



跨世纪计算机实用技术丛书

网间网技术及其应用

陈廷标 黄锡伟 编 著
宋永江 李蔷薇

东南大学出版社

网间网技术及其应用

编著 陈廷标 黄锡伟
宋永江 李蔷薇
主审 张福炎

东南大学出版社

内 容 提 要

本书较为全面地介绍了网间网技术及其应用和发展。全书共分两大部分,第一部分是基本技术,包括 TCP/IP 协议族中的主要协议、网络信息组织的超文本/超媒体技术、通用网络编程语言 Java 及 Web 快速编程语言 JavaScript 等;第二部分是网间网技术的几个主要应用,包括国际互联网 Internet、企业网 Intranet 和网络计算机 NC 等。

本书读者对象是具有计算机、通信、信息工程等基础知识的高年级本科生和研究生以及相关的工程技术人员。

责任编辑 冉榴红 王小然
责任校对 翟宇
责任印制 王小宁

JS483/05

网间网技术及其应用

陈廷标 主编

*

东南大学出版社发行

(南京四牌楼2号 邮编 210018)

江苏省新华书店经销 南京雄州印刷厂印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 22.5 字数 559 千

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—4000 册

ISBN 7-81050-355-3/TP·52

定价: 30.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)

《跨世纪计算机实用技术》丛书

编委会名单

主 编:徐福培

副主编:夏德深 孙志挥

编 委:(以姓氏笔划为序)

孙志挥	吴乐南	陈天授
陈廷标	陈金水	周先华
夏德深	范建新	徐福培
黄凤英	傅德胜	

《跨世纪计算机实用技术》丛书总序

我们正处在一个世纪之交的伟大历史时期。当今社会的计算机应用出现了很多新的特征:办公自动化系统和管理信息系统的实现使社会、生产的管理完全改变了传统的方式;集计算机辅助设计、制造和决策管理为一体的计算机集成制造系统使生产制造过程得到新的飞跃;计算机网络 INTERNET 将世界连成一体,并以一种神奇的方式推动着社会的变革;计算机进入出版业,出现了排版印刷技术的革命;多媒体技术融入社会,更以一种非同寻常的力量推动着信息社会的发展,人们就在这瞬息万变的发展中即将跨入一个新的世纪。

随着 21 世纪的临近,人们面临着各种严峻的挑战,我们必须把人才的培养作为迎接挑战最紧迫的对策。为了适应世纪之交计算机人才培养的需要,我们向读者奉献一套《跨世纪计算机实用技术丛书》。作者编写这套丛书的宗旨为:

1. 介绍 20 世纪最后 10 年计算机技术在其重要应用领域的现状、发展方向以及前景展望。希望读者从这套丛书中,得到感知,获得鼓舞和力量。

2. 力求面向实际,作为实用技术的工具和指南。希望读者得益于它,在世纪之交的计算机应用工作中,能够得到具体的帮助,取得实效。

3. 从本世纪之末到下世纪之始,计算机科学与技术领域新事物肯定层出不穷,本丛书将不断把新颖实用的内容奉献给读者,作者们将与读者一起跨越世纪,在各领域计算机应用中不断前进。

这一套丛书的内容涉及数据库系统、网络通信、多媒体、图像处理、电子出版、系统仿真、计算机辅助设计、计算机硬件及软件新平台、操作系统以及语言等方面。我们尽了很大的努力期望本丛书能很好地为读者服务,但由于水平所限,难免有错误和疏漏之处,希望读者和专家们不吝赐教。

《跨世纪计算机实用技术》丛书编委会

1997 年 5 月

前 言

当今世界已经进入信息时代, 计算机和通信网是主要的信息基础设施。网络就是计算机。实现全球信息传输和资源共享, 走开放系统之路, 实现开放系统环境, 从而建成信息高速公路, 这是全世界追求的目标。

全书可分为两大部分。第一部分是网间网基本技术, 包括数据通信基础知识、TCP/IP 协议、网络信息组织的超文本/超媒体技术、通用网络编程语言 Java 和 Web 快速编程语言 JavaScript 等; 第二部分是网间网技术的几个主要应用, 包括国际互联网 Internet、企业网 Intranet 和网络计算机 NC 等。现将各部分内容简介如下, 以期引导读者有目的阅读。

在网间网中传输和处理的各种媒体都是以数据形式出现, 因此本书开始介绍一些数据通信的基础知识, 对于已具备这方面知识的读者可以跳过这一章。

以 TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) 协议为基础的网间网技术是当今计算机网络通信环境的基本技术, 其中许多概念、方法和思路是引导计算机通信网发展的精髓。TCP/IP 优良的开放性使它向下能包容各种现有的和不断出现的技术, 向上能满足各种用户的多种通信和应用需求, 而且都能做到高速、高效和高可靠。虽然相应的 ISO/OSI (International Standard Organization/Open System Interconnection) 国际标准对网间网起规范和导向作用, 但 ISO/OSI 是作为国际标准制定的, 它要考虑和照顾多方面因素, 不得不采用许多折衷方案, 使得协议变得非常复杂。而 TCP/IP 已经有 30 多年的应用实践, 具有先入为主的优势, 已经成为事实的工业标准, 因此在未来的网络标准化中, TCP/IP 和 ISO/OSI 谁主沉浮, 尚难以定论。从实际应用角度出发, 特别是企业界中许多大型公司如 IBM, DEC, ORACLE 等众多操作系统和分布式数据库厂商都已宣布支持 TCP/IP, 而相应支持 ISO/OSI 的力量目前还很有限。因此, 本书的重点是介绍 TCP/IP。

随着全球信息传输和资源共享的迫切需要, 特别是国际互联网 Internet 的广泛使用, 人们已不满足传统的线性信息组织结构。以超文本/超媒体技术为核心的全球信息网 WWW (World Wide Web) 已逐步成为网络主体应用系统。为此, 本书介绍网间网向多媒体方向发展的一些主要技术。

随着国际互联网 Internet 的广泛应用, 网中的硬件平台和软件操作系统混杂, 迫切需要开发一种与硬件和软件平台无关的编程语言。为此, 美国 Sun 公司 1995 年推出了 Java 编程语言, 它具有简洁、安全、容错力强、跨平台、分布式、多线程等特点, 是目前网络世界中的最流行的编程语言。对于 Java, 我们先介绍基本语法, 由于这部分和 C++ 语言基本相同, 所以熟悉 C++ 的读者可以跳过这部分内容。继而介绍 Java 平台的独立性实现机制——虚拟机和实现程序并行的多线程机制。紧接着是三种网络编程方法。

对于 Internet 一些简单应用, Java 显得过于复杂, 功能太多。因此, Netscape 公司推出为其浏览器扩展设计的内嵌语言——JavaScript 语言。现已有几十家公司宣布支持它, 可望成为 Internet 的网络脚本语言标准。JavaScript 和 HTML 配合使用, 使编程人员可以快速编写客户程序。JavaScript 语言可望成为开发无版权的自由使用的 Internet 标准。因此我们将扼要介绍 JavaScript 的基本语法格式, 并对相关类作简要说明。

在介绍了上述网间网主要技术之后, 再介绍其几种实际应用: 国际互联网 Internet、企业网 Intranet 和网络计算机 NC。

以 TCP/IP 为基础的 Internet 是网间网技术的最为广泛的应用。为此, 本书从实用角度出发介绍 Internet 各种服务方式的软件获取、安装和使用方式, 其中包括: 电子邮件 E-mail、

远程登陆 TELNET、文件传输 FTP、文档查询 Archie、通信讨论组 LISTSERVE 和 Majordomo、网络新闻 usenet、基于菜单的查询服务 Gopher、基于关键词查询 WAIS、基于多媒体信息查询 WWW 等。为适应中国大量是基于微机和拨号入网方式运用环境,各种服务方式都有微机用户使用方法的介绍。考虑到大量用户只是获取信息,所以重点是介绍客户机的工作。但为使读者对 Internet 有个全面的了解,对有关网上提供信息的主要服务器也作了扼要介绍,其中包括 FTP 服务器、Gopher 服务器和 WWW 服务器。

随着企业信息管理计算机化和网络化的发展,一种开放的、能够获得多种平台和产品支持的,可以把各种信息媒体按需传送的统一友好用户界面的集成环境——企业网 Intranet 应运而生。从概念上讲,Intranet 是 Web、Firewall(防火墙)、Proxy(代理)和 Authenticity(认证)、Database(数据库)等技术集成的一种虚拟专用网,而并不是指某一套具体的网络软件。由于 Intranet 组建简单,使用方便,费用低廉,而且可以满足绝大部分企业信息管理的需要,所以很受用户欢迎。从目前发展情况来看,Intranet 的发展可能会超过 Internet。为此,我们从 Intranet 应用角度出发,先扼要介绍对数据库的访问,Web 浏览器的使用、Web 服务器组建等基本技术,重点介绍实现虚拟专用网的加密技术和保证 Intranet 安全的防火墙技术,最后给出两个 Intranet 实例。

随着 Internet/Intranet 的广泛应用,特别是多媒体业务的加入,急需一种普遍使用的网络终端。现在绝大部分普通用户都是以 PC 机为基础,对网络应用来讲,按数值计算体系结构设计的个人计算机并不适合网络信息查询应用。作为网络用户的工作平台应该侧重于诸如声音、图形、图像等多媒体信息的处理功能,这样就出现了形形色色为适应网络环境的网络计算机 NC(Network Computer)。目前网络计算机的概念很乱。我们认为,从总体概念上讲,网络计算机是客户/服务器分布式网络的一种客户端设备。虽然不同网络计算机的硬件和软件环境不同,但采用的基本技术大同小异,其中主要是廉价的微处理器,微内核操作系统,与平台无关的编程语言,快速方便的联网访问功能等。因此,我们主要介绍上述几个主要技术和几种典型的实现形式,供读者参考。其中的一些技术发展的学术论点互不统一,甚至针锋相对,这是任何一种新的技术初始阶段的必然现象。我们希望由此启发读者的独立思考和创造能力。

本书由陈廷标教授主编,黄锡伟博士编写第 3、4、5 章,宋永江博士编写第 7、8 章部分,李蔷薇编写第 6、7 章部分,参与本书编写工作的还有南京邮电学院的王岚副教授和万彭老师,深圳广宇集团刘凯和深圳电信局杨柳同志为本书的编写提供了不少宝贵资料和修改意见,在此谨表谢意。

由于本书中涉及的技术和实际应用发展迅速、不断变化,我们也只是从多种资料中摘录汇编出来,所述技术方案和一些数据仅供读者参考。由于时间仓促,加之作者水平和能力有限,缺点和错误在所难免,恳请读者赐教,不胜感激。

编 者

1998 年 6 月于南京

目 录

1	数据通信的基础知识.....	1
1.1	数据通信的基本特点	1
1.2	数据通信系统模型	2
1.3	数据传输基本知识	3
1.3.1	数据信号波形和代码.....	3
1.3.2	数据的传输	4
1.3.3	传输媒体共享技术	5
1.4	差错控制	6
1.4.1	自动检错重发法 ARQ(Automatic Repeat ReQuest)	6
1.4.2	前向纠错法 FEC(Forward Error Correct).....	7
1.4.3	反馈校验法	7
1.5	网络体系结构开放系统互联参考模型.....	7
1.5.1	OSI 参考模型简介	8
1.5.2	OSI 参考模型中的一些基本概念	10
1.5.3	OSI 参考模型的主要建议标准	12
1.6	数据通信网的发展	12
2	TCP/IP 网络技术	14
2.1	计算机网络的一些基本概念.....	14
2.1.1	计算机网络	14
2.1.2	计算机网络信道分布拓扑结构.....	14
2.1.3	数据交换和服务方式.....	15
2.1.4	网络传输中对等实体间关系.....	16
2.2	计算机通信低层网络主要的基本技术.....	17
2.2.1	IEEE802 系列标准.....	17
2.2.2	IEEE802.3 载波侦听多路访问 / 冲突检测 CSMA/CD 技术.....	17
2.2.3	IEEE802.5 令牌环(token ring).....	19
2.2.4	广域网	20
2.2.5	X.25 网	20
2.2.6	拨号 IP.....	20
2.3	网间网技术概要	21
2.3.1	网间网的体系结构	21
2.3.2	网间网协议分层 — TCP/IP 分层模式.....	21
2.3.3	TCP/IP 协议簇之间的关系.....	22
2.4	网间网地址技术	23
2.4.1	网间网地址的基本概念.....	23

2.4.2 网间网地址分类	24
2.4.3 地址解析	25
2.4.4 域名系统 DNS	26
2.4.5 IP 网络地址复用	27
2.4.6 多目编址及多目网关路径信息交换协议 IGMP	28
2.5 IP 协议	31
2.5.1 无连接数据报传送	31
2.5.2 差错与控制报文 ICMP	34
2.5.3 数据报寻径	39
2.5.4 Internet 路径建立和刷新	40
2.6 传输层协议 TCP 和 UDP	46
2.6.1 服务和服务质量	46
2.6.2 用户数据报协议 UDP	49
2.6.3 传输控制协议 TCP	50
2.7 应用层协议	53
2.7.1 网间网应用编程接口及其相互作用模型	53
2.7.2 引导协议 BOOTP	56
2.7.3 远程登录(TELNET,rlogin)	58
2.7.4 文件传输 FTP,TFTP 和访问协议簇 NFS/XDR/RPC	63
2.7.5 电子邮件	66
2.8 TCP/IP 协议的最新进展	70
2.8.1 TCP/IP 协议支持多媒体信息传输的技术难点	70
2.8.2 RTP/RSVP 协议简介	71
2.8.3 下一代 IP 协议 IPv6 简介	72
3 网络信息组织—超文本/超媒体	73
3.1 超文本/超媒体系统的基本概念	74
3.2 超文本/超媒体文件表现格式—超文本标记语言	80
3.2.1 概述	80
3.2.2 HTML 命令格式	82
3.3 公共网关接口—CGI	89
3.4 超媒体传输协议—HTTP	93
3.5 多功能网络信件格式—MIME	96
3.6 Web 作品设计策略	100
3.6.1 Web 作品设计原则和目标	100
3.6.2 Web 作品内容设计策略	101
3.6.3 Web 作品设计方法	103
3.6.4 Web 作品设计技术	104

4	通用编程语言—Java	106
4.1	Java 语言开发环境及其相关特点.....	106
4.2	Java 语言与平台无关的特性—虚拟机.....	109
4.2.1	虚拟机的基本概念	109
4.2.2	虚拟机的组成	110
4.3	Java 语言基础	113
4.3.1	Java 语言特点	113
4.3.2	Java 语言规范	115
4.4	Java 的浏览器应用程序—Applet.....	119
4.4.1	Java 小应用程序—Java Applet.....	119
4.4.2	Java Applet 应用示例.....	122
4.4.3	Java 语言的高级编程	126
4.4.4	Java 异常处理机制	127
4.5	Java 语言的线程控制	128
4.5.1	Java 线性控制的基本概念.....	128
4.5.2	Java 中的线程产生和应用.....	129
4.6	Java 语言的网路功能	136
4.6.1	基于统一资源定位器 URL 的 Java 通信机制编程	136
4.6.2	基于管道方式的 Java 通信机制编程.....	138
4.6.3	基于数据报方式的 Java 通信机制编程.....	139
4.7	Java 语言的数据库互联程序接口—JDBC API	140
4.7.1	Java 数据库互联 JDBC 的总体结构.....	140
4.7.2	标准 SQL 数据库访问程序接口 JDBC API	141
4.7.3	Java 的 JDBC 驱动程序 API	143
4.7.4	JDBC API 高级编程基本知识	144
5	Web 快速编程语言—JavaScript	146
5.1	JavaScript 语言的特点.....	146
5.2	JavaScript 程序段在 HTML 中位置.....	148
5.3	JavaScript 语言的数据和控制结构	150
5.4	JavaScript 对象.....	153
5.4.1	JavaScript 文本组织对象.....	153
5.4.2	JavaScript 语言中的窗口对象	154
5.4.3	JavaScript 语言中的控制对象	157
5.4.4	JavaScript 语言中的功能对象	162
6	国际互联网 Internet 及其应用	167
6.1	Internet 概况.....	167
6.1.1	Internet 的起源和发展	167

6.1.2 Internet 的工作文件 RFC	167
6.1.3 Internet 的管理和服务机制	168
6.1.4 Internet 提供的信息资源	169
6.1.5 Internet 提供的服务	169
6.1.6 Internet 的接入	172
6.1.7 微机接入 Internet	174
6.2 电子邮件服务	177
6.2.1 UNIX mail 电子邮件	178
6.2.2 DEC VAX/VMS Mail 电子邮件系统 Mail Utility	183
6.2.3 电子邮件软件 Pine	188
6.2.4 基于微机的电子邮件软件 Eudora Light	190
6.2.5 中文二进制文件、程序软件等非标准 ASCII 文件的电子邮件	192
6.3 计算机远程登录服务 TELNET	193
6.3.1 TELNET 远程登录服务程序	194
6.3.2 远程登录 TELNET 的过程	194
6.3.3 TELNET 的基本命令	195
6.4 文件传输服务 FTP	195
6.4.1 概述	195
6.4.2 FTP 的建立、退出和终止	196
6.4.3 Linux 系统中 FTP 常用命令	197
6.4.4 匿名文件传输 Anonymous FTP	202
6.4.5 NCFTP 软件	204
6.4.6 基于微机应用文件传输软件 ws-ftp	208
6.5 文档查询服务 Archie	210
6.5.1 Archie 的基本情况	210
6.5.2 通过远程登录访问文档服务器	211
6.5.3 archie 变量	212
6.5.4 archie 命令	214
6.5.5 通过电子邮件访问文档服务器	215
6.5.6 使用 archie 客户软件进行文档查询服务	216
6.6 通信讨论组服务 Listserv 和 Majordomo	218
6.6.1 概述	218
6.6.2 通信讨论组软件 LISTSERV	218
6.6.3 通信讨论组软件 Majordomo	222
6.7 网络新闻服务	223
6.7.1 用户交流网 Usenet	223
6.7.2 网络新闻阅读器	224
6.7.3 网络新闻阅读软件 tin	224
6.7.4 网络新闻阅读软件 Free Agent	228

6.8 基于菜单的信息查询服务 Gopher.....	230
6.8.1 Gopher 的基本情况	230
6.8.2 Gopher 客户机程序	231
6.8.3 Gopher 服务器	231
6.8.4 Gopher 工作机制	232
6.8.5 Gopher 的实际应用操作.....	233
6.8.6 Gopher 查询软件 Veronica.....	235
6.8.7 基于 Winsock 的 Gopher 客户软件 WSGopher.....	237
6.9 基于关键词的文档检索工具 WAIS	239
6.9.1 WAIS 的一般原理简介	239
6.9.2 WAIS 的应用示例	240
6.10 基于超文本的多媒体信息查询工具 WWW	240
6.10.1 WWW 的基本情况	240
6.10.2 与 WWW 相关的基本知识	241
6.10.3 WWW 的工作原理	242
6.10.4 WWW 浏览器之一——Mosaic.....	243
6.10.5 WWW 浏览器之二——lynx	247
6.10.6 WWW 浏览器之三——Netscape.....	251
6.10.7 WWW 技术的发展	256
6.11 Internet 上建立服务器的方法简介	257
6.11.1 FTP 服务器的建立.....	257
6.11.2 Gopher 服务器的建立.....	260
6.11.3 WWW 服务器的建立	261
7 企业网 Intranet	265
7.1 概述	265
7.2 对数据库的访问	268
7.2.1 程序间的数据通信方式.....	268
7.2.2 CGI 的主要用途.....	271
7.2.3 Java 应用程序	273
7.3 Web 服务器.....	273
7.3.1 操作系统平台	274
7.3.2 Web 服务器的性能.....	275
7.3.3 服务器的建立	277
7.4 Web 浏览器.....	284
7.5 IP 地址管理.....	285
7.6 Intranet 上的信息安全	287
7.6.1 信息的安全性	287
7.6.2 Intranet 安全设计考虑	288

7.6.3 信息加密技术	288
7.6.4 防火墙的实现技术	297
7.6.5 防火墙设计的原则和步骤	307
7.6.6 防火墙实现	309
7.7 Intranet 的实现	325
7.7.1 Intranet 构建实例一	325
7.7.2 Intranet 构建实例二	327
8 网络计算机	329
8.1 以网络为中心的计算	329
8.1.1 以大型机为中心的计算	329
8.1.2 以微型机为中心的个人计算	329
8.1.3 以网络为中心的计算	330
8.2 网络计算机的概念和特点	330
8.2.1 网络游戏机	332
8.2.2 Internet 电视	333
8.2.3 联网个人数字助理 PDA	334
8.2.4 网络计算机(NC)	335
8.2.5 简单交互式 PC(SIPC)	336
8.3 网络计算机技术	336
8.3.1 廉价的微处理器	336
8.3.2 操作系统	337
8.3.3 平台无关的编程语言	337
8.3.4 联网访问	337
8.4 NC 的未来	338
8.4.1 网络计算机面临的问题	338
8.4.2 网络计算机的应用	339
8.4.3 网络计算机的发展趋势	339
主要参考文献	342

1 数据通信的基础知识

●数据通信 ●系统模型 ●参考模型

1.1 数据通信的基本特点

数据通信是人与人、人与机器（如计算机等终端设备）或机器与机器间的蕴含信息的数据交换传递过程，它是通信系统中的一种。这里需注意的是数据通信和数字通信是两个不同的概念，数字通信是指携带信息的电信号传输以数字方式进行的一种通信方式；数据通信可以采用数字通信方式，也可以采用模拟通信方式，既可以在数字通信网上实现，也可以在模拟通信网上实现。对于多媒体通信来讲，文本、声音、图形图像等多种媒体信息都是以数据形式进行传递，因此多媒体通信毫无疑问是一种数据通信，而且是最复杂的数据通信。

数据通信的主要特点是：

(1) 可靠性要求高。表示信息的数据是用“1”和“0”组合编码（电信号以脉冲有、无，或正极性、负极性等方式表示），在传输或终端设备处理过程中一旦出现差错，“1”变成“0”或“0”变成“1”，码字组合所描述的数据所表达的信息也就失真，甚至变得不可理解，这叫做误码。不同的媒体信息对其误码率要求是不相同的，如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 不同媒体信息对误码率要求

媒体种类	可接收误码率	可接收误组率
普通数据	$< 10^{-8}$	$< 10^{-10}$
语音	$< 10^{-2}$	$< 10^{-3}$
普通视频	$< 10^{-2}$	$< 10^{-3}$
压缩视频	$< 10^{-6}$	$< 10^{-9}$
图片	$< 10^{-4}$	$< 10^{-9}$

(2) 数据量突发性强。一般的 PCM 数字电话数据平均速率为 20kb/s，峰值值约为 64kb/s，相差 3 倍左右。对其它多媒体数据，特别是视频数据，平均速率和高峰速率也许相差成百上千倍。为了充分利用通信网，就必须研究和开发通信资源共享技术。例如分组交换就是其成果之一。

(3) 不同的媒体信息对平均时延、平均信息长度、平均通信时间的要求差异很大。呼叫建立时间要短，简单的询问 / 响应，平均信息长度在 600~60000bit 之间，平均通信时间一至几十秒。而大型文件传输平均信息长度约为 $10^6 \sim 10^{10}$ bit，平均通信时间几分钟到数小时，一般的数据通信呼叫建立时间应在 1 秒左右。数据通信对这些要求有广泛的适应性。

(4) 数据通信信息传输效率高，易于存储、转发、处理等，经济效益高，功能扩展容易。

(5) 数据通信的终端设备差异很大，编码格式、同步方式、通信速率、通信规程等差异很大，这就要求数据通信必须严格遵守相关的通信协议和标准，而且要有足够灵活的接口能力，以适应不同端设备和信息媒体的要求。

1.2 数据通信系统模型

数据通信从系统原理上讲，可由数据信源、数据信宿、传输信道以及有它们之间的信号变换组成；从系统结构上看，可由数据终端设备和数据电路两大部分组成，如图 1.2.1 所示。

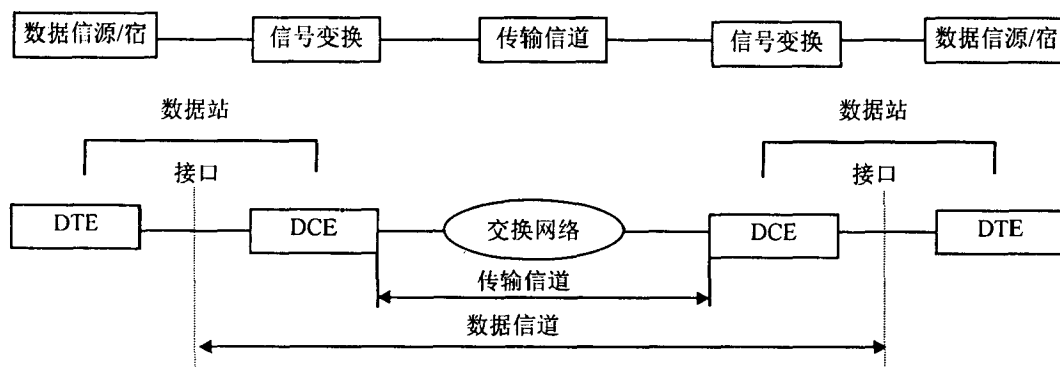


图 1.2.1 数据通信结构

(1) 数据信源和数据信宿 数据信源是信息的生产者或发送者，而数据信宿是数据的归宿或接收者，统称为数据终端设备 DTE(Data Terminal Equipment)。DTE 可能是计算机或其他终端设备，由于大多数是双向通信，故一个 DTE 往往既是信源也是信宿。DTE 有分组型终端 PT 和非分组型终端 NPT。PT 执行 X.25 通信协议，故也称 X.25 终端，它可以通过一条线路同时建立多条虚电路，提高线路利用率和通信效益，从而获得广泛应用；NPT 是执行非 X.25 协议或无规程终端，它不能直接进入分组交换，交换必须在 NPT 和分组交换网之间加一个分组拆装设备 PAD。

(2) 数据电路 DTE 之间通路称为数据电路或数据信道，而数据电路终端和交换网之间的设备称为数据电路终接设备 DCE(Data Circuit-terminal Equipment)，DCE 主要功能是信号变换。

(3) 传输信道 DCE 之间的通路称为传输信道。传输信道由传输介质及其附属设备组成。传输介质有硬介质(双绞线、电缆、光缆等)和软介质(微波、卫星等)之分。传输信道的信号结构可分为模拟信道(传输连续模拟信息)和数字信道(传输离散数字信号)。数据信息要在传输信道上传输必须采用信号变换设备，对模拟信道来讲，其信号变换设备

是调制解调器 Modem，它主要是把信号进行模 / 数或数 / 模变换；而数字信道的信号变换设备是数字接口设备，其功能是进行码型变换、电平转换、信道特性均衡、收发时钟产生以及码速控制等。数字接口包括数据服务单元 DSU 和信道服务单元 CSU。一般 DSU 负责码型电平转换、定时、再生等功能，而 CSU 执行信道均衡、信号整形和环路检测等任务。DSU 和 CSU 可以独立、也可以合在一个设备中。

1.3 数据传输基本知识

1.3.1 数据信号波形和代码

数据通信中内部信息是“0”和“1”两个数字的组合，而“0”和“1”必须用电信号的两种物理状态来描述，如电流的有无，电流的正负，信号频率的高低，相位的正反等。常用的信号波形如图 1.2.2 所示。同样，数据信号可用不同的波形表示，这取决于接口速率、线路类型、经济性可靠性等因素。

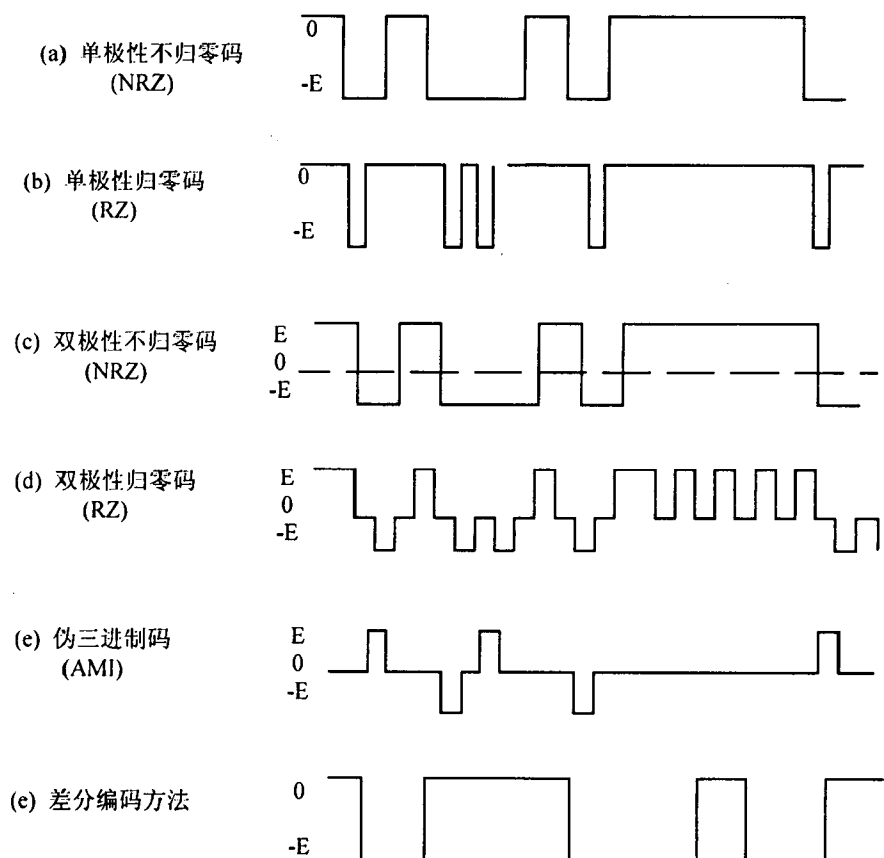


图 1.2.2 常用线路码

除 0~9, A~Z, a~z 之外所有字符称为图形字符, 在进行数据通信时输入设备要将图形字符变成二进制数, 输出设备要将二进制数变成图形字符。图形字符和二进制数之间的对应关系称为编码或代码, 最常用的是 ASCII 码, 即国际 5 号码表。中国 GB1988-80 “信息处理交换用的七单位编码字符集” 和国际 5 号码表基本相同。

1.3.2 数据的传输

一个数据代码是由若干位组成, 如果每一位分别在不同的并行线路上同时传输, 称为并行传输, 这种方式成本高, 只适用于设备内部极短距离。若将构成数据的代码若干位串行排列成数据流, 在一条线路上传输, 称为串行传输。在串行传输方式下, 为了使接收端正确恢复和译码发送端送来的代码, 必须解决同步问题。

(1) 同步

- 位同步 传输的比特同步;
- 字符同步 每个单元(字符或字节)的开始和结束位同步;
- 帧同步 一个完整信号块或帧的开始和结束位同步。

(2) 若收发设备的时钟是独立的, 称其为异步传输; 若它们的时钟是同步的, 称其为同步传输

• 异步传输 每个字符要在其前、后分别加起始位和结束位, 可见异步传输效率低, 但不需要另外传送定时信号, 实现简单;

• 同步传输 以固定的时钟节拍发送数据信号, 每个比特与时钟严格一一对应, 因此收发双方的时钟同步, 就要增加时钟信号的传输, 采用增加起始标识符来实现位同步、字符同步和帧同步。可见同步传输效率高, 但实现复杂。

(3) 数据传输按其方向可分为单工、半双工、全双工三种

- 单工 数据只能在一个方向上传输;
- 半双工 数据可以在两个方向传输, 但不能同时进行;
- 全双工 数据可以在两个方向同时传输。

(4) 传输线路根据它与数据站连接方式可分为二线和四线两种方式

• 二线方式 用户线路(数据站和交换网之间的连接线路)为一线对二线连接, 可见这种方式要实现全双工传输必须采用复用(时分或频分)或回波抵消技术。

• 四线方式 用户线路为二线对四线连接, 收、发数据信号分别利用不同的线对传输。这里要说明的是二线和四线传输方式仅是对用户线路而言, 而不是指整个通信线路都是二线或四线。交换网中的信道连接是另一回事。

(5) 数据传送率和调制速率

• 数据传送率 单位时间内传送的比特数(bit), 也称比特率 R_b , 单位是 bit/s。

• 调制速率 单位时间内传送的波形个数, 也称波特率, 单位是波特(Baud)。设一个波形持续时间为 T_b , 则波特率 $R_b = 1/T_b$ (Baud)

要注意的是: 一个波形可以代表一个码元, 也可以代表几个码元; 一个波形可以用 2 个信号电平表示, 也可以用 N 个电平表示。对于用 N 个电平表示的波形则需要 $\log_2 N$ 个二进制码元, 那么在这种情况下的数据传送速率 R_b 应为

$$R_b = T_b \log_2 N \text{ (bit/s)}$$