

# 智慧电厂电气自动化系统建设与应用研究

黄立君

国家能源集团山东石横热电有限公司, 山东泰安, 271600;

**摘要:** 智慧电厂建设成为电力行业数字化转型, 实现高效低碳发展的主要方向, 传统电气控制系统由于集成度低, 数据互通弱, 智能决策不足等原因, 无法满足智慧电厂精益化运维, 智能化管控的需求, 新一代信息技术具有数据集成, 实时分析, 智能联动这些长处, 给智慧电厂电气自动化系统建设带来新的解决方案, 文章先讲智慧电厂电气自动化系统建设存在的问题, 再深入讲解新一代信息技术在系统数据整合, 精准智能管控, 全流程运维优化这三个方面的关键作用, 剖析系统建设与应用时要注意的地方和改进方向, 从而为加强智慧电厂建设能力, 创建智能高效的电力生产体系供应可资借鉴的经验。

**关键词:** 智慧电厂; 电气自动化系统; 数字化转型; 信息技术; 智能运维

**DOI:** 10.69979/3060-8767.26.04.012

## 引言

能源革命与数字革命深度融合, 智慧电厂成为电力行业高质量发展的核心形态, 其电气自动化系统的建设水平直接关系到电厂生产效率提升, 运维成本降低, 安全稳定增强等关键目标。以往电厂电气控制往往依靠分散化设备, 独立化操作, 比如单一设备本地控制, 人工巡检维护等模式, 这些方法存在管控精准度差, 响应速度迟缓以及资源配置不合理之类的问题, 很难适应智慧电厂“无人值守, 少人值守”的发展需求。不过如今新一代信息技术飞速发展, 给智慧电厂电气自动化系统建设带来技术层面的支持, 整合电气设备运行数据, 生产负荷数据, 环境监测数据等大量源头数据之后, 信息技术可以做到实时感知系统运行状态, 精确剖析设备故障隐患, 并制订出科学合理的管控策略, 从而促使电气自动化系统由过去的被动响应转为主动预判, 再精准采取行动, 深入探究新一代信息技术应用于智慧电厂电气自动化系统建设的途径, 找出系统建设与应用过程中的主要难点, 这对于提升智慧电厂建设的现代化水平有着十分重要的意义。

## 1 智慧电厂电气自动化系统建设的痛点与信息技术的适配价值

### 1.1 传统电气控制系统的核心痛点

传统电厂电气控制系统受限于技术手段和建设理念, 存在三个主要难点, 无法符合智慧电厂建设的需求。其一, 数据集成碎片化, 管控缺少足够依据: 传统电气数据收集大多依靠单一设备传感器, 人工记录等方法,

这些方法存在覆盖范围窄, 数据维度单薄, 更新不及时等问题; 其二, 数据大多聚集在核心生产设备, 关键控制节点等重要区域, 对于辅助系统, 边缘设备等区域的运行状况感知不够; 其三, 数据大多关注设备启停状态, 运行参数等基本指标, 未将设备健康状态, 运维记录, 环境影响等大量数据融合起来, 造成管控决策没有全方位, 精确的数据支持, 很难抓住系统运行的核心问题。其四, 管控响应迟缓, 运行效率低: 传统电气控制系统常常采取“故障发生-人工察觉-现场处置”这样的被动应对模式, 从故障出现到管控措施落实之间有较大的时间间隔, 常常会错过理想的处置机会。

### 1.2 信息技术的核心适配价值

新一代信息技术具备数据集成, 智能分析及联动控制这些核心能力, 可以精确解决传统控制系统存在的问题, 给电气自动化系统建设给予全方位支持, 它的适配价值主要表现在三个方面。一是达成全面电气数据的整合与感知, 信息技术能整合多种来源的电气数据, 比如设备运行参数, 传感器监测数据, 运维管理记录, 生产调度指令, 环境监测数据等等, 冲破数据隔离的情况, 形成起全面又实时更新的数据感知网络, 经由对这些数据的综合分析, 就能准确描绘出电气自动化系统运行的整体状况, 做到从局部观察向全域感知的过渡, 从而给管控决策赋予全面的参考。依靠信息技术的即时分析及预判功能, 可以及时察觉设备异常, 故障隐患出现的时间, 部位以及严重程度, 并精准剖析问题的原因, 比如设备老化, 参数漂移或者外部环境变化等情况, 促使电

气自动化系统朝着协同化和智能化方向发展。

### 1.3 信息技术在系统建设中的应用逻辑

信息技术应用于智慧电厂电气自动化系统建设时，其核心逻辑在于塑造“数据感知-分析研判-精准管控-效果评定”这样的循环运行体系，从而达成电气自动化系统的科学化，精准化与智能化目标。依靠多源数据感知，整合各种电气数据之后，可以全方位把握系统运行的动态情况；把智能分析研判当作重点，利用数据挖掘，机器学习等技术，精确找出运行隐患，预判设备故障，给管控决策赋予科学依据；将精准管控看作要点，遵照分析成果制订差异化，具有指向性的管控方案，做到对系统运行的精准调节；把效果评价当成支撑，凭借信息技术来观测管控方案的执行状况，归纳经验并优化管控策略，创建起循环优化模式，不断改进电气自动化系统的运行水准。

## 2 信息技术在智慧电厂电气自动化系统中的核心应用

### 2.1 电气数据的全维度感知与整合

电气数据要全面获取并整合起来，这属于信息技术应用的基础前提，经由塑造多源数据感知体系，可以做到对系统运行状况全域，实时，精确地感知。多源电气数据采集依靠各种数据采集终端来创建起全面的数据采集网络，在核心设备方面，利用智能传感器，红外监测，振动检测这些设备来收集设备运行参数，温度，振动频率等即时数据；对于辅助系统，凭借智能仪表，物联网模块等来收集管路压力，介质流量，能耗等数据；就环境因素而言，依靠温湿度传感器，粉尘检测仪等来收集机房环境，户外工况等数据；还要整合生产计划，运维记录，设备台账等管理数据，从而形成全面的电气数据资源库。数据清洗与标准化处理：多源电气数据存在不少问题，比如格式不统一，数据质量参差不齐，冗余信息过多等，所以要用信息技术做清洗和标准化处理，采用数据清洗算法，去掉错误数据，重复数据，异常数据，改善数据质量；制订统一的数据标准，把不同来源，不同格式的数据转成标准形式，保证数据的适配性和一致性；利用数据融合技术，把多维度的数据关联整合，创建起完整的系统运行数据库，给后续的分析应用打下基础。

### 2.2 系统精准智能管控的技术应用

信息技术给电气自动化系统的精准智能管控给予了关键支持，可以做到对运行状态实施精准分析，对故障趋势展开精准预测，制订出恰当的管控措施。针对运行状态执行精准分析：利用数据挖掘，关联分析这些信息技术，深入剖析系统运行数据和外部影响数据，精确找出系统运行的关键问题，经由分析设备运行参数和工况数据，区分异常是因为设备疲劳老化，参数设置不合理等结构性因素造成的，还是由于环境突变，瞬时负荷波动等偶然因素引起的；借助分析历史运行数据，找出系统运行在时空上的规律特点，找到高负荷，高能耗的时段和环节，从而为精准管控赋予定向目标。故障趋势可精准预测，依靠历史故障数据并结合实时运行数据构建智能预测模型，以此来精准判定故障走向。利用机器学习算法，并考虑设备运行年限，工况条件，维护记录等影响要素，创建短期，中期的故障预测模型，可预先数小时到数天判断故障何时何地会发生及其严重程度。

### 2.3 电气自动化系统的全流程优化

信息技术可做到对系统运行的精准管控，并从全流程角度优化电气自动化系统，从根本上提升系统运行效能。设备运维优化方面，经由信息技术来剖析设备运行数据的变化规律以及故障发生的演化趋向，从而给设备运维计划的制定供应科学依据。借助分析设备振动，温度等数据，判断设备健康状态，实现从“定期维护”向“预测性维护”的转变，减少非计划停机时间；而且，借助分析运维记录数据，优化备品备件库存，提升运维效率，降低运维成本。生产调度智能优化方面，则依靠信息技术的实时分析功能构建自适应调度机制，达成生产负荷的动态优化。时时收集系统运行数据和电网调度指令，用智能算法算出最优的负荷分配方案，自动调节设备运行参数，使之符合实时的生产需求和电网要求，从而提升能源利用效率。安全管控智能化升级方面，凭借信息技术搭建安全预警平台，可以对系统运行中的安全风险进行实时监测和预警。依托智能监测设备和数据分析算法，及时识别电气短路，过载，漏电等安全隐患，自动触发报警机制并推送处置建议，助力运维人员快速响应，规避安全事故发生。

## 3 智慧电厂电气自动化系统建设与应用的关键问题与优化路径

### 3.1 系统建设与应用中的核心问题

信息技术应用于智慧电厂电气自动化系统建设时

会碰上一些关键问题,这些问题限制了系统效能的完全发挥。其一,数据共享壁垒未被彻底打破,尽管信息技术具有整合数据的能力,但电气数据散落在各个生产环节,管理部门手中,受数据安全,管理规范等因素的影响,数据共享机制还不够完善,于是部门之间,系统之间仍然存在数据壁垒,造成电气数据无法做到全面整合并高效利用,从而影响到管控决策的科学性和精准性。其二,技术融合深度不足,部分电厂在系统建设中存在“重硬件,轻软件”的倾向,信息技术与电气控制技术的融合不够深入,导致智能算法,数据分析等功能无法充分发挥作用,系统仍停留在“数据采集+简单监控”的层面,未能实现真正的智能管控。其三,数据安全和人才缺口问题突出,电气数据包含大量生产核心数据,在数据采集,存储,传输,使用环节存在泄露,被篡改的风险;同时,既懂电气控制技术又掌握信息技术的复合型人才短缺,影响了系统的建设质量和运维水平。

### 3.2 系统建设与应用的优化路径

要想解决系统建设与应用中的关键问题,就要从机制,技术,人才这三个方面形成改进途径,从而改善系统应用的效果。创建完善的数据共享与治理机制:塑造起跨部门,跨系统的数据共享机制,清楚界定数据共享的范畴,标准以及流程,冲破数据隔阂,达成电气数据的全方位整合;还要制订数据治理准则,明确数据采集,存储,使用的责任方及管理要求,保证数据依法依规得到运用;创建数据共享的激励机制,促使各部门积极参与数据共享,充实数据来源。加强技术融合与创新应用:深化信息技术与电气控制技术的融合,针对不同生产环节的需求,定制开发智能算法模型,提升系统的智能决策能力;加大对边缘计算,数字孪生等新技术的研发及应用力度,实现系统运行的虚拟仿真和全生命周期管理;优化系统硬件配置,确保硬件设备与软件系统的适配性,为技术融合提供硬件支撑。强化数据安全防护与人才培养:制定数据安全管理制度,明晰数据安全职责,全面监督数据处理的各个环节,规避数据泄露,被篡改等风险;利用数据加密,访问控制,安全审计等技术手段,构建全方位的数据安全防护体系。建立复合型人才培养机制,通过校企合作,专项培训,岗位练兵等方式,培养既懂电气控制又掌握信息技术的专业人才;同时,招录高校高学历职员,进行人才培养,优化人才队伍结构,为系统建设与运维提供人才保障。

### 3.3 系统建设与应用的未来发展趋势

技术持续更新之际,智慧电厂电气自动化系统建设与应用将会向着更为智能,协同且低碳的方向发展。与人工智能技术深度融合,当信息技术与人工智能技术相互交融之后,就能达成系统管控的智能升级效果,依靠人工智能算法的深度学习能力,可以更为精确地预判设备故障趋势并优化管控策略;而且,随着智能机器人,无人巡检设备的普及,会生成更多维度的运行数据,从而让系统管控变得更精准,效率更高。创建全域协同的管控体系,凭借数字孪生平台,把电气自动化系统与电厂其他生产系统,电网调度系统紧密结合,形成起全域协同的生产管控体系,经由数据联动分析,做到各系统的协同优化运行,从根本上提升电厂整体生产效能,促使电厂向高效低碳方向发展。以绿色低碳为导向的系统优化:电气自动化系统将更多着眼于节能降耗,借助对设备运行数据和能耗数据的深度分析,精准找出节能潜力点,进而优化设备运行参数,调整生产调度方案,引领电厂实现绿色低碳生产。

## 4 结语

新一代信息技术给智慧电厂电气自动化系统建设带来新的技术手段和建设思路,其依靠全面的电气数据感知,做到精准智能管控,并优化系统全流程运行,这些核心应用可有效解决传统控制系统存在的问题。日后,伴随信息技术同人工智能,数字孪生等技术深度融合,智慧电厂电气自动化系统将会形成全域协同,智能精准且绿色低碳的运行体系,从而给电厂创造更高效率,更为安全又环保的生产环境,推动电力行业向高质量方向发展。

### 参考文献

- [1] 黄金彪, 冉飞. 智能化技术在电气工程自动化控制中的应用[J]. 电工技术, 2024, (S2): 147-149+152.
- [2] 郝娜娜. 人工智能技术在发电厂自动化设计中的应用[J]. 电子技术, 2025, 54(02): 208-209.
- [3] 杨春燕, 刘文政. 火力发电电气自动化技术的创新型应用[J]. 电子技术与软件工程, 2019.
- [4] 朱辉. 电气自动化技术在火力发电中的创新运用[J]. 山东工业技术, 2018.
- [5] 李阳芳. 电厂电气自动化中分散控制系统的应用分析[J]. 通讯世界, 2025, 32(03): 88-90.