

## 智能物联表在泛在电力物联网的应用探究

占伟星 柯岩 蒋梦影

浙江八达电子仪表有限公司, 浙江 金华 321018

**[摘要]**随着物联网的大力发展, 物联网技术和终端设备在城市中的应用越来越广泛。智能物联电能表作为电网的终端计量及感知设备, 是泛在电力物联网的重要终端设备。随着泛在电力物联网的兴起, 以及新标准的启用, 国家电网公司对产品质量要求将会进一步提升。文章首先阐述了智能电网和泛在电力物联网基本概念; 其次, 对智能物联表的特点和功能进行了详细介绍; 再次, 初步概述了城市电力能源管理概念; 最后, 论述了智能物联电能表在泛在电力物联网的应用。

**[关键词]**泛在电力物联网; 智能物联电能表; 能源管理

DOI: 10.33142/sca.v5i3.6189

中图分类号: TP391.44

文献标识码: A

### Application of Intelligent IOT Meter in Ubiquitous Power Internet of Things

ZHAN Weixing, KE Yan, JIANG Mengying

Zhejiang Bada Electronic Instrument Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321018, China

**Abstract:** With the vigorous development of Internet of things, Internet of things technology and terminal equipment are more and more widely used in cities. As the terminal metering and sensing equipment of power grid, intelligent IOT watt hour meter is an important terminal equipment of ubiquitous power Internet of things. With the rise of ubiquitous power Internet of things and the launch of new standards, the requirements of State Grid Corporation of China on product quality will be further improved. Firstly, this paper expounds the basic concepts of smart grid and ubiquitous power Internet of things; Secondly, the characteristics and functions of intelligent IOT are introduced in detail; Thirdly, the concept of urban power energy management is preliminarily summarized; Finally, the application of intelligent IOT meter in ubiquitous power IOT is discussed.

**Keywords:** ubiquitous power Internet of things; intelligent IOT meter; energy management

#### 引言

电力能源管理是指依托智能采集设备采集能源数据, 通过网络通信载体传输数据, 系统信息平台进行数据统计、数据分析、数据交换和数据管理。泛在电力物联网作为一个重要的数据平台, 融合了传感、采集、通信、计算、安全等多种关键技术, 进行电力能源全过程管理。泛在电力物联网应用多参量传感集成技术, 实现对电力设备及其运行环境的感知; 运用数字化表述设备运行状态, 实现从设备到系统的安全预测和故障报警; 采用边缘计算、软件定义终端等关键技术, 实现配电网设备灵活接入和切换<sup>[1]</sup>。智能物联电能表是国家电网公司统一于 2020 年 8 月发布的新一代电能表产品, 能支撑能源互联网和电力物联网建设, 可配置不同应用场景功能模块, 是泛在电力物联网数据入口, 是泛在电力物联网建设的重要载体, 也是城市电力能源管理重要的采集终端。

#### 1 智能电网和泛在电力物联网概述

智能电网概念最先由 2006 年美国 IBM 公司提出的“智能电网”解决方案, 通过对电力生产、输送、配电的各个环节的优化管理, 为相关企业提高运行效率及可靠性、降低成本描绘了一个蓝图, 主要目的是解决电网安全运行、提高可靠性。2009 年 2 月中国能源专家武建东提出中国电网亟须实施“互动电网”(Interactive Smart Grid)

革命性改造, 并将互动电网定义为在开放和互联的信息模式基础上, 通过加载系统数字设备和升级电网网络管理系统, 实现发电、输电、供电、用电、客户售电、电网分级调度、综合服务电力产业全流程的智能化、信息化、分级化互动管理<sup>[2]</sup>。同年 5 月 23 日, 国家电网公司在北京首次向社会公布“智能电网”(Smart Grid)的发展计划, 并初步披露了其建设时间表。国家电网公司建设智能电网的目的是实现高效经济、环保清洁、安全可靠的现代电网。智能电网含义是电网的智能化, 以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的坚强网架为基础, 以通信信息平台为支撑, 具有信息化、自动化、互动化特征, 包含电力系统的发电、输电、变电、配电、用电和调度, 覆盖所有电压等级, 实现“电力流、信息流、业务流”的高度一体化融合的现代电网。

国家电网公司在 2019 年做出全面推进“三型两网”建设, 加快打造具有全球竞争力的世界一流能源互联网企业的战略部署, 其中“两网”分别是坚强智能电网和泛在电力物联网, 两张网共同组成了能源互联网。泛在电力物联网本质就是应用大数据、云计算、人工智能、移动互联、区块链、电力载波等现代信息技术、通信技术和智能技术, 将发电企业及其设备、变电输配电设备、电网运营企业及其设备和电力用户及其设备智能连接起来, 通过信息广泛

交互和数据共享，以数字化管理电力生产运行、电力消费服务和电力安全环境，实现状态全面感知、信息高效处理、应用灵活便捷的智能服务系统<sup>[3]</sup>。

泛在电力物联网架构结构可见下图 1，包含了感知层、网路层、平台层和应用层四层结构。

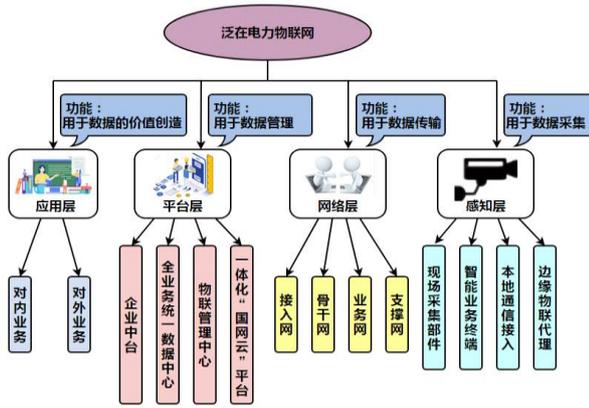


图 1 泛在电力物联网架构结构图

## 2 智能物联电能表

### 2.1 定义、特点和功能

2019 年 6 月国家电网公司开始起草智能物联电能表系列标准，2022 年 1 月份正式发布了智能物联电能表系列标准。智能物联电能表 (Smart IoT electricity meters) 由计量模组、管理模组、扩展模组组成，是一种具备电能计量、数据处理、实时监测、自动控制、环境感知、信息交互和通信路由等功能，同时能适应物联网需求的新一代智能电能表<sup>[4]</sup>。

智能物联电能表采用计量芯和管理芯双芯分离方案，整表结构采用模组化设计，各模组结构上独立。计量模组由信号处理单元、计量单元和存储单元组成，能够实现法定计量功能，并与管理模组进行数据交互。管理模组由数据处理单元、显示单元、安全单元、存储单元和控制单元组成，能够实现显示、对外通信、数据处理存储和远程控制功能，是连接计量模组与扩展模组的管理中间件。扩展模组用于扩展电能表通信、计算、监测和控制，包括扩展通信模组和扩展功能模组，通信模组包括载波、微功率无线、4G 模块等，功能模组包括计算类模组，比如非介入式负荷辨识、电能质量分析模组和有序充电控制等模组<sup>[5-6]</sup>。

计量模组具有正向、反向有功电能，正向、反向谐波电能计量功能；计量模组与管理模组采用 SPI 通信，管理模组为主，计量模组为从。计量模组与管理模组的接口至少应包含电源、地、时钟、通信和输出接口。计量模组通过该接口与管理模组进行数据通信，对外提供电能和时钟脉冲输出信号和计量原始数据。计量模组具备端子座测温功能，测温要求应满足智能物联表技术规范。

计量模组需具备计量精度自检测功能，该功能为国家电网首次提出。计量误差自检测目的是用于检测计量芯片自身故障引起的精度变化 (比如基准电压变化、电路失效等)。

管理模组包括管理 MCU、液晶、蓝牙等部件，能够运行

嵌入式实时多任务操作系统，具有数据路由分发和软件在线升级功能，负责电能表的数据管理、模组管理以及模组之间的数据交互。计量模组与扩展模组之间的工作逻辑关系应由管理模组统一管理，管理模组除具备与计量模组的接口外，还应具备 A 型扩展模组信号接口和 B 型扩展模组信号接口。

### 2.2 功能实现框架

智能物联电能表采用计量芯单元和管理芯单元双芯架构，计量芯集成电源模块，存储单元 flash 及 EEPROM 等，外接可更换锂电池，用于维持实时时钟 RTC。具备 LED 指示灯，用于指示电量检测。计量芯通过实时检测电源情况，用于电源异常检测，及上、下电状态切换。计量芯与管理芯采用容隔离和光耦隔离方式与管理芯进行数据交互，确保在最大通讯速率情况下仍能可靠通讯，确保了隔离耐压满足相关技术要求。

管理芯对计量芯提供的 15V 电压进行转换，给 MCU 及 HPLC 模块，负荷识别模块、有序用电模块提供稳定电源，管理芯采用基于 zx-rtos 的电能表操作系统，电能表操作系统应用和内核分离，应用运行在用户态，内核运行在内核态，应用以系统调用的方式实现对内核函数的访问。管理芯具备 3 路 UART 通信接口，确保能分别与 HPLC、负荷识别模块、有序充电模块进行数据交互。采用点阵液晶 LCD 显示信息，确保显示内容丰富多样，满足后续程序升级及显示内容变化的需求。

智能物联电能表整体功能框架见下图 2。

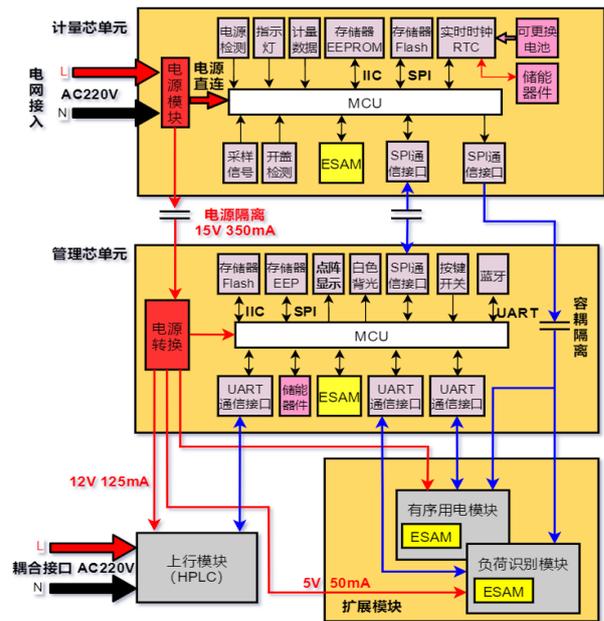


图 2 智能物联电能表整体功能框架

### 2.3 蓝牙透传功能

新一代智能电表通讯模块使用蓝牙替代传统 RS485 和红外通信模块。基于面向对象的用电信息数据交换协议，智能物联电能表内部嵌入蓝牙模块 (从机)，使电能表具有蓝牙无线收发数据能力。电表管理模块通过内置蓝牙模

块与抄表器、主机(USB Dongle)、外置开关(蓝牙断路器)、外置传感器和手机 APP 进行交互数据。比如在手持抄表器或集中器中集成一个蓝牙模块(主机),通过软件配置 MAC 地址等认证就可以使手持抄表器或集中器连接到电能表,和电能表间进行无线数据透传,读取电表中的数据,实现无线抄表。同时也可以通过手机上的抄表 APP 连接到电能表,实现手机直接抄表,还可与蓝牙断路器进行连接,配置成功后进行数据透传,控制断路器开关动作。智能物联电能表蓝牙通信功能示意图见下图 3。

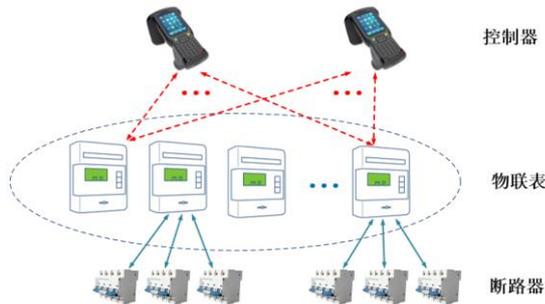


图 3 智能物联电能表蓝牙通信功能示意图

### 3 城市电力能源管理概述

随着工业企业和城市居民对于电力的需求不断攀升,主网电网供电能力的有限性,对于提供电力能源的电网运营企业、工业企业及居民都提出了新的挑战。城市能源管理系统,不仅要保证城市电网的安全供电,还要求向电力用户提供高质量的电力能源,既保证电力用户在使用电力过程中的电压稳定,实现电网电压和发电量统一控制,减少负荷端在电力使用过程中产生的无功功率。电力能源管理系统借助了计算机、通信设备、计量保护装置等,为系统的实时数据采集、开关状态检测及远程控制提供了基础平台<sup>[7-8]</sup>。城市电力能源管理系统图见下图 4。

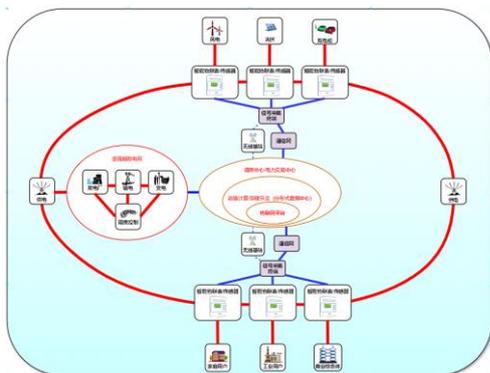


图 4 城市电力能源管理系统图

### 4 智能物联表在泛在电力物联网的应用

根据上图 1 的泛在电力物联网架构,可形成泛在电力物联网智能管理平台,管理平台可提供从末端传感器、通信网关、主站采集软件到物联网监控、数据云存储、大数据分析计算在内的软硬件全链条解决方案。管理平台可用

于电力系统中的配网自动化,变电站监控,煤改电数据采集,充电桩车联网,风、光伏新能源,高压线路监控,综合能源利用等业务领域。管理平台的应用将大幅降低泛在物联网建设成本和技术复杂度,为贯彻落实国网公司“两网融合”发展战略提供有力支持。

智能物联电能表的功能已完成了从解决最基础的精准计量、自动抄表需求,到实现对电网运行状态把脉监测的演进。智能物联电能表不仅是电力计费结算的法定器具,还是智能电网的重要传感器。通过分析智能电表所采集的数据信息,不仅可看到电网的运行情况、设备的具体状态,还可了解电力用户的用电习惯,预测负荷变化,开展用户需求侧管理等。根据国家电网数据显示,目前国网系统接入的终端设备超过 5 亿只,国家电网规划预计到 2025 年接入终端设备将超过 10 亿只。到 2030 年,接入的终端设备数量将达到 20 亿只,整个“泛在电力物联网”将是接入设备最大的物联网生态圈。

### 5 结束语

综上所述,智能物联电能表是“泛在电力物联网”建设的重要感知设备,是泛在电力物联网数据信息采集的入口,是泛在电力物联网感知层的核心环节。智能物联电能表将成为电网实现数字化、智能化转型的基础。未来随着人工智能、5G、物联网等先进技术的逐渐推广和应用,智能物联电能表将提供用电诊断、科学用电方案、差异化电价信息等增值服务。

#### [参考文献]

- [1]杨挺,翟峰,赵英杰,等. 泛在电力物联网释义与研究展望[J]. 电力系统自动化,2019,43(13):9-20.
- [2]余贻鑫. 智能电网基本理念和关键技术[M]. 北京:科学出版社,2019.
- [3]彭楚宁,罗冉冉,王晓东. 新一代智能电能表支撑泛在电力物联网技术研究[J]. 电测与仪表,2019,56(15):137-142.
- [4]国家电网有限公司. 智能物联电能表功能及软件规范:Q/GDW 12180-2021[S]. 北京:中国电力出版社,2022:8.
- [5]国家电网有限公司. 单相智能物联电能表技术规范:Q/GDW 12175-2021[S]. 北京:中国电力出版社,2022:12-13.
- [6]国家电网有限公司. 三相智能物联电能表技术规范:Q/GDW 12178-2021[S]. 北京:中国电力出版社,2022:10-11.
- [7]荣梦蕾,蒲雷杨,佳澄. 城市能源管理对城市综合管理的能动性分析[J]. 时代经贸,2018(2):61-63.
- [8]汪洋,苏斌,赵宏波. 电力物联网的理念和发展趋势[J]. 电信科学,2010,12(3):9-14.

作者简介:占伟星(1984-)男,本科,电子科技大学,电力工程及其自动化,浙江八达电子仪表有限公司,工程师,从事智能电能表技术研究开发工作。