



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材

21世纪高等教育计算机规划教材



计算机网络技术 基础

Foundations of Computer Network
Technology

■ 周舸 主编

■ 余欣 朱镕申 副主编

- 零点起步，深入浅出
- 适合循序渐进地学习
- 内容全面，结构合理，叙述准确



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

计算机网络技术 基础

Foundations of Computer Network
Technology

■ 周舸 主编

■ 余欣 朱镕申 副主编



人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

计算机网络技术基础 / 周舸主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 1
21世纪高等教育计算机规划教材
ISBN 978-7-115-33482-4

I. ①计… II. ①周… 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(2013)第267776号

内 容 提 要

本书是一本计算机网络技术的基础教程。全书共分 13 章,系统地介绍了计算机网络基础知识、数据通信技术、计算机网络体系结构与协议、局域网、广域网接入技术、网络互联技术、Internet 基础知识、Internet 接入技术、Internet 的应用、移动 IP 与下一代 Internet、网络操作系统、网络安全和网络管理。为了让读者能够及时地检查学习效果,巩固所学知识,每章最后还附有丰富的习题。

本书可作为高等院校计算机及相关专业网络基础课程的教材,也可以作为非计算机专业的网络普及教材,还可作为计算机网络培训或技术人员自学的参考资料。

-
- ◆ 主 编 周 舸
副 主 编 余 欣 朱镕申
责任编辑 李育民
责任印制 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17 2014 年 1 月第 1 版
字数: 456 千字 2014 年 1 月河北第 1 次印刷
-

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

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，网络技术取得了长足的进步，尤其是在过去的十几年里，计算机网络已经渗透到现代社会的方方面面。目前，网络技术已广泛应用于军事、科研、企业管理、金融与商业电子化、远程教育、办公自动化等领域。它已经成为了一种全社会的、经济的、快速的存取信息的必要手段，并以一种前所未有的方式改变着我们的生活。与此同时，社会对网络人才的需求越来越迫切，要求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”已经成为当代大学生的一门必修课程。为了更好地满足广大高等院校的学生对网络知识学习的需要，作者结合多年一线的讲授经验、多次教材的编写经历、近几年的教学改革实践以及科研项目成果，精心撰写了本书。

在本书的撰写过程中，作者始终贯彻介绍计算机网络中成熟的理论和最新知识，基础理论以应用为目的，以必要、够用为度。全书内容全面，叙述准确，通俗易懂，十分有利于教师的教学和读者的自学。为了让读者能够在较短的时间内掌握本书内容，及时地检查自己的学习效果，巩固和加深对所学知识的理解，每章最后还附有丰富的习题。

全书参考总教学学时数为 48 学时，各章的学时分配见下表。

章	名 称	学时数	章	名 称	学时数
第 1 章	计算机网络基础知识	2	第 8 章	Internet 接入技术	4
第 2 章	数据通信技术	6	第 9 章	Internet 的应用	2
第 3 章	计算机网络体系结构与协议	4	第 10 章	移动 IP 与下一代 Internet	2
第 4 章	局域网	6	第 11 章	网络操作系统	2
第 5 章	广域网接入技术	2	第 12 章	网络安全	4
第 6 章	网络互联技术	4	第 13 章	网络管理	2
第 7 章	Internet 基础知识	8			

本书由周舸担任主编，余欣和朱镕申担任副主编。周舸编写了第 1 章～第 8 章、第 12 章～第 13 章，余欣编写了第 9 章、第 11 章，朱镕申编写了第 10 章，全书由周舸拟定大纲并统稿。

在本书的编写过程中得到了电子科技大学（成都）刘乃琦教授和周光峦教授的关心和指导，周光峦教授仔细审阅了全稿，提出了很多宝贵的意见。何敏、高天等完成了部分文稿的录入工作，周沁、罗福强等完成了部分图片的处理工作，陈爱琦、陈绍琪和高泽金等完成了部分文稿的校对工作。在此，向所有关心和支持本书出版的人表示衷心的感谢！

限于编者的学术水平，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正，来信请至 zhou-ge@163.com。

编 者
2013 年 9 月

目 录

第 1 章 计算机网络基础知识	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.2 计算机网络概述	3
1.2.1 计算机网络的基本概念	3
1.2.2 通信子网和资源子网	4
1.3 计算机网络的功能	5
1.4 计算机网络的分类和拓扑结构	5
1.4.1 计算机网络的分类	5
1.4.2 计算机网络的拓扑结构	6
1.5 计算机网络的应用	7
1.6 三大网络介绍	8
1.7 标准化组织	10
小结	11
习题 1	12
第 2 章 数据通信技术	14
2.1 数据通信的基本概念	14
2.1.1 信息、数据与信号	14
2.1.2 模拟信号与数字信号	15
2.1.3 基带信号与宽带信号	15
2.1.4 信道及信道的分类	15
2.1.5 数据通信的技术指标	16
2.1.6 通信方式	16
2.2 传输介质的主要特性和应用	19
2.2.1 传输介质的主要类型	19
2.2.2 双绞线	19
2.2.3 同轴电缆	21
2.2.4 光纤	22
2.2.5 双绞线、同轴电缆与光纤的 性能比较	23
2.3 无线与卫星通信技术	23
2.3.1 电磁波谱	23
2.3.2 无线通信	24
2.3.3 微波通信	25
2.3.4 卫星通信	25
2.4 数据交换技术	26
2.4.1 电路交换	27
2.4.2 存储转发交换	27
2.5 数据传输技术	30
2.5.1 基带传输技术	30
2.5.2 频带传输技术	30
2.5.3 多路复用技术	32
2.6 数据编码技术	34
2.6.1 数据编码的类型	34
2.6.2 数字数据的模拟信号编码	34
2.6.3 数字数据的数字信号编码	35
2.6.4 脉冲编码调制	36
2.7 差错控制技术	36
2.7.1 差错产生的原因与差错类型	36
2.7.2 误码率的定义	37
2.7.3 差错的控制	37
小结	40
习题 2	41
第 3 章 计算机网络体系结构与 协议	44
3.1 网络体系结构与协议概述	44
3.1.1 网络体系结构的概念	44
3.1.2 网络协议的概念	44
3.1.3 网络协议的分层	45
3.1.4 其他相关概念	47
3.2 OSI 参考模型	48
3.2.1 OSI 参考模型的概念	48
3.2.2 OSI 参考模型各层的功能	49
3.2.3 OSI 参考模型中的数据传输过程	50
3.3 TCP/IP 参考模型	51
3.3.1 TCP/IP 概述	51
3.3.2 TCP/IP 参考模型各层的功能	51
3.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型	53
3.4.1 两种模型的比较	53

3.4.2 OSI 参考模型的缺点	54	5.2.4 分组交换数据网	95
3.4.3 TCP/IP 参考模型的缺点	54	5.2.5 帧中继	96
3.4.4 网络参考模型的建议	54	5.2.6 数字用户线路 xDSL	98
小结	55	小结	99
习题 3	56	习题 5	100
第 4 章 局域网	58	第 6 章 网络互联技术	103
4.1 局域网概述	58	6.1 网络互联概述	103
4.2 局域网的特点及其基本组成	59	6.1.1 网络互联的含义	103
4.3 局域网的主要技术	60	6.1.2 网络互联的要求	104
4.3.1 局域网的传输介质	60	6.2 网络互联的类型和层次	104
4.3.2 局域网的拓扑结构	61	6.2.1 网络互联的类型	104
4.3.3 介质访问控制方法	63	6.2.2 网络互联的层次	105
4.4 局域网体系结构与 IEEE 802 标准	63	6.3 典型网络互连设备	105
4.4.1 局域网参考模型	63	6.3.1 中继器	106
4.4.2 IEEE 802 局域网标准	64	6.3.2 网桥	107
4.5 局域网组网技术	65	6.3.3 网关	108
4.5.1 传统以太网	66	6.3.4 路由器	109
4.5.2 IBM 令牌环网	69	6.4 路由协议	111
4.5.3 交换式以太网	71	6.4.1 路由信息协议 (RIP)	112
4.6 快速网络技术	74	6.4.2 开放式最短路径优先 协议 (OSPF)	113
4.6.1 快速以太网组网技术	74	6.4.3 边界网关协议 (BGP)	113
4.6.2 吉比特以太网组网技术	76	6.5 路由器的基本配置	113
4.6.3 ATM 技术	77	6.5.1 路由器的接口	113
4.7 VLAN	78	6.5.2 路由器的配置方法	116
4.7.1 VLAN 概述	78	小结	118
4.7.2 VLAN 的组网方法	80	习题 6	119
4.8 WLAN	81	第 7 章 Internet 基础知识	122
4.8.1 WLAN 概述	81	7.1 Internet 的产生和发展	122
4.8.2 WLAN 的实现	83	7.1.1 ARPANET 的诞生	122
4.8.3 WLAN 组网实例——家庭无线 局域网的组建	83	7.1.2 NSFNET 的建立	123
小结	86	7.1.3 全球范围 Internet 的形成与发展	123
习题 4	87	7.2 Internet 概述	123
第 5 章 广域网接入技术	90	7.2.1 Internet 的基本概念	123
5.1 广域网概述	90	7.2.2 Internet 的特点	124
5.2 常见的广域网接入技术	91	7.2.3 Internet 的组织机构	124
5.2.1 数字数据网	91	7.3 Internet 的主要功能与服务	125
5.2.2 综合业务数字网	93	7.3.1 Internet 的主要功能	125
5.2.3 宽带综合业务数字网	94	7.3.2 Internet 的主要服务	125

7.4 Internet 的结构.....	129	8.4 ADSL 接入技术.....	156
7.4.1 Internet 的物理结构.....	129	8.4.1 ADSL 概述.....	156
7.4.2 Internet 协议结构与 TCP/IP.....	130	8.4.2 ADSL 的主要特点.....	156
7.4.3 客户机 / 服务器的工作模式.....	132	8.4.3 ADSL 的安装.....	156
7.5 Internet 的地址结构.....	133	8.4.4 PPP 与 PPPoE.....	157
7.5.1 IP 地址概述.....	133	8.5 Cable Modem 接入技术.....	157
7.5.2 IP 地址的组成与分类.....	133	8.5.1 CATV 和 HFC.....	157
7.5.3 特殊类型的 IP 地址.....	135	8.5.2 Cable Modem 概述.....	158
7.5.4 IP 地址和物理地址的转换.....	135	8.5.3 Cable Modem 的主要特点.....	158
7.6 子网和子网掩码.....	136	8.6 光纤接入技术.....	159
7.6.1 子网.....	136	8.6.1 光纤接入技术概述.....	159
7.6.2 子网掩码.....	137	8.6.2 光纤接入的主要特点.....	159
7.6.3 A 类、B 类、C 类 IP 地址的标准 子网掩码.....	137	8.7 无线接入技术.....	160
7.6.4 子网掩码的确定.....	138	8.7.1 无线接入概述.....	160
7.7 域名系统.....	138	8.7.2 WAP 简介.....	160
7.7.1 域名系统的层次命名机制.....	138	8.7.3 当今流行的无线接入技术.....	162
7.7.2 域名的表示方式.....	139	8.8 连通测试.....	165
7.7.3 域名服务器和域名的解析过程.....	140	小结.....	167
7.8 IPv4 的应用及其局限性.....	141	习题 8.....	168
7.8.1 什么是 IPv4.....	141	第 9 章 Internet 的应用.....	170
7.8.2 IPv4 的应用.....	141	9.1 Internet 应用于家庭.....	170
7.8.3 IPv4 的局限性.....	141	9.1.1 家庭用户连入 Internet.....	170
7.9 IPv6 简介.....	142	9.1.2 使用浏览器浏览 Internet.....	174
7.9.1 IPv6 的发展历史.....	142	9.1.3 家庭娱乐.....	180
7.9.2 IPv4 的缺点及 IPv6 的技术新 特性.....	143	9.2 Internet 应用于电子商务.....	181
7.9.3 IPv4 与 IPv6 的共存局面.....	144	9.2.1 电子商务及其起源.....	181
7.9.4 从 IPv4 过渡到 IPv6 的方案.....	145	9.2.2 电子商务的特点.....	182
7.9.5 IPv6 的应用前景.....	147	9.2.3 电子商务的内容.....	183
小结.....	148	9.3 Internet 应用所带来的社会问题.....	183
习题 7.....	150	9.4 Internet 应用的发展趋势与 研究热点.....	184
第 8 章 Internet 接入技术.....	153	小结.....	185
8.1 Internet 接入概述.....	153	习题 9.....	186
8.1.1 接入到 Internet 的主要方式.....	153	第 10 章 移动 IP 与下一代 Internet.....	188
8.1.2 ISP.....	154	10.1 移动 IP 技术.....	188
8.2 电话拨号接入 Internet.....	154	10.1.1 移动 IP 技术的概念.....	188
8.2.1 SLIP/PPP 概述.....	154	10.1.2 与移动 IP 技术相关的几个 重要术语.....	189
8.2.2 Winsock 概述.....	155		
8.3 局域网接入 Internet.....	155		

10.1.3 移动 IP 的工作原理	191	12.3.2 网络加密算法	223
10.1.4 移动 IP 技术发展的 3 个阶段	192	12.4 数字证书和数字签名	227
10.2 第三代 Internet 与中国	192	12.4.1 电子商务安全的现状	227
10.2.1 什么是第三代 Internet	192	12.4.2 数字证书	227
10.2.2 第三代 Internet 的主要特点	193	12.4.3 数字签名	228
10.2.3 中国的下一代互联网	193	12.5 入侵检测技术	230
小结	196	12.5.1 入侵检测的基本概念	230
习题 10	197	12.5.2 入侵检测的分类	231
第 11 章 网络操作系统	198	12.6 网络防病毒技术	232
11.1 网络操作系统概述	198	12.6.1 计算机病毒	232
11.1.1 网络操作系统的基本概念	198	12.6.2 网络病毒的危害及感染的主要原因	235
11.1.2 网络操作系统的基本功能	199	12.6.3 网络防病毒软件的应用	236
11.1.3 网络操作系统的发展	200	12.6.4 网络工作站防病毒的方法	237
11.2 Windows NT Server 操作系统	201	12.7 网络安全技术的发展前景	237
11.2.1 Windows NT Server 的发展	201	12.7.1 网络加密技术的发展前景	237
11.2.2 Windows NT Server 的特点	202	12.7.2 入侵检测技术的发展趋势	238
11.3 Windows Server 2008 操作系统	203	12.7.3 IDS 的应用前景	239
11.3.1 Windows Server 2008 简介	203	小结	239
11.3.2 Windows Server 2008 的特点	204	习题 12	240
11.4 NetWare 操作系统	205	第 13 章 网络管理	243
11.4.1 NetWare 操作系统的发展与组成	205	13.1 网络管理概述	243
11.4.2 NetWare 操作系统的特点	207	13.1.1 网络管理的基本概念	243
11.5 UNIX 操作系统	208	13.1.2 网络管理体系结构	244
11.5.1 UNIX 操作系统的发展	208	13.2 网络管理的功能	245
11.5.2 UNIX 操作系统的特点	209	13.3 MIB	246
11.6 Linux 操作系统	210	13.3.1 MIB 的结构形式	246
11.6.1 Linux 操作系统的发展	210	13.3.2 MIB 的访问方式	247
11.6.2 Linux 操作系统的特点	210	13.4 SNMP	247
小结	211	13.4.1 SNMP 的发展	247
习题 11	212	13.4.2 SNMP 的设计目标	248
第 12 章 网络安全	214	13.4.3 SNMP 的工作机制	248
12.1 网络安全的现状与重要性	214	13.5 网络管理工具	250
12.2 防火墙技术	216	13.5.1 HP Open View	250
12.2.1 防火墙的基本概念	216	13.5.2 IBM TME 10 NetView	251
12.2.2 防火墙的主要类型	217	13.5.3 Cisco Works 2000	252
12.2.3 防火墙的主要产品	220	13.5.4 3Com Transcend	252
12.3 网络加密技术	221	13.6 网络管理技术的发展趋势	253
12.3.1 网络加密的主要方式	221	小结	254
		习题 13	255
		参考文献	264

第 1 章

计算机网络基础知识

计算机网络是当今最热门的学科之一，在过去的几十年里取得了长足的发展。近十几年来，因特网（Internet）深入到了千家万户，网络已经成为一种全社会的、经济的、快速的存取信息的必要手段。因此，网络技术对未来的信息产业乃至整个社会都将产生深远的影响。

为了帮助初学者对计算机网络有一个全面的、感性的认识，本章将从介绍计算机网络的发展历程入手，对网络的功能定义、分类、应用以及在我国的发展现状等进行系统的介绍。

本章的学习目标：

- 了解计算机网络产生的历史背景与发展的 4 个阶段；
- 掌握计算机网络的概念、特点和目标；
- 理解计算机网络的功能；
- 掌握计算机网络的分类；
- 理解计算机网络在当今社会的应用；
- 了解计算机网络在我国的发展现状。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物。网络技术的进步正在对当前信息产业的发展产生着重要的影响。纵观计算机网络的发展历史可以发现，计算机网络与其他事物的发展一样，也经历了从简单到复杂、从低级到高级、从单机到多机的过程。在这一过程中，计算机技术和通信技术紧密结合，相互促进，共同发展，最终产生了计算机网络。计算机网络的发展大体上可以分为 4 个阶段：面向终端的通信网络阶段、计算机互联阶段、网络互联阶段、Internet 与高速网络阶段。

1. 面向终端的通信网络阶段

1946 年，世界上第一台数字计算机 ENIAC 的问世是人类历史上划时代的里程碑，但最初的计算机数量稀少，并且非常昂贵。当时的计算机大都采用批处理方式，用户使用计算机首先要将程序和数据制成纸带或卡片，再送到中心计算机进行处理。1954 年实现了一种类似于收发器（Transceiver）的功能，人们使用这种终端首次实现了将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送到远地的计算机。此后，电传打字机也作为远程终端和计算机相连，用户可以利用在远地电传打字机上输入自己的程序，而计算机计算出来的结果也可以传送到远地的电传打字机上并打印出来，计算机网络的基本原型就这样诞生了。

由于当初的计算机是为批处理而设计的，因此当计算机和远程终端相连时，必须在计算机上增加一个线路控制器（Line Controller）接口。随着远程终端数量的增加，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（Multiple Line Controller），可以和多个远程终端相连接，这样就构成了面向终端的第一代计算机网络。

在第一代计算机网络中，一台计算机与多台用户终端相连接，用户通过终端命令以交互的方式使用计算机系统，从而将单一计算机系统的各种资源分散到了多个用户手中，极大地提高了资源的利用率，同时也极大地刺激了用户使用计算机的热情，在一段时间内计算机用户的数量迅速增加。但这种网络系统也存在着两个缺点：一是其主机系统的负荷较重，既要承担数据处理任务，又要承担通信任务，导致了系统响应时间过长；二是对于远程终端来讲，一条通信线路只能与一个终端相连，通信线路的利用率较低。

后来又出现了多机连机系统，这种系统的主要特点是在主机和通信线路之间设置前端处理机（FEP），如图 1-1 所示。前端处理机承担所有的通信任务，减轻了主机的负荷，极大地提高了主机处理数据的效率。另外，在远程终端较密集处增加了一个集中器（Concentrator）。集中器的一端用低速线路与多个终端相连，另一端则用一条较高速的线路与主机相连，如图 1-2 所示，这样就实现了多台终端共享一条通信线路，提高了通信线路的利用率。

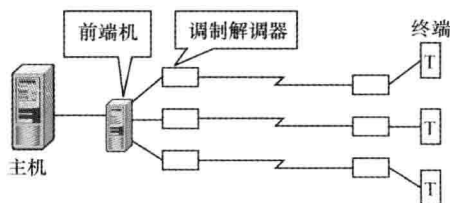


图 1-1 引入 FEP 的多机连机系统示意图

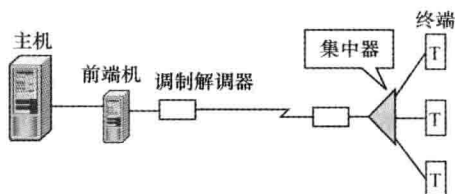


图 1-2 引入集中器的多机连机系统示意图

多机连机系统的典型代表为 1963 年在美国投入使用的航空订票系统（SABRAI），其中心设在纽约的一台中央计算机，2 000 个售票终端遍布全国，使用通信线路与中央计算机相连。

2. 计算机互联阶段

随着计算机应用的发展以及计算机的普及和价格的降低，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，希望将分布在不同地点且具有独立功能的计算机通过通信线路互联起来，彼此交换数据、传递信息，如图 1-3 所示。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，也可以使用连网的其他地方的计算机软件、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（Advanced Research Projects Agency, ARPA）的 ARPANET（通常称为 ARPA 网）。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，所以人们往往将 ARPANET 作为现代计算机网络诞生的标志，现在计算机网络的很多概念都来自于 ARPANET。

ARPANET 的研究成果对推动计算机网络发展的意义是十分深远的。在 ARPANET 的基础上，20 世纪 70~80 年代计算机网络发展十分迅速，出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。同时还出现了一些研究试验性网络、公共服务网络、校园网，如美

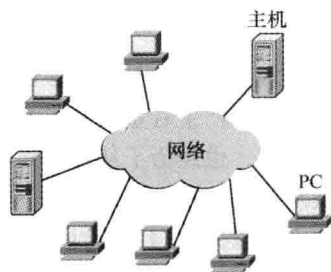


图 1-3 计算机互联示意图

国加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究的 OCTOPUS 网、法国信息与自动化研究所的 CYCLADES 网、国际气象监测网 WWWN、欧洲情报网 EIN 等。

在这一阶段中,公用数据网(Public Data Network, PDN)与局部网络(Local Network, LN)技术也得到了迅速的发展。总而言之,计算机网络发展的第二阶段所取得的成果对推动网络技术的成熟和应用极其重要,所研究的网络体系结构与网络协议的理论成果为以后网络理论的发展奠定了坚实的基础,很多网络系统经过适当修改与充实后至今仍在广泛使用。目前国际上应用广泛的 Internet 就是在 ARPANET 的基础上发展起来的。但是,20 世纪 70 年代后期人们已经看到了计算机网络发展中出现的危机,即网络体系结构与协议标准的不统一限制了计算机网络自身的发展和运用。网络体系结构与网络协议标准必须走国际化的道路。

3. 网络互联阶段

计算机网络发展的第 3 个阶段——网络互联阶段是加速体系结构与协议国际化的研究与运用的时期。1984 年,经过多年卓有成效的工作,国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)正式制定和颁布了“开放系统互联参考模型”(Open System Interconnection Reference Model, OSI RM)。ISO/OSI RM 已被国际社会所公认,成为研究和制订新一代计算机网络标准的基础。OSI 标准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。我国也于 1989 年在《国家经济系统设计与应用标准化规范》中明确规定选定 OSI 标准作为我国网络建设标准。1990 年 6 月 ARPANET 停止运行。随之发展起来的国际 Internet 的覆盖范围已遍及全球,全球各种各样的计算机和网络都可以通过网络互连设备连入 Internet,实现全球范围内的数据通信和资源共享。

ISO/OSI RM 及标准协议的制定和完善正在推动计算机网络朝着健康的方向发展。很多大的计算机厂商相继宣布支持 OSI 标准,并积极研究和开发符合 OSI 标准的产品。各种符合 OSI RM 与协议标准的远程计算机网络、局部计算机网络与城市地区计算机网络已开始广泛应用。随着研究的深入,OSI 标准将日趋完善。

4. Internet 与高速网络阶段

目前计算机网络的发展正处于第 4 个阶段。这一阶段计算机网络发展的特点是互联、高速、智能与更为广泛的应用。Internet 是覆盖全球的信息基础设施之一,对于用户来说,Internet 是一个庞大的远程计算机网络,用户可以利用 Internet 实现全球范围的信息传输、信息查询、电子邮件、语音与图像通信服务等功能。实际上,Internet 是一个用网络互连设备实现多个远程网和局域网互联的国际网。

在 Internet 发展的同时,随着网络规模的增大与网络服务功能的增多,高速网络与智能网络(Intelligent Network, IN)的发展也引起了人们越来越多的关注和兴趣。高速网络技术发展表现在宽带综合业务数据网(Broadband Integrated Service Digital Network, B-ISDN)、帧中继、异步传输模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)、高速局域网、交换式局域网与虚拟网络上。

1.2 计算机网络概述

1.2.1 计算机网络的基本概念

所谓计算机网络,就是把分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互联成

一个规模大、功能强的网络系统，从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息，共享硬件、软件、数据信息等资源。

计算机网络主要包含连接对象、连接介质、连接的控制机制和连接的方式等 4 个方面。“对象”主要是指各种类型的计算机（如大型机、微型计算机、工作站等）或其他数据终端设备；“介质”是指通信线路（如双绞线、同轴电缆、光纤、微波等）和通信设备（如网桥、网关、中继器、路由器等）；“控制机制”主要是指网络协议和各种网络软件；“连接方式”主要是指网络所采用的拓扑结构（如星型、环型、总线型和网状型等）。

1.2.2 通信子网和资源子网

从功能上分，计算机网络系统可以分为通信子网和资源子网两大部分，计算机网络的结构如图 1-4 所示。通信子网提供数据通信的能力，资源子网提供网络上的资源以及访问能力。

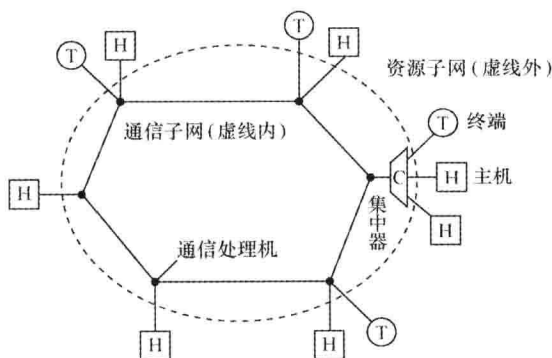


图 1-4 计算机网络结构示意图

1. 通信子网

通信子网由通信控制处理机（Communication Control Processor, CCP）、通信线路和其他网络通信设备组成，主要承担全网的数据传输、转发、加工、转换等通信处理工作。

通信控制处理机在网络拓扑结构中通常被称为网络节点。其主要功能一是作为主机和网络的接口，负责管理和收发主机和网络所交换的信息；二是作为发送信息、接收信息、交换信息和转发信息的通信设备，负责接收其他网络节点送来的信息，并选择一条合适的通信线路发送出去，完成信息的交换和转发功能。

通信线路是网络节点间信息传输的通道，通信线路的传输媒体主要有双绞线、同轴电缆、光纤、无线电和微波等。

2. 资源子网

资源子网主要负责全网的数据处理业务，向全网用户提供所需的网络资源和网络服务。资源子网主要由主机（Host）、终端（Terminal）、终端控制器、连网外部设备以及软件资源和信息资源等组成。

主机是资源子网的重要组成单元，既可以是大型机、中型机、小型机，也可以是局域网中的微型计算机。主机是软件资源和信息资源的拥有者，一般通过高速线路和通信子网中的节点相连。

终端是直接面向用户的交互设备。终端的种类很多，如交互终端、显示终端、智能终端、图形终端等。

连网外部设备主要是指网络中的一些共享设备，如高速打印机、绘图仪和大容量硬盘等。

1.3 计算机网络的功能

社会及科学技术的发展为计算机网络的发展提供了更加有利的条件。计算机网络与通信网的结合,可以使众多的个人计算机不仅能够同时处理文字、数据、图像、声音等信息,还可以使这些信息四通八达,及时地与全国乃至全世界的信息进行交换。计算机网络的主要功能归纳起来主要有以下几点。

1. 数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能,为网络用户提供了强有力的通信手段。计算机网络建设的主要目的之一就是使分布在不同物理位置的计算机用户相互通信和传送信息(如声音、图形、图像等多媒体信息)。计算机网络的其他功能都是在数据通信功能基础之上实现的,如发送电子邮件、远程登录、联机会议、WWW等。

2. 资源共享

(1) 硬件和软件的共享。计算机网络允许网络上的用户共享不同类型的硬件设备,通常有打印机、光驱、大容量的磁盘以及高精度的图形设备等。软件共享通常是指某一系统软件或应用软件(如数据库管理系统),如果占用的空间较大,则可将其安装到一台配置较高的服务器上,并将其属性设置为共享,这样网络上的其他计算机即可直接利用,极大地节省了计算机的硬盘空间。

(2) 信息共享。信息也是一种宝贵的资源,Internet 就像一个浩瀚的海洋,有取之不尽、用之不竭的信息与数据,每一个连入 Internet 的用户都可以共享这些信息资源。例如,各类电子出版物、网上新闻、网上图书馆和网上超市等。

3. 均衡负荷与分布式处理

当网络中某台计算机的任务负荷太重时,可将任务分散到网络中的各台计算机上进行,或由网络中比较空闲的计算机分担负荷。这样既可以处理大型的任务,使其中一台计算机不会负担过重,又提高了计算机的可用性,起到了均衡负荷和分布式处理的作用。

4. 提高计算机系统的可靠性

提高计算机系统的可靠性也是计算机网络的一个重要功能。在计算机网络中,每一台计算机都可以通过网络为另一台计算机备份以提高计算机系统的可靠性。这样,一旦网络中的某台计算机发生了故障,另一台计算机可代替其完成所承担的任务,整个网络可以照常运转。

1.4 计算机网络的分类和拓扑结构

1.4.1 计算机网络的分类

用于计算机网络分类的标准很多,如拓扑结构、应用协议、传输介质、数据交换方式等。但是这些标准只能反映网络某方面的特征,不能反映网络技术的本质。最能反映网络技术本质特征的分类标准是网络的覆盖范围,按网络的覆盖范围可以将网络分为局域网(Local Area Network, LAN)、广域网(Wide Area Network, WAN)、城域网(Metropolitan Area Network, MAN)和国际互联网(Internet),如表 1-1 所示。

表 1-1

不同类型网络之间的比较

网 络 种 类	覆 盖 范 围	分 布 距 离
局域网	房间	10 m
	建筑物	100 m
	校园	1 km
广域网	国家	100 km 以上
城域网	城市	10 km 以上
国际 Internet	洲或洲际	1 000 km 以上

(1) 局域网。局域网的地理分布范围在几千米以内，一般局域网络建立在某个机构所属的一个建筑群内或一个学校的校园内部，甚至几台计算机也能构成一个小型局域网络。由于局域网的覆盖范围有限，数据的传输距离短，因此局域网内的数据传输速率都比较高，一般在 10~100Mbit/s，现在高速的局域网传输速率可达到 1 000 Mbit/s。

(2) 广域网。广域网也称为远程网，是远距离的大范围的计算机网络。这类网络的作用是实现远距离计算机之间的数据传输和信息共享。广域网可以是跨地区、跨城市、跨国家的计算机网络，覆盖范围一般是几千米到几千千米的广阔地理区域，通信线路大多借用公用通信网络（如公用电话网 PSTN）。由于广域网涉辖的范围很大，联网的计算机众多，因此广域网上的信息量非常大，共享的信息资源极为丰富。但是广域网的数据传输速率比较低，一般在 64 kbit/s~2 Mbit/s。

(3) 城域网。城域网的覆盖范围在局域网和广域网之间，一般为几千米到几十千米，通常在一个城市内。

(4) 国际 Internet。Internet 并不是一种具体的网络技术，而是将同类和不同类的物理网络（局域网、广域网和城域网）通过某种协议互联起来的一种高层技术。

1.4.2 计算机网络的拓扑结构

拓扑（Topology）是从图论演变而来的，是一种研究与大小形状无关的点、线、面特点的方法。网络拓扑结构是指用传输介质互联各种设备的物理布局，通俗地讲就是这个网络看起来是一种什么形式。将工作站、服务器等网络单元抽象为“点”，网络中的通信介质抽象为“线”，从拓扑学的观点来看计算机和网络系统就形成了点和线组成的几何图形，从而抽象出网络系统的具体结构。网络拓扑结构并不涉及网络中信号的实际流动，而只是关心介质的物理连接形态。网络拓扑结构对整个网络的设计、功能、可靠性和成本等方面具有重要的影响。

常见的计算机网络的拓扑结构有星型、环型、总线型、树型和网状型。

(1) 星型拓扑网络。在星型拓扑网络结构中，各节点通过点到点的链路与中央节点连接，如图 1-5 所示。中央节点可以是转接中心，起到连通的作用；也可以是一台主机，此时具有数据处理和转接的功能。星型拓扑网络的优点是很容易在网络中增加和移动节点，容易实现数据的安全性和优先级控制；缺点是属于集中控制，对中央节点的依赖性大，一旦中央节点有故障就会引起整个网络的瘫痪。

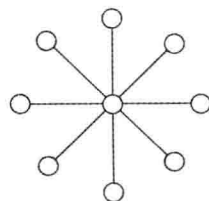


图 1-5 星型拓扑结构

(2) 环型拓扑网络。在环型拓扑网络中，节点通过点到点通信线路连接成闭合环路，如图 1-6 所示。环中数据将沿一个方向逐站传送。环型拓扑网络结构简单，传输延时确定，但是环中每个节点与连接节点之间的通信线路都会成为网络可靠性的屏障。环中某一个节点出现故障就会造成

网络瘫痪。另外，对于环型拓扑网络，网络节点的增加和移动以及环路的维护和管理都比较复杂。

(3) 总线型拓扑网络。在总线型拓扑网络中，所有节点共享一条数据通道，一个节点发出的信息可以被网络上的每个节点接收，如图 1-7 所示。由于多个节点连接到一条公用信道上，所以必须采取某种方法分配信道，以决定哪个节点可以优先发送数据。

总线型网络结构简单，安装方便，需要铺设的线缆最短，成本低，并且某个站点自身的故障一般不会影响到整个网络，因此是普遍使用的网络拓扑结构之一。其缺点是实时性较差，总线上的故障会导致全网瘫痪。

(4) 树型拓扑网络。在树型拓扑结构中，网络的各节点形成了一个层次化的结构，如图 1-8 所示。

树中的各个节点通常都为主机，树中低层主机的功能和应用有关，一般都具有明确定义功能，如数据采集、变换等；高层主机具备通用的功能，以便协调系统的工作，如数据处理、命令执行等。一般来说，树型拓扑网络的层次数量不宜过多，以免转接开销过大，使高层节点的负荷过重。若树型拓扑结构只有两层，就变成了星型结构，因此，树型拓扑结构可以看作是星型拓扑结构的扩展结构。

(5) 网状型拓扑网络。在网状型拓扑网络中，节点之间的连接是任意的，没有规律，如图 1-9 所示。其主要优点是可靠性高，但结构复杂，必须采用路由选择算法和流量控制方法。广域网基本上都是采用网状型拓扑结构。

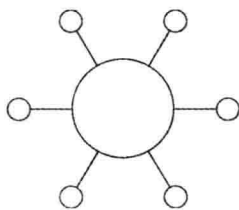


图 1-6 环型拓扑结构

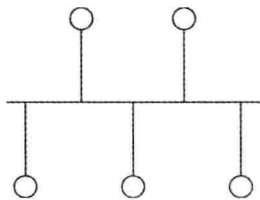


图 1-7 总线型拓扑结构

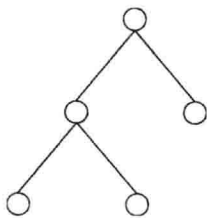


图 1-8 树型拓扑结构

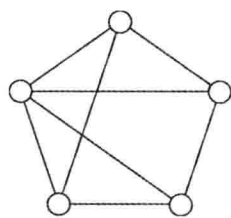


图 1-9 网状型拓扑结构

1.5 计算机网络的应用

随着现代信息社会进程的推进，通信和计算机技术的迅猛发展，计算机网络的应用也越来越普及，如今计算机网络几乎深入到社会的各个领域。Internet 已成为家喻户晓的网络名称，成为当今世界上最大的计算机网络，同时也是一条贯穿全球的“信息高速公路主干道”。计算机网络主要提供如下服务，通过这些服务人们可以将计算机网络应用于社会的方方面面。

1. 计算机网络在企事业单位中的应用

计算机网络可以使企事业单位和公司内部实现办公自动化，做到各种软硬件资源共享。如果将内部网络连入 Internet 还可以实现异地办公。例如，通过 WWW 或电子邮件，公司就可以很方便地与分布在不同地区的子公司或其他业务单位建立联系，不仅能够及时地交换信息还实现了无纸办公。在外的员工通过网络可以与公司保持通信，得到公司的指示和帮助；企业可以通过 Internet 收集市场信息并发布企业产品信息，取得良好的经济效益。

2. 计算机网络在个人信息服务中的应用

计算机网络在个人信息服务中的应用与单位网络的工作方式不同：家庭和个人一般拥有一台或几台微型计算机，通过电话交换网或光纤连到公共数据网；家庭和个人一般希望通过计算机网络获得各种信息服务。一般来说，个人通过计算机网络获得的信息服

(1) 远程信息的访问。从个人可以通过 WWW 方式访问各类信息系统，包括政府、教育、艺术、保健、娱乐、科学、体育、旅游等各方面的信息，甚至是各类的商业广告。随着报纸走向在线与个人化，人们可以通过网络查看报纸或新闻，或是通过频道技术自动下载感兴趣的内容。

目前，一种很广泛的应用是个人财务服务，很多人通过网络接收账单、管理银行账户以及处理投资。通过计算机网络进行家庭购物变得越来越普遍，目前美国提供这类服务的公司有好几千家，通过网络公布各种商品的价格、规格与性能，人们可以从网上看到各种商品的照片，通过在线方式向公司定购商品。

(2) 个人与个人之间的通信。20 世纪个人与个人之间通信的基本工具是电话，21 世纪个人与个人之间通信的基本工具则是计算机网络。电子邮件目前已广泛应用。初期的电子邮件用于传送文本文件，后来进一步用于传送语音与图像文件。

现在 Internet 上存在很多新闻组，参加新闻组的人可以在网上对某个感兴趣的问题进行讨论，或是阅读有关方面的资料，这是计算机网络应用中很受欢迎的一种通信方式。

(3) 家庭娱乐。家庭娱乐正在对信息服务业产生着巨大的影响，可以让人们在家里点播电影和电视节目。目前，一些发达国家已经开展了这方面的服务。新的电影可能成为交互式的，观众在看电影时可以不时参与到电影情节中去。家庭电视也可以成为交互的，观众可以参与到猜谜等活动之中。

家庭娱乐中最重要的应用在游戏上。目前，已经有很多人喜欢上多人实时仿真游戏。如果使用虚拟现实的头盔与三维、实时、高清晰度的图像，就可以共享虚拟现实的很多游戏和训练。

3. 网络在商业上的应用

随着计算机网络的广泛应用，电子资料交换 (Electronic Data Interchange, EDI) 已成为国际贸易往来的一个重要手段，以一种共同认可的资料格式使分布在全球各地的贸易伙伴通过计算机传输各种贸易单据，代替了传统的贸易单据，节省了大量的人力和物力，提高了效率。例如，网上商店实现了网上购物、网上付款的消费梦想。

总之，随着网络技术和各种网络应用的需求，计算机网络应用的范围和领域在不断地扩大、拓宽，许多新的计算机网络应用系统不断地被开发出来，如远程教学、远程医疗、工业自动化控制、电子博物馆、数字图书馆、全球情报检索与信息查询、电视会议、电子商务等。计算机网络技术的迅速发展和广泛应用必将对 21 世纪的经济、教育、科技、文化的发展以及人们的工作和生活产生重要的影响。

1.6 三大网络介绍

当前，在我国通信、计算机信息产业以及广播电视领域中，实际运行并具有影响力的有三大网络：电信网络、广播电视网络和计算机网络。

1. 电信网络

电信网络是以电话网为基础逐步发展起来的。电话系统主要由以下 3 个部件组成。

- (1) 本地网络：主要使用双绞线进入家庭或业务部门，承载的是模拟信号；
- (2) 干线：通过光纤将交换局连接起来，承载的是数字信号；
- (3) 交换局：使电话呼叫从一条干线接入到另一条干线。

过去，整个电话系统中传输的信号都是模拟的。随着光纤、数字电路和计算机的出现，现在所有的干线和交换设备几乎都是数字的，只剩下本地回路仍然是模拟的。之所以优先选择数字传输，是因为它不需要像模拟传输那样，当一个长途呼叫的信号经过了许多次放大之后，还需要重新精确地产生模拟信号。对于数字传输而言，只需要能够正确地区分 0 和 1 即可。这种特性使得数字传输比模拟传输更加可靠，而且维护更加方便，成本更低。

电信业务除了传统的电话交换网（PSTN）之外，还有数字数据网（DDN）、帧中继网（FR）和异步传输模式网（ATM）等。在 DDN 中，它可提供固定或半永久连接的电路交换业务，适合提供实时多媒体通信业务；在 FR 中，是以统计复用技术为基础，进行包传输、包交换，速率一般在 64 bit/s~2.048 Mbit/s，适合提供非实时多媒体通信业务；在 ATM 中，ATM 是支持高速数据网建设、运行的关键设备，可支持 25 Mbit/s~4 Gbit/s 数据的高速传输，不仅可以传输语音，还可以传输图像，包括静态图像和活动影像。电信网除上述几种网络外，还有 X.25 公共数据网、综合业务数字网（ISDN）以及中国公用计算机网（CHINANET）等。

2. 广播电视网

广播电视网主要是指有线电视网（CATV），目前还是靠同轴电缆向用户传送电视节目，处于模拟水平阶段，但其网络技术设备先进，主干网采用光纤，贯通各城镇。

混合光纤同轴电缆（HFC）入户与电话接入方式相比，其优点是传输带宽约为电话线的一万倍，而且在有线电视同一根同轴电缆上，用户可以同时看电视、打电话、上网，且互不干扰。

目前，广播电视网的信息源是以单向实时以及一点对多点的方式连接到众多用户的，用户只能被动地选择是否接收（主要是语音和图像）。利用混合光纤同轴电缆进行电视点播（VOD）以及通过 CATV 网接入 Internet 进行电视点播、通话等是 CATV 网今后的发展方向。它的主要业务除了广播电视传输之外，还包括电视点播、远程电视教育、远程医疗、电视会议、电视电话和电视购物等。

3. 计算机网络

计算机网络初期主要是局域网，广域网是在 Internet 大规模发展后才进入平常家庭的，目前主要依赖于电信网，因此传输速率受到一定的限制。CHINANET 是依托强大的 CHINAPAC、CHINADDN 和 PSTN 等公用网，采用先进设备，而成为我国 Internet 的主干网。在计算机网中，用户之间的连接可以是一对一的，也可以是一点对多点的，相互间的通信既有实时，也有非实时，但在大多数情况下是非实时的，采用的是存储转发方式。通信方式可以是双向交互的，也可以是单向的。主要提供的业务有文件共享、信息浏览、电子邮件、网络电话、视频点播、FTP 文件下载和网上会议等。

从以上 3 个网络所能提供的业务来看，在未来的信息社会中，人们绝不会仅满足使用传统的只能传语音的电话机；只能单向接收电视节目的电视机以及使用仅仅能提供文件共享和上 Internet 的计算机。用户需要能有更多、更快、更直接的信息交流，同时包括语音、图像和数据在内的多媒体技术，这就需要将三网融合，即三网合一。所谓“三网合一”就是把现有的传统电信网、广播电视网和计算机网络互相融合，逐渐形成一个统一的网络系统，由一个全数字化的网络设施来支持包括数据、语音和图像在内的所有业务的通信。近年来，三网合一逐渐成为了最热门的话题之一，从全世界范围来看，也是现代通信和计算机网络发展的大趋势。