

# 电气电力设备的通信控制技术应用

何赵洲

浙江康达建设有限公司 浙江 杭州 311232

**摘要：**电气电力设备通信控制技术是电力系统智能化的关键。它应用于变电站自动化、电网调度、分布式能源接入及电力设备状态监测等多个领域，提高了电力系统的运行效率和可靠性。通过优化通信网络架构、提升通信协议兼容性、强化设备抗干扰能力及完善通信安全防护体系等对策，进一步保障了电力系统的稳定运行。该技术对推动电力行业数字化转型具有重要意义。

**关键词：**电气电力设备；通信控制技术；应用

## 引言

随着电力系统的不断发展，电气电力设备的通信控制技术日益成为研究热点。该技术通过实现设备间的信息交互与数据共享，为电力系统的自动化、智能化提供了有力支撑。本文将从电气电力设备通信控制技术概述出发，探讨其在变电站自动化、电网调度、分布式能源接入及电力设备状态监测中的具体应用，并提出相应的技术对策，以期为电力行业的持续发展提供参考。

### 1 电气电力设备通信控制技术概述

电气电力设备通信控制技术是电气工程领域中的一项关键技术，它集成了计算机、电力电子、网络通信、模拟仿真等多种技术，旨在实现电气系统的高效、有序、平稳、自动化运行。该技术通过在电气系统的核心地带及各关键部位设置具有监测、调控功能的电子仪器或传感设备，能够实时监测系统状态、收集有效数据信息，并通过网络将其传输到中央计算机进行处理和反馈，从而实现对电气设备运行状态的控制。电气电力设备通信控制技术的应用极为广泛，尤其在电力、钢铁、环保等工业领域发挥着不可替代的作用。在电力系统中，它支持发电、配电、用电及传输等多个环节的正常运行，通过引入双向通信系统和智能电表等设备，用户能够随时查询用电情况，企业也能及时了解用户用电情况，有效避免窃电行为，提升电力企业的用电管理水平。电气电力设备通信控制技术还具备全天候监控、操作简便、调控精准、确保人身安全等优势。随着现代科技的不断发展，该技术正朝着更加智能化、网络化的方向迈进，为电气工程领域的自动化、智能化转型提供了有力支撑。例如，电力线通信（PLC）技术作为一种利用现有电力线进行数据传输的通信方式，正逐步应用于户内联网、户外接入及中压PLC等场景，进一步拓展了电气电力设备通信控制技术的应用范围。

## 2 电气电力设备通信控制技术的实际应用

### 2.1 变电站自动化系统中的应用

在变电站自动化系统里，通信控制技术起着极为关键的作用。变电站中的各类设备，诸如变压器、断路器、互感器等，需要相互协同工作，以保障电力的稳定供应与高效传输。通信控制技术构建起了这些设备间的信息交互桥梁，它能够实时采集设备的运行数据，像是电压、电流、功率等参数，并将这些数据迅速准确地传输至监控中心。通过先进的通信协议，如IEC61850标准，实现了不同厂家设备之间的无缝通信与互操作性，这意味着即便来自不同供应商的设备，也能在统一的通信架构下顺畅交换信息。借助通信控制技术，变电站的自动化操作得以实现，例如，远程控制断路器的分合闸，依据实时监测数据自动调整变压器的分接头，从而优化电压水平。这种自动化操作不仅提高了变电站运行的可靠性，还极大地减少了人工干预，降低了运维成本。通信控制技术还能对变电站内的故障进行快速诊断与定位，当设备出现异常时，相关信息会迅速通过通信网络反馈至监控系统，系统依据预设的算法对故障进行分析，精准判断故障类型与位置，为维修人员快速排除故障提供有力支持，有效缩短停电时间，提升供电可靠性<sup>[1]</sup>。

### 2.2 电网调度中的应用

电网调度是保障电力系统安全、稳定、经济运行的核心环节，通信控制技术在此扮演着不可或缺的角色。在庞大复杂的电网中，包含众多发电厂、变电站以及输电线路，电网调度需要对这些分散的电力资源进行统一协调与管理。通信控制技术使调度中心能够实时获取全网的电力运行信息，涵盖发电机的出力、负荷的实时变化、电网的潮流分布等关键数据。借助高速、可靠的通信网络，如光纤通信网络，这些信息能够以极低的延迟传输至调度中心，基于这些实时数据，调度人员运用先

进的调度软件和算法,对电网的运行状态进行精确分析与预测。通信控制技术支持调度中心对电网进行优化调度,例如,根据不同时段的电力需求,合理安排发电厂的发电计划,协调各区域电网间的电力传输,以实现电力资源的高效配置。在电网发生故障时,通信控制技术能够迅速将故障信息传递至调度中心,调度人员依据这些信息及时采取有效的控制措施,如切除故障线路、调整电网运行方式等,防止故障的扩大,保障电网的安全稳定运行。通信控制技术还为电网的智能化发展奠定基础,使得电网能够更好地适应分布式能源的接入以及电动汽车等新型负荷的增长,提升电网的整体运行效率与灵活性。

### 2.3 分布式能源接入中的应用

随着分布式能源的快速发展,如太阳能光伏电站、风力发电场等,通信控制技术对于其顺利接入电网至关重要,分布式能源具有分布广泛、出力特性复杂等特点,与传统集中式发电存在显著差异。通信控制技术能够实现分布式能源发电单元与电网之间的信息交互,通过通信网络,分布式能源发电单元将自身的发电功率、运行状态等信息实时传输至电网的监控与管理系统,电网也能向分布式能源发电单元发送控制指令,如调整发电功率、启停设备等。在分布式能源接入电网时,通信控制技术有助于解决电能质量问题,分布式能源发电的波动性和间歇性可能会对电网电压、频率等电能质量指标产生影响。通过通信控制技术,实时监测分布式能源接入点的电能质量参数,并根据监测结果采取相应的控制措施,如调节无功补偿装置、优化发电单元的控制策略等,以保障电网的电能质量符合标准要求。通信控制技术还能实现分布式能源的集群控制与协同运行,将多个分布式能源发电单元组成集群,通过通信网络进行统一管理,实现集群内发电单元之间的相互配合,提高分布式能源的利用效率与可靠性。在分布式能源参与电网的需求响应等辅助服务时,通信控制技术确保了信息的及时准确传递,使得分布式能源能够更好地响应电网的调控需求<sup>[2]</sup>。

### 2.4 电力设备状态监测中的应用

电力设备的可靠运行是保障电力系统安全稳定的基础,通信控制技术在电力设备状态监测方面发挥着重要作用。对于各类电力设备,如变压器、高压断路器、输电线路等,通过安装传感器采集设备的运行参数,如温度、振动、局部放电等信息。通信控制技术负责将这些传感器采集到的数据高效传输至监测中心,采用无线通信技术,如4G、5G通信网络,或者有线通信技术,如以

以太网,能够实现数据的快速、稳定传输。在监测中心,运用数据分析与处理技术对传输过来的数据进行深入挖掘与分析,通过建立设备的运行状态模型,结合历史数据和实时监测数据,判断设备是否处于正常运行状态。当发现设备出现异常迹象时,通信控制技术及时将预警信息发送给运维人员,例如,当变压器的油温超过正常阈值或者出现异常的局部放电现象时,监测系统通过通信网络迅速向运维人员的终端设备发送报警信息。运维人员根据这些信息,及时安排设备的检修与维护工作,避免设备故障的发生。通信控制技术还支持远程监测与诊断功能,即便运维人员身处异地,也能通过通信网络实时查看电力设备的运行状态数据,进行远程故障诊断,提高运维工作的效率与及时性。

## 3 电气电力设备通信控制技术的对策

### 3.1 优化通信网络架构

(1)对于电气电力设备通信网络而言,需合理规划拓扑结构,可采用分层分布式架构,将整个网络划分为不同层次,如核心层、汇聚层与接入层。核心层负责高速数据交换,汇聚层整合各区域数据,接入层连接众多电力设备。这种架构能有效提升数据传输效率,减少传输延迟,使设备间通信更为流畅,例如在大型变电站中,分层分布式架构可将不同电压等级设备的数据有序传输,避免数据拥堵。(2)增加网络冗余设计十分关键。设置冗余链路及设备,当某一链路或设备出现故障时,能迅速切换至备用路径,保障通信不间断。可运用环形拓扑结构作为冗余链路的基础,在环路上各节点设置智能切换装置,一旦检测到链路故障,能在极短时间内自动切换,确保电力设备控制指令与数据传输不受影响,提升整个通信网络的可靠性。(3)不断升级网络带宽。随着电力系统智能化发展,数据量呈爆发式增长,传统带宽难以满足需求。引入高速光纤通信技术,提升网络传输速率,使大量实时监测数据、设备状态信息等能快速传输。例如,在智能电网中,海量的用户用电数据与电网运行数据需及时传输分析,高带宽网络能有力支撑这些数据的高效处理,为电力系统稳定运行提供保障。

### 3.2 提升通信协议兼容性

(1)深入分析现有通信协议。对电力行业常用的如IEC61850、Modbus等协议进行研究,了解其特点、适用范围与局限性。IEC61850适用于变电站自动化系统,具备良好的互操作性与面向对象建模能力;Modbus则在工业控制领域广泛应用,简单易用。掌握这些协议特性,有助于后续兼容性优化工作的开展。(2)开发协议转换网关。针对不同协议设备间通信障碍,设计协议转换网

关。该网关能将一种协议数据转换为另一种协议格式,实现不同协议设备互联互通。例如,可将采用Modbus协议的电力仪表数据转换为IEC61850协议格式,以便与变电站自动化系统通信,打破设备间通信壁垒,促进整个电力系统通信融合。(3)推动通信协议标准化是当前行业发展的重要方向。行业内各方应加强合作,共同努力,统一部分关键通信协议标准。在保证各设备功能实现的前提下,优化协议设计,减少差异,以促进设备间的互联互通。例如,可以制定统一的设备状态监测数据传输协议标准,确保无论何种品牌设备,其监测数据都能按统一格式进行传输,这将大大降低系统集成难度,显著提升通信效率与稳定性<sup>[1]</sup>。

### 3.3 强化设备抗干扰能力

(1)从硬件设计角度出发,优化电路布局是至关重要的。合理布置电路板上的元器件,通过精心规划,缩短信号传输线的长度,有效减少信号在传输过程中的干扰路径。为实现这一目标,可以采用多层电路板设计,通过合理的地层与电源层布局,形成有效的屏蔽,降低电磁干扰对电路性能的影响。例如,在电力设备控制板设计中,应特别注意将敏感元件与干扰源元件分开布局,确保电路稳定、可靠地运行。(2)采用屏蔽技术。对电力设备通信线路与外壳进行屏蔽处理。通信线路使用屏蔽线缆,其金属屏蔽层能有效阻挡外界电磁干扰进入线路。设备外壳采用金属材质,良好接地,形成法拉第笼效应,屏蔽外界干扰信号,同时防止设备自身产生的电磁干扰对外传播,提升设备运行可靠性。(3)增加滤波电路。在电力设备电源输入端与信号输入端设置滤波电路,滤除电源杂波与外界干扰信号。采用LC滤波电路、 $\pi$ 型滤波电路等,根据不同干扰频率特性选择合适滤波参数。例如,在电源输入端安装LC滤波电路,可有效滤除市电中的高频干扰,为设备提供稳定电源,确保设备在复杂电磁环境下正常工作。

### 3.4 完善通信安全防护体系

(1)运用加密技术保障数据传输安全。对电力设备

通信数据进行加密处理,如采用AES加密算法。在发送端将数据加密后传输,接收端通过密钥解密,防止数据在传输过程中被窃取或篡改。例如,电力调度指令数据加密传输,确保指令准确无误传达,避免因数据泄露或篡改导致电力系统运行事故。(2)构建入侵检测系统。实时监测通信网络流量,通过分析流量特征、行为模式等,及时发现异常流量与攻击行为。一旦检测到入侵行为,系统立即发出警报并采取相应措施,如阻断异常连接。例如,当检测到大量异常IP地址对电力设备通信端口进行扫描时,入侵检测系统能迅速识别并阻断,保护电力系统通信安全。

(3)定期进行安全漏洞扫描与修复。对电力设备通信系统软件与硬件进行安全漏洞扫描,利用专业扫描工具检测潜在安全隐患。发现漏洞后,及时更新设备固件、软件补丁等进行修复。例如,定期对变电站自动化系统进行漏洞扫描,及时修复因软件漏洞可能引发的安全风险,保障电力设备通信系统安全稳定运行<sup>[4]</sup>。

### 结语

综上所述,电气电力设备的通信控制技术作为电力系统的核心支撑,其应用广泛且意义深远。通过不断优化通信网络架构、提升通信协议兼容性、强化设备抗干扰能力及完善通信安全防护体系,我们可以进一步提升电力系统的运行效率和安全性。未来,随着技术的不断进步和创新,电气电力设备通信控制技术将为电力行业的智能化发展注入新的活力,推动电力行业迈向更高水平。

### 参考文献

- [1]应有成.电气电力设备的智能通信控制技术应用研究[J].信息记录材料,2023,24(6):191-193.
- [2]龚晟.电气电力设备的智能通信控制技术应用研究[J].中国宽带,2023,19(12):64-66.
- [3]李国鹏.电气设备的智能通信控制技术应用研究[J].包装世界,2023(12):103-105.
- [4]郑善哲.基于智能通信控制技术的电气电力设备研究[J].防爆电机,2024,59(6):94-98.