

# 供电企业建设坚强智能电网新技术应用策略的探讨

郑毅

(成都电业局, 四川 成都 610021)

**摘要:**智能电网是对未来电网发展的美好愿景。供电企业将面对巨大挑战, 其中涉及发输变配用和储能等各个环节以及相关数字化、信息化和自动化控制等技术领域, 甚至可能影响电力体制的变革。对相关新技术应用策略进行阐述。建设智能电网应该考虑现有技术和配套社会经济发展实际情况, 从局部到整体逐步推进电网智能化进程。对指导当前开展智能电网工作具有意义。

**关键词:**供电企业; 智能电网; 自动化技术; 电网监控

**Abstract:** The smart grid is the good vision of the future power system. Power supply enterprises will face huge challenges which involves the generation, transmission, substation, distribution and energy storage, as well as some field related to digitization, informationization and automation control technology, and may even affect the power system reform. The relevant strategies are described with regard to the new technology application of smart grid. The construction of a smart grid should take the existing technologies and the actual situation of supporting socio-economic development into account, and it should be built from the local to the whole step by step. It is meaningful to guide the construction of a smart grid at the present day.

**Key words:** power supply enterprises; smart grid; automation technology; supervisory control of power grid

**中图分类号:** TM71 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2009)增-0072-04

## 0 引言

当前建设坚强智能电网已成为国家电网公司今后十年持续快速发展极为重要的重要战略部署, 国内外对此给予了高度关注。2009年5月特高压输电技术国际会议和高压直流输电技术委员会首次会议在中国召开, 国家电网公司首次向世界公布了智能电网的发展计划: “2020年建成统一的坚强智能电网”<sup>[1]</sup>, 供电企业将为此作出积极努力。但发展智能电网投资巨大, 而从事的智能电网从初级阶段到高级阶段不断发展的过程, 不能一蹴而就<sup>[2]</sup>。智能电网的实现须有坚实的基础技术和功能, 涉及电力设备、量测和通信系统、信息化系统、决策与控制理论, 涉及智能控制中心、智能变电站、智能需求侧管理<sup>[3]</sup>、智能配电网<sup>[4]</sup>等很多方面。建设坚强智能电网将对电网新技术的研发和应用提供更大的发展空间。但是, 从哪些技术层面以及采取怎样的策略来指导智能化电网的工作成为问题的关键之一。应当结合实际的情况, 结合国网公司发展的总体部署, 提出符合自身特点发展地区电网智能化应用和发展纲要, 突出供电企业在技术应用和运行方面的优势。其中, 基于现有技术和配套社会经济发展, 从局部到整体逐步推进电网智能化

进程的策略尤为重要。这里主要探讨在建设坚强智能电网中, 供电企业能够重点研究开展的一些新技术领域的应用策略, 包括急需开展的输配电线路的智能化技术应用、配电网自动化初级阶段的监控技术应用、数字化变电站及其集中在线监测技术、调度智能化的初步实践应用、光纤通信及信息化技术、需求侧管理等几个主要方面。

## 1 输配电线路和电缆在线监测技术

特高压、超高压领域应用的电力电子技术, 科技含量高, 其应用地区也局限在部分地区, 而且大都由超特高压专门机构运行管理或建设, 这个领域是建设坚强智能电网的重要关注点, 但一般供电企业涉足不多。作为供电企业和研发单位却可以发展 220 kV / 110 kV 及以下电压等级的输配电线路、设备和电力电缆涉及智能化方面的科技应用, 研究技术集成技术, 总结智能化应用经验, 比如:

输电线路光纤在线监测预警技术, 提高巡视线路和故障查找的效率, 解决和预防覆冰或线路故障, 也解决电力线路在科技应用手段上相对比较薄弱的局面。该技术适用于山区、水域、沙漠等输电线路开展无人区远距离光纤在线监测应用, 体现各地区的自然

特性和线路维护管理特点。

发展电力电缆在线监测技术应用。重点在大型城市,特别是省会城市供电企业开展,这些城市供电企业通常拥有大面积、超长度的电力电缆和隧道运行维护工作量等特点。电力电缆在线监测技术具有广阔的应用前景。

## 2 配电网智能化初级阶段新技术

虽然中国在配电网自动化领域中已经有了十几年的应用经验,但是总体效果并不理想,一些示范工程先后出现维护和应用技术问题而退出运行。今天重提配电网智能化,应重新审视配电网自动化的应用范围和策略,而且宜在大中城市城区开展配电网智能化的初步应用。

配电网的智能化,必须分步实施,先从点再到线逐步开展:

首先建立地区统一配电网监控中心,一些地区还可能需建立配调中心。应先将配网中物理安装位置相对比较固定的点,即开关站或环网柜等,进行二次系统改造,现阶段可以借用变电站综合自动化技术进行改造或建设,分别配以光纤通信,实现配电网监控或调度中心对开关站进行实时监控。本阶段最基本也是重要的是把握建设配电网监控中心模式和配电网监控主站系统规模的策略。建议:建设集中监控中心,便于精细管理,以后扩展较为有利;宜一次性按照 3~6 年的应用规划水平年建设配电网监控主站系统应用环境,便于整体功能规划,其中优先考虑对配电网点的 SCADA 功能,也有利于节约整体项目投资。

在积累对配电网点监控经验的同时也给自己留下深入研究和整理地区配电网如何整体实施自动化的时间。这个阶段归纳起来主要完成:配电网 SCADA 以及实现与地区调度自动化系统的接口,将变电站 10 kV 信息采集进配电网。

第二步,扩充规模,从点再到线,实现配电网调度的部分智能化功能。同时研究实现配电网系统与 SG186 系统接口、与配电网 GIS 互联(接口)以及配电网自动化整体实现的问题。实实在在地在配电网的技术应用方面有所作为,而不至于理论脱离实际。扭转目前许多地区配电网设备由于没有信息采集手段来支撑远方监视运行工况,从而开关站维护巡视难

以做到巡视到位、抢修反应较慢以及配电网调度运行主要靠用户反馈信息和纸质图纸指挥生产的局面。

## 3 变电站智能化技术

### 3.1 数字化智能化变电站建设

这是讨论热烈、正在高速发展的领域,目前全国示范工程几乎遍及各个省区。虽然各地模式和建设原则尚未统一规定,但通过调研显示其运行效果总体较好。虽然国内的建设标准和检测标准暂时未出台,但基本认识比较统一,比如采用 IEC61850 数字化光电互感器等。数字化变电站技术的出现,打破了一次系统和二次系统关于专业界面的传统限制,事实上已经涉及到供电企业生产管理体制整合上的问题,包括专业整合。供电企业必须尽快加入这些示范工程建设中,不断积累经验推动数字化和智能化的发展。建议:如果新建数字化站,可以同时加入一次变电的新技术应用,比如 GIS、HGIS 与数字化设备结合的方式等。使变电站建设更加紧凑,技术综合应用能力更高。大中城市供电企业通常已经具备运行和维护数字化变电站的一些技术储备,关键在应用。同时智能化同类产品之间、一次和二次方面也开始形成多系统和多形态百花争艳的局面。小规模、专业化的研发应用将逐步走向大规模、集团化发展应用,走向多专业尤其是一、二次专业交叉复合型研发应用。标准化规范化建设贯穿了变电站智能化的全过程。

### 3.2 变电站集中在线监测

老旧和新建变电站均可以采用集中在线监测这种技术,为一次变电设备的状态检修和综合运行工况评判提供科学依据,提高一次过程控制的能力。在线监测集中监测所采集的数据可以通过光纤方式与站内监控系统通信或独立组网,传送到状态监测中心。这个领域的研究发展虽然已经走过了十几年时间,但还处于初步发展阶段,发展空间非常巨大。关键是光纤技术、传感器技术以及分析、处理技术的进一步提高,还涉及到通信网络技术的配套等。

## 4 调度智能化技术

中国地区调度自动化系统其应用功能大多比较丰富,具有几十年成功运行经验的调度生产 EMS 中国已经积累了丰富的经验,技术基础储备丰厚。可以

预测,调度自动化可能是全国智能化建设中率先达到智能化的领域之一,至少是应用比较成功的领域。其他方面如变电站自动化远方监控、电能量信息采集与处理、变电站视频技术等也将围绕调度自动化智能化的发展突出应用功能并进一步发展和完善。

但是一般供电企业 EMS 还仅仅是智能化的基础而已,它还必须辅以其它相关系统的完善和配合,比如调度预警、调度生产可视化、变电站自动化(智能化变电站)、光纤网络化等配套才能比较完善,实现传统 EMS 缺少自动跟踪电网运行状态、自动诊断电网问题、根据问题自动给出控制或调整建议以及在线暂态分析和电压稳定分析功能等。智能化调度需要在线预警系统的建立,地调自动化系统应当统一规划网络数据模型和可视化功能,实现在线安全稳定分析和安全预警,提高调度的辅助决策能力。调度员不能继续沿用经验和靠离线分析电网安全的方式来调度电网,必须依靠智能系统辅助分析和预警提示来控制电网安全运行,达到调度目标。尽管省调以上调度领域已经有些应用。但地区调度电网复杂性和安全压力实际上也相当大,需要研究应用的可能性。省会城市可以在省调和地调之间开展联合预警,相互支撑,互联的结果将会使在线预警分析系统的使用效率更高,更具应用价值。

## 5 光纤通信及信息化技术

### 5.1 光线通信

智能电网是将现代先进的传感测量技术、通信技术、信息技术、计算机技术和控制技术与物理电网集成而成的新型电网,需要全面建设高速、宽带、自愈的坚强电力信息通信网络,支持多业务的灵活接入,为电力智能化系统提供即插即用的店里信息通信保障。因此,光纤通信在整个坚强智能化电网的事业中,起着十分重要的作用,智能电网领域都与之关联,智能化首先要通信畅通、通信坚强。包括:

光纤网络通信到每座变电站和相关管理单位、部门;每条通道都能可靠自愈;超长距离光缆必须得到良好的维护管理,在线监测和资源管理技术手段必须配套;对于实时系统的通信通道还需在光纤通信的基础上完善调度数据网络,为电能量采集系统、变电站自动化系统、各站各单位视频系统等提供公共通道。光纤覆盖率要做到企业全覆盖、全自愈和智能化综合

网络管理、资源管理。

### 5.2 信息化技术

主要围绕 ERP、SG186 工程开展,国网公司同步实施。但是,信息网络的建设和完善需要进一步发展,主要应从网络设备上全面提升带宽、覆盖率和速率,配合各地区光纤传输通信骨干网络的建设完善,组建起电力专用的坚强信息网络物理链路层。其中专用骨干网络的资源管理系统和方案涉及到电力系统专用的资源、保密等环节,应当引入具有专门资质为电力服务的集团企业进入该领域,提供系统专业服务,参与大企业的核心技术管理。

## 6 需求侧智能化技术

在用户侧大量开展与用电有关的科技应用,是智能化电网重要的领域之一。智能化的结果就是让用户最终能够感受到电力智能化的成果。国家电网也在积极开展用电智能化技术标准和实施方案的研究,比如需求侧用电定制、集中或大宗用户的智能化负荷管理与电能量采集与电费交易的智能化和个性化等。智能化管理涵盖智能化抄表、计量智能化。逐步建立高级量测体系包括智能电表、通信、电表数据管理系统。实现智能需求侧管理包括用电状况收集、需求侧/电网双向通信、实时电价响应、智能家电控制、虚拟电厂和微网控制、防偷电等任务等。这些内容需要在一个地区整体研究并制定实施计划、调查分析地区用电分布尤其是地区特殊用电情况,研究可实施内容,形成能够分步实施的可行的需求侧方案。需求侧自动化和智能化管理的实施政策性很强,需要电力企业与地方政府充分衔接,并得到政策上的有力支持,共同推动智能化电网事业的进步,为民造福。

## 7 结 语

智能电网是一个前景广阔的世纪工程,利国利民。智能电网的技术通过与电力生产的各项业务实现有机结合,从而体现智能电网的优越性能,提高系统的运营绩效。初级阶段的技术应用策略应充分考虑本地区特点和研发企业的技术优势,因地制宜、统一规划、分布实施。统一标准、创新思路、革新产品。可以预料,智能电网将会极大推动电力科技应用和生产水平水平的提高,书写出令世人生活发生巨变的篇章。

参考文献

[1] 中国道路与世界视野 [J]. 国家电网, 2009, 42(6): 22-49.

[2] 肖世杰. 构建中国智能电网技术思考 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33(9): 1-4.

[3] 林宇锋, 钟金, 等. 智能电网技术体系探讨 [J]. 电网技术, 2009, 33(12): 8-12.

[4] x p zhang A Framework for Operation and Control of Smart Grids with Distributed Generation Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, 2008 IEEE 20-24

July 2008: 1 - 5.

[5] 张伯明, 吴素农, 等. 电网控制中心安全预警和决策支持系统设计 [J]. 电力系统自动化, 2006, 30(6): 1-5.

[6] 苗新, 张恺, 等. 支撑智能电网的西悉尼通信体系. 电网技术, 2009, 33(17): 8-13.

[7] 谢开, 刘永奇, 等. 面向未来的智能电网 [J]. 中国电力, 2008, 46(6): 19-22.

作者简介

郑毅, 男, 成都电业局生产技术部、高级工程师、工学硕士、长期从事电网自动化通信和二次系统技术管理和工程建设。  
(收稿日期: 2009-10-28)

(上接第 63 页)

[8] 李俊峰, 王仲颖, 胡润青, 等. 中国新能源与可再生能源政策法制建设 [R]. 中国新能源产业年度报告 2008. 2008, 11.

[9] 新华网. 可再生能源法修正案草案向社会公开征集意见(全文) [N]. [http://news.xinhuanet.com/legal/2009-08/28/content\\_11959731.htm](http://news.xinhuanet.com/legal/2009-08/28/content_11959731.htm), 2009-8-28.

[10] 中国科技产业网 [N]. 新兴能源产业发展规划即将出台. <http://www.kejicy.com/cm/sreleasesys/zgkjcy/info-detailed.asp?id=5518>, 2009-8-10.

[11] 财政部, 科技部, 国家能源局. 关于实施金太阳示范工程的通知. 2009, 7.

[12] 电子工业专用设备编辑部. 薄膜太阳能电池前景 [J]. 电子工业专用设备, 2009, (1): 1-4.

[13] 赵朝会. 光伏发电技术的研究现状和应用前景 [J]. 上海电机学院学报, 2008, 11(2): 104-109.

[14] 张志强, 马琴, 程大章. 太阳能光伏发电系统中的控制技术研究 [J]. 低压电器, 2003, (12): 55-58.

[15] 彭方正. 变流技术在分布式发电和微电网上的应用 [J]. 变流技术与电力牵引, 2006, (2): 23-27.

[16] 曾议, 吴政球, 刘杨华, 等. 分布式发电系统孤岛检测技术 [J]. 电力系统及其自动化学报. 2009, 21(3): 106-110.

[17] 钱科军, 袁越. 分布式发电技术及其对电力系统的影响 [J]. 继电器, 2007, 35(13): 25-29.

[18] 刘杨华, 吴政球, 涂有庆, 等. 分布式发电及其并网技术综述 [J]. 电网技术, 2008, 32(15): 71-76.

(收稿日期: 2009-10-10)

(上接第 72 页)

上述两种接线方式要实现自愈功能, 需要环网柜宜留有备用空间以安装控制、测量装置, 宜具备扩展

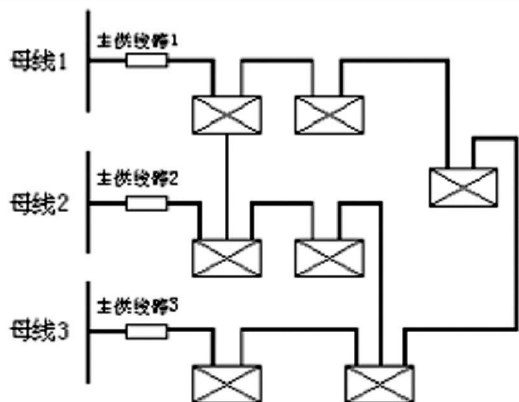


图 6 互为备用的三回馈线组接线方式

功能或接口; 负荷开关需配有电动操作机构, 直流操作, 电源由 10 kV 母线电压互感器提供。在环网柜的所有进线和出现负荷开关都安装 FTU, 并通过光纤接入主站系统, 由于开关数较多, 判断的逻辑顺序较为复杂, 必须开发相应的软件来控制负荷开关的动作。当线路上发生故障时候, 主站系统根据 FTU 传递的

信息, 通过软件计算遥控相应的负荷开关的开合, 以达到隔离故障, 恢复无故障段供电的目的。

3 结 论

以上对目前城市配电网要实现智能配电网的自愈功能进行了初步的探讨, 不同的配电网接线模式实现自愈功能的模式是不同的。随着中国城市化进程的加快, 对城市供电可靠性的要求越来越高, 因此对配电网的接线模式必须要有新的研究和突破, 尽量找到适合国情的配电网接线模式, 在此基础上实现智能配电网的自愈功能, 这样才能符合发展智能电网的总体需求。

参考文献

[1] 徐丙垠. 智能电网与配电自动化技术讲座, 2009.

[2] 能源部, 建设部. 《城市电力网规划技术导则》[M]. 北京: 水利水电出版社, 1995.

[3] DL/T 599-1996. 城市中低压配电网改造技术导则.

[4] 刘建. 配电自动化系统 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.

(收稿日期: 2009-10-10)