

邮 电 通 信

邮 政 通 信

【邮政通信】从事实物信息传递的一种通信方式。实物信息以书信、印刷品、录音带、打孔纸带等实物做载体，来表述语言文字、图象、数据等信息。邮政机构接受用户委托，将上述书信、文件、资料等实物信息从甲地传递到乙地，完成信息传递任务。邮政通信具有全程全网、联合作业的特点。邮政业务包括函件业务、包件业务、储汇业务和发行业务等方面。其中函件业务是其的基本业务。

【邮政通信网】由邮政（电）局所和包括邮运工具在内的邮路按照一定的原则和方式联结起来所形成的一个统一完整的传递实物信息的邮政通信网络组织体系。是邮政部门赖以传递邮件报刊的物质技术基础。依据邮政通信网各个组成部分的功能进行剖析，邮政通信网由营业网、分发网、邮运网和投递网组成。其中营业网和投递网结合在一起，构成邮政服务网；分发网和邮运网结合在一起，构成邮政传输网。

【函件业务】收寄和传递各类函件的业务。函件包括信函、明信片、印刷品和盲人读物。信函又包括平常信函、挂号信函、回执信函、保价信函及有声信函等。

【包件业务】办理寄递包裹的业务。包括民用包裹业务和商品包裹业务。前者系寄递个人生活小件物品和机关、企业、团体等单位的零星物品。后者则是寄递工厂、企业等交寄的以营利为目的的大宗商品。

【储汇业务】邮政业务的一种。包括邮政储蓄业务和汇兑业务。储蓄业务包括活期储蓄、定期储蓄、汇款转储蓄、异地存取等。汇兑业务指收受、寄送和兑付汇款的业务，包括普通汇款和电报汇款。

【发行业务】经营发行报刊定期出版的报纸和杂志的业务。主要采用订阅和零售两种方式。

【特快专递】为加快文件、资料的传递速度，保证国内外用户对于邮件的时间要求而开办的特殊邮政服务。1980年，中国首先在北京、上海等地开办“国际特快专递邮件业务”，简称EMS。从1981年起，又扩大到全国10余个大城市经办。这项业务以快速、安全、准确、方便为目的，邮件从收寄、发运到投递均按预定时间进行，单独处理，优先照顾。因此使用特殊识别标志，保证时限，分定时业务和特需业务两种服务方法，收取处理费及航空运费。如因邮政内部处理过程中造成延时，邮局负责向用户补偿特别处理费。

【电子信函】 邮政收寄投递与电信传输方式相结合的一种新兴业务。在邮政办理的快递业务中，电子信函业务速度最快。印刷或手写的书信、稿件、文件、合同等书面材料及图象、图表等均可作为电子信函交寄。交寄方式采用到局交寄、上门揽收或机上寄发（如用户可用传真机直接从机上向当地邮局寄发）。投递方式采用特快专递、电话通知或直接发至收件人传真机上。也可以通过电子计算机的联网，快速传递各类信函、文件和资料。

【邮政资费】 邮政通信产品的价格，用户向邮政机构交寄邮件时按照规定标准交付的费用。代表纳付邮费的凭证称邮资凭证。邮资凭证主要有邮票、邮资明信片、邮资信封和邮资邮筒。

【邮票】 一种邮资凭证。其种类有：（1）普通邮票，是邮局长期出售，使用最为普通的一种邮票；（2）纪念邮票，是为宣传或纪念某个重大节日、历史事件或伟大人物而发行的邮票；（3）特种邮票，是作为纪念邮票的补充，为宣传某些有意义的事物而特别发行的邮票。详见本卷第 952 页家庭科技知识中的“邮票”。

【邮政日戳】 代表邮政机构的标志，是经办邮政业务的专用戳记、凭证，以此确认邮政局所与用户之间及局、所相互之间责权关系的印信，是受法律保护的邮政专用品。它分为普通日戳、邮资已付日戳和特种日戳三种。

【邮政编码】 邮政通信机械化和自动化分检处理信件的一项现代化措施。联邦德国于 1961 年首先实行邮政编码制，现已在世界 40 多

个国家和地区推广使用。中国邮电部从1980年7月起在全国范围推广“四级六位码”的邮政编码制。以行政区域为基础，前两位数代表省（市、自治区）；第三位数代表邮区（地区）；第四位数代表县（市）；最后两位数代表投递信件的邮局。

【信函分拣机】分拣信函的一种机器。一般有三种信函分拣机，即人工按键分拣机，条码自动识别分拣机和光电自动分拣机。它们均包括供信、单封分离、地址显示，地址识别、传输、入格等部分。其主要区别是地址识别方法。人工按键分拣机由人工识别，然后按键分拣。此种分拣机可减轻分拣员的体力劳动，但分拣效率低，故实际价值不大。条码自动识别分拣机，首先是人工识别，并打印标码符号，然后光电阅读头识别地址，进行分拣。此种分拣机一次人工标码后，全程可多次使用；但人工标码速度不高，一台分拣机要配多台标码台。光电自动分拣机，采用光学文字识别装置，自动阅读信封上的地址标码（邮政编码），进行自动分拣。此种分拣机所需人工少，分拣效率高，但拒识率和差错率较高。

【万国邮政联盟】简称万国邮联。对国际邮政事务进行组织协调的机构，联接国与国之间唯一的国际邮政组织。万国邮联成立于1874年。1947年7月联合国在巴黎签定协定，成为联合国的一个专门机构。国际邮政通信需要不同国家的邮政运输、海关等部门的联合作业才能完成全程通信业务。万国邮联以邮联的名义组成一个邮政领域，以便互相交换函件，组织和改善国际邮政业务，并在这方面便利国际合作的发展以及在力所能及的范围内，参与会员国所要求给予的邮政技术援助。万国邮联制定了邮联法规，其中包括组织法、总规则、万国邮政公约及其实施细则和7个邮政

业务协定及实施细则。参加万国邮联，必须承认邮联法规、签订万国邮政公约。另外，各会员国可任意参加 7 个邮政业务协定。这 7 个协定包括：邮政包裹协定、邮政汇票和邮政旅行支票、邮政支票业务协定、代收货价邮件协定、托收票据协定、国际储蓄业务协定和订阅报纸和期刊协定。

【世界邮政日】万国邮政联盟提出的纪念日。每年的 10 月 9 日为世界邮政日，1969 年万国邮政联盟 16 届大会决定：万国邮政联盟成立日 10 月 9 日为万国邮联日，1984 年又改名为世界邮政日。世界邮政日旨在宣传邮政在各国政治、经济、文化的发展中和在各国人民友好往来中的作用，介绍万国邮政联盟的历史和成就。

电 信

【电信】用电的方式传递信息的通信过程。它几乎可在任意远的通信距离上实现迅速、有效、准确的信息传递。完整的信息传递过程包括变换、编码、复用、调制、多址、发送、接收、分址、解调、分路、译码、反变换等过程，在发送和接收之间信号须经媒质传输。电信技术主要包括通信系统的研制、建设、改进、使用及维护等。电信按其业务内容可分为电报、电话、传真、数据通信等；按其传送的信号形式可分为模拟通信和数字通信；按其传输媒质可分为有线通信和无线通信。电信的发展趋势是传输方式

数字化,终端设备智能化,逐步把通信系统发展为集信号传输、交换与信息存储、检索、处理和识别等多种功能为一体的信息系统。

【通信系统】完成信息传输过程的全部设备和传输媒质的总称。根据不同的需要和不同的传输方式,其组成和结构可以有很多种形式。把信息从发送端传递到接收端的点对点之间单向通信是最基本的,它包括:(1)信息源,产生信息并把信息变换成电信号;(2)发送设备,把原始电信号变换成某种能在信道中传输的信号,如编码、调制、发射等;(3)信道,即传输媒质,可以是导线、电缆,也可以是大气、外层空间等;(4)接收设备,将接收到的信号经过某种变换,恢复出发送端的原始电信号,如接收、解调、译码等;(5)收信者,即通信设备终端,用不同的方式恢复原始信号;(6)噪声源,存在于传输信道中及通信设备中的各种干扰噪声的集中表示。在一般通信系统中,若多个通信点相互连接,则通信系统还包括交换设备,它完成通信点之间所需线路的接续,以建立暂时通信。

【通信质量指标】评价一个通信系统性能的指标。包括系统的有效性、可靠性、适应性、经济性、标准性及使用维修方便性等。从信息传输的角度考虑,通信质量指标指系统的有效性和可靠性。有效性是在给定的信道内能够传输信息内容的多少。可靠性是在给定的信道内接收到信息的准确程度。对于通信系统来讲,总是希望它的有效性和可靠性都很高,但对于实际的通信系统来讲,这两方面的指标是相互制约、相互矛盾的。在实际通信系统的设计中,两种指标要互相兼顾,在满足一定可靠性的基础上尽量提高有效性。

【加性噪声】独立于有用信号，却始终干扰有用信号的噪声。其来源一般分为三个方面：（1）人为噪声，来源于其他信号源，如其他电台信号，工厂电开关接触噪声，工业点火辐射及荧光灯干扰等；（2）自然噪声，来源于自然界存在的各种电磁波源，如闪电、大气中的电爆、及宇宙噪声等；（3）内部噪声，来源于系统设备本身产生的各种噪声，如电阻一类的导体中自由电子的热运动（常称热噪声），真空管中电子的起伏发射、半导体中载流子的起伏变化（常称散弹噪声）及电源噪声。

【均衡技术】对传输系统中的频率失真和相位失真进行校正的技术。频率失真是由于传输系统的幅—频特性的非线性使不同频率分量通过传输系统时衰减不同，造成输出信号波形产生畸变。相位失真是由于传输系统中相—频特性的非线性使不同频率分量经传输后产生不同的时间延迟，使输出信号波形产生畸变。信号失真对通信质量有很大损害。采用均衡技术可补偿幅度和相位失真，使信道具有良好的传输特性。具体实现方法是在通信系统中加入均衡器。根据校正特性的不同，均衡器可分为两类：（1）频域均衡，利用可调滤波器的频率特性去补偿信道幅度频率特性和群时延特性，使两种频率特性变得平坦。频域均衡在信道特性不变的情况下，且在传送低速数据时才实用；（2）时域均衡，利用均衡器产生的响应波形去补偿已畸变的波形，最终使抽样判决时刻能最有效地消除码间串扰。时域均衡可通过横向滤波器来实现。横向滤波器是具有固定延迟时间间隔的，增益可调的，多抽头的滤波器。时域均衡可用于信道特性不断变化，且高速传送数据的系统，能有效地减弱码间串扰。

【匹配滤波器】当信道中噪声干扰为高斯白噪声时，能获得最大输出信噪比的线性滤波器。它的传输特性是输入信号谱的共轭再乘以比例因子和延迟因子。对数字信号的检测，并不关心被恢复的信号波形与原来信号波形之间的误差，而关心在噪声背景中能否正确地判断信号存在，希望滤波器输出端在判断时刻取得最大信噪比，从而获得最小误码率。匹配滤波器在数字信号检测中具有特别重要的意义。

【信道复用】又称多路复用。多个被传送的信号，经过一定变换，共同使用一个通信信道传输的技术。一般被传送信号的频带宽度和信道本身的频带宽度相比是很小的，所以一个信道只传送一路信号很浪费。要使多路信号同时传送，又不互相干扰，需采用信道复用技术。各路信号在公共信道中传输之所以互不干扰，是因为信道复用的各路信号的某些参量已变得有所区别。信道复用分为频分复用、时分复用和码分复用。频分复用是把多个要传送的信号经过调制，把它们的频谱分别搬移到互不重叠的频率位置上，然后再进行传输。时分复用是把多个信号进行时间抽样，然后依次把这些抽样值送入信道进行传输。码分复用是利用各码型结构上的正交性来实现信号复用的，它用不同的波形信号，以同一频率，任意时刻发射出去。频分多路通信系统不需要严格同步，设备比较简单，但对信道的线性要求高；时分多路对信道的线性要求较低，但需要高精度的同步系统；码分多路抗窄带干扰能力强，保密性好，各路联接、交换较灵活，但电路复杂，也需要高精度的同步系统。

【单工单向通信】通信的一方只能发送信息，而另一方只能接收的通信方式。即通信时信息只能单方向传送，系统只有单向传输能力。如遥控通信机就是一种实际应用的单向数字通信机，无线广播也是单工单向通信的一种。

【半双工通信】通信双方都能接收、发送信息，但不能同时进行收、发的通信方式。其系统具有双向传输能力，但没有同时收、发的功能。同一载频工作的普通无线电收发信机，用按钮控制收、发状态，就是一种实际应用的半双工通信机。

【双工通信】通信双方均可同时进行接收和发送的通信方式。其系统具有双向传输能力。双工通信分为同频双工和异频双工两种方式。同频双工的收发采用同一频率工作；异频双工采用不同的收发频率工作。为使双工通信可在同一时间内、同一收发设备、同一信道及共用一副天线来收发信号，必须在收发信机和天线之间采用收发转换开关。通常称收发转换开关为双工器。对异频双工来说，双工器实质上就是滤波器；对同频双工来说，双工器就是阻抗耦合器。移动无线电话就是一种双工通信。

【有线电通信】利用金属导线传输电信号的通信。可传输电话、电报、数据和图像等信息。主要特点是：信号沿线传输，性能稳定；利用复用设备可获得大量信道；电磁辐射较少，保密性较好；建设投资高，维护工作量大，机动性和抗毁性差。按传输媒介，可分为被覆线通信、架空明线通信和电缆通信。按复用方式，可分为频分制多路通信和时分制多路通信。有线电通信由用户设备、交换设备和传输设备组成。用户设备有电话机、电传机、数据终端

设备等，在发信端将信息转换成电信号输入到系统；在收信端再将系统输出的电信号恢复成信息。交换设备有电话交换机、电报交换机和数据交换机，连接所有用户，用以在需要通信的两用户之间建立暂时的连接。传输设备，包括线路设备和多路复用设备（终端设备）。线路设备又包括通信线路和增音（中继）设备，通信线路为传递各类电信号提供通道，增音（中继）设备用以延长传输距离。多路复用设备用在一条通信线路上传输两个以上相互独立的信号，提高线路利用率。有线电通信已由单纯的信息传输系统发展为具有传输、交换、处理、存储、检索和识别等多种功能的信息系统，进一步向数字化、自动化和智能化的方向发展。

【同轴电缆通信】有线电通信的一种方式。它利用同轴电缆作传输信道。同轴电缆中含有许多同轴管，每一根同轴管相当于架空明线中的一对线。每两对同轴管（一去一来）最多可以开通 10800—13200 路电话电路，也可用来传送电视信号。同轴电缆通信衰减小，抗外界干扰能力强，能克服“串音”问题。但需预先敷设电缆线路才能通信，不够机动灵活。另外信道频带范围比光缆小得多，且造价高，所以大部分同轴电缆将被光缆代替。

【无线光通信】利用光波传输信息的无线通信方式。光波采用激光，要传输的信息加载到激光上，使激光的强弱随着信息的变化而变化。载有信息的光信号直接通过大气空间传送到接收端。此通信方式不需敷设线路，简单经济，具有无线电波的优点，而且能量更集中，保密性更好。但其发展不快，其原因是激光通过稠密的大气层，受到大气的吸收、散射等影响，有时遇雨、雪、雾等气候变化，影响激光在大气中的传播，通信距离受到很大的限制，严

重时使信号中断。为解决上述问题，一般采用受大气影响小的激光波段，称为大气窗口。但还不能彻底克服气候条件的影响。无线光通信在近距离的机动、保密专线通信方面有一定的实用价值。另外在宇宙通信中，由于大气深空间几乎是真空，没有大气的影 响，不吸收光能，空间又出现较多的宇宙飞船与通信卫星，无线光通信将大有发展前途。

【信令系统】简称信令。各种监测、控制、选择及应答信号的总称。它不同于携带用户信息的信号，是一组维持通信系统正常、有效、协调工作所不可少的指令信号。在普通电话通信中，信令系统包括用户使用的信号音（拨号音、忙音、回铃音等）、控制交换机和传输系统工作的其他信令。在移动通信网中，除了要满足有线网的各种信令要求外，还要满足各类无线移动网特殊要求的信令，如自动频道搜索、频道指配、移动站的寻呼、位置登记、自动功率控制等。信令信号有模拟和数字两种信号形式。信令的传送方式有随路信令和公共信道信令，后者具有单独传送信令信号的通路，与传输用户信息的通路互相独立，效率和网络控制能力更高。

【模拟信令】以各种不同频率和时长的模拟信号组成的信令。其优点是简单、容易实现，比较适用于中小容量的专用网。其缺点是信令发送速度慢，信令组合较少，不适宜传递复杂的操作和控制信息，不利于集成等。

【数字信令】把要传递的控制管理信号以二进制的编码形式组成信令系统。根据信令复杂程度选择不同长度的码元组合，就可传递不同种类和数目的信令信息。数字信令便于与计算机结合进行处

理和识别，另外数字信令传递速度快。所以数字信令被日益广泛采用。

【通信网】为多用户提供相互通信的网络。由传输系统、交换系统和终端设备组成。传输系统将各种交换系统、终端设备通过一定传输手段连接起来，以传送各种信息，构成完整的通信网。交换系统完成信息交换接续任务。终端设备是信息源，完成发送和接收通信、控制信号的用户设备。根据通信业务的不同，通信网分为电话网、电报网、数据通信网、综合业务网等。

【数据交换】数据通信网中，通信双方一般经过具有中间结点的网络把数据从源站发送至目的站，这些中间结点完成数据转接操作。采用数据交换可充分利用通信网中的设备及线路，数据交换方式分为三种：线路交换、报文交换和分组交换。线路交换为用户建立一条暂时通路，适于传输实时数据；后两种交换方式采用存储转发交换，适于传输非实时数据或实时性要求不高的数据。

【线路交换】通过网络中的结点在两个用户之间建立一条专用的通信线路。其中结点是一台交换设备，完成通信线路的转接。线路建立后，用户使用这条专用线路传输数据，传输结束后，要拆除线路。线路交换除了通路传输延迟外，没有别的延迟，所以它适于实时数据和成批数据的交换。由于通道容量在连接期间是专用的，线路的交换效率较低。

【报文交换】发送端把报文及目的地址一起送到网络结点，网络结点通常是一台计算机，它接收整个报文并暂存下来，一旦其输出

链路空闲，就把报文转发出去。报文交换优点包括：可有效地采用差错控制技术，传输可靠性高；许多报文可分时共享一条结点到结点的通道，线路利用率较高；可进行速度和代码的转换，具有灵活性。其主要缺点是报文经过网络时的延迟相当长，而且变化也很大，不能满足实时或交互式通信。

【分组交换】又称包交换。把数据分成长度较短的分组，每个分组除包含数据外，还包含控制信息，它们作为一个整体在网络中进行传输交换，收信端把接收的全部分组按顺序重新组合成数据。分组交换采用了存储转发和差错控制技术。分组交换综合了线路交换和报文交换的各自优点，但每个分组要附加一些控制信息，会使传输效率降低。具体分组交换方法包括两种：（1）数据报，如同报文交换中的报文处理一样，每个分组被独立地处理，各个分组可能按不同的路径和不同于发送的顺序到达目的地。数据报方法比较适于短报文和具有灵活性的报文传输。（2）虚电路，发送任一分组之前，在通信双方之间建立一条逻辑连接，它并不象线路交换那样有一条专用通路，而是建立一条可达路径即虚电路，它仅在数据传输时才被占用。数据分组沿着所建立的虚电路传输，其接收顺序和发送顺序是相同的。此方法比较适于在一段连续时间内交换数据的场合。

【综合业务数字网（ISDN）】以电话综合数字网为基础发展而成的通信网，支持包括电话及非话（传真、用户电报、电子信函、可视图文及数据通信等）的多种业务，用户对通信网有一个由有限个标准多用途的用户网路接口构成出入口。电话综合数字网是由数字交换机及数字信道构成的传输电话业务的数字网。利用电话

综合数字网和一定标准的用户网路接口，就可通过同一条用户线路，将多种业务终端接入网内，并按统一的规程进行通信。为确保综合业务数字网运行的可靠性及未来的扩充性，将整个通信网按功能划分成三部分：（1）数字信息传输网，只具有与信息的交换、传输直接有关的功能；（2）通信处理，不改变通信信息的涵义，只以提高通信接续及信息传输性能为其目的的附加价值的通信控制。如速率变换、格式变换、协议变换、差错控制及压缩带宽等；（3）信息处理，改变通信信息中的涵义的一些处理。如数据处理、信息检索、信息翻译等。综合业务数字网将多种通信业务综合在一个网内，使网络资源得到充分利用，提高了通信网的利用率，简化了网络的管理维护；对用户线进行综合，在经济上可获得巨大的收益。

【国际电信联盟】简称 ITU。联合国电信方面的专门机构。1932 年，由国际无线电报联盟和国际电报联盟合并，成为国际电信联盟。1947 年成为联合国的一个专门机构，总部设在日内瓦。国际电信联盟每五年召开一次全权代表大会，讨论和制定各种电信方面的规划、协议等。另外每年召开一次行政理事会，负责执行全权代表大会的决议。其常设机构包括：总秘书处、国际频率登记委员会、国际无线电咨询委员会、国际电报电话咨询委员会。国际电信联盟的宗旨是：（1）促进在电信方面进行各种形式的国际合作，改进和合理使用各种电信手段，并向发展中国家提供技术援助；（2）促进技术设施的发展及最有效的运用，提高电信业务效率；（3）协调各国在电信方面的行动。国际电信联盟定期出版《电信》杂志，不定期出版一些国际通信有关的数据和资料，如世界无线电站台表、电报局名簿等。

【国际无线电咨询委员会】简称 CCIR。它成立于 1927 年，总部设在日内瓦。其职责是研究无线电技术规范，颁发建议书，并为制订和修改无线电规则提供技术依据。其下设 13 个研究组，包括：频谱的利用和监测组，空间探索和射电天文组，30 兆赫以下的固定业务组，卫星固定通信业务组，非电离层媒质中的传播组，电离层媒质中的传播组，标准频率和时间信号组，移动业务、无线电定向业务和业余业务组，使用无线电中继系统的固定业务组，声音广播组，电视广播组，电视和声音信号的长距离传输组，词汇组。其组成成员包括所有国际电信联盟会员国的主管部门和被认可的私营机构。其出版物是《国际无线电咨询委员会的建议和报告》，每四年修订一次。

【国际电报电话咨询委员会】简称 CCITT。它成立于 1957 年，总部设在日内瓦。其职责是：对有关电报、电话技术、业务和资费问题进行研究并提出建议。其下设 16 个研究组，包括电报操作和业务质量组，电话操作和业务质量组，一般资费原则组，国际线路、电路和链路的维护组，电磁干扰及危险影响的防护组，电缆护套和电杆规范化及其防护组，新的数据传输网络组，信息处理通信组，电报网和终端设备组，电话交换及指令组，电话传输质量及市内电话网组，传输系统组，电话电路组，数据传输组，数字网组及电路杂音和可靠性组。其组成成员包括所有国际电信联盟会员国的主管部门和被认可的私营机构。国际电报电话咨询委员会出版各研究组的研究报告和建议。

【国际通信卫星组织】简称 INTELSAT。它成立于 1964 年，总部

设在华盛顿。其宗旨是建立全球性商业通信卫星系统，供一切国家使用。它接受所有国际电信联盟成员参加。中国在 1977 年加入国际通信卫星组织。

模拟通信

【模拟通信系统】分为基带模拟通信系统和频带模拟通信系统两类。基带模拟通信系统由信源、信道和信宿三部分组成。信源将原始消息转换成基带模拟信号，该信号经信道传输后到达信宿，并最终转换成原始消息。此系统中的信道多为有线信道。如市内电话系统即为基带模拟系统，它先将讲话的声音转换成基带模拟信号，经线路传输后，在收端再将电信号转换成声音。频带模拟通信系统由信源、调制器、信道、解调器和信宿 5 部分组成。它与基带系统不同的是增加了调制器和与之对应的解调器，也就是说，在信道内进行传输的是经过调制后的已调信号。将基带信号进行调制后传输，可以有效的利用信道，还可以提高系统的抗噪声性能并且实现多路复用。在频带模拟通信系统中，常用的调制类型有：（1）振幅调制：包括标准振幅调制、双边带调制、单边带调制和残留边带调制四种。由于上述四种调制中，调制信号与已调信号的频谱之间呈线性对应关系，也统称为线性调制；（2）角度调制：包括频率调制和相位调制两种。由于振幅调制和角度调制都是以连续的简谐信号作为载波，所以又统称为连续波调制；（3）脉冲模拟调制：在脉冲模拟调制中，尽管是以周期性的离散

脉冲序列作为载波的，但是由于被调参量是模拟变化的，所以它也是模拟调制的一类。根据被调参量不同，分为脉冲振幅调制、脉冲宽度调制和脉冲位置调制三种。

【模拟通信质量】影响模拟通信质量的主要因素有：（1）信号在传输过程中叠加有噪声，称为加性干扰。（2）信道传输特性不理想，称为乘法干扰。在考虑加性干扰影响时，通常用信噪比来衡量质量，即接收机输出的信号平均功率与噪声平均功率之比。输出信噪比高，则通信质量好；在考虑乘性干扰影响时，通常采用更加具体的指标加以描述，如，用于通话的模拟通信系统有失真度、可懂度和清晰度等质量指标。

【模拟信号调制】见“模拟通信系统”。

【振幅调制】又称调幅。使载波信号的振幅随调制信号线性变化的过程，经过振幅调制后的已调信号称为调幅信号。通常振幅调制可分为四种形式：（1）标准振幅调制；（2）双边带调制；（3）单边带调制；（4）残留边带调制。由于在上述四种调制形式中，已调信号的频谱组成与调制信号的频谱之间呈线性对应关系，所以也统称为线性调制。振幅调制是最早采用，也是最常见的一种调制方式。

【调幅信号】见“振幅调制”。

【标准调幅信号】简称为调幅信号。经标准振幅调制后得到的已调信号。调幅信号的重要特点是已调信号的包络与输入调制信号呈

线性对应关系，即包络不失真。调幅信号的频谱由上边带、下边带、载频三部分组成。由于只有上、下边带部分携带要传输的信息，而载频不携带要传输的信息，因此，调幅信号的调制效率很低，在单音调制情况下，最大的调制效率约为 33%。调幅信号可以通过乘法器来产生，当在高电平信号上实现调幅时，乘法器通常选用具有非线性变换功能的二极管、大功率三极管、电子管等来实现；在低电平调幅时也可以选用具有差分特性的运算放大器。由于调幅信号的包络不失真，调幅信号的解调几乎无一例外的都采用包络检波器，这使得解调电路非常简单，适合于一点发射，多点接收的系统，广泛地被中、短波频段的无线电广播所采用。

【双边带信号】又称抑制载波的双边带信号。将标准调幅信号中的载频抑制掉，便可得到一个双边带信号，双边带信号的频谱由上、下边带两部分组成，由于上、下边带都携带要传输的信息，不携带信息的载频被抑制掉了，所以双边带信号的调制效率为 100%。双边带信号的产生通常采用简单稳定的平衡调制器电路，由于这种电路的平衡性能较好，使得调制后的载波泄漏也很小。双边带信号的解调需采用相干解调器，因双边带信号中的载频被抑制掉了，在接收端进行相干解调时，必须恢复一个与发送端载波同频同相的本地参考载波，故也称为同步解调。同标准调幅信号相比，双边带信号节省了载频功率，提高了调制效率。双边带信号的带宽与标准调幅信号相同，即为调制信号带宽的二倍。

【单边带信号】将标准调幅信号中的载频和两个边带中的任意一个边带去掉，便可得到一个单边带信号，如保留上边带称为上边带信号；如保留下边带称为下边带信号。由于上、下边带同时携带

所要传输的相同信息，从信息传输角度考虑，只要传输其中的任意一个边带就足够了。因此单边带信号可以节省频带，它的带宽为标准调幅信号或双边带信号带宽的一半，即与调制信号的带宽相同。占据较窄的频带，使得单边带信号具有较强的抗选择性衰落和噪声干扰的能力。单边带信号的产生有滤波法、相移法和相移滤波法三种方式，解调时需采用相干解调器，即同步解调器进行解调。根据单边带信号调制效率高、占据频带窄的特点，多被应用于载波多路电话和远距离点对点短波无线电通信等方面。

【残留边带信号】将双边带信号中的一个边带大部分保留，而另一个边带只是局部保留，便可得到一个残留边带信号。大部分保留的边带称为有用边带，局部保留的边带称为残留边带。为了保证解调后不会带来失真，要求在载频附近有用边带受到的能量损失，被残留边带的能量所补偿。如果采用滤波法产生残留边带信号，即要求残留边带滤波器在载频处具有互补滚降特性。产生残留边带信号实质上是双边带调制与单边带调制之间的折衷方案。它的传输带宽略大于单边带信号，但要小于双边带信号或标准调幅信号，实现起来比单边带信号容易。残留边带信号的解调需采用同步解调器，但将残留边带信号与载波一起传输时，在接收端也可以采用最简单的包络检波器，此传输方法广泛地被广播电视系统的图象传输部分所采用。

【相位调制】又称调相。使载波信号的总相角随调制信号线性变化的过程。经相位调制后的已调信号称为调相信号，由于任何相位的变化必将引起频率的变化，反之亦然，所以相位调制与频率调制有密切关系。调相时，同时伴有频率变化，调频时，也同时伴

有相位变化，不过两者的变化规律是不同的。由于相位和频率的变化都可以看成是载波角度的变化，通常也将相位调制和频率调制统称为角度调制。实际使用时较少直接使用相位调制，它主要是用来作为间接得到调频信号的一种方法。

【调相信号】见“相位调制”。

【频率调制】又称调频。使载波信号的频率随调制信号线性变化的过程。经频率调制后的已调信号称为调频信号。调频信号中，频率变化的大小由调制信号的大小决定，频率变化的周期由调制信号的频率决定。调频信号的幅度则始终保持不变。由于任何频率的变化必将引起相位的变化，所以频率调制与相位调制有密切关系。调频时，同时伴有相位变化，调相时，也同时伴有频率变化，不过两者的变化规律是不同的。由于频率或相位的变化都可以看成是载波角度的变化，通常也将频率调制与相位调制统称为角度调制。同振幅调制相比较，频率调制具有更好的抗干扰性能。但同时也占有更宽的频带，因此它多工作于超短波范围，只能作直线传播，传播距离受到限制。根据已调波占据的频带宽度不同，可将频率调制分为宽带、窄带两种。宽带调频广泛应用于无线电广播、微波通信等方面。窄带调频在移动通信中常常被采用。

【调频信号】见“频率调制”。

【调频信号的产生】通常有两类办法，一类是直接调频法，又称参数变值法；另一类是间接调频法，又称阿姆斯特朗法。直接调频法就是用调制信号直接改变载频振荡器频率的办法。因此，只要

使振荡器中决定振荡频率的电感、电容参数随调制信号变化，就能完成直接调频，如采用变容二极管等。在直接调频法中，由于是用调制电压直接控制载波频率，所以其长期的频率稳定度不高。间接调频法是将调制信号积分，然后实施调相，从而间接得到调频信号，在间接调频法中，由于载波振荡器可以采用高稳定度的石英振荡器，从而提高了载频稳定度。采用间接调频法得到的调频信号通常为窄带调频信号，若需要宽带调频信号，还需对窄带调频信号进行倍频和变频处理。

【调频信号的解调】实现调频信号解调的电路称为频率解调器，它主要由带通限幅器、鉴频器和低通滤波器组成。接入带通限幅器的目的是为了消除调频信号在幅度上可能出现的畸变；鉴频器是解调调频信号的关键部件，它将输入信号的频率变化线性地转换成电压变化，即实现频率——电压的转换；低通滤波器是作为滤出所需基带信号而抑制可能存在的高频分量而设置的。采用锁相环电路也可以实现调频信号的解调。由于锁相环电路抗干扰能力强，同时调频门限较低，因而得到日益广泛的采用。

【调频门限】由于频率解调器的非线性特性造成。采用非相干解调方法解调调频信号时，当解调器的输入信噪比下降到一定程度后，解调器的输出噪声中不仅有起伏噪声，同时又产生了尖峰脉冲噪声，由于尖峰脉冲噪声含有较大的能量，因此使解调器输出信噪比急剧下降，此时对应的输入信噪比值称为解调器的输入门限信噪比，简称调频门限。普通鉴频器的调频门限为 10 分贝左右，如果采用锁相环解调器等技术，可以使调频门限得以降低，称为门限扩展。在振幅调制系统内也同样存在着门限效应，只不过在角

度调制系统中门限效应更为突出。

【解调增益】 又称信噪比增益。输出信噪比与输入信噪比的比值。解调增益反映了输入信噪比通过解调器后是增加还是减少，通常用来评价各种解调器和通信系统的抗噪声性能。解调增益越大，表示解调器或系统的抗噪声性能越好。以分贝为单位的解调增益表示式如下：解调增益（分贝） $=10\lg$ （输出信噪比/输入信噪比）

【频分复用】 指多路信号在频率位置上分开，但同时在一个信道内传输的多路复用方式。频分复用后的多路信号在频谱上不会重叠，但在时间上是重叠的。在频分复用的发送端，各路基带信号首先通过低通滤波器限带，然后送入具有不同载频的调制器进行调制。经调制后的各路已调信号在频率位置上互不重叠，可以通过加法器把它们合并成在信道内传输的复合信号，有时为了更好的利用信道的传输特性，也可以再经过一次调制，成为复合调制系统。在频分复用的接收端可利用不同频率的带通滤波器将各路信号的频谱从复合信号中分离出来，再经各自对应载频的解调器解调后，就可将原始信号恢复出来。频分复用系统信道复用率高，容许复用路数多，且分路方便，因此，已成为模拟通信中最主要的一种复用方式。

【载波通信系统】 利用频分复用的原理，在一对线（二线制）或两对线（四线制）上同时传输多路信号的系统。常用作多路电话通信，还可二次复用传输载波电报、广播节目、电视、传真和数据等。普通电话的传输方法是把音频信号直接传输到对方，整个传输过程中频率是不变的，这样频率范围相同的信号同时在线路上

传输，就要互相干扰。载波通信系统是将发送端的多路音频信号经过一次或多次调制，分别调到不同的线路传输频带，经线路和增音设备传输到接收端，再由各自对应的带通滤波器选出所需信号，经一次或多次解调后恢复出各路原始信号，由于采用滤波器将各路音频信号分隔开，因而各路信号之间互不干扰。载波通信系统按传输线路可分为明线载波、对称电缆载波、同轴电缆载波、海底电缆载波、电力线载波等多种；按其话路容量可分为单路、3路、12路、24路、60路、120路、960路、1800路、10800路等。

【群信号】在大容量模拟通信系统中常将基带信号经频分复用后组合成具有不同带宽的复合信号，以适应各种信道的传输条件和能力。例如载波多路电话系统中的群信号有：(1) 前群：又称非标准群。如三路话音信号（300—3400Hz）对12、16、20KHz载频调制，取上边带得12—24KHz频带的复合信号，称为三路前群；(2) 基群：12路话音信号（300—3400Hz）对对应载频调制，取其下边带组成60—108KHz的12路标准群，称为基群；(3) 超群：五个基群对420、468、516、564、612KHz的载频调制，取下边带组成312—522KHz的标准60路群，称为超群；(4) 主群：五个超群对1364、1612、1800、2108、2356KHz载频调制，取下边带组成812—2044KHz的标准300路群，称为主群；(5) 超主群：主要有两种组成方式。一种由三个主群对10560、11880、13200KHz载频调制，取其下边带组成8516—12388KHz的900路群，称为超主群Ⅱ。另一个由15路超群组成900路群，称为超主群Ⅰ；(6) 巨群：凡组成的信号群大于900路，称为巨群。

【二线制】在载波通信或其他通信系统中，如果一对线上既发信又

收信，称作二线制；如果一对线上专发信，而另一对线上专收信，称作四线制。前者一般用于架空明线线路，后者一般用于电缆线路。在载波技术中常常通过混合线圈将二线制变为四线制或将四线制变为二线制，称为二、四线转换。

【四线制】 见“二线制”。

【导频】 在一个传输系统中，用于指示或控制该系统各种特性的单频信号。如在载波通信系统中，由发端站发送的反映传输电平变化情况的引导信号就是导频。导频的频率和幅度的准确度、稳定度都有较高要求。导频经过传输后被终端机的接收支路选出，其电平若有变化，就表示线路或设备的传输电平有变化，需要加以调整。同时，导频的频率又可作为终端机中同步解调器的参考频率。

数字通信

【数字通信】 传送数字信号的通信系统。完成数字通信需包括三个功能部分：（1）数字通信终端，将消息变换为数字信号与反变换，以及完成一些必要的处理。包括在发送端将代表消息的模拟信号（电话、电视、传真信号等）用编码方法变换为数字信号，接收端进行反变换的设备；用时间划分方法，将多路数字信号进行合路和分路的复接设备；用于保密通信的加密设备等；（2）数字信号

传输，在长距离传输时，需每隔一定距离设置中继站；（3）数字交换，将散布在很大范围的多个用户连接起来，实现消息的交换。数字通信的优点包括：（1）数字信号的传输在中继站可以再生，避免干扰和畸变的累积；（2）数字通信可以很容易与计算机连接，实现综合业务服务；（3）数字电路容易集成，使设备体积小，成本降低；（4）对数字信号容易加密。缺点包括：占用频带宽、需要时间同步。

【数字通信质量】数字通信系统的有效性和可靠性的高低决定了其质量的高低。有效性由码元传输速率、信息传输速率及系统的带宽利用率三个指标来描述说明。可靠性主要由误码率和误信率来衡量。系统的有效性和可靠性相互制约，必须在误码率小于规定指标的情况下，尽量提高传输速率。

【差错控制技术】在数字通信中，应用纠错或检错的编码及相应的技术对传输中产生的差错进行控制，以提高整个系统传输可靠性。实现方法一般分为三类：（1）前向纠错，发端发送能够纠错的码，收端收到这些码后，通过纠错译码器自动纠正传输中的错误。其优点是不需要反馈信道，能进行一个用户对多个用户的同时通信（广播），也适用于移动通信；译码实时性较好，控制电路较简单。缺点是译码设备较复杂，所选用的纠错码必须与信道干扰情况相匹配，对信道变化的适应性较差；（2）反馈重发，发端发出能够发现（或检测）错误的码，收端译码器收到后，根据编码规则，判决这些码在传输中是否有错误产生，并通过反馈信道把判决结果告诉发端，发端把有错的消息再次传送，直到收端认为正确接收为止。其优点是编译码设备简单，纠错能力强，使整个通信系统能

获得极低的误码率；检错码的检错能力与信道干扰情况基本无关，整个差错控制系统适应性很强，适用于短波、散射、有线等干扰情况特别复杂的信道及要求误码率极低的场合。缺点是需要一条反馈信道，要求信源产生信息的速率可控制，因此控制电路比较复杂；反馈重发的次数与信道干扰情况有关，若信道干扰频繁，则系统经常处于重发消息状态，所以传输信息的连贯性与实时性较差；（3）混合纠错，发端发送的码不仅能检测错误，而且还具有一定的纠错能力，收端译码器收到码字后，首先检验错误情况，如在码的纠错能力以内，则自动进行纠错；如错误很多，超过了码的纠错能力，但能检测出来，则接收端通过反馈信道给发端一个判决信号，要求发端重发出错信息。它在一定程度上避免了前向纠错方式需复杂译码设备和反馈重发方式信息连贯性差的缺点，使整个通信系统的误码率达到很低，在卫星通信中得到较广泛应用。

【时分复用】多路信号共享传输通道的一种技术。实现方法是：把各路信号的传输时间错开，每一路信号按规定时间顺序占据线路。使之在线路上传输时互不干扰，从而实现多路通信。时分复用一般用于多路数字信号传输系统中。

【脉冲编码调制】模—数转换的一种基本方法。对模拟信号进行抽样、量化及编码的过程。它首先将模拟信号抽样，使信号在时间上离散化，然后将抽样脉冲值按照一定的单位用四舍五入的方法进行量化分层，使信号在取值上离散化为有限个取值状态，最后将量化后的抽样值用二进制（或多进制）代码表示。脉冲编码调制是最早提出的编码方法，至今仍然是主要可行的编码体制。其

主要优点是：(1) 其量化、编码所采用的非线性瞬时压扩的方法简单，不需要复杂的信号处理技术就可实现数据率压缩，而无任何信号延迟；(2) 由于信号抽样的瞬时处理，即抽样值只与抽样时刻信号大小有关，与其他抽样时刻信号值无关，因此不仅对模拟信号有高质量的信噪比，而且对各种速率的数据信号都可进行编码传输。其主要缺点是不允许在误码率大（如大于 10^{-5} ）的传输信道中使用。

【量化误差】 又称量化噪声。在模—数转换中，由于幅度量化时，对每一采样幅度均用其近似规定的离散电平代替，使量化的信号与原信号存在一定误差。量化误差的大小与量化分层数目的多少有关，量化分层数目越多，量化误差越小，但占用频带宽。均匀量化时，量化误差只与量化电平的大小有关，而与信号功率及其分布无关，说明量化误差信号的性质接近于白噪声，具有均匀分布特性，所以量化误差又称作量化噪声。量化误差是模—数转换过程中固有的误差，只能减小，不能去除。

【压缩扩张技术】 简称压扩技术。对小信号放大倍数大，大信号放大倍数小的技术称为压缩。其逆变换就是扩张。压扩技术用于脉冲编码调制，使信号在大的动态范围内具有均匀一致的编码信噪比。具体使用方法是：对抽样脉冲进行压缩，压缩特性常采用对数函数，然后再实现均匀编码，使编码信号的相对误差对大小信号都相近。

【增量调制】 把模拟信号转换为数字信号的一种方法。其基本思想是用一个阶梯波去逼近一个模拟信号。对模拟信号采样，每次采

样只用一位二进制代码代表,它表示了相邻采样值的相对变化,即增量的正、负。增量调制,确切地说是增量编码,对信号的相邻两个取样值的增量进行编码,增量为正,编码为“1”,增量为负,编码为“0”。增量调制是一种在低速率(16—32 千比特/秒)极易实现的调制方式,其电路简单,特别适用于小容量通信线路。但其频率特性不好,动态范围不大,使其应用受到限制。

【过载噪声】在增量调制中,当量化的台阶电压较小时,且采样频率较低时,阶梯波跟不上信号的变化而产生的过载失真,它产生过载噪声。为避免过载,可提高采样频率,或使信号的幅度随频率增加而下降。

【增量总和调制】加有预积分器的增量调制。具体实现方法是:对输入信号进行预处理,即编码前让信号通过阻容积分器,使平坦频谱的信号变为线性下降的频谱,即使信号的高频分量衰减,快速变化的信号变得平缓。这样的信号再去增量编码就不会产生过载现象。接收端先将信号译码,然后经过与积分器相反的微分网络,使信号恢复。此模—数转换方法既有增量调制的电路简单的优点,又克服了过载失真。

【自适应增量调制】一种改进的增量调制方法。使增量调制的量化台阶电压自适应地随信号统计特性而变化。大信号时,台阶电压大;小信号时,台阶电压小。从而改善小信号量化信噪比和扩大编码动态范围。控制台阶电压常采用后向控制方法。它从已编码的数字增量码流中提取对台阶电压计算有用的信息。码流传送的是信号的斜率信息,当同符号码连续出现则斜率变大,这时须将

台阶电压变大；如果码流交替出现 1、0 码则斜率为零，台阶电压取最小值。这样可大大改善模—数转换质量。

【数字基带传输系统】直接传送数字基带信号的系统。数字基带信号是未经调制的电脉冲信号，它所占据的频带宽度通常从直流或低频开始。数字基带传输系统主要包括：（1）波形变换器，对输入的数字基带信号进行码型变换及波形变换，使其适合于信道传输，并减少信号经信道传输后的码间串扰；（2）发送滤波器，限制信号频带；（3）信道，适合基带信号传输的某些有线信道。信道特性不理想，会使信号变形及产生加性噪声；（4）接收滤波器，减小加性噪声的影响；（5）均衡器。校正由于信道特性不理想而产生的波形失真和码间串扰；（6）取样判决器，在取样定时脉冲到来时，进行判决以恢复数字脉冲信号。在数字信号传输中，许多信号处理都在基带中进行，因调制后对信号再处理不方便。另外，把调制与解调看作广义信道的一部分，则任何数字传输系统均可等效为基带传输系统。因此数字基带传输系统是数字通信的重要组成部分。数字基带传输只能用于近距离的有线信道传输。

【数字频带传输系统】又称数字载波传输系统。传输频带数字信号的系统。频带信号是数字基带信号对载波进行调制，使基带信号频谱搬到高频处，形成频带信号。为了适应信道有效传输及多路信号复用等，大部分数字传输系统采用频带传输，如无线信道和光纤通道中，必须采用频带传输。频带传输系统在基带传输系统基础上，发送端增加了调制器，调制器位于波形变换器之后；接收端增加了相应的解调器，解调器位于接收滤波器之后。调制器可根据不同的调制方式分为幅度键控、频率键控、相位键控及它

们的派生形式，解调器的形式依赖于调制方式。

【幅度键控】又称数字调幅。用数字信号控制载波幅度变化的数字调制方式。其调制原理类似于模拟信号调幅系统，即用数字信号与高频载波相乘，再经过适当的带通滤波器，可获得数字调幅信号。当数字信号为单极性脉冲输入（即含有直流分量）时，输出为标准的调幅信号；当数字信号为双极性脉冲输入时，输出为抑制载波的双边带信号。为了提高频谱利用率，幅度键控可采用单边带或残留边带技术，以及正交载波调制技术等。

【正交调幅】又称正交载波调制。一种提高频带利用率的数字调幅方法。用同步检波器接收抑制载波的双边带信号时，如果本地参考载波与发送载波之间的相位偏移了 90° ，输出就为零。利用这一特点，可以在同一信道（同一载波频率）中传输两路抑制载波双边带信号而互不干扰，从而节省频带。实现方法是：两路数字信息分别与两个相位差 90° 的同一频率的载波信号相乘，然后将所得两个抑制载波双边带信号相加起来进行传输。在接收端用两个参考载波互相正交的同步检波器，分别检出各路的基带调制信号。正交调幅在同样信道频带内可达到与单边带调制同样的传输速率，但实现起来，不需要象单边带调制系统那样对滤波器和均衡器有严格的要求。它是有限频带内实现高速数字传输的较好方式。

【频移键控】又称数字调频。用不同频率的载波来传输数字信号的一种数字调制方式。频移键控调制方法有两种：（1）直接调频法，用数字脉冲直接控制振荡器的某个参数，以实现跳频转换。这种方法产生的调频信号是相位连续的，且容易实现，但频率稳定度

较差；(2) 键控法，用数字信号控制两个载波的通断。此方法可用数字电路实现，转换速度快，波形好，稳定度高。但由于两个载波是互相独立的振荡，使输出的信号失去了相位的连续性。为克服这一缺点，可采用连续相位调制技术，如最小频移键控。

【最小频移键控】相位连续，调制指数为 0.5 的二元频移键控方式。0.5 是一般频移键控的最小调制指数。最小频移键控信号的载波相位在一个码元持续期间线性地变化 90° ，而在码元转换时保持连续。相位连续可以减小功率谱的高频分量，改善错码率，但设备较复杂。

【相移键控】又称数字调相。用基带数字信号控制载波相位变化的一种数字调制方式。用二进制数字信号控制载波相位的调制称为二相相移键控，相应有四相、八相相移键控调制方式。调制方法包括：(1) 绝对调相，利用载波的不同相位直接传送数字信息的调制方式；(2) 相对调相，又称差分调相。用载波相位的相对变化来传送数字信号。绝对调相解调时需要在接收端获得“绝对”的参考相位，这在技术上几乎不能实现。相对调相克服了绝对调相的困难，使数字调相得到实际应用。相移键控系统抗噪声性能优于幅移键控和频移键控系统，而且频带利用率较高，所以在中、高速数字通信中被广泛应用。

【最佳数字基带系统】既能消除码间干扰，又能使随机噪声的影响最小的数字基带系统。基带系统的最佳化，是设计发送和接收滤波器的问题。若信道中加性噪声为高斯噪声，最佳基带系统采用最佳接收滤波器。它由两部分组成：一部分是使随机噪声最小的

匹配滤波器，另一部分是消除码间串扰的均衡滤波器。

【同步】收发两端的载波、码元速率及各种定时标志都应步调一致地进行工作，不仅要求同频，而且对相位也有严格的要求。通信系统同步包括：载波同步、位（码元）同步、帧同步及通信网同步。同步是数字通信的前提，如果出现同步误差或失去同步，就会使通信系统的性能降低或通信失效。

无线电通信

【无线电通信】利用无线电波（或光波）在空间传播来完成信息传送的一种通信方式。通信距离可达数万公里，可传送多种信息。它的发展过程是不断提高通信可靠性和通信速率的过程，主要是不断扩展使用频率范围和不断寻找新的传输方式。一般常用的无线电通信方式包括：短波通信、微波接力通信、卫星通信及散射通信。无线电通信不需架设传输线路，十分机动灵活，已成为航空、航海、宇航、移动车辆等的基本通信方式。

【频率分配】无线电频谱是一种资源。对于各个频率段（波段）的划分和使用，国际上都有明确规定。无线电通信所用的频率（波长）分为 12 个频段（波段）见表。电磁波频率的高低对电波传播性能有很大影响，同一频段内的电波有大致相同的传播性能，不

同频段则差别较大。如中长波沿地面传播，绕射能力强，一般用于广播、业余无线电通信及海上通信等；短波由于电离层反射能力强，一般用于利用电离层反射进行远距离通信；微波只能象光波一样作直线传播，一般用于中继通信。参见“无线电频段（波段）划分表”。

无线电频段（波段）划分表

段号	频段名称	频率范围（含上限，不含下限）	波段名称		波长范围（含下限，不含上限）
1	极低频 (ELF)	3—30 赫	极长波		100—10 兆米
2	超低频 (SLF)	30—300 赫	超长波		10—1 兆米
3	特低频 (ULF)	300—3000 赫	特长波		1000—100 千米
4	甚低频 (VLF)	3—30 千赫	甚长波（万米波）		100—10 千米
5	低频 (LF)	30—300 千赫	长波（千米波）		10—1 千米
6	中频 (MF)	300—3000 千赫	中波（百米波）		1000—100 米
7	高频 (HF)	3—30 兆赫	短波（十米波）		100—10 米
8	甚高频 (VHF)	30—300 兆赫	超短波（米波）		10—1 米
9	特高频 (UHF)	300—3000 兆赫	微波	分米波	10—1 分米
10	超高频 (SHF)	3—30 吉赫		厘米波	10—1 厘米
11	极高频 (EHF)	30—300 吉赫		毫米波	10—1 毫米
12	至高频	300—3000 吉赫		丝米波	1—0.1 毫米

【无线信道】载有信息的无线电波传播所经由的空间，是无线电通信的组成部分。一般分为：地球（地下、水下和地球表面）、地球大气（对流层、电离层和磁层）、外层空间等传播信道。这些信道

的结构千差万别，电气特性各异，无线电波在其中传播时，传播特性相差很大。如海下通信采用超长波或更长波段的无线电波，它们能穿过海水而不遭受太大的损耗；电离层是短波通信和超短波散射通信的信道；磁层是频率低于几千赫的无线电波超远距离传输的信道。信道结构与波长（频率）决定了无线电波的传播特性。电磁波通过无线信道的传播方式可分为三种：地球表面传播（地波）、电离层反射传播（天波）和视距传播。信道对无线电波传播的主要影响有：（1）传输损耗，由于传播时的扩散以及媒介物的吸收或反射，使能量衰减；（2）传输媒介的变化，如电离层高度和电子浓度等参数随太阳辐射和太阳黑子活动等因素所发生的复杂变化，使短波通信的电平起伏甚至中断；（3）多径效应，使接收信号失真，甚至不稳定；（4）电台干扰，在同一频段内收到很多无线电波，造成对所需信号的干扰；（5）大气噪声，包括存在于大气层中的自然噪声和人为噪声，这些会使收到的信号不同于原来的信号，严重时不可辨认。

【地波】沿地球表面传播的无线电波。地波传播时，在地球表面上产生感应地面电流，引起涡流损耗，使电波衰减。低频时，衰减很小，随频率增高，衰减增大。地波主要用于短距离通讯。

【天波】朝向电离层传播，并由电离层反射回来的无线电波。天波用于远距离通信。天波传输取决于电离层的状态，最高可用频率、临界频率和入射角。电离层发生变化时，会引起天波强度涨落，所以接收到的电信号也涨落。

【电离层】大气层上层的稀薄气体，因受太阳辐射而电离形成电离

层。电离层分成几层，分别称为 D 层、E 层和 F 层。白天，D 层出现在距地面 50 至 100 千米的高空。E 层距地面约 100 千米，是比较稳定的一层。其电离密度白天强，夜晚由于离子复合，电离密度下降。F 层距地面 300 千米，冬天，F 层分为 F_1 层和 F_2 层。季节性变化，太阳黑子活动，均引起电离层变化。电磁波入射到电离层后，会被电离层反射回来，频率超过 30 兆赫兹时，则穿透电离层，不再返回地面。

【多径效应】在无线电通信中，发信端发射的信号通过许多时延不同的传输路径到达接收端，对接收信号所产生的干涉延时效应。经各条路径传输的信号，其相位关系是随时间而变化的，因此使合成信号振幅随机起伏，产生干涉衰落。另外各路径信号的干涉效果也因频率而异，这种特性称为频率选择性。多径效应不仅是衰落的经常性成因，而且是限制传输带宽或传输速率的根本因素之一。抗多径措施主要使用窄天线波束和分集接收技术。

【衰落】在无线通信中，接收点信号强度随机变化的一种现象。衰落信号强度的变化可达几十倍甚至几百倍。衰落有快衰落和慢衰落之分。衰落出现持续时间仅几分或几秒的称为快衰落；持续时间比较长的衰落（可能达一小时或者更长）称为慢衰落。产生衰落的原因一般归结为三种：（1）干涉衰落，由于多径传播使到达接收端的若干信号不能保持固定的相位差，使合成的信号振幅随机起伏。干涉衰落具有明显的频率选择性，它只对某一单个频率或一个几百赫兹的窄频带产生影响。干涉衰落的速率大约为 10—20 次/分，是造成快衰落的主要原因；（2）吸收衰落，由于电离层吸收的变化所引起信号强度比较缓慢的变化，是属于慢衰落；

(3) 极化衰落, 电波被电离层反射后, 其极化已不再和发射天线辐射时的相同, 天线接收信号的强度会变化。极化衰落出现的概率比较小。衰落对传输信号的质量和传输可靠度都有很大影响, 严重的衰落会使信号传输中断, 克服衰落的方法主要根据形成衰落的原因而确定。如采用分集接收技术可克服多径衰落。采用提高发射功率、自适应接收技术等可克服吸收衰落。

【邻近信道干扰】相邻信道信号互相干扰的现象。采用频分多路通信时, 一个信道分配一个频率, 相邻信道之间设有保护间隔频带。但如果发射机的某信道载频的频率稳定度很差, 或发射频率成分不纯, 就会出现相邻信道的相互串扰; 或者是由于接收机选择性不好, 邻近信道的信号进入本信道接收机, 干扰了接收机正常接收本信道的信号。一般要求有用信号与邻近信道干扰之比大于 70 分贝以上为好。

【无线选址通信】同一通信网内的各个通信台、站共用同一指定射频信道, 在同一时间、同一方向进行相互间的多边通信。采用无线选址通信方式的有卫星通信、扩频通信、移动通信等。多址方式主要包括: 频分多址、时分多址、码分多址、空分多址及它们的组合形式。此外还可利用正交极化的极化分割多址方式。采用多址联接方式, 可提高无线信道的利用率和通信联接的灵活性。

【频分多址通信】在同一通信网内的各通信台、站使用不同的载波频率, 共用同一射频频带的多方通信方式。根据分配的载波频率不同来区分各台、站的地址。载频分配方式有两种: (1) 预分配方式。给每个台、站分配一个专用载波频率, 做为它的地址。如

由多个地面站组成的多址卫星通信网，每个站的多路信号按频分复用方式组成群频，然后对射频进行频率调制。各站所用的载波频率不同，它们分别在一个转发器的指定频带内占有相应的位置，使各站的信号频谱互不重叠，有规律地分用转发器的频带。各站收到载波信号后，按照频分规则选出各站应该接收的频带，经放大、变频和解调取出所需群频；(2) 按需分配方式，将指定的射频频道，按频率分割成许多信道，每个信道对应一个载波。所有信道归各台、站共同使用，根据各台、站通信业务量的需要进行临时分配。由于信道统一分配，提高了信道利用率。频分多址的主要优点是：技术成熟，设备简单，不需网同步，可直接与地面频分制线路接口，工作于大容量线路时效率较高。其主要缺点是：由于存在多个载波，容易形成交调干扰，需要保护频带，故频带利用不充分。

【时分多址通信】以不同的时间间隙（简称时隙）来区分各通信台、站地址的多方通信方式。它分配给各台、站一个指定的时隙，各台、站只是在自己的时隙内发射信号，而转换站则将这些按不同时隙进来的信号按时间排列起来。时分多址的主要特点是：(1) 采用数字制。各台的基带信号低速连续输入并存贮在缓冲器里，而在分配的时隙以高速突发形式的脉冲串调制载波发射出去，各突发开始是“报头”码组，用以解决站址识别及载波、位定时的同步问题。接收到的信号，在解调后也是先存入缓冲器，由高速突发变成低速连续输出。(2) 在任何时刻都只有一个台发出的信号通过转换站，这样转换设备始终处于单载波工作状态，从根本上消除了频分多址中的互调干扰，可以充分利用通信频率。时分多址的主要优点是：没有互调干扰，大小台、站容易兼容，便于实

现按申请分配线路，使小容量台、站也有较高的电路利用率。其主要缺点是要求各台、站之间在时间上保持严格的同步，要实现这种同步而使设备比较复杂。

【码分多址通信】用不同的波形信号（即不同的固定代码），以同一频率发射出去，各站的接收是根据相应的信号波形分离出自己需要的信号的多方通信方式。其通信系统发射的信号，往往共同使用整个频带（即频谱展宽制式），而发射时间又是任意的，所以各台的发射信号，在时间上，频率上都可能互相重叠。对某台发出的信号，只有与它相匹配的接收机才能检测它们。码分多址实际上是一种扩展频谱通信。码分多址的优点是：具有较强的抗干扰能力，并有一定的保密性，改变地址比较灵活。缺点是：要选择数量足够的可用地址码组较为困难；接收时，对地址码的捕获与同步需要一定时间。

【空分多址】利用天线波束在空间指向的差异来区分不同台、站的多方通信。如在卫星通信中，使用空分多址方式时，卫星天线有多个窄波束，每个窄波束覆盖地球表面上的一定区域。卫星设备上装有转换开关设备，某区域中某一站的上行信号经星上波束转换开关转接到另一区域中的一个地球站去。空分多址的主要优点是：由于天线波束窄，使发射功率得到合理有效的利用；发射信号在空间互不重叠，可实现频率重复使用，成倍地扩大了系统的通信容量。其主要缺点是：对天线系统要求高，技术复杂，需用交换设备。

【短波通信】又称高频无线电通信。利用 3—30 兆赫频段的电磁波

进行的无线电通信。它主要靠电离层反射（天波）来传播电波，也可以和长、中波一样靠地波进行短距离传播。由于短波信道是衰减信道，另外短波波段电台拥挤，干扰严重，无法抵御窃听和各种有意干扰，如不采取措施，则短波通信可靠性低，质量差。为了克服短波通信存在的缺点，现代的短波通信系统中采用了许多新技术，如实时估值技术，分集接收技术，现代调制技术，差错控制技术及各种自适应技术。采用现代技术改造过的短波通信，能为用户提供高质量、高可通率和价格适中的通信线路。

【短波单边带通信】采用调幅单边带调制方式的短波通信。由于单边带通信具有比常规的调幅通信所需的发射功率小，占用频带窄，并能进行多路通信等优点，所以短波通信线路上无论是传送话音模拟信号还是数据信号，最常用的调制方式是单边带调制。

【高频自适应通信】具有适应通信条件变化能力的高频通信。它是以实时信道估值为基础的。通信条件包括传播条件、大气噪声、人为干扰、被传输信息的形式等。从广义讲，在高频通信系统中可以有各种类型的自适应，如频率自适应、功率自适应、速率自适应、分集自适应、自适应均衡和自适应调零天线等。改善高频无线电通信质量，提高可通率的最有效途径是实时地选频和换频，使通信线路始终工作在传播条件良好的弱噪声信道上。所以一般来说，高频自适应就是指频率自适应。实现频率自适应的方法是利用实时信道估值技术来测量和分析各种环境参数，根据综合分析和计算的结果，建立一条工作在最佳频率上的通信线路。

【实时信道估值】实时测量一组信道的参数，并利用得到的参数来

定量描述这组信道的状态和对传输某种通信业务的能力的技术。选用信道参数，要视通信线路所传输的通信业务而定。对于传输数据来讲，直接能反映数据传输质量的参数包括：信号功率、噪声功率及其分布、多径展宽或多径时延、在给定时间内接收错误码元的数目等。对于传输语言信号来讲，被测参数还可从以下几项中选择：话音清晰度、基带频谱、失真系数等。采用实时信道估值的系统，并不考虑电离层结构和电离层的具体变化，而是从特定线路出发，发出某种型式的探测信号，收端在一组规定的信道上测量各种参数，通过实时处理被测数据，确定在这一组信道上传输某种通信业务时可能达到的通信质量指标，从而为通信线路提供可靠频率资源信息。

【超短波通信】无线电通信的一种。它所采用的电磁波的波长为1—10米，频率范围为30—300兆赫。其优点是：受天电干扰的影响小，不受昼夜、季节、气候等因素的影响，其通信稳定性比较高，噪声也较小。其缺点是：此波长的电磁波只能直线传播，因此通信距离限制在视距以内。超短波通信主要应用于广播电视、雷达、航空通信等方面。

【散射通信】利用空中介质对无线电波的散射作用来进行超视距通信的一种无线电通信方式。当无线电波通过电离层、对流层等介质时，由于介质的不均匀使电波发生散射而到达远方，实现了远距离通信。根据所利用的散射体不同，散射通信分为，对流层散射通信、电离层散射通信、流星余迹散射通信、人造散射体散射通信。根据不同工作频段，可分为超短波散射通信及微波散射通信。散射通信具有传播距离远，受战争或自然力破坏的可能性小

的优点,很适宜军事方面通信。但散射通信有一些固有的弱点:其一是传输损耗大。这是由于经散射体散射的信号能量太弱,真正被接收天线捕捉到的信号能量十分微弱。为此需要大功率发射机、高增益天线及高灵敏度低噪声接收机。其次是接收信号有衰落现象。为了克服衰落对通信的不良影响,其终端设备一般比较复杂。散射通信的通信容量通常低于一般的视距无线通信系统。

【散射通信系统】构成散射通信的通信设备和散射信道总称。它与一般无线电通信系统一样,在发送端由信源、发送终端设备、发射机及发射天线组成。在接收端由接收天线、接收机、接收终端设备及信宿组成。但散射通信系统有其自己特点,散射信道是一个随机时变信道,经此信道传播的信号,在接收端非常微弱,并有强烈衰落。为保证散射通信系统的性能,必须对通信设备采取一些措施,如使用大功率发射机,高灵敏度与低噪声的接收机,另外可采用分集接收技术,减小衰落的影响。

【对流层散射通信】利用对流层的不均匀结构对无线电波产生的散射作用,来实现远距离通信的通信方式。此通信方式使用了微波波段。对流层是大气的低层结构,紧靠地球表面。由于这种天然无源接力站的位置较低,所以对对流层散射通信的距离只有数百公里。但由于微波频段的频率很高,其传递信息的能力比超短波波段高得多。另外,对流层散射传播比电离层和流星余迹散射传播要稳定得多。

【电离层散射通信】利用电离层对无线电波的散射作用而实现远距离无线通信。它在超短波频段工作,其通信距离一般可达 1500—

2000 公里。电离层是位于海拔 50—300 公里之间的一层大气。在那里，空气非常稀薄，太阳辐射很强烈，气体分子由于受到太阳的强烈辐射而呈现电离状态。超短波电磁波在射向电离层时，有绝大部分的电磁波穿透电离层射向太空，但还有很小一部分的电磁波被送回地面而传向很远的地方。这部分返回地面的电磁波不是被电离层反射回地面的，而是受到电离层不均匀结构的散射作用被送回地面的。利用这微弱的散射信号即可进行通信。

【流星余迹散射通信】利用流星燃烧过程中所产生的电离气体柱对无线电波的散射作用来进行远距离通信的通信方式。它使用超短波波段通信，通信距离可达 1500—2000 公里。流星是高速闯入地球大气层的宇宙中的小物体，在其燃烧过程中所产生的炽热电离气体使超短波无线电波发生散射。由于流星余迹是短暂的、间断性地出现，所以这种通信也是短暂的、间断性地工作。显然，流星余迹散射通信的传信率决定于流星出现的次数，当流星出现频繁时，传信率高，反之则低。实际上，流星平均出现的次数还是很多的，所以这种通信方式的平均传信率并不低。流星余迹比电离层散射通信的传输损耗小，另外它不会受电离层骚扰（如太阳黑子、磁爆、核爆炸等引起）的影响，特别是对通过极区的通信有特殊意义。

【分集接收技术】分别找到若干荷载同一消息的独立衰落信号，再把它们集中合并，得到一个起伏变化比较小的信号的接收技术。它是一种抗衰落的接收技术。技术实现包括两个方面：（1）信号分集，把同一信号分散传输，以便在接收端获得多个独立衰落的信号。信号分散传输的路数称为分集重数，常采用二重、四重分集、

个别可达八重分集。在空间、频率、时间、角度和极化等方面分离得足够远的无线电信道，可认为衰落是相互独立的，所以在接收端获得独立衰落的信号是完全可能的，相应的分集方式有空间分集、频率分集、时间分集、极化分集等。在短波通信中常用的是前三种分集以及它们的组合。频率和时间分集，适宜于多路传输的无线电信道；（2）信号合并，接收端收到的多个独立衰落的信号组合方式。合并方式分为三种：1. 选择式，选择信噪比最强的一路输出。2. 等增益合并，各路信号相加作为输出。3. 最大比值合并，各路信号合并时，加权系数按各路的信噪比自适应地调整，以求合并后获得最大信噪比输出。由于选择式和等增益合并电路比较简单而被广泛应用，尤其是选择式和等增益合并的混合方式更常用，即当各路信噪比都比较接近时，则采用等增益合并，而当某一路的信噪比很低时，则将该路自动切断，不参与合并。

【空间分集】在不同的空间位置上分别接收信号，然后把这些接收信号合并使用的分集技术。它需要两付或两付以上彼此相隔几百米的天线，接收相同的传输信息。由于快衰落的空间独立性，各天线捕捉到的接收信号的起伏变化是不一样的，这就有可能取长补短，使集中合并的信号变得更稳定一些。

【频率分集】在发端同时用多个载波频率发射同一个消息，在收端分别接收它们，再集中合并的分集技术。它可克服信道有频率选择性衰落所造成的信号失真。频率分集的优点在于接收端只需要一付天线和一部接收机，对于移动通信系统是十分适宜的分集技术。

【时间分集】将同一消息在不同的时间区间多次重发的分集技术。只要重发的时间足够大，则各次发送的信号通过信道后，出现的衰落将是彼此独立的。接收端先后收到这些信号后，首先把信号在时间上取齐，再进行合并。时间分集除了可以有效地抗深度衰落外，还可以抗宽带噪声所造成的突发错误。由于这类噪声与空间、频率等高度相关、唯独与时间无关，因此采用其它分集方式不具有抗宽带噪声的效果。时间分集和频率分集经常组合在一起使用，构成时间—频率分集系统，它是一种较优的系统。

【极化分集】在接收端用两个位置很近但处于不同极化平面内的天线分别接收信号的分集技术。在短波信道中，单一极化的发射电波由于传播媒质的作用，形成两个彼此正交的极化波，这两个不同极化的电波具有独立的衰落特性，采用极化分集可抗信号衰落。极化分集可看成是空间分集的一种特殊情况，它也要用两付天线，由于采用不同极化电波具有不相关的衰落特性而缩短了天线间的距离。

【扩展频谱通信】简称扩频通信。利用扩展频谱技术，实现系统任意选址，增强抗干扰性能及保密性的无线电通信方式。它是经过两次调制、解调的系统，除了必要的传统信息调制外，在高频信道中增加一次码控调制，即扩频调制。扩频调制使已调射频信号扩展成比信息带宽大几百倍，甚至几千倍的宽带信号。扩频通信具有许多独特的性能：（1）抗干扰能力强，可以在接收到的信号比干扰信号的强度小很多的情况下，仍能进行可靠通信。这是由于接收机解扩时，采用的扩频码与发射的扩频信号相匹配，则需要的信号可恢复到未扩频前的原始带宽，而不匹配的信号则扩散

到扩频带宽范围，从而使落入基带信号带宽内的干扰信号强度大大削弱；（2）可进行多址通信，将扩频技术与正交编码方法相结合，可构成码分多址通信。用户可用不同的正交编码区分地址，多个用户共同使用一个频带，且随机接入通信网进行通信；（3）保密性强，由于扩频后的信号功率密度很多，近似于白噪声性能，使传输的信息具有隐蔽性；（4）抗衰落能力强，扩频信号所占据的频带很宽，当由于某种原因引起衰落时，只会使小部分的频谱衰落受影响，而不会使整个信号产生畸变。根据所采用的扩频技术不同，扩频系统主要分为：直接序列调制系统、频率跳变调制系统、跳时系统及由几种扩频方式组合起来的混合系统。

【扩展频谱多址通信】以不同地址码或频率跳变的不同规律作为地址的通信方式。每个电台配给一个特殊的编码信号（称为地址码），用这种码将信号频谱展宽，或者是让载有信号的发射频率在较宽的范围内跳变，对含有地址码的信号解调方法是：将接收的信号和与发端完全相同的本地码进行相关接收处理，然后把发给本台的信号挑选出来，而发送给其它台的地址信号，由于对本台不相关，所以在接收机的解调器上就没有输出。由于各台使用了不同的地址码，因此即使使用同一载波、完全共用同一频带，也不会发生相互干扰，而实现多址通信。扩频通信中的直扩系统实际上是码分多址方式，跳频系统是时分和频分的组合形式。

【扩频通信地址编码】扩频通信中，为提高信道传输特性而进行的码型变换及用码的形状差异来区分通信地址的编码技术。地址编码的设计是码分多址体制的基本技术之一。对地址编码设计要求如下：（1）有良好的自相关系数和互相关特性，即自相关旁瓣和

互相关系数要小，能够获得较强的抗干扰能力；(2) 有足够的不同结构的码序列，以供给电台通信系统更多的地址数；(3) 编码器要设备简单，成本低，容易实现；(4) 容易实现系统的同步，捕获电台地址速度要快。根据地址编码原则，经常使用的地址码有两种： m 序列和复合码序列。

【扩频处理增益】衡量扩频系统性能的一个重要指标。用发射扩频信号的频带带宽与原始信号带宽的比值表示。它定量描述了频谱扩展对抗干扰性能带来的好处。接收机对信号与噪声功率的压缩与扩展处理，使信号功率集中，而干扰功率扩展分散并被滤波器大量滤除，提高了信号与噪声功率比，增强通信系统的抗干扰能力。处理增益表明了经过对接收信号扩展与压缩处理得到的功率增益。

【扩频系统的频带利用率】衡量扩频系统有效性的指标。扩频系统占用的频带较宽，与窄带系统比，似乎频谱利用率不高，但从扩频系统共用信道与窄带固定信道比较，在窄带信道占空系数小的情况下，即工作时间仅占用整个工作时间的一小部分，扩频系统的信道利用次数多，频谱利用率反而比窄带信道高。这是因为窄带系统中，许多用户分配在固定信道上，相互不复用，各个信道在任何时间上大部分是空闲的；而扩频系统使所有信道对所有用户都是可以占用的，所以在一定带宽经扩频分配的结果，比传统频率分割的窄带分配法，在通信质量上有显著的增长。

【直接序列调制系统】又称直接扩频系统。用伪随机序列直接扩展频谱的系统。在发送端，基带信号通过与速率很高的伪随机序列

进行调制，将其频谱展宽，这个过程称为扩频。频谱展宽后的序列进行射频调制，通常采用相移键控调制，其输出则是扩展频谱的射频信号，经天线发射出去。在接收端，射频信号经混频后，变为扩频信号，它与本地的发端相同的编码序列进行反扩展，将宽带信号恢复成基带信号，这个过程称为解扩，解扩后的中频窄带信号经普通解调器进行解码，恢复成原始传输的基带信号。直接扩频系统是靠频谱的扩展与解扩来提高信噪比的。直扩系统优点如下：通信隐蔽性好，信号容易产生，易实现数字加密，能达到1—100兆赫带宽。其缺点是同步要求严格和远—近特性不好。

【频率跳变调制系统】简称跳频系统。由所传输信息码与伪随机码的组合，控制载波中心频率，使其离散地在一个给定频带内跳变，形成一个宽带的离散频率谱的扩频调制系统。在发送端，信息码序列与伪随机码序列组合，按照不同的码字去控制频率合成器，其输出的频率根据码序列的改变而改变，形成了频率的跳变，从而使射频载波在一个很宽的范围内变化，形成了一个宽带离散谱，经天线发射出去。在接收端，需要与发送端相同的伪随机码去控制本地频率合成器，使其与发端的频率作相同的改变，即收发跳频同步，本地的跳频信号在混频器中与接收信号差频出一个不跳变的中频信息信号，经中频窄带滤波后，把不需要的干扰抑制掉，再由信息解调器恢复出有用的信息信号。跳频系统是靠躲避干扰来提高信噪比的。跳频系统优点如下：可达到非常宽的通信带宽，有良好的远—近特性，快跳可避免瞄准干扰，模拟或数字调制灵活性大。缺点是：快跳时设备复杂，多址时对脉冲波形要求高，慢跳隐蔽性差。

【跳时系统】用码序列控制发送时刻及时间长短的一种扩展频谱系统。在时间跳变中，将一个信息码的持续时间分成若干时隙，由伪码序列控制在那个时隙中发送信息码，时隙选择、持续时间的长短也是由伪码控制的。因此，信码是在开通的很短时隙中，以较高的峰值功率传输的。在发送端，输入的数字信息与伪码序列组合后，去控制发射机的开闭，实际信号相当于一个随机码序列的脉冲振幅调制。在接收端，本地伪码序列与发端伪码序列完全同步，用于控制两个选通门，使传号（代表有电流）与空号（代表无电流）分别由两个门选通后经检波进行判决，然后，信号进入解调器进行信息解调。跳时系统与其它扩频系统相比，具有如下优点：（1）与时分多址自然衔接，各路信号按时隙排列；（2）有良好的远—近特性；（3）数字、模拟兼容。其缺点是：要有高功率，需要准确的时间同步及对连续波没有抵抗能力。

电报通信

【电报通信】利用电的方法，远距离传送书面消息的一种通信方式。可分为两大类：（1）电传电报，又称编码电报。一种把文字编成电码的通报方式。它只能传送消息的内容，即传送文字信息；（2）传真电报，一种直接传送文字手迹、图表、照片的通信方式。它既传送消息内容，也传送消息形式，扩大了传送消息的范围。电报通信设备主要包括：（1）电报终端设备，指人工电报机、电传机、传真机等；（2）电报传输设备，指载波电报机、单双流转换设备、插报机、自动回询纠错设备等；（3）电报交换设备，指电

子计算机自动转报设备、用户电报交换机等。电报通信主要是利用电话通路传送，由于电报信号的频谱比电话窄得多，在一个话路中可以组成多个电报电路，极为经济。另外电报通信具有文字记录的特点。

【公众电报】发报人把需要发送的电报底稿交给电报局，由电报局将报文内容变成电信号，经电报通路传送出去，对方电报局收下后负责送给收报人的电报发送方式。是电传电报的一种形式。其特点是：发报人与收报人不需要在电路上“会晤”，不直接进行“会话”，一切由电报局进行联系和处理。

【用户电报】又称电传。为特定用户服务的电传电报。它把电报机（通常是电传打字机）直接装在电报用户处。在需要通报时，发报用户先进行呼叫，通过电报局的用户电报交换机将电路及时接通，主、被叫用户即可利用电传机直接进行书面文字的通信。用户电报业务与公众电话业务相似，电传打字机即相当于电话机，使用文字代替了语音进行通信。所以用户电报具有与电话相似的实时应答优点，兼有电报的文字记录等特点。

【莫尔斯电码】用不同的点、划组合来代表各个数字和字母的一种不均匀电报编码。点、划所占时间长短有一定的比例，一划的时间是一点所占时间的三倍。莫尔斯电码主要用于人工电报中，便于用电键发送和用音响器抄收。

【五单位电码】电传机普遍采用的电报编码。它由长度相等的五个电流脉冲组合来代表字符。其中有电流脉冲代表“传号”，无电流

脉冲代表“空号”。利用“字母——数字”转换设备，可使同一个电码组合，即代表字母，又代表数字。为了保持收发双方电传机同步，在五单位电码前面要加一个起动脉冲，后面加一个停止脉冲。实际上，每发一个字符是七个脉冲。国际上通用的电报编码是五单位第二号国际电码。

【数字保护电码】在五单位第二号国际电码的基础上，结合中国文字的具体情况，对 0—9 十个数字编码作适当调整，使之对十个数字起一定的保护作用的电码。中国由于采用四个数字代表一个汉字的四码电报，中文电报中的数字出现概率很高，当采用五单位第二号国际电码时，在传输过程中，如果多一个脉冲或少一个脉冲都可能造成某一个数字变成另一个数字，报务员要发现数字变数字的错误是困难的。数字保护码采用三正二负的定比码，很容易发现变字错误，从而提高中文电报通信质量。

【通报速率】每秒钟所传送的单位电流脉冲信号的数目，单位为波特。它用来衡量通报的快慢速度。电报的通报速率在 50—200 波特以内，称为低速电报，通报速率在 300 波特以上，称为快速电报。

【载波电报】又称音频电报。利用频分复用技术，把电话频带分隔成若干个电报通路，把发报机发出的直流电报信号调制成不同频率的音频信号，然后汇集在一起，再通过载波电路或微波电路进一步调制后进行传输。在接收端，利用不同频率的带通滤波器，把各个报路不同频率的信号区分开来，再经过解调把音频电报信号还原成直流电报信号，送到收报机。一个电话通路，一般可传送

12—24 路调制电报。

【电报交换】又称电报转接。在电报通信网中，为使没有直达电路的任何两地之间得以进行电报通信，需经过一个或几个中间局进行电报转接的过程。电报交换方式可分为两大类：（1）电路交换，通过中间局将发报和收报双方的电路接通，从而可以直接通报，它主要用于用户电报交换；（2）存贮转发交换，由中间局将发报局发来的信息暂时接收存贮起来，然后再转发给收报局，它主要用于公众电报。在每一种方式中，又可由人工、自动或半自动的操作来完成。

【电传打字电报机】简称电传机。可以直接拍发字母和数字，接收报文并自动打印或凿孔的电报终端设备。电传机使用均匀电码，一般采用国际电报电话咨询委员会建议的国际第二号五单位电码。电传机的型式很多，但其基本原理和工作过程具有共同性。它主要由键盘发报机构、收报机构、印字机构和辅助机构组成。从电传机工作部件功能来看，它包括：（1）信号变换部件，如键盘，按一个键钮就能变换为一组五单位组合信号。（2）功能控制部件，指打印控制、定时系统、时间分配、换行、回车等。（3）执行部件，指打印机构、凿孔机构、输纸机构等。根据完成这三部分工作的部件不同，电传机可分为机械电传机和电子电传机。

【电子电传机】一种具有通报速率高、操作功能多、噪声低、部分功能自动化的电传机。它的信号变换和功能控制部件采用了电子器件、集成电路、微处理器及其接口电路，其执行部件采用伺服电机、步进电机等来驱动。电子电传机与机械电传机相比有明显

的优势，主要包括：(1) 印字方式的改革，采用击打式印字方式，如针列点阵式；非击打式印字方式，如热敏式、喷墨式及静电、激光印字方式，这些新的印字方式提高了印字速度，降低打印噪声；(2) 键盘组码机构电子化，如键盘上增加了一些复合功能操作键，便于使用者掌握及操作；电子组码电路采用循环扫描码发生电路，能满足快速键盘输入及防止误输入的要求；(3) 自动控制功能，如自动询问及应答、打印满行时自动换行、回车，报文存贮能力，报文编辑功能，根据来报呼叫的信号速率自动判别和调整正确的速率等；(4) 可靠性高，由于采用了寿命长、可靠性高的集成电路及先进的机电执行元件代替机械部件，提高了可靠性。

电话通信

【电话通信】利用电信号互通语言信息的通信。通信双方可实时对话，使用方便。按话路接续方式，可分为人工电话和自动电话。按传输媒介可分为有线电话和无线电话。按通信距离，可分为市内电话和长途电话。电话通信系统由用户设备（电话机）、交换设备和传输设备等组成。电话机是声电转换的设备，发话时将声音转换成电信号，收话时将电信号再还原成声音。电话的通信质量通常以接通率（呼唤率）和音节清晰度来衡量。接通率是指接通呼叫的次数与总呼叫次数的百分比，比值越大，服务质量越高。音节清晰度是指电话中所能听清的音节与发出的音节百分比，比值越大，清晰度越好。

【电话通信系统】完成语音信号传输的通信设备和传输线路的总称。电话通信设备主要包括电话机和电话交换机。电话机是完成通话和呼叫的终端设备；电话交换机完成接续工作，即在要求联系的两个用户之间实时地建立电路接续，提供语音通道，在通话完成后，立即予以切断线路。传输线路把电话机与电话交换机、及电话交换机之间连接起来，构成电话通信网，完成任意用户间的电话通信。

【电话交换机】完成多个用户之间的电话接续（连接或转接）工作的设备。它具有五项基本性能：（1）随时发现用户的呼叫信号；（2）接收用户所发送的号码；（3）测试被叫忙闲，在被叫空闲时选择主叫到被叫间的空闲通路，并向被叫振铃；（4）随时发现被叫用户摘机应答，从而停止振铃，主叫与被叫开始通话；（5）随时发现任一方用户挂机，拆断连接通路。电话交换机由话路设备与控制设备组成。话路设备在控制设备的作用下，将主、被叫用户接通，构成通话回路。电话交换机发明于1878年，其机型是人工磁石交换机；随后又发明了步进制交换机，使电话交换由人工时代迈入了自动化时代；纵横制交换机的出现是交换技术迈入自动化后的第一个转折点，它采用了比较理想的接线器和高效率的公共控制方式；随着计算机和集成电路的发展，使交换技术跨入了程控电子交换机的时代。电话交换机的型式和种类很多：按服务区域不同，有市话交换机和长途电话交换机；按接续方式分，有人工交换机和自动交换机；按控制原理不同，有直接控制式和间接控制式交换机；按接续元件不同，有机电式和电子式；按控制设备组成方式不同，有布线逻辑控制和存贮程序控制交换机；按

交换机中传输的话音信号形式分，有模拟交换机和数字交换机。

【人工电话交换机】由话务员在交换台上用塞绳把两个用户的话机线连接起来完成通话接续的交换机。其工作过程如下：当主叫用户摘机时，交换台上该用户的呼叫灯亮，话务员见灯亮，将一空闲塞绳的一端即应答塞子插入该用户塞孔，呼叫灯灭；话务员向主叫用户询问被叫用户号码，然后测试被叫用户是否空闲；如空闲，话务员将该塞绳的另一端即呼叫塞子插入被叫用户塞孔，并向被叫用户送出振铃信号，被叫听到铃声后摘机应答；话务员见被叫应答立即停止振铃，并构成通话回路；用户通话完毕挂机，话务员拆线，将塞绳两端拔出，一切复原。人工电话交换机是话务员控制接续的，因此劳动强度大，接线速度慢，容量小。

【电子式交换机】使用电子元件作为交换机的主要部件的交换机。它可分为半电子、准电子和全电子式三种交换机。在接续部分和控制部分均使用电子部件的称为全电子式；在接续部分使用机电部件，而控制部分使用电子部件的则称为半电子式；新型接续部件如簧接线器和剩簧接线器不同于机械结构的纵横接线器，具有体积小、接线速度快、没有机械运动的性能，使用这些部件组成的交换机称为准电子式。

【间接控制式交换机】由控制设备接收用户号码，然后控制话路接续设备动作的交换机。控制设备包括记发器和标志器。其具体工作过程如下：交换机根据话机送来的摘机信号，通过用户电路启动标志器，由标志器选定一条通路，将主叫用户与一个公用的空闲绳路和记发器接通，由记发器向用户送出拨号音，以完成呼出

接续；用户拨号时送来的拨号脉冲，由记发器进行接收、计数并储存；然后启动标志器，标志器根据记发器送来的被叫用户号码测试被叫空闲，选定一条通路将绳路与被叫用户接通，以完成呼入接续。标志器和记发器在接续完毕后释放，此时主、被叫用户通过绳路完成通话，任一方挂机后，由绳路将话路接续设备释放。间接控制交换机把控制设备与话路接续设备分开，提高了控制设备的利用率，便于迂回和转接，可以方便并号、消号，易于与其他制式配合。人工交换机、纵横制交换机和电子式交换机均属于间接控制式交换机。

【布线逻辑控制交换机】控制系统由一些具有不同逻辑功能的控制电路组成的电话交换机。控制电路之间通过固定的布线方法使其具备一定的功能，在外来信号作用下，完成对话路接续设备的控制。纵横制和准电子交换机均属于布线逻辑控制式交换机。它的主要缺点是：电路一经确定，就不易变更，不易扩充容量。所以此类交换机只适用于性能比较简单，动作速度要求不太高的通信交换。

【模拟交换】交换机中传输的话音信号为模拟信号的交换方式。步进制、纵横制、准电子、空分制和时分脉幅式电子交换机均属于模拟交换。

【空分制交换机】话路网络中的一条接续通路只能为一对用户使用的交换机。每对用户的通话回路在话路网络中各占有一定的空间，当一对用户使用一条接续通路通话时，别的用户不能再使用这一接续通路，只能申请别的空闲话路。所以任一输入和输出之间的

话路接续均在不同空间位置上进行。空分制话路网络的接点一般采用电磁接点，如纵横接线器、干簧接线器，也有采用电子接点的。步进制、纵横制、准电子式交换机均属于空分制交换机，程控交换机也有采用空分制交换方式的。

【时分制交换机】话路接续网按时间分割的原理进行复用的交换机。一条通路可为许多用户使用，他们所使用的时间是相互错开的。时分制交换机采用两种交换技术：(1) 时隙交换，将输入的时分多路复用信号的某个时隙中的信息，经话路接续网交换到另一个时隙中去，如果这两个时隙所对应的时路分别为两个用户所占用，这就相当于建立了两个用户之间的时路。只要两个用户间处于通话状态，就重复不断地在每帧中进行如上的时隙交换。(2) 空间交换，将任何一条输入复用线经过话路接续网连接到另一条输出复用线上，使话路接续网能在多条时分复用线之间进行时隙交换，使占用不同复用线上不同时隙的用户可以进行通话。时分制话路接续网由时分接线器和空分接线器组合而成。时隙交换范围小，因为时分复用线上的时隙数是有限的。一般容量不大的时分制交换机可仅用时分接线器构成单级的时路网络。若想增加交换机容量，必须同时采用时隙交换和空间交换两种技术。时分制时路网络的接点应有较高的动作速度，一般采用电子接点。根据时分复用方式的不同，有脉幅调制、脉冲编码调制和增量调制等时分制交换机。

【步进制交换机】一种直接控制式交换机。其控制部分和时路接续部分组合在一起构成步进选择机。在用户话机所发出的号盘脉冲直接控制下，选择机完成上升、旋转运动，使弧刷与线弧触点接

触构成通路，选择机自动向被叫用户振铃，被叫应答后，构成通话回话。通话完毕后，选择机自动拆线，弧刷恢复原位。步进制交换机接线速度慢，机构复杂，维护工作量大；接点为滑动接触，可靠性差，杂音大，通话质量低。

【纵横制交换机】采用贵金属接点的纵横接线器作为话路接续元件，同时采用公共控制方式的电话交换机。纵横接线器工作方式与继电器相类似，接点采用推压接触，接触可靠，通话衰耗小。其公共控制方式将控制设备与话路设备分开。控制设备包括记发器和标志器。记发器接收和储存主叫用户所拨的被叫用户号码，标志器测试通路是否空闲并控制纵横接线器交叉点闭合。由于主叫所拨号码不直接控制各级接线器动作，而是存储在记发器里，故对拨号盘的要求可比直接控制式放宽，并可适应新型的按钮电话机。更主要的是，由于号码集中记存和处理，便于进行迂回和转接，增加了中继布局的灵活性。

【话路接续系统】交换机中为用户提供通话的接续路由和传输通路的话路设备总称。它由话路网络、用户电路、绳路和出入中继器组成。话路网络的基本功能是提供接续通道。用户电路是用户线与话路网络间的接口电路，用于表示用户状态和完成相应操作，具体功能为：（1）监视用户的呼出信号；（2）将用户呼出信号转发给控制设备；（3）向控制设备反映用户的忙闲状态；（4）通话时切除 a、b 线上的电源和元件，提供直通路由。绳路又叫本局中继器，其基本功能是：（1）供给主叫和被叫用户的通话电源；（2）向被叫用户送铃流，向主叫用户送回铃音；（3）监视被叫用户的应答，应答后切断铃流和回铃音，建立主被叫通话的话音通路；

- (4) 监视主叫和被叫用户的挂机信号，并控制接续通路的复原。
- (5) 向控制设备反映绳路的忙闲状态。出入中继器是局间中继线与话路网络间的接口电路，在电话局之间接续时起配合作用。其基本功能除了具有绳路的功能外，还要配合示闲、占用、应答、释放等监视信号的发送与接收，配合选择信号的转发和接收。

【标志器和记发器】布线逻辑控制式交换机中的公共控制设备。记发器完成电话号码的接收、记存和发送。记发器由脉冲接收、计数、存贮电路、各种时限电路、号码发送电路等组成。对应于拨号式电话机和按键式电话机，记发器相应为脉冲记发器和按键记发器。记发器仅在接收号码，控制接续的过程中占用。标志器是整个交换机的控制中心，在记发器的配合下，控制完成各种接续任务。它通过接收和检测各种设备的有关信息，进行逻辑判断，发出相应的各种命令，控制接续工作的正常进行。标志器具有查定电路、号码接收和译码电路、选试电路、驱动电路和核对电路等，此外还有时限监视、故障记录和转换控制等电路。标志器只是在收完号码后控制接续过程中占用，接续完毕后，立即释放。标志器占用时间短，但出故障时影响面大，故应有主、备用转换或互助性能。

【接续部件】在电话交换机中建立话音传输通路的部件。它应具有较高的可靠性，不允许有误接、接不通和不释放等情况存在。它主要包括由电磁元件构成的电磁接线器、电子元件构成的电子接线器等。

【话音信号】表示说话声音的电信号。话音是声带振动激动了空气，

空气的振动又激动了耳膜，使听者有声音的感觉。人耳并不是对所有的振动都有声音的感觉，只对 $20\text{—}10000$ 赫范围内的振动有声音感觉。若从能听懂的词句或单词的百分比来衡量各频率分量的影响，发现高于 3400 赫与低于 300 赫的频率分量对单词的清晰度已没有明显的作用，因此作为一般的电话通信，将话音传输频带定为 $300\text{—}3400$ 赫。若将话音传输频带内的许多频率分量的时域振动波形合成在一起，就得到一个幅度随时间变化，时大时小的复杂波形，通常把波形的最大幅值与最小幅值之比定义为话音信号的动态范围，用分贝表示，一般有 $20\text{—}40$ 分贝的量级。

【电话传输质量】从主叫用户到被叫用户间的传输衰耗来衡量传输质量好坏。传输衰耗影响电话清晰度，清晰度是受话器中正确收到的音节与发出的音节的百分比。清晰度在 85% 以上，语言的易懂度良好，清晰度在 70% 以下，电话传输质量就不能满意了。所以清晰度也是用来度量传输质量的重要指标。

【电话接续质量】以接续呼损来衡量。呼损是因为系统内发生的呼叫数大于出线数而产生的。电话接续有立接制和待接制两种。立接制是呼叫遇到出线全忙时，立即成为呼损。步进制交换机属于这种接续方式。待接制是呼叫遇到出线全忙时，不立即成为呼损，而可以等待一段时间再给以接续的方式，只要等待的时间不太长，用户是不会明显感觉到的。间接控制交换机属于待接制方式。立接制和待接制出现呼损的方式不同，计算的方法也不同。立接制中，以呼损率衡量接续质量，一个系统的呼损率如在千分之 20 以内，用户尚可感到满意。待接制中，以发生的呼叫中被要求等待的那部分比率（即等待率）和平均等待时间来衡量接续质量。

【话务理论】研究交换机话路接续网的服务质量与设备数量关系的理论。既保证一定的服务质量，又尽量节约所使用的设备数量。服务质量一般指电话接续质量。话务理论将话务的基本要素作为随机现象来研究。如单位时间内发生的呼叫数、通话时长等均是随机现象，通过对随机现象的理论分析，找出统计规律，从而找出各种接续网的计算方法。如接续网的话务量一定，要求呼损不超过一定指标时，可根据话务理论提供的方法，设计出最经济的话路接续网络。交换机的接续网络一般根据忙时发生的呼叫数进行设计，这样，在电话最多时，也能保证一定的服务质量。

【话务量】又称话务强度。话务负荷的大小。影响话务量的基本因素是呼叫次数和占用时间。所以话务量可用单位时间内发生的呼叫数和平均占用时长的乘积表示。占用时长是一次呼叫的通话时长。话务量的单位用一条中继线连续使用一小时的话务量作单位时，称为—“爱尔兰”。其他的话务量单位有：以一百秒作时间单位的“百秒呼”，以分钟作时间单位的“分钟呼”。话务量反映了交换系统话务负荷的大小，所以对话务量的调查和统计，可作为交换网扩充设计时的重要参考依据。另外，可根据话务量的统计，对现有交换设备进行调整，以疏通和平衡话务，降低呼叫损失率，提高通信质量。

【线群利用度】在话路接续网络中，线群的任一入线能够选出的出线数。能够选用的出线数越多，则利用度越高，利用度越高，可降低呼损。线群联接方式不同，利用度也不同，可分为两类：
(1) 全利用度线群，任一入线可以选用所有出线中任何一条线的

线群，其利用度等于出线数；(2) 部分利用度线群，入线只可以选用一部分出线的线群，其利用度小于全部出线数。

【话路网络结构】交换机中话路出入线之间的连接方式。包括单级和多级系统。单级系统的入线通过接线器直接选用出线。接线器在话路连接上总是表现为若干入线可以选用若干出线，从而构成交叉矩阵。单级系统的交叉点随着出入线数量的增加而指数增加，这对话务量大的交换系统是不经济的。多级系统中，话源（整个系统的入线）接到第一级的入线侧，第一级的出线接到第二级的入线，如此类推，直到最后一级的出线侧接整个系统的出线。除去最后一级出线外，其余各级间连接线均称为链路。多级有规律的连接，可减少交叉点，尽量扩大入线对出线的选择范围。所以交换机的话路网络结构一般采用多级方式。

【电话信令】又称话路信号。为完成电话交换网的主叫与被叫间的接续，所传送的各种必要信息。交换机可根据信息的形式和传送的顺序来确定信息的作用，从而控制设备完成某个动作。电话信令一般分为选择信号、线路信号和监视信号。选择信号主要指用户号码信息。线路信号为设备间相互控制需传送的信息，包括占用信号、拆线信号、应答信号、挂机信号、拥塞信号等。监视信号是交换设备向用户发送的表示设备状态的信号，通常用音频方式传送，使用户可直接听见，有拨号音、忙音和回铃音。在不同类型交换机之间接续时，信令方式必须相互配合，否则就不能完成接续。

【程控交换机】又称存储程序控制交换机。采用计算机作为中央控

制设备，由计算机中存储的程序，即软件来控制交换接续工作的电话交换机。它由硬件和软件两部分组成。硬件又分为话路接续系统和控制系统。话路接续系统采用了集成式电子接线器，其动作速度快、寿命长、体积小。控制系统是一部信息数据处理机，即一部专用的计算机或微处理器。处理机执行存贮器中的程序，控制话路设备的接续，完成信息自动交换。程控交换机具有以下优点：（1）灵活性大，能适应电话网的各种变化，便于和各种制式的交换机配合工作。在诸如编号、路由选择、计费方式和交换机接口等方面都增加了灵活性；（2）依靠软件可提供多种新性能，如缩位拨号、叫醒电话、热线电话、呼叫等待、免打扰服务等；（3）由处理机快速处理和编制各条话路信令，易于实现公共信道的信号方式；（4）利用软件进行故障处理和故障诊断，实现维护的自动化和集中化；（5）通过人机通信，便于进行日常的运行管理。程控交换机分为空分制和时分制两种交换方式。它们的软件功能基本相同，而硬件部分差异较大。时分制程控交换机又分为脉幅调制式、脉冲编码调制式和增量调制式程控交换机。其中脉幅调制式程控交换机属于模拟交换方式，另两种属于数字交换方式。一般时分制程控交换机主要使用数字交换方式。

【程控交换机软件系统】对程控交换机进行控制、管理的程序总称。包括两部分：（1）在线程序，又称联机程序，是交换机的运行处理程序。它包括 5 个功能模块：1. 执行管理程序，是面向实时交换的操作系统，用于分配各种资源、进行程序和内存的管理，制订各种任务、作业的执行计划，按计划启动相应的程序。2. 呼叫处理程序，处理各种交换接续，对各种随机输入立即进行处理，并作出回答。3. 运行管理程序，完成用户或设备的变化而引起的数

据修改,统计资料的收集,工作状态的监视和例行的维护测试等。

4. 故障检测与处理程序,对程控交换机中发生的故障,可及时识别并切除故障设备,自动组成新系统,恢复正常运行,并启动诊断程序和通知维护人员。

5. 故障诊断程序,对在故障处理中切除下来的故障设备,进行故障诊断,以将故障定位在一块或几块插件板内。

(2) 支援程序,用于程控交换机的设计、调试、软件生产和管理。它一般包括四个功能模块:

1. 语言翻译程序,包括汇编程序和编译程序,用于将源程序翻译为目的程序。
2. 连接装配程序,把分开生成的模块连接在一起,装配成一个完整的程序。
3. 用于局文件和用户文件生成和修改的文件,如系统生成程序、局数据生成程序和用户数据生成程序等。
4. 用于安装、设计、检验和调试的程序,如安装测试程序、模拟程序和诊断测试生成程序。

程控交换的软件系统非常庞大和复杂,程序可达几十万条,编制和调试程序的工作量要花费几百人以上。其中支援程序的容量远远超过在线程序,而交换处理程序又只是在线程序中的一小部分。

【CHILL 语言】主要用于程控电话交换系统的一种高级程序语言。是由国际电报电话咨询委员会推荐的。此语言具有丰富完备的数据模式,清晰明了的通用语句和模块结构,书写格式自由,运行效率高;应用灵活。另外它可使程序设计中的大部分差错在编译时就被检测出来。它为程控交换机的软件开发提供了有力的工具。

【空分制程控交换机硬件】由话路系统和控制系统组成。话路系统主要有交换网络、用户电路、绳路、中继器、扫描器及驱动器。除扫描器和驱动器以外的其他话路设备与布线逻辑控制交换机的功

能相类似，甚至更为简单。扫描和驱动是中央处理机和话路设备间两种最基本的信息联系。扫描器用来识别用户电路和各种中继器的通与断两种状态，并把这些电路的状态信息传给中央处理机。驱动器接收中央处理机的指令，使话路系统中的有关设备动作或释放。控制系统主要指中央处理机，是存储各种程序和数据，进行信息处理的设备。交换机工作时，由扫描器定时将用户摘机、拨号、挂机、话终及话路系统内各设备忙闲的状态信息送给中央处理机，中央处理机对这些信息进行分析和判断，然后作出相应的决定，通过驱动器完成对话路接续网的接通和拆线等控制工作。

【数字程控交换机硬件】由话路系统和控制系统组成。话路系统主要包括用户线、模拟中继线和数字中继线的接口电路，以及用户集中级和选组级。控制系统包括进行容量分担或功能分担的处理机，并以某种方式进行互连。各部件具体功能如下：（1）用户接口电路，由于数字交换机采用数字交换网络，只能通过数字信息，所以直流馈电、振铃等性能都由用户接口电路完成。另外它还要完成过电压保护、监视、编译码、2/4线转换、测试等功能；（2）模拟中继线和数字中继线接口电路，分别为适当模拟环境和数字环境而设置的，前者功能和用户接口电路相似；后者具有码型变换、时钟提取、帧同步、信令的提取和插入以及环路返回测试和告警功能；（3）用户集中级，进行话务集中，从而以较少的链路通往选组级；（4）选组级，由数字交换网络组成，它同时分制话路接续网工作原理一样，由时分接线器和空分接线器组成。（5）控制系统，采用多机控制方式。设置两级或三级处理机，和硬设备结合在一起的叫预处理机、区域处理机、外围处理机，处理较简单而频繁的工作，如扫描、驱动、信号配合等。高一级的叫中央

处理机，进行共同性的呼叫处理。如果再设置一级处理机，可进行全局性的资源管理，维护操作、人机通信等工作。

【时分接线器】又称 T 型接线器。完成时隙交换的部件。它采用缓冲存贮、控制读出或写入的方式来进行时隙交换，主要由话音存贮器和控制存贮器组成。其工作方式有两种：（1）顺序写入、控制读出。输入时隙的信息在时钟控制下，依次写入话音存贮器。时隙 1 写入 1 号存贮单元，时隙 2 写入 2 号存贮单元等。读出时，依照控制存贮器中所存入的读出地址进行。设控制存贮器第 1 个单元中存入的是 7，第 2 个单元中存入的是 24，表示第一个时隙读出话音存贮器第 7 个单元信号，第 2 个时隙读出话音存贮器第 24 个单元信息。这样，输入复用线上第 7 个时隙中的话音信息由输出复用线上第 1 个时隙输出，输入的第 24 个时隙在第 2 个时隙输出，实现了实际交换功能；（2）控制写入，顺序读出。与方式（1）的原理相同。不同的是控制存贮器所写入的是话音存贮器的写入地址。

【空分接线器】完成时隙的空间交换功能。由交叉点矩阵和控制存贮器组成。 $n \times n$ 的电子交叉点矩阵有 n 条输入复用线和 n 条输出复用线，每条复用线有若干个时隙。每条输入复用线可以选择到 n 条输出复用线，但这种选择是建立在一定的时隙基础上的，由控制存贮器控制的。如第一个控制存贮器第 7 个单元中由处理机控制写入了 2，表示第一条输入复用线与第 2 条输出复用线的交叉点在第 7 个时隙应予接通。在每一帧期间，依次读出控制存贮器各单元的内容，控制矩阵中各个交叉点的启闭。

【公共信道信号】在一条与话路分开的专用信号链路上集中传送信号的技术。适用于程控交换机之间的信号传送。程控交换机之间的话音和信号通路完全分开，而形成两个分开的通信网。在信号通路上，采用数字编码型式分时传送一群话路信号。国际电报、电话咨询委员会推荐使用六号和七号两种公共信道信号方式。六号信号方式是按模拟电话网的特点设计的。70年代在美国国内网和一些国际电路中使用。七号信号方式是以综合业务数字网为目标设计的，形成灵活性高，多功能的信号方式，可以满足通信网的各种应用。如模拟、数字电话网，移动电话网以及电路交换数据网等。公共信道信号方式具有信号传输速度快，信号容量大的特点，可使一条信号链路控制几百甚至几千条话路。另外它还留有充足的备用容量，为用户新业务及通信网的管理、维护等信号使用。

【遇忙转移】程控电话交换机为发话者提供方便的一种服务。如果用户呼叫不注重于呼叫某个人，而是以叫通某个单位为目的，采用遇忙转移或无应答转移，将可大大提高接通率。使用本项服务的用户要事先向电话局提出申请，并提出转移次序表。遇忙时可立即转移，无应答转移要有一个久叫不应的监视时限，一般可取20—30秒。

【转移呼叫】俗称跟我来。程控交换机为受话者提供方便的一种服务。当用户有事外出他处，为了避免耽误受话，可事先向电话局登记一个他的临时去处的电话号码。此后，若有其他用户呼叫该用户，即自动转移到他的临时去处，用户回到原处，应向电话局撤消转移呼叫的登记。这种服务既方便了用户，又减少了电话网

内的久叫不应和重复呼叫，提高了有效呼叫的比例。

【自动回叫】又称遇忙回叫。程控交换机为电话用户提供的一种服务。当使用这一服务时，若主叫用户呼叫被叫用户遇忙，可暂时挂机，待被叫用户由忙变闲时，即由交换机进行自动回叫。自动回叫时，先向主叫振铃，主叫摘机后，改向被叫用户振铃。如主叫久叫不应，此次自动回叫服务即自动撤消。使用自动回叫，可有效地避免忙时的重复呼叫。

【缩位拨号】程控交换机为用户提供的一种服务。主叫用户在呼叫经常联系的被叫用户时，用1—2位的缩位号码来代替原来的多位被叫号码。发端市话局根据主叫所发的缩位号码，译成完整的被叫号码，以完成全程接续。缩位号码是事先统一规定或自己进行登记的，自己登记的可修改或撤消。登记完毕后，呼叫该用户时只需按下缩位按钮“*”和事先指定的缩位号码。

【叫醒电话】又称闹钟服务。程控交换机为电话用户提供的一种服务。用户需要叫醒服务时，事先向电话局登记预定的响铃时间，到了预定时间，即自动振铃，振铃的时长及方式因交换机而异。叫醒服务为一次性服务，即到时自动振铃后，不论用户是否应答，交换机均完成任务。如果在预定时刻用户电话忙，亦自动取消该服务。用户所登记的预定响铃时间限制在登记之时起的24小时之内。

【热线电话】又称免拨号接通。程控交换机为用户提供的一种服务。用户摘机后，无需拨号，即可接通事先约定的某一被叫用户。具

有热线性能的主叫用户，当需要呼叫其他用户时，可在摘机听到拨号音后的规定时间内（几秒之内），迅速拨出第一位号码，继而再拨其余号码。

【呼叫等待】程控交换机提供的一种服务。若用户 A 与用户 B 已建立通话，此时第三个用户呼叫 A，用户 C 仍可听到回铃音，用户 A 可听到表示有呼叫等待的信号音，由 A 作出选择。若 A 需与 C 通话，可拍一下叉簧，即可与 C 通话，A 与 B 的话路仍可保持，B 可听到保持音。当 A 与 C 通话后，通过拍叉簧仍可恢复与 B 的通话。呼叫等待是提高接通率和避免重复呼叫的有效措施之一。

【截接服务】程控交换机提供的一种服务。程控交换机在遇到空号、改号、临时闭塞或用户使用不当等情况时，可自动地截住这类未能达到预期目的的呼叫，并通过适当途径向主叫提供信息，使他明白未接通原因，从而有效地避免重复呼叫。截接服务的具体处理方法包括：专用信号音、代答台或辅导台、话音通知设备等。

【免打扰服务】又称暂不受话服务。程控交换机提供的一种服务。用户向电话局登记该项服务后，即暂停来话，使用户可避免铃声的打扰。在此期间，如有呼入，可由交换机提供截接服务、录音留言等。

【会议电话】程控交换机提供的一种服务。会议开始前，由会议召开者通过拨号把参加会议的其他用户呼出。会议电话可设置一个双工用户，也称首长用户，因为首长用户常常是电话会议的主持人，需要随时发言，一般用户只能听首长用户的发言，自己需要

发言时，必须向首长用户提出请求，经同意后，才能发言。另一种会议电话技术是把各个用户信号加在一起，就能建立多方会议方式。如果两个人同时讲话，他们的话音就叠加在一起，而且已接通讲话的人能听见另一位参加会议的人是否开始讲话。会议电话的核心设备是桥接电路，其作用和二、四线转换设备相似，使收发信支路分开，互不干扰。另外把各用户信号加在一起。

【自动电话机】控制交换机自动接续和通话的终端控制设备。其作用是：在用户的操作下，向交换机发出各种控制信号，接收交换机送来的呼叫信号及进行通话等。一部电话机既可作主叫，又可作被叫使用。主叫时有摘机呼出、拨号和通话三种状态；被叫时有振铃、应答和通话三种状态。电话机主要由三部分组成：（1）通话设备，包括送话器、受话器和感应线圈。送话器是声电变换器，把讲话时的声音振动转换为相应的电流变动；受话器是电声变换器，把对方送来的话音电流还原成声音；感应线圈的作用是改进通话电路的工作性能，如阻抗匹配、阻止直流电通过受话器，消除侧音等；（2）信号设备，包括信号发送设备即拨号盘和信号接收设备即交流电铃。拨号盘的作用是：在用户控制下，向电话交换机发出呼叫被叫用户的号码信息（一组直流脉冲），直接或间接控制交换机自动接续；交流电铃的作用是：接收由交换机送来的铃流，用振铃方式通知被叫用户。（3）转换设备，在电话机不使用时，使信号设备与外线接通，以准备随时被呼叫；而在使用时，则将通话设备与外线接通并切断信号设备。转换设备实现这一转换需求。随着电子技术的发展，电话机也向着电子化方向发展，如采用固体电路组成的二、四线转换电路，取消了感应线圈；采用电子音调振铃器，取消了电铃，避免了较强的响铃噪音等。自动

电话机种类很多，根据发出呼叫信号方式不同，有号盘式和按键式两种；根据电话机功能不同，有录音电话、数据电话、可视电话、书写电话、无线电话等。

【号盘式电话机】采用拨号盘作为发送号码装置的自动电话机。拨号盘在用户控制下，以脉冲接点的断、闭动作向自动电话交换机发出呼叫被叫用户的直流脉冲，作为号盘信息控制交换机自动接续。为了保证自动接续的准确可靠，对拨号盘有一定的技术要求，一般用三个参数表示拨号盘的脉冲性能：（1）脉冲速度，每秒钟内送出的脉冲个数；（2）脉冲系数，脉冲接点断开时间与闭合时间的比值；（3）最小时间间隔，拨“1”时两串脉冲的间隔时间，它保证交换机在接收完一串脉冲后，能有足够的时间完成选择空闲出路和控制有关机键动作，然后再开始接收第二串脉冲。

【按键式电话机】利用按键盘的不同音频编码信号发送号码信息的自动电话机。按键盘上一般装有 12 个按键，除十个数字键作为电话号码使用外，还有两个符号键“*”和“#”。“*”为缩位按键，为减轻用户的拨号负担，对经常联系的用户，可用 1—2 位的缩位号码代替原来的多位号码。“#”为转移按键，它有自动转移来话的作用；另外，用户还可以利用此键获得市话局规定的各种计算业务，如了解长途电话的通话时间和资费，银行业务的查询等。按键式电话机发送的是音频编码信号，每按下一个键，就有一个双频编码信号（由两个不同的音频信号组合而成）被传送出去。其中一个频率是从低频群 697—941 赫中选出，另一个频率是从高频群 1209—1947 赫中选出。按键式话机可与纵横制或电子式自动电话交换机配合使用。在这些交换机内部都有音频信号的接

收和译码装置。按键式话机具有以下优点：(1) 操作简单、使用方便。(2) 按键式话机不受拨号盘旋转速度的限制，呼叫速度快。(3) 可开展其他业务，如缩位拨号、转移来话等。(4) 可作为简单的数字终端装置，与计算机相配合，开放电话以外的业务。

【长途自动电话交换系统】完成远距离电话通信的交换系统。它包括长途自动电话交换机、终端机、入局选择器和配合中继器。长途自动电话交换机是系统的主要设备，可作为发端局、转接局和终端局使用，完成去话接续、转话接续和来话接续。终端机完成来自地区交换机对长途中继线呼出和呼入的终端接续，但不能对长途中继线进行转接交换。入局选择器是长途自动电话交换机的附属设备，当地区交换具有数个电话局时，它对长途交换机完成终端接续后的出中继线接续，按被叫用户的局号选择相应的地区中继线。配合中继器是长途交换机与地区交换机间的配合中继设备，它随地区交换机的类型不同而有所不同，一般设置在地区交换机一方。

图像通信及传真

【图像通信】传输图片、文字、符号等图象信息的一种通信方式。在通信的发信端，将图象信息变成电信号，在接收端再把它重现为视觉可获取的图象信息。它按照业务性质划分，可分为电视广播、传真、可视电话、会议电视、图文电视、电缆电视等。按照

图象内容的变化性质来划分，可分为活动图象和静止图象通信两大类。按照所传输信号的形式划分，可分为模拟图象通信和数字图象通信。

【模拟图像通信系统】传输模拟图象信号的通信系统。此系统由 5 部分组成：(1) 图象信息源，指经光电变换后，所得到的图象信息。完成光电变换的设备称为图象通信系统的输入设备。常用的输入设备有摄象机和微密度计等；(2) 调制器，完成频谱变换，使图象信号更适合于在信道中传输。常用的调制方式为残留边带调制和调频；(3) 信道，传送图象信号的通道，可以是无线信道或电缆、光纤等。在通信信道上信号会受到噪声干扰；(4) 解调器，把调制图象信号，还原为基带图象信号；(5) 图象显示器，显示被复原的图象，常用的有阴极射线管显示器。在简便的应用场合下，也可用打印机输出显示图象。在模拟图象通信系统中，所传输的图象信号一般都具如下特点：(1) 频带宽，如电视信号的频带可达 6 兆赫，即使是变化缓慢、活动部分很少的可视电话，其图象信号的频带也可达 1 兆赫；(2) 在模拟信道中传输时，必须采用相位均衡器以解决线性相位特性的问题；(3) 图象信号在相邻帧的对应位置之间以及同一帧的相邻位置之间具有很强的相关性。

【数字图像通信系统】传输数字图象信号的通信系统。与模拟通信系统相比，增加了信源编码器、解码器和信道编码器、解码器。由于图象信号具有相关性强的特点，采用信源编码器可去除这种相关性以压缩图象信号的频带或降低信号传输的码速率。信道编码器的作用是提高对信道的抗干扰性能。在数字图象通信系统中，常

用的调制方式有调幅、调频和调相。它适合于多次中继的远距离图象通信或在存贮中的多次复制，有利于采用压缩编码技术，可在一定的信道频带条件下，获得比模拟传输更高的通信质量。

【图像质量】由图象的逼真度和可懂度来衡量。图象的逼真度是指被评价图象与标准图象的偏离程度；而图象可懂度是指由图象向人或机器提供信息的能力，如一幅被传送的文字图象，能读懂的文字数所占比例就表示了图象可懂度。人们希望能够得出图象逼真度和可懂度的定量描述，但由于对人的视觉系统的性能还没有充分掌握，因此常用主观评价作为图象质量评价方法。主观评价是以人作为图象的观察者，对图象的优劣作出主观评定。所评价出的图象质量不仅与图象本身的特性有关，而且还与观察者特性及观察条件有关。

【可视电话】既能听到声音又能看见对方图象的电话通信，也是一种活动图象通信。它采用双向通信方式。最初研究开始于 30 年代，直到 1964 年美国贝尔实验室才研制出可视电话，70 年代开始商用化。当时的传输带宽为 1 兆赫，由于传输频带宽和成本高，其发展受到限制。开始采用模拟方法压缩频带，但结果是降低了活动图象的传输质量。其后采用各种数字编码技术，减少图象的相关性，可在频带一定的条件下获得较高的图象传输质量，已经实现了在每秒 64 千比特的传输速率下获得较高图象质量的可视电话系统。数码率更低的可视电话系统也已取得进展，这时图象先经过特征提取，把传输速率压缩为每秒 4.8 千比特，然后在一路话音信道上传输。可视电话系统包括：可视电话终端（由摄象、显象、声音和接续四部分组成），交换机（包括音频交换和图象交

换)及传输线路(如市话电缆、同轴电缆、光缆、微波中继线路、卫星通道等)。其图象质量比广播电视要求低。因为可视电话的图象比较单纯,一般为头肩部人像。对这种图象一般取每帧扫描行数为广播电视的一半,即可获得令人满意的图象质量。

【会议电视】可使几个可视电话用户同时联机通话的多方可视电话通信。在可视电话基础上,交换机附加有“会议方式”的功能即构成会议电视。它的发展是与可视电话密切相关的。最早于1930年安装在美国贝尔实验室。70年代中期,采用数字编码技术的会议电视系统得到了发展。会议电视系统分成两类:(1)利用可视电话网的会议电视系统。在已建成可视电话网地区,只要扩展一下交换机的功能,使它具有会议电话方式,就能召集有关用户开电视会议,其交换方式类似于电话会议。但电话会议是一人说话,别人静听,交换比较容易,而电视会议却不同,每个参加会议的用户都会将自己的图象传出去,因此可视电话交换机必须对图象通道按某种方式作有选择的连接,使图象不致重叠模糊。选择的方式一般有:1.按“谁发言显示谁”的原则。2.由会议主持人控制切换。3.按一定的时间间隔轮流显示所有与会者。4.由会议参加者自由选择显示对象。以上方式各有特色,其技术难度也不一样,需根据实际需要与可能来设计交换机。(2)专用电视会议系统。在若干中心地点设置专门的电视会议室,相互间以双向宽带传输线路沟通,会议室内装有摄像、显示、话音、记录及其他会议用设备与控制设备。各会议室之间的传输线路可以是电缆、微波接力或通信卫星通道等。会议电视既能听到声音,又能看到人,可共同研究图纸、实物等,与真实的会议无异,却不需会议参加者作长途旅行,节省了很多人力和财力。

【图文电视】利用电视方式传送静止图文信息的一种图象通信。它采用单向传递信息的工作方式，具有图文电视功能的电视台在电视信号的消隐期重复发送图文信息，而用户利用自己的电视机和专用终端收看所需要的图文信息。图文电视的信号是数字信号。在发送端，它插到消隐期的某些扫描行上，作为正常电视信号的一部分传送，但调制方式不同。在接收端，接收调谐器及中频放大器与一般电视机相同，另外还需要有附加接收设备，来完成数字信号从视频信号中分离出来及显示图文广播信息的功能。附加设备有指令键盘、数据选择单元、页存贮器、显示控制器等。用户利用指令键盘输入选择收看指令，由数据选择单元检出所需页的数据并送入页存贮器存贮，待一页数据接收完毕，再送到电视屏幕上显示，由数据信号转换成能在荧光屏上显示的视频信号的功能是在显示控制器中完成的。当显示图文一页内容时，正常的电视节目暂停显示，也可设计成字幕或简短新闻形式与电视节目同时显示。

【可视图文】可双向传送静止图文信息的一种图象通信方式。用户使用家用电视机或专用终端，利用普通电话线路，向具有可视图文功能的信息中心提出所需要的服务内容以及从它的数据库中选择所需要的信息，并将这些信息存贮或显示在用户终端上。作为用户终端显示器的电视机必须改装或加附加器，并与家用电话相连接。当用户向本地中心拨号，接通以后，中心计算机将发出 1300 赫的音频信号作为响应。此时附加器的数据译码器转到数据方式，并向计算机发出准备接收数据的信号。在计算机识别用户以后就送出 0 页数据，一般为主索引页，给出数据库的几大类目供选择。

然后，按树形结构由人机对话形式寻找所需的内容。可视图文系统的传输速率可以很低，使用电话线做传输信道。另外图文数据中心可建立巨大的数据库，为用户提供一个“电子图书馆”。

【有线电视】用高灵敏度天线接收的（或由电视台、录像机、视频光盘直接提供的）电视信号，通过同轴电缆或光纤等宽带传输线路，将电视节目分配给各个用户电视接收机的系统。主要用于电视广播的转播，自办节目广播、卫星电视节目转播及双向传输等方面。

【传真】又称传真电报。利用扫描技术传输静止图象（用纸记录的文字、图表、照片等原稿）的通信方式。其发明专利早于电话，1865年在法国巴黎和里昂之间试验成功了传真通信，但它的发展却比电话慢得多。直到20世纪70年代，由于与传真有关联的技术的进步，促进了传真技术迅速发展，使传真所获得纪录，达到适合办公业务使用的程度。传真过程如下：对原稿进行扫描，把图象分解成很多微小单元，并依照一定的顺序将这些单元变成电信号，经过信道传输，在收端以硬拷贝方式得到和发端原稿相类似的图象记录。传真按其用途不同可分为相片传真、真迹传真、报纸传真等；按占用的电话路数多少可分为单路传真和多路传真。由于传真系统传送的图象能在接收端得到满意的重现，并能获得永久保存的复制品，使得传真机已成为办公室自动化的主角。另外它能够传送电传机无法传送的图形，对使用象形文字的国家更是一种理想的信息传递手段。

【传真机】完成传真通信的终端设备。它包括发送和接收两部分。

(1) 发送部分, 由光学系统、扫描设备、光电变换器件、调制器、放大器等电子设备、同步同相设备组成。具体发送过程如下: 用光学系统形成扫描点, 扫描设备使光点在发送图象上从左到右, 从上到下地进行扫描, 将要发送的图象分解成很多的微小单元, 再经光电转换器件将图象上反射回来的光束转变成电信号, 调制器将电信号调制到传输频谱, 放大器将调制信号放大到所需电平, 最后发送出去。(2) 接收部分, 由放大、解调电子设备、记录设备、扫描设备、同步同相设备组成。具体接收过程如下: 放大、解调等电子设备接收由发方送来的电信号, 进行放大、解调, 获取所需的图象信号, 经记录设备将图象信号转变成记录纸上相应亮度的微小单元, 再通过扫描设备, 使记录点沿记录纸表面作有规律的运动, 将一系列不同亮度的微小单元组合成图象。在发送和接收部分都有同步同相设备, 以保证发送扫描点与接收记录点作同步同相的运动。

【扫描线密度】沿副扫描方向每单位长度内扫描线根数。可作为分辨力的一种度量, 在一定大小画面上, 扫描线越多, 收信图象的分辨力越好, 图象越清晰。普通文件传真, 一般采用 4—6 线/毫米, 国际电报电话咨询委员会建议中低分辨力为 3.85 线/毫米, 高分辨力则为 7.7 线/毫米。

【传真合作指数】传真收发信机之间所制定的纵横尺寸比例常数。它保证传真双方无畸变地互相通信。在传真通信中, 发送原稿的纵横尺寸是各种各样的, 使用的收、发信机也不尽一致, 但只要双方合作指数相同, 就可使接收图象与发送原稿相似, 即传真图片可能被放大或缩小, 但纵横比例恒定。

【扫描信号最高频率】反映传真质量与信号带宽关系的参数。其值相当于以扫描线宽度为边的黑白交替的正方形图象，沿主扫描产生的图象基波频率，也可看成一秒内扫描象素数的 $1/2$ 。它正比于扫描线密度和扫描速度，而且受话路通带限制。当通路频带宽度给定时，扫描信号的最高频率也相应确定，如要提高扫描线密度以传送精细的图象，就必须降低传送速率。

【真迹传真机】又称文件报表传真机或黑白传真机。用于传送黑白两色的文字和图表的传真机。它将发方亲笔手迹或印刷的文件、复杂的表格及图形，变成一连串代表黑色或白色的电信号；收方收到这些电信号后，便能复制出与原稿一样的文件和图表。根据国际电报、电话咨询委员会建议，真迹传真机分为四类：（1）一类传真机，采用双边带传输，其发送信号不采取特殊压缩措施，并能在电话线路上，按每毫米 4 线扫描密度，约在 6 分钟内传送一份 A4（210 毫米×297 毫米）文件的传真设备；（2）二类传真机，采用频带压缩技术（高效率调制残留边带传输技术），在电话线上，按每毫米 4 线的密度，约在 3 分钟内传送一份 A4 文件；（3）三类传真机，在调制前先减少文件信号多余度，并在电话线上以 1 分钟传一份 A4 文件；（4）四类传真机，利用减少文件信息的多余度，并优先考虑在公用数据网上使用的传真设备，它采用公用数据网的规程，并应用纠错码技术以保证无误码地接收文件。当采用适当的调制解调方式时，也可以在公用电话网上使用。第一、二类传真机是模拟信号传输，而三、四类传真机是数字信号传输。

【三类传真机】简称三类机。在调制前采取减少文件信号多余度措

施，并在电话电路上约在 1 分钟内传送一份 A4 文件的传真设备。它以图象的统计特性为理论基础，对传真信号进行数字化编码，以削减传真信号的多余度，提高传输效率。编码方案及码字的组成，一般按信源概率分布分配长短不同的码字。三类机以其高速传输及稳定的高质量图象，成为办公自动化的重要组成部分。又由于其数字化的特点，容易与计算机等处理设备联网。当其作自校功能时，还可充当复印机使用。

【相片传真机】用于传送有色调照片的传真机。它不仅要传送黑白色调，还要传送较多的中间层次，如深灰、中灰、浅灰等多种色调。有了中间层次，才能保证接收的相片清晰和逼真。它一般用一个电话电路传送，由于扫描线比较细密，传送速度比真迹传真机慢一些。它主要供新闻通讯社传送新闻图片。

【传真信号频带压缩】提高传真传输效率的一种技术。常用方式包括：（1）模拟压缩，利用多值传输和高效率调制等技术减少传输多余度。如三值调幅残余边带、二相调幅调相等方式。在三值传输中，将黑白二值电平信号变成三值电平信号，使信号的功率谱变窄，约为原来的二分之一，即图象频带宽度减少一半，因而获得了频带压缩的效果；（2）数字压缩，利用传真原稿的统计特性，对其进行数字化编码，来削减多余度，使传输的数据量显著减少。实际利用的统计性质有：白象元和黑象元发生概率的差异，相邻象元之间的相关性等。如游程长度编码，根据每一扫描行上，总是由若干段连着的白象素（白长）和连着的黑象素（黑长）组成，白长和黑长总是交替出现的特性，对不同长度的白长和黑长按其不同的出现概率分配以不同长度的码字，实现了压缩数据，使频

带得到压缩。二类机中采用模拟压缩，三、四类机采用数字压缩频带方式。数字压缩比模拟压缩效率高。

【传真通路】为实现两地间的传真通信，所建立的传输通路。传真通路分为两大类：（1）有线通路，包括实线通路、载波电话通路、群载波电话通路。实线通路常用于短距离传输，如使用公用电话交换网的市内传真通信网、企业内部专用传真通信线路等；载波电话通路，使用比较广泛的传真通路，其传真通信距离相当于长途话路的传输距离；群载波电话通路，将几个话路或几十个话路合并起来组成宽频带的传真通路，在这些宽带通路上能适应高速传真的需要；（2）无线通路，有短波通路、微波通路、卫星通路。由于短波通信是多路径传输，传真通信的速率受到限制；微波通路可传输高速传真，如 60 路报纸传真常用微波通路传输；利用卫星通信通路可进行国内或国际间的传真通信。

移动通信

【移动通信系统】通信系统的发送端、接收端至少有一方（或双方）处于运动状态的通信系统。移动通信系统的种类是多种多样的，按活动范围划分，有海上、空中和陆地移动通信系统三类；按工作方式划分，有单工、半双工和双工三类；按用户性质划分，有公用和专用两类。常见的民用陆地移动通信系统有：（1）公用移动电话系统，（2）专用调度系统，（3）无线电寻呼系统，（4）无绳电话系统等。移动通信系统的共同特点是均需利用无线信道，由

于通信双方或一方处于运动状态，移动台所处地形及周围环境在不断变化，与固定无线通信相比，移动无线通信有以下几个显著的特点：(1) 严重的衰落现象，衰落深度可达 20—30 分贝，包括多径传播产生的快衰落和阴影效应产生的慢衰落；(2) 多卜勒效应，由于通信双方的相对运动而使传输信号产生附加频移，工作频率越高，相对运动速度越快，多卜勒频移越大；(3) 远近效应，由于收、发双方的相对运动使得通信距离不断变化，时远时近；(4) 严重的噪声干扰，移动通信系统多工作于城市环境之中，包括汽车点火干扰在内的噪声干扰较为严重。

移动通信系统调制方式分模拟调制和数字调制两大部分。

(1) 模拟调制：大量采用频率调制技术，这是由于移动台的运动使电波的传播条件恶化，产生严重的衰落现象，因而需要采用抗干扰能力强的频率调制方式。为了减小频带宽度，提高信道的频率利用率，在频率调制中多选用窄带调频方式。目前，经窄带调频的话音信号带宽已可降至 12.5KHz 左右。近年来又发展了单边带调制技术，由于单边带调制所占信道带宽远远小于调频制，所以可进一步提高信道的频率利用率；(2) 数字调制：大量采用移频键控 (FSK) 和移相键控 (PSK) 方式。近年又提出了多种新型的窄带数字调制技术，如最小移频键控 (MSK)、高斯最小移频键控 (GMSK) 方式等。扩展频谱与跳频调制技术也已开始用于移动通信系统。在现有的移动通信系统中，话音大都以模拟调制方式传输，信令则采用数字调制方式传输。例如在现有 900MHz 蜂窝状移动电话网中，话音采用带宽为 25KHz 的窄带频率调制，信令采用速率为 8Kbit/s 的移频键控调制。随着数字与计算机技术的不断发展，移动通信系统的调制方式也必将从数、模混合向全数字调制方式发展。

移动通信工作方式有单工制、双工制和半双工制三种工作方式。(1) 单工制是通信双方收发信单向交替进行的一种通信方式。例如 A、B 进行通信, 若 A 处于发信状态, 则 B 处于收信状态, 反之如 A 处于收信状态, B 则处于发信状态, 总之发信与收信不能同时进行。在单工制中, 如收信与发信使用同一频率, 称为同频单工, 收信与发信使用两个频率, 称为异频单工; (2) 双工制是通信双方收发信双向同时进行的一种通信方式。双工制中使用两个收发信频率, 所以, 又称异频双工制, 任何一方在发话的同时都能收听对方的讲话, 象我们日常使用的普通电话就是双工工作的; (3) 半双工制是通信的一方处于双工工作, 而通信的另一方处于单工工作, 它是介于异频单工制与异频双工制之间的一种通信方式。从设备及系统的复杂性比较: 双工制最复杂, 半双工制次之, 单工制最简单; 从使用方便比较: 双工制最方便, 半双工制居中, 单工制较差。

移动通信中的噪声与干扰主要包括人为噪声、同频干扰、邻道干扰及互调干扰等。(1) 人为噪声: 移动通信系统多工作于城市地区, 由于城市地区的人为噪声源较为集中, 各种电力线、工业电气装置、家用电气等产生的电磁辐射, 以及汽车点火系统引起的干扰, 均对移动通信造成较大的危害; (2) 同频干扰: 在大容量移动通信系统中, 都采用蜂窝状的组网结构, 以提高频率的利用率。也就是说, 在不相邻的蜂窝小区中, 可以使用相同频率的电台, 它们之间是依靠空间分隔复用的。在空间隔度不足够大的情况下, 相同频率电台之间就会造成干扰, 称同频干扰或同信道干扰; (3) 邻道干扰: 移动通信系统中多采用频率调制技术, 由于调频信号的频谱是很宽的, 它包含许多边带分量。当系统的信道间隔较小时 (约 25KHz), 某些边带分量就可能落入相邻频道接

收机的通带内，从而造成干扰，称为邻道干扰；(4) 互调干扰：在移动通信系统中，发射机、接收机以及无线、馈线、双工器等均存在着一定的非线性作用。当几个不同频率的信号同时加入非线性部件时，就会产生各种频率的组合成份，这些新的频率成份可能与正在使用的频率相同或相近，从而造成干扰，称为互调干扰。

【移动通信组网方式】根据服务区域形状的不同，可分为带状网与蜂窝网两大类：(1) 带状网：适合于带状服务区。常见的带状服务区有高速公路、铁路、沿海航道及内河航道等。当服务区域较狭长时，可采用定向天线。对于带状服务区，可沿狭长方向设置基站，小区呈线状排列组成环链状的带状网。在带状网中，某个小区使用的无线频率，不能在相邻的小区内重复使用，否则将产生同频干扰。在具体划分小区时，可以相隔一个小区后频率重复使用一次，称为双群频率方式，也可以相隔两个小区后频率重复使用一次，称为三群频率方式，依此类推。从减小同频干扰考虑，群数取得越多越有利；从频率利用率考虑，则正好相反。实际使用时，应综合考虑这两个方面；(2) 蜂窝网：适合于面状服务区。陆地移动通信的大部分服务区均属于面状服务区。对于面状服务区，较好的方法是采用正六边形作为无线小区，在其中心设置基站。若干个正六边形小区拼接后覆盖整个面状服务区。由于这种结构的形状与蜂窝相似，所以称为蜂窝式小区结构，简称蜂窝网。在蜂窝网中，相隔多少个小区频率才能重复使用，取决于系统的同频复用距离，这与采用的天线形式、设备参数以及地形地物等因素有关。在服务区面积一定的情况下，采用蜂窝网所需的基地台数最少，所以也最经济。同时蜂窝状小区还可以方便地分裂，构成密度较高的新蜂窝网，为系统的扩容留有余地，因此，目前在

大容量的移动通信系统中都采用蜂窝状的组网方式。

【蜂窝网】 见“移动通信组网方式”。

【移动通信使用频段】 除与远洋船舶的通信外，主要使用甚高频 VHF 频段（30—300MHz）和特高频 UHF 频段（300—3000MHz），其中公用网大都集中在 150MHz、450MHz 和 900MHz 左右。由于 400MHz 以下的频带已十分拥挤，并已分别分配给广播、固定通信等一大部分，能提供给移动通信使用的频率资源十分有限，故近年来建立的移动通信网以使用 400MHz 以上频段为主。随着移动通信的不断发展，为了实现无线设备的小型化和解决频道资源问题，移动通信的使用频段有越来越高的趋势。

【陆地移动通信频率划分】 1982 年，中国无线电管理委员会根据无线电规则的频率划分表，将中国陆地移动通信使用的频率划分如下：(29.7—48.5MHz)，(64.5—72.5MHz)，(72.5—74.6MHz)，(75.4—76MHz)，(137—144MHz)，(146—149.9MHz)，(150.05—156.7625MHz)，(167—223MHz)，(335.4—399.9MHz)，(406.1—420MHz)，(450—470MHz)，(566—606MHz)，(798—960MHz)，(1427—1535MHz)，(1668.4—2690MHz)，(4400—5000MHz)，其中部分频率范围是与广播共用的，(450—470MHz)，(798—960MHz) 两个频率范围是现有公用移动通信网的专用频段。

【移动通信信令系统】 移动通信中各种控制信号、操作信号和应答

信号组成的系统。任何通信系统中都有信令，但移动通信中的信令较为复杂。因为除了要满足有线网的各种信令外，还要有满足各类无线移动网特殊要求的信令，如自动频道搜索和频道指配、移动台的寻呼、越区自动切换、位置登记、自动功率控制等。不同类型的移动网，信令的复杂程度也有很大区别。专用网的信令比较简单，而蜂窝式公用移动电话网的信令就十分复杂。按照功能不同，可把信令分为五类：（1）状态标志信令；（2）操作指示信令；（3）拨号信令；（4）选择呼叫信令；（5）控制信令。信令的传输方式有模拟信令和数字信令两种。早期的系统中多采用模拟信令，但模拟信令存在着信息内容少、效率低、不便于集成化等缺点。随着集成电路和数字技术的发展，越来越多的系统采用数字信令。数字信令与模拟信令相比，有种类多、抗干扰性强、集成度高以及便于与计算机接口的特点。例如公用移动电话网中采用的就是数字信令。

【公用移动电话系统】公用电话网的一个组成部分，是典型的移动通信方式。通过该系统，有线电话网的固定用户和移动系统的移动用户之间，以及移动用户与移动用户之间，经过无线基站均可自动拨号，进行双工通话它与有线电话网之间的接续方式已由早期的人工接续发展为自动接续，工作方式只用双工制，即收、发使用两个频率，双向同时进行通信。而且采用了多信道自动共用技术，避免了因固定信道分配所造成的浪费，从而大大的提高了信道的利用率。该系统又可大致分为两类：（1）大区制公用移动电话系统，由基站和移动台两部分组成，其中基站内包含控制与交换设备，并与市话网相连接。大区制的服务范围一般为 30 公里左右，在业务区内设多条无线信道。它可以由无线用户利用空闲

信道自动搜索系统自动选择，或者由基站控制设备利用专用呼叫信道进行分配。大区制系统的用户容量一般较小，约几百至上千用户左右；（2）小区制公用移动电话系统，由移动电话局、若干个基站和移动台三部分组成，其中无线电话局与市话网相连接。在小区制系统中，将业务区分成若干个蜂窝状小区（基站区），在每个小区的中心设一无线基站，小区的半径为 1.5—15 公里，约每隔 2—3 个基站区，无线频率就可重复使用，每个基站区的无线基站都与移动电话局相连接。移动台的呼叫或被呼叫通话过程，均由移动电话局通过无线基站进行控制，当移动台从一个小区转移到另一个小区时，移动电话局可发出指令，自动转换无线信道并进行位置登记。小区制系统属于大容量移动通信系统。它的容量可达几万至上百万用户。

【无线电寻呼系统】一种单向通信系统。由无线电寻呼控制中心、一个或若干个发射台及无线电寻呼接收机组成，控制中心可以是人工转接控制，也可以是自动转接控制。无线电寻呼系统有专用和公用两种。专用寻呼系统可供医院、油田、工地及工矿企业内部使用；公用寻呼系统需与公用电话网相连接，通过市话网为用户提供寻呼服务。例如中国的公用无线电寻呼系统，可以拨市话“126”到寻呼中心，寻呼中心的话务员记录下所要寻找的用户号码和要代传的简单信息，把它们存入计算机，便能自动地在无线信道发出呼叫，完成寻呼任务。无线电寻呼系统传输的是数据信息，与传输话音相比，信道容量大大增加，因而频率利用率很高。中心发射机的发射功率视覆盖范围而定，从几瓦到数百瓦不等。寻呼接收机又称 BP 机，它不仅体积小、重量轻、便于携带，而且价格低廉。当接收机接收到寻呼信号时，会发出叫声或产生振动，并

且可以在显示屏上通过数字、字母或中文显示简单的通信内容。

【专用无线调度系统】通常由调度站（或称基站）和外围一些固定台组成，有时也包括一些便携式移动台。通信范围在 20—30 公里左右，工作方式多采用半双工制或单工制。它也可以进行群呼，即调度站可向外围用户下达同一调度命令。比较先进的调度系统除建立通话之外，还能进行信令传输及具有遥测、遥控功能。专用无线调度系统一般情况下是不接入公用电话网的，它适用于一些大型工矿企业、码头、车站、机场进行生产调度，或用于出租汽车、消防、公安等部门的指挥调度。

【无绳电话系统】包括座机（接续器）和手持机两部分，座机与手持机内均包含一对无线电收发信机。在普通的有线电话线上连接一个座机，它与便携式的手持机建立双工的无线电话通信。因此在座机周围（约 100 米范围内），手持机可以随时随地通过无线信道与有线电话网通信。也可以说无绳电话系统是有线电话网的一种无线延伸，利用无绳电话可以使打电话的人在一定的范围内，自由移动地进行通话。无绳电话系统中的发信机发射功率比较小，通信距离很近，相互干扰的机会不多，所以少数几对无线信道便可提供给大量用户使用。为了防止通话内容被人窃听，一些无绳电话内还实施了加密技术。由于无绳电话依附于有线电话而自成体系，设备简单，成本较低，因此也得到了一定的应用。

微波中继通信

【微波通信】利用微波频段的无线电波传递消息的一种通信方式。微波频段包括：分米波（300—3000 兆赫）、厘米波（3—30 吉赫）、毫米波（30—300 吉赫）。微波只能象光波一样作直线传播，即视距传播，其绕射能力很弱，传播过程中遇到不均匀介质时，将产生折射与反射现象。微波通信方式包括：（1）利用大气对流层不均匀气团的散射作用，使一部分微波射束返回地面，实现距离可达数百公里的微波散射通信；（2）利用地面上空 36000 公里的同步卫星作微波接力站的卫星通信；（3）利用波导传输毫米波的波导通信；（4）利用接力方式实现远距离通信的微波中继通信。这些通信手段互为补充，如洲际越洋通信的业务，卫星通信有充分的优势，而地面、湖泊、山地较多的长途通信业务中，微波中继通信发挥了投资少、线路建设快，灵活组网的优势。

【微波中继通信】又称微波接力通信。利用微波中继站接收、转发微波信号而实现的远距离微波通信。工作频段为 1—40 吉赫兹。由于微波信号绕射能力弱，只能进行视距传播，若在地面上实现远距离（数百乃至数千公里）的微波通信，必须采用接力方式。它具有如下特点：（1）频带宽，通信容量大，如可传输电视信号或路数很多的电话信号；（2）微波波段的电磁波传播比较稳定，受天电、工业等干扰影响较小，使通信传输可靠性与质量得到保证；（3）在微波波段工作的天线可获得很好的方向性，并且天线增益

高，可用较小的发射功率而获得满意的通信效果；(4) 需设置中继站，其设备较复杂，根据所传输信号形式不同，它可分为模拟微波中继通信和数字微波中继通信。模拟方式发展早，技术比较成熟，但难以保持传输质量。数字方式虽然频谱利用率较小，但数字方式可经过中继站信号再生，防止噪声积累，使传输质量几乎与中继站数目无关。“数字化”是微波中继通信的发展方向。它主要用于城市之间大容量的信息传输，如长途电话和电视节目的传输。

【微波中继通信系统】由若干个微波终端站、中继站及相邻站之间的微波线路组成的系统。对于一条微波通信线，它具有两个终端站，而中继站的数目将由线路的传输距离而定。中继站的配置一般是彼此相隔 40—60 公里。在每个站上设置许多复杂的设备，包括微波收发信机、无线及馈线设备、电源及辅助设备。对于要“加上”或“取下”话路的站，还应设置相应的复用设备。

【模拟微波中继通信】传输模拟信号的微波中继通信。一般采用多路复用调频制，由频分多路信号对高频载波（微波）进行调频。调频制的模拟微波中继通信设备主要包括三部分：(1) 频分复用终端设备（载波机），发信时产生频分复用的群频信号，送至微波机；收信时将微波机送来的群频信号，进行频带下搬移，通过解调得单路信号，分别送到各个用户；(2) 微波机，发信时将载波机送来的群频信号先进行 70 兆赫的中频调频，再与微波发信本振混频，获得中心频率为微波频率的调频信号，最后经波道滤波器送到天线发射出去；收信过程是发信的逆过程，把微波调频信号下变频为群频信号；(3) 微波天线，将微波能量集中在某特定方向

发射出去或接收进来的装置。通常收、发共用一个天线，收发之间采用合适的频率设置和不同的极化方式，避免了发射信号对微弱的接收信号的干扰。

【数字微波中继通信】在数字通信与微波通信基础上发展起来的一种先进的通信传输手段。它兼有数字通信与微波通信两者的优点，如容量大、上下话路方便、长途传输质量较稳定、投资较少、建站较快等，因而受到世界各国的充分重视，并与光纤通信、卫星通信一起被称为现代通信传输的三大支柱。数字微波中继系统与模拟微波中继系统的组成基本相同，不同之处在于：发端、收端多了加密、解密、码型变换和反变换等基带信号处理部分，收端多了一个再生器，另外还有收、发同步设备。

【微波中继方式】中继站转接微波信号的方式。包括三种方式：（1）微波转接，将收信机收下的微波信号直接转接到发信机的微波单元上，它只需将收信频率变换成发信频率即可。此方式信号失真小，但要求的技术条件高；（2）中频转接，在收信机中将微波信号变频为中频信号，然后将此中频信号转接到发信机上变频前的中频部分，再由发信机的变频部分变为微波信号转发出去。此方式是模拟微波接力通信系统中中继站经常使用的转接方式，转接设备比较简单。（3）基带转接，在收信机中将微波信号恢复为基带信号，进行群路信号部分转接后，再调制成微波信号转发出去。此方式是数字微波系统中常用的中继转接方式，可采用数字接口，设备简单方便。

【射频波道】有独立发射频率及相应设备的一个完整传输系统，从

设备上，每个射频波道是由一连串的收发信机组成。为了提高通信容量并节省设备，一般在一条微波线路上配置几个射频波道，各个射频波道之间有一定的频率间隙以防止互相干扰。各射频波道的发射机所输出的信号经过分路滤波器加到同一副天线上辐射出去。一条微波线路上可有 6、8 及 12 套微波机同时工作，需设置相应的波道。

【微波波道频率设置】微波发射频率分配。包括两种设置：(1) 单波道频率设置，在一条微波线路只有一个波道情况下的频率分配，一般采用二频制方案，即线路的一个双向波道上，共使用两个不同的微波收发频率。对某一个中继站来讲，同时向两个方向进行发射和接收，该站的两部收信机工作在相同频率，两部发信机则工作在另一个频率；(2) 多波道频率设置，主要包括两种方案：1. 交错制，各个波道的收发频率按波道次序间隔排列，相邻波道的发信或收信频率间隔都等于 80 兆赫兹。每相邻站的收发频率配置正好相反。2. 分割制，每站的各个波道的收发频率分别相对集中，如各个波道的发信（或收信）频率集中在低频段。各个波道的收信（或发信）频率集中在高频段。每个站半个频段用以发射，而另半频段则用来接收，在下一站则反过来。

【微波端站】位于微波中继通信线路两端的微波站。其基本功能是：发信时，通过终端机（数字系统中为数字终端机，模拟系统中为载波机）的发信支路将各用户信号进行多路复用后汇合成群路信号，由微波信道机的发信通道进行调制与上变频，使之成为微波信号，然后通过天线向对方站发射出去；收信时，由天线接收对方站发射来的微波信号，由微波信道机收信通道进行下变频与解

调，再经终端机收信支路分路，分出各用户信号。微波端站只对一个方向收发，全部接收或全部发送话路。

【微波中继站】对微波信号进行接力转发或分路的微波站。一般分成三类：（1）中间站，仅对微波信号进行能量放大，起一个接力的作用，它接收其他站发射来的微波信号，经过变频、放大等处理，再向前方站转发出去；（2）分路站，需要对微波信号进行合路或分路的中继站，其主要设在中小城市附近，以便能分出或加入一部分话路；（3）枢纽站，线路在中途要从几个方向分出或加入话路及电视信号的中继站，它一般设在大城市附近。

【微波中继通信监控系统】实施信道监控、无人站监控及各站间勤务联络的监测控制系统。一般采用集中监控方式。集中监控是在有人值守的站（主控站）上，借助监控系统的遥信、遥测及遥控功能对无人值守的微波站（被控站）进行集中监控。集中监控把微波接力通信线路划分成若干区间，每一区间设立一个主控站，对该区间的全部微波站进行集中监控。各被控站的监控设备不断地把本站各种设备的运行情况编制成适于传输的信号形式，通过控制线路送到主控站。主控站监控设备对汇集的包括本地站在内的各站控制信息进行判别与显示，使值守人员掌握监控区间内各站的全部工作状态。如出现故障、告警或传输质量降低，主控站监控设备可人工或自动地产生所需的控制指令，经控制线路送到被控站监控设备，监控设备译出监控指令后送交指令执行机构，实行所需的控制动作，由此完成对各微波站的监控。

【无人站监控系统】又称远方监控系统。对无人值守的微波站进行

监控的系统。它包括遥控与遥信。遥控是由主控站向被控站发出控制指令，被控站执行指令产生相应的开、关机动作。遥信是各无人站向主控站发送表示站上设备工作状态正常或异常的二元信息信号。

【信道监控】对通信信道进行传输质量监视和保护切换。监控系统对信道监视时，要对反映信道传输质量的参数进行检测，检出故障时，送出相应的告警信号。在模拟系统中，一般选用导频和噪声作为参考。当失去导频或导频电平下降几个分贝时，或规定带宽内噪声电平超过规定值时，就送出表示有故障的告警信号。在数字系统中，一般以误码率为参考进行检测。当误码率达到规定的量级时，就认为信道出现异常，送出告警信号。监控系统检测出信道故障后，实行切换控制，备用信道可以立即代替主用信道工作，保证通信信道畅通。

卫星通信

【卫星通信】利用人造卫星作中继站的无线电通信。是微波接力通信的一种特殊形式。其工作频率使用微波频段（300兆赫—300吉赫）。卫星通信的业务种类很多：按通信卫星覆盖区的范围分，有国际、国内和区域卫星通信业务；按用户的性质分，有军用和民用业务；按信息是双向还是单向传输来分，有通信和广播业务，其中通信业务有电话、电报、传真、数据等业务；按地球站的站址

是否固定来分，有固定卫星业务和移动卫星业务。卫星通信的主要优点包括：（1）通信距离远，覆盖面积大。一颗静止卫星的天线波束，可以覆盖地球表面积的 42.4%，最远通信距离可达 18000 公里。在静止轨道上等间隔配置三颗静止卫星，可建立除地球两极地区以外的全球通信；（2）组网灵活，便于多址联接。各种形式的地球站，可以不受地理条件的限制，无论是固定站还是移动站，各种不同的业务种类，都可以组织在一个通信网内，电路的建立和开通十分灵活方便；（3）通信质量高，容量大。一般一颗通信卫星可用频带宽度达 1000 兆赫以上，相应的通信容量超过了 33000 条话路。卫星通信电波主要在接近真空的外层空间传播，传播特性比地面微波接力线路明显稳定。另外，卫星通信一般只经过卫星一次转接，噪声影响小，通信质量高。卫星通信自 60 年代中期投入使用以来，其应用领域已从国际通信发展到国内通信、广播电视等领域。

【卫星通信系统】完成卫星通信的所有设备及传输媒质。包括通信卫星、地球站、测控系统、监测管理系统和无线信道。通信卫星和地球站是系统中的重要组成部分，直接用来通信。测控和监测管理系统用以保证整个系统的正常运行。一条卫星通信信道是由发端地球站、上行链路、卫星转发器、下行链路和收端地球站组成，利用两条传输方向相反的单向信道构成一条双工通信线路进行工作。

【卫星通信频段】使用微波频段，300 兆赫—300 吉赫。此频段可获得大容量通信。另外，微波可穿透电离层，保证通信卫星能转发地球站的微波信号。从传播机理和传输损耗考虑，从 1—10 吉

赫频段是卫星通信的最佳频段。大部分国际、国内卫星使用 6/4 吉赫频段，上行线为 5.925—6.425 吉赫，下行线为 3.7—4.2 吉赫，转发器带宽可达 500 兆赫。随着卫星通信业务量的急剧增加，已有不少卫星通信系统开始使用 14/11 吉赫频段，30/20 吉赫频段。它们的可用带宽增加许多，但恶劣天气和吸收损耗的影响严重。

【多址联接】又称多址通信。卫星天线波束覆盖区内的任何地球站，可以通过共同的卫星进行双边或多边通信联接方式。它是卫星通信的显著特点之一。实现多址联接的技术基础是信号分割，即在发端要进行恰当的信号设计，使系统中各地球站所发射的信号各有差别；而各地球站接收端则具有信号识别的能力，能从混合着的信号中选择出本站所需信号。一般采用的多址方式包括：频分多址、时分多址、空分多址、码分多址及它们的组合形式。另外，还有利用正交极化的极化分割多址联接方式。采用多址联接方式，可提高卫星通信线路的利用率和通信联接的灵活性。

【卫星通道分配制度】将卫星通道分配给各地球站使用的方式。分配原则是有效地利用转发器的有限功率和频带。它与多址联接方式紧密相关。对于频分多址来说，就是把转发器可用频带分割成各个频道后，以一定的方式将它们分配给各地球站，用来发送相应的载波；对于时分多址来说，就是把转发器工作时间分割成各个时隙后，以一定的方式分配给各站用来发送相应的分帧；对于空分多址和码分多址来说，就是以一定的方式将窄波束、码型分配给各站使用。常用的分配制度包括预分配制和按需分配制。通道分配制度关系到整个卫星通信系统的通信容量、转发器和各个地球站的通道配置和通道的工作效率，以及对用户的服务质量，也

关系到设备复杂程度。

【预分配制】卫星通道分配制度的一种方式。它把卫星通道预先分配给各个地球站，各地球站只能用分给它的这些特定通道与有关地球站通信。它包括两种方式：（1）固定预分配方式，按地球站业务量大小，半永久性地分配给每个地球站固定数目的通道。如频分多址系统中，业务量大的地球站，分的载频多一些，反之少一些。这种分配方式优点是：通道专用，实施联接简单，建立通信快，基本上不需要控制设备。主要缺点是：使用不灵活，通道不能互相调剂，在业务量较轻时通道利用率较低；（2）按时预分配方式，事先知道各地球站间业务量随“时差”及其他因素作周期性变动时，可约定一天内通道分配作几次固定的调整。从每一时刻看，它仍然是固定预分配的，但其通道利用率得到提高。这种方式多用于国际通信场合。预分配制只适用于业务量大的线路。

【按需分配制】卫星通道分配制度的一种方式。卫星的通道不是或不完全是固定分配给各站专用，而是根据地球站的申请临时分配为其使用，通信完毕又收归公用。它是对固定预分配制的一种重大改进，使用比较灵活，各站之间可以互相调剂通道，因而可用较少的通道为较多的站服务。在站多而业务量都较小的情况下，这种制度的通道效率很高。但其需要比较复杂的控制设备，以实现按申请分配。

【卫星信道传输时延】任何两地球站经卫星转发传输信息所需的时间。由某一地球站发出的信息经卫星转发传回到另一个地球站的传输时延为单程传输时延。它由上下行空间传输路径的总距离除

以电波在自由空间传播速度来计算。静止卫星距离地球站大约为4万公里，经静止卫星单程传输时延近似为0.27秒，双向传输的双程时延约为0.54秒。传输时延大是卫星通信的一个缺点。

【通信卫星轨道】卫星在空间运动的路径。按照卫星轨道平面的倾角（即卫星轨道平面与地球赤道平面的夹角）把卫星轨道分为三类：（1）赤道轨道，倾角为 0° ，轨道面与赤道面重合。静止通信卫星就位于此轨道平面内；（2）极地轨道，倾角为 90° ，轨道面穿过地球的南北两极；（3）倾斜轨道，倾角介于 0° 和 90° 之间，轨道面倾斜于赤道面。

【通信卫星覆盖区】卫星天线波束所指向的地球表面区域。在这一区域内，地球站都可利用此卫星进行中继通信。星上天线波束形状不同（如全球波束、点波束、区域波束等）以及波束中心指向不同，它们照射到地球表面所形成的覆盖范围就不同。要想利用某颗卫星构成一个通信系统，首先需弄清它的覆盖范围。

【通信卫星】为各个有关的地球站转发无线电信号的中继站，是卫星通信系统中最重要的组成部分。它主要由天线分系统、通信分系统（即转发器）、遥测与指令分系统、控制分系统和电源分系统等组成。天线和通信分系统合称为卫星的有效载荷，可直接用来进行通信；其他分系统合称为卫星公用舱，是维持有效载荷在空中正常工作的保障系统。通信卫星按其结构分为无源卫星和有源卫星；按其运行轨道可分为运动卫星（非同步卫星）和静止卫星（同步卫星）。无源卫星已被淘汰，主要发展有源卫星。有源运动卫星只适于纬度很高的地区或为特殊目的服务（如军事上侦察、监

视、预警系统)的业务。应用最广泛的是有源静止卫星。

【静止卫星】又称同步卫星。位于赤道上空大约四万公里处圆形轨道上的卫星。它运行的方向和周期与地球自转的方向和周期相同,从地球上看去,如同静止一般。静止卫星主要优点是:(1)卫星高度高,对地面的视区面积大,可达全球表面积的42.4%,因此只需三颗卫星就可建立除两极附近地区以外的全球通信;(2)由于卫星相对于地球是静止的,因此地球站天线易于保持对准卫星,不需复杂的跟踪系统。静止卫星也有一些缺点,主要是:传输损耗和传输时延都较大,两极附近有盲区,对地静止同步轨道只有一条,故能容纳的卫星数量有限。

【有源卫星】一种有增益的可以部分补偿传播损耗的中继卫星。在卫星上装载电子设备,如转发器、天线等,它们将接收到的来自地球发射站的信号进行放大、频率变换和其他处理,再发回地球,提高了卫星中继转发信号的质量。卫星通信系统中使用的卫星几乎都是**有源卫星**。

【卫星天线系统】卫星上的通信天线、遥测遥控天线、旋转关节及馈线等部件的总称。通信天线使用微波天线。按其波束覆盖区的大小,可分为全球波束、区域波束、点波束等。全球波束一般采用喇叭形天线,对静止卫星而言,全球波束恰好覆盖卫星对地球的整个视区。点波束天线一般采用抛物面天线,其波束宽度只有几度或更小。区域波束采用赋形波束天线,使波束覆盖区形状与某地理图形相吻合,这对国内卫星通信特别有意义。常用的天线形状有鞭形、螺旋形、绕杆及套筒偶极子天线等。如果遥测、遥

控信号和通信信号采用同一频段，则不需另设遥测、遥控天线。

【卫星转发器】卫星上的通信分系统，实质上是一部宽频带的收发信机。对其基本要求是工作可靠，附加噪声和失真要小。通常分为透明转发器和处理转发器两种类型：（1）透明转发器，接收地面发来的信号后，只进行放大、变频、再放大，然后发回地球，不对信号进行任何加工和处理，只是单纯完成转发任务。（2）处理转发器，把接收到的信号经微波放大和下变频，变成中频信号，再进行解调和数据处理，从而得到基带数字信号，然后再经调制、上变频、放大后发回地面。数据处理一般采用两种形式：1. 信息处理，将接收到的信号变成基带信号，进行再生、编码识别、帧结构重新排列等处理，然后再用下行频率发射出去。此处理方法可消除噪声的积累。2. 空间交换，数据处理单元是切换开关网络，起着空间交换台的作用。可根据地面指令使转发器的不同输入信道切换到适当的下行信道，也可以使用预先编制的切换程序提供切换。在数字卫星通信系统中常采用处理转发器。

【地球站】卫星通信系统的重要组成部分。地球站设备包括天线、发射、接收、终端、电源、监控等分系统。以多路模拟电话信号的卫星通信传输为例，地球站工作过程如下：多路模拟电话信号由电信局经微波或同轴电缆等传输线路把电话信号送到地球站的电话终端设备，终端设备把电话信号变换成规定的基带信号，使它们适于在卫星线路上传输；然后送到发射系统，进行调制、变频和射频功率放大；最后送到天线系统发射出去；通过卫星转发器转发下来的射频信号，由地球站的天线系统接收下来，经过接收系统的低噪声放大器、下变频器和解调器取出发给本站的基带

信号，再经终端设备的基带转换信号分别送至各个用户。控制系统是用来监视、测量整个地球站的工作状态，迅速进行自动或手动转换，及时构成勤务联络等。由于卫星通信系统的工作频段、服务对象、业务类型、通信体制等方面不同，地球站也是多种多样的。根据安装方式及设备规模可分为：固定站、移动站（船载站、车载站、飞机载站等）、可搬运站（工作时站址固定，不工作时站址可变）。根据天线主反射面口径的大小分为：大型站（30米、20米）、中型站（15米、10米、7.3米）、小型站（6米、5米）、微型站（3米、1米）。根据传输信号特征分为模拟站和数字站。根据用途分为军用、民用、广播、航空、航海以及实验站等。根据业务性质分为遥控遥测跟踪站（遥测卫星工作参数、控制卫星位置和姿态）、通信参数测量站（监视转发器及地球站的工作参数）、通信业务站（进行电话、电报、数据、电视及传真等通信业务）。

【地球站性能指标】为了最有效地利用通信卫星，对地球站所作的性能规定。主要包括：（1）地球站品质因数，地球站天线接收增益与接收系统等效噪声温度的比值，是表征地球站对微弱信号接收能力的重要指标之一，品质因数越大，地球站性能越好，用它组成的卫星通信系统的通信能力越强；（2）工作频率范围，地球站能正常工作的射频范围。工作频率范围愈宽，站的通用性越强，但设备的复杂性和成本也越高；（3）等效全向辐射功率，地球站天线的发射增益与馈入功率之积。它可估算接收站对某一载波的接收功率；（4）载波频率的准确度和稳定度，分别指载波频率的实测值与规定值的最大差值和在一定时间间隔内由于各种因素的变化而引起的载频漂移量的最大值。这两个指标对保证卫星通信线路的正常工作有重要影响；（5）地球站协调距离，当卫星通信

与地面微波中继通信共用 1—40 吉赫频段时,将相互产生干扰,因此要求地球站与微波中继站之间有一定距离,即协调距离。

光纤通信

【光纤通信】利用激光器产生的光波(激光)作为载波,通过光导纤维传递信息的一种通信方式。其使用的波长范围为 0.8—1.6 微米,属于电磁波谱中的近红外区。它与电通信相比有许多优点:(1) 传输频带宽,通信容量大。美国贝尔实验室曾在—根光纤上作了传输速率为 200 吉比特/秒的实验,传输容量相当于 200 万路电话;(2) 光纤传输损耗小,中继距离远。光纤损耗已减至 1 分贝/公里以下,传输距离或中继站距离至少为 20 公里,可达到 200 公里;(3) 抗电磁干扰能力强,无串话。光纤是非金属的光导纤维,不会产生感应电压、电流,可避免危害大而又难去掉的电磁干扰;(4) 光纤细、光缆轻,光纤直径一般只有几微米至几十微米,已制成包含有 1512 根光纤的光缆,直径只有 28 毫米,使光缆的运输和架设很方便;(5) 光纤的纤芯和包层的主要原料是二氧化硅,资源丰富而又便宜;(6) 在使用频带内,光纤对每一频率成分的损耗几乎是相等的,均衡容易;(7) 保密性强。

【光纤通信系统】完成光纤通信的系统。它主要包括:光源、光检测器、光纤及有关的电端机和电信号处理设备等。其工作过程是:发信端首先将用户待传送的信息变为电信号,然后使半导体激光

器或发光二极管等光源发出的光强度跟随电信号的强弱变化（称为光强度调制），经光耦合器送入光纤，利用光纤把光信号传向远方，为了传输更长的距离，光纤中间还可装置光中继器。收信端则采用光电检测器接收光信号，经光电转换还原为电信号，最后再恢复为接收端用户能理解的信息。按传输方式分类有数字和模拟两种系统；按通信距离分类有短距离和长距离的光纤通信系统；按使用的光源分类有非相干和相干两种光纤通信系统。

【光导纤维】简称光纤。传输光信号的介质波导。由石英（即二氧化硅）纤芯和石英包层组成，外加塑料护套。纤芯直径一般为几微米至几十微米，包层直径为100—200微米。纤芯折射率比包层折射率大。实际使用的光纤都是弱波导光纤，其纤芯与包层折射率差小于1%。光线经过折射率不同的两种介质界面，可发生折射与反射，当介质一的折射率大于介质二，且入射角大于临界入射角时，光线从介面全部被反射回介质一中，即发生全反射。光纤传光原理就是利用了纤芯与包层的界面上发生全内反射的前进光波来传递信息。根据光信号在光纤中的传播特性，光纤可分为单模和多模两种。单模光纤只能传输单一的基模电磁波，没有模间色散，因此传输带宽较宽。多模光纤传播多种电磁波模式，它的传输带宽较窄，但容易制造。

【光纤传输模式】光在光纤介质中传播所形成的电磁场分布方式。光纤中存在的主要电磁场分布形式（即传播的主模）是磁场和电场的混合模，其沿光纤传播方向磁场分量占优势，沿光纤横截面径向，电场在纤芯中心最大，在与包层交界处最小，沿横截面圆周方向变化一周时变化一个周期。光纤中所能传输的模式数与纤

芯半径、所用光波长、纤芯和包层的折射率有关。单模光纤只允许一种电磁场分布方式存在，即传播主模。多模光纤允许多种电磁场分布方式同时存在。

【光纤传输损耗】光纤传输特性的一个重要指标。包括吸收损耗和散射损耗，以吸收损耗为最主要损耗。吸收损耗包括：（1）杂质吸收，主要由于制造光纤的材料中，包含着不需要的杂质离子，它们吸收光能，并把光能转变为散失的热能而产生损耗；（2）本征吸收，主要由于石英材料本身的吸收；（3）原子缺陷损耗，由于玻璃经过的热处理或 γ 射线辐射引起的。散射损耗是因为光波在光纤中传播遇到不均匀或不连续的情况时，有一部分光散射到各个方向去，不能传输到终点，所造成的损耗。随着光纤制造技术的改进与提高，使光纤损耗大大降低。如在波长为 1.39 微米处，光纤传输损耗只有 0.15 分贝/公里，使光纤的无中继通信距离可达 50 公里，甚至更远。

【光纤色散】一种脉冲展宽现象，是光纤的重要特性之一。在光纤输入端射入一个矩形的光脉冲，经光纤传输一定距离后，输出端的光脉冲发生了畸变，脉冲也展宽了，此现象意味着光纤传输中存在色散。它由光纤折射率分布、光源光谱宽度、光纤材料的色散特性等因素决定。它包括两类色散：（1）模间色散，多模光纤中各个模式间的色散，每一种模式的群速度不同，因而传播时间不同，产生时延差即模间色散；（2）模内色散，又称多色色散，是由于光的频率变化，使光纤折射率发生变化，随之影响到群速度而产生色散。模内色散主要是光纤的材料色散及波导结构引起的。色散危害很大，对码速较高的数字传输有严重的影响，引起码间

干扰，使传输的信号带宽减少。利用模式耦合和变换可减少色散，它是以传输损耗的增加为代价来换取脉冲响应改善，最终实现大容量传输。

【光纤耦合】 光纤的连接。包括光纤之间的连接，光纤与光源的连接和光纤与光电接收器件的连接。(1) 光纤之间连接有固定连接（即焊接或熔凝）、半固定连接（即粘接）和活动连接器；(2) 光纤与光源耦合有直接耦合和透镜耦合法。直接耦合是把一根平端面的光纤放在半导体激光器或发光管发光面的前面，让光耦合进去。直接耦合的效率很低，如半导体激光器与光纤直接耦合，效率只有 20%；发光二极管与光纤直接耦合，效率只有 4%。透镜耦合法是在光纤端面和光源之间放上多种透镜等光学元件，改变激光器发光的方向性或改变光纤的接受角使耦合效率提高；(3) 光纤与光电器件耦合，一般采用直接耦合，耦合效率可达 85% 以上。

【光调制】 把代表某种消息的电信号加到光载波上，使光载波按消息的变化而变化的过程。电信号对光载波调制有两种方法：(1) 直接调制，把电信号直接加到光源上，使光源发出随电信号强弱变化的光信号；(2) 外调制，把调制元件，如某种晶体，放在光源之外，把电信号加到这种晶体上，光通过晶体后，就随信号变化而变化，成为载有信息的光信号。在光纤通信中主要采用直接光强度调制。

【光接收机】 对入射的光功率进行检测，并把光信号转换成电信号的光纤通信接收装置。由光检测器、放大器及滤波器组成。其中光检测器是决定光接收机性能的主要部件，它要具有高灵敏度，对

于由光纤传输至光检测器输入端的微弱光信号响应要快；要有足够的带宽，以满足接收光信号的带宽；附加噪声要小等特性。常用的光检测器有硅光电二极管、雪崩光电二极管等半导体器件。

【波分复用】利用在单根光纤中同时传输几种不同波长光信号来实现大容量传输的技术。可提高光纤利用率和降低系统成本，适应信息社会大容量通信要求。

保密通信

【保密通信】保护秘密信息传输的通信方式。保密方式可分为两种：（1）信道保密方式，保持所传送的信息形式不变，而对信道加以保护，使信息不被他人截获来达到保密目的。如专线电话、保密电缆、瞬间通信及扩展频谱通信等；（2）信息保密方式，在发信端，将信息的形式加以变换，成为加密信息，再利用普通的通信线路传送；在受信端，进行相应的逆变换以恢复原信息。因此除了通信双方外任何第三者都不能对信息解读，同样达到了保密目的。实际上两种方法常常并用，但信息保密更具有发展前途。信息保密方式又细分为两种：（1）模拟保密方式，对模拟信号的频谱或时间分段打乱，置乱后的信号仍保持连续变化的性质，且带宽基本保持不变，但解密后信号质量下降，保密效果差，一般不常采用。（2）数字保密方式，对数字信号由相同速率的序列密码加密，数字加密后一般破译困难，随着集成电路的发展，数字加

密易于实现，数字保密通信已成为保密通信的主要发展方向。

【密码体制】对数字信号加密变换的规律。它可分为两类：(1) 完全保密体制，一种不可破译的密码体制，一次一密的密码体制是唯一的一种完全保密体制。在这种体制中，每个密码只使用一次，加密变换是将明文符号与同样长度的完全随机的密钥符号序列进行并或运算。密码信息量与信息源的信息量完全相等。它是不可破译的，但在实际场合是不适用的；(2) 实际密码体制，可被破译，当破译者截获到足够的情报源并含有足够的信息量时，经过一定时间的计算，必能求出唯一解。实际密码体制的设计是争取在加密、解密变换简捷方便的前提下，尽量使破译者的破译遇到困难，争取实现在理论上可破译，但在一定时间内，一定计算能力下不可破译的比较现实的保密通信系统。

【序列加密体制】一种数字加密方法，采用伪随机序列作为密钥序列的加密体制。能够产生伪随机密钥序列的最简单、最直接、又最经济的装置是线性移位寄存器，它可以通过一个短密钥产生一个长的，与明文长度相同的类似于随机二进制序列的伪随机二进制密钥序列。在变换装置里，它与二进制明文码进行模 2 加，得到一个伪随机的密码序列。在线性移位寄存器序列密码体制中，由于序列之间的线性关系，使得破译者只要获得一个或部分序列的明码、密码对应关系，就可以实现破译。为了提供足够的保密度，可采用非线性移位寄存器序列作为密钥序列。实现的基本方法是：将两个或两个以上的线性移位寄存器的输出加以适当组合或变换，来得到一个非线性序列。序列加密体制的最大优点是实现容易，以及没有错误扩散，所以在现代密码体制中获得广泛应

用。但序列加密体制要求收发信端的序列密码同步并有共同的起点，在每次通信前，发信端要向受信端发送起点码和同步码组。

【分组密码体制】一种数字加密方法，对明文进行分组，再加上全部或部分密钥进行加密，形成密码组的加密体制。分组密码避免了序列加密体制中传输起点码和同步码的过程，却有误码扩散特性。在受信端可对每个信息密文组进行识别，发现错误便将整个组剔除，使数据中的错误及时纠正。分组密码体制适应数据分组传输的特点。其具体实现方法有：密码反馈体制、费斯特尔密码体制、数据加密标准体制。

【公开密钥加密体制】将加密和解密变换分开进行，无须再对加密密钥进行保护，但也能达到保密目的的加密体制。在公开密钥体制中，每个用户均能产生一对逆变换，即加密密钥和解密密钥，由于二者完全不同，并且从加密密钥中很难分析出解密密钥，各用户只须对解密密钥保密，而把加密密钥记载到类似于电话号码簿的公开手册中，这样任何一个用户都能自由地加密他的信息，并把它发送给要接收的其他用户，但都没有任何一个用户可以得到他不应当得到的别的用户的信息。在常规的加密体制中，采用同一密钥进行加密和解密变换，所以必须对密钥信息小心地加以保护。密钥的生产、分发及管理，一直是常规密码体制发展的主要限制之一。公开密钥加密体制的加密密钥已不再用来作为解密变换之用，可取消保密密钥的分配信道，并且无须任何预先配置，就能在不太保密的信道上进行保密通信。

【电话模拟加密】对模拟话音信号的振幅、时间、频率三个要素采

取措施，使话音的可懂度下降而达到保密目的的加密方法。经加密处理后的输出仍为模拟信号。其加密方法有三种：（1）振幅隐蔽法，在发送端将一个数字序列信号叠加到有用信号上，控制与改变有用信号的振幅变化，使有用信号淹没在伪噪声中；在接收端减去相同的数字序列信号。数字序列可以由一个数字随机序列获得。此方法的加密效果较差，实用价值不大；（2）频率隐蔽法，又称信号频谱扰乱法，将信号频带分成很多次频带，再把次频带的排列次序重新变换并进行部分倒置；（3）时间隐蔽法，将信息信号在时间轴上分成若干时段，将各个小段进行互相交换，如果交换宽度比较长，那么话音规律就被打乱，话音可懂度很小。模拟加密过程中可以单独使用其中的一种方法，也可以同时使用几种方法。模拟加密方法可靠性不高，一般都倾向使用数字加密。

【电话数字加密】将话音信号进行编码处理变成数字信号，再与密码信号重新组合，使之不能直接恢复原始话音的加密方法。常用的数字加密方法是码型扰乱法，即语音被数码化后，用一种码组对信息码进行扰乱，形成一种杂乱的无规则的传输码。扰乱方法采用现代密码体制加密，如序列加密体制、分组密码体制等。数字加密方法有如下主要优点：（1）携带的数字信号随机化，减少了信息的剩余度，使数字信息的统计特性类似白噪声，破密者不易直接截获信息；（2）保密系统的密钥随机化，密钥的数量繁多，加密规律变化莫测，使破密者捉摸不定，难以破解；（3）容易实现。