

十二、数据调制解调电路

随着计算机与数据终端的普及,对数据通信的要求日益迫切、应用更加广泛。在目前阶段,最方便灵活与经济实用的方法是利用数据调制解调器(MODEM)借助现有的模拟电话公用交换网进行数据传输。MODEM 主要是将数据加以调制,变换成适合于信道传输的模拟信号,实现与数据终端设备(DTE)和数据电路终接设备(DCE)之间的匹配。它除完成 D-A、A-D 变换外,还应具有定时、波形形成、位同步与载波恢复及相应的接口控制功能,有的还会含有 AGC 和线路特性均衡器等单元,以提高数据传输的质量和可靠性。根据传输信道的不同,通常将数传设备分为基带、话路与群路载波等几种传输方式,目前的 MODEM 电路基本上是指在一个电话话路中(300 ~ 3400Hz)传送数据调制信号而言,其典型的系统构成如图 12-1 所示。

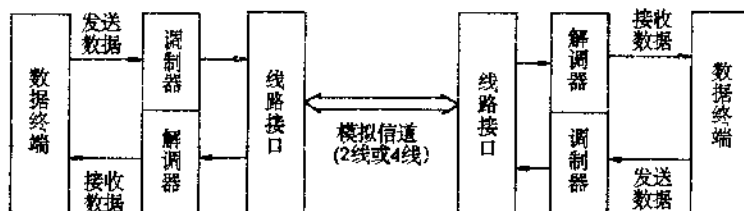


图 12-1 典型数据通信系统

由图可见,在发端,数据信号经处理(如扰码、波形形成、多进变换等)进行频谱压缩,然后将该基带数据加以调制和滤波,变为适于电话信道传输的模拟信号,发往信道或线路。在收端,经 AGC 和定时、载波部分,恢复出与发端同步的位定时信号和载波信号,然后进行同步解调与滤波、码变换,还原出相应于发送数据的接收数据信号。在某些 MODEM 设备中,为解决滤波器和信道相位非线性所引起的码间串扰,降低传输误码率,有时还采取自适应相位均衡等技术措施。显然,对一般 MODEM 而言,关键的功能单元和技术是调制、解调、位定时提取、载波恢复与相位均衡等。

表 12-1 给出了国际电报电话咨询委员会(CCITT)和美国贝尔(BELL)有关 MODEM 的主要建议和标准。

从表中可以看出,低速 MODEM 通常采用频率键控调制方式(FSK),中速 MODEM 多采用相对移相键控调制方式(DPSK),而高速 MODEM 则采用正交幅度调制(QAM)或网格编码调制(TCM)。

基于微电子技术的发展,MODEM 也不断更新换代,朝着多功能、智能化、集成化方向演进。目前已实现了话路(300 ~ 3400Hz)低、中速 MODEM(速率为 0 ~ 4800b/s)和高速 MODEM(速率为 9600、14400 和 19200b/s)的单片集成,片内含有定时逻辑电路、调制器、解调器及相应的接口与控制电路。

表 12-1 CCITT 关于 MODEM 的建议及相应 BELL 标准

CCITT 建议	数据率 (b/s)	调制 方式	工作 方式	信道	相应的 BELL标准
V.21	~ 200/300	FSK	双工	交换电路	103
V.22	1200	4DPSK	双工	交换电路和租用电路	212
V.23	~ 600/1200	FSK	半双工	交换电路	202
V.26	2400	4DPSK	全双工	四线租用电路	203
V.26bis	2400/1200	4/2DPSK	半双工	交换电路	201
V.27	4800	8DPSK	全、半双工	租用电路(手动均衡)	208
V.27bis	4800/2400	8/4DPSK	全、半双工	四/二线租用电路(自动均衡)	208
V.27ter	4800/2400	8/4DPSK	半双工	交换电路(自动均衡)	208
V.29	9600	16APSK	全、半双工	租用电路(自动均衡)	209
V.32	9600/4800	TCM	全双工	二线交换或租用电路(自动均衡)	
V.33	14400/12000	TCM	全双工	四线租用电路	
V.35	48k	抑制边带AM	半双工	宽带电路(60~108kHz)	
V.36	64k	抑制边带AM	半双工	宽带电路(60~108kHz)	

表 12-2 常用 MODEM 集成电路

型号	厂家	数据率 (b/s)	调制 方式	外时钟 (MHz)	电源 (V)	工艺	引出端
MC6860	MOTOROLA	0~ 600	FSK	1.0	+5	NMOS	24
MC145445	MOTOROLA	0~ 300	FSK	3.68	+5	CMOS	22
MC14412	MOTOROLA	0~ 600	FSK	1.0	+5(+12)	CMOS	16
MC145450	MOTOROLA	1200	FSK	3.68	+5	CMOS	22
MC6173	MOTOROLA	1200/2400	DPSK	1.8432	+5	NMOS	24
MC6172(MC6862)	MOTOROLA	1200/2400	DPSK	1.8432	+5	NMOS	24
12970	INTEL	300/600/1200	FSK	2.4576	+5	HMOS	28
AM7910	AMD	300/600/1200	FSK		+5		28
TCM3101	TI	75/150/600/1200	FSK	4.433	+5	CMOS	16
TMS99532A	TI	0~ 300	FSK	4.403	± 5, ± 12	NMOS	18
MT3530	MITEL	300	FSK	3.58	± 5	CMOS	28
MSM6926	OKI	0~ 300	FSK	3.58	± 5, ± 12	CMOS	28
MSM6927	OKI	0~ 1200	FSK	3.58	± 5, ± 12	CMOS	28
MSM6948	OKI	1200	MSK	3.68	+5	CMOS	18

近几年MODEM集成化方面的主要发展趋势是:研制话路频带高速(速率为9600~28800b/s)MODEM集成电路,实现CCITT V.32、V.33、V.32bis、V.32terbo与V.34(V.fast等建议)要求。所采用的技术较复杂,如1984年提出的V.32建议是话路频带二线全双工9600/4800b/s MODEM,利用32/16QAM或TCM调制方式。为保证高速数据进行可靠的二线全双工传输,采用了扰码、差分编码、卷积到错编码与QAM或TCM调制方式、自适应回

波抵消、自适应均衡等技术措施,具有相应的定时逻辑和控制接口功能。V.32bis、V.32terbo 和 V.34(V.fast) 建议的 MODEM 的传输速率分别可高达 14400、19200 与 28800b/s (可根据线路传输质量自动降速)。若采用数据压缩技术,目前数据率最高可达 115.2kb/s。

当前,国外已有较多种话带和基带 MODEM 单片集成电路,典型话带低、中速电路产品摘要列于表12-2 中。

一、频率键控调制解调器

速率为 1200b/s 以下的 MODEM 一般采用频率键控调制方式 (FSK),它是用不同频率分别代表不同数据来传送信息的。频率键控方式是数据传输中发展较早的一种通信方式,其抗干扰性优于幅度键控 (ASK),但比相位键控 (PSK) 差。频率键控方式抗衰落性好,设备比较简单,既能同步工作,也能异步工作,故在公用电话交换网上大量采用了采取该调制方式的 200/300b/s、600/1200b/s 的 MODEM。其工作原理如图 12-2 所示。

数字信号的 L(低)或 H(高)电平分别调制不同的频率,例如 H 电平调制较低的频率 f_L ,L 电平调制较高的频率 f_H 。

国外有多种采用频率键控调制方式的集成 MODEM 产品,其典型代表是美国 MOTOROLA 公司的 MC145445,MC14412,MC6860,MC145450 及 INTEL 公司的 12970 和 AMD 公司的 AM7910 等。

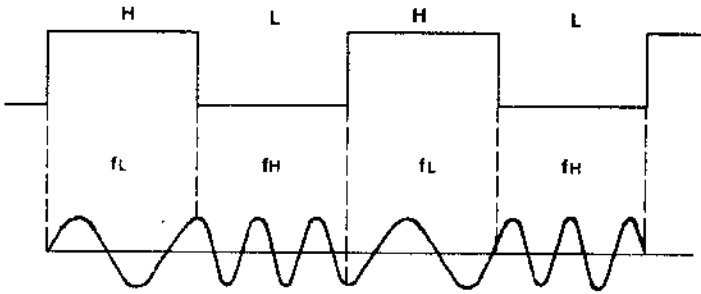


图 12-2 FSK 调制波形图

二、相位键控调制解调电路

相位键控调制方式适用于速率为 1200 ~ 2400b / s 的调制解调器中。它是根据不同相位变化分别代表不同数据来传递信息的。根据 CCITT V.26 及 V.26bis 建议,2400b / s 调制解调器的 4 相调制有两种相位编码方式:A 类编码和 B 类编码。1200b / s 调制解调器也

表 12-3 A 类和 B 类相位编码表

数据 (双比特)	相位变化	
	A类	B类
00	0°	+45°
01	+90°	+135°
11	+180°	+225°
10	+270°	+315°

表 12-4 C 类和 D 类相位编码表

数据	C类编码	D类编码
0	+90°	+45°
1	+270°	+225°

有两种相位编码方式:即符合 CCITT 建议的 C 类编码方式和符合 BELL 标准的 D 类编码方式。A 类和 B 类相位编码如表 12-3 所示,C 类和 D 类相位编码表如 12-4 所示。在实际中为解决相位含糊与接收相干信号产生问题,多采用差分相位键控调制 (DPSK),此时表中相位值表示相对于前一码元的相位变化。

目前,根据 CCITT 建议,4 相调制的相位编码方式基本上统一在 B 类,但考虑到有不少采用 A 类编码方式的 MODEM 产品仍在使用,故目前生产的许多 2400b/s 调制解调器同时提供 A 类和 B 类编码方式,供用户选择。

4 相相对调相的产生方法有多种,下面简要介绍三种常用方法。

(1)正交调制法 输入数据首先经过串/并变换,变成双比特码组,然后送入码变换电路。它的作用是使变换后的双比特序列与调相波形的相位对应是绝对关系,这样,变换前的双比特序列与调相波形的相位变化恰好是相对关系。从码变换电路输出的两路数据分别通过基带形成滤波器以限制带宽,然后由两个调制器对 $\sin(\omega_c t + \pi/4)$ 和 $\sin(\omega_c t - \pi/4)$ 两个相差 $\pi/2$ 的载波进行双边带调制,并通过相加器形成 4 相相对调相波形。这种方法会给终端解调带来方便,因而用途很广。

(2)插入脉冲法 插入脉冲法是用全数字化的方法直接产生调相信号。它通过在多级分频器中插入脉冲以改变分频器状态的方法,很容易实现控制载波相位的目的。分频器级数愈多,所得的载波相位就愈多。例如用一个三级分频器很容易实现表 12-3 中 A、B 类编码所要求的相位。因为在一个三级分频器中,第三级触发器翻转一次,输出波形相位改变 π ,第二级触发器翻转一次,输出波形相位改变 $\pi/2$ 。因此按 A 类或 B 类编码的规则,在这三级触发器上加入适当的脉冲,就可以得到所要求的调相信号。当然在进行相对调相时,输入数据首先要进行差分编码。

(3)相位选择法 这种方法是直接用输入信号选择所需的相位载波来产生调相信号。它利用两级分频器及其附加电路就可以实现。这种方法中,也要求采用适当的码变换,而且,为了保证一个符号的初始相位变化满足 A 类或 B 类编码要求,载波频率应是符号速率的整数倍,即每个符号中应包含载波的整数个周期,否则会引起输出符号相位错乱。

目前,国外已有多种采用相位键控的单片集成 MODEM 产品,较典型的是 MOTOROLA 公司的 MC6172 和 MC6173 等。

三、最小频移键控调制解调电路

最小频移键控 (MSK) 调制方式实质上是连续相位频率键控 (CP-FSK) 方式的特殊情况,其调制系数为 0.5。MSK 信号在码元转换瞬间没有相位突跳,因而信号频谱在频带之外的滚降加快,占用频带比 PSK 信号窄,却获得与 PSK 相同的性能。此外,该调制方式实现自同步较简单,因而日益受到人们的重视。图 12-3 是 MSK 信号波形图。

MSK 信号和普通 2FSK 信号的差别只是选择两个传输频率 f_1 、 f_2 ,使这两个频率的信号在一个码元期间相位积累严格相差 180° ,这要求每个码元周期必须包含四分之一载波周期的整数倍,其载波频差 Δf 为码速的二分之一,即

$$f_2 - f_1 = \Delta f = \frac{1}{2T_b} \quad (T_b \text{ 为码元周期})$$

图 12-3 所示信号即满足上述要求。

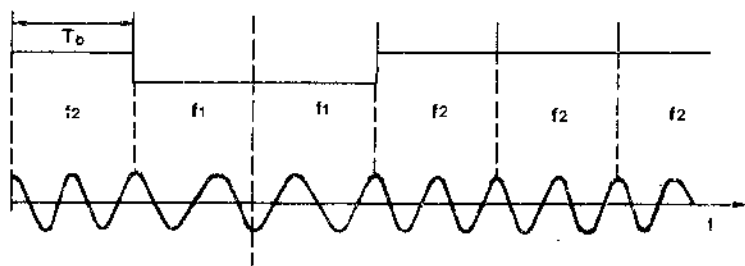


图 12-3 MSK 信号波形图

MSK 信号具有以下特点:

(1) 已调信号幅度是恒定的。

(2) 信号频率偏移严格等于 $\pm \frac{1}{4T_b}$, 相应调制系数为 $(f_2 - f_1)T_b = 0.5$ 。

(3) 以载波相位为基准的信号相位在一个码元周期内准确地线性变化 $\pm \pi/2$ 。

(4) 一个码元周期中应包含四分之一载波周期的整数倍。

(5) 码元转换时刻, 信号相位是连续的, 或者说信号波形无突跳。

本部分将分类介绍几种目前应用广泛且有代表性的集成化单片话带、话带上和基带的 MODEM 电路, 简要说明它们的特点、参数、构成与原理等, 并给出几种典型实用线路。

0 ~ 300b/s 低速数据调制解调器

MC145445

简要说明

该电路是MOTOROLA公司生产的0~300b/s MODEM, 采用FSK解调方式, 满足CCITT V.21建议及BELL103/113标准, 主要用于在模拟电话线路中进行低速数据通信。它内含参考振荡器、数字滤波器、定时器、发送波形和数据存储器及D/A变换器等功能单元。电路基本特性为:

- (1) 数据率为0~300b/s, 满足BELL103/113标准, 发送呼叫和应答功能兼容。
- (2) 满足CCITT V.21建议, 含有低频段和高频段两个信道。
- (3) 请求发送至允许发送间延迟时间分8档可选。
- (4) 带有满足两种标准的应答返回单音发生器。
- (5) 可直接与满足BELL103标准的MC145440和满足CCITT V.21建议的MC145441调制解调滤波器接口。
- (6) 解调器工作/停止可控。
- (7) 电源 +5V
- (8) 工艺 CMOS
- (9) 封装 DIP-22PIN

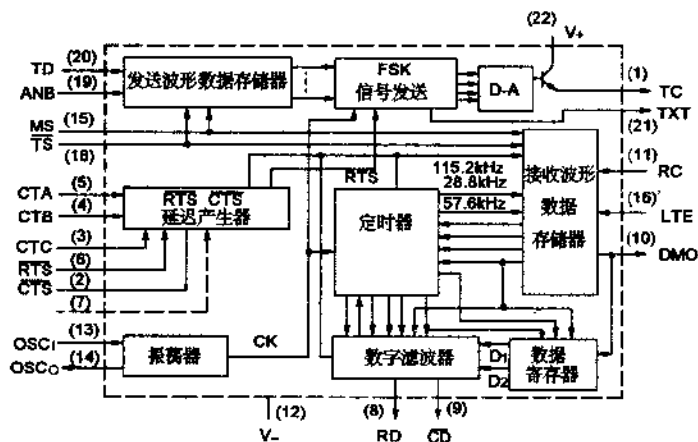
引出端排列

TC	1	22	V ₊
$\overline{\text{CTS}}$	2	21	TXT
CTC	3	20	TD
CTB	4	19	ANB
CTA	5	18	TS
RTS	6	17	NC
NC	7	16	LTE
RD	8	15	MS
$\overline{\text{CD}}$	9	14	OSC _O
DMO	10	13	OSC _I
RC	11	12	V ₋

引出端符号说明

TC	调制信号输出	RD	接收数据	MS	模式选择
$\overline{\text{CTS}}$	允许发送	$\overline{\text{CD}}$	载波检测	LTE	自环测试控制
CTC	延迟选择C	DMO	解调器测试	TS	标准选择
CTB	延迟选择B	RC	解调信号输入	ANB	应答返回
CTA	延迟选择A	V ₊ , V ₋	正、负电源	TD	发送数据
RTS	请求发送	OSC _I , OSC _O	振荡器输入、输出	TXT	发送测试
				NC	空

功能框图



注: MC14540 比 MC145445 仅多 (7) 端 (STO)

引出端功能说明

TC — 调制信号输出。该端根据调制数据输出 16 级数字合成的正弦波,幅度 (V_{PP}) 为 $0.1V_+$, 输出负载不小于 $10k\Omega$ 。输出频率见下表。

MC145445 输出频率

TS(标准选择)	MS(模式选择)	TD(发送数据)	发送频率 (Hz)	适用范围
L	L	L	1850	CCITT V.21 0~300b/s,信道2
		H	1650	
L	H	L	1180	CCITT V.21 0~300b/s,信道1
		H	960	
H	L	L	2025	BELL103 0~300b/s,应答方式
		H	2225	
H	H	L	1070	BELL103 0~300b/s,呼叫方式
		H	1270	

$\overline{CTS}$ — 允许发送。请求发送端 $\overline{RTS}$ 出现一个负跳变时,经过一段可选的延迟时间后, $\overline{CTS}$ 输出有效低电平信号,请求发送端有效到 $\overline{CTS}$ 端有效期间,调制器发送信号,以建立位同步。请求发送端无效后 $\overline{CTS}$ 立刻升回高电平。

CTC、CTB、CTA — 延迟选择。功能如下表所示。

$\overline{RTS}$ — $\overline{CTS}$ 延迟时间

CTC	CTB	CTA	$\overline{RTS}$ — $\overline{CTS}$ 延迟时间 (ms)
L	L	L	0
L	L	H	26.7
L	H	L	40.0
L	H	H	60.0
H	L	L	133.3
H	L	H	213.3
H	H	L	266.7
H	H	H	426.6

$\overline{RTS}$ — 请求发送。控制调制器发送数据,低电平有效。

RD — 接收数据。经解调后的数据信号从该端串行输出。当载波检测端 ($\overline{CD}$) 为高电平时,该端被箝位于高电平。

$\overline{CD}$ — 载波检测。控制解调器工作状态,低电平有效。

DMO — 解调器测试。用于解调器的测试,正常工作时该端应悬空。

RC — 解调信号输入。从线路接收的 FSK 信号通过该端输入给 MODEM。

V_- — 负电源,通常接 0V。

OSC₁ — 振荡器输入。输入频率为 3.6864MHz,可外接晶体或数字信号源。外接晶体时,要求将约 $15M\Omega$ 电阻并联于晶体上。

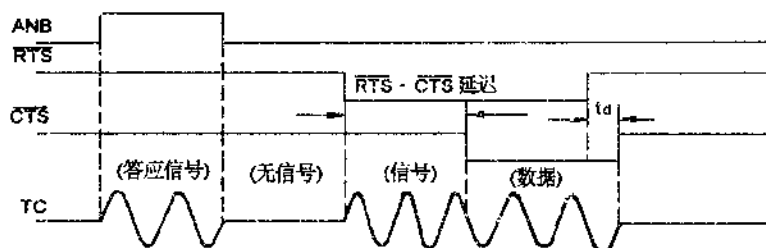
OSC₀ — 振荡器输出,也可在与 OSC₁ 间外接晶体。

MS — 模式选择。控制功能见前表。

LTE — 自环测试控制。该端可控制调制信号经接收滤波器直接进入本端解调器,提供自环测试功能。高电平有效。该功能也可通过外接硬件电路实现。

TS — 标准选择。低电平选择 CCITT 建议,高电平选择 BELL 标准,见输出频率表。

ANB — 应答返回。控制调制器发送应答单音,其频率在 CCITT 建议中为 2100Hz,在 BELL 标准中为 2025Hz。此时无论 $\overline{\text{RTS}}$ 端处于何种状态, $\overline{\text{CTS}}$ 端输出高电平。时间关系如下图所示。该端高电平有效。



应答返回和 $\overline{\text{RTS}}-\overline{\text{CTS}}$ 延迟时序

TD — 发送数据。该端为高电平时,调制器发送传号频率(f_H);为低电平时,调制器发送空号频率(f_L)。

TXT — 发送测试。MODEM 发送数据时,该端输出一方波信号以表征发送信号的频率。芯片正常工作时该端应悬空。

V₊ — 正电源,通常接 +5V。

电路的功能说明

电路内部由四部分组成:振荡器,定时器,调制器和解调器。振荡器为芯片提供参考时钟,定时器为芯片提供控制时序和各种延迟功能,调制器内含发送波形数据存储器和 D-A 转换器。发送波形数据存储根据调制数据输出相应的数字波形信息,通过 D-A 转换器变换为 16 级数字合成的正弦波输出给线路。解调器包括接收波形数据存储、数据寄存器和数字滤波器等电路。解调电路根据接收波形数据存储输出的信息将 FSK 信号变为数据信号,经数字滤波器后输出给数据电路终端设备。

主要电参数

(i) 极限参数

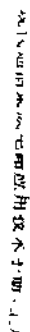
参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压	V ₊		+10	V
输入电压	V _i	V ₋ -0.5	V ₊ +0.5	V
工作温度	T _a	0	+70	°C
贮存温度	T _{stg}	-55	+150	°C

(2) 电特性 ($V_+ = 5V$, $V_- = 0V$, $T_A = 0 \sim 70^\circ C$)

特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	$V_+ - V_-$	4.5	5.0	6.5	V
输入高电平 CTC, CTB, CTA, $\overline{RTS}$, $\overline{CD}$, MS, LTE, TS, ANB, ID	V_{IH}	2.8			V
RC, OSC _I		4.0			
输入低电平 CTC, CTB, CAT, $\overline{RTS}$, $\overline{CD}$, MS, LTE, TS, ANB, ID	V_{IL}			0.5	V
RC, OSC _I				0.6	
输出高电平电流 ($V_{OH} = 2.4V$)	I_{OH}	0.75			mA
$\overline{CTS}$, RD DMO, TXT		0.75			
输出低电平电流 ($V_{OL} = 0.4V$)	I_{OL}	1.2			mA
$\overline{CTS}$, RD DMO, TXT		0.6			
输入电流 所有输入端 ($V_L = 0V$)	I_I			-0.5	μA
除 RC, OSC _I 所有输入端 ($V_{IH} > 2.8V$)				500	
工作电流	I_{DD}		2.5	6	mA
输入电容 除 OSC _I 外所有输入端	C_I			12	pF
OSC _I			8		
输出电容 OSC _O 除所有输出端	C_O			12	pF
OSC _O			13		

2 D 17

甲
乙
丙
丁



0 ~ 600b/s 低速数据调制解调器

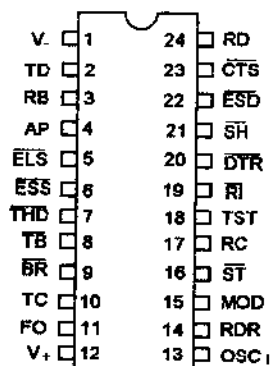
MC6860

简要说明

该电路是 MOTOROLA 公司生产的 0 ~ 600b/s 数字 MODEM, 使用 FSK 调制方式, 提供必要的调制、解调和较强的接口控制功能, 能在话路上以最高 600b/s 的速率实现串行数据通信。该电路广泛用于数据处理系统、数据存储设备、远程数据通信终端和微机 I/O 接口等领域, 可直接通过异步通信接口适配器与 M6800 系列微机联接, 完成低速数据通信功能。电路的基本特性为:

- (1) 发送呼叫/应答功能兼容。可外接晶体或从外部直流接入参考时钟。
- (2) 具有 MODEM 自检功能。终端接口与 TTL 电平兼容。
- (3) 可工作于全双工或半双工方式, 速率为 0 ~ 300b/s 或 0 ~ 600b/s (可选), 具有自动应答/拆线功能。
- (4) 电源 +5V
- (5) 工艺 NMOS
- (6) 封装 DIP-24PIN

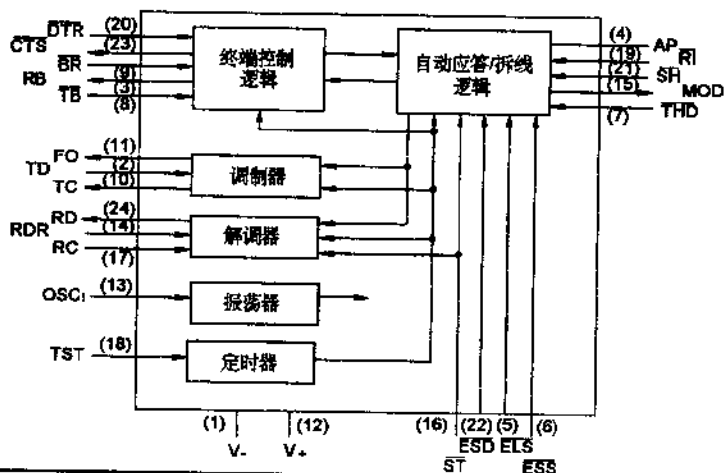
引出端排列



引出端符号说明

V ₋	负电源	BR	解除接收终止	RC	解调信号输入
TD	发送数据	TC	调制信号输出	TST	测试时钟输入
RB	接收终止输出	FO	数字载波输出	RI	振铃指示
AP	话机应答	V ₊	正电源	DTR	数据终端就绪
ELS	长空号拆线允许	OSC _i	振荡器输入	SH	摘机信号
ESS	短空号拆线允许	RDR	接收数据率选择	ESD	空号拆线允许
THD	门限检测	MOD	工作状态指示	CTS	允许发送
TB	终止发送控制	ST	自环测试控制	RD	接收数据

功能框图



引出端功能说明

V_- —— 负电源,通常接 0V。

TD —— 发送数据。要发送的二进制数据从该端串行输入给 MODEM。

RB —— 接收终止输出。当 MODEM 接收到 150ms 空号时,该端输出高电平,并一直维持到 $\overline{\text{CTS}}$ 降为低电平为止。

AP —— 话机应答。如果 MODEM 收到振铃指示信号 ($\overline{\text{RI}}$) 或摘机信号 ($\overline{\text{SH}}$),且数据终端设备 DTE 向 MODEM 输出就绪信号 ($\overline{\text{DTR}}$),该端输出高电平并一直持续到呼叫过程完成。

$\overline{\text{ELS}}$ —— 长空号拆线允许。接低电平时,MODEM 连续收到 1.5s 空号后自动挂机。

$\overline{\text{ESS}}$ —— 短空号拆线允许。接低电平时,MODEM 连续收到 1.5s 空号后自动挂机。该端不能与 $\overline{\text{ELS}}$ 端同时接低电平。

THD —— 门限检测。如果接收信号的幅度满足要求,外部门限检测电路产生门限检测信号并从该端输给 MODEM。

$\overline{\text{TB}}$ —— 终止发送控制。在 $\overline{\text{CTS}}$ 有效期间,向该端加入至少 34ms 的低电平信号,可控制 MODEM 发送 233ms 空号。该端有效前必须至少保持 34ms 高电平。

$\overline{\text{BR}}$ —— 解除接收终止。当 MODEM 连续收到 150ms 空号时,如果数据终端从该端加入不小于 $20\mu\text{s}$ 的低电平信号,即可使 RB 端降回低电平以解除 MODEM 的接收终止状态。

TC —— 调制信号输出。输出信号频率由调制数据和 MODEM 所处工作状态决定,如表所示。(表中参数在晶体频率为 1MHz 时有效。)

MC6860 输出频率

MOD(工作状态)	TD(数据)	发送频率 (Hz)	精度 (Hz)
(呼叫)H	H	1270	-0.15
(呼叫)H	L	1070	0.90
(应答)L	H	2225	-0.31
(应答)L	L	2025	-0.71

FO —— 数字载波输出。该端输出与发送信号频率相同的方波用于芯片测试。

V_+ —— 正电源,通常接 +5V。

OSC_1 —— 振荡器输入。该端既可从外部输入 1.0MHz 方波信号作为系统参考时钟,也可使用片内振荡电路,此时需外接 1.0MHz 晶体到地。

RDR —— 接收数据率选择。用于控制解调器的接收数据率,接高电平时,数据率为 $0 \sim 300\text{b/s}$;接低电平时,数据率为 $0 \sim 600\text{b/s}$ 。

MOD —— 工作状态指示。该端输出高电平,表示 MODEM 工作于呼叫方式;输出低电平,表示 MODEM 工作于应答方式。MODEM 进入自检过程后,该端输出状态与平时相反。

$\overline{\text{ST}}$ —— 自环测试控制。控制 MODEM 进入自环测试过程,低电平有效。这期间,解调器直接解调本端调制器发送的 FSK 信号。在自环测试中,初始接续中建立的信道状态不会丢失。

RC —— 解调信号输入。从线路接收的 FSK 信号经该端输入给 MODEM。

TST —— 测试时钟输入。用于向芯片输入测试信号以减少芯片测试时间。MODEM 正常工作时该端应接低电平。

RI —— 振铃指示。当 MODEM 从共电式电话 (CBT) 数据耦合器接收到至少 20 个周期的 20 ~ 47Hz 正弦波信号, 或从共电式交换机 (CBS) 数据耦合器接收到至少 51ms 低电平信号时, 认为收到了振铃指示。此时 MODEM 进入应答状态。CBS 数据耦合器输出的振铃指示信号在 MODEM 与接口前, 必须通过电平转换器将 RS-232C 接口电平转换为 TTL 接口电平。

$\overline{\text{DTR}}$ —— 数据终端就绪。在 MODEM 正常工作期间, 该端必须保持低电平。若数据终端从该端加入至少 34ms 的高电平, 即可启动 MODEM 3s 后拆线。

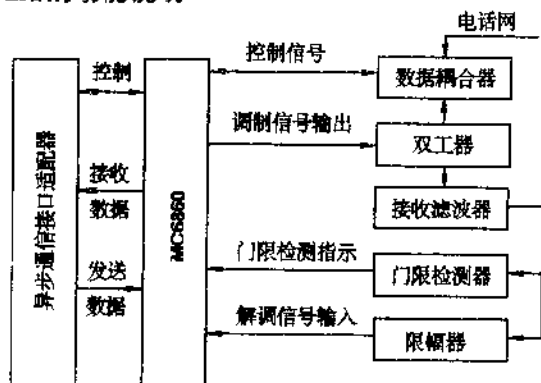
$\overline{\text{SH}}$ —— 摘机信号。该端可直接与 CBT 数据耦合器接口或通过电平转换器与 CBS 数据耦合器接口。MODEM 收到该信号后自动进入发送呼叫方式, 呼叫过程中该端保持低电平。若摘机信号消失 17s 后, 接续过程仍未完成, MODEM 自动停止工作。

$\overline{\text{ESD}}$ —— 空号拆线允许。控制 MODEM 发送空号以启动远端 MODEM 拆线, 低电平有效。

$\overline{\text{CTS}}$ —— 允许发送。该端输出低电平时, 表示 MODEM 可以发送数据。

RD —— 接收数据。MODEM 将收到的 FSK 信号解调后将数据从该端串行输出。

电路的功能说明



典型 MC6860 系统构成

MC6860 的典型系统构成图如左图所示。电路内部由六部分组成: 振荡电路、定时电路、调制器、解调器、终端控制逻辑、自动应答/拆线逻辑。在发端, 数据终端将要传送的数据串行输入给调制器, 调制器将它们转换成 FSK 信号, 然后发往线路。

在收端, 从线路接收的 FSK 信号首先通过一个滤波器以滤除外界干扰, 然后被送入解调器。

控制逻辑为 MODEM 与数据终端和线路接口提供必要的命令和响应信号。如果 MODEM 的输入输出电平不满足 RS-232C 标准, 可使用线路驱动器 MC1488 和 MC1489 进行电平转换。下面详细介绍 MC6860 在呼叫、应答、拆线方式下的工作原理。

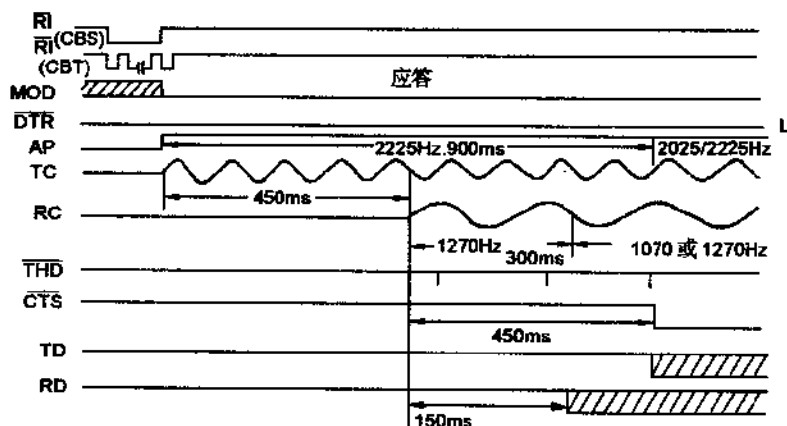
(1) 应答方式 当 MODEM 收到振铃指示信号 ($\overline{\text{RI}}$) 时, 自动进入应答方式。此时, 如果 $\overline{\text{DTR}}$ 端为低电平, MODEM 即在 AP 端输出高电平使外接的三极管导通, 以启动数据耦合器中挂机继电器和数据发送继电器吸合。同时, MODEM 发送 2225Hz 应答信号。

远端呼叫 MODEM 检测到应答方发来的 2225Hz 应答信号并经过 450ms 延迟 (该延迟是为了使电话网中的回波抑制器完成回波抑制工作) 后, 向线路发送频率为 1270Hz 的信号。在应答端, 从线路接收的 1270Hz 信号首先送往 MODEM 片外幅度门限检测电路。如果该信号电平满足要求, 门限检测电路向 MODEM 输出周期为 32ms、脉宽大于 20 μs 的负

脉冲,即门限检测指示,表示 MODEM 已收到 1270Hz 信号。

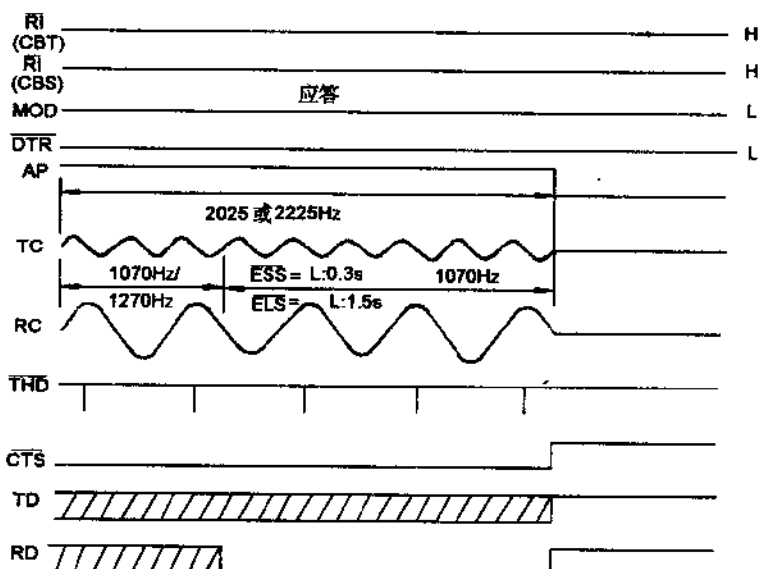
如果应答 MODEM 在 150ms 内持续收到呼叫 MODEM 发送的 1270Hz 信号, RD 端将脱离箝位状态, MODEM 可以正常接收数据;如果收到 1270Hz 信号的时间达到 450ms, MODEM 将在 $\overline{\text{CTS}}$ 端输出低电平,调制器开始发送数据。

MODEM 在 51ms 或更长的时间内收不到门限检测指示信号时,认为接收信号丢失。如果振铃指示消失 17s 后, MODEM 仍未与对方重新建立接续,则自动挂机。应答方式的时序如下图所示。

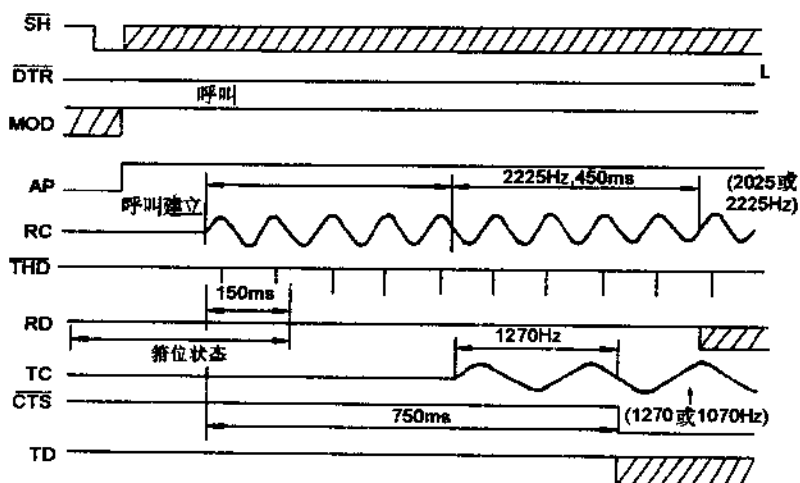


MC6860 在应答方式下的工作时序

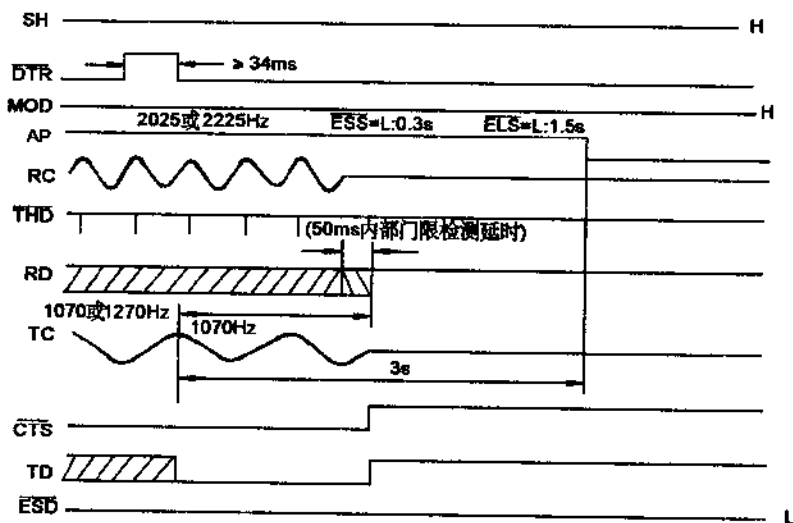
(2) 自动拆线 如果 MODEM 在 150ms 或更长的时间内持续收到空号,则 RB 端输出高电平, MODEM 进入接收终止状态,直到接收站输出 $\overline{\text{BR}}$ 信号解除接收终止。当 MODEM 持续收到空号的时间长达 300ms 时,若 $\overline{\text{ESS}}$ 端为低电平, MODEM 在继续收到 0.3s 空号后挂机;若 $\overline{\text{ELS}}$ 为低电平, MODEM 在继续收到 1.5s 空号后挂机。下图给出自动拆线方式下的工作时序。



MC6860 在自动拆线下的工作时序



MC6860 在呼叫方式的工作时序



MC6860 在启动远端 MODEM 拆线时的工作时序

(3) 呼叫方式 MODEM 接到摘机信号时自动进入呼叫过程。这时如果 DTR 端为低电平, MODEM 即在 AP 端输出高电平, 并准备接收远端应答 MODEM 发送的 2225Hz 应答信号。如果摘机信号消失 17s 后 MODEM 仍未检测到应答信号, 则自动挂机。

MODEM 在 150ms 内持续收到幅度满足要求的 $2225 \pm 100\text{Hz}$ 应答信号后, RD 端脱离摘位状态, MODEM 开始正常接收数据; 当 MODEM 接收到应答信号的时间达到 450ms 时, 本端呼叫 MODEM 向远端应答 MODEM 发送 1270Hz 信号; 如果接收到应答信号的时

间达到 750ms,MODEM 在 $\overline{\text{CTS}}$ 端输出有效低电平,同时调制器开始发送数据,这时 MODEM 的接收和发送功能在并行完成。时序关系如上页上图所示。

(4)启动远端 MODEM 拆线 为了启动远端 MODEM 自动挂机,本端 MODEM 需要发送拆线信号。这要求在通常为低电平的 $\overline{\text{DTR}}$ 端加入至少 34ms 高电平。

如果此时 $\overline{\text{ESD}}$ 端接低电平,本端 MODEM 将根据远端 MODEM 工作状态发送不超过 3s 的连续空号;若远端 MODEM 在 3s 内拆线,导致本端 MODEM 的门限检测指示信号消失。本端 MODEM 随即挂机;若远端 MODEM 在 3s 内未拆线,本端 MODEM 将在 3s 空号发完后挂机。

如果此时 $\overline{\text{ESD}}$ 端接高电平,本端 MODEM 继续发送数据,3s 后自动挂机。时序关系如上页下图所示。

主要电参数

(1)电特性($V_+ = 5\text{V}, V_- = 0\text{V}, T_A = 0 \sim 70^\circ\text{C}$)

特性		符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入高电平(除 OSC _i 外所有输入端)		V_{IH}	2.0		V_+	V
输入低电平(除 OSC _i 外所有输入端)		V_{IL}	V_-		0.80	V
输入电压(OSC _i 端)(输入耦合电容为 200pF, 占空比为 50±5%)		V_i	1.5		2.0	V_{PP}
输入 电流	($\overline{\text{RI}}, \overline{\text{SH}}$)	I_i			-1.6	mA
	(除 RC, TD, $\overline{\text{IHD}}$, $\overline{\text{TST}}$, $\overline{\text{RI}}, \overline{\text{SH}}$ 外)				-0.2	
输入漏电流		I_L			1.0	μA
输出高电平(除 AP, TC 外所有输出端)		V_{OH}	2.4		V_-	V
输出低电平(除 AP, TC 外所有输出端)		V_{OL}	V_-		0.40	V
输出高电平电流(AP 端)		I_{OH1}	0.30			mA
输出低电平(AP 端)		V_{OL2}	V_-		0.30	V
输入电容		C_i		5.0		pF
输出电容		C_o		10		pF
TC 端输出电压		V_{CO}	0.20	0.35	0.50	V_{rms}
TC 端输出二次谐波		V_{2H}	-25	-32		dB
功耗		P_D			340	mW

(2)极限参数

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压	V_+	-0.3	+7.0	V
输入电压	V_i	-0.3	7.0	V
工作温度	T_A	0	+70	℃
贮存温度	T_{stg}	-55	+150	℃

典型应用线路

MC6860 用于呼叫/ 应答时的接口框图:

