

當代電子

刘村友 主编

电子科技大學出版社

庆祝中国电子学会成立三十周年！

庆祝四川省电子学会成立三十周年！

開發當代電子

弘揚天府學術

(中國 + 311)

弘明時

1992.9.1

前 言

《当代电子》在四川省广大电子专家、学者多年的辛勤耕耘下,终于问世了。

本书以弘扬学术精神、交流科技知识为主旨,较为全面、系统地反映了当代电子学各个主要技术领域的国内外现状、水准和发展趋势;它集四川电子学界精英数十年研究成果之大成,是一本理论与实践相结合的、具有先进性、实用性和情报性的学术论文专集。

本书是四川电子学界的广大工作者为纪念四川省电子学会成立三十周年而献的一份厚礼,是四川电子学发展的一个里程碑,因为它是迄今为止唯一较为系统、完整地反映四川电子学历经三十余年沧桑发展的一部论文集。不仅如此,它在反映四川电子学突出成就的同时,还如实地反映了在电子学领域四川与世界的差距,为我们指明了努力的方向和奋斗的目标。

本书承蒙中国电子学会孙俊人理事长欣然题名,还得到了我国著名电子学专家、学部委员刘盛纲、林为干教授和顾德仁、史继陶、钱毋荒等老一辈专家的多方指导。四川省电子学会理事长蒋臣琦为本书题辞。谨在此一并致谢。

本书的编辑出版得到了机电部 30 所、电子天府杂志社、电子科技大学出版社的大力支持,特表谢意。

由于编者水平有限,书中可能有许多不尽人意之处,尚祈读者见谅。

编 者

1992 年 7 月

目 录

• 通信技术 •

九十年代的通信技术和通信网	洪福明	(1)
系统的互连与互通	程 蝉等	(13)
EDA——电子系统设计的革命	李少谦	(24)
环球卫星通信系统及其技术业务的发展动向	李立贵	(32)
信息安全技术标准概述	莫奇敏 吴世忠	(42)
通信系统自适应技术的新进展	王永德	(55)
滤波技术的进展	倪治中	(67)

• 元器件与电子材料 •

九十年代的电子元件	张 熙 邓 雷 潘尊五	(78)
半导体器件与微电子学的发展动向	陈星弼	(84)
当代半导体材料的发展现状与趋势	周福生 刘宜家	(95)
方兴未艾的现代应用磁学	余声明等	(106)
宽频带大功率行波管的发展与建议	徐承诒	(120)
毫米波真空电子器件在军事上的应用及其发展前景	周典纲	(132)
我国电子元件可靠性的工程实践	张伟祖	(142)

• 天线与电波 •

自力更生发展我国导弹卫星无线电测控系统	钱母荒	(151)
电波与天线发展动向	谢处方	(156)
毫米波雷达技术发展现状	黄顺喆	(158)
毫米波技术在军事领域中的应用前景	莫金松	(164)
雷达目标特性与电磁隐身技术	阮颖铮	(170)

• 光 电 子 学 •

激光大气传播工程及工程应用	冯志超等	(173)
中国自由电子激光的研究与发展	惠钟锡	(183)

• 仪器与设备 •

当代高功率电子加速器	张思官 江必钦	(196)
数字化示波器发展综述	陈长龄 郭成生 王树菁	(205)

• 生产技术 •

现代生产技术的回顾与展望.....	吕义俊	(213)
表面安装技术中的焊接技术.....	王永盛	(221)

• 其 它 •

世界单片机的发展和国内单片机的应用.....	陈德毅	(229)
当代电子战装备与技术发展预测.....	吕连元 龚金松	(237)
航空电子技术发展概述.....	李元忠	(252)
磁记录技术的 100 年.....	何海森	(257)
广播电视技术发展现状及趋势.....	张兆安 刘曙光	(266)
电子情报工作的现状及其面临的任务.....	傅元智 罗世芳	(279)
现代工业工程的学科特点及其发展动态.....	郑家祥	(288)
微波能应用:从家庭普及到高科技领域	李天仁	(296)

九十年代的通信技术和通信网

洪福明

(通信与信息专委会)

本文简要介绍了九十年代通信网正在向数字化、宽带化、综合化、智能化和个人化方向发展的概况。对近年来国外在光纤通信、移动通信、卫星通信、数字微波通信等领域的发展和研究情况作了介绍。并就综合业务数据网(ISDN)由窄带向宽带过渡的一些技术作了简要的阐述。有关交换技术的智能化、交换软件设计的自动化和智能化、智能网的概念以及对与通信发展密切相关的数字信号处理技术应用通信中的一些情况如语言编码、声频编码、图像编码、信道编码和自适应信号处理应用等方面的进展情况作了初步介绍。

一、概 况

最近以来,我国的通信事业有了较大的发展,在通信的很多领域,其发展速度远超过其他行业的国民经济发展水平。一些现代化的通信手段在我国不断进入实用化并得到飞速发展。由于新的通信技术的进展,通信网也得到了改造和发展。市话网配备了数字程控交换机,每年有数以百万计的新用户增加。在长话网中,不论是长途电路的数量和自动化程度都有了较大的提高。但是应该看出,我国电话普及率仍然是相当低的(约为1.2%)。

随着微电子学、光电子学和计算机科学的迅速发展,特别是通信与计算机的密切结合,使通信技术日新月异,飞速发展。各种名目繁多的通信新业务应运而生,层出不穷。通信网正在向数字化、智能化、综合化、宽带化、个人化方向发展。

我国第一个公用分组交换数据网已于1989年开通,该网由一个网络管理中心、三个节点交换机和八个集中器组成。数据网的传输速率为9.6kb/s。我国数据通信与先进国家相比,还存在很大差距,据1989年统计,全世界数据终端已达3000万台,近年当有更大发展。

在国外,光纤通信系统的发展是惊人的,已经有了12Gb/s的光纤通信实验系统。光纤进入家庭早已列入计划。卫星通信是一种大容量、长距离可作为全球和区域通信的通信方式,全世界卫星地面站已超过10000座,它已成为人民生活中不可缺少的一种通信。如果没有它,国际间的交往将无法大规模进行,世界性的大事情将无法实时看到,改革开放将成空话。移动通信是一种发展最快的新型通信,第一代模拟通信在我国刚起步不久,第二代的数字移动通信在国际上才刚问世,而第三代、第四代移动通信已进入实验阶段,在通信发展史上可说是空前的。数字微波通信仍是重要的传输手段,尤其将数字微波通信和光纤通信两种网络进行互连,使通信的应用范围可以大大拓宽。

除通话业务外,数据、传真、用户电报、智能用户电报、高清晰度电视(HDTV)、会议电视、可视电话、图像、办公室自动化等各种各样的非话业务都成为人们需要和要求。在这个基础上,综合业务数字网(ISDN),尤其是宽带ISDN(BISDN)的发展就成为必要的了。在国外,

ISDN 早已实用化, B-ISDN 也指日可待。除此以外, 还要求大大提高传输的质量, 这就出现了智能网络。

数字信号处理技术的发展也推动了通信技术的进展。这方面的研究内容主要有信源编码、信道编码以及自适应信号处理等。例如语音编码速率已由 64kb/s PCM、32kb/s ADPCM 等传统编码标准进展到各种各样的压缩编码器一直到 2.4kb/s LPC 声码器。此外宽带声频压缩编码、网络编码, 单片纠错编、译码器等有了新的发展。

本文将对各种通信方式和技术的现状和发展作一综合性叙述。

二、光纤通信

在各种传输技术中, 光纤能提供极宽的传输频带和极低的损耗, 并且具有中断距离长, 抗干扰性能好, 保密性强, 成本低, 传输质量高等许多优点, 是一种竞争力最强的通信系统。

光纤以石英光纤最为实用, 工作波长已从 $0.85\mu\text{m}$ 的短波长多模光纤发展到 $1.3\mu\text{m}\sim 1.5\mu\text{m}$ 的长波长单模光纤。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人眼时, 却已损耗 8%。这一损耗已接近理论极限。这样一根光纤, 在 $1.45\sim 1.65\mu\text{m}$ 波段内能把一个大图书馆储藏全部图书的信息量比特数在 20 秒时间内全部传完。第三代光纤通信系统能够传输 5 万路数字电话, 码速率 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 就须设置中继站。

在扩展光通信容量方面, 日本 NTT 实现了 10Gb/s 、 160km 光通信系统; 美国 Bellcore 和意大利完成了 11Gb/s 、 260km 光通信实验, 日本富士通做到 12Gb/s 、 84km 光通信系统。在这些超高速大容量无中继光通信系统中, 均应用了光放大器。为适应远距离高速宽带光纤通信传输的需要, 专用的光纤传输的集成电路和光纤放大器的研究都有新的突破。这些光纤传输的专用集成电路用于光纤传输的驱动、再生、放大和转接, 其带宽达 280MHz 、带宽 600MHz 的集成电路也在研制中。掺铒光纤放大器也已制成, 日本 NTT 用一根 10m 掺铒光纤在激光泵源的激励下, 可以将光信号放大 20dB 。光放大器、单纵模激光振荡器, 光开关等的研制可进而开发全光中继器、光交换机等。

新一代光纤通信系统中最有前途的是相干光通信系统。相干光通信技术采用了外差检测或零差检测接收原理, 可望把光通信容量提高好几倍, 并可延长中继距离。最近几年相干光通信技术在美、英、日等国发展较快, 无论外差检测或零差检测, 其接收灵敏度都比直接检测高。英国 BTRL 在 $1.55\mu\text{m}$ 波段外差检测接收灵敏度提高了 19dB 。据最近报道 (OFC'89), 最高水平是 4Gb/s 传输 202 公里。另外, 直接检测之前设置可调谐无源光滤波器, 或外差检测过程使用可调谐本振激光管, 可以实现从电缆早已行之有效的多路载波电话技术移植为密集光频复用的多路载波光纤通信, 充分发掘光纤的潜在容量, 这就是波分复用。日本 NEC 已研制出在 $1.55\mu\text{m}$ 波段上分出 8 个波道并实现波分交换。日本 NTT 利用波分复用扩大容量, 复用 8 个波道, 每波道传输 5Gb/s , 共可传输 40Gb/s 。上述两种新型系统就是即将来临的第四代光纤系统。

由于光纤通信的成效显著, 最近国际上对光纤通信网技术的发展加快了步伐, 打算实现同步光纤网 (SONET), 采用新的同步数字体系 (SDH), 针对 B-ISDN 的目标, 规定 155.52

Mb/s, 622.08Mb/s, 2.4Gb/s, 10Gb/s 等几级数字速率, 适合公用通信网新的需要。

最近几年我国光纤通信发展也较快, 邮电部门敷设的光缆干线线路长度已超过 3000 多公里。最长的光缆线路为宁渝工程(南京至重庆), 全长 2400km, 速率为 140Mb/s, 其中有引进工程。国产光缆线路以及短程光缆线路包括其他部门的其数量很多。我省也已开通数条光缆线路, “八·五”期间我国将敷设从首都到各大区间和沿海地区以光缆为骨干的大容量数字通信骨干传输网, 光缆敷设总长度为 20000km。四次群已实用化, 五次群也在研制中。

三、移动通信

移动通信一般是指移动体与固定地点, 或者移动体相互间通过有线和无线信道进行的通信。移动通信按其服务范围来分, 主要有两大类: 公用移动通信和专用移动通信, 现分别进行介绍。

3.1 公用移动通信

目前, 公用移动通信主要开通了三种业务: 蜂窝移动电话系统、无线寻呼系统和无绳电话。

3.1.1 蜂窝移动电话

蜂窝移动电话系统发展最为成熟, 它到目前为止, 基本上是模拟式的, 其中最有代表性的系统有: 美国的 AMPS 系统、北欧的 NMT 系统(NMT450, NMT900)、英国的 TACS 以及日本的 NTT(HCMTS, MCMTS)等。尽管制式不同, 但实际是大同小异的, 仅在信道间隔、工作频段、发射功率、最大频偏、纠错编码等指标上有所差异, 就体制而言则是差不多的。重庆、成都均已开通了公用移动通信网, 成都是 900MHz 频段的模拟 TACS 制式, 相信几年内将会有大的发展。

在国外, 对移动通信提出了新的要求, 一是无线频段是有限的, 容量不能满足众多用户要求; 二是当各国制式不同时, 移动电话无法漫游到国外去, 即地区受限; 三是移动用户也有传输数据和图像等非话业务的需要。于是数字移动通信网成了公用移动通信网发展的新阶段。

欧洲国家已于 1991 年开始正式使用 GSM 蜂窝式数字移动电话系统, 用以取代 NMT-900 系统(欧洲使用较普遍), 也包括英国的 TACS 系统。这是一种取代模拟制的全新数字式移动通信网, 频段和 NMT-900 相同, 也是 900MHz 频段。这是一种数字时分多址(TDMA)GMSK 调制的系统, 与原来的系统很不相同。

GSM 有以下几点好处: 通用标准(欧洲各国统一使用); 国际漫游(欧洲任何一国的移动用户都可漫游到另一国呼叫其他移动用户, 不论这一用户是否已漫游到其他国家去。这种呼叫和有线用户间呼叫相比, 其难度不言而喻); 价格低(预计大量使用后将会低于新装模拟用户); 容量较模拟制大; 保密(数字式加密容易); 可为 ISDN 用户服务等。为 ISDN 服务是未来各种通信手段都需考虑的。我国已引进一套 GSM 准备在浙江省嘉兴市安装作为示范。

北美发展数字移动电话开始时主要解决现有模拟用户饱和问题。北美数字蜂窝 D-AMPS 与欧洲 GSM 最大不同处, 在于和现有模拟 AMPS 兼容, 而不是完全取代。兼容的意思是原有模拟用户可直接呼叫数字用户, 同样数字用户也可呼叫模拟用户, 两种用户间可相互通话, 这就要求信道间隔仍与模拟制一样为 30kHz, 但在数字制中每一信道有 3—6 个用户。

D-AMPS 的特点是双模式兼容,不需取代模拟制,这也是吸引人的一种制式。这一系统将于最近开通业务。

日本的数字移动通信 D-NTT 系统将于 1993 年以后提供使用,详细的方案尚不清楚。

码分多址方式在数字蜂窝移动通信中的应用将能提供更大的容量,这是正在研究并有发展前途的一种制式。

我国也在不遗余力地研制数字蜂窝系统,并将借鉴国外的技术,尤其是 GSM 制式。

3.1.2 无线寻呼(Radio Paging)

无线寻呼业务是一种单向的无线选择呼叫系统。其接收端是一个可以由用户携带的高灵敏度微型接收机。在接收机收到呼叫时,就会自动发出一些简单的呼叫信息(如振铃、抖动、可见光显示、简短语音或特定的缩语编码等),又称 BB 机。发送端是一个与市话网相接的可自动或人工处理的呼叫信息的终端,并接有一部大功率的无线电发射机。由于接收机体积小、重量轻、使用方便且价格便宜,尤其是近年来研制出带液晶显示的无线传呼器和有汉字显示的无线传呼器等,可传递的信息多,因而深受用户欢迎。

3.1.3 无绳电话

利用无绳电话业务可给人们带来种种方便,因而发展甚快。近年来欧洲推出了一种公用无绳电话(Telepoint)CT-2。CT-2 把原来限于室内私用无绳电话的使用范围延伸至室外,在机场、火车站、医院、购物中心以及其他公共场所设置基站,为公众服务。

CT-2 系统在开阔地带服务半径为 300 米,在楼群内约 200 米,在楼内约 50 米,只要经过登记,手持机可与设在家里的私用基站互通,实现双向拨叫,也可与设在室外的基站互通,进行单向拨叫。

公用无绳电话与无线寻呼相比,可以直接向外打电话,虽然在室外只能拨出而不能拨入,但可结合寻呼系统或配上寻呼功能而得到弥补。因此被称为穷人的蜂窝。但其缺点是服务范围小又不能拨入,因此又有 CT-3 的改进型出现,将使性能改善。

我国深圳市将在近期与香港同步推出系统,现在还不能预测这种系统的推广程度。

3.2 专用移动通信系统

尽管公用蜂窝移动通信系统发展十分迅速,但专用移动通信系统在国内外仍然是市场更大,用途更广泛的一大类产业。专用移动通信系统可分三类:普通自动拨号系统、集群调度系统和无中心多信道选址移动通信系统。

3.2.1 普通自动拨号系统

这是专用移动通信网目前应用最广泛的一种系统。它是一种有中心大区制的无线通信系统,中心控制设备处于核心地位,起着实现系统功能和管理系统的作用。根据用户业务量的多少,分为单信道系统和多信道共用系统。这种系统的频谱利用率低,造成频率资源紧张,不利于发展。

3.2.2 集群调度移动通信系统

它是在自动拨号无线移动通信基础上发展起来的新系统,它是一种专用调度系统。它将基地台和控制中心统一设置集中管理,每个用户或用户单位只需安装供各自需要的指令台和移动台即可入网,从而做到共享频率资源,按需分配信道,共用覆盖区、共享通信业务是一种多功能而又廉价的先进自动拨号系统。我国北京、上海等地已先后引进美国 Motorola 公司、Uuniden 公司等的 800MHz 无线集群通信系统,日本的 400MHz 系统也有引进。预计这种

系统的年增长率将高于蜂窝公用移动通信系统。

3.2.3 无中心多信道选址通信系统

这种系统具有无控制中心,建网费用省;多信道共用,频谱利用率高;数字信令,接续速度快三个特点,在我国有一定发展前途。我省 719 厂也生产这种移动通信系统。

3.3 未来的移动通信——个人通信

个人通信(PCN)将是移动通信发展的方向。个人通信网是一个要求在任何时间、任意地点与任何人进行各种业务通信的通信网。为此,它必须具有一个微型的个人电台(重量 160 克,体积 160cm³);它要能进入移动卫星系统,实现跨国漫游;它能与 ISDN 兼容,可以为 ISDN 用户服务。要实现个人通信,除了要发展 ISDN 技术、智能网技术以外,还要有大容量的传输系统,尤其是移动通信系统、移动卫星通信系统等技术支持,它是在 ISDN 网、智能网、数字移动通信网的基础上实现的。

个人通信是一种网络概念,它能使用户从任何网络的入口点,仅利用终端的能力和接入点类别控制业务接入,它可通过多种网络,用一个单独的个人通信号码建立和接收呼叫。

要实现个人通信,必须具备以下一些功能:

(1) 位置登记

不管用户在何处,网络必须始终知道它的位置所在。当用户从一个地方转移到另一个地方时,网络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;如果是移动电话,则需要自动位置识别和登记。

(2) 跟踪交换

个人通信系统需要此功能,以便利用位置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,每个用户给定一唯一的号码,即个人通信号码。该号码不同于现在的电话号码,而是一个逻辑号码。因此,需要此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几百万甚至上亿个,需要一个大容量数据库存储用户的瞬时状态。这种数据库的构成需要采用一些新技术。

(5) 无线接入

用户可用两种方法接入网络:有线接入和无线接入。尤其在采用无线(包括移动、公用无绳电话等)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) 通信处理

此功能可实现无阻塞连接,即当通信电路被阻塞时,或当终接的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。该功能也可称为秘书业务。

除此以外,还应具备灵活计费、安全保密及可靠而先进的信令系统。

美国 Motorola 公司已研制成功一个取名为“铱”的全球个人通信新系统。它能使人 在地球的任何地方(包括陆地、海洋、天空),用微型个人电话,只要拨一组号码,便可与对方通信,这将促进全球个人通信的迅速发展。

“铱”全球个人通信系统之所以称谓“铱”,是因为采用 77 颗在低轨道运行的小型卫星组

成的星系,恰如铱原子有 77 个电子绕核旋转,能移提供连续覆盖全球的卫星通信。“铱”系统的每颗卫星距地球表面仅 765 公里,77 颗卫星被布置在 7 条环形极轨道上,联合构成数字式空间通信切换网络,可处理声音和数据信息。用户所持的便携式电话机将无线信号直接发向环绕地球旋转的“铱”系统卫星,再由卫星之间转发信号,最后传送给地面的通信对象。“铱”系统的卫星距地球表面的高度较低,因而无线电信号较强,便于使用便携式无线话机联网。这样,任何人都可利用这一系统与世界各地进行移动通信。

“铱”系统更适用于人烟稀少的乡村和通信设施落后的边远地区,在通信系统被地震、龙卷风、洪水等自然灾害破坏的地区,“铱”系统更具优越性。

3.4 分组无线网(PRN)

分组无线网是一种新型的数据无线通信网络,它是在数据终端(台、站)之间采用数据分组传输,共用无线信道和采用先进的网络协议的一种数据通信网络。在频率资源紧张、数据比重不断增加的无线通信领域中,PRN 是一种理想的通信网络。分组无线网以其易于建网、扩网、可移动、抗干扰、抗毁能力强,能共享信道资源,兼容性好,价格较为低廉等优点,受到人们很大关注。分组无线网在军用上可作为军用野战网的一种延伸网络;在民用方面,可向交通运输部门、银行管理部门以及工业控制部门提供良好的数据服务。

分组无线网有两个基本特点:一是采用无线信道进行数据传输,在利用卫星信道时,甚至可进行全球通信;二是采用分组交换进行信息交换。分组无线网不同于目前的通话为主的移动电话系统,而与一般计算机通信网、广域分组交换网和局域网相比,由于它以无线信道作为媒介,更具有机动灵活等特点。

国外分组无线网的技术日趋成熟,国内虽正在起步阶段,但由于各方面努力,取得很大进展。

四、卫星通信

卫星通信方便灵活、不受地理条件的限制,适用于远距离大容量卫星通信、小容量稀路由通信及移动通信等领域。常用的卫星通信有国际卫星通信、区域卫星通信、国内卫星通信等。卫星通信在军事上更具有重要价值,海湾战争中,爱国者导弹的发射更是与卫星通信分不开的。

国际商用通信卫星系统 1965 年发射 I 号国际通信卫星开始,已发展到第五代通信卫星(V 号)、第六代通信卫星(VI 号)。第五代通信卫星是容量较大、技术水平较高的卫星。每颗卫星有 27 个转发器,可以同时传输 12500 路电话和两路彩色电视,采用四重频率复用和时分多址/数字话音插空(TDMA/DSI)方式。IntelSAT 第 VI 代系列的第一颗卫星(F2)已于 1989 年 10 月在法属圭亚纳、由阿丽安娜火箭发射成功。这是目前最庞大和复杂的一颗民用通信卫星。第六代通信卫星采用了先进的数字技术,每颗卫星同时提供 12 万路电话和三条彩色电视信道。该卫星采用星上交换时分多址(SS/TDMA)新技术,卫星心脏部分是一个微波交换矩阵可在六个覆盖区之间进行动态交换。计划 1992 将发射第七代通信卫星。国际卫星通信电路到本世纪末将增加到 50 万条,国内卫星通信系统发展也很快,目前已有十几个国家和地区发射了国内通信卫星并建立了国内卫星通信系统。

卫星通信技术发展的主要趋势有:

(1) 开发新的频段

现在卫星通信已经使用从几百兆赫到 18 千兆赫的频段(包括 UHF、L、S、C、X、K。波段)。现在正向更高频段开发,日本已使用 30/20 千兆赫的 K。波段,意大利等国也正在开发这个新频段。

(2) 星上处理和星际通信

采用星上处理和星际通信后,将提高通信卫星的组网能力和系统容量,日本 NTT 实验室利用集成电路和微芯片已研制成功多波束卫星星上交换系统的控制开关,组成了卫星通信网。

(3) 采用 VSAT 技术

甚小天线地球站(VSAT)通常指天线口径小于 3 米,具有高度软件控制的地球站。VSAT 可以使用天线直径为 2.4 米~3 米的 C 波段,也可以使用天线直径为 0.8 米~1.8 米的 K。波段。它具有天线小、设备结构紧凑、组网灵活、功耗小、成本低等特点。可以把 VSAT 应用延伸到用户地点(如安装在大楼顶上)。VSAT 系统可以传数据,也可以传电话、传真等业务。将大量分散路由用户组成卫星通信网也是卫星通信技术的发展方向。

现在已有不少 VSAT 系统在我国建立了。

(4) 其他正在进行的课题还有多址访问方式,卫星通信网的通信规约以及改善解调信噪比门限的技术等。

我国在 1984 年 8 月发射了第一颗通信实验卫星 STW-1 号。以后又发射了中国卫星一号和中国卫星 2 号。目前除继续建设公用通信卫星地球站,大力发展数据通信卫星小站(VSAT)外,还将初步形成国内卫星通信系统。

五、数字微波通信

数字微波通信仍是重要的传输手段。由于微波传输的频带受限,因而容量受限。作为调制模拟微波通信技术虽然早已投入使用,频道容量从 300 路、900 路、1800 路到 2700 路,在日本和美国还分别研制成功容量扩充到每个频道 5400 路到 6000 路的单边带调制微波,但容量毕竟是有限的。

数字微波的关键技术主要是研制高效率频带利用的调制解调技术,尤其是 QAM 技术。近年来,100Mb/s 64 QAM 系统已经成熟并广为应用。加拿大北方电信公司进一步完成了 4GHz、512 QAM 数字微波系统,极大地扩展了数字微波通信的容量。此设备按照同步数字序列将 32Mb/s 数字微波系统与同步光纤网(SONET)互连,称为 SONET RADIO,从而拓宽了 SONET 系统的应用范围,并为未来宽带综合业务数字网的实现创造了条件,也为目前高清晰度电视传送创造了条件。数字微波还在向更高频段方向发展,如 20~30GHz 甚至 40~50GHz。数字微波另一发展趋势是采用太阳能的全固态化设备,使设备小型、轻量、低功耗,美、日、意大利等国都有生产。随着集成电路和数字信号处理技术的不断发展,数字微波将变得更加经济、可靠。数字微波系统中越来越多地采用全数字化实现 QAM 的调制和解调。NTT 和 ATT 都有这种调制解调器。

将 QAM 和其它技术相结合可以进一步提高传输速率。日本 NEC 采用 64 QAM 和交叉极化干扰对消相结合的方法,使微波信道利用率达到 9bit/Hz,并做到在 30MHz 宽带上传输

270Mb/s 数据。NTT 采用 Treillis(网格)编码的 256 QAM 以及 Viterbi 译码器,实现了 40 路载波的 256 QAM 调制解调器(频谱利用率 10bit/Hz)。

我国邮电部门到 1990 年已建成微波线路长度达 35000 公里,其中数字微波通信系统接近 10000 公里。贯穿南北的京沪大容量数字微波干线工程已建成。我国已自行研制完成四次群数字微波(1920 路),五次群数字微波也在研制中。“八五”期间,邮电部门准备新建、改建、扩建微波干线 1.45 万公里。除邮电部门外,我国电力部门、石油部门等也都建设了众多的专用数字微波通信网。有些省还有自己的广播部门专用微波线路,作电视广播用。由于微波线路需要视距传播,一些有利的山头为各部门都选择作为中继站址,造成相互干扰,在微波通信建设中必须统筹协调,予以足够的重视。

微波传播的特点和建设费用较有线低廉,在一些山区的市、区、县将有广阔的应用前景。在发展高技术微波通信的同时,对中、小容量的数字微波通信系统也不应忽视。

六、交换技术

自世界上第一个程控交换局开通以来,经历了“模拟空分”和“数字程控”两代变革,由于数字时分程控交换机在经济、效率、性能和网络适应性方面的优越性,已被肯定为今后发展方向。目前不少国家已不再发展纵横制交换机和空分程控交换机并逐步淘汰步进制自动交换机,我国公用自动市话网的情况也是如此。

交换技术的发展集中在三个方面:交换软件设计的智能化、自动化;新一代智能化交换系统及高速交换设备。

6.1 交换软件设计自动化、智能化

交换软件设计自动化、智能化是伴随通信系统复杂程度和智能化程度不断提高而产生的。目前的交换机软件往往有几千万字节,它们的编制和测试要耗费大量的人力和物力。随着通信系统不断提供各种新的业务,软件的更新周期也将缩短。这都迫切要求软件的设计能利用计算机辅助工程(CASE)实现智能化,CASE 开发软件有规划、设计、生成程序、编译链接和测试几个步骤,除规划和设计外,都能做到自动化。而软件的规划和设计自动化则成为急亟解决的课题。日本 NTT 通信交换实验室声称,已能做到 75% 的软件全部自动化设计。美国 AT&T 也达到了类似的结果。交换机程序的实际使用环境的仿真和验证是另一项重要措施,它将自动检测软件的错误,从而大大减少了软件故障,提高了交换系统的稳定性。

6.2 新一代智能化交换系统

程控交换系统已从单一集中控制的 CPU、多处理机集中控制,发展到现在分布控制多级 CPU;相应的软件系统已从单纯的中断服务、有编程能力可移植可维护,发展到有实时操作系统的可维护可移植的软件程序。整个交换系统将按层式结构分解成分布控制的多 CPU 模块式结构,它们都是智能化的,相应的软件也是模块化的,能面向用户响应用户的要求。

6.3 高速大容量交换设备

高速大容量交换设备是实现宽带光纤通信网和未来 B-ISDN 的关键设备。这类交换设备每一条线路的数据速率都在百兆比特以上,以便传输高速数据信息。它们对所传输的数据信息可以是透明的,也可以是非透明的,透明型交换设备单元只在外界控制下才能改变线路转接方式,而非透明型交换设备可以识别所传输信息中特定的控制信息,并按照控制信息的

要求完成转接,这是智能网络的基础。

这些交换设备单元所传输的数据速率高,在每秒数十或百兆比特以上,而转换的速率与传输数据的速率相当。它们分别适用于线路交换方式和数据分组交换方式。这些高速大容量交换设备单元可以用集成电路技术来实现,也可以用光集成技术来实现。光交换的速率高,容量大,是最有前景的下一代交换设备的基础。实验证明,可实现 120×120 时分复用共享介质的光交换,而且系统的通过量达 12Gb/s 。

我国目前公用网的程控交换机话机数量已占总容量的 50%。已经研制成功中、大容量的市话和长途数字程控交换机。我国的程控交换技术已进入世界先进行列。

七、综合业务数字网(ISDN)

7.1 窄带 ISDN

继专用业务网以后,世界各国都将 ISDN 作为 20 世纪 90 年代到 21 世纪通信发展的战略目标。由试验走向商用,并进一步向宽带 ISDN 的方向发展。

美国是最早研究和开发 ISDN 的国家之一,美国公用网 ISDN 是从 1986 年即已开始,以后,日本、法国、联邦德国、英国以及加、意、比等国家也都相继开放了 ISDN 用户。

目前,ISDN 能提供商用业务的速率和接口标准有两种。一种是基本速率接口 $2\text{B}+\text{D}$,在一对电话线上传送 144kb/s 速率,同时提供两个 64kb/s 的 B 通路(基本用户通路),和一个 16kb/s 的 D 通路(信令通路)。两个 64kb/s 的 B 通路可传输语音、数据(电路交换或分组交换)、传真、智能用户电报、可视图文、静止图像等窄带业务。另一种基群速率接口,即 $1.544\text{Mb/s}(23\text{B}+\text{D})$ 和 $2.048\text{kb/s}(30\text{B}+\text{D})$ 接入,主要用于连接用户小交换机、集中交换及计算机等大信息量用户。

ISDN 发展速度极快,日本的 ISDN 已覆盖 10 万人口以上的所有城市,现已有 50000 线,3—4 年内将达到 75 万线。现在不仅有更多国家开通商用 ISDN 业务,而且这此网络将在国际间互通,因为 CCITT 为这些互通制定了许多规范和标准。ISDN 的小规模试验已在我国开展,相信不久我国的 ISDN 业务必将开展。

随着计算机通信的发展,需要采用高速数据链路;高速传真、电视会议,图像数据等高速高效而又经济的通信手段也需要高速的通信链路,其通信速率往往在数十兆比特以上。这一系列高速数据传输业务,速率不一,已不是普通的 ISDN 所能满足,ISDN 向 B-ISDN 发展已是必然,如何从目前的通信网络向未来的 B-ISDN 过渡,就是当前的研究课题。

7.2 宽带 ISDN

在 B-ISDN 中,要传输各种不同速率的高速数据业务,所以必然以光纤传输作为网络的通信线路。而不同数据业务与光纤通信系统连接时也要以相应的方式在光纤通信系统上进行交换。在光纤通信系统中建立同步数字系列(SDH)传输体制,是现有各种通信网向 B-ISDN 过渡的好方法,也是未来 B-ISDN 数字光纤网络的基础。SDH 是 CCITT 在 1988 年确立的标准,步光纤网(SONET)正是按照 SDH 标准构造的。SONET 采用 SDH 标准,使任何一个低次数字群不经过复接设备直接进入高次群,也可以直接下来。这既减少了很多设备,节约了投资,又提高了系统的可靠性。现已提供的 SONET 系统,其速率为 $\text{SD}_1=155.5\text{Mb/s}$, $\text{SD}_4=622\text{Mb/s}$ 到 $\text{SD}_{16}=2.488\text{Gb/s}$ 。

在 SONET 中传送的数字信息既可用同步的方法构成,也可用异步的方法构成。当用同步方法构成时,以时分交换和复接为基础的同步转移模式(STM)曾被认为是最适合 BISDN 的转移模式。但从交换来看,多种速率的 STM 同样使交换系统复杂化,为了具备多种速率的交换功能(从几个比特到 150Mb/s 甚至更高),以 STM 为基础的交换系统需要配置多个交换网络。STM 对固定速率的业务可以发挥最佳效用,但 B-ISDN 要求支持所有不同类别不同速率的业务,不但包括连续性业务,甚至包括突发性业务,而 STM 不能有效地支持这些业务。为此,网络要有一个统一的方式,统一的体制来解决传输中的复接、交换以及网络管理。CCITT 确定 BISDN 采用异步传输模式(ATM)来实现复接、交换和管理。

ATM 是从分组交换技术上发展起来的,ATM 能提供一种动态带宽和多媒质通信方法。它的传输单元是固定长度的数据分组称为信元(Cell),ATM 以信元进行复接和交换,在宽带网络上传输从 Gb/s 到 kb/s 各种速率的数据,既有突发的,也有连续的。信元有报头和信息段,它们以异步时分复接方式共享高速数据传输线路;在交换节点,根据信元给出的虚路由、虚电路、优先级、数据类型等信息,实现路由选择和存储转发。

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接技术,既不同于电路交换又不同于分组交换,它具有带宽小、时延小的特点。一般分组交换包含大量由软件程序控制的硬件处理器,因此交换能力受处理器的性能限制,不能以高速传送大量信息。而 ATM 网络协议非常简单,硬件有自选路由功能,引导信息接收,在 ATM 网络中有许多硬件并行工作,允许大量信息如活动图像以高速通过传输链路传送。CCITT 正在规划将于 1992 年提供 ATM 用户网络接口标准,预期九十年代中期将 ATM 引入商用。

尽管 ATM 转移模式的优点日益突出,但人们一致认为 STM 仍然是在 B-ISDN 发展中的一种必要的过渡手段,可设想一种 STM 与 ATM 混合结构或许会促进以 STM 为基础的网络逐步向以 ATM 为基础的网络演变。德国已提出在现有的窄带 ISDN 交换机上增加宽带 ISDN 交换模块,形成实验性网络。宽带附属电路用 ATM 技术处理业务,而窄带业务仍在窄带交换机中以 STM 技术处理业务。

我国对 B-ISDN 的各项技术如快速分组交换、ATM 技术等都在积极进行研究。

八、智能网

随着计算机技术与通信的密切结合,ISDN 技术的迅速发展,建立智能网是通信网技术的又一发展趋势和目标。目前,美、日、法、英、德、瑞典等国都在积极研究和建设智能化程度很高的智能网。

智能网的基本设想是改变传统的网络结构,使用户对网络有更大的灵活性和更强的控制能力。在网络元件之间重新分配网络功能,每种用户业务可以由若干基本功能部件组合而成,不同的业务的区别在于它们所包含的基本功能部件(FC)不同和 FC 的排序不同,以及它们的特定参数。

智能网是在七号信令系统的基础上形成的,七号信令系统的基础配有智能数据库的业务控制点;作为分组交换的信号转发点和业务交换点。智能网在此基础上还增加了三种硬件模块:

- (1) 业务管理系统,用来提高和扩大业务控制点的功能;

(2) 特种节点,提供新增业务用户与智能网之间的链路;

(3) 智能外围设备,是用于 FC 的储存设备。

智能网的结构不是一成不变的,而是不断发展演变而改变形式的。智能网的目标是为了实现开放式功能控制结构,用简单的方法就能引入新业务特性。而 ATM 的目标之一是提供灵活的宽带传送资源,用简单的方法就能建立多种业务通信。智能网要在全球通信网上提供各种复杂的业务,而 ATM 能提供多媒质的多种传输速率的业务。很明显,为迅速和灵活地引入新业务需要智能网的支持,但是有新业务尚未完全确定或其定义尚示标准化,智能网必须支持随时间变化的 ATM 业务到标准化为止。

因此,智能网的概念虽然已经受到广泛的注意,但是,至少在 1992 年以前,CCITT 还没有在智能网方面作出严格明确的标准,因此预计在 90 年代中期以前还不可能有大量的应用。

智能网支持的新业务有:主叫用户不付费的 E800 业务;应急的 911 业务;呼叫卡业务;专用虚网服务;通用号码业务;附加计费业务;个人呼叫号码业务和 ISDN 业务等。

九、数字信号处理与通信技术

随着通信技术与通信网的发展,数字信号处理已更广泛地应用于通信中。由于通信业务量的大量增加,信道容量有限的情况下,基于压缩编码技术的信源编码,高效编码调制技术的信道编码以及自适应均衡、自适应干扰抑制等的信号处理技术大量应用于通信中。

数字通信的发展,特别是数字移动通信的发展,使信道容量对信源编码的要求越来越高。300~3400kHz 的电话话音编码从最早的 64kb/s 的 PCM 和 32kb/s 的 ADPCM 标准,CCITT 已于 1991 年公布了 16kb/s 的标准,采用 AT&T 提出的短延时码本激励方案(LD-CELP),其质量接近 32kb/s ADPCM,可用于长途公众网。欧洲 GSM 在 1988 年公布了用于数字移动通信的 13kb/s 长时预测规则码激励(RPE-LTP)标准之后,美国于 1989 年公布了国内数字移动通信 8kb/s 矢量和码本激励(VSCELP)标准,其质量与 GSM 13kb/s 标准相当,并准备进一步将编码速率压到 4kb/s。关于 4.8kb/s 语音编码,美国 NSA 在 1989 年公布了用于国家保密网的标准,采用随机码本激励(SCELP)方案,与原有 2.4kb/s 的 LPC-10E 声码器相比,具有相当好的自然度与说话人特征。在我国,4.8kb/s 和 2.4kb/s 语音编码的研究也已成功。

随着 ISDN 实用化的到来,宽带、高质量声频编码已成为一个活跃的课题。对于 50~7000Hz 调幅广播质量编码,CCITT 已有 64kb/s 子带 ADPCM 标准(GT22),目前的目的是将这一速率进一步压缩到 32kb/s;对于 20~15000Hz 的调频广播质量编码,希望能压缩到 64~96kb/s。对于 10~20000Hz 光盘质量声频信号,希望能压缩到 128kb/s 以下。

关于图像编码,目前已有从 56kb/s~2Mb/s 各种速率的图像终端设备,希望能在 64kb/s 上获得较高的会议电视质量。HDTV 的压缩编码已是主要的研究方向。我国在图像压缩编码也已取得大量的成果。

以网格编码调制为基础的高效编码调制技术是在带宽受限信道上进行可靠的超高速数据传输提供一种新的方法,在这方面已进行了不少研究,各种各样的纠错编码方法都为数据传输的可靠性地作出了贡献。