



计算机网络

JISUANJI WANGLUO

邓亚平 主编

北京邮电大学出版社

计 算 机 网 络

邓亚平 主编

北京邮电大学出版社

内 容 简 介

本教材在介绍数据通信和计算机网络基本知识的基础上,以 OSI/RM 为主线,全面系统地阐述了计算机网络七层协议的主要内容,同时也讲述了局域网的基本概念和基本原理。为了反映计算机网络技术的发展现状,本教材增加了一些传统教材中没有的新内容,例如:帧中继、ATM 局域网和网络管理等。鉴于 TCP/IP 协议已成为事实上的工业标准,本教材也进行了重点讲述。在选材上考虑到既要跟踪最新的国际标准,又注重介绍组网的原理、协议的基本概念与基本原理和最实用的网络应用技术。本书每章附有丰富的习题,便于巩固课堂学习的内容和进一步扩展知识面。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/邓亚平主编. —北京:北京邮电大学出版社,1999.2
ISBN 7-5635-0347-1

I. 计… II. 邓… III. 计算机网络-高等学校-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 33320 号

出版发行:北京邮电大学出版社 电话:(010)62282185(发行部)

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号

邮 编:100876

经 销:各地新华书店经售

印 刷:北京邮电大学印刷厂印刷

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

印 张:18.5

字 数:471 千字

版 次:1999 年 2 月第 1 版 1999 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1—3 000 册

书 号:ISBN 7-5635-0347-1/TN·161

定 价:27.00 元

前 言

计算机与通信技术的结合,促进了计算机网络技术的飞速发展,新的网络标准不断出现,这使得人们熟悉的网络知识和网络教材很快就过时了。各邮电院校的任课教师们都认为有必要编写一本能够反映网络技术现状,符合最新国际标准的计算机网络教材。根据邮电部高等学校计算机类教学指导委员会在1996年10月的决定,由重庆邮电学院邓亚平副教授担任主编,南京邮电学院沈金龙教授和长春邮电学院南明星副教授参加编写《计算机网络》教材,并将本教材列为邮电部“九五”重点教材之一。

本教材的内容适用于计算机及通信相关专业的本科生。本书的参考教学时数为60~70学时。若学生已学过《数据通信》课程,第2章可以少讲或不讲。

本书具有以下特点:

- (1) 加强了培养学生具备深厚通信知识的内容;
- (2) 重点讲述了事实上的工业标准——TCP/IP协议;
- (3) 对局域网新技术的介绍有一定的广度与深度;
- (4) 增加了网络管理等方面的内容;
- (5) 每章附有丰富的习题,便于教学。

本教材的书稿经过清华大学李学农教授和北京邮电大学刘瑞曾教授的认真评审。教学指导委员会负责人北京邮电大学李怀诚教授也仔细地审阅过书稿,并对本教材的编写和出版都给予了大力支持。在此,对他们表示衷心感谢。

本教材由邓亚平担任主编,并编写了第4,6,8,9章;沈金龙编写了第2,3章;南明星编写了第1,5,7章。初稿完成后,由邓亚平进行统稿。

在本书的编写过程中得到了教学指导委员会居悌教授和其他委员的热心支持和帮助;重庆邮电学院的杨波和廖方奎对书稿的录入做了大量的工作;北京邮电大学出版社对本书的编辑出版也做了细致而有成效的工作,在此深表谢意。限于作者的学识水平,不妥之处,敬请读者指正。

作 者

1998年10月

目 录

1 绪论

1.1 计算机和通信的发展	(1)
1.1.1 具有通信功能的单机系统	(1)
1.1.2 具有通信功能的多机系统	(2)
1.1.3 计算机通信网络	(2)
1.1.4 共享资源的计算机网络	(3)
1.2 计算机网络的发展	(3)
1.2.1 专用计算机网络	(3)
1.2.2 公用数据网	(3)
1.2.3 局域网	(4)
1.2.4 综合业务数字网	(4)
1.2.5 无线计算机网络	(5)
1.3 CHINAPAC 和 Internet	(5)
1.3.1 CHINAPAC	(5)
1.3.2 Internet	(8)
1.4 计算机网络的定义和功能	(10)
1.4.1 计算机网络的定义	(10)
1.4.2 计算机网络的功能	(11)
1.5 计算机网络的结构与组成	(12)
1.5.1 计算机网络结构的分类	(12)
1.5.2 计算机网络的组成	(13)
1.6 计算机网络的体系结构与协议	(16)
1.6.1 网络体系结构与协议概述	(16)
1.6.2 计算机网络的标准化	(16)
1.6.3 OSI 七层参考模型	(17)
1.7 计算机网络的应用	(18)
1.7.1 电子邮件	(18)
1.7.2 电子数据交换	(21)
1.7.3 管理信息系统(MIS)	(23)
习 题	(26)

2 数据传输与通信接口

2.1	传输媒体及其特性	(27)
2.1.1	线传输媒体	(27)
2.1.2	软传输媒体	(29)
2.2	数字传输与模拟传输	(31)
2.2.1	基本概念	(31)
2.2.2	数字传输系统	(34)
2.2.3	模拟传输系统	(37)
2.2.4	数据传输质量	(37)
2.3	数据电路终接设备	(38)
2.3.1	调制解调器	(38)
2.3.2	数据服务单元	(42)
2.4	通信接口特性	(43)
2.4.1	通信接口的机械特性	(44)
2.4.2	通信接口的电气特性	(44)
2.4.3	通信接口的功能特性	(45)
2.4.4	通信接口的规程特性	(49)
2.5	微机通信软件功能与应用	(51)
2.5.1	微机与调制解调器的连接	(51)
2.5.2	AT 命令操作基础	(53)
2.5.3	微机异步通信软件功能与应用	(55)
2.5.4	传输协议	(58)
2.5.5	环路测试	(59)
	习题	(60)

3 数据链路控制

3.1	数据链路控制的基本概念	(62)
3.1.1	数据链路和数据电路	(62)
3.1.2	物理链路的基本结构	(62)
3.1.3	数据链路控制的功能	(63)
3.2	数据链路控制协议的机理与分析	(64)
3.2.1	停止等待协议	(64)
3.2.2	滑动窗口的流量控制方法	(69)
3.2.3	连续 ARQ 协议	(70)
3.2.4	选择重传 ARQ 协议	(72)
3.3	差错控制	(73)
3.3.1	循环冗余码的特性	(73)
3.3.2	循环冗余码的编码/译码	(74)
3.3.3	循环冗余码的纠错能力	(75)

3.4	高级数据链路控制规程	(76)
3.4.1	HDLC 的基本特点	(76)
3.4.2	HDLC 的帧结构	(77)
3.4.3	数据链路控制的操作	(80)
3.5	通信控制器	(81)
3.5.1	硬件系统结构	(81)
3.5.2	HDLC 规程子集 LAPB 软件分析	(81)
3.5.3	接口服务程序	(84)
3.5.4	系统管理程序	(85)
	习 题	(86)

4 网络层与传送层

4.1	网络层的功能和提供的服务	(87)
4.1.1	网络层的功能	(87)
4.1.2	面向连接的服务和无连接的服务	(87)
4.1.3	数据报和虚电路	(88)
4.2	X.25 建议	(89)
4.2.1	概 述	(89)
4.2.2	X.25 建议的主要内容和功能	(89)
4.3	帧中继	(95)
4.3.1	帧中继的基本原理	(95)
4.3.2	帧中继的协议	(96)
4.3.3	帧中继网的体系结构	(96)
4.4	路由选择	(97)
4.4.1	非适应式路由选择算法	(97)
4.4.2	适应式路由选择算法	(98)
4.5	流量控制和拥塞控制	(100)
4.5.1	概 述	(100)
4.5.2	流量控制	(101)
4.5.3	拥塞控制	(102)
4.6	网络互连	(104)
4.6.1	OSI/RM 的网络互连	(104)
4.6.2	网络互连的类型和层次	(105)
4.6.3	Internet 协议(IP)	(106)
4.6.4	X.75 建议	(116)
4.7	传送服务	(117)
4.7.1	服务质量(QoS:Quality of Service)	(117)
4.7.2	传送服务原语	(117)
4.7.3	寻 址	(118)
4.7.4	建立传送连接	(120)

4.7.5	释放传送连接	(122)
4.8	OSI 的传送协议	(123)
4.8.1	OSI 的传送协议分类	(123)
4.8.2	OSI 传送协议描述	(124)
4.9	因特网的传送控制协议	(125)
4.9.1	TCP 服务	(126)
4.9.2	TCP 协议	(127)
4.9.3	TCP 段头	(127)
4.9.4	TCP 的连接管理	(128)
4.9.5	UDP	(129)
	习 题	(130)

5 高层协议

5.1	会话层概述	(131)
5.1.1	会话层的目的与功能	(131)
5.1.2	同步及活动控制	(133)
5.2	OSI 的会话协议	(135)
5.3	远程过程调用	(137)
5.4	表示层概述	(139)
5.4.1	表示层的定义与功能	(140)
5.4.2	抽象语法、传送语法与表示上下文	(140)
5.5	OSI 的表示层协议	(144)
5.6	数据压缩	(145)
5.7	数据加密	(146)
5.7.1	DES(Data Encryption Standard)	(147)
5.7.2	RSA 算法	(150)
5.7.3	数字签名	(152)
5.8	应用层概述	(153)
5.8.1	应用实体的组成	(153)
5.8.2	公共应用服务元素	(154)
5.9	应用层协议选介	(158)
5.9.1	文件的传送、访问和管理(FTAM)	(159)
5.9.2	虚拟终端(VT)	(161)
5.9.3	报文处理系统(MHS)	(163)
	习 题	(166)

6 局域网

6.1	局域网概述	(167)
6.1.1	局域网的产生和发展	(167)
6.1.2	局域网的定义及特性	(167)

6.1.3	局部网络的分类	(168)
6.2	局域网的硬件组成	(168)
6.2.1	网络接口部件(NIU)	(168)
6.2.2	网络工作站	(170)
6.2.3	服务器	(171)
6.3	局域网的结构	(173)
6.3.1	星形拓扑结构	(173)
6.3.2	总线拓扑结构	(173)
6.3.3	环形拓扑结构	(174)
6.3.4	树形拓扑结构	(174)
6.4	基带局域网和宽带局域网	(174)
6.4.1	基带局域网	(174)
6.4.2	网络控制器的结构	(175)
6.4.3	宽带局域网	(176)
6.4.4	宽带局域网的结构	(176)
6.5	局域网的介质访问控制	(177)
6.5.1	ALOHA 系统的介质访问控制	(177)
6.5.2	CSMA	(178)
6.5.3	CSMA/CD	(180)
6.5.4	权标(Token)环介质访问控制	(181)
6.5.5	权标总线(Token Bus)介质访问控制	(182)
6.6	局域网的标准	(184)
6.6.1	LAN 的参考模型与实现模型	(184)
6.6.2	数据链路控制协议	(186)
6.6.3	CSMA/CD 介质访问控制协议	(187)
6.6.4	权标总线介质访问控制协议	(188)
6.6.5	权标环介质访问控制协议	(189)
6.7	局域网的性能分析	(192)
6.7.1	概述	(192)
6.7.2	传播延迟时间与数据率对性能的影响	(192)
6.7.3	CSMA/CD Ethernet 的性能分析	(193)
6.7.4	权标环的性能分析	(194)
6.8	局域网互连	(196)
6.8.1	局域网互连面临的问题	(196)
6.8.2	网桥	(198)
6.8.3	路由器(Router)	(200)
6.8.4	局域网互连的方式	(202)
6.9	网络操作系统	(203)
6.9.1	网络操作系统的特点	(203)
6.9.2	网络操作系统的结构	(203)

习 题	(206)
-----------	-------

7 高速局域网

7.1 高速局域网概述	(208)
7.2 FDDI	(209)
7.2.1 FDDI 的特点及主要技术指标	(209)
7.2.2 FDDI 与 OSI/RM 的关系	(210)
7.2.3 物理介质相关子层	(211)
7.2.4 物理协议子层(PHY)	(214)
7.2.5 介质访问控制子层	(217)
7.3 LAN SWITCH	(223)
7.3.1 LAN SWITCH 的优点	(223)
7.3.2 LAN SWITCH 的基本原理与连接方法	(225)
7.3.3 局域网交换机数据包的传送机制	(226)
7.3.4 LAN SWITCH 的交换技术	(227)
7.3.5 局域网交换机分类	(227)
7.3.6 局域网交换机的选择原则	(228)
7.4 Fast Ethernet	(229)
7.4.1 100 Base-T 网络	(229)
7.4.2 100 VG-Any LAN 网络	(230)
7.4.3 100 Base-T 和 100 VG-Any LAN 性能比较	(233)
7.5 ATM 局域网	(234)
7.5.1 ATM 的提出	(234)
7.5.2 ATM 的基本概念	(236)
7.5.3 ATM 的工作原理	(236)
7.5.4 ATM 信元结构	(238)
7.5.5 ATM 协议参考模型和层次功能	(239)
7.5.6 ATM 局域网的业务要求	(241)
7.5.7 ATM 在局域网互连中的应用	(242)
习 题	(245)

8 网络管理

8.1 网络管理概述	(246)
8.1.1 网络管理方法的演变	(246)
8.1.2 网络管理系统的逻辑结构	(247)
8.2 网络管理的主要功能	(248)
8.2.1 配置管理	(248)
8.2.2 性能管理	(249)
8.2.3 故障管理	(249)
8.2.4 计费管理	(249)

8.2.5	安全管理	(249)
8.3	网络管理信息模型和网络管理	(250)
8.3.1	网络管理信息模型	(250)
8.3.2	被管理对象	(251)
8.3.3	Internet 的管理信息库	(254)
8.4	网络管理协议	(257)
8.4.1	公共管理信息协议	(257)
8.4.2	简单网络管理协议(SNMP)	(259)
8.5	电信管理局	(260)
8.5.1	TMN 与电信网的关系	(260)
8.5.2	TMN 的体系结构	(260)
8.5.3	TMN 的管理功能及管理分层	(264)
	习 题	(265)

9 网络的规划与设计

9.1	网络的规划与设计概述	(266)
9.2	网络系统需求分析	(267)
9.2.1	问题定义	(267)
9.2.2	系统调查	(267)
9.2.3	网络系统需求分析	(268)
9.3	网络系统的设计	(270)
9.3.1	网络设计的基本原则	(270)
9.3.2	网络设计	(271)
9.4	网络设备的选型	(275)
9.4.1	网络服务器和 workstation	(275)
9.4.2	外设	(276)
9.4.3	网络接口卡	(276)
9.4.4	集线器和集中器	(278)
9.5	网络工程实例	(279)
9.5.1	校园网的规划与设计	(279)
9.5.2	企业网的规划与设计	(281)
	习 题	(282)

参考文献	(283)
------	-------

1.1 计算机和通信的发展

在人类社会里,人们总是离不开消息的传递。早在 19 世纪就相继出现了以电信号来传送文字和语言的电报、电话通信,这两类通信方式为人类的生产和社会活动带来了极大的方便。20 世纪 40 年代,电子计算机出现了。计算机是加工和处理信息的工具,在开始有计算机时,人们用它代替计算尺或电动计算器解题或做一些科学计算,人们把它看成是一个单独的计算机工具。要使用计算机,必须将待处理的数据资料送到计算机站,这在路途上就浪费了大量的时间。对于紧急的数据资料,如气象资料等,由于不能及时处理,自然也就失去了时效。另一方面,计算机经常需要人来输入数据资料,也不能充分发挥快速计算的能力。于是人们提出了这样的问题:能否做到用户可以把待处理的数据通过通信线路送给计算机,经计算机进行处理后,再将计算结果通过通信线路送回给用户,从而达到远距离使用计算机的目的呢?这一愿望使计算机技术和通信技术日益结合起来,导致产生了新的通信方式——计算机通信。

计算机通信是通信与计算机相结合的人—机或机—机通信。它传送数据的目的不仅是为了交换数据,更主要的是为了利用计算机来处理数据。自从有了计算机通信,不仅解决了大量信息和数据的传输,而且显著扩大了计算机的应用范围,使计算机系统的功能得以充分发挥,可靠性、可用性和资源的利用率各方面也得到了提高。同时,由于有计算机介入通信技术系统,不仅发挥了通信的作用,而且也促进了通信技术的变革和迅猛发展。

计算机通信产生后,经历了一个从简单到复杂,从低级到高级的发展过程。这一发展过程可分为四个阶段,即:远程信息处理系统、面向终端的计算机网络、计算机通信网络和共享资源的计算机网络。

1.1.1 具有通信功能的单机系统

计算机技术和通信技术的密切结合,首先形成了远程信息处理系统,又称为联机系统。它是由一台主机或若干个终端,通过电话系统连接而成,如图 1-1 所示。图中 M 是调制解调器,用于将计算机或终端发出的数字信号变换为可以在电话交换系统中传输的模拟信号;或者进行相反变换。联机系统有以下两种类型:

1. 远程批处理系统

早期的联机系统主要是面向科学计算,采取批处理方式。系统在远程作业录入程序的作用下,把远程作业录入到计算机系统的后援存储器中,形成批处理作业流。然后,系统便按批处理方式对作业进行处理,处理完后再把结果送回远程终端。

2. 远程实时处理系统

由远程作业录入程序,把远程系统送来的实时信息录入本系统,并赋予它们较高的优先权,使之能得到及时处理,并把处理结果立即送回远程用户,以便不误时机地控制执行对象或给予回答。

1.1.2 具有通信功能的多机系统

连接大量终端的联机系统,有两个显著的缺点,其一是主机系统负荷较重,它即要承担数据处理工作,又要承担通信控制等工作;其二是通信线路的利用率很低,且导致整个通信线路的成本增加,尤其在终端距离较远时更是如此。为了减轻主机的负担,可以用一台计算机(称前置处理机)专门负责与终端的通信工作,使得主机系统能够集中较多的时间进行数据处理工作。为提高线路利用率,降低其成本,可在远程终端较为密集的地区设置多路转换器或集中器,用低速线路把附近的终端先汇集到一台集中器的各个端点上,然后再用高速线路把集中器和主机相连,这样就可把终端送来的信息通过集中汇总,再用高速线路把汇总的信息送入主机去处理。当对图 1-1 做出上述两点改进后,便形成了图 1-2 所示的较完善的联机系统。



图 1-1 联机通信系统

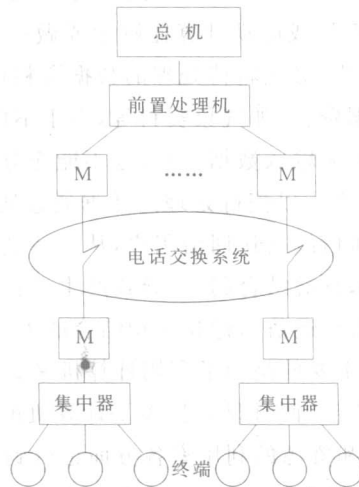


图 1-2 具有通信功能的多机系统

1.1.3 计算机通信网络

联机系统的发展,为计算机的应用开拓了新的领域。而新的应用领域又为计算机科学与技术提出了更新的要求。自 60 年代中期以来,计算机获得日益广泛的应用。大型企业、事业单位或军事部门通常有多个计算中心分布在广泛的地区中,这些计算中心彼此传递情报,进行各种各样的业务联系,但一般不把本中心的业务委托给其他中心去处理。这就很自然地又提出了一个新课题:能否将这些分散于各地的计算中心连接起来,使它们彼此之间能交换数据,进行业务联系呢?研究的结果形成了一个以传输信息为主要目的,并用通信线路将各计算中心的中心计算机连接起来的计算机网络——计算机通信网络。该网络的主要任务是在各个计算机系统之间进行通信。例如,在各子公司之间相互交换情报,各气象中心之间定时传送气象资料等等。

1.1.4 共享资源的计算机网络

随着计算机通信网络的迅速发展和广泛应用,计算机网络用户希望计算机系统之间能彼此共享硬件(主机、打印机等)、软件(管理系统和应用系统等)以及数据信息等等,或者对大的应用系统可由多个用户联合开发。因此,共享资源的计算机网络系统应需求而产生。

由美国国防部高级研究计划局开发的 ARPA 网络在 60 年代末诞生,它标志着计算机网络系统时代的开始。ARPA 网络具有以下五个重要特征:

- (1) 资源共享;
- (2) 分布式控制;
- (3) 分组交换方式;
- (4) 将计算机网络从逻辑上分为通信子网(主要是数据通信)和资源子网(主要用于数据处理);
- (5) 采用了层次式网络结构。

这些特点往往也被认为是计算机网的一般特征。因此,有时将 ARPA 作为现代计算机网诞生的标志。

1.2 计算机网络的发展

70 年代和 80 年代是计算机网络蓬勃发展的时期,它已经进入广泛使用的阶段。

1.2.1 专用计算机网络

1974 年,IBM 公司宣布了它的网络体系结构(SNA;System Network Architecture)。这个著名的网络结构标准是按照分层的方法制定的。它的出现,极大地推动了网络体系结构标准化的进程,成为世界上使用较为广泛的一种结构。目前全球采用 SNA 标准设置的网络在 15 000 个以上。此后各个公司纷纷提出自己的结构标准。如 DEC 公司提出了 DNA 标准(数字网络系统结构);Vnivac 公司公布了 DCA(数据通信体系结构)等。按照这些体系结构所实现的计算机网络,称为专用计算机网络。在各公司纷纷提出各自标准的情况下,国际标准化组织 ISO 为了适应网络发展的趋势,于 1977 年开始着手制定开放系统互连的一系列标准,旨在使各厂商的各种型号的计算机能方便地互连。这就是著名的开放系统互连基本参考模型,也就是通常所说的“七层协议”。从此,计算机网络走上了标准化的轨道。

1.2.2 公用数据网

公用数据网是指由电信部门组建和管理,并向用户提供公用数据通信服务的计算机网络。第一个公共分组交换网 TELENET,是在 1973 年由美国的 Bolt,Beaneck 和 Newman(BBN)公司共同建立的。随后,许多国家都已组建了本国的公用数据网,加拿大的 DATAPAC 网(公用数据网)在 1973~1977 年这一时期发展起来。法国的 Transpac 于 1977 年投入运行,被世界公认为比较完善的公用数据网。公用数据网的特点是:

- (1) 地理范围通常为几十公里到几千公里,网络可以覆盖若干个城市、一个国家乃至跨越几大洲,故公用数据网又称广域网(WAN;Wide Area Network);
- (2) 网络内的通信设施和传输介质由电信部门提供,可供任何核准的单位和个人使用;

(3) 通信信道可以有有线信道,微波信道或卫星通信信道等。其传输速率从每秒几百位到几百千位;

(4) 连接的计算机可以小至微机,大至巨型机。

1.2.3 局域网

局域网(LAN:Local Area Network)顾名思义是一种覆盖地理范围较小的计算机网络(从几米到几公里范围)。LAN 出现于 70 年代末期,80 年代获得了飞速发展和大范围内的普及;90 年代正步入繁荣时期。由于大规模集成电路的发展,使计算机和网络产品的价格大幅度下降,促进了 PC 机的广泛使用。为了实现微机之间的通信和资源(数据、硬件、软件等)共享,可将它们连接起来形成局域网。局域网正朝着以下四个方面发展:

(1) 分布式网络服务;

(2) LAN 局域网的互连;

(3) 发展高速局域网;

(4) ATM 高速网。

1.2.4 综合业务数字网

信息社会的一个很重要的特点就是信息的数字化及通信业务的多样化。这种数字化的信息具有很高的传输质量,便于交换和处理。随着社会的发展,社会需求的通信业务种类也在不断增加,各种专用网已在全世界研制并推广开来。这样的专用网有:电话网、电报网、有线电视网和分组交换网(PSN)。如果每出现一种业务就建立一个专用网,那将是投资大,效益低,并且各个独立网的资源不能共享。另外,多个网并存也不利于统一管理。在这种背景下,70 年代初就萌生了把各种通信业务,包括电话业务和非话业务等都以数字方式统一,并综合到一个数字网中进行传输交换和处理的设想,也就是建立综合业务数字网(ISDN: Integrated Services Digital Network)。引入 ISDN 后,用户只需提出一次申请,仅用一条用户线就可将多种业务终端接入网内并按统一的规程进行通信。

1972 年,ISDN 这个词出现在 ITU-T(原 CCITT)的 G. 703 建议中,在这里初步定义了 ISDN 的概念。1984 年,ITU-T 的第 6 次全体会议通过了第一批 I 系列建议,这是 ISDN 战略发展的里程碑。I 系列建议提出了 ISDN 的基本原则和指导方针,以及对用户网接口和网间接口的详细说明。ISDN 的 I 系列建议提供了基于 64 kbit/s 数字传输率的两种接口:144 kbit/s 的基率接口和 1.5 Mbit/s 或 2.09 Mbit/s 的一次群速率接口。这些速率可用于支持大范围的业务,然而 64 kbit/s 的 ISDN 不支持高比特率的业务,如图像和视频业务。64 kbit/s 的 ISDN 有时指的是窄带 ISDN(N-ISDN)。光导纤维、运算开关以及其他如数字信号处理、视频编码技术的发展,推动了新通信业务需求的迅速发展,使宽带综合业务数字网(B-ISDN)的出现成为可能,并在将来具有广阔的市场前景。正是对高比特率业务需求的增长,才在很大程度上推动了 B-ISDN 的发展。

人们希望 B-ISDN 上能提供多种业务,比如全动画电视和高分辨率电视、图像、电视电话、电视会议、视频电报、数据电子邮件、数据处理、语音、视频和语音邮件,局域网(LAN)互连和高速数据通信。这样,ITU-T 在 1985 年组建了 ISDN 宽带方式研究的任务小组,研究 2 Mbit/s 以上的其他 H 通道和接口类型。今天,宽带 ISDN 已初具规模,ITU-T 的 B-ISDN 标准已经选择了异步转移模式(ATM)作为 B-ISDN 的传输技术。21 世纪,ISDN 将成为主干通信网。

1.2.5 无线计算机网络

随着微型机的小型化而出现了便携式计算机后,人们便可以携带它外出活动。但由于孤立的便携计算机所能存储的数据量有限,而且也无法与其他计算机进行通信和及时地获得新数据,为解决此问题只能将它们接入计算机网络中。然而接入通常的计算机网络是不适宜的,于是无线计算机网络便应运而生。由于便携式计算机的数量迅速增加,在发达国家中都纷纷建立起各种类型的无线计算机网络,提供了多种类型的服务。

1. 无线局域网

把便携式计算机通过其无线接口(无线收发器)连接到传统的局域网上便形成了无线局域网,它可以与其他局域网、广域网互连起来。目前无线局域网主要采用广谱无线电和红外线两种传输技术。

2. 无线广域网

该网提供了广域的甚至是国家范围内的移动数据传输和信息服务,如 RAM 网络允许便携式计算机访问在固定主机上运行的应用程序,其数据传输速率通常为 19.2 kbit/s。但目前这些网络所能支持的用户数目还很有限。

3. 卫星通信网

利用多颗卫星组成的卫星通信系统,可提供全球性语言、文件以及 FAX 传输服务,例如,由 MOTOROLA 公司的 60 颗低轨道卫星组成了 Lridium 卫星通信系统,由 Qualcomm 公司的 48 颗卫星组成的卫星通信系统。

1.3 CHINAPAC 和 Internet

从 70 年代起,世界各国纷纷建立了公用的分组交换网和专用的分组交换网,随着计算机技术和信息产业的迅速发展,公共分组交换网也得到迅速发展。本节将介绍中国公用分组交换网——CHINAPAC 和世界上最大的美国的国际网——Internet。

1.3.1 CHINAPAC

1. CHINAPAC 的发展过程

我国的公用分组交换网(CHINAPAC)于 1989 年 11 月正式投入业务试用,它是以公用分组交换网为主体辅以公用电话网,用户电报和低速数据网以及其他网络构成。由于分组交换网具有速率、码型和规程的转换功能,适用于不同类型的计算机和个人计算机终端入网并相互通信,并能提供高速端口,以便于各类数据库入网。而公用电话网和用户电报低速数据网的网络四通八达,资源十分丰富,利用这些资源解决一些业务量较小或缺乏用户线资源的用户入网。公用分组交换网简称 CNPAC。CNPAC 是由 3 个节点交换机,8 个集中器和 22 个分组拆装设备(PAD)构成。交换机分别安装在北京、上海和广州;集中器分别安装在沈阳、天津、武汉、西安、成都、南京、深圳和北京;PAD 分别安装在其他省会城市,秦皇岛、青岛等地也装有 PAD 设备。还有一些省市的二级公用分组交换网也从各个节点接入,实现连网,以扩大公用分组交换网的覆盖面。交换机和集中器采用法国的 DPS25 II 型机,PAD 采用邮电部数据所生产的设备。网管中心由双机组成,采用法国 BULL 公司的 Minib/450 小型计算机,均设在北京,国际出入口局也设在北京与国际分组交换网互连。

CNPAC 试用两年多后已基本满负荷,全网 580 个端口除节点机互连和国际出入局线路外,能开放给用户的只有 400 个端口,已有 627 个用户。原网速率较低,同步端口数量少,网络覆盖面小,网络性能少(如没有 X. 32 规程及 SDLC 规程等),妨碍了数据通信的发展。我国在 1991 年对它进行了大规模的扩建,在全国 28 个省会城市都建立了交换机,它是引进加拿大北方电信公司的 DPN-100 分组交换系统,全国共有 32 个交换机,把北京、上海、南京、武汉、西安、成都、广州和沈阳 8 个城市作为汇接中心。各汇接中心采用完全网状结构,而其他中心则按不完全网状进行连接,形成 CHINAPAC 的骨干网。而各省也都先后建成了省内网,由这两部分构成了最终的 CHINAPAC,其中,北京作为国际出入口局,广州作为港澳出入口局,采用集中式网管,网管中心设在北京。CHINAPAC 于 1993 年 9 月建成使用,现已覆盖全国绝大部分县城和经济发达地区的 2 218 个乡镇,总容量达 13.5 万端口,并与世界上 23 个国家和地区的 44 个分组交换网互连。CHINAPAC 具有线路利用率高,支持不同协议和不同类型终端的互通,网络安全性好,通信费用与距离无关等特点,已被金融、政府、企业、商业等部门普遍使用,成为覆盖面广、技术成熟、功能完善的基础数据通信网。

2. CHINAPAC 的功能特点

CHINAPAC 具有以下 3 个功能特点:

(1) 核心节点间采用全网状结构,保证了高速率,高质量,大吞吐量,低延迟等网络性能指标。网络性能稳定,处理能力强,扩充灵活,维护方便。

(2) CHINAPAC 网具有专线或拨号等灵活的接入方式,可以满足不同速率、不同规程计算机终端的通信。

(3) CHINAPAC 可提供高速、安全、经济、方便的通信平台,是组建企业网、办公室自动化和各种业务网的很好选择。

具体来讲,CHINAPAC 的功能除了具有一般分组交换功能以及支持 X. 25, X. 75, X. 32, X. 28, X. 29, X. 21, X. 121 等协议和所有业务外,还增加了下述功能:

(1) 虚拟专用网(VPN)功能

过去有不少行业都是由自己建立专用网来实现通信,这样不仅要花费大量的初期投资及日常的管理和维护费用,且由于近年来科学技术发展迅猛,以及通信设备更新的周期越来越短,使专用网已难于适应,于是虚拟专用网技术便应运而生。VPN 便是利用公用数据网的资源和部分专用设备构成的,它在应用及管理方式上完全等同于专用网,从而为许多行业和部门节省了投资费用并减少了管理和维护人员,非常适合于银行、经贸、海关和统计部门等。建设银行是我国第一个虚拟专用网用户。

(2) 广播功能

CHINAPAC 能自动地将一份报文传送给网络中预先规定好的用户,这对于股票、证券等信息发布,以及办公自动化领域,均会得到广泛应用。

(3) 帧中继功能

帧中继是简化网内规程(取消分组层功能),用于城域网或局域网间高速传送文件、图像等数据业务。为了提高通信速率,目前在国外已广泛采用了帧中继技术,它可将通信速率从原来的 64 kbit/s 提高到 1~2 Mbit/s。

(4) 快速选择功能

快速选择功能的主要特点是允许在呼叫请求、呼叫接收和拆线请求分组中可以传送最多为 128 个字节的用户数据,特别适用于信用(存款)的证实或其他快速事宜的处理。