



《传感器技术》课程

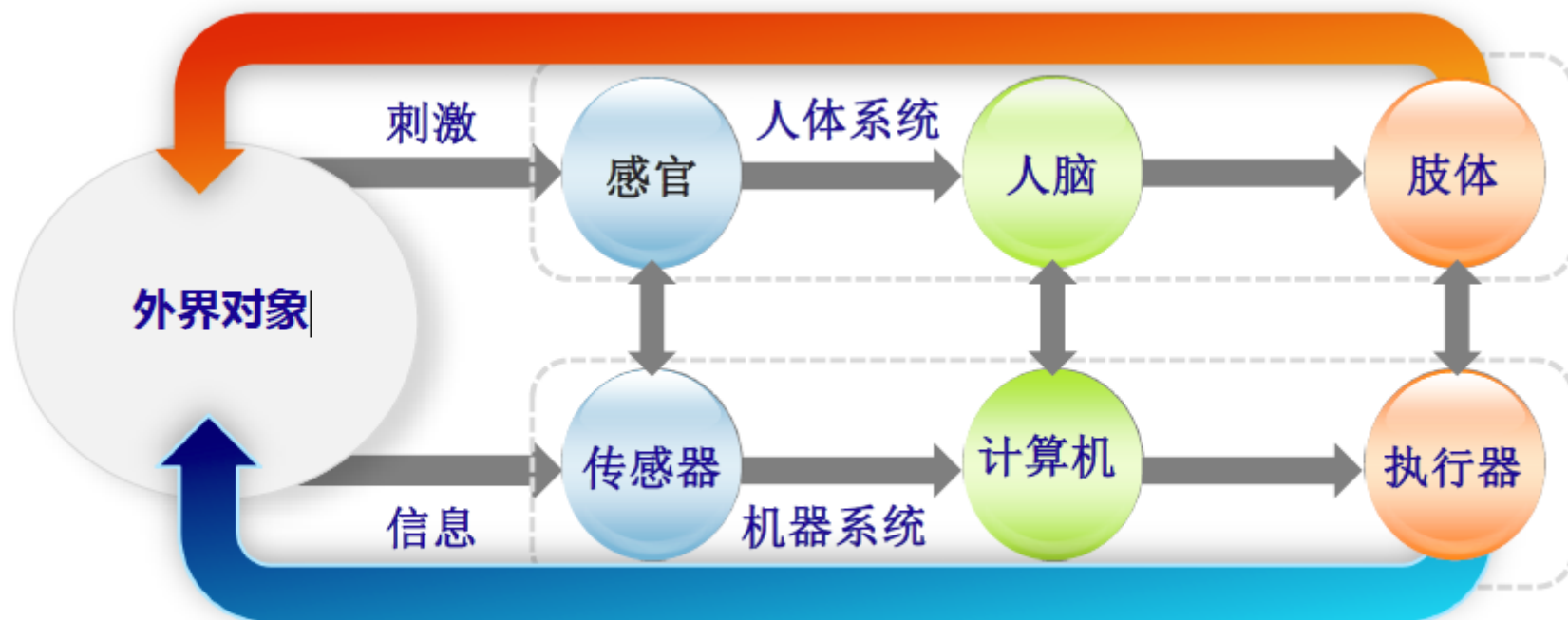
传感器技术

主讲人：王鹏

东南大学 仪器科学与工程学院

传感器的引入

- 人通过五官（视、听、嗅、味、触）接受外界的信息，经过大脑的思维（信息处理），作出相应的动作。
- 而用计算机控制的自动化装置来代替人的劳动，则可以说电子计算机相当于人的大脑（一般称作电脑），而传感器则相当于人的五官部分（“电五官”）。



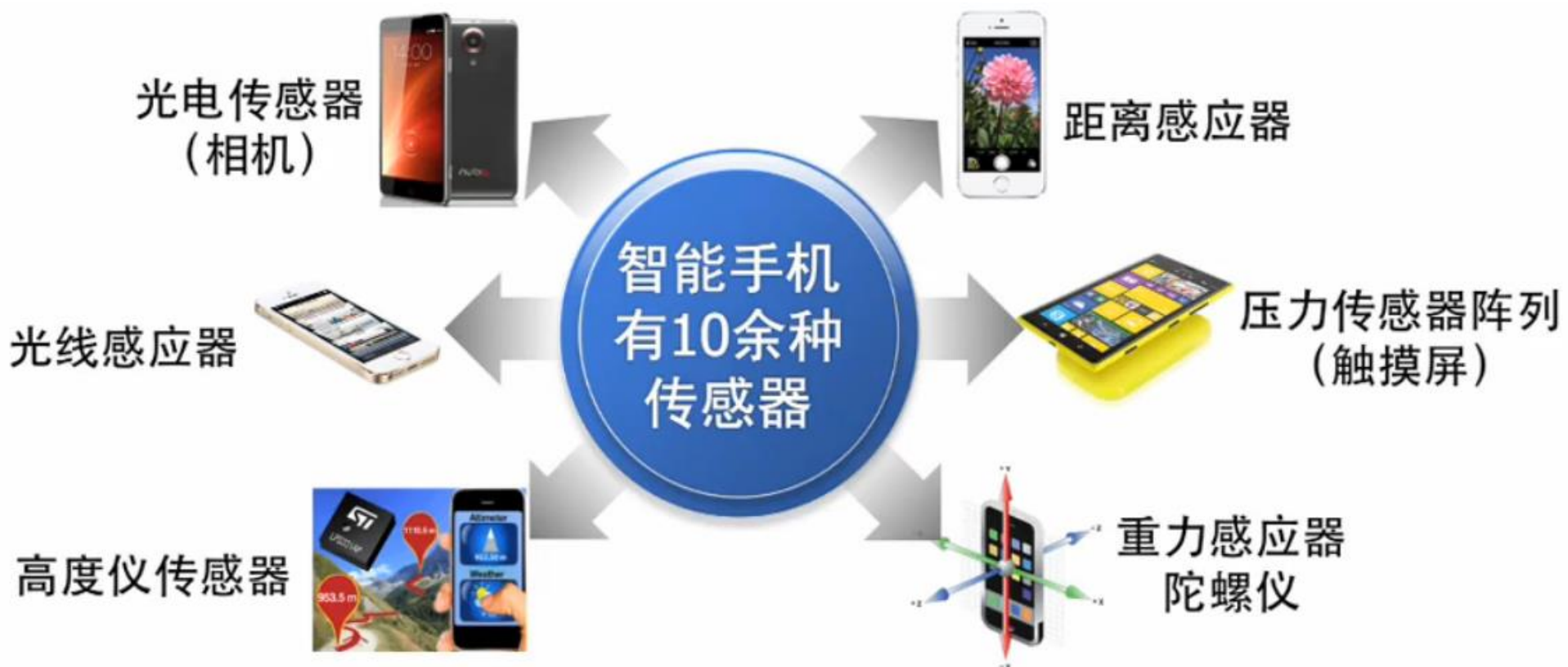
身体与机器人的对应关系



- 传感器是获取自然领域中信息的主要途径与手段。
- 在当今信息时代，传感器是信息的源头，是获取信息的元件，是信息技术的三大支柱之一。
- 思考：生活中有哪些熟悉的产品用到传感器？

手机中的传感器

www.seu.edu.cn



汽车上的传感器

www.seu.edu.cn



传感器在各个行业的应用

www.seu.edu.cn



第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

0.1

传感器的作用和重要性

0.2

传感器的定义和组成

0.3

传感器的分类及要求

0.4

传感器开发的新趋势



第一节 传感器的作用和重要性

一、传感器的作用

- 传感器实际上是一种功能元件，其作用是将来自外界的各种信号转换成计算机可以处理的电信号或光信号。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

- 传感器所检测的各种信号显著地增加，其品种也极其繁多。（检测的数量增加，类型增多）
- 为了对各种各样的信号进行检测、控制，就必须获得尽量简单易于处理的信号，这样的要求只有电信号能够满足。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。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

总结:

- 因此作为一种功能块的传感器可定义（狭义）为：
“将外界输入信号变换为电信号（或光信号）的一类元件。”如下图所示：



第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

总结:

定义（广义）：凡是利用一定的物质（物理、化学、生物）法则、定理、定律、效应等进行能量转换与信息转换，并且输出与输入严格一一对应的器件或装置。

因此，传感器又被称作检测器、换能器、变换器等。



二、传感器的重要性

- 作为人脑的一种模拟的电子计算机的发展极为迅速，可是起五种感觉模拟作用的传感器却发展很慢，因而如果不进行传感器的开发，现在的电子计算机将不能适应实际需要。现代社会要求传感器、电子计算机和执行器三者都能相互协调才行。
- 这样，传感器就成了现代科学的中枢神经系统，它日益受到人们的普遍重视，这已成为现代传感器技术的必然趋势。



三、传感器的应用：

- 传感器技术在工业自动化、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。

第二节 传感器的定义和组成

一、传感器的定义

➤ 定义:

能感受规定的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。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

➤ 换句话说，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。

其包含以下几个方面的意思

- (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；

第0章 绪 论(Preface)



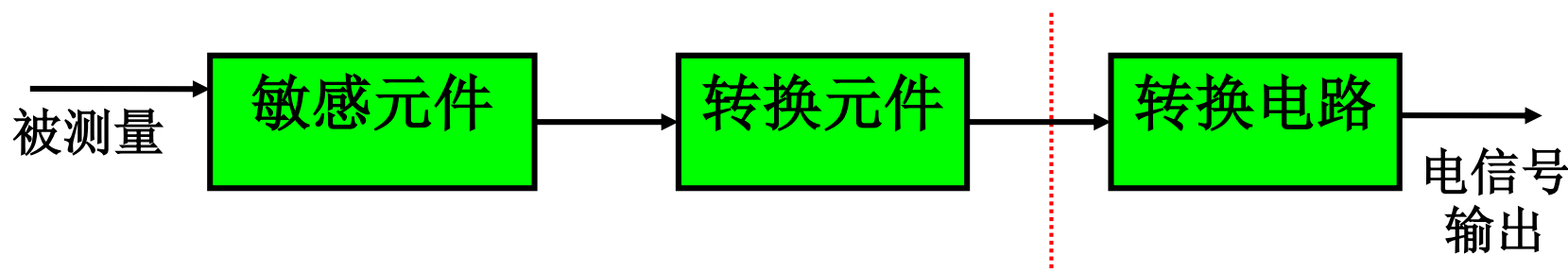
www.seu.edu.cn

(3) 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，但主要是电量。

(4) 输入输出有对应关系，且应有一定的精确度。

二、传感器的组成

➤ 传感器一般由 敏感元件、转换元件、
转换（测量）电路三部分组成：



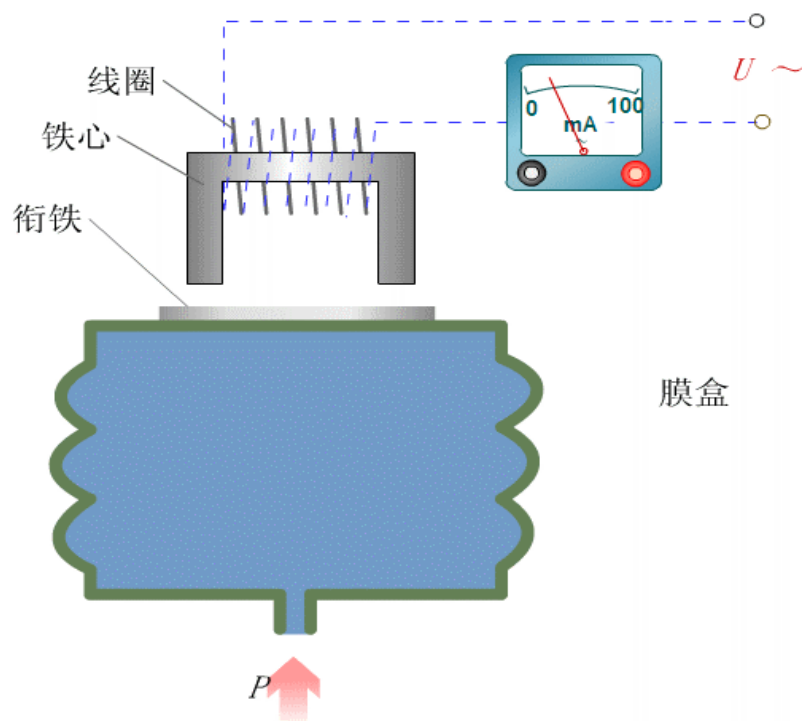
注：有的书上不包括
虚线后部分

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

- **敏感元件 (Sensitive element)** : 直接感受被测量, 并输出与被测量成确定关系的某一物理量的元件。
- **转换元件 (Transduction element)** : 以敏感元件的输出为输入, 把输入转换成使用传输或测量的电路参数。
- **转换电路 (Transduction circuit)** : 将转换元件参数接入转换电路, 便可转换成电量输出。



变间隙电感式压力传感器的工作原理

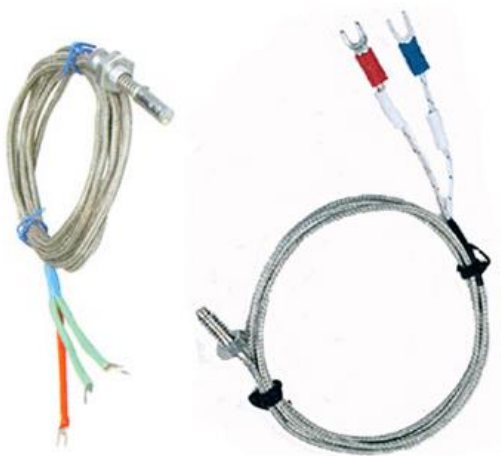
东方仿真COPYRIGHT

- 敏感元件为膜盒，其作用是将压力转换为膜盒的移动，产生相应的位移量
- 转换元件为电感线圈，将输入的位移量转换成电感的变化

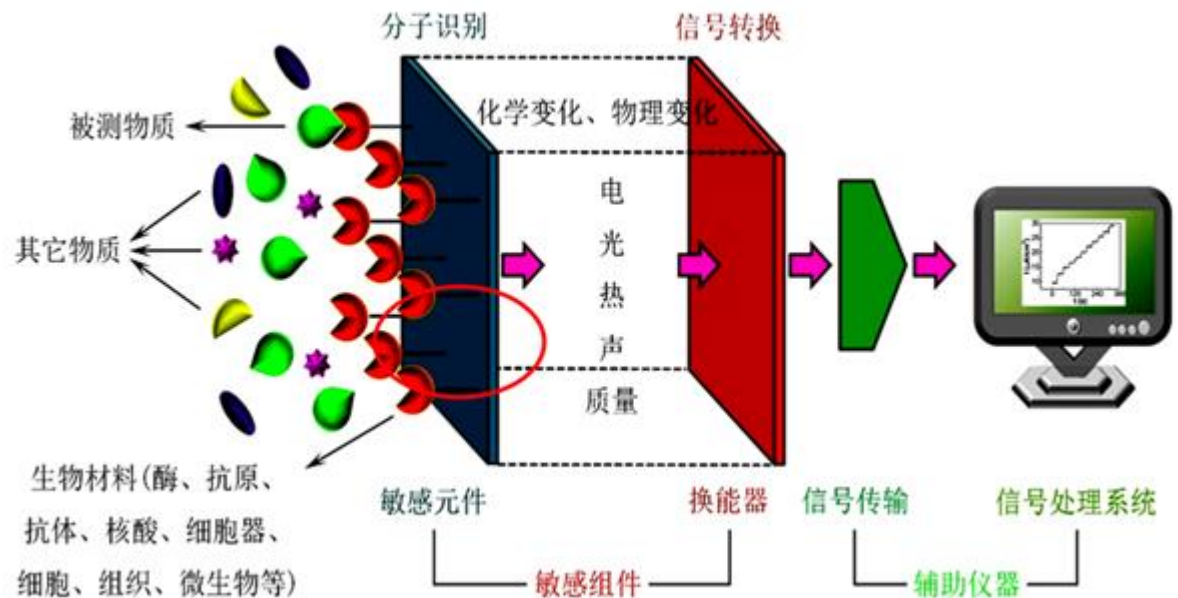
第0章 绪 论(Preface)

www.seu.edu.cn

- 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。如下图热电偶。
- 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。如下图生物传感器



热电偶传感器



生物传感器

第三节 传感器的分类及要求

一、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

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

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

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

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（ PH 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

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

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

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

二、分类目的:

- 了解各类传感器的工作原理、主要性能及其特点、应用。
- 合理地选择和使用传感器。
- 了解常用传感器的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。

三、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。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

- 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。

第四节 传感器开发的新趋势

- 传感器开发的新趋势包括:
- 社会对传感器需求的新动向
- 传感器新技术的发展趋势

一、传感器需求的新动向

- 社会需求是传感器技术发展的强大动力。随着现代科学技术，特别是微电子技术和信息产业的飞速发展，以及“电脑”的普及，传感器在新的技术革命中的地位和作用将更为突出，一股竞相开发和应用传感器的热潮已在世界范围内掀起。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

➤ 原因:

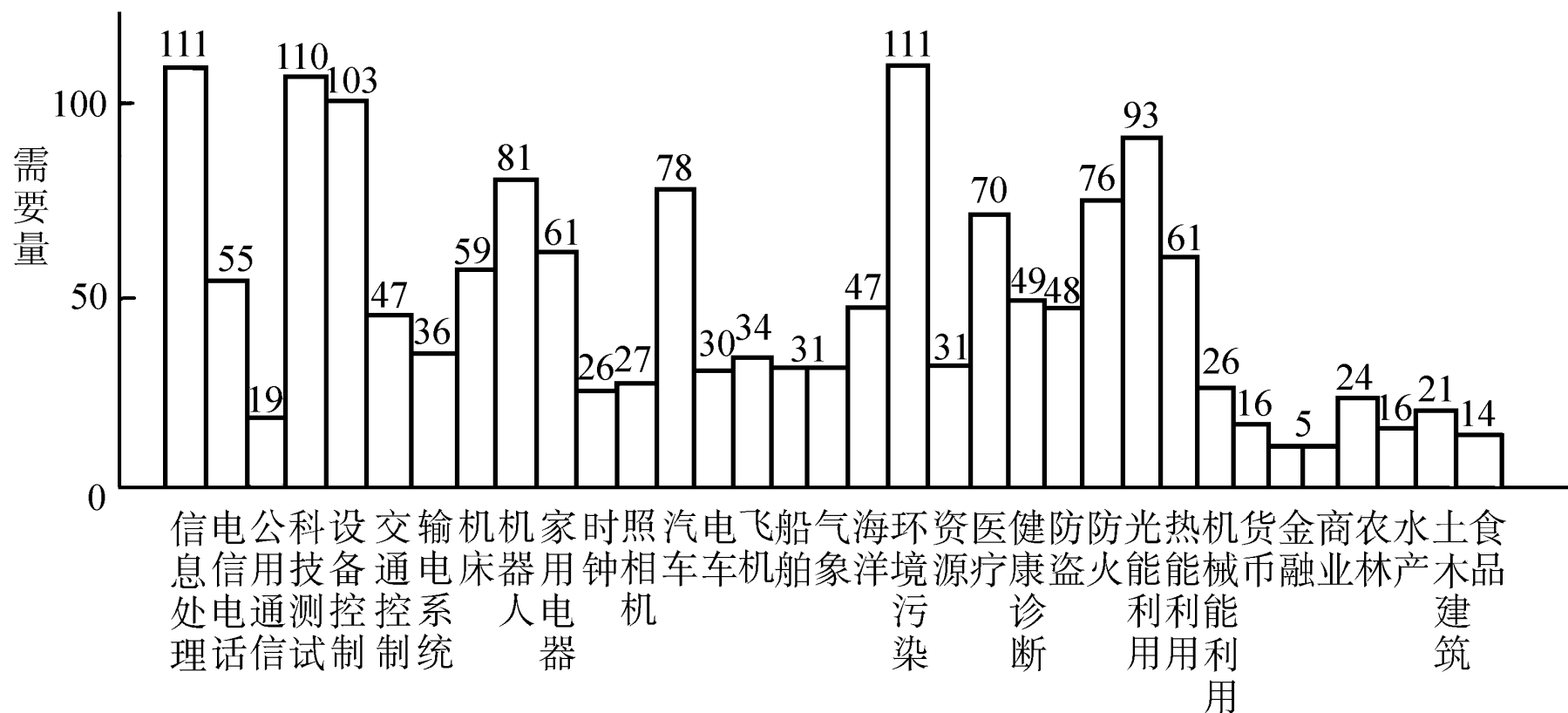
- “电五官”落后于“电脑”的现状，已成为微型计算机进一步开发和应用的障碍
- 许多有竞争力的新产品开发和卓有成效的技术改造，都离不开传感器
- 传感器的应用直接带来了明显的经济效益和社会效益
- 传感器普及于社会各个领域，将造成良好的销售前景

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

二、传感器的应用领域和需求量





三、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：

- 发现新效应、开发新材料、新功能；
- 传感器的集成化，微型化、多功能化；
- 传感器的数字化、智能化和网络化；
- 研究生物感官，开发仿生传感器。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

➤ 发现新效应、开发新材料、新功能。

传感器的量子化 传感器的极限检测范围大多取决于量子力学效应。其比较典型的例子是利用核磁共振吸收的磁传感器以及利用约瑟夫效应的磁传感器。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

➤ 集成化，微型化、多功能化；

高度集成化的传感器实现多信息与多功能集成一体化的系统，积极应用了半导体集成电路技术及其开发思想。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

➤ 传感器的数字化、智能化和网络化；

具有判断能力、学习能力的传感器 智能传感器
大致分为如下三种：

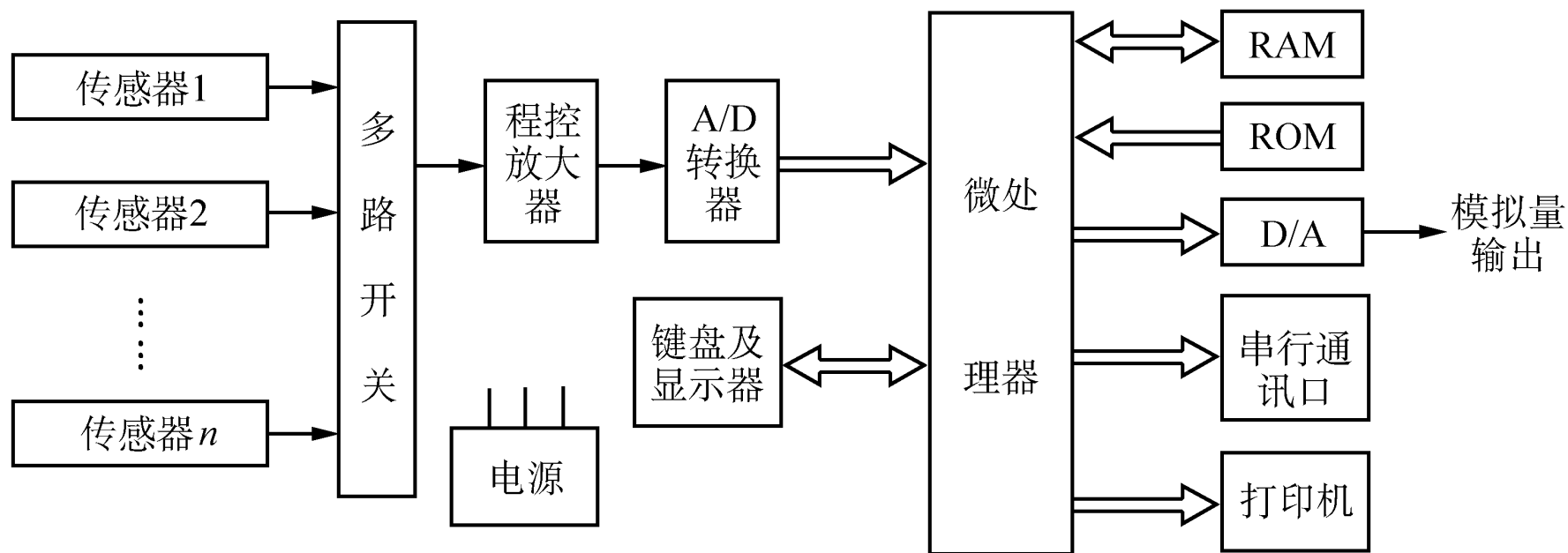
- (1) 具有判断力的敏感装置
- (2) 具有学习能力的敏感装置
- (3) 具有创造能力的敏感装置

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

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。



第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

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。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

➤ 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。

➤ 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。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

➤ 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)。

➤ 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。

➤ 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。

第0章 绪 论(Preface)



www.seu.edu.cn

➤ 研究生物感官，开发仿生传感器。

到目前为止，正大力研究。开发的传感器大多为物理传感器，今后应积极开发研究化学传感器和生物传感器。

The background is a blue-toned photograph. In the upper left, a fountain pen with a dark barrel and a silver-colored nib is positioned diagonally. In the lower right, a metal fastener, possibly a paperclip or a part of a stapler, is visible. The background is filled with out-of-focus text from a document, which appears to be in Chinese. Overlaid on this background is the text '本章结束' in large, bold, red characters, and below it, '谢谢！' in slightly smaller, bold, red characters.

本章结束
谢谢！