



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

# 在线开放课程

系统的频率特性分析

频率特性的特征量

主讲：牛江川

### 4.3 频率特性的特征量

如图4.3.1示，在频域分析时要用到的一些有关频率的特征量或频域性能指标有：

#### 1. 零频幅值 $A(0)$

表示当频率 $\omega$ 接近于零时，闭环系统稳态输出的幅值与输入幅值之比。 $A(0)$ 数值与1之差反映了系统的稳态精度。

#### 2. 复现频率 $\omega_M$ 与复现带宽 $0 \sim \omega_M$

若事先规定一个 $\Delta$ 作为反映低频输入信号的允许误差，则幅频特性值 $A(\omega)$ 与 $A(0)$ 的差值第一次达到 $\Delta$ 时的频率值即复现频率， $0 \sim \omega_M$ 称之为复现带宽。

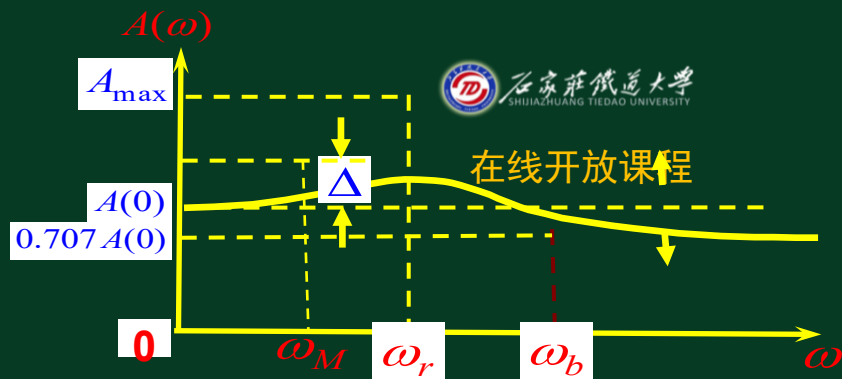


图4.3.1 频率特性特征量

### 3. 谐振频率 $\omega_r$ 及相对谐振峰值 $M_r$

幅频特性 $A(\omega)$ 出现最大值 $A_{\max}$ 时的频率称为谐振频率。

$$A(\omega_r) = A_{\max}$$

谐振比或相对谐振峰值:  $\frac{A_{\max}}{A(0)}$

当 $A(0)=1$ 时,  $M_r$ 与 $A_{\max}$ 在数值上相同。

谐振频率 $\omega_r$ 在一定程度上反映了系统瞬态响应的速度。

$\omega_r$ 越大, 则系统响应越快。

一般情况下,  $\omega_r$ 与 $t_r$ 成反比。

## 4.截止频率 $\omega_b$ 和截止带宽 $0 \sim \omega_b$

一般规定幅频特性 $A(\omega)$ 的数值由 $A(0)$ 下降到零频幅值的**0.707**

倍时的频率，亦即 $A(\omega)$ 的数值由 $A(0)$ 下降**3dB**时的频率称为截止频率  $\omega_b$

频率  $0 \sim \omega_b$  的范围称为系统的截止带宽或带宽。它表示超过此频率后，输出就急剧衰减，跟不上输入，形成系统响应的截止状态。带宽表征系统容许工作的最高频率范围，也反映系统的快速性，带宽越大，响应快速性越好。

频域性能指标和时域性能指标一样，从不同的侧面描述了系统的动态特性和稳态特性，要注意两类性能指标之间的联系。

## 4.4最小相位系统与非最小相位系统

若传递函数 $G(s)$ 的所有零点和极点均在复平面 $s$ 的左半平面内，则称 $G(s)$ 为**最小相位传递函数**，具有最小相位传递函数的系统称为**最小相位系统**；反之，若传递函数 $G(s)$ 在 $[s]$ 的右半平面内存在零点或极点，则称 $G(s)$ 为**非最小相位传递函数**，具有非最小相位传递函数的系统称为**非最小相位系统**。

非最小相位系统和最小相位系统的对数幅频特性图一致，但是，它们的对数相频特性图是有所区别。

## 4.5 利用MATLAB分析频率特性

自学



在线开放课程



教材中表4.2.1列出了一些常见的nyquist图，要求课后熟练掌握。



在线开放课程

## 一、思考题：

- 1、什么是系统的频率特性？其求解方法有哪些？
- 2、用频率特性分析方法有何优、缺点？
- 3、当 $\omega$ 趋于 $\infty$ 时，幅频特性趋于零，为什么？

## 二、课后作业：

version 5: 4.5; 4.8; 4.9(1); 4.11(3); 4.12(6); 4.15(9); 4.18; 4.19 。

version 6: 4.5; 4.9; 4.10 (1); 4.12(3); 4.13(4); 4.15; 4.18(2); 4.22 。

# 小结



在线开放课程

