

智能电网关键技术及其与传统电网的比较

Smart Grid Key Technologies and Comparing with Traditional Grid

孟凡超,高志强,王春璞

(河北省电力研究院,石家庄 050021)

摘要:介绍智能电网的特点以及我国发展智能电网的必要性,从信息技术、量测技术、设备技术、控制技术、决策支持技术等方面分析发展智能电网的关键技术,并对比分析了智能电网与传统电网的区别。

关键词:智能电网;关键技术;传统电网;对比分析

Abstract: this paper introduces the need of the construction of china smart grid and smart grid characteristics, analyses the key technologies of smart grid development in detail from the aspects of information technology, equipment technology, control technology, decision sustain technology. Based on comparing and analysis the smart grid and the traditional power grid.

Key words: smart grid; key technology; conventional grid; compare and analyse

中图分类号: TM7

文献标志码: B

文章编号: 1001-9898(2009)S0-0004-02

随着市场化改革的推进、数字经济的发展、气候变化的加剧、环境监管要求日趋严格与国家能源政策的最新调整,电力网络与电力市场、电力用户之间的协调和交换越来越紧密,电能质量水平要求逐步提高,可再生能源等分布式发电资源数量不断增加,气候变化初露端倪,以单向通信、集中发电、辐射状拓扑网络为特点的传统网络已经难以支撑如此多的发展要求,面临着越来越多的挑战^[1-2]。为了解决这些问题,必须在发电、输电、变电、配电、用电和调度等环节逐步实现智能化,建设智能电网体系。

1 我国智能电网的特点

由于国情、发展阶段及资源分布的不同,我国的智能电网与美国的智能电网在内涵、发展方向等方面有显著的区别。美国智能电网的建设侧重于配电侧和用户侧,重点研发可再生能源和分布式电源并网技术,电动汽车与电网协调运行技术以及电网与

用户的双向互动技术。我国智能电网是在建设坚强电网的基础上,以建设距离长、容量大等输电特征的特高压电网为核心,包含电力系统的发电、输电、变电、配电、用电和调度共 6 个环节,具有信息化、数字化、自动化、互动化的智能技术特征。并重点关注智能输电领域,结合特高压建设与运营,提升驾驭大电网安全运行的能力,同时统筹配电网智能化建设工作,逐步建设独具特色的智能电网^[3-4]。总之,我国的智能电网是一个涉及多学科、多技术领域的战略性概念,发展智能电网必须以通信技术为基础、量测技术为手段、设备技术为支撑、控制技术为方法、支持技术为导向,循序渐进地开展。

2 智能电网关键技术

2.1 智能化信息技术

智能化信息技术贯穿发电、输电、变电、配电、用电、调度各环节,是智能电网建设的重要内容和坚强支撑。基于智能电网的信息技术具有三大特征:一是数字化程度更高,内含各种智能的传感器、电力设备、控制系统、应用系统等,连接更多的设备,深化发电、输电、变电、配电、用电和调度环节的数据采集、传输、存储和利用;二是利用面向服务架构体系(Service-Oriented Architecture, SOA)整合相关业务数据和应用,建立统一的信息平台,自动完成数据和应用的整合,实现全部业务系统的集成^[5];三是深入应用生产管理、人力资源、电力营销、调度管理等辅助决策数据,构建一个数据集中、业务整合、符合模型标准、应用可扩展的辅助分析系统,实现生产、营销、调度、人财物等业务数据的集中存储、统一管理、系统分析,形成智能决策,满足跨业务系统的综合查询,为管理决策层提供有效的数据分析服务。

2.2 智能化通信技术

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,一方面,智能电网的数据获取、保

收稿日期:2009-09-11

作者简介:孟凡超(1978-),男,工程师,主要从事电力系统控制与保护工作。

护和控制都需要通信系统的支持;另一方面,建立以电网和通信紧密联系的网络是智能电网的目标和主要特征。高速、双向、实时、集成的通信系统使智能电网成为一个动态的实时信息和电力交换互动的大型基础设施,可以提高电网供电的可靠性和资产的利用率,繁荣电力市场,抵御电网受到的攻击,从而提高电网自身的价值。以通信技术为基础的智能电网通过连续不断地自我监测和校正,并利用先进的信息技术,实现电网各系统的自愈功能。通信系统还可以监测各种扰动,并进行补偿,重新分配潮流,避免事故的扩大。

2.3 智能化量测技术

智能化量测技术是实现智能电网的手段。参数量测技术是智能电网基本的组成部分,可以获得相关数据并将其转换成数据信息,提供给智能电网的各个系统使用。智能化量测技术可以评估电网设备的健康状况和电网的完整性,进行表计的读取,防止窃电、缓减电网阻塞等。基于微处理器的智能表计将有更多的功能,除了可以计量不同时段的电费外,还可储存电力公司下达的高峰电力价格信号及电费费率,并通知用户实施的费率政策,用户可以根据费率政策,自行编制时间表,自动控制电力的使用。

2.4 智能化设备技术

智能电网将广泛应用先进的设备技术,以提高输电系统的性能。智能电网中的设备将充分应用材料、超导、储能、电力电子和微电子技术等方面的最新研究成果,以提高功率密度、供电可靠性、电能质量和电力生产的效率。通过采用新技术以及在电网和负荷特性之间寻求最佳的平衡点,来提高电能质量;通过应用和改造各种各样的先进设备,如基于电力电子技术和新型导体技术的设备,来提高电网输送容量和可靠性。配电系统中需要引进新的储能设备和电源,同时应利用新的网络结构,如微电网。

2.5 智能化控制技术

智能化控制技术是指智能电网中分析、诊断和预测电网状态,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的控制方法。智能化控制技术将优化输电、配电和用户侧的控制方法,实现电网的有功功率和无功功率的合理分配。智能化控制技术的分析和诊断功能,将引进预设的专家系统,在专家系统允许的范围内,采取自动控制措施,而且措施的执行将在秒一级水平上,这一自愈电网的特性将极大地提高电网的可靠性。先进的控制技术需要一个集成的高速通信系统以及对应的通

信标准,以处理大量的数据。先进控制技术将支持分布式智能代理软件、分析工具以及其它应用软件。先进控制技术不仅给控制装置提供动作信号,而且也运行人员提供信息。

2.6 智能化决策支持技术

智能化决策支持技术将复杂的电力系统数据转化为系统运行人员可理解的信息,利用动画技术、动态着色技术、虚拟现实技术以及其他数据展示技术,帮助系统运行人员认识、分析和处理紧急问题,使系统运行人员做出决策的时间从小时级缩短到分钟级,甚至到秒级。

3 智能电网与传统电网的比较

我国的智能电网是在传统电网的基础上发展起来的,是以特高压电网为基础的多学科、多领域、多层次的一种电网模式。智能电网与传统电网相比有明显的完善,主要表现在通信技术、量测技术、设备技术、控制技术和决策支持技术等几个方面。智能电网与传统电网的比较,见表 1。

表 1 智能电网与传统电网的比较

项目	传统电网	智能电网
通信技术	电网与用户之间没有通信或者只有电网向用户传达的控制信息。两者之间没有交互信息。	电网与用户之间采用双向通信,两者之间进行实施的交互信息。
量测技术	采用电磁表计及其读取系统;供电网络采用辐射状。	采用可以双向通信的智能固态表计;供电网络采用网状。
设备技术	设备运行管理采用人工校核;设备出现故障后,将造成电力中断;供电恢复时需要人工干预。	设备运行管理采用远方监视;设备出现故障后,自适应保护和孤岛化;供电恢复自愈化。
控制技术	功率控制方式采用集中发电方式;潮流控制方式单一,由发电侧流向供电侧。	功率控制方式采用集中和分布式发电并存的方式;潮流控制方式有许多种。
决策支持技术	运行人员依据经验分析、处理电网紧急问题。	通过动画、动态着色、虚拟现实等数据展示技术,帮助运行人员分析和处理紧急问题。

4 结束语

以上在探讨智能电网关键技术的基础上,对比分析传统电网与智能电网在通信技术、量测技术、设备技术、控制技术和决策技术等方面存在的差距。智能电网相对传统电网的主要优势在于实现了电网与用户之间的双向互动,实现了电网故障的自愈功能,进一步提高了电网供电的可靠性和高效性。在建设智能电网的过程中只有不断深化 (下转第 12 页)

输出控制接点,或者是智能控制通信口,并采用统一的通信协议。

4 实现电能表的智能化应采取的措施

智能电网用电系统需要按照智能用电体系进一步加强建设,使其具有业务范围清晰、业务流程通畅、业务处理高效的营销组织模式和标准化业务体系,构筑“用户管理与服务技术支持平台”、“用户管理与服务双向互动平台”两大平台,实现客户服务全过程的信息化管理,建立起标准化、规范化、集约化的营销业务处理平台。

4.1 依托强大稳固的通信网

传统的多功能电能表和居民载波电能表只能实现用户用电量的上传功能,而且目前使用的低压电力线载波通信、GPRS 无线通信以及电网自动化的光纤通信也无法满足智能电网对智能电能表信息互动的要求。未来智能电网对通信技术要求会更高,依赖性将更强,建设支撑广域、全景实时信息的传输系统将成为智能电网的一项重要工作。因此,必须从战略高度重视新型信息、通信网络体系结构的研究与试验工作,必须注重信息与业务的关联度及整合度,合理构建信息交互与共享的层次架构,避免无谓的,甚至是有害的海量信息操作。同时,结合电网自身优势,开展基于综合能源及通信系统体系结构的研究,构建安全、可靠、稳定、适用、快速的智能电网信息交互平台。信息交互平台必须是坚固的、灵活的,具备抗攻击性、自防御性。

4.2 建立更加灵活的电力市场

电源与电网是电力系统不可分割的有机组成部分,两者的发展共同受宏观经济政策、负荷变化、环保约束等因素的影响。只有电源和电网协调一致、均衡发展,才能实现社会资源的优化配置,进而实现社会效益最大化。随着社会经济的快速发展,在国家骨干电网的支撑下,未来智能电网既要适应大型电源基地的接入,还要适应各类分布式电源与保安电源的接入,所以除考虑分层分区的电源接入,还要

考虑分散式接入。同时,未来的智能电网在规范电源接入技术要求和功能后,将具备稳定、无缝、无扰、自动接入电源的能力,以及迅速、有序、低扰、安全地解列电源的能力。电网对电源侧的管理除指令性调度外,应建立起一个市场经济的电量交易系统,电网和发电厂通过实时上网电价更加经济的实施电网调度,提高发电厂和电网经济效益,这就需要智能电能表计量、记录发电厂实时电量、电费,并完成实时双向传输的功能。

4.3 调动用户积极开展节能工作

智能电能表实现了电网企业与电网用户之间的信息交互、需求交互、和谐共赢,使得社会效益最大化。从用户侧来说,个性化、需求化、灵活的电能需求将可以得到实现,积极利用自身的余能建设环保型的分布式电源,将自有、富余、投资性电能用于电网补充、调配和应急。智能电能表让用户随时了解自己的用电记录、当时的供电情况和费率信息,便于及时采取适当节电措施,自觉参与节电节能工作,如使用智能电能表对用电进行分时控制,减少用电高峰时的用电量,增大用电低谷时的用电量,以减少总的电费。在智能电网实行阶梯电价时,用户可以根据自己的用电情况,改变用电需求,平滑社会对供电量增长的需求。在供电量供不应求时,用户用电量超过合同规定用电量时可以实行更高电价计算电费,使用户减少对电力能源的需求;在供电量供过于求时,用户用电量超过合同规定用电量时可以实行更优惠电价计算电费,鼓励用户增加对电力能源的需求,减少社会对电力投资的浪费。

5 结束语

通过使用智能电能表可以使电网、发电厂和用户之间实现信息互动,使智能电网的先进计量系统对远程监测、分时电价和用户侧管理等作出更快、更准的系统响应,调动电网各个组成机构自觉地参与节电、节能工作,实现电网的最大经济效益。

本文责任编辑:齐胜涛

(上接第 5 页)

认识传统电网与智能电网的差距,逐渐找出建设智能电网的突破口、切入点,才能少走弯路,确保建设智能电网的顺利进行。

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] VADARI M. Demystifying intelligent networks[J]. Public Utilities Fortnightly, 2006, 145(11): 61-64.
[3] 陈树勇,李树芳,李兰欣,等.智能电网技术综述[J].电网技术, 2009, 33(8): 1-7.
[4] 郝悍勇. IBM 眼中的“智能电网”[J]. 电力信息化, 2006, 4(7): 24-26.
[5] 乔苏蒂斯. SOA 实践指南—分布式系统设计的艺术[M]. 程桦,译.北京:电子工业出版社,2008.

本文责任编辑:齐胜涛