

基于能源管理的新一代智能电表

邹 豪, 何基强, 江 伟

(北京 ABB 低压电器有限公司, 北京 100176)

摘 要: ABB 从 2009 年开始研发新一代智能电表, 该系列电表具有计量精确、界面友好和应用功能完善等特点。首先分析了当前智能电网的发展和智能电表的应用, 然后对新一代智能电表的产品结构、性能指标和应用范例进行了介绍, 供设计师选型时参考。

关键词: 智能电网; 智能电表; 能源管理; 分项计量

中图分类号: TK01⁺2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-8417(2013)S1-0074-06

0 引 言

智能电表是以微处理器应用和网络通信技术为核心的智能化仪表, 具有自动计量/测量、数据处理、双向通信和功能扩展等能力, 能够实现双向计量、远程/本地通信、实时数据交互、分时计量、分项计量、远程断供电、电能质量监测、与用户互动等功能。以智能电表为基础构建的智能计量系统, 能够支持智能电网对负荷管理、分布式电源接入、能源效率、电网调度、电力市场交易和减少排放等方面的要求。

随着电力市场化改革的推进、气候变化的加剧、环境监管要求日趋严格及国家能源政策的最新调整, 电力网络与电力市场、用户之间的协调和交换越来越紧密, 电能质量水平要求逐步提高, 可再生能源等分布式发电资源数量不断增加, 传统电力网络难以支撑如此多的发展要求。发展智能电网的设想应运而生, 通过基于传统电网的升级换代, 在智能电网领域寻求突破。

作为智能电网数据采集的基本设备, 智能电表承担着原始电能数据采集、计量和信号传输的任务, 是实现信息集成、分析优化和信息展现的基础。

在智能电表基础上构建的高级测量体系 (Advanced Metering Infrastructure, AMI)、自动抄表 (Automatic Meter Reading, AMR) 系统, 为用户提供详细的用电信息, 使用户可以更好地管理自己的用电量, 以达到节省电费和符合环保标准的目标; 电力公司能够根据用户需求制定分时计费的电价, 更加迅速地检测故障, 并及时响应强化电力网络控制和管理。

1 智能计量系统功能概况

智能电网在很大程度上依赖于智能电表和完善的智能计量体系。按照功能和智能化程度可以将智能电网的建设以及智能计量系统的建设分为 5 个层次, 如图 1 所示。

通过智能电表对各类详细用电数据的采集和响应能力, 智能计量系统能够提高电网的安全性和经济性。智能电网自动运行程度的提高、能源效率和节能能力的提高、运行成本的控制都依赖于 AMR 和 AMI 的建设和完善。AMI 通过智能电表终端和服务器之间建立的安全网络架构实现电力公司和用户的双向计量和通信。智能电表在智能家庭的建设过程中承担着相当关键的作用。关于智能电表在家庭中的应用和基于 AMI 的智能小区的功能概况如图 2 和图 3 所示。

2 智能电表应用

(1) 智能抄表。智能电表能够实现准确、实时的费用结算信息处理, 简化了传统的抄表计费流程。同时, 用户也能获得更加准确、及时的用电信息和消费账单。

(2) 配网状态估计。目前, 配网侧的电能分布信息通常很不准确, 主要是因为该信息是根据网络模型、负载估计值以及变电站高压侧的测量信息综合处理得到的。通过在用户侧增加测量节点, 将获得更加准确的实时信息, 避免电力设备过负载和电能质量恶化。

(3) 电能质量和供电可靠性监控。采用智能电表能实时监测电能质量和供电状况, 提前采取措施预防电能质量问题。



图1 智能计量系统与智能电网功能概况



图2 智能电表在家庭中的应用智能电表应用

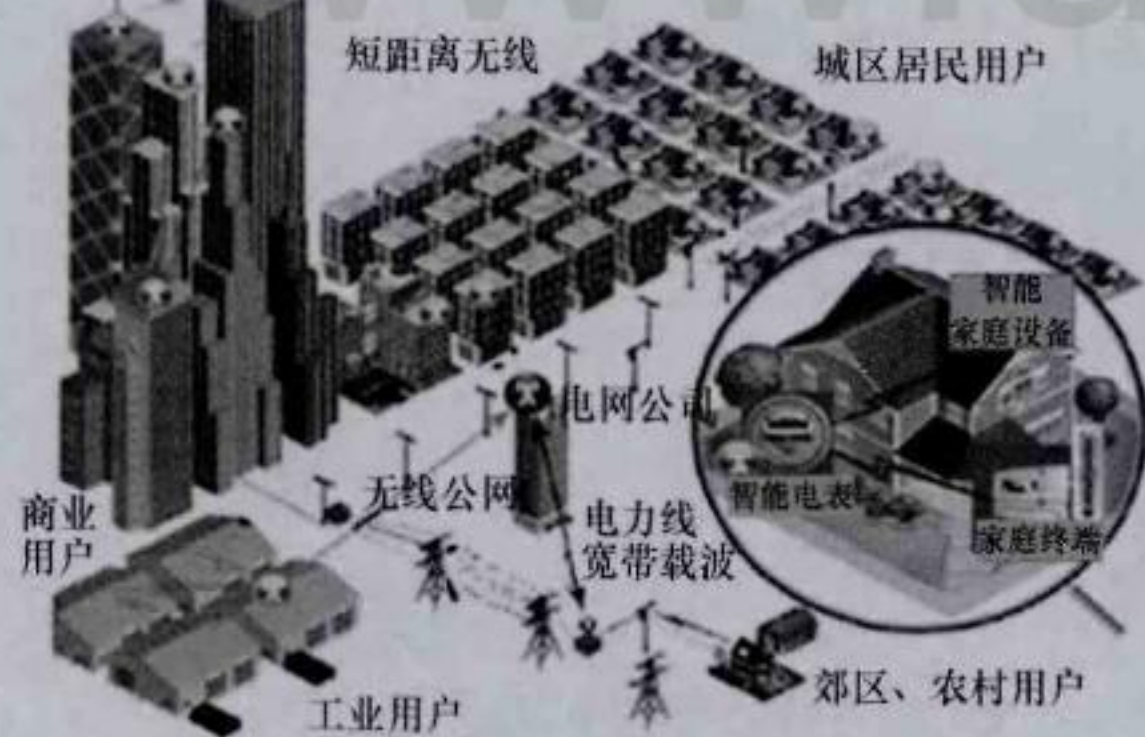


图3 基于AMI的智能小区

(4) 分时计费 and 负载控制。智能电表能够实现通过电价来控制用户的负荷,包括价格控制和负荷直接控制。价格控制大体上包括分时电价、实时电价和紧急峰值电价,来分别满足常规用电、短期用电和高峰时期用电的需求。直接负荷控制

则通常由网络调度员根据网络状况通过远程命令来实现负载的接入和断开。

(5) 能源管理。通过将智能电表提供的能耗信息反馈给用户,为用户提供实时能耗数据,促进用户调节用电习惯,并及时发现由设备故障等产生的能源消耗异常情况。在智能电表所提供的技术基础上,电力公司、设备供应商及其他市场参与者可以为用户提供新的产品和服务,例如不同类型的分时网络电价、带回购的电力合同、现货价格电力合同等。

(6) 智能家居。智能家居是指将家庭中不同装置、机器和其他耗能设备连接在一个网络中,并根据居民的需求和行为、户外的温度以及其他参数来进行控制。它可以实现供热、报警、照明、通风等系统的互联,从而实现家庭自动化和家电等设备的远程控制等。

(7) 预防维护和故障分析。智能电表的测量功能有助于实现配网元器件、电表以及用户设备的预防维护,如检测出电力电子设备故障、接地故障等导致的电压波形畸变、谐波、不平衡等现象。测量数据还能帮助电网和用户分析电网元件故障和网损等。

(8) 预付费。相对于传统的预付费方式,智能电表能提供成本更低,更加灵活和友好的预付费方式。

(9) 非法用电检测。智能电表能检测出表箱开启、接线的变动、表计软件的改动等事件,从而及时发现窃电现象。对于窃电高发区,通过将总表的数据和其下所有表计数据进行比对,也可以

及时发现潜在的窃电行为。

3 智能电表带来的收益

(1) 用户的收益。智能电表能为用户提供更加准确、及时的账务信息;利用准确的用电记录使用户更好地参与到电力市场中,通过弹性的用电需求而获益;对用户能耗信息的反馈以及能量自动化系统;通过更好的电能质量和故障管理来增强人身和设备安全性等。

(2) 电力公司的收益。建立在智能电表基础之上的智能计量系统能够为计费、用户服务、电网状态估计、关键设备故障管理、电能质量等商业应用提供有效的解决方案。通过智能电网计量系统能够及时发现并解决存在的问题,提高停电管理和用户服务的效率。

(3) 社会和环境方面的收益。智能计量系统具有提高能源供应商和最终用户能源效率的潜

力。及时、准确的能耗数据反馈将使用户、智能家居系统和供应商能作出快速反应,并将精力集中在最高效的措施上。除了直接的节能效果之外,大量的小型可控能源的接入也促进了可再生能源和热电联产等高效发电方式的推广。

(4) 水、汽、热等方面应用的收益。通过智能电表可以为水、汽、热等计量表计的通信提供电力供应,并共享远程通信信道从而降低通信成本。将各种能源形式的测量数据汇总后,也有助于分析和提高整体的能源利用效率。

4 新型能源管理方案——分项计量

随着现代社会的迅速发展,各类商业建筑如商场、写字楼、酒店和机场都对能源消耗的管理和控制的需求变得越来越强烈。为了方便用户更好地管理和分配自己的能源,新一代电表关注分项计量型电表的应用,如图 4 所示。

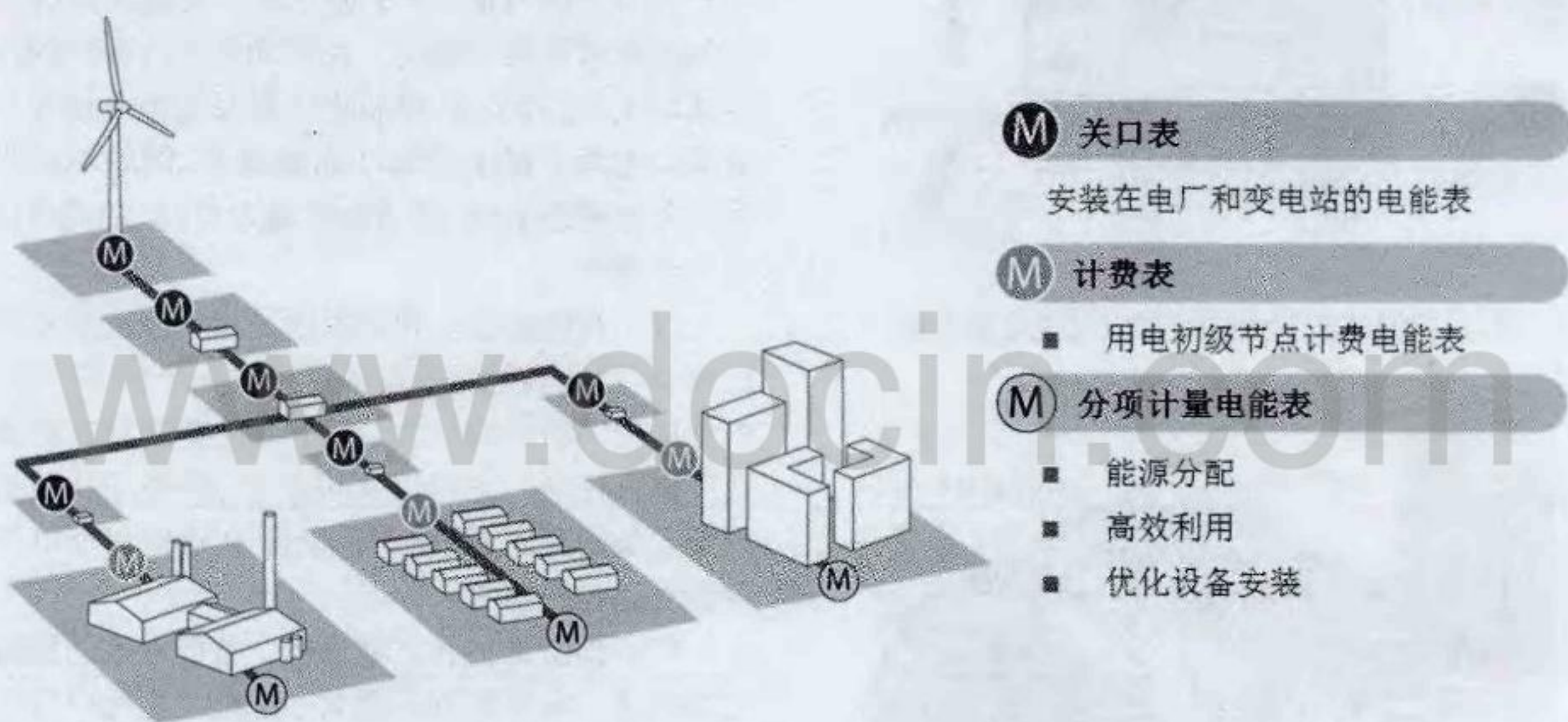


图4 分项计量图示

分项计量电表对处于一个网络的用电单元使用多个电表进行计量,然后汇总到一个电表进行数据处理和分析最后发送给管理系统,从而大大地节约成本,减少信息处理量。从发电厂到变电站以及各个具体电能消费建筑,使用一套系统的电表网络计量电能消耗,供电方和消费方对能源使用清晰明了,便于统一规划。

在发电厂和变电站可以使用一套终端电

表——关口表,统计能源消耗总量。

变电站的电能通过架设的网络为初级用电节点单位如商业建筑、工厂和家庭住户供电,在供电网络流入各个用电单位的节点安装具有计费和分析功能的电表计量电能。在每个用电单位内部,安装用于管理计量的分项计量型电表。在工厂和商业建筑中的分项计量电表安装方案如图 5 所示。

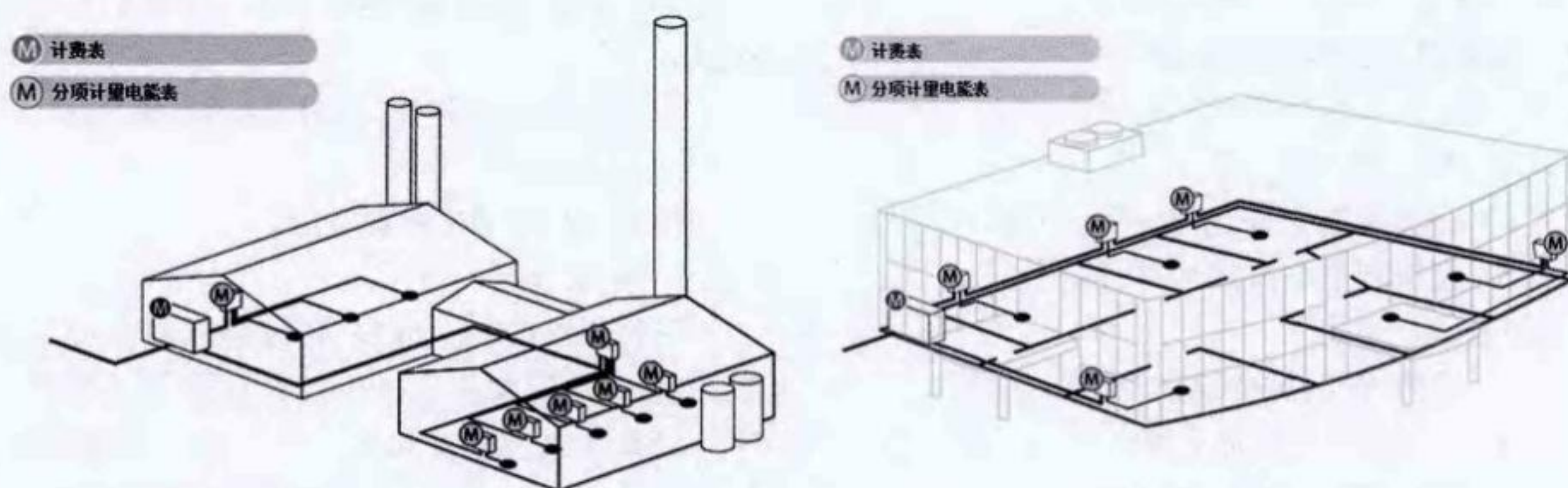


图5 工厂(左)和商业建筑(右)内部分项计量方案

5 ABB 智能电表介绍

根据当前智能电网和智能电表发展需求, ABB 推出了新一代智能电表产品。

5.1 产品结构

ABB 新一代智能电表产品采用标准的 DIN 导轨安装, 将多种功能集成到电气系统中, 为客户提供更多选择, 安装便捷, 节省空间, 提供多种通信功能接口。ABB 提供种类齐全的产品, 用户可以根据自己需要选用适合的电表。

安装在用电单元的分项计量电表可以通过多种通信方式将信息汇总到初级用电节点计费电表, 最后统一发送到发电厂和变电站的终端关口表。

ABB 智能电表具有三大系列产品和通信模块附件。

(1) 三大系列电表。EQ C 系列(经济型, 用于单相、三相测量)、EQ B 系列(基本型, 用于单相、三相测量)、EQ A 系列(高级型, 用于单相、三相测量), 如图 6 所示。

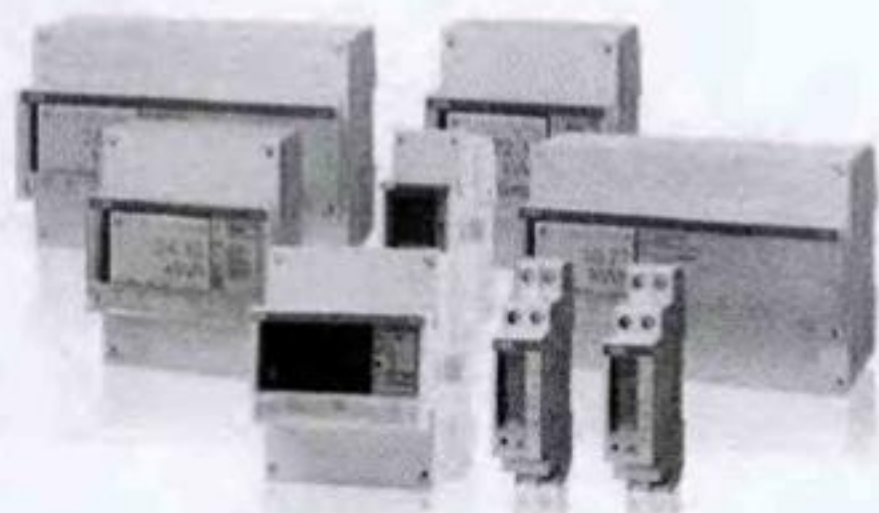


图6 新一代智能电表

(2) 通信模块附件: Gateway 通信模块(构建通信网络系统), 如图 7 所示。



图7 电表通信模块附件

5.2 产品基本信息

下面以 EQ A 系列三相电表为例简单介绍 ABB 智能电表基本功能, 如图 8 所示。

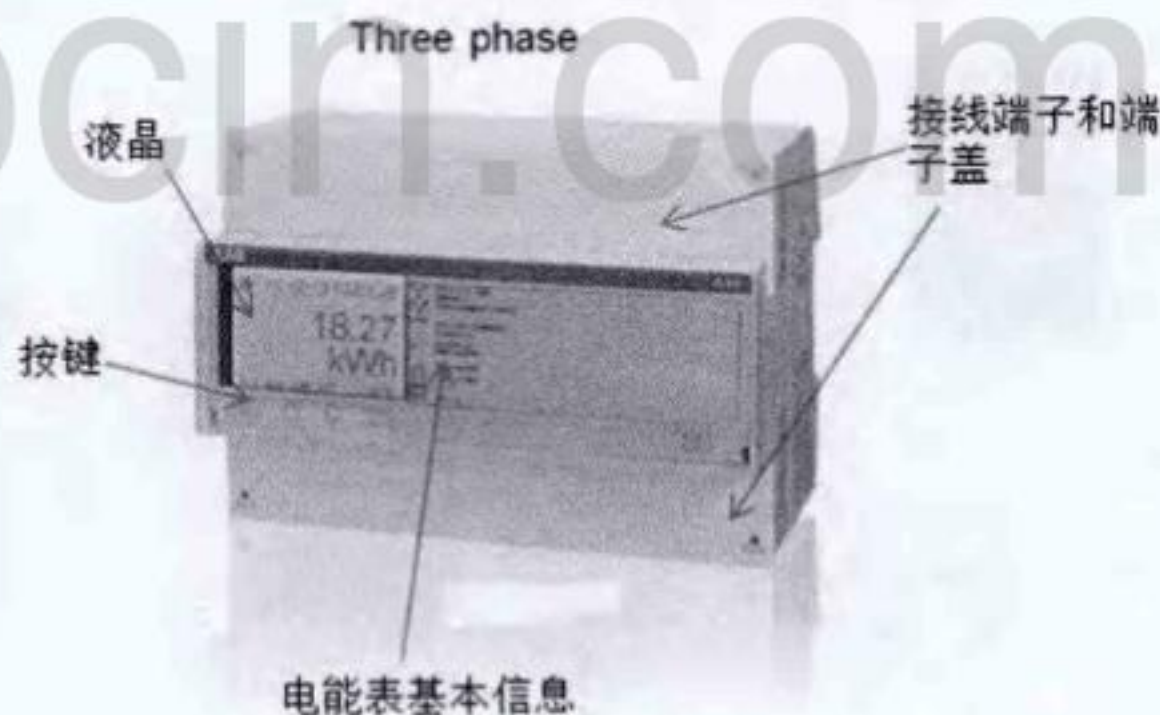


图8 EQ A 系列三相电表

ABB 电表具有标准的模数化尺寸, 严格遵循 ABB DIN 导轨产品安装规则进行设计。EQ A 系列三相电表尺寸为 7 个模数。电表前面板印刷有电表基本信息, 包括额定工作电压, 可测量最大电流, 测量精度和通信方式等相关信息。通过按键和液晶显示屏可以实现测量数值查询、工作状态设定和通信方式选择等功能。电表接线端子处设有端子盖进行人体保护。电表的侧面还有

RS-485、M-Bus 和红外通信窗口。

5.3 智能电表主要技术参数

5.3.1 EQ C 系列经济型电表

- (1) 单相和三相测量。
- (2) 有功电能测量,精度等级: Class 1。
- (3) 直接测量电流高达 40 A。
- (4) LCD 显示。
- (5) 通信方式:脉冲输出,ZigBee。
- (6) 1/3 个 DIN 模数宽度。

5.3.2 EQB 系列基本型电表

- (1) 单相和三相测量。
- (2) 有功电能,精度等级 Class 1。
- (3) 直接测量电流高达 65A 或 CTVT 6 A。
- (4) LCD 显示屏。
- (5) 通信方式:脉冲输出,IR,RS-485,M-bus,

ZigBee。

- (6) 2/4 个 DIN 模数宽度。

5.3.3 EQ A 系列高级型电表

- (1) 单相和三相测量。
- (2) 测量有功电能和无功电能,精度最高 Class 0.5。
- (3) 直接测量电流高达 80 A。
- (4) 电压范围 100 ~ 500 V。
- (5) LCD 显示屏。

(6) 通信方式:脉冲输出,IR,RS-485,M-bus,ZigBee。

(7) 内部存储器备份(EEPROM)。

(8) 内部时钟。

(9) 4/7 个 DIN 模数宽度。

5.3.4 电表精度

作为测量仪表的电表,精度是其最重要的参数,电表的精度调校属于生产过程非常重要的一环。ABB 在电表研发和生产上有着丰富的经验,从德国 Zera 公司定制专业精度调校机器 Zera 工作站进行电表调试和校准,精度调校过程自动化,调试过程所使用的标准表精度为 Class 0.02,保证高精度可靠性。

在生产过程中,ABB 按照标准要求值的 2 倍对所有电表精度进行调节,最大限度减小使用过程中的测量误差。

6 智能电表附件

ABB 智能电表还可以配合辅助通信模块 Gateway 构建通信网络,实现电表与以太网,GPRS 无线网络以及其他网络的通信对接。图 9 所示为使用通信模块实现外部系统与电表网络通信的示意图,通过辅助通信模块可以实现电表所支持的多种通信协议与外部网络系统的通信。

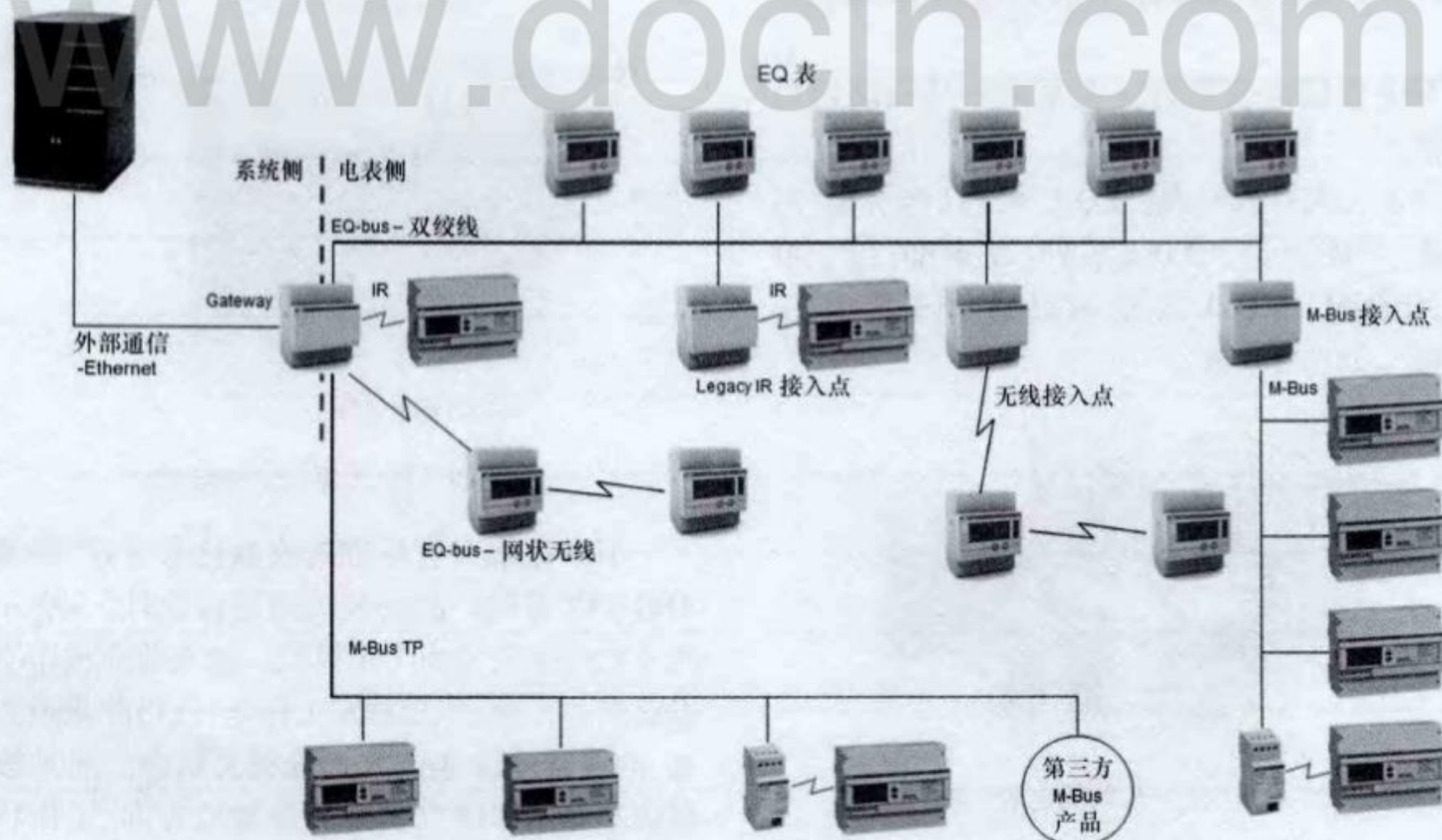


图 9 通过通信模块实现外部系统与电能表网络通信

Gateway 辅助通信模块支持包括 JSON、SNMP、SMTP 和通过 M-bus 转 TCP/IP 在内的协议等。

7 产品认证

ABB 所有电表都通过 IEC 62052-11 和 IEC 62053-21 标准认证,这是仪表测量行业统一使用的规范。

在欧盟和欧洲经济区国家通过了 EN 50470-1、EN 50470-3(该标准在欧盟和欧洲经济区国家用于取代 IEC 62052-11 和 IEC 62053-21)标准认证。

ABB 电表设计和生产流程都通过第三方 BVC 认证(根据 ISO 9001:2000 标准),从而使设计和生产的质量得到充分保证。

ABB 电表还通过 MID 认证,该认证是基于 IEC 标准适用于所有欧盟和欧洲经济区国家的通用测试准则。

ABB 导轨安装电表通过了根据《中华人民共和国进口计量器具监督管理办法》及相关规定和技术要求所进行的考核,取得了由中华人民共和国质量监督检验检疫总局颁布的《中华人民共和国计量器具型式批准证书》。

【参考文献】

- [1] 林宇锋,钟金,吴复立. 智能电网技术体系探讨[J]. 电网技术,2009,33(12):8-14.
- [2] 胡学浩. 智能电网:未来电网的发展态势[J]. 电网技术,2009,33(14):1-5.
- [3] 张文亮,刘壮志,王明俊,等. 智能电网的研究进展及发展趋势[J]. 电网技术,2009,33(13):1-11.
- [4] 汤奕,Manisa Pipattanasomporn,邵盛楠,等. 中国与美国和欧盟智能电网之比较研究[J]. 电网技术,2009,33(15):7-15.
- [5] Hausegger R. 从市场需求角度介绍:欧洲各国智能抄表项目的最新进展和未来发展势[C]. AMR China,2008.
- [6] 王思彤,周晖,苑瑞铭,等. 智能电表的概念及应用[J]. 电网技术,2010,34(4):17-24.
- [7] GB/T 17215.211—2006 交流电测量设备 通用要求、试验和试验条件 第 11 部分 测试设备[S].
- [8] GB/T 17215.321—2008 交流电测量设备 特殊要求 第 21 部分 静止式有功电能表(1 级和 2 级)[S].
- [9] GB/T 17215.323—2008 交流电测量设备 特殊要求 第 23 部分 静止式无功电能表(2 级和 3 级)[S].
- [10] JJG 596—1999 电子式电能表检定规程[S].

收稿日期:2013-08-09

www.docin.com