

**【例 4-1】** 某一载波电话通信系统的频率范围为 60~108 kHz，如图 4-1 (a) 所示。

- (1) 若对它采用低通抽样，求最低抽样频率，并画出抽样信号频谱图；
  - (2) 若对它采用带通抽样，求最低抽样频率，并画出抽样信号频谱图；
- 对两种抽样方法予以说明。

**解：**由题意， $f_L = 60$  kHz， $f_H = 108$  kHz

则带宽  $B = (f_H - f_L) = (108 - 60) = 48$  kHz

- (1) 低通抽样时，根据低通抽样定理

$$f_{s\min} = 2f_H = 2 \times 108 = 216 \text{ kHz}$$

低通抽样信号频谱如图 4-1 (b) 所示。

- (2) 带通抽样时，因为

$$f_H = nB + kB = 2 \times 48 + 0.25 \times 48 = 108 \text{ kHz}$$

则： $n = 2$ ， $k = 0.25$ 。根据带通抽样定理

$$f_{s\min} = 2B \left(1 + \frac{k}{n}\right) = 2 \times 48 \times \left(1 + \frac{0.25}{2}\right) = 108 \text{ kHz}$$

带通抽样信号频谱如图 4-1 (c) 所示。

(3) 比较图 (b)、(c) 可见，当采用低通抽样时，已抽样信号频谱中仍留有较大空隙，浪费了频谱资源。相反，采用带通抽样时，既能保证不发生混叠，又充分利用了频谱资源，是较好选择。

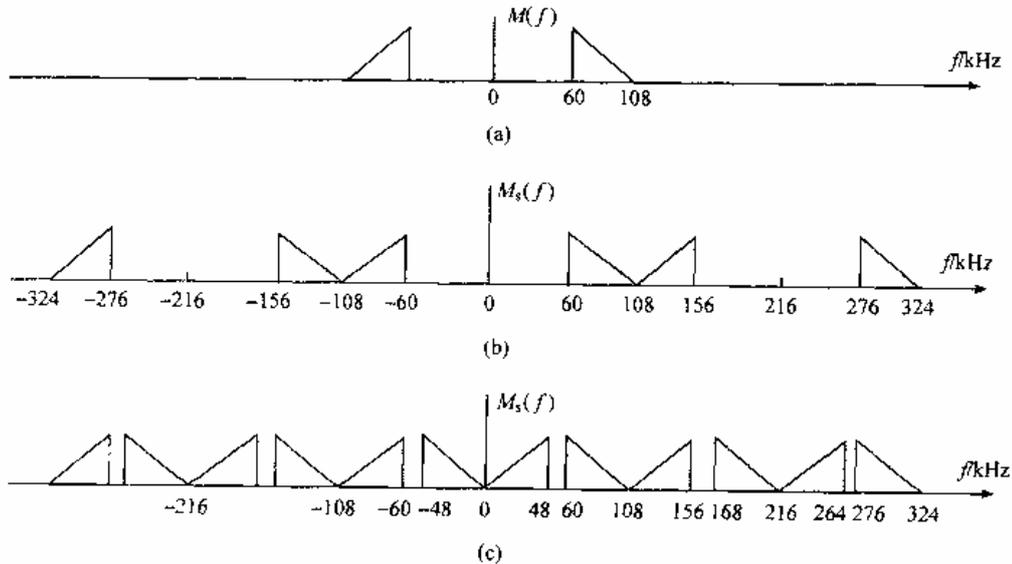


图 4-1 例 4-1 图

**【例 4-2】** 采用 13 折线 A 律编码电路，设最小量化间隔为 1 个单位，已知抽样脉冲值为 +635 单位。

- (1) 试求此时编码器输出码组，并计算量化误差；

(2) 写出对应于该 7 位码 (不包括极性码) 的均匀量化 11 位码。(采用自然二进制码。)

**解:** 设码组为  $c_1 c_2 c_3 c_4 c_5 c_6 c_7 c_8$

(1) 极性码: 因为抽样脉冲值为  $+635 > 0$ , 所以极性码  $c_1 = 1$ 。

段落码: 因为最小量化间隔为 1 个单位, 则各段的起始电平如表 4-1 所示:

表 4-1 13 折线法各段的起始电平 (量化单位为 1)

段	1	2	3	4	5	6	7	8
电平	0	16	32	64	128	256	512	1024

由于  $512 \leq 653 \leq 1024$ , 所以段落确定在第 7 段

即: 段落码  $c_2 c_3 c_4 = 110$

段内码: 第 7 段起始电平为 512, 长度为  $1024 - 512 = 512$  个量化单位, 再进行 16 级均匀量化, 量化间隔为  $512/16 = 32$  个量化单位。

抽样脉冲值在段内的位置为:  $635 - 512 = 123$  个量化单位

由于  $32 \times 3 \leq 123 \leq 32 \times 4$ , 所以可以确定抽样脉冲值在段内的位置在第 3 段。

即:  $c_5 c_6 c_7 c_8 = 0011$

所以编码器输出码组为:  $c_1 c_2 c_3 c_4 c_5 c_6 c_7 c_8 = 11100011$

量化输出电平 =  $512 + 32 \times 3 + 32/2 = 624$  个量化单位

则量化误差为:  $|635 - 624| = 11$  个量化单位

(2) 除极性码以外的 7 位非线性码组为 1100011, 对应的量化值为 624。

因为  $624 = 2^9 + 2^6 + 2^5 + 2^4$

故相对应的 11 位自然二进制码元为: 01001110000。