通信系统原理教程

第18讲 基本的数字调制系统之三

通信教研室　杨春萍

本讲内容

- 概述
- 二进制振幅键控
- 二进制频移键控
- 二进制相移键控
- 二进制差分相移键控
- 二进制数字键控传输系统性能比较
- 多进制数字键控

二进制相移键控(2PSK)

6.4.1 基本原理

- 表示式： $s(t) = A\cos(\omega_0 t + \theta)$

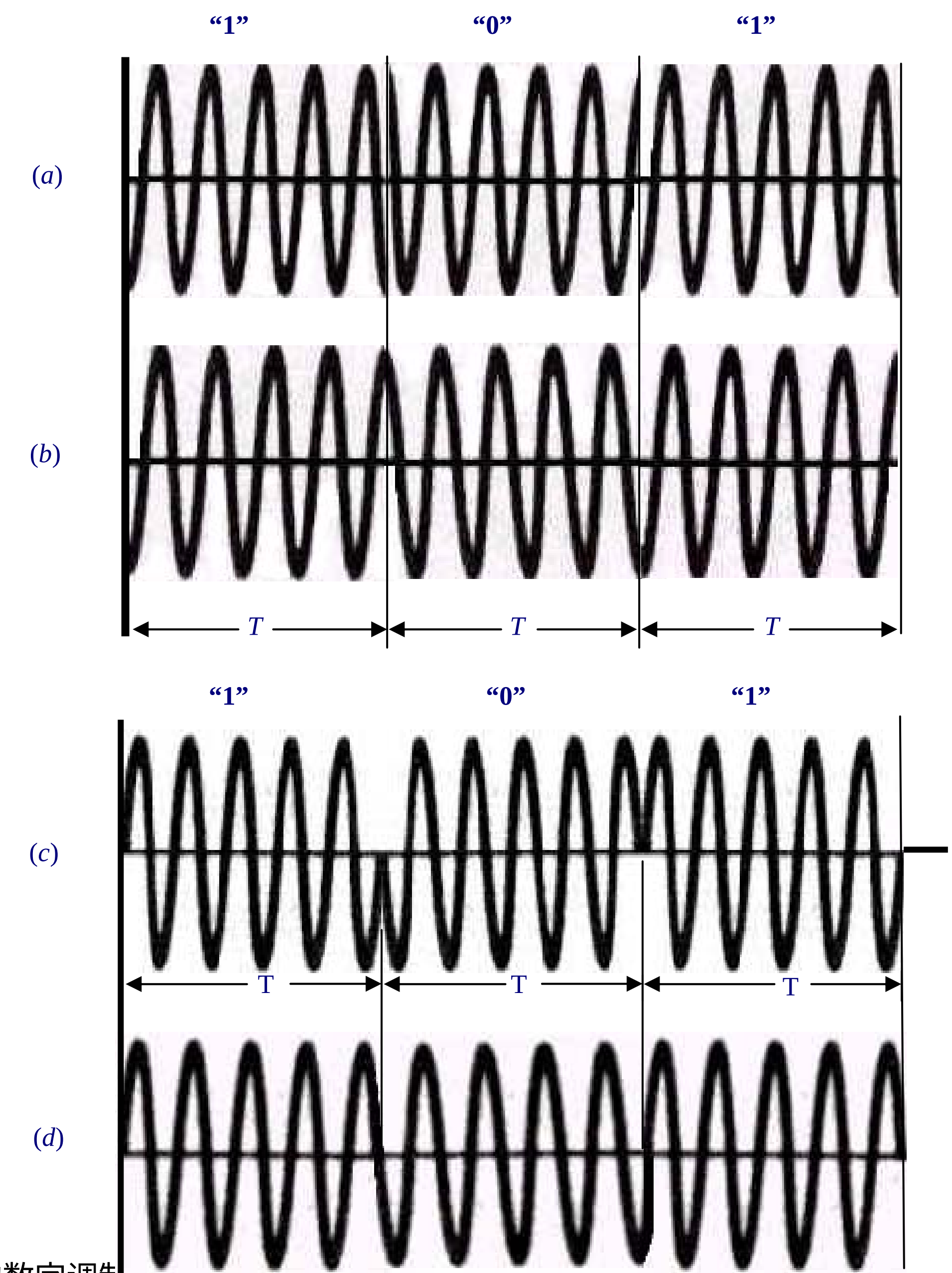
式中， $\theta = \begin{cases} 0 & \text{当发送“ 0 ”时} \\ \pi & \text{当发送“ 1 ”时} \end{cases}$

或 $s(t) = \begin{cases} A\cos(\omega_0 t) & \text{当发送“ 0 ”时} \\ A\cos(\omega_0 t + \pi) & \text{当发送“ 1 ”时} \end{cases}$

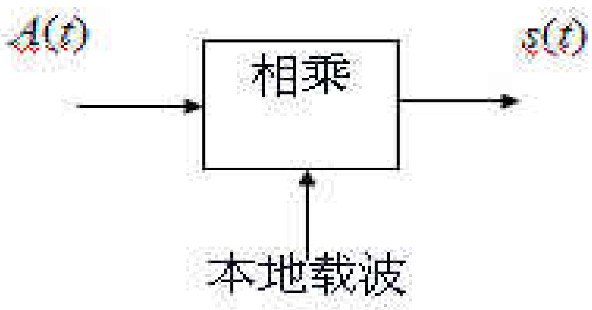
$$s(t) = \begin{cases} A\cos\omega_0 t & \text{当发送“ 0 ”时} \\ -A\cos\omega_0 t & \text{当发送“ 1 ”时} \end{cases}$$

■ 波形 – “1 0 1”

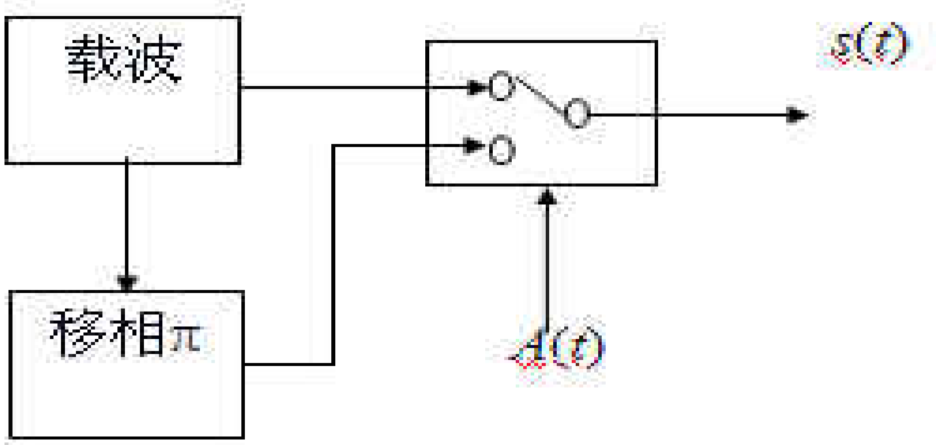
- □ 整数个周期：图a和c
  相位不连续
- □ 多半个周期：图b和d
  相位连续
- □ 上述例子说明，相邻码元的相位是否连续与相邻码元的初始相位是否相同不可混为一谈。
  只有当一个码元中包含有整数个载波周期时，相邻码元边界处的相位跳变才是由调制引起的相位变化。



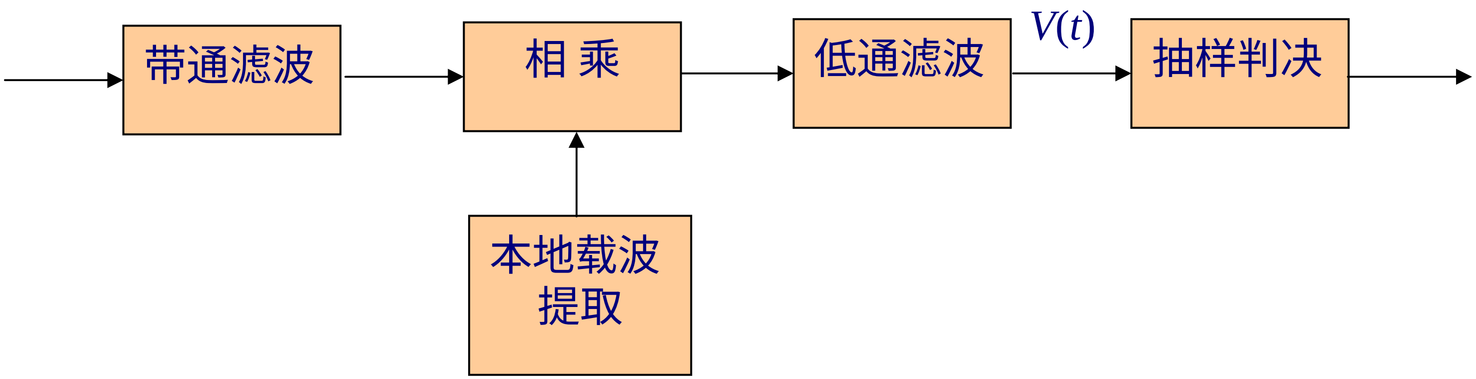
- 产生方法 ：
  - 相乘法：
    用二进制基带不归零矩形脉冲信号$A(t)$去和载波相乘。



  - 选择法：用开关电路去选择相位相差π的同频载波。



- 解调方法：
  - 必须采用相干接收法。



  - 难点：第一，难于确定本地载波的相位 — 因有分频器的相位不确定性、信道不稳定性。

    第二，信号波形长时间地为连续的正（余）弦波形时，使在接收端无法辨认码元的起止时刻。
  - 解决办法：

    采用差分相移键控(DPSK)体制。

6.4.2 功率谱密度

由2PSK信号码元的表示式

$$s(t)=\begin{cases}A\cos\omega_0 t & 当发送“\ 0\ ”时\\ -A\cos\omega_0 t & 当发送“\ 1\ ”时\end{cases}$$

可知，它是一个特殊的2ASK信号，其振幅分别取*A*和-*A*。

∴信号码元随机序列仍可以用2ASK信号的表示式表示：

$$s(t)=A(t)\cos\omega_0 t=\left[\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_n g(t-nT)\right]\cos\omega_0 t$$

式中，

$$a_n=\begin{cases}A & 概率为\ P\\ -A & 概率为\ (1-P)\end{cases}$$

为了简化公式书写，不失一般性，下面令*A* = 1 。

直接由2ASK信号功率谱密度计算公式：

$$P_s(f)=\frac{1}{4}\left[P_A(f+f_0)+P_A(f-f_0)\right]$$

式中，

$$P_A(f)=f_cP(1-P)\left|G_1(f)-G_2(f)\right|^2+\sum_{m=-\infty}^{\infty}\left|f_c\left[PG_1(mf_c)+(1-P)G_2(mf_c)\right]\right|^2\delta(f-mf_c)$$

对于2PSK信号，$g(t)$ = $-g(t)$ ，$G_1(f)$ = $-G_2(f)$，因此上式变为

$$P_A(f)=4f_cP(1-P)\left|G_1(f)\right|^2+\left|f_c\left[PG_1(0)+(1-P)G_2(0)\right]\right|^2\delta(f)$$

当 "1"和"0"出现概率相等时，P = 1/2，上式变为

$P_A(f)=f_c\left|G_1(f)\right|^2$ ，代入上面$P_s(f)$式，得到

$$P_s(f)=\frac{1}{4}f_c\left[\left|G_1(f+f_0)\right|^2+\left|G_1(f-f_0)\right|^2\right]$$

上式中没有离散频率分量。

—— 不能直接从接收信号中用滤波方法提取载波频率。

∵矩形脉冲的频谱为

$$G(f) = T\frac{\sin \pi f T}{\pi f T}$$

代入上式：$P_s(f) = \frac{1}{4} f_c \left[|G_1(f+f_0)|^2 + |G_1(f-f_0)|^2 \right]$

得到2PSK信号功率谱密度的最终表示式

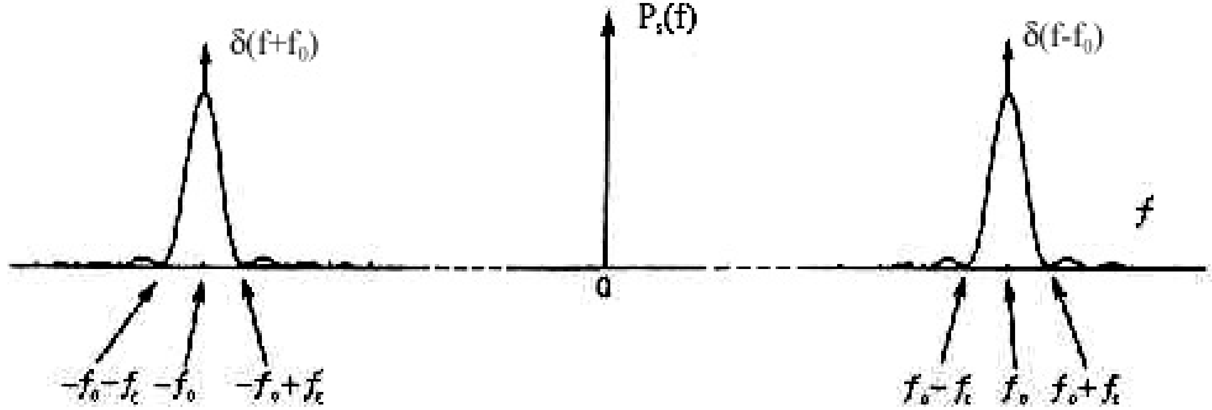
$$P_s(f) = \frac{T}{4}\left[\left| \frac{\sin \pi (f+f_0) T}{\pi (f+f_0) T} \right|^2 + \left| \frac{\sin \pi (f-f_0) T}{\pi (f-f_0) T} \right|^2 \right]$$

- 2PSK和2ASK信号功率谱密度比较

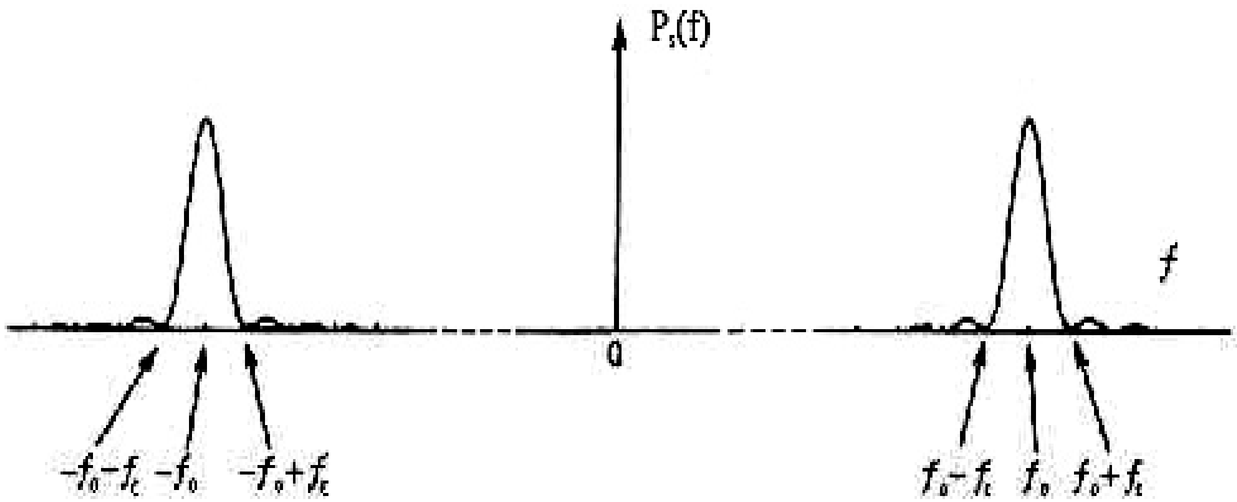
  2ASK信号的功率谱密度：

$$P_s(f) = \frac{T}{16}\left[\left| \frac{\sin \pi (f+f_0) T}{\pi (f+f_0) T} \right|^2 + \left| \frac{\sin \pi (f-f_0) T}{\pi (f-f_0) T} \right|^2 \right] + \frac{1}{16}\left[\delta(f+f_0) + \delta(f-f_0) \right]$$

  - 两者带宽相同
  - 2PSK信号没有离散分量 $\delta(f+f_0) + \delta(f-f_0)$

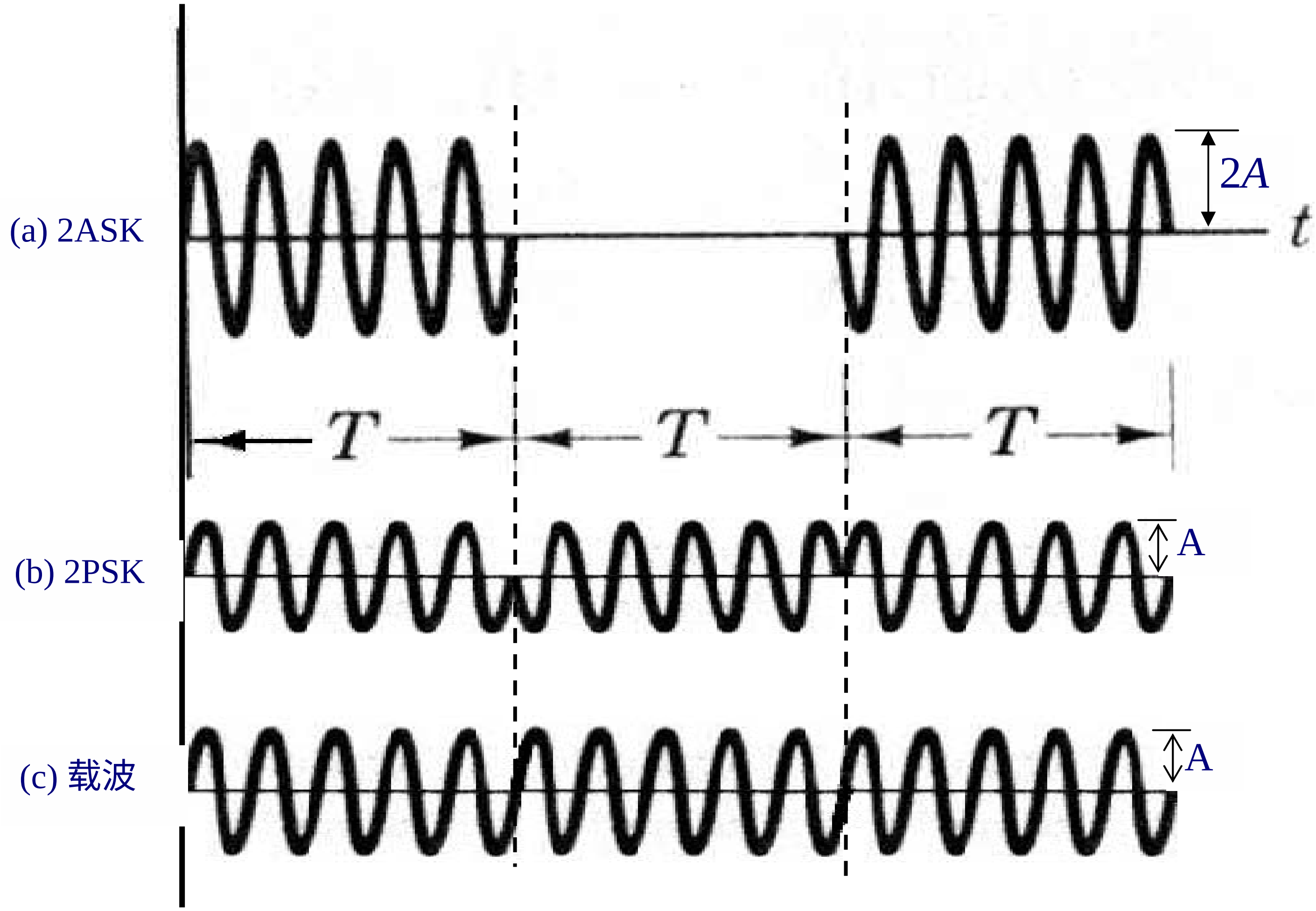


(a) 2ASK信号的功率谱密度

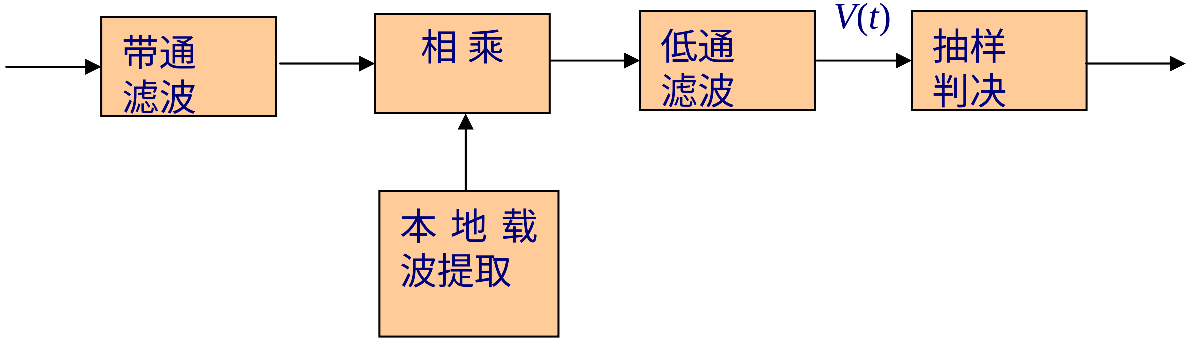


(b) 2PSK信号的功率谱密度

■ 2PSK和2ASK信号波形关系



6.4.3 误码率



抽样判决电压为

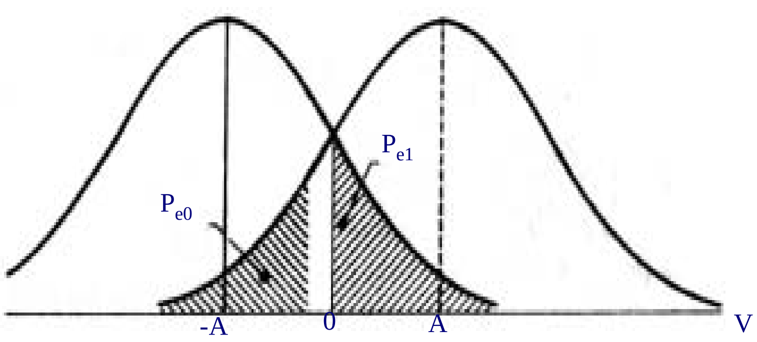
$$V(t)=\begin{cases}A+n_c(t) & \text{当发送“0”时}\\ -A+n_c(t) & \text{当发送“1”时}\end{cases}$$

将“0”错判为“1”的概率等于

$$P_{e0}=P(V<0/\text{发送“0”时})$$

将“1”错判为“0”的概率等于

$$P_{e1}=P(V>0/\text{发送“1”时})$$



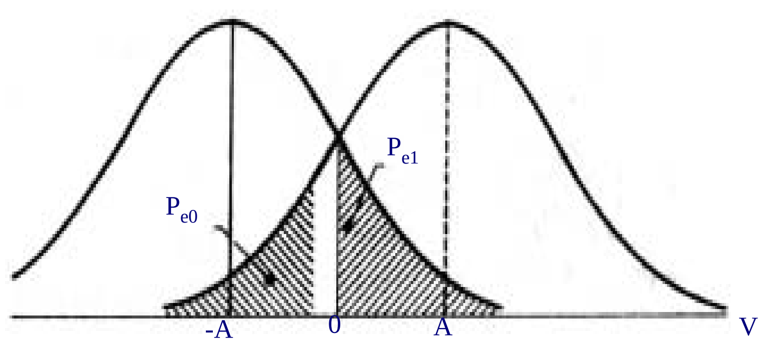
由于现在$P_{e0}=P_{e1}$，∴总误码率为$P_e=P_{e0}/2+P_{e1}/2=P_{e0}=P_{e1}$

图中左部阴影的面积等于：

$$P_{e0}=\int_{-\infty}^{0}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n}e^{-(x-A)^2/2\sigma_n^2}dx=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{r}\right)$$

因此，总误码率等于： $\frac{\ }{2}\quad\sqrt{\ }$ 或 $P_e\approx\frac{1}{2r\sqrt{\pi}}e^{-r}$

在相干检测条件下，为了得到相同的误码率，2FSK的功率需要比2PSK的功率大3 dB；而2ASK则需大6 dB。



返回