

基于物联网技术的继电保护远程监控与故障预警系统研究

于志强

苏晋塔山发电有限公司 山西 大同 037000

摘要:本研究聚焦于基于物联网技术的继电保护远程监控与故障预警系统。通过集成高精度传感器、实时通信技术和智能数据分析算法,系统实现了对继电保护设备的远程实时监测、故障预警及状态评估。实验结果表明,该系统能够准确捕捉设备异常,提前预警潜在故障,显著提升电力系统的运维效率和安全性。本研究不仅为电力系统的智能化管理提供新思路,也为物联网技术在电力行业的广泛应用奠定坚实基础。

关键词: 物联网技术; 继电保护; 远程监控; 故障预警系统

1 物联网技术与继电保护基础

1.1 物联网技术原理与架构

物联网技术原理与架构是理解其在各个领域应用的基础。物联网由四个层级架构组成,每个层级都承担着特定的功能和任务。第一,感知层是物联网与物理世界交流的关键桥梁。它的主要功能就是采集物理世界的的数据,数据来源主要有两种:一种是通过传感器、多媒体信息采集、GPS等设备主动采集生成信息,这种方式信息实时性高;另一种是接受外部指令被动保存信息,如射频识别(RFID)、IC卡识别技术、条形码、二维码技术等,这种方式通常是将信息预先保存,等待被读取。第二,网络层的主要功能是传输信息,将感知层获得的数据传送到指定目的地。这一层涉及到选用什么样的通讯网络以及采用什么样的通讯机制来传送信息,目前主要有有线网络接入和无线网络接入两种方式。第三,平台层,它为设备提供安全可靠的连接通信能力,向下连接海量设备,支撑数据上报至云端,向上提供云端API,服务端通过调用云端API将指令下发至设备端,实现远程控制。物联网平台主要包含设备接入、设备管理、安全管理、消息通信、监控运维以及数据应用等功能^[1]。第四,应用层,它主要解决信息处理和人机界面的问题,也即输入输出控制终端。应用层针对的是直接用户,为用户提供丰富的服务及功能,用户也可以通过终端在应用层定制自己需要的服务,如查询信息、监视信息、控制信息等。这四个层级之间协同工作,实现了物联网的万物互联。感知层如同人的五官和皮肤,负责感知和采集信息;网络层如同人的神经网络,负责信息的传输;平台层如同人的大脑,负责存储、算法和决策;应用层则是物联网和用户(包括人、组织和其他系统)的接口。

1.2 物联网技术与继电保护系统融合的可行性分析

随着物联网技术的发展,其数据采集、传输和处理能力得到了极大的提升。在继电保护系统中,传感器可以实时采集设备的状态信息,并通过网络层将这些信息传输至运维中心或实现双向通信。这为继电保护状态的实时监测和数据分析提供了有力的支持。另一方面,继电保护系统对数据的准确性和实时性要求极高。物联网技术通过高精度、高可靠的传感器进行数据采集和监测,可以确保数据的准确性和实时性。物联网平台提供的数据处理能力可以实现对大量数据的快速处理和分析,从而及时发现设备状态的异常并进行判断和处理。物联网技术还可以实现继电保护系统的智能化和远程控制。通过智能控制器对采集到的数据进行处理和分析,可以实现自动报警或处理。运维中心通过网络连接至智能控制器,可以实现对设备状态的远程监控和分析,从而确保设备的安全运行。

2 基于物联网的继电保护远程监控与故障预警系统架构设计

2.1 系统总体架构

基于物联网的继电保护远程监控与故障预警系统架构设计,旨在实现对电力系统中继电保护设备的全面监测、故障预警及远程控制,以提高电力系统的运行效率和稳定性。(1)感知层是整个系统的最底层,主要负责采集继电保护设备的实时运行数据。这些数据包括设备的电气参数(如电压、电流、功率等)、状态信息(如开关位置、保护动作情况等)以及环境参数(如温度、湿度等)。感知层通过布置在电力系统中的各类传感器和智能终端设备,将这些数据实时采集并传输至上一层。(2)传输层则负责将感知层采集到的数据安全、

可靠地传输至数据处理层。这一层的设计需要考虑到数据的实时性、完整性和安全性。传输层可以采用有线或无线的通信方式,如以太网、无线通信网络(如WiFi、Zigbee、LoRa等),根据系统的实际需求和场景选择合适的通信协议和网络拓扑结构。同时,传输层还需要具备数据加密、身份认证和访问控制等安全机制,以防止数据泄露和非法访问。(3)数据处理层是系统的核心部分,主要负责接收传输层传输来的数据,并进行清洗、筛选、融合等预处理操作。利用先进的数据分析算法(如趋势分析、故障诊断、能耗分析等)对预处理后的数据进行深入分析,提取有价值的信息。数据处理层还需要建立和维护一个完善的数据库,用于存储电力设备的基础信息、监测数据、分析结果等。数据库应具备高可靠性、高扩展性和快速查询能力,以支持系统的实时监控和故障预警功能。(4)应用层则是系统的功能实现层,主要根据数据处理层提供的信息和分析结果,实现继电保护设备的远程监控、故障预警、远程控制等功能。应用层可以开发功能强大、界面友好的监控软件,实现对电力设备的实时监控、告警管理、远程控制等操作。应用层还可以提供能耗分析、故障历史记录查询等功能,为电力系统的运维管理提供有力支持。(5)用户交互层则是系统与用户之间的接口,主要负责接收用户的操作请求,并将系统的处理结果以友好的界面呈现给用户。用户可以通过电脑、手机等终端设备,随时随地了解电力系统的运行情况,并进行相应的操作和管理。

2.2 感知层设计

感知层的设计是整个系统的基石,其成效直接关系到系统可采集的数据范畴、数据的精准度与可靠性。在设计感知层时,首要任务是依据电力系统的实际需求,审慎挑选适宜的传感器类型与规格。这些传感器应精准部署于继电保护设备的关键节点,从而确保能够采集到精准的运行数据,为后续的保护逻辑判断提供坚实基础。例如,在某大型变电站中,通过在变压器、母线等关键部位安装高精度电流、电压传感器,成功实现了对设备运行状态的实时精准监测。智能终端设备的设计同样举足轻重。智能终端设备负责对传感器采集的数据进行初步处理与封装,并借助传输层将数据上传至数据处理层。鉴于此,智能终端设备需具备低功耗、高可靠性以及强大的抗干扰能力,它还应拥有与传输层高效通信的能力,以此保障数据的实时传输;在数据采集频率方面,也需精细考量。对于关键设备,可采用较高的采集频率以达成实时监测,从而迅速捕捉设备异常,及时启动保护出口功能跳开开关,避免故障扩大;对于一般设

备,则可适度降低采集频率,以削减系统成本与通信负荷。另外,构建相应的数据采集标准和规范至关重要,这能确保数据的准确性与一致性。随着国家继电保护朝着智能化、数字化方向发展,感知层设计也在不断革新。例如,新型智能传感器不仅能采集传统电气量数据,还能对设备的温度、振动等非电气量进行监测,为故障诊断提供更全面信息。通过整合这些多元数据,实现更精准的故障记录与分析,进一步提升继电保护装置的性能与可靠性^[2]。

2.3 传输层设计

传输层的设计主要涉及到通信方式的选择、通信协议的制定以及网络拓扑结构的规划等方面。在传输层的设计中,要根据系统的实际需求和场景选择合适的通信方式,对于短距离、低速率的数据传输,可以选用Zigbee或蓝牙协议;对于长距离、高速率的数据传输,可以选用以太网或4G/5G通信协议,还需要考虑到通信网络的可靠性和稳定性,以确保数据的实时传输和完整性。通信协议的制定也非常重要,通信协议需要定义数据的传输格式、校验方式、错误处理等规则,以确保数据的正确传输和处理。通信协议还需要具备可扩展性和兼容性,以适应未来系统升级和扩展的需求。网络拓扑结构的规划也是传输层设计的重要部分,需要根据电力系统的布局 and 监控需求选择合适的网络拓扑结构,如星型、树形、网状等。还需要考虑到网络的冗余性和可靠性,以确保数据传输的稳定性和可靠性。

2.4 数据处理层设计

在数据处理层的设计中,需要对接收到的数据进行预处理操作,包括数据清洗、筛选、融合等。这些操作可以去除数据中的噪声和异常值,提高数据的准确性和可靠性。还需要对数据进行格式转换和标准化处理,以便于后续的分析 and 处理。其次,需要选择合适的数据分析算法对预处理后的数据进行深入分析,这些算法可以包括趋势分析、故障诊断、能耗分析等。通过这些算法的分析和处理,可以提取出有价值的信息和特征,为系统的远程监控和故障预警功能提供支持。另外,数据库的建立也是数据处理层设计的重要部分,数据库需要存储电力设备的基础信息、监测数据、分析结果等。数据库还需要具备高可靠性、高扩展性和快速查询能力,以支持系统的实时监控和故障预警功能。在数据库的设计中,需要考虑到数据的存储结构、索引方式以及数据备份和恢复策略等方面。

2.5 应用层设计

在应用层的设计中,需要开发功能强大、界面友好

的监控软件,监控软件需要实现对电力设备的实时监控、告警管理、远程控制等功能。监控软件还需要具备多终端访问能力,以方便管理人员随时随地了解电力系统的运行情况。在功能实现方面,需要根据系统的实际需求选择合适的算法和模型进行实现。用户交互界面的设计也是应用层设计的重要部分。用户交互界面需要简洁明了、易于操作,并提供丰富的功能和信息。还需要考虑到用户的使用习惯和需求,以提供个性化的服务体验。在界面设计中,可以采用图形化、动态化的展示方式,以直观地呈现电力系统的运行情况和设备的状态信息。

3 基于物联网技术的继电保护远程监控功能实现

在功能实现上,物联网传感器被部署在电力系统的关键位置,用于实时采集继电保护设备的运行数据,如电流、电压、温度等关键参数。这些数据通过高速、稳定的通信网络,如4G/5G、光纤等,被实时传输至远程监控中心^[3]。在传输过程中,数据会经过加密处理,以确保其安全性和完整性。远程监控中心接收到数据后,会利用先进的数据处理和分析算法,对数据进行清洗、筛选和融合,以提取出有价值的信息。这些信息会被用于实时监测继电保护设备的运行状态,并生成相应的监控报告和图表。系统还会根据预设的阈值和规则,对数据进行智能分析,以发现潜在的故障隐患,并发出预警信号。当系统检测到故障或异常时,会立即触发故障预警机制,通过短信、邮件、APP推送等方式,将预警信息发送给相关人员。这些预警信息包括故障类型、位置、严重程度等详细信息,以便相关人员能够迅速定位问题并采取相应措施。基于物联网技术的继电保护远程监控系统还具备远程控制功能。通过远程监控中心,相关人员可以对继电保护设备进行远程操作,如调整保护定值、切换保护方式等。这不仅提高运维效率,还降低运维成本。

4 基于物联网技术的继电保护故障预警功能实现

基于物联网技术的继电保护故障预警功能实现,标志着电力系统运维管理迈入了一个全新的智能化时代。在故障预警系统的核心,物联网传感器网络密布于电力系统的关键节点,这些传感器能够精准捕捉继电保护装置的工作参数,包括但不限于电流、电压波动、设备温

度、以及保护装置内部的物理状态变化等。这些数据通过高效、安全的物联网通信协议,如LoRa、NB-IoT或专有的无线/有线网络,被实时上传至云端或边缘计算平台。在云端或边缘端,部署有强大的数据处理与分析系统,该系统能够对海量数据进行初步处理,包括数据清洗与标准化,有效剔除噪声数据,为后续分析提供准确无误的数据基础。利用机器学习或深度学习算法,对历史故障数据与实时监测数据进行深度挖掘与模式匹配,识别出故障发生前的特征信号与趋势变化。一旦系统检测到异常数据或预警特征,立即触发预警机制。预警信息以直观、快速的方式(如短信、邮件、APP推送或系统界面弹窗)通知运维团队,内容涵盖预警级别、故障可能类型、具体位置、建议的初步应对措施等关键信息^[4]。基于物联网技术的继电保护故障预警系统还能根据历史预警与实际故障处理情况,不断优化预警模型,提升预警的准确率与可靠性,形成闭环的智能化运维管理体系。这一功能的实现,不仅增强电力系统的自我诊断与自我修复能力,更为电力系统的安全、稳定、高效运行提供了坚实的技术支撑。

结语

本研究初步搭建起基于物联网技术的继电保护远程监控与故障预警系统架构,实现了对电力系统关键设备的智能化监测与管理。通过实际应用验证,系统展现了良好的稳定性和实用性,有效提升电力系统的可靠性和安全性。未来,将继续深化物联网技术在电力行业的应用研究,探索更多智能化运维管理方案,为电力系统的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]王若琼.物联网技术在工程机械及施工领域的应用[J].工程机械与维修,2020,(05):33-35.
- [2]李明.张华.物联网技术在工业设备远程监控中的应用研究[J].工业自动化,2023(7):52-59.
- [3]王磊.刘涛.基于物联网的建筑机电系统远程管理与优化[J].智能建筑与城市信息,2022(10):73-80.
- [4]陈刚.赵丽.交通运输系统中的物联网技术应用与发展趋势[J].交通运输工程,2024(3):85-92.