

# 华中科技大学

## 二〇〇五招收硕士研究生入学考试试题

考试科目：控制理论（经典控制理论、现代控制理论）

适用专业：控制理论与控制工程、检测技术与自动化装置、系统工程、系统信息化技术、系统分析与集成、建筑技术科学、模式识别与智能系统、机械制造及其自动化、机械电子工程、机械设计及理论、精密制造工程、数字化设计及制造、设计艺术学

（除画图题外，所有答案都必须写在答题纸上，写在试题上及草稿纸上无效，考完后试题随答题纸交回）

1、简略回答和计算以下各题（每小题5分，共50分）：

(1) 在二阶系统中加入比例-微分控制后，使系统的自然振荡频率 $\omega_n$ 、阻尼系数 $\zeta$ 和开环增益 $K$ 发生了什么变化，对系统性能有哪些改善？

(2) 反馈控制系统的主要特点是什么？

(3) 已知系统的开环传递函数为 $G(s)H(s) = \frac{2}{s(Ts+1)}$ ，若使系统的相角裕度

为 $\gamma = 45^\circ$ ，求 $T$ 的值。

(4) 控制系统的传递函数为 $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$ ，当输入信号为 $R(t) = A \sin 2t$ 时，

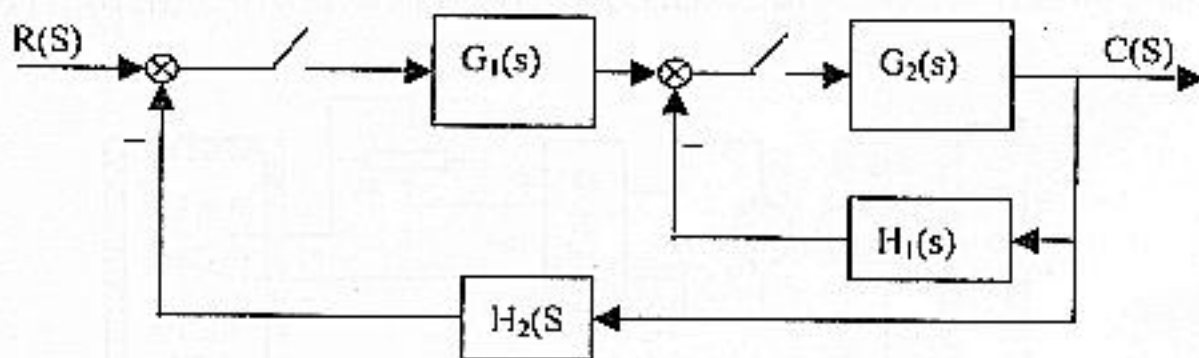
求系统的稳态输出。

(5) 某单位反馈系统的脉冲响应为 $k(t) = e^{-0.5t} - e^{-t}$ ，求系统的开环传递函数。

(6) 闭环系统的特征方程为 $as^3 + 2s^2 + s + 2 = 0$ ，当系统的阶跃响应为等幅振

荡时，试确定 $a$ 值和振荡频率 $\omega_n$ 。

(7) 线性定常离散系统如题图 1 所示, 写出闭环系统的脉冲传递函数。



题图 1

(8) 设非线性控制系统的微分方程为

$$\ddot{x} + \dot{x} + \sin x = 0$$

若选取  $x - \dot{x}$  为相坐标, 试问相平面的坐标原点是否为系统的奇点? 若是, 则画出原点附近小范围内相轨迹的大致图形; 若不是, 则求出系统的奇点, 并确定其类型。

(9) 已知线性定常系统的传递函数为

$$G(s) = \frac{s+1}{s^2+5s+6}$$

写出系统的状态空间表达式, 并使  $A$  矩阵为对角形。当系统的输入作用  $u(t)=0$ , 且初始状态为  $X(0)=[1 \ 1]^T$  时, 求出系统的输出响应。

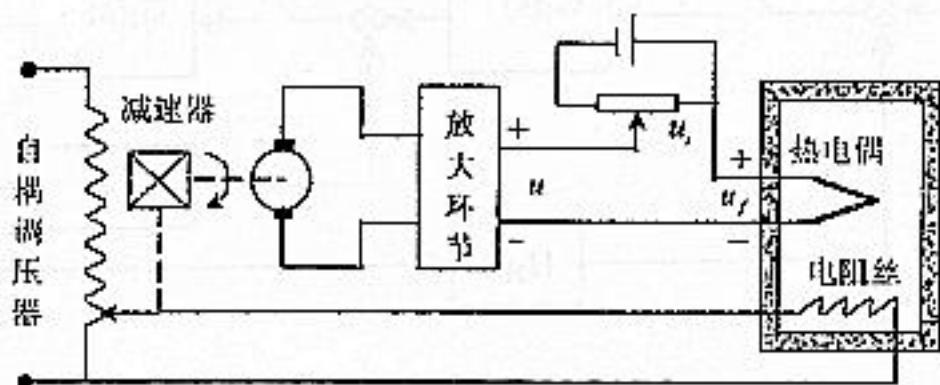
(10) 已知线性定常系统的状态空间表达式为

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -3 & 1 & 0 \\ 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \ 0 \ 3]x$$

分析系统的稳定性、状态能控性和状态能观测性。

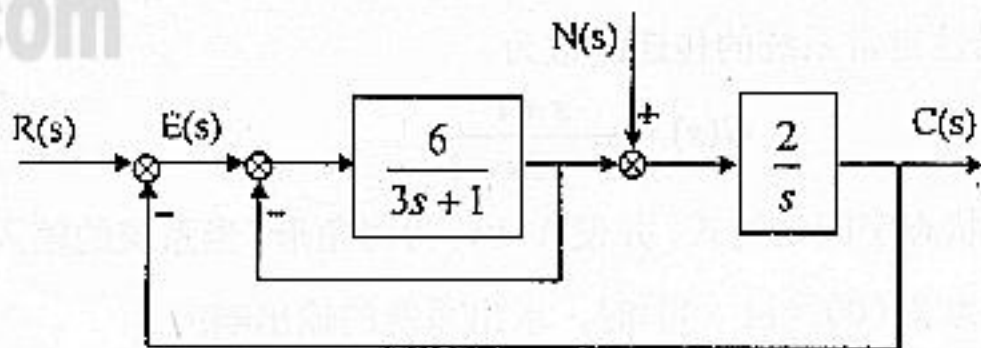
- 2、(14分) 炉温控制系统的工作原理如题图2所示, 指出系统的输入量、输出量、偏差信号和被控对象, 画出系统的方块图, 并简单说明炉温的调节过程。



题图2

- 3、(14分) 控制系统的结构图如题图3所示,

- (1) 求系统在输入信号  $R(s) = 1(t)$  和扰动信号  $N(t) = 1(t)$  作用下系统的稳态误差;
- (2) 求出系统参数  $\omega_n$  和  $\zeta$ , 并计算系统在单位阶跃输入时的超调量  $\sigma_p$  和调节时间  $t_s$ 。



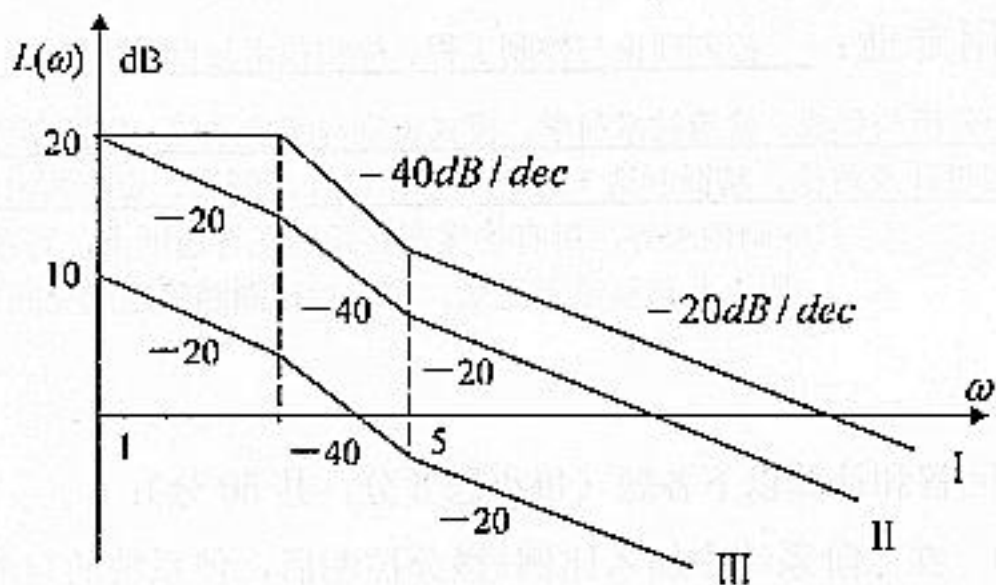
题图3

- 4、(12分) 控制系统的开环传递函数为  $G(s)H(s) = \frac{K}{s(s^2 + 2s + 2)}$ ,

- (1) 画出系统的根轨迹, 并利用根轨迹图分析系统的稳定性;
- (2) 用根轨迹图说明增加一个开环零点能使系统无论  $K$  取何值都是稳定的。

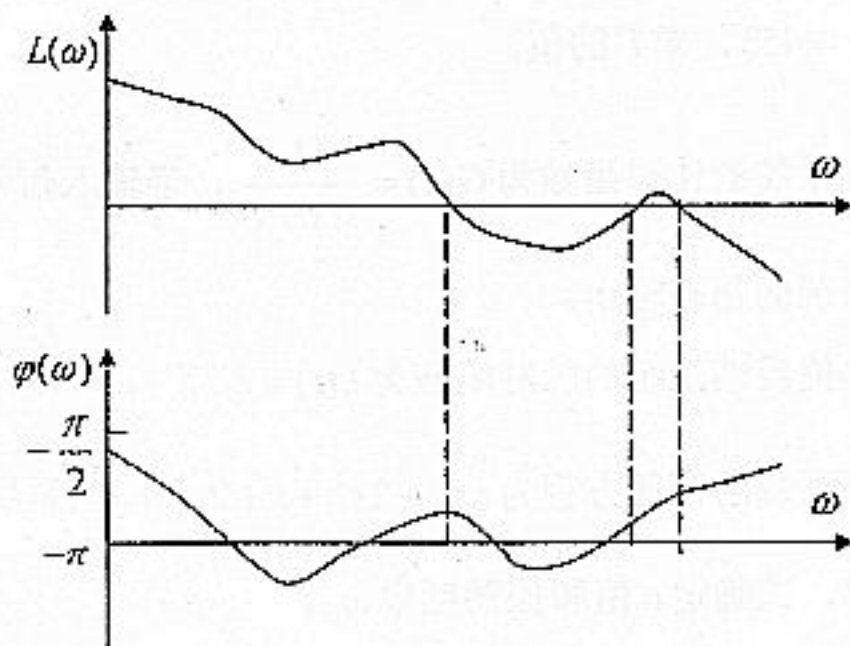
5、(12分) 已知单位反馈系统 I、II、III 均为最小相位系统，其开环对数幅频特性的渐近线分别在题图 5 中给出，

- (1) 求出各系统分别对单位阶跃输入和单位斜坡输入时的稳态误差；
- (2) 分析比较系统 II 和系统 III 对于阶跃输入的超调量。



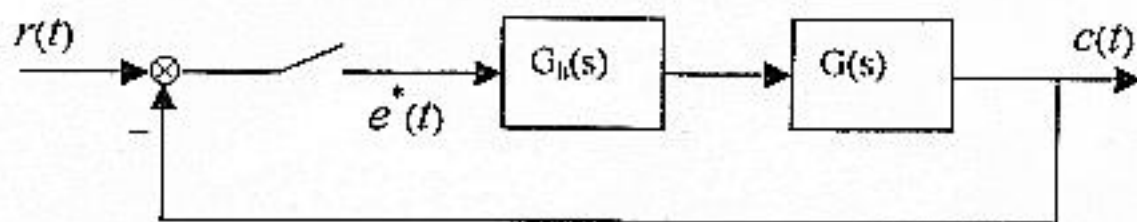
题图 5

6、(8分) 最小相位系统的 Bode 图如题图 6 所示，试根据图形，用奈奎斯特判据分析闭环系统的稳定性。



题图 6

7、(13分) 线性定常离散系统如题图7所示, 已知采样周期  $T=0.2$  秒, 参考输入为  $r(t) = 2 \cdot 1(t) + t$ ,  $G_h(s) = \frac{1 - e^{-Ts}}{s}$ ,  $G(s) = \frac{Ke^{-Ts}}{s}$ , 要使系统的稳态误差小于 0.25, 试确定  $K$  的取值范围。

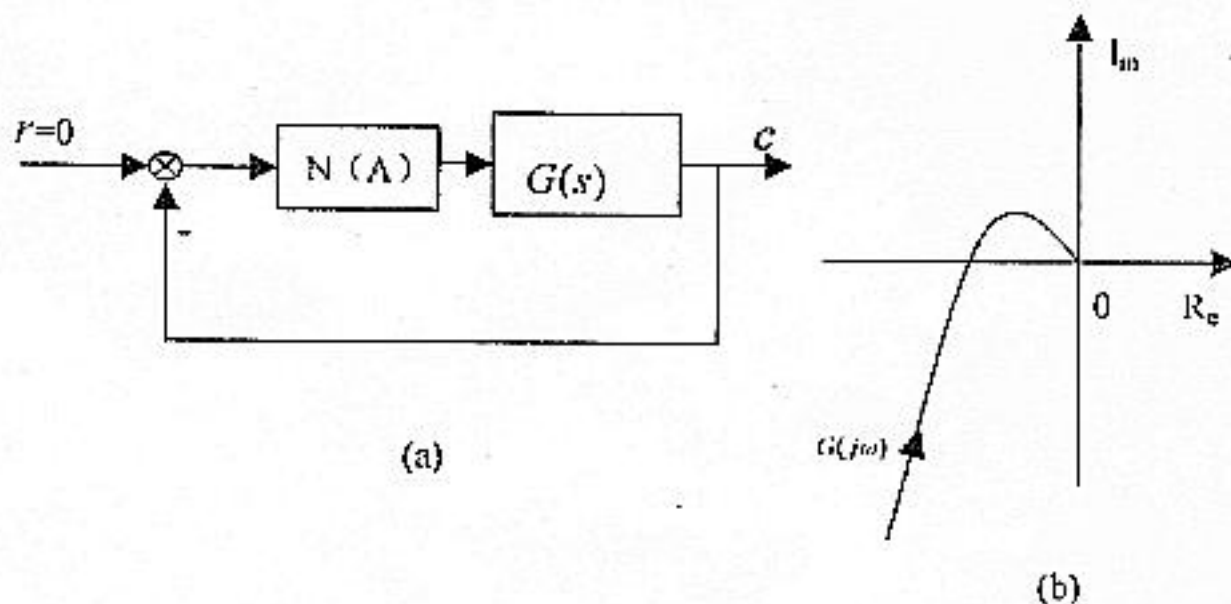


题图 7

8、(13分) 非线性控制系统的结构如题图8(a)所示。已知非线性特性的描述函数为

$$N(A) = \frac{4M}{\pi A} \sqrt{1 - \left(\frac{h}{A}\right)^2} \quad (A \geq h)$$

其中  $M = 3$ ,  $h = 1$ , 线性部分  $G(s)$  的极点均分布在  $s$  平面的左半部分, 其幅相频率特性图  $G(j\omega)$  如题图8(b)所示,  $G(j\omega)$  与负实轴交点处的频率为  $\omega = \sqrt{2} \text{ rad/s}$ , 交点的坐标为  $\left(-\frac{10}{15}, j0\right)$ 。若初始条件或扰动使  $A = 0.8$ , 试分析该系统是否产生自激振荡? 若产生自激振荡, 则确定自激振荡的参数  $A$  和  $\omega$ 。



题图 8

9. (14分)已知线性定常系统的状态空间表达式为

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -6 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \quad 0]x$$

设计带全维状态观测器的状态反馈系统，使观测器的极点为-10、-10，反馈系统的极点为-5、-5，写出状态观测器的状态方程和反馈系统的状态空间表达式。