

1. 惯性环节和积分环节的频率特性在 (A) 上相等。
 A. 幅频特性的斜率 B. 最小幅值 C. 相位变化率 D. 穿越频率
2. ω 从 0 变化到 $+\infty$ 时, 延迟环节频率特性极坐标图为 (A)
 A. 圆 B. 半圆 C. 椭圆 D. 双曲线
3. 若系统的开环传递函数为 $\frac{10}{s(5s+2)}$, 则它的开环增益 K 为 (C)
4. 二阶系统的传递函数 $G(s) = \frac{5}{s^2 + 2s + 5}$, 则该系统是 (B)
 A. 临界阻尼系统 B. 欠阻尼系统 C. 过阻尼系统 D. 零阻尼系统
5. 若保持二阶系统的 ζ 不变, 提高 ω_n , 则可以 (B)
 A. 提高上升时间和峰值时间 B. 减少上升时间和峰值时间
 C. 提高上升时间和调整时间 D. 减少上升时间和超调量
6. 一阶微分环节 $G(s) = 1 + Ts$, 当频率 $\omega = \frac{1}{T}$ 时, 则相频特性 $\angle G(j\omega)$ 为 (A)
7. 最小相位系统的开环增益越大, 其 (D)
 A. 振荡次数越多 B. 稳定裕量越大
 C. 相位变化越小 D. 稳态误差越小
8. 设系统的特征方程为 $D(s) = s^4 + 8s^3 + 17s^2 + 16s + 5 = 0$, 则此系统 (A)
 A. 稳定 B. 临界稳定 C. 不稳定 D. 稳定性不确定。
9. 某单位反馈系统的开环传递函数为: $G(s) = \frac{k}{s(s+1)(s+5)}$, 当 $k =$ (C) 时, 闭环系统临界稳定。
10. 设系统的特征方程为 $D(s) = 3s^4 + 10s^3 + 5s^2 + s + 2 = 0$, 则此系统中包含正实部特征的个数有 (C)
11. 单位反馈系统开环传递函数为 $G(s) = \frac{5}{s^2 + 6s + 5}$, 当输入为单位阶跃时, 则其稳态误差为 (C)
 B. 0.2 C. 稳态误差 e_{ss} 与误差信号 $E(s)$ 的函数关系为 (B)
 A. $e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} E(s)$ B. $e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s)$
 C. $e_{ss} = \lim_{s \rightarrow \infty} E(s)$ D. $e_{ss} = \lim_{s \rightarrow \infty} sE(s)$
13. 采用负反馈形式连接后, 则 (D)
 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。

14、系统特征方程为 $D(s) = s^3 + 2s^2 + 3s + 6 = 0$ ，则系统 (C)

- 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 $Z = 2$ 。

15、开环频域性能指标中的相角裕度 γ 对应时域性能指标 (A)。

- 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

16、已知开环幅频特性如图2所示，则图中不稳定的系统是(B)。

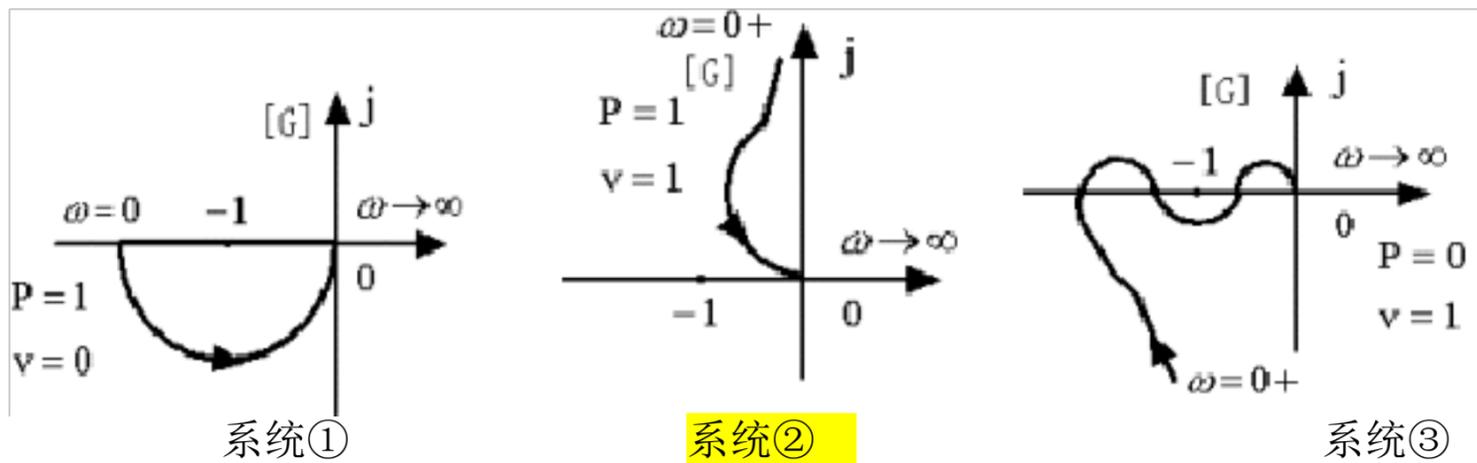


图 2

- A、系统①
- B、系统②
- C、系统③
- D、都不稳定

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

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

18、适合应用传递函数描述的系统是：(A)

- 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

19、单位反馈系统稳态速度误差的正确含义是：(C)

- A、在 $r(t) = R \cdot 1(t)$ 时，输出速度与输入速度的稳态误差；
- B、在 $r(t) = R \cdot 1(t)$ 时，输出位置与输入位置的稳态误差；
- C、在 $r(t) = V \cdot t$ 时，输出位置与输入位置的稳态误差；
- D、在 $r(t) = V \cdot t$ 时，输出速度与输入速度的稳态误差。

30、某系统的传递函数为 $\frac{1}{s^2}$ ，在输入 $r(t) = 2 \sin 3t$ 作用下，其输出稳态分量的幅值为 (B)。

- A、 $\frac{1}{9}$ B、 $\frac{2}{9}$ C、 $\frac{1}{2}$ D、 $\frac{1}{3}$

31、二阶系统的动态响应根据 ζ 的值不同而不同，当 (C)，系统被称为无阻尼系统；当 (A) 时称为欠阻尼系统；当 (D) 时称为过阻尼系统。

- (A) $0 < \zeta < 1$ (B) $\zeta > 1$ (C) $\zeta = 0$ (D) $\zeta < 1$

32. 正弦函数 $\sin \omega t$ 的拉氏变换是 (B)

- A. $\frac{1}{s + \omega}$ B. $\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$ C. $\frac{s}{s^2 + \omega^2}$ D. $\frac{1}{s^2 + \omega^2}$

33、希望特性的伯德图的幅频特性通常分为高、中、低三段，其中低频段反映了系统的 (A) 中频段反映了系统的 (B)；高频段反映了系统的 (C)。

- (A) 稳态性能 (B) 动态性能 (C) 抗高频干扰能力 (D) 以上都不是

34、对于欠阻尼的二阶系统，当无阻尼自然振荡频率 ω_n 保持不变时，则有 (D)；

- (A) 阻尼比 ξ 越小，系统的调整时间 t_s 越大
(B) 阻尼比 ξ 越小，系统的调整时间 t_s 越小
(C) 阻尼比 ξ 越小，系统的调整时间 t_s 不变
(D) 阻尼比 ξ 越小，系统的调整时间 t_s 不定

35、穿越频率 ω_c 增加， t_s 将 (B)

- (A) 变大 (B) 变小 (C) 不变 (D) 不确定

36、幅值裕量 K_g 为以下哪种情况时系统是稳定的 (A)

- (A) $K_g > 1$ (B) $K_g < 0$ (C) $K_g > 0$ (D) $0 < K_g < 1$

37、工程上通常要求 γ 的范围为：(D)

- (A) $10^\circ \sim 20^\circ$ (B) $20^\circ \sim 30^\circ$ (C) $50^\circ \sim 70^\circ$ (D) $30^\circ \sim 60^\circ$

38、以下性能指标组中，反应了系统的动态性能指标的一组是 (C)

- (A) t_v 、 t_s 、 N (B) $\delta\%$ 、 ess 、 t_s (C) t_p 、 t_s 、 $\delta\%$ (D) ΔC_{max} 、 t_s 、 t_r

39、由下面的各图的奈氏曲线判断其对应闭环系统的稳定性：(A)

- (A) 稳定 (B) 不稳定 (C) 不确定 (D) 临界

40、二阶系统的相位裕量 γ 变小，超调量 $\delta\%$ (C)

- (A) 变小 (B) 不变 (C) 变大 (D) 不确定

41. RLC 串联电路构成的系统应为 (D) 环节。

- A 比例 B. 惯性 C. 积分 D. 振荡

42. 输出信号与输入信号的相位差随频率变化的关系是 (B)。

- A. 幅频特性 B. 相频特性 C. 传递函数 D. 频率响应函数

43. 利用奈奎斯特图可以分析闭环控制系统的 (A)

- A. 稳态性能 B. 动态性能 C. 稳态和动态性能 D. 抗扰性能

44. 在伯德图中反映系统动态特性的是 (B)。

- A. 低频段 B. 中频段 C. 高频段 D. 无法反映

45. 若二阶系统的调节时间长，则说明 (B)

- A. 系统响应快 B. 系统响应慢

C. 系统的稳定性差 D. 系统的精度差

46. 某典型环节的传递函数是 $G(s) = \frac{1}{5s+1}$ ，则该环节是 (C)

A. 比例环节 B. 积分环节 C. 惯性环节 D. 微分环节

47. 下列判别系统稳定性的方法中，哪一个是在频域里判别系统稳定性的判据(C)

A. 劳斯判据 B. 赫尔维茨判据
C. 奈奎斯特判据 D. 根轨迹法

48. 对于一阶、二阶系统来说，系统特征方程的系数都是正数是系统稳定的 (B)

A. 充分条件 B. 必要条件 C. 充分必要条件 D. 以上都不是

49. 已知系统的微分方程为 $6\frac{dx_c}{dt} + 2x_c = 2x_r$ ，则系统的传递函数是 (A)

A. $\frac{1}{3s+1}$ B. $\frac{2}{3s+1}$ C. $\frac{1}{6s+2}$ D. $\frac{2}{3s+2}$

50. 设开环系统频率特性 $G(j\omega) = \frac{4}{(1+j\omega)^3}$ ，当 $\omega=1\text{rad/s}$ 时，其频率特性幅值

$A(1) =$ (C)

A. $\frac{\sqrt{2}}{4}$ B. $4\sqrt{2}$ C. $\sqrt{2}$ D. $2\sqrt{2}$

二、填空

1. 闭环控制系统又称为反馈系统。

2. 一阶系统当输入为单位斜坡函数时，其响应的稳态误差恒为时间常数 T (或常量)。

3. 对于最小相位系统一般只要知道系统的开环幅频特性就可以判断其稳定性。

4. 一般讲系统的位置误差指输入是阶跃信号所引起的输出位置上的误差。

5. 传递函数分母多项式的根，称为系统的极点。

6. 反馈控制又称偏差控制，其控制作用是通过给定值与反馈量的差值进行的。

7. 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 $G_1(s) + G_2(s)$ (用 $G_1(s)$ 与 $G_2(s)$ 表示)。

8. 建设系统的数学模型的方法主要有解析法和实验法。

9. 对控制系统的基本要求是：稳定性、快速性、准确性，而稳定性是对一个系统的最基本要求。

10. 系统稳定的充分与必要条件是：系统所有特征根都具有负的实部，即其特征方程的根都在 S 的左半平面。

11、一阶系统的闭环传递函数为 $\phi(s) = \frac{10}{0.2s+1}$ ，则系统的调节时间 $t_s =$ ($\pm 2\%$ 的误差带)。

12、系统的传递函数 $G(s)$ 的全部极点位于 s 平面的左半部，没有零点落在 s 的右半平面的系统称为 最小相位系统。

13、闭环控制系统是通过 反馈回路 使系统构成闭环并按 偏差 的性质产生控制作用，从而 减小或消除误差 的控制系统。

14、系统的稳定裕量用 相位裕量 和 幅值裕量 来表征。

15. 系统输入量到输出量之间的通道为 前向通道；从输出量到反馈信号之间的通道为 反馈通道。16. 将输出量引入到输入端，使输出量对控制作用产生直接的影响，则形成 闭环控制 系统。

17. 自动控制是在没有人直接参与的情况下，通过 控制器（或控制装置） 使 被控制对象 或 过程 自动地在一定的精度范围内按照 预定的规律 运行。

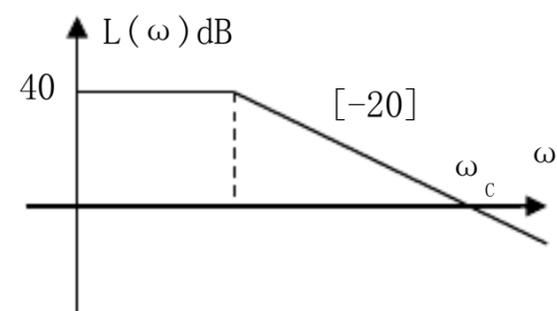
18. 输入信号 也叫参考输入，它是控制着输出量变化规律的指令信号。

19. 输出信号 是指被控对象中要求按一定规律变化的物理量，又称 被控量，它与输入量之间保持一定的函数关系。由系统(或元件)输出端取出并反向送回系统(或元件)输入端的信号称为 反馈信号。偏差信号 是指参考输入与主反馈信号之差。误差信号指系统输出量的 实际值 与 期望值 之差。扰动信号 是一种不希望的、影响系统输出的不利因素。此信号既可来自系统内部，又可来自系统外部，前者称 内部扰动，后者称 外部扰动。

20. 描述系统动态过程中各变量之间相互关系的数学表达式称为系统的 数学模型。

21. 已知自动控制系统 $L(\omega)$ 曲线为：

则该系统开环传递函数： $G(s) = \frac{100}{10s+1}$ ；



$\omega_c =$ 100。

系统的数学模型有多种，常用的有：微分方程、传递函数、动态结构图、频率特性 等。

23. 动态性能指标包括: t_p 、 t_s 、 t_r 、 t_d 、 $\sigma\%$ 、 N , 其中 t_p 、 t_s 、 t_r 、 t_d 是阶跃响应过程的快速性指标。 $\sigma\%$ 、 N 是时间响应的平稳性指标。它们描述了瞬态响应过程, 反映了系统的动态性能。稳态误差描述了稳态响应, 反映了稳态性能。

24. 函数 $f(t)=2t^2+3t+1$ 的拉氏变换 $F(S)=\frac{4}{s^3}+\frac{3}{s^2}+\frac{1}{s}$ 。

25. 函数 $F(s)=\frac{1}{s+3}$ 的原函数为 $f(t)=e^{-3t}$ 。

26. 一阶系统的闭环传递函数为 $\phi(s)=\frac{10}{0.2s+1}$, 则系统的调节时间 $t_s=$ ($\pm 2\%$ 的误差带)。

27. 若系统的开环传递函数 $G(s)=\frac{20}{s(0.2s+1)(0.5s+1)}$ 数为 则此系统的幅频特性

$A(\omega)=$ _____, $\Phi(\omega)=$ _____。

28. 奈氏稳定判据是根据开环频率特性曲线绕 $(-1, j0)$ 点的情况和 S 右半平面上的极点数 来判别对应闭环系统的稳定性。

29. 一般可将稳态误差分为 给定 稳态误差及 扰动 稳态误差。

控制中 P、I、D 的含义分别是 (比例)、(积分) 和 (微分)。

31. 并联方框图的等效传递函数等于各并联传递函数之和。

32. 单位脉冲函数信号的拉氏变换式 1。

33. 系统开环传递函数中有一个积分环节则该系统为 I 型系统。

34. 二阶系统的谐振峰值与 阻尼比 有关。

35. 线性系统在零初始条件下输出量与输入量的拉氏变换之比, 称该系统的传递函数。

36. 系统输出由零上升到第一次穿过稳态值所需要的时间为 上升时间。

37. 二阶系统的传递函数 $G(s)=4/(s^2+2s+4)$, 其无阻尼自然振荡频率 $\omega_n=2$, 阻尼比 $\xi=$ 。

38. 在水箱水温控制系统中, 受控对象为 水箱, 被控量为 水温。

三、判断题

1. I 型系统工程最佳参数是指先用 $K=1/(2T)$ 或 $\xi=0.707$ 。 ✓
2. 积分或比例积分调节器的输出具有记忆和保持功能。 ✓
3. 闭环传递函数中积分环节的个数决定了系统的类型。 ✗
4. II 型系统的 Bode 图幅频特性曲线中，穿越频率和开环增益的值相等。 ✗
- 型系统的 Bode 图幅频特性曲线中，穿越频率和开环增益的值相等。 ✓
- 原函数为 $f(t) = \cos \omega t$ ，则象函数 $F(S) = \frac{S}{S^2 + \omega^2}$ 。 ✓ (有问题)
7. $G_1(S)$ 和 $G_2(S)$ 为串联连接则等效后的结构为 $G_1(S) \cdot G_2(S)$ 。 ✓
8. 二阶系统在单位阶跃信号作用下 当 $\zeta = 0$ 时系统输出为等幅振荡。 ✓
9. 劳斯判据判断系统稳定的充分必要条件是特方程各项系数大于零。 ✗
10. 稳态误差为 $e_{ss} = \lim_{s \rightarrow \infty} S \cdot E(s)$ 。 ✓
11. 系统输出超过稳态值达到第一个峰值所需的时间为峰值时间。 ✓
12. I 型系统开环对数幅频渐近特性的低频段斜率为 $-40(\text{dB}/\text{dec})$ 。 ✗
13. 一阶系统在单位阶跃响应下 $t_s(5\%) = 3T$ 。 ✓
14. 开环控制的特征是系统有反馈环节。 ✗
15. 复合控制有两种基本形式：即按输入前馈补偿的复合控制和按误差的前馈复合控制。 ✗
16. 自动控制系统按照给定量的变化规律不同分为恒值控制系统、随动控制系统和程序控制系统。 ✓
17. 比例环节的频率特性相位移 $\varphi(\omega) = 0^\circ$ 。 ✓
18. 直接对控制对象进行操作的元件称为执行元件。 ✓
19. 引出点前移越过一个方块图单元时，应在引出线支路上串联越过的方块图单元的倒数。 ✗
20. 系统开环对数幅频特性在高频段的幅值，直接反应了对输入端高频干扰信号的抑制能力。高频段的分贝值越低，表明系统的抗干扰能力越强。 ✓
21. 谐振峰值 M_r 反映了系统的相对稳定性。 ✓
22. 闭环幅频特性出现峰值时的频率称为谐振频率。它在一定程度上反映了系统的快速性，谐振频率越大，系统的快速性越好。 ✓
23. 对于最小相位系统，其闭环系统稳定性的充要条件是 $G(j\omega)H(j\omega)$ 曲线不

包围 $(-1, j0)$ 点, 即 $|G(j\omega)H(j\omega)| < 1$, 对应的 $K_g < 1$ 。✘

24. 对于最小相位系统, 相位裕量 $\gamma < 0$, 相应的闭环系统不稳定。✔

型系统开环对数幅频渐近特性的低频段斜率为 -20 (dB/dec)。✘

四. 简答题

1. 评价控制系统的优劣的时域性能指标常用的有哪些? 每个指标的含义和作用是什么?

答: 最大超调量: 单位阶跃输入时, 响应曲线的最大峰值与稳态值之差; 反映相对稳定性;

调整时间: 响应曲线达到并一直保持在允许误差范围内的最短时间; 反映快速性;

峰值时间: 响应曲线从零时刻到达峰值的时间。反映快速性;

上升时间: 响应曲线从零时刻到首次到达稳态值的时间。反映快速性;

2. 开环控制系统和闭环控制系统的主要特点是什么?

答:

开环控制系统: 是没有输出反馈的一类控制系统。其结构简单, 价格低, 易维修。精度低、易受干扰。

闭环控制系统: 又称为反馈控制系统, 其结构复杂, 价格高, 不易维修。但精度高, 抗干扰能力强, 动态特性好。

3. 简要论述自动控制理论的分类及其研究基础、研究的方法。

答: 自动控制理论分为“经典控制理论”和“现代控制理论”, “经典控制理论”以传递函数为基础, 以频率法和根轨迹法为基本方法, “现代控制理论”以状态空间法为基础,

4. PID 控制器各环节的作用是什么?

答: PID 控制器各环节的作用是:

(1) 比例环节 P: 成比例地反映控制系统的偏差信号, 偏差一旦出现, 控制器立即产生控制作用, 以便减少偏差, 保证系统的快速性。

(2) 积分环节 I: 主要用于消除静差, 提高系统的控制精度和无差度。

(3) 微分环节 D: 反映偏差信号的变化趋势, 并能在偏差信号变得过大之前, 在系统中引入一个早期修正信号, 从而加快系统的动作速度, 减少调节时间。

五. 分析计算题

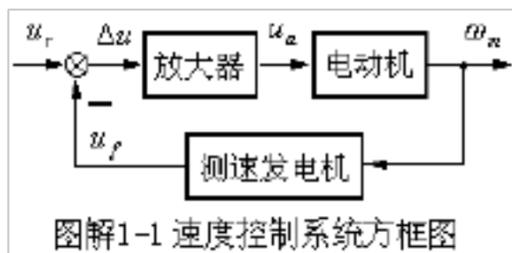
第一章 自动控制的一般概念

习题及答案

1-1 根据题 1-15 图所示的电动机速度控制系统工作原理图, 完成:

(1) 画出系统方框图。

解 (1) 系统方框图如图解 1-1 所示。



1-2 图 1-17 为工业炉温自动控制系统的工作原理图。分析系统的工作原理，指出被控对象、被控量和给定量，画出系统方框图。

图 1-17 炉温自动控制系统原理图

解 加热炉采用电加热方式运行，加热器所产生的热量与调压器电压 u_c 的平方成正比， u_c 增高，炉温就上升， u_c 的高低由调压器滑动触点的位置所控制，该触点由可逆转的直流电动机驱动。炉子的实际温度用热电偶测量，输出电压 u_f 。 u_f 作为系统的反馈电压与给定电压 u_r 进行比较，得出偏差电压 u_e ，经电压放大器、功率放大器放大成 u_a ，作为控制电动机的电枢电压。

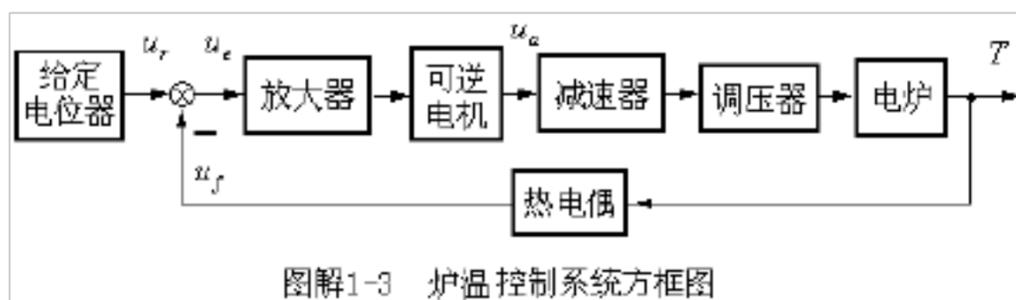
在正常情况下，炉温等于某个期望值 $T^\circ\text{C}$ ，热电偶的输出电压 u_f 正好等于给定电压 u_r 。此时， $u_e = u_r - u_f = 0$ ，故 $u_1 = u_a = 0$ ，可逆电动机不转动，调压器的滑动触点停留在某个合适的位置上，使 u_c 保持一定的数值。这时，炉子散失的热量正好等于从加热器吸取的热量，形成稳定的热平衡状态，温度保持恒定。

当炉膛温度 $T^\circ\text{C}$ 由于某种原因突然下降 (例如炉门打开造成的热量流失)，则出现以下的控制过程：

控制的结果是使炉膛温度回升，直至 $T^\circ\text{C}$ 的实际值等于期望值为止。



系统中，加热炉是被控对象，炉温是被控量，给定量是由给定电位器设定的电压 u_r (表征炉温的希望值)。系统方框图见图解 1-3。



第二章 控制系统的数学模型

习题及答案

2-1 试建立图所示各系统的微分方程。

解(c) 应用复数阻抗概念可写出

$$U_r(s) = \frac{R \frac{1}{Cs}}{R + \frac{1}{Cs}} I(s) + U_c(s) \quad (3)$$

$$I(s) = \frac{U_c(s)}{R_2} \quad (4)$$

联立式 (3)、(4)，可解得：
$$\frac{U_c(s)}{U_r(s)} = \frac{R(1+RCs)}{R_1 + R_2 + R_1 R_2 Cs}$$

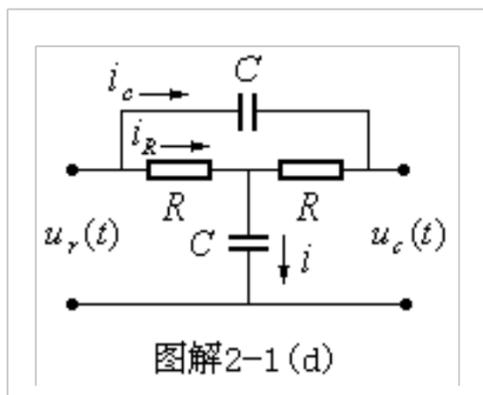
微分方程为：
$$\frac{du_c}{dt} + \frac{R_1 + R_2}{CR_1 R_2} u_c = \frac{du_r}{dt} + \frac{1}{CR_1} u_r$$

(d) 由图解 2-1 (d) 可写出

$$\begin{cases} U_r(s) = R I_R(s) + [I_R(s) + I_c(s)] \frac{1}{Cs} & (5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_c(s) \frac{1}{Cs} = R I_R(s) - R I_c(s) & (6) \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_c(s) = I_c(s) R + [I_R(s) + I_c(s)] \frac{1}{Cs} & (7) \end{cases}$$



联立式 (5)、(6)、(7)，消去中间变量 $I_c(s)$ 和 $I_R(s)$ ，可得：

$$\frac{U_c(s)}{U_r(s)} = \frac{R^2 C^2 s^2 + 2RCs + 1}{R^2 C^2 s^2 + 3RCs + 1}$$

微分方程为
$$\frac{du_c^2}{dt^2} + \frac{3}{CR} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{C^2 R^2} u_c = \frac{du_r^2}{dt^2} + \frac{2}{CR} \frac{du_r}{dt} + \frac{1}{C^2 R^2} u_r$$

2-2 所示各有源网络的传递函数 $\frac{U_c(s)}{U_r(s)}$ 。

解

(a) 根据复数阻抗概念，可写出

$$\frac{U_c(s)}{U_r(s)} = -\frac{R_2}{R_1}$$

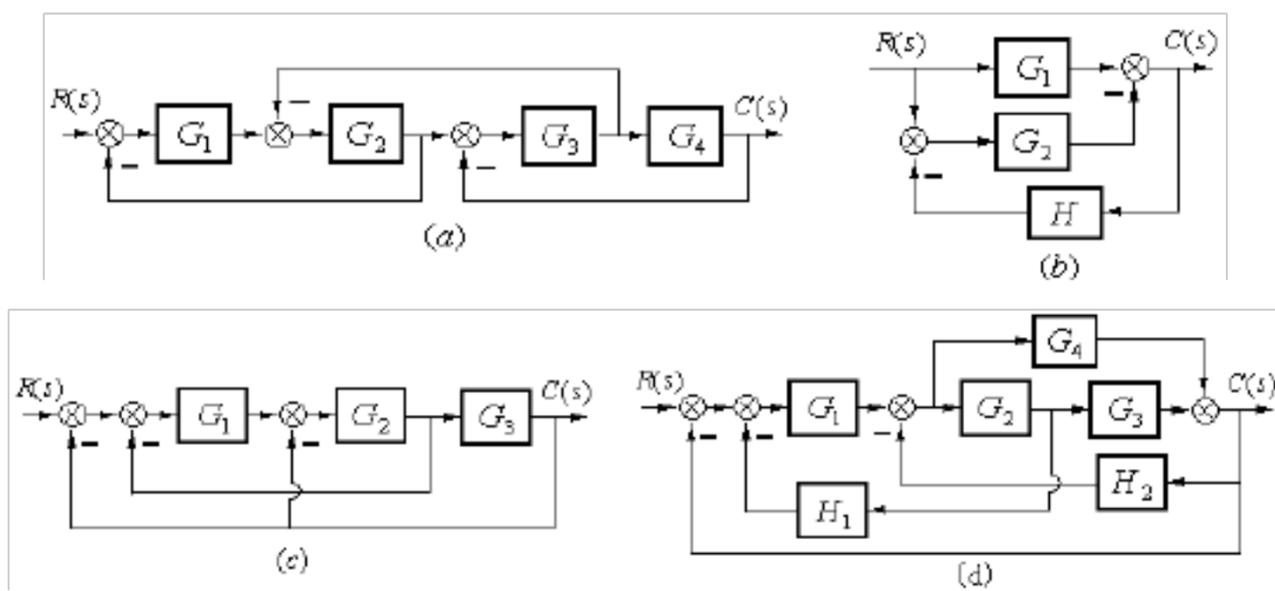
(b)

$$\frac{U_c(s)}{U_r(s)} = - \frac{R_2 + \frac{1}{Cs}}{R_1 \cdot \frac{1}{Cs}} = - \frac{(1 + R_2 C s)(1 + R_1 C s)}{R_1 C C s^2}$$

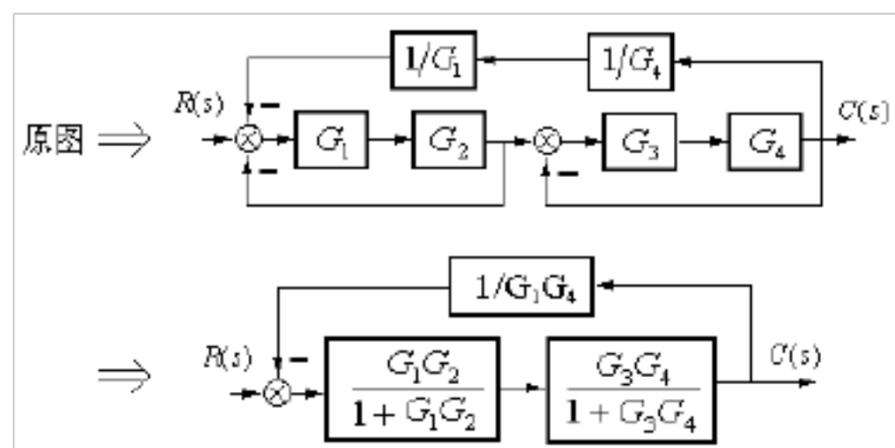
(c)

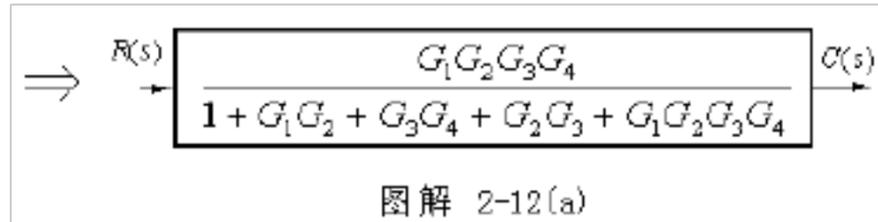
$$\frac{U_c(s)}{U_r(s)} = - \frac{R_2 \cdot \frac{1}{Cs}}{R_1} = - \frac{R_2}{R_1 (1 + R_2 C s)}$$

2-3 试用结构图等效化简求图 2-32 所示各系统的传递函数 $\frac{C(s)}{R(s)}$ 。



解 (a)

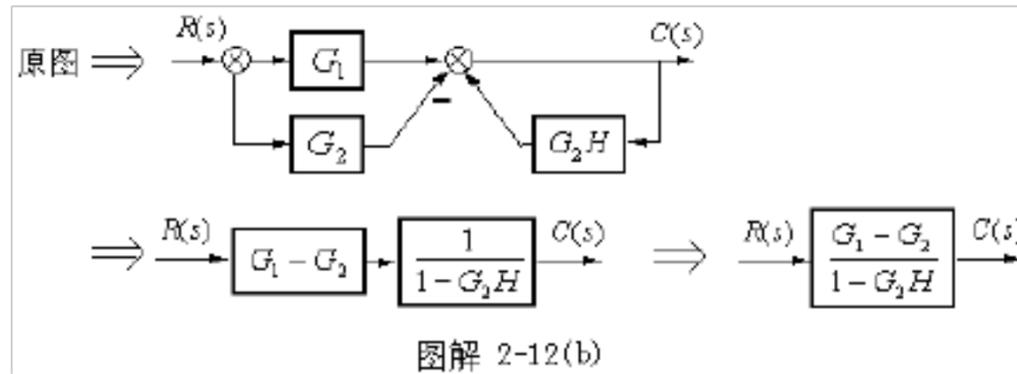




所以：

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

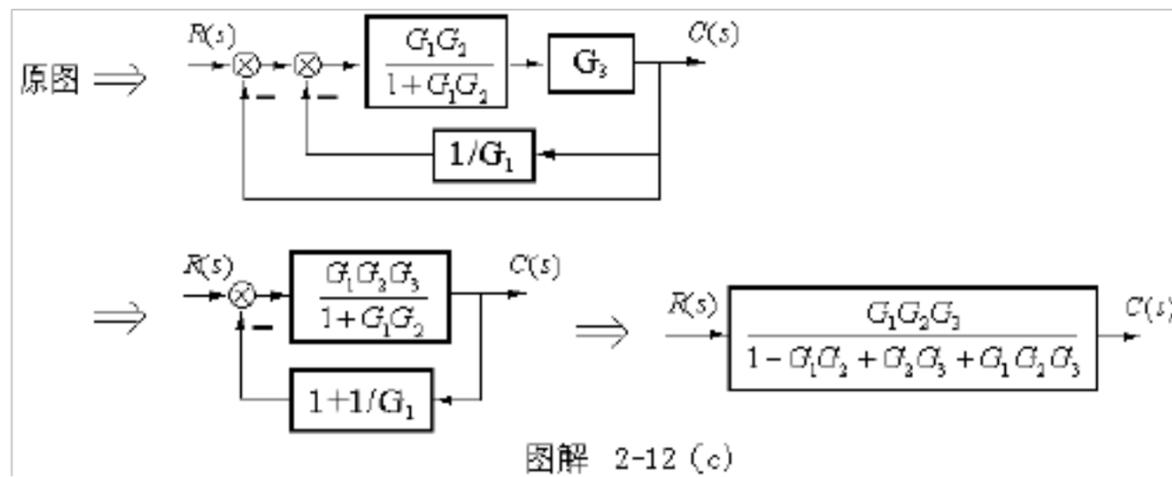
(b)



所以：

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_1 - G_2}{1 - G_2 H}$$

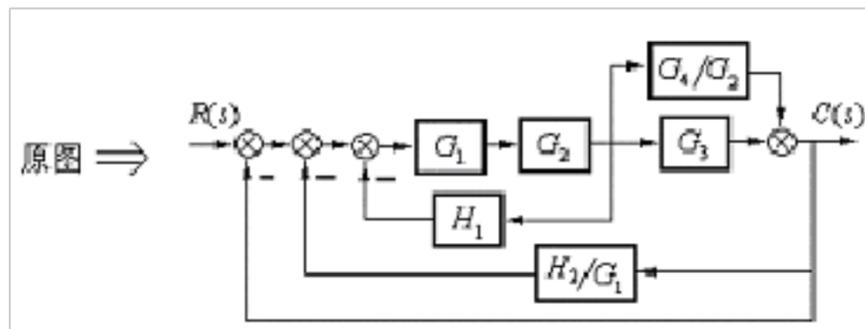
(c)

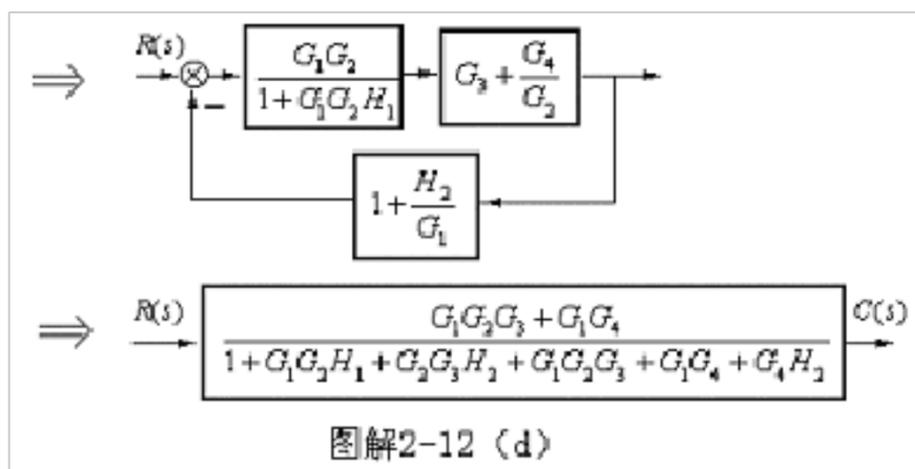


所以：

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

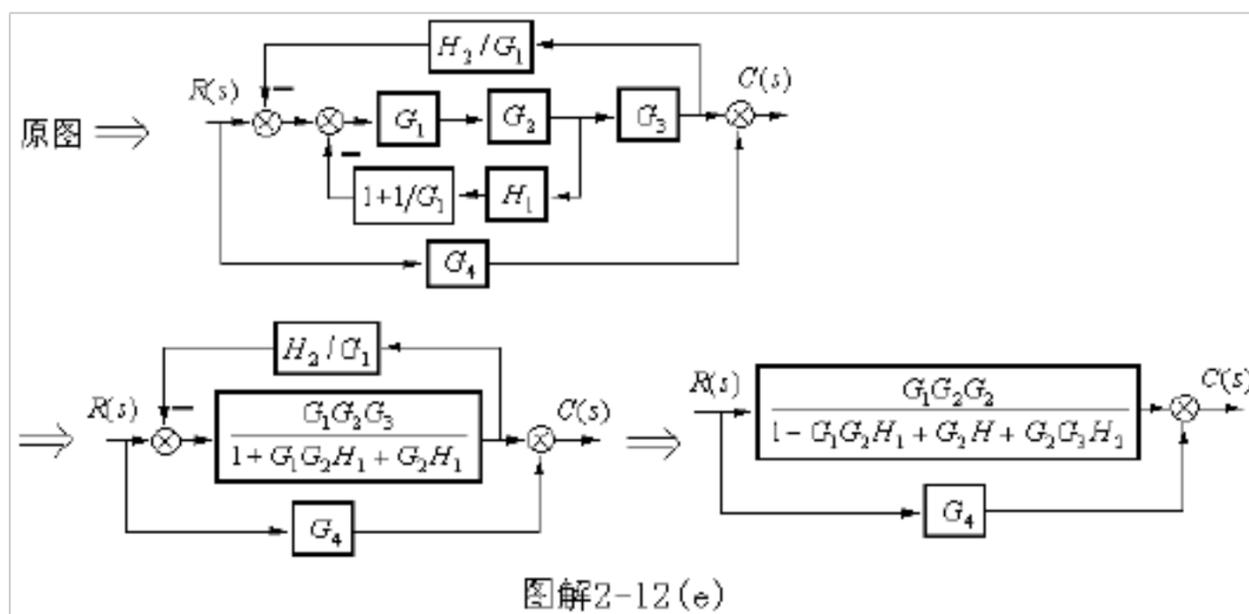
(d)





所以：
$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_1 G_2 G_3 + G_1 G_4}{1 + G_1 G_2 H_1 + G_2 G_3 H_2 + G_1 G_2 G_3 + G_1 G_4 + G_4 H_2}$$

(e)



所以：
$$\frac{C(s)}{R(s)} = G_4 + \frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_1 G_2 H_1 + G_2 H_1}$$

2-4 已知控制系统结构图如图 2-34 所示，求输入 $r(t) = 3 \times 1(t)$ 时系统的输出 $c(t)$ 。

解 由图可得

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{\frac{2}{s^2 + 2s + 1}}{1 + \frac{2}{s^2 + 2s + 1}(s+1)} = \frac{2}{(s+1)(s+3)}$$

又有
$$R(s) = \frac{3}{s}$$

则
$$C(s) = \frac{2}{(s+1)(s+3)} \cdot \frac{3}{s} = \frac{2}{s} - \frac{3}{s+1} + \frac{1}{s+3}$$

即
$$c(t) = L^{-1} \left[\frac{2}{s} - \frac{3}{s+1} + \frac{1}{s+3} \right] = 2 - 3e^{-t} + e^{-3t}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/715141340232011133>