

JISUANJITONGXIN

计算机通信

● 赵国相 编著



吉林大学
出版社

计算机通信

赵国相 编著



吉林大学出版社

内容简介

本书主要论述了计算机通信系统的基本原理和分析方法,阐述了信号与信道的特性、信号的传输、同步、差错控制等通信基本原理和技术;叙述了计算机通信中的标准接口、传输控制规程和通信控制器等。

本书可作为高等院校信息系统专业、计算机专业、通信专业及有关专业高年级本科生的教材或参考书,也可供有关专业技术人员阅读和参考。

计算机通信

赵国相 编著

责任编辑:杨鲲

责任校对:唐万新

封面设计:孙群

吉林大学出版社出版
(长春市解放大路 125 号)

吉林大学出版社发行
长春市永昌印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16

1999 年 12 月第 1 版

印张:12.875

1999 年 12 月第 1 次印刷

字数:323 千字

印数:1-1200 册

ISBN 7-5601-2344-9/TP·98

定价:15.00 元

前 言

计算机通信是通信与计算机相结合的人-机或机-机通信。计算机通信研究的主要内容是如何利用数据通信的基本原理和技术实现计算机之间的数据传输、交换、处理以及存储。

本书的内容是这样安排的:首先讲述了信号与信道的特性、数字信号的基带与频带传输、模拟信号的数字传输、多路复用技术、同步、差错控制等通信基本原理和技术,然后叙述了计算机通信的标准接口、传输控制规程和通信控制器,这些是任何一个计算机通信系统所不可缺少的组成部分。在此基础上,作者结合自己的科研成果给出了一个实际应用的通信系统。

本书是作者在总结了近年来教学实践和科研的基础上编写的,编写过程中参考了国内外近几年出版的教材和有关文献。在叙述方法上力求做到突出重点、注重实用,始终贯彻通信和计算机相结合的思想,尽量做到使计算机专业人员和通信技术人员都能受益。

在本书写作与出版过程中,得到了许多同志的热情帮助。特别是鞠九滨教授和李春阳高级工程师,他们给作者不少的指导与鼓励。本人在此向他们表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中难免有错误或不当之处,恳请读者批评指正,以求提高。如本书能对读者有所裨益,作者将感到欣慰。

作 者

1999年10月于吉林大学

目 录

第一章 绪论	1
1.1 通信系统模型	1
1.1.1 模拟通信	2
1.1.2 数字通信与数据通信	2
1.2 计算机通信中的基本概念和质量指标	3
1.2.1 信息量	3
1.2.2 传输速率	4
1.2.3 系统的频带利用率	4
1.2.4 差错率	5
1.2.5 可靠度	5
1.2.6 通信方式	5
1.2.7 信号强度	5
1.2.8 适应性及使用维修性	6
1.3 计算机通信的发展	6
第二章 信号与信道	10
2.1 信号	10
2.1.1 信号的分类	10
2.1.2 周期信号的频谱	12
2.1.3 非周期信号的频谱	15
2.1.4 信号的能量谱密度与功率谱密度	19
2.2 信道	22
2.2.1 信道的分类	23
2.2.2 传输损耗	23
2.2.3 有线信道	25
2.2.4 无线信道	26
2.2.5 信道容量	28
第三章 信号传输	30
3.1 数字信号的基带传输	30
3.1.1 基带传输系统	30
3.1.2 选择数字基带信号的原则	30
3.1.3 数字基带信号的种类	31
3.1.4 基带信号的功率谱密度	36
3.1.5 线性系统的分析方法	40
3.1.6 单位脉冲通过理想低通滤波器	44
3.1.7 升余弦频谱传输特性	46
3.1.8 时域均衡	48
3.1.9 眼图	52

3.2	数字信号频带传输	52
3.2.1	数字调制方式的分类	53
3.2.2	数字振幅调制	54
3.2.3	数字频率调制	60
3.2.4	数字相位调制	63
3.3	模拟信号的数字传输	76
3.3.1	脉冲编码调制(PCM)	76
3.3.2	增量调制(ΔM)	79
3.4	多路复用技术	81
3.4.1	引言	81
3.4.2	频分多路复用	81
3.4.3	同步时分多路复用	83
3.4.4	PCM30/32 路系统帧结构	85
3.4.5	统计时分多路复用	86
第四章	同步	88
4.1	引言	88
4.2	载波同步	88
4.2.1	插入导频法	88
4.2.2	直接提取载波法	90
4.3	位同步	92
4.3.1	插入导频法	92
4.3.2	直接提取位同步法	93
4.4	群同步	103
4.4.1	起止式同步法	103
4.4.2	连贯式插入法	104
4.4.3	间隔式插入法	107
4.4.4	群同步系统的性能	108
4.4.5	自群同步简介	109
第五章	差错控制	110
5.1	引言	110
5.2	差错控制的基本方式	111
5.2.1	反馈重发纠错(ARQ)方式	111
5.2.2	前向纠错(FEC)方式	112
5.2.3	混合纠错方式	113
5.2.4	不用编码的差错控制方式	113
5.3	纠错编码的基本原理	113
5.4	常用的简单检错码	116
5.4.1	奇偶校验码	116
5.4.2	水平一致校验码	116
5.4.3	水平垂直一致校验码	117

5.4.4	群计数校验码和水平群计数校验码	117
5.4.5	恒比码	118
5.5	简单的纠错编码	119
5.5.1	重复码	119
5.5.2	正反码	119
5.6	线性分组码	120
5.6.1	汉明码	120
5.6.2	循环码	122
第六章	计算机通信的标准接口	129
6.1	引言	129
6.2	RS-232-C 接口标准	129
6.3	RS-449 接口标准	136
6.4	CCITT X.21 接口标准	139
第七章	传输控制规程	143
7.1	引言	143
7.2	面向字符的传输控制规程	145
7.3	面向字节计数的传输控制规程	148
7.4	面向比特的传输控制规程	151
7.5	x.25 的 LAPB 规程	157
第八章	通信控制器	159
8.1	通信控制器	159
8.1.1	通信控制器的功能	159
8.1.2	通信控制器的分类	160
8.1.3	通信控制器的组成	160
8.1.4	通信控制器的基本工作原理	162
8.2	通信同步/异步接收/发送器 8251A	163
8.2.1	8251A 的基本性能	163
8.2.2	8251A 的内部逻辑与外部信号	163
8.2.3	8251A 的控制字与编程	167
8.3	一个实际的通信系统	170
8.3.1	系统配置及功能	170
8.3.2	通信系统技术指标	171
8.3.3	通信系统协议	173
8.3.4	通信系统程序	174
8.4	8273 可编程 HDLC/SDLC 规程控制器	177
8.4.1	8273 的内部结构	178
8.4.2	8273 的对外信号	180
8.4.3	8273 的命令	182
8.4.4	8273 的工作过程	185
8.5	NE-2000 网卡	188

8.5.1 NE-2000 网卡结构与功能	188
8.5.2 IEEE802.3 帧结构	195
8.5.3 微机发送和接收流程	196
参考文献	198

第一章 绪 论

计算机通信也称数据通信,是现代信息技术中的一个重要组成部分,它是计算机科学与通信科学相结合的产物,是把数据传输、交换、处理以及存储有机结合而形成的一种通信方式。这一结合使工艺、产品发生了深刻的变革,并出现了计算机与通信工业的联合企业。这一结合具有划时代的意义,使人类社会从工业化时代向信息化时代过渡。所谓信息化时代就是要具有发达的现代化信息网络;通信技术和计算机技术的紧密结合;通信网、计算机和终端设备连成一体。实现人与人、人与机器、机器与机器的信息交流,达到信息资源共享。

1.1 通信系统模型

通信的目的是传递和交换信息。完成信息传递和交换任务的系统称为通信系统,图 1.1.1 给出一个通用的通信系统模型,它包括信源、发信机、传输介质、接收机、信宿和噪声源六大部分。

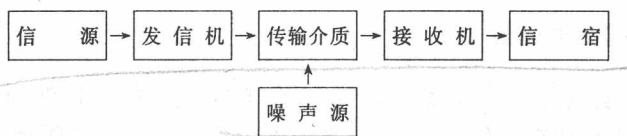


图 1.1.1 通信系统模型

信源就是发出信息源泉。如电话通信中,讲话人就是信源,在数据通信中,计算机或其他机器就是信源。信源发出的语音、数据和图象等作为发信机的输入信号。发信机的作用是把信源发出的消息变换成适于在传输介质中传输的信号。传输介质可以采用双绞线、同轴电缆和光纤等有线信道,也可以利用空间电磁波传播的无线信道。在传输介质中,信号会受到各种噪声的干扰,噪声源是以集中形式表示的干扰源。接收机的作用是将传输介质中传送来的信号进行放大处理,最后转换成消息。信宿是消息的接收者,如电话通信中的受话人就是信宿,数据通信中的计算机就是信宿。

通信时有待传输的消息是多种多样的,它可以是符号、文字、语音、图象等等。然而,所有的不同的消息,都可以把它们归结成两类:一类称为离散消息,另一类称为连续消息。离散消息是指消息的状态是可数的或离散型的,比如符号、文字或数据等。离散消息也称为数字消息。而连续消息则是非离散型的,也就是消息状态是连续变化的,例如,强弱连续的语音、亮度连续变化的图象等。连续消息也称为模拟消息。

为了传递消息,各种消息需要转换成电信号。在消息转换成电信号的过程中,消息与电信号之间必须建立单一的对应关系。否则,接收机就无法转换成原来的消息。通常,消息被寄托在电信号的单一参量上。如果电信号的参量携带着离散消息,则该参量必将是离散取值的。这样的信号就称为数字信号,例如,电报机输出的信号就是数字信号。如果电信号的参量对应于模拟消息而连续取值,则称这样的信号为模拟信号或连续信号,例如普通电话机输出的信号就是模拟信号。按照传输介质中传输的是模拟信号还是数字信号,可以相应地把通信系统分两类:模拟通信系统和数字通信系统。下面我们将讨论这两种通信系统的模型。

1.1.1 模拟通信

按传输模拟信号而设计的通信系统称为模拟通信系统,如图 1.1.2 所示。在模拟通信系统中,原始的模拟信号一般都要经过调制(一些近距离的有线通信也可不经过调制)再通过传输介质传输。图 1.1.2 中的调制器和解调器实质上是一种信号变换器,它对信号进行各种变换,使之能在传输介质中传输。经过调制器调制后的信号称已调信号,它仍然是一种连续信号。解调器对已调信号进行反变换,使其恢复成调制前的信号。在模拟通信中,通过传输介质的信号频谱通常比较窄,因此传输介质的利用率较高。它的缺点是:传输的信号是连续的,混入噪声后不易清除,抗干扰能力差;不易进行保密通信;设备不易大规模集成;不能适应计算机通信的要求。

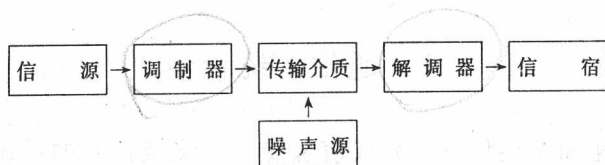


图 1.1.2 模拟通信系统模型

1.1.2 数字通信与数据通信

若信源发出的是模拟信号,把它经过取样、量化和编码等数字化处理后,以数字信号的形式传送,这种通信方式称数字通信,数字通信系统的模型如图 1.1.3 所示。在数字通信系统中可以使用数字传输方式,也可以使用模拟传输方式。

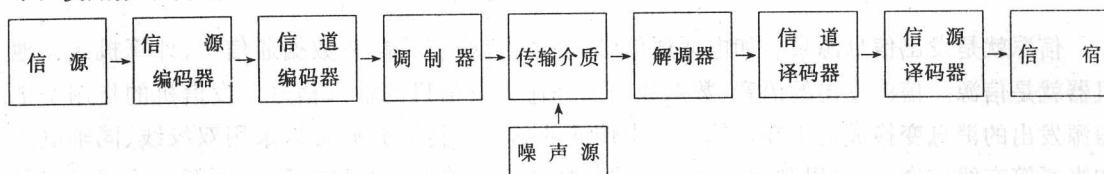


图 1.1.3 数字通信系统模型

图中信源编码器主要起两个作用:一是实现模/数转换,把信源发出的模拟信号变换为数字信号;二是降低信号的数码率。如脉码调制、声码器、信号的数据率压缩均属于信源编码。信源译码器的作用是信源编码器的逆过程。

信道编码器的作用是将信源编码器输出的数字信号人为地按一定的规则加入多余码元,因而使得在接收端能发现错误或纠正错码,以提高通信的可靠性。信道译码器的作用是发现或纠正传输过程中引入的错码,解除信道编码器所加入的多余码元。

调制器和解调器只是对用模拟传输方式的数字通信系统才是必须的,其作用与模拟通信系统中所述的相似。

目前模拟通信和数字通信都有广泛应用,由于器件和技术条件的限制,模拟通信发展较早,随着技术的发展和人们对提高通信质量的要求,数字通信获得飞速发展,并越来越占据重要地位。因为它比模拟通信有许多突出的优点,例如:

(1)抗干扰能力强。这可从两方面看,首先数字信号在传输过程可以多次再生,以消除由噪声造成波形失质的积累。其次是由信道编译码器自动检纠错码。

(2)保密性强。数字通信的加密比模拟通信要容易处理。例如一个要传送的数字序列 B

经过一定的逻辑运算就形成了加了密的新的数字序列,即

$$A = B \oplus D \quad (1.1.1)$$

或中 D 是密码数字序列; $\oplus$ 是模 2 加逻辑运算符; A 是加了密的数字序列。

如果不掌握密码数字序列 D 是难以从 A 中恢复 B 。但对通信双方已不成问题,接收端只要运用 D 与 A 的逻辑运算就能恢复出 B 序列。即

$$A \oplus D = B \oplus D \oplus D = B \quad (1.1.2)$$

(3)设备可集成化、微型化。由于设备多属于数字电路,可以大规模地集成,实现微型化。

(4)能适应各种通信业务。由于数字技术的发展,计算机广泛应用,数据业务不断增加。各种信号都可以数字化。无论存储、处理、传输和交换都可以统一进行,便于组成综合数字通信网络。

数字通信的缺点在于它比模拟通信占据更宽的系统频带。以电话为例,一路模拟电话通常只占据 4 千赫带宽,但一路数字电话却可能要占据约 20~60 千赫的带宽。因此,数字通信的频带利用率不高。

数据通信是数字通信的一类。若信源本身发出的就是数字形式的信号(电报、数据、指令等),那么,不管用数字传输还是用模拟传输方式来传输这个信号,这种通信方式均称为数据通信。数据通信系统的模型与数字通信系统的模型(图 1.1.3 所示)基本相同,只是因为信源发出的就是数字信号,所以不需要信源编译码器。

1.2 计算机通信中的基本概念和质量指标

本节介绍计算机通信中的一些基本概念和质量指标,这将为以后各章的学习提供必备的基础知识。

1.2.1 信息量

通常将语言、文字、图象或数据等统称为消息。将消息给予受信者的新知识称为信息,即对受信者来说,预先不知道的消息称为信息。为了定量地研究通信系统的运行情况,客观地评价各种通信方式的优缺点,需要对信息进行度量。这就是说,要对信息的多少(信息量)规定一个通用的数值计量方法。根据香农的理论,如果一个消息所表示的事件是必然事件,即该事件发生的概率为 1,则该消息所传递的信息量应该是零。如果一个消息表示的是一个根本不可能发生的事件,那么这个消息就含有无穷的信息量。香农规定,一个消息所含的信息量 I 等于它所表示的事件发生的概率 p 的倒数的对数。即

$$\text{信息量 } I = \log \frac{1}{p} = -\log p \quad (1.2.1)$$

如果对数以 2 为底,则信息量的单位为比特(bit或 b);若对数以自然数 e 为底,则信息量的单位为奈特(nat);若以 10 为底,则信息量的单位为哈特莱(Hartley)。在以下各节中都用比特作为信息量的单位,即

$$I = \log_2 \frac{1}{p} = -\log_2 p \quad (\text{bit}) \quad (1.2.2)$$

由式(1.2.2)可以看出:当消息发生的概率 $p=1/2$ 时,消息所含的信息量为 1 bit;当消息发生的概率 $p=1/4$ 时,消息所含的信息量为 2 bit;当消息发生的概率 $p=1/8$ 时,消息所含的

信息量为 3 bit。从传输这些消息所用的二进制脉冲数来看,它与消息的信息量有密切的关系。若传输等概率出现的两个消息之一(即 $p=1/2$)时,至少需要一位二进制脉冲;若传输 8 个等概率出现的消息之一(即 $p=1/8$)时,至少需要三位二进制脉冲。由以上分析可以看出,当消息的信息量用比特表示时,它所含的信息量可以用传送它所需要的最少二进制脉冲数来表示。

从表面上看,上述结论仅对离散消息而言,但是,在信息论中有一个重要结论,即任何形式的待传信息都可以用二进制形式表示而不失其主要内容。抽样定理告诉我们,一个频带有限的连续信号中的信息,可以用每秒一定数目的离散抽样值代替。而这些离散的抽样值可以用二进制的脉冲序列来表示。可见,以上信息量定义同样适用于连续的信息。

1.2.2 传输速率

数字通信系统的一项重要指标是它的传输速率。可从以下两种不同角度来定义:

1. 信息传输速率

又称传信率或比特率,是单位时间(每秒)内通信系统所传送的信息量,记作 R_b ,其单位为比特/秒(bit/s或bps)。

2. 码元传输速率

又称传码率,是单位时间(每秒)内通信系统所传送的码元数目,记作 R_B ,其单位为波特(Baud)。每个码元所占有的时间 T_B 叫做码长,则 $R_B=1/T_B$ 。由于定义码元传输速率 R_B 并没有限定是几进制码元,实际系统中可能采用不同进制,所以在给出传码率的同时应说明码元是几进制的,如果采用二进制则用 R_{B2} 表示, M 进制用 R_{BM} 表示。 M 进制与二进制是可以相互表示的,当 $M=4$ 时,则 M 进制的每个符号可用两位二进制符号表示。

R_{BM} 与 R_{B2} 有如下关系

$$R_{B2} = R_{BM} \cdot \log_2 M \text{ 波特} \quad (1.2.3)$$

实践证明,传信率与传码率两个概念容易混淆,需要注意以下两点:

(1)“比特”是信息量单位,“波特”是速度单位,虽然仅差一字,意义截然不同。

(2)“比特/秒”与“波特”在数量上有一定关系。例如数据传输中,其传信率 $R_b = 1200$ 比特/秒,这说明该机每秒钟传送 1200 个二进制脉冲数。因此,在二进制情况下,传信率和传码率在数值上是相等的,只是含义和单位不同。前者单位是 bit/s,后者为波特。在 M 进制时,传信率和传码率的关系为:

$$R_b = R_{BM} \cdot \log_2 M \text{ 比特/秒} \quad (1.2.4)$$

1.2.3 系统的频带利用率

在比较两个通信系统的有效性时,单看它们的传输率是不够的,或者说虽然两个系统的传输速率相同,但它们的系统效率可以是不一样的,因为两个系统可能具有不同的带宽。所以,衡量系统效率的另一个重要指标是系统频带的利用率 ρ 。

通信系统的频带利用率 ρ ,是单位频带内所能传输的信息速率,其表示式为

$$\rho = \frac{R_b}{B} \quad (\text{bit/s} \cdot \text{Hz}) \quad (1.2.5)$$

式中, B 是所需要的带宽。在频带宽度相同的条件下,比特传输速度越高,频带利用率也越高,反之则越低。

1.2.4 差错率

差错率是衡量数据传输系统正常工作情况下可靠性的指标,主要以误码率表征。

误码率是指码元在传输系统中传送时被传错的概率。在数据序列很长时,它近似地等于被传错的码元在所传输的码元总数中所占有的比例,即

$$P_e = \frac{\text{传错码元个数}}{\text{传输码元的总数}} \quad (1.2.6)$$

1.2.5 可靠度

可靠度是衡量机器正常工作能力的一个指标。可靠度也是衡量有效通信时间长短的一个重要指标,它可用下述公式表示:

$$\text{可靠度} = \frac{\text{全年(或全月)正常工作时间}}{\text{全年(或全月)总工作时间}} \times 100\% \quad (1.2.7)$$

1.2.6 通信方式

通信的双方信息交互的基本方式有以下三种:

(1)单向通信。又称为单工通信,即只能有一个方向的通信而没有反方向的通信。无线电广播、有线广播及电视广播均属于这种方式。

(2)双向交替通信。又称为半双工通信,即通信的双方都可以发送信息,但不能双方同时发送(当然也就不能同时接收)。这种通信方式是一方发送另一方接收,过一段时间后再反过来。

(3)双向同时通信。又称为全双工通信,即通信的双方可以同时发送和接收信息。

单向通信只需要一条信道,而双向交替通信或双向同时通信则都需要两条信道(每个方向各一条)。显然,双向同时通信的传输效率最高。不过应当指出,虽然电信局为打电话的用户提供了双向同时通信的信道,但有效的电话交谈一般都还是双方交替通信。当双方发生争吵时往往就是采用双向同时通信的方式。

1.2.7 信号强度

信号强度是任何传输系统中的一个重要参数之一。当信号沿着传输介质进行传输时,信号强度(或信号的能量)将有所损失或衰减。为了补偿这种损失或衰减,需在不同的地方插入放大器来放大信号。实验表明,当声音(或与之对应的声音信号的输出功率)增强 10 倍、100 倍、1000 倍时,人耳听到的感觉不是增加 10 倍、100 倍、1000 倍,而是仅仅增加 1 倍、2 倍、3 倍。由此可见,采用一般的功率比值并不能真实地反映出听觉上声音增强的效果,人耳的感觉与声音功率比值的对数成正比。为使客观上的功率增大与人的主观感觉相一致,采用信号功率放大 10 倍作为一个单位计算,称为一个贝尔(bel)。功率放大 100 倍作为二个单位计算,称为 2 个贝尔……由于以贝尔为单位时单位太大,往往采用 $\frac{1}{10}$ 贝尔作为单位,称为分贝,记作 dB。

据此,我们可以给出分贝的定义:分贝是描述比值的一个单位,它是一个以 10 为底的对数。当分贝数与功率比值相对应时,

$$\text{分贝(dB)数} = 10 \lg \text{功率比} \quad (1.2.8)$$

通常用分贝来表示增益、损耗和相对电平。例如,设一功率放大器,输入功率为 1W,输出功率为 2W,求放大器功率增益。

$$\text{功率增益(dB)} = 10\lg \frac{2\text{W}}{1\text{W}} = 3.0103\text{dB}$$

例如,设有一网络,输入功率为 1kW,输出功率为 1W,求网络增益为多少分贝?

$$\text{功率增益(dB)} = 10\lg \frac{1\text{W}}{1000\text{W}} = -30\text{dB}$$

即本例给出的网络增益为 -30dB,实际表明网络损耗为 30dB。

1.2.8 适应性及使用维修性

适应性就是系统对外界条件变化的适应能力。例如,对环境温度、湿度、压力、振动、电源电压波动等条件的适应能力。

使用维修性指的是操作与维修是否简单方便。应有必要的性能指标及故障报警装置,尽可能做到故障自动检测,以便一旦发生故障能迅速排除。此外,还要求体积小、重量轻。

1.3 计算机通信的发展

计算机通信的发展过程经历了四个阶段,即具有通信功能的单机系统、具有通信功能的多机系统、计算机通信网和计算机网络。

一、具有通信功能的单机系统

在 1946 年世界上第一台数字计算机刚问世后的几年里,计算机和通信并没有什么关系。电子计算机的数量很少,且非常昂贵。用户只能前往计算中心去使用机器。这种方式对远离计算机的用户来说是极不方便的。为了解决这个问题,人们在计算机中心的机房内设置一些脱机装置,并利用通信线路把它们与远程站点的输入输出装置相连,当远程站通过通信线路送来程序和数据时,先把它们通过机房的输入装置记录到纸带等存储介质上,然后再由操作员将它们输入到计算机内进行处理,处理的结果也要由操作员用输出装置发送到远程站。这种脱机通信方式需要操作人员直接插手干预远程输入输出,工作效率很低。人们自然会想到,如果在计算机上设法增加通信控制功能,使远程站的输入输出设备通过通信线路直接和计算机相连,使计算机系统直接通过通信线路从远程站点一边输入信息,一边处理信息,最后的处理结果也通过通信线路直接送回远程站点。这种联机通信方式的设想在 1954 年得已实现,一种叫做收发器的终端研制成功。人们使用这种终端首次实现了将穿孔卡片上的数据从电话线路上发送到远地的计算机。此后,电传打字机也作为远程的终端和计算机相连。用户可在远地的电传打字机上键入自己的程序,而计算机算出的结果又可从计算机传送到远地的电传打字机上打印出来。计算机与通信的结合就这样开始了。这种联机系统就是具有通信功能的单机系统,如图 1.3.1 所示。图中的线路控制器是计算机与远程终端相连的接口。早期的线路控制器只能和一条通信线路相连,同时也只能适用于某一种传送速率。由于在通信线路上是串行传输,而在计算机内采用的是并行传输,因此这种线路控制器的主要功能是进行串行和并行传输的转换以及简单的差错控制。图中的调制解调器 M 的主要作用是把计算机或终端的数字信号变换成可以在电话线路上传送的模拟信号以及完成相反的变换。

随着远程终端数量的增多,为了避免一台计算机使用多个线路控制器,在 60 年代初期出现了多重线路控制器。它可以和许多个远程终端设备相连接,如图 1.3.2 所示。

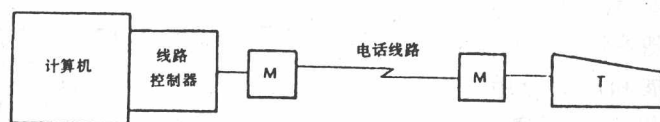


图 1.3.1 具有通信功能的单机系统

二、具有通信功能的多机系统

图 1.3.2 所示的多重线路控制器的系统,有两个缺点:一是主机系统既要承担数据处理工作,又要承担通信控制等工作;二是每个终端独占一条线路,在终端数目多、距离远的情

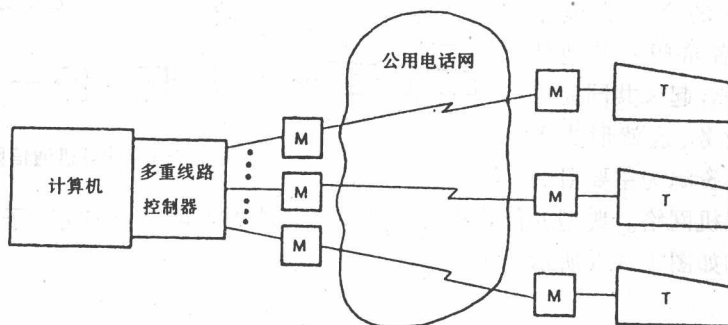


图 1.3.2 多重线路控制器的使用

况下,线路投资费用较大,利用率也很低。为了减轻主机的负担,用一台通信处理机也称前端处理机 FEP(有时也简称前端机)代替多重线路控制器,专门负责与终端的通信工作,使得主机(即原来的计算机)能有较多时间进行数据处理。为了提高通信线路利用率,通常在终端较为集中的地区设置线路集中器,用低速线路把附近终端的信息先汇集到集中器上,然后再用高速通信线路把集中器的信息送入主机进行处理。

前端机和集中器常采用指令类型较简单、运算速度较低、内存容量较小、通信功能较强的计算机。这种增加了前端机或集中器的系统就是具有通信功能的多机系统,如图 1.3.3 所示。计算机通信主要是讨论这种类型的系统。

三、计算机通信网

联机系统的发展,为计算机的应用开拓了新的领域。反之,新的应用领域又为计算机科学和计算机技术提出了更新的要求。最先提出的是对计算机系统间的通信要求。因为大型企业事业单位和军事部门通常有多个计算中心分布

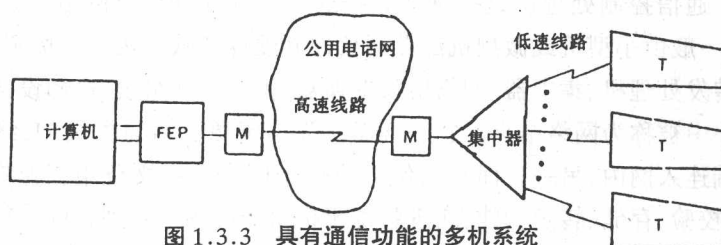


图 1.3.3 具有通信功能的多机系统

在广泛的地区中,这些计算中心除了处理自己的日常业务外,还要与其他计算中心彼此传递情报,进行各种各样的业务联系,但一般不把本中心的业务委托给其他中心去处理。人们把这种以传输信息为主要目的,并用通信线路将各计算中心的中心计算机连接起来的计算机群称为计算机通信网,如图 1.3.4 所示。它是计算机网络的低级形式。

四、计算机网络

随着计算机通信网的发展和广泛应用,人们又提出了更高的要求。某计算机系统的用户希望使用其他计算机系统中的资源为他服务,或者希望与其他计算机联合起来共同完成某项业务,这就形成了以共享资源为主要目的的计算机网络。典型的计算机网络从逻辑功能上看可以分为两个子网:资源子网和通信子网,其结构如图 1.3.5 所示。

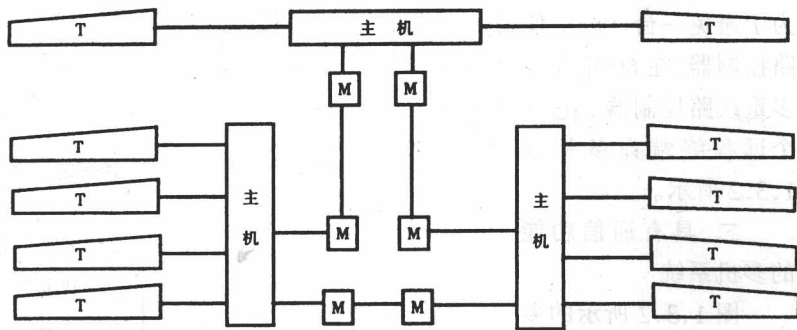


图 1.3.4 计算机通信网

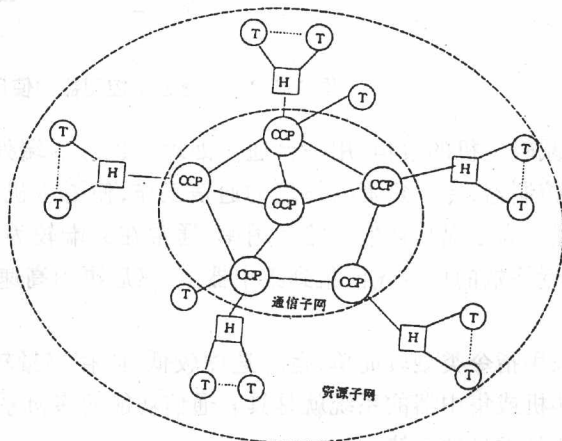


图 1.3.5 计算机网络

1. 通信子网

通信子网由网络通信控制处理机 CCP、通信线路与其他通信设备组成,完成全网数据传输、转发等通信处理工作。

通信控制处理机是一种在数据通信系统与计算机网络中处理通信控制功能的专用计算机,一般由小型机或微型机配置通信控制硬件和软件构成。按照它的功能和用途可以分为:存储转发处理机、集中器、网络协议变换器、报文分组组装/拆卸设备等。通信控制处理机在网络拓扑中被称为网络结点。它一方面作为与资源子网的主机 H、终端 T 的接口结点,将主机和终端连入网内,另一方面它又作为通信子网中的报文分组存储转发结点,完成报文分组的接收、校验、存储、转发功能,实现将源主机报文准确发送到目的主机的作用。

通信线路为通信控制处理机与通信控制处理机、通信控制处理机与主机之间提供通信信道。计算机网络采用了多种通信线路,如架空明线、双绞线、同轴电缆、光导纤维电缆、无线通信信道、微波与卫星通信信道等。

2. 资源子网

资源子网由主计算机系统、终端、终端控制器、连网外设、各种软件资源与数据资源组成。

资源子网负责全网的数据处理业务,向网络用户提供各种网络资源与网络服务。

在网络中主计算机可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微型机。主计算机是资源子网的主要组成单元,它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机相连接。普通用户终端通过主计算机入网。主计算机要为本地用户访问网络其他主计算机设备、共享资源提供服务,同时要为网中其他用户(或主机)共享本地资源提供服务。随着微型机的广泛应用,连入各种计算机网络的微型机数量日益增多,它可以作为主机的一种类型,直接通过通信控制处理机连入网内,也可以通过连网到大、中、小型计算机系统,间接连入网内。

终端是用户访问网络的界面。终端可以是简单的输入、输出终端,也可以是带有微处理机的智能终端。智能终端除具有输入、输出信息的功能外,本身具有存储与处理信息的能力。终端可以通过主机连入网内,也可以通过终端控制器、报文分组组装/拆卸装置 PAD 或通信控制处理机连入网内。