

# 变电运维与智能化技术融合应用探究

吕亚楠

内蒙古电力(集团)有限责任公司包头市固阳供电分公司 内蒙古自治区包头市 014200

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13206

**[摘要]** 本文深入探讨变电运维与智能化技术的融合应用。剖析传统变电运维的困境, 阐述智能化技术带来的优势, 详细介绍融合应用实例, 并针对融合过程中的挑战提出应对策略, 旨在为提升变电运维水平、保障电力系统稳定运行提供有效思路与实践参考。

**[关键词]** 变电运维; 智能化技术; 融合应用

## 引言

在当今社会, 电力需求随着经济的蓬勃发展而与日俱增, 这对电力系统的稳定性和可靠性提出了严苛要求。变电运维作为电力系统稳定运行的关键环节, 其工作质量直接关系到电力供应的安全性。传统变电运维模式主要依赖人工巡检和经验判断, 面对愈发复杂的变电设备和不断扩大的电网规模, 渐渐暴露出效率低下、准确性欠佳、响应迟缓等问题。而物联网、大数据、人工智能等智能化技术的快速兴起, 为变电运维带来了全新的发展契机。将智能化技术与变电运维深度融合, 有助于提升运维效率、降低运维成本、增强电力系统可靠性, 对推动电力行业迈向现代化意义重大。

### 一、传统变电运维工作存在的问题

#### (一) 人工巡检效率低且准确性有限

工作强度大: 在传统变电运维中, 运维人员需要定期巡检变压器、断路器、互感器等多种设备。变电站通常占地面积大, 设备数量多, 巡检路线长。例如, 一座大型变电站的巡检工作可能需要数小时甚至一整天才能完成, 这对运维人员的体力和精力是极大的考验。

检测手段有限: 人工巡检依赖运维人员的感官和基础工具, 如红外测温仪。难以及时发现设备内部的潜在故障, 如绝缘缺陷和局部放电。检测结果受人员专业水平、经验和状态影响, 同一设备的红外测温结果可能因操作差异而不同。

#### (二) 故障诊断与处理滞后

故障发现不及时: 变电设备故障往往具有突发性和隐蔽性。在故障初期, 可能仅有细微异常迹象, 人工巡检很难及时发现。等到故障发展严重, 出现明显故障现象时, 可能已对电力系统正常运行造成较大影响。例如, 变压器内部绕组短路故障, 初期可能仅表现为油温异常升高, 但在人工巡检间隔期间, 故障可能迅速恶化, 导致变压器跳闸, 影响供电。

故障诊断时间长: 设备发生故障时, 运维人员需依据故障现象, 结合自身经验和相关资料分析判断故障原因。这个过程复杂且耗时。对于复杂故障, 仅靠经验难以准确诊断, 还需借助专业检测设备进一步排查, 这进一步延长了故障诊断时间。例如, 对于涉及多个设备和系统的综合性故障, 可能需要数小时甚至数天才能准确诊断出故障原因。

#### (三) 运维管理信息化程度低

数据记录与管理困难: 传统变电运维中, 运维人员需手动记录设备巡检数据、运行参数、故障信息等。这些数据量大且格式不统一, 整理和分析工作繁杂。同时, 纸质记录易丢失、损坏, 不利于长期保存和查询。比如, 查阅多年前的设备故障记录时, 可能因纸质记录缺失或模糊而无法获取准确信息。

缺乏实时监控与预警: 传统变电运维管理模式缺乏对设备运行状态的实时监控手段, 无法及时发现异常情况并预警。运维人员只能通过定期巡检了解设备运行状态, 对于巡检间

隔期间设备突发问题难以提前知晓。例如, 在夜间或节假日等非巡检时段, 设备突发故障时, 运维人员无法第一时间得知, 可能导致故障影响范围扩大。

## 二、智能化技术在变电运维中的优势

### (一) 实时监测与精准诊断

物联网技术实现实时感知: 在变电设备上安装各类传感器, 运用物联网技术将设备运行数据实时传输到监控中心。传感器可实时监测设备温度、湿度、压力、振动等参数, 运维人员能随时掌握设备运行状态。例如, 在变压器上安装温度和油位传感器, 实时监测油温、油位变化, 一旦出现异常, 系统立即发出警报。

大数据与人工智能助力精准诊断: 利用大数据技术处理海量设备运行数据, 挖掘数据背后的规律和潜在信息。结合神经网络、支持向量机等人工智能算法, 建立设备故障诊断模型。该模型能依据设备运行数据快速准确判断设备是否存在故障及故障类型和位置。例如, 通过分析变压器的电流、电压、油温等多维度数据, 人工智能模型可精准诊断出变压器是否存在绕组短路、铁芯过热等故障。

### (二) 提高运维效率与可靠性

智能巡检提高工作效率: 采用智能巡检机器人或无人机等设备, 可按预设路线和时间自动完成巡检任务。这些智能设备配备高清摄像头、红外热像仪等先进检测设备, 能快速准确采集设备运行数据。智能巡检大大缩短了巡检时间, 提高了巡检的全面性和准确性。例如, 智能巡检机器人可在短时间内对变电站内所有设备进行全方位巡检, 生成详细巡检报告, 而人工巡检则需数小时。

状态检修提升可靠性: 智能化技术实现设备状态监测和故障预测, 为变电设备状态检修提供依据。运维人员根据设备运行状态安排检修, 避免定期检修的盲目性。状态检修能及时发现设备潜在故障, 提高设备可靠性, 减少故障率。例如, 监测断路器状态, 预测触头磨损, 及时检修更换, 避免设备故障。

### (三) 优化运维管理

信息化管理平台实现数据整合: 构建智能化变电运维管理平台, 将设备运行数据、巡检数据、检修数据、人员信息等整合, 实现数据的集中管理和共享。运维人员可通过该平台便捷查询和分析各类数据, 为运维决策提供支持。例如, 管理人员可在平台上实时查看所有变电站的设备运行状态、巡检计划执行情况等信息, 及时发现问题并进行调度安排。

智能预警与决策支持: 利用智能化技术建立智能预警系统, 依据设备运行数据和历史故障数据, 对设备可能出现的故障提前预警。同时, 通过数据分析和模型计算, 为运维人员提供故障处理建议和决策支持。例如, 当系统检测到某台设备运行参数超出正常范围时, 立即发出预警信息, 并根据历史数据和故障案例分析, 给出可能的故障原因及处理措施,

帮助运维人员快速应对故障。

### 三、变电运维与智能化技术融合应用实例

#### (一) 智能化状态监测系统在变电设备中的应用

**变压器状态监测:** 在变压器上安装油温、绕组温度、油位、气体、振动等多种传感器, 通过物联网技术将传感器采集的数据实时传输到智能监测系统。系统运用大数据分析技术处理数据, 建立变压器运行状态评估模型。比如, 通过分析油温、绕组温度变化趋势, 结合负载情况, 判断变压器是否存在过热故障; 通过监测油中溶解气体成分和含量, 利用气相色谱分析技术诊断变压器内部是否存在局部放电、过热等潜伏性故障。

**断路器状态监测:** 在断路器上安装行程、分合闸线圈电流、触头温度等传感器。智能监测系统实时监测断路器分合闸时间、速度、触头磨损情况、触头温度等参数。利用人工智能算法分析这些参数, 预测断路器剩余寿命, 判断断路器是否存在拒分拒合、触头接触不良等故障隐患。例如, 通过分析分合闸线圈电流曲线, 判断线圈是否存在匝间短路等故障; 根据触头温度变化, 及时发现触头接触电阻增大问题。

#### (二) 智能巡检技术在变电站的应用

**智能巡检机器人:** 智能巡检机器人装备多种检测设备, 如高清摄像头、红外热像仪和超声波检测仪, 能在变电站内自主导航并按预设路线巡检设备。机器人实时采集设备图像、温度和声音数据, 并通过无线技术传输至监控中心。智能分析系统分析这些数据, 判断设备是否异常。例如, 机器人使用高清摄像头检测放电痕迹和异物, 红外热像仪发现设备热点并报警。

**无人机巡检:** 使用无人机巡检大型或复杂变电站能提升效率 and 安全性。无人机配备高清摄像头和红外热像仪, 能迅速全面检查设备。它能检查高处设备, 如母线和刀闸, 发现发热或松动问题。无人机还能在恶劣天气下工作, 如雾霾中利用热成像技术巡检, 而人工巡检则受限。

#### (三) 智能化运维管理平台的构建与应用

**数据采集与整合:** 智能化运维管理平台通过物联网技术与变电设备智能监测系统、智能巡检设备等连接, 实时采集设备运行数据、巡检数据、故障数据等。同时, 平台整合设备台账信息、检修计划、人员信息等运维管理相关数据。例如, 将变压器的出厂参数、安装调试记录、历次检修报告等设备台账信息录入平台, 与实时运行数据结合, 为设备管理提供全面数据支持。

**运维决策支持:** 平台利用大数据分析和人工智能技术, 深入分析采集到的数据, 为运维人员提供运维决策支持。比如, 根据设备运行状态和历史故障数据, 预测设备故障概率, 制定合理检修计划; 通过分析运维人员工作数据, 评估工作绩效, 优化人员配置; 根据电力负荷变化和设备运行情况, 智能调整设备运行方式, 提高电力系统运行效率。

### 四、变电运维与智能化技术融合面临的挑战及应对策略

#### (一) 技术标准与规范不完善

**存在的问题:** 目前, 变电运维与智能化技术融合领域的技术标准和规范尚不健全, 不同厂家生产的智能化设备在数据接口、通信协议、功能要求等方面存在差异, 导致设备间难以互联互通和信息共享。例如, 不同厂家的智能传感器输出数据格式和通信协议不同, 集成到智能监测系统时需大量适配工作, 增加了系统建设和运维难度。

**应对策略:** 强化行业协会和标准化组织的作用, 组织相关企业、科研机构和专家共同制定统一的技术标准和规范。推动智能化设备生产厂家遵循统一标准, 实现设备标准化设计、制造和安装。同时, 建立设备兼容性测试机制, 对新研

发的智能化设备进行兼容性测试, 确保设备在不同变电运维环境下能稳定运行并互联互通。

#### (二) 数据安全与隐私保护问题

**存在的问题:** 变电运维与智能化技术融合过程中, 大量设备运行数据、用户信息等敏感数据需存储、传输和处理。这些数据面临网络攻击、数据泄露等安全风险。一旦数据安全出现问题, 不仅影响变电运维工作, 还可能威胁电力系统安全稳定运行, 甚至涉及用户隐私泄露等法律问题。例如, 黑客入侵智能监测系统, 篡改设备运行数据, 可能导致运维人员做出错误决策, 引发电力事故。

**应对策略:** 加大数据安全防护技术研发和应用力度, 采用加密技术对数据加密存储和传输, 防止数据被窃取和篡改。建立完善的数据访问权限管理机制, 根据运维人员职责和工作需要, 合理分配数据访问权限, 确保只有授权人员能访问敏感数据。同时, 加强网络安全防护, 部署防火墙、入侵检测系统等网络安全设备, 定期对系统进行安全漏洞扫描和修复, 防范网络攻击。

#### (三) 运维人员技术水平有待提高

**存在的问题:** 智能化技术在变电运维中的应用提高了对运维人员技术水平的要求。传统运维人员需掌握电气设备操作、维护和检修技能, 但对物联网、大数据、人工智能等智能化技术了解不多。这导致在智能化设备故障诊断和维护方面, 运维人员可能感到困难, 影响工作质量和效率。

**应对策略:** 加强对变电运维人员的培训, 制定系统培训计划, 组织开展智能化技术相关培训课程和讲座。培训内容涵盖物联网技术原理、大数据分析方法、人工智能算法应用、智能化设备操作与维护等。通过理论学习和实践操作相结合, 提高运维人员对智能化技术的掌握程度和应用能力。同时, 鼓励运维人员自主学习和探索, 参加相关技术交流活动, 不断提升自身技术水平。

### 五、结论

变电运维与智能化技术的融合是电力行业发展的必然趋势, 能有效解决传统变电运维工作中的诸多问题, 显著提升变电运维的效率、可靠性和管理水平。从智能化状态监测系统、智能巡检技术以及智能化运维管理平台等应用实例来看, 融合应用已取得显著成效。然而, 融合过程中也面临技术标准与规范不完善、数据安全与隐私保护、运维人员技术水平不足等挑战。通过制定统一技术标准、加强数据安全防护、提升运维人员技术水平等应对策略, 有望逐步克服这些挑战, 推动变电运维与智能化技术深度融合。在未来, 随着智能化技术不断创新发展, 变电运维将迎来更智能化、高效化的时代, 为电力系统安全稳定运行提供更坚实的保障。

#### 【参考文献】

- [1] 谢潇磊, 秦雪, 顾晨杰, 等. 数字智能化技术在变电运维技术中的应用[J]. 电工技术, 2024, (S2): 181-183+186. DOI: 10.19768/j.cnki.dgjs.2024.26.063.
- [2] 闫小芳. 智能化技术在变电运维安全管控中的应用研究[J]. 中国新技术新产品, 2024, (24): 146-148. DOI: 10.13612/j.cnki.cntp.2024.24.003.
- [3] 陆游. 变电运维技术中的智能化技术分析[J]. 集成电路应用, 2024, 41(12): 334-335. DOI: 10.19339/j.issn.1674-2583.2024.12.158.
- [4] 朱颜, 王天成, 钱其隆, 等. 变电运维技术中智能化技术运用探析[J]. 电力设备管理, 2024, (22): 47-49.
- [5] 杜婉燕. 智能技术在变电运维策略中的应用[J]. 集成电路应用, 2024, 41(11): 254-255. DOI: 10.19339/j.issn.1674-2583.2024.11.119.