

# 电话、电脑和电力的“三网合一”概念与实现技术(二)

## ——“三网合一”中需要解决的技术问题

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:** 在文(一)的基础上提出了实现电话、电脑和电力“三网合一”所要解决的技术问题和相关的解决思路。即:要提高通信速率必须拓展电力线的通信带宽;要提高抗干扰能力必须研制高效的信息与电力线间的耦合器件及采用新的调制、编码技术;要组成可靠、高效的信息接入网,必须解决高频信号翻越变压器和跨越断路器断口的问题以及与电话网、计算机网络接口与组网方式问题。

**关键词:** 三网合一; 电力线通信; 网络协议

**中图分类号:** TN916.52<sup>+</sup>4; TM71 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2000)10-0001-05

### 3 “三网合一”中需要解决的技术问题

#### 3.1 提高通信速率与扩展带宽

通信的最大速率和带宽之间有着密切的联系。早在1924年,奈奎斯特就推导出了无噪声信道的最大数据传输速率的表达式。如果一个信号有 $M$ 个离散级组成,带宽为 $B$  Hz,奈奎斯特定理表示为:

$$\text{最大数据速率} = 2B \log_2 M \text{ Bit/s}$$

而在1948年香农应用信息理论推导出了噪声信道的最大数据速率。在通信通道中的热噪声一般用信噪比 $S/N$ 表示。香农指出在一带宽为 $B$  Hz的噪声受限的通道中最大数据速率和最大信噪比的关系为:

$$\text{最大数据速率} = B \log_2 (1 + S/N) \text{ Bit/s}$$

要超越这个结论,会被认为是想发明永动机。

在低压配电网中,早期的PLC技术依据的是CENELEC的EN50065标准。该标准规定低压配电网电力线载波工作在3kHz到148.5kHz。其中3kHz到95kHz电力公司使用,95kHz到140kHz给建筑内的用户设备使用。最大功率为5mW,距离不超过500m时,最大数据速率为144kBps。从国内的研究来看380/220V低压用0.1~200kHz,10kV用0.3~500kHz。如果假设 $S/N$ 为30db,150k的带宽无论使用什么样的调制和编码方法,最高速率绝对不能超过1.5Mb/s。而且这只是一个用户的情况,每条配电线路上的用户类型和分布密度,典型的为50个。

因此,要想提高数据的传输速率,就必须提高通信的带宽。比如在英国Norweb与加拿大的Nortel联合开发的DPL技术中,就利用2.2~6MHz频段的一个封装交换的通讯规约。而利用现有的电话线实现

高速接入网的ADSL技术,也是在现有的铜质电话线路上采用较高的频率及相应调制技术,来获得高传输速率。在ADSL中,语音所占频带为0~4kHz;ADSL调制频带为4.4kHz~1MHz。因此,满足现代高速数据传输的技术,必须通过使用超出CENELEC的标准之外的更高的频带才可能实现,利用高频是提高传输速率的一个关键。

多媒体技术的出现与发展,使视频图象的网络传输成为可能。传统意义的视频,是使用模拟信号进行传输,占用通讯线路带宽大,而且开放性差。数字视频,将模拟视频信号转化为数字信号。数字的传输,是可以减少差错的。数字化后的视频流可以被通过各种手段与连接在网络上的计算机共享。

网络上传输视频,近年来发展迅速,现有的视频标准有MPEG1、MPEG2和MPEG4,目前正在制定MPEG7标准,预计2001年正式推出。这些国际标准为传输、通讯、压缩制定了标准和协议。

MPEG1(国际标准11172)目标是产生1.2Mb/s的视频压缩录象质量输出(NTSC352\*240)。非压缩视频单独就可以达到472Mb/s,而使用它可以降到1.2Mb/s。

MPEG2(国际标准13818)最开始设计为将广播质量的视频压缩到4Mb/s~6Mb/s。因此它也适用于NTSC制(美国)或PAL制(欧洲和中国)的广播电视通道。后来扩展为支持高分辨率,包括HDTV。

MPEG4用于较低帧速(10帧/s)和较低带宽(64kb/s)的中等分辨率视频会议。

视频多媒体技术在网上的服务包括视频点播(VOD)、实时播放和视频会议。网上已经开通了部分广播和电视,从效果来看,视频点播和实时播放要

有较好的品质,解决带宽是个关键问题。

### 3.2 传输损害及对策

模拟信号由随时间变化的电压组成,以表示通量。如果传输介质是完美的,接受方会收到和发送方发出的完全一样的信号。但是介质不是完美的,收到的信号和发送的信号并不完全相同。对于数字信号,这种不同可能导致错误。

传输线路有三个问题:衰减、延迟变形、噪声。

衰减(attenuation)是指信号在传输过程中的能量损耗。在有导线介质(铜线和光纤)上,信号随着距离的增大呈对数衰减,用 dB/km 表示,损耗的能量取决于频率。为了理解这种频率相关性的结果,想象信号不同于简单的波形,而是一系列傅立叶分解。每个成分都衰减不同的量,这样在接受端的傅立叶波谱就不一样,即会收到不同的信号。

如果衰减太严重,接收方可能根本检测不到信号,或者信号被噪声淹没。在很多的情况下介质的衰减特性是已知道的,因此可以放置放大器来弥补与频率相关的衰减。这种方法有作用,但不能把波形完全恢复成原状。

第二种传输损害是延迟畸变(delay distortion)。这是因为不同的傅立叶成分传输的速度不一样。对于数字数据,某一比特的快速成分可能追上并取代前一比特的慢速成分,这样两个比特混在一起,从而增加了错误接收的可能性。

第三种损害是噪声(noise)。它指不是从发送方来的未期望的能量。热噪声是由导线里的电子的自由运动引起的,是不可避免的。串音是由互相靠近的两根线间的感应耦合引起的。有时在电话上交谈时,可以听到背景上的另处的对话,这就是串音。最后,还有脉冲噪声,是由电力线路上的尖峰或其他原因造成的。对于数字数据,脉冲噪声可能会消除掉一个或多个比特。

因为传扰无可避免,所以传扰严重时必须对整个系统的传递函数进行校正,使其接近无失真传递条件。这种校正如果在频域进行,则称为频域均衡,如果在时域进行,则称为时域均衡。

采用相应的调制和编码方式也是重要的抗干扰措施。

### 3.3 调制方式、编码方式

由于从消息变化过来的原始电信号(基带信号)具有频率较低的频谱分量,这种信号在许多信道中不是以直接方式进行传输,因此,在系统的发送端通常需要有调制过程,而在接收端则需要有解调过程。

所谓调制,是指用基带信号对载波波形的某些参量进行控制,使载波的这些参量随基带信号的变化而变化。

数字调制使用载波信号的某些离散状态来表征所传送的信息,接收端也只要对载波信号的离散调制参量进行检测。因此,数字调制信号也称为键控信号。它分为调幅、调频、调相三种基本形式,分别称为振幅键控(ASK)、移频键控(FSK)、移相键控(PSK)。为了提高数据传输的效率和可靠性,迫切需要进一步研究和选用性能良好的数字调制技术,因此除去基本的调制方式外,根据不同的要求和用途,还提出了许许多多的调制方式。

#### a. QAM 调制

QAM 发送数据在比特/符号编码器内被分成两路(速率各为原来的 1/2),分别与一对正交调制分量相乘,求和后输出。与其它调制技术相比,QAM 编码具有能充分利用带宽、抗噪声能力强等优点。

QAM 主要问题是如何适应不同线路之间性能较大的差异性。要取得较为理想的工作特性,QAM 接收器需要一个和发送端具有相同的频谱和相位特性的输入信号用于解码,QAM 接收器利用自适应均衡器来补偿传输过程中信号产生的失真,因此采用 QAM 的复杂性主要来自于它的自适应均衡器。

#### b. CAP 调制技术(无载波调幅调相)

CAP 调制技术是以 QAM 调制技术为基础发展而来的,可以说它是 QAM 技术的一个变种,输入数据被送入编码器,在编码器内, $m$  位输入比特被映射为  $k = 2m$  个不同的复数符号

$$A_n = a_n + jb_n \text{ 由 } K \text{ 个不同的复数符号构成 } k -$$

CAP 线路编码。编码后  $a_n$  和  $b_n$  被分别送入同相和正交数字整形滤波器,求和后送入 D/A 转换器,最后经低通滤波器信号发送出去。

CAP 技术主要难点是要克服近端串音对信号的干扰,一般可通过使用近端串音抵消器或近端串音均衡器来解决这一问题。

#### c. DMT 调制技术

DMT 调制技术的主要原理是将频带(0 ~ 1.104MHz)分割为 256 个由频率指示的正交子信道(每个子信道占用 4kHz 带宽),输入信号经过比特分配和缓存,将输入数据划分为比特块,经 TCM 编码后再进行 512 点离散傅立叶反变换(IDFT)将信号变换到时域,这时比特块将转换成 256 个 QAM 子字符。随后对每个比特块加上循环前缀(用于消除码间干扰),经数据模变换(DA)和发送滤波器将信号

送上信道。在接收端则按相反的次序进行接收解码。

#### d. 扩展频谱技术

由于扩频通信利用扩展频谱技术,在接收端对干扰信号频谱能量加以扩散,对有用信号频谱能量压缩集中,因此在输出端就得到了信噪比的增益。扩频通信系统扩展的频谱越宽,处理增益越高,抗干扰性能越强。例如:处理增益为30dB,除去系统损耗2dB外,接收机还能在干扰信号比有用信号强18dB的条件下,仍有不小于10dB的工作信噪比,即有10dB的余量用于信号解调,进行正常通信。此外,对于单频及多频载波信号的干扰、其它伪随机调制信号的干扰,以及脉冲正弦信号的干扰等,扩频系统都有抑制干扰提高信噪比的作用。特别是对抗敌方人为干扰方面,效果很突出。简单地说,如果信号频带扩展10倍,干扰方面需要在更宽的频带上去进行干扰,分散了干扰功率。在总功率不变的条件下,其干扰强度只有原来的1/10。而要保持原有的干扰强度,则必需加大10倍的功率,这在实际战场条件下,有时是难以实现的。另外,由于在接收端采用了扩频码序列进行相关检测,即使采用同类型信号进行干扰,如果不能检测出有用信号的码序列,由于不同码序列之间不同的相关性,干扰也起不了太大作用。抗干扰性能强是扩频通信最突出的优点。

扩频通信所以能得到迅速发展,其另一个主要特点是可以进行选址通信。扩频通信提高了抗干扰性能,但付出了占用频带宽的代价。如果让许多用户共用这一频带,则可大大提高频带利用率。由于在扩频通信中存在扩频码序列的扩频调制,充分利用各种不同码型的扩频码序列之间优良的自相关特性和互相关特性,在接收端利用相关检测技术进行解扩,则在分配给不同用户不同码型的情况下可以区分不同用户的信号,提取出有用信号。这样,在一宽频带上许多对用户可以同时通话。它与利用频带分割或时间分割的方法实现多址通信的概念类似,即利用不同的码型进行分割,所以称为扩频CDMA。这种扩频CDMA方式,虽然要占用较宽的频带,但按平均到每个用户占用的频带来计算,其频带利用率是很高的。除此之外,采用扩频CDMA,还有利于组网、进行选呼、增加保密性和解决新用户随机入网等问题。

编码方式:

数字设备之间长距离有线传输时,高频分量衰

减随距离的增加而增大,同时信道中往往还存在隔直电容或耦合变压器,因而传输频带的高频和低频部分均受限。因而必须考虑码型选择问题。

应考虑的原则:

对于传输频带低端受限的信道,一般讲来线路传输码型的频谱中应不含有直流分量。

码型变换过程对任何信源具有透明性,即与信源的统计特性无关。

便于从基带信号中提取定位信息。

便于实时检测传输系统信号传输质量,即应能检测出基带信号码流中的错误的信号状态。

误码增殖愈少愈好

当采用分组形式的传递码型时,在接受端不但要从基带信号中提取定位信息,而且要恢复出分组同步信息。

尽量减少基带信号频谱中的高频分量

编译码设备应尽量简单

以上各原则并不是任何基带传输码型均能完全满足,往往是依照实际要求满足其中的若干项。

在实际信道中,为了在已知信噪比的情况下达到一定的误比特率指标,应首先合理设计基带信号,选择调制、解调方式,采用频域均衡或时域均衡,使误比特率尽可能降低。但若误比特率仍然不能满足要求,则必须采用信道编码,即差错控制编码,将误比特率进一步降低,以满足指标要求。

纠错和编码技术许多方案都展示了良好的性能,都可达到5~6dB的编码增益,如RS(里德所罗门)编码和TCM结合的方案、Turbo code等。

RS(Reed Solomon)码,它是一种循环码,其主要思想是发送者把 $k$ 个原始数据编码生成 $n$ 个数据,使得 $n$ 中的任何 $k$ 个数据子集都能够恢复出原始数据,因此允许传输过程最多丢失 $n-k$ 个数据。

Turbo codes是目前热门的一种编码,有着接近信息理论极限的性能,但编译码较复杂。

### 3.4 高效、便捷的信息与电力线耦合器件

该器件应是一个有三个出口的单元。它包括一个载波电力线入口,一个高频通信信号的出口和一个输出电力出口。它里面应含有一个阻波器阻挡高频信号进入用户用电设备,保证只有低频电力的输出。它还应有一个高通滤波器,使高频信号可以从通信出口输出。同时耦合器件还必须含有阻抗匹配的功能,来改善网络的频谱特性。所以信息与电力线耦合器件所起的作用,一是实现高频信号与配电电力线的耦合,二是使高频信号能够在低压配电线

上高速传输,三是使网络具有优良的频谱特性。

### 3.5 变压器同侧信息的组网方式与交换

由于高频信号难以穿越配电变压器,同时变压器另一侧的通信信道不一定由电力线构成,再者变压器同侧的信息不一定全部需要送到另一侧,因此信息在一侧的处理是需要的,同时翻越也是需要的。

在远程通讯中采用公共电话交换网(PSTN)本地访问结构,常被设计成以本地电话交换机为中心,通过金属导线辐射至每个用户的星型网络结构。配电网络也包含各种形式的金属导线。每条配电线路由变电站配电变压器出发呈辐射状延伸至250 m远处。任何一条配电线路都可为大约150个居民用户提供电力服务。

可见,传统的PSTN和低压配电网络,虽然前者提供声音服务而后者提供电力服务,但它们都是由金属导线构成,结构相似,都提供了与绝大多数家庭相连的通路,因而这为利用配电网络进行高频远程通讯业务提供了基础。

同时,电话线和电力线的拓扑结构又存在区别。电话线用户和端局之间是星型网络,而电力线用户则是总线型网络。每一条电力线自己具有总线形局域网的结构,这种结构可以容易地组成局域网。具体为每个用户的PC机中装有Ethernet网卡,只要耦合设备与DPLC MODEM之间用一条电缆连上,DPLC MODEM与计算机的网卡之间用一条网线连通即可完成硬件安装,再将TCP/IP协议中的IP、DNS和网关参数项设置好,便完成了安装工作。由于DPLC不需要拨号,一直在线,用户只需接上DPLC电源便可以享受高速网上冲浪的服务了,而且可以同时打电话。由于数据的传送是IP数据包的形式,所以应符合TCP/IP协议。TCP/IP是建立在“无连接”技术上的网络互连协议,信息(包括报文和数据流)以数据包的形式在网络中传输,从而实现用户间的通信。TCP/IP协议分为四层:应用层(Application Layer)、传输层(Transport Layer)、网络层(Internet Layer)和网络接口层(Network Interface Layer)。DPLC Modem不但有调制解调的功能,还具有局域网数据转发的功能,即具有网桥的功能。局域网的范围一般不能超过300米,如果超过,则需要在中间增加另外的网络设备,如网桥、路由器等。而在低压配电网中,用户到前端的距离常常有几公里。用户终端到前端的信号传输延迟增大,从而决定了用户计算机与前端的网络通信不能采用普通的局域网协议,必须采用专用的网络协议,如IEEE 802.14协议。这样又产生一

个矛盾,即现有计算机上的网络适配卡一般只能用在局域网环境下,不能直接用在低压配电网的数据通信中。

DPLC Modem解决了这一问题,它有两个网络接口,一个接通过电缆与配电线耦合适配器相连,另一个通过双绞线、细缆等媒介同计算机网卡相连。DPLC Modem可使用通用的网络层协议,如IP协议,电缆段的数据链路层采用IEEE 802.14协议或与之兼容的协议。电缆段传来的数据经层层解包后提交网络层(IP层),随后再按以太网协议层层封装处理后转发到计算机网络接口。从计算机发来的数据按以太网协议层层解包后提交网络层,随后再按IEEE 802.14协议层层封装后转发到低压配电网。这样的结构保证了计算机不用增加模块,就可以使用低压配电网进行网络通信。由于IEEE 802.14协议与ATM相兼容,因此上述的结构很容易移植到ATM网络中。

### 3.6 信息在主电路断开时的跨越技术

在主电路发生故障而使主电路断路器断开时,信息应该不因断路器的断开而受到影响。因此,配电变压器出口处的配电线耦合适配器装在线路的开关外侧,当主电路发生故障而断开时,仅断开了电力供应,而断不开信息的通道。只要用另外的电源来给DPLC Modem供电,就可以继续使用DPLC Modem。此时可以继续使用电话(对需要电源的电话机要有备用电源),而不受停电影响。

### 3.7 信息在变压器不同侧的翻越技术

信息过变压器是一个难点问题,因为高频信息在变压器受到阻挡。这时应有相应的手段使信息越过变压器,比如采用旁路电容,使用额外的电缆,或是采用相应的无线装置等,使信息能够越过变压器。更多的则是在变电站一般设有信息处理局部中心,处理后的信息接入不同的电话网、互连网和电力信息网。

### 3.8 载波信息网与电话网的接口与协议

在载波信息网上传输的电话信号实际上是基于IP技术的语音数据包。这类似于IP电话的传递。IP电话是一种利用电脑和国际互联网来转换和传送通话语音的先进的通讯方式。它的基本原理就是通话者发出的声音通过电脑转换成数字信号,在国际互联网上进行传送,再由接收方的电脑将数字信号还原成声音,经过公众电话网络最后传送到接收方的电话机上。在载波信息网中,将通话者发出的声音通过载波信息网的调制解调器,转换成数字信

号,再以 IP 数据包的形式进行发送。

载波信息网的调制解调器有两个接口,一个接电话,一个接到计算机网上。它一侧与电话网相连,它可以与任何电话进行通信;另一侧与因特网相连,可以和任何计算机进行通信;DPLC Modem 接收标准语音信号,经过数字化处理和压缩,然后分割成标准的 TCP/IP 包格式,通过因特网或企业网,发送到目的地所在的另一台 DPLC Modem 服务器上,同时,对网络传来的数据包进行逆操作,将其转换为语音,传送到电话上,实现全双工通信。

通过一个 DPLC Modem,可以实现 PC 到电话、电话到 PC、浏览器(Web Browser)到电话的通信,通过两个 DPLC Modem 可以实现电话至电话的通信。DPLC Modem 连接了 PSTN(公众电信网)和因特网。

与 IP 电话相关的协议主要有 H. 323 协议、资源预留协议(RSVP)和 G. 723. 1/G. 729 协议等。H. 323 协议规定了 IP 电话应用的核心技术。H. 323 以实时通信协议(RTP/RTCP)为基础,包含音频编解码和多媒体通信等一组技术标准。资源预留协议在保持现有网络体系结构不变的前提下,提供保证通信 QoS(服务质量)的方法。G. 723. 1 是双速率语音编解码器,其速率分别为 6. 3K 和 5. 3K。G. 729 可以将 64kbps 的语音信号压缩为 8kbps,以保证数据包的有效传送。

只要我们采用相应的协议,则可以类似于 IP 电话,实现载波信息网与电话网的连网。

网络电话从传输方式上可分为三种:

- PC to PC;
- PC to Phone;
- Phone to Phone。

### 3.9 载波信息网与 Internet 网的接口与接口与协议

载波信息网的中央交换局端模块包括在中心位置的 DPLC Modem 和接入多路复合系统,处于中心位置的 DPLC Modem 被称为 DTU - C(DPLC Transmission Unit - Central)。接入多路复合系统中心 Modem 通常被组合成一个被称作接入节点,也被称作“DPLCAM”(DPLC Access Multiplexer)。在中央交换局端 DPLC Modem 将电话语音与数据分开,并将数据送入接入多路复合系统,然后与 Internet 的主干网路由器相连。该处的 DPLCAM 具有网关和路由器的作用,它通过检测数据包的 IP 地址,将数据进行转发,还可以进行网络的管理。

### 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] J Yazdani, H. Wegert, P Brown and B Honey. Effect of Powerline Transmissions on HF channels. IEE, 1999.
- [6] D Liu, E Flint, B Gaucher, and Y Kwark. wide band AC power line characterization. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 1999, 45.
- [7] D Liu, E Flint, B Gaucher, and Y Kwark. 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], 1997, 8.
- [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,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。

# 论变电站自动化技术发展现状及要求

石树平, 马运荣

(海南省电力公司, 海南 海口 570000)

**摘要:** 从变电站自动化的概念和框架、工艺硬件、网络选择、传输规约、主要功能、技术指标、检测项目 7 个方面,介绍了变电站自动化技术的发展现状,并提出了相关的要求和选择。

**关键词:** 发展; 要求; 变电站自动化

**中图分类号:** TM76; TM63

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-4897(2000)10-0006-06

变电站自动化技术在国内的发展,已走过了近 10 年的风风火火,从早期的集控台式、第一代全集中式、第二代按功能分布式,到今天的按对象(间隔)的分层分布式,可以说变电站自动化技术已经步入成长期。

但变电站自动化技术还并不规范,市场发育并不成熟,这显然与计算机和网络通信技术的高速发展密切相关。目前国际上关于变电站自动化系统和通信网络的国际标准 IEC61850 还没有正式公布,国内也没有相应的国家技术标准出台。标准和规范的出台远落后于技术的发展,在变电站自动化通信网络选择、通信传输协议采用方面存在着争议,在继电保护和变电站自动化的关系及变电站自动化的概念方面还存在分歧。市场竞争激烈,不同厂家的设备质量和技术(软硬件方面)的差异甚大,各地方电力公司的要求也不尽相同,导致目前国内变电站自动化情况千差万别。

认清和适应变电站自动化技术发展趋势,采用先进的原理技术,摒弃落后和即将淘汰的技术,选择质量优良和性能可靠的产品,无论对设备厂家的发展还是用户的利益,都是至关重要的。它不仅关系到生产企业的生存和电网的安全可靠运行,而且关系到当前城乡电网大规模变电站自动化改造的成

败,甚至关系到变电站自动化技术的发展和牵连到变电站自动化方向的成败。

## 1 变电站自动化概念及框架结构

变电站自动化系统,称之为保护加监控系统的有之,“保护+远动”、“组合单元”、“四合一”的词汇随处可见。称之为保护加监控系统的说法,有意无意间限制了变电站自动化的范畴,为某些功能暂时无法在系统中实现找到了根据;说成“组合单元”和主张继电保护完全独立的观点,给系统保护设备需外购的给了一些安慰。变电站自动化到底是什么?是监控和保护 $1+1$ 吗?是不同设备之间的拼凑,分别做了监测、控制和保护,再来考虑它们之间的连接吗?

### 1.1 概念的内涵和外延

我们认同 IEC 关于“变电站综合自动化”改为“变电站自动化”的提法,这只是一个标准化名词称谓的问题。但是关于“综合”一词的不同理解却反映出我们对变电站自动化指导思想的偏差。我们认为:“综合”清晰地表明了变电站自动化技术的特点,变电站自动化除了实时监控和保护,它还涵盖了故障录波、小电流接地、同期系统、电压无功、低周减载、五防闭锁、在线监测、电量平衡、补偿消弧、GPS

## The conception and technology for the convergence of three networks :telephone , computer and electric power(2) ——technological problem needing to solve of the convergence of three networks

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

**Abstract :** This paper presents the technological problem of the convergence of three networks : telephone , computer and electric power and its solution idea is given , that is , high data rates can only be achieved using higher frequencies ; high anti - jamming performance needs to research and develop the high efficiently coupling unit between the cable and power line and the latest technology of modulation and coding ; composing a reliable and high - effective access networks must solve the problem of high frequency signal bypassing the transformer and passing the outlet of the broken broker and the interface between the PSTN , Internet and power line grid .

**Keywords :** convergence of three networks ; power line communication ; networks protocol