

计 算 机 网 络 基 础

（ 微 课 版 ）

主 编 高 静 胡江伟 房 菲

副主编 黄 磊 刘 静 邵 慧 孟令夫

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者结合多年授课经验精心编写而成的。全书共分为 10 章,第 1~9 章立足计算机网络基础知识体系和实际应用,系统地介绍了计算机网络基础知识、数据通信技术基础、计算机网络体系结构、局域网技术、广域网技术与 Internet、网络互联技术、计算机网络应用、网络安全、网络故障分析与排除;第 10 章突出网络基础典型项目和任务的实践性。为了让读者能够及时地检查学习效果、巩固所学知识,章节最后还附有丰富的习题。

本书是微课版教材,以纸质教材为载体,配套 PPT 课件、视频、习题库等教学资源,实现了线上线上有机结合,为翻转课堂和混合课堂改革奠定了基础。

本书可作为高职高专计算机及相关专业的计算机网络基础教材,也可作为计算机网络培训、计算机网络爱好者和有关技术人员的自学参考资料。

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

计算机网络基础:微课版 / 高静, 胡江伟, 房菲主编. —北京:清华大学出版社, 2021.9
ISBN 978-7-302-58493-3

I. ①计… II. ①高… ②胡… ③房… III. ①计算机网络—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 121300 号

责任编辑:贾小红

封面设计:飞鸟互娱

版式设计:文森时代

责任校对:马军令

责任印制:

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.5

字 数:377 千字

版 次:2021 年 9 月第 1 版

印 次:2021 年 9 月第 1 次印刷

定 价:49.00 元

编写委员会

主 编：高 静 胡江伟 房 菲

副主编：黄 磊 刘 静 邵 慧 孟令夫

参 编：苏羚凤 姚 娜 张 力 刘 煜

刘敬贤 师钰清 冯知岭 李长琪

前言

1. 写作初衷

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。经过半个多世纪的发展,计算机网络已经渗透到社会的方方面面,并以前所未有的方式改变着人们的生活、工作与学习。与此同时,社会对网络人才的需求越来越迫切,需要越来越多的人掌握计算机网络的基础知识。因此,“计算机网络基础”已成为当代大学生的一门重要课程。

本书是作者近 20 年在讲授“计算机网络基础”课程及网络设备配置、服务器配置与管理、网络综合布线技术等理论与实践教学的基础上,精心编写而成的。第 1~9 章立足计算机网络基础知识体系和实际应用,第 10 章突出网络基础典型项目和任务的实践性。

2. 内容介绍

为了使全书的知识体系架构更合理,作者在传统计算机网络基础教材的基础上,对部分章节进行了调整和完善,同时更新了部分知识。

章	名 称	小 节	
第 1 章	初识计算机网络	1.1 计算机网络的形成与发展	
		1.2 计算机网络的组成	1.3 计算机网络拓扑结构
		1.4 计算机网络发展的新技术	
第 2 章	数据通信技术基础	2.1 数据编码技术	2.2 数据传输技术
		2.3 数据交换技术	2.4 无线通信技术
第 3 章	计算机网络体系结构	3.1 网络体系结构的基本概念	
		3.2 OSI/ISO 参考模型	3.3 TCP/IP 参考模型
		3.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型	
第 4 章	局域网技术	4.1 认识局域网	4.2 交换式以太网
		4.3 虚拟局域网	4.4 无线局域网
第 5 章	广域网技术	5.1 广域网连接方式	5.2 IP 规划
		5.3 IPv6 技术	5.4 VPN 与 NAT 技术
		5.5 常见的 Internet 接入方式	
第 6 章	网络互联技术	6.1 网络传输介质的使用	6.2 网络互连设备
		6.3 交换机的典型配置与应用	
		6.4 路由器的典型配置与应用	
第 7 章	计算机网络应用	7.1 计算机网络应用模式	7.2 DNS 服务
		7.3 WWW 服务	7.4 FTP 服务
		7.5 远程登录服务	7.6 电子邮件服务
第 8 章	网络安全	8.1 网络安全概述	8.2 网络扫描与监听
		8.3 木马与拒绝服务攻击	8.4 PGP 协议
		8.5 防火墙	

续表

章	名 称	小 节
第 9 章	网络故障分析与排除	9.1 网络故障原因分析
		9.2 常用网络故障测试命令工具
		9.3 无线网络故障分析与排除
第 10 章	项目实训	10.1 双绞线的制作与测试
		10.2 网络打印机配置
		10.3 无线路由器配置
		10.4 常用网络命令
		10.5 Wireshark 网络抓包工具使用

3. 本书特点与适用对象

（1）颗粒化、立体化的动画和微课资源（扫描本书封底的二维码即可获得）有助于线上线下混合式教学模式的实施。

为降低学习难度，提高学习兴趣，本教材遵循系统化、颗粒化原则，为理论知识制作了系列原理动画，并录制了对应的讲解视频，使得抽象的理论知识变得形象直观、生动有趣。既为章节知识点录制了讲解视频，又为项目实训录制了讲解及操作视频，手把手地指导学生演练。这一系列的颗粒化资源帮助所有想学习本课程的人员从入门到精通，在线上既能系统地学习，又能灵活定位并查找需要的学习资源，拓展了教学的时空。

（2）从职业岗位所应具备的职业能力以及学生的认知特点出发，选择本教材的必要知识点，做到理论必需和够用，突出课程知识的实用性、综合性和先进性，着重培养学生的职业能力和职业素养，真正实现课程教学目标的职业性要求。

（3）从职业岗位的需要出发，对职业与岗位所需的网络知识和能力进行重构和排序，体现课程教学内容的实用性。

（4）本书可作为高职高专计算机及相关专业的计算机网络基础教材，也可作为计算机网络培训、计算机网络爱好者和有关技术人员的自学参考资料。

4. 本书主要创作与编写人员

本书由山东理工职业学院计算机网络教研室的教师精心打造，高静、胡江伟、房菲担任主编，黄磊、刘静、邵慧、孟令夫担任副主编。高静负责教材的规划布局及审稿工作并编写了第 4 章；胡江伟编写了第 7 章、第 8 章；房菲编写了第 1 章、第 2 章；黄磊编写了 5.3 节、5.4 节及第 9 章；刘静编写了第 6 章；邵慧编写了第 3 章；孟令夫编写了第 10 章。苏羚凤、姚娜、张力、刘煜参与编写了其他小节及部分习题。刘敬贤、师钰清、冯知岭、李长琪参与了部分习题与微课的录制。

由于作者水平所限，书中难免出现疏漏和不足之处，恳请广大读者批评指正！

作者

2021 年 8 月 20 日

目 录



第 1 章 初识计算机网络

1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.2 计算机网络的组成	5
1.2.1 计算机网络的基本概念	5
1.2.2 计算机网络的组成	5
1.2.3 计算机网络的功能	6
1.2.4 计算机网络的分类	7
1.3 计算机网络的拓扑结构	8
1.3.1 网络拓扑的基本概念	8
1.3.2 常见的网络拓扑结构	9
1.4 计算机网络发展的新技术	11
1.4.1 物联网	11
1.4.2 云计算	11
1.4.3 大数据	12
1.4.4 人工智能	13
1.5 本章小结	14
1.6 练习题	15



第 2 章 数据通信技术基础

2.1 数据编码技术	17
2.1.1 数据通信的基本概念	17
2.1.2 数据编码技术	20
2.2 数据传输技术	23
2.2.1 数据通信方式	23
2.2.2 数据传输技术	25
2.2.3 多路复用技术	26
2.3 数据交换技术	29
2.3.1 电路交换	29
2.3.2 报文交换	31
2.3.3 分组交换	32

2.4 无线通信技术	34
2.4.1 微波通信	34
2.4.2 卫星通信	35
2.4.3 红外通信	36
2.4.4 移动通信	37
2.5 本章小结	42
2.6 练习题	43

第3章 计算机网络体系结构

3.1 计算机网络体系结构的基本概念	47
3.2 OSI/ISO 参考模型	50
3.2.1 OSI 参考模型	51
3.2.2 参考模型各层的功能	51
3.2.3 OSI 参考模型中的数据传输过程	54
3.2.4 OSI 参考模型中的数据封装	55
3.3 TCP/IP 参考模型	56
3.3.1 TCP/IP 参考模型的概念	56
3.3.2 TCP/IP 参考模型各层的功能	57
3.3.3 TCP/IP 协议簇及特点	58
3.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型	58
3.4.1 两种模型比较	58
3.4.2 OSI 参考模型的缺点	59
3.4.3 TCP/IP 参考模型的缺点	59
3.5 本章小结	59
3.6 练习题	60

第4章 局域网技术

4.1 认识局域网	63
4.1.1 局域网技术概述	63
4.1.2 局域网关键技术	65
4.1.3 局域网组网技术	69
4.2 交换式以太网	69
4.2.1 了解以太网	69
4.2.2 交换式以太网	74
4.2.3 组建有线局域网	77
4.3 虚拟局域网	79

4.3.1 虚拟局域网技术的产生	79
4.3.2 VLAN 的特征	81
4.3.3 VLAN 的划分方法	82
4.3.4 VLAN 干道传输	83
4.4 无线局域网	85
4.4.1 认识无线局域网	85
4.4.2 无线局域网的常见应用	92
4.4.3 无线局域网的安全问题	92
4.4.4 无线局域网与有线局域网混合的非独立 WLAN 的实现	95
4.5 本章小结	96
4.6 练习题	96



第 5 章 广域网技术

5.1 广域网连接方式	99
5.2 IP 规划	101
5.2.1 IP 概述	101
5.2.2 IP 地址分类	103
5.2.3 子网划分	105
5.2.4 Internet 控制报文协议	108
5.3 IPv6 技术	110
5.3.1 IPv4 的局限性	110
5.3.2 IPv6 的发展	112
5.3.3 IPv6 的新特性	113
5.3.4 IPv6 报文结构	114
5.3.5 IPv6 地址	115
5.4 VPN 与 NAT 技术	120
5.4.1 VPN 技术	120
5.4.2 NAT 概述	128
5.5 常见的 Internet 接入方式	131
5.5.1 Modem 拨号方式	131
5.5.2 ISDN 技术	132
5.5.3 ADSL 技术	132
5.5.4 FTTH 技术	133
5.6 本章小结	135
5.7 练习题	136

第6章 网络互联技术

6.1 网络传输介质的使用	138
6.1.1 传输介质的主要类型	138
6.1.2 同轴电缆	139
6.1.3 双绞线	139
6.1.4 光纤	143
6.2 网络互连设备	145
6.2.1 网络互连	145
6.2.2 常见的网络互连设备	147
6.3 交换机的典型配置与应用	154
6.3.1 交换机的初始配置	154
6.3.2 二层交换机典型配置与应用	156
6.3.3 vlan 划分	156
6.3.4 三层交换机典型配置与应用	157
6.4 路由器的典型配置与应用	158
6.4.1 路由概念	158
6.4.2 直连路由典型配置与应用	160
6.4.3 间接路由典型配置与应用	161
6.5 本章小结	163
6.6 练习题	163

第7章 计算机网络应用

7.1 计算机网络应用模式	165
7.2 DNS 服务	166
7.2.1 DNS 概述	166
7.2.2 互联网的域名结构	167
7.2.3 域名解析	168
7.3 WWW 服务	170
7.3.1 WWW 概述	170
7.3.2 超文本与超媒体	170
7.3.3 超文本标记语言与超文本传输协议	170
7.3.4 统一资源定位符 URL	171
7.3.5 WWW 服务的特点	172
7.3.6 WWW 的工作模式及工作流程	172
7.4 FTP 服务	172

7.4.1	FTP 概述	172
7.4.2	FTP 的工作原理	173
7.4.3	匿名 FTP 服务	174
7.5	远程登录服务	175
7.5.1	Telnet 的概念和意义	175
7.5.2	Telnet 基本工作原理	175
7.5.3	Telnet 的使用	176
7.6	电子邮件服务	176
7.6.1	电子邮件的简介及特点	176
7.6.2	电子邮件的地址格式	177
7.6.3	简单邮件传输协议	177
7.6.4	邮件读取协议 POP3 和 IMAP	178
7.6.5	电子邮件的工作原理	178
7.7	本章小结	179
7.8	练习题	179



第 8 章 网络安全

8.1	网络安全概述	181
8.1.1	网络安全的定义	181
8.1.2	网络安全面临的主要威胁	182
8.2	网络扫描与监听	183
8.2.1	网络扫描	183
8.2.2	网络监听	184
8.3	木马与拒绝服务攻击	185
8.3.1	木马	185
8.3.2	拒绝服务攻击	190
8.4	PGP 协议	193
8.4.1	PGP 概述	193
8.4.2	PGP 的工作原理	193
8.5	防火墙	197
8.5.1	防火墙的概念及作用	197
8.5.2	防火墙技术	197
8.6	本章小结	199
8.7	练习题	200

第9章 网络故障分析与排除

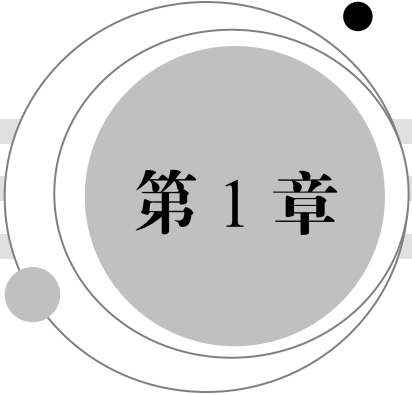
9.1 网络故障原因分析	202
9.2 常用网络故障测试命令工具	203
9.2.1 IP 信息查看工具——ipconfig 命令	203
9.2.2 IP 网络连通性测试——ping 命令	206
9.3 无线网络故障分析与排除	210
9.4 本章小结	213
9.5 练习题	213

第10章 项目实训

10.1 双绞线的制作与测试	215
10.2 网络打印机配置	220
10.3 无线路由器配置	222
10.4 常用网络命令	226
10.5 Wireshark 网络抓包工具使用	231

附录 课后习题答案

1.6 练习题参考答案	235
2.6 练习题参考答案	236
3.6 练习题参考答案	237
4.6 练习题参考答案	238
5.7 练习题参考答案	240
6.6 练习题参考答案	242
7.8 练习题参考答案	244
8.7 练习题参考答案	246
9.5 练习题参考答案	248



第 1 章

初识计算机网络

引言

自 20 世纪 90 年代以来,以 Internet 为代表的计算机网络飞速发展,逐步成为供全球使用的商业网络,进而成为全球最大和最重要的计算机网络。计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物,已经成为计算机及通信等相关专业的重要学科之一。人们的日常生活、工作和学习都离不开计算机网络,计算机网络对信息产业的发展有着深远的影响。本章主要介绍计算机网络的发展、计算机网络的概念、计算机网络的功能、组成和分类、计算机网络的拓扑结构,重点阐述计算机网络的概念和分类。

本章主要学习内容如下。

- ☐ 计算机网络的形成与发展历程。
- ☐ 计算机网络的概念和特点。
- ☐ 计算机网络的功能。
- ☐ 计算机网络的分类。
- ☐ 计算机网络的拓扑结构。
- ☐ 近年来出现的计算机网络新技术。

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物,涉及计算机与通信两个领域。计算机网络的诞生使计算机体系结构发生了巨大变化,在当今社会中起着非常重要的作用,它对人类社会的进步做出了巨大贡献。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计算机科

学和通信技术的水平，而且已经成为衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。计算机网络的形成与发展大致经历了 4 个阶段：面向终端的计算机通信网络阶段、初级计算机网络阶段、开放式的标准化计算机网络阶段和综合性智能化宽带高速网络阶段。

1. 面向终端的计算机通信网络阶段

1946 年，世界上第一台可编程数字计算机 ENIAC 问世，它的出现在计算机发展史上具有重要的意义，计算机诞生初期的主要任务是进行科学计算，当时的计算机数量稀少，并且价格昂贵，而通信设备和通信线路的价格相对便宜。早期的计算机技术与通信技术并没有直接的联系，但随着军事、工业、商业等使用计算机的深化，人们迫切需要将分散在不同地方的数据进行集中处理。于是，在 1954 年，人们研究出一种叫作收发器的设备，其能够利用电话线将穿孔卡片机上的数据发送到远方的计算机。随着终端数量的增加，20 世纪 60 年代初期，出现了多重线路控制器，它可以和多个远程终端相连接，形成“终端—通信线路—计算机”的结构。这样以单个计算机为中心的远程联机系统出现，构成面向终端的计算机网络，如图 1-1 所示。这种系统用一台中央主机连接大量的地理上处于分散位置的终端，其中终端都不具备自主处理的能力。例如，20 世纪 50 年代初美国的半自动地面防空 SAGE 系统，该系统将远距离的雷达和其他设备的信息，通过通信线路汇集到一台旋风计算机，第一次实现了利用计算机进行远距离的集中控制和人机对话。SAGE 系统的诞生被誉为计算机通信发展史上的里程碑。从此，第一代计算机网络诞生，也意味着计算机网络开始逐步形成与发展。

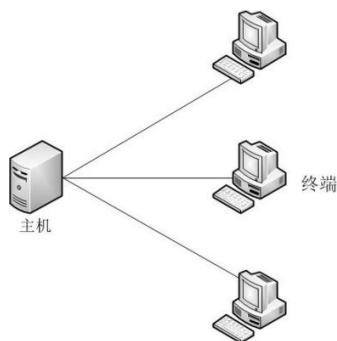


图 1-1 面向终端的远程联机系统

2. 初级计算机网络阶段

在主机-终端系统中，随着终端设备的增加，主机的负荷不断加重，处理数据效率明显下降，数据传输率较低，线路的利用率也低，因此，采用主机-终端系统的计算机网络已不能满足人们对日益增加的信息处理的需求，另外，由于计算机的性价比提高和通信技术的进步，在 20 世纪 60 年

代末，出现了计算机与计算机互连的系统，如图 1-2 所示，开创了“计算机-计算机”通信时代，分布在不同地点且具有独立功能的计算机通过通信线路，彼此之间交换数据、传递信息，为用户提供服务。

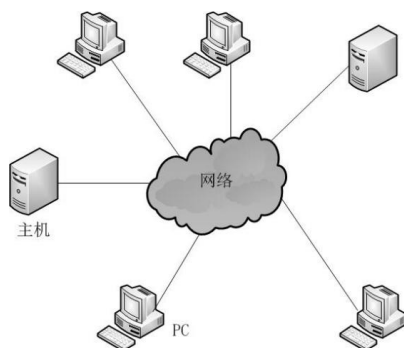


图 1-2 计算机互联

这一阶段的典型代表是 20 世纪 60 年代后期，美国国防部高级研究计划局联合计算机公司和大学共同研制而组建的 ARPA 网(Advanced Research Projects Agency Network, ARPANET)。ARPANET 利用通信线路将分布在洛杉矶的加利福尼亚州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学、犹他大学 4 所大学的 4 台大型计算机连接起来，构成专门完成主机之间通信任务的通信子网。最初，ARPANET 主要用于军事研究，要求网络必须经受得住故障的考验而维持正常的工作，当网络的某一部分因遭受攻击而失去工作能力时，网络的其他部分应能维持正常的通信工作。ARPANET 中采用的许多网络技术，如分组交换、路由选择等，至今仍在使用。ARPANET 是世界上第一个实现了以资源共享为目的的计算机网络，为 Internet 的前身，标志着计算机网络的兴起。

以 ARPANET 为基础，在 20 世纪 70 年代至 80 年代，计算机网络的发展十分迅速，涌现了大量的计算机网络，仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络。同时，还出现了公共服务网络、研究试验性网络、校园网络等。

第 2 阶段的计算机网络的主要特点是：资源的多向共享、分散控制、分组交换、采用专门的通信控制处理设备、分层的网络协议。这些特点往往被认为是现代计算机网络的典型特征。但是这个时期的网络产品彼此之间是相互独立的，没有统一标准。

3. 开放式的标准化计算机网络阶段

经过 20 世纪 60、70 年代的前期发展，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(System Network Architecture, SNA)，为用户提供能够互连互通的成套通信产品；1975 年，DEC 公司宣布了自己的数字网络体系结构(Digital

Network Architecture, DNA); 1976 年, UNIVAC 宣布了该公司的分布式通信体系结构 (Distributed Communication Architecture)。但这些网络技术标准只是在一个公司范围内有效, 遵从某种标准的、能够互联的网络通信产品, 局限于同一公司生产的同构型设备。网络通信市场这种各自为政的状况使得用户在投资方向上无所适从, 也不利于多厂商之间的公平竞争。

1977 年, 国际标准化组织 (International Standards Organization, ISO) 的信息处理系统技术委员会开始着手制定“开放系统互联参考模型”, 简称 OSI RM, 即著名的 OSI 七层模型。1984 年, OSI RM 正式颁布。作为国际标准, ISO/OSI RM 规定了可以互连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。从此, 网络产品有了统一标准, 促进了企业间的竞争, 大大加速了计算机网络的发展。并使各种不同的网络互联、互相通信变为现实, 实现了更大范围内的计算机资源共享。

4. 综合性智能化宽带高速网络阶段

20 世纪 90 年代以后, 随着数字通信的出现, 计算机网络进入第 4 个发展阶段。第 4 代计算机网络主要是随着数字通信的出现及光纤通信的发展而产生的, 其主要特征是综合化、高速化、智能化和全球化。这一时期, 在计算机通信与网络技术方面以高速率、高服务质量、高可靠性等为指标, 出现了高速以太网、VPN、无线网络、P2P 网络、NGN 等技术, 计算机网络的发展与应用渗入了人们生活的各个方面, 进入一个多层次的发展阶段。各个国家都建立了自己的高速因特网, 这些因特网的互连构成了全球互连的因特网, 并且渗透到社会的各个层次, 发展了以 Internet 为代表的互联网。

1993 年美国公布了“国家信息基础设施 (National Information Infrastructure, NII)”行动计划, 即信息高速公路计划。这里的“信息高速公路”是指数字化大容量光纤通信网络, 用以把政府机构、企业、大学、科研机构和家庭的计算机联网。美国政府又分别于 1996 年和 1997 年开始研究发展更加快速可靠的互联网 2 (Internet 2) 和下一代互联网 (Next Generation Internet)。可以说, 网络互联和高速计算机网络正成为最新一代计算机网络的发展方向。

另外, 随着网络规模的增大与网络服务功能的增多, 各国正在开展智能网络 IN (Intelligent Network) 的研究, 以提高通信网络开发业务的能力, 并更加合理地进行网络各种业务的管理, 真正以分布和开放的形式向用户提供服务。智能网的概念是美国于 1984 年提出的, 智能网的定义中并没有人们通常理解的“智能”含义, 它仅仅是一种“业务网”, 目的是提高通信网络开发业务的能力。它的出现引起了世界各国电信部门的关注, 国际电联 (ITU) 在 1988 年开始将其列为研究课题。1992 年 ITU-T 正式定义了智

能网，制定了一个能快速、方便、灵活、经济、有效地生成和实现各种新业务的体系。该体系的目标是应用于所有的通信网络，即不仅可应用于现有的电话网、N-ISDN 网和分组网，还同样适用于移动通信网和 B-ISDN 网。随着时间的推移，智能网络的应用将向更高层次发展。

1.2 计算机网络的组成

1.2.1 计算机网络的基本概念

计算机网络是现代计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合的产物，是随着社会对信息共享和信息传递的日益增强的需求而发展起来的。计算机网络发展的不同阶段，对于计算机网络的定义也是不同的，被广泛认可的定义是这样的：所谓计算机网络，就是利用通信设备和通信线路将地理位置不同、功能独立的多个计算机系统互联起来，在网络通信协议、网络管理软件的管理和协调下，实现资源共享和信息传递的系统。

根据上述定义，计算机网络主要包含通信设备、通信线路、网络协议和网络管理软件 4 个方面的内容。通信设备是指完成网络连接所需要的传输设备，如路由器、交换机等。通信线路是指传输信号的媒介，如双绞线、同轴电缆、光纤、红外线等。网络协议是指计算机之间、网络之间相互识别并通信的标准和规则。网络管理软件是指对网络资源进行管理及对网络进行维护的软件。

1.2.2 计算机网络的组成

随着计算机网络结构的不断完善，我们可以从不同角度来研究计算机网络的组成。

(1) 从组成成分上，一个完整的计算机网络由硬件、软件、协议三大部分组成，缺一不可。

(2) 从工作方式上，计算机网络（主要指互联网）可以分为边缘部分和核心部分。边缘部分由所有连接在因特网上、供用户直接使用的主机组成，用来进行通信（如传输数据、音频或视频）和资源共享；核心部分由大量的网络和连接这些网络的路由器组成，主要为边缘部分提供连通服务和交换服务。

(3) 从功能组成上看，计算机网络由通信子网和资源子网组成，如图 1-3 所示。

通信子网由通信控制处理机、通信线路和其他通信设备组成，完成网络数据传输、交换、控制和存储等通信处理任务，实现联网计算机之间的数据通信。网桥、交换机和路由器都属于通信子网。

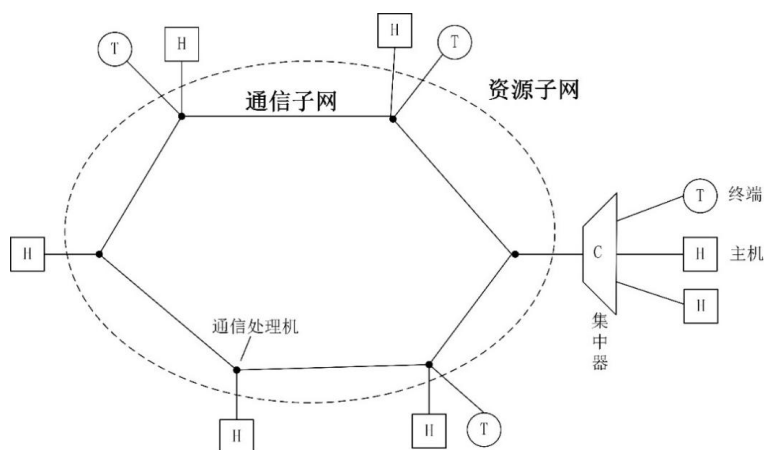


图 1-3 计算机网络的组成

资源子网主要由计算机系统、终端、联网外部设备、各种软件资源和信息资源等组成，完成全网的数据处理业务，向网络用户提供共享其他计算机上的硬件资源、软件资源和数据资源等网络资源与网络服务。计算机软件属于资源子网。

1.2.3 计算机网络的功能

随着计算机与通信技术的迅速发展，人们可以通过计算机网络进行信息交换和资源共享，而不受地理位置和时间的限制，计算机在各个领域发挥着巨大的作用，它的主要功能如下。

1. 资源共享

资源共享是计算机网络的主要功能之一。计算机在广大地域范围联网后，资源子网中各主机的资源在理论上都可以共享，可突破地域的限制。可共享的资源包括硬件、软件和数据资源。

- ❑ 硬件资源：连接在网络上的用户可以共享使用网络上不同类型的硬件设备，例如超大型存储器、特殊的外部设备以及巨型计算机等，共享硬件资源是共享其他资源的物质基础。
- ❑ 软件资源：软件资源共享可以使多个用户同时调用服务器的各种软件资源，并能保持数据的完整性和一致性。可以共享的软件资源包括各种语言处理程序、服务程序和各种应用程序等。
- ❑ 数据资源：数据资源是非常宝贵的资源，包括各种数据文件、数据库等，共享数据资源是计算机网络最重要的目的。

2. 数据通信

数据通信是计算机网络的基本功能。组建计算机网络的主要目的就是使分布在不同地理位置的计算机用户能够相互通信、交流信息和共享资源。

计算机之间或者计算机与通信终端之间互联之后，相互之间可以快速可靠地传递数据，达到通信的目的。

3. 提高可靠性

为提高计算机系统的可靠性，在计算机网络中可以将重要的资源分布在不同地理位置的计算机上，采用分布式控制的方式，如果有部件或少量计算机发生故障，网络可以通过不同的路由来访问这些资源，不影响用户对同类资源的访问。另外，也可以采取用一台计算机通过网络为另外一台计算机备份的方式，一旦主用机发生故障，可以通过网络启用备用机，继续完成任务，使整个系统不受影响。

4. 分布式数据处理

当网络中某台计算机的负荷过重，超过一台计算机处理能力时，通过计算机网络可以将任务分散到网络中的其他计算机上，进行分布式处理，实现负载均衡。可以利用网络环境来建立性能优良、可靠性高的分布式数据库系统。

1.2.4 计算机网络的分类

根据不同的分类标准，可以对计算机网络做出不同的分类，常见的分类方式有：按网络覆盖的地理范围分类、按传输技术分类、按网络的使用者分类等。

1. 按网络覆盖的地理范围分类

按网络覆盖的地理范围从小到大，可将计算机网络分为局域网、城域网和广域网3种。

1) 局域网

局域网（Local Area Network, LAN）在较小的区域内将若干独立的数据设备连接起来，使用户共享计算机资源，可以提供高速数据传输。局域网的地理范围一般只有几千米。局域网的基本组成包括服务器、客户机、网络设备和通信介质。一般情况下，局域网设在一个建筑物、一个工厂或者一个单位内部，局域网中的线路和网络设备的拥有、使用、管理通常都属于用户所在公司或组织。

2) 城域网

城域网（Metropolitan Area Network, MAN）的地理范围从几千米至几百千米，数据传输速率可以从1 kb/s到10 Gb/s。城域网可以实现企业、机关等多个局域网的互联。对于城域网，最好的传输媒介是光纤，光纤能够满足城域网在支持声音、图像和视频等业务上的带宽容量和速度需求。

3) 广域网

广域网（Wide Area Network, WAN）也称为远程网，其覆盖范围为几

百千米至几千千米，甚至上万千米，可以是一个地区或是一个国家。广域网由终端设备、节点交换设备和传送设备组成，其主要作用是实现远距离计算机之间的数据传输和信息共享，因特网（Internet）是典型的广域网。广域网的线路与设备的所有权和管理权一般属于电信服务提供商，而不属于用户。

2. 按传输技术分类

1) 广播式网络

在广播式网络（Broadcast Network）中，所有的计算机都共享一个公共通信信道。当一台计算机利用共享通信信道发送报文分组时，所有其他计算机都会接收到这个分组，接收到该分组的计算机将通过检查分组的目的地址和自己的地址，来决定是否接收该分组。

2) 点对点网络

与广播式网络相反，点对点（Point to Point）网络由许多互相连接的节点构成，每条物理线路连接两台计算机，因此在点对点的网络中，不存在信道共享与复用的情况。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，直至到达目的节点，这种传输技术称为点对点传输技术，采用这种技术的网络称为点对点网络。

3. 按网络的使用者分类

1) 公用网

公用网（Public Network）是指电信服务提供商出资建设的大型网络，凡是自愿按电信服务提供商的规定缴纳费用的用户都可以使用该网络。

2) 专用网

专用网（Private Network）是指某个部门为满足本单位的工作业务的需要而建设的网络，只面向本单位内部的人使用。例如铁路、银行、军队、电力等系统均有各自的专用网。

1.3 计算机网络的拓扑结构

1.3.1 网络拓扑的基本概念

拓扑（Topology）来源于几何学，是一种研究与大小、形状无关的点、线、面的关系的方法。这种结构称为网络的网状拓扑结构。计算机网络的拓扑结构是指网络中各个站点相互连接的形式，引用了拓扑学中的研究方法。把网络中的计算机和通信设备抽象为一个“点”，把传输介质抽象为一条“线”，由点和线组成的几何图形就是计算机网络的拓扑结构。网络的拓扑结构反映出网络中各实体间的结构关系，是建设计算机网络的第一步，

也是实现各种网络协议的基础，它对网络的性能、系统的可靠性与通信费用都有重大影响。

1.3.2 常见的网络拓扑结构

常见的计算机网络的拓扑结构有总线形、星形、树形、环形和网状形。

1. 总线形拓扑结构

在总线形拓扑结构中，所有节点共享一条数据传输线路，如图 1-4 所示。采用广播的方式进行通信，即一个节点发送的信息可以被网络上的各个节点接收，因此，采用总线形拓扑结构的网络也被称为广播式网络。

总线形拓扑结构的优点是结构简单，安装方便，易于扩展，铺设成本较低。缺点是各节点采用竞争的方式发送信息，同一时刻只允许两个节点相互通信，通信的实时性较差；网络的承载能力有限，可容纳的节点数量有限；由于所有节点都连接到总线上，总线的任何一处故障都会导致网络的瘫痪。总线形拓扑结构主要应用于局域网。

2. 星形拓扑结构

在星形拓扑结构中，每个节点都通过一条点到点的通信链路与中心节点相连，如图 1-5 所示。星形网络中一个节点向另一个节点发送数据时，首先要将数据发送到中央节点，然后中央节点将数据转发至目标节点。中央节点执行集中式通信控制策略，因此，中央节点相当复杂，而其他各个节点的通信处理负担都很小。

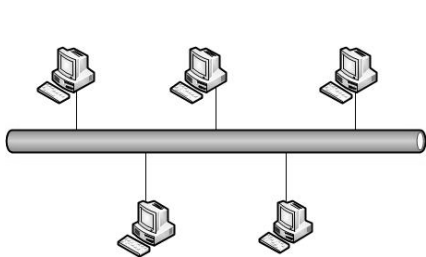


图 1-4 总线形拓扑结构

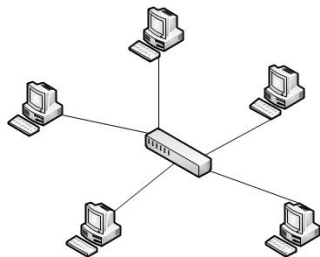


图 1-5 星形拓扑结构

星形拓扑结构的优点：结构简单，连接方便，管理和维护都相对容易，扩展性强；网络延迟时间较小，传输误差低；在同一网段内支持多种传输介质。

星形拓扑结构的缺点：线路总长度较长，安装和维护的费用较高；对中心节点的依赖性强，一旦中心节点出现故障，则整个网络将瘫痪。

3. 树形拓扑结构

树形拓扑从总线形拓扑演变而来，形状像一棵倒置的树，顶端是树根，

树根以下带分支，每个分支还可再带子分支，形成一种层次结构，如图 1-6 所示。树根接收各站点发送的数据，然后再广播发送到全网。网络中的节点设备都连接到一个根设备上，但不是所有的节点设备都直接与根设备相连，大多数的节点都首先连接一个上级设备，再采用同样的方式直至连接至根设备。

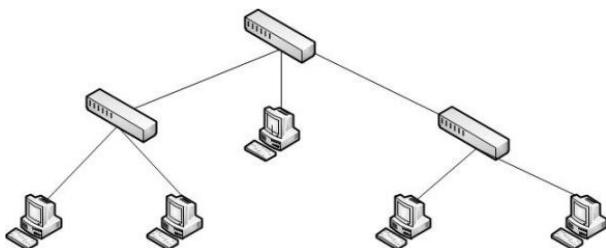


图 1-6 树形拓扑结构

树形拓扑结构的优点：易于扩展，这种结构可以延伸出很多分支和子分支，这些新节点和新分支都能容易地加入网内；故障隔离较容易，如果某一分支的节点或线路发生故障，很容易将故障分支与整个系统隔离开。

树形拓扑结构的缺点：各个节点设备对根设备的依赖性太大，如果根设备发生故障，则会造成整个网络不能工作。

4. 环形拓扑结构

环形拓扑结构是由节点和连接节点的链路组成的一个闭合环路，如图 1-7 所示。每个节点设备都只能与和它相邻的节点设备直接通信，能够接收从相邻节点传来的数据，并以同样的速率串行地把该数据沿环送到下一个节点上。这种数据环路可以是单向的，也可以是双向的。数据以分组形式发送，由于多个设备连接在一个环上，因此需要用分布式控制策略进行控制。

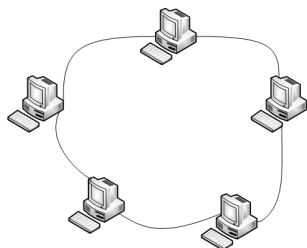


图 1-7 环形拓扑结构

环形拓扑结构的优点：网络结构简单；数据传输的延时稳定；电缆长度短，环形拓扑网络所需的电缆长度和总线形拓扑网络相似，但比星形拓扑网络要短得多。

环形拓扑结构的缺点：节点的故障会引起全网故障，因为环上的数据传输要通过接在环上的每一个节点，一旦环中某一节点发生故障就会引起全网的故障；故障检测困难，由于不是集中控制，需在网各个节点进行故障检测；不容易扩充。

5. 网状形拓扑结构

网状形拓扑结构中的节点之间的连接是任意的，每个节点至少与其他

两个节点相连，因此任意两个节点之间的通信线路都不是唯一的，如图 1-8 所示。这种拓扑结构在广域网中应用广泛。

网状形拓扑结构的优点：可靠性高，由于节点之间有多条路径相连，可以为数据流的传输选择适当的路由，从而绕过故障或者过忙的节点；网络扩充简单、灵活。

网状形拓扑结构的缺点：结构和网络协议复杂；组网成本较高。

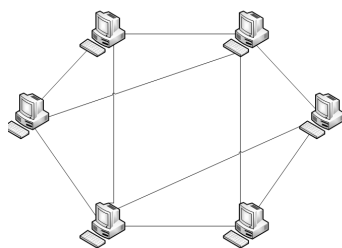


图 1-8 网状形拓扑结构

1.4 计算机网络发展的新技术

1.4.1 物联网

物联网（Internet of Things, IOT）起源于比尔·盖茨 1995 年的《未来之路》一书，只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备的发展，并未引起重视。物联网的概念最初是在 1999 年提出的，随着技术不断进步，国际电信联盟于 2005 年正式提出物联网的概念。

目前，对物联网的定义尚未统一。中国物联网校企联盟将物联网定义为当下几乎所有技术与计算机、互联网技术的结合，以实现物体与物体之间、环境和状态信息的实时共享以及智能化的收集、传递、处理、执行。国际电信联盟（ITU）发布的 ITU 互联网报告，对物联网做了如下定义：通过二维码识读设备、射频识别（RFID）装置、红外感应器、全球定位系统和激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。总地来说，物联网就是“物物相连的互联网”。物联网的核心和基础仍然是互联网，但其用户端扩展到了任何物品之间，在物与物之间进行信息交换和通信。

物联网是新一代信息技术的重要组成部分，也是“信息化”时代的重要发展阶段。近些年，随着物联网技术的不断发展，它已悄无声息地融入并影响着我们的生活，小到智能音箱、智能手表，大到汽车、工业设备，越来越多的物品都接入了物联网。

1.4.2 云计算

云计算（Cloud Computing）是网络计算、分布式计算、并行计算、网络存储、虚拟化、负载均衡等传统计算机和网络技术发展融合的产物。2006 年 8 月 9 日，谷歌首席执行官埃里克·施密特在搜索引擎大会上首次提出了云计算的概念，目前，关于云计算的定义尚未精确统一，不同的国家、

研究机构、学者都提出过关于云计算的概念。

美国国家标准与技术研究院（NIST）对云计算进行了定义：云计算是一种无处不在、便捷且按需对一个共享的可配置计算资源（包括网络、服务器、存储、应用和服务）进行网络访问的模式，它能够通过最少量的管理以及与服务提供商的互动实现计算资源的迅速供给和释放。

2012 年的国务院政府工作报告将云计算作为国家战略性新兴产业给出了定义：云计算是基于互联网的服务增加、使用和交付模式，通常涉及通过互联网来提供动态、易扩展且经常是虚拟化的资源。云计算是传统计算机和网络技术发展融合的产物，它意味着计算能力也可以作为一种商品，通过互联网进行流通。

中国网络计算、云计算专家刘鹏教授对云计算给出了长、短两种定义。长定义是：“云计算是一种商业计算模型。它将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上，使各种应用系统能够根据需要获取计算力、存储空间和信息服务。”短定义是：“云计算是通过网络按需提供可动态伸缩的廉价计算服务。”

根据云计算的定义，可以看出云计算具有以下 5 个基本特征：按需使用、随处访问、资源池化、可度量的服务、高可伸缩性。按照服务类型可以将云计算大致分为 3 类：基础设施即服务（Infrastructure as a Service, IaaS）、平台即服务（Platform as a Service, PaaS）、软件即服务（Software as a Service, SaaS）。根据云环境类型的不同，目前，云计算主要有公有云、私有云、社区云、混合云 4 种部署模型。

亚马逊、谷歌、微软等公司作为云计算的先行者，极大地推动了云计算的发展，国内云计算也进入了快速发展阶段，以阿里巴巴、腾讯、百度等为代表的互联网企业不断提高云计算能力，已经成为中国云计算服务发展的主导力量。当前，在“互联网+”时代背景下，云计算已然成为数字经济时代下的基础设备，云计算作为国家正在加快培育和发展的七大战略性新兴产业之一，将对整个社会生产力和生产关系的变化起到至关重要的作用。中国加快实施大数据战略，大数据生态系统的日益完善为云计算发展奠定了重要基础，云计算也催化了大数据在应用领域的发展。

1.4.3 大数据

大数据（Big Data）是一个比较抽象的概念，与物联网、云计算等信息领域出现的新兴概念类似，大数据至今也没有确切统一的概念。研究机构 Gartner 对大数据的定义如下：“大数据”是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察发现力、流程优化能力的海量、高增长率和多样化的信息资产。

大数据被普遍认为具有以下特征。

1. 数据量（Volume）大

存储的数据量巨大，PB 级别是常态，因而对其分析的计算量也大。

2. 多样 (Variety)

大数据的类型可以包括网络日志、音频、视频、图片和地理位置信息等，具有异构性和多样性的特点，没有明显的模式，也没有连贯的语法和句义，多类型的数据对数据的处理能力提出了更高的要求。而随着人类活动的进一步拓宽，数据的来源更加多样。

3. 价值 (Value) 密度低

大数据的价值密度相对较低。随着物联网的广泛应用，信息感知无处不在，存在海量的信息，价值密度较低，而且有大量不相关信息。因此，需要对未来趋势与模式做可预测分析，利用机器学习、人工智能等进行深度复杂的分析。而如何通过强大的机器算法更迅速地完成数据的价值提炼，是大数据时代亟待解决的难题。

4. 快速 (Velocity)

数据增长速度快，而且越新的数据价值越大，这就要求对数据的处理速度也要快，以便能够从数据中及时地提取信息、发现价值，这也是大数据区别于传统数据挖掘最显著的特征。

大数据技术的战略意义不在于掌握庞大的数据信息，而在于对这些含有意义的数据进行专业化处理，使其为国家治理、企业决策乃至个人生活服务。如果把大数据比作一种产业，那么这种产业实现盈利的关键，在于提高对数据的“加工能力”，通过“加工”实现数据的“增值”。从技术上看，大数据与云计算的关系就像一枚硬币的正反面一样密不可分，云计算是处理大数据的手段。

随着大数据的出现，数据仓库、数据安全、数据分析、数据挖掘等围绕大数据商业价值的应用正逐渐成为行业争相追逐的利润焦点，在全球引领着新一轮的信息技术浪潮。大数据无处不在，包括金融、汽车、餐饮、电信、能源、体能和娱乐等在内的社会各行各业都已经融入了大数据的印迹。大数据对各行各业的渗透，大大地推动了社会生产和生活，未来必将产生重大而深远的影响。

1.4.4 人工智能

1956 年，在著名的“达特莫斯”会议上，“人工智能”这一术语被首次提出，标志着人工智能作为一门新兴学科的出现，这一年也被称为“人工智能元年”。人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 是当前全球最热门的话题之一，也是 21 世纪引领世界未来科技领域发展和生活方式转变的风向标，在我们的生活中也有着广泛的应用，如人脸识别门禁、人工智能医疗影像、人工智能导航系统、人工智能语音助手等。2016 年，Google 的人工智能

AlphaGo 战胜了韩国职业九段围棋手李世石，震撼全球，AlphaGo 的胜利向世人展示了人工智能的跨越式发展，掀起了人工智能的热潮。

关于人工智能的定义也是多样的，其中，被广泛认可的主要有以下两种。

(1) 《人工智能，一种现代的方法》一书认为，人工智能是类人思考、类人行为，理性的思考、理性的行动，它的基础是哲学、数学、经济学、神经科学、心理学、计算机工程、控制论、语言学。人工智能的发展，经过了孕育、诞生、早期的热情、现实的困难等数个阶段。

(2) 人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学，它是计算机科学的一个分支。

人工智能是一门综合学科，主要有模式识别、机器学习、数据挖掘和智能算法四大分支，其中，模式识别是指对表征事物或者现象的各种形式，包括数值的文字、逻辑的关系等信息进行处理分析，以及对事物或现象进行描述、分析、分类、解释的过程，例如车牌号的识别；机器学习主要通过研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为来获取新的知识或技能；数据挖掘主要通过算法搜索挖掘出有用的信息，被应用于市场分析、疾病预测等领域；智能算法是指解决某类问题（例如最短路径问题）的一些特定模式算法。

人工智能主要应用于机器人领域、语音识别领域、图像识别领域、专家系统领域等。在机器人领域，典型的应用是人工智能机器人。语音识别领域是与机器人领域有交叉的，把语言和声音转换成可处理的信息，如语音开锁、语音邮件等。在图像识别领域，其原理是利用计算机进行图像处理、分析和理解，以识别各种不同模式的目标和对象的技术，例如刷脸支付，属于模式识别分支。专家系统是指具有专门知识和经验的计算机智能程序系统，后台的数据库相当于人脑丰富的知识储备，采用数据库中的知识数据和知识推理技术模拟专家，解决复杂问题。

人工智能的不断发展，改变了我们的日常生活，也改变了企业的运营方式，人工智能几乎渗透到了各个行业。如今，越来越多的实际应用被发现，我们也期待人工智能在未来的更大发展。

1.5 本章小结

计算机网络是通信技术与计算机技术相结合的产物，是信息社会重要的基础设施，人们的日常生活已经离不开计算机网络，计算机网络技术已经成为信息时代的核心技术，随着大数据、云计算、物联网、5G 等技术的发展，计算机网络在促进经济社会发展方面起着更加重要的作用。学习好本章的内容，可以使读者对计算机网络的相关知识有比较深入的了解。



1.6 练习题

一、填空题

1. 在计算机网络的定义中，一个计算机网络包含多台具有_____功能的计算机；把众多计算机有机地连接起来，要遵循规定的约定和规则，即_____；计算机网络的最基本特征是_____。
2. 计算机网络系统的逻辑结构包括_____和资源子网两部分。
3. 计算机网络按网络覆盖范围分为_____、_____和_____3种。
4. 常见的计算机网络拓扑结构有_____、_____、_____、_____和_____。

二、选择题

1. 世界上第一个计算机网络是（ ）。
A. ARPANET B. CHINANET
C. Internet D. CERNET
2. 计算机互联的主要目的是（ ）。
A. 制定网络协议 B. 将计算机技术与通信技术相结合
C. 集中计算 D. 资源共享
3. 下列说法中正确的是（ ）。
A. 网络中的计算机资源主要指服务器、路由器、通信线路与用户计算机
B. 网络中的计算机资源主要指计算机操作系统、数据库与应用软件
C. 网络中的计算机资源主要指计算机硬件、软件、数据
D. 网络中的计算机资源主要指 Web 服务器、数据库服务器与文件服务器
4. 组建计算机网络的目的是实现连网计算机系统的（ ）。
A. 硬件共享 B. 软件共享
C. 数据共享 D. 资源共享
5. 一座大楼内的一个计算机网络系统属于（ ）。
A. PAN B. LAN C. MAN D. WAN
6. 计算机网络中可以共享的资源包括（ ）。
A. 硬件、软件、数据、通信信道
B. 主机、外设、软件、通信信道
C. 硬件、程序、数据、通信信道
D. 主机、程序、数据、通信信道

7. 早期的计算机网络是由（ ）组成的系统。
 - A. 计算机——通信线路——计算机
 - B. PC 机——通信线路——PC 机
 - C. 终端——通信线路——终端
 - D. 计算机——通信线路——终端
8. 在计算机网络中处理通信控制功能的计算机是（ ）。
 - A. 通信线路
 - B. 终端
 - C. 主计算机
 - D. 通信控制处理机
9. 下列不是局域网特征的是（ ）。
 - A. 分布在一个宽广的地理范围之内
 - B. 提供给用户一个高宽带的访问环境
 - C. 连接物理上相近的设备
 - D. 传输速率高
10. 星形、总线形、环形和网状形是按照（ ）分类的。
 - A. 网络跨度
 - B. 网络拓扑
 - C. 管理性质
 - D. 网络功能

三、问答题

1. 什么是计算机网络？
2. 计算机网络的主要功能是什么？
3. 什么是通信子网和资源子网？
4. 计算机网络的拓扑结构有哪些，各有什么优缺点？