集的设备运行数据中提取与设备状态相关的特征参数(如峰值、频率峰值、温度变化率), 筛选出能反映设备健康状况的关键指标, 排除无关数据干扰; (2) 智能诊断算法, 集成机器学习(如支持向量机、决策树)、深度学习(如卷积神经网络)等算法, 通过训练样本数据构建故障诊断模型, 可对设备当前状态进行实时评估, 识别出设备是否存在异常、异常类型及异常严重程度, 避免人工诊断的主观性与滞后性; (3) 预警机制构建, 基于设备故障发展规律与安全阈值, 设定多级预警指标, 当设备运行参数接近或超出预警阈值时, 自动触发预警信号(如系统弹窗、短信通知), 同时推送故障原因分析与初步处理建议, 为运维人员提供决策支持, 确保故障能被及时发现与处理, 最大程度减少故障对设备运行的影响<sup>[3]</sup>。

## 3 电气设备智能化改造升级策略

### 3.1 前期规划与评估策略

前期规划与评估是电气设备智能化改造升级的基础环节, 直接决定改造方向的合理性与资源投入的有效性, 应采取以下措施: (1) 需求定位要聚焦企业核心目标, 明确改造升级的核心诉求, 如侧重能耗降低、运维效率提升还是安全风险管控, 结合企业长期发展规划与行业政策要求(如节能标准、安全规范), 将模糊需求转化为可量化的指标(如能耗降低百分比、故障响应时间缩短目标), 避免改造与实际需求脱节。(2) 现状评估要全面覆盖设备、技术、管理三方面: 设备层面要排查现有电气设备的服役年限、运行参数、老化程度及可改造潜力, 区分“需更换”“可升级”“暂保留”三类设备, 避免盲目淘汰造成资源浪费; 技术层面需评估企业现有信息化基础, 判断与智能化技术的适配性, 明确需补充的技术模块; 管理层面需梳理现有运维流程、人员技能结构, 识别管理模式与智能化改造后的衔接缺口。(3) 方案设计要结合评估结果选择成熟度高、兼容性强的技术方案, 合理规划改造周期与资金投入, 分阶段制定实施目标, 同

时预判改造过程中可能出现的技术冲突、工期延误等风险,提前制定应对预案,确保方案具备可行性与灵活性。

### 3.2 技术整合与实施推进策略

技术整合与实施推进是将改造方案落地的核心环节,应采取以下策略避免因技术衔接不畅或实施无序导致改造失败。(1)在技术整合方面,重点解决多技术间的兼容性与协同性问题:硬件层面需确保智能传感器、通信模块、控制组件等设备的接口统一,支持数据格式互通,避免因硬件不兼容导致数据传输中断;软件层面需实现数据采集系统、控制系统、诊断系统的无缝对接,构建统一的数据管理平台,确保数据从采集、传输到分析、应用的全流程顺畅,同时兼顾现有系统的二次开发与新系统的扩展性,为后续技术迭代预留空间。(2)分步实施要遵循“先试点后推广、先核心后辅助”的逻辑:优先选择对生产运营影响较小、改造难度较低的设备或区域开展试点,验证技术方案的有效性与适配性,总结实施经验后再逐步推广至全范围;优先改造核心生产环节的关键电气设备,保障核心业务的稳定运行,再对辅助设备升级,平衡改造进度与生产需求。质量管控贯穿实施全过程:建立技术标准与施工规范,明确设备安装、调试、测试的操作流程与质量要求;引入第三方检测机构,对改造后的设备性能进行验收,确保符合改造目标;同时记录实施过程中的技术参数、问题处理方式,形成完整的实施档案,为后期运维与优化提供依据。

### 3.3 后期运维与持续优化策略

后期运维与持续优化是保障电气设备智能化改造效果长期稳定的关键,采取以下策略避免改造后因管理滞后导致智能化优势流失。(1)在运维体系建设方面,要推动运维模式从“人工巡检”向“数据驱动的预测性运维”转型:基于设备运行数据构建运维管理平台,实现设备状态实时监控、故障自动预警、维护计划智能生成,减少人工巡检的盲目性;制定标准化的运维流程,明确故障响应、维修处置、数据备份等环节的操作规范,确

保运维工作有序开展;建立设备全生命周期档案,记录设备改造后的运行数据、维护记录、故障历史,为设备性能评估与寿命预测提供数据支撑。(2)人员能力提升要针对智能化改造后的技术需求,构建分层培训体系:对运维人员开展智能设备操作、数据分析、故障诊断等技能培训,使其具备独立处理智能化设备常见问题的能力;对技术管理人员开展系统架构、数据管理、优化策略等专业培训,使其能基于数据优化运维方案;同时建立考核与激励机制,将人员技能水平与工作绩效挂钩,激发学习积极性。(3)技术持续优化要结合行业技术发展与企业实际需求,定期评估改造效果:分析设备运行数据,识别系统存在的短板,针对性优化技术方案;跟踪物联网、人工智能等领域的新技术应用,评估其在现有设备上的适配性,适时引入技术升级,保持设备智能化水平的先进性;同时收集各部门对改造效果的反馈,调整优化方向,确保智能化改造持续贴合企业发展需求,实现长期价值最大化<sup>[4]</sup>。

结束语:本文全面探讨电气设备智能化改造与升级的技术体系及实施策略,明确了从前期需求定位、现状评估,到中期技术整合、分步实施,再到后期运维优化的完整流程,且围绕核心支撑技术与关键技术的应用要求展开详细分析。研究成果可有效指导企业避开改造误区,提升改造成功率。

#### 参考文献:

- [1]苏霄鹏.电气设备智能化改造与升级技术研究[J].现代工业经济和信息化,2025,15(2):282-284+290.
- [2]武瑞斌,武美君.电气设备智能化改造中的安全风险防控与应对策略[J].机电安全,2025(9):24-27.
- [3]关智文.对电气设备维修与改造的经验探讨[J].百科论坛电子杂志,2019(7):353-354.
- [4]王哲,刘宝楠.基于PLC控制技术的电气设备系统优化设计[J].电子产品世界,2025,32(1):46-48.