



信息通信专业教材系列

数据通信原理

SHUJU TONGXIN YUANLI

(第4版)

毛京丽 董跃武 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



信息通信专业教材系列

数据通信原理

(第4版)

毛京丽 董跃武 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书首先介绍了数据通信的基本概念,然后对数据信号的基带传输、频带传输和数字数据传输这三种基本传输方式进行了详细的论述,接着分析了差错控制的基本理论及应用、几种数据交换方式(电路交换、报文交换、分组交换、帧中继和 ATM 交换)及数据通信网络体系结构,继而介绍了分组交换网、帧中继网、数字数据网(DDN)和 ATM 网的基本构成及应用,论述了多协议标签交换(MPLS)网和下一代网络(NGN)。最后介绍了计算机网络的相关内容,主要包括局域网、宽带 IP 城域网、路由器与 Internet 的路由选择协议等。

全书共有 7 章:第 1 章概述,第 2 章数据信号的传输,第 3 章差错控制,第 4 章数据交换,第 5 章数据通信网络体系结构,第 6 章数据通信网,第 7 章计算机网络技术。

为便于学生学习过程的归纳总结和培养学生分析问题和解决问题的能力,在每章最后都附有本章重点内容小结和习题。

本书取材适宜、结构合理、阐述准确、文字简练、通俗易懂、深入浅出、条理清晰、逻辑性强,易于学习理解和讲授。

本书既可作为高等院校通信专业本、专科教材,也可作为从事通信工作的科研和工程技术人员学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数据通信原理/毛京丽,董跃武编著.--4 版.--北京:北京邮电大学出版社,2015.5
ISBN 978-7-5635-4356-4

I. ①数… II. ①毛…②董… III. 数据通信—高等学校—教材 IV. ①TN919

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 095541 号

书 名:数据通信原理(第 4 版)

著作责任者:毛京丽 董跃武 编著

责任编辑:李欣一

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京源海印刷有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:22

字 数:548 千字

印 数:1—5 000 册

版 次:2000 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 2 版 2011 年 6 月第 3 版

2015 年 5 月第 4 版 2015 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4356-4

定 价:45.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前言

随着社会的不断进步和计算机技术的飞速发展,人们对数据业务的需求日益增长,数据通信已经成为人们生活、工作所必需的通信手段。数据通信网在各种通信网中将起着举足轻重的作用。

“数据通信”课程是通信与电子信息类的一门非常重要的专业课,为了使学生更好地掌握数据通信相关理论与技术,本教材在编写过程中注重教学改革实践效果和数据通信新技术的发展,在全面讲述了数据通信基本概念和基本原理的基础上,介绍了差错控制、数据交换方式、数据通信网络体系结构以及实用的数据通信网的内容,而且还研究了计算机网络技术。

《数据通信原理》(第4版)教材是在对《数据通信原理》(第3版)教材进行修订补充的基础上编写而成的,为了使本教材的系统性更强,在章节结构上进行了一些调整;同时为了使本教材更加实用、跟踪新技术,增加了一些新内容(并对有些内容进行了删减)。主要包括:第1章增加了数据通信业务、数据通信技术的标准化组织的介绍和多路复用技术;第3章增加了交织技术和差错控制协议;第5章内容和结构进行了合理调整;第6章增加了多协议标签交换(MPLS)网和下一代网络(NGN)的内容;第7章增加了IGP路由选择协议IS-IS等内容。此外,第2章和第4章内容均作了相应调整。

本教材相比于第3版教材,各章的结构更加合理,条理清晰、通俗易懂。

全书共有7章。

第1章概述,首先介绍了数据通信基本概念、数据通信系统的构成、数据通信传输信道、数据传输方式、数据通信系统的主要性能指标和多路复用技术,然后讨论了数据通信网的构成和分类、计算机网络基本概念以及数据通信技术的标准化组织等。

第2章数据信号的传输,首先分析了数据序列的电信号表示和功率谱特性,然后详细介绍了数据信号的三种基本传输方式:基带传输、频带传输和数字数据传输。

第3章差错控制,首先介绍了差错控制的基本概念及原理,然后分析了几种简单的差错控制编码、汉明码及线性分组码、循环码和卷积码的基本特性,探讨了交织技术,最后介绍了差错控制协议。

第4章数据交换,首先介绍了数据交换的必要性和分类,然后具体介绍了电路交换、报

文交换、分组交换、帧中继和 ATM 交换,并对几种交换方式进行了比较,最后探讨了数据交换技术的发展。

第 5 章数据通信网络体系结构,首先介绍网络体系结构的基本概念,然后系统地论述开放系统互连参考模型(OSI-RM)和 TCP/IP 参考模型的各层协议。

第 6 章数据通信网,首先详细介绍了分组交换网、帧中继网、数字数据网(DDN)、ATM 网和多协议标签交换(MPLS)网的具体内容,最后讨论了下一代网络(NGN)。

第 7 章计算机网络技术,介绍了计算机网络的相关内容,主要包括局域网、宽带 IP 城域网、路由器与 Internet 的路由选择协议等。

本书第 1、3、4、5、6、7 章由毛京丽编写,第 2 章由董跃武编写。

本书在编写过程中,得到了李文海教授的指导以及柴炜晨、陈全、徐鹏、贺雅璇、黄秋钧、魏东红、齐开诚、夏之斌、胡凌霄、高阳、任永攀、许世纳等的帮助,在此表示感谢!

另外,本书参考了一些相关的文献,从中受益匪浅,在此对这些文献的著作者表示深深的感谢!

由于编者水平有限,若书中存在缺点和错误,恳请专家和读者指正。

编者

2015 年 3 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 数据通信基本概念	1
1.1.1 数据与数据信号	1
1.1.2 数据通信的概念	1
1.1.3 传输代码	2
1.1.4 数据通信业务	3
1.2 数据通信系统的构成	5
1.2.1 数据终端设备	5
1.2.2 数据电路	5
1.2.3 中央计算机系统	6
1.3 数据通信传输信道	6
1.3.1 信道类型及特性	6
1.3.2 传输损耗	10
1.3.3 噪声与干扰	11
1.3.4 信噪比	11
1.4 数据传输方式	12
1.4.1 串行传输与并行传输	12
1.4.2 异步传输与同步传输	12
1.4.3 单工、半双工和全双工数据传输	14
1.5 数据通信系统的主要性能指标	14
1.5.1 有效性指标	15
1.5.2 可靠性指标	16
1.5.3 信道容量	16
1.6 多路复用技术	17
1.6.1 频分复用	17
1.6.2 时分复用	18
1.6.3 波分复用	19
1.6.4 码分复用	20

1.7 数据通信网概述	20
1.7.1 数据通信网的构成	20
1.7.2 数据通信网的分类	21
1.8 计算机网络基本概念	22
1.8.1 计算机网络的概念	22
1.8.2 计算机网络的组成	23
1.8.3 计算机网络的分类	23
1.8.4 Internet 的概念及特点	24
1.8.5 数据通信网与计算机网络的关系	24
1.9 数据通信技术的标准化组织简介	25
小结	26
习题	27
第2章 数据信号的传输	28
2.1 数据信号及特性描述	28
2.1.1 数据序列的电信号表示	28
2.1.2 基带数据信号的功率谱特性	29
2.2 数据信号的基带传输	33
2.2.1 基带传输系统的构成	33
2.2.2 几种基带形成网络	34
2.2.3 时域均衡	39
2.2.4 数据序列的扰乱与解扰	41
2.2.5 数据传输系统中的时钟同步	43
2.3 数据信号的频带传输	44
2.3.1 频带传输系统的构成	44
2.3.2 数字调幅	45
2.3.3 数字调相	50
2.3.4 数字调频	55
2.3.5 现代数字调制技术	58
2.3.6 数字调制中的载波提取和形成	65
2.3.7 数字信号的最佳接收	67
2.3.8 数字调制系统的比较	72
2.4 数据信号的数字传输	74
2.4.1 数据信号数字传输的概念及特点	74
2.4.2 数字数据传输的实现方式	75
2.4.3 数字数据传输的时分复用	75
小结	78
习题	79

第3章 差错控制	81
3.1 差错控制的基本概念及原理	81
3.1.1 差错控制的基本概念	81
3.1.2 差错控制的基本原理	85
3.2 简单的差错控制编码	89
3.2.1 奇偶监督码	89
3.2.2 水平奇偶监督码	90
3.2.3 二维奇偶监督码	90
3.3 汉明码及线性分组码	91
3.3.1 汉明码	91
3.3.2 线性分组码	93
3.4 循环码	97
3.4.1 循环码的循环特性	97
3.4.2 循环码的生成多项式和生成矩阵	99
3.4.3 循环码的编码方法	101
3.4.4 循环码的解码方法	103
3.5 卷积码	107
3.5.1 卷积码的基本概念	107
3.5.2 卷积码的图解表示	110
3.5.3 卷积码的概率解码	113
3.6 交织技术	114
3.6.1 交织技术基本概念	114
3.6.2 分组交织	115
3.7 简单差错控制协议	116
3.7.1 停止等待协议	116
3.7.2 自动重发请求(ARQ)协议	117
小结	120
习题	122
第4章 数据交换	125
4.1 概述	125
4.1.1 数据交换的必要性	125
4.1.2 数据交换方式	125
4.2 电路交换方式	126
4.2.1 电路交换方式的原理	126
4.2.2 电路交换的优缺点	127
4.3 报文交换方式	128
4.3.1 报文交换方式的原理	128

4.3.2 报文交换的优缺点	129
4.4 分组交换方式	129
4.4.1 分组交换方式的原理	129
4.4.2 分组交换的优缺点	131
4.4.3 分组的传输方式	132
4.4.4 分组长度的选取	136
4.5 帧中继	137
4.5.1 帧中继的概念	137
4.5.2 帧中继发展的必要条件	138
4.5.3 帧中继技术的功能	138
4.5.4 帧中继的特点	139
4.6 ATM 交换	140
4.6.1 ATM 的定义	140
4.6.2 ATM 信元	141
4.6.3 ATM 的特点	142
4.6.4 ATM 的虚连接	143
4.6.5 ATM 交换的特点及原理	146
4.7 数据交换方式的比较及数据交换技术的发展	147
4.7.1 数据交换方式的比较	147
4.7.2 数据交换技术的发展	148
小结	149
习题	150
第5章 数据通信网络体系结构	151
5.1 网络体系结构概述	151
5.1.1 网络体系结构的定义及分类	151
5.1.2 网络体系结构相关的概念	152
5.2 开放系统互连参考模型(OSI-RM)	152
5.2.1 OSI 参考模型的分层结构及各层功能概述	153
5.2.2 物理层协议	155
5.2.3 数据链路层协议	162
5.2.4 网络层协议	169
5.3 TCP/IP 参考模型	174
5.3.1 TCP/IP 参考模型的分层结构	175
5.3.2 网络接口层协议	177
5.3.3 网络层协议	180
5.3.4 运输层协议	188
5.3.5 应用层协议	192
小结	197

习题	199
第 6 章 数据通信网	201
6.1 分组交换网	201
6.1.1 分组交换网的构成	201
6.1.2 分组交换网的通信协议	203
6.1.3 分组交换网的路由选择	209
6.1.4 分组交换网的流量控制	210
6.1.5 用户终端入网方式	213
6.1.6 分组交换网的应用	215
6.2 帧中继网(FRN)	215
6.2.1 帧中继协议	215
6.2.2 帧中继网的组成	219
6.2.3 帧中继网的应用	222
6.2.4 帧中继用户接入	223
6.2.5 帧中继网的业务管理	226
6.3 数字数据网(DDN)	229
6.3.1 DDN 的基本概念	229
6.3.2 DDN 的构成	230
6.3.3 DDN 的网络结构	240
6.3.4 DDN 的网络业务	242
6.3.5 DDN 的应用	244
6.4 ATM 网	246
6.4.1 ATM 网的网络结构	246
6.4.2 ATM 网的用户-网络接口	247
6.4.3 ATM 协议参考模型	249
6.4.4 ATM 网的应用	251
6.5 MPLS 网	253
6.5.1 MPLS 的概念	253
6.5.2 MPLS 网的组成及作用	253
6.5.3 MPLS 工作原理	254
6.5.4 MPLS 数据报的格式	254
6.5.5 MPLS 的特点及优势	256
6.6 下一代网络(NGN)	256
6.6.1 NGN 的基本概念	256
6.6.2 NGN 的关键技术	258
6.6.3 NGN 的体系结构	260
小结	263
习题	266

第7章 计算机网络技术	267
7.1 局域网	267
7.1.1 局域网概述	267
7.1.2 局域网体系结构	269
7.1.3 传统以太网	272
7.1.4 高速以太网	277
7.1.5 交换式局域网	282
7.1.6 虚拟局域网(VLAN)	289
7.1.7 无线局域网	291
7.2 宽带 IP 城域网.....	303
7.2.1 宽带 IP 城域网的基本概念.....	304
7.2.2 宽带 IP 城域网的分层结构.....	305
7.2.3 宽带 IP 城域网的骨干传输技术.....	307
7.3 路由器技术	314
7.3.1 路由器的层次结构及用途	314
7.3.2 路由器的基本构成	315
7.3.3 路由器的功能	318
7.3.4 路由器的基本类型	318
7.4 Internet 的路由选择协议	319
7.4.1 IP 网的路由选择协议概述	319
7.4.2 内部网关协议 RIP	320
7.4.3 内部网关协议 OSPF	324
7.4.4 内部网关协议 IS-IS	328
7.4.5 外部网关协议 BGP	333
小结.....	335
习题.....	339
参考文献	341

第1章 概 述

随着计算机的广泛应用,特别是因特网(Internet)的出现与发展,人们对信息技术的需求和依赖越来越大,也就促进了数据通信的快速发展。

本章简要介绍有关数据通信最基本的概念,使读者对数据通信有一个较全面的了解。主要包括:数据通信基本概念、数据通信系统的构成、数据通信传输信道、数据传输方式、数据通信系统的主要性能指标、多路复用技术、数据通信网概述、计算机网络基本概念以及数据通信技术的标准化组织等。

1.1 数据通信基本概念

1.1.1 数据与数据信号

1. 数据

数据是预先约定的、具有某种含义的任何一个数字或一个字母(符号)以及它们的组合。例如,约定用数字“1”表示电路接通,数字“0”表示电路断开。这里,数字“1”和“0”就是数据。

2. 数据信号

根据数据的定义可以看出,数据有很多,若通信过程中直接传输这些数据,要用许多不同形状的电压来表示它们,这是不现实的。解决办法是采用代码。例如用 1000001 表示 A,用 1011010 表示 Z,再把这些“1”和“0”代码用二电平电压(电流)波形来表示并传输,这就解决了用少量电压(电流)波形来表示众多数据字符的矛盾。这里所说的代码就是二进制的组合,即二进制代码。

数据用传输代码(二进制代码)表示(即用若干个“1”和“0”的组合表示每一个数据)就变成了数据信号。

1.1.2 数据通信的概念

1. 数据通信的概念

传输数据信号的通信是数据通信,为了使整个数据通信过程能按一定的规则有顺序地

进行,通信双方必须建立一定的协议或约定,并且具有执行协议的功能,这样才实现了有意义的数据通信。

严格来讲,数据通信的定义是:依照通信协议,利用数据传输技术在两个功能单元之间传递数据信息,它可实现计算机与计算机、计算机与终端以及终端与终端之间的数据信息传递。数据通信的终端设备(产生的是数据信号)可以是计算机,也可能是除计算机以外的一般数据终端,一般数据终端简称数据终端或终端。

通常而言,数据通信是计算机与通信相结合而产生的一种通信方式和通信业务。可见,数据通信是一种把计算机技术和通信技术结合起来的通信方式。

从以上数据通信的定义可以理解,数据通信包含两方面内容:数据的传输和数据传输前后的处理,例如数据的集中、交换、控制等等。

2. 数据信号的基本传输方式

数据信号的基本传输方式有三种:基带传输、频带传输和数字数据传输。

基带传输是基带数据信号(数据终端输出的未经调制变换的数据信号)直接在电缆信道上传输。换句话说,基带传输是不搬移基带数据信号频谱的传输方式。

频带传输是基带数据信号经过调制,将其频带搬移到相应的载频频带上再传输(频带传输时信道上传输的是模拟信号)。

数字数据传输是利用 PCM 信道传输数据信号,即利用 PCM30/32 路系统的某些时隙传输数据信号。

1.1.3 传输代码

目前,常用的二进制代码有国际 5 号码(IA5)、EBCDIC 码和国际电报 2 号码(ITA2)等。作为例子,下面介绍国际 5 号码(IA5)。

国际 5 号码是一种 7 单位代码,以 7 位二进制码来表示一个字母、数字或符号。这种码最早在 1963 年由美国标准协会提出,称为美国信息交换用标准代码(American Standard Code for Information Interchange,简称 ASCII 码)。7 位二进制码一共有 $2^7=128$ 种组合,可表示 128 个不同的字母、数字和符号,如表 1-1 所示。

表 1-1 国际 5 号码(IA5)编码表

				b_5	0	1	0	1	0	1	0	1
b_4	b_3	b_2	b_1	行\列	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	TC ₇ (DLB)	SP	0	@	P	•	p
0	0	0	1	1	TC ₁ (SOH)	DC ₁	1	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	TC ₂ (STX)	DC ₂	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	TC ₃ (ETX)	DC ₃	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	TC ₄ (EOT)	DC ₄	⌘	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	DC ₅ (ENQ)	TC ₈ (NAK)	%	5	E	U	e	u

续表

				b_5	0	1	0	1	0	1	0	1
b_4	b_3	b_2	b_1	行\列	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	1	0	6	TC ₆ (ACK)	TC ₉ (SYN)	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BEL	TC ₁₀ (ETB)	,	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	FE ₀ (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	FE ₁ (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	FE ₂ (LF)	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11	FE ₃ (VT)	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	12	FE ₄ (FF)	IS ₄ (FS)	,	<	L	\	l	
1	1	0	1	13	FE ₅ (CR)	IS ₃ (GS)	-	=	M	]	m	}
1	1	1	0	14	SO	IS ₂ (RS)	.	>	N	^	n	-
1	1	1	1	15	SI	IS ₁ (US)	/	?	O	_	o	DEL

代码在顺序传输过程中以 b_1 作为第一位, b_7 为最后一位。

1.1.4 数据通信业务

数据通信提供的业务主要包括分组交换业务、数字数据业务、一线通业务、帧中继业务、数据增值业务、VSAT 通信业务和宽带业务等。

1. 分组交换业务

分组交换以 CCITT X. 25 协议为基础,能满足不同速率、不同型号的终端与终端,终端与计算机,计算机与计算机间的通信,实现资源共享。

分组交换网提供的业务功能主要包括以下几种。

- 基本业务功能——是指分组交换网向所有网上的客户提供的服务功能,即要求网络能在客户之间“透明”地传送信息。分组交换网一般是通过“虚电路”来建立传送信息的信息通路,虚电路有两种方式:交换虚电路(SVC)和永久虚电路(PVC)。(有关分组交换、SVC 和 PVC 的概念详见第 4 章)
- 用户任选功能——主要有闭合用户群、反向计费、网络用户识别、呼叫转移、虚拟专用网、广播功能、对方付费、计费信息显示、直接呼叫等业务。
- 增值业务功能——分组交换网可以利用其网络平台提供多种数据通信增值业务,如电子信箱、电子数据互换(EDI)、可视图文、传真存储转发、数据库检索等。

2. 数字数据业务

数字数据业务是数字数据网(DDN)提供的、速率在一定范围内(200 bit/s~2 Mbit/s)任选的信息量大、实时性强的中高速数据通信业务。(DDN 的概念详见第 6 章)

DDN 的主要作用是作为分组交换网、公用计算机互联网等网络中继电路,可提供点对点、一点对多点的业务。主要包括:

- 帧中继业务;
- 语音、G3 传真、图像、智能用户电报等业务;
- 虚拟专用网业务。

3. 一线通业务

一线通业务即窄带综合业务数字网(N-ISDN)提供的业务,包括基本业务和补充业务。

基本业务又包括承载业务和用户终端业务。在承载业务中,网络向用户提供的只是一种低层的信息转移能力,与终端的类型无关,分为电路交换的承载业务和分组交换的承载业务。用户终端业务是指利用窄带综合业务数字网和一些特定的终端能够提供的业务,例如数字电话、智能用户电报、数据通信业务、视频业务等。

补充业务主要有三方会议、呼叫转接、呼叫等待等等。

4. 帧中继业务

帧中继业务是在帧中继用户-网络接口(UNI)之间提供用户信息流的双向传送,并保持原顺序不变的一种承载业务。帧中继网络提供的业务有两种:永久虚电路(PVC)和交换虚电路(SVC)。(帧中继的概念详见第4章)

5. 数据增值业务

数据增值业务是通过计算机处理的信息业务,以及计算机与通信网结合对传送的信息进行加工处理后提供的服务。主要包括:

- 电子信箱业务(E-mail)——是利用计算机网络系统的处理和存储能力,为用户提供能存取和传递文电、信函、传真、图像、语音或其他形式信息的业务。
- 电子数据互换业务(电子贸易)——是通过计算机网络将贸易、运输、保险、银行和海关等行业信息,用一种国际公认的标准格式,实现各有关部门或公司与企业之间的数据交换与处理,并完成以贸易为中心的全部过程。
- 传真存储转发业务——是一种具有存储转发功能的非实时性的传真通信,是现代通信技术与计算机应用相结合的产物,它利用分组网的通信平台为电话网上的传真用户提供高速、优质、经济、安全、便捷的传真服务;利用计算机存储的功能,将发送方的传真报文存储到主机里,然后通过通信网络将传真报文转发到被叫传真机上。
- 可视图文业务——可视图文(Videotex)是一种公用性的、开放性、交互性的信息服务系统,利用数据库通过公用电信网向配备专用终端设备或个人计算机等可视终端的用户提供文字、数据或图形等可视信息服务。

6. VSAT 通信业务

甚小天线地球站(VSAT)指具有甚小口径天线的智能化小型式微型地球站。VSAT 业务是通过多个小站和一个主站与通信卫星转发器组成的卫星通信网络,为用户提供点到点、点到多点的通信业务。

VSAT 系统具有广泛的业务功能,除了个别宽带业务外,VAST 网几乎可支持现有的多种业务,包括话音、数据、传真、LAN 互连、会议电视、可视电话,采用 FR 接口的活动图像和电视、数字音乐等。

7. 宽带业务

目前,对宽带还没有一个公认的定义,从一般的角度理解,它是能够满足人们感观所能感受到的各种媒体在网络上传输所需要的带宽,因此它是一个动态的、发展的概念。宽带对家庭用户而言是指可以满足语音、图像等大量信息传递的需求,一般以传输速率 512 kbit/s 为分界,将 512 kbit/s 以下的接入称为“窄带”,512 kbit/s 及其之上的接入则归类于“宽带”。

宽带业务主要包括视频点播、远程教育、远程医疗、电子商务、举行电视会议、拨打视频电话等。

1.2 数据通信系统的构成

数据通信系统是通过数据电路将分布在远地的数据终端设备与计算机系统连接起来,实现数据传输、交换、存储和处理的系统。数据通信系统的基本构成如图 1-1 所示。

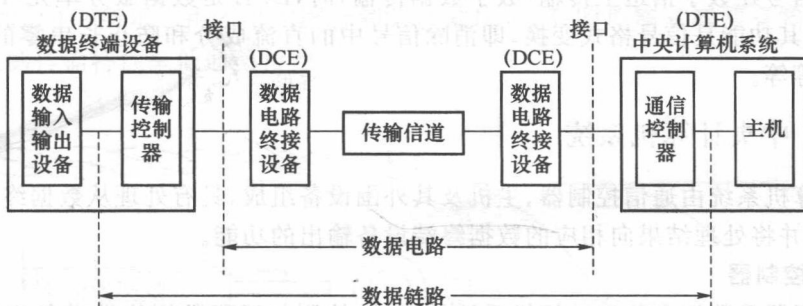


图 1-1 数据通信系统的基本构成

1.2.1 数据终端设备

数据终端设备(DTE)由数据输入设备(产生数据的数据源)、数据输出设备(接收数据的数据宿)和传输控制器组成。

数据输入输出设备的作用有点类似于电话与电报通信中的电话机和电传机,它在发送端把人们的数据信息变成以数字代码表示的数据信号,即将数据转换为数据信号;接收端完成相反的变换,即把数据信号还原为数据。

传输控制器的作用是完成各种传输控制,如差错控制、终端的接续控制、确认控制、传输顺序控制和切断等控制等。

DTE 是一个总称,根据实际需要采用不同的设备。例如,在发送数据中,DTE 可以用键盘输入器;在接收数据中,它可以是屏幕显示设备(CRT),也可以是激光打印机等等。当然,具有一定处理功能的个人计算机也可称为 DTE。

1.2.2 数据电路

数据电路位于 DTE 与计算机系统之间,它的作用是为数据通信提供传输通道。在数据电路两端收发的是二进制“1”或“0”的数据信号。数据传输电路要保证将 DTE 的数据信号送到计算机系统以及由计算机系统送回 DTE。

数据电路由传输信道及其两端的数据电路终接设备(DCE)组成。

1. 传输信道

传输信道包括通信线路和通信设备。通信线路一般采用电缆、光缆、微波线路等;而通信设备可分为模拟通信设备和数字通信设备,从而使传输信道分为模拟传输信道和数字传输信道。另外,传输信道中还包括通过交换网的连接或是专用线路的固定连接。

2. 数据电路终接设备(DCE)

DCE 是 DTE 与传输信道的接口设备。当数据信号采用不同的传输方式时,DCE 的功能有所不同。

基带传输时,DCE 是对来自 DTE 的数据信号进行某些变换,使信号功率谱与信道相适应,即使数据信号适合在电缆信道中传输。

频带传输时 DCE 具体是调制解调器(modem),它是调制器和解调器的结合。发送时,调制器对数据信号进行调制,将其频带搬移到相应的载频频带上进行传输(即将数据信号转换成适合于模拟信道上传输的模拟信号);接收时,解调器进行解调,将模拟信号还原成数据信号。

当数据信号在数字信道上传输(数字数据传输)时,DCE 是数据服务单元(Data Service Unit,DSU),其功能是信号格式变换,即消除信号中的直流成分和防止长串零的编码、信号再生和定时等等。

1.2.3 中央计算机系统

中央计算机系统由通信控制器、主机及其外围设备组成,具有处理从数据终端设备输入的数据信息,并将处理结果向相应的数据终端设备输出的功能。

1. 通信控制器

通信控制器是数据电路和计算机系统的接口,控制与远程数据终端设备连接的全部通信信道,接收远端 DTE 发来的数据信号,并向远端 DTE 发送数据信号。

通信控制器的主要功能,对远程 DTE 一侧来说,是差错控制、终端的接续控制、确认控制、传输顺序控制和切断等控制;对计算机系统一侧来说,其功能是将线路上的串行比特信号变成并行比特信号,或将计算机输出的并行比特信号变成串行比特信号。另外,在远程 DTE 一侧有时也有类似的通信控制功能(就是传输控制器),但一般作为一块通信控制板合并在 DTE 之中。

2. 主机

主机又称中央处理机,由中央处理单元(CPU)、主存储器、输入输出设备以及其他外围设备组成,其主要功能是进行数据处理。

以上介绍了数据通信系统的基本构成,从图 1-1 中看到,数据链路是由控制装置(传输控制器和通信控制器)和数据电路所组成,控制装置是按照双方事先约定的规程进行控制的。一般来说,只有在建立起数据链路之后,通信双方才能真正有效、可靠地进行数据通信。

1.3 数据通信传输信道

1.3.1 信道类型及特性

传输信道是指信号的传输通道,对数据通信而言传输信道是指进行数据通信的两个数