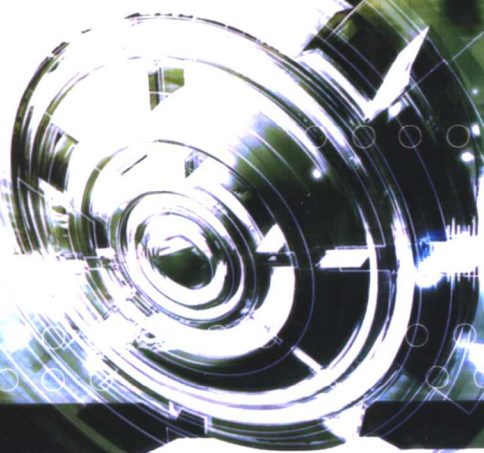


● 高等学校21世纪计算机教材

网络设备 与组网技术

陈平平 陈懿 编著



冶金工业出版社

高等学校 21 世纪计算机教材

网络设备与组网技术

陈平平 陈懿 编著

北 京

冶金工业出版社

2004

内 容 简 介

本书系统、全面地介绍了计算机网络的基本知识、理论和工作原理,及新型网络技术、网络组网技术、网络工程的基础知识、设计方法和具体实例。全书共有八部分,具体包括:计算机网络基础、网络传输介质、网络设备、局域网、广域网、TCP/IP 网络应用与 Internet、无线网络与无线介质和组网实战演习。

本书结构合理,内容由浅入深,每部分重点突出,叙述清楚,并附有相应练习,实用性较强,能反映当前计算机网络技术的发展水平。同时,本书还特别加强了适合高职高专教育的实验、实践内容,注重培养学生的网络应用和操作能力。因此,本书既可作为高等院校(特别是高职、高专层次教育)相关专业的教材,也可作为计算机网络通信技术培训班的教材,对计算机工程技术人员也有很高的实用参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

网络设备与组网技术 / 陈平等编著. —北京:冶金工业出版社, 2004.6
ISBN 7-5024-3547-6

I. 网... II. 陈... III. 计算机网络—基本知识
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 045907 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 程志宏

湛江蓝星南华印务公司印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2004 年 7 月第 1 版, 2004 年 7 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 17.75 印张; 409 千字; 276 页; 1-2500 册
35.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010) 64044283 传真:(010) 64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

一、关于本书

联网设备,又称网络设备,是计算机网络的组成基础。随着网络技术突飞猛进的发展,联网设备的结构功能越显重要,在很大程度上决定着网络的总体性能。因此,在组网过程中选择合适的联网设备关系重大。而组网技术是一项综合性和全局性较强的技能,组网技术的学习是一个循序渐进的过程,必须在弄清各种联网设备特点、适用范围、配置和维护的基础上多实践。而本书正是基于这种目的,系统地讲解了理论知识,并提供了大量实例,以供读者作为实战参考。

二、关于组网技术的学习

组网技术是一项综合性和全局性较强的技能,而组网技术的学习,是一个循序渐进,逐步积累的过程。

首先必须清楚各种联网设备的特点、适用范围、配置和维护。在组网之前清晰地理解这些基础知识,将会为我们以后的学习打下坚实的基础。本书就是为读者完成这一步骤而设计的,只要紧跟本书的思路,相信读者都能很好的掌握组网的基本知识。

其次,要注重实践。在某种意义上说,实践可能比基础知识更加重要,只有在实践的过程中不断运用所学的知识,才能做到真正的融会贯通,同时也能使所学到的知识更加牢固。本书中有大量组网的实例,以供读者作为实战的参考。

此外,读者也要时刻更新自己在此方面的知识,紧跟时代的步伐。

三、本书的内容结构

全书的结构安排如下:

第1章:计算机网络基础。主要介绍了计算机网络的基本概念、网络协议与体系结构、局域网体系结构、网络分类和网络拓扑结构等内容。

第2章:网络传输介质。主要介绍了同轴电缆、双绞线和光纤介质的基础知识和应用等内容。

第3章:网络设备。主要介绍了中继器、网桥、路由器、网关、交换机、集线器、调制解调器、网卡与防火墙等内容。

第4章:局域网。主要介绍了计算机网络技术中最常见的网络技术之一——局域网的基本概念里面涉及的局域网的各个标准。

第5章:广域网。主要介绍了计算机网络技术中另一种技术——广域网的基本概念,以及广域网流行的分类网络的概念。

第6章:TCP/IP 网络应用与 Internet。主要介绍了几种常用的、基于 TCP/IP 的、用于 Internet 服务的协议。

第7章:无线网络与无线介质。主要介绍了无线网络标准和协议、无线介质、GSM 和

GPRS、WAP、无线通信的前景等内容。

第8章：组网实战演习。主要介绍了几种组网系统案例、组网实用技术、组网系统的验收等内容。

书中最后还附有各章综合练习的参考答案和参考文献。

四、本书的特点

本书是作者综合国内外优秀教材，结合大量国外的最新资料，再融入丰富的组网经验写成的。全书紧跟 OSI 参考模型，由浅入深，对联网设备从底层到高层进行逐步深入的讲解。

本书条理清晰，用通俗易懂的语言结合大量的图片、表格，详细地介绍了常见的网络互联设备以及它们的使用和设置方法，并通过详尽的实例在实践中总结所介绍的知识。通过本书的学习，读者可以很快掌握联网设备的相关知识以及相应的组网技术。

五、本书的适用对象

本书既可以作为网络技术初学者的参考书，也可以作为高等院校（特别是高职、高专层次教育）相关专业的教材。对于具有相当网络知识的读者，本书也不失为实用性很高的参考资料。

作者在编写本书的过程中，参考了大量的文章和书籍，吸取了很多朋友宝贵的建议，在此向对本书编写过程中做出帮助的同行人表示衷心的感谢。

由于编者水平有限、编写时间仓促，书中错漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

虽然经过严格的审核、精细的编辑，本书在质量上有了一定的保障，但我们的目标是力求尽善尽美，欢迎广大读者和专家对我们的工作提出宝贵建议，联系方式如下：

电子邮件：service@cnbook.net

网址：www.cnbook.net

此外，本书附送的电子教案可从该网站的下载中心免费下载，同时还有一些其他相关书籍的介绍，可以方便读者选购参考。

编 者

2004 年 4 月

目 录

第1章 计算机网络基础..... 1	
1.1 计算机网络简介..... 1	
1.1.1 计算机网络的定义和功能..... 1	
1.1.2 计算机网络的演变和发展..... 3	
1.1.3 计算机网络的应用..... 6	
1.2 体系结构与网络协议..... 9	
1.2.1 体系结构..... 9	
1.2.2 网络协议..... 10	
1.3 局域网体系结构..... 13	
1.4 网络分类..... 14	
1.4.1 根据不同的网络技术分类..... 14	
1.4.2 根据网络的覆盖范围分类..... 15	
1.4.3 根据网络拓扑结构分类..... 15	
1.4.4 根据网络的交换功能分类..... 16	
1.5 网络拓扑结构..... 16	
1.5.1 网络拓扑..... 16	
1.5.2 网络拓扑结构分类..... 16	
小结..... 19	
综合练习一..... 19	
一、选择题..... 19	
二、填空题..... 20	
三、思考题..... 21	
第2章 网络传输介质..... 22	
2.1 同轴电缆..... 22	
2.1.1 同轴电缆分类..... 22	
2.1.2 同轴电缆网络..... 24	
2.2 双绞线..... 25	
2.2.1 双绞线简介..... 25	
2.2.2 双绞线的种类..... 27	
2.2.3 真假双绞线的鉴别..... 29	
2.2.4 双绞线的选取..... 31	
2.3 光纤..... 32	
2.3.1 光纤简介..... 32	
2.3.2 光纤的种类..... 32	
2.3.3 光缆简介..... 33	
2.3.4 光缆的组成..... 34	
2.3.5 光纤的关键工艺..... 35	
2.3.6 光纤网络中所需的元件..... 35	
2.3.7 常用的单模光纤..... 36	
2.3.8 光纤技术的发展..... 37	
2.3.9 光纤收发器的选择..... 39	
2.3.10 光纤测试..... 40	
2.3.11 MT-RJ 光纤连接系统..... 41	
小结..... 42	
综合练习二..... 42	
一、选择题..... 42	
二、填空题..... 43	
三、思考题..... 43	
第3章 网络设备..... 44	
3.1 中继器..... 44	
3.2 网桥..... 45	
3.2.1 网桥的概念..... 45	
3.2.2 网桥的功能..... 45	
3.2.3 兼容性问题..... 45	
3.2.4 透明网桥和源路由选择网桥..... 46	
3.2.5 远程网桥..... 50	
3.3 路由器..... 50	
3.3.1 路由器的工作原理..... 50	
3.3.2 路由器的特点..... 51	
3.3.3 路由器的作用..... 51	
3.4 网关..... 52	
3.4.1 网关的主要功能..... 53	
3.4.2 网关的协议..... 53	
3.5 交换机..... 55	
3.5.1 交换机技术..... 55	
3.5.2 局域网交换机类型..... 56	
3.6 集线器..... 56	
3.7 调制解调器和网卡..... 58	

3.7.1 调制解调器	58	二、填空题	103
3.7.2 网卡	59	三、思考题	104
3.8 防火墙	62	第5章 广域网	105
3.8.1 防火墙设计思想	62	5.1 广域网基础	105
3.8.2 防火墙的组成	64	5.1.1 广域网链路以及交换类型	105
3.8.3 防火墙的主要功能和技术	65	5.1.2 广域网基本设备	107
3.8.4 防火墙的技术分类	66	5.1.3 广域网类型	108
3.8.5 新一代防火墙的多重功能	68	5.2 X.25 (公用分组交换数据网)	109
小结	69	5.2.1 X.25 网络技术简介	109
综合练习三	70	5.2.2 用户接入 X.25 网络	114
一、选择题	70	5.3 DDN (数字数据网)	115
二、填空题	71	5.3.1 DDN 网络的基本概念	115
三、思考题	71	5.3.2 DDN 服务与用户入网方式	116
第4章 局域网	73	5.4 FRN (帧中继网)	117
4.1 局域网基础	73	5.4.1 帧中继的基本概念	118
4.1.1 局域网结构分类	73	5.4.2 帧中继用户的接入	122
4.1.2 局域网的特点与 IEEE 802 标准	74	5.5 ISDN (综合业务数字网)	124
4.1.3 局域网结构类型及介质访问控制	76	5.5.1 ISDN 的业务和系统结构	124
4.1.4 局域网的组成	82	5.5.2 ISDN 接口	125
4.1.5 局域网的工作模式	83	5.6 HFC 和 xDSL 接入技术	127
4.2 IEEE 802.3 标准与以太网	84	5.6.1 接入网基本概念	127
4.2.1 以太网的发展史	84	5.6.2 接入网技术类型	129
4.2.2 以太网简介	85	5.6.3 HFC 接入技术	130
4.2.3 交换式以太网技术	88	5.6.4 xDSL 接入技术	131
4.3 100Base-T 高速以太网	90	小结	134
4.4 千兆以太网	92	综合练习五	134
4.4.1 千兆以太网及其发展	92	一、选择题	134
4.4.2 千兆以太网的特点	92	二、填空题	134
4.4.3 千兆以太网的构建	93	三、思考题	135
4.4.4 如何升级至千兆以太网	94	第6章 TCP/IP 网络应用与 Internet	136
4.4.5 千兆以太网的前景预测	95	6.1 HTTP 协议	136
4.5 IEEE 802.11 与无线局域网	95	6.1.1 HTTP 协议简介	136
4.5.1 无线网络简介	96	6.1.2 HTTP 的运作方式	138
4.5.2 IEEE 802.11	99	6.2 FTP 协议	140
4.6 其他标准介绍	100	6.2.1 FTP 协议简介	140
小结	100	6.2.2 数据表示	141
综合练习四	100	6.2.3 命令格式	142
一、选择题	100		

6.2.4 连接管理	144	7.1.3 网络接口	174
6.2.5 TFTP 协议	145	7.1.4 对移动计算网络的支持	174
6.3 Telnet 协议	146	7.1.5 无线网络适用的范围	175
6.3.1 Telnet 协议简介	146	7.2 无线网络标准和协议	175
6.3.2 Telnet 命令	147	7.2.1 IEEE 802.11	175
6.3.3 选项协商	148	7.2.2 IEEE 802.11b	177
6.3.4 子选项协商	149	7.2.3 IEEE 802.11a	178
6.3.5 Telnet 的操作方式	150	7.2.4 IEEE 802.11g	178
6.3.6 同步信号	150	7.2.5 HomeRF 标准	178
6.3.7 客户的转义符	151	7.2.6 蓝牙技术	179
6.4 SNMP 协议	151	7.2.7 IrDA	182
6.4.1 SNMP 协议简介	151	7.3 无线介质	183
6.4.2 SNMP 数据的收集	153	7.3.1 红外传输	183
6.4.3 SNMP 的报文类型	154	7.3.2 无线电系统 (RF 系统)	185
6.5 SMTP 协议	154	7.3.3 微波通信	186
6.5.1 SMTP 协议简介	154	7.4 GSM 和 GPRS	187
6.5.2 SMTP 命令	155	7.4.1 GSM 简介	187
6.5.3 邮件的组成	156	7.4.2 GSM 网络的分层	188
6.6 POP3 协议	157	7.4.3 GPRS 简介	189
6.6.1 基本操作	157	7.4.4 构建 GPRS 网络	189
6.6.2 POP3 命令	158	7.5 WAP	191
6.7 IMAP 协议	161	7.5.1 WAP 的产生	191
6.8 引导程序协议	162	7.5.2 WAP 的设计思想	192
6.8.1 BOOTP 协议	162	7.5.3 WAP 的技术特点	193
6.8.2 DHCP 协议	163	7.5.4 WAP 协议层	193
6.9 WWW 万维网	164	7.5.5 WAP 的应用价值	195
6.9.1 超文本和超媒体	164	7.6 无线通信的前景	196
6.9.2 浏览器体系结构	165	小结	197
6.9.3 CGI 与动态网页	169	综合练习七	197
小结	170	一、选择题	197
综合练习六	170	二、填空题	197
一、选择题	170	三、思考题	198
二、填空题	171	第 8 章 组网实战演习	199
三、思考题	171	8.1 校园网组网系统	199
第 7 章 无线网络与无线介质	172	8.1.1 校园网组网系统简介	199
7.1 无线网络简介	172	8.1.2 校园网组网系统实施	200
7.1.1 传输方式	172	8.2 政府网组网系统	210
7.1.2 网络拓扑	174	8.2.1 政府网组网系统说明	210

8.2.2 政府网组网系统的应用	211	8.7 组网系统的验收	256
8.3 企业网组网系统	217	8.7.1 物理验收	256
8.3.1 企业网组网系统简介	217	8.7.2 文档验收	260
8.3.2 企业网的建设实例	221	小结	261
8.4 智能小区组网系统	225	综合练习八	261
8.4.1 TIA/EIA-570A 标准	226	一、选择题	261
8.4.2 分布装置	227	二、填空题	261
8.4.3 应用实例	229	三、思考题	262
8.5 其他组网系统	232	参考答案	263
8.5.1 某省银行系统综合业务 网络解决方案	232	第 1 章	263
8.5.2 某大厦的组网系统案例	235	第 2 章	264
8.6 组网实用技术	244	第 3 章	265
8.6.1 选择路径	244	第 4 章	268
8.6.2 线槽铺设技术	245	第 5 章	269
8.6.3 双绞线与 RJ-45 头的连接	248	第 6 章	272
8.6.4 主干线电缆连接技术	250	第 7 章	273
8.6.5 建筑群间电缆线敷设技术	251	第 8 章	274
8.6.6 建筑物内水平线缆敷设技术	252	参考文献	276
8.6.7 吹光纤组网技术	253		

第 1 章 计算机网络基础

计算机是 20 世纪人类最伟大的发明之一，它的产生标志着人类开始迈向一个崭新的信息社会。在 20 世纪的最后 10 年中，人们惊喜地发现：电话、电视及计算机正在迅速地融合；信息的获取、存储、传送和处理之间的“孤岛现象”随着计算机网络的发展而逐渐消失；曾经独立发展的电信网、电视网和计算机网将融为一体；新的信息产业正以强劲的势头迅速崛起。因此，在未来社会中，信息产业将成为社会经济中发展最快和最大的部门。为了提高信息社会的生产力，提供一种全社会的、经济的、快速的存取信息的手段是十分必要的，这种手段是由计算机网络来实现的。自古以来，没有什么像今天的网络一样让人们离得更近，网络让世界变小了，让人们的生活更丰富了。

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物，它涉及到通信与计算机两个领域。它的诞生使计算机体系结构发生了巨大变化，在当今社会经济中起着非常重要的作用，为人类社会的进步做出了巨大贡献。从某种意义上讲，计算机网络的发展水平不仅反映了一个国家的计算机科学和通信技术水平，而且已经成为衡量其综合国力及现代化程度的重要标志之一。本章将介绍计算机网络的一些基础知识、计算机网络的发展历程、计算机网络的拓扑结构及计算机网络的不同类型。通过本章的学习，相信读者能够掌握一些以前迷惑不清的概念，对网络有一个全面的认识。

1.1 计算机网络简介

1.1.1 计算机网络的定义和功能

1. 计算机网络的定义

计算机网络是指分布在不同地域的计算机，通过通信电路连接起来，以达到资源共享的目的的系统。它包含三层意思：第一层是指分布在不同地域的计算机。如果这些计算机是分布在一个实验室内，或一栋大楼内，或一个校园内，那么建立起来的计算机网络是局域网；如果这些计算机是分布在一个城市范围内，那么建立起来的计算机网络是城域网；如果这些计算机是分布在全国或全世界范围内，那么建立起来的计算机网络是广域网。第二层的意思是通过通信电路将这些计算机连接起来，对于不同的网络采用不同的通信电路，例如：局域网常用同轴线或双绞线；城域网和广域网常用光纤。局域网和城域网一般都采用专用电路，由网络拥有者负责管理和维护；而广域网则采用公用电路，由电信部门负责管理和维护。第三层意思是资源共享。资源包括硬件资源（如 CPU、大容量硬盘和高速激光打印机等）和软件资源（如应用软件、数据库等），凡是上网的计算机都可以共享网络上的这些资源。

那么到底什么是计算机网络呢？它的结构如何呢？

不同的人群对计算机网络的含义和理解是不尽相同的。早期，人们将分散的计算机、终端及其附设，利用通信媒体连接起来，能够实现相互的通信称作网络系统。1970 年，在美国信息处理协会召开的春季计算机联合会议上，计算机网络定义为“以能够共享资源（硬

件、软件和数据等)的方式连接起来,并且各自具备独立功能的计算机系统之集合”。

上述两种描述的主要区别是:后者各结点的计算机必须具备独立的功能,而且资源(文件、数据和打印机等)必须实现共享。

随着分布处理技术的发展和从用户使用角度考虑,对计算机网络的概念也发生了变化,定义为“必须具有能为用户自动管理各类资源的操作系统,由它调度完成网络用户的请求,使整个网络资源对用户透明”。

综上所述,将计算机网络做如下描述:计算机网络是利用通信线路将地理位置分散的、具有独立功能的许多计算机系统连接起来,按照某种协议进行数据通信,以实现资源共享的信息系统。

最简单的网络就是两台计算机互连,而复杂的计算机网络则是将全世界的计算机连在一起,如图 1-1 所示。

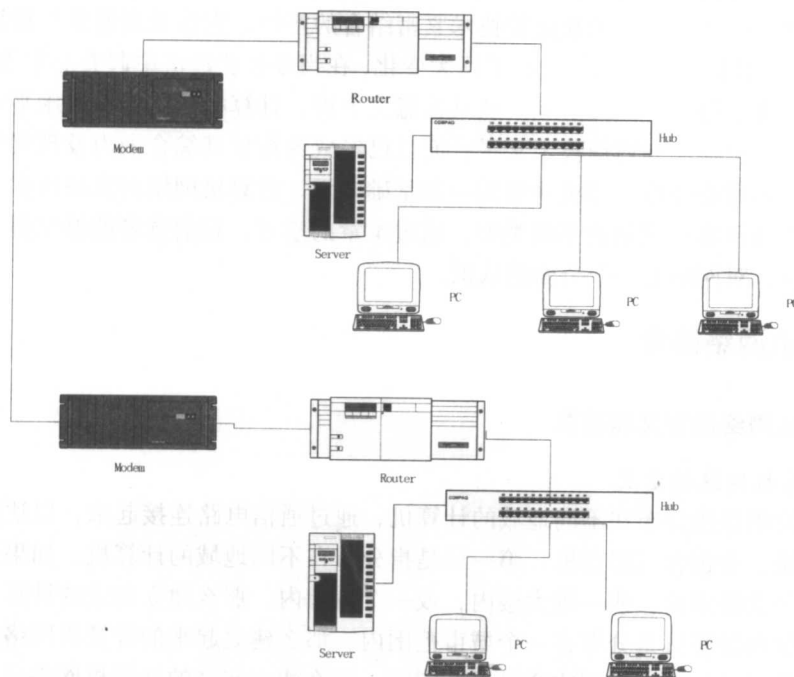


图 1-1 计算机网络示意图

2. 计算机网络的功能

计算机网络既然是以共享为主要目标,那么它应具备下述几个方面的功能:

1) 数据通信

该功能实现计算机与终端、计算机与计算机间的数据传输,这是计算机网络的基本功能。

2) 资源共享

网络上的计算机彼此之间可以实现资源共享,包括硬件、软件和数据。信息时代的到来,使得资源的共享具有重大的意义。首先,从投资考虑,网络上的用户可以共享使用网上的打印机、扫描仪等,这样就节省了资金;其次,现代的信息量越来越大,单一的计算机已经不能将其储存,只有分布在不同的计算机上,网络用户可以共享这些信息资源;再

次,现在计算机软件层出不穷,在这些软件中,不少是免费共享的,这是网络上的宝贵财富。任何连入网络的人,都有权利使用它们;资源共享为网络用户提供了方便。

3) 远程传输

计算机应用的发展,已经从科学计算到数据处理,从单机到网络。分布在很远位置的用户可以互相传输数据信息,互相交流,协同工作。

4) 集中管理

计算机网络技术的发展和应用,已使得现代的办公手段、经营管理等发生了变化。目前,已经有了许多 MIS 系统、OA 系统等,通过这些系统可以实现日常工作的集中管理,提高工作效率,增加经济效益。

5) 实现分布式处理

网络技术的发展,使得分布式计算成为可能。对于大型的课题,可以分为许许多多的小题目,由不同的计算机分别完成,然后再集中起来,解决问题。

6) 负荷均衡

负荷均衡是指工作被均匀地分配给网络上的各台计算机系统。网络控制中心负责分配和检测,当某台计算机负荷过重时,系统会自动转移到负荷较轻的计算机系统去处理。

由此可见,计算机网络可以大大扩展计算机系统的功能,扩大其应用范围,提高可靠性,为用户提供方便,同时也减少了费用,提高了性能价格比。

1.1.2 计算机网络的演变和发展

20 世纪 50 年代开始,个人及各种组织机构使用计算机来管理信息的速度迅速增长。早期,技术条件的落后使得当时的计算机都非常庞大和昂贵,任何机构都不可能为雇员个人提供使用整个计算机,主机一定是共享的,它被用来存储和组织数据,集中控制和管理整个系统。所有用户都有连接系统的终端设备,将数据库录入到主机中处理,或者是将主机中的处理结果,通过集中控制的输出设备取出来。通过专用的通信服务器,系统也可以构成一个集中式的网络环境,使用单个主机可以为多个配有 I/O 设备的终端用户(包括远程用户)服务。这就是早期的集中式计算机网络,一般也称为集中式计算机模式。

它最典型的特征是:通过主机系统形成大部分的通信流程,构成系统的所有通信协议都是系统专有的,大型主机在系统中占据着绝对的支配地位,所有控制和管理功能都是由主机来完成。

随着计算机技术的不断发展,尤其是大量功能先进的个人计算机的问世,使得每一个人可以完全控制自己的计算机,进行他所希望的作业处理,以个人计算机(PC)方式呈现的计算能力发展成为独立的平台,导致了一种新的计算结构——分布式计算模式的诞生。

一般来讲,计算机网络的发展可分为四个阶段:

第一阶段:计算机技术与通信技术相结合,形成计算机网络的雏形。

第二阶段:在计算机通信网络的基础上,完成网络体系结构与协议的研究,形成了计算机网络。

第三阶段:在解决计算机联网与网络互连标准化问题的背景下,提出开放系统互联参考模型与协议,促进了符合国际标准的计算机网络技术的发展。

第四阶段:计算机网络向互联、高速、智能化方向发展,并获得广泛的应用。

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件：即强烈的社会需求与先期技术的成熟。计算机网络技术的形成与发展也证实了这条规律。1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时，计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20 世纪 50 年代初，由于美国军方的需要，美国半自动地面防空系统 SAGE 进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试，它将远程雷达与其他测量设施测到的信息通过总长度达到 241 万公里的通信线路与一台 IBM 计算机连接，进行集中的防空信息处理与控制。要实现这样的目的，首先要完成数据通信技术的基础研究。在这项研究的基础上，人们完全可以将地理位置分散的多个终端通过通信线路连到一台中心计算机上，用户可以在自己办公室内的终端键入程序，通过通信线路传送到中心计算机，分时访问和使用其资源进行信息处理，处理结果再通过通信线路回送到用户终端显示或打印。人们把这种以单个为中心的联机系统称作面向终端的远程联机系统，它是计算机通信网络的一种。60 年代初美国航空公司建成的由一台计算机与分布在全美国的 2000 多个终端组成的航空订票系统 SABRE-1 就是这种计算机通信网络。

随着计算机应用的发展，出现了多台计算机互连的需求。这种需求主要来自军事、科学研究、地区与国家经济信息分析决策和大型企业经营管理。他们希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互连成为计算机-计算机网络。网络用户可以通过计算机使用本地计算机的软件、硬件与数据资源，也可以使用连网的其他地方计算机软件、硬件与数据资源，以达到资源共享的目的。这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局（ARPA, Advanced Research Projects Agency）的 ARPANET（通常称为 ARPA 网）。1969 年美国国防部高级研究计划局提出将多个大学、公司和研究所的多台计算机互连的课题。1969 年 ARPA 网只有 4 个结点，1973 年发展到 40 个结点，1983 年已经达到 100 多个结点。ARPA 网通过有线、无线与卫星通信线路，使网络覆盖了从美国本土到欧洲与夏威夷的广阔地域。ARPA 网是计算机网络技术发展的一个重要的里程碑，它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在以下几个方面：

- （1）完成了对计算机网络的定义、分类与子课题研究内容的描述。
- （2）提出了资源子网、通信子网两级网络结构的概念。
- （3）研究了报文分组交换的数据交换方法。
- （4）采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。

ARPA 网络研究成果对推动计算机网络发展的意义是深远的。在它的基础之上，20 世纪 70 年代和 80 年代计算机网络发展十分迅速，出现了大量的计算机网络，仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络。同时还出现了一些研究试验性网络、公共服务网络、校园网，例如美国加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所的 OCTOPUS 网、法国信息与自动化研究所的 CYCLADES 网、国际气象监测网（WWWN）、欧洲情报网（EIN）等网络。

在这一阶段中，公用数据网（Public Data Network, PDN）与局部网络（Local Network, LN）技术发展迅速。

计算机网络的资源子网与通信子网的结构使网络的数据处理与数据通信有了清晰的功能界面。计算机网络可以分成资源子网与通信子网来组建。通信子网可以是专用的，也可以是公用的。为每一个计算机网络都建立一个专用通信子网的方法显然是不可取的，因为专用通信子网造价很高、线路利用率低，重复组建通信子网投资很大，也没有必要。随

着计算机网络与通信技术的发展,20世纪70年代中期世界上便出现了由国家电信部门统一组建和管理的公用通信子网,即公用数据网(PDN)。早期的公用数据网采用模拟通信的电话通信网,新型的公用数据网采用数字传输技术和报文分组交换方法。典型的公用分组交换网有美国的TELENET、加拿大的DATAPAC、法国的TRANSPAC、英国的PSS、日本的DDX等。公用分组交换网的组建为计算机网络的发展提供了良好的外部通信条件。

以上讲的是利用远程通信线路组建的远程计算机网络,也称为广域网(Wide Area Network, WAN)。随着计算机的广泛应用,局部地区计算机联网的需求日益强烈。

20世纪70年代初,一些大学和研究所为实现实验室或校园内多台计算机共同完成科学计算和资源共享的目的,开始了局部计算机网络的研究:1972年美国加州大学研制了Newhall环网,1976年美国XEROX公司研究了总线拓扑的实验性Ethernet网,1974年英国剑桥大学研制了Cambridge ring环网。这些都为20世纪80年代多种局部网产品的出现提供了理论研究与实现技术的基础,对局部网络技术的发展起到了十分重要的作用。

与此同时,一些大的计算机公司纷纷开展了计算机网络研究与产品开发工作,提出了各种网络体系结构与网络协议,如IBM公司的SNA(System Network Architecture)、DEC公司的DNA(Digital Network Architecture)与UNIVAC公司的DCA(Distributed Computer Architecture)。

计算机网络发展第二阶段所取得的成果对推动网络技术的发展起了极其重要的作用,它研究的网络体系结构与网络协议的理论成果为以后网络理论的发展奠定了基础。很多网络系统经过适当修改与充实后仍在广泛使用。目前国际上应用广泛的Internet网络就是在ARPANET的基础上发展起来的。但是,20世纪70年代后期人们已经看到了计算机网络发展中出现的危机,那就是网络体系结构与协议标准的不统一限制了计算机网络自身的发展和应用。因此,网络体系结构与网络协议标准必须走国际化的道路。

计算机网络发展的第三阶段是加速体系结构与协议国际化的研究与应用。国际标准化组织ISO的计算机与信息处理标准化技术委员会TC97成立了一个分委员会SC16,研究网络体系结构与网络协议国际化问题。经过多年卓有成效的工作,ISO正式制订、颁布了“开放系统互连参考模型”(OSI/RM, Open System Interconnection Reference Model),即ISO/IEC 7498国际标准。OSI/RM已被国际社会所公认,成为研究和制订新一代计算机网络标准的基础。

20世纪80年代,ISO与CCITT(国际电话电报咨询委员会)等组织为参考模型的各个层次制订了一系列的协议标准,组成了一个庞大的OSI基本协议集。我国也于1989年在《国家经济系统设计与应用标准化规范》中明确规定选定OSI标准作为我国网络建设标准。ISO/OSI/RM及标准协议的制定和完善推动了计算机网络朝着健康的方向发展。各种符合OSI/RM与协议标准的远程计算机网络、局部计算机网络与城市地区计算机网络已广泛应用。随着研究的深入,OSI标准将日趋完善。

如果说远程计算机网络扩大了信息社会中资源共享的范围,那么局部网络则是增加了信息社会中资源共享的深度。局部网络是继远程网之后又一个网络研究与应用的热点。远程网技术与微型机的广泛应用推动了局部网络技术研究的发展。局部网络可以分为局域网、高速局部网与计算机交换网三类。

20世纪80至90年代,局域网技术发生了突破性进展。在局域网领域中,采用Ethernet、

Token Bus、Token Ring 原理的局域网产品形成了三足鼎立之势,采用光纤传输介质的 FDDI 产品在高速与主干环网应用方面起了重要性作用。90 年代局域网技术在传输介质、局域网操作系统与客户/服务器 (Client/Server) 应用方面取得了重要的进展。由于数据通信技术的发展,在 Ethernet 网中用非屏蔽双绞线实现了 10Mbps 的数据传输,在此基础上形成了网络结构化布线技术,使 Ethernet 网在办公自动化环境中得到更为广泛的应用。局域网操作系统 Novell NetWare、Windows NT Server、IBM LAN Server 使局域网应用进入到成熟的阶段。客户/服务器的应用使网络服务功能达到更高水平。

目前计算机网络的发展正处于第四阶段。这一阶段计算机网络发展的特点是:互连、高速、智能与更为广泛的应用。

Internet 是覆盖全球的信息基础设施之一,对于用户来说,它像是一个庞大的远程计算机网络,用户可以利用 Internet 实现全球范围的电子邮件、电子传输、信息查询、语音与图像通信服务功能。

实际上 Internet 是一个用路由器 (Router) 实现多个远程网和局域网互连的网际网。20 世纪 90 年代是大发展时期:90 年代初网络迅速发展,全球化的趋势已经十分明朗;1993 年美国提出了国家信息基础设施计划 (NII),计划在 20 年内投资 4000 亿美元,建成世界上最庞大、最完善的信息高速公路系统,紧跟着世界各国也纷纷提出自己的信息基础设施计划,形成了一股信息高速公路的热潮;从 1994 年开始,介入 Internet 的主机数每年以翻一番的速度增长,到 1998 年连入 Internet 的计算机数量已达 4000 万台之多。它对推动世界经济、社会、科学、文化的发展产生了不可估量的作用。

在互联网发展的同时,高速与智能网的发展也引起人们越来越多的注意。高速网络技术发展表现在宽带综合业务数据网 (B-ISDN)、帧中继、异步传输模式 (ATM)、高速局域网、交换局域网与虚拟网络上。随着网络规模的增大与网络服务功能的增多,各国正在开展智能网络 (Intelligent Network, IN) 的研究。

计算机网络技术的迅速发展和广泛应用必将对 21 世纪的经济、教育、科技、文化的发展产生重要影响。

1.1.3 计算机网络的应用

计算机网络提供的服务主要有:

1. WWW 服务

WWW 即 World Wide Web, 又称“万维网”,它是互联网上集文本、声音、图像、视频等多种媒体信息于一身的信息服务系统。

2. 电子邮件服务

电子邮件系统由两个子系统组成:用户代理 (User Agent) 和消息传输代理 (Message Transfer Agent), 用户代理允许人们读取和发送电子邮件, 消息代理是在后台运行的程序,在系统间传送电子邮件。

电子邮件支持 5 个基本功能:撰写、传输、报告、显示、处理。

其他一些特性有:邮件转发、邮件列表、邮件加密、秘密抄送等。

电子邮件系统使用 SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), SMTP 的传输过程如图 1-2 所示。

3. DNS 服务

DNS 服务用来解析域名与 IP 地址之间的转换工作。

4. FTP 服务

文件传输协议 (FTP, File Transfer Protocol) 通过网络在服务器和客户机之间传输文件从网上下载/上传文件、VCD 等操作时都是使用 FTP。在网络环境中经常需要将一个文件从一台计算机中复制到另一台计算机中, 由于各种计算机异构性 (操作系统、硬件环境、数据表示等的差异), 这种文件复制有时是困难的, 主要的问题是:

- (1) 计算机存储的数据格式不同。
- (2) 文件的命名规则不同。
- (3) 相同功能在不同操作系统中使用的命令不同。
- (4) 为防止非法读取文件而采取的措施不同。

FTP 是 TCP/IP 一个重要的应用协议, 它只提供文件传送的一些基本的服务, 并没有试图解决每一种文件在网络环境中的传送。FTP 使用 TCP 协议。

5. 超文本传输协议 (HTTP)

HTTP 协议主要用来在 WWW 站点上访问数据, 该协议可以以普通文本、超文本、视频、音频等形式传送数据, 然而, 它被称为超文本传送协议是因为在超文本环境下更有效, 超文本环境下文档可以快速地从一個跳到下一个。

HTTP 的功能像是 FTP 和 SMTP 的组合, 类似于 FTP 是因为它利用了 TCP 的服务来传输文件, 它却比 FTP 简单, 因为它只使用一个 TCP 联接, 即没有分开的控制联接, 只在客户和服务器间传送数据。

HTTP 又像 SMTP, 因为在客户端和服务端间的数据就像是 SMTP 消息, HTTP 不同于 SMTP 的是, 消息的传递可以从客户到服务器也可以从服务器到客户, HTTP 消息不是为了让人能够直接看懂的, 而是被 HTTP 服务器和客户端 (Browser) 解释用的, SMTP 消息是存储转发的, 而 HTTP 消息是直接传送的。

HTTP 的思想很简单, 一个客户就像发一个邮件一样发送一个请求给服务器, 服务器就像回答邮件请求一样发送一个回答消息给客户端, 请求和回答消息中带有像 MIME 形式的数据。整个交互过程如图 1-3 所示。

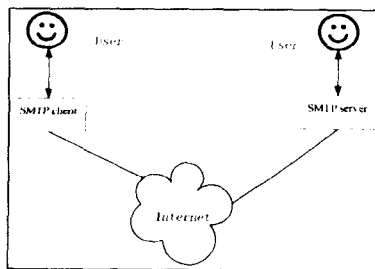


图 1-2 SMTP 的传输过程

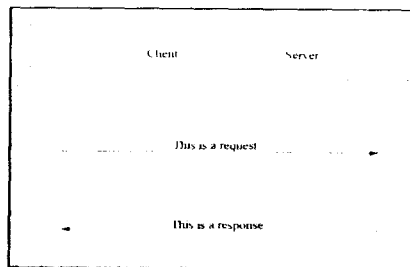


图 1-3 HTTP 交互过程

6. 数据库服务

传统的数据库分为集中式数据库和分布式数据库两种。

1) 集中式数据库

集中式数据库以系统共享主存储器为特征。

2) 分布式数据库

分布式数据库主要用于网络系统, 特别适合于网络管理信息系统。

7. 多媒体应用

随着网络应用技术的发展, 网络应用出现了一种崭新的形式, 即结合多种媒体信号进行信息交流, 主要应用于:

- (1) 可视图文。
- (2) 电视会议。
- (3) VOD (Video-On-Demand) 点播系统。
- (4) 网络电话和 WAP 手机。
- (5) 网络娱乐。

8. 管理服务

当网络规模较小时, 一位网络管理员借助于网络操作系统的内部功能就可以很容易地管理网络。比如, 假设某用户报告说登录不了网络, 管理员会很容易发现, 也许是因为网络地址冲突 (即同一网络上两个计算机有相同的网络地址), 在一个规模很小的网络中, 地址冲突的两台工作站离得很近, 地址修改起来很快。再举个例子, 如果管理员有必要报告某部门所使用的 Lotus 的拷贝数, 网络管理员只需在部门内转一转, 逐个检查各台工作站就可以得到正确答案。

然而, 随着网络变得越来越庞大和复杂, 网络会变得很难管理。为跟踪大型网络运行情况, 于是有必要使用特殊的网络管理服务, 网络管理服务可以集中管理网络, 并简化网络的复杂管理任务, 比如确保不超过 20 台工作站同时使用 WordPerfect。一些组织使用一些专用于网络管理功能的服务器, 其中每台服务器只执行一项或两项专项服务。

网络管理的服务内容很多, 下面列出一些最重要的服务:

(1) 流量监测和控制。该服务可以测定当前网络或某段网络的流量 (即数据传送和处理活动), 并且可以在某段网络超载时提醒管理员。一个网络段是从逻辑上区分的有别于局域网其他部分的一部分局域网, 并且共享固定的流量容量。通常, 网络规模越大, 监测网络流量越重要。

(2) 负载均衡。在整个网络的范围内平均地分配处理活动, 以使没有任何一台设备被击垮。对于那些很难预测提交给服务器的请求数量的网络 (比如 Web 服务器) 来说, 负载均衡尤其重要。

(3) 硬件诊断和失效报警。当某网络组件发生故障时, 系统会自动诊断出来, 并通过电子邮件或打印结果自动地把突发情况通知网络管理员。

(4) 资产管理。资产管理的任务是收集和存储关于网络中软件和硬件资产 (或资源) 的数目和类型之类的数据, 数据收集过程自动进行, 每个网络客户端被在线地检测。过去, 这些数据是手工记录得到, 然后输入到电子表格的。

(5) 许可证跟踪。许可证跟踪可决定网络中当前正在使用某单个应用程序的拷贝数。这种信息对于法律诉讼很重要, 因为现在非法软件拷贝和使用的比例日益升高。

(6) 安全审计。安全审计可以决定当前应该使用何种安全措施, 并且当安全受到侵害时及时通知网络管理员。

(7) 软件分发。软件分发指自动地把数据文件和程序从服务器传送到网络中客户端。