

中等职业教育改革创新规划教材

传感器原理与实训 项目教程



CHUANGANQI
YUANLIYUSHIXUN
XIANGMUJIAOCHENG

主 编 ◇ 彭学勤

中等职业教育改革创新规划教材

传感器原理与实训 项目教程

主 编：彭学勤



外语教学与研究出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

传感器原理与实训项目教程/ 彭学勤主编. — 北京: 外语教学与研究出版社, 2011.9
中等职业教育改革创新规划教材
ISBN 978-7-5135-1334-0

I. ①传… II. ①彭… III. ①传感器—中等专业学校—教材 IV. ①TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 194506 号

出 版 人: 蔡剑峰

责任编辑: 牛贵华

封面设计: 彩奇风

出版发行: 外语教学与研究出版社

社 址: 北京市西三环北路 19 号 (100089)

网 址: <http://www.fltrp.com>

印 刷: 中国农业出版社印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 14

版 次: 2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5135-1334-0

定 价: 28.00 元

* * *

职业教育出版分社:

地 址: 北京市西三环北路 19 号 外研社大厦 职业教育出版分社 (100089)

咨询电话: 010-88819475

传 真: 010-88819475

网 址: <http://vep.fltrp.com>

电子信箱: vep@fltrp.com

购书电话: 010-88819928/9929/9930 (邮购部)

购书传真: 010-88819428 (邮购部)

* * *

购书咨询: (010)88819929 电子邮箱: club@fltrp.com

如有印刷、装订质量问题, 请与出版社联系

联系电话: (010)61207896 电子邮箱: zhijian@fltrp.com

制售盗版必究 举报查实奖励

版权保护办公室举报电话: (010)88817519

物料号: 213340001

前言

本教材为中等职业学校专业课程教学用书,编者根据国家劳动和社会保障部颁发的《传感器应用专项职业能力考核规范》中的能力标准与鉴定内容,依据对相关职业的分析和相应的岗位职业能力要求,按照“以就业为导向,以能力为本位,以职业实践为主线,以项目课程为主题的专业课程体系”的总体设计要求,运用理论与实践一体化方式,由在教学一线具有丰富实践经验的骨干教师和生产一线的企业骨干共同策划、编写而成。本教材主要特点如下。

(1) 在总的教材结构上,采用“项目、任务”模式编写,构建以职业岗位工作过程为导向,以培养职业岗位和职业能力为目的的项目课程。传感器种类繁多,分类方法也不尽相同,使学生易于理解和掌握传感器的功能及应用,教材按照传感器的工作原理编写每个项目。

(2) 每个项目以工业生产中使用的传感器为主线,围绕着传感器在工业领域检测、控制系统中的作用,全面介绍了传感器的工作原理、结构特征、测试电路以及安装检测、选型。

(3) 针对中等职业学校学生的认知特点,在每个项目的内容组织上,文字叙述简洁、通俗易懂,采用框图、表格形式,简化理论知识,避免使用过多公式及电路分析,重点放在大量工程应用的选材上,列举目前工农业生产中所使用的传感器,同时配有大量实物图片,以便更加贴近工程实际,提高学生认知能力,加深对理论知识的理解。

(4) 教材立足于技能实训,在充分调研、分析企业岗位需求及工作任务的基础上,突出了职业能力本位。训练内容以及项目学习评价中,有机地嵌入了职业标准,增加了与职业岗位密切相关的传感器选型、安装及检测等内容,旨在训练学生对传感器的识别检测能力,培养学生对传感器安装、选用能力,通过各技能训练,可以提高学生动手能力,培养学生的职业能力,实现学生在做中学、教师在做中教,理论、实践教学一体化的办学思想。

(5) 加强就业导向,项目内容涵盖了典型工作任务、实践问题,反映工作逻辑。项目评价中加入了安全文明生产和职业素质培养内容,注重学生质量意识、安全意识、市场意识、环保意识的培养,充分反映了职业道德、安全规范等方面的要求,同时还加入了小组评价方式,以培养学生的合作沟通意识。

(6) 紧跟行业发展趋势,项目内容中及时反映新知识、新技术、新工艺、新材料、新设备、新标准和新方法。

(7) 项目内容由简到繁,由易到难,循序渐进,梯度明晰,教材配有大量理论知识和技能训练的思考题,通过练习,检验学生对基本知识的掌握情况,巩固所学的理论知识 and 技能。

(8) 本教材的编写人员中,有2名在企业工作了十几年的教师,他们熟悉行业、企业职业需求,了解企业所需人才的专业素质构建要素。编写过程中,还与多家企业进行了紧密合作,参考了行业、企业与技术名家的意见,获取这些企业和国内电子行业的新知识、新工艺,得到了现场技术专家、现场管理人员、能工巧匠的指导,使教材更加适合职业岗位对于人才培养的要求。

全书分为 11 个项目，其内容包括：认知传感器、应变式电阻传感器、电容式传感器、电感式传感器、压电式传感器、超声波传感器、霍尔传感器、温度传感器、湿度传感器、光电传感器、气敏传感器等，《传感器应用专项职业能力考核规范》、《化工仪表维修工国家职业标准》等内容安排在附录，便于学生查阅。

本教材计划学时为 60 学时，各项目学时分配可参考下表，在实施中任课教师可根据具体情况进行调整和取舍。

学时分配参考表

序 号	内 容	学 时		
		理论学时	技能实训学时	项目总学时
项目一	传感器的认知	2	2	4
项目二	应变式电阻传感器的认知	4	2	6
项目三	电容式传感器的认知	4	2	6
项目四	电感式传感器的认知	6	2	8
项目五	压电式传感器的认知	2	2	4
项目六	超声波传感器的认知	2	2	4
项目七	霍尔传感器的认知	2	2	4
项目八	温度传感器的认知	6	2	8
项目九	湿度传感器的认知	2	2	4
项目十	光电传感器的认知	6	2	8
项目十一	气敏传感器的认知	2	2	4
总学时		38	22	60

本教材由河南信息工程学校高级工程师、高级讲师、高级技师、河南省学术技术带头人、河南省文明教师彭学勤主编。彭学勤负责设计本教材的结构框架、统稿、编写组织等工作，同时编写了项目一、项目二和项目七，河南信息工程学校工程师李峡编写了项目三和项目四，河南信息工程学校讲师罗敬编写了项目五和项目六，郑州工业贸易学校高级讲师张皓明编写了项目八和项目九，河南省轻工业学校高级讲师黄伟琦编写了项目十和项目十一。本教材由河南信息工程学校高级工程师、河南省学术技术带头人王国玉审定。

在本教材的编写过程中，得到了相关学校领导和同事的大力支持和帮助，在此，对他们表示衷心的感谢！同时感谢许多同行、亲友在本教材编写过程中的鼎力相助！感谢此书撰写过程中所参阅著作和文献资料的作者们给予的灵感和构想。

为方便教学，本教材配有免费电子课件、习题解答、教学大纲等，可在外研社职业教育网资源中心下载，网址为 <http://vep.fltrp.com/resource.asp>。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者
2011 年 7 月

目 录

项目一 传感器的认知	1
任务一 认识各领域中使用的传感器	2
任务二 了解传感器的概念及定义	6
任务三 了解传感器的作用、组成及分类	7
任务四 了解传感器的基本特性	9
任务五 了解传感器的发展趋势	10
任务六 传感器的选择	11
项目二 应变式电阻传感器的认知	16
任务一 了解应变式电阻传感器的组成	18
任务二 认知电阻应变片的结构及工作原理	18
任务三 了解弹性敏感元件的特性	21
任务四 了解应变式电阻传感器的测量电路	22
任务五 了解应变式电阻传感器的应用	23
任务六 应变式电阻传感器技能训练	27
项目三 电容式传感器的认知	37
任务一 了解电容式传感器的组成	39
任务二 认知电容式传感器的结构及工作原理	39
任务三 了解电容式传感器的测量电路	42
任务四 了解电容式传感器的应用	44
任务五 电容式传感器技能训练	47
项目四 电感式传感器的认知	56
任务一 了解电感式传感器的组成	58
任务二 了解自感式电感传感器	59
任务三 了解差动变压器	68
任务四 了解电涡流式传感器	73
任务五 电感式传感器技能训练	79
项目五 压电式传感器的认知	89
任务一 了解压电式传感器的组成	90
任务二 认知压电式传感器的结构及工作原理	91
任务三 了解压电式传感器的测量电路	93
任务四 了解压电式传感器的应用	96

任务五 压电传感器技能训练	99
项目六 超声波传感器的认知	104
任务一 了解超声波传感器的组成	105
任务二 认知超声波传感器的结构及工作原理	106
任务三 了解超声波传感器的测量电路	108
任务四 了解超声波传感器的应用	110
任务五 超声波传感器技能训练	116
项目七 霍尔传感器的认知	124
任务一 了解霍尔传感器的组成	126
任务二 认知霍尔传感器的结构及工作原理	127
任务三 了解霍尔传感器的测量电路	128
任务四 了解霍尔传感器的应用	130
任务五 霍尔传感器技能训练	132
项目八 温度传感器的认知	139
任务一 了解温度传感器的组成	140
任务二 认知热电偶	141
任务三 认知热电阻	145
任务四 认知热敏电阻	148
任务五 温度传感器技能训练	152
项目九 湿度传感器的认知	160
任务一 了解湿度传感器的组成	161
任务二 认知湿度传感器的结构及工作原理	162
任务三 了解湿度传感器的测量电路	164
任务四 湿度传感器的应用	165
任务五 湿度传感器技能训练	168
项目十 光电传感器的认知	173
任务一 了解光电传感器的组成	174
任务二 认知光敏电阻传感器	175
任务三 了解光敏晶体管传感器	179
任务四 光敏传感器技能训练	186
项目十一 气敏传感器的认知	194
任务一 了解气敏传感器的组成	195
任务二 认知气敏传感器的结构及工作原理	196
任务三 了解气敏传感器的测量电路	197
任务四 了解气敏传感器的应用	198
任务五 气敏传感器技能训练	201
附录 1 传感器应用专项职业能力考核规范	207
附录 2 《化工仪表维修工国家职业标准》中华人民共和国劳动和社会保障部制定	209

项目一

传感器的认知

项目情境

我们曾经有这样的经历：在公共卫生间洗手时，手一旦靠近水龙头，水龙头就会自动出水——这就是传感器在起作用。自动水龙头如图 1-1 所示，图 1-2 所示为反射红外传感器原理示意图。



图 1-1 自动水龙头

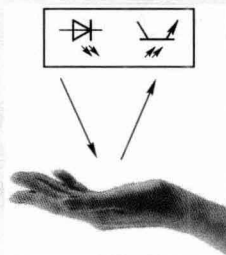


图 1-2 反射红外传感器原理示意图

红外式水龙头的控制过程是：当人的手接近自动水龙头时，红外发光二极管发出的红外光被手反射回红外接收管，接收管接收到反射光信号，并将该信号送入内部电路，经内部电路处理后，最后由驱动电路控制电磁阀动作打开水源。当手离开自动水龙头时，红外光不再被反射，接收管接收不到反射光，电磁阀自动关闭水源，水龙头也就不再流水。

项目学习目标

学习目标		学习方式	学时
技能目标	① 认识工农业、日常生活各领域中的传感器，了解它们的作用； ② 会根据现场条件及所要测试的参数合理选择传感器	学生实际操作和领悟，教师指导演示	2

续表

学 习 目 标		学 习 方 式	学 时
知识目标	① 掌握传感器的定义、组成及分类； ② 了解传感器的基本特性； ③ 掌握传感器在自动控制系统中的作用； ④ 了解传感器的发展方向	教师讲授、自主探究	2
情感目标	① 培养观察与思考相结合的能力； ② 培养使用信息资源和信息技术手段去获取知识的能力； ③ 培养分析问题、解决问题的能力； ④ 培养高度的责任心和精益求精的工作热情，以及一丝不苟的工作作风； ⑤ 激励对自我价值的认同感，培养遇到困难决不放弃的韧性； ⑥ 激发对传感器学习的兴趣，培养信息素养； ⑦ 树立团队意识和协作精神	网络查询、小组讨论、相互协作	

项目任务分析

传感器在工农业生产中有着举足轻重的作用，传感器的使用标志着一个国家科学技术的进步。通过本项目技能训练及理论学习，要求认识各个领域中的传感器，掌握传感器的基本概念、特点、作用、组成以及传感器的基本功能特性，了解传感器的分类，了解传感器现状和发展趋势。

任务一 认识各领域中使用的传感器

“传感器”最早来自“感觉”一词，人们用眼睛看，可以感觉到物体的形状、大小和颜色；用耳朵听，可以感觉到外界的声音；用鼻子嗅，可以感觉到气味；用舌头尝，能感觉到味道；用手触摸，能感觉到物体的软硬、冷暖。视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉器官是人感觉外界刺激所必须具备的感官，称为“五官”，它们就是天然的传感器。

传感器是人类通过仪器探知自然界的触角，它的作用与人的感官相类似。如果将计算机视为识别和处理信息的“大脑”，将通信系统比作传递信息的“神经系统”，将执行器比作人的肌体，那么传感器就相当于人的五官。

从字面上来看，传感器不但要对被测量的对象敏感，即“感”，而且还具有把传感器对被测量对象的响应传送出去的功能，即“传”，因此传感器通常又被称为变换器、转换器、检测器、敏感元件、换能器和一次仪表等。如果没有传感器对原始信息进行有效的转换，那么一切准确的测量将无法实现。

传感器技术、通信技术、计算机技术构成了信息产业的三大支柱。随着科学技术的迅速发展和生产过程的高度自动化，传感器不仅充当着计算机、机器人、自动化设备的感觉器官

及机电结合的接口，而且已渗透到人类生产、生活的各个领域。

一、日常生活中使用的传感器

在日常生活中，各种家用电器的自动化离不开传感器技术的应用，空调的制冷、制热以及电饭煲的加热、保温等都受温度的控制，都要先通过传感器进行检测才能实现控制。

电视遥控器和麦克风都是日常生活中常见的适用传感器的例子，图 1-3 所示为家电中的传感器。电视机中的光电二极管检测遥控器发出的红外线，并将其转换成电信号以控制相应元器件的通断。传声器（俗称话筒、麦克风）则是将声音转换成相应电信号的装置。



(a) 电视中遥控器的应用



(b) 音响设备中的传声器应用

图 1-3 家电中的传感器

二、工业生产中使用的传感器

图 1-4 所示为食用油的自动化生产线。自动化生产线要保证食用油能准确地注入油桶，并能控制一定的重量，装完后能拧好顶盖，然后在合适的位置贴好商标。整个过程都需要通过仪器检测出油桶的位置，注油量、油桶盖的安装位置以及商标粘贴位置，以达到自动化控制的目的。

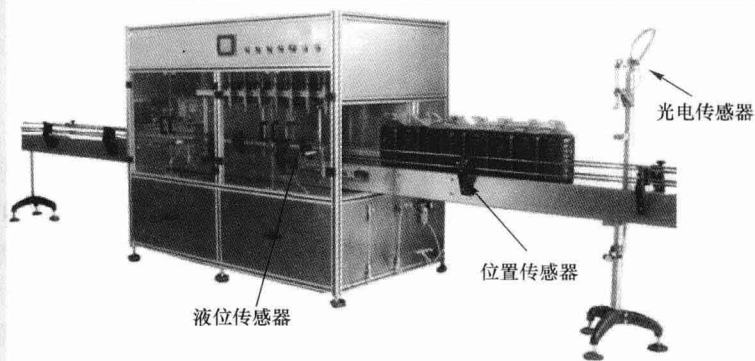


图 1-4 食用油的自动化生产线

现代化的生产过程中大都采用了自动计数系统，它轻而易举地解决了生产中工件数目繁多、难以计数的问题。图 1-5 所示为光电计数机，它运用了光电传感器，可实现自动计数、缺料报警及剔除不良计数工件的功能。

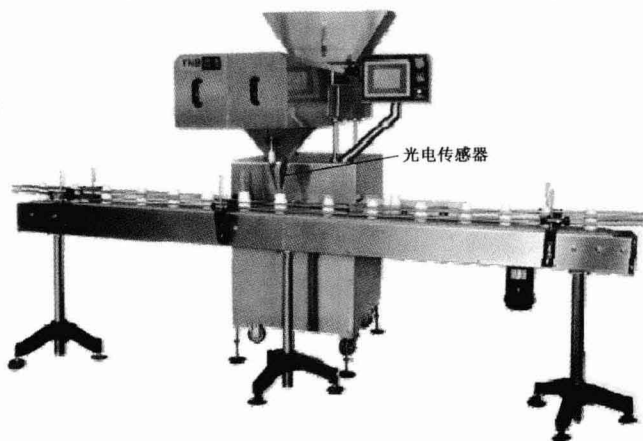


图 1-5 光电计数机

三、地震救助中使用的传感器

地震之后寻找生命迹象，及时、准确地将压在废墟下的伤员救出是当务之急。使用先进的探测设备可以圆满完成搜救任务，生命探测设备如图 1-6 所示。



图 1-6 生命探测设备

四、农业生产中使用的传感器

在农作物生长的整个过程中，可以利用各种传感器收集信息，以便及时采取相应的措施完成科学种植。例如，通过传感器测量土壤的成分以确定土壤应施肥的种类和数量；在植物的生长过程中还可以利用各种传感器来监测农作物的成熟程度，以便适时采摘和收获；可以利用气敏传感器进行植物生长的人工环境的监控，以促进光合作用；在蔬菜种植环境的监测中可以利用传感器进行灭鼠、灭虫等；还可以利用传感器自动控制农田水利灌溉。塑料大棚如图 1-7 所示，棚中种植操作就可多处使用传感器。



图 1-7 塑料大棚

五、汽车中使用的传感器

一辆普通家用轿车上所用的传感器有百余种之多，而豪华轿车上所用的传感器数量约有二百余种，显示仪表中可多达数十台，发动机上也有很多种，如温度传感器、压力传感器、旋转传感器、流量传感器、位置传感器、浓度传感器、爆震传感器等。在汽车轮胎内嵌入微型传感器，将压力传感器和微型温度传感器集成在一起，可同时测出压力和温度。微型传感器可以保证轮胎适当充气，避免充气过量或不足，从而可节约 10% 的燃油。再如，汽车上的雨量传感器隐藏在前挡风玻璃后面，它能根据落在玻璃上雨水量的大小来调整雨刷的动作，因而大大减少了开车人的烦恼。汽车中使用的部分传感器如图 1-8 所示。

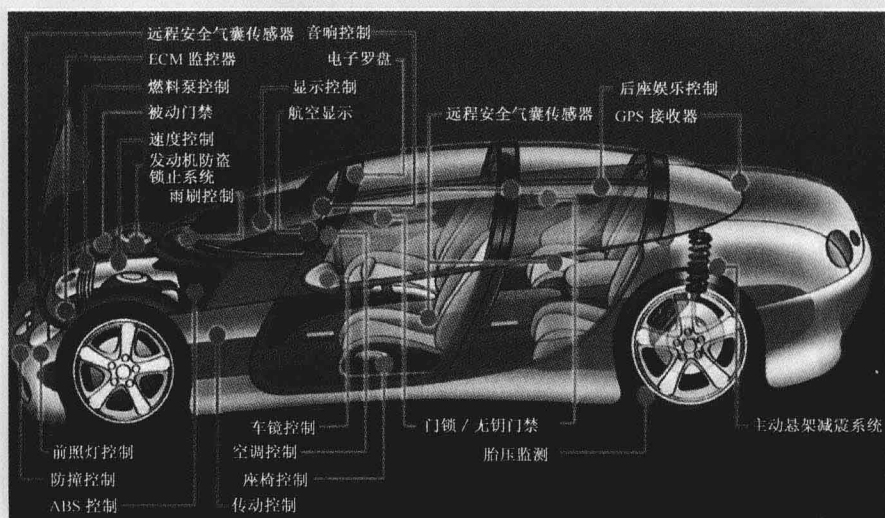


图 1-8 汽车中使用的部分传感器

综上所述,传感器技术的应用在发展程度济、推动社会进步方面起着非常重要的作用。显然,系统自动化程度越高,对传感器的依赖程度就越大。传感器对系统的功能起决定性的作用,它的发展水平、生产能力和应用领域已成为一个国家科学技术进步的重要标志,如果没有传感器对原始数据进行准确、可靠的采集、检测,那么系统信息的转换、处理、传输和显示,乃至对被控制对象的控制都将失去意义。

任务二 了解传感器的概念及定义

一、传感器的概念

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并输出的器件或装置,以满足信息的传输、处理、记录、显示和控制等要求。应当指出的是,这里所说的“可用信号”是指便于处理、传输的信号,一般为电信号,如电压、电流、电阻、电容、频率等。在家用电器中,电冰箱、微波炉、空调机有温度传感器,电视机有红外传感器,录像机、摄像机有光电传感器,液化气灶有气敏传感器,汽车有速度传感器、压力传感器、湿度传感器、流量传感器、氧气传感器等。这些传感器的共同特点是利用各种物理、化学、生物效应等实现对被检测量的测量。由此可见,在传感器中包含两个必不可少的概念:一是检测信号;二是能把检测的信息转换成一种与被测量有确定函数关系,而且便于传输和处理的量。例如,传声器(话筒)就是这种传感器,它感受声音的强弱并将其转换成相应的电信号;又如,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,特别是微型计算机与通信技术的迅猛发展,近年来,传感器的发展走上了与微处理器、微型计算机相结合的道路,传感器的概念得到了进一步的扩充。如智能传感器,它是一种(通过信号处理电路)由微处理器、微型计算机所赋予的智慧的、兼有检测信息和信息处理等多功能的传感器。可以预见,当人类跨入光子时代,光信息成为更便于高效处理与传输的可用信号时,传感器的概念将随之发展,并成为能把外界信息或能量转换成为光信号或能量的元器件。

目前,传感器的含义被不断扩充与发展,它与测量科学、现代电子技术、微电子技术、生物技术、材料科学、化学科学、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了一门高度综合性、知识密集型的科学。区分各种高技术的智能武器、机器及家用电器的标准就在于其传感器的数量和它所包含的技术水平,所以传感器是智能高技术的前驱与标志,是现代科学技术发展的基础,也是衡量一个国家科技水平的重要标志。

二、传感器的定义

传感器的定义至今在国内、国外尚未统一。原机械工业部在所制定的《过程检测控制仪表术语》中对传感器的定义是“借助于检测元件接受物理量形式的信息,并按一定规律将它转换成同样或别种物理量形式的信息仪表”。在《新韦氏大词典》中定义:“传感器是从一个系统接收功率,通常以另一种形式将功率送到第二个系统中的器件”。

根据国家标准(GB/T 7665—1987)《传感器通用术语》中对传感器的定义:“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响应被测量的部分;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。”由于电信号是易于传输、检测 and 处理的物理量,所以过去也常把将非电量转换成电量的器件或装置称为传感器。

由上述的定义可以看出,传感器的定义中包含以下信息。

(1) 它是由敏感元件和转换元件构成的一种检测装置,能感受到被测量的信息,并能检测感受到的信息。

(2) 能按一定规律将被测的量转换成电信号输出,以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。

(3) 传感器的输出与输入之间存在确定的关系。对传感器的要求:高精度,信号(或能量)无失真转换,反映被测的量的原始特征。

任务三 了解传感器的作用、组成及分类

一、传感器的作用

在自动控制系统中,传感器是首要部件,是实现现代化测量和自动控制(包括遥感、遥测、遥控)的主要环节,它对于决定自动控制系统的性能起着重要作用。自动控制系统通常由传感器、测量电路、通信设备和输出单元等部分组成,如图 1-9 所示。

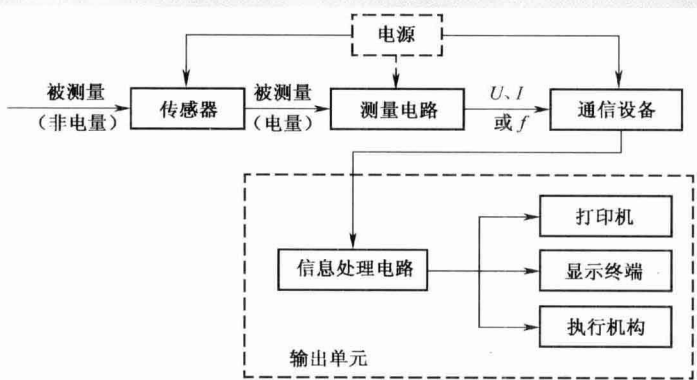


图 1-9 自动控制系统的组成框图

自动控制系统中,传感器的主要作用是将被测非电量转换成与其成一定关系的电量。但是,传感器的输出信号一般很弱且伴有各种噪声,因此需要通过测量电路将它放大,剔除噪声,选取有用信号并进行演算、处理与转换,并通过通信设备及传输通道将输出信号送到信息处理电路中。信号经处理后,再发出控制信号,驱动执行机构,对被控对象实现某种操作或显示输出,从而达到对系统进行控制的目的。

二、传感器的组成

传感器一般是利用物理、化学和生物等学科的某些效应或机理,按照一定的工艺和结构

研制出来的,因此,传感器的组成细节有较大差异。但是,总体来说,传感器的作用是把被测的非电量转换成电量输出,传感器的功能是“一感二传”,即感受被测信息并按照一定的规律转换成可用输出信号传送出去。传感器通常由敏感元件、转换元件两部分组成,如图 1-10 所示。传感器的核心部件是敏感元件,它是传感器中用来感知外界信息并转换成有用信息的元件。

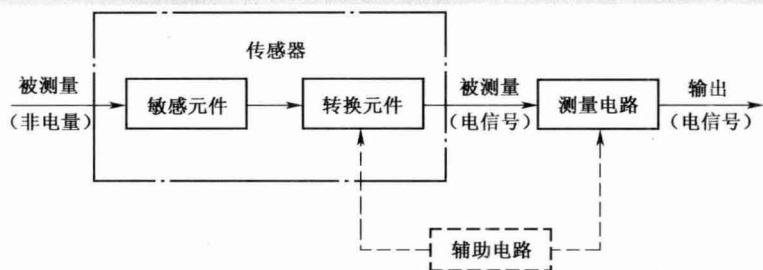


图 1-10 传感器的组成框图

1. 敏感元件

敏感元件直接感受非电量,并按一定规律转换成与被测的量有确定关系的其他量(一般仍为非电量)的元件。例如,应变式压力传感器的弹性膜片就是敏感元件,它的作用是将压力转换成膜片的变形。

2. 转换元件

转换元件又称为变换器。在一般情况下,它不直接感受被测的量,而是将敏感元件输出的量转换成为电量输出的元件。如应力式压力传感器的应变片的作用是将弹性膜片的变形转换成电阻值的变化,电阻应变片就是转换元件。

并不是所有的传感器都必须包括敏感元件和转换元件。如果敏感元件直接输出的是电量,它就同时兼为转换元件;如果转换元件能直接感受被测非电量并输出与之成确定关系的电量,此时,传感器也是敏感元件。敏感元件和转换元件两者合一的传感器很多,例如压电晶体、热电偶、热敏电阻、光电器件等都是这种类型的传感器。

传感器输出的电信号通过测量电路将电信号放大,并转换成便于显示、记录、处理和控制的有用电信号。测量电路的选择要视转换元件的类型而定,常用的测量电路有弱信号放大器、电桥、振荡器、阻抗变换器等。

随着科学技术的发展,传感器向小型化、集成化方向发展。利用先进的制作工艺,特别是微/纳米加工技术,传感器向超小型化方向发展。同时,它还向功能集成(多种传感检测功能的结合)、结构集成(把传感器同其预处理电路集成起来,甚至将 A/D 转换器件与发射装置等也集成在一起)和技术集成(多种技术的集成)方向发展。这样,传感器的各组成部分就不能明确地分为以上三个部分,可能是三者合为一体。

三、传感器的分类

由于传感器应用领域多、应用面广且品种和规格繁多,因此其构成相当复杂,为了很好地掌握、应用传感器,对其进行科学的分类必不可少。目前,传感器主要有 4 种分类方

法,即根据传感器的工作原理、被测的量、能量关系以及输出信号分类。表 1-1 所示为传感器分类。

尽管表 1-1 列出的传感器分类有较大的概括性,但由于传感器的分类不统一,因此表中所列的分类很难完备,例如传感器还有按用途、科目、功能、输出信号的性质分类等方法。

表 1-1 传感器的分类

分类方法	传感器的种类		说 明
按工作原理分类	应变式、电容式、电感式、电磁式、压电式、热电式、光电式等		传感器按工作原理分类,将物理和化学等学科的原理、规律和效应作为分类依据
按被测量分类	压力式、位移式、温度式、速度式、加速度式、负荷式、扭矩式、光式、放射线式、气体成分式、液体成分式、离子式和真空式等		传感器以输入物理量的性质命名
按能量关系分类	能量转换型(有源传感器)	压电式、热电式(热电偶)、电磁式、电动式、压阻式等	传感器直接将被测量的能量转换为输出量的能量,通常配合有电压测量电路和放大器,用于动态测量
	能量控制型(无源传感器)	电阻式、电容式、电感式、微波式、激光式等	传感器本身不是换能器,被测非电量仅对传感器中的能量起控制或调节作用,必须有辅助电源供给传感器能量,而由被测量来控制输出的能量,用于静态和动态测量及非接触的测量场合
按输出信号分类	模拟式		传感器的输出为模拟量,要通过 A/D 转换器才能运用电子计算机进行信号分析加工与处理
	数字式		传感器的输出为数字量,可直接送到计算机进行处理

任务四 了解传感器的基本特性

在生产过程和科学实验中,传感器要对各种各样的参数进行检测和控制,这就要求它能感受被测非电量的变化并且不失真地变换成相应的电量,这取决于传感器的基本特性,即输出输入特性。传感器的基本特性通常可以分为静态特性和动态特性,如表 1-2 所示。

表 1-2 传感器的基本特性

传感器特性	参 数	定 义
静态	线性度	传感器的输出与输入之间成线性关系的程度,在使用非线性传感器时,必须对传感器输出特性进行线性处理
	灵敏度	传感器在稳态信号作用下输出量变化对输入量变化的比值
	分辨率	传感器在规定测量的范围内能够感知或检测到的最小输入信号增量

续表

传感器特性	参 数	定 义
静态	迟滞	在相同测量条件下, 对应于同一大小的输入信号, 传感器正、反行程的输出信号大小不相等的现象
	重复性	传感器输入量按同一方向作全量程连续多次测量时所得输出—输入特性曲线不重合的程度。重复性是反映传感器精密度的一个指标
	漂移	传感器在输入量不变的情况下, 输出量随时间变化的现象
动态	响应速度	传感器的稳定输出信号在规定误差范围内随输入信号变化的快慢
	频率响应	传感器的输出特性曲线与输入信号频率之间的关系, 包括幅频特性和相频特性

任务五 了解传感器的发展趋势

在信息时代, 对于传感器的需求量日益增多, 对性能的要求也越来越高。随着计算机辅助设计技术、微机电系统技术、光纤技术、信息理论以及数据分析算法不断迈上新的台阶, 传感器技术的发展方向主要是开展基础研究, 发现新现象, 开发传感器的新材料和新工艺, 实现传感器的集成化与智能化。

一、新材料的开发与应用

传感器是利用材料的固有特性或开发的二次功能特性, 再经过精细加工而成的。传感器的制造材料和制造工艺是提升传感器性能和质量的关键。半导体材料在敏感技术中占有较大的优势, 半导体传感器不仅灵敏度高、响应速度快、体积小、质量轻, 且便于实现集成化, 在今后的一个时期仍会占据主导地位。

以一定化学成分组成, 经过成型及烧结的陶瓷材料的最大特点是耐热性, 在敏感技术的发展中具有很大的潜力。

此外, 无机材料、合成材料、智能材料等的使用都可进一步提高传感器的产品质量, 降低生产成本。

二、新制造技术的应用

将半导体精密细微的加工技术应用在传感器的制造中可极大地提高传感器的性能, 并为传感器的集成化、超小型化提供技术基础。借助半导体的蒸镀技术、扩散技术、光刻技术、静电封接技术、全固态封接技术, 同样也可取得类似的效果。

三、新型传感器的开发

随着人们对自然界认识的深化, 会不断发现一些新的物理效应、化学效应、生物效应。利用这些新的效应可开发出相应的新型传感器, 从而提高传感器的性能、拓展传感器的应用范围提供新的动力。