

探讨智能用电技术的应用

陈辉, 余南华, 陈炯聪

(广东电网公司电力科学研究院, 广东 广州 510080)

摘要: 通过介绍当前具有代表意义的智能双向表计技术、智能电器及插座技术、智能用电终端技术、智能用电信息管理系统技术及互动式用电技术, 分析了各项用电技术的特点及在智能电网中所承担的重要功能。可以预期智能用电技术将在未来得到极大的丰富与发展, 并在人类家居生活中担负着越来越重要的作用。

关键词: 智能用电; 智能表计; 智能电器; 智能插座; 智能用电终端; 智能用电信息管理系统; 互动式用电
中图分类号: TM727; TP18 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-290X(2011)01-0082-05

Discussion on Application of Smart Power Consumption Technology

CHEN Hui, YU Nan-hua, CHEN Jiong-cong

(Electric Power Research Institute of Guangdong Power Grid Corporation, Guangzhou, Guangdong 510080, China)

Abstract: By introducing representative smart two-way metering technology, smart apparatus and socket technology, smart power consumption terminal technology, smart power consumption information management system and interactive power consumption technology, the article analyzes characteristics of each power consumption technology and important functions they undertake in smart grid. It can be predicted that smart grid will be considerably enriched and developed in the future and play an increasingly important role in human life.

Keywords: smart power consumption; smart metering; smart apparatus; smart socket; smart power consumption terminal; IMS of smart power consumption; interactive power consumption

智能电网技术就是通过数字化信息网络系统, 将能源资源开发、输送、存储、转换、输电、配电、供电、售电、用电等电气设备连接在一起, 实现节能、环保、高效、可靠、稳定的现代化电网的建设。智能电网技术的关键是选取具有前瞻性、先导性及探索性的重大技术作为智能电网技术研究的基础, 它涵盖了从发电、输电、变电、配电及用电的全部环节, 具体包括智能用电技术、微网技术、智能变电站技术、智能馈线自动化技术、智能配电终端、电动汽车技术、智能调度技术、通信技术及智能电网信息技术等方面^[1-3]。

智能用电技术是智能电网技术环节的终端部分, 作为最能够体现智能电网“电力流、业务流、信息流”双向互动的环节, 它也是电网企业实现营销现代化的重要基础^[4-6]。在国外, 许多供电企业

都将智能用电技术作为建设智能电网的第一步。

本文将从智能用电技术的典型代表出发, 对智能双向表计、智能电器及插座、智能用电终端、智能用电信息管理系统及互动式用电技术进行介绍。

1 智能双向表计技术

1.1 电能表计读表技术的发展历程及存在的问题

传统的电能表计以单向统计用户电能量的使用情况为主要目的, 该技术的发展, 经历了人工抄表、远程自动抄表等阶段。

1.1.1 人工抄表

人工抄表的特点: 现场抄表; 数据手工录入; 单一电价。缺点: 需要进行入户操作, 难度大; 抄表率低、周期长、资金回收速度慢; 用户增多时, 管理人员和操作人员也要相应增多, 导致管理费用过高; 抄表工作难以适应企业管理信息化的要求; 单一电价模式难以实现资源的优化配置。

收稿日期: 2010-08-04

1. 1. 2 远程自动抄表

远程自动抄表在人工抄表的基础上有了一次质的飞跃, 其特点是: 远方抄表; 故障及告警; 企业计量数据管理; 分时电价。

国内受技术水平的限制, 远程自动抄表技术起步较晚。这几年随着国家康居工程的推广和智能化小区的发展, 出现了多种不同的自动抄表方式。主要有: 利用全球移动通信系统(global system for mobile communication, GSM)短消息技术实现的自动抄表方式; 基于 modem、电话网和单片机的远程抄表系统; 利用电力线的载波和扩频技术实现的远程抄表以及磁卡收费方式等^[7]。

当前自动抄表技术的不足之处在于: 无法完全满足智能电网的用电技术对智能双向表计的需求; 智能家居内无法接入户内网及实现对智能家居的监控; 无法实现智能电网技术的需求侧响应需要; 无法实现主站端对用户远程负荷的控制。

1. 2 智能双向表计及其功能

智能用电技术中最基础的产品就是智能双向表计。智能双向表计作为用户自动化智能终端, 是指具有开放式双向通信功能的智能电表, 它是一种可编程的电表, 其基本功能除用于记录电能量外, 还可以实现以下功能:

a) 能根据预先设定的时间间隔来测量和储存多种计量值(如电能量、有功功率、无功功率、电压等)。

b) 能够接入智能用电信息管理系统和数据中心, 进行数据与信息的交换。

c) 具有双向通信功能, 能够支持电表的即时读取(可随时读取和验证用户的用电信息)、远程接通和开断、装置干扰和窃电检测、电压越界检测, 也支持分时电价或实时电价和需求侧管理。

d) 在检测到失去供电时, 电表能发回断电报警信息(一般利用内置电容器的蓄电来实现), 这给故障检测和响应提供了很大的方便。

e) 能够作为电力公司与用户户内网络进行通信的网关, 使用户可以实时地查看其用电信息和从电力公司接收电价信号。当系统处于紧急状态或需求侧响应并得到用户许可时, 电表可以中继电力公司对用户户内电器的负荷控制命令。

f) 将实时数据采集和控制系统相结合, 以支持系统监测、故障响应和系统实时运行^[8-10]。

智能双向表计除了以上的基本功能外, 它还具有以下一些典型的功能: 提供数据采集和双向计量功能, 能支持具有分布式发电的用户; 提供断电报警和供电恢复确认信息处理; 提供窃电监测与报警; 提供对智能家电(智能电器)的控制; 提供电能质量的监视; 可以进行远程编程设定和软件升级; 支持远程时间同步; 能根据需求侧响应要求实现负荷的智能限制; 提供参数设置及事件记录等。

2 智能电器及插座技术

智能电器及插座技术作为智能用电技术的一个子集, 具备智能电网的优质友好与双向互动的特性, 实现服务、信息和系统资源的高度共享, 为用户提供一种更加安全、舒适、方便的智能化、信息化的生活空间。

智能电器与智能插座能够通过无线通信技术, 与智能用电终端进行数据交互, 提供相关用电数据信息, 并执行来自智能用电终端的指令以控制和调整用电设备的运行。

2. 1 智能电器技术

智能电器是相对于传统家用电器而言的, 它的出现与发展是与智能用电技术的发展步伐息息相关的。智能电器技术集信息技术、控制技术、网络技术、计算机技术为一体, 旨在为用户提供更为有效、便捷、舒适的家居生活, 同时还能够与智能用电终端实现信息的双向交互, 优化家居生活的电源管理。

智能家用电器具备如下功能:

a) 接受电力企业或者智能用电终端多种方式的智能化远程控制;

b) 具备家电设备高效的节能技术, 并可实现家电设备的高度信息化;

c) 能够实时显示、分析电器设备用电信息, 通过与电力企业的信息交互, 获取分时电价的信息, 从而实现智能化用电管理。

2. 2 智能插座技术

在我国节能减排的大趋势下, 家用电器设备的待机能耗已经成为一个不可忽视的问题。据中国节能认证中心调查, 我国城市家庭的平均待机能耗相当于每个家庭每天昼夜都在亮着一盏 15~30 W 的长明灯^[11]。智能插座技术的出现, 可以在不对家

居设备做太大技术变革的基础上实现智能化控制,以顺应智能电网技术发展的需要,更好地建设资源节约型社会。它能够通过设定不同的家庭情景模式,使灯光自动变明变暗,空气调节器、电视机能够自动关闭和打开,家中所有电器设备的电源开、合都能够得到智能化控制^[12]。

通常,智能插座在普通插座的基础上,结合智能电网用电技术的发展需要,整合信息、通信、网络、电子等技术后,增加了以下功能^[13]:

- a) 智能插座电源的电压、电流、频率及工作环境温度的监测和显示;
- b) 智能工作状态与普通工作状态的功能切换;
- c) 智能实现数字功率的分配与负载准入;
- d) 智能实现过流、过压报警保护;
- e) 智能实现家庭信息的采集及监控;
- f) 具备网络监测功能。

智能插座装置常常由电源系统、监测系统、控制系统、通信系统和显示系统 5 部分组成。

智能插座技术的常见控制方式^[11]: 无线电波方式; 红外线方式; 声控方式等。其中, 声控是最简单的方式, 其次是红外线方式, 均较无线电方式简单且制造成本低, 这是其优势, 但在功能和性能上都远远低于无线电遥控方式。

无线电遥控方式可分为室内遥控和远程遥控两种类型。室内遥控可考虑使用 ZigBee 技术实现对室内电器设备的智能控制; 远程遥控系统则是借助电话控制系统、无线公网技术等方式实现对家居设备的控制。

3 智能用电终端技术

智能用电终端^[14]是户内用电设备的集中管理器, 通过无线网络对智能家居设备进行检测与控制, 并提供友好的人机界面满足用户的实时浏览、在线监控、任务设定等功能。它作为用户与电网互动的末端, 能够根据用户的具体需求及来自电网的相关信息, 实现智能化的综合分析与判断, 完成对用电设备的综合能效管理。

智能用电终端是智能用电技术实现用户与电网有效互动的基石, 它与电网侧智能用电主站系统通过智能双向表计及相关信息通道, 在电网与用户之间建立起有效的互动性, 可以对用电实施智能管理, 是智能用电效益的实际体现。

用户侧的智能用电终端一般使用触摸式屏幕, 通过友好的人机界面, 用户可以实现如下功能:

- a) 随时查看分类的用电设备(容性与感性, 大负荷与小负荷)甚至具体到某台用电设备的实时和历史用电数据, 以及相关的用电开销。
- b) 通过智能化的场景模式对用电设备进行自动化节能控制, 也可通过电话等手段实现对相关设备的远程控制。
- c) 当用电设备出现异常故障或者电能浪费时(如无效照明、温度调节、设备无功运转等), 可通过声控、手机短信、电话等方式及时发出报警。
- d) 可获取结合自身实际需求和电网的分时与阶梯电价综合判断而推荐给用户的最佳用电方案, 以及进行相应的用电成本展示。

4 智能用电信息管理系统技术

智能用电信息管理系统是一个能够获取、处理、存储和分析测量与计量值的计算机管理系统, 并具备与其他信息系统进行交互使用的功能。一般可分为智能用电管理主站系统及智能用电管理子站系统, 它们之间通过集中器进行数据的传递, 如图 1 所示。

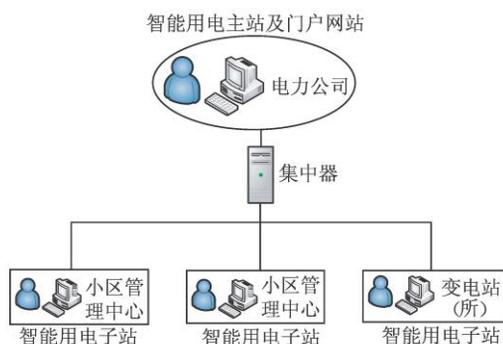


图 1 智能用电管理主站及智能用电管理子站示意图

4.1 智能用电管理主站系统

通过收集、储存并智能分析来自电网末端用户的实时用电信息, 实现与各类电力用户的有效互动, 为智能电网营销系统的分时与阶梯电价、全面预付费等灵活服务策略的实施提供技术基础, 在一定程度上实现电网负荷预测和平峰填谷的调节功能。一般置放于区级电力公司的调度中心内, 负责对整个区域进行用电信息管理。

4.2 智能用电管理子系统

监视与浏览辖区实时用电信息, 完成辖区日常业务的处理, 包括收费、设备维护、电力公司政策执行、用户的投诉或需求响应等。一般置放于小区管理中心或者辖区所属的变电所内, 负责对单个或多个小区进行用电信息管理。

在电网侧通过智能用电信息管理系统, 电网公司可以实现如下功能: 进行有效的负荷预测, 并在一定程度上实施平峰填谷的调节功能; 根据构建的用户用电设备模型及其历史用电特性, 通过与实时用电数据进行综合对比及智能化数据分析, 可显著提高线路故障定位与报警能力; 提高供电效率与供电质量, 有效降低供电成本。

5 互动式用电技术

智能互动式用电技术是指随着现代化的信息技术、通信技术、计算机技术的发展, 智能电网侧与用户侧之间能够实现电力流、信息流及业务流的双向互动, 使电力用户享受到智能化、多样化的优质服务, 同时, 又能够提高电力企业对电力用户的有效管理与控制能力, 并改善供电质量与服务, 可分为用户远程互动与用户现场互动 2 种形式。互动式用电技术如图 2 所示。

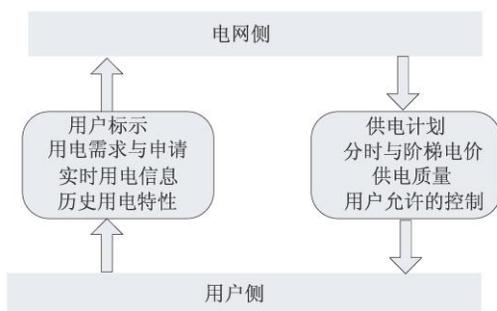


图 2 互动式用电技术示意图

互动式用电技术提供的功能如下:

- a) 提供实时、透明的监测与预警数据。
- b) 为用户提供了灵活多变的信息获取手段, 如 IP 电话、短信、传真、语音及电子邮件等。
- c) 为电力企业提供了便捷的信息发布服务, 它包括实时电价显示与分时电价预报、用电政策指引、用户服务定制、电网实时状态查询等功能。同时, 还能够向用户反馈电量使用、电费余额及购电

套餐等信息。

d) 实现电力用户的多渠道自助缴费功能。用户可以使用银行卡、预付费电表 IC 卡、缴费发票等方式完成缴费, 提高了企业收费及用户缴费工作的效率。

e) 家庭用电智能化控制及管理。电力企业可以根据用户的需求, 结合系统负荷特性进行分析, 指导用户实现合理用电, 同时生成最佳用电方案并下载至智能用电终端, 可以自动控制及管理家用智能电器的使用。

f) 用户远程互动是指电力企业主要以语音、短信、传真等方式与电力用户进行互动和信息的双向传递, 使用户可以便捷完成业务查询、受理及缴费等业务。

g) 用户现场互动是指通过智能用电终端或数字媒体等视频技术与电力用户进行互动和信息的双向传递, 使用户如在现场观看来自电力企业的电力展示活动及电价与停电信息, 还可以实现智能化家居设备的自动化控制^[4]。

6 结束语

智能电网是对电网未来发展的一种愿景。智能用电技术作为智能电网技术的一个重要子集, 承担着用户与电网企业双向互动、改善用电水平、实现资源最大利用等重要作用。

随着国内外智能用电技术的迅猛发展, 智能用电面临着许多新的要求: 广泛应用的分布式能源; 快速发展的电动汽车及储能技术; 日益提高的用户侧用电需求等。为此, 本文选取了智能用电技术中具有典型性的智能双向表计技术、智能电器及插座技术、智能用电终端技术、智能用电信息管理系统技术及互动式用电技术五大部分为主体, 对智能用电技术进行了全面的总结与阐述。

参考文献:

- [1] 王哲. 智能电网涉及的关键技术[J]. 电源技术应用, 2009, 12(10): 65-67.
WANG Zhe. Key Technologies Involved in Smart Grid[J]. Power Technology Application, 2009, 12(10): 65-67.
- [2] 陈树勇, 宋书芳, 李兰欣, 等. 智能电网技术综述[J]. 电网技术, 2009, 33(8): 1-7.
CHEN Shuyong, SONG Shufang, LI Lanxin, et al. Survey on Smart Grid Technology[J]. Power System Technology, 2009, 33(8): 1-7.

- [3] 林宇锋, 钟金, 吴复立. 智能电网技术体系探讨[J]. 电网技术, 2009, 33(12): 8-14.
LIN Yu-feng, ZHONG Jin, WU Fu-li. Discussion on Smart Grid Supporting Technologies[J]. Power System Technology, 2009, 33(12): 8-14
- [4] 刘振亚. 智能电网技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
LIU Zhen-ya. Smart Grid Technology[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2010.
- [5] 钟金, 郑睿敏, 杨卫红, 等. 建设信息时代的智能电网[J]. 电网技术, 2009, 33(3): 12-18.
ZHONG Jin, ZHENG Rui-min, YANG Wei-hong, et al. Construction of Smart Grid at Information Age[J]. Power System Technology, 2009, 33(3): 12-18
- [6] 张文亮, 刘壮志, 王明俊, 等. 智能电网的研究进展及发展趋势[J]. 电网技术, 2009, 33(13): 1-11.
ZHANG Wen-liang, LIU Zhuang-zhi, WANG Ming-jun, et al. Research Status and Development Trend of Smart Grid[J]. Power System Technology, 2009, 33(13): 1-11
- [7] 姜铁宁. 远程智能电表抄表系统设计[D]. 大连: 大连海事大学, 2008.
JIANG Yi-ning. Design of Remote Smart Meter Reading System[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2008.
- [8] 刘振亚. 智能电网知识读本[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
LIU Zhen-ya. Basic Knowledge of Smart Grid[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2010.
- [9] 何光宇. 智能电网基础[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
HE Guang-yu. Basis of Smart Grid[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2010.
- [10] 许晓慧. 智能电网导论[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
XU Xiao-hui. Introductory Theory of Smart Grid[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2009.
- [11] 孟亚俐. 待机能耗的解决方案——智能开关、插座的应用[J]. 考试周刊, 2008(34): 232-233.
MENG Ya-li. Solution to Standby Power—Application of Smart Switch and Socket[J]. Examination Weekly, 2008(34): 232-233.
- [12] 温铁钝, 孙键国, 张天宏. 无线遥控智能插座的设计[J]. 测控技术, 2003, 22(10): 53-55, 59.
WEN Tie-dun, SUN Jian-guo, ZHANG Tian-hong. Design of Wireless Remote Control Intelligent Socket[J]. Technology of Surveying and Mapping, 2003, 22(10): 53-55, 59.
- [13] 陈帅, 廖晓纬, 王永礼, 等. 多功能智能监测插座研究[J]. 安庆师范学院学报: 自然科学版, 2002, 8(2): 19-21.
CHEN Shuai, LAO Xiao-wei, WANG Yong-li, et al. Multifunctional and Intellectual Socket Research[J]. Journal of Anqing Teachers College: Natural Science Edition, 2002, 8(2): 19-21
- [14] 许继智能电网研究中心. 郑州新区白沙组团智能配用一体化建设规划[R]. 许昌: 许继智能电网研究中心, 2009.
Xuji Smart Grid Research Center. Construction Planning of Integrated Power Distribution and Consumption in Baishazutuan of Zhengzhou New Area[R]. Xuchang: Xuji Smart Grid Research Center, 2009.
- [15] 张钦, 王锡凡, 王建学, 等. 电力市场需求响应研究综述[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(3): 97-106.
ZHANG Qin, WANG Xi-fan, WANG Jian-xue, et al. Survey of Demand Response Research in Deregulated Electricity Markets[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(3): 97-106.
- [16] 张玉金, 李如振. 智能电网建设方案初探[J]. 山东电力技术, 2009(5): 8-13.
ZHANG Yu-jin, LI Ru-zhen. Primary Research on Schemes of Smart Grid[J]. Shandong Electric Power, 2009(5): 8-13.

作者简介: 陈辉(1985—), 男, 江西南昌人。工学硕士, 主要研究方向为电力系统及其自动化。E-mail: chenhui_jx@qq.com.

(上接第81页)

- ZHANG Bao-hui, YIN Xiang-gen. Relay Protection in Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.
- [2] 彭金宁, 李毅, 牛利涛. 变压器零序差动保护电流互感器极性校对方法探讨[J]. 陕西电力, 2009, 37(12): 32-34.
PENG Jin-ning, LI Yi, NIU Li-tao. Probe into Proofreading Method of Polarity of Transformer Zero-sequence Differential Protection Current Transformer[J]. Shaanxi Electric Power, 2009, 37(12): 32-34.
- [3] LEHTONEN M, HA KOLA T. Neutral Earthing and Power System Protection earthing Solutions and Protective Relaying in Medium Voltage Distribution Networks[M]. Vassa, Finland: ABB Transmit Oy, 1996.
- [4] HÄNNINEN S, LEHTONEN M, HAKOLA T, et al. Characteristics of Earth Faults in Power Systems with a Compensated or an Unearthed Neutral[J]. CIRED 97, 1997, 2(16): 2-5.
- [5] ABDEL-FATTAH M F, LEHTONEN M. A Transient Fault Detection Technique with Varying Fault Detection Window of Earth Modes in Unearthed MV Systems[C]// Power Quality and Supply Reliability, 6th international conference (PQ2008), Pärnu, Estonia, August, 2008.
- [6] 束洪春. 配电网故障选线[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
SHU Hong-chun. Fault Line Selection in Distribution Networks[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2008.

作者简介: 王智(1984—), 男, 河北张家口人。在读硕士研究生, 主要研究方向为配电网自动化。