第六周作业参考答案

第四章 连续时间控制系统的稳定性与稳态误差 习题四

P.159-161

4-1②

4-2②

4-3②

4-5

4-8

4-10

4-12

4-1 试用劳斯判据判定下列特征方程所代表的系统的稳定性。如果系统不稳定，求特征方程在 S 平面右半平面根的个数。

② $s^5+s^4+4s^3+4s^2+2s+1=0$

答案：② 不稳定，2

4-2 已知单位负反馈系统的开环传递函数如下，试用劳斯判据判定系统的稳定性。

② $G(s)=\dfrac{5s+1}{s^3(s+1)(s+2)}$

答案：②[1 3 2 0 5 1] 不稳定

4-3 设单位负反馈系统的开环传递函数如下，试确定使系统稳定的 K 的取值范围。

② $G(s)=\dfrac{K(s+1)}{s(s-1)(0.2s+1)}$

答案：② K>4/3

4-5 设单位负反馈系统的开环传递函数为：

$$G(s)=\frac{K}{(s+1)(s+1.5)(s+2)}$$

若希望所有特征方程根都具有小于-1 的实部，试确定 K 的最大值。

答案：

闭环特征方程：$(s+1)(s+1.5)(s+2)+K=0$

令 s=z-1：$z^3+1.5z^2+0.5z+K=0$

劳斯阵列：

$$\begin{array}{c|cc} z^3 & 1 & 0.5 \\ z^2 & 1.5 & K \\ z^1 & 0.75-K & 0 \\ z^0 & K & \end{array}$$

新系统稳定的 K 的最大值为 0.75，原系统特征根据有小于-1 的实部的 K 的最大值为 0.75。

4-8　设单位反馈系统开环传递函数 $G(s)=\dfrac{K}{(s+2)(s+4)(s^2+6s+25)}$，试应用劳斯判据确定 K 为多大时，将使系统振荡，并求出振荡频率。

答案：

闭环特征方程：$s^4+12s^3+69s^2+198s+200+K=0$

劳斯阵列：

$$\begin{array}{c|ccc} s^4 & 1 & 69 & 200+K \\ s^3 & 12 & 198 & 0 \\ s^2 & 52.5 & 200+K & \\ s^1 & 7995-12K & 0 & \\ s^0 & 200K & & \end{array}$$

K=666.25 时系统振荡。

由 $52.5s^2+(200+666.25)=0$ 得一对虚根为 $\pm j\sqrt{16.5}$，振荡频率为 $\sqrt{16.5}$。

4-10　单位反馈系统开环传递函数 $G(s)=\dfrac{K(2s+1)(s+1)}{s^2(Ts+1)}$，$K$>0, T>0。确定当闭环稳定时，$T$、$K$ 应满足的条件。

答案：

闭环特征方程：$Ts^3+(2K+1)s^2+3Ks+K=0$

劳斯阵列：

$$
\begin{array}{c|cc}
s^3 & T & 3K \\
s^2 & 2K+1 & K \\
s^1 & 3K(2K+1)-TK & 0 \\
s^0 & K &
\end{array}
$$

系统稳定应满足：

$$
\begin{cases}
T>0 \\
2K+1>0 \\
3K(2K+1)-TK>0 \\
K>0
\end{cases}
$$

整理得：

$$
\begin{cases}
K>0 \\
T<6K+3
\end{cases}
$$

4-12　控制系统方块图如图 4-22 所示，已知 $r(t)=t$， $f(t)=-1(t)$，求系统稳态误差。

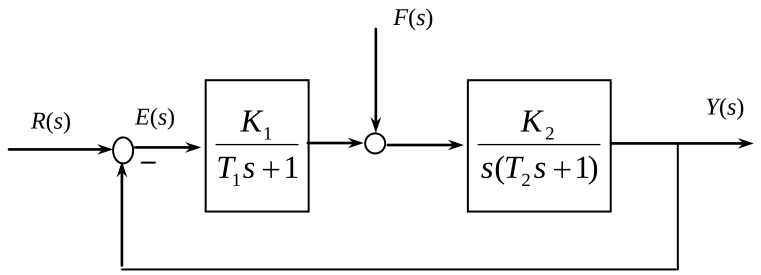

图 4-22 题 4-12 图

答案：

$R(s)=\dfrac{1}{s^2}$， $F(s)=-\dfrac{1}{s}$

$$
e_{ss}=\lim_{s\to 0}s\frac{R(s)-\dfrac{K_2}{s(T_2s+1)}F(s)}{1+\dfrac{K_1}{T_1s+1}\dfrac{K_2}{s(T_2s+1)}}=\lim_{s\to 0}s\frac{\dfrac{1}{s^2}+\dfrac{K_2}{s(T_2s+1)}\dfrac{1}{s}}{1+\dfrac{K_1}{T_1s+1}\dfrac{K_2}{s(T_2s+1)}}=\frac{1+K_2}{K_1K_2}
$$