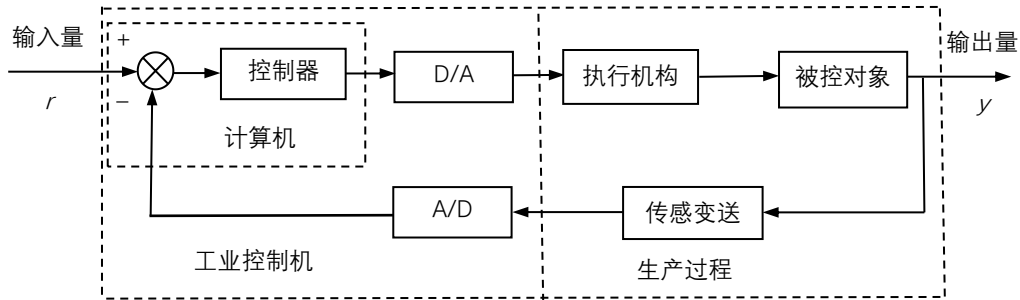


第一章 绪论

1. 什么是计算机控制系统？其工作原理是怎样的？

答：计算机控制系统就是利用计算机（简称为工控机）来实现生产过程控制的系统。其原理图如图为

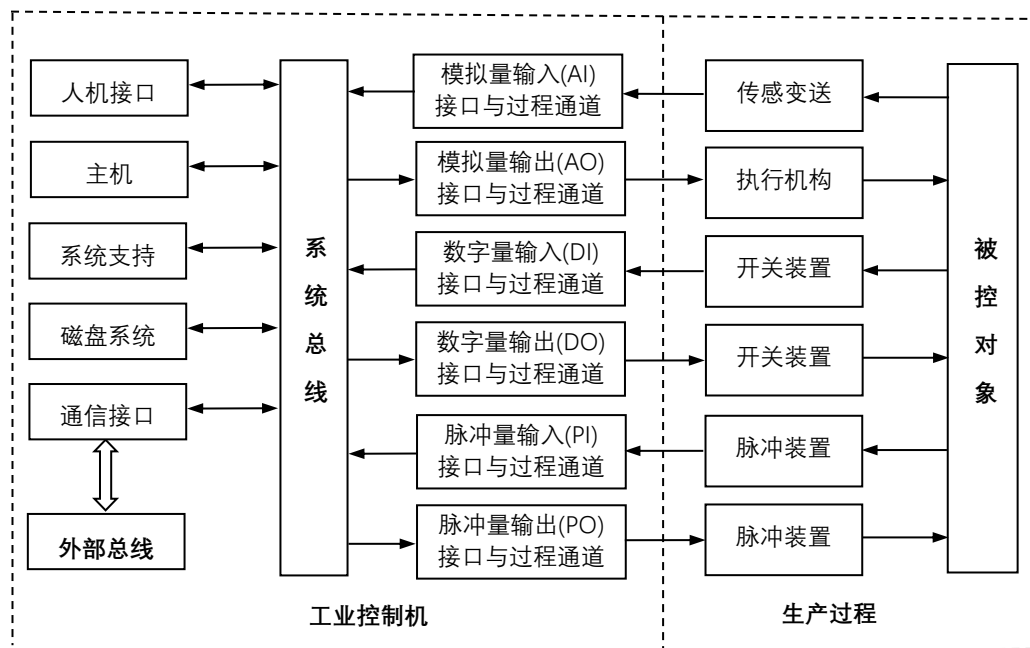


计算机控制系统的工作原理可归纳为以下 3 个步骤的不断重复：

- (1) 实时数据采集：通过传感器或变送器对被控量的瞬时值进行检测，并经 A/D 输入给计算机。
- (2) 实时控制决策：对采集到的被控量进行分析和处理，并按已定的控制规律，决定将要采取的控制行为。
- (3) 实时控制输出：根据控制决策，适时地对执行机构发出控制信号，完成控制任务。

2. 计算机控制系统由哪几部分组成？请画出计算机控制系统的组成框图。

答：计算机控制系统的组成框图如图为



计算机控制系统由工业控制机和生产过程两个大部分组成。工业控制机是指按生产过程控制的特

点和要求而设计的计算机，它包括硬件和软件两部分。生产过程包括被控对象、测量变送、执行机构、开关装置、脉冲装置等。

3. 计算机控制系统的典型型式有哪些?各有什么优缺点?

答：操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督计算机控制系统、集散控制系统、现场总线控制系统、综合自动化系统。

(1) 操作指导控制系统

优点：结构简单，控制灵活和安全。

缺点：开环结构，无负反馈。需要由人工操作，速度受到限制，不能控制多个对象。

(2) 直接数字控制系统

优点：闭环结构，有负反馈。实时性好，可靠性高，适应性强。

缺点：回路越多，硬件软件越复杂。

(3) 监督计算机控制系统

优点：SCC 系统可靠性高，生产过程始终处于最优工况。SCC 能进行较为复杂的控制，并能完成某些管理工作。上一级出现故障时，下一级仍可继续执行控制任务。

缺点：系统硬件软件更加复杂。

(4) 集散控制系统

优点：分散控制、集中操作、分级管理、分而自治和综合协调。

缺点：系统规模庞大且硬件软件复杂。

(5) 现场总线控制系统

优点：与集散控制系统相比，实现了全数字化、多站点网络通信，降低了成本，提高了可靠性，可实现真正的开放式互连系统结构。系统更加扁平化，管理效率提高。

缺点：系统规模较为庞大且硬件软件复杂。

(6) 综合自动化系统

优点：综合自动化系统主要包括 ERP、MES、PCS 三层结构，涉及到计算机集成制造系统(CIMS)、计算机集成过程系统(CIPS)、信息物理系统(CPS)，成为企业全流程决策、管理、优化、调度、协调、网络、智能、集成、控制的智能制造系统解决方案。

缺点：因涉及智能制造系统，系统的功能、规模非常庞大且硬件软件非常复杂。

4. 实时、在线方式和离线方式的含义是什么?

答：(1)实时：所谓“实时”，是指被控系统信号的输入、计算和输出都是在一定时间范围内完成的，即计算机对输入信息以足够快的速度进行处理，并在一定的时间内作出反应并进行控制，超出了这个时间就会失去控制时机，控制也就失去了意义。

(2)“在线”方式：在计算机控制系统中，如果生产过程直接与计算机连接，生产过程直接受计算机的控制，就叫做“联机”方式或“在线”方式。

(3)“离线”方式：若生产过程不直接与计算机相连接，其工作不直接受计算机的控制，而是通过中间记录介质，靠人进行联系并作相应操作的方式，则叫做“脱机”方式或“离线”方式。

5. 简述计算机控制系统的发展概况。

答：1) 计算机技术的发展过程

在生产过程控制中采用数字计算机的思想出现在五十年代中期。最重要的工作开始于1956年3月,当时美国德克萨斯州的一个炼油厂与美国的TRW航空工业公司合作进行计算机控制研究,以过三年的努力,设计出了一个采用RW-300计算机控制的聚合装置的系统。TRW公司的这项开创性工作,为计算机控制技术的发展奠定了基础。

计算机技术的发展过程可按以下四个阶段来描述:

(1) 开创时期(1955~1962年)

早期的计算机使用电子管,体积庞大,价格昂贵,可靠性差,所以它只能从事一些操作指导和设定值控制。过程控制向计算机提出了许多特殊的要求,需要它对各种过程命令做出迅速响应,从而导致中断技术的发明,使计算机能够对更紧迫的过程任务及时做出反映。

(2) 直接数字控制时期(1962~1967年)

早期的计算机控制按照监督方式运行,属于操作指导或设定值控制,仍需要常规的模拟控制装置。1962年,英国的帝国化学工业公司利用计算机完全代替了原来的模拟控制。由于计算机直接控制过程变量,完全取代了原来的模拟控制,因而称这样的控制为直接数字控制,简称DDC(Direct Digital Control)。

采用DDC系统一次投资较大,而增加一个控制回路并不需要增加很多费用。灵活性是DDC系统的又一个优点,改变模拟控制系统需要改变线路,而改变计算机控制系统只需要改变程序即可。DDC是计算机控制技术发展方向上的重大变革,为以后的发展奠定了基础。

(3) 小型计算机时期(1967~1972年)

整个六十年代计算机技术有了很大的发展,主要特点是它的体积更小,速度更快,工作可靠,价格更便宜。到了六十年代后半期,出现了各种类型的适合工业控制的小型计算机,从而使计算机控制系统不再是大型企业的工程项目,对于较小的工程问题也能利用计算机来控制。由于小型机的出现,过程控制计算机的台数迅速增长。

(4) 微型计算机时期(1972年至今)

在1972年之后,由于微型计算机的出现和发展,计算机控制技术进入了崭新的阶段。在八十年代,微电子学出现了超大规模集成电路技术而获得急剧发展,出现了各种类型的计算机和计算机控制系统。多媒体计算机的出现也将推动计算机控制技术的发展。

采用微型计算机,已经制造出大量的分级递阶控制系统、分散型控制系统、专用控制器等,对工业的发展起到了巨大促进作用。

与计算机的硬件相比,计算机的软件的发展则要慢得多,在整个50年代至70年代,软件生产的改进很有限。到70年代末,许多计算机控制系统仍采用汇编语言编程。现在已采用了高级语言进行实时控制,如Forth、BASIC、Fortran、C、Pascal等语言,这是今后的发展方向。

2) 计算机控制理论的发展过程

(1) 采样定理

乃奎斯特首先证明,要把正弦信号从它的采样值中复现出来,每周期至少必须采样两次。香农(Shannon)于1949年在他的重要论文中完全解决了“信号在什么条件下,才能只根据它在离散点上的值重现出来”这个问题。

(2) 差分方程

采样系统理论的最初起源与某些特殊控制系统的分析有关。奥尔登伯格(Oldenburg)和萨托里厄斯(Sartorius)于1948年对落弓式检流汁的特性做了研究,这项研究对采样系统理论做出了最早的贡献。业已证明,许多特征都可以通过分析一个线性时不变的差分方程来理解,既用差分方程代替了微分方程。例如,稳定性研究可以采用舒尔-科恩(Schur-Cohn)法,它相当于连续时间系统的劳斯-霍尔维兹判据(Routh-Hurwitz criterion)。

(3) 变换法

由于拉氏变换理论已经成功地应用于连续时间系统中,人们自然想到为采样系统建立一种类似的变换理论。霍尔维兹于1947年对序列 $\{f(kT)\}$ 引进了一个变换为

$$Z[f(kT)] = \sum_{k=0}^{\infty} z^{-k} f(kT)$$

后来,这种变换由拉格兹尼(Ragazzini)和扎德(Zadeh)于1952年定义为Z变换。建立采样理论的许多工作都是由美国哥伦比亚大学的拉格兹尼领导的研究小组来完成的。

(4) 状态空间理论

状态空间理论的建立,来自许多数学家的共同努力,例如,莱夫谢兹(Lefchetz)、庞特里亚金(Pontryagin)、贝尔曼(Bellman)。卡尔曼把状态空间法应用于控制理论,享有较高的声誉,他建立了许多概念并解决了许多重要问题。

(5) 最优控制与随机控制

五十年代后期,贝尔曼(1957年)与庞特里亚金等人(1962年)证明了许多设计问题都可以形式化为最优化问题。六十年代初,随机控制理论的发展,引出所谓线性二次型高斯(LQG)理论。

(6) 代数系统理论

代数系统理论对线性系统理论有了更好的理解,并应用多项式方法解决特殊问题。

(7) 系统辨识与自适应控制

奥斯特隆姆(Åström)和威顿马克(Wittenmark)等人在系统辨识与自适应控制方面做出了重要贡献。应当承认,在理论联系实际方面,奥斯特隆姆教授处于领先地位,他提出的自校正调节器便是一个突出的例子。

(8) 先进控制技术

先进控制技术主要包括模糊控制技术、神经网络控制技术、专家控制技术、预测控制技术、内模控制技术、分层递阶控制技术、鲁棒控制技术、学习控制技术、非线性控制技术、网络化控制技术等。先进控制技术主要解决传统的、经典的控制技术所难以解决的控制问题,代表着控制技术最新的发展方向,并且与多种智能控制算法是相互交融、相互促进发展的。目前先进控制技术仍处于不断发展和完善阶段。

6. 简要分析计算机控制系统的发展趋势。

答:

(1) 控制系统的数字化

企业在精益理念、协同生产、高效执行方面打造,打造透明工厂,通过设备互联、协同生产、虚实融合、数字孪生、智能制造,将现实世界和数字世界有机融合,实现整个产品

生命周期、工厂生命周期以及绩效数据的有效集成，最终实现产品和生产的持续优化循环。

(2)控制系统的网络化

随着计算机技术和网络技术的迅猛发展,各种层次的计算机网络在控制系统中的应用越来越广泛,规模也越来越大,从而使传统意义上的回路控制系统所具有的特点在系统网络化(有线网、无线网)过程中发生了根本变化,并最终逐步实现了控制系统的网络化(有线网、无线网)。

(3)控制系统的智能化

人工智能的出现和发展,促进自动控制向更高的层次发展,即智能控制。智能控制是一类无需人的干扰就能够自主地驱动智能机器实现其目标的过程,也是用机器模拟人类智能的又一重要领域。随着多媒体计算机和人工智能计算机的发展,应用自动控制理论和智能控制技术来实现先进的计算机控制系统,必将大大推动科学技术的进步和工业自动化系统的水平。

(4)控制系统的扁平化

随着企业网技术的发展,网络通讯能力和网络连接规模得到了极大的提高。现场级网络技术使得控制系统的底层也可以通过网络相互连接起来。现场网络的连接能力逐步提高,使得现场网络能够接入更多的设备。新一代计算机控制系统的结构发生了明显变化,逐步形成两层网络的系统结构,使得整体系统出现了扁平化趋势,简化了系统的结构和层次。

(5)控制系统的综合化

随着现代管理技术、制造技术、信息技术、自动化技术、系统工程技术的发展,综合自动化技术(ERP+MES+PCS)广泛的应用到工业过程,借助于计算机的硬件、软件技术,将企业生产全部过程中有关人、技术、经营管理三要素及其信息流、物流有机地集成并优化运行,为工业生产带来更大的经济效益。

(6)控制系统的绿色化

行业企业切实转变发展方式,推动质量变革、效率变革、动力变革,合理配置自动化系统资源、大幅提高利用效率,自动化系统实现清洁、低碳、安全、高效利用。

第二章 输入输出接口与过程通道

1. 什么是接口、接口技术和过程通道？

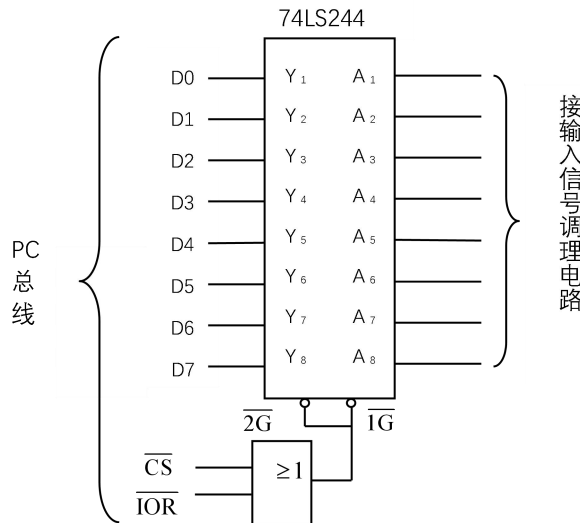
接口是计算机与外部设备交换信息的桥梁，它包括输入接口和输出接口。

接口技术是研究计算机与外部设备之间如何交换信息的技术。

过程通道是在计算机和生产过程之间设置的信息传送和转换的连接通道，它包括模拟量输入通道、模拟量输出通道、数字量(开关量)输入通道、数字量(开关量)输出通道。

2. 采用 74LS244 和 74LS273 与 PC/ISA 总线工业控制机接口, 设计 8 路数字量(开关量)输入接口和 8 路数字量(开关量)输出接口, 请画出接口电路原理图, 并分别编写数字量输入和数字量输出程序。

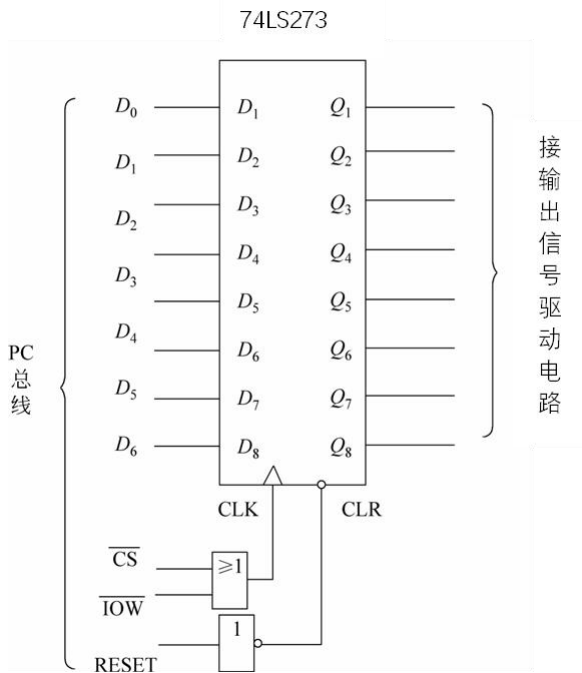
数字量(开关量)输入接口电路原理图如下：



数字量输入程序（设片选端口地址为 port）：

```
MOV DX, port
IN AL, DX
```

数字量(开关量)输出接口电路原理图如下：



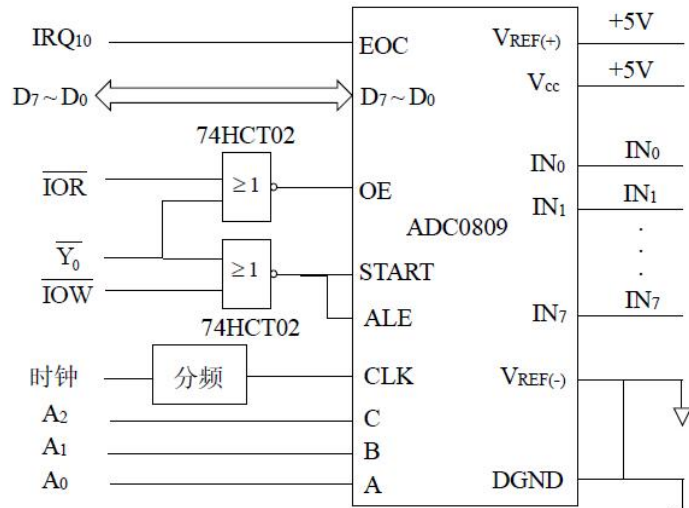
数字量输出程序（设片选端口地址为 port）

```

MOV    AL,    DATA
MOV    DX,    port
OUT    DX,    AL
    
```

3. 用 8 位 A/D 转换器 ADC0809 与 PC/ISA 总线工业控制机接口，实现 8 路模拟量采集。请画出接口原理图，并设计出 8 路模拟量的数据采集程序。

接口原理图如下：



数据采集程序如下：

```

ADC 0809    PROC NEAR
              MOV C, 8;
              CLD;
              MOV BL, 00H; 设置 ADC0809 通道地址
              LEA DI, DATABUF
NEXTA:       MOV DX, 020CH
              MOV AL, BL
              OUT DX, AL;  ADC0809 锁存通道地址，并启动 AD 转换
              INC DX
              MOV AL, 000000111B;
              OUT DX, AL
              NOP
              NOP
              NOP
              MOV AL, 00000110B
              OUT DX, AL
              DEC DX
NOSC:       IN AL, DX
              TEST AL, 80H
              JNZ NOSC;  EOC=1, 未开始转换，等待
NOEOC:     IN AL, DX
              TEST AL, 80H
              JZ NOEOC;  EOC=0, 正在转换，等待
    
```

```

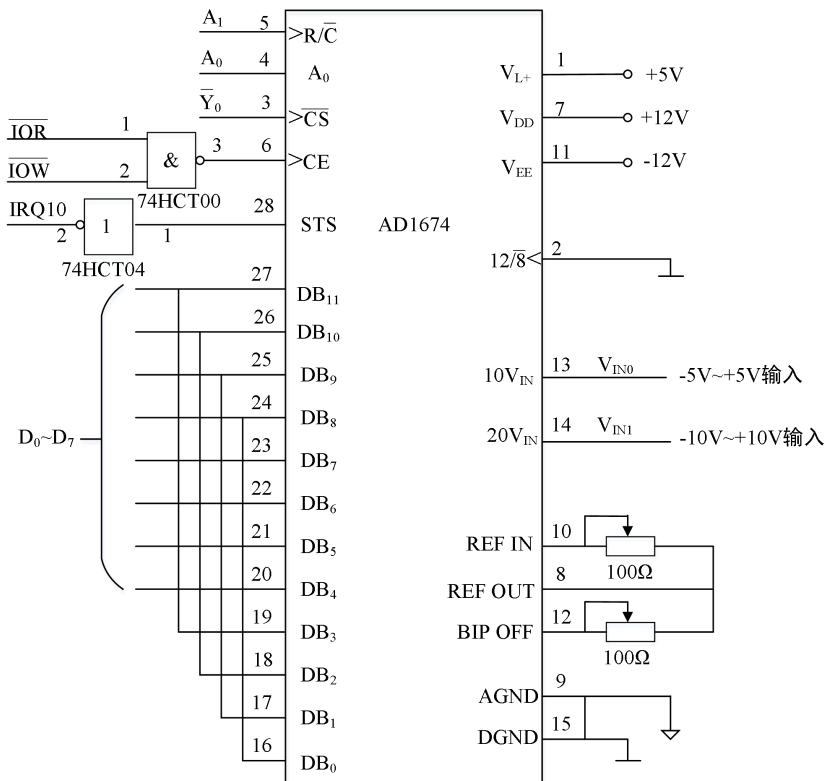
MOV DX 02C0H; 读转换结果
IN AL, DX
STOS DATABUF
INC BL ; 修改模拟通道地址
LOOP NEXTA
RET

```

ADC0809 ENDP

4. 用 12 位 A/D 转换器 AD574 与 PC/ISA 总线工业控制机接口，实现模拟量采集。请画出接口电路原理图，并设计出 A/D 转换程序。

接口原理图（AD574/AD1674）如下：



A/D 转换程序如下：

```

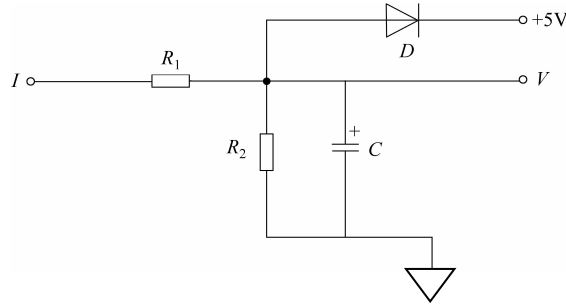
启动子程序
MOV DX, BASE+0
OUT DX, AL
NOP
RET
读数字子程序
MOV DX, BASE+2
IN AL, DX
MOV AH, AL
MOV DX, BASE+3
IN AL, DX
RET

```

5. 请分别画出一路有源 I/V 变换电路和一路无源 I/V 变换电路图，并分别说明各元器件的作用。

①无源 I/V 变换

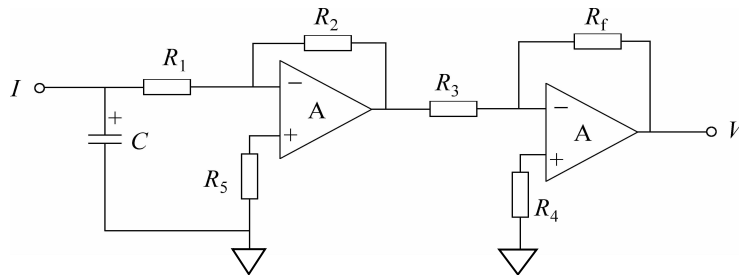
无源 I/V 变换主要是利用无源器件电阻来实现，并加滤波和输出限幅等保护措施，如图所示。



对于 0~10mA 输入信号，可取 $R_1=100\ \Omega$ ， $R_2=500\ \Omega$ ，且 R_2 为精密电阻，这样当输入的 I 为 0~10mA 电流时，输出的 V 为 0~5V。对于 4~20mA 输入信号，可取 $R_1=100\ \Omega$ ， $R_2=250\ \Omega$ ，且 R_2 为精密电阻，这样当输入的 I 为 4~20mA 时，输出的 V 为 1~5V。

②有源 I/V 变换

有源 I/V 变换主要是利用有源器件运算放大器、电阻组成，如图所示。



R_2 为精密电阻，阻值为 $250\ \Omega$ 。通过取样电阻 R_2 ，将电流信号转换为电压信号。取精密电阻 $R_3=1\text{K}\ \Omega$ ， R_f 设定为 $4.7\text{K}\ \Omega$ 精密多圈电位器，通过调整 R_f 的值，可使 0~10mA 输入对应于 0~5V 的电压输出，4~20mA 输入对应于 1~5V 的电压输出。

6. 什么是采样过程、量化、孔径时间？

按一定的时间间隔 T ，把时间上连续和幅值上也连续的模拟信号，转变成在时刻 0 、 T 、 $2T$ 、 \dots 、 kT 的一连串脉冲输出信号的过程称为采样过程。

所谓量化，就是采用一组数码(如二进制码)来逼近离散模拟信号的幅值，将其转换为数字信号。将采样信号转换为数字信号的过程称为量化过程，执行量化动作的装置是 A/D 转换器。

在模拟量输入通道中，A/D 转换器将模拟信号转换成数字量总需要一定的时间，完成一次 A/D 转换所需的时间称之为孔径时间。

7. 采样保持器的作用是什么？是否所有的模拟量输入通道中都需要采样保持器？为什么？

为了提高模拟量输入信号的频率范围，以适应某些随时间变化较快的信号的要求，须采用带有保持电路的采样器，即采样保持器。

当被测信号变化缓慢时，若 A/D 转换器转换时间足够短，可以不加采样保持器。

8. 一个 8 位 A/D 转换器，孔径时间为 $100\ \mu\text{s}$ ，如果要求转换误差在 A/D 转换器的转换精度(0.4%)内，求允许转换的正弦波模拟信号的最大频率是多少？

$$f = \frac{0.4}{2\pi \times 100 \times 10^{-6} \times 10^2 \text{ s}} = 6.4\text{ Hz}$$

9. 试用 AD574、LF398、CD4051 和 PC/ISA 总线工业控制机接口，设计出 8 路模拟量采集系统，请画出接口电路原理图，并编写相应的 8 路模拟量数据采集程序。

接口电路原理图如下：

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/808115060005006027>