

电气自动化技术在智能配电网建设中的应用

温永强

中国二冶集团有限公司 内蒙古 包头 014010

摘要: 随着科技的飞速发展,智能配电网建设已成为电力行业发展的重要方向。电气自动化技术作为现代科技的重要组成部分,在智能配电网建设中发挥着关键作用。本文详细阐述了电气自动化技术的概念与特点,深入探讨其在智能配电网建设中的多方面应用,包括数据采集与监控系统、故障诊断与处理、电能质量优化、分布式能源接入以及智能变电站建设等,并分析了该技术应用对智能配电网建设在运行效率、可靠性、运维成本和智能化发展等方面产生的影响,旨在为推动智能配电网建设的进一步发展提供理论支持。

关键词: 配电自动化技术;智能配电网;建设;应用

引言

智能配电网作为电力系统的重要环节,对于提高电力供应的可靠性、稳定性和高效性具有重要意义。在智能配电网建设过程中,电气自动化技术的广泛应用成为实现其智能化、高效化运行的核心支撑。电气自动化技术融合了现代电子技术、计算机技术、自动控制技术等多领域前沿科技,能够对电气设备和系统进行全面自动监测、精准控制、有效保护和合理优化。其在智能配电网中的深入应用,不仅改变了传统配电网的运行模式,更为电力行业的可持续发展注入了新的活力。因此,深入研究电气自动化技术在智能配电网建设中的应用具有极高的现实价值。

1 电气自动化技术概述

1.1 电气自动化技术的概念

电气自动化技术是综合运用现代电子技术、计算机技术、自动控制技术等多种先进技术,旨在对电气设备和系统实施自动监测、控制、保护以及优化的专业技术。其工作原理基于对电气信号的采集、精准处理以及高效传输,以此达成对电气设备的远程操控与自动化运作,进而显著提升电气系统的运行效率与可靠性。在实际应用中,该技术广泛渗透于工业生产、电力系统、交通运输等众多关键领域,已然成为推动现代工业进步和社会发展的基础性技术之一。

1.2 电气自动化技术的特点

1.2.1 高效性

电气自动化技术凭借其对电气设备快速且精准的控制能力,极大地提升了生产和工作效率。借助自动化控制系统,能够对电气设备的运行参数展开实时监测与动态调整,确保设备始终维持在最佳运行状态,有效减少了人为操作所需的时间以及可能产生的误差。

1.2.2 精准性

依托先进的传感器和精密的控制算法,电气自动化技术能够对电气信号进行精确采集与深度处理,从而实现对电气设备的精准操控。在智能配电网的实际运行中,该技术可精确监测电力系统的电压、电流、功率等关键参数,及时察觉并妥善处理各类异常状况,有力保障了电力供应的稳定性与可靠性。

1.2.3 智能化

电气自动化技术融合了人工智能、机器学习等前沿技术,赋予电气设备和系统一定程度的智能决策能力。通过对海量运行数据的深入分析与学习,自动化系统能够对设备故障进行前瞻性预测,并提前采取针对性措施予以预防和维护,显著提升了系统的智能化水平与自我修复能力。

1.2.4 远程控制与监测

借助通信技术的支持,电气自动化技术能够实现对电气设备的远程控制与实时监测。操作人员可在远离设备的控制中心,通过网络便捷地对设备进行实时监控与操作,及时、全面地掌握设备的运行状态,极大提高了设备管理的便捷性与灵活性。

2 电气自动化技术在智能配电网建设中的应用

2.1 数据采集与监控系统

2.1.1 数据采集

在智能配电网复杂的运行体系中,电气自动化技术依托各类高精度传感器对电力系统的运行数据实施实时不间断采集^[1]。这些传感器包含电压传感器、电流传感器、功率传感器等多种类型,能够对电力系统中的电压、电流、功率、频率等关键参数进行精确测量。采集所得的数据通过通信网络有序传输至数据采集终端,随后由数据采集终端将数据高效上传至监控中心。经由对

这些实时数据的全面采集与深度分析,能够对智能配电网的运行状态形成全面、准确的认知,为后续开展精准控制与科学决策提供坚实的数据基础,确保电力系统的稳定、高效运行。

2.1.2 监控与控制

基于前期采集到的详实数据,数据采集与监控系统实现了对智能配电网的实时动态监控以及远程精准控制。监控中心的操作人员可通过SCADA系统配备的人机界面,直观、清晰地查看配电网中各个设备的实时运行状态,诸如开关的分合闸状态、变压器的负载情况等关键信息。一旦发现设备运行出现异常状况或者电力系统发生故障,操作人员能够迅速通过SCADA系统远程下达精准控制指令,对设备实施精准操作,例如遥控开关的分合闸动作、灵活调整变压器的分接头位置等,及时、有效地处理故障问题,全力保障配电网的正常稳定运行,确保电力供应的持续性和可靠性。

2.2 故障诊断与处理

2.2.1 故障检测

电气自动化技术运用先进的故障检测算法以及深度数据分析技术,针对智能配电网中的故障能够实现快速、精准检测。通过对电力系统运行数据的实时持续监测与深度挖掘分析,一旦系统出现异常波动,自动化系统能够在极短时间内迅速判定故障的类型、精准定位故障发生位置以及准确评估故障的严重程度。以暂态量保护原理的应用为例,通过对电力系统故障瞬间产生的暂态电流、电压信号进行深度剖析,能够快速、准确地锁定故障线路,为后续高效开展故障处理工作提供关键依据,极大地缩短了故障排查时间,提高了故障处理效率。

2.2.2 故障诊断

在成功检测到故障之后,电气自动化技术借助构建科学合理的故障诊断模型,对故障产生的深层次原因展开深入细致分析。故障诊断模型可基于专家系统、神经网络、模糊逻辑等多种先进技术构建而成^[2]。这些模型通过对海量历史故障数据以及丰富运行数据的深度学习与分析,能够依据当前故障所呈现的特征准确推断出故障产生的根源。以基于神经网络的故障诊断模型为例,通过对大量故障样本进行系统训练,使其具备对不同类型故障的精准识别能力,当系统实际发生故障时,该模型能够迅速、准确地诊断出故障原因,为制定科学有效的故障处理方案提供有力支撑,提高了故障诊断的准确性和可靠性。

2.2.3 故障处理

依据故障诊断所获取的准确结果,电气自动化技术

自动触发相应的故障处理措施。对于一些相对简单的故障,自动化系统能够通过远程控制设备实现自动修复操作,例如自动重合闸操作,当检测到线路因瞬时性故障发生跳闸后,自动化系统能够迅速自动控制开关执行重合闸动作,及时恢复电力供应。而对于较为复杂的故障,自动化系统则会立即向运维人员发送详细的报警信息,并同步提供全面、详实的故障报告,为运维人员开展故障排查与修复工作提供精准指导,确保故障能够得到及时、妥善处理,最大程度降低故障对电力系统运行的影响。

2.3 电能质量优化

2.3.1 电压调节

在智能配电网实际运行过程中,由于负荷的动态变化以及分布式能源的接入,电压波动问题较为常见。电气自动化技术通过在配电网中合理部署电压调节设备,如有载调压变压器、静止无功补偿器、动态电压恢复器等,实现对电压的实时精准监测与动态调节。这些设备依据电气自动化系统采集到的电压数据,自动、精准地调整变压器的分接头位置或者灵活投入/切除无功补偿装置,以此维持配电网电压的稳定运行,确保电能质量严格符合相关标准要求,为各类电力用户提供稳定、可靠的电力供应,保障电力设备的正常运行。

2.3.2 谐波治理

随着电力电子设备在智能配电网中的广泛应用,谐波污染问题日益凸显。电气自动化技术通过采用谐波检测装置,对配电网中的谐波含量进行实时监测。当检测到谐波超标时,自动化系统立即启动谐波治理设备,如有源电力滤波器(APF),对谐波进行补偿与消除。APF通过实时检测电网中的谐波电流,生成与之大小相等、方向相反的补偿电流,并注入电网中,从而有效抵消谐波电流,显著改善电能质量。

2.4 分布式能源接入

2.4.1 功率预测与控制

分布式能源如太阳能、风能等具有明显的间歇性和波动性特点,其接入智能配电网会给电力系统的稳定运行带来诸多挑战。电气自动化技术通过构建分布式能源功率预测模型,对分布式能源的发电功率进行实时预测。功率预测模型可基于历史数据、气象数据等多源信息,运用时间序列分析、神经网络等算法构建而成。依据功率预测结果,电气自动化系统对分布式能源的发电功率进行优化控制,通过调节分布式能源发电设备的运行参数,使其发电功率尽可能保持平稳,有效降低对配电网的冲击影响。

2.4.2 孤岛检测与保护

当智能配电网发生故障或停电时,为确保人员安全和设备正常运行,需要及时准确地检测分布式能源是否进入孤岛运行状态,并采取相应的保护措施。电气自动化技术通过采用多种孤岛检测方法,如主动式孤岛检测法和被动式孤岛检测法,对分布式能源的孤岛运行状态进行实时监测^[3]。一旦检测到孤岛运行情况,自动化系统立即启动保护装置,迅速将分布式能源与配电网断开,避免孤岛运行带来的安全隐患。

2.5 智能变电站建设

2.5.1 设备智能化

电气自动化技术在智能变电站建设中的应用,实现了变电站设备的智能化升级。智能变电站中的变压器、断路器、隔离开关等关键设备均配备了智能终端,这些智能终端通过传感器对设备的运行状态进行实时监测,例如变压器的油温、绕组温度、油位等参数,断路器的分合闸状态、触头磨损情况等信息。监测数据通过通信网络传输至变电站自动化系统,实现对设备的智能化管理与精准控制。

2.5.2 自动化系统集成

智能变电站采用高度集成的自动化系统,将变电站的保护、监控、测量、计量等多种功能集成于一个统一的平台之上。电气自动化技术通过标准化的通信接口和协议,实现了不同厂家设备之间的互联互通与信息共享。自动化系统能够根据变电站的实时运行状态,自动进行控制决策,例如自动完成倒闸操作、故障隔离等关键任务,显著提高了变电站的运行效率与可靠性。

3 电气自动化技术应用对智能配电网建设的影响

3.1 提高配电网运行效率

电气自动化技术的应用促使智能配电网实现自动化运行与控制,大幅减少了人工干预,有力提高了配电网的运行效率。通过实时监测与优化控制手段,配电网能够依据负荷变化自动调整运行方式,有效降低线路损耗,提升电力设备的利用率。例如,通过对有载调压变压器和无功补偿装置的自动控制,能够优化配电网的电压分布,减少无功功率的传输,进而降低线路损耗,全面提高配电网的运行效率。

3.2 增强配电网可靠性

故障诊断与处理、电能质量优化等电气自动化技术在智能配电网中的应用,显著增强了配电网的可靠性。快速精准的故障检测与诊断能力,能够及时发现并处理配电网中的各类故障,有效减少停电时间和停电范围。电能质量的优化措施保证了电力设备的正常稳定运行,

降低了因电能质量问题导致的设备损坏和故障发生概率。此外,分布式能源接入的有效管理与控制,提高了配电网的供电能力和可靠性,当主电网出现故障时,分布式能源可作为备用电源继续为部分重要负荷供电。

3.3 降低运维成本

电气自动化技术的应用实现了对智能配电网的远程监测与控制,极大减少了运维人员的现场巡检工作量。通过故障预测和诊断技术,能够提前发现设备潜在故障,有针对性地开展设备维护和检修工作,避免了设备突发故障带来的损失,有效降低了运维成本。同时,自动化系统的高效运行和优化控制,减少了电力设备的损耗,延长了设备使用寿命,进一步降低了运维成本。

3.4 促进智能配电网的智能化发展

电气自动化技术融合了人工智能、大数据、云计算等先进技术,为智能配电网的智能化发展提供了强大的技术支撑^[4]。通过对海量运行数据的分析与挖掘,智能配电网能够实现对电力系统运行状态的精准预测和智能决策,例如根据负荷预测结果优化电网调度计划,依据设备健康状态制定合理的维护策略等。此外,电气自动化技术还推动了智能配电网与其他智能系统的融合发展,如与智能家居系统、智能交通系统等互动协作,有力提高了整个社会的智能化水平。

结束语

综上所述,电气自动化技术在智能配电网建设中具有不可或缺的重要地位。其高效性、精准性、智能化以及远程控制与监测等特点,使其在智能配电网的数据采集与监控、故障诊断与处理、电能质量优化、分布式能源接入以及智能变电站建设等多个关键领域发挥着关键作用。电气自动化技术的广泛应用,不仅显著提高了智能配电网的运行效率、增强了可靠性、降低了运维成本,更为智能配电网的智能化发展注入了强大动力。随着科技的不断进步,电气自动化技术将持续创新发展,在智能配电网建设中发挥更为重要的作用,推动电力行业朝着更加高效、智能、可靠的方向蓬勃发展。

参考文献

- [1]张嘉诚.电气自动化技术在智能配电网建设中的应用[J].电气技术与经济,2025(3):118-120,127.
- [2]陈新华.电气自动化技术在供配电系统中的应用[J].今日自动化,2023(6):81-83.
- [3]许宪松.智能无功补偿技术在电气自动化中的应用[J].建筑工程技术与设计,2020(30):2981.
- [4]郭广辉.智能配电网建设中配电自动化技术运用分析[J].电力设备管理,2024(3):41-43.