

电网基建工程中全过程智能化监控技术研究

薛宏飞

(国网陕西省电力有限公司延安供电公司, 陕西 延安 716000)

摘要 随着社会对电力需求的不断增加, 近些年我国电网建设规模呈现出不断扩大的趋势, 而电网基建工程作为电网建设的重要一环, 其重要性已愈发明显。为确保电网基建工程的安全、高效建设, 现阶段很多供电公司已经开始将智能化技术应用到电网基建工程中。基于此, 本文对电网基建工程中常见智能化监控技术进行分析, 揭示了智能化监控技术原理, 分析了电网基建工程的特征、监控需要、技术构成与系统架构等, 旨在为电网基建工程智能化监控技术的可持续发展提供理论参考, 进而推动电网基建工程朝着智能化方向发展。

关键词 电网基建工程; 全过程智能化监控技术; 数据采集; 传输技术; 数据预处理

中图分类号: TM7; TP27

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.01.007

0 引言

智能化监控技术融合了多种先进技术, 能够实现电网基建工程全过程的实时、全面监控, 提升工程建设的安全性、质量和管理效率, 为工程管理和决策提供科学依据。在智能化监控技术的支持下, 电网基建工程能够更加高效地运行, 降低工程成本, 提高电力系统的整体性能。因此, 深入研究电网基建工程中全过程智能化监控技术具有重要的现实意义和应用价值, 为推动电网建设的现代化进程、提升电力供应稳定程度提供有力的电力支持。

1 电网基建工程关键智能化监控技术

1.1 数据采集与传输技术

1.1.1 数据采集方式

在电网基建工程智能化监控体系中, 数据采集是获取工程信息的首要环节, 其方式丰富多样, 每种方式都有其独特的适用场景。传感器作为基础的数据采集设备, 种类繁多, 以温度传感器为例, 变压器、开关柜等设备在运行过程中会产生热量, 使用温度传感器实时监测温度, 能够发现设备过热异常, 预防设备故障。智能电表可以测量和记录电力消耗、电量、功率因数等参数, 不仅具备传统电表的计量功能, 还具有通信功能, 将采集到的数据传输到监控系统。在电网基建工程的施工现场, 智能电表可用于监测施工设备的电力使用情况, 帮助管理人员合理安排施工设备的运行, 优化电力资源配置, 降低施工成本^[1]。同时, 通过对智能电表数据的分析, 还能及时发现电力故障和异常用电行为, 保障施工电力的安全稳定供应。

1.1.2 传输技术及优化

在电网基建工程中, 数据传输技术主要包括有线传输和无线传输两种方式。有线传输技术中, 光纤以其高带宽、低损耗、抗干扰能力强等优势成为长距离、大数据量传输的首选。在电网基建工程中, 变电站之间、输电线路与监控中心之间的通信, 通常采用光纤传输, 能够确保数据的高速、稳定传输, 满足实时监控和远程控制对数据传输的严格要求; 电缆传输成本低、安装维护简单, 适用于短距离、对传输速率要求不是特别高的场景, 如施工现场内部设备之间的数据传输。无线传输技术可以满足实时视频监控、远程操作等对数据传输实时性要求较高的应用场景。在施工现场应用4G/5G网络, 能够将摄像头采集的视频图像快速传输到监控中心; 而LoRa技术低功耗、远距离传输, 适用于对功耗要求较高、传输距离较远且数据量相对较小的传感器数据传输, 如分布在偏远地区的传感器节点与汇聚节点之间的数据传输^[2]。

为了保障数据的实时、稳定传输, 需要对传输技术进行优化。在有线传输方面, 可以优化光纤铺设路径、采用冗余光纤链路等, 提高传输的可靠性。例如: 在重要的输电线路通信中, 采用双光纤链路备份, 当一条光纤出现故障时, 另一条光纤可自动切换, 保障数据传输的不间断。采用先进的光纤通信设备和技术, 如波分复用技术提高光纤的传输容量, 满足不断增长的数据传输需求。在无线传输方面科学规划无线基站的布局, 优化信号覆盖范围, 减少信号干扰, 提高信号强度和稳定性, 如在施工现场周围设置4G/5G基站, 确保信号覆盖整个施工区域, 避免出现信号盲区。

作者简介: 薛宏飞(1982-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 输变电工程。

1.2 数据处理与分析技术

1.2.1 数据预处理

电网基建工程中采集到的原始数据往往存在噪声、异常值，使数据分析存在一定偏差。因此，在展开数据分析工作前应该对原始数据做好相关的预处理。通常来说，数据清洗是重要环节，旨在消除数据里面含有的错误信息，设置合理的阈值和规则能够识别并去除明显错误的信息，如超出合理范围的传感器测量值；借助数据平滑算法对数据实施平滑处理，进一步加强数据稳定效果。

去噪操作主要针对传感器采集的数据，通常情况下，传感器工作期间会被各种各样的原因所影响，使得最终采集到的数据里面含有噪声。采用滤波算法去除数据中的噪声，保留有用的信号，对于缺失值的处理可以根据数据的特点和分布情况，采用不同的方法进行填补。如果数据缺失较少，采用均值、中位数、众数等统计量进行填补；如果数据缺失较多，采用基于模型的方法，如回归模型、神经网络模型等，根据已有数据预测缺失值^[3]。

1.2.2 数据分析算法与模型

机器学习算法在电网基建数据分析中具有广泛的应用，能够挖掘数据中的潜在信息和规律，为工程管理和决策提供支持。决策方面可引入决策树算法，做到数据内容精确分析的基础上根据计算需求构建对应决策模型，在提升数据应用准度的基础上为后续工作提供协助。在电网基建工程中，决策树算法可以分析设备故障数据，根据设备的运行参数、环境条件等特征判断设备故障的类型和原因，为设备维护和故障修复提供依据。将神经网络用于其中，则可在构建高效率计算模型的基础上，发挥其非线性映射能力来减少前期计算当中出现的数据偏差问题。在电网基建数据分析中，神经网络可用于预测工程进度、评估工程质量、预测设备故障等。例如：采用递归神经网络（RNN）或长短期记忆网络（LSTM）对工程进度数据进行分析，可预测工程的完工时间，提前发现进度滞后的风险；而结合卷积神经网络则可实现针对图像数据资源的高精度解析，在这一过程中评估施工过程可能出现的各项问题。

1.3 智能决策与预警技术

1.3.1 决策支持系统

智能决策支持系统是以信息数据分析结果为基础，依据专家经验、业务规则等而构建的为决策提供支持的智能化系统，该系统存在的主要作用是辅助企业管理人员做出正确决策。在电网基建工程中，技术人员可以将工程进度、工程质量管理规则、安全管理规范以及成本管理要求等信息全部导入决策支持系统中，

该系统中数据分析模块可利用数据挖掘、机器学习等实现对上述信息数据的分析，并以此探究数据背后的价值与规律。例如：系统在对历史工程信息分析后可构建工程进度预测模型，以此实现对工程完成时间的精确预测，进而为工程施工物力、人力资源的协调提供支持。除此之外，决策支持系统还能够融入专家经验，并将其自动转化为可识别的规则，以工程质量评估为例，在此期间系统能够依据专家经验拟定质量评估规则，同时技术人员在将工程质量数据传输到系统中后，系统能够依据评估规则自动判断工程质量是否达标，并提醒管理人员工程中的质量隐患。最后，在面临决策问题时该系统还可以依据分析结果提供多种解决方案，同时说明每一种方案的优点与缺陷，以此确保管理人员能够了解各种方案的后果，从而作出更为明智的决策^[4]。

1.3.2 预警机制

预警机制通过设定合理的预警指标与阈值，在经过数据分析后可发现各类潜在风险与故障。电网基建工程中常见的预警指标包括工程施工进度、工程质量、施工安全以及设备运行状态等。以工程建设进度为例，系统会将工程施工计划进度作为基准并按照管理人员要求设定偏差阈值，当工程实际施工进度与计划进度出现较大偏差后，系统会自动向管理人员发出预警信号，并提醒管理人员需采取适当措施加快工程进度。在质量管理阶段，系统预警机制会依据工程质量标准与规范设定质量指标阈值，同时细化混凝土强度、钢筋间距等指标的允许偏差范围。在系统监测阶段一旦相关指标超过阈值，那么系统会立即提醒管理人员对工程施工质量作出检查，以此避免质量问题进一步扩大。在设备运行管理中，系统会参考温度、振动以及电流等正常参数，一旦设备参数超过或者低于正常运转数据后，便意味着设备已经出现故障，此时系统会自动发出预警并提醒维护人员做好检查维修，以此避免因设备故障问题而引发安全事故。

2 电网基建工程智能化监控技术应用与实践

2.1 应用场景

在变电站建设场景中，智能化监控技术发挥着至关重要的作用。在施工阶段部署各类传感器和监控设备，对变电站的基础施工、设备安装等环节进行实时监控。利用位移传感器监测变电站建筑物基础的沉降情况，确保基础的稳定性；通过摄像头实时监控设备安装过程，保证安装工艺符合标准要求。在变电站运行阶段，智能化监控技术能够实现对设备状态的全面监测，包括变压器、开关柜、互感器等关键设备。在线监测设备的油温、绕组温度、SF₆ 气体密度等参数，第一时间发现设备的潜在故障隐患并进行预警^[5]。

输电线路施工场景跨度大、环境复杂,智能化监控技术为施工安全和质量提供了有力保障。在施工的时候,利用无人机搭载高清摄像头和红外热像仪对输电线路的路径进行巡检和监测,能够发现线路下方的障碍物、施工隐患及线路本身的缺陷。在杆塔上安装传感器以监测杆塔的倾斜度、应力、振动等参数,确保杆塔在施工过程中始终处于稳定状态。在恶劣天气下,智能化监控系统可以获取线路的运行状态信息,为施工决策提供依据,保障施工人员、设备的安全。利用卫星定位技术和地理信息系统(GIS)对施工人员和设备进行定位和跟踪,优化施工资源的调配,提高施工效率。

配电工程直接面向用户,其建设质量和运行可靠性决定着用户的用电体验。智能化监控技术在配电工程中的应用,通常体现在对配电设备和线路的实时监测以及对用户用电情况的分析上。其中,在配电设备方面,在配电箱、配电柜等设备上安装智能电表、温度传感器、漏电保护器等设备,能够不间断地监测设备的运行参数和状态,如电流、电压、温度等。当设备异常时,系统发出预警通知运维人员处理,防止出现停电事故;在配电线路方面,利用分布式故障定位技术和智能监测终端,可以准确定位线路故障点,减少故障修复时间,让供电更加可靠。此外,对用户用电数据展开分析,能够了解用户的用电习惯和负荷特性,为电力调度和需求侧管理提供依据,提高电力系统的运行效率。

2.2 应用效果评估

2.2.1 提高施工安全

持续性监测施工人员行为和设备运行状态,可以在第一时间觉察到安全隐患并进行警示。利用智能安全帽对施工人员的位置、运动状态进行实时跟踪,当检测到人员进入危险区域或发生异常摔倒时,系统立即发出警报,通知现场管理人员和周边人员,有效避免安全事故的发生。对施工设备各项参数给予监测,设备表现出不正常振动、温度急速上升等现象时,及时停机并预警,避免造成重大事故。

2.2.2 保障工程质量

对施工期间的关键参数和工艺展开不间断地监控以及数据分析,能够从根本上保证施工满足设计标准。在进行混凝土浇筑的时候,利用传感器监测其坍落度、温度等数据,最大限度增强混凝土质量及其整体的浇筑效果。对设备安装的位置、精度等进行实时监测,确保设备安装符合规范要求。同时,通过对历史数据的分析和挖掘,可以总结出质量问题的规律和趋势,为后续工程的质量控制提供参考^[6]。

2.2.3 提高管理效率

智能化监控系统能够满足各类工程信息实时采集、传输与共享需要,工程管理者可以通过监控系统获取工程施工进度、安全与质量等信息,并依据系统反馈的数据做出针对性的决策。例如:管理人员可通过智能化监控系统跟踪工程进度,且当进度出现滞后问题时可立即采取相关举措加快施工进度。不仅如此,依托自动化信息数据处理技术还可以降低人工作业量,这对提高作业效率、控制人工成本等方面有着重要价值。从现状来看,智能化监控技术在电网基建工程中的应用还需要标准化的数据接口与统一的通信协议支持,然而目前部分电网基建项目在上述领域还存在些许缺陷,由此将会对监控数据的高效整合造成影响。为此,未来需要做好统一化监控数据中心的构建,一方面实现多源信息数据的整合,另一方面确保多源信息数据的标准化处理,以此打破设备之间的信息壁垒。此外,数据中台可提供灵活的数据服务接口,支撑不同监控模块的协同联动,有效加强监控系统的协同效能,为全过程智能化管控打下坚实的基础。

3 结束语

尽管目前智能化监控技术在电网基建工程中取得了一定的应用成果,但仍存在诸多需要改进和完善的地方。后续应进一步加强对智能化监控技术的研究和创新,深化与新兴技术的融合,不断提升技术的性能和应用水平。与此同时,还应该高度重视技术落地的实用性与经济性原则,进一步加快监控方案的标准化与规模化应用,为电网基建工程的高质量发展提供更加坚实的技术支撑,并助力电力行业实现智能化转型和可持续发展。

参考文献:

- [1] 张志宇,陈国平,杜文瀚,等. 电网基建工程中全过程智能化监控技术研究[J]. 自动化应用,2025,66(S1):82-84.
- [2] 何传滨. 电网基建工程管理中视频监控技术运用[J]. 电力设备管理,2024(18):244-246.
- [3] 单姗. 电网小型基建项目全过程安全管控体系构建[J]. 电力安全技术,2022,24(06):8-11.
- [4] 张树凯. 视频监控技术在电网基建工程管理中的应用[J]. 江西建材,2021(10):372-373.
- [5] 吴小飞,谢志炜. 电网基建项目全过程智能化监控关键技术分析[J]. 长江信息通信,2021,34(09):102-104.
- [6] 刘江,宋丹,刘喆男,等. 电网监控技术在智能电力系统中的应用与发展趋势[C]//《中国招标》期刊有限公司. 新质生产力驱动第二产业发展与招标采购创新论坛论文集(一). 国网宁夏电力有限公司石嘴山供电公司,2025.