



普通高等教育“十二五”规划教材

JISUANJI WANGLUO

计算机网络

主 编 李 娟 李永杰



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十二五”规划教材

计 算 机 网 络

主 编 李 娟 李永杰
副主编 陈 斌 魏国珩
周学广 杨路刚

北京邮电大学出版社

• 北京 •

内 容 介 绍

本书以计算机网络的各项基本技术和主流应用为基础,阐述计算机网络的基础知识和基本原理。本书的主要内容包括计算机网络概述、计算机网络基础、局域网、广域网与网络互联、Internet 技术与应用、网络管理与安全、网络系统工程实践。

在本书的编写过程中,坚持理论与实践并重的原则,各章在深入浅出地讲述基础理论后,通过项目实训进一步促进学习者对知识点的理解和消化,做到学以致用。

本书可作为高等学校公共基础课教材,也可供从事计算机与信息技术应用的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/李娟,李永杰主编. --北京:北京邮电大学出版社,2016.9

ISBN 978-7-5635-4667-1

I. ①计… II. ①李…②李… III. ①计算机网络 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 008363 号

书 名	计算机网络
主 编	李 娟 李永杰
责任编辑	向 蕾
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-82333010 62282185(发行部) 010-82333009 62283578(传真)
网 址	www3.buptpress.com
电子信箱	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京泽宇印刷有限公司
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	15.5
字 数	376 千字
版 次	2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4667-1

定 价: 35.00 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究

前言

计算机网络近年来获得了飞速的发展,现已成为我们社会结构的一个基本组成部分,因而,计算机网络课程已不再是计算机或网络类专业的“专利”课程。目前,我国各类院校的大多数专业均开设计算机网络技术与应用类课程,特别是理工科类专业。该课程的设置旨在普及网络基础知识及基本应用技术,而现已出版的计算机网络教材多偏重于原理教学,内容较深,不能很好地满足非计算机或网络类专业的教学需求。因而,作者编写了本书,力求理论与实践并重,技术指导应用,应用验证技术,技术的理解与应用的掌握相辅相成,以期获得良好的教学效果。

本书共分为7章。第1章计算机网络概述,主要介绍计算机网络的基本概念、计算机网络的产生与发展、计算机网络的拓扑结构、计算机网络的分类、网络操作系统和计算机网络的前沿技术。第2章计算机网络基础,主要介绍数据通信的基本知识、计算机网络的体系结构、TCP/IP模型及相关协议。第3章局域网,主要介绍局域网概述、介质访问控制技术、交换式局域网、虚拟局域网和无线局域网。第4章广域网与网络互联,主要介绍广域网的基本概念、广域网技术和网络互联的基础知识。第5章Internet技术与应用,主要介绍Internet的基础知识、Internet服务与技术和Internet应用。第6章网络管理与安全,主要介绍网络管理、网络安全的基础知识和网络安全技术。第7章网络系统工程实践,主要介绍网络工程规划与建设、网络系统设计和网络综合布线系统。

本书较为系统地介绍了计算机网络的基础知识和基本技术,为突出应用性,每章的最后一节为“项目实训”,以便更好地配合任课老师实践环节的教学。本书的教学内容可参考如下课时分配表。

章节	内容	讲授课时	实训课时	合计
第1章	计算机网络概述	2	2	4
第2章	计算机网络基础	6	2	8
第3章	局域网	4	2	6
第4章	广域网与网络互联	4	2	6
第5章	Internet技术与应用	4	2	6
第6章	网络管理与安全	4	2	6
第7章	网络系统工程实践	2	2	4
课时总计		26	14	40

本书由李娟、李永杰担任主编,由陈斌、魏国珩、周学广、杨路刚担任副主编。其中,第1章由李永杰编写,第2章由陈斌编写,第3章、第5章由李娟编写,第4章由周学广编写,第6章由魏国珩编写,第7章由杨路刚编写,全书由李娟统稿。另外,周钢、梁英杰、罗勇、吕晓、黄颖等也参与了本书的编写工作。海军工程大学电子工程学院计算机系给予本书的编写提供了大力的支持与帮助,在此深表感谢!

由于编者水平所限,书中难免存在不妥与错误之处,恳请同行及读者批评指正。

编 者
2016.8

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的基本概念	1
1.1.1 计算机网络的定义	1
1.1.2 计算机网络的功能	1
1.1.3 计算机网络的组成	2
1.1.4 计算机网络的主要性能指标	3
1.2 计算机网络的产生与发展	4
1.3 计算机网络的拓扑结构	8
1.4 计算机网络的分类	12
1.4.1 按网络覆盖的地理范围分类	12
1.4.2 按服务模式分类	13
1.4.3 按网络传输介质分类	14
1.4.4 按网络的使用性质分类	15
1.5 网络操作系统	16
1.5.1 网络操作系统的基本概念	16
1.5.2 Windows Server 2008 介绍	16
1.5.3 其他常用的网络操作系统	18
1.6 计算机网络的前沿技术	19
1.6.1 云计算	19
1.6.2 物联网技术	20
1.7 项目实训	22
1.7.1 绘制网络结构图	22
1.7.2 安装 Windows Server 2008	23
本章小结	28
思考与练习	28
第 2 章 计算机网络基础	29
2.1 数据通信基础知识	29
2.1.1 基本概念	29
2.1.2 数据传输方式	31

2.1.3	多路复用技术	33
2.1.4	数据交换技术	34
2.1.5	数据传输介质	35
2.2	网络体系结构	38
2.2.1	网络体系结构的发展	38
2.2.2	网络体系结构的分层原理	39
2.2.3	网络协议	40
2.2.4	OSI 参考模型	41
2.3	TCP/IP 模型及相关协议	45
2.3.1	TCP/IP 模型	45
2.3.2	TCP/IP 协议簇	46
2.3.3	IP 地址	49
2.3.4	IPv6	53
2.4	项目实训	54
2.4.1	双绞线的制作	54
2.4.2	TCP/IP 属性设置	57
2.4.3	两台计算机互连	60
	本章小结	66
	思考与练习	66
第3章	局域网	67
3.1	局域网概述	67
3.1.1	局域网定义	67
3.1.2	局域网参考模型	69
3.1.3	局域网标准	71
3.2	介质访问控制技术	73
3.2.1	介质访问控制的基本原理	73
3.2.2	CSMA/CD 控制方法	75
3.2.3	令牌环访问控制方法	76
3.2.4	令牌总线访问控制方法	78
3.3	以太网技术	79
3.3.1	传统以太网	79
3.3.2	快速以太网	82
3.3.3	千兆位以太网	84
3.3.4	万兆位以太网	87
3.4	交换式局域网	88
3.4.1	交换式局域网概述	88
3.4.2	局域网交换机	90

3.5 虚拟局域网	92
3.5.1 虚拟局域网概述	92
3.5.2 虚拟局域网标准	94
3.5.3 虚拟局域网的连接与划分	95
3.5.4 虚拟局域网之间的通信	98
3.6 无线局域网	100
3.6.1 无线局域网概述	100
3.6.2 无线局域网的标准与协议	101
3.6.3 无线局域网的结构	102
3.7 项目实训	104
3.7.1 构建有线局域网	104
3.7.2 构建无线局域网	106
3.7.3 子网与虚拟局域网规划	108
本章小结	110
思考与练习	111
第4章 广域网与网络互联	112
4.1 广域网概述	112
4.1.1 广域网的概念	112
4.1.2 广域网的类型	113
4.1.3 广域网数据交换	114
4.2 广域网技术	115
4.2.1 公共电话交换网	115
4.2.2 X.25 分组交换网	115
4.2.3 综合业务数字网	117
4.2.4 帧中继网	118
4.2.5 异步传输模式网	120
4.2.6 数字数据网	122
4.3 网络互联	124
4.3.1 网络互联的概念	124
4.3.2 网络互联的类型及层次	126
4.3.3 网络互联设备	129
4.3.4 虚拟专用网	131
4.4 项目实训	135
4.4.1 局域网-局域网互联	135
4.4.2 局域网-广域网互联	137
4.4.3 Windows Server 2008 实现 VPN 服务	141
本章小结	146

思考与练习	146
第 5 章 Internet 技术与应用	147
5.1 Internet 的基础知识	147
5.1.1 Internet 的概念	147
5.1.2 Internet 的形成与发展	148
5.1.3 Internet 在中国	149
5.1.4 Internet 的接入方式	150
5.2 Internet 服务与技术	154
5.2.1 域名系统服务	154
5.2.2 万维网服务	157
5.2.3 电子邮件服务	160
5.2.4 文件传输服务	162
5.2.5 P2P 技术	164
5.3 Internet 应用	165
5.3.1 信息检索	165
5.3.2 即时通信	167
5.3.3 论坛与博客	168
5.3.4 电子商务	169
5.3.5 社交网络	171
5.3.6 Intranet	172
5.4 项目实训	173
5.4.1 通过 ADSL 接入 Internet	173
5.4.2 Windows Server 2008 搭建 Web 服务	177
5.4.3 Outlook 2010 邮件收发	183
本章小结	186
思考与练习	187
第 6 章 网络管理与安全	188
6.1 网络管理	188
6.1.1 网络管理的功能	188
6.1.2 网络管理的体系结构	190
6.1.3 网络管理协议 SNMP	192
6.2 网络安全基础知识	194
6.2.1 网络安全的内涵	194
6.2.2 网络安全的内容	195
6.2.3 网络安全的威胁	196
6.2.4 网络安全的防护体系	197
6.3 网络安全技术	199

6.3.1 数据加密与数字签名	199
6.3.2 防火墙技术	201
6.3.3 入侵检测技术	206
6.3.4 病毒防范技术	209
6.4 项目实训	211
6.4.1 网络流量监控	211
6.4.2 防火墙设置	214
本章小结	218
思考与练习	219
第7章 网络系统工程实践	220
7.1 网络工程的规划和建设	220
7.1.1 一般步骤与基本原则	220
7.1.2 网络系统需求分析	221
7.1.3 网络工程项目管理与监理	223
7.1.4 网络系统的测试与验收	224
7.2 网络系统设计	226
7.2.1 层次化结构设计	226
7.2.2 网络站点设计	228
7.2.3 远程接入设计	228
7.2.4 网络性能及可靠性设计	229
7.3 综合布线系统	230
7.3.1 综合布线系统概述	230
7.3.2 网络综合布线的结构	231
7.3.3 网络综合布线的典型产品	234
7.4 项目实训	234
本章小结	236
思考与练习	237
参考文献	238

第1章 计算机网络概述

人类社会已经进入一个以网络为中心的信息时代,计算机网络已经深入到社会的各个领域,并已成为人们社会生活中不可缺少的重要组成部分。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科技水平,也是衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。

本章主要介绍计算机网络的基本概念、计算机网络的产生与发展、计算机网络的拓扑结构、计算机网络的分类、网络操作系统和计算机网络的前沿技术。本章的实训任务包括网络结构图绘制和 Windows Server 2008 网络操作系统的安装。

1.1 计算机网络的基本概念

1.1.1 计算机网络的定义

计算机网络是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备,通过通信线路连接起来,在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下,实现资源共享和信息传递的系统。

计算机网络的定义包含以下 3 种主要含义。

① 计算机网络是指自主计算机的互联集合。网络中的每台计算机可以独立工作,计算机之间通过通信介质连接,可以相互通信。

② 计算机的互联必须遵循约定的通信协议,并通过软硬件实现。

③ 计算机网络可以实现交互通信、资源共享、信息交换、协同工作及在线处理等功能。

从用户角度看,计算机网络可以理解为:由一个能为用户自动管理的网络操作系统调用完成用户所调用的资源,使得整个网络像一个大型计算机系统一样,其具体实现过程对用户是透明的。

以 Internet 为代表的计算机网络是近年来发展最迅速、应用最广泛的技术,它对当今社会的政治、经济、文化均产生了深远的影响,改变着人们的生活方式、工作方式和思维方式。

1.1.2 计算机网络的功能

计算机网络的基本功能可以归纳为数据通信、资源共享、分布式处理和综合信息服务 4

个方面。这4个方面的功能并不是各自独立存在的,它们之间是相辅相成的关系。以这些功能为基础,更多的网络应用得到了开发和普及。

1. 数据通信

数据通信功能即数据传输功能,这是计算机网络最基本的功能,主要完成计算机网络中各个节点(客户机、服务器、交换机、路由器等各种网络设备)之间的系统通信。典型的例子就是通过 Internet 收发电子邮件,可以很方便地实现异地交流。计算机网络最初期的主要用途之一就是在分散的计算机之间实现无差错的数据传输。

2. 资源共享

资源是指构成网络的所有要素,包括软硬件资源,如计算处理能力、大容量磁盘、高速打印机、绘图仪、通信线路、数据库、文件和其他计算机上的有关信息。由于受经济因素或其他因素的制约,这些资源并非也不可能由某一台单机独立拥有。网络上的计算机不仅可以使用自身的资源,也可以共享网络上的资源,从而增强计算机的处理能力,有效提高了计算机软硬件的利用率。

计算机网络建立的初期目的就是为了实现对分散的计算机系统的资源共享,以此提高各种设备的利用率,减少重复投资和劳动,进而实现分布式计算目标。

3. 分布式处理

通过计算机网络,可以将不同地点的或具有不同功能的或拥有不同数据的多台计算机用通信网络连接起来,在控制系统的统一管理控制下,协调地完成信息处理任务。对于许多综合性重大科研项目的计算和信息处理,可以利用计算机网络的分布式处理能力;将任务分散到不同计算机中进行处理,由这些计算机协同完成。

同时,计算机网络中的计算机可以互为备份,当一台计算机出现故障时,可以调用其他计算机实施替代任务,从而提高系统的可靠性。

4. 综合信息服务

网络的一大发展趋势是多元化。利用计算机网络,可以在信息化社会里实现对各种经济信息、技术情报和咨询服务的信息处理。计算机网络可以对文字、声音、图像、视频等多种信息进行传输、收集和处理。综合信息服务和通信服务一样,都是计算机网络的基本服务功能。

1.1.3 计算机网络的组成

计算机网络通俗地讲,就是由多台计算机及网络设备通过传输介质连接在一起在网络软件管理下工作的系统。总体上说,计算机网络由网络硬件、传输介质和网络软件3部分组成,如图1.1所示。

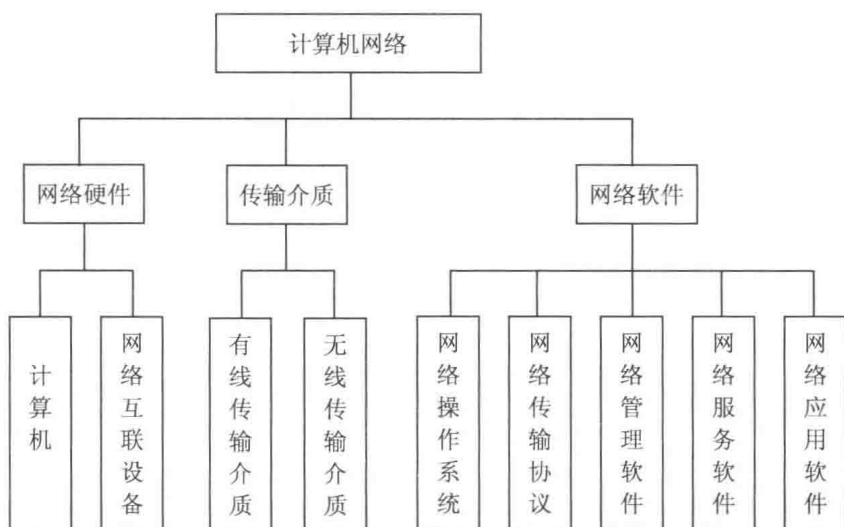


图 1.1 计算机网络的组成

1. 网络硬件

网络硬件指构成网络的节点,包括计算机和网络互联设备。计算机可以是服务器,也可以是工作站。网络互联设备包括集线器、交换机、路由器等。

2. 传输介质

传输介质指把网络节点连接起来的数据传输通道,包括有线传输介质和无线传输介质。传输介质是网络通信的物理基础,也是网络数据传输的通道,所有的网络数据都要经过传输介质进行传输。

3. 网络软件

网络软件是计算机网络中必不可少的资源,包括以下几类。

- 网络操作系统:用于管理本地和网络资源及相互通信的操作系统。
- 网络传输协议:连入网络的计算机必须共同遵守的一组规则和约定,用以保证数据传输和资源共享能顺利完成。
- 网络管理软件:对网络节点进行管理以保证网络正常运行的管理软件。
- 网络服务软件:用于特定的操作系统,提供网络服务的软件。
- 网络应用软件:能够与服务器通信,在网络环境下直接面向用户提供服务的软件。

1.1.4 计算机网络的主要性能指标

1. 速率

网络技术中的速率指的是连接在计算机网络上的主机在数字信道上传送数据的速率,它也称为数据率(data rate)或比特率(bit rate)。速率是计算机网络中最重要的一个性能指标。速率的单位是 bit/s(比特每秒,bit per second)。

2. 带宽

在计算机网络中,带宽表示在单位时间内从网络中的某一点到另一点所能通过的最高数据率,用以表示网络的通信线路所能传送数据的能力。带宽的单位是比特每秒,记为 bit/s。

3. 吞吐量

吞吐量表示在单位时间内通过某个网络(或信道、接口)的数据量。吞吐量更经常地用于对现实世界中的网络的一种测量,以便知道实际上到底有多少数据能够通过网络。显然,吞吐量受网络的带宽或网络的额定速率的限制。例如,对于一个 100 Mbit/s 的以太网,其额定速率是 100 Mbit/s,那么这个数值也是该以太网的吞吐量的绝对上限值。

4. 时延

时延是指数据从网络的一端传送到另一端所需的时间。时延是个很重要的性能指标,它有时也称为延迟或迟延。

5. 时延带宽积

把网络性能的两个性能指标——时延和带宽相乘,就得到了时延带宽积,即“时延带宽积=时延 $\times$ 带宽”。

6. 往返时间

在计算机网络中,往返时间也是一个重要的性能指标,它表示从发送方发送数据开始,到发送方收到来自接收方的确认(接收方收到数据后便立即发送确认)总共经历的时间。当使用卫星通信时,往返时间相对较长。

7. 利用率

利用率有信道利用率和网络利用率两种。信道利用率指某信道有百分之几的时间是被利用的(有数据通过),而完全空闲的信道的利用率是零。网络利用率是全网络的信道利用率的加权平均值。

1.2 计算机网络的产生与发展

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进一个崭新的信息社会,新的信息产业正以强劲的势头迅速崛起。如今,计算机网络已经历了由单一网络向互联网发展的过程。“网络才是计算机”的精辟论点充分体现出信息社会中计算机网络的重要基础地位。

计算机网络从 20 世纪 50 年代开始发展至今,经历了从简单到复杂、从单机到多机、由终端与计算机之间的通信演变到计算机与计算机之间的直接通信。计算机网络的发展大致

分为4个阶段:以单台计算机为中心的远程联机系统,构成面向终端的计算机网络;多个主机互联,各主机相互独立,无主从关系的计算机网络;具有统一的网络体系结构,遵循国际标准化协议的计算机网络;网络互联与高速网络。

1. 第1阶段——面向终端的计算机网络

20世纪50年代初,美国建立了半自动化地面防空系统(semi-automatic ground environment, SAGE),将计算机技术与通信技术结合起来完成远距离的数据通信,从而产生了通信网络的概念。

这个阶段的特征是计算机与终端互联,形成主机-终端系统(见图1.2),实现远程访问。由于终端没有独立处理数据的能力,其主要目的是进行数据通信,所以也将其称为数据通信型网络。

严格来说,在这个阶段,并没有形成真正的“网”,但开始了计算机技术与通信技术相结合的研究,是当代计算机网络发展的基础。所以,这个阶段可以称为计算机网络的雏形阶段。

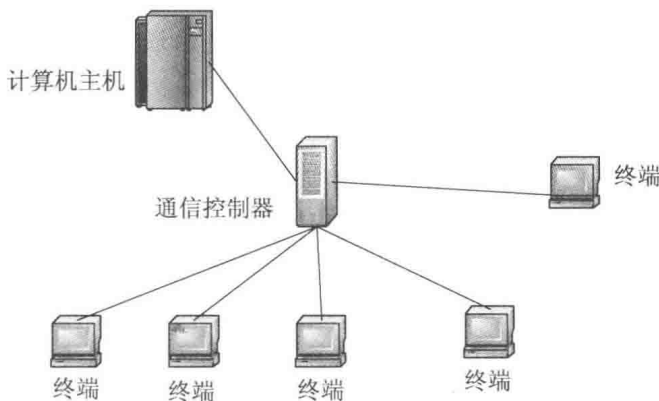


图 1.2 主机-终端系统

2. 第2阶段——分组交换计算机网络

20世纪60年代,英国国家实验室的戴维斯提出分组(packet)的概念,使得计算机与计算机之间可以进行通信,计算机网络进入直接通信阶段。1969年12月,美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)投入运行的 ARPANET 是这个阶段的典型代表,该网络是一个以实现资源共享为目的、具有通信功能的多计算机系统,其核心技术为分组交换技术。

这一阶段的计算机网络的特征是:计算机与计算机互联,采用分组交换技术实现计算机与计算机之间的通信,使计算机网络的结 构、概念都发生了变化,形成了通信子网和资源子网的网络结构,如图1.3所示。

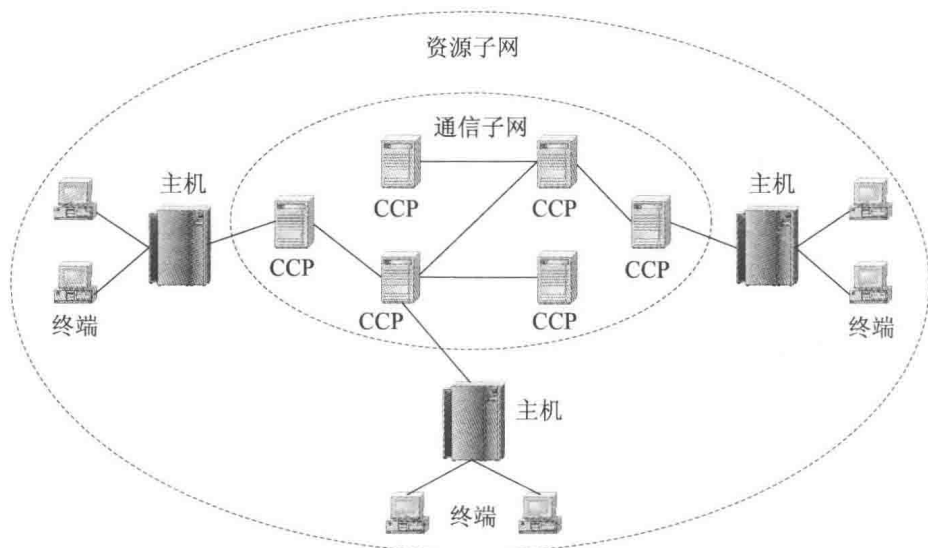


图 1.3 分组交换计算机网络示意图

在第 2 阶段的计算机网络中,通信子网主要负责网络的数据通信,由以通信控制处理机 (communication control process, CCP) 为核心的通信设备、通信线路和通信软件组成。资源子网负责网络数据的处理、存储、管理、输入、输出等任务,由各计算机系统、终端、终端控制器和相关软件组成。

这一阶段,在计算机通信网络的基础上,人们还完成了网络体系结构和协议的研究,形成了真正的计算机网络。公共数据网和局域网在这一阶段诞生并快速发展。

3. 第 3 阶段——标准化计算机网络

随着计算机网络领域的扩大,网络规模越来越大,通信变得越来越复杂,为此,各大计算机公司纷纷制定了自己的网络技术标准和网络体系结构。但这些网络体系结构之间互不兼容,导致不同公司的网络产品无法实现互联,为此,在 1977 年国际标准化组织 (International Organization for Standardization, ISO) 提出了开放系统互联参考模型 (open system interconnect/reference model, OSI/RM), 简称 OSI 模型。

OSI 标志着第 3 代计算机网络的诞生。此时的计算机网络在共同遵循 OSI 标准的基础上,形成了一个具有统一网络体系结构并遵循国际标准的开放式和标准化的网络。在 OSI 参考模型与协议理论研究不断渗入的同时,Internet 技术也在蓬勃发展,网络通信协议 TCP/IP (transmission control protocol/internet protocol, 传输控制协议/互联网协议) 得到广泛应用,并最终成为计算机网络事实上的国际标准。

在这一阶段,局域网技术得到全面发展,特别在互联高速化、管理智能化及安全可靠性等方面尤为显著,图 1.4 是一种典型的局域网互联结构,通过局域网之间的连接,应用更加广阔的城域网和广域网开始出现。

这一阶段是现代计算机网络阶段,是计算机网络的成熟阶段。

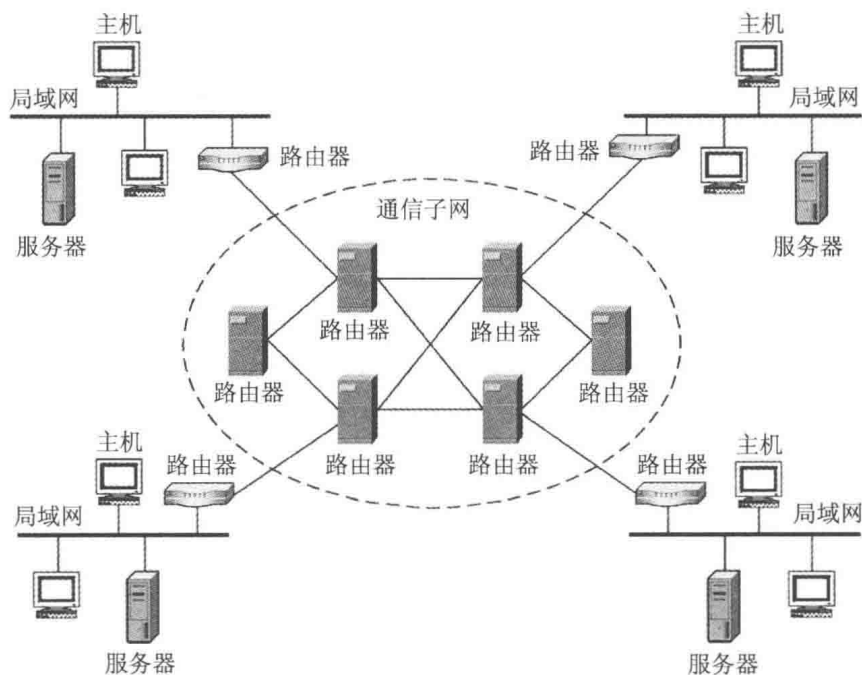


图 1.4 局域网互联

4. 第4阶段——计算机互联网时代

20 世纪 80 年代末开始,各国信息基础设施纷纷建立,电子邮件、文件下载和信息传输等各种网络应用深受欢迎并被广泛使用。1992 年 Internet 学会成立,定义 Internet 为“组织松散的、独立的国际合作互连网络”。这个阶段,互联网以惊人的速度发展,同时,局域网技术发展成熟,出现了光纤与高速网络技术。整个网络就像一个对用户透明的、巨大的计算机系统,网络应用和网络经济得到空前发展。

这一阶段的计算机典型结构如图 1.5 所示,网络高速化、业务综合化是这一阶段的网络的特点。

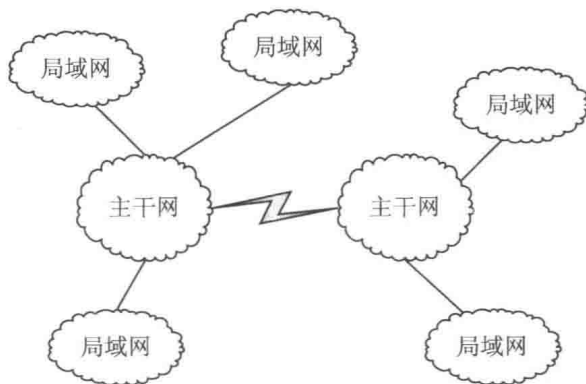


图 1.5 网络互联与高速网络结构示意图