

# 传感器与检测技术

主讲人：高 翔

自动化学院

测控 B150505-06

## **特 别 通 知:**

**上课时间：周三，3、4节，3-18周，全周  
(9:50-)**

**周五，3、4节，3-18周，单周  
(9:50-)**

**上课地点：教3-204**

# 第0讲：绪 论

## 0.1 课程介绍

## 0.2 传感器的重要性和应用

## 0.3 传感器的定义和组成

## 0.4 传感器的分类及要求

## 0.5 传感器开发的新趋势

## 0.1 课程介绍

**课程代号： B0502031S**

**课程名称： 传感器与检测技术**

**学分/学时： 2.5/40 (32+8)**

**开课学期： 秋季**

**先修课程： 大学物理、电路分析、模拟电路、信号与系统等。**

**课程特点： 内容广，实践性强。**

## 0.1 课程介绍

联系方式:

[gaox@njupt.edu.cn](mailto:gaox@njupt.edu.cn)

18951896156

南京邮电大学 自动化学院

自动化学科楼514

## 0.1 课程介绍

### 课程的教学方法与方式

- 课堂教学
- 课后学习、探索研究
- 部分实验(单独安排8个学时)

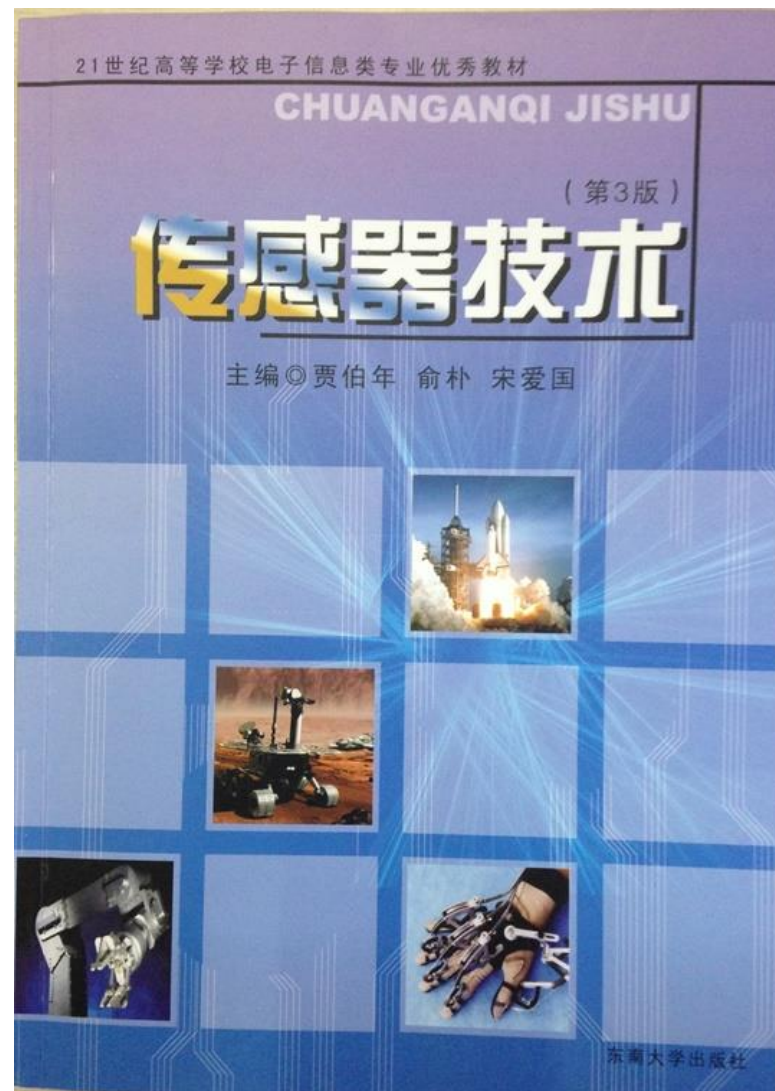
### 考核方式

- 平时成绩（出勤率、作业、实验）  
**30%**
- 期末考试成绩  
**70%**

# 教材

## ▶ 《传感器技术》

贾伯年、俞朴、宋爱国  
东南大学出版社；



## 参考教材

- [1] 贾伯年, 俞朴.传感器技术[M].南京: 东南大学出版社, 2000.
- [2] 孙传友, 孙晓斌.感测技术基础[M].北京: 电子工业出版社, 2006.
- [3] 叶湘滨, 熊飞丽, 张文娜.传感器与测试技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.
- [4] 樊尚春. 传感器技术及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学, 2010.
- [5] 何道清, 张禾, 谌海云. 传感器与传感器技术[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [6] 黄传河等. 传感器原理与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- .....



## 参考期刊

《仪器仪表学报》，中国仪器仪表学会，EI检索

《计量学报》，中国计量测试学会

《电子测量与仪器学报》，中国电子学会

《仪表技术与传感器》，沈阳仪器仪表工艺研究所

《传感技术学报》，中国微米纳米技术学会/东南大学

《传感器技术》，信息产业部电子第四十九研究所

《IEEE Sensors Journal》IF: 1.852

《Sensors》IF: 2.048

《Sensors and Actuators A-Physical》IF: 1.943

《Sensors and Actuators B-Chemical》IF: 3.84

《ACM Transactions on Sensor Networks》IF: 1.463

《Biosensors & Bioelectronics》IF: 6.451

.....

## 参考网站

1. <http://www.sensorworld.com.cn/> 传感器世界网站。
2. <http://www.yibiao.com> 仪表网。内容有测试仪表性能相关资料。
3. <http://www.chinasensors.com/> 中国传感器信息网。传感器信息大全。
4. <http://www.testnet.cn> 北京测试仪器网。内容有测量仪器相关资料。
5. <http://elec.yibiao.com> 中华电工仪表网。内容有测量仪器相关资料。
6. <http://www.dzjs.com> 电子技术天地。内容有现代电子技术、电子CAD、电子测量技术资料。
7. <http://www.agilent.com.cn> 安捷伦公司中国网站。内容有电子测量仪器产品说明、中文手册及参考资料。
8. <http://www.jicheng.net.cn> 东方集成网。内容有电子测量仪器产品说明、中文手册、参考资料、相关期刊超级链接。
9. <http://www.ni.com.cn> NI公司中国网站。内容有产品说明，技术资料下载，使用手册。

.....

# 第0讲：绪 论

0.1 课程介绍

**0.2 传感器的重要性和应用**

0.3 传感器的定义和组成

0.4 传感器的分类及要求

0.5 传感器开发的新趋势

## 0.2.2 传感器的重要性

# 传感器与检测技术



信息技术



信息获取→信息传输→信息处理

## 0.2.2 传感器的重要性

# 传感器与检测技术



信息技术



信息获取→信息传输→信息处理

信息技术的源头

# 传感器的应用

- 传感器与检测技术在工业自动化、军事国防和以宇宙开发、海洋开发为代表的尖端科学与工程等重要领域有广泛应用。
- 同时，它正以自己的巨大潜力，向着与人们生活密切相关的方面渗透；生物工程、医疗卫生、环境保护、安全防范、家用电器、网络家居等方面的传感器已层出不穷，并在日新月异地发展。

# 第0讲：绪 论

0. 1 课程介绍

0. 2 传感器的重要性和应用

**0. 3 传感器的定义和组成**

0. 4 传感器的分类及要求

0. 5 传感器开发的新趋势

### 0.3.1 传感器的定义

**传感器：**能感受被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置。

——国标GB/T 7665-2005 传感器通用术语

关键词？！



# 传感器的定义与理解

从两个方面来理解与把握：

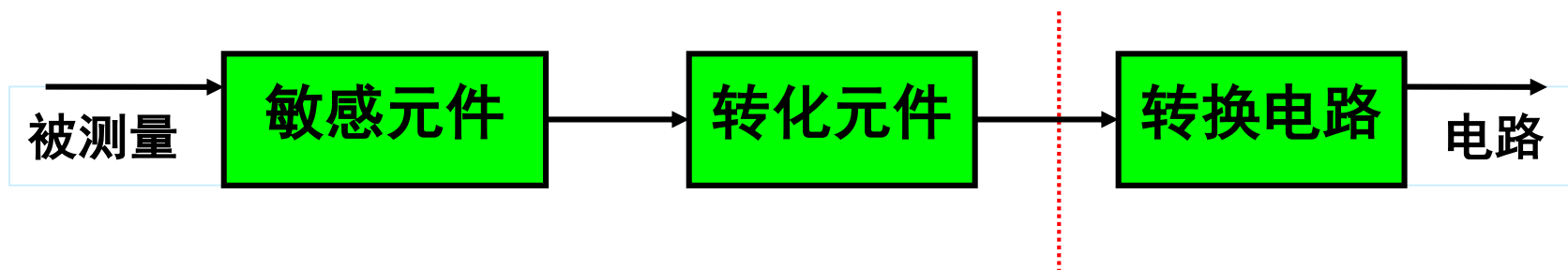
1. 作用——测量，应用传感器的目的；
2. 输出信号——适于测量的电信号。

- 电信号能较容易地进行放大、反馈、滤波、微分、存贮、远距离操作等。
- 因此作为一种功能块地传感器可狭义的定义为：  
“将外界信号变换为电信号的一类元件。”



### 0.3.1 传感器的组成

- 传感器一般由 敏感元件、转换元件、  
转换电路 三部分组成：



注：有的书上不包括  
虚线后部分

## 0.3.1 传感器的组成

- **敏感元件 (Sensitive element) :**

被测非电量→其他形式信号 (易于转换成电量, 如形变)

- **转换元件 (Transduction element) :**

非电量→电量 (电阻、电感、电容等)

- **转换电路 (Transduction circuit) :**

信号调节与转换等

- 有些传感器很简单，仅由一个敏感元件（兼作转换元件）组成，它感受被测量时直接输出电量。如热电偶。
- 有些传感器由敏感元件和转换元件组成，没有转换电路。
- 有些传感器，转换元件不止一个，要经过若干次转换。

# 第0讲：绪 论

0.1 课程介绍

0.2 传感器的重要性和应用

0.3 传感器的定义和组成

**0.4 传感器的分类及要求**

0.5 传感器开发的新趋势

## 0.4.1 传感器的分类

传感器种类繁多，目前常用的分类有**两种**：

- 以被测量来分
- 以传感器的原理来分

## 按被测量来分类

被测量类别	被 测 量
热工量	温度、热量、比热；压力、压差、真空度；流量、流速、风速
机械量	位移（线位移、角位移），尺寸、形状；力、力矩、应力；重量、质量；转速、线速度；振动幅度、频率、加速度、噪声



被测量类别	被 测 量
物性和成分量	气体化学成分、液体化学成分； 酸碱度（ <b>PH</b> 值）、盐度、浓度、 粘度；密度、比重
状态量	颜色、透明度、磨损量、材料 内部裂缝或缺陷、气体泄漏、 表面质量

## 按传感器的原理来分类

- 电阻式，光电式（红外式、光导纤维式），电感式，谐振式，电容式，霍尔式（磁式），阻抗式（电涡流式），超声式，磁电式，同位素式，热电式，电化学式，压电式，微波式

## 分类的目的

- 各类传感器的工作原理、主要性能及其特点、应用。
- 使大家能合理地选择和使用传感器。
- 使学生了解常用传感器地工程设计方法和掌握常用传感器地试验研究方法。
- 了解传感器地发展方向等。

## 0.4.2 传感器的一般要求

- **足够的容量**——传感器的工作范围或量程足够大；具有一定的过载能力。
- **灵敏度高，精度适当**——即要求其输出信号与被测信号成确定的关系（通常为线性），且比值要大；传感器的静态响应与动态响应的准确度能满足要求。

## 0.4.2 传感器的一般要求

- 响应速度快，工作稳定，可靠性好。
- 使用性和适应性强——体积小，重量轻，动作能量小，对被测对象的状态影响小；内部噪声小而又不易受外界干扰的影响；其输出力求采用通用或标准形式，以便与系统对接。
- 使用经济——成本低，寿命长，且便于使用、维修和校准。

## 0.4.3传感器的选用原则

### 一)与测量条件有关的因素

- (1)测量的目的;
- (2)被测试量的选择;
- (3)测量范围;
- (4)输入信号的幅值, 频带宽度;
- (5)精度要求;
- (6)测量所需要的时间。

## 0.4.3传感器的选用原则

### 二)与传感器有关的技术指标

- (1)精度;
- (2)稳定度;
- (3)响应特性;
- (4)模拟量与数字量;
- (5)输出幅值;
- (6)对被测物体产生的负载效应;
- (7)校正周期;
- (8)超标准过大的输入信号保护。

## 0.4.3传感器的选用原则

### 三) 与使用环境条件有关的因素

- (1)安装现场条件及情况;
- (2)环境条件(湿度、温度、振动等);
- (3)信号传输距离;
- (4)所需现场提供的功率容量。

### 四) 与购买和维修有关的因素

- (1)价格;
- (2)零配件的储备;
- (3)服务与维修制度, 保修时间;
- (4)交货日期。



# 第0讲：绪 论

0.1 课程介绍

0.2 传感器的重要性和应用

0.3 传感器的定义和组成

0.4 传感器的分类及要求

**0.5 传感器开发的新趋势**

# 传感器技术的发展趋势

传感器的开发方向，大致分为如下*四个方面*：

- 一、不断提高和改善现有传感器的性能；
- 二、开展基础研究，发掘新效应，重点研究传感器的新材料和新工艺；
- 三、实现传感器的集成化、多功能化
- 四、传感器的数字化、智能化和网络化。

## 改善传感器性能的技术途径：

- 1) **差动技术**——提高灵敏度、改善非线性误差、减小外界干扰(温度、电源、噪声等)影响。
- 2) **平均技术**——若干个传感单元同时感受被测量，输出为平均值，有效减小误差，提高灵敏度。
- 3) **补偿与修正技术**——软件或硬件等。
- 4) **屏蔽、隔离与干扰抑制**
- 5) **稳定性处理**——传感器是长期测量或反复使用的器件。

## ➤发现并利用新现象、新材料、新工艺：

1)利用物理现象、化学反应、生物效应作为传感器原理，研发新型传感器。如Josephson效应。

2)传感器材料是传感器技术的重要基础，开发新材料的趋势包括①单晶体到多晶体、非晶体；②单一型到复合材料；③原子（分子）型材料的人工合成。如半导体、陶瓷、高分子材料、磁性、智能材料等。

3)微机械加工技术是开发新型传感器的新工艺。例如溅射、蒸镀、等离子体刻蚀、化学气体淀积（CVD）、外延、扩散、腐蚀、光刻等。

## 集成化

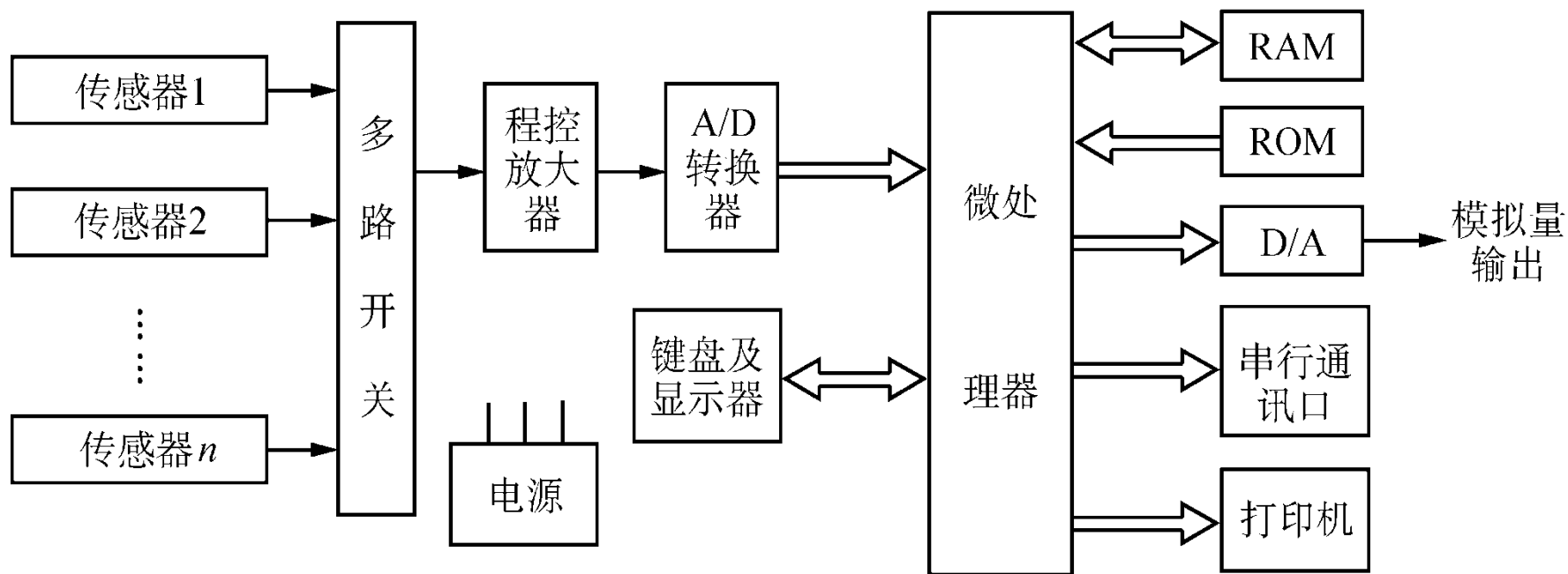
集成化包括两种形式：一是同一功能的多元件并列化，如CCD图象传感器。另一个是多功能一体化，即将传感器与放大、运算以及温度补偿等环节一体化，组装成一个器件。

## 多功能化

将几种不同的传感器组合在一起，同时测量几种不同被测参数。例如温、气、湿三功能陶瓷传感器

# 智能传感器

- 从构成上看，智能式传感器是一个典型的以微处理器为核心的计算机检测系统。



## 智能式传感器特点：

- 同一般传感器相比，智能式传感器有以下几个显著特点：
- 精度高
- 稳定、可靠性好
- 检测与处理方便
- 功能广
- 性能价格比高

## 精度高：

- 由于智能式传感器具有信息处理的功能，因此通过软件不仅可以修正各种确定性系统误差(如传感器输入输出的非线性误差、温度误差、零点误差、正反行程误差等)，而且还可以适当地补偿随机误差，降低噪声，从而使传感器的精度大大提高。

## 稳定、可靠性好：

- 它具有自诊断、自校准和数据存储功能，对于智能结构系统还有自适应功能。



## 检测与处理方便：

- 它不仅具有一定的可编程自动化能力，可根据检测对象或条件的改变，方便地改变量程及输出数据的形式等，而且输出数据可通过串行或并行通讯线直接送入远地计算机进行处理。

## 功能广：

- 不仅可以实现多传感器多参数综合测量，扩大测量与使用范围，而且可以有多种形式输出(如RS232串行输出，PIO并行输出，IEEE-488总线输出以及经D/A转换后的模拟量输出等)。

## 性能价格比高：

- 在相同精度条件下，多功能智能式传感器与单一功能的普通传感器相比，其性能价格比高，尤其是在采用比较便宜的单片机后更为明显。