

传感器技术

主讲人： 吴琼水

武汉大学电子信息学院
光谱成像实验室

1

第0章 绪论

2

第0章 绪论

传感器技术

主要内容：

0.1 什么是传感器

0.2 传感器的作用和地位

0.3 传感器现状和国内外发展趋势

0.4 检测系统的组成原理

0.5 传感器的定义、组成和分类方法

0.6 本课程的特点和研究内容

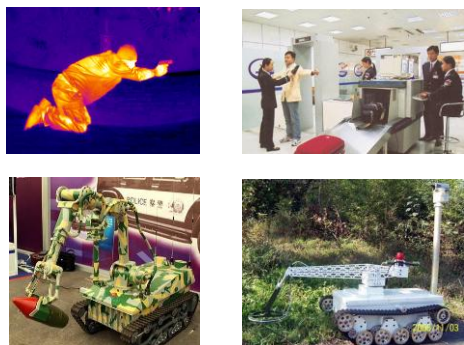
3

0.1 什么是传感器

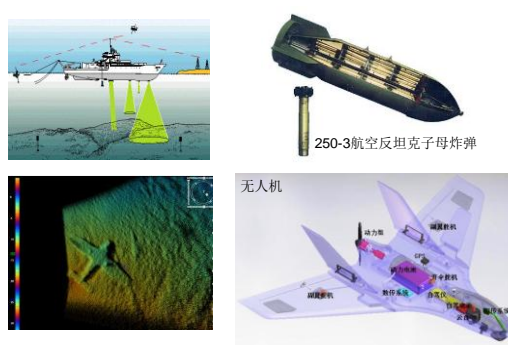


下面请看一个短片.....传感器

0.1 什么是传感器



0.1 什么是传感器



0.1 什么是传感器

人体系统和机器系统比较

- 眼（视觉）
- 耳（听觉）
- 鼻（嗅觉）
- 舌（味觉）
- 皮肤（触觉）



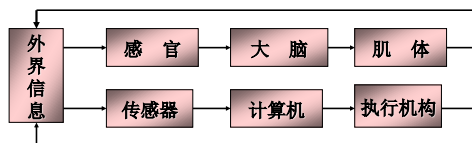
感知外界信息 → 大脑 → 肌体



7

0.1 什么是传感器

- 人的体力和脑力劳动通过感觉器官接收外界信号，将这些信号传送给大脑，大脑把这些信号分析处理传递给肌体。



- 如果用机器完成这一过程，计算机相当人的大脑，执行机构相当人的肌体，传感器相当于人的五官和皮肤。
- 传感器好比人体感官的延长，有人又称“电五官”。

0.1 什么是传感器

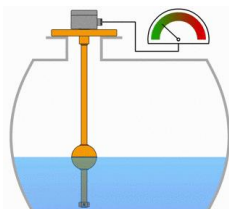
- 从广义的角度来说，信号检出器件和信号处理部分总称为传感器。

车身到位检测



QT500长距离超声波传感器可以可靠检测车身的到位，不受车身颜色的影响。

液位测量



0.2 传感器技术的作用和地位

- 构成现代信息技术的三大支柱是：

- 传感器技术（信息采集）-----“感官”
- 通信技术（信息传输）-----“神经”
- 计算机技术（信息处理）-----“大脑”

- 在利用信息的过程中首先要解决获取准确可靠的信息，而传感器是获取信息的主要途径和手段。

10

0.2 传感器技术的作用和地位

◆ 传感应用领域十分广泛

- 测量与数据采集
- 检测与控制
- 诊断与监测
- 辅助观测仪器
- 资源探测
- 环境保护
- 医疗卫生
- 家用电器

.....

◆ 未来世界是个充满传感器的世界

- 智能房屋（自动识别主人，太阳能提供能源）
- 智能衣服（自动调节温度）
- 智能公路（自动记录公路的压力、温度、车流量）
- 智能汽车（无人驾驶、卫星定位）
- 智能.....

11

0.2 传感器技术的作用和地位

◆ 自动检测与自动控制系统

在电力、冶金、石化、化工等流程工业中，生产线上设备运行状态关系到整个生产流程。通常建立24小时在线监测系统。



石化企业输油管道、储油罐等压力容器的破损和泄露检测。

12

0.2传感器技术的作用和地位

◆ 汽车与传感器

温度、压力、位置、距离、转速、加速度、湿度、电磁、光电、振动等进行实时准确的测量。



13

0.2传感器技术的作用和地位

◆ 家用电器



0.2传感器技术的作用和地位

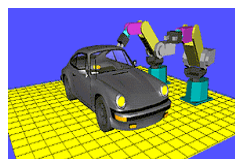
◆ 计算机外围设备



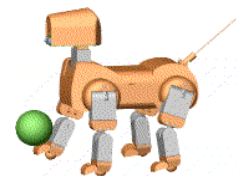
0.2传感器技术的作用和地位

◆ 机器人

视觉：平面、立体
非视觉：触觉、滑觉、
热觉、力觉、
接近觉、...



密歇根大学的机械手装配模型

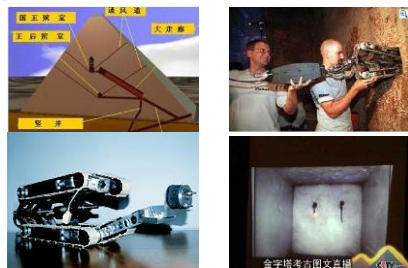


机器狗

16

0.2传感器技术的作用和地位

◆ 考古



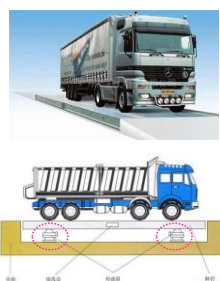
“金字塔漫游者”，高5×长1×宽1英寸。
超声波传感器、地面探测雷达系统、力度
测量仪、精密光纤镜头、导电传感器。

小机器人代替科学家勇探
胡夫金字塔内秘道。

17

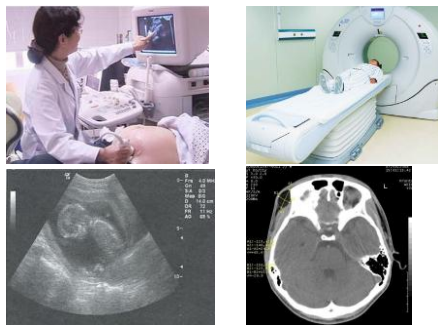
0.2传感器技术的作用和地位

◆ 计量测试



0.2 传感器技术的作用和地位

◆ 医疗诊断



19

0.2 传感器技术的作用和地位

◆ 门禁系统



0.2 传感器技术的作用和地位

◆ 航空航天与军工



21

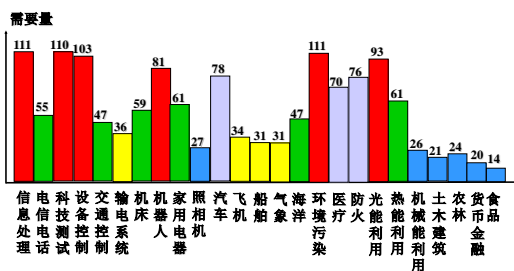
0.2 传感器技术的作用和地位

- 传感器已渗透到宇宙开发、海洋探测、军事国防、环境保护、资源调查、医学诊断、生物工程、商检质检、甚至文物保护等等极其广泛的领域。可以毫不夸张地说：**几乎每个现代化项目，以至各种复杂工程系统，都离不开各种各样的传感器。**
- 由此可见，传感器技术在发展经济、推动社会进步方面的重要作用，是十分明显的。

22

0.3 传感器现状和国内外发展趋势

◆ 需求领域广泛



0.3 传感器现状和国内外发展趋势

◆ 中国：

- 我国的传感器技术及产业在国家“大力加强传感器的开发和在国民经济中的普遍应用”等一系列政策导向和资金的支持下，近年来也取得了较快发展。
- 2011年中国传感器行业产量约27.5亿只，2012年约32亿只，2013年中国传感器行业产量达到38.6亿只(1300亿元)。

24

0.3 传感器现状和国内外发展趋势

► 传感器产业在科技投入(经费、高级人才资源)、产业环境以及科技实力(专利件数、新品开发周期、关键材料与零组件、量产能力)三大方面的综合竞争能力远低于美国、日本、欧洲等发达国家。

► 许多自动化方面的专家呼吁：目前系统越来越复杂，自动化已经陷入低谷，其主要原因之一是传感技术落后，一方面表现为传感器在感知信息方面的落后；另一方面也表现为传感器自身在智能化和网络方面的落后。

25

0.3 传感器现状和国内外发展趋势

◆ 发展趋势：

- 几十年来传感技术的发展分为两个方面：
 1. 提高与改善传感器的技术指标；
 2. 寻找新原理、新材料、新工艺。

26

0.3 传感器现状和国内外发展趋势

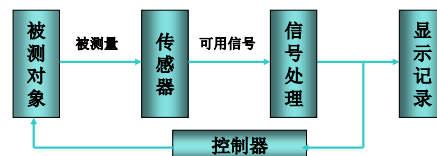
◆ 目前传感器总的发展趋势：

- (1) 发展、利用新效应
如：高温超导磁传感器灵敏度原高于霍尔器件，可用于磁成像技术。
- (2) 开发新材料
敏感材料是传感器的重要基础，基于新材料出现的传感器：
- (3) 提高传感器性能和检测范围；
- (4) 微型化与微功耗；
- (5) 集成化与多功能化；
- (6) 传感器的智能化；
- (7) 传感器的数字化和网络化。

27

0.4 检测系统的组成原理

► 现代传感技术是自动检测和自动控制系统以及机电一体化的第一基础。



典型的自动控制系统框图

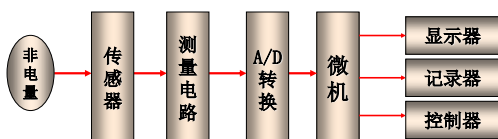
被测量：非电量和电量



28

0.4 检测系统的组成原理

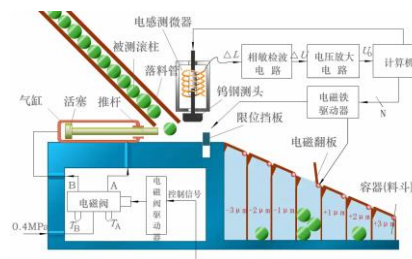
- 无论是电量测量还是非电量测量，数字电压表问世以来，模拟式仪表逐渐被数字式仪表取代。
- 微型计算机出现后形成崭新的微机自动化测试系统；
- 单片机对采集的数据进行处理并提供显示和记录同时，也对整个测试过程进行控制。



典型微机测试系统

29

0.4 检测系统的组成原理



自动检测系统实例-电感传感器滚珠分拣系统

30

0.4 检测系统的组成原理



中原量仪股份有限公司



无锡市通达滚子有限公司

31

0.5 传感器的定义、组成和分类方法

◆ 传感器定义

• 广义：

传感器是一种能把特定的非电量信号（物理量、化学量、生物量等）按一定规律转换成某种便于处理和传输的另一种物理量（一般为电量）的装置。

• 狭义：

能把外界非电信息转换成电信号输出的器件。

• 国家标准（GB7665—87）

对传感器（Sensor/Transducer）定义是：

能够感受规定的被测量并按照一定规律转换成可用输出信号的器件和装置，通常由敏感元件和转换元件组成。

32

0.5 传感器的定义、组成和分类方法

● 传感器：

能够感受规定的被测量并按照一定规律转换成可用输出信号的器件和装置，通常由敏感元件和转换元件组成。

➤ 含义：

- 它是由敏感元件和转换元件构成的检测装置；
- 能按一定规律将被测量转换成电信号输出；
- 传感器的输出与输入之间存在确定的关系；

➤ 按使用的场合不同又称为：

变换器、换能器、探测器。

33

0.5 传感器的定义、组成和分类方法

◆ 传感器的组成

传感器由敏感元件、转换元件、测量电路三部分组成：



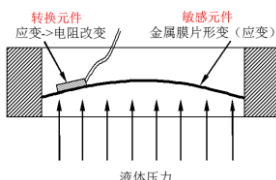
- 敏感元件(Sensitive element, 又称预变换器)感受被测量；
- 转换元件(Transduction element)将响应的被测量转换成电参量(如电阻、电容、电感等)；
- 测量电路(Measuring circuit, 或转换电路或信号处理电路)把电参量接入电路转换成电量；

➤ 核心部分是转换元件，决定传感器的工作原理。

34



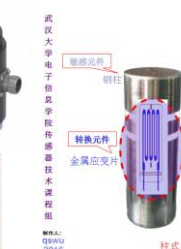
- 敏感元件:感受被测量；
- 转换元件:将响应的被测量转换成电参量(如电阻、电容、电感等)；
- 测量电路把电参量接入电路转换成电量；



35



- 敏感元件:感受被测量；
- 转换元件:将响应的被测量转换成电参量(如电阻、电容、电感等)；
- 测量电路把电参量接入电路转换成电量；



柱式力传感器示意图

36

0.5 传感器的定义、组成和分类方法

◆ 传感器的分类

传感器分类方法较多,无统一方法,大体有以下几种:

1) 按传感器检测的范畴分类

- ✓ 物理量传感器
- ✓ 化学量传感器
- ✓ 生物量传感器

2) 按传感器的输出信号分类

- ✓ 模拟传感器
- ✓ 数字传感器

37

0.5 传感器的定义、组成和分类方法

◆ 传感器的分类

3) 按传感器的结构分类

- ✓ 结构型传感器: 材料几何形状或尺寸的改变
- ✓ 物性型传感器: 材料物理性质的变化
- ✓ 复合型传感器

4) 按传感器的功能分类

- ✓ 单功能传感器
- ✓ 多功能传感器
- ✓ 智能传感器

38

0.5 传感器的定义、组成和分类方法

◆ 传感器的分类

5) 按传感器的转换原理分类

- ✓ 机—电传感器
- ✓ 光—电传感器
- ✓ 热—电传感器
- ✓ 磁—电传感器
- ✓ 电化学传感器

6) 按传感器的能源分类

- ✓ 有源传感器
- ✓ 无源传感器

39

0.5 传感器的定义、组成和分类方法

◆ 传感器的分类

➢ 国标制定的传感器分类体系表将传感器分为: 物理量、化学量、生物类传感器三大门类;

➢ 含12个小类:

力学量、热学量、光学量、磁学量、电学量、声学量、射线、气体、离子、温度传感器以及生化量、生理量传感器。

➢ 各小类按两个层次又分若干品种



40

0.6本课程的特点和研究内容

◆ 本课程的主要任务:

- 掌握常见传感器的基本理论、工作原理、主要性能及特点;
- 使同学们学会合理地选择和使用传感器,掌握常用传感器的工程设计方法和实验研究方法;
- 学会传感器的常见应用方法,能够利用传感器解决工程实际问题。
- 了解传感器的发展动向以及获取信息的新方法。

41

0.6本课程的特点和研究内容

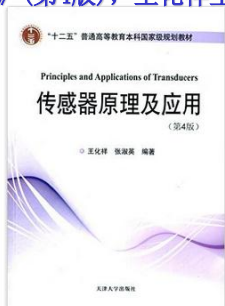
◆ 本课程的特点

- 注重传感器基本理论的讲解
- 注重传感器应用方法的讲解
- 密切联系生产生活,理论联系实际

42

教材

《传感器原理及应用》(第4版), 王化祥主编,
天津大学出版社



43

参考网站

- [1] 仪表技术与传感器 <http://www.i-s.com.cn>
- [2] 传感器世界 <http://www.sensorworld.com.cn>
- [3] 中国传感器 <http://www.sensor.com.cn>
- [4] 传感器技术 <http://www.sensor-tech.com.cn>
- [5] 传感技术学报网 <http://www.cgjs.chinajournal.net.cn>
- [6] 传感器资讯网 <http://www.globalsensors.com.cn>

44

参考书目及课程安排

参考书目

- 传感器, 强锡富主编, 机械工业出版社, 2001
- 传感器原理及检测技术, 王君主编, 吉林大学出版社, 2003

课程安排: 总 36 学时

课堂教学 36 学时

实验课 18学时(单独课头)

45

成绩评定

- 平时成绩: 作业+考勤
- 期末考试

46

0. 6本课程的特点和研究内容

◆ 教学内容的安排

- 第1章 传感器的一般特性
- 第2章 应变式传感器
- 第3章 电容式传感器
- 第4章 电感式传感器
- 第5章 压电式传感器
- 第6章 数字式传感器
- 第7章 热电式传感器
- 第8章 光电传感器
- 第9章 磁敏传感器
- 第10章 气体与湿敏传感器

47

0. 6本课程的特点和研究内容



实验装置

48

本章要点



- 1 传感器的作用；
- 2 传感器的发展趋势；
- 3 传感器定义和组成；
- 4 传感器分类方法。