



中等职业学校电子信息类教材 通信技术专业

信息传输基础与应用

张秀群 主编

本书配有电子教学参考资料包



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业学校电子信息类教材（通信技术专业）

信息传输基础与应用

张秀群 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是根据中等职业教育发展的需要而编写的,主要内容有:数据通信原理、信息网络基础、UNIX 系统的基本知识和信息网络技术应用。本书共分 7 章:第 1 章介绍数据通信的基础知识,第 2 章介绍差错控制的基本原理,第 3 章介绍信息网络的基础知识,第 4 章介绍网络的体系结构,第 5 章介绍 UNIX 系统的信息传输,第 6 章介绍 UNIX 系统的信息处理,第 7 章介绍信息网络技术的应用。

全书的内容特点是宽、浅、用、新,它适合于中等职业学校通信技术专业的学生使用,也可以作为相关专业的培训教材使用。

本书还配有电子教案、教学指南和习题答案(电子版),以方便教师教学使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

信息传输基础与应用 / 张秀群主编. —北京:电子工业出版社, 2005.1
中等职业学校电子信息类教材·通信技术专业
ISBN 7-121-00573-5

I. 信… II. 张… III. 信息传输—专业学校—教材 IV. TN919.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 120140 号

责任编辑:李 影 关雅莉

印 刷:北京李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:371.2 千字

印 次:2005 年 1 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:18.40 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。



“信息传输基础与应用”是通信技术专业的一门重要的专业基础课程，它为后续课程学习打下坚实的专业基础知识，同时也为培养学生的创新能力和全面素质打下良好的基础。

本书共分 7 章：第 1 章介绍数据通信基础知识；第 2 章介绍差错控制的基本原理；第 3 章介绍信息网络基础知识；第 4 章介绍网络体系结构；第 5 章介绍 UNIX 系统的信息传输；第 6 章介绍 UNIX 系统的信息处理；第 7 章介绍信息网络技术应用知识。

本书在编写中力求体现当前职教改革精神，注重培养学生创新能力、实践能力和继续学习能力，具体表现在：

1. 为适应中等职业学校学生的特点，本书教学内容要求做到“宽”、“浅”、“用”、“新”。我们在课程安排上不拘一格，在内容上做到不断更新，而且做到理论和实验相结合，并根据学生的不同实际情况对理论和实验课程进行适当调整。

2. 本书重视基础知识学习，在内容结构上充分考虑中等职业学校学生的基本情况，使教材知识结构有利于学生学习、记忆、理解和迁移运用，提高学生学习知识和掌握技能的效率，达到传授知识、培养能力和提高思想品德的目标。通过职业能力分析，提高学生信息传输的理论水平和实践能力。

3. 本书突出实用性和实践性，注意理论和实践教学相结合。在以“能力为本位”的教育思想指导下，本书只对相关技术内容定性分析，避免烦琐的运算推导过程。

4. 本书各章节注重内容的连贯性，易于触类旁通、举一反三，以培养学生的应用能力和继续学习的能力。教材各章都有小结，突出重点内容，便于学生学习掌握。

本教材由广州市电子信息学校张秀群老师主编，由广东省技术师范学院余凤翎副教授担任主审，另外还有很多同仁对本书的编写大纲和书稿提出了宝贵意见和提供了许多方便，在这里，编者一并向他们表示感谢。由于作者水平和时间有限，书中缺点和错误在所难免，请读者批评指正。

为了方便教师教学，本书还配有教学指南、电子教案及习题答案（电子版），请有此需要的教师登陆华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）下载或与电子工业出版社联系，我们将免费提供。E-mail:ve@phei.com.cn

编 者

2004.9





第1章 数据通信基础知识	(1)
1.1 数据通信的概念	(1)
1.1.1 什么是数据通信	(1)
1.1.2 数据通信的特点	(2)
1.1.3 数据通信系统的构成	(4)
1.2 数据传输基本原理	(6)
1.2.1 数据信号的形式	(6)
1.2.2 数据传输方式	(7)
1.3 数据传输的速率与质量	(10)
1.3.1 数据传输速率	(10)
1.3.2 数据传输质量	(12)
1.4 传输媒体共享技术	(14)
1.4.1 复用技术	(14)
1.4.2 多点线路	(16)
1.4.3 交换技术	(16)
1.5 数据传输技术	(18)
1.5.1 数据信号的模拟传输	(19)
1.5.2 数据信号数字传输	(19)
习题1	(20)
第2章 差错控制基本原理	(22)
2.1 差错类型及差错控制方法	(22)
2.1.1 差错控制的类型	(22)
2.1.2 差错控制的方法	(22)
2.2 差错控制——ARQ 原理	(23)
2.2.1 等待式 ARQ	(24)
2.2.2 退回 N 步 ARQ	(24)
2.2.3 选择重传 ARQ	(25)
2.2.4 滑动窗口协议	(26)
2.2.5 流量控制	(30)
2.3 抗干扰编码的基本原理	(30)
2.3.1 抗干扰编码的原理	(30)
2.3.2 抗干扰编码的分类	(32)

2.4 几种常用抗干扰编码介绍	(33)
2.4.1 奇偶校验码	(34)
2.4.2 恒比码	(36)
2.4.3 循环码	(36)
2.4.4 汉明(Hamming)码	(39)
2.4.5 卷积码的基本概念	(40)
习题2	(42)
第3章 信息网络基础	(43)
3.1 信息网络的基本知识	(43)
3.1.1 信息网络的基本概述	(43)
3.1.2 信息网络的功能和服务	(45)
3.1.3 信息网络结构	(47)
3.1.4 信息网络硬件	(50)
3.2 局域网技术	(52)
3.2.1 局域网技术	(52)
3.2.2 以太网基础	(56)
3.2.3 常用信息网络接口与线缆	(60)
3.3 广域网技术	(61)
3.3.1 广域网定义及分类	(61)
3.3.2 WAN 交换模式	(62)
3.3.3 广域网连接的主要技术	(62)
3.3.4 WAN 常用设备	(63)
3.3.5 广域网的接口与线缆	(63)
3.4 通信网基础知识	(66)
3.4.1 数据通信网	(66)
3.4.2 智能网	(73)
3.4.3 支撑网	(73)
3.4.4 ISDN 综合业务数字网	(75)
3.4.5 宽带综合业务数字网 B-ISDN	(78)
3.4.6 用户接入网	(79)
3.4.7 移动通信网	(80)
习题3	(86)
第4章 网络体系结构	(88)
4.1 网络结构的分层	(88)
4.1.1 层次结构	(88)
4.1.2 OSI 参考模型	(89)
4.2 通信子网协议	(93)
4.2.1 物理层	(93)
4.2.2 数据链路层	(94)

4.2.3	网络层	(97)
4.3	传输层及高层协议	(99)
4.3.1	传输层	(99)
4.3.2	会话层	(100)
4.3.3	表示层	(100)
4.3.4	应用层	(100)
4.4	TCP/IP 协议	(101)
4.4.1	TCP/IP 的参考模型	(102)
4.4.2	通信协议 1——网际协议 IP	(104)
4.4.3	通信协议 2——传输控制协议 TCP	(104)
4.4.4	IP 地址和域名	(105)
4.5	子网规划	(110)
4.5.1	子网规划的好处	(110)
4.4.2	子网规划实例	(110)
	习题 4	(112)
第 5 章	UNIX 系统的信息传输	(114)
5.1	UNIX 的历史	(114)
5.1.1	什么是操作系统	(114)
5.1.2	UNIX 的历史	(115)
5.1.3	UNIX 系统的层次结构	(115)
5.1.4	UNIX 的特点	(117)
5.1.5	UNIX 操作系统的互联网功能	(118)
5.2	UNIX 常用命令	(118)
5.2.1	UNIX 登录和口令管理	(119)
5.2.2	UNIX 的用户账号和组管理	(120)
5.2.3	用户工作命令	(122)
5.2.4	目录切换操作命令	(124)
5.2.5	简单命令	(124)
5.2.6	文件操作命令	(126)
5.3	信息的传递	(132)
5.3.1	传输命令	(132)
5.3.2	文件传输	(138)
	习题 5	(149)
第 6 章	UNIX 系统的信息处理	(150)
6.1	文本编辑器——vi	(150)
6.1.1	进入和退出 vi	(150)
6.1.2	文本插入	(151)
6.1.3	移动光标	(152)
6.1.4	文本修改	(155)

6.1.5	屏幕命令	(157)
6.1.6	编辑文件	(158)
6.2	shell 程序设计	(159)
6.2.1	shell 概述	(159)
6.2.2	shell 变量	(162)
6.2.3	shell 中的特殊字符	(165)
6.2.4	控制结构	(167)
习题 6		(172)
第 7 章	信息技术应用	(174)
7.1	信息技术知识简介	(174)
7.1.1	信息网络技术的功能	(174)
7.1.2	信息网络的知识	(175)
7.1.3	万维网 WWW	(176)
7.2	连接 Internet	(178)
7.2.1	MODEM 连接 Internet	(178)
7.2.2	网络协议的安装与测试	(182)
7.2.3	ADSL 接入 Internet	(188)
7.2.4	ISDN 和其他的接入 Internet 的方式	(190)
7.3	浏览器的设置与使用	(191)
7.3.1	IE 6.0 中文版的设置	(191)
7.3.2	IE6.0 的使用方法	(192)
7.3.3	IE 6.0 的高级使用	(196)
7.4	电子邮件与新闻组	(198)
7.4.1	电子邮件	(199)
7.4.2	在线申请免费电子邮件	(199)
7.4.3	使用 Outlook Express 2000	(200)
7.4.4	网络新闻组 Usenet	(202)
7.5	NetMeeting 的设置和使用	(203)
7.5.1	NetMeeting 的设置	(203)
7.5.2	NetMeeting 的使用	(204)
7.5.3	更改设置	(206)
7.6	网络服务器	(207)
7.6.1	IIS 服务器的安装和使用	(207)
7.6.2	FTP 服务器的设置	(209)
7.7	IP 电话	(209)
7.7.1	IP 电话简介	(209)
7.7.2	IP 电话的优缺点	(210)
7.7.3	常用网络电话软件	(210)
7.7.4	可视电话	(210)

7.8	网络病毒	(211)
7.8.1	什么是网络病毒	(211)
7.8.2	防治网络病毒	(213)
7.9	网络视频与音频	(213)
7.9.1	网络视频流媒体	(213)
7.9.2	网络音频流媒体	(217)
习题 7		(219)

第1章 数据通信基础知识

1.1 数据通信的概念

为了更好地学习信息传输原理与应用，我们先学习几个在通信中常用的基本概念。

数据：是任何描述物体、概念、情况、形势的事实、数字、字母和符号。数据可分为模拟数据和数字数据两种形式。模拟数据是指在某个区间内连续变化的值，例如声音和视频信号就是强度连续改变的波形。大多数用传感器收集的数据，例如温度和压力都是连续值。数字数据是离散的值，例如文本信息和整数。

信号：是数据的具体表示形式，可分为模拟信号和数字信号。模拟信号是连续变化的信号，可以按照不同的频率在各种媒体上传输。数字信号是一系列不连续的、突变的脉冲信号。

信息：是数据的内容和解释，是信号与消息的总称。

1.1.1 什么是数据通信

在人类社会中人与人之间经常要进行思想交流、意见互换及互通信息，这就是一般意义上的通信（Communication）。最简单的通信方式是面对面的交谈。人们说话所发出的声音通过空气介质传到对方完成通信过程。电话的出现，使得两个位于异地的人之间也可以借助电话系统进行通话，这就是所谓的电信（Telecommunication）系统，其工作过程如图 1.1 所示。



图 1.1 电信系统示意图

人说话所发出的声音经电话机后变换成模拟的电信号，通过电信网的传输传到远端的电话，该电话机再把电信号还原成声音传给接电话的人，完成通信过程。

数据通信就是通过某种类型的介质（如电话线）从一个地点向另一个地点传送数据（数字和字符）。模拟通信方式追求的是保持波形不失真，为此采取的措施有放大、补偿等。目前电话通信的用户线路部分就是模拟通信。数字通信方式中为了减少码间干扰，刻意变化波形，从而保证不误码，为此长距离传输采取再生的措施保持波形不失真。数据既可以在模拟通信网上传输，也可以在数字通信网上传输。也就是说，数据通信既可以借助于模拟通信手段，也可以借助于数字通信手段。



1.1.2 数据通信的特点

就传送信息这一点而言,数据通信与传统的电话通信没有什么差别,但是具体到通信对象、通信内容、可靠性、传输效率诸多方面来说,两者是不同的。

1. 数据通信是实现计算机与计算机之间及人和计算机之间的通信

数据通信是实现计算机与计算机之间及人和计算机之间的通信,而电话通信是实现人和人之间的通信。尽管计算机具有超越于人的能力,但是计算机不具有人脑的思维和应用能力,计算机完成的每件工作都需要由人预先编好程序,计算机的智能来自于人的管理,计算机之间的通信过程需要定义严格的通信协议或标准,而电话通信就不必如此复杂。

2. 数据传输的可靠性要求高

数据通常以二进制“1”和“0”的组合编码表示。如果一个码组中的一个比特(“1”或“0”)在传输过程中产生错误,则在接收端可能被理解为完全不同的信息,甚至是相反的含义,特别是对于像银行业务或军事上用的自动控制系统,数据的差错可能引起严重的后果。这就要求数据通信要达到很低的误码率,而在传输中发生差错时要求能够自动地进行校正。表 1.1 列出了数据通信业务和其他的一些通信业务对传输误码率的基本要求。由表可见,数据通信可接受的误码率和误组率为最小。在实际应用中,可能出现高于或低于表 1.1 所列数据的要求。目前分组交换网提供的数据传输误码率一般都低于 10^{-10} 。

表 1.1 各种通信业务的误码率要求

通 信 业 务	可接受误码率	可接受误组率
数 据	$<10^{-8}$	$<10^{-10}$
话 音	$<10^{-2}$	$<10^{-3}$
电 视	$<10^{-2}$	$<10^{-3}$
压 缩 电 视	$<10^{-6}$	$<10^{-2}$
图 片	$<10^{-4}$	$<10^{-9}$

3. 通信量具有突发性

表 1.2 提供了在各种不同工作环境下数据通信速率的平均值和高峰值。从终端到计算机和计算机到终端的平均速率是根据民航订票系统得出的;远程作业录入通常都是在终端把大量的数据处理作业组合在一起送往远地计算机;计算机和计算机之间的数据传输通常是由于计算机之间的负载分担,或者是大型的分布式信息系统传输计算数据。从表 1.2 中可以看出数据通信的平均速率相当低,而它们的瞬时高峰速率却可能高出上百倍。为了避免发送和接收的数据的时延超过要求,在设计数据通信系统时通信线路的传输速率应当符合高峰速率的要求。从这里我们也可以看出,由单一的终端或计算机专用的通信线路,其资源利用率是很低的。这导致了在数据通信网中通信资源共享技术的广泛研究和开发,分组交换就是其中的一项重要成果。从表 1.2 中看出,PCM 数字话音的高峰速率大约是平均值的 3 倍,比数据通信的小得多。



表 1.2 不同工作环境的数据通信速率

工作环境	平均速率 (b/s)	高峰速率 (b/s)
终端到计算机	1	100
计算机到终端	10	10 000
远程作业录入	100	10 000
计算机到计算机	10 000	1 000 000
PCM 数字语音	20 000	64 000

4. 数据通信网应当提供灵活的接口能力

数据通信的“用户”是各种各样的计算机和终端设备，它们在通信速率、编码格式、同步方式和通信规程上都有很大的差异，为了能够实现它们之间的互相通信，数据通信网应当提供灵活的接口能力，适应各种用户的需要。

5. 信息传输效率很高

比如在一条模拟电话信道上以 2 400 b/s 的速率传输数据是很容易实现的，每分钟可以传输 18 000 个字符；在一条数字电话信道 (0 次群) 以 48 Kb/s 速率传输数据，每分钟可以传送 360 000 个字符，相当于 150 页文件 (每页 2 400 个字符)，用电话线路不可能在一分钟内传输如此大的信息量，由此可以看出数据通信的经济性，而且由于数据比语音更容易在计算机中存储、处理、转发，数据通信给人类带来的变化和效益是电话通信难以比拟的。

6. 数据通信平均信息长度和平均时延要求变化很大

数据通信业务统计数字表明，它的平均信息长度和平均时延要求随着应用的不同而变化很大。表 1.3 列出了 5 种类型事务处理的经验数据。例如，一个人在终端上远程使用计算机，人对计算机的输入是几个字母或几行数据 (20~1 000bit)，而计算机对终端的响应可能是几行数据或整个屏幕 (600~10 000bit)，为了保持人和计算机之间对话式思维的连续性，要求信息的传输时延小于 1s。对于一些非对话式的事务处理系统 (例如，将内容送打印机打印)，时延长一点不会带来影响，可以达数秒到数分钟。对于一些文件传输系统，平均信息长度可达 $10^4 \sim 10^8$ bit，平均通信时延可达 10s 到数小时。

表 1.3 数据通信应用

事务处理类型	平均信息长度 (bit)	平均通信时延
人一机对话	6 000	小于 1s
询问 / 响应	6 000	1s 到 30s
数据库修改	600	几秒到几分钟
一般文件传输	$10^4 \sim 10^6$	几十秒到几分钟
大型文件传输	$10^6 \sim 10^8$	几分钟到几小时

7. 数据通信每次呼叫平均持续时间短

根据一项调查：对大约 27 000 个数据用户进行统计的结果，大约 25% 的数据呼叫持续时间在 1s 以下，大约 50% 的数据呼叫持续时间在 5 s 以下，而电话通话的平均时间为 5 min。我们发现 99.5% 以上的数据呼叫都短于电话。此外，数据通信的呼叫建立时间要求也要短，



通常为 1.5s, 而电话的呼叫建立的时间较长, 可达 15s。但是电话通信要求在通话时间内传输系统的时延应很小 (0.25s 以下), 而且恒定不变。

从以上分析我们可以得出如下的结论: 第一, 数据通信和电话通信之间有很大的不同; 第二, 大多数数据呼叫和数据通信事务的处理持续时间很短, 而且要求网络对数据用户的呼叫做出迅速的响应; 第三, 经过许多年的最佳设计而具有适合人和人之间的电话通信特点的电话网在许多方面不符合数据通信的特殊要求, 尽管我们在许多情况下需要利用电话传输数据, 但它不能取代数据通信网的作用。

1.1.3 数据通信系统的构成

图 1.2 是一个实际的数据通信系统的例子。数据通信系统是由所有计算机、与计算机有关的需要相互通信的设备及与计算机连接到一起的设备和介质组成。主机和终端都与具有交换功能的通信网络连接, 从网络的观点看主机和终端具有相同的地位, 各个终端通过交换网络共享主机的资源, 主机和终端也共享交换网络的资源。交换网由交换机和把它们连接成网络的通信线路组成, 各个终端用户可以通过交换网互相通信, 当然它们也可以通过主机互相通信。

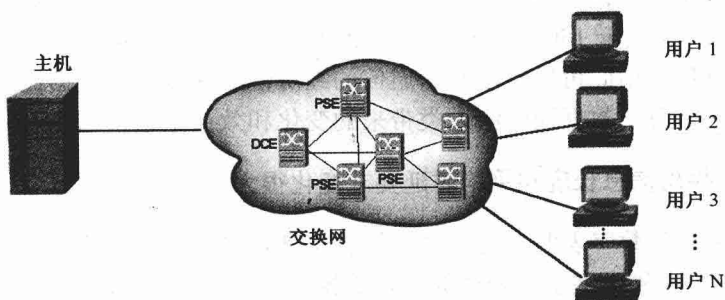


图 1.2 一个数据通信系统的例子

实际的数据通信有许许多多的连接方法, 但是如果我们把它们简单抽象化, 可以表示为如图 1.3 所示的结构。



图 1.3 数据通信系统的构成

数据通信离不开传输介质, 用于传输数据的介质有硬介质和软介质之分。硬介质包括双绞线、电缆等, 软介质包括微波、短波和卫星等。在数据通信系统中, 传输信道是指能传送电信号的通路, 它由传输介质及附属设备 (如收发驱动设备等) 组成。

现有的数据通信网的传输信道分为模拟信道和数字信道两种, 模拟信道只能传输连续的模拟信号, 如早期的电话网。数字信道传输离散的数字信号, 即“0”、“1”二进制码所构成的数字序列。数字信道可能是具有 64 Kb/s 或较高速率的同步数字传输通路, 也可能是经过时分复用器提供的其他速率的数字信道。数据信号要在这两种信道上传输, 必须采用信号变



换设备。不同的传输信道采用不同的信号变换设备。对模拟信道，信号变换设备即调制解调器，也称 MODEM，它把计算机或终端送来的数据信号变换成模拟信号送往信道，或者反过来把信道送来的模拟信号变换成数据信号再送到计算机或终端；对数字信道，信号变换器即接口设备，如网卡，其作用是实现信号码型与电平的转换、信道特性的均衡、收发时钟的形成与供给及码速控制等。

传输信道除有模拟和数字的区分以外，还有专用线路和交换网之分。数据交换是实现通信网络资源共享的关键，通过数据交换才能在成千上万个用户之间进行自由通信。在交换网上进行通信时，每次通信开始之前首先要通过呼叫过程来建立连接，通信结束后再断开连接，这和打电话的情况类似。专线连接较简单，采用固定连接方法，无需上述的呼叫建立和断开等过程。

数据源是数据的产生者或发送者，数据宿是数据的接收者或数据的终点。数据源和数据宿可以是多种类型的计算机或终端，它们统称为数据终端设备（Data Terminal Equipment），简称为 DTE。图 1.3 只表示了单方向信息流，实际上，绝大多数数据通信系统都是双向的数据传输。因此，DTE 既是数据源也是数据宿。

由于 DTE 是用来发出或接收数据信号的，所以通常把 DTE 之间的通路称为数据电路。而信号变换设备位于数据电路的终端，所以把它们称为数据电路终端设备（Data Circuit-terminating Equipment，简记 DCE）。这样我们把图 1.3 改画成图 1.4。

可见，数据通信系统是由数据终端和数据电路组成的。根据数据通信业务内容的不同，DTE 有多种类型，在这里我们将它们分为分组型终端（PT）和非分组型终端（NTP）两大类。分组型终端是能够执行 X.25 通信协议的终端，故有时也称之为 X.25 终端。分组型终端可以通过一条线路同时建立许多条虚拟电路，因此通信效率和线路利用率都较高，目前已获得越来越广泛的应用。

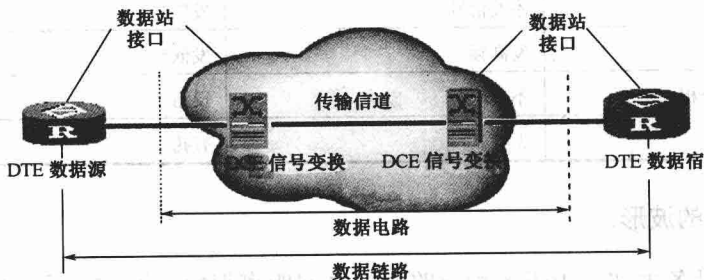


图 1.4 数据通信系统的模型

非分组型终端是所有执行非 X.25 通信规程和无规程终端的统称，非分组型终端是不能直接进入分组交换网的。为了使这些终端能进入分组交换网，必须在非分组型终端和分组交换网之间加入一个称为 PAD 的设备，如图 1.5 所示。PAD 的中文意思是分组装拆设备。

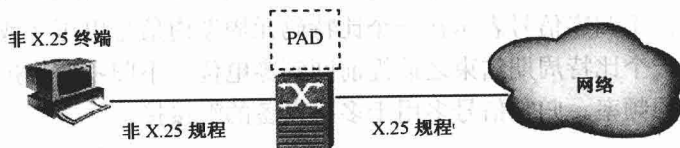


图 1.5 PAD 的接口功能



1.2 数据传输基本原理

数据传输是实现数据通信的基本条件。在数据通信基础中,通常数据源提供的数据信号是数字形式的,即它是在时间上和幅度上都取有限离散值的电信号。如何传输这样的电信号将是本节重点介绍的内容,我们将主要从物理概念上对数据传输的原理进行讲解,而不涉及过多的数学理论。

1.2.1 数据信号的形式

1. 数据信号的物理表示

在数据通信系统中用于表示信息的最小单位是比特,一个比特只有两种状态,分别用数字“0”和“1”表示。在数据通信设备中及设备之间的接口处,数字“0”和“1”又必须和信号的两种物理状态建立明确的对应关系,对此 ITU-T 已经作了规定(见表 1.4)。

表 1.4 二进制“0”和“1”与对应的信号状态

状态表示 信号类型	数字“0”	数字“1”
电报信号	空号(SPACE)或状态 A	传号 MARK 或状态 Z
单流信号	无电流	有电流
双流信号	负电流	正电流
起止式	“起”信号	“止”信号
调幅信号	不发信号	发信号
调频信号	发高频	发低频
差动二相调相	不反相	反相
纸带凿孔	无孔	有孔

2. 数据信号的波形

在数据通信设备内部,由于各种电路元件之间距离很短,通常都采用比较简单的信号传递方式(如单极性信号)。而在设备之间的接口处由于接口线较长,信号容易受到损耗和干扰,或者是由于接口线是平衡线对,或者由于定时信号的恢复等原因,需要选择合适的接口信号波形。图 1.6 表示了一些常用的接口信号波形。

其中单极性表示只用一种电压($-E$ 或 $+E$)表示数据信息,而双极性是用两种电压($-E$ 和 $+E$)表示数据信息。单极性电路简单,适用于短距离的接口。双极性抗干扰能力强,适用于较长距离的接口。不归零信号表示在一个比特码元周期内信号电压(或电流)保持不变,而归零信号表示在一个比特周期结束之前提前回到零电位。不归零信号抗干扰和噪声的能力强,可工作于较高的频率。归零信号多用于多路设备的汇接接口。

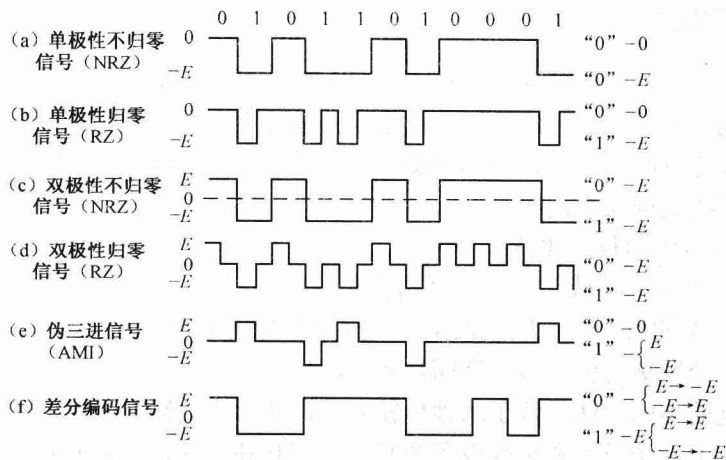


图 1.6 常用数据信号波形

1.2.2 数据传输方式

1. 并行传输与串行传输

由前可知,一个数据代码是由若干位组成的。在数据设备内部或近距离范围(数米)内,为了获得高的传送速率,使每个代码的传送时延要尽量小,常采用并行传输方式,即数据的每一位分别在不同的并行信道上同时传输,如图 1.7 (a) 所示。并行传输的成本较高,不适宜远距离的数据传输。

串行传输指的是构成数据代码的若干位串行排列成数据流,在一条信道上传输。如图 1.7 (b) 所示。由于是串行传输,接收方如何在到达的数据流中正确地区分出发送端所发出的一个个代码是一个必须解决的问题,这就是所谓的同步问题。

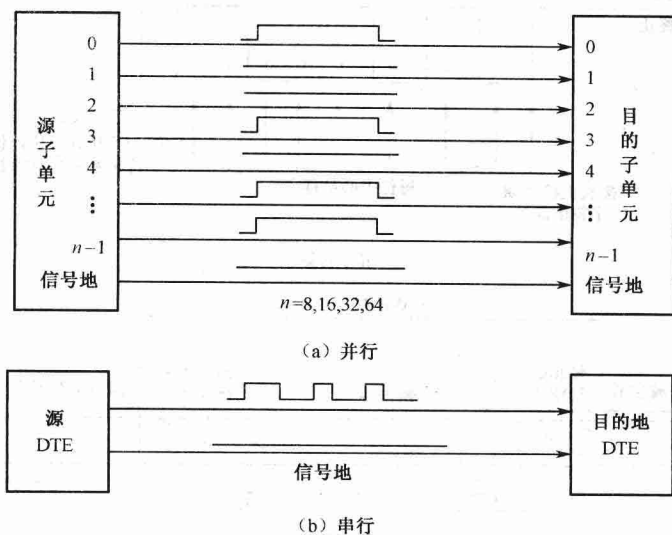


图 1.7 传输方式



2. 数据传输的同步

为了有效地表达信息，我们用有限数量的比特组合（例如 ASCII 码用 7bit）来代表字符，而由多个字符组成的字符串来构成报文。在数据传输过程中，由于每个字符是以比特串形式传输的，所以接收方就收到了随比特码型变化的信号电平。接收端为了能够正确地译码和恢复字符串，必须解决这样几个问题：

- 正确区分信号中的每个比特；
- 区分每个单元（字符或字节）的开始位和结束位；
- 区分每个完整的信号块或帧（报文）的开始位和结束位。

以上三个概念分别称为位同步、字同步和帧同步。

解决以上问题的不同方法导致了两种传输方式，即异步传输方式和同步传输方式。这两种方式的区分取决于发送设备和接收设备的时钟是相互独立的，还是同步的。前者即为异步传输，后者则为同步传输。

(1) 异步传输

在这种方式中，每个字符独立传输，接收方在收到每一个新字符的开始位后重新同步，如图 1.8 (a) 所示。每个字符在传输时都要在其前后分别加上起始位和终止位，以表示一个字符的开始和结束。起始位为“0”，占一位，终止位为“1”，长度可以是 1 位、1.5 位或 2 位，起始位和终止位的作用是实现字符同步，字符间距是任意的。收发双方的工作速率通过编程约定而基本保持一致，从而实现位同步。帧同步靠传送特殊控制字符来实现。

异步传输方式由于不需要在发送和接收之间另外传输定时信号，因而实现起来较简单。其缺点是由于每个字符都要加上起始位和终止位，因而传输效率较低。

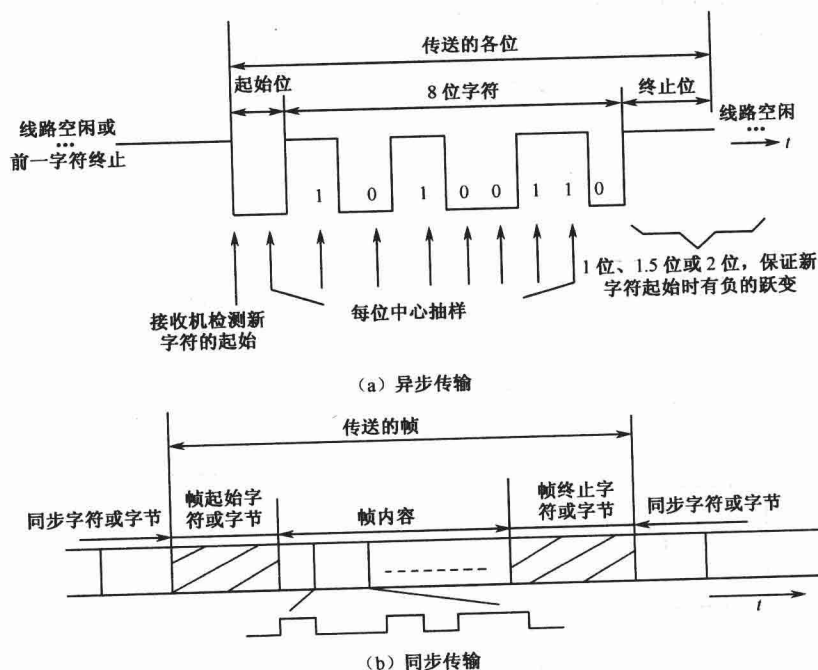


图 1.8 异步传输与同步传输