

广播与电视

1. 电磁波家族

大家知道，不仅无线电波是电磁波，光也是电磁波，它们形成了一个电磁波家族。这个家族的成员有许多共同之处，它们都是以波的形式向四周辐射，都能在真空中传播，传播速度都是每秒近 30 万公里，都具有反射、折射、干涉、散射和衍射等特点。然而，除了共性之外，这些成员也各有各的个性，差别就在于它们的波长各不相同。物理学家按照各种电磁波的波长（或频率），把它们依次排列，组成了奇妙的电磁波谱。

纵观电磁波谱，自下而上，波长越来越短，频率越来越高。让我们逐个检阅一下电磁波家族中的成员。

第一个成员是无线电波，它的波长范围约为 1 毫米 ~ 100 公里，一般分为六个波段，即超长波、长波、中波、短波、超短波和微波。其中超长波的波长最长（10 公里至 100 公里），微波的波长是短（1 毫米至 1 米）。

第二个成员是红外线，又称红外光，是英国物理学家赫谢尔于 1800 年发现的。它是一种波长范围在 0.75 ~ 1000 微米的电磁波。在这个广阔的红外区内，通常又分为三个部分：波长为 0.75 ~ 1.5 微米的称为近红外线，波长为 1.5 ~ 5.6 微米的称为中红外线，波长为 5.6 ~ 1000 微米的称为远红外线。红外线的热效应非常强，在工农业上用它来烘干产品、种子；另外，它能穿过很厚的气层和云雾而不散射，在军事通信、侦察和航空遥感技术等方面都少不了它。

第三个成员是可见光，波长范围在 0.4 ~ 0.77 微米，由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七色光组成。人造激光就属于这个波段，激光通信与无线电波通信相比，具有频带宽、通信容量大、传输质量高、保密性好等许多优点。

第四个成员是紫外线，波长范围为 400 ~ 4000 埃（一埃为一亿分之一厘米）。它是德国物理学家里特于 1802 年发现的。紫外线的荧光效应强，可用来设计制造日光灯；另外，它还具有医疗作用，可用来杀菌消毒，治疗皮肤病和软骨病等。

第五个成员是 X 射线，又称做伦琴射线，是德国物理学家伦琴于 1895 年发现的。这种射线的波长是 1 ~ 1000 埃，它有极强的穿透能力，在医院里用它来检查患者的病变情况，在工厂里则用它来检查金属工件内有无气泡、裂痕等缺陷。

第六个成员就是 γ 射线。1898 年居里夫妇发现了镭，镭所发出来的三种不同性质的射线， α 射线是氦的原子核质， β 射线是一股高速运动的电子流，而 γ 射线却是一种波长极短的电磁波，只有 0.01 ~ 1.5 埃。目前 γ 射线已用来治疗癌症，也可用来培育农作物的新品种。

最后一个成员是宇宙射线，它的波长在 0.01 埃以下。这种频率极高的电磁波是 1910 年发现的，它是来自外层空间的远方“客人”，具有很高的能量和极强的穿透能力。宇宙射线可使原子分裂，能够穿过很厚的大气层到达地面，甚至能穿过 1000 米深的湖水。科学家们通过对宇宙射线的研究，逐步揭开大到宇宙天体小到微观粒子的奥秘。

2. 各行其道互不扰

大家知道，无线电通信是在充满着电磁干扰的环境中进行的。在接收无线电信号的同时，除了信号波之外还有一些杂散波。这些杂散波包括噪声、大气无线电干扰、工业无线电干扰以及各种通信波之间的干扰。当两个或几个频率相同的通信波，强度差别不大出现在同一地区时，由于无线电接收设备对同频的通信波没有选择能力，无法把同频信号区分开。于是，通信波之间就发生了干扰。结果，使无线电通信所传输的信息发生错误或失效。

为了有效地进行无线电通信，每个通信波必须专用一个频率，不得复用，如果通信波频率相同，使用地区必须隔开，不允许相互发生干扰。

今天，无线电通信已进入大规模应用阶段，各种业务达数十种，并且日益发展，每一时刻都有数以百万计的通信波在使用。作为一种自然资源，无线电频谱的范围却很有限。为了维护通信秩序，各行其道，互不干扰，国际无线电组织对各类业务通信波的用频进行世界性分配，各国的专业部门再进行下一级的频率划分和管理。我国分配给广播和电视的用频为：

中波广播：531 ~ 1602KHz

短波广播：6、10、12、15、18、21、26MHz

调频广播：88 ~ 106MHz

电视广播：48.5 ~ 223MHz (1 ~ 12 频道)

470 ~ 734MHz (13 ~ 56 频道)

由于中波电波属“地波传播”，即只能靠近地球表面传播，电波的能量被地表层这一导体吸收，所以电波的强度随距离增大而减弱。一个中等发射功率的中波广播电台，一般覆盖半径只有 150 ~ 200 千米，只好多设转播台。另外，国家规定中波广播频道间隔为 9KHz，从音响再现的高保真考虑，实在太窄。因此必须另找出路。

1927 年 6 月，英国用短波广播获得成功。短波电波贴近地面部分的能量因被地表吸收，强度减弱。然而它在空间部分的能量，经过离地 100 千米的电离层的反射又返回地面，被称之为“天波传播”。短波经电离层的多次反射，实现了远距离传播，可以到达地球的任何角落，为中波所远远不及。不过，由于形成电离层的电离源主要来自日光的紫外线，而日照变化与昼夜、季节及年周期等相关，故短波用频也必须随昼夜、季节相应变更。在短波波段里，频率分配划为 7 个小段供广播使用，因出于此。

由于中波广播受到频道间隔的限制，难以在音响再现时做到高保真，人们便采用了米波调频广播。调频广播划定频率范围为 88 ~ 108MHz，频道间隔为 200KHz，可以容纳 100 个频道，传输 30 ~ 15000Hz 的低频波，因此接收后音响的再现可以达到很高的保真度。米波的传播，是在地表面与电离层之间直接传播，被称之为空间波传播。调频台的覆盖区取决于调频台发射天线与接收点之间的高度差。如果用频合理，即使在同一地区，若干个调频频道同时播放，也不会发生干扰。频道紧张、拥挤的局面大为改观。

调频广播作为广播的主要频段，与中波广播相比，不仅音质优美，还可以广播立体声，抗干扰性能良好，而且建设起来投资少、工期短。

3. 一机在手听全球

进入九十年代后，高中档收音机已全部以数字调谐锁相式收音机为主流了。这种收音机被人们简称为“数调收音机”，它抗干扰能力强、灵敏度高，特别是收听短波电台时，犹如接收中波电台一样稳定。此外，它还具有自动搜索电台、储存多个电台频率、定时开机关机、睡眠延时关机和时钟等多种实用功能。它的出现，彻底改变了传统调谐收音机的落后面貌。

数调收音机的电路由收音、数字调谐、功放三部分集成电路组成。其中，数字调谐集成电路是一个以4位微处理器为核心的控制器，它的监控程序和操作程序编制在只读存储器中，目前大部分数字调谐专用芯片的容量为16K~32K。同时还具有近百个字节的随机存储器，用来存储若干个电台的频率和最末一次选台频率。CPU负责存储器的各种读、写控制及各国波段的自动控制和各种调谐方式控制等等。其输入/输出一般都采用静态工作方式。锁相环内含振荡、基准频率分频、可编程序计数器、相位比较、静噪电路。目前数字调谐专用集成电路的基准频率设置在1、3、5、6、9、10、12.5、25KHz，在不同的波段有不同转折频率的低通滤波器。由锁相环频率合成器合成的本振频率始终同步地高出调谐回路一个中频频率，在锁相环路的控制下，压控振荡器的输出信号和环路的输入信号之间不会出现频差而进入锁定状态。所以调谐的精确性和守台的稳定性始终可以保持在最佳状态。

目前的高档收音机都采用了数字调谐全波段设计，可以适合世界各国不同的广播制式。调频(FM)频率范围为76~108MHz，调幅(AM)频率范围为150KHz~29995KHz，包括了长波、中波及短波的全部波段。短波通常划分为15个波段。这类收音机除具有很高的接收灵敏度、稳定性以及一些实用功能外，还有录音遥控、远/近程电台选择、收听音乐或新闻的选择开关。锁定按钮按下后，所有键钮被锁定，可以防止运动中的误动作，尤其是以下几种调谐功能使用起来极为方便：

(1) 直接调谐：通过收音机键盘上的数字键直接输入已知电台的频率即可收听这个电台的播音。

(2) 存储电台调谐：按键盘的数字键，将常用电台的频率输入后储存起来，收听时只要按相应的数字键，就可以听到这个电台的播音。例如将中央人民广播电台的播音频率“1026KHz”存入数字键“3”中，在广播时间内，只要按下“3”便可立即收到中央台的播音。

(3) 自动搜索：可在各波段范围内循环自动搜索，当收到电台信号时自动停留2秒钟，然后继续增加频率搜索，如果需要保持这个电台时，只须按下停止搜索键即可。

(4) 短波段直接调谐：可以在短波段的各波长范围内自动搜索。这样，知道某电台的波长范围后便可在该波长范围的最低频率到最高频率间进行搜索。

(5) 手动调谐：可快速调谐，每按一次改变一个波段(相当于波段选择)。还可以用上行调谐“+”来调整频率递增，或用下行调谐“-”使频率递减来搜索电台。短波每档5KHz，中波每档7KHz，调频每档100KHz。

随着业务无线电通信的普及，无线电爱好者可以用高档数字调谐收音机来接收世界各地的单边带电台的话、报及等幅报。为了接收方便，高档数字调谐收音机配备了世界近百个国家和地区的短波频率表，详尽地列出了世界

各地电台的播出时间、频率、使用语言以及电台呼号，使用十分方便。为了适应不同的接收环境，这种收音机配有类似卷尺一样的可伸缩的 3 米天线。另外还有专用的天线放大器，即使在最复杂的地形或钢筋水泥建筑物中也可清晰地收到世界各地的广播。正是：

数字调谐成主流，一机在手听全球

灵敏稳定抗干扰，万千用户赞新秀

4. 数字广播优势多

传统的无线电广播是模拟广播，它存在着噪音多、失真大和频响窄等不足。数字广播的出现，为人们带来福音，它以噪音少、失真小和频响宽的明显优势，成为新一代广播方式。

数字广播的过程是怎样的呢？

这种新的广播方式，先由声波变成的电信号通过模数转换器，转换成数字信号；数字信号经过编码处理以后，再由发射机进行调制并发射出去。接收机接收到信号以后，分别对信号进行解调、译码处理，再经过数模转换器转换成模拟信号，最后，由电声元件将模拟信号转变成声音。

数字广播少不了数模转换，在数模转换中有两个需要考虑的因素：采样速度和精度。所谓采样速度指的是以多快的速度对模拟信号进行采样；所谓精度指的是转换之后以多少位数字量来表示模拟信号的电压。

大家知道，广播信号中含有丰富的频率及幅度等分量。要保证完美地重现原信号，就需要取合适的采样速度和精度。

人们语音信号的最高频率在 4KHz 左右，而音乐信号的最高频率在 12KHz 以上。如果以 10KHz 为最高频率来确定采样周期，那么，经过模数转换、数模转换后，再恢复到原来的声音，就会发现音乐的高音已经不怎么动听了。一般广播的最高频率在 15~16KHz，所以把 16KHz 作为广播的最高频率，此时的采样周期将不超过 0.03mS。

取什么样的精度比较合适呢？如果音频信号最高电压为 5V，用精度为 8 位的模数转换器转换。要测量音频信号的交流电压范围为 -5V ~ +10V，那么 8 位模数转换器每一位所测电压的精度约为 0.04V。在实际应用中，8 位精度是不够的，用 8 位模数转换器来转换音乐信号，恢复原音乐信号后会产生壳声。要保证音乐信号动听，一般来说用精度为 14 位的模数转换器为宜。为了使接收机和发射机同步工作，使接收机能识别每一组信号码的高、低位及开始信号，必须对模数转换后的数字信号进行编码，在数字信号中插入同步码，位识别码以及一些其他常用的控制信号。数据的传输速率必须达到 973Kbit/s，才能使接收机还原出满意的声音。但在实际应用中，要在广播波段将 973Kbit/s 的数据调制出去是十分困难的。

为了在广播波段将数字信号有效地发射出去，必须降低传输波特率，减少单位时间内的数据传输量。实际上，在数据码中采样速率不能变，同步码不能少，唯一可改变的是每次采样的数据的位数。常用地址压缩法或折线压缩法，将数据压缩在 10 位到 11 位左右，压缩后每秒所需传送的数据为 700Kbit 左右的双通道信息，它能在高频及甚高频段作为数字广播电视伴音播出。有的广播电台所播出的数字广播信号不但能传送立体声音乐，还能传送计算机程序，如学习程序、游戏程序等。只须在帧同步码后插入一组控制码，接收机根据控制码的不同，判断出所传送的信号是立体声信号还是两通道程序、语言信号。

当然，数字广播也不是十全十美的，如它的数据传送波特率确实太高，给发射和接收带来一些困难，造成传送误码率较高。尽管如此，随着无线电技术的不断发展，完全可以相信，数字广播一定会日臻完善。

5. 激光唱机多丰采

激光唱机简称 CD,自 1982 年问世以来发展非常迅速。由于它的高音质、多功能、小型化等方面取得了令人瞩目的成就,除了专业应用之外,已进入家庭、满足广大用户特别是音乐爱好者的需要,并开创了数字音频时代。

CD 唱机的工作原理是这样的:用直径仅有 $0.9\mu\text{m}$ 的激光束,以非接触方式读出唱片上记录的数字信号,这些信号是经过编码调制后的一串“凹坑”,读出的信号通过放大解调纠错后,再经过数模转换成音频模拟信号。为了使光学拾音器能正确地读取信号,还需要有一套精密的伺服系统以及整个 CD 的控制显示电路。

CD 唱片直径一般为 120mm 和 80mm 两种,厚为 1.2mm,最长播放时间为 74 分钟。唱片的基片是聚碳酸酯,具有耐热、不易翘曲和划伤等特性。在基片的凹槽面以金属沉积法镀以 $0.05\sim 0.08\mu\text{m}$ 的铝(银)反射膜,其反射率为 $70\%\sim 90\%$ 。外面再涂一层透明塑料保护层,使唱片不怕灰尘,经久耐用。唱片上的记录范围分为导入区、节目区和导出区。数字化的音乐信号记录在节目区内。导入区记录的是节目的时间段落。节目区记录节目内容。CD 唱机记录的数字信号不是音频信号的简单模数转换的数字信号,而是经过了调制,这样才能达到数字音频信号强的抗干扰能力及实现对它的控制显示。导出区是在整盘节目播放后,提示单片机复位或重播等。在唱片上音乐信号只是一部分,其他还有同步信号、调制信号和纠错信号等。

光学拾音头是 CD 唱机的重要组成部分,是 CD 的“眼睛”。一般分为三光束和单光束两种光学系统。其中单光束光头系统的原理是:从半导体激光器发射的激光,通过偏光棱镜、物镜,以唱片的透明合成树脂内刻有信号的镀铝膜为焦点入射。镀铝膜有很高的反射率。激光束被反射回来,经过物镜、偏光棱镜进入检光器。当没有凹点时,反射光全部返回物镜;有凹点时产生反射光干涉,反射回物镜的光量减少。检光器可以通过唱片上凹点的有无及长度检出光量的变化,再生时可以得到与记录相同的“0”和“1”的数字信号。

唱片在旋转过程中,由于机械结构的误差及唱片本身的变形,使唱片在聚焦方向产生了 $\pm 1\text{mm}$ 的振动,而在循迹方向产生 $\pm 0.1\text{mm}$ 的偏差。为了使光点能正确跟踪唱片上的轨迹,就必须采用聚焦伺服和循迹伺服。

数据信号处理系统是必不可少的,它将输入的信号进行处理,经过数据分离器分离出各种数据流。音频信号经过解调、纠错还原成音频数字信号,再送入数模转换器。通过数字信号处理器,可取出恒线速误差信号,以控制主轴电机作恒线速运动。

对于 CD 唱机来说,由于需要各种方便的操作控制和显示信息(如放唱时间、曲目号等),所以要有一个或多个控制显示系统来完成这些动作。系统的核心内容就是监控软件,一般是固化在单片微处理器上,长度为 2—4K 字节。

从数字信号处理系统出来的信号,通过数模转换器就可转换成音频模拟信号,再经过低通滤波器,就可以形成光滑的音频模拟信号,这种信号便能输入到功率放大器中加以利用。

随着新技术的采用,CD 唱机的新功能越来越多,诸如内扫描,按程序播放,随机播放,重复播放,常规检索,程序消除,唱片储存,程序组合,自

动留空，多功能编辑等等。这些功能大大方便了用户。比如多功能编辑里的接力功能，在录音过程中，A面录音中止时，B面的录制紧接着继续进行。淡进功能，B面开始录音时，音量从无到有，由弱变强，逐步进入预定的录音电平。在迪斯科舞厅中，换曲过程自然而又平缓，就是利用这一功能的结果。正是：

激光唱机多丰采，开创音频新时代。
功能多样音质好，男女老幼都喜爱。

6. 背景音乐前景好

背景音乐系统也称为 BGM 系统，顾名思义，它是用来在展厅、餐厅等公共场所播放一些轻松优美的音乐，以创造一种舒适愉快的气氛，使人们在紧张之余得以松弛。从广义上说，凡是能够播出音乐的装置，都属于背景音乐系统。目前，背景音乐系统主要由激光唱机、电唱盘和磁带放音机组成。因此，它的声源主要有激光唱片（CD）、密纹唱片和录音磁带三大类。

当今音频技术已经能够提供保真度很高的音乐，尤其是激光唱机的出现，开辟了电声技术的新纪元，其音乐已达到极为完美的境界。可是，美中还有不足，人们目前使用的音响设备，既要在“运动”中完成声音的记录，也要在运动中才能完成声音的重放。因此，必须有复杂的机电伺服系统对“运动”情况进行控制，不然的话，很难保证音质。此外，由于激光唱片、密纹唱片、录音磁带等都是运动的，摩擦和振动无法避免，因而音响设备不得不定期加油、清洗、更换易损的部件。摩擦和振动产生的微弱噪声对电唱盘和磁带放音机的影响可能并不显著，可是对保真度极高的激光唱机影响就非常严重了，而且无法从根本上消除。由此看来，要想进一步提高电声设备的音质，必须从根本上进行变革，变“运动”型声源为“静止”型声源，实现背景音乐系统的全电子化。

令人欣慰的是，全电子化的背景音乐系统已经问世，它主要由音乐卡和放音机组成。一张名片大小的音乐卡存有 5 首曲子，可播放 20 分钟。这种全电子化的背景音乐系统使用的音乐卡，实际是内藏 EPROM 存储器的 IC 卡。IC 卡容量为 32KB，每首乐曲约占有 4KB，其中除存有音符外，还存有各声部乐器音色、音长、音强等演奏控制参数。放音机则由 RAM、乐音发生器、功放电路等组成，其主要作用是根据音乐卡中存储的控制信息，启动乐音发生器奏出音乐卡所存音乐。由于音乐卡和放音机都没有机械转动部分，所以没有任何摩擦。

电子化背景音乐系统可以同时模拟 10 个独立声部的演奏，其中 6 个旋律型声部，4 个节奏型声部。每个旋律声音色可以在吉它、钢琴、小提琴等九种音色中任选。而且每个声部的音长可以根据乐曲需要任意设定，音调高低有 5 个八度音程，声音强弱有 8 段，每段 3dB。

电子化背景音乐系统具有极强的音乐播放功能，实际放音效果已达到小型乐队水平。随着电子技术的进步，IC 卡容量会越来越大，所存的乐曲数可达几十首，甚至上百首，演奏时间将达数小时，甚至十几小时。

不久的将来，磁带放音机、电唱盘、激光唱机不得不被电子化背景音乐系统取而代之。正是：

背景音乐前景好，优质保真技术高。

乐雅应归电子化，美妙怡神乐陶陶。

7. 高保真与发烧友

当今，用来评价高质量放声系统重现原有声源特性，常用高保真这个术语，英文写作 High Fidelity，缩写为 Hi-Fi。

高保真放声系统具有比较宽的频率范围（一般应宽于 60 ~ 1000 赫），很小的失真和尽可能大的动态范围。这种电子设备把电信号转换为相应的声信号，并重现原有声场的响度、音调和音色等主要声学特性，使听者仿佛亲临其境。整个系统由节目源、前置放大器、功率放大器和音箱等四大部分组成。

适合作高保真放声系统节目源的，有调频广播、电视伴音、优质录音磁带、密纹唱片和激光唱片等。而调幅单声道广播、粗纹唱片等频率范围窄、音质差且噪声较大的声源，就不适宜作节目源。

当前，激光唱片作为高保真的理想节目源，越来越受到音响爱好者的欢迎，已十分走红。

有了好的节目源（调谐器、拾音头等），还要使它与放大器的输入电路相匹配，将音频信号加以放大。完成此项任务的是前置放大器。通常，在高保真系统的前置放大器中，除了设置音量控制器外，还设置均衡电路、多频段音调控制器、等响度控制器等特殊电路。

为了向音箱提供足够的输出功率，还须设置功率放大器。放大器通常采用 OTL 或 OCL 等电路结构。输出功率在 4 ~ 50 瓦之间。有时，又把高保真系统的前置放大器和功率放大器统称为高保真电路。

高保真系统声音的重放，最终要由装在音箱里的扬声器来完成，常见的音箱，有封闭式、倒相式、迷宫式和组合式等多种不同结构。

目前，高保真系统大都采用双声道立体声节目源及相应的电路和音箱。听者可以根据两个声道的声音到达左、右耳所产生的强度差和时间差，来辨别不同声源的方位，获得最佳感受。

由于人的听觉与生理的、心理的、社会的、经济的以及文化的各种因素相联系。每个人有听觉功能，并不等于人人的听觉相同。因此，对音质的鉴别和欣赏往往因人而异。评价高保真系统，应包括测试和听音两个方面。测试是将测出的电声参数与规定值相对照。听音则是组织若干听众进行试听，然后将各人的主观评价进行综合分析，最终得到总评。

有了高保真，就会有高保真迷。人们把具有一定的电声理论基础、较高的音乐鉴赏水平而热衷于高保真的制作、欣赏的音响爱好者称为“发烧友”。

8. 决胜千里赖金睛

由于电视传送信息形象、真实、迅速和方便，所以，它一经问世便立刻受到各国军事部门的青睐。随着科学技术的发展，电视给现代战争更带来了新的活力，成了指挥官们名副其实的“千里眼”。

在现代战争的指挥所作战室里，总少不了大屏幕电视。在偌大的荧屏前面，指挥官和参谋们可以十分方便地实时观察和掌握战场上的各种情况，及时研究作战计划和下达作战命令，而不再是围着地图“纸上谈兵”了。这种屏前谈兵，可以利用电视特技，按需要在大屏幕上同时显示出敌我态势、兵力、兵器，以及战斗地域的地形等多种信息。屏前运筹如同亲临战场一样，如1986年4月15日，美国空军对利比亚进行“外科手术式”的轰炸，整个作战行动都实时、清楚地显示在数千里之外的美军指挥中心的大屏幕上。美方凭借电视调兵遣将如神，自然使利比亚军队防不胜防。

在现代战争中，一种具有“特异功能”的红外电视大显神威。大家知道，自然界中的任何物体，只要温度在绝对零度（—273℃）以上，它就是一个红外线辐射源。红外电视正是靠这些辐射来侦察肉眼难以发现的目标。这种电视可以监测导弹、火箭的运动轨迹、跟踪目标。相应的红外摄像机，它的核心部分是一个高功能的固体成像装置，大小像一块硬币，内含8000个红外热敏点。它能检测很小的温差，能分辨人手的脉络，摄取人手摸过的残余热像，并可以在黑暗中拍摄到物体的图像，清晰度与普通电视图像相差无几。侦察卫星或飞机装上红外电视摄像机后，就可以发现经过伪装的导弹发射井（台）等各种战略目标，在夜间能迅速侦察出飞机和军舰等军事目标。

在夜间，另一种能在自然光微弱的情况下工作的微光电视也屡建功勋。由于它的摄像机中使用了高灵敏度的硅靶增强管，安装了预放视频放大器，还配有帧、行扫描电路，因而，敌人在夜幕下进行的种种诡秘活动，都逃脱不了它那双火眼金睛。

作为侦察英雄，导弹电视与炮弹电视是当之无愧的。把功率大、性能优异的电视摄制和发射装置装在导弹头中，用运载火箭把它发送到预定目标去进行工作。这种导弹电视所拍摄和发送的图像真切清晰，能提供具有实用价值的军事情报。另外，还有一种供小范围内侦察使用的炮弹电视。使用时，将微型摄像装置和发送装置装在炮弹弹头里，用火炮发射出去。当弹头到达目标上空时，弹内的弹射火药自动起爆，把摄像装置弹出。它在随降落伞旋转下降的同时，自动俯拍四周景物及人员活动等情况，并迅速发回电波。这丝毫不亚于一位深入敌后的侦察兵。

在军事应用中，水下电视的资格可算是最老的了。茫茫大海，广深莫测，海军角逐，激战不断。早在四十年代，水下电视被用来观察原子弹爆炸后产生的冲击波对舰体的影响。后来，借助于水下电视，又成功地打捞起一枚坠入海底约三个月的氢弹，轰动一时。近年，又出现了不用电缆连接的水下电视，使用起来更为方便。

至于用来搞军事训练的模拟训练电视，更受军方欢迎。这种电视系统可以模拟、仿造真实环境和战场情况，用以培养和训练各种类型的指战员以及飞机驾驶员、宇航员等。

除此以外，还有炮瞄电视、制导电视以及电视雷达导航系统，等等。电视技术在军事领域中的应用非常广泛，可以预料，随着科学技术的不断进步，

电视技术将会在现代战争中创建奇勋。正是：
决胜千里赖金睛，敌后侦察扬美名。
爱潜深海善夜战，桃李芬芳好园丁。

9. 满壁生辉电视墙

我们在一些广场、车站、宾馆、机场、电视台、剧场等公共场所，看见许多人驻足在一种大型显示设备前面。那恢宏的画面、清晰的图像、鲜艳的色彩十分引人注目。这便是满壁生辉的组合屏电视墙。

作为大屏幕显示设备的后起之秀，组合屏电视墙正得到广泛的应用，并日臻完美。它主要由信号输入系统、数据处理系统和显示系统三部分组成。

信号输入系统包括信号源，如录放像机、摄像机、激光视盘、图像信号发生器等。通过信号选择器，从几路信号中选择其中一路送到信号顶处理器。在预处理器中，视频信号经放大、箝位、解码、同步分离电路以 R、G、B 分量信号和同步信号送给数字处理系统。此外，系统还包括字幕机、音响等。字幕机用来在原画面上叠加文字和图形；音响则对音频信号进行放大供扬声器放音。

电视墙的数字处理系统，是将信号预处理器送来的 R、G、B 信号进行模/数转换及数据分割后，分别存入各子图像的存储器中。另一方面，在显示这幅图像时，从各子图像存储器中，同时读出数据，并以一定方式进行二维扩展，再经数/模转换成模拟信号，分别送给各子屏幕电路，驱动各子屏幕显示。各子图像存储器（称子帧存储器）及其控制电路，是数字处理系统的关键，子帧存储器具有多种结构类型，通常采用模块式结构。对于一个 $n \times n$ 的电视墙，则用 n^2 个存储模块构成一个完整帧存储器。

在微电脑的控制下，数字处理系统还可以实现多种特技功能。例如，用电子开关对送入子屏幕信号进行切换，就可以形成大画面和小画面同时存在的显示（画中画），想要几个小画面都可以（当然不能超过子屏幕数）。同时采用预先编好的程序，就可自动进行特技循环。目前，电视墙的基本特技有：大活动画面、静止画面、小画面、四分画面及其各种镜像（上下对称、左右对称或中心对称等）、四画面静止、横向、纵向压缩、画中画、循环等几十种。

电视墙的显示系统包括显示器（若干彩色显像管组成）及其附属电路、扫描电路、电源电路及电视墙支架。每一个子屏幕就是一个显示器。

经数字处理系统送出的模拟 R、G、B 信号，先进行箝位，是为了恢复信号中的直流分量，使显示图像的底色一致。信号经放大后，推动各个显像管显示。统一的同步信号，则通过同步分离电路，给行场扫描电路提供同步信号，使得整个大画面保持同步。电源电路则供给每一个电路的电源。

电视墙的机架部分，是把各个显示器都牢固而紧密地连成一体，而且有一定的承重强度。显像管之间，既不能相碰，又不能疏离得太远。这样，一个完整的电视墙体才能符合要求。

面对组合屏电视墙，人们有多少赞叹。正是：满壁生辉电视墙，绚丽多姿众人赏。

千帧小幅构巨画，一代新秀登大堂。

10. 喜闻电视恋激光

随着新技术的相互渗透，激光和电视这两种新兴学科终成眷属，并诞生了新的一代，名曰激光电视。

激光电视是利用重复调制的激光束直接扫描屏幕而形成图像的，很快就被公认为是获得大屏幕彩色电视图像的重要手段。最早，是由苏联科学院物理研究所的科学家们在诺贝尔奖金获得者尼古拉·巴索夫领导下研究成功的。第一台激光电视的荧屏面积达 12 平方米，被人们称之为巨型电视，并将此项技术列入到大屏幕电视的范畴内。

激光电视的工作原理是这样的，从电子枪发出的强电子束，经过阴——阳极之间的区域后进一步加速，然后由电磁聚焦透镜聚焦在激光屏上，激励半导体原子发出光量子。在光量子辐射跃迁过程中形成光放大，再经谐振腔多次反射，强化放大，当辐射、跃迁的功率超过谐振腔损耗时，就产生了激光。单色激光从谐振腔半透明的一面输出。由于激光具有很好的方向性，所以不需要什么特殊光学系统就可以直接投到荧屏上。同时，视频信号直接加在调制板上，而且是静电式的，它的偏转系统与一般显像管所用的电磁偏转基本相似，彩色显像过程是将三个激光屏合装在同一个显像管内，利用简单的光学系统将三基色的图像在荧屏上进行混色。由于所发出的激光是全部单色光，所以它的图像彩色格外鲜艳、逼真。

因为激光电视运载能流的介质是光子，所以在结构方面就没有必要制成真空形体，主要部分是激光器、光调制器、光偏转器和荧屏。

激光器也叫激光源，输出的是低噪声、连续波形、在可见光范围内的激光束。在激光显示时不但能保证重现图像的颜色，而且还能将自然界中难以见到的高饱和度色也显示出来。如果要随时间变化的图像信号加到激光束上并使强度得到控制，这就需要调制器。光调制器有两种，一种是利用电光晶体中的凯波尔斯效应和克尔效应，即偏振光通过晶体所产生的双折射原理制成的，用于 10~100 兆赫范围内，功率较大；另一种则是利用介质中超声波引起的光衍射作用制成的，用于 10 兆赫以下，功耗较小，而对比度较高。光偏转器也有两种，一种是机械转动反射式的，容易实现彩色化；另一种是超声波致光衍射式的，便于制成产品实用。实际应用的彩色激光电视显示部分是由氩离子激光器和氦离子激光器产生蓝、绿、红三束激光，分别用三只调制器调制，然后再由一个反射镜和两只二色反射镜会合成一束光，在光偏转器作用下实现光栅的扫描。

由于激光辐射的强度很大，所以激光电视的屏幕亮度是普通电视的十万倍以上。就目前的输出功率看，几十瓦的激光器就可以得到非常好的亮度效果。此外，激光电视的清晰度、对比度、色饱和度等远比一般显像管彩电的水平高很多。

激光电视的前景无限美好，还在于它的室温工作寿命可达 10 万小时，而用高温加速老化方法推算的室温寿命可达百万小时。这种寿命长、可靠性强、功耗低、效率高的电视，自然要受到世人青睐。有诗为证：

技术王国大开放，喜闻电视恋激光

一代新品众口赞：高效低耗寿命长

11. 轻薄的液晶彩电

早在八十年代，袖珍式液晶彩电便已问世。它屏幕薄，重量轻，本身不发光，而是被动显示，不产生损害人体健康的 X 射线，而且可以在阳光下观看，只靠几节干电池供电。一时间成了电视宠儿。优越的性能使液晶电视机的研制和生产发展十分迅速，目前国外已开始生产 35 厘米以上的液晶彩电。液晶电视机取代显像管电视机之势日趋明朗。

用液晶盒代替显像管作为电视机的显示器件是液晶电视机的重要突破。目前用得较多的液晶盒内有两块相距 10—15 微米的玻璃基板，基板内表面有一薄层，这是由氧化铟锡（In - SnO）和氧化铟（In₂O₃）形成的透明电极。基板间充满了液晶材料，基板外表面有上、下两块偏振片。液晶盒的生产工艺要求非常高，但可以实现自动化操作，便于工业化生产。

彩色液晶盒通过染料沉积、电着色、真空蒸镀、彩色油墨印刷或感光等工艺，将红、绿、蓝三种色素沉积在下玻璃基板内表面，形成彩色滤色片。红、绿、蓝三色素配列方法有纵列法、倾斜行列法、矩阵法、三角形法等。彩色液晶屏的像素是单色屏的 3 倍，三基色只需一套信号电极驱动。正在研制的还有扭曲向列型和宾主型各种单色液晶盒，把三基色的单色液晶盒各一个叠合在一起，也可以组成彩色液晶盒。

液晶彩色电视机白天室外观看采用自然光，夜间或室内观看采用机内小型高效荧光灯作为背向光源。袖珍式液晶彩电只需 4 节 1.5V 干电池供电即可。

液晶彩电的图像中放及其前端电路与显像管彩电完全相同。由色度解调电路把图像信号分解成红、绿、蓝三种信号，经 A/D 变换器，把模拟信号转换成具有 16 级亮度层次的数字信号加到彩色液晶盒的信号电极驱动电路上。水平扫描电极驱动电路由同步电路控制。

液晶彩色电视机与显像管彩色电视机相比，电路有四大部分不同。一是把模拟信号转换成数字信号的 A/D 变换器；二是彩色液晶盒信号电极、扫描电极的驱动电路；三是用干电池供电，需要将直流转变成交流，然后整流、稳压输出各种不同电压供各部分电路需要的电源电路；四是小型高效荧光灯的电源电路。

12. 闭路电视好工具

统计资料表明，人类对客观世界感性认识的信息来源，几乎 80% 是通过视觉取得的。所以在认识和改造世界的过程中，人们无时无刻不在力图扩展自己的视力。闭路电视正是扩展人们视力的一个强有力的工具。

所谓闭路电视，也就是工业电视，是指除了广播电视以外的各种电视系统。由于它首先应用于工业部门，习惯上称为工业电视；后来它广泛应用于各行各业，甚至在家庭里也开始出现这类电视设备，所以又称为闭路电视。实际上，它已成为电视技术在人类生产和生活中应用的统称了。

闭路电视的特点是，只能在特定的范围里传送图像信息。例如安装在地铁车站内的闭路电视，它所传送的图像只呈现在车站系统内的电视机屏幕上，而一般电视接收机是收看不到的。这与广播电视所播送的节目不同。正因为它是“封闭”的，才称为闭路电视，而广播电视则称为开路电视。

闭路电视作为电视的一种，它与广播电视在原理上和使用器材上基本相同。然而，闭路电视技术的形成与发展是提高各行各业生产力密切相关的，所以它又有着自己独特的发展道路。随着科学技术的发展，闭路电视本身的功能与应用方式也在发生深刻的变化。

大家知道，电话是利用电的方法及时地将可听到的声音传到远方。类似地，闭路电视是利用电的方法及时地将可视景象传递到远方。物体的景象实际是物体本身发出或反射的光线进入我们的眼睛后，在大脑中所引起的视觉形象。这类能引起我们视觉形象的外界信息统称为图像信号。直接传递图像信号和声音信号要受到种种限制。但是，只要通过电话机把声音信号变成电信号，用电信号的传递方法，就可以方便地将它传递到远方，到那里再用电话机把电信号还原成可以听见的声音。电视系统传送图象的道理与电话传送声音的道理一样，先把图像信号变为电信号，然后把它传送到远方，在那里再把电信号还原为可以看到的图像。

闭路电视系统由四大基本部分组成。

电视摄像机是闭路电视系统中最重要的组成部分。它的功能是将监视目标的图像转换为电视信号。闭路电视摄像机与广播电视摄像机原理一样，但在结构上要简单得多。

大多数闭路电视是使用专用的多芯电缆作为传输电视信号与控制信号的通道，有的也可以用高频段无线电波来传送信号。

闭路电视系统的接收机称为监视器。它可以将电视信息还原为可以观看的图像，它的工作原理与结构和一般家庭用广播电视接收机相似，只不过大多数监视器没有高频与中频放大器，因此不能接收广播电视节目，而且图像的指标也要求得高一些。

较大的闭路电视系统都有一些中心设备。主要包括以下几部分：（1）同步机：用来产生同步脉冲信号和其他控制信号，使各个摄像机能同步地进行工作。（2）控制器：用来从远方遥控各个摄像机，进行光聚焦、电聚焦和摄像机姿态控制等。（3）录像机：用来记录、存储和重放电视信号，它能像录音机记录和重放声音一样，来记录与重放图像。

闭路电视具有多种功能，例如，用摄像机对准监视目标，就可以在远方进行实时监视。用闭路电视监视处于高温、高辐射、高噪声、高污染等恶劣环境中的机器设备最为适合。闭路电视可以迅速、直观、准确地传递表格、

图形、数据资料，甚至还可以核对票证、字据。图像含有较大的信息量，用闭路电视传输最合适。此外，通过闭路电视系统可以记录信息，在需要查阅时加以重放，还可以检查、测量出图像的许多重要数据，构成新的无接触测量检查系统，正是：

多数信息眼采集，扩展视力是问题。

闭路电视好工具，电子技术花一枝。

13. 仙女纺的纱

面对这一谜面，人们不难猜到它的谜底——天线。

大家知道，电视节目是由电视台利用无线电波来传播的电视台的发射天线，将包含有电视节目的高频电能转变成电磁波向空间发射出去。电视接收天线最基本的功能，就是接收空间的电磁波，再转变为包含电视节目的高频电能，然后送到电视机中显示出电视节目。

电视台使用的无线电波的波长只有零点几米到几米。波长为几米的无线电波称为米波。米波只能视距传播，像人站得越高看得越远一样，只有使用较高的天线，才能在远处收到电视台的节目。可见，电视发射和接收天线的另一个功能是增加电视节目的传播距离。

米波的另一特点是：它在视距上传播时，容易受到高楼、山峰等障碍物的反射。像光线的发射与反射一样，米波的发射与反射具有明显的方向性。在城市里，电视机往往同时收到电视台直接发射的和障碍物反射的电磁波。由于反射波在时间上的滞后，便在屏幕上产生了令人讨厌的“重影”。出现这种情况，如果使用性能优良的电视接收天线，利用天线的方向性便可消除“重影”。所以，电视天线的第三个功能就是改善电视图像的质量。

因此，电视接收天线的好坏，使用正确与否，直接影响我们收看电视节目的质量。

电视接收天线主要由天线本体、馈线和匹配器三部分组成。

天线本体就是我们常见的拉杆天线或室外天线支架上长短不同的金属棒。这些金属棒中一个叫天线振子，另一个长的叫反射器，一些短的叫引向器。

馈线是指天线本体到电视机之间的连结导线，由于在馈线中传送的是高频米波信号，因此不能用一般的塑料绞线或其他电源线。常用的馈线有带形对称电视引线和圆形不对称同轴电缆两种。

天线本体与馈线的连结，馈线与电视机的连结，都有一定的阻抗匹配要求，必须通过匹配器进行连结。

电视接收天线除了上面所说的三个主要组成部分外，还有连接器等其他附件。

五花八门的电视接收天线大致可分为三类：

按天线与电视机的关系分为本机天线和外接天线。本机天线是指电视机本身带有的天线。主要有单根或双根拉杆式或甚高频天线和环形特高频天线。外接天线是指本机以外的各种电视接收天线。

按天线接收的频道可分为宽频带（接收 1~12 频道电视节目）接收天线，低频段（1~5 频道）接收天线，高频段（6~12 频道）接收天线，单一频道接收天线和接收所有频道电视节目的全频道接收天线。

按天线使用环境和结构可分为室内型（常见的有拉杆式、环形、蝶形天线等）和室外型（常见的有半波振子、折合振子、多单元及组合天线等）。

14. 广播电视魅力无穷

现在，让我们展望一下未来的广播电视通信技术。

高质量与多样化是明显的特征。立体高清晰度电视已普及，而且将出现专供视、听不便者使用的触觉高清晰度电视，信息传送技术将向超频带化、大容量化和多功能方向发展。多样化则表现在公共服务与局部服务明显地被区分开，广播通信向多频道发展，将出现体育、音乐等专题频道，并实现电台与听众间的双向信息交换。由于出现采用光纤的广播分配系统、因而使信息传送容量大增，收信终端将带有各种信号处理功能，传送频带将向太赫兹级发展。

那时，新型广播电视系统也将应运而生。使电视广播全采用统一的数字传送方式，书、报及电视电话等有线数字信息传送系统与规格将统一，收信、处理装置及显示、打印装置等将实现一体化。录像机、个人电脑、资料检索及报纸版面传送等都将显示在统一的显示装置上。电视广播形式，除图像、声音外，将出现含有各种信息和数字传送方式及双画面信息传送方式。还可实现画面的电子放大，使节目更具立体感。由于节目编辑采用光盘和大容量随机存取存储器及声音输入输出装置。编辑速度与质量大为提高。

在信息输入与输出方面，未来可能出现两种新型图像装置。一种是采用机器眼的摄像机，机器眼像人的眼球一样，不会感知杂音，具备对明暗变化的适应能力，对移动的物体可进行追踪摄像，分辨率大大提高，但重量极轻。另一种是所谓挂轴电视，利用复制技术，将高性能的柔软发光膜及平面驱动电子电路印刷到薄膜上，制成像挂轴画一样的挂轴电视。平时可卷起来，看电视时打开，便是一个大屏幕电视。

由于摄像器件将向固体化方向发展，器件本身带有增幅、转换功能，灵敏度极高，可直接提取数字图像信号，便使摄像机的图像系统、偏转系统和控制系统全部实现数字化，从而诞生了一种数字化摄像机。

同时，还将出现一些新型音响设备。扬声器将向小型、超薄和高性能等方向发展；而采用全新原理的音响再生装置可以再现和创造一种具有临场感的音响效果。新的声音处理和调整装置可以对原声进行自动修改与调整，产生目标声音。而新的应答装置，能准确地判断含有模糊现象的各种提问，并能迅速检索出提问者所需信息，大大方便了双向通信。

随着未来的城市与居住环境发生巨大变化，拥有信息通信网络的办公大楼与超高层住宅林立的智能城市出现。电视广播系统作为一种新的信息传送媒介，将成为每个家庭生活不可缺少的组成部分。而且，电视技术将超越广播的范畴，广泛应用在印刷、出版、教育和医疗等领域。家庭信息化将大大向前发展，电视家庭购物日常化，电子报纸进入千家万户。为了满足信息传送的需要，未来的信息传送媒介将发生大的变化。到那时，广播与通信，宇宙与陆地、有线与无线等各种媒介之间以及传送方式之间，相互促进，竞相发展。

此外，频道的增加将使电视节目更加丰富多采，与此同时，也给消息的取材，节目的制作等，提出了更高的要求。那时，采访人员利用存储卡，实时编制、制作各种消息、节目，并及时传送给电视台。信息存储技术将产生质的飞跃。使用盒式光存储装置，一个光盘可存储一整天的电视节目。在半导体存储装置方面，将出现每枚芯片可存储 1Gb 信息的 DRAM，用来存储电视

静止图像及短节目。另外，还将有一种可以高速大范围进行光扫描的固体器件，用它制成的卡片式信息存储装置，可存储 200Gb，大约为 30 分钟左右的动画图像。

据预测，采用全息技术的新型电视和不用带眼镜的立体电视，也将进入寻常百姓家。

明天，广播电视魅力无穷！

15. 短波通信沉与浮

1901年12月意大利发明家马可尼在加拿大纽芬兰的信号山上，第一次接收到从大西洋彼岸英国西海岸发来的无线电信号。从那时候起，无线电短波通信已经经历了近一个世纪了。

短波通信一开始就显示出强大的生命力，并且很快发展成为远距离无线通信的主要手段，逐步替代了海底电缆的跨洲跨洋的通信。从第二次世界大战到60年代之前，短波通信曾有过极其辉煌的时期，被广泛地应用于军事、外交、新闻、广播、商业、气象等各个领域，并各自建成了覆盖地区或世界性的专用通信网或公用通信网。

然而，进入60年代之后，卫星通信的出现，对流层散射和微波接力通信的发展，使短波通信受到严重挑战，不论在公用通信网或专用通信网中，它的地位明显下降了。这主要是由于短波通信的一些固有缺陷，在当时技术上还未能得到有效克服。大家知道，短波通信是利用高空大气的电离层反射来实现的。因此，电离层的高度、电离密度的变化等都会引起短波通信的不稳定，使短波信道成为一种电参数随机变化的信道。尤其是在60年代前后，短波通信进入了大规模应用之后，短波波段十分拥挤，相互干扰日趋严重，使通信质量、容量、速度都难以提高。而卫星通信没有这些不利因素，不仅质量好，而且容量大，所以卫星通信在公用或专用通信网中大有取代短波通信的趋势。

可是，事物总是一分为二的。刚开始，通信卫星尚没有武器可以摧毁它，的确具有“顽存性”的优点，使卫星通信大放异彩。不久，由于卫星战、电子战和热核战技术的发展，使静止卫星星体难以抵抗空间武器的直接攻击，例如，强大的激光束能“弄瞎”卫星的光学传感器，损坏它的电子器件或外部太阳能电池，顽存性倒成了最大的弱点。另外，卫星通信容量大的优点，也得重新评价，因为如果过分依赖，卫星一旦被毁，一瞬间更会大难临头，整个通信系统失效，容量越大越糟糕。

由于短波通信的“中继系统”是天然的电离层，任何武器都难以摧毁；对于影响短波通信速度和质量的一些固有缺陷如衰落、干扰等，随着近年来数字技术、微处理器控制技术、快速自动调谐技术、频率合成技术、编码纠错技术、分集技术等获得重大进步和发展而得到有效克服，这些新技术的综合应用使新一代短波通信设备具有操作简便、自适应能力强、可靠性高等特点，通信质量大幅度提高，因此，人们对短波通信又刮目相看。

事实上，在战时短波通信比卫星通信机动可靠。在卫星等遭受打击、通信中断的情况下，短波通信可以实现最低限度的指挥和控制，有时甚至成为唯一的通信手段。此外，短波通信设备简单、价格低廉、机动灵活、容易部署，能随时随地建立远距离通信，必要时甚至能很快地组织起全球通信网。

军事应用的催化作用，使通信设备的制造厂家竞相推出一系列多功能、高度可靠、高度自动化的新设备。在终端设备方面，各国积极研制、发展50, 75, 100, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600比/秒的低速、中速和高速调制解调器。

展望未来，由于短波通信设备成本很低，从我国国情出发，短波通信虽然在国内公用网中并未占过重要地位，但在各专用网中至今仍在沿用，所以不论是作为现行手段，还是作为冗余手段，都应当充分地予以开发和利用。

16. 炸不断的通信线

我们人类赖以生存的地球的四周是厚厚而透明的大气层。这大气层并不是均匀分布，一成不变的，而是奇妙地按不同的高度呈层状分布，有对流层、平流层、电离层等等，像天梯一样，层层向上。其中对流层离地面约 20 公里高，由于处于大气的低层，所以它成了世间四季变化，风、雨、云、雾、雪、霾、雷、电等大自然奇观的绚丽舞台。这里的空气因冷热不均，垂直对流和水平移动同时进行，循环往复，从不停息，形成了大小不一、离奇古怪的气流旋涡，好像波涛翻滚，汹涌澎湃的大海一样。

对流层中的气流旋涡称之为湍流，它们块块、团团相连，千丝万缕，形成几米到几十米的大气团。当无线电波辐射到这种奔腾起伏的湍流上时，在每一块不均匀体上便迅速地产生感应电流。根据电磁互感交变原理，这些空中不均匀体就魔术师般地充当了电磁波的“义务”辐射源，神奇地起到了电磁波的接力或再生作用。因此，不均匀体也称为第二次辐射体。它居高临下，能轻而易举地将入射的电磁波散射到远方地面上各个接收站。而且，这种散射有着一定的方向性，总是沿着入射波前进的散射最强，偏离前进的方向散射逐渐减弱。这种特性称之为前向散射。

人们利用大气对流层中特殊的不均匀体——大气团对超短波奇异的散射作用来实现通信，这种新的通信手段就是对流层散射通信。

对流层散射通信具有许多突出的优点。

首先，是通信距离远。由于第二次辐射体高悬空中，视角大，因此对流层散射通信的单跳距离一般可达二百到六百公里，有的甚至可达一千公里，仅次于卫星通信。这样，既可大大减少造价昂贵、后勤供应困难的中间接力站，又能非常容易地跨越江河、湖海、高山、沙漠等天然通信屏障。

其次，是通信容量大。因为对流层散射通信的工作频率处于超短波范围（波长在 10 米以下，频率高于 30 兆赫），所以固有频率比较宽，通信容量比短波通信要大几十到几百倍。

第三，是通信可靠性高，抗干扰性强。对流层散射通信主要依赖于对流层中各湍流团的变化特性，而与易受天电干扰，变幻莫测的电离层无关。无须像短波通信那样需要频繁地改换工作频率，不时地增大发射机功率等繁琐操作程序，所以它的通信可靠性高达 99% 以上。特别是它不受太阳黑子、磁暴和极光等所左右，也不怕原子弹的干扰。核爆炸时，短波通信最为敏感，深受其害，要中断通信几十分钟甚至数小时之久。而对流层散射通信一般不受干扰，即使受到某些影响，也能在数秒至数十秒内恢复正常，所以有炸不断的通信线的美名。

当然，对流层散射通信也有它的不足之处，一是由于电磁波在对流层中多次被反射以及气候条件（气压、温度、湿度等）随时变化，使接收信号发生起伏（即衰落）。二是由于信道距离远、跨度大及气候条件影响，传输损耗大。三是信息在传输过程中，容易受雷电、沙暴、湍流等干扰及宇宙射电拦截等影响，随机噪声大。

对流层散射通信向系列化、小型化、数字化方向发展，已涌现出新式、实用、可靠而经济的数字化对流层散射通信设备。它以自身的特色，跻身通信世界，正是：

绚丽多彩对流层，湍流滚滚急翻腾。

炸不断的通信线，超短电波散射成。

17. 穿云破雾毫米波

在电磁波家族中，介于厘米波与光波之间的是毫米波，它的波长为 1~10 毫米，频率范围为 30~300 千兆赫。

由于毫米波具有许多独特的优点，所以它又重新获得人们的青睐。

首先，它的穿透能力强。当电波进入毫米波波段后，衰减确实增大，但这种衰减并不是随频率的升高而同时上升的。由于水汽和氧气分子对毫米波的谐振吸收，使衰减呈现出明显的频率选择性，而且衰减量的大小因时间、地区、高度不同而不尽相同。在毫米波的“大气窗口”中，它的衰减虽然比微波大，但却比光波小得多。因此，毫米波比光波具有更强的穿透云雾和烟尘的能力，并能适应十分恶劣的自然环境。

其次，天线波束窄。大家知道，当天线口径一定时，波长越短，波束越窄。换句话说，为了获得一定的天线波束，可以使用比微波天线小得多的毫米波天线，而且窄波束还有利于提高设备的角度分辨力及反侦察和反抗扰能力。

第三，多普勒灵敏度高。在目标径向速度相同的情况下，毫米波所产生的多普勒频移比微波大得多。因此，毫米波雷达具有更高的速度分辨能力。

第四，可用频带宽。在每个毫米波窗口都有很大的带宽可以利用。在任何一个毫米波窗口内，可利用的带宽都大于或等于所有目前已经利用起来的射频频谱的总和。这样便可以提供很大的传输容量，而且能避免与其他线路的相互干扰，包括对方也难以进行干扰。

毫米波的应用相当广泛。刚刚投入使用的新通信方式——毫米波无线电通信，与微波通信系统相比，它的设备轻小，通信容量大，保密性及抗干扰性能好；与有线通信系统相比，它架设迅速，使用接收方便灵活，在有线架设难以跨越的江河、山谷、海岛之间使用更是无可比拟。目前，毫米波通信技术的发展，一方面是空间卫星通信，另一方面是近距离战术通信。

由于当前的卫星通信频段，已远远不能满足需要，为了提高通信容量、避免信道拥挤和相互干扰，需要新的频段，这就给毫米波提供了用武之地。事实上，毫米波无愧“英雄”称号，它用于卫星通信，电波只需经过数千米厚的浓密大气层，便可进入衰减很小的空间。有趣的是毫米波通信不仅可以使“窗口”频率，而且还可以使用吸收峰频率，以达到保密通信。它在地面与卫星的通信中，由于波束窄而不易被对方截获；在卫星与卫星的直线通信中，由于卫星所处空间的水汽和氧气极少，几乎不存在大气衰减，所以可采用较小的发射功率。同时还可以利用地面大气层屏蔽电磁干扰，防止被地面侦察接收。另外，在航天技术中，毫米波通信更有其特殊意义。因为任何航天飞行器在重返大气层时，都会由于金属与空气摩擦而使周围空气电离，形成等离子鞘套，使微波通信中断，而毫米波却能穿透等离子体，顺利地实现对飞行器的通信。

近年来毫米波近距离战术通信技术也得到了发展，主要是军事保密通信的需要。毫米波波束极窄，不易截获。同时，利用毫米波在某些频率上传播衰减极大的特点，选择衰减频率作为通信频率，对短距离保密通信，尤其是在战场环境下使用特别适宜。

毫米波用于武器制导，与微波、激光等制导系统比，它的精度和抗干扰力要高得多，并且受气象和烟雾的影响较小。毫米波雷达，与微波相比具有

更高的空间分辨力和跟踪精度，而比激光、红外具有更强的战场适应能力。另外，毫米波技术可以用来对付隐身飞机的挑战，还可以用于其他领域，如遥感侦察、地球资源探测、地形测绘等，可获得更高清晰度和分辨力，在受控热核聚变反应装置中，用它对等离子体加热，达到聚变条件等等。

不难看出，毫米波的性质介于微波与光波之间，它既能克服微波的分辨率不高、精度低、不能穿透等离子体等缺点，又有激光的天线尺寸小、方向性强、分辨率高等优点，同时有一定的全天候能力，它的应用是多方面的，前景自然是十分诱人的。正是：

穿云破雾毫米波，波束狭窄难截获。

远近通信显身手，保密方便优点多。

18. 卫星通信胜一筹

当我们坐在电视机前，收看到大洋彼岸的国际体育比赛实况时，切不可忘记通信卫星在为我们默默奉献，是她奇迹般地将那清晰、逼真的场面传送到我们面前。

卫星在数万里高空，是怎样实现通信的呢？这要从当代无线电通信的佼佼者——卫星通信说起。

卫星通信是 60 年代兴起的一门新技术，实际上是利用卫星作中继站的无线电通信。卫星通信的全过程是这样的：从广播电视中心和长途电信局传来的信号，首先通过微波或电缆线路，送到卫星地面站的输入终端，经过调制、变频、放大，再经由天线发向同步通信卫星。通信卫星就是高悬在太空的微波接力站，它像一面镜子，反射着来自地面的微波束，转发给各个地面接收站。与此同时，地面站天线将收到的卫星转发下来的信号，输送到接收系统，经过放大、变频、解调后，送入输出终端，再经过电缆或微波线路，送到各用户。

卫星通信与普通的通信手段相比更胜一筹。

通信距离远，是卫星通信的突出特点。以往的远程通信主要靠敷设电缆和地面无线电设备。一座大型电视发射台，最多不过覆盖几百平方公里。而一颗卫星的传输距离，最大可达 18000 公里。只要在赤道上空放置三颗卫星，就可以实现全球通信，用不着耗费巨资去设立许多微波接力站或铺设数百万公里的载波电缆网。

卫星通信的另一特点是传输容量大。卫星通信系统的传输容量主要取决于卫星的射频带宽和发射功率，其射频带宽可以容许很多地面站的信号同时进入卫星，而不致于产生相互干扰，一般可以达到 50 到 500 兆赫，可以提供 5000 至 50000 路双向电话。根据社会和用户的需要，卫星通信可以保障实现诸如传送彩色电视和语言、音乐广播节目、数字电话、电报、电传、传真业务，提供报纸版型等多种服务。卫星通信与电子计算机结合，可以进行大量的数据交换，收集、存储和传送各种信息，从而促进社会走向信息化。

多址联接是卫星通信的显著特点。一般的微波中继通信只是一条线，而一颗卫星的波束却可以覆盖地球表面的 $1/3$ ，在覆盖区的任何一个地方，都能接收到卫星转发下来的电波，四面八方的卫星地面站可以同时进行相互通信，分别建立各自的通信线路，而无须中间转接，实现多方向、多个地面站之间的直接联系。随着卫星通信技术的发展，人们将可以借助家用卫星接收天线，直接收看卫星转发的电视节目，进行电视教学和电视医疗，召开电视电话会议，形成一个多功能、大范围、立体的、四通八达的通信网络。卫星通信多址联接的特性，赋予卫星线路以很强的灵活性。人们无论是陆地、海洋，还是空中都可以使用卫星通信。同时，由于卫星通信的电波传播路径，是大气层以外的宇宙空间，电波几乎不受气候与气象变化的影响，因而卫星线路具有很高的稳定性。正是：

巡天电波传万里，卫星通信胜一筹。

19. 拥而不挤频段宽

卫星通信是在地面微波中继通信的基础上发展起来的，它工作于微波波段。根据国际无线电频谱波段划分的规定，微波是指频率为 300MHz ~ 300GHz 范围内的无线电波，其相应的波长范围为 1 米 ~ 1 毫米。根据应用上的特点，通常又将微波划分成分米波（UHF，特高频 0.3 ~ 3GHz）、厘米波（SHF，超高频 3 ~ 30GHz）、毫米波（EHF，极高频 30 ~ 300GHz）。微波专家还常常用 UHF, L, LS, S, C, XC, X, Ku, K, Ka, Q, U, M, E, F, G, R 等拉丁字母来进一步由低向高分微波波段。

微波波段的频段极宽。在这么宽的频段范围内，卫星通信是怎样选用最合适的工作频段的呢？

通常，卫星通信工作频段的选择，应符合下列几条原则：（1）电波传播过程中的衰减要小；（2）天线系统接收的外部噪声要小；（3）频带要宽，即通信容量要大；（4）能充分利用已经成熟的通信技术；（5）与其他通信、雷达等电子系统间的干扰要小。1 ~ 10GHz 频段称为卫星通信工作频率的“窗口”，窗口中最理想的频率在 6/4GHz 附近。所以，目前卫星通信广泛采用 6/4GHz 频段，即 C 波段。当然，上述原则并不是绝对不变的。随着理想频段的日趋拥挤，卫星通信的工作频段还必须向上扩展。

关于卫星通信频率分配的一些具体问题，国际电信联盟曾于 1963 年、1971 年和 1979 年召开的世界无线电行政会议上做了明确规定，制订了分配空间应用频率的无线电规则。规则只是指出了可被利用的频段。然而，目前实际应用的频段十分有限，可挖掘的潜力很大。

卫星通信目前常用的工作频段有：（1）UHF 频段 400/200MHz；（2）L 波段 1.6/1.5GHz；（3）C 波段 6/4GHz；（4）X 波段 8/7GHz；（5）Ku 波段 14/11GHz；（6）Ka 波段 30/20GHz。

规则分配给同步卫星通信固定业务的最低频率为 2.5GHz，2.5GHz 以下的频率大都供移动卫星或具有特殊功能的卫星使用。某些军事卫星则使用国际上没有分配的较低的 UHF 频率。使用 UHF 频段较低频率，设备造价低、机动性强、使用效率高。UHF 频段与较高频段相比，频带较窄，容量较小，但在军事战术通信上却很有实用价值。

L 波段的应用情况与 UHF 频段大致相仿，主要供卫星移动通信业务使用。

被称为卫星通信“黄金频段”的 C 波段，是目前卫星通信应用最广的一个频段。最典型的应用实例是由国际通信卫星组织发射的第六代国际通信卫星，它们是大容量的商用通信卫星，都工作在 C 波段。我国于 1988 年发射的“中国卫星一号”、“中国卫星二号”，也都工作在 C 波段。

X 波段（以及 XC 波段）最典型的应用实例是美军最新的第三代国防卫星通信系统。目前在轨的这种卫星共有四颗，是美军重要的军用战略卫星，在海湾战争期间发挥了十分重要的作用。

近年来，Ku 波段在卫星通信中被广泛应用。与 C 波段相比，Ku 频段频率高，天线增益大，尺寸小。Ku 波段仅供卫星通信使用，故与其他微波系统间的干扰小，很容易配置大量的地面微型终端。所以近年来，采用 Ku 波段工作的甚小天线终端（VSAT）系统发展较快。

被称为准毫米波的 Ka 波段（厘米波与毫米波交界处）可望在近期内被采用，具有较大的发展潜力。Ka 波段频带宽，转发器射频带宽可达 2500MHz，

是 C 波段、Ku 波段的 5 倍；相对干扰小，抗干扰能力强；天线尺寸可进一步减小，便于使用小型的移动终端。

由于卫星通信是工作在微波波段，因而工作频带极宽，可实现大容量的微波通信。如国际通信卫星第六代，它使用频率较低的 C 波段和 Ku 波段工作，可同时传输 33000 路电话和 4 路电视，容量已相当大矣！

随着人们对通信业务需求的日益增长，卫星通信的容量已日趋紧张，开辟卫星通信的新频段，主要是向上扩展工作频段，是实现卫星通信大容量化的根本途径。由于目前卫星通信的工作频段基本上属于微波波段的分米波及厘米波的偏低部分，因此，开辟新频段，就要向厘米波中的高频波，毫米波，亚毫米波乃至光波波段（包括红外线、可见光和紫外线）进军。可以预料，将来采用了容量极大、保密性极好、结构又较简单的激光通信以后，卫星通信的面貌必将发生极大的变化，从理论上计算，它可同时传送 1000 万路电视节目或 100 亿路电话，真是神了！

20. 开源节流前景妙

由于卫星通信具有传输距离远、质量高、信息容量大、覆盖面积广、建网快、选址灵活、成本低等许多优点，所以，它一出现便立刻形成了卫星通信的高潮。

通信卫星是卫星通信系统的核心。由于绝大多数通信卫星都选用赤道上空 36000 千米的静止轨道，因此，轨道中的卫星数目必将受到限制；卫星通信使用的频率、可供使用的频谱，也将受到限制；每颗卫星的体积和重量有限，使它向地面发送的功率也不能无限增大。

轨道位置、频率、功率等的种种限制，向人们提出了如何有效地利用这些资源的问题。要想有效地利用卫星通信资源，就得开源节流。

面对静止轨道上众星拥挤的局面，人们一方面探索增加卫星密度的技术，另一方面不断开辟新的轨道，如大椭圆轨道。早些年，苏联就利用这样的轨道进行卫星通信。近年来，法国致力于研究使用大椭圆轨道的远地点在欧洲上空的通信。美国还开发更低的极地轨道卫星群组网通信，利用轨道高度为 765 千米分布在 7 条圆形轨道上的 77 颗卫星，构成全球覆盖，在地球上任何地方的海陆空用户可以在任何时间与另一地方用户用便携式电话机通话。

早期卫星天线的波束覆盖约 $1/3$ 地球表面，不管有没有用户，卫星信号功率也要全区辐射，既浪费功率，又因一个波束中一个频率只能使用一次而浪费频率，比如西南、西北边远地区，在不同时间向本地区广播电视，它的节目也要向全国播发，造成浪费。如果卫星天线做成只辐照本地区的窄波束天线，不同的时间天线波束指向可以改变，一个卫星上多装几副这样的天线，既节省了功率，辐照每区的每个波束又可以用同一个频率而节省频率资源。

开辟卫星通信的新频段也是一种发展方向，现在已经使用从几百兆赫到 18000 兆赫的频率（包括 UHF、L、S、C、X、Ku 波段），日本还使用 30/20 吉赫的 Ka 波段，意大利等国也在开发这个新波段。

此外，利用数字传输代替模拟制传输，也是有效利用卫星资源的重要手段。例如，传统的频分多址卫星通信，每兆赫带宽可以传 14 个话路，采用数字时分多址可以传 40 个话路。

为了更好地发挥卫星通信的优势，近年来各国竞相开发 VSAT 技术和移动通信技术。过去的卫星通信用户，都要经过庞大的地球站汇接，不少特殊用户希望自成通信网，以直接服务到各自的分支机构。80 年代以来，一种天线尺寸小、设备简单、价格低廉的卫星用户小站（VSAT）开始进入通信领域，若干小站和一个主站组网，提供低速数据双工通信。用户小站可以直接安装在用户屋顶，不必汇接中转，也不必设在远郊，选用的频率多为 14/11 吉赫的 Ku 频段，不受地面系统干扰。另外，移动卫星通信可以发挥通信不受地理条件限制的优势，很受欢迎。

通信卫星不仅用于通信，还可用于电视广播。开发直播卫星，增大卫星发射功率，个人只须利用比较简单的接收设备就可以收看电视节目。

卫星通信投资少，建设快，卫星上天就可以迅速组网，极容易开通新的电路。卫星通信还可以与光缆、同轴、微波中继等手段相辅相成。边远地区、沙漠、海岛宜以卫星通信为主要手段，广播电视、教育电视等以一点对多点的通信应首先发展卫星通信。而在卫星通信中又应积极开展能传送电话的

VSAT 技术和移动通信以解决新形势下各类用户的特殊需要。

可以预料，未来的卫星通信将更加美妙。正是：

卫星通信兴高潮，资源利用须有效。

增加密度辟新轨，开源节流前景妙。

21. 通信直向深空

自从前苏联于 1957 年发射世界上第一颗人造地球卫星继之美国于 1958 年发射“探险者 1 号”卫星以来，宇航事业得到了迅速发展。美、苏等国发射了一系列深空探测器，对太空诸行星进行直接考察，取得了重大的科研成果，对揭开太阳系的奥秘作出了贡献。

在宇宙飞行中，一个占支配地位的，常常是致命的因素就是通信。可以说，没有通信的支持就根本谈不上宇宙飞行。事实上，在宇航史上不乏由于通信系统的故障而使飞行计划遭到失败的例子。例如，苏联在 1971 年 5 月 28 日发射的“火星 5 号”，装在宇航器上部密封舱内的着陆器已成功地在火星表面软着陆，然而在着陆 20 秒钟后却由于通信中断而使这次任务最后归于失败。

随着宇宙飞行从距离地球几十万千米的人造卫星发展到数亿千米的探测行星的深空探测器，通信的距离也相应延伸。人们把地面和宇航器之间的通信称为深空通信。

人们在深入研究深空通信特点的基础上，通过提高信号功率、降低噪声值和更有效地利用信噪比来提高通信能力。

那么，深空通信具有什么特点呢？

首先，深空通信的最大特点是通信距离远，而且是点对点的通信，即深空通信地面站和宇宙器之间的无中继远距离无线电通信。电波的传播损耗是与距离的平方成正比的。在行星探测器等超远距离飞行的情况下，为了克服巨大的传播损耗，确保在有限发射功率的情况下的可靠通信，必须采用在低信噪比下也能工作的通信方式。

其次，在深空通信中电波主要是在宇宙空间传播，和地面微波通信相比，传播条件是比较好的。通信中的噪声除了通常的由于地面大气对电波的吸收而形成的等效噪声和热噪声之外，还有宇宙噪声。宇宙噪声是由射电星体、星间物质和太阳等产生的。其频率特性大致是在 1 吉赫以下时与频率的 2.8 次方成反比，1 吉赫以上时与频率的平方成反比。而大气中氧气和水蒸汽对电波的吸收在频率到 10 吉赫以上时逐渐增大，即增加了等效噪声。这样，总的外来噪声在 1 吉赫 ~ 10 吉赫之间比较小，这一频率范围称为“电波窗口”。目前深空通信的工作频率多处于这一频率范围。

第三，深空通信对传输频道的频带限制不严。由于通信距离远、信号功率有限，目前信息传输速率的绝对值还低，所以可以充分地使用频带，这就给系统的码型和调制方式的选择带来了很大的灵活性。这一点不同于地面的有线通信和微波传输。

另外，由于宇航器电源供给受到限制，发射功率有限，所以促使人们采用效率高的 PCM 工作方式。

目前，深空通信采用了先进的调制技术、编码方案，接收机前端采用超低噪声放大器，提高天线面的精度，增大发射机功率。继采用改进编码 PCM 之后，又引入了链接码，发射机功率达 20 瓦以上，开始使用 X 波段，天线直径增大到 3.6 米。深空通信的距离已经延伸到 10AU（天文单位，每 AU 为 1.496×10^8 千米）以上。

深空通信的基本任务有三项，即遥测、指令和跟踪。

遥测任务主要是从宇航器到地面的信息传输。这些信息通常包括科学数

据、工程数据和图像数据。

指令任务是从地面向宇航器传送信息。如命令宇航器完成某种特定动作，改变飞行姿态、路线等。

跟踪任务是为了获得宇航器的位置和速度、无线电传播媒介和太阳系特性的信息等。

深空通信地久天长，有小令为证：

遥测、指令、跟踪

通信直向深空。

鸿雁飞银河，

织女乍惊如梦。

如梦，如梦，

快与牛郎相逢。

22. 移动通信应用广

以往的无线电通信大多是固定的点对点之间的通信。而世界是运动的，运动的事物之间也需要传递信息，特别是随着现代交通工具的发展，对任何时间、任何地点、任何个人之间的全时空个人通信更为迫切。移动通信的产生和发展正符合了这种愿望。

顾名思义，移动通信是沟通移动用户与固定用户之间或移动用户之间的通信方式。它与卫星通信、光缆通信已成为当代三大新兴通信手段，是信息时代的重要标志。移动通信已是一个包括基地台（中转台）、控制终端、各式移动台、无线入网交换设备、计算机集中控制，并能与公用电话网连接的系统工程，是一个综合体现了有线通信技术、无线通信技术、集成电路技术、计算机技术等高技术的系统。

移动通信按业务性质分有移动电话、数据和传真通信；按服务对象分，有公用移动通信、专用移动通信；按使用情况分，常用的有移动电话、无线寻呼、集群系统、漏泄电缆通信系统、无绳电话、无中心选址移动通信系统、卫星移动通信系统、个人通信等。

移动通信使用的频段遍及低频、中频、高频、甚高频、特高频和微波。例如，我国陆地移动电话通信系统常采用 160、450、800 及 900MHz 频段；地空之间的航空移动通信系统常采用 108 ~ 136MHz 频段；岸站与船站的海上移动通信系统常采用 150MHz 频段。国际上，海事卫星移动通信系统常采用 1.5GHz 或 1.6GHz 的 L 频段；陆地的卫星移动通信系统有采用 L 频段的，也有用 11/14、12/14GHz Ku 频段的。

组网方式分无中心网和有中心网两种。无中心网是在移动台间建立直接链路，以实现移动用户间的通信。例如对讲电话系统的同频单工网、无中心选址系统的同频单工网等。有中心网在移动台与控制中心间建有链路，移动用户间的通信必须经过控制中心才能实现。例如第二代无绳电话网、蜂窝移动电话网和集群系统等。组网方式也可按服务对象分为公用移动通信网和专用移动通信网。公用移动通信网是公用电信网的一部分。移动通信网有通过用户线入公用市话网的，也有通过中继线以端局方式入自动电话网的。

在移动通信网中，与通信的接续和控制以及管理有关的电信息，称为信令。信令具有信号和指令双重含义。它按信号形式分为模拟信令和数字信令；按传输媒质分为无线信令和有线信令；按传输方式分为随路信令方式和共路信令方式。

随着现代社会经济技术的发展，移动通信系统正向着大容量、广服务区、高质量、低成本方向发展。在技术上重点发展方向为通信容量扩大化、业务综合化、集群化、数字化、微型化、标准化，以期实现在一国或跨国以致全球范围内建立综合业务移动通信网。展望未来，移动通信必将成为人们使用最广泛的通信手段之一。

23. BB 声声总关情

无线电寻呼机俗称“BB”机，它是有线电话网的一种延伸手段，它和电话网结合，实现电话机用户对被叫用户（BB机）的单向寻呼。

无线电寻呼方式通常有三种形式。一是通过无线发射总台发出寻呼机号码，使被叫寻呼机发出“B...B...”的响声，表明有人呼叫，被叫机通过询问发射台，得知主叫方的电话号码或者需要告知的事情，这种寻呼比较简单，容易实现寻呼目的。二是无线发射总台除发出寻呼号码外，还可以由总台以发话的方式，使被呼者接收话音信息，寻呼机可免除回电。三是数字式无线寻呼机，这种方式在寻呼用户的同时还采用数字的形式传递信息，告诉用户何时何人来电及回电号码，这类数字式无线寻呼机是主要的寻呼手段之一，用户甚广。另外，汉字无线寻呼就更高一筹了。

无线寻呼属移动通信的范畴，它的大多数技术要求和无线电话是相近的。它同现有的无线电话的区别在于：无线电话可收可发，而寻呼机只能接收，不能发送；无线电话传输的是模拟信号，而数字式无线寻呼系统传输的是数字信号。整个寻呼系统可以分为发射和接收两大部分。接收部分比较简单，就是寻呼接收机。发射部分视系统的大小而由不同的设备组成，一般配备的设备有：发射机、编码器、显示终端、计算机、排队机、调制解调器、发射机遥控装置、天线、有线电话网与控制中心的接口装置等。

无线寻呼的整个发射过程是这样的：当用户把电话打到发射台时，由计算机终端的操作员将呼叫的信息译成代码，并通过计算机处理后送入编码器进行编码，再经过调制，由发射机A与B以两种不同的频率发射出去。辅助发射台远离主发射台，是无人值守的转发台。它的主要任务是接收主台发射机B发出的电波，然后再以与主台发射机A相同的频率发射出去，目的在于扩展电波的覆盖面积，以扩大呼叫范围（一般有效半径为70~90公里）。

寻呼机的灵敏度很高，机内微天线接收到的带有信息内容的射频信号，经过射频放大后混频，再通过滤波电路把信号送入低放。信号经低频放大、解调后再进行滤波及限幅，便可以送给CPU了。这时CPU寻址信号便把地址码送给逻辑矩阵电路，并与只读存储器中的固有地址码（本机的寻呼号码）进行比较，如相符，则说明该信息是呼叫本机的。比较结果送回CPU，再由CPU去控制显示屏显示信息内容，发出音响，同时这条信息被存入存储器，以便寻呼机的主人随时翻阅。目前，无线电寻呼机已十分流行，花样也不断翻新。除了我们常见的如火柴盒大小的寻呼机外，还有手表型的，极薄的信用卡型的等等。用途也各不相同，有的显示字符、汉字信息，有的急救传呼，有的呼唤服务员，有的提醒小孩回家，真是五花八门。传呼距离，近的在同一城市，远的可以跨洲。不少寻呼台在原有单一寻呼基础上又增加了预报天气、电视节目、物价及节日问候、拜年等内容。真是：

风靡世间寻呼机，又有雅号袖珍铃。

天涯咫尺听君唤，BB声声总关情。

24. 雨后春笋大哥大

当今，大哥大——蜂巢式电话已风靡于世。最初，它只不过是忙碌的推销员或经理们最喜欢使用的通信工具，曾几何时，它已成为传统电话的代用品。这是因为大哥大的结构不仅可在车上使用，而且能随身携带，随时可与外界联络，对于家庭之间的通信也极为方便。

早期的行动通信是传统的双向无线电通信，即车辆与固定的基地台之间的通信。车上必须具有功率较大的发射机（约 50 瓦），以便在较远距离下仍能清晰地通话。这个距离大约是 50 千米。由于通信距离的受限，使得行动电话的使用受到地域的限制不能扩展。此外，这种通信方式也会造成相邻两区之间的相互干扰，影响通信的质量。

蜂巢式的概念是一种明智的创新。它一反传统的用单一大功率发射机覆盖通信区域的作法，将通信区域分成许多小的区间，称为蜂巢。在各蜂巢中配置较小功率的收发机，相应的，电话机里的发射机功率也自然减小（不到 2 瓦）。由于发射功率较低，就限制了每个蜂巢的大小。但是，由于有计算机控制，当汽车行驶超过范围后可以自动地转接到最近的另一个蜂巢基地，因而保持通信的持续畅通及最佳的信号强度，使得在整个大区域内都可以保证最佳的通信质量。交换站的主要功能是连接并控制所有的蜂巢基地，同时决定每一个通话所对应的蜂巢基地，确保优质通信。另外，它还与中心站相连，以提供与传统线路用户的联络。

蜂巢式有许多优点，首先，它所用的低功率发射机较小、较轻，消耗的功率少，而且减少了各区域之间的干扰，使大哥大具有高效率、低杂音、占空间小的特点。其次，对小的蜂巢区域，仍然可以实现强而清晰的通话，这是因为当大哥大通过相邻两区时，信号强度下降之前，交换站已将无线电联系转换到另一基地台。第三，蜂巢式的结构可以无限制地扩充，只要将新的蜂巢基地建好，然后并与网中即可。蜂巢式电话网路的最大好处是操作简便，用户无须知道网路各部分的功能，只要简单地提起话筒便可通话。

大哥大虽然大小不同，形状及线路各异，但结构比较简单，大致分为四个部分，即听筒、控制模组、天线及电源。

听筒部分有数字键、控制键及拨号盘等当然还包括麦克风、耳机。听筒上的液晶显示器显示电话机的状态及所拨的号码。

控制模组是电话机的核心，它执行各种不同功能。其中，发射机线路将控制信号和声音信号送到天线部分，接收机电路将输入的声音及数据信号解调，控制线路通常包含一个微电脑用来控制电话所有的动作，它将控制信号编码后送到发射机传送出去。任何由网路传来的控制及状态信号经由接收机接收，再经控制线路解调用以控制输出功率，使蜂巢基地收到信号可以达到最佳效果。

大哥大的天线体积小、有弹性、非常适合随身携带。天线的质量很重要，因为发射与接收的效率直接影响到整体系统的特性。

对蜂巢网路而言，交换站是整个网路的神经控制中心，它连接所有蜂巢基地，形成一个覆盖面。它接收由蜂巢基地传来的各种声音及控制信号，也接收由中心站传来的电话信号而转接到相关的蜂巢基地，并且加以判别转换适当的蜂巢基地，使用户能自由流动在各蜂巢区内而保持最佳通话质量。

使用大哥大的方法与传统的电话非常相近，只须在拨完号码后再按下传

送键，以便告知最近的蜂巢基地，建立一条通往交换站及中心站的通路。

大哥大犹如雨后春笋，有朝一日电话将全部成为便携。正是：

雨后春笋大哥大，蜂巢电话新方法

人手一机随身带，方便快捷乐万家

25. 资源共享集群好

随着移动通信的迅猛发展，频率拥挤的问题出现了，这就迫切需要开辟新的频段。移动通信已从 100 兆赫以下发展到 900 兆赫频段，如何用有限的频率满足更多移动用户需求，这是各国都需要解决的难题。集群无线电通信系统就是在这种背景下推出来的。

集群无线电通信系统(Trunked Radio System)是 80 年代才发展起来的，它是从公用电话通信的中继线(Trunk)一词而来的。所谓集群通信，是集个体为群体，变专用为公用的无线电话系统，实际上是将大量用户共用一组信道，采用动态指配信道的方法，使有限的频率资源为更多的用户服务，提高信道的利用率。用一个通俗的比方来说吧，普通的系统是用用户按确定的信道使用，就好像持票的人员只能按确定的剪票口剪票一样，即使有的剪票口空闲，也不能走那个口。而集群系统则是大家在一个路径上前进，哪个剪票口空闲就往哪个剪票口走，可见后者的剪票口利用率高，也就是集群系统的信道利用率很高，它克服了固定信道指配方式信道利用率低的缺点。

事实上，解决频率拥挤的问题，除了开辟新的频段，缩小信道间隔，减少蜂房半径(即覆盖区面积减小)以外，还应该从效率上找出路。所以，人们便考虑将多个专用通信网改为统一规划、统一管理、共用频率、共用覆盖区域的网。由于各个专用移动通信网都是为各部门的自身业务服务的，所以它们建立自己的基地台、控制中心和移动台，使用各自分配到的少数几个频率(信道)，而统一规划后则可将多个专用网的基地台、无线交换机集中建网和管理，而各个部门只要建立自己的调度用的指挥台和移动台，就可以入网。这样不仅可以共用频率和覆盖区域，还可共享时间和通信业务，即共享频谱资源，分担费用，使频谱得到最大限度的利用，并使公共性和专用性很好地结合。

集群系统的设备包括中央控制器、市话互联设备、中继信道、天线系统、系统管理终端、系统监视终端、动态重组终端和总调度台等。系统的功能很多，如群呼、自动重发、繁忙排队回叫、新近用户优先、误导移动台保护、连续更新指定、禁止通话、低电压告警、呼叫告警、私线通话、市话互理等。有的系统还具有紧急呼叫、动态重组和选择无线电禁止等高级功能。

这里，以 1990 年我国第一个开通的上海 800MHz 集群电话系统为例，介绍一下系统的工作原理和信令流程。中央控制器通过控制信道，发出 3600b/s 的背景数据(如系统编号、系统状态、控制信道状态等)。每隔 3 秒发射一次。当没有通话时，所有的车台、手机都处于静态接收控制信道的状态。当用户要求通话时，需按下发话键 PTT 后，发出入网请求。发出数据的速率为 3600b/s，数据内容为用户机的个别号、组别号、需进行的通话方式(如群呼、市话互理、私线通话等)。中央控制器接收到用户请求通话的数据后，选择一个空闲信道，然后通过控制信道以 3600b/s 速率发出应答数据(如用户机的个别号、组别号、通话方式及分配用来通话的信道的编号)。被指定分配用来通话的信道，发出 3600b/s 速率的高速握手信号，被叫用户机发出 1800b/s 速率信号对通话信道表示应答。话音信道又发出 150b/s 的低速握手信号，用户机收到后发 105Hz 的连结信号。这时，话音信道正式打开静噪门，让用户进入通话状态。通话结束后，用户机会发出 163Hz 的断开信号，话音信道即关闭静噪门，处于等候中央控制器重新分配的状态。用户机又回到接

收中央控制器信令状态。

作为一种新型的移动通信系统，集群系统具有通信容量大，稳定可靠，入网迅速，通话清晰，覆盖面广，灵活方便，适应性强，又可实现有无线转接等所特有的通信指挥功能。因此，这一系统特别适用于指挥调度，可以广泛地应用在抢险救灾、交通运输、工程施工、工矿企业、商业金融等各个部门。正是：

通信山头真不少，频率拥挤令人恼。
应从效率找出路，资源共享集群好。

26. 电话无绳牵制妙

我们常用的有线电话，手机都是与电话机相连的，所以使用电话的人不能远离话机，这就限制了人的活动。尽管有些建筑物在许多地方安装了电话，比如办公室、起居室、会客室、甚至浴室、厕所中，然而仍不能达到“自由”的地步。于是，一种手机与话机不相连的电话——无绳电话便应运而生了。最早的无绳电话出现在 70 年代中期。它没有专门的交换及传输系统，仅靠与电话用户线相连的机座和可随身携带的手机组成，被称之为 CT1，即第一代 Cordless Telephone（无绳电话）。

无绳电话并不同于无线电话，它是无线和有线的组合。无绳是指手机与电话机之间不用导线绳联接，而电话机仍然有线与原来的交换局连接，但这个电话机是具有无线功能的，也叫做基地台；而手机实际上是一个具有电话机功能的无线手持机。手机和电话机之间的导线绳用两端的小型无线收发信机来代替。由于双方发信机的功率都比较小（几毫瓦），所以人们使用手持机打电话的距离不能太远。尽管如此，但它毕竟比普通电话机灵活了许多，所以受到了人们的欢迎。

CT1 采用两条独立的无线电频道进行模拟传输，一条用于从手机发送话音，另一条用于从手机接收话音。由于 CT1 的可用频率很少，才有 8 个频道，同频干扰比较严重，用户密度很低。此外，由于无线电信号是模拟的，所以任何具有适当无线电接收机的人都可听到某些人的呼叫，保密性差。于是，人们又转而开发第二代无绳电话 CT2。

CT2 率先由英国研制成功，欧洲邮电管理联合会于 1987 年正式形成标准，称为公共空间接口（CAI）。CT2 基台与手机间的无线电联接为数字联接，有 40 个频道，并采用了频分多址、时分双工及自适应差分脉冲调制等技术。在进行通信联络时，手机先对 40 个频道进行扫描，在确定干扰最小并 5 次取样都空闲时，选用该空闲信道进行频道同步，然后手机与基站交换信息，验证用户身份，确认该手机有效后进行通信。

CT2 虽然基本上克服了 CT1 的干扰严重、保密性差、用户密度低、移动范围小等缺点，但它还有一个不尽如人意的地方，就是用户在通话时，若从一个基台覆盖区移动到另一个覆盖区时会中断通话。

90 年代初，爱立信公司推出新一代无绳电话 CT3。紧接着欧共体的电信标准化组织（ETSI）在技术全会上通过了“数字欧洲无绳电话”的技术规范。CT3 是为具有高密度呼叫的办公或商业环境以及步行移动的用户设计的。它可以双向呼叫、全话音加密、无线区间转换无感觉，而且手机重量轻、省电。CT3 的高密度呼叫（即大容量）是通过采用微小无线蜂窝区和大容量无绳自动用户交换机来实现的。其中，微小无线蜂窝区可增加频率的重复使用来提高频率的利用率，从而增加用户容量；大容量无绳自动用户交换机则解决交换量大的问题；“无间隙过区转接”技术则使用户从一个蜂窝小区移动到另一个蜂窝小区时无切换的感觉。

人们把无绳电话称为室内无线电话，以区别其他无线电通信机。与昂贵的移动电话相比，无绳电话更适合一般用户的消费水平。真可谓：

电话无绳牵制，便宜灵活自由。

27. 个人通信最理想

随着移动通信的飞速发展，特别是公众蜂房式移动通信的蜂房区微型化、无线寻呼和无绳电话的广泛使用，以及通信卫星的相继发射，电话通信势必产生新的飞跃，人们期望的最理想的通信——个人通信的时代到来了。

个人通信所形成的网叫做个人通信网，即 Personal Communication Network，简称 PCN。个人通信网实际上是一种把有线通信网、公众蜂房式移动通信、无绳电话技术和移动卫星通信技术集为一体而开发的通信网。它以个人为服务对象，能实现在任何时间、任何地点都可以与任何个人进行通信。

个人通信网与智能通信网迥然不同。智能通信网所处理的主要是为业务用户提供信息服务；而个人通信网所要求的是实现多功能的个人化通信。所以，要求个人通信机的体积小、重量轻，便于随身携带，可装在衣袋内或腰带上，从而成为人人必备的通信用具。

虽然目前个人通信网尚属试验阶段，还没有成熟的定型产品，但个人通信系统所具有的各种功能已为世人所瞩目：

(1) 位置登记。不论用户在什么地方，网路必须始终知道它所在的位置。当用户从一个地方转移到另一个地方时，网路应登记该用户的新地址。在固定电话网中，可以利用磁卡或按钮拨号进行人工登记；如果是无线电话，则需要自动位置识别和登记。

(2) 跟踪交换。个人通信系统借助这一功能，以便利用位置交换登记信息完成自动选路连接。起始呼叫由起始本地交换机直接接续。

(3) 号码转换。在个人通信系统中，每个用户给定一个唯一的号码，即个人通信号码。这个号码不同于现在的电话号码。所以，需要这一功能将逻辑号码转换成实际的物理号码。

(4) 大容量数据库。个人通信用户号码可能需要数百万甚至上千万，这就需要一种大容量的数据库，存贮用户的瞬时状态。这种数据库的构成需要一种新技术。

(5) 无线接入。用户可以用有线接入和无线接入两种方法接入网路。当采用无线（包括移动、寻呼、公用无线电话等）接入时，需要一种高效率的自动位置登记和呼叫起始到终接的无线接入方法。

(6) 先进的通信处理。这一功能可以实现无阻塞连接，就是当通信线路阻塞、终接用户不应答或不在时，将用户至用户的连接改变成对主叫的一种通知信息，或保留该呼叫。

此外，个人通信系统还应具备计费灵活、安全保密及可靠而先进等优点。

28. 程控数字电话交换机

90年代是计算机和通信技术应用高速发展的年代，程控数字电话交换机的广泛使用，就是明显的标志。数字式程控交换机是利用数字化技术对电话交换转接技术的一次重大革新。它不仅大大减小了老式机电式电话交换机的体积，降低了设备成本，而且使电话接通率大幅度提高，并且已经获得了迅速的推广应用。

什么是程控数字电话交换机呢？

程控数字电话交换机就是用电子计算机进行程序控制的数字电话交换机。这里面所讲的数字交换是指对数字化的语言信号进行交换。

大家知道，数字化通信技术比模拟通信优越得多，主要表现在以下几个方面。信号失真小，抗干扰能力强；便于分多路复用，也就是可以方便地实现数字信号的多路传输；可以利用存储转发技术，这是在计算机通信网中，中间节点所进行的一种信息交换方式，它将收到的信息存储起来，然后再传送到下一个节点，这种技术是老式的通信技术所无法比拟的。数字化通信技术的重要之处还在于使通信技术可以充分利用先进的集成电路技术和计算机技术的一切最新成就。

那么，数字化的语言信号是怎样进行交换的呢？

数字电话交换系统的功能就是通过交换系统在任意两部电话之间建立一条专用的通信通路，也就是形成一个实际的物理连接，用来实现通信双方直接交换信息。数字交换系统对数字化语言信号进行交换主要是通过时间片分割交换来实现的。所谓时间片分割，指的是将通信线路按时间片分割分配给各个信号使用，每一个时间片内信道只被一个信号占用，从而使多个不同信号轮流使用信道进行信息传输。时间片分割交换的含义是，各个时间片的内容能够“搬家”，从输入的某个时间片位置搬移到输出的任一时间片位置上去。

数字交换离不开时间片分割交换。各种数字交换网络不论它的内部结构怎么不同，时间片分割交换的功能总是少不了的。

时间片分割交换主要是通过控制存储器来实现的。如果某一个输入时间片的内容要在另一输出时间片中出现，可以先把输入时间片的内容暂时存放在一定位置的存储单元里，等到输出时间片到来时，就将存放输入时间片内容的存储单元里的信息读出。怎样控制输出时间片去读出暂存的输入时间片的内容呢？可以这样做，先在控制存储器里建立一张表，这张表能反映出输出时间片与输入时间片的关系，经过查找，就知道在输出时间片的时刻应读出输入时间片所暂存的内容。由上面谈到的情况可以知道，控制存储器由存放语音信息的话音存储器和反映输入与输出时间片对应关系的关系存储器两部分组成。这两部分存储器都要执行写入和读出两种基本操作，通常可以采用随机存取存储器。

各个输入时间片的话音信息依次写入话音存储器的各个存储单元。话音存储器的读出次序由关系存储器中的内容决定，为此，要事先在关系存储器的适当单元写入所需交换的内容。关系存储器中的内容是由计算机中的程控交换程序根据用户的电话接续请求而控制写入的，关系存储器的内容是按顺序读出的。

总之，要完成任何一个输入时间片的话音信息交换到任何一个输出时间

片上，是通过计算机中的程控交换程序控制写入关系存储器中实现的，这是将电子计算机技术引入电话交换设备中，并组成程控电话交换系统的核心所在。所谓程控，就是交换系统的设计者预先把电话交换功能编制成相应的程序，存储在存储器里，当进行电话接续时由程序自动执行来控制交换机的操作，从而完成电话的接续任务，实现双方的通话。

29. 电话通信展望

下个世纪的电话通信将是怎样的？

简单地回答：速度快，频带宽，智能化的综合业务数字网，将为人们提供可视性、智能化、个人性极强的丰富而又方便的服务。

由于图像信号的频带宽度比话音信号大一千倍以上，在目前的电话线路上传送图像信号并非易事。然而，应用综合业务数字网，或采用将图像信号先压缩后传送的技术，就可以在电话上同时传送图像和声音信号。可视通信将为人们的生活带来极大的方便。那时，可视电话将最大限度地发挥出连接各家的光缆的作用，图像质量与现在的电视相同，除了可以看到对方的面部，还可以看到周围的景物，甚至还可以用它来传送自己拍摄、编辑的录像节目。购物不必出门，通过电话就可以看样订货，选购自己满意的商品。人们可以通过观看荧屏上的高清晰度彩色合成画面来选择自己满意的衣服，既快又好，不必伤神。可视电话用于教学将大大提高教学质量和教学效率。例如，学员收看音乐讲座，通过电话线路将老师的钢琴键盘及弹琴指法传送给学员，学员坐在远离老师的家中学习演奏，避免了学员之间的相互干扰。随着立体图像在可视电话系统中的应用，召开电话会议，其效果如同在同一个会议室中开会一样。坐在家里观看体育比赛、音乐会、戏剧等实况转播时，会有强烈的临场感。

现在的电话在使用时先要拨号，交换机根据所拨的用户号码接通主叫与被叫之间的话路。到下个世纪，交换机已智能化，具有话音识别能力，打电话不必先拨号，只要拿起话筒说“接××”，交换机就能会意，很快将话路接通。此外，翻译电话解决了人们通话中的语言障碍，而电子秘书可将打来的电话自动地转接到你出差的地点去，或者回答对方，记录对方的谈话内容。

随着时代的发展，电话在人们生活中所起的作用越来越大，人们将时时刻刻离不开电话。为了适应这一发展趋势，下一世纪的电话将带有极浓厚的个人色彩。电话号码归个人所有，无论走到哪里都可以使用同一个电话号码。现在的电话号码是对话机而言的，是电话机的编号。所以在迁移时往往需要更换新的电话号码。即使是短期出门旅行，为了便于别人与自己联系，也必须将临时去处的电话号码通知每一位亲友及熟人。如果事先忘记打招呼，就会因联系不上而误事。

一种新型的“跟踪电话”可以彻底解除这些烦恼。顾名思义，跟踪电话是随人走的电话，无论你置身于何地，只要将个人持有的写有个人号码的 IC 卡插入所在地的电话机中，让话机取出号码进行登记。那么任何以这个号码打来的电话都能自动地跟踪到你的所在地。跟踪电话每当主人移动一次就要重新登记一次，而便携式话机则可以完全免去这一道手续，用无线电话自动地向通信网的中央计算机报告电话使用者所在的位置，这是一种十分理想的个人通信设备。这种便携式话机体积很小，装在衣袋内，使用起来十分方便。

30. 瞬间传来真面目

今天，我们可以从报纸上看到当天世界各地刚发生的重大事件的新闻图片。是用什么办法将这些照片、图像如此快捷地送到读者面前的呢？原来，这是传真技术在默默地奉献，是它把人类的视觉大大地延伸了。

所谓传真，就是按原稿进行摹写、复制的意思。实际上，传真是一种传送各种书信、文件、手稿、图表、照片等静止图像的通信方式，它既传送书面消息的内容，又保留它的形式。如果收方复制出来的图像与发方的原稿不一样，那就不称其为“传真”了，贵在一个“真”字！

尽管传真所传递的信息内容跟电视相同，都属于以图像信息为对像的图像通信。但是，它们又有所不同，电视用于传送活动图像，由显像管的荧光屏显示，图像信息转瞬即逝。而传真则用于传送各种静止图像，并且以各种记录纸进行记录复制，图像信息可以永久保存。因此，有人把电视称之为“软复制技术”，而把传真称之为“硬复制技术”。

从复制这个角度来看，传真又与复印技术极为相似。传真不仅可以复制信息的内容，而且能够在复制品上保留原有图像信息的形式。从功能上看，两者间的区别仅在于复印机是在同一台机器上完成图像复制的，而传真机是在相隔一定距离的两台机器上进行图像复制。因而，有时人们也把传真称为“远距离复印技术”。

传真的基本原理是这样的，在发送端，将需要传送的图像分解为很多微小的单元（称为像素），并且以一定顺序将这些单元转变成电信号，这些电信号的幅度或者频率与所传送的单元的亮度成比例，然后，通过有线或无线传输系统传送出去；在接收端把所收到的电信号再转变成相应亮度的微小单元，并按发送端相同的顺序组合成图像。显然，单元分得越小，复制出的画面就越清晰，图像也越逼真。

传真系统主要由传真机和传输通路组成。

传真通信的终端设备称为传真机。它包括发片机和收片机，发片机的作用是将需要传送的原稿通过光学扫描系统分解成所要求的微小单元，然后经过电子或机械扫描，依次由光电元件转换一组组脉冲信号，载频经该信号调制为传真信号，它包括按原稿黑白深浅变化的图像信号和相位信号。收片机的作用则与发片机相反，它将接收到的传真信号，经过解调和波形变换之后，按照与原发片机相同的扫描速度与顺序，并以一定的记录方式还原成与原稿黑白一致的文字和图片接收样张。为了保证接收样张与原稿一致，正确与完整，发片机与收片机扫描的相位和速度必须一致，因而有同步和同相的要求。对机械扫描方式，必须采用同步电动机。

为了实现两地间的传真通信，必须建立传真通路。传真通信用的通路可以分为两大类，一类是有线通路，另一类是无线通路。有线通路主要有实线通路、载波电话通路和由若干话路组成的群路。实线通路通常用于短距离传真。载波电话通路是目前使用最广泛的传真通路，在载波电话通路上开通传真业务，通信距离相当于打长途电话的传输距离。有线通路传输时，往往采用调频制、调幅制及调幅——残留边带制传输方式。一般采用的通路带宽分6、12、48、240千赫等四种。

无线通路主要有短波通路和微波通路。由于短波通信的多径传输，传真通信和速率受到一定限制。用无线通路传输时，往往采用副载频调制的调频

——调幅制和调频——调频制传输方式。通常采用的通路带宽分 4 和 60 千赫两种。

由于传真技术具有速度快、不失真、容量大、可靠性高等优点，不仅用于传送新闻图片，而且已经渗透到国民经济的各个领域，在邮政、气象、银行、铁路、厂矿、公安、政府机关等各个部门都获得广泛应用，并进入了人们日常的生活之中。正是：

五洲四海人与物，瞬间传来真面目。
各行各业争相用，远距复印新技术。

31. 说说调制解调

在模拟信道上传输数字信号时，调制解调器是不可缺少的。

调制解调器在中国惯称为数传机，它是在数据通信中发送数据时把电码变换为适合于线路传输的信号，在接收时把来自线路的信号还原为电码的设备，简称调制器（modem——modulator—demodulator 的缩写）。

所谓调制，是一种波形变换过程，利用原始信息改变某种基本电波（称为载波）的某一个参数。调制的主要作用有两个，一是对原始信息实行频谱搬移；二是形成一种最有利于传输和恢复原始信息的信号波形。最常用的调制方式有三种，即幅度调制、相位调制和频率调制。调制后的信号称为已调信号。

在数据通信中，调制与解调的具体任务是根据信息速率和信道特性而定的，一般有如下几个方面。

（1）基带波形形成，就是原始信息代码波形通过基带波形形成网络之后，形成一种最有利于码元识别的波形。理想的波形是各码元之间互不影响（即无码间干扰）的波形。

（2）信道波形形成，是通过调制器、发送滤波器和接收滤波器，把基带波形形成网络所形成的波形变换成适合于在给定信道中传输的波形。

（3）载波同步和码元同步，就是接收端通过解调器恢复原基带信号时，要正确解调必须有一个与发送载波同频、同相的相干载波，接收机提取和恢复这样的载波，要求载波同步。另外，在数据通信中解决载波同步只能恢复出基带波形，还必须通过取样判决才能恢复原始信息代码。而要正确地取样判决，必须有一个正确的位定时（位同步）信号，这就是码元同步要解决的问题。

（4）均衡，由于实际信道不可避免地会使信号产生幅度和相位的频率特性失真，产生码间干扰，这就需要通过频域均衡来解决。所谓频域均衡就是设计一个频域均衡网络，使它的特性和信道特性相反，起到抵消信道失真的作用。在数据速率较高时，仅通过频域均衡还不够，还要再通过时域均衡来进一步减小码间干扰。所谓时域均衡是从信号的时间响应波形出发，通过一些参数的调整，使取样判决点上的码间干扰量尽可能地小，从而提高取样判决的可靠性。

调制解调器按线路分为话路、宽带和基带三种。话路调制器用一个模拟电话通路做传输线路，可用于远距离数据传输。它通常与线路做电连接，在某些场合也可以用电话机做声耦合。宽带调制器用多路载波电话的群路做传输线路，用于数据传输速率较高的场合。基带调制器用电缆做基带传输，一般用于市内数据传输。

调制器的接口电路有许多根线与数据终端设备连接，完成收发数据、定时信号连接、监视和控制等功能。扰码器通常只用于传输速率高于或等于 4800 比特/秒的话路和宽带调制器，将输入码变换为“0”或“1”的概率近似相等并且前后独立的码。若不用扰码器，则输入长“0”或长“1”时，送到线路的是单个音频信号，使线路上的放大器的非线性产物增强，并增加受信端定时信号恢复和自适应均衡的困难。均衡器可放在接收放大器或接收低通滤波器之后。话路调制器的传输速率高于或等于 4800 比特/秒时，均衡器的特点可随线路情况而改变，称之为自适应均衡。经解调、低通、判决、解

扰后，恢复发信端码，再经接口送到数据终端设备或计算机中。

现代通信系统正向全数字化方向发展。在数字电话网中传输数据可以不用调解器，而用时分复用方法将数据按分配的时隙接入系统。但是，在数字微波中继、数字卫星等通信中传输多路数字电话信号，仍需要调制解调技术。

32. 兵力倍增显神威

纵观古今中外，作战都离不开指挥。一个指挥系统一般应由指挥员、指挥机关、指挥对象和指挥手段组成。把这四个要素紧密连结在一起的纽带，就是通信。

随着科学技术的发展，新式兵器广泛应用，现代战争的战场空间大大缩小，战机稍纵即逝。为了取胜，交战双方都需要反应迅速。于是，借助于电子计算机，将通信与指挥、控制、情报融为一体，自然成了兵家极为关注的大事。这种能自动地搜集、传递和处理指挥信息的“兵力倍增器”，叫做指挥自动化系统。人们取通信、指挥、控制和情报四个英文单词的第一个字母（三个C和I），即C³I作为系统的简称。

C³I系统的雏形，产生于第二次世界大战。当时英国设置了许多通信线路，呈扇面状伸向全国各个防空情报站。战后，C³I系统发展很快，它已成为现代军事体系的神经中枢，直接影响战争胜负的重要因素。在当代的局部战争和突发事件中，获胜者无一不是依靠C³I系统，充分发挥自身作战能力，形成作战优势的结果。

1982年5月英阿马岛之战，英军借助美国C³I系统中的甚低频通信网，从英格兰本土统帅部直接指挥万里之外的英军潜艇，一举击沉拥有现代化装备的阿根廷“贝尔格拉诺夫将军”号巡洋舰，开创了世界海战史上的成功先例。

90年代初的海湾战争，是迄今发生的投入新式武器种类最多、作战规模最大、诸军兵种合成程度最高、综合协调性最强的战争。直接或间接卷进这场大战的40多个国家，遍及亚、欧、美、非、澳五大洲。美国对伊拉克发动的首次战略空袭，就有美、英、沙、科四国空军近1000架飞机参战；地面进攻，有13个国家约70万军队行动。这多个不同国籍、不同语言的军队共同行动，靠传统的“单枪匹马”的通信是难以协同的。

这场战争是立体化战争，战场的分布从太空、高空、中低空、超低空、地面、海面直至地下、水下。战争集中使用了大量高技术兵器，形成了空间、天、地、海、电磁环境中各种高技术和战略、战术、战役兵器的综合较量。诸多战场默契配合，诸种兵器各扬其长，若没有以通信为基础的C³I系统，是办不到的。

以往用飞机、大炮、军舰、导弹等大规模杀伤武器作为衡量战斗力的唯一标准，而今C³I系统则成为国防实力的关键因素。世界军事强国都非常重视军队自动化指挥的研究，称之为继核武器、洲际导弹之后“军事上的第三次革命”。我军指挥自动化建设乘改革开放东风，已获得重大发展，全军网络骨架业已建立，各基本应用系统正大力开发，钢铁长城更加攻无不克，战无不胜。正是：

运筹帷幄自动化，兵力倍增显神威。

33. 面向未来的 ISDN

自 19 世纪以来，通信技术得到了长足的发展。1844 年 5 月 24 日，莫尔斯在华盛顿的国会大厦的会议厅里，发出了人类历史上第一份长途电报。1876 年，贝尔在美国发明了电话。20 世纪的第一个春天，意大利青年马可尼利用电磁波实现了无线电通信。以后，有线和无线通信各自沿着自己的道路不断地完善和发展。一方面是有线通信从明线、对称电缆、同轴电缆、波导发展到光缆；另一方面是无线通信从长波、中波、短波、超短波、分米波、微波、毫米波发展到激光。

1957 年，苏联发射了第一颗人造地球卫星，并向地面发回无线电信号，从而开创了宇宙通信的新纪元；1962 年，世界上第一颗国际通信卫星送入轨道，完成了有史以来第一次国际横跨大西洋的电视转播。而电子计算机的发展，使通信发生了革命性的变化。自从 60 年代发展了计算机通信技术后，传统的模拟信号，如话音信号、视频信号、图像信号等都向着数字信号的形式变换。数据通信技术获得了迅速的发展。数字式电话机、程控电话交换机的推广应用；传统的电报通信向智能化用户电报的发展等都是数字通信技术的应用。

不同状态的模拟信号需采用不同的技术转换成数字信号。动态模拟信号（如音频、视频信号）采用脉冲编码调制（PCM）技术；静态的模拟信号（如图形、图像信号）采用数字化仪或图文扫描仪等技术。模拟信号变换成数字信号后，再经处理和传输。

数字通信有很多优点，如在相当高的精度范围内，数据信号可以真实地代替模拟信号；在传输和通信中，容易进行信号的放大或再生，具有高的信号噪声比；利用数据通信的纠错技术，可以承受长距离传输，得到高的信号保真度；数据通信有国际标准的开放式互相七层协议（OSI）的保证，传输稳定可靠；还可以利用为计算机技术发展的数据存储技术，在信号传输和通信过程中采用存储、转发等先进技术，并充分利用 VL - SI 技术发展的最新成就；此外，数据通信容易做成信息处理和通信技术的一体化。在通信技术中更多地利用计算机技术，使两者紧密地结合起来，即所谓计算机与通信联网技术。

由于计算机技术的飞速进步，远程网络通信、局域网络通信等数据通信技术的应用日益普及。同时，信息处理技术的进步，使数据处理扩展到处理文字、语音、图形、图像等广阔的范围，通信技术除了信息的传送外，还包括信息的处理，使通信技术具有更强的功能。

目前，不同的电信业务是由不同的专门网络来提供的。常用的网络有电话网、用户电报网和公用数据网等。显然，利用分开的专用网来提供不同的电信业务是很不经济的，每个网络的建设、使用和维护都要耗费很大的开支。于是，从 70 年代中期开始，人们就寻求一种新的方法，试图用一个单一的网络来提供多种电信业务，这个网络就是综合业务数字网 ISDN（Integrated Services Digital Network）。这一通信网络系统能保持端对端的数字连接，可提供一系列范围广泛的（包括话音和非话音）电信业务，而用户可以通过有限的标准多功能用户——网络接口来访问。它的目标是一体化地为原来多种各自为政的电信业务和项目服务。标准接口对于各种业务和终端设备都通用。用户通过这种接口可以和另一个 ISDN 用户通信，也可以通过 ISDN 和其

他专用网建立联系。

正如数据通信有许多优点一样，ISDN 能提供多种通信业务的兼容性，对简化和加强通信管理是有效的保证；它能充分利用数据通信技术的优点，提高通信服务质量，如提高信噪比、减小误码率和信号失真、减低串音、扩大通信距离；建立统一的 ISDN 体制，可对线路实现集中维护和管理；当然，方便用户使用更是自不待言的。无疑，它将成为统一的全球通信网络。

34. 从千金买一笑说起

千金买一笑，在《东周列国志》的第二回幽王烽火戏诸侯里有生动的描述。从中可以看到，早在东周的时候，我们的祖先已经利用光来传递信息，他们建造烽火台，用狼烟和火光来报警异族入侵。到汉武帝时，这种利用烽火台的光通信发展为接力方式，在长城上大约每隔 5 公里设一个烽火台，把烽火信息一站接一站地传下去，就可以向远处报警，增大通信距离。

诚然，烽火台这类通信方法很简单，装置也十分简陋，所能传送的信息是非常有限的。到了 1880 年，电话发明者贝尔研究成功了一种光学电话。他用弧光灯做为光源，发出稳定不变的光束，照射在话筒的薄膜上，薄膜随着声音的振动而振动，反射光束的变化就反映着声音的变化规律。在接收端用一个大型抛物面反射镜，把发送端送来的光束反射到硅光电池上，转换为光电流，再送到听筒，完成了发送和接收的过程。以后光学电话引起了许多人的兴趣，并陆续做过一些类似的实验。在第一次世界大战期间，曾使用硅弧光灯做发射机、硅光电池做接收器件，在晴天通信距离为 8km。后来光源又改为钨丝灯泡，光发散角为 0.25° ，通信距离加长到 15km。到第二次世界大战时，许多国家都曾使用保密性的红外线光通信系统。

以上的光源不理想，频率成分复杂，振动方向杂乱，调制困难，不适宜做光载波。另外，光的传输没找到合适的媒介，在大气中的传输受气象条件影响很大，严重影响通信距离和工作可靠性，所以光通信在几十年中徘徊不前，进展不大。直到 1960 年，发明了一种崭新的光源——激光器（LD），使光通信有了转机。这种激光器光源发出的光具有异乎寻常的特点，单色性好、相干性强、方向性好，调制速率可以达到超高速程度。

解决了光源问题，还要有好的传输媒介。早在 1930 年已有人拉出了石英细丝，并论述了它传光的原理。一直到 1967 年，所能做出的光纤维每公里衰耗为 1000dB，不能投入实用。到了 1970 年，美国康宁公司成功地制作了 20dB/km 衰减的石英光纤，这是一个划时代的进展，预示了中继距离可达公里级。到了 1972 年，又研制出衰耗为 4dB/km 的光纤，1973 年又降低到 2.5dB/km。1976 年日本研制出 0.47dB/km 衰耗的光纤，随后渐变型光纤又达到 0.35dB/km，单模的仅有 0.2dB/km，已降到人们认为的石英光纤的衰耗极限。现在的研究水平已达到 0.1dB/km 以下。

光通信经过漫长的发展历史，终于迎来了它的辉煌——光纤通信的理论与实践已达到实用化程度。正是：

幽王烽火戏诸侯，知否此乃光通信？
昔日千金买一笑，如今一纤胜千金。

35. 光纤通信真辉煌

大家知道，电缆传输是将电信号直接送入电缆进行传送，收端直接检测电信号。而光纤通信则不同，它是将电信号转换为光信号然后送入光纤进行传输，收端再将光信号还原为电信号。

光传输需要光源，目前光纤通信采用的光源一般有两种：半导体激光器（LD）和半导体发光二极管（LED）。发光的原理是利用原子能级中高级上的原子向低能级跃迁，其能量的转换以光的形式辐射出来。电信号要转换为光信号，其实质就是利用电信号的能量激发低能级上的原子跃迁到高能级，从而形成粒子数反转，即高能级上的原子多于低能级上的原子，这种状态是不稳定状态，高能级上的多余原子会自动跃迁到低能级上，多余的能量就以光的形式辐射出来。

激光器和发光二极管的区别在于激光器有一个光谐振腔，使光信号能量不断加大，最后从谐振腔镜面的一个特殊小孔中射出一束笔直的强光，这就是激光。激光的发散角小、能量集中、光谱宽度窄、调制带宽，所以它比发光二极管发出的光要好得多。

电信号要变为相应的光信号，就需要用电信号对光信号进行光强度调制。光调制的种类较多，有直接光调制，有利用光电晶体改变光的偏振状态调制，还有利用光的双折射改变偏振光调制等。目前通用的是直接光调制，它又包括模拟信号光强度调制和数字信号光强度调制。

以前，采用大气光通信，光直接在空间传输。光受到天气环境的影响，大气中的微粒将使光发生散射，在宇宙真空中传输不受干扰，但长距离通信需要大功率的激光器，要求方向性极强，难度很大。自本世纪 70 年代光纤问世后，光纤给光通信的实际应用开辟了广阔前景。

光的传播有散射、直射、折射、反射和全反射等，我们就是利用全反射原理，使光被约束在光纤芯内部进行传输。光纤的材料是石英玻璃（ SiO_2 ），只不过是利用掺杂，使它内外两层的折射率不等，从而在界面形成全反射。

光纤根据光在其中传输的模式不一样而分为单模和多模光纤。单模光纤的纤芯直径只有 $9\mu\text{m}$ ，多模光纤的纤芯直径为 $50\mu\text{m}$ ，而包层都为 $12\mu\text{m}$ ，所以外观上裸光纤比头发丝还细，实际使用时都是多根光纤成缆后使用。

光纤通信的设备，除光端机外还需要各种功能的电端机。话音信号要在光纤通信系统中传输需要 PCM 基群设备、二次群数字复用设备、三次群数字复用设备和光端机（以及光中继机）设备等。随着超大规模集成化的跳群和光电合架设备的问世，光纤通信系统的设备配置将会更趋简单。

光纤最主要的优越性在于传输损耗小和传输容量大。一根芯径 $8\mu\text{m}$ 的单模光纤，在波长 $1.55\mu\text{m}$ 的损耗小至 0.16dB/km 。光经过 1km 光纤传输仅损耗 4%，而阳光透过最清晰的玻璃窗传到入眼时，却已损耗了 8%。这样一根光纤，在 $1.45\sim 1.65\mu\text{m}$ 波段内带宽容量共 25THz ，能把一个大图书馆储藏的全部图书的信息量比特数在 20 秒时间内完全传完。第三代光纤通信系统能够传输 5 万路数字电话，码速 4Gb/s ，距离 100km ，而同轴电缆只能传输 1 万路模拟电话，或 400Mb/s 数字信号，而且每隔 1.6km 就须设置一个中继站。

光纤通信系统具有巨大的潜在容量，就可能传输数字电话、计算机数据、数字图像和电视等各种信息业务的综合数字信号，在未来的宽带综合业务数

字网(B-ISDN)发挥重要作用,满足全球急剧增长的信息需求量。光纤通信已成为信息时代的主要支柱。正是:

石英细丝不寻常,传输信息大容量。

更喜远距衰耗小,光纤通信真辉煌。

36. 光孤立子乃奇波

80年代末，从美国ATT贝尔研究所传出一则喜讯：采用光孤立子通信方式，可以在6000千米无中继的情况下，每秒传送1000亿比特的信息。而目前的光通信方式，每秒最高才传送16亿比特的信息，最长的中继距离为40千米。真可谓天壤之别！

那么，什么是光孤立子呢？所谓光孤立子是指在形态完全一不改变，并且始终保持个性的情况下，能稳定地在物质中传播的一种波。ATT贝尔研究所的莫雷纳瓦博士通过实验，首次证实了在玻璃光纤传输的光波中存在孤立子。

众所周知，当光脉冲进入玻璃光导纤维中后，一般来说，在传输过程中，脉冲的宽度会越来越大，而脉冲的强度随之减弱。由于光纤中光的传播速度与波长有关，因此，如果一个脉冲包括有各式各样波长的波，那么，光的脉冲宽度就会逐渐变宽。这就好比马拉松赛跑，在出发点附近聚集着一大群人，随着出发后距离的增加，跑得快与跑得慢的人之间的距离逐渐拉大，于是，出发时的一群人便逐渐分散。

一般用于通信的光纤芯子直径只有10微米左右，当激光进入这个细长的光纤中后，由于光纤的断面太小，因此，光纤中光的电场便变得非常窄。这种情况与弱光在光纤中传送的情况不同，容易引起非线性效应。这种效应会导致出现这样一种现象：在某一波长范围内，一旦光的强度增加，脉冲的宽度便一下子被压缩。

早在1973年，贝尔研究所的长谷川晃博士曾经预言，如果能让扩展光脉冲宽度的效应与压缩光脉冲宽度的效应很好地抵偿，那么，当光脉冲的宽度做到固定不变时，从理论上讲，光脉冲就能够在保持原有形态的情况下，沿光纤传输，也就是说，光纤中存在光孤立子。然而，要证实这一预言，必须有能发出1.3微米波长的激光器。在当时还没有研制出能够发生如此强光的激光器。到了1974年，莫雷纳瓦博士采用碱金属卤化物晶体，其中存在被称作色心的晶格缺陷，进行激光振荡，发现正好产生了在上述波长区波长可变的激光。于是把这种激光器称之为色心激光器，它属于固体激光器的一种。

不久，莫雷纳瓦采用自己制作的色心激光器，在改变强度的同时，将具有7皮秒脉冲宽度、波长为1.5微米的光射入光纤中，结果发现当激光脉冲的峰值功率达到1.2瓦时，在700米长的光纤末端得到的激光脉冲波形，同光纤前端射入的激光脉冲的波形完全一样。一年以后，莫雷纳瓦便提出了光孤立子理论。在初次实验成功的基础上，莫雷纳瓦又进一步提高激光脉冲功率，制作了含有两三个以上孤立子的脉冲激光器，并进行光纤传输实验。结果他发现，由于孤立子之间的相互干扰效应，所以脉冲宽度变得非常窄，而且一个脉冲分裂成好几个。实验结果同理论完全一致，说明光纤中确实能产生孤立子。

当然，要将孤立子应用于光通信并不是一件容易的事，还需要解决一些棘手的问题。

首先，要想在光纤中产生孤立子，输入光功率需要特别注意。必须综合考虑光脉冲的大小、信号源的波长与单色性、使用光纤的截面积以及对强光的反应等等。如果光脉冲的强度过弱，则不会产生孤立子；如果光脉冲过强，则会同时产生几个孤立子，便会出现脉冲的压缩或脉冲的分裂。

其次，作为信号源的色心激光器也存在问题。由于色心激光器在室温状态下振荡是不稳定的，因此，必须在液氦冷却下使用。此外，要让这种激光器工作，还需要配备另一种激光器，这样就需要大量费用，以产生光脉冲。这与目前已经实际使用的半导体激光器体积小、调制容易及成本低相比较，需要解决的难题就更多。

第三，即使采用传输损耗极小的光导纤维，其损耗也不会一点没有，就连孤立子在传输过程中，强度也会减弱，脉冲宽度也会随之变宽。因此，将孤立子用于光通信方面时，还要解决传输损耗问题。

第四，采用光孤立子进行长距离通信时，也和一般光通信一样，需要采用中继器，进行脉冲的增幅与调整。光中继器需要采取两次工作形式，即先用光电二极管将脉冲变成电信号，然后，用半导体激光器将电信号再转换成光脉冲信号。于是，在可靠性、经济性、操作性及耐久性方面，需要解决许多问题。

总之，光孤立子通信是一种前景十分诱人的通信方式，它将为实现超大容量、超长距离通信开辟新的道路。正是：

光孤立子乃奇波，敢为通信开新河。

面对激流须勇进，笑迎巨浪与旋涡。

37. 量子状态巧控制

1960年，美国休斯飞机公司的梅曼博士在世界上首次研制成功能发出有规则性波动的光波的光源，由于这种光源是通过受激辐射来发射光波的，所以把它称之为激光。激光的最大特点是具有相干性，就是光波的波动过程具有稳定的频率、一定的振幅、固定的传播方向。这样就能把需要传送的信息变成电信号后，通过对光波的调制载在光波上传送到目的地。10年以后，美国康宁公司又制成了能低损耗传输光信号的光导纤维。从那以后，光通信就迅速由幻想变为现实并风靡全球。目前，世界上敷设的光纤通信线路，就使用的光纤量来说，已超过了1000万千米。跨越大西洋、太平洋的海底光缆早已开通。光通信正逐步取代电通信。

光导纤维的潜在频带宽度可以达到 25×10^{12} 赫兹，相当于每秒钟能传送 25×10 比特的信息量。它的传输损耗在理论上可以达到0.001分贝/千米。但是，现在实用化的光纤通信系统，一对光导纤维最大只能传送3万路电话，而无中继距离最长仅为100千米左右。这是什么原因呢？原来光信号在光导纤维中传输时要受到各种干扰，而其中噪声的干扰最大。

在光通信系统中的噪声主要有背景噪声、暗电流噪声、漏电流噪声、热噪声、量子噪声等等。所谓背景噪声，它来自背景光辐射，这对于光纤通信系统来说微乎其微，但对于大气光通信系统来说，由于背景一般是天空或阳光照明的物体，因此背景噪声是一个相当严重的问题；暗电流噪声是在没有任何光照情况下从探测器暗电流中所产生的噪声；漏电流噪声是由放大器中电子器件的表面漏电所造成的；热噪声来自光电探测器的负载电阻和放大器前端的有源器件，是由于电子的热骚动所引起的；量子噪声来源于光的粒子性。因为入射到探测器上的光信号，实际上可以看成是由一个一个光子所组成的，由于到达探测器上的光信号中所包含的光子以及由这些光子激发产生的光生载流子（电子空穴对）是离散的，随机的（随时间不规则地变化），因而造成了由光信号引起的光电流起伏。这种光电流起伏是光子的离散性所造成的，是固有的、难以克服的，或者说是一种本征性的起伏，于是把这种起伏形成的噪声叫做量子噪声。显然，量子噪声是光通信中特有的最基本的噪声来源，即使在所有其他噪声都完全消除的情况下，只要接收光信号，就必然伴随着产生量子噪声。

由于量子噪声十分“顽固”，所以光通信系统的接收灵敏度不可能无限制地提高。于是，量子噪声成了光通信向更大容量、更长无中继距离方向发展的特大障碍。

怎样来控制量子噪声？这是亟待解决的问题。由于光子数的变化是随机的同时又是离散的，所以说量子噪声在挤压状态要比相干状态时小。通俗地讲，处在挤压状态下的光信号，在单位时间内发出的光子数将大量增加，从而降低了光子数的离散性，使光强度的抖动小了，由此光信号变换成的光电流的起伏也就小了，于是就降低了光信号中的量子噪声。这就说明通过光信号的量子状态，可以控制量子噪声的大小。

近年来，量子光学的重要研究课题之一就是量子状态控制。所谓量子控制通信就是控制光信号处于挤压的量子状态来进行通信的方式。由于量子控制通信接收灵敏度非常高，因此，它特别适用于大容量、远距离的通信，尤其是跨越大洋的海底光缆通信，以及纵贯大陆的光缆通信干线，更能发挥它

无可比拟的优越性。目前，量子控制通信的开发研究已取得了较大突破，如降低传输线路损耗对信噪比影响的问题，控制传输线路的相位漂移问题等都在理论上获得解决，并进行了可行性实验，前景十分喜人。正是：

一从实现光通信，便有噪声难为人。

量子状态巧控制，柳暗花明喜在心。

38. 通信载体中微子

如今，寻常百姓可以借助通信卫星转播的电视信号，收看异国他乡的文艺节目或体育比赛实况；通过海底光缆，沟通大洋彼岸的可视电话；在美国，还开通了民众与正在遨游天穹的宇航员之间的超远程无线电话。这一切都离不开身手不凡的电磁波。

然而，如此神通广大的电磁波却也有先天不足——不会钻地，不能入海。无论是长波、中波，还是短波、微波，只要一下海，就英雄无用武之地。

虽然国外一直在研究超长波对潜通信，研制成了水下超导接收天线，但要与数百米深的潜艇保持通信，就勉为其难了。

中微子通信的提出，使人们在难题面前看到了希望的曙光，人们把目光转到了通信载体的新星——中微子。

大家知道，通信的信道从金属导线到电磁波，而至激光。通信的载体从电子到光子，都属于构成物质的最小微粒，称之为基本粒子。中微子也是一种基本粒子。在已经发现的 300 多种基本粒子中，中微子奇特而又稳定。它在太阳光、宇宙射线中并不少见，是原子核中质子或中子发生质变时的产物，具有极强的穿透能力，其速度接近光速，只走直线，方向性极好，不会发生反射、折射和散射等作用。中微子不仅可以穿山下海，而且还能穿透地球，所以用它进行通信是非常理想的。

采用中微子束来代替电磁波传递信息的一种无线通信方式，就叫做中微子通信。它可以冲破水下或地下这两个电磁波通信无法冲破的禁区，实现全球无线通信。由于它不易被截获，几乎无衰减，而且不怕外界干扰，不受电和磁的影响，甚至热核爆炸引起的辐射也奈何它不得。所以，它不仅能完成一般无线电通信的使命，而且还用来寻找地球深层矿产、测定行星间距离、测量大陆间漂移轨迹，确定板块与地震间的联系和预测灾情等。

实现中微子通信，与传统的电磁波通信不同。电磁波通信使用电子器件进行振荡、发射和接收、放大；而中微子通信则应用高能加速器来产生中微子束“载波”。当质子流的能量被加速到 4 千亿电子伏时，便从加速器中引射出来去轰击铅靶，从而获得大量带电介子和 介子。然后，用一个特制的喇叭形磁铁来进行校直和聚焦，使它准确无误地进入一个直径为 1 米、长度为 400 米的圆柱形衰变通道，其中 介子很快衰变为 介子；而 介子在经过通道的瞬间内发生衰变，生成中微子，数量为每脉冲 10^{10} 个。此时，便得了所需要的高能中微子束“载波”，传递的信息可以加载到这种可重复产生的中微子束上。在接收端，由于中微子不带电，因此不能用电子器件来接收，而需要采用一种间接的探测技术来完成。以水下通信为例，当高能中微子束穿过深达四五百米的海水时，便与水原子核中子发生核反应，生成高能量的负 μ 子。由于负 μ 子在水中以 0.99 倍光速前进，超过水中的光速（0.75 倍光速），所以它在深入中穿越六七十米长的路径便会发生效应，辐射出一种“光”。这种光不但包括了 0.38 ~ 0.76 微米范围内的所有连续分布的可见光，而且具有确定的方向性。因此，只要用高灵敏度的光电倍增列阵将此种光全部收集起来，也就探测到了中微子束“载波”。最后将中微子束所携带的信息，通过电缆系统送到潜艇上的电子设备，进行解调、放大。这样便完成了中微子通信的全过程。正是：

先天不足电磁波，穿地入海其奈何？

通信载体中微子，冲破禁区奏凯歌。

39. 变幻莫测频率跳

传统的无线电台通信都是采用固定频率工作的，就是说，信号载波频率是固定不变的。然而，在现代通信中，尤其是在现代战争中，固定频率通信受到了严重的挑战。由于无线电波是沿空间传播，通信时，除了自己的联络对象能收到外，敌方也能窃获。敌方还使用无线电测向、定位设备，侦察我电台的们置，对我通信施加电子干扰，或用火力将我方电台摧毁。因此，干扰与反干扰，窃听与反窃听，摧毁与反摧毁已成了空间电子抗争的重要组成部分。为了增强无线电通信的对抗能力，提高无线电台在现代战争中的抗毁性和保密性，人们竭力研究一种有效的防御手段。于是，跳频通信应运而生。

所谓跳频，是指载送信息的频率（载频）按照一个编码序列的指令，离散地在一组预先指定的频率上跳变。通俗地说，跳频通信是一种通信频率不是固定在某一数值上，而是按照一定规律和速率来回跳变的通信方式。根据单位时间内频率跳变的次数，跳变速率分慢速跳频、中速跳频和快速跳频三种。一般认为慢速跳频为每秒 10~50 次，快速跳频为每秒 500 次以上，介于二者之间的为中速跳频。现在世界上大多数跳频电台的跳变速率为中跳。

跳频电台通信的基本原理并不太复杂。它是在普通无线电短波电台的基础上增加一些控制频率跳变和解跳的设备。在发信端主要是增加一个码控跳频器。它是跳频通信的心脏，可以由伪随机码（即近似随机出现、有一定规律并可复制的码）控制跳变，使发信机发射的载波成为一个随机跳变的频率序列，接收系统与发送端是一个相反的过程，为使收端很好地跟随发端工作，解跳以后能准确地接收发方送来的信息，收端用的编码序列必须与发端完全相同。跳频通信是数字式的，如果是模拟通信，信号发送前需要进行“模一数”变换，到了接收端再经“数一模”变换还原成原信息。

我们不妨看一下跳频电台抗干扰的情况。通常，无线电波干扰分瞄准式干扰（点干扰）、带宽阻塞式干扰（面干扰）和跟随干扰三种。对跳频电台通信来说，前两种干扰都不是主要威胁。点干扰机工作在一定的频率上，即使它能干扰跳频电台的一个或几个频率，影响也不是很大。而采用面干扰机来干扰跳频电台，须消耗巨大的电功率，而且往往要影响己方的通信。跟随干扰固然可以干扰跳频电台，但是要及时、准确地捕捉跳频电台的频率，并相应地将干扰频率调谐到跳频电台的频率，却不是一件容易的事。往往干扰技术的实现难度远比实现跳频技术大。

此外，由于跳频电台的通信频率变幻莫测，尽量用瞬时信道传输，不容易被敌方窃获。即使被敌方窃获也不过是瞬时信息，不致影响全局。因而它具有很强的保密性。

跳频通信是 80 年代以来出现的一种新颖的通信方式，它已广泛应用于现代战争中。举世瞩目的海湾战争中，法军率先应用跳频电台确保了通信联络的畅通。以美国为首的多国部队除了利用跳频电台进行己方通信外，还用它干扰伊军通信，使伊军无线电通信一筹莫展几乎处于瘫痪状态。海湾战争后，Racal 通信公司生产的“美洲虎”军用跳频电台成了抢手货，并一直供不应求。它是一种窄频带、宽频带俱有，垂直跳频设置和非垂直跳频设置并存的多功能、高机动性跳频电台。它融尖端的现代电子技术、计算机技术和数字技术于一体，具有很强的抗干扰、反窃听能力。这种电台不仅通信速度快、

质量好、容量大，而且体积小（可单人随身携带）、适应能力强、自动化程度高。

跳频通信是扩频通信的一种。在传输信号时使用了比原信号带宽大得多的射频带宽，很有发展前途，在军事上将最具有吸引力。正是：

变幻莫测频率跳，电台保密抗干扰。

扩频通信出奇兵，现代战争立功劳。

40. 智能化的通信网

作为通信网的发展方向之一，智能网开始在世界各地推广应用。所谓智能网是用于产生和提供电信业务的体制概念，最早是美国在 1984 年提出来的，目的是使通信网能迅速、经济地提供用户所需要的各类电信新业务，使用户对网路有更强的控制能力。

智能网的基本设计思想是改变传统的网路结构，把交换机的交换功能和业务提供功能分开，由不同的网路组件（网元）来完成。人们可以通过对网元赋予不同的参数或者按不同的顺序组配组件来提供各种不同的业务。

智能网不仅能传递、交换信息，而且还能存储和处理信息。通过智能网，可以把原来集中在端局的资源智能分散到网路的节点上，从而实现对网路资源的动态分配。此外，智能网的结构也十分便于用户使用。当用户需要增加新业务或改变业务种类时，不需要改变网路硬件结构，甚至不需要改变交换机软件，而只通过改变业务控制点中的相关参数就可实现。智能网的最终目标是，电信公司、业务提供者和用户三者都可以参与业务生成过程，对业务执行控制。

智能网主要由业务交换点、业务控制点、信号转换点和业务管理系统等几部分组成。

业务交换点用来接收用户呼叫，执行呼叫建立、保持。它一般都是以原有的数字程控交换机为基础，加上必要的软硬件以及与 7 号共路信令网的接口构成。7 号信令网是智能网的命脉，也是实现智能网的前提。它在智能网节点之间传递控制指令，从而使智能服务成为可能。

业务控制点是智能网的关键部分，也是智能网的核心。它的主要功能是接收业务交换点送来的查询信息，并查询数据库，经过验证后进行地址翻译，最后向相应的业务交换点发出呼叫处理指令，智能网提供的所有业务的控制功能都集中在业务控制点上。业务控制点与业务交换点之间有协议接口，能分层互通。业务控制点由硬件（大、中型计算机）、操作系统以及数据库等部分组成。

信令转换点的功能就是转换 7 号共路信令，沟通业务控制点与业务交换点之间的信号联络。为可靠起见，信令转换点一般总是成对配置的。

业务管理系统一般有六种功能：业务逻辑、业务管理、用户数据管理、业务监测、业务量管理、应用数据库等。

需要指出的是，为了实现智能网真正智能化，必须进行大量的软件编程工作。这一工作是发展智能网的重要技术基础，也是建立智能网的关键技术之一。随着微电子、光电子、计算机，尤其是软件技术的迅速发展，智能网正在向不断完善网管新功能，进一步拓宽智能新业务的方向发展。

雷达、导航及其他

41. 由蝙蝠捕食说起

夏夜，蝙蝠展翅飞翔，上下左右迅速地变换方向和速度，极其准确地捕食飞虫。为什么蝙蝠有如此绝招？原来，造物主给了它一套运用自如的“雷达系统”。蝙蝠用嘴发出超声波，频率在 25000 ~ 70000 赫芝左右，并用耳朵接收超声回波。利用回声定位的原理，抓住目标一举歼灭。

所谓“雷达”是英文 Radar 的音译，而英文 Radar 一词是 Radio Detection and Ranging 几个字的缩写，意思是“无线电探测和测距”。

雷达是利用电磁波来探测目标和测定目标位置、速度及其他特征的。雷达发射电磁波，碰到物体（诸如飞机、舰船、山川、海浪等）要反射回一部份能量，为接收机所接收。由所有物体反射的反射波称为回波，由要探测的目标反射的回波称为目标信号或信号，而来自非探测目标的回波称为杂波。

雷达到目标的距离是通过测定电磁波从发射天线到目标，然后再返回接收天线所需的传播时间来确定的。很显然，电磁波的传播速度（即光速： 3×10^8 米/秒）乘上传播时间再除以 2，就是要确定的距离。

目标的方向，即目标的方位和仰角是利用雷达天线定向辐射的特性测定的。天线把电磁波能量聚成锐波束，对目标区进行扫描，回波最强时的波束指向便是目标的方向。

目标的高度是根据测得的目标距离和仰角得到的。而目标的速度是通过测量目标的位移变化率确定的，也可以采用多普勒效应测定目标的径向速度。

雷达一般由定时器、发射机、收发转换开关、天线、接收机、显示器、伺服系统和电源等部分组成。定时器产生触发脉冲，控制发射机和显示器同步工作。发射机在触发脉冲控制下周期性地产生射频发射脉冲。收发转换开关为收发共用，发射时，发射机与天线接通，断开接收机，其余时间接通天线与接收机，断开发射机。天线用来定向辐射和接收电磁波。接收机的作用是将回波信号放大、滤波，变换成视频信号，送到显示器。伺服系统，即天线控制装置，用来控制天线转动，使得天线波束的主瓣按一定方式在空间扫描。显示器用来显示目标回波，指示目标位置。

雷达的战术技术性能是由一系列战术技术参数来表示。战术参数有：最大（小）探测距离、方位和仰角探测范围、测定目标坐标数、探测精度、分辨能力、数据率、跟踪速度、抗干扰能力、生存能力，另外还有体积、重量、功耗、环境条件、机动性、可靠性、可维修性等等。技术参数则有：载波频率、发射功率、信号形式、脉冲重复频率、脉冲宽度、接收机灵敏度、天线波束形式及扫描方式、显示器的数量和形式等等。

雷达的种类很多，按架设位置可分为：地面雷达、舰载雷达、机载雷达、弹载雷达、航天雷达等；按技术体制可分为：连续波雷达、脉冲雷达、动目标显示雷达、相控阵雷达、脉冲压缩雷达等；按工作波段可分为：米波、分米波、厘米波、毫米波雷达等；军用雷达中按战术用途又可分为：警戒、引导、武器控制、侦察、航行保障、敌我识别及气象观测雷达等。

在实际应用中，人们根据雷达的设计特点和使用范围把雷达的类别分得更细。例如，侦察雷达还可分为战场侦察雷达、炮位侦察校射雷达、地炮侦察校射雷达、侦察与地形测绘雷达等。警戒雷达还可细分为对空情报雷达、舰艇对空警戒雷达和对海警戒雷达、机载预警雷达、弹道导弹预警雷达、超

视距雷达等。武器控制雷达还可细分为炮瞄雷达、导弹制导雷达、机载截击雷达、机载轰炸雷达、弹道导弹跟踪雷达等。航行保障雷达还可分力机载航行雷达、舰艇导航雷达、地形跟踪与回避雷达等。总之，雷达家族，十分兴旺。

42. 低空雷达布伏兵

现代防空体系是由监视跟踪系统和武器系统组成的。监视系统一般由远程警戒雷达、搜索雷达和跟踪雷达组成；防空兵器则由歼敌机、高中低空空导弹和高炮群等组成。这种远近结合，立体交叉的作战体系，曾一度使护航机、轰炸机等航空兵器受到很大威胁。然而，自从飞机装备了新的导航设备——地形跟踪雷达，用亚音速甚至超音速进行低空突防以后，现代防空体系又相形见绌，力不胜任了。

所谓低空，通常是指 1000 米以下的空域，低到 30 米则为超低空域。作战经验表明，要突防成功，降低飞机的飞行高度要比增加速度更为有利。低空飞行对防空兵器的“眼睛”造成极大的困难。雷达在探测低空目标时，输入接收机的除有目标信号外，还有地面反射信号。这种噪声信号干扰了雷达工作，使它难于发现远距离小型低空目标；另外由于强烈的地物干扰和地形起伏造成的屏蔽作用，无法保证在地面和水面为背景的情况下对目标的稳定跟踪。

随着低空突防技术的发展，防空体系不得不应付挑战。于是，一支年轻的哨兵——低空雷达应运而生。低空工作给雷达提出了新的要求。因为在它的接收机上除有目标信号外，还有强烈的地面和地物信号。这些干扰信号使接收机电路过载，显示、识别目标回波和跟踪目标发生困难。为此，低空雷达接收机广泛采用特殊的自动控制电路：瞬时自动增益控制电路，时间自动增益控制电路以及活动目标选择器等。

瞬时自动增益控制电路是一种电子跟踪装置，它可以控制接收机中频放大器的放大系数，用来从强烈的地面干扰背景上析出有用信号。

时间自动增益控制电路也是用来消除地面回波干扰的。在探测脉冲的每个重复周期里，地面或海面的反射信号都是从脉冲发射瞬间起逐渐减弱的。这种回波使雷达荧光屏发亮，减小图像的对比度，严重地影响对目标的观察。采用时间自动增益控制电路，使接收机中频放大级的放大倍数，在每个脉冲重复周期里完全按照地面回波信号由大到小相反的规律，从小到大地变化，这样消除了中频放大级过载的可能，在荧光屏上，不管目标距离远近，有效散射面积相同的目标都能显示出辉度相同的回波，给目标识别带来了方便。

活动目标选择装置可以在雷达接收机输入端全部信号中，选取出活动目标反射信号。它有多种不同的构成原理，其基本原则就是消除静止地物的反射回波。这样能大大增加雷达发现活动目标，特别是低空目标的可能性。

低空雷达具有完成低空监视任务的能力。但是，作为一个防空体系，还必须合理配置多部或多种雷达，构成严密的探测网——雷达场。雷达场的用途是保证及时发现空中目标，判定它的敌我属性，查明飞行参数，并向防空兵器指挥所通报信息。

由于雷达探测低空目标距离减小，时间缩短，受地物反射波的干扰，使识别目标困难，测定目标坐标误差增大，所以，建立可靠的低空雷达场将十分复杂。雷达场的结构可以是单层，也可以是多层。单层雷达场由同一种雷达来建立，多层雷达场则由不同种雷达来建立。现代雷达场大都是多层的。高、中空由作用高度和距离很大的雷达构成，雷达场的下层通常用低空雷达来建立。

目前探测和防低空目标的装备，在性能方面落后于现代飞机的飞行技术

和战斗能力。因此，人们致力于利用科技领域的最新成就，创造全新的探测设备。然而这些方法有的离实用较远，有的正在试验。所以，今天人们仍然十分重视改进现有的低空雷达的性能，特别注意雷达的安装形式，以及远程警戒系统的设置。正是：

千米以下空域低，飞机突防难防御。

低空雷达布伏兵，英雄自有用武地。

43. 地下千里眼

被人们誉为“千里眼”的雷达，探测空中或地上的目标是十分得心应手的。然而，人们并不满足，期待着一种“地下千里眼”，方便地探测地下的目标。如今，这种地下千里眼已经问世，它就是地下雷达，或叫作探地雷达。

地下雷达有着十分广泛的用途和极大的实用价值。

如同其他雷达一样，地下雷达在军事上大有用武之地。首先是探雷，自从有了地雷之后，不久便出现了探雷器，但是道高一尺，魔高一丈，地雷又翻出新花样，金属雷变成了塑料雷，使探雷器望雷兴叹。地下雷达上阵，使塑料雷难以藏身，真是一物治一物。除了探雷之外，地下雷达还可以用来探测地道、探测埋在地下的炸弹以及各种地下军事设施。

在探矿方面，地下雷达可用来帮助寻找石油、煤、岩盐和其他各种矿藏。在煤矿的开采过程中，又可用它来帮助预防涌水、预防瓦斯喷出，避免重大事故的发生。

在建筑方面，用地下雷达探大楼地基，既省工又省时。用一般方法探地基，要往地下打几十个甚至几百个眼。而用地下雷达进行探测，不到打一个眼的功夫，就探测完一座大楼的地基。

在农业方面，地下雷达可以帮助人们寻找地下水源的位置，确定可以在什么地方打井。带着地下雷达乘船在湖面上游一圈，就能测绘出湖底浅的剖面图，对水上资源的开发十分有利。

地下雷达在考古工作中更是大显身手。用它来探测古墓墓穴及地下文物，既准确又快捷，大大地促进了考古工作的进展。

不难看出，地下雷达确实神通广大。但由于它诞生的时间还不长，其性能指标还处在不断提高的过程中。早在 30 年代，美国的一位科学家提出了用电波法制造地下雷达的设想，并获得了美国专利。这一设想直到 60 年代初才取得了突破性的进展。当时研制的地下雷达，虽然有的能探测冰层厚度，有的能探测地下金属或塑料管道，有的用于考古探测，但都是实验装置，还未变为正式产品。直到 70 年代开始出现了几种商品化的地下雷达产品。进入 80 年代后，地下雷达产品性能变得更加完善，而且根据不同用途生产了不同型号的产品，有车载式的，也有小型便携式的。

地下雷达大致有基带脉冲体制、调频连续波体制及编码脉冲体制等几类，目前用得最多的是基带脉冲体制。

基带脉冲体制的地下雷达，从脉冲发生器发生的周期性基带脉冲信号经收发选择器馈送到天线，然后向地下辐射。电波在地下碰到目标后，其中有一部分被反射回来，天线接收到这一反射信号后又送回到收发选择器。

收发选择器有两种功能：一是将发射信号与接收信号分离开；二是抵消由于天线不匹配而产生的反射，这一功能是由收发选择器内部设置的仿真天线完成的。

被分离出来的地下反射波信号送到接收机里放大，再经过采样后变成低频信号。这一低频信号在波形形状上与采样前的反射波信号是一致的，只是频率降低了很多倍，以便于显示、记录及数据处理。数据处理工作一般都是用微机进行的。

地下雷达的工作原理看似简单，但要造出一台地下雷达并非易事。因为地下雷达在技术上有很多特殊要求：首先它在天线方面要求很高，为了使地

下反射波信号不失真，对天线的通频带要求做得很宽，这种通频带很宽的天线制作难度很大；其次，为了提高地下雷达对目标的分辨率，需要采取很多措施，涉及很多专门技术和一些复杂的理论与计算。随着电子技术特别是计算机技术的突飞猛进，地下雷达也将飞速发展。

44. 声纳水下展雄才

尽管雷达能够发现几千公里以外飞行的导弹，能够看到露出海面仅十几公分的潜望镜，然而，电波一到海中衰减很大，雷达就很快失去作用。那么，是谁担负着海下远程警戒任务，严密注视着潜艇活动的呢？那就是被人们称做水下雷达的声纳。

声纳的工作和普通雷达类似，由发射机产生的电信号经过发射基阵转换成声信号在水中传播，遇到目标反射，形成回波，由接收机接收并进行信号处理显示。通过发射信号和接收信号之间的时间差的一半乘上声音在水中的传播速度（约每秒 1500 米），便可定出目标距声纳的距离；由接收基阵收到的回波方位角来确定目标相对于规定方向的角度。实际上，因为进入接收基阵的声信号除目标反射回波之外还有海面波浪、海底及海水中各种物体形成的散射干扰，通常叫混响，类似于雷达所遇到的杂波；有海洋中的生物和海浪等造成的环境噪声；有携带声纳的载体本身所产生的自噪声，这种噪声干扰往往比雷达的背景干扰要严重得多，因此，声纳的信号处理器必须有在复杂的干扰背景中提取有用信号的能力，同时要求声纳发射机能发射多种形式的信号，以利于提高信噪比，但近代声纳所发射信号的复杂程度还不如蝙蝠和海豚的信号。

上面讲的是主动声纳系统，和雷达的定位原理一样。还有一种是被动声纳系统，声纳利用目标本身发出的噪声来发现目标，当然它也面临着严重的环境噪声。由于声纳系统本身并不发射信号，故称为被动声纳。在早期，它只能给出目标的方位信息，后来，通过将接收基阵在整个舰体长度上布设，利用目标噪声到达基阵不同基元的时间差来确定目标的距离，因而也能对目标定位了。由于接收到的有用信号是来自目标的辐射信号，这种辐射噪声与主动声纳发射的确知信号性质是完全不同的，因此，被动声纳的信号处理器与主动声纳的也不同，具有更强的分析处理能力。

声纳发射机由信号发生器、波束形成矩阵、发射基阵和程序器组成。信号发生器根据不同任务有多种输出形式，输出送到波束形成矩阵，对信号进行适当加权或延时，以使发射基阵产生的声场具有所需的空间波束图。发射基阵由许多单独辐射的基元组成，它们的任务是把电能转换成声能。基阵形状按应用场合可以是线阵、面阵、球阵、圆柱阵、抛物面阵或共形阵。程序器用来使多路或顺序发射同步，实现声波束的空间扫描。

接收机比发射机复杂，由接收基阵、波束形成矩阵、动态范围压缩和归一化、信号处理器、显示器、判决设备、程序器等组成。其中，接收基阵和波束形成矩阵是和发射机共用的，用收发转换器来改变它们的工作状态。压缩归一化是用来消除声信道加给传播信号的某些空间和时间特征，信号处理器则是根据最大或然比原则进行信号处理，它们的共同任务是对接收来的信号进行加工，以便能在视频或声频显示器上显示，或送入判决设备。程序器是用来实现信号同步和自适应的。

声纳主要用于军事方面。安装在海底的声纳预警系统，可严密监视水下活动的敌人。如把它和卫星通信与卫星预警系统结合，可以组成全球的立体战略预警系统，监视数千公里外的核潜艇。安装在潜艇、舰艇、反潜飞机和鱼雷、水雷上的声纳，起着对水下敌人的警戒、探测、跟踪、定位、识别、干扰、侦察、探雷等作用，完成水下通信、导航、制导和武器射击指挥等任

务。随着海运和海洋事业的发展，声纳的应用就更为广泛。如巨轮的精确导航，海底采油中的地貌测绘、平台定位以及深海的水声导航等，都离不开声纳。至于用声纳进行海上捕鱼，更是司空见惯。正是：

电波海中叹无奈，声纳水下展雄才。
大洋歼敌显威力，捕鱼采油离不开。

45. 秋波望穿地平线

随着科学技术的发展，现代武器开始向高隐蔽性方向发展，因而，使用超高频和甚高频段电波的普通雷达，对于紧贴地面和海面飞行的目标以及地平线另一侧正在飞行中的目标，就无可奈何了。于是，人们又开始研制了一种新型雷达——超视距雷达。这种雷达与普通雷达相比，具有探测距离远、低空性能好、反隐身等特点。随着各种新型战略轰炸机、歼击轰炸机等飞机的速度、作战半径、隐身能力、低空飞行能力的不断提高，超视距雷达自然要受到世界各国的重视。

超视距雷达是利用电离层反射电波的原理，来探测地平线以外目标的。普通雷达使用超短波频段，即极 UHF 段和 SHF 段电波，由雷达发射出去的电波，触及被探测目标，是直线前进的。而超视距雷达则不同，它使用的是短波段电波，其探测目标的原理是：雷达的电波经高空电离层的反射到达地平线另一侧，当探测到目标后，电波又经过原来的路径返回。反射回来的电波同发射出去的电波以不同的形式显示在荧光屏上，通过测量从发射到接收回波所需时间，判断有无目标以及目标的大致位置。不过，计算发射电波到接收回波的时间并不像普通雷达那么简单。这是因为超视距雷达发射的电波是在高空电离层与地表面之间传播的，这个距离并不是直接到达目标的距离。必须综合考虑电波在发射及返回过程中，电离层的高度、浓度、电波的频率以及发射角度等因素，通过计算电波传播路径，才能得到目标距离的准确数据。这些工作全部由计算机来完成。

超视距雷达系统，主要由电波发射与接收装置、显示装置以及计算机处理装置等构成。

超视距雷达的电波靠发射天线发射，靠接收天线接收，因此，天线是它的重要组成部分。目前，它使用的频段一般为 6.74 兆赫和 22.25 兆赫。这一频段的电波被分成 4 段，每一频段有 12 种天线，共计 48 种天线。每个天线分别与一台电波发射装置相连，输出功率为 100 千瓦，每台发射机可覆盖 5—28 兆赫的频段范围，共 12 台发射机。每台发射机发出电波的相位都不同，由 12 种天线发出的不同相位电波的方向，根据相位差而变化，这就是所谓的相控阵天线。这 12 种天线发射出来的电波被合成射束宽度为 7.5 度，相对于天线的正面，形成左右 30 度，共计 60 度的扫描范围。由于指向性很强，所以电波的强度相当于 100 兆瓦的单机。这种雷达的探测距离约为 3000 多公里。

电波接收天线比发射天线更大，呈扇形，共 137 个，设置在金属屏蔽前面。天线接收到的信号被变成数字信号后，送到控制中心的信号处理装置中。经过处理，从中找出由目标发射的信号，随后评价和推断此信号含义，并将结果显示出来。

超视距雷达的显示装置不同于普通雷达的圆形显示装置，它是一种长方形显示装置，可以显示目标识别符号、目标的速度、受信信号的时间、方位以及由雷达发信站到目标的地表面的距离。此外，目标的对地速度、引进线路、目标大小、雷达站的方位与目标的角度差等，都用字母及数字来表示。

在控制中心内设有若干探测和跟踪用控制台，以及大型计算机处理装置。计算机将处理好的数据传送到指挥控制台，作为指挥员进行目标判断，部署行动的参考。同时，计算机还传送飞机的飞行、去向等信息，以便识别。

尽管超视距雷达探测精度较低，提取微弱的有用回波信息较难，回波数据的处理极为复杂，但由于它具备普通雷达所无法比拟的长处，因此，它的发展前景是十分广阔的。正是：

秋波望穿地平线，线后目标亦可探。

名副其实超视距，普通雷达刮目看。

46. 相控阵雷达

大家知道，天线在雷达中起着重要作用。首先，它是一个换能器，能把发射机的高频电流能转换为空间电磁能（即电磁波），或空间电磁能转换为接收机的高频电流能；其次，它能将电磁波聚集成束（称为波束），辐射到所要求的方向上去。反之，天线也只能收到由此方向反射回来的目标回波。像探照灯那样，波束的方向就是目标的方向。很显然，如果天线不是定向辐射，即使辐射很强的电磁波也是无法测定目标方向的。因此，雷达利用天线的定向辐射特性才有效地实现了目标位置的测量和跟踪。

雷达发展至今已有五十多年的历史，天线的种类和形式也很多。但就其应用的范围和数量而言，反射器天线和阵列天线是它的两种主要形式。以往，天线波束的移动（即波束扫描）是靠机械旋转天线来实现的，天线的扫描受机械旋转的限制。一个大型天线可达几百吨重，直径数十米，转动起来很笨重，甚至不能转动。转动一周往往要花几秒钟时间，因而波束扫描速度慢而且不灵活。每次只能跟踪一个目标，一旦抓住目标，搜索工作即告停止。

随着飞行目标速度的不断提高，要求雷达能在更远的距离上发现目标，跟踪目标，预报目标的位置和攻击方向，并能及时地指挥导引飞机、导弹拦击目标。这首先就希望把天线的波束聚集得更细，成为“针状波束”，更有效地将能量集中于目标方向，以增加雷达的探测距离和定向精度。然而用这样一根针状波束去搜索整个空间十分费时，波束扫描速度慢，就会顾此失彼，犹如竹竿打苍蝇，很难抓住目标，造成漏失。要解决远距离要求的细波束与目标漏失的矛盾，有效的办法就是提高波束的扫描速度。如果扫描速度快到几乎使波束“同时”布满空间，宛如普降阵雨，那么雷达就一定能够捕获目标。其次，还希望在波束搜索过程中发现目标之后，先将目标位置数据储存起来，然后搜索一会儿，返回来跟踪一次，边搜索边跟踪。另外，有的还要求雷达能兼任指挥导引等任务。显然，这就希望有更高的扫描速度，波束能灵活自如。

顾名思义，阵列天线是由许多辐射单元（辐射电磁波的小天线）按一定要求排列成阵而成。当阵中每个单元辐射的无线电波的相位在天线正前方同相时，各单元辐射同相叠加的结果，使得辐射在这一方向上最强。而在其他方向，由于相位不同则互相削弱、抵消，从而形成了一个波束。如果我们用电子控制的方法改变阵列天线中每个单元的辐射相位，使它们在所要求的方向上都相同，那么在这一方向上辐射最强，而其他方向上则相互抵消，这样，便构成一个方向可变的波束。因此，在天线不动的情况下，只要控制每个单元的辐射相位，就能改变波束的方向。真是妙哉！由于相位是由计算机计算和控制的，所以波束扫描速度很高，并且波束控制也十分灵活。这种电子扫描波束被誉为无惯性的“轻便”波束。

人们把这种相位控制阵列天线称为相控阵天线。采用相控阵天线体制的雷达——相控阵雷达被誉为第二代雷达。相控阵天线波束扫描速度大约为机械扫描的100万倍，而且控制非常灵活。相控阵雷达不仅能用针状细波束做全空域的搜索，而且可以边搜索、边跟踪。它不仅可以边跟踪、边搜索，还可以同时完成导引、拦击、指挥调度等多种任务。以往，一艘大型舰只要装备七、八种不同类型的20~30部雷达。采用相控阵雷达只要两、三部就可以了。一般雷达只能跟踪一个目标，而一部相控阵雷达却能同时跟踪几十到几

百个目标。由于普通采用有源天线单元组件，即在原来的辐射单元后面接上一个晶体管放大链（作发射源）和一个低噪声前置放大器，不仅能获得极大的发射功率，增加探测距离，而且提高了雷达的可靠性。相控阵雷达以它的独特优点获得了广泛应用。

47. 并非高射炮打蚊子

由于雷达具有良好的遥测特性，它在航空、航海、空间技术、天文、气象、地理等许多领域都得到了广泛应用，并日益发挥巨大的作用。这是众所周知的。然而，用雷达来探测和研究昆虫迁飞规律却鲜为人知。

像飞机、舰只能反射雷达波一样，昆虫也能反射雷达波。这一事实在 40 年代末已被昆虫学家所证实。到了 1950 年，英国昆虫学家 Rainey 提出了用雷达来观测昆虫迁飞的建议。1955 年，Rainey 得到英联邦气象部门的合作，在波斯湾由 10 厘米波长的航海雷达第一次检测到蝗群。自那以后，许多昆虫学家相继用军事和气象雷达对飞行昆虫进行观测和研究，取得了可喜的成就。

从 60 年代末期以来，英国、美国、澳大利亚、加拿大等国先后组装了专用的昆虫雷达，用来观测昆虫的迁飞。虽然各国所用的雷达有些差异，但基本原理是相同的：雷达波为恒速、定向传播，遇到障碍物后产生反射回波。由于昆虫能够反射雷达波，所以应用雷达就可以发现昆虫目标，并测定出它的距离和方位。

普通的昆虫雷达作用距离只不过几十公里，所观测的高度在 1 公里之内，所用的频率范围比较宽（Ku、C、S 波段都可以），发射的波束很窄。因此，昆虫雷达通常多采用价廉、小型的导航雷达的发射接收机和平面显示器为主机，将原导航雷达中不适于空中昆虫观测的直线式天线改为圆抛物面天线。

利用昆虫雷达，昆虫学家可以检测迁飞昆虫的高度、密度和迁飞方向，并且还可以利用测定昆虫飞行时振翅频率等方法，辨识昆虫的种类。在国外，应用昆虫雷达已经成功地研究了非洲粘虫、沙漠蝗、澳大利亚蝗、云杉卷蛾、蚱蜢等许多昆虫的迁飞，并且在这些研究的基础上逐步创立了一门新的学科——雷达昆虫学。在我国，农业科学院植物保护所也决定用昆虫雷达来研究和监测迁飞蝗虫，并于 1983 年由无锡无线电二厂研制出我国第一台昆虫雷达。几年来，先后在山西、辽宁、吉林等地用昆虫雷达观测草地螟和粘虫的迁飞活动，多次观测都取得了比较理想的试验结果。

目前，昆虫雷达已成为昆虫学家研究昆虫迁飞规律和监测迁飞昆虫活动的重要工具。可以断言，今后在农业害虫的预报、昆虫学的研究、植物保护等方面，昆虫雷达必将发挥重要作用，给人类社会带来更大效益。

人们用“高射炮打蚊子”来比喻大材小用，颇为贴切。然而，这一比喻绝不能乱套到昆虫雷达的头上。用雷达观测昆虫不仅是物尽其用，而且是大有作为，岂能说大材小用？

48. 空中客车谁引导

飞机的飞行速度极快，给人们带来很大方便。但飞行安全却是人们最关心的问题。

无垠空域，银燕翱翔，飞行速度很高，气象条件复杂，要保证安全正点飞行不是一件容易的事情。无线电导航是克服这一困难的重要手段。在民航机上安装了许多无线电导航设备，诸如甚高频全向信标/仪表着陆系统、自动无线电罗盘、指点标接收机、测距设备、空中交通管制应答器、低高度无线电高度表、气象雷达及多普勒导航雷达、惯导系统等等。导航设备越先进，安全飞行就越有保障。

飞机在飞行中主要有两个方面靠无线电导航系统来保证，一是保证飞机在航线上正常飞行，二是在到达目的地后能安全着陆。

现代飞机大都以每小时一千公里的速度飞行在万米高空，机下云海茫茫，飞机位于什么地点的上空，应该向什么方向飞，距目的地还有多远，这些都只能靠无线电导航来解决。

航路导航就是对飞机的飞行加以引导。主要采用甚高频全向信标，以自动无线电罗盘及测距设备等为辅助设备，气象雷达也可兼作导航雷达，也是辅助设备。

甚高频全向信标是做测向用的。它以仪表上的指针直接指示相对应的地面台的方位。全向信标的地面台辐射出来的载频，本身已含有对应 360° 的方位信息，机上设备只要检测出这种信息，就可以知道自己在地面台的什么方位上。信标采用的是甚高频（108 ~ 118 兆赫），作用距离是直线传播距离，对飞行在万米以上的飞机，大致可达 400 公里。飞机低飞时受地平线限制，作用距离会随之减小。在一条航线上往往要设立好几个地面台才能衔接。

自动无线电罗盘是三、四十年代发展起来的，只要接收地面台发射出来的载频，就可以在机械设备中用指针指示出地面台的方位。这种系统采用了 200 ~ 1950 千赫的频段，正好把中波广播频段包括进去，在广播电台工作时，飞机也可以用无线电罗盘测出广播电台的方位来。这种系统比较简单，况且又有广播电台可用，用熟用惯，仍作为辅助设备。

飞机在航线上飞行，由于受风向和风力的影响，容易飞偏。全向信标和无线电罗盘都可以用来纠正飞行方向。要在云层之上测量飞机的位置，可以对两个地面台测量方位，两条方位位置线的交点就是飞机的位置。

飞机在航线上飞行，除了测向，还要随时了解与目的地间的距离。现在民航机上使用的测距系统是一种二次雷达，原理很简单，当飞机需要测量到达目的地还有多少距离时，首先对目的地的应答器发出询问脉冲，地面应答器收到询问后即发出回答脉冲，机上设备测出脉冲来回所需的时间，而脉冲传播速度是已知的，所以，可得出飞机与目的地之间的距离。测距系统用 960 ~ 1215 兆赫频段，也是直线传播，作用距离在万米以上的高度可达 400 公里。

空中交通管制系统在机上还装有做识别用的应答器，但不直接用于导航。气象雷达是辅助设备，在飞行中可以引导飞机绕过雷雨区。多普勒导航雷达是无须用地面系统的导航设备，在飞越海洋或当地面没有导航台时使用。

民航机利用各种航路导航设备，就可以到达目的地的终端区。而飞机着

陆是整个飞行的最后阶段，也是最关键的阶段，需要依靠无线电着陆引导系统。有了着陆引导系统，就不至于受气象条件的限制，保证正点起飞或降落。

引导飞机着陆的系统有三种。第一种是双导航台系统，在跑道中心线延长线上装设内外两个导航台，飞机利用罗盘测得飞机过台顶时，即按规定高度和航向下降到目视着陆位置。这是一种陈旧的方法。第二种是用地面雷达控制飞机进场系统。在机场装备环视雷达和精密引进雷达，由地面对飞机进行监视、引导，并用无线电指挥飞行员按指示进入跑道延长线上空，大致只能引导到高度为 200 米、视距为 2 公里的地方，然后由飞行员进行目视着陆。第三种是仪表着陆系统，是国际上普遍采用的系统。在地面要用航向系统和下滑系统，产生一条对准跑道着地点的下降航道，在跑道延长线上要设立指点信标台。机上要有相应的接收系统，经过指点标后，飞机按下降航道下降。

有了航路导航和着陆引导，才能确保安全、正点，使旅客真正放心。正是：朝辞京华甜梦中，万里相会夕阳红。

空中客车谁引导？安全正点沐春风。

49. 导航卫星显神力

传统的各种导航系统，都存在着一些不尽如人意的地方。例如属于无线电导航的罗兰系统，作用距离不够远，要实现全球导航需要建立大量地面站。奥米加系统作用距离虽然远，但精度易受距离的影响，天线又庞大，目标突出，很容易被摧毁。多普勒和惯性导航要进行周期校正，就离不开其他导航系统，难于独立工作。天文导航设备复杂、价格昂贵、精度不高，容易受天气影响。人们翘首期盼着理想的导航系统。

1957 年底，美国约翰·霍普金斯大学应用物理实验室的威廉·H·吉勒和乔治·C·韦芬巴克两位博士，用无线电接收机收听苏联第一颗人造地球卫星发出的无线电信号，发现接收的无线电波的频率随着卫星的运动，出现多普勒效应，并研究出一种用地面站测量频移来确定整个卫星轨道的算法。本实验室的弗兰克·T·麦克卢尔和理查德·B·克什纳两位博士提出将这个程序翻个过，即由一个已知准确轨道的卫星可算出地面接收台站位置的设想。于是产生了利用卫星的多普勒频移和标准时间定位的卫星导航概念。

卫星导航的原理，概括地说就是导航卫星不断地向地面广播它随时间变化的精准位置，飞机、航船等用卫星导航接收机接收这些信息，再计算出自己所在的位置，达到导航的目的。卫星导航技术已有三十多年的历史，太空中的导航卫星已达数十之众，其中大部分是子午仪卫星，另外还有时间导航卫星、三体卫星、导航技术卫星和导航星等。这些卫星基本上可归为两大类：子午仪卫星和导航星全球定位系统（简称导航星）。子午仪卫星应用已相当广泛，但是它的缺点是不能瞬时连续定位，定位时间间隔长，用户速度误差影响大，所以应用受到限制。导航星全球定位系统具有全球、全天候、实时、连续、高精度导航等优点，因而受到极大关注。

导航星的导航原理与子午仪卫星有所不同，而与罗兰无线电双曲系统相类似，只是把精确定位的导航台搬到了空中。罗兰导航的几何原理是，到两个固定点的距离差为常数的动点轨迹，是以这两个固定点（已知坐标位置）为焦点的一条双曲线（实线），如果在一个平面上有三个以上的固定点，则可以使平面中任意一点都被置于两条双曲线的交点上。这样，如果要求一动点 D 在图中的确切位置，只要知道它到 A、B、C 三点的距离，便可求得。

根据上面所说的，如果 A、B、C 是三个精确定位的导航台，D 是被导航对象，它们都使用完全同步的时钟，则只要 A、B、C 台站不断发出带有时基的导向信号，D 将收到信号与发射信号的时差乘以光速（即无线电波的传播速度），便可求出准确的唯一解 D，也就是导航对象（用户）自己实现了精确定位。用户速度的计算是根据来自卫星导航信号载频的多普勒频移进行的。

导航星系统的组成和其他卫星导航系统大体相同，都有卫星、控制和用户三大部分。卫星是系统的中心，它运行时，不断发射两个 L 波段的展宽频谱导航信号，之所以用两个频率，是因为接收机可据此修正电离层折射误差。导航信号是一个长的数字编码，包括卫星星历、时钟校正参数、电离层传播延时校正参数等信息，每颗星上还有高精度的原子钟，为导航信号提供标准时基。用户只需进行无源测距便可定位。由于星体在空中运动受到各种自然因素的影响，它的轨道、姿态、工作特性等都随时发生变化，这就需要根据这些变化对它进行控制，同时注入新的导航信息。这一任务由控制部分来完

成。控制部分由监测站、上行数据站和主控站组成。监测站是在主控站控制下的无人管理数据收集中心，它跟踪接收卫星的工作、姿态和环境情况的遥测信息。主控站则根据这些数据，计算出最佳的卫星星历时钟误差，形成导航数据，通过上行数据站注入给卫星，调整卫星状态。

由于用户是形形色色的，为了满足它们的各种需要，就要求有不同类型的接收机。如供士兵用的是 MP 型背负式接收机；对速度和精度要求较低的用户则用 Z 型接收机；装在低速飞机或其他运载工具上的是 Y 型低成本军用接收机；而 X 型为高性能接收机，装在高速飞机上，可同时接收四颗卫星的导航信号，并能立即得出三维位置和速度数据。正是：

传统导航难如意，导航卫星显神力。

全球定位全天候，准确实时又连续。

50. 高瞻远瞩赖遥感

航空摄影，可以将所摄地面的情况尽收眼底，还可以从照片上准确地测绘出地面上的多种目标，这是大家所知道的。人们把利用敏感仪器，从远距离获得目标信息的过程，以及在这个过程中所使用的各种技术称为遥感技术。空中照相仅是其中的一种。除照相技术外，还有图像处理、图像辨认等都属遥感技术，所用的敏感仪器叫做遥感器。遥感一般是指对地球环境的遥感，即置于空中的遥感仪器对地面、海洋和大气等地球环境所进行的勘测活动。

空中摄影是利用地面反射的太阳光，使乳胶片感光制成照片的。颜色是光的波长特征。我们从彩照上获得目标的信息，来辨别目标，就是根据物体随波长变化具有独特的反射光强分布来实现的。可见光（如太阳光）是一种电磁波。而电磁波有许多种，如紫外线、红外线和微波等都是。它们的差别可归结为波长（频率）的不同。地面上的物体，除了反射可见光之外，还会反射其他种类的电磁波。不仅如此，一切物体除了能反射电磁波之外，它本身还能辐射电磁波。物体发射的这些电磁波，代表着物体的温度、表面状态和构成的物质等特征。这种自身辐射所传达的信息也和反射电磁波类似，可利用电磁波的波长特征和强度特征表达物体的内在信息。

在高空用照相机来记录反射的阳光，获得目标与可见光的有关信息。如果用记录红外线或微波辐射的敏感仪器，则可以绘制地面目标的红外波或微波辐射强度分布图，得到目标与这两种射线有关的信息。由此可见，遥感实质是通过电磁波来获取信息的。不过，在繁多的电磁波中，环境遥感大量应用的主要是可见光、红外线和微波这三种。

遥感是从远离地球的高空对地球或太空进行观察。这就需要把敏感仪器装在运载工具上。运载工具在遥感技术中也称为平台。它的作用是安装上遥感仪器，沿着预定的路径，在空中飞行，并为遥感仪器提供一切必要的工作条件，如姿态稳定、电源、通信等。高瞻远瞩，平台越高，覆盖的范围越大。常见的有四种平台，即飞机、气球、火箭和卫星。前两种属于低平台，后两种属于高平台。由于火箭飞行时间短，成本高，实际很少使用。气球的飞行路径很难控制，使用也不多。常用的是飞机和卫星，飞机机动性好，可安装任何遥感仪器，工作方便，成本低；卫星可在预定的轨道上稳定飞行几年，每天绕地球转十几次，提供的信息量大。现在，卫星在地球资源、气象、军事侦察以及其他科学考察的遥感任务中已成为主要平台。

在卫星上照相只能获取可见光图像，而且从卫星上将胶片送回地面也比较困难。现代遥感获取地面图像主要采用扫描成像技术。行扫描仪就是应用这种技术的重要仪器，它直接产生电学形式的图像数据，数据的传输、保存以及运用计算机处理都非常方便。陆地卫星多光谱扫描仪可同时获得四种光谱的图像。多光谱图像可以提供更多的目标信息，分辨能力和利用价值更高。

然而，照相和扫描方法仅适用于可见光和红外线。这两种电磁波传输时，受天气的影响很严重，它们都无法通过云和雾，而遥感过程是无法脱离大气的。与它们不同，微波辐射几乎不受云和雾的影响，于是独领风骚。

微波遥感应用的主要设备是雷达。这是一种有源的主动仪器，本身首先发出人工强微波束，然后接收机探测目标对这一微波束的回波。目前多使用一种叫侧视雷达的微波敏感器，由它的接收机便可获取地面的微波图像数

据。

遥感器记录的图像数据有两种，一种是曝光胶片；另一种是扫描仪或雷达产生的由磁带记录的图像数据，实际上是一系列电信号。图像数据经过计算机加工和处理之后，并不能“看懂”，还需经过认真判读。因此，必须仔细研究目标的电磁辐射特征，熟练掌握遥感图像的产生原理，综合分析，才能从遥感图像上获取更多的信息。

利用这些图像信息，可以绘制出准确的地图，寻找矿藏，调查森林，预报小麦产量，分析天气形势，合理规划城市……。正是：

巡天望地极目看，蛛丝马迹亦可辨。

一览无余收眼底，高瞻远瞩赖遥感。

51. 微波遥感神奇眼

由于可见光遥感器只能白天工作，红外遥感器也会受云雾和水汽的影响而降低性能或无法工作。所以人们只有采用波长更长的电磁波——微波。

微波遥感是利用物质的自然微波辐射，或人为地发射微波，使它与某种物质或某种物理现象相互作用，借测量辐射的强度或相互作用的程度来推测目标的即时情况。微波遥感所利用的微波频率比可见光和红外线都低，约0.3~300吉赫，对不同的目标，将采用不同的频率和不同的遥感器。具体做法是：探测目标和背景辐射或反射的微波信号，经过处理后，用磁带记录或传回地面，或者带动辉光管发光，变成可见光图像，再用胶片记录下来。

微波遥感有三个特点：

第一，微波不受云、雾、雨、雪等自然条件的影响，所以，微波遥感具有全天候工作的优点，无论是白天还是黑夜，也不管天气条件如何，一般都能正常工作，顺利完成各项任务。

第二，微波遥感不仅能如实地反映地表面的山、水、田、林等各种目标，而且还具有穿透地表面、沙漠地区的沙层、森林、冰块等物体的能力，探测的深度可达30米。

第三，由于微波遥感增加了观察的电磁波范围，所以能够补充可见光和红外遥感器所收集的信息，使识别地上目标更为容易。有些现象如海上的风、土壤中的水分，可见光和红外遥感器无法观察到，而微波遥感器利用海洋表面的微波散射可以对风遥感，利用土壤和冰对微波的体积散射，可以对水分遥感。

微波遥感的发展是从军事需要开始的。最初发明雷达，就是为了侦察敌机。后来又扩大到炮火控制和侦察地面敌情。由于普通雷达分辨率不高，又发明了分辨率很高的综合孔径雷达，能对地面成像，使雷达能和高空照相机起同样作用，而又不受天气和时间的限制。微波遥感器除了军事应用外，在陆地、海洋、大气等方面的各种民用事业上应用也很广泛。目前所使用的微波遥感器有两大类。一类是被动微波遥感器，它只测量地物辐射出来的微波能量。这类遥感器包括微波辐射计和分光计两种。一般多用它们测量大气温度、大气成分等，对改进天气预报的质量很有帮助。第二类是主动微波遥感器，它本身以微波形式发射出能量。由于目标和周围物体的电气特性（介电常数）和表面粗糙度的不同，因而散射回来的微波能量也不同。遥感器根据接收到的回波差异，就能区分目标。这类遥感器包括微波高度计、微波折射计、微波成像雷达、无线电探测器等。

由于微波遥感图片的影像细腻、信息丰富、易于辨认，既能鲜明展示辽阔大地的宏观图像，又能详细地反映区域内地质、地貌、水系、土壤、植被以及土地利用等地理特点，图像不仅清晰地显示了地表的自然景观，同时还揭露了地下隐伏的地质地理现象，似及有关现象的动态变化。因此，微波遥感图片可供农、林、牧、水利、矿产、石油、地质、交通等生产部门及地理、生物、测绘等科研部门作为区域考察、工程设计、科学研究和远景规划的基础资料。

微波遥感在海洋方面可以用来改进保护生命财产的警报体系，更准确地预报天气，更好地监视环境质量，更有效地管理海洋资源，改进渔业，增加航行安全，提供船舶和海岸结构设计用的更好情报，增加大地水准面偏移知

识。

大气科学对气象研究有四大目标：提高天气预报的能力，监察和控制大气污染，对天气灾害和危险进行有效报警，对气候和天气加以控制、改变。而微波遥感正是气象研究的最有效工具。

如果说遥感是科学的千里眼的话，那么微波遥感就是其中一副神奇的眼睛。真可谓：

微波遥感神奇眼，明察秋毫不一般。

夜以继日全天候，云雾雨雪只等闲。

52. 桔红色的黑匣子

在当今的民航机上都装有飞行信息自动记录器。它是调查空难事故的主要线索，因此被称为黑匣子。确切些说，应是桔红匣子，因为这种匣子都漆成桔红色，便于寻找。

每架飞机上有两个黑匣子，安装在飞机尾部最安全的部位，也就是失事时最不容易损坏的部位。按设计要求，黑匣子能够承受地球重力加速度 1000 倍的速度，在深水下防水 30 天，抗 2 吨重的高压，它在 1100 的高温下可以抗 30 分钟，是相当可靠的。

第一个黑匣子是一个无线电话记录器，用来记录机组人员之间的对话和与其他人如劫机者的对话。这个匣子一共有四条音轨。第一条记录飞行员与地面人员的对话；第二条记录正、副驾驶之间通过驾驶舱内部电话的对话；第三条通过驾驶舱内的一个监听器记录室内所有声音（尤其是记下异常声音，如威胁、爆炸、发动机声音异常等）；第四条记录机长和空姐对乘客的讲话。这种记录器的最长录音时间为 30 分钟。录完 30 分钟以后再从开始录音。这样，当事故发生时，记录器内只有事故前 30 分钟的录音。这已经足以使人了解出事前的情况。至于驾驶舱内的对话，由于并不是全部有技术价值，所以机长可以抹去这段录音以维护私人利益。但只有在飞行正常完成、发动机已关闭或停机制动器拉住等三种条件下才能抹掉。

第二个黑匣子相对要复杂一些。它是一个数据记录器，可记录 25 小时，根据不同的飞机能记录几十种参数，目前最多的能记录 200 种参数。这种黑匣子需用大量磁带。它通过飞机各部位的传感器接收信息，转成数码，用电码脉冲调制法依次记录在磁带上，这跟数字录音机和激光唱片有些类似。

要记录的信息差别很大。像记录格林威治时间和收放起落架，变化比较缓慢。而监测油压、驾驶员反应、垂直加速等，变化就十分迅速。由于编码的原因，这些信息不可能同时记录下来，所以要确定飞机各参数的优先记录表，也就是一种编码阶段。每个阶段 4 秒，在需要时可反复记录同一参数。为此，每段分四个分段，每分段 1 秒钟，有 64 个“二进制字”，而每个字含 12 个“0”或“1”的比特。这 12 个比特的记录精确度高于传感器所能达到的水平。一般 10 个比特就足够了，另外两个比特通常用于记录起落架的收放等其他信息。用这种编码方法可以在 1/8 秒到 4 秒之间记录飞机 32 个关键参数。

第二个黑匣子使用的也是自动回转磁带，上有 14 条音轨，直到 14 条音轨全部录满后再从头开始抹旧录新，因此备有录 25 小时的磁带即可。

在一些先进的飞机如空中客车 A320、A330、A340 及波音 777 上，驾驶程式已电子化。驾驶员下达的指令是通过计算机来传达到控制面和各部件的。因而，记录各种参数也是通过计算机来完成的。英国已研制成功一种新式黑匣子记录系统，它除了能记录上述电子信息外，还能连续记录雷达信息，即能把声音和雷达数据录在同一个数字盒式磁带上。

53. 公开秘密窃听器

为了有效地收集情报、准确地窥测方向、严密地防范敌手，五花八门的窃听器应运而生。

窃听器的研制并非易事。由于窃听行为极需隐蔽，所以窃听器大多做得十分小巧，而且非常生活化不为别人所注意。而对窃听器要求最高的则是它对声音信号的灵敏度。先进的无线电技术用于窃听器材的研制开发，大大促进了无线电技术本身的发展，以至使窃听器成为当今无线电领域的一个重要分支。

从功能上来分，窃听器材有两大类，一类是用于窃听的；另一类则是用于反窃听的，具有探测器的性质。

用于窃听的一类，以小巧为主，多依附在各种生活用品上以掩人耳目，同时要求灵敏、可靠。例如，笔形窃听器从外观上看是一支能书写的圆珠笔，但它却是一个能把谈话声音发送到 200 米以外的窃听发信机，装在笔内的电池可以保证连续发信 15 小时。计算器形的窃听器，不仅具有电子计算器的基本功能，还能在 200 ~ 300 米远的距离内，具有收发信功能。台灯型窃听器的发信距离也在 300 米以上。而装在室内墙壁上的三孔电源插座，也可用来做窃听器，它对 15 米以内的各种声音都可以接收到。此外，如手表窃听器、皮带扣窃听器等等，都与日常生活用品为伍。

这类用于窃听的窃听器都装有高灵敏度声音传感器，在有效距离内，即使极微弱的声音也能通过发信机发送出去。

大千世界有矛必有盾。窃听者自然关注反窃听，形势与需求促使反窃听器材与窃听器材以同样的速度向更尖端的方向发展。事实上，各种反窃听器材都是具有很强针对性的探测器。如窃听器探测机，就是利用敏感元件对窃听器发信时的微弱电波的反应找到窃听器的。电话号码解读器也是一种反窃听探测器，它用来解读那些被人录了音的电话的号码。还有一种电话探测器，专用于检查电话里是否装有窃听器。当电话里的窃听器随着电话通话而向外自动发信时，电话探测器就能马上发出警报，灵敏性非常高。

探测器的灵敏程度和准确程度是最重要的，至于是否小型化并不十分强调。今天，探测、寻找那些具有尖端技术的小型窃听器是极其困难的。因此探测器的技术远比窃听器要高。

当今世界，不仅在军事领域，在其他许多领域，窃听与反窃听已是公开的秘密。在这广阔的天地里，先进的无线电技术将大有作为。

54. 强弩之末添新意

人类认识电磁现象至少已有两百年的历史。直到 19 世纪 60 年代，麦克斯韦在前人成就的基础上预言了电磁波的存在，20 年后赫芝首次实现了电磁波传播。一百多年来，电磁波为人类创造了一个奇迹般的世界，并开创了今天的信息时代。

电磁波是能量和信息的载体。它由天线辐射出去，在空间以一定规律传播，再由天线接收后从终端输出，从而完成能量和信息的传递工作。然而，迄今我们使用的电磁波都是以球面波形式在空间传播的，它的能量随距离而按平方比律衰减，电磁波到达接收天线之前，其能量的绝大部分已散失于四面八方。真可谓强弩之末。

通常，强弩之末是没有什么“劲”了。那么，我们能不能使电磁波这一强弩的能量在传播过程中尽量少散失或不散失，持续保持发射之初的强劲呢？

几经科学家的努力，这种理想的电磁波终于被发现，它就是所谓的电磁导弹。于是，强弩之末又添新意。

电磁导弹并不同于人们想象的“飞毛腿”导弹，它不是物质导弹，而是一种神奇的能量导弹——慢空间衰减的电磁波。只要这种电磁波的波形参数选得合适，就有可能使它的空间衰减任意慢。

电磁导弹有三个显著的特点：所占频谱极宽；脉冲宽度极窄；在传播过程中衰减慢。大家知道，任何电磁信号都占有一定的频带宽度，通常用绝对带宽（最高频率减去最低频率）和相对带宽（绝对带宽与 2 倍中心频率之比）来描述。常用的正弦信号频带很窄：绝对带宽不超过某个频段，如短波波段、超短波波段等，相对带宽一般为百分之几，最宽的也不大于百分之二十。而电磁导弹的频谱极宽，包括从接近的低频一直到微波、毫米波的整个波段。它的相对带宽接近于百分之百。如果用示波器来观察它的时间波形，则这种波形的上升速度极快，脉冲宽度极窄，这是电磁导弹的极宽频谱在其时间波形上的反映。这种波形是一种无载频冲激脉冲。这种脉宽极窄、频谱极宽的无载频冲激脉冲在空间传播时就形成电磁导弹。

通常的正弦信号是以球面波的形式在空间传播的，其能量的衰减规律是与距离的平方成反比，即距离增加 10 倍，电磁波功率密度降至百分之一。而电磁导弹是以波束式的准平面波在空间传播的，其能量衰减比球面波来得慢。当其脉冲上升时间为零时，电磁导弹可实现距离反比律衰减，即距离增加 10 倍，能量衰减到十分之一。当脉冲波形中出现奇异性时，有可能实现任意慢的衰减，这样的电磁信号就能传播到很远很远的地方，这正是人们所追求的。

由于电磁导弹具有上述特点，因此将被广泛应用于雷达、通信、电子战等许多领域。电磁导弹应用于雷达系统，能大大提高雷达的作用距离，提高雷达的抗干扰、反隐身、反低空突防和反辐射导弹的能力。电磁导弹雷达还具有穿透力强、分辨率高、无多径干扰、可探测低空目标等特性。由于这种雷达系统简单，体积小，效率高，易于集成化，因而成为当前雷达技术的一个发展方向。此外，电磁导弹在通信领域中也必将大显身手，它将实现比扩频通信系统性能更好的超宽频带通信。它作为一种很理想的信息载体，信道容量大，保密性和通信质量俱佳。随着科学技术的进步，战争中的电子对抗越

来越激烈，可利用电磁导弹来触发攻击飞机的电子系统开机，从而发现来犯的敌机，也可使敌机的电子系统过载，甚至使其部件烧毁而完全失去战斗力。

电磁导弹为我们开辟了一个新的科研领域，我国科学家在这一领域的时域条件、散射规律、传播特性等方面做出了独特的贡献，正阔步走在世界前列。

55. 寰球弥漫电子雾

随着地球上电子设备日益增多，它们辐射出的电磁波形成了一层封裹全球的辐射毯。这就是正在世界上扩展的新型污染——电子雾。它虽然看不见、摸不到、听不见、嗅不到，然而却无所不在，到处横行。

电子雾的严重污染常使一些电气设备产生误动作。比如，在把数据输入计算机的存储器时，电子雾能使数据出错或者将程序破坏，机器人也可能产生误动作。对那些靠计算机系统控制飞行的飞机，如何避免自身大功率设备的干扰，便成了设计中的最大难题。对于电视工作者来说，他们的电视摄像机和录像机当遇到雷达的天线做水平扫描时，也十分头痛。此时，图像和声音被尖头信号和短促的高音所破坏，雷达信号在线路中感应出的大电流能将录音机烧毁。

射电天文学家对电子雾更苦不堪言。为了探测遥远深空的微弱信号，射电望远镜必须极度灵敏，而无线电话、微波炉等也是天文观测的大隐患。

电子器件和设备不仅是电子雾的受害者，同时也是电子雾的制造者。比如，在一台正在运行的微机旁边放一架收音机，收音机会发出嗡嗡声或噼啪声。同样，计算机对电视也有干扰。这是因为计算机所产生的脉冲电流其频率处在无线电频谱上，而通过这些电流的导线，将它的小部分能量辐射出去；另外，许多计算机采用的整流电路，以每秒 30000 次的速度改变电源电压的方向，这相当于发出一个 30KHz 的信号。在设计计算机时如果没有考虑自身的辐射问题，别人可能取得这些漏出信号并译码，危及计算机数据的安全。尽管处理储存数据的信号仅在几伏特电压上工作，辐射不太远，然而馈入显示装置阴极射线管的视频信号，将被放大到几百到几千伏特，可发射到几十米以外。当然，这种辐射对计算机工作者的健康带来的影响也是不可忽视的。

只要我们看一下干扰电场的强度，对电子雾这一严重污染的危害便会有更深的认识。通常无线电信号场的强度是用 V/m 来度量的，即在 1 米长的天线上所产生的电压。无线电广播和电视信号总是小于 1V/m，而携带式的发射机虽只有几瓦的功率，但在几厘米近处，它能产生高达 50V/m 的场强。工业设备近旁的场强更高，如一只 100KW 的热电头，能产生 100V/m 的场强。雷达天线附近的场强也很高。在有的喷气式战斗机中，电子干扰系统辐射一种宽频谱的无线电信号，驾驶员不得不用镀金的座舱罩来防护，否则他将成为“微波炉”中的一块肉。

随着经济的发展，电子雾漫漫，来势甚猛。比如，常用的机动车辆与日俱增，趋向电子驾驶。车辆的引擎、制动、传动及停车都靠电子系统控制，每辆车数十个传感器，干扰问题至关重要。而由于加强纤维塑料的崛起，逐步取代金属车身，这对于电磁辐射来说，将完全失去屏蔽作用。

面对电子雾这一公害，人们正考虑对策。目前，法拉第罩仍不失为最佳方法。

56. 人脑功能的延伸

在与大自然的斗争中，人类创造出各种工具和器械。这些工具和器械是人的各种器官的延伸。比如，钳、锤、锹、镐、车床、吊车等是人手功能的延伸；车、船、飞机等是人腿功能的延伸；显微镜、放大镜、望远镜等是人眼功能的延伸；电话、收音机等是人耳功能的延伸。

电子计算机是能够把信息自动高速存储和加工的一种电子设备。它有计算、记忆和逻辑判断的功能，可以代替人脑的一部分劳动。从这个意义上讲，它是人脑功能的延伸。所以有人把电子计算机叫做电脑，把微型电子计算机叫做微电脑。当然，现在的电子计算机在许多方面同人脑有着本质的不同。

在电子计算机出现的初期，人们主要把它当作一种高级计算工具，用来代替人工进行繁琐、精密的数字运算。随着电子计算机技术的飞速发展，计算机的功能已越来越强，大量应用到工业自动化控制、信息收集和分析处理、图像识别、文字翻译等非数值处理方面。目前，电子计算机已经广泛应用于社会的各个领域。微型电子计算机也开始进入寻常百姓家，成为人们工作、学习、娱乐的好助手。

电子计算机系统由硬件和软件组成。通常人们把组成电子计算机的一切电器设备，如运算器、控制器、存储器、输入、输出设备等计算机本身的物理机构称为计算机硬件，简称硬件。然而，只有硬件计算机是不能工作的。要使计算机能够顺利地运行并计算和处理各种问题，必须给它编制各种程序。为了运行、管理、维修和开发计算机所编制的各种程序及相关的文档资料，统称为计算机的软件。

计算机的软件主要包括：各种计算机语言的汇编或解释、编译程序；计算机的监控管理程序，故障检查和诊断程序；程序库；操作系统；各种应用程序等。

硬件与软件的紧密结合才成为完整的计算机系统。其中，硬件建立了计算机应用的物质基础，各种软件则扩大了计算机的功能，开发了它的资源，便于用户使用。

当今人们通常所说的电子计算机，一般指的是数字式电子计算机。严格来说，电子计算机包括数字式电子计算机、模拟式电子计算机和数字模拟混合式计算机三大类。

57. 计算机的好记性

计算机又被称做电脑，主要是因为它的记性太好。计算机为什么会有神奇的记忆力呢？这恐怕要归功于它那非同寻常的存储器。

存储器由许多记忆元件组成，这些记忆元件具有两种稳定的状态，分别表示二进制码“0”和“1”。记忆元件可以是磁芯、半导体触发器、MOS 电路或电容器等。

“位”（bit）是二进制数的最基本单位，也是存储器存储信息的最小单位。8 位二进制数称为一个字节（byte）。当一个数作为一个整体存入或取出时，这个数就叫存储字。存储字可以是一个字节，也可以是若干字节。若干个记忆元件组成一个存储单元，大量的存储单元的集合组成一个存储体（MemoryBank）。

为了区别存储体内的存储单元，必须把它们一一进行编号，称为地址，就好像房间号码一样。地址和存储单元之间一一对应，而且是存储单元的唯一标志。应当注意的是，存储单元的地址和它里面的存放内容不是一回事。

根据在计算机中所处的位置不同，存储器可分为内存储器和外存储器。

在主机内部，直接与 CPU 交换信息的存储器称为内存储器。内存按工作方式又分为随机存取存储器（RAM）和只读存储器（ROM）两种。RAM 可直接由计算机读写，运行时，各存储单元的内容可通过指令随机访问；而 ROM 则只能从中读出数据，即存放一次性写入的程序或数据，仅能读出。所以，RAM 通常存放要经常变动的程序和数据，ROM 则存放固定不变的程序或数据。有时，这种存有软件的 ROM 称为固件，它兼有软件和硬件的特征。RAM 与 ROM 共同分享内存的地址空间。

由于结构、价格等原因，内存的容量受到一定限制。为了满足计算的需要，人们采用了大容量的外存储器。外存主要有磁盘、磁带和光盘等。

存储器的特性由它的技术参数来描述。

（1）存储容量：存储器可以容纳的二进制信息量称为存储容量。内存的容量是指用地址寄存器（MAR）产生的地址能访问的存储单元的数量。如 n 位字长的 MAR 能够编址最多达 2^n 个存储单元。一般内存容量在几十 K 到几 M 字节左右；外存容量在几百 K 到几千 M 字节之间。

（2）存储周期：存储器的两个基本操作为读出和写入，是指将信息在存储单元与存储寄存器（MDR）之间进行读写。存储器从接收读出命令到被读出信息稳定在 MDR 的输出端为止的时间间隔，称为存取时间。两次独立的存取操作之间所需的最短时间称为存储周期。

（3）存储器的可靠性：存储器的可靠性用平均故障间隔时间来衡量，可理解为两次故障之间的平均时间间隔。间隔越长，表示可靠性越高，即保持正常工作能力越强。

（4）性能价格比：性能主要包括上述三项。性能价格比是一项综合性指标，对不同的存储器有不同的要求。外存要求容量大，缓冲存储器则主要要求速度快。

58. 容量单位 K 与 M

谈起计算机的存储容量，我们常常用到 K 和 M，把它们作为一种单位，那么它们到底代表什么呢？

大家知道计算机的操作是采用二进制，由一些 0 与 1 的信号进行控制操作的，这些信号一组组地出入中央处理器。一个 0 或 1 的信号称为一位(bit)，每 8 位信号又组成一个组(byte)。通常一个字母或符号必须以一组信号(也就是 8 个位信号)来表示，因此又称这一组信号为一个字节。比如，我们常说 PC 机是十六位机，就是指它的中央处理器可以在同一时间内处理十六位(或者是说两个字节)的信号。当我们在键盘上按一个键，就产生一组的信号，中央处理器收到信号后，就在屏幕上显示出该信号所对应的字母、数字或符号。因此，计算机对信号的处理是把它当作数码，而这些数码是由 0、1 组成的二进制代码，跟我们熟知的由 0、1、2、……9 组成的十进制位码各有不同。又因二进制码读起来太烦，因此人们又把每四个二进制码变成一个十六进制码，也就是由 0、1、2……9、A、B、C、D、E、F 等 16 个符号来代表。

一个字节有 8 位，可以用两个 16 进制码来表示。8 个 0 与 1 的信号一共有 256 种组合，便使计算机可显示出 256 种不同“符号”，因为 $2^8=256$ 。

在处理汉字时由于字数太多，以一个字节来表示根本不够用，使用两个字节来表示一个汉字，这样“符号”的数量可达六万多(2^{16})。

那么，上面所说的 bit 是什么呢？它是计算机数据最基本单位，它的英文全名是 binary digit，计算机专家将这个名词取其首字母 b 和尾字母 it 组合而成，以代表计算机二进制。

表示存储容量的 K 是 kilo 的缩写，在数学上代表一千，但在计算机二进制上它则代表 1024 即 2^{10} 。

而 MB 的全写是 megabyte，即一百万位组。M 的代表值应是 1048576 即 1024K。

但是，平日我们为了方便，习惯上还是说 1MB 为一百万个字节，也有的称一兆字节。

59. 微机常用软盘片

在目前微型计算机的存储介质中，软盘片是最常用的。它由圆形的聚酯薄膜做片基，两面都有磁性材料。外面有一方形的塑料保护套。早期盘片直径是 8 英寸（200mm），这种盘片现已不常用。目前最

常见的是 $5\frac{1}{4}$ 英寸（130mm）和 3.5 英寸（90mm）两种。此外，新研制的还有 3 英寸和 2 英寸等小型软盘片。

$5\frac{1}{4}$ 英寸软盘按用途又可分为三种。一种是工作（记录）用盘片，即通常存储数据用的盘片。它的保护套上有几个孔。中间大圆孔是主轴孔，当软盘片放进软盘机时，主轴把盘片夹紧，带动盘片在保护套内旋转，保护套是不动的。主轴孔旁有一个小孔，叫索引孔，用来确定磁道的起始位置，检查盘片转速。下面有一长圆孔，是供磁头运动进行读写的。侧边有一缺口，当用胶纸把缺口封上时，就不能进行写入，以避免因误操作把软盘上的数据破坏了。通常叫它为“写保护”。另一种是校准用盘片，用来调整和检查软盘机，通常称为 CE 盘，俗称“猫眼盘”。校准盘片上写有特殊的信号，不是用一般复制的办法可以做出来的，所以非常贵。它在外形上与普通盘片没有差别，如果误当工作盘使用，就破坏了它的校准功能，造成损失。第三种是清洗盘片，由于软盘机的磁头是暴露在周围空气中，难免沾上灰尘或其他脏物，需定期清洗。清洗方法有多种，采用清洗盘片是一种方法。这种盘片在外观颜色上与普通盘片不同，因此不易混淆。

软盘片的两面如同一页书的两面。盘片的每面分成许多磁道，一条磁道好比是书的“一行”。只不过磁道是一个个同心圆，而不是一行行直线。每条磁道由许多位组成，好比是每行中的一个字。数据就保存在这些位上，每个位存储一个数据。

对使用者来说，最关心的是一片盘能存储尽量多的数据。可是软盘片存储面积是一定的，要存储多就必须提高单位面积的存储量。在每条磁道上单位长度存储的位数叫“位密度”，单位是每毫米位数或每英寸位数（bpi）。而半径方向单位长度上的磁道数称为“道密度”，单位是每毫米道数或每英寸道数（tpi）。

由于软盘片要互换，在一台软盘机上写好的软盘片在其他同类型的软盘机上也能读出，就必须有统一的标准。目前，国际标准规定了每个磁道的位置（同心圆的半径）和道密度。 $5\frac{1}{4}$ 英寸盘片只有 48tPi 和 96tPi 两种道密。位密度也只有两种常用，即采用改进调频制的 5876bpi 和 9646bpi，后一种称为“高密度”，前一种称为“倍密度”。

总之，软盘片有单面、双面，倍密度、高密度，48tPi、96tPi，经过排列组合，可以有许多种不同的规格。不过，对于高密度，只用 96tpi，所以 IBM—PC 机所用盘片实际上只有三种：双面的倍密度 48tpi 与 96tpi，高密度 96tpi。

软盘片的存储量是怎样计算的呢？

我们可以用每面磁道数乘上每磁道存储字节数，得到它的“最大存储容量”。这个容量通常称为“非格式化容量”。例如：双面 48tpi 的盘片，每

面 40 个磁道，每磁道存储 6250 字节，它的非格式化容量为：

$$6250 \times 40 \times 2 = 500000 \text{ 字节} = 500\text{KB}$$

在使用时，不同的操作系统把软盘分成不同的格式。如 PC—DOS 在一条磁道分成 8 个或 9 个扇区，每个扇区有 512 字节。当用 9 个扇区时，存储量为：

$$512 \times 9 \times 40 \times 2 = 368640 \text{ 字节} = 368\text{KB}$$

这个容量称为“格式化容量”。

由此可见，格式化容量与采用的格式有关、所以，选择盘片时要注意非格式化容量和格式化容量的差别。如双面高密度 96tpi 盘片，非格式化容量为 1.6MB，而格式化容量为 1.2MB。

60. 外存新秀——光盘

当前，世界上存储信息量最大、存取速度最快的磁盘，应数光磁盘了。光磁盘又叫光盘，可分为“预记录型”和“可记录型”两类。最常见的预记录型光盘是 ROM 盘；可记录型光盘是 WORM（一次写/多次读）光盘和 MO 光盘（磁性光盘）。

ROM 光盘的制作近似于唱片，把金属母盘压在加热的聚碳酸酯盘上，使它的表面复制出与母盘成镜像对称的小坑。这些小坑就是预录制的信息。然后在复制盘上覆盖一层铝膜，用塑料密封起来。

CD 唱片是最常见的光盘，直径 4.72 英寸，存储 683MB，能播放 72 分钟。用于保存数字式数据的 ROM 光盘称做 CD—ROM，格式与 CD 唱片略有不同：数据从盘心开始记录，按螺旋线形式向外扩散，每分钟 200—500 转，寿命为 10—50 年，另一种以玻璃做基盘、表面覆盖金属的，寿命可为 100 年左右。

由于 CD—ROM 的读取时间快（0.5 秒）、造价低、邮寄方便，最适合于制作电子出版物。如“一本”全国性 CD—ROM 电话号码目录，共两张光盘，却记录了一亿多居民的电话号码和地址，查询十分方便、快捷。

WORM 光盘的规格从 3.5 英寸到 14 英寸不等。12 英寸 WORM 光盘的容量达 4360MB，寿命达 100 年，数据传输率为每秒 600KB，存取时间为 180 毫秒。它的容量比硬盘大 50 倍，存取速度只有硬盘的十分之一。WORM 光盘只能写一次。写数据的时候，激光在盘上烧出了一个小坑，写过的地方就不能再写了，以后只能供读出用。这一特征使它最适合于在法律或类似的部门应用，只允许对信息补充、追记或销毁，而绝不容许更改。

MO 光盘可以在擦除了原有的数据之后重写。有 3.5 英寸和 5.25 英寸两种规格，盘片越大，容量越大，5.25 英寸光盘的容量为 500MB 以上。

光盘媒体由聚碳酸酯或坚硬的玻璃衬底和记录层组成，而记录层则是由高反射物质——染色高聚物或合金构成，并用透明塑料覆盖，用来保护记录体。

由于光盘采用半导体激光读写数据，所以容量极大。此外，存储在光盘中的数据信息不受光照、电磁场的影响，稳定性高，信息存满时，换盘方便容易。

目前，光盘主要用在办公自动化系统中，如用 CD—ROM 光盘组成的文档管理系统，由计算机、光盘机、打印机组成，DOS 作为操作系统，具有磁盘所不能比拟的许多优点。不久的将来，光盘将取代磁盘，成为主要的信息存储设备。

61. 电脑的神神经

在计算机系统中，中央处理器、存储器、外部设备及接口之间，是通过什么来相互连接并传输信息的呢？是通过一种被称为总线（bus）的公用信号线进行连接并传输信息的。总线就像人体内的神经，沟通计算机的各个部分，十分默契而又自如地传输着各种信息。总线按功能可以分成数据总线、地址总线和控制总线。

数据总线是中央处理器和存储器、外部设备之间传送指令和数据的通道，它的宽度反映了中央处理器一次处理、传送数据的二进制位数。据此，可将微机分成 4，8，16，32 位等种类。典型的有 8 位、16 位微处理器及单片机。其中，8088 微处理器和 8098 单片机，因其外部数据总线宽度为 8 位、内部仍是 16 位结构而俗称为准 16 位机。

地址总线用来给存储器、输入/输出接口编号，以便中央处理器按地址对它们读写。一般存储器的编址使用全部地址线，所以地址线的根数反映了微处理器的寻址能力。用 n 根地址线编址的存储空间可达 2^n 个单元。8 位机有 16 根地址线，因此，最大寻址范围为 64K 字节（ 2^{16} ）。而 8088/8086 有 20 根地址线，则有 1M（ 2^{20} ）的寻址空间。

输入/输出接口编址的方法有两种。一种是利用部分地址线编址，中央处理器使用专门的输入/输出指令和读写控制信号访问接口。另一种方法是把输入/输出接口视作存储单元，与存储器统一编址，对存储器操作的指令完全适用于对输入/输出接口操作。

控制总线用来传递中央处理器的控制信号，控制所要执行的操作的种类和顺序，以协调系统各部件的动作。各种微处理器都有本质上相同的数据总线和地址总线，其主要差别在于控制总线。三组总线中，控制总线最为复杂，它主要包括以下几个方面。

（1）读写控制线，决定数据线上数据流动的方向，以及是存储器读写还是输入/输出操作。

（2）中断信号线，包括可屏蔽中断输入线、非屏蔽中断输入线和中断响应线。

（3）总线控制线，当其他主设备想使用总线时，通过这类控制线，使中央处理器暂时挂起，放弃对总线的占用。一般有总线请求线与总线响应线。

（4）复位线，中央处理器接收到复位信号，就进行初始化，并以指定的复位入口处开始执行程序。

（5）等待线或准备就绪线，用于中央处理器与慢速的存储器和输入/输出装置同步。

（6）主控时钟线，产生中央处理器各种基本操作的时基。

（7）其他还有串行输入、输出数据线，刷新信号线，停机线、置溢出位线、状态控制线等等。

62. 计算机的五官

对我们每一个健康人来说，用眼睛看可以得到绝大部分外界信息，感觉到物体的形态、大小和颜色；用耳朵听，可以感觉到声音；用舌头尝，可以感觉到酸、甜、苦、辣、咸等味道。当外界信息通过五官及神经传递到大脑时，大脑便进行思维，作出处理判断，并指挥四肢和肌肉作出相应的反应。经过思维和判断作出决策和发出相应的命令。

计算机就像人的大脑，也需要“五官”。计算机的五官，就是各种各样的传感器。

传感器是计算机输入信息的重要外部硬件之一。由于计算机只能接收数字信号，所以需要一种装置，把非电量变为电量，再把模拟量变为数字信号，然后送入计算机处理。这种把非电量变为电量的装置便是传感器。在形形色色的传感器中，只有振弦式等极少数传感器能直接输出数字量。因此，绝大多数传感器的测试电路中都要有模数转换器，才能把测试结果输入计算机。不难看出，在现代测控系统中，传感器和计算机是密不可分的。

传感器处于连接被测对象和测控系统的接口位置，构成了信息输入的主要窗口，提供系统进行处理和决策所必需的原始信息。如果没有传感器对原始参数进行精确可靠的测量，那么就是最好的数据处理计算机、最佳的显示和控制部件，都将失去意义。因为优良的二次仪表可以高保真地再现传感器的输出，却无法添加新的检测信息或消除传感器引入的误差。由此可见，传感器的发展将使计算机的功能得到充分地发挥，同时也大大促进了计算机的发展。举足轻重，不可等闲视之。

在传感器和计算机默契配合的过程中，传感器就相当人的五官，而计算机就相当人的大脑。尤其是在信息处理过程中，这种默契要达到天衣无缝的地步。信息处理系统根据计算机的命令进行操作，实现显示和反馈控制等，就宛如人根据大脑的命令移动手脚或其他器官一样。

63. 五光十色的打印机

打印机是计算机的重要外部设备。高速度、高分辨率、高可靠性、低噪声、多字型、彩色打印成为打印机发展的方向。打印机的作用是把计算机的程序、数据、处理结果，以人们能够识别的数字、符号和图形等，按照所要求的不同形式，逐行快速地打印输出在打印纸上。当前流行的打印机分为击打式和非击打式两类。

击打式主要是常见的针式点阵打印机，按打印针头的不同分为 9 针、16 针、24 针打印机，现在又发展到 36 针和 48 针高印字质量打印机和多打印头打印机。也可按每行打印字符的数量分为 72 列、80 列、160 列等窄行或宽行打印机。

非击打式打印机主要有激光式、喷墨式和热感应式等，此外，还有 LED、LCD、磁式、离子式等打印机。

激光打印机从 80 年代诞生之日起，就成了办公自动化的主要输出设备。它具有速度快、噪声低、印刷效果好、功能强等优点，尤其是图形和字体变化功能，倍受用户钟爱。

采用静电方式打印是激光打印机的重要特征。它的结构复杂，主要部件有供纸箱、显影器、转印站、光导鼓、清洁器、充电器、多面转镜、光调制器、印刷控制部件、激光发生器、格式印刷器、缓冲存储器、热定影器、积纸箱等。整个工作过程是这样的：先将要打印的信息由计算机一次一行送到缓冲存储器，当存储器存满一页以后，再顺次送入印刷控制部件，将字符代码通过光调制器变成光调制信号，调制出低功率激光束，用多面转镜对光导鼓的光导表面进行曝光，在表面产生一页要印刷的静电潜像，通过显影器，由增色剂复盖，把有增色剂的潜像在转印站从鼓转印到纸上，纸移动到定影器定影后，便得到印刷的字符。与此同时，鼓继续旋转通过清洁器清除表面的剩余电荷，重新放电、若此时缓冲器内又满一页字符，就连续印下去，直到印完为止。

喷墨式打印机介于点阵式和激光式之间，价格比激光式便宜，打印质量可与激光式媲美。因此，发展趋势很可能是它取代点阵式，挤占激光式，成为现代办公自动化的宠儿。

此外，打印机按输纸结构和方式分类，可分为行式、页面、平推式等；按输出色彩又可分为单色、多色和彩色等。

五光十色的打印机为计算机增彩

64. 得心应手说鼠标

鼠标又叫鼠标器，英文名称是 MOUSE。它能增强或代替键盘的光标移动键，在屏幕上更加快速、精确地定位光标，解决了用标准键盘输入某些信息，尤其是图形信息时所遇到的困难。

鼠标是一种很好的计算机辅助输入设备，目前常用的鼠标有两大类，一种是二按键三字节的，另一种是三按键五字节的。两类鼠标在向主机传送信息时都采用同一通信协议。

鼠标的基本结构分为两个部分：一部分是在顶部的选择按键，另一部分是在底部的圆珠。输送信息的连线接到键盘，或直接连到计算机的输出输入端口。使用时，可以将鼠标放在一个平坦的表面上，鼠标移动时底部的圆珠也转动，同时将这一运动重现在屏幕上。按一个或多个按键，就可执行输入方式选择以及基本编辑功能等各种运算命令。得心应手，十分方便。

鼠标的应用主要有两个方面：一是在绘图软件中使用，用来定位绘图坐标点和操作屏幕菜单区内的系统菜单；二是操作屏幕菜单项。它的命令按键有下列五种操作方式：

- 1、点击：按下，立即释放；
- 2、按住：按下，不释放。
- 3、拖：按下，不释放，并移动鼠标；
- 4、同时按：三个或两个键同时按，并立即释放；
- 5、改变：在不移动鼠标的情况下，连续击同一个键三次。

各种不同的软件所定义的鼠标命令按键的操作方式及其功能含义不尽相同，可参照软件说明书。

传统的鼠标是机械式的，在操作时需要给内部的圆珠施加压力。这种设计有很多缺点，如为方便鼠标移动、需要有足够大的平面；运动部件需要经常维修和更换；图形的精确度受到限制等。

新款式的鼠标是光电式的，不用内部圆珠，系统本身配有带接头的电缆以及一块塑料垫板，并有不同数目的控制按键和不同的输出方式。这种鼠标由两只发光二极管和两只光电二极管探测器在垫板上检拾信息，其分辨率为 0.2 毫米，因而在每秒 75 厘米的高速操作时，仍可得到非常稳定的输出信号。

65. 布尔代数与门电路

布尔代数又称为逻辑代数。是由两个量“0”和“1”以及逻辑乘、逻辑加、逻辑非等运算所定义的。

数学原本也是建立在逻辑学法则之上的，数学之所以能成为一门系统的学问，其中逻辑学曾起了很重要的作用。以“0”和“1”两个数字表示两种相应的电子技术中的开关状态，从而把逻辑学的研究通过开关网络与数学有机地结合起来。也正是在逻辑学的研究中引入了数学成果，于是产生了逻辑代数这门新的学科。

逻辑代数创立于上个世纪中叶，直到本世纪三十年代才逐步趋于完备。十九世纪英国的一位数学家乔治·布尔（George Boole）提出了这种代数的基本概念和性质，他提出用符号来表达语言和思维的逻辑性，只是由于当时这门学科与生产实践关联不大，所以未被人们注意和得以推广。一直到本世纪，在电子技术中大量引用了开关电路——逻辑门电路，十分迫切地寻求和运用有关的数学工具来处理电路上日趋复杂的逻辑开关的分析问题，才进一步推动了布尔代数的研究和发展。

逻辑门电路是由晶体管开关用不同的组合制成的。根据所接收的输入信号，门电路可以产生不同的输出信号。

最基本的门电路可以认为有四种，这就是“与”（AND），“或”（OR），“非”（NOT），“异或”（XOR）。

“与”门工作时，只有两个输入信号都是“1”时输出才为“1”，只要输入信号中有一个是“0”，那么输出就是“0”。这就好像打乒乓球，只有两个人都到场才能进行比赛，有一个不来，比赛就无法进行。

“或”门和“与”门相比就宽宏大量多了，只要输入有一个“1”，那么输出就会是“1”，仅仅当所有输入都是“0”时，输出才会是“0”。犹如集体狩猎，只要有一个人打中，就可以品尝野味，如果都不命中，那就只好空手而归。

同“与”门、“或”门比起来，“非”门就简单多了，它仿佛是专门唱反调，你说是，他偏说非，你说“0”，他就说“1”。所以，人们往往也把“非”门叫做反相器。

最后一种叫“异或”门，只有当所有输入信号不都相同时（不全为“1”或不全为“0”时），它的输出才会是“1”；否则，输出

66. 集成电路常青树

目前，世界各国在高科技领域的竞争已到了白热化的程度，而高科技的发展在很大程度上依赖于电子技术。于是，电子技术的基础——集成电路（IC），以它那体积小、重量轻、耗能少、可靠性高等优点，常青不衰，欣欣向荣。

提起高可靠性，人们都会不约而同地认为这是至关重要的问题。比如，卫星、飞船的发射，其成功与否直接影响一个国家的威望，尤其关系到宇航员的生命，至于每次发射要耗费巨资更不用说了。可以断言，没有高可靠性，就没有高的成功率。

通常，电子器件的可靠性包括三个方面：

（1）零件本身的可靠性。当然，使用零件越少，可靠性就越高。对 IC 来说，集成度越高，所用零件就越少，可靠性也就越高。

（2）连接点。IC 是把许多元件封装在一块薄膜或半导体内，减少了焊接点，因而排除了因焊接引起的许多故障。

（3）使用方法得当。由于 IC 是为某种一定的输入输出特性而设计的，只要不是在这一条件下，就不会发生作用。所以，几乎不会有因使用不当而产生故障的事。

由此可见，IC 的高可靠性是它自身素质所决定的。

按应用领域不同，IC 可以分为两类。

第一类是数字 IC，就是将数字电路 IC 化，也就是一种利用脉冲技术传递“0”和“1”两种状态的电路。最早研究开发的军用计算机，就是使用的这种电路，现在它仍是 IC 的主流。各种数字式仪器，一般都有以“与”、“或”、“非”等门电路为基本电路，可以构成四则运算为中心的逻辑电路。用于数字电路的半导体单片 IC，是由晶体管、二极管、电阻构成，容易制造，而数字电路不太要求电阻值、电容量等的精度。

第二类是线性 IC。用于收音机、电视机的 IC，就是线性 IC。随着生产技术的提高，为了满足家电市场需要，线性 IC 便大显身手。比如，彩电比黑白电视机，元件要多两倍，实现 IC 化，不仅减少了元件，降低了装配成本，方便了维修，更重要的是提高了电视的可靠性。

电子计算机与集成电路有着不解之缘。第一代计算机所采用的是真空管。到了 60 年代初，以 IBM709 为代表的第二代计算机采用的是晶体管。到 60 年代末，第三代计算机如 PDP—11 便采用了集成电路，而这一代的 IBM370 等开始采用大规模集成电路（LSI）。到了 80 年代中期出现的第四代电子计算机，则采用了超大规模集成电路（VLSI）。其中，大规模集成电路，是将许多元器件集合于一体，完成了以电路为单位的微型化。现在人们已经能够把一台台式计算机的全部逻辑电路都集中在一片 LSI 芯片上。由单片大规模集成电路制成的中央处理器已广泛应用于计算机。而超大规模集成电路 VLSI 更高级，可以容纳几十万个晶体管。

LSI 的制造与 IC 不同。IC 是在一个硬币大小的硅片上同时制上几百个相同的电路，然后切片，一个一个地封装。而 LSI 则是直接布线。一个 IC 晶片可以制造 400 个芯片，但实际上最终检验合格的却不到一半。而 LSI 有 90% 的芯片可以有效利用，只需一个外壳封装即可。

此外，由于 LSI 的引线比 IC 少得多，所以杂散电容、引线阻抗就少，信

号传递速度就快。

如果微机是在边长为 5mm 的方形硅片上装有约 15000 个晶体管、电阻、电容等元件，那么，要用电子管来制造同样性能的计算机，就有一幢小楼房那么大，而且要消耗几百千瓦的电。而微机只消耗不到 1 瓦，相当于电子管的百万分之几。真是天壤之别！

不同规模的集成电路，可以用集成度（每块芯片上的元件数目）的范围来表示，每一范围的上限值为下限值的 32 倍。

小规模集成电路（SSI）：2 ~ 64

中规模集成电路（MSI）：64 ~ 2000

大规模集成电路（LSI）：2000 ~ 64000

超大规模集成电路（VLSI）64000 ~ 2000000

极超大规模集成电路（ULSI）：2000000 ~ 64000000

目前的技术正处于 VLSI 阶段，由于现有技术已接近极限，进展速度有所放慢，但到 2000 年将会出现含有 10 亿个元件的芯片。正是：

集成电路常青树，甘为电脑作基础。

莫道微躯小而轻，电子世界擎天柱。

67. 无处不用 IC 卡

随着计算机技术的飞速发展,IC 存储卡需求量日益增加。IC 卡的普及大大加快了电子产品智能化和小型化的进程。

什么是 IC 存储卡呢?

IC 存储卡实际上是一种利用半导体存储技术制成的卡片型信息存储媒体。常见的 IC 存储卡有电视游戏机的游戏卡、高性能打印机的字库卡、微型计算机的存储扩展卡等。作为一种优良的信息存储媒体,IC 存储卡与其他存储手段,如软盘、硬盘等相比,具有高速存取,耗电量低,小型、轻便,对工作环境要求不高和互换性较好等优点。

提起 IC 存储卡的用途,真可以说无处不用。例如,在家用电器方面,它可作为电子游戏机的游戏卡,电子笔记本的通讯录及辞典卡,电子乐器的音色卡,智能烹调器的菜谱卡,录像机的字幕存储卡等;在办公自动化方面,可作为电脑文章外存储卡,文字处理机文章存储及字体卡,打印机文章存储及字体卡,袖珍微机功能扩展卡,袖珍印字机字库卡等;在工厂自动化方面,可作为加工程序存储卡,数控系统数据存储卡,挤压成型机数据存储卡,工厂物资设备管理卡等;在通信方面,可作为多功能电话及汽车电话号码存储卡,电话通讯录存储卡;在流通领域,可作为售票机数据累积卡,车辆检查系统数据存储卡,自动售货机金额管理卡;在交通方面,可作为公共汽车及出租汽车运行管理系统数据,汽车行驶速度,导航系统地图资料存储卡;在测量方面,可作为测量数据、逻辑分析测试数据及设定条件、数字示波器测量数据存储卡等。另外,IC 存储卡还广泛适用于电子化医疗仪器(如心电图、自动血液计等)、电化教学仪器、保健仪器等。

IC 存储卡的种类很多,主要可分为以下几种。

1. SRAM 卡即静态随机存取存储卡,可随机存入和读出数据,适合于需随时写入数据,并且经常脱离主机保存的场合使用。

2. ROM 卡即只读存储卡,只能读出而不能写入数据,数据由生产厂家在制造时一次写入。它容量大(达 512KB/片),成本低,断电后可永久保存信息,无需后备电池。

3. OTPROM 卡(One Time Programmable ROM)即一次可编程只读存储卡,用户可一次性对它编程,编程后可作为 ROM 存储卡使用。它适合非生产厂家制作小批量专用软件用。

4. EEPROM 卡即电可擦除 ROM 卡,使用单一电源即可多次写入数据,平时可作为 ROM 卡使用。它兼有 RAM 卡可多次写入数据和 ROM 卡可掉电保存数据的优点,适用于软件开发。

5. DRAM 卡即动态 RAM 卡,与 SRAM 卡一样可多次写入数据,断电后也需要后备电池,但要保证数据不丢失,必须配有专用刷新电路。其存取速度低于 SRAM 卡,但集成度比 SRAM 芯片高,耗电量较大。适合于做各种计算机的主存储器。

IC 存储卡与主机的联接方式有直接插入式和非接触方式两种。常见的 IC 存储卡大都采用直接插入式。从输出端总线方式来看,IC 存储卡又可以分为 I/O 总线方式和直接总线方式。I/O 总线方式 IC 存储卡由存储芯片、地址寄存器、计数器等构成,在主机指令控制下,向指定地址存取数据,存取速度低于直接总线式存储卡,它的优点是存储容量的增减与接线端子数无关。直

接总线方式 IC 存储卡，由存储芯片和选片电路构成，主机控制信号可直接对存储器进行存取操作。它的优点是结构简单、存取速度快。但当存储容量需要扩大时，必须增加地址总线和接线端数量。

68. 珠联璧合说网络

人们只要一提起“网”这个字眼，便会立刻联想到“鱼网”、“球网”、“关系网”、“天罗地网”……之类的“网”来，很自然地会推想出“计算机网”。“计算机网”在计算机术语中叫做“计算机网络”。

计算机网络的含义是什么呢？简单地说，就是将地理位置不同，并具备独立功能的多个计算机及其附属设备，用通信设备和线路连接起来，再配上功能完善的“网络软件”，实现共享资源（硬件、软件、数据等），互相通讯。也可以说，计算机网络是计算机技术和通信技术高度发展和密切结合的产物。

比如微型计算机局部网络，就是将分散在同一座办公楼或同一个厂矿企业、机关团体内的多台微型计算机用通信线路与设备连接起来，网络中的任何一台计算机都可以使用其他各台计算机的硬件和软件，都可以将信息通过通信线路传递到任何一台计算机中；各台计算机可以公用一套大容量的磁盘存储器或其他昂贵的外部设备；网络中任何一台计算机都可以调用其他各台计算机中的程序，也可以查询数据和资料，各台计算机之间还可以按“电子邮件”的方式交换“信件”。网络中的每台计算机既可以联网，也可以单独工作，它已成为实现办公自动化最有吸引力的技术。

实际应用的需要，促进了计算机网络的建立和发展。大家知道，计算机是信息加工和处理的得力工具，而通信设备可为缩短时空，它们珠联璧合，既能对大量数据和信息进行传输、转接和高速处理，又能满足提高计算机系统能力和充分利用资源的要求。

计算机网络的出现，给人们带来了极大的方便，并给各方面的工作带来了不小的效益。以科技文献检索为例，通过计算机网络，即可迅速检索到全国各地（联网的点）乃至世界各地（与国际计算机网络相连的国家、地区）的有关科技文献资料，真可谓不费吹灰之力，信手拈来。

在我们日常生活中，正因为有了计算机网络，在银行里的存款才能做到“通存通取”，在网上的所有储蓄所，可以任意存取款，极为方便。

当前，在世界上有无全国性的计算机网络，已成为衡量一个国家科技水平的重要标志。

69. 软硬兼备的固件

电子计算机系统是由硬件和软件组成的。硬件是指计算机系统中由电子线路和各种机电物理装置组成的实体，如存储器、运算器、控制器及各种输入输出设备等。硬件的功能是为存储、执行程序建立物质基础，没有装入任何程序的计算机，称为“裸机”，裸机是无法实现信息处理任务的。所以，程序便成了计算机工作不可缺少的组成部分。各种具有一定功能的程序以及一些说明程序的有关资料，都称为“软件”。

在电子计算机里，程序的任何一条指令，都是根据时序执行一系列微操作而完成的，而对不同的机器指令，有许多微操作是相同的。微操作的执行与否，取决于微操作控制部件是否发出相应的微命令。如果在执行指令过程中每一个节拍要发出的微命令用“1”表示，并且用不同位的数字“1”或“0”表示不同的微命令是否要在该节拍时发出，则形成了一个微命令控制字，称作微指令，它存放在只读存储器（ROM）的一个存储单元中。一条指令有几拍操作，就可编制几条微指令字，这样按时间先后顺序编排的微指令序列，就构成一段微程序，存放在ROM的几个连续单元中。机器指令系统有多少条指令，就可以组成多少段微程序。于是，计算机控制全部指令执行所需要的微命令，就以微指令字的形式存在ROM中。

我们把程序“固化”在只读存储器中称为“固件”。微程序系统是计算机中最早的固件。显然，固件是硬件和软件相结合的产物，它与传统软件相比，执行速度快，所需要的硬件支持仅是ROM的容量和一些控制线路；与硬件相比，它可以利用规则的存储器结构来取代不规则的、复杂的组合逻辑，简化了设备。而且随着可写入的PROM和可改写的EPROM的出现，使得固件功能的扩充更灵活方便。

系统软件的固化使得操作系统、编译程序可用固件实现，特别是操作系统中与硬件有密切联系的部分，如CPU与主存的管理、分配，页面调度算法，及存储器保护等特别适合于固件化。近年来，应用软件的固件化也在发展之中，如把办公自动化软件固化在PROM的M—6403汉卡，将检测病毒、抗病毒软件集成在PROM的病毒免疫卡等，不仅有固件的优点，以“卡”的形式出现，还能有效地保护软件的版权。

70. 寿星的天下

计算机能协助人们从事复杂的脑力劳动和繁重的体力劳动，甚至完成人们所不能胜任的很多工作。很自然的，人们就十分希望计算机健康长寿，为人类多做贡献。于是，便出现了容错技术。

所谓容错技术，指的是在一些需要长期连续可靠工作的控制系统中，要求计算机能够自动地排除内在的、外界的干扰和元器件损坏的故障，以保证计算机连续运行的技术。这种技术的最终效果就是寿命和可靠性。

容错技术已成为现代计算机工程学的热门学科。它具有很大的潜力和广阔的前景，吸引着广大的计算机设计人员投入到这一领域的研究中。目前，有不少计算机设计人员提出计算机的设计原则应该按 1 寿命和可靠性，2 容量，3 速度的顺序排列，突出容错的地位。

容错技术大体上分为三个方面：

(1) 设置贮备结构，用重复元器件掩蔽故障。这方面的容错技术主要有两种。一种是把许多元器件合理地连接起来，作为一个部件。另一种是让多个同样功能的部件同时工作，它们分别把自己处理后的信息输入给表决器，表决器以少数服从多数的原则作出信息输出，按照几率的概念，通常要输出正确的信息。

(2) 用校验设备进行自动检错和纠错。用这种校验设备，可以定时定点地检查部件的工作状态。在校验中发现部件出现了故障，就将失灵的部件自动切断，转接上备用部件或者把系统改组，使机器仍然正常地运行。这种容错设计，大致包括了误差检测、故障定位、故障隔离和重新组合技术。这些技术，在数字网络的测试、存贮与运算的编码等方面已获得了很大的成功。

容错计算机的另一个重要的发展方向，是设计具有降级使用能力的计算机。这种计算机在发生故障时，能通过软件实现自动重组，在性能略有降低的情况下继续工作。它不需要或很少需要贮备部件，所以造价比较低。

所谓自动重组分这样几种情况：有的机器在某一部件发

生故障时，能用备份部件来替换故障部件，称作“替换”。有的机器在某一部件发生故障时，将故障部件隔离，使机器在性能略有下降的情况下继续工作，称为“重组”。重组又可分为三级：手动的；动态的（需要人工启动）和自动的。

(3) 用多余的时间和程序纠错。针对某一问题编制不同的计算程序，由计算机演算，以便得出正确的结果。应用这种方法只能对瞬时干扰引起的差错有可靠的纠正作用，而对永久性失效的故障则无能为力。使用这种容错技术需要把备用程序预先存入机内，一旦原有程序出现故障，可立即启用备用程序。

随着容错技术的发展，计算机将会产生更大的突破，容错技术的威力是不可估量的。如美国的宇航计算机具备自动测试和修复装置，已在外层空间连续运行了 10 年之久。贝尔研究所的 ESS 交换系统，目标是 40 年内停机时间不超过几小时。可以预见，计算机王国里将是寿星的天下。

71. 春风又绿计算机

“春风又绿江南岸”，这千古绝唱引起了多少人的遐思！如今，春风又绿计算机，为亿万计算机用户带来福音。

电子计算机的设计也要考虑环境保护。新一代的既节约能源又无辐射的“绿色个人电脑”已在美国问世，顺应了保护环境的大潮流。

一般的桌上型计算机耗电量为 250—300 瓦，而新一代的绿色电脑将电能的消耗降低到 60 瓦以下，成了节约能源的模范。

除了节能之外，由于绿色电脑不需要内部降温电扇，它还能减少噪音污染。此外，这种新型电脑使用了主动点阵彩色显示器，将不会产生普通计算机那种由阴极射线管显示器产生的超低频或甚低频电磁辐射。

对这种超低频或甚低频电磁辐射，长期以来令许多计算机用户担忧，据传这是导致患癌症或其他疾病的起因。

绿色电脑倍受青睐的另一个原因是它的体积小、重量轻。这种袖珍式电脑呈方形，长宽各 12 英寸，高 2 英寸，包括显示屏幕在内，总重量不过 3.5 公斤左右。

由于绿色电脑大量采用了便携式电脑技术，所以，如果过一段时间不使用电脑，它便会自动“入睡”，可以节约大量用电。又由于采用了一种如同信用卡一般大的 PC 记忆卡工业协会卡新技术，节约的用电更多。这种卡如发现电脑十分钟以上的时间不被使用，便自动关闭，硬盘和软盘也自动停止运行，耗电在 16 瓦以下。而一旦有人触动键盘，计算机立刻又会“苏醒”待命。显示器如 10 分钟未被使用，便自动失去背光。如果长时期无人使用，电量还会继续降至 5 瓦，最终仅为 3 瓦。据统计，一般用户每天使用电脑才三个小时，大量时间都是闲着无事待用，于是这种绿色电脑就避免了大量电能的消耗。

绿色电脑的价格并不比普通 PC 机贵，因为它仍采用类似的芯片。此外，应用 PC 记忆卡工业协会卡新技术，绿色电脑可当作数据和文件的调制解调器，用作数据存储连网和微缩硬盘等。

72. 计算机日新月异

1946 年美国研制成功了世界上第一台电子计算机，取名为埃尼亚克。它是由 1 万 8 千多个电子管制成的庞然大物，占地面积达 170 平方米，有 30 多吨重，耗电约 140 千瓦，计算速度约为每秒 5 千次。从此，电子计算机的发展日新月异，迄今已发展了四代。

第一代电子计算机（1947—1957 年）的主要特征是采用电子管组成的基本逻辑电路，使用机器语言或汇编语言编制程序，主要应用于科学计算。

我国电子计算机的研制工作开始于 1956 年，1958 年研制出我国第一台电子管计算机，运算速度为每秒两千次。

第二代电子计算机（1957—1967 年）的主要特征是采用晶体管做基本逻辑电路，同时开始使用面向过程的程序设计语言，如 ALGOL、FORTRAN、COBOL 语言等，运算速度已提高到每秒几十万次至上百万次，使用范围也由科学计算扩展到数据处理、自动控制、企业管理等各方面。

我国的第一台晶体管计算机于 1967 年研制成功，运算速度为每秒 5 万次。

第三代电子计算机（1965—1970 年）的主要特征是采用中小规模集成电路做基本逻辑电路。所谓集成电路就是将若干晶体管和电阻元件等集中到一块硅片上，而制成门电路、触发器等具有一定逻辑功能的电路器件。期间，计算机操作系统得到发展与普及，会话语言如 BASIC 语言等被广泛应用，计算机运算速度可达到每秒几百万次甚至上亿次。

我国第一台集成电路计算机于 1970 年研制成功。

第四代电子计算机（1970 年至今）的主要特征是使用了大规模集成电路。一般把一块硅片上集成 100 个门电路以上或上千个晶体管元件以上的集成电路叫做大规模集成电路。期间，计算机向两端发展，一方面是运算速度超过亿次的巨型机；另一方面是极为灵活的微处理器和以微处理器为核心组装的微型计算机。还有一个明显特征是，软件系统飞速发展。高级语言、操作系统、数据库、各类应用软件的研究和应用日益深入、完善，使计算机应用普及到现代社会的每一个领域。

我国于 1975 年开始研制大规模集成电路。1983 年研制成功亿次巨型计算机。1992 年，我国又研制成功每秒十亿次运算速度的银河 型巨型电子计算机。微型计算机的产量在我国成倍增长，并且陆续推出了面向青少年和家庭的中华学习机和 PC 系列机。

73. 便携电脑多风流

在电子产品由“重、厚、长、大”向“轻、薄、短、小”发展的过程中，计算机已从桌上型发展到便携型。一支便携“新军”在许多领域大显身手，给人们的工作、学习和生活带来了极大方便。

桌上型计算机的功劳是不可磨灭的，但是由于它不能随便移动或移动不方便，给工作带来很多麻烦。例如，在医院内巡诊或到患者家中治病，医生无法及时从计算机终端里查询患者的病情信息，以致影响确诊和治疗。于是，研究人员从医务工作、医疗环境及便于携带等角度考虑，研制了一种肩挎便携计算机。这种计算机由两部分构成，即计算机本体和操作显示装置。本体上配有信息输入键盘用接头、显示器用接头及软盘驱动器，固定后像挎包一样可挎在肩上。操作显示装置可以拿在手中，根据工作需要，从本体上存取数据。

肩挎便携计算机不仅用于医学领域，在其他领域也大有作为。例如，记者可用它进行现场采访、新闻编辑；学校用它开展校外现场教学；在工作环境较差的地铁、下水道和地下街道施工现场，管理人员可用它进行器材调配、工程管理及人员配置，从而大大提高工作效率。此外，地质人员携带它，有助于快速、准确地查找新矿，现场进行分析研究。

为了适应快节奏、高效率及方便存取信息的需要，另一种便携式计算机——电子笔记本也开始流行。它只有笔记本那么大，最轻的不过几百克，尤其适用公务旅行，也节省办公桌的空间，体积虽小，但并不影响图形质量和操作性能，还可以与个人电脑兼容。尽管电子笔记本的款式各有千秋，但其共同特点是有一个1~64KB（甚至更高）的随机存取存储器RAM，用来存放所要记忆的字符（可以是数字、字符或其他符号），显示屏可同时显示2行以上字符。高级电子笔记本的大屏幕可显示6行以上字符，如显示一幅月历、一个客户的姓名、地址、电话、电挂、邮编等信息，一次按键全部显示出来，十分直观。

电子笔记本的另一个特点，是具有约定时间提醒功能，当笔记本的时钟闹响时，屏幕上显示出所约定的时间或提醒注意的问题。此外，它还可以用来记录其他大宗信息。如商品库存帐单、进出货价格单，车船时刻表、日程安排等。这些功能与特点适合商业、经常外出旅行的人们和社交活动的需要。至于它的音乐功能、传真功能等更是锦上添花。

电子笔记本所使用的软件，同一般计算机相似。因此，它可以进行字处理、表计算、数据库存取及各种电子游戏。在旅途中也可以用它编制报告书、检索数据等。所以，它一经问世，便受人们青睐。

另一种便携式计算机——掌上便携式计算机的推出，又使人目不暇接。使用时，只须将它放在一只手掌上，另一只手进行操作。信息输出方式有键盘输入和手写汉字输入两种。这种掌上明珠，极适于检索、记录庞大信息，可作为个人用信息管理工具。它具有像电子笔记本那样的计划管理、住址登记等功能，同时还装备了自动拨号盘、世界时钟和计时器。另外，从扩大信息存储容量的角度考虑，还可以为它装备传真机连接器、2英寸软盘驱动器及打印机接口等。这种计算机可识别手写文字图形100多个，汉字转换用语约15万条，用它作为信息输出专用机非常合适。有的掌上便携计算机带有集成电路卡，可将卡上的信息显示出来，供人们检索。上面还安装了卡片式便

携电话，可将检索到的电话号码输入到便携电话中，自动发信。这种计算机甚至还可以进行简单的个人电脑通信，例如，业务人员在车上可以检索当天早上的最新消息与股市行情，随后直接给有关部门打电话，预约股票。正是：

便携电脑多风流，一代骄子笔记簿。

肩挎足迹遍四方，爱不释手掌上珠。

74. 全新的第五代计算机

计算机家族可谓十分兴旺，第五代计算机又在孕育之中。

一些人按照前四代的发展规律推断，第五代将是超大规模集成电路计算机，由集成度超过万个门或 10 万个元件的集成电路组装而成。

现代科学研究表明，计算机的运算速度不可能无限提高。人们必须跳出传统电子计算机的结构模式，另辟新径。一种用光学元器件取代部分电子元件制成的光计算机已经诞生。由于光速大于电子传输速度，所以它的运算速度可达到开关元器件的最快速度；由于光空间传输的平行性好，所以不需布线，简化了工艺；此外，它不存在相邻布线之间的电磁干扰，可传输的信息量极大。

光计算机的运算速度的潜力将远远大于电子计算机。据估计，光计算机的信号处理能力将是电子计算机的 1000 ~ 10000 倍。

生物计算机的研制工作也取得了很大进展。生物计算机又称有机计算机，它与传统的电子计算机的主要区别是不用电，依靠遗传工程的方法，用超功能的生物化学反应模拟人脑的机能，以转换及处理大量复杂的信息。它的关键元件是生物芯片，体积只有小米粒大，一个存储点只有一个分子大小，而记忆能力可达到传统计算机的 10 亿倍。

生物芯片是由蛋白质和其他有机物质的分子所组成的。它的工作速度极快，开关时间达 10ps，有着高速处理能力；具有超高密度；自愈能力极强；具有生物活性，能和人体组织有机地结合起来，尤其是能与大脑和神经系统相连，使人体与生物芯片器件的接口自然吻合；由于一个蛋白质分子可作为一个存储单元，它的阻抗低、能耗小，所以能较好地解决散热问题。

还有一些专家对第五代计算机主要是从功能方面提出了设想。除了在高速度、大容量方面继续发展外，还要从以计算为主过渡到以推理、联想和学习为主，处理的对象应从以数据为中心过渡到以知识为中心，工作方式要对用户更加“友好”，用户可以使用自然语言、图像、声音等各种手段交流。到那时，“计算机”这个名词就应该更改为知识信息处理系统。

展望未来，将有更多完全崭新的计算机问世，自然是“长江后浪推前浪”。

75. 为了跟计算机沟通

在日常工作和生活中，人们可以通过写各种各样的文章（书信、通知、报告等）向他人传递信息并取得合作与帮助。同样地，我们要让计算机帮助我们做工作，通常也要向它输入一篇篇“文章”。这种“文章”是用计算机语言写的，叫做程序。程序是为了完成某一个任务而编制的一系列指令，所谓计算机能够“自动地”完成某些工作，实际上是计算机按照人们预先给它输进去的程序，连续地完成一个个基本操作得到预期的结果，在这个过程中，可以不要人的干预。

如果说我们学习语文是为了提高读写文章的能力，那么，学习计算机语言则是为了提高读写程序的能力。

电子计算机语言大致分三类：

（1）机器语言：它是用二进制数 0、1 的不同排列来传递信息，是目前电子计算机唯一能直接接受的语言。这种语言程序虽然难编、难读、难记、难改，但却能充分发挥计算机的作用。

（2）符号语言：它是以符号化的代码代替二进制码。

符号语言比机器语言容易记忆，但仍难编、难读。对初学者和一般使用计算机的人，可以不必学习机器语言和符号语言。

（3）高级语言：这种语言比较接近人们的自然语言和数学语言，比较直观、易编、易读，而且通用性强。

高级语言的出现，极大地促进了计算机的发展和普及，被人们称为“惊人的成就”。

电子计算机并不能直接识别高级语言，而必须把高级语言“翻译”成机器语言之后才能接受。这样一来，使用高级语言就会使计算机损失大量时间。但这是我们有时不得不付出的代价。谁来充当“翻译”？当然还是计算机本身。为此，软件专家必须事先为各种高级语言准备好“编译程序”，送入计算机充当“翻译”。不同的语言、不同的计算机都需要不同的编译程序。

实际上，各种语言是内行人提供给外行人使用计算机的一种便利工具。这些内行人越高明，所花的劳动越多，计算机的语言智能也就越高，外行人使用起来就越方便，省事。

76. 常用的高级语言

人们借助计算机语言与计算机沟通，其中的“高级语言”应用最广，这种语言不受机器的制约，面向应用问题，接近人们的使用习惯。当然，高级语言与自然语言还是大相径庭。到目前为止，计算机使用的高级语言已相当多，常用的也不少，如 BASIC、FORTRAN、PASCAL、COBOL、C 等是几种使用非常广泛的高级语言。

BASIC 是英文 Beginner's ALL—Purpose Symbolic Instruction Code（初学者通用符号指令代码）的缩写。BASIC 语言是一种简单的会话式语言，语句比较少，易学实用。这种语言具有人机对话、字符串操作和与外部设备通讯等功能，用户在同一环境下输入程序、调试程序极为方便。然而大多数 BASIC 没有结构化的控制结构，子程序也没有局部变量及向子程序传递参数的手段。大多数 BASIC 采用二进制整型数和浮点数计算，所以只适用于一般用途的科学计算和事务处理，而对于复杂的科学计算和大多数事务处理来说是不算合适的。虽然如此，它仍是计算机使用最广泛的高级语言之一。

FORTRAN 是英文 FORMula TRAN slator（公式翻译）的缩写。FORTRAN 语言是为 IBM 704 机研制编译程序时产生的，它是一种分块并列结构的面向过程的高级语言。这种语言本身具有标准化程度高、便于程序互换、比较容易进行模块程序设计、运算速度快等特点。它是一种编译语言，程序运行的速度要比 BASIC 语言等效程序快得多，FORTRAN 77 还支持字符型数据，并且有处理字符串的功能。因此，它不仅广泛应用于数值计算，越来越多的商业系统、企业单位也采用它编写管理程序。FORTRAN 和 BASIC 很相象，这样，BASIC 程序员把 FORTRAN 作为第二语言来学习是很容易的。

PASCAL 是一种描写算法的结构程序设计语言，它是纪念一位最早使用计算器的发明者 Blaise Pascal 而命名为 PASCAL 语言。这种语言适合学生学习好的程序设计方法，不仅可做教学语言，同时作为一种通用语言也广为流行。PASCAL 具有简洁精致、控制结构丰富、表达能力强、实现效率高、移植容易等优点，既可用于科学计算，又可用于数据处理，还适合于描述系统软件。PASCAL 的编译程序是一种自编译程序，用它编写的程序一般比用 BASIC 编的等效程序运行速度快。

COBOL 是 Common Business Oriented Language（面向商业的公用语言）的缩写。COBOL 语言是大型计算机商务应用中，使用最广泛的语言之一。它能采用多种多样的形式和结构来处理数据，并且提供了顺序文件、随机文件、索引文件等三种强有力的文件处理能力，除了提供方便的接收、显示语句外，还提供了三种字符串处理语句。然而，COBOL 语言只提供了加、减、乘、除和乘方五种运算，所以不适用于具有较多数学计算的应用。

C 语言最初是为 DEC 公司的 PDP—11 小型机的 UNIX 操作系统而设计的，并且能在这种机器的 UNIX 操作系统上实现。C 语言是一种通用的高级语言，但它也包含了低级语言的许多特点。所以，许多微机软件厂家大都采用 C 语言进行系统软件（如操作系统）的开发。C 功能很强，尤其是它有许多算符，提供了功能较强的控制结构，比上面提到的几种语言中的相应语句的功能要强得多，特别适合于编写读入并处理字符的程序。C 程序一般是按编译语言来实现的，它的程序运行速度比用 BASIC 写的等效程序快得多。C 语言的不足之处是，多数 C 语言版本的直接存取文件的功能不强，大部分 C 编译程序

的错误检验能力较差。同 PASCAL 一样，C 语言也没有指数运算符。C 语言非常适用于中、高级程序设计人员，而对于初学程序设计的人来说，不宜选用 C 语言。

77. 计算机的翻译官

尽管计算机很聪明，但它只懂机器语言，只能直接执行用器语言编写的程序。用高级语言（诸如 FORTRAN、COBOL 等）写的程序，必须翻译成机器语言程序，才能在计算机上执行。扮演翻译角色的也是一种程序，叫做翻译程序。它的任务是，把源语言程序改造成为目标语言程序。如果源语言是高级语言，而目标语言是低级语言——汇编语言或机器语言，那么这样的翻译程序就称为编译程序。

计算机要执行一个高级语言写的程序一般分两步走，第一步把高级语言的源程序编译成低级语言的目标程序；第二步再运行目标程序。

编译程序的工作过程是这样的，输入源程序，对它进行加工处理，然后输出目标程序。加工处理并不简单，至少有五个阶段。第一阶段是词法分析，当此重任的程序叫“扫描器”，它对源程序的各个字符串进行扫描和分解。第二阶段是语法分析，由叫做“分析器”的程序来承担，根据语言的语法规则，把扫描器所提供的结果分析成各类语法组。第三阶段是产生中间代码，由“中间代码产生器”程序，按上阶段识别出的语法组产生相应的中间指令。第四阶段是优化，就是对中间代码进行加工变换，以便使生成的目标程序运行得更快更省（内存）。第五阶段是目标代码生成，按照优化后的中间代码和其它有关信息生成目标程序。这种目标程序可以在计算机上直接执行，执行这个目标程序，就可以得到一个高级语言程序的结果。

在计算机上执行用高级语言写的源程序，除了像上面所说的编译执行方式外，还有一种解释执行方式。

解释执行方式与编译执行方式不同，根本区别在于，编译方式把源程序的执行过程严格地分成编译和运行两大步。而解释方式则不然，它是按照源程序中语句的动态顺序，直接地逐句进行分析解释。并马上执行。不难看出，解释程序是这样一种程序，它能按照源程序中语句的动态顺序，逐句地分析解释并去执行，直到源程序结束为止。

同编译程序一样，解释程序也跟源语言及计算机有关，同一台计算机上不同语言的解释程序是不同的；同一种语言在不同计算机上的解释程序也可能不同。编译程序和解释程序都属于系统程序。

78. 计算机系统的总经理

计算机软件分为系统软件和应用软件两大类，其中系统软件面向计算机系统。系统软件的种类很多，操作系统是计算机系统的一种很重要的系统软件。

操作系统用于管理计算机的资源和控制程序的执行。比方说，程序在执行之前，必须获得存储器资源才能装入；程序的执行必须用到处理器；在执行过程中又可能用到输入设备或输出设备，输入或输出数据等等。

提起计算机系统的资源，人们往往只看到中央处理器、存储器、输入输出设备等硬件资源。事实上，除了硬件资源外，计算机系统还有另一类重要资源，就是数据、程序等信息资源。这两大类资源缺一不可。

从资源管理的角度看，操作系统有如下功能：处理器管理、存储管理、文件管理、设备管理和作业管理。

对操作系统分类有不同的方法。比如，按硬件系统的大小分，可分为大型机操作系统和微型机操作系统等。最常用的一种分类方法是按操作系统提供的功能来分，大致可分为六类：单用户操作系统；批处理操作系统；实时操作系统；分时操作系统；网络操作系统；分布式操作系统等。

单用户操作系统的主要特征是在一个计算机系统内每次只能执行一个用户程序。例如：MS—DOS 操作系统等。批处理操作系统是采用批量化处理作业技术的一种操作系统，它根据一定的策略将要求计算的一批算题按一定的组合和次序去执行，以便提高系统的运行效率。

单用户就好像手工作坊小生产，一次生产一件；批处理则如同大工厂的批量生产。

“实时”是指计算机对外来信息要以足够快的速度进行处理、并且迅速作出反应。具有这种功能的计算机系统就叫做“实时系统”，它是不太需要人进行干预的监督和控制系统。为这样的计算机配置的操作系统称为“实时操作系统”，无愧为思维敏捷、一挥而就的奇才。

分时操作系统可以使一台计算机几乎是同时为许多终端用户服务，使每个终端用户都感到好像自己单独拥有这台计算机一样。这种操作系统就像魔术师，把一段段极短的时间段依次分配给用户，巧妙的门道蒙住了用户。

提供网络通信和网络资源共享功能的操作系统称为网络操作系统。而用于管理分布系统资源的操作系统称为分布式操作系统。

总之，操作系统在计算机系统中扮演着一个企业总经理的角色。它要管好整个系统的家当（资源），保证系统的正常运行，使得经营有素，效益显著。

79. 数据的仓库

在信息时代，每一个部门都有大量的数据需要加工处理或长期保存。例如，一所学校的数据就少不了学生姓名、性别、年龄、班级、考试科目、考试成绩等等有关信息。其中包含的联系信息有：哪些学生需要补考，平均成绩在 90 分以上的学生有哪些等等。

人们把需要保存的大量数据集中存放在计算机里，形成一个类似仓库一样的通用的综合性数据集合，称为数据库（Data Base），简称 DB。相应地，帮助人们使用 and 修改这些数据的软件，称为数据库管理系统（Data Base Management System），简称 DBMS。用户借助数据库管理系统软件，可以方便地编写有关数据库应用程序，实现对数据的存储、管理和使用。而且，用户不必了解数据在计算机中的具体存放方式，就可以抽象地处理数据。即使不懂计算机原理的用户也可以自如地用计算机进行数据管理。

目前，数据库技术应用十分广泛。它具有（1）数据可以共享；（2）数据与程序的独立性较高；（3）按一定的模式使数据结构化；（4）数据的可扩充性和组合性强等优点，深受用户欢迎。其中，利用关系模型构造的关系数据库尤其受到推崇，如近年来推出的关系数据库管理系统 dBASE，操作直观，使用灵活，编程方便，适应环境广泛，数据处理能力很强，已得到广泛应用，成为数据管理的有力工具。

在关系模型中，数据以二维表格的形式描述。表的每一行称为关系的一个元组，相当于一个记录。表的列称为属性，由一个个字段构成，字段都有字段名，要求每列不相同（每一个字段表明一个数据类型）。列中的元素称为属性值，属性值对应着值域，不同的属性，值域可以不同，也可以相同，但同一列的数据应是同一值域（数据类型相同）。

每一个表称为一个关系，关系相当于文件。这种文件不允许“嵌套”，即每列部是单纯字段，不允许表中有表。

要建立关系数据库，关键是要设计好数据的关系模型。这就需要认真分析原始数据，把它们规范到一个关系集合中。然后根据建库的方法建立实用数据库。

数据库的一个重要特点，是要保证数据的安全可靠和正确有效。然而，由于种种原因，数据库的安全性难能达到完美境地。一方面，数据库中数据模型的加工技术在不断完善的过程中，存在着隐患和入侵的可能性，比如关系数据库中的二维表就难以控制横向的入侵；另一方面，数据库中大量数据集中存放，而且为各个用户共享，从而使安全性问题显得特别突出。因此，人们必须采取一些安全措施。

从物理的角度出发，将数据以密码的形式存储，加强警卫以识别用户身份，保护存储设备以防止从通信线路上窃听或盗窃存储设备等。在系统处理上，常采用以下措施：设置用户口令，对用户身份进行鉴定；对用户权限进行限制，如用户可以读某些属性却不能改变其属性值或者用户可以取得整体统计信息但不能取得个体信息等；建立日志文件，以监视数据库活动；对数据采取集中管理方式。此外，还强调对数据结构的隐蔽。

80. 自生软件新概念

一般来说，现在的所有软件都是寄生于计算机技术。例如，当计算机硬件系统、操作系统或语言系统改变时，在这些系统环境下写出来的软件系统就会被淘汰。换句话说，现在的软件，迟早都会随着计算机技术的不断变化而被淘汰。

能不能研制一种具有永久生命力的软件系统呢？这是人们梦寐以求的。而今，梦想成真，一个具有永久生命的软件系统——自生软件系统问世了。这是基于一个软件自动化的新概念，目的在于将目前所有的软件都转化为一种永久的形式——这种形式将使软件永远不会过时。用这种形式写出来的软件一旦完成，就永远不需要重写，因为计算机可以自动将它们修正或改进。

在自生软件系统中，所有的软件都是由计算机生成的，都可以在每一次再生成的过程中，自动地由计算机来解释和修正。在技术上，软件的重新生成，是由向软件生成器输入一种特殊的描述问题特性的信号文件来实现的。这种信号文件就是键盘输入的直接记录，软件生成器可以直接认识这种信号文件，因而也可以自动地将它所代表的软件加以修正。软件生成器和信号文件生成器本身都必须有它们自己的信号文件，因而也可以被重新生成。因此，所有的在自生软件系统中的软件都是由计算机生成的，它们各自都有描述自己的信号文件。

这种自我生产的软件系统很类似生物细胞的结构，为计算机设计的基本原理提供了一个全新的概念：以自我生产（简称为自生）细胞科技为基础设计新型计算机。大家知道，能够自我繁殖的生物细胞具备许多优点，同样地，自生细胞科技也具有相似的优点。

在自生软件系统中，所有程序就好比细胞中的蛋白质，软件生成器就如同核糖体，而信号文件很像脱氧核糖核酸，即 DNA。

信号文件像 DNA 那样，有永远生存的特性，它不但可以用于任何计算机系统中，而且不受任何将来计算机技术发展的影响。由于信号文件是使用者与计算机用人类语言对话的方式所产生的，因此所有只受过一般教育的人都能够使用计算机。

由自生软件系统所产生的自生软件细胞单元，可以代替电子神经网络（neural network）中的电子神经细胞（neuron），这种神经细胞可以自我繁殖并相互传递信息。

正如人工智能的发展需要多元、多层次的自生软件细胞系统一样，人工生物（Artificial life）也需要自生细胞科技的发展，二者是相辅相成，共同促进的。

当今计算机的发展已经到了十分先进的程度，应该有足够的适应性，或者说是复杂性，没有理由使计算机与使用者（包括程序员在内）在脱离人类语言的情况下相互隔绝。毫无疑问，自生软件系统将把高级语言送进历史博物馆，使人们在计算机世界里也用自然语言。

事实上，从自然创造生物的眼光来看，目前的计算机结构是一个初期、草率而仓促的设计结果。当然，我们不应苛求前人。

大多数目前的科技都是由简单部分，结合构成复杂系统。而自生细胞科技的主要概念是，从包含一切抗能和所有基本知识的复杂细胞元开始，自我生成同样复杂的新细胞，新细胞可以在生成时改变它的性能来适应各种新的

环境的需要。这种再生细胞科技将是自动化的最终形式，也是生命的特征。细胞观念使多元化细胞设计成为可能。这时的电脑才有资格称得上是“脑”。

从技术上讲，生命是由天文量级复杂程度的程序完成的，是真正最先进的科技，至今尚还没有人将这一程序破译。尽管当今的无生命科技落后于生命科技至少几千年，然而，自生软件系统的问世，使人们充满希望和信心。

正是：生命繁衍赖细胞，何时电脑似真脑？

自生软件新概念，实现梦想在今朝。

81. 计算机领域并非净土

计算机是人类智慧的结晶，但它接受的只是符合程序运行的指令，并不管输入、输出的正确与错误。因此，犯罪分子便有机可乘。

与传统的犯罪活动不同，计算机犯罪是高科技犯罪活动，是瞬间可以发生的随机事件。罪犯多是计算机工作者或与计算机有关的人员，绝大多数商业犯罪集中在银行系统，监守自盗，利用信用卡诈骗等等，作案手段简单，时间短，不留痕迹，方式隐蔽，难以侦破。

计算机犯罪的类型可以说是形形色色。比如，破坏计算机中的程序、数据或磁盘；盗窃或转卖计算机信息资源；盗用计算机使用时间；操作员利用值班时间进行非法活动；使用窃听技术在通信线路上进行非法活动；利用系统中存在的程序或数据错误进行非法活动；非法修改程序以假乱真；用信用卡套取现金；内外勾结挪用、贪污现金；异地套取现金，将网络中其他储户的资金转到自己帐户上等等。

计算机犯罪的手段五花八门，可称得上是无所不用其极。当今，常见的犯罪手段有如下若干种。

被人们称为计算机“艾滋病”的计算机病毒，具有传染性、潜伏性和可激发性，令人心悸。

非法篡改输入、输出数据，进行数据欺骗，是最普通、最常见的犯罪活动。

效法特洛伊木马，在程序中暗存秘密指令，使计算机在仍能完成正常任务的情况下，执行非授权的功能。

每次截留一个零头，日积月累盗窃巨款。

计算机停机、出现故障或人工干预时，程序被非法用户使用。

故意设置入口点程序——活动天窗，窃取重要信息。

在程序中插入一段具有潜在威胁和隐患的程序编码——逻辑炸弹，在特定条件下执行。

从计算机系统或机器周围的废弃物——垃圾中获取信息。

在终端上利用合法手段在存储区搜索有潜在价值的东西。

将一些关键性数据渗透到一般性报表中，或用高性能设备窃取通信网中的传输数据。

当操作员暂离终端而未退到初始状态时，利用计算机或磁盘获取信息或数据。

盗用他人口令，冒名顶替窃取信息。

在分布式计算机网络系统中，传播错误程序，造成系统死机。

在计算机系统中，两个对手互相破坏对方的程序，致使系统在大战中遭破坏。

面对这些触目惊心的犯罪事实，如何保护纯洁如玉的计算机，不使她被无辜地卷入冷酷的诈骗和对抗之中，已是刻不容缓的大事。

82. 如今病毒却成灾

计算机病毒是一种人为制造的隐藏在计算机软件 and 磁介质中的特殊程序或某种密码。它具有极强的传染力，能反复自我增殖、蔓延。此种幽灵扩散迅速，很难发现，尤其是在计算机网络中，只要有一台计算机感染病毒，就会危及其他各机工作。

计算机病毒破坏力很大，染上病毒的计算机，轻则降低运算速度，影响工作效率，重则破坏系统的工作和程序，抹除所储的全部数据并使计算机“死机”。它不仅能通过有线电系统潜入计算机，还能通过无线电信道送毒上门。

计算机病毒也有良、恶之分。良性病毒的典型代表是“小球”，当病毒触发后，电脑屏幕上会出现一个个跳动的小球，严重影响图像的清晰度和计算机的运行速度。恶性病毒主要有巴基斯坦病毒（会破坏磁盘上的文件分配表，使文件无法找到）和维也纳病毒（当执行被它感染的程序时，会使计算机“死机”），而最令人厌恶的是“13日星期五”病毒，这种与时间有缘的程序型病毒，发病时计算机屏幕雪花闪烁，出现斑斑彩块，并使计算机运算速度骤减，令人无法忍受。尤其奇特的是，一旦遇到日期是13日并且是星期五时，它会毒性大发，删掉磁盘中全部程序，使文件彻底丢失。

为了防范计算机病毒的侵袭，应该做好防治、检测和消除病毒工作，并建立“疫情”报告。对计算机设备及其软件和磁介质，要经常清理，发现病毒，立即采取隔离措施，直至病毒彻底消除，方可重新投入使用。对未受感染的系统盘和系统文件、工作文件要认真做好安全保护，严防病毒侵入。要健全计算机设备的使用及管理制度，严格对外来软件的检查和控制，切实堵塞计算机病毒的传播途径。

目前，经济发达国家正运用其先进的电器工艺，不惜巨款研究微电脑芯片的“病毒固化”技术，制造“固化病毒”。并将其悄悄地置于所出口的武器系统和通信、雷达以及传感系统中，长期潜伏在计算机程序内。一旦需要，就可通过遥控方式，将其激活。“固化病毒”活化石，将系统中的计算机程序搞得天翻地覆，使敌方的各种飞机、坦克和潜艇等的驾驶人员无法操纵，导弹失去目标或提前爆炸，造成指挥失误、通信失灵、雷达迷盲、传感失聪，带来不堪设想的灾难性后果。

有矛必有盾，只要进攻性的计算机病毒大量运用，另一方必将采取抗毒防治措施，防御性的“抗体”就会应运而生。在斗智斗勇的现代战争舞台上，计算机病毒的角逐即将拉开帷幕，“电脑大战”即在眼前。正是：

昔日电脑净世界，如今病毒却成灾。

自古有矛必有盾，抗毒防治勿懈怠。

83. 保护数据信息的安全

由于计算机和计算机网络技术迅速发展与普及应用，大量涉及国计民生、国家安全的重要数据信息，越来越多地集中到计算机系统的数据库中，并通过现代通信线路服务于许多用户，广泛用于各个领域。与此同时，计算机系统便处在非法的以至敌对的渗透、窃取、篡改或破坏的复杂环境中。计算机系统、通信系统的脆弱性所导致的诈骗犯罪，已经给社会和公众带来了严重损失和危害，成为社会关注的问题。

为了防止信息的泄密，保护数据安全，对数据进行加密是常用的安全保密技术之一。

所谓加密是指将未加密的文本转换为加密文本的某种规则或技术。它是一项保护有价值的信息或数据文件的技术，使信息和数据文件对任何未被授权但要破译这些信息或数据的人变得难以理解，使敌对者窃取了信息也无法理解而失去它的意义，从而使计算机或通信系统中的信息得到保护。

上面所说的未加密文本，是指由容易搞模糊的信息整理得到的、明确书写的、容易理解的文本；或者是由难以理解的文本转换成的可读信息。而加密文本（或密码）是指很难理解的信息或文本。

密码技术则是将明确书写的信息或文本变换为很难理解的信息或文本，并且可以在反变换的过程中将它还原为可读文件的技术。

有加密就必然有解密，所谓解密，是指将加密文本反译为未加密文本的方法。

我们在一些侦探故事中常听到“破译”这个词，指的是密码分析，就是将不打算公开或不知道密钥的加密文本的解密。

顾名思义，上面提到的密钥，就好像一把钥匙，它实际上是规定了加密字符表中符号或字母的次序，也规定了互换加密系统中移动或混合字母的模式。而公共密钥，则是密码系统中使用两个密钥，一个用于对信息加密，一个用于解密。

加密的基本方法包括加密的形式、数据压缩及密钥加密等。

加密的非常基本的形式有消隐加密、互换加密及替代加密等。

所谓消隐加密是利用某设备或算法将未加密文本的真实信息隐藏起来，或进行伪装。例如，未加密文本信息“山海”，每次只用其中的一个字并使它出现在每句中的第四个字处。于是，信息“山海”的密码就变成下面的两句唐诗：

白日依山尽，黄河入海流。

互换加密是利用预先约定的方法打乱原始信息中字符的正常排列次序，达到加密的目的。例如约定：加密文本正好是未加密文本倒读。于是，未加密文本信息“客上天然居”的加密信息就是：

居然天上客

替代加密则是用替代字母取代原始信息中的每一个字母。例如，按英文字母表次序向左移四个位置：

未加密文本：ABCDEFGH.....XYZ

加密文本：EFGHIJK.....ABCD

按照这一规则，未加密文本信息“day”的密码将是 HEC 数据压缩方法只介绍消零法和格式替代法。

消零法是指消去原始数据中的零或空格。例如，原始数据为 A100000 × B25000N——C，则压缩数据为 A1 # 5 × B25 # 3N%3C。其中，用符号 # 表示零，% 表示空格， “ # 5 ” 表示删去 5 个零， %3 表示原数据中有 3 个空格。

格式替代法是用某一个符号代替一组符号。如原始数据是 ABC30000 × Y500P，代替格式为 ABC= # ; 0000= \$; P00=%，则压缩后的密码数据为 # 3 \$ × Y5%。

最后介绍两种密钥的加密方法。

一种是在普通的二进制字符信息中加入密钥，从而产生密码信息。例如未加密明码与密钥进行按位逻辑加，产生密码信息。

未加密的信息：10111

密钥：01011

已加密的文本：11100

另一种基本上是利用短的字符序列，对信息字符进行重复地组合。

总之，通过对数据进行加密，才能保护数据信息的安全。

84. 从信息侃起

人类已进入信息时代，每个人都与信息有着密切的关系。那么，到底什么是信息呢？简单地说，信息就是人们用以对客观世界直接进行描述的、可以在人们之间进行传递的一些知识。作为信息的具体表现形式，数据是一些各种各样的物理符号以及这些符号的组合，它反映了信息本身的内容。

应该说信息和数据是有一定区别的。信息是观念性的，而数据是物理性的。信息本身可以直接反映客观事物的某些概念，而数据则是人们用来表现和传递信息的一种物理形式。另外，信息本身与信息所在的物理设备无关，而数据形式则要随着物理设备的改变而改变。并不是所有的信息都能变成数据。比方说，人们通过心灵的窗口——眼睛所使的种种眼色，都表示了一定的信息，但当前还没有办法把这种信息数据化。

当然，在许多地方信息和数据是难以区别的。信息本身有时已经是数据化了了的，数据本身就是一种信息。因此，在许多场合下不对它们进行区分。我们常说的信息处理和数据处理往往指的是同一种概念，例如与计算机之间交换数据，也可以说就是交换信息。

讲到信息和数据，人们自然会联想到信息系统。信息系统是一个广泛的概念。一般来说，它是泛指收集、储存、处理和传播各种类型信息的具有完整功能的集合体。

现代信息系统是建立在计算机技术、通信技术以及其他高新技术基础之上的，其中计算机是核心。

从信息处理的发展来看，计算机最开始是应用于基础数据的处理，着眼于减轻人们的劳动强度。例如：用计算机来计算工资、打印报表、统计帐目、管理人事、检索资料等等。这一些都属于电子数据处理（EDP）的范畴。随着计算机技术的发展以及管理上的需求，计算机逐步应用到企业单位的部分业务管理，如财务、销售、物资器材、生产等。社会的发展促使人们从系统的观点出发，去设计一个部门的计算机管理信息系统（MIS）。MIS 强调企业内各部分之间的信息联系和信息共享。它以基础业务系统为基础，以完成企业总体任务为目标，能提供满足各级领导从事管理的信息需求。虽然 MIS 已经涉及到和外部实体的联系，但是信息收集的范围基本上着眼于企业内部。当今，计算机信息系统已从管理信息系统发展到支持企业高层领导决策的决策支持系统（DSS）和办公室自动化（OA）技术为支撑的办公信息系统（OIS）。决策支持系统和办公信息系统的目标在于借助计算机及其他高技术手段，综合经营、管理、决策于一体，以求信息系统的高效率、高效益，使其在企业管理和决策中发挥重大作用。

85. 连续信号变数字

一谈到计算机，人们就想到它能又快又准地计算很复杂的数学问题，能控制火箭、导弹的发射，能指挥卫星的飞行等等。随着计算机越来越普及，它将更广泛地被应用到电子技术的各个领域。比如用于雷达，可以代替雷达兵，自动地分析雷达信号，并能把分析的结果直接报告指挥所。又比如用计算机来分析地震信号，就可以及时而准确地报警。总之，用数字计算机来分析和处理各种无线电信号是一个很大的应用领域。这一领域被人们称做数字信号处理。为了处理这些无线电信号，可以专门做成一定的机器，这种机器称为信号处理机，例如专为雷达用的，称为“雷达信号处理机”，专为地震预报用的，称为“地震信号处理机”等等，这些处理机大小不一，有的像一台大型计算机，有的像一个火柴盒，然而它们的功能都很神奇。另外，在实验室里，也可以直接用一台一般的通用计算机，来做各种信号处理的实验和研究。上面所说的信号处理机也可以看作是一种专用计算机。

那么，怎样进行信号处理呢？

在一般电子技术中的信号都是连续变化的电压或电流，例如在通信系统中，人们说的话通过话筒就转变为语音信号，这是一种随着声音振动而变化的电流，这种随时间而连续变化的信号称为连续信号，或称为模拟信号。可是很遗憾，计算机是不懂这种信号的。计算机只认得“0”和“1”这样的数字，不认识连续变化的电压或电流。因此，信号处理的第一步，就必须将连续信号转变为数字信号。这个转变一般可以分两步来进行，第一步叫做采样，使输入的连续信号转变为一个一个台阶形的信号，每个台阶的大小就是每个时间间隔的信号幅度值，实际上就是信号在电容C上保持的电压。然后做第二步，用模拟信号/数字信号(A/D)转换器，在这段足够的时间里测量C上保持的电压。A/D转换器的功能就像一台数字电压表，它每隔一个时间间隔就对C上的电压测量一次，不过，测得的数字不必像电压表那样显示出来，而是直接以脉冲的形式送到信号处理机，这样处理机就能认出一段一段时间间隔上的信号大小了。

信号处理机的输出，一般仍然是数字信号，即同样是一串数字流。这些数字信号有时就可以直接用了，但有时还需要把这种数字信号再转变为连续信号（例如，在语言处理中就需要再转变为语音信号去推动喇叭发音），这时就需要用到数字信号/模拟信号(D/A)转换器，它的作用正好与A/D转换器相反，即先将数码转变为台阶形脉冲，然后再经过一个滤波器把台阶脉冲平滑成连续信号。

数字信号处理具有广泛的应用，除了语言信号的分析、合成和理解，雷达和声纳的目标分析，地震测报与地质勘探之外，用在图像分析上更能显现它的巨大的、独特的功能。随着空间技术的发展，图像处理的任务日益重要，例如，对卫星上传送来的各种照片进行云层分析、资源分析、目标分析等等。一般情况下，图像处理的过程，就是将一幅图像先用电视摄像的方法进行扫描，得到一行一行代表图像上亮度变化的电信号，然后通过A/D转换器变为数字信号送到处理机处理，处理以后再通过显像管恢复为图像，或者拍成照片保存。处理方法大致可分为增晰、恢复、识别等几种。增晰处理就是人为地将图像上某些感兴趣的内容增加它的对比度，以使人容易发现。恢复处理就是对有缺陷的图像，在分析了它形成缺陷原因后，用数字处理技术将这些

缺陷修正过来。识别处理则是将所需要辨识的形像以一定方式事先存放在存储器中，这种形像称为模式，然后对图像中的每一个区域进行检查，将被检查的形像与存储着的模式对照，当二者相似到一定程度时，就判定为正是所要寻找的图形。这就是常说的模式识别，它具有很重要的意义。

电子计算机技术渗透到广阔的电子技术领域中，已形成了数字信号处理这门学科，并显示了它那巨大的生命力，今后它将对人类作出更大的贡献。
正是：

连续信号变数字，电脑方有用武地。

图像处理艳群芳，模式识别现英姿。

86. 电脑智多星

自从电子计算机问世以来，人们就开始研究怎样让计算机做一些需要智能才能做的事情，于是在计算机学科中便产生了一个新的分支——人工智能，又称为机器智能。

人工智能涉及的面很广，如用计算机进行产品设计和工程设计、自动化管理、翻译、自动程序设计、自动情报检索、医疗诊断、教学、探矿、化学分析、机器人控制以及绘画、作曲、下棋等等。它可以提高计算机在应用中的灵巧性，探索新的应用领域，并为计算机硬件、软件的新设计指出方向 and 提供依据。

人工智能系统的核心问题是“问题求解”。一个需要解决的问题，一般包括对象、操作和要求三个方面。比方说下棋，棋子摆在棋盘上，这就是对象。棋的摆法构成对象的一个状态，棋子走一步就是一个操作。显然，一次操作就把对象从一种状态变为另一种状态。依次操作使对象从初始状态变为目标状态——达到赢棋的要求。

人工智能所处理的实际问题当然是比较复杂的，不妨把问题分为几个子课题。例如，问题的表示方法对于问题的求解极为重要，解决问题需要有关的知识，因此，知识表示是人工智能的重要课题。为了寻找满足要求的一系列操作，必须要有窍门，于是，用窍门指导寻找是人工智能的一个基本思想。此外，解决问题可以订一个计划，执行过程中发现有缺点可以修改。上面所讲的表示、寻找、计划等子课题都是很重要的。

除了问题求解这个核心之外，人工智能的其他课题是感知、推理、执行和学习等功能。

未来的计算机应能直接识图、认字、听懂人的语言。智能机器人应有视觉、听觉、触觉等机能，以感知周围事物的情况。计算机还能辨认遥感图片中的景物。这就需要对模式识别，自然语言理解进行研究。

要使计算机对所感知的信息进行加工，就相当于人的思维。思维的一个重要方面是推理。用计算机做归纳推理和不精确推理也是人工智能的重要研究课题。

智能机器人应能行动，应能用“手”写字、做事，用“嘴”说话。这些执行机能除了硬件之外，而要研制相应的软件。

计算机还应像人类一样会“学习”。自动积累知识是一种学习，这在各种“专家系统”的设计中是很重要的。根据执行情况修改计划也是学习。再比方，通过人所提供例子形成概念，通过训练识别模式，模拟科学研究等等都是学习。

人工智能，无愧是电脑智多星！

87. 富有前景的专家系统

大家知道，医治各种各样的疾病，能作出最准确的诊断和处方的，当然是专家名医。根据地质资料和勘探数据，判断什么地方有矿床，有没有开采价值，就要靠地质专家定案。在我们现实工作和生活中，有许多问题的解决要由各领域中的专家来决定。他们对各种问题的求解，除了依据他们渊博的学识之外，还要靠各自经历中积累起来的丰富经验和练就的直觉，以及一些不确定的知识。

随着人工智能各种技术的日趋成熟，怎样应用这些技术，把专家们的知识和经验以适当的形式存入计算机，利用类似专家的思维规则，对事例的原始数据进行逻辑的或可能性的推理，演绎，作出判断和决策，便构成了一个新的研究课题，这就是专家系统要涉及的内容。

专家系统是人工智能取得重大进展和最富有前景的一个方面，是一种以“知识”为基础的计算机程序系统，它能模拟专家求解问题的能力，对一些复杂而又棘手的问题，作出具有专家水平的结论。它已广泛地应用于医学、化学、地质学、气象学、军事等许多领域。

实用、高效、透明是专家系统的三个主要特征。实用性取决于知识库的完整性、可用性以及获取知识、维护知识库的能力；高效性取决于知识库能不能良好地表示知识和是否有良好的推理方法；透明性，或叫做可理解性，则要求系统不单单提供解答，而且能用适当的语言形式，显示出结论的推理过程。自然，专家系统必须是灵活的和可扩充的，通过增加新规则和更新知识库，使系统变得更加完善，甚至要求系统具有自学的 ability。

国际上比较著名的专家系统有 DENDRAL 系统、PROSPECTOR 系统等。而国内许多单位研制的若干专家诊病系统，大多数集中在模拟名医诊病方面。第一个专家系统是 DENDRAL 系统，由斯坦福大学提出，它能像一位熟练的化学家一样，从有机化合物的分子式和质谱图推出它的结构。斯坦福研究所的 PROSPECTOR 系统，能模拟有经验的地质学家的推断过程。在我国，上海计算所运用“软联想存储技术”研制出能对 400 多种症状组成的疾病进行诊断的中医专家系统“中医智能计算机应用系统”；北京自动化所等单位合作研制成功了“医疗自动化系统工程与中医电子计算机诊疗程序”。

86. 似人非人机器人

自电子计算机问世以后，伴随着综合控制论、仿生学、信息论等学科的科学成果日益涌现，机器人于 60 年代初应运而生。

1961 年在美国诞生了世界上第一台机器人，至今已有 30 多年的历史。30 多年在人类历史长河中，只不过是“弹指一挥间”，可是由于科学技术的突飞猛进，机器人的研制已进入第三代。其中，70 年代微电子技术的出现起了很大的作用。

目前，全世界已经有各式各样的机器人约 80 万台，它们正在各个领域从事着各种工作，默默地为人类做贡献。

世界上的机器人真是琳琅满目、五花八门，但就其种类来说，大致可归为三大类：

(1) 重复型机器人。也称做工业机器人，它是一种以程序可变的、独立的自动搬运和传递装置为主所构成的重复操作系统。它能代替人去完成一些重复性的操作。如焊接、搬运材料等工作，勤勤恳恳，任劳任怨。

(2) 操纵性机器人。也叫做遥控机器人，它是一种以双向伺服主从操作机为主体的远距离操作系统。它主要用于对人体有害或者人们难以接近的场所，或干一些难度大及有危险的工作，如在海底、核动力工厂、地震灾区等场所大显身手，勇于奉献，不怕牺牲。

(3) 智能机器人。这是给机器人安装了微型计算机，赋予它更多的才能，使它能说话会走路，有视觉、听觉、嗅觉、触觉、甚至有一定的思考判断分析能力。这种智能机器人是各类机器人中最高级的一种。只有这种机器人在它的操作、思维功能乃至外形上才真正有些像“人”。

89. 从鹦鹉学舌说起

尽管“鹦鹉学舌”带有贬义，但它毕竟说明这种小精灵的模拟能力还是很强的。不过，在先进的计算机面前，鹦鹉就是小巫了。

从50年代起，随着计算机技术、电子技术、控制工程、系统工程的发展，系统模拟已成为分析、研究各种系统的重要工具。

计算机可以被人们用来模拟一个事件或者模拟一个系统。“模拟”也称做“仿真”。仿真是数字系统仿真的简称，它采用数学模型代替真实系统，在计算机上进行实验，以便取得所需的信息或达到预定的目的。事实上，当人们设计和构造复杂的系统时，或研究自然界、人类社会中漫长的演变过程和不容易重复试验的事物时，若是对研究对象本身进行试验，从时间、人力、物力等因素考虑要付出昂贵的代价，甚至不可能进行。因此，需要制造一个模型来进行各种试验。

计算机模拟系统很多，如驾驶员模拟训练系统，驾驶员使用的方向盘、操纵杆、仪表等都是真实的，但是驾驶员看到的前景，却是由计算机仿真模拟而成的图椽。驾驶员加大油门，屏幕上的前景即快速向后移动；驾驶员刹车时，屏幕前景即静止……又如仿真军舰进港的系统，当你进入这个系统，就可以在面前的大屏幕上看到辽阔的海面，浪涛翻滚。港口由小变大，渐渐向你靠近，仿佛船在驶入港内，而且还会感到微微的颠簸，真像身临其境。再比如为了培训电厂操作人员，模拟事故发生的情况以及应该采取的措施，人们研制了模拟电厂系统，模拟电厂的控制室设备，如各种仪表、指示灯、开关等，都和实际电厂相同，而模拟电厂中运行的一切数据，都是由计算机给出的。总之，计算机模拟已成为工程研制、自然科学研究、经济和社会问题研究、教学训练活动、军事研究、组织管理等许多领域中的一种极其有力的工具。它具有重大的社会效益和经济效益，可以降低系统的研制成本，提高系统的实验、调试或训练中的安全性。

计算机模拟一般从形成问题到最后模型确认必须经过许多步骤：形成问题，明确模拟目的要求。收集处理有关数据。形成数学模型。选择模型的初始状态。程序设计。程序验证。模拟试验。结果数据分析。模型确认。

90. 助理设计师

CAD 是 Computer Aided Design 的缩写，意思是“计算机辅助设计”，主要服务于机械、电子、宇航、建筑、纺织、化工等产品的总体设计、造型设计、结构设计、运动机构模拟设计、有限元分析处理、工艺过程设计等环节。

在工程、产品等设计中，许多繁重工作如计算、画图、数据的存储和处理都可以交给计算机完成。由计算机自动产生的设计结果，通过图形设备告知设计人员，使设计人员及时对设计作出判断和修改，以便更有效地完成设计工作。

计算机帮助设计人员担负起计算、信息存储和制图等项任务：在设计中计算不同方案，对结果进行分析比较，以决定最佳方案；将各种设计信息，不论是数字的、文字的或图形的，统统存到计算机里，并进行快速检索；从草图变为工作图。这样，CAD 技术就可以大大减轻设计人员的劳动，缩短设计周期，提高设计质量。

从计算机科学的角度看，CAD 的主要任务是：

- 1、建立多功能交互式图形程序库，进行图形信息的处理和交换；
- 2、建立工程数据库，存储和管理设计信息；
- 3、建立专业的应用程序库，进行设计计算和信息处理。

一个完善的 CAD 系统必须包括以上三个库。

CAD 的硬件，除了计算机本身和通常的外围设备外，主要使用图形输入输出设备。图形显示是最重要的图形输出设备，也是人机交互所必不可少的。经常使用的输入设备有键盘、光笔、操纵杆、数字化仪、图形输入板等。此外，CAD 还经常使用绘图仪、静电绘图机、缩微胶片计算机输出装置等作为输出设备。绘图仪产生图形的速度比图形显示慢，但精度高。

CAD 除了使用一定的硬件外，还要有各种各样的软件支持。系统软件、编译程序等自然是必不可少的。为了图形显示的开窗、剪辑、观看，图形的变换、修改和为使绘图仪制图，需要有图形软件。为了进行人机交互，需要有能建立各种菜单和进行交互设计的软件。大量数据的存储、检索和处理，需要数据库管理系统。为了满足各种专业设计的需要，还要有专门的 CAD 程序和必要的应用程序。CAD 软件很多，如 Auto CAD 就是一种很好的绘图软件包，它通用性强，应用面广，可用于机械、电子、建筑等各个行业，已广为流行。

CAD 和计算机辅助制造 (CAM) 相结合构成的 CAD/CAM 系统，能发挥更大的效用。在这种系统中，用于设计和制造的不同几何数据，来自共同的数据库，因而生产的零件更精确并能满足要求。此外人工智能的引进也大大提高了 CAD 系统在人机交互和解决问题方面的能力。

CAD 是一位称职的助理设计师。

91. 诗意梦境办公室

办公室自动化的设想是 1975 年在美国首先提出的，1978 年以后流行于日本等国。人们曾把自动化办公室描绘成梦境般的图画：诸如无办公纸的办公室，分散在家里的没有办公室的办公室，一天连续工作 24 小时无人管理的办公室，等等。微型计算机的出现，促进了办公室自动化的发展。它能提高管理人员的工作效率。所谓办公室自动化（OA），就是应用微型计算机和内装微处理器的各种电子办公设备组成办公室人机系统。实际上，是把计算机技术用于办公室工作，称为计算机辅助办公更为贴切。

1964 年美国 IBM 公司研制成用磁带存储数据的打字机，首次在办公室中引入文书处理的概念，1969 年又研制出磁卡打印机，用以进行文字处理。70 年代微电子技术的发展，特别是 70 年代末 PC 机的出现，使 OA 进入了以微型计算机、文字处理机和局部网络为特征的新阶段。

我们知道，办公室里的大部分信息是用文字记录或传递的。所以，文字处理系统是 OA 中最重要的设备。它由微型计算机配以文字处理软件组成。至于数字处理，对计算机来说更是轻车熟路。

电子邮件在办公室中也被应用。它是一种用电子技术传送声音、图像、数字、文字或其他混合型信息的技术。它包括简单的电话机、传真机到复杂的计算机网络。最重要的是计算机网络，它将一个机构中的各台微型计算机和输入输出设备联成一体，实现互相通信和资源共享。

此外，发展高密度存储技术也是 OA 的重要内容。将各种文件、资料、档案等信息存储在尽可能小的空间里，由计算机进行高速检索。以高密度、大容量的磁盘、光盘为基础的数据库则是计算机信息检索系统应用最广的技术。

远程通信会议是 OA 的另一种常用技术。位于不同地点的人通过长途电话或计算机网络举行会议。远程通信会议包括交换行政和技术情报的行政会议、记者招待会、远程疾病诊断或会诊、远程教学等。

计算机网络技术的发展，促进了家庭办公方式。手提式高性能微型计算机、无线传呼机的使用，使人们可在旅途中办公。高密度存储技术的发展减少了办公用纸。通信卫星、程控电话部为 OA 添彩。

计算机的应用使办公室整个系统发生巨大变化。磁记录、光记录替代了办公纸，办公人员以计算机代笔如虎生翼，磁（光）盘盒取代了档案柜，电子邮件不须信箱，……办公用品乃至家具都将推陈出新。

“旧貌换新颜”，办公室更有诗意。

92. 黑白相间条形码

当你逛商场的时候可以发现，许多商品上印有一种条形码标志。这标志干什么用呢？要回答这个问题，就得从计算机的数据输入方法说起。

人们知道，计算机的运行速度是非常快的，可以达到每秒钟数亿次。然而，它的数据输入却总是拖后腿。一种快速、准确的自动输入技术——条码技术的诞生，改变了这种落后面貌。

所谓条码 (Barcode) 是一种由一组宽窄不同、黑白相间的线条的排列组合、以代表一定字符的图形编码。这个编码可以是一组数字，或一串英文字母，或数字与字母的混合。数字和字母本身并不重要，重要的是它们所代表的内容。

一个完整的条码符号是由空白区、起始位、信息位、校验位、终止位和空白区组成。空白区是没有任何印刷符号和信息的区域，用来揭示扫描器准备扫描条形码。在扫描阅读时，当判定有起始位存在时，扫描器才会继续处理起始位以后的一系列信息。起始位的使用，给条码增加了保险。使用终止位，可避免不完整信息的输入。校验位是为校对读入的信息是否有效而采取的一种手段。

一般计算机工作是通过键盘输入，而条码技术是通过条码译码器和扫描器输入，扫描器的作用像镜子，它把“看到”的条码通过译码器输入给计算机，这样计算机就得到了和键盘输入同样的信息。条码技术的开发，是人们对信息的采集和输入技术的突破。它采用自动图形识别技术，实现了信息采集和输入的自动化。

条码种类很多，国际上使用的主要有六种。

1. 通用产品码 (Universal Product Code)，1973年由美国统一代码委员会制定，简称 UPC 码，主要用于美国、加拿大商品流通领域。

2. 国际物品码 (International Article Number)，1977年由国际物品编码协会制定，简称 EAN 码，主要用于美国、加拿大以外的世界各国和地区，它与 UPC 码兼容。

3. 2/5 码 (2 of 5 Bar Code)，是一种仅能表示数字信息的高密度条码，它又分为矩阵二五码和交叉二五码两种。

4. 39 码 (Code 39)，可以表示英文字母，广泛用于工厂自动化和办公自动化领域。

5. 库德巴码 (Codabar Code)，主要用于邮电、图书管理等领域，在美国还用于医疗卫生。

6. 128 码 (Code 128)，是一种与 ASC 码完全对应的条码。

条码系统 (Barcode System) 是指由条码符号、条码符号的生成、扫描及译码等部分组成的自动识别系统。条码扫描器、译码器和计算机是三大基本部分。例如，我们以光笔作为扫描器，它是由发光二极管来产生光源的，经过一个球型石透镜聚焦在条码表面上，它的反射光线强弱与条码中空的颜色深浅、宽窄大小成对应关系。反射光线被光笔中敏元件接收并转换成模拟电信号，经过放大电路放大后，比较器，由比较器产生相应的窄脉冲输出，再将窄脉冲信号送到译码器。而译码器是由微处理器及其控制芯片组成，它的主要功能是将条码读入设备送来的条码信号进行译码，变成计算机可以识别的 ASC 码 这样就可以将 ASC 码 直接通过计算机键盘的输出口送到计算

机里，然后利用已编好的计算机应用程序，完成对数据的录入、统计、管理、控制等功能。必要时，计算机将发出相应的控制信号，经过数模转换、放大驱动后，控制机械手操作相应的机械，从而达到自动控制的目的。

条码技术实际上是计算机信息输入的一种方式，它与其他识别技术相比，具有方法简单、成本低，信息采集速度快，采集信息量大，可靠性高，信息的对应性强，大大降低劳动强度，应用范围广等特点。

由于条码技术具备了许多优点，所以，自它问世以来，无论是技术本身还是应用领域都以惊人的速度向前发展。商业是条码技术应用最早的领域，也是当代条码技术应用最广的领域。之后，条码技术又向工业领域渗透，如汽车生产装配线采用它进行实时控制和工作过程跟踪，效益大大提高。现代化仓库管理也使条码技术大有作为。至于办公自动化方面，条码技术已广泛用于人员管理（如考勤系统）、图书馆管理、档案管理、海关出入境及机票管理等，逐步替代键盘的作用。正是：黑白相间条形码，信息技术一枝花。

各行各业争相用，快捷准确自动化。

93. 什么是电子信箱

电子信箱 (Electronic Mail) 或电子邮件系统又称消息处理系统 MHS (Message Handling System)。它是一种基于计算机网络的信息处理系统, 以“信箱对信箱”和“存储、转发和提取”等方式为基础进行信息传递。它所传送的信息可以是一般的文电、信函, 也可以是数字传真、图像、数字化语音或其他形式的信息。用户将要发的信息按规定的格式送入系统, 可以连接现有的用户电报网、公用电话网、公用分组交换数据网或专线, 经过系统处理和传输, 最后送到接收用户的电子信箱并通知收信人。

用户发送一个信件——从自己的终端将该信件输入到消息处理系统后, 该系统就根据收到的发送指令进行传输, 并将信件存储在收件人的信箱里, 收件人便可以以终端注册密码的方式, 从自己的信箱里取出信件。密码完全由用户掌握并可随时修改, 以保证其安全性。信箱可同时接收无数个人发来的信件, 并具有多种传递功能, 可多址发送, 即用户将同一信件发送到多达数百个信箱; 也可要求收件人读到发送信件或信件已存入收件人信箱后, 立即自动发回收妥通知, 并将输入的信件转送到其他信箱并加以评注, 以便其他收件人参与处理。这种以电子信箱为中心, 将各种信息处理业务联在一起, 综合的通信和信息处理系统, 可以大大提高办公自动化的时效性和工作效率。

MHS 的用户可以是人, 也可以是计算机进程。发送文电的用户, 称为发方; 接收文电的用户, 称为收方。MHS 将发方提交的各类文电传递至一个或多个收方。MHS 的用户既有直接用户, 如直接使用 MHS 的用户, 又有间接用户, 如通过其他通信系统使用 MHS 的用户。

MHS 由四类功能单元组成。

用户代理 UA (User Agent) : 它是用户与系统之间的接入功能单元, 用户通过它与系统交换信息。

消息传送代理 MTA (Message Transfer Agent) : 它是完成消息的接收、中转和投递等任务的功能单元, 由多个 MTA 组成消息传送系统 (MTS), 提供与具体应用无关的信息存储转发传送服务。

消息存储器 MS (Message Store) : 它是介于 UA、MTA 之间的选用功能单元, 用于存储待发的或收到的用户消息, MS 可向用户提供基本的消息存储、检索和身份鉴别等处理和管理功能, 每个 MS 只能为一个与其对应的 UA 服务。

接入单元 AU (Access Unit) : 它用来连接 MTS 和另一个通信系统的功能单元。

从电子信箱发展到消息处理系统, 经历了三代技术的更新而步入第四代。第一代电子信箱是建立在同一计算机的分时系统上; 第二代电子信箱系统采用了多节点, 基于存储转发技术的系统, 但机型必须一致; 第三代电子信箱系统致力于研究开发网络出入口和电子信箱桥来进行网络协议转换和格式转换, 由于技术复杂、耗资巨大, 难以普遍实现。因此国际标准化组织 ISO 和国际电报电话咨询委员会 CCITT 进行了标准设计和开发, 于 1984 年制定了统一的标准, 又于 1988 年进行了文本的修改和补充, 从而使电子信箱的发展进入新的阶段。可以预料, 电子信箱的前景是十分广阔的。

94. 话说数字签名

电子事业的蓬勃发展，使个人计算机越来越普及，家庭计算机也已进入市场。人们可以通过现有的公用电话网进行计算机——计算机之间的通信，专用的计算机网络也不断地四处延伸，电子邮件的应用越来越广泛。如果要给亲朋写信，只需把信的内容输入到个人计算机，然后敲进转发命令，一瞬间，信就通过公用电话网或计算机网络到达收信人的个人计算机里。这传书的鸿雁飞得的确太快了！

通过电子邮件传递信息给人们带来了极大的方便，然而身份确认却是不容忽视的问题。比如你想通过一封电子邮件到银行去划转你在银行的存款，银行怎么来确认这是你本人的意图，而不是他人的假冒呢？再比方，当你的朋友在电子邮件里告诉你一件不愉快的事，你能肯定这不是别人的恶作剧吗？于是，人们就提出了数字签名的问题。

数字签名同普通签名的功能是相似的，它应该满足：

1. 对发送来的带有数字签名的电子邮件，接收者能够认出这是对方的签名，并且只有对方能做这样的签名。

2. 任何人，包括接收者在内，都无法伪造出对方的签字。

我们平常的普通签名都是以图形的方式出现的，不管是中文还是外文，无论是楷书还是草书，都属于图形。而数字签名则是对传送的电子邮件——数据块施以某种算法，使它带上某种特征。而接收者通过识别数据块中的特征来确认这是谁发的电子邮件。

数字签名系统大多是应用了数论中的一些原理来设计的，它满足上面所说的签名要求。

要使用数字签名，首先要到一定的管理机构去申请，分配到一个数字签名，实际上就是两段程序，一段是变换程序，另一段是反变换程序。变换程序由申请者自己保存，注意防止别人复制。所谓的“签字”，就是将变换程序作用于要传送的电子邮件之后，使电子邮件带上某种数字特征。而反变换程序应分发给各个接收者，使他们用反变换程序能识别电子邮件上的特征，达到鉴别签名的目的。

变换程序的设计十分重要，它应该是理论上不可推测的。人们期待着一种公认的、简洁的、有法律效力的数字签名系统问世。

95. 计算机步入艺术殿堂

从计算机信息处理角度看，艺术创作可被看作是对视、听、触觉等模式信息的一种艺术性加工处理工作。其中大量繁琐的技巧性劳动和非创造性劳动，用计算机完成可使艺术家集中精力更好地发挥创作才能。人们用计算机以定性和定量方法对艺术进行分析研究，辅助艺术创作，便有了计算机艺术。

计算机艺术是在计算机图形学的应用发展影响下产生的。60年代中期，用计算机显示和绘制造型复杂的艺术性图案、绘画等已初见成效。后来，人们在图形显示技术中广泛采用了光笔，可以对图形信息的处理过程进行实时修改，得到预期的效果，这就促进了计算机在造型艺术中应用于绘画和雕刻；在综合艺术中应用于动画片；在表演艺术中应用于音乐和舞蹈。

绘画是由一些可用数字信息表征的，由几何线条、画素、灰度、色彩等可视模式信息构成的一种造型艺术。计算机绘画是用计算机将画形模式信息，转换为数字信息后输入计算机，经过运算加工处理后再由转换装置输出成画。用计算机可对图形信息进行位移、旋转、放大、缩小、变形、重复、反射、涂色、修改等多种快速运算和加工处理，所作的画能表现用人工手法难以实现的一些艺术和特技效果。计算机绘画除在美术绘画中应用外，在织染图案、服装设计、建筑、遗传工程和广告等很多方面也得到应用。

动画片是由许多幅有连贯性动作的图画，用逐格摄影法依次拍摄而成。制片时需绘制上万张图稿，成本高，效率低、周期长。采用计算机动画技术可给制片厂带来极大效益。其奥秘就是关键画补插法，只须根据剧情绘出少量具有表征突变动作的关键画面，然后用计算机依次将相邻关键画之间补插画面，最后编辑连接即可大功告成。这样，大大地提高了效率，降低了成本，也缩短了周期。

作为一种信息处理机，计算机可以把构成音乐的各种声波信息经转换输入计算机，进行加工处理后再转换为音乐输出。作曲家可用计算机合成出用一般乐器无法产生的具有复杂音韵模式、多种声音和节奏变化的乐音。创作乐谱时，边谱曲，边试听，边修改，直至满意为止。

计算机辅助舞蹈家进行训练和创作，是将舞蹈动作看作一种模式信息，用计算机加以处理，进行分析研究，以便创作出可供指导和辅助训练的模拟舞蹈动作的舞谱形式。在舞蹈演员身体运动关节处安置微型测角传感器，可将舞蹈动作的模式信息经转换后实时地输入计算机，并同时在屏幕上显示出舞姿动作变化情形，供人们边审看边修改舞姿。

总之，计算机也是艺术殿堂的尊神。

96. 音乐电脑今携手

想当初，计算机刚问世的时候，谁也不曾料到，计算机与音乐这两样几乎风马牛不相及的东西会珠联璧合。如今，电脑音乐迅速发展的事实证明，这不是天方夜谭。不是吗？大量的影视配乐、盒带、激光唱片、MTV 节目，甚至许多大型演出的音乐音响都取之于电脑和电子乐器。可以说，电脑音乐系统已充当了作曲家的纸、笔，乐队中的各种乐器，调音师的调音台、录音机等角色。电脑音乐系统的出现不仅使作曲家容易作曲，而且使从未摸过乐器的人都能用简单的操作方法演奏音乐。

尽管电脑与音乐已经紧密结合，但它们毕竟还是大有区别的。首先让我们看看乐谱，它是作曲家为了记录演奏信息而写下的作品，在实际演奏中，不同演奏家在演奏同一乐谱时都具有独特的音乐表现手法，这就是音乐。从某种意义上看，音乐本身就具有模糊性。例如，乐谱中的“快板”，有的并没有指定具体的速度；有的即使标有速度符号为 104，也仅仅是表示在 1 分钟内可以演奏 104 个 4 分音符，并不是指定要用节拍器正确无误地用这个速度演奏音乐。然而，用电脑演奏音乐就必须把这一模糊的信息，用正确的数值进行设定。也就是说，在电脑音乐中虽然用乐谱输入软件可以方便地演奏音乐，但需要把所有的符号和具体变量预先确定好。所以，有人认为电脑音乐缺乏丰富的音乐表现手法。不过，随着“模糊理论”的技术应用，电脑音乐软件也采取人工智能化，使它能在音乐表现手法上更加丰富。

电脑音乐系统一般由电脑、MIDI 接口、音源、音乐软件和输出装置组成。所谓 MIDI 是英文 Musical Instrument Digital Interface 的缩写，意思是电子乐器间数字通信接口。它是电脑和电子乐器间，把音乐信号进行数字化之后，用电缆进行数据通信的接口标准。MIDI 用串行传送方式，以每秒 31.25 千比特的传送速率传送数据。一个 MIDI 完整数据由 3 个字节（1 个字节 8 比特）组成。MIDI 在电脑或电子乐器中的接口一般有 3 个，输入、输出和通路接口。输入接口用于接收从其他电子乐器中传送的 MIDI 信号。输出接口用于把本乐器演奏的信息传送到其他 MIDI 设备中。通路接口也是 MIDI 信息的输出端，但输出的数据并不是本乐器演奏的数据，而是从输入接口接收的信息原封不动进行传送的数据。通路接口可用于多个单源的连接，把最初电脑送出的 MIDI 信息，通进改变音色传送到不同音源上。

音源有电子琴、音源模块和音源取样器等。电子琴和音源模块的区别在于有无操作键盘，无键盘的称为音源模块，此外，音源模块还具备电子吉它和电子管乐器的输入。音源取样器是采用脉码调制（PCM）方式，把自然声原封不动作为音源的。

音乐软件目前已有几十种，分别对应不同的计算机，但大致可归为四类，用于作曲的软件——指令序列软件；支援伴奏和改编的软件；演奏音乐信息的软件和印刷乐谱软件。通常所说的音乐软件是指指令序列软件。指令序列软件的输入方法大致有三种。一是实时输入方法，用户可用电子乐器演奏乐曲并把其中的信息原封不动作为数据进行记录。二是音阶输入方法，就是利用电脑的键盘或鼠标器输入数据，像音程、音长、音强等等。三是乐谱输入方法，就是利用显示终端上显示的乐谱输入音符。

输入装置通常由放大器和扬声器组成。这种装置的输出功率不需要太大，在家庭中使用电脑音乐系统时，可利用现有的组合音响和收录机。

电脑音乐系统具有广泛的用途。在音乐作曲方面，作曲家应用指令序列软件进行作曲，与作家用电脑写作一样，即可利用电子乐器演奏并把演奏信息原封不动输入电脑中，然后应用音阶输入方法进行编辑和修改，最后存储到磁盘上可自动重放在电子乐器上。在音乐教学方面，人们可利用音乐数据软盘欣赏音乐或进行音乐教学练习。在广播电视方面，专业音响人员利用电脑音乐系统制作效果音，可大大减少作业量。正是

昔日堪称风马牛，音乐电脑今携手。

阳春白雪和者寡，照样操作能演奏。

97. 出版业的新篇章

中华民族引以自豪的四大发明之一——印刷术，是人类文明史上的一块丰碑，毕昇的名字永远载入了世界科技发展的史册。而今，电子出版系统的推出和应用，又为出版事业掀开了新的一页。

电子出版指的是从文稿录入计算机、编辑排版、直到在普通纸、相纸或底片上输出符合编者意图和出版要求的版面的过程。而电子出版系统则是完成上述过程，由计算机、图像扫描仪、激光打印机（必要时可用精密照排机）等设备组成的系统。

录入、排版之后的工作，就是制版、国版、印刷。把普通纸上的版样制成氧化锌版或纸基银盐版，供份数较少的印刷品用，一般使用台式胶印机或小型胶印机印刷。对大量印刷的，则晒出 PS 版或树脂版，供大型印刷机印刷。

电子出版系统的印刷质量和档次要远远高于文字处理机和电子打印机。这主要体现在，电子出版系统的分辨率高、输出质量高，字体、字号、花边等齐全，排版功能很强，能满足各种出版物对众多复杂、综合版面、版式的要求。

目前，电子出版系统可分为两个档次：电子轻印刷系统和激光精密照排系统。

电子轻印刷系统是一种功能介于字处理系统和激光精密照排系统之间的产品。它填补了高档专业印刷和低档字处理产品之间的空缺。但是电子轻印刷系统与字处理产品之间并没有明显的界限。电子轻印刷系统一般是指分辨率为每英寸 300 点、400 点的系统，多数用激光打印机输出，也有用喷墨打印机输出的，字体一般只有宋体、仿宋体、楷体和黑体四种。系统一般由三部分构成：主机（多用 286 微机）、激光打印机和图像扫描仪。由于这三种设备都是放在桌子上的，所以人们又把这种轻印刷系统叫做台式出版系统。

激光精密照排系统是一种专业的排版系统，它的输出分辨率要比电子轻印刷系统高得多，至少在每英寸 635 点以上，国外最高可达每英寸 3000 点；字体、字号十分繁多，还有多种变形字、美术字；图像扫描仪的精度要求更高。此外，排版功能、版面美观程度都更高一筹。

国内排版软件十分丰富，比较著名的软件有：华光/方正电子出版系统、四通 4S 激光照排系统、科印微机书刊排版系统、909 中西文桌面印刷系统等。

随着电子出版的发展，以纸张为载体的出版物将会逐渐减少，未来的“书”、“报”、“杂志”将是录音（像）磁带、磁盘、电子信箱、光盘只读存储器（CD—ROM）以及激光电子类书刊。

“汗牛充栋”将成为典故的古董。

98. 异军突起随身带

随着电子计算机的普及应用，传统的图书、资料等印刷品正面临着挑战。一种叫做“随身带”的电子图书已进入市场，尽管目前的价格还比较昂贵，但不久将成为热门货。

当前在市场上崭露头角的“随身带”电子图书已有数十种之多，款式功能各不相同，但大多数电子图书都普遍应用激光系统来实现信息的储存和检索。如日本一家公司推出的电子图书采用一个袖珍式激光机，只有手掌那么大，把图书资料记录在3英寸直径的光盘上，并在激光机上配有一个小型键盘和荧光屏，供读者选择阅读内容。每张光盘可以存储10万页的文字资料，相当于300本平装书的内容。目前，这家公司已生产出25种光盘，其中绝大多数是参考书，如字典、人名录、成语汇编及歌曲大全等等。有一种光盘储存了日语字典、英日字典、日英字典、外来语字典和汉字字典5本字典的内容，读者只需用25秒钟的时间就可以找到5本字典中的任何一个字。英国的一家电子公司推出了一种电子图书，用来代替原来的微缩胶卷储存资料。这种电子图书包括一个白底黑字的手触式显示器和一个激光装置，它除了能储存文字外，还能储存图片和声音资料，一张光盘就能储存相当于500本普通书籍的资料，人们只要在几秒钟内就可以查找到所需的资料，其速度之快，令手工查找望尘莫及。更令人感兴趣的是，这种电子图书可以随身携带，用不着光顾图书馆或资料室，真是方便之至。

艺无止境，电子图书也无止境，它是异军突起，更是方兴未艾，正向着多功能化的方向发展。例如，电子字典不但具有查阅单字、翻译的功能，而且能够发单字的准确读音，进行会话双向测检、工程计算，以及完成电话记录、存储地址、电话号码、银行帐号等文秘工作。

专家们预测，到20世纪末，电子图书的售价将达到人们可以接受的水准，成为人们工作、生活、社交等不可缺少的随身带的电子用具。

“随身带”冲击着传统的图书印刷品，未来的图书馆也将以新的姿态出现。

99. 图文声的完美结合

进入 90 年代，多媒体计算机成了热门。

什么是多媒体呢？

大家知道，媒体是信息的存储实体。所谓多媒体，就是可以存储、处理、传递多种媒介信息的实体，实际上是一个处理和提供声、图、文等多种信息形式的计算机系统。确切地说，就是计算机成为能存储、处理、传播声、图、文等多媒介的实体，一种全新的信息传输实体。多媒体的本质不仅是信息的集成，也是设备的集成和软件的集成，通过逻辑连接形成有机整体又可以实现交互控制。因此，可以说集成和交互是多媒体的精髓。

以计算机为平台，把声音、图形、文字和视频图像等多种信息表达方式有机结合起来的技术，称做多媒体技术。它能使现有的任何一种应用都会得到改善，并能使某些本来不可能实现的应用成为可能。

多媒体技术涉及到数字视频图像技术、高分辨图像技术、高性能存储技术、语音识别、图形识别和文字识别技术等一系列技术，而数据压缩和复原技术尤为关键。推行多媒体技术，可以将计算机从个人电脑发展到家庭电脑，使计算机进入千家万户，真正使我们的世界变成名副其实的计算机世界。

不难明白，多媒体计算机就是各种不同的电子媒体的集成，把数值、文字、声音、图形、动静态图像等有机地集合在一起，并把结果综合地表现出来。好似人的感官系统，通过听觉、视觉、触觉把各种信息送入大脑，再通过大脑综合处理，这样就在人——机交互中产生一种和谐感，而不是单一的文字、图像或声音的处理效果。不言而喻，多媒体计算机是图、文、声的完美结合。

在众多的多媒体计算机中，Mac 机一改传统的 IBM—PC 机的操作方式，基本上不需要记忆操作系统的命令，只要使用它提供的鼠标器去点屏幕上的相应图形，就会用 Mac 机的各种软件。而 Apple 公司推出的影、视多媒体演播系统，是先用多媒体计算机对电视的声音、图象、文字进行处理，大大提高了演播质量。这套系统适用于电视台广告节目制作、展示会宣传、影视歌曲、卡拉 OK 节目制作、体育运动训练中的动作分析等。

多媒体，前途无量！

100. 高效低耗话兼容

一台计算机的程序、设备能被其他计算机接受的可能性，叫做“兼容”。如果一台计算机的部分外部设备不需调整就能接到其他计算机上使用，就称为硬件兼容；如果在某台计算机上编制的程序不加修改就可以在其他多台计算机上运行，则称为软件兼容。一般称具有软件兼容的计算机为兼容机。

按实现兼容的方式来分，兼容有两类，一类是部件兼容，另一类是软件兼容。所谓部件兼容，是指可以采用为某种计算机设计的插入式电路板的机器。但它必须保证与被兼容机的电气指标相同，不然的话就会在使用中遇到麻烦。软件兼容相对要容易些，有许多工作，甚至有些本来是属于硬件的工作，用软件来实现反而比较容易，常常可以收到事半功倍的效果。有些在兼容中存在的隐患，通过它也可以消除。同一系列中各种型号的计算机，由于它们在指令系统、外部设备控制方式、中断系统、设备接口等各方面存在着一致性，往往会有这种情况：在同系列中较低档计算机上编制的程序，可以在较高档计算机上运行；而反过来，在较高档计算机上编制的程序，就不一定能在较低档计算机上运行。这种单向的兼容性，叫做向上兼容。

向下兼容正好与向上兼容相反，就是指在较高档计算机上编制的程序可以在较低档计算机上运行的情况。

随着计算机的飞速发展，某些大型软件开发的工作量相当于数百人工作一年。这些软件如果都能做到兼容，就无需在其他机器上重新开发，这样就可以节省大量的人力和物力。由此可见，计算机的兼容性具有非常重要的意义。