

多表集抄项目造价模型研究与实践

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: 随着全球资源与环境问题日益突出, 能源消耗的采集和计量被提到了新的高度。文章研究了智能电网技术应用于智能小区, 通过研究智能小区的电、水、气、热、冷等高级量测一体化, 形成智能小区一体化的高级量测体系。为保证高级量测体系项目平稳落地, 项目成本控制至关重要。结合多地区近年多表集抄项目的推进情况, 针对目前多表集抄项目造价特点, 创新管理思路和方法, 提出适合于推广和发展的多表集抄方案和造价模型, 实现多表集抄项目造价成本全面把控, 确保多种能源采集和计量工作的顺利进行。因此, 切合实际的多表集抄造价模型, 更有利于智能用电和智能小区建设, 为智慧城市发展助力。

关键词: 多表集抄; 智能计量; 造价模型

中图分类号: TU855

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2017)S1-0143-07

Research and Practice on Cost Model of Multi-Smart Metering Project

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 short supply of global resource and environmental problems becoming more and more prominent, metering and the data collection of energy consumption are mentioned to a new height. By studying the electricity, water, gas, heat, cold and other advanced measurement integration system, this paper studied the application of smart grid technology in intelligent community, which formed the intelligent community integrated advanced measurement system. In order to ensure the successful implementation of advanced measurement system project, project cost control is essential. In order to achieve comprehensive cost control of Multi-Smart Metering project, and ensure the collection and measurement of variety energy, the multi-smart metering scheme and cost model were put forward in this paper, which is suitable for the promotion and development of varies areas multi-smart metering project in recent years. Thus, the Multi-Smart Metering project's cost model provided by this paper, is more conducive to the construction of smart electricity and intelligent community, and helpful to the development of smart city.

Key words: multi-smart metering; intelligent measurement; cost model

在“互联网+”和“大数据”发展的大背景下, 智慧城市越来越多地被提出并逐步试点建设, 文章^[1-17]从多个角度阐述智慧城市、智能小区等建设方案和思路。其中多表集抄作为智能小区不可或缺的一部分, 在全国多个地市进行了试点建设和运营, 不可避免的需要解决运营费用测算的问题, 基

于这一点, 文章^[18]从智能小区商业模式和运营模式提出了解决方案, 文章^[19]进一步基于电力高级量测体系分析了智慧城市的架构, 并细化了多表集抄的数据传输通道和重要地位。文章^[20-22]分别从产品、通信方式、组织架构等多个方面对多表集抄进行了研究。综合以上文献考虑, 均未能提出切实运营成本造价计算模型, 为推进多表集抄项目落地实施, 本文结合实际工程经验, 提出了多表集抄运营成本造价计算模型, 并使用实际算例证明造价模型的正确性。同时通过算例计算, 得出电网公司主导进行多表集抄建设在运营成本上可节省较多社

收稿日期: 2017-11-09

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(2015A030310227)

作者简介: 徐飞(1987), 男, 河南开封人, 工程师, 硕士, 主要从事电力营销领域规划、设计研究工作(e-mail)xufei@gedi.com.cn。

会公共资源，为智慧城市建设助力。

1 造价模型

结合电网公司发展和国家节能减排的要求，对于多能源的采集和计量工作迫在眉睫，为充分利用电网公司电表采集通道，综合利用现有资源，将水气热冷等数据采集通过电表采集通道上行，为水务、燃气、供热、供冷等公共事业公司提供数据支撑，更有利于大数据分析、数据挖掘和更多增值服务的发展。

新技术的诞生初期成本往往较高。由于现在许多设备的成本较高，如协议转换器等，多表集抄的建设投资费用很高，因此投资回收周期可能会较长。而且许多设备耗材的损耗速度较快，增大了投入成本。在效益测算过程中，必须充分考虑初期投资、营业收入、税金、附加税以及设备损耗等因素，从而确定价格因素，测算实际效益，进行利润分配。

多表集抄效益测算采用项目分结算法，即将所包括的设备投资成本、安装调试支出费用相加得到初次开发投资成本；再把多表集抄设备运转维护费用、缴纳各项费用及人力成本作为定期成本；最后把政府补贴、征收仪表改造费作为一次性收入，增值项目费用作为定期收入；收入与成本相等时，即可得到投资回报周期，并且算出未来时间段内的投资利润。

1.1 初次开发投资成本

包括的设备投资成本、安装调试支出费用相加，即项目建设需要直接一次性投入的资金，可采用技术改造工程的概算书或预算书结果。

结合电网公司集中抄表经验，即电网公司低压集抄准入条件规定“使用年限：集中器、采集器、交换机 ≥ 7 年”，则初次开发投资成本计算如下：年初次开发投资成本费=项目建设成本(元)/7年。其中项目建设成本包含项目建设过程中所涉及到的所有成本，主要为：建筑工程费、设备购置费、安装工程费、拆除工程费、其他费等。

1.2 定期成本

1) 运行维护费(含运维人员工资等)

结合电网公司低压集抄运行维护经验，计算集中抄表系统的运行维护费用，如下所示：

年运行维护费=户均运维单价(元/户/年)×总

户数(户)。

2) 设备故障修理费

结合电网公司多年运维经验，计算集中抄表系统的设备故障修理费，如下公式所示：

年设备故障修理费=年设备故障率(%/年)×户均设备购置费(元/户)×总户数(户)。

3) 采集终端通信费

每个I型集中器单独配置1个SIM卡上传信息到计量自动化系统。结合电网公司多年经验，计算集中抄表系统的采集终端通信费，如下公式所示：

年采集终端通信费=SIM卡数量(卡)×年通信费(元/卡/年)。

4) 后台系统投入

电网公司经过十多年电能表低压集抄采集，计量自动化系统可分为省级集中部署和分区域部署，如下计算公式：

年后台系统投入费=系统总投资(元)/设计年份(年)。

则年定期成本计算公式如下：

年定期成本=年运行维护费(元/年)+年设备故障修理费(元/年)+年采集终端通信费(元/年)+年后台系统投入费(元/年)。

1.3 一次性收入

多表集抄建设初期，政府补贴是一个比较直接的方式促进三表集抄项目的推进和发展，但是考虑到政策不明朗，因此暂不考虑这部分收入。

项目初次开发投资成本中未计入电水气表的设备费，考虑电水气三方均应相应国家号召，逐步将原机械表或本地电子表改造为具有远传功能的表计，因此暂不考虑征收仪表改造费用的收入。

1.4 定期收入

多表集抄数据目前仅有电表数据较为完善，但也仅有每天1次的电表采集数据，还不能达到大数据分析和提出更具有价值的增值服务要求，因此暂不考虑增值服务费用的收入。

1.5 小结

结合以上说明，年运营费用计算如下：

多表集抄年运营费用=年初次开发投资成本+年定期成本-年一次性收入-年定期收入=年初次开发投资成本+年运行维护费+年设备故障修理费+年采集终端通信费+年后台系统投入费-年一次性收入-年定期收入。

为提高造价模型的实用化程度, 在后续案例分析中采用“户均单价”方式进行计算, 减少因不同用户性质对造价模型的影响, 即:

户均多表集抄年运营费用 = (年初次开发投资成本 + 年定期成本 - 年一次性收入 - 年定期收入) / 总户数。

2 电网公司主导多表集抄

2.1 初次开发投资成本

为分析直接投入成本, 通过对某小区内共 1 450 户低压用户进行水、气、电多表集抄进行投资估算。根据需求分析, 本项目实现 11 个台区, 共 1 450 户小区住户的多表集抄试点建设, 其中电能表 1 450 户, 水表 1 386 户, 气表 1 386 户。

1) 电能表采集方案

I 型全载波方案: 全载波方案利用电力线作为集中器和电能表之间的传输介质, 所有电表采用载波式电能表, 集中器与电能表之间无需采集器。本方案适用于电能表位置分散的台区。全载波方案设备包含 I 型集中器(载波)、载波电能表等。方案示意图如图 1 所示。

采集中心进行数据交换。M-BUS 采集器下行可通过 M-BUS 与水、气表进行通信, 上行通过电力线载波与 I 型集中器通信, 如图 2 所示。



图 2 水气表采集方案

Fig. 2 Water and gas meter's collection scheme

3) 设备材料配置

根据现场情况, 本项目相关设备和材料配置原则如表 1 所示。

表 1 配置原则表

Tab. 1 Allocation principles

设备和材料类型	配置原则
I 型集中器	每台变压器低压侧配置 1 个 I 型集中器。
保护箱	每个集中器配置 1 个集中器箱、每个采集器配置 1 个采集器箱。
电源线 BVV-2.5mm ²	每个 I 型集中器配置 20 m, 每个 II 型采集器配置 4 m。
PVC 管 Φ25	PVC-25(电源线套管)按每个 I 型集中器配置 5 m, 每个 II 型采集器配置 1 m。
M-BUS 采集器(水气表采集)	水表、气表每层 4 户, 每 3 层配置 1 个。
M-BUS 线缆	II 型采集器与电表跨层连接, 每表配置 7 m;

本项目建设规模统计汇总如表 2 所示。

表 2 设备及材料清单

Tab. 2 List of equipment and materials

项目(电表)	单位	数量
I 型集中器(宽带载波)	台	11
集中器箱体	个	11
浪涌(带开关)	个	11
485 线 RVVP2-2×0.75 mm ²	m	110
集中器电源线 BVV-2.5 mm ²	m	220



图 1 电表全载波方案

Fig. 1 Smart meter's PLC scheme

2) 水、气表采集方案

M-BUS 总线方案: 本方案水表采用有线远传水表, 系统方案为有线水(气)表 + 集中器模式, 集中器数据通过 CDMA/GPRS/SMS/以太网等与数据

表2(续) 设备及材料清单
Tab. 2(Cont.) List of equipment and materials

项目(电表)	单位	数量
黄绿地线 BVV-10 mm ²	m	22
集中器 PVC-25 mm ²	m	55
项目(水表)	单位	数量
M-BUS 采集器(上线宽带载波, 下行 M-BUS)	台	108
集线器(16口)	个	108
采集器箱体	个	108
单相开关	个	108
采集器电源线 BVV-2.5 mm ²	m	432
M-BUS 通信线(RVVP2-2 × 0.75 mm ²)	m	5 838
阻燃 PVC 管(φ16)(电源线套管)	m	108
项目(气表)	单位	数量
M-BUS 采集器(上线宽带载波, 下行 M-BUS)	台	108
集线器(16口)	个	108
采集器箱体	个	108
单相开关	个	108
采集器电源线 BVV-2.5 mm ²	m	432
M-BUS 通信线(RVVP2-2 × 0.75 mm ²)	m	24 800
阻燃 PVC 管(φ16)(电源线套管)	m	19 320
辅助及其他设施安装 打穿墙洞 砖混	个	864

4) 投资估算

根据设备和材料清单, 并按照《20 kV 及以下配网定额计算(2009年)》和参考信息价计算总投资。估算总投资 112.047 1 万元, 多表集抄建设 1 450 户, 平均每户 772.74 元。

按照低压集抄准入条件规定“使用年限: 集中器、采集器、交换机 ≥ 7 年”, 因此平均每年每户投资 = 772.74/7 = 110.4 元/户/年。

2.2 定期成本

1) 运行维护费(含运维人员工资等)

结合电网公司低压集抄运行维护经验, 目前每户低压集抄 6 元/户/年运维费, 由于考虑到水气表采集器设备和相关线路增加, 多表集中抄表后, 每户运维费用为 10 元/户/年。

2) 设备故障修理费

结合电网公司多年运维经验, 集中采集相关设备故障率为 5%/年, 设备购置费户均 164.79 元, 因此设备故障修理费投入 = 164.79 × 5% = 8.2 元/户/年。

3) 采集终端通信费

按照 11 个台区配置了 11 个 I 型集中器计算,

每个 I 型集中器单独配置 1 个 SIM 卡上传信息到计量自动化系统。结合电网公司多年经验, 每张 SIM 卡每月 6 元, 考虑今后电电气上传信息量增加, 且上送频率增加, 每月考虑通信费为 10 元/月(将来按照全区域流量计费, 该费用可能更低), 每年通信费 120 元/卡/年, 则典型案例中户均通信费 = 11 卡 × 120 元/卡/年/1450 = 0.9 元。

4) 后台系统投入

电网公司经过十多年电能表低压集抄采集, 计量自动化系统相当完善, 并且每年在相应的升级完善中, 特别是 2017 年, 计量自动化系统省级集中, 并且兼容电水气热等抄表, 按照总投资 600 万计算, 共 300 万户, 则主站系统每户增加投资 = 2 元/户/年。

2.3 一次性收入

暂不考虑。

2.4 定期收入

暂不考虑。

2.5 小结

根据以上计算, 对于多表集抄需要增加的投资如下:

每年每户投入 = 初次开发投资成本 + 定期成本 - 一次性收入 - 定期收入 = 110.4 + 21.1 - 0 - 0 = 131.5 元/户/年。

按照 300 万户计算, 每年投入 3.9 亿元。

3 电网公司单独集抄

3.1 初次开发投资成本

电网公司单独集抄, 投入成本为 62 元/户, 考虑 7 年的设备寿命, 则每户每年投入 = 62/7 = 8.9 元/户/年。

3.2 定期成本

1) 运行维护费(含运维人员工资等)

结合电网公司低压集抄运行维护经验, 目前每户低压集抄 6 元/户运维费, 即每户运维费用为 6 元/户/年。

2) 设备故障修理费

结合电网公司多年运维经验, 集中采集相关设备故障率为 5%/年, 设备购置费户均 14 元, 因此设备故障修理费投入 = 14 × 5% = 0.7 元/户/年。

3) 采集终端通信费

按照 11 个台区配置了 11 个 I 型集中器计算,

每个 I 型集中器单独配置 1 个 SIM 卡上传信息到计量自动化系统。结合电网公司多年经验, 每张 SIM 卡每月 6 元, 每年通信费 72 元/卡/年, 则典型案例中户均通信费 = $11 \text{ 卡} \times 72 \text{ 元/卡/年} / 1450 = 0.55 \text{ 元/户/年}$ 。

4) 后台系统投入

电网公司采集系统全省集中部署, 在前期的投入和运行维护经验上, 每年大概投入 450 万元, 共 300 万户, 则主站系统每户增加投资 = 1.5 元/户/年 。

3.3 一次性收入

暂不考虑。

3.4 定期收入

暂不考虑。

3.5 电网公司单独集抄总结

根据以上计算, 对于电网公司单独集抄需要增加的投资如下:

每年每户投入 = 初次开发投资成本 + 定期成本 - 一次性收入 - 定期收入 = $8.9 + 8.75 - 0 - 0 = 17.65 \text{ 元/户/年}$ 。

4 自来水公司单独集抄

4.1 初次开发投资成本

自来水公司单独集抄, 投入成本为 209 元/户, 考虑 7 年的设备寿命, 则每户每年投入 = $209 / 7 = 30 \text{ 元/户/年}$ 。

4.2 定期成本

1) 运行维护费(含运维人员工资等)

结合电网公司低压集抄运行维护经验, 目前每户低压集抄 6 元/户运维费, 自来水公司运维参照电网公司计算, 每户运维费用为 6 元/户/年。

2) 设备故障修理费

结合电网公司多年运维经验, 集中采集相关设备故障率为 5%/年, 设备购置费户均 80 元, 因此设备故障修理费投入 = $80 \times 5\% = 4 \text{ 元/户/年}$ 。

3) 采集终端通信费

按照 11 个台区配置了 11 个 I 型集中器计算, 每个 I 型集中器单独配置 1 个 SIM 卡上传信息到计量自动化系统。结合电网公司多年经验, 每张 SIM 卡每月 6 元, 自来水公司通信费参照电网公司计算, 每年通信费 72 元/卡/年, 则典型案例中户均通信费 = $11 \text{ 卡} \times 72 \text{ 元/卡/年} / 1450 = 0.55 \text{ 元/}$

户/年。

4) 后台系统投入

自来水公司采集系统分公司部署, 每套系统按照 100 万考虑, 暂时按照 6 套系统计算, 总投资 600 万, 共 300 万户, 则主站系统每户增加投资 = 2 元/户/年 。

4.3 一次性收入

暂不考虑。

4.4 定期收入

暂不考虑。

4.5 自来水公司单独集抄总结

根据以上计算, 对于自来水公司单独集抄需要增加的投资如下:

每年每户投入 = 初次开发投资成本 + 定期成本 - 一次性收入 - 定期收入 = $30 + 12.55 - 0 - 0 = 42.55 \text{ 元/户/年}$ 。

5 燃气公司单独集抄

5.1 初次开发投资成本

燃气公司单独集抄, 投入成本为 502 元/户, 考虑 7 年的设备寿命, 则每户每年投入 = $502 / 7 = 71.7 \text{ 元/户/年}$ 。

5.2 定期成本

1) 运行维护费(含运维人员工资等)

结合电网公司低压集抄运行维护经验, 目前每户低压集抄 6 元/户运维费, 燃气公司运维参照电网公司计算, 每户运维费用为 6 元/户/年。

2) 设备故障修理费

结合电网公司多年运维经验, 集中采集相关设备故障率为 5%/年, 设备购置费户均 80 元, 因此设备故障修理费投入 = $80 \times 5\% = 4 \text{ 元/户/年}$ 。

3) 采集终端通信费

按照 11 个台区配置了 11 个 I 型集中器计算, 每个 I 型集中器单独配置 1 个 SIM 卡上传信息到计量自动化系统。结合电网公司多年经验, 每张 SIM 卡每月 6 元, 燃气公司通信费参照电网公司计算, 每年通信费 72 元/卡/年, 则典型案例中户均通信费 = $11 \text{ 卡} \times 72 \text{ 元/卡/年} / 1450 = 0.55 \text{ 元/户/年}$ 。

4) 后台系统投入

燃气公司采集系统总公司部署, 每套系统按照 150 万考虑, 暂时按照 4 套系统计算, 按照总投资 600 万计算, 共 300 万户, 则主站系统每户增加投

表3 对比分析表

Tab. 3 Comparative analysis table

项目	电网公司 主导三 表集抄	电水气表分别单独集抄				电网主导三表集 抄投资较电水气 单独集抄多投入
		电网公司 单独集抄	自来水公司 单独集抄	燃气公司 单独集抄	电水气分别集 抄合计投入	
初次开发投资成本/(元·户 ⁻¹ ·年 ⁻¹)	110.40	8.90	30.00	71.70	110.60	-0.20
定期成本/(元·户 ⁻¹ ·年 ⁻¹)	21.10	8.75	12.55	12.55	33.85	-12.75
其中:运行维护费(含运维人员工资等)/ (元·户 ⁻¹ ·年 ⁻¹)	10.00	6.00	6.00	6.00	18.00	-8.00
设备故障修理费/(元·户 ⁻¹ ·年 ⁻¹)	8.20	0.70	4.00	4.00	8.70	-0.50
采集终端通信费/(元·户 ⁻¹ ·年 ⁻¹)	0.90	0.55	0.55	0.55	1.65	-0.75
后台系统投入/(元·户 ⁻¹ ·年 ⁻¹)	2.00	1.50	2.00	2.00	5.50	-3.50
一次性收入/(元·户 ⁻¹ ·年 ⁻¹)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
定期收入/(元·户 ⁻¹ ·年 ⁻¹)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
需增加投资/(元·户 ⁻¹ ·年 ⁻¹)	131.50	17.65	42.55	84.25	144.45	-12.95
按照300万户计算,投入费用/(亿元·年 ⁻¹)	3.90	0.50	1.30	2.50	4.30	-0.40

资=2元/户/年。

5.3 一次性收入

暂不考虑。

5.4 定期收入

暂不考虑。

5.5 燃气公司单独集抄总结

根据以上计算,对于燃气公司单独集抄需要增加的投资如下:

每年每户投入=初次开发投资成本+定期成本-一次性收入-定期收入=71.7+12.55-0-0=84.25元/户/年。

6 对比分析

根据以上计算,具体数据对比如表3所示。

7 结论

本文结合实际工程经验,提出了多表集抄运营成本造价计算模型,并从电网公司主导建设三表集抄,电网公司、自来水公司和燃气公司单独建设集抄这两个方面进行造价对比分析,明确了电网公司主导建设三表集抄,可节省社会公共资源,在更具性价比的前提下,完善全民能耗数据采集,为智慧城市建设奠定数据基础。

为更好地适应实际工程,下一步需结合多种建设场景,提出更切合实际的多表集抄建设方案,并在本文提出的造价模型基础上,进一步结合可

靠性、便捷性等多方面的因素,综合评判并优选多表集抄建设方案。

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,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 Section, 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,2017,7(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, 7(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.智慧城市建设的综述与展望[J].当代经济管理,2017,39(4):53-57.

- LÜ 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 toplevel 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 /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. 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-EPSC, 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] 魏韡, 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.
- [19] 王澄, 徐飞, 侯恩振, 等. 基于电力高级量测体系的智慧城市架构研究与实践 [J]. 南方能源建设, 2017, 4(2): 58-63.
- WANG C, XU F, HOU E Z, et al. Research and practice of the smart city architecture under power advanced metering infrastructure [J]. Southern Energy Construction, 2017, 4(2): 58-63.
- [20] 尚莹, 刘晨, 刘罡, 等. 基于辽宁现状多表集抄技术方案的研究 [J]. 东北电力技术, 2017, 38(7): 40-45.
- SHANG Y, LIU C, LIU G, et al. Research on concentrator of remote meter reading system based in liaoning current situation [J]. Northeast Electric Power Technology, 2017, 38(7): 40-45.
- [21] 李蕊, 姜慧竹, 王芳, 等. 基于微功率无线通信技术的多表集抄研究与应用 [J]. 中国计量, 2017, 44(1): 106-109.
- LI R, XIAN H Z, WANG F, et al. Research and application of multi table collection based on micro power wireless communication technology [J]. China Metrology, 2017, 44(1): 106-109.
- [22] 周国建, 兰国樑. 公寓式住宅小区智能化系统设计 [J]. 智能建筑, 2006, 7(1): 48-51.
- ZHOU G J, LAN G L. Intelligent system design of apartment type residential district [J]. Intelligent Building, 2006, 7(1): 48-51.