



“十二五”职业教育规划教材

传感器技术

CHUANGANQI JISHU

刘捷 主编
吴先文 主审



化学工业出版社

“十二五”职业教育规划教材

传 感 器 技 术

刘 捷 主编

吴先文 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以传感器原理、特性、使用方法为主线, 主要包括: 传感器概述、力传感器、热传感器、磁传感器、位移传感器、流体传感器、声学传感器、光电传感器。通过大量的应用案例, 详细介绍了传感器的工作原理和分析方法。通过本课程的学习, 读者能够根据工程需要, 选择合适的传感器, 进行安装和数据检测处理。为方便教学, 配套电子课件。

本书内容新颖、案例翔实, 可供机电一体化、汽车检测与维修、应用电子技术、自动控制技术、测量技术、计算机应用等专业的学生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

传感器技术/刘捷主编. —北京: 化学工业出版社, 2012.1

“十二五”职业教育规划教材

ISBN 978-7-122-16044-7

I. 传… II. 刘… III. 传感器-职业教育-教材 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 303468 号

责任编辑: 韩庆利

文字编辑: 薛 维

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 9½ 字数 232 千字 2013 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

在工业生产、农业生产、医学诊断、生物工程、海洋探索、宇宙开发、环境保护、资源调查等广泛的领域中，传感器技术与计算机、通信、自动控制技术一起构成了一条从信息采集、处理、传输、应用的完整信息链。随着社会的发展和进步，以信息的获取、转换、显示、处理应用为主要内容的传感器及其检测技术已经成为一门完整的技术学科，成为推动社会进步的一项重要的技术基础。

本书主要以案例为切入点，融合了当今新型传感器领域中的最新研究应用成果，充分介绍了传感器的基本概念、基本工作原理和工程上的典型应用。本书主要内容包括：传感器概述、力传感器、热传感器、磁传感器、位移传感器、流体传感器、声学传感器、光电传感器。各章自成一体，便于读者学习和参考。

本书由刘捷担任主编，第1、2章由刘捷编写，第3、7章由方婷编写，第4章由张丹编写，第5章由向阳编写，第6章由黄义勇编写，第8章由唐伟编写。特别感谢参考文献中所列作者以及没有在参考文献一一列出的众多作者，因为他们在各自学科领域中的独到见解和特别贡献给本书的编写提供了宝贵而丰富的参考资料，使本书成为可读性强、内容先进实用、案例翔实、逻辑性强的教材。

为方便教学，本书配套电子课件，可赠送给用本书作为授课教材的院校和老师，如有需要，可发邮件至 hqlbook@126.com 索取。

由于传感器技术知识深广、科技发展迅速，且作者的水平和学识有限，书中的疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正，以利于修正。

编者

目 录

第1章 传感器概述	1	2.3.2 基本工作原理	21
1.1 传感器的概念与定义	1	2.4 压磁式力传感器	21
1.1.1 传感器的概念	1	2.4.1 概述	21
1.1.2 传感器的定义	1	2.4.2 压磁式力传感器的结构	22
1.2 传感器的构成	2	2.4.3 基本工作原理	23
1.2.1 传感器的基本组成	2	2.5 力传感器应用举例	23
1.2.2 传感器的分类	2	2.5.1 进气压力传感器	24
1.2.3 传感器的安装形式	3	2.5.2 大气压力传感器	28
1.3 传感器选择的一般原则与 应用守则	4	2.5.3 制动主缸油压传感器	29
1.3.1 传感器选择的方法	4	2.5.4 机油压力开关	29
1.3.2 传感器应用时注意事项	6	习题	30
1.4 传感器的命名和代号	6	第3章 热传感器	31
1.4.1 传感器的命名	6	3.1 热电偶传感器的原理及应用	31
1.4.2 传感器的代号	7	3.1.1 热电偶传感器工作原理	31
1.5 传感器的发展概述	8	3.1.2 热电偶传感器定律	33
1.6 传感器应用举例：汽车 传感器概述	10	3.1.3 热电偶传感器的结构	33
1.6.1 汽车传感器的使用范围	10	3.1.4 热电偶传感器冷端的延长	34
1.6.2 汽车传感器的分类	15	3.1.5 热电偶传感器的冷端温度 补偿及技术处理	35
习题	16	3.1.6 热电偶传感器应用实例	36
第2章 力传感器	17	3.2 金属热传感器	38
2.1 应变式力传感器	17	3.2.1 常用金属热传感器	38
2.1.1 弹性敏感元件	17	3.2.2 金属热传感器结构	39
2.1.2 应变式力传感器应用	18	3.2.3 金属热传感器的测温电路	40
2.2 压阻式力传感器	20	3.3 半导体热敏电阻	40
2.3 压电式力传感器	20	3.3.1 热敏电阻温度特性	41
2.3.1 概述	20	3.3.2 热敏电阻伏安特性	42
		3.3.3 热敏电阻主要参数	42

3.3.4 热敏电阻结构	43	习题	80
3.3.5 半导体热敏电阻的应用	43	第6章 流体传感器	81
3.4 集成温度传感器	45	6.1 液位传感器	81
习题	47	6.1.1 液位传感器的概念	81
第4章 磁传感器	48	6.1.2 液位传感器的分类	81
4.1 磁电感应式传感器	49	6.1.3 浮子笛簧开关式液位传 感器	81
4.1.1 磁电感应式传感器工作 原理	49	6.1.4 热敏电阻式液位传感器	82
4.1.2 磁电感应式传感器的应用 ..	51	6.1.5 可变电阻式液位传感器	83
4.2 霍尔式传感器	52	6.1.6 电极式液位传感器	83
4.2.1 霍尔效应	53	6.2 空气流量传感器	84
4.2.2 霍尔元件结构及测量电路 ..	54	6.2.1 空气流量传感器的功用	84
4.2.3 霍尔元件基本特性	54	6.2.2 空气流量传感器的分类	84
4.2.4 霍尔式传感器的应用举例 ..	56	6.2.3 翼片式空气流量传感器	85
习题	60	6.2.4 卡曼涡旋式空气流量传 感器	88
第5章 位移传感器	61	6.2.5 热式空气流量传感器	92
5.1 机械位移传感器	61	6.2.6 热膜式空气流量传感器	94
5.1.1 电位器式位移传感器的原理 及应用	61	6.3 气敏传感器	94
5.1.2 电容式位移传感器	63	6.3.1 气敏传感器的简介	94
5.1.3 电感式传感器	67	6.3.2 氧传感器的作用	94
5.1.4 节气门位置传感器	73	6.3.3 氧传感器分类	94
5.2 速度传感器	75	6.3.4 氧传感器的检修	97
5.2.1 磁电感应式传感器的工作 原理	75	习题	98
5.2.2 磁电感应式传感器的应用 ..	77	第7章 声学传感器	99
5.2.3 磁电感应式传感器的特点 ..	77	7.1 超声波传感器	99
5.3 接近传感器	78	7.1.1 超声波特性	99
5.3.1 接近式开关分类	78	7.1.2 超声波传感器的原理及 应用	100
5.3.2 电容式接近传感器	78	7.1.3 超声检测诊断实习	104
5.3.3 电感式接近开关	79	7.2 声表面波传感器	106
5.3.4 接近开关传感器的电气 指标	79	7.2.1 声表面波及其激发	106
		7.2.2 声表面波传感器	108

习题	113	8.3.2 色彩传感器应用	131
第8章 光电传感器	114	8.4 光纤传感器	134
8.1 光电式传感器	114	8.4.1 光纤传光原理	134
8.1.1 光电效应	114	8.4.2 光纤传感器基本概念及 分类	136
8.1.2 基本光电器件	115	8.4.3 常见光纤传感器调制 原理	137
8.1.3 光电传感器的应用举例	120	8.4.4 常见光纤传感器应用	138
8.1.4 光电池	123	8.5 CCD 图像传感器	140
8.1.5 光电耦合器件及参数	124	8.5.1 CCD 传感原理	140
8.2 红外线传感器	126	8.5.2 CCD 传感器分类	143
8.2.1 红外辐射的相关基本 概念	126	8.5.3 CCD 传感器应用	144
8.2.2 红外传感器原理与结构	127	习题	144
8.2.3 红外辐射传感器应用	129	参考文献	145
8.3 色彩传感器	129		
8.3.1 色彩传感器原理	129		

第1章 传感器概述

1.1 传感器的概念与定义

1.1.1 传感器的概念

人用眼睛看，可以感觉到物体的形状、大小和颜色；用耳朵听，可以感觉到声音；用鼻子嗅，可以感觉到气味。这种视觉、听觉、味觉和触觉，是人们感受外界刺激所必备的感官，称为“五官”，它们就是天然的传感器。

在工程技术领域中，传感器被认为是生物体“五官”的工程模拟物。

传感器是一种能把特定的被测量信息按一定规律转换成某种可用信号输出的器件或装置，以满足信息的传输、处理、记录、显示和控制等要求。这里的“被测量信息”一般为速度、压力、温度、流量、湿度等物理化学量，“某种可用信号”一般为电信号，如电压、电流、电阻、电容、频率等便于处理、传输的信号。

传感器中包含两个必不可少的概念，其一是检测信号；其二是把检测的信息变换成一种与被测量有确定函数关系的且便于传输和处理的量。例如，话筒就是一种传感器，它感受声音的强弱，并转换成相应的电信号；电感式位移传感器能感受位移量的变化，并把它转换成相应的电信号。

随着信息科学与微电子技术的发展，传感器走上了与微处理器、微型计算机相结合的必由之路。目前传感器技术已经与测量科学、现代电子技术、生物技术、材料科学、光电技术、精密机械技术、微细加工技术、信息处理技术以及计算机技术等相互交叉渗透而成为一门高度综合性、知识密集型的学科。各种高技术的智能武器、机器及家用电器水平高低的分界就在于其传感器的数量和水平不同，所以，传感器是智能高技术的前驱和标志，是现代科学技术发展的基础，也是科技水平高低的重要标志。

1.1.2 传感器的定义

在国家标准 GB/T7665—2005《传感器通用术语》中，传感器的定义为：“能感受规定的被测量并按照一定的规律转换成可用信号的器件或装置，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或相应被测的部分；转换元件是指传感器中将敏感元件感受或响应的被测量转换成适于传输或测量的电信号部分”。

美国仪器仪表协会（ISA）对传感器的定义是：“传感器是把被测量变换为有用信号的一种装置，它包含敏感元件、变换电路以及把这些元件和电路组合在一起的机构”。

综合国内外传感器的定义，可得到其广义定义为：“凡是利用一定的物性（物理、化学、生物）法则、定律、定理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和装置，均可以称为传感器”。对此定义需要明确以下几点。

① 传感器是一种能够检测被测量的器件或装置。

- ② 被测量可以是物理量、化学量、生物量等。
- ③ 输出信号要便于传输、转换、处理、显示等，一般是电参量。
- ④ 输出信号要正确地反映被测量的数值和变化规律等，即两者之间要有确定的对应关系，且应具有一定的精确度。

1.2 传感器的构成

1.2.1 传感器的基本组成

传感器一般由敏感元件、转换元件和测量电路三部分组成，有时还加上辅助电源，如图 1-1 所示。

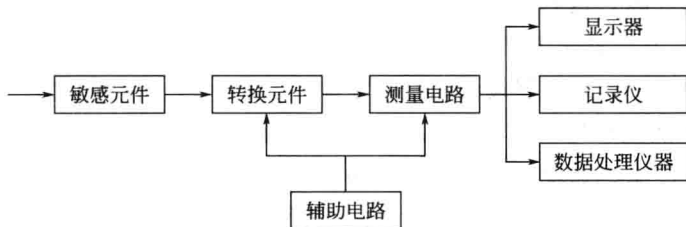


图 1-1 传感器的组成

敏感元件——直接感受被测量，输出与被测量成确定关系的物理量的元件，如膜片和波纹管可以把被测压力变成位移量。敏感元件如果直接输出电量就同时兼为转换元件了。

转换元件——将敏感元件输出的非电物理量（位移、应力、光强等）转换为电学量（包括电路参数量、电压与电流等）。有些传感器有多个转换元件，要经若干次转换才输出信号。

测量电路——能把转换元件输出的电信号转换为便于显示、记录、控制和处理的有用电信号的电路。由于传感器的输出信号一般都很微弱，常需要有信号调理与转换电路对其进行放大、运算调制等。

1.2.2 传感器的分类

由于传感器的种类繁多，一种被测量，可以用不同的传感器来测量；传感器应用的原理各种各样，同一原理的传感器又可以测量多种被测量。

传感器可以按被测量、能源种类、工作机理、使用要求、技术水平等进行分类。按被测量主要有位移、压力、速度、力、温度、流量、气体成分等传感器。按能量种类分为机、电、热、光、声、磁等六种能量传感器。按工作机理可分为结构型（空间型）和物性型（材料型）两大类。结构型传感器是依靠传感器结构参数的变化实现信号转换，从而检测出被测量，常采用按能源种类再分类，如机械式、磁电式、电式等；物性型传感器是利用某些材料本身的物性变化来实现被测量的变换，主要是以半导体、电介质、磁性体等作为敏感元件的固态器件，主要按其物性效益再分类，如压电式、电磁式、热电式、光电式、仿生式等。按所使用的材料可以将传感器分为陶瓷传感器、半导体传感器、复合材料传感器、金属材料传感器、高分子材料传感器等。按技术水平分为普通型和先进型两大类。根据综合分类法对传感器种类进行分类如图 1-2 所示。

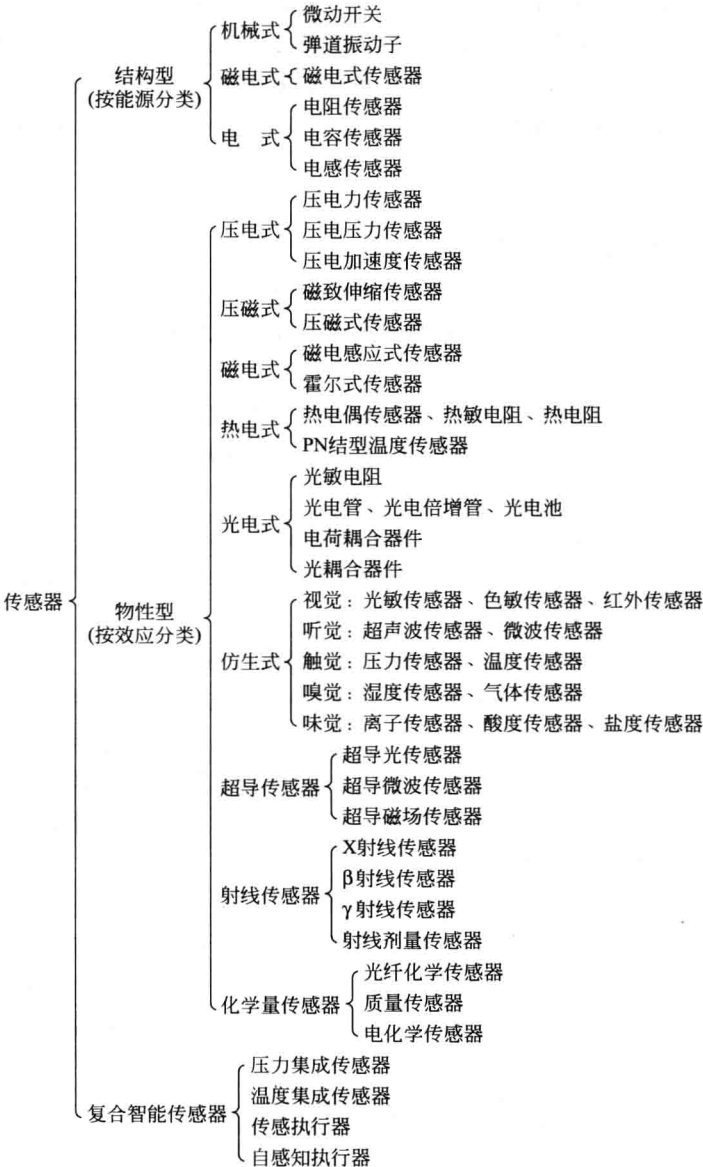


图 1-2 传感器的分类

1.2.3 传感器的安装形式

1.2.3.1 传感器与固体对象的连接方式

(1) 接触型

接触型即把传感器直接安装在被测对象上。

由于传感器直接安装在被测对象上，可以把它看做被测对象的一部分，不易受到环境变动的影响，有利于直接获得与被测对象相对应的输出信号。

传感器在使用之前都需要标定，利用标准设备产生的已知的非电量（标准量）、或用基准量来确定传感器电输出量与非电输入量之间的关系过程，称为传感器的标定。将传感器在使用中或存储后进行的性能复测，称为校准，一般标定和校准本质相同。

接触型传感器可使用与具体被测对象无关的标定方法和装置进行标定, 标定后的结果对不同的被测对象都可以立即使用, 无需现场再次标定。但是当把传感器或敏感元件装在被测对象上面时, 被测对象上就承受了某种新的负载, 被测对象的状态或特性不可避免地发生变化(即负荷效应)。如果接触型传感器的安装方式对被测对象的影响不能忽略不计, 则必须谋求补偿的方法。

(2) 非接触型

不与被测对象接触就将信号取出的方法。

如果被测对象是高温、高速回转对象, 或被测对象很小, 不便于安装传感器在上面, 或因为操作危险、传感器材料特性等方面原因而导致了接触困难, 这时就需要使用非接触型传感器。

用非接触型传感器从被测对象上获得信息有以下几种方法。

① 接受由被测对象发出的光或电磁波等, 由此而获得所需的测量信号。如接收从高温物体发出的辐射热, 由此得到被测物体的温度。

② 由传感器向被测对象发射信号或者构成电位差等, 然后用传感器接收与其相对应的响应, 从而获得必要的信号。如使定向极板与被测对象之间距离发生改变, 由此转换成电容参量的变化, 由此得到被测对象的位置信号。

③ 遥感测量方法。如卫星上的照相机、微波高度计等。

非接触型检测存在以下缺点: 被测对象的放射性、被测对象与传感器之间的介质特性, 或者在传感器附近的物体干扰等都可能影响传感器的输出。非接触型传感器不能像接触型传感器那样事先标定, 必须在使用现场进行标定, 而且非接触型传感器的标定不仅仅取决于传感器的安装位置, 而且还与被测对象的形状、尺寸以及环境等因素有关。

1.2.3.2 传感器与流体对象连接方式

当用传感器测量流体的参数(如流速、流量、浓度、温度等), 传感器必须装在盛有流体的容器中或有流体流动的管道上, 因此传感器对原有流体的状态将产生影响。为了减小其负荷效应, 要求传感器与被测对象之间的能量交换越小越好, 这就导致了传感器的输入信号很弱, 为了获得一定的输出电信号, 要求传感器必须具有较高的灵敏度。

1.3 传感器选择的一般原则与应用守则

1.3.1 传感器选择的方法

现代传感器在原理和结构上千差万别, 根据具体的测量目的、测量对象以及测量环境合理地选用传感器, 是进行某个量测量时首先要解决的问题, 当传感器确定之后, 与之相配套的测量方法和测量设备也就可以确定了。选择传感器的标准主要考虑以下因素: 传感器的性能、传感器的可用性、能量消耗、成本、环境条件以及与购置有关的项目等。

选择传感器应从以下几个方面考虑。

(1) 测试条件与目的

测试的目的;

被测量的选择;

测量范围;

过载的发生频度;

输入信号的频带；

测量要求的精度；

测量时间。

(2) 传感器的性能

精度；

稳定性；

相应速度；

输出信号类型（数字或模拟）；

静态特性、动态特性和环境特性；

传感器的工作寿命或循环寿命；

标定周期；

信噪比。

(3) 传感器的使用条件

所测量的流体、固体对传感器的影响；

传感器对被测对象的质量（负荷）效应；

安装现场条件及环境条件（温度、湿度、振动等）；

信号的传输距离；

传感器的输出端的连接方式；

传感器对所测物理量的实际值的影响；

传感器是否符合国家标准或工业规范；

传感器的失效形式；

传感器的维护、安装、使用工作人员所具备的最低技术能力；

传感器的标定方法；

传感器的安装方式；

过载保护。

(4) 传感器所接数据采集系统及辅助设备

传感器所连接数据系统一般性质；

数据系统主要单元的性质，其中包括数据传输连接方式、数据处理方法、数据存储方法、数据显示方式；

数据系统的精确性和频率响应特性；

传感器连接数据系统的负荷阻抗特性；

传感器的输出是否需要进行频率滤波和幅值变换及其处理方法；

数据系统对传感器输出误差检测或校正能力。

(5) 关于购置与维护项目

传感器的价格；

出厂日期；

服务体制；

备件；

保修期间。

1.3.2 传感器应用时注意事项

每一个传感器都有自己的性能和使用条件,用户在使用传感器之前应详细阅读说明书。传感器在应用时应注意以下几个方面。

- ① 使用前必须认真阅读使用说明书。
- ② 正确选择传感器安装点和正确安装传感器。
- ③ 注意传感器的使用安全性,包括传感器本身和操作人员的安全性,特别注意说明书中所标注的“注意”和危险项目。
- ④ 传感器和测量仪表必须可靠连接,系统应有良好的接地,远离强电场、强磁场、强腐蚀性物体,远离易燃易爆物品。
- ⑤ 仪器输入端和输出端必须保持干燥和清洁,传感器在不用时,保持传感器的插头、插座清洁。
- ⑥ 连接传感器与测量仪表之间的连接电缆必须符合传感器及使用条件的要求。
- ⑦ 精度较高的传感器需定期校准,一般来说,需3~6周校准一次。
- ⑧ 传感器在使用时,尽量不要超出其正常使用时的量程。
- ⑨ 在插拔仪表与外部设备连线前,必须先切断仪表及相应设备电源。
- ⑩ 传感器不使用时,应存放在温度为10~35℃、相对湿度不大于85%、无酸、无碱、无腐蚀性气体的房间内。
- ⑪ 传感器出现异常或故障,请及时和厂家联系,不可擅自拆卸传感器本体。

1.4 传感器的命名和代号

在GB 7666—2005中,国家标准规定了传感器的命名方法和代号,作为统一传感器命名和代号的依据。它适用于传感器的研究、开发、生产、销售和教学等相关领域。

1.4.1 传感器的命名

1.4.1.1 命名的构成

传感器的名称由主题词加四级修饰语构成,包括以下几方面。

- ① 主题词——传感器。
 - ② 第一级修饰语——被测量,包括修饰被测量的定语。
 - ③ 第二级修饰语——转换原理,一般可后续以“式”字。
 - ④ 第三级修饰语——特征描述,指必须强调的传感器结构、性能、材料特征、敏感元件及其他必要的性能特征,一般可后续以“型”字。
 - ⑤ 第四级修饰语——主要技术指标(量程、精确度和灵敏度等)。
- 传感器命名构成及各级修饰语见表1-1。

1.4.1.2 命名法的使用

(1) 题目中的用法。在有关传感器的统计表格、图书索引、检索以及计算机汉字处理等特殊场合,应采用上述顺序,如:传感器,位移,应变计[式],100mm。

(2) 正文中的用法。在技术文件、产品样本、学术论文、教材及书刊的陈述句子中,作为产品名称应采用与上述相反的顺序,如100 mm应变计式位移传感器。

表 1-1 传感器命名构成及各级修饰语

主题词	第一级修饰语 被测量	第二级修饰语 转换原理	第三级修饰语 特征描述	第四级修饰语 主要技术指标	
				范围、量程、精确 度、灵敏度	单位
传感器	速度		直流输出		
	加速度		交流输出		
	加加速度	电位器[式]	频率输出		
	冲击	电阻[式]	数字输出		
	振动	电流[式]	双输出		
	力	电磁[式]	放大		
	重量(称重)	电容[式]	离散增量		
	压力	电涡流[式]	积分		
	声压	电热[式]	开关		
	力矩	电磁[式]	陀螺		
	姿态	电化学[式]	涡轮		
	位移	电离[式]	齿轮转子		
	液位	压电[式]	振动元件		
	流量	压阻[式]	波纹管		
	温度	应变计[式]	波登管		
	热流	谱振[式]	膜盒		
	热通量	伺服[式]	膜片		
	可见光	磁阻[式]	离子敏感 FET		
	照度	光电[式]	热丝		
	湿度	光化学[式]	半导体		
	黏度	光纤[式]	陶瓷		
	浊度	激光[式]	聚合物		
	离子活(浓)度	超声[式]	固体电解质		
	电流	(核)辐射[式]	自源		
	磁场	热电	粘贴		
	马赫数	热释电	非粘贴		
	射线		焊接		

1.4.2 传感器的代号

国家标准中规定，用大写汉语拼音字母和阿拉伯数字构成传感器完整的代号。包括 4 个部分，依次如下。

- ① 主称——传感器，代号 C。
- ② 被测量——用一个或两个汉语拼音的第一个大写字母标记。
- ③ 转换原理——用一个或两个汉语拼音的第一个大写字母标记。
- ④ 序号——用一个阿拉伯数字标记，厂家自定，用来表征产品设计特性、性能参数和产品系列等。若产品性能参数不变，仅在局部有改动或变动时，其序号可在原序号后面顺序地加注大写字母 A、B、C 等（其中 I、Q 不用），如应变式位移传感器 CWY-YB-20、光纤压力传感器 CY-GQ-2。

常用被测量代码见表 1-2，常用转换原理代码见表 1-3。

表 1-2 常用被测量代码

被测量	代号	被测量	代号	被测量	代号	被测量	代号
加速度	A	角速度	JS	电流	DL	位置	WZ
加加速度	AA	角位移	JW	电场强度	DQ	应力	YL
亮度	AD	力	L	电压	DY	液位	YW
磁	C	露点	LD	色度	E	浊度	Z
冲击	CJ	力矩	LJ	谷氨酸	GA	振动	ZD
磁透率	CO	流量	LA	温度	H	紫外光	ZG
磁场强度	CQ	离子	LZ	照度	HD	重量(稳重)	ZL
磁通量	CT	密度	M	红外光	HG	真空度	ZK
呼吸频率	HP	[气体]密度	[Q]M	离子活[浓]度	H[N]	噪声	ZS
转速	HS	[液体]密度	[Y]M	声压	SY	姿态	ZT
硬度	I	脉搏	MB	图像	TX	氢离子活[浓]度	[H]H[N]D
线加速度	IA	马赫数	MH	温度	W	钠离子活[浓]度	[Na]H[N]D
线速度	IS	表面粗糙度	MZ	[体]温	[T]W	氯离子活[浓]度	[Cl]H[N]D
角度	J	黏度	N	物位	WW	氧分压	[O]
角加速度	JA	扭矩	NJ	位移	WY	一氧化碳分压	[CO]
可见光	JG	厚度	O	热流	RL	水分	SF
烧蚀厚度	SO	pH 值	(H)	速度	S	射线剂量	SL
射线	SX	气体	Q	热通量	RT		

表 1-3 常用转换原理代码

转换原理	代号	转换原理	代号	转换原理	代号	转换原理	代号
电解	AJ	光发射	GS	感应	GY	涡街	WJ
变压器	BY	电位器	DW	霍耳	HE	微生物	WS
磁电	CD	电阻	DZ	晶体管	IG	涡轮	WU
催化	CH	热导	ED	激光	JG	离子选择电板	XJ
场效应管	CU	浮子-干簧	FH	晶体振子	JZ	谐振	XZ
差压	CY	(核)辐射	FS	克拉克电池	KC	应变	YB
磁阻	CZ	浮子	FZ	酶[式]	M	压电	YD
电磁	DC	光学式	G	声表面波	MB	压阻	YZ
电导	DD	光电	GD	免疫	MY	折射	ZE
电感	DG	光伏	GF	热电	RD	阻抗	ZK
电化学	DH	光化学	GH	热释电	RH	转子	ZZ
单结	DJ	光导	GO	热电丝	RS		
电涡流	DO	光纤	GQ	(超)声波	SB		
超声多普勒	DP	电容	OR	伺服	SF		

1.5 传感器的发展概述

传感器市场的产品需求结构将向投资类产品发展，预测市场方向主要表现在以下几个方面。

(1) 工业过程控制与汽车传感器

重点开发新型压力、温度、流量、距离等智能化传感器和具有协议功能的传感器及电喷

系统、电子燃料喷射装置、排气循环装置和自动驾驶传感器。现代高级轿车的电子化控制系统水平的关键在于所采用传感器的水平和数量。随着我国汽车工业的发展,开发和应用汽车传感器、实现汽车传感器的国产化势在必行。而现代高级轿车需要用传感器对温度、压力、位置、距离、转速、加速度、姿态、流量、湿度、电磁、光电、气体、振动等进行实时准确的测量,需要 30~100 个传感器,这为传感器的发展提供了广阔的市场空间。

丰田汽车已经制定了在 2020 年把日本国内汽车事故减少一半的目标,利用数百个传感器把车辆包围起来,根据来自这些传感器的信息,对刹车和方向盘进行控制。

(2) 环保传感器

重点开发水质监测、大气污染和工业排污测控传感器。

传感器技术在对重点区域、流域、海域、大气环境的监测方面将发挥重大的作用。当前,保护环境和生态平衡是我国的重点任务之一,实现这一目标必须对江河湖海进行水质检测,这就需要测量污水的流量、自动比例采样、pH、电导、浊度、矿物油、氰化物、氨氮、总氮、总磷以及金属离子浓度特别是重金属离子浓度等,而检测这些参量的多数传感器还不能实用化,甚至还未研制。大气监测是环保重要方面,主要监测内容有:风向、风速、温度、湿度、工业粉尘、烟尘、烟气、SO₂、NO、O₃、CO 等,这些传感器中大多还待开发。这些说明研究开发新型环保传感器的任务是很迫切和艰巨的。

(3) 医疗卫生与食品监测传感器

重点开发诊治各种疾病的生物和化学传感器、食品发酵与酶传感器。开发适用于社区、家庭医疗服务的医疗器械等相关的传感器,特别是数字化技术和先进影像技术的应用及生物传感器的开发。例如,临床上用免疫传感器等生物传感器来检测体液中的各种化学成分,为医生的诊断提供依据;食品行业中用生物传感器检测食品中营养成分和有害成分的含量、食品的新鲜程度等。

(4) 微小型传感器

微传感器(尺寸从几微米到几毫米的传感器总称)特别是以 MEMS(微电子机械系统)技术为基础的传感器已逐步实用化,这是今后发展的重点之一。微机械设想早在 1959 年就被提出,其后逐渐显示出采用 MEMS 技术制造各种微型新型传感器、执行器和微系统的巨大潜力。这项研发在工业、农业、国防、航空航天、航海、医学、生物工程、交通、家庭服务等各个领域都有巨大的应用前景,已成为争相研究开发的重点领域。MEMS 器件主要分为惯性测量、压力测量、微流量、光 MEMS、射频 MEMS 以及其他 MEMS 器件等多种类型及品种,而目前市售的 MEMS 器件主要有压力传感器、加速度传感器、微型陀螺、喷墨头、硬盘驱动头。销售最多的是 IT 领域的喷墨头、硬盘驱动头和汽车领域中的压力传感器、加速度传感器、微型陀螺,而用于生物、化学测试系统的 Lab-on-Chip 和其他类型生物芯片则刚刚显露出巨大的潜力。

(5) 生物、医学研究急需的新型传感器

当前,医用传感器主要有图像诊断领域用传感器及临床化验领域传感器。人类基因组计划的研究促进了对生物学、医学、卫生、食物等学科的研究,现代科学仪器制造所急需的各种新型传感器的研究急待开发。不仅需要多种生物量传感器,如酶、免疫、微生物、细胞、DNA、蛋白质、嗅觉、味觉、体液组成成分等传感器,也需要血气、血压、血流量、脉搏等生理量传感器的出现和实用化;还要进一步实现这些功能的集成化、微型化,研制出“Lab-on-Chip”微分析芯片,使许多不连续的分析过程连续化、自动化,完成实时、在线分

析,实现高效率、快速度、少耗样、低成本、无污染、大批量生产的目标。

(6) 生态农业传感器

21 世纪的农业将是知识密集、技术密集的领域。目前,作为“电子感官”的敏感技术在农业生产、农田和果园生产、农业生物学研究、农药残留量检测四个方面得到了广泛的应用。例如,日光温室环境数字式监控系统 CH-DigiMan,可以通过 Internet 上网进行远程实时监控,也可以采用数字智能传感器自动采集和控制温室内的温湿度、光照、CO₂ 浓度等。但如何降低传感器的价格并提高其易用性是目前急需解决的问题。

1.6 传感器应用举例:汽车传感器概述

现代汽车电子控制中,传感器广泛应用在发动机、底盘、车身各个系统中。汽车传感器在这些系统中担负着信息的采集和传输功用,它采集的信息由电脑(电子控制单元)进行处理后,形成向执行器发出的指令,完成电子控制。传感器在电子控制和自诊断系统中是非常重要的装置,它能及时识别外界的变化和系统本身的变化,再根据变化的信息去控制系统本身的工作。汽车各个系统控制过程就是依靠传感器,进行信息的反馈,实现自动控制工作的。

传感器输出的信号有模拟信号和数字信号两种,其中数字信号直接输入电子控制单元,而模拟信号则要通过 A/D 转换器转换成数字信号后再输入电子控制单元。电子控制单元不断地检测各个传感器的信号,一旦检测出某个输入信号不正常,就可将错误的信号存入存储器内,需要时可以通过专用诊断仪或采取人工方法读取故障信息,再根据故障信息内容进行维修。

电子控制单元有效地控制着系统的工作,需要具备完整的条件,而传感器的精度、响应性、可靠性、耐久性及输出的电压信号等,对系统的控制稳定性起着至关重要的作用。传感器按能量关系分为主动型和被动型两大类。汽车上使用的传感器大多是被动型的,这种被动型传感器需要外加电源才能产生电信号。汽车发动机、底盘和车身系统应用着很多种传感器,例如温度传感器、压力传感器、位置传感器、氧传感器、转速传感器等。这些传感器的功能共同作用,使电子控制单元对发动机的汽油喷射、电子点火提前、自动变速器、自动空调等进行集中控制。

1.6.1 汽车传感器的使用范围

1.6.1.1 电控燃油喷射(EFI, Electronic Fuel Injection)

① 喷油量控制 电子控制单元(ECU)根据空气流量传感器或进气压力传感器、发动机转速传感器、进气温度传感器、冷却液温度传感器等所提供的信号,计算喷油脉冲宽度即喷油量。发动机各种工况下的最佳喷油量存储在电子控制单元的存储器中。

② 喷油正时控制 当发动机采用多点顺序燃油喷射系统时,ECU 除了控制喷油量以外,还要根据发动机的各缸点火顺序,将喷油时间控制在最佳时刻,以使汽油充分燃烧。但在电子控制间歇喷射系统中,采用独立喷射时,电子控制单元还要对喷射燃油的汽缸辨别信号进行分析,根据发动机各缸的点火顺序和发动机工况的不同而将喷油时间控制在最佳时刻。

③ 怠速控制(ISC) 发动机在汽车制动、空调压缩机工作、变速器挂入挡位,或发动