



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

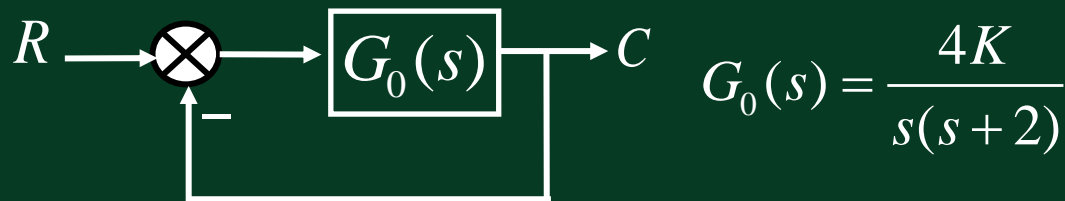
自动控制原理

控制系统的校正与设计

串联超前校正

主讲：郑海青

卫星追踪天线的模型如下所示



目标：系统的稳态误差系数 $K_v = 20s^{-1}$

相角裕量 $\gamma \geq 50^\circ$ 幅值裕量 $h \geq 10db$

试确定串联超前校正装置

解： (1) 根据稳态指标要求确定增益 K

$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} sG_0(s) = 2K = 20$$

$$\Rightarrow K = 10$$

未校正系统的开环传递函数

$$G_0(s) = \frac{40}{s(s+2)}$$

(2) 计算未校正系统的性能指标

$$G_0(s) = \frac{40}{s(s+2)} = \frac{20}{s(0.5s+1)}$$

$$\omega_{c0} = 6.3 \text{ rad} / \text{s}$$

$$\gamma_0 = 17^\circ, \quad h_0 = \infty$$

(3) 确定需要的最大超前角

$$\begin{aligned}\varphi_m &= \gamma - \gamma_0 + (5^\circ \sim 10^\circ) \\ &= 50^\circ - 17^\circ + 5^\circ = 38^\circ\end{aligned}$$

(4) 计算 α 和 T

$$\begin{aligned}\varphi_m &= \arcsin \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} \\ \Rightarrow \alpha &= \frac{1 + \sin \varphi_m}{1 - \sin \varphi_m} = 4.2\end{aligned}$$

$$20\lg|G_0(j\omega_c)| + 10\lg\alpha = 0$$

$$\Rightarrow \omega_c = 9\text{rad/s}$$

$$\omega_m = \frac{1}{T\sqrt{\alpha}} = \omega_c$$

$$\Rightarrow T = 0.054$$

(5) 校正装置的传递函数为

$$G_c(s) = \frac{\alpha Ts + 1}{Ts + 1} = \frac{0.227s + 1}{0.054s + 1}$$

两个转折频率为：

$$\omega = \frac{1}{\alpha T} = 4.4 \quad \omega = \frac{1}{T} = 18.5$$

(6) 验算校正后系统的性能指标

校正后系统的开环传递函数

$$G_c(s)G_0(s) = \frac{20(0.227s + 1)}{s(0.5s + 1)(0.054s + 1)}$$

校正后系统的性能指标

$$K_v = 20s^{-1} \quad \omega_c = 9rad/s \quad \gamma = 50.5^\circ \quad h = \infty dB$$

校正前系统的性能指标

$$K_v = 20s^{-1}, \omega_{c0} = 6.3rad/s, \gamma_0 = 17^\circ, h_0 = \infty dB$$

校正后系统的性能指标

$$K_v = 20s^{-1}, \omega_c = 9rad/s, \gamma = 50.5^\circ, h = \infty dB$$

系统带宽 变大 \longrightarrow 动态响应速度 变快

相角裕量 变大 \longrightarrow 相对稳定性 变好

谢谢