

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材



机电一体化技术专业

现代传感技术

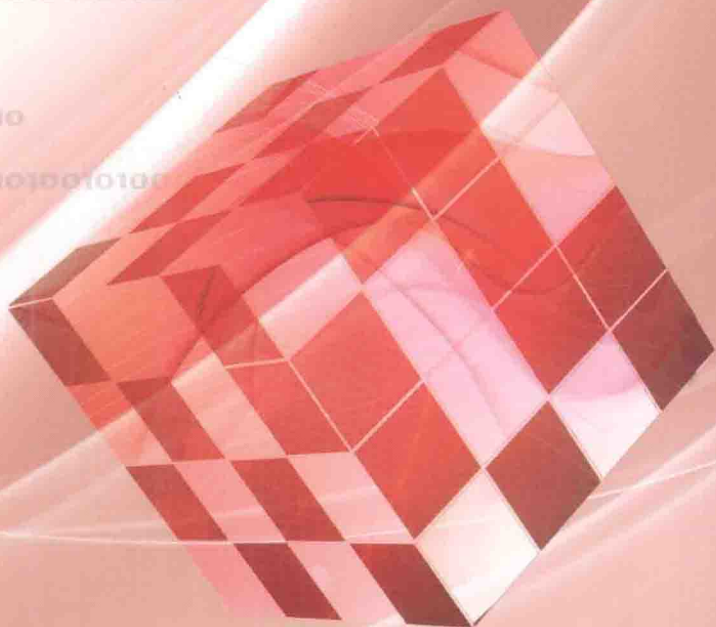
王 屹 裴 蓓 主 编
高 芳 副主编
程 周 主 审

010101001
0101010010100101010010100101010
010101001010010101
0101010010100101010101010101001
01010100101
0101010010100101010010100
0101010010100101010010100101010
010101001010010101
0101010010100101010010100101001
01010100101
0101010010100101010010100
010101001
0101010010100101010010100101010
010101001010010101
0101010010100101010010100101001
01010100101
0101010010100101010101010010100
010101001
0101010010100101010010100101010
010101001010010101
0101010010100101010010100101010
01010100101
010101001010010101010010100
010101001



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业

现代传感技术

裴 蓓 主 编

王 屹 副主编
高 芳

程 周 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书共分12章,第1章对检测技术基本知识进行了详细的介绍;第2~8章介绍各种传感技术,包括温度传感器、气体和湿度传感器、力敏传感器、位置传感器、磁电传感器、光电传感器、微波传感器、超声波传感器、生物传感器、智能传感器等;第9章对无线传感器网络技术和现实中的应用加以介绍;第10章对传感器接口电路和信号处理方法进行介绍;第11章介绍了传感器在自动检测与转换技术中的若干抗干扰技术问题;第12章列举了几个传感器综合应用的具体实例。

本书可作为高职高专院校电学类、机电类专业的教学用书,也可作为相关专业工程技术人员的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代传感技术 / 裴蓓主编. —北京:电子工业出版社, 2010. 8
(新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业)
ISBN 978-7-121-11091-7

I. ①电… II. ①裴… III. ①电气测量-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TM93

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第111389号

策 划: 陈晓明

责任编辑: 赵云峰 特约编辑: 张晓雪

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订: 北京京师印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19.25 字数: 493千字

印 次: 2010年8月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 32.00元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前言

随着科学技术的迅猛发展,传感器与检测技术已深入到科技、国防、工业、农业以及我们日常生活的各个领域,并且占据着引领其他技术的重要地位,特别是在自动控制、智能机器人等方面更是起着举足轻重的作用。传感器技术的开发和应用水平已成为代表一个国家工业发展的标志之一。对于高职教育培养的毕业生来说,无论是电类专业还是机电类专业,单纯地操作能力已远不能满足时代发展对他们的需求,更要求对各种设备的维护有着较强的知识和技能支撑。基于上述原因,在编写本教材时,我们力求做到以下几点:

1. 从对高职人才需求出发,突出高职教育的特色,注意职业素质和创新精神的培养,把职业岗位所必需的知识、技能编入教材,激发学生的学习兴趣。

2. 在编写过程中,力求内容丰富、全面、新颖,叙述由浅入深,对各种传感器原理力争讲清物理概念,对复杂理论的分析 and 公式的推导则进行了删减。

3. 为了体现时代特色,避免知识陈旧而脱离现实需求,我们特意编写了新型传感技术和无线传感器网络技术的内容。

4. 为了突出应用性和技能性,强化实践能力的培养,书中引进了各种传感器的特性和检修方法,并且列举了很多应用实例以及附有技能操作训练。

本书由长春职业技术学院裴蓓为主编及负责全书的统稿,并完成第4章、第5章编写;长春职业技术学院王屹为副主编,完成第2章、第6章编写;长春职业技术学院高芳为副主编,完成第3章、第7章编写;刘丽萍完成第8章编写;王迪完成第1章编写;徐志成完成第11章、第12章编写;邱天宇完成第10章编写;吉林大学徐峰完成第9章编写。安徽职业技术学院程周老师主审了全书,并对编写提纲提出了许多宝贵的建设性意见。

本书在编写过程中,得到了长春职业技术学院各级领导、相关专业各位同仁的大力支持和帮助,在此一并表示深深的谢意。

尽管我们编写组在编写本书的过程中付出了许多努力,但由于我们的水平有限,书中难免出现各种错误,恳请各位使用者提出宝贵意见。

编者

2010年3月于长春

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院	江西工业工程职业技术学院
江西信息应用职业技术学院	四川工程职业技术学院
江西蓝天职业技术学院	广东轻工职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院	广东技术师范职业技术学院
保定职业技术学院	西安理工大学
安徽职业技术学院	辽宁大学高职学院
杭州中策职业学校	天津职业大学
黄石高等专科学校	天津大学机械电子学院
天津职业技术师范学院	九江职业技术学院
福建工程学院	包头职业技术学院
湖北汽车工业学院	北京轻工职业技术学院
广州铁路职业技术学院	黄冈职业技术学院
台州职业技术学院	郑州工业高等专科学校
重庆科技学院	泉州黎明职业大学
济宁职业技术学院	浙江财经学院信息学院
四川工商职业技术学院	南京理工大学高等职业技术学院
吉林交通职业技术学院	南京金陵科技学院
连云港职业技术学院	无锡职业技术学院
天津滨海职业技术学院	西安科技学院
杭州职业技术学院	西安电子科技大学
重庆电子工程职业学院	河北化工医药职业技术学院
重庆工业职业技术学院	石家庄信息工程职业学院
重庆工程职业技术学院	三峡大学职业技术学院
广州大学科技贸易技术学院	桂林电子工业学院高职学院
湖北孝感职业技术学院	桂林工学院

南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院
天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
上海电子信息职业技术学院
上海天华学院
浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院

湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院
江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院
山东电子职业技术学院
潍坊学院
广州轻工高级技工学校
江苏工业学院
长春职业技术学院

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

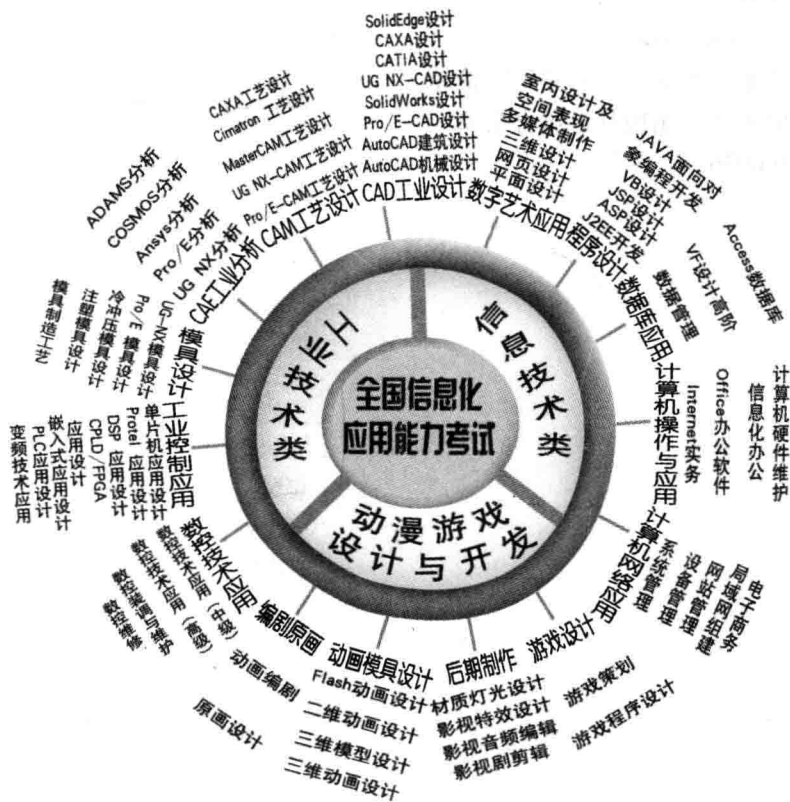
邮 编：100036

考试介绍

全国信息化应用能力考试是由工业和信息化部人才交流中心组织、以工业和信息技术在各行业、各岗位的广泛应用为基础，检验应试人员应用能力的全国性社会考试体系，已经在全国近 1000 所职业院校组织开展，每年参加考试的学生超过 100000 人次，合格证书由工业和信息化部人才交流中心颁发。为鼓励先进，中心于 2007 年在合作院校设立“国信教育奖学金”，获得该项奖学金的学生超过 300 名。

考试特色

- * 考试科目设置经过广泛深入的市场调研，岗位针对性强；
- * 完善的考试配套资源（教学大纲、教学 PPT 及模拟考试光盘）供师生免费使用；
- * 根据需要提供师资培训、考前辅导服务；
- * 先进的教学辅助系统和考试平台，硬件要求低，便于教师模拟教学和考试的组织；
- * 即报即考，考试次数和时间不受限制，便于学校安排教学进度。



欢迎广大院校合作咨询

工业和信息化部人才交流中心教育培训处

电话: 010-88252032 转 850/828/865

E-mail: ncac@ncie.gov.cn

官方网站: www.ncie.gov.cn/ncae

目 录

绪论	(1)
0.1 本课程涉及的领域	(1)
0.2 自动检测系统的组成	(2)
0.3 检测与转换技术的发展方向	(3)
第1章 传感器技术基础	(5)
1.1 测量的概念和测量的方法	(5)
1.1.1 测量的概念	(5)
1.1.2 测量方法	(6)
1.2 测量误差及分类	(7)
1.2.1 测量误差的概念	(7)
1.2.2 测量误差的分类	(7)
1.3 传感器与自动检测系统	(10)
1.3.1 传感器定义及组成	(10)
1.3.2 传感器的分类	(11)
1.3.3 传感器的特性	(13)
1.3.4 传感器的选用	(15)
1.3.5 传感器的保养与维修	(17)
1.3.6 自动测控系统	(17)
1.4 传感器的数学模型	(18)
1.4.1 传感器的静态数学模型	(19)
1.4.2 传感器的动态数学模型	(19)
实训1 传感器基础知识	(20)
本章小结	(21)
习题1	(21)
第2章 温度传感器	(23)
2.1 温度测量的基本概念	(23)
2.1.1 温度的基本概念	(23)
2.1.2 温度测量及传感器分类	(23)
2.2 热电阻式温度传感器	(23)
2.2.1 金属导体热电阻的工作原理	(24)
2.2.2 热电阻的结构	(25)
2.2.3 热电阻的测量电路	(26)
2.2.4 热电阻传感器的应用——热电阻在烟叶初烤炕房温度控制中的应用	(27)
2.3 半导体温度传感器	(28)
2.3.1 热敏电阻	(28)
2.3.2 PN结温度传感器	(31)
2.4 热电偶式温度传感器	(32)

2.4.1	基本原理	(32)
2.4.2	热电偶组成、分类及其特点	(34)
2.4.3	热电偶冷端的延长	(36)
2.4.4	热电偶的冷端补偿法	(36)
2.4.5	热电偶的选择、安装使用和校验	(39)
2.4.6	热电偶的应用——金属表面温度的测量	(39)
2.5	集成温度传感器及应用	(40)
2.5.1	集成温度传感器的测温原理	(40)
2.5.2	集成温度传感器的类型	(41)
2.6	温度传感器的特性与检修	(46)
2.6.1	温度传感器的检修	(46)
2.6.2	温度传感器性能、参数及应用特点	(47)
实训2	热敏电阻实训(温度控制器)	(48)
本章小结		(49)
习题2		(49)
第3章	气体和湿度传感器	(51)
3.1	气体传感器	(51)
3.1.1	半导体气敏传感器	(51)
3.1.2	接触燃烧式气敏传感器	(54)
3.1.3	半导体热敏传感器的主要参数	(55)
3.1.4	气敏传感器的性能、参数与应用特点	(56)
3.1.5	气敏传感器的应用——瓦斯报警器	(57)
3.1.6	气敏传感器的使用注意事项	(57)
3.1.7	气敏传感器的检修	(58)
3.2	湿敏传感器	(58)
3.2.1	湿度的基本概念	(59)
3.2.2	湿敏电阻型传感器	(59)
3.2.3	电容式湿度传感器	(61)
3.2.4	结露传感器	(61)
3.2.5	湿敏传感器的主要参数	(62)
3.2.6	湿敏传感器的性能、参数与应用特点	(63)
3.2.7	湿度传感器的应用	(63)
3.2.8	湿度传感器的使用注意事项	(64)
3.2.9	湿度传感器的检修	(65)
实训3	气敏传感器应用实训	(65)
本章小结		(67)
习题3		(68)
第4章	力敏传感器及其应用	(70)
4.1	弹性敏感元件	(70)
4.1.1	弹性敏感元件的结构形式	(70)
4.2	电阻应变片传感器	(73)
4.2.1	电阻应变片	(73)
4.2.2	应变片的结构形式、类型与粘贴方法	(74)
4.2.3	测量转换电路	(75)

4.2.4 应变电阻传感器的应用	(76)
4.3 电容传感器	(80)
4.3.1 电容式传感器的工作原理	(80)
4.3.2 电容式传感器的测量电路	(85)
4.3.3 电容式传感器的应用	(87)
4.4 电感式传感器	(89)
4.4.1 自感式传感器	(89)
4.4.2 自感式传感器测量转换电路	(92)
4.4.3 互感式传感器	(93)
4.4.4 电感式传感器的应用	(96)
4.5 压电式传感器	(97)
4.5.1 压电式传感器的工作原理	(98)
4.5.2 压电式传感器的测量转换电路	(99)
4.5.3 压电式传感器的应用	(100)
4.6 压力测量	(102)
4.6.1 差动电容式差压变送器	(102)
4.6.2 利用电容差压变送器测量液体的液位	(103)
4.7 流量的概念和测量	(104)
4.7.1 流量的基本概念	(104)
4.7.2 节流式流量计及电容差压变送器在流量测量中的应用	(104)
4.8 力敏传感器的检修、性能参数和特点	(105)
4.8.1 力敏传感器的检修	(105)
4.8.2 力敏传感器的性能参数和特点	(106)
实训4 半导体应变片实训	(107)
本章小结	(109)
习题4	(110)
第5章 位置传感器	(112)
5.1 模拟式位置及位移传感器	(112)
5.1.1 电位器式传感器及其应用	(112)
5.1.2 可变气隙式电感位移测微仪	(113)
5.1.3 电容式位移传感器测距电路	(114)
5.2 数字式位置及位移传感器	(114)
5.2.1 光栅传感器及其应用	(114)
5.2.2 磁栅式位移传感器及其应用	(119)
5.2.3 感应同步器及其应用	(121)
5.2.4 光电编码器及其应用	(122)
5.3 接近传感器及其应用	(127)
5.3.1 接近传感器的基本知识	(127)
5.3.2 接近传感器的应用实例	(128)
5.4 位置及位移传感器的检修	(129)
5.4.1 位置及位移传感器的检修	(129)
5.4.2 位置和位移传感器性能、参数及应用特点	(130)
实训5 干簧管入侵报警器实训	(132)
本章小结	(133)

习题5	(134)
第6章 磁电传感器	(136)
6.1 磁敏传感器	(136)
6.1.1 磁敏元件与传感器	(136)
6.1.2 磁敏二极管	(137)
6.1.3 磁敏三极管	(139)
6.2 霍尔传感器	(141)
6.2.1 霍尔元件结构	(142)
6.2.2 霍尔传感器工作原理	(142)
6.2.3 霍尔元件特性参数	(143)
6.2.4 集成霍尔元件	(144)
6.2.5 霍尔传感器的应用	(145)
6.3 电涡流传感器	(145)
6.3.1 电涡流传感器的工作原理	(146)
6.3.2 电涡流传感器的结构	(146)
6.3.3 电涡流传感器的测量电路	(147)
6.3.4 电涡流传感器的应用	(148)
6.4 磁敏传感器的特性与检修	(149)
6.4.1 磁敏传感器的检修	(149)
6.4.2 磁敏传感器性能、参数及应用特点	(149)
实训6 霍尔传感器应用实训	(150)
本章小结	(151)
习题6	(152)
第7章 光电效应和光电传感器	(153)
7.1 光电效应和光电器件	(153)
7.1.1 光电效应	(153)
7.1.2 光电器件	(154)
7.1.3 光电耦合器件	(160)
7.1.4 半导体色敏传感器	(161)
7.2 光电传感器的应用	(162)
7.2.1 光电传感器的基本组成	(162)
7.2.2 光电传感器的基本类型	(163)
7.2.3 光电传感器应用举例	(164)
7.2.4 光电传感器的检修	(164)
7.2.5 光电传感器的性能、参数及应用特点	(165)
7.3 红外传感器	(166)
7.3.1 红外传感器的类型	(166)
7.3.2 红外传感器的应用	(167)
7.3.3 热释电型红外传感器使用注意事项	(169)
7.4 光纤传感器	(169)
7.4.1 光纤的结构和传光原理	(169)
7.4.2 光纤传感器	(170)
7.4.3 光纤传感器的应用	(171)
实训7 热释电传感器应用实训	(172)

本章小结	(174)
习题 7	(175)
第 8 章 新型传感器	(177)
8.1 微波传感器	(177)
8.1.1 微波传感器的基础知识	(177)
8.1.2 微波传感器的优点及存在问题	(179)
8.1.3 微波传感器的应用	(179)
8.2 超声波传感器	(181)
8.2.1 超声波检测原理	(181)
8.2.2 超声波传感器	(182)
8.2.3 超声波探头电路	(183)
8.2.4 超声波传感器的主要参数	(184)
8.2.5 超声波传感器的应用	(185)
8.2.6 超声波传感器的检修	(187)
8.3 生物传感器	(187)
8.3.1 生物传感器的基础知识	(188)
8.3.2 生物传感器的工作原理及结构	(189)
8.3.3 生物传感器的发展趋势	(192)
8.4 机器人传感器	(192)
8.4.1 机器人与传感器	(192)
8.4.2 机器人传感器的分类及特点	(193)
8.4.3 触觉传感器	(195)
8.4.4 视觉传感器	(198)
8.4.5 听、嗅和味觉传感器	(199)
8.4.6 接近觉传感器	(201)
8.5 智能传感器	(201)
8.5.1 智能传感器概述	(201)
8.5.2 智能传感器的实现途径	(203)
8.5.2 智能传感器的应用	(204)
8.5.3 智能传感器的发展趋势	(207)
实训 8 超声波雾化器实训	(208)
本章小结	(210)
习题 8	(211)
第 9 章 无线传感器网络技术及应用	(213)
9.1 无线传感器网络概述	(213)
9.1.1 无线传感器网络的概念	(213)
9.1.2 无线传感器网络的特征	(214)
9.2 无线传感器网络的体系结构	(215)
9.2.1 无线传感器网络的系统架构	(215)
9.2.2 传感器节点的结构	(216)
9.2.3 节点试验平台	(216)
9.3 无线传感器网络的通信协议	(219)
9.3.1 IEEE802.15.4 标准	(219)
9.3.2 ZigBee 协议	(221)

9.4 无线传感器网络的开发	(223)
9.4.1 无线传感器网络硬件系统	(223)
9.4.2 无线传感器网络软件环境	(227)
9.4.3 无线传感器网络仿真平台	(228)
9.5 无线传感器网络的应用	(229)
9.5.1 军事领域	(229)
9.5.2 环境的监测和保护	(229)
9.5.3 医疗护理	(230)
9.5.4 智能家居系统	(231)
9.5.5 工业领域	(231)
9.5.6 农业领域	(233)
9.5.7 建筑领域	(233)
9.5.8 空间、海洋探索	(233)
本章小结	(233)
习题9	(234)
第10章 传感器的接口处理	(236)
10.1 传感器接口电路基础知识	(236)
10.1.1 传感器输出信号的特点	(236)
10.1.2 传感器输出信号的处理方法	(236)
10.1.3 检测电路形式	(237)
10.1.4 传感器与微型计算机结合的重要性	(238)
10.1.5 检测信号在输入微型计算机前的处理	(238)
10.2 传感器信号检测电路实例	(239)
10.2.1 阻抗匹配器	(239)
10.2.2 电桥电路	(240)
10.2.3 放大电路	(242)
10.2.4 电荷放大器	(243)
10.3 传感器信号转换电路实例	(244)
10.3.1 电压-电流转换电路	(244)
10.3.2 电流-电压转换电路	(246)
10.3.3 电压-频率转换电路	(246)
10.3.4 模-数转换电路	(249)
实训9 传感器接口电路实训	(251)
本章小结	(251)
习题10	(253)
第11章 自动检测与转换技术中的抗干扰技术	(254)
11.1 测试系统信号的传输与噪声	(254)
11.1.1 信号的传输	(254)
11.1.2 噪声源	(255)
11.1.3 信噪比	(256)
11.2 噪声的耦合途径	(256)
11.2.1 电场耦合	(257)
11.2.2 电磁耦合	(257)
11.2.3 电阻耦合	(258)

11.2.4	共阻抗耦合	(258)
11.2.5	差模干扰	(258)
11.2.6	共模干扰	(259)
11.2.7	共模抑制比 CMRR	(259)
11.3	测试系统的抗干扰技术	(259)
11.3.1	屏蔽技术	(260)
11.3.2	接地技术	(261)
11.3.3	浮空技术	(262)
11.3.4	滤波器和脉冲电路中的噪声抑制	(263)
	本章小结	(263)
	习题 11	(263)
第 12 章	检测技术的综合应用	(266)
12.1	现代检测系统的基本结构	(267)
12.1.1	智能仪器 (Smart Instruments)	(267)
12.1.2	个人仪器 (Personal Instruments, 简称 PI)	(267)
12.1.3	自动测试系统 (Automatic Testing System, 缩写为 ATS)	(267)
12.2	带计算机的检测系统简介	(268)
12.2.1	带计算机的检测系统的特点及功能	(268)
12.2.2	带计算机的检测系统的工作流程	(269)
12.2.3	可程序控制器中的传感器接口板	(270)
12.3	带计算机的检测技术应用实例	(271)
12.3.1	陶瓷隧道窑温度、压力监测控制系统	(271)
12.3.2	智能化流量积算仪	(273)
12.3.3	传感器在模糊控制洗衣机中的应用	(274)
12.4	传感器在数控机床中的应用	(275)
12.4.1	位置检测装置在进给控制中的应用	(276)
12.4.2	接近开关在刀架选刀控制中的应用	(278)
12.4.3	在自适应控制中的应用	(278)
12.4.4	自动保护	(280)
12.5	传感器在智能楼宇中的应用	(281)
12.5.1	空调系统的监控	(282)
12.5.2	给排水系统	(282)
12.5.3	供配电与照明系统监控	(283)
12.5.4	火灾监视、控制系统	(283)
12.5.5	门禁、防盗系统	(284)
12.5.6	停车监控系统	(284)
12.5.7	电梯运行管理	(285)
12.6	传感器在现代汽车中的应用	(288)
	本章小结	(290)
	习题 12	(290)
	参考文献	(292)

绪 论

传感器技术是现代科技的前沿技术，是现代信息技术的三大支柱之一，其水平高低是衡量一个国家科技发展水平的重要标志之一。传感器产业也是国内外公认的具有发展前途的高新技术产业，它以技术含量高、经济效益好、渗透能力强、市场前景广等特点为世人瞩目。传感器与转换技术已渗透到生产和生活的各个领域，从尖端武器装备、航空航天技术到机械设备、工业过程控制、交通运输、纺织、印刷、家用电器、医疗卫生、办公室设备及环境保护等领域均得到了广泛的应用。

传感器与转换技术即是利用各种物理、化学、生化效应选择合适的方法与装置将生产、科研、生活等各方面的有关信息通过检查与测量的方法赋予定性或定量的结果的过程。能够自动地完成整个检测处理过程的技术称为自动检测与转换技术。

人类步入信息社会的今天，人们对信息的提取、处理、传输以及综合等要求愈加迫切。作为信息提取的功能器件——仪表及传感器与人类的关系愈来愈密切，甚至可以说一个国家传感器的发展水平标志着其科学技术的发展水平。

在机械制造行业中，正是由于传感技术、控制技术的引进，使古老的机械行业又焕发了新的青春。通过对机床的许多静态、动态参数如工件的加工精度、切削速度、床身振动等进行在线检测，从而控制加工质量；在化工、电力等行业中，如果不随时对生产工艺过程中的温度、压力、流量等参数进行自动检测，生产过程就无法控制甚至发生危险；在交通领域中，一辆现代汽车中的传感器就有几十种之多，分别用以检测车速、方位、负载、振动、油压、油量、温度、燃烧过程等；在国防科研中，检测技术用的更多，许多尖端的检测技术都是因国防工业需要而发展起来的，例如研究飞机的强度，就要在机身、机翼上贴上几百片应变片并进行动态测量；在导弹、卫星的研制中，检测技术更为重要，必须对它们的每个构件进行强度和动态特性的测试、运行姿势测量等。近年来，随着家电工业的兴起，检测技术也进入了人们的日常生活中，例如，自动检测并调节房间温度、湿度的空调机，利用模糊技术进行自动检测衣服污度和重量的智能洗衣机等。

近十几年来，自动控制理论、计算机技术迅速发展，并已应用到生产和生活的各个领域。但是，由于作为“感觉器官”的传感器技术没有与计算机技术协调发展，出现了信息处理功能发达，但检测功能不足的局面。为此，目前许多国家已投入大量人力、物力，发展各类新型传感器，检测技术在国民经济中的地位也日益提高。

0.1 本课程涉及的领域

检测与转换技术是自动检测技术和自动转换技术的总称，它是以研究自动检测系统中的信息提取、信息转换以及信息处理的理论和技术为主要内容的一门应用技术学科。检测技术涉及的内容见表 0.1。

表 0.1 检测技术涉及的内容

被测量类型	被 测 量
热工量	温度、热量、比热容、热流、热分布、压力（压强）、压差、真空度、流量、流速、物位、液位、界面
机械量	直线位移、角位移、速度、加速度、转速、应力、应变、力矩、振动、噪声、质量（重量）
几何量	长度、厚度、角度、直径、间距、形状、平行度、同轴度、粗糙度、硬度、材料缺陷
物体的性质和成分量	气体、液体、固体的化学成分、浓度、粘度、湿度、密度、酸碱度、蚀度、透明度、颜色
状态量	工作机械的运动状态（启、停等）、生产设备的异常状态（超温、过载、泄漏、变形、磨损、堵塞、断裂等）
电工量	电压、电流、功率、电阻、阻抗、频率、脉宽、相位、波形、频谱、磁场强度、电场强度、材料的磁性能）

信息提取是指用组成的测试系统，从自然界诸多的被检查与检测量（物理量、化学量、生物量以及社会量）中提取出有用的信息（一般都是电信号）。

信息转换是将所提取的有用信息，在幅值、功率及精度等方面进行处理和转换。

信息处理的任务是根据输出环节的需要，将变换后的电信号进行数学运算、A/D 变换等处理。

信息传输的任务是在排除干扰的情况下经济、准确无误地进行信息传递。

0.2 自动检测系统的组成

目前，非电量的检测多采用电测量法，即首先将各种非电量转变为电量，然后经过一系列的处理，将非电量参数显示出来，其原理框图如图 0.1 所示。

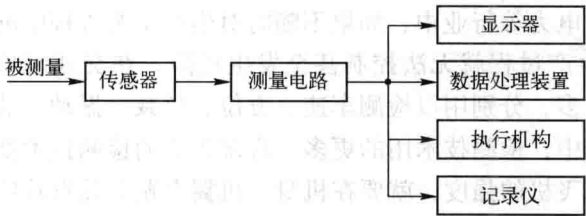


图 0.1 非电量检测原理框图

传感器是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或装置。因此传感器是一种获得信息的手段，它在非电量电测系统中占有重要的位置，它获得信息的正确与否，关系到整个测量系统的精度，如果传感器的误差很大，后面的测量电路、放大器、指示仪等的精度再高也难以提高测量系统的精度。

2. 测量电路

测量电路是把传感器的输出信号转换成电压或电流信号，使其能在指示仪上指示或在记录仪中记录的电路。测量电路的种类常由传感器的类型而定，如电阻式传感器需采用一个电桥电路把电阻值转换成电流或电压输出，所以它属于信号的转换部分。由于测量电路的输出信号一般比较小，为了能使指示仪工作或记录机构运动，常常要将信号加以放大，所以在测量电路中一般还带有放大器，这也是一种信息的转换。

3. 显示器

目前常用的显示器有四类：模拟显示、数字显示、图像显示及记录仪等。模拟量是指连续变