



西安交通大学  
XIAN JIAOTONG UNIVERSITY

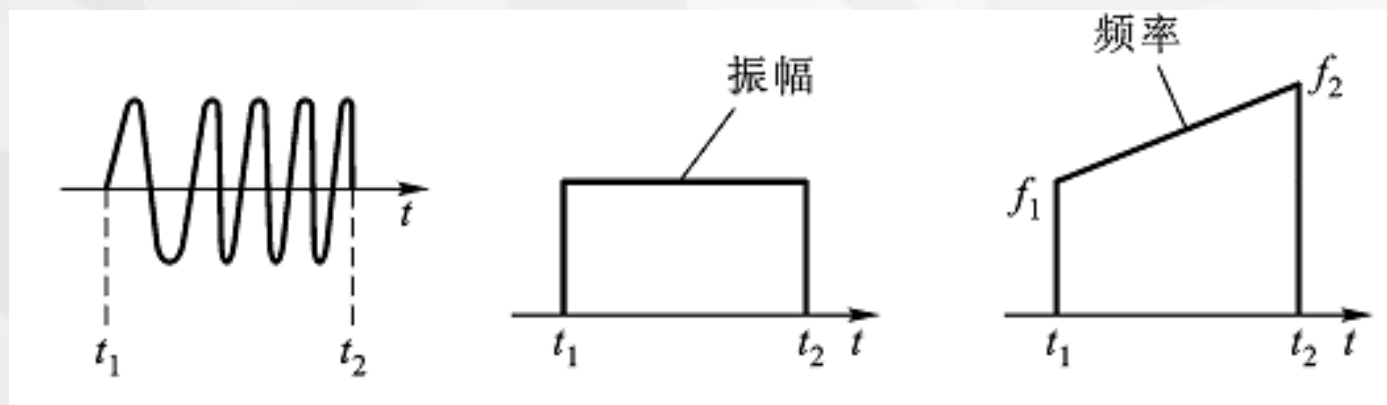
# 鸟声信号单元

**鸟声信号**是在第二次世界大战后期，为了解决雷达和水声技术中既要有大的信号能量又要求高分辨率的矛盾而设计出来的较为理想的信号单元。**是非周期的波形信号单元。**

- 鸟声信号的时域表示
- 鸟声信号的频谱
- 鸟声信号单元的自相关函数

## 鸟声信号的时域表示

**鸟声信号**( chirp信号)是在一定持续时间内的线性调频信号单元。它的瞬时频率的变化和鸟声相似,故称之为鸟声信号。



$$x(t) = \begin{cases} A \cos(\omega_0 t + \frac{1}{2} \mu t^2) & -\frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2} \\ 0 & |t| > \frac{T}{2} \end{cases}$$

式中,  $\omega_0$  为信号的中心角频率, 它是常数。  
 $\mu$  为角频率的扫描速率, 单位为  $\text{rad}/\text{s}^2$ 。

# 鸟声信号的时域表示



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

瞬时相位为：

$$\varphi(t) = \omega_0 t + \frac{1}{2} \mu t^2$$

瞬时角频率为：

$$\omega(t) = \frac{d\varphi(t)}{dt} = \omega_0 + \mu t$$

角频率从  $\omega_0 - \frac{1}{2} \mu T$  到  $\omega_0 + \frac{1}{2} \mu T$  变化

变化范围为：  $W = \mu T$

扫频宽度为：  $B = \mu T / 2\pi$  赫兹。

## 鸟声信号单元复数信号形式:

$$\xi(t) = Ae^{j\omega_0 t} \cdot e^{j\mu t^2/2} = a(t) e^{j\omega_0 t}$$

式中,  $a(t) = Ae^{j\mu t^2/2}$  为复包络信号。

如果满足  $\mu T < \omega_0$ , 则鸟声信号为窄带信号。这样只要得到复包络的频谱后, 移频便可得到鸟声信号的频谱。

$$G_{\xi}(\omega) = G_a(\omega - \omega_0)$$

$$\begin{aligned} X(\omega) &= \frac{1}{2}[G_{\xi}(\omega) + G_{\xi}^*(-\omega)] \\ &= \frac{1}{2}[G_a(\omega - \omega_0) + G_a^*(-\omega - \omega_0)] \end{aligned}$$

$$a(t) = \begin{cases} e^{j\frac{\mu}{2}t^2} & -\frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

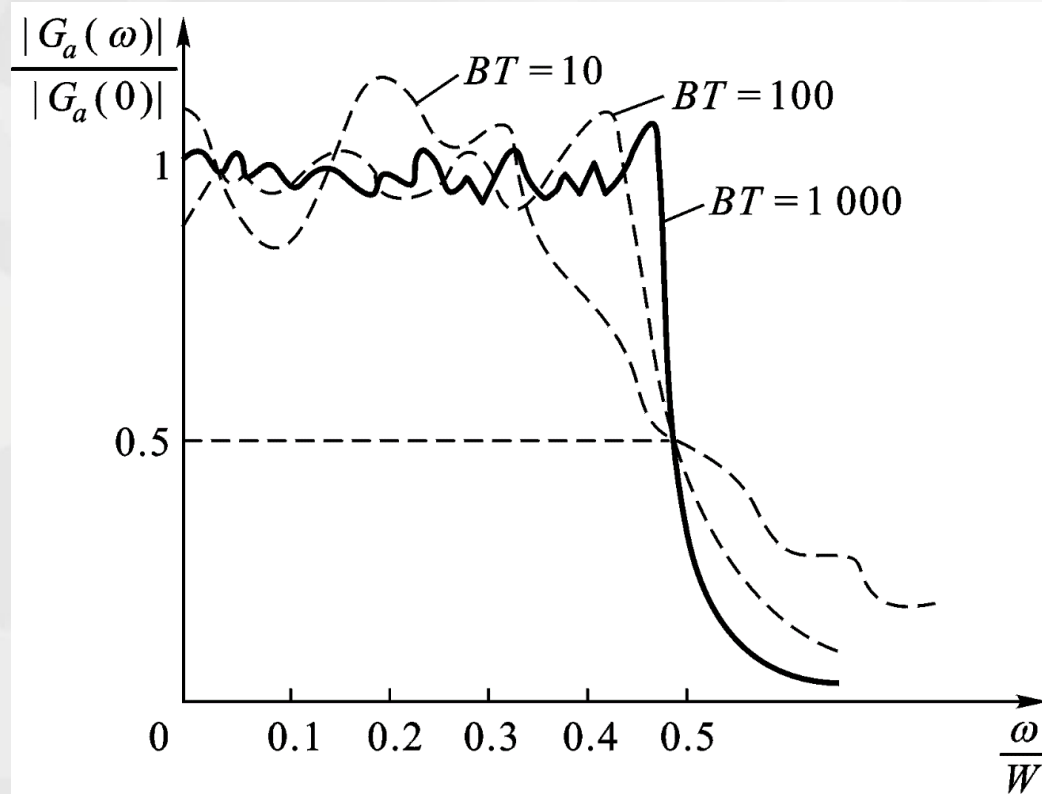
利用指数配方、积分变换以及费涅尔[Fresnel]积分查表等运算，可以得到

$$G_a(\omega) = \sqrt{\frac{\pi}{\mu}} e^{-j\frac{\omega^2}{2\mu}} \{C(z_1) + C(z_2) + j[S(z_1) + S(z_2)]\}$$

## 鸟声信号的频谱



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY



4-11

$$\begin{aligned} X(\omega) &= \frac{1}{2} [G_{\xi}(\omega) + G_{\xi}^*(-\omega)] \\ &= \frac{1}{2} [G_a(\omega - \omega_0) + G_a^*(-\omega - \omega_0)] \end{aligned}$$