

# 基于电力高级量测体系的智慧城市架构研究与实践

王澄, 徐飞, 侯恩振, 孙浩, 张磊

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

**摘要:** 随着我国高级量测技术的发展, 针对电水气能耗分析、智能家庭、智能小区等方面的逐步受到重视。结合高级量测技术研究方面的实际开展情况, 开展智能交互电能计量技术研究及设备研制, 并进行智能家居与智能小区示范应用、计量自动化高级通信技术应用示范应用等。通过技术研究和示范应用工程, 提升高级量测技术能力与装备水平, 探索市场化条件下的高级应用和相关衍生业务, 实现业务及运营模式转型, 形成增值服务体系。

**关键词:** 计量自动化; 高级量测; 智能小区

**中图分类号:** TM611

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-8676(2017)02-0058-06

## Research and Practice of the Smart City Architecture Under Power Advanced Metering Infrastructure

WANG Cheng, XU Fei, HOU Enzhen, SUN Hao, ZHANG Lei

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** With the development of advanced measurement technology in China, it has been paid more and more attention to the analysis of electricity and gas energy consumption, intelligent family and intelligent community. Combined with the actual situation of advanced measurement technology research, to carry out intelligent interactive energy metering technology research and equipment development, and intelligent family and intelligent community, measurement automation advanced communications technology demonstration applications. Through technical research and demonstration application project, to enhance the advanced measurement technology and equipment level, to explore advanced applications and related derivative business under market conditions, to achieve business and operational model transformation, the formation of value-added service system.

**Key words:** metering automation; AMI; intelligent community

关于智慧城市的众多分析和研究, 主要针对城市“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念开展, 对于宏观的、远期的智慧城市绘制了宏伟蓝图。文献[1-6]从综合能源和通信通道等现有资源出发来分析智慧城市总体架构和顶层设计, 具有一次投入少、可持续发展等特点<sup>[7]</sup>。基于智能电网建设也有较多文章提出了智能小区的系统架构和通信网络, 智能小区业务功能及配置, 智能小区关键技术

术<sup>[8-17]</sup>。在整体的通信网络架构和智能小区关键技术日益成熟, 智能小区商业模式及运营模式策略研究也有了较多成果<sup>[18]</sup>。基于电力相关系统和通信通道提出的智能小区架构和运营模式, 局限在小区内部, 对于整体发展推广不利, 并不能从宏观上了解智慧城市的发展方向 and 过渡方案。本文提出了基于电力高级量测体系建立的智慧城市总体架构和过渡方案, 并进行了详细对比分析和梳理, 且该方案已经在成功运用在实际试点建设项目中, 具有一定的实际意义。

## 1 智慧城市总体架构

本文研究的智能小区运营模式是智能城市的一部分, 先从智能城市总体构建入手分析, 从而引出

收稿日期: 2017-06-06

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(2015A030310227)

作者简介: 王澄(1981), 男, 湖北人, 高级工程师, 硕士, 主要从事电力营销领域规划、设计和项目管理工作(e-mail) wangcheng@gedi.com.cn。

智能小区运营模式。智慧城市网络架构由公共事业平台、电网公司相关平台、小区综合管理系统平台、楼宇管理系统平台和移动 APP 等, 通过公网和专网的通信通道, 搭建出整个智能城市的网络架构。

该网络架构融合了政府相关部门、电网公司、供水公司、供气公司、小区物业、楼宇物业、居民用户等多方对象, 打通了智能城市各平台和对象间的信息化流转, 实现了智慧家庭、智慧社区、智慧楼宇、智慧政务、三表集抄和三单合一等多方面主题, 为智慧城市的发展起到积极推动作用。

1) 三单合一: 完善综合能源采集、通信、缴费、管理等多方面工作, 逐步减少过程损耗, 加快无纸化办公推进流程, 实现电水气等多家公共事业公司数据共享, 在大数据分析和数据挖掘的基础上, 为用户和政府提供更多的增值服务。

2) 智慧政务: 政府相关部门通过数据共享, 实现安防公安联动、全社会碳排放统计和碳交易、政务服务全民化和精细化, 从而提升政府威信和公众形象。

3) 智慧家庭: 实现了居民用户家庭能耗监控、智能家居控制、安防信息共享、邻里能耗对比等, 为居民用户的舒适化生活的发展奠定基础。

4) 智慧社区: 实现小区门禁监控管理、光伏等分布式能源管理、路灯精细化管理、草坪灌溉和垃圾桶智能化管理等, 并为社区电商的推广搭建互联互通的数据平台, 完善用户体验, 提升社区居住品质。

5) 智慧楼宇: 结合楼宇耗能分析, 进行分项计量、中央空间监控、智能插座完善、楼层配电箱改造等工作, 实现楼宇综合能耗监控, 并最终达到自动和半自动的需求侧响应, 为楼宇绿色低碳运转打开大门。

从电网公司角度出发, 并结合优先利用现有通信通道和系统平台等资源, 对于智慧城市架构, 可根据电网公司相关系统的定位可以分为以下两个方案。

方案一: 电网公司计量自动化、营销自动化系统、充电桩运营管理系统、需求侧响应系统等相关系统, 与小区综合管理系统一起, 作为网络架构的核心采集枢纽。

方案二: 根据数据来源和性质, 引入第三方数

据云平台或需求侧响应提供商等, 共同完成数据采集和双向数据交换。

智能城市网络架构图, 如图 1 和图 2 所示。

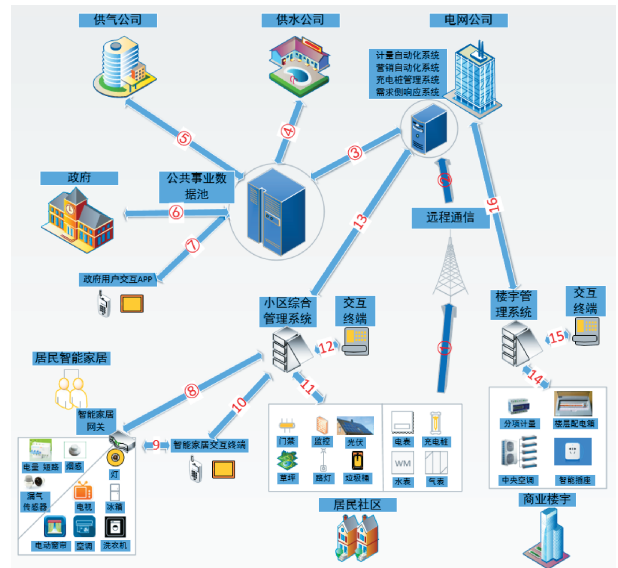


图 1 智慧城市总体架构 - 方案一

Fig. 1 Overall architecture of the smart city-plan 1

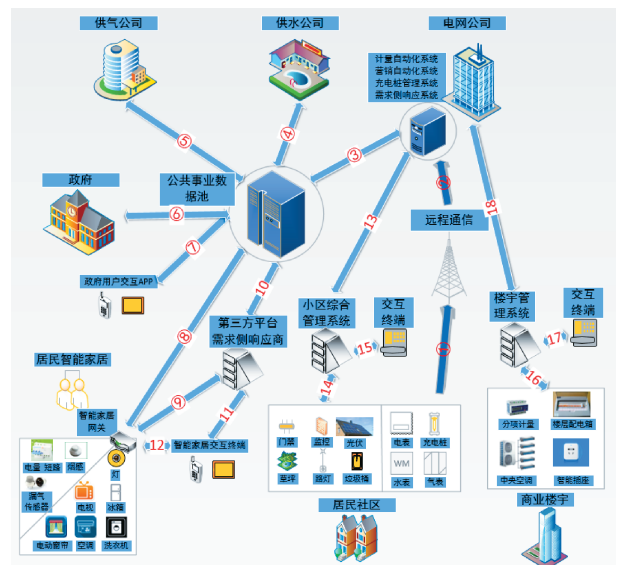


图 2 智慧城市总体架构 - 方案二

Fig. 2 Overall architecture of the smart city-plan 2

## 2 三单合一

通过电网公司完善的计量自动化采集系统, 对电水气等相关能耗数据进行集中采集, 完善综合能源采集、通信、缴费、管理等多方面工作, 逐步减少过程损耗, 加快无纸化办公推进流程, 实现电水气等多家公共事业公司数据共享, 在大数据分析和

数据挖掘的基础上,为用户和政府提供更多的增值服务。方案一和方案二相同数据流向。

1)电水气表→电网计量自动化系统,上传:电水气表读数和状态量;接收:对电水气表的控制命令、召测命令、远程档案设置等。

2)充电桩→电网电动汽车充电运营管理系统,上传:充电桩状态、用电量、缴费情况等;接收:充电控制命名、召测命令、远程档案设置等。

3)远程通信通道,包含电水气表采集终端设备到电信运营商,电信运营商到电网公司相关系统,通过软硬件加密、专用VPN通道等,保证数据安全,满足国家二次安全防护规定。

4)电网公司相关系统→公共事业数据池,上传:电水气三表采集数据和状态量、电动汽车充换电相关数据、电费账单信息等;接收:电水气三单合一缴费信息、供水和供气公司相关数据要求、政府调用和查看数据命令等。

5)供水公司相关系统→公共事业数据池,上传:水费账单信息、供水相关公告、供水相关数据要求等;接收:水表采集数据和状态量、电水气三单合一缴费信息、政府调用和查看数据命令等。

6)供气公司相关系统→公共事业数据池,上传:燃气费账单信息、供气相关公告、供气相关数据要求等;接收:燃气表采集数据和状态量、电水气三单合一缴费信息、政府调用和查看数据命令等。

### 3 智慧政务

政府相关部门通过数据共享,实现安防公安联动、全社会碳排放统计和碳交易、政务服务全民化和精细化,从而提升政府威信和公众形象。方案一和方案二相同数据流向。

1)政府相关部门→公共事业数据池,上传:全社会安防数据、能耗数据等调用和查看命令,政府相关公告等;接收:全社会安防报警信息、大规模异常能耗和故障情况等。

2)政府用户交互APP→公共事业数据池,上传:全社会安防数据、能耗数据等调用和查看命令,政府相关公告等;接收:全社会安防报警信息、大规模异常能耗和故障情况等。

## 4 智慧家庭

智慧家庭安装智能家庭网管,完成家居数据收集和上传,接收智能交互终端监控命令,并通过小区综合管理系统和电网公司的计量自动化系统,实现居民用户家庭能耗监控、智能家居控制、安防信息共享、邻里能耗对比等,为居民用户的舒适化生活的发展奠定基础。

### 4.1 方案一数据流向

1)智能家居网关→小区综合管理管理系统,上传:家居安防信息、电量信息、智能家居状态信息和控制信息等;接收:小区公共安防信息、家庭三表数据、综合能耗分析报告和建议方案等。

2)智能家居网关→智能家居交互终端,(户内同一WiFi环境下)上传:家居安防状态量、电量信息、智能家居状态信息、小区公共安防信息、家庭三表数据、综合能耗分析报告和建议方案等;接收:智能家居控制命令等。

3)智能家居交互终端→小区综合管理系统,上传:(户内)无直接数据流;(户外)智能家居控制命令等;接收:(户内)无直接数据流;(户外)家居安防状态量、电量信息、智能家居状态信息、小区公共安防信息、家庭三表数据、综合能耗分析报告和建议方案等。智慧政务

政府相关部门通过数据共享,实现安防公安联动、全社会碳排放统计和碳交易、政务服务全民化和精细化,从而提升政府威信和公众形象。

### 4.2 方案二数据流向

1)智能家居网关→公共事业数据池,上传:家居安防信息、故障报警信息等安防和能耗数据;接收:小区公共安防信息、家庭三表数据等。

2)智能家居网关→第三方数据云平台和需求侧响应提供商,上传:家居安防信息、电量信息、智能家居状态信息和控制信息等;接收:小区公共安防信息、家庭三表数据、综合能耗分析报告和建议方案、需求侧响应命令等。

3)第三方数据云平台和需求侧响应提供商→公共事业数据池,上传:居民能耗数据;接收:需求侧响应调控方案等。

4)智能家居交互终端→第三方数据云平台和需求侧响应提供商,上传:(户内)无直接数据流;(户外)智能家居控制命令等;接收:(户内)无直

接数据流;(户外)家居安防状态量、电量信息、智能家居状态信息、小区公共安防信息、家庭三表数据、综合能耗分析报告和建议方案、需求侧响应控制方案等。

5)智能家居网关→智能家居交互终端,(户内同一WiFi环境下)上传:家居安防状态量、电量信息、智能家居状态信息、小区公共安防信息、家庭三表数据、综合能耗分析报告和建议方案、需求侧响应控制方案等;接收:智能家居控制命令等。

## 5 智慧社区

智慧社区建设小区综合管理系统,通过光纤等通信方式,实现小区门禁监控管理、光伏等分布式能源管理、路灯精细化管理、草坪灌溉和垃圾桶智能化管理等,并为社区电商的推广搭建互联互通的数据平台,完善用户体验,提升社区居住品质。

### 5.1 方案一数据流向

1)小区公共终端→小区综合管理系统,上传:门禁和监控等安防信息、草坪灌溉、路灯监控、光伏电量和状态信息、智能垃圾桶等相关信息;接收:对于终端的监控信息。

2)智能楼宇交互终端→小区综合管理系统,上传:用户调用命令和参看命令;接收:小区公共设施的状态量和耗能数据等。

3)小区综合管理系统→电网公司计量自动化系统,上传:小区综合用能信息、安防信息等;接收:门禁和监控的调用查看命令、综合用能方案和建议、电水气和政府的相关公告、缴费情况等。

### 5.2 方案二数据流向

1)小区综合管理系统→公共事业数据池,上传:小区综合用能信息、安防信息等;接收:门禁和监控的调用查看命令、综合用能方案和建议、电水气和政府的相关公告、缴费情况等。

2)小区公共终端→小区综合管理系统,上传:门禁和监控等安防信息、草坪灌溉、路灯监控、光伏电量和状态信息、智能垃圾桶等相关信息;接收:对于终端的监控信息。

3)智能楼宇交互终端→小区综合管理系统,上传:用户调用命令和参看命令;接收:小区公共设施的状态量和耗能数据等。

## 6 智慧楼宇

智慧楼宇建设楼宇管理系统,结合楼宇耗能分

析,进行分项计量、中央空间监控、智能插座完善、楼层配电箱改造等工作,实现楼宇综合能耗监控,并最终达到自动和半自动的需求侧响应,为楼宇绿色低碳运转打开大门。

### 6.1 方案一数据流向

1)楼宇公共终端→楼宇管理系统,上传:门禁和监控等安防信息、中央空调状态和耗能信息、分项计量、智能插座、楼层配电箱、智能垃圾桶等相关信息;接收:对于终端的监控信息。

2)智能楼宇交互终端→楼宇管理系统,上传:用户调用命令和参看命令;接收:楼宇公共设施的状态量、耗能数据和控制命令等。

3)楼宇管理系统→电网公司需求侧响应系统,上传:综合用能信息、安防信息等;接收:需求侧响应需求和命令、综合用能方案和建议、电水气和政府的相关公告、缴费情况等。

### 6.2 方案二数据流向

1)楼宇公共终端→楼宇管理系统,上传:门禁和监控等安防信息、中央空调状态和耗能信息、分项计量、智能插座、楼层配电箱、智能垃圾桶等相关信息;接收:对于终端的监控信息。

2)智能楼宇交互终端→楼宇管理系统,上传:用户调用命令和参看命令;接收:楼宇公共设施的状态量、耗能数据和控制命令等。

3)楼宇管理系统→电网公司需求侧响应系统(或公共事业数据池),上传:综合用能信息、安防信息等;接收:需求侧响应需求和命令、综合用能方案和建议、电水气和政府的相关公告、缴费情况等。

## 7 智慧城市方案优选

智慧城市总体架构方案一和方案二分别从不同侧面搭建,各有优势,两个方案的主要区别在于智能家居的主导建设方,分析如下:

1)方案一由电力公司主导,是以电力公司作为智能家居和运营的主体的一种模式,又可以分为电力公司直接主导型和电力公司间接主导型两种类型。该模式的主要特点是智能家居的运营由电力公司承担。该模式电力公司可依托电力光纤、智能小区的建设为智能家居的业务发展提供了良好的基础平台,有利于智能家居的建设和运营<sup>[18]</sup>。

2)方案二由第三方数据云平台和需求侧响应提

供商主导,是指智能家居建设完成后将运维及增值服务全部实现纯商业化运营的一种模式。这种模式遵循市场规律,按照市场化原则实施商业化运行,是严格意义上的商业化运营。在第三方公司主导型模式中,部分智能家居设备投资、设备运维全部由第三方公司承担,并且第三方公司负责开展增值服务,收益全部归第三方公司所有<sup>[18]</sup>。

综上所述,电力公司和第三方平台可通力合作,进行更深层次合作,将智能家居、智能小区等领域商业模式和运营模式进一步深化,打造低碳、高效、绿色、环保的智慧城市。

## 8 智慧城市过渡方案

智慧家庭和智慧社区作为智慧城市的关键环节,相对独立于智慧城市中,并和未来发展与居民的基本生活息息相关,为稳步开展智慧城市建设和发展,应结合现状和现有资源提出过渡方案。

### 8.1 智慧城市现状

电力公司主导的电力相关系统已趋于成熟,并且处在不断更新换代的过程中,以满足不断增加的新需求和新业务。对于数据安全性要求较高,全方面满足或超过国家二次安全方案规定,在可满足水气热等多方能源采集的基础上,整体提升全社会综合能源采集效率和数据安全性,在智慧城市基础设施建设中具备天然的优势。随着市场化发展,电力公司逐步引入竞争性业务,对于多表集抄、三单合一、智能小区、综合能源管理、需求侧相应等方面试点和研究逐步加深,具备智慧城市建设的综合实力。但电力公司缺少完全市场化的智能家居板块,缺少智慧城市必备的一个环节。

第三方数据云平台和需求侧响应提供商,具备完全市场化竞争中的智能家居、需求侧相应服务等业务,对于市场的嗅觉异常灵敏,可实现快速响应和顺势而变,为智能城市发展初期百家争鸣、百花齐放的发展模式提供可能。但第三方平台较难整合全社会综合能源,并且一次投资较大,不利于灵活多变的发展思路。

### 8.2 智慧城市过渡方案

结合上述双方的特点,本文提出了智慧城市的过渡方案,总体架构图如图3所示。

### 8.3 三表集抄和三单合一

在电网侧搭建一套电力智能用电综合管理平

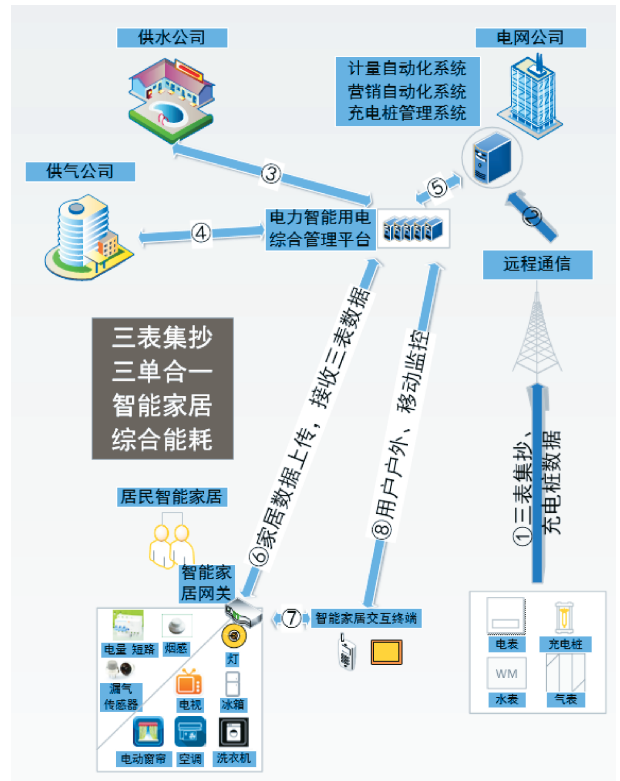


图3 智慧城市过渡方案

Fig. 3 Transition plan of the smart city

台,电力智能用电综合管理平台部署在信息中心DMZ区,承接公网数据,其中包含智能家居中智能网关上传的数据、供气公司上传的数据、供水公司上传的数据、电网公司电动汽车充电运营管理系统上传的数据,同时作为数据交换及数据发布的中间库,供计量自动化系统与其他系统进行数据交互及其他系统之间的数据交互。

### 8.4 智慧家庭

智慧家庭安装智能家庭网关,完成家居数据收集和上传,接收智能交互终端监控命令,并通过电力智能用电综合管理平台和电网公司的计量自动化系统,实现居民用户家庭能耗监控、智能家居控制、安防信息共享、邻里能耗对比等,为居民用户的舒适化生活的发展奠定基础。

### 8.5 综合能耗分析

基于用户电水气综合用能信息、智能家居设备能耗数据,可在电力智能用电综合管理平台实现综合能耗分析,进而提供邻里耗能对比、节能方案推送、设备耗能监控等多方面的增值服务。

### 8.6 电动汽车充电设施监控

电力公司电动汽车充电运营管理系统中充电设



施的闲置情况、充电实时监控、充电费用查询、充电设施报警信息等均可以通过电力智能用电综合管理平台推送到用户 APP, 实现优势高效充电服务。

## 9 结论

本文从智慧城市总体架构出发, 详细分析了各参与方和智慧主题之间的信息流向, 并且对比分析了不同总体架构, 最后结合智慧城市现状情况制定了智慧城市过渡方案。结合各地区不同的政策导向, 分别可以进行电力公司主导和第三方公司主导进行智慧城市建设。南方电网某电力公司已结合本文提出的智慧城市总体架构进行前期试点建设并投产, 后续仍将进一步进行示范研究和推广。

### 参考文献:

- [1] 霍娟娟, 李振轩. 智慧城市重点建设领域研究 [J]. 技术热点, 2017(3): 55-58.  
HU J J, LI Z X. Research on the key construction field of smart city [J]. Technical Focus, 2017(3): 55-58.
- [2] 徐静. 政府与社会资本合作模式下的智慧城市项目分类研究 [J]. 现代管理科学, 2017(2): 70-72.  
XU J. Research on the classification of smart city projects under the mode of government and social capital cooperation [J]. Modern Management Science, 2017(2): 70-72.
- [3] 刘超慧, 曹再辉, 牛晓太. 面向智慧应用的智慧城市发展模式研究 [J]. 物联网技术, 2017(1): 64-66.  
LIU C H, CAO Z H, NIU X T. Research on smart city development model based on intelligent application [J]. Internet of Things Technology, 2017(1): 64-66.
- [4] 刘华. 信息化视角下的智慧城市建设研究 [J]. 中国管理信息化, 2017, 20(1): 221-223.  
LIU H. Research on the smart city construction under the perspective of information technology [J]. China Management Informationization, 2017, 20(1): 221-223.
- [5] 沈金箴. 对智慧城市建设的一些思考和建议 [J]. 国土资源情报, 2017(1): 20-26.  
SHEN J Z. Some explorations for the construction of smart city in China [J]. Land and Resources Information, 2017(1): 20-26.
- [6] 吕淑丽, 薛华, 王堃. 智慧城市建设的研究综述与展望 [J]. 当代经济管理, 2017, 39(4): 53-57.  
LV S L, XUE H, WANG K. The review and outlook on smart city construction [J]. Contemporary Economic Management, 2017, 39(4): 53-57.
- [7] 房毓菲, 单志广. 智慧城市顶层设计方法研究及启示 [J]. 电子政务, 2017(2): 75-85.  
FANG Y F, SHAN Z G. Research and enlightenment of the top-level design method of smart city [J]. E-Government, 2017(2): 75-85.
- [8] 许庆瑞, 吴志岩, 陈力田. 智慧城市的愿景与架构 [J]. 管理工程学报, 2012, 26(4): 1-7.  
XU Q R, WU Z Y, CHEN L T. The vision, architecture and research models of smart city [J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2012, 26(4): 1-7.
- [9] 林弘宇, 田世明. 智能电网条件下的智能小区关键技术 [J]. 电网技术, 2011, 35(12): 1-7.  
LIN H Y, TIAN S M. Research on key technologies for smart residential community [J]. Power System Technology, 2011, 35(12): 1-7.
- [10] 林少培, 王永文. 智能居住小区的模糊等级评估方法 [J]. 智能住宅小区技术篇, 2003(4): 50-55.  
LIN S P, WANG Y W. Fuzzy grade classification of intelligent residential zone [J]. Intelligent Building, 2003(4): 50-55.
- [11] 申利民, 翁桂鹏. 基于 ZigBee 的智能小区 LED 路灯控制系统设计 [J]. 中国照明电器, 2011(2): 26-29.  
SHEN L M, WENG G P. Design of the LED streetlight control system for intelligent community based on ZigBee [J]. China Light & Lighting, 2011(2): 26-29.
- [12] 张夏霖, 杨健维, 黄宇. 含电动汽车与可控负荷的光伏智能小区两阶段优化调度 [J]. 电网技术, 2016, 40(9): 2630-2637.  
ZHANG X L, YANG J W, HUANG Y. A two-stage dispatch optimization for electric vehicles and controllable load in PV intelligent community [J]. Power System Technology, 2016, 40(9): 2630-2637.
- [13] 耿卫建, 徐小龙, 李玲娟. 智能小区用电数据模型研究 [J]. 计算机科学, 2011, 38(10): 412-415.  
GENG W J, XU X L, LI L J. Data model for intelligent community power [J]. Computer Science, 2011, 38(10): 412-415.
- [14] 王飞, 程建平, 瞿少成. 基于 ZigBee 路由算法的智能小区系统设计与实现 [J]. 电子测量技术, 2017, 40(1): 6-16.  
WANG F, CHENG J P, QU S C. Design and realization of smart residential community system based on ZigBee routing algorithm [J]. Electronic Measurement Technology, 2017, 40(1): 6-16.
- [15] 程宜风, 陈中伟, 安灵旭. 智能小区用电的排队论模型及控制策略 [J]. 电力系统及其自动化学报, 2014, 26(7): 7-10, 50.  
CHENG Y F, CHEN Z W, AN L X. Queuing theory model and control strategy for electricity of intelligent community [J]. Proceedings of the CSU-EPSA, 2014, 26(7): 7-10, 50.
- [16] 黄宇, 杨健维, 何正友. 基于双层离散粒子群优化的智能小区车辆与家庭互动调度策略 [J]. 电网技术, 2015, 39(10): 2690-2696.  
HUANG Y, YANG J W, HE Z Y. A dispatching strategy for V2H of intelligent community based on bilayer discrete particle swarm optimization [J]. Power System Technology, 2015, 39(10): 2690-2696.
- [17] 魏犇, 陈玥, 刘锋. 基于主从博弈的智能小区代理商定价策略及电动汽车充电管理 [J]. 电网技术, 2015, 39(4): 939-945.  
WEI W, CHEN Y, LIU F. Stackelberg game based retailer pricing scheme and EV charging management in smart residential area [J]. Power System Technology, 2015, 39(4): 939-945.
- [18] 王澄, 徐延才, 魏庆来. 智能小区商业模式及运营策略分析 [J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(6): 147-154.  
WANG C, XU Y C, WEI Q L. Analysis of intelligent community business model and operation mode [J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(6): 147-154.