

3-1 一单位反馈控制系统的开环传递函数为 $W_K(s) = \frac{1}{s(s+1)}$ 。

求：(1) 系统的单位阶跃响应及动态特性指标 $\delta\%$ 、 t_r 、 t_s 、 μ ；

(2) 输入量 $x_r(t) = t$ 时，系统的输出响应；

(3) 输入量 $x_r(t)$ 为单位脉冲函数时，系统的输出响应。

3-2 一单位反馈控制系统的开环传递函数为 $W_K(s) = \frac{K_k}{s(\tau s + 1)}$ ，其单位阶跃响应曲线如图

P3-1 所示，图中的 $X_m = 1.25$ ， $t_m = 1.5s$ 。试确定系统参数 K_k 及 τ 值。

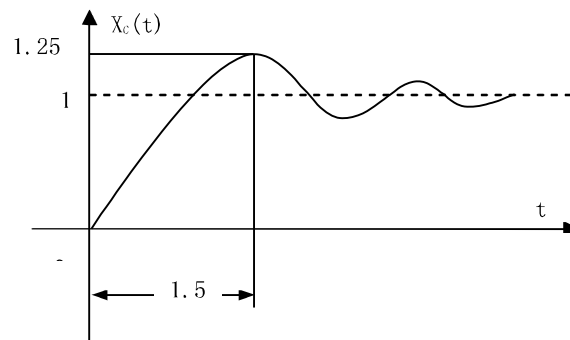


图 P3-1

3-3 一单位反馈控制系统的开环传递函数为 $W_K(s) = \frac{\omega_n^2}{s(s + 2\xi\omega_n)}$ 。已知系统的 $x_r(t) = 1(t)$ ，

误差时间函数为 $e(t) = 1.4e^{-1.7t} - 0.4e^{-3.73t}$ ，求系统的阻尼比 ξ 、自然振荡角频率 ω_n 、系统的开环传递函数和闭环传递函数、系统的稳态误差。

3-4 已知单位反馈控制系统的开环传递函数为 $W_K(s) = \frac{K_k}{s(\tau s + 1)}$ ，试选择 K_k 及 τ 值以满足下列

指标。

当 $x_r(t) = t$ 时，系统的稳态误差 $e(\infty) \leq 0.02$ ；

当 $x_r(t) = 1(t)$ 时，系统的 $\delta\% \leq 30\%$ ， $t_s(5\%) \leq 0.3s$ 。

3-5 已知单位反馈控制系统的闭环传递函数为 $W_B(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$ ，试画出以 ω_n 为常

数、 ξ 为变数时，系统特征方程式的根在 s 复平面上的分布轨迹。

3-6 一系统的动态结构图如图 P3-2 所示, 求在不同的 K_k 值下 (例如, $K_k=1$ 、 $K_k=3$ 、 $K_k=7$) 系统的闭环极点、单位阶跃响应、动态指标及稳态误差。

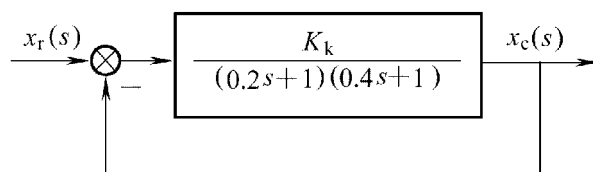


图 P3-2

3-7 一闭环反馈控制系统的动态结构图如图 P3-3 所示。

- (1) 求当 $\delta\% \leq 20\%$ 、 $t_s(5\%) = 1.8s$ 时, 系统的参数 K_I 及 τ 值。
- (2) 求上述系统的位置误差系数 K_p 、速度误差系数 K_v 、加速度误差系数 K_a 及其相应的稳态误差。

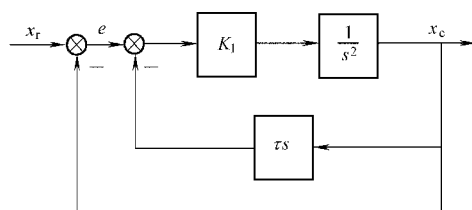


图 P3-3

3-8 一系统的动态结构图如图 P3-4 所示。

- 求
- (1) $\tau_1 = 0, \tau_2 = 0.1$ 时, 系统的 $\delta\%$ 、 $t_s(5\%)$
 - (2) $\tau_1 = 0.1, \tau_2 = 0$ 时, 系统的 $\delta\%$ 、 $t_s(5\%)$
 - (3) 比较上述两种校正情况下的暂态性能指标及稳态性能。

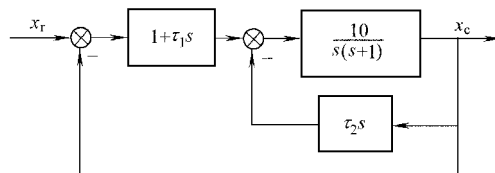


图 P3-4

3-9 如图 P3-5 所示系统，图中的 $w_g(s)$ 为调节对象的传递函数， $w_c(s)$ 为调节器的传递函数。如果调节对象为 $w_g(s) = \frac{K_g}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$ ， $T_1 > T_2$ ，系统要求的指标为：位置稳态误差为零，调节时间最短，超调量 $\delta\% \leq 4.3\%$ ，问下述三种调节器中哪一种能满足上述指标？其参数应具备什么条件？三种调节器为

(a) $w_c(s) = K_p$; (b) $w_c(s) = K_p \frac{(\tau s + 1)}{s}$; (c) $w_c(s) = K_p \frac{(\tau_1 s + 1)}{(\tau_2 s + 1)}$ 。

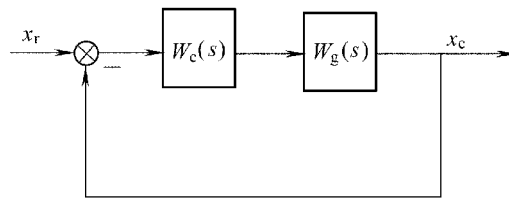


图 P3-5

3-10 有闭环系统的特征方程式如下，试用劳斯判据判断系统的稳定性，并说明特征根在复平面上的分布。

- (1) $s^3 + 20s^2 + 4s + 50 = 0$
- (2) $s^3 + 20s^2 + 4s + 100 = 0$
- (3) $s^4 + 2s^3 + 6s^2 + 8s + 8 = 0$
- (4) $2s^5 + s^4 - 15s^3 + 25s^2 + 2s - 7 = 0$
- (5) $s^6 + 3s^5 + 9s^4 + 18s^3 + 22s^2 + 12s + 12 = 0$

3-11 单位反馈系统的开环传递函数为

$$W_k(s) = \frac{K_k(0.5s + 1)}{s(s + 1)(0.5s^2 + s + 1)}$$

试确定使系统稳定的 K_k 值范围。

3-12 已知系统的结构图如图 P3-6 所示，试用劳斯判据确定使系统稳定的 K_f 值范围。

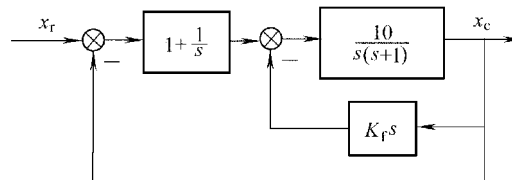


图 P3-6

3-13 如果采用图 P3-7 所示系统，问 τ 取何值时，系统方能稳定？

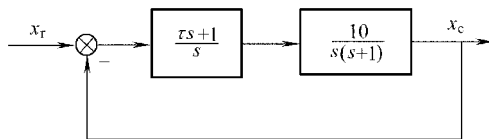


图 P3-7

3-14 设单位反馈系统的开环传递函数为 $W_k(s) = \frac{K}{s(1+0.33s)(1+0.167s)}$ ，要求闭环特征根的实部均小于 -1 ，求 K 值应取的范围。

3-15 设有一单位反馈系统，如果其开环传递函数为

$$(1) W_k(s) = \frac{10}{s(s+4)(5s+1)}$$

$$(2) W_k(s) = \frac{10(s+0.1)}{s^2(s+4)(5s+1)}$$

求输入量为 $x_r(t) = t$ 和 $x_r(t) = 2 + 4t + 5t^2$ 时系统的稳态误差。

3-16 有一单位反馈系统，系统的开环传递函数为 $W_k(s) = \frac{K_k}{s}$ 。求当输入量为 $x_r(t) = \frac{1}{2}t^2$ 和 $x_r(t) = \sin \omega t$ 时，控制系统的稳态误差。

3-17 有一单位反馈系统，其开环传递函数为 $W_k(s) = \frac{3s+10}{s(5s-1)}$ ，求系统的动态误差系数；并求

当输入量为 $x_r(t) = 1 + t + \frac{1}{2}t^2$ 时，稳态误差的时间函数 $e_s(t)$ 。

3-18 一系统的结构图如图 P3-8 所示，并设 $W_1(s) = \frac{K_1(1+T_1s)}{s}$ ， $W_2(s) = \frac{K_2}{s(1+T_2s)}$ 。当扰动

量分别以 $\Delta N(s) = \frac{1}{s}$ 、 $\frac{1}{s^2}$ 作用于系统时，求系统的扰动稳态误差。

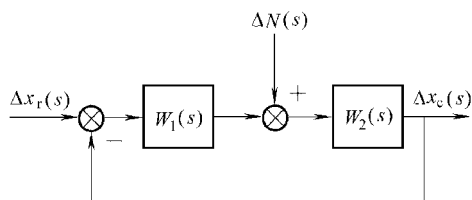


图 P3-8

3-19 一复合控制系统的结构图如图 P3-9 所示，其中 $K_1 = 2K_3 = 1$ ， $T_2 = 0.25\text{s}$ ， $K_2 = 2$ 。

- (1) 求输入量分别为 $x_r(t) = 1$ ， $x_r(t) = t$ ， $x_r(t) = \frac{1}{2}t^2$ 时，系统的稳态误差；
- (2) 求系统的单位阶跃响应，及其 $\delta\%$ ， t_s 值。

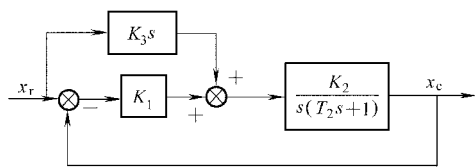


图 P3-9

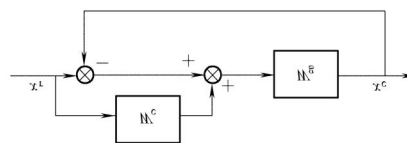


图 P3-10

3-20 一复合控制系统如图 P3-10 所示，图中 $W_c(s) = as^2 + bs$ ， $W_g(s) = \frac{10}{s(1 + 0.1s)(1 + 0.2s)}$ 。

如果系统由 I 型提高为 II 型系统，求 a 值及 b 值。