



● 高等学校计算机基础教育实践课程系列教材

# 计算机网络实践教学

朱小明 孙 波 王 兵 张冬慧 主编  
林 捷 王建国 张 弘 肖永康 赵慧勤 编



高等教育出版社

高等学校计算机基础教育实践课程系列教材

主要内容

# 计算机网络实践教程

朱小明 孙波 王兵 张冬慧 主编

林捷 王建国 张弘 肖永康 赵慧勤 编

高等教育出版社

## 内容提要

计算机网络实验课程是一门理论性和实践性都非常强的课程。本教程理论和实践并重,内容包括:网络基础知识和 TCP/IP 协议簇的协议原理,数据格式和数据意义,用 Sniffer 等软件捕获网络数据验证协议原理,应用层的几种典型服务的工作原理,数据格式,服务器端、客户端的配置方法,路由器、交换机、防火墙等网络硬件设备的工作原理、配置方法等。

本书既适合师范院校的学生使用,也适合一般院校的学生使用,此外还可作为培训机构培训材料,或供从事该领域研究的相关人员学习和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实践教程 / 朱小明等主编. —北京:高等教育出版社, 2009.7

ISBN 978-7-04-027750-0

I. 计… II. 朱… III. 计算机网络-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 104083 号

策划编辑 刘 茜 责任编辑 萧 潇 封面设计 于文燕 责任绘图 尹 莉  
版式设计 王 莹 责任校对 杨雪莲 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100120

总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 北京奥鑫印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 20.5

字 数 460 000

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 7 月第 1 版

印 次 2009 年 7 月第 1 次印刷

定 价 26.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27750-00

# 前 言

随着计算机网络技术的飞速发展与日益普及,越来越多的行业感到迫切需要具有丰富实践经验的网络工程师,进行网络系统的规划、设计,网络设备的软硬件安装、调试,网络系统的运行、维护和管理等,以便高效、可靠、安全地管理网络资源。为满足社会对计算机网络工程师的广泛需求,很多高校都开设了计算机网络实验课。该课程是一门理论性和实践性都非常强的课程。作为学生,必须深入理解和掌握计算机网络的相关概念、理论、协议等,并结合大量的网络实践,才能真正掌握其知识与技能;作为教师,必须把计算机网络相关的理论知识做细致的整理,以通俗易懂的方式展现给学生,并能设计一系列网络实验来验证一些理论,才能帮助学生真正掌握计算机网络知识与技能。

本着“以就业为导向、以岗位为依据、以能力为本位”的教育理念,北京师范大学、中国农业大学、山西忻州师范学院、大同大学、北京师范大学珠海分校等高校的一线教师共同编写了本书,旨在通过实验来验证理论,提高学生分析问题和解决问题的能力,提高学生的综合应用能力,进而提高学生的就业竞争力。全书分6章,共设计了45个基础实验和1个综合实验。第1章计算机网络基础,重点介绍计算机网络的基础知识;第2章TCP/IP协议,介绍网络中各种协议的格式和内容,具体分析几种重要协议,并介绍一些网络工具的使用;第3章应用层的典型服务,介绍两种操作系统下的各种服务的配置;第4章路由器配置基础,介绍路由器的基本原理和配置方法;第5章交换机配置基础,介绍交换机的基础知识和简单配置方法;第6章防火墙配置基础,介绍网络安全的基础知识和防火墙的基本配置方法。

与其他同类教材相比,本书有以下鲜明特点。

- ① 在内容安排上,循序渐进,深入浅出,注重计算机网络的应用方法和技能的传授。
- ② 兼顾教材的系统性和科学性,既突出理论与实验的有机结合,又遵循教学规律,注重内容的取舍和与相关课程的衔接,尽量避免内容重复。
- ③ 注重教材的先进性,力求反映计算机网络中的最新技术。
- ④ 习题具有思考性和启发性,注重培养学生的创新能力。
- ⑤ 在文字上力求简明扼要,语言通俗易懂,便于学生学习。

本书既适合师范院校的学生使用,也适合一般院校的学生使用。对于书中所列实验,教师可以根据具体实验环境进行筛选,选做一些有代表性的实验。文科学生可以只做前3章的实验,因为前3章的实验基本囊括了网络的基本应用。本书也适合高职高专的学生使用,还可以作为社会培训教材使用。

本书的第1章由朱小明和林捷编写;第2章由孙波和张冬慧编写;第3章由张冬慧和肖永康编写;第4章和第5章由王兵编写,在这两章的编写过程中得到神州数码公司徐雪鹏和杜婉

琛的很多帮助，他们提供了一些神州数码公司的培训资料；第6章由王兵和张弘编写。全书由朱小明、张冬慧、赵慧勤、王建国、曾宇胸统稿。另外，我们还为本书专门研制和开发了教学平台和考试系统，需要的老师可以与我们联系（联系人：朱小明，Zhuxm@elec.bnu.edu.cn）。

由于作者水平有限，加之编写时间仓促，本书难免有疏漏之处，殷切希望广大读者批评指正。

作者

2009年5月于北京

# 目 录

第1章 计算机网络基础	1
1.1 计算机网络概述	1
1.1.1 计算机网络的概念	1
1.1.2 计算机网络的发展	2
1.1.3 计算机网络的主要功能	4
1.1.4 计算机网络的基本组成	5
1.1.5 计算机网络的拓扑结构	6
1.1.6 计算机网络的分类	8
1.1.7 网络操作系统简介	9
1.2 局域网基础	11
1.2.1 局域网的设备	11
1.2.2 局域网的传输介质	12
1.2.3 局域网的工作模式	13
1.2.4 Windows 对等网的组建	17
1.2.5 以太网的原理	23
1.2.6 以太网地址	24
1.2.7 以太网的帧格式	24
实验一 对等网实验	25
实验二 线缆的制作与测试	28
1.3 广域网基础	29
1.4 IP 地址与子网掩码	31
1.4.1 IP 地址	31
1.4.2 子网掩码	33
实验三 无线网络的使用和设置	34
第2章 TCP/IP 协议	40
2.1 网络协议模型	40
2.1.1 协议分层	40
2.1.2 OSI 参考模型	41
2.1.3 TCP/IP 协议模型	44
2.1.4 TCP/IP 与 OSI 的对应关系	46
2.2 观察网络的工具：嗅探器	47
2.2.1 嗅探器的相关知识	47
2.2.2 Ethereal 的使用	48
2.2.3 Sniffer 的使用	52
实验四 Ethereal、Sniffer 的使用	58
2.3 TCP/IP 协议	58
2.3.1 TCP/IP 协议簇	58
2.3.2 ARP 协议	60
2.3.3 IP 协议	62
2.3.4 ICMP 协议	67
2.3.5 UDP 协议	70
2.3.6 TCP 协议	72
实验五 ARP 实验	78
实验六 IP 实验	79
实验七 ICMP 实验	80
实验八 UDP 实验	81
实验九 TCP 实验	82
2.4 常用网络测试工具的使用	83
2.4.1 设置和查看网络接口 工具：ipconfig	83
2.4.2 测试网络连通状态工具：ping	86
2.4.3 显示网络状态工具：netstat	90
2.4.4 显示经过的网关工具：tracert	91
实验十 网络测试工具实验 1	94
实验十一 网络测试工具实验 2	95
2.5 IPv6 技术	96
2.5.1 IPv6 简介	96
2.5.2 IPv6 首部结构	96
2.5.3 ICMPv6 协议	99
2.5.4 NDP 协议	102

实验十二 IPv6 实验	107	3.5 邮件应用	172
<b>第 3 章 应用层的典型服务</b>	<b>109</b>	3.5.1 邮件应用理论基础	172
3.1 DNS 应用	109	3.5.2 邮件客户端	176
3.1.1 DNS 理论基础	109	3.5.3 协议实例分析	179
3.1.2 DNS 客户端	114	3.5.4 架设邮件服务器	182
3.1.3 协议实例分析	116	实验十七 邮件服务器的配置	184
3.1.4 Windows 系统下架设 DNS 服务器	119	<b>第 4 章 路由器配置基础</b>	<b>186</b>
3.1.5 在 RHEL 5.2 上架设 DNS 服务器	121	4.1 路由器的基础知识	186
实验十三 DNS 服务器的配置	126	4.1.1 基本概念	186
3.2 WWW 应用	127	4.1.2 路由器的功能	186
3.2.1 WWW 理论基础	127	4.1.3 路由器的构成	186
3.2.2 HTTP 客户端	130	实验十八 认识路由器及其接口	188
3.2.3 协议实例分析	131	实验十九 路由器的基本管理方法	189
3.2.4 Windows 系统下架设 Web 服务器	133	4.2 路由器的文件维护	195
3.2.5 在 RHEL 5.2 上架设 Web 服务器	136	4.2.1 路由器的基本存储组件	195
实验十四 WWW 服务器的配置	141	4.2.2 路由器的启动过程	195
3.3 TELNET 应用	142	实验二十 路由器的系统文件维护	196
3.3.1 TELNET 理论基础	142	实验二十一 路由器的配置文件维护	201
3.3.2 TELNET 客户端	147	4.3 广域网配置基础	204
3.3.3 协议实例分析	150	4.3.1 广域网基本概念	204
3.3.4 Windows 系统下架设 TELNET 服务器	152	4.3.2 广域网基本封装协议	204
实验十五 TELNET 应用实验	155	实验二十二 路由器广域网 HDLC 封装配置	205
3.4 FTP 应用	156	实验二十三 路由器广域网 PPP 封装配置	208
3.4.1 FTP 协议基础	156	实验二十四 路由器广域网 PPP 封装 PAP 认证配置	211
3.4.2 FTP 客户端	159	实验二十五 广域网 PPP 封装 CHAP 认证配置	213
3.4.3 协议实例分析	162	4.4 路由表的建立和静态路由配置	215
3.4.4 Windows 系统下架设 FTP 服务器	164	4.4.1 路由表的概念	215
3.4.5 在 RHEL 5.2 上架设 FTP 服务器	167	4.4.2 路由表的建立	215
实验十六 FTP 服务器的配置	171	4.4.3 静态路由的概念	216
		实验二十六 静态路由的配置	216
		4.5 RIP 协议	222
		4.5.1 RIP 协议基础	222
		4.5.2 RIP 协议版本	222

实验二十七 路由器 RIP 1 的配置	223	<b>第 5 章 交换机配置基础</b>	276
实验二十八 路由器 RIP 2 的配置	227	5.1 交换机的基本概念	276
4.6 OSPF 协议配置	233	5.1.1 交换机的 3 种交换方式	276
4.6.1 基本概念	233	5.1.2 VLAN 的基本概念	277
4.6.2 OSPF 协议支持的网络类型	235	5.1.3 生成树协议	277
4.6.3 OSPF 的 5 种报文类型	235	5.2 VLAN 中继	278
实验二十九 单区域 OSPF 配置	235	5.2.1 VTP 协议	279
实验三十 多区域 OSPF 配置	240	5.2.2 VLAN 端口的分类	280
实验三十一 OSPF 末梢区域和完全末梢 区域的配置	243	5.2.3 VLAN 数据帧跨交换机的传输	280
实验三十二 OSPF 路由汇总配置	246	实验三十九 交换机基础配置	281
4.7 路由再发布	249	实验四十 交换机 VLAN 划分	284
4.7.1 路由再发布的基本概念	249	实验四十一 二层交换机 Trunk 配置	289
4.7.2 管理距离和度量值	250	实验四十二 三层交换机逻辑接口及 路由配置	293
实验三十三 静态路由和直连路由引入配置	250	5.3 交换机的安全配置	298
实验三十四 路由再发布的配置	253	实验四十三 交换机 MAC 地址与端口绑定	299
4.8 访问控制列表和网络地址转换	257	实验四十四 AM 实现	302
4.8.1 访问控制列表的基本概念	257	<b>第 6 章 防火墙配置基础</b>	305
4.8.2 网络地址转换的基本概念	259	6.1 防火墙基础	305
4.8.3 NAT 的原理	259	6.1.1 有关防火墙的几个基本概念	305
4.8.4 NAT 使用的几种情况	260	6.1.2 防火墙的初始配置	306
实验三十五 标准访问控制列表的配置	260	6.2 防火墙的实现技术与分类	306
实验三十六 扩展访问控制列表的配置	263	6.2.1 防火墙的实现技术	306
实验三十七 NAT 地址转换的配置	266	6.2.2 防火墙的分类	307
4.9 BGP 基础	270	6.3 防火墙的工作模式	307
4.9.1 基本概念	270	6.3.1 防火墙的路由模式	307
4.9.2 BGP 的基本属性	270	6.3.2 防火墙的透明模式	308
4.9.3 BGP 的选路过程	271	6.3.3 防火墙的混合模式	308
4.9.4 AS 内部的同步	271	实验四十五 防火墙配置基础实验	308
实验三十八 BGP 的基本配置	271	<b>附录 综合实验</b>	315
		<b>参考文献</b>	319



# 第 1 章 计算机网络基础

20 世纪 60 年代，随着计算机与通信技术的结合，计算机网络诞生了。借助计算机网络，人们可以实现信息的交换和共享。如今，从机关到学校、从海关到银行、从企业到商场、从办公室到家庭，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。网络不仅仅代表着一项技术、一种应用，而且代表着一个时代、一种时尚。

本章主要介绍计算机网络的基本概念、理论、技术及应用。

## 1.1 计算机网络概述

计算机网络的建立和使用是计算机与通信技术发展相结合的产物，它是信息高速公路的重要组成部分。计算机网络使人们不受时间和地域的限制，实现资源共享。

### 1.1.1 计算机网络的概念

计算机网络可以从不同角度来定义。

① 从技术上讲，计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物，通过计算机来处理各种数据，再通过各种通信设备和线路实现数据的传输。

② 从组成结构来讲，计算机网络是通过通信设备和连线，将分布在相同或不同地域的多台计算机连接在一起的集合。

③ 从应用的角度讲，只要将具有独立功能的多台计算机连接在一起，能够实现各计算机间信息的交换，并可共享计算机资源的系统便可称为计算机网络。

综上所述，将分布在不同地域的一群具有独立功能的计算机通过通信设备和传输介质互连起来，在通信软件的支持下，实现计算机间资源共享、信息交换的系统，称为计算机网络。

图 1-1-1 给出了一个简单网络系统的示意图，它将若干台计算机、打印机和其他外部设备

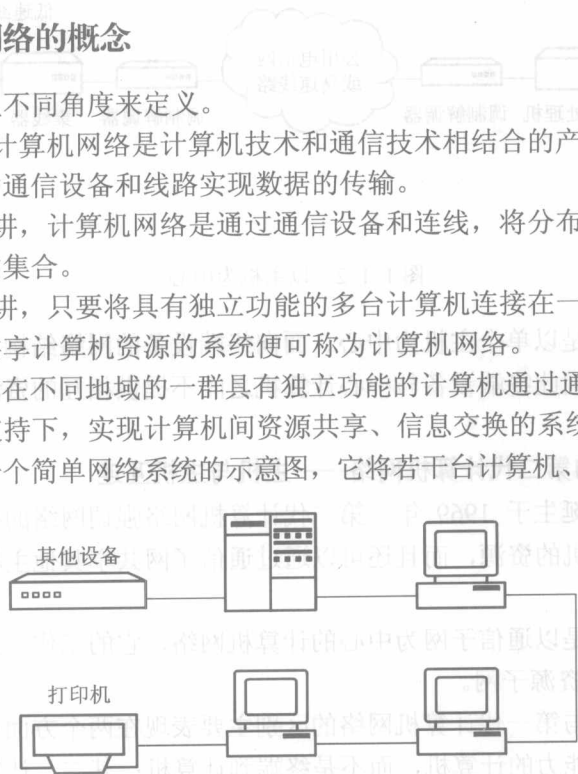


图 1-1-1 一个简单的网络系统

连接成一个整体。连接在网络中的计算机、外部设备、通信控制设备等称为网络节点。

### 1.1.2 计算机网络的发展

计算机网络从诞生到现在已经过了多次重大的发展和变化, 根据不同时期的变化特点可将其分为以下 4 个发展阶段。

#### 1. 面向终端的第一代计算机网络——终端与主机互连

计算机网络大约诞生于 1954 年。随着当时一种既能发送信息又能接收信息的终端设备(用户端不具备数据的存储和处理能力)的研制成功, 人们实现了将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送到远程计算机上。此后, 电传打字机也作为远程终端与计算机实现了互连, 用户可以在远程的电传打字机上输入自己的程序, 经计算机处理后, 程序又指挥计算机将处理结果再传送给电传打字机, 并在电传打字机上打印输出, 第一代计算机网络就这样问世了, 并最终形成如图 1-1-2 所示的通信形式。

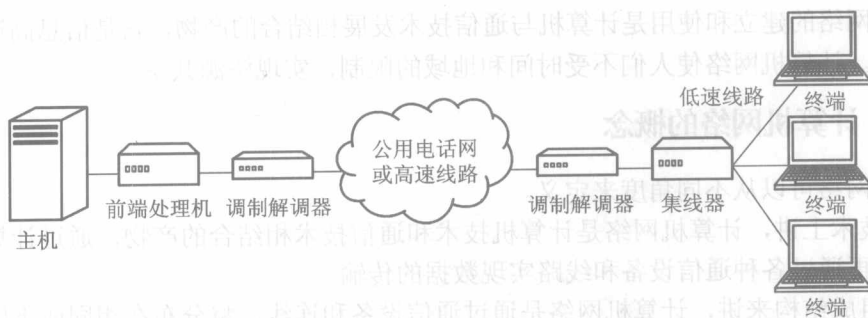


图 1-1-2 以主机为中心

第一代计算机网络是以单个主机为中心、面向终端设备的网络结构。由于终端设备不能为中心计算机提供服务, 因此终端设备与中心计算机之间不提供相互的资源共享, 网络功能以数据通信为主。

#### 2. 强调整体性能的第二代计算机网络——主机与主机互连

第二代计算机网络诞生于 1969 年。第二代计算机网络强调网络的整体性, 用户不仅可以共享与之直接相连的主机的资源, 而且还可以通过通信子网共享其他主机或用户的软、硬件资源, 如图 1-1-3 所示。

第二代计算机网络是以通信子网为中心的计算机网络, 它的工作方式一直延续到现在, 即计算机网络=通信子网+资源子网。

第二代计算机网络与第一代计算机网络的差别主要表现在两个方面: 其一, 网络中的通信双方都是具有自主处理能力的计算机, 而不是终端到计算机; 其二, 计算机网络功能以资源共享为主, 而不是以数据通信为主。

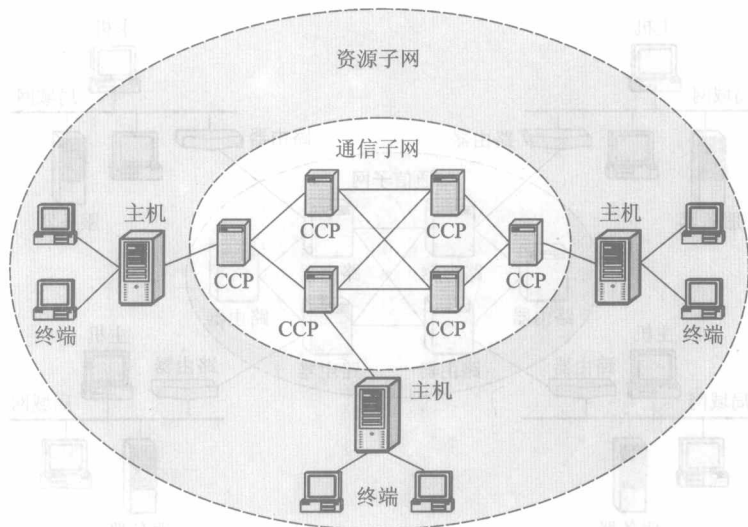


图 1-1-3 以通信子网为中心

### 3. 以 OSI 模型为基础的第三代计算机网络——网络与网络互连

早期计算机之间的组网是有条件的，在同一网络中只能存在同一公司生产的计算机和网络设备，不同公司之间的网络不能互连互通。针对这种情况，国际标准化组织 ISO (International Organization for Standardization) 于 1977 年设立了专门机构研究解决上述问题，不久后提出了一个使各种计算机能够在世界范围内互连的标准框架，即开放系统互连参考模型 (open system interconnection/recommended model, OSI/RM)，简称为 OSI 参考模型。OSI 参考模型是一个开放体系结构，它规定将网络分为 7 层，并规定了每层的功能 (参见 2.1.2 小节)。OSI 参考模型的出现，意味着计算机网络发展到第三代。

OSI 参考模型的提出，为计算机网络技术的发展开创了一个新的纪元，为计算机网络的互连奠定了理论基础。从此，计算机网络进入了标准化网络发展阶段，如图 1-1-4 所示。

### 4. 宽带综合的第四代计算机网络——多媒体信息互连

第四代计算机网络是在进入了 20 世纪 90 年代后，随着多媒体技术和数字通信的出现而产生的，其主要特点是综合化。

综合化是指将多种业务综合到一个网络中实现。例如将语音、数据、图像等信息以二进制代码的数字形式综合到一个网络中进行传送，这样的网络就称为综合业务数字网 ISDN (integrated service digital network)，电信部门所提供的“一线通”即为 ISDN 中的一种通信方式。如果说 ISDN 开创了网络综合化的先河，那么同样以普通电话线作为传输介质的 ADSL (asymmetrical digital subscriber loop, 非对称数字用户环路) 技术和以有线电视作为传输介质的线缆调制解调器 (cable modem) 技术的广泛应用，将网络综合化的应用推向了高峰。现在，许多城市的普通用户都可以申请 ADSL 或 cable modem 以实现真正意义上的宽带接入。

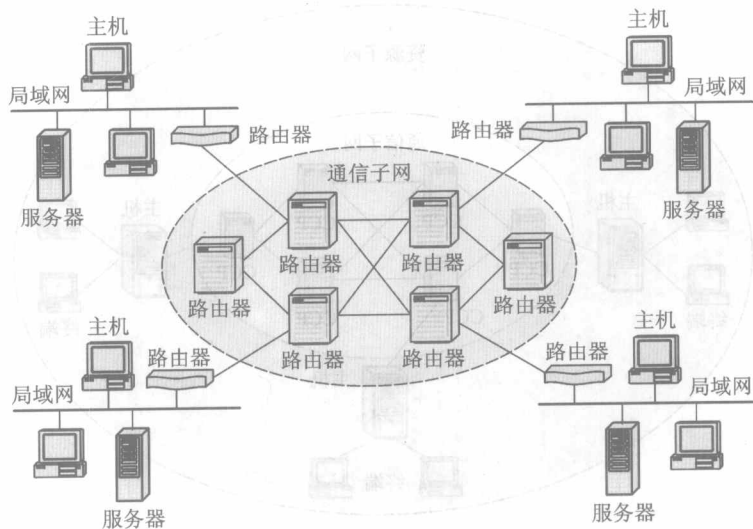


图 1-1-4 第三代开放的计算机网络

网络综合化的另一种形式就是“三网合一”。简单来说，“三网合一”是指在宽带环境下，将传统的电信网、广播电视网和计算机网络这3个不同信道所实现的不同功能整合到一个信息平台上，提供文字、数据、影视、声音等无所不包的宽带业务服务，用户可以在一条线、一台电视机上享受打IP电话、看电视和快速上网冲浪。三网合一、宽带服务代表着未来的信息生活。

### 1.1.3 计算机网络的主要功能

计算机网络的功能主要体现在数据通信、资源共享、增强可靠性和分布式处理4个方面。

#### 1. 数据通信

数据通信功能是计算机网络最基本的功能，主要完成网络中各个节点之间的信息交换。如文件传输、IP电话、E-mail、视频会议、ICQ信息广播、交互式娱乐、音乐、电子商务、远程教育等活动。

#### 2. 资源共享

网络上的资源包括硬件、软件和数据（数据库）资源。在网络范围内的各种输入输出设备、大容量的存储设备、高性能的计算机等都是可以共享的网络资源，对于一些价格昂贵又不经常使用的设备，可通过网络共享提高设备的利用率和节省重复投资。

网上的数据库和各种信息资源是共享的一个主要内容。因为任何的用户都不可能自己把需要的各种信息收集齐全，况且也没有这个必要，计算机网络提供了这样的便利，全世界的信息资源可通过Internet实现共享。

#### 3. 增强可靠性

利用计算机网络可替代的资源，可提供连续的高可靠服务。在单一系统内，单个部件或计

算机的失效会使系统难于继续工作。但在计算机网络中，每种资源（尤其程序和数据）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. 分布式处理

所谓分布式处理是指在分布式操作系统统一调度下，各计算机协调工作，共同完成一项任务，如并行计算。这样，就可将一项复杂的任务划分成许多部分，由网络内各计算机分别完成有关的部分，从而使整个系统的性能大大提高。

### 1.1.4 计算机网络的基本组成

计算机网络是一个复杂的系统。计算机网络的组成根据应用范围、目的、规模、结构以及采用的技术的不同而不尽相同。但是，计算机网络都必须包括网络硬件和网络软件两大部分。网络硬件提供的是数据处理、数据传输和建立通信通道的物质基础，而网络软件是真正控制数据通信的“灵魂”；软件的各种网络功能须依赖于硬件去完成，两者缺一不可。

计算机网络的基本组成主要包括如下 4 部分，常称为计算机网络四大要素。

#### 1. 计算机

计算机是计算机网络的重要组成部分，是计算机网络不可缺少的硬件元素。计算机网络连接的计算机可以是巨型机、大型机、小型机、工作站或微型机，以及笔记本电脑或其他数据终端设备。

网络中计算机的主要作用是负责数据信息的收集、处理、存储、传输和提供共享资源。

#### 2. 通信线路和通信设备

计算机网络的硬件部分除了计算机本身以外，还要有用于连接这些计算机的通信线路和通信设备，即数据通信系统。其中，通信线路指的是传输介质及其介质连接部件，包括电缆（同轴、双绞）、光缆、无线（红外、微波、卫星）等。通信设备指网络连接设备、网络互连设备，包括网卡、集线器（hub）、中继器（repeater）、交换机（switch）、网桥（bridge）和路由器（router）以及调制解调器（modem）等其他的通信设备。使用通信线路和通信设备将计算机互连起来，在计算机之间建立一条物理通道，以便传输数据。

通信线路和通信设备负责控制数据的发出、传送、接收和转发，包括信号转换、路径选择、编码与解码、差错校验、通信控制管理等，以便完成信息交换。通信线路和通信设备是连接计算机系统的桥梁，是数据传输的通道。

#### 3. 网络协议

协议是指通信双方必须共同遵守的约定和通信规则，如 TCP/IP 协议、NetBEUI 协议、IPX/SPX 协议。在网络上通信的双方必须遵守相同的协议，才能正确地交流信息。因此，协议在计算机网络中是至关重要的。

一般说来，协议的实现是由软件和硬件分别或配合完成的，有的部分由连网设备来承担。

#### 4. 网络软件

网络软件是一种在网络环境下使用和运行或者控制和管理网络工作的计算机软件。根据软

件的功能, 计算机网络软件可分为网络系统软件和网络应用软件两大类。

### (1) 网络系统软件

网络系统软件是控制和管理网络运行、提供网络通信、分配和管理共享资源的网络软件, 它包括网络操作系统 (network operating system, NOS)、网络协议软件、通信控制软件和管理软件等。

### (2) 网络应用软件

网络应用软件是指为某一个应用目的而开发的网络软件 (如远程教学软件、电子图书馆软件、Internet 信息服务软件等)。网络应用软件为用户提供访问网络的手段、网络服务、资源共享和信息的传输。

## 1.1.5 计算机网络的拓扑结构

拓扑学是几何学的一个分支。拓扑学首先把实体抽象成与其大小、形状无关的点, 将连接实体的线路抽象成线, 进而研究点、线、面之间关系, 从而使人们对实体整体有明确的全貌印象。铁路交通图、航空线路图等都是运用拓扑学绘制的。计算机网络的拓扑结构是网络中节点 (计算机或设备) 和通信线路的几何排列形式。

计算机网络有很多拓扑结构, 最常用的网络拓扑有如下几种。

### 1. 总线型结构

总线型结构采用一条单根的通信线路 (总线) 作为公共的传输通道, 所有的节点都通过相应的接口直接连接到总线上, 并通过总线进行数据传输, 如图 1-1-5 (a) 所示。

总线型网络使用广播式传输技术, 总线上的所有节点都可以发送数据到总线上, 数据沿总线传播。但是, 由于所有节点共享同一条公共通道, 所以在任何时候只允许一个站点发送数据。当一个节点发送数据并在总线上传播时, 数据可以被总线上的其他所有节点接收。各站点在接收数据后, 分析目的物理地址再决定是否接收该数据。粗、细同轴电缆以太网就是这种结构的典型代表。

总线型拓扑结构具有如下特点。

- ① 结构简单灵活, 易于扩展; 共享能力强, 便于广播式传输。
- ② 网络响应速度快, 但负荷重时性能迅速下降; 局部站点故障不影响整体, 可靠性较高。但是, 一旦总线出现故障, 则将影响整个网络。

③ 易于安装, 费用低。

### 2. 星状结构

星状结构的每个节点都由一条点到点链路与中心节点 (公用中心交换设备, 如交换机等) 相连, 如图 1-1-5 (b) 所示。

星状结构的信息传输是通过中心节点的存储转发技术实现的, 并且只能通过中心站点与其他站点通信。

星状拓扑结构具有如下特点。

- ① 结构简单，便于管理和维护；易实现结构化布线；结构易扩充，易升级。
- ② 通信线路专用，电缆成本高。
- ③ 星状结构的网络由中心节点控制与管理，中心节点的可靠性基本上决定了整个网络的可靠性。
- ④ 中心节点负担重，易成为信息传输的瓶颈，且中心节点一旦出现故障，会导致全网瘫痪。

### 3. 环状结构

环状结构是各个网络节点通过环接口连在一条首尾相接的闭合环状通信线路中，如图 1-1-5 (c) 所示。

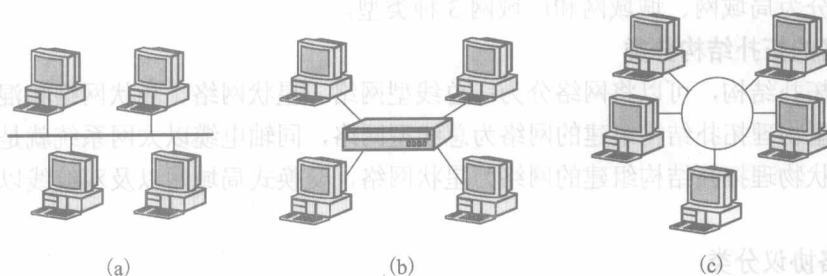


图 1-1-5 总线型、星状、环状结构

环状结构有两种类型，即单环结构和双环结构。令牌环 (token ring) 是单环结构的典型代表，光纤分布式数据接口 (fiber distributed data interface, FDDI) 是双环结构的典型代表。环状拓扑结构具有如下特点。

- ① 在环状网络中，各工作站间无主从关系，结构简单；信息流在网络中沿环单向传递，延迟固定，实时性较好。
- ② 两个节点之间仅有唯一的路径，简化了路径选择，但可扩充性差。
- ③ 可靠性差，任何线路或节点的故障，都有可能引起全网故障，且故障检测困难。

### 4. 混合型结构

混合型结构是由以上几种拓扑结构混合变化而成的，如环星状结构，如图 1-1-6 所示。

此外，还有从星状结构演变而来的树状结构和从环状结构演变而来的网状结构。

树状结构是各节点按一定的层次连接起来，形状像一棵倒置的树。

网状结构是指将各网络节点互连成不规则的形状，每个节点至少与其他两个节点相连。

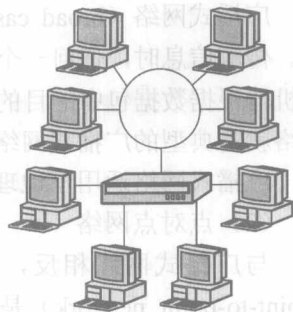


图 1-1-6 混合型结构

### 1.1.6 计算机网络的分类

对刚接触网络的人来讲,常常会听到各种各样的网络类型,如“局域网”、“广域网”、“校园网”、“以太网”、“Novell网”、“互联网”等,而且对某一种网络又有多种说法,使人们很容易混淆,不知哪一种说法是正确的。其实这些说法都没错,因为计算机网络可以有不同的分类方法。常用的分类方法有:按网络覆盖的地理范围分类、按网络的拓扑结构分类、按网络协议分类、按传输介质分类、按通信方式分类、按交换技术分类、按网络操作系统分类等。

#### 1. 按网络覆盖的地理范围分类

按网络覆盖的地理范围分类是最常用的分类方法。按照网络覆盖的地理范围的大小,可以把计算机网络分为局域网、城域网和广域网3种类型。

#### 2. 按网络的拓扑结构分类

按网络的拓扑结构,可以将网络分为:总线型网络、星状网络、环状网络和混合型网络。例如,以总线型物理拓扑结构组建的网络为总线型网络,同轴电缆以太网系统就是典型的总线型网络;以星状物理拓扑结构组建的网络为星状网络,交换式局域网以及双绞线以太网系统都是星状网络。

#### 3. 按网络协议分类

根据使用的网络协议,可以将网络分为:使用IEEE 802.3标准协议的以太网(Ethernet);使用IEEE 802.5标准协议的令牌环网(token-ring network);另外,还有FDDI网、ATM(asynchronous transfer mode,异步传输方式)网、X.25网、TCP/IP网等。

#### 4. 按传输介质分类

根据网络使用的传输介质,可以将网络分为:双绞线网络、同轴电缆网络、光纤网络、无线网络(以无线电波为传输介质)和卫星数据通信网络(通过卫星进行数据通信)等。

#### 5. 按通信方式分类

根据所使用的数据通信方式,可以将网络分为:广播式网络和点对点网络。

##### (1) 广播式网络

广播式网络(broad cast network)中仅使用一条通信信道,该信道由网络上的所有节点共享。传输信息时,任何一个节点都可以发送数据分组到每台机器上,被其他所有节点接收。这些机器根据数据包中的目的地址进行判断,如果是发给自己的则接收,否则便丢弃它。总线型网络就是典型的广播式网络。

广播式网络适用于地理范围小或保密性要求不高的网络。

##### (2) 点对点网络

与广播式网络相反,数据以点对点的方式在计算机或通信设备中传输。点对点网络(point-to-point network)是将一对对机器通过多条路径连接而成,在每对机器之间都有一条专用的通信信道,不存在信道共享的情况。当一台计算机发送数据分组后,它会根据目的地址,经过一系列的中间设备的转发,直接到达目的站点。点对点通信是大型网络普遍采用的数据传



输方式。

另外，按网络所使用的交换技术分类，有电路交换网、报文交换网和分组交换网等；按网络所使用的操作系统分类，有 Windows NT 网络、NetWare 网络、UNIX 网络等。

### 1.1.7 网络操作系统简介

网络系统和计算机系统一样，仅有网络硬件而不安装网络软件就构不成网络系统。网络软件包括网络操作系统、编程语言、数据库管理系统、网络通信软件和用户程序。计算机网络像计算机一样，也需要网络操作系统来支持。

网络操作系统是具有网络功能的操作系统。它除了具有通用操作系统的功能外，还应具有网络的支持功能，能管理整个网络的资源。相对单机操作系统而言，网络操作系统具有如下显著特点。

① 复杂性。单机操作系统的主要功能是对本机的软硬件资源进行管理，网络操作系统要对全网进行管理，以实现整个系统的资源共享。除了资源共享外，另一重要任务是机间通信与同步。因此，网络操作系统的复杂性表现在各个方面。

② 并行性。网络操作系统在每个节点机上的程序都可以并行执行，一个用户的作业既可以分配到自己登录的节点机上，也可以分配到远程节点机上。

③ 安全性。网络操作系统的安全性表现在：可对不同用户规定不同的权限；对进入网络的用户能提供身份验证机制；网络本身保证了数据传输的安全和保密。

目前，网络操作系统主要有三大系列：UNIX/Linux、NetWare 和 Windows NT 操作系统。

#### 1. UNIX 操作系统

UNIX 网络操作系统出现于 20 世纪 60 年代，最初是为第一代网络所开发的，是标准的多用户终端系统。在采用 UNIX 操作系统的网络上，所有应用软件、文件和数据都集中保存在一个地方，其他用户终端则通过网络来访问这些资源。UNIX 操作系统是典型的 32 位多用户多任务的网络操作系统，它主要应用于从事工程设计、科学计算以及 CAD 等工作的小型机和大型机上。由于 UNIX 的安装、管理和维护都比较专业，所以在中小型局域网中使用得很少。

#### 2. Linux 操作系统

Linux 是由芬兰人 Linus Torvalds 于 1991 年开发的、可以免费使用和自由传播的类 UNIX 操作系统，主要用于基于 Intel x86 系列 CPU 的计算机上。这个系统是由世界各地的成千上万的程序员设计和实现的，其目的是建立不受任何商品化软件的版权制约的、全世界都能自由使用的 UNIX 兼容产品。Linux 自诞生以来，凭借其稳定、安全、高性能、高扩展性、友好的用户界面、强大的网络功能等优点，得到了广大用户的欢迎，同时也得到了 IBM、Intel、AMD、DELL、Oracle、Sybase 等国际著名企业的大力支持，市场份额不断扩大，成为目前最流行的操作系统之一。

绝大多数基于 Linux 内核的操作系统使用了大量的 GNU 软件，包括 shell 程序、程序库、编译器及工具，以及许多其他程序，例如 Emacs。正因为如此，GNU 计划的创立者 Richard