

# 泛在电力物联网环境下新一代智能电能表技术展望

马召庆

中电装备山东电子有限公司

**摘要:** 随着泛在电力物联网建设方案的提出, 智能电能表作为电力物联网感知层末端重要的传感设备, 其技术功能被赋予更多的要求。本文基于IR46国际标准, 从电能表的计量特性、电能表功能多元化发展方向、实时嵌入式操作系统应用等多角度, 探讨新一代智能电能表的技术发展方向。

**关键词:** 泛在电力物联网; 计量特性; 嵌入式操作系统

## 引言

近年来, 采用一体化设计的智能电能表已广泛应用到居民用户中, 为防止外部通过篡改电能表程序进行窃电, 我国电能表的软件不允许在线升级, 这种设计思路提高了电能表的电能计量准确性和安全性, 但也降低了电能表的使用寿命, 因为当对电能表功能提出新需求或者电能表出现软件故障时, 为保证电能计量的准确性, 就只有更换新的电能表。这将造成较大的资源浪费, 因此需打破电能表一体化设计思路, 提出新的设计理念。

### 一、新一代智能电能表的计量特性

IR46提供了一个公平、公正的计量方法, 充分保护消费者利益, 具有一定的进步性; 但是所提出的1.5倍等级指数考核要求源于机械表思维, 此外所定义的计量电流概念, 从用户角度理解难度较大。从技术进步角度出发, 本文提出一种新计量特性: 通过最小起始计量电流 ( $I_{min}$ )、最大计量电流 ( $I_{max}$ ) 定义电能表的计量电流, 在  $[I_{min}, I_{max}]$  区间, 用误差线性度和最大允许误差限考核电能表计量量程内的计量性能<sup>[1]</sup>。最小起始电流即满足表计准确度等级的最小计量电流, 标准中可规定表计最小起始计量电流值不得大于最大计量电流值的百分比。随着材料技术的革新、元器件性能突破性发展、设计工艺不断提升, 将不断降低最小起始计量电流, 提高最大计量电流。电能表使用方可通过考核电能表的计量范围和误差线性度来评价其计量性能。

### 二、新一代智能电能表的发展方向

#### (一) 移动终端式电能表 (手机电表)

基表由计量芯、EEPROM、大容量的FLASH、时钟芯片、数码管及其外围电路组成, 主要承担电能计量任务, 可实现长时间 (不少于三个月) 分钟级电量 (有功、无功、谐波电量等)、电参量 (电压、电流、相角、功率因数等) 数据保存。同时具备脉冲指示、电源异常事件检测、数码管显示、通讯、轮显按键等功能, 用于法制计量数据的溯源, 不允许升级。基表功能框图。手机电表的设计理念基于IR46的计量与管理独立的思路, 由基表实现电能表基本计量功能, 管理芯功能移植到手机APP上<sup>[2]</sup>。管理芯APP基于手机嵌入式操作系统完成应用程序开发, 当需要功能升级时, 用户可在电力公司官网下载发布的最新应用版本。电表实现ID化管理, 支持多协议通信信道 (红外、RS485、蓝牙、无线wifi、电力线载波等), 可通过蓝牙或者wifi接入家庭网关。手机电表所用基表通过下行接口与家庭网关或者智能家电设备通信。用户可通过家庭网络从专业APP实时查看历史电量、当前负荷状态、档案信息等。同时APP功能与目前电力公司的网上缴费APP功能整合, 保证电力交易市场下, 实现电费日结算。

#### (二) 营销主站式电表 (主站电表)

主站电表的基表与手机电表的基表大致相同, 主站电表的基表增加与管理模块的通信, 采用串口SPI协议。管理模块中管理芯与通信部分 (电力线载波和无线专网) 也采用SPI通信。基于

高速电力线载波或无线通信技术, 利用5G通信技术优势, 实现海量数据快速高效传输至大数据中心 (营销主站), 电能表、采集终端与营销主站构成一只“大电表”。主站电表的上行接口, 通过电力线载波或者无线专网与新一代采集设备、营销主站进行大量数据的高频通信。强化新一代采集终端 (能源管理器) 的数据处理能力、边缘计算能力, 提升营销主站大数据处理能力, 可建设分布式营销主站 (以地市供电公司为单位) 又可建设区域性营销主站, 实现营销主站与泛在电力物联网海量数据实时交互<sup>[3]</sup>。

### (三) 智慧能源服务业务多元发展

一是大幅提升用户用电感知。基于手机电表, 用户移动终端 (手机等) APP查看历史电量、当前负荷状态、档案信息等。二是提供灵活多变电价政策。基于分布式营销主站, 建设用户大数据库, 建立用户缴费征信档案、用电积分制, 节假日充电费优惠活动、多费率电价等灵活电价政策。三是不断拓展营销新业务。基于区域性营销主站, 建设大数据分析中心, 实现网荷互动, 开展负荷预测、提供能效分析、制定节能方案等, 不断拓展营销新业务。四是支撑各专业部门业务需求。增加电能表基础数据: 分钟级电能量 (有功、无功、谐波等)、分钟级电参量 (电压、电流、相位、功率因数等)、异常事件记录 (新增不同专业的异常事件), 满足泛在电力物联网下各专业的业务需求<sup>[3]</sup>。

### 三、实时嵌入式操作系统在电能表中的技术应用

在泛在电力物联网的发展过程中, 无论是手机电表还是主站电表, 其管理功能部分都将支撑未来多专业的业务需求, 管理功能应具备程序模块化设计、业务可扩展、开源性架构平台、可在线升级等功能。新一代电能表的管理功能需要更强大的平台来承接泛在电力物联网下很多未知的业务需求, 因此引入实时嵌入式操作系统来满足电能表所需能力成为必然。利用操作系统搭建完整的架构平台, 开发适用电能表基础内核、内核组件及应用APP平台; 利用SVC系统调用技术、MPU保护技术、程序模块化设计、虚拟文件系统、tickless技术等手段来提升电能表在泛在电力物联网下的业务应用能力<sup>[4]</sup>。

### 结束语

文中首先介绍了我国电能表的发展历程与当前的技术现状, 结合泛在电力物联网环境下业务需求, 从电能表新的计量特性、电能表多元化功能发展方向、实时嵌入式操作系统应用等多方面进行了阐述。文中所提出手机电表和主站电表的概念, 是基于IR46标准的设计思路, 展望了未来多元化业务需求下的电能表的应用形式, 为泛在电力物联网环境下新一代智能电能表的技术发展方向, 提供了重要的参考。

### 参考文献

- [1] 杨颖. 智能电能表常见故障分析及管理策略探究[J]. 信息通信, 2018 (10): 281-282.
- [2] 赵敏. 智能电能表检测及常见故障分析与处理[J]. 矿业装备, 2018 (05): 112-113.
- [3] 庞富宽, 汪洋, 袁瑞铭, 巨汉基, 宋锡强, 汪萍萍. 基于R46标准的智能电能表软件检测关键技术研究[J]. 电测与仪表, 2018, 55 (19): 130-134.
- [4] 卢志勇, 张磊. 智能电能表载波通信模块测试装置制作与使用[J]. 农村电工, 2018, 26 (10): 51.