

# 利用有线电视网实现电力用户数据采集和控制

应立军

(门头沟供电公司, 北京 102300)

**摘 要:** 由于传统电能计量设备和方式已不满足现今电力营销管理需求, 在实际工作中, 经营管理、电费结算均要求可靠传递大量数据信息。使用现有的有线电视网来传送电力用户的各种数据, 是一种先进、可靠、低成本的方案。石景山供电局利用有线电视宽带网, 远程、实时采集用电信息, 及时准确地监控系统数据, 实现实时电量统计、计费, 按台区统计区域线损及地区功率因数, 实时监控用户窃电等功能。经过 2a 的实施, 完成了该项目的开发, 抄表和监控用户数超过 4000。实用效果表明, 使用有线电视网络来传送电力用户的各种数据先进可行。

**关键词:** 有线网络; 远程; 数据采集; 控制

**中图分类号:** TM769

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1004-9649(2005)07-0082-03

## 0 引言

电力系统经过多年发展, 在变电站、调度、配电网等许多领域实现了自动化, 对安全生产管理起到了推动作用。在电力营销及客户管理方面, 新技术的采用相当不足, 严重制约了电力营销和客户管理水平的提高。石景山供电公司在北京供电公司和华北电力集团公司大力支持下, 开发利用遍布北京的有线电视宽带网络对电力用户进行远程数据采集及控制项目, 并首次提出了网络电表的概念。

## 1 系统构成

(1) 有线电视台专有路由交换设备将信号转换为光信号并通过光缆传送至各小区, 1 根光缆包含多根光纤, 将多种信号同时送往同一地点, 如石景山有线电视网络中心将 2 种信号(TV 和 IP)用 4 根光纤送往同一地点。到预定地点后再用双向光放将光信号转换成电信号, 放大后送至底层公用网络(IP 信号还需进行交换)。

(2) 底层公用网络部分包括专用集中器、电视铜缆网及用户电表。本系统在光接点的 TV 双向光放上并接了专用集中器, 该专用集中器将 TV 通道中的  $54.9 \text{ Mc} \pm 100 \text{ kc}$  FSK 信号进行接收解调, 集中器下发命令用  $110.9 \text{ Mc} \pm 100 \text{ kc}$  进行 FSK 调制并混入末端的电视铜缆网, 各采集器又连接在电视铜缆网上, 与各采集器的信息互联。

(3) 集中器与供电局主机互联是集中器内的工控机用标准的  $10 \text{ Mb/s}$  以太网口采用多种方式(普通拨号上网、ISDN 上网、电缆调制解调器通过有线电视台 IP 光纤上网、就近接入本地局域网、专线上网等)与因特网联接, 石景山地区由 IP 交换机与 TV 的双向光放均在同一地点附近, 因而直接将工控机以太网口通过网线直接接入 IP 交换机上网。由于石景山的交换机 23 口都划入同一网段(Vlan)归石景山供电局使用, 构成了供电局专用虚网, 只要所有集中器内的工控机以太网口均接入 IP 交换机 23 口。从使用角度看, 这些集中器均在同一局域网内。

(4) 供电局服务器也接在供电局交换机 23 口上, 与所有集中器均在同一局域网。供电局下发的监控命令及各集中器信息回传, 均通过该局域网进行。每个集中器在 Internet 网上均有独立的 IP 地址。

## 2 系统工作过程

供电局主控电脑将相关命令打包发送到集中器后, 集中器将其分解成单独用户(网络电表)命令, 再进行  $110.9 \text{ Mc}$  FSK 调制后发给整个用户网, 所有用户接收到 FSK 信号后进行  $110.9 \text{ Mc}$  FSK 解调得到命令原文, 对应被呼叫用户则做出应答, 未被呼叫用户则不应答。被呼叫用户收到命令后执行相应操作, 并将执行结果按预定格式打包并进行  $54.9 \text{ Mc}$  FSK 调制, 发射给集中器接收。集中器汇总命令执行结果后, 按主站要求打包发送给主站。在出现故障、台区切改等情况时, 集中器无需主站命令也将主动打包

收稿日期: 2005-02-20; 修回日期: 2005-04-30

作者简介: 应立军(1967-), 男, 浙江宁波人, 高级工程师, 硕士, 从事电力营销与管理工作。E-mail:yinglijun@bpsb.com.cn

上报。主站服务器收到结果后,进行相应处理并将结果存入数据库,可供 MIS 系统使用。

网络电表在有线电视 HFC 网络中的具体实施方案。TV 信道:有线电视台/网络中心的电视信号通过光发射机、光纤送至各小区的光接收机并转为高频信号送至延迟放大器,再送到楼头放大器均衡放大,最后通过各分支分配器送至各电视用户。在本系统中,集中器与各网络电表之间的信息传递使用有线电视的末端网络。其联接方式是:集中器 FSK 调制发射/解调接收端在光接收机下端与干线放大器上端之间将信号混入 TV 铜缆。并使用 FSK 方式(下行 110.9 Mc,上行 54.9 Mc)通过与延迟放大器、楼头放大器、分支分配器及各网络电表(同时也是电视用户)相联,各网络电表在集中器下有唯一的子地址,构成最下层网络<sup>[1]</sup>。

集中器与电力参数测控中心的测控信息交互使用现有的因特网。石景山地区实际联接关系为:集中器使用 10~100 Mb/s 以太网口与三级数字交换机相连并自动上网(通过光纤和光站联接至石景山网络中心)且 IP 地址唯一。在有多个集中器时,可通过三级数字交换机联接 HUB 或其它数字交换机再挂入因特网。这样,每个集中器向下使用 FSK 信号,通过有线电视末端网络与多个网络电表相联,向上通过因特网至电力参数测控中心,构成以网络电表为基本单元的系统。

系统通过因特网联接,各电表直接或间接接入因特网中并拥有唯一 IP 地址。每只独立电表变成网络的 1 个点,利用因特网实现各种技术设想。如电力系统的复费率(分时电价)必须在每个电表装入计费设备,由于电表数量巨大,增装成本将高得无法接受。电表接入因特网后,数百只电表只需 1 套计费设备。

网络电表系统不仅可实现供电测控中心对用户各种用电数据如电量、电压、电流值的远程测量和采集,还可根据要求对用户用电情况实现自动监控,自动判定窃电并采取保护措施。

### 3 系统实现功能

(1)可采集电表的各种参数:有功正转总电量、有功尖时电量、有功峰时电量、有功谷时电量、有功平时电量、有功反向总电量、无功正向总电量、无功反向总电量、最大需要、最大需量发生时间、月停电时间细节、整点电压、整点电量、单相表状态、三相表状态、集中器状态、电压值、电流值、复费率格式。(2)每月冻结抄收系统所有电表电量和任意时间指定抄收任一电表各种电参数。(3)可对任一群电表单独或整体实现预付费功能。(4)可对任一群电表单独或整

体实现每日 16 时段、“尖、峰、谷、平”4 种费率、节假日等复费率计度功能。(5)可对任一群电表单独或整体实现负荷控制,负荷控制时段内超功率、日超电量、月超电量控制。(6)可对任一群电表单独或整体记录 16 次停电起止时间,用于可靠性分析。(7)可对任一有主电表和各分支电表的台区、电力分支用同一时刻冻结抄表的方法获得其精确线损。(8)可对任一有主电表和各分支电表的台区、电力分支用同一时刻冻结抄表并与历史参数对比的方法获得窃电的准确信息与窃电的准确区域,供分析窃电使用。(9)可对任一群电表单独或整体记录其整点电量、电压 1 个月,用于故障分析及统计。(10)可对任一群电表单独或整体设置电表底数,保证机械计数与系统一致。(11)可对任一区域的故障给出实时提示以便抢修。(12)可对任一集中器、电表的故障给出实时提示以便修理。(13)各电表可给出 4 个中文字、6 位数字信息的提示,LED 闪烁报警。(14)系统可与供电局各种网络设备(如 MIS)进行联接,共享公用数据库。(15)系统可对任一电表给出电能接通和关断及分级关断的控制信号并由电表配属的通断器执行。

### 4 系统主要特点

(1)该系统借助因特网大规模实时采集电力参数,实现了集中抄表,是国内外领先实施的系统之一。(2)利用因特网作为主通道、有线电视 HFC 网作为到每个电表或采集器的分支通道,使得集抄系统安装简便、成本低。而信道实时性、可靠性、误码率大大优于低压载波系统。(3)各子系统均由先进技术构成,如台区码发送及接收、超低功耗时钟、超低功耗 SRAM、多种汉字信息的回传与显示、自动故障分析、冻结电量分析实时线路损耗等。多项技术均已单独注册专利。(4)从普通的电表集中抄表系统升级为用电监控系统。系统会自行分析窃电行为,列出“黑名单”。系统在局域网上工作,与供电局其它系统联机工作(如供电局 MIS 系统),构成更大的实用系统。

由于采用 IT 技术来实现,原来需要在每个电表安装硬件来完成的功能都被系统用网络结构和集中器实现,降低了成本。在忽略有线电视双向网改造费用(该部分一般是电视部门投资)情况下,1 000 户的安裝費用约为 550 元/户,1 万户的为 390 元/户,5 万户以上可降至 340 元/户或更低。其功能远大于普通复费率电度表。

### 5 系统运行状况

石景山供电公司目前共安装网络电表用户近 4 000 户,其中海特小区 2 740 户,重聚园 1 100 户以

上,收费均采用储蓄帐户划拨方式,每月结算日抄数据,按此数据结算电费。网络电表系统共包括3个子系统:远程数据采集、数据分析、因特网在线数据查询。

### 5.1 远程数据采集子系统

(1)采集单相电表的“尖、峰、谷、平”电量、总电量、电压、电流、功率因数等数据。这些数据既可实时采集,也保存了每个电表的整点数据,且采集单相电表的每日最大电流、每日最大需量,每月电表的停电细节。目前系统的数据库中已保存了这些用户2a以来的完整数据。(2)采集电表的各项参数:当前复费率格式、当前需量周期和滑差、当前的电表状态等。(3)实时设置电表的各项参数:电表的费率格式、负荷控制参数、电表的时钟、需量周期及滑差,超功率参数等。(4)能进行远程跳合闸控制。现在已通过该系统的跳合闸功能对海特小区的用户进行控制,即欠费用户实施跳闸,还清欠费后实施合闸。2004年共进行跳合闸操作共616次,无一次故障发生,对催缴电费起到了重要作用。

### 5.2 数据分析子系统

该子系统能分析每个单独用户的每日电量、电压、负荷曲线、每月电量、电压、负荷曲线,完整地分析每个用户详细的用电行为。图1为某普通居民户的2004年5月1日的用电行为曲线,可看出在18:00后用电量呈显著上升趋势。

该子系统还能分析电表的供电可靠性,不同要求标准的电压合格率等重要的统计型数据。同时实现了一些重要的负荷调查数据分析内容,包括台区负载率、台区负荷增长率、台区同时率、台区线损等重要内容。

### 5.3 Internet 在线数据查询子系统

在广域网或供电局内部局域网的条件下,该子系统实现了各用户或各部门科室同时查询各自所需要数据的功能,且不用在用户的终端机上安装其他软件,极大地方便了用户和供电公司内部数据管理。

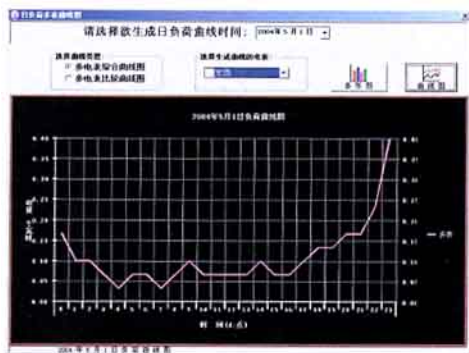


图1 普通居民户2004-05-01的用电行为曲线  
Fig.1 Electricity consumption behavior curve for ordinary resident user on May 1st, 2004

## 6 结语

网络电表作为电力营销领域的新技术、新产品已越来越多地为广大电力经营者所接受,它的出现大大填补了以往管理中的许多空白,实现了如按台区、按区域实测线损;实际记录任意组的低压供电可靠率;定时定量分析窃电等许多悬而未决的问题。如今正利用这项技术实际测量规定用户的用电同时率、区域功率因数等以前实测不到的数据。目前正着手解决以下问题:(1)降低网络电表造价,预计与普通电表齐平;(2)通信接口采用普适的规约;(3)将目前的产品系列化。

### 参考文献:

- [1] SNIEZKO O, WERNER T, COMBS D, *et al.* HFC architecture in the making [EB/OL]. (1999-07-05) [2005-02-13]. <http://www.cedmagazine.com/ced/9907/9907fib.htm>.

(责任编辑 重 复)

## Power user data acquisition and control using cable television network

YING Li-jun

(Mentougou Power Supply Company of Beijing Power, Beijing 102300, China)

**Abstract:** The traditional electricity measurement equipments cannot be satisfied for nowadays demand of power sale and management, and the reliable transmission of mass data information is needed for operation management and the settlement of charge of electricity in actual work. The scheme using existing cable television network to deliver the various data of power user is advanced, reliable and with low cost. Shijingshan Power Supply Bureau uses cable television broadband network to realize the functions such as long-range and real time collection of electricity consumption information, monitoring system data timely, real time statistics of electricity quantity and line loss and power factor, and real time monitoring stealing electricity. The research development of this project was completed through implementation of 2 years, the numbers of user exceed 4 000. The practical effect shows that it is feasible and advanced to use cable television network for delivering the various data of power user.

**Key words:** wired network; long-range; data acquisition; control