

工程控制原理

4. 频率特性分析

4.2 频率特性的图示方法

主讲：李敏



4. 频率特性分析

4.2 频率特性的图示方法

4.2.1 奈奎斯特 (Nyquist) 图

系统频率特性 $G(j\omega)$ 是一个向量，当 ω 取不同数值时，可以得到相应的幅频特性 $|G(j\omega)|$ 和相频特性 $\angle G(j\omega)$ 。

频率特性的极坐标图也称奈奎斯特 (Nyquist) 图 (奈氏图) 或幅相频率特性图，它是当 ω 从零变化至无穷大时，表示在极坐标上的频率特性的幅值与相位角的关系图。



4.2 频率特性的图示方法

4.2.1 奈奎斯特 (Nyquist) 图

由此可知，极坐标图是在复平面内用不同频率的向量之端点轨迹来表示系统的频率特性。（相位角以从正实轴开始，逆时针为正，顺时针为负）。

向量 $G(j\omega)$ 的长度等于 $A(\omega)$ ($|G(j\omega)|$)；由正实轴方向沿逆时针方向绕原点转至向量 $G(j\omega)$ 方向的角度等于 $\varphi(\omega)$ ($\angle G(j\omega)$)。



4.2 频率特性的图示方法

4.2.2 伯德 (Bode) 图

频率特性的对数坐标图即对数频率特性曲线，又称伯德 (Bode) 图。

对数频率特性曲线包括对数幅频特性曲线和对数相频特性曲线。两条曲线的纵坐标均按线性分度，横坐标是角速率 ω ，采用对数分度，其单位是 rad/s 或 s^{-1} 。

对数幅频特性曲线的纵坐标按 $20\lg |G(j\omega)|$ 均匀分度，其单位是分贝，记作 **dB**，通常以 $L(\omega)$ 代表纵坐标，即

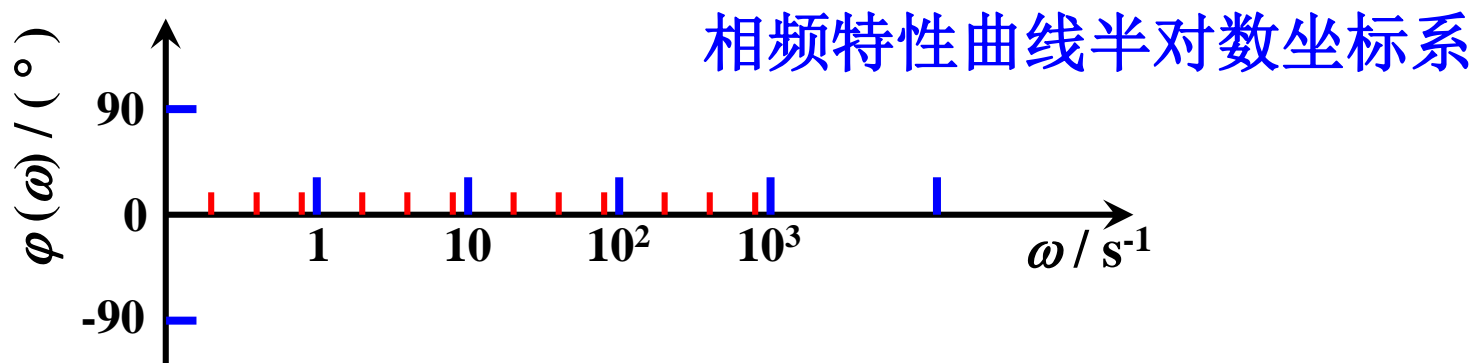
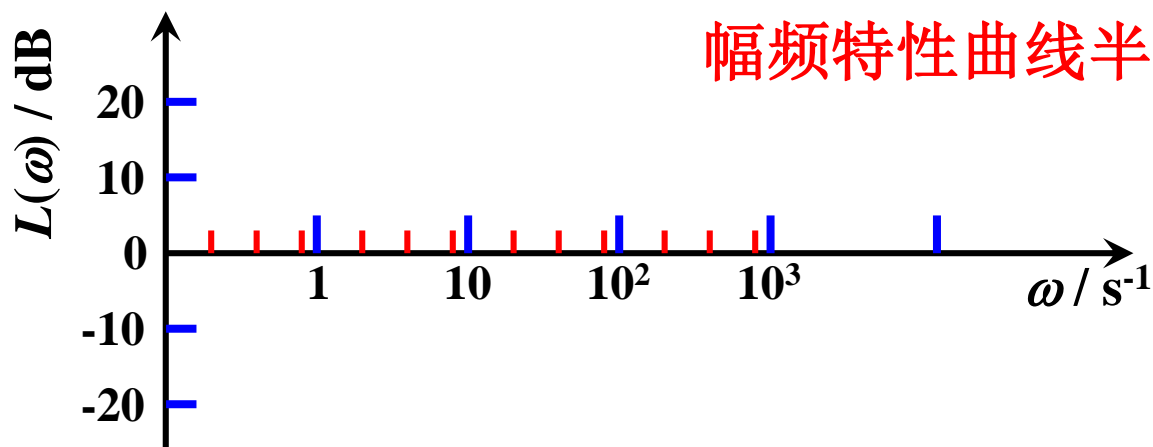
$$L(\omega) = 20\lg |G(j\omega)|$$

对数相频特性曲线的纵坐标表示的相位，按均匀分度，其单位是度，通常以 $\varphi(\omega)$ 代表纵坐标。



4.2.2 频率特性的对数坐标图

伯德图采用的是半对数坐标系



4.2.2 频率特性的对数坐标图

伯德图采用半对数坐标系，具有以下优点：

- ① 幅频特性的乘除运算转变为加减运算。
- ② 对系统作近似分析时，只需画出对数幅频特性曲线的渐进线，大大简化了图形的绘制。
- ③ 用实验方法，将测得系统（或环节）频率响应的数据，画在半对数坐标纸上。根据所作出的曲线，可估计被测系统的传递函数。
- ④ 对数坐标拓宽了图形所能表示的频率范围。
- ⑤ 两个系统或环节的频率特性互为倒数时，其对数幅频特性曲线关于零分贝线对称，相频特性曲线关于零度线对称。

