




21世纪高等学校规划教材精品系列

# 计算机网络技术 及应用

方洁 编

JISUANJI WANGLUO  
JISHU JI YINGYONG



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件

21 世纪高等学校规划教材精品系列

# 计算机网络技术及应用

方 洁 编



机械工业出版社

本书紧密结合当前网络技术的发展，系统介绍了计算机网络基础知识和基本应用，具有很强的技术性和可操作性，是学习计算机网络基本原理、网络搭建、网络管理、网络开发及应用的适宜的教科书。

全书共分9章，分别介绍了网络基础知识、物理层与传输介质、数据链路层与交换机、网络层与路由器、运输层、Web服务器的架和管理、FTP服务器的架和管理、DNS和DHCP服务器的配置、网络安全与应用等内容。各章均附有习题。附录中提供了12个课程实验。

本书是为高等学校非信息技术类专业的学生编写的计算机网络技术及应用教材。本书的编写本着“必需”和“够用”的原则，充分注意到知识的完整性和可操作性，理论联系实际，介绍了大量实用技术，注重对读者实际能力的培养。本书还可作为广大计算机网络管理人员及技术人员学习网络知识的参考书，是广大计算机网络技术初学者的理想读物。

本书采用双色印刷。

凡选用本书作为教材的教师，均可登录机械工业出版社教育服务网：[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)下载本书配套电子课件，或发送电子邮件至[cmpgaozhi@sina.com](mailto:cmpgaozhi@sina.com)索取。咨询电话：010-88379375。

## 图书在版编目（CIP）数据

计算机网络技术及应用 / 方洁编. —北京：机械工业出版社，2017.8  
21世纪高等学校规划教材精品系列  
ISBN 978-7-111-57648-8

I. ①计… II. ①方… III. ①计算机网络—高等学校—教材  
IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第182442号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：赵志鹏 责任编辑：赵志鹏

责任校对：赵志鹏 封面设计：鞠杨

三河市国英印务有限公司印刷

2017年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14.25印张·323千字

标准书号：ISBN 978-7-111-57648-8

定价：34.90元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88379833 机工官网：[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

读者购书热线：010-88379649 机工官博：[weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

教育服务网：[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

封面无防伪标均为盗版

金书网：[www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

# 前 言

计算机网络技术是紧密结合计算机技术和通信技术，正迅速发展并获得广泛应用的综合性技术。目前，计算机网络已经深入人们工作和生活的方方面面。无论在家中、单位、商场、酒店、机场，还是走在街头，都可以方便地应用计算机网络。

人们在享受计算机网络带来的便利的同时，也需要增加对网络知识的了解，才能提高网络应用水平。就是在这样的背景下，围绕基本的网络原理、网络操作系统、网络服务、网络管理以及网络开发，编者在学习、实践、总结和提高，期望把更多的计算机网络知识深入浅出地介绍给读者，为读者建立一个清晰的网络知识框架，化解心中的疑惑，和读者一起分享计算机网络带来的便利和愉悦。

本书是编者结合自己多年来的教学改革、教学实践经验以及网络工程经验编写的，旨在提供一本既与应用型人才培养特色相适应，又能反映当今计算机网络主流应用技术发展的教材，使读者了解组建网络所需要的硬件设备和软件，能够自己组建、管理和维护计算机网络，掌握计算机网络的常见应用。

全书共分9章，并附12个课程实验，以应用为牵引，深入浅出地介绍了计算机网络的基础知识和原理，主要内容介绍如下：

第1章介绍了计算机网络的基础知识，包括网络体系结构与网络协议。

第2章介绍了物理层与传输介质，包括双绞线、光纤等有线传输介质和微波、卫星、红外线、激光等无线传输介质。

第3章介绍了数据链路层和交换机。首先介绍数据链路层要解决的三个基本问题，然后介绍了工作在数据链路层的设备——交换机的基本工作原理、特点及其功能。

第4章介绍了网络层和路由器。首先介绍IP地址的分类、子网划分以及无分类的IP地址、路由选择协议等内容，然后介绍了工作在网络层的设备——路由器的基本工作原理、特点及功能。

第5章介绍了运输层。对于工作在运输层的两个协议——UDP和TCP做了重点描述。

第6章介绍了Web服务器的架设和管理。Web服务是因特网（Internet）的核心，本章详细介绍了Web服务的基本工作原理、B/S三层体系架构以及Web服务器的搭建和管理。

第7章介绍了FTP服务器的架设和管理。FTP服务可以看成是因特网中的共享文件夹，它将局域网中的共享文件夹概念延伸到因特网。本章介绍了FTP服务器的搭建和管理、虚拟目录以及使用FTP服务器远程维护Web站点。

第8章介绍了DNS和DHCP服务器的配置。服务是计算机网络的基础，没有服务的网络是没有意义的。本章介绍了两种最主要的服务，DNS服务和DHCP服务。对于这两种服务，从服务的目的、服务的配置和服务的应用三个方面进行了详细讲解。

第9章介绍了网络安全与应用，主要从网络黑客及其防范措施、防火墙、局域网嗅探攻击与防护、计算机病毒与防护等几个方面介绍了如何维护网络，使其不受攻击。

本书既注重计算机网络基础理论的讲解，又注重实践和应用。附录中的12个课程实

验具有很强的实用性和可操作性，能够帮助读者迅速掌握网络基础知识和在实践中的应用、操作方法。

本书由方洁编写。在编写过程中，得到了汪彬教授、田茂教授、李晓蓉教授、魏亚飞老师等的大力支持，并提出了指导性的建议，在此深表谢意！本书编写过程中，参阅了大量的参考文献及网站相关内容，从中得到很多启示和帮助，在此一并表示感谢！

由于编者对知识的认识和理解水平有限，书中难免会有偏差疏漏之处，恳请大家批评指正，电子邮箱为 187031984@qq.com。

编者

# 目 录

## 前言

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第 1 章 网络基础知识 .....              | 1  |
| 1.1 计算机网络在信息时代中的作用 .....        | 1  |
| 1.2 因特网概述 .....                 | 2  |
| 1.2.1 网络的网络 .....               | 2  |
| 1.2.2 因特网发展的三个阶段 .....          | 4  |
| 1.3 因特网的组成 .....                | 6  |
| 1.3.1 因特网的边缘部分 .....            | 6  |
| 1.3.2 因特网的核心部分 .....            | 8  |
| 1.4 计算机网络体系结构 .....             | 13 |
| 1.4.1 网络协议的概念 .....             | 13 |
| 1.4.2 网络分层的概念 .....             | 13 |
| 1.4.3 接口与服务 .....               | 15 |
| 1.4.4 网络体系结构的概念 .....           | 16 |
| 1.4.5 OSI 参考模型 .....            | 18 |
| 1.4.6 TCP/IP 参考模型 .....         | 20 |
| 1.4.7 OSI 与 TCP/IP 参考模型比较 ..... | 22 |
| 1.4.8 网络协议标准组织及管理机构 .....       | 23 |
| 1.5 计算机网络的主要性能指标 .....          | 23 |
| 习题 .....                        | 26 |
| 第 2 章 物理层与传输介质 .....            | 28 |
| 2.1 物理层的基本概念 .....              | 28 |
| 2.2 物理层的功能及特性 .....             | 28 |
| 2.3 物理层的接口标准 .....              | 29 |
| 2.4 物理层的传输介质 .....              | 30 |
| 2.4.1 有线传输介质 .....              | 30 |
| 2.4.2 无线传输介质 .....              | 35 |
| 2.5 物理层相关接入技术的应用 .....          | 37 |
| 习题 .....                        | 37 |
| 第 3 章 数据链路层与交换机 .....           | 39 |
| 3.1 数据链路层概述 .....               | 39 |

|              |                   |           |
|--------------|-------------------|-----------|
| 3.1.1        | 数据链路层简介           | 39        |
| 3.1.2        | 数据链路层的功能          | 39        |
| 3.1.3        | 数据链路层的基本问题        | 40        |
| 3.1.4        | 数据链路层的常见协议        | 41        |
| 3.2          | 局域网的数据链路层         | 41        |
| 3.2.1        | 以太网概述             | 42        |
| 3.2.2        | 以太网的诞生            | 42        |
| 3.2.3        | CSMA/CD 协议        | 43        |
| 3.2.4        | 传统以太网的两种拓扑        | 44        |
| 3.2.5        | 以太网的 MAC 帧        | 45        |
| 3.2.6        | 硬件地址              | 46        |
| 3.3          | 扩展的以太网            | 47        |
| 3.3.1        | 在物理层扩展以太网         | 47        |
| 3.3.2        | 在数据链路层扩展以太网       | 48        |
| 3.4          | 交换机               | 51        |
| 3.4.1        | 交换机的分类            | 52        |
| 3.4.2        | 交换机的工作原理          | 53        |
|              | 习题                | 56        |
| <b>第 4 章</b> | <b>网络层与路由器</b>    | <b>59</b> |
| 4.1          | 网络层               | 59        |
| 4.1.1        | 网络层提供的两种服务        | 59        |
| 4.1.2        | 虚电路与数据报           | 60        |
| 4.2          | 网际协议              | 61        |
| 4.2.1        | 虚拟互连网络            | 61        |
| 4.2.2        | IP 数据报的格式         | 63        |
| 4.2.3        | IP 地址             | 66        |
| 4.2.4        | 硬件地址与 IP 地址       | 66        |
| 4.2.5        | 分类的 IP 地址         | 68        |
| 4.3          | 划分子网和构成超网         | 71        |
| 4.3.1        | 划分子网              | 71        |
| 4.3.2        | 构成超网 (无分类编址 CIDR) | 76        |
| 4.4          | 路由与路由协议           | 78        |
| 4.4.1        | 路由概述              | 78        |
| 4.4.2        | 路由协议的分类           | 79        |
| 4.4.3        | RIP               | 81        |
| 4.4.4        | OSPF              | 82        |
| 4.4.5        | BGP               | 83        |

|              |                                |            |
|--------------|--------------------------------|------------|
| 4.5          | 路由器                            | 83         |
| 4.5.1        | 认识路由器                          | 83         |
| 4.5.2        | 路由器功能                          | 84         |
| 4.5.3        | 路由器工作原理                        | 85         |
|              | 习题                             | 89         |
| <b>第 5 章</b> | <b>运输层</b>                     | <b>91</b>  |
| 5.1          | 运输层概述                          | 91         |
| 5.1.1        | 进程间的通信                         | 91         |
| 5.1.2        | 运输层的协议                         | 93         |
| 5.1.3        | 复用和分用                          | 94         |
| 5.1.4        | 端口                             | 94         |
| 5.2          | 用户数据报协议 UDP                    | 95         |
| 5.2.1        | UDP 的格式                        | 96         |
| 5.2.2        | UDP 的特点                        | 97         |
| 5.3          | 传输控制协议 TCP                     | 97         |
| 5.3.1        | TCP 的特点                        | 97         |
| 5.3.2        | TCP 的报文格式                      | 98         |
| 5.3.3        | TCP 的连接管理                      | 99         |
| 5.3.4        | TCP 的可靠数据传输                    | 101        |
| 5.3.5        | 流量控制                           | 103        |
|              | 习题                             | 104        |
| <b>第 6 章</b> | <b>Web 服务器的架设和管理</b>           | <b>105</b> |
| 6.1          | Web 服务与 B/S 三层体系结构             | 105        |
| 6.1.1        | 客户 / 服务器计算模式                   | 105        |
| 6.1.2        | 浏览器 / 服务器计算模式                  | 106        |
| 6.1.3        | Web 服务器及其工作原理                  | 106        |
| 6.2          | Windows 服务器操作系统和 Internet 信息服务 | 107        |
| 6.2.1        | Internet 信息服务的概念               | 107        |
| 6.2.2        | Internet 信息服务的组成               | 107        |
| 6.2.3        | 安装 IIS                         | 108        |
| 6.2.4        | Internet 信息服务管理器               | 110        |
| 6.2.5        | 连接到 Web 站点                     | 111        |
| 6.3          | Web 站点的构建                      | 112        |
| 6.3.1        | 创建 Web 站点                      | 112        |
| 6.3.2        | 启动、停止和暂停 Web 站点                | 115        |
| 6.3.3        | 规划 Web 应用                      | 115        |
| 6.3.4        | 运行多个 Web 站点                    | 118        |



|              |                          |            |
|--------------|--------------------------|------------|
| 6.4          | 配置 Web 站点                | 120        |
| 6.4.1        | “网站”选项卡                  | 120        |
| 6.4.2        | “主目录”选项卡                 | 121        |
| 6.4.3        | “目录安全性”选项卡               | 122        |
| 6.4.4        | “文档”选项卡                  | 124        |
| 6.4.5        | “自定义错误”选项卡               | 125        |
| 6.4.6        | “HTTP 头”选项卡              | 126        |
| 6.5          | Web 服务器系统安全              | 126        |
| 6.5.1        | 系统平台的安全策略                | 126        |
| 6.5.2        | 配置审核日志策略                 | 127        |
| 6.5.3        | 网页维护的安全措施                | 128        |
|              | 习题                       | 128        |
| <b>第 7 章</b> | <b>FTP 服务器的架设和管理</b>     | <b>130</b> |
| 7.1          | 创建 FTP 站点                | 130        |
| 7.2          | 管理 FTP 站点                | 134        |
| 7.2.1        | “FTP 站点”选项卡              | 134        |
| 7.2.2        | “主目录”选项卡                 | 135        |
| 7.2.3        | “目录安全性”选项卡               | 136        |
| 7.2.4        | “安全账号”选项卡                | 137        |
| 7.3          | 使用虚拟目录                   | 137        |
| 7.3.1        | 为用户建立专用存储空间              | 138        |
| 7.3.2        | 建立与用户账户同名的虚拟目录           | 138        |
| 7.3.3        | 取消允许匿名连接                 | 140        |
| 7.4          | 使用 FTP 站点                | 140        |
| 7.4.1        | 从 FTP 站点下载和上传文件          | 140        |
| 7.4.2        | 使用 FTP 维护 Web 站点         | 141        |
|              | 习题                       | 141        |
| <b>第 8 章</b> | <b>DNS 和 DHCP 服务器的配置</b> | <b>142</b> |
| 8.1          | 域名系统与 DNS 服务             | 142        |
| 8.1.1        | 域名系统与域名管理                | 142        |
| 8.1.2        | 安装 DNS 服务器               | 144        |
| 8.1.3        | 正向搜索区域                   | 145        |
| 8.1.4        | 反向搜索区域                   | 148        |
| 8.1.5        | DNS 客户端的设置               | 150        |
| 8.2          | DHCP 服务                  | 150        |
| 8.2.1        | 安装 DHCP 服务器              | 150        |
| 8.2.2        | DHCP 服务器的配置              | 151        |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 8.2.3 DHCP 服务器的高级设置 .....             | 153        |
| 8.2.4 配置 DHCP 客户端 .....               | 155        |
| 习题 .....                              | 155        |
| <b>第 9 章 网络安全与应用 .....</b>            | <b>157</b> |
| 9.1 网络安全概述 .....                      | 157        |
| 9.1.1 网络安全的特征 .....                   | 157        |
| 9.1.2 网络安全体系的构成 .....                 | 157        |
| 9.1.3 网络安全分析及措施 .....                 | 158        |
| 9.2 网络黑客与防范措施 .....                   | 160        |
| 9.2.1 网络黑客概述 .....                    | 160        |
| 9.2.2 网络黑客的攻击方法 .....                 | 160        |
| 9.2.3 防范措施 .....                      | 161        |
| 9.3 防火墙 .....                         | 162        |
| 9.3.1 防火墙的定义及特征 .....                 | 162        |
| 9.3.2 防火墙的分类 .....                    | 163        |
| 9.4 局域网的嗅探攻击与保护 .....                 | 164        |
| 9.4.1 数据嗅探原理 .....                    | 164        |
| 9.4.2 嗅探攻击的防范 .....                   | 165        |
| 9.5 计算机病毒防范 .....                     | 165        |
| 9.5.1 计算机病毒的产生、特点及分类 .....            | 165        |
| 9.5.2 计算机病毒的传播途径 .....                | 169        |
| 9.5.3 计算机病毒防范的措施 .....                | 169        |
| 习题 .....                              | 170        |
| <b>附录 课程实验 .....</b>                  | <b>171</b> |
| 实验 1 双绞线线缆的制作 .....                   | 171        |
| 实验 2 常用网络命令实验 .....                   | 176        |
| 实验 3 局域网的组建 .....                     | 180        |
| 实验 4 安装与设置 DHCP 服务器 .....             | 183        |
| 实验 5 安装与设置 DNS 服务器 .....              | 186        |
| 实验 6 域名分析 .....                       | 188        |
| 实验 7 网络 Web 服务器的建立、管理和使用 .....        | 192        |
| 实验 8 子网划分技术 .....                     | 195        |
| 实验 9 思科模拟器 Packet Tracer 的安装与使用 ..... | 198        |
| 实验 10 交换机的基本配置与使用 .....               | 203        |
| 实验 11 交换机的 Vlan 划分 .....              | 207        |
| 实验 12 路由器的基本配置与使用 .....               | 211        |
| <b>参考文献 .....</b>                     | <b>216</b> |

# 第 1 章 | 网络基础知识

本章是全书的概要。在本章的开始，先介绍计算机网络在信息时代中的作用。接着对因特网（Internet）进行了概述，包括因特网发展的三个阶段。然后，讨论因特网的组成，指出了因特网的边缘部分和核心部分的重要作用。最后讨论整个课程都要用到的重要概念——计算机网络体系结构。

## 1.1 计算机网络在信息时代中的作用

21 世纪的一些重要特征就是数字化、网络化和信息化，它是一个以网络为核心的信息时代。要实现信息化就必须依靠完善的网络，因为网络可以非常迅速地传递信息。网络已经成为信息社会的命脉和发展知识经济的重要基础。网络对社会生活的众多方面，以及对社会经济的发展已经产生了不可估量的影响。

这里所说的网络是指“三网”，即电信网络、有线电视网络和计算机网络。这三种网络向用户提供的服务不同。电信网络的用户可得到电话、电报、传真等服务；有线电视网络的用户能够观看各种电视节目；计算机网络则可使用户能够迅速传送数据文件，以及从网络上查找并获取各种有用资料，包括图像和视频文件。这三种网络在信息化过程中都起到十分重要的作用，但其中发展最快的并起到核心作用的是计算机网络。随着技术的发展，电信网络和有线电视网络都逐渐融入了现代计算机网络的技术，这就产生了“网络融合”的概念。三网融合是指电信网、广播电视网、因特网在向宽带通信网、数字电视网、下一代互联网演进过程中，三大网络通过技术改造，其技术功能趋于一致，业务范围趋于相同，网络互联互通、资源共享，能为用户提供语音、数据和广播电视等多种服务。三网融合并不意味着三大网络的物理合一，而主要是指高层业务应用的融合。三网融合应用广泛，遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居等多个领域。例如，手机可以看电视、上网，电视可以打电话、上网，计算机也可以打电话、看电视。三者之间相互交叉，形成“你中有我、我中有你”的格局。现在计算机网络不仅能够传送数据，同时也能够向用户提供打电话、听音乐和观看视频节目的服务，而电信网络和有线电视网络也都能够连接到计算机上。然而实际上网络融合还有许多非技术性的复杂问题有待相关部门协调解决。

自从 20 世纪 90 年代以后，以因特网（Internet）为代表的计算机网络得到了飞速的发展，已从最初的教育科研网络逐步发展为商业网络，并已成为仅次于全球电话网的世界第二大网络，不少人认为现在已经是因特网的时代，这是因为因特网正在改变着人们工作和生活的各个方面，它已经给很多国家带来了巨大的好处，并加速了全球信息革命的进程。可以毫不夸大地说，因特网是人类自印刷术发明以来在通信方面最大的变革。

目前,对于计算机网络还没有十分严格的定义。国内比较通用的定义是,计算机网络是将分布在不同地点且具有独立功能的多个计算机系统通过通信设备和线路连接起来,在功能完善的软件和协议的管理下实现网络中资源共享的系统。计算机网络中的通信设备可以是计算机、交换机、路由器、防火墙、调制解调器等。

计算机网络是当代计算机技术与通信技术相结合的产物,就是通过通信线路连接起来的自治的计算机集合。可以从以下3方面来理解。

1) 必须有两台或两台以上的具有独立能力的计算机系统,以达到共享资源为目的而连接起来。这里要求每台计算机之间有一定的物理位置的距离,并且系统能够独立地工作,而无需借助其他系统的帮助。

2) 实现两台或两台以上的计算机连接、共享资源,必须有一条物理通路。这条通路是由物理介质来实现的。物理介质可以是双绞线、光纤等有线介质,也可以是红外线、微波、激光等无线介质。

3) 计算机系统之间进行信息交换,必须有约定的规则,这个规则就是通信协议。

所谓共享资源,即连接在计算机网络上的用户可以共享网络上的各种资源。资源共享的含义是多方面的,可以是信息共享、软件共享,也可以是硬件共享。例如,计算机网络上有许多主机存储了大量有价值的电子文档,可供上网的用户自由读取或下载(无偿或有偿)。由于网络的存在,这些资源好像就在人们身边一样。

现在人们的生活、工作、学习和人际交往都已离不开计算机网络。设想某一天计算机网络突然出现故障不能工作了,会出现什么结果?这时,将无法购买机票或火车票,因为售票员无法得知还有多少票可供出售;也无法到银行存钱或取钱,无法缴纳水电费和煤气费等;股市交易都将停顿;在图书馆也无法检索所需要的图书和资料。网络出了故障后,既不能查询有关的资料,也无法使用电子邮件和朋友及时交流信息。由此还可以看出,人们的生活越是依赖于计算机网络,计算机网络的可靠性就越重要。现在计算机网络与电信网络和有线电视网络一样,已经成为一种通信基础设施,计算机上运行的各种应用程序通过彼此间的通信,就能为用户提供更加丰富多彩的服务和应用。

当然,计算机网络也给人们带来了一些负面影响。有人肆意利用网络传播计算机病毒,破坏计算机网络上数据的正常传送和交换,有的犯罪分子甚至利用计算机网络窃取国家机密和盗窃银行与储户的钱财,网上欺诈或在网上肆意散布不良信息和播放不健康的视频也时有发生,有的青少年弃学而沉溺于网络游戏中等。

虽然如此,计算机网络的负面影响还是次要的(这需要有关部门加强对计算机网络的管理)。计算机网络给社会带来的积极作用仍然是主要的。

由于因特网已经成为世界上最大的计算机网络,因此下面先简单介绍什么是因特网,同时也介绍因特网的主要构件,这样就可以对计算机网络有一个初步的了解。

## 1.2 因特网概述

### 1.2.1 网络的网络

先给出关于网络、互联网(互连网)以及因特网的一些最基本的概念。

**网络由若干结点和连接这些结点的链路组成。**网络中的结点可以是计算机、交换机或路由器等（在后续的章节将会介绍交换机、路由器等设备的作用）。图 1-1a 给出了一个具有 4 个结点和 3 条链路的网络。可以看到，有 3 台计算机通过 3 条链路连接到一个交换机上，构成了一个简单的网络。在很多情况下，可以用一朵云表示一个网络。这样做的好处是，可以不去关心网络中的细节问题，因而可以集中精力研究涉及与网络互连有关的问题。

网络还可以通过路由器互连起来，这样就构成了一个覆盖范围更大的网络，即互联网，如图 1-1b 所示。**因此互联网是“网络的网络”。**

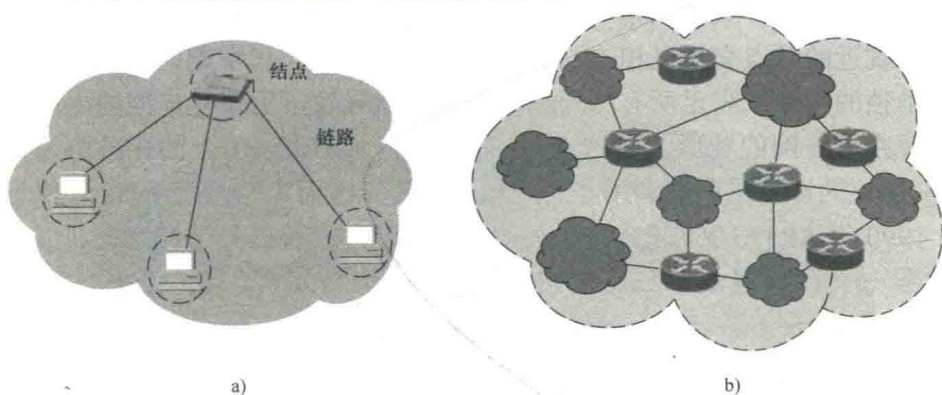


图 1-1 网络示意图

因特网是世界上最大的互连网络（用户数以亿计，互连的网络数以百万计）。习惯上，大家把连接在因特网上的计算机都称为主机。路由器是一种特殊的计算机，它的任务是连接不同的网络，而不是进行通信和信息处理。因此不能把路由器称为主机。因特网也常常用一朵云来表示，图 1-2 表示许多主机连接在因特网上。这种表示法是把主机画在网络的外边，而网络内部的细节（即路由器怎样把许多网络连接起来）就省略了。

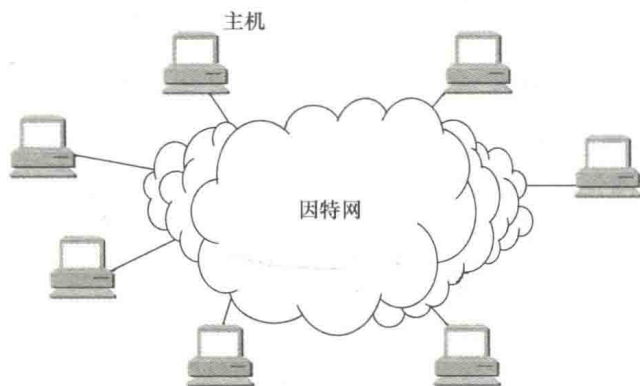


图 1-2 因特网与连接的主机

因此，可以先初步建立这样的基本概念：网络把许多计算机连接在一起，而互联网则是把许多网络连接在一起。

还有一点也必须注意，就是网络互连并不是把计算机仅仅简单地在物理上连接起来，因为这样做并不能达到使计算机之间能够相互交换信息的目的，还必须在计算机上安装许

多使计算机能够交换信息的软件。因此当谈到网络互连时，就隐舍地表示在这些计算机上已经安装了适当的软件，因而在计算机之间可以通过网络交换信息。

本书中所谈到的网络都指的是计算机网络。

### 1.2.2 因特网发展的三个阶段

因特网的基础结构大体上经历了三个阶段的演进。但这三个阶段在时间划分上是有部分重叠的，这是因为网络的演进是逐渐的而不是在某个时期突然发生了变化。

**第一阶段——从单个网络 ARPANET 向互联网发展。**1969 年美国国防部创建的第一个分组交换网 ARPANET 最初只是一个单个的分组交换网，所有要连接在 ARPANET 上的主机都直接与就近的结点交换机相连。但到了 20 世纪 70 年代中期，人们已认识到不可能仅使用一个单独的网络来满足所有的通信问题。这就导致了后来互连网的出现。这样的互连网就成为现在因特网的雏形。1983 年 TCP/IP 成为 ARPANET 上的标准协议，使得所有使用 TCP/IP 协议的计算机都能利用互连网相互通信，因而人们就把 1983 年作为因特网的诞生时间。1990 年 ARPANET 正式宣布关闭，因为它的实验任务已经完成。

**第二阶段——逐步建成了三级结构的因特网。**从 1985 年起，美国国家科学基金会 NSF (National Science Foundation) 围绕六个大型计算机中心建设了计算机网络，即国家科学基金网 NSFNET。它是一个三级计算机网络，分为主干网、地区网和校园网（或企业网）。这种三级计算机网络覆盖了美国主要的大学和研究所，并且成为因特网中的主要组成部分。1991 年，NSF 和美国的其它政府机构开始认识到，因特网必将扩大其使用范围，不应仅限于大学和研究机构。世界上的许多公司纷纷接入因特网，使网络上的通信量急剧增大，因特网的容量已满足不了需要。于是美国政府决定将因特网的主干网转交给私人公司来经营，并开始对接入因特网的单位收费。1992 年因特网上的主机超过 100 万台。1993 年因特网主干网的速率提高到 45 Mbit/s。

**第三阶段——逐渐形成了多层次 ISP 结构的因特网。**ISP 就是因特网服务提供者 (Internet Service Provider) 的英文缩写。从 1993 年开始，由美国政府资助的 NSFNET 逐渐被若干个商用的因特网主干网替代，政府机构不再负责因特网的运营，而是让各种 ISP 来运营。ISP 又常译为因特网服务提供商。

ISP 可以从因特网管理机构申请到成段的 IP 地址（因特网上的主机都必须有 IP 地址才能进行通信），同时拥有通信线路（大的 ISP 自己建造通信线路，小的 ISP 则向电信公司租用通信线路），以及路由器等连网设备，因此任何机构和个人只要向 ISP 交纳规定的费用，就可从 ISP 得到所需的 IP 地址，并通过该 ISP 接入到因特网。人们通常所说的“上网”就是指“通过某个 ISP 接入到因特网”。IP 地址的管理机构不会把某个单个的 IP 地址分配给单个用户，而是把一批 IP 地址有偿分配给经审查合格的 ISP。从以上所讲的可以看出，现在的因特网已不是某个单个组织所拥有而是全世界无数大大小小的 ISP 共同拥有。图 1-3 说明了用户要通过 ISP 才能连接到因特网。

根据提供服务的覆盖面积大小以及所拥有的 IP 地址数目的不同，ISP 也分成为不同的层次。图 1-4 所示为具有 3 层 ISP 结构的因特网概念示意图，但这种示意图并不表示各 ISP 的地理位置关系。

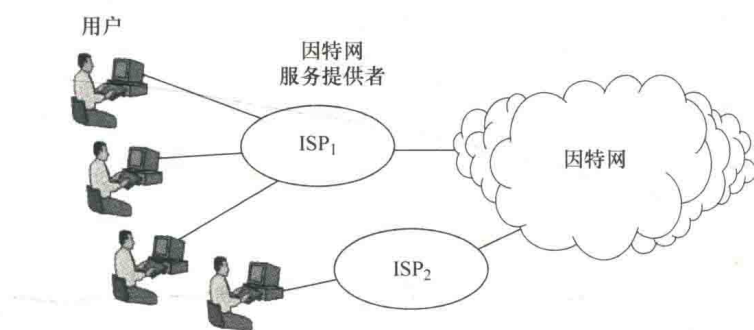


图 1-3 用户通过 ISP 接入因特网

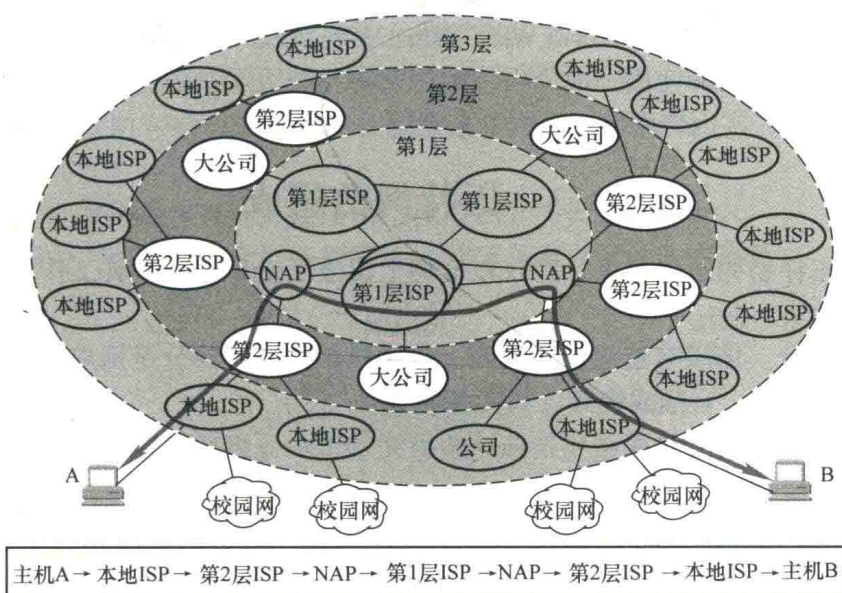


图 1-4 基于 3 层 ISP 结构的因特网概念示意图

在图 1-4 中，最高级别的第 1 层 ISP 的服务面积最大（一般都能够覆盖国家范围），并且还拥有高速主干网。第 2 层 ISP 和一些大公司都是第 1 层 ISP 的用户。第 3 层 ISP 又称为本地 ISP，它们是第 2 层 ISP 的用户，且只拥有本地范围的网络。一般的校园网或企业网，以及拨号上网的用户，都是第 3 层 ISP 的用户。为了使不同层次 ISP 经营的网络都能够互通，在 1994 年开始创建了 4 个网络接入点 NAP（Network Access Point），分别由 4 个电信公司经营。NAP 用来交换因特网上的流量，在 NAP 中安装有性能很好的交换设施。到 21 世纪初，美国的 NAP 的数量已达到十几个。NAP 可以算是最高等级的接入点，它主要是向各 ISP 提供交换设施，使其能够互相通信。NAP 又称为对等点（Peering Point），表示接入到 NAP 的设备不存在从属关系而都是平等的。现在有一种趋势，即比较大的第 1 层 ISP 愿意绕过 NAP 而直接通过高速通信线路（2.5~10Gbit/s 或更高）和其他的第 1 层 ISP 交换大量的数据，这样可以使第 1 层 ISP 之间的通信更加快捷。

从图 1-4 中可看出，因特网逐渐演变成为基于 ISP 和 NAP 的多层次结构网络。今天的因特网由于规模太大，已经很难对整个网络的结构给出细致的描述，但下面这种情况

是经常遇到的，就是相隔较远的两台主机的通信可能需要经过多个 ISP（如图 1-4 中的粗线表示主机 A 要经过许多不同层次的 ISP 才能把数据传送到主机 B）。因此，当主机 A 和另一台主机 B 通过因特网进行通信时，实际上也就是它们通过许多中间的 ISP 进行通信。

顺便指出，一旦某个用户能够接入到因特网，那么他就能成为一个 ISP。他需要做的就是购买一些如调制解调器或路由器这样的设备，让其他用户能够和他相连接。因此，图 1-4 所示的仅仅是个示意图，因为一个 ISP 可以很方便地在因特网拓扑上增添新的层次和分支。

因特网已经成为世界上规模最大和增长速率最快的计算机网络，没有人能够准确说出因特网究竟有多大。因特网的迅猛发展始于 20 世纪 90 年代。由欧洲原子核研究组织 CERN 开发的万维网 WWW（World Wide Web）被广泛使用在因特网上，大大方便了广大非网络专业人员对网络的使用，成为因特网的这种指数级增长的主要驱动力。万维网的站点数目也急剧增长，在因特网上的数据通信量每月约增加 10%。

## 1.3 因特网的组成

因特网的拓扑结构虽然复杂，并且在地理上覆盖了全球，但从其工作方式上看，可以分为以下的两大块。

（1）边缘部分。由所有连接在因特网上的主机组成。这部分是用户直接使用的，用来进行通信（传送数据、音频或视频）和资源共享。

（2）核心部分。由大量网络和连接这些网络的路由器组成。这部分是为边缘部分提供服务的（提供连通性和交换）。

图 1-5 给出了这两部分的示意图。下面分别讨论这两部分的作用和工作方式。

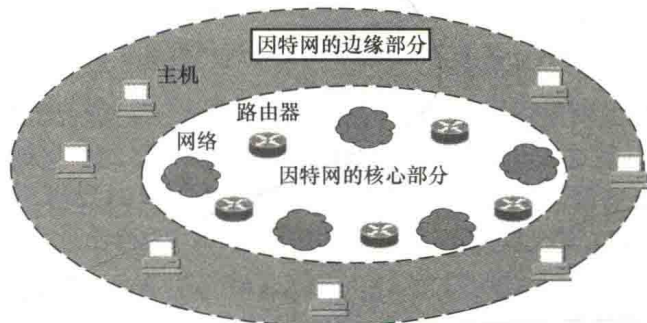


图 1-5 因特网的边缘部分与核心部分

### 1.3.1 因特网的边缘部分

处在因特网边缘的部分就是连接在因特网上的所有主机。这些主机又称为端系统。端系统在功能上可能有很大的差别，小的端系统可以是一台普通个人计算机甚至是很小的掌上电脑，而大的端系统则可以是一台非常昂贵的大型计算机。端系统的拥有者可以是个人，也可以是单位（如学校、企业、政府机关等），当然也可以是某个 ISP（即 ISP 不仅向端系统提供服务，它也可以拥有一些端系统）。边缘部分利用核心部分所提供的服务，使



众多主机之间能够互相通信并交换或共享信息。

先要明确下面的概念。通常说：“主机 A 和主机 B 进行通信”，实际上是指：“运行在主机 A 上的某个程序和运行在主机 B 上的另一个程序进行通信”。由于“进程”就是“运行着的程序”，因此这也就是指：“主机 A 的某个进程和主机 B 上的另一个进程进行通信”。这种比较严密的说法通常可以简称为“计算机之间通信”。

在网络边缘的端系统中运行的程序之间的通信方式通常可划分为两大类：客户 - 服务器方式（C/S 方式）和对等方式（P2P 方式）。下面分别对这两种方式进行介绍。

**1. 客户 - 服务器方式** 这种方式在因特网上是最常用的，也是传统的方式。人们在网上传送电子邮件或在网查找资料时，都是使用客户 - 服务器方式。

客户（Client）和服务器（Server）都是指通信中所涉及的两个应用进程。客户 - 服务器所描述的是进程之间服务和被服务的关系。在图 1-6 中，主机 A 运行客户程序而主机 B 运行服务器程序。在这种情况下，A 是客户而 B 是服务器，客户 A 向服务器 B 发出请求服务，而服务器 B 向客户 A 提供服务。这里最主要的特征就是：客户是服务请求方，而服务器是服务提供方。

服务请求方和服务提供方都要使用网络核心部分所提供的服务。

在实际应用中，客户程序和服务器程序通常还具有以下一些主要特点。

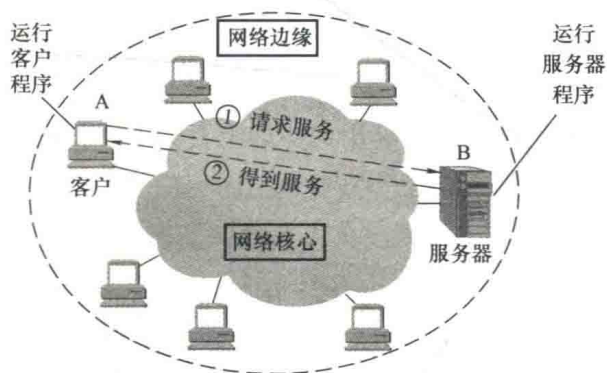


图 1-6 客户 - 服务器工作方式

客户程序：

1) 被用户调用后运行，在通信时主动向远地服务器发起通信（请求服务）。因此，客户程序必须知道服务器程序的地址。

2) 不需要特殊的硬件和很复杂的操作系统。

服务器程序：

1) 是一种专门用来提供某种服务的程序，可同时处理多个远地或本地客户的请求。

2) 系统启动后即自动调用并一直不断地运行着，被动地等待并接受来自客户的通信要求，因此服务器程序不需要知道客户程序的地址。

3) 一般需要强大的硬件和高级的操作系统支持。

客户与服务器的通信关系建立后，通信可以是双向的，客户和服务器都可发送和接收数据。

上面所说的客户和服务器本来都指的是计算机进程。使用计算机的人是计算机的“用户（User）”而不是“客户（Client）”。