

双模通信技术在直接双向互动系统中应用的研究

直接双向互动为居民用户提供了一种可与智能电能表互动的方式，但在目前的应用中，居民用户家中的直接双向互动网关与智能电能表仅提供宽带电力线载波通信或微功率无线通信中的一种通信信道，两种通信技术在应用中都各自对使用环境有要求，并不能满足所有的使用需求。由此提出将双模通信技术应用于直接双向互动系统中，用宽带电力线载波通信技术解决智能电能表与居民用户家距离较远微功率无线通信无法覆盖问题，用微功率无线通信技术解决电力线载波安装位置限制问题，同时还提高了用户被动用电的服务质量。

李丽丽¹ 唐如意² 张颖琦² 马胜国¹ 臧艳伟¹/1.深圳市国电科技通信有限公司 2.国网河北省电力公司

0 引言

新定义的智能电网是在传统电力系统基础上，通过应用推广新能源、新材料、新设备和先进传感技术、信息技术、控制技术、储能技术等，形成新的电力系统，它具有高度信息化、自动化、互动化等特征，可以更好地实现电网安全、可靠、经济、高效运行。但最能体现智能电网特征的是“互动化”^[1-2]。直接双向互动系统的建设与实现，对智能电网实现互动化有巨大的推动作用。

直接双向互动为居民用户提供了一种可与智能电能表互动的方式，但在目前的应用中，居民用户家中的直接双向互动网关与智能电能表仅提供宽带电力线载波通信或微功率无线通信中一种通信信道，两种通信技术在应用中都各自对使用环境有要求，并不能满足所有的使用需求。将双模通信技术应用于直

接双向互动系统中，使用宽带电力线载波通信技术解决智能电能表与居民用户家距离较远微功率无线通信无法覆盖问题，使用微功率无线通信技术解决双向互动网关安装位置限制问题，使用双模通信技术，提升直接双向互动设备与智能电能表的通信成功率及通信稳定性，优化用户用电方式，提高终端用能效率，满足了用户的个性化需求。

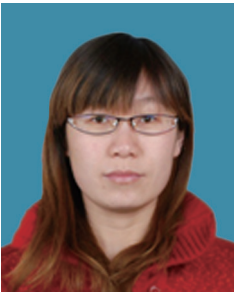
1 直接双向交互系统

1.1 直接交互系统发展现状

直接双向互动系统是基于AMI（高级量测体系）技术来发展的。AMI是一个使用智能电表通过多种通信介质，按需或以设定的方式测量、收集并分析用户用电数据的系统。直接双向互动系统通过智能电能表与智能双向互动网关实现了电力公司与用户之间的双向互动，使用户直接参与电力市场的同时也大大提升了电力公司的资产管理水平和运行机制，促进智能电网的发展。

直接双向互动系统率先在欧美等发达国家和地区得以实现，主要是通过用智能电表、智能用电终端及智能家电，通过公用电力和数据网络实现电力用户与电力企业之间的双向信息流通；基于相应的支持平台，实现了需求响应、用能管理、分布式电源管理等互动用电业务，起到优化用户用电行为、加强能效管理和节约电费支出等效果。

意大利ENEL公司从2001年起共投资21亿欧元改造和安装智能电表，通过使用电侧和用户的用电信息实时互动，对



李丽丽/工程师

关键词/Keywords

双模通信 ·
双向互动 ·

电网削峰填谷具有积极作用。2008年，美国通过在科罗拉多州的波尔得4 000万家庭安装智能电能表，试点可再生能源接入，建立了世界上第一个智能电网城市，每户家庭都安装了智能电能表，人们可以很直观地了解当时的电价，从而把一些事情安排在电价低的时段进行。2009年，韩国开始在济州岛建设“智能电网综合示范工程”，明确提出建设基于AMI 的智能用电系统，为用户提供信息查询、停电管理、可再生能源接入、电动汽车充电和需求响应等用电服务应用。日本2010年在青森县的六所村建立了独立的试验电网，通过一座风力电站、储能电池、6套太阳能发电设备、可插电混合动力车、智能电能表以及储能装置等构建了一个完全利用自然能源的独立电网，为6户“智能住宅”13位居民提供智能用电服务。

国内起步较晚，最早2010年在华北、北京、等地开展了基于智能电网新技术的智能小区试点建设。近两年，国网公司也开展了多个互动试点工程，部分项目已经结题验收，互动方面的工程实践也积累了一定的经验，但与国外智能电网相比，仍有很大差距，加强在用电侧和用户的互动，深入研究互动系统中通信的稳定性、可靠性成为现阶段的重点工作。

1.2 直接双向交互系统通信技术需求分析

通信系统的建设为直接双向互动系统的电力流、业务流和信息流的走向提供通信通道，保障了整个系统的正常运行以及系统中各设备的相互通信^[3]。现阶段国网通信系统，电力光纤技术为电网通信骨干网提供很好的通信通道：光纤专网、电力线通信、无线专网和无线公网等构成了接入网，而用电侧和电力信息采集的网络可以充分利用已铺设好的电力线、电话线等，如宽带/窄带电力线载波，微功率无线、蓝牙、ZigBee、NFC等方式。

当前直接双向交互系统的建设，是在现存的用电信息采集系统的基础上进行建设，国内用电采集系统主要采用窄带电力线载波或微功率无线的通信方式，单靠一种通信方式，已经无法满足各种环境下的交互系统应用。所以需要找到最合适的通信方式以满足交互系统通信要求。双模通

信技术的出现，微功率无线和载波两种通信方式的融合，实现了两信道之间的相互切换，克服微功率无线和载波单一信道通信成功率不高，接收数据不可靠的问题，为智能电网提供更强的通信能力，实现了“远程售电”、“远程费控”、“阶梯电价调整”等远程管理的高效、快速运行。

2 双模通信技术在直接双向互动系统中的应用

2.1 直接双向互动系统中的双模通信模块

(1) 智能双向交互网关

智能双向交互网关是实现直接双向交互需要研发的关键硬件设备，定位于部署在家庭内部的一种网关设备，属于用户个人资产。与目前家庭使用的路由器相比，其除了具备路由器的全部功能外，还实现与智能电能表、智能家居设备进行通信。智能双向交互网关硬件结构框图如图1所示。

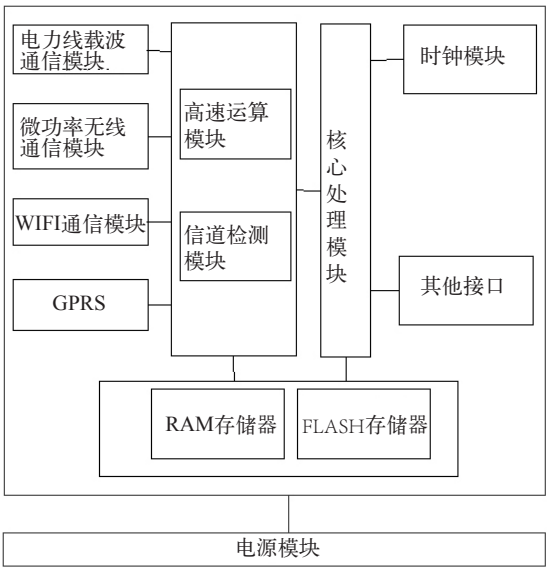


图1 智能双向交互网关硬件结构框图

主要包括：WIFI模块、电力线载波模块、微功率无线模块、信道检测模块、高速运算模块、核心处理模块、存储模块、电源模块和其他接口模块等关键元器件。

智能双向交互网关与智能电能表通过电力线载波或微功率无线通信方式进行信息交互，与智能手机之间通过自身提供的WIFI网络进行信息传

输，与智能家居设备通过通信频率为433 MHz的无线网络进行信息传输，与互动服务网站通过移动或者联通的宽带通信网络进行信息传输。

智能双向交互网关自动选择通信方式，连接智能电能表。自动选择通信机制连接方式如图2所示。

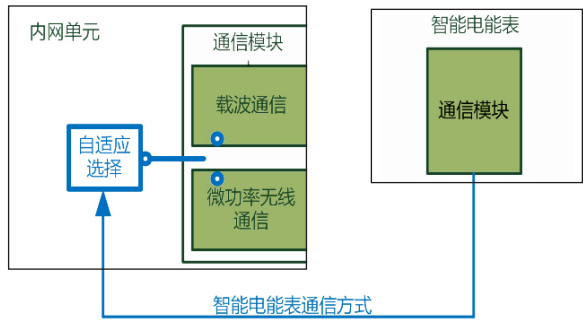


图2 自动选择通信机制连接方式

智能双向交互网关启动后首先检测载波通信端口是否能够建立连接：①若建立连接成功，使用载波通信方式；②若不能建立连接，查询微功率无线通信能否建立连接；③若两种连接都不能建立，等待一段时间后重新查询，并通知用户连接不正常。

(2) 智能电能表双模通信模块

针对具有模块舱的智能电能表可通过更换/升级通信模块实现互动。在实际直接双向互动系统建设过程中采用微功率无线/电力线载波双模通信方式与智能双向交互网关通信。双模通信模块的硬件框如图3所示。

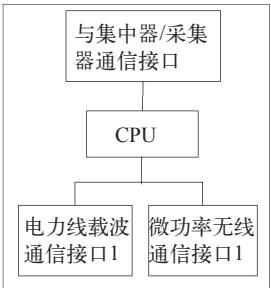


图3 双模通信模块硬件结构框图

2.2 双模通信模块在直接双向交互系统组网方案

目前，直接双向交互系统组网是在现有用电信息采集系统的基础上进行实现。用电信息采集系统通信采集网络组网广泛采用了多种通信组网

方式实现电能表数据的通信与采集，其中典型的应用环境包括：宽带载波通信组网方式、窄带载波通信组网方式、微功率无线通信组网方式和RS 485通信组网方式。根据通信组网方式中是否使用通信模块，可以将组网形式归类为利用通信模块实现方式、利用RS 485通信实现方式两种。

1) 通信模块组网如图4所示。

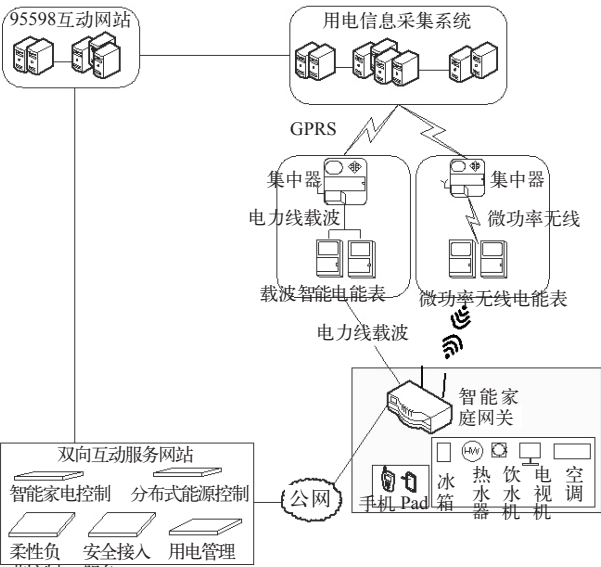


图4 通信模块组网示意图

根据对网络单元中涉及的通信模块组网方式分析，现有智能电能表通信模块仅支持指定的单一信道通信，不能满足双向交互要求。因此利用目前通信模块进行双向互动，需要对现有的载波/微功率无线通信模块进行升级改造，使其能够与集中器、智能双向交互网关进行数据通信，并且互不影响。升级通信模块需要重点考虑、信道区分识别、传输数据加密。

2) RS 485通信组网如图5所示。

对于无法使用通信模块实现数据抄收的智能电能表，用电信息采集系统建设过程中均采用RS 485通信组网方式解决。在直接双向交互项目中通过采用互动通信转换器实现智能电能表与智能双向交互网关设备之间的通信连接。互动通信转换器是一种类似采集器的硬件设备，其能够实现RS 485信号与电力线载波通信信号之间的转换。

(下转第692页)

台根据移动节点与四个基准节点的信息传送时间以及时间同步误差,计算的四面体内空间无线电波速度分别在三个四面体数学模型下计算出移动节点与基准节点的空间距离,进一步计算三组数据模型下移动节点坐标并进行加权均值处理求得最后移动节点坐标。

6 结束语

本文针对配电网巡检系统的复杂应用环境,提出一种基于WIA-PA工业无线技术的配网巡检系统通信方案,并借鉴物联网分层结构的理念,提出了mesh+star的混合拓扑组网模式,利用多径路由协议方式,使网络结构更加灵活,采用空间四点定位方法准确巡检人员位置,有效地解决了巡检作业人员的安全问题,实现配网巡检工作的智能化,提高工作效率,保障配网设备安全运行。

参考文献

[1] 卢新波,侯思祖. 基于 GPRS 的配网自动化系统(上接第687页)

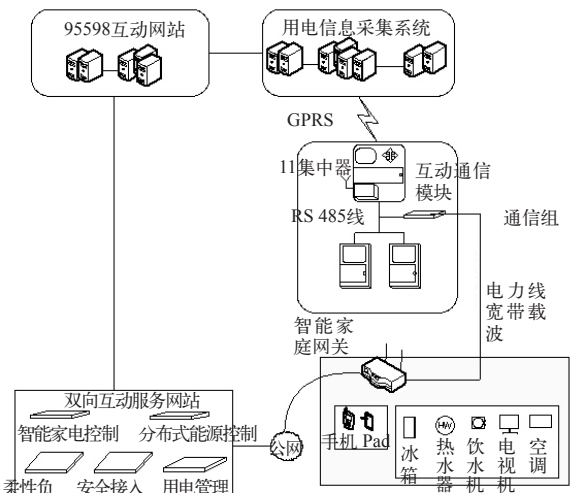


图5 RS 485通信组网示意图

3 结束语

基于双模通信技术的智能双向交互网关和智能电能表双模通信现阶段处于现场调测阶段。根据现场应用测试结果,运行效果不太理想。电力线载波与微功率无线通信模式自动切换的过程中延时较长,切换出现中断。所以在两种通信模式切换、协议兼容性方面仍需要进一步探索、改进和完善。双模通信技术在直接双向互动系统的应用范围非常广

性能分析[J]. 电力系统通信, 2006, 27(1): 25-27.
[2] IEEE. IEEE Std. 802.15.4—2006 Wireless medium access control(MAC) and physical layer (PHY) specifications for low-rate wireless personal area networks (WPANs)[S].
[3] ZigBee Standards Organization. ZigBee alliance document 053474r17[S]. 2008.
[4] 李晓维. 无线传感器网络技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2007.
[5] 张华,徐原春,姚晓春,等. 一种配网巡检管理系统的开发[J]. 技术与应用, 2012, (12).

作者简介

李峰 (1978-), 男, 工程师, 主要研究方向为电力系统及自动化、用电信息采集。

(收稿日期: 2015-12-10) EA

(编辑: 鞠佳)

泛,智能双向交互网关和双模通信模块仅是其中的一小部分,微功率无线与电力线载波也仅是其中的小部分通信方式,其他产品以及其他通信方式,还有待于开发、研究,最终实现“一品多通”,实现用户个性化互动服务的目标。

参考文献

[1] 韩玉,高丽媛,吕文涛,等. 基于能效分析的双向互动用电信息服务系统设计[J]. 科技致富向导, 2015(2): 255-256.
[2] 王继业,李思维. 基于智能用电互动服务平台的智能家庭能效管理系统设计[J]. 电力信息与通信技术, 2012(12): 25-30.
[3] 刘旭生,何颖,吴润泽,等. 面向智能电网双向互动信息服务的通信组网方案设计[J]. 电子设计工程, 2011, 19(23): 78-82.

作者简介

李丽丽 (1983-), 女, 工程师, 主要研究方向为用电信息采集系统、电动车运营服务平台、电力无线通信系统。

(收稿日期: 2015-12-10) EA

(编辑: 鞠佳)