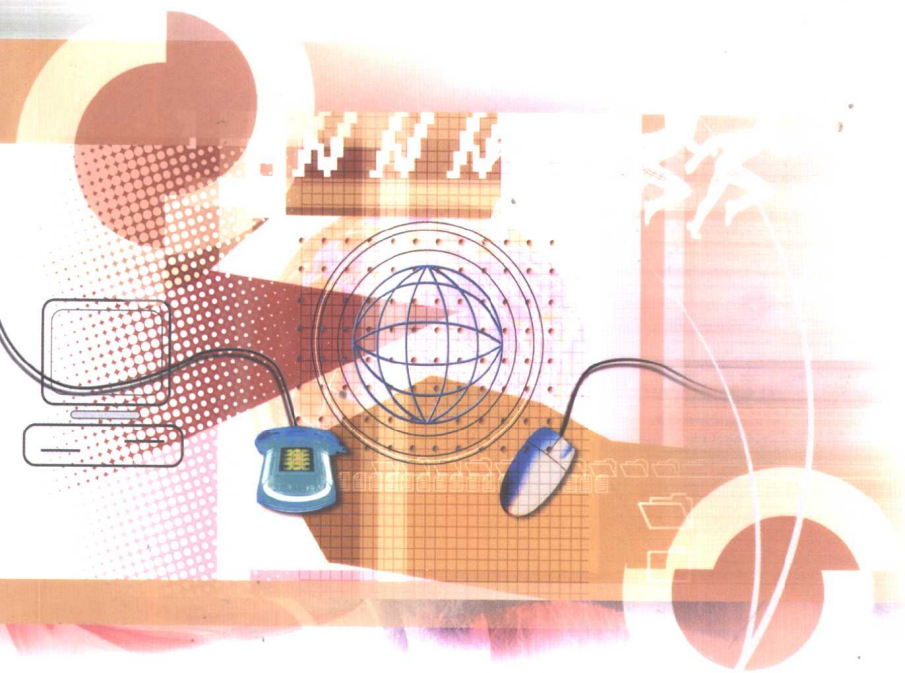


◆ 视 ◆ 频 ◆ 通 ◆ 信 ◆ 系 ◆ 列 ◆ 丛 ◆ 书 ◆

IP宽带通信网络技术

IP KUANDAI TONGXIN WANGLUO JISHU

毕厚杰 陈启美 方晖 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

IP 宽带通信网络技术

毕厚杰 陈启美 方 晖 编著

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书系统深入地分析了 IP 宽带通信网的基本原理和技术,包括下一代网络与软交换、IP 通信网的核心协议(H.323 和 SIP)以及 IP 网的 QoS 技术、安全技术等,也详细分析介绍了 IP 网络的一些新技术,如 MPLS、PLC 等,最后还介绍了 IP 宽带网的一些应用,内容丰富,取材新颖。

本书可作为高校通信专业本科生、研究生教材,也可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

IP 宽带通信网络技术/毕厚杰,陈启美,方 晖编著. —北京:北京邮电大学出版社,2003

ISBN 7-5635-0718-3

I. I… II. ①毕…②陈…③方… III. 宽带通信系统—计算机通信网 IV. TN915.142

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 125415 号

书 名:IP 宽带通信网络技术

作 者:毕厚杰 陈启美 方 晖

责任编辑:李欣一

出 版 者:北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号)邮编:100876

电 话:(010)62282185 62283578(传真)

经 销:各地新华书店

印 刷:北京源海印刷有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:19.25

字 数:453 千字

印 数:1—5 000 册

版 次:2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0718-3/TN·312

定价:33.00 元

如有印装质量问题请与北京邮电大学出版社发行部联系

总 序

进行信息交流的最主要的手段之一就是通信,和人类生产、生活相伴随而产生的通信技术发展到今天,已经从面对面的语言、手势的信息交流,发展到相隔万里的声音、文字及图像信息的交流。

在丰富多彩的图像信息中,以充分表现活动彩色场景的视频图像最为引人注目。因此,视频信息的交流在当今的信息社会中备受欢迎,在现代通信中占据了一席之地。日趋成熟的视频通信技术在很多方面已得到广泛的应用,并给人们的生活、学习、工作带来极大的方便。如用视频通信技术来实现实时现场信息的交流,在英特网上进行视频广播,用卫星视频传输系统建立的远程作战指挥系统,等等。

正是由于图像、视频信息的加入,使得传统的通信系统从单一媒体的传输发展为多媒体传输;同样是由于图像、视频信息的加入,使得传统的通信技术难以胜任多种媒体传输的需要。由此可知,在视频通信领域,既有良好的发展机遇,又存在相当严峻的挑战。本套丛书正是从视频通信这个角度来向读者介绍这一领域中的主要应用技术、实用系统、国际标准、最新发展以及简单的基本理论。当然,本丛书并不仅仅局限于此,还包含一些和视频通信密切相关的内容,如 IP 宽带通信网、静止图像通信等。

必须说明的是,本套丛书并未包括视频通信领域的所有的重要内容,仅涉及这一领域最主要且比较热门的一些专题。例如,如何保证图像、多媒体信息在通信中的安全之类的一些迫在眉睫的技术与应用问题,当前国内外主要的图像通信应用系统,有关视频、静止图像的国际标准、压缩处理技术近年来突飞猛进的发展,代表将来视频通信发展趋势的 IP 宽带通信系统,等等。

本套丛书以从事计算机技术、通信技术以及电视技术的工程技术人员、高等院校的有关专业高年级学生或研究生为主要阅读对象。

本套丛书的编著,从内容上主要体现以下四方面特点:

其一,密切联系实际。本丛书将重点放在经典的和新型的实用系统和实用技术上,对于所介绍的各个应用系统给出它的全貌以及主要的技术内容,对基础原理部分只是简要地提及。

其二,紧跟世界视频通信及相关技术发展的新潮流,在丛书中尽量体现当前视频通信技术方面的新技术、新应用、新系统、新标准和新观点。

其三,本套丛书在内容的编排上,既注重全面性和系统性,力求每一本书都能给读者以清晰简要的全貌;又注重关键技术的细节,对重要的部分、核心的概念给出了不少的实例和图解,力图使读者对它们有较为深刻的理解。

最后,本丛书没有明显的层次结构,不存在先读哪一本、后读哪一本的要求,每一本书都自成体系。之所以以丛书的形式出版,是鉴于这套书内容的内在联系,它们较为全面地向读者介绍了视频通信领域的基本概况。

本套丛书共 6 本,包括《多媒体信息安全技术与应用》、《图像通信应用系统》、《视频图像编码技术及国际标准》、《静止图像编码的基本方法与国际标准》、《二值图像编码和基本方法与国际标准》和《IP 宽带通信网络技术》,将陆续出版。

尽管本丛书的作者们一直从事这方面的科研和教学工作,并在这套丛书的编著中付出了辛勤的劳动,但由于通信和视频技术的发展日新月异,作者个人的视野和水平毕竟有限,再加之编写时间仓促,书中难免存在疏漏和不足之处,真诚地欢迎广大读者予以批评指正。

“视频通信系列丛书”编委会
2003 年 5 月

前 言

这几年,视频通信发展很快,会议电视网以北京到各省、地甚至覆盖了全国。远程教育网、远程医疗网、网上游戏、网上浏览、VOD(视频点播)正日益普及。我国电信业已把视频多媒体通信列为电信业务新的增长点。近年来,个人可视终端正由可视电话向家用、办公用的个人信息终端发展。由于视频压缩编码技术的不断发展,图像质量有了明显提高,价格也在逐步下降,发展前景良好,个人视讯业务正成为视频通信的一个重要分支。

高清晰度电视(HDTV)也以惊人速度在发展,国内 HDTV 编解码器研制,大屏幕显示技术,地面传输技术的开发,光纤用户接入网的开发均已取得了良好成果,尤其是 2008 年奥运会在北京的召开,将大大促进 HDTV 产业的发展。

总之,光视频展出宽带通信将迅速发展应是毋庸置疑的。

20 世纪 90 年代以来,互联网业务的突飞猛进,使 IP 技术获得了令人意想不到的惊人发展。IP 技术由于其面向无连接的特色,具有连接方便,适应多业务承载,由于采用统计复用方式,使其信道利用率比电路交换高得多。现在 IP 协议已被通信、计算机、广播电视业界一致认为为三网合一的基础、尽管 IP 存在 QoS 问题、安全性问题、管理不易等,只要认真研究,采用适当技术措施,相信这些问题可以逐步解决的。现在 IP 网的拥塞控制,差错控制等已取得了不少进展。

现在 NGN(下一代网络)是国际上争论的一个特点,有的认为 NGN 应以软交换为核心,有的说应以自动交换光网络(ASON)为核心,有的说应以第三代、第四代移动通信(3G、4G)为主,众说纷纭、莫衷一是,但是有一点倒已达成共识,下一代网络应以 IP 为技术基础。

在以上这样背景下,编和出版一本“IP 宽带通信网络技术”就十分必要了,本书第 1~8 章介绍了 IP 宽带通信的一些基本理论技术协议,如 IP 网 QoS、IP 网安全性、MPLS 视频传输技术等。第 9、10 章介绍了有关的新技术和应用,如 IP 电力线通信,IP 宽带通信应用等。

全书由毕厚杰主编,第 1、2、3、5、6、7 由毕厚杰编写;第 4、8、9 章由阵启美编写;毕厚杰参与编写了第 4 章、方晖参与编写了第 9 章。最后全书由毕厚杰、陈启美统一校核,南京大学电子系博士生王健为该书的电子文件做了大量工作,谨致谢意!

本书可做通信技术人员参考书,可作为高校通信专业本科生、研究生教材或参考书。

编者

目 录

第 1 章 宽带通信业务和技术概述

- 1.1 我国通信业现状和最近 3 年的预计 1
- 1.2 我国电信业的发展进入新阶段 3
- 1.3 发展宽带 IP 业务的商业模式 8

第 2 章 下一代网络与软交换

- 2.1 下一代网络的基本需求 12
- 2.2 软交换的体系结构 13
- 2.3 软交换的对外接口及通信协议 15
- 2.4 H. 248 协议简介 18
- 2.5 软交换技术发展概况 22

第 3 章 IP 网中的 QoS

- 3.1 概述 24
- 3.2 IP 网中网元的 QoS 功能 25
- 3.3 综合服务 30
- 3.4 分级服务的端到端 QoS 技术 32
- 3.5 虚拟专用网技术与 QoS 34
- 3.6 IP 电信网的 QoS 的控制 37
- 3.7 IP 网中视频通信的 QoS 控制 39
- 3.8 MPLS 与 QoS 40
- 3.9 点到点协议 41

第 4 章 MPLS 技术

- 4.1 MPLS 概述 44
- 4.2 MPLS 体系结构解析 50
- 4.3 MPLS 的核心——LDP 56
- 4.4 MPLS 的 QoS 63
- 4.5 MPLS 流量工程及相关协议 67
- 4.6 MPLS 与 VPN 74
- 4.7 MPLS-VPN 工作特性 79
- 4.8 ATM 的 MPLS 域融入 86

第 5 章 IP 多媒体通信的核心协议 H. 323 与 SIP

5.1 概述	93
5.2 H. 323	94
5.3 SIP 协议	108

第 6 章 IP 网安全技术^[53~60]

6.1 概述	122
6.2 公开密钥基础设施	123
6.3 IP Sec 协议	124
6.4 分层 IP Sec 协议	128
6.5 防火墙技术	128
6.6 计算机病毒简介	130
6.7 一种电信级 IP 网的安全性对策	131
6.8 数字水印	132
6.9 混沌伪随机加密	134

第 7 章 网络视频传输

7.1 概述	135
7.2 网络视频传输拥塞控制 ^[70~72]	136
7.3 网络视频传输的误码控制 ^[78~81]	141
7.4 利用解码器的后处理 ^[79]	148
7.5 编码和解码器的交互 ^[79]	150
7.6 利用 LTM 预测的视频编码误码恢复技术 ^[81]	154
7.7 利用 ULP 的网络视频的鲁棒传输 ^{[81][82]}	156
7.8 H. 264 视频编码 ^[88~92]	162
7.9 MPEG-4—FGS ^[96~99]	171
7.10 流媒体在 Internet 上的视频编码	177

第 8 章 电力线通信 PLC 技术

8.1 PLC 技术概述	182
8.2 PLC 信道分析和模型建立	187
8.3 PLC 的基础调制及其改进	194
8.4 宽带 PLC 的扩频 SS 技术	201
8.5 宽带 PLC 的 WOFDM 实现	208
8.6 PLC-HLAN、PLC-VPN、PLC-AN 的构成及应用	214
8.7 基于 IP 的 PLC-NET 业务融合	219

第9章 IP 宽带视频网络通信应用

9.1 南京大学招生可视咨询系统	226
9.2 基于 IP 网络的高速公路监控系统	263
缩略语	281
参考文献	289

第 1 章 宽带通信业务和技术概述

1.1 我国通信业现状和最近 3 年的预计

1.1.1 过去 10 年来,我国通信业取得了高速发展

10 年来(1992~2002 年),我国电信业取得了令世界震惊的高速发展。固定电话主线用户数由 1 147 万户发展为 2.1 亿户,增长了 18.3 倍,平均年增长率为 35%;移动电话由 17.7 万户发展为 1.9 亿户,增长 1 000 倍,平均每年翻一番,即年增长率为 100%。

曾几何时,我国通信事业被毛泽东同志称为“一条落后的神经”,是国民经济的瓶颈,现在已成为推动国民经济增长的先导产业,成为世界第一大电信网。

近几年来,数据通信也保持了每年 60% 的高增长率。我国 Internet 用户的发展状况如图 1.1 和 1.2 所示。

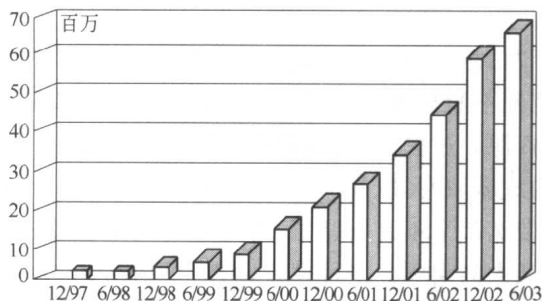


图 1.1 我国 Internet 用户的发展

1. 中国 2002 年 Internet 用户年增长率为 75%, 世界同期为 30%;
2. 在中国的 Internet 用户中, 使用宽带接入方式的近 1/3。

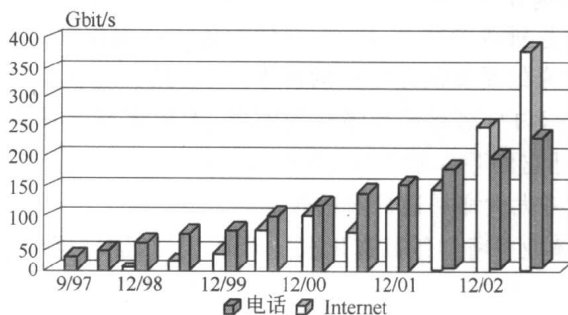


图 1.2 我国干线 Internet 业务量超过电话业务量

2002 年 12 月:上网用户数 5 910 万,忙时骨干网带宽 242 Gbit/s,1.4 小时/天。

2003 年 6 月:上网用户数 6 810 万,忙时骨干网带宽 372 Gbit/s,1.857 小时/天。

1.1.2 目前电信业的增长速度在减缓

目前我国电信业收入主要还是依靠电话。现在城市大部分家庭都已安装上了固定电话,但农村电话市场还很广阔,西部电话的发展余地也还很大,应成为今后电话发展的主要增长点,但农村电话的单位成本高,而且不少农户装了电话不打或少打,所以,农村电话市场只能随着农村经济的发展而逐步发展,而且西部的发展尚有一个较长过程。移动电话的发展大体与固定电话类似,因此电话大幅度发展的难度相当大。可以说,目前电话的发展已达到了增长的高峰期,电话增长的速度将会变慢。

数据通信(包括因特网业务、数据传输业务和多媒体业务)仍在继续高速发展,但业务收入的比重很小,以 2001 年为例,仅占整个电信业收入的 3.2%。数据通信虽然仍在高速发展,但目前阶段还无法弥补语音业务增长放慢的影响。

因此,我国电信业正由高速发展向增长变慢转变。

1.1.3 对未来 3 年电信业发展的估计

虽然,我国电信业收入的增长速度在降低,但仍可在较长时间内保持较高速度的增长。

首先,我国电话发展的空间还很大。全国农村的电话普及率目前还很低,中西部特别是西部的发展潜力还很大,党中央关于大力开发西部的决策将对西部通信业的发展产生重大影响。

其次,在十六大关于“信息化带动现代化特别是带动工业化”的号召下,企业各部门信息化的程度不断提高,范围不断扩大。我国信息化的重点是信息资源的利用和开发,这是一个远未被挖掘的宝贵资源。过去,人们只看到通信网的重要性,于是利用 DWDM 的光纤骨干网、千兆以太网构成城域网,以及 ADSL、HDSL、Cable Modem 等多种名目繁多的宽带接入网。现在网络带宽似乎不是问题了,可是宽带网络上传送什么内容和什么业务已成为当前通信业一个最大的问题。多种宽带网建设已投入了大量资金,可是回报率却很低。从理论上说,地球上的物质资源是有限的,可是信息资源是无穷尽的,因为信息就是对客观世界的规律性描述和分析。例如,物质由分子、原子等组成,利用人们对原子信息的掌握,可以和平利用原子能,也可造原子弹;但物质除分子、原子外,进一步还有质子、夸克、中微子等,看来是没有穷尽的。如果把多种信息资源都开发利用起来,放入数据库,并通过通信网络实现信息资源的共享,那么,通信业务将会爆炸式地增长,这是无疑的;再举个例子:市场经济,讲究的是要满足客户的需求,欲达此目的就要建立客户关系信息系统(CRM)。各行各业的客户,都有多种多样的需求,大量客户及其需求就是企业发展所需的重要的信息资源,把它们存入数据库,并通过通信网建立 CRM 系统,让大家来共享这些 CRM 信息,显然,将大大增加通信业的收入。

再次,数据及多媒体业务将继续高速增长。众所周知,因特网正在高速发展,其用户遍布世界各个角落,利用 IP 技术的无连接性,具有方便、灵活、成本低等优点,人们不仅可在因特网上查询浏览各种静态信息,而且可以打电话,进而传送视频等实时数据,可以召

开电视会议,可视聊天,还可用来实现电子商务、电子政务、远程教育、远程医疗、电子游戏……有人甚至说,因特网是无所不能的。这样说当然有些过分,但它确实能解决安全性要求不高的广大老百姓需要的多种话音、视频、数据通信业务,应该说它能满足一定的QoS和一定的安全性。因此可以说,在未来几年内,随着人们需求的不断增长、技术上的不断进步,多媒体业务必将保持高速增长。作为一种宽带业务,它将在生活上给人们带来丰富多彩的节目,在工作上将显著提高效率,同时其成本低,易于为广大老百姓所接受。可以肯定地说,它将在电信业收入中占有日益增加的比例。

最后,电信企业间的竞争、电信技术的不断进步,也必然会推动电信业的进一步发展。据有关部门分析和预计,我国到2005年,即未来3年左右:

- 固定电话将在2002年基础上再增加1亿户,达到3.1亿户;
- 移动电话将在2002年基础上再增加1.5亿户,达到3.5亿户;
- 因特网用户将在2002年上半年4580万户的基础上,再增加2倍,达到1.5亿户以上,宽带接入和多媒体数据通信业务将继续高速增长,其业务收入将达到整个电信业收入的8%左右,它将使电信业总收入的增长由于话音业务增长趋缓而变慢。

综上所述,2005年全国电信业务收入增长率将仍能保持在15%左右,仍为全国GDP年增长率的2倍。

1.2 我国电信业的发展进入新阶段

1.2.1 开发宽带新业务

正如前述,我国通信业的年增长率将保持在一个较高水平(如15%),但不可能超高速增长。怎样才能保持在一个较高水平的增长?我们认为不能像以往那样依赖大规模扩建网络、大量吸纳用户、发展电话业务,而是,首先要开发新业务,特别是因特网上的多媒体业务。

众所周知,人类通过视觉获取的信息量约占其所获取总信息量的70%。视觉信息具有直观性、可靠性、高效率性等优点,对提高工作效率、丰富日常生活具有重要的不可替代的作用,于是大量的以视频为主的多媒体业务发展起来了,如电子金融、会议电视、可视电话、远程教育、网络游戏等等,而且新的多媒体业务还在不断增加,这说明人们亟需这种通信业务。有了市场需求,一种新业务才能发展。大量实践也表明:一种业务能否发展,关键在于市场驱动;即能否为市场认可和接受,而不在于技术驱动,但技术有促进业务发展的作用。有时候人们主观上认为某项技术十分先进、十分完善,主观想象利用该技术可发展某种业务,但由于市场不需要,无法发展。事实往往与人们的预料相反,通信领域也不例外。例如在电路交换基础上的ISDN、既能听又能看的可视电话等,本来都被人们所看好,事实上并未得到发展。甚至作为B-ISDN的核心技术——ATM——也没有得到想像中的重大发展。曾认为它既能支持多业务,又能保证QoS,似乎十分理想,但与IP相比,连接的灵活性、价格等都无法比拟。因此,首先要看业务的需求,其次才考虑实现的技术。

电信运营商也亟需发展宽带新业务。2001年,我国以电话为主的通信业务收入年增

长率仅为 5.8%，首次低于全国 GDP 的增长率的 7.8%，传统的电话业务正逐步进入微利时代，现在必须大力发展新的宽带业务。宽带业务有市场需求，已获得大家的认可，因此其发展的方向是正确的。

其次是可能性。发展宽带业务，必须使通信网络有足够的带宽。一路高清晰电视信号信息量大，应占有 1 000 Mbit/s 的带宽，否则是无法传送的；即使经过数字压缩，也要占用 20 Mbit/s；即使质量较好动作缓慢的可视电话信号，也需要 384 kbit/s 的带宽，带宽问题一直是长期限制视频通信发展的主要瓶颈。现在带宽不再是问题了，到目前为止，我国 8 纵 8 横的光纤骨干网已覆盖全国。由于利用密集波分复用(DWDM)技术，单纤的 1.6 Tbit/s 速率已经商业化，再过 5 年可达 5~10 Tbit/s。骨干网的容量已被大大地拓宽：以千兆以太网和十千兆以太网为主的宽带城域网已经和正在大量建设；以 ADSL 为主的各种有线和无线宽带接入网的覆盖面积日益增加。由于竞争，大大加快了宽带接入网的建设速度和覆盖范围。我国政府和企业为建设宽带接入网已投入大量资金。总之，带宽问题已基本解决，也就是说，发展宽带业务的客观条件已经基本具备。

必须指出，尽管宽带网络已大量建设，但由于目前宽带内容尚不多，因此宽带通信业务并未发展起来。大量资金已投入，但回报率很低，这是亟待解决的。客观条件除了网络带宽外，还有一个视频频带压缩技术及其标准问题。由于宽带用户数日益增多，新的宽带业务会不断出现，因此必须解决视频压缩技术问题，使每路宽带信号占有的带宽进一步缩小，不然发展宽带业务也将只是一句口号。

1988 年 10 月，CCITT(现 ITU-T)发布了在 N-ISDN 中传送电视电话和会议电视信号的具有里程碑意义的 H. 261 建议。它利用正交变换 DCT 和差分编码 DPCM 相结合的混合编码技术，把会议电视信号压缩在 $(1\sim 30)\times 64$ kbit/s 码率之内，其最高码率为 2 Mbit/s。后来，国际标准化组织还陆续发布了以下一些关于视频压缩的国际标准：

(1) 1991 年 1 月，ISO(国际标准化组织)发布了 MPEG-1 建议；1993 年 11 月，ISO 发布了 MPEG-2 建议。这两个建议是关于数字电视和活动图像的压缩编码的国际标准。

(2) 1995 年 1 月，ITU(国际电信联盟)发布了甚低码率(≤ 64 kbit/s)视频编码的 H. 263 建议。这种低码率的图像编码方法不仅适用于 PSTN 的可视电话通信，而且可在多媒体通信、移动通信及远程监控等领域应用。

(3) 1999 年，ISO 发布了 MPEG-4 建议，主要用于基于内容的视频编码，码率一般不超过 64 kbit/s，更多的是在 28.8 kbit/s 以下，可用于 PSTN 的可视电话、因特网上图形、数据交流、多媒体数据库等。

(4) 2002 年 7 月，ITU-T 发布了 H. 264 的 CD(委员会草稿)版，即将发布正式版，其特点是高压缩比，在所有速率上，比 H. 263 节约了 50% 的比特率，而且质量优良。

对于语音信号，CCITT 和 ITU 也发布了一系列的基于参数及波形编码的低码率混合编码标准，如 G. 711、G. 712、G. 723、G. 728 以及 G. 729 等。其中输出码率最低为 G. 723 的 5.3 kbit/s，最高则为 G. 711 及 G. 723 的 64 kbit/s。

总之，十余年来，国际上已提出了一系列的音视频压缩标准，它们使语音信号和视频信号在保证一定质量前提下，取得了不同的压缩比，提高了传输效率，降低了传输成本。

1.2.2 利用新技术

1. 分组技术

由于现代数据通信、宽带多媒体通信的飞速发展,原来以电路交换为基础的 PSTN 电话网显然无法满足需求。数据通信的共同特点是:信息的突发性、按需分配带宽。突发性是指数据信息在不同传输时间的业务量变化很大,峰值业务量与平均值业务量之比可达 10 甚至更高;按需分配带宽是指网络能根据用户通信业务量的大小自动地分配带宽。按这两个要求,利用 PSTN 往往不能满足。一种数据业务往往有一些突发业务,但所需时间长短不定,有时很短,如按峰值流量配置,因网络大部分时间空闲着将造成网络资源的极大浪费;如果按平均值流量配置,则有时因带宽不够,通信质量会严重受损。有时传输时间很长,例如有人上机操作,一坐就是一个小时,甚至更长;有人则所需时间很短,发完消息就结束。当用户忽然增多,出现峰值时,就会导致网络阻塞。总之,需要一种能应付突发的业务量、所需时间也在变化的、带宽按需分配的网络。于是出现了分组交换的技术,人们把信息分成固定长的短分组或短信元,只要这种短的分组或信元的信息头带上目的地址,就会通过路由器送到指定的目的地。这种分组并不在指定的时隙出现,而是通过存储器的输入和输出转发,可以在灵活的时间出现,哪里的时隙有空,没人使用,它就出现在哪里。因为采用了缓冲器,使用存储转发的方式,于是实现了带宽的自动按需分配,提高了信道资源利用率。

2. IP 分组和因特网

在因特网中传送的分组,即 IP 包,它们的长度都很短,很灵活。由于一组信息被拆分成若干分组,它们都带有地址信息,在分组网中会各自选择不同路由,甚至出现了先后到的现象,因此到了目的终端,必须要按先后序号重新装配,从而得到原信息。

众所周知,基于分组技术的 IP 是不面向连接的,即通信前并不像通常打电话一样,先根据信令建立起一条通信信道,而是没有复杂的信令,只有目的地址,然后路由器根据目的地址自动地按某种路由协议一跳一跳地选择最佳路由。其好处是连接方式灵活,没有复杂的信令,没有复杂的交换机(硬设备),成本低、使用方便,但由于网络资源是大家共享的,安全性差,QoS 不能保证,往往用户一多就会拥塞。不管怎样,因特网由于其突出的优点,得到了广泛的认同,已经覆盖了全球的各个角落,但作为通信网,尚应提高其安全性,保证一定的 QoS。

3. ATM 技术

为了提高信道的利用率,ATM 也利用存储转发的原理。它采用虚电路(在 ATM 中叫虚路径(VP)和虚通道(VC))的方式利用存储转发原理实现信元的交换,是一种面向连接的硬件交换。交换单元由缓存器和总线拼成,因而具有很高的信息交换速率。由于交换是按存储转发原理进行的,也可进行带宽的按需分配。由于转发速度快,ATM 可看成是一种快速的分组交换。

ATM 是面向连接的,在通信前按指定的源地址和目的地址,按一定的 QoS 要求、带宽和优先级先建立起一条通信信道(由各 ATM 交换机的 VP 和 VC 相连构成),因此它的优点之一就是能保证 QoS。

但是 ATM 必须有信令,其控制信令复杂,交换单元成本较高,特别是到桌面 ATM 板至今还是十分昂贵的。

4. MPLS——IP 和 ATM 技术的结合

把 IP 和 ATM 技术相结合,发挥各自优点,这就出现了多协议标记交换(MPLS)技术。

MPLS 是一种多层交换技术,它把通信网功能的第 3 层(网络层)IP 路由技术与第 2 层(数据链路层)相结合,把第 3 层路由的灵活性和第 2 层的速度、QoS、管理等相结合。如果第 2 层采用 ATM,则可实现既灵活连接、又高速转发的交换和传输的目的。

MPLS 把固定长度(4 个字节)的标记,对应于不同类别的信息(地址不同、QoS 不同的信息,称为转发等效类(FEC)),建立一张标记和 FEC 的对应表。这个标记很短,就像信封上的邮政编码一样,于是在 ATM(即第 2 层)按标记建立起一条叫标记交换路径(LSP)的虚通道,就可实现快速的分组交换了。

由于建立 LSP 时要给出一定条件,因而利用 MPLS 可以进行流量工程的调节,可以保证一定的 QoS(事先给定的条件)。

在 IP 骨干网中采用 MPLS 协议,就可以调节业务流量、减少拥塞、保证一定的 QoS。当然,这些技术还应当通过试验不断改进。我国正在若干城市利用 MPLS 进行流量工程的试验。

5. 分层化、模块化与软交换技术

众所周知,计算机行业由于实现了由封闭、垄断到开放、分层(专业化),展开了竞争,获得了很快的发展。原来由一些大公司(如 IBM)独立制造计算机,后来出现了专做硬件的 Intel、专做软件的 Microsoft 等许多公司。模块化和分层化导致专业化,提高了计算机质量,同类公司的竞争导致费用的下降,这给通信业带来了很大启发。市场的发展,必须要开放和竞争,通过竞争,达到市场认可的优质低价的目的。

人们正在讨论下一代网络体系,这是当前的一个亮点。于是出现了软交换的概念,它是在分层化模块化思想的指导下产生的。

为了满足丰富多彩的多种通信业务的需求,必须使业务与控制相分离,控制与承载相分离,承载与接入相分离,这样一来,多业务的灵活性就易于实现,而这个控制就是以利用 IP 技术的纯软件为主进行的,即软交换技术。其好处为成本低,不再需要大量硬设备(如目前的交换机),而且易于升级,通过一定的标准协议和各种网关易于和各种网络(如 PSTN)以及各种终端(如 H. 323 终端、SIP 终端等)相连接。

因此可以说,软交换是下一代通信网络的基础,也是其核心。

6. 光纤化网络技术

没有宽带网络,要发展宽带业务就是一句空话。而宽带的首选网络就是光纤网络,不仅骨干网、城域网要光纤化,接入网也应以光纤化为主。最近出现了一些廉价的家用光端机,这就为接入网的光纤化打下了基础,当然利用已有的电话线,发展 ADSL 等 Modem 也是需要的。

现在出现了 ASON 的智能光纤网络,利用 GMPLS(通用多协议标记交换协议)或 MPλS(多协议波长交换),把波长看成一种特殊的空间很小的标记,于是可在光领域中实现 MPLS 的流量工程等。

1.2.3 大力发展软件无线电

1. 主要功能

最近几年,软件无线电发展十分迅速。美国通信委员会为此修改了有关章程,以支持发展软件无线电。

软件无线电的主要功能包含以下几点:

- 对收发信机的结构可由软件控制和改变;
- 对于无线电设备的功能(如调制、解调方式等),可在 DSP 基础上由软件予以实现;
- 通过空中接口下载新软件实现重编程;
- 可利用软件支持多标准。

总之,通过利用 DSP 平台使用软件,可实现多业务、多标准、多频段、可重配置和重编程的无线电系统。

2. 软件无线电的体系结构

软件无线电需要一个相对通用的硬件平台,在此基础上,通过加载不同的软件,甚至更换插件,来实现不同的功能。因此,其硬件结构类似于 PC 机,但它比 PC 机的要求高得多。一般来说,它包括宽带射频前端、宽带 A/D/A 转换器、高速 DSP 器件等,(如图 1.3 所示)。它的工作频率极高,且频段视多个器件所在位置而不同。

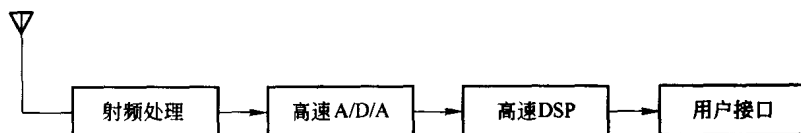


图 1.3 软件无线电结构

由于器件的工艺限制,为了进行高速 A/D/A 及数字信号处理,软件无线电要多个 CPU 并行工作;为了对数字信号处理的数据进行高速交换,系统总线必须具有极高的 I/O 传输速率。目前认为 VME 总线技术较为成熟,应用较广,如图 1.4 所示。

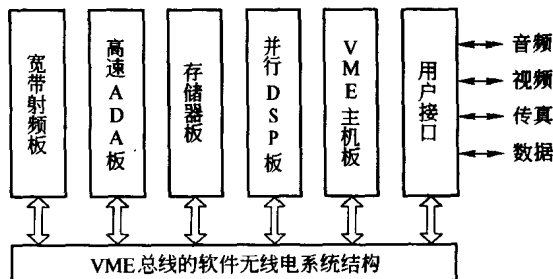


图 1.4 基于 VME 总线的软件无线电系统结构

3. 软件无线电的几项关键技术

尽管软件无线电发展很快,但是尚需解决许多问题:

(1) 实现多频段、宽频段、多工作模式的多功能新型天线

现在移动通信发展极快,其频谱正从 VHF、UHF 进一步上升到微波和毫米波段。为了提高抗衰减能力,在基站要求利用适于时空编码的分集天线,手机也要求小型化、抗衰落、双频段、双极化、双工作模式的多功能天线,军用无线通信要求比移动通信频谱宽得多的天线。这些都要求发展多频段、多功能的天线,这是软件无线电面临的关键技术之一。

(2) 提高前端 A/D/A 电路的性能

软件无线电台的 A/D/A 的最理想位置是直接设置在宽带无线或低噪声放大器之后,混频等操作均由 DSP 完成,从而满足同一频段、不同标准、不同制式的要求,于是 A/D 的抽样率可能要高达 2 GHz,其功耗将高达 1 kW。因此提高 A/D/A 器件的抽样率、降低功耗、增大带宽是软件无线电的又一关键技术。

(3) 提高 DSP 的处理能力

DSP 的可编程能力对提高软件无线电性能是极其重要的。利用软件编程,只要将相应程序存放在存储器,就可充分实现更换频道、改变调制方式、接收不同类型信号等灵活的功能。例如,对带宽为 10 MHz 的系统,抽样率大于 25 MHz,每个采样点 100 次操作,就需要 2 500 MIPS 的运算能力,这对于目前任何单个 DSP 都是无法承受的,这就需要进一步提高其运算能力,采用并行 DSP 处理等方法。

(4) 改进数字信号处理算法

改进数字信号处理算法,节省大量无用的中间运算,以节省大量 DSP 资源,这是软件无线电设计工作者的重要任务。

(5) 培养高级通信技术人员

培养高级通信技术人员,使其掌握软件无线电技术,对于发展我国通信事业显然是十分必要的。在高校中,不仅应使学生掌握现代通信系统理论,而且要掌握实验技能,掌握实现多种通信功能的软件无线电技术,把理论与实践紧密地结合。

1.2.4 实行科学管理、提高服务水平

需要强调的是对市场调节的认识。市场游戏规则是自由竞争,通过竞争,提高产品质量,降低产品成本,这是好的;但过分自由的竞争,没有宏观的政府对市场的管理和引导,也可能产生一些对国民经济的破坏作用。前一阶段宽带接入网的“圈地运动”就是一种不正常的现象。

1.3 发展宽带 IP 业务的商业模式

1.3.1 中国宽带业务为何至今发展缓慢

Internet(IP 网)发展到现在,已涉及多个领域。它不仅能传送文件,还能传送语音;不仅能传送语音,还能传送视频(活动图像),应该说其功能是很强的了,甚至有人说