



万水计算机实用教程系列

计算机网络基础

实用教程

王路敬 主编

李江 王晓捷 编著

本书主要介绍了

- ◆ 计算机网络的基础知识
- ◆ 局域网的基础知识
- ◆ 流行局域网特点、软件、硬件
- ◆ 网络的安装、服务器的建立
- ◆ 组建局域网的方法



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

万水计算机实用教程系列

计算机网络基础实用教程

王路敬 主编

李 江 王晓捷 编著

中国水利水电出版社

内 容 简 介

本书在概要地介绍了计算机网络的基本知识和原理的基础上,详细地讲述了各种计算机网络技术,包括 Ethernet、FDDI、交换式网络、快速以太网和 ATM 的基本原理、构造、组网方法和网络互连技术,并通过实例讲述了计算机局域网的规划和设计方法;从实用的角度介绍了 Internet 的基本知识,计算机单机、局域网联入 Internet 的途径,并从网页浏览、电子邮件等几个方面向读者讲述如何利用 Internet 上的丰富资源。

本书面向计算机网络用户,从基础出发、侧重应用、内容新颖、实用,特别适用于作计算机网络及 Internet 的推广、普及教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础实用教程 / 王路敬主编; 李江等编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2000.6

(万水计算机实用教程系列)

ISBN 7-80124-673-X

I. 计… II. ①王… ②李… III. 计算机网络-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 30960 号

书 名	计算机网络基础实用教程
主 编	王路敬
作 者	李 江 王晓捷 等
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京北医印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 316 千字
版 次	2000 年 6 月第一版 2000 年 6 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	16.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

编者语

计算机科学技术的发展至今已有五十多年的历史了，它经历了三个重要的发展阶段。1946 年第一台计算机的诞生是人类科学发展史上的一个重要的里程碑；第二个发展阶段在 20 世纪 80 年代，微型计算机的出现开始了计算机普及使用的时代；第三个重要的发展阶段便是从 20 世纪 90 年代开始，计算机国际互联网络 Internet 的出现开创了以网络应用为核心的无所不在的计算机技术时代。

计算机网络的出现，使世界变得越来越小、生活节奏越来越快，为信息化社会的发展奠定了技术基础。

Internet（英特网）是当今世界上最大的国际性互联网络，范围达 150 多个国家和地区。同时它又是全球最大的信息资源宝库，几乎包含了人类活动的方方面面。

随着计算机网络技术的发展和 Internet 的建设，许多企业、学校都在建立或者考虑建设计算机网络，新世纪的到来将在我国出现第三次普及计算机的高潮，这次高潮的切入点是计算机网络的使用，其对象是面向一切有文化的人群。我们编写此书的目的就是使读者能够通过此书掌握计算机网络技术的基本知识和方法，为建立自己的计算机网络和应用计算机网络打下一定的基础。

本书根据计算机网络技术的发展特点，对那些在实际中应用不是很广泛的技术不作介绍，并从系统组成的角度来介绍计算机网络实用技术。对软件的介绍，选用的都是当今最新的版本，代表了今后一段时间内的主流应用。

本书主要介绍了计算机网络的基本知识、组网的应用技术、网络设计方法、网络软件的安装、Internet 的基本知识、单机和局域网联入 Internet 的方法、Internet 上的应用技术。

全书分为七章：

第一章——主要介绍网络的基本知识，包括网络的概念及分类、数据通信技术、数据交换技术、传输介质、网络拓扑结构、网络体系结构及 TCP/IP 协议。

第二章——介绍了几种比较流行的网络技术，包括 Ethernet 网络、FDDI 网络、交换式局域网、快速以太网（100BASE-T 快速以太网、100VG-AnyLAN 网络、千兆位以太网）及 ATM 高速网络技术，还介绍了网络互连技术。

第三章——从网络工程角度介绍如何设计计算机网络，从网络规划的基本原理到具体的设计、实施，详细讲述了网络的设计方法，可行性研究与计划、需求分析、方案设计、设备选型、投资预算和编写技术文档。此外还介绍了一个网络实例供读者参考。

第四章——介绍了 Internet 的概念及其发展，使读者对 Internet 有一个全面的认识。此外还对 WWW、HTTP 和 URL 以及其他 Internet 所提供的服务作了简明的介绍。

第五章——介绍了单机联入 Internet 的方法。以 Windows 98 为例，详细讲述了 Windows 98 的联网组件及其安装、设置；调制解调器的安装与设置；拨号网络的设置，并将 Windows 98 下的相关网络组件都作了实用性介绍。

第六章——介绍了小型局域网联入 Internet 的方法。包括 Windows 98 局域网的设置、Windows NT 局域网的设置和利用代理服务器软件将局域网联入 Internet 的方法。

第七章——从网页浏览、电子邮件等几个方面向读者讲述 Internet 重要工具软件 Internet Explorer、Outlook Express、NetMeeting、Chat 和其他 Windows 98 的常用网络工具的使用方法。

本书第一章、第二章、第三章由李江编写，第四章、第五章、第七章由王晓捷编写，第六章由王晓捷和李江共同编写，全书由王路敬主编。

在本书的编写的过程中，参阅了大量的技术资料，恕不能在此一一列出。由于编写时间仓促，水平有限，书中缺点和错误在所难免，殷切期望广大读者批评指正。

编者

2000.4

目 录

编者语

第一章 计算机网络基础.....	1
1.1 计算机网络概述.....	1
1.1.1 网络概念.....	1
1.1.2 网络构成.....	1
1.1.3 网络分类.....	1
1.2 数据通信技术.....	2
1.2.1 数据通信的基本概念.....	2
1.2.2 数据编码技术.....	3
1.2.3 多路复用技术.....	6
1.2.4 通信操作方式.....	8
1.2.5 异步传输和同步传输.....	8
1.2.6 差错控制.....	10
1.3 数据交换技术.....	11
1.3.1 线路交换.....	11
1.3.2 报文交换.....	12
1.3.3 分组交换.....	13
1.3.4 三种数据交换技术比较.....	14
1.4 网络传输介质.....	14
1.4.1 双绞线.....	14
1.4.2 同轴电缆.....	15
1.4.3 光导纤维.....	15
1.4.4 视线介质.....	15
1.4.5 综合布线系统.....	16
1.5 网络拓扑结构.....	17
1.5.1 星形结构.....	18
1.5.2 环形结构.....	18
1.5.3 总线形结构.....	18
1.6 网络体系结构与网络协议.....	19
1.6.1 网络体系结构.....	19
1.6.2 ISO 的 OSI 参考模型.....	19
1.6.3 IEEE802 局域网标准.....	22

1.6.4	介质访问控制协议	24
1.7	TCP/IP 协议	25
1.7.1	TCP/IP 协议简介	25
1.7.2	TCP/IP 协议的层次	26
1.7.3	TCP/IP 协议组说明	27
1.7.4	TCP/IP 的高层网际服务	29
	复习与思考题	32
第二章	计算机网络技术	33
2.1	以太网	33
2.1.1	引言	33
2.1.2	Ethernet 技术规范	33
2.1.3	Ehternet 网络组成	38
2.1.4	Ethernet 网络产品	43
2.2	FDDI 网络	45
2.2.1	引言	45
2.2.2	FDDI 网络组成	45
2.2.3	FDDI 网络产品	46
2.3	交换式网络	48
2.3.1	引言	48
2.3.2	集线器的分类与结构	49
2.3.3	交换式集线器的实现技术	52
2.3.4	交换式网络的组网	52
2.3.5	虚拟网络	54
2.4	快速以太网	56
2.4.1	100BASE-T 网络	57
2.4.2	100VG-AnyLAN 网络	60
2.4.3	千兆位以太网	62
2.5	ATM 高速网络技术	64
2.5.1	简介	64
2.5.2	面向局域的 ATM 网络产品	65
2.5.3	ATM 的应用	66
2.6	计算机网络互联技术	68
2.6.1	引言	68
2.6.2	中继器	69
2.6.3	网桥	69
2.6.4	路由器	72
2.6.5	网关	73

复习与思考题	74
第三章 构造局域网	75
3.1 网络的规划与设计方法	75
3.1.1 网络规划的基本原理及其作用	75
3.1.2 网络总体设计	77
3.1.3 网络拓扑结构的选择	77
3.1.4 网络设备的选型与比较	79
3.1.5 网络实施	90
3.2 网络实例	92
3.2.1 需求分析	92
3.2.2 方案设计原则	93
3.2.3 校园网规划	93
复习与思考题	94
第四章 Internet 基础	96
4.1 认识 Internet	96
4.1.1 Internet 的概念	96
4.1.2 Internet 的发展	96
4.1.3 Internet 在我国的发展	97
4.1.4 Internet IP 地址和域名	98
4.1.5 中国 Internet 域名体系结构	100
4.1.6 Internet 通信协议	101
4.2 环球网 WWW	101
4.2.1 WWW 的含义	101
4.2.2 超文本传输协议与统一资源定位符	102
4.3 Internet 主要应用简介	103
4.3.1 电子邮件 Email	103
4.3.2 文件传输服务 FTP	104
4.3.3 远程登录 Telnet	105
4.3.4 电子新闻	106
4.3.5 其他应用	107
复习与思考题	108
第五章 微型计算机与 Internet 连接	110
5.1 微型计算机连接 Internet 的方式	110
5.2 从 Windows 98 上 Internet	111
5.2.1 Windows 98 内置的网络工具	111
5.2.2 调制解调器与电话线的安装	112
5.2.3 Windows 98 网络组件的安装	112

5.2.4 Windows 98 网络组件的设置	114
复习与思考题	125
第六章 局域网连接 Internet	126
6.1 Windows 98 局域网设置	126
6.1.1 安装网络组件	126
6.1.2 设置网络共享资源	129
6.1.3 使用网络共享资源	131
6.2 Windows NT 局域网设置	132
6.2.1 Windows NT 网络概念	133
6.2.2 连接 Windows NT	135
6.2.3 使用 Windows NT 网络资源	141
6.3 局域网连接 Internet	146
6.3.1 局域网连接 Internet 方案	146
6.3.2 局域网环境的配置	147
6.3.3 通过 Win Gate 连接 Internet	148
复习与思考题	155
第七章 Internet 的应用	156
7.1 Internet Explorer 5.0 的使用	156
7.1.1 安装 Internet Explorer 5.0	156
7.1.2 Internet Explorer 5.0 主界面	161
7.1.3 “文件”菜单	163
7.1.4 “编辑”菜单	164
7.1.5 “查看”菜单	165
7.1.6 “收藏”菜单	166
7.1.7 “工具”菜单	168
7.2 Outlook Express 的使用	169
7.2.1 Outlook Express 主界面	169
7.2.2 “文件”菜单	172
7.2.3 “编辑”菜单	174
7.2.4 “查看”菜单	175
7.2.5 “工具”菜单	176
7.2.6 “邮件”菜单	186
7.3 Internet Explorer 5.0 和 Outlook Express 应用技巧	187
7.3.1 Internet 免费电子邮箱的申请和使用	187
7.3.2 IE 5.0 的常用技巧	193
7.4 NetMeeting 的使用	193
7.4.1 NetMeeting 主界面	195

7.4.2	NetMeeting 的设置	198
7.4.3	“呼叫”菜单	201
7.4.4	“查看”菜单	202
7.4.5	“工具”菜单	203
7.4.6	“快速拨号”菜单	205
7.5	Chat 的使用	206
7.5.1	Chat 的主界面	206
7.5.2	Chat 的设置	208
7.5.3	“文件”菜单	209
7.5.4	“编辑”菜单	210
7.5.5	“查看”菜单	210
7.5.6	“格式”菜单	213
7.5.7	“闲聊室”菜单	214
7.5.8	“聊客”菜单	214
7.6	Windows 98 自带网络工具的简单应用	214
7.6.1	Ping	214
7.6.2	Winipcfg	215
	复习与思考题	216

第一章 计算机网络基础

1.1 计算机网络概述

1.1.1 网络概念

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联接起来，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他节点提供共享资源服务。计算机网络资源包括硬件资源（如大容量磁盘、光盘、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）。其中，最重要的是数据资源。

1.1.2 网络构成

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。它提供节点之间的数据通信功能，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的管理，提供基本的网络服务、网络操作界面、网络安全性和可靠性等措施，是实现用户透明性访问网络所必不可少的人机（网络）的接口。

（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。

1.1.3 网络分类

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，局域网的通信距离限于几公里以内，传输速率为 10~100Mb/s，1000Mb/s 的局域网也正在研制之中。广域网的通信距离能达到几十公里、几百公里，甚至几千、几万公里；但传输速率比较低，一般为 1200b/s~2Mb/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。它们归单位所有，单位拥有

自主管理权，其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，一般由国家委托有关部门建造、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；在使用时，按月交纳租金和通信费用，这样才可以入网。

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，已经成为社会信息化的重要支柱。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踏上了一个新台阶。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，到因特网 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

数据通信是通过数据通信系统将数据以某种信号方式从一个地方安全可靠地传送到另一个地方。数据通信包括数据传输和数据传输前后的处理。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、视频、温度和压力等都是连续变化的值。数字数据是指在某个区间产生的离散的值。例如，文本信息和整数。

（2）信号。

信号是数据的表示形式，或称数据的电磁编码或电子编码。它使数据能以适当的形式在通信介质上传输。

信号也有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、模拟计算机的输出等）。这种电信号可以按照不同频率在各种通信介质上传输。

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等）。它用恒定的正电压和负电压来表示二进制的 0 和 1 值，这种脉冲序列可以按照不同的速率在通信介质上传输。

（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电通路。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,还可能是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,但可能会使信号畸变,以至于带来噪声和干扰,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。

模拟信号和数字信号都可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。而数字传输与信号的内容有关。

在局域网中,主要采用数字传输技术。在广域网中则以模拟传输为主。随着光纤通信技术的发展,广域网中越来越多地开始采用数字传输技术,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 (单位/秒) 来表示,它可按下式计算: $S = (1/T) \lg n$

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 是一个脉冲所表示的有效状态,即调制电平数; $\lg$ 是 $\log$ 以 2 为底的符号表示。

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: $S = (1/T) \lg 2 = 1/T$

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: $B = 1/T$

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 2400b/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:

$$S = (1/T) \lg 4 = 2 / (833 \times 10^{-6}) = 2400b/s$$

而用传输过程中调制次数来表示调制速率时,则有

$$B = (1/T) = 1 / (833 \times 10^{-6}) = 1200b/s$$

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。

(1) 幅移键控法 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值。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 1200b/s 的传输速率。

(2) 频移键控法 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 1200b/s 或更高。

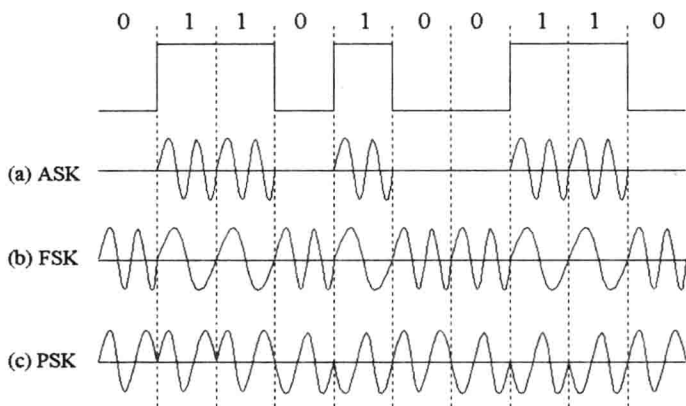


图 1.1 基本调制方式

(3) 相移键控法 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示 1。PSK 方式也可以用于多相的调制, 如在四相调制中可把每个信号串编码为两位。PSK 方式具有较强的抗干扰能力, 而且比 FSK 方式编码效率更高。在音频线路上, 传输速率可达 9600b/s。

这些基本调制技术也可以组合起来使用。常见的组合是 PSK 和 FSK 方式的组合及 PSK 和 ASK 方式的组合。

2. 数字数据的数字信号编码

对于传输数字信号来说, 最普通且最容易的方法是用两个不同的电压值来表示两个二进制值。例如, 用无电压来表示 0, 用恒定的正电压表示 1; 也有用正电压表示 1, 而用负电压表示 0。常用的数字信号编码有不归零 NRZ 编码 (Non-Return to Zero)、曼彻斯特编码 (Manchester) 及差分曼彻斯特编码 (Differential Manchester), 如图 1.2 所示。

(1) NRZ 编码。

在 NRZ 编码中, 用正电压表示 1, 用负电压表示 0, 并且在表示一个码元时, 电压均无需回到零, 故称不归零编码。NRZ 编码的特点是, 它是一种全宽码, 即一位码元占一个单位脉冲的宽度。全宽码的优点一是每个脉冲宽度越大, 发送信号的能量就越大, 这对于提高接收端的信噪比相当有利; 二是脉冲时间宽度与传输带宽成反比关系, 即全宽码在信道上占用较窄的频带, 并且在频谱中包含了码位的速度。

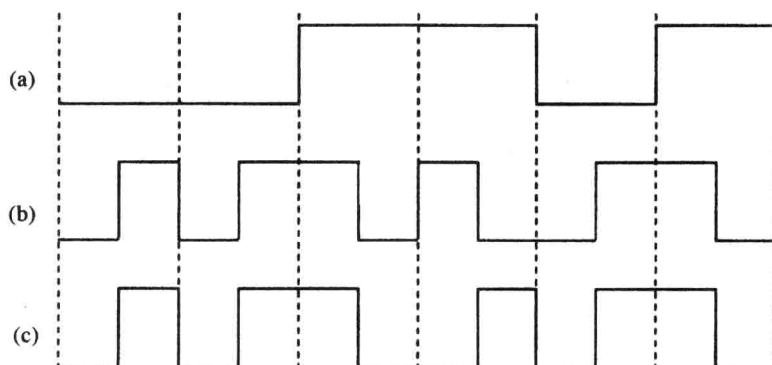


图 1.2 常用的数字信号编码

(a) 不归零制编码 (b) 曼彻斯特编码 (c) 差分曼彻斯特编码

NRZ 编码的主要缺点是：当出现连续 0 或连续 1 时，首先是难以分辨一位的结束和另一位开始，这需要通过某种方法在发送端和接收端提供同步或定时处理；其次是会产生直流分量的积累问题，这将导致信号的失真与畸变，使传输的可靠性降低，并且由于直流分量的存在，使得无法使用一些交流耦合的线路和设备。因此，过去大多数数据传输系统都不采用这种编码方式。

近年来，随着 100Mb/s 高速网络技术的发展，NRZ 编码受到人们的关注，并成为主流编码技术，在 FDDI、100BASE-T 及 100VG-AnyLan 等高速网络中都采用了 NRZ 编码。其原因是在高速网络中要求尽量降低信号的传输带宽，以利于提高传输的可靠性和降低对传输介质带宽的要求。而 NRZ 编码中的码元速率与编码时钟速率相一致，具有很高的编码效率，符合高速网络对信号编码要求。至于当出现连续 0 或连续 1 时所产生的同步和直流分量积累问题，是通过加一级预编码器来解决的。也就是，NRZ 并非单独应用，而是采用两级编码方案。第一级是采用如 4B5B、5B6B 等预编码器，对数据流进行编码，编码后的数据流不会出现连续 0 或连续 1；然后再进行第二级的 NRZ 编码，实现数据信号的传输。这种两级编码方案，在增加 1 个编码位的情况下，其编码效率仍可达到 80% 以上。

(2) 曼彻斯特编码。

在曼彻斯特编码中，用电压跳变的相位不同来区分 1 和 0，即用正的电压跳变表示 0；用负的电压跳变表示 1。因此，这种编码也称为相位编码。由于跳变都发生在每一个码元的中间，接收端可以方便地利用它来作为位同步时钟，因此这种编码也称为自同步编码。以太网 (Ethernet) 采用的是这种曼彻斯特编码。

(3) 差分曼彻斯特编码。

差分曼彻斯特编码是曼彻斯特编码的一种修改格式。其不同之处在于：每位的中间跳变只用于作同步时钟信号；而 0 和 1 的取值判断是用位的起始处有无跳变来表示（若有跳变则为 0；若无跳变则为 1）。这种编码的特点是每一位均用不同电平的两个半位来表示，

因而始终能保持直流的平衡。这种编码也是一种自同步编码。

令牌环 (Token-Ring) 采用的是这种差分曼彻斯特编码。

这两种曼彻斯特编码主要用于中速网络 (Ethernet 为 10Mb/s, Token-Ring 最高为 16Mb/s) 中, 而高速网络并不采用曼彻斯特编码技术。其原因是它的信号速率为数据速率的两倍, 即对于 10Mb/s 的数据速率, 则编码后的信号速率为 20Mb/s, 编码的有效率为 50%。对于 100Mb/s 的高速网络来说, 200Mb/s 这样高的信号速率无论对传输介质的带宽的要求, 还是对传输可靠性的控制都未免太高, 将会增加技术的复杂性和实现成本, 难以推广应用。因此, 高速网络主要采用两级的 NRZ 编码方案。而中速网络采用曼彻斯特编码方案, 尽管它增加了传输所需的带宽, 但在实现上简单易行。

3. 模拟数据的数字信号编码

在数字化的电话交换和传输系统中, 通常需要将模拟的语音数据编码成数字信号后再进行传输。这里常用的是一种称为脉冲编码调制 PCM (Pulse Code Modulation) 的编码技术。PCM 编码是以下面的采样定理为基础的。

采样定理: 如果在规定的时间内, 以有效信号 $F(t)$ 最高频率的两倍或两倍以上速率对该信号进行采样的话, 则这些采样值中就包含了无混叠而又便于分离的全部原始信号信息。利用低通滤波器可以不失真地从这些采样值中重新构造出 $F(t)$ 。

语音数据的最高频率通常为 3400Hz。如果 8000Hz 的采样频率对语音信号进行采样的话, 则在采样值中包含了语音信号的完整特征。由此而还原出的语音是完全可以理解和可识别的。

对于每一个采样值还需要用一个二进制代码来表示, 二进制代码的位数代表了采样值的量化精度。语音信号通常采用 8 位二进制代码来表示一个采样值。这样, 对话音信号进行 PCM 编码后所要求的数据传输速率为:

$$8\text{bit} \times 8000 \text{ 次采样/秒} = 64000\text{b/s} = 64\text{kb/s}$$

PCM 编码不仅可用于数字化语音数据, 还可用于数字化图像等模拟数据。例如, 彩色电视信号的带宽为 4.6MHz, 采样频率为 9.2MHz。如果采用 10 位二进制编码来表示每个采样值, 则可以满足图像质量的要求。这样, 对电视图像信号进行 PCM 编码后所达到的数据速率为 92Mb/s。

1.2.3 多路复用技术

无论是广域网还是局域网, 都存在这样一个事实, 即传输介质的带宽大于传输单一信号所需的带宽。为了有效地利用传输系统, 通常采用多路复用 (Multiplexing) 技术以同时携带多路信号来高效率地使用传输介质。多路复用主要有两种: 频分多路复用 FDM (Frequency Division Multiplexing) 和时分多路复用 TDM (Time Division Multiplexing)。

1. FDM

FDM 是基于这样的前提: 传输介质的可用带宽必须超过各路给定信号所需带宽的总和。如果将这几路信号中的每路信号都以不同的载波频率进行调制, 而且各路载波频率之间留有一定的间隔以使各路信号带宽不相互重叠, 那么这些信号就可以同时在通信介质上

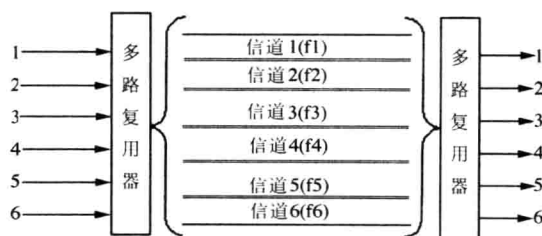
传输。

FDM 的一般情况如图 1.3 (a) 所示。在图中, 6 路信号源输入到一个多路复用器中, 这个多路复用器以不同的频率调制第一个信号。每一路信号需要一个以它的载波频率为中心的一定带宽, 图中的 $f(1) \sim f(6)$ 便是对应于 6 路信号各自要求的带宽, 即 6 路信道。为了防止各路信道之间的干扰, 相邻的信道之间用保护带隔离开。保护带是带宽中不用的部分。 $f(1) \sim f(6)$ 以及各个保护带宽之和要小于或等于传输介质的可用带宽。

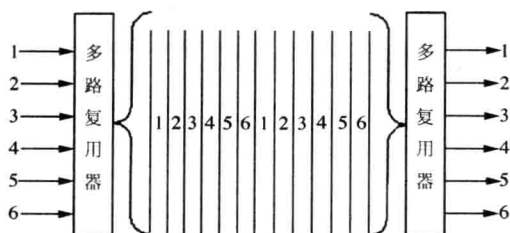
当携带多路信号的载波通过传输介质传送到另一端的多路复用器后, 再解调 (还原) 成各个单路信号, 输出到各自对应的输出线上。

2. TDM

TDM 是基于这样的前提: 传输介质能达到的位传输率应超过各路传输数字数据所需的数据传输率的总和。如果每个信号按时间先后轮流交替地使用单一信道, 那么, 多个数字信号的传输便可在宏观上同时进行。对单一信道的交替使用可以按位、字节或块等为单位来进行。在图 1.3 (b) 中, 多路复用器有 6 路输入, 设每路输入为 9600b/s, 具有 57.6Kb/s 的传输介质便可以传输这 6 路信号。具体的实现方法是: 规定传送一个数据单元所需要的时间为一个时间片, 每输入一次传送一个数据单元, 6 个时间片便可将 6 路输入轮流输入一次, 这 6 个时间片便构成一帧 (Frame)。对于某一 TDM, 帧长是固定的, 即帧所具有的时间片数等于输入的个数。若在某个时间片内, 对应的输入没有数据要发送, 则在该时间内发送空信号。所以 6 路输入是平均分配使用高速传输介质。与 FDM 类似, 专用于某一特定信号源的时间片序列称为它的信道。



(a) FDM



(b) TDM

图 1.3 多路复用

TDM 又分为同步 TDM 和异步 TDM。图 1.3 (b) 所示的 TDM 方案称为同步 TDM。它的每个时间片长度固定且预先指定, 因而从各个信号源发送的定时是同步的。与此相反,