

## 一、填空题（每空 1 分，共 15 分）

- 1、反馈控制又称偏差控制，其控制作用是通过\_\_\_\_\_与反馈量的差值进行的。
- 2、复合控制有两种基本形式：即按\_\_\_\_\_的前馈复合控制和按\_\_\_\_\_的前馈复合控制。
- 3、两个传递函数分别为  $G_1(s)$  与  $G_2(s)$  的环节，以并联方式连接，其等效传递函数为  $G(s)$ ，则  $G(s)$  为\_\_\_\_\_（用  $G_1(s)$  与  $G_2(s)$  表示）。
- 4、典型二阶系统极点分布如图 1 所示，则无阻尼自然频率  $\omega_n =$  \_\_\_\_\_，阻尼比  $\xi =$  \_\_\_\_\_，该系统的特征方程为\_\_\_\_\_，该系统的单位阶跃响应曲线为\_\_\_\_\_。
- 5、若某系统的单位脉冲响应为  $g(t) = 10e^{-0.2t} + 5e^{-0.5t}$ ，则该系统的传递函数  $G(s)$  为\_\_\_\_\_。
- 6、根轨迹起始于\_\_\_\_\_，终止于\_\_\_\_\_。
- 7、设某最小相位系统的相频特性为  $\varphi(\omega) = \lg^{-1}(\tau\omega) - 90^\circ - \lg^{-1}(T\omega)$ ，则该系统的开环传递函数为\_\_\_\_\_。
- 8、PI 控制器的输入—输出关系的时域表达式是\_\_\_\_\_，其相应的传递函数为\_\_\_\_\_，由于积分环节的引入，可以改善系统的性能。

## 二、选择题（每题 2 分，共 20 分）

- 1、采用负反馈形式连接后，则（ ）  
A、一定能使闭环系统稳定；  
B、系统动态性能一定会提高；  
C、一定能使干扰引起的误差逐渐减小，最后完全消除；  
D、需要调整系统的结构参数，才能改善系统性能。
- 2、下列哪种措施对提高系统的稳定性没有效果（ ）。  
A、增加开环极点；  
B、在积分环节外加单位负反馈；  
C、增加开环零点；  
D、引入串联超前校正装置。
- 3、系统特征方程为  $D(s) = s^3 + 2s^2 + 3s + 6 = 0$ ，则系统（ ）  
A、稳定；  
B、单位阶跃响应曲线为单调指数上升；  
C、临界稳定；  
D、右半平面闭环极点数  $Z = 2$ 。
- 4、系统在  $r(t) = t^2$  作用下的稳态误差  $e_{ss} = \infty$ ，说明（ ）  
A、型别  $\nu < 2$ ；  
B、系统不稳定；  
C、输入幅值过大；  
D、闭环传递函数中有一个积分环节。
- 5、对于以下情况应绘制  $0^\circ$  根轨迹的是（ ）  
A、主反馈口符号为“-”；  
B、除  $K_r$  外的其他参数变化时；  
C、非单位反馈系统；  
D、根轨迹方程（标准形式）为  $G(s)H(s) = +1$ 。

6、开环频域性能指标中的相角裕度 $\gamma$ 对应时域性能指标( )。

- A、超调 $\sigma\%$       B、稳态误差 $e_{ss}$       C、调整时间 $t_s$       D、峰值时间 $t_p$

7、已知开环幅频特性如图 2 所示， 则图中不稳定的系统是( )。

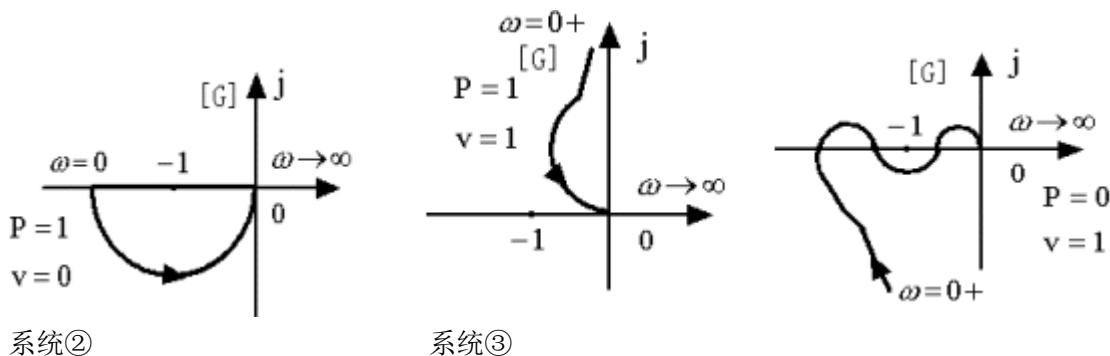


图 2

- A、系统①      B、系统②      C、系统③      D、都不稳定

8、若某最小相位系统的相角裕度 $\gamma > 0^\circ$ ，则下列说法正确的是 ( )。

- A、不稳定；      B、只有当幅值裕度 $k_g > 1$ 时才稳定；  
C、稳定；      D、不能判用相角裕度判断系统的稳定性。

9、若某串联校正装置的传递函数为 $\frac{10s+1}{100s+1}$ ，则该校正装置属于( )。

- A、超前校正      B、滞后校正      C、滞后-超前校正      D、不能判断

10、下列串联校正装置的传递函数中，能在 $\omega_c = 1$ 处提供最大相位超前角的是：

- A、 $\frac{10s+1}{s+1}$       B、 $\frac{10s+1}{0.1s+1}$       C、 $\frac{2s+1}{0.5s+1}$       D、 $\frac{0.1s+1}{10s+1}$

三、(8 分)试建立如图 3 所示电路的动态微分方程，并求传递函数。

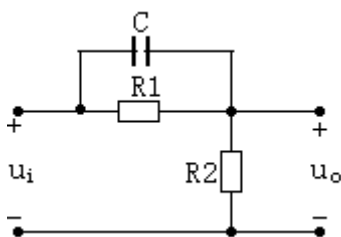


图 3

四、(共 20 分)系统结构图如图 4 所示：

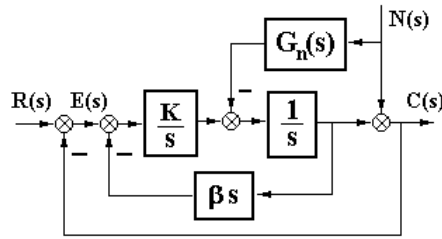


图 4

- 1、写出闭环传递函数  $\Phi(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$  表达式；（4 分）
- 2、要使系统满足条件：  $\xi = 0.707$ ,  $\omega_n = 2$ , 试确定相应的参数  $K$  和  $\beta$ ；（4 分）
- 3、求此时系统的动态性能指标  $\sigma\%$ ,  $t_s$ ；（4 分）
- 4、 $r(t) = 2t$  时，求系统由  $r(t)$  产生的稳态误差  $e_{ss}$ ；（4 分）
- 5、确定  $G_n(s)$ ，使干扰  $n(t)$  对系统输出  $c(t)$  无影响。（4 分）

五、（共 15 分）已知某单位反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{K_r}{s(s+3)^2}$ ：

- 1、绘制该系统以根轨迹增益  $K_r$  为变量的根轨迹（求出：渐近线、分离点、与虚轴的交点等）；（8 分）
- 2、确定使系统满足  $0 < \xi < 1$  的开环增益  $K$  的取值范围。（7 分）

六、（共 22 分）某最小相位系统的开环对数幅频特性曲线  $L_0(\omega)$  如图 5 所示：

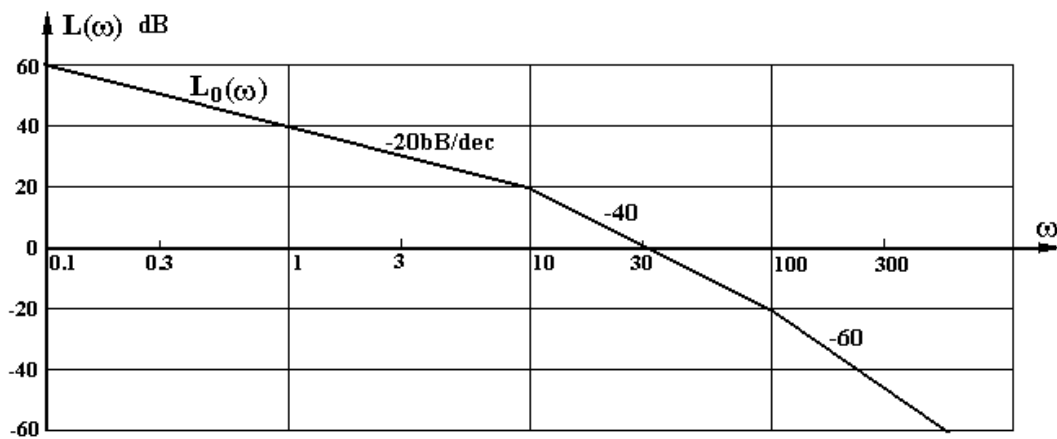


图 3 对数幅频特性曲线

- 1、写出该系统的开环传递函数  $G_0(s)$ ；（8 分）
- 2、写出该系统的开环频率特性、开环幅频特性及开环相频特性。（3 分）
- 3、求系统的相角裕度  $\gamma$ 。（7 分）

## 试题二

### 一、填空题（每空 1 分，共 15 分）

- 1、在水箱水温控制系统中，受控对象为\_\_\_\_\_，被控量为\_\_\_\_\_。
- 2、自动控制系统有两种基本控制方式，当控制装置与受控对象之间只有顺向作用而无反向联系时，称为\_\_\_\_\_；当控制装置与受控对象之间不但有顺向作用而且还有反向联系时，称为\_\_\_\_\_；含有测速发电机的电动机速度控制系统，属于\_\_\_\_\_。
- 3、稳定是对控制系统最基本的要求，若一个控制系统的响应曲线为衰减振荡，则该系统\_\_\_\_\_。判断一个闭环线性控制系统是否稳定，在时域分析中采用\_\_\_\_\_；在频域分析中采用\_\_\_\_\_。
- 4、传递函数是指在\_\_\_\_\_初始条件下、线性定常控制系统的\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_之比。
- 5、设系统的开环传递函数为  $\frac{K(\tau s+1)}{s^2(Ts+1)}$ ，则其开环幅频特性为\_\_\_\_\_，相频特性为\_\_\_\_\_。
- 6、频域性能指标与时域性能指标有着对应关系，开环频域性能指标中的幅值穿越频率  $\omega_c$  对应时域性能指标\_\_\_\_\_，它们反映了系统动态过程的\_\_\_\_\_。

### 二、选择题（每题 2 分，共 20 分）

- 1、关于传递函数，错误的说法是（ ）。  
A 传递函数只适用于线性定常系统；  
B 传递函数不仅取决于系统的结构参数，给定输入和扰动对传递函数也有影响；  
C 传递函数一般是为复变量  $s$  的真分式；  
D 闭环传递函数的极点决定了系统的稳定性。
- 2、下列哪种措施对改善系统的精度没有效果（ ）。  
A、增加积分环节                      B、提高系统的开环增益  $K$   
C、增加微分环节                      D、引入扰动补偿
- 3、高阶系统的主导闭环极点越靠近虚轴，则系统的（ ）。  
A、准确度越高                      B、准确度越低  
C、响应速度越快                      D、响应速度越慢
- 4、已知系统的开环传递函数为  $\frac{50}{(2s+1)(s+5)}$ ，则该系统的开环增益为（ ）。  
A、 50                      B、 25                      C、 10                      D、 5
- 5、若某系统的根轨迹有两个起点位于原点，则说明该系统（ ）。  
A、含两个理想微分环节                      B、含两个积分环节  
C、位置误差系数为 0                      D、速度误差系数为 0
- 6、开环频域性能指标中的相角裕度  $\gamma$  对应时域性能指标（ ）。  
A、超调  $\sigma\%$                       B、稳态误差  $e_{ss}$                       C、调整时间  $t_s$                       D、峰值时间  $t_p$

7、已知某些系统的开环传递函数如下，属于最小相位系统的是( )

- A、 $\frac{K(2-s)}{s(s+1)}$       B、 $-\frac{K(s+1)}{s(s+5)}$       C、 $\frac{K}{s(s^2-s+1)}$       D、 $\frac{K(1-s)}{s(2-s)}$

8、若系统增加合适的开环零点，则下列说法不正确的是( )。

- A、可改善系统的快速性及平稳性；      B、会增加系统的信噪比；  
C、会使系统的根轨迹向  $s$  平面的左方弯曲或移动；  
D、可增加系统的稳定裕度。

9、开环对数幅频特性的低频段决定了系统的( )。

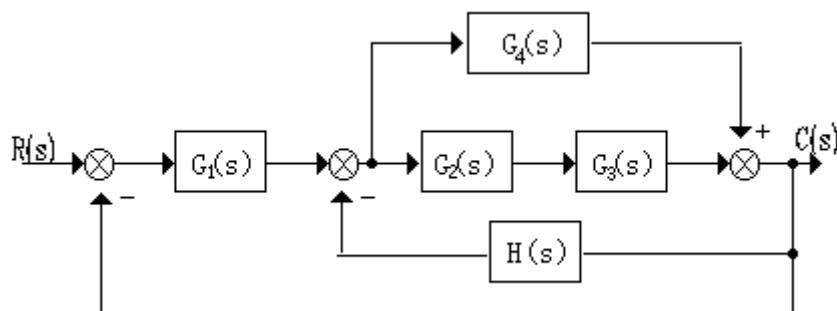
- A、稳态精度      B、稳定裕度      C、抗干扰性能      D、快速性

10、下列系统中属于不稳定的系统是( )。

- A、闭环极点为  $s_{1,2} = -1 \pm j2$  的系统      B、闭环特征方程为  $s^2 + 2s + 1 = 0$  的系统

- C、阶跃响应为  $c(t) = 20(1 + e^{-0.4t})$  的系统      D、脉冲响应为  $h(t) = 8e^{0.4t}$  的系统

三、(8 分) 写出下图所示系统的传递函数  $\frac{C(s)}{R(s)}$  (结构图化简，梅逊公式均可)。



四、(共 20 分) 设系统闭环传递函数  $\Phi(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{1}{T^2s^2 + 2\xi Ts + 1}$ ，试求：

1、 $\xi = 0.2$ ； $T = 0.08s$ ； $\xi = 0.8$ ； $T = 0.08s$  时单位阶跃响应的超调量  $\sigma\%$ 、调节时间  $t_s$  及峰值时间  $t_p$ 。(7 分)

2、 $\xi = 0.4$ ； $T = 0.04s$  和  $\xi = 0.4$ ； $T = 0.16s$  时单位阶跃响应的超调量  $\sigma\%$ 、调节时间  $t_s$  和峰值时间  $t_p$ 。(7 分)

3、根据计算结果，讨论参数  $\xi$ 、 $T$  对阶跃响应的影响。(6 分)

五、(共 15 分) 已知某单位反馈系统的开环传递函数为  $G(s)H(s) = \frac{K_r(s+1)}{s(s-3)}$ ，试：

1、绘制该系统以根轨迹增益  $K_r$  为变量的根轨迹 (求出：分离点、与虚轴的交点等)；(8 分)

2、求系统稳定且为欠阻尼状态时开环增益  $K$  的取值范围。(7 分)

六、(共 22 分) 已知反馈系统的开环传递函数为  $G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+1)}$ ，试：

- 1、用奈奎斯特判据判断系统的稳定性；（10 分）
- 2、若给定输入  $r(t) = 2t + 2$  时，要求系统的稳态误差为 0.25，问开环增益  $K$  应取何值。（7 分）
- 3、求系统满足上面要求的相角裕度  $\gamma$ 。（5 分）

### 试题三

#### 一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

- 1、对自动控制系统的基本要求可以概括为三个方面，即：\_\_\_\_\_、快速性和\_\_\_\_\_。
- 2、控制系统的\_\_\_\_\_称为传递函数。一阶系统传函标准形式是\_\_\_\_\_，二阶系统传函标准形式是\_\_\_\_\_。
- 3、在经典控制理论中，可采用\_\_\_\_\_、根轨迹法或\_\_\_\_\_等方法判断线性控制系统稳定性。
- 4、控制系统的数学模型，取决于系统\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，与外作用及初始条件无关。
- 5、线性系统的对数幅频特性，纵坐标取值为\_\_\_\_\_，横坐标为\_\_\_\_\_。
- 6、奈奎斯特稳定判据中， $Z = P - R$ ，其中  $P$  是指\_\_\_\_\_， $Z$  是指\_\_\_\_\_， $R$  指\_\_\_\_\_。
- 7、在二阶系统的单位阶跃响应图中， $t_s$  定义为\_\_\_\_\_。 $\sigma\%$  是\_\_\_\_\_。
- 8、PI 控制规律的时域表达式是\_\_\_\_\_。PID 控制规律的传递函数表达式是\_\_\_\_\_。
- 9、设系统的开环传递函数为  $\frac{K}{s(T_1s+1)(T_2s+1)}$ ，则其开环幅频特性为\_\_\_\_\_，相频特性为\_\_\_\_\_。

#### 二、判断选择题（每题 2 分，共 16 分）

- 1、关于线性系统稳态误差，正确的说法是：（ ）
  - A、一型系统在跟踪斜坡输入信号时无误差；
  - B、稳态误差计算的通用公式是  $e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s^2 R(s)}{1 + G(s)H(s)}$ ；
  - C、增大系统开环增益  $K$  可以减小稳态误差；
  - D、增加积分环节可以消除稳态误差，而且不会影响系统稳定性。
- 2、适合应用传递函数描述的系统是（ ）。
  - A、单输入，单输出的线性定常系统；
  - B、单输入，单输出的线性时变系统；
  - C、单输入，单输出的定常系统；
  - D、非线性系统。
- 3、若某负反馈控制系统的开环传递函数为  $\frac{5}{s(s+1)}$ ，则该系统的闭环特征方程为（ ）。
  - A、 $s(s+1) = 0$
  - B、 $s(s+1) + 5 = 0$
  - C、 $s(s+1) + 1 = 0$
  - D、与是否为单位反馈系统有关
- 4、非单位负反馈系统，其前向通道传递函数为  $G(S)$ ，反馈通道传递函数为  $H(S)$ ，当输入信号为  $R(S)$ ，则从输入端

定义的误差  $E(S)$  为 ( )

A、  $E(S) = R(S) \cdot G(S)$

B、  $E(S) = R(S) \cdot G(S) \cdot H(S)$

C、  $E(S) = R(S) \cdot G(S) - H(S)$

D、  $E(S) = R(S) - G(S)H(S)$

5、已知下列负反馈系统的开环传递函数，应画零度根轨迹的是 ( )。

A、  $\frac{K^*(2-s)}{s(s+1)}$

B、  $\frac{K^*}{s(s-1)(s+5)}$

C、  $\frac{K^*}{s(s^2-3s+1)}$

D、  $\frac{K^*(1-s)}{s(2-s)}$

6、闭环系统的动态性能主要取决于开环对数幅频特性的：

A、低频段

B、开环增益

C、高频段

D、中频段

7、已知单位反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{10(2s+1)}{s^2(s^2+6s+100)}$ ，当输入信号是  $r(t) = 2 + 2t + t^2$  时，系统的稳态误差是 ( )

A、 0 ；

B、  $\infty$  ；

C、 10 ；

D、 20

8、关于系统零极点位置对系统性能的影响，下列观点中正确的是 ( )

A、 如果闭环极点全部位于 S 左半平面，则系统一定是稳定的。稳定性与闭环零点位置无关；

B、 如果闭环系统无零点，且闭环极点均为负实数极点，则时间响应一定是衰减振荡的；

C、 超调量仅取决于闭环复数主导极点的衰减率，与其它零极点位置无关；

D、 如果系统有开环极点处于 S 右半平面，则系统不稳定。

三、(16 分) 已知系统的结构如图 1 所示，其中  $G(s) = \frac{k(0.5s+1)}{s(s+1)(2s+1)}$ ，输入信号为单位斜坡函数，求系统的稳态误差 (8 分)。分析能否通过调节增益  $k$ ，使稳态误差小于 0.2 (8 分)。

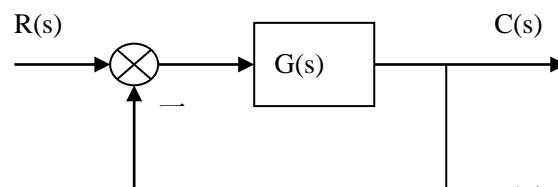


图 1

四、(16 分) 设负反馈系统如图 2，前向通道传递函数为  $G(s) = \frac{10}{s(s+2)}$ ，若采用测速负反馈  $H(s) = 1 + k_s s$ ，

试画出以  $k_s$  为变量的根轨迹 (10 分)，并讨论  $k_s$  大小对系统性能的影响 (6 分)。

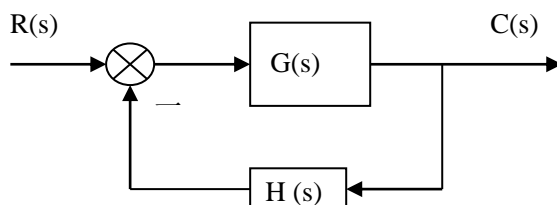


图 2

五、已知系统开环传递函数为  $G(s)H(s) = \frac{k(1-\tau s)}{s(Ts+1)}$ ， $k, \tau, T$  均大于 0，试用奈奎斯特稳定判据判断系统稳定性。

(16 分) [第五题、第六题可任选其一]

六、已知最小相位系统的对数幅频特性如图 3 所示。试求系统的开环传递函数。(16 分)

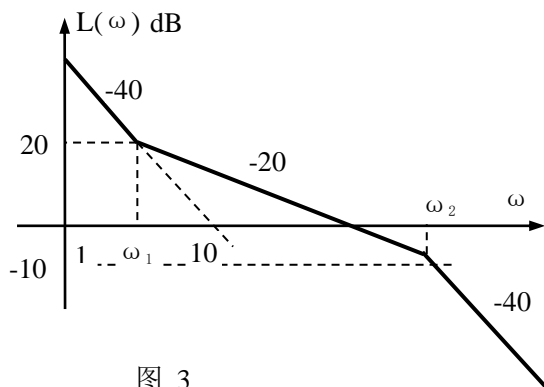


图 3

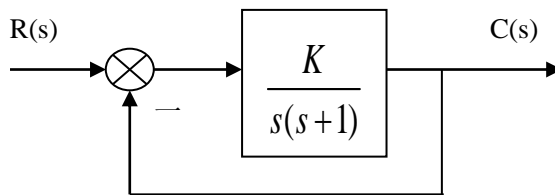


图 4

七、设控制系统如图 4，要求校正后系统在输入信号是单位斜坡时的稳态误差不大于 0.05，相角裕度不小于  $40^\circ$ ，幅值裕度不小于 10 dB，试设计串联校正网络。(16 分)

## 试题四

### 一、填空题（每空 1 分，共 15 分）

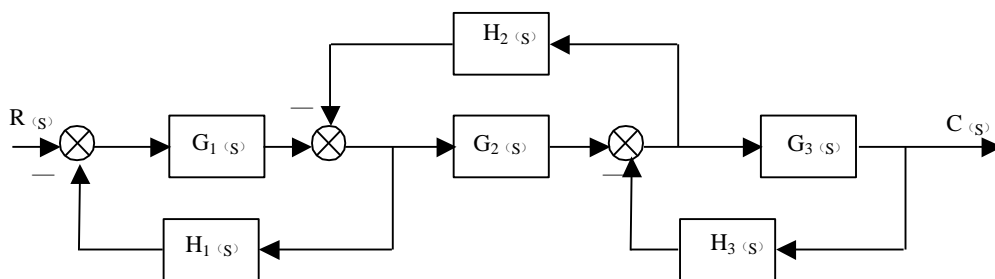
- 对于自动控制系统的性能要求可以概括为三个方面，即：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，其中最基本的要求是\_\_\_\_\_。
- 若某单位负反馈控制系统的前向传递函数为  $G(s)$ ，则该系统的开环传递函数为\_\_\_\_\_。
- 能表达控制系统各变量之间关系的数学表达式或表示方法，叫系统的数学模型，在古典控制理论中系统数学模型有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。
- 判断一个闭环线性控制系统是否稳定，可采用\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等方法。
- 设系统的开环传递函数为  $\frac{K}{s(T_1s+1)(T_2s+1)}$ ，则其开环幅频特性为\_\_\_\_\_，相频特性为\_\_\_\_\_。
- PID 控制器的输入—输出关系的时域表达式是\_\_\_\_\_，其相应的传递函数为\_\_\_\_\_。
- 最小相位系统是指\_\_\_\_\_。

### 二、选择题（每题 2 分，共 20 分）

- 关于奈氏判据及其辅助函数  $F(s) = 1 + G(s)H(s)$ ，错误的说法是（ ）。
  - $F(s)$  的零点就是开环传递函数的极点
  - $F(s)$  的极点就是开环传递函数的极点
  - $F(s)$  的零点与极点数相同
  - $F(s)$  的零点就是闭环传递函数的极点
- 已知负反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{2s+1}{s^2+6s+100}$ ，则该系统的闭环特征方程为（ ）。
  - $s^2+6s+100=0$
  - $(s^2+6s+100)+(2s+1)=0$
  - $s^2+6s+100+1=0$
  - 与是否为单位反馈系统有关



- 3、一阶系统的闭环极点越靠近  $S$  平面原点，则 ( )。
- A、准确度越高      B、准确度越低      C、响应速度越快      D、响应速度越慢
- 4、已知系统的开环传递函数为  $\frac{100}{(0.1s+1)(s+5)}$ ，则该系统的开环增益为 ( )。
- A、100      B、1000      C、20      D、不能确定
- 5、若两个系统的根轨迹相同，则有相同的：
- A、闭环零点和极点      B、开环零点      C、闭环极点      D、阶跃响应
- 6、下列串联校正装置的传递函数中，能在  $\omega_c = 1$  处提供最大相位超前角的是 ( )。
- A、 $\frac{10s+1}{s+1}$       B、 $\frac{10s+1}{0.1s+1}$       C、 $\frac{2s+1}{0.5s+1}$       D、 $\frac{0.1s+1}{10s+1}$
- 7、关于 P I 控制器作用，下列观点正确的有 ( )
- A、可使系统开环传函的型别提高，消除或减小稳态误差；
- B、积分部分主要是用来改善系统动态性能的；
- C、比例系数无论正负、大小如何变化，都不会影响系统稳定性；
- D、只要应用 P I 控制规律，系统的稳态误差就为零。
- 8、关于线性系统稳定性的判定，下列观点正确的是 ( )。
- A、线性系统稳定的充分必要条件是：系统闭环特征方程的各项系数都为正数；
- B、无论是开环极点或是闭环极点处于右半  $S$  平面，系统不稳定；
- C、如果系统闭环系统特征方程某项系数为负数，系统不稳定；
- D、当系统的相角裕度大于零，幅值裕度大于 1 时，系统不稳定。
- 9、关于系统频域校正，下列观点错误的是 ( )
- A、一个设计良好的系统，相角裕度应为 45 度左右；
- B、开环频率特性，在中频段对数幅频特性斜率应为  $-20dB/dec$ ；
- C、低频段，系统的开环增益主要由系统动态性能要求决定；



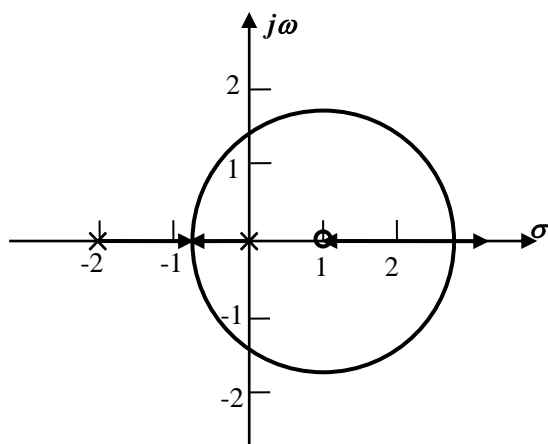
D、利用超前网络进行串联校正，是利用超前网络的相角超前特性。

- 10、已知单位反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{10(2s+1)}{s^2(s^2+6s+100)}$ ，当输入信号是  $r(t) = 2 + 2t + t^2$  时，系统的稳态误差是 ( )
- A、0      B、 $\infty$       C、10      D、20

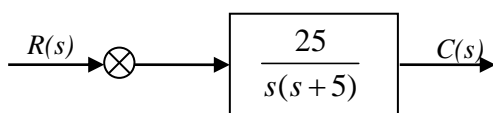
三、写出下图所示系统的传递函数  $\frac{C(s)}{R(s)}$  (结构图化简，梅逊公式均可)。

四、(共 15 分) 已知某单位反馈系统的闭环根轨迹图如下图所示

- 1、写出该系统以根轨迹增益  $K^*$  为变量的开环传递函数；(7 分)
- 2、求出分离点坐标，并写出该系统临界阻尼时的闭环传递函数。(8 分)



五、系统结构如下图所示，求系统的超调量  $\sigma\%$  和调节时间  $t_s$ 。(12 分)



六、已知最小相位系统的开环对数幅频特性  $L_0(\omega)$  和串联校正装置的对数幅频特性  $L_c(\omega)$  如下图所示，原系统的幅值穿越频率为  $\omega_c = 24.3 \text{ rad/s}$ ：(共 30 分)

- 1、写出原系统的开环传递函数  $G_0(s)$ ，并求其相角裕度  $\gamma_0$ ，判断系统的稳定性；(10 分)
- 2、写出校正装置的传递函数  $G_c(s)$ ；(5 分)
- 3、写出校正后的开环传递函数  $G_0(s)G_c(s)$ ，画出校正后系统的开环对数幅频特性  $L_{GC}(\omega)$ ，并用劳斯判据判断系统的稳定性。(15 分)

