

电力工程电气自动化施工质量监控数字化方案

范新萌

潍坊亚峰化工仪表有限公司, 山东 潍坊 261000

摘要： 随着电力工程的飞速进展，电气自动化施工质量监控数字化转型已然刻不容缓。本文对电气自动化施工的特点进行了剖析，对其数字化质量监控必要性进行了说明，还对存在的问题展开深入探究，问题主要表现在数据采集不够准确以及系统集成难度较大这两方面。紧接着提出极具针对性的策略，例如精心建设智能传感网络来实现精准数据采集，巧妙借助云平台破除信息孤岛以加强系统集成，进而为切实提高电力工程的质量、全力确保电网的平稳运行提供了强有力的支撑。

关键词： 电力工程；电气自动化；施工质量监控；数字化

Digital Scheme of Electrical Automation Construction Quality Monitoring in Electric Power Engineering

Fan Xinmeng

Weifang Yafeng Chemical instrument Co., LTD. Weifang, Shandong 261000

Abstract： With the rapid progress of electric power engineering, the digital transformation of electrical automation construction quality monitoring has been urgent. This paper analyzes the characteristics of electrical automation construction, explains the necessity of digital quality control, and deeply explores the existing problems, which are mainly reflected in the inaccuracy of data collection and the difficulty of system integration. Then it proposed highly targeted strategies, such as the careful construction of intelligent sensor network to achieve accurate data collection, and the clever use of cloud platform to break the information island to strengthen the system integration, which provides a strong support to effectively improve the quality of power engineering and ensure the smooth operation of the power grid.

Keywords： electric power engineering; electrical automation; construction quality monitoring; digital

引言

在科学技术快速发展的今天，电力工程是国家基础设施中至关重要的环节，电气自动化程度越来越高。传统的施工质量监控手段已经很难适应越来越复杂的工程需要，融入数字化技术已经成为一种必然的趋势。通过数字化方案的制定，可以对电气自动化施工中的每一个环节进行实时准确的控制，及时的发现和解决其中存在的问题，保证电力工程的高效可靠的投入使用，这对于保证社会用电，促进能源产业进步有着十分重要的意义。

一、电力工程电气自动化施工的特点

（一）技术复杂性高

电气自动化涵盖了很多前沿技术，例如 PLC 编程，传感器技术以及通信网络。以变电站自动化系统为例，不仅需要实现电力设备运行参数准确获取，同时还需要依托复杂通信协议向监控中心进行实时数据传输，任何技术环节的偏差都会造成系统的整体失效。各厂家设备技术标准不一，整合过程中适配工作较多，技术难度进一步提高^[1]。

（二）设备精密性强

电气自动化设备大多是高精度仪器，对于安装环境，调试参

数都有严格的要求。与高精度电流互感器一样，测量精度也能达到 0.1 甚至更高，在安装过程中很小的振动，倾斜就会影响测量精度。在一大型工业厂房的供电工程中，由于早期运输时导致一智能电表出现微小磕碰现象，虽然外观没有损坏，但是投运之后却发现测量数据的偏差超过了容许的范围，经过反复检查才查找到了根本原因，突出了设备精密性的高要求和建设的重要性。

（三）施工流程连贯性要求高

从电气设备的安装，线路的铺设到控制系统的调试等各个环节都是息息相关的。以风电工程电气施工为例，塔筒内部电缆铺设完毕之后，随即就要对风机控制系统进行布线和调试工作，如果电缆铺设发生中断、短路等故障没有被及时检测出来，随后的

调试工作就不能正常开展，耽误了工期。而一旦某一环节返工后，牵一发而动全身的代价就大大增加。

（四）对人员专业素质要求高

施工人员在具备电气专业知识的同时，需要对自动化控制原理，计算机编程以及其他跨学科的内容了如指掌。现场运维人员需要能够根据控制系统反馈来的故障代码快速定位问题所在，例如在遇到 DCS 系统出现故障告警时，能够判断是否为硬件模块受损或者软件逻辑出错，这就需要其有较深的理论功底和丰富的实践经验，不然很难胜任电气自动化施工和运维的繁杂工作^[2]。

（五）受外部环境影响大

电力工程经常处在复杂的自然环境中，温度高，湿度大以及强电磁干扰威胁着电气自动化设备的平稳运行。沿海地区变电站施工时，高湿度空气容易导致电子元件潮湿短路，盐雾腐蚀加快了设备外壳腐蚀速度。在夏季气温较高期间，如果散热措施不当，设备在长期运行过程中可能会因为过热保护而发生跳闸事故，对供电可靠性造成严重的影响，因此在建设过程中一定要充分考虑环境适应性设计和防护措施。

二、电力工程电气自动化施工质量监控数字化的必要性

（一）提高监控实时性

传统的人工巡检间隔时间较长，很难及时捕捉到设备的突发性故障。数字化监控在传感器和网络的辅助下，可以进行秒级乃至毫秒级的数据采集传输。例如，城市轨道交通供电系统通过将温度，湿度和电流传感器布设到开关柜和变压器等关键设备上，当参数出现异常时，该监控系统即时发出警报，运维人员能够在第一时间做出反应，避免了故障的扩展，确保了地铁运营的安全性，显著提高了供电的可靠性。

（二）增强数据精准性

数字化测量设备的准确性比人工观测要高。以电能质量监测为例，专业的电能质量分析仪能够准确地测量电压波动和谐波含量，并且误差最小。在一个数据中心供电工程中，对谐波进行准确的监测可以避免由于谐波超标而对服务器和其他敏感设备造成损害，并根据准确的数据对滤波装置的参数进行优化设计，确保电力供应的质量以适应高精密电子设备的工作需要。

（三）实现远程监控与管理

在互联网，云计算技术的帮助下，管理人员在任何地方都可以通过手机和电脑端看到项目现场的实时数据和设备状态。大型电力集团跨区域电网建设中，总部工程师可以实现多地施工现场的远程监控，施工工艺规范的实施，设备调试的进展等信息的实时控制，适时发布指导意见、突破地域限制、提升管理效率、减少沟通成本。

（四）助力故障预测性维护

利用大数据对历史运行数据进行分析，发现潜在的故障规律。对某型高压断路器在多次开闭运行后触头磨损情况进行了数据分析，并结合运行时间和电流负荷建立了预测模型对触头剩余

寿命进行了预先预判，排换后再进行故障处理，避免了突发停电事故的发生，降低了设备的维修成本，有利于电网运维的经济性。

（五）优化资源配置

数字化监控系统集成了项目的进度，材料和人力信息，将施工全貌直观地展现出来。施工企业根据实时数据对材料和人员进行合理配置，以免造成材料积压浪费和人力闲置不均衡。例如在火电建设项目当中，针对不同工区的电气安装进度对电缆和桥架的物料进行准确分配，并依此设备调试的需要对专业技术人员进行了分配，以提高资源的利用率，确保工程的顺利进行^[3]。

三、电力工程电气自动化施工质量监控数字化现存问题

（一）数据采集不全面、不准确

有的施工现场传感器布局疏密有致，关键部位的参数漏掉了，例如老旧变电站改造时，只对主变压器设置温度传感器而忽略了母线接头温度的测量，容易漏掉发热隐患点。传感器的精度会因为环境和长时间的运行而受到影响，如果没有及时进行校准，会导致数据采集出现较大偏差，这将不能准确地反映设备的实际状态，从而影响后续分析和判断的准确性。

（二）系统兼容性差

电力工程中涉及到多家厂家的设备，各种品牌的自动化系统的通信协议，数据格式都不一样，就像是西门子 PLC 和 ABB 变频器在对接的时候，由于 Modbus 协议的细节不同，数据传输经常会出现错误和丢包等情况，监控系统很难全面收集数据，导致信息孤岛的产生，妨碍了数字化集成的进行，不能做到全流程的统一监控。

（三）网络安全风险高

数字化监控对网络的依赖性以及电力工控网络和外部公网的接入引入了很多风险。黑客会对监控系统进行攻击篡改电力设备的运行参数从而导致电网事故发生；恶意软件入侵会导致数据泄露并危及电力企业的运营安全。某区电网曾经遭受钓鱼邮件的袭击，一些变电站监控数据大量流出，虽然没有引起实质性的停电事故，却暴露了严重的网络安全问题。

（四）数据分析深度不足

目前大多数监控系统仅仅停留于单纯的数据展示，阈值报警等方面，没有完全发掘数据的价值。大量的设备运行数据没有得到有效的关联分析，例如变压器油温，负载电流和绝缘老化指标之间的内在逻辑没有被梳理清楚，难以在宏观上检测出潜在的故障趋势，不能对运维决策进行深入的量化支持，限制了数字化优势的实现。

（五）人员数字化素养欠缺

一些施工，运维人员已经习惯了传统的模式，对于数字化监控技术的接受程度较慢。新员工虽然理论知识过硬，但实操经验不足，在面对纷繁复杂的数字化故障排查时束手无策。例如在智能变电站的调试过程中，青年员工并不知道如何对监测系统的数

据采集频率进行优化，无法根据数据分析结果对设备进行准确调试，从而影响了项目的进度和质量保障^[4]。

四、电力工程电气自动化施工质量监控数字化的策略

（一）构建全方位智能传感网络

针对电气设备的结构和运行特性，对传感器的布置进行了优化，变电站开关柜中除了母线和刀闸等关键部位设置温度传感器之外，还加入了局放传感器对其绝缘状态进行监控；使用高精度，自校准的智能传感器并使用其内建微处理器对环境因素的影响进行实时补偿以保证数据的准确性。例如新研制的光纤光栅温度传感器在不受电磁干扰的情况下，其测量精度达到0.5° C范围内，对设备状态的监测和控制提供了可靠的基础，达到了全面、准确地采集数据的目的^[5]。

（二）强化系统集成与标准化建设

促进电力设备制造商按照统一的通信标准进行通信，例如普及 IEC 61850 变电站通信网络标准以达到不同制造商的设备即插即用的目的。制定了行业数据接口规范并研发了通用的数据转换中间件实现了系统集成中协议格式的自动适配，保证了数据的顺畅传输^[6]。国家电网统一智能电表通信协议以后，各地级市供电公司的抄表系统可以实现不同厂商电表的无缝连接，显著提高了采集效率、消除了信息孤岛、实现了全过程的数字化贯通^[7]。

（三）筑牢网络安全防线

利用物理隔离，防火墙和入侵检测的多重保护方法，将单向隔离装置布置于电力工控网和公网的边界上，以阻断外界的非法接入；对内部网络进行分段管理、设定访问权限、运维人员持数字证书进行登录运行。定期进行网络安全演练以模拟黑客攻击和病毒爆发等情景，测试和增强防护能力。某省电网企业在实战演

练中发现和修复了若干系统漏洞，加强了网络安全应急响应过程，保障了数字化监控系统的稳定性和可靠性^[8]。

（四）深化数据分析与应用

引入大数据分析平台并结合机器学习和深度学习算法对数据进行关联挖掘。利用聚类分析对同类设备的运行数据进行集成，构建设备健康画像；采用时间序列对变压器的寿命，负载趋势进行了预测。以大型水电厂为研究对象，根据数据分析对机组启停策略进行优化，并根据来水流量和电价峰谷时段进行准确调度，年节约发电成本几百万元的同时减少了设备故障率，增强了运行维护的科学性^[9]。

（五）提升人员数字化技能培训

制定了不同工种的分层培训计划，并对施工人员进行传感器安装，调试实操培训；运维人员加强数据分析，故障诊断软件的使用培训等。构建线上与线下相结合的培训体系，在线上使用虚拟仿真软件进行故障排查仿真，离线组织专家对复杂项目进行实地实战指导。某电力培训中心联合院校共同研发了电气自动化专业数字化运维课程，受训人员能够熟练使用数字化工具胜任岗位需求并提高了整个行业的人力素质^[10]。

五、结语

电力工程电气自动化施工质量监控数字化转型是行业发展的必由之路。尽管当前面临诸多挑战，但通过构建智能传感网络、强化系统集成、保障网络安全、深化数据分析等一系列策略的实施，逐步攻克现存问题，能够充分释放数字化潜能，提升施工质量与运维效率，为电力工程可靠运行、智能电网发展筑牢根基，推动电力行业迈向高质量发展新征程。

参考文献

- [1] 李再丽. 电力工程中的电气自动化技术应用 [J]. 信息系统工程, 2023, (08): 56-59.
- [2] 刘鹏飞. 电气自动化技术在电力工程中的应用 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(07): 54-56.
- [3] 吕文渊. 电气自动化技术在电力工程中的应用与发展 [J]. 光源与照明, 2023, (03): 236-238.
- [4] 杨明川. PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用 [J]. 四川建材, 2022, 48(11): 37-38.
- [5] 杨秦飞, 齐航. 电力电气自动化技术在电力工程中的运用 [J]. 中国设备工程, 2022, (11): 209-211.
- [6] 迟博, 车清宇. 电气自动化技术在电力工业工程中的应用 [J]. 自动化应用, 2023, 64(S2): 150-152.
- [7] 李巍. 电气自动化技术在电力工程中的应用分析 [J]. 光源与照明, 2023, (11): 216-218.
- [8] 李坤安. 电力电气自动化元件技术的运用 [J]. 电气技术与经济, 2023, (09): 104-106.
- [9] 练坚, 武亦文. 电气自动化技术在电力工程中的应用探索 [J]. 中国品牌与防伪, 2023, (10): 64-67.
- [10] 张林强. 电气自动化技术在电力工程中的运用分析 [J]. 电气技术与经济, 2023, (06): 95-97.