「能源管理」

智慧小区能源管理系统研究与设计

文/国网四川省电力公司绵阳供电公司　夏炳军　权　锐　蒋秋兵　张松华
国网四川省电力公司计量中心　夏桦裕

随着互联网技术、物联网技术、通信技术以及云计算技术的不断发展，立足电力结合水气热，研究了四种生活能源的集中采集技术、信息交互技术等，设计了面向智慧小区的能源管理系统，以实现家庭用能设备精细化管理，解决了住宅用户用能信息监测、交互、分析的问题，为住宅用户提供方便、快捷、智能化和个性化的用能服务。

随着国家经济的高速发展，能源已经成为整个世界发展和经济增长最基本的驱动力，是人类赖以生存的基础。同时，随着人民生活水平的不断提高，现代人们对环境的要求越来越高，能源要求的矛盾也越来越突出。在面临能源短缺困难及节能减排的压力下，建设清洁、可靠、互动、高效的能源管理系统成为推动时代经济转型、发展低碳经济的重要手段。

住宅小区作为社会的基本单元，是能源消耗的主力军。随着互联网技术、物联网技术、通信技术以及云计算技术的不断发展，智能化小区快速崛起，智能建筑特别是智能化小区在工程实践中已经相当普遍。但大多侧重于物业服务方面，如智能安防系统、智能门禁系统等。基于智能小区能源综合管理系统研究的相对较少，在能源体制改革下、能源互联网推进下，居民对四表采集的需求也日益迫切。借助丰富的智能硬件和智能传感器采集设备，实现家庭用户用能设备精细化管理，解决当前用户最急需的用能监测问题、用能信息交互问题、用能智能分析，并以此做到为用户提供更加方便、快捷、智能化、个性化的用能服务是当前研究的重点。

数据分析

智慧小区能源管理系统数据主要分为能源采集数据、用户信息数据、公共信息数据等。

智慧小区能源管理系统的能源数据主要来源于两个方面：一是公共设施能源，主要包括安防用能能源、可视化门禁用能能源、公共照明能源等；二是家庭用能能源，主要包括智能终端用能能源、家居电器用能能源等。总之，智慧小区能源数据按类型主要分为水、气、电、热四大类。

智慧小区能源管理的系统用户数据按用户角色分为管理员用户和普通用户，按用户类型分为系统维护管理用户、物业管理人员用户和小区业主用户三大类。

智慧小区能源管理系统的公共信息数据主要是小区用能信息公告数据、小区服务管理信息数据以及一些公共服务数据等。公共信息数据按数据类型可为文件系统数据、图片数据和视音频数据等。

2016年国网四川省电力公司科技项目：基于智慧小区网络体系建设的能源管理应用研究项目资金支持。

关键技术

1. 用能信息采集技术

用能信息采集主要通过物联网技术、传感设备和先进的通信技术来实现，目前国内外针对用能信息采集传感通信技术已比较成熟，但是在四表集抄方面的研究与应用较少。本文利用光纤实现电能数据双向采集和用电信息宽带交互，并利用BPL宽带电力线实现水表、燃气、热能表数据的采集。四表集抄技术通信方式设计如图1所示。

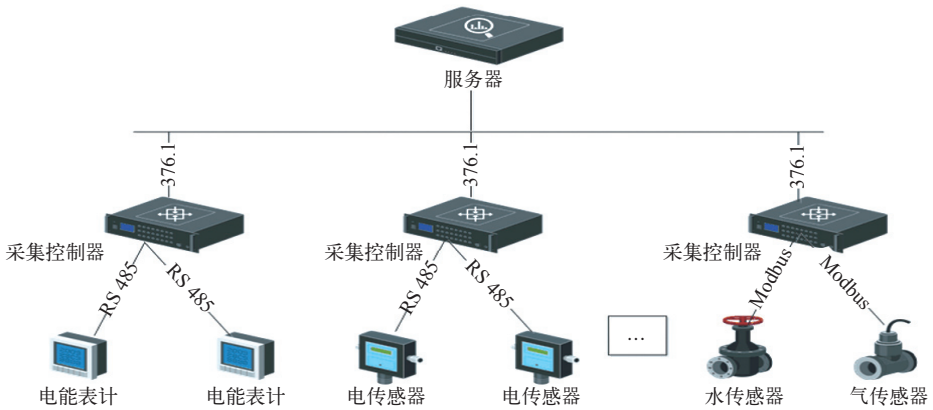

图1　四表集抄技术通信方式图

2. 智能用能双向交互技术

智能用电双向交互技术主要是利用互联网技术，实现家庭用电设备的统一管理控制，对电能质量、家庭用电信息等数据进行采集和分析，指导用户科学用电，帮助人们有效地安排时间、节约各种能源；提供全方位的信息交互功能，直接向用户显示用电信息、用电方式、告警信息以及电价政策等相关内容，建立用户与电力公司之间实时连接、互动、开放的数字网络；帮助实现社区智能化，用户智能交互终端连接配套社区软件，实现物业管理、社区服务、社区公告、社区电话、可视门禁等智能化功能。

3. 智慧小区/楼宇技术

智慧小区/楼宇是通过综合运用现代信息、通信、计算机、高级量测、能效管理、高效控制等先进技术，满足居民客户日趋多样化的用电服务需求，满足未来电动汽车充电、分布式电源、储能装置等新能源、新设备的接入与推广应用需求，实现小区/楼宇供电智能可靠、服务智能互动、能效智能管理，提升供电质量和服务品质，提高电网资产利用率、终端用能效率和电能占终端能源消费的比重，创建安全、舒适、便捷、节能、环保、智能、可持续发展的现代居住示范区或工作场所。

智慧小区的功能包括核心功能和拓展功能两大类。核心功能是指智慧小区中与电能输送、使用和服务相关的功能，主要包括用电信息采集、互动用电服务、小区配电自动化、需求响应、电动汽车充电和分布式电源接入；拓展功能是指充分利用智慧小区的信息通信资源，实现核心功能以外的延伸性功能，主要包括服务三网融合技术和智能家居技术等。

4. 智能家居技术

国外的智能家居技术，主要是针对单体别墅设计，包括三表抄收、安防子系统、多媒体娱乐系统、交互终端/中央控制器等，价格昂贵且不利于国内普通小区的应用推广。目前，国内建设电力智慧小区，主要是把智能家居系统与智能用电功能相联系，实现对智能终端的统一控制与管理，相关设备包括：交互终端、机顶盒、智能插座、智能家电、智能家居、家庭安防、社区增值服务系统等。

总体设计

智慧小区能源管理系统基于关键技术的研究和系统数据的分析，系统设计主要包括逻辑架构设计、功能架构设计、技术架构设计和硬件架构设计四个方面。

1. 系统架构

智慧小区能源管理系统架构设计为五层，主要包括数据来源层、数据管理层、数据访问层、业务逻辑层和业务表现层，系统逻辑架构图如图2所示。

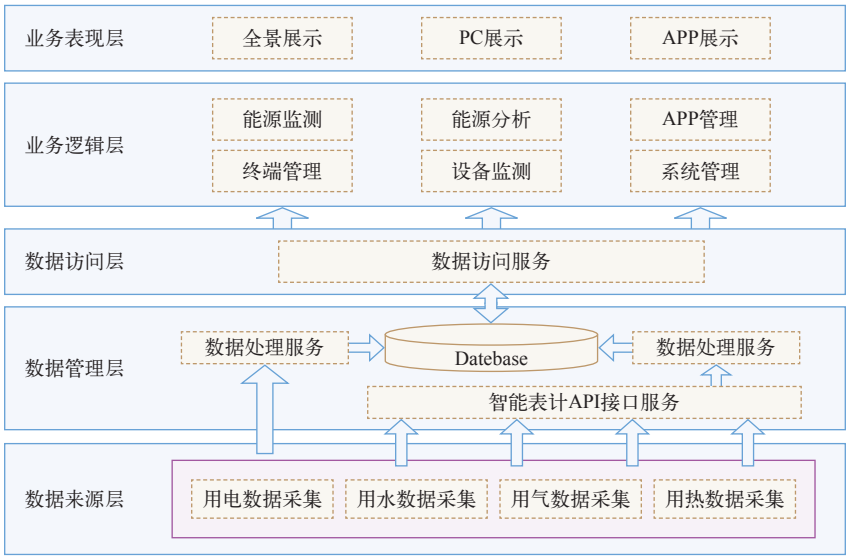

图2　系统逻辑架构图

（1）数据来源层

数据来源层是通过智能表计的集抄技术实现小区能源数据的采集，主要采集的能源数据有电、气、水、热等。

（2）数据管理层

数据管理主要是做数据清洗以及数据归一化处理，为上层提供基本的数据支撑。

（3）数据访问层

数据访问层主要是前台应用和后台的交互，实现数据的便捷访问，采用消息总线和数据总线的方式进行交互。

（4）业务逻辑层

业务逻辑层主要是进行数据业务逻辑模型处理和维护。

（5）业务表现层

业务表现层主要是应用的展现。本系统整体为B/S界面，并提供智能APP等其他展示方式。

2. 技术架构

智慧小区能源管理系统技术架构设计也为五层，主要包括数据层、支撑层、服务层、应用层和用户层，系统技术架构图如图3所示。

（1）数据层

数据层是对数据的存储与管理，结构化数据采用MySQL关系型数据库存储，非结构化数据采用FTP文件系统进行存储，并在MySQL建立关联信息。

（2）支撑层

支撑层是为系统实现提供技术平台，主要包括Java、EasySite和Tomcat7.0。

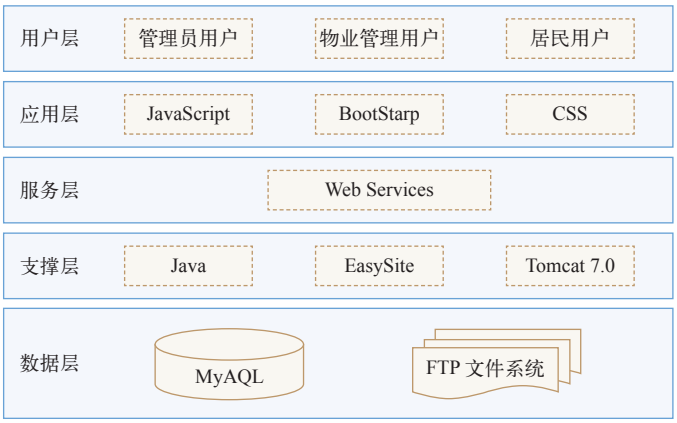

图3　系统技术架构图

（3）服务层

服务层主要是前台应用和后台的交互，采用WebServices技术实现数据访问服务、数据处理服务、数据查询服务和接口服务，等等。

（4）应用层

应用层主要是系统应用展示操作，主要采用JavaScript、BootStarp和CSS来实现。

（5）用户层

用户层主要为系统管理、应用和维护的人员，包括管理用户、物业管理用户和居民用户。

3. 功能架构

智慧小区能源管理系统总体功能设计包括能源监测、能效分析、APP管理、终端管理、设备监测、系统管理和智能APP，共计七大模块，如图4所示。

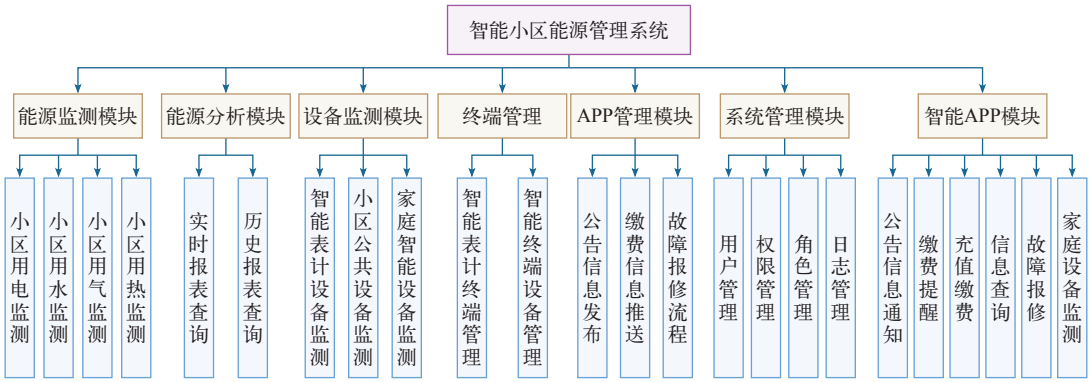

图4　系统功能架构图

（1）能源监测

能源监测模块主要包括小区用电监测、小区用水监测、小区用气监测和小区用热监测。主要实现小区内智能表计接入用户的用水、用电、用气、用热的实时数据图表展示功能，以及小区业主们每天的用能总量等信息。

（2）能效分析

能效分析模块主要包括实时报表查询和历史报表查询。主要实现小区住宅用户的能源使用情况按照年、月、日进行数据的查询和排名，以及能耗监测情况和优化用户参与度情况查询分析。

（3）设备监测

设备监测模块主要包括智能表计设备监测、小区公共设备监测和家庭智能设备监测三个功能。主要实现对智能表计、智能家居、公共设备等智能终端的运行监测和状态监测等。

（4）终端管理

终端管理模块主要包括智能表计终端管理和智能终端设备管理。主要实现对四表集抄智能表计、家庭智能终端设备的接入/接出、维护和管理。

（5）APP管理

APP管理模块主要包括公告信息发布、缴费信息推送和故障报修流程处理三个功能。公告信息发布主要实现小区内一些日常生活信息、公共服务信息的发布与维护；缴费信息推送主要实现向延迟缴费的业主手机发送缴费提醒通知；故障报修流程处理主要实现对故障报修事件的审核、处理和管理功能。

（6）系统管理

系统管理模块主要包括用户管理、权限管理、角色管理和日志管理四个功能。用户管理主要实现对业主用户进行增删查改功能；权限管理主要实现系统管理员和普通用电用户的权限划分；角色管理主要实现系统管理员和普通用电用户的角色划分；日志管理主要实现系统运行日志查询功能，对系统的维护、修改、提升起辅助作用。

（7）智能APP

APP管理模块主要包括公告信息通知、缴费提醒、充值缴费、信息查询、故障报修和家庭设备监测六个功能。公告信息通知主要实现公告信息的查询展示功能；缴费提醒主要实现接收缴费提醒通知，完成缴费任务的功能；充值缴费主要为用户提供实时便捷的购买能源、用能缴费功能；信息查询主要为用户提供实时便捷的家里用能信息查询功能；故障报修主要为用户提供设备保修、物业服务等功能；家庭设备监测为用户提供实时便捷的家庭设备监测功能，即使出差在外、外出旅游等也能及时掌握家里相关信息。

4. 硬件架构

智慧小区能源管理系统硬件架构主要从通信方式和安全应用两个方面进行考虑，系统硬件架构图如图5所示。

（1）安全架构

公网与DMZ区（隔离区）通过防火墙进行防护，WEB镜像服务器放在DMZ区，数据采集通过安全接入网关接入到信息内网 。

（2）通信方式

通信方式主要采用电力专网（包括电力应用专网VPN）、互联网（家庭宽带）、2G/3G/4G无线公网无线专网（VPN）、电力载波（PLC）、RS485、Zigbee、RFID、其他无线网络等。

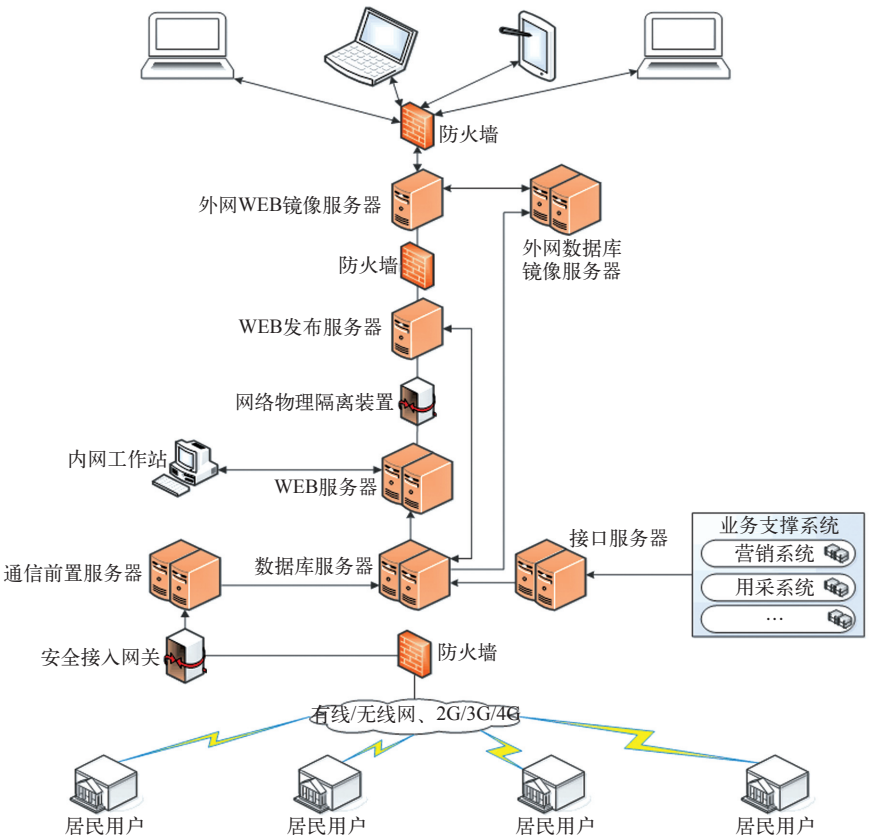

图5　系统硬件架构图

应用实现

本系统采用B/S架构设计开发，系统页面如图6～图11所示。

1. 系统首页

（1）管理员用户

管理员用户登录后的系统首页主要展示小区内智能表计接入用户的水、电、气、热四表集抄的实时数据，以及小区业主们每天的用能总量信息。如图6所示。

（2）普通用户

普通用户登录后的系统页面主要是针对业主个人的，展示业主家庭的用水、用电、用气、用热等能源的实时信息，以及智能家电的用能占比图表展示功能等。如图7所示。

2. 能源监测页面

能源监测页面主要展示小区内各个业主的用水、用电、用气、用热的实时数据（24 h内），以图表的方式进行展示。如图8所示。

图6　智慧小区能源管理系统－首页图（管理员用户）

图7　智慧小区能源管理系统－首页图（普通用户）

图8　智慧小区能源管理系统－能源监测页面图

3. 能效分析页面

能效分析页面主要提供用能信息的实时报表查询和历史报表查询功能。如图9所示。

4. 设备监测页面

设备监测页面主要提供智能表计和智能终端的运行状态监测。如图10所示。

5. 智能APP应用页面

智能APP主要提供用户公告信息和家庭用能信息的查询。如图11所示。

结束语

本文立足电力，结合水、天然气、热能，通过对用能信息“四表集抄” 技术、智能用电双向交互技术、智慧小区/楼宇技术以及智能家居技术的分析研究，提出了面向智慧小区能源管理

图9　智慧小区能源管理系统－能效分析页面图

图10　智慧小区能源管理系统－设备监测页面图

图11　智慧小区能源管理系统－智能APP页面图

系统的设计方案。并通过系统测试应用，实现了家庭用能设备的精细化管理，解决了住宅用户用能信息监测、交互、分析的问题，同时为住宅用户提供了方便、快捷、智能化和个性化的用能服务。**EA**

（收稿日期：2017.12.24）

（编辑：朱金凤）