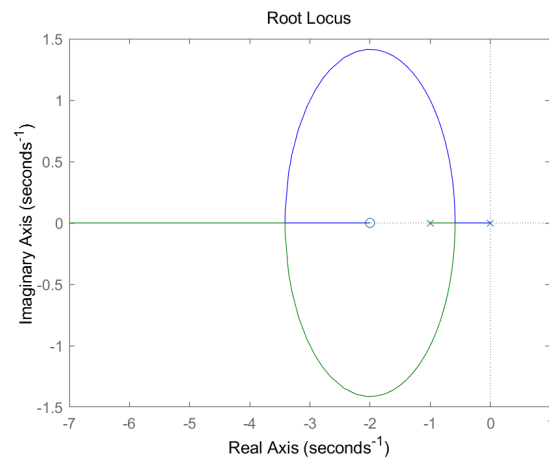


5-15

(1) 根轨迹如下：



(2) 代入得到系统特征方程为 $s^2 + 6s + 10 = 0$

因此极点为 $-3 \pm j$ 。

由此可求得 $\xi = \frac{3}{\sqrt{10}}$

(3) 特征方程通式为 $s^2 + (\alpha K + 1)s + K = 0$ 。

分别代入，结果如下：（答案中按照 5% 计算，按照 2% 计算的只要说明也可）

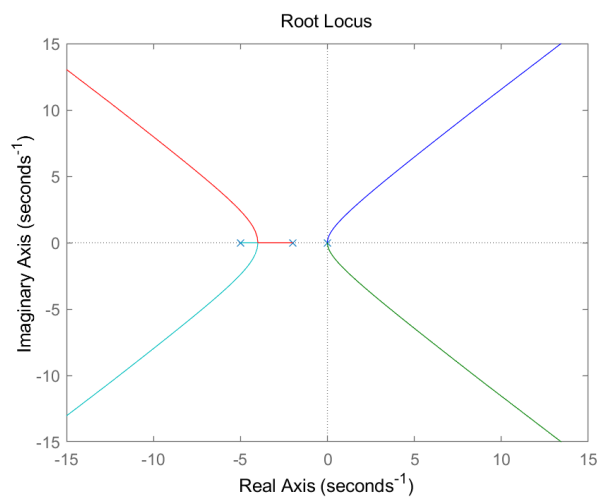
$$\alpha = 0, \sigma\% = 16.3\%, T_s = 6s$$

$$\alpha = 0.5, \sigma\% = 2.8\%, T_s = 4s$$

$$\alpha = 4, \text{系统不振荡}$$

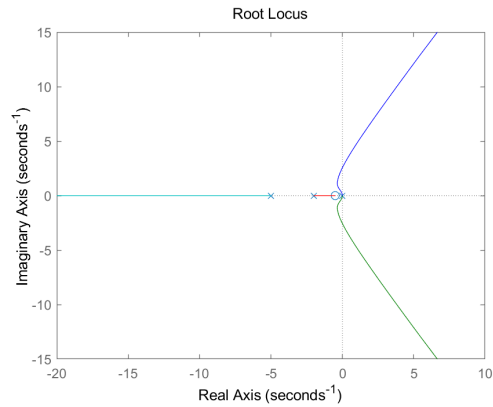
5-17

(1) 根轨迹图：



可见原闭环系统在 $K > 0$ 时不稳定。

(2) 改变后根轨迹如图：



经计算，当 $0 < K < 22.8$ 时系统稳定。

由于引入了零点-0.5，导致根轨迹向左半平面弯曲，从而有助于提高闭环系统的稳定性。

5-22

(1) 由题，可以写出闭环传递函数为 $\phi(s) = \frac{K_x(s+2)}{s(s+1)(s+2)(s+5)+K_xK_h(s+5)}$

对于单位阶跃输入， $e_{ss} = 1 - \lim_{s \rightarrow 0} \phi(s) = 0$ 。由此得到 $K_h = 0.4$

(2) 由于 $\xi = 0.65$ ，可推算复数极点的特点。

故可以得到 $K_xK_h = 0.73$

(3) 根据 (2) 中条件推导，可得 $T_s = 8.75, M_p = 1.068, T_p = 7.285$