

# The Smart Two-Way Interactive Service System Based on Unified Communication Technology

LIU Jian-ming, WANG Ji-ye, LI Ning, DANG Ning

State Grid Information & Telecommunication Co., LTD, Beijing, China

Ning.dang@fibrlink.com

**Abstract:** Unified Communication technology is the basic of the Smart Grid' distribution, information exchange of the power side, and is the prerequisite and guarantee to realize formalization, automation and interaction of the grid. Based on Unified Communication technology, the smart two-way interactive service system integrated the optical fiber communication technology, power line communication technology, wireless communication technology and other communication technologies. It changes the consumption pattern from the past passive consumption pattern of one-way "power transmission - Electricity consumption", "Power Management - Power to be management" to the two-way interaction consumption pattern. In this new power mode, enterprises and users can accurately and timely access to information, thus exert a positive impact on each other's behavior to achieve the effect of smart electricity. The System is not only a part of building a strong Smart Grid, but also support the triple play, and it has been applied in a number of pilot projects.

**Key words:** Smart Power; Unified Communication; Optical Fiber Composite Low-voltage Cable; Power Line Communication; Micro-power Wireless Communication

## 基于融合通信的智能用电双向交互服务系统的实现

刘建明, 王继业, 栗宁, 党宁

国网信息通信有限公司, 北京, 中国

Ning.dang@fibrlink.com

**【摘要】**融合通信技术是实现智能电网配、用电侧信息交互的基础,是实现电网信息化、自动化、互动化的前提和保障。基于融合通信的智能用电双向交互服务系统最大优势在于融合了光纤、电力线、无线等多种通信技术,将过去用电环节中单向的“电力输送-电力消费”、“电力管理-电力被管理”的被动用电模式,转变为双向的互动用电模式。在这种新的用电模式下,电网企业和用户可以准确的、及时的提供和获取信息,从而对彼此的行为施加正面影响,达成智能用电的效果。系统的实现不仅是坚强智能电网建设的一部分,也可支撑三网融合,已在多个试点中应用。

**【关键词】**智能用电;融合通信;光纤复合低压电缆;电力线通信;微功率无线通信

### 1 背景介绍

为保障我国能源可持续发展,满足经济社会快速发展的用电需求,促进节能减排、发展低碳经济、提高服务水平,国家电网公司积极转变电网发展方式,确立了建设坚强智能电网的发展战略,涉及发电、输电、变电、配电、用电、调度六大生产环节。

在用电环节,实现智能用电具有十分重要的意义。首先,实现智能用电是改变终端用能方式,实现国家能源战略目标的客观要求。建设坚强智能电网,加强用户

与电网之间的信息集成共享和实时互动,进一步改善电网运营方式,有效改变终端用户用能方式,促进节能减排,服务“资源节约型、环境友好型”社会建设,提高能源利用效率,实现国家能源可持续发展的战略目标;其次,实现智能用电是有效提升供电服务水平,建立和谐供用电关系的重要手段。随着经济社会不断发展和科学技术全面进步,社会文明程度日益提高,电力用户对电网企业的服务理念、服务方式、服务内容和服务质量不断提出新的更高要求,需要通过推动智能用电建设,实现电力供应更为稳定可靠、经济优质、灵活互动、友

好开放，引导客户科学、合理用电，提高电能使用的经济性和安全性。

本文所提到的基于融合通信的智能用电双向交互服务系统，将过去用电环节中单向的“电力输送-电力消费”、“电力管理-电力被管理”的被动用电模式，转变为双向的互动用电模式。在这种新的用电模式下，电网企业和用户可以准确的、及时的提供和获取信息，从而对彼此的行为施加正面影响，达成智能用电的效果。融合多种通信技术是实现智能用电双向交互服务系统的重要支撑手段。该系统主要采用了光纤、电力线、无线等通信手段，为用户提供更加全面、安全、便捷、

舒适的服务。

## 2 智能用电双向交互服务系统的网络架构设计

### 2.1 系统的网络需求分析

智能用电双向交互服务系统承载的业务有：用电信息采集系统、智能家居和三网融合等业务系统。从通信带宽要求、安全性要求、实时性要求三个方面分析各个业务对通信网络的需求，如表 1 所示。

Table.1 Needs analysis of smart two-way interactive services system on communication network  
表 1 智能用电双向交互服务系统对通信网络的需求分析

业务名称	通信带宽要求	安全性要求	实时性要求
用电信息采集系统	单相电表为 573 bps，三相电表为 684 bps	较高的保密性	按照固定的时间间隔对用户用电信息进行采集
智能家居	约为 10kbps	信息采集部分对安全性无特殊要求；家电远程控制，应尽量保证其安全性	能够保证各项任务 and 命令能够正确执行即可
三网融合（IP 电话、IPTV、互联网）	语音电话约为 100bps，IPTV（高清）8Mbps。若要同时支持三种业务，需要超过 10Mbps	应符合相关业务提供商的安全性要求	允许在用户端接收有一定的延时

从表 1 中可以看出，智能用电双向交互服务系统的通信特点主要体现在：业务节点多，业务类别多样，流向集中，信息采集要求在预定时间点集中采集全部用户的数据信息；计量设备监测和管理信息即时发生即时主动上传；远程控制指令信息随机性强，实时性要求高，信息流量小；互动式用电服务类信息对双向通信有较高的要求，高端用户将具备语音、数据、视频通信的业务特点。

### 2.2 系统的网络架构

系统主要实现了五个方面的功能：居民智能用电服务、智能家居控制、三表抄收、家庭安防、增值服务。结合该系统的功能和承载的业务系统，可构建的网络架构如图 1 所示。

系统采用光纤通信方式实现光纤到户，10kV 变压器以下至用户侧采用以太网无源光网络（EPON）技术+光纤复合低压电缆的应用解决方案，在用户室内配置光网络单元（ONU）终端，与智能交互终端、智能交互机

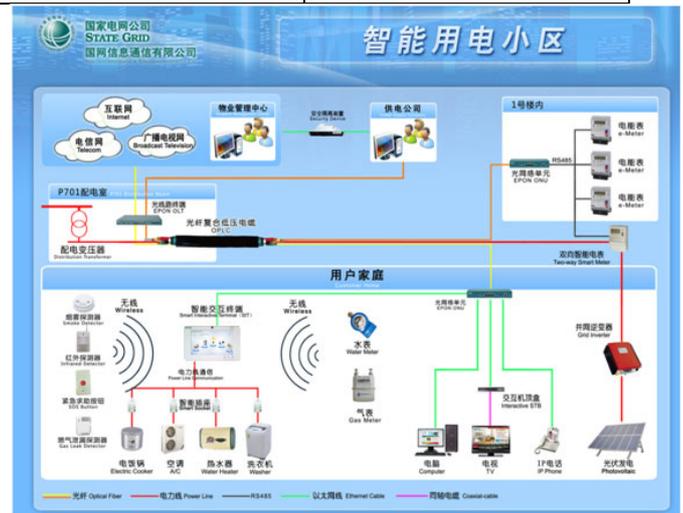


Figure.1 the structure of the smart two-way interactive service system

图 1 智能用电双向交互服务系统架构

顶盒、计算机、固定电话、数字机顶盒等设备连接，实

现语音、数据、有线电视的信息接入；在用户室内采用电力线通信和微功率无线通信技术实现家用电器与智能交互终端的连接，实现对各种用电负荷的用电信息采集与控制，并能结合阶梯电价或分时电价对用电设备用电进行调整；通过智能交互终端，建立家庭安防系统。

### 3 智能用电双向交互服务系统的通信技术研究

#### 3.1 关键通信技术

融合通信技术是实现智能电网配、用电侧信息交互的基础，是实现电网信息化、自动化、互动化的前提和保障。在该系统中，涉及到的关键技术主要有以下几种：

##### (1) 光纤复合低压电缆

光纤复合低压电缆（Optical Fiber Composite Low-voltage Cable, OPLC）是一种集光纤、输电铜线于一体的复合缆，具有高可靠性数据传输、价格低、连接方便等特点，优点有外径小、重量轻、占用空间小；光缆和电力线于一体，避免二次布线，降低工程费用；良好的弯曲和耐侧压性能；解决电力网的通信问题。光纤复合低压电缆技术解决了宽带接入、设备用电、信号传输问题，可实现电信网、电视网、互联网“三网融合”的目标，在未来家庭智能化、办公自动化、工控网络化的数据传输中具有重要的地位。

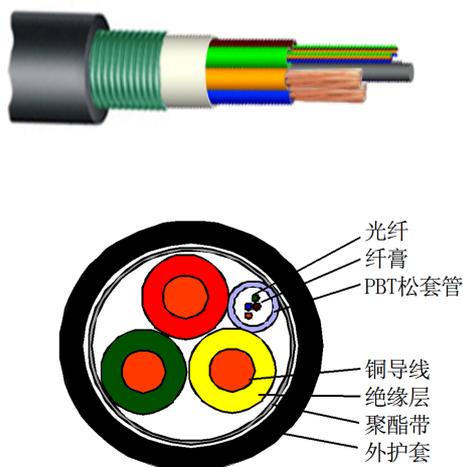


Figure.2 the structure of OPLC  
图 2 光纤复合低压电缆结构图

##### (2) 电力线通信技术

电力线通信（Power Line Communication）是电力

系统所特有的通信方式，主要指利用电力线缆作为传输媒质进行数据传输的一种通信方式。根据调制频带和带宽的不同分为宽带技术和窄带技术，目前在配用电通信领域使用较多的技术为：中压电力线通信、低压宽带电力线通信以及低压窄带电力线通信。

中压电力线通信技术具有建设成本低、路由合理，专网方式运行安全性高等优点，但传输容量相对较小。低压宽带电力线通信技术具有不用布线、覆盖范围广、连接方便、传输速率高、与电网建设同步等优点。低压窄带电力线通信实施简单，具有双向传输、投资小、适应性好等特点，但其通信信道噪声干扰强且信号衰减大。

图 3 和图 4 分别给出了低压宽带电力线和低压窄带电力线的通信实测曲线。



Figure.3 the measured curve of Low-voltage Broad band PLC  
图 3 低压宽带电力线通信实测曲线

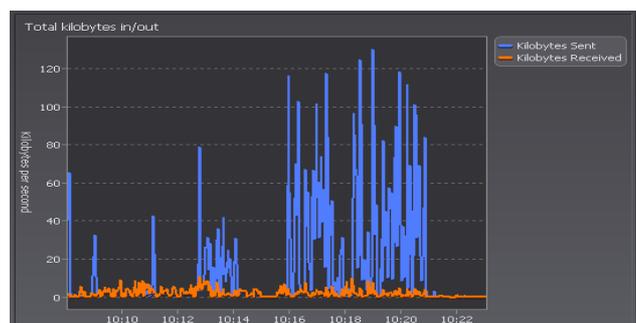


Figure.4 the measured curve of Low-voltage narrow band PLC  
图 4 低压窄带电力线通信实测曲线

##### (3) 微功率无线通信技术

微功率无线通信设备的发射功率一般在 100mW 以下，同时对散射功率，功率谱密度等都有严格的限制。微功率无线具有低成本、低功耗、对等通信及组网灵活等优点，但是它的覆盖范围较小，穿透能力较弱。在本

系统中智能家电控制、家庭安防、三表集抄等功能均采用了微功率无线通信技术。

1) ZigBee

ZigBee 是一种无线网络协定, 由 ZigBee Alliance 制定, ZigBee 技术理论最高数据传输速率 250kbps, 覆盖范围 10~100m, 具有功耗低、数据传输可靠、网络容量大、实现成本低等特点。ZigBee 通信网络应用领域主要包括: 空调系统的温度控制、照明的自动控制、窗帘的自动控制、煤气计量控制、烟雾探测器监测、家用电器的远程控制等。

2) RF433

RF433 是工作在 433MHz 频段的无线通信系统, 该

频段属于 ISM 工作频段 (工业, 科学和医用频段, 无须申请频点)。RF433 无线传输模块具有通信简单, 易于实现, 成本低, 可用小功率和小尺寸天线实现通信等优点, 可广泛应用于各种场合的短距离无线通信、工业控制领域, 如水、气表的抄收。

3.2 系统网络技术方案比较

根据该系统实现的功能和承载的业务, 适合的组网技术有: 光纤网络技术、电力线宽带技术、电力线窄带通信、微功率无线技术等。表 2 列出了这几种通信技术的优缺点。

Table.2 Comparison of system network technical program  
表 2 系统网络技术方案比较

组网技术	优点	缺点
光纤网络	1、带宽高, 系统容量大, 能满足将来智能用电双向营销互动业务、智能家居、增值业务的需求, 支持“三网融合” 2、可靠性高、实时性高、安全性高	1、建设成本高
电力线宽带通信	1、带宽高, 系统容量大, 能满足中等带宽需求的智能用电双向营销互动业务、智能家居、增值业务的需求 2、施工简便, 无需布线 3、建设成本低	1、受电网运行影响大, 可靠性有待提高 2、无法支持高带宽的三网融合
电力线窄带通信	1、施工简便, 无需布线 2、建设成本低	1、传输速率低, 不能满足将来较高带宽需求的智能用电业务 2、传输距离较短 3、受电网运行影响大, 可靠性不高
微功率无线	1、施工简便, 无需布线 2、信道质量不受电网质量的影响 3、自组织网络, 在一定条件下, 节点越多, 可靠性越高 4、带宽中, 能满足部分低带宽智能用电业务需求	1、传输距离受到障碍物的影响很大 2、安装调试比较复杂 3、需要采用加密等方式保证安全性

在系统中, 从供电公司至用户家庭, 需要实现双向营销互动业务, 对通道带宽、实时性、安全性及可靠性要求较高, 采用了光纤网络技术, 不仅支撑智能电网建设, 满足智能用电的需求, 同时又服务于三网融合; 电力线宽带通信技术由于带宽高、成本适中、无需单独布线、无电磁辐射等优点, 因此在用户家庭内部采用其来实现用电信息采集系统业务; 微功率无线具有低成本、低功耗、对等通信及组网灵活等优点, 在较小范围的家庭内部, 被用于智能家电控制、家庭安防、以及水、气表的抄收等。

4 实际应用

智能用电双向交互服务系统已成功应用于北京的莲香园小区和阜成路 95 号院、上海越富豪庭小区、浙江省海盐智能小区、重庆电力光纤到户和智能小区试

点。

在这些试点中, 整体系统都成功实现了用户和家用电器的信息交互, 了解电器用电情况, 并达到远端控制电器的目的; 实现小区所有用户的能效管理、社区信息服务、安防、视频对讲等。同时, 系统也将应用于华北、北京、辽宁、江苏、河南等电力公司的智能小区建设。部分样板间使用了智能家电。

本文所提到的基于融合通信的智能用电双向交互服务系统具备以下几个特点。

(1) 多种通信技术的融合: 系统涉及到了光纤、电力线、无线等多种通信技术。通过对通信模块等的开发研制使多种通信手段有机的融合在一起, 实现了用户和电网之间用电信息的双向交互, 改变了用户的用能方式, 在电网提高电网运营效率、改善供电服务质量方面起到了很好的效果。

(2) 多系统的融合: 系统包含: 用电信息采集系统、智能家居和三网融合等业务系统, 分别提供水、电、气三表集抄, 家庭安全防范、家电控制和紧急求助, 以及生活服务、物业管理、社区娱乐、用电信息等服务功能, 为居民的日常生活和电网公司的工作都提供了便利和快捷的服务。

## 5 结论

基于融合通信的智能用电双向交互服务系统的最大优势在于融合了多种通信技术来实现用户和电网的实时互动响应, 推动智能电网的发展。系统在户外采用光纤通信方式实现光纤到户, 在室内采用电力线通信和微功率无线通信实现家用电器与智能交互终端的连接, 实现了家用电器的通信与控制, 使用户从被动用电到主动参与, 改变了用户的用能方式, 不仅可以使用户更方便快捷的了解用电情况, 而且在电网公司提高电网运营效率、改善供电服务质量方面起到了很好的效果。智能用电双向交互服务系统将多种通信技术进行了有机的融合, 整合了多类系统, 是实现智能用电、建设坚强智能电网的一次重要实践。

## References(参考文献)

- [1] Zhang Yuanyi. Design of control terminal for Intelligent family system based on ZigBee [J]. Control and Automation Publication Group, 2009, 25 (1-3):P126-128.  
张远翼.基于 ZigBee 的智能家庭系统控制终端设计[J].微机信息,2009 年,第 25 卷第 1-3 期:P. 126-128.
- [2] CHEN Long. The Design of Intelligent Village and Intelligent Building System [M].Beijing: China architecture & building press, 2000.  
陈龙.智能小区及智能大楼的系统设计[M].北京:中国建筑工业出版社, 2000.
- [3] SUN Xuekang. Optical Fiber Communication Technology [M]. Beijing: Beijing university of posts and telecommunications press, 2001.  
孙学康.光纤通信技术[M].北京:北京邮电学院出版社, 2001.
- [4] ZHANG Fangkui, ZHANG Chunye. Study on the short range wireless communication technique and its merging developing trends [J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2007, 10: P48-52.  
张方奎, 张春业.短距离无线通信技术及其融合发展研究[J].电测与仪表, 2007 年,第 10 期:P. 48-52.
- [5] QI Mingxi,QI Chang, HUANG Tianshu. Home automation system based on power line carrier communication technology [J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25(3):P72-75.  
祁明晰, 黄天成.基于电力线载波通信技术的智能家居系统[J].电力自动化设备, 2005 年 3 月: P. 72-75.
- [6] Chung-Hsin Liu, Chih-Chieh Fan. The Design of Remote Surveillance System for Digital Family [J]. Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2009.
- [7] Liu Pu. Design of Wireless Communication Protocol for Home LAN [J]. Intelligent Ubiquitous Computing and Education, 2009: P374-377.
- [8] LIU Jianming, ZHAO Bingzhen, LI Xiangzhen. The report of transmission power line carrier-current communication test in State Grid Information & Telecommunication Co., LTD, 2009.5.  
刘建明, 赵丙镇, 李祥珍等.国网信息通信有限公司通信传输试验室电力线载波通信测试报告, 2009 年 5 月.