

Reflection on the Smart Power Utilization Introduced into the Distribution Network

Hongxu Yin¹, Zhaoyun Meng², Jianhua Zhang¹

¹School of Electrical and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Beijing, China, 102206

²Dezhou power company, Shandong Electric Power Group Corporation, Dezhou, China, 253000

Email: hongxu_yin@126.com, yinhongxu@ncepu.edu.cn

Abstract: With the constantly advancing of the smart grid construction, the construction of smart power utilization used in distribution network has been placed on the agenda. This paper introduces the smart power utilization technology and its research status. With the application of real-time electricity price, distributed generation and energy storage devices, the influences of the smart power utilization on the distribution network are discussed in detail. And the opinion that the construction of smart power utilization system and microgrid should be synchronized is pointed out. Finally some suggestions on the construction of smart power utilization in China are given.

Keywords: smart power utilization; distributed generation; energy-storage; real-time electricity price; microgrid

配电网引入智能用电的思考

殷红旭¹, 孟召云², 张建华¹

¹华北电力大学电气与电子工程学院 中国 北京 102206

²山东电力集团公司德州供电公司 中国 德州 253000

Email: hongxu_yin@126.com; yinhongxu@ncepu.edu.cn

摘 要: 随着我国智能电网建设的不断推进,处于配电环节的智能用电建设被提上议事日程。本文介绍了智能用电技术及其国内外研究现状,结合实时电价的应用、分布式电源的接入、储能装置的接入,详细讨论了智能用电给现有配电网带来的影响,并指出了建设智能用电系统应与建设微网同步的观点,最后对我国建设智能用电系统提出了几点建议。

关键词: 智能用电; 分布式电源; 储能; 实时电价; 微网

1 引言

智能电网的概念一经提出,国内外各电力企业纷纷积极响应,制定了一系列切实可行的措施,为实现智能电网这一美好蓝图而不懈努力。

我国著名能源专家武建东说,“智能电网建成后,消费者既可以是电力客户,也可以让自己生产的风能、太阳能、氢电池、生物沼气等发电装置并网利用,从而成为小型电力供应商,这个转变将使人类消费能源的方式发生历史性革命。”

智能电网可以从本质上改变我国昔日“重发、轻供、不管用”的状况,随着发输电工程日趋成熟和完善,能充分发挥智能电网功能的主要在于配电环节^[1]。然

而,配电网涉及到千家万户,繁琐而复杂,在配电环节实现智能用电是一项艰巨的任务。为实现这一任务,对于电力企业而言,有技术层面的问题,但更具挑战性的是改变用户的用电习惯。

2 智能用电技术简介

智能用电技术^[2]涵盖了高速实时通信、智能电表、智能采集、双向交互、需方响应等多方面的技术,涉及了计算机应用技术、现代通信技术、高级量测技术、控制理论、图形可视化等诸多学科。

高速实时通信是支撑智能电网的关键技术,大容量光纤通信网络到台区或居民家中,满足用电数据采集和交互信息传输的需要;智能电表是对传统电能表

的全面技术革新,可实现自动抄表、自动测量管理;智能采集终端^[2]可实现对用户用电信息(用电量、负荷数据)的自动采集,以及用电设备数据采集和在线诊断,支持实时数据的远传;智能交互终端为电力企业和电力用户之间的交互提供了友好、可视的平台;需方响应技术^[2]使用户可以接收电力企业发布的用电信息,及时响应用电负荷的变化,以达到削峰填谷,减少高峰负荷需求增长,推迟配电网改造的目的。

3 国内外研究现状

3.1 国外研究现状

早在 2001 年,意大利的电力公司就安装和改造了 3000 万台智能电表,建立起了智能化计量网络。

2008 年,美国科罗拉多州的波尔得(Boulder)已经成为了全美第一个智能电网城市,每户都安装了智能电表,人们可以很直观地了解到实时电价,从而能够根据实时电价信息把一些可以灵活安排的用电活动,比如洗衣服、烫衣服等安排在电价低的时间段。每户还添加了家用太阳能电池板、风力涡轮机和混合动力汽车等装备。智能电表还可以帮助人们优先使用风电、太阳能发电等清洁能源。

2009 年 2 月 4 日,地中海岛国马耳他公布了和 IBM 达成的协议,双方同意建立一个“智能公用系统”,实现该国电网和供水系统的数字化。

2009 年,英国也宣布投资 5 亿英镑为 4 个城市安装智能电表。在英国,智能电网的探索方向是可再生能源发电和智能配电,以进一步降低碳排放,实现环保用电。英国能源公司计划建设 8.6GW 的潮汐发电工程,将成为世界上最大的潮汐发电站,并计划在 2020 年将“风电”直接输入城市电网^[3]。

3.2 国内研究现状

我国要打造的坚强智能电网^[4]是以特高压电网为骨干网架,通过先进的设备技术和控制方法,实现安全、高效运行的电网。我国在配电网智能用电方面的试点也正如火如荼地进行。例如:

1) 北京莲香园小区和阜城路 95 号院进行智能用电试点;

2) 上海市浦东区峨山路“越富豪庭”居民区进行智能用电试点;

3) 浙江省嘉兴市海盐县 30%居民参与到智能用电试点中来;

4) 南京、重庆等试点工程即将陆续启动;

5) 部分高校已经使用了智能用电系统(如:中国人民公安大学等)。

正在进行的上海世博会中,国家电网企业馆也向世人展示了智能用电系统。其中,智能交互终端、智能交互机顶盒、智能插座、智能家电、安防设备、电动窗帘、背景音乐和智能灯光应有尽有。智能用电用户服务系统主操作界面简单明朗,涵盖内容丰富,操作舒适方便,添加了对用户家电的用电量统计、三表抄收等,为用户提供历史用电信息和消费记录,并可对用户的用电给出合理建议。

4 智能用电的采用对现有配电网的影响

智能用电系统的应用将为配电网引入新的元素:实时电价的应用、分布式电源的接入、储能装置的接入等。它们的引入将改变配电网传统的运行模式,在使配电网智能化的进程中,无论在技术上还是观念上都是一次全新的挑战。因此智能用电系统的建立必将带来配电网的一次革新,会给用户和电网带来深远的影响。

4.1 实时电价的应用

实时电价是电力零售竞争的基础,是零售市场准入的关键因素,更是在配电网中引入智能用电需要实现的要素之一。实时电价^[5]能反映“瞬时”的生产边际成本及用电量信息,融电价水平与电价结构于一身。实时电价能够指导用户优化用电,对于电力企业来说,求取实时电价也是对生产中各个环节进行优化的过程。实时电价的应用可以激励用户节约用电,向用户提供实时电价信息,同时为用户提供多种可选的用电方案。

智能用电系统引入实时电价理念使用户侧电力市场化成为可能,用经济手段刺激用户积极参与零售市场,让消费者自主选择适合自己的用电方案,从而促成人们生活的便捷性、舒适性和高质量。

由于电一旦输送出来,就不可回收。所以,负荷高峰时,电网的压力较大,存在安全隐患;而负荷低谷时,电力资源的浪费又很严重。对电力企业而言,应用实时电价有利于减少高峰需求的增长,推迟配电网改造,保持电价稳定。通过鼓励避峰消费,还可以帮助平衡配电网的负荷。

4.2 分布式电源的接入

当新型、高效、绿色的小型独立电源日益壮大,

可再生能源的使用具有环保性和持续性时,分布式发电技术应运而生。分布式发电技术与高新科技结合,可实现多种资源在不同地域之间实现优势互补^[6]。智能用电系统的建立恰为实现分布式发电提供了客观便利条件;同时,分布式发电也正是智能用电系统的有机组成部分。智能用电系统中,用户的概念发生了变化,至少它已不是传统意义上单方面消耗电能的用电终端。智能用电系统中的用户可以根据实时电价安排用电方案的同时,还可以根据实时电价信息向电网回馈电能,这时候用户就不再是传统意义上的被动用电了。

分布式电源的种类很多,包括小水电、风力发电、光伏发电、燃料电池等。一般来说,其容量从 1kW 到 10kW。智能用电系统中的分布式电源并不具有像内蒙风电场那样集中的特点,相反它是分散在每家每户的小型风机或是几块太阳能电池板。因此这样的分布式电源规模小,靠近负荷中心,可根据需要给附近负荷供电,降低对电网扩展的要求^[7];或是接入配电网,向电网输送电能。这样,可以在一定程度上减轻对常规能源发电的依赖,有利于环境的可持续发展;还可以减少输电网上的功率传输,降低损耗,节约电网的年运行费用。

然而,大量的分布式电源接入配电网,势必改变传统配电网的潮流分布^[6]。在传统配电网中,馈线潮流总是单向流动的,并且随着与变电站距离的增加有功潮流单调减少;当在馈线上安装了分布式电源以后,从根本上改变了系统潮流的模式,使得潮流难以预测,会对保护方案、电压控制和仪表设备提出新的要求^[7]。同时,分布式电源(例如风力发电和光伏发电)受天气影响较大,接入电网后会出现随机性变化,使得潮流具有随机性。所以,分布式电源的接入可能会影响电网的安全稳定运行,势必会给配电网带来一次技术革新。

4.3 储能装置的接入

和分布式电源在智能用电系统中的应用一样,实时电价的应用也可能使得用户利用储能装置来避免使用高价电。储能装置的接入在一定程度上可以改变负荷曲线,起到削峰填谷的作用。

随着科技进步,储能装置的种类层出不穷,比如:飞轮储能、超级电容器储能、超导磁能储能、钠硫蓄电池储能等。在我国试点建设智能用电系统时,出现了一种新型的交通工具——充电式混合动力汽车(俗

称电动汽车)。随着人们环保意识的增强和油价的不断攀升,人们在追求方便快捷的同时,更多的会考虑如何更环保、更经济。电力作为一种生活必需品,电价相对较低,单就这一方面而言,在充电站等基础设施建成后,电动汽车也会在较短的时间内得到普及。

从另外一个角度考虑,电动汽车还是一种强大的储能装置。据报道,其车用电池可储能 35kWh,足以提供一般居民用户一昼夜的用电量。而且,居民用户可充分利用实时电价信息,适时给电动汽车充放电,以节约电费。例如:夜间处于谷荷时期电价较低,则给电动汽车充电,傍晚正值峰荷时期电价较高,可将电动汽车的剩余电量接入系统,作为电源以供家用。随着智能用电的发展,电动汽车等储能装置的使用,将使电力负荷曲线趋于平缓,有利于延长电力设备的寿命,减少备用容量,同时也有利于居民节电意识的形成。

5 建设智能用电系统与建设微网相促进

微网和智能电网一样,都是 21 世纪的新兴概念。微网的含义在不同国家和地区也有着演变和区分,但共同的观点是:微网必须是以分布式发电技术为基础,融合储能装置、控制装置和保护装置的一体化单元;靠近用户终端负荷;接入的电压等级是配电网;能够工作在并网和自治 2 种模式^[8-10]。

从微网的特点来看,智能用电系统天生就和微网有必然的联系。随着智能用电系统的发展,在分布式电源充足的区域可以考虑在建设智能用电系统的同时建设微网。智能用电系统中用户回馈送电形成的分布式电源与微网中的分布式电源在容量和运行方式上是不同的,前者的容量小,运行的不稳定性更大,我们可以将其称之为分布式微电源。分布式微电源虽然容量小,但是其存在于配电网中的千家万户,数量大,总容量不可忽视。当微网运行于自治模式时,网内的分布式微电源将可以在一定程度上发挥分布式电源的作用,从而使微网在自治运行时能够尽可能少的放弃负荷甚至是不放弃。所以智能配电系统的建设对微网的稳定运行会起到促进作用,在建设微网的过程中,可以将分布式微电源考虑到分布式电源中,从而使得微网区域的划分和规模的确定更具合理性。

另一方面,微网的建设对智能用电系统也会起到良好的促进作用。微网的建设可以优化和提高能源的利用率,推动分布式电源上网,改善电网的安全可靠性^[6]。特别是当大电网遭严重破坏而解列时,微网可

以自成网络向区内用户供电, 保证智能用电系统的正常运行, 大大增强了配电网供电的灵活性。

6 对我国建设智能用电的建议

1) 从目前国家电网公司智能电网建设中远期规划来看, 近期建设的重点是特高压和区域电网调度智能化, 输电网智能化和配电网智能化将在中后期展开。但是, 这并不表明配电网智能化建设就可以放缓步伐, 恰恰相反, 由于配电网繁琐且涉及到千家万户, 智能化配电网的建设需及早着手, 做好充分的准备。

2) 由于智能用电技术涉及很多学科, 所以需要建立跨行业协调合作机制, 调动电力企业、通讯业以及设备制造业等各方面的力量。作为建设智能用电主力的电力企业更需要引进包括计算机、通讯、控制领域的人才, 共同为建设智能用电而努力。高速实时通信技术是建设智能用电的核心技术, 这需要通讯行业的积极配合。而随着智能用电系统的采用, 各种智能化设备的制造以及家用电器的智能化将被提上日程, 值得设备制造业及时攻关。

3) 在我国, 随着智能用电的开展, 有关智能用电的国家技术标准体系还有待加强, 需要尽早建立有关的国家标准, 以指导行业有序发展^[1]。

4) 建设智能用电的投资比较大, 需要尽快确定资金来源, 才能实现其在我国配电网中的快速推广。

5) 国家需要加强智能用电系统的宣传力度, 让每户居民都了解智能用电的优越性, 使得当智能用电推广时, 大家都乐于接受且勇于尝试, 并懂得具体如何使用。

7 智能用电的前景展望

智能用电系统的产生充分体现了各学科之间的互相渗透, 有利于促进各学科间的交流, 开创一个以家庭智能化用电为主题的新时代。

随着各省市智能用电系统试点工程如火如荼地展开, 全国配电网的智能化势在必行。我们相信在不久的将来, 每家都是智能用电系统的终端, 可以方便快捷地了解实时电力信息, 安排用电方案, 节约电费支出; 同时使电力企业减少削峰填谷的困难, 降低损耗,

使电网更加经济、可靠的运行。

致 谢

感谢 PEEC2010 给我们提供了这样一个良好的交流平台, 使我们能够互相讨论, 互相学习。谨借此机会, 向所有为本论文提出宝贵意见和建议的老师、师兄师姐们表示衷心地感谢!

References (参考文献)

- [1] Yuhui ZHOU. Smart grid—New Strategy in the 21st century energy[M]. Tsinghua University Press. 2009. 10.
周渝慧. 智能电网—21 世纪国际能源新战略[M]. 清华大学出版社. 2009. 10.
- [2] Yongbiao YANG, Yongbao BAI, Jinda ZHU, et al. The new technology of the smart power utilization[J]. Rural Electrification. 2009(11):20-22.
杨永标, 柏永宝, 朱金大 等. 智能用电新技术[J]. 农村电气化. 2009(11): 20-22.
- [3] Hua MENG. The applications of smart grid in the world[N]. Economic Information Daily. 2010. 5. 10.
孟华. 世界各国智能电网的应用情况[N]. 经济参考报. 2010. 5. 10.
- [4] Yuming CHEN. The new trend China has led in the world grid by the strong smart grid[N]. Economic Information Daily. 2009 8. 12.
陈玉明. 中国以坚强智能电网引领世界电网发展新趋势[N]. 经济参考报. 2009. 8. 12.
- [5] Feng SHEN, Jian ZHANG. Comparative analysis between the China's current energy pricing methods and the real-time price method[J]. The journal of Zhongyuan technical college. 2004(5): 49-51.
沈峰, 章健. 我国现行电能定价方法与实时电价比较分析[J]. 中原工学院学报. 2004(5): 49-51.
- [6] Yunlian SUN. New energy and distributed generation technologies [M]. Beijing. 2009. 11.
孙云莲. 新能源及分布式发电技术[M]. 北京. 2009. 11.
- [7] Yixin YU, Wenpeng LUAN. Smart Grid[J]. Power System and Clean Energy. 2009(1): 7-11.
余贻鑫, 栾文鹏. 智能电网[J]. 电网与清洁能源. 2009(1): 7-11.
- [8] EPRI. Power delivery system and electricity markets of the future[R]. Palo Alto, CA, USA: EPRI, 2003.
- [9] HATZIARGYRIOU N, ASANO H, IRAVANI R, et al. Microgrids[J]. IEEE Power & Energy Magazine. 2007, 5(4): 78-94.
- [10] VEN KATARAMANAN G, MARNAY C. A larger role for microgrids[J]. IEEE Power & Energy Magazine, 2008, 5(4): 78-82.
- [11] Yongyu GAO. Yunzhou ZHANG: Smart Grid is an objective requirement for intelligent city[N]. First Financial Daily. 2010. 4. 7.
高永钰. 张运洲: 智能电网是城市智能化的客观要求[N]. 第一财经日报. 2010. 4. 7.