南京航空航天大学

二〇〇九年硕士研究生入学考试试题

考试科目：自动控制原理

说　　明：答案一律写在答题纸上,写在试卷上无效

一、问答题（本题共 24 分，每小题 6 分）

1、已知某系统闭环传递函数为 $\Phi(s)=\dfrac{200(s+10)}{(s+9.9)(25s^2+50s+100)(s+100)}$，试估算系统单位阶跃响应的调节时间（$\Delta=5\%$）。

2、某单位负反馈系统，其开环传递函数为 $G(s)=\dfrac{10}{s(s+2)}$，当输入 $r(t)=3\sin 5t$ 时，试求该系统的稳态输出。

3、某系统的特征方程如下，$s^5+3s^4+3s^3+9s^2-4s-12=0$，请用劳斯判据判断系统的稳定性，并求出系统所有的特征根。

4、已知系统的状态方程为 $\dot{x}=\begin{bmatrix}-a & -1\\ 1 & 0\end{bmatrix}x+\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix}u$（a 为实数），试用李雅普诺夫第二方法判断系统的稳定性，并说明物理意义。

二、已知系统的结构图如图 1 所示。

1. 求输入 $R(s)$ 和扰动 $N(s)$ 同时作用下的系统输出 $Y(s)$；

2. 若使系统输出完全不受扰动的影响，求 G_1,G_2,G_3,G_4,H_1,H_2 应满足的关系。（15 分）

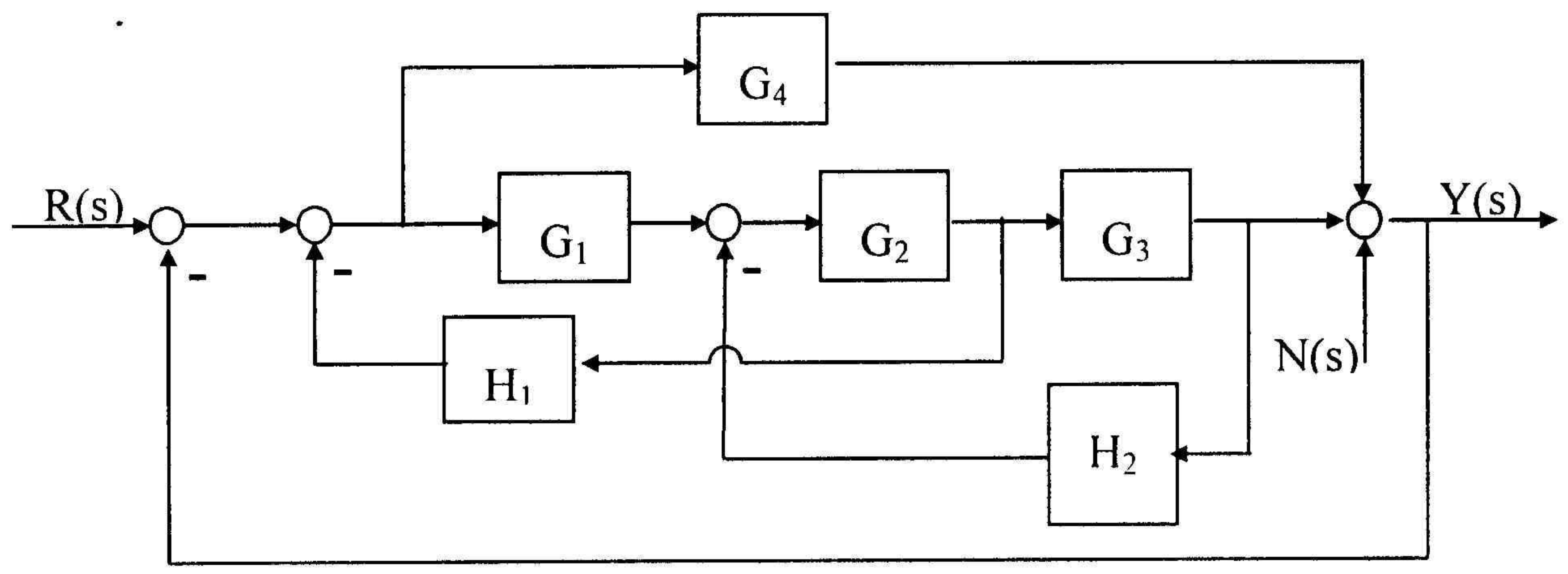

图 1

三、已知系统结构图如图 2(a)所示，其中 G(s)为无零点的二阶环节。当 $G_c(s)=0$ 时，系统单位阶跃响应如图 2(b)所示。

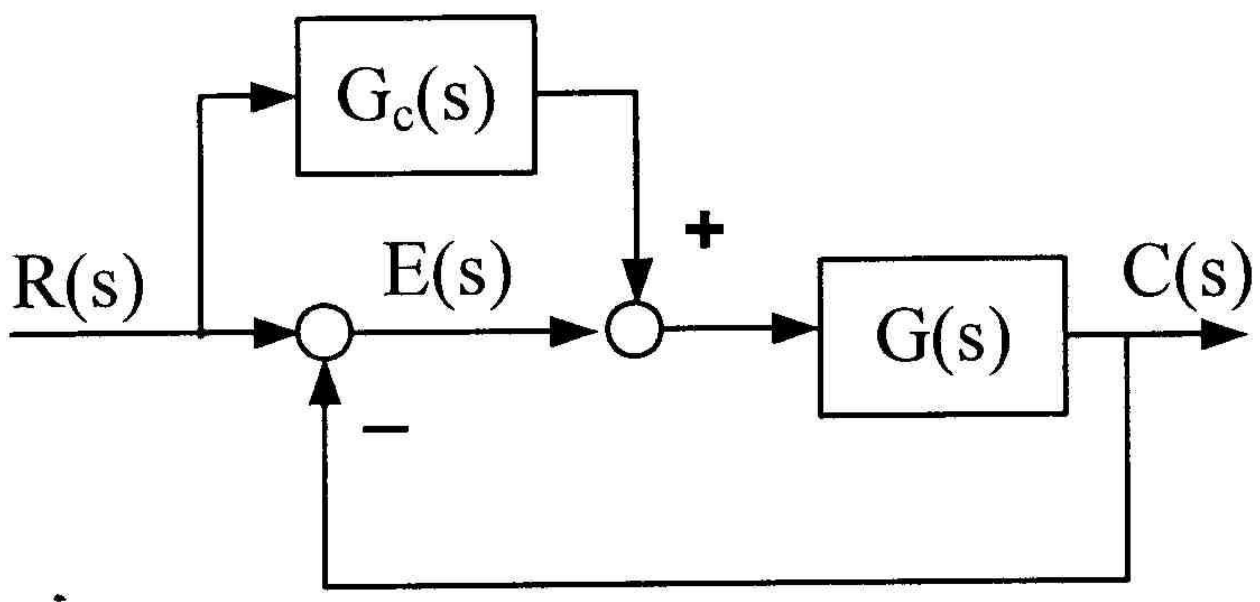

图 2(a)

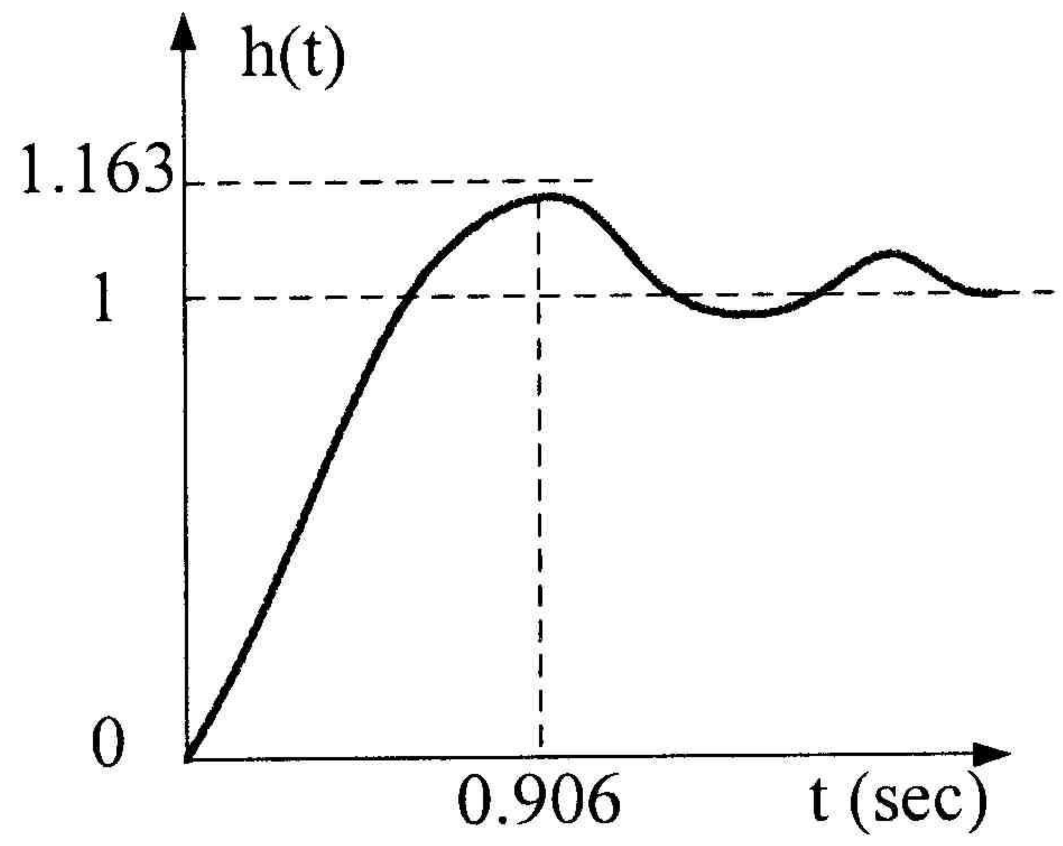

图 2(b)

1. 求 G(s)的表达式。

2. 若 $G_c(s)=\dfrac{as^2+bs}{1+s}$，在输入 $r(t)=\dfrac{1}{2}t^2$ 时，稳态误差为零，试确定 a、b。(15 分)

四、某正反馈系统的结构图如图 3 所示，试求：

1. 绘制参数 a 从 $0\to+\infty$ 变化的根轨迹。

2．当系统稳定情况下，求阻尼比最小时的闭环传递函数。(15 分)

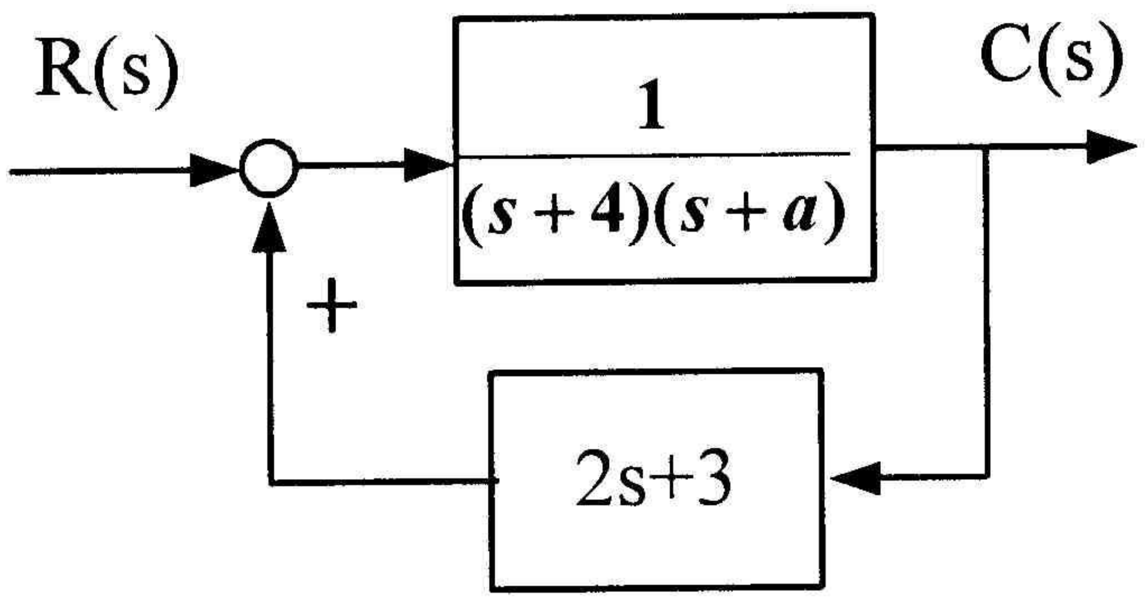

图 3

五、已知某最小相位系统的结构图如图 4(a)所示。其中，$\alpha>0$，前向通路 $G(s)$ 的对数幅频特性曲线如图 4(b)所示。

1. 求 $G(s)$ 的表达式。

2. 用奈氏稳定判据分析使闭环系统稳定的 α 取值范围。

3. 若 $\alpha=0.2$ 时，求系统相角裕度 γ。(18 分)

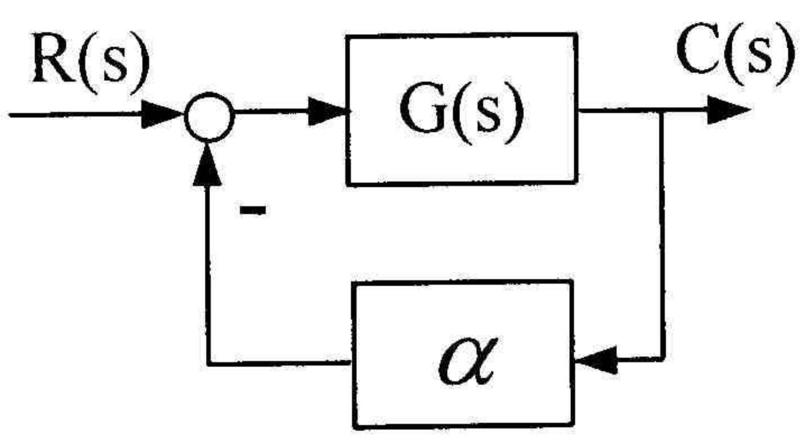

图 4(a)

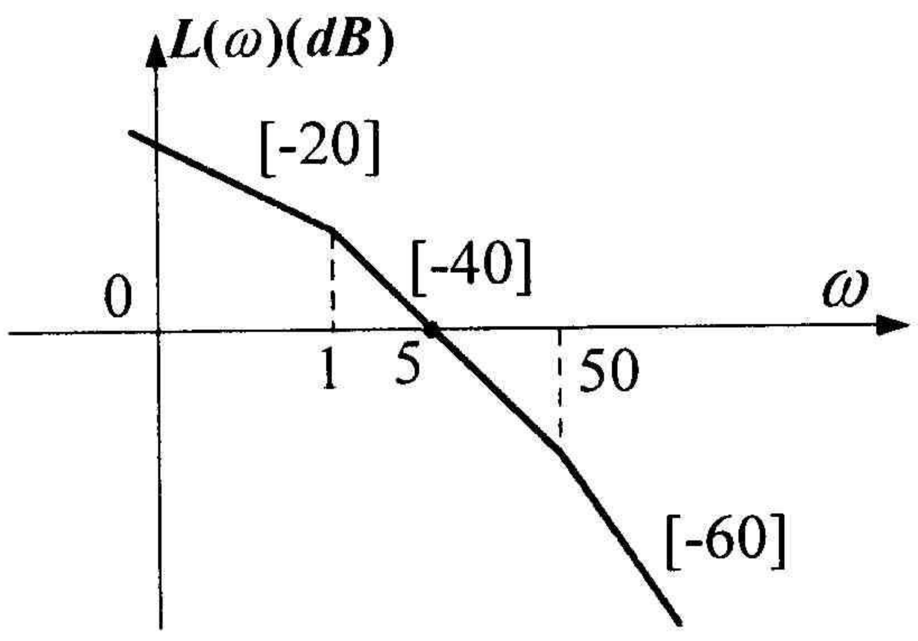

图 4(b)

六、系统结构图如图 5 所示，已知 K=10, T=0.1 时，截止频率 $\omega_c = 5$ 。若要求 ω_c 不变，如何改变 K 和 T 才能使系统相角裕度提高 45° ？（13 分）

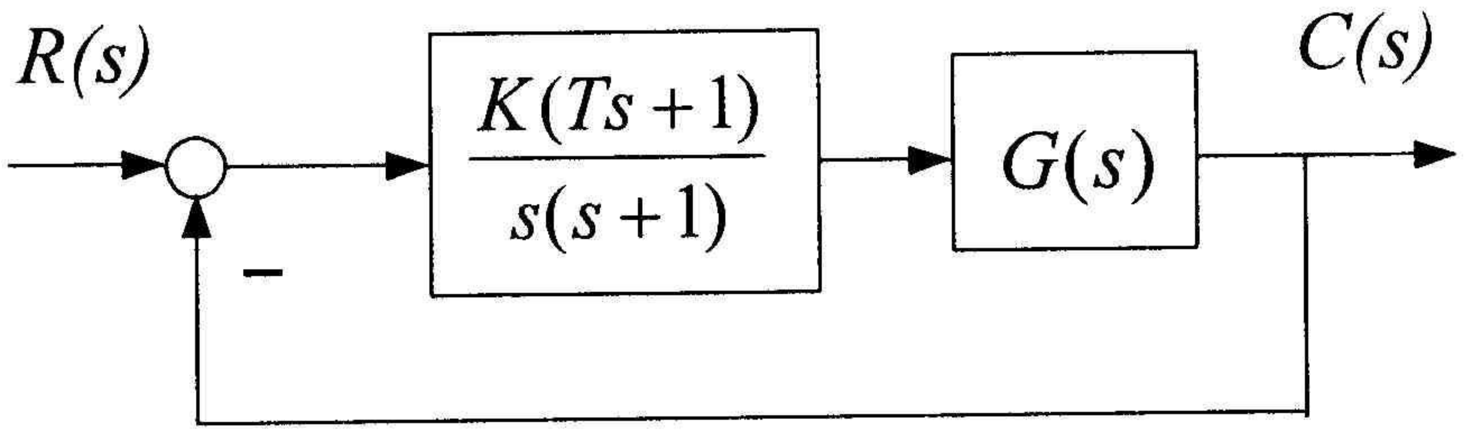

图 5

七、某离散系统的结构图如图 6 所示，

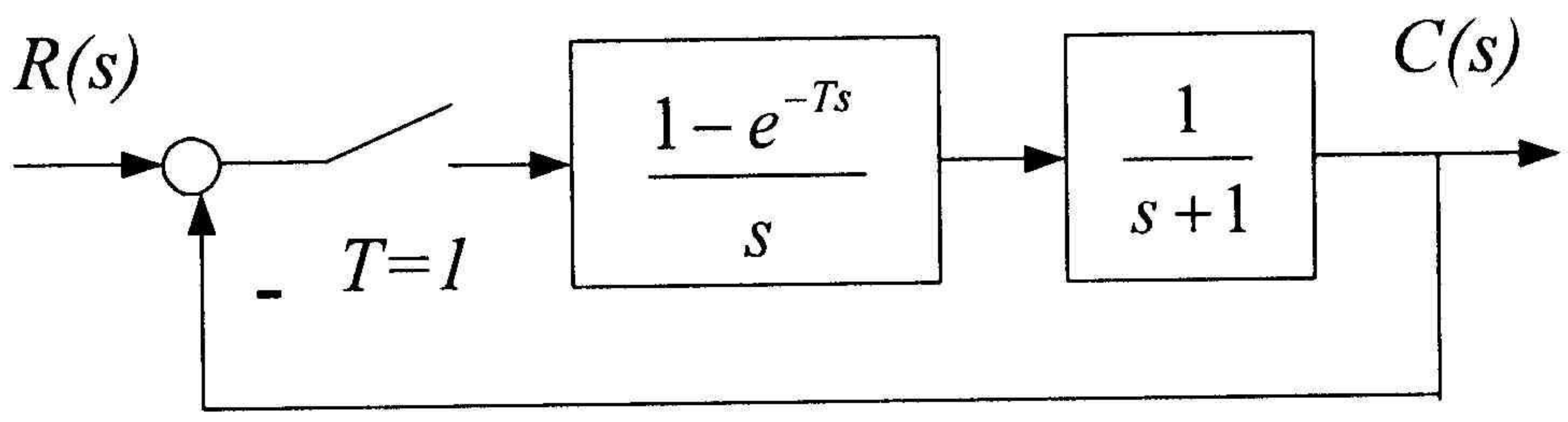

图 6

1. 判断该系统的闭环稳定性；

2. 若 $r(t) = 1(t)$，求 $c(2)$ 、$c(\infty)$ 的数值。(15 分)

提示：$z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$

八、某非线性系统如图 7 所示，已知非线性环节描述函数为 $N(A) = \frac{A+2}{3A+1}$，

1. 分析参数 K 对系统自由运动的影响；

2. 若能产生自激振荡，试求使系统输出 $c(t)$ 处振幅为 1 时的自激振荡频率 ω 和参数 K 的值。(15 分)

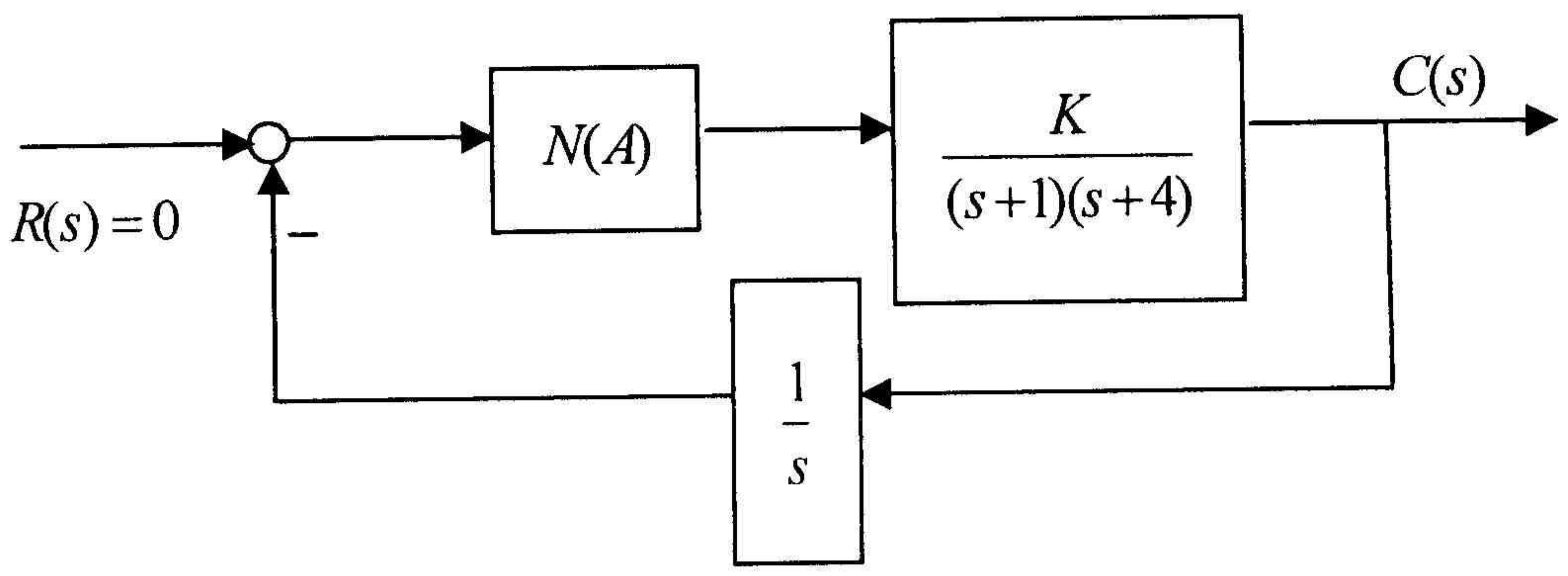

图 7

九、已知系统动态方程

$$\dot{x}=\begin{bmatrix}0 & 1\\ 0 & -25\end{bmatrix}x+\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix}u,$$

$$y=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}x$$

1. 判断系统的能控性和能观性；

2. 设计状态反馈控制律 $u=r-k_1x_1-k_2x_2$（如图 8 所示），将系统的闭环极点配置在 $-1\pm j$；

3. 令 $k_1=2500$，画出闭环系统特征根随 k_2 从 0 变化到 ∞ 时的根轨迹，并求出使闭环系统响应具有最小超调最短调节时间的 k_2 值。(20 分)

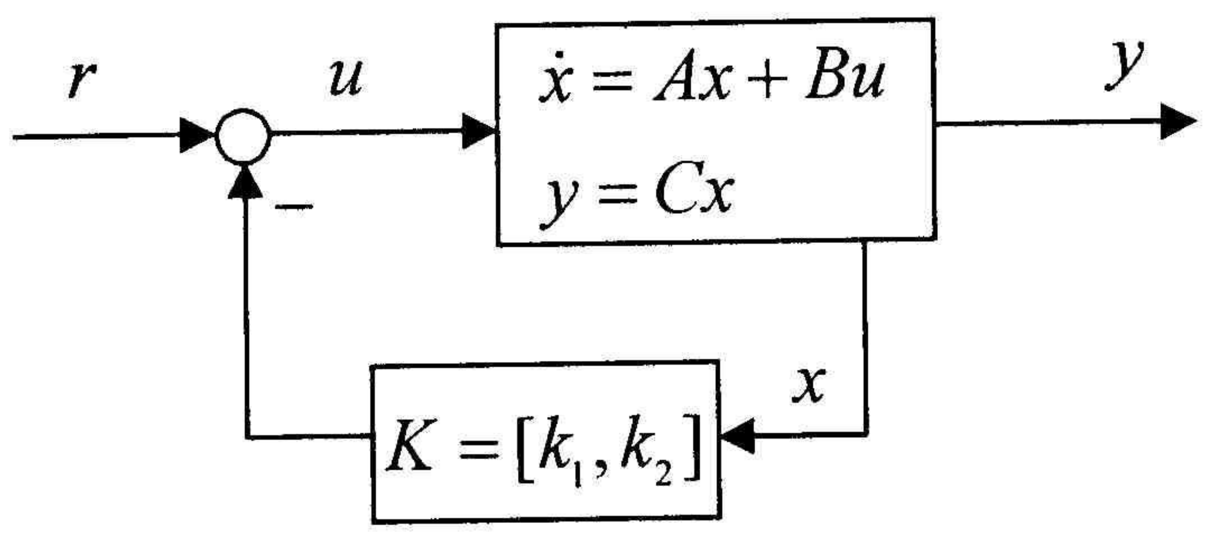

图 8