

智能电网初探

赖民昊¹, 刘 芸²

(1 成都电业局, 四川 成都 610021; 2 四川电力试验研究院, 四川 成都 610072)

摘要:从智能电网的概念出发, 阐述了智能电网的特征以及国内的研究现状, 分析了中国发展智能电网的构建思路, 指出了建设智能电网在通信系统、测量计量体系、控制技术、电网设备、决策支持等领域需要解决的关键技术问题。

关键词:智能电网; 互动; 自愈; 信息化; 分布式能源

Abstract: According to the concept of smart grid, its features and the recent research status in China are described. The building ideas of smart grid in China are analyzed. And the key technical problems needing to be resolved are indicated in communication system, measurement system, control technology, grid equipment, decision support and other fields.

Key words: smart grid; interaction; self-healing; informationization; distributed energy resource

中图分类号: TM711 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2009)增-0076-03

进入 21 世纪之后, 中国经济发展的步伐逐渐加快, 电力的供需矛盾日益突出, 需要建设智能化电网, 发展特高压电网, 构建电力“高速公路”, 成为智能电网的必然选择。而如何在现有的成果上, 将建设特高压骨干输电网与建设智能化电网有机地结合起来, 成为当前中国电网发展面临的一个新课题。

情况下保证电网的安全, 它容许不同类型电源的接入, 扩大系统运行调节的可选资源范围, 允许“即插即用”连接任何电源, 适应多元化用户接入需求。智能电网能在不同区域间进行及时调度, 平衡电力供应缺口。实现电网信息高度集成和共享, 采用统一平台和模型, 降低投资成本和运行维护成本。

1 智能电网概念

智能电网, 有人把它称作“电网 2.0”, 顾名思义, 它是新生的“第二代”电网, 它是建立在集成的、高速的双向通信网络的基础上, 通过应用先进的传感和计量测量技术、设备技术、控制技术以及决策辅助支持系统技术, 从而实现电网的可靠、安全、优质、经济、高效、环境友好以及使用安全的目标。

2 智能电网的特征

中国发展现代化的智能电网共有六大特征: 自愈、互动、安全、兼容、集成、经济。

“自愈”是智能电网的“免疫系统”, 它把电网中有问题的元件从系统中隔离出来, 并且在很少或不用人为干预的情况下, 可以使系统迅速恢复到正常运行状态, 从而几乎不中断对用户的供电服务。互动电网是下一代全球电网的基本模式, 它依靠实时监控和数据整合, 在不同区域间进行及时调度、平衡电力供应缺口, 从而达到对整个电力系统运行的优化管理。现代化智能电网的安全性能抵御外界的物理攻击和网络攻击, 在自然灾害、外力破坏和计算机攻击等不同

3 构建智能电网的思考

3.1 智能化变电站建设

建设智能化变电站是实现变电站数字化。数字化变电站的主要特征是“一次设备智能化, 二次设备网络化, 自动化的运行管理系统”, 即数字化变电站内信息全部实现数字化, 信息传递实现网络化, 通信模型达到标准化, 使各种设备和功能共享统一的信息平台。

3.1.1 智能化的一次设备

设备的通信通过网口来实现, 通过网口可以实现对设备相关状态信息的读取, 通过网口可以实现对设备的监控与控制, 设备被检测的信号回路和被控制的操作驱动回路都采用微处理器和光电技术的设计。这使得传统的导线连接被数字程控器及数字公共信号网络所取代, 传统变电站二次回路中的继电器及其逻辑回路被可编程控制器取代, 常规的强电模拟信号和控制电缆被光电数字和光纤代替。

3.1.2 智能化数采系统

电流和电压数据首先进行数字化, 变电站形成光缆数字化数据网, 变电站各智能设备从数据化网中提取所需数据, 完成和实现电网保护、控制、测量、信号

等功能。

3.1.3 智能化的保护系统

变电站中常规的二次设备:继电保护装置、故障录波装置、电压无功控制、远动装置等,都是基于标准化、模块化的微处理机技术而设计制造,设备之间的通信连接全部采用高速的网络,各保护设备从变电站数据网中提取数字化的数据,以光缆双网口方式接入变电站公共光缆控制网二次设备,通过网络真正地实现了数据、资源的共享。

3.1.4 自动化的运行管理系统

变电站运行管理系统的自动化包括电力生产运行数据、状态记录统计的自动化、无纸化;变电站运行发生故障时,并且能够及时地提供故障分析报告,指出故障原因及相应的处理意见;系统能自动发出变电站设备检修报告。

3.2 输电线路建设

对于特高压输电线路实现智能化,可以使用以地理信息系统 GIS 为整体平台,以全球定位系统 GPS 为地理定位的技术手段,将掌上电脑、后台管理机,计算机和网络通信技术融为一体的智能化输电线路巡检系统来进行输电线路巡检,使它们的状态可以实现实时远程监控。另外,特高压输电线路的长距离输送功率受限、潮流分布不合理、系统稳定性变差等问题可以通过装有电力电子型和其他静止型控制装置的交流输电系统,在技术上加以解决。

3.3 电网控制建设

从控制论角度来看,电网是一个巨维数的典型动态大系统,它具有非线性、参数时变不确定的特征,且电网大部分元件具有延迟、磁滞、饱和等复杂的物理特性,对这样的系统实现有效决策控制是有一定难度的。这就要求电网调度指令可达任意变电站层,大电网控制系统应具有丰富的专家系统,具有人工智能功能,在线监控和判断运行状态,分析、诊断和预测电网中设备元件的状态并确定和采取适当的措施以消除、减轻和防止供电中断和电能质量扰动。

3.4 电网维护

电网可传送信息至维护端,在日常工作中就可在在线监视电网各有关设备,可监视电网线路的导线、绝缘子、铁塔,以及变电站中主变压器设备、断路器、电压互感器、电流互感器、继电保护等设备的运行状态,在正常运行时,就可以预防事故。实现状态检修等功能。

4 构建智能电网的关键技术

4.1 集成的通信技术

建立高速、双向、实时、集成的通信系统是实现智能电网的基础,当这样的通信系统建成后,它可以提高电网的供电可靠性,抵御电网受到的攻击,同时,可以使智能电网通过连续不断地自我监测和校正,从而实现其最重要的特征——自愈特征,系统还可以监测各种扰动,进行补偿,重新分配潮流,避免事故的扩大。

在这一技术领域主要有两个方面的技术需要重点关注:第一,就是通信架构的开放性,它形成一个“即插即用”的环境,使电网元件之间能够进行网络化的通信;第二,就是统一的技术标准,它能使所有的传感器、智能电子设备以及应用系统之间实现无缝的通信,实现设备和系统之间的互操作功能。

4.1.1 Internet 2

目前全世界广泛使用的是第一代国际互联网 IPv4 所提供的网址资源已近枯竭。而 Internet 2 是下一代高速互联网骨干网,它采用的是 IPv6 协议,能产生 2^{128} 次方个 IP 地址,地址资源极端丰富。

4.1.2 光纤以太网通信

“信息高速公路”的基础是光纤通信,传送的速率很高,电力公司在光纤环路架构可以经济有效地覆盖视频,在同步光纤网络骨干网上有效地进行模拟视频传输,并解决了在需要对变电站进行监视时通信远距离网络传输的问题。

4.1.3 电力线宽带通信(BPL)

利用在 2—50MHz 的频率下短距离 BPL 通信,在用户入口处可以实现 20 Mbps 至 100 Mbps 的数据传输速率,使用家庭电源插头和室内布线,使家庭插座允许象以太网网络一样的即插即用。

4.1.4 第四代(4G)WMax 无线通信

在数据传输速率为 75 Mbps 下, W Max 可以至少提供长达 16 km 的远距离通信,在某些情况下传输距离可超过 50 英里。W MAX 的可用性和功能,可作为支持变电站或配电自动化 W F 应用的输变电通信系统的骨干网。

4.2 传感、计量和测量技术

在智能电网中,采用各种先进的传感器,结合双向通信的智能表计与监视系统,用以监视用户端用电状况、电网设备的健全状态与网络安全状态,提供智能电网安全经济运行的最基础的功能。

4.2.1 广域意义上的测量和控制系统

由级联跳闸和人为处理不当而演变成的大停电事故,日益引起人们的关注。在存在风险的情况下,用以制止级联跳闸和缩小停电范围的主动解列、灵活分区等措施,以及从集中监视控制发展到分布协调控制,已成为目前电网安全控制的研究热点。广域的测量和控制系统是在功角遥测基础上发展起来的,此系统通过测量同步相量的手段,动态地监视电力系统的状态,以实时的方式评估正常和遭受应力时的系统状态并执行有效的动态控制。此系统的架构开发需要在变电站站端安装数据收集装置、可靠的广域通信网络、数据集中器以及可视化的决策设备。

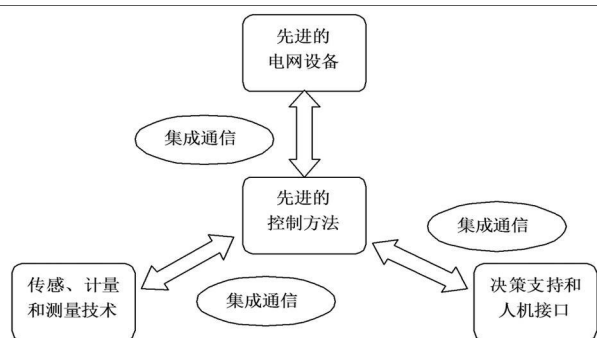


图 1 智能与传统电网对比图

4.2.2 电网设备的在线监测

电网设备在线监测技术包括电气量监测以及非电气量监测。电气量监测通过监测电网设备的电流、电压、相角、功率、功率因数等特性量;非电气量监测包括监测电气设备中介质的压力、流量、气体成分、温度等。主设备按电网要求可以输出状态信息量,接入变电站自动化系统,然后送往变电站维护中心,用于主设备状态监控和分析。在变电站的维护中心设置主设备在线状态分析和诊断系统,进行实时分析和监控,及时提出分析和和诊断报告,可实现提前预先处理设备隐患。

4.3 先进的电网设备

智能电网中应用的先进电网设备,将采用新材料技术、超导技术、电力电子技术、微电子技术等,以生产出高功率密度、高可靠性、改善实时诊断性能的新一代电力系统设备,包括超导输电电缆、故障电流限制器、复合导线、灵活交流输电系统设备(FACTS)、先进储能装置、分布式发电装置、先进变压器和断路器、先进保护控制设备等,以显著改进电网运行性能。

4.4 先进的控制方法

电力系统自动控制通过从所有电网主要设备中

收集数据,输入到计算机进行算法运算,可监视这些电网设备,并通过以确定性的和随机的观点分析数据去进行诊断和提供解决方案。这些先进控制方法应支持诸如分布式能源和需求响应调度、配电自动化和变电站自动化、自适应继电保护等系统。用于先进的控制方法的三类技术包括:分布式智能代理,即控制系统;分析工具,诸如软件算法、高速计算机等;运行应用,诸如 SCADA、变电站自动化、需求响应调度等。

4.5 决策支持和人机接口

现代电网需要专业的、无缝的、实时使用的应用工具,以满足电网操作和管理人员作出快速决策的需要。决策支持和人机接口技术主要包括可减少大量数据到易于理解的可视格式的可视化工具和系统以及当系统运行人员操作时需提供的多种方案软件系统,还可以用作演示的控制板、先进的控制室设计等等。

5 结 语

中国的智能电网建设,应该是依据中国能源资源的具体国情,适应国家发展的战略部署,考虑未来中国发展的预期远景,满足不断增长的电能需求,提高电网运营的安全性、可靠性和经济性,提高能源利用效率,实现节能减排,逐步建成具有中国特色的智能电网。中国发展智能电网是一项长期的系统性工程,不仅要涵盖欧、美智能电网的概念和范围,还要加强骨干电网建设,即建立一个以特高压电网为骨干网架的各级电网高度协调发展的智能电网。中国特色的智能电网必将引领国际智能电网的发展潮流。

参考文献

- [1] 谢开,刘永奇,朱治中,等.面向未来的智能电网[J].中国电力,2008,41(6):19-22.
- [2] 温哲.电力企业需要智能电网[J].广西电业,2007,(1).
- [3] 高毅,袁静中,范迪才.建设智能化现代电网的设想[J].华北电力技术,2009,(5):45-47.
- [4] 武建东.智能电网与中国互动电网创新发展[J].电网与清洁能源,2009,25(4):5-8.

作者简介:

赖民昊,男,1981年生,助理工程师。

刘芸,女,1982年生,助理工程师。

(收稿日期:2009-10-10)