



《自动化导论》

《Automation: An Introduction》

南京大学工程管理学院

陈春林

clchen@nju.edu.cn



6 自动控制系统的基本元件与设备

6.1 信息获取元件——传感器

6.2 信息传输设备——信号转换与传输网络

6.3 信息处理设备——控制器

6.4 信息应用设备——执行器

6.1 信息获取元件——传感器

自动控制系统的信息获取是通过**测量**实现的。

◆ 什么是测量？

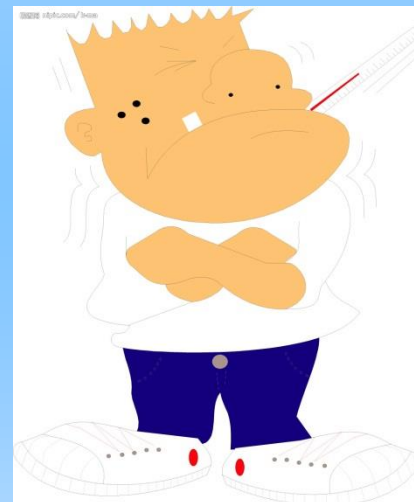
定义：测量就是以同性质的标准量与被测量比较，并确定被测量对标准量的倍数。标准量称为单位量，测量的结果称为**测量量**。



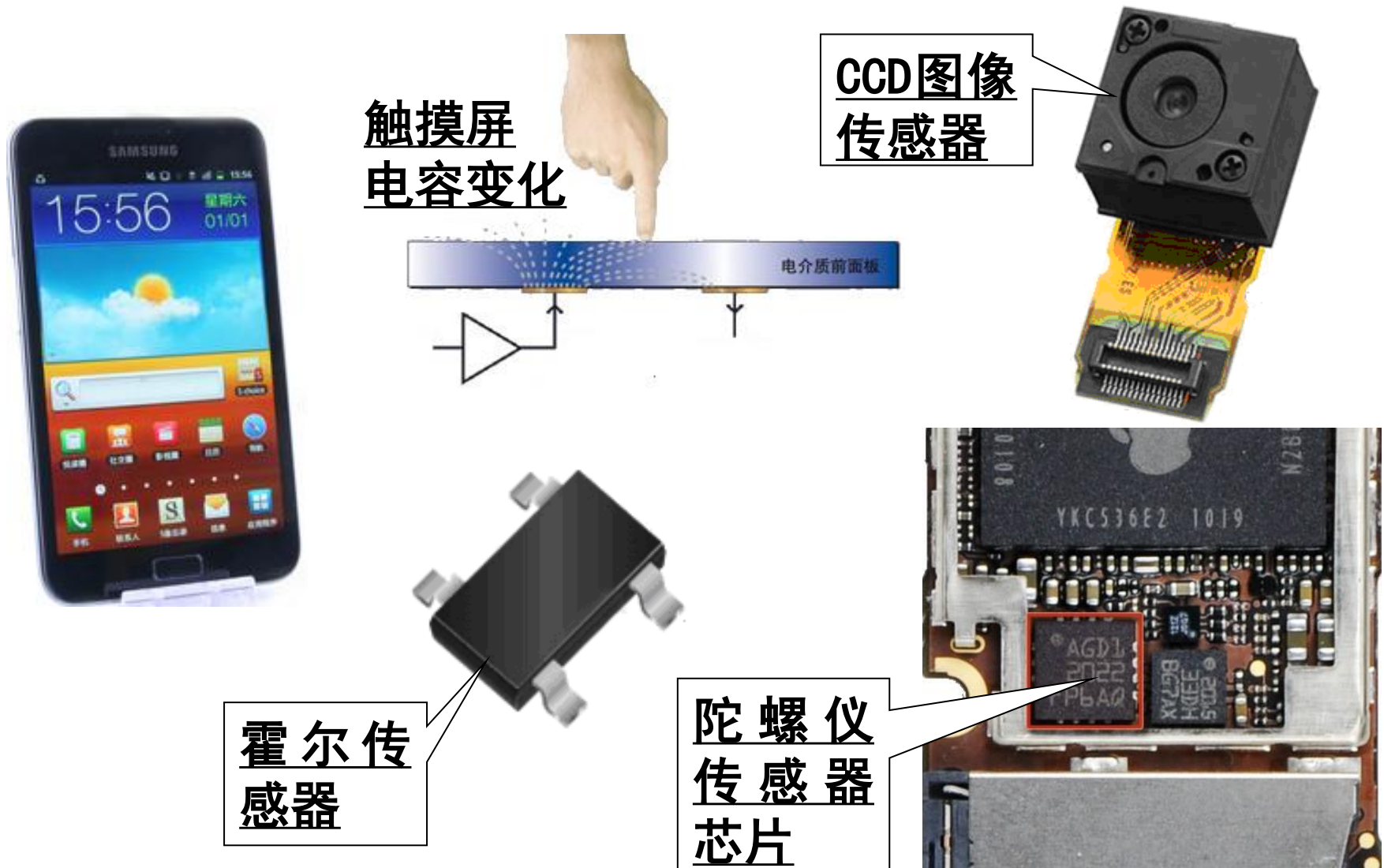
6.1 信息获取元件——传感器

◆ 用什么来测量？

在自动化系统中，实现测量任务的元器件被称为信息获取元件，主要是**各种传感器**。



6.1 信息获取元件——传感器



6.1 信息获取元件——传感器

◆ 什么是传感器？

关于传感器的定义有很多种说法，一般有广义和狭义之分。

传感器**广义上的定义**：

能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。

——国标GB/T 7665 - 2005

传感器**狭义上的定义**：

一种将物理量转变为电量的机械电子装置。

传感器的英文sensor，顾名思义，就是可以像我们的身体器官一样感受周围环境的一种装置。

6.1 信息获取元件——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）

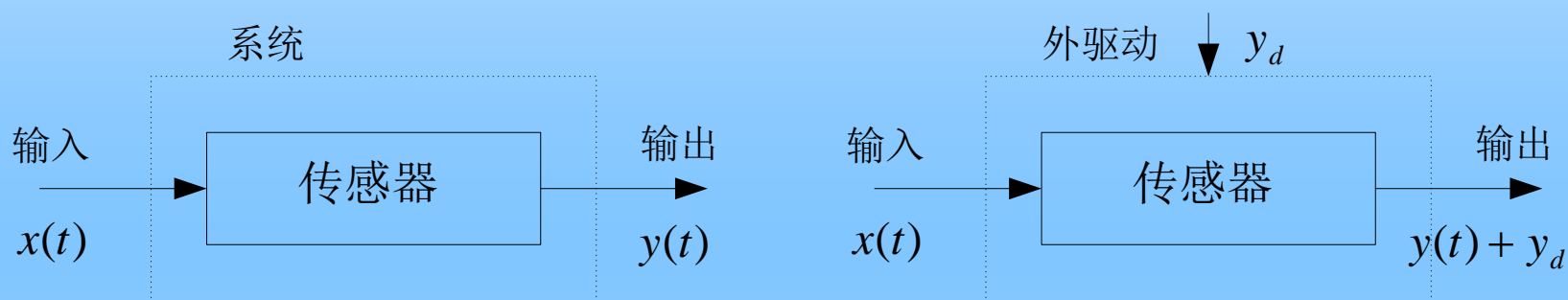


感知外界信息 → 大脑 → 肌体



6.1 信息获取元件——传感器

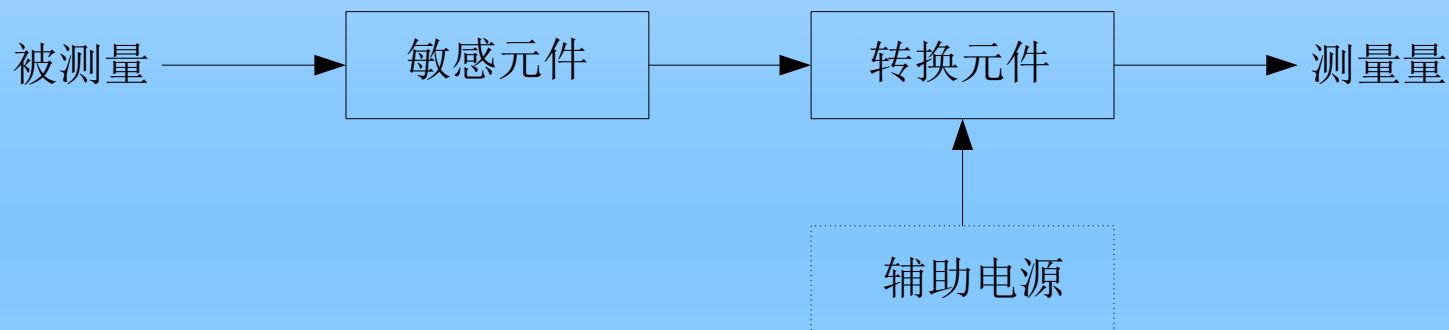
◆ 什么是传感器？



具体来说，**传感器就是一个具有输入和输出的系统。**
左图表示自激发式传感器系统，而右图则表示调制式传感器系统。

6.1 信息获取元件——传感器

◆ 传感器的组成



传感器通常由**敏感元件**和**转换元件**组成。其中，敏感元件是指传感器中能直接感受被测量的部分，转换元件是指传感器中能将敏感元件输出转换为适于传输和测量的信号部分。

6.1 信息获取元件——传感器

◆ 传感器的分类

- 1) 按传感器测量原理分类，传感器可分为电阻式传感器、电容式传感器和超声波传感器
- 2) 按信号变换特征分类，传感器可分为物性型和结构型。
- 3) 按敏感元件与被测对象之间的能量关系，传感器可分为能量转换型与能量控制型。
- 4) 按被测量分类即按用途分类，传感器可分为三大类：
 - 按传感器上所依据转换原理可分为：物理、化学、生物传感器等；
 - 按传感器测量量的性质可分为：压力、加速度、气体浓度、离子浓度等；
 - 按传感器应用可分为：汽车、医学、航天等。

6.1 信息获取元件——传感器

几种常见的传感器



长距离漫反射光电传感器



温度传感器



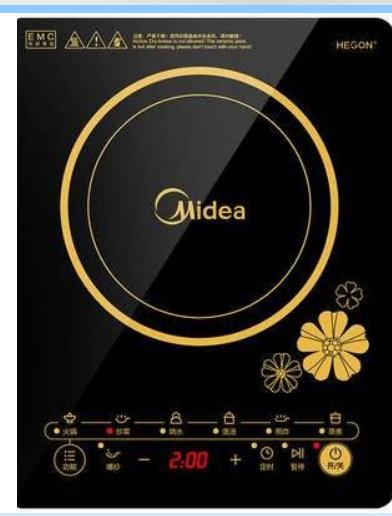
位移传感器



压力传感器

6.1 信息获取元件——传感器

生活中的传感器



6.1 信息获取元件——传感器

医疗中的传感器



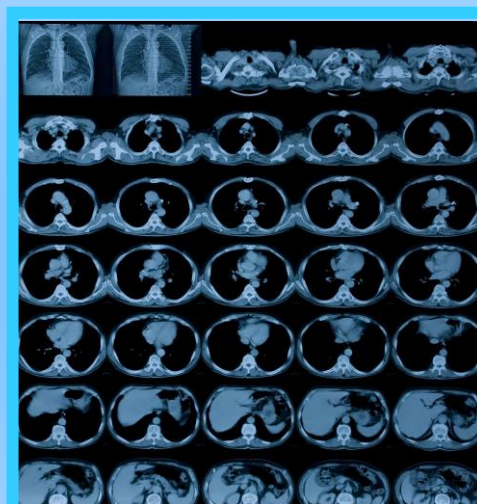
B超



全自动电子血压计



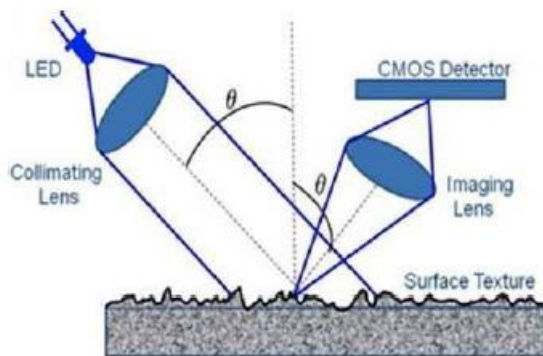
电子听诊器



CT

6.1 信息获取元件——传感器

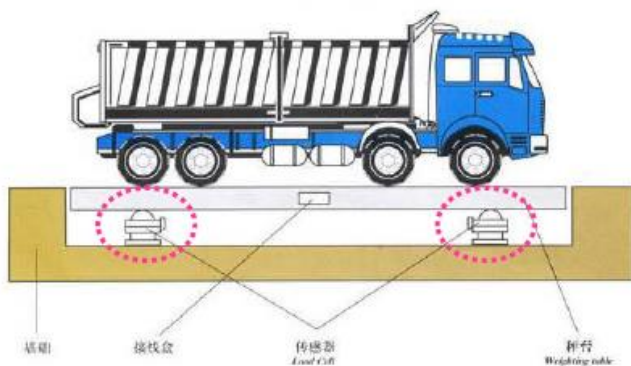
计算机外围设备



6.1 信息获取元件——传感器

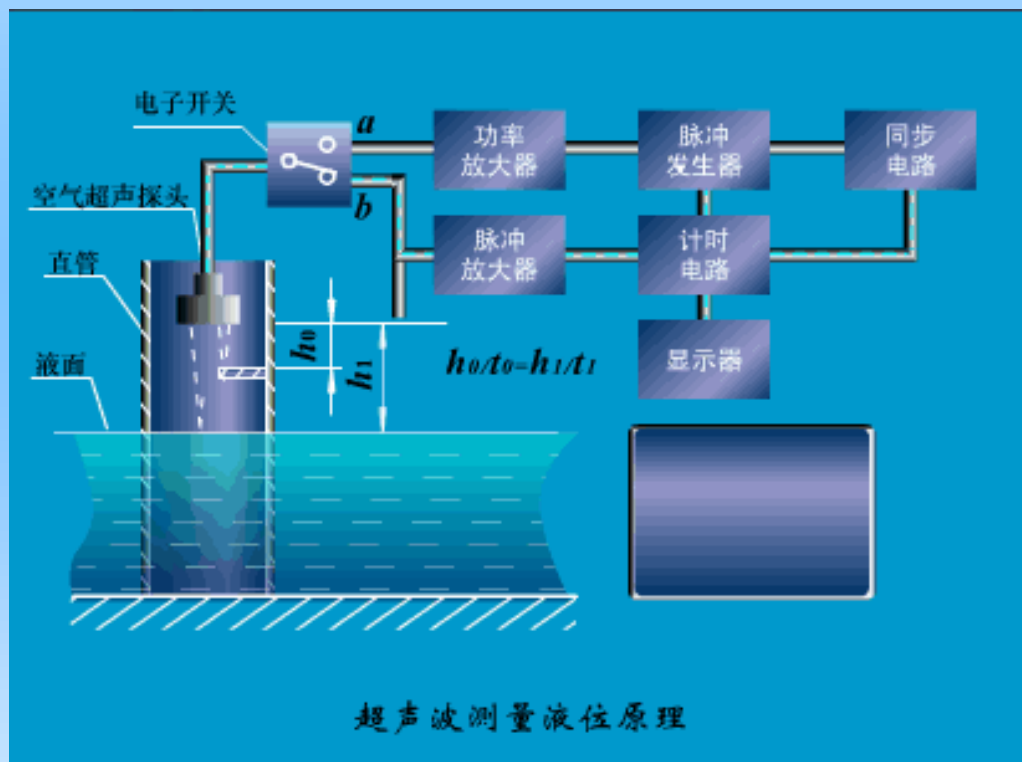
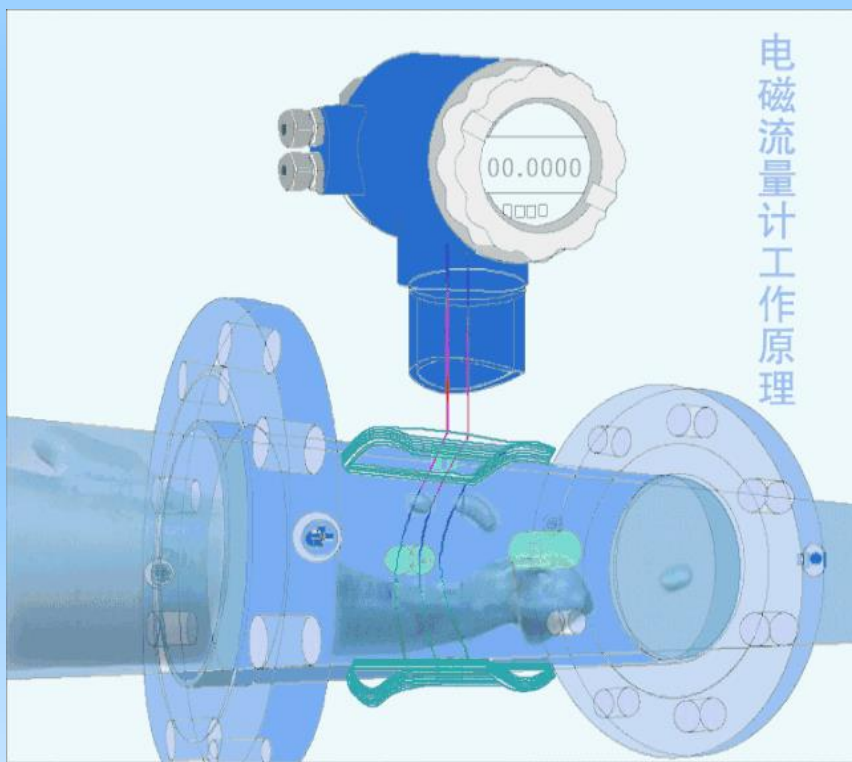
工作中的传感器

◆ 计量测试



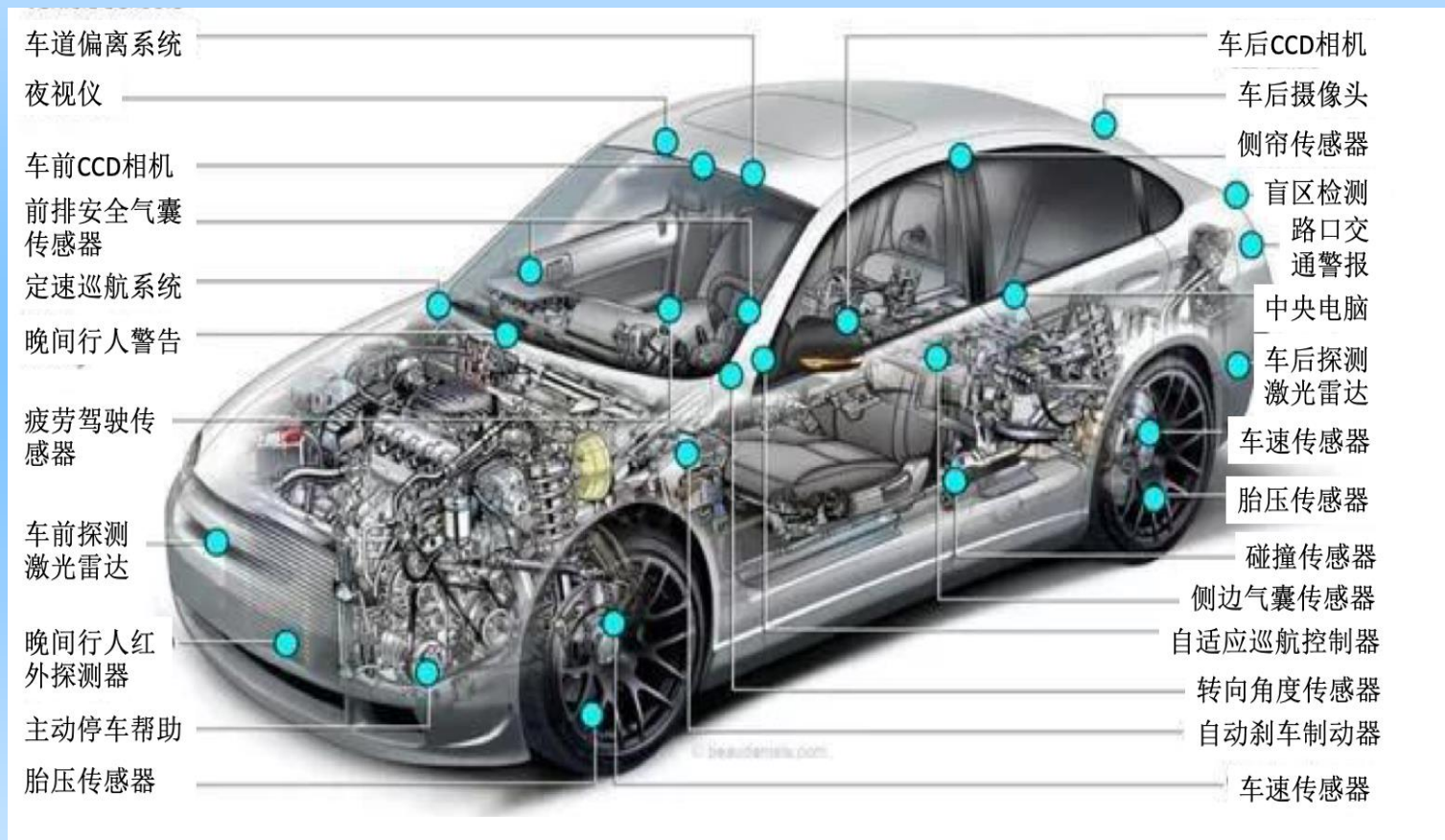
6.1 信息获取元件——传感器

工作中的传感器



6.1 信息获取元件——传感器

新型汽车主要传感器分布图



拓展思考：无人驾驶汽车上该装哪些传感器？

6.2 信息传输设备——信号转换与传输网络

◆ 自动控制系统中信息传输

自动控制系统的信息传输要求具有快速性、可靠性和准确性，但这些性能的保证要受信息传输环节的影响，传输网络结构的差异决定了系统信息传输的特点和性能。

自动控制系统按照其信息传输的途径和特点可以分为

“点对点控制系统” 和
“网络控制系统” 两大类。

6.2 信息传输设备——信号转换与传输网络

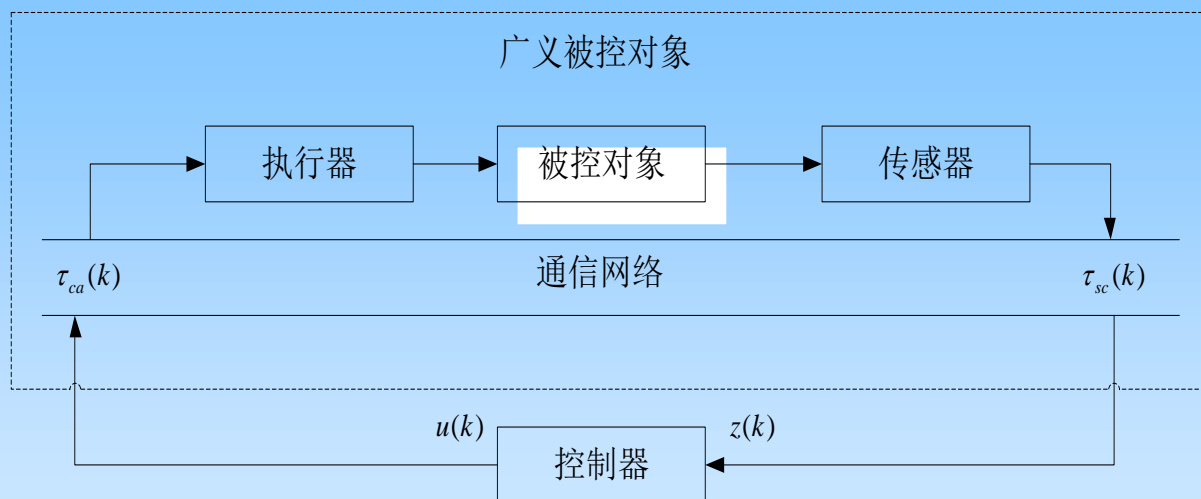
◆ 点对点控制系统

传统控制理论研究的系统大多是“点对点控制系统”，其结构也就是一般反馈控制系统的结构图所示，它认为系统中信息由一个元件向下一个元件的传输是**立即发出并立即到达**的，可以认为没有传输的时间延迟（时延）。

6.2 信息传输设备——信号转换与传输网络

◆ 网络控制系统

“网络控制系统”的信息传输要经过通讯网络，其信号的传输相对比较复杂，如**存在传输时延和数据包的丢失等现象**。网络控制系统已被广泛应用于大型工业过程控制及小型局域系统（如航天器、船舶和新型高性能汽车等）中；由于将通讯网络引入了实际控制系统，系统的信号传输要经过实时网络，从而使系统的分析和设计变得非常复杂。



6.2 信息传输设备——信号转换与传输网络

◆ 自动控制系统对信号（信息）传输网络的要求

(1) 高实时性要求

(2) 高可靠、高安全性要求

(3) 良好的确定性要求

6.2 信息传输设备——信号转换与传输网络

◆ 控制网络的任务

控制网络要将现场运行的各种信息传送到远离现场的控制室，在将生产现场设备的运行参数、状态以及故障信息等送往控制室的同时，又将各种控制、维护、组态命令等送往位于现场的测量控制现场设备中，起着提供现场级控制设备之间**数据联系与沟通**的作用。

同时控制网络还要在与操作终端、上层管理网络的**数据连接和信息共享**中发挥作用。近年来，随着互联网技术的发展，已经开始对现场设备提出了参数的网络浏览和远程监控的要求。

6.3 信息处理设备——控制器

◆ 控制器的作用

控制器的作用是把控制对象输出的实际值和参考输入（参
据量）进行比较，以得到偏差，并根据偏差产生一个控制信
号，使偏差减小期望的范围。自动控制以这种方式产生控制
信号，称为控制作用。

简单地说，控制器即是指在控制系统中**根据控制算法而进
行决策的装置**。

在自动控制系统中，控制器是其核心，一个控制系统的设计
工作主要任务是设计合适的控制器以达到控制目的。

6.3 信息处理设备——控制器

◆ 控制器的分类

如果按照控制器所采用的控制方法来分类，主要有：

- PID控制器（目前是工程上最常用的模拟控制器）
- 智能控制器
 - 专家系统控制器
 - 模糊控制器
 - 神经网络控制器等等

在这里，控制器的分类是一个发展的概念，随着控制方法的日新月异，新的控制器也将不断出现。

6.4 信息应用设备——执行器

◆ 执行器的作用

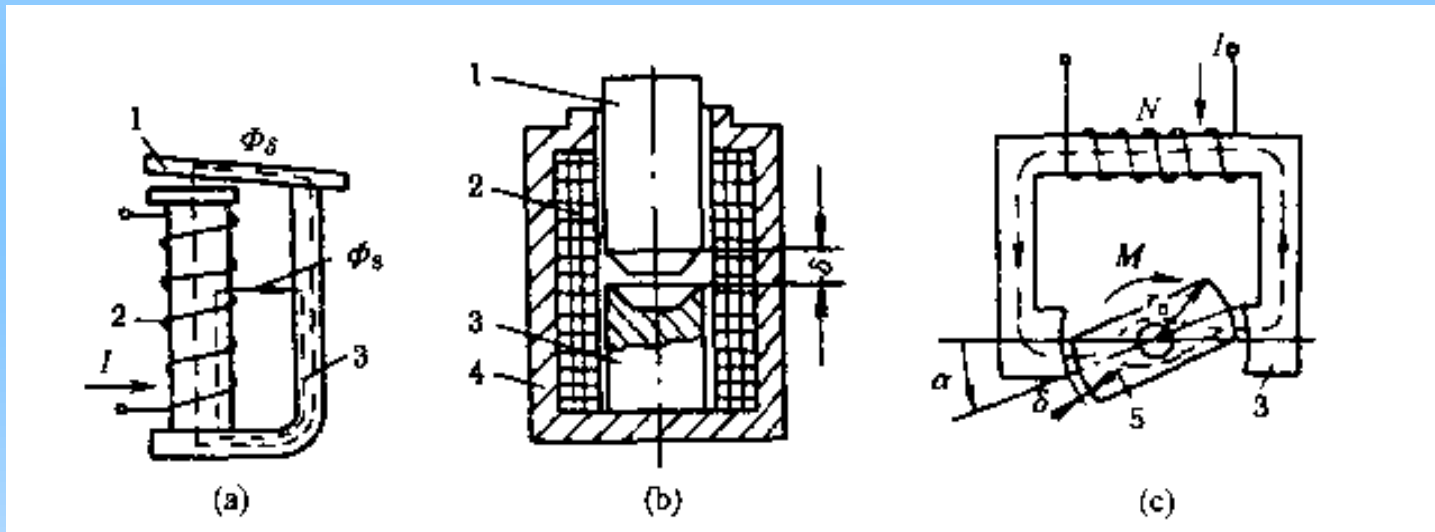
执行器是控制系统中的功率部件，是**被控对象的直接驱动装置**，控制器的指令一般要通过执行器得以实现，而执行器的驱动输出取决于控制器的控制作用。

从信息传输和处理角度看，执行器是信息处理的落足点，**是信息流对能量流、物质流的转换装置**，执行器可实现对信息的应用，将控制信号变换为导致被控量按要求变化所需要的能量或物质。

6.4 信息应用设备——执行器

◆ 常用工业执行器

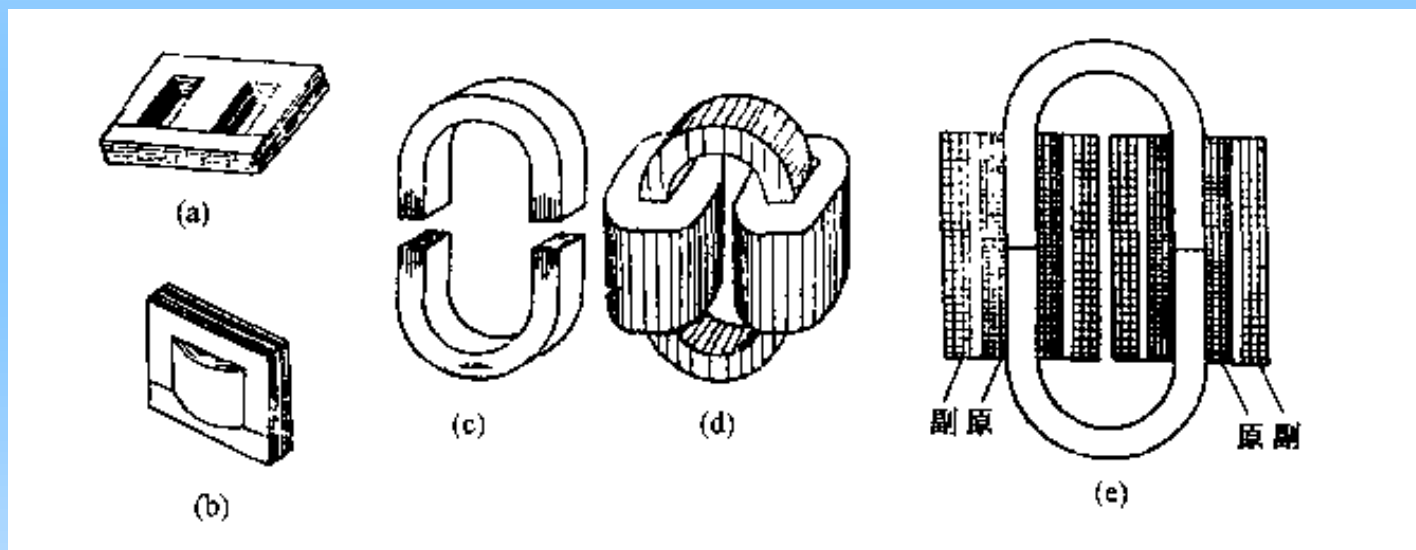
电磁铁和电磁继电器



6.4 信息应用设备——执行器

◆ 常用工业执行器

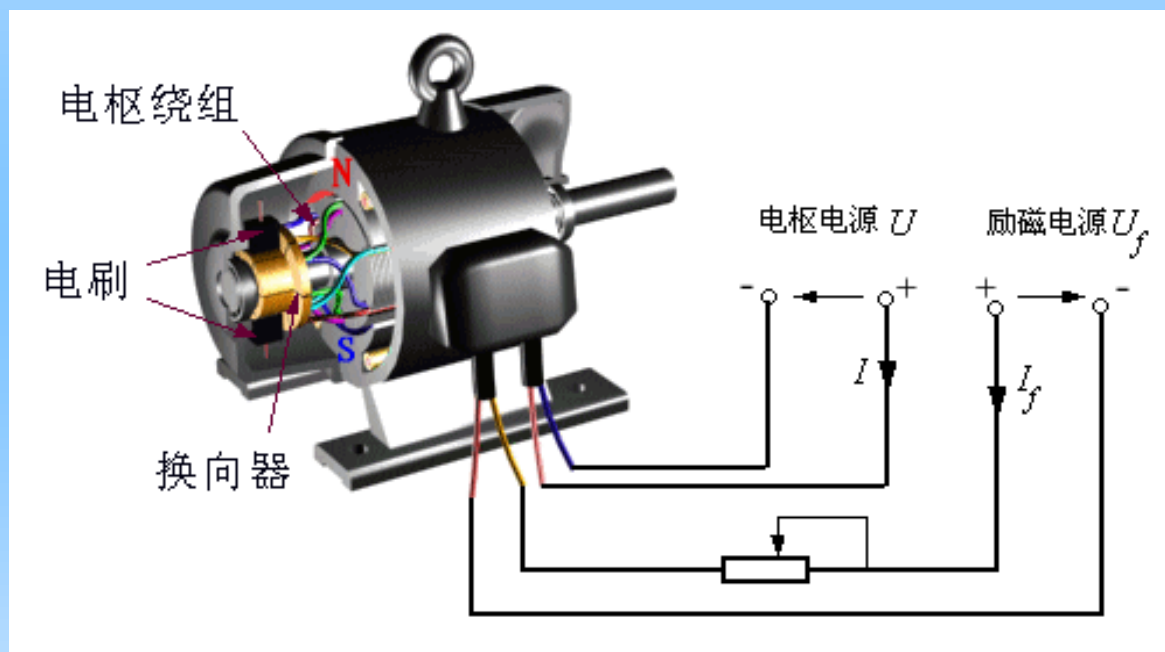
变压器



6.4 信息应用设备——执行器

◆ 常用工业执行器

直流电机



6.4 信息应用设备——执行器

◆ 常用工业执行器

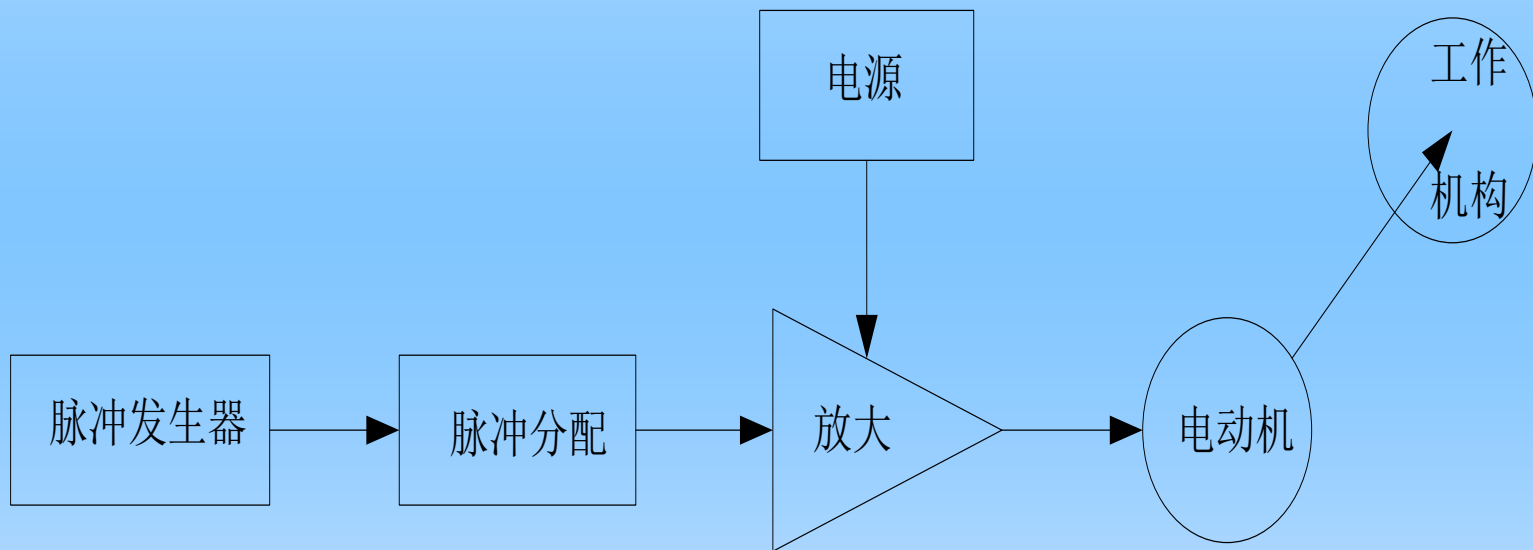
交流电机



6.4 信息应用设备——执行器

◆ 常用工业执行器

步进电机



本章小结

- 一个具有反馈结构的自动控制系统，其本质是信息的处理和控制在，其功能的发挥必须通过一系列基本元件和设备来完成，其中最关键的基本元件和设备是**传感器、控制器和执行器**。
- 自动控制系统的信息获取主要是通过通过各种传感器的感测实现的。在复杂的控制系统中，往往存在多种不同特性的传感器，因此学习并掌握不同传感器的原理和特性对完成自动控制系统的设计十分重要。
- 控制器是整个自动控制系统的“大脑”，也是整个控制系统的核心。控制器的组成会根据控制要求和设计要求各不相同。一个复杂的智能控制器则需要由单片机（一种微型计算机）构成，不仅包括硬件，还包括含复杂控制算法的软件。
- 执行器是一系列动作和驱动元件在控制系统的统称，其主要功能是执行控制器的控制指令，并将控制信号变换为导致被控量按要求变化所需要的能量或物质。