

# 用于上音频 MSK 调制解调器

刘广宪 许继电气公司通信分公司(461000)

**摘要** MSK 由于其具有恒定的信号包络,码元跳变点相位连续,频谱在边带衰减快,对邻信道干扰小等特点。因此在数传通信领域得到了越来越广泛的重视。本文简要分析了 MSK 调制体系的基本原理及 MSK 的特性,最后讨论了一种 MSK 调制解调的实现。

**关键词** MSK 上音频 MODEM

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。目前,国际上流行的 MODEM 电路基本上是指在一个电话话路中(300~3400Hz)传送数据信号而言,而对电力线载波通信,传送上音频(2400~3600Hz)传输 1200b/s 的调制解调器就没有现成的产品,根据这种情况我们研究了一种利用 MSK 调制的方法,在 1kHz 带宽范围内传输 1200b/s 的调制解调器,这样不仅用于国内载波通信远动信号传输,还可以替代进口的 RTU 远动装置上的调制解调器,(进口产品占用全话路)如果利用在三金工程中,可以同时传送话音和数据信号。

## 1 MSK 的基本原理和特点

一个理想的 MSK 调制信号,其波形必须满足下列两个条件:

(1) 在一个码元间隔内,其相位总是线性地增加或减少  $90^\circ$ ,传号时相位线性地增加  $90^\circ$ ,频率为  $f_c + f_d$ ;空号时相位线性地减少  $90^\circ$ ,其频率为  $f_c - f_d$ 。

(2) 在任何一个码元跳转换时刻上,其相位不发生跳变总是连续的。

根据上述两个条件可以看出 MSK 是 CPFSK 的一种特例。在 MSK 中频率调制指数为  $h = 0.5$ 。

CPFSK 的信号可表示为:

$$S_{\text{CPFSK}}(t) = A \cos(\omega_c t + Q) \quad (1)$$

其中  $\omega_c = \omega_e + \omega_d D(t)$

$\omega_e$ —载波频率

$\omega_d$ —调制角频偏

$D(t)$ —随时间而变的二进制随机波形

在二进制数字序列中  $\{b_k\}$ ,  $b_k = 1$  时,  $D(t) = +1$ ;  $b_k = 0$  时,  $D(t) = -1$ 。

$Q = (t=0)$  时的相位初值,不失一般性可令  $Q = 0$ 。在 MSK 调制方式中,由于  $h = 0.5$

$$\text{即 } h = \frac{\omega_c + \omega_b - (\omega_c - \omega_D)}{2\pi/T_b} = 0.5$$

$$\text{可得 } f_d = \frac{1}{4T_b}$$

收稿日期:1994-12-22

《继电器》1995年 第2期 33

$$\text{另 } f_c = (2m + 1)f_d = \frac{2m + 1}{4T_b} \quad (m \text{ 为整数}) \quad (2)$$

当  $b_k = 1$  时, 得传号频率  $f_m$

$$f_m = f_c + f_d = \frac{m + 1}{2T_b} \quad (3)$$

当  $b_k = 0$  时, 得空号频率  $f_s$

$$f_s = f_c - f_d = \frac{m}{2T_b} \quad (4)$$

$$f_c / \frac{1}{T_b} = \frac{2m + 1}{4} \quad (5)$$

$$f_m / \frac{1}{T_b} = \frac{2m + 1}{4} \quad (6)$$

$$f_s / \frac{1}{T_b} = \frac{2m}{4} \quad (7)$$

可以看出, 在一个码元  $T_b$  时间内, 具有传号频率的波形要比载波多  $\frac{1}{4}$  周, 而具有空号频率的波形, 要比载波少  $\frac{1}{4}$  周。因此, 对每个  $T_b$  码元间隔来说, 其相位线性增加或减少  $90^\circ$ 。

由于 MSK 信号在一个码元时间内相位线性变化, 相邻码元转换点上相位连续。因此 MSK 信号较 BPSK 和 QPSK 带外辐射要小得多。如图 1 所示, 对于给定的频带, MSK 能传递更高的比特速率, 其频谱利用率可达  $2\text{bit/s/Hz}$ , 即每周带宽可传  $2\text{b/s}$  信号。

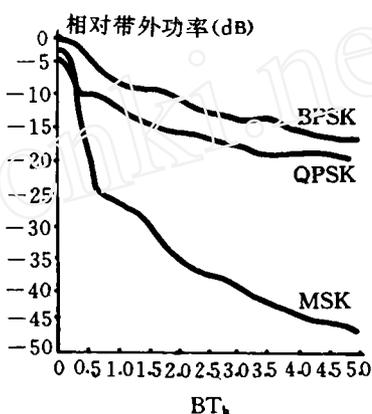


图 1 相对带外功率比较

## 2 MSK 调制与解调方案的实现

MSK 调制器将“0”、“1”数字信号变换成相应的正弦波音频信号, 其基本要求是: 空号和传号的频率应满足国际标准, 输出的音频信号应有一定的幅度和较小的失真, 其组成原理如图 2 所示。

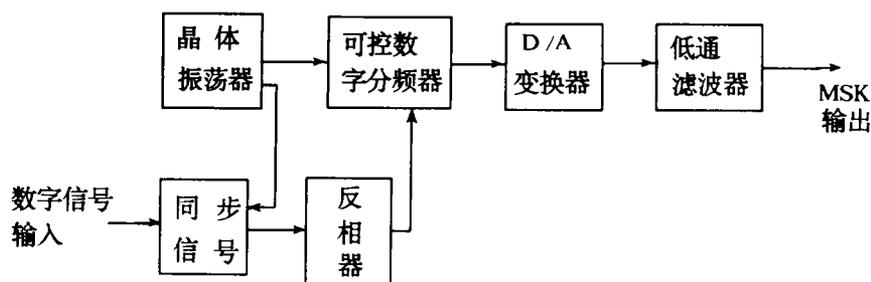


图 2

该调制器由可控数字式正弦波发生器构成, 晶体振荡器产生频率为高精度、高稳定性的基准振荡频率, 送入可控数字分频器进行分频, 分频频率由数字信号输入决定, 并和同步信号使产生的 D/A 变换器信号完全和数字信号同步, 这样就使输出“1”、和“0”的调频信号完全相差



图 3

180°。当信号为“1”时，分频比为  $N_1$ ，当信号为“0”时，分频比为  $N_2$ ，再经 D/A 变换和低通滤波器将高次谐波滤掉，就产生了精确的 MSK 音频正弦信号。

解调器由于不受 MSK 和 FSK 调制解调器的限制，我们利用最简单的解调器实现，如图 3 所示。

### 3 与远动装置的通信接口

#### (1) 标准串行接口

通常的标准串行接口的电气特性都有满足可靠传输时的最大通信速度和传送距离指标，作为 RS-232C 接口速率可达 20k 字节/S，最大传送距离可达 15m。

#### (2) RS-232 接口信号

RS-232 接口信号如表 1 所示

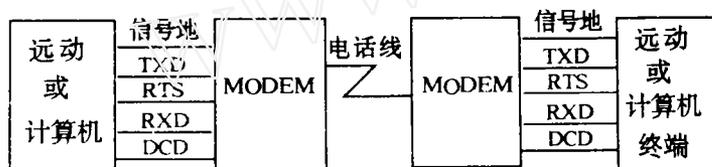


图 4

表 1

插针号	说明
1	保护地
2	发送数据(TXD)
3	接收数据(RXD)
4	请求发送(RTS)
5	允许发送(CTS)
7	信号地
8	接收线信号检测(DCD)

电平转换的集成电路有 MC1488 代替。

#### (3) RS-232 接口的典型应用

数据传输设备之间只需要使用 3~5 根信号线路即可工作。使用 Modem 通过载波和公用电话线的数字通信如图 4 所示。

这样即可同时在一根公用通道线上同时传送语音与数据。