

变电站电力集中监控系统构建与设计

Construction and Design of Substation Power Centralized Monitoring System

俞隆 于倩

Long Yu Qian Yu

国网山东省电力公司超高压公司 中国·山东 济南 250000

State Grid Shandong Electric Power Company Ultra High Voltage Company, Jinan, Shandong, 250000, China

摘要: 论文主要分析某公司电气系统进行智能化改造升级, 利用先进的网络通信、智能识别、监测技术, 建设以数字化为特征的无人值守变电站, 并将其与智能集中监控网络相结合, 实现电网实时视频展示、智能调节、在线监测以及互动决策等高级功能, 以达到高质量、长周期、安全稳定供电的目标。

Abstract: This paper mainly analyzes the intelligent transformation and upgrading of a certain company's electrical system. By utilizing advanced network communication, intelligent recognition, and monitoring technologies, an unmanned substation with digital characteristics is constructed, it is combined with an intelligent centralized monitoring network to achieve advanced functions such as real-time video display, intelligent regulation, online monitoring, and interactive decision-making in the power grid, in order to achieve the goal of high-quality, long-term, safe and stable power supply.

关键词: 变电站; 电力集中监控; 系统设计

Keywords: substation; centralized power monitoring; system design

DOI: 10.12346/peti.v5i4.8823

1 引言

某公司的变电站大多建于 20 世纪, 并且在同期投入运行。由于设备数字化程度有限, 仍然采用传统方式进行手动操作。这导致设备隐患的发现在特殊天气、夜间和敏感时段受到限制, 无法实现 24 小时实时监控设备运行状态。这一情况引发了一系列问题, 包括工作效率低、设备隐患未能及时发现以及应急处置反应迟缓等。近年来, 随着员工退休高峰的到来, 变电站人员数量逐渐减少, 导致用工总量与岗位人员之间存在严重矛盾, 尤其是日常巡检力量不足, 安全隐患问题日益突出, 需要探讨解决的办法。

2 项目背景

当前, 该公司正处于“数字化转型、智能化发展”的关键阶段。在这一背景下, 正在进行电力集中监控系统的建设, 以显著提升电气管理的数字化程度和变电所的智能化水平。智能化变电站通过全景数据采集, 实现运行信息的展示、远程浏览和数据查询功能。此外, 通过智能化设施如母线测温、

蓄电池在线监测、小电流接地选线、变压器在线监测等, 我们实现了变电站的自动控制、智能调节以及在线分析决策等智能化监控功能。同时, 通过移动端推送报警信息, 我们显著提高了应对电气事故的应急处理能力。另外, 视频智能识别报警功能也大幅提升了控制中心的远程监视能力, 为无人值守变电所提供了智能化技术支持。

3 总体设计

3.1 主站层

①主站层的设计应考虑系统的高可靠性。这包括采用冗余设计, 确保系统在硬件和软件层面都具备备份措施。这样, 即使出现部分故障, 系统依然能够保持正常运行。②主站层应具备自动切换和恢复功能, 以最大程度减少因故障而引起的停机时间。③主站层设计需要保证对变电站的数据采集和监视是实时的, 这意味着主站层必须具备高速数据传输和处理的能力, 以确保监控数据的及时性。采用实时数据库和数据缓存技术可以提高系统的实时性, 同时确保数据的一致性

【作者简介】俞隆 (1989-), 男, 满族, 中国山东济南人, 硕士, 工程师, 从事电气工程研究。

和准确性。④主站层应提供用户友好的界面,以便操作员能够方便地监控和管理变电站设备。可操作性原则也包括可视化监控和报警功能,以便操作员可以快速识别和响应问题。⑤主站层应支持远程操作和控制,以提高管理的便捷性。⑥主站层设计需要考虑网络安全性,在系统中,通信层和变电站采集层之间的数据传输必须进行加密和认证,以防止未经授权的访问和数据泄露。⑦主站层应具备防火墙和入侵检测系统,以保护系统免受网络攻击。⑧主站层设计应具备可扩展性,以适应未来的系统扩展需求。这包括支持新设备的集成、新增变电站的接入,以及系统功能的升级。可扩展性原理确保系统的长期可维护性和可升级性。⑨主站层应具备全面的报警和事件管理功能。这包括实时监测和记录系统事件,向操作员发送警报信息,以及支持事件分析和历史记录。这有助于快速识别并应对潜在问题,确保系统的稳定性和可用性^[1]。

3.2 通信层

①通信层的设计应首先考虑选择合适的通信协议。通信协议应能够满足系统的数据传输要求,包括数据速率、带宽、安全性等方面的需求。通常情况下,采用标准化的通信协议可以提高系统的互操作性。例如,使用TCP/IP协议来实现网络通信。②通信层的设计还需要选择适当的通信硬件设备,如路由器、交换机、光纤等。这些硬件设备应具备高性能和可靠性,以确保通信链路的稳定性。③通信硬件也需要支持多种通信协议和接口,以满足不同设备之间的通信需求。④需要考虑通信网络的拓扑结构。通信网络可以采用星型、环型、树状等不同的拓扑结构,具体选择取决于系统的需求和可用资源。通常情况下,星型拓扑结构较常见,因为它具有简单、可管理和容错性强的特点。⑤需要重视数据的安全性。通信数据应进行加密和认证,以防止未经授权的访问和数据泄露。⑥通信层应采用防火墙和入侵检测系统等安全措施,确保通信链路的安全性。⑦通信层的设计应合理管理带宽资源。系统应优化数据传输,确保关键数据具有优先级,并且能够适应网络流量的波动^[2]。

3.3 变电站采集层

变电站采集层的设计首先要考虑数据的采集,这包括从变电站设备(如变压器、开关设备、电流互感器、电压互感器等)获取实时数据,如电流、电压、温度、湿度等。数据采集需要遵循标准化的数据采集协议和接口,以确保数据的准确性和一致性。还需要选择合适的通信协议和接口,以与不同类型的设备进行通信。这可能包括Modbus、DNP3、IEC 61850等标准协议,以及串口、以太网、无线通信等不同的接口方式。设计时要确保采集层能够与变电站设备无缝集成。采集层需要具备数据处理和转发的能力。这包括数据解析、数据压缩、数据存储等功能。采集层应能够将采集到的数据进行预处理,确保数据的质量和完整性,并将数据传输到主站层进行进一步处理和存储。采集层设计应确保数据

的实时性和可靠性。数据采集应具备高速和低延迟的特性,以便及时传输数据到主站层。同时,采集层需要具备故障检测和恢复机制,以确保数据采集在出现故障时能够自动切换到备用通信路径。采集层设计需要考虑数据的安全性,通信和数据传输应进行加密和认证,以防止未经授权的访问和数据泄露^[3]。

3.4 现场电气设备

现场电气设备设计需要考虑选择合适的传感器和测量设备,用于获取电流、电压、温度、湿度等关键数据。这些设备应满足精度、可靠性和耐用性的要求,以确保数据的准确性和稳定性。为了与监控系统进行数据通信,现场电气设备需要配备通信设备,如工业以太网交换机、通信模块等。通信设备应具备高速、可靠的通信能力,以实现数据的及时传输。数据采集装置负责将传感器和测量设备采集到的数据进行处理和转发,通常包括数据采集卡、PLC(可编程逻辑控制器)等。数据采集装置应能够与不同类型的设备进行数据通信和协议转换。为了确保现场电气设备的稳定运行,需要提供适当的电源设备,如电源供应器和备用电池。这些设备应具备稳定的电源输出和自动切换功能,以应对电源故障。现场电气设备设计需要考虑安全设备,如过载保护、短路保护、接地保护等。这些设备有助于保护设备和人员的安全,防止电气故障引发事故。现场电气设备的接线和布线应按照标准和规范进行设计和安装。

4 技术特点

4.1 实现管理控制一体化

该系统具有能够集成来自不同设备和传感器的数据的能力,通过标准化的通信协议和接口,各种设备可以与监控系统无缝连接。这样,运营人员可以在一个统一的平台上查看来自不同设备的数据,实现数据的集中管理。提供实时监控功能,能够迅速检测到设备的异常状态或故障。一旦发现问题,系统将立即发出报警,并提供相关信息,以帮助操作员及时采取措施,这有助于降低故障损失并提高供电系统的可靠性。监控系统允许远程操作和控制变电站设备,这意味着运营人员可以通过远程访问系统来执行操作,如开关设备、调整参数等,这种功能提高了管理的便捷性和响应速度。监控系统不仅可以收集和显示数据,还可以进行数据分析,提供决策支持。通过数据分析算法,系统可以检测到潜在问题的趋势,并提供建议,以帮助运营人员采取预防措施,这有助于提前发现问题并降低设备维护成本。系统提供用户友好的可视化界面,使运营人员能够轻松理解和操作系统。可视化界面通常包括实时数据图表、设备状态指示灯、警报信息显示等功能,帮助操作员快速识别问题和执行操作。系统具备严格的安全性和权限控制机制。只有经过授权的用户才能访问系统,并且他们的权限受到限制,以确保系统数据的保密性和完整性,这是防止未经授权的访问和数据泄露的重要

保障。监控系统设计具备灵活性，可以根据变电站的需求进行定制。此外，系统应具备可扩展性，以便将来能够轻松集成新设备和功能，这有助于满足不断变化的运营需求。

4.2 集中管理、分散控制将风险分散，确保系统的可靠性

采用集中管理意味着系统将所有采集到的数据集中存储在一个中央数据库或服务器上，这样的设计有助于确保数据的一致性和完整性，减少数据冗余，并提高数据的可维护性。通过一个统一的用户界面，运营人员可以方便地访问和管理所有变电站设备的数据和操作，这简化了系统的使用和维护，提高了管理效率。集中管理允许运营人员在一个位置进行全局监控和数据分析，他们可以比较不同变电站之间的性能，检测趋势和异常，以及执行一致的策略。系统可以集中管理报警和事件，确保运营人员及时获得关于问题的通知，这降低了漏报和误报的风险，有助于快速应对潜在的危机情况。分散控制意味着每个变电站设备都具备一定程度的局部智能，这些设备可以自主执行基本的控制和保护功能，无需依赖中央控制，这提高了系统的反应速度和容错性。将决策和操作分散到不同的设备上，减少了单点故障对整个系统的影响，即使某个设备或通信链路发生故障，其他设备仍然可以继续正常运行。将系统分成多个局部控制区域，每个区域有自己的控制和监控设备，可以减少故障扩散的风险，提高了系统的可恢复性。分散控制使得系统更容易扩展，可以逐步增加新的变电站设备而无需对整个系统进行大规模的修改。

5 通信设计

5.1 主要硬件设备说明

远动终端单元(RTU)：RTU是通信系统的核心硬件之一。它位于变电站内部，负责与各种电力设备和传感器通信，并采集实时数据，如电流、电压、温度等。RTU通常具有多种通信接口，以与不同类型的设备进行通信，同时还能够执行基本的本地控制和保护功能。

通信网关：通信网关是将变电站内部的数据与外部监控中心或主站层连接的关键设备。它负责将数据打包、加密并通过通信网络传输。通信网关通常支持多种通信协议，如Modbus、DNP3、IEC 61850等，以满足不同监控中心的需求。

数据采集卡：数据采集卡是用于接收和处理各种传感器和设备发送的模拟和数字信号的硬件设备。这些卡通常插入到RTU中，并提供了与变电站设备的连接。数据采集卡具有高精度、高采样率和多通道的特点，以确保数据的准确性和完整性。

工业以太网交换机：工业以太网交换机用于在变电站内部建立高速、可靠的局域网(LAN)。它们支持工业以太网协议，如IEEE 802.3和IEEE 802.1Q，以满足实时数据传输的需求。交换机还提供了网络隔离、冗余和安全功能，确

保通信网络的稳定性。

通信模块：通信模块通常是插入RTU或其他设备中的可选硬件组件，用于实现无线通信。这些模块可以包括无线局域网(Wi-Fi)、蜂窝网络(3G、4G、5G)、射频通信等，以提供远程通信能力。通信模块的选择取决于变电站的位置和环境。

服务器和存储设备：在监控中心或主站层，需要服务器和存储设备来处理 and 存储采集到的数据。这些设备通常具备高性能、高可用性和冗余功能，以确保数据的安全和可靠性。此外，存储设备应具备足够的容量，以存储历史数据和事件记录。

5.2 通信及集中显示构架

在通信设计中，需要选择适当的通信协议，以确保不同设备和系统之间可以有效通信。通常使用的通信协议包括Modbus、DNP3、IEC 61850等，具体选择取决于变电站设备的类型和厂商。设计通信网络架构，包括局域网(LAN)、广域网(WAN)和互联网等，以支持数据传输和远程监控。应确保网络的带宽和稳定性，以满足实时数据传输的需求。通信设计应考虑数据的安全性。采用加密技术来保护数据的传输，同时使用防火墙和入侵检测系统等安全措施来防止未经授权访问和数据泄露。根据变电站的位置和要求，选择适当的通信模块，如有线通信、无线通信、蜂窝网络等，以确保可靠的数据传输。实现远程访问和控制功能，允许运营人员从远程位置监控和管理变电站设备。这通常需要虚拟专用网络(VPN)或其他安全远程访问技术。将所有采集到的数据集中存储在中央数据库或服务器中，以确保数据的一致性和完整性，这有助于实现全局视图和数据的集中管理。设计数据分析算法，以检测问题的趋势并提供决策支持。通过统一界面，运营人员可以执行数据分析，并采取预防措施，提前发现问题。确保系统具备严格的安全性和权限控制机制，只有经过授权的用户才能访问系统，并且他们的权限受到限制，以确保数据的保密性和完整性。

6 结语

变电站电力集中监控系统的构建与设计是为了确保电力供应系统的稳定性、可靠性和安全性而不可或缺的一部分。在整个设计过程中，我们不仅要考虑到现有电力设备的集成和升级，还要引入先进的通信、数据分析和智能控制技术，以满足不断变化的电力需求和管理挑战。

参考文献

- [1] 周小祥. 电气自动化工程控制系统的现状及其发展趋势[J]. 信息记录材料, 2022, 23(9): 72-74.
- [2] 杨晓妍. 人工智能技术在电气自动化控制中的应用思路分析[J]. 华东科技, 2022(7): 140-142.
- [3] 杨国印. 电气工程自动化中的仪表测控技术分析[J]. 电子测试, 2022, 36(9): 100-102.