

了。中子散射领域有了很大的发展。当年只能产生  $2 \times 10^{12} \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  中子通量的反应堆已由众多通量高得多的反应堆所代替,其中法国 Grenoble 的高通量堆通量已达  $10^{15}$ 。在我国目前已有包括中子三轴谱仪、四圆衍射谱仪、飞行时间谱仪、小角散射谱仪在内的研究中子散射所必需的实验手段。同时在多年的科研实践中,我们还培养和锻炼了一支研究中子散射的队伍。最近获知,我国将在北京建立我们自己的高通量堆。通过大家的共同努力,相信中子散射这一探索微观世界的有效方法必将在中国发挥越来越重要的作用。

## 参 考 文 献

- [1] D. P. Mitchell and P. N. Powers, *Phys. Rev.*, **50**(1936), 486.
- [2] H. Halban and P. Preiswerk, *C. r. hebdom. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **203**(1936), 73.
- [3] C. G. Shull and E. O. Wollan, *Phys. Rev.*, **81**(1951), 527.
- [4] C. G. Shull, G. A. Morton and W. L. Davidson, *Phys. Rev.*, **73**(1948), 842.
- [5] C. G. Shull, *Trans. Am. Cryst. Assoc.* **3**(1967), 1.
- [6] B. N. Brockhouse, *Phys. Rev.*, **99**(1955), 601.
- [7] B. N. Brockhouse, In *inelastic scattering of neutron in solids and liquids*, IAEA, Vienna, (1961), 147.

## 信息新技术进展和信息高速公路<sup>1)</sup>

侯 自 强

(中国科学院声学研究所,北京 100080)

**摘要** 计算机技术与消费电子的结合出现了多媒体技术,多媒体通信的需求导致信息高速公路的产生。计算机、消费电子与通信的结合使人类进入信息时代并导致产业结构的重组。文章从个人计算机的微型化与移动数据通信、多媒体个人计算机及消费电子数字化、高速光纤骨干网技术、有线电视综合业务网、全球卫星通信网等几个方面来阐述这场信息革命。

**关键词** 信息高速公路,有线电视网,交互式电视,机上变换器

**Abstract** The combination of computer and consumer electronics has given birth to the multimedia industry, and multimedia communications have resulted in the emergence of the information superhighway. Various aspects of the information technology revolution are presented, such as the miniaturization of personal computers, movable data communication, multimedia PCs, digitization of consumer electronics, high speed optical fiber network technology, CATV integrated service networks, and global satellite communications.

**Key words** information superhighway, CATV network, interactive TV, set-top-box

随着信息技术的发展,信息技术的应用已深入到人类社会政治和经济生活的各个方面,对社会进步产生重大影响。人们在谈论 21 世纪人类将进入信息社会。1993 年,美国克林顿政府提出“全美信息基础设施”计划就是通常说的信息高速公路计划。该计划在美国乃至全世

界引起了强烈反响,掀起了一场信息技术革命热潮,各国政府纷纷推出信息高速公路建设计划。当今信息技术发展迅速,新产品层出不穷,令人眼花缭乱。

<sup>1)</sup> 1994 年 9 月 15 日收到第一稿,1994 年 11 月 5 日收到修改稿。

信息高速公路的基本思想是要在全美国建立以光缆为主的高速宽带通信网络,这个网络的末端将深入每个办公室和家庭,构成四通八达无孔不入的通信网,甚至在移动中也可利用个人多媒体终端进行通信。宽带高速网络提供的将不只是话音和低速数据通信服务,而是集声音、活动影像和数据三合一的多媒体通信,其最终目的是:使每个人在任何地点都能办公而不必到办公室去;在边远地区可通过交互式电视教育得到优秀教师的指导,受到良好教育;通过传送医学影像和数据由高级医生进行远距离诊断,使得边远地区得到高水平的医疗保健服务。多媒体通信的普及将大大加强人们之间信息交流和沟通能力,使人类进入信息时代。

信息高速公路计划的出台是社会发展的需求,也是信息技术进步的结果。它的发展将导致产业结构的重组,提供巨大的市场机会。多媒体技术的发展,消费电子数字化,以及宽带网络通信技术的发展,使计算机、通信、消费电子三者合一,使得宽带有线电视网将发展成为城市综合业务用户网,提供数据、声音、视频影像三合一的服务。电视机上变换器将成为个人多媒体终端。高速光纤网可提供数京(G)赫带宽,采用同步光纤网络(SONET)和异步转换模式(ATM)技术,可实现10Gb/s以上高速数字数据通信。它将成为信息高速公路的骨干网。而以卫星通信为基础的个人通信网(PCN)系统可构成空中信息高速公路。个人计算机的微型化,移动数据通信的发展,多媒体及消费电子等相结合,将导致出现手持式个人多媒体终端。本文将介绍这些信息新技术的进展和发展趋势。

## 1 个人计算机(PC)的微型化与移动数据通信

### 1.1 PC的微型化

近10年来,PC及其外设的尺寸在不断减小。继台式PC后出现了膝上型PC,笔记本PC,前不久又出现了以Apple公司的Newton为代表的掌上型个人电脑助手(PDA),以及具

有完整PC功能的掌上型486PC(如Dauphin 486)。这是一部完整的PC机,运行Windows, DOS,具有PDA功能及电子邮件、传真、调制解调器等功能。

PC正进一步缩小为卡式PC。如Epson公司在美国的分公司S-MOS system生产的卡片386PC(如CARDIO™-386),它把除键盘、磁盘驱动器、监视器以外的全部PC机电路集成在信用卡大小的一片厚5.5mm的PCMCIA卡中,其核心为386SL超级芯片组,内存最大配置为256KB ROM和4MB RAM,并装有可驱动液晶显示器和监视器的VGA电路。CARDIO™-386可以根据用户的需求来“剪裁”,可用于商场售货服务、传真以及有线电视等系统中。电压有3.3V和5V两种,目前供评价用的样品的价格为869—1386美元(视配置而定)。

在外设方面,最引人注目的是HP公司的48.2MB的硬盘HP Kittyhawk个人存贮模块(Kittyhawk是当年莱特兄弟发明世界上第一架飞机时所在的小镇的名字),它的尺寸只有火柴盒大小(5.1×3.7cm),重28.4g,盘片为1.3in工业标准,在工作时可承受150g冲击,可装入III型PCMCIA卡。

微型化的另一个重要趋势是各种外设、功能卡、接口卡被缩小装入PCMCIA卡中。PCMCIA卡可插入笔记本PC、掌上型PC和掌上型个人电脑助手。PCMCIA卡最初被设计用作笔记本型PC的存储器扩展卡,后其尺寸及插头被标准化,作为各种功能扩展卡的标准,并按不同厚度设有I、II、III型三种尺寸。前述的硬盘已装入这种卡中,此外,还有用快速存储器构成的固态存储卡、调制解调器卡、传真卡、无线调制解调器卡、IBM大型机终端仿真卡等。甚至全球卫星定位系统(GPS)接收机也被做成PCMCIA卡,可直接插入笔记本电脑,接收卫星信号,在计算机上显示地理位置。Crystal公司新开发的Mware可编程DSP多媒体卡,可把笔记本PC变为多媒体PC。

PC微型化致使键盘操作不便,从而产生

笔输入和声输入操作。这是微机本身向多媒体的发展。

总之 PC 及其外设的微型化将进一步扩展其应用范围,功能将不断增强,并将进一步促进计算机与通信和消费电子产品的结合,引发一场电子产品的数字化革命。这场革命将改变人类的经济和社会生活面貌,下面介绍上述技术结合产生的一些新技术和应用。

## 1.2 移动式数据通信及皮包办公室

随着笔记本 PC 和掌上型 PC 的发展,对移动式数据通信的要求被提到日程上来了。

一种最便捷的移动式数据通信方法就是利用无线调制解调器将 PC 机和现已广泛使用的模拟蜂窝移动电话系统联接起来。利用蜂窝移动电话(大哥大)来传送数据,进入市话网,将数据通信网络与计算机网络联通。目前有些掌上型 PC 与移动式电话被设计在一起,称为个人通信器,如 AT&T 公司的 EO,很快将有大量的这种类似产品出现。而更多的是将无线调制解调器和 PCMCIA 卡插入笔记本 PC 或掌上型 PC 内,使之与移动电话联通进行数据通信。这种方法的优点是便于实现,可利用现有的移动通信网络。它的缺点是传输速率不高,信道利用效率不高。目前,人们正在发展另一种系统,它在现有模拟蜂窝式移动电话的基地站内建立数字数据通信设备,与移动电话系统共用天线及放大发射设备,组成一个蜂窝式移动数字数据通信系统(这样做可花费较小的代价,得到较好的效果),以形成高速的移动式数据通信能力,这就是蜂窝式数字分组数据通信网(CDPD)。这是一个广域无线数据通信的新标准,它可提供双向 19.2kbps 分组数据传送,比现有的蜂窝电话信息更快、更便宜、更可靠。休斯公司,飞利浦公司等生产 CDPD 的基地站设备, Sierra 公司和 Wireless 公司生产用于 CDPD 的无线调制解调器。

第三种方法是一些公司在建立自己专门的移动式数据通信网络。这种网络有些是单向广播式的,有些是双向的用于数据传输通信。下面介绍美国 Motorola 公司下属的电子信箱广

播网络(EMBARC)。这是一个单向广播式的传输网络,客户购买接收机套件后可用各种类型的 PC 式 PDA 来接收 EMBARC 通过卫星发送的信息。目前可接收《今日美国》报纸的新闻摘要各项专门信息(通过月租收费),同时还可以用广播方式发送 E-Mail。发送者用户向总台发送的信息可通过 EMBARC 向全国的成百上千个移动中受信者发送 E-Mail,目前的价格是每 100 字符(byte) 28 美分,而接收用户月租是每月 18 美元。

ARDIS 公司的全国数据无线电子网络是美国第一个全国数据无线电传送网络,全年全时工作。网络覆盖美国 80% 人口的地域,是一个双向的无线传输网络,使用 Motorola 公司的 InfoTAC™ 调制解调器配合笔记本 PC 使用。目前主要用于电子信箱、销售订单输入、库存查询、公安、保险、交通管理等方面。ARDIS 公司成立于 1990 年,其中 Motorola 公司和 IBM 公司各占 50% 股份。

为了获得足够的通道容量,蜂窝式移动通信的基地站的范围在缩小,发展成个人通信系统,并将出现 Microcell 和 Picocell 系统,前者提供范围在 100m 左右的建筑物内通信,后者用于 10m 左右的室内通讯。从发展看,无线数据通信与个人通信系统势必会结合在一起。目前 Newton 一类的个人电脑助手则是用红外的方法来实现数米范围内的室内通信。从发展看,未来将更多地使用厘米甚至毫米波段的电磁波。

Altair 无线局域网络采用 18GHz,用于保密及无干扰通信,符合 IEEE 802.3 标准,支持现有网络的操作系统和协议。Altair PlusR11 无线以太网使得用户可以快速方便地构成局域网。该系统可提供 5.7Mbyte/s 的吞吐速率,可在一个 Microcell 之内用于 PC 服务以及外设间的高速通信。Altair Vistapoint 系统是一个高性能无线桥接器,用于联接在不同建筑物内的局域网,性能价格比优于现有的 T1/E1,最大吞吐速率为 5.3Mbps。

皮包办公室的基本核心是笔记本 486PC,

加一部蜂窝式移动电话,用无线调制解调器联接在一起,实现数据通信。一部小型数字彩色摄像机可将摄得的彩色照片送入计算机,在屏幕上加工后通过传真或无线调制解调器发送出去。一部小型扫描仪可将各种文件、图形、图像扫描后送入计算机,经编辑加工后通过移动电话发送出去。小型打印机可以制作各种文件。有的系统还配有 CD-ROM 和 GPS 系统,可将现在所处位置在电子地图上显示出来。为了在无电源地区工作,有的系统还配有太阳能电池板。随着多媒体声音、图像压缩技术的发展,实现了无线多媒体数据通信,从数据库中存取声、图文数据,实现了会议电话和共用电子白板等功能。

## 2 多媒体 PC 及消费电子数字化

什么是多媒体,现在众说纷纭。我们先不去探究多媒体的准确定义。其实最简单的办法是在 PC 机中装上 CD-ROM 驱动器,在 PC 扩展槽中插入一块声霸卡一类的卡,接上扬声器,使 PC 计算机具有读取并显示 CD-ROM 驱动器中的图、文并发出声音,以及具有存储、合成音乐的能力,这就构成了一部最基本的多媒体计算机。自声霸卡问世以来,多媒体 PC 发展很快,功能不断增强,价格不断降低。目前,一套最基本的多媒体升级套件,最便宜的为 200 多美元(包括单速 CD-ROM 驱动器、声霸卡、扬声器及软件),而一台 486 多媒体 PC 的售价最低为 1500 美元。

由于大量有趣味的游戏软件的出现,使得多媒体 PC 快速进入家庭。1994 年 5000 种游戏软件中有 14% 是装在 CD-ROM 内出售,价格一般在 50 美元以下,估计不久任天堂和世嘉的游戏机,将会被能显示三维动画、能播放高保真度声音的多媒体 PC 所代替。

目前多媒体 PC 向活动图像方面发展,其目标是把视频节目存储在计算机硬盘中,能够实时并以全屏幕电视质量回放视频节目。由于数字化的电视影像频带很宽,远高于 PC 总线

的带宽,且数据量大,必须经过压缩才能通过总线存入硬盘。对于全屏幕影像(768×480)至少需压缩 50 倍以上。最早的台式 PC 硬件视频压缩算法是 Intel 公司的 DVI 系统。而软件视频压缩则有 Apple 公司的 Quick Time 软件运行在 Mac 机上,以及 Microsoft 公司的 Video for Windows 软件运行在 PC 上。这两种软件只能在 1/4 屏幕上(320×240)以 15 帧/s 速度显示视频影像。以后发展了 Motion JPEG 算法,这是一种 JPEG 算法(一种国际标准的静止图像压缩算法,基于 DCT 变换)的改进型,使之适用于视频影像。此外还有国际运动图像专家组确定的标准 MPEG 算法和 MPEG-2 算法。MPEG 算法主要用于卫星传输和 CD-ROM 驱动,存储视频影像(包括音乐的压缩)压缩比在 150:1 以上。现在市场上有多种视频卡,主要采用 Motion JPEG 和 JPEG 算法。价格较前一年有较大幅度下降。另外还有两种正在发展中的算法,它们有独特的优点:一是子波压缩算法(Wavelet),它可减少 Motion JPEG 算法中的伪影;另一是分形压缩算法(Fractal),对高分辨率影像可提供更高的压缩比,主要用于静止图像压缩,也可用于视频影像压缩。这是一种非对称算法。压缩算法很复杂,而释放很简单,可在 486PC 上用软件以 30 帧/s 速率回放 1/4 屏幕视频影像,优于 Video of Windows 软件。

多媒体 PC 的另一个重要的发展方向就是要把数字信号处理(DSP)技术引入 PC。

如上所述,目前要构成一部多功能的 PC 要用多块卡,不同的功能卡采用不同的 DSP 算法来处理信号。如果采用通用可编程信号处理器来制成可编程 DSP 卡作为 PC 多媒体平台,就可通过改编程序来实现不同功能,从而具有较大的灵活性。目前可编程 DSP 芯卡如 TI 公司的 TMS320 系列和 AD 公司的 2100 及 21000 系列是为专业 DSP 应用设计的,价格较高,卡上要装大量存储器芯卡,使得一块卡的价格在 100 美元以上,故很难用于多媒体 PC,进入家庭。近年来不少公司宣布推出新的可编程

DSP 多媒体平台。典型的是一块卡上装有双通道 16bit A/D 和 D/A, 一块可编程 DSP 芯卡及供传真和调制解调器用的专用电路。这种 DSP 芯片是专门设计的, 可方便地与 PC 主机及外设交换数据。这种卡共用主机的内存, 板上不设大量存储器, 因而成本很低。在 PC 机中插一块这样的卡可提供声霸卡的全部功能及传真、调制解调器、留言电话、语音信箱等功能。通过编程还可提供声音、图像压缩、语音识别、合成等多种功能。目前有三种可编程 DSP 多媒体平台插卡, 一是 IBM 与 TI 公司合作的 Mwave 卡; 另一种是 AT&T 和 Apple 公司合作的 DSP/VCOS 卡; 第三种是 AD 公司的 Signal Computing 系统。

可编程 DSP 卡的出现, 使得在 PC 机上插一块 300 美元左右的卡就可提供较现在多媒体 PC 强很多的功能, 并且有可编程扩展新功能的能力, 因此将大大推进多媒体 PC 的发展。

多媒体技术的发展也开拓了一些新的应用, MPEG 算法的发展解决了在 CD-ROM 中存储视频影像的问题。JVC, Philips, Matsushita 和 SONY 等公司联合发展了新的标准 Videl CD。它可以 150kbyte/s 的速率(单速 C-CD-ROM 驱动器标准速率)在 5in CD 盘上记录 74min 视频影像和 CD 质量的音乐, 并以  $1024 \times 768$  的分辨率, 30 帧/s 的速度回放 32768 色全屏幕影像, 达到高分辨率电视水平。C-Cube, Goldstar, Commodore 和 Sam Sung 等公司也使用这一标准。Philips 公司增加了一个附件, 使其 CD-I 放像机可放 Video CD 光盘。Goldstar 公司已生产 Video CD 放像机。美国派拉蒙影业公司已宣布用 Video CD 格式制做电影。其他好莱坞影商如日本松下、米高美和索尼的哥伦比亚可能也将作出这种决定。

目前有些公司已开始生产用于 Video CD 的 MPEG 释放卡。插在 PC 上可在屏幕上播放 Video CD 中的视频影像。Reel Magic 卡就是这样一种卡, 售价为 300 美元。以前这

类卡售价在 2000 美元以上。目前还有一些交互式三维图像游戏软件做成 Video CD 格式, 如“侏罗纪公园”有非常逼真的三维效果。

视频压缩技术的发展将改变传统视频编辑方法。传统的模拟视频编辑是在磁带(胶片)上编辑电视节目(电影)。现在可以数字形式在计算机中存储高质量的影像, 并可以很方便地调用, 进行加工后再重新存储, 这样就出现了新一代非线性数字视频编辑器。所谓非线性就是可以瞬时地、随机地存取计算机硬盘中待编辑的视频影像。非线性视频编辑器的优点是编辑速度快、灵活性大, 缺点是还不能编较长的节目。非线性数字视频编辑器的性能可达到 24bit 彩色,  $640 \times 480$  分辨率, 全运动影像 30 帧/s。每帧两场, 这样的一帧视频影像约为 1Mbyte 未压缩数据。以 10:1 的压缩比压缩后相当于 2.7Mbps, 即 1Gmb 磁盘可存储 6min 视频影像。现已有一些插卡可插入 PC 构成非线性视频编辑系统, 使用磁盘阵列存储。大容量存储中档性能的系统价格为数千美元, 大量采用 JPEG 算法和 DVI 算法, 少量采用 Wavelet 算法。更高档性能的系统采用工作站, 其总线速度较 PC 快, 是理想的视频编辑平台, 其价格要上万美元。

从另一方面看, 消费电子视听产品正在经历一场数字化革命, 计算机多媒体技术和声音图像压缩技术的发展以及高性能数字信号处理(DSP)芯片的出现, 加速了这一进程。数字音响、数字广播(DAB)、数字录音、数字电视、数字有线电视等相继出现, 计算机、通信、消费电子和出版影视娱乐业之间的传统的分工界限正在被打乱, 它们正在相互融合创造新的产业, 这一技术创新的过程将对人类的社会和经济生活产生重大影响。在 21 世纪将会出现每人一个号码的全球个人移动通信系统, 个人手持终端可以使人们从世界上任何地方与另一地方的人进行多媒体通信: 可视电话, 共用电子白板讨论问题, 查询多媒体数据库, 甚至租看录像节目, 收看全球各地电视节目等, 人们可以用口授命令或用笔写来控制操作, 无需象今天计算机

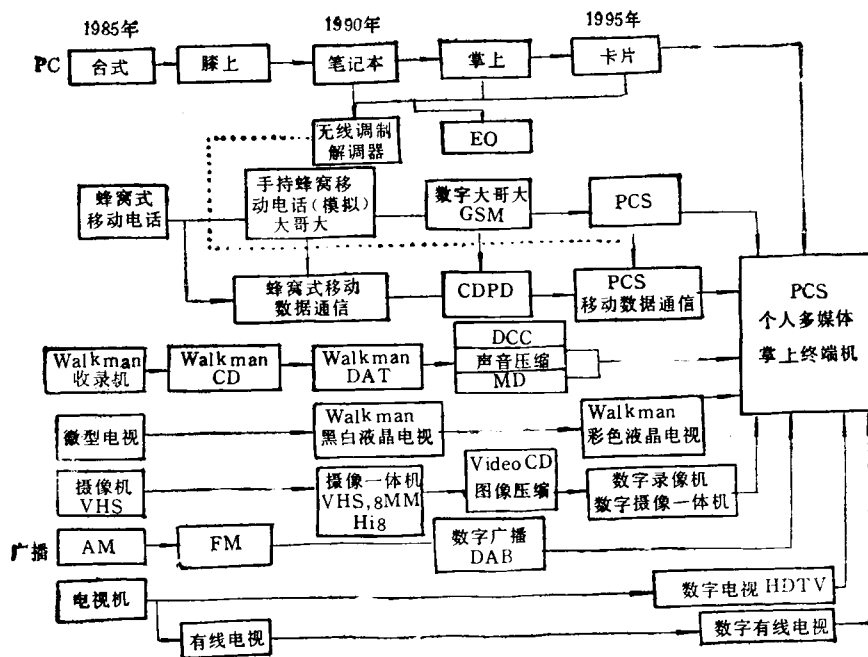


图 1

一样使用键盘、鼠标来操作。而以 HDTV 为基础的家庭影剧院可提供类似剧场的视觉和音响效果,可收看全球节目,可通过有线电视网络租看影视节目和交互式电子图书 CD-ROM,电视购物等等。为了说明上述各种技术发展的相互关系,图 1 按时间进度列出了各种技术的发展演化过程,以及它们之间的相互关系。最终这些技术将结合在一起发展成个人手持式多媒体终端,这种终端与信息高速公路联通,可实现全球每人一号的通信能力,可为任何人在任何地点提供双向多媒体通信服务。

### 3 高速光纤骨干网络技术——SDH/SONET 和 ATM

光纤通信系统由于其卓越的技术性能(带宽宽、衰减小等)和性能价格比高,目前已成为在通信系统中 140Mb/s 以上系统的唯一选择。现代电信网络需要大容量高效率的骨干网以支持各种新业务。除公用交换网外,还包括用户电报、传真、X.400 协议、专用线路、局域网、虚拟专用网、蜂窝移动通信、窄带综合业务数字

网(N-ISDN)和宽带综合业务数字网(B-ISDN)以及有线电视等。网络的运营者要求增加带宽并对网络资源进行灵活调度和配置,以建立一个强大的网络管理系统实现全网监控。上述要求导致出现一个全新的高于 140 Mb/s 速率的复用体制。它是专门针对光纤通信系统特点制定的。

Bellcore 于 1985 年提出同步光纤网(SONET),这一构想在 1988 年,国际电报电话咨询委员会(CCITT) XVIII 组会议上取得重大进展,从而产生了一个新的世界范围的数字传输体制,称为同步数字系列(SDH),它把现存各国的传输体制统一为一个世界通用的新传输体制。由于它优于现存的准同步数字系列(PDH),在短短几年内就基本上形成了一套完整的标准。SDH/SONET 规定了用户/网络接口,使各不同厂家的设备可以互相连接。1988 年 6 月,CCITT 通过了有关 SONET 的三个建议:G.707“同步数字系列比特率”;G.708“同步数字系列网络结点接口”;G709“同步复接结构”。这三个建议保证了在高速光纤网上设备的兼容性,从而简化了网络的操作管理。这就是

**SDH**. 各发达国家都在加紧研制 SDH 设备和进行现场试验, 已有 20 个厂家宣布已开发出 SDH/SONET 产品, 包括交换产品、传送产品和接入产品, 如 AT&T 的“2000”系列、NT 的光纤世界系列、Alcatel 的“1600”系列等。最高速率已达 10Gb/s 以上。

用 SDH/SONET 传送稳定的数据流效率是很高的。如果被传送的数据流是不稳定的, 时多时少, 往往有突发性, 这对用户固定分配恒定速率信道将会造成浪费, 为此需要发展一种可动态分配带宽的系统。

B-ISDN 在光纤网上传送时要求提供动态带宽分配和提供多媒体通信服务。CCITT 公司的 B-ISDN 组建议以异步转移模式(ATM)作为未来 B-ISDN 的目标转移模式。

ATM 是一种快速分组交换技术, 是介于电路交换和分组交换之间的一种交换和复用技术。它具有占用带宽小和时延小的特点。在 ATM 中, 有效容量(带宽)被分为固定长度的信息承载单元, 该单元被称为信元。每信元包括 5 字节的开销信头和 48 字节的有效负荷信息段。在传送时, 可将 ATM 信元嵌入 SDH/SONET 的同步时间复用比特流, ATM 可在有效地处理实时信息(如话音, 视频影像)的同时, 又为处理突发性信息提供很大灵活性, 可实现实时动态带宽分配。

SDH/SONET 和 ATM 技术的使用, 使人们在光纤网络上能高速高效率地传送数据。

#### 4 以有线电视网为基础的综合业务用户网(声音、活动影像、数据三合一服务)

采用 SDH/SONET, ATM 技术的光纤骨干网解决了城市间的高速数据通信问题, 但如何把宽带多媒体信息送到办公室和家庭的个人用户手中是一个棘手的问题。现代电话使用铜双绞线从电话交换局星形辐射至用户, 每个用户一对线, 可提供点对点双向通信。它的带宽仅为数十千赫, 仅可提供话音和低速数据通信服务。近年来发展的 ADSL 技术用 DSP 自适

应均衡拓宽至 1MHz 以上勉强可传送一路电视信号, 作为多媒体通信仍不理想。而采用光纤到用户方案, 建立光纤用户网, 一户大约需要 5000 美元, 成本太高很难普及。据美国估计到 2030 年也达不到 50% 的普及率。

随着有线电视技术的发展, 有线电视网从过去的同轴电缆级联放大的结构演变成光缆与同轴电缆混合结构, 星形光缆网作为骨干网送到街道路边的光结点机, 最后 1km 用树状总线结构的同轴电缆网送到用户。每个光结点负责数千用户(随着技术的进步, 每结点用户数可逐渐减少至数百户, 以提高服务水平)。光缆骨干网的采用, 提高了有线电视网的带宽和工作的可靠性及稳定性。目前有线电视网的工作频带是 5—450/550MHz, 主要用于以广播方式传送下行模拟电视和 FM 音频节目。目前的网络传送放大设备可将工作频带拓宽至 750/1000 MHz。如仍保持原模拟电视节目频带不变, 而将拓宽的数百兆赫带宽用于数字交互式电视和数字数据通信服务, 则是一笔非常可贵的资源。从目前看它是最合适的宽带用户网。

普通电话网是星形联结。它用交换机以物理的方式转接线路来实现交换。而有电视网络是总线式的采用时分多路或码分多路的方式进行交换。由于网络中传播条件良好, 没有多途干扰, 信噪比高, 可使用 64QAM 一类高效率的调制方法, 其调制效率可达 4bits/Hz。200 MHz 的带宽可提供 800Mb/s 的数据传输速率。AT&T 公司最近发展了 ACT-3000 系统在有线电视网上使用两个 25MHz 带宽信道, 分别作为上、下行, 采用时分多路(TDM)交换方法可提供 16 个 E 1 通道的交换。相当于有 480 个 64kb/s 信道同时传送, 可提供 3000 户用户电话服务, 也可传送数字数据及可视电话、会议电视等, 即同时提供声音、活动影像、数据三合一服务。

采用总线结构的光缆-同轴网, 代替星形铜双绞线网, 构成用户服务网, 这是通信领域的一场革命。美国太平洋贝尔公司与 AT&T 公司签订 60 亿美元的合同, 七年内改造其在加州的

550万用户网。据太平洋贝尔公司分析,新网与传统网比较,电话放号费用降至76%,搬迁改号费降至54%,线路维护及服务保险降至78%,网基建投资降至32%,每年节省金额达5—10亿美元。传统网三万用户,用户线需十几万英里,而新网用户线只需几百英里。这个网将成为综合业务网,它除提供上述服务外,还带有可能用做个人通信网络(PCN)的基地站。

数字交互式电视将是综合业务网提供的最受消费者欢迎的服务。由于数字视频、音频压缩技术的发展,传送一套MPEG-1(相当于VHS磁带机质量水平)节目,只需用0.3MHz带宽,即在200MHz带宽内可传送约700套电视节目,而如采用广播级质量的MPEG-2标准,每套节目占用频带为0.75MHz,在200MHz带宽内可传送约270套节目。由于有如此宽的传送能力,又有上行能力,在有线电视网中可开展交互式数字电视服务,如影视点播(VOD)、电视购物、交互式电子游戏等。用户可以在任意时刻点播自己想看的电影,并可象录音机一样停下来,倒过去,重复看某一段等。此外还可提供交互式教育,并可提供多媒体数据传送服务,查询多媒体数据库(如地理信息数据库等),传送医学影像等。

未来信息高速公路进入用户家庭或办公室的将只有一根同轴电缆线(代替现在的电话线、有线电视电缆线及其他专用数据传输网络线),电视机上的机上变换器将成为个人多媒体通信终端。电视机成为终端显示器。由于用户量巨大,机上变换器(即个人多媒体终端)将会形成一个数百亿美元的新市场。目前各大计算机公司和消费电子公司在进行新的战略联合,发展提供影视点播的视频服务器及其管理器及机上变换器。例如,Sun Micro公司与Thomson公司联合开发视频服务器;最大的有线电视设备公司GI与Microsoft公司和Intel公司合作开发机上变换器;另一家有线电视公司科学亚特兰大也开发了机上变换器;Microsoft公司雄心勃勃发展Tiger视频服务器和用于机上变换器的新操作系统,试图在新的有线电视

综合业务网中取得它今天在PC中的地位。IBM公司与香港电信部门签约,为香港提供影视点播试验网上的设备;其他大计算机公司、软件公司也均已卷入这一竞争,如DEC,HP,SGI,OrecaI,Sybase等公司。

为了抓住这一由新的技术发展趋势产生的新的市场机会,有线电视公司和电话公司通过联合、兼并等各种形式,实现新的战略联合,以期在未来竞争中取胜。1993年底,大西洋贝尔公司收购美国最大有线电视公司TCI引起各方关注。这一收购虽然未成功,但它揭开了这场竞争的序幕,目前在进行着各种联合、收购活动,在全美正在进行着近十个实验网的建设。

## 5 空中信息高速公路——全球卫星通信网

以光纤为骨干网的陆地高速信息公路联结各城市,再用有线电视网辐射联到用户家中,这是目前信息高速公路的一种基本构想。这种网可覆盖国土大部分,但在边远地区可能不能完全覆盖。对发展中国家来说就更困难些。此外,移动通信与信息高速公路的联接存在不同的方案。因此,作为陆地信息高速公路的补充也提出了几种利用卫星的空中高速公路。

一是Motorola公司提出的由66颗卫星构成的全球移动通信系统Iridium,可提供全球范围的移动语音通信服务,总计划投资为34.6亿美元计划1998年完成,它只能提供语音低速数据通信服务,不能提供宽带多媒体通信服务。另一个方案是1994年4月由Tele Disc公司提出的Global Internet网,它采用840颗低轨通信卫星在太阳同步轨道上运行,共有21个圆形轨道,每个轨道上有40颗卫星工作,另有4颗卫星备用,它可提供按需要分配速率的高速数据通信,速率范围16kb/s—2.048Mb/s(EI),对专门应用可提供1.244Gb/s通信(OC-24)。这种卫星通信网采用840颗卫星覆盖整个地球表面,好像是移动的蜂窝通信基地站,每颗星可以和地面联通也可与相邻的星通信,由



于是运行在近地轨道上(约 700km) 其时延与在地面光缆系统相近, 误码率为  $10^{-9}$ , 可接通率 99.9%。其峰值负荷可提供 200 万路全双工 16kb/s 通道同时通信, 相当于可为 2000 万用户服务。使用频段为 30/20GHz 的 Ku 波段。

Tele Desc 公司是由 Microsoft 公司的创办人 William gates 和美国最大的移动通信公司 McCaw Cellular Communicationde 的创办人 Craig McCaw 为主合资兴办的, 这项计划估计总共需要 90 亿美元, 计划在 2000 年提供服务, 需要在全世界寻找合作者, 计划在全世界建 20 个发射站。这项计划需要全球各国合作, 不仅有经济问题, 还有很多政治问题。是否能实施还要看发展。

利用这个系统和前面第一部分介绍的手持式个人多媒体终端, 就可方便地实现全球个人多媒体通信。

## 6 结束语

信息高速公路的发展将多媒体通信送到每家每户, 这将改变人类的社会经济生活方式, 使人类进入信息社会。计算机、通信、消费电子及娱乐业将进一步互相融合, 导致产生新的产业, 一场新的产业重组正在进行。中国作为发展中国家, 面对这场信息技术革命既受到强大的压力, 也存在发展的机会。在很多领域我们可以说是从零开始发展, 没有改造旧的基础设施的包袱。如果我们能正确掌握技术发展趋势, 迎头赶上, 有可能达到事半功倍的效果, 如我们发展有线电视业务综合网就有非常有利的条件。在消费电子数字化方面也存在很多发展机遇。抓住机会迎头赶上对我国发展信息技术, 迎接革命性挑战是至关重要的。

## $\beta$ - $C_3N_4$ ——一种新型的超硬材料<sup>1)</sup>

辛火平 林贤 林成鲁 邹世昌

(中国科学院上海冶金研究所信息功能材料国家重点实验室, 上海 200050)

**摘要** 对于一种硬度可能超过金刚石的新型超硬材料  $\beta$ - $C_3N_4$  的研究已经成为国际上材料科学研究的一个热点。文章综述了目前国际上研究  $\beta$ - $C_3N_4$  材料的现状及所取得的一些进展。

**关键词**  $\beta$ - $C_3N_4$ , 超硬材料

**Abstract**  $\beta$ - $C_3N_4$ , which has been predicted to have superhard characteristics comparable to or even harder than diamond, has drawn wide interest in the world. Recent progress in the research on  $\beta$ - $C_3N_4$  is reported.

**Key words**  $\beta$ - $C_3N_4$ , superhard materials

### 1 引言

长期以来, 人们一直认为金刚石是最硬的材料, 美国 Case Western 大学的 John Angus 曾经说过, “要想找到比金刚石原子密度更大的材料, 必须找中子星。”现在看来人们应该改变

这种观点。美国 Northwestern 大学由 Dr. W. D. Sproul<sup>[1,2]</sup> 领导的一个研究小组合成了可能包含立方氮化碳结构的薄膜, 测量 52100 钢在该薄膜上的干滑动磨擦系数为 0.16, 可以与金刚石媲美, 且抗屈强度大于 5GPa, 高于合金及

1) 1994 年 6 月 13 日收到第一稿, 1994 年 8 月 22 日收到修改稿。