



新疆农业大学  
XINJIANG AGRICULTURAL UNIVERSITY

# 第三章 传感检测技术

农业机械化工程系

张振国

15099092586

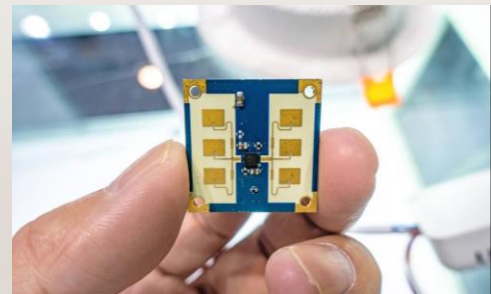
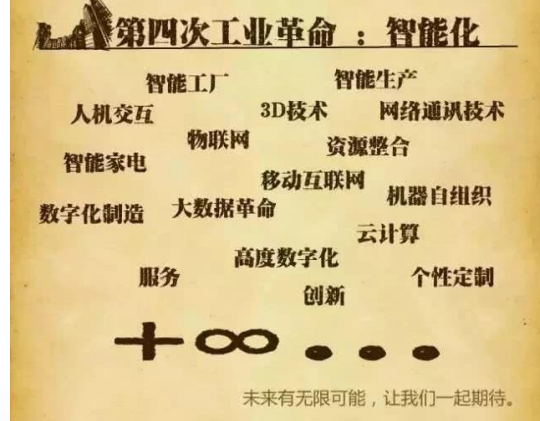
2020.02



# 第三章 传感检测技术

## 学习目标

- 1. 陈述**传感器的组成和使用方法**；
- 2. 根据机电系统的**设计要求列举选用传感器**；
- 3. 列举不同形式**传感器的测量电路、计算机接口及其主要性能指标**；
- 4. 陈述传感器的**校准及安装方法**。



# 一、传感检测技术概述

科学实验和生产过程中，尤其是**自动检测和自动控制系统**要获取的信息，都要通过传感器将其转换为容易**传输与处理的电信号**。

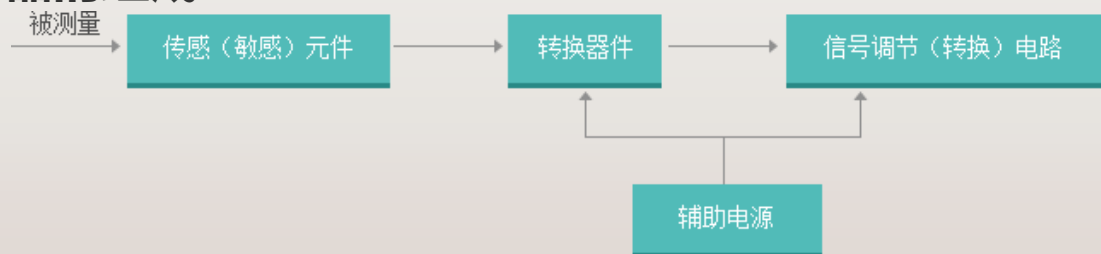
## 传感器及其组成

### 1.传感器的定义

**传感器**是一种以一定的**精确度**把**被测量**转换为与之有确定对应关系的、便于应用的某种物理量的**测量装置**。具体含义包括：

- ①传感器是**测量装置**，能完成**检测任务**；
- ②它的**输入量**是**某一被测量**，可能是**物理量**，也可能是**化学量、生物量**等；
- ③它的**输出量**是某种**物理量**，这种量要便于**传输、转换、处理、显示**等，这种量可以是**气、光、电量**，但主要是**电量**；
- ④输出输入有**对应关系**，且应有一定的**精确程度**。

### 2.传感器的组成



传感器组成框图

## 随学随练

传感器的**转换元件**是指传感器中能直接感受或响应被测量的部分。

1对    2 错

答案隐藏

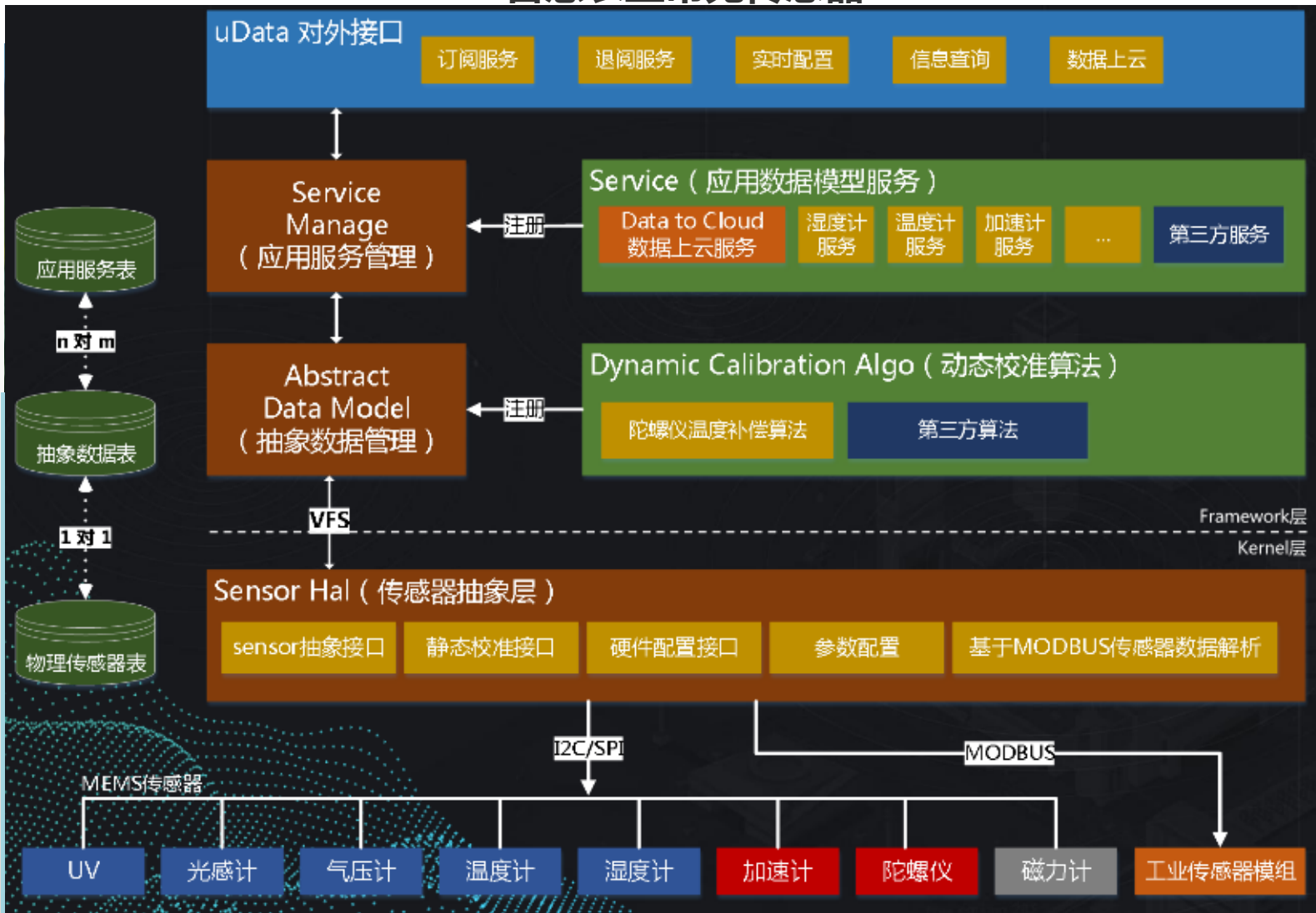
# 常见传感器



悟空问答



# 智慧农业常见传感器





# 一、传感检测技术概述

## 传感器检测系统

尽管现代检测仪器和检测系统的种类、型号繁多，用途、性能千差万别，但它们的作用都是用于各种物理或化学成分等参量的检测，其组成单元按信号传递的流程来区分：通常由各种传感器（变送器）将非电被测物理或化学成分参量转换成电信号，然后经信号调理（信号转换、信号检波、信号滤波、信号放大等）、数据采集、信号处理后显示并输出，由以上设备以及系统所需的交、直流稳压电源和必要的输入设备便组成了一个完整的传感检测系统。

## 一、传感检测技术概述

### 传感器检测系统

传感器是检测系统与被测对象直接发生联系的器件或装置。它的作用是感受指定被测参量的变化并按照一定规律将其转换成一个相应的便于传递的输出信号。传感器通常由敏感元件和转换部分组成。其中，敏感元件为传感器直接感受被测参量变化的部分，转换部分的作用通常是将敏感元件的输出转换为便于传输和后续环节处理的电信号。

信号调理电路在检测系统中的作用是对传感器输出的微弱信号进行检波、转换、滤波、放大等，以方便检测系统后续环节处理或显示。

数据采集（系统）在检测系统中的作用是对信号调理后的连续模拟信号进行离散化并转换成与模拟信号电压幅度相对应的一系列数值信息，同时以一定的方式把这些转换数据及时传递给微处理器或依次自动存储。

信号处理模块是现代检测仪表、检测系统进行数据处理和各种控制的中枢环节，其作用和人的大脑相类似。



## 一、传感检测技术概述

### 传感器检测系统

在许多情况下，检测仪表和检测系统在信号处理器计算出被测参量的瞬时值后除送显示器进行实时显示外，通常还需把测量值及时传送给控制计算机、可编程控制器（PLC）或其他执行器、打印机、记录仪等，从而构成闭环控制系统或实现打印（记录）输出。

输入设备是操作人员和检测仪表或检测系统联系的另一主要环节，用于输入设置参数，下达有关命令等。最常用的输入设备是各种键盘、拨码盘、条码阅读器等。

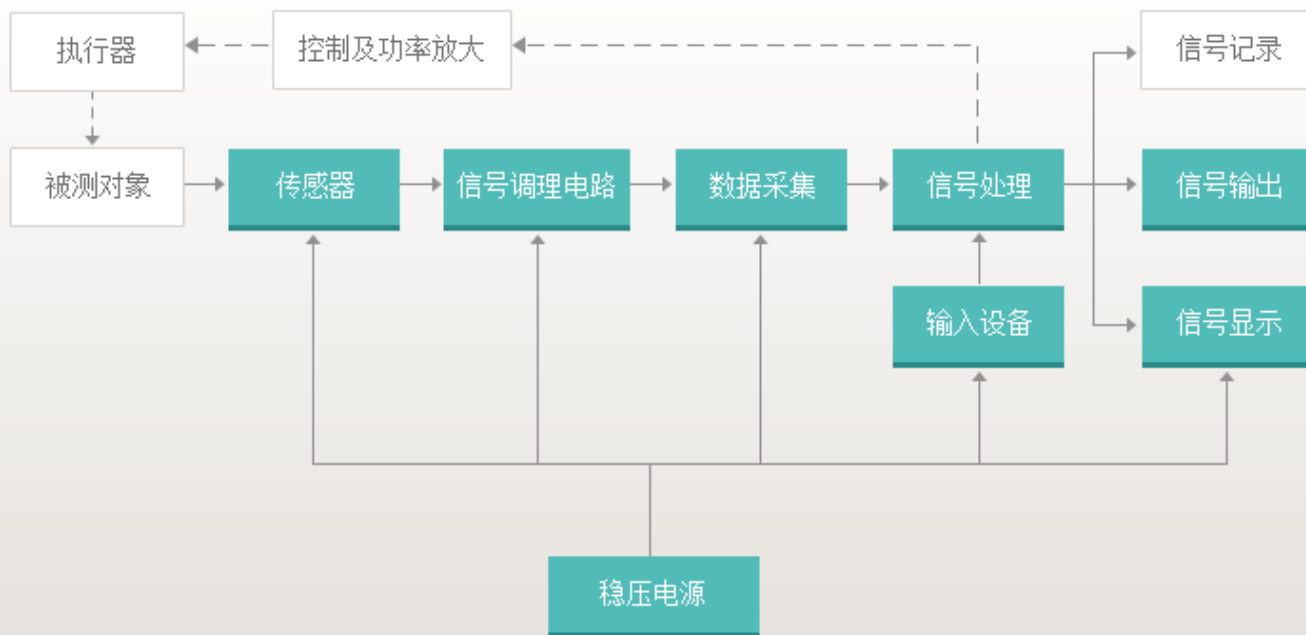
通常人们都希望及时知道被测参量的瞬时值、累积值或其随时间的变化情况，因此，各类检测仪表和检测系统在信号处理器计算出被测参量的当前值后通常均需送至各自的显示器作实时显示。显示器是检测系统与人联系的主要环节之一，显示器一般可分为指示式、数字式和屏幕式三种。

一个检测仪表或检测系统往往既有模拟电路部分，又有数字电路部分，通常需要多组幅值大小要求各异但稳定的电源。

# 一、传感检测技术概述

## 传感器检测系统

### 2. 传感检测系统的组成



传感检测系统的组成框图

# 一、传感检测技术概述

## 传感器的分类

### 传感器的分类

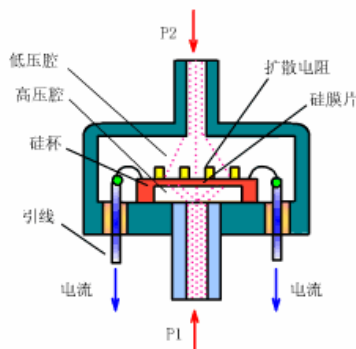
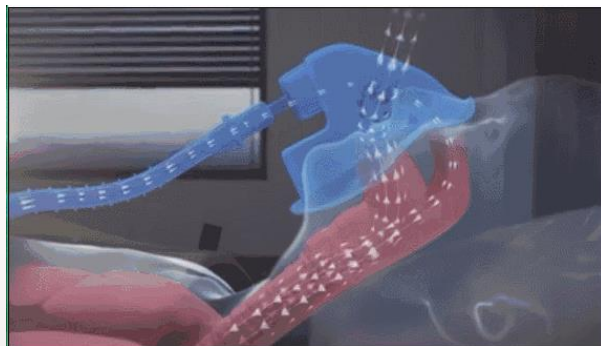
分类方法	类别
被测物理量	速度传感器、位移传感器、温度传感器、压力传感器等。
传感器的工作原理的学科性	一般分成物理型、化学型和生物型三类。
传感器能量的传递方式	能量转换型（有源）传感器和能量控制型（无源）传感器。
传感器输入量	包括机、光、电和化学等传感器。例如：位移、速度、加速度、力、温度和流量传感器等。
传感器输出信号的性质	有模拟式传感器和数字式传感器。
传感器工作机理	结构型、物性型、复合型传感器。
传感器转换过程可逆与否	有单向和双向两种。
高新技术	集成传感器、仿生传感器、机器人传感器、智能传感器等。

# 一、传感检测技术概述

## 传感器的发展趋势

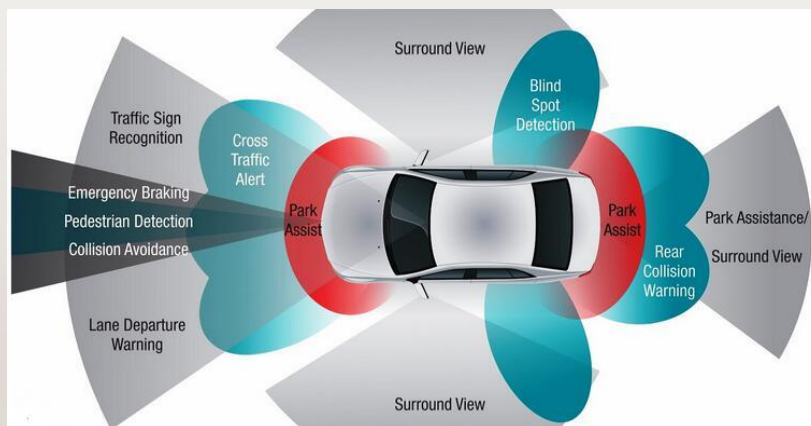
传感器的发展趋势概括为以下几个方面：

1. 向**结构型传感器**方向发展；
2. 向**小型化、集成化方向**发展；
3. 向**智能化方向**发展。



扩散硅式压力传感器

## SM933X系列超低MEMS压力传感器



# The networked farm

## Intelligent silos

Sensors monitor the amounts of harvested produce in storage. The information flows into the farmer's database so that he always has an accurate idea of his current stocks.

## Drones and soil sensors

Drones generate field maps and deliver aerial infrared photos providing information on the condition of the crops. Soil sensors report the water and nutrient content of the soil.

## Satellites and mobile radio antennas

Data collection hub. The information collected in the field is passed on to servers, then commands are sent from the analysis platform or the farmer to machinery, weather data from radar satellites to warning systems, etc.

## User-friendly

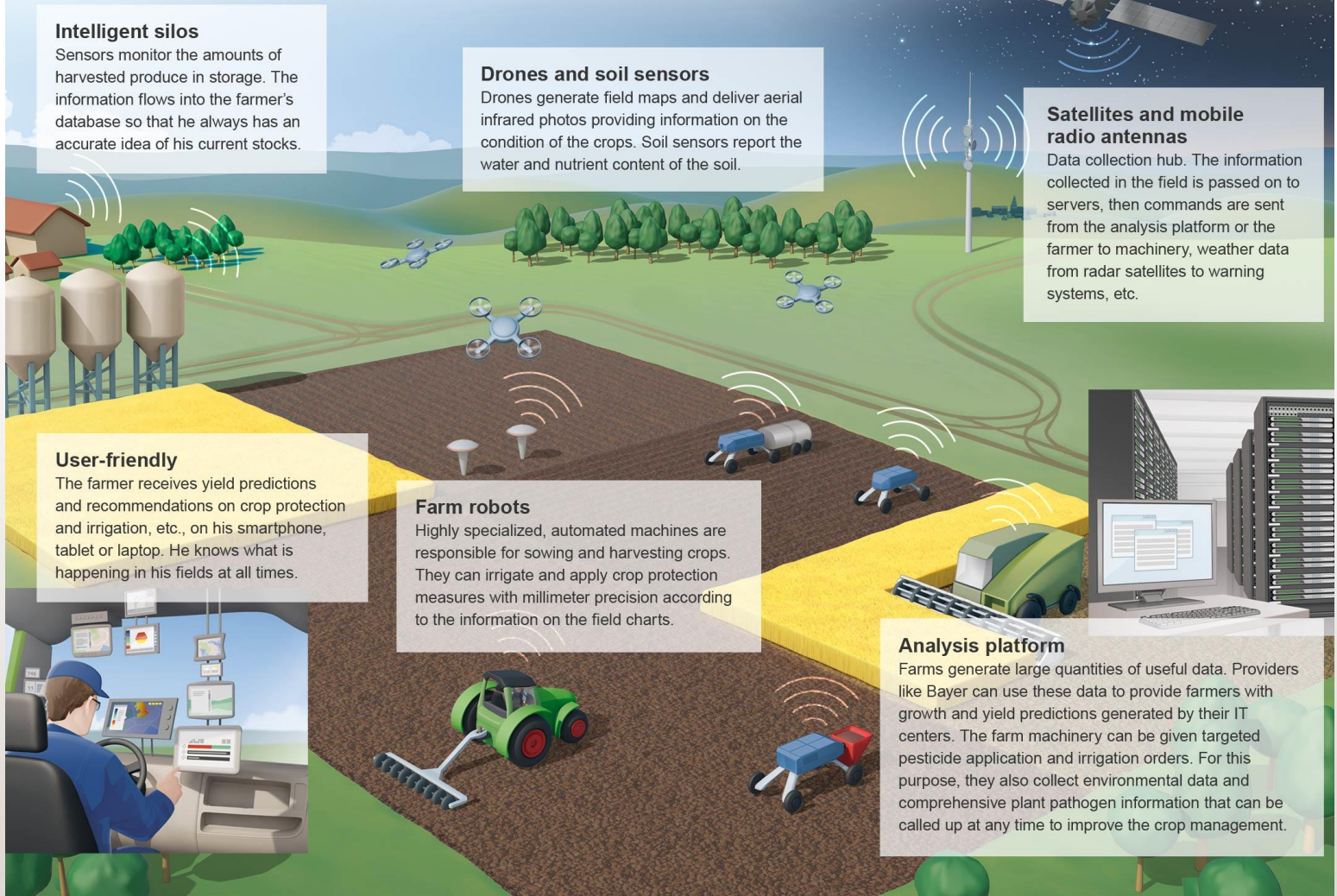
The farmer receives yield predictions and recommendations on crop protection and irrigation, etc., on his smartphone, tablet or laptop. He knows what is happening in his fields at all times.

## Farm robots

Highly specialized, automated machines are responsible for sowing and harvesting crops. They can irrigate and apply crop protection measures with millimeter precision according to the information on the field charts.

## Analysis platform

Farms generate large quantities of useful data. Providers like Bayer can use these data to provide farmers with growth and yield predictions generated by their IT centers. The farm machinery can be given targeted pesticide application and irrigation orders. For this purpose, they also collect environmental data and comprehensive plant pathogen information that can be called up at any time to improve the crop management.



## 二、机电一体化系统中常用传感器

机电一体化系统中常用的传感器主要有位移（位置）传感器、速度传感器、压力传感器、转矩传感器、温度传感器等。本节主要介绍位移、速度和加速度、应变及应力、力和扭矩传感器。

### 位移测量传感器

位移测量包括位移、角位移测量，它是工程中最基本的被测量。

位移测量不仅可以对工程中常需要精确测量的部件位移、位置和尺寸进行测量，还可以将很多机械量如压力、力、扭矩等的测量转换为位移来测量。

测量位移的方法很多，现已形成多种位移传感器，而且有向小型化、数字化、智能化方向发展的趋势。



## 二、机电一体化系统中常用传感器

### 常用位移测量传感器图片

线位移



光栅尺



拉线式



角度位移



差动变压式



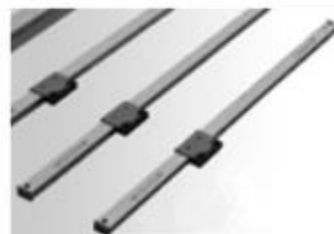
电容式



旋转编码器式



线型



## 二、机电一体化系统中常用传感器

### 常用速度、加速度测量传感器图片

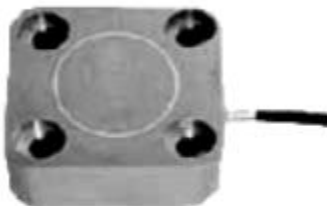
陀螺仪/角速度传感器



光纤陀螺仪角速度传感器



低频加速度传感器



速度传感器



磁电加速度传感器



应变加速度传感器



压电加速度传感器



石英加速度计传感器



## 随学随练

**感应同步器**是一种应用电磁感应原理制造的高精度检测元件，有直线和圆盘式两种，分别用作检测直线位移和转角。

1对    2 错

答案隐藏

## 二、机电一体化系统中常用传感器

### 常用力、压力和扭矩测量传感器图片

静扭矩传感器



动扭矩传感器



重力传感器



拉压力传感器



压电式压力传感器



液体压力传感器



拉力传感器



应变式压力传感器

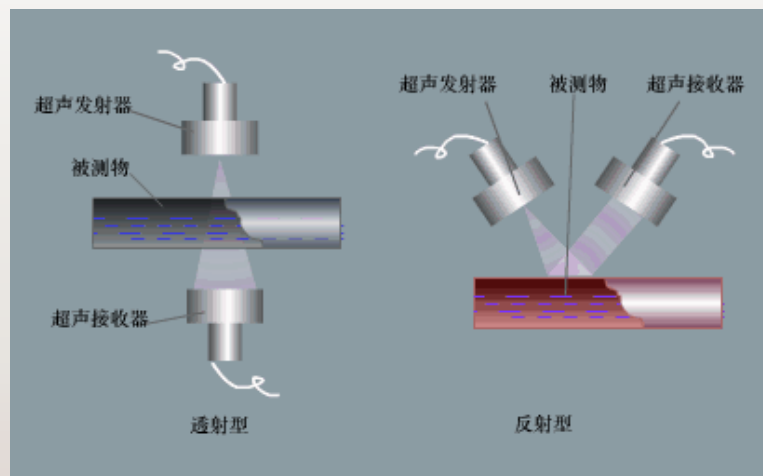


## 二、机电一体化系统中常用传感器

### 典型传感器及其应用

#### (1) 超声波传感器。

超声波传感器是将超声波信号转换成其他能量信号（通常是电信号）的传感器。超声波是振动频率高于20KHz的机械波，具有频率高、波长短、绕射现象小、对液体和固体的穿透本领很大、能够成为射线而定向传播等特点，超声波传感器广泛应用于工业、国防、生物医学等方面。

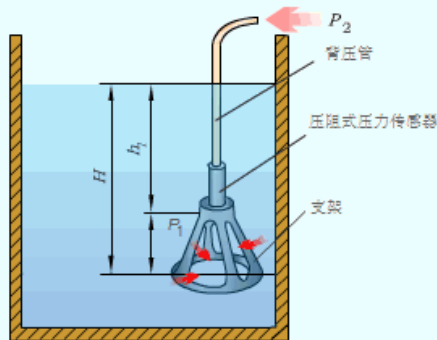


## 二、机电一体化系统中常用传感器

### 典型传感器及其应用

#### (2) 电阻应变式传感器

电阻应变式传感器以电阻应变计为转换元件的电阻式传感器。弹性敏感元件受到所测量的力而产生变形，并使附着其上的电阻应变计一起变形，电阻应变计再将变形转换为电阻值的变化，从而可以测量力、压力、扭矩、位移、加速度和温度等多种物理量，亦可根据具体测量要求设计成多种结构形式。



$$H = h_0 + h_1 = h_0 + \frac{P_1}{\rho g}$$

压阻式传感器测量液位的工作原理

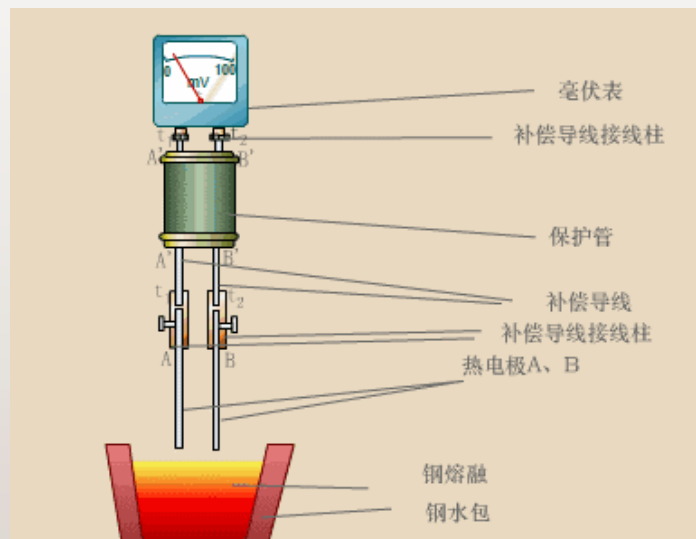


## 二、机电一体化系统中常用传感器

### 典型传感器及其应用

#### (3) 热电偶传感器

热电偶是温度测量仪表中常用的测温元件，由两种不同成分的导体两端接合成回路时，当两接合点热电偶温度不同时，就会在回路内产生热电流。热电偶传感器测量精度高、范围广、构造简单，使用方便，外形常因需要而不相同，但是基本结构却大致相同。



## 二、机电一体化系统中常用传感器



### 三、传感器的特性及选用原则

在生产过程和科学实验中，要对各种各样的参数进行检测和控制，就要求传感器能感受被测非电量的变化并将其不失真地变换成相应的电量，这取决于传感器的基本特性，即输出—输入特性。传感器的基本特性可用静态特性和动态特性来描述。

#### 传感器的静态特性与动态特性

##### 1. 传感器的静态特性

传感器的静态特性是指传感器的输入信号不随时间变化或变化非常缓慢时，所表现出来的输出响应特性，称静态响应特性。

- 传感器的静态特性参数通常包括测量范围(量程)、满量程、输出、线性范围、线性度、灵敏度、精确度、分辨率、迟滞、稳定性等。

##### 2. 传感器的动态特性

所谓动态特性是指其输出对随时间变化的输入量的响应特性。在实际工作中，传感器的动态特性常用它对某些标准输入信号的响应来表示。

- 动态特性参数包括响应时延、幅频特性、相频特性和临界频率等

## 随学随练

下列哪个不是传感器的动特性？（ ）

A. 幅频特性 B. 临界频率 C. 相频特性 D. 分辨率

答案隐藏

### 三、传感器的特性及选用原则

#### 传感器的选用原则

##### 1. 选择传感器主要考虑因素

选择传感器除主要考虑灵敏度、响应特性、线性范围、稳定性、精确度等几个方面的问题（见传感器特性）之外，还要考虑以下几个方面。

- (1) 根据测量目的选择传感器
- (2) 根据测量对象选择传感器
- (3) 根据测量环境选择传感器
- (4) 根据测量条件选择传感器
- (5) 根据测量方式选择传感器

##### 2. 选择传感器的一般步骤

借助于传感器的分类表，根据被测量的性质找出符合用户需要的传感器类别，再从典型应用中初步确定几种传感器。

借助于常用传感器的比较表、价格表，按被测量的测量范围、精度要求、环境要求等情况再次确定传感器的类别。

借助于传感器的产品目录、选型样式或传感器手册，查出传感器的规格型号和性能参数及结构尺寸。

## 随学随练

选择传感器时，如果测量的目的是进行定性分析，则选用绝对量值精度高的传感器，而**不**宜选用重复精度高的传感器。

1对    2 错

答案隐藏



## 四、传感器的校准与安装

传感器在使用前或使用一段时间后（中国计量法规定一般为一年）或经过修理后，必须对其**主要技术指标**再次进行**标定或校准**，以确保**传感器的性能指标**达到要求。在测量过程中传感器的**安装方法**是否正确，对测量结果有重要的影响。

### 传感器的校准

传感器在使用前、使用中或搁置一段时间再使用时必须对其**性能参数**进行复测或做必要的**调整和修正**，以确保传感器的**测量精度**。这个复测调整过程称为**校准**。

对传感器进行校准时，需要精度比它高的**基准器**，这种基准器受**时间的推移和使用的磨损**等因素的影响，参数会随之改变。因此对这种**基准器**还要用更高精度的**基准器**来定期校准。这样一来，就形成了一个**校准标准的分级管理系统**，最终的**标准基准器**有赖于**国家标准**。我国最高级的**基准**是由**国家计量院**保存并向下属单位逐级地传递。

## 随学随练

传感器在使用前、使用中或修理后，必须对其主要技术指标标定或校准，以确保传感器的性能指标达到要求。

1对    2 错

答案隐藏

## 四、传感器的校准与安装

### 传感器的安装

传感器与被测对象之间的安装方法将对测量结果有重要的影响，下面对被测对象为固体与液体两种情况来研究。

#### 1. 传感器与固体对象的连接方式

当被测对象是固体时，可把传感器直接安装在被测对象上，把这种安装方法叫做接触型。如果被测对象是高温或角度回转的对象，或由于操作危险、传感器材料特性等方面的原因，接触型测量就有些困难，这时不便使用接触型传感器。在这些情况下，必须做到不与被测对象接触就能将信号取出，即使用非接触型传感器。

## 四、传感器的校准与安装

### 接触型与非接触型传感器的比较

项目	接触类	非接触类
负荷效应	大	大
环境影响	不容易受影响	容易受影响
安装位置	固定	可以移动
标定	预先	现场
分布检测	困难	容易

## 四、传感器的校准与安装

### 2. 传感器与**流体对象**的连接方式

利用传感器测量流体的某些**参数**（如**流速**、**温度**、**流量**、**浓度**等）时，传感器必须安装在盛有**流体的容器里**或有**流体流动的管道上**。

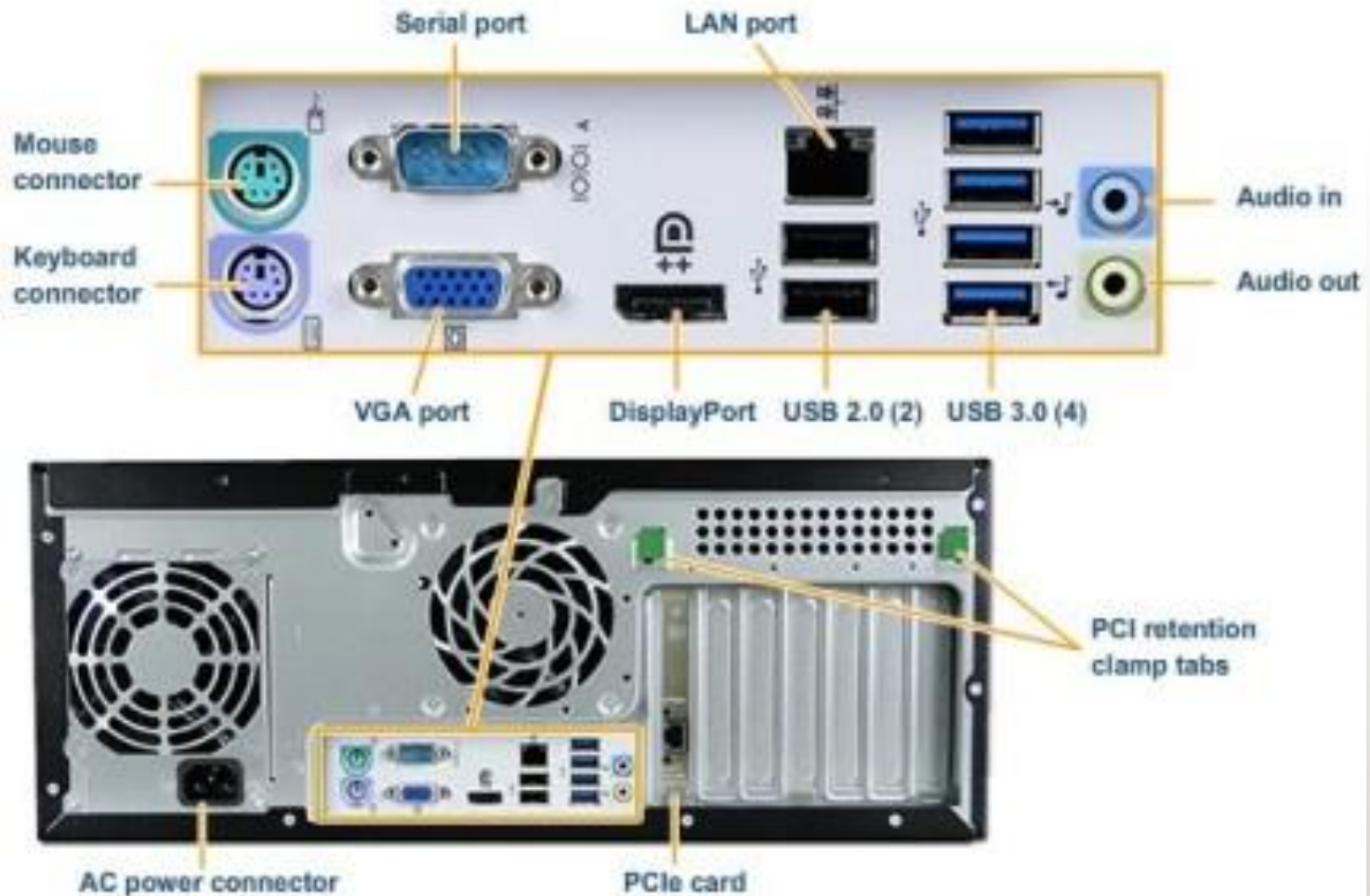
**流速传感器**的安装有两种方法：一种如**空速管**那样，插入管道内部的办法；另一种方法是像**电磁流量计**那样，把**管道的一端安装上传感器**。

### 3. **传感器安装时**注意的问题

在**安装传感器**时还须注意以下几个问题：

- (1) 传感器**安装位置**有无影响？
- (2) 有没有**额外的信息**？
- (3) 传感器是否可以准确地**读出数据**？
- (4) **所接收到的信息**是否就是从需要测量的地方传输过来的信息？
- (5) 采集数据的**速度**尽可能快。

## 五、传感器测量电路及其计算机接口







# 五、传感器测量电路及其计算机接口

## 传感器的测量电路

对于传感器的检测电路，按传感器的输出信号要求，可将传感器的检测电路分为：模拟型测量电路、数字型测量电路、开关型测量电路。

传感器的检测电路分类

名称	作用
模拟型测量电路	用于电阻应变式、电感式、电容式、电热式等输出模拟信号的传感器。
数字型测量电路	绝对编码数字式传感器测量电路：传感器输出的编码与被检测量——对应，每一码道的状态由相应的光电元件读出，经光电转换、放大整形后，得到与被测量相对应的编码。
	增量编码数字式传感器测量电路：主要用于增量编码数字式传感器输出信号的测量，如光栅、磁栅、容栅、同步感应器、激光干涉器等传感元件输出信号的测量。
开关型测量电路	主要用于光电开关、触点开关通断信号的检测，电路的实质是对检测信号的放大或降压/分流等。

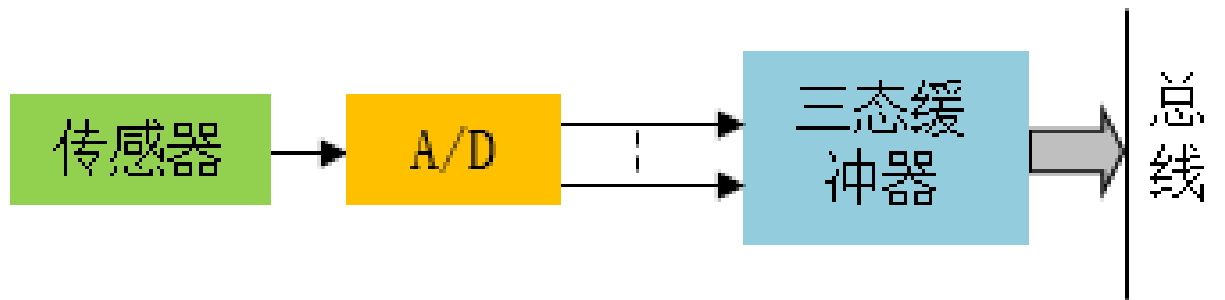
传感器测量电路的中间转换电路的种类和结构主要由选用传感器的类型决定。主要有电桥、放大、调制与解调、A/D转换等电路。

## 五、传感器测量电路及其计算机接口

### 2. 传感器接口电路

在机电一体化产品中，控制和信息处理功能多数采用计算机来实现。因此，检测信号一般都需要被采集到计算机中做进一步处理，以便获得所需的信息。模拟式传感器输出的是连续信号，首先必须将其转换成能够被计算机接收的数字信号，然后才送入计算机进行有效的运算和处理。所以依据模拟量转换、输入精度、输入速度、通道数量和类型等因素，有下面四种转换输入方式。

**(1) 单通道直接型转换输入方式：**最简单的一种方式。只用一个A/D转换器及缓冲器将模拟量转换为数字量，通过三态缓冲器送入计算机总线。这种方式仅适用于只有一路检测信号的情况。另外受转换电压幅度与速度的限制，应用范围窄。

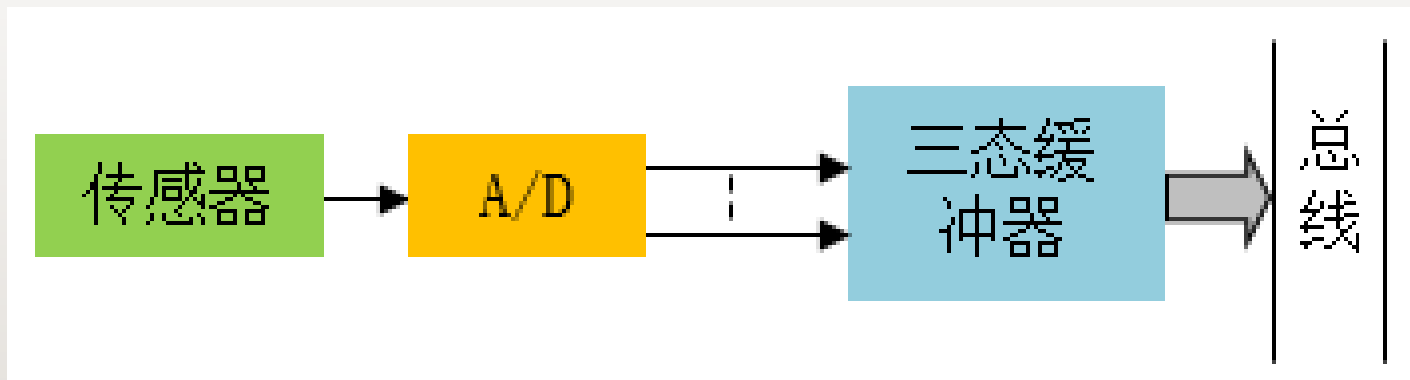


单通道直接型转换输入方式

## 五、传感器测量电路及其计算机接口

### 2. 传感器接口电路

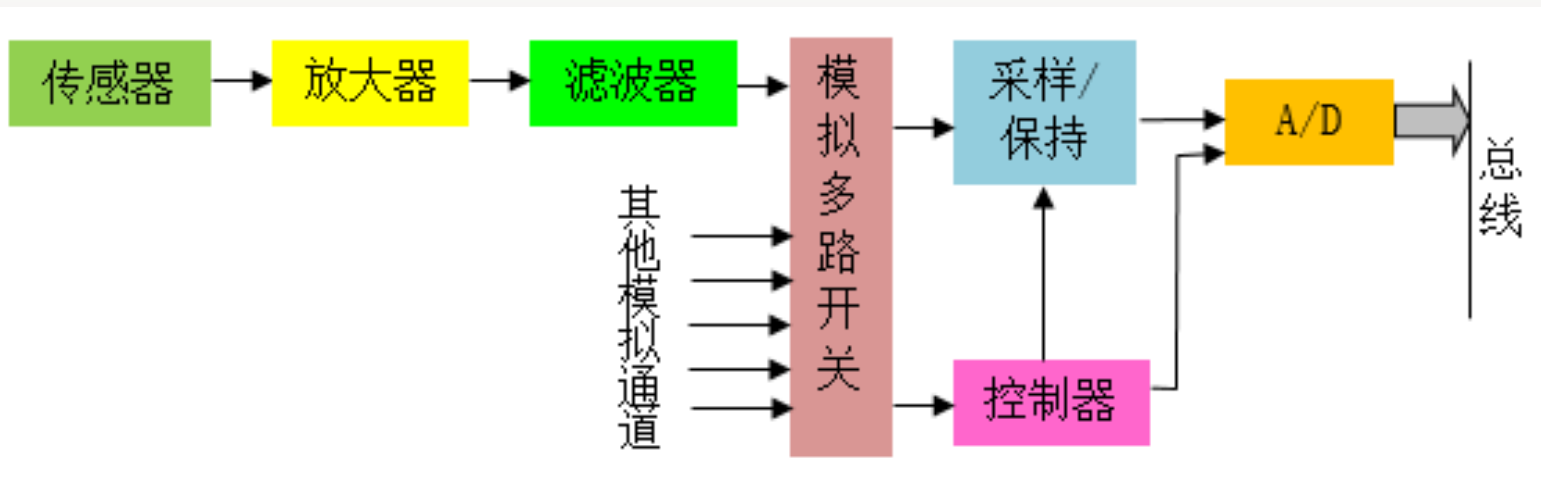
**(1) 单通道直接型转换输入方式：**最简单的一种方式。只用一个A/D转换器及缓冲器将模拟量转换为数字量，通过三态缓冲器送入计算机总线。这种方式仅适用于只有一路检测信号的场合。另外受转换电压幅度与速度的限制，应用范围窄。



单通道直接型转换输入方式

## 五、传感器测量电路及其计算机接口

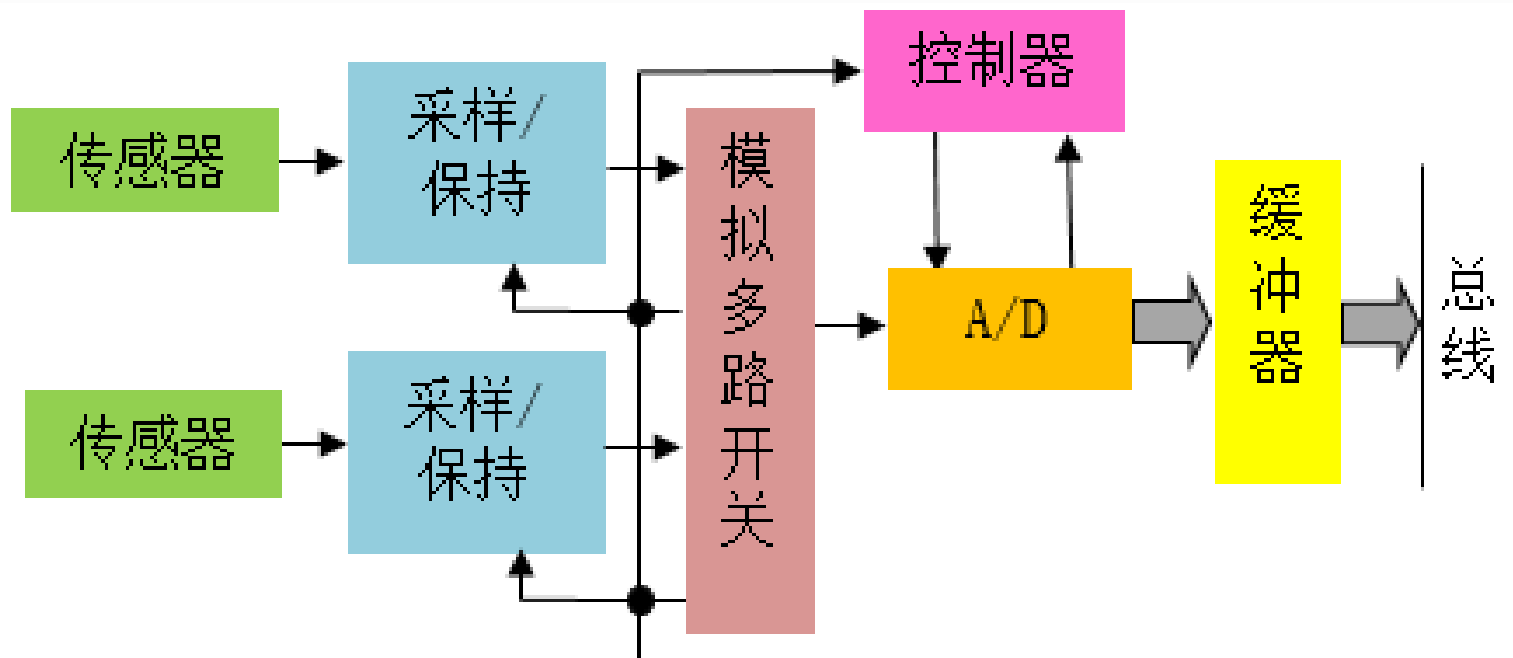
**(2) 多通道一般型转换输入方式：**共用一个A/D转换器，通过多路模拟开关依次对每个模拟通道进行采样保持和转换。其特点是电路简单、节省元部件、速度低，不能获得同一瞬时的各通道的模拟信号。



多通道一般型转换输入方式

## 五、传感器测量电路及其计算机接口

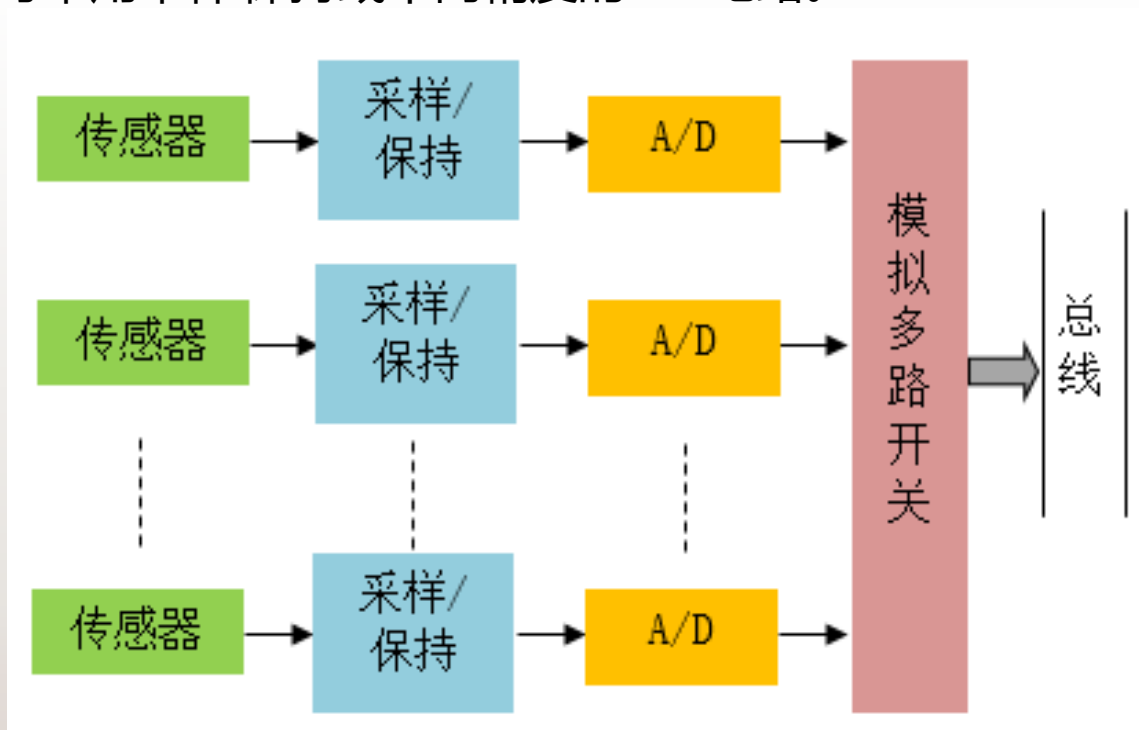
**(3) 多通道同步型转换输入方式：**与第二种方式的主要区别是信号的采集/保持电路在多路开关之前，各采样/保持同时动作，可测得在同一瞬时各传感器输出的模拟信号。



多通道同步型转换输入方式

## 五、传感器测量电路及其计算机接口

**(4) 多通道并行输入型转换输入方式：**各通道直接进行转换，送入微型机或信号通道。灵活性大，抗干扰能力强。根据传感器输出信号的特点可采用采样/保持或不同精度的A/D电路。



多通道并行输入型转换输入方式



# 思考问题

- 1. 举例说明你所知道的传感器的组成和使用方法？
- 2. 试举常见的根据机电系统的设计要求列举选用传感器？
- 3. 请列举并举例说明不同形式传感器的测量电路、计算机接口及其主要性能指标，不少于3个？
- 4. 试述你所知道的传感器的校准及安装方法？

