428

武汉科技大学

2004年硕士研究生入学考试试题（答案）

课程名称：控制原理　　　　总页数：3　第 1 页

1. $\because G_B(s)=\frac{K}{s^2+8s+K}=\frac{K}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2}$，$\omega_n=\sqrt{K},\xi=\frac{8}{2\omega_n}=\frac{4}{\sqrt{K}}$　（4分）

$M_p=e^{-\xi\pi/\sqrt{1-\xi^2}}\times 100\%\le 10\%\to \xi\pi/\sqrt{1-\xi^2}\ge \ln 10\to 4\pi/\sqrt{K-16}\ge \ln 10$

$\therefore K\le 16+\left(4\pi/\ln 10\right)^2=45.78$　（8分）

$\because t_p=\frac{\pi}{\omega_d}=\frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}}\le 0.5$　$\therefore \frac{\pi}{\sqrt{k-4}}\le 0.5\to K\ge 43.78$　（6分）

即 $43.78\le K\le 45.78$　（2分）　（过程正确即可）

2. 系统动力学方程为：$m\ddot{x}+c\dot{x}+kx=f$

其传递函数为：$\frac{X(s)}{F(s)}=\frac{1}{ms^2+cs+k}=\frac{\frac{1}{k}\omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2},\omega_n=\sqrt{\frac{k}{m}},\xi=\frac{c}{2\sqrt{mk}}$　（6分）

$\because \omega_r=\omega_n\sqrt{1-2\xi^2}=1/\sqrt{2}$，$\omega_n=1$　(6分)

$\therefore k/m=1$，$c/m=1$　（4分）

又 $20\lg\frac{1}{k}=20\to k=0.1$ N/m　（5分）$\therefore$　$m=0.1$ kg，c=0.1 N.s/m　(4分)

3. (1) 建立牢斯行列表（6分）

S^3:	1	10
S^2:	1+K	5+15K
S^1:	[10(1+K)-(5+15K)]/(1+K)	0
S^0:	5+15K	0

依题义：0≤K≤1（4分）

(2) 取 K=1，S^1 行为零行，建立辅助多项式：$2s^2+20=0\to s=\pm j\sqrt{10}$

$\therefore$ 系统特征方程可写为：$(s^2+10)(s+2)=0$

$\therefore$ 系统自振荡频率 $\omega=\sqrt{10}\ rad/s$　(10分)

4. 解法一：

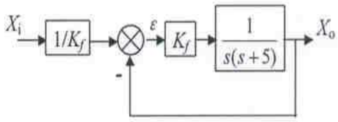
$\because K_v=\dfrac{K_f}{5}$　$\therefore$ 系统稳态偏差 $e_{ss}=\dfrac{1}{K_v}=\dfrac{5}{K_f}$　（4 分）

而系统误差 $\varepsilon(s)=\dfrac{E(s)}{H(s)}=\dfrac{E(s)}{K_f}$　$\therefore \varepsilon_{ss}=\lim\limits_{s\to 0}s\varepsilon(s)=\dfrac{e_{ss}}{K_f}=\dfrac{5}{K_f^2}$　（4 分）

$\because \varepsilon_{ss}=1\%$　$\therefore K_f=22.36$　（2 分）

解法二：

将系统等效变换如图（4 分），则



$$\varepsilon(s)=\frac{1/K_f}{1+\dfrac{K_f}{s(s+5)}}\cdot X_i(s)$$　（4 分）

又 $\because \varepsilon_{ss}=\lim\limits_{s\to 0}s\varepsilon(s)=1\%$　$\therefore K_f=22.36$　（2 分）

5. 由图可知：$G_1(s)=10$，$G_2(s)=\dfrac{1}{s\left(\dfrac{s}{0.6}+1\right)}$　（10 分）

$$\therefore G_B(s)=\frac{G_1G_2}{1+G_1G_2}=\frac{10}{\dfrac{s^2}{0.6}+s+10}=\frac{6}{s^2+0.6s+6}$$　（4 分）

$\therefore$　$\omega_n=\sqrt{6}$，$\xi=\dfrac{0.6}{2\sqrt{6}}\approx 0.122$　（6 分）

6.（1）由图可得系统开环传递函数：$G_k(s)=\dfrac{K\left(\dfrac{s}{\omega_1}+1\right)}{s^2\left(\dfrac{s}{\omega_2}+1\right)}$

其相频特性为：$\angle G(j\omega)=-180+tg^{-1}\dfrac{\omega}{\omega_1}-tg^{-1}\dfrac{\omega}{\omega_2}$　（8 分）

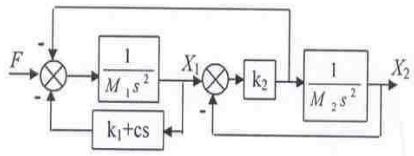
$\therefore$　$\gamma=180^0+\angle G(j\omega_c)=tg^{-1}\dfrac{\omega_c}{\omega_1}-tg^{-1}\dfrac{\omega_c}{\omega_2}\to\dfrac{d\gamma}{d\omega_c}=0\to\omega_c=\sqrt{\omega_1\omega_2}$　（7 分）

（2）$\because \quad \gamma = tg^{-1}\dfrac{2\omega_1}{\omega_1} - tg^{-1}\dfrac{2\omega_1}{4\omega_1} = tg^{-1}2 - tg^{-1}\dfrac{1}{2} \approx 36.87^0$ （2 分）

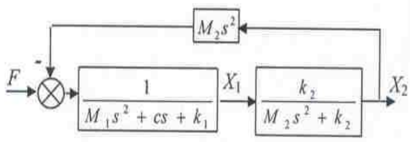
又$\because |G(j\omega_c)| = 1 \quad \therefore \dfrac{K\sqrt{\left(\dfrac{\omega_c}{\omega_1}\right)^2 + 1}}{\omega_c^2\sqrt{\left(\dfrac{\omega_c}{\omega_2}\right)^2 + 1}} = 1 \rightarrow K = 2\omega_1^2$ （8 分）

7.（1）系统微分方程：$\begin{cases} M_1\ddot{x}_1 = f - k_1x_1 - c\dot{x}_1 - k_2(x_1 - x_2) \\ M_2\ddot{x}_2 = k_2(x_1 - x_2) \end{cases}$ （6 分）

其方块图为：(6 分)



（2）将方块图进行等效变换：



由图可得：$\dfrac{X_1(s)}{F(s)} = \dfrac{M_2s^2 + k_2}{(M_1s^2 + cs + k_1)(M_2s^2 + k_2) + M_2k_2s^2}$ （10 分）

（3）当 $f(t) = A\sin\omega_0 t$ 时，取 $k_2 - M_2\omega_0^2 = 0$，即

$\sqrt{\dfrac{k_2}{M_2}} = \omega_0$ 可使 M_1 稳态不产生振动。(8 分)