

城市配网自动化及其配网规划的应用研究

董青

东方电子股份有限公司, 山东 烟台 264000

[摘要] 随着中国不断加快的城市化, 现代工商业对供电质量的要求日渐提高, 现有城市配电网难以满足工商业及居民日常用电需求。这就需要以现代高性能处理器、高效自主嵌入式系统、先进通信方式等技术手段来提升传统配电网络的智能程度及管理水平, 并在城市配电网的网架设计等方面借鉴国际先进经验加以改进。

城市配网自动化不仅可以使电力系统自动化运作的目标得以实现, 同时可以支持更复杂的网架结构的建设。因此研究城市配网自动化及其配网规划的应用具有重要的意义。

[关键词] 城市配网; 配网自动化; 网架规划

DOI: 10.33142/hst.v2i4.1061

中图分类号: TM76; TM715

文献标识码: A

Application Research on Urban Distribution Network Automation and Its Distribution Network Planning

DONG Qing

Dongfang Electronics Co., Ltd., Yantai, Shandong, 264000, China

Abstract: With the rapid urbanization of China, the demand of modern industry and Commerce for power supply quality is increasing day by day. The existing urban distribution network is difficult to meet the daily electricity demand of industry, commerce and residents. Therefore, it is necessary to improve the intelligence and management level of the traditional distribution network by means of modern high-performance processor, high-efficiency independent embedded system and advanced communication methods, and to improve the network frame design of the urban distribution network by referring to the international advanced experience. Urban distribution network automation can not only achieve the goal of automatic operation of power system, but also support the construction of more complex network frame structure. Therefore, it is of great significance to study the application of urban distribution network automation and its distribution network planning.

Keywords: urban distribution network; distribution network automation; network frame planning

引言

近年来, 城市配网自动化的发展大大提高了供电可靠性。得益于对现代电子技术的应用, 配网自动化基本实现了提高供电质量、减少停电时间、减少线损等既定目标。面对现在普遍的分布式能源、复杂配电网架结构时, 暴露出存在配电网运行状态动态监测不足、配电网风险动态管控薄弱、配电网运行动态优化技术手段落后等问题。因此, 分析配网自动化及配网规划的应用具有一定的现实意义。

1 简析城市配网自动化

供电企业运用自动化控制技术 & 计算机技术, 可实现城市配网智能监控的方式, 使供电质量和经济效益能够得到明显提高。与传统城市配网自动化相比, 现代城市配网自动化可以进一步满足城市用电的需求, 提升容纳分布式能源的能力, 提升供电质量及效率, 快速处置或避免发生供电故障。此外, 在一定程度上还可以降低供电成本, 为供电企业经济效益的提高提供有利保障。以电网配网自动化运行代替传统管理方式及人工操作, 有效降低人为差错的发生率, 更加有效地开展调度电力工作, 这是城市配网自动化的关键性目标^[1]。

2 城市配网自动化及配网规划建设的状况

2.1 配电网建设状况

中国有幅员辽阔的国土, 配电网随着国民经济的发展, 已经在各种复杂环境下建成超大规模的复杂供电系统。中国发展研究基金会 2019 年发布《中国城市群一体化报告》: 12 个城市群占全国国土面积的 19.57%, 从 2006 到 2015 年, 12 个城市群占全国 GDP 的比重从 70.56% 上升至 82.03%, 年均增长超过 1 个百分点。可见城市配电网具有更高的研究价值。

中国的电力公司有国家电网及南方电网两家。以国网设备部宁昕处长 2018 年报告中的内容来理解国家电网服务区

域内配电网设备规模庞大、结构复杂的现状：点多，配电变压器有 440 万台，电力用户有 4.47 亿户，供电服务人口已超过 11 亿人；线长，6-20 千伏配电线路长度 369 万公里，0.4 千伏配电线路长度 554 万公里；面广，经营区域覆盖 26 个省（自治区、直辖市），覆盖国土面积的 88%以上，市公司 336 个，县公司；网架结构多样且多变，包括 A+、ABCDE 六类供电区域，架空、电缆、架混多样线路；分布式能源渗透率高，分布式光伏发电累计并网容量 2810 万千瓦时，累计并网户数 74.28 万户；电动汽车发展迅速，智慧车联网，平台累计接入充电桩 17 万个，接入电动汽车 1.7 万辆。

中国城市化过程还在持续进行之中，特大型城市、大型城市在经济发展、社会进步中的重要性日益显现。随着居民用电以及商业用电在电力消费中占比的增加，城市用电量占全国总用电量的比例也会持续增长；而且城市用户对供电可靠性、电能质量、服务水平等的要求更高，如何持续满足不断提高的大型城市的电力需求是供电公司的一个重要课题。

2.2 配电自动化模式状况

从 20 世纪 50 年代到 20 世纪末，世界配电网自动化的发展经历了就地控制、远程监控、综合自动化三个阶段。20 世纪 90 年代，我国多地开展了配电网的自动化试点工作，短时间内对三代配网自动化的功能进行了较大规模的尝试。由于当时电网结构简单、缺乏建设驱动力，电网基础薄弱，建设投资成本大，技术工艺不够成熟，设备可靠性较差等原因，21 世纪初，国内的配电网自动化相关技术和产品研发进入了低谷期。在经历了 10 年的快速发展和全国性的农网改造后，配电网结构越来越复杂，用户对供电可靠性的要求越来越高，配电网的信息化程度也大幅度提升，因此对配电网的自动化和智能化提出了更好的要求，必然向智能配电网方向发展。

科技部于 2010 年在国家高技术研究发展计划（863 计划）先进能源技术领域部署了：智能电网关键技术研发（一期）重大项目，其中一个课题是以中压配电网为对象，针对分布式电源、微电网、储能装置接入的智能配电网形态开展自愈控制技术研究。国家电网公司同时立项了重大科技项目——智能配电网自愈控制技术与开发，针对智能配电网自愈控制体系，方法和技术展开研究与示范应用。^[2]

3 城市配网自动化及配网规划的应用分析

3.1 配网体系结构现状

通过对国际上东京、巴黎、芝加哥、新加坡等大城市的配电网模式进行学习和研究，发现各个城市都有自己具有特色的城市配电网架结构和管理特点，对配电自动化系统的部署以及自动化系统建设应用的方式方法也各有侧重。譬如，东京 22kV 多采用三射的网络结构，采用不依赖通信的自动重合器、分界开关等实现故障点的自动定位、隔离、恢复；而巴黎 20kV 则主要是通过三环网以开环方式运行的网络结构，带自动装置的负荷开关通过动作时间上的设计配合来处理故障；新加坡 22kV 采用以变电站为中心的花瓣形接线，22kV 及 6.6kV 等部署大量小型配电自动化终端设备。

各国配电网架构设计共同之处就是都强调安全可靠的电力供应，以及与用户的良好互动；而且都把智能电表的部署、AMI 的建设当作一项重要任务，目标是通过 AMI 系统实现与用户、电源与负荷的双向互动，以及中低压配电网的可视可测可控，重视电表的非计量功能开发，不断提高自己的精细化管理水平。

中国在近几年加大配电网的投入，与世界趋势相接近：供电更可靠、互动更友好、电能更绿色，虽然发展快速，但国内大城市供电与国际一流水平仍有差距。差距体现在：网架结构、设备质量、管理基础、自动化水平四个方面。具体表现为：

- （1）网架结构：电网网架结构距离理想网架差距较大，未完全满足 N-1 标准，负荷转移能力不强。
- （2）设备质量：最近 20 年里中国配电设备质量已经得到很大提升，但与发达国家相比依然存在较大差距。
- （3）自动化部署：配电自动化主站建设滞后，难以有效开展全部配电自动化应用。
- （4）管理基础：管理方式粗犷，缺少配网运维和管理技术完善提升所需的支撑力量。

3.2 配网自动化及城市配电网架构设计改进

针对现存问题，提高城市配电网规划设计时，应充分重视 IT+OT 融合以及 AMI 建设，并在以下八个方面加以提高改进：

（1）配电自动化的实用化。应因地制宜地进行现有配电网的改造，在满足基本应用的基础上，适时扩展与完善状态估计、潮流计算、解合环分析、负荷预测、负荷转供、网络重构、分布式能源监控等高级应用。

（2）主配用协同调度。应把主、配、用作为一个整体来协同考虑，主要体现在智能分析、智能应用等方面。例如针对主网设备故障或过负荷运行的情况，可将策略延伸到配网，从而充分利用调度、配网及用电数据实现数据整合与业务流转。

(3) 运行方式的管理。开展并完善城市配网的运行方式管理,优化配电网的运行方式,并将此项工作作为提高配电网精益化管理水平的核心工作。

(4) 配用电低压自动化。全面提升配网设备的互联、互通、互操作水平,实现全体系设备即插即用、拓扑自动识别、配电网状态全面感知、中低压线路故障快速诊断和快速复电、线损精益化管理、电能质量优化提升、台区的营配融合贯通、配电线路和设备的精准主动运维,为中低压配用电智能化应用提供全面解决方案。

(5) 运维管理。如手机巡检(如 APP 等)、故障处理等去桌面化的应用是配电网运营、维护的重要发展方向。充分利用最新的 AI、VR 等先进 IT 技术,实现配网运营维护管理水平的提升。

(6) 信息安全。制定严格的机房及设备管理制度,并确保将制度落到实处。在实用化验收前务必完成系统等级保护定级与备案工作,选择具备资质的厂家,并按照等保评测给出的意见和建议,做好系统的安全加固工作。

(7) 配网停电管理。加强配网的停电(包括计划停电和非计划停电)管理,贯通相关业务单元(调度、用电、检修、方式),提高停电处置效率,保证城市电网的高供电可靠性。

(8) 5G 等先进通信技术的应用。利用 5G 网络低延时高带宽的特性,推进集中/分布式 FA、差动保护等智能就地型馈线自动化方案应用;利用 5G 物联网环境,加快配电智能传感器的应用;利用 5G 切片技术,实现业务灵活调配及信息安全隔离。利用 NB-IoT、LORA、HPLC 等先进技术构建灵活可靠的“场”通信。

通过以上技术及措施对现有城市配网加以改进后,可在控制电力自动化投资有效使用的同时,大大提升城市配电网的经济性与可靠性,为国民经济的发展打下良好的基础。

结束语

随着我国城市发展速度的不断加快,用电需求量在快速增加,同时对供电质量的要求日渐提高。建设坚强可靠的城市配电网是城市发展的基础。配电网可靠性包含在设计阶段、制造阶段、安装阶段、运维阶段的全过程,因此,须认识到——高可靠性是规划设计出来的。根据城市当前发展的状况,科学合理的规划配电网建设及配网自动化系统,将供电系统的供电质量和效率提升,是城市高效和谐发展的有利保障。

【参考文献】

[1] 韩祝松,刘大伟.城市配网自动化及其配网规划的应用研究[J].电子世界,2019,6(16):155-156.

[2] 陈星莺,刘健,沈冰冰,余昆.智能配电网自愈控制[M].北京:中国电力出版社,2017.

作者简介:董青(1979-),毕业于吉林大学,工程师。