

一、选择题

1. 控制系统根据有无反馈作用分为（ ）
 - A、恒值控制系统和随动控制系统
 - B、开环控制系统和闭环控制系统
 - C、连续控制系统和采样控制系统
 - D、线性控制系统和非线性控制系统
2. 下列叙述中，关于一阶系统时间常数 T 与输出响应速度之间关系的正确说法为（ ）。
 - A、时间常数大，响应速度快
 - B、时间常数与响应速度无关
 - C、时间常数小，响应速度慢
 - D、时间常数小，响应速度快
3. 时域分析中，衡量系统平稳性能的指标通常为（ ）
 - A、超调量
 - B、峰值时间
 - C、上升时间
 - D、余差
4. 在系统中引入微分环节，主要是为了（ ）
 - A、改善稳态精度
 - B、改善稳定性和准确性
 - C、改善稳定性
 - D、增大响应速度
5. 传递函数是一种反映输出与输入关系的数学模型，它与（ ）
 - A、输入量形式有关
 - B、系统内部信息无关
 - C、系统结构和参数无关
 - D、输入量形式无关
6. 反馈控制方式是根据（ ）
 - A、偏差进行控制的
 - B、给定值进行控制的
 - C、扰动量进行控制的
 - D、以上三种方式进行控制的
7. 采用无源超前网络进行串联校正时，必须（ ）
 - A、附加增益增量
 - B、附加相位超前环节
 - C、减小增益增量
 - D、附加微分环节
8. 减小或消除系统稳态误差，可以采取的措施是（ ）
 - A、增大系统开环增益
 - B、增大干扰作用点前系统前向通道增益
 - C、在前向通道上串联积分环节
 - D、以上都对
9. 对 II 型单位反馈系统，在单位斜坡输入作用下的稳态误差为（ ）
 - A、 $1/(1+K)$
 - B、 $1/K$
 - C、0
 - D、 ∞
10. 一般最小相位系统的带宽越大，则响应速度（ ）
 - A、不变
 - B、越快
 - C、越慢
 - D、变化不确定
11. 反馈控制方式是根据（ ）
 - A、偏差进行控制的
 - B、给定值进行控制的

- C、扰动量进行控制的
D、以上三种方式进行控制的
12. 一个系统的开环增益越大则（ ）。
A、稳态误差越大
B、稳定性越好
C、稳态精度高且稳定性好
D、稳态误差越小
13. 按照绘制根轨迹的法则，根轨迹的每一分支应（ ）。
A、起于开环极点、终于开环零点
B、起于开环零点、终于开环极点
C、起于闭环零点、终于闭环极点
D、起于闭环极点、终于闭环零点
14. 时域分析中，衡量系统快速性能的指标通常为（ ）。
A、超调量
B、阻尼比
C、上升时间
D、带宽
15. 开环放大倍数为K的0型系统，其静态速度误差系数为（ ）。
A、0
B、K
C、1/k
D、 ∞
16. 用传递函数为 $G_c(S) = \frac{TS+1}{aTS+1}$ ， $a>1$ 的校正环节进行的串联校正是（ ）。
A、相位超前校正
B、相位滞后校正
C、相位滞后——超前校正
D、相位超前——滞后校正
17. 采用无源超前网络进行串联校正时，主要是利用其（ ）。
A、高频幅值衰减的特性
B、相角超前特性
C、相角滞后特性
D、高频幅值增加的特性
18. 对II型单位反馈系统，在单位斜坡输入作用下的稳态误差为（ ）。
A、 $1/(1+K)$
B、 $1/K$
C、0
D、 ∞
19. 相位裕量为零的系统，其幅值裕量分贝值为（ ）。
A、 $h(\text{dB})=\infty$
B、 $h(\text{dB})=0$
C、 $h(\text{dB})=1$
D、 $1 < h(\text{dB}) < \infty$
20. 一般最小相位系统的带宽越大，则响应速度（ ）。
A、不变
B、变化不确定
C、越慢
D、越快
21. 控制系统按给定信号的变化规律分为（ ）。
A、恒值控制系统、随动控制系统和程序控制系统
B、开环控制系统、闭环控制系统和半闭环控制系统
C、连续控制系统、采样控制系统和数字控制系统
D、线性控制系统和非线性控制系统
- 22 下列叙述中，关于一阶系统时间常数T与输出响应速度之间关系的正确说法为（ ）。
A、时间常数大，响应速度快
B、时间常数与响应速度无关
C、时间常数小，响应速度慢
D、时间常数小，响应速度快

- A、纠偏原理 B、不变性原理 C、反馈原理 D、相位补偿
37. 在控制系统中，引入微分环节改善系统特性，主要利用了其具有（ ）的特点。
- A、高频幅值衰减的特性 B、相角超前特性
C、相角滞后特性 D、高频幅值增加的特性
38. 用传递函数为 $G_c(S) = \frac{TS+1}{aTS+1}$ ， $a < 1$ 的校正环节进行的串联校正是（ ）。
- A、相位超前校正 B、相位滞后校正
C、相位滞后——超前校正 D、相位超前——滞后校正
39. 设开环系统频率特性 $G(j\omega) = \frac{1}{(1+j\omega)^2}$ ， $\omega=1$ 时，其幅频特性 $A(\omega)$ 为（ ）。
- A、1 B、 $\sqrt{2}$ C、1/2 D、1/4
40. 开环传递函数为 $G(S) = \frac{K}{S^3(S+3)}$ ，则实轴上的根轨迹为（ ）
- A、 $[-3, \infty]$ B、 $[0, \infty]$ C、 $(-\infty, -3]$ D、 $[-3, 0]$
41. 令线性系统传递函数的分母项为零，则可得到系统的（ ）。
- A、代数方程 B、特征方程 C、差分方程 D、状态方程
42. 反馈控制方式是根据（ ）
- A、偏差进行控制的 B、给定值进行控制的
C、扰动量进行控制的 D、以上三种方式进行控制的
43. 设单位反馈系统的开环传递函数为 $G_k(s)$ ，闭环传递函数为 $G_B(s)$ ，而 $F(s) = 1 + G_k(s)$ ，则（ ）。
- A、 $F(s)$ 的分子与 $G_B(s)$ 的分母相同 B、 $F(s)$ 的分母与 $G_B(s)$ 的分母相同
C、 $F(s)$ 的分母与 $G_B(s)$ 的分子相同 D、 $F(s)$ 的分子与 $G_B(s)$ 的分子相同
44. 系统中引入微分环节，主要是为了（ ）
- A、改善稳态精度 B、改善稳定性和准确性
C、改善稳定性 D、减小响应速度
45. 一般最小相位系统的带宽越大，则响应速度（ ）
- A、不变 B、越快 C、越慢 D、变化不确定
46. 开环放大倍数为 K 的 0 型系统，其静态位置误差系数为（ ）。
- A、0 B、 K C、 $1/k$ D、 ∞
47. 用传递函数为 $G_c(S) = \frac{TS+1}{aTS+1}$ ， $a < 1$ 的校正环节进行的串联校正是（ ）。
- A、相位超前校正 B、相位滞后校正

C、相位滞后——超前校正 D、相位超前——滞后校正

48. 在控制工程实践中，若主要用来改善系统稳定性和提高响应速度，则控制器一般采()

- A、P B、PD C、PI D、PID

二、名词解释

1. 脉冲传递函数； 2. 频率特性； 3. 传递函数；
4. 根轨迹； 5. 采样过程； 6. 反馈校正原理 7. 校正 8. 复合校正 9. 系统稳定的条件
10. 对于开环最小相位系统，根据奈氏曲线判断闭环系统稳定的条件是什么？
11. 对于开环非最小相位系统，根据奈氏曲线判断闭环系统稳定的条件是什么？
12. 对于开环最小相位系统，闭环稳定的幅相曲线是否包围 (-1, j0) 点？
13. 对于开环非最小相位系统，闭环稳定的幅相曲线是否包围 (-1, j0) 点？

三、填空题

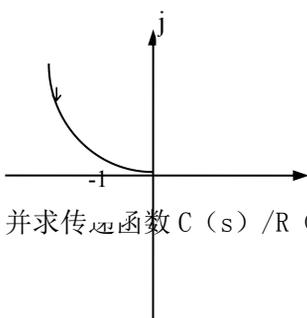
1. 根据系统给定值信号的特点，控制系统可分为_____控制系统、_____控制系统和程序控制系统。
2. 复合校正一般可分为按_____补偿和按_____补偿两种方式。
3. 设控制系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{10}{s^2(s+1)(s+2)}$ ，该系统的开环增益为_____、属于_____型系统。
4. 设开环系统频率特性 $G(j\omega) = \frac{1}{(1+j\omega)^2}$ ，当 $\omega=1$ 时，其相频特性为_____，幅频特性为_____。
5. 设系统传递函数为 $G(s) = \frac{20}{s^3 + 3s^2 + 2s + 28}$ ，采用 MATLAB 的命令为：>>num=[_____]; den=[_____]; G=tf(num, den) 则可求得该传递函数。
6. 一般地说，开环频率特性的低频段表征了闭环系统的_____性能，中频段表征了闭环系统的_____性能。
7. 在系统常用的性能指标上升时间、稳态误差和超调量中，通常用_____评价系统的响应速度；用_____评价系统的阻尼程度。

四、综合题

- 1、绘制的 $G(S) = \frac{0.2(S + 20)}{(S + 2)(S + 0.2)}$ 对数幅频渐进特性曲线。
- 2、分解 $G(S) = \frac{100}{(S + 1)(S + 10)}$ ，并概略其对数幅频渐近特性曲线。
- 3、(1) 已知系统开环传递函数 $G(s) = \frac{K(T_1S + 1)(T_2S + 1)}{S^3}$ (K、T₁、T₂均大于零) 其

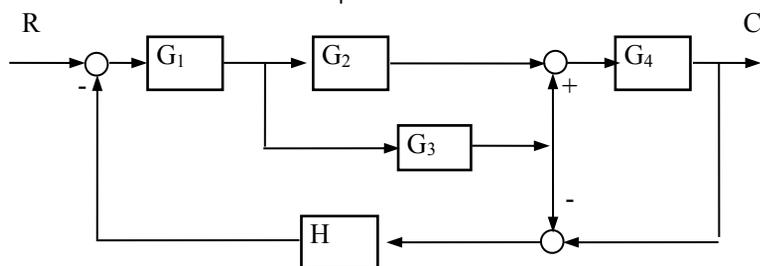
半封闭幅相曲线如图，根据奈氏判据判定系统稳定性，并说明闭环极点在 S 平面的分布情况。

(2) 已知系统开环传递函数 $G(s) = \frac{K}{S(TS + 1)}$ (K、T 均大于零) 其半封闭幅相曲线如图，根据奈氏判据判定系统稳定性，并说明闭环极点在 S 平面的分布情况。

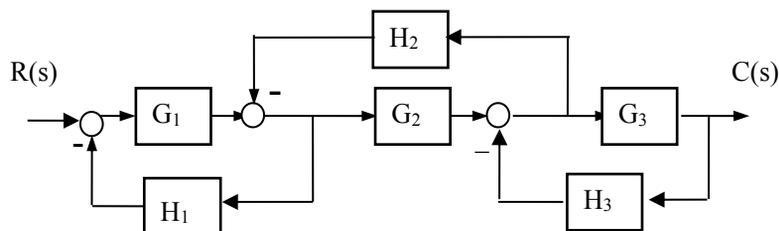


4、化简如图系统结构图，并求传递函数 $C(s) / R(s)$ 。

(1)



(2)



4、计算

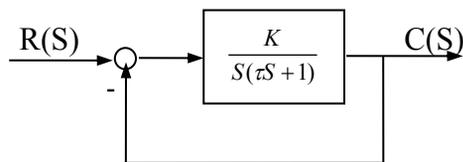
1. (1) 已知系统的特征方程为： $S^5 + 3S^4 + 10S^3 + 10S^2 + 30S + 20 = 0$ ，求系统在 S 右半平面的根数及虚根值。

(2) 已知系统的特征方程为： $S^5 + 3S^4 + 12S^3 + 24S^2 + 32S + 48 = 0$ ，求系统在 S 右半平面的根数及虚根值。

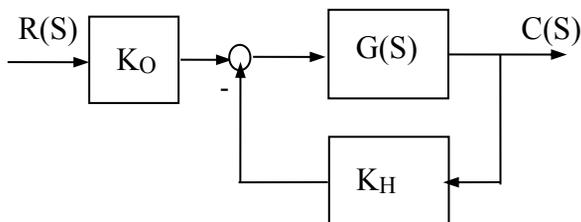
2. 有一位置随动系统结构如图， $K=40$ ， $\tau=0.1$

(1) 求系统的开环、闭环极点；

(2) 当输入单位阶跃信号时，求系统的无阻尼固有频率 ω_n 、阻尼比 ξ 和系统的超调量 $\sigma\%$ 。



5. 已知一阶环节的传递函数为 $G(S) = \frac{10}{0.2S + 1}$ ，若采用负反馈校正的方法，将调节时间 t_s 减小为原来的 0.1 倍，并且保证总的放大系数不变，请求取 K_H 和 K_0 的值。



6. 设单位反馈系统的开环传递函数为 $G(S) = \frac{K(s+1)}{S(TS+1)(2S+1)}$ ，由劳思判据确定系统稳定的 K 及 T 的取值。

7、已知系统的特征方程为： $S^5 + 2S^4 + 4S^3 + 4S^2 + 2S + 2 = 0$ ，由劳思判据判定系统的稳定性并说明特征根在 S 平面上的分布情况。

解：列劳思表（5 分，其中 1、2 行正确 1 分，其余每行 1 分）

S^5	1	4	2	(0)
S^4	2	4	2	(0)
S^3	2	1	0	
S^2	3	2		

$$\begin{matrix} S^1 & -1/3 & 0 \\ S^0 & 2 & \end{matrix}$$

由第一列数值符号的变化，数值符号发生了两次变化，所以系统不稳定；（2分）且有两个正实部特征根，即S右半平面有两个闭环极点。（1分）

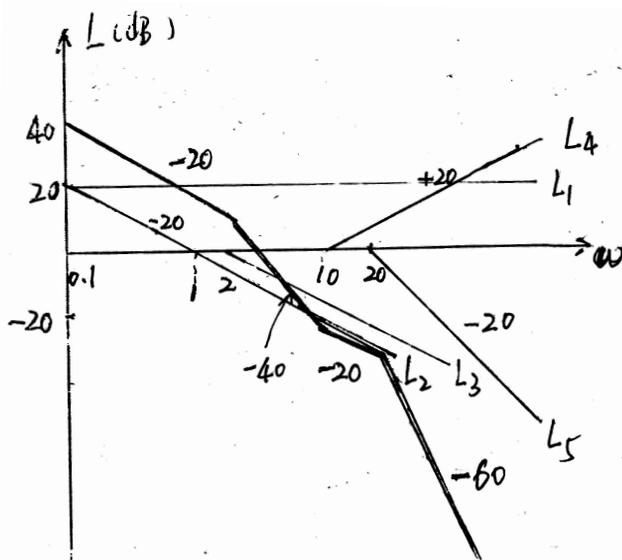
8、分解 $G(s) = \frac{4000(1+0.1s)}{s(0.5s+1)(s^2+10s+400)}$ ，并概略其对数幅频渐进特性曲线。

解：分解环节：将传递函数写成标准形式 $G(s) = \frac{10(0.1s+1)}{s(0.5s+1)[(s/20)^2 + \frac{1}{2} \frac{1}{20}s + 1]}$ （或标

准频率特性式 1分），分解为比例环节 10；积分环节 $1/s$ ；惯性环节 $1/(0.5s+1)$ ；比例微分环节 $(0.1s+1)$ ；二阶振荡环节

$$\frac{1}{[(s/20)^2 + \frac{1}{2} \frac{1}{20}s + 1]}$$

对数幅频特性渐近曲线各得 1分，计 5分；合成出总对数幅频特性渐近曲线（2分）



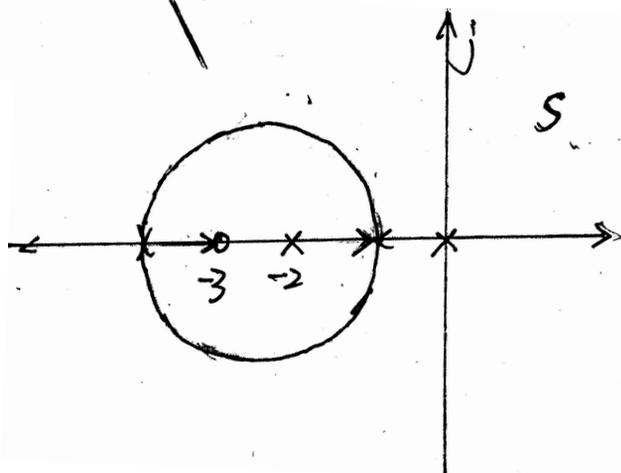
9、已知单位反馈系统的开环传递函数

$$G(s) = \frac{K(S+3)}{S(S+2)}$$

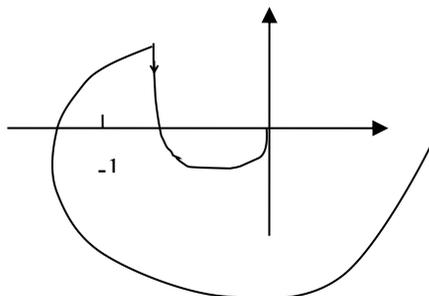
概略闭环根轨迹曲线。

由题意可知：开环零点 $Z=-3$ ，开环极点为 $P_1=0$ 、 $P_2=-2$ 或标示出三点位置（2分）；概略根轨迹如图。

（概略的轨迹曲线共 3段每段 2分，共 6分，另对称实轴曲线无论圆或椭圆等只要对称实轴均可）

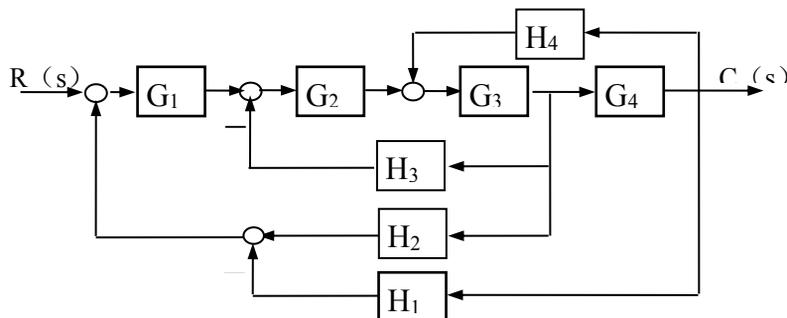


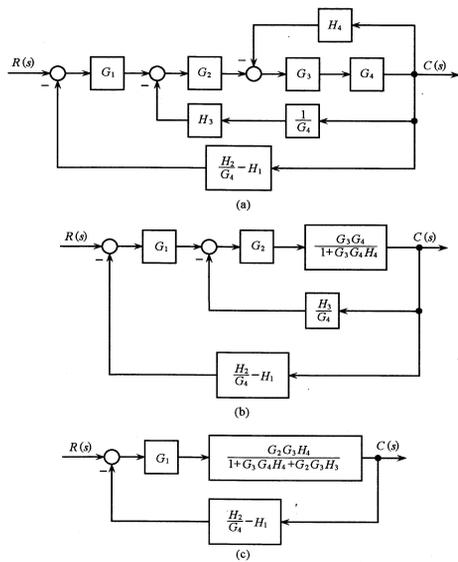
10、已知系统开环传递函数 $G(s) = \frac{K(T_1S + 1)(T_2S + 1)}{S^3}$ (K、T₁、T₂均大于零) 其半封闭幅相曲线如图，根据奈氏判据判定系统稳定性，并说明闭环极点在S平面的分布情况。由题知开环系统无右极点 P=0，含三个积分因子需逆时针补作3个90度圆弧



因为：幅相曲线的正穿越次数 $N_+ = 0$ ，(1分) 负穿越次数 $N_- = 1$ ，(1分)
 则包围圈数 $R = 2(N_+ - N_-) = -2 \neq P$ (1分)，所以系统不稳定 (2分)；又 $R = P - Z$ ， $Z = 2$ ，
 所以S右半平面有两个闭环极点。(2分)

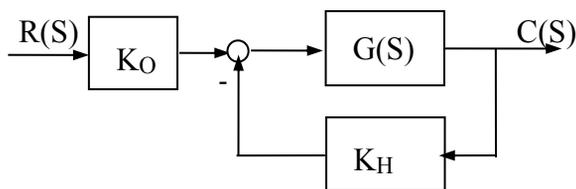
11、化简如图系统结构图，并求传递函数 $C(s) / R(s)$ 。





最后求得系统传递函数为：
$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_1 G_2 G_3 G_4}{1 + G_2 G_3 H_3 + G_3 G_4 H_4 + G_1 G_2 G_3 H_2 - G_1 G_2 G_3 G_4 H_1}$$

12、已知一阶环节的传递函数为 $G(S) = \frac{10}{0.2S + 1}$ ，若采用负反馈校正的方法，将时间常数减小为原来的 0.1 倍，并且保证总的放大系数不变，请求取 K_H 和 K_0 的值。



解：由一阶系统的传递函数知 $T=0.2, K=10$ 引入负反馈后，系统的闭环传递函数为：

$$\frac{C(S)}{R(S)} = \frac{K_0 G(S)}{1 + K_H G(S)}, \quad \text{代入 } G(S) \text{ 并整理成标准形式 } \frac{C(S)}{R(S)} = \frac{\frac{10K_0}{1+10K_H}}{\frac{0.2}{1+10K_H}S + 1};$$

对应的有： $\frac{10K_0}{1+10K_H} = K = 10$ ，和 $\frac{0.2}{1+10K_H} = 0.1T = 0.02$;

解得 $K_H = 0.9, K_0 = 10$

13、已知一单位反馈系统，其开环对数幅频特性曲线如图。串联校正装置传递函数 $G_c(s) = \frac{2S + 1}{10S + 1}$ ，写出校正后系统的开环传递函数；并概略校正后系统的开环对数幅频特性曲线。

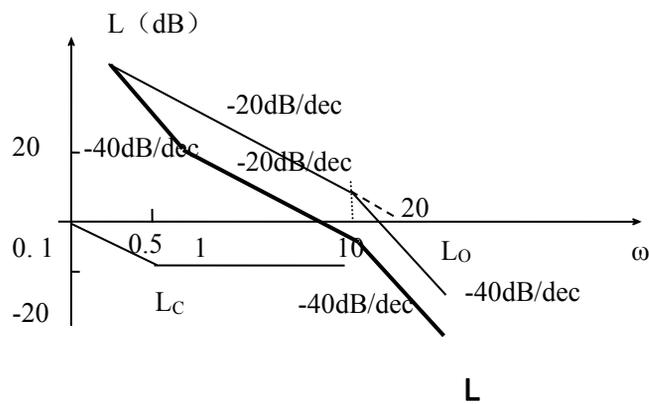
解：根据题意，据图知校正前开环系统为 1 型系统，低频段延长线有 $20\lg(K/\omega) = 0$ ，开环增益 $K = \omega = 20$ ；又由图知系统含一个惯性环节，其转折频率 $\omega = 10$ ， $T = 0.1$ ；

所以，校正前开环系统的传递函数 $G_o(s) = \frac{20}{S(0.1S + 1)}$ ；校正后系统的开环传递函数为：

$$G_c(s)G_o(s) = \frac{20(2S + 1)}{s(0.1s + 1)(10S + 1)}$$

又知校正环节传递函数 $G_c(s) = \frac{2S + 1}{10S + 1}$ ，画出其对数幅频特性曲线如图，与校正前曲线合成后

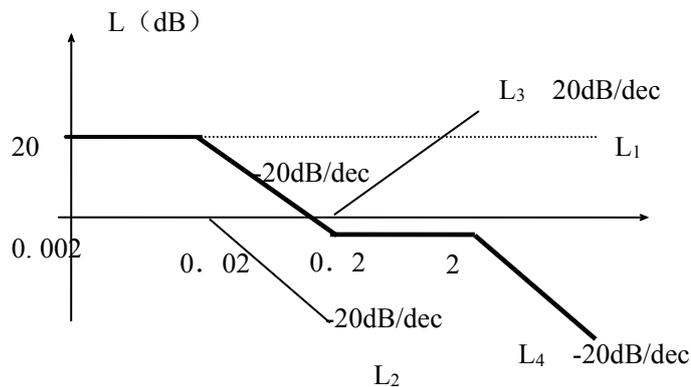
曲线即为校正后系统的开环对数幅频特性曲线。



14

分解环节:将传递函数写成标准形式 $G(s) = \frac{10(5s+1)}{(0.5s+1)(50s+1)}$ (或标准频率特性式 1 分),

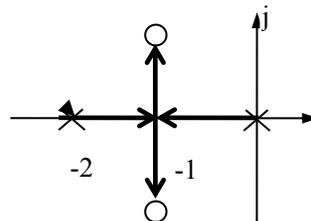
分解为比例环节 10; 惯性环节 $1/(0.5s+1)$ 和 $1/(50s+1)$; 比例微分环节 $(5s+1)$; 并画出几个环节相应的对数幅频特性渐近曲线各得 1 分, 计 4 分; 合成出总对数幅频特性渐近曲线 (3 分)



15、已知单位反馈系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{K(S^2 + 2S + 2)}{S(S + 2)}$, 概略闭环根轨迹曲线。

由题意可知: 开环零点 $Z_1 = -1 + j$ 、 $Z_2 = -1 - j$, 开环极点为 $P_1 = 0$ 、 $P_2 = -2$ 或标示出四点位置 (2 分); 概略根轨迹如图。

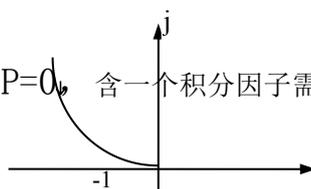
(概略的轨迹曲线共 3 段每段 2 分, 共 6 分, 另对称实轴曲线无论圆或椭圆等只要对称实轴均可)

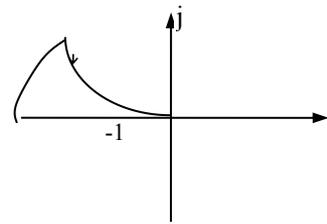


16、已知系统开环传递函数 $G(s) = \frac{K}{S(TS + 1)}$ (K、T 均大于零) 其半封闭幅相曲线如图,

根据奈氏判据判定系统稳定性, 并说明闭环极点在 S 平面的分布情况。

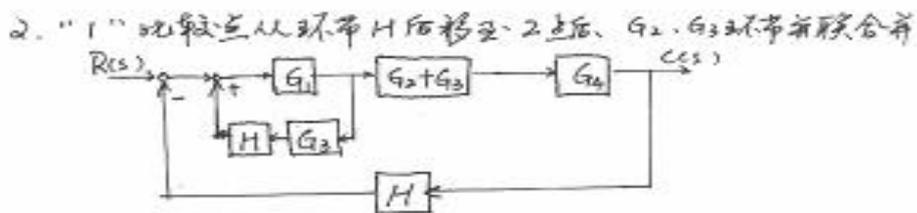
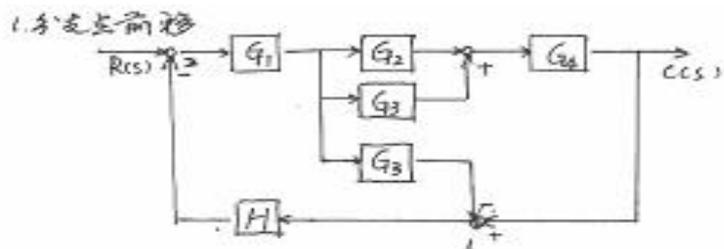
由题知开环系统无右极点 $P=0$, 含一个积分因子需逆时针补作 1 个 90 度圆弧





因为：幅相曲线的正穿越次数 $N_+ = 0$ ，（1分） 负穿越次数 $N_- = 1/2$ ，
 则包围圈数 $R = 2(N_+ - N_-) = -1 \neq P$ ，所以系统不稳定；又 $R = P - Z$ ， $Z = 1$ ，
 所以 S 右半平面有一个闭环极点。

17、化简如图系统结构图，并求传递函数 $C(s) / R(s)$ 。



3. 将明显的串、并联、反馈化简为简洁的传递函数

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_1(G_2+G_3)G_4}{1-G_1G_3H+G_1(G_2+G_3)G_4H}$$

$$\text{或} \quad \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_1G_2G_4+G_1G_3G_4}{1+G_1G_2G_4H+G_3G_3G_4H-G_1G_3H}$$

18

解：由结构图可得，开环、闭环传递函数分别为：

$$G(S) = \frac{40}{S(0.1S+1)} \quad (\text{或特征方程}) \quad (1\text{分}) \quad \text{和} \quad \Phi(S) = \frac{400}{S^2+10S+400} \quad (\text{或特征方程}) \quad (1\text{分})$$

(1) 由此可得开环极点为： $P_1 = 0$ ， $P_2 = -10$ ；（1分）

闭环极点为： $p_{1,2} = -5 \pm j5\sqrt{15}$ （或 $-5 \pm j19.365$ ）；（1分）

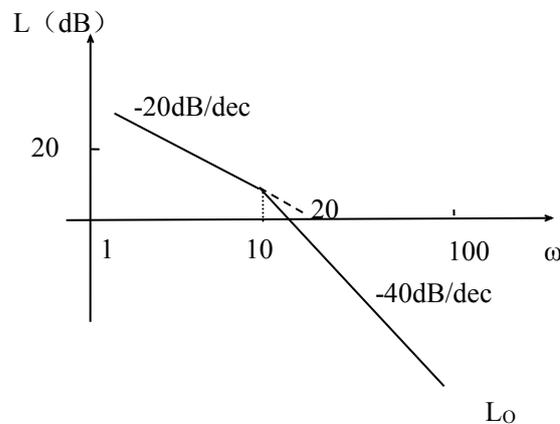
(2) 将闭环传递函数写成标准形式： $\Phi(S) = \frac{\omega_n^2}{S^2 + 2\xi\omega_n S + \omega_n^2}$,

相应得出 $\omega_n^2=400$, $2\xi\omega_n=10 \rightarrow \omega_n = 20$ (2分), $\xi = 0.25$ (2分);

$$\sigma\% = e^{\frac{-\xi\pi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \times 100\% \approx 45\% \quad (2 \text{分})$$

19 已知一单位反馈系统，其开环对数幅频特性曲线如图。串联校正装置传递函数

$G_c(s) = \frac{0.1S+1}{0.01S+1}$ ，写出校正后系统的开环传递函数；并概略校正后系统的开环对数幅频特性曲线。



解：根据题意，据图知校正前开环系统为 1 型系统，低频段延长线有 $20 \lg(K/\omega) = 0$ ，开环增益 $K = \omega = 20$ ；又由图知系统含一个惯性环节，其转折频率 $\omega = 10$, $T = 0.1$ ；

所以，校正前开环系统的传递函数 $G_o(s) = \frac{20}{S(0.1S+1)}$ ； 校正后系统的开环传递函数为：

数为：

$$G_c(s)G_o(s) = \frac{20}{s(0.01s+1)}$$

又知校正环节传递函数 $G_c(s) = \frac{0.1S+1}{0.01S+1}$ ，画出其对数幅频特性曲线如图，与校正前曲线合成后曲线即为校正后系统的开环对数幅频特性曲线

