



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

PID控制器

主讲：郑海青



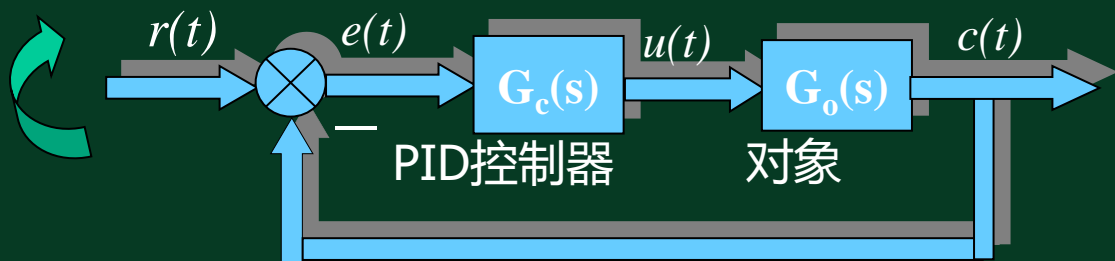
## PID控制器

上式也可写成：

$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int_0^t e(\tau) d\tau + K_D \frac{de(t)}{dt}$$

其中  $K_p$  — 比例系数  $K_I$  — 积分时间常数

$K_D$  — 微分时间常数





## 1. P控制器

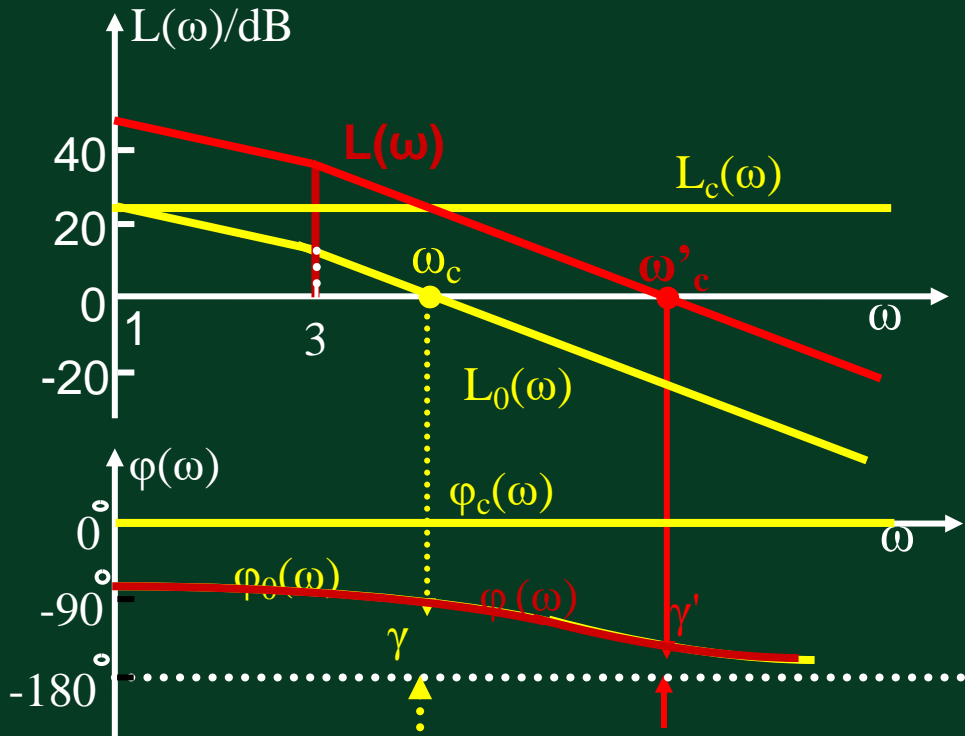
$$K_I=K_D=0$$

传递函数为:  $G_c(s) = K_p$

实施P控制律。相应的控制器称作P控制器，又叫比例控制器。



$K_p > 1$ :





结论：

$G_0(s)$ 幅频特性曲线上移

相频特性曲线不变

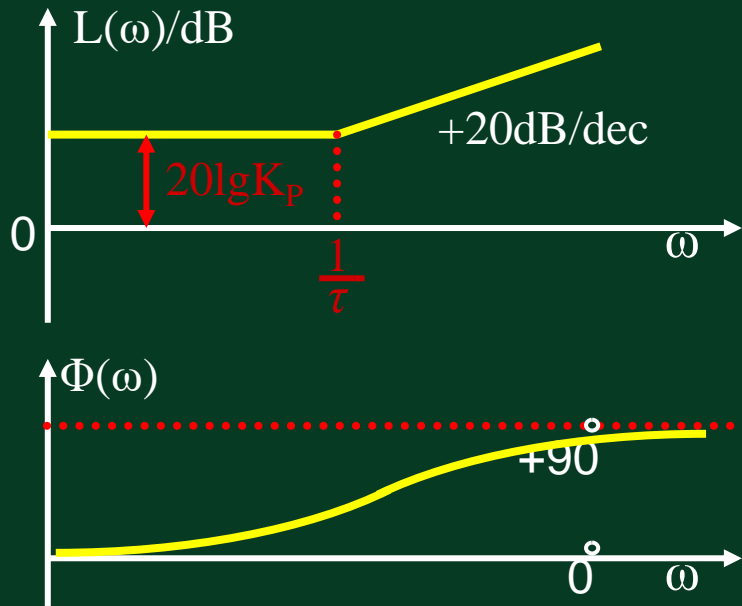
穿越频率 $\uparrow$ ，相位裕量 $\downarrow$ ，稳态误差 $\downarrow$ 。

$K_p < 1$ :对系统性能有着相反的影响。



## 2. PD控制器 $K_I = 0$

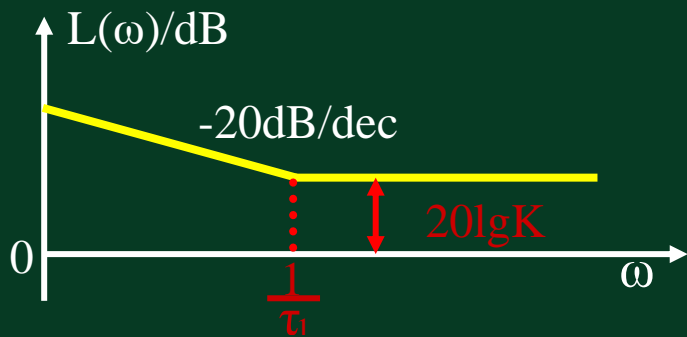
### PD控制器伯德图 超前校正装置





### 3. PI控制器 $K_D=0$

PI控制器  
伯德图





石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

## 网络精品课程

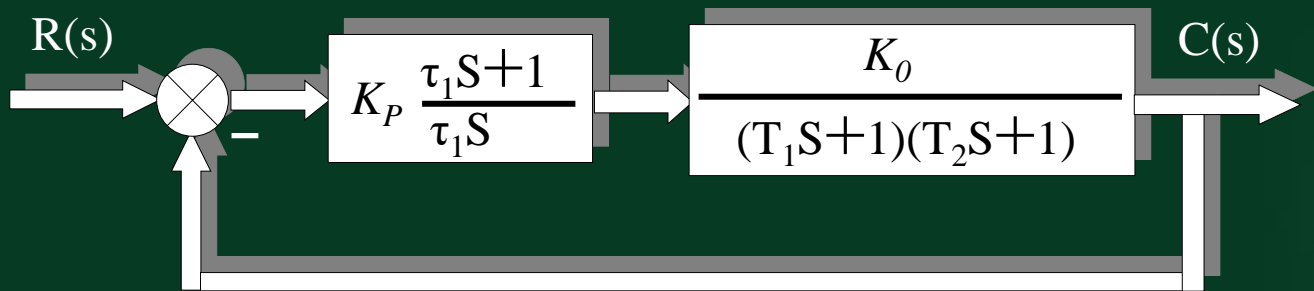
PI控制器具有相位滞后特性，积分控制的主要作用就是消除静差，积分作用的强弱取决于积分时间常数。





例 系统动态结构图如图所示。要求阶跃信号输入之下无静差，满足性能指标：

$$\gamma' \geq 60^\circ \quad \omega_c' \geq 10$$



$$T_1 = 0.33 \quad T_2 = 0.036 \quad K_0 = 3.2$$



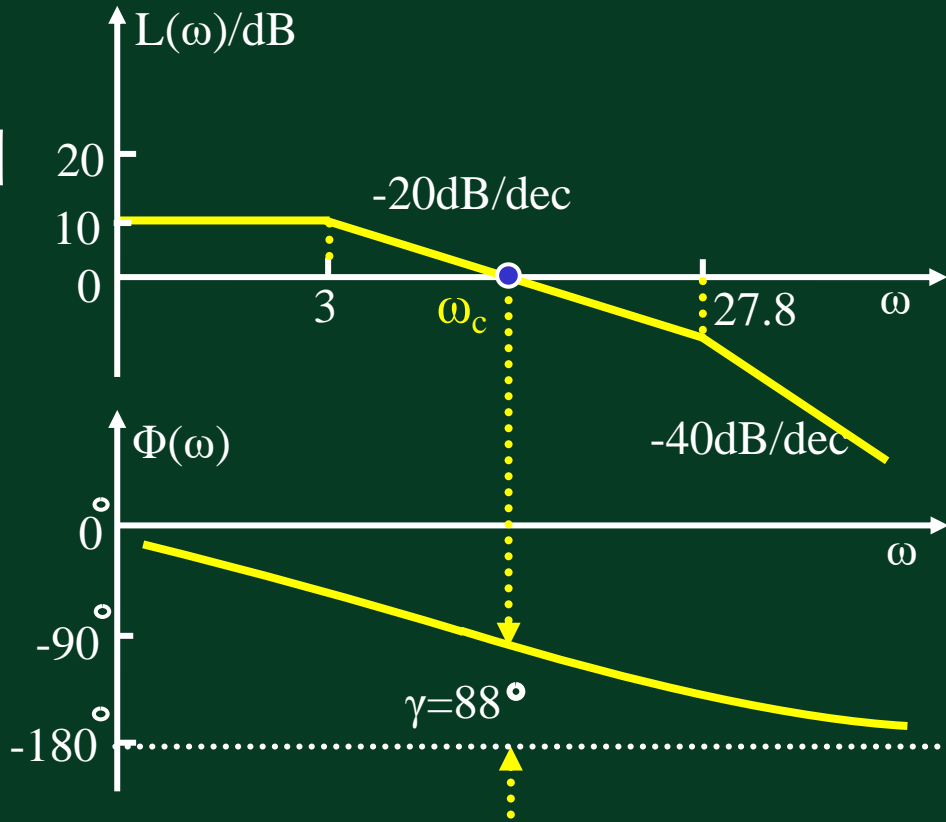
解：系统为0型系统，性能不满足要求，  
引入PI校正。

系统固有部分：

$$G_0(s) = \frac{3.2}{(0.33s+1)(0.036s+1)}$$



伯德图





$$\omega_c = 9.5$$

$$\gamma = 180^\circ - \operatorname{tg}^{-1} \omega_c T_1 - \operatorname{tg}^{-1} \omega_c T_2 = 88^\circ$$

取PI控制器参数：

$$\tau_1 = T_1 = 0.33 \quad K_p = 1.3$$

$$20 \lg K_p = 2.3 \text{ dB} \quad \frac{1}{\tau_1} \approx 3$$

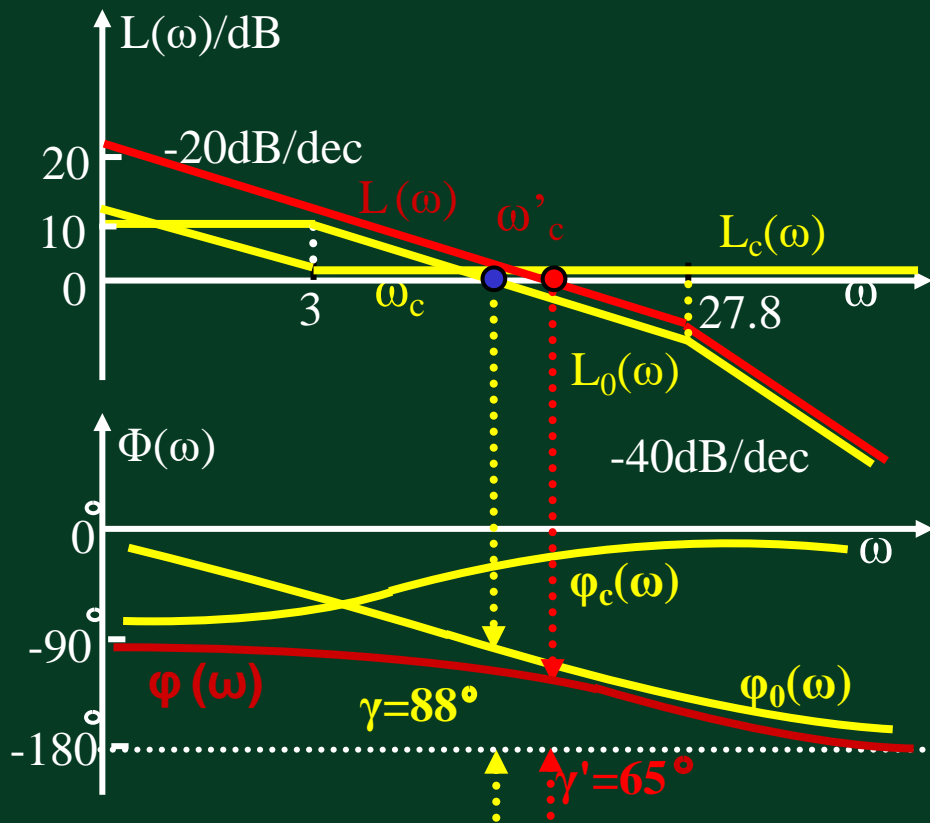


校正后系统的传递函数：

$$G(s) = \frac{12.6}{s(0.036s+1)}$$

$$\omega_c' = 13$$

$$\gamma' = 180^\circ - 90^\circ - \operatorname{tg}^{-1} \omega_c' T_2 = 65^\circ$$





石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

谢谢