

计算机网络

培训教程

蔡皖东 陈亚滨 编著

- 计算机网络基础
- NetWare 网络
- Windows NT 网络
- Internet

西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

计算机网络培训教程

蔡皖东 陈亚滨 编著

西安电子科技大学出版社

2000



C0497390

内 容 简 介

本书是一本计算机网络技术培训教程。全书共分四篇 20 章。第一篇是计算机网络基础篇, 共有 7 章, 分别介绍了计算机网络基础知识、以太网、令牌环网、交换式网络、ATM 网络、广域网、网络互连以及 TCP/IP 协议等。第二篇是 NetWare 网络篇, 共有 5 章, 分别介绍了 NetWare 网络基本特性、NetWare 目录服务、NetWare 软件的安装、NetWare 网络管理以及 NetWare 实用程序等。第三篇是 Windows NT 网络篇, 共有 6 章, 分别介绍了 Windows NT 网络基本特性、Windows NT Server 的安装、Windows NT 基本操作、网络用户管理、用户环境管理以及网络资源管理等。第四篇是 Internet 篇, 共有 2 章, 分别介绍了 Internet 基础知识和 Internet 服务系统的建立。

本书的特色是将这四部分内容综合在一起, 不仅满足了计算机网络培训的一般要求, 也节省了读者在教材上的花销。本书在内容安排和写作上考虑到参加培训的学员大都来自社会各个行业且程度参差不齐, 注意理论性和实用性的有机结合。本书还附有大量的习题, 供读者练习使用。

对于从事计算机网络技术工作的科技人员以及高等院校相关专业的学生, 也会从本书中得到启发和帮助。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络培训教程/蔡晓东, 陈亚滨编著. —西安: 西安电子科技大学出版社, 1999. 10
ISBN 7-5606-0774-8

I. 计… II. ①蔡… ②陈… III. 计算机网络—技术培训—教材 N. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 32964 号

责任编辑 霍小齐 李纪澄

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)8227828

邮编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 西安市第三印刷厂

版 次 1999 年 10 月第 1 版 2000 年 4 月第 2 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 22

字 数 519 千字

印 数 6 001~12 000 册

定 价 28.00 元

ISBN 7-5606-0774-8/TP·0398

*** 如有印装问题可调换 ***

本书封面贴有西安电子科技大学出版社激光防伪标志, 无标志不得销售。

前 言

在 90 年代, 计算机网络技术进入了前所未有的快速发展时期。新技术、新产品不断地涌现, 极大地推动了社会信息化的发展进程, 已形成一种新兴的信息产业, 具有巨大的市场潜力和良好的应用前景。

计算机网络技术, 尤其 Internet 的发展正在改变着人们学习、工作和生活的方式, 人们对计算机网络的依赖性也在不断地增大。面对高速发展的计算机网络技术, 人们必须不断地学习, 不断地提高和充实自己, 以求得生存和发展。因此, 社会上悄然兴起举办计算机网络技术培训班的热潮, 以满足人们学习计算机网络知识的需求。

从培训内容来看, 主要有以下四部分: 计算机网络基础、NetWare 网络、Windows NT 网络以及 Internet 等。但将这四部分内容综合在一起的教材是很少见的, 学员往往需要购买好几本书, 增加了学员在教材上的花销。

另一方面, 参加培训的学员大都来自社会各个行业, 程度参差不齐。在内容安排和编写上, 应强调理论对实践的指导作用, 同时也要摆正基础知识和实用技术的关系, 尽量避免“纯理论”或“纯手册”式的写法, 注意两者的有机结合, 突出教程的可读性和实用性。

基于以上的考虑, 并结合作者多年的网络教学经验编写了本教材, 相信能够满足网络技术培训班的需要。

全书共分四篇 20 章。第一篇是计算机网络基础篇, 共有 7 章: 第 1 章介绍了计算机网络基础知识, 包括数据通信技术、数据交换技术、传输介质、拓扑结构以及有关网络协议体系与标准; 第 2 章介绍了 10 Mb/s、100 Mb/s 以及 1000 Mb/s 以太网的技术规范和网络组成技术; 第 3 章介绍了 Token-Ring、FDDI 令牌环网的技术规范和网络组成技术; 第 4 章介绍了交换式网络、ATM 网络的技术规范和网络组成技术; 第 5 章介绍了广域网技术, 包括 X.25、帧中继以及 ISDN 等; 第 6 章介绍了网络互连技术, 包括中继器、网桥、路由器以及网关等; 第 7 章介绍了 TCP/IP 协议集中的各个协议。第二篇是 NetWare 网络篇, 共有 5 章: 第 8 章介绍了 NetWare 网络基本特性; 第 9 章介绍了 NetWare 目录服务; 第 10 章介绍了 NetWare 软件的安装; 第 11 章介绍了 NetWare 网络管理方法和工具; 第 12 章介绍了 NetWare 实用程序。第三篇是 Windows NT 网络篇, 共有 6 章: 第 13 章介绍了 Windows NT 网络基本特性; 第 14 章介绍

了 Windows NT Server 的安装；第 15 章介绍了 Windows NT 基本操作；第 16 章介绍了网络用户的管理；第 17 章介绍了用户环境的管理；第 18 章介绍了网络资源的管理。第四篇是 Internet 篇，共有 2 章：第 19 章介绍了 Internet 基础知识；第 20 章介绍了如何建立 Internet 服务系统。

本书是按 60~80 学时编写的，也可根据实际教学需要删减部分内容。但最好结合所讲内容安排一些实验，只有理论联系实际，才能取得更好的教学效果。

本书根据计算机网络技术的发展特点，对那些在实际中已被逐渐淘汰的网络技术不作介绍，并试图从系统组成的角度来介绍计算机网络实用技术，而不是按照网络协议层次的划分来分散地介绍，并强调理论性和实用性的有机结合。不论是计算机网络技术的初学者，还是有一定应用经验的读者，都会从本书中得到启示和帮助。限于作者水平，书中难免存在不足之处，欢迎广大读者批评指正。

作 者

1999 年 7 月

目 录

第一篇 计算机网络基础篇

第 1 章 计算机网络概论	2
1.1 引言	2
1.2 数据通信技术	3
1.2.1 数据通信的基本概念	3
1.2.2 数据编码技术	6
1.2.3 多路复用技术	9
1.2.4 通信操作方式	10
1.2.5 异步传输和同步传输	11
1.2.6 差错控制	12
1.3 数据交换技术	13
1.4 传输介质	16
1.5 拓扑结构	17
1.6 网络体系结构与 ISO 的 OSI 参考模型	19
1.7 IEEE 802 局域网标准	22
习题	24
第 2 章 以太网	25
2.1 引言	25
2.2 CSMA/CD 介质访问控制方法	25
2.3 10 Mb/s Ethernet	29
2.3.1 物理层规范	30
2.3.2 网络组成技术	31
2.4 100 Mb/s Ethernet	36
2.4.1 物理层规范	36
2.4.2 网络组成技术	38
2.5 1000 Mb/s Ethernet	39
2.5.1 物理层标准	39
2.5.2 网络组成技术	40
习题	41
第 3 章 令牌环网络	42
3.1 引言	42
3.2 Token-Ring	42

3.2.1	Token-Ring 介质访问控制方法	42
3.2.2	Token-Ring 物理层规范	45
3.2.3	网络组成技术	46
3.3	FDDI	48
3.3.1	FDDI 介质访问控制方法	48
3.3.2	FDDI 物理层规范	50
3.3.3	FDDI 站管理功能	52
3.3.4	网络组成技术	53
	习题	54
第 4 章	交换式网络	56
4.1	引言	56
4.2	交换式网络	57
4.2.1	集线器分类和结构	57
4.2.2	交换式集线器的实现技术	59
4.2.3	交换式网络组成技术	59
4.2.4	虚拟网络	61
4.3	ATM 网络	62
4.3.1	ATM 网络参考模型	63
4.3.2	ATM 网络组成技术	68
	习题	72
第 5 章	广域网	73
5.1	引言	73
5.2	X.25 网络	74
5.2.1	X.25 建议	74
5.2.2	分组交换网的组成及用户接入	78
5.2.3	中国公用分组交换网(CHINAPAC)	79
5.2.4	中国公用数字数据网(CHINADDN)	82
5.3	帧中继网络	83
5.3.1	帧中继的基本原理	85
5.3.2	帧中继网的组成及用户接入	87
5.3.3	帧中继业务应用	88
5.4	ISDN 网络	89
5.4.1	ISDN 的组成	89
5.4.2	ISDN 的用户/网络接口	90
5.4.3	ISDN 的业务功能	91
	习题	92
第 6 章	网络互连技术	93
6.1	引言	93
6.2	中继器	94
6.3	网桥	94
6.4	路由器	96
6.5	网关	99

习题	100
第 7 章 TCP/IP 协议	101
7.1 引言	101
7.2 网络接口	102
7.3 网际层	102
7.3.1 IP 地址	102
7.3.2 ARP 协议和 RARP 协议	104
7.3.3 IP 协议	105
7.3.4 ICMP 协议	108
7.4 传送层	111
7.4.1 TCP 协议	111
7.4.2 UDP 协议	117
7.4.3 传输层端口	118
习题	118

第二篇 NetWare 网络篇

第 8 章 NetWare 概论	122
8.1 引言	122
8.2 NetWare 网络组成	123
8.3 NetWare 文件系统	124
8.4 NetWare 网络体系结构	124
8.4.1 NetWare 开放协议技术	124
8.4.2 NetWare 协议标准	125
8.5 NetWare 安全性措施	126
8.6 NetWare 网络可靠性	127
8.6.1 NetWare 系统容错技术	127
8.6.2 NetWare 数据备份技术	130
习题	130
第 9 章 NetWare 目录服务	131
9.1 引言	131
9.2 对象基本特性	132
9.2.1 对象类型	132
9.2.2 对象和属性权限	132
9.2.3 对象命名	134
9.3 NDS 的管理	135
9.3.1 NDS 对象的管理	135
9.3.2 NDS 数据库的管理	135
9.4 NDS 的时间同步	137
9.5 NDS 的规划	138
9.6 NDS 的实施	139
习题	142

第 10 章 NetWare 软件安装	143
10.1 安装前的准备工作	143
10.2 NetWare 文件服务器软件安装	143
10.3 NetWare 工作站软件安装	152
10.4 NetWare 打印服务器软件安装	154
10.4.1 NetWare 网络打印服务	154
10.4.2 NetWare 打印服务器安装	155
10.4.3 NetWare 网络打印操作	156
10.4.4 定制打印环境	157
习题	158
第 11 章 NetWare 网络管理	160
11.1 引言	160
11.2 NDS 对象的管理工具——NETADMIN	160
11.2.1 建立 Container 对象	161
11.2.2 建立 Leaf 对象	162
11.2.3 更改对象的名称	165
11.2.4 移动对象的位置	165
11.2.5 删除对象	165
11.2.6 设置对象的属性	166
11.2.7 设置对象的文件和目录访问权限	168
11.2.8 设置对象的受托者和受托权	169
11.2.9 建立注册正本	170
11.3 文件和目录的管理工具——FILER	176
11.3.1 增加文件或目录的受托者和受托权	176
11.3.2 修改文件或目录的继承权过滤器	177
11.3.3 修改文件或目录的属性	177
11.4 目录服务数据库的管理工具——PARTMGR	178
11.4.1 建立分区	178
11.4.2 合并分区	179
11.4.3 建立、删除和重建复制区	179
11.5 网络事件的审计与跟踪工具——AUDITCON	180
习题	182
第 12 章 NetWare 实用程序	183
12.1 引言	183
12.2 服务器实用程序	183
12.2.1 可装入模块	183
12.2.2 控制台命令	184
12.3 工作站实用程序	187
12.3.1 基于 DOS 的文本界面实用程序	187
12.3.2 基于 Windows 的图形界面实用程序	188
习题	195

第三篇 Windows NT 网络篇

第 13 章 Windows NT 概论	198
13.1 引言	198
13.2 Windows NT 任务管理机制	199
13.3 Windows NT 文件系统	200
13.4 Windows NT 网络组成	200
13.5 Windows NT 网络体系结构	204
13.6 Windows NT 网络安全性	206
13.7 Windows NT 网络可靠性	209
习题	209
第 14 章 Windows NT 安装	210
14.1 Windows NT 网络的规划	210
14.2 Windows NT Server 的安装	212
习题	228
第 15 章 Windows NT 基本操作	229
15.1 启动和退出 Windows NT	229
15.2 界面与图标	231
15.3 使用联机帮助	232
15.4 打开和关闭程序	234
15.5 查看计算机资源	236
15.6 组织和管理文件夹	237
15.7 安装和删除程序	241
15.8 设置工作环境	242
15.9 系统管理工具	248
15.10 配置 DCOM 应用程序	250
15.11 设置网络环境	250
15.12 网络连接和文件共享	252
15.13 连接网络打印机	254
习题	256
第 16 章 网络用户管理	257
16.1 用户账号管理	257
16.1.1 域用户账号管理	257
16.1.2 非域用户账号管理	263
16.1.3 多域网络与账号类型	263
16.2 组账号管理	264
16.2.1 内置组	265
16.2.2 新组的创建和管理	268
习题	270
第 17 章 用户环境管理	271
17.1 用户环境	271

17.2 用户配置文件	271
17.3 系统策略编辑器	277
17.4 登录脚本	281
17.5 环境变量	282
习题	282
第 18 章 网络资源管理	283
18.1 网络资源共享	283
18.2 网络资源访问控制	285
18.2.1 设置 NTFS 权限	286
18.2.2 设置共享权限	291
18.2.3 设置共享打印机权限	292
18.2.4 共享权限应用示例	293
18.3 网络资源管理	293
习题	295

第四篇 Internet 篇

第 19 章 Internet	298
19.1 引言	298
19.2 Internet 中的主要网络	299
19.3 Internet 的连接方式	300
19.4 Internet 地址	301
19.5 Internet 的域名系统	303
19.6 Internet 的服务系统	305
19.6.1 Telnet 服务	306
19.6.2 E-mail 服务	308
19.6.3 FTP 服务	309
19.6.4 Gopher 服务	311
19.6.5 WWW 服务	314
习题	318
第 20 章 Internet 信息服务	319
20.1 引言	319
20.2 Internet Information Server 安装	320
20.3 Internet 服务管理	322
20.4 建立 WWW 服务	326
20.5 建立 FTP 服务	330
20.6 建立 Gopher 服务	332
20.7 用 HTML 编制网页	334
习题	340
参考文献	341

第一篇

计算机网络基础篇



1.1 引 言

在信息化社会中,计算机已从单一使用发展到群集使用。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群集工作,从而促进了计算机和通信这两种技术紧密的结合,形成了计算机网络这门学科。

计算机网络是指把若干台地理位置不同,且具有独立功能的计算机,通过通信设备和线路相互连接起来,以实现信息传输和资源共享的一种计算机系统。

也就是说,计算机网络是将分布在不同地理位置上的计算机通过有线的或无线的通信链路连接起来,不仅能使网络中的各个计算机(或称为节点)之间相互通信,而且还能通过服务器节点为网络中其它节点提供共享资源服务。所谓的网络资源包括硬件资源(如大容量磁盘、光盘以及打印机等),软件资源(如语言编译器、文本编辑器、工具软件及应用程序等)和数据资源(如数据文件和数据库等)。

对于用户来说,计算机网络提供的是一种透明的传输机构,用户在访问网络共享资源时,可不必考虑这些资源所在的物理位置。为此,计算机网络通常是以网络服务的形式来提供网络功能和透明性访问的。主要的网络服务有:

- 文件服务。它为用户提供各种文件的存储、访问及传输等功能。对于不同的文件,可以设置不同的访问权限,维护网络的安全性。这是一项最重要的网络服务。
- 打印服务。它为用户提供网络打印机的共享打印功能。它使得网络用户能够共享由网络管理的打印机。例如,每个网络用户都需要使用激光打印机输出高质量的文档。由于价格原因,不可能也不必每一台计算机都配备激光打印机,但可以把它作为网络打印机,使每个用户都能共享这台激光打印机,执行打印输出任务。
- 电子函件服务。它为用户提供电子函件(原译名为“电子邮件”)的转发和投递功能。电子函件是一种无纸化的电子信函,具有传递快捷、准确等优点,已成为一种现代化的个人通信手段。
- 信息发布服务。它为用户提供公众信息的发布和检索功能。例如,时事新闻、天气预报、股票行情、企业产品宣传以及导游、导购等公众信息的发布与远程检索。

网络服务还有很多种,如电视会议、电子报刊、新闻论坛、实时对话、布告栏等,并不断开发新的网络服务,以满足人们对网络服务的不同需求。

一个计算机网络系统主要由以下几个部分组成:

(1) 网络通信系统

它提供节点间的数据通信功能,这涉及到传输介质、拓扑结构以及介质访问控制等一系列核心技术,决定着网络的性能,是网络的核心和基础。

(2) 网络操作系统

它对网络资源进行有效管理,提供基本的网络服务、网络操作界面、网络安全性和可靠性措施等,是实现用户透明性访问网络所必不可少的人-机(网络)接口。

(3) 网络应用系统

它是根据应用要求而开发的基于网络环境的应用系统。例如,在机关、学校、企业、商业、宾馆、银行等各行各业中所开发的办公自动化、生产自动化、企业管理信息系统、决策支持系统、医疗管理服务系统、电子银行服务系统、辅助教学系统等各种应用系统。

计算机网络按各个节点分布的地理范围分类,可分成局域网 LAN(Local Area Network)和广域网 WAN(Wide Area Network)。两者的主要差别在于通信距离和传输速率。通常,局域网的通信距离一般限于几公里之内,传输速率为 $10 \sim 1\,000\text{ Mb/s}$ 。广域网的通信距离可达几十公里、几百公里,甚至几千、几万公里;传输速率则比较低,一般为 $1\,200\text{ b/s} \sim 2\text{ Mb/s}$ 。在一般情况下,局域网主要用来构造一个单位的内部网。例如,学校的校园网,企业的企业网等。它们属于该单位所有,单位拥有自主管理权,并且网络以资源共享为主要目的。广域网主要是指公用数据通信网,一般由国家委托电信部门建造、管理和经营,以数据通信为主要目的。一般用户若要使用广域网,就如同要使用电话系统那样:首先,用户要办理入网手续,安装线路和终端;然后,按月交纳租金和通信费用,这样才可入网。

自 1969 年世界上第一个计算机网络 ARPANET 在美国诞生后,经过近 30 年的发展,取得了惊人的成就,已成为社会信息化重要的支柱。尤其是近几年,无论是局域网还是广域网,在技术水平和应用规模上都跃上了一个新台阶。从我国实施的金桥(国家公用经济网)工程、金卡(电子货币)工程、金关(国家外贸信息管理系统)工程、金卫(国家医疗卫生信息管理系统)工程等金字号信息化工程,到 Internet 的兴起,都充分显示了计算机网络在社会信息化中的巨大作用和良好的发展前景。

1.2 数据通信技术

1.2.1 数据通信的基本概念

数据通信是指通过数据通信系统将数据以某种信号方式从一处安全、可靠地传送到另一处。数据通信包括数据传输和数据在传输前后的处理。这里涉及到以下几个基本概念。

1. 数据

数据被定义为有意义的实体,数据涉及到事物的形式,而信息涉及的则是数据的内容

和解释。数据有模拟数据和数字数据两种形式。

模拟数据是指在某个区间产生的连续的值。例如，声音和视频、温度和压力等都是连续变化的值。

数字数据只是有限个离散值。例如，文本信息和整数数列。它更便于存储、处理和传输。

2. 信号

信号是数据的表示形式，或称数据的电磁或电子编码。它使数据能以适当的形式在介质上传输。信号也有如下的模拟信号和数字信号两种基本形式。

模拟信号是在一定的数值范围内可以连续取值的信号，是一种连续变化的电信号（例如，某些物理量的测量结果，模拟计算机的输出）。这种电信号可以按照不同频率在各种介质上传输。

数字信号是一种离散的脉冲序列（例如，数字计算机的输出，数字仪表的测量结果）。它用恒定的正电压和负电压来表示二进制的 1 和 0 值，这种脉冲序列可以按照不同的位速率在介质上传输。

3. 传输

数据传输是指用电信号把数据从发送端传送到接收端的过程。传输信道为数据信号从发送端传送到接收端提供了物理通路。传输信道可能是由同轴电缆、光纤、双绞线等构成的有线线路，也可能是由地面微波接力或卫星中继等构成的无线线路，还可能由有线线路和无线线路的结合。传输信道给数据信号传输提供了通路，又会使信号畸变带来噪声和干扰，其结果是使数据在传输后造成差错，增大了数据传输的差错率。由于传输信道的传输介质特性不同，还会使信息传输速率受到限制。

模拟数据和数字数据都可以用模拟信号和数字信号来表示，因此也可以用这两种形式来传播。

一般来说，模拟数据是时间的连续函数，并且占有一定的频谱范围。这种数据可以直接用占有相同频谱范围的电信号来表示。传输这种模拟电信号的典型例子是电话传输系统。

作为声波，其声音数据的频率范围是 20 Hz~20 kHz。然而，大多数语音能量集中在 300~3 400 Hz 的范围内，比上述范围要窄得多。对于要清楚地辨别传播的声音来说，这个较窄的声频范围已经足够了。所以，话音信号的标准频谱是 300~3 400 Hz。电话传输系统中的电话设备以及电话线路都是依据这一频率范围而设计的。人的声音通过电话机产生频率为 300~3 400 Hz 的电信号，经过电话线和电话交换设备传输到另一端的电话机，再把电信号还原成原来的声音。

数字数据也可以用模拟信号来表示，在模拟信道上传输，这时要使用调制解调器(Modem)，使数字数据能与模拟信道的特性相匹配。Modem 的作用是通过一个载波频率把二进制电压脉冲序列调制转换成模拟信号，使这些数据能够适合于在音频电话线路上传输。在线路的另一端，再由 Modem 把模拟信号解调还原成原来的数据。

数字数据可直接表示成数字信号进行传输。但为了使之适宜于在信道上传播，通常需要对二进制数据进行编码，即使用编码解码器(Codec)将二进制数据编码成适合于传输的

数字信号形式。接收端的 Codec 再把信号解码成原来的数据。

模拟信号和数字信号都可以在合适的传输介质上传输,但两者在传输上是有一定差别的。

模拟传输是一种不考虑信号内容的信号传输方法。信号可以表示为模拟数据或表示为数字数据。无论是何种情况,在传输一定的距离之后,模拟信号都会衰减和畸变。为了实现长距离的传输,模拟传输系统则使用放大器来增强信号的能量,但同时也放大了信号中的噪声分量。其结果会导致信号发生畸变,严重时会造成传输错误。

数字传输与信号的内容有关。同样,长距离的传输会使信号衰减和畸变,这必然会破坏数据的完整性,故数字信号只能在一个有限的距离内传输。为了延长传输距离,数字传输系统则使用中继器(Repeater)来克服衰减和畸变。中继器将接收数字信号,经过整形恢复后,再将信号以新的面目发送出来,从而克服了信号的畸变和衰减。

在局域网中,主要采用数字传输技术。在广域网中,以模拟传输为主。随着光纤通信技术的发展,广域网中越来越多地采用数字传输技术,它在价格和传输质量上都优于模拟传输。

4. 传输速率

数据传输速率是指每秒钟所能传输的位数,可用 b/s(位/秒)来表示,它可按下式计算:

$$S = \frac{1}{T} \lg n$$

式中, T 为脉冲宽度(全宽码情况)或脉冲重复周期(归零码情况); n 为一个脉冲所表示的有效状态,即调制电平数; $\lg$ 是 $\log_2$ 的符号表示。

对于在数据传输系统中普遍采用的单位脉冲,只有两个有效状态,即 $n=2$ 。这时,其传输速率为:

$$S = \frac{1}{T} \lg 2 = \frac{1}{T}$$

该式表示每秒位数等于单位脉冲的重复频率。

另一种度量传输速度的单位是波特,也称调制速率。它反映了数据经过调制后的传输速率,也就是数据在调制过程中调制状态的每秒转换次数。调制速率为:

$$B = \frac{1}{T}$$

它与传输速率的关系为:

$$S = B \lg n$$

在二元制调制方式中, $S=B=1/T$ 。习惯上两者可以通用。在多元制调制方式中,两者是有区别的。例如,对于 2 400 b/s 的四相调制解调器,采用 $T=833 \times 10^{-6}$ s 的单位脉冲,该脉冲与两位组合的双位相对应,且状态数 $n=4$ 。因此用传输位数表示的数据传输速率为:

$$S = \frac{1}{T} \lg 4 = \frac{2}{833 \times 10^{-6}} = 2\,400 \text{ b/s}$$

而用传输过程中调制次数来表示调制速率时,则有

$$B = \frac{1}{T} = \frac{1}{833 \times 10^{-6}} = 1\,200 \text{ b/s}$$

可见，在多相调制方式中，传输速率和调制速率是不相同的。

1.2.2 数据编码技术

数据编码是将数据表示成适当的信号形式，以便于数据的传输和处理。在数据传输系统中，主要采用如下三种数据编码技术：

- 数字数据的模拟信号编码；
- 数字数据的数字信号编码；
- 模拟数据的数字信号编码。

1. 数字数据的模拟信号编码

这种编码方式是将数字数据调制成模拟信号进行传输。通常调制数字数据用三种载波特性(振幅、频率和相位)之一来表示并由此产生三种基本调制方式，参见图 1.1。

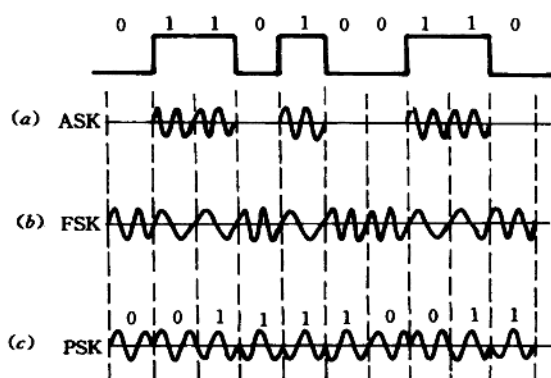


图 1.1 基本调制方式

(a) ASK; (b) FSK; (c) PSK

(1) 幅移键控法 ASK

ASK (Amplitude Shift Keying) 是用载波频率的两个不同振幅来表示两个二进制值。在有些情况下，用振幅恒定载波的存在与否来表示两个二进制字。ASK 方式易受增益变化的影响，是一种效率较低的调制技术。在音频电话线路上，通常只能达到 1 200 b/s 的传输速率。

(2) 频移键控法 FSK

FSK (Frequency Shift Keying) 是用载波频率附近的两个不同频率来表示两个二进制值。这种调制方式不易受干扰的影响，比 ASK 方式的编码效率高。在音频电话线路上，其传输速率为 1 200 b/s 或更高。

(3) 相移键控法 PSK

PSK (Phase Shift Keying) 是用载波信号的相位移动来表示二进制数据。在图 1.1(c) 中，信号相位与前面信号串同相位的信号表示 0，信号相位与前面信号串反相位的信号表