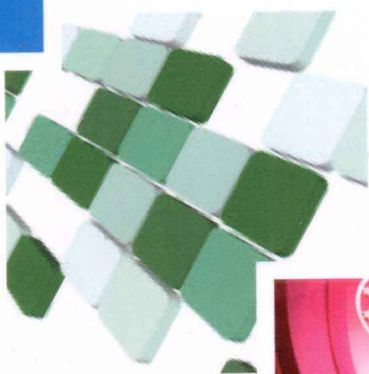


21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

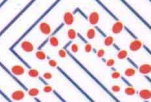
计算机 网络技术基础

申普兵 主编
刘红燕 梁璟 何静 杨季可 楠 编著

Computer Network
Technology Foundation



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



高校系列

21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

计算机 网络技术基础

申普兵 主编
刘红燕 梁璟 何静 杨季可楠 编著

Computer Network
Technology Foundation

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 / 申普兵主编 ; 刘红燕等编著

— 北京 : 人民邮电出版社, 2011.9

21世纪高等院校信息与通信工程规划教材

ISBN 978-7-115-25732-1

I. ①计… II. ①申… ②刘… 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 (2011) 第142812号

内 容 提 要

本书按照计算机网络体系结构的模型,从最低层物理层到最高层应用层逐步介绍计算机网络知识。内容涉及计算机网络基础、物理层、数据链路层、局域网、网络层、传输层和应用层等各个层次。教材在内容组织上采用了深入浅出、图文并茂、结合实例的方式,反映了计算机网络与通信技术发展的最新进展。本书每章前面都有本章内容简介和重点、难点提示,每章后面附有小结和习题。

本书既适合普通高等院校和高职高专通信工程和计算机网络类专业的学生使用,也可供相关专业的技术人员作为参考书使用。

21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材

计算机网络技术基础

-
- ◆ 主 编 申普兵
 - ◆ 编 著 刘红燕 梁 璟 何 静 杨季可楠
责任编辑 滑 玉
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14 75 2011 年 9 月第 1 版
字数: 356 千字 2011 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-25732-1

定价: 29.80 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

随着计算机网络的飞速发展，计算机网络在各个领域中的应用迅速增长。发达国家把创建以计算机网络为基础的信息系统作为重大战略决策来对待。计算机网络技术对我们的生产和生活产生了巨大的影响，特别是多媒体技术的出现以及个人计算机进入家庭，使人们对通信和计算机网络有了新的认识 and 新的需求，通信和计算机网络方面的专业技术人员和在校学生迫切需要一本反映网络技术最新发展且通俗易懂的计算机网络教材。为满足这一需求，我们组织长期工作在计算机网络教学和科研第一线的、具有丰富教学和科研经验的老师编写了本书。

本书按照计算机网络体系结构的模型组织内容，介绍了从最低层物理层到最高层应用层的计算机网络知识。内容涉及计算机网络基础、物理层、数据链路层、局域网、网络层、传输层和应用层等各个层次。本书在叙述时深入浅出、图文并茂、理论与实践并重，适合普通高校和高职高专的通信工程和计算机网络类专业学生使用，也可供相关专业的技术人员作为参考书使用。作为教材使用时，建议安排 40 学时。

本书作者具有多年从事计算机网络教学和科研工作的经验，对计算机网络技术有比较深刻的理解，并善于把复杂的知识叙述为通俗易懂的文字，展示给读者。全书由申普兵负责统稿，申普兵、刘红燕、梁璟、何静和杨季可楠参加了编著。希望本书能对大家学习计算机网络技术提供有益的参考和帮助。

书中疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 5 月

目 录

第 1 章 计算机网络概论..... 1	2.3.2 无线传输介质..... 40
1.1 计算机网络的产生与发展..... 1	2.4 数据通信的传输方式..... 42
1.1.1 面向终端的网络..... 1	2.4.1 串行传输与并行传输..... 42
1.1.2 面向通信的网络..... 2	2.4.2 模拟传输与数字传输..... 43
1.1.3 标准化的网络..... 3	2.4.3 异步传输与同步传输..... 44
1.2 计算机网络的概念与功能..... 3	2.4.4 基带传输与频带传输..... 45
1.2.1 计算机网络的概念..... 3	2.5 信道复用技术..... 46
1.2.2 计算机网络的功能..... 5	2.5.1 频分复用..... 46
1.3 计算机网络的分类与应用..... 6	2.5.2 时分复用..... 46
1.3.1 计算机网络的分类..... 6	2.5.3 波分复用..... 47
1.3.2 计算机网络的应用..... 7	2.5.4 码分复用..... 47
1.4 计算机网络的组成..... 8	2.6 数据通信交换技术..... 47
1.4.1 计算机网络硬件组成..... 8	2.6.1 电路交换..... 48
1.4.2 计算机网络软件组成..... 11	2.6.2 报文交换..... 49
1.5 计算机网络体系结构..... 13	2.6.3 分组交换..... 50
1.5.1 网络体系结构与网络协议..... 13	2.6.4 三种交换技术的比较..... 52
1.5.2 OSI 参考模型..... 16	2.7 数据通信差错控制技术..... 52
1.5.3 TCP/IP 体系结构..... 20	2.7.1 差错类型及差错控制的基本 工作方式..... 53
1.5.4 OSI 模型与 TCP/IP 模型的 比较..... 22	2.7.2 奇偶校验码..... 54
小结..... 22	2.7.3 循环码..... 56
习题..... 23	小结..... 59
第 2 章 物理层..... 26	习题..... 59
2.1 物理层概述..... 26	第 3 章 数据链路层..... 62
2.1.1 物理层的基本概念..... 26	3.1 数据链路层的概述..... 62
2.1.2 物理层的接口特性..... 27	3.1.1 数据链路层的基本概念..... 62
2.1.3 常用物理层标准..... 29	3.1.2 数据链路层的主要功能..... 63
2.2 数据通信的基本概念..... 31	3.2 自动请求重传协议..... 65
2.2.1 数据通信的理论基础..... 31	3.2.1 停等 ARQ 协议..... 65
2.2.2 数据通信系统的基本构成..... 32	3.2.2 连续 ARQ 协议..... 67
2.2.3 数据通信的主要质量指标..... 34	3.2.3 选择重传 ARQ 协议..... 71
2.2.4 信道容量..... 36	3.3 数据链路层协议示例..... 72
2.3 传输介质..... 37	3.3.1 高级数据链路控制规程..... 72
2.3.1 有线传输介质..... 37	3.3.2 点到点协议..... 80

小结	86	5.3 路由原理及路由协议	145
习题	86	5.3.1 路由器的简介	145
第4章 局域网	89	5.3.2 路由及路由协议	146
4.1 局域网的基本概念	89	5.3.3 路由选择信息协议	150
4.1.1 局域网的概念与特点	89	5.3.4 开放最短路径优先协议	152
4.1.2 局域网的参考模型	93	5.3.5 边界网关协议	158
4.1.3 IEEE 802 标准	94	5.4 下一代网际协议 IPv6	160
4.2 介质访问控制技术	95	5.4.1 IPv6 地址	161
4.2.1 ALOHA 技术	95	5.4.2 IPv6 帧格式	163
4.2.2 CSMA/CD 技术	97	5.4.3 IPv6 的安全机制	164
4.3 以太网	99	5.4.4 IPv4 向 IPv6 的过渡	166
4.3.1 以太网的物理层和 MAC 子层	100	5.4.5 IPv6 和 IPv4 的比较	167
4.3.2 交换式以太网	101	小结	168
4.3.3 快速以太网	104	习题	168
4.3.4 高速以太网	105	第6章 传输层	172
4.3.5 虚拟局域网	107	6.1 传输层协议的概述	172
4.4 无线局域网	109	6.1.1 传输层的基本功能	172
4.4.1 无线局域网的基本概念	109	6.1.2 传输层中的两个协议	174
4.4.2 无线局域网的标准	110	6.1.3 端口的概念	174
4.4.3 无线局域网的物理层	113	6.2 用户数据报协议	176
4.4.4 无线局域网的 接入控制技术	115	6.2.1 UDP 的应用	177
4.4.5 无线局域网的组件	116	6.2.2 UDP 报文的格式	178
小结	117	6.3 传输控制协议	179
习题	118	6.3.1 TCP 的报文格式	180
第5章 网络层	122	6.3.2 TCP 的编号与确认	184
5.1 网络层的概述	122	6.3.3 TCP 的流量控制和拥塞控制	186
5.1.1 网络层的基本概念	122	6.3.4 TCP 的重传机制	191
5.1.2 拥塞控制	123	6.3.5 TCP 的连接管理	192
5.2 因特网网际协议	124	小结	194
5.2.1 IP 地址的结构及表示方法	124	习题	195
5.2.2 子网划分	126	第7章 应用层	197
5.2.3 IP 数据报格式	134	7.1 应用层协议的概述	197
5.2.4 地址解析协议	137	7.2 域名系统	198
5.2.5 IP 数据报的工作流程	139	7.2.1 域名系统的概述	198
5.2.6 IP 控制报文协议	139	7.2.2 因特网的域名系统	199
5.2.7 IP 多播和因特网组 管理协议	141	7.2.3 域名解析	201
		7.3 文件传送和网络文件访问	205
		7.3.1 文件传送协议	205
		7.3.2 简单文件传送协议	206

7.3.3 网络文件系统.....	207	7.6.2 WWW 服务.....	216
7.4 远程登录	207	7.6.3 WWW 浏览器.....	219
7.5 电子邮件	208	7.6.4 WWW 的导航系统.....	220
7.5.1 电子邮件的基本概念.....	208	7.7 动态主机配置协议.....	220
7.5.2 电子邮件的信息格式.....	211	7.7.1 动态主机配置协议的概述.....	220
7.5.3 简单邮件传送协议.....	211	7.7.2 DHCP 服务器的设置	222
7.5.4 邮件读取协议.....	212	小结.....	224
7.5.5 通用因特网邮件扩充.....	213	习题.....	225
7.5.6 电子邮件的加密.....	214	参考文献.....	228
7.6 万维网	215		
7.6.1 超文本与超媒体.....	215		

【本章内容简介】计算机网络是当今社会中发展最迅速、应用最广泛的网络，计算机网络的普及与应用正在改变着人们的工作、学习和生活。本章主要介绍了计算机网络的产生与发展、计算机网络的概念与功能、计算机网络的分类与应用、计算机网络的组成和计算机网络体系结构。

【本章重点难点】重点掌握计算机网络的概念、功能、分类、OSI 参考模型和 TCP/IP 体系结构。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络是计算机及其应用技术与通信技术逐步发展、日益密切结合的产物，它的形成是从简单的为解决远程计算、信息收集和处理而构成的远程联机系统开始的。随着技术的发展和服务的需要，又在联机系统的基础上发展到把多台中心计算机相互连接起来，从实现计算机之间相互传输数据的通信网络，到实现以资源共享为目的的计算机网络，标志着网络技术进入了成熟的高级阶段。概括地说，其发展过程可划分为面向终端的数据通信阶段、面向通信的分组交换网阶段和网络标准化及广泛应用与进一步发展阶段。

1.1.1 面向终端的网络

1946 年世界上第一台计算机问世之初，计算机与通信并没有什么联系。早期的计算机数量很少，价格昂贵。由于设置高度集中，因此给用户使用计算机带来了很大的不便。使用计算机的（本地的或远地的）用户只能亲自携带程序和数据，到机房用手动方式上机或者委托机房工作人员代劳。这种工作方式使得用户（尤其是远地用户）需在时间、精力和经济上付出较大的代价。到了 20 世纪 60 年代初期，由于计算机软件方面的发展和计算机在各个部门中的广泛应用，迫切需要对分散在各地的数据进行集中处理，从而促使批量处理系统采用通信技术，这样便产生了具有通信功能的单机系统。其基本思想是在计算机上设置一个通信装置使其增加通信功能，将远地用户的输入/输出装置通过通信线路（模拟的或数字的）直接与计算机的通信控制装置相连。这样，计算机一边从远地站点输入信息，一边处理信息。最后的处理结果也经过通信线路直接送回到远地的用户终端设备。计算机与通信的结合就这样开

始了。从通信的角度考虑，当时称这种远程联机系统为“数据通信系统”。数据通信系统相比于原先的本地系统而言，不仅提高了计算机系统的工作效率和服务能力，而且大大促进了计算机技术与通信技术的发展和密切的结合。为了提高资源利用率，数据通信系统采用批处理的工作方式。将一台中心计算机与多台远程终端通过通信设备进行连接，使一台计算机可以和许多台远程终端相互通信，如图 1.1 所示。

这种以单个计算机为中心的远程联机系统也称为面向终端的计算机通信网络，或称它为第一代计算机网络。

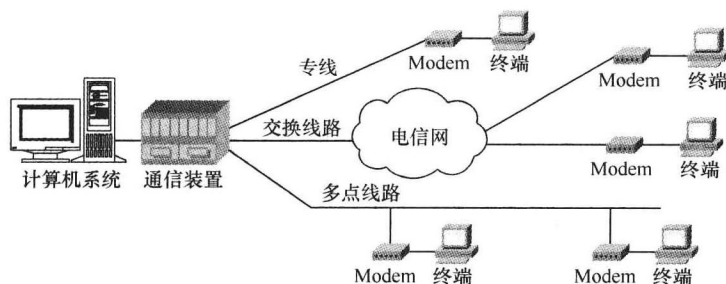


图 1.1 面向终端的计算机网络

1.1.2 面向通信的网络

20 世纪 60 年代后期开始出现将多台计算机通过通信线路互连而构成的计算机网络。这种系统已由第一阶段的利用一台中心计算机为所有用户服务的模式发展到了由多台分散且又互连的主机共同提供服务的模式。为了提高主计算机处理数据的效率，网络上的通信处理任务由通信控制处理机（Communication Control Processor, CCP）来承担。这样 CCP 负责网上各主机之间的通信控制和通信处理，各 CCP 之间构成的通信子网成为了整个网络的内层，而网络上的主机专门负责数据处理，这些主机和终端构成了资源子网，成为了整个网络的外层。通信子网为资源子网提供信息传输服务。没有通信子网，整个网络无法工作，而没有资源子网，通信子网也将失去存在的意义，两者相结合构成了资源共享的层次式网络。用户不仅可以共享通信子网的资源，而且可以共享资源子网的软件和硬件资源。图 1.2 所示为这种以通信子网为中心的计算机网络，通常称其为第二代计算机网络。

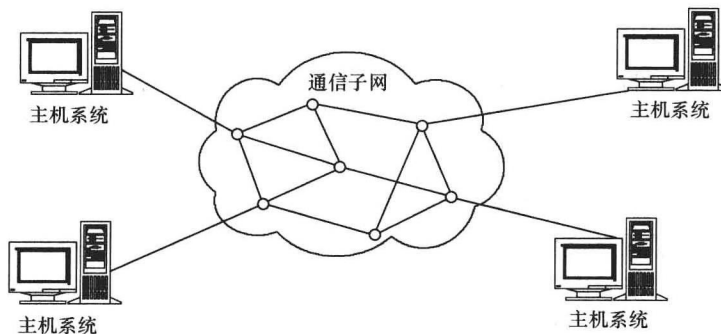


图 1.2 面向通信的计算机网络

第二代计算机网络的典型代表是 ARPA 网, 20 世纪 60 年代后期, 美国国防部高级研究计划局为促进对新型计算机网络的研究, 提供经费资助美国的许多大学和公司, 于 1969 年 2 月建成了一个具有 4 个节点的实验性网络并将其投入运行和使用。目前 ARPA 网仍在运行, 但情况已今非昔比, 其规模已扩展到数百万台计算机, 网络覆盖范围也已延伸至欧洲等地。在 ARPA 网中, 运行用户应用程序的计算机称为主机, 负责通信控制处理的 CCP 称为接口报文处理机 (IMP)。IMP 和与其迭加的通信线路构成通信子网, 通过通信子网互连的主机向网络提供可共享的软/硬件资源, 并构成资源子网。通信子网采用的是先进的分组交换工作方式。

1.1.3 标准化的网络

第二代计算机网络存在一些根本性的不足, 其中最主要的不足是, 第二代计算机网络没有统一的网络体系结构, 从而造成了不同制造厂家生产的计算机及网络设备互连起来十分困难。这个问题在 20 世纪 70 年代后期就引起了人们的重视。一些著名的计算机公司 (如 IBM) 相继推出了自己的网络体系结构, 以及实现该网络体系结构的软/硬件产品。这样, 用户只要购买该公司的网络新产品, 自己提供或租用通信线路, 就可以组建或扩建计算机网络。由此可见, 计算机要想互连在一起, 则计算机网络体系必须标准化。

1977 年, ISO 为适应计算机网络向标准化发展的形势, 其下属的计算机与信息处理标准化技术委员会 TC97 成立了一个新的分委员会 SC16 (由于技术分工问题, SC16 已于 1984 年撤销, 其原有工作由 SC6 和 SC21 接替)。该组织在研究和吸收已有网络体系结构经验的基础上, 专门研究“开放系统互连”的问题。这样经过若干年的努力, ISO 在 1984 年正式颁布了“开放系统互连基本参考模型”的正式文件, 即著名的 ISO 7498 国际标准, 通常人们将它称为 OSI 参考模型, 并记为 OSI/RM (Open System Interconnection/Reference Model), 或简称 OSI。

OSI 参考模型目前已被社会普遍接受, 它被认为是新一代计算机网络体系结构的基础。从此, 计算机网络的发展步入了标准化的阶段, 人们将符合国际标准的计算机网络称为第三代计算机网络。

1.2 计算机网络的概念与功能

1.2.1 计算机网络的概念

计算机网络的确切概念至今尚未统一, 其原因是处于不同阶段或从不同角度考虑, 往往可能对计算机网络做出不同的解释。

对计算机网络最初的解释是, 以实现远程通信为目的的、一些互连的、独立自主的计算机的集合。这里所谓的“互连”是指各计算机之间通过有线通信信道或无线通信信道彼此交换信息, 而“独立自主”则强调它们之间没有明显的主从关系。按此定义, 则早期的面向终端的计算机系统只能称为联机系统, 因为当时的许多终端并不具有智能特性。后来, 随着硬件价格的下降, “终端”和“自治的计算机”之间的严格界限逐渐模糊, 尤其是实现了终端智

能化之后,无论是面向终端的计算机系统,还是面向通信的计算机系统,以及以后发展起来的以共享通信子网为特征的公用数据网系统,均可被视为计算机网络。

当计算机网络发展处于第二阶段时,对计算机网络的解释为,以相互共享资源(硬件、软件和数据)的方式连接起来的且各自具有独立功能的计算机系统的集合。这一定义是由美国信息学会联合会于1970年提出来的。此定义的含义有三个,第一,计算机之间相互通信的目的是共享计算机网络中的硬件、软件和数据等资源;第二,计算机网络中的各个计算机系统不仅在地域上是分散的,而且各自具有独立的功能;第三,计算机网络应有一个全网性的网络操作系统,用户只需向网络操作系统提出使用资源的要求,而不必指出资源的具体归属,然后由网络操作系统自动地分配给该用户所需的资源。按照此定义的含义来看,当时真正称得上计算机网络的寥寥无几,而绝大多数的计算机网络(包括美国的ARPA网在内)都只能算是计算机通信网络,因为它们都没有全网性的网络操作系统。显然,这个定义侧重于应用目的,忽视了物理结构,没有充分反映计算机网络的内涵。

一般认为计算机网络应当具有3个主要的组成部分(或三大组成要素)。

① 能向用户提供服务的若干主机。

② 由一些专用的通信处理机(即通信子网中的节点交换机)和连接这些节点的通信链路所组成的一个通信子网。

③ 为主机与主机、主机与通信子网,或者通信子网中的各个节点之间通信而创建的一系列协议,即通信双方事先约定的且共同遵守的一组规则。

对以上内容进行梳理总结,我们可以认为,计算机网络是将地理位置不同且有独立功能的多个计算机(主机)系统利用通信设备和线路(通信子网)互相连接起来,且以功能完善的网络软件(协议)实现网络资源共享及信息传递的系统。

从逻辑功能上看,一个计算机网络可分成两个子网,即资源子网和通信子网。

资源子网由主机、终端及软件等组成。它提供访问网络和处理数据的能力。主机负责数据处理,运行各种应用程序,它通过通信子网的接口与其他主机相连接。终端是网络中用量最大,分布最广的设备,直接面对用户,为用户提供访问网络资源的接口。软件是网络中极为重要的一部分,负责管理和控制整个网络系统的正常运行,为用户提供各种实际服务。

通信子网由网络节点、通信链路及信号变换器等组成,负责数据在网络中的传输与通信控制。网络节点负责信息的发送和接收以及信息的转发等,它可以连接几个主机,也可以将终端直接接入网内。网络节点根据其作用的不同,又可分为接口节点和转发节点。接口节点是资源子网和通信子网相连接的必经之路,负责管理和收/发本地主机的信息;转发节点则为远程节点送来的信息选择一条合适的链路,并转发出去。通常网络节点本身就是一台计算机,设置在主机与通信链路之间,以减轻主机的负担,提高主机的效率。通信链路是两个节点之间的一条通信通道,常被称为信道。信号变换器提供数字信号和模拟信号之间的变换。不同的传输介质采用不同类型的信号变换器,如普通电话线只能传输模拟信号。而计算机输出信号为数字信号,若用电话线作为通信线路,则必须在中间加上一种叫做调制解调器的信号变换器。

1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络的主要目的是共享资源，它的功能根据应用环境和现实条件的不同大体包括以下几方面。

1. 可实现资源共享

资源共享包括共享软件、硬件和数据资源，是计算机网络较有吸引力的功能。计算机的许多资源成本是非常昂贵的，例如，大容量存储器、特殊的外部设备和大型数据库等。资源共享指的是网上用户能部分或全部地享受这些资源，使网络中各地区的资源互通有无，分工协作，从而大大提高系统资源的利用率。在第一代计算机网络中，多个终端的用户通过通信线路或通信网共享中心计算机的资源。而在第二代计算机网络中，网络用户可以共享位于资源子网中的所有主机的资源。通过资源共享，消除了用户使用计算机资源时受到的地理位置限制，也避免了资源的重复设置所造成的浪费。

什么是资源？在计算机网络中，资源就是网络中所包含的硬件、软件和数据。硬件资源包括处理器、内（外）存储器和输入/输出设备等，它是共享其他资源的基础。软件资源是指各种语言处理程序和服务应用程序等。数据则包括各种数据文件和数据库中的数据等。所谓资源共享，是指网内所有用户都能够享受上述资源中的一部分或者全部，而且不受地理位置差异的限制。换句话说就是，同一份资源可以给多个用户使用。例如，上海有一个科学技术情报所，其情报检索系统是与国际有关系统联网的，于是，我们在上海就可以按一定的规定，经过网络系统索取国外的某些资料，从而大大节约了用户的时间和费用。同样，上海以外的用户也可以通过网络系统调取存放在上海的资料，这就是一个共享数据资源的例子。

为什么要实现资源共享？通常，创建一个通信网络总是有一定的目的的。例如，创建电话网的目的很明确，就是缩短人与人之间的空间距离，从而使人与人之间、单位与单位之间加强联系，更广泛地解决问题。那么，在计算机通信网中，实现资源共享的具体目的是什么呢？大致可以归纳为如下几项。

① 使地理位置不同的多台计算机集中地处理数据等信息。

② 共享硬件资源。只有小型计算机，甚至微型计算机的用户，可通过网络分享大型计算机或特殊的外围设备，这样就可节省大量设备投资。

③ 共享软件资源。众所周知，编制、研究一套完善的软件需要花费大量的人力、财力和时间，一个好的软件是非常昂贵的。若能做到把一个现成的软件，通过通信网络提供给大家使用，那么将大大降低使用成本。

④ 共享数据资源。从某种意义上讲，数据是一个部门的命脉，比一个应用软件更重要。将同一类型的文件、数据等集中存储，供大家使用，不但可提高利用率，节约开支，更重要的是保证了数据的一致性。

⑤ 选择与需要解决的问题相适应的系统。通信网中设有解决各种问题的系统和设备，用户可把一些专业性强的问题送至与其相关的系统和设备进行计算。例如，大型工程项目的CAD设计，可以把总体、土建、管道、设备、甚至装潢设计分别送到相应的子系统中进行设计处理，最后再将其综合起来。这样，既充分发挥了设备专业子系统的特长，又避免了传统设计

中经常发生的因各部分设计数据的修改而产生的数据不一致现象。

⑥ 易于扩展。当需要扩大该通信网或增加用户时，能方便地将不同类型的计算机或终端接入通信网。

2. 提高了系统的可靠性

一般来说，计算机网络中的资源是重复设置的，它们被分布在不同的位置。这样即使发生少量资源失效的现象，用户仍可以通过网络中的不同路由访问到所需的同类资源，因而只会导致系统的降级使用，不会引起系统瘫痪。计算机网络中的这种替代资源的存在，大大提高了系统的可靠性。

3. 有利于均衡负荷

计算机网络还具有均衡网络负荷的功能。通过合理的网络管理，将某时刻处于超负荷计算机上的任务分送给轻负荷的计算机去处理，可达到均衡负荷的目的。这对地域跨度大的远程网络，充分利用时差因素来达到均衡负荷尤为重要。

4. 提供了非常灵活的工作环境

用户通过网络把终端连接到办公室的计算机上，就可以在家里工作。商业经营人员带着终端或便携式计算机外出进行商务活动，在各经营点利用电话与自己的网络连接，这样就可以与主管部门及时交换销售和管理等方面的重要数据，从而确定对策。

除此之外，计算机网络还具有性价比高、扩充方便、通信手段多等特点。

1.3 计算机网络的分类与应用

1.3.1 计算机网络的分类

对计算机网络进行分类时可以从不同的角度考虑，主要有以下几种分类方法。

1. 按网络的拓扑结构进行分类

计算机网络可分为星型、树型、环型、总线型和网格型等。

星型结构如图 1.3 (a) 所示。每个节点都有一条单独的线路与中心节点相连。除中心节点外的任何两个节点之间的通信都要经过中心节点，采用的是集中控制方式，中心节点就是控制节点。这种结构简单，容易建网，便于管理。但通信线路总长度较长，成本高，同时对中心节点的可靠性要求较高，中心节点出现故障时将会引起整个网络瘫痪。

环型结构如图 1.3 (b) 所示。各网络节点连成环状，数据信息沿一个方向传送，通过各中间节点存储、转发，最后到达目的节点。这种结构没有路径选择问题，网络管理软件实现简单。但信息在传输过程中要经过环路上的许多节点，容易因某个节点发生故障而破坏整个网络的通信。另外网络的吞吐能力较差，适合信息传输量不大的情况，一般用于局域网。

网型结构如图 1.3 (c) 所示。这种结构无严格的布局规定和构形，这种结构中的一个节点可通过若干条路径到达另一个节点，故其最大的优点是可靠性高，但所需通信线路总

长度长,投资成本高,路径选择技术较复杂,网络管理软件也比较复杂。一般在局域网中较少采用。

树型结构如图 1.3 (d) 所示。与星型结构相比较,由于通信线路总长度较短,故它的成本低。网络中各节点按层次进行连接,是一个在分级管理基础上集中式的网络,适合各种统计管理系统。但任一节点发生故障均会影响它所在的支路网络的正常工作,故可靠性要求较高,而且处于越高层次的节点,其可靠性要求越高。

总线型结构如图 1.3 (e) 所示。在此结构中,各节点通过一个或多个通信线路与公共总线连接。网中所有节点连在一条总线(电缆)上。任何时刻,只允许一个节点占用总线,且只能由该节点发送信息,其他节点处于封锁发送状态,但允许接收。网络中任何一个节点发生故障都不会使整个网络发生故障,相对而言容易扩展。

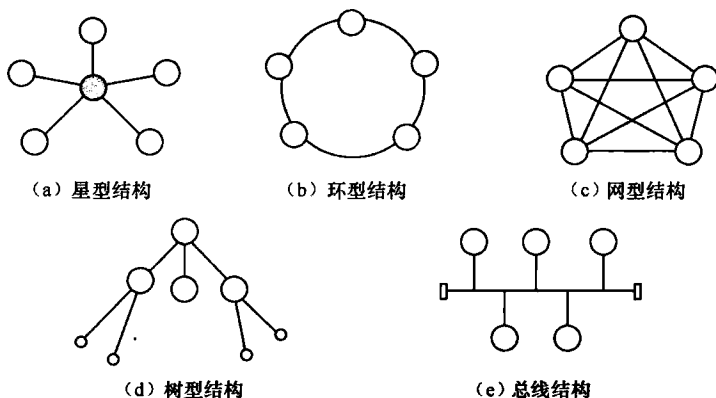


图 1.3 网络拓扑结构

2. 按网络的覆盖范围进行分类

计算机网络可分为广域网、局域网和城域网。广域网是指覆盖范围广、传输速率相对较低,以数据通信为主要目的的数据通信网。局域网是指传输距离有限,传输速度较高,以共享网络资源为目的的网络系统。城域网是指规模介于局域网和广域网之间的一种范围较大的高速网络。

1.3.2 计算机网络的应用

计算机网络的潜在功能使得它在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、金融贸易、国防建设等领域中获得了越来越广泛的应用。工矿企业借助计算机网络进行生产过程的检测和控制,实现管理和辅助决策;交通运输部门利用网络进行交通运输信息的收集和分析,实现运行管理和车船调度;邮电部门则利用遍及全国乃至全球的计算机通信网络为用户提供快速而廉价的电子邮件服务;文化教育部门可运用计算机网络进行资料检索和计算机辅助教育;金融贸易部门利用计算机网络实现范围广泛的经贸服务;科学研究部门利用计算机网络进行大型的科学计算;国防部门则利用计算机网络进行情报收集、跟踪、控制与指挥。目前,计算机网络的应用领域已逐渐深入到人们的日常生活当中,而人们对计算机网络的广泛应用和依赖,使得网络管理、服务质量、访问控制、安全与保密问题显得日益重要。如何解决应

用中出现的问題，并进一步开发新的应用，成为当前的热门研究课题。

下面是利用计算机网络访问远地数据库的一个例子。普通人坐在家里预订世界任何地方的飞机票、火车票、公共汽车票、轮船票、旅馆、饭店、剧院等，并立即得到答复。这种事情在计算机网络广泛应用的今天是很容 易做到的。

计算机网络广泛应用的另一个方面是发送电子邮件。计算机网络使得人们能从他们的终端向世界各地的任何人发送电子邮件，并且可以接收来自世界各地的电子邮件。这种电子邮件还可包括数字化语音和静止画片，甚至可以包括可视图像等。

1.4 计算机网络的组成

一个完整的计算机网络由网络硬件和网络软件组成。网络硬件由计算机、通信设备和通信线路组成。网络软件主要由网络操作系统以及包含在网络软件中的网络协议等部分组成。

1.4.1 计算机网络硬件组成

1. 网卡

网卡又名网络适配器 (Network Interface Card, NIC)，它是计算机和网络线缆之间的物理接口。任何计算机要想连入网络，都必须通过网卡。因此，网卡是计算机网络中最常见也最重要的物理设备之一。网卡的作用是将计算机要发送的数据转换成数据包，然后转换成串行的光信号或电信号送至网线上传输；同样把网线上传过来的信号转换成并行的数字信号，提供给计算机。因此网卡的功能可概括为，完成并行信号和串行信号之间的转换、拆装数据包、控制网络访问和缓冲数据等。无线上网需要无线网卡。图 1.4 所示为一个 PCI 总线的网卡，PCI 总线的网卡是一种现代的总线设计，支持 32 位和 64 位的数据传输。

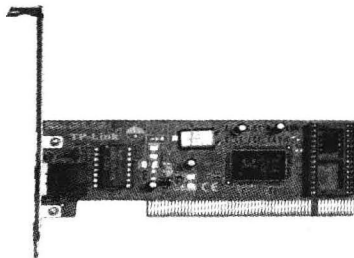


图 1.4 PCI 总线的网卡

2. 网线

计算机网络中用于连接计算机和通信设备的通信线路有很多种类，常用的有双绞线（见图 1.5）和光纤（见图 1.6）两种。其中双绞线一般用于局域网或计算机与通信设备之间少于 100m 的连接。光纤一般用于传输速率高，传输信息量大的计算机网络（如城域网和广域网等）。光纤的传输质量好、速度快，但造价和维护费用高；双绞线简单易用，造价低廉，但只适合近距离通信。计算机的网卡上有专门的 RJ45 接口供网线接入。有关网线的详细介绍请参考 2.3 节。



图 1.5 双绞线

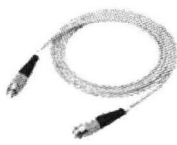


图 1.6 光纤

3. 集线器

集线器的主要功能是对接收到的信号进行再生整形放大，以延长网络的传输距离，同时把所有计算机终端集中在以它为中心的节点上。集线器工作在网络最底层，不具备任何智能，它只是简单地把电信号放大，然后转发给所有接口。集线器一般只用于局域网，它可以提供多个连接端口，一般端口数为 8 个、16 个或 24 个等，它可以把若干台计算机用双绞线连接起来组成一个简单的网络，如图 1.7 所示。

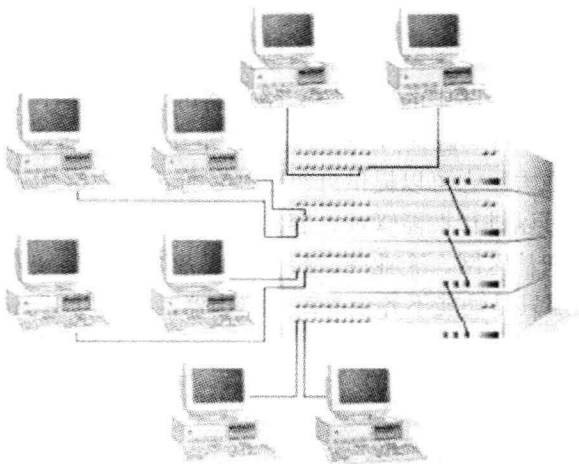


图 1.7 由集线器构成的简单网络

4. 调制解调器

调制解调器（Modem）是计算机与电话线之间进行信号转换的装置，它可以完成计算机的数字信号与电话线的模拟信号之间的相互转换。使用调制解调器可以使计算机接入电话线，并利用电话线接入 Internet。由于电话的使用远远早于 Internet，因此电话线路系统早已进入千家万户，并且非常完善和成熟。如果利用现有的电话线上网，则可以省去安装 Internet 线路系统的费用，这样可节省大量的资源。因此现在大多数人在家都利用调制解调器接入电话线上网，比如 ADSL 接入技术。调制解调器（见图 1.8）简单易用，有内置和外置两种。



图 1.8 调制解调器

5. 交换机

网络交换技术是近十多年来发展起来的一种结构化的网络解决方案。它是计算机网络发展到高速传输阶段出现的一种新的网络应用形式。目前，交换机市场发展迅速，产品繁多，而且功能越来越强。

交换机是一个拥有智能和学习能力的设备。交换机接入网络后可以在短时间内学习并掌握此网络的结构以及与其相连的计算机的相关信息，并且可以对接收到的数据进行过滤，而

后将数据包送至与目的主机相连接的接口。因此交换机比集线器传输速度更快，内部结构也更加复杂。一般我们可用交换机组建局域网或者用它把两个网络连接起来。

如何选择交换机？总的观点是从网络应用需求出发，考虑当前技术发展水平，以合理的成本构建一个高流量、低延时、寿命长的网络系统。由于现在局域网速率已经开始向 100Mbit/s/1 000Mbit/s 提升，因此要选择端口速率在 100Mbit/s 以上的交换机，端口数量要大于终端数量需求，以便为今后网络升级留有余地。图 1.9 所示为 24 端口 1U 标准机架交换机。

6. 路由器

路由器（Router）在计算机网络中起着为数据选择路由和转发数据的作用，是计算机网络的核心设备，相当于高速公路中的立交桥。路由器可以连接多个网络或网段，并对不同网络或网段之间的数据信息进行“翻译”，使它们能够相互“读”懂对方的数据。路由器比交换机更加复杂，功能更加强大。它可以提供分组过滤、分组转发、优先级、复用、加密、压缩和防火墙等功能，并且可以进行性能管理、容错管理和流量控制。路由器的造价远远高于交换机，一般用路由器来把社区网、企业网、校园网或者城域网接入因特网。市场上也有造价几百元的路由器，不过那只是功能不齐全简单路由器，只可以用于把几个计算机连入网络。路由器如图 1.10 所示。



图 1.9 24 端口 1U 标准机架交换机



图 1.10 路由器

7. 服务器

在计算机网络中，专门用于为其他计算机提供服务的计算机被称为服务器。也可以说，服务器就是一台运行了服务进程的计算机。在一个计算机网络中，一般会选择几台硬件性能不错的计算机专门用于提供服务，这就是通常意义上所说的服务器。服务器是计算机网络中的一个重要成员。例如，我们上网浏览的网页就来源于 WWW 服务器。除此之外，还有分配动态地址的 DHCP 服务器，共享文件资源的 FTP 服务器以及提供发送邮件服务的 E-mail 服务器等。

8. 计算机网络终端

一般计算机网络的终端指的是一台独立的计算机。但随着硬件技术的飞速发展，已经有很多终端虽然不是计算机，但也有了智能，如手机。有很多手机不仅可以用于听音乐、发短信，而且拥有了自己的操作系统和大容量存储空间，可以用于阅读文档、拍照、录像、上网，甚至新型的 3G 手机还可以用于视频对话和观看电影等。因此，未来“终端”和“独立的计算机”可能会逐渐失去严格的界限，很可能会有许多的智能设备出现在未来的计算机网络中。

硬件设备在网络中的位置如图 1.11 所示。