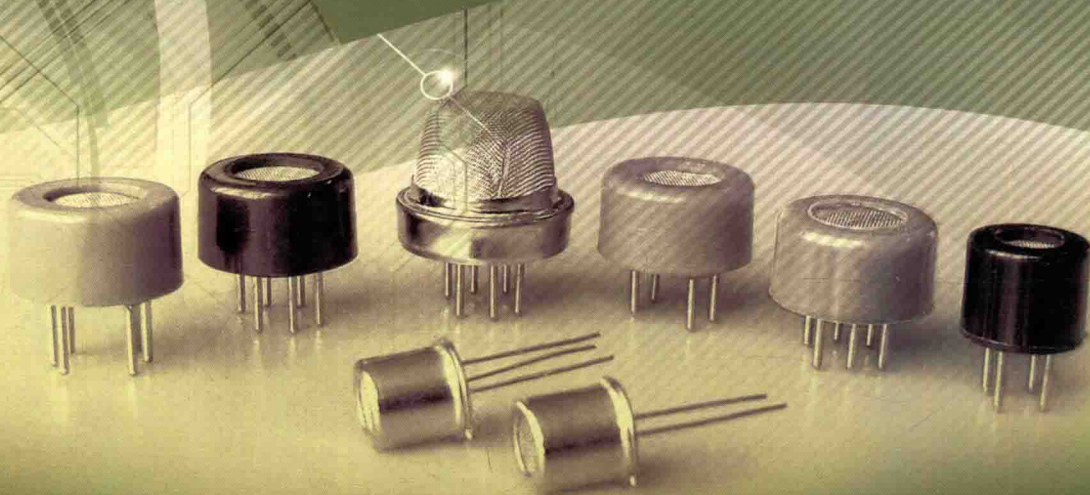




“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

中高职衔接电子技术专业系列教材



传感器原理及 检测技术

(高职)

CHUANGANQI YUANLI JI JIANCE JISHU (GAOZHI)

院校作者

吴文明◎主 编

陈 刘 陈 建◎副主编

企业作者

航空工业出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

中高职衔接电子技术专业系列教材

传感器原理及检测技术(高职)

吴文明 主编

陈 刘 陈 建 副主编

航空工业出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分为8个项目,包括传感器与检测技术综述、温度检测、力的检测、位移的检测、液位的检测、光电检测、气体的检测和湿度检测。每个项目都以实际的工业案例导入,从传感器与检测项目的基本原理、基本电路的认知开始,到项目的仿真练习,再到项目的实训,最后完成项目的设计与制作,实现从简单到复杂、教学做合一的教学和自主学习目标。

本书每个项目都编排了综合测验题,分为填空题、选择题、问答题及计算题等,可以作为课堂理论考核题。本书还配有电子课件和仿真练习的软件,可供读者免费下载。

本书体例新颖,内容丰富,图文并茂,突出仿真练习、实训和项目制作,可作为高职院校、中高职衔接的高职阶段的应用电子、电气自动化、机电一体化、电子组装技术与设备、光机电应用技术,以及应用型本科电子技术与科学、电子信息工程等专业的教材和教学参考书,也可供相关领域的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

传感器原理及检测技术:高职/吴文明主编. --
北京:航空工业出版社,2015.1
中高职衔接电子技术专业系列教材
ISBN 978-7-5165-0393-5

I. ①传… II. ①吴… III. ①传感器—高等职业教育—教材 IV. ①TP212

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第294467号

传感器原理及检测技术(高职) Chuanganganqi Yuanli ji Jiance Jishu (Gaozhi)

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑2号院 100012)

发行部电话:010-84936597 010-84936343

三河市兴达印务有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2015年1月第1版

2015年1月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:14

字数:333千字

印数:1—3000

定价:29.00元

《中高职衔接电子技术专业系列教材》总编委会

主任委员：

刘洪国 中国电子科技集团公司人力资源部副主任

副主任委员：

周明 工业和信息化部电子行业职业技能鉴定指导中心副主任、教育部工业和信息化行业职业教育教学指导委员会委员

滕伟 工业和信息化部通信行业职业技能鉴定指导中心副主任、教育部工业和信息化行业职业教育教学指导委员会委员

刘鑫 中航出版传媒有限责任公司总经理、总编辑

执行总主编：

李学锋 国家级教学名师、国家级示范院校成都航空职业技术学院高等教育研究所所长、电子专业课程与国家职业标准对接课题组执行组长

曲克敏 高职信息类专业国际合作组织秘书长、教育部工业和信息化行业职业教育教学指导委员会委员、电子专业课程与国家职业标准对接课题组长
委员：（按姓氏笔画排序）

王乃国 苏州工业园区工业技术学校校长

王高军 四川省射洪县职业中专学校校长

卢兵 南京工业职业技术学院副院长

史晋蕾 中航出版传媒有限责任公司图书副总编辑

刘波 江苏省泗阳中等专业学校校长

刘建超 成都航空职业技术学院副院长

李苏楠 中航出版传媒有限责任公司编辑部主任

吴建新 中山职业技术学院院长

张秀玲 威海职业学院副院长

张学库 宁波职业技术学院原副院长

张惠仪 四川省宜宾市职业技术学校副校长

周尊登 四川省仁寿县职业教育中心校长

俞宁 淮安信息职业技术学院副院长

姜义林 淄博职业学院副院长

徐兵 苏州信息职业技术学院副院长

黄小平 成都纺织高等专科学校副校长

《中高职衔接电子技术专业系列教材》总编委会办公室

主任：

李苏楠

成员：（按姓氏笔画排序）

王 程 冯士斌 任源博 刘 希 安玉彦 李东南 李光耀 李志伟
李金梅 吴 敏 陈东晓 邵 箭 姚丽瑞 郭倩旎 郭震震

序

构建现代职业教育体系是我国职业教育发展的重要战略，现代职业教育体系建设一个重要的基础性标志就是中、高等职业教育衔接。本套中职电子技术应用专业衔接高职应用电子技术专业系列教材（以下简称系列教材）的开发，以教育部《关于推进中等和高等职业教育协调发展的指导意见》为指导思想，致力于中等职业教育与高等职业教育在课程、教材衔接上的创新探索与实践。

一、系列教材总体设计与中高职课程衔接创新。系列教材围绕国家示范院校改革创新成果、中德比较职业教育课程建设案例分析、国家职业资格认证三大主线，以促进中高职院校主动服务电子行业创新发展为根本出发点，以提高教学质量为目的，以“横对接，竖衔接”中高职衔接的创新理念梳理和贯通课程衔接的脉络，注重中等职业技能操作与高等职业技能技术应用的内在衔接，基于工作过程系统化开发工学结合、能力本位、系统化的“3+3”中高职衔接人才培养方案。

二、系列教材资源整合创新。体现在行业和企业专家、德国职业教育专家以及来自高职示范院校和中职示范学校教师的高度集合；富有建设性地把反映国家职业标准、中职专业课程教学大纲和高职专业教学标准、行业和企业相应职业生产标准和国际职教课程五个方面的元素进行了成功的资源整合。系列教材开发采用先进的“TTAA”工学结合的课程建设模式，在实现中高职系列教材衔接的同时，保持了中等职业教育教材、高等职业教育教材的独立性，各院校可根据自己的需求灵活选用。

三、系列教材结构创新。对接国家职业标准，基于电子专业中高职毕业生就业岗位群的职业能力的衔接、工作任务的衔接，用工作过程的动态结构把技能与知识紧密结合起来；基于职业成长规律序化职业能力，基于认知规律和工作程序化应用性知识，以完成任务的教学程序化知识体系，形成中职技能操作衔接高职技能技术应用的教学内容结构。

四、系列教材内容创新。对接电子信息产业，及时反映产业发展的新技术、新工艺以及新的管理模式；基于生产案例开发系列化的教学项目，开发具有关联性的、承载知识和技能的教学载体，实现了中高职课程内容的有机衔接；剖析和借鉴德国电气技术人员认证远程教育课程的教材体系，以其中合理部分作为拓展或引申性阅读材料。

五、系列教材形式创新。对接岗位职业能力，考虑学生实际情况，选择教学资源；将活动体验、生动形式与自主学习相结合，尝试以实训场景对话方式或借用游戏的形式等引导教学内容，减少文字堆砌，用新的构图形式引入学生的生活经验，调动自主

学习积极性;以可视化技术,再现实际工作情境,用行动导向的教学方法组织教学活动,并物化教学方法于教材中;采用讨论、活动、体验、小组工作等形式实现“学中做”和“做中学”,激发学生学习兴趣。

系列教材由中国电子科技集团、工业和信息化部电子行业职业技能鉴定指导中心、工业和信息化部通信行业职业技能鉴定指导中心、教育部工业和信息化职业教育教学指导委员会的专家以及职业教育专家联合组成中高职衔接电子技术专业系列教材总编委会,负责教材编写工作的全局性统领和审核。系列教材各分册主编为高职或中职业院校的教学专家,副主编是企业专家。

系列教材充分体现了职业教育新理念、新模式与新技术,能让学生更好地掌握知识、发展能力、发展智力和提高素质;也是教学过程令人耳目一新的剧本,可以引领教师更加主动地进行教学模式创新。相信这套历时三年,凝聚着众多编者心血的系列教材必定不会辜负“十二五”职业教育国家规划教材的殊荣,成为中、高职院校电子技术专业学生易学、想学、会学的得力帮手。

《中高职衔接电子技术专业系列教材》总编委会

2014年11月

前 言

本书是贯彻教育部“实行校企合作、工学结合，促进专业与产业对接、课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接、学历证书与职业资格证书对接、职业教育与终身学习对接”精神编写的中高职衔接的电子技术专业课程改革教材之一。本书针对高职院校、中高职衔接的高职阶段的应用电子、电气自动化、电子组装技术与设备、电子产品检测、光机电应用技术、机电一体化，以及应用型本科电子技术与科学、电子信息工程等工科专业学生的学习特点、就业的知识和技能需求编写，也可供相关领域的工程技术人员参考。建议学时为64学时，可以根据不同专业的实际需求另作调整。

全书以温度、力、位移、液位、光、气体和湿度等物理量的实际检测与控制的工业案例为主线编排，共8个项目，包括：传感器与检测技术综述、温度检测、力的检测、位移检测、液位检测、光电检测、气体检测和湿度检测。每个项目最后均安排了综合测验题，分为填空题、选择题、问答题及计算题等，可以作为课堂理论考核题。本书还配有电子课件和仿真练习的软件，可供读者免费下载。

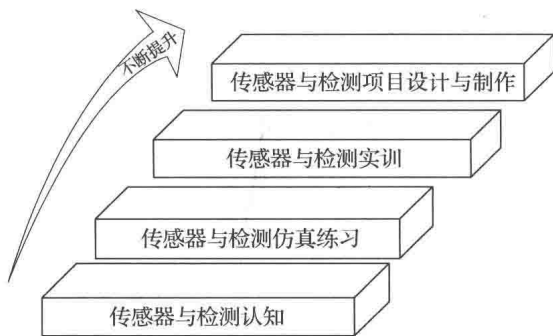
本书安排企业工程师担任副主编，与多家企业进行了紧密合作，校企结合共同编写，同时针对高职学生的学习特点，根据高职专业岗位的知识 and 能力需求，深化工学结合，形成了本书的一些特点。

①本书根据高职院校电子类专业的实际工作岗位职业需求，总结课程的知识目标 and 能力目标，以企业实际的工业案例或实训项目作为知识应用、技能训练的载体，吸收企业的相关技术培训内容，精选教材内容，深化工学结合。

②编写过程中，结合了项目式课程改革的教学过程，充分体现了教学做一体化的课程内容结构，用讨论、活动、体验或小组工作等形式实现“学中做”和“做中学”。

③每个项目均以实际的工程案例导入，从实际的传感器与检测项目的基本原理、基本电路的认知开始，到项目的仿真练习，再到项目的实训，最后完成项目的设计与制作，实现从简单到复杂、教学做合一的教学和自主学习目标。

④教材编写中语言力求通俗生动，减少文字，有利于自主学习，图片力求直观表现，激发探究欲望，强化学习热情。



为便于自主学习，本书设计了一些栏目，每个项目都有“教学目标”、“教学导图”、“历史小知识”和“综合测验”等内容，每个任务都有“认知”、“仿真练”、“实训”和“做项目”等内容。



教学目标

教学的知识、技能和项目开发的能力目标



教学导图

教学的思路



认知

认识传感器、介绍测量电路



仿真练

使用仿真软件，练习传感器的使用



实训

通过实训装置，训练传感器应用技能



做项目

设计并制作传感器应用项目



历史小知识

有关的历史知识或故事



综合测验

检查对知识和技能的掌握

本书由苏州大学应用技术学院的吴文明担任主编，负责项目 1、项目 2、项目 3、项目 6 的编写；苏州工业园区职业技术学院的陈刘担任副主编，负责项目 4、项目 5、项目 7 和项目 8 的编写；苏州苏净环保工程有限公司的陈建担任副主编，负责有关项目的工程案例编写。

本书在编写过程中参考了大量的国内外资料，在此对这些参考文献的作者表示由衷的感谢。

本书在编写过程中还得到了校内外广大同行的大力支持和批评指正，在此致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免还存在一些错误和不足，诚恳地希望读者批评指正。

编者

2013 年 5 月

目 录

项目1 传感器与检测技术综述	(1)
教学指南	(1)
任务1 了解传感器与检测技术的作用	(2)
任务2 了解传感器的定义和组成	(7)
任务3 了解传感器的分类	(9)
任务4 了解传感器的性能	(10)
任务5 了解传感器的选用方法	(13)
任务6 了解传感器与检测技术的发展趋势	(15)
传感器与检测技术的历史小知识	(22)
综合测验	(23)
项目2 温度检测	(26)
教学指南	(26)
任务1 使用金属热电阻测控防爆电机轴承温度	(28)
2.1.1 金属热电阻传感器认知	(29)
2.1.2 金属热电阻测温仿真练习	(31)
2.1.3 金属热电阻测温实训	(33)
2.1.4 金属热电阻测温项目制作	(37)
任务2 使用热敏电阻测控 CPU 芯片温度	(39)
2.2.1 热敏电阻传感器的认知	(40)
2.2.2 热敏电阻测温实训	(42)
2.2.3 热敏电阻双限温度报警项目制作	(42)
任务3 使用热电偶检测波峰焊炉内温度	(45)
2.3.1 热电偶传感器的认知	(46)
2.3.2 E 型热电偶测温仿真练习	(51)
2.3.3 E 型热电偶温度特性实训	(52)
2.3.4 热电偶测温项目制作	(53)
温度检测的历史小知识	(55)
综合测验	(58)
项目3 力的检测	(60)
教学指南	(60)

任务1 使用电阻应变片称重	(62)
3.1.1 电阻应变片的认知	(63)
3.1.2 电阻应变片称重仿真练习	(69)
3.1.3 电阻应变片测力实训	(71)
3.1.4 电阻应变片测重项目制作	(72)
任务2 制作压电式传感器防盗报警系统	(75)
3.2.1 压电式传感器的认知	(75)
3.2.2 压电式传感器仿真练习	(80)
3.2.3 压电式传感器测量振动的实训	(81)
3.2.4 压电式传感器玻璃破碎防盗报警项目制作	(82)
力的检测的历史小知识	(85)
综合测验	(86)
项目4 位移的检测	(88)
教学指南	(88)
任务1 使用电感式传感器检测轴承滚柱直径	(90)
4.1.1 电感式传感器认知	(91)
4.1.2 差动变压器测位移仿真练习	(105)
4.1.3 差动变压器性能测试实训	(108)
4.1.4 电涡流式位移传感器项目制作	(111)
任务2 使用霍尔式传感器测微位移	(114)
4.2.1 霍尔式传感器的认知	(115)
4.2.2 霍尔式传感器测位移仿真练习	(120)
4.2.3 霍尔式传感器测位移实训	(123)
4.2.4 直流霍尔位移传感器项目制作	(125)
综合测验	(128)
项目5 液位的检测	(130)
教学指南	(130)
任务1 使用电容式液位计检测液位	(132)
5.1.1 电容式传感器的认知	(132)
5.1.2 电容式传感器测位移仿真练习	(143)
5.1.3 电容式传感器测位移实训	(145)
5.1.4 电容式接近开关电路项目制作	(147)
综合测验	(150)
项目6 光电检测	(152)
教学指南	(152)
任务1 使用光敏电阻传感器测光	(154)
6.1.1 光敏电阻传感器的认知	(154)
6.1.2 光敏电阻测光实训	(157)

6.1.3 光敏电阻简易照度计的项目制作	(158)
任务2 使用光电池传感器检测复印机曝光强度	(160)
6.2.1 光电池传感器的认知	(160)
6.2.2 光电池光电特性的实训	(163)
6.2.3 复印机曝光测量项目制作	(164)
任务3 使用光电开关循迹	(166)
6.3.1 光电开关的认知	(167)
6.3.2 光电开关测速仿真练习	(171)
6.3.3 光电开关测速实训	(172)
6.3.4 光电开关循迹项目制作	(173)
综合测验	(176)
项目7 气体的检测	(178)
教学指南	(178)
任务1 检测酒精浓度	(180)
7.1.1 气敏传感器的认知	(180)
7.1.2 气敏传感器检测酒精仿真练习	(185)
7.1.3 气敏传感器检测酒精实训	(186)
7.1.4 酒精气敏传感器项目制作	(186)
气体检测的历史小知识	(189)
综合测验	(190)
项目8 湿度检测	(191)
教学指南	(191)
任务1 使用湿敏传感器检测土壤湿度	(193)
8.1.1 湿敏传感器的认知	(194)
8.1.2 湿敏传感器检测湿度仿真练习	(197)
8.1.3 湿敏传感器检测湿度实训	(199)
8.1.4 土壤湿度测量电路项目制作	(200)
综合测验	(203)
附录A 金属热电阻分度表	(204)
附录B 热电偶分度表	(206)
参考文献	(210)

项目1

传感器与检测技术综述

在人类进入信息时代的今天，人们的一切社会活动都以信息获取与信息转换为中心，传感器作为信息获取与信息转换的重要手段，是信息科学最前沿的一个阵地，是实现信息化的基础技术之一。“没有传感器就没有现代科学技术”的观点已为全世界所公认。传感器与检测技术与计算机技术、自动控制技术和通信技术相结合构成了当代信息技术。

教学指南



教学目标

认知：传感器与检测技术的作用、定义、组成、分类、基本性能、选用原则和发展趋势。



教学导图

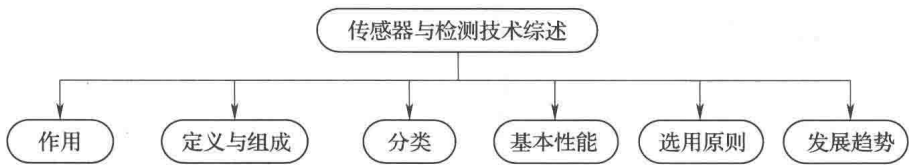


图 1-1 传感器与检测技术教学导图



导图分析

本项目从传感器与检测技术在日常生活、工业生产中的应用出发，综合论述了传感器与检测技术的作用、定义、组成、分类、基本性能、选用原则以及发展趋势。

任务1 了解传感器与检测技术的作用

传感器是人类五官的延伸,被称为“电五官”。以传感器为核心的检测系统就像人的神经和感官一样,源源不断地向人类提供宏观与微观世界的种种信息,成为人们认识自然、改造自然的有力工具。传感器与检测技术在我们的日常生活中应用广泛,在石油化工、污水处理、医疗卫生、武器装备、化学成分、防火防盗和安全监控等自动检测和控制中也有广泛应用。

(1) 日常生活中的传感器与检测技术

图1-2和图1-3所示的分别是电冰箱与温度控制传感器(简称温控器)。温控器的微动开关被串入电冰箱的压缩机电路中。当冰箱内温度升高到设定值时,温控器里的微动开关接通,压缩机电源接通开始运行制冷;当冰箱内温度降低到设定值时,微动开关断开,压缩机电源断开停止制冷。周而复始,电冰箱内部的温度被保持在一个较低的范围。



图 1-2 电冰箱

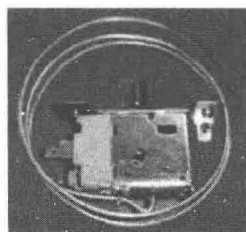


图 1-3 温度控制传感器

图1-4和图1-5所示的分别是空调与热敏电阻温度控制传感器。

当空调制冷时,室内温度达到遥控器设定的温度时,压缩机就会停止运转(或以低频运转),当温度高于遥控器设定的温度时,压缩机就会重新启动(或以高频运转)。

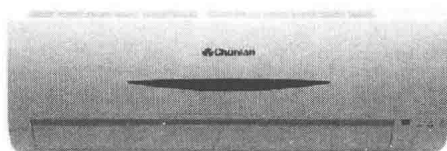


图 1-4 空调

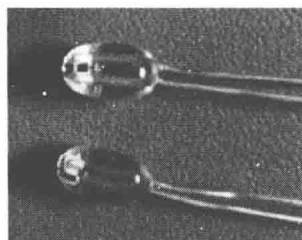


图 1-5 热敏电阻温度控制传感器

当空调制暖时,室内温度达到遥控器设定的温度时,压缩机停止运转(或以低频运转),当温度降到设定的温度以下时,压缩机重新启动(或以高频运转)。

这些都是通过空调机内部的一个温度传感器来实现的调节,温度传感器“感知”到温度变化后,就会间接地“告诉”空调来调整压缩机的运行。

图1-6和图1-7所示的分别是数码相机透视图与图像传感器。大部分数码相机使用电荷耦合器件图像传感器(Charge Coupled Device, CCD)。CCD由大量独立的光敏元件组成,这些光敏元件通常是按矩阵排列的。光线透过镜头照射到CCD上,转换成电荷,每个感光单元上的电荷量取决于它所受到的光照强度。按动快门,CCD各个单元上的电荷量转换成数字信号,数字信号以一定的格式压缩后形成了一张数码照片。

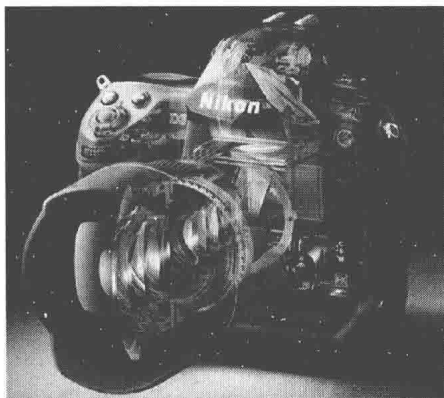


图1-6 数码相机透视图

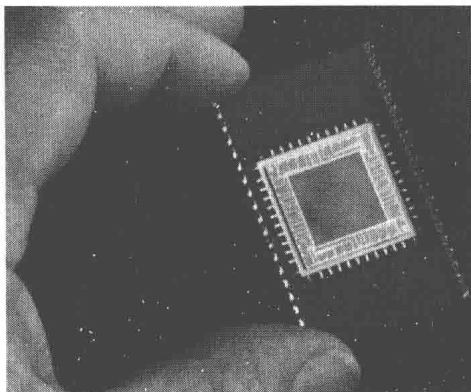


图1-7 CCD图像传感器

图1-8和图1-9所示的分别是智能手机的摇晃功能和电子罗盘传感器。智能手机内置的电子罗盘芯片与传统罗盘一样,能通过感应地球磁场来分辨南极和北极,只不过电子罗盘把磁针换成了磁阻传感器,应用了“霍尔效应”,利用洛伦兹力会造成电流中电子偏向的特性来确定方向。基于此,开发了智能手机的摇晃功能应用软件。



图1-8 智能手机的摇晃功能

图1-10和图1-11所示的是触摸屏及其结构,内含触摸传感器。为了操作上的方便,人们用触摸屏来代替鼠标或键盘。工作时,我们必须首先用手指或其他物体触摸安装在显示器前端的触摸屏,然后系统根据手指触摸的图标或菜单位置来定位选择信息输入。触摸屏由触摸检测部件和触摸屏控制器组成;触摸检测部件安装在显示器屏幕前面,用于检测用户触摸位置,接收后传送给触摸屏控制器;而触摸屏控制器的主要作用是从触摸点检测装置上接收触摸信息,并将它转换成触点坐标,再传送给CPU,同时它也能接收CPU发来的命令并加以执行。

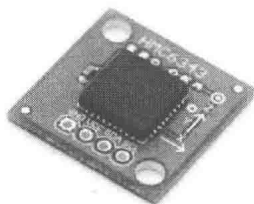


图 1-9 电子罗盘传感器



图 1-10 触摸屏

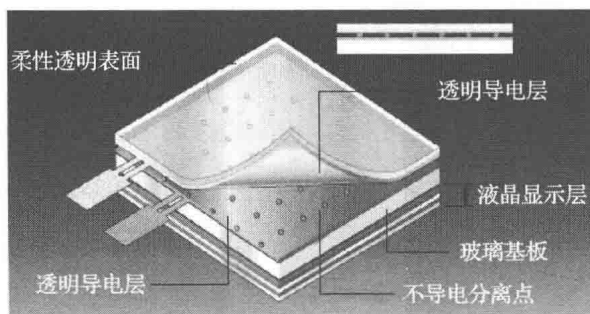


图 1-11 触摸屏结构

按照触摸屏的工作原理和传输信息的介质，我们把触摸屏分为电阻式触摸屏和电容感应式触摸屏。

图 1-12 和图 1-13 所示为电子体重秤及其传感器。当人站立在该秤上，人的重力压迫电阻应变片传感器，重力就被转换为电信号，经计算由显示屏显示出来。

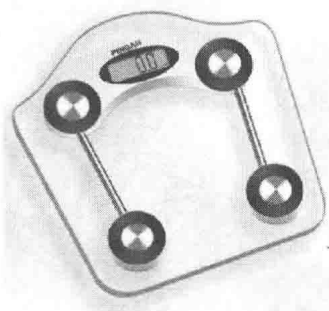


图 1-12 电子体重秤

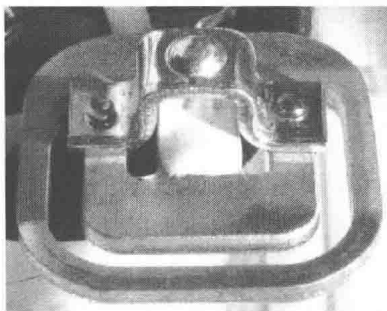


图 1-13 电阻应变片传感器

图 1-14 所示的为汽车系统传感器。汽车技术发展的特征之一就是越来越多的部件采用电子控制。根据汽车系统传感器的不同作用，可分为温度、压力、流量、位置、气体浓度、速度、光亮度、干湿度和距离等汽车传感器，它们各司其职，一旦某个传感器失灵，对应的装置就会工作不正常甚至不工作。因此，传感器在汽车上的作用是

非常重要的。汽车系统传感器过去被单纯用在发动机上，现在已扩展到底盘、车身和灯光电气系统上了。这些系统采用的传感器共有 100 多种。

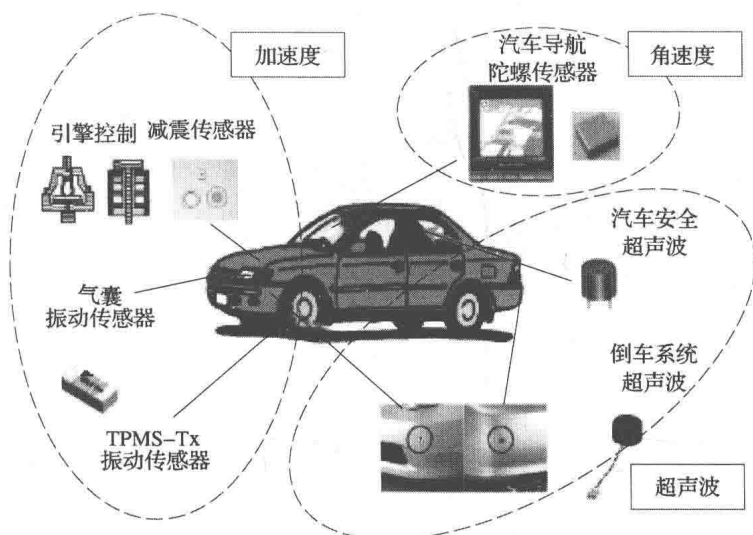


图 1-14 汽车系统传感器

(2) 工业生产及控制中的传感器与检测技术

如图 1-15、图 1-16 所示，传感器在石油化工领域的检测和自动化控制中应用广泛。主要有液位、温度和压力等的检测和控制。



图 1-15 石油化工厂

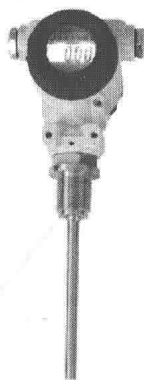


图 1-16 数字温度计

如图 1-17、图 1-18 所示，传感器在城市污水处理领域的检测和自动化控制中应用广泛。主要有流量、液位和成分量等的检测及控制。

如图 1-19、图 1-20 所示，传感器在城市环境大气质量的检测中应用广泛。主要有温湿度、风速、光辐射、噪声、大气压强、气体成分和成分量等的检测。

如图 1-21、图 1-22 所示，传感器在医药、医疗领域的检测中应用广泛。主要是成分量检测，可测试项目有生化检测、肿瘤标志物检测、毒品检测、脂类检测和糖尿病诊断等。