

智能电力技术在智能配电系统设计中运用

张孟雷

国网宁波市鄞州区供电公司, 浙江 宁波 315000

[摘要]伴随电力系统朝着智能化以及分布式方向不断发展,传统配电系统已经很难契合复杂负荷与多元能源接入方面的需求了。智能电力技术借助监测、通信、控制以及数据分析等手段,达成对配电系统的实时感知、自动调控以及故障自愈等效果。在系统设计环节当中,它一方面提升了运行的可靠性与灵活性,另一方面还对分布式能源接入、储能调节以及需求侧管理予以支持。这篇文章剖析了智能电力技术所具备的特点,同时也探讨了其在智能配电系统设计当中的具体应用情况,从而为系统的优化以及安全运行给予了一定的技术方面的参考。

[关键词]智能电力技术;智能配电系统;系统设计;技术运用

DOI: 10.33142/hst.v8i12.18445

中图分类号: TM992

文献标识码: A

Application of Intelligent Power Technology in the Design of Intelligent Distribution Systems

ZHANG Menglei

State Grid Ningbo Yinzhou District Power Supply Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: With the continuous development of intelligent and distributed power systems, traditional distribution systems are no longer able to meet the needs of complex loads and diversified energy access. Intelligent power technology achieves real-time perception, automatic regulation, and fault self-healing of distribution systems through monitoring, communication, control, and data analysis. In the system design phase, it not only improves the reliability and flexibility of operation, but also supports distributed energy access, energy storage regulation, and demand side management. This article analyzes the characteristics of intelligent power technology and explores its specific application in the design of intelligent distribution systems, providing technical references for system optimization and safe operation.

Keywords: intelligent power technology; intelligent power distribution system; system design; technology application

引言

随着电力系统朝着高效、清洁以及智能化的方向不断发展,传统配电系统已然面临着诸多挑战,像是电力需求呈现出快速增长的态势,多元化电源接连接入,而且运行环境也变得日益复杂化等。其原有的运行模式以及管理方式,已经没办法满足现代能源结构不断优化以及新型电力系统建设方面的需求了。智能电力技术的出现,给配电系统的转型给予了极为重要的技术方面的有力支撑。它把先进的监测技术、控制技术、通信技术以及信息处理技术融入到配电网络当中,达成了对配电设备、负荷还有电力流的实时感知以及智能调控这一目标,促使配电系统从原本单一的供电网络逐渐转变成成为具备多源特性、有多节点且能实现多功能协同运行的智能网络。在智能配电系统开展设计工作的整个过程里,智能电力技术不但可以给予准确的运行数据方面的有力支撑,还能给出科学的运行分析依据,与其它还能够对系统结构予以优化,让运行效率得以提升,供电可靠性也能获得提高,而且还能够为新能源的接入、储能调节、需求侧管理以及自愈控制等诸多功能提供关键性的技术保障。近些年来,由于分布式能源、储能系统、电动汽车以及可再生能源纷纷大规模地接入,智能配电系统的设计需求变得越发复杂,呈现出多样化的趋势,

传统那种依靠经验来开展设计的方法,已经很难去适应新的这种发展态势了。所以说,把智能电力技术充分且广泛地应用到智能配电系统设计当中,一方面能够提升系统的灵活性、可靠性以及安全性,另一方面也能够为达成能源的高效利用、实现绿色低碳的发展以及电力系统的智能化提供相应的技术基础。本研究主要针对智能电力技术在智能配电系统设计当中的应用特点、所起的作用以及关键技术的具体实现路径展开系统深入的探讨,以此为智能配电系统设计给予理论层面的有力支撑以及实践方面的参考借鉴,同时也为新型电力系统的建设提供技术层面的保障以及明确的发展方向。

1 智能电力技术的特点

智能电力技术作为现代电力系统的核心,具有多方面显著特点。它具备自愈能力与高可靠性,能够在线评估和预测故障,自动隔离故障元件并恢复供电,从而提高系统韧性和供电连续性;同时通过实时通信和需求响应机制,用户可主动参与电力管理,优化供需平衡并降低成本;技术还可监测和治理电能质量,动态滤除谐波、稳定电压频率,满足敏感设备需求,并兼顾成本与质量;此外,智能电力系统支持可再生能源和分布式能源的即插即用接入,提升清洁能源消纳比例和电网灵活性;结合物联网和人工

智能技术,系统能实现设备状态监测、远程控制与能耗分析,从而优化资产管理并提升运营效率。

2 智能电力技术在智能配电系统设计中的作用

智能电力技术于智能配电系统设计之中,占据着极为重要的地位,它起到核心支撑以及关键引领的作用。智能电力技术与相关技术深度融合之后,有力地推动了传统配电系统朝着数字化、自动化以及智能化的方向去转型升级。在系统设计这个层面上,智能电力技术借助对配电网运行状态展开的全面感知以及实时采集操作,可达成对电压、电流、功率、负荷还有设备健康状态等诸多关键参数的精准监测,进而为配电系统的规划设计、运行控制以及优化决策给予可靠的数据方面的基础支撑。与此依靠先进的通信技术以及信息处理技术,智能电力技术冲破了传统配电系统当中信息孤立以及响应滞后这样的局限情况,促使各类配电设备能够实现高效的互联以及协同运行,大幅度提升了系统整体的响应速度以及调度灵活性。就运行可靠性而言,智能电力技术通过引入智能分析与故障预判机制,使得配电系统在设计阶段便具备故障快速定位、隔离以及恢复的能力,有效缩减停电时长,强化系统的自愈性能以及供电可靠性^[1]。随着分布式电源、电动汽车以及储能设备的大规模接入,智能电力技术在协调多元电源接入、平衡供需关系以及提升配电系统消纳能力等方面发挥着无可替代的重要作用,让配电系统设计更契合新型电力系统的发展所需。

3 智能电力技术在智能配电系统设计中的关键应用

3.1 智能监测与状态感知设计

在智能配电系统开展设计工作之时,智能监测以及状态感知这两个方面构成了实现系统能够安全且稳定地运行以及达成精细化管理目标的关键基础环节。智能电力技术会凭借在配电网那些关键节点以及重要设备之上布置多种类型的传感装置还有智能终端这样一种方式,针对电压、电流、功率因数、频率、温升、绝缘状态以及环境参数等诸多方面的运行信息展开持续且实时的采集操作,进而达成对配电系统运行状态加以全方位感知的目的。在着手进行系统设计的这个阶段当中,要是能够对监测点位以及感知层结构予以合理的规划安排,那么便可以切实有效地提升数据采集所能够达到的完整性程度以及准确性水平,从而为后续要开展的分析工作以及控制举措给予可靠的支撑助力。与此依靠着高速通信网络以及边缘计算技术,监测数据是能够实现就近地进行处理并且快速完成上传的,如此一来便能够让信息传输的延时情况得以减少,促使系统对于异常工况所具备的响应能力得到提升。智能状态感知技术还会通过对历史数据以及实时数据展开综合性的分析,进而实现对设备运行状态做出动态化的评估以及对运行趋势进行预判,使得配电系统在设计这一层面拥有早期预警以及风险识别的能力,从而切实有效地降低

突发故障出现的概率。除此之外,智能监测与状态感知的相关设计内容还能够为配电设备的状态检修以及全寿命周期管理给出相应的数据依据,推动运维模式从以往传统的定期检修朝着预测性维护的方向去转变,进而在确保供电可靠性得以维持的同时让运维成本得以降低。

3.2 配电自动化与远程控制技术应用

配电自动化以及远程控制技术属于智能电力技术于智能配电系统设计里的关键应用范畴,其主要目的在于达成配电设备运行状况的实时把控以及协同调度安排,在系统设计进程当中,把自动化控制单元、智能开关设备同通信网络予以有机结合,便能够构建起一个集成监测、分析以及控制功能为一体的配电自动化体系,让配电系统拥有快速的响应速度以及自适应调节的能力。智能电力技术依靠配电自动化系统,达成对馈线开关、环网柜、变压器分接头等关键设备的远程操作控制以及参数方面的调整,切实有效地降低人工操作所引发的滞后情况以及安全方面的风险,在运行期间,系统会依据负荷的变化情况以及运行工况状况自动施行调节策略,完成电压无功的优化处理、负荷的均衡分配以及运行方式的调整工作,进而提升配电系统的运行效率并改善供电的质量^[2]。与此远程控制技术的应用使得调度人员可以凭借集中控制平台来对配电网络展开统一的管理,实现跨区域、跨设备的协同控制操作,大幅度提升配电系统的调度灵活性以及应急处置的能力。

3.3 配电网故障诊断与自愈控制设计

配电网故障诊断以及自愈控制属于智能配电系统达成高可靠性运行的重要技术支撑范畴,在系统设计环节占据着极为重要的位置。智能电力技术把在线监测、数据分析还有智能控制等多种手段融合到一起,赋予配电系统能够快速识别故障、精准确定故障位置并且自动处理故障的能力。在开展配电网设计工作的时候,针对馈线、电缆、开关设备以及变压器等这些关键节点的运行数据展开实时的采集与细致的分析,如此一来便可以及时察觉到电流出现突变情况、电压存在异常状况以及设备状态发生改变等故障所呈现出的各类特征,进而实现对故障具体类型以及所在位置做出较为准确的判定。在此基础之上,智能自愈控制策略便可在没有人为干预的情形下,自动完成将故障区段予以隔离的操作,同时也可自动完成让非故障区域恢复供电的相关事宜,如此便能够大幅度地缩短停电所持续的时间,并且有效减少故障所造成的影响范围。与此依靠智能算法对历史故障数据以及运行工况加以综合性的分析,配电系统在设计这个层面上就能够具备故障预测以及风险评估这两方面的能力,进而能够提前采取具有针对性的防控举措,以此来降低故障发生的几率。

3.4 分布式电源与储能系统接入设计

在智能配电系统展开设计之时,分布式电源与储能系统的接入已然成为提升配电网灵活性以及适应新型电力

系统发展的关键内容。智能电力技术在这一过程中担负着统筹规划、协调控制以及优化运行等极为重要的作用。伴随着分布式光伏、分散式风电还有用户侧新能源设施大规模地接入进来,配电系统从传统的单向供电结构慢慢转变成了多电源、多节点这样复杂的运行模式,其电能流向以及运行状态都呈现出十分显著的动态性与不确定性。为了能够妥善应对这样的变化,在系统设计阶段把智能电力技术引入进去,就可以针对分布式电源以及储能系统的接入容量、接入位置还有运行策略展开综合性的分析并加以优化配置,从源头上减少新能源接入给配电系统安全稳定运行所带来的影响。借助智能监测与通信技术协同起来的应用,配电系统可以实时掌握分布式电源出力的变化情况、储能系统的充放电状态以及负荷的波动状况,以此来为后续的智能调度和控制给予精准的数据支撑。在这样的基础之上,智能控制技术能够依据配电网的实时运行工况,对分布式电源的出力水平以及储能系统的充放电策略做出动态调整,达成对功率波动的有效抑制以及对电压水平的合理把控,进而提升配电系统运行的稳定性以及电能的质量^[3]。与此储能系统在智能配电系统当中还能够充当重要的调节与备用资源,在负荷高峰时段释放电能,在负荷低谷或者新能源富余时段吸收电能,充分地发挥出削峰填谷以及应急支撑的作用,强化配电系统的抗风险能力以及供电的可靠性。

3.5 用电信息采集与需求侧响应设计

用电信息采集以及需求侧响应设计属于智能配电系统达成精细化管理以及供需协同的关键构成部分,智能电力技术于其中起着基础支撑以及关键调控的作用。在系统设计环节,借助构建涵盖用户侧的用电信息采集体系,智能电力技术可以针对用户用电行为、电量变化、电压质量以及负荷特性等信息展开实时且精准的采集与传输,进而为配电系统运行分析以及调度决策给予可靠的数据来源。依托高效通信网络以及数据处理平台,所采集到的用电信息能够达成集中管理与深度挖掘,由此准确把握不同类型用户的用电规律以及负荷变化趋势。在此根基之上,需求侧响应技术经由引导用户参与到电力调节当中,达成用电负荷的柔性控制以及优化配置,在系统负荷高峰或者运行受限的时段,能够凭借价格激励、用电引导或者自动控制等方式来调节用户用电行为,有效纾解配电系统运行的压力。

4 智能配电系统的运行管理与安全保障

智能配电系统的运行管理以及安全保障,对于保障该

系统能够长期且稳定地高效运行而言,无疑是极为重要的基础所在,在系统设计以及实际的应用进程当中,其发挥着不容小觑的作用。伴随智能电力技术于配电系统之中得到广泛的应用,配电网络的运行管理也从原本的传统人工经验型管理模式,渐渐朝着依靠数据驱动并且具备智能决策功能的管理模式转变。在运行管理这个层面上,凭借智能监测手段、自动控制系统以及信息管理平台,便能够达成对配电系统运行状态予以实时掌控的目的,并且可以实现统一调度,经过对运行数据展开集中分析的操作,能够及时察觉到潜在的风险,并且对运行方式进行相应的优化处理,如此一来便能够提升系统整体的运行效率以及供电的可靠性。就安全保障方面来讲,智能配电系统在设计阶段便融入了多层次的防护理念,借助设备层、通信层以及系统层相互协同开展防护工作,以此来强化系统面对设备故障、信息异常以及外部干扰时的抵御能力^[4]。与此依靠信息安全技术以及权限管理机制,能够有效地防范诸如数据泄露、非法入侵以及误操作这类风险,进而保障配电系统运行数据的安全性以及完整性。

5 结语

智能电力技术于智能配电系统设计方面发挥着颇为关键的作用,其不但让系统的监测能力得以提升,自动化程度有所提高,运行可靠性也获得了增强,而且还给分布式能源的接入事宜、储能调节工作以及负荷管理工作给予了相应的技术层面的保障。凭借对智能技术加以合理的运用,配电系统便可以达成高效、稳定且安全的运行状态,进而为现代电力系统的智能化进程以及可持续发展态势筑牢了根基。

【参考文献】

- [1]郑文君.智能电力技术在智能配电系统设计中运用[J].电力设备管理,2025(20):171-173.
 - [2]应泽贵,秦界,邹仕富.智能技术与电力[M].北京:中国水利水电出版社,2023.
 - [3]商哲.电力物联网技术在智能配电房状态监测中的应用[J].电气技术与经济,2025(12):447-449.
 - [4]樊晓玲.新型电力系统下智能配电网技术在配电设备中的应用研究[J].现代制造技术与装备,2024(2):39-41.
- 作者简介:张孟雷(1980.6—),男,本科,国网宁波市鄞州区供电公司,工程师、高级技师,研究方向:水电工程和电气工程及其自动化。