

新世纪电子信息工程系列教材

传感技术与应用教程

张洪润 张亚凡 主编

- 
- 紧跟技术发展
 - 内容系统全面
 - 精选应用实例
 - 提升综合能力



清华大学出版社

传感技术与应用教程

张洪润 张亚凡 主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据 21 世纪高等院校课程教学大纲的要求, 结合现代电子技术、计算机技术发展的最新趋势, 作者总结多年的教学和科研经验, 从实用角度出发, 编写的一本独具特色的教材。

全书共 10 章, 分别介绍传感技术的作用、原理、结构特征以及使用方法, 内容包括: 光电式传感器、数字式传感器、热电式传感器、电阻电感电容式传感器、霍尔传感器、生物传感器、超导传感器、智能传感器以及传感器的特性评价与信号处理等。每一种传感器都配有典型应用案例, 以进一步加强学生对技术应用的理解决; 通过课后练习题, 巩固所学知识, 强化应用能力。

本书深入浅出, 通俗易懂, 是一本理论实践并重的实用教程, 可用作高等院校电子信息、物理、仪器仪表、工业自动化、自动控制、机电一体化、计算机应用、生物医学、精密仪器测量与控制、汽车与机械类等专业的教材, 也可以作为科研人员、工程技术人员及自学人员的参考用书。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目 (CIP) 数据

传感技术与应用教程/张洪润, 张亚凡主编. —北京: 清华大学出版社, 2005.1

ISBN 7-302-10476-X

I. 传… II. ①张… ②张… III. 传感器—高等学校—教材 IV.TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 011264 号

出 版 者: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦

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

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 夏非彼

文稿编辑: 潘秀燕

封面设计: 林陶

版式设计: 科海

印 刷 者: 北京市耀华印刷有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.375 字数: 520 千字

版 次: 2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10476-X/TP·7108

印 数: 1~5000

定 价: 29.80 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010) 82896445

丛书序

随着现代科学技术的不断发展,世界正面临一场大规模的新的工业革命(又称信息革命)。特别是我国加入WTO(世界贸易组织)后,各行各业都经历着深刻的变革,人们对于信息资源的需要也日益增长。对于信息技术来说,其关键在于信息采集和信息处理两个环节。因此,在现代的信息技术教程中,被人们誉为“电子技术的五官”的传感器技术和被称为“电子技术的脑”的计算机技术就显得尤为重要了。简单地说,电子技术、传感技术、计算机技术(包括单片计算机技术)已经成为21世纪最常用、最基础、最实用的技术。

除了对于理论知识的学习外,实践能力也成为一项考核信息技术从业人员的重要指标,能够实际动手解决科研难题才是最终目的,于是,作为信息技术培训基地的高等院校进行教改势在必行。但是目前能满足实践操作方面的教材相当缺乏,已有教材涉及到的内容大多比较陈旧。为此,我们组织了大量有教学、科研经验的专家、教授,参照国家教育部“高等院校基础课程教学大纲”的要求,从“能够解决实际问题”的角度出发,精心编写了这套“新世纪电子信息工程系列教材”,首批推出以下6本:

《电子线路与电子技术》

《电子线路及应用》

《单片机原理及应用》

《传感技术与应用教程》

《传感技术与实验》

《十六位单片微处理器(凌阳SPCE061A)原理及应用》

《电子线路与电子技术》一书包含模拟电路与数字电路两部分。该书主要讲解电子线路与电子技术中的基本内容,包括半导体二极管、三极管,基本放大电路,模拟集成电路,晶闸管(可控硅)电路,脉冲数字电路及逻辑时序电路,半导体存储器及信号转换处理电路等。讲解由浅入深,并且配合了大量的实例,另外每章附有小结、习题,书末附有习题参考答案,非常适合在校大学生和技术人员使用。

《电子线路及应用》作为《电子线路与电子技术》的配套教材,着重介绍了电子线路中的各种元器件及电子技术综合实践知识,更加突出了电子技术实践性强的特点。它分上、下两篇,上篇介绍了电阻、电容、电感、晶体管、电声器、数码管、转换器、继电器等各种常用电子元器件的外形特征、选用方法、使用注意事项。下篇主要介绍模拟电路与数字电路的25个实验,其中包括19个基本技能培训实验,6个综合技能培训实验。

《单片机原理及应用》介绍了单片机结构原理、单片机指令系统及程序设计、单片机中断、单片机串行接口、定时器/计数器、A/D和D/A转换接口、单片机系统的工程设计实

例, 计算机系统的扩展技术及单片机C语言程序设计等内容, 非常注重实用性。

《传感技术与应用教程》主要介绍了传感技术的作用、原理、结构特征及使用方法, 其内容包括光电式传感器、数字式传感器、热电式传感器、电阻电感电容式传感器、霍尔传感器、生物传感器、超导传感器、智能传感器等。

《传感技术与实验》作为《传感技术与应用教程》的配套教材, 分为上、下两篇。上篇主要介绍传感器的精确度评定、标定方法、信号分类和各种传感器的外形特征等。下篇本着重视实践操作的思路, 着重介绍了传感器实验仪器的使用方法及51个传感器实验, 是每一位立志在传感器研究领域发展的人士不可或缺的宝贵资料。

《十六位单片微处理器(凌阳SPCE061A)原理及应用》一书结合台湾凌阳公司2001年推出的新一代单片机SPCE061A, 全面系统地介绍了16位微处理器的原理和应用。主要包括: SPCE061A 16位嵌入式微控制器的工作原理、内部结构、指令系统、开发工具, 列举了大量应用实例, 并且介绍了嵌入式操作系统。

正是由于采用了新的教育理念, 本套教材严格遵循以下特点:

- 内容新颖、结构严谨、系统全面、语言精炼。
- 图文并茂、讲述深入浅出、通俗易懂、注重理论与实践的紧密结合。
- 详尽介绍了其他书籍中涉及不到的技术细节、技术关键, 实用性强。

所以, 本套教材具有非常广泛的应用范围。它不仅适合作为高等院校电子技术专业、电子信息专业、仪器仪表专业、应用物理专业、机械制造专业、测控计量专业、工业自动化专业、自动控制专业、生物医学专业、微电子专业、机电一体化专业、计算机应用专业等的教学参考书, 同时也是科学研究人员、工程技术人员、维护修理人员自学参考的重要书籍。

本套教材在编写过程中, 得到了四川大学、中国科技大学、南京大学、清华大学、重庆大学、北京大学、四川师范大学、复旦大学、浙江大学、南开大学、西南交通大学、电子科技大学、成都理工大学、北京科技大学、贵州教育学院等众多老师的支持, 他们客观地提出了许多宝贵意见; 北京科海电子出版社的夏非彼、陈跃琴老师也给予了大力支持和帮助; 特别要感谢的是高洁院士, 他在百忙之中审定了本套教材并做出特别推荐, 他认为“这套教材内容实用、叙述清晰、深入浅出、体系完整, 特别注重对学生动手能力的培养”。在此谨向参与本书编写的所有人员表示衷心感谢。

新世纪, 新教材, 新尝试。由于时间仓促, 编者水平有限, 书中难免存在不足和错误之处, 敬请广大读者批评、指正。

编委会

2005年3月

前 言

当今时代，是“信息时代”。计算机被称为“大脑”，传感器被称为“五官”。信息的获取和处理都离不开“大脑和五官”。作为提供信息的传感技术及传感器倍受重视，进入到了一个飞速发展的新阶段。

由于传感技术的空前发展，其应用领域不断深入和广泛，人们渴求这方面的知识显得愈来愈迫切。虽然目前已有不少有关传感器方面的书籍，但仍不能满足当前人们的实际需求。为此，我们应高等院校师生及广大科研工程技术人员的要求，组织有教学、科研经验的专家、教授，编写了能满足当前传感技术教学的《传感技术与应用教程》。

全书共 10 章，分别介绍传感技术的作用、原理、结构特征以及使用方法，内容包括：光电式传感器（色敏光、红外光、激光、核辐射光、CCD 图像传感器等）、数字式传感器（光栅、磁栅、码盘、感应同步器）、热电式传感器（铂电阻、铜电阻、热电偶、热开关、集成温度传感器等）、电阻电感电容式传感器（R、L、C）、霍尔传感器、生物传感器（酶、微生物、免疫、生物分子、仿生传感器等）、超导传感器、智能传感器以及传感器的特性评价与信号处理等。各章末均有小结、习题及典型应用案例。

本书可作为电子信息、物理、仪器仪表、工业自动化、自动控制、机电一体化、计算机应用等专业的大学本科生及研究生的必修课教材。建议讲授 60~80 学时。

本书系统、全面、新颖、实用、图文并茂，讲述深入浅出、通俗易懂，除可作高等院校教材外，也可作为科学研究人员、工程技术人员、维护修理人员自学参考书籍。

本书在编写过程中，得到复旦大学博士、浙江大学和南开大学博士后、四川师范大学信息科学学院院长汪明义教授以及北京科海电子出版社总编夏非彼的大力支持和帮助，在此，一并表示衷心的感谢。

本书由张洪润、张亚凡担任主编，并负责全书的统稿和审校。参加编写的人员有：冉鸣、周志光（长沙民政职业技术学院）、王德超、张恒汝、肖兰、刘世平、秦枫、周棟松、杨洁、阳玺、杨春、邵发明、张亚凡、吴建平等。

限于水平有限，书中难免存在不足和差错之处，恳请广大读者批评、指正。

四川大学 张洪润
四川师范大学

目 录

第1章 概论	(1)
1.1 传感技术的定义及作用	(1)
1.2 传感技术的组成与分类	(3)
1.2.1 传感技术的组成	(3)
1.2.2 传感器的分类	(3)
1.3 传感技术器件的特性参数及选择	(5)
1.3.1 静态参数	(5)
1.3.2 动态参数	(6)
1.3.3 选择传感器应注意的事项	(7)
1.4 传感技术器件的发展趋势	(8)
小结	(9)
习题	(10)
第2章 光电式传感技术	(11)
2.1 光敏二极管	(12)
2.1.1 光敏二极管的工作原理和结构	(12)
2.1.2 光敏二极管的基本特性	(12)
2.1.3 光敏二极管的型号参数	(14)
2.1.4 光敏二极管的应用	(15)
2.2 光敏三极管	(16)
2.2.1 光敏三极管的工作原理和结构	(17)
2.2.2 光敏三极管的基本特性	(17)
2.2.3 光敏三极管的型号参数	(18)
2.2.4 光敏三极管的应用	(19)
2.3 光敏电阻	(22)
2.3.1 光敏电阻的工作原理与结构	(22)
2.3.2 光敏电阻的主要参数和基本特性	(23)
2.3.3 常用光敏电阻的性能参数	(25)
2.3.4 光敏电阻的应用	(26)
2.4 光电池	(28)
2.4.1 光电池的工作原理和结构	(28)
2.4.2 光电池的基本特性	(29)
2.4.3 光电池的型号参数	(31)

2.4.4 光电池的应用	(31)
2.5 高速光电二极管	(32)
2.5.1 高速光电二极管的类型结构	(33)
2.5.2 高速光电二极管的特性参数	(34)
2.6 光电倍增管	(35)
2.6.1 光电倍增管的结构	(36)
2.6.2 光电倍增管的工作原理	(36)
2.6.3 光电倍增管的主要参数	(36)
2.6.4 光电倍增管的应用	(37)
2.7 色敏光电传感器	(38)
2.7.1 色敏光电传感器的基本原理	(39)
2.7.2 色敏光电传感器的基本特征	(39)
2.7.3 色敏光电传感器的应用	(40)
2.8 光位置传感器	(41)
2.8.1 光位置传感器的结构原理	(41)
2.8.2 光位置传感器的主要用途	(41)
2.9 红外光传感器	(41)
2.9.1 红外辐射	(41)
2.9.2 红外光传感器的工作原理与结构	(42)
2.9.3 红外光传感器的应用	(45)
2.10 光固态 CCD 图像传感器	(47)
2.10.1 电荷耦合器件(CCD)	(47)
2.10.2 MOS 图像传感器	(55)
2.10.3 CCD 器件的应用	(58)
2.11 光纤传感器	(60)
2.11.1 光纤的传光原理	(60)
2.11.2 光纤传感器的原理	(61)
2.11.3 光纤传感器实例	(64)
2.12 激光传感器	(67)
2.12.1 激光产生的机理	(67)
2.12.2 激光的特性	(68)
2.12.3 激光器及其特性	(69)
2.12.4 激光传感器的应用	(69)
2.13 核辐射(光)传感器	(71)
2.13.1 核辐射源——放射性同位素	(71)
2.13.2 核辐射的物理特性	(72)
2.13.3 核辐射传感器	(74)
2.13.4 核辐射传感器的应用	(75)
2.14 典型应用举例	(75)

2.14.1 光电式传感器的模拟量检测	(75)
2.14.2 光电式传感器的数字量检测	(76)
小结	(79)
习题	(81)
第3章 数字式传感技术	(83)
3.1 光栅传感器	(83)
3.1.1 光栅的结构和类型	(83)
3.1.2 光栅传感器的工作原理	(84)
3.1.3 细分技术	(86)
3.1.4 光栅数显装置	(88)
3.1.5 光栅传感器的应用	(89)
3.2 磁栅传感器	(90)
3.2.1 磁栅传感器的组成及类型	(90)
3.2.2 磁栅传感器的工作原理	(91)
3.2.3 磁栅数显装置	(93)
3.2.4 磁栅传感器的应用	(94)
3.3 接触式编码器	(95)
3.3.1 接触式编码器的结构与工作原理	(95)
3.3.2 接触式编码器提高精度的途径	(97)
3.3.3 接触式编码器的优缺点	(98)
3.4 光电式编码器	(98)
3.4.1 光电式编码器的结构和工作原理	(98)
3.4.2 提高分辨率的方法——插值法	(99)
3.4.3 光电式编码器的主要技术指标	(100)
3.4.4 光电式编码器的优缺点	(100)
3.5 磁电式编码器	(100)
3.5.1 电磁式编码器的结构和工作原理	(100)
3.5.2 电磁式编码器的优缺点	(100)
3.6 脉冲盘式数字传感器	(101)
3.6.1 脉冲盘式数字传感器的结构与工作原理	(101)
3.6.2 旋转方向的判别	(101)
3.6.3 脉冲盘式数字传感器的优缺点	(102)
3.7 RC 振荡器式频率传感器	(102)
3.7.1 RC 振荡器式频率传感器的工作原理	(102)
3.7.2 RC 振荡器式频率传感器的基本测量方法	(103)
3.7.3 RC 振荡器式频率传感器的使用测量注意事项	(103)
3.8 弹性体频率式传感器	(104)
3.8.1 弹性体频率式传感器的工作原理	(104)

3.8.2 弹性体频率式传感器的结构	(104)
3.8.3 弹性体频率式传感器的激励电路	(105)
3.8.4 弹性体频率式传感器的输入 - 输出特性	(106)
3.9 直线式感应同步器	(107)
3.9.1 直线式感应同步器的类型	(107)
3.9.2 直线式感应同步器的结构	(107)
3.9.3 直线式感应同步器的工作原理	(108)
3.9.4 直线式感应同步器的数显装置	(109)
3.9.5 直线式感应同步器和数显表的型号及参数	(110)
3.9.6 直线式感应同步器的安装使用注意事项	(111)
3.10 旋转式感应同步器	(113)
3.10.1 旋转式感应同步器的结构	(113)
3.10.2 旋转式感应同步器的特性参数	(114)
3.11 旋转变压器	(115)
3.11.1 旋转变压器结构	(115)
3.11.2 旋转变压器的工作原理	(116)
3.11.3 旋转变压器的主要参数	(118)
3.11.4 旋转变压器的应用	(118)
3.12 典型应用举例	(119)
3.12.1 位置检测	(119)
3.12.2 转速测量	(120)
3.12.3 机床闭环控制	(121)
3.12.4 定位控制	(121)
3.12.5 随动控制	(122)
小结	(123)
习题	(123)
第4章 热电式传感技术	(124)
4.1 热敏电阻	(124)
4.1.1 热敏电阻的结构形式	(124)
4.1.2 热敏电阻的温度特性	(125)
4.1.3 热敏电阻输出特性的线性化处理	(126)
4.1.4 热敏电阻的应用	(129)
4.2 热电开关	(129)
4.2.1 双金属片式热电开关	(129)
4.2.2 陶铁磁体式热电开关	(131)
4.2.3 热电开关的应用	(132)
4.3 铂电阻	(133)
4.3.1 铂电阻与温度的关系	(134)

4.3.2 铂电阻体结构	(134)
4.3.3 铂电阻分度特性表	(134)
4.4 铜电阻	(135)
4.4.1 铜电阻与温度的关系	(136)
4.4.2 铜电阻体结构	(136)
4.4.3 铜电阻分度特性表	(136)
4.4.4 铜电阻的缺点	(136)
4.5 热电偶	(136)
4.5.1 热电偶的基本工作原理	(137)
4.5.2 热电偶的基本定律	(137)
4.5.3 热电偶的结构	(138)
4.5.4 热电偶冷端的温度补偿	(140)
4.6 温敏二极管	(142)
4.6.1 温敏二极管工作原理	(142)
4.6.2 温敏二极管的基本特性——($U_F - T$)关系	(143)
4.7 温敏三极管	(143)
4.7.1 温敏三极管的基本原理	(143)
4.7.2 温敏三极管测温的基本电路	(144)
4.8 温敏晶闸管(可控硅)	(144)
4.8.1 温敏晶闸管的工作原理	(144)
4.8.2 温敏晶闸管的温度特性	(145)
4.8.3 温敏晶闸管的开关温度控制	(146)
4.8.4 温敏晶闸管(可控硅)的应用	(147)
4.9 集成温度传感器	(148)
4.9.1 电压型集成温度传感器	(148)
4.9.2 电流型集成温度传感器(AD590)	(149)
4.10 新型及特种温度传感器	(152)
4.10.1 热辐射温度传感器	(152)
4.10.2 热敏电容	(154)
4.10.3 石英温度计	(155)
4.10.4 表面波温度传感器	(155)
4.10.5 超声波温度传感器	(155)
4.10.6 谐振式温度计	(155)
4.10.7 音叉式水晶温度传感器	(156)
4.10.8 光纤温度传感器	(156)
4.11 典型应用举例	(158)
4.11.1 温度检测及指示	(158)
4.11.2 温度补偿电路	(158)
4.11.3 过热保护	(159)

4.11.4 自动延时电路	(160)
4.11.5 控温电路	(160)
4.11.6 降温报警器	(162)
4.11.7 温度控制器	(162)
4.11.8 摄氏温度计	(162)
4.11.9 温差测量	(163)
小结	(164)
习题	(166)
第5章 R、L、C 传感技术	(167)
5.1 电阻式传感器	(167)
5.1.1 电位器式传感器	(167)
5.1.2 电阻应变式传感器	(169)
5.1.3 电阻式传感器的应用	(171)
5.2 电感式传感器	(173)
5.2.1 自感型电感式传感器	(173)
5.2.2 互感型 - 差动变压器式电感传感器	(176)
5.2.3 电感传感器的应用	(178)
5.3 电容式传感器	(179)
5.3.1 电容式传感器原理	(179)
5.3.2 电容式传感器的结构类型	(179)
5.3.3 电容式传感器的优缺点及一些特殊问题	(181)
5.3.4 电容传感器的应用	(184)
5.4 典型应用举例	(185)
5.4.1 罐内液重测量	(185)
5.4.2 料位测量	(186)
5.4.3 高频反射式涡流厚度测量	(187)
5.4.4 电容测厚仪	(188)
5.4.5 电子皮带秤	(189)
小结	(190)
习题	(191)
第6章 压电磁敏传感技术	(192)
6.1 压电式传感器	(192)
6.1.1 压电式传感器的工作原理	(192)
6.1.2 压电材料及压电元件的结构	(194)
6.1.3 压电式传感器的测量电路	(196)
6.1.4 压电式传感器的应用	(198)
6.2 磁敏电阻	(199)

6.2.1 磁阻效应	(199)
6.2.2 磁敏电阻的结构	(200)
6.2.3 磁敏电阻的应用	(201)
6.3 磁敏二极管	(202)
6.3.1 磁敏二极管的结构	(202)
6.3.2 磁敏二极管的工作原理	(203)
6.3.3 磁敏二极管的主要特性	(203)
6.3.4 磁敏二极管的应用	(207)
6.4 磁敏三极管	(208)
6.4.1 磁敏三极管的结构	(209)
6.4.2 磁敏三极管的工作原理	(209)
6.4.3 磁敏三极管的主要特性	(210)
6.4.4 磁敏三极管的应用	(211)
6.5 霍尔传感器	(211)
6.5.1 霍尔效应及霍尔元件	(211)
6.5.2 霍尔式传感器的应用	(217)
6.6 典型应用举例	(219)
6.6.1 位移检测	(219)
6.6.2 转速检测	(219)
6.6.3 钢绳断裂(丝)检测	(220)
6.6.4 功率测量	(220)
6.6.5 霍尔无损探伤	(220)
6.6.6 霍尔开关带载电路	(221)
6.6.7 霍尔计数装置	(221)
6.6.8 霍尔汽车点火器	(222)
6.6.9 霍尔线性集成传感器测磁感强度	(223)
小结	(223)
习题	(224)
第7章 声、气、湿敏传感技术	(225)
7.1 声/超声波传感器	(225)
7.1.1 声/超声波及其物理性质	(225)
7.1.2 声敏传感器	(226)
7.1.3 超声波传感器	(231)
7.2 气敏传感器	(237)
7.2.1 电阻型半导体气敏材料的导电机理	(237)
7.2.2 电阻型半导体气敏传感器的结构	(238)
7.2.3 气敏器件的基本特性	(240)
7.2.4 非电阻型气敏器件	(242)

7.2.5 气敏传感器的主要参数与特性	(243)
7.2.6 气敏传感器的应用	(244)
7.3 湿敏传感器	(246)
7.3.1 氯化锂湿敏电阻	(247)
7.3.2 半导体陶瓷湿敏电阻	(247)
7.3.3 湿敏传感器的应用	(249)
7.4 典型应用举例	(251)
7.4.1 超声波探伤	(252)
7.4.2 烟雾报警器电路	(253)
7.4.3 酒精测试仪	(254)
7.4.4 酒精检测报警器	(254)
7.4.5 直读式湿度计	(255)
7.4.6 浴室镜面水汽清除器	(255)
7.4.7 土壤缺水告知器	(257)
7.4.8 电容式谷物水分测量仪	(257)
小结	(259)
习题	(259)
第8章 生物传感技术	(260)
8.1 生物分子传感器	(260)
8.1.1 生物分子传感器的定义	(260)
8.1.2 生物分子传感器基本结构	(260)
8.1.3 生物分子传感器的工作原理及类型	(261)
8.2 酶传感器	(263)
8.2.1 葡萄糖传感器	(264)
8.2.2 氨基酸传感器	(265)
8.2.3 乙醇传感器	(265)
8.2.4 尿素传感器	(266)
8.2.5 青霉素传感器	(266)
8.3 微生物传感器	(266)
8.3.1 电流型微生物传感器(17种)	(268)
8.3.2 电位型微生物传感器(18种)	(269)
8.4 免疫传感器	(270)
8.4.1 免疫传感器的结构	(270)
8.4.2 免疫传感器的分类和测定原理	(273)
8.4.3 免疫传感器应用实例	(275)
8.5 生物电子学传感器	(278)
8.5.1 酶场效应晶体管的结构与工作原理	(278)
8.5.2 免疫场效应晶体管的结构与工作原理	(279)

8.6 仿生传感器	(280)
8.6.1 视觉传感器	(280)
8.6.2 听觉传感器	(283)
8.6.3 接触觉传感器	(283)
8.6.4 压觉传感器	(284)
8.6.5 接近觉传感器	(286)
8.6.6 力觉传感器	(288)
8.6.7 滑觉传感器	(288)
8.7 典型应用举例	(289)
8.7.1 微生物传感器在甲烷测定中的应用	(289)
8.7.2 微生物传感器在抗生素测量中的应用	(290)
小结	(292)
习题	(292)
 第9章 超导、智能传感技术	(293)
9.1 超导传感器	(293)
9.1.1 超导效应	(293)
9.1.2 SCQID 超导传感器的工作原理	(294)
9.1.3 几种超导传感器件的结构	(294)
9.1.4 超导传感器	(295)
9.1.5 SCQID 测量系统	(298)
9.2 智能传感器	(300)
9.2.1 智能传感器的定义及其功能	(300)
9.2.2 传感器智能化的技术途径	(301)
9.2.3 智能传感器举例	(303)
9.2.4 智能传感器的发展前景	(304)
9.3 典型应用举例	(306)
9.3.1 ST-3000 系列智能压力传感器	(306)
9.3.2 EJA 差压变送器	(306)
9.3.3 利用通用接口(USIC)构成的智能温度压力传感器	(307)
9.3.4 人工神经网络智能传感器	(308)
9.3.5 其他智能传感器	(310)
小结	(311)
习题	(311)
 第10章 传感器件的特性评价与信号处理	(312)
10.1 传感器的静态特性	(312)
10.1.1 线性度	(312)
10.1.2 灵敏度	(314)

10.1.3 迟滞和重复性	(314)
10.1.4 稳定性和零漂	(314)
10.2 传感器的动态特性	(315)
10.2.1 频率响应特性	(316)
10.2.2 阶跃响应特性	(318)
10.2.3 动态特性的评价	(319)
10.3 传感器的误差及信噪比	(320)
10.3.1 传感器噪声及其减小措施	(320)
10.3.2 传感器的误差	(321)
10.3.3 传感器的信噪比	(322)
10.3.4 传感器的低噪声化方法	(323)
10.4 传感器信号处理	(324)
小结	(325)
习题	(325)

第 1 章 概 论

【学习目的和要求】

通过本章的学习,应了解传感技术的定义、作用、特性参数及发展趋势。掌握传感技术的组成、分类及器件选择注意事项。

现代信息技术的三大基础是信息的拾取、传输和处理技术,也就是传感技术、通信技术和计算机技术,它们分别构成了信息技术系统的“感官”、“神经”和“大脑”。如果没有“感官”感受信息,或者“感官”迟钝都难以形成高精度、高反应速度的控制系统。美国曾把 20 世纪 80 年代称作传感技术时代,日本则把传感技术列为十大技术之首。可见传感技术是一种和其他多种现代科学技术密切相关的尖端技术。因此,认真学习传感技术及其应用是非常重要的。

1.1 传感技术的定义及作用

人们通常将能把被测物理量或化学量转换为与之有确定对应关系的电量输出的装置称为传感器(传感器也称变换器、换能器、转换器、变送器、发送器或探测器等,本书采用传感器一词),这种技术称为传感技术。传感器输出的信号有不同形式,有电压、电流、频率、脉冲等,以满足信息的传输、处理、记录、显示和控制等要求。

传感器是测量装置和控制系统的首要环节。如果没有传感器对原始参数进行精确可靠的测量,那么,无论是信号转换或信息处理,或者最佳数据的显示和控制,都将成为一句空话。可以说,没有精确可靠的传感器,就没有精确可靠的自动检测和控制系统。现代电子技术和电子计算机为信息转换与处理提供了极其完善的手段,使检测与控制技术发展到了崭新阶段。但是如果没有各种精确可靠的传感器去检测各种原始数据并提供真实的信息,那么,电子计算机也无法发挥其应有的作用。如果把计算机比喻为人的大脑,则传感器为人的五官。

在各种航天器上,装备着多种检测与控制系统,传感器测量出航天器的飞行参数、姿态和发动机工作状态的各个物理量,输送给各种自动控制系统,并进行自调节,使航天器按人们预先设计的轨道正常运行。

在生产中,尤其是自动化生产过程中,用各种传感器来监视和控制生产过程中的各个参数,以便使设备工作在最佳状态,产品达到最好的质量。

在机器制造工业中,对于机床,以前只是测量一些静态下的性能参数,而现在要进行动态特性测量。如在切削状态下的动态稳定性、自激现象、加工精度等,因此要利用有关的传