



西安交通大学  
XIAN JIAOTONG UNIVERSITY

# 能量信号的相关定理



## 能量信号的相关定理

**定理内容：**能量信号在时域内互相关，对应频域内为一个信号频谱的共轭与另一信号的频谱相乘。  
即：

$$R_{12}(\tau) \leftrightarrow X_1^*(\omega) \cdot X_2(\omega)$$

证明：  $\mathfrak{F}[R_{12}(\tau)] = \int_{-\infty}^{\infty} R_{12}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \int_{-\infty}^{\infty} x_1(t) \cdot x_2(t+\tau) dt \right] e^{-j\omega\tau} d\tau$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x_1(t) e^{j\omega t} dt \cdot x_2(t+\tau) e^{-j\omega(t+\tau)} d(t+\tau)$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} x_1(t) e^{j\omega t} dt \cdot X_2(\omega) = X_1(-\omega) \cdot X_2(\omega)$$


$$= X_1^*(\omega) \cdot X_2(\omega)$$

## 能量信号的相关定理

若有  $x_1(t) = x_2(t) = x(t)$

则有以下关系：

$$\mathfrak{I}[R(\tau)] = X^*(\omega) \cdot X(\omega) = |X(\omega)|^2 = G(\omega)$$

即  $R(\tau) \leftrightarrow |X(\omega)|^2 = G(\omega)$   能量谱密度函数

结论：能量信号的自相关函数和能量谱密度函数  
是一对傅里叶变换。