

# 微机通信原理 与实用技术

马宏杰 张思东 张树增 贾卓生 编著



清华大学出版社

380712

# 微机通信原理与实用技术

马宏杰 张思东 张树增 贾卓生 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

## 内 容 简 介

本书详细叙述了微机通信的原理和实用技术,着重介绍了微机通信的有关协议,调制解调器的使用,通信软件编程,故障测试、诊断和应用中要注意的事项,实际可能遇到的问题及其解决方法与技巧。

本书通俗易懂,实用性强,可供通信和计算机工程技术人员使用,亦可作为大专院校通信、信息、计算机等专业师生的参考书,或作为普及微机通信知识的教材。

JS186/28 3

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标志,无标志者不得销售。

## 微机通信原理与实用技术

马宏杰 张思东 张树增 贾卓生 编著

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

北京通县宏飞印刷厂印刷

新华书店总店北京科技发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 21 字数: 494 千字

1994 年 10 月第 1 版 1994 年 10 月第 1 次印刷

印数: 0001—5000

ISBN 7-302-01585-6/TP·666

定价: 17.80 元

# 序 言

近年来,通信技术取得了长足的进步,光纤通信和卫星通信进入实用阶段,为信号的传输和处理由模拟方式向数字方式转化提供了有利条件。同时,计算机深入发展到通信领域,开拓了更先进的通信手段和更完善的交换方式。计算机与通信互相交融、互相渗透,从而使一个新的领域——计算机通信和计算机网络得到很快发展。实际上,随着计算机应用的深入发展,进行计算机间通信和建立计算机网络已经成为现今相当多单位的当务之急。并且,实践证明,结合我国国情,进行计算机(特别是微机)通信和建立计算机网络的最经济最方便的方法是充分利用现有的电话网。

为了适应我国当前微机通信事业迅速发展和建立计算机网络的需要,我们编写了此书。编写的出发点是理论与实践并重,以实践为主线。我们的目的是向广大读者普及微机通信的原理,特别是向已经建立和正准备建立微机通信及计算机网络项目的单位、技术人员,介绍实现微机通信(主要是利用现有电话网通信)的具体做法、有关规定、可能出现的问题及解决办法;还给出在解决实际微机通信项目时,我们所经历的一些切身体会及实践技巧,希望对广大读者有所帮助和补益。

本书共分七章。其中第三章、第六章和第七章由马宏杰编写,第二章和第四章由张思东编写,第五章由贾卓生编写,张树增编写第一章并通校全书。在本书的编写过程中得到北方交通大学吴运熙教授的帮助,在此表示感谢。

由于作者的水平有限,加之时间仓促,书中错漏和不当之处在所难免,殷切希望读者提出批评和指正,并顺致谢意。

作 者

1994年2月

# 目 录

<b>第一章 微型计算机通信概述</b> .....	1
§ 1.1 引言 .....	1
§ 1.2 微型计算机数据通信系统 .....	1
(一) 通信系统的构成 .....	1
(二) 通信规程与数据链路 .....	3
§ 1.3 传输电路(有线传输信道) .....	3
(一) 电话网 .....	3
(二) 传输电路 .....	5
(三) M 建议 .....	7
§ 1.4 数据传输的基本知识 .....	9
(一) 数据传输方式 .....	9
(二) 基带传输信号波形和代码 .....	11
(三) 并行传输与串行传输 .....	12
(四) 同步 .....	12
(五) 异步传输和同步传输 .....	13
(六) 数据传输质量指标 .....	14
§ 1.5 差错控制技术.....	15
(一) 差错控制方式 .....	16
(二) 纠错编码 .....	17
<b>第二章 数据通信规程</b> .....	21
§ 2.1 网络体系的层次结构.....	21
(一) 网络体系的层次结构 .....	21
(二) 开放系统互连(OSI)模型 .....	24
§ 2.2 物理层接口和协议.....	27
(一) 概述 .....	27
(二) V.24 与 EIA RS-232C 标准 .....	29
(三) X.20 和 X.21 建议 .....	34
§ 2.3 链路层协议.....	35
(一) 引言 .....	35
(二) 面向字符的链路控制规程 .....	37
(三) 高级数据链路控制规程——HDLC .....	41

§ 2.4 X.25 协议简介 .....	48
(一) X.25 的结构 .....	48
(二) X.25 的第一级——物理级接口协议 .....	48
(三) X.25 的第二级——链路级协议 .....	49
(四) X.25 的第三级——分组级 .....	50
<b>第三章 调制解调器及硬件设备</b> .....	<b>55</b>
§ 3.1 调制解调器概述 .....	55
(一) 调制解调器的功能 .....	55
(二) 调制解调器的构成 .....	55
(三) MODEM 标准 .....	56
(四) 调制解调器分类 .....	56
§ 3.2 调制解调原理 .....	58
(一) 频移键控(FSK) .....	58
(二) 相移键控(PSK) .....	59
(三) 幅移键控(ASK) .....	61
§ 3.3 调制解调器(MODEM) .....	65
(一) 300 b/s 的双工调制解调器(V.21 建议) .....	65
(二) 600/1200b/s 调制解调器(V.23 建议) .....	67
(三) 1200 b/s 双工调制解调器(V.22 建议) .....	68
(四) 2400 b/s 调制解调器(V.26 建议) .....	70
(五) 4800 b/s 调制解调器(V.27 建议) .....	73
(六) 9600 b/s 调制解调器(V.29 建议) .....	74
(七) V.32 建议的调制解调器 .....	75
(八) 宽带调制解调器(V.36 建议) .....	79
(九) V.37 建议调制解调器 .....	80
§ 3.4 微机与调制解调器接口 .....	80
(一) 接口概述 .....	80
(二) V.24 建议的接口电路定义 .....	81
(三) DTE 与 DCE 接口的电气特性(V.28 建议) .....	85
(四) 接口电路的机械特性 .....	87
(五) 接口的规程特性 .....	87
(六) 接口线的应用 .....	90
§ 3.5 调制解调器的选择、安装与使用 .....	97
(一) 调制解调器的选择 .....	97
(二) 调制解调器的安装 .....	98
(三) 调制解调器的开通使用 .....	100
§ 3.6 呼叫与应答 .....	101
(一) 人工呼叫应答方式 .....	101

(二) 自动呼叫应答方式 .....	102
§ 3.7 智能调制解调器 .....	104
(一) 智能调制解调器 .....	104
(二) MNP 差错校正协议 .....	104
§ 3.8 终端设备 .....	106
(一) 终端设备在计算机通信中的作用和任务 .....	106
(二) 终端设备的功能和组成 .....	107
(三) 各种终端装置 .....	108
(四) 智能终端和虚拟终端 .....	108
§ 3.9 复用器和集中器 .....	110
(一) 复用器 .....	110
(二) 集中器 .....	112
§ 3.10 传输线路简介 .....	113
(一) 明线 .....	113
(二) 电缆 .....	113
(三) 光纤 .....	114
(四) 微波通信 .....	114
(五) 卫星通信 .....	115
(六) 短波通信 .....	115
(七) 散射通信 .....	115
<b>第四章 微计算机的基本构成及常用的几种串行通信接口芯片</b> .....	<b>116</b>
§ 4.1 微计算机的基本硬件构成 .....	116
(一) 构成微计算机的基本硬件 .....	116
(二) 总线的分组及作用 .....	119
(三) 总线的接口条件 .....	120
(四) 总线举例 .....	120
§ 4.2 Z80 系列串行通信接口芯片——Z80SIO .....	128
(一) Z80 SIO 的基本特性 .....	128
(二) SIO 的内部结构及与系统总线的接口连接 .....	128
(三) SIO 的功能 .....	134
(四) SIO 的初始化编程 .....	139
(五) SIO 的初始化编程举例 .....	148
§ 4.3 通用异步收发器(UART)——INS8250 .....	155
(一) 主要功能 .....	155
(二) INS8250 引脚定义及在 IBM-PC 计算机中的硬件连接 .....	155
(三) INS8250 的内部寄存器 .....	159
(四) INS8250 的初始化编程 .....	164
§ 4.4 可编程 HDLC 规程控制器 .....	167

(一) 8273 的主要特点 .....	167
(二) 8273 的引脚定义 .....	168
(三) 8273 的内部结构与外部连接 .....	170
(四) 8273 的工作过程 .....	177
(五) 8273 命令说明 .....	178
(六) 8273 的编程举例 .....	189
<b>第五章 通信适配器的编程及应用</b> .....	196
§ 5.1 8250 通信芯片的编程 .....	196
(一) 8250 通信适配器的初始化 .....	196
(二) 点对点键盘通信和文件传输 .....	199
(三) 与调制解调器相连时的通信编程 .....	209
(四) DOS 操作系统中提供的通信功能 .....	210
(五) 一点对多点通信应用实例 .....	215
§ 5.2 Z80 SIO 通信芯片编程实例 .....	225
§ 5.3 Intel 8273 通信接口芯片编程实例 .....	235
<b>第六章 系统的故障诊断与测试</b> .....	247
§ 6.1 调制解调器的环路测试设备 .....	247
(一) 环路测量 .....	247
(二) 环路的控制 .....	249
(三) 环路测试中,在简单多点电路上使用的同步 DCE 之间的互联信号 .....	251
(四) 调制解调器的环路测试设备 .....	253
§ 6.2 数据通信系统的测试 .....	256
(一) 模拟测试 .....	256
(二) 数字测试 .....	257
(三) 协议测试 .....	257
§ 6.3 调制解调器的比较测试 .....	258
(一) 测试参数 .....	258
(二) 主要使用仪器 .....	259
(三) 测试电路框图及方法 .....	259
§ 6.4 微机通信抗干扰对策 .....	261
(一) 干扰途径与故障形式 .....	261
(二) 电源干扰防护 .....	262
(三) 传输线对调制解调器干扰的防护对策 .....	267
(四) 软件编制的抗干扰措施 .....	269
(五) 辐射干扰防护 .....	272
<b>第七章 计算机数据通信网</b> .....	273
§ 7.1 计算机数据通信网的构成 .....	273
(一) 数据通信网的发展 .....	273



(二) 计算机数据通信网的组成 .....	274
§ 7.2 专线网 .....	275
(一) 点对点直通专线方式 .....	276
(二) 多点专线方式 .....	277
(三) 远程专用系统 .....	279
(四) 数字传输专线网 .....	280
§ 7.3 电报网微机通信 .....	282
(一) 使用电传机和微机通信 .....	282
(二) 多路载波和时分复用 .....	283
§ 7.4 普通交换电话网微机通信 .....	283
(一) 使用普通交换电话网的优点 .....	283
(二) 电话网进行微机通信的过程 .....	284
§ 7.5 数据通信网 .....	285
(一) 数据通信网的构成及分类 .....	285
(二) 数据交换技术 .....	287
§ 7.6 计算机网络 .....	289
(一) 计算机网络和计算机通信网络 .....	289
(二) 计算机网络的构成和拓扑结构 .....	290
(三) 网络体系结构 .....	293
(四) 网络协议 .....	294
(五) 网络软件 .....	295
(六) 网络操作系统 .....	297
§ 7.7 局域网 .....	298
(一) 局域网概述 .....	298
(二) 局域网的分类 .....	298
(三) 介质访问控制方法 .....	299
(四) 局域网的功能与应用 .....	301
(五) 局域网设计中的几个问题 .....	302
(六) 局域网协议标准 .....	303
(七) 以太网 .....	304
(八) Novell 网 .....	307
§ 7.8 综合业务数字网 (ISDN) .....	309
(一) ISDN 简述 .....	309
(二) ISDN 提供的业务及特点 .....	310
(三) 建设 ISDN 的几种方式 .....	310
<b>附录一</b> ASCII 字符码/十六进制/十进制对照表 .....	313
<b>附录二</b> AT 指令表 .....	314
<b>附录三</b> 结果码表 .....	318

附录四 RS-232C 接口规格 .....	319
附录五 拨号脉冲和音频拨号频率.....	322
附录六 U8250.H .....	232
参考文献.....	324

# 第一章 微型计算机通信概述

## § 1.1 引言

自 1971 年微处理器问世以来,以微处理器为核心所构成的微型计算机(简称微机)不断更新换代,大容量的存储器、32 位字长的处理器已经商品化。可以毫不夸张地说,微机能够替代大部分小型机,甚至成为中型机的竞争对手。

近年来,通信技术也取得了飞速的发展。一方面,光纤通信和卫星通信进入实用阶段,给信号的传输和处理由模拟信号方式向数字信号方式发展提供了有利条件。另一方面,计算机技术的发展渗透到通信领域。微机则开拓了更先进更新颖的通信形式,可实现更完善的交换方式,如程控交换方式和数据通信的分组交换方式。交换技术的发展,使计算机与通信互相渗透,融为一体,从而促使计算机通信网络高速发展。目前,计算机通信网络在各行各业发挥着巨大的作用,尤其是局域网络的广泛应用,为实现办公室自动化、提高管理水平,加速信息处理,提高工作效率做出了巨大的贡献。因此,计算机联网是今后的发展方向这一点是确定无疑的。利用现有电话网建立微机通信网是实现联网的最经济最方便的方法。微机间近程通信是通过插入通信适配器和基带数传机或 MODEM(调制解调器),与电话通信线路连接,而进入电话通信网的;微机间远程通信则是通过 MODEM,与电话通信线路连接,而进入长途载波电话通信网的。在此基础上,再配以适当的通信软件,即可实现微机近远程间的相互通信。当前,电话通信网已进入程控交换的时代,技术比较先进、速度快、容量大,再加上光纤通信的应用,信道向大容量、数字化方向发展。可以确信,利用电话通信网建立数据通信系统一定会显示出它无比的优越性。

我们编写此书的目的就是向广大读者普及微机通信的原理,特别是对已经上和正在要上微机通信项目的单位及技术人员,介绍实现微机通信的具体做法、有关规定、可能出现的问题与排除方法,并给出我们在完成微机实际通信项目中所积累的经验。我们将主要介绍微机通信的硬件构成、安装方法、通信软件的编制及微机通信的应用等部分。

## § 1.2 微型计算机数据通信系统

### (一) 通信系统的构成

由微机构成的数据通信系统如图 1-1 所示。该系统由三部分功能电路组成:传输信道、数据电路和数据链路。按部件划分则由微机系统、数据电路终接设备和通信网(传输信

道)构成。

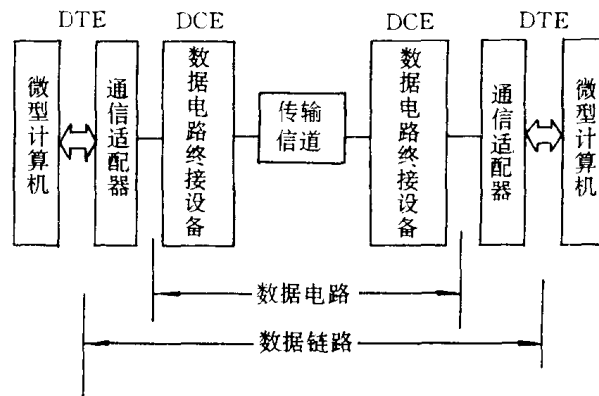


图 1-1 微机通信系统

### 1. 微机系统

微机系统也称为数据终端设备(DTE),即数据信息的输入、输出设备,由微型计算机(或各种终端设备)和通信适配器组成,主要完成通信控制处理、数据处理、数据存储及数据的输入、输出等。通信适配器是微机与数据电路的接口设备,执行通信控制处理任务,如串/并变换、通信协议的执行、差错控制等。

### 2. 数据电路终接设备

数据电路终接设备(DCE)是数据信号的变换设备。当前,传输信道以模拟通信为主,利用这种信道进行微机通信(即数据通信)时,必须将离散的数据信号变成连续的模拟信号,也就是要进行“数字/模拟”的变换。变换的方法是采用调制。在接收端则必须进行反变换——解调,以将模拟信号变换成数字信号。实现调制解调功能的设备称为调制解调器(简称MODEM)。因此,调制解调器实际上是一个数据信号与模拟信号的变换设备,亦称为数据电路终接设备(DCE)。DCE是利用模拟信道传输数据信号必不可少的设备。当然,利用数字信道传输数据时不需要调制解调器。然而数字信道和数据终端设备(DTE)相连时,DTE的数据信号也不能直接传输,也要经过接口设备把DTE的数据信号进行某些变换,如码型和电平的变换,还要进行线路特性的均衡,形成收发时钟,控制接续的建立、保持和拆线(指有交换的情况)以及维护测试等。这样的接口设备是利用数字传输信道而构成的数据电路终接设备。

### 3. 传输电路

传输电路也称为传输信道,即传输媒介。具体来说,传输信道可由电话通信网、无线通信网、光纤通信及卫星通信等构成。信道特性的优劣直接影响数据电路终接设备(DCE)的特性。本书介绍的微机通信主要是利用电话通信网传输,即利用有线信道传输。传输信道与数据电路终接设备构成数据电路。

## (二) 通信规程与数据链路

数据链路是由通信适配器和数据电路构成的。为了在微机间有效而可靠地进行通信,通信双方必须依据一定的规程(或称协议)协调地进行。规程的执行由通信适配器完成,所以也可以说,加了通信控制规程功能以后的数据电路称为数据链路。只有建立了数据链路以后,发收双方 DTE 才能真正有效而可靠地进行数据传输。建立数据链路以及遵循事先约定好的通信控制规程通信,是实现数据通信非常重要的因素之一,也是数据通信的重要内容之一。

由以上介绍的微机通信系统的构成不难看出数据传输和数据通信的含义。数据传输指数据信号加到数据电路上进行传输,直至到达接收端再正确地恢复出原来的数据信号,即数据信号利用传输信道可靠而有效地从一地传到另一地,也就是 DCE 与 DCE 间进行通信,传输被机器处理的信息。然而,任何信息在数据电路上不可能实现完全无失真的传输,肯定会造成一定程度的失真,而且信道上还要受到外加噪声的干扰,严重时,失真和干扰可能使接收的信息出现差错。所以,要对接收的数据信息进行检错和纠错,实现差错控制。为了使整个通信按一定的规则有顺序地进行,双方必须建立一定的协议或约定,并具有执行这些协议的功能,这样才可以实现有意义的数据通信。数据通信就是微机与微机之间的通信,即微机通信(或计算机通信)。具体地说,数据通信是信息处理机和数据传输设备直接联接进行数据信息的传输和处理。数据通信的内容比数据传输更进一层,而数据传输是数据通信的基础。在数据通信系统中,若具有多个用户,即多个终端设备(DTE)通过交换设备互相进行通信,完成数据信息的传输、交换、存储和处理等功能,这样的系统被称为数据通信网。

### § 1.3 传输电路(有线传输信道)

传输电路的特性直接影响着数据传输的质量。本书介绍的微机通信主要是利用电话通信网传输,所以需简要地介绍一下有线通信的构成及其主要特性,使读者可以根据微机通信的要求选择合适的传输电路;另一方面也可按电话通信网的要求安装联接微机通信系统。

#### (一) 电话网

电话网如图 1-2 所示,它是由本地电话网和长途电话网组成。本地电话网是指一个城市范围内的或一个地区的电话网,由端局和汇接局构成。端局主要疏通长途电话交换任务;汇接局主要疏通本地区(市区)的电话交换业务。城市(区域)管辖范围较大时,本地电话网又可分为市内电话网和农村电话网。长途电话网根据各国的具体情况可分为不同的级数,如我国长途电话网是由一、二、三、四级长途交换中心及五级交换中心(即端局)组成的。一级交换中心相互间连接成网状网,其下各级交换中心以逐级汇接为主,辅以一定数量的直达电路,从而构成一个复合型的网络结构(见图 1-2)。在图 1-2 中,基干路由是指同

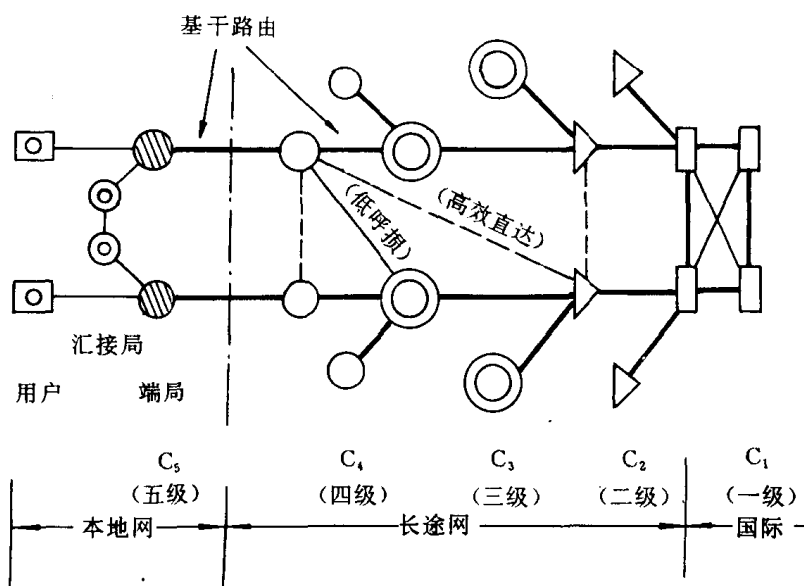


图 1-2 电话网构成

一交换区内相邻等级交换中心之间的电路群,低呼损直达路由是指任意两个等级交换中心之间的低呼损电路群,高效直达路由是指任意两个等级交换中心之间的高效电路群。

电话通信网主要由两大部分组成:交换设备和长途传输电路。用户电话机一般通过市话电缆(2线)接入本地交换设备上。

交换设备有长途电话交换机、国际自动电话交换设备、市内自动电话交换设备和农村自动电话交换设备。按各种交换设备内部接续过程分类,则长途电话交换机有纵横制、半电子和程控长途自动电话交换机之分,市内(含农村)电话交换设备有步进制、纵横制、半电子和程控自动电话交换机之分。步进制在接续过程中有机械动作的冲击和电磁火花的耦合,会产生随机性很强的瞬时峰值很大的冲击脉冲噪声,对数据传输干扰较大,不宜采用。一般地,纵横制、半电子和程控式交换机干扰较小,大都能满足数据传输的要求。

本地网传输话音信号线路分为用户传输线路和各交换局间中继传输线路两种。局间中继线又分为市话局(汇接局)间中继线和市话局与长途局间中继线两种。使用的电缆线(含用户线)有如下几种:0.4—0.9mm(线径)铅包铜芯对绞电缆;0.8—1.2mm 铅包铜芯星绞低频对称电缆;0.32—0.8mm 铜心聚乙烯绝缘铝塑综合护层市内通信电缆等。

市内局间中继线复用系统有 12 路、24 路、30/60 路载波系统,也有 PCM 脉冲调制的时分复用系统。市内用户间距离远时也有用复用系统的,但是一般多采用载波系统。目前光纤技术发展很快,已进入实用阶段,所以中继复用系统也可以采用光通信系统。

长途传输电路目前大都采用频分多路的载波系统和微波系统,提供 4KHz 标准话音带宽的频带。目前应用较多的载波系统有:架空明线 12 路载波系统;对称电缆 132 路、60 路载波系统;小同轴电缆 960 路、300 路载波系统;中同轴 4380 路、1800 路载波系统。目前应用较多的微波系统有 960 路、1800 路干线和支线微波通信系统。光通信采用时分复用系统,如 PCM 数字电话系统。

## (二) 传输电路

利用电话通信网传输数据时构成的传输电路有 2 线式和 4 线式两种类型。

### 1. 2 线式电路

在两端的 MODEM(DCE)间用一对通信线路连接起来以进行数据传输的方式称为 2 线式电路。实际应用中,2 线式电路又细分为以下三种:

(1) 2 线实线电路:2 线实线电路如图 1-3 所示,两端 MODEM 间是一对实际电线路,它们可以是架空明线、扭绞电缆或市话电缆。

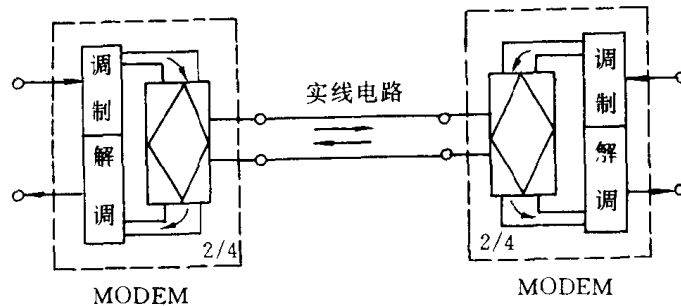


图 1-3 2 线实线方式

2 线方式的特点是发送数据和接收数据都在 2 条线路中传输(即收、发信息都在一个回路中)。而在 MODEM 内部,调制和解调都是单方向的,即调制为发数据信号,解调为收数据信号,这实际上是运用在 4 线方式。所以需要有一个 2/4 线转换电路设置在 MODEM 内,以实现 MODEM 和 2 线电路的变换。该转换电路采用平衡电桥原理,由 6 端网电路实现 2 线和 4 线的转换。2 线实线方式应用于短距离数据传输。

(2) 2 线式载波电路:长途载波电路也是采用调制解调的原理,并且有发、收放大器,所以其内部电路也是 4 线制。它可以应用于 4 线方式,发送由“调制入”端进,接收由“音放出”端出。若应用于 2 线方式,也是经 2/4 线转换器连接。该电路设置在长途载波机内。其连接关系如图 1-4(a)所示。

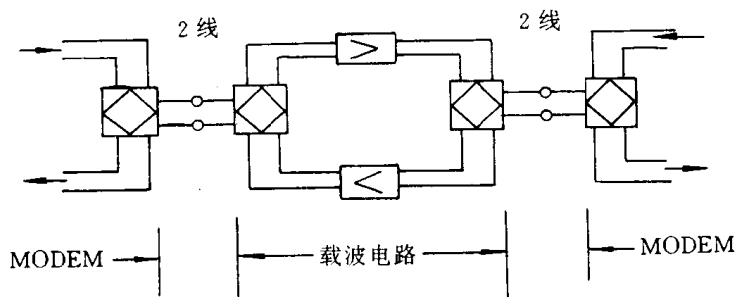
(3) 2 线式自动交换电路:市内电路交换机为 2 线方式,即用户到交换机间或局间中继线均为 2 线连接,所以 MODEM 与交换机连接要采用 2 线方式连接,其连接关系如图 1-4(b)所示。

### 2. 4 线式电路

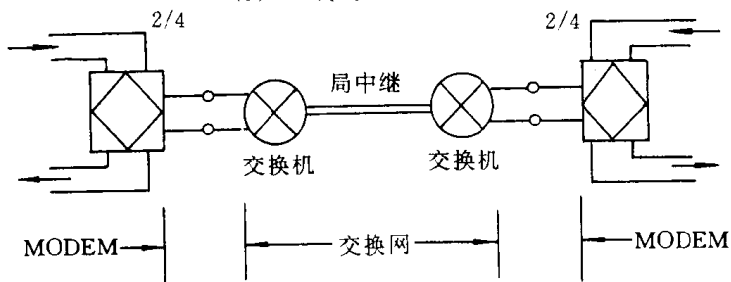
在两端 MODEM 间发送回路和接收回路各用 2 条线连接,即发送和接收采用双向电路,此称为 4 线式电路。4 线式电路在应用中有 4 线式实线连接和 4 线式载波电路两种。

(1) 4 线式实线连接:此方式的两端 MODEM 间由 2 对实线连接,发送电路和接收电路分开。图 1-5(a)为其示意图。

(2) 4 线式载波电路:此方式的两端 MODEM 分别去掉 2/4 转换器,载波电路也去掉

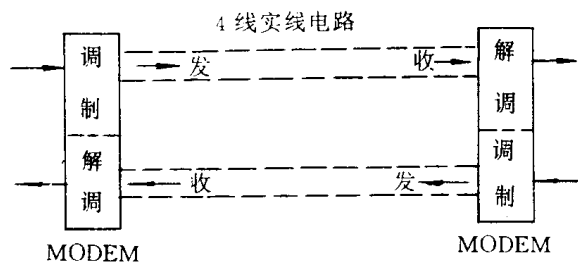


(a) 2线式载波电路

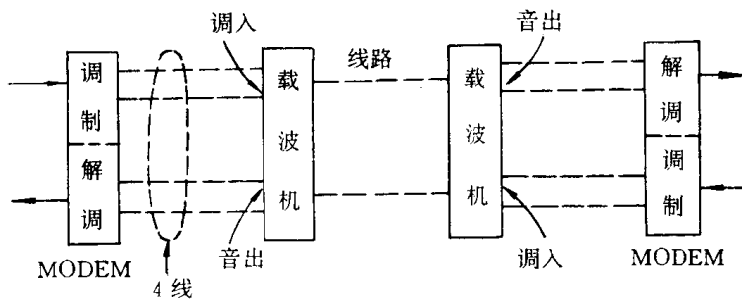


(b) 2线式自动交换电路

图 1-4 2线式电路



(a) 4线式实线电路



(b) 4线式载波电路

图 1-5 4线式电路



2/4 转换电路,MODEM 的 4 线用户线和 4 线载波电路连接,接收、发送分开,从而构成 4 线载波电路连接。图 1-5(b)为其示意图。

在应用时,4 线式电路一般多用于专用传输线路中,即固定地连接 2 台或 2 台以上的微机或终端。它的特点是可以随时通信,适用于通信量较大的场合。但是它只能与所连接的固定微机(终端)进行通信,不能与其它微机(终端)通信。

2 线式电路可以用于专用电路传输,也可以用于交换电路。在用于交换电路的场合下,每次通信时都要通过交换机进行线路连接手续,通信完毕要拆除连接。这种情况下可以与网中多个微机进行通信,比较灵活方便,但是只适用于通信量较少的情况下。

### (三) M 建议

电话通信网的传输特性直接影响着数据传输的质量。电话网是为了开通电话业务而设计的,因而有的特性满足不了数据传输的要求。为了正确地使用传输信道,保证数据通信有效而可靠地进行,国际电报电话咨询委员会(CCITT)制定了电话网传输数据的电路标准(称为 M 建议),推荐给世界各国。现将 M 建议的主要内容介绍于后,以便据此设计出质量较好的微机通信系统。

#### 1. 总衰耗

电路的总衰耗是传输电路输入信号电平与输出信号电平之差,表示信号在整个话路中传输后的减弱程度(即总衰耗  $b$ ),用公式表示为:

$$b = b_1 - b_2 \quad (\text{dB})$$

其中:  $b_1$ ——输入信号电平;

$b_2$ ——输出信号电平。

我国邮电部规定,任何两个用户之间进行长途通话时,全程总衰耗要小于 33dB。在正常的数据通信情况下,为了不致使接收端的信号微弱,保证必要的信噪比,总衰耗应该要求小于上述数值。

#### 2. 衰减失真和群时延失真

输入信号一般都占有一定的频带,信号经过信道传输后,其各频率成份会受到程度不同的衰减,致使接收波产生失真。所以,在信号频带范围内,要求各频率的衰减应等于常数。实际上,电话网的频率特性作不到常数,因此当误差超过标准时要采取措施。

数据信号经过信道传输后还要产生相移。因此若要求接收端不失真,还要求相移特性为线性相移,即相移与频率成比例。这样,在传输信号频带范围内各频率成份到达接收端的时间相同,即各频率成份传播时间相同。实际上,电话网的频率——相位特性不为线性,即各频率成份时延不等,因而也会产生失真。这种失真被称为群时延失真。群时延失真达不到标准要求时也要采取措施。

由于大规模集成电路的迅速发展,数据传输电路中使用的调制解调器一般都配有自动均衡或自适应均衡装置,用于补偿传输电路的失真,保证数据通信的质量。在实际应用中,要注意音频转接次数不要过多,否则因音频电缆距离过长将不能完全校正失真。