

电力线载波数字通信技术上网研究

黄益华,肖贵元,蒋承延

(重庆电力高等专科学校,重庆 400053)

【摘要】电力线载波通信(PLC)是指利用现有电力线,通过载波方式将模拟或数字信号进行高速传输的技术。介绍电力线通信技术的基本原理,分析应用 PLC 技术上网的特点及存在的主要问题,介绍重庆电力高等专科学校 PLC 网络的组网方式及技术参数。

【关键词】电力线载波通信(PLC)技术;上网;电力猫

【中图分类号】TN913.6

【文献标识码】B

【文章编号】1008-8032(2008)01-0006-05

1 电力线通信技术(PLC)的基本原理

1.1 电力线通信技术的原理

电力线通信技术(Power Line Communication)简称 PLC 技术,是指利用电网低压线路实现数据、语音、图像等多媒体业务信号高速传输的技术,其基本原理是通过电力线调制器把数据信号加载于电力线进行传输,再由接受信息的解调器把信号从电流中解调出来,并传送到计算机等终端设备,以实现信息的传递。

电力线通信(PLC)简单来说就是利用已有的几乎无所不在的电力线为通信载体,加上一些 PLC 局端和终端调制解调器,将原有电力网变成电力线通信网络,将原来所有的电源插座变为信息插座的一种通信技术。这样利用房间内原有的电力线网,通过 PLC 设备和电力线的连接,形成电力局域网。其中 PLC 终端设备负责将来自用户的数据通过电力线路传输到 PLC 局端设备,局端设备将信号解调出来接入外部的 Internet。常用 Internet 接入方式有:电话线拨号的 ADSL 方式、有线电视线路的 CABLE MODEM 方式、双绞线以太网方式以及无线接入方式。

1.2 电力线上网的特点

(1)即插即用,连接方便:电力线通信网络建成后,不管在家里的哪个角落,只要连接到房间内的任何电源插座上即可实现上网功能。

(2)传输速度快、质量高:不用拨号,速率最高达 14 Mbps。

(3)四网合一:在室内组网方面,计算机、打印机、VoIP 电话和其他各种智能控制设备都可通过普通电源插座,由电力线连接起来,高速共享 Internet 网资源,实现数据、语音、视频以及电力于一体的“四网合一”。

(4)共享资源:多台设备可方便地实现互通互联、资源共享和进行联线游戏等,实现宽带接入网和室内联网的合二为一。对于没有接入网资源的网络运营服务商来讲,电力线上网能解决他们缺乏的接入网问题,能直接向用户提供上网接入服务。

(5)覆盖范围广:利用用户的 220 V 电力线作为通信载体,是宽带网络接入“最后一公里”最具有竞争力的解决方案之一。

(6)实现成本低:对于用户来讲,直接利用已有的配电网络作为传输线路,不用破坏房屋装修,不用布线,从而大大减少了网络的投资,降低了成本。

2 用 PLC 上网所需设备

用 PLC 上网需要增加的设备有两种:PLC 的局端设备和终端 PLC 调制解调器。局端设备负责将外部 Internet 网络的信号调制到 220 V 上,传给终端调制解调器;同时将终端调制解调器通过 220 V 传来的信号解调出来,接入外部的 Internet。实现上网和对内部 PLC 终端调制解调器的管理功能。

2.1 局端设备

2.1.1 桥集器

(1)桥集器是电力宽带组网的核心设备,具有数据汇集的功能。在电力宽带网络中起到网桥作用。

(2)通信范围:理想状态下 200 m 范围之内。实际电网中会因为电网的特性影响而变化,只有通过实际测量才能确定覆盖范围。

(3)带终端电力调制调解器数量:5~10 台电力猫。所带电力猫数量的依据是根据带宽的分配保证在 512 K 以上。

(4)传输性质:透明传输。

(5)通信速率:并行 50Mbit/s;共享带宽。

2.1.2 耦合器

耦合器是将信号加载到电力网的连接设备(通过电感耦合),没有方向性,但是闭合程度的好坏直接影响到信号注入的效果。每个型号的耦合器都有特定的参数,不可混用和替代使用。

2.2 终端设备

终端 PLC 调制解调器(俗称电力猫)的主要功能是实现电脑与 220 V 电线的数据通信。其作用是将电脑的信号调制到 220 V 电线上和解调出 220 伏电线上的 Internet 信号传入电脑。

特点:即插即用,50 Mbit/s 速率接入;

应用范围:小区组网、办公写字楼组网工程;

电脑配置: Pentium III 500MHz 以上 Win98/Win2000/XP 操作系统;

接口标准:RJ45。

3 重庆电力高等专科学校 PLC 网络

3.1 组网方案

在对 PLC 技术深入研究及其上网设备开发的基础上,重庆电力高等专科学校与福建省亿力电力网络信息设备有限公司合作,在该校的主教学楼进行了电力线载波通信技术的现场试验。

目前一教学楼内,有三个配电柜管理整个教学楼的配电,其中在第一层有两个配电柜负责 1~4 层的部份教室用电,在第四层位置有一配电柜负责第四层其它教室的用电。每个配电柜均采用三相供电模式。

实验方案:采用三台电力桥集器,完成对该教学楼的 PLC 信号覆盖,实现教室内插座与校内网络互联互通。

组网解决方案:宽带接入采用 ETH + PLC 的方案,在教学楼的一楼教师办公室接一网络线与 TPLINK - 2226P + 交换机相联接,解决与校园网的互联互通问题。交换机下端与三台 50M 电力桥集器进行联接,并从三台电力桥集器的 PLC 口接三条网络线作为 PLC 信号线到该教学楼内的三个配电柜位置。电力桥集器与个电网的联接采用 FPA - 10M 电力适配器并联的方式,在教室内采用 50M 的电力猫即可完成与校内网络联接。网络结构如图 1 所示:

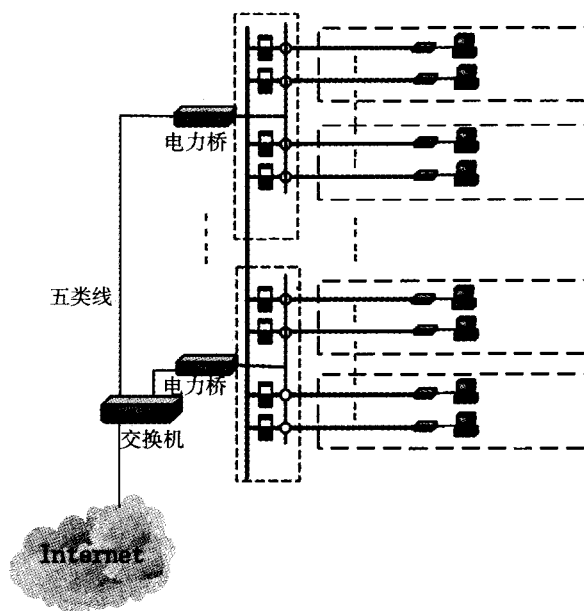


图 1 网络结构图

3.1.1 设备技术参数

(1)局端设备——桥集器

电源 220 V 50 Hz, 110V, 60Hz; 通信速率 50 Mbps; 标准支持 IEEE802.3 和 HomePlug1.0; 协议支持 TCP/IP 协议; 调制技术 OFDM 技术; 电力线载波数 84 路子载波; 电力线频率范围 4.3 MHz ~ 20.9 MHz; 可加密; 接口: 与外网联接的 WAN 口、耦合线 PLC 口。

(2)终端设备——电力猫

电源 220 V 50 Hz, 110V 60 Hz; 通信速率 50 Mbps; 标准支持 IEEE802.3 和 HomePlug1.0; 协议

支持 TCP/IP 协议;调制技术 OFDM 技术;电力线载波数 84 路子载波;电力线频率范围 4.3 MHz ~ 20.9 MHz;可加密;接口:电源接口(电力线网络接口),RJ45 网络信号接口。

(3) 耦合设备——电力适配器

电源 220V 50Hz/110V 60Hz;接口:电源接口(三相四线式)PLC 口。

3.2 重庆电力高等专科学校 PLC 网络组网说明

(1) 组网架构(如图 2 所示)

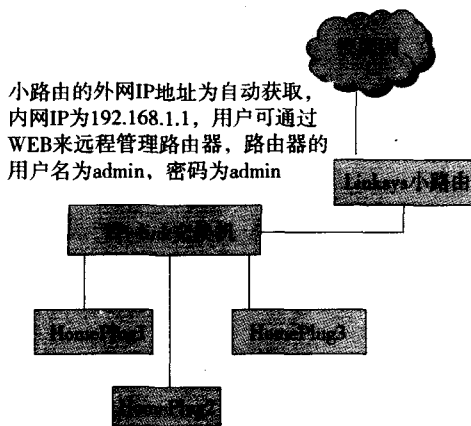


图 2 教学大楼 PLC 网络构架

(2) 各层设备的配置及作用的说明

Linksys 路由器的配置及作用:linksys 路由器上层与校园网联接 IP 为自动获取,下层与 TP-link 交换机相联,并对三个电力桥集器底下的用户提供 DHCP 服务及上网服务。Linksys 交换机的内网 IP 地址为 192.168.1.1,小路由的用户名跟密码均为:admin

TP-link 交换机配置及作用:该交换机内的默认 IP 为 192.168.0.100 用户可采用与交换机的第一个接口联接,并采用 TELNET 命令来远程登陆和管理交换机。目前该交换机已设置基于端口的 VLAN。

电力桥集器的配置及作用:目前教学楼内采用三台电力桥集器对整个教学楼进行信号覆盖,其中第四楼层的电力桥是由设置成 HomePlug1 密码的电力桥集器来管理,由此用户如果要在四楼教室内上网的话,必须把电力猫的密码也相应设置成 HomePlug1。而对于 1~3 层的教室,由于电源管理

比较混乱,因此在使用前必须对各教室的网络进行相应的测试,测试可采用 PING 包与运行写码程序查看具体的速率相结合的方法。

(3) 对教室内的网络进行测试

PING 包测试:采用 ping 192.168.1.1 命令来查看网络是否是通的,如果不通或者网络性能很差的话,那么对电力猫进行改密码后再行测试,其中四楼的密码可采用 HomePlug1,1~3 层的教室的电力猫可采用 HomePlug2 或 HomePlug3 来进行对比测试,那一个 PING 包的平均延时小,就采用此密码即可。也可以采用电力猫写码程序来查看电力猫与那一个电力桥集器的通信速率比较高。

4 电力线通信(PLC)目前的处境

4.1 PLC 技术应用面临的主要问题

4.1.1 阻抗匹配问题

PLC 信号在电网中传输时势必会遇到阻抗。产生阻抗的因素有很多,比如电表、空气开关、接触不良的节点等等。另一方面,各种电器接入电网,也会对电网的特性产生影响,产生潜在的阻抗,从而影响 PLC 信号的传输。如果各个用户端的电网阻抗不一致,势必会影响到信号的均衡分布,阻抗大的用户端电网 PLC 信号就无法到达。因此,有必要保证各个用户端电网的阻抗是相近的,即阻抗匹配。由于电网的复杂特性,影响电网阻抗的因素众多。尽量绕过这些阻抗大的设备(如电表)进行 PLC 信号接入。在家庭组网内选择耦合注入方式,在局端使用大功率的桥集器。

4.1.2 信号干扰和衰减问题

由于电网运行特点和电网本身特性,对于信号产生的主要影响表现为噪声干扰和信号传输衰减。其中,噪声干扰主要来源为:电网中配电变压器原边进入的噪声、配电用户各种配电设备产生的噪声以及电网以外无线电干扰产生的 400 KHz 以上噪声,这些噪声覆盖着整个通信带宽。另外,由于负荷突然投切而引起的噪声更是随意性很大,不可预知。还有电力电子开关以及非线性负荷产生的一些工频(50Hz)整数倍的谐波,导致出现周期性的噪声。

电力线阻抗特性不利于信号传输,容易产生衰

减。并且,电力线上运行的负荷类型和特性无法控制,低压配电网络的拓扑结构处于不断变化之中,这些都给信号在电力线上的传输造成极大的不利,导致高衰减和传输障碍。从学校教学大楼 PLC 应用的情况看,网络信号传输距离大约在 100 ~ 150m,要想更远的距离获得良好的信号,必须增加中继器或桥集器。

4.1.3 PLC 标准问题

除了技术难题外,PLC 在标准上也不够统一。Home - Plug 电力线联盟、通用电力线联盟 (UPA) 和消费电子电力线通信联盟 (CEPCA) 等已根据各自特定技术制定了内容广泛的标准,并且努力将自己的标准向全球推广。标准不统一且在不断地更新、供应商分散等因素,是影响 PLC 市场发展的主要障碍。

我国目前仍没有制订 PLC 标准,信息产业部甚至还没有为 PLC 颁发 ISP 许可证(目前日本、欧美等国家已开放 PLC 接入)。这也就是说中国企业暂时尚无资格在全国经营 PLC 业务,只能进行实验或者试点业务。对此,国家电网公司和中电飞华通信股份公司的相关人士在接受采访时态度谨慎,他们都对 PLC 能否获得许可证深表忧虑。一

位业内资深人士坦陈道:PLC 在中国最大的阻力是应用政策环境不够开放,政府决策部门片面地认为 PLC 只是电力部门的一种应用,开放 PLC 应用会危害已有宽带接入方式的利益。业内人士普遍希望决策者能够更公正地对待 PLC 技术,让更多的 PLC 应用出现在用户面前。

4.1.4 PLC 网络通信的信号源问题

PLC 技术只是一种可供选择的通信接入方式,它解决了信号传输问题,但信号本身目前主要由电信公司和网通公司提供。在重庆地区,电信公司主要通过 ADSL 或拨号上网的方式向用户提供上网服务,而网通公司主要通过 cable modem 方式向用户提供上网服务,他们认为开放 PLC 应用会危害已有宽带接入方式的利益。第三方想用 PLC 技术上网,必须向他们购买网上信息,这种谈判预计是困难的,或者要付出较大的成本。

4.2 PLC 在技术上的优势

虽然 PLC 在技术开发、商业应用等方面的需要进一步完善,但与 ADSL、CABLE MODEM 相比较,却存在许多明显优势。

4.2.1 三种接入方式比较

	PLC	ADSL/ADSL2 +	Cable
网络带宽	14M ~ 200M	512K ~ 34M	1M ~ 45M
网络传输介质	电力线	双绞线	同轴电缆
用户布线	无需改造	无需改造	双向改造
通讯可靠性	好	尚可	尚可
客户端设备	PLC CPE	ADSL Modem	Cable Modem
客户端移动	可移动到任何有电源的地方	不可随意移动	不可随意移动
系统投资	低	高	高

电力线是构成 PLC 的基础网络,遍布城市和乡村,其覆盖面是任何网络无法比拟的,有利于 PLC 的推广。而且,PLC 通过电力线传输数据,不需要增设更多的线路及设备,只需将电力猫插入电源插座就可以通信,使用简单,成本低廉。另外,PLC 利用随处可见的电力插座,容易构造局域网,有利于信息资源共享和家电上网。

PLC 除了施工中的明显优势之外,在总体价格上也存在着优势。作为新兴技术,PLC 虽然在单线成本上与 ADSL CABLE MODEM 相比仍偏贵,但就 PLC 的初期投入成本而言,仍有很大优势。PLC 是

一种真正按需分配的接入方式,对运营商迅速拓展市场和降低成本大有益处。

由于 PLC 存在明显优势,因此国内外厂商都在积极推动 PLC 的发展。国内已有几家厂商研制出了 14 Mbps、50 Mbps、85 Mbps 的网桥和电力猫等 PLC 产品系列,这些产品支持 HomePlug 1.0 等标准。但成熟的、规模的应用尚有待时日。

4.3 PLC 技术目前的适用范围

应用 PLC 上网虽然面临产品研发、市场应用、
(下转第 13 页)

- [9] 董航,刘涤尘,邹江峰. 基于 Prony 算法的电力系统低频振荡分析[J]. 高电压技术, 2006, (6).
- [10] 祝纯. 电能质量暂态信号检测及谐波源定位方法研究[D]. 北京:清华大学硕士学位论文,2005.
- [11] Hauer, J. F. Application of Prony analysis to the determination of modal content and equivalent models for measured power system response [J]. Power Systems, IEEE Transactions, 1991, (3).

Prony Identification of Power Quality Transient Disturbance Signal

ZHOU Min

(Sichuan Electric Vocational and Technical College, Chengdu Sichuan 610072, China)

Abstract: In view of the transient disturbance signal of power quality, this paper presents an identification method of analytic signal based on the Prony algorithm. The new method can estimate all kinds of components character, including magnitude, frequency and initial phase produced by accurately fitting the finite exponential functions with least-square method. Simulation results verifies the validity of the developed method.

Key words: power quality; Prony algorithm; least-square fitting; signal analysis

(上接第 9 页)

标准与管制等难题,但其操作简单、即插即用、运行稳定可靠、体积小、重量轻、性能价格比高等特点还是为其赢得了一定的应用空间。

PLC 技术目前适用于家庭,居民住宅小区、酒店、学校和商务写字楼的局域网组网,不需布线到各户,不必破坏室内原有装修,可按用户需求量逐

户接通,可大大降低初期投资成本。进一步研发还可以用于大型厂矿的监控、报警控制系统、远程水、电、气等的自动抄表、利用 PLC 的“永远在线”特点,构建防火、防盗、防有毒气体泄漏等保安监控系统 and 医疗救护系统等。

Study on Surfing Net with PLC Technique

HUANG Yi-hua, JIANG Cheng-yan, XIAO Gui-yuan

(Chongqing Electric Power College, Chongqing 400053, China)

Abstract: PLC is the technique to transfer the simulated or digital signal at a faster rate through the carrier with the existing power lines. In addition, fundamentals of PLC technique are explained and characteristic and problems in surfing net with PLC technique are analyzed and technical parameter and net-forming of PLC network in Chongqing Electric Power College are presented.

Key words: PLC technique; surfing net; electric cat