

# 计算机网络技术基础

(第3版)

王祥仲 李玉玲 主 编

崔希有 贺丽娟 副主编

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书由浅入深、循序渐进地介绍了计算机网络技术的专业知识和实用技能。全书共 13 章，内容包括计算机网络概述、数据通信基础、计算机网络体系结构和协议、局域网组网技术、网络互连技术、无线局域网技术、网络接入技术、网络管理、Internet 服务及应用、使用浏览器上网和电子邮件、信息搜索和文件传递技术、网络用户与资源管理、网络安全防护技术等。

本书内容丰富、结构清晰、语言简练、图文并茂，具有很强的实用性和可操作性，可作为高等院校计算机应用及相关专业网络课程的教材，也可作为广大初、中级计算机用户的自学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术基础 / 王祥仲, 李玉玲主编.

3 版. -- 北京 : 清华大学出版社, 2024. 10. -- ISBN

978-7-302-67458-0

I. TP393

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024DH7799 号

责任编辑：王 定

封面设计：周晓亮

版式设计：思创景点

责任校对：马遥遥

责任印制：刘海龙

出版发行：清华大学出版社

网 址：<https://www.tup.com.cn>，<https://www.wqxuetang.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编：100084

社 总 机：010-83470000

邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，[c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈：010-62772015，[zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者：北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm

印 张：16.5

字 数：444 千字

版 次：2011 年 8 月第 1 版

2024 年 11 月第 3 版

印 次：2024 年 11 月第 1 次印刷

定 价：59.80 元

---

产品编号：106821-01

# 前言

随着计算机技术和网络技术的迅猛发展,计算机网络技术已经成为经济社会转型发展的主要驱动力。因此,我们应积极培养网络意识与计算思维,提升数字化创新与发展能力,促进专业技术与网络技术融合,以满足现代网络化社会学习和生活的要求。

建设网络强国是国家的发展战略。中央网络安全和信息化委员会办公室组织编写的《习近平总书记关于网络强国的重要思想概论》一书,从推进网络强国建设的强大思想武器和科学行动指南、努力把我国建设成为网络强国、加强网络内容建设与管理、全方位提高网络综合治理能力、筑牢国家网络安全屏障、加快信息领域核心技术自立自强、充分发挥信息化驱动引领作用、确保互联网在法治轨道上健康运行、推动构建网络空间命运共同体、加强党对网信工作的全面领导等方面,对习近平总书记关于网络强国的重要思想的精神内涵作了系统阐释。

习近平总书记在党的二十大报告中指出:“必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力。”“教育是国之大计、党之大计。培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题。”

计算机网络作为高等院校计算机及相关专业的主干课程之一,在培养计算机应用型人才方面发挥着重要作用。本书全面、翔实地介绍了计算机网络技术基础知识。通过本书的学习,读者能够把基本知识和实战操作结合起来,快速、全面地掌握计算机网络技术的使用方法及相关应用,达到融会贯通、灵活运用之目的。

本书共 13 章,从计算机网络概述开始,分别介绍了数据通信基础、计算机网络体系结构和协议、局域网组网技术、网络互连技术、无线局域网技术、网络接入技术、网络管理、Internet 服务及应用、使用浏览器上网和电子邮件、信息搜索和文件传递技术、网络用户与资源管理、网络安全防护技术等内容。本书可作为高等学校计算机及相关专业网络课程的教材,也可作为广大初、中级计算机用户的自学参考书。

本书是编者在总结多年教学经验与科研成果的基础上编写而成的,在编写过程中查阅了大量资料,也吸取了国内外教材的精髓,在此对相关文献的作者表示由衷的感谢。

由于作者的水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。本书免费提供教学课件、教学大纲、电子教案和思考练习参考答案,读者可扫描下列二维码获取。



教学课件



教学大纲



电子教案



思考练习参考答案

编者  
2024年8月



# 目录

<b>第 1 章 计算机网络概述</b> .....	1
1.1 计算机网络的基本概念.....	2
1.1.1 计算机网络的定义.....	2
1.1.2 计算机网络的组成.....	2
1.1.3 计算机网络的分类.....	4
1.2 计算机网络的形成和发展.....	4
1.2.1 计算机网络的产生.....	4
1.2.2 计算机网络的发展.....	5
1.2.3 计算机网络标准的形成.....	5
1.2.4 局域网的发展.....	6
1.2.5 Internet 的发展.....	6
1.3 计算机网络的功能和特点.....	7
1.3.1 计算机网络的功能.....	7
1.3.2 计算机网络的特点.....	7
1.4 计算机网络的结构.....	8
1.4.1 计算机网络拓扑结构的定义.....	8
1.4.2 计算机网络结构的类型.....	8
1.5 思考练习.....	10
<b>第 2 章 数据通信基础</b> .....	11
2.1 数据通信系统.....	12
2.1.1 数据通信的基本概念.....	12
2.1.2 数据通信系统模型.....	14
2.1.3 数据通信的主要技术指标.....	15
2.2 数据通信方式.....	16
2.2.1 并行通信和串行通信.....	16
2.2.2 单工通信、半双工通信和全双工通信.....	17
2.2.3 点对点、点对多点通信.....	18
2.3 数据传输技术.....	19
2.3.1 基带传输、频带传输和宽带传输.....	19
2.3.2 多路复用技术.....	20
2.3.3 数据同步技术.....	23
2.4 数据编码技术.....	25
2.4.1 数字数据的模拟信号编码.....	25
2.4.2 数字数据的数字信号编码.....	27
2.4.3 模拟数据的数字信号编码.....	29
2.5 数据交换技术.....	32
2.5.1 电路交换.....	32
2.5.2 存储交换.....	33
2.5.3 快速分组交换.....	36
2.6 差错控制技术.....	37
2.6.1 差错控制方法.....	37
2.6.2 差错控制编码.....	39
2.7 思考练习.....	40
<b>第 3 章 计算机网络体系结构和协议</b> .....	41
3.1 计算机网络体系结构概述.....	42
3.1.1 网络体系结构相关概念.....	42
3.1.2 网络层次结构.....	43
3.1.3 OSI 参考模型.....	45
3.2 OSI 参考模型功能概述.....	46
3.2.1 物理层(Physical Layer).....	46
3.2.2 数据链路层(Data Link Layer).....	48
3.2.3 网络层(Network Layer).....	50
3.2.4 传输层(Transport Layer).....	51
3.2.5 会话层(Session Layer).....	52
3.2.6 表示层(Presentation Layer).....	52
3.2.7 应用层(Application Layer).....	52
3.3 TCP/IP 参考模型.....	53
3.3.1 TCP/IP 的基本概念.....	53
3.3.2 TCP/IP 模型的网络接口层.....	53
3.3.3 TCP/IP 模型的网络层.....	54
3.3.4 TCP/IP 模型的传输层.....	57
3.3.5 TCP/IP 模型的应用层.....	59
3.3.6 OSI 参考模型与 TCP/IP 模型的比较.....	60
3.4 思考练习.....	61

<b>第4章 局域网组网技术</b> .....	62	5.3.2 路由协议	106
4.1 局域网概述	63	5.3.3 路由器基本配置	107
4.1.1 局域网的特点和类型	63	5.4 实训演练	110
4.1.2 局域网的体系结构	64	5.5 思考练习	110
4.1.3 介质访问控制技术	64	<b>第6章 无线局域网技术</b> .....	111
4.2 局域网的组建	68	6.1 无线局域网基础知识	112
4.2.1 需要的硬件环境	68	6.1.1 无线局域网概述	112
4.2.2 需要的软件环境	72	6.1.2 其他相关概念	112
4.2.3 网络连通测试	74	6.1.3 无线局域网的特点	113
4.3 以太网技术	76	6.2 组建无线局域网的标准	114
4.3.1 传统以太网技术	76	6.2.1 IEEE 802.11 标准	114
4.3.2 快速以太网技术	77	6.2.2 其他标准	116
4.3.3 高速以太网技术	77	6.3 无线局域网的组成与拓扑结构	117
4.4 组建局域网的相关技术	78	6.3.1 无线局域网的组成方式	117
4.4.1 交换机技术	78	6.3.2 无线局域网的拓扑结构	119
4.4.2 路由技术	79	6.3.3 无线局域网的传输介质	120
4.4.3 IP 地址管理	80	6.4 无线局域网设备	120
4.4.4 新一代网际协议 IPv6	84	6.4.1 WLAN 网卡	121
4.5 虚拟局域网	87	6.4.2 无线接入点 AP	121
4.5.1 广播域和 VLAN	87	6.4.3 无线路由器	122
4.5.2 VLAN 的组网方法	87	6.4.4 天线	123
4.5.3 VLAN 的优点	88	6.5 无线局域网的连接	123
4.6 实训演练	89	6.5.1 无线局域网的互连方式	123
实训1 局域网的组建	89	6.5.2 组建家庭无线局域网	124
实训2 TCP/IP 实用程序的应用	89	6.6 无线局域网的安全	127
4.7 思考练习	90	6.6.1 无线局域网的安全问题	127
<b>第5章 网络互连技术</b> .....	91	6.6.2 无线局域网的安全技术	128
5.1 网络互连基础知识	92	6.7 实训演练	130
5.1.1 网络互连的基本概念	92	6.8 思考练习	131
5.1.2 网络互连的网络形式	92	<b>第7章 网络接入技术</b> .....	132
5.1.3 网络互连的基本原理	94	7.1 理解接入网技术	133
5.2 网络互连设备	95	7.1.1 接入网的概念和结构	133
5.2.1 交换机	95	7.1.2 接入网的接口和分类	133
5.2.2 路由器	96	7.1.3 广域网的连接方式	134
5.2.3 中继器	99	7.2 HDLC 和 PPP 协议	134
5.2.4 网桥	100	7.2.1 HDLC 协议	134
5.2.5 网关	102	7.2.2 PPP 协议	135
5.2.6 网络互连设备的比较	103	7.3 常见 Internet 接入方式	136
5.3 路由基础	104	7.3.1 电话拨号接入方式	136
5.3.1 IP 寻址和路由表	104		

7.3.2	ADSL 宽带技术接入	137	9.1.1	远程登录 Telnet	160
7.3.3	光纤技术接入	138	9.1.2	电子邮件 E-mail	160
7.4	利用代理服务器技术接入	140	9.1.3	文件传输 FTP	160
7.4.1	代理服务器接入 Internet 原理	140	9.1.4	万维网 WWW	160
7.4.2	代理服务器的工作过程	140	9.1.5	Web 的网络应用	161
7.4.3	代理服务器的功能	141	9.1.6	P2P 网络应用	161
7.4.4	代理服务器软件	141	9.2	Telnet 服务	161
7.5	实训演练	142	9.2.1	Telnet 服务概念	161
7.6	思考练习	143	9.2.2	Telnet 协议与工作原理	162
			9.2.3	Telnet 的使用	162
<b>第 8 章</b>	<b>网络管理</b>	<b>144</b>	9.3	E-mail 服务	163
8.1	网络管理的基本概念	145	9.3.1	E-mail 服务简介	163
8.1.1	网络管理的定义	145	9.3.2	E-mail 服务工作过程	164
8.1.2	网络管理的类型	145	9.4	FTP 服务	164
8.1.3	网络管理的基本内容	145	9.4.1	FTP 服务简介	164
8.1.4	网络管理的层次划分	146	9.4.2	FTP 服务工作过程	165
8.2	网络管理的体系结构	146	9.4.3	匿名 FTP 服务	165
8.2.1	SNMP 网络管理体系结构	146	9.5	WWW 服务	166
8.2.2	OSI 网络管理体系结构	147	9.5.1	WWW 服务简介	166
8.2.3	TMN 网络管理体系结构	147	9.5.2	WWW 相关知识	167
8.3	网络管理的功能	148	9.6	域名系统 DNS	168
8.3.1	故障管理	148	9.6.1	因特网的域名结构	168
8.3.2	计费管理	149	9.6.2	域名服务器与域名解析	170
8.3.3	配置管理	149	9.7	动态主机配置协议 DHCP	172
8.3.4	性能管理	150	9.7.1	DHCP 概述	172
8.3.5	安全管理	150	9.7.2	DHCP 工作过程	172
8.4	典型的网络管理协议	151	9.8	Web 的网络应用	173
8.4.1	SNMP 协议	151	9.8.1	Web 服务	173
8.4.2	RMON 协议	153	9.8.2	电子商务应用	174
8.4.3	CMIS/CMIP 协议	154	9.8.3	电子政务应用	174
8.4.4	CMOT 协议	154	9.8.4	远程教育应用	175
8.4.5	LMMP 协议	155	9.8.5	博客应用	175
8.5	主流的网络管理软件	155	9.8.6	播客与网络电视应用	176
8.5.1	OpenView	155	9.8.7	IP 电话与无线 IP 电话应用	177
8.5.2	NetView	156	9.9	P2P 的网络应用	178
8.5.3	SunNet Manager	157	9.9.1	文件共享 P2P 应用	178
8.5.4	SPECTRUM	158	9.9.2	即时通信 P2P 应用	180
8.6	思考练习	158	9.9.3	流媒体 P2P 应用	181
			9.9.4	分布式计算 P2P 应用	181
<b>第 9 章</b>	<b>Internet 服务及应用</b>	<b>159</b>	9.10	实训演练	182
9.1	Internet 服务	160			

实训 1 DNS 服务器的配置和使用	182	11.3.2 迅雷下载文件方法	216
实训 2 Web 服务器的配置	183	11.3.3 设置文件下载路径	217
9.11 思考练习	184	11.4 使用百度网盘	218
<b>第 10 章 使用浏览器上网和电子邮件</b>	<b>185</b>	11.4.1 百度网盘下载资源	218
10.1 浏览器基本操作	186	11.4.2 上传至百度网盘	219
10.1.1 Microsoft Edge 浏览器简介	186	11.4.3 分享百度网盘内容	220
10.1.2 浏览页面	187	11.5 思考练习	221
10.1.3 收藏保存网页	188	<b>第 12 章 网络用户与资源管理</b>	<b>222</b>
10.2 浏览器的设置	189	12.1 创建和管理本地用户账户	223
10.2.1 设置启动页面	189	12.1.1 本地用户账户的种类	223
10.2.2 设置页面外观	191	12.1.2 创建本地用户账户	223
10.2.3 设置垂直标签	191	12.1.3 更改用户账户	224
10.2.4 设置网页安全	192	12.1.4 设置账户权限	225
10.3 电子邮件相关知识	193	12.1.5 修改账户密码	226
10.3.1 电子邮件系统概述	193	12.1.6 更改账户头像	227
10.3.2 电子邮件的收发	195	12.1.7 删除用户账户	227
10.3.3 电子邮件管理	195	12.2 创建和管理本地组	228
10.3.4 使用电子邮箱	196	12.2.1 创建本地组	229
10.4 使用 Outlook 收发邮件	199	12.2.2 管理本地组	229
10.4.1 Outlook 简介	199	12.2.3 域和活动目录	230
10.4.2 配置 Outlook	200	12.3 NTFS 文件权限	234
10.4.3 创建、编辑和发送邮件	201	12.3.1 NTFS 文件权限类型	234
10.4.4 接收和回复邮件	202	12.3.2 NTFS 权限的基本原则	234
10.4.5 转发和删除邮件	204	12.3.3 文件复制和移动对权限的 影响	235
10.4.6 邮件管理	205	12.4 文件权限与文件夹共享配置	236
10.5 实训演练	207	12.4.1 文件权限设置方法	236
10.6 思考练习	207	12.4.2 文件夹共享设置方法	237
<b>第 11 章 信息搜索和文件传递技术</b>	<b>208</b>	12.5 思考练习	239
11.1 使用搜索引擎	209	<b>第 13 章 网络安全防护技术</b>	<b>240</b>
11.1.1 搜索引擎相关知识	209	13.1 网络安全概述	241
11.1.2 百度搜索引擎	209	13.1.1 网络安全威胁	241
11.1.3 必应搜索引擎	211	13.1.2 认识和预防病毒	241
11.1.4 搜索引擎使用技巧	212	13.1.3 木马的种类和伪装	243
11.2 使用浏览器下载文件	213	13.2 使用杀毒和防范木马软件	244
11.2.1 浏览器下载文件的方法	213	13.2.1 使用 360 杀毒软件	244
11.2.2 修改下载默认保存位置	214	13.2.2 使用 360 安全卫士查杀木马	245
11.2.3 Internet 中的文件格式	214	13.2.3 使用 Windows Defender	246
11.3 使用迅雷下载文件	215	13.3 使用网络软件防火墙	247
11.3.1 迅雷简介	215		

13.3.1 打开和关闭防火墙·····	247	13.4.1 硬件防火墙的分类·····	251
13.3.2 在防火墙中设置访问规则·····	249	13.4.2 硬件防火墙的术语·····	252
13.3.3 设置 Windows 自动更新·····	250	13.4.3 硬件防火墙的配置·····	253
13.4 硬件防火墙·····	251	13.5 思考练习·····	253



# 计算机网络概述

---

## 第 1 章

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物，用于存储、传播和共享信息。计算机网络的应用影响和改变了人们的工作、学习和生活方式，网络发展水平成为衡量一个国家经济发展水平的重要标志之一。我们有必要学习并掌握计算机网络基本知识和基本理论，为更好地应用计算机网络打下良好的基础。

## 1.1 计算机网络的基本概念

计算机网络是由各种类型的计算机、通信设备和通信线路、数据终端设备等网络硬件和网络软件组成的计算机系统。网络中的计算机系统包括巨型计算机、大型计算机、中型机、小型机、微型机，它们都具有独立输入输出、数据处理功能，在断开网络连接后，仍可单独使用。

### 1.1.1 计算机网络的定义

计算机网络是利用通信线路和连接设备将地理分散的、具有独立功能的若干计算机系统连接起来，按照某种协议进行数据通信，并通过一个能为用户自动管理资源的网络操作系统实现资源共享的系统。

计算机网络的定义包括如下几个含义。

(1) 计算机网络由三部分组成。

① 多个计算机系统。即各种为网络用户提供服务和管理的大型机、中型机、小型机及所要共享网络资源的个人计算机。

② 通信系统。即由各种通信设备和通信线路组成的通信子网，“通信线路和通信设备”是指通信媒体和相应的通信设备。通信媒体可以是光纤、双绞线、微波等多种形式，一个地域范围较大的网络中可能使用多种媒体。将计算机系统与媒体连接需要使用一些与媒体类型有关的接口设备以及信号转换设备。

③ 网络软件。即各种为用户共享网络资源和信息传递提供管理与服务的应用程序及软件。

(2) 网络上计算机必须具有独立功能。即连接上网可以完成资源共享和数据通信，断开网络连接时同样可以进行数据输入、输出和处理，计算机没有对网络的依赖性。这里“具有独立功能”是指入网的每一个计算机系统都有自己的软、硬件系统，都能完全独立地工作，各个计算机系统之间没有控制与被控制的关系，网络中任意一个计算机系统只在需要使用网络服务时才自愿登录上网，真正进入网络工作环境。

(3) 计算机网络中的计算机接入网络必须遵循特定的连接方式，即网络拓扑结构，不能随意接入。

(4) 网络中的计算机都要遵守网络中的通信协议，并使用支持网络通信协议的网络通信软件。网络软件是必不可少的组件，而且只有功能齐全才能实现网络功能。“网络操作系统和协议软件”是指在每个入网的计算机系统的系统软件之上增加的，用来实现网络通信、资源管理和网络服务的专门软件。

(5) 计算机网络组网的基本目的是实现资源共享和数据通信。“资源”是指网络中可共享的所有软、硬件，包括程序、数据库、存储设备、打印机、通信线路、通信设备等。

### 1.1.2 计算机网络的组成

计算机网络的组成包括负责传输数据的网络传输介质、网络设备、使用网络的计算机终端设备、服务器，以及网络操作系统。

计算机网络由计算机系统、网络节点、通信线路、通信子网和资源子网组成。计算机系统进

行各种数据处理，网络节点和通信链路提供通信功能。图 1-1 所示为计算机网络的一般组成部分。从逻辑上可以把计算机网络分成资源子网和通信子网两个子网。

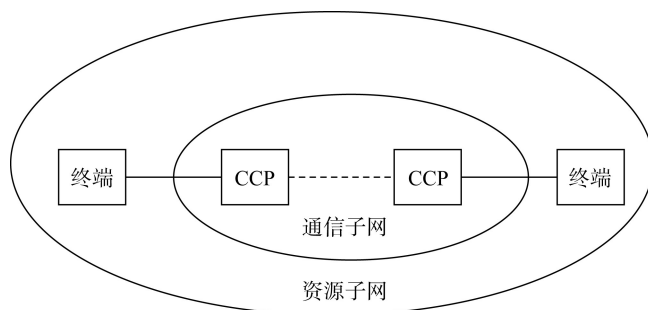


图 1-1 计算机网络组成部分

## 1. 计算机系统

计算机网络中的计算机系统主要承担数据处理工作。计算机网络连接的计算机系统可以是巨型机、大型机、小型机、工作站、微型机或其他数据终端设备(data terminal equipment, DTE)，其任务是进行信息采集、存储和加工处理。

## 2. 网络节点

在网络拓扑结构中，通信控制处理机(CCP)被称为网络节点，是一种在数据通信系统中专门负责网络中数据通信、传输和控制的计算机或具有同等功能的计算机部件。通信控制处理机一般由配置了通信控制功能的软件和硬件的小型机、微型机承担。此外，网络节点还具有存储、转发和选择路径的功能，在 LAN 中使用的网络适配器也属于网络节点。一方面，这些网络节点作为资源子网的主机、终端的连接接口，将主机和终端连入网内；另一方面，它们又作为通信子网中的分组存储转发节点，完成分组的接收、检验、存储、转发等功能，实现将源主机报文准确发送到目的主机的功能。

## 3. 通信线路

通信信道包括通信线路和相关的通信设备。通信线路可以是双绞线、同轴电缆和光缆等有线介质，也可以是无线电波等无线介质。相关的通信设备包括中继器、调制解调器等。中继器的作用是将数字信号放大，调制解调器则能进行数字信号和模拟信号转换，以便数字信号在传输模拟信号的电话线上传输。

## 4. 通信子网

通信子网是网络中实现网络通信功能的设备及其软件的集合，通信设备、网络通信协议、通信控制软件等属于通信子网，是网络的内层，负责信息的传输，主要为用户提供数据传输、转接、加工、变换等服务。

## 5. 资源子网

资源子网提供访问网络和处理数据的功能，由主机、终端控制器和终端组成。主机负责本地或全网的数据处理，运行各种应用程序或大型的数据库系统，向网络用户提供各种软硬件资源和网络服务。终端控制器用于把一组终端连入通信子网，以及控制终端信息的接收和发送。终端控

制器可以不经主机直接和网络节点相连。当然,还有一些设备也可以不经主机直接和网络节点相连,如打印机和大型存储设备等。

### 1.1.3 计算机网络的分类

计算机网络可以从不同的角度进行分类,常见的分类方法有如下几种。

#### 1. 按照网络的覆盖范围划分

计算机网络按照网络的覆盖范围划分为广域网、城域网和局域网。

(1) 局域网。局域网(local area network, LAN)就是局部区域的计算机网络。局域网传输距离比较小,为几米到几千米,一般是在一个办公室、一栋大楼、一个单位内将计算机、数据终端及各种外部设备互连起来,形成一个内部网络。局域网传输距离小,数据传输速率高(一般为10~10 000Mb/s),数据传输误码率较低,能满足数据传输要求。局域网的本质特征是作用范围小,数据传输速度快、延迟小,可靠性高。

(2) 城域网。城域网(metropolitan area network, MAN)是在一个城市或者一个地区范围内组建的网络,其传输距离介于局域网与广域网之间,一般为几十千米到几百千米。人们既可以使用广域网的技术去构建城域网,也可以使用局域网的技术来构建城域网。

(3) 广域网。广域网(wide area network, WAN)也称远程网,是指作用在不同国家、地域,甚至全球范围内的远程计算机通信网络。专用广域网的数据传输速率一般较低。

#### 2. 按照网络的逻辑功能划分

计算机网络按照网络的逻辑功能可划分为资源子网和通信子网。

#### 3. 其他分类

计算机网络还可以根据其拓扑结构、传输介质、应用范围等方式进行分类。

- (1) 按照网络的拓扑结构划分:星型网、总线型网、环型网、树型网和网状型网等。
- (2) 按照网络的传输介质的形态划分:有线网和无线网。
- (3) 按照传输介质的种类划分:双绞线网、同轴电缆网、光纤网、卫星网和微波网等。
- (4) 按照网络的应用范围和管理性质划分:公用网和专用网。
- (5) 按照网络的交换方式划分:电路交换网、分组交换网和ATM交换网等。
- (6) 按照网络连接方式划分:全连通式网络、交换式网络和广播式网络。

## 1.2 计算机网络的形成和发展

在信息社会中,计算机已经从单机使用发展到集群使用。越来越多的应用领域需要计算机在一定的地理范围内联合起来进行集群工作,从而促进了计算机技术和通信技术的紧密结合,形成了计算机网络这门技术。

### 1.2.1 计算机网络的产生

任何一种新技术的诞生都必须具备两个条件,即强烈的社会需求与先期的技术成熟。计算机

网络的形成与发展也遵循了这条规律, 1946 年世界上第一台电子计算机 ENIAC 在美国诞生时, 计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20 世纪 50 年代初, 为了满足美国军方的需求, 美国对半自动地面防空系统(SAGE)进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试。它将远程雷达与其他测量设备测到的信息通过总长度达 241 千米的通信线路与一台 IBM 计算机连接, 进行集中的防空信息处理与控制。

要实现这样的目的, 首先要完成数据通信技术的基础实现, 然后将地理分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上。用户可以在自己办公室内的终端键入程序, 通过通信线路传送到中心计算机, 分时访问并使用其资源进行信息处理, 处理结果再通过通信线路回送用户终端显示或打印。人们把这种以单个计算机为中心的联机系统称为面向终端的远程联机系统。它是计算机通信网络的雏形。20 世纪 60 年代初, 美国航空公司与 IBM 合作建成的由一台计算机与分布在全美国 2000 多个终端组成的航空订票系统 SABRE-1 就是一种典型的计算机通信网络。

计算机与通信的相互结合主要有两个方面。一方面, 通信网络为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段; 另一方面, 数字计算技术的发展渗透到通信技术中, 又提高了通信网络的各种性能。

早期的线路控制器只能和一条通信线路相连, 同时也只能适用于单一传送速率。由于在通信线路上是串行传输而在计算机内采用的是并行传输, 因此这种线路控制器的主要功能是进行串行和并行传输的转换以及简单的差错控制。这个阶段的计算机仍主要用于数据成批处理。随着远程终端数量的增多, 为了避免一台计算机使用多个线路控制器, 在 20 世纪 60 年代初期, 出现了多重线路控制器(multiline controller), 它可以和许多个远程终端相连接, 这种联机系统也称为面向终端的计算机通信网。有人将这种最简单的计算机网络称为第一代计算机网络。

## 1.2.2 计算机网络的发展

随着计算机应用的发展, 出现了多台计算机互联的需求。这种需求主要来自军事、科学研究、地区与国家经济信息分析决策、大型企业经营管理等领域的用户。他们希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互联成计算机网络。网络用户可以通过计算机使用本地计算机的软件、硬件与数据资源, 也可以使用联网的其他计算机的软件、硬件与数据资源, 以达到计算机资源共享的目的。

这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局 ARPA(advanced research projects agency)的 ARPAnet(通常称为 ARPA 网)。ARPAnet 通过有线、无线与卫星通信线路, 使网络覆盖了从美国本土到欧洲与夏威夷的广阔地域。

ARPAnet 是计算机网络技术发展的重要里程碑, 它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在以下几个方面: 完成了对计算机网络的定义、分类与相关技术内容的描述; 提出了资源子网、通信子网的两级网络结构的概念; 研究了报文分组交换的数据交换方法; 采用了层次结构的网络体系结构和协议体系; 促进了 TCP/IP 协议的发展; 为 Internet 的形成与发展奠定了基础。在 20 世纪 70 年代中期, 世界上便开始出现了由邮电部门或通信公司统一组建和管理的公用分组交换网, 即公用数据网 PDN。早期的公用数据网采用模拟通信的电话交换网, 新型的公用数据网则采用数字传输技术和分组交换方法。

## 1.2.3 计算机网络标准的形成

经过 20 世纪 60 年代至 70 年代前期的发展, 人们对组网的技术、方法和理论的研究日趋成熟。

为了促进网络产品的开发,各大计算机公司纷纷制定自己的网络技术标准。IBM 首先于 1974 年推出了该公司的系统网络体系结构 SNA(system network architecture),并为用户提供能够互联的成套通信产品;1975 年 DEC 公司宣布了自己的数字网络体系结构 DNA(digital network architecture);1976 年 UNIVAC 公司宣布了分布式通信体系结构 DCA(distributed communication architecture)等。这些网络技术标准只在一个公司范围内有效。所谓遵从某种标准的、能够互联的网络通信产品,也只是同一公司生产的同类型设备,无法实现互相兼容。网络通信市场这种各自为政的状况使得用户在投资时无所适从,也不利于多个厂商之间的公平竞争。因此,产生了制定统一技术标准的迫切需求。

1977 年,国际标准化组织 ISO(International Organization for Standardization)设立分委员会 SC16(属 TC97 信息处理系统技术委员会),以“开放系统互联”为目标,专门研究网络体系结构、互联标准等。1984 年,ISO 正式颁布了一个称为“开放系统互联基本参考模型”(open system interconnection basic reference model)的国际标准 ISO7498,简称 OSI 参考模型或 OSI/RM。OSI/RM 共有七层,因此也称为 OSI 七层模型。OSI/RM 的提出开创了一个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新时代。作为国际标准,OSI 规定了可以互联的计算机系统之间的通信协议,遵从 OSI 协议的网络通信产品都是所谓的开放系统。今天,几乎所有的网络产品厂商都声称自己的产品是开放系统。不遵从国际标准的产品逐渐失去了市场。这种统一的、标准化产品相互竞争的市场促进了网络技术的进一步发展。

#### 1.2.4 局域网的发展

20 世纪 80 年代出现了微型计算机,这种更适合办公室环境和家庭使用的新型计算机对社会生活的各个方面都产生了深远的影响。而早在 20 世纪 70 年代末至 20 世纪 80 年代初,Xerox 公司等就开始研发并推广以太网技术,以太网与微机的结合使得微机局域网得到了快速的发展。局域网使一个单位内部的微型计算机和智能设备相互连接起来,提供了办公自动化的环境和信息共享的平台。1980 年 2 月,IEEE 802 局域网标准出台,并相继提出了 IEEE 801.5~802.6 等局域网标准草案,其中绝大部分内容已被国际标准化组织(ISO)正式认可。作为局域网的国际标准,IEEE 802 系列标准标志着局域网协议及其标准化的确定,为局域网的进一步发展奠定了基础。局域网的发展道路与广域网不同,局域网设备厂商从一开始就按照标准化、相互兼容的原则进行竞争,因此用户在建设自己的局域网时选择面更宽,设备更新更快。经过 20 世纪 80 年代后期的激烈竞争,局域网设备厂商大都进入专业化的成熟时期。在一个局域网中,工作站可能是 Dell 的,服务器可能是 IBM 的,网卡可能是 Intel 的,集线器可能是 D-link 的,而网络上运行的软件更是五花八门。随着技术的进步,局域网的发展重心已从单纯的网络组建转向了更为复杂的网络应用建设阶段。

#### 1.2.5 Internet 的发展

1985 年,美国国家科学基金会 NSF(national science foundation)基于 ARPAnet 协议,建立了用于科学研究和教育的骨干网络 NSFnet。20 世纪 90 年代,NSFnet 取代了 ARPAnet,成为美国国家骨干网,并且走出了大学和研究机构进入了公众社会。自此,电子邮件、文件下载和消息传输等网络服务受到了越来越多人的欢迎并被广泛使用。1992 年,Internet 学会成立,该学会把 Internet 定义为“组织松散、独立的国际合作互联网络”“通过主动遵循计算机协议和过程来支持主机对主机的通信”。1993 年,美国伊利诺伊大学国家超级计算中心成功开发了网上浏览工具 Mosaic(后来发展为 Netscape),使得各种信息能够更方便地在网上交流。浏览工具的出现引发了 Internet 发

展和普及的高潮，上网不再是网络操作人员和科学人员的专属，而是成为普通人进行远程通信和信息交流的工具。在这种背景下，当时的美国总统正式宣布实施国家信息基础设施NII(national information infrastructure)计划，即人们常说的“信息高速公路”建设，这一举措在世界范围内引发了争夺信息化社会领导权和制高点的竞争。与此同时，NSF不再向Internet注入资金，使其完全进入了商业化运作。20世纪90年代后期，Internet以惊人的速度发展，网络上的主机数量、上网的人数、网络的信息流量每年都在成倍地增长。

我国互联网的发展启蒙于20世纪80年代，然后在1997年6月，根据国务院信息化工作领导小组办公室的决定，在中国科学院网络信息中心组建了中国的互联网络信息中心CNNIC，同时，国务院信息化工作领导小组办公室宣布成立中国的互联网络信息中心工作委员会。从此我国进入了互联网的高速发展时期。

根据2022年8月中国的互联网络信息中心CNNIC发布的第50次《中国的互联网络发展状况统计报告》，在网络基础资源方面，截至2022年6月，我国域名总数为3380万个，cn域名数为1786万个，IPv6地址数量达63 079块/32；移动通信网络IPv6流量占比已经达到45%。在信息通信业方面，截至2022年6月，累计建成并开通5G基站数达185.4万个，三家基础电信企业的固定互联网宽带接入用户总数达5.63亿户；有全国影响力的工业互联网平台已经超过150个，接入设备总量超过7900万台套，全国在建“5G+工业互联网”项目超过2000个，工业互联网和5G在国民经济重点行业中的融合创新应用不断加快。

## 1.3 计算机网络的功能和特点

在当今信息社会，计算机网络诸多的功能已经渗透到日常的学习、工作和生活当中。

### 1.3.1 计算机网络的功能

计算机网络的功能可以归纳为以下几点。

(1) 资源共享。资源共享是计算机网络的核心功能之一。计算机网络的基本资源包括硬件资源、软件资源、数据库资源、通信线路和通信设备等。

(2) 信息传输。信息传输也称数据传输，是计算机网络基本功能及主要功能之一，通过网络可以实现任何主机之间的数据传输。

(3) 集中管理。网络能够连接多个已存在的联机系统，实现实时集中管理、各部分协同工作及并行处理，从而提升系统的处理能力。

(4) 均衡负荷和分布式处理。均衡负荷和分布式处理是计算机网络追求的目标之一。对于大型任务可采用合适的算法，将任务分散到网络中多个计算机上进行处理。网络上有各种各样的子系统，当一个系统处理负担太重时，可以由其他子系统来承担一些处理任务，从而达到减轻负载的目的。

(5) 网络服务和应用。通过网络可以提供更全面的服务项目，如文件、图像、声音、动画等信息的处理和传输，这是单机系统不能实现的功能。

### 1.3.2 计算机网络的特点

计算机网络的特点归纳起来有以下几点。

(1) 可靠性。当网络中的某个子系统出现故障时,可由其他子系统代为处理,网络环境提供了高度的可靠性。

(2) 独立性。网络系统中相连的计算机系统是相对独立的,它们各自既相互联系又相互独立。

(3) 高效性。网络信息传递迅速,系统实时性强。网络系统可把一个大型复杂的任务分给几台计算机去处理,从而提高工作效率。

(4) 可扩充性。在网络中可以很灵活地接入新的计算机系统,如远程终端系统等,从而达到扩充网络系统功能的目的。

(5) 经济性。网络可实现资源共享,进行资源调剂,避免系统中的重复建设和重复投资,从而达到节省投资和降低成本的目的。

(6) 透明性。网络对于用户而言是透明的,用户只需关注如何高效而可靠地完成自己的任务,而无须深入了解网络所涉及的技术和具体工作过程。

(7) 易操作性。掌握网络使用技术要比掌握大型计算机系统的使用技术简单得多,大多数用户都能轻松掌握并享受其带来的便利。

## 1.4 计算机网络的结构

无论计算机网络多么复杂,计算机网络中计算机接入方式都遵循一定的规律,这个规律体现在网络结构的基本单元上,即计算机网络的拓扑结构,它可以帮助我们了解网络的结构类型与特点。

### 1.4.1 计算机网络拓扑结构的定义

通常,将通信子网中的通信处理机(CCP)和其他通信设备称为节点,通信线路称为链路,而将节点和链路连接而成的几何图形称为该网络的拓扑结构。计算机网络是由多个具有独立功能的计算机系统按不同的形式连接起来的,这些不同的形式就是指网络的拓扑结构,所以说网络拓扑结构就是网络中各节点及连线的几何图形。网络中各节点由通信线路连接,可构成多种类型的网络。

网络拓扑的设计选型是计算机网络设计的第一步。网络拓扑结构的选择将直接关系到网络的性能、系统可靠性、通信和投资费用等因素。

### 1.4.2 计算机网络结构的类型

根据网络拓扑结构的不同,可将计算机网络分为总线型网络、星型网络、环型网络、树型网络和网状型网络等,如图 1-2 所示。

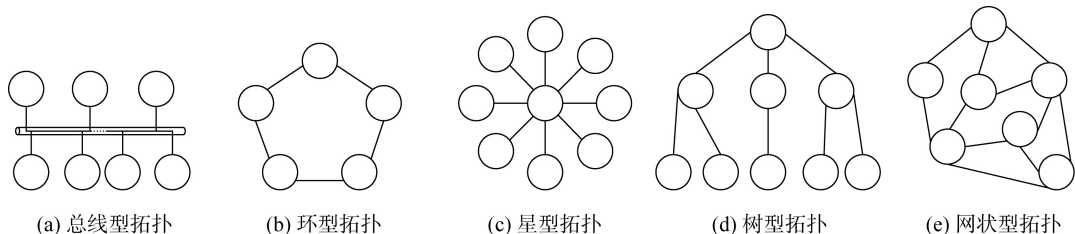


图 1-2 网络拓扑结构

## 1. 总线型网络

总线型网络各站点通过相应的连接器连接到公共传输介质(总线)上, 各站信息均在总线上传输, 属广播式信道。

总线型网络采用电缆(通常采用同轴电缆)作为公共总线, 各节点通过硬件接口连在总线上。当入网节点数较少时, 公共总线可以是一段电缆; 而当节点数增多时, 则用几段电缆通过中继器相连来扩展总线长度。

总线型拓扑结构的网络中, 各节点地位平等, 都可以向公共总线发送信号。从一个节点发出的信号到达总线后, 沿总线向两个方向同时传送。

总线型拓扑结构的优点是结构简单, 布线和扩充容易, 增删节点方便, 运行可靠等。缺点是控制复杂且时延不确定, 受总线长度限制而使系统范围小, 故障检测和故障隔离较困难, 而且入网节点越多, 总线负担越重。

总线型是局域网中常用的拓扑结构。典型的总线型局域网是同轴电缆以太网, 如 10Base-2 和 10Base-5。

## 2. 环型网络

环型网络各站点由传输介质连接构成闭合环路, 数据在一个环路中单向传输。要双向传输时, 必须有双环支持。

环型拓扑结构的几何构型是一个封闭环型。每个计算机连到中继器上, 每个中继器通过一段链路(采用电缆或光缆)与下一个中继器相连, 并首尾相接构成一个闭合环。

信息在环内单向流动, 经过每个节点时, 信号会被放大并继续向下传送, 直至到达目的节点或在发送节点处被移除。

环型拓扑结构的优点是节省线路, 路径选择简单, 硬件结构简单, 各节点地位平等, 系统控制简单, 信息传送延迟主要与环路总长有关。缺点是故障诊断困难和可靠性差, 如果整个环路某一点出现故障, 会使得整个网络不能工作; 扩展性差, 在网中加入节点的总数受到介质总长度的限制, 增删节点时要暂停整个网络的工作; 节点多时, 响应时间长。

环型也是局域网中常见的拓扑结构。常用的环网类型有令牌环网(token ring)和光纤环网 FDDI。

## 3. 星型网络

星型网络由中央节点与各站点通过传输介质连接而成。以中央节点为中心, 实行集中式控制。中央节点可以是转接设备, 也可以是主机。

星型拓扑结构中, 每个节点都通过分支链路与网络中心节点相连。如今流行以交换机充当中心节点, 用双绞线作为分支链路而构成星型网络。网中一个计算机发出的数据信息经交换机转发给其他计算机。在广播式星型网络中, 交换机将信息发送给其他所有节点; 在交换式星型网络中, 交换机将信息发送给指定节点。

星型拓扑结构的优点是结构简单, 建网容易, 扩展方便, 可由交换机完成故障诊断和网络集中监视与管理。缺点是分布式处理能力差, 电缆长度大。

星型网络是目前应用最多的一种局域网类型。目前流行的快速以太网就是典型的星型网络。

## 4. 树型网络

树型网络由多级星型组成, 分级连接。

树型拓扑结构是星型结构的扩展，是一种多级星型结构。在一个大楼内组建网络可采用这种结构，其中，每个楼层内连成一个星型结构，各楼层的集线器再集中到一个中心集线器上或一个中心交换机上。

树型拓扑结构的优点是线路总长度短，成本较低，节点易于扩充，故障隔离容易。缺点是结构较复杂，传输延时较大。

树型拓扑结构特别适用于分级管理和控制的网络。

## 5. 网状型网络

网状型网络节点间连线较多，各节点间都有直线连接时为全连通网，大多数连接不规则。

物理上网状型拓扑结构要求任意两个节点间都设置链路，但实际网络中，从节省费用的角度出发，通常是根据实际需要在两个节点间设置直通链路。前者称为真正的网状拓扑结构，后者称为混合网状型拓扑结构。

在网状型拓扑结构中，由于两个节点间通信链路可能有几条，可以考虑选择合适的一条或几条路径来传送数据。

网状型拓扑结构的优点是可靠性较高，节点共享资源容易，便于信息流量分配及负荷均衡，可选择较佳路径，传输延时小，容错性能好，易于故障诊断，通信信道容量能够有效保证。缺点是安装和配置复杂，控制和管理复杂，协议和软件复杂，布线工程量大，建设成本高。

网状型拓扑结构常用于广域网中或将几个 LAN 互连时。

## 1.5 思考练习

1. 计算机网络主要有哪几个方面的功能？
2. 计算机网络可从哪几个方面进行分类？
3. 简述计算机网络的组成部分。
4. 总线型拓扑结构和星型拓扑结构的优缺点有哪些？