

电话、电脑和电力的“三网合一”概念与实现技术(三)

——“三网合一”的应用研究步骤及展望

张保会, 陈长德, 刘海涛

(西安交通大学电气工程学院, 陕西 西安 710049)

摘要: 根据中国的实际情况, 提出了实现“三网合一”的研究步骤, 即: 优先发展利用电力线载波的配电自动化通信技术, 开发电力市场用户侧交易结算的电力信息网络, 初步实现“三网合一”。最后结合国外的最新技术报道, 对电力线通信的前景进行了展望。

关键词: 三网合一; 配电自动化系统; 宽带

中图分类号: TN916.52⁺4; TM71 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2000)11-0001-04

4 “三网合一”技术在电力系统中的应用研究步骤

4.1 作为配电自动化的信息支持系统

当前全国电力行业的一个主要工作任务就是搞好城市电网和农村电网的改造, 提高供电能力和供电可靠性。供电能力的提高靠增加供电设备和供电范围, 而供电可靠性的提高除加装和改造一次设备使用电设备有多端供电的能力外, 提高供电线路、供电设备的运行可靠性及故障处理的及时性占有重要的地位, 配电自动化设备和自动化系统是保证供电可靠性、减少停电时间、对电网科学有效管理的物质基础。这两年城网和农网改造实践中的自动化系统的发展并不像原来人们预计的那样发展迅速。其中主要的原因之一是配电网自动化系统投入很大, 特别是信息通道的组织困难。部分城市小区尝试使用光纤、无线、专用通信线等构成信息的通道, 但是多数也只能采集到配电变压器处和开关处的信息, 对于“一户一表”处的信息难于采集和控制。

如果实现了“三网合一”技术, 随电力线的伸进, 任何处的信息只需增加信息的接收和发送设备便可以方便地获得。而用电和供电的状态监视、运行控制等自动化装置随微机技术的发展都带有信息的发送和接收功能, 终端设备并不需要重新增加更多的投入。一个构想的10kV配电网“三网合一”的例子如下:

以某10kV配电网供电小区为范例, 实现一个以电力线载波网络为信息传递媒介的高速通信网络, 并满足10kV配电网自动化系统对通信的要求, 网络的构成如图4。

其中S为10kV电源母线, A、B、C和D为10kV

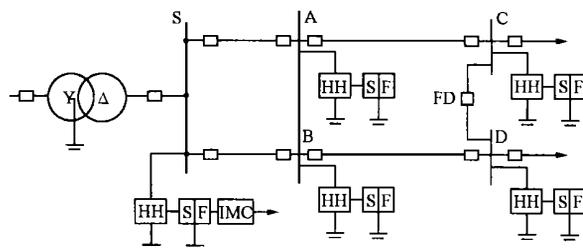


图4 10kV配电网自动化系统网络图

配电母线, FD为环网开关, 正常运行时断开, 10kV系统呈辐射状运行。当SA或SB短路故障切除后, FD合上, 保证A、B母线不停电。

HH为高频弱信号(载波信号)与10kV电力线路耦合的设备, 它将高频弱信号载送到电力线路上, 与交流50Hz的动力信号共同在10kV供电网内传输, 由于没有阻波器, 这种载波信号在10kV网内到处传播, 在任意点上都可以接受下来。同时这种耦合设备还可以将载波在10kV网内的高频信号接收下来, 它是双向耦合的。

SF为高频弱信号的接收和发送设备, 称为收、发信机, 它将接收到的高频载波信号解调还原为满足规约要求的数字信号。当有数字信号需要发送时, 它将其编码、调制为载波信号, 发送出去。它带有标准的通信串口和多个通信网接口, 计算机设备、馈线自动化前置端FTU可以方便地与之相连。当FTU的通信可以组成局域网时, 一个收、发信设备可以将该局域内的FTU信息全部管理后接收和发送, 因此每个配电母线只需要一套收、发信设备。

IMC为10kV网络的信息管理中心。因为10kV变压器对于高频信号的传递相当于阻断器, 10kV网内的高频信号不能传变到变压器的高压侧, 当需要

传变或接收高压侧信息时,需要一种转换设备。其次,10kV 侧的信息未必全部需要转送到高压侧,需要筛选或重新组织。再次,可能更上一级的通信媒介不再是电力线载波,而是其它媒介或组网方式。这些都需要一个 10kV 通信网的管理设备,它除满足上述要求外,还可以对 10kV 的通信设备进行调试、设定等。

4.2 电力市场用电侧交易、管理的技术支持系统

随着电力市场化运营的逐步深入,用电侧的市场化交易和管理很快就要来临。以英国为例,1991 年只针对超过 1MW 的用户,1994 年开始针对超过 100kW 的用户,1999 年 9 月份已有 2300 万居民和小公司可以自由购买电力,用户侧实行全部的市场化。如果没有庞大的、深入到千家万户的信息支持系统,市场化的基础——交易规则的实现和结算手段将不复存在。

首先电力供应商向用户报价,而报价是实时变化的,报价信息如何被用户获知,最好在用户端能够显示。用户要购买哪个电力供应商的电力和电量,决定后必须通知供应商,因而通信必须是双向的。供应商供电后,智能化的电表必须根据实时电价和电量计算出该阶段的电费,因而同时接受电能和价格信息,功率流和信息流同时流动,才能满足电力市场交易的要求。

也有一部分用户的负荷如电热器或冷气机使用的功率和开关的控制是与电价相关的,如电热器当电价高于 x 元/(kw·h) 时,温度控制不低于 20,当电价低于 x 元/(kw·h) 时,温度控制不低于 18。智能化的控制装置根据主人的购电原则进行控制,电价信息作为重要的实时控制依据。再例如,某用户根据上、下班时间设定控制,在设定的供电时间内电价由供应商单方面决定。交易的规则确定后,契约的履行方式多种多样,依靠供、购双方的信息沟通来实现,没有实时的面向每个用户的信息交换端是无法完成交易任务的。

交易完成后的电费结算亦是一个复杂的工程,供应商如何通过银行收费、派送账单、用户复核等,用户如何通过因特网查询用电、交费、银行户头内支出情况等亦离不开强大的信息支持网络。

一个构想的利用电力线载波的用电侧交易、管理系统硬件框架如图 5。

在用户端 DPLC Modem 四个接口中,接家庭自

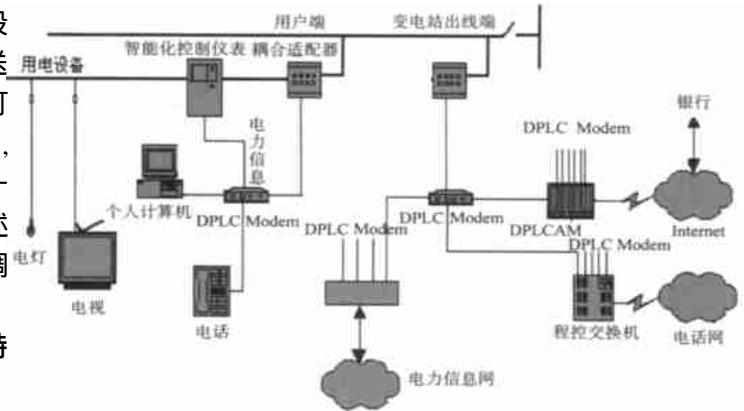


图 5 电力线载波用电侧交易、管理系统

动化信息的接口与家庭智能化控制仪表通过电缆相连。智能化控制仪表接收电力供应商的实时电价信息,根据用户设定的买电原则,进行电能的交易、结算,并对用电设备(如电视机、电灯、空调等)的用电进行管理。在变电站侧,电力信息数据通过 DPLC Modem 与其他信息分离后,进入电力信息网,以便于电力供应商得到用户买电交易、结算和用电情况。电力供应商的实时电价信息也从这里发给用户。

交易后进行电费结算时,银行可直接通过互联网向用户发送帐单,而用户可以用电话或互联网进行用电、电费查询,并可以通过互联网进行付费。

5 宽带技术的未来——完美的电力线通信

1997 年以来,电力线通信发展迅速,速率也越来越高。而美国 Media Fusion 公司更是提出了一个充满激情的想象,“无限带宽的就在墙上的电力插座”、“最快最广阔的网络早以就位”。并提出它的传输速率将是 2.5Gbps。

美国物理学家 William Luke Stewart 提出了一种新的技术,利用电力线周围存在的磁场,以接近光速的速率传递声音、视频和互联网数据和卫星数据。虽然从十九世纪 90 年代以来,科学家就在寻找方法利用电力线传递信息,但不同的是,Stewart 是利用电力线在传输电能时产生的磁场作为波导,利用微波激光激光器(maser)来接入数据。Stewart 的理论听起来象科幻小说,但他的技术一旦变为现实,这将是自 Alexander Graham Bell 以来在通信领域最重要的进展。

1998 年,Stewart 和美国达拉斯的企业家 Edwin G. Blair 在达拉斯合作成立了一家私有公司 Media Fusion LLC 来发展和实现这项技术的商业化。该公司已经获得了这项命名为高级抑制载波调制(Ad-



图6 Stewart的数据传输技术示意图

vanced Sub - Carrier Modulation)的技术专利。利用这项技术,可以解决电力线通信的一切问题——过变压器、噪声干扰、损耗、负载不平衡等。它拥有几乎无限的通信容量;长距离传输而不需要信号再生装置;不受网络拓扑的限制;无寻址开销,无网络拥挤,不需要因丢失数据包而再传一次,没有数据丢失;由于不使用交换机、路由器等阻碍数据传输速度的设备,它具有非常高的通信速率。据这家公司高度保守的估计,每个终端用户将获得 2.5 Gbps 的网络连接服务。它将远远超过目前的电话线 xDSL 技术和有线电视 Cable Modem 技术的以 Mbps 为单位的速率。它可以通过网络进行高品质的实时视频会议或电视服务。如果这项技术能够在现实世界中跟它在实验室中工作的同样好,它将拥有巨大的市场价值,并也许将成为宽带技术的未来。这个公司在 1999 年底着手准备进行在现实世界中的实验。

它的示意图如下:

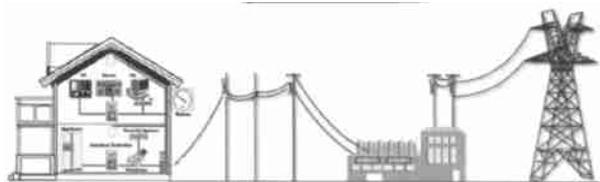


图7 Media Fusion公司的电力网络通信示意图

利用这项技术,电力网络提供了一个非常完美的通信平台。它表现在以下方面:

- 电力网络是世界上扩展最广的有线网络,用户和企业接入电力网络比接入其它网络要容易的多。

- 电力网络比任何其他的有线通信网络更加稳定和现代化。

- 可以长距离传输信号而无须使用信号再生装置。不使用信号再生装置,电力线可以传输 3000km 以上,而光缆只有 32km,同轴电缆只有 24km,标准

铜线只有 8km。

- 接近光速的传播速率,使用交流电产生的磁场,信号以接近光速传播,速度高于其他一切有线网络。

- 巨大的信息传输容量。使用模拟信号,无须数字信号所必须的数模转换、时钟脉冲和数据包分割封装,具有更高的效率。

- 不受网络拓扑的限制。

- 不使用传统的交换机、路由器、网桥、网关等阻碍速率的交换设备。

如果这项技术可以在真实世界中实现,完美的电力、电话、电视、计算机网络“四网合一”将成为现实,一个潜力巨大的市场和工业将从此崛起。

6 结论

本文首先分析了电话、电脑和电力系统自身对信息的技术需求,指出人类对统一信息的需求越来越大。在此基础上,笔者提出了电话、电脑和电力“三网合一”的概念,它包含两层含义:一是电力系统经营概念上的“三网合一”;二是使用电力线通信实现信息的用户接入网,实现物理介质上的“三网合一”。接着作者指出利用公用配电网络承载数字语音和数据交换的研究在技术上已取得突破性进展,而且在管理体制上,电信经营打破垄断、鼓励竞争,制订互联法规、规范市场行为已成为国际潮流。结合国内外电力线通信的发展和电力、信息融合的趋势,叙述了电力线通信的历史及在电力系统中的应用现状,详细介绍了国外电力线通信技术研究的最新突破,探讨了以高速率电力线通信实现“三网合一”的可行性。然后文章给出了实现“三网合一”技术所需要解决的一系列主要技术问题,并给出了一个设想中的“三网合一”实现框架。笔者还就中国的实际情况,提出了实现“三网合一”的研究步骤:首先作为配电自动化的支持系统;其次用于电力市场用电侧交易、管理的技术支持系统。最后结合国外的最新技术报道,对电力线通信的前景进行了展望。

参考文献:

- [1] Dr John Newbury. Power Line Carrier Systems For Industrial Control Applications. IEEE Transactions on Power Delivery, 1999, 1191(4).
- [2] Dr John Newbury. Potential Communication Services Using Power Line Carriers and Broadband Integrated Services Digital Network. IEEE Transactions on Power Delivery, 1999, 1197(4).
- [3] 宋永华,等. 电力线载波技术重大突破. 电网技术,

- 1999, 2.
- [4] 丁道齐. 把握世界通信发展趋势, 确立电力通信发展战略. 电力系统自动化, 1999, (12, 13).
- [5] Yazdani J, Wegert H, Brown P and Honey B. Effect of Powerline Transmissions on HF channels. IEE, 1999.
- [6] Liu D, Flint E, Gaucher B, and Kwark Y. wide band AC power line characterization, IEEE Transactions on Consumer Electronics, 1999, 45.
- [7] Liu D, Flint E, Gaucher B, and Kwark Y. wide band home phone line characterization, IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2000, 46.
- [8] Schickhuber, Gerald. Control using power lines - - a European view. Computing & Control Engineering Journal [H. W. Wilson - AST], Aug 1997.
- [9] Paul Brown. Digital PowerLine(DPL) : a wireline access solution, IEE seminar, 1999.
- [10] Nortel (Northern Telecom) and Norweb launch improved technology to provide data services and Internet over electricity lines. www.nortelnetworks.com, 1998.
- [11] 丁道齐. 迈入 21 世纪的中国电力通信(一). 电力系统自动化, 1996, (10).
- [12] 丁道齐. 迈入 21 世纪的中国电力通信(二). 电力系统自动化, 1996, (11).
- [13] John Borland. Power line: The future of broadband? CNET News.com. May 31, 1999.
- [14] Richard Urban. Business Dallas Microsoft and AT&T Beware: The Writing is on the Wall Dallas inventor Luke Stewart's discovery changes everything. dmagazine.com, 1999.
- [15] Paul Gilster: Web searchers can find useful tool in Copernic99. news-observer.com. 6/13, 1999.
- [16] Media Fusion Web: www.mediafusionll.net.

收稿日期: 2000-05-09

作者简介: 张保会(1953-), 男, 教授, 博士生导师, 中国电机工程学会高级会员、IEEE 高级会员, 陕西省电机工程学会副秘书长, 主要研究电力系统安全稳定紧急控制、新型继电保护、电力系统自动化和电力通信; 刘海涛(1976-), 男, 博士研究生, 研究方向为电力线通信; 陈长德(1977-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力线通信。

The conception and technology for the syncrretization of three networks :telephone , computer and electric power —practice process and prospect for convergence of three networks and the latest development of power- line communication

ZHANG Bao-hui , CHEN Chang-de , LIU Hai-tao
(Xi 'an Jiaotong University , Xi 'an 710049 , China)

Abstract : According to the practice condition in China , this paper presents the process of implementing the convergence of three networks : telephone , computer and electric power . That is : at first the power distribution automation technology using power line communication will be availed , and then power information networks for subscriber 's dealing settlement of power market will be developed . Finally the convergence of three networks can be primarily realized . Associated with the latest overseas report of power line communication , the foreground of power - line communication is prospected .

Keywords : convergence of three networks ; power distribution automation ; broad band