

OFDM 技术的基本原理

在传统的多载波通信系统中，整个系统频带被划分为若干个互相分离的子信道（载波）。载波之间有一定的保护间隔，接收端通过滤波器把各个子信道分离之后接收所需信息。这样虽然可以避免不同信道互相干扰，但却以牺牲频率利用率为代价。而且当子信道数量很大的时候，大量分离各子信道信号的滤波器的设置就成了几乎不可能的事情。

上个世纪中期，人们提出了频带混叠的多载波通信方案，选择相互之间正交的载波频率作子载波，也就是我们所说的 OFDM。这种“正交”表示的是载波频率间精确的数学关系。按照这种设想，OFDM 既能充分利用信道带宽，也可以避免使用高速均衡和抗突发噪声差错。OFDM 是一种特殊的多载波通信方案，单个用户的信息流被串/并变换为多个低速率码流，每个码流都用一个子载波发送。OFDM 不用带通滤波器来分隔子载波，而是通过快速傅立叶变换（FFT）来选用那些即便混叠也能够保持正交的波形。

OFDM 是一种无线环境下的高速传输技术。无线信道的频率响应曲线大多是非平坦的，而 OFDM 技术的主要思想就是在频域内将给定信道分成许多正交子信道，在每个子信道上使用一个子载波进行调制，并且各子载波并行传输。这样，尽管总的信道是非平坦的，具有频率选择性，但是每个子信道是相对平坦的，在每个子信道上进行的是窄带传输，信号带宽小于信道的相应带宽，因此就可以大大消除信号波形间的干扰。由于在 OFDM 系统中各个子信道的载波相互正交，它们的频谱是相互重叠的，这样不但减小了子载波间的相互干扰，同时又提高了频谱利用率。

OFDM 技术属于多载波调制（Multi-Carrier Modulation, MCM）技术。有些文献上将 OFDM 和 MCM 混用，实际上不够严密。MCM 与 OFDM 常用于无线信道，它们的区别在于：OFDM 技术特指将信道划分成正交的子信道，频道利用率高；而 MCM，可以是更多种信道划分方法。

OFDM 技术的推出其实是为了提高载波的频谱利用率，或者是为了改进对多载波的调制，它的特点是各子载波相互正交，使扩频调制后的频谱可以相互重叠，从而减小了子载波间的相互干扰。在对每个载波完成调制以后，为了增加数据的吞吐量、提高数据传输的速度，它又采用了一种叫作 HomePlug 的处理技术，来对所有将要被发送数据信号位的载波进行合并处理，把众多的单个信号合并成一个独立的传输信号进行发送。另外 OFDM 之所以备受关注，其中一条重要的原因是它可以利用离散傅立叶反变换/离散傅立叶变换（IDFT/DFT）代替多载波调制和解调。

OFDM 增强了抗频率选择性衰落和抗窄带干扰的能力。在单载波系统中，单个衰落或者干扰可能导致整个链路不可用，但在多载波的 OFDM 系统中，只会有一小部分载波受影响。此外，纠错码的使用还可以帮助其恢复一些载波上的信息。通过合理地挑选子载波位置，可以使 OFDM 的频谱波形保持平坦，同时保证了各载波之间的正交。

OFDM 尽管还是一种频分复用（FDM），但已完全不同于过去的 FDM。OFDM 的接收机实际上是通过 FFT 实现的一组解调器。它将不同载波搬移至零频，然后在一个码元周期内积

分，其他载波信号由于与所积分的信号正交，因此不会对信息的提取产生影响。OFDM 的数据传输速率也与子载波的数量有关。

OFDM 每个载波所使用的调制方法可以不同。各个载波能够根据信道状况的不同选择不同的调制方式，比如 BPSK、QPSK、8PSK、16QAM、64QAM 等等，以频谱利用率和误码率之间的最佳平衡为原则。我们通过选择满足一定误码率的最佳调制方式就可以获得最大频谱效率。无线多径信道的频率选择性衰落会使接收信号功率大幅下降，经常会达到 30dB 之多，信噪比也随之大幅下降。为了提高频谱利用率，应该使用与信噪比相匹配的调制方式。可靠性是通信系统正常运行的基本考核指标，所以很多通信系统都倾向于选择 BPSK 或 QPSK 调制，以确保在信道最坏条件下的信噪比要求，但是这两种调制方式的频谱效率很低。OFDM 技术使用了自适应调制，根据信道条件的好坏来选择不同的调制方式。比如在终端靠近基站时，信道条件一般会比较差，调制方式就可以由 BPSK（频谱效率 1bit/s/Hz 转化成 16QAM—64QAM（频谱效率 4~6bit/s/Hz 整个系统的频谱利用率就会得到大幅度的提高。自适应调制能够扩大系统容量，但它要求信号必须包含一定的开销比特，以告知接收端发射信号所应采用的调制方式。终端还要定期更新调制信息，这也会增加更多的开销比特。

OFDM 还采用了功率控制和自适应调制相协调工作方式。信道好的时候，发射功率不变，可以增强调制方式（如 64QAM），或者在低调制方式（如 QPSK）时降低发射功率。功率控制与自适应调制要取得平衡。也就是说对于一个发射台，如果它有良好的信道，在发送功率保持不变的情况下，可使用较高的调制方案如 64QAM；如果功率减小，调制方案也就可以相应降低，使用 QPSK 方式等。

自适应调制要求系统必须对信道的性能有及时和精确的了解，如果在差的信道上使用较强的调制方式，那么就会产生很高的误码率，影响系统的可用性。OFDM 系统可以用导频信号或参考码字来测试信道的好坏。发送一个已知数据的码字，测出每条信道的信噪比，根据这个信噪比来确定最适合的调制方式。

什么是 OFDM

OFDM 的英文全称为 Orthogonal Frequency Division Multiplexing，其含义为正交频分复用技术。这种技术是 HPA 联盟（HomePlug Powerline Alliance）工业规范的基础，它采用一种不连续的多音调技术，将被称为载波的不同频率中的大量信号合并成单一的信号，从而完成信号传送。由于这种技术具有在杂波干扰下传送信号的能力，因此常常会被利用在容易受外界干扰或者抵抗外界干扰能力较差的传输介质中。

其实，OFDM 并不是如今发展起来的新技术，OFDM 技术的应用已有近 40 年的历史，主要用于军用的无线高频通信系统。但是，一个 OFDM 系统的结构非常复杂，从而限制了其进一步推广。直到上世纪 70 年代，人们采用离散傅立叶变换来实现多个载波的调制，简化了系统结构，使得 OFDM 技术更趋于实用化。80 年代，人们研究如何将 OFDM 技术应用于高速 MODEM。进入 90 年代以来，OFDM 技术的研究深入到无线调频信道上的宽带数据传输。目前 OFDM 技术已经被广泛应用于广播式的音频、视频领域和民用通信系统，主要的应用包括：非对称的数字用户环路（ADSL）、ETSI 标准的数字音频广播（DAB）、数字视频广播（DVB）、高清晰度电视（HDTV）、无线局域网（WLAN）等。

=====

QAM

QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

数字调制器作为 DVB 系统的前端设备,接收来自编码器、复用器、DVB 网关、视频服务器等设备的 TS 流,进行 RS 编码、卷积编码和 QAM 数字调制,输出的射频信号可以直接在有线电视网上传送,同时也可根据需要进行中频输出。它以其灵活的配置和优越的性能指标,广泛的应用于数字有线电视传输领域和数字 MMDS 系统。

QAM 调制技术

在 QAM (正交幅度调制)中,数据信号由相互正交的两个载波的幅度变化表示。模拟信号的相位调制和数字信号的 PSK (相移键控)可以被认为是幅度不变、仅有相位变化的特殊的正交幅度调制。因此,模拟信号频率调制和数字信号的 FSK (频移键控)也可以被认为是 QAM 的特例,因为它们本质上就是相位调制。这里主要讨论数字信号的 QAM,虽然模拟信号 QAM 也有很多应用,例如 NTSC 和 PAL 制式的电视系统就利用正交的载波传输不同的颜色分量。

有关 PSK 和 FSK 方面的知识在本系列丛书《网络工程师必读——网络工程基础》一书中已有详细介绍,参见即可。

QAM 是一种矢量调制,将输入比特先映射(一般采用格雷码)到一个复平面(星座)上,形成复数调制符号,然后将符号的 I、Q 分量(对应复平面的实部和虚部,也就是水平和垂直方向)采用幅度调制,分别对应调制在相互正交(时域正交)的两个载波($\cos \omega t$ 和 $\sin \omega t$)上。这样与幅度调制(AM)相比,其频谱利用率将提高 1 倍。QAM 是幅度、相位联合调制的技术,它同时利用了载波的幅度和相位来传递信息比特,因此在最小距离相同的条件下可实现更高的频带利用率,目前 QAM 最高已达到 1024-QAM (1024 个样点)。样点数目越多,其传输效率越高,例如具有 16 个样点的 16-QAM 信号,每个样点表示一种矢量状态,16-QAM 有 16 态,每 4 位二进制数规定了 16 态中的一态,16-QAM 中规定了 16 种载波和相位的组合,16-QAM 的每个符号和周期传送 4 比特。

QAM 调制器的原理是发送数据在比特/符号编码器(也就是串-并转换器)内被分成两路,各为原来两路信号的 1/2,然后分别与一对正交调制分量相乘,求和后输出。接收端完成相反过程,正交解调出两个相反码流,均衡器补偿由信道引起的失真,判决器识别复数信号并映射回原来的二进制信号。作为调制信号的输入二进制数据流经过串-并变换后变成四路并行数据流。这四路数据两两结合,分别进入两个电平转换器,转换成两路 4 电平数据。例如,00 转换成-3,01 转换成-1,10 转换成 1,11 转换成 3。这两路 4 电平数据 $g_1(t)$ 和 $g_2(t)$ 分别对载波 $\cos 2\pi f_c t$ 和 $\sin 2\pi f_c t$ 进行调制,然后相加,即可得到 16-QAM 信号。

类似于其他数字调制方式,QAM 发射的信号集可以用星座图方便地表示,星座图上每一个星座点对应发射信号集中的那一点。星座点经常采用水平和垂直方向等间距的正方网格配置,当然也有其他的配置方式。数字通信中数据常采用二进制数表示,这种情况下星座点的个数一般是 2 的幂。常见的 QAM 形式有 16-QAM、64-QAM、256-QAM 等。星座点数越多,每个符号能传输的信息量就越大。但是,如果在星座图的平均能量保持不变的情况下增加星座点,会使星座点之间的距离变小,进而导致误码率上升。因此高阶星座图的可靠性比低阶要差。

采用 QAM 调制技术,信道带宽至少要等于码元速率,为了定时恢复,还需要另外的带

宽，一般要增加 15% 左右。与其他调制技术相比，QAM 编码具有能充分利用带宽、抗噪声能力强等优点。但 QAM 调制技术用于 ADSL 的主要问题是适应不同电话线路之间较大的性能差异。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应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 ADSL 系统的复杂性来自于它的自适应均衡器。

当对数据传输速率的要求高过 8-PSK 能提供的上限时，一般采用 QAM 的调制方式。因为 QAM 的星座点比 PSK 的星座点更分散，星座点之间的距离因此更大，所以能提供更好的传输性能。但是 QAM 星座点的幅度不是完全相同的，所以它的解调器需要能同时正确检测相位和幅度，不像 PSK 解调只需要检测相位，这增加了 QAM 解调器的复杂性。

=====

交换机与路由器区别

交换机(Switch)是一种基于 MAC (网卡的硬件地址) 识别，能完成封装转发数据包功能的网络设备。交换机可以“学习” MAC 地址，并把其存放在内部地址表中，通过在数据帧的始发者和目标接收者之间建立临时的交换路径，使数据帧直接由源地址到达目的地址。现在的交换机分为：二层交换机，三层交换机或是更高层的交换机。三层交换机同样可以有路由的功能，而且比低端路由器的转发速率更快。它的主要特点是：一次路由，多次转发。

• 路由器(Router)亦称选径器，是在网络层实现互连的设备。它比网桥更加复杂，也具有更大的灵活性。路由器有更强的异种网互连能力，连接对象包括局域网和广域网。过去路由器多用于广域网，近年来，由于路由器性能有了很大提高，价格下降到与网桥接近，因此在局域网互连中也越来越多地使用路由器。路由器是一种连接多个网络或网段的网络设备，它能将不同网络或网段之间的数据信息进行“翻译”，以使它们能够相互“读”懂对方的数据，从而构成一个更大的网络。路由器有两大典型功能，即数据通道功能和控制功能。数据通道功能包括转发决定、背板转发以及输出链路调度等，一般由特定的硬件来完成；控制功能一般用软件来实现，包括与相邻路由器之间的信息交换、系统配置、系统管理等。

就路由器与交换机来说，主要区别体现在以下几个方面：

(1) 工作层次不同

最初的的交换机是工作在 OSI / RM 开放体系结构的数据链路层，也就是第二层，而路由器一开始就设计工作在 OSI 模型的网络层。由于交换机工作在 OSI 的第二层（数据链路层），所以它的工作原理比较简单，而路由器工作在 OSI 的第三层（网络层），可以得到更多的协议信息，路由器可以做出更加智能的转发决策。

(2) 数据转发所依据的对象不同

交换机是利用物理地址或者说 MAC 地址来确定转发数据的目的地址。而路由器则是利用不同网络的 ID 号（即 IP 地址）来确定数据转发的地址。IP 地址是在软件中实现的，描述的是设备所在的网络，有时这些第三层的地址也称为协议地址或者网络地址。MAC 地址

通常是硬件自带的，由网卡生产商来分配的，而且已经固化到了网卡中去，一般来说是不可更改的。而 IP 地址则通常由网络管理员或系统自动分配。

(3) 传统的交换机只能分割冲突域，不能分割广播域；而路由器可以分割广播域

由交换机连接的网段仍属于同一个广播域，广播数据包会在交换机连接的所有网段上传播，在某些情况下会导致通信拥挤和安全漏洞。连接到路由器上的网段会被分配成不同的广播域，广播数据不会穿过路由器。虽然第三层以上交换机具有 VLAN 功能，也可以分割广播域，但是各子广播域之间是不能通信交流的，它们之间的交流仍然需要路由器。

(4) 路由器提供了防火墙的服务

路由器仅仅转发特定地址的数据包，不传送不支持路由协议的数据包传送和未知目标网络数据包的传送，从而可以防止广播风暴。

交换机一般用于 LAN-WAN 的连接，交换机归于网桥，是数据链路层的设备，有些交换机也可实现第三层的交换。路由器用于 WAN-WAN 之间的连接，可以解决异性网络之间转发分组，作用于网络层。他们只是从一条线路上接受输入分组，然后向另一条线路转发。这两条线路可能分属于不同的网络，并采用不同协议。相比较而言，路由器的功能较交换机要强大，但速度相对也慢，价格昂贵，第三层交换机既有交换机线速转发报文能力，又有路由器良好的控制功能，因此得以广泛应用。

=====

ATM 与 IP

一、ATM 网

ATM 是异步转移模式的英文缩写。ITU 对 ATM 的定义是：ATM 是一种转移模式。在这种转移模式中，信息被组织成“信元”，来自某用户信息的各个信元不需要周期性地出现。从这个意义上来说，这种转移模式是异步的。这里，“转移模式”是指网络中所采用的复用、交换、传输技术，即信息从一地“转移”到另一地所用的传递方式。“异步”是指 ATM 统计复用的性质。所以，ATM 就是一种在网络中以信元为单位进行统计复用和交换、传输的技术。

信元实际上就是具有固定长度的分组，信元长度为 53 个字节，其中 5 个字节是信头，48 个字节是信息段，或称净荷。信头包含表示信元去向的逻辑地址、优先等级等控制信息。信息段装载来自不同用户、不同业务的信息。任何业务的信息都经过切割封装成统一格式信元。

ATM 采用异步时分复方式（即统计复用），将来自不同信息源的信元汇集到一起，在缓冲器内排队，队列中的信元根据到达的先后按优先等级逐个输出到传输线路上，形成首尾相接的信元流。具有同样标志的信元在传输线上并不对应着某个固定的时隙，也不是按周期出现的。

异步时分复用使 ATM 具有很大的灵活性，任何业务都按实际信息量来占用资源，使网络资源得到最大限度的利用。此外，不论业务源的性质有多么不同（如速率高低、突发性大小、质量和实时性要求如何），网络都按同样的模式来处理，真正做到完全的业务综合。

为了提高处理速度、保证质量、降低时延和信元丢失率，ATM 以面向连接的方式工作。通信开始时先建立虚电路，并将虚电路标志写入信头（即前面说的地址信息），网络根据虚电路标志将信元送往目的地。虚电路是可以拆除释放的。在 ATM 网络的节点上完成的只是虚电路的交换。为了简化网络的控制，ATM 将差错控制和流量控制交给终端去做，不需逐段链路的差错控制和流量控制。因此，ATM 兼顾了分组交换方式统计复用、灵活高效和电路交换方式传输时延小、实时性好的优点。

为了保证服务质量、更好地支持各种业务，ATM 在流量管理、拥塞控制、业务分类与结构、支持话音业务、交换式虚电路、反复用技术等方面开展了大量研究工作和取得了许多成果。

二、IP网

IP 网是基于 TCP/IP 协议（传输控制协议/互联网协议）的分组网。严格说它并非新技术。其概念早在 1973 年就由美国斯坦福大学提出，1980 年左右研制成功，1983 年全部取代 ARPA 网原来采用的网络控制协议 NCP，1986 年应用于美国国家科学基金会的 NSFnet。

TCP/IP 是互联网的基础协议，它规范了数据在网上打包、寻址、选路的标准方法。协议简单灵活，使网络资源得到充分利用，代表了网络无连接化和全球寻址的大趋势。TCP/IP 协议框架中的 IP 层对应于 OSI 参考模型中的网络层，完成路由选择和分组转发功能。TCP 对应于 OSI 参考模型中的传送层，完成端到端之间的数据收妥确认与差错纠正等。

IP 协议实质上是一种不需要预先建立连接，而直接依赖于 IP 分组报头信息决定分组转发路径的数据协议。从技术上讲，它具有以下几大特点：一是分布式结构；二是端到端原则，所有增值功能都在网络之外由终端完成；三是 IP 网可以建立在任何传输通道上，可以保证异种网络的互通（即 IP over Everything）；四是具有统一的寻址体系，网络可扩展性强。具体讲 IP 网是一个路由器加专线的存储转发型网络，路由器所承载的是以无连接模式传送的不定长分组。随着用户终端性能的提升和要求的增加，对路由器的要求越来越高，路由器的性能和吞吐量大大提高。近年来，IP 网为了实现 IP over everything 和 everything on IP 在分组网、保证服务质量、协议开发等方面开展了大量研究工作。IP over everything 和 everything on IP 的实质也就是让 IP 成为网络层的共同语言。

三、ATM 网与 IP 网的异同

ATM 网与 IP 网的相同点可以说只有一个，那就是均为分组交换技术。但它们的不同点有很多，其中最要害的不同点恐怕是面向连接和面向无连接。某种程度上，可以比作铁路和公路之分。铁路是面向连接的，例如北京到广州，只要铁路信号往沿路各站一送，道岔一合（类似交换的概念），火车就可以从北京直达广州，一路畅通，保证运输质量。而公路则不然，卡车从北京到广州一路要经过许多岔路口，在每个岔路口都要进行选路，遇见道路拥塞时还

要考虑如何绕道走,要是拥塞情况较多时就会影响运输,或者时间延误,或者货物受到影响,质量得不到保证。这就是无连接的情况。火车的车皮都是固定长度的,要排列好才能发(类似复用的概念),而卡车可长可短,在每个岔路口每辆卡车都按地址单独发出(类似选路转发的概念)。由于 ATM 和 IP 的差异,后来就引起了 ATM 和 IP 之争。

=====

什么是接力切换?

切换(handover)是指在移动通信的过程中,在保证通信不间断的前提下,把通信的信道从一个无线信道转换到另一个无线信道的这种功能。这是移动通信系统不可缺少的重要功能。

用户在通话过程中,从一个基站覆盖区移动到另一个基站覆盖区时,或由于受到外界的干扰或其他原因使通信质量下降时,使用中的话音信道就会自动发出一个请求转换信道的信号,通知移动通信业务交换中心,请求转换到另一个覆盖区基站的信道上去,或是转换到另一条接收质量较好的信道上,以保证正常的通信。

信道切换的方式可分为硬切换和软切换两种。

硬切换是在不同频率的基站或覆盖小区之间的切换。这种切换的过程是移动台(手机)先暂时断开通话,在与原基站联系的信道上,传送切换的信令,移动台自动向新的频率调谐,与新的基站接上联系,建立新的信道,从而完成切换的过程。简单来说就是“先断开、后切换”,切换的过程中约有 1/5 秒时间的短暂中断。这是硬切换的特点。在 FDMA 和 TDMA 系统中,所有的切换都是硬切换。当切换发生时,手机总是先释放原基站的信道,然后才能获得新基站分配的信道,是一个“释放-建立”的过程,切换过程发生在两个基站过度区域或扇区之间,两个基站或扇区是一种竞争的关系。如果在一定区域里两基站信号强度剧烈变化,手机就会在两个基站间来回切换,产生所谓的“乒乓效应”。这样一方面给交换系统增加了负担,另一方面也增加了掉话的可能性。

现在我们广泛使用的“全球通(GSM)”系统就是采用这种硬切换的方式。因为原基站和移动到的新基站的电波频率不同,移动台在与原基站的联系信道切断后,往往不能马上建立新基站的新信道,这时就出现一个短暂的通话中断时间。在“全球通”系统,这个时间大约是 200 毫秒。它对通话质量有点影响。

软切换是发生在同一频率的两个不同基站之间的切换。在码分多址(CDMA)移动通信系统中,采用的就是这种软切换方式。当一部手机处于切换状态下同时将会有两个甚至更多的基站对它进行监测,系统中的基站控制器将逐帧比较来自各个基站的有关这部手机的信号质量报告,并选用最好的一帧。可见 CDMA 的切换是一个“建立-比较-释放”的过程,我们称这种切换为软切换,以区别与 FDMA、TDMA 中的切换。软切换可以是同一基站控制器下的不同基站或不同基站控制器下不同基站之间发生的切换。所谓软切换,就是在移动台进入切换过程时,与原基站和新基站都有信道保持着联系,一直到移动台进入新基站覆盖区并测出与新基站之间的传输质量已经达到指标要求时,才把与原基站之间的联系信道切断。简单地说,软切换的特点是“先切换、后断开”。这种切换方式是在与新基站建立联系信道后,才断开与原基站的联系信道,因此在切换过程中没有中断的问题,对通信质量没有影响。

由于软切换是在频率相同的基站之间进行的,因此当移动台移动到多个基站覆盖区交界处时,移动台将同时和多个基站保持联系,起了业务信道分集的作用,加强了抗衰落的能力,因而不可能产生“掉话”。即使当移动台进入了切换区而一时不能得到新基站的链路,也进入了等待切换的队列,从而减少了系统的阻塞率。因此也可以说,软切换是实现了“无缝”的切换。

接力切换 (Baton Handover)

接力切换是 TD-SCDMA 系统的一项特色技术，也是核心技术之一。

接力切换的设计思想是：利用终端上行预同步技术，预先取得与目标小区的同步参数，并通过开环方式保持与目标小区的同步，一旦网络判决切换，终端可迅速由原小区切换到目标小区，在切换过程中，终端从源小区接收下行数据，向目标小区发送上行数据，即上下行通信链路先后转移到目标小区。提前获取切换后的上行信道发送时间、功率信息提高了切换成功率，缩短了切换时延。

接力切换 workflow

UE 收到切换命令前的场景：上下行均与源小区连接

UE 收到切换命令后执行接力切换的场景：利用开环预计同步和功率控制，首先只将上行链转移到目标小区，而下行链路仍与源小区通信

UE 执行接力切换完毕后的场景：经过

N 个 TTI 后，下行链路转移到目标小区，完成接力切换

硬切换，软切换，接力切换三种切换方式比较

越区切换在蜂窝移动通信系统中占有重要的地位。在早期的频分多址 (FDMA) 和时分多址 (TDMA) 移动通信系统中，采用的是“硬切换技术”，该技术使系统在切换过程中大约丢失 300ms 的信息，同时占用信道资源较多。美国高通公司开发的 CDMAIS -95。

无线通信系统使用了“软切换技术”，软切换过程不丢失信息、不中断通信，还可增加 CDMA 系统的容量。但是，软切换技术只解决了终端在使用相同载波频率的小区或扇区间切换的问题，对于不同载波的基站之间，FDDCDMA 系统仍然只能使用硬切换方式。而且，处于切换过程中的每一个终端要同时接收来自两个或三个基站的信息，并在反向链路中向这些基站发送相应信息，这占用了较多的通信设备和信道，造成系统资源的浪费。

而在 TD -SCDMA 系统中，采用了一种新的越区切换方法，即“接力切换”。TD -SCDMA 的独特之处是使用了智能天线获得用户终端的方位 (DOA)，采用同步 CDMA 技术获得用户终端与基站间的距离。若将这两个信息予以综合，基站就可以确定用户终端的具体位置，从而为接力切换奠定了基础。接力切换不丢失信息、不中断通信，节约了信道资源。

正是由于 TD -SCDMA 系统采用了智能天线以及使用两个基站对终端进行定位，具有对终端精确定位的功能，所以能够实现更有效的越区切换，即所谓的“接力切换”。在接力切换的过程中，同频小区之间的两个小区的基站都将接收同一个终端的信号，并对其定位，将确定可能切换区域的定位结果向基站控制器报告，完成向目标基站的切换，克服了“软切换”浪费信道资源的缺点。接力切换不仅具有上述的“软切换”功能，而且可以使用在不同载波频率的 TD -SCDMA 基站之间，甚至能够在 TD -SCDMA 系统与其它移动通信系统(如 GSM 、 CDMAIS -95 等)的基站之间，实现不丢失信息、不中断通信的理想越区切换。在一般情况下，“接力切换”与“软切换”相比较，能够使系统容量增加一倍以上。

=====

电信网 (telecommunication network) 是构成多个用户相互通信的多个电信系统互连的通信体系，是人类实现远距离通信的重要基础设施，利用电缆、无线、光纤或者其它电磁系统，传送、发射和接收标识、文字、图像、声音或其它信号。电信网由终端设备、传输链路和交换设备三要素构成，运行时还应辅之以信令系统、通信协议以及相应的运行支撑系统。现在世界各国的通信体系正向数字化的电信网发展，将逐渐代替模拟通信的传输和交换，并且向智能化、综合化的方向发展，但是由于电信网具有全程全网互通的性质，已有的电信网不能同

时更新，因此，电信网的发展是一个逐步的过程。

电信网按不同的分类体系可以划分如下：

按电信业务的种类分为：电话网、电报网、用户电报网、数据通信网，传真通信网、图像通信网、有线电视网等。

按服务区域范围分为：本地电信网、农村电信网、长途电信网、移动通信网、国际电信网等。
按传输媒介种类分为：架空明线网、电缆通信网、光缆通信网、卫星通信网、用户光纤网、低轨道卫星移动通信网等。

按交换方式分为：电路交换网、报文交换网、分组交换网、宽带交换网等。按结构形式分为：网状网、星形网、环形网、栅格网、总线网等。

按信息信号形式分为：模拟通信网、数字通信网、数字模拟混合网等。

按信息传递方式分为：同步转移模式 (STM) 的综合业务数字网 (ISDN) 和异地转移模式 (ATM) 的宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 等。

什么是智能网？

智能网 (Intelligentized Network) 的思想起源于美国。20 世纪 80 年代初，AT&T 公司就采用集中数据库方式提供 800 号 (被叫付费) 业务和电话记帐卡业务，这是智能网的雏形。后来国际电联 ITU-T (International Telecommunications Union) 在 1992 年正式命名了智能网一词。智能网是在现有交换与传输的基础网络结构上，为快速、方便、经济地提供电信新业务 (或称增值业务) 而设置的一种附加网络结构。智能网提供新业务的突出优点是可以做到快速、经济和方便。由于智能网技术有标准模型约束，系统的实现可以独立于将要生成的新业务，且有标准通信协议支持产品的互联，从而为快速提供新业务创造了基础条件。

智能网是以计算机和数据库为核心的，从理论上说，智能网能提供的新业务是无限的。但是开办新业务要考虑实际需要和经济效益等因素。现在世界上已经提供的智能新业务有几十种。但各地提供的种类不同，例如我国目前分国际、全国、省内三大类，所提供的业务也不尽相同。

在世界上已经提供的常用的智能新业务如下：

被叫集中付费业务：美国人把这种电话叫做“免费电话”，实际上只是打电话的人不付费，而由被叫用户付费。使用这种业务时，用户需先拨“800”，因此也叫“800 业务”。

大众服务业务：用户拨通特定号码字头的电话号码，就能获得某种信息或可以进行咨询的服务。在美国，使用这种业务时用户先拨“900”，所以又叫“900 号业务”。

可选记帐业务：简称“ABS 业务”。它可以提供多种记费方式，如主叫付费、被叫付费、主叫被叫分摊付费、第三方付费或信用卡付费等多种形式的记帐方式。

专用虚拟网业务：用户可以按照自己的意愿，灵活地组建非永久性的专用网，称为“虚拟网”。

广域集中小交换机业务 (WAC 业务): 用户可以享受市内专用小交换机的一切功能, 而不用设置专用小交换机。

通用号码业务: 给有多个分号的企业分配一个通用的电话号码来受理业务。

智能网的主要组成部分有: 业务交换点 (SSP), 用来识别用户对智能网的呼叫; 业务控制点 (SCP), 完成对业务的控制, 通常由大、中型计算机和大型数据库组成; 业务管理系统 (SMS), 是智能网中的操作、维护、管理及监视系统。

总之, 整个电信网络正逐步向着智能化、宽带化、个人化的方向发展。随着智能网的发展, 可以实现智能网的网间互通, 智能网与互联网 Internet 的结合, 智能网与宽带综合业务数字网 B-ISDN 的结合, 明天的智能网将更加智能化。

什么是“一线通”?

ISDN (Intergrated Service Digital Network) 的中文名称是综合业务数字网, 中国电信将“窄带综合业务数字网” (N-ISDN) 俗称为“一线通”。“一线通”采用数字传输和数字交换技术, 将电话、传真、数据、图像等多种业务综合在一个统一的数字网络进行传输和处理, 向用户提供基本速率 (2B D, 144kbit/s) 和一次群速率 (30B D, 2Mkbit/s) 两种接口。基本速率接口包括两个能独立工作的 B 信道 (64Kkbit/s) 和一个 D 信道 (16Kkbit/s) 其中 B 信道一般用来传输语音、数据和图像, D 信道用来传输信令或分组信息。“一线通”是以电话综合数字网为基础发展而成的通信网, 能提供端到端的数字连接, 可承载语音和非语音业务, 用户能够通过多用途用户网络接口接入网络。“一线通”不仅能提供电路交换业务, 还能提供分组交换和非交换的专用线业务, 客户可根据需要灵活选用, 并且能与现有电话网、分组网实现互通。

“一线通”能够向用户提供三大类业务: ①、承载业务 (与用户终端类型无关, 如电路交换的承载业务和分组交换的承载业务等) ②、用户终端业务 (如数字电话、四类传真、数据通信、视频通信等) ③、丰富的补充业务 (如主/被叫用户号码识别显示/限制、呼叫等待、呼叫转移、多用户号码、子地址、三方通信等)。

ISDN 有以下一些特点:

①通信业务的综合化: 利用一条用户线, 在上网的同时, 可打电话或收发传真, 如同拥有二条电话线一样, 通过配置适当的终端设备, 也可以实现会议电视功能。

②实现高可靠性、高质量的通信: 使用“一线通”, 由于终端之间的信息完全数字化, 噪音、串音及信号衰落失真非常小, 数据传输的比特误码特性比电话线路至少改善了 10 倍, 因此通信质量很高。

③通过“一线通”可以以 64kb/s 或 128kb/s 的速率使用 Internet 网。

④“一线通”还可以提供丰富的附加功能: 主叫号码显示, 呼叫等待, 呼叫保持, 呼叫转移, 多用户号码, 子地址, 终端可以移动性等。

⑤价格适宜: 由于使用单一的网络来提供多种业务, ISDN 大大地提高了网络资源的利用率, 以

低廉的费用向用户提供业务, ISDN 大大地提高了网络资源的利用率,以低廉的费用向用户提供业务,用户不必购买和安装不同的设备和线路接入不同的网络,只需要一个接口就能够得到各种业务,大大节省了投资。

⑥使用灵活方便:只需一个入网接口,使用一个统一的号码,就能从网络得到所需要使用的各种业务,用户在这个接口上可以连接多个不同种类的终端,而且有多个终端可以同时通信。统一的接入使通信设备像家用电器一样可以方便地在不同的地点之间搬动。

⑦运用前景广阔:可用于贸易型企业(公司)、金融保险机构、股票证券交易所、医院和学校,特别是个人电脑用户。在语音通信方面, ISDN 比传统模拟电话网提供更多的业务。由于 ISDN 提供综合业务能力,能应用于更多的领域。个人用户在使用 ISDN 上网时,比 MODEM 具有更多的优势,如降低费用以及提供真正的 128K 速率连接。

什么是 xDSL?

xDSL 是 Digital Subscriber Line (DSL) 的缩写, 意即数字用户线路, 是以铜电话线为传输介质的点对点传输技术。xDSL 中, “x” 代表着不同种类的数字用户线路技术。DSL 技术在传统的电话网络 (POTS) 的用户环路上支持对称和非对称传输模式, 解决了经常发生在网络服务供应商和最终用户间的“最后一公里”的传输瓶颈问题。由于电话用户环路已经被大量铺设, 如何充分利用现有的铜缆资源, 通过铜质双绞线实现高速接入就成为业界的重点, 因此 DSL 技术很快就得到重视, 并在一些国家和地区得到大量应用。

各种数字用户线路技术的不同之处, 主要表现在信号的传输速率和距离。xDSL 技术主要分为对称和非对称两大类。对称 DSL 技术主要用于替代传统的 T1/E1 接入技术。与传统的 T1/E1 接入相比, DSL 技术具有对线路质量要求低、安装调试简单等特点, 广泛地应用于通信、校园网互连等领域, 通过复用技术, 可以同时传送多路语音、视频和数据。非对称 DSL 技术非常适用于对双向带宽要求不一样的应用, 如 Web 浏览、多媒体点播、信息发布等, 因此适用于 Internet 接入、VOD 系统等。

对称 DSL 技术主要有:

HDSL (High-bit-rate DSL) SDSL (Single-line DSL) IDSL (ISDN 数字用户线) 等。

其中, HDSL 是 xDSL 技术中最成熟的一种, 已经得到了较为广泛的应用。这种技术可以通过现有的铜双绞线以全双工 T1 或 E1 方式传输(一个将要出现的称之为 HDSL2 的版本将可以使用单根双绞线完成同样的任务)。其特点是: 利用两对双绞线传输, 支持 $N \times 64\text{kbps}$ 各种速率, 最高可达 E1 速率。HDSL 是 T1/E1 的一种替代技术, 主要用于数字交换机的连接、高带宽视频会议、远程教学、蜂窝电话基站连接、专用网络建立等。具有价格便宜、容易安装等特点。

SDSL (Single-line DSL) 是 HDSL 的单线版本, 它可以提供双向高速可变比特率连接, 速率范围从 160kbps 到 2.084Mbps。其特点是: 利用单对双绞线; 支持多种速率到 T1/E1; 用户可根据数据流量, 选择最经济合适的速率, 最高可达 E1 速率, 比用 HDSL 节省一对铜线; 在 0.4mm 双绞线上的最大传输距离为 3 公里以上等。

ISDN (ISDN 数字用户线)通过在用户端使用 ISDN 终端适配器和在双绞线的另一端使用与 ISDN 兼容的接口卡, 这种技术可以提供 128Kbps 的服务。

非对称 DSL 技术主要有 ADSL (Asymmetric DSL, 非对称 DSL)、RADSL (Rate Adaptive DSL, 速率自适应 DSL)、VDSL (Very High Data Rate DSL, 甚高速数字用户线)等几种:

ADSL :ADSL 为网络提供速率从 32Kbps 到 8.192Mbps 的上行流量和从 32kbps 到 1.088Mbps 的下行流量, 同时在同一根线上可以仿真提供语音电话服务。其特点是: 利用一对双绞线传输; 上/下行速率从 1.5Mbps/64Kbps 到 6Mbps/640Kbps 支持同时传输数据和语音。

RADSL : 这种技术允许服务提供者调整 xDSL 连接的带宽以适应实际需要并且解决线长和质量问题。其特点是: 利用一对双绞线传输; 支持同步和非同步传输方式; 速率自适应, 下行速率从 640kbps 到 12Mbps, 上行速率从 128kbps 到 1Mbps 支持同时传输数据和语音。

VDSL : 在用户回路长度小于 1054 米 (5000 英尺)的情况下, 可以提供的速率高达 13Mbps 甚至还可能更高, 这种技术可作为光纤到路边网络结构的一部分。此技术可在较短的距离上提供极高的传输速率, 但应用还不是很多。

什么是 ADSL?

在各种数字用户线中, 非对称数字用户线 (ADSL) 技术具有上行、下行速率不对称的特点, 适用于多种宽带业务。这类业务的特点是下行需要传送电视图像, 要求有很高的传输速率; 上行主要是传送控制信令和低速的信号等, 可以用较窄的频带。ADSL 对于因特网接入也比较适用。由于它是利用现有铜线用户线资源, 因而投资少、见效快, 特别适用于中、小企业用户。

ADSL 的技术特点如下:

- (1)高速传输。提供上、下行不对称的传输带宽, 下行速度最高达到 8Mbps, 上行速度最高达到 1Mbps。
- (2)上网、打电话互不干扰。ADSL 数据信号和电话音频信号以频分复用原理调制于各自频段, 互不干扰。在上网的同时可以拨打或接听电话, 避免了拨号上网时不能使用电话的烦恼。
- (3)独享带宽、安全可靠。ADSL 利用深入千家万户的电话网络, 先天形成星型结构的网络拓扑构造, 骨干网络采用中国电信遍布全国的光纤传输, 各结点采用 ATM 宽带交换机处理交换信息, 信息传递快速可靠安全。
- (4)安装快捷方便。在现有电话线上安装 ADSL, 只需在用户侧安装一台 ADSL modem。最重要的是, 你无须为宽带上网而重新布设或变动线路。
- (5)价格实惠。ADSL 业务上网资费构成为: 基本月租费 信息费, 无需支付上网通信费 (即电话费)。

ADSL 是比较理想的铜线宽带接入技术。采用这种非对称数字线设备不仅能在充分利用现有电话用户线的基础上缓解电话网络的拥塞问题, 同时还能将因特网等数据业务从公众交换电话网转移到数据通信网去, 从而减轻电话交换机的压力, 减少造成电话网拥塞的可能。据来自美国电信市场的调查报告, 非对称数字用户线设备 (ADSL) 1998 年比 1997 年增长了 153%, 远远超过了综合业务数字网 (ISDN) 18% 的年增长率。

什么是分组交换?

分组交换也称为包交换。分组交换方式不是以电路连接为目的,而是以信息分发为目的。分组交换机将用户要传送的数据按一定长度分割成若干个数据段,这些数据段叫做“分组”(或称包)。传输过程中,需在每个分组前加上控制信息和地址标识(即分组头),然后在网络中以“存储——转发”的方式进行传送。到了目的地,交换机将分组头去掉,将分割的数据段按顺序装好,还原成发端的文件交给收端用户,这一过程称为分组交换。进行分组交换的通信网称为分组交换网。这一过程类似于我们平常的邮寄信件,人们把写好的信用信封包装起来,然后在信封上写上接收人的地址和姓名,就相当于分组头中的路由控制信息;信封好后投入邮筒,由邮局进行分拣,发往不同的地点,最后送到接收人的手中;接收人打开信件阅读,如同分组中的拆包。这整个过程如同分组交换过程,只不过分组交换为了把信息准确地、可靠地、高速地传到对方,技术上要复杂得多。此外,还要加上地址域和控制域,用以表示这段信息的类型和送往何方,再加上错误校验位以检验传送过程中发生的错误。分组交换的任务是,从各个入端读入数据分组,根据它们上面的地址域和控制域,来把它们分发到各个出端上。

形象地说,电路是一种“粗放”和“宏观”的交换方式,只管电路而不管电路上传送的信息。相形之下,分组交换比较“精微”和“细致”,它对传送的信息进行管理。

分组交换的特点有:①分组交换方式具有很强的差错控制功能,信息传输质量高。②网络可靠性强。在分组交换网中,“分组”在网络中传送时的路由选择是采用动态路由算法,即每个分组可以自由选择传送途径,由交换机计算出一个最佳路径。因此,当网内某一交换机或中继线发生故障时,分组能自动避开故障地点,选择另一条迂回路由传输,不会造成通信中断。③分组交换网对传送的数据能够进行存储转发,使不同速率、不同类型终端之间可以相互通信。④由于以分组为单位在网络中进行存储转发,比以报文为单位进行存储转发的报文交换时延要小得多,因此能满足会话型通信对实时性的要求。⑤在分组交换中,由于采用了“虚电路”技术,使得在一条物理线路上可同时提供多条信息通路,即实现了线路的统计时分复用,线路利用率高。⑥分组交换的传输费用与距离无关,不论用户是在同城使用,还是跨省使用,均按同一个单价来计算。因此,分组网为用户提供了经济实惠的信息传输手段。

什么是 ATM?

ATM (Asynchronous Transfer Mode) 是异步传输模式,是国际电信联盟 ITU-T 制定的标准。实际上在 20 世纪 80 年代中期,人们就已经开始进行快速分组交换的实验,建立了多种命名不相同的模型,欧洲重在图像通信,把相应的技术称为异步时分复用(ATD);美国重在高速数据通信,把相应的技术称为快速分组交换(FPS);国际电联经过协调研究,于 1988 年正式命名为 Asynchronous Transfer Mode (ATM) 技术,推荐其为宽带综合业务数据网 B-ISDN 的信息传输模式。

ATM 是一种传输模式,在这一模式中,信息被组织成信元,因包含来自某用户信息的各个信元不需要周期性出现,这种传输模式是异步的。

ATM 信元是固定长度的分组,共有 53 个字节,分为 2 个部分。前面 5 个字节为信头,主要完成寻址的功能。后面的 48 个字节为信息段,用来装载来自不同用户、不同业务的信息。话音、数据、图像等所有的数字信息都要经过切割,封装成统一格式的信元在网中传递,并在接收端恢复成所需格式。由于 ATM 技术简化了交换过程,去除了不必要的数据校验,采用易于处理的固定信元格式,所以 ATM 交换速率大大高于传统的数据网,如 x.25、DDN、

帧中继等。另外，对于如此高速的数据网，ATM 网络采用了一些有效的业务流量监控机制，对网上用户数据进行实时监控，把网络拥塞发生的可能性降到最小。对不同业务赋予不同的“特权”，如语音的实时性特权最高，一般数据文件传输的正确性特权最高，网络对不同业务分配不同的网络资源，这样不同的业务在网络中才能做到“和平共处”。

ATM 网的特点：灵活性、高速、多业务、可靠性以及安全性。ATM 在商业领域的应用有两大类，即多媒体和高速数据。多媒体应用主要包括有会议电视、职业教育和技术培训、电子信箱、桌面合作工作组、居家办公、远程医疗、远程勘探等；高速数据应用主要涉及局域网 (LAN) 互连和数据网合成。

什么是 IP?

IP 是当前热门技术。IP 是英文 Internet Protocol 的缩写，意思是“网络之间互连协议”，也就是为计算机网络相互连接进行通信而设计的协议。在因特网中，它是能使连接到网上的所有计算机网络实现相互通信的一套规则，规定了计算机在因特网上进行通信是应当遵守的规则。任何厂家生产的计算机系统，只要遵守 IP 协议就可以与因特网互联互通。正是因为有了 IP 协议，因特网才得以迅速发展成为世界上最大的、开放的计算机通信网络。因此，IP 协议也可以叫做“因特网协议”。

IP 是怎样实现网络互联的?研究 IP 技术，离不开具体的网络环境。INTERNET 是一种最典型的 IP 网络，它也是 IP 技术的一种最成功的应用。经过几十年的发展，INTERNET 规模增长之快已经大大超过了人们的预想。它已经由最初位于美国的 4 个节点扩展到今天分布在 175 个国家、连接数百万台主机的计算机网络。

基于 INTERNET 的新应用也不断涌现，如 IP 电话、IP 传真、视频会议、电子商务等。这些客观事实引起了人们，特别是众多的电信专家和从业人员极大的兴趣。从目前的情况来看，IP 技术也是综合业务的最好方案。因此，有人预言，一场融合了通信与计算机技术的信息革命正在悄然兴起，当今的 INTERNET 就是这场革命的先兆。

什么是 INTERNET? 有人说，INTERNET 是“网络的网络”。它采用 TCP/IP 协议簇，使世界各地成千上万个用户进行通信和资源共享。总的说来，INTERNET 具有以下特点：由众多的计算机网络互联组成；是一个世界性的网络；主要采用 TCP/IP 协议；采用分组交换技术；由众多的路由器连接而成；是一个信息资源网。

中国于 1994 年正式接入 INTERNET 。我国互联网事业发展十分迅速，先后建成了中国科学技术网 (CSTNET) 、中国公用计算机互联网 (CHINANET) 、中国教育和科研计算机网 (CETNET) 、中国金桥信息网 (CHINAGBN) 、中国联能互联网 (UNINET) 等几个主要的互联网络。

对用户来讲，互联网就是一个统一的网络。这就是 TCP/IP 的基本思路，也是它的灵活性和通用性实质所在。IP 层协议在 TCP/IP 确立的网络层次结构中起着核心作用：其一，采用无连接方式传递数据报，这样上层应用不用关心低层数据传输的细节，可以提高数据传输的效率；其二，通过 IP 数据报和 IP 地址将各种物理网络技术统一起来，达到屏蔽低层技术细节，向上提供一致性的目的。这样可以使物理网络的多样性对上层透明。因此，INTERNET 可以充分利用各种通信媒介，从而将全球范围内的计算机网络通过统一的 IP 协议连在一起。

IP 协议中还有一个非常重要的内容，那就是给因特网上的每台计算机和其它设备都规定了一个惟一的地址，叫做“IP 地址”。从概念上来说，地址是系统中某个对象的标识符。在物理网络中，各站点都有一个机器可以识别的地址，该地址称为物理地址 (也叫硬件地址或 MAC 地址)。在互联网中，统一通过上层软件。(IP 层) 提供一种通用的地址格式，在统一管理下进行分配，确保一个地址对应一台主机。这样，全网的物理地址差异就被 IP 层屏蔽，

通称 IP 层所用的地址为互联网地址，或 IP 地址。它包含在 IP 数据报的头部。

什么是 IP 电话？

IP 电话是按国际互联网协议规定的网络技术内容开通的电话业务，中文翻译为网络电话或互联网电话，简单来说就是通过 Internet 网进行实时的语音传输服务。它是利用国际互联网 Internet 为语音传输的媒介，从而实现语音通信的一种全新的通信技术。由于其通信费用的低廉（每分钟互联网通信费用人民币 6 分 6 厘，而普通电话的国际通信费，每分钟需十几元人民币），所以也有人称之为廉价电话。网络电话、互联网电话、经济电话或者廉价电话，这些都是人们对 IP 电话的不同称谓，其实质基本都是一个意思，现在用得最广泛、也是比较科学的叫法即“IP 电话”。其原理是将普通电话的模拟信号进行压缩打包处理，通过 Internet 传输，到达对方后再进行解压，还原成模拟信号，对方用普通电话机等设备就可以接听。最初的 IP 电话是个人计算机与个人计算机之间的通话。通话双方拥有电脑，并且可以上互联网，利用双方的电脑与调制解调器，再安装好声卡及相关软件，加上送话器和扬声器，双方约定时间同时上网，然后进行通话。在这一阶段，只能完成双方都知道对方网络地址及必须约定时间同时上网的点对点的通话，在普通的商务领域中就显得相当麻烦，因而，不能商用化或进入公众通信领域。

目前，国际上许多大的电信公司又推出了普通电话与普通电话之间的通话，普通电话客户通过本地电话拨号上本地的互联网电话的网关 (Gateway)，输入帐号、密码，确认后键入被叫号码，这样本地与远端的网络电话通过网关透过 Internet 网络进行连接，远端的 Internet 网关通过当地的电话网呼叫被叫用户，从而完成普通电话客户之间的电话通信。作为网络电话的网关，一定要有专线与 Internet 网络相连，即是 Internet 网上的一台主机，目前双方的网关必须用相同一家公司的产品。

这种通过 Internet 网从普通电话——普通电话的通话方式就是人们通常讲的 IP 电话，也是目前发展得最快而且最有商用化前途的电话。

用电力线能够上网、打电话吗？

“电力线上网”，即 PLC 技术，英文为 Power Line Communication 主要是指利用电力线传输数据和语音信号的一种通信方式。通过电力线通讯已经有几十年的发展历史，最早出现于 20 世纪 20 年代初期。在我国，20 世纪 40 年代已有日本生产的载波机在东北运行，做为长距离调度的通信手段。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、与电网建设同步等得天独厚的优点。近年来，随着 Internet 技术的飞速发展，利用 220V 低压电力线传输高速数据的价值越来越为人们所重视，因为它具有不用布线、覆盖范围广、连接方便的显著特点，被认为是提供“最后一公里”解决方案最具竞争力的技术之一。

电力线上网用户只需要添加一个特制的调制解调器，这个调制解调器的数据线顶端是一个与常规电源插头规格相同的插头。用户只要将电脑的网卡与调制解调器接通，再将调制解调器插上电源，电脑即可上网，而且这种方法传送信息的速度比 ISDN 要快 30 多倍。

这项技术的特点除了数据通量大外，再有就是便捷。从理论上讲，只要有公共电网的地方就可以上网，具体到家庭来说，使用者在任何一个房间里，哪怕是在厨房和卫生间里都可以上网，而不必从有电话线的接口的房间拉线。

城市配电网络可以改造为宽带入户，通过现有的配电网络来打电话很自然地成为下一个目标市场，具体的方案是通过“猫”上的电话或者多媒体电脑上的话筒来打 IP 电话，市话、国内长途话费都很低廉。除了上网、打电话，“电力线上网”还可以帮助人们完成远程自动读出水、电、气表数据，使公用事业公司节省大量费用，也方便了用户。同时，利用“电力线上网”永久在线连接构建的防火、防盗、防有毒气体泄漏等保安监控系统，让上班族高枕无忧。构

建的医疗急救系统，让家有老人、孩子和病人的家庭倍感放心。

利用四通八达、遍布城乡、直达用户的 220V 低压电力线传输高速数据的 PLC 技术，以其不用布线、覆盖范围广、连接方便的显著特点，被认为是提供“最后一公里”解决方案最具竞争力的技术之一。目前高速 PLC 已可传输高达 1M bps 以上的数据，预计不久的将来速率将达到 10M bps 以上，而且能同时传输数据、语音、视频和电力，有可能带来“四网合一”的新趋势。

高速 PLC 技术具有很多的优点：首先，PLC 充分利用现有的低压配电网络基础设施，无需任何布线，是一种“NoNewWires”技术，节约了资源；其次，PLC 可以为用户提供高速因特网访问服务、话音服务，从而为用户上网和打电话增加了新的选择，有利于其他电信服务商改善服务、降低价格；另外，PLC 对家庭联网也提供支持，使人们可以尽享由 PLC 技术带来的家庭音、视频网络，多人对抗游戏等娱乐。同时，PLC 技术是家居自动化的生力军，通过遍布各个房间的墙上插座将智能家电联网，提前享用数字化家庭的舒适和便利。利用 PLC 技术进行远程自动读出水、电、气表数据，可以用一张收费单解决用户生活的所有收费项目，节省大量人力、物力，也极大地方便了用户。

当然，这一技术在国内实现突破还面临着一定的问题，因为我国的低压电网比较复杂，每一个家庭的用电量差异比较大，用电负荷也不断变化。但我国的电网建设虽与欧美等国相比有一定差距，线路总体质量还是比较高，近年来的线路改造又大大提高了线路质量。假如技术再进一步成熟，通过电线上网将不再是一个遥不可及的梦。据了解，我国目前电话用户不到 4 亿，但用电用户已超过 10 亿。假如以电线来构架互联网络将比现在铺设光纤的方式节省大量的人力和物力。

目前 PLC 技术已经形成两种发展模式：其一为以美国为代表的家庭联网模式，这种模式的 PLC 只提供家庭内部联网，即是指通过家庭的内部的普通电力线，进行组网连接家庭内部局域网，户外访问使用其它传统的通信方式，支持该模式的国际组织为 Home-Plug，是一个为高速家用电力线通信网络产品和服务提供开放规范而成立的论坛。

什么是移动通信？

移动通信是移动体之间的通信，或移动体与固定体之间的通信。移动体可以是人，也可以是汽车、火车、轮船、收音机等在移动状态中的物体。移动通信系统由两部分组成：

(1) 空间系统；

(2) 地面系统：①卫星移动无线电台和天线；②关口站、基站。

移动通信系统从 20 世纪 80 年代诞生以来，到 2020 年将大体经过 5 代的发展历程，而且到 2010 年，将从第 3 代过渡到第 4 代(4G)。到 4G，除蜂窝电话系统外，宽带无线接入系统、毫米波 LAN、智能传输系统(ITS)和同温层平台(HAPS)系统将投入使用。未来几代移动通信系统最明显的趋势是要求高数据速率、高机动性和无缝隙漫游。实现这些要求在技术上将面临更大的挑战。此外，系统性能(如蜂窝规模和传输速率)在很大程度上将取决于频率的高低。考虑到这些技术问题，有的系统将侧重提供高数据速率，有的系统将侧重增强机动性或扩大覆盖范围。

从用户角度看，可以使用的接入技术包括：蜂窝移动无线系统，如 3G；无绳系统，如 DECT；近距离通信系统，如蓝牙和 DECT 数据系统；无线局域网(WLAN)系统；固定无线接入或无线本地环系统；卫星系统；广播系统，如 DAB 和 DVB-T；ADSL 和 Cable Modem。

移动通信的种类繁多。按使用要求和工作场合不同可以分为：

(1)集群移动通信，也称大区制移动通信。它的特点是只有一个基站，天线高度为几十米至百余米，覆盖半径为 30 公里，发射机功率可高达 200 瓦。用户数约为几十至几百，可以是

车载台，也可手持台。它们可以与基站通信，也可通过基站与其它移动台及市话用户通信，基站与市站有线网连接。

(2)蜂窝移动通信，也称小区制移动通信。它的特点是把整个大范围的服务区划分成许多小区，每个小区设置一个基站，负责本小区各个移动台的联络与控制，各个基站通过移动交换中心相互联系，并与市话局连接。利用超短波电波传播距离有限的特点，离开一定距离的小区可以重复使用频率，使频率资源可以充分利用。每个小区的用户在 1000 以上，全部覆盖区最终的容量可达 100 万用户。

(3)卫星移动通信。利用卫星转发信号也可实现移动通信，对于车载移动通信可采用赤道固定卫星，而对手持终端，采用中低轨道的多颗星座卫星较为有利。

(4)无绳电话。对于室内外慢速移动的手持终端的通信，则采用小功率、通信距离近的、轻便的无绳电话机。它们可以经过通信点与市话用户进行单向或双方向的通信。

使用模拟识别信号的移动通信，称为模拟移动通信。为了解决容量增加，提高通信质量和增加服务功能，目前大都使用数字识别信号，即数字移动通信。在制式上则有时分多址 (TDMA) 和码分多址 (CDMA) 两种。前者在全世界有欧洲的 GSM 系统 (全球移动通信系统)、北美的双模制式标准 IS-54 和日本的 JDC 标准。对于码分多址，则有美国 Qualcomm 公司研制的 IS-95 标准的系统。总的趋势是数字移动通信将取代模拟移动通信。而移动通信将向个人通信发展。进入 21 世纪则成为全球信息高速公路的重要组成部分。移动通信将有更为辉煌的未来。

什么是集群移动通信？

集群移动通信是 20 世纪 70 年代发展起来的一种较经济、较灵活的移动通信系统，它是传统的专用无线电调度网的高级发展阶段。传统的专用无线电调度系统，整体规划性差，型号、制式混杂，网小台多，覆盖面窄，加以噪音干扰严重，频率资源浪费。因此，一种新的无线电调度技术——集群移动通信便应运而生。国内外通信界普遍认为，20 世纪 80-90 年代是集群移动通信在专用无线电通信中占据比重较大的 10 年，是与蜂窝移动通信齐头并进的一种先进通信系统。美、英、法、德、日、北欧四国、加拿大及澳大利亚等国家都广泛开发和使用了这一系统。以后曾一度衰落。近年来，集群移动通信系统再次兴起。

所谓集群 (Trunking) 即使用多个无线信道为众多的用户服务，就是将有线电话中继线的工作方式运用到无线电通信系统中，把有限的信道动态地、自动地、迅速地和最佳地分配给整个系统的所有用户，以便在最大程度上利用整个系统的信道的频率资源。它运用交换技术和计算机技术，为系统的全部用户提供了很强的分组能力。可以说，集群移动通信系统是一种特殊的用户程控交换机。

我国最早引进集群移动通信系统的城市是上海。集群移动通信很适合于各个专业部门，如部队、公安、消防、交通、防汛、电力、铁道、金融等部门作分组调度使用。后来，北京、天津、广东、沈阳等地相继开发了集群移动通信业务。随着地方经济的发展，一些省会、直辖市和有条件的城市也都逐步建立起 800MHz 无线集群移动通信系统，并逐步放开 800MHz 集群移动通信业务，一些地方和非邮电部门已纷纷开发此项业务。

据不完全统计，我国 450MHz 与 800MHz 频段的集群移动通信投入使用的有 198 个系统，绝大部分均为非邮电单位拥有。“九五”期间，各部门计划建立的集群网，仅所需手持台，即将达到 20 万台。例如：河南省防汛部门等三家投资 5-6 亿元，在全省建立无线寻呼网和集群通信网。我国的几个大油田和大型企业及农垦部门也打算扩建、兴建其集群通信网。可见，集群移动通信在我国的发展前景十分广阔。目前，我国集群通信系统多为国外原机引进，品牌型号不少，占据前列的有美国摩托罗拉、优利电 (UNIDEN) 和芬兰诺基亚等公司的产品，还有香港泰和以及欧洲和日本等地产品。

我国自行设计制造的集群移动通信系统近年也有投入运行的。有关方面认为，当前急需优选型号，统一机型，引进样机进行消化分析，与国外公司合作开发软件和移动台，先突破量大面广的移动台和软件技术，再逐步实现基地台、交换控制系统的国产化，提高发展起点，尽快形成规模经济。据悉，有关方面拟组建集团公司以加速我国集群移动通信系统的发展。

什么是移动电话网？

移动电话网就是可以使移动用户之间进行通信的网络。我国自 1987 年开始开通移动电话业务以来，移动电话迅猛发展，用户增长迅速，到现在我国已经出现了五种移动电话网共存的局面，这五种网各有不同的通话范围和不同的业务功能。用户选择配备移动电话手机时，需要对现有的五种网有所了解。

我国的五种移动电话网又被称为 A、B、C、D、G 网，其中 A 网和 B 网是模拟网，C、D、G 网是数字网。

1)A 网和 B 网：模拟移动电话网

模拟网是我国早期建设的移动电话网。由于各地分别建设、时间先后不同，又有爱立信和摩托罗拉两大移动电话系统等原因，模拟移动电话网形成了 A 网和 B 网系统，A 网地区使用 A 网的手机，B 网地区使用 B 网的手机。A 网的地区是北京、天津、上海以及除河北、山东以外的全国各地。可见在大部分地区是共存的，但原来是不能互通的。B 网的地区主要是在北京、天津、上海、河北、辽宁、江苏、浙江、四川、黑龙江、山东等地。1996 年 1 月起，我国各省模拟移动电话系统实现了联网，模拟移动电话已有可能在全国 30 个省(市、自治区)实现自动漫游。但是，如果要从 A 网区到 B 网区，需要用户在自己的手机上进行操作，将手机转换为 B 网，否则不能使用；如果从 B 网区回到 A 网区，也必须先在手机上操作，将手机变回才能使用。变换的方法可见说明书。

2)C 网：CDMA 制式移动电话网

C 网是指 CDMA(码分多址)制式的移动电话网，CDMA 制式是接通率高、噪声小、发射功率率小的新型数字网，能实现移动电话的各种智能业务。我国目前在上海、北京、广州、西安等市建设了 C 网，沿海的 10 省也在建设，已经建成的城市间已联网，使用 CDMA 手机可以在上述地区漫游。

3)G 网：全球通(GSM) 数字移动电话网

20 世纪 90 年代中期，我国开始建设“全球通”(GSM) 数字移动电话网，这就是 G 网。数字网具有许多新的业务功能，特别是具有漫游范围最为广泛的特点，因而被称为“全球通”。G 网工作于 900 兆赫频段，频带比较窄，随着近年来移动电话用户迅猛增长，许多地区的 G 网已出现因容量不足而达到饱和的状态。为了满足广大用户的需求，近来又建设了“D”网。

4)D 网：工作在 DCS1800 系统的移动电话网

它的基本体制和现有的 GSM900 系统完全一致，但工作于 1800 兆赫频段，需要用全球通 1800 的手机。如果使用双频手机，那么在 G 网中也能漫游、自动切换。现在有许多城市是 DCS1800 系统和 GSM900 系统同时覆盖一个地区，就称为全球通双频系统，使全球通移动通信系统的容量成倍增长。

移动电话网络的组成如下：

- (1)小区：是实际场地，配有一个基站，包括发射器、接收器和在窝小区范围内通过无线电通道与用户的移动手机进行通信时所用的其他设备；
- (2)基站控制器：用于连接和控制每一蜂窝小区内的基站；
- (3)移动交换中心：用于控制基站控制器和通话的呼叫；
- (4)传输线：用于连接移动交换中心、基站控制器、基站和 PSTN。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/895241342040012003>