



普通高等教育“十二五”规划教材

计算机通信网络技术与应用

主 编 施荣华 王国才



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十二五”规划教材

计算机通信网络技术及应用

主 编 施荣华 王国才



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书较系统地讲述了计算机通信网络的基本技术及其原理和应用。全书共分为9章,主要内容包括计算机通信网络概论、点到点通信技术、计算机局域网技术及应用、计算机广域网技术及应用、计算机通信网络互连技术及应用、Internet 通信及其应用、无线网络技术及其应用、多媒体网络技术与网络服务质量、网络安全与管理,每章后均附有习题。

本书以网络系统为基本单元,力求基本原理与实际应用相结合,并对有关技术产生的背景进行介绍,以求条理清楚,便于创新。

本书可作为高等院校相关专业本科生和研究生计算机网络课程的教材,也可作为从事计算机网络的工程技术人员学习、研究用的参考书。

**本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。**

图书在版编目(CIP)数据

计算机通信网络技术及应用 / 施荣华, 王国才主编
— 北京: 中国水利水电出版社, 2012.7
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5084-9820-1

I. ①计… II. ①施… ②王… III. ①计算机通信网
— 高等学校—教材 IV. ①TN915

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第112131号

策划编辑: 雷顺加 责任编辑: 张玉玲 加工编辑: 孙 丹 封面设计: 李 佳

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 计算机通信网络技术及应用
作 者	主 编 施荣华 王国才
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 19.75印张 494千字
版 次	2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	35.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

计算机通信网络是计算机技术和通信技术结合的产物, 计算机可以将信息处理的结果通过计算机通信网络迅速地传输到网络中的其他计算机。**Internet** 是一个覆盖全球的计算机通信网络, 为当今的信息时代的人们在全世界范围内的信息交流铺设了四通八达的高速公路。计算机通信网络改变了人们的工作和生活方式, 拉近了人们之间的距离。人们坐在计算机前, 可以浏览全世界网站上感兴趣的信息, 进行电子商务、通信交流。

本书共分为 9 章内容: 第 1 章为计算机通信网络概论, 主要讲述计算机通信网络的定义与发展, 包括计算机通信网络的分类、组成结构、体系结构等; 第 2 章为点到点通信技术, 主要介绍直接连接的两台计算机的点到点通信技术, 包括物理接口、差错控制、成帧、HDLC 和 PPP 协议; 第 3 章为计算机局域网技术及应用, 主要讲述计算机局域网体系结构、基本的介质存取控制技术、计算机局域网协议与接口、高速以太网技术、计算机局域网性能分析、计算机局域网的应用; 第 4 章为计算机广域网及应用, 主要讲述计算机通信网络拓扑设计、交换技术、流量控制及路径选择, 还有 X.25 网络、DDN 数字数据网络、FR 网络、ATM 网络等几种常见的计算机广域网系统的产生背景、工作原理及其应用; 第 5 章为计算机通信网络互连技术及应用, 主要讲述网络互连的层次结构、网络互连设备、网络互连协议 IP、网络互连的应用与实现; 第 6 章为 **Internet** 通信及其应用, 主要讲述 **Internet** 的结构、TCP、域名服务 DNS、万维网、其他主要的通信协议; 第 7 章为无线网络技术及其应用, 主要讲述移动数据网络、无线局域网 (WLAN)、自组网和无线传感器网络、无线网络技术应用; 第 8 章为多媒体网络技术与服务质量, 主要讲述多媒体网络的特性、多媒体传输协议, 以及传输多媒体业务所需要的集成服务、区分服务、MPLS 技术; 第 9 章为网络安全与管理, 主要讲述网络管理基础、网络信息安全的要求和常用的网络安全技术及其应用。

本书具有以下特点: ①以网络系统为基本单元, 便于教师灵活组织, 以满足各种学时数的需要, 便于学生完整地掌握计算机网络的基本概念、基础理论和基本应用; ②力求基本原理与实际应用相结合。③介绍了相关技术产生的背景, 有利于培养学生的创新创业素质。本书可作为高等院校相关专业本科生和研究生计算机通信网络课程的教材, 也可作为广大工程技术人员从事计算机通信网络学习、研究用的参考书。

本书由施荣华、王国才主编, 编写分工如下: 第 1、2、5、6 章由施荣华、王国才编写, 第 3 章和第 9 章由施荣华、周诚、王国才编写, 第 4、7、8 章由王国才、杨政宇编写。参加编写的还有翁丽萍、赵亚君、谭龙文、柯福送、王芳、王涛、邓昂、李芸、艾青松、陈元甲、毛颖慧、刘美兰、陈思、陈再来、蒋泽艳。中国水利水电出版社万水分社的有关负责同志对

本书的出版给予了大力支持，并提出了很多宝贵意见。本书在编写过程中参考了大量国内外计算机网络文献资料，在此，谨向这些作者及为本书出版付出辛勤劳动的同志深表感谢！

本书凝聚了编写人员多年的计算机通信网络方面的教学经验和应用经验，由于编者水平所限，书中难免存在错误或疏漏之处，殷切希望广大读者批评指正，编者的 E-mail 为 csuwgc@163.com。

编 者

2012 年 4 月

目 录

前言

第1章 计算机通信网络概论	1	2.2.3 USB 物理接口	39
1.1 计算机通信网络的定义与发展	1	2.2.4 RJ45	41
1.1.1 计算机通信网络的定义	1	2.3 帧同步与流量控制	42
1.1.2 计算机通信网络的发展	2	2.3.1 信息包和帧的概念	42
1.2 计算机通信网络的分类	6	2.3.2 帧同步	43
1.2.1 按拓扑结构分类	6	2.3.3 速度匹配(流控制)规程	43
1.2.2 按地域范围分类	8	2.4 差错控制技术	45
1.2.3 按传输技术分类	9	2.4.1 差错控制的基本方法	45
1.2.4 按传输介质分类	9	2.4.2 差错控制编码	47
1.3 计算机通信网络系统的组成	9	2.5 数据链路层协议	51
1.3.1 计算机通信网络系统的组成	9	2.5.1 数据链路层协议的分类	51
1.3.2 DTE 与 DCE	12	2.5.2 HDLC 规程	51
1.3.3 因特网的组成与工作方式	12	2.5.3 PPP	56
1.3.4 计算机通信网络系统的组成结构	14	习题二	59
1.4 计算机通信网络体系结构及协议	15	第3章 计算机局域网技术及应用	61
1.4.1 协议与体系结构	15	3.1 计算机局域网概述	61
1.4.2 OSI 模型	17	3.1.1 计算机局域网的特点	61
1.4.3 因特网体系结构	20	3.1.2 计算机局域网分类	62
习题一	20	3.1.3 IEEE 802 局域网络标准及协议	62
第2章 点到点通信技术	22	3.2 局域网介质存取控制技术	64
2.1 点到点通信	22	3.2.1 介质存取控制技术概述	64
2.1.1 点到点通信系统模型	22	3.2.2 以太网的介质存取控制方法	64
2.1.2 信号	23	3.2.3 令牌环访问原理	67
2.1.3 数字编码技术	24	3.2.4 令牌总线访问原理	68
2.1.4 数字调制技术	25	3.2.5 三种介质存取控制技术的比较	69
2.1.5 传输介质	28	3.3 以太网	70
2.1.6 数据传输	32	3.3.1 以太网的特征	70
2.1.7 多路复用技术	35	3.3.2 IEEE 802.3 的帧格式	71
2.2 物理接口	38	3.3.3 以太网卡	71
2.2.1 物理接口的内容	38	3.4 高速以太网技术	72
2.2.2 CCITT X.21	39	3.4.1 快速以太网	72

3.4.2 交换式以太网·····	73	4.8 ATM 网络技术·····	126
3.4.3 千兆以太网·····	74	4.8.1 ISDN 简介·····	126
3.4.4 万兆以太网·····	75	4.8.2 ATM 网络技术·····	129
3.5 计算机局域网性能分析·····	75	4.9 计算机广域网应用·····	133
3.5.1 基本概念·····	75	习题四·····	134
3.5.2 以太网性能分析·····	78	第 5 章 计算机通信网络互连技术及应用 ·····	136
3.5.3 令牌环网和令牌总线网性能分析·····	80	5.1 网络互连的层次结构·····	136
3.5.4 局域网络性能的比较·····	82	5.1.1 网络互连概述·····	136
3.6 计算机局域网技术的应用·····	83	5.1.2 网络互连的层次·····	139
习题三·····	85	5.2 网络互连设备·····	142
第 4 章 计算机广域网及应用 ·····	87	5.2.1 网络互连设备概述·····	142
4.1 计算机广域网概述·····	87	5.2.2 物理层互连设备·····	142
4.2 网络拓扑结构及其设计·····	90	5.2.3 数据链路层互连设备·····	144
4.2.1 拓扑设计的概念·····	90	5.2.4 网络层互连设备·····	149
4.2.2 本地接入网设计·····	91	5.2.5 网关·····	152
4.2.3 干线网设计·····	92	5.2.6 网络互连设备的比较与应用选择·····	154
4.3 数据交换技术·····	93	5.3 路由协议·····	155
4.3.1 电路交换技术·····	93	5.3.1 路由协议概述·····	155
4.3.2 报文交换技术·····	94	5.3.2 路由信息协议 RIP·····	155
4.3.3 分组交换技术·····	95	5.3.3 开放式最短路径优先协议 OSPF·····	156
4.3.4 几种交换方式的比较·····	95	5.3.4 边界网关协议 4 (BGP-4)·····	158
4.4 计算机网络中的流量控制及路径选择·····	96	5.4 IP 协议·····	158
4.4.1 计算机网络中的流量控制技术·····	96	5.4.1 Internet 协议概述·····	158
4.4.2 计算机网络中的路径选择方法·····	98	5.4.2 IP 地址及子网·····	159
4.5 X.25 网络系统·····	100	5.4.3 IP 协议·····	161
4.5.1 X.25 网络概述·····	100	5.4.4 ICMP 协议·····	169
4.5.2 X.25 通信协议·····	102	5.5 移动 IP·····	171
4.5.3 中国公用分组交换数据网 ChinaPAC·····	112	5.5.1 移动 IP 的提出·····	171
4.6 DDN 数字数据网络系统·····	115	5.5.2 基本工作原理·····	172
4.6.1 DDN 概述·····	115	5.5.3 移动 IP 技术·····	172
4.6.2 DDN 提供的业务·····	117	5.5.4 移动 IP 数据传输·····	174
4.6.3 DDN 的应用·····	119	5.6 IP 组播·····	174
4.7 帧中继网络技术·····	121	5.6.1 组播组和组播地址·····	174
4.7.1 帧中继网络的包交换原理·····	122	5.6.2 组管理协议: IGMP·····	175
4.7.2 帧中继的服务及功能·····	123	5.6.3 组播路由协议·····	176
4.7.3 帧中继网络的体系结构及帧格式·····	123	5.6.4 组播应用和发展·····	177
4.7.4 帧中继应用示例·····	125	5.7 IPv6·····	177

5.7.1 IPv6 的特点	177	7.3.5 无线广域网与因特网的无缝连接	228
5.7.2 IPv6 数据报格式	178	7.4 自组网	229
5.7.3 IPv6 地址空间	179	7.4.1 自组网概述	229
5.7.4 IPv4 到 IPv6 的过渡策略	180	7.4.2 自组网的特点	229
习题五	181	7.4.3 自组网的关键技术	231
第 6 章 Internet 通信及其应用	183	7.4.4 自组网的应用	231
6.1 Internet 的结构及其接入方式	183	7.5 无线传感器网络 WSN	232
6.2 TCP 协议与 SOCKET	185	7.5.1 无线传感器网络的体系结构	232
6.2.1 TCP 和 UDP 协议	185	7.5.2 无线传感器网络的关键技术	236
6.2.2 Socket	188	7.5.3 无线传感器网络的应用	237
6.3 域名服务 DNS	189	7.6 无线网络技术应用	238
6.3.1 主机域名的命名方法	189	习题七	239
6.3.2 域名解析服务	191	第 8 章 多媒体网络技术与网络服务质量	240
6.3.3 Internet 域名	192	8.1 多媒体网络应用系统的特性	240
6.4 万维网 WWW	192	8.2 多媒体压缩与传输	243
6.4.1 WWW 服务模型	192	8.2.1 多媒体压缩	243
6.4.2 超文本传输协议 (HTTP)	193	8.2.2 流媒体及 RTSP 协议	245
6.4.3 超文本标记语言 (HTML)	196	8.2.3 RTP 协议与 RTCP 协议	249
6.4.4 表单和公共网关接口	199	8.2.4 SIP 与 H.323 会话控制	253
6.5 其他主要的的应用协议	200	8.3 服务质量	259
6.5.1 电子邮件 E-mail	200	8.3.1 服务质量 QoS	259
6.5.2 文件传输 FTP	205	8.3.2 集成服务概述	261
6.5.3 远程登录 Telnet	208	8.3.3 集成服务的类型	262
习题六	209	8.3.4 RSVP	263
第 7 章 无线网络技术及其应用	210	8.3.5 区分服务	265
7.1 无线网络技术概述	210	8.4 MPLS 多协议标记交换技术	268
7.1.1 无线网络的特点	210	8.4.1 问题的提出	268
7.1.2 无线网络的分类	210	8.4.2 MPLS 的原理	269
7.2 无线局域网技术	213	8.4.3 MPLS 的技术特点	272
7.2.1 无线局域网概述	213	习题八	273
7.2.2 无线局域网技术	214	第 9 章 网络安全与管理	274
7.2.3 无线局域网展望	219	9.1 网络信息安全概述	274
7.3 无线广域网技术	219	9.1.1 网络面临的安全问题	274
7.3.1 无线广域网与蜂窝基础结构的关系	219	9.1.2 网络安全的概念	275
7.3.2 CDPD 网络	221	9.1.3 网络安全的内容	276
7.3.3 GPRS 网络	224	9.2 数据加密算法	279
7.3.4 CDMA 网络	226	9.2.1 数据加密技术概述	279

9.2.2 对称加密算法.....	280	9.4 网络管理基础.....	296
9.2.3 公开密钥密码体制.....	288	9.4.1 网络管理的基本概念.....	296
9.3 常用网络安全技术及其应用.....	289	9.4.2 网络管理逻辑结构.....	298
9.3.1 防火墙技术.....	289	9.4.3 网络管理的主要功能.....	300
9.3.2 入侵检测技术.....	292	9.4.4 网络管理协议简介.....	302
9.3.3 身份认证与数字签名.....	294	习题九.....	304
9.3.4 VPN 技术.....	295	参考文献.....	305
9.3.5 网络安全技术发展趋势.....	296		

第1章 计算机通信网络概论



本章导读

计算机通信网络是计算机技术和通信技术结合的产物。本章首先介绍计算机通信网络的定义与发展过程,从简单到复杂,从整体上和结构上认识计算机通信网络。要求掌握计算机通信网络的定义,计算机通信网络的分类、组成的结构及其设备的作用、两种网络体系结构模型。



本章要点

- 计算机通信网络的定义与发展
- 计算机通信网络的分类
- 计算机通信网络系统的组成与主要设备
- 计算机通信网络体系结构

1.1 计算机通信网络的定义与发展

1.1.1 计算机通信网络的定义

1. 计算机通信网络的定义

过去的三个世纪中,每个世纪都有一种主流技术。18 世纪伴随着工业革命而来的是机械时代;19 世纪是蒸汽机时代;而从 20 世纪中至今,关键技术则是信息技术的发展,随之而来的是信息时代。

由于信息技术的发展,使得信息收集、传输、存储和处理之间的分隔在迅速消失,在广阔的地理位置上分布有数以万计的机构,期望可以通过信息技术迅速了解和处理各地的当前情况。

计算机和通信的结合对计算机系统的组成方式产生了深远的影响,由以前的单台计算机系统变成了大量而又互连的计算机系统——计算机通信网络。计算机及计算机通信网络就是信息技术的核心。

所谓计算机通信网络,是指将若干台具有自主功能的计算机通过通信设备及传输媒体互连起来,在通信软件的支持下,实现计算机间的信息传输与交换的系统。

在上述的定义中涉及到以下四个要点:

(1) 计算机通信网络中包含两台以上的地理位置不同且具有“自主”功能的计算机。所谓“自主”,是指这些计算机不依赖于网络也能独立工作。通常,将具有“自主”功能的计算机称为主机(Host),在网络中也称为节点(Node)。网络中的节点不仅仅是计算机,还可以是其他通信设备,如 HUB、路由器等。

(2) 网络中各节点之间的连接需要有一条通道, 即由传输介质实现物理互联。这条物理通道可以是双绞线、同轴电缆或光纤等“有线”传输介质; 也可以是激光、微波或卫星等“无线”传输介质。

(3) 网络中各节点之间互相通信或交换信息, 需要有某些约定和规则。这些约定和规则的集合就是协议, 其功能是实现各节点的逻辑互连。例如, Internet 上使用的通信协议是 TCP/IP 协议簇。

(4) 计算机通信网络以实现数据通信为目的。要实现这一目的, 网络中需配备功能完善的网络软件, 包括网络通信协议(如 TCP/IP、IPX/SPX)和网络操作系统(如 Netware、Windows Server、Linux)。

计算机通信网络与计算机网络有相同点也有区别, 主要区别: 计算机网络的主要目的是网络资源(包括硬件资源和软件资源)共享, 而计算机通信网络的主要目的是网络中计算机之间的数据通信。显然, 网络中计算机之间的数据通信也是实现网络资源共享的技术基础。

2. 计算机通信网络的功能与应用

计算机通信网络主要具有以下功能:

(1) 实现资源共享。可使只具有微、小型机或不具备计算机的用户也能分享只有大型机用户才有的好处, 避免重复投资和劳动, 从而可提高利用率, 使系统的整体性能价格比得到改善。

(2) 突破地理界限。更加符合信息系统的原始组织结构, 也更易于被用户所接受。

(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需通过改换资源的办法来维持系统的继续运行。但在计算机通信网络中, 每种资源(尤其是数据)可以存放在多个地点, 通过多种途径可以访问网内的某个资源, 从而避免了单个故障对用户使用的影

(4) 提高处理能力。单机的功能是有限的, 且由于种种原因, 计算机之间的忙闲程度是不均匀的。从理论上讲, 在同一网络内的多台计算机可通过协同操作、并行处理来提高整个系统的处理能力, 并使网内计算机负载均衡。

(5) 进行数据通信。计算机通信网络内的各计算机、终端和用户之间可以实现电子邮政, 可以在相距遥远的地方进行文字、声音和图像的通信。如果计算机通信网络覆盖的地域范围足够大, 可使各种信息在全国乃至全球范围内快速传递和处理。只有具备了这种功能, 才表明信息处理系统和通信系统已统一到了一个系统之中。

在如今的信息世界里, 没有充足、准确、及时的信息, 任何信息系统都无法发挥作用。世界上建立的各种各样的数据库便是提供准确、及时的信息的集散地, 而计算机通信网络正是存取这些数据库的重要手段。计算机通信网络作为传递、存储、处理信息的整体系统, 在信息社会中已经得到更加广泛的应用, 如电子邮政、电子会议、计算机辅助教育、自动化图书馆、自动化商店等, 甚至可以在旅途或家里上班。

1.1.2 计算机通信网络的发展

1. 计算机通信网络的发展过程

计算机通信网络的发展经历了由简单到复杂、由低级到高级的发展过程。最初为了解决远程数据收集、远程计算和处理, 而发展了远程联机的系统, 如图 1-1 所示。

一个远程终端利用专用线路和主机连接起来作为主机的一个用户。这种方式的缺点在于一个远程终端占一条线路, 线路利用率很低。于是出现了许多终端共用一条线路的结构, 如图

1-2 所示。

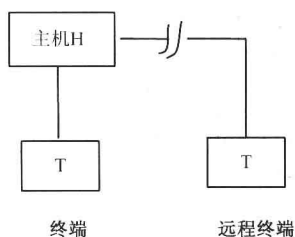


图 1-1 远程终端示意图

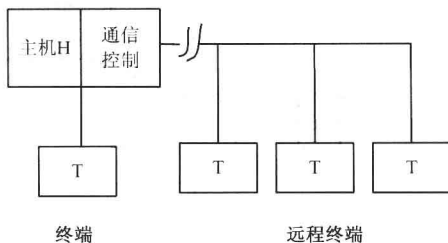


图 1-2 共用一条线的远程终端

显然，任何时刻只可能有一个终端利用传输线与主机通信，不同的终端必然要分时地使用传输线。为了有选择地连接某个终端，多个终端同时要求使用主机时解决它们之间的争用问题，这就需要相应的硬件和软件，最初这些工作是由主机负担。

为了减少主机在通信控制方面的负担，提高主机的处理效率，出现了集中器和前端处理机系统（如图 1-3 所示），往往把这种系统称为面向终端的计算机网络。FEP（前端处理机）本身是一台小型计算机或高档微机，承担通信处理的任务；在终端较集中的地方设置集中器，先用低速线路把数据汇集到集中器，再用高速线路把汇集以后的信息送入主机中，集中器通常是一台高档微机。

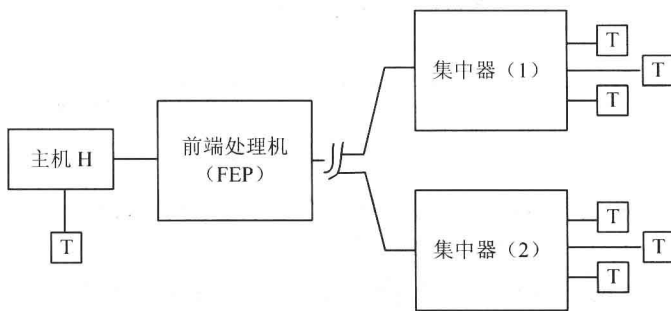


图 1-3 面向终端的计算机网络

随着计算机应用范围的扩大，新的要求不断出现。例如，一个计算机系统用户希望使用另一个计算机系统的资源，或希望和另一个计算机一起共同完成某项任务，这就出现了计算机—计算机通信网络，如图 1-4 所示。随着网络结构的不断完善，从逻辑上把数据处理功能和数据通信功能分开，这就构成了具有二级结构的网络，如图 1-5 所示。

通常把实现通信功能的部分称为通信子网，把实现数据处理功能的部分称为资源子网。美国国防部高级研究计划局于 1969 年组建的 ARPA 网络就是二级网络的一个例子。随着 ARPA 网的建立与发展，20 世纪 80 年代诞生了覆盖全球的 Internet，使计算机网络的优越性得到了证实。另外，很多国家都建立了较大规模的公用的计算机分组交换网，如美国的 TELENET；加拿大的 DATAPAC；法国的 TRANSPAC；中国的 ChinaPAC 等。由于远程计算机通信网络必须使用长距离的数据通信网络，因此，它只有依靠一个国家政府才能投资兴建。

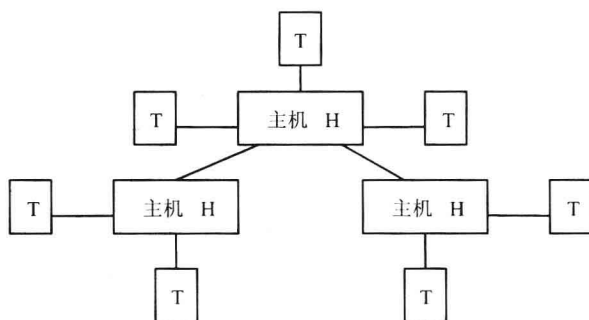


图 1-4 计算机—计算机通信网络示意图

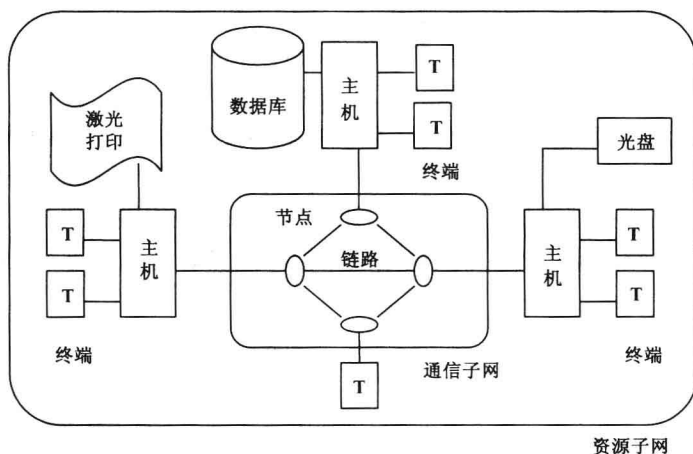


图 1-5 二级结构网络模型

1975 年，美国 Xerox 公司推出了世界上第一个总线型的 Ethernet 网络，使计算机通信网络技术出现了一个新的分支——计算机局域网。

由于微型计算机技术的迅猛发展，计算机局域网已普遍用于各类中小型信息系统、办公室自动化系统、生产过程的自动化控制系统。国内外较流行的局域网络产品已有几十种，如 Ethernet、ARCNET、Token Ring、FDDI 等。各种局域网络之间的互连以及局域网与广域网之间的互连技术也得到了大的发展。

2. 计算机通信网络的发展趋势

必须用系统的观点来分析计算机通信网络，才能够站在一个较高的层次来认识网络系统的体系结构及网络工程技术中的许多重要问题，把握计算机通信网络系统的发展趋势。

（1）开放性方向发展。

计算机通信网络系统开放性的体现是基于统一网络通信体系结构协议标准的互联网结构，而统一网络分层结构标准是互联异种机的基本条件。Internet 之所以能风靡全球，正是因为它所依据的 TCP/IP 协议已经成为事实上的国际标准。

标准化始终是发展计算机通信网络开放性的一项基本措施，除了网络通信协议的标准，还有许多其他有关标准，如应用系统编程接口 API 标准、数据库接口标准、计算机操作系统接口标准以及应用系统与用户使用的接口标准等，也都与计算机通信网络系统更大范围的开放性有关。这种全球开放性必然引起网络系统容量需求的极大增长，从而推动计算机通信网络系

统向广域、宽带、高速、大容量方向发展。

21 世纪的计算机通信网络将是不断融入各种新信息技术,进一步面向全球开放性的广域、宽带、高速网络。

(2) 一体化方向发展。

“一体化”是一个系统优化的概念,其基本含义是:从系统整体出发,对系统进行重新设计、构建,以达到进一步增强系统功能、提高系统性能、降低系统成本和方便系统使用的目的。计算机通信网络发展初期是由计算机之间通过通信系统互连所得,但从系统观点看,已不是简单的叠加,而是一个具有新内涵并将不断发展变化的大系统。随着计算机通信网络应用范围的不断扩大和对网络功能、性能要求的不断提高,网络中的许多成分将根据系统整体优化的要求重新分工、重新组合,甚至可能产生新的成份。

目前,计算机通信网络系统的这种一体化发展方向正沿着两条不同的基本路径展开:一是重新安排网络系统内部元素的分工协同关系,如客户/服务器结构、各种专用浏览器、瘦客户机、网络计算机、无盘工作站等。服务器面向网络共享的服务将更专门化、更高效,如各种 Web、DNS、NEWS、NetMeeting 服务器,计算服务器,文件服务器,磁盘服务器,数据库服务器,SMTP、POP3 电子邮件服务器,打印服务器等。网络中的通信功能从计算机节点中分离出来,形成各种专用的网络互连通信设备,如各种路由器、桥接器、集线器、交换机等,这也是网络一体化分工协作的体现;二是基于虚拟技术,通过硬件的重新组织和软件的重新包装所构成的各种网络虚拟系统,各种透明节点的分布应用服务,如分布文件系统、分布数据库系统、分布超文本查询系统等,用户看到的是一个虚拟的文件系统、数据库系统和信息查询系统,而看不到网络内部结构和操作细节,进而网络的各种具体应用系统(如办公自动化系统、银行自动汇兑系统、自动售票系统、指挥自动控制系统、生产过程自动化系统等)实际上都是更高层次的网络虚拟系统。

21 世纪的网络将是网络内部进一步优化分工,而网络外部用户可以更方便、更透明地使用网络。

(3) 多媒体网络方向发展。

多媒体技术实际上是对多种形式的信息(如文字、语音、图像、视频等)进行综合采集、传输、处理、存储和控制利用的技术,包括人们对客观世界最基本的从感性认识上升到理性认识的处理过程,也可以说是一种“多媒体信息”的采集处理过程。多媒体技术与计算机通信网络的融合是必然的趋势。

目前,手写输入、声控输入、数字相机、IC 卡、扫描仪等各种多媒体信息采集技术以及大容量光盘、面向对象数据库、超媒体查询等多媒体存储技术和 MMX 芯片、TTS 语音合成、虚拟现实灵境技术、智能机器人等多媒体处理技术的蓬勃发展,为多媒体计算机通信网络的形成和发展提供了有力的技术支持。电信网、电视网和计算机网的“三网合一”,也在更高层次上体现了多媒体计算机通信网络系统的发展趋势。光纤到户、信息家电、家庭布线网络、VOD 视频点播、IP 电话、智能大厦等技术正在迅猛发展。

21 世纪的计算机通信网络必定是融合包括电信、电视等更广泛功能,渗入到千千万万家庭的多媒体计算机通信网络。

(4) 高效、安全的网络管理方向发展。

对于计算机通信网络这样一个复杂的系统,如果没有有效的管理方法、管理体制和管理系统的支撑与配合,很难使它维持正常的运行,保证其功能和性能的实现。计算机通信网络管理的基本任务包括系统配置管理、故障管理、性能管理、安全管理和计费管理等几个主要方面。

网络管理系统已成为计算机通信网络系统中不可分割的一部分。

当前网络管理应着眼于网络系统整体功能和性能的管理, 趋于采用适应大系统特点的集中式与分布式相结合的管理体制。在当前网络全球化的发展趋势下, 各种危害网络安全的因素, 如病毒、黑客、垃圾邮件、信息泄漏、端口攻击等, 甚至威胁网络系统的生存。因此网络系统的高效管理(特别是网络系统的安全管理)显得尤为重要。

21 世纪的计算机通信网络应该是更加高效管理和更加安全可靠的网络。

(5) 智能化网络方向发展。

人工智能技术在传统计算机的基础上进一步模拟人脑思维活动能力, 包括进行分析、归纳、推理、学习等更高级的信息处理能力。在现代社会信息化的过程中, 人工智能技术与计算机通信网络技术的结合与融合, 构成了具有更多思维能力的智能计算机通信网络, 也是综合信息技术的必然发展趋势。

当前, 基于计算机通信网络系统的分布式智能决策支持系统、分布式专家系统、分布式知识库系统、分布智能代理技术、分布智能控制系统以及智能网络管理技术的发展, 也都明显地体现了这种智能网络的发展趋向。

21 世纪的计算机通信网络将是人工智能技术和计算机通信技术更进一步融合的网络系统, 它将使社会信息网络更加有序化、更加智能化。

1.2 计算机通信网络的分类

经过半个世纪的发展, 计算机通信网络已经不是一个简单的通信设备与终端计算机的集合体, 而是已经运行在各种具备独立功能的硬件和软件上, 通过成熟的规则进行高效可靠地通信的有机体。计算机通信网络各部分紧密结合, 各种信息同时传输, 各种服务彼此配合, 很难对网络进行严格的分类。只能从不同的角度(比如拓扑结构、地域范围、传输技术、传输速率、传输介质、交换方式、服务方式、连接类型等)对网络进行分类。

下面仅仅从拓扑结构、地域范围、传输技术、传输介质四个角度对计算机通信网络进行分类。

1.2.1 按拓扑结构分类

在计算机通信网络的拓扑结构中, 把网络单元定义为节点, 两节点间的线路定义为链路, 则网络节点和链路的几何位置就是网络的拓扑结构。网络的拓扑结构主要有总线型、环型、星型和网状结构。

1. 总线拓扑(Bus Topology)结构

总线拓扑结构是将网络中的所有设备都通过一根公共总线连接, 通信时信息沿总线进行广播式的传送, 如图 1-6 所示。

总线拓扑结构简单, 增加或删除节点容易。网络中任何节点的故障都不会造成全网的瘫痪, 可靠性高, 但是任何两个节点之间传送数据都要经过总线, 总线成为整个网络的瓶颈, 当节点数目多时, 易发生信息拥塞。

总线结构投资省、安装布线容易、可靠性较高, 总线网是常用的局域网拓扑结构之一。由于网络中的所有设备共用总线这一条传输信道, 因此存在信道争用问题。为了减少信道争用带来的冲突, 带有冲突检测的载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)协议被用于总线网中。

为了防止信号到达总线两端的回声，总线两端都要安装吸收信号的端接器。

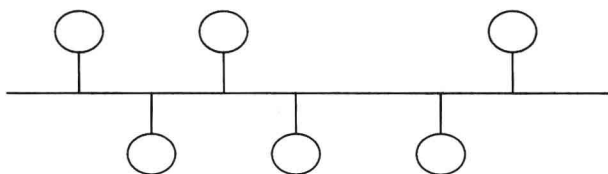


图1-6 总线拓扑结构

2. 环型拓扑 (Ring Topology) 结构

环型拓扑结构中，所有设备被连接成环，信息传送是沿着环传播的，如图 1-7 所示。在环型拓扑结构中，每一台设备只能和相邻节点直接通信。与其他节点通信时，信息必须依次经过二者间的每一个节点。

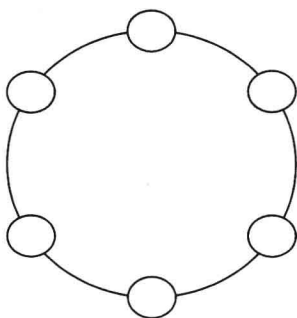


图1-7 环型拓扑

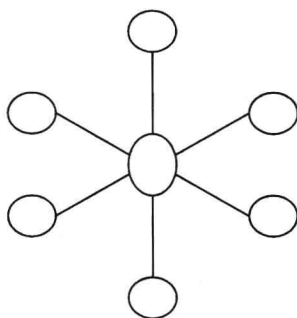


图1-8 星型拓扑

环型拓扑结构传输路径固定，无路径选择问题，实现简单。但任何节点的故障都会导致全网瘫痪，可靠性较差。网络的管理比较复杂，投资费用较高。当环型拓扑结构需要调整时，如节点的增加、删除、修改，一般需要将整个网重新配置，扩展性和灵活性差，维护困难。

环状网一般采用令牌（一种特殊格式的帧）来控制数据的传输，只有获得令牌的计算机才能发送数据，因此避免了冲突现象。环状网有单环和双环两种结构。双环结构常用于以光纤作为传输介质的环状网中，目的是设置一条备用环路，当光纤环发生故障时，可迅速启用备用环，提高环状网的可靠性。最常见的环状网有令牌环网和 FDDI（光纤分布式数据接口）。

3. 星型拓扑 (Star Topology) 结构

星型拓扑结构是由一个中央节点和若干从节点组成，如图 1-8 所示。中央节点可以与从节点直接通信，而从节点之间的通信必须经过中央节点的转发。

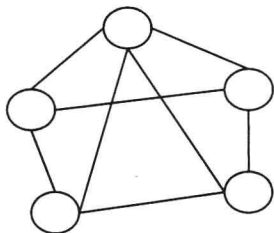
星型拓扑结构简单，建网容易，传输速率高。每个节点独占一条传输线路，消除了数据传送堵塞现象。一台计算机及其接口的故障不会影响到网络，扩展性好，配置灵活，增、删、改一个节点容易实现，网络易管理和维护。网络可靠性依赖于中央节点，中央节点一旦出现故障将导致全网瘫痪。

星型网络的中央节点是该网的瓶颈。早期的星型网，中央节点是一台功能强大的计算机，既具有独立的信息处理能力，又具备信息转接能力。目前星型网的中央节点多采用诸如交换机、集线器等网络转接、交换设备。自 20 世纪 90 年代，网络的物理拓扑大多向星型网络演化。

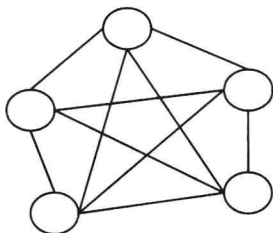
常见的采用星型物理拓扑的网络有 100Base-T 以太网等。

4. 网状拓扑 (Net Topology) 结构

网状拓扑是星型拓扑的变形, 网状拓扑结构分为一般网状拓扑结构和全连接网状拓扑结构两种。全连接网状拓扑结构中的每个节点都与其他所有节点相连通, 一般网状拓扑结构中每个节点至少与其他两个节点直接连通。图 1-9 中的 (a) 为一般网状拓扑结构, (b) 为全连接网状拓扑结构。



(a) 一般网状拓扑结构



(b) 全连接网状拓扑结构

图 1-9 网状拓扑结构

网状拓扑结构的容错能力强, 如果网络中一个节点或一段链路发生故障, 信息可通过其他节点和链路到达目的节点, 故可靠性高, 但其建网费用高, 布线困难。网状网络的最大特点是其强大的容错能力, 因此主要用于可靠性高的网络中, 如 ATM 网、帧中继网等。在这些网络中, 成本相对性能和容错就退居到次要位置。

1.2.2 按地域范围分类

计算机通信网络按照其覆盖的地理范围进行分类, 可以很好地反映不同类型网络的技术特征。由于网络覆盖的地理范围不同, 它们所采用的传输技术也就不同, 因此形成了不同的网络技术特点与网络服务功能。

按覆盖的地理范围进行分类, 计算机通信网络可以分为以下三类。

1. 局域网 LAN (Local Area Network)

局域网用于将有限范围内 (如一个实验室、一幢大楼、一个校园) 的各种计算机、终端与外部设备互连成网。局域网按照采用的技术、应用范围和协议标准的不同可分为共享局域网与交换局域网。局域网技术发展迅速, 应用日益广泛, 是计算机通信网络中最活跃的领域之一。

2. 城域网 MAN (Metropolitan Area Network)

城市地区网络简称为城域网。城域网是介于广域网与局域网之间的一种高速网络。城域网设计的目标是要满足几十公里范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互连的需求, 以实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输和共享功能。

3. 广域网 WAN (Wide Area Network)

广域网也称为远程网。它所覆盖的地理范围从几十公里到几千公里。广域网覆盖一个国家、地区, 或横跨几个洲, 形成国际性的远程网络。广域网的通信子网主要使用分组交换技术, 可以利用公用分组交换网、卫星通信网和无线分组交换网, 它将分布在不同地区的计算机系统互连起来, 达到资源共享的目的。

互联网 (Internet) 是世界上最大广域网, 目前网站数量已经上亿。互联网使用 TCP/IP 协议进行通信, 向用户提供网页浏览、文件下载、邮件传输等多种通信服务。互联网已渗透到人们的生活、工作、学习、商务、交流、娱乐等各个方面, 也改变了人类的生存方式。