

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

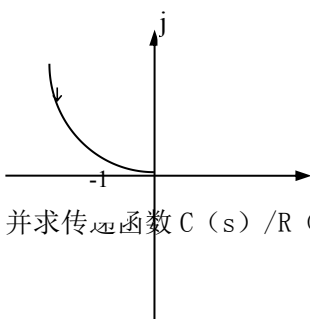
1、绘制的 $G(S) = \frac{0.2(S+20)}{(S+2)(S+0.2)}$ 对数幅频渐进特性曲线。

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, T_1, T_2 均大于零) 其

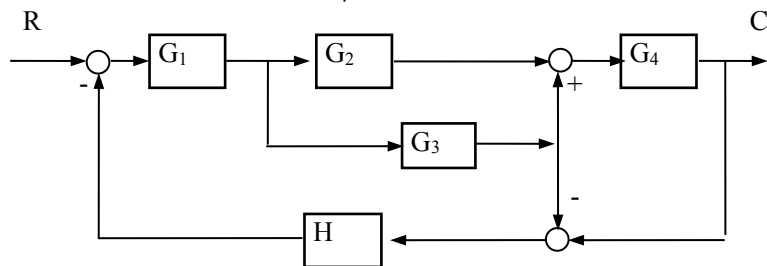
半封闭幅相曲线如图，根据奈氏判据判定系统稳定性，并说明闭环极点在 S 平面的分布情况。

(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。

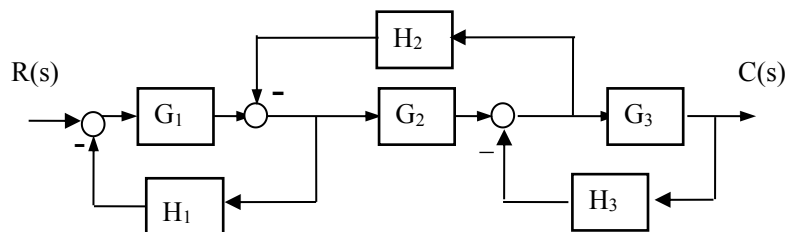


4、化简如图系统结构图，并求传递函数 $C(s) / R(s)$ 。

(1)



(2)



4、计算

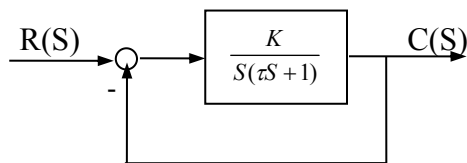
1. (1) 已知系统的特征方程为： $S^5 + 3S^4 + 10S^3 + 10S^2 + 30S + 20 = 0$ ，求系统在 S 右半平面的根数及虚根值。

(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。

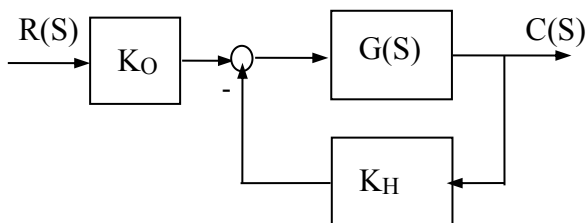
2. 有一位置随动系统结构如图， $K=40$ ， $\tau=0.1$

(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）

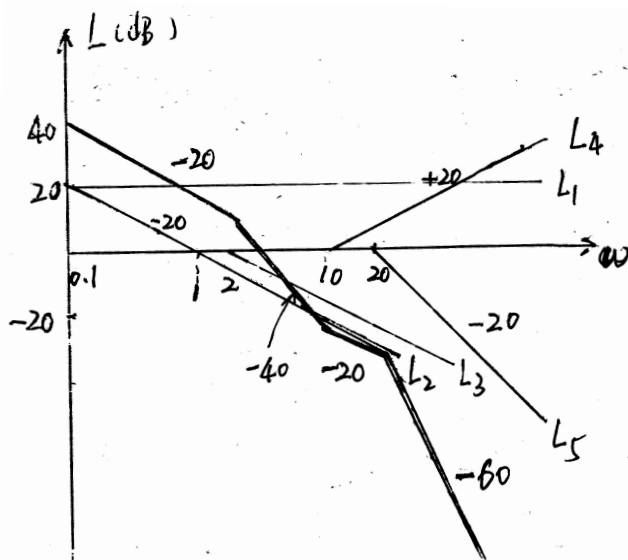
8、分解 $G(s) = \frac{4000(1+0.1s)}{s(0.5s+1)(s^2+10s+400)}$ ，并概略其对数幅频渐进特性曲线。

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）



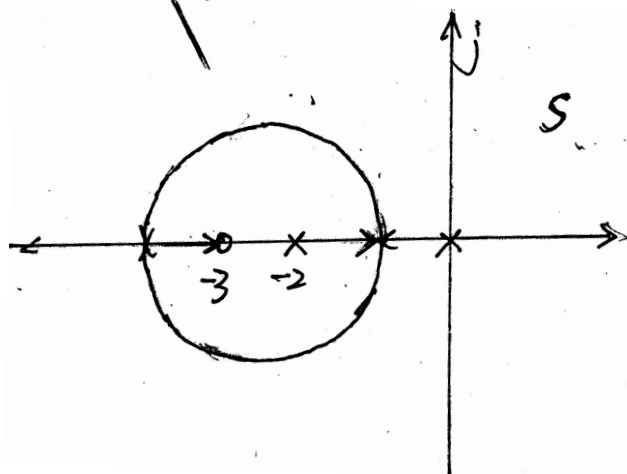
9、已知单位反馈系统的开环传递函数

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

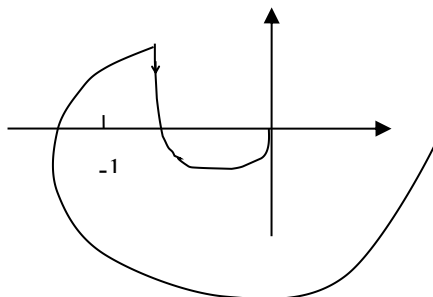
概略闭环根轨迹曲线。

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）

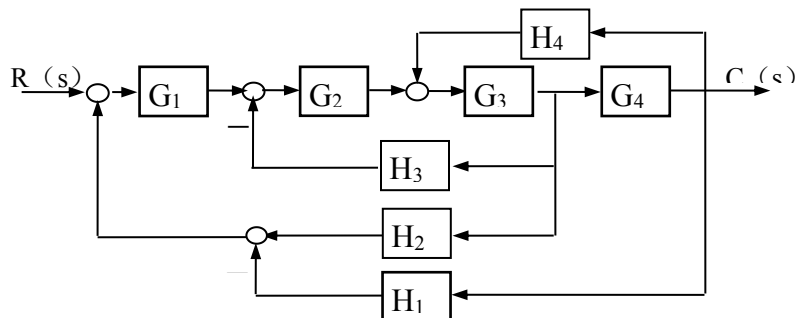


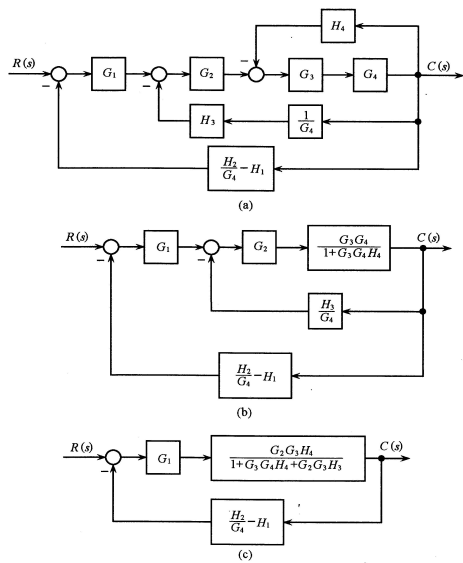
10、已知系统开环传递函数 $G(s) = \frac{K(T_1S + 1)(T_2S + 1)}{S^3}$ (K、T₁、T₂均大于零) 其半封闭幅相曲线如图，根据奈氏判据判定系统稳定性，并说明闭环极点在S平面的分布情况。由题知开环系统无右极点 P=0，含三个积分因子需逆时针补作3个90度圆弧



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)

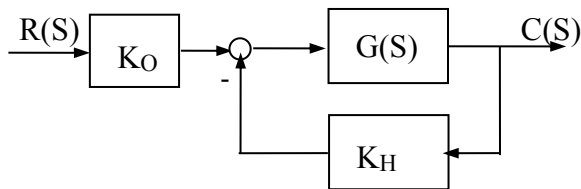
11、化简如图系统结构图，并求传递函数 $C(s) / R(s)$ 。





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。

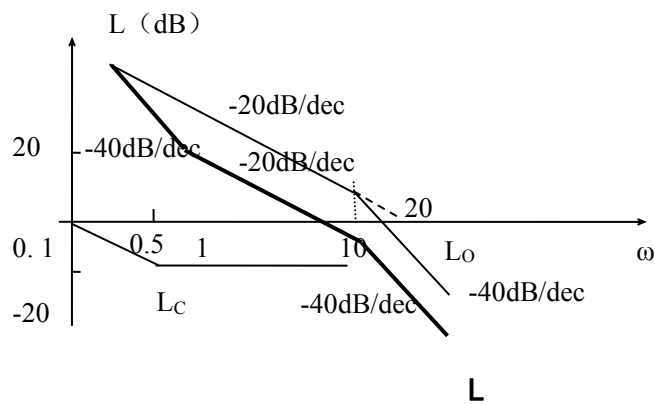
解：根据题意，据图知校正前开环系统为1型系统，低频段延长线有 $20\lg(K/\omega) = 0$ ，开环增益 $K = \omega = 20$ ；又由图知系统含一个惯性环节，其转折频率 $\omega = 10$ ， $T = 0.1$ ；

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

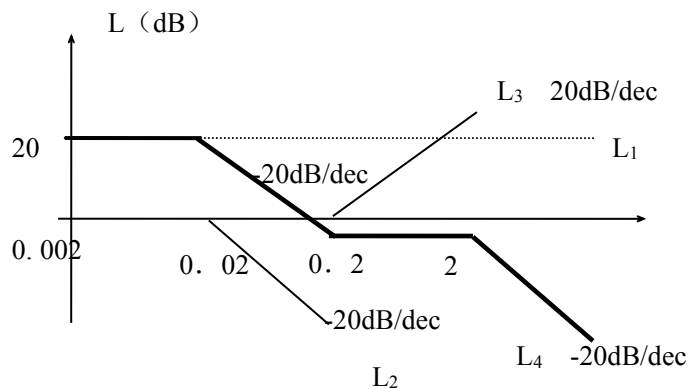
曲线即为校正后系统的开环对数幅频特性曲线。



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),

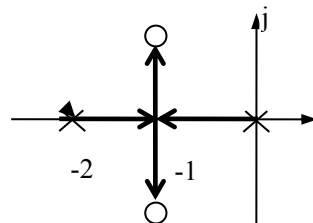
分解为比例环节 10; 惯性环节 $1/(0.5s+1)$ 和 $1/(50s+1)$; 比例微分环节 $(5s+1)$; 并画出几个环节相应的对数幅频特性渐近曲线各得 1 分, 计 4 分; 合成出总对数幅频特性渐近曲线 (3 分)



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。

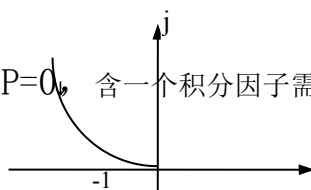
(概略的轨迹曲线共 3 段每段 2 分, 共 6 分, 另对称实轴曲线无论圆或椭圆等只要对称实轴均可)

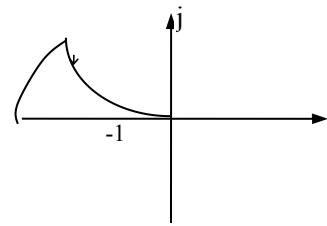


16、已知系统开环传递函数 $G(s) = \frac{K}{S(TS + 1)}$ (K、T 均大于零) 其半封闭幅相曲线如图,

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。

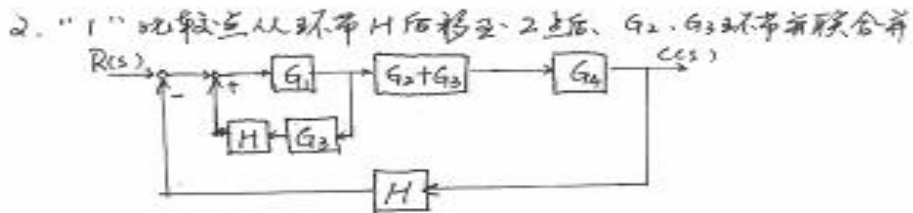
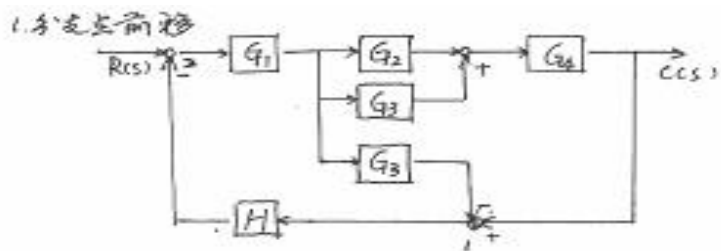
由题知开环系统无右极点 $P=0$, 含一个积分因子需逆时针补作 1 个 90 度圆弧





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）

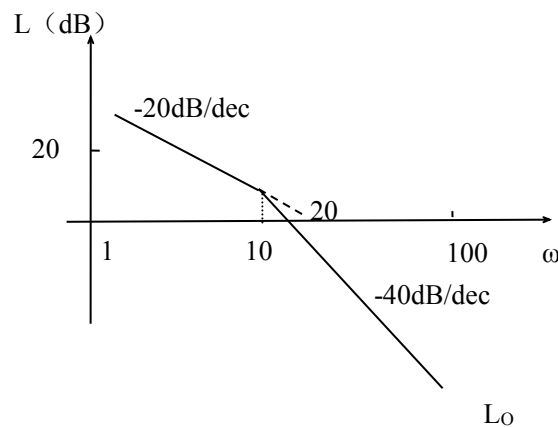
(2) 将闭环传递函数写成标准形式： $\Phi(S) = \frac{\omega_n^2}{S^2 + 2\xi\omega_n S + \omega_n^2}$,

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

