

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 三 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）

- 为实现实时控制，在一个采样周期内必须完成 数据采集、算出新的控制量、控制量的输出。（3 分）
- 能使 N 次测量的误差平方和最小的滤波方法是 算术平均值滤波。（2 分）
- 抑制电磁干扰的主要方法有：滤波、屏蔽、隔离、合理接地。（4 分）
- I/O 接口主要作用有 端口兼容、端口选择 和 端口负载能力。（3 分）
- A/D 转换器主要技术参数 分辨率、转换时间（转换速率）。（2 分）
- 某被控对象单位阶跃响应如图 2，控制输入 $u(k)$ 如图 3 所示，假设系统初始输出 $y(0)=0$ ，试求 $k=3$ 、 $k=6$ 时被控对象输出 $y(3)=\underline{0.2a_3+0.3a_2}$, $y(6)=\underline{0.2a_6+0.3a_5+0.3a_3+0.2a_1}$ 。（4 分）

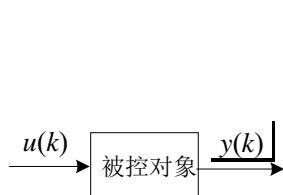


图 1

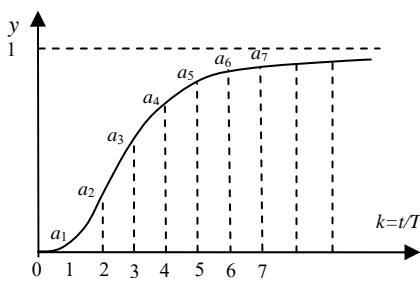


图 2

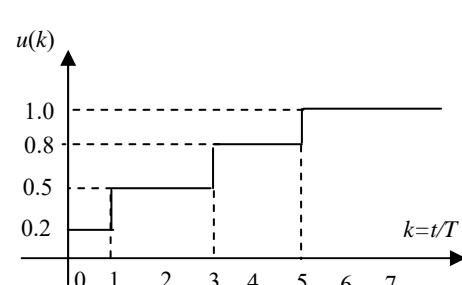


图 3

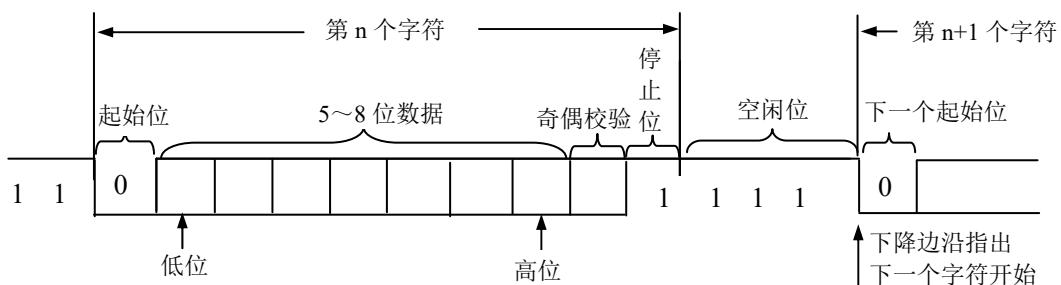
- RS485 采用 平衡传输方式，比 RS232C 传输距离更远、传输速度更快。（2 分）

二、简答题 (20 分, 每题 5 分)

1. 简述异步通信方式格式标准, 比较异步通信、同步通信方式各自的特点。

异步通信是指以字符为单位传送数据, 用起始位和停止位标识每个字符的开始和结束字符, 两次传送时间间隔不固定。

标准的异步通信格式如图所示。每个字符在传输时, 由一个“1”跳变到“0”的起始位开始。其后的 5 到 8 个字符信息位, 信息位由低到高排列, 其后是可以选择的奇偶校验位, 最后为“1”的停止位。如果传输完一个字符后立即传输下一个字符, 那么后一个起始位就紧挨着前一个字符的停止位了。字符传输前, 输出线为“1”状态, 称为标识态, 传输一开始, 输出线状态由“1”变为“0”状态, 作为起始位。传输完一个字符之后的间隔时间输出线又进入标识态。 (3 分)



异步通信和同步通信的比较

(2 分)

- 1) 异步通信简单, 双方时钟可允许一定误差。同步通信较复杂, 双方时钟的允许误差较小。
- 2) 异步通信只适用于点对点通信, 同步通信可用于点对多通信。
- 3) 异步通信通信效率低, 同步通信效率高。

2. 大林算法产生振铃现象的原因是什么? 消除振铃用什么方法?

系统输出在采样点上的值可按期望指数形式变化, 但控制量有大幅度的摆动。大林把这种控制量以二分之一的采样频率振荡的现象称为振铃(Ringing)。

振铃现象的产生, 是由于控制量的 z 变换有在单位圆内接近 $z = -1$ 的极点。离 $z = -1$ 越近, 振铃幅度就会加大。 (2 分)

大林提出了一种简单的消除振铃办法, 即只要在控制器对应的极点因子中令 $z = 1$, 就可以消除振铃现象。而且根据终值定理, 系统的稳态输出可保持不变。 (2 分)

应该注意, 由于修改了控制器结构, 闭环传递函数 $\Phi(z)$ 也发生了变化, 一般应检验其在改变后是否稳定。 (1 分)

3. ADC0809 与 AD574 都是逐次逼近型 A/D 转换器，试给出逐次逼近 A/D 转换器构成及其转换过程。

逐次逼近 A/D 转换器电路构成如图所示。由 N 次逐次逼近寄存器 SAR，D/A 转换器、比较器、置数选择逻辑电路等部分所组成。

首先，通过置数选择逻辑电路置 SAR 的最高位为 1，其余位 0，经 D/A 转换器转换成的模拟电压 U_o 与输入模拟电压 U_i 在电压比较器进行比较，若 $U_i \geq U_o$ ，则保留最高位 1，若 $U_i < U_o$ ，则清除最高位为 0。

其次，置次高位为 1，低位全为 0。按上述步骤进行转换、比较和判断，决定次高位应取 1 还是 0。

重复上述过程，直到确定了 SAR 的最低位应取 1 还是 0 为止。此时，SAR 的内容就是对应的输入模拟电压转换后的数字量。

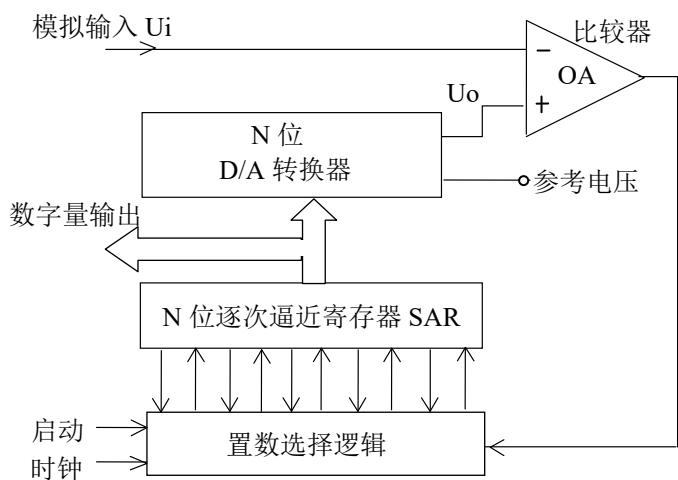


图 (2 分)

叙述 (3 分)

4. 画出直接数字控制 (DDC) 系统的结构图，简述其工作过程。

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)

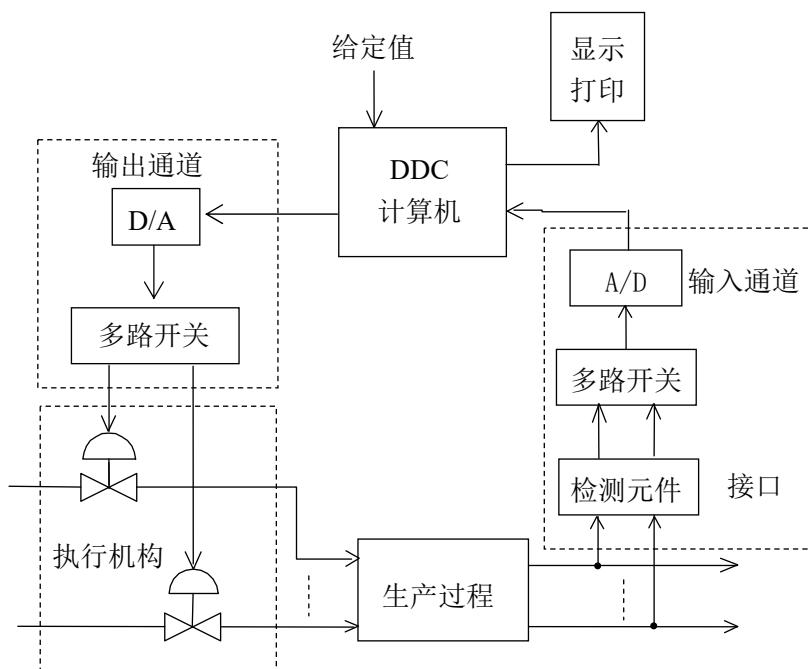


图 (3 分)

三、(10分) 已知PD调节器 $D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{4+2s}{1+0.2s}$, 试写出其数字控制器的位置型和增量型算式, 采样周期取 $T=0.2s$ 。

解: PD调节器 $D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{4+2s}{1+0.2s} = 4 + \frac{1.2s}{1+0.2s}$, (2分) $U(s) = K_p E(s) + \frac{T_D s}{1+\tau s} E(s)$

记 $U_D(s) = \frac{T_D s}{1+\tau s} E(s)$ $K_p = 4$, $T_D = 1.2$, $\tau = 0.2$, 控制 $u(k) = K_p e(k) + u_D(k)$

$$(1+\tau s)U_D(s) = T_D s E(s) \quad u_D(k) + \frac{\tau}{T} [u_D(k) - u_D(k-1)] = \frac{T_D}{T} [e(k) - e(k-1)]$$

$$(1 + \frac{\tau}{T})u_D(k) = \frac{T_D}{T} [e(k) - e(k-1)] + \frac{\tau}{T} u_D(k-1), \quad 2u_D(k) = 6[e(k) - e(k-1)] + u_D(k-1) \\ u_D(k) = 3[e(k) - e(k-1)] + 0.5u_D(k-1) \quad (2分)$$

或记 $\alpha = \frac{1}{1+T/\tau}$, 则 $u_D(k) = (1-\alpha)\frac{T_D}{T}[e(k) - e(k-1)] + \alpha u_D(k-1) = 3[e(k) - e(k-1)] + 0.5u_D(k-1)$

(1) 数字PD控制器的位置型: $u(k) = 4e(k) + u_D(k)$, 其中 $u_D(k) = 3[e(k) - e(k-1)] + 0.5u_D(k-1)$

$$u(k) = 7e(k) - 3e(k-1) + 0.5u_D(k-1) \quad (2分)$$

(2) 数字PD控制器的增量型:

由位置型, $u(k) = 7e(k) - 3e(k-1) + 0.5u_D(k-1)$

得: $u(k-1) = 7e(k-1) - 3e(k-2) + 0.5u_D(k-2)$ (2分)

$$\Delta u(k) = u(k) - u(k-1) = 7e(k) - 10e(k-1) + 3e(k-2) + 0.5\Delta u_D(k-1), \quad (2分)$$

其中 $\Delta u_D(k-1) = u_D(k-1) - u_D(k-2)$

第二种解法: 直接微分差分变换求, 只给一半分, 5分。

PD调节器 $D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{4+2s}{1+0.2s}$, $(1+0.2s)U(s) = (4+2s)E(s)$

$$u(k) + \frac{0.2}{T} [u(k) - u(k-1)] = 4e(k) + \frac{2}{T} [e(k) - e(k-1)],$$

位置型: $u(k) = 0.5u(k-1) + 7e(k) - 5e(k-1)$ (3分)

增量型:

由位置型有 $u(k-1) = 0.5u(k-2) + 7e(k-1) - 5e(k-2)$

$$\Delta u(k) = u(k) - u(k-1) = 7e(k) - 12e(k-1) + 5e(k-2) + 0.5[u(k-1) - u(k-2)] \quad (2分)$$

四、(10分) 已知某系统数字控制器为 $D(z) = \frac{2 + 3.7z^{-1} + 1.53z^{-2}}{1 + 1.3z^{-1} + 0.4z^{-2}}$

(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) 试用并联程序法实现之, 写出 $u(k)$ 表达式。

解: (1) 采用直接程序设计法实现, 正则 II, 计算时延最小。

$$D(z) = \frac{2 + 3.7z^{-1} + 1.53z^{-2}}{1 + 1.3z^{-1} + 0.4z^{-2}} = \frac{U(z)}{E(z)}$$

$$U(z) = 2E(z) + z^{-1}[3.7E(z) - 1.3U(z)] + z^{-2}[1.53E(z) - 0.4U(z)] \quad (2 \text{ 分})$$

$$u(k) = 2e(k) + [3.7e(k-1) - 1.3u(k-1)] + [1.53e(k-2) - 0.4u(k-2)] = 2e(k) + d \quad (2 \text{ 分})$$

其中 $d = [3.7e(k-1) - 1.3u(k-1)] + [1.53e(k-2) - 0.4u(k-2)]$ 可在上一拍计算, 当拍计算时延最小。

(2) 并联程序法实现

$$D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{2 + 3.7z^{-1} + 1.53z^{-2}}{1 + 1.3z^{-1} + 0.4z^{-2}} = 2 + \frac{1.1z^{-1} + 0.73z^{-2}}{1 + 1.3z^{-1} + 0.4z^{-2}} = 2 + \frac{1.2z^{-1}}{2 + z^{-1}} + \frac{2.5z^{-1}}{5 + 4z^{-1}}$$

$$= 2 + \frac{0.6z^{-1}}{1 + 0.5z^{-1}} + \frac{0.5z^{-1}}{1 + 0.8z^{-1}} = 2 + D_1(z) + D_2(z) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{其中 } D_1(z) = \frac{0.6z^{-1}}{1 + 0.5z^{-1}}, \quad D_2(z) = \frac{0.5z^{-1}}{1 + 0.8z^{-1}}$$

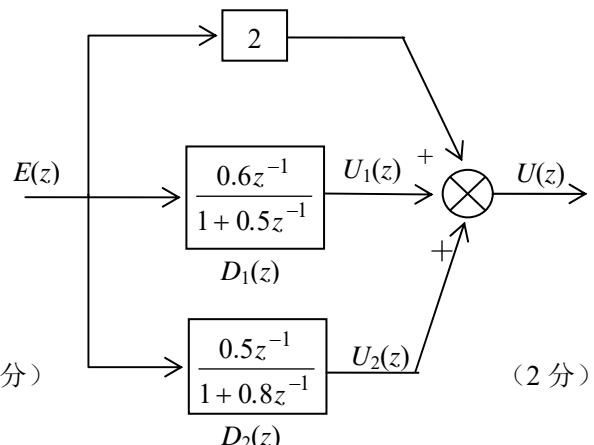
$$\text{算法: } u(k) = 2e(k) + u_1(k) + u_2(k)$$

$$\text{其中 } u_1(k) = 0.6e(k-1) - 0.5u_1(k-1),$$

$$u_2(k) = 0.5e(k-1) - 0.8u_2(k-1)$$

$$\text{记 } d = u_1(k) + u_2(k), \quad u_1(k), u_2(k)$$

d 可在上一拍计算, 当前拍计算时延最短。 (2 分)



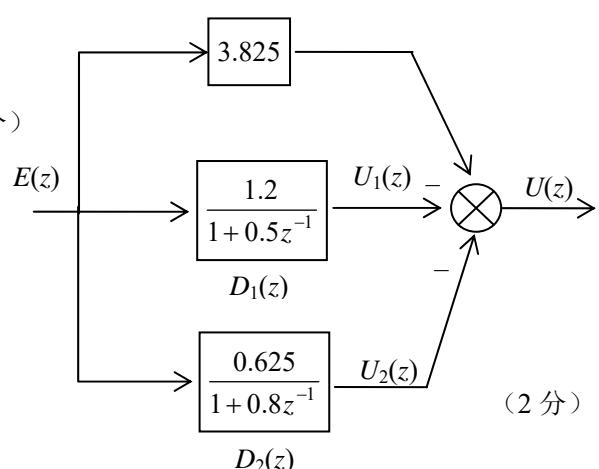
$$\begin{aligned} \text{或者 } D(z) \text{ 写成: } D(z) &= 3.825 + \frac{-1.2}{1 + 0.5z^{-1}} + \frac{-0.625z^{-1}}{1 + 0.8z^{-1}} \\ &= 3.825 - D_1(z) - D_2(z) \quad (2 \text{ 分}) \end{aligned}$$

$$\text{其中 } D_1(z) = \frac{1.2z^{-1}}{1 + 0.5z^{-1}}, \quad D_2(z) = \frac{0.625z^{-1}}{1 + 0.8z^{-1}}$$

$$\text{算法: } u(k) = 3.825e(k) - u_1(k) - u_2(k)$$

$$\text{其中 } u_1(k) = 1.2e(k) - 0.5u_1(k-1),$$

$$u_2(k) = 0.625e(k) - 0.8u_2(k-1) \quad (2 \text{ 分})$$



五、(10分)如图4所示计算机控制系统,采样周期 $T=0.2s$,广义被控对象 $G(z)=\frac{5(1+0.8z^{-1})}{1+1.2z^{-1}}$,试

- (1) 设计单位阶跃输入时系统响应最少拍无差有纹波的控制器 $D(z)$ (5分)
- (2) 在以上最少拍控制基础上,引入惯性因子,惯性因子 $c=0.5$,求系统的控制器 $D^*(z)$ (5分)

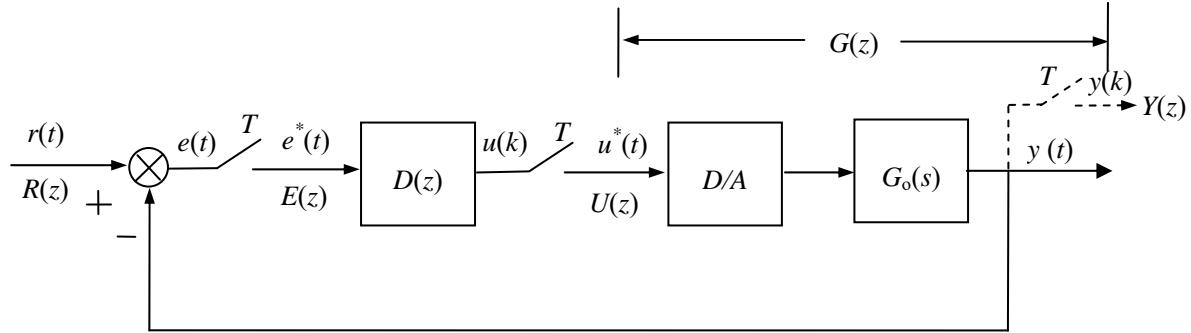


图4

解:

- (1) 单位阶跃输入最少拍无差有纹波的控制器 $D(z)$

$$\text{取闭环传递函数: } \Phi(z) = m_1 z^{-1} + m_2 z^{-2}$$

$$\text{误差传递函数: } \Phi_e(z) = (1 - z^{-1})(1 + 1.25z^{-1}) \quad (2 \text{分})$$

$$\text{根据 } \Phi_e(z) = 1 - \Phi(z), \text{ 可得: } m_1 = -0.25, m_2 = 1.25$$

$$\text{控制器 } D(z): D(z) = \frac{1}{G(z)} \frac{\Phi(z)}{\Phi_e(z)} = \frac{-0.05z^{-1}(1 - 5z^{-1})}{(1 - z^{-1})(1 + 0.8z^{-1})}$$

- (2) 引入惯性因子 $c=0.5$, 传递函数变成 $\Phi^*(z)$

$$\Phi_e^*(z) = \frac{\Phi_e(z)}{1 - cz^{-1}} = \frac{(1 - z^{-1})(1 + 1.25z^{-1})}{1 - 0.5z^{-1}}$$

$$\Phi^*(z) = 1 - \Phi_e^*(z) = \frac{-0.75z^{-1}(1 - 1.667z^{-1})}{1 - 0.5z^{-1}}$$

$$\text{控制器 } D^*(z) = \frac{1}{G(z)} \frac{\Phi^*(z)}{\Phi_e^*(z)} = \frac{-0.15z^{-1}(1 - 1.667z^{-1})}{(1 - z^{-1})(1 + 0.8z^{-1})}$$

$$1 - \Phi^*(z) = \frac{1 - \Phi(z)}{1 - cz^{-1}}$$

$$\Phi^*(z) = \frac{\Phi(z) - cz^{-1}}{1 - cz^{-1}}$$

六、(10分) 已知某控制器传递函数

$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{5(s+1)}{s+5}$$

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

- (1) 采用差分变换法;
- (2) 采用零极点匹配法。

解:

(1) 差分变换法

$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{5(s+1)}{s+5}, \quad U(s)(s+5) = E(s)(5s+5)$$

$$\dot{u}(t) + 5u(t) = 5\dot{e}(t) + 5e(t)$$

$$\frac{u(k) - u(k-1)}{T} + 5u(k) = 5\frac{e(k) - e(k-1)}{T} + 5e(k), \quad T = 0.2s$$

控制算式: $u(k) = 0.5u(k-1) + 3e(k) - 2.5e(k-1)$ (3分)

$$U(z) = 0.5z^{-1}U(z) + 3E(z) - 2.5z^{-1}E(z)$$

控制器: $D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{3 - 2.5z^{-1}}{1 - 0.5z^{-1}} = \frac{3(1 - 0.8333z^{-1})}{1 - 0.5z^{-1}}$ (2分)

(2) 零极点匹配法

$D(s)$ 有极点 $p = -5$, 零点 $z = -1$

$$D(z) = \frac{K(z - e^{-T})}{z - e^{5T}} = \frac{K(z - 0.8187)}{z - 0.3679} \quad (2分)$$

模拟控制器单位阶跃响应终值 $\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{5(s+1)}{s+5} \cdot \frac{1}{s} = 1$

令数字控制器 $D(z)$ 单位阶跃响应序列终值 = 1, $\lim_{z \rightarrow 1} (1 - z^{-1}) \frac{K(z - 0.3679)}{z - 0.3679} \cdot \frac{1}{1 - z^{-1}} = 1$

求出 $K = 3.486$ (1分)

控制器 $D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{3.486(z - 0.8187)}{z - 0.3679} = \frac{3.486(1 - 0.8187z^{-1})}{1 - 0.3679z^{-1}}$

控制算式: $u(k) = 0.3679u(k-1) + 3.486e(k) - 2.854e(k-1)$ (2分)

七、(20分) 本题有两个小题。

1. (12分) 参考图5所示, 4路模拟量输出通道设计方案, 试完成:

- 1) 给出138地址译码器输入/输出控制线, 可用地址范围60H~67H;
- 2) 完善DAC0832电路设计, 要求双极性输出; 计算0B4H、57H对应的模拟量输出值;
- 3) 完善采样保持电路设计;
- 4) 以OUT0为例, 画出D/A输出流程图及关键指令。

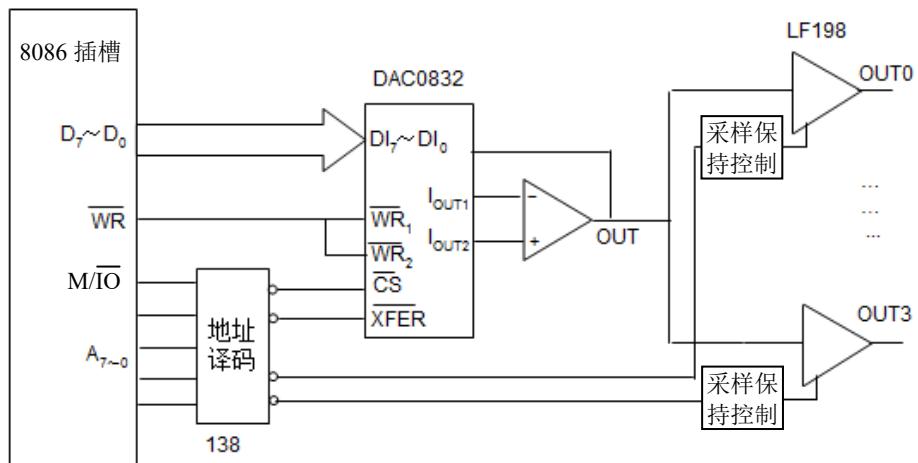


图 5

2. (8分) 在以上1的基础上, 增加4路脉冲信号输出电路, 脉冲信号如图6示意, 要求输出与计算机隔离, 给出电路设计, 并画出脉冲输出程序流程图。



图 6

附: 部分器件引脚供参考

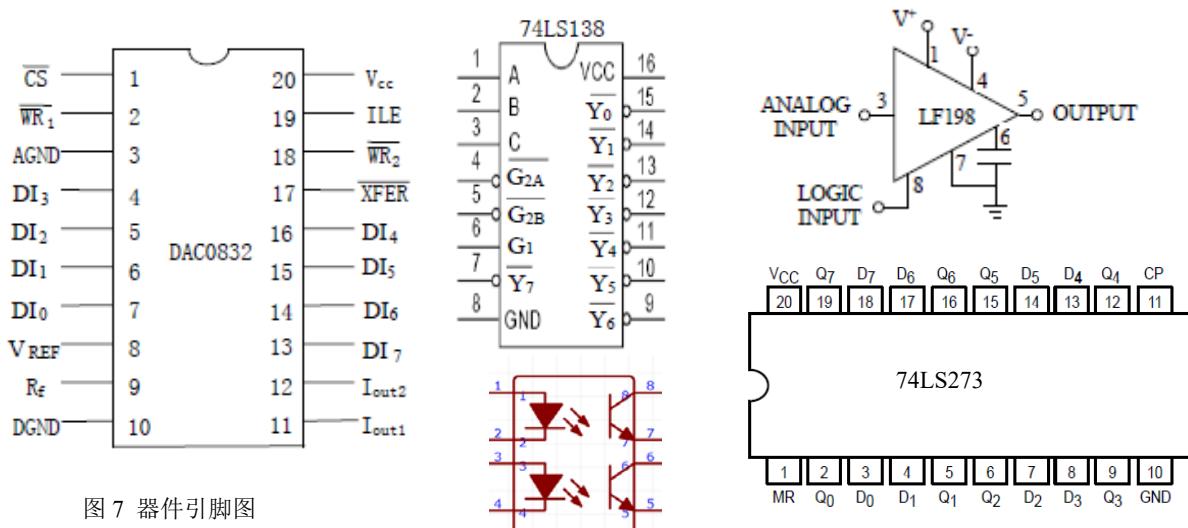


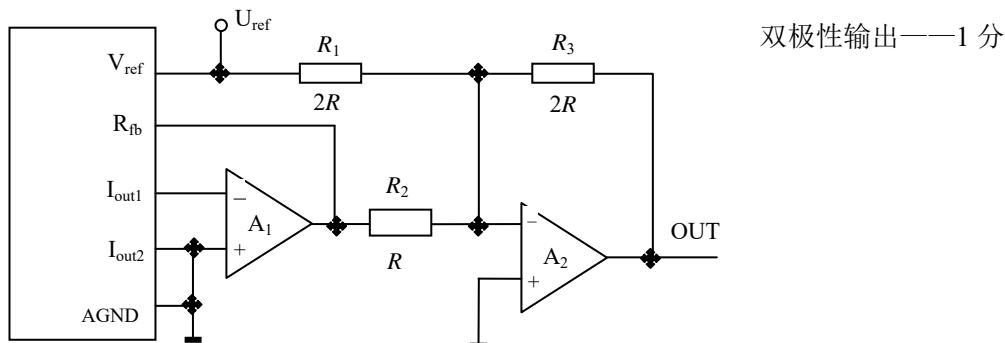
图 7 器件引脚图

解：1. (12 分)

(1) 138 地址译码器输入/输出控制线，要求地址范围 60H~67H

(4 分)

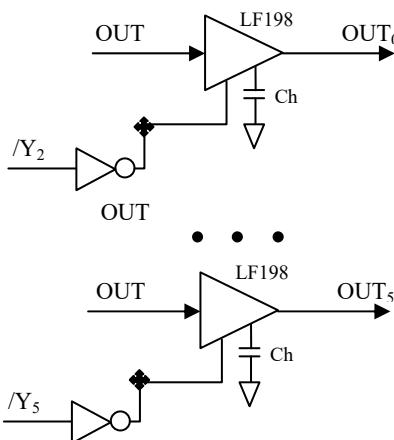
名称	/G _{2A} M//IO	G ₁ A ₇ A ₅	/G _{2B} A ₆ A ₄ A ₃	C B A A ₂ A ₁ A ₀	138 译码	地址	操作
写缓冲 /CS	0 M//IO 1 分	1 1 0 0 0 A ₇ & G ₁ A ₅	0 0 0 A ₆ A ₄ A ₃ A ₆ ≥1 /G _{2B} A ₄ A ₃ 138 控制线, 2 分	0 0 0	60H	/Y ₀	写数据至缓冲寄存器
传 DA 数据 /XFER				0 0 1	61H	/Y ₁	传数据至 DA 寄存器
选 OUT0				0 1 0	62H	/Y ₂	更新 DA 至 OUT0
选 OUT1				0 1 1	63H	/Y ₃	更新 DA 至 OUT1
选 OUT2				1 0 0	64H	/Y ₄	更新 DA 至 OUT2
选 OUT3				1 0 1	65H	/Y ₅	更新 DA 至 OUT3
选通 273				1 1 0	66H	/Y ₆	第 2 小题的 I/O 接口
				1 1 1	67H	/Y ₇	

说明：A₆ A₄ A₃ 经或非门连/G_{2B}，A₇ A₅ 经与门连 G₁，其他直连。M//IO 连/G_{2A}。(2) (3 分) 完善 DAC0832 电路设计，加参考电压 U_{ref}—— (1 分)

计算 0B4H、57H 对应的模拟量输出值：0B4H 输出：2.03125V，57H 输出：-1.602V (1 分)

(3) 完善采样保持电路设计 (2 分)

添加 LF198 保持器的保持电容 Ch—— (1 分)，译码器输出控制加反向器—— (1 分)



(4) 以 OUT0 为例, 画出 D/A 输出流程图及关键指令。 (3 分)

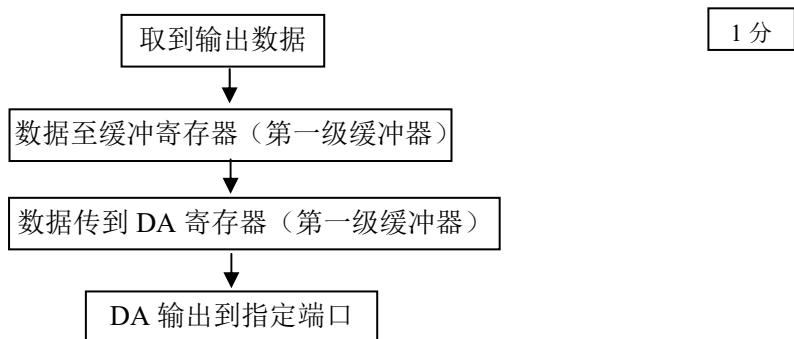
取(OUT₀) DA 数据: MOV AL, OUT0DATA写(OUT₀)数据至缓冲寄存器(/CS有效): OUT 60H, AL

从缓冲传数据至 DA 寄存器 (/XFER 有效): OUT 61H, AL

2 分

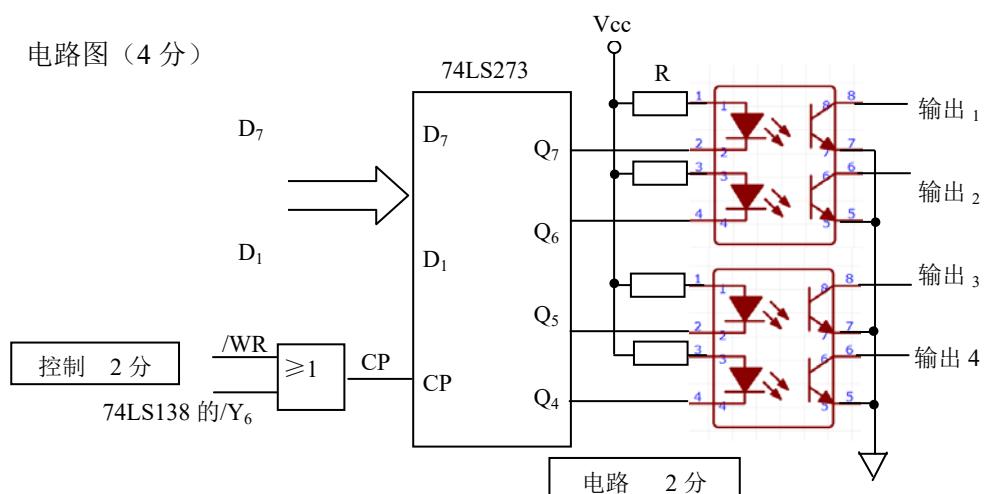
更新 DAC0832_OUT 至 OUT0 (/Y₂有效): OUT 62H, AL

D/A 输出流程图

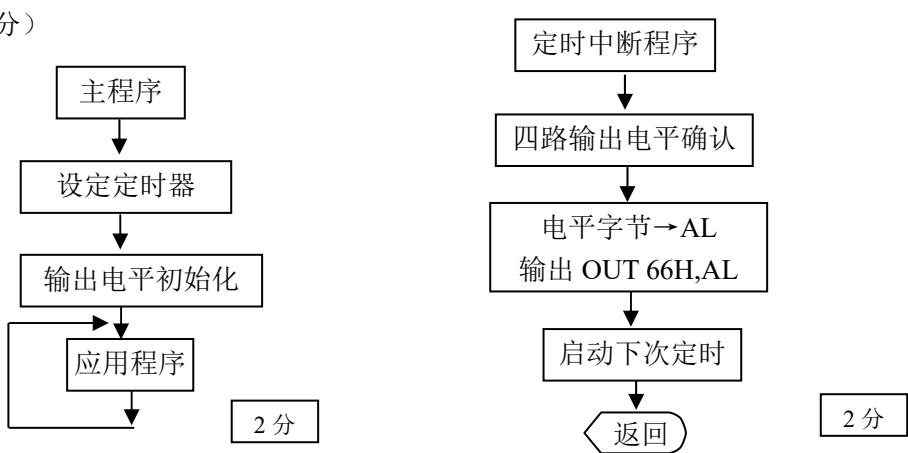


2. 增加 4 路脉冲信号输出电路 (8 分)

电路图 (4 分)



程序流程图 (4 分)



浙江工业大学考试卷