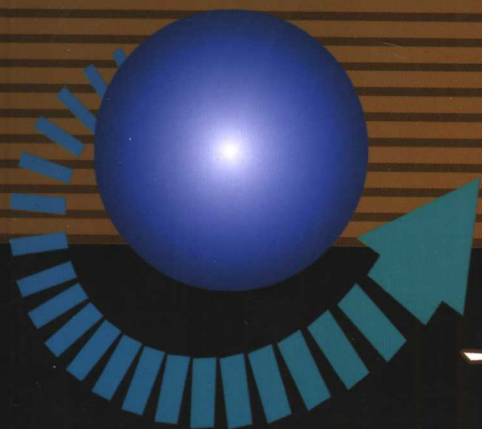




计算机 网络基础

沈克永 杨 波 主编
廖 锋 辛 文 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

计算机网络基础

沈克永 杨 波 主 编
廖 锋 辛 文 副主编

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络基础 / 沈克永等主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.8

ISBN 7-115-15063-X

I. 计... II. 沈... III. 计算机网络—基本知识 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 085348 号

内 容 提 要

本书内容以较成熟的网络技术为主, 侧重计算机网络的基本原理。全书共分 9 章, 内容包括计算机网络概述, 网络操作系统, 数据通信基础, 局域网实用技术, 网络互联技术与互联设备, 网络体系结构与 TCP/IP 管理, Internet 与 Intranet 技术基础, Internet 中的重要工具, 网络安全与网络管理等内容。各章均附有习题。此外, 还有两个附录, 即电信缩略语英汉对照表以及参考文献与一些有参考价值的网点。

本书的特点是既有适度的基础理论知识介绍, 又有比较详细的组网实用技术指导。书中配有大量实用实例和操作插图, 内容深入浅出。本书可作为高等职业学校、高等专科学校, 成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的计算机基础教材, 同时也适用于一切希望了解和学习计算机局域网、Windows 2000 组网、Internet 基本知识和实用工具的读者及相关的技术人员学习与参考。

计算机网络基础

◆ 主 编 沈克永 杨 波

副 主 编 廖 锋 辛 文

责任编辑 潘春燕

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 17

字数: 404 千字

2006 年 8 月第 1 版

印数: 1—3 500 册

2006 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-15063-X/TP · 5589

定价: 29.40 元 (附光盘)

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

编者的话

近年来, 计算机网络技术的发展非常迅速, 不断推出新的网络技术和网络标准, 许多教师在教学过程中也深感需要一种能够反映当前技术现状又能符合最新国际标准的计算机网络教材, 作者参考国内外已有的教材和最新颁布的国际标准编写了这本教材, 本书的内容适合作为计算机及相关专业高职院校或大专院校学生的教材, 也可以作为从事网络工作人员学习的参考资料丛书。

本书在介绍计算机网络基本概念的基础上, 以目前市场比较主流的组网技术为主线, 全面系统地阐述了数据通信、网络操作系统、局域网组建和网络互联技术、网络管理和网络安全方面的基本概念和基本原理。全书共 9 章, 参考教学学时为 64~72 学时。第 1 章为计算机网络的概述。第 2 章介绍网络操作系统, 若学生对本章内容有一定基础, 则可让学生自学或让教师采取简单讲述的方式。第 3 章介绍数据通信基础, 本章内容是历年考试的重点, 需要对其进行重点讲解。第 4 章介绍局域网的实用技术, 包括标准的以太网、令牌环网以及 FDDI 网络组网技术, 本章是学习的重点, 可以配合实践教学让学生多花费一些学时来掌握本章的知识。第 5 章介绍网络互联技术与互联设备, 本章重点放在了硬件设备的使用上。第 6 章讲述网络体系结构与 TCP/IP 管理, 本章也是考试命题的重点内容, 要多举例让学生掌握好本章知识点。第 7 章和第 8 章分别介绍了 Internet 与 Intranet 技术基础和 Internet 中的重要工具。第 9 章介绍网络安全与网络管理, 本章内容在以往的网络教材中是没有的。本书在每章后面均附有丰富的习题, 其中一部分习题涉及教材中所讲内容, 而另一部分则是为了提高和扩充学生的知识水平而增补的, 教师在实际教学过程中可根据具体情况选用。

本书是在作者结合多年教学经验基础上, 参考若干资料整理而成的, 由杨波(第 9 章)、廖锋(第 4 章和第 5 章)、辛文(第 3 章)、王新忠(第 2 章)、章志明(第 7 章和第 8 章)、龚葵花(第 6 章)、侯茜慧(第 1 章)编写, 全书由杨波统稿。参加本书编写的还有张朋、丁平亮、黄栋、钟晓艳。沈克永、黄学光两位教授对本书进行了审稿, 并提出了许多修改意见, 在此表示感谢。由于编写时间仓促, 编者水平有限, 书中难免有许多不足之处, 敬请广大读者批评指正。

编者

2006 年 7 月

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的形成和发展	1
1.2 计算机网络的定义	9
1.3 计算机网络的主要功能	9
1.4 计算机网络的工作原理	12
1.5 计算机网络的应用	14
1.6 计算机网络的分类	16
1.7 计算机网络的组成	20
1.8 计算机网络的拓扑结构	21
1.8.1 计算机网络拓扑结构的定义	21
1.8.2 计算机网络拓扑结构的分类	21
1.9 本章小结	25
习题	25
第 2 章 网络操作系统	27
2.1 网络操作系统概述	27
2.1.1 网络操作系统的定义和功能	27
2.1.2 网络操作系统的分类	27
2.1.3 网络操作系统的选择	28
2.2 Windows 2000 操作系统	29
2.2.1 Windows 2000 简介	29
2.2.2 Windows 2000 的特点	29
2.2.3 Windows 2000 的网络类型	29
2.3 Windows 2000 的安装	30
2.3.1 安装 Windows 2000 的硬件准备	30
2.3.2 Windows 2000 的安装过程	31
2.4 Windows 2000 的系统管理	32
2.4.1 活动目录的安装和管理	32
2.4.2 文件及打印管理	39
2.5 Windows 2000 的网络互连	44
2.5.1 域控制器的网络设置	44
2.5.2 从 Windows 2000 Professional 登录网络	46
2.5.3 Internet 连接共享	46
2.6 本章小结	47

习题	47
第3章 数据通信基础	49
3.1 数据通信的基本概念	49
3.1.1 常用术语	49
3.1.2 通信方式	49
3.1.3 数据通信的常用指标	50
3.2 数据传输	51
3.2.1 数据传输方式	51
3.2.2 数据的调制与编码	51
3.2.3 异步传输与同步传输	53
3.2.4 多路复用技术	54
3.3 信息交换技术	55
3.4 差错检测与控制	57
3.5 本章小结	58
习题	58
第4章 局域网实用技术	60
4.1 局域网概述	60
4.1.1 局域网的特点	60
4.1.2 局域网拓扑结构	61
4.1.3 局域网的工作模式	64
4.1.4 局域网的基本组成	65
4.2 局域网介质访问控制方式	66
4.2.1 IEEE 802 模型与协议	66
4.2.2 IEEE 802.3 标准与 Ethernet	68
4.2.3 以太网组网技术	69
4.2.4 IEEE 802.5 标准与 Token Ring	74
4.2.5 IEEE 802.4 标准与 Token Bus	76
4.2.6 CSMA/CD 与 Token Bus、Token Ring 的比较	77
4.3 高速局域网	78
4.3.1 快速以太网(Fast Ethernet)	78
4.3.2 吉比特以太网(Gigabit Ethernet)	79
4.3.3 光纤分布式数据接口(FDDI)	81
4.3.4 ATM 网络	82
4.4 无线局域网	83
4.4.1 WLAN 最基本的配置	84
4.4.2 几个基本概念	85
4.4.3 WLAN 的优势	86
4.5 结构化布线技术	86
4.5.1 综合布线系统概述	86

4.5.2 综合布线的主要优点	87
4.5.3 综合布线系统标准	87
4.5.4 综合布线系统的设计要点	88
4.5.5 综合布线系统结构	88
4.6 本章小结	91
习题	92
第 5 章 网络互联技术与互联设备	94
5.1 网络互联概述	94
5.2 传输介质	94
5.2.1 双绞线	95
5.2.2 同轴电缆	97
5.2.3 光纤电缆	100
5.2.4 无线传输介质	102
5.3 网络互联设备	105
5.3.1 网卡	105
5.3.2 中继器与集线器	108
5.3.3 网桥	110
5.3.4 交换机	111
5.3.5 路由器	113
5.3.6 网关	116
5.3.7 调制解调器	116
5.4 网间互联	118
5.4.1 网间互联的分类	119
5.4.2 局域网互联	119
5.4.3 目前常见的几种上网接入方式	120
5.5 本章小结	122
习题	123
第 6 章 网络体系结构与 TCP/IP 管理	125
6.1 网络体系结构及其概念	125
6.1.1 网络协议	125
6.1.2 网络体系结构	126
6.2 OSI/RM 参考模型	127
6.2.1 物理层	129
6.2.2 数据链路层	129
6.2.3 网络层	130
6.2.4 传输层	131
6.2.5 应用层	132
6.3 TCP/IP 体系结构	133
6.3.1 TCP/IP 体系结构	133

6.3.2 TCP/IP 的通信过程	134
6.3.3 OSI 与 TCP/IP 参考模型的比较	135
6.3.4 TCP/IP 协议族	135
6.4 本章小结	144
习题	144
第 7 章 Internet 与 Intranet 技术基础	147
7.1 Internet 概述	147
7.1.1 Internet 的发展与现状	147
7.1.2 Internet 上的主要应用	149
7.1.3 Internet 在中国的发展	150
7.2 Internet 的组成	153
7.3 TCP/IP	153
7.3.1 网际协议 IP	156
7.3.2 传输控制协议 TCP	173
7.4 域名系统	178
7.5 Internet 的接入	180
7.5.1 宽带网	184
7.5.2 宽带网接入方法	185
7.5.3 共享上网的实现方法	188
7.6 Internet 服务	189
7.6.1 WWW 服务	190
7.6.2 电子邮件(E-mail)	193
7.6.3 远程登录(Telnet)	194
7.6.4 文件传输(FTP)	195
7.6.5 Internet 的其他服务	196
7.7 Intranet 网络	198
7.8 本章小结	199
习题	200
第 8 章 Internet 中的重要工具	201
8.1 万维网(WWW)及 IE 6.0 浏览器及其应用技巧	201
8.1.1 万维网(WWW)	201
8.1.2 IE 6.0 浏览器及其应用技巧	201
8.2 网络上的电子邮件(E-mail)	204
8.2.1 电子邮件的基本概念	204
8.2.2 申请电子邮箱	204
8.2.3 使用专用收发工具	206
8.2.4 收发电子邮件的技巧	207
8.3 网络上的文件传输	212
8.4 网络新闻组(Usenet)	215

8.4.1 新闻组的命名	216
8.4.2 新闻组的分类	216
8.5 本章小结	217
习题	217
第9章 网络安全与网络管理	219
9.1 网络安全	219
9.1.1 网络安全概念	219
9.1.2 网络安全面临的威胁	220
9.1.3 网络安全的策略	220
9.1.4 网络存在安全漏洞的原因	223
9.1.5 网络安全技术	224
9.1.6 各种网络服务可能存在的安全问题	232
9.1.7 黑客攻击的方法和手段	233
9.2 Windows 2000 构建安全的 Web 站点	234
9.2.1 系统的安全性	234
9.2.2 IIS 的安全性	236
9.3 网络防病毒技术	238
9.3.1 计算机病毒概述	238
9.3.2 网络防病毒技术	240
9.3.3 计算机病毒类型	241
9.3.4 计算机病毒的清除	241
9.3.5 网络防病毒技术的发展趋势	243
9.4 网络管理概述	244
9.4.1 网络管理的目标	244
9.4.2 网络管理的功能	244
9.4.3 网络管理协议	246
9.4.4 简单网络管理协议(SNMP)	247
9.4.5 CMIP	248
9.5 网络管理工具	248
9.5.1 Cisco works for windows 简介	249
9.5.2 组件使用	249
9.6 本章小结	253
习题	255
附录一 电信缩略语英汉对照表	257
附录二 参考文献与一些有参考价值的网点	259

第 1 章

计算机网络概述

进入 20 世纪 60 年代,随着计算机技术的发展,人们已逐渐不满足于没有通信机制的计算机系统。随着计算机技术与通信技术相融合,出现了计算机网络。人们可借助计算机网络实现信息的交换和共享。如今,从政府机关、企业单位,到一个家庭,随处都可以看到网络的存在,随处都可以享受到网络给生活带来的便利。

网络,不仅仅是一项技术,一种应用,它还代表着一个时代,一种时尚。局域网在众多的网络应用和技术中一枝独秀,无论是从技术上还是从应用上都显示了其自身的优势,成为目前最受关注的技术和应用之一。

随着网络的普及,越来越多的地方需要网络,同时也需要大量的网络人才。那么,想成为网络人才,我们就需要对网络有一个基本的了解。首先,我们从网络的产生发展讲起。

1.1 计算机网络的形成和发展

计算机的发展经历了三次浪潮(Wave)。在计算机诞生和使用的初期,主要是单机使用的年代,称之为主机(Mainframe)浪潮。在随后的第二次浪潮中先后出现了小型计算机、局部区域网和微型计算机,形成了客户机/服务器(Client/server,C/S)浪潮,在这一浪潮中计算机网络也在不断发展。目前,计算机的发展已进入网络计算的第三次浪潮,计算机网络的发展也同步进入了网络计算的新时代。本节我们将回顾计算机网络发展所经历的几个阶段。通过对计算机网络演变和发展过程的介绍,一方面可以加深对什么是计算机网络本身的了解;另一方面也可以引入一些计算机网络中常见的名词和术语,这对我们将来的进一步学习是十分有用的。

1. 计算机与通信相结合

计算机网络(Computer Network)出现的历史不长,但发展很快,经历了一个从简单到复杂的演变过程。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,所有的设备安装在单独的大房间中。开始时,一台计算机只能供一个用户使用。后来发展了批处理和分时系统,一台计算机虽然可同时为多个用户服务,但若不和数据通信相结合,分时系统所连接的多个终端都必须紧挨着主计算机,用户都必须到计算中心的终端室去使用,显然仍是不方便的。20 世纪 50 年代中期,美国半自动地面环境(Semi-Automatic Ground Environment, SAGE)防空系统开始进行计算机技术和通信技术相结合的尝试,将远距离的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 IBM 计算机里进行集中的处理和控制在。接着,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。用户可以在自己办公室内的终端上键入程序,通过线路送入中心计算机,分时访问和使用其资源来进行处理,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,这样的系统中除了一台中心计算机,其余的终端都不具备自主处理的功能,在系统中主要存在的是终端和中心计算机间的通信。虽然历史上也曾称它为计算机网络,但现在为了更明确地与后来出现的多台计算机间的互连的计算机网络相区分,也称其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 2 000 多个终端组成的飞机票预订系统(Semi-Automatic Business Research Environment, SABRE),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和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(Front End Processor, FEP 简称前端机)来完成通信的工作,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,线路费用将大大提高。因而,后来通常在终端比较集中的地点设置终端控制器(Terminal Controller, TC),它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数据,提高了远程线路的利用率,降低了通信费用。远程联机系统的典型结构如图 1-1 所示。图中的 M 代表调制解调器(Modem),是利用模拟通信线路远程传输数字信号所必须附加的设备;T 代表终端(Terminal)。前端机和终端控制器也可以采用比较便宜的小型计算机或微型计算机来实现。这样的远程联机系统已经具备计算机与计算机之间通信的雏形。

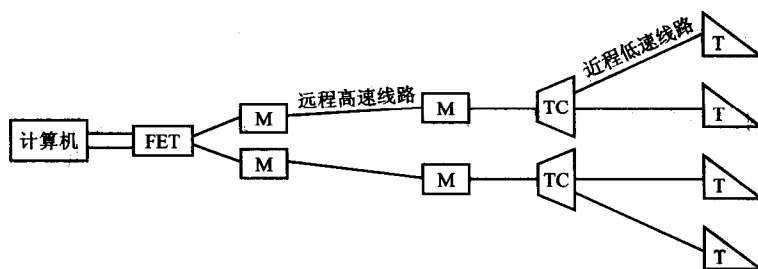


图 1-1 以单个计算机为中心的远程联机系统

2. 以 ARPA 网为代表的计算机网络

第二代计算机网络是多台主计算机通过通信线路互连起来而为用户提供服务,即计算机-计算机网络,其自 20 世纪 60 年代后期开始兴起,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:这里的多台计算机都是具有自主处理能力的,它们之间不存在主从关系。这样的多台主计算机互连的网络才是我们目前常称的计算机网络。在这种系统中,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服

务的模式被大量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(ARPANET)。20 世纪 60 年代后期美国国防部高级研究计划局 ARPA (目前称为 Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) 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网络的研究, 从而使一个实验性的 4 节点网络开始运行并投入使用。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, 我们有关计算机网络的许多知识都与 ARPA 网的研究结果有关。

ARPA 网中互连的运行用户应用程序的计算机称为主机(Host)。但主机之间并不是通过直接的通信线路, 是通过称为接口报文处理机(Interface Message PROCESSOR, IMP)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, 最终传送到远地的目标 IMP, 并送入与其直接相连的目标主机。例如, 图 1-2 中主机 H2 上的某个用户要将信息送往主机 H1, 则首先将该信息送至 IMP2, 然后沿图中粗黑线指出的路径, 中间经 IMP3 和 IMP4 转接, 最终传送到目标 IMP1 再送入主机 H1。转接是这样进行的, IMP2 将主机 H2 送来的信息接收并存储起来, 在 IMP2 和 IMP3 之间的通信线路空闲时, 将其传送到 IMP3, IMP3 也是将该信息接收并存储起来, 直至 IMP2 和 IMP3 之间的通信线路空闲时, 再将它转发到 IMP3...这种方式类似于邮政信件的传送方式, 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主机通信所独占, 因而大大提高了通信线路的有效利用率。比如在图 1-2 的例子中, 当从主机 H2 送往 H1 的信息仍在 IMP2 和 IMP4 间的通信线路上传输时, IMP3 和 IMP4 间的通信线路就可被由 H3 经 IMP4、IMP3 和 IMP5 送往 H5 的另外的信息传输所使用。而一旦从主机 H2 送往 H1 的信息已被 IMP4 接收并存储后, IMP2 和 IMP4 之间的通信线路又可为其他的主机服务, 比如说 H4 和 H2 之间的信息传输服务。

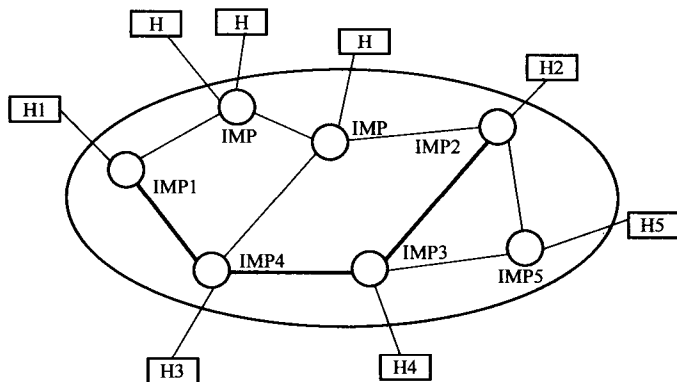


图 1-2 存储转发的计算机网络

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 网采用的就是这种两级子网的结构。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则又被称分组交换网(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计算机来实现的,为了和资源子网中的主机相区别,也被称为节点机,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,这些约定称为协议(Protocol)。在 ARPA 网中将协议按功能分成了若干层次。如何分层以及各层中具体采用的协议的总和,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差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,用户共享的资源子网则在通信子网的外围。

以 ARPA 网以及英国国家物理实验室 NPL 的分组交换网为先驱,20 世纪 70 年代和 80 年代中期第二代计算机网络得到了迅猛的发展。其中有些是主要研究试验性的网络。如 IBM 沃森研究中心、卡内其-梅隆大学和普林斯顿大学使用开发的 TSS 网以及加利福尼亚大学欧文分校研制的 DCS 网等;有些是个别用户为特定目的(如资源共享)而自行研制和使用的网络,如加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所建立的 DCTOPUS 以及法国信息与自动化研究所负责发展的 CYCLADES 网等;有些是由用户联营为一定范围内应用而建立的网络,如国际气象监测网(World Weather Watch Network,WWWN)和欧洲情报网(European Information Network,EIN)等;有些是公用分组交换数据网如美国的 TELNET、加拿大的 DATAPAC 和欧共体的 EURONET;有些是商用的提供增值通信服务的网络,如美国 Tymshare 公司的 TYMNET 和通用电气公司的 GE 信息服务网等。在这段时期内,各大计算机公司都陆续推出自己的网络体系结构,以及实现这些网络体系结构的软硬件产品。用户购买某计算机公司提供的网络产品,自己提供或租用通信线路,就可自己组建计算机网络。IBM 公司的 SNA(System Network Architecture)和原有 DEC 公司的 DNA(Digital Network Architecture)就是两个最著名的网络体系结构的例子。凡是按 SNA 组建的网络都可称为 SNA 网,而凡是按 DNA 组建的网络都可称为 DNA 网或 DECNET。

当前世界上仍有一些第二代计算机网络在运行和提供服务。但是,第二代计算机网络仍有不少弊病,适应不了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多由研究单位、大学、应用部门或计算机公司各自研制的,因而没有统一的网络体系结构。为实现更大范围内的信息交换与共享,要把不同的第二代计算机网络互连起来相对困难。比如说,只要增购一些网络产品,把一台 IBM 公司的计算机接入一个 SNA 网是不困难的,但要把一台 HP 公司生产的计算机接入 SNA 网就不是一件容易的事情了。同样,要把一台 IBM 公司生产的计算机接入 DECNET 也不是容易的事情,要把多种不同的计算机和网络互连在一起就更难了。因而,计算机网络必然要向更新的一代发展。

3. 开放式标准化的计算机网络

第三代计算机网络是开放式标准化的网络,它具有统一的网络体系结构,遵循国际标准化的协议。标准化将使得不同的计算机能方便地互连在一起,还将带来大规模生产、产品 VLSI(超大规模集成电路)化和成本降低等一系列的好处。

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(International Standards Organization,ISO)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(Sub-Committee)。经过若干年卓有成效的工作, ISO 制定并在 1984 年正式颁布了一个称为开放系统互连基本参考模型(Open System Interconnection Basic Reference Model, OSI/RM)的国际标准 ISO7498。这里“开放系统”是相对于第二代计算机网络中如 SNA 和 DNA 等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, 它是可以和任何其他系统(当然要遵循同样的国际标准)通信而相互开放的, 该模型分为七个层次, 有时也被称为 OSI 七层模型。OSI 模型目前已被国际社会所普遍接受, 并公认为计算机网络的体系结构的基础。

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 的基本标准集。CCITT 是联合国国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)下属的一个组织, 目前已被撤销, 此组更名为 ITU-TSS (Telecommunication Standardization Sector, 电信标准化部门)或简称为 ITU-T。由 CCITT 制定的标准都称为建议(Recommendation), 虽然现在已没有了, 但有些资料习惯上仍将其称为 CCITT 建议。最著名的 CCITT 建议是在公用数据网中广泛采用的 X.25、X.3、X.28、X.29 和 X.75 等 5 个建议。大多数国家都普遍存在这种公用数据网, 其作用类似于公用电话网向用户提供话音通信服务一样, 它向用户提供数据通信服务。

公用数据网在有些国家是由政府部门拥有并运行的, 有的国家则是由私人公司经营的。不同国家的公用数据网内部也有很大差别。但它们对于外部用户提供的界面大多采用国际标准, 这就是 CCITT 制定的 X.25 建议。这个建议规定了用分组方式工作和公用数据网连接的数据终端设备(Data Terminal Equipment, DTE)和数据电路终接设备(Data Circuit-terminating Equipment, DCE)之间的接口。这里 DTE 和 DCE 是 CCITT 使用的术语, 在计算机接入公用数据网的场合下, 计算机就是 DTE, 而公用数据网中的分组交换节点就是 DCE。这里所说的接口是广义的, 泛指界面的意思。这个接口实际上覆盖了 OSI 七层模型中的下三层, 是接入公用数据网的 DTE 和公用数据网间在下三层界面的总和, 也就是说下三层协议的总和。

还有一些计算机, 特别是大量的非智能终端不能直接执行 X.25 中规定的协议和公用数据网相连接, 它们就必须通过一个称为分组组装/拆卸器(Packet Assembly/Dusassenbkt Facukuttm PAD)的装置才能接入采用 X.25 接口的公用数据网。CCITT 已经制定了 3 个与 PAD 有关的标准, 即 X.3 建议、X.28 建议和 X.29 建议。其中 X.3 建议规定了 PAD 的功能以及控制它的一些参数; X.28 建议规定了终端和 PAD 之间的标准协议; X.29 建议则规定了 PAD 和用分组方式工作的 DTE 之间交换控制信息和用户数据的规程(Procedure)。这里, 规程是通信常用的术语, 就是通信双方必须遵循的共同的约定, 在这种场合下我们可以将其看成是协议的同义语。只不过在 OSI 七层模型中, 从低层到高层都统称为协议; 而某些低层的协议在通信界有时又称为规程。有了这 3 个标准, 普通的非智能终端就能够通过 PAD 接入公用数据网与远程主机通信了, 如图 1-3 所示。一个 PAD 可以连接多个终端, 它具有集中器的功能, 但与普通的集中器不一样, 还能将普通终端发出的字符流转换为 X.25 建议所要求的分组流。PAD 可以执行 X.25 建议和公用数据网直接相连, 与主机一样也是 CCITT 所称的 DTE。X.75 建议则规定了两个公用数据网互连时接口的标准, 公用数据网中用于按 X.75 建议与另一公用数据网互连的设备称为信令终端设备(Signaling Terminal Equipment, STE), 如图 1-4 所示。

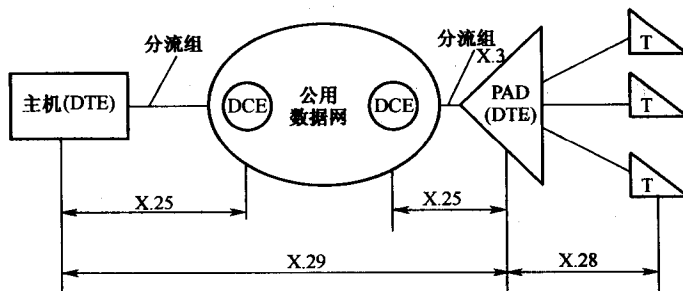


图 1-3 与公用数据网有关的 CCITT 标准

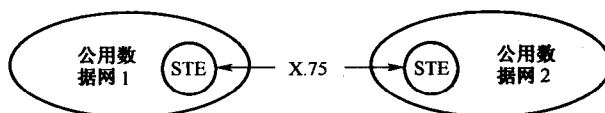


图 1-4 公用数据网的互连

遵循公开标准组建的网络通常都是开放式的。遵守上述 CCITT 的 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，如美国的 Telenet、加拿大的 Datapac、法国的 TPANSPAC、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。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 APRANET 基础上经过改造而逐步发展起来的。它是对任何计算机开放的，只要遵循 TCP/IP 协议簇的标准，并申请到 IP 地址就都可以通过信道接入 Internet。这里 TCP 和 IP 是 Internet 所采用的协议簇中最核心的两个，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。

在这一时期局部区域网 (Local Area Network, LAN，简称局域网) 开始标准化，并在客户机/服务器模式中得到广泛的应用。最有代表性的局域网为 (美国) 电气电子工程师学会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 和 ISO 标准化 (分别为 IEEE 802.3 和 ISO 8802-3 的以太网 (Ethernet))。

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进行计算 (泛指信息处理) 或以网络为基础进行计算的时代。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。早期的以太网的数据速率只有 10Mbit/s，即每秒传送一千万个比特 (即二进制位)，目前速度高 10 倍的 100Mbit/s 的以太网已相当普及，而速度再提高 10 倍，达到 Gbit/s (即 1000Mbit/s) 的产品亦已面世，不久的将来就会有 10Gbit/s 的产品。从远距离的网络来看，早期如前所述按照 CCITT 的 X 建议组建

的公用分组交换数据网的数据速率只有 64kbit/s, 后来采用了帧中继(Frame Relay)技术已可提高至 2Mbit/s, 近年来出现的异步传输模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)又可达到 155Mbit/s、622Mbit/s, 甚至是 2.5Gbit/s 的数据速率, 更新的波分多路复用(Wave Division Multiplexing, WDM)技术已开始展露其发展势头, 达到数十 Gbit/s, 甚至更高的数据速率都将不再是遥远的事情。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, 但随着应用的扩展, 提出了越来越多的图形、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)及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是一个重要的发展方向。有人提出未来网络的结构如图 1-5 所示。

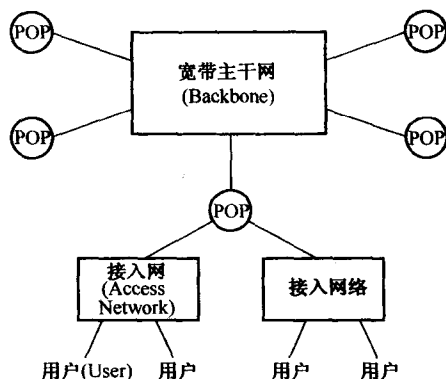


图 1-5 未来的网络结构

在图 1-5 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), 外连许多汇聚点(Point Of Presence, POP)。端用户(End User)可以通过电话线、电视电缆、光缆、无线信道等不同的传输介质以及各种技术组成不同的接入网(Access Network), 再由汇聚点集中后连入主干网, 由于 Internet 的巨大影响及成功运行, 在整个网络中核心的协议将采用 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, 即“IP over Everything”和“Everything on IP”。网络覆盖的地域范围必然不断扩大, 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)都可以和任何一个其他人(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趋势。

5. Internet 的时代

(1) Internet 的发展情况

进入 20 世纪 80 年代末期以来, 在网络领域最引人注目的就是起源于美国的 Internet 的飞速发展。现在 Internet 已发展成为世界上最大的国际性计算机互联网。由于 Internet 已影响到人们生活的各个方面。这就使得 20 世纪 90 年代成为 Internet 时代, 或者网络时代。下面简单介绍 Internet 的发展过程。

自 1969 年美国的 ARPANET 问世后, 其规模一直增长很快。1986 年 ARPANET 上的主机已超过 1 000 台。ARPANET 于 1984 年分解成两个网络。一个仍称为 ARPANET, 是民用科研网, 另一个是军用计算机网络 MILNET。

美国国家科学基金会(NSF)认识到计算机网络对科学研究的重要性, 因此从 1985 年起, 美国国家科学基金会就围绕其六个大型计算机中心建设计算机网络。1986 年, NSF 建立了国家科学基金网 NSFNET, 它是一个三级计算机网络, 分为主干网、地区网和校园网, 覆盖了全美国主要的大学和研究所。NSFNET 后来接管了 ARPANET, 并将网络改名为 Internet。

1987 年 Internet 上的主机超过 1 万台。最初, NSFNET 的主干网的速率不高, 仅为 56kbit/s。

1989 年 NSFNET 主干网的速率提高到 1.544Mbit/s, 即 T1 速率, 并且成为 Internet 中的主要部分。到了 1990 年, 鉴于 ARPANET 的实验任务已经完成, 在历史上起过重要作用的 ARPANET 就正式宣布关闭。

1991 年, NSF 和美国的其它政府机构开始认识到, Internet 必将扩大其使用范围, 不能仅限于大学和研究机构。世界上的许多公司纷纷接入到 Internet, 使网络上的通信量急剧增大, 每日传送的分组数达 10 亿个之多。Internet 主干网的速率提高到 45Mbit/s (T3 速率)。到 1996 年速率为 155Mbit/s 的主干网建成。1998 年又开始建造更快的主干网 Abilene, 数据率最高达 2.5Gbit/s。1999 年 MCI 和 Worldcom 公司开始将美国的 Internet 主干网速率提高到 2.5Gbit/s。到 1999 年底, Internet 上注册的主机已超过 1 千万台。

Internet 已经成为世界上规模最大和增长速率最快的计算机网络, 没有人能够准确说出 Internet 究竟有多大。Internet 的迅猛发展始于 20 世纪 90 年代。由欧洲原子核研究组织 CERN 开发的万维网 WWW(Word Wide Web)被广泛使用在 Internet 上, 大大方便了广大非网络专业人员对网络的使用, 成为 Internet 的这种指数级增长的主要驱动力。万维网的站点数目也急剧增长。1993 年底只有 627 个, 1994 年底就超过 1 万个, 1996 年底超过 60 万个, 1997 年底超过 160 万个, 而 1999 年底则超过了 950 万个, 上网用户则超过 2 亿。在 Internet 上的数据通信量每月约增加 10%。

由于 Internet 存在着技术上和功能上的不足, 加上用户数量猛增, 使得现有的 Internet 不堪重负。因此, 1996 年美国的一些研究机构和 34 所大学提出研制和建造新一代 Internet 的设想。同年 10 月美国总统克林顿宣布在今后 5 年内用 5 亿美元的联邦资金实施“下一代因特网计划”, 即“NGI 计划”(Next Generation Internet Initiative)。

NGI 计划要实现的第一个目标是开发下一代网络结构, 以比现有的 Internet 高 100 倍的速度连接到 100 个研究机构, 以比现在的 Internet 高 1 000 倍的速率连接 10 个类似的网点。其端到端的速率要超过 100Mbit/s 和 10Gbit/s。另一个目标是使用更加先进的网络服务技术和开发许多带有革命性的应用, 如远程医疗、远程教育、有关能源和地球系统的研究、高性能的全球通信、环境监测和预报、紧急情况处理等。NGI 计划将使用超高速全光纤网络, 能实现更快速的交换和路由选择, 同时具有为一些实时(real time)应用保留带宽的能力, 在整个 Internet 的管理和保证信息的可靠性与安全性方面也会有很大的改进。

(2) 关于 Internet 的标准化工作

1992 年 Internet 不再归美国政府管辖, 因此成立了一个国际性组织叫做因特网协会(Internet Society, 简称为 ISOC), 以便对 Internet 进行全面管理以及在世界范围内促进其发展和使用。ISOC 下面有一个技术组织叫做因特网体系结构研究委员会 IAB(Internet Architecture Board), 负责管理 Internet 有关协议的开发。IAB 下面又设有因特网工程部 IETF(Internet Engineering Task Force)和因特网研究部 IRTF(Internet Research Task Force)。IETF 下设一些工作组(working group)集中研究短期和中期的工程问题, 主要是对协议的开发和标准化。而 IRTF 下设一些研究组(research group)侧重于从理论方面研究和开发一些需要长期考虑的问题。

所有的 Internet 标准都是以 RFC 的形式发表。RFC(Request For Comments)的中文意思就是“请求评论”。但应注意, 并非所有的 RFC 文档都是 Internet 标准, 因为任何人都可以通过 RFC 发表他对 Internet 的某些方面提出的建议, 但其中只有一小部分最后才能变成标准。RFC 按收到时间的先后从小到大编上序号。一个 RFC 文档更新后, 就使用一个新的编号, 而原来