

浙江工业大学期末考试命题稿

2020 /2021 学年第 二 学期

课程名称	计算机控制技术	使用班级	自动化 2018
教师份数	10	学生份数	150
命题人	陈国定	审核人	
命题总页数	5 页	每份试卷需用白纸	3 大张

命题注意事项：

- 一、命题稿请用 A4 纸电脑打印，或用教务处印刷的命题纸，并用黑墨水书写，保持字迹清晰，页码完整。
- 二、两份试题必须同等要求，卷面上不要注明 A、B 字样，由教务处抽定 A、B 卷。
- 三、命题稿必须经学院审核，并在考试前两周交教务处。

浙江工业大学 2020/2021 学年

第二学期试卷

课程 《计算机控制技术》 姓名 _____

专业 _____ 班级 _____ 学号 _____

题序	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								

注意：本试卷共有七题，总分 100 分，答题时间 120 分钟。请将答案写在答题纸上。

一、填空题（20 分）

1. 计算机控制系统的控制过程包含：实时采集与处理，实时决策和实时控制。（3 分）
2. D/A 转换器主要技术参数 分辨率、转换时间（电流建立时间）。（2 分）
3. 抑制电磁干扰的措施有：抑制干扰源、切断电磁干扰传播途径、提高系统抗干扰能力。（3 分）
4. I/O 接口设计重点要解决的问题有 确定 I/O 控制方式、解决端口选择和解决端口负载能力。（3 分）
5. 逐次逼近 A/D 转换器主要包含逐次逼近寄存器、D/A 转换器、比较器、置数选择逻辑电路，ADC0809 与 AD574 都是属于逐次逼近型 A/D 转换器。（4 分）
6. 某被控对象单位脉冲响应如图 2，取截断脉冲序列长度 N，则其预测模型可写为：

$$y_m(k+1) = g_1 u(k) + g_2 u(k-1) + \dots + g_N u(k-N+1) \quad (3 \text{ 分})$$

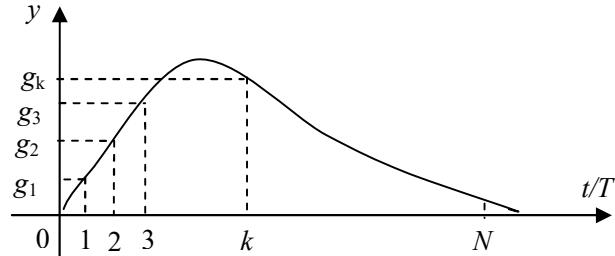


图 1

图 2 被控对象的单位脉冲响应曲线

7. 算术平均值滤波就是要寻找一个 $\bar{y}(k)$ ，使其 与一个采样周期内 N 个测量值 $y(i)$, $i=1, 2, \dots, N$ 之间的误差平方和 为最小。（2 分）

二、简答题（4 小题，每题 5 分）

1. 简述实时控制的含义，指出如请你设计计算机控制系统，你将如何保证实时性。

答：实时性是保证控制品质的重要因素之一，所谓“实时”，是指信号的输入、计算和输出都是在一定的时间内完成，亦即计算机对输入信息要以足够快的速度进行处理，给出控制信号，若超过规定的时限就失去了控制的时机，控制可能失去意义。

实时性是与具体的过程密切相关的，如快速变化的被控参数的对象实时控制时间要比缓慢变化的实时控制时间短。要合理选取采样周期 T 。

为实现实时控制，在一个采样周期 T 内必须完成如下操作：

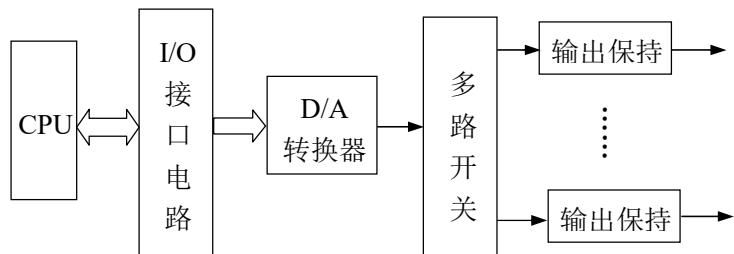
- (1) 数据采集：采样，A/D 转换，数据输入的时间 Δt_1 ；
- (2) 程序运行求出控制量的时间 Δt_2 ；
- (3) 控制量的输出和存储时间 Δt_3 ；

并且必须满足 $T \geq \sum_{i=1}^n (\Delta t_{i1} + \Delta t_{i2} + \Delta t_{i3})$ ，式中 n 代表系统有 n 个输入通道和 n 个输出多通道。

2. 哪些情况下要考虑模拟量输出通道加采样保持器？说出理由。

答：D/A 输出有毛刺时可加保持器；

多个输出通道共用一个 D/A 转换器，需加保持器。在 CPU 控制下，D/A 转换器分时工作，依次把 D/A 转换器转换成的模拟信号，通过多路开关，传送给各路模拟量输出保持器，保持各路控制量稳定有效。



3. 为什么 RS485 比 RS232 串行通信接口传输距离、传输速率大很多？

答：RS485 数据信号采用差分传输方式，也称作平衡传输。收、发端通过平衡双绞线将 AA 与 BB 对应相连，当在收端 AB 之间有大于+200mV 的电平时，输出正逻辑电平，小于-200mV 时，输出负逻辑电平。接收器接收平衡线上的电平范围通常在 200mV 至 6V 之间。

RS-232C 传送的是单端信号，也就是非平衡传输，它适合于数据传输速率在 0~20kb/s 范围内的通信。可以用电缆线直接连接标准 RS232 端口，但通信距离较近(<12m)。逻辑“1”=-3V~-15V，逻辑“0”=+3V~+15V，与 TTL 以高低电平表示逻辑状态的规定不同，须在 RS-232C 与 TTL 电路之间进行电平和逻辑关系变换。

4. 简述 DDC、NCS 控制系统结构。

直接数字控制 DDC(Direct Digital Control)系统其结构如图所示。DDC 系统中计算机通过对被控对象或者生产过程的物理量进行巡回检测，并根据规定的控制规律进行运算，然后发出控制信号，通过输出通道直接控制执行机构。

叙述 (2 分)

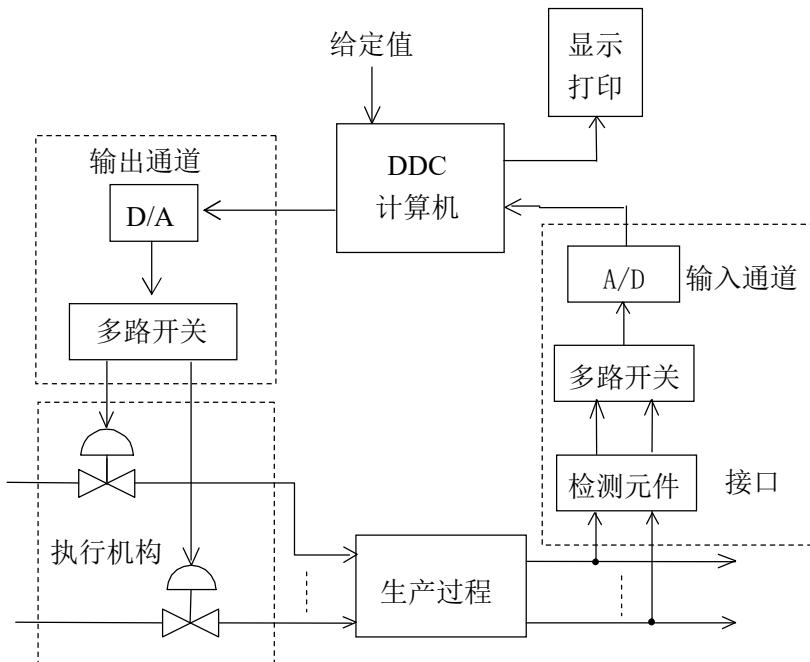


图 (3 分)

三、(10 分) 已知模拟 PD 调节器的传递函数为 $D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{1+0.5s}{1+2s}$ ，试写出其数字控制器的位置型和增量型控制算法 $u(k)$ 表达式，设采样周期 $T = 0.2s$ 。

解：

$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{1+0.5s}{1+2s} \quad U(s) = \left[\frac{1+0.5s}{1+2s} \right] E(s)$$

记 $U_{PD}(s) = [1+0.5s]E(s)$, $U(s) = \frac{1}{1+2s}U_{PD}(s)$, 即 $U_{PD}(s)$ 经滤波输出为 $U(s)$, 滤波时间常数 $\tau=2s$, 记 $\alpha = \frac{1}{1+T/\tau} \frac{1}{1+0.2/2} = \frac{1}{11} = 0.091$, 则

位置算式: $u(k) = \alpha u(k-1) + (1-\alpha)u_{PD}(k)$,

$$\text{其中 } u_{PD}(k) = e(k) + 0.5 \frac{e(k) - e(k-1)}{T} = 3.5e(k) - 2.5e(k-1)$$

增量算式: $\Delta u(k) = \alpha \Delta u(k-1) + (1-\alpha) \Delta u_{PD}(k)$

$$\text{其中 } \Delta u_{PD}(k) = u_{PD}(k) - u_{PD}(k-1) = 3.5e(k) - 6e(k-1) + 2.5e(k-2)$$

四、(10分) 已知某系统数字控制器为 $D(z) = \frac{2 + 2z^{-1} + 0.48z^{-2}}{1 + 1.3z^{-1} + 0.4z^{-2}}$

(1) 试用直接程序设计法实现之, 希望控制量计算时延尽可能小, 写出 $u(k)$ 表达式;

(2) 试用串联程序法实现之, 写出 $u(k)$ 表达式, 画出结构图。

解: (1) 直接程序设计法: $D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{2 + 2z^{-1} + 0.48z^{-2}}{1 + 1.3z^{-1} + 0.4z^{-2}}$

$$U(z)(1 + 1.3z^{-1} + 0.4z^{-2}) = (2 + 2z^{-1} + 0.48z^{-2})E(z)$$

$$u(k) = 2e(k) + 2e(k-1) + 0.48e(k-2) - 1.3u(k-1) - 0.4u(k-2) = 2e(k) + d$$

其中 $d = 2e(k-1) + 0.48e(k-2) - 1.3u(k-1) - 0.4u(k-2)$, 可提前计算, 以减少计算 $u(k)$ 的时延;

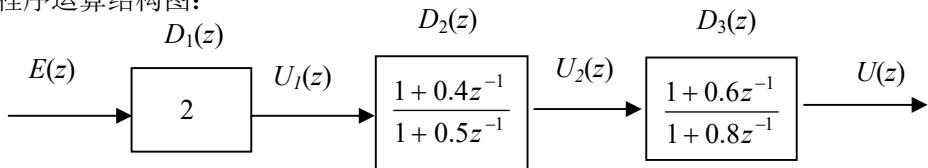
(2) 串联程序设计法: $D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{2 + 2z^{-1} + 0.48z^{-2}}{1 + 1.3z^{-1} + 0.4z^{-2}} = \frac{2(1 + 0.4z^{-1})(1 + 0.6z^{-1})}{(1 + 0.5z^{-1})(1 + 0.8z^{-1})}$

设 $D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{U_1(z)U_2(z)U_3(z)}{E(z)U_1(z)U_2(z)} = D_1(z)D_2(z)D_3(z)$,

其中: $D_1(z) = \frac{U_1(z)}{E(z)} = d = 2$, $D_2(z) = \frac{U_2(z)}{U_1(z)} = \frac{1 + 0.4z^{-1}}{1 + 0.5z^{-1}}$, $D_3(z) = \frac{U(z)}{U_2(z)} = \frac{1 + 0.6z^{-1}}{1 + 0.8z^{-1}}$

串联程序算法: $\begin{cases} u_1(k) = 2e(k) \\ u_2(k) = u_1(k) + 0.4u_1(k-1) - 0.5u_2(k-1) \\ u(k) = u_2(k) + 0.6u_2(k-1) - 0.8u(k-1) \end{cases}$

串联程序运算结构图:



也可以

$$D(z) = \frac{2 + 2z^{-1} + 0.48z^{-2}}{1 + 1.3z^{-1} + 0.4z^{-2}} = 2 \times \frac{1 + 0.4z^{-1}}{1 + 0.8z^{-1}} \times \frac{1 + 0.6z^{-1}}{1 + 0.5z^{-1}} \quad \text{三个串联}$$

五、如图 3 所示计算机控制系统，若被控对象传递函数为 $G_o(s) = \frac{10}{(s+1)(2s+1)}$ ，采样周期取为 $T=0.5s$ ，试设计最少拍数字控制器 $D(z)$ ，要求闭环系统在单位阶跃输入下稳态无差、无纹波；(10 分)

【提示：广义被控对象 $G(z) = \frac{0.4893z^{-1}(1 + 0.7788z^{-1})}{(1 - 0.7788z^{-1})(1 - 0.6065z^{-1})}$ 】

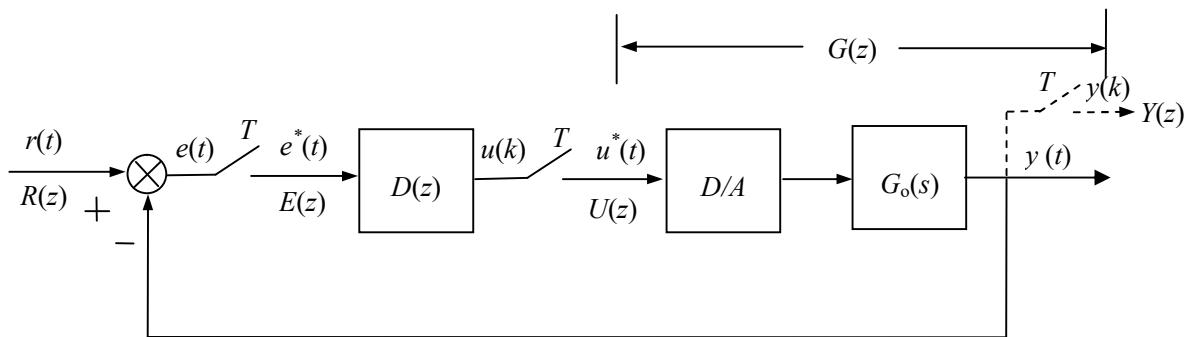


图 3

答：单位阶跃输入最少拍无差、无纹波的控制器 $D(z)$

取闭环传递函数： $\Phi(z) = (1 + 0.7788z^{-1})m_1 z^{-1}$ 、误差传递函数： $\Phi_e(z) = (1 - z^{-1})(1 + f_1 z^{-1})$

根据 $\Phi_e(z) = 1 - \Phi(z)$ ，可得： $m_1 = 0.5621$ ， $f_1 = 0.4379$

控制器 $D(z)$ ： $D(z) = \frac{1}{G(z)} \frac{\Phi(z)}{\Phi_e(z)} = \frac{1.148(1 - 0.7788z^{-1})(1 - 0.6050z^{-1})}{(1 - z^{-1})(1 + 0.4379z^{-1})}$

六、(10分) 已知某控制器传递函数

$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{s+2}{2s+5}$$

试将其离散化, $T=0.2s$, 写出控制算式 $u(k)$ 、控制器传递函数 $D(z) = \frac{U(z)}{E(z)}$ 。

(1) 用微分差分变换法; (5分)

(2) 用阶跃响应不变法。(5分)

答:

$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{s+2}{2s+5}$$

(1) 微分差分变换法:

$$(2s+5)U(s) = (s+2)E(s)$$

$$\text{微分方程: } 5u(t) = 2e(t) + \dot{e}(t) - 2\dot{u}(t)$$

$$\text{差分方程: } 5u(k) = 2e(k) + \frac{e(k)-e(k-1)}{T} - 2\frac{u(k)-u(k-1)}{T}$$

$$T=0.2s$$

$$\begin{aligned} u(k) &= \frac{1}{11}[7e(k) - 5e(k-1) + 10u(k-1)] \\ &= 0.6364e(k) - 0.4546e(k-1) + 0.9091u(k-1) \end{aligned}$$

写出 $D(z)$

(2) 用阶跃响应不变法

$$D(z) = Z\left[\frac{1-e^{-Ts}}{s} D(s)\right] = Z\left[\frac{1-e^{-Ts}}{s} \cdot \frac{s+2}{2s+5}\right] = (1-z^{-1})Z\left[\frac{0.4}{s} + \frac{0.1}{s+2.5}\right]$$

$$= (1-z^{-1})\left[\frac{0.4}{1-z^{-1}} + \frac{0.1}{1-e^{-2.5T}}\right]$$

写出 $u(k)$

七 (20 分) 如图 4 所示, 是一个 8 路模拟量输入 A/D 转换设计, 试:

下图所示, 是一个 8 路模拟量 A/D 转换设计方案, 请你:

- (1) 写出 8 路模拟量输入选通地址; (2 分)
- (2) 以第 1 路模拟量(IN_1)A/D 转换为例, 写出启动 A/D、读取 A/D 结果的计算机操作程序框图及指令; (10 分)
- (3) 如果控制要求, 需同一时刻采样四路模拟量的大小, 请你给出电路设计, 并给出启动模拟量 IN_7 A/D、读取 A/D 的计算机操作及指令。(8 分)

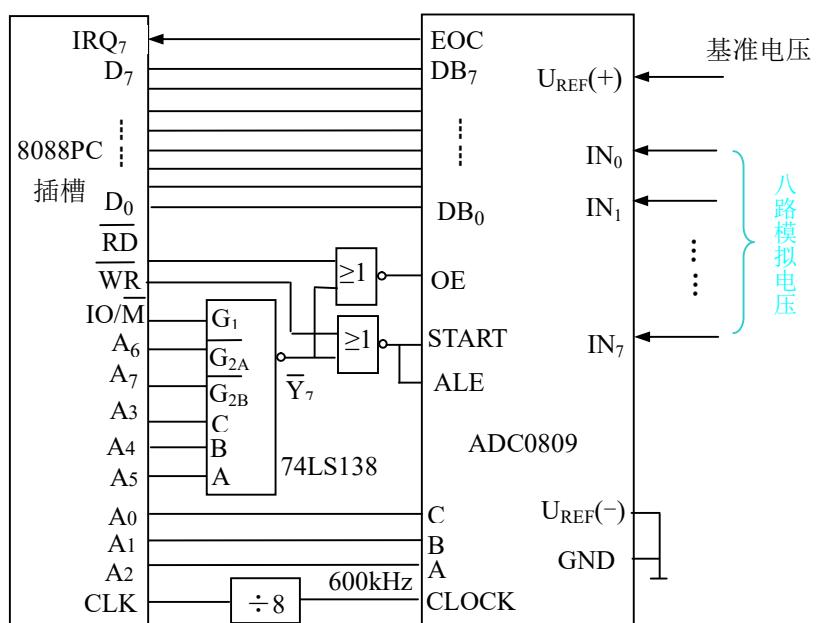


图 4

附: 部分器件引脚供参考。注意, 不是给出的都要用上的, 可能还需要其他器件。

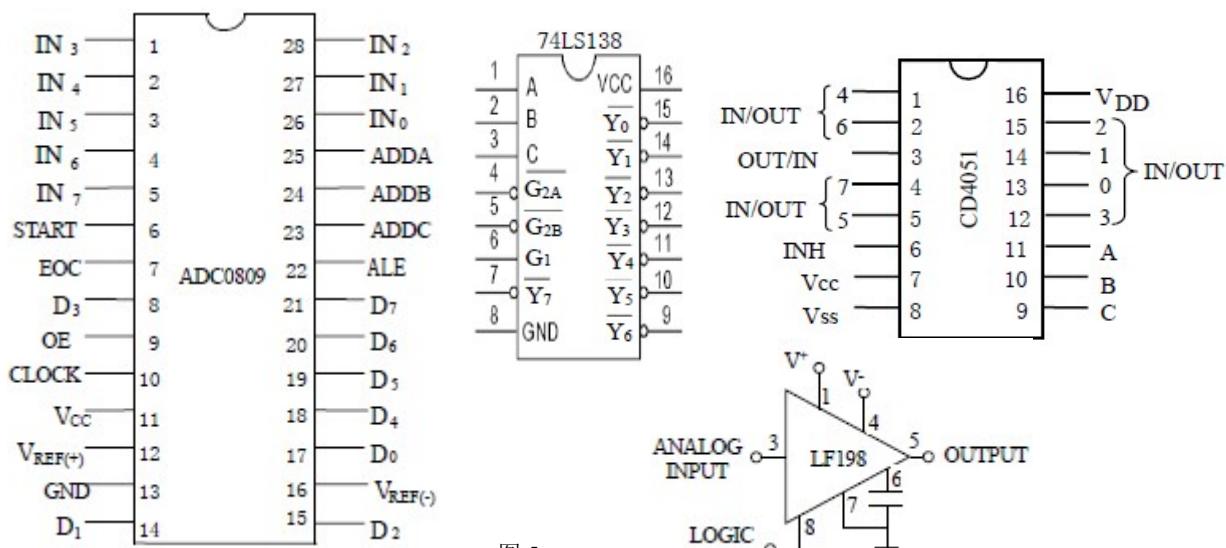


图 5

解：

(1) 8路模拟量输入 IN₀–IN₇ 选通地址如下表所示对应为 38H-37H

名称	IO/ M	0809 的 A B C A ₇ A ₆ A ₅ A ₄ A ₃ A ₂ A ₁ A ₀			138 译码	/WR	/RD	操作	地址
	1 采样控制 A/D –IN ₀ A/D –IN ₄ A/D –IN ₂ A/D –IN ₆ A/D –IN ₁ A/D –IN ₅ A/D –IN ₃ A/D –IN ₇	0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1	/Y ₀ /Y ₁ /Y ₂ /Y ₃ /Y ₄ /Y ₅ /Y ₆ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇	/Y ₀ /Y ₁ /Y ₂ /Y ₃ /Y ₄ /Y ₅ /Y ₆ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇ /Y ₇					00H-07H 08H-0FH 10H-17H 18H-1FH 20H-27H 28H-2FH 30H-37H 38H 39H 3AH 3BH 启动(IN ₁)A/D 读取(IN ₁)A/D 结果 3DH 3EH 3FH

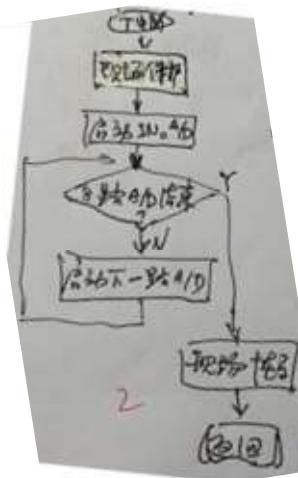
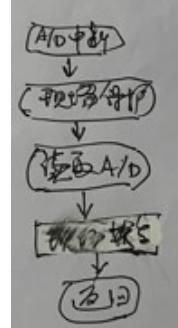
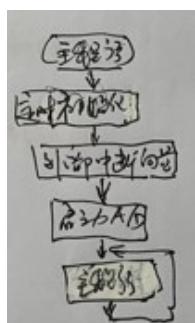
(2) 以第 1 路模拟量(IN₁)A/D 转换为例，写出启动 A/D、读取 A/D 结果的计算机操作程序框图及指令；(10 分)启动(IN₁)A/D 指令：

MOV AL, 00

OUT 3CH, AL

读取(IN₁)A/D 结果指令：

IN AL, 3CH



(4) 采样同一时刻的模拟量大小，电路设计如图。

启动模拟量 IN₇A/D：读取 A/D 的计算机操作及指令。选通信号取 138 的/Y₄

四路同步采样指令： OUT 20H, AL

或 IN AL, 20H

启动(IN₇)A/D 指令：

MOV AL, 00

OUT 3FH, AL

读取(IN_7)A/D 结果指令:

IN AL, 3CH

模拟量输入同步采样的电路设计: (画出 4 路)

