

# 东北大学2011年硕士入学考试

## 自动控制原理

### 参考答案

一、

1. 按结构(信号传递路径)分类, 可将其分为开环控制系统、闭环控制系统、复合控制系统。

2. 零初始条件下, 系统输入量的拉氏变换与输出量的拉氏变换之比。

二、

化简结构图(或用梅森公式)可求得

$$\frac{X_c(s)}{X_r(s)} = \frac{[W_1(s) + W_c(s)] \cdot W_2(s)}{1 + W_1(s)W_2(s)}$$

欲使补偿后给定误差为零, 可令  $W_c(s) = 0$ , 即

$$1 - \frac{X_c(s)}{X_r(s)} = \frac{1 - W_2(s)W_c(s)}{1 + W_1(s)W_2(s)} = 0$$

得  $W_c(s) = \frac{1}{W_2(s)}$

三、

1.  $W_K(s) = \frac{4(s+1.5)}{(s+1.2+j1.6)(s+1.2-j1.6)(s+1.49)}$



2. 分析系统的动态性能, 可以忽略偶极子的影响, 因此对消零点  $-1.5$  和极点  $-1.49$ , 采用主导极点法分析, 故

$$W_k(s) = \frac{4}{s^2 + 2.4s + 4}$$

可得  $\xi = 0.6$ ,  $\omega_n = 2$ , 故

$$\sigma\% = e^{-\frac{\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \times 100\% = 9.5\%$$

$$t_s = \frac{3}{\xi\omega_n} = 2.5s \quad (\Delta=0.05)$$

$$t_s = \frac{4}{\xi\omega_n} = 3.3s \quad (\Delta=0.02)$$

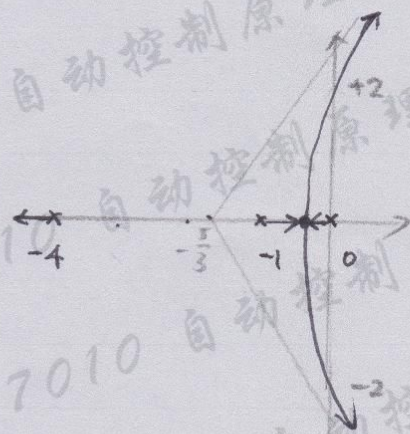
$$t_p = \frac{\pi}{\omega_d} = 1.96s$$

四、

1. 渐近线与实轴交点为  $-\frac{5}{3}$ , 夹

角为  $\pm 60^\circ$ ,  $-180^\circ$ , 分离点为  $-0.46$ ,

根轨迹如右图所示。



由  $D(s) = s(s+1)(s+4) + K_g$  列劳斯表

$s^3$	1	4
$s^2$	5	$K_g$
$s^1$	$\frac{20-K_g}{5}$	
$s^0$	$K_g$	

故  $K_g = 20$ , 此时  $5s^2 + 20 = 0$ ,  $s = \pm j2$

2. 系统单步调动态响应时, 对应根轨迹在实轴上的部



分,即极点处起始处运行至分离点处,

$$k_g^* = |-0.46(-0.46+1)(-0.46+4)| = 0.88$$

故  $k_g \in (0, 0.88)$  时系统运行。衰减振荡即从分离点

运行至与虚轴交点处,即  $k_g \in (0.88, 20)$ 。

五、

1. 校正前传递函数为  $W_1(s) = \frac{20}{s(0.5s+1)}$

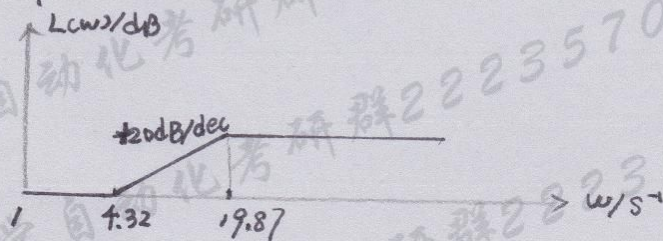
校正后传递函数为  $W_2(s) = \frac{20(0.23s+1)}{s(0.05s+1)(0.5s+1)}$

2. 串联校正装置的传递函数为  $W_c(s) = \frac{0.23s+1}{0.05s+1}$

串联超前校正主要利用了该装置的相位超前来

提高系统的稳定裕量,从而提高稳定性。其幅数

幅频特性如下图所示,



3. 由  $\frac{20 \times 0.23 W_c}{W_c \times 0.5 W_c} = 1$  可得  $W_c = 9.26 \text{ rad/s}$

故  $\gamma = 180^\circ + \varphi(W_c) = 180^\circ - 90^\circ - \arctan(0.05 \times 9.26) - \arctan(0.5 \times 9.26) + \arctan(0.23 \times 9.26) = 52^\circ$



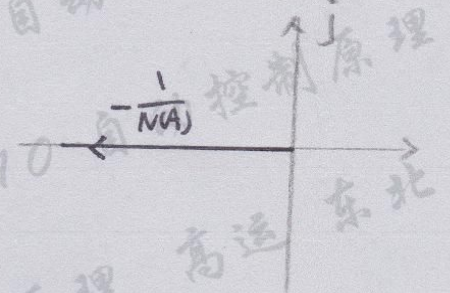
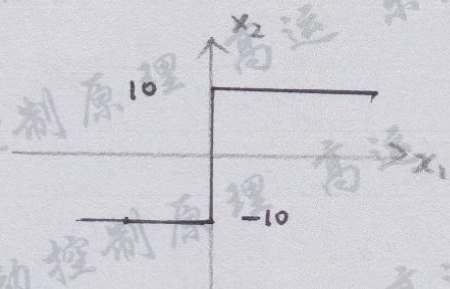
1. 输入输出曲线如右图所示。

2. 描述函数为  $N(A) = \frac{4M}{\pi A} = \frac{40}{\pi A}$

3.  $-\frac{1}{N(A)} = -\frac{\pi A}{40}$  可知其

图像是在实轴上始于原点

向负无穷远延伸的射线。



七、

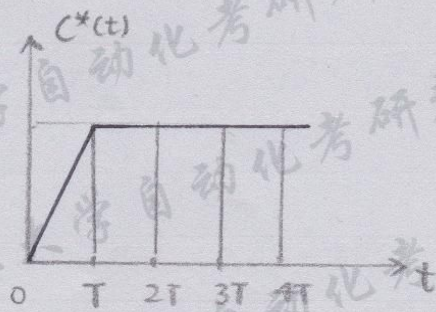
(即设计系统在阶跃输入下的最少拍控制系统)

$$W(z) = \frac{0.632 z^{-1}}{1 - 0.368 z^{-1}}$$

$$\text{故 } D(z) = \frac{z^{-1}}{(1 - z^{-1}) W(z)} = \frac{1 - 0.368 z^{-1}}{0.632 (1 - z^{-1})}$$

由  $C(z)$  可得  $c^*(t) = \delta(t - T) + \delta(t - 2T) + \dots$

其图像如下图所示。



注：本答案为主所做，由于水平有限不免出现错误，

望指正不足之处，祝大家取得好成绩。高运