



责任编辑：付寒冰
封面设计：黄燕美



网络管理与维护

主编 谢静思



扫码关注
“北京希望电子出版社”微信公众号
微信公众号回复8829，获取更多资源

微信公众号



扫码下载资料包

北京希望电子出版社网址：www.bhp.com.cn
电话：010-82626270
传真：010-62543892
投稿：xiaohuijun@bhp.com.cn



定价：49.90元

北京希望电子出版社



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

网络管理 与维护

主 编 谢静思

副主编 陈慕君



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内容简介

本书共分为 10 章，包括计算机网络基础、局域网基础知识、网络设备的工作原理、无线网络基础知识、小型局域网的组建与管理、大中型企业局域网的建设和管理、网络服务的创建与管理、计算机网络安全、网络管理工具的应用、网络维护与网络故障排除等内容。

本书适合作为计算机类相关专业的教材，也可作为计算机网络管理与维护的培训教材。

图书在版编目 (C I P) 数据

网络管理与维护 / 谢静思主编. — 北京 : 北京希望电子出版社,
2023.9

ISBN 978-7-83002-855-8

I. ①网… II. ①谢… III. ①计算机网络管理②计算机网络—
维修 IV. ①TP393.07

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 156360 号

出版：北京希望电子出版社

封面：黄燕美

地址：北京市海淀区中关村大街 22 号

编辑：付寒冰

中科大厦 A 座 10 层

校对：全 卫

邮编：100190

开本：787mm×1092mm 1/16

网址：www.bhp.com.cn

印张：15

电话：010-82620818（总机）转发行部

字数：356 千字

010-82626237（邮购）

印刷：三河市骏杰印刷有限公司

传真：010-62543892

版次：2023 年 11 月 1 版 2 次印刷

经销：各地新华书店

定价：49.90 元

随着通信技术和计算机网络的飞速发展，计算机网络应用已经渗透到社会生产、生活的各个方面，为各行各业的用户提供网络服务。为使计算机网络有效运行，需要监测和控制计算机网络资源的性能和使用情况，这就需要培养大量熟练掌握计算机网络知识的管理人员。

本书致力于打造易学易用的知识体系，坚持理论与实际相结合，系统地介绍了计算机网络的基础知识、局域网的组成与管理、网络服务的管理和应用、网络安全管理，以及常见管理工具的使用。每章后都提供了有针对性的习题，可以帮助读者巩固所学知识，掌握本章重点难点，并指导读者进行实践操作，为读者今后的学习和工作打下基础。

本书从“统筹职业教育、高等教育、继续教育协同创新，推进职普融通、产教融合、科教融汇”的思路出发，力求体现技能型和应用型人才的培养特色，围绕计算机相关专业人才的培养目标，按照注重基础、突出实用的原则进行内容设计与开发。本书特色总结如下：

1. 结构清晰、环环相扣

从基础知识、关键技术到具体应用，从网络管理、故障排查到网络维护，突出系统性和全面性。

2. 全面实用、紧贴实际

书中内容选用目前主流的技术、系统及软件，力求做到内容新颖、全面、实用，满足实际工作需求。

3. 学以致用、培养技能

对于关键知识的应用，书中都附有详细的操作步骤，方便读者学习和实践，并有助于读者更好地掌握知识点，培养专业技能。

全书共10章，主要内容安排如下：

章节	内容概述
第 1~4 章	讲解计算机网络基础知识、OSI 参考模型、网络术语，局域网的组成、常见设备、传输介质及操作系统，网络设备的工作原理与工作过程、无线局域网的技术标准、无线局域网的网络设备，无线网络的组建、配置和管理等
第 5~7 章	讲解小型和大中型局域网的规划设计、组建、设备及选型、管理及配置，服务器操作系统的安装及常见服务器的搭建、配置与管理等
第 8~10 章	讲解网络安全及安全管理、入侵检测与防火墙，网络管理命令、管理工具的作用及使用方法，网络维护的内容、网络故障的排查、网络设备的常见故障及修复、局域网常见故障及处理方法等

本书由江西交通职业技术学院谢静思担任主编，河南农业职业学院陈慕君担任副主编，编写分工如下：第1~4章、第10章由谢静思编写，第5~9章由陈慕君编写。本书在编写过程中力求严谨细致，但疏漏之处在所难免，望广大读者批评指正。

编 者
2023年8月

目录

CONTENTS

第1章 计算机网络基础

1.1 计算机网络简介	2	1.3 IP地址	14
1.1.1 计算机网络的形成与发展	2	1.3.1 IP地址简介	14
1.1.2 计算机网络的功能与应用	5	1.3.2 IP地址的结构	14
1.1.3 计算机网络的分类	7	1.3.3 IP地址的分类	14
1.1.4 因特网的高速发展	8	1.3.4 保留IP	16
1.2 计算机网络体系结构	9	1.3.5 网络地址与广播地址	16
1.2.1 计算机网络体系结构简介	9	1.3.6 IPv4与IPv6	16
1.2.2 网络通信协议与层次划分	9	1.3.7 子网掩码	17
1.2.3 OSI参考模型	10	1.4 网络基础知识	19
1.2.4 TCP/IP参考模型	13	课后作业	22



第2章 局域网基础知识

2.1 局域网简介	24	2.3.2 交换机	41
2.1.1 局域网的组成	24	2.3.3 路由器	41
2.1.2 局域网的分类	25	2.3.4 集线器	42
2.2 常见的局域网传输介质	31	2.4 常见的局域网操作系统	42
2.2.1 双绞线	31	2.4.1 桌面操作系统	42
2.2.2 光纤	35	2.4.2 移动终端操作系统	42
2.2.3 同轴电缆	39	2.4.3 服务器操作系统	43
2.2.4 无线	40	2.4.4 网络设备系统	43
2.3 常见的局域网网络设备	40	课后作业	44
2.3.1 网卡	40		



第3章 网络设备的工作原理



3.1 网卡	46
3.1.1 网卡简介	46
3.1.2 网卡的作用	46
3.1.3 网卡的分类	46
3.1.4 MAC地址	47
3.2 集线器	50
3.2.1 集线器的工作原理	50
3.2.2 集线器的特点	50
3.2.3 CSMA/CD	51
3.2.4 冲突域	51
3.2.5 广播风暴	51
3.2.6 集线器的不足	51
3.3 网桥	52
3.3.1 网桥简介	52
3.3.2 网桥的优缺点	52
3.3.3 网桥的工作过程	52
3.3.4 分隔冲突域但不分隔广播域	53
3.4 交换机	54
3.4.1 交换机的概念	54

3.4.2 交换机的工作原理与工作过程	54
3.4.3 交换机的功能	55
3.4.4 交换机的分类	55
3.4.5 交换机的主要参数	56
3.4.6 交换机的选购	58
3.5 路由器	59
3.5.1 路由器的概念	60
3.5.2 路由器的作用	60
3.5.3 路由器的工作原理及过程	62
3.5.4 路由器的分类	63
3.5.5 路由器的级别和应用范围	63
3.5.6 路由器的性能参数和选购技巧	65
3.6 防火墙	67
3.6.1 防火墙简介	67
3.6.2 防火墙的功能	67
3.6.3 防火墙的主要类型	69
3.6.4 硬件防火墙的选购	70



课后作业

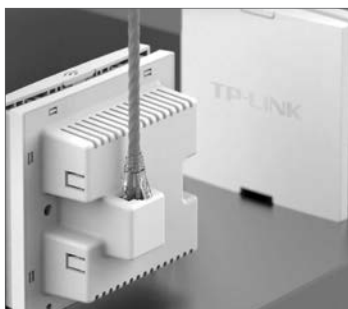
73



第4章 无线网络基础知识



4.1 无线网络概述	75	4.3.2 无线AP	81
4.1.1 无线网络的分类	75	4.3.3 无线AC	85
4.1.2 无线网络的介质和技术	75	4.3.4 无线网桥	86
4.2 无线局域网简介	76	4.3.5 无线中继器	88
4.2.1 无线局域网的技术标准	76	4.3.6 无线网卡	89
4.2.2 无线局域网的结构	77	4.4 无线局域网的组建	89
4.2.3 无线局域网的优缺点	79	4.4.1 常见无线局域网的组建方法	89
4.2.4 无线局域网的安全性	79	4.4.2 无线网络的配置	90
4.3 无线局域网常见的网络设备	81	课后作业	96
4.3.1 无线路由器	81		



第5章 小型局域网的组建与管理



5.1 家庭局域网的规划	98	5.3.2 小型企业局域网的设备选择	105
5.1.1 需求分析	98	5.4 小型局域网的设备连接和设备配置	109
5.1.2 规划注意事项	99	5.4.1 家庭局域网的设备连接	109
5.2 小型企业局域网的规划	99	5.4.2 无线路由器的设置	111
5.2.1 规划原则	100	5.4.3 家庭局域网的管理	112
5.2.2 需求分析	100	5.4.4 小型企业局域网设备选型及特点	115
5.2.3 规划注意事项	102	5.4.5 小型企业局域网的配置和管理	116
5.3 小型局域网的常用设备及选型	102	课后作业	122
5.3.1 家庭局域网的设备选择	102		





第6章 大中型企业局域网的建设和管理



6.1 大中型企业局域网的规划设计 124

- 6.1.1 需求分析 124
- 6.1.2 规划设计原则 124
- 6.1.3 规划设计注意事项 126

6.2 大中型企业局域网的产品选型

- 及特点 131
- 6.2.1 核心交换机的选择 131
- 6.2.2 汇聚层交换机的选择 132
- 6.2.3 接入层交换机的选择 132
- 6.2.4 路由器的选择 133

6.2.5 其他设备选择 133

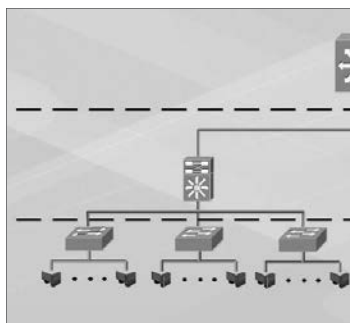
6.3 企业级网络设备的高级管理配置 136

- 6.3.1 三层交换 136
- 6.3.2 VLAN 136
- 6.3.3 链路聚合 140
- 6.3.4 生成树协议 141
- 6.3.5 内部网关协议RIP 144
- 6.3.6 内部网关协议OSPF 146



课后作业

149



第7章 网络服务的创建与管理



7.1 服务器简介 151

- 7.1.1 服务器的分类 151
- 7.1.2 服务器中的常见服务及功能 152

7.2 服务器系统的安装及配置 153

- 7.2.1 虚拟机的安装 153
- 7.2.2 安装前的配置 154
- 7.2.3 开始安装Windows Server 2022 158
- 7.2.4 安装完毕的后续设置 160

7.3 常见服务器的搭建 162

- 7.3.1 搭建DHCP服务器 162
- 7.3.2 搭建DNS服务器 166
- 7.3.3 搭建Web服务器 172
- 7.3.4 搭建FTP服务器 175



课后作业

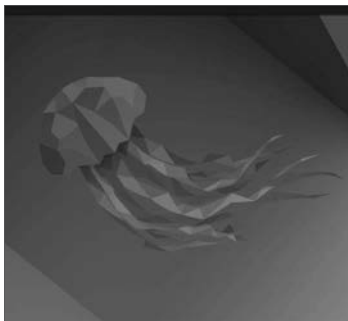
177



第8章 计算机网络安全

- 8.1 计算机网络安全重大事件 179
- 8.2 网络威胁的表现形式 180
- 8.3 网络安全体系建设 181
- 8.4 网络安全的主要防御机制 183
- 8.5 入侵检测系统 186
 - 8.5.1 入侵检测系统简介 186
 - 8.5.2 入侵检测系统在网络安全中的应用 187
- 8.6 防火墙ACL 189

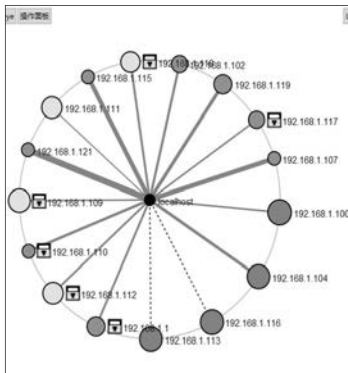
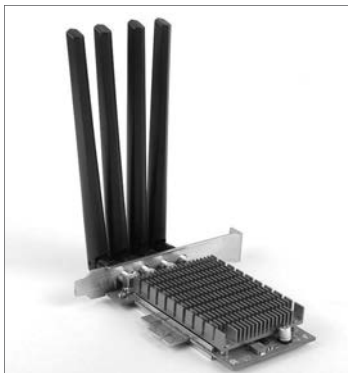
 课后作业 191



第9章 网络管理工具的应用

- 9.1 计算机网络管理 193
 - 9.1.1 计算机网络管理概述 193
 - 9.1.2 SNMP协议 195
- 9.2 网络管理的常用命令 195
 - 9.2.1 ping命令 195
 - 9.2.2 ipconfig命令 197
 - 9.2.3 tracert命令 198
 - 9.2.4 route print命令 198
 - 9.2.5 netstat命令 199
- 9.3 常见的网络管理工具 199
 - 9.3.1 局域网扫描软件 199
 - 9.3.2 数据包嗅探工具 201
 - 9.3.3 系统漏洞扫描工具 204
 - 9.3.4 远程管理工具 206
 - 9.3.5 端口及进程查看工具 209
 - 9.3.6 简单网络管理与监控软件 211

 课后作业 214





第10章 网络维护与网络故障排除



- 10.1 网络维护简介216
- 10.2 网络故障的排查217
 - 10.2.1 故障排查过程217
 - 10.2.2 排查故障常用工具219
- 10.3 网络设备的常见故障及修复219
 - 10.3.1 网卡的常见故障及修复219
 - 10.3.2 网线的常见故障及修复220
 - 10.3.3 交换机的常见故障及修复220
 - 10.3.4 路由器的常见故障及修复222
- 10.4 网络终端的常见故障及修复223
- 10.5 局域网常见故障及解决方法225
-  课后作业 227



附录 课后作业参考答案



参考文献





第1 计算



内容概要

随着计算机技术的蓬勃发展，在互联网大环境的支持下，与网络相关的硬件产品层出不穷，各种网络终端设备、智能家电产品纷纷加入网络环境中。各种网络应用的出现和普及，如网上购物、网上直播、网上办公，让众多用户感受到网络产生的巨大影响。网络已经成为推动生产力发展的一个重要因素，所以了解并掌握网络知识已成为现代社会中人们的必备技能。



知识要点

- 计算机网络的发展历史。
- 计算机网络的功能与应用。
- 计算机网络的分类。
- 计算机网络的体系结构。
- IP地址。
- 网络基础知识。



1.1 计算机网络简介

计算机网络就是利用通信设备、线路和无线技术等将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统连接起来，以功能完善的网络软件实现网络的硬件、软件资源共享和信息传递的系统。简言之，网络即连接两台或多台计算机进行通信的系统。目前，网络终端已经不只包含计算机，还包括所有可以获取网络地址、使用网络的设备。

我国计算机网络技术和应用发展迅速，骨干网络架构不断优化，高速宽带网络已经覆盖全国，5G网络建设和应用全球领先。

1.1.1 计算机网络的形成与发展

1969年，美国国防部高级研究计划署（Advanced Research Project Agency, ARPA）资助建立了一个名为ARPANET（即“阿帕网”）的网络，这个网络把加利福尼亚大学洛杉矶分校、加利福尼亚大学圣芭芭拉分校、斯坦福大学，以及位于盐湖城的犹他州立大学的计算机主机连接起来，如图1-1所示，位于各个节点的大型计算机采用分组交换技术，通过专门的通信交换机和专门的通信线路相互连接。这个阿帕网就是因特网最早的雏形。



图 1-1 阿帕网

现在一般将计算机网络的发展划分为4个阶段。

1. 远程终端联机阶段

早期的计算机系统是高度集中的，所有的设备都安装在单独的机房中，后来出现了批处理和分时系统，多个终端分别连接着中心计算机。20世纪50年代中后期，许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上，由此出现了第一代计算机网络。它是以单个计算机为中心的远程联机系统，如图1-2所示。

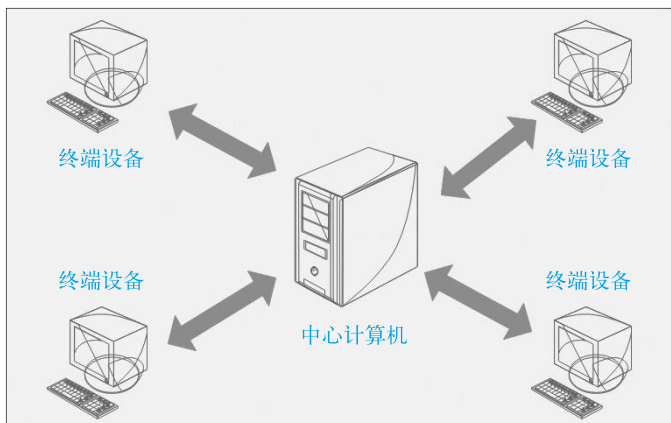


图 1-2 第一代计算机网络

这种网络系统的缺点在于：如果中心计算机系统负荷过重，会导致整个网络系统的速度下降，而一旦中心计算机系统发生故障，将会导致整个网络系统瘫痪。另外，网络中只提供终端和主机之间的通信，子网之间无法通信。

当时的计算机网络被定义为“以传输信息为目的而连接起来的、用于实现远程信息处理或进一步达到资源共享的计算机系统”，这样的计算机系统已经具备了通信的雏形。

2. 计算机网络阶段

20世纪60年代出现了大型主机，因而也提出了对大型主机资源远程共享的要求，以程控交换为特征的电信技术的发展为这种远程通信提供了实现方法。第二代计算机网络兴起于60年代后期，此时的网络主机之间不是直接用线路相连，而是由接口消息处理器（interface message processor, IMP）转接后互连，从而为用户提供服务，如图1-3所示。

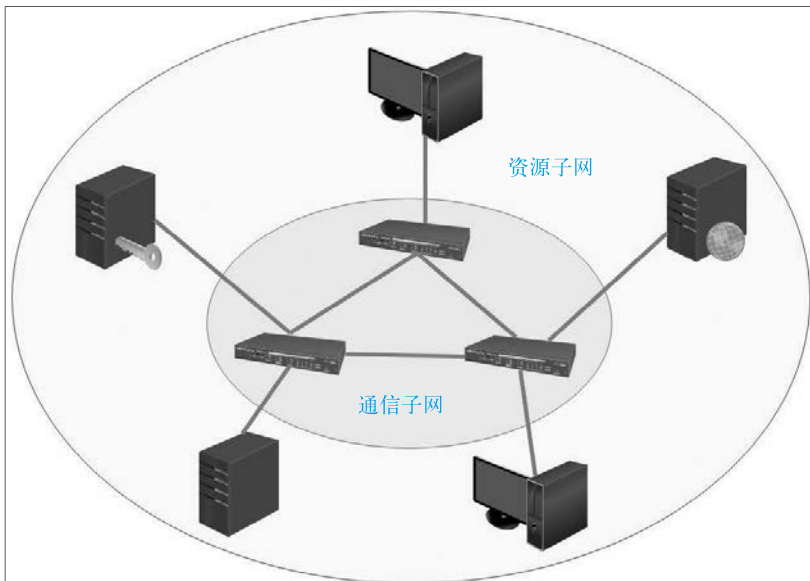


图 1-3 第二代计算机网络

两台主机之间的通信（包括对传送信息内容的理解、信息的表示形式，以及各种情况下的应答信号）必须遵守一个共同的约定，这就是“协议”。在阿帕网中，将协议按功能分成了若干层次。如何分层，以及各层中具体采用的协议总和，被称为网络体系结构。

20世纪70年代后期是通信网大发展的时期，各发达国家政府部门、研究机构和电报电话公司都在发展分组交换网络。这些网络以实现计算机之间的远程数据传输和信息共享为主要目的，通信线路大多采用租用电话线路，少数铺设专用线路。

第二代计算机网络开始以通信子网为中心，这时候的网络被定义为“以能够共享资源为目的的互连起来的具有独立功能的计算机的集合体”。

3. 计算机网络互连阶段

随着计算机网络技术的逐渐成熟，网络应用越来越广泛，网络规模增大，通信变得复杂。各大计算机公司纷纷制定了自己的网络技术标准，这些网络技术标准只针对在一个公司范围内的同构型设备有效，可以使这些设备之间互连互通。网络通信市场这种各自为政的状况使得



用户在购买和投资方向上无所适从，也不利于厂商之间的公平竞争。1977年国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）的信息处理技术委员会（TC97）、分技术委员会（SC16）开始着手制订开放系统互连参考模型（open systems interconnection reference model, OSI-RM），规范并使用通用网络协议，才最终将各种网络组合成一个整体，也就是互联网，如图1-4所示。

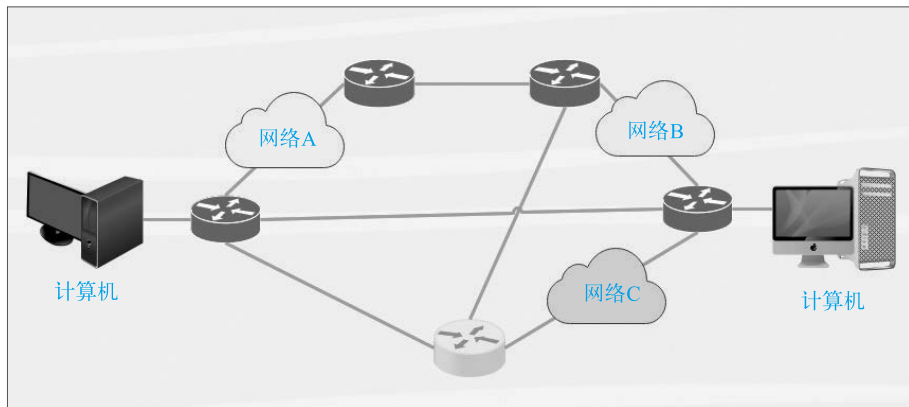


图 1-4 互联网

OSI参考模型的出现，标志着第三代计算机网络的诞生。此时的计算机网络在共同的OSI参考模型的基础上，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。OSI参考模型把网络划分为七层，并规定计算机之间只能在对应层之间进行通信，大大简化了网络通信原理，是公认的新一代计算机网络体系结构的基础，为普及局域网奠定了基础。

4. 国际互联网及信息高速公路阶段

20世纪80年代末，局域网技术发展成熟，出现了光纤及高速网络技术，整个网络像是一个对用户透明的大型计算机系统。此时的计算机网络被定义为“将多个具有独立工作能力的计算机系统通过通信设备和线路连接，并由功能完善的网络软件实现资源共享和数据通信的系统”。事实上，对于计算机网络从未有过一个标准的定义。

1972年，Xerox公司开发出以太网。1980年2月电气电子工程师学会（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）组织了802委员会，开始制订局域网标准。1985年美国国家科学基金会（National Science Foundation, NSF）利用ARPANET协议建立了用于科学研究和教育的骨干网络——国家科学基金网（national science fund network, NSFNET），1990年NSFNET取代ARPANET成为国家骨干网，从此网上的电子邮件（e-mail）、文件下载和信息传输受到欢迎和广泛使用。20世纪90年代后期，商用Internet，即因特网逐渐取代NSFNET并以惊人的速度发展壮大。以因特网为代表的互联网就是应用至今的第四代计算机网络。

宽带综合业务数字网、信息高速公路、异步传送模式（asynchronous transfer mode, ATM）技术、综合业务数字网（integrated service digital network, ISDN）、千兆以太网等在因特网基础上应运而生，而现在比较普及的网上会议、网上购物、网上银行、网上直播等新兴事物则都起源于这一时期，如图1-5和图1-6所示。



■ 1.1.2 计算机网络的功能与应用

计算机网络从出现、发展到现在的规模应用，都是以人们的需求为导向。目前，计算机网络的主要应用包括以下几个方面。

1. 数据交换

网络通信的实质就是数据交换，通信设备之间、网络设备之间、网络设备和通信设备之间都需要快速可靠地相互传递数据，如图1-7所示。例如，传真、电子邮件、电子数据交换、文件传输服务（FTP）、公告板系统（BBS）、远程登录（telnet）与信息浏览等通信服务，能否将数据从一个节点快速、高效、安全、准确地传递给其他节点是衡量网络通信质量的重要标准。

2. 资源共享

充分利用计算机网络中资源子网提供的各种资源（包括硬件、软件和数据）是计算机网络组网的重要目的。有很多资源是需要专业机构进行管理和维护的，不可能为单个用户所拥有，例如，进行复杂运算的巨型计算机，其使用流程如图1-8所示。另外，海量存储器、大型绘图仪和一些特殊的外部设备、大型数据库和大型软件、一些高等学府的学术资源等都可以通过网络为所有用户共享和使用。资源共享既可以使用户节省开支，又可以提高这些资源的利用率，从而推动生产力的发展。





3. 提高系统可靠性及安全性

为了确保计算机和终端的日常安全性,可以进行备份操作。对于需要 7×24 h不间断运行的网络服务器,如运行订票系统、网购系统、金融服务系统等服务器,以前的单机备份或者同机房备份已经不再适用。一旦出现问题,无法通过快速启用备份进行替换,将导致大量数据的丢失,损失是难以承受的。近年来,随着网络技术的迅猛发展,各大门户服务网站在不同的地域建立了数据中心,并通过网络相互备份,当某一处服务器发生故障时,其他地方的服务器可以代为处理,且可以做到无感切换。因此,网络在提高可靠性及可用性方面发挥了至关重要的作用。网络备份功能常和负载均衡策略共同使用,如图1-9所示。图中北京、上海、广州三地的服务器集群日常按时同步、互相备份,若上海用户连接的服务器发生故障,则会自动切换到备用链路,连接到广州的服务器。

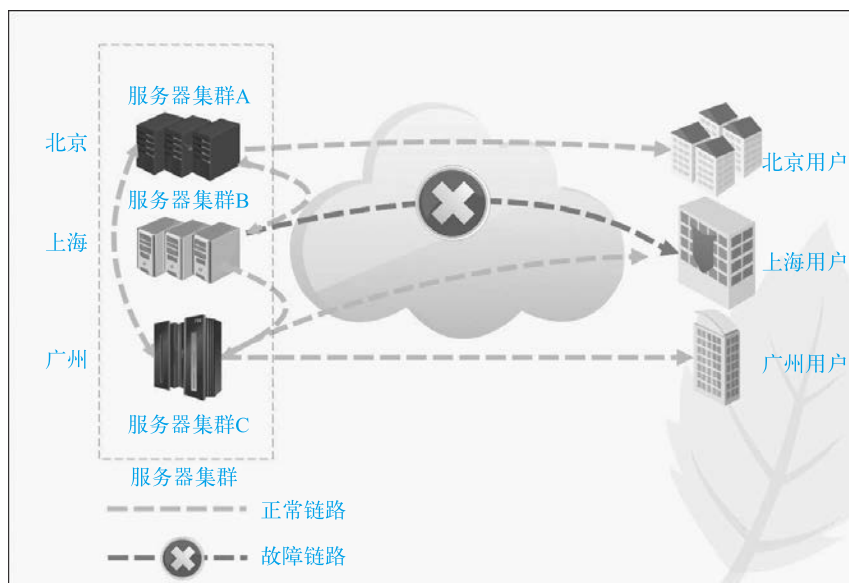


图 1-9 服务器集群

4. 负载均衡

当网络中某地区的网络负荷太重时,可以按照预定的设置将部分服务请求分配到网络中较空闲的同类服务器上去响应,或由网络中比较空闲的服务器分担负荷。这样就可以避免网络中的服务器忙闲不均,使整个网络资源能互相协作,既不影响请求速度又能充分利用软、硬件资源。例如,为了支持更多的用户能同时快速访问网站,大型ICP(因特网内容提供商)会在全国各地甚至世界各地放置各种缓存服务器,然后通过技术手段使不同区域的用户查看距离最近或者速度最快的服务器上的内容,从而实现各服务器之间的负载均衡,使资源得到合理调整,同时也避免了用户时间和资源的浪费。

5. 分布式网络处理

在计算机网络中,用户可根据问题的实质和要求选择网内最合适的资源进行处理,以便问题能迅速而经济地得到解决。对于综合性的大型问题,可以采用合适的算法将任务分散到不同的计算机上进行处理。利用网络技术,还可以将许多小型机或微型机连接成高性能分布式计算

机系统，从而提高解决复杂问题的能力，同时大幅降低费用。

6. 提高系统性价比，便于扩充和维护

各终端设备加入网络，虽然增加了通信费用，但由于资源共享，明显提高了整个系统的性能价格比，降低了整个系统的维护费用，并且更易于扩充资源子网中的各种资源，构建更实用的新型网络系统。

1.1.3 计算机网络的分类

计算机网络可以按照不同的划分标准进行分类。在日常使用时，最常见的分类标准是按照网络的分布距离和覆盖范围进行划分。

1. 局域网

局域网（local area network, LAN）是指将较小范围内（一般指10 km以内）的计算机或数据终端设备连接在一起组成的通信网络。局域网通常应用于办公楼、居民楼、公司、店铺或校园内，如图1-10所示，支持范围可大可小，非常灵活。

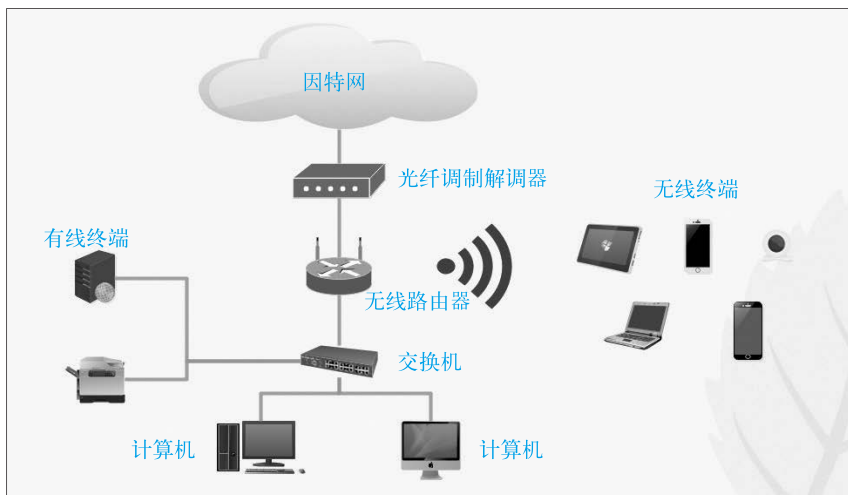


图 1-10 局域网

局域网的特点是分布距离近、连接范围小、用户数量少、传输速度快、连接费用低、数据传输误码率低。目前大部分局域网的运行速度为100 Mbit/s，有较好硬件基础的用户网络运行速度一般为1 000 Mbit/s。现在最新的主板配备的是速率为10 Gbit/s的网卡，以后的发展趋势是，局域网内部有线终端的速度为1 000 Mbit/s，主干网的速度为10 Gbit/s或更高。

现在大部分局域网都支持无线连接，而且因其便捷性的优势，无线终端已经成为现在局域网主要的网络设备。

2. 城域网

城域网（metropolitan area network, MAN）指的是覆盖城市级别范围的大型局域网。城域网所采用的技术基本上与局域网类似，只是规模上要更大。城域网既可以覆盖相距不远的几栋办公楼，也可以覆盖一座城市；既可以是私用网，也可以是公用网。城域网由于采用了具有



有源交换元件的局域网技术，网中传输延时相对较小，传输媒介主要采用光纤和无线技术。例如，某高校在城市中有多个校区或者行政办公位置，通过网络将这些校园网连接起来就形成了城域网，如图1-11所示。城域网的连接距离可以在10 km~100 km范围内。与局域网相比，城域网传输扩展的距离更长，覆盖的范围更广，传输速率更高，技术先进，安全性高，属于局域网的延伸，但连接费用较高。

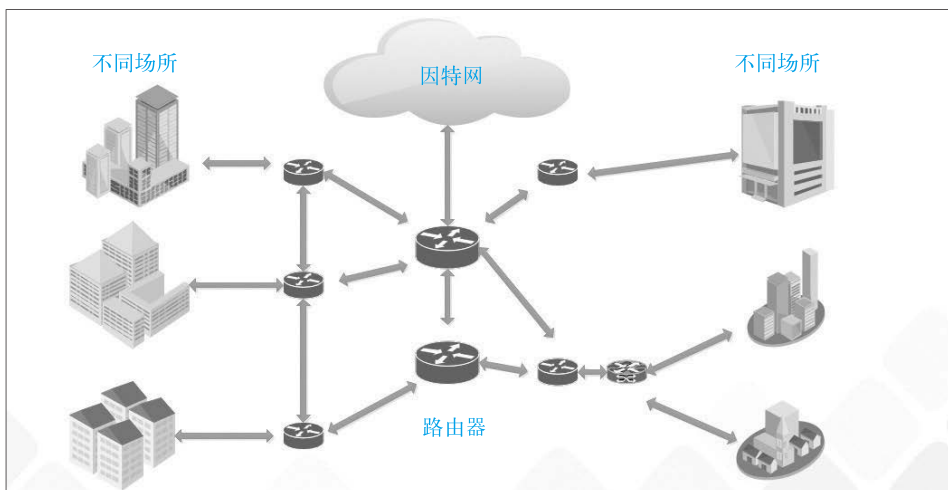


图 1-11 城域网

3. 广域网

广域网 (wide area network, WAN) 也称远程网，通常跨越很大的物理范围，所覆盖的范围从几十千米到几千千米。它能连接多个城市或国家，甚至横跨几个洲，并能提供远距离通信，形成国际性的远程网络，覆盖的范围比局域网和城域网都广。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，将分布在不同地区的局域网或计算机系统互联起来，达到资源共享的目的。广域网的特点是覆盖范围最广，通信距离最远，技术最复杂，建设费用最高。日常使用的因特网就是广域网的一种。

1.1.4 因特网的高速发展

Internet是世界上规模最大、用户最多、影响最大的计算机互联网络，中文正式译名为因特网，又叫作国际互联网，是由使用公用语言及协议，能互相通信的计算机及计算机网络连接而成的全球网络。用户只要连接到它的任何一个节点上，就意味着已经接入因特网了。目前，因特网的用户已经遍及全球。

前面介绍过因特网是从阿帕网发展而来，最初只有4所大学在该网络中。到20世纪70年代中期，随着通信需求的增多，ARPA开始研究多种网络互联的技术，这种形式的互联网就是后来因特网的雏形。1983年，TCP/IP协议成为ARPANET上的标准协议，从此所有使用TCP/IP协议的计算机都能利用互联网相互通信。1990年，ARPANET正式宣布关闭，完成了自己的试验使命。

1985年，美国国家科学基金会围绕6个大型计算机中心建设计算机网络，即美国国家科学基金网 (NSFNET)。NSFNET是一个三级计算机网络，分为主干网、地区网和校园网 (企业

网)。这种类型的三级计算机网络覆盖了全美国主要的大学 and 研究所，成为因特网中的主要组成部分。1991年是因特网的爆发期，网络不再局限于美国，世界各国的许多公司纷纷接入因特网。同时，美国政府决定将因特网的主干网转交给私人公司经营，并对接入因特网的单位收费，由此开始了因特网的商业化发展。

从1993年开始，由美国政府资助的NSFNET逐渐被若干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。ISP（Internet Service Provider，因特网服务提供方）拥有从因特网管理机构申请到的多个IP地址，同时拥有通信线路（自己建造或租用）和路由器等连网设备。任何机构或个人，只要向ISP交纳规定的费用，就可以从ISP获得IP地址，通过ISP接入因特网。

20世纪90年代，由欧洲核子研究组织（Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire，CERN）开发的万维网（World Wide Web，WWW）被广泛应用在因特网上，促使因特网的规模以指数级增长。

1.2 计算机网络体系结构

计算机网络体系结构是计算机网络的基础架构，它是计算机网络的核心组成部分，对于理解计算机网络的工作原理和实现具有重要意义。

1.2.1 计算机网络体系结构简介

计算机网络体系结构是指计算机网络的基础框架，它定义了计算机网络的组成和运行方式，规定了网络中各个组件之间的相互关系和通信规则。这个框架采用层次结构，包括多个层次和组件，每个层次和组件都有其特定的功能和职责。

网络体系结构虽然是一个抽象的概念，但是其实现是具体的，是需要运行在具体的计算机软件 and 硬件之上的。因此，构建一个计算机网络，不但要考虑网络的体系架构，还要特别关注它的具体实现，包括使用何种硬件 and 软件、实现何种功能等。

计算机网络在发展到网络互联阶段后，遇到了厂商各自为政的情况。为了寻求有效的解决方法，1977年国际标准化组织（ISO）着手制订开放系统互连（OSI）参考模型。该模型给出了一种构建计算机网络的体系结构，试图以此作为此后计算机网络互联在体系结构上的规范。目前，从理论体系上介绍网络体系结构，广泛采用的就是OSI参考模型。

1.2.2 网络通信协议与层次划分

计算机网络最基本的功能是数据传输，实现数据传输的前提是网络设备之间能够通信，而实现通信必须依靠网络通信协议。这是因为，无论使用的是哪种类型的计算机网络，都需要有一种规则或者标准来指导数据的传输，这种规则或者标准就是网络通信协议。

网络通信协议可以理解为计算机等终端及网络设备之间的通用语言。互联网可以互通，本质上就是使用了一系列的网络通信协议。

除了规范双方的语言外，还需统一规范双方所使用的硬件标准，如接口标准、引脚的功能作用、线材的芯径和线径等。在满足了以上标准后，双方就可以进行数据通信了。



因为直接创建整个网络通信体系结构非常困难，不仅要考虑同种类设备间的通信（如交换机之间），还要考虑不同种类设备间的通信（如计算机和路由器之间）。于是，人们想到用分层的设计思想，将整个复杂的系统分成若干层，把复杂的问题变成层级的组合，这样在实际操作时，就只需要考虑每层的功能及层与层之间的通信即可，这便是ISO制定OSI参考模型的思路。

1.2.3 OSI参考模型

OSI参考模型即开放系统互连参考模型，是由国际标准化组织（ISO）制定的，其目的是为异种计算机互联提供一个共同的基础和标准框架，并为保持相关标准的一致性和兼容性提供共同的参考。这里所说的开放系统，实质上指的是遵循OSI参考模型和相关协议并能够实现互联的具有各种应用目的的计算机系统。OSI参考模型分为七层，从低到高分别是：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层，如图1-12所示。

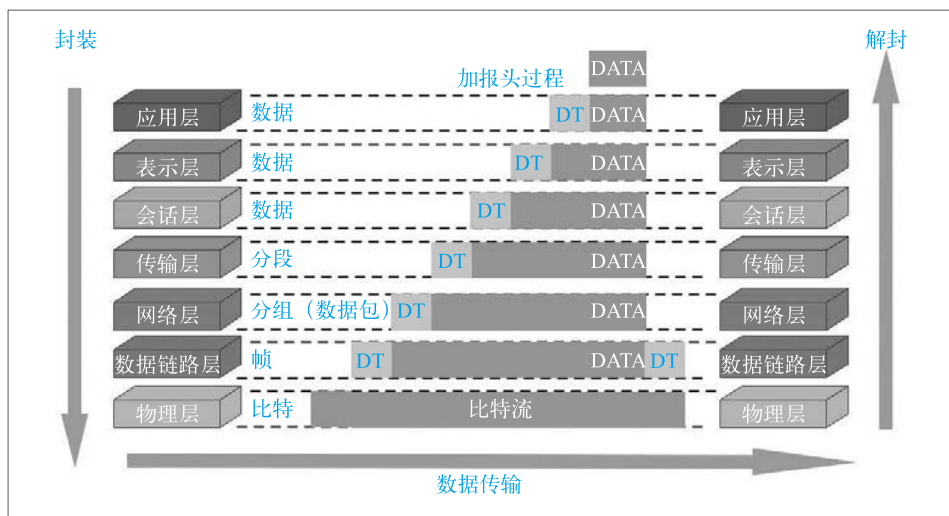


图 1-12 OSI 参考模型

1. 物理层

按照自下而上的顺序，物理层是OSI的第一层，属于最下层，是整个开放系统的基础。物理层为设备之间的数据通信提供传输媒体及互连设备，为数据传输提供可靠的环境。

物理层的任务就是为上层（数据链路层）提供物理连接，实现比特流的透明传输。物理层定义了通信设备与传输线路接口的电气特性、机械特性、应具备的功能等，如产生“1”“0”的电压大小、变化间隔，电缆如何与网卡连接、如何传输数据等。物理层负责在数据终端设备、数据通信和交换设备之间完成数据链路的建立、保持和拆除操作。这一层关注的问题大都是机械接口、电气接口、物理传输介质等。

2. 数据链路层

数据链路层是OSI参考模型中的第二层，介于物理层和网络层之间。一方面，数据链路层在物理层提供服务的基础上向网络层提供服务；另一方面，该层将来自网络层的数据按照一定格式分割成数据帧，然后将帧按顺序送出，并等待由接收端送回的应答帧。

数据链路层主要功能有：

- **链路管理**：指数据链路连接的建立、拆除和分离。
- **帧定界和帧同步**：数据链路层的数据传输单元是帧。每一帧包括数据和一些必要的控制信息。协议不同，帧的长短和界面也有差别，但无论如何都必须对帧进行定界，并且调节发送速率以使之与接收方相匹配。
- **顺序控制**：指对帧的收发顺序的控制。
- **差错检测、差错恢复**：因为传输线路上有大量的噪声，所以传输的数据帧有可能被破坏。差错检测是指用方阵码校验和循环码校验来检测信道上数据的误码，用序号检测帧丢失等。各种错误的恢复则常靠反馈重发技术来完成。
- **流量控制**：是指控制相邻两节点之间数据链路上的流量。

数据链路层的任务就是把一条可能存在错误的链路转变成让网络层在收发数据时看到的像是一条不出差错的理想链路。数据链路层可以使用的协议有SLIP、PPP、X.25和帧中继等。日常生活中使用的Modem（即调制解调器，俗称“猫”）等拨号设备都工作在该层。工作在该层上的交换机被称为“二层交换机”，是按照存储的MAC（medium access control，介质访问控制）地址表进行数据传输的。

3. 网络层

网络层负责管理网络地址、定位设备、决定路由等，如熟知的IP地址和路由器就是工作在这一层。上层的数据段在这一层被分割，封装后叫作包（packet）。包有两种，一种叫作用户数据包（data packet），是上层传下来的用户数据；另一种叫作路由更新包（route update packet），是直接由路由器发出来，用来和其他路由器进行路由信息交换的。网络层负责对子网间的数据包进行路由选择。

网络层的主要作用有：

- **数据包封装与解封**。
- **异构网络互联**：用于连接不同类型的网络，使终端能够通信。
- **路由与转发**：指按照复杂的分布式算法，根据从各相邻路由器所得到的关于整个网络拓扑的变化情况，动态地改变所选择的路由，并根据转发表将用户的IP数据报从合适的端口转发出去。
- **拥塞控制**：获取网络中发生拥塞的信息，利用这些信息进行控制，以避免由于拥塞而出现分组的丢失，甚至由于严重拥塞而产生网络死锁的现象。

4. 传输层

传输层是一个端到端，即主机到主机的层次。传输层负责将上层数据分段并提供端到端的、可靠的（指用TCP协议的）或不可靠的（指用UDP协议的）传输。此外，传输层还要处理端到端的差错控制和流量控制问题。传输层的任务是建立、维护和取消传输连接，即负责端到端的可靠数据传输。在这一层，信息传送的协议数据单元被称为段或报文。通常说的TCP“三次握手”“四次断开”就是在这层完成的。

传输层是计算机网络体系中最重要的一层，传输层协议也是最复杂的，其复杂程度取决于网络层所提供的服务类型及上层对传输层的要求。换言之，网络层只是根据网络地址将源节点



发出的数据包传送到目的节点，而传输层则负责将数据可靠地传送到相应的端口。常见的QoS（quality of service，服务质量）就是这一层的主要服务。

5. 会话层

会话层管理主机之间的会话进程，即负责建立、管理、终止进程之间的会话。会话层还通过在数据中插入校验点来实现数据的同步。

会话层不参与具体的数据传输，而是利用传输层提供的服务，在本层提供会话服务（如访问验证）、会话管理和会话同步等，建立和维护应用程序间通信的机制，最常见的服务器验证用户登录便是由会话层完成的。另外，本层还提供单工（simplex）、半双工（half duplex）、全双工（full duplex）3种通信模式的服务。

会话层服务包括会话连接管理服务、会话数据交换服务、会话交互管理服务、会话连接同步服务和异常报告服务等。会话服务过程可分为会话连接建立、报文传送和会话连接释放3个阶段。

6. 表示层

这一层主要处理流经端口的数据代码的表示方式问题。表示层的作用之一是为异种机通信提供一种公共语言，以便能进行交互操作。之所以需要这种类型的服务，是因为不同的计算机体系结构使用的数据表示法不同。例如，IBM主机使用EBCDIC编码，而大部分个人计算机使用的是ASCII码，所以需要表示层完成这种转换。

表示层主要包括如下服务：

- **数据表示：**解决数据语法表示问题，如文本、声音、图形图像的表示，确定数据传输时的数据结构。
- **语法转换：**为使各个系统间交换的数据具有相同的语义，应用层采用的是对数据进行一般结构描述的抽象语法，表示层为抽象语法指定一种编码规则，以构成一种传输语法。
- **数据加密、解密：**通过加密，可以对敏感数据进行保护，防止未经授权的用户访问和泄露，这对于数据的安全性至关重要；而解密则是对加密数据进行还原，当数据被加密后，只有授权用户才能解密。数据加密、解密是表示层保障数据安全性的主要措施之一。
- **连接管理：**利用会话层提供的服务建立表示连接，并管理在这个连接之上的数据传输和同步控制，以及正常或异常地释放这个连接。

7. 应用层

应用层是OSI参考模型的最高层，是用户与网络的接口，用于确定通信对象，并确保有足够的资源用于通信。当然，这些都是想要通信的应用程序做的事情。应用层为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口，向应用程序提供服务。这些服务按其向应用程序提供的特性分成组，有些服务可为多种应用程序共同使用，而有些服务则为较少的一类应用程序使用。应用层是开放系统的最高层，是直接为应用进程提供服务的，其作用是在实现多个系统应用进程相互通信的同时，完成一系列业务处理所需的服务。

应用层通过支持不同应用协议的程序来解决用户的应用需求，如文件传输采用FTP（file transfer protocol，文件传送协议），远程登录采用telnet协议，电子邮件服务采用SMTP（simple

mail transfer protocol, 简单邮件传送协议), 网页服务采用HTTP (hypertext transfer protocol, 超文本传送协议) 等。

1.2.4 TCP/IP参考模型

与传统OSI参考模型相比, TCP/IP参考模型是一种更具实用性的模型, 实际应用更广。TCP/IP协议先于TCP/IP模型出现, 并且比OSI参考模型出现得更早。

TCP/IP协议 (transmission control protocol/internet protocol), 中文译名为传输控制协议/互联网协议, 俗称网络通信协议, 是因特网最基本的协议, 是国际互联网络的基础。TCP/IP协议由网络层的IP协议和传输层的TCP协议组成, 是因特网最常用的一种协议, 可以说是事实上的—种网络通信标准协议, 同时它也是最复杂、最庞大的一种协议。TCP/IP协议于1969年由美国国防部高级研究计划署 (ARPA) 开发, 是为跨越局域网和广域网环境的大规模互联网络而设计的。

TCP/IP协议定义了电子设备如何连入因特网, 以及数据传输的标准。协议采用了4层的层级结构, 分别为应用层、传输层、网络层和网络接口层, 每一层都呼叫它的下一层所提供的网络协议来完成本层的需求。TCP协议负责发现传输的问题, 一有问题就发出信号, 要求重新传输, 直到所有数据安全、正确地传输到目的地; 而IP协议是给因特网的每一台联网设备规定一个地址, 以方便传输。

TCP/IP参考模型与OSI七层模型的关系, 如图1-13所示。

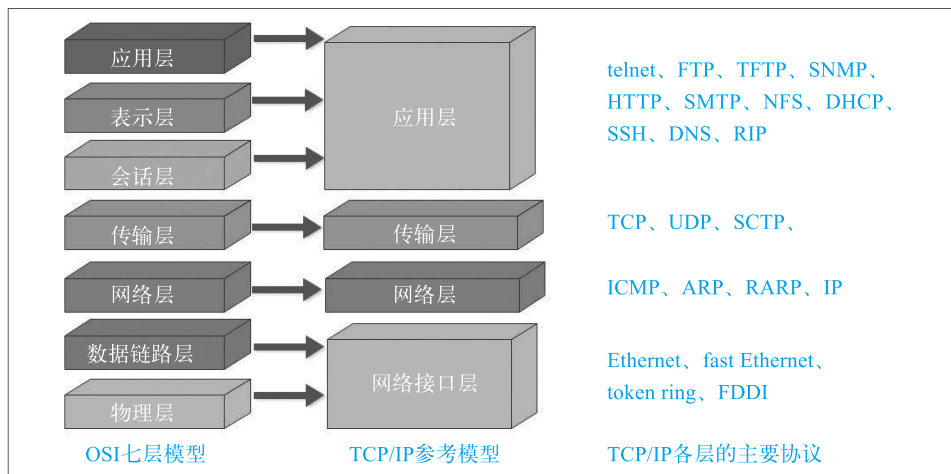


图 1-13 TCP/IP 参考模型与 OSI 七层模型的关系

TCP/IP模型完全忽略了网络的物理特性, 而把任何一个能传输数据分组的通信系统都看作网络。这种网络的对等性大大简化了网络互联技术的实现。

TCP/IP通信协议具有灵活性, 支持任意规模的网络, 几乎可连接所有的服务器和工作站。正是因为它的灵活性, 才带来了它的复杂性。它需要针对不同网络进行不同设置, 并且每个节点至少需要一个“IP地址”、一个“子网掩码”、一个“默认网关”和一个“主机名”。因此, 为了简化TCP/IP协议的设置, 微软公司在其Windows NT及后面的Windows Server操作系统中都配置了一个动态主机配置协议 (dynamic host configuration protocol, DHCP), 它可以为客户端自动分配IP地址, 从而避免了地址冲突及配置出错。



1.3 IP地址

IP是英文internet protocol的缩写，意思是“互联网协议”，也就是为计算机网络相互连接进行通信而设计的协议。

■ 1.3.1 IP地址简介

IP协议规定了计算机在因特网上进行通信时应当遵守的规则，并使连接到网上的所有计算机、设备及网络能够相互通信。正是因为IP协议的优势，因特网才得以迅速发展成为世界上最大的、开放的计算机通信网络。因此，IP协议也可以叫作“因特网协议”。

可以将IP地址理解为因特网上的设备的一个编号。日常见到的情况是每台联网的计算机上都需要有IP地址。如果把网络终端比作“电话”，那么“IP地址”就相当于“电话号码”，而因特网中的路由器就相当于电信局的“程控式交换机”。

■ 1.3.2 IP地址的结构

IP地址是由32位二进制数组成的，通常被分割为4个“8位二进制数”（也就是4个字节）。由于二进制不好记忆，IP地址通常用“点分十进制”表示成（a.b.c.d）的形式，其中，a、b、c、d都是0~255之间的十进制整数。例如，点分十进制IP地址（1.2.3.4），实际上是32位二进制数（00000001.00000010.00000011.00000100）。

■ 1.3.3 IP地址的分类

IP地址本身由网络地址和主机地址两部分组成：网络地址用于标识该IP地址所在的网络，而主机地址用于标识该网络主机。类似于电话号码，如010-12345678，其中010为区号，代表一个地区，作用同网络地址类似；12345678为电话号码，同主机地址类似。二者组合在一起就代表唯一的电话号码，而在网络上就是指特定的一台网络设备。

由于每个网络中拥有的计算机数量不同，因特网架构委员会（Internet Architecture Board, IAB）根据网络规模的大小，将IP地址空间划分为A类至E类5种不同的地址类别，如表1-1所示。

表 1-1 因特网 IP 地址分类

	1			8				16				24				32			
A 类地址 1~126	0	网络地址（7 位）							主机号（24 位）										
B 类地址 128~191	1	0	网络地址（14 位）									主机号（16 位）							
C 类地址 192~223	1	1	0	网络地址（21 位）										主机号（8 位）					
D 类地址 224~239	1	1	1	0	组播地址（28 位）														
E 类地址 240~255	1	1	1	1	0	保留用于实验和将来使用													

1. A类地址

在IP地址的4段号码中,第1段号码为网络号码,剩下的3段号码为本地计算机的号码,4段号码的组合叫作A类地址。如果用二进制表示IP地址,A类IP地址就由1字节的网络地址和3字节的主机地址组成。A类地址中网络的数量较少,仅有126个网络,但每个网络可以容纳的主机数达1 600多万台。

A类地址中的网络地址的最高位必须是“0”,但网络地址不能全为“0”。也就是说,A类地址中的网络地址的范围为1~126,不能为127,因为该地址被保留用作回路及诊断地址,任何发送给127.X.X.X的数据都会被网卡传回该主机,用于检测使用。主机地址也不能全为0和全为1(即11111111,用十进制表示即为255),全为0代表该地址所在的网络本身,而全为1则代表该网络地址中的所有主机,用于在该网络内发送广播包。如100.0.0.0,代表100这个网络,而100.255.255.255是广播地址,这个规则在其他类地址中也同样适用。因此,A类地址的每个网络支持的最大主机数为 $2^{24}-2=16\,777\,214$ 台。

2. B类地址

在IP地址的4段号码中,前两段号码为网络号码。如果用二进制表示IP地址,B类IP地址就由2字节的网络地址和2字节的主机地址组成,网络地址的最高位必须是“10”。B类IP地址中网络的标识长度为16位,主机的标识长度为16位,即B类网络地址的取值介于128~191之间。

B类网络地址适用于中等规模的网络,可有多达16 384个网络,每个网络所能容纳的计算机数为 $2^{16}-2=65\,534$ 台。

其中,165.254.0.0也是不使用的,在DHCP发生故障或者响应时间太长导致超出了系统规定的时间时,系统会自动分配这样一个地址。如果发现主机IP地址是这样的地址,该主机的网络大都不能正常运行。

3. C类地址

在IP地址的4段号码中,前3段号码为网络号码,剩下的一段号码为本地计算机的号码。如果用二进制表示IP地址,C类IP地址就由3字节的网络地址和1字节的主机地址组成,网络地址的最高位必须是“110”。C类网络地址取值介于192~223之间,C类IP地址中网络的标识长度为24位,主机的标识长度为8位。C类地址有多达209万余个网络地址,数量较多,适用于小规模的网络,每个网络最多只能包含 $2^8-2=254$ 台计算机。

4. D类地址

D类IP地址不分网络号和主机号,在历史上被叫作多播地址(multicast address),即组播地址。在以太网中,多播地址命名了一组站点,这组站点都应该在这个网络应用中接收到同一个分组信息。多播地址的最高位必须是“1110”,范围为224~239。

5. E类地址

E类地址为保留地址,也可以用于实验用途,但不能分给正常的主机使用。E类地址以“11110”开头,范围为240~255。



■ 1.3.4 保留IP

理想状态下，每个联网的设备都可以获取到一个正常的、可以通信的IP地址。但是，由于网络的发展，需要联网并且需要使用IP地址的设备已经不是IPv4地址池所能满足的。为了满足家庭、企业、校园等需要大量IP地址的内部网络的要求，因特网编号分配机构（Internet assigned numbers authority, IANA）将A、B、C类地址中挑选的一部分保留地址作为内部网络地址使用。保留地址也叫作私有地址（private address）或者专用地址，它们不会在全球使用，只具有本地意义。私有地址范围：A类为10.0.0.0~10.255.255.255和100.64.0.0~100.127.255.255，B类为172.16.0.0~172.31.255.255，C类为192.168.0.0~192.168.255.255。

这些IP地址被大量网络使用，自然会有很多重复，那么为什么还可以正常使用，并且实现网络间通信呢？这就是网关设备的作用。网关设备获取到可以正常通信的IP地址，再通过网络地址转换（network address translation, NAT）技术将内部计算机发送的数据包中的IP地址转换成可以在公网上传递的数据包并发送出去，在接收到数据后，根据映射表，将数据传回内网的计算机。

■ 1.3.5 网络地址与广播地址

网络地址的主机号为全0，网络地址代表着整个网络。如192.168.0.0/16，代表192.168.0.0这个网络，其中的主机地址从192.168.0.1~192.168.255.254。

广播地址通常称为直接广播地址，是为了区分受限广播地址。广播地址与网络地址的主机号正好相反，广播地址中，主机号全为1。如192.168.255.255/16，代表192.168.0.0这个网络中的所有主机。当向该网络的广播地址发送消息时，该网络内的所有主机都能收到该广播消息。

■ 1.3.6 IPv4与IPv6

现有的互联网是在IPv4协议的基础上运行的。IPv6是下一版本的互联网协议，也可以说是下一代互联网的协议。随着互联网的迅速发展，IPv4定义的有限地址空间将被耗尽，而地址空间的不足必将阻碍互联网的进一步发展。通过IPv6重新定义地址空间，可以扩大IP地址空间。IPv4采用32位地址长度，只有大约43亿个地址，而IPv6采用128位地址长度，几乎可以不受限制地提供地址。按保守方法估算IPv6实际可分配的地址，整个地球的每平方米面积上可分配1 000多个。在IPv6的设计过程中，除了解决地址短缺问题以外，还考虑到性能的优化，包括端到端IP连接、服务质量、安全性、多播、移动性、即插即用等。

与IPv4相比，IPv6主要有如下优势：

- **明显地扩大了地址空间。**IPv6采用128位地址长度，几乎可以不受限制地提供IP地址，从而确保了端到端连接的可能性。
- **提高了网络的整体吞吐量。**由于IPv6的数据包可以远远超过64k字节，应用程序可以利用最大传输单元（maximum transmission unit, MTU）获得更快、更可靠的数据传输，同时在设计上改进了选路结构，采用简化的报头定长结构和更合理的分段方法，使路由器加快了数据包的处理速度，提高了转发效率，从而提高网络的整体吞吐量。
- **改善整个服务质量。**报头中的业务级别和流标记通过路由器的配置可以实现优先级控制和QoS保障。

- **安全性有了更好的保证。**采用互联网络层安全协议（internet protocol security，IPSec）技术，可以为上层协议和应用提供有效的端到端安全保证，提高在路由器水平上的安全性。
- **支持即插即用和移动性。**设备接入网络时通过自动配置可自动获取IP地址和必要的参数，实现即插即用，简化了网络管理，易于支持移动节点；而且IPv6不仅从IPv4中借鉴了许多概念和术语，还定义了许多移动IPv6所需的新功能。
- **更好地实现了多播功能。**在IPv6的多播功能中增加了“范围”和“标志”，限定了路由范围并可以区分永久性地址和临时性地址，更有利于多播功能的实现。

1.3.7 子网掩码

网上的两台设备在获取IP地址后，并不是直接通信的。首先需要判断两者是否在同一个网络或者网段中。如果在一个网络中，就可以直接通信；而如果不在同一个网络中，就需要路由设备根据两者所在的网络，按照路由表中的转发规则，计算并判断出最优路径，然后才转发出去。这里判断地址所在的网络就需要用到子网掩码了。

此外，随着互联网应用的不断扩大，原先的IPv4的弊端也逐渐暴露出来，即网络号占位太多，而主机号占位太少，因此能提供的主机地址就越来越稀缺。目前除了使用路由NAT技术使企业内部网络以私有地址的形式上网外，还可以通过对一个高类别的IP地址进行再划分，形成多个子网，提供给不同规模的用户群使用。对IP地址进行再划分就需要使用子网掩码了，而且这样做会使每个子网上的可用主机地址数目比原先有所减少。

1. 子网掩码格式

子网掩码，就是表示子网特征的一个参数。它在形式上等同于IP地址，也是一个32位二进制数字，它的网络地址部分全部为1，主机地址部分全部为0。例如，IP地址192.168.100.1，如果已知网络地址部分是前24位，主机地址部分是后8位，那么子网掩码就是11111111.11111111.11111111.00000000，转换成十进制就是255.255.255.0，如表1-2所示。有时也会用“IP/网络位数”的格式，如192.168.1.100/24，表示有24位的网络位。

表 1-2 子网掩码格式

		网 络 位			主 机 位
IP 地址	192.168.100.1	11000000	10101000	01100100	00000001
子网掩码	255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000

在计算子网掩码时，要注意IP地址中的特殊地址，即“0”地址和广播地址。它们是指主机地址或网络地址全为“0”或全为“1”时的IP地址，代表着本网络地址和广播地址，一般是不能被计算在内的。

2. 计算网络号

如果知道了IP地址和子网掩码，就可以计算出网络号。通过网络号是否一致，判断是否在同一网络中。

判断方法是将两个IP地址与子网掩码分别进行AND运算（两个数位都为1，运算结果为1，



否则为0), 然后比较结果是否相同。如果结果相同, 就表明它们在同一个子网络中, 否则就不是

例如, 已知B类地址为128.245.36.1, 那么就可以计算它的网络号了。因为B类地址的子网掩码为255.255.0.0, 将其转换成二进制并进行AND运算, 如表1-3所示。

表 1-3 B 类地址子网掩码格式

		网 络 位			主 机 位
IP 地址	128.245.36.1	10000000	11110101	00100100	00000001
子网掩码	255.255.0.0	11111111	11111111	00000000	00000000
AND 运算	128.245.0.0	10000000	11110101	00000000	00000000

运算后得到的网络号转换为十进制后为: 128.245.0.0。

以上为比较简单的案例, 其他复杂的都可以按照此方法计算出网络号。

3. 按要求划分子网

在企业中, 网络管理员有时需要对网络地址进行分配。如果获得的网络地址段需要按照部门进行划分, 或者为了提高IP地址的使用率, 可以通过使用人工设置子网掩码的方法, 将一个网络划分成多个子网。

例如, 公司提供了C类地址192.168.10.0/24, 需要分给5个不同的部门使用, 每个部门大约有30台计算机。那么该如何划定这5个部门的网络呢?

这里需要一个概念就是“借位”。因为有24位是网络位, 仅有8位是主机位, 若要分给5个部门使用, 就需要在8位主机位中借出可供5个部门使用的网络号。因为 $2^2=4$, $2^3=8$, 所以就需要从8位主机位中借出3位作为网络位, 这样剩下的5位主机位就可以分配给 $2^5-2=30$ 台主机使用, 恰好能满足要求。因此, 该网络的网络号就变成 $24+3=27$ 位, 也就是有27位的网络号; 子网掩码就是11111111. 11111111. 11111111. 11100000, 即255.255.255.224。划分出的8个子网的格式与范围的信息, 如表1-4所示。

表 1-4 C 类地址划分子网的格式与范围

子 网				子网网络号	主机地址	广播地址
11000000	10101000	00001010	000 00000	192.168.10.0	1~30	31
11000000	10101000	00001010	001 00000	192.168.10.32	33~62	63
11000000	10101000	00001010	010 00000	192.168.10.64	65~94	95
11000000	10101000	00001010	011 00000	192.168.10.96	97~126	127
11000000	10101000	00001010	100 00000	192.168.10.128	129~158	159
11000000	10101000	00001010	101 00000	192.168.10.160	161~190	191
11000000	10101000	00001010	110 00000	192.168.10.192	193~222	223
11000000	10101000	00001010	111 00000	192.168.10.224	225~254	255

1.4 网络基础知识

在学习网络管理与维护知识前，需要掌握一些基础知识，了解一些专业术语的含义。下面介绍一些常见的网络基础知识。

1. 互联网、因特网与万维网的关系

其实用户常说的互联网、因特网和万维网，从技术角度来说并不一样。

互联网，简单来说，就是用TCP/IP协议将不同设备连接起来进行通信。该范围可大可小，小到两台设备彼此通信，也叫作互联网；大到世界范围级别的，就叫作因特网（Internet），也就是最大的互联网。

在互联网中有一类协议，叫作HTTP协议。通俗地说，HTTP协议就是用户使用浏览器访问网页或者网站服务器所使用的一种协议。在该协议及服务的基础上组成一种逻辑上的网络，叫作万维网。当然，因特网中还提供FTP、SMTP等服务，也使用其他的协议。

因此，从逻辑上来说，互联网包含因特网，而因特网又包含万维网。

2. 以太网

以太网并不是网络的一种，而是局域网中使用最多的一种技术。现在很多人用以太网代指局域网，这种说法并不严谨。局域网发展到现在，所使用的技术除了从经典以太网到交换式以太网外，其他还有很多。在后面的“局域网”基础知识章节中，将重点介绍以太网的相关知识。

3. 网关

网关是一种设备，多数指的是路由器。网关的位置一般在网络出口处，主要作用是帮助其所在的某个网络中所有需要访问外网或其他网络的设备进行数据的收发。网关有些类似小区门口的“菜鸟驿站”，收到用户包裹后，根据规则转发给上级，到达物流中心后再发送到全国。用户购买东西后，包裹也会寄到菜鸟驿站，然后转交给用户。

不指定网关，也可以在本地区域网络中（如192.168.1.0/24网络）的设备间进行数据传输，如在192.168.1.101/24和192.168.1.102/24网络设备之间传输数据。但如果要发送给其他网络中的设备，如192.168.2.1/24网络，则必须要指定网关的IP地址，再将数据包交给网关。

日常使用时，网关指的就是家庭或公司中使用的有线或无线路由器，IP地址一般为192.168.0.1/24或192.168.1.1/24。而互联网中的路由器，其网关一般被称为默认路由。通常将默认路由放在路由表的最后一条。路由器会按照路由表中的规则进行数据包的转发，如果没有，则会按照最后一条规则将数据交给默认路由，也就是这个路由器的网关。

4. 内网与外网

如果每个设备都有一个合规的IP地址，那么就不会存在内网与外网之分了。由于IPv4地址已分配完毕，很多设备如果想上网，就必须使用网关的NAT功能进行IP地址的转换。一般网关以内的叫作内网（内部网络），使用的是前面介绍的保留IP，也可称为私有IP。例如，分配192.168.1.0/24中的IP地址给内网中的计算机使用，办公室和家庭中的设备都可能使用该网段的IP地址。网关对外使用的合规的IP地址，称为外网（外部网络）IP。内网IP通过转换后，变成



外网IP+端口的方式，才能访问其他服务器或设备。外网返回的数据包，网关会根据映射关系返回给实际的设备，这样就可以正常通信了。

因此，一般内网代表局域网，外网也称为公网，在互联网上有正常IP地址的设备属于公网设备，如网页服务器等。

5. CDN服务器

CDN的全称是content delivery network，即内容分发网络。CDN是构建在现有网络基础之上的智能虚拟网络，依靠部署在各地的边缘服务器，通过中心平台的负载均衡、内容分发、调度等功能模块，使用户就近获取所需内容，降低网络拥塞，提高用户访问响应速度和命中率。CDN的关键技术主要有内容存储和分发。

通俗地讲，用户不是直接访问网站，而是通过网络技术手段访问网络分配的最优的缓存服务器。整个访问过程如图1-14所示。所以，CDN是一套完整的方案，目的就是让用户更加快速地访问网站的各种资源。现在大部分门户网站都应用了这种技术。

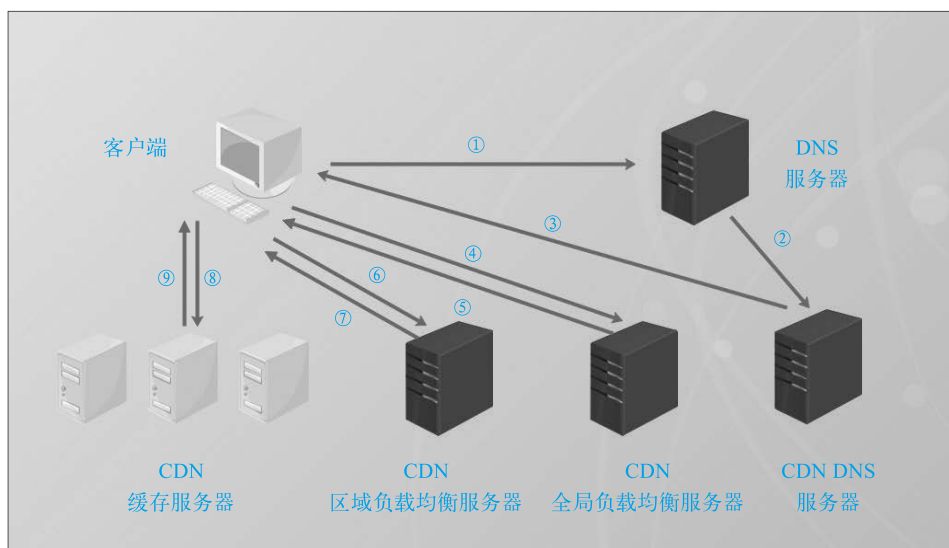


图 1-14 CDN 服务器访问过程

整个访问过程的访问及返回说明如下：

- ① 客户端在访问网页时，首先会通过DNS服务器进行域名解析。
- ② DNS服务器通过查询，将访问请求交给CDN DNS服务器进行解析。
- ③ CDN DNS服务器通过查询，将域名解析的CDN全局负载均衡服务器的IP地址交给客户端。
- ④ 客户端访问该域名对应的CDN全局负载均衡服务器，提出访问请求。
- ⑤ CDN全局负载均衡服务器根据规则，选出服务于该区域的CDN区域负载均衡服务器，将其IP地址返回客户端。
- ⑥ 客户端访问该区域的CDN区域负载均衡服务器。
- ⑦ CDN区域负载均衡服务器根据用户访问请求和各CDN缓存服务器的状态，将最适合的CDN缓存服务器的IP地址发送给客户端。
- ⑧ 客户端访问最合适的CDN缓存服务器。

⑨ CDN缓存服务器根据客户端的请求，将内容返回客户端。

此时客户端就可以看到所需要的页面了，因为之前的操作都是请求和响应，并不占用太多网络资源和服务器资源，所以确认CDN缓存服务器的时间极短。此外，因为选择了网络最优的CDN缓存服务器，所以页面传输加载也非常快，直接提高了访问速度。如果指定的CDN缓存服务器没有对应的内容，那么CDN缓存服务器会向上级请求，直至最终的网络服务器，然后会一级一级地缓存下来，并将访问内容返回客户端。

6. 网络拓扑图

网络拓扑图是指不考虑远近关系、线缆长度、设备大小等物理问题，仅通过简单的示意图形，绘制出整个网络所使用的设备、连接方式、布局 and 结构。根据这种拓扑图，可以对网络进行规划、设计、分析，方便交流和排错。学习及研究网络，必须要能看懂并会画网络拓扑图。

拓展阅读

把数字产业化作为推动经济高质量发展的重要驱动力，加快培育信息技术产业生态，推动数字技术成果转化应用，推动数字产业能级跃升，支持网信企业发展壮大，打造具有国际竞争力的数字产业集群。

——《“十四五”国家信息化规划》





课后作业



一、单选题

1. 以下属于局域网技术的是（ ）。
A. 以太网
B. 万维网
C. 城域网
D. 互联网
2. 以下属于可以在因特网中使用的IP地址是（ ）。
A. 192.168.1.2
B. 10.2.2.2
C. 169.254.2.3
D. 180.100.37.4

二、多选题

1. 按照网络分布距离、覆盖范围进行划分，网络可以分为（ ）。
A. 局域网
B. 以太网
C. 城域网
D. 广域网
2. 属于TCP/IP参考模型的分层有（ ）。
A. 网络接口层
B. 网络层
C. 传输层
D. 表示层
3. 以下属于私有地址的是（ ）。
A. 10.1.2.3
B. 172.16.100.1
C. 192.160.3.5
D. 192.168.3.5

三、简答题

1. 简述计算机发展的4个阶段及其特色。
2. 简述OSI七层模型中各层的功能。
3. 简述IP地址的分类及地址范围。