

计算机通信网络 技术及应用

白成杰 白成林 韩纪广 编著



人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

计算机通信网络技术的应用

白成杰 白成林 韩纪广 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机通信网络技术及应用/白成杰, 白成林, 韩纪广编著. —北京: 人民邮电出版社, 2002.2
ISBN 7-115-09931-6

I. 计... II. ①白... ②白... ③韩... III. 计算机通信网 IV. TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 087263 号

内 容 提 要

本书从理论和实践相结合的角度, 介绍了计算机网络的工作原理、体系结构及实用技术, 并对近几年发展起来的新的计算机网络技术进行了较为全面和系统的介绍。

本书共分 12 章, 各章讲述的内容分别是计算机网络概述、计算机网络体系结构、以太网与高速以太网、令牌环网和 FDDI、交换式网络、无线局域网、广域网络、ATM 网络、TCP/IP 协议、Internet 与 Intranet、计算机网络安全和管理、计算机网络工程。

本书可作为高等院校相关专业学生的教材, 也可作为从事计算机网络应用和研究工作的广大科技人员的参考书。

计算机通信网络技术及应用

◆ 编 著 白成杰 白成林 韩纪广
责任编辑 李 晶 杨 凌

◆ 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@pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
读者热线 010-67180876
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787 × 1092 1/16
印张: 23
字数: 558 千字 2002 年 2 月第 1 版
印数: 1 - 5 000 册 2002 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09931-6/TN·1815

定价: 35.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合而形成的一个学科领域，它代表着计算机体系结构发展的一个重要方向。近年来，由于 Internet 的兴起和蓬勃发展，以及信息网络建设的大规模展开，计算机网络建设的需求日益增多。因此，我们编写了本书，希望能对各行各业从事计算机网络的设计、开发、建设、管理和使用的专业人员有所帮助。

本书第 1 章主要介绍了计算机网络的产生与发展及计算机网络的概念、组成和分类；第 2 章介绍了计算机网络的体系结构和协议，并对开放系统互联参考模型 OSI/RM 的 7 层给予了较详细介绍；第 3 章介绍了标准以太网、高速以太网的技术规范和网络组成，同时还介绍了吉比特以太网和 10 吉比特以太网；第 4 章至第 6 章重点介绍了令牌环网、FDDI、交换式网络和无线局域网；第 7 章和第 8 章则介绍了计算机网络的几项新技术，如帧中继 (FR)、异步传输模式 (ATM) 和综合业务数字网 (ISDN) 的基本原理、技术和应用；第 9 章较详细介绍了 TCP/IP 协议及其功能；第 10 章介绍了 Internet 有关的接入方式、域名系统、服务系统以及 Intranet、Extranet 等；第 11 章介绍了计算机网络安全和管理；第 12 章对网络系统规划、设计和集成进行了详细论述，从而为组建计算机网络系统提供了依据，同时还较详细地介绍了有关网站及校园网建设的具体内容。

本书根据计算机网络技术的发展特点，对近几年发展起来的新的计算机网络技术进行了较为全面和系统的介绍。在内容的安排上注重系统集成，并强调理论性和实用性相结合。不论是计算机网络技术的初学者，还是有一定应用经验的读者，都会从本书中得到启示和帮助。

在本书的编写过程中，我们参考和引用了他人的研究成果和著述，在此对这些文献的著作者表示深切的谢意。

由于时间仓促，加上书中涉及了大量新技术、新产品，不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.1.1 计算机网络的产生	1
1.1.2 计算机网络的发展	1
1.2 计算机网络的定义及其功能	3
1.2.1 计算机网络的定义	3
1.2.2 计算机网络的功能	4
1.3 计算机网络分类	4
1.3.1 局域网 (LAN)	5
1.3.2 城域网 (MAN)	5
1.3.3 广域网 (WAN)	5
1.4 计算机网络组成	6
1.4.1 服务器	6
1.4.2 客户机	6
1.4.3 对等机	6
1.4.4 实体	6
1.4.5 网络操作系统	6
1.4.6 对等网络	7
1.4.7 基于服务器的网络	7
1.4.8 网络服务	7
1.4.9 网络设备	7
1.4.10 协议	7
1.5 计算机网络服务	7
1.5.1 文件服务	8
1.5.2 打印服务	9
1.5.3 报文服务	9
1.5.4 应用服务	10
1.5.5 数据库服务	10
1.5.6 集中式与分布式网络服务	11
第 2 章 计算机网络体系结构	13
2.1 网络体系结构	13
2.1.1 体系结构层次化	13

2.1.2	开放系统互联参考模型	14
2.1.3	网络协议与接口	18
2.1.4	局域网体系结构	19
2.1.5	协议工程	21
2.2	物理层	22
2.2.1	物理拓扑结构	22
2.2.2	传输介质	27
2.2.3	信道与数据通信	32
2.2.4	交换技术与复用技术	42
2.2.5	物理层接口和协议	51
2.3	数据链路层	61
2.3.1	HDLC 协议	62
2.3.2	介质访问控制	67
2.3.3	连接服务	70
2.4	网络层	74
2.4.1	编址	75
2.4.2	交换方式	77
2.4.3	路由查找与选择	77
2.4.4	连接服务	78
2.4.5	网关服务	79
2.5	传输层	79
2.5.1	地址/名字转换	80
2.5.2	编址方案	80
2.5.3	分段与合段	81
2.5.4	连接服务	81
2.6	会话层、表示层和应用层	82
2.6.1	会话层	82
2.6.2	表示层	83
2.6.3	应用层	90
第 3 章	以太网与高速以太网	92
3.1	以太网	92
3.1.1	以太网技术规范	92
3.1.2	10Base-T 网络组成	98
3.2	快速以太网	99
3.2.1	100Base-T	100
3.2.2	100Base-VG	102
3.3	吉比特以太网	104
3.3.1	主要特点	105

3.3.2	标准	105
3.3.3	协议	106
3.3.4	迁移和升级方案	107
3.3.5	设备	108
3.4	10 吉比特以太网	109
3.4.1	技术规范	110
3.4.2	主要特点	113
3.4.3	应用形式	113
3.4.4	升级方案	114
第 4 章	令牌环网和 FDDI	116
4.1	令牌环网技术规范	116
4.1.1	物理层	116
4.1.2	介质访问控制方法	117
4.2	令牌环网络组成	121
4.3	FDDI 技术规范	123
4.4	FDDI 网络组成	132
第 5 章	交换式网络	134
5.1	集线器技术	135
5.1.1	基本原理	135
5.1.2	分类	135
5.1.3	结构	138
5.1.4	特性	138
5.2	交换机技术	139
5.2.1	交换技术的产生与发展	139
5.2.2	交换机的基本原理	141
5.2.3	交换机的分类和功能	143
5.2.4	交换机的实现技术	144
5.2.5	三层交换技术	145
5.2.6	交换机主要技术指标解析	149
5.3	虚拟局域网 VLAN	155
5.3.1	虚拟局域网基础	155
5.3.2	虚拟局域网技术	157
5.4	路由器技术	159
5.4.1	路由器基础	159
5.4.2	路由器主要技术	162
5.4.3	路由器主要特性	166
5.4.4	交换式路由器	167

5.5 交换式网络组网技术	168
5.5.1 交换机组网技术	168
5.5.2 交换机和路由器配置技术	170
第 6 章 无线局域网	173
6.1 无线局域网概况	173
6.2 无线局域网标准	175
6.3 扩频通信基本原理	178
6.4 无线局域网组网方式	180
6.5 无线局域网的应用与发展	182
第 7 章 广域网络	184
7.1 分组交换网	184
7.1.1 概述	184
7.1.2 X.25 建议	185
7.1.3 组成及用户接入	189
7.1.4 中国公用分组交换网 (CHINAPAC)	190
7.1.5 中国公用数字数据网 (CHINADDN)	194
7.2 帧中继网络	195
7.2.1 概述	195
7.2.2 基本原理	197
7.2.3 组成及用户接入	198
7.2.4 业务应用	201
7.3 综合业务数据网 (ISDN)	202
7.3.1 概述	202
7.3.2 组成	203
7.3.3 业务功能	206
第 8 章 ATM 网络	207
8.1 ATM 网络基本概念与原理	207
8.1.1 基本概念与特点	207
8.1.2 基本工作原理	208
8.1.3 协议参考模型	210
8.1.4 发展概况	212
8.2 ATM 交换技术	213
8.2.1 基本原理	213
8.2.2 交换机基本组成	214
8.2.3 ATM 交换结构	215
8.3 ATM 网络互联技术	216

8.3.1	ATM 网络互联基本原理	216
8.3.2	ATM 网络基本连接	217
8.3.3	ATM 网络互联基本协议	218
8.3.4	ATM 网络互联基本连接方法	219
第 9 章	TCP/IP 协议	221
9.1	TCP/IP 体系结构	221
9.1.1	TCP/IP 结构功能	221
9.1.2	TCP/IP 协议数据	222
9.1.3	TCP/IP 重要概念	222
9.2	网络层协议	223
9.2.1	IP 地址	223
9.2.2	IP 地址解析	227
9.2.3	IP 数据报及传输	229
9.2.4	差错与控制报文协议	231
9.2.5	IP 路由选择	232
9.2.6	路由算法	235
9.2.7	路由选择协议	237
9.2.8	IP QoS	242
9.2.9	下一代网际协议 IPv6	244
9.3	传输层协议	248
9.3.1	传输层基本原理	248
9.3.2	传输控制协议 TCP	249
9.3.3	用户数据报协议 UDP	254
第 10 章	Internet 与 Intranet	256
10.1	Internet	256
10.1.1	概述	256
10.1.2	接入	258
10.1.3	地址	267
10.1.4	域名系统	270
10.1.5	服务系统	272
10.1.6	新技术	278
10.2	Intranet	282
10.2.1	概述	282
10.2.2	网络组成	285
10.2.3	数据库	286
10.2.4	管理	290
10.2.5	网络实施	290

10.2.6 Extranet	292
第 11 章 计算机网络安全和管理	298
11.1 计算机网络安全	298
11.1.1 网络安全威胁	298
11.1.2 网络安全内容	298
11.1.3 网络安全体系结构	299
11.1.4 网络安全协议	303
11.1.5 网络安全技术	304
11.2 计算机网络管理	307
11.2.1 网络管理基础	308
11.2.2 网络管理软件	309
11.2.3 网络管理技术	309
11.2.4 网络管理产品	312
第 12 章 计算机网络工程	316
12.1 网络规划与设计	316
12.2 网络系统集成	324
12.3 网站建设	326
12.3.1 一般原则	326
12.3.2 基础设施建设	327
12.3.3 操作系统选择	328
12.3.4 域名申请	330
12.3.5 服务器配置	330
12.3.6 主流服务配置	336
12.3.7 主页设计与制作	342
12.4 校园网构建	348
12.4.1 基本内容	348
12.4.2 网络架构分析	351
参考文献	356

第1章 计算机网络概述

现代信息高速公路的建立和各种网络新技术的涌现及因特网（Internet）的日益普及，使网络概念逐渐深入人心。电子商务、网络教育、远程医疗、网络娱乐、电子邮件、IP 电话和其他网络信息服务已经渗入到人们生活的各个领域，21 世纪是我国网络走向全面发展的新时代。

1.1 计算机网络的产生与发展

1.1.1 计算机网络的产生

在电器时代到来之前，还不具备发展远程通信的先决条件，所以通信事业的发展十分缓慢。从 19 世纪 40 年代到 20 世纪 30 年代，电磁技术广泛应用于通信，1835 年电报的发明，1876 年电话的出现，为迅速传递信息提供了方便。从 20 世纪 30 年代到 60 年代，电子技术广泛应用于通信网络，出现了微波传输、电子多路通信网络、大西洋电话电缆以及 1960 年美国海军首次使用命名为“月亮”的卫星进行的远程通信。从 20 世纪 60 年代到 80 年代，计算机技术和通信技术相结合，形成了现代的计算机网络。1969 年第一个远程分组交换网 ARPANET 问世，70 年代中出现了局域网络，80 年代局域网络得到了飞速的发展。CCITT 建立了使用国际租用电路传输声音、数据的国际标准，ISO 制定了计算机网络的开放系统互联参考模型 OSI/RM。从 20 世纪 80 年代到 21 世纪初，计算机网络已发展成为社会重要的信息基础设施。

1.1.2 计算机网络的发展

从 20 世纪 50 年代开始，人们越来越多地使用计算机来管理信息。早期，限于技术条件，计算机都非常庞大且非常昂贵，任何机构都不可能为雇员个人提供整个计算机的使用。主机一定是共享的，被用来存储和组织数据，集中控制和管理整个系统。所有用户都是通过系统的终端设备将数据录入到主机中处理，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，使一台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模式。其最典型的特征是：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(PC)的问世,使每一个人都可以完全自己控制计算机,进行所希望的作业处理。以个人计算机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即分布式计算模式的诞生。

分布式计算模式与以前的集中式模式有很大的区别,对计算机网络的发展起到了决定性的影响。一般认为,从20世纪80年代到21世纪的今天,分布式计算经历了3个阶段:

① 桌面计算(Desktop Computing)阶段。该阶段属于PC分布式计算的初级阶段,几乎所有简单的多用户微机系统和以低版本DOS为核心的共享硬盘系统均为该阶段的内容。

② 工作组计算(Workgroup Computing)阶段。Netware 286的推出标志着PC分布式计算技术从“桌面计算”发展到“工作组计算”。用户在这个网络环境中,可以共享打印机及服务器的硬盘资源,并能够访问多种主机资源,获得各种通信服务。

③ 网络计算(Network Computing)阶段。Netware 386的推出标志着PC分布式计算技术从“工作组计算”发展到“网络计算”,使其具有了更大程度的开放性,更高的效能、可靠性、保密性,并提供了对各种标准的支持。对用户提供了透明的服务,用户可将各类主机、网络工作站和通信服务器作为一个整体。

微型计算机(主要是PC)本身体系结构的演变与微机网络体系结构的发展是密不可分的。将一个大的任务进行分解,然后交给若干计算机来共同完成,这种在网络环境中共享处理能力的增强式分布式计算,即协同式计算,是当今计算方式的一种新趋势,该方式不再是简单地在机器间传递数据,而是使用两台或更多的计算机共同完成一项处理任务。

随着计算机技术和信息处理技术的迅速发展,出现了许多新的应用领域,如办公自动化、人工智能专家系统、工业自动控制、多媒体通信等。这些新的应用领域的出现,对计算机网络提出了许多新的要求,计算机网络面临新的挑战,从而促进了新一代计算机网络的研究和发展。新一代计算机网络的主要特点是:

① 高传输速率。传统计算机网络产品的数据率一般为1~10Mbit/s,新一代计算机网络的数据率为100~1000Mbit/s,某些场合达到了10Gbit/s的要求。

② 分布式资源共享和网络管理。每一个节点都具有相同的网络管理功能,且能方便地共享全网范围内的分布式资源。

③ 高度可靠性。网络的可靠性越来越受到各方面应用的关注,分布式管理和分布式处理可进一步提高网络的可靠性。

④ 多业务综合。多媒体化被称为是计算机技术的一场革命,多业务综合问题是新一代计算机网络的研究焦点之一,把语音、图像、图形、文本信息及数据传输综合到计算机网络之中,是许多新应用领域的要求。

⑤ 高度智能化。智能网是计算机网络的一个发展新动向,将AI技术与计算机网络技术相结合,实现网络管理的智能化。一个高度智能化的计算机网络,应包括网络管理、接口管理、人机交互、输入输出、任务分配、实时控制等各个方面的智能化。

⑥ 数据库技术和网络技术的紧密结合。由于数据分布处理的需求越来越大,对分布式数据库系统的要求越来越高,而分布式数据库系统的许多技术问题就是网络问题。

⑦ 实时点到点通信和实时控制。由于采用分布式结构,点到点实时通信将很容易实现。另外,分布式实时控制功能将有很大的需求和发展。

⑧ 网络标准化。由于计算机市场已不再是由某几家厂商垄断,新一代计算机网络将是

完全开放的，不同厂商、不同网络结构能够方便地连接在一起。因此，标准化问题显得非常重要。

⑨ 集成系统 (Integrated System)。从网络技术的发展趋势看，系统的复杂性将越来越高，所涉及的问题也越来越多，涉及的领域越来越广泛。一个先进的网络环境，已不单是通信问题，而是通信、信息处理、信息管理、设备综合、用户接口等一系列技术的综合，因此提出了集成系统的概念。集成系统可由下列几个方面来组织：

- 功能集成：把没有关系的、分布于各计算机中的过程（功能），通过信息集成在一起。
- 设备集成：把各种设备功能集成在一起。
- 数据集成：组网时必须同时考虑对数据的有效管理，如 DBMS、分布式 DBMS 和多媒体 DBMS 等。
- 软件集成：在系统中运用软件复用技术和人工智能技术。
- 用户接口集成：目前一个应用软件往往有 30%~60%的工作量是用户接口，故在网络环境下需要对用户接口进行有效管理。

总之，未来的网络技术将向综合服务和宽带化、智能化、标准化方向发展。在网络应用技术方面，CMC(Computer Mediated Communication)将成为强有力的工具；计算机支持的协同工作 (Computer Supported Cooperative Work, 简称 CSCW)，其研究开发也日益受到重视；Client/Server (C/S) 及其 Internet/Intranet 中 B/S (Browser/Server) 和 B/S/S (Browser/Web Server/DataBase Server) 等多层计算模式将成为流行的网络应用模式。未来的计算机通信网将成为人们进行通信和信息处理的基本支撑环境。

1.2 计算机网络的定义及其功能

1.2.1 计算机网络的定义

根据当前的一些权威观点，计算机网络的定义是：计算机网络是用通信介质将地理上分散且具有独立功能的多台计算机相互连接，按照网络协议进行数据通信以实现资源共享的信息系统。

实际上，对计算机网络的定义并不十分严格，且在不同的发展阶段，有其不同的内涵。根据当今计算机网络的发展水平和特点，在计算机网络定义中应强调以下一些特征：

- ① 网络上各计算机在地理上是分散的；
- ② 各计算机具有独立功能；
- ③ 按照网络协议互相通信；
- ④ 以共享资源为主要目的。

从物理上看，计算机网络是一系列（两台以上）具有独立操作系统的计算机，通过某种介质连接而成的一个多用户的集合体。每一个用户都更愿意独占硬件资源，然而随着应用的不断扩展，有时不得不与其他的计算机彼此交换信息。如果能够直接交换，就称它们是互联的，这种连接不一定必须是直接用导线相连的，也可以采用激光、微波和卫星等介质来实现。当一个人或一个群体的计算机需要与其他人的计算机共享信息或某些计算机硬件资源（如

磁盘、打印机、磁带机、通信处理器)，这时就需要将它们通过某种介质，运行某种系统软件，按某种拓扑结构连接起来，这就是计算机网络，它意味着信息与服务的共享。

1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络具备的能力是：

- ① 从资源观点看，具有共享外设的能力（如昂贵的打印机、大容量的磁盘、专用设备和通信设备）和共享公共信息的能力（如数据库）。
- ② 从用户观点看，具有把个人与集体连接在一起的能力。
- ③ 从管理观点看，具有共享集中数据处理的管理维护的能力（如备份服务、软件安装升级服务）。

计算机网络的主要功能是：

- ① 通信或数据传送是计算机网络最基本功能之一，用以实现计算机与计算机之间传送各种信息。
- ② 资源共享（包括数据、软件和硬件资源共享）是计算机网络最具有吸引力的功能。
- ③ 提高了计算机的可靠性和可用性。
- ④ 便于进行分布式处理。

1.3 计算机网络分类

计算机网络的分类与计算方式密不可分，通常所说的计算机网络必然具有数据共享及各种计算机服务的共享能力，包括所有计算方式下的计算机操作系统。一个典型的计算机网络应具备主机、PC 机及各种功能的计算机系统与通信联络的各种设备，它是一个相当复杂的系统。网络计算的通常定义就是计算机网络，显然是由于都具有数据共享及服务共享的同样性质。

计算机网络的分类有许多种方法，有按拓扑结构分类的，有按网络规模大小、距离远近分类的，还有按服务对象分类的，并且这些方法还有所交叉。其实，这些方法对于网络本身并无实质的意义，只是人们讨论问题的立场不同而已。表 1.1 给出了计算机网络的常见类型。

表 1.1 计算机网络常见分类

分 类 标 准	类 型
传播方式/传输技术	广播网、点一点网、非广播多路访问网
规模、距离	局域网、广域网、城域网
拓扑结构	星型网、总线型网、环型网、树型网、全网状网、部分网状网
交换方式/交换技术	共享式网、交换式网（线路交换网、分组交换网、混合交换网、信元交换网）
传输带宽	窄带网、宽带网、超宽带网
传输介质	有线网（同轴电缆网、双绞线网、光纤网）、无线网（微波网、卫星网）
传输速率	低速网、中速网、高速网或 10Mbit/s 网、100Mbit/s 网、1000Mbit/s 网、10000Mbit/s 网
使用范围	公用网、专用网
控制方式	集中式网、分布式网
服务对象/网络环境	部门网、企业网、校园网或工作组网、园区网、企业网和全局广域网
工作机制/网络结构	以太网、令牌环网、FDDI 网、ATM 网

通常最流行的分类方法是按网络规模或作用范围进行分类。按此方法可将计算机网络分为局域网 LAN (Local Area Network)、城域网 MAN (Metropolitan Area Network) 和广域网 WAN (Wide Area Network), 其中使用最多的是局域网 LAN 与广域网 WAN。

1.3.1 局域网 (LAN)

局域网一般是指规模相对较小、计算机硬件设备不多、通信线路不长、距离一般不超过几十公里、采用单一的传输介质、通常安装在一幢建筑物或一个园区内的网络。目前, 局域网的功能非常强大, 很容易进入区域网或广域网的范围。常见的局域网类型包括: 以太网 (Ethernet)、令牌环网 (Token-Ring)、光纤分布式数据接口 (FDDI)、异步传输模式 (Asynchronous Transfer Mode, 简称 ATM) 等, 其中应用最广泛的当属以太网, 现在绝大多数单位的网络都属于以太网类型。

1.3.2 城域网 (MAN)

城域网一般使用得不太多, 较局域网的作用范围要大一些, 大小通常是覆盖一个地区或城市, 地域范围可从几十公里到上百公里, 也常称为区域网或都市网。城域网通常采用不同的硬件、软件和通信传输介质来构成。这是因为它必须有效地覆盖所定区域范围, 无论网点处于何处, 都要保证可靠的信息共享。

随着以 Internet 为代表的业务按指数增长, 数据通信量占网络业务量的比例越来越大, 在不远的将来将会超过传统的话音业务而成为网络业务的主流。因此, 数据业务也必将各运营商的下一个重要的利润增长点。为了适应这一发展趋势, 把握机遇, 创造未来, 宽带城域网已成为目前我国电信建设的一个重点。2000 年以来, 北京、上海、宁波、深圳、青岛、大连等地都先后启动了宽带城域网的规划和建设, 其中北京、宁波等城市已经开始提供宽带接入服务。中国网通、中国联通、中国吉通等运营商也在规划和启动本地城域网建设。

宽带城域网的产生是技术进步和市场竞争带来的新型网络模式, 是现代传输技术、数据通信技术和接入网技术相融合的产物, 与现有的电信网体系结构有着密不可分的联系。在目前城域网建设过程中, 主要建设思路是以 IP 技术和 ATM 技术为骨干、以采用密集波分复用 (DWDM) 技术的光纤为主要传输介质进行建设, 主要包括以 ATM 为骨干的城域网和以 IP 为骨干的城域网等两种类型。由于我国局域网 90% 是以太网, 这使得构建于 IP 基础上的城域网有很大吸引力, 尤其是带宽需求的不断扩大, 使得建立于纯 IP 之上的城域网取得了很大的发展, 成为目前宽带城域网建设的主流。

1.3.3 广域网 (WAN)

广域网顾名思义就是非常大的网络, 不但可以将多个局域网或城域网连接起来, 也可以把世界各地的局域网全都连接在一起。一般地, 它的结构可分为末端系统 (主要指两端的用户集合) 和通信系统 (主要指中间链路) 两部分。通信系统是广域网的关键, 它主要有以下几种: 公共电话网 (PSTN)、综合业务数字网 (Integrated Service Digital Network, 简称 ISDN)、公用数字数据网 (DDN)、帧中继 (FR)、异步传输模式 (ATM) 等。

另外, 广域网还有两个特殊的分类: 企业网和全球网。

① 企业网指的是大型企业内的网络, 一般是指特大型企业, 或者是跨地区跨国的组织。

例如，某家银行可以建立自己的企业网络，通过这个网络可以寻求投资者或大量用户，在网上的各个节点上（这些节点可能是在不同地区，甚至不同国家）处理业务。不仅如此，网络还可以为企业做出快速的分析报告、预测、计划与决策等。

② 全球网指的是横跨全球的网络。1989 年，第一个真正的、可公共商用的全球网 Internet（即因特网）诞生了，其最前身是美国国防部的 ARPANET 网，从 1982 年起正式采用 TCP/IP 协议，到 1989 年实现商业化。目前，Internet 的应用范围极广，连接了 180 多个国家与地区，信息资源非常丰富，发展极为迅速。

随着社会的发展，网络的这种分类将会逐步消失，计算机网络最终能够连接到一起，形成一种计算机通信的基础结构（如同电话网络一样）。无论是科技界还是工业界都在大力奋进，一个全球互联的信息化时代已经不是幻想，很快将要变成现实。

1.4 计算机网络组成

计算机网络是一个非常复杂的系统，它由许许多多的计算机软件、硬件和通信设备组合而成。下面对组成计算机网络常用的软硬件设备及其术语做基本的介绍。

1.4.1 服务器

在基于 PC 的局域网中，服务器（Server）是网络的中枢。根据服务器在网络中所起的作用，还可进一步分为文件服务器、打印服务器和通信服务器等。文件服务器能使它的大容量磁盘存储空间供给网上的客户机使用，接收客户机发出的数据处理、存取请求；打印服务器接受来自客户机的打印任务，并将打印内容存入打印队列中，当在队列中轮到该任务时，送到打印机打印输出；通信服务器负责网络中各客户机与主计算机的联系，网与网之间的通信以及在客户机之间共享昂贵的高速调制解调器或传真机等通信设备。总之，服务器主要提供网络上的服务，提供并管理对磁盘驱动器、打印机和通信设备等的双重同时并发访问。

1.4.2 客户机

客户机（Client）是共享网络资源的计算机。任何一台客户机在使用网络上的诸如硬盘、通信线路或打印服务器上的打印机时，都觉得它在独占使用这些设备。每一个客户机都运行在自己的、并为服务器所认可的操作系统或环境之下。

1.4.3 对等机

对等机（Peer）既可做为服务器使用，也可以用做客户机。实际上任何有足够的内存和硬盘的计算机，都可以同时充当服务器或客户机，这取决于它运行什么样的软件。

1.4.4 实体

实体（Entities）可以定义为服务器、客户机、对等机及它们运行软件的集合体。

1.4.5 网络操作系统

就像一台计算机的运行必须有它独立的操作系统支持一样，计算机网络也必须有相应

的网络操作系统（NOS）的支持。网络操作系统由多种系统软件组成，在基本系统之上有多种配置和选项，用户可以根据需要构成最佳组合。目前，计算机网络操作系统由 Unix、NetWare、Windows NT/2000 等三大阵营垄断。Unix 网络操作系统是唯一跨微机、小型机和大型机的系统；Windows NT/2000 是 Microsoft 推出的、可运行在微机和工作站上的网络操作系统；NetWare 则是主要面向微机的网络操作系统。

1.4.6 对等网络

对等网络（Peer to Peer Networks）也可以称为点对点的网络，允许每一台计算机都处于对等机的角色，以均衡式的数据存储和资源共享概念为基础。具有代表性的对等网络操作系统有 Artisoft 的 LANtastic、Novell 的 Personal NetWare、Microsoft 的 Windows for Workgroups、Windows 9x、Windows Me。

1.4.7 基于服务器的网络

基于服务器的网络（Server Central Networks）严格地定义了网络中每一台计算机的工作角色，是客户机/服务器（Client/Server，简称 C/S）方式的典型结构。整个网络由客户机和服务器组成，客户机侧重表示和执行程序，服务器则侧重数据存取和数据库管理。目前，世界上具有代表性的基于服务器的微机网络操作系统有 Novell 的 NetWare、Microsoft 的 Windows NT/2000、IBM 的 LAN Server 和 Banyan 的 VINES 等。

1.4.8 网络服务

网络服务（Network Server）泛指网络中计算机的处理和资源共享能力。网络服务是指通过计算机硬件、软件和网络设备的组合而获得的，并用这一集合体来完成特定的任务。

1.4.9 网络设备

计算机网络是由分布在一定的或不同的区域中的计算机连接而成的，网络设备（Network Device）就是专门用于这种连接的硬件。一般由同轴电缆、双绞线、光纤、网络接口卡、接口连接设备、收发器、中继器、网桥、集线器、交换机、路由器等组成。

1.4.10 协议

协议（Protocol）是通信规则或一组规则和标准。它帮助实体之间、网络之间相互理解和正确进行通信，语法、语义和时序是协议的关键因素。语法（Syntax）定义所用信号的电平和发送数据的格式；语义（Semantics）则含有使实体协调配合和数据管理所需的信息结构；时序（Timing）则包括速率匹配和对接收数据的正确排序等。

常见的网络协议有 TCP/IP、IPX/SPX、NetBEUI、AppleTalk 等。网络协议的发展已经有很长的历史，到了今天，在连接全球无数不同计算机系统的通信协议世界里，TCP/IP 协议的应用最为广泛，已成为事实上的工业标准，对所有的操作系统都加以支持。

1.5 计算机网络服务

计算机应用需要把各类数据、处理能力以及各种输入输出资源组合在一起完成某项任