

现代网络技术与应用

常晋义 何世明 赵秀兰 编著



机械工业出版社
China Machine Press

90113532

计算机应用技术系列教材

现代网络技术与应用

常晋义 何世明 赵秀兰 编著



 机械工业出版社
China Machine Press

755302/02

本书详细讲解计算机网络技术。主要内容包括计算机网络基础知识、局域网、网络互连、高速网络技术、Internet技术、网络操作系统与编程、网络管理与网络安全等内容。本书遵循“简明、新颖、实用”的原则，力求做到论述简明扼要，内容反映网络技术应用的最新发展，深入浅出、易学易懂，各章后面均附有习题，最后还有实验和实习题目。另外为教师配有电子教案，方便教学。本书可作为高等院校开设“计算机网络”课程的教材或参考书。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代网络技术及应用/常晋义等编著. - 北京: 机械工业出版社, 2004.9

(计算机应用技术系列教材)

ISBN 7-111-14914-9

I. 现… II. 常… III. 计算机网络-教材 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第070969号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑: 蒋 玮

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年9月第1版第1次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 19.5印张

印数: 0 001 - 5 000册

定价: 29.00元

凡购本书, 如有倒页、脱页、缺页, 由本社发行部调换
本社购书热线: (010) 68326294

前 言

计算机网络技术是计算机科学与技术领域中发展最迅速的新兴技术，也是计算机应用中最活跃的领域。随着Internet的发展和全球信息化进程的推进，掌握现代网络技术已成为工作、学习、生活的必需。

网络技术经过四十多年的发展，已经成为一门融合计算机技术和通信技术的新学科，新技术、新方法不断出现。为了适应网络技术发展的新形势和新需要，我们结合多年从事计算机网络教学的经验和科研实践，编写了本书。

本书遵循“简明、新颖、实用”的原则，力求做到论述简明扼要、内容反映网络技术应用的最新情况、教学符合网络技术教育的现状。无论对于网络技术的初学者还是爱好者，这本书都是一个很好的向导。

本书主要内容包括计算机网络概述、数据通信基础、计算机网络体系结构、局域网、网络互连、高速网络技术、Internet技术、局域网操作系统、Linux网络操作系统、网络编程基础、网络管理与网络安全等，并列出了12个实验及3个实习要求。为加深读者对网络知识的理解，巩固学习内容，提高应用操作能力，书中不仅给出了较详细的操作步骤，而且在每章后还附有适量的思考练习题。本书还为教师备有电子课件。详情请访问华章网站：www.hzbook.com。

在本书的编写过程中参考了国内外有关论著和相关网站，谨向论著的作者和网站资料的提供者致以深切的谢意。本书的编写还得到了同事的帮助，应文豪绘制了书中的插图，郑成增教授审阅了初稿并提出宝贵的建议和意见，谨向他们表示诚挚的感谢。

由于计算机网络技术覆盖面广且发展迅速，加之作者学术水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。联系地址为changjy@163.com。

作 者

2004年5月

目 录

前言	2.3.3 光缆	21
第1章 计算机网络概述	2.3.4 无线通信	21
1.1 计算机网络的演变与发展	2.3.5 影响传输介质选择的因素	22
1.1.1 面向终端的计算机网络	2.4 数据传输技术	22
1.1.2 计算机-计算机网络	2.4.1 数据编码技术	23
1.1.3 开放式标准化网络	2.4.2 多路复用技术	25
1.1.4 网络计算的新时代	2.4.3 数据交换技术	27
1.1.5 MP网络新技术	2.4.4 差错控制方法	30
1.2 计算机网络的功能和应用	小结	33
1.2.1 网络的功能	习题	33
1.2.2 网络的应用	第3章 计算机网络体系结构	35
1.3 计算机网络的定义和分类	3.1 网络体系结构	35
1.3.1 计算机网络的定义	3.1.1 OSI/RM参考模型	35
1.3.2 计算机网络的分类	3.1.2 协议和服务的区别及相互关系	36
1.4 计算机网络的组成	3.1.3 服务访问点	36
1.4.1 网络单元和通信链路	3.1.4 数据单元	37
1.4.2 资源子网和通信子网	3.1.5 服务原语	38
小结	3.1.6 OSI/RM特点分析	38
习题	3.2 物理层	39
第2章 数据通信基础	3.3 数据链路层	40
2.1 数据通信的基本概念与技术问题	3.3.1 数据链路层的基本概念	40
2.1.1 基本概念	3.3.2 具有最简单流量控制的数据链路层协议	40
2.1.2 数据通信过程中涉及的主要技术问题	3.3.3 实用的停止-等待协议	40
2.2 数据传输方式	3.3.4 连续ARQ协议	42
2.2.1 串行通信与并行通信	3.3.5 滑动窗口协议	43
2.2.2 数据传输方向	3.3.6 选择重传ARQ协议	45
2.2.3 同步传输与异步传输	3.4 网络层	46
2.2.4 基带传输与频带传输	3.4.1 网络层所提供的服务	46
2.2.5 数据通信的主要技术指标	3.4.2 路由选择算法与协议	48
2.3 传输介质	3.5 流量控制	53
2.3.1 双绞线	3.5.1 按级进行流量控制	55
2.3.2 同轴电缆	3.5.2 段级流量控制	56
	3.5.3 入口到出口级流量控制	56

3.5.4 进网级流量控制	57	4.5 令牌总线网及其访问控制	89
3.6 传输层	57	4.5.1 令牌总线局域网	89
3.6.1 传输层在OSI/RM中的作用	58	4.5.2 令牌总线访问控制	90
3.6.2 传输协议的分类	58	4.6 无线局域网	92
3.6.3 传输服务	59	4.6.1 无线局域网的应用与特点	92
3.6.4 传输层的差错检测和恢复机制	59	4.6.2 分布式基础无线介质访问控制	93
3.7 会话层	60	4.6.3 蓝牙技术	95
3.7.1 会话层的基本概念	60	小结	97
3.7.2 会话层的服务	61	习题	97
3.7.3 会话层的协议机制	61	第5章 网络互连技术	99
3.8 表示层	61	5.1 网络互连概述	99
3.8.1 表示层的基本概念	62	5.1.1 不同网络之间的差异	100
3.8.2 抽象语法记法ASN.1及其编码规则	63	5.1.2 网络互连技术	101
3.9 应用层	64	5.2 网络互连设备	103
3.9.1 应用层的基本概念	64	5.2.1 中继器	103
3.9.2 文件传送、存取和管理	66	5.2.2 网桥	104
3.9.3 虚拟终端协议	67	5.2.3 路由器	112
3.9.4 目录服务	67	5.2.4 交换器	115
3.10 Internet参考模型	67	5.2.5 干线	117
小结	70	5.2.6 网关	117
习题	70	5.3 局域网互连	118
第4章 局域网技术	71	5.3.1 本地局域网互连方式	118
4.1 局域网概述	71	5.3.2 远程局域网互连方式	119
4.2 局域网参考模型	71	5.4 广域网互连	120
4.2.1 局域网体系结构	72	5.4.1 无连接的网际互连方式	121
4.2.2 拓扑结构	72	5.4.2 面向连接的网际互连	121
4.2.3 IEEE802标准	75	小结	123
4.2.4 逻辑链路控制子层	76	习题	123
4.2.5 介质访问控制子层	77	第6章 高速网络技术	125
4.3 CSMA/CD	79	6.1 高速总线网	125
4.3.1 载波监听多路访问	79	6.1.1 快速以太网	125
4.3.2 载波监听多路访问/冲突检测	80	6.1.2 千兆位以太网	127
4.3.3 冲突退避算法	81	6.2 光纤分布式数据接口	128
4.3.4 IEEE802.3标准	83	6.2.1 FDDI的双环结构	128
4.3.5 以太网	84	6.2.2 FDDI标准	129
4.4 令牌环网及其访问控制	86	6.2.3 数据编码	130
4.4.1 令牌环局域网	86	6.2.4 FDDI帧格式	131
4.4.2 令牌环访问控制	87	6.3 交换局域网	132
		6.3.1 共享与交换网络	132

6.3.2 交换机的帧转发方式	133	8.2 Windows NT操作系统	185
6.3.3 虚拟局域网	133	8.2.1 Windows NT的组成及特点	186
6.4 ISDN	134	8.2.2 Windows 2000的网络功能	186
6.4.1 ISDN的体系结构	135	8.3 NetWare操作系统	188
6.4.2 ISDN协议的参考模型	136	8.3.1 NetWare操作系统的组成	188
6.5 异步传输模式	136	8.3.2 NetWare的基本技术特征	188
6.5.1 ATM的产生	136	8.4 UNIX操作系统	191
6.5.2 ATM的基本技术	137	8.5 Linux操作系统	192
6.5.3 ATM的体系结构	138	小结	193
6.5.4 局域网仿真	139	习题	193
小结	143	第9章 Linux网络操作系统	195
习题	143	9.1 RedHat Linux 7.2安装	195
第7章 Internet技术	145	9.1.1 RedHat Linux概述	195
7.1 Internet基础	145	9.1.2 安装准备	196
7.1.1 Internet的组成	145	9.1.3 安装过程	197
7.1.2 IP协议	146	9.2 配置Apache Web服务器	203
7.1.3 TCP协议与UDP协议	152	9.2.1 Apache简介	205
7.1.4 主机名与域名服务	153	9.2.2 Apache的基本配置及说明	206
7.1.5 Internet基本服务功能	156	9.2.3 特殊配置	208
7.2 环球信息网	158	9.2.4 安装Apache+MySQL+PHP服 务器	213
7.2.1 环球信息网基础	158	9.2.5 快速启动Web服务器	216
7.2.2 WWW服务系统	160	9.2.6 phpMyAdmin的安装	217
7.2.3 WWW浏览器	163	9.3 配置FTP服务器	218
7.3 电子邮件	166	9.3.1 选择和安装FTP服务器软件	218
7.3.1 电子邮件基础	166	9.3.2 wu-ftp的组成	219
7.3.2 电子邮件协议	169	9.3.3 wu-ftp的配置	220
7.4 接入Internet	171	9.3.4 wu-ftp相关的其他一些命令的 使用	224
7.4.1 Internet接入服务	171	9.3.5 FTP服务器中将用户限制在自 己目录下的方法	224
7.4.2 Internet接入方式	172	9.4 配置电子邮件服务器	225
7.5 IPv6	174	9.4.1 电子邮件系统	225
7.5.1 IPv6分组结构	174	9.4.2 安装sendmail	225
7.5.2 IPv6地址	176	9.4.3 用sendmail构建一个E-mail服 务器	226
7.5.3 从IPv4向IPv6的过渡	180	9.4.4 sendmail.cf中的配置命令	228
小结	181	9.4.5 Linux下架设WebMail	230
习题	182	9.5 BBS站点的创建与管理	232
第8章 局域网操作系统	183		
8.1 局域网操作系统概述	183		
8.1.1 局域网操作系统的演变过程	183		
8.1.2 局域网操作系统的基本服务功能	185		

9.5.1 准备工作	232	11.2.1 网络安全概述	273
9.5.2 安装BBS程序	232	11.2.2 网络安全策略	274
9.5.3 设定BBS相关文件	235	11.3 网络安全技术	274
9.5.4 外部工具程序使用	240	11.3.1 防火墙技术	275
9.5.5 Web界面下的BBS系统	243	11.3.2 网络加密技术	278
9.6 Webmin管理工具	244	11.3.3 网络病毒防范	279
9.6.1 Webmin简介	244	11.3.4 入侵检测	281
9.6.2 安装Webmin	244	11.3.5 网络隔离技术	282
9.6.3 Webmin的功能模块	245	小结	284
9.6.4 Webmin的应用实例	247	习题	284
小结	249	实验与实习	285
习题	249	实验1 对等网络的组建	285
第10章 网络编程基础	251	实验2 Windows 2000域和信任关系	286
10.1 socket编程	251	实验3 DNS、WINS安装与配置	288
10.1.1 基本概念	251	实验4 用户管理和文件、文件夹权限管理	290
10.1.2 socket概述	252	实验5 代理服务器安装、配置和使用	292
10.1.3 socket中的主要调用	252	实验6 安装RedHat Linux	293
10.1.4 socket实例	256	实验7 配置Apache Web服务器	294
10.1.5 阻塞和非阻塞	259	实验8 配置FTP服务器	295
10.2 利用MySQL C接口实现多用户通信	261	实验9 配置电子邮件服务器	295
小结	266	实验10 BBS站点的创建与管理	296
习题	266	实验11 Webmin的应用	297
第11章 网络管理与网络安全	267	实验12 socket网络编程	298
11.1 网络管理	267	实习1 数据安全和完整性	299
11.1.1 网络管理概述	267	实习2 TCP/IP连网和Internet	299
11.1.2 网络管理功能	269	实习3 网络安全	300
11.1.3 网络管理协议	272	参考文献	301
11.2 网络安全	273		

第1章 计算机网络概述

当今世界正经历着一场信息革命，人类社会已经进入了信息爆炸时代，信息与物质、能源一起构成了当今社会的三大资源。但是，信息与其他两类资源不同，它有一个显著特点：信息在使用中不会损耗，反而会通过交流增值。因此，信息的流通尤为重要。信息的流通离不开通信，而计算机网络正是计算机技术和通信技术密切结合的产物。概括地说，计算机网络是通过各种通信手段相互连接起来的计算机组成的系统，它除了必须具备数据通信功能外，还涉及网络中计算机间的资源共享、协同工作等信息处理问题。

计算机网络已有近三十年的发展史，在我国它的历史虽不长，但在改革开放的今天，市场经济的快速发展，特别是金融业的发展，促进了计算机网络的普遍使用。计算机网络技术的研究已成为目前非常活跃的领域。

1.1 计算机网络的演变与发展

计算机网络的发展过程是从简单到复杂、从单机到多机、由终端与计算机之间的通信演变到计算机与计算机之间的直接通信的过程。其发展经历了面向终端的计算机网络、计算机-计算机网络、开放式标准化网络、网络计算的新时代以及MP网络新技术几个阶段。

1.1.1 面向终端的计算机网络

1946年，世界上第一台电子数字计算机ENIAC在美国诞生时，计算机和通信之间并没有什么关系。早期的计算机系统是高度集中的，所有设备安装在单独的大房间中。最初，一台计算机只能供一个用户使用，后来发展成批处理和分时系统。这时，一台计算机虽然可同时为多个用户服务，但没有和数据通信相结合，分时系统所连接的多个终端都必须紧挨着主计算机，用户必须到计算中心的终端室去使用。20世纪50年代，美国半自动地面环境SAGE (Semi-Automatic Ground Environment) 防空系统开始尝试将计算机技术和通信技术相结合，将远距离雷达和其他测量控制设备的信息通过通信线路汇集到一台计算机里进行集中处理和集中控制。后来，许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上。用户可以在办公室内的终端上输入程序，通过通信线路送入中心计算机进行分时访问并使用其资源来进行数据处理，处理结果再通过通信线路送回到用户的终端上显示或打印出来。这样就出现了第一代的计算机网络。

第一代计算机网络实际上是以单个计算机为中心的远程联机系统，这样的系统除了一台中心计算机外，其余的终端都不具备自主处理功能，在系统中主要完成终端和中心计算机间的数据通信。虽然历史上也曾称它为计算机网络，但为了更明确地与后来出现的多台计算机互连的计算机网络相区分，称它为面向终端的计算机网络。20世纪60年代初期，美国航空公司投入使用的由一台中心计算机和全美范围内2000多个终端组成的飞机票预订系统SABRE (Semi-Automatic Business Research Environment) 就是这种远程联机系统的一个代表。

在远程联机系统中，随着所连远程终端个数的增多，中心计算机要承担的与各终端间通

信的任务也必然加重,使得以数据处理为主要任务的中心计算机增加了许多额外的开销,实际工作效率下降。由此,出现了数据处理和通信的分工,即在中心计算机前面增设一个前端处理机FEP (Front End Processor,有时也简称为前端机)来完成通信工作,而让中心计算机专门进行数据处理,这样可显著地提高效率。另一方面,若每台远程终端都用一条专用通信线路与中心计算机连接,则线路的利用率低,且随着终端个数的不断增多,线路费用将达到难以负担的程度。因而,后来通常在终端比较集中的地点设置集中器。集中器首先通过低速线路将附近各终端连接起来,再通过高速通信线路与远程中心计算机的前端机相连。它可以利用一些终端的空闲时间来传送其他处于工作状态的终端的数据,提高了远程线路的利用率,降低了通信费用。典型的结构如图1-1所示。图中,M代表调制解调器 (Modem),它是利用模拟通信线路远程传输数字信号必须附加的设备;T代表终端 (Terminal)。前端机和集中器也可以采用比较便宜的小型计算机或微型机来实现。这样的远程联机系统可以认为是计算机和计算机间通信的雏形。

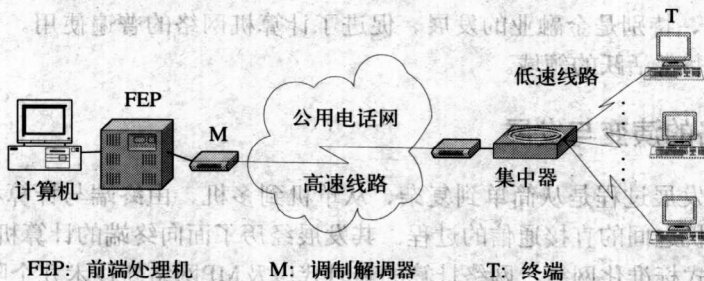


图1-1 以单计算机为中心的远程联机系统

1.1.2 计算机-计算机网络

第二代计算机网络是多台主计算机通过通信线路互连为用户提供服务的系统,即所谓的计算机-计算机网络。这类网络是20世纪60年代后期开始兴起的,它和以单台计算机为中心的远程联机系统的显著区别在于:这里的多台主计算机都具有自主处理能力,它们之间不存在主从关系。这种多台主计算机互连的网络才是我们目前统称的计算机网络。从中可以看到,终端和中心计算机间的通信已发展到计算机和计算机间的通信,用单台中心计算机为所有用户需求提供服务的模式被分散而又互连在一起的多台主计算机共同完成的模式所替代。第二代计算机网络的典型代表是ARPA网。20世纪60年代后期,美国国防部高级研究计划署ARPA (目前称为DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency) 提供经费给美国许多大学和公司,以促进多台主计算机互连的网络的研究,最终开发出一个实验性的4节点网络并投入使用。ARPA网后来扩展到连接数百台计算机,从欧洲到夏威夷,地理范围跨越了半个地球。目前有关计算机网络的许多知识都与ARPA网的研究结果有关,ARPA网中提出的一些概念和术语至今仍被引用。

ARPA网中互连的运行用户应用程序的主计算机称为主机 (Host)。但主机之间并不是通过直接的通信线路互连,而是通过称为接口报文处理机IMP (Interface Message Processor) 的装置转接后互连的,如图1-2所示。当某台主机上的用户要访问网络上远地另一台主机时,主机首先将信息送至本地直接与其相连的IMP,通过通信线路沿着适当的路径经若干IMP中途转接后,最终传送至远地的目标IMP,并送入与其直接相连的目标主机。例如,图1-2中主机 H_2

上的某个用户要将信息送往主机 H_1 ，则首先将该信息送至 IMP_2 ，然后沿图中粗黑线指出的路径，中间经 IMP_4 和 IMP_3 转接，最终传送到目标 IMP_1 ，再送入主机 H_1 。转接是这样进行的： IMP_2 将主机 H_2 送来的信息接收并存储起来，在 IMP_2 和 IMP_4 之间的通信线路有空时将其传送到 IMP_4 ， IMP_4 也是将该信息接收并存储起来，直至 IMP_4 和 IMP_3 之间的通信线路空闲时，再将它转发到 IMP_3 ，……这种类似于邮政信件传送的方式称为存储转发（store and forward）。就远程通信而言，目前通信线路仍然是较昂贵的资源。采用存储转发方式的好处在于通信线路不为某对通信所独占，因而大大提高了通信线路的有效利用率。比如说，在图1-2中，当从主机 H_2 送往 H_1 的信息仍在 IMP_2 和 IMP_4 间的通信线路上传输时， IMP_3 和 IMP_4 间的通信线路就可供从 H_3 经 IMP_3 、 IMP_4 和 IMP_1 送往 H_1 的另外的信息传输使用。一旦从主机 H_2 送往 H_1 的信息已为 IMP_4 接收并存储， IMP_2 和 IMP_4 之间的通信线路又可为其他的（比如说 H_4 和 H_2 之间的）信息传输服务。

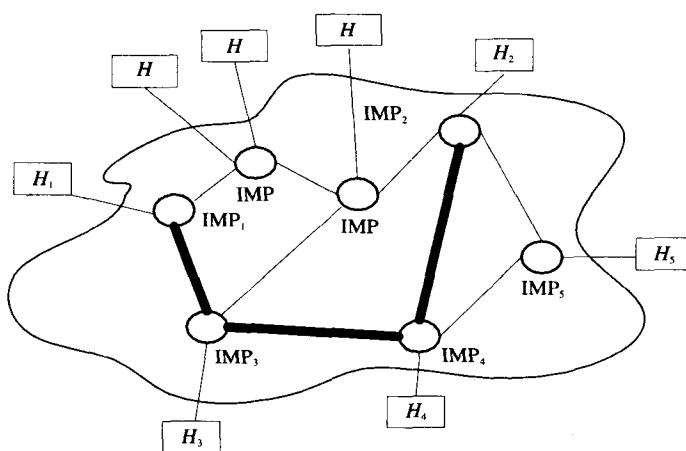


图1-2 存储转发的计算机网络

图1-2中IMP和它们之间互连的通信线路一起负责完成主机之间的数据通信任务，构成了通信子网（communication subnet）。通过通信子网互连的主机负责运行用户应用程序，向网络用户提供可供共享的软硬件资源，它们组成了资源子网。ARPA网采用的就是这种二级子网的结构。ARPA网中存储转发的信息基本单位叫做分组（packet）。以存储转发方式传输分组的通信子网又被称为分组交换网（packet switching network）。IMP是ARPA网中使用的术语，在其他网络或文献中也称为分组交换节点（packet switch node）。IMP或分组交换节点通常也是由小型计算机或微型机来实现的，为了和资源子网中的主机相区别，这里的小型计算机或微型机也被称作节点机，或简称节点。

两台计算机通信时，对传送信息内容的理解、信息表示形式以及各种情况下的应答信号都必须遵循一个共同的约定，也即协议（protocol）。在ARPA网中，协议按功能分成了若干层次。如何分层以及各层中采用的协议的总和统称为网络的体系结构（architecture）。体系结构是个抽象的概念，其具体实现是通过特定的硬件和软件来完成的。

比较图1-1和图1-2可见，作为第一代计算机网络的远程联机系统和第二代计算机网络的区别之一是，前者以被各终端共享的单台计算机为中心，而后者以通信子网为中心。

第二代计算机网络也存在不少弊病，以至于无法适应信息社会日益发展的需要。其中最主要的缺点是，第二代计算机网络大都是由研究单位、大学、应用部门或计算机公司各自研

制的, 没有统一的网络体系结构, 在实现更大范围内的信息交换与共享将会遇到很大的困难。因此, 计算机网络必然要向更新的一代发展。

1.1.3 开放式标准化网络

第三代计算机网络是开放式标准化网络, 它具有统一的网络体系结构、遵循国际标准化协议。标准化使得不同的计算机能方便地互连在一起, 标准化还将带来大规模生产、产品VLSI化和成本降低等一系列好处。

20世纪70年代后期人们认识到第二代计算机网络的不足后, 已开始提出发展新一代计算机网络的问题。国际标准化组织ISO (International Standards Organization) 下属的计算机与信息处理标准化技术委员会 (Technical Committee) TC97成立了一个专门研究此问题的分委员会。经过若干年卓有成效的工作, ISO制定出并在1984年正式颁布了一个称为开放系统互连参考模型 (Open System Interconnection Basic Reference Model, OSI/RM) 的国际标准ISO 7498。这里, “开放系统”是相对于第二代计算机网络中只能和同种计算机互连的每个厂商各自封闭的系统而言的, 它可以和任何其他系统 (当然要遵循同样的国际标准) 通信而相互开放。该模型分为七个层次, 有时也称为OSI七层模型。OSI模型目前已被国际社会普遍接受, 并公认为计算机网络体系结构的基础。

20世纪80年代, 以OSI模型为参照, ISO以及当时的国际电话电报咨询委员会CCITT等为各个层次开发了一系列的协议标准, 组成了一个庞大的OSI基本标准集。CCITT是联合国国际电信联盟 (International Telecommunication Union, ITU) 下属的一个组织, 目前已被撤消, 改组更名为ITU-TSS (Telecommunication Standardization Sector, 电信标准化部), 或简称为ITU-T。由CCITT制定的标准都称为建议 (recommendation), 虽然现在已没有CCITT了, 但有些文献仍习惯地称作CCITT建议。在本书中, 凡是原CCITT时期制定并发布的建议, 我们也仍称为CCITT建议。在公用数据网中广泛采用的、最著名的CCITT建议是X.25、X.3、X.28、X.29和X.75。

遵循公开标准组建的网络通常都是开放的。遵守上述CCITT X系列建议组建的公用分组交换数据网是开放式标准化网络的一个典型例子。许多国家都有自己的公用分组交换数据网, 如加拿大的DATAPAC、法国的TRANSPAC、德国的DATEX-P、日本的DDX-P以及我国已于1989年开通并正式对外提供服务的CHINAPAC等。虽然这些网络内部的结构采用的信道及设备不尽相同, 但它们向外部用户提供的界面是相同的, 互连的界面也是相同的, 因而也易于互连与互通。另一个开放式标准化网络的著名例子就是因特网 (Internet, 也译为国际互联网), 它是在原ARPA net基础上经过改造而逐步发展起来的, 它对任何计算机开放, 只要遵循TCP/IP协议标准并申请到IP地址, 就可以通过信道接入Internet。这里TCP和IP是Internet所采用的一套协议中最核心的两个, 分别称为传输控制协议 (Transmission Control Protocol, TCP) 和网际协议或互联网协议 (Internet Protocol, IP)。它们虽然不是某个国际官方组织制定的标准, 但由于被广泛采用, 已成为事实上的国际标准。

1.1.4 网络计算的新时代

近年来, 随着信息高速公路计划的提出与实施, Internet在地域、用户、功能和应用等多方面的不断拓展以及Internet技术越来越广泛的应用, 计算机的发展已进入了网络计算的新时

代, 换句话说就是以网络为中心的时代。现在, 任何一台计算机都必须以某种形式连网, 以共享信息或协同工作, 否则就无法充分发挥其效能。计算机网络本身的发展也进入了一个新的阶段。当前计算机网络的发展有若干引人注目的方向。首先, 是计算机网络向高速化发展。早期的以太网 (Ethernet) 的数据速率只有10Mb/s (bits per second), 即每秒传送一千万比特 (即二进制位), 目前速度高十倍的100Mb/s的以太网已相当普及, 而速度再提高十倍, 达Gb/s (即1000Mb/s) 的产品也已面世。从远距离网络来看, 早期按照CCITT X建议组建的公用分组交换数据网的数据速率只有64 Kb/s; 后来采用了帧中继 (Frame Relay) 技术, 可提高到2Mb/s; 近年来出现的异步传输模式ATM (Asynchronous Transfer Mode) 可达到155 Mb/s、622 Mb/s甚至2.5 Gb/s的数据速率; 更新的波分多路复用WDM (Wave Division Multiplexing) 技术可达到几十Gb/s, 甚至更高。其次, 早期计算机网络中传输的主要是数字、文字和程序等数据, 随着应用的扩展, 提出了越来越多的有关图形、图像、声音和影像等多媒体信息在网络中传输的需求, 这不但要求网络有更高的数据速率, 或者说带宽, 而且对延迟时间 (实时性)、时间抖动 (等时性)、服务质量等方面都提出了更高的要求。目前, 电话、有线电视和数据等都有各自不同的网络, 随着多媒体网络的建立和日趋成熟, 三网融合甚至多网融合已成为一个重要的发展方向。有人提出了如图1-3所示的网络结构。

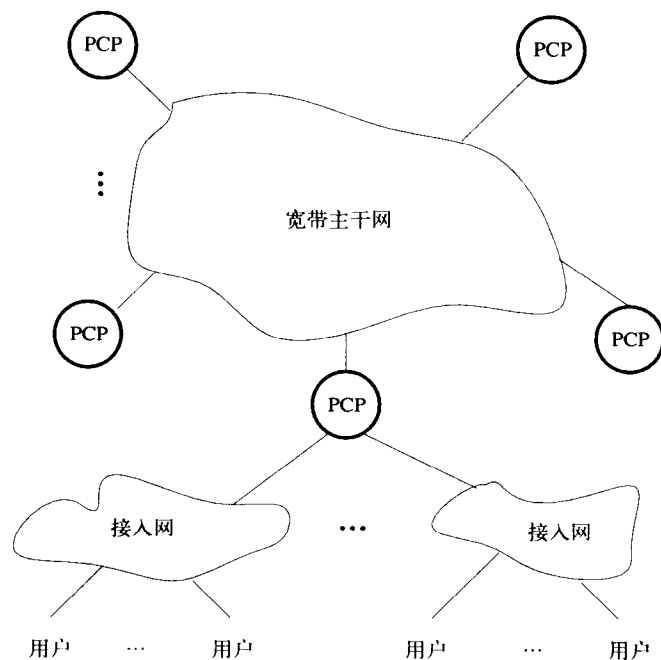


图1-3 未来的网络结构

在图1-3中, 处于核心的是能传输各种多媒体信息的高速宽带主干网 (Backbone), 它外连许多汇聚点 (Point Of Presence, POP)。端用户 (User) 可以通过电话线、电视电缆、光缆、无线信道等不同的传输媒体进入由形形色色的技术组成的不同接入网 (Access Network), 再由汇聚点集中后连入主干网。由于因特网的巨大影响及成功运行, 在整个网络中核心协议将采用Internet的网际协议IP, 通过它把下面各种各样的通信子网络互连在一起, 并向上支持多种多媒体应用, 这就是所谓的统一的IP网。网络覆盖的地理范围必然不断扩大, 向全球延

伸,并逐步深入到每个单位、每个办公室以至于每个家庭。有人描述未来通信和网络的目标是实现5W的个人通信,即任何人(whoever)在任何时间(whenever)、任何地方(wherever)都可以和任何另一个人(whomever)通过网络进行通信,以传送任何信息(whatever),这是多么诱人的发展前景!

1.1.5 MP网络新技术

没有讨厌的病毒和无孔不入的黑客,无须为视频会议支付昂贵的费用,可以轻松地通过网络传送高质量的图像和声音,MP网络技术的悄然到来,将此变得触手可及。

MP(MEDIA PROTOCOL)的拥有者高汉中是一位美籍华人,也是世界上第一个移动卫星电话系统和IP协议的发明人。

未来的网络基本上是一个视频网络,视频信息的传输将占用网络传输量的99%。但当前以IP技术为基础的因特网,由于其设计初衷所带来的缺陷,使之无法在宽带支持大规模、高质量、互动及实时的视频传播。高汉中意识到了这一点,1998年他开始全力进军视频网络的研究,并注册成立了MPI公司。

2000年,MPI设在上海的龙林通信研究室解决了视频网络的全部核心技术障碍。两年后,MP技术基本达到了商业运营的要求。

MP技术从根本上解决了高品质视频网络传输的问题。基于该技术而建立的、具有先进的技术性能和商业潜力的下一代视频网络MPnet,将能够充分利用已有的计算机、有线电视和电信网络,提供海量、低成本、高质量、实时、双向互动的多媒体视频信息服务。MPnet能为每个用户提供专享的60Mb/s到100Mb/s上/下行对称的网络带宽速率。该网络针对不同宽带网络有相应的接入方案(包括五类线、有线电视同轴电缆和电话线),并可通过其网关整合电话网、电视网和因特网业务。该网络技术完全消除了网络安全问题,例如黑客、病毒及内容盗版等。此外,精确计费能力可确保宽带网络赢利型商务模式的实施。

MP与IP最大的区别在于服务器,MP传输视频流使用的是端对端技术,不需要庞大的服务器来保存数据,它需要耗费大量的带宽,而这恰好解决了目前令网络运营商们感到头痛的带宽资源大量闲置的问题。使用该技术,即使是覆盖全上海的视频网络,所需的核心设备也只要一辆面包车就可以运走。MP技术实现了现有网络技术的重大突破:通过一根线和一个比便携式电脑还小的盒子,将电视、电话和互联网融合在一起,实现“三网合一”,从而解决黑客、病毒等网络难题;将广播、点播和可视电话等所有核心视频应用整合在一起;视频性能大幅度提高;成本大幅下降;提供可按内容收费、按需服务的百货商场式的商业模式。

1.2 计算机网络的功能和应用

计算机网络是通过通信介质,把各个独立的计算机互相连接所建立起来的系统。虽然各种网络系统的具体用途、系统连接结构、数据传送方式各不相同,但它们都具有一些共同的功能,正因为这样,计算机网络在各个领域应用越来越广泛。

1.2.1 网络的功能

1. 数据通信

现代社会信息量激增,信息交换也日益增多,每年有几万吨信件要传递。利用计算机网

络传递信件是一种全新的电子传递方式。电子邮件比现有的通信工具有更多的优点，它不像电话需要通话者同时在场，也不像广播系统只是单方向传递信息，在速度上比传统邮件快得多。另外，电子邮件还可以携带声音、图像和视频，实现多媒体通信。如果计算机网络覆盖的地域足够大，则可使各种信息通过电子邮件在全国乃至全球范围内快速传递和处理（如因特网上的电子邮件系统）。除电子邮件以外，计算机网络给科学家和工程师们提供一个网络环境，在此基础上可以建立一种新型的合作方式——计算机支持协同工作（Computer Supported Co-operative Work, CSCW），它消除了地理上的距离限制。

2. 资源共享

在计算机网络中，有许多昂贵的资源，例如大型数据库、巨型计算机等，这些资源并非为每一用户所拥有，所以必须实行资源共享。资源共享包括硬件资源的共享，如打印机、大容量磁盘等；也包括软件资源的共享，如程序、数据等。资源共享的结果是避免重复投资和劳动，从而提高了资源的利用率，使系统的整体性能价格比得到改善。

3. 增加可靠性

在一个系统内，单个部件或计算机的暂时失效必须通过替换资源的办法来维持系统的继续运行。但在计算机网络中，每种资源（尤其是程序和数据）可以存放在多个地点，而用户可以通过多种途径来访问网内的某个资源，从而避免了单点失效对用户产生的影响。

4. 提高系统处理能力

单机的处理能力是有限的，且由于种种原因（例如时差），计算机之间的忙闲程度是不均匀的。从理论上讲，在同一个网络系统的多台计算机可通过协同操作和并行处理来提高整个系统的处理能力，并使各计算机负载均衡。

1.2.2 网络的应用

正因为计算机网络有如此强大的功能，使得它在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防以及科学研究等领域获得越来越广泛的应用。工厂企业可用网络来实现生产的监测、过程控制、管理和辅助决策。铁路部门可用网络来实现报表收集、运行管理和行车调度。邮电部门可利用网络来提供世界范围内快速而廉价的电子邮件、传真和IP电话服务。教育科研部门可利用网络的通信和资源共享来进行情报资料的检索、计算机辅助教学和计算机辅助设计、科技协作、虚拟会议以及远程教育。规划部门可利用网络来实现普查、统计、综合、平衡和预测等。国防工程能利用网络来进行信息的快速收集、跟踪、控制与指挥。商用服务系统可利用网络实现制造企业、商店、银行和顾客间的自动电子销售转账服务或更广泛意义下的电子商务。计算机网络的应用范围是如此广泛，我们难以一一枚举，下面仅举一个航空方面的例子来加以说明。

航空公司在世界范围的主要城市都设有售票点，各地的售票员应能在旅客在场的情况下了解他所要求的航班的机座情况，这样售出的机票才不会冲突。当旅客不能直达目的地时，还需要及时了解其他航空公司的信息以安排转机。航空公司还可能需要安排到达和离开机场的地面交通、转机旅客的旅馆和货运的调度。为了航班的正确运行，必须随时掌握气象情况、飞机燃料及其他用品的供应、机组人员的搭配和维护日程的安排。当某目标机场因气象原因而关闭时，必须及时通知机长改变降落地点并通知机场做好相应准备。航空公司可能还需要及时了解客流、计算盈亏、掌握营业情况，以确定增减航班及调整飞机的

大小。所有这一切都需要有远程快速和精确的信息收集、传递、处理和控制在离开了计算机网络是难以完成的。

1.3 计算机网络的定义和分类

在计算机网络发展过程的不同阶段，人们对计算机网络提出了不同的定义。不同的定义反映着当时网络技术发展的水平以及人们对网络的认识程度。网络分类的方法很多。从不同角度观察网络系统、划分网络，有利于全面地了解网络系统的特性。

1.3.1 计算机网络的定义

计算机网络是指将具有独立功能的计算机、终端及其他设备用通信线路连接起来，按一定的方式进行通信并实现资源共享的系统。

这一定义有两层意思：一是独立自主的计算机是组成计算机网络的基本要素；二是计算机间利用通信手段能进行数据交换，实现资源共享。

强调计算机的独立自主性的目的是希望排除计算机间的控制关系（即一台计算机可以启动、停止其他计算机的运行），要求作为网络要素的计算机完全具备独立完成各自的数据处理或信息处理的能力，又能够与其他计算机进行数据交换，提供各自的服务或接受服务。显然，传统的起停式字符终端（又称“笨终端”，Dumb terminal）虽然也具有一定的处理能力，但由于它受控于另一台计算机或终端集中器而不能算作独立自主的计算机，因而由一台计算机与多台笨终端组成的传统计算中心模式的系统不能看作是计算机网络。同样，由一台计算机作为主控制机（Master）去控制多台从控制机（Slave）的系统也不被看作是计算机网络系统；一台计算机带多台远程终端与打印机的系统也不是计算机网络系统。强调对等互联表明计算机间的通信与数据交换关系是对等的，相互使用对等的通信协议，接受或拒绝通信或服务请求由各计算机自主决定。

1.3.2 计算机网络的分类

计算机网络的分类可按照不同的原则来进行，一般地说，可按计算机网络覆盖的地理范围、所面向的服务对象的性质、所采用的技术、被传输的媒体的性质与提供的服务种类等原则进行。

1. 按覆盖的地理范围分类

(1) 局域网LAN (Local Area Network)。覆盖范围数公里，早期把局域网界定在1~2 km范围内，它通常覆盖单个企事业单位的一栋或数栋大楼，采用中继器 (Repeater)、桥接器 (Bridge) 或用光纤介质后可达数km，甚至更远。早期的局域网典型的单段网络吞吐率为10 Mb/s到100 Mb/s，现代局域网单段网络吞吐率已达到1 Gb/s；为适应多媒体传输的需要，利用桥接或交换技术实现多个局域网段组成的网络，总吞吐率可达数10 Gb/s甚至数Tb/s。

(2) 园区网 (Campus Network)。覆盖范围10 km，园区网最早以大学校园为对象，可以看作是局域网的延伸。它的本地网以局域网技术为主，早期的园区网在内部局网间互联常采用广域网的远程通信技术，局域网技术的发展使现代园区网内局域网间互联也采用高速的局域网交换技术。园区网通常不是孤立的本地网而需要借用广域网技术实现对外互联。

(3) 城域网MAN (Metropolitan Area Network)。覆盖范围数10 km，城域网以城市为对

象,通常在数10 km范围,它是介于局域网与广域网之间的一种网络,采用的技术既可能有局域网技术也可能有广域网技术。随着信息高速公路建设高潮的到来,以城市为中心的地区信息高速公路(又称信息港),即高速城域网,必须为地区性多媒体信息传输提供高速本地信息传输与交换平台,总网吞吐率可高达数10 Tb/s。城域网既是城市的本地网络平台,又是城市对外的信息高速出入口。从这种意义上讲,它是国家信息基础设施(NII)在城市的网络节点。

(4) 广域网WAN(Wide Area Network)。覆盖范围数10 km以上,广域网又称远程网,传统上以电信远程通信技术为基础,过去广域网单线速率较低,数Mb/s已算高速,现代网络应用需求已经对远程通信提出更高的要求,相应的通信技术也已经达到单线Gb/s的传输速率。可以预见,部分局域网技术将来有可能延伸至远程通信环境,例如,以光纤为介质的以太网技术通过光中继手段传输距离已经超过100 km。

2. 按公用与专用分类

所谓公用网(Public Network)是指由电信部门或从事专业电信运营业务的公司提供的面向公众服务的网络,如中国电信提供的以X.25协议为基础的分组交换网CHINAPAC、数字数据网CHINADDN、中国因特网CHINANET以及非电信部门提供的以卫星通信为基础的“金桥网”。所谓专用网(Private Network)是指政府、行业、企业和事业单位为本行业、本企业和本事业单位服务而建立的网络。尽管在现代社会中,除部分内部的保密资源外已很少有完全专用而不提供对外服务的网络,但这类网络的目的与应用从总体上看仍与专门提供通信与网络服务的公用网有很大的区别。专用网的实例很多,其中有代表性的包括教育科研网CERNET、中科院网CASNET、中国经济信息网CEINET以及各级政府部门的网络等。

3. 以Internet技术为基础的网络分类

近年来,由于Internet在世界范围内广为流行,Internet的TCP/IP技术成为建网的基本支撑技术,由此而产生了新的网络分类方式,即Internet、Intranet和Extranet。

Internet又称互联网、网际网或因特网,是以TCP/IP为基础的全球唯一的国际互联网络的总称。当然,该网的一部分有时也被称为Internet,如中国因特网CHINANET。

Intranet是1995年开始兴起的企事业专用网,又称“内联网”。它以Internet技术为基础,在内外网间通过防火墙(Firewall)实施隔离,通过代理服务器(Proxy Server)、加密等措施保证内部信息的通信与访问安全。从这种意义上讲,Intranet是Internet技术在专用网络中的一种应用。

Extranet是继Intranet之后,为增加企业与合作伙伴、提供商、客户和咨询者的业务交往而出现的一种新型网络,它也采用Internet技术。1999年Forrester研究会的一份报告表明,财富排名在全世界前1000名的企业中,有一大半都采用了Extranet。由于很少有人专门建设只实施上述企业间业务交往的专用网,因此,可以把它看作是Intranet的外延。

4. 按在大范围网络内的作用与地位分类

这种网络的分类法是以在一个范围较大的网络内按所起作用 and 地位来分类。例如,在城域网或地区性网络中常把高速的核心主干网称为“骨干网”,而把连接骨干网与用户的外围网络称为“接入网”;又如,把含有OSI/RM中全部7层的端系统及其相关资源的网络称为“资源网”,而把连接多个资源网的网络(通常包含OSI/RM中的下3层)叫做“通信子网”(Sub-network)等。