

# 基于工业互联网的电气系统 远程监控与管理平台构建

王奎元

(沈阳新松机器人自动化股份有限公司, 辽宁 沈阳 110179)

**摘要** 电气系统是工业生产的根基,但传统的电气系统管理方式存在实时性差、运维效率低等问题,已难以满足目前的工业生产需求。基于此,本文以工业互联网的技术特性为出发点,从实时监控、运维优化、故障预警、决策支持四个方面分析平台的构建价值,提出包含数据采集传输、云边协同分析、安全防护等各方面的构建策略。平台打通端到端的信息链路,融合云计算、边缘计算等技术实现电气系统全生命周期智能化管理,以期为工业领域电力安全保障与效率提升提供实践路径参考。

**关键词** 工业互联网; 电气系统; 远程监控

**中图分类号**: TP393

**文献标志码**: A

**DOI**: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.03.012

## 0 引言

随着工业4.0以及数字经济的不断深入,工业互联网作为工业设备、数据以及应用之间的桥梁,已经成为促进制造业转型升级的重要动力。电气系统是工业生产中的“动力中枢”,它的稳定运行直接关系到生产的连续性和安全性,但是传统的依靠人工巡检、本地监控的管理模式存在响应滞后、数据割裂、运维成本高等问题,不能满足现代化工业高效运营的需求。在此背景下,基于工业互联网构建电气系统远程监控和管理平台,应用物联网、云计算、大数据等先进技术,打破信息孤岛,实现电气设备状态的实时感知、智能分析、精准控制,成为解决传统管理难点、提高系统运行可靠性和智能化水平的必然选择。本文就平台构建的价值和策略进行深入的研究,为相关的技术研发和工程实践提供参考。

## 1 工业互联网的发展背景与技术特征

工业互联网产生于工业生产提高效率、降低成本、保证安全的强烈愿望下,也得益于物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术日趋成熟并融合应用。在全球制造业转型升级的大背景下,工业互联网冲破了传统工业生产中设备、流程、人员的物理限制,塑造出人、机、物全方位互联的智能环境<sup>[1]</sup>。核心技术特点有三点:一是泛在互联性,依靠各种传感器、工业网关等设备来实现工业生产要素的实时连接

和数据采集,形成工业生产全过程的感知网络;二是智能分析性,利用云计算和边缘计算来对大量的工业数据进行挖掘和分析,从中提取出有价值的决策信息,进而对生产过程进行精确优化;三是动态适应性,根据实时数据反馈来调整系统并作出自主决策,系统具有较强的灵活性和扩展性,可以满足不同工业场景个性化的需求,保证系统在复杂工况下稳定运行,为工业生产的智能化和柔性化发展提供核心支撑。

## 2 基于工业互联网的电气系统远程监控与管理平台构建价值

### 2.1 提升电气系统运行监控的实时性与准确性

基于工业互联网的远程监控平台,在电气设备关键节点上布设高精度传感器、智能监测终端,对电压、电流、功率、温度、绝缘状况等核心运行参数进行不间断采集和实时上传,数据更新速率能达到毫秒级,完全颠覆了传统监控“事后发现、被动响应”的模式。平台依靠工业互联网的泛在互联特性,把分布于各个地区的电气设备归入统一的监控体系当中,管理人员可以凭借电脑,移动终端等设备,随时随地远程实时地查看系统的运行状况,清楚地了解到各个设备的工作参数以及负荷的变化情况<sup>[2]</sup>。同时,平台内置的智能数据校验算法可以自动识别异常数据、排除干扰信号,保证数据传输和展示的准确性,避免因数据误差而造成的误判。这种实时、准确的监控能力,使管理

**作者简介**: 王奎元(1988-),男,本科,高级工程师,研究方向:电气工程。

人员可以及时发现系统运行中哪怕是微小的波动和隐患,为后续的运维处置争取了宝贵的时间,从根本上提升了电气系统运行监控的有效性。

## 2.2 优化设备维护与运维管理,提高系统可靠性

基于工业互联网的远程监控与管理平台对设备运行数据不断追踪、深入分析,可以准确掌握设备的运行状况及健康趋势,从“定期检修”迈向“预测性维护”。平台通过大数据分析构建设备健康评估模型,利用设备历史运行数据、故障记录、维护日志等资料计算设备剩余使用寿命,在出现潜在故障风险的时候提前发出警报,提出相应的维护建议和方案。运维人员根据平台推送的维护任务,可以合理安排维护的时间和资源,避免盲目检修,降低维护成本。同时,平台也建有完备的运维管理流程,对维护任务的下达到执行、反馈形成了一套全流程闭环的管理体系,使管理人员可以随时掌握维护的进度并对维护的效果做出评价。

## 2.3 强化故障预警与应急响应能力,保障电力安全

电气系统故障具有突发性、破坏性大的特点,如果不能及时处置,就会造成设备损坏、生产中断甚至火灾、触电等安全事故,造成严重的经济损失和人员伤亡。基于工业互联网的远程监控平台通过创建多维度的故障预警模型,对设备运行参数的异常变化实施实时监测与智能分析,在故障征兆出现之前就发出预警信号。平台根据电气系统的拓扑结构及故障传播规律,准确找到故障发生位置、类型以及影响范围,为运维人员提出明确的故障处理建议。故障发生之后,平台会自动启动应急响应程序,迅速切断故障区的电源,把故障点隔开,避免故障蔓延,还会把故障信息、处理流程等及时推送给责任人,使运维人员及时进行抢修<sup>[3]</sup>。平台具有故障模拟、应急演练的功能,可以依据历史故障数据模拟出各种复杂的故障场景,提高运维人员的应急处理能力。通过这种“预警、定位、响应、处置”的全链条管控模式,大大缩短了故障处理的时间,有效地减小了故障造成的损失,为电力的安全保驾护航。

## 2.4 支撑数据驱动的决策分析与智能化运维

工业互联网的电气系统远程监控平台汇集了大量的设备运行数据、维护数据、环境数据等,这些数据不仅是系统运行状态的客观反映,也是实现智能化决策与运维的重要资源。平台依靠大数据分析和人工智能技术,对这些数据加以深入挖掘,可以找出电气系统运行的内在规律和隐藏问题,为管理决策提供科学

的支撑。根据设备负荷变化的数据可以优化电力资源的配置,减少能耗,通过对不同区域、不同时间段的故障数据进行对比,可以找到高风险的设备及薄弱环节,并据此有针对性地提出改进措施,通过对维护数据和设备寿命相关性的分析,可以优化维护策略,提高维护效率。平台还支持数字孪生模型的创建,把电气系统的物理实体和虚拟模型实时映射,实现系统运行状态的可视化模拟与仿真分析,管理人员可以利用虚拟模型进行决策推演,预测不同决策方案的实施效果,从而做出最佳决策。数据驱动的决策模式冲破了传统依靠经验判定的束缚,使电气系统的管理与运维愈加科学、准确、高效,促使电气系统运维由“被动应对”转向“主动预判”“智能改进”。

## 3 基于工业互联网的电气系统远程监控与管理平台构建策略

### 3.1 构建统一的数据采集与传输体系,实现端端信息互联

数据是平台运行的基础,建立统一、高效的数据采集和传输体系是实现电气系统远程监控和管理的前提。根据电气设备的种类、运行工况、监控需求选择合适的感知设备和采集终端,即高精度电流电压传感器、温度湿度传感器、绝缘监测装置、智能电表等,保证可以全面采集设备运行的主要参数。同时根据不同的厂家、不同型号设备的通信协议的差异,部署统一的工业网关,使用协议转换技术来达到各种设备的互联互通的目的,消除“信息孤岛”。另外,根据工业场景的网络环境特点,设计分层的数据传输架构,采用“边缘节点—区域网关—云端平台”三级传输模式,边缘节点负责本地数据采集和初步处理,区域网关完成数据汇聚和转发,云端平台完成数据存储和深度分析<sup>[4]</sup>。在传输协议的选择上优先采用 5G、工业以太网、LoRa 等具有高带宽、低时延、广覆盖等特点的协议来保证数据传输的实时性和稳定性。建立数据质量管控机制,用数据清洗、去重、校验等技术手段保证采集数据的准确性、完整性,制定统一的数据标准和规范,达到数据格式、编码规则的标准化,为之后的数据共享和分析应用奠定基础,真正实现设备端到云端的互联互通。

### 3.2 应用云计算与大数据分析技术,实现智能监控与预测

云计算和大数据分析技术是平台进行智能监控和预测的基础,使用这些技术能极大地提升平台数据处

理能力和智能决策能力。在云计算架构的设计上采取混合云的方式,对实时性要求较高的监控数据、应急响应指令等放在私有云上,保证数据处理的安全性、低时延;对海量历史数据存储、大数据分析、模型训练等非实时性业务放在公有云上,利用公有云弹性扩展、低成本的优势。采用云平台的分布式存储技术,对大量的电气数据进行安全存储和快速检索,以满足平台长时间运行所产生数据的积累。在大数据分析应用方面,建立设备运行状态评价模型、故障诊断模型、负荷预测模型等。用机器学习算法来训练设备的运行数据,让模型可以自己分辨设备正常运转的状态和出问题的特征,从而对设备有没有故障做出准确的判断,并且提前预测可能发生的故障。例如:从设备振动数据、温度变化数据中可以发现轴承磨损、线圈过热等隐性故障;从历史负荷数据和外部环境因素(如季节、生产计划)中可以预测出未来一段时间内电力负荷的变化情况,为电力调度、资源调配提供依据。利用云计算强大的计算能力,实现分析模型的实时迭代和优化,提高模型的适应性、准确性,从而达到对电气系统进行智能监控、精确预测和高效控制的目的。

### 3.3 利用边缘计算和物联网设备提升平台响应速度与可靠性

采用边缘计算技术和物联网设备,可以提高平台的响应速度和可靠性。

边缘计算把部分数据处理、分析和决策任务下放到靠近设备的边缘节点,不需要把所有数据上传到云端,可以显著减少数据传输的延迟,提升实时反应速度。当设备出现突发故障时,边缘节点可以直接对故障数据进行本地分析和判断,迅速发出应急处置指令,切断故障电源,防止故障扩大,不需要等待云端指令反馈,大大缩短了故障响应时间。

物联网设备的广泛应用使得数据采集更加全面,在设备之间也实现了本地的协同控制,提高了系统的可靠性。例如:某个区域网络中断时,边缘节点凭借本地物联网设备完成数据本地存储以及设备自主控制,保证系统主要功能不受影响,等网络恢复之后再吧数据上传到云端。边缘计算节点还有数据预处理的功能,可以对采集到的原始数据进行过滤、压缩、筛选,只把关键的数据上传到云端,降低网络传输的压力和云端存储的成本,同时减少无效数据对分析结果的影响,提高平台整体的运行效率和可靠性。

### 3.4 完善平台安全防护与权限管理机制,确保数据与系统安全

在工业互联网环境下,电气系统远程监控平台连接着大量的工业设备和核心生产数据,它的安全性直接关系到工业生产的稳定和安全,一旦发生网络攻击、数据泄露等安全事件,将会造成严重的生产事故和经济损失。因此需要建立全方位、多层次的安全防护和权限管理机制。从网络安全角度来讲,使用防火墙、入侵检测系统、数据加密传输等技术来建立边界防护、网络隔离和数据传输安全体系,避免非法入侵以及数据泄露。针对工业协议的安全漏洞,部署工业防火墙和协议审计系统,对网络通信进行实时监控、异常拦截,保证工业控制网络的安全。在数据安全方面,使用数据加密存储、访问控制、备份恢复等技术对采集到的数据、分析结果等核心数据进行全生命周期的安全保护,防止数据泄露、篡改和丢失<sup>[5]</sup>。创建数据安全审计机制,对数据的访问、操作行为进行全程记录和追溯,保证数据使用符合规定。权限管理上使用基于角色的访问控制(RBAC)模型,根据不同的用户岗位职责、工作需求分配不同的操作权限,明确数据访问和系统操作的权限边界,防止越权操作。

## 4 结束语

基于工业互联网的电气系统远程监控及管理平台,依靠实时监控、运维改善、故障预警、决策支撑,实现从被动运维到主动预判、智能管控的转变。采用平台融合数据采集、云边协同、安全防护等手段,提高电力的安全性以及运行效率。未来依靠人工智能和数字孪生技术向智能化、柔性化、一体化发展,拓展应用场景,提高管理效能,为制造业、能源、化工等领域高质量发展提供支持。

### 参考文献:

- [1] 闫帅.基于物联网技术的电气自动化系统远程监控系统设计与实现[J].电气技术与经济,2024(12):90-92.
- [2] 李晨,胡龙华,常新志.基于物联网的煤矿提升机电气系统监控与故障诊断研究[J].电气技术与经济,2024(12):359-361.
- [3] 童心.基于物联网的海上起重机电气系统远程监控与维护技术研究[J].中国设备工程,2024(18):226-228.
- [4] 董明虎.建筑电气远程监控系统的应用研究[J].自动化应用,2023,64(06):189-191.
- [5] 刘潇,庞涛.水电站电气系统自动化设计应用分析[J].科技展望,2015,25(36):66-67.