

编者按

21 世纪是信息世纪,信息技术渗透到社会的各个行业和人们社会生活的各个方面,并推动着技术的进步和提高着人们的生活质量。电力系统应利用现有的网络和各种信息资源,在发展电力技术的同时充分发展信息技术。电力信息技术除用于提高电能产生、传输、分配的安全、可靠和经济性之外,能同时为社会的多个方面服务。电力行业在经营电能的同时,兼营电信,这无论对提高电力系统的经济效益还是拓宽人们获取信息的渠道,降低通信的成本,都是有意义的。本刊连续刊出的《电话、电脑和电力的“三网合一”的概念与实现技术》,就是拓宽研究思路的一个新技术介绍。本刊欢迎有关专家提供思想活跃、具有一定前瞻性的技术文章,为本刊办得更具有创新性而努力。

电话、电脑和电力的“三网合一”概念与实现技术(一) ——“三网合一”的技术需求和电力线载波的新发展

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: 根据人类对日益增大的统一信息的需求,提出了电话、电脑和电力“三网合一”的概念,并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。

关键词: 三网合一; 电力线通信; 接入网

中图分类号: TN916.52⁺4; TM71 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2000)09-0001-06

1 前言

信息和通信技术突飞猛进的发展,加快了信息化的进程。以知识和信息的生产、传播和利用为基础,以信息技术和信息资源为依托的知识和信息经济,将成为社会经济活动的主体。从单一媒体网络到多媒体网络的转变将是信息时代网络方式的一次变革,将以前单一媒体的各种网络手段综合起来,提供从数据、文本、图像、视频到话音等多种媒体的信息,是大势所趋。

电力网络是最普及的网络,如能实现电力与信息合一,充分利用现成的电力网络承载电话、电脑和电视网络的任务,无疑有美好的前景;从 1997 年以来国外利用电力线通信的最新突破,为利用电力网络实现电力和信息的统一提供了技术基础。

本文将分三期介绍利用电力线通信实现电话、电脑和电力“三网合一”的技术,以呼吁和推动这方面的技术研究。

2 电话、电脑和电力“三网合一”的概念

2.1 “三网合一”的技术需求

人类已经迈入我们称之为“信息时代”的 21 世

纪,越来越认识到信息的重要性。为了得到需要的信息,要安装电话,携带手机和 BP 机;要有一台电视机用于接收视频信息;还要一台计算机用于进入国际互连网。为此,我们需要向几家不同的公司缴纳费用。信息为社会服务的实质是流通(共享),然而,由于历史的因素,人们将信息按它的某种表现形式的不同,分为语音、数据和图象,并为之设计了三套不同的传输设施,处理设备、接收传送终端,甚至形成了不同的行业,这显然对信息的流通和共享造成了阻碍。

上世纪八十年代后半期以来,随着国际电信技术的发展和改革开放的推进,渴望快速的信息交流和抓住市场转瞬即逝的商机,促使中国的电信业以超常规的速度发展。今天在我国,不要说办公电话,就是家庭电话、便携式手机的普及率已居世界先进水平行列。但是谁都知道,在中国要开通一部新的电话还要征收初装费或入网费,除经营管理方面的原因外,增加一部电话确实需要增加信道和交换设备,用户至少看到增加了一对到户的电话线。尽管在城市中电话交换网随着电信业的发展已遍布各个角落,但增加一部电话至少还需要从用户到交

换机间架设几公里的话线。而在广大农村要发展用户,话路的架设就更长了。如果千家万户本身都已具有电话所需的信道,只需安装一台电话机,那么电话网的发展和电话普及率及通信成本将会大大下降。

国际互联网 Internet 自上世纪九十年代风靡全球以来,目前已超过 1.5 亿用户,并且每年以翻一番的速度递增。而中国也有 890 万用户。随着 Internet 的爆炸式发展,在 Internet 上的商业应用和多媒体等服务也得以迅猛推广。要享受 Internet 上的各种服务,用户必须以某种方式接入网络。这要求用户接入网的数字化、宽带化,提高用户上网速度。随着 Internet 带宽的持续增加,人们越来越感到从高速网络的交换网到用户终端的“最后一公里”的网络传输成为“瓶颈”。在信息高速公路的建设中,“最后一公里”的建设费用将占到整个高速信息系统建设费用的(60~70)%。光纤到户(FTTH)是用户网今后发展的必然方向,但由于光纤用户网的成本过高,在今后的十几年甚至几十年内大多数用户网仍不可能完全使用光纤,于是近年来人们提出了多项过渡性的宽带接入网技术,包括 N-ISDN、Cable Modem、ADSL 等等。

有线电视网近年来在城市得到很快的发展,同样在建设自己独立的网络。

随着人类对信息需求的数量、质量和速度等要求的不断提高,原有的将信息人为划分的行业组织形式,已明显阻碍了社会的进步,人类对统一信息的需求越来越大,因此提出了实现电话、电脑和电视三种网能否合成一种网络同时传输和利用的“三网合一”技术。其中电信供应商目前的解决方案是 XDSL 技术,而有线电视供应商的解决方案是双向交互式有线电视网(双向 ITV 网)技术。

随着电力市场化运营的来临,国内外电力系统对电力信息的需求量日益增大,峰谷电价、实时电价、智能化电表的发展,都需要实时的电力信息传递。这里最重要的变化是电能与货币间的转换不再是线性关系。如果没有电力信息的实时交换,电力经营将难以进行。构建面向千家万户的电力信息系统摆在电力工程界的面前。是重铺信道、租用电话信道,还是利用电力线路、电力网络资源构建电力信息网络的接入网,在技术和经济上都是值得反复权衡的重大问题。

随着智能化楼宇和家庭自动化的发展,人们期望通过简单的自动控制实现水、电、暖、气和门警的

自动化管理。但是人们又不希望控制线路在室内纵横交错、密如蜘蛛网。特别是电话、电视、电脑网络同时又需要铺设线缆,设置接入设备。如果只需要一种线网、一种自动化的装置能同时完成如上的各种功能要求,其优越性和市场潜力将是巨大的。

分析各种功能的网络,其中电力网络对人们的生活是必不可少的,无论普及率和牢固程度都是其它电脑、电话和电视网络所不及的,如果充分利用现成的电力网络承载电话、电脑和电视网络的任务,无疑是最为方便和简洁的。不仅电力市场化运营进行电能的交易、管理需要它,人们日常生活的信息化也需要它。

2.2 “三网合一”的可能性

利用现有的电力网络传输信息已经不是新鲜事物了,自上世纪四十年代以来,电力线载波已被电力系统广泛使用。时至今日,输电线路的纵联保护的通道仍由输电线路担任,足够可靠。在配电网中,载波自动抄表系统被广泛采用。欧洲经济委员会的电子标准委员会制定了配电网通信标准 EN50065,其通信带宽定为 3kHz~148.5kHz,其中(3~95)kHz 留给电力工业通信用(如抄表、负荷控制等),(95~148.5)kHz 给用户通信使用。多年来由于低压配电网的阻抗变化大,噪声干扰大而不适合于电力线载波的使用,不得已采用的低压载波抄表系统其数据传输速率只有每秒几十到几百字节。

进入上世纪九十年代以后,随着通信技术的发展,电力线载波技术已经获得了重大突破。1997 年 10 月,英国联合电力公司的通信子公司 Norweb 公司与加拿大 Nortel 公司联合宣布已经解决了电力抗干扰等问题。1998 年夏天,Norweb 公司已为英格兰西北部的 2000 个居民和商业用户提供通过电力线的因特网服务,速率达到了 1Mbit/s,比现行的 ISDN 高 10 倍。1999 年 3 月 11 日,德国 RWE 能源股份有限公司和瑞士阿斯克姆(Ascom)公司在德国莱锡林根向公众展示利用电力网线传送电话和数据的技术,用户通过低压电力线以高于现在 ISDN 20 倍的速率在因特网上传输和浏览数据。1999 年 4 月,一家以色列公司和一家美国公司也宣布,他们也正在联合开发借助公共电力网传送因特网数据的新技术,1999 年内将使因特网传输速率由 50 kbps 提高到 1.5Mbps,未来一两年内提高到 10Mbps。

目前,利用新的电力线通信(PowerLine Telecommunication)在国外已经成为一项热门的技术。在互连网上有很多类似的技术论坛。比如 PTF,PLCF-

rum 等等。PTF 提出了三个目标:数字品质的语音电话;速率高于 1Mbps 的互连网接入;家庭自动化中的智能服务。

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。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。1990 年法国电信政企分开,开放增值业务和用户设备市场。1991 年澳大利亚修改电信法,电信基本业务放开经营,实行竞争。1993 年加拿大通过新的电信法,1996 年美国新电信法通过,全部放开电信市场。1997 年有 67 个国家和地区在 WTO 全球电信贸易自由化协议上签字,统一互相开放电信市场。

在世界电信市场放开经营的新形势下,各国电力部门利用自己拥有的通信网,以特有的资源优势、最少的投资、最快的速度,采用最新的技术,占领市场。英国国家电网公司于 1993 年 5 月成立了 EN-ERGIS 通信网络公司,仅用 2 年时间就建成了全世界第一个全部使用 SDH 传输技术、架设在 400kV 输电杆塔上的骨干光纤网络,以最新的技术和最可靠的网络及最优惠的价格赢得了同英国 BBC 广播公司为期 10 年的合同,为其传送 BBC1、BBC2 两套电视节目和两套无线电台的广播节目,成为英国最富竞争力的三大电信公司之一。韩国电力公司于 1992 年成立韩国电力数据网络公司,装有总长度为 2700 公里的架空地线复合光缆(OPGW),主要面向社会经营因特网业务,有线电视传输业务,电力系统自动抄表业务及向有关部门出租 OPGW 宽带容量业务。在芬兰和瑞典的电力公司,也都利用电力信息资源的优势,经营电信业务和出租电信资源。

在美国,电力系统通信已成为“信息高速公路”计划的一个主要组成部分。全美电力部门已建成 13000 公里以上的光纤通信网络,其中大部分是架空地线复合光缆(OPGW)、架空地线缠绕光缆(GW-WOP)和全绝缘自承式光缆(ADDS)。其中一部分光缆芯线留给电力系统自己使用,另一部分芯线租给 AT&T 和 MCI 公司使用,取得了良好的经济效益。

在我国,国务院于 1993 年 12 月正式批准由原电子工业部、电力工业部和铁道部共同组建中国联通通信有限公司,简称“中国联通”,被授予电信基本业务的经营权。在国务院的批复文件中明确规定要通过对电力和铁道两个专用通信网挖潜、改造和扩容,在保证专网部门使用的前提下,将富裕能力向社会提供长、市话服务。电力部门在中国联通的建设

和发展中已经发挥了自身的优势,如为北京、天津、上海、武汉、青岛等地的 GSM 工程提供部分基站场所和杆塔、管道资源。还为中国联通实现北京、天津、上海和广州四个城市的 GSM 手机漫游提供了长途通道。

2.3 电话、电脑和电力“三网合一”的概念

这里所谈的电话、电脑和电力的“三网合一”不同于电信行业目前的热门话题——电话、电脑和电视的“三网合一”。这里的“三网合一”是从电力网出发利用现有电力、电信的资源实现的“三网合一”。

利用电力信息主干网除满足电力行业自身需要的电话、电脑信息交换外,富裕的信息资源向社会公众提供信息的服务,是电力系统本身应拓展的服务范围,电力系统应主营电能兼营电信服务。电信网络的主干网可以利用现有的电力信息设备、通道和杆塔、缆沟等资源,也可以改建和重建自己经营或合作经营的信息网络,其经营范围包括电力、电话和电脑网络的业务范围。因为主干通信网络中要求信息的传输速率是电力线载波所不能胜任的。

在配电网络中,电话、电脑和电力的“三网合一”是指三种服务功能的网络由现有的配电网络物理体系担任。在电力网络传输能量流的同时,传输数字语音和数据流,从而实现高速因特网的接入网即计算机的局域网,电话网的接入网即模块局。而因特网的主干网和电话交换主网仍由原来的主干网络担任或由电力信息主干网担任。

作为一个用户终端,从笔者视听网上实时音频广播的效果看,使用 16kbps ~ 20kbps 的速率效果已经比较好,使用音频压缩技术后 16kbps 的速率已经能实现非常好的音频质量。视频点播和实时电视至少则需要 150 ~ 220kbps 的速率才有比较好的效果。说明语音和视频点播及实时电视所需要的速率在配电网载波的 1Mbps ~ 1.5Mbps 范围内部不存在困难。而作为一个因特网的用户终端,目前使用电话线装 Modem 的传输速率 28.8 ~ 56kbps,使用 ISDN 传输速率 64 ~ 128kbps,而使用 DDN 专线的传输速率 64k ~ 2Mbps,因而在电力线载波的数字传输速率达到 1.5Mbps 后,其传输速度满足用户要求。至于合并电视网,首先在主干网方面需要宽带主干网(SONET 或 ATM)。由于视频压缩标准 MPEG-2 需要 4 ~ 6Mbps 的传输速率,所以本地的接入网必须满足这个传输速率,当 DPL 技术将传输速率提高到这个速率后,才可满足要求。然后使用机顶盒(Set-top Box)接于电视机。目前,电信部门实现三网合一接

入网是采用的 ADSL 方案, (ADSL - 2 的下行速率为 8Mbps). 对于 DPL 技术来说, 传输速率还需要提高。

2.4 框架

下图是采用低压配电电力线载波技术实现“三网合一”的一个框图。在用户端信息数据从电力线通过耦合适配器与工频电力分离, 并通过电缆进入 DPLC Modem。DPLC Modem(数字电力线载波通信调制解调器)有四个接口, 其余三个接口分别接电话、计算机网线和用户自动化信息。其中计算机通过 Ethernet 网卡后通过网线接到 DPLC Modem。在变电站侧, 信息数据从电力线通过耦合适配器与工频电力分离, 并通过电缆进入 DPLC Modem, 然后将各种信息分离, 其中用户信息与用户自动化管理系统相连, 电话信息通过交换机接线架后进入程控交换机, 互连网信息进入 DPLCAM。DPLCAM(数字电力线载波通信接入多路复用交换设备)收集多个 DPLC Modem 来的互连网信息并与 Internet 相连。DPLCAM 还接有服务器, 进行信息管理。

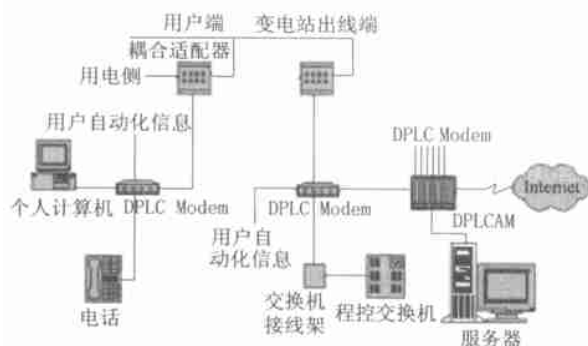


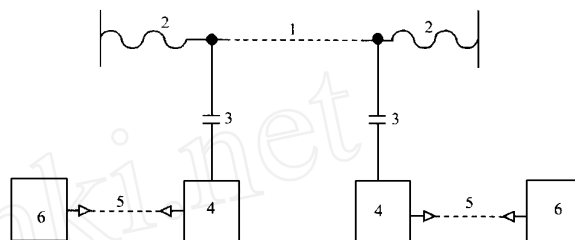
图1 低压配电网络中的“三网合一”框架

3 电力线载波的发展及应用现状

3.1 电力线载波的发展历史及基本原理

电力线载波通信技术出现于二十世纪二十年代初期。它以电力线路为传输通道, 具有通道可靠性高、投资少、见效快、与电网建设同步进行等电力部门得天独厚的优点。在我国, 从四十年代开始经过几十年的发展, 目前已具有相当的规模和水平。电力线载波是电力系统传统的特有的通信手段, 在电力系统通信中曾一度占主导地位, 为电网的经济调度和安全稳定运行立下了汗马功劳。随着数字微波通信、卫星通信等先进的通信手段在电力系统中的应用, 电力线载波虽已失去了往日的辉煌, 但仍发挥着重要的作用, 特别适合于电力调度通信和边远变电站通信。

通常电力载波通讯设备包括: 电力线路、加工设备、结合设备以及高频电缆和载波机。其结构示意图一般如图2所示:



1、电力线路; 2、高频阻波器; 3、耦合电容;
4、结合滤波器; 5、高频电缆; 6、载波机

图2 电力线载波通信结构图

加工设备主要指高频阻波器, 它由强流线圈和调谐元件、保护元件组成, 通常串联在变电站引出线的始末端和分支线的分支点上, 用以减少变电站或分支线对高频信号的介入损耗。

连接载波机和电力线的设备统称为结合设备。包括耦合电容器、结合滤波器和高频电缆。结合滤波器与耦合电容器配合组成一高通或带通滤波器, 把电力载波机的高频信号耦合到高压输电线上去。结合滤波器主要用来抵消耦合电容器高频容抗, 减少高频电流在结合滤波器通带内的衰耗。提供工频电流接地回路, 使经耦合电容泄漏的工频电流(一百至数百毫安)可靠接地, 降低工频电压, 保证设备及人身安全。另外, 它还有阻抗变换的作用, 使阻抗为 75 ~ 100Ω 的高频电缆与电力线阻抗 (200 ~ 400Ω) 得到良好的匹配。

载波机与结合滤波器的连接馈线, 通常采用高频电缆。电力载波通道中所用的高频电缆长度, 一般为 100 ~ 200m, 最长也只有 700 ~ 800m。如果结合滤波器与它阻抗不匹配, 不管对入射波还是反射波, 衰耗都可忽略不计, 但输入阻抗将会发生明显的波动。

载波机是电力载波通信的关键设备, 起着发送、接收和处理信息的作用, 目前电力系统中常用的载波机已由五六十年代的双边带电子管 ZDD - 1/2、ZS - 3 型发展到今天的 ESB500、ZDD - 27/36 等全集成化单边带载波机。

3.2 电力线载波在国内、外的主要应用

传统上, 电力载波通信系统仅用于 110kV 以上电压等级, 主要用于开放电话、远动、传真、保护、计算机信息等综合业务。例如葛南 ±500kV 直流输电系统中, 两换流站运行数据的控制信息就是通过长

达 1053km 的载波电路传送的,实现了两站间的自动控制。而广泛应用于高压和超高压电网中的高频保护就是以输电线载波通道作为通信通道的纵联保护。

随着载波通信技术的发展,电力载波现已用于中低压配电网中,在我国,低压电力线载波通讯一般仅用于电力集中抄表系统中;而在欧美,它们已在尝试利用低压配电网载波通讯来实现配电网自动化和负荷控制,并应用于工业控制和家庭自动化中,进而提供电话和视频传输等服务。

文献^[1]中描绘了电力线载波技术在工业过程控制方面的应用前景。文章中考虑的设备是在工厂里作为热源的一大型火炉。这样的设备有一个类似小柜子的局部控制板,里面包含“智能”控制系统——可编程逻辑控制器、继电器、指示器、操作控制开关和其它电子系统。控制面板可以对一些数值进行整定并操作车间的一系列传动装置,还可以监视来自传感器的输入。传统上,这些仪器都是通过电缆与控制柜进行硬线连接的。作者指出如果所有这些电缆被以环绕这个车间的“电力线”所代替,那么配电线将把电能和数据带到车间的各个地方,而且由于简化了接线,改造和升级也变得容易。

在文献^[2]中则给出了低压电力线载波在家庭自动化方面的应用,文中指出英国地区电力公司(REC)向用户引进的需方用电管理(DSM)需要电力公司能够控制家庭内的加热器、空调等设备并能够给用户提供更廉价的电能并促进家庭对用电设备的用电需求。而做到上面这些就需要电力公司和用户建立一定的通信联系。通过遍布居民家中的电力线载波(PLC)来提供这些服务将是最有效的方法。而且还可利用剩余的带宽为用户提供一系列诸如电话、保安等的附加服务。

3.3 电力线载波的最新突破

随着电力工业改革的推进,电力系统的市场化运营逐步逼近,电力运行对信息的需求量越来越大,其实时性要求也越来越高。电力系统运行与信息技术的融合,不仅可以提高电力系统运行的可靠性,还开辟了电信业发展的另一条途径。而开发和利用遍布千家万户的电力线载波技术构成的信息交换终端,既廉价又方便,这项技术目前在英国和北美已形成产业,经济效益非常可观,技术发展迅猛,通信速率已达 1Mbit/s。

1997 年 10 月,英国联合电力公司下属的 Norweb

通讯公司和加拿大 Nortel 公司开发的数字配电线载波技术(DPL——Digital Power Line)实现了在配电网路上进行远程通讯,从而将四通八达的配电线转化为信息高速公路的通道。

DPL 技术采用改进的因特网规约(IP)以及复杂的专用电子装置来沿低压配电网传输 MHz 级的数字高频通讯信号,同时监视导致信息失真的脉冲信号以及其他形式的电干扰,从而实现了利用配电网为家庭和中小公司提供数字电话、传真以及因特网通讯服务。由于数据传输中的数据流是被分切后封装起来进行传输的,而不是以连续的信号流的形式传输,因而数据传输不像声音通讯那样易受干扰。此外,IP 可以保证被噪声影响的封装再传一次。可见,该技术可以保证网络上传输的数据不因电力线上固有干扰的影响而降低。另一方面,由于数字化双工设备的采用,调制过程的改进及无线装置的应用,可利用的通讯带宽已增加至原来的 100 倍。

目前所实现的 DPL 技术是将配电网系统进行调整,使之可以同时传输两路甚至多路电信号而不会产生任何互损。这些信号的频率范围很宽,从超低频(如 50/60 Hz)到超高频(如 500/600 MHz)。

该调制是通过在相应的网络互联点上安装三出口的定向耦合调制单元(CU)实现的。CU 的基本元件如图 3 所示。它包括一个以互联的高通和低通滤波器组成的网络出口(NP)、一个通讯分配出口(CDP)和一个电力分配出口(EDP)的频感方向耦合器。在低压电缆网络上使用一定数目的 CU 就会构成所谓的 HFPCPN。

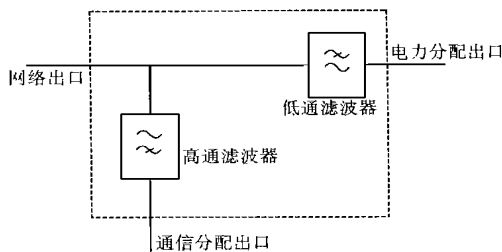


图 3 耦合调制单元

调制单元(CU)具有以下功能:

- * 安全有效的信号互联,频率大于 1MHz;
- * 定向频率大于 1MHz 的信号传输;
- * 最小噪声基高于 1MHz;
- * 大于 1MHz 的不同用户负荷的分隔;
- * 提供供电和远程通讯服务的合适的网络服

务终端点;

* 电缆网的最优频谱性能。

之所以选 1MHz 作为最低频率,是因为在该频率下,可装设的方向耦合器比较经济、有效,而且物理尺寸合适,并能方便地为各配电用户提供 100A、230V 和 50Hz 的电力服务。

3.4 国际上电力信息资源的经营方式

最近的调查报告指出在美国超过 90% 的电力公司正以各种方式寻求电信方面的合作;虽然这只是美国的数据,但这个趋势是全球化的。电力公司一般都拥有专门为其内部使用所建设的庞大的通信基础设施,拥有一个电信公司所需要的杆线权,电杆,导管和其它的基础设施。

例如英国第一家联合电力系统——联合电力公司,它于 1995 年成立,为周围的 3000 万用户提供服务,年营业额 21 亿英镑。NORWEB 通信公司是联合电力公司的子公司,它是一个公共电信网络管理商,为商业用户提供了一系列高质量的语音和数据服务,包括 PSTN 线,中央交换机服务,因特网服务和专用线。NORWEB 通信公司于 1995 年开始使用数字式电力线路载波(DPL)技术,目前,该技术可为家庭和中小型用户提供速度最快的通讯方式,是 ISDN 的 10~20 倍。1998 年 3 月 25 日,成立合资公司 NOR. WEB,进行该技术的市场推广。目前已有 10 家公司取得使用该技术的许可证,其中包括德国的 giant RWE 以及新加坡电力公司。这 10 家公司拥有电力用户 3500 万之多。此外,与另外 30 多家公司

的洽谈正在进行。该项技术引起了世界范围商业方面的极大兴趣,该消息发布后的两周内,Norweb 通讯公司接受了遍布全球的 150 多家电力公司多达 1500 次咨询,其中包括许多世界级大电力公司。

参考文献:

- [1] Dr John Newbury. Power Line Carrier Systems For Industrial Control Applications[J]. 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[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1999, 1197(4).
- [3] 宋永华等. 电力线载波技术重大突破[J]. 电网技术, 1999, (2).
- [4] 丁道齐. 迈入 21 世纪的中国电力通信(一)[J]. 电力系统自动化, 1996, (10).
- [5] 丁道齐. 迈入 21 世纪的中国电力通信(二)[J]. 电力系统自动化, 1996, (11).
- [6] 丁道齐. 把握世界通信发展趋势,确立电力通信发展战略[J]. 电力系统自动化, 1999, (12, 13).
- [7] 姜霞,程时杰. 电力市场的发展与电力网载波通道[J]. 继电器, 1999, 14(6).

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 syncretization of three networks :telephone , computer and electric power ——Technological requirement for convergence of three network 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 : Due to human 's increasing requirement of convergence information , this paper presents the conception of the convergence of three networks : telephone , computer and electric power. Associated with the development of power line communication inside and outside and the trend of electric power and information 's convergence , the history of power line communication and it 's application in electric power system are described. After the latest overseas breakthrough in the power line communication is introduced , the feasibility of the convergence of three net works based on high - speed power line communication is discussed.

Keywords : convergence of three network ; power line communication ; access networks

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告