

参考文献 错误!未定义书签。

第一篇 传感器技术

人们为了从外界获取信息，必须借助于感觉器官。而单靠人们自身的感觉器官，在研究自然现象和规律以及生产活动中它们的功能就远远不够了。为适应这种情况，就需要传感器。因此可以说，传感器是人类五官的延长，又称之为“电五官”。如图 0-1 所示为各种不同类型的传感器。



图 0-1 不同类型的传感器

新技术革命的到来，世界开始进入信息时代。在利用信息的过程中，首先要解决的就是要获取准确可靠的信息，而传感器是获取自然和生产领域中信息的主要途径与手段。

在现代工业生产尤其是自动化生产过程中，要用各种传感器来监视和控制生产过程中的各个参数，使设备工作在正常状态或最佳状态，并使产品达到最好的质量。因此可以说，没有众多的优良的传感器，现代化生产也就失去了基础。

在基础学科研究中，传感器更具有突出的地位。现代科学技术的发展，进入了许多新领域：例如在宏观上要观察上千光年的茫茫宇宙，微观上要观察小到飞米 (fm) 的粒子世界，纵向上要观察长达数十万年的天体演化，短到秒 (s) 的瞬间反应。此外，还出现了对

深化物质认识、开拓新能源、新材料等具有重要作用的各种极端技术研究，如超高温、超低温、超高压、超高真空、超强磁场、超弱磁场等。显然，要获取大量人类感官无法直接获取的信息，没有相适应的传感器是不可能的。许多基础科学研究的障碍，首先就在于对象信息的获取存在困难，而一些新机理和高灵敏度的检测传感器的出现，往往会导致该领域内的突破。一些传感器的发展，往往是一些边缘学科开发的先驱。

传感器早已渗透到诸如工业生产、宇宙开发、海洋探测、环境保护、资源调查、医学诊断、生物工程甚至文物保护等等极其广泛的领域。可以毫不夸张地说，从茫茫的太空，到浩瀚的海洋，以至各种复杂的工程系统，几乎每一个现代化项目，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，世界各国都十分重视这一领域的发展。相信在不久的将来，传感器技术将会出现一个飞跃，达到与其重要地位相称的新水平。

项目 1 认知传感器

1.1 传感器的定义

国家标准对传感器下的定义是：能感受规定的被测量件，并按照一定的规律转换成可用信号的器件或装置。

1.2 传感器的作用

传感器的作用是将来自外界的各种信号转换成电信号。

传感器所检测的信号近来显著地增加，因而其品种也极其繁多。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、存储、远距离操作等。因此，作为一种功能块的传感器也可狭义地定义为：“将外界的输入信号变换为电信号的一类元件。”

传感器的功能常常与人类 5 大感觉器官相比拟：

光敏传感器——视觉

声敏传感器——听觉

气敏传感器——嗅觉

化学传感器——味觉

流体传感器——触觉

1.3 传感器的组成

传感器一般由敏感元件、转换元件、转换电路 3 个部分组成，如图 1-1 所示。

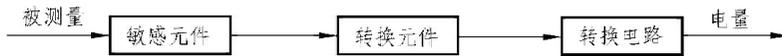


图 1-1 传感器的组成

- (1) 敏感元件。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。
- (2) 转换元件。以敏感元件的输出为输入，把输入转换成电路参数的元件。
- (3) 转换电路。将电路参数接入转换电路，便可转换成电量输出。

实际上，有些传感器结构比较简单，仅由一个敏感元件组成，它感受被测量时直接输出电量，例如后续项目会学习到的热电偶；而有些传感器由敏感元件和转换元件组成，没有转换电路；还有些传感器，转换元件不止一个，要经过若干次转换。

1.4 传感器的分类

传感器的分类方法很多，主要有如下几种：

(1) 按被测量分类：可分为力学量、光学量、磁学量、几何学量、运动学量、流速与流量、液面、热学量、化学量、生物量传感器等。这种分类有利于选择传感器、应用传感器。

(2) 按照工作原理分类：可分为电阻式、电容式、电感式、光电式、光栅式、热电式、压电式、红外、光纤、超声波、激光传感器等。这种分类有利于研究、设计传感器，有利于对传感器的工作原理进行阐述。

(3) 按敏感元件的材料不同分类：可分为半导体传感器、陶瓷传感器、石英传感器、光导纤维传感器、金属传感器、有机材料传感器、高分子材料传感器等。

传感器中敏感元件可根据其基本感知功能分为热敏元件、光敏元件、气敏元件、力敏

元件、磁敏元件、湿敏元件、声敏元件、放射线敏感元件、色敏元件和味敏元件等十大类型。

(4) 按照传感器输出量的性质不同分类：可分为模拟传感器、数字传感器。其中数字传感器便于与计算机联用，且抗干扰性较强，例如脉冲盘式角度数字传感器、光栅传感器等。传感器数字化是今后的发展趋势。

(5) 按照应用场合不同分类：可分为工业用、农用、军用、医用、科研用、环保用和家电用传感器等。若按具体使用场合还可分为汽车用、舰船用、飞机用、宇宙飞船用、防灾用传感器等。

(6) 按照使用目的不同分类：可分为计测用、监视用、位查用、诊断用、控制用和分析用传感器等。

1.5 传感器的一般要求

由于各种传感器的原理、结构不同，使用环境、条件、目的不同，其技术指标也不可能相同，但是有些一般要求却基本上是共同的：

(1) 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。

(2) 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。

(3) 响应速度快，工作稳定，可靠性好。

(4) 使用性和适应性强。体积小，质量轻，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，以便于系统对接。

(5) 使用经济。成本低，寿命长，且便于使用、维修和校准。

当然，能完全满足上述性能要求的传感器是很少的，我们应根据应用的目的、使用环境、被测对象状况、精度要求和原理等具体条件作全面综合考虑。

1.6 传感器的特性

传感器的特性主要是指传感器输入与输出之间的关系，包括静态特性和动态特性。

1.6.1 静态特性

传感器的静态特性是指对静态的输入信号，传感器的输出量与输入量之间所具有的相互关系。因为这时输入量和输出量都和时间无关，所以它们之间的关系，即传感器的静态特性可用一个不含时间变量的代数方程，或以输入量作横坐标，把与其对应的输出量作纵坐标而画出的特性曲线来描述。表征传感器静态特性的主要参数有：线性度、灵敏度、重复性、分辨力、迟滞、漂移和阈值。

1. 线性度

线性度是指传感器输出量与输入量之间的实际关系曲线偏离拟合直线的程度。定义为在全量程范围内实际特性曲线与拟合直线之间的最大偏差值与满量程输出值之比。

2. 灵敏度

灵敏度是传感器静态特性的一个重要指标。其定义为输出量的增量与引起该增量的相应输入量增量之比。

3. 重复性

重复性是指传感器在输入量按同一方向作全量程连续多次变化时，所得特性曲线不一致的程度。

4. 分辨力

当传感器的输入从非零值缓慢增加时，在超过某一增量后输出发生可观测的变化，这个输入增量称为传感器的分辨力，即最小输入增量。

5. 迟滞

传感器在输入量由小到大（正行程）及输入量由大到小（反行程）变化期间其输入输出特性曲线不重合的现象称为迟滞。对于同一大小的输入信号，传感器的正反行程输出信号大小不相等，这个差值称为迟滞差值。

6. 漂移

漂移是指在一定时间间隔内，传感器输出量存在着与被测输入量无关的、不需要的变化。产生漂移的原因有两个方面：一是传感器自身结构参数；二是周围环境（如温度、湿度等）。

7. 阈值

当传感器的输入从零值开始缓慢增加时，在达到某一值后输出发生可观测的变化，这个输入值称为传感器的阈值。

1.6.2 动态特性

动态特性是指传感器测量动态信号时，输出对输入的响应特性。传感器测量静态信号时，由于被测量不随时间变化，测量和记录过程不受时间限制。而实际中大量的被测量是随时间变化的动态信号，传感器的输出不仅需要精确地显示被测量的大小，还要显示被测量随时间变换的规律，即被测量的波形。传感器能测量动态信号的能力用动态特性表示。

最常用的标准输入信号有阶跃信号和正弦信号两种，所以传感器的动态特性也常用阶

跃响应和频率响应来表示。

