

中国通信学会普通高等教育『十二五』规划教材立项项目

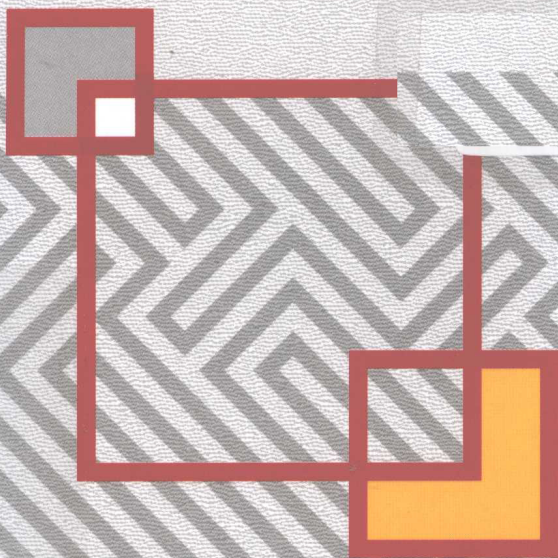
21世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

计算机网络技术 与应用

夏素霞 主编

袁宗福 李芳 杨松波 编著

Computer Networks



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS


精品系列



图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与应用 / 夏素霞主编 ; 袁宗福, 李芳, 杨松波编著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2010.9
21世纪高等院校信息与通信工程规划教材
ISBN 978-7-115-23235-9

I. ①计… II. ①夏… ②袁… ③李… ④杨… 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(2010)第145637号

内 容 提 要

本书系统地介绍了计算机网络的基础知识和应用技术。主要内容包括计算机网络基础知识、通信基础知识、网络体系结构和参考模型、网络协议、局域网知识和组网实践、网络互连技术与设备、广域网的基础知识、接入网的基本概念、网络操作系统的配置与管理、路由与交换设备的应用等,在每一章节中,根据理论知识,设计实践内容,力求合理地将理论和实践进行有机结合,帮助学生顺利掌握计算机网络原理与应用技能。

本书内容丰富,结构合理清晰,语言通俗易懂;注重网络基础知识和实践应用的结合,力求通过实践帮助学生循序渐进地学好计算机网络的基础知识。本书可作为普通高等院校计算机网络课程的教材,同时也可供广大网络技术人员参考使用。

中国通信学会普通高等教育“十二五”规划教材立项项目

21世纪高等院校信息与通信工程规划教材

计算机网络技术与应用

-
- ◆ 主 编 夏素霞
编 著 袁宗福 李 芳 杨松波
责任编辑 蒋 亮
 - ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.75 2010年9月第1版
字数: 480千字 2010年9月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-23235-9

定价: 35.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物。随着计算机网络技术的不断发展,计算机网络技术已广泛应用于办公自动化、企事业管理、生产过程控制、金融管理、医疗卫生等社会各个领域。计算机网络正在改变人们的工作和生活方式,并逐渐成为现代社会不可或缺的重要基础设施。

为了满足社会对计算机网络技术人才的需求,适应信息产业化发展,计算机网络的相应课程在许多高校被设为计算机科学与技术、计算机应用等专业的专业课程,以及电子信息类相关专业的专业基础课程。本书主要介绍计算机网络原理和应用的相关知识。主要内容包括计算机网络基础知识、通信基础、网络体系结构和参考模型、无线网络技术、网络协议、路由与交换设备的应用、局域网、网络互连技术与设备、广域网的基础、接入网的基本概念、网络操作系统的配置与管理等。在每一章节中,根据理论知识,设计实践内容,力求合理地将理论和实践进行有机结合,帮助学生顺利地掌握计算机网络原理与应用技能。

本书力求以实际应用环境设计教学案例,以行业流行的应用设备作为实践教学的操作设备,提供完全真实的企业组网环境,对实际的网络实践案例进行技术分析和设计实验项目,有利于学生举一反三,开展自我学习,以便更快地掌握计算机网络的基本知识和应用技能。在撰写过程中,力求教材的内容坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调实践和应用环节。如在本书的第8章中,结合前面章节的知识,通过设置实验,让读者充分理解基于端口的VLAN的设置,802.1Q协议在实际拓扑环境中的应用,NAT、ACL等技术的配置方法等。

本书可以作为计算机科学与技术专业,特别是以培养高级应用型人才为目标的计算机应用、计算机网络、计算机信息管理专业的本科教材,同时也可以作为普通高等院校电子信息类相关专业,如信息工程专业、信息管理专业等的计算机网络相关课程的教材,还可以作为普通高等院校计算机网络技术的公选课程的教材。

为了便于读者举一反三地进行创造性的学习,加深读者对教学内容的理解,巩固学习的内容,提高实际操作的能力,本书在每一章的最后编写了习题和相关的实验项目,便于通过实验进一步理解所学内容。

全书由夏素霞负责统稿和审校,并编写了第3章和第6章。袁宗福编写了第4章、第8章及第5章的5.8节,杨松波编写了第1章、第2章和第5章中除5.8节以外的内容,

李芳编写了第 7 章和第 9 章。感谢北京邮电大学世纪学院的陈志成教授为本书提出的宝贵意见。

由于编者知识水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

联系邮箱：xiasuxia@ccbupt.cn。

编 者

2010 年 8 月

目 录

第 1 章 计算机网络基础	1
1.1 计算机网络概述.....	1
1.2 计算机网络的分类.....	2
1.2.1 按地域范围分类.....	2
1.2.2 按拓扑结构分类.....	4
1.2.3 按交换技术分类.....	4
1.2.4 其他分类方式.....	5
1.3 计算机网络的组成.....	5
1.4 网络拓扑结构.....	8
本章小结.....	13
习题.....	13
第 2 章 数据通信基础	14
2.1 数据通信的基本概念.....	14
2.2 信息编码技术.....	16
2.3 通信方式及传输媒体.....	17
2.3.1 通信方式.....	17
2.3.2 网络传输介质.....	18
2.4 多路复用技术.....	21
2.4.1 频分多路复用.....	22
2.4.2 时分多路复用.....	22
2.4.3 波分多路复用.....	24
2.5 数据交换技术.....	24
2.6 差错控制.....	26
2.6.1 差错原因与类型.....	26
2.6.2 差错控制的作用与机制.....	26
2.6.3 常见的检错码.....	26
2.7 通信网简介.....	29
2.8 本章实验.....	30
本章小结.....	32
习题.....	32
第 3 章 网络体系结构和参考模型	33
3.1 网络体系结构及网络协议.....	33
3.1.1 分层原理及相关概念.....	33
3.1.2 网络服务.....	36

3.1.3	网络协议与网络体系结构	37
3.2	OSI 参考模型	39
3.2.1	OSI/RM 模型的分层结构	39
3.2.2	OSI/RM 模型中的数据封包与解封	41
3.3	物理层	42
3.3.1	物理层的功能及特性	42
3.3.2	物理层协议实例——RS-232C	44
3.3.3	调制解调器	47
3.4	数据链路层	48
3.4.1	数据链路层的功能及其提供的服务	49
3.4.2	差错控制	50
3.4.3	流量控制	52
3.4.4	数据链路层协议	55
3.5	网络层	61
3.5.1	网络层的功能及其提供的服务	62
3.5.2	路由选择	64
3.5.3	拥塞控制	66
3.5.4	流量控制	68
3.5.5	X.25 协议	68
3.6	传输层	70
3.6.1	传输层的主要功能和服务	71
3.6.2	传输层协议的分类及实现机制	71
3.6.3	端到端通信中的相关概念	73
3.7	高层协议	75
3.7.1	会话层	75
3.7.2	表示层	76
3.7.3	应用层	78
3.8	TCP/IP 体系结构	79
3.8.1	TCP/IP 中的相关概念	79
3.8.2	TCP/IP 简介	80
3.8.3	TCP/IP 协议体系的数据封装与拆封	82
3.8.4	OSI 模型与 TCP/IP 模型的比较	82
	本章小结	83
	习题	83
第 4 章	网络通信协议	85
4.1	IP	85
4.1.1	IP 数据报格式和 IP 的工作原理	85
4.1.2	IP 地址和子网掩码	87
4.1.3	IP 路由	90

4.2 TCP 和 UDP	92
4.2.1 TCP	92
4.2.2 UDP	94
4.3 应用层协议	94
4.3.1 DNS 域名系统	94
4.3.2 FTP	96
4.3.3 Telnet	96
4.3.4 SMTP	97
4.3.5 TFTP	97
4.3.6 HTTP	97
4.3.7 POP3	98
4.4 路由协议	98
4.4.1 路由概述	98
4.4.2 因特网的路由结构	101
4.4.3 路由协议	104
4.4.4 路由算法	106
4.5 下一代网际协议 IPv6	109
4.5.1 IPv6 的特点	110
4.5.2 IPv6 的数据报格式	112
4.5.3 IPv6 的地址空间	113
4.5.4 从 IPv4 向 IPv6 过渡	113
4.5.5 IPv6 的应用前景	114
4.6 本章实验	116
本章小结	119
习题	120
第 5 章 计算机局域网	121
5.1 计算机局域网的基本概念	122
5.1.1 介质访问控制	122
5.1.2 IEEE 802 标准概述	123
5.2 IEEE 802.2 标准的 LLC 层规范	124
5.3 IEEE 802.3 标准	126
5.4 IEEE 802.4 标准	128
5.5 IEEE 802.5 标准	129
5.6 高速局域网	130
5.6.1 快速局域网	130
5.6.2 吉比特以太网	131
5.6.3 10 吉比特以太网	132
5.7 虚拟局域网	133
5.8 无线局域网	134

5.8.1 无线局域网的概念	134
5.8.2 无线局域网的特点	135
5.8.3 无线局域网的技术要求	137
5.8.4 无线局域网的扩频技术	138
5.8.5 无线局域网的标准	139
5.9 组建局域网	141
5.10 本章实验	145
本章小结	145
习题	145
第6章 网络互连	146
6.1 网络互连概述	146
6.1.1 网络互连的基本概念	146
6.1.2 网络互连的要点	147
6.1.3 网络互连类型	148
6.1.4 网络互连层次	149
6.2 网络互连设备	150
6.2.1 网络适配器	150
6.2.2 中继器和集线器	151
6.2.3 网桥	153
6.2.4 二层交换机	154
6.2.5 路由器	159
6.2.6 三层交换机	163
6.2.7 网关	164
6.2.8 应用案例	164
6.3 虚拟局域网技术	165
6.3.1 虚拟局域网概述	165
6.3.2 虚拟局域网的实现技术	167
6.3.3 VLAN 间的互连	168
6.3.4 IEEE 802.1Q 协议	169
6.4 冗余链路和链路聚合	171
6.4.1 冗余链路	171
6.4.2 生成树协议	172
6.4.3 STP 和 RSTP 的比较	175
6.4.4 链路聚合	176
6.5 广域网	177
6.5.1 广域网概述	177
6.5.2 广域网的特点	178
6.5.3 广域网协议	178
6.5.4 广域网的数据交换方式	179

6.5.5 广域网的常用设备	180
6.5.6 公共通信网	181
6.6 Internet 接入方式	194
6.6.1 接入网	194
6.6.2 PSTN 拨号方式	195
6.6.3 ISDN 拨号方式	196
6.6.4 ADSL 接入方式	198
6.6.5 HFC 接入方式	199
6.6.6 局域网接入方式	200
6.6.7 无线接入方式	202
6.7 Windows 常用的网络命令	202
6.8 本章实验	205
本章小结	209
习题	209
第 7 章 网络操作系统的管理与应用	211
7.1 Windows Server 2003 操作系统及 服务器管理	211
7.1.1 Windows Server 2003 简介	211
7.1.2 用户和组管理	211
7.1.3 IIS 简介	224
7.1.4 安装 IIS	225
7.1.5 建立 Web 站点	227
7.1.6 创建 FTP 服务器	232
7.1.7 管理 Web 和 FTP 服务器	235
7.2 Red Hat Linux 操作系统和 服务器配置	242
7.2.1 域名服务器的配置	242
7.2.2 邮件服务器的配置和使用	244
7.2.3 Web 服务器	248
7.2.4 FTP 服务器	251
7.3 本章实验	253
本章小结	254
习题	254
第 8 章 路由与交换设备应用	255
8.1 交换机和路由器的硬件系统	255
8.2 交换机和路由器的软件系统	256
8.3 交换机的基本配置	257
8.3.1 使用交换机的命令行管理界面	257
8.3.2 交换机的基本配置命令	258

8.3.3 查看交换机的系统信息和配置信息	259
8.4 路由器的基本配置	259
8.4.1 路由器的配置方式和配置模式	259
8.4.2 路由器的基本配置和管理	261
8.4.3 配置广域网协议	263
8.4.4 配置路由协议	264
8.5 数据包过滤和网络地址转换	265
8.5.1 访问控制列表概述	265
8.5.2 IP 访问控制列表	267
8.5.3 网络地址转换	270
8.6 本章实验	271
本章小结	283
习题	283
第 9 章 网络系统综合应用	284
9.1 网络结构设计应用	284
9.1.1 网络体系结构	284
9.1.2 小型网络的设计	285
9.2 网络安全及安全技术应用	288
9.2.1 网络安全案例	289
9.2.2 网络安全的含义	290
9.2.3 网络安全的特征	290
9.2.4 网络安全威胁	291
9.2.5 网络安全体系结构	293
9.2.6 网络安全体系结构模型	296
9.3 网络系统综合应用案例	297
9.3.1 网络系统设计的一般步骤	297
9.3.2 网络系统设计案例	299
9.4 本章实验	304
本章小结	305
习题	305
参考文献	306

主要内容：本章主要介绍计算机网络的基本概念及功能、计算机网络的分类、计算机网络的组成及拓扑结构。

重点与难点：计算机网络的分类、计算机网络的组成、计算机网络的拓扑结构。

1.1 计算机网络概述

自 20 世纪 60 年代计算机网络问世以来，它已经深入到人们工作、学习和生活的方方面面。相信绝大多数人在学习这门课程以前都有过上网的经历。在家中，可以通过“猫”、ADSL 调制解调器以电话线方式或通过网卡以 LAN 方式连接到因特网中，享受因特网所提供的各种服务，如 WWW 浏览、FTP 文件下载或上传、BBS 公告板、网上聊天、发送或接收电子邮件、网络游戏等，这些服务不仅拓展了我们获取信息以及与他人交流的渠道，也丰富了我们的生活、工作、学习和娱乐方式。事实上，不仅在家中，在学校、单位、企业或公司，甚至在一些公共场所也都可以实现对因特网的访问。我们不仅可以在因特网上获得多种网络服务，在其他的许多地方也都可以感受到各种网络应用的存在，如超市、银行、医院、企业和政府部门等。总之，网络与网络应用无处不在，网络已经成为社会生活中一个不可缺少的部分。那么到底什么是计算机网络呢？网络通信以及网络上的应用是如何实现的呢？这些就是这门课程中所要关注和研究的问题。本章先来学习有关计算机网络的一些基本概念。

在给出计算机网络的定义之前，我们先来回顾一下大家非常熟悉的所谓“网络”的概念。“网络”通常是指为了达到某种目标而以某种方式联系或组合在一起的对象或物体的集合。例如日常生活中四通八达的交通系统、供水或供电系统、邮政系统等都是某种形式的网络。

什么是计算机网络？这个问题多年来一直没有一个严格的定义，且随着计算机技术和通信技术的发展而具有不同的内涵。目前一些比较权威的看法认为：所谓计算机网络就是通过线路互连起来的、自治的计算机集合，确切地讲，就是将分布在不同地理位置上具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来，并配置网络软件，以实现计算机资源共享的系统。

“地理位置不同”是指计算机网络中的计算机通常都处于不同的地理位置。例如，通过因特网访问网络服务时，被访问的主机在地理上往往是不可见的，不仅如此，这个主机还可能与我们位于不同的城市、省份乃至不同的国家。事实上，在绝大部分情况下，我们不知道也

不需要知道它所处的确切位置。地理位置分布性所形成的空间障碍，是以组建计算机网络的方式来实现资源共享的原始驱动因素。

网络资源共享是指通过连在网络上的工作站（个人计算机）使用户（通常根据需要被授予适当的使用权）可以使用网络系统中的硬件和软件。

计算机网络是一个计算机的群体，是由多台计算机组成的，它们之间是互连的，即它们之间能彼此交换信息。计算机网络的基本思想是：通过网络环境实现计算机相互之间的通信和系统资源共享（包括硬件资源、软件资源和数据信息资源）。

所谓自治是指每台计算机的工作是独立的，任何一台计算机都不能干预其他计算机的工作（例如，启动、关闭或控制其运行等），任何两台计算机之间没有主从关系。

在计算机网络中，能够提供信息和服务能力的计算机是网络的资源，而索取信息和请求服务的计算机则是网络的用户。由于网络资源与网络用户之间的连接方式、服务类型及连接范围的不同，从而形成了不同的网络结构及网络系统。

随着计算机通信网络的广泛应用和网络技术的发展，计算机用户对网络提出了更高的要求，既希望共享网内的计算机系统资源，又希望调用网内的几个计算机系统共同完成某项任务，这就要求用户对计算机网络的资源像使用自己的主机系统资源一样方便。为了实现这个目的，除了要有可靠、有效的计算机和通信系统外，还要制定一套全网一致遵守的通信规则及用来控制、协调资源共享的网络操作系统。

计算机网络的功能主要表现在硬件资源共享、软件资源共享和用户间信息交换 3 个方面：

（1）硬件资源共享。可以在全网范围内提供对处理资源、存储资源、输入输出资源等昂贵设备的共享，使用户节省投资，也便于集中管理和均衡分担负荷。

（2）软件资源共享。允许互联网上的用户远程访问各类大型数据库，可以使用网络文件传送服务、远地进程管理服务和远程文件访问服务，从而避免软件研发上的重复劳动以及数据资源的重复存储，也便于集中管理。

（3）用户间信息交换。计算机网络为分布在各地的用户提供了强有力的通信手段。用户可以通过计算机网络发送电子邮件、发布新闻消息和进行电子商务活动。

1.2 计算机网络的分类

当我们研究一些较为复杂的对象或问题时，常常会采用分门别类的方法来突出被研究对象或问题的某些特性，并且当关注的焦点不同时，我们会采用不同的分类标准。例如对学生进行分类时，可以根据不同的需要分别按性别、年龄或者成绩、班级等不同方法进行分类。同样，计算机网络的分类也存在多种不同的标准或方法。计算机网络可以从地域范围、拓扑结构、信息传输交换方式或协议、网络组建属性或用途等不同角度加以分类。

1.2.1 按地域范围分类

按地域范围可以把各种网络类型划分为局域网、城域网、广域网和互联网 4 种。

1. 局域网

常见的 LAN 就是指局域网（Local Area Network, LAN），这是最常见、应用最广的一种

网络。现在局域网随着计算机网络技术的发展和提高得到了充分的应用和普及，几乎每个单位都有自己的局域网，有的家庭甚至都有自己的小型局域网。所谓局域网，就是在局部地域范围内的网络，它所覆盖的地域范围较小。局域网在计算机数量的配置上没有太多的限制，少的可以只有两台，多的可达几百台。一般在企业局域网中，工作站的数量在几十台到两百台之间。网络所涉及的地理范围一般是几米至 10km 以内。局域网一般位于一个建筑物或一个单位内，不存在寻径问题，不包括网络层的应用。

这种网络的特点是连接范围窄，用户数少，配置容易，连接速率高。目前局域网最快的速率要算现今的 10 Gbit/s 以太网。IEEE 的 802 标准委员会定义了多种主要的 LAN 网，包括以太网 (Ethernet)、令牌环网 (Token Ring)、光纤分布式接口网络 (FDDI)、异步传输模式网 (ATM) 以及最新的无线局域网 (WLAN)，这些将在后面的章节中详细介绍。

2. 城域网

城域网 (Metropolitan Area Network, MAN) 一般是指在一个城市，但不在同一地理范围内的计算机互连。这种网络的连接距离为 10~100km，它采用的是 IEEE 802.6 标准。MAN 与 LAN 相比扩展的距离更长，连接的计算机数量更多，在地理范围上可以说是 LAN 网络的延伸。在一个大型城市或都市地区，一个 MAN 网络通常连接着多个 LAN 网，如连接政府机构的 LAN、医院的 LAN、电信的 LAN、企业的 LAN 等。由于光纤连接的引入，使 MAN 中高速的 LAN 互连成为可能。

城域网多采用 ATM 技术构建骨干网。ATM 是一个用于数据、语音、视频以及多媒体应用程序的高速网络传输方法。ATM 包括一个接口和一个协议，该协议能够在一个常规的传输信道上，在比特率不变及变化的通信量之间进行切换。ATM 还包括硬件、软件以及与 ATM 协议标准一致的介质。ATM 提供一个可伸缩的主干基础设施，以便能够适应不同规模、速率以及寻址技术的网络。ATM 的最大缺点就是成本太高，一般在政府城域网中应用，如邮政、银行、医院等。

3. 广域网

广域网 (Wide Area Network, WAN) 也称为远程网，所覆盖的范围比城域网 (MAN) 更广，一般是在不同城市之间的 LAN 或者 MAN 网络互连，地理范围可从几百公里到几千公里。因为距离较远，信息衰减比较严重，所以这种网络一般要租用专线，通过 IMP (接口信息处理) 协议和线路连接起来，构成网状结构，解决寻径问题。这种网络因为所连接的用户多，总出口带宽有限，所以用户的终端连接速率一般较低，通常为 9.6 kbit/s~45 Mbit/s，如原邮电部的 CHINANET、CHINAPAC 和 CHINADDN 网。

4. 互联网

互联网因其英文单词 “Internet” 的谐音，又称为 “因特网”。在互联网应用如此普及的今天，互联网已成为我们每天都要使用的一种网络。无论从地理范围，还是从网络规模来讲，它都是最大的一种网络，也就是常说的 “Web”、“WWW” 和 “万维网” 等。从地理范围来说，它是全球计算机的互连，这种网络最大的特点就是不定性，整个网络中的计算机每时每刻随着人们网络的接入在不断地变化。当接入互联网的时候，用户的计算机可以算是互联网

的一部分，但一旦用户断开互联网的连接时，用户的计算机就不属于互联网了。互联网的优点是信息量大，传播范围广。无论身处何地，只要接入互联网就可以对任何联网用户发送信函和广告。因为互联网的复杂性，所以这种网络实现的技术也是非常复杂的，这些可以通过后面将要介绍的几种互联网接入设备详细地了解。

1.2.2 按拓扑结构分类

所谓拓扑（Topology）结构是指网络单元的地理位置和互连的逻辑布局，具体地讲就是网络上各节点的连接方式和形式。也就是说，网络拓扑结构代表网络的物理布局或逻辑布局，特别是计算机分布的位置以及电缆如何通过它们。设计一个网络的时候，应根据自己的实际情况选择正确的拓扑结构，每种拓扑结构都有它的优点和缺点。

目前比较流行的3种拓扑结构是总线型、星型和环型，在此基础上还可以连成树型、星环型和星线型。树型、星环型和星线型是3种基本拓扑结构的复合连接。

选择网络拓扑结构主要应考虑不同的拓扑结构对网络吞吐量、网络响应时间、网络可靠性、网络接口的复杂性和网络接口的软件开销等因素的影响，此外，还应考虑电缆的安装费和复杂程度、网络的可扩展性、隔离错误的能力以及是否易于重构等。

1.2.3 按交换技术分类

按交换技术可将网络分为线路交换网络、报文交换网络、分组交换网络等。

（1）线路交换网络：在源节点和目的节点之间建立一条专用的通路用于数据传送，包括建立连接、传输数据、断开连接3个阶段。最典型的线路交换网络就是电话网络。该类网络的优点是数据直接传送，延迟小。缺点是线路利用率低，不能充分利用线路容量，不便于进行差错控制。

（2）报文交换网络：将用户数据加上源地址、目的地址、长度、校验码等辅助信息并封装成报文，发送给下个节点。下个节点收到后先暂存报文，待输出线路空闲时再转发给下个节点，重复这一过程直到到达目的节点。每个报文可单独选择到达目的节点的路径。这类网络也称为存储—转发网络。其优点如下：

- ① 可以充分利用线路容量（可以利用多路复用技术，以及空闲时间）；
- ② 可以实现不同链路之间不同数据率的转换；
- ③ 可以实现一对多、多对一的访问，这是 Internet 的基础；
- ④ 可以实现差错控制；
- ⑤ 可以实现格式转换。

缺点如下：

- ① 增加资源开销，例如辅助信息导致时间和存储资源开销；
- ② 增加缓冲延迟；
- ③ 多个报文的顺序可能发生错误，需要额外的顺序控制机制；
- ④ 缓冲区难于管理，因为报文的大小不确定，接收方在接收到报文之前不能预知报文的大小。

（3）分组交换网络：也称包交换网络，其原理是将数据分成较短的固定长度的数据块，在每个数据块中加上目的地址、源地址等辅助信息组成分组（包），按存储转发方式传输。除

具有报文交换网络的优点外，还具有以下自身的优点：

- ① 缓冲区易于管理；
- ② 包的平均延迟更小，网络中占用的平均缓冲区更少；
- ③ 更易标准化；
- ④ 更适合应用。现在的主流网络基本上都可以看成是分组交换网络。

1.2.4 其他分类方式

1. 按采用的协议分类

每层使用的协议都不同，因此按协议分类时应指明协议的区分方式。比如按网络层的关键协议来分类，可以分为 IP 网、IPX 网等，无线网络可以分为 Wi-Fi 网络、蓝牙网络等。

2. 按使用的传输介质分类

按传输介质可以分为有线网络和无线网络两大类。有线网络又可以分为双绞线网络、同轴电缆网络、光纤网络、光纤同轴混合网络等。无线网络又可分为无线电、微波、红外等类型。

3. 按用户与网络的关联程度分类

按用户与网络的关联程度可以将计算机网络分为骨干网、接入网和驻地网。

1.3 计算机网络的组成

一个计算机网络必须具备以下 3 个基本要素。

- ① 至少有两个具有独立操作系统的计算机，且它们之间有相互共享某种资源的需求；
- ② 两个独立的计算机之间必须用某种通信手段将它们连接；
- ③ 网络中各个独立的计算机之间要能相互通信，必须制定相互可确认的规范标准或协议。

以上 3 个要素是组成一个网络的必要条件，缺一不可。

计算机网络是由各种连接起来的网络单元（Network Element）组成的。一个大型的计算机网络是一个复杂的系统。它是一个集计算机硬件设备、通信设施、软件系统以及数据处理能力为一体的，能够实现资源共享的现代化综合服务系统。计算机网络系统的组成可分为 3 部分：硬件系统、软件系统及网络信息系统。

1. 硬件系统

硬件系统是计算机网络的基础，它由计算机、通信设备、连接设备及辅助设备组成。硬件系统中设备的组成形成了计算机网络的类型。下面介绍几种常用的硬件设备：

(1) 服务器（Server）。在计算机网络中，最核心的组成部分是计算机。在网络中，计算机按其作用分为服务器和客户机两大类。

服务器是计算机网络中向其他计算机或网络设备提供某种服务的计算机，通常按提供的

服务被冠以不同的名称，如数据库服务器、邮件服务器等。常用的服务器有数据库服务器、邮件服务器、打印服务器、信息浏览服务器、文件下载服务器等。

用作服务器的计算机从其硬件本身来讲，除了处理能力较强之外并无本质区别，它只是安装了相应的服务软件才具备了向其他计算机提供相应服务的功能，因此有时一台计算机可同时装有多种服务软件而具有多种服务功能。如网络中的某台计算机同时装有数据库管理系统及邮件管理系统软件，则这台计算机在网络中既是数据库服务器，也是邮件服务器。

(2) 客户机 (Client)。客户机是与服务器相对的一个概念。在计算机网络中享受其他计算机提供的某种服务的计算机就称为客户机。

由于服务器与客户机处理数据的要求不同，因此档次一般也不同。由于服务器一般情况下要向多个客户机提供服务，要求有较强的数据处理能力，因此一般用较高档次的计算机，并由此出现了称为专用服务器的计算机，这种计算机一般比较耐用，内存和主板采用特殊的技术，有较强的校验功能，可防止意外死机。为了防止偶然停电等问题，一般配备不间断电源系统 (UPS) 提供后备保护。

服务器与客户机的另一个重要区别在于服务器和客户机上安装的系统软件不同。在服务器上安装的操作系統一般能够管理和控制网络上的其他计算机，如 Windows Server 2003、Unix、VMS 等。在客户机上一般安装 Windows XP、Linux 等操作系统。当然，客户机上的操作系统必须被服务器上的操作系统所认可，才能实现相互的服务提供与服务享受。

在一些计算机网络中，计算机之间互为客户机与服务器，即它们互相提供类似的服务和享受这些服务，这种计算机网络称为对等网络。一般情况下，对等网络中的计算机都装有相同 (或相似) 的操作系统，如 Windows XP 等。

(3) 网络连接设备。在计算机网络中，除了计算机外还有大量的用于计算机之间、网络与网络之间的连接设备，这些设备称为网络连接设备。这些设备一般包括网络适配器、网络传输介质、中继器、网桥、路由器、交换机。

其中网络适配器 (一般指网卡) 在计算机网络中负责计算机间的数据接收和发送。网络传输介质一般分为 3 种，即同轴电缆、双绞线和光纤，这些内容将在第 2 章中作详细介绍，这里不再赘述。

① 中继器 (Repeater)。在计算机网络中，信号在传输介质中传递时，传输介质的阻抗会使信号越来越弱，导致信号衰减失真，当网线的长度超过一定限度后，若想再继续传递下去，必须将信号整理放大，恢复成原来的强度和形状。中继器的主要功能就是对收到的信号重新整理，使其恢复原来的波形和强度，然后继续传递下去，以实现更远距离的信号传输。

中继器是最简单的网络连接设备，它用于连接同一个网络的两个或多个网段。如同轴电缆建立的总线型网络每段长度最大为 185m，最多可有 5 段，则增加中继器后，总线型网络的地理范围可扩展到 $185 \times 5 = 925\text{m}$ ，如图 1.1 所示。

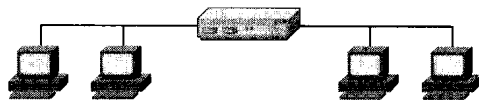


图 1.1 用中继器连接的网络

在前面的叙述中，提到了“网段”的概念。在用网络连接设备将多个网络连接起来的互联网中，可分成若干个网段 (Segment) 或者子网 (Subnet)。网段和子网都是通过互连设备隔开的一部分。网段可以不具备独立网络的特性，但子网必须能够成为一个独立的网络。一个基本的局域网可以只有一个网段，也可由多个网