【例 3−1】根据图 3-1 所示的调制信号波形，试画出 DSB 及 AM 信号的波形图，并比较它们分别通过包络检波器后的波形差别。

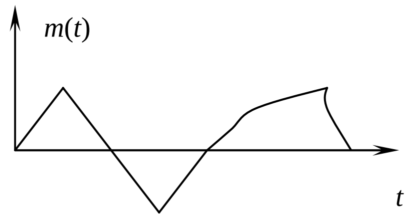
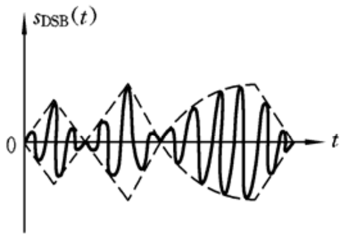
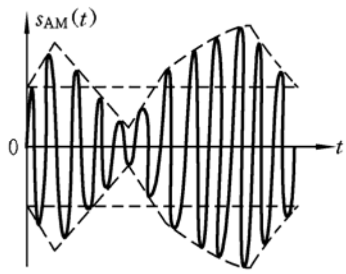


图 3-1　例 3-1 图 1

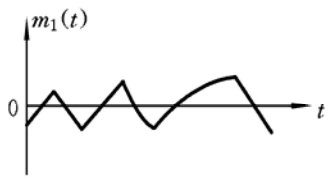
解：DSB 及 AM 信号的波形及它们通过包络检波器后的波形如图 3-2。从波形图中可以看出，DSB 信号经过包络检波器后输出波形 $m_1(t)$ 失真，不能恢复出原调制信号，而 AM 信号经过包络检波器后输出波形 $m_2(t)$ 无失真，能正确恢复出原调制信号。



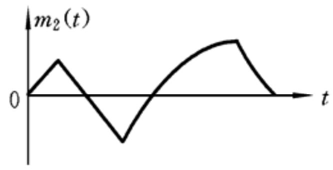
（a）DSB 信号波形



（b）AM 信号波形



（c）DSB 信号通过包络检波器后输出波形



（d）AM 信号通过包络检波器后输出波形

图 3-2　例 3-1 图 2

【例 3-2】 已知某单频调频波的振幅是 10V，瞬时频率为 $f(t)=10^6+10^4\cos\left(2\pi\times10^3 t\right)$，试求：

（1）此调频波的表达式；

（2）此调频波的频率偏移，调频指数和频带宽度；

（3）调制信号频率提高到 2×10^3Hz，则调频波的频偏、调制指数和频带宽度如何变化？

解：（1）该调频波的瞬时角频率为

$$\omega(t)=2\pi f(t)=2\pi\times10^6+2\pi\times10^4\cos\left(2\pi\times10^3 t\right) \quad \text{（rad/s）}$$

此时，该调频波的总相位为

$$\theta(t)=\int_{-\infty}^{t}\omega(\tau)d\tau=2\pi\times10^6 t+10\sin\left(2\pi\times10^3 t\right)$$

因此，调频波的时域表达式 $s_{FM}(t)$ 为

$$s_{FM}(t)=A\cos\theta(t)=20\cos\left(2\pi\times10^6 t+10\sin\left(2\pi\times10^3 t\right)\right) \quad \text{（V）}$$

（2）根据频率偏移的定义

$$\Delta f=\left|\Delta f(t)\right|_{\max}=\left|10^4\cos\left(2\pi\times10^3 t\right)\right|_{\max}=10 \text{（kHz）}$$

调频指数为

$$m_f=\frac{\Delta f}{f_m}=\frac{10^4}{10^3}=10$$

根据调频波的带宽公式，可得调频波的带宽为

$$B\approx2(\Delta f+f_m)=2(10+1)=22 \quad \text{（kHz）}$$

（3）现调制信号频率 f_m 由 10^3 Hz 提高到 2×10^3 Hz。因频率调制时已调波频率偏移与调制信号频率无关，故这时调频信号的频率偏移仍然是

$$\Delta f=10 \text{（kHz）}$$

而这时调频指数变为

$$m_f=\frac{\Delta f}{f_m}=\frac{10^4}{2\times10^3}=5$$

这时调频信号的带宽为

$$B\approx2(\Delta f+f_m)=2(10+2)=24 \quad \text{（kHz）}$$

由上述结果可知：由于 $\Delta f>>f_m$，所以，虽然调制信号频率 f_m 增加了一倍，但调频信号的带宽 B 变化很小。