

智能电表的应用探讨

戴 宁

(江苏省电力公司生产技能培训中心, 江苏 苏州 215004)

摘 要: 智能电网的发展已成为世界各国电力工业应对未来挑战的共同选择, 是 21 世纪电力系统的发展方向。智能电表作为智能电网建设的重要基础装备, 加快其发展对于电网实现信息化自动化互动化具有重要支撑作用。介绍了智能电表的发展及应用现状, 分析了智能电表的基本原理及计量方式等技术要求, 阐述了其在智能电网中功能应用及收益等。

关键词: 智能电表; 计量; 用电

自从电子式电能表从上个世纪 90 年代起在国内兴起应用, 到现在已有十多年的发展历史了, 但由于受技术、应用推广方面的影响, 目前在市场上的占有率并不是很高。智能电表(图 1)是在此基础上, 近年来才开发出来的实用功能更为丰富的电能表, 它具有一系列的优点和多种功能, 是传统感应表不能相比的。



a)自动抄表系统 b)先进计量设备

图 1 智能电表对比

1 智能电表基本原理

电子式智能电表, 是在电子式电表的基础上, 近年来开发面世的高科技产品, 它的构成、工作原理与传统的感应式电能表有着很大的差别。感应式电表主要是由铝盘、电流电压线圈、永磁铁等元件构成, 其工作原理主要是通过电流线圈与可动铝盘中感应的涡流相互作用进行计量的。而电子式智能电表主要是由电子元器件构成, 其工作原理是先通过对用户供电电压和电流的实时采样, 再采用专用的电能表集成电路, 对采样电压和电流信号进行处理, 并转换成与电能成正比的脉冲输出, 最后通过单片机进行处理、控制, 把脉冲显示为用电量并输出, 构成原理图详见图 2。

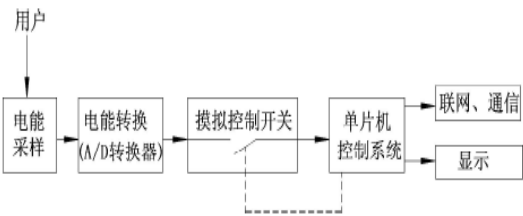


图 2 智能电表构成原理图

由于采用了电子集成电路的设计, 再加上具有远传通信功能, 可以与电脑联网并采用软件进行控制, 因此与感应式电表相比, 智能电表不管在性能还是操作功能上都具有很大的优势:

(1) 功耗: 由于智能电表采用电子元件设计方式, 因此一般每块表的功耗仅有 0.6W~0.7W 左右, 对于多用户集中式的智能电表, 其平均到每户的功率则更小。而一般每只感应式电表的功耗为 1.7W 左右。

(2) 精度: 就表的误差范围而言, 2.0 级电子式电能表 5%~400% 标定电流范围内测量的误差为 $\pm 2\%$, 而且目前普遍应用的都是精确等级为 1.0 级, 误差更小。

(3) 过载、工频范围: 智能电表的过载倍数一般能达到 6~8 倍, 有较宽的量程。目前 8~10 倍率的表成正为越来越多用户的选择, 有的甚至可以达到 20 倍率的宽量程。工作频率也较宽, 在 40Hz~1000Hz 范围。而感应式电表的过载倍数一般仅为 4 倍, 且工作频率范围仅为 45~55Hz 之间。

智能电表由于采用了电子表技术, 可以通过相关的通信协议与计算机进行联网, 通过编程软件实现对硬件的控制管理。因此智能电表不仅有体积小

的特点, 还具有了远传控制(远程抄表、远程断送电)、复费率、识别恶性负载、反窃电、预付费用电等功能, 而且可以通过对控制软件中不同参数的修改, 来满足对控制功能的不同要求, 而这些功能对于传统的感应式电表来说都是很难或不可能实现的。

2 用电信息——总线式远程抄表

随着智能化住宅小区的兴起和迅猛发展, 对智能化住宅小区的现代化物业管理提出了更新更高的要求, 而目前国内采用人工抄表的现象仍很普遍, 这不仅费时费工, 而且抄表周期长, 手段落后, 误差大, 还会给物业管理部门和用户带来诸多不便, 产生很多矛盾。所以实现智能化远程抄表、自动计量计费是解决人工抄表诸多问题, 真正体现住宅小区智能化的必要手段。国内已在少部分区域试用的电网自动抄表系统有电力载波抄表系统和无线电通信抄表系统, 性能最好的是 CAN 总线式电网远程自动化抄表系统, 这种系统不仅实时性好, 而且可靠性高, 抗干扰能力强。

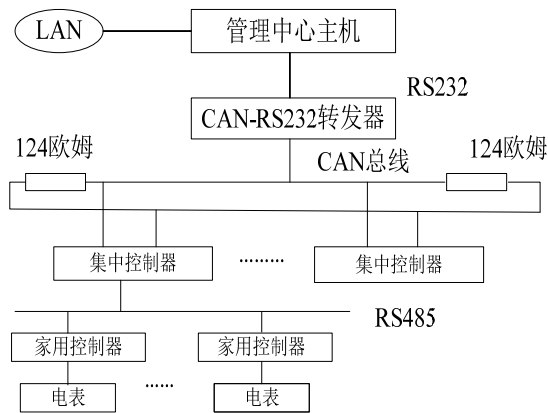


图3 远程抄表系统网络结构图

总线式远程抄表系统是利用传感技术、自控技术和通信技术, 直接将终端采集的数据通过网络传输到控制中心, 由控制中心负责统计、扣费和报表操作。远程抄表系统的总体网络结构框图如图3所示。系统由家用控制器、集中控制器、管理中心主机组成二级分布式监控系统。家用控制器以单片机为核心, 带有用户操作界面。它能接收耗能表(电表)送出的流量脉冲信号, 进行计数、保存、发送和用户查询等, 并配有独立的备用电源供电。集中控制器可对一定数量的家用控制器进行集中管理, 将各家用控制器采集到的数据传送至管理中心。它有备

用电源可在停电时继续给控制器供电。一般情况下, 一幢楼配置一个集中控制器。小区管理中心主机通过运行物业管理软件中的远程抄表软件模块来处理下位机传来的数据信息, 进行统计、扣费、报表等操作。

家用控制器与集中控制器之间的通讯由于数据量小, 数据结构简单, 宜通过 RS485 连接。RS485 总线技术成熟, 实现方便, 成本低廉。它采用“平衡差动式”数据传输, 传输线上是电位差信号, 不构成电荷积累, 抗干扰能力强, 适用于恶劣的工作环境。集中控制器与管理中心主机之间的通讯由于传输数据量大, 传输距离较远, 数据传输可靠性要求高, 所以选用 CAN 总线连接。CAN 总线采用短帧结构, 传输时间短, 受干扰概率低; 有 CRC 校验和出错标定能力; 具有故障节点自动脱离 CAN 总线等功能。为了降低成本, CAN 总线传输媒介采用双绞线, 其通信速度最高达到 1Mbps/40m, 直接传输距离可达 10km/5 kbps。由 RS485 和 CAN 总线所组成的网络, 能保证数据传输可靠, 节点数增加方便。家用控制器每隔 2s 对电表查询一次, 把采集到的数据进行计数和保存。用户可通过家用控制器实时查看耗电量。每隔 1h, 各集中控制器对所负责的家用控制器进行数据采集和保存。每隔 24h, 管理中心主机向集中控制器发送命令, 要求各集中控制器把保存的数据打包后上传给管理中心主机。管理中心主机对数据进行统计, 提供每个用户在每天和每月的耗电量。

3 计量方式——双向计量

计量本身就是科学技术的一个重要的组成部分。任何科学技术, 都是为了探讨、分析、研究、掌握和利用事物的客观规律; 而所有的事物都是由一定的“量”组成, 并通过“量”来体现的。为了认识量并确切地获得其量值, 只有通过计量。

传统的感应式单相电度表和单相电子电度表只能测量电压电流同相的正向有功功率, 而对于电压电流反相的负向有功功率, 则无能为力, 甚至还会产生逆转, 不具备反窃电能力, 最多是具有止逆功能和窃电指示功能。

智能电表具有双向计量功能, 可准确地测量正负两个方向有功功率, 且以同一个方向累计电能, 具有防各种方式窃电功能。不仅能记录流入某一建

筑物的电流,还能监测从该建筑物流回电网的电流,能同时实现多种计量(kW·h, kvar, kW, V等),这将使电力企业能够很好地评估独立生产企业反馈回电网的有功功率和无功功率的数量。这一计量方式具有如下优点:

(1) 具有真正的反窃电功能,能够精确测量正负两个方向的有功功率,且以同一个方向积算电能;

(2) 线性好,动态工作范围宽;

(3) 防潜动;

(4) 快速输出脉冲适宜于计算机数据处理,实现液晶显示功能;慢速输出脉冲能直接驱动脉冲电机;

(5) 可靠性好。

4 电价计量——阶梯电价

中国整体电价改革会是一个渐进性的过程,目前很难期望大范围的电价改革。但是,可以在不提高整体电价水平的情况下,将居民电价设计得更好,或者将对居民用电的补贴做得更有效。居民用电的定价除了应该保证居民的最基本需要,在能源和环境问题日益突出的今天,还要注重抑制不合理需求,鼓励节约能源和保护环境。现行居民用电单一电价不能做到这两点,补贴也没有针对性。因此,有明确针对性的居民递增式阶梯电价应当是下一步居民电价改革的重点,用经济手段来鼓励全社会节约用电,是居民电价改革的一个突破口。

“阶梯电价”全名为“阶梯式累进电价”,是指把户均用电量设置为若干个阶梯,第一阶梯为基数电量,此阶梯内电量较少,每千瓦时电价也较低;第二阶梯电量较高,电价也较高一些,第三阶梯电量更多,电价也更高。随着户均消费电量的增长,每千瓦时电价逐级递增。

阶梯式递增电价理论基础是拉姆齐定价策略(Ramsey, 1927),是以拉姆齐法则为基础的一种定价方式,核心思想是追求预算平衡(满足垄断企业的收支平衡)约束下的社会福利最大化。拉姆齐定价要求产品定价应考虑到不同产品的需求弹性,高需求弹性的产品价格上升幅度小,反之则相反。简单地说,拉姆奇定价法是使用“与弹性成反比”规则,价格弹性较低的用户被收取较高的价格,因此也为补偿固定成本做出更多贡献。拉姆齐模型既考虑了生

产者自身的成本,又兼顾到消费者的支付意愿,一直被看作符合社会福利要求的定价模型,对设计差别定价具有重要的指导意义。

拉姆奇定价法根据不同收入群体定价,而实践中则采用针对不同用电量分段实行阶梯式递增电价,不容易确定家庭收入情况是其中一个重要原因。居民大致可以分为三个群体:低收入家庭、中等收入家庭和高收入家庭。各群体有不同的用电预算,一般低收入家庭用电少,高收入家庭用电多。因此,对用电量分段定价基本符合收入群体定价原则。

如果将某一户居民的用电量根据其用电特征简单地分为几个递增梯段,那么,处于最低梯段的用电量应当是最基本的居民生活用电,是生活必需消费,这一梯段电量的价格弹性很低。既然保证居民生活基本用电是政府的责任,对最基本的生活用电就不一定还要根据价格弹性定价,而可以用生命线电价来保证基本需求,作为政府对低收入居民实行特殊照顾的一种电价。

整体而言,中国的电力定价基本上是成本加成定价,即成本加收益定价或投资回报率价格规制模型。这种定价方法以全部成本作为定价基础,忽视了市场供求和竞争因素的影响,缺乏适应市场变化的灵活性,不利于电力企业参与竞争,容易掩盖电力企业经营中非正常费用的支出,不利于企业提高经济效率。因此,电价改革的长期目标应当是市场定价,政府监管。

5 结束语

总结前面所述,可以看出,与传统感应式电表相比,智能电表不仅有高可靠性、高准确度等优点,而且还有适应现代生活在多样化用电要求的各种功能。同时由于采用软硬件结合的操作方式,这就使得智能电表在控制和使用上更加灵活,同时还可以通过软件的进一步开发适应不断变化的市场需求。相信在未来的几年里,随着产品进一步的应用推广和技术上的更成熟完善,这种现代化的电能计量产品,将更多地被用户(包括电业职能部门)认可和选用。

参考文献:

- [1] 王思彤,周晖,袁瑞铭,等.智能电表的概念及应用[J].电网技术,2010,34(04):17-23.

- [2] 董力通,周原冰,李蒙.智能电网对智能电表的要求及产业发展建议[J].能源技术经济, 2010,22(01):15-17.
- [3] 李晓华.探讨智能电网中智能电表的作用及应用前景[J].中国新技术新产品, 2012(16):116-117.
- [4] 唐志伟,陈奇志. 基于智能电表的电力用户服务系统设计[J]. 电力学报, 2011,26(06): 480-483.
-

- [5] 王倩,杨经林. 智能电表网络通信技术及通信协议探讨[J]. 山东电力技术,2012(01).
-

作者简介:

戴 宁(1983-), 男, 江苏苏州人, 一级实习指导教师, 主要从事继电保护及电网调度自动化研究。