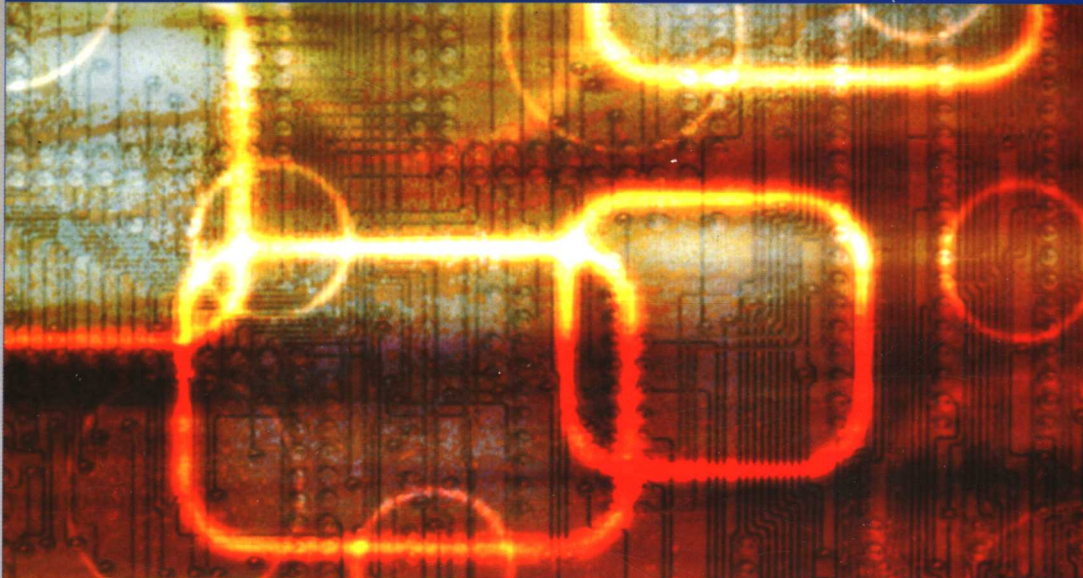


电子技术技能实训教程丛书



传感技术 基础与技能 实训教程

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电子技术技能实训教程丛书

传感技术基础与技能 实训教程

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以普及传感器基础知识、指导应用传感器为主线,详细讲解了温度传感器、光电传感器、磁敏传感器、压力传感器、声电传感器、气电传感器和感烟传感器、介质传感器以及其他类型传感器的原理、特点及应用实例,每一章均有综合技能实训,重点对读者检测和应用各种传感器的技能进行实训指导。

为了检验学习情况,每章均有习题,书后附有习题答案供参考。

本书参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》大纲提出的指导内容编写而成,内容简明实用,通俗易懂,能使读者结合实际即学即用,适合作为高、中等职业学校电子技术应用专业的教材。也可作为电子技术岗位的从业人员的技能培训教材,同时可供电子企业和机电企业的生产技术人员及广大电子爱好者学习参考。

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

传感技术基础与技能实训教程 / 孙余凯等编著. —北京: 电子工业出版社, 2006.11
(电子技术技能实训教程丛书)
ISBN 7-121-02936-7

I. 传... II. 孙... III. 传感器—技术培训—教材 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 083472 号

责任编辑: 谭佩香

印 刷: 河北省邮电印刷厂

装 订: 河北省邮电印刷厂

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: 18.5 字数: 450.2 千字

印 次: 2006 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

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

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

发展职业教育是经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点。国务院关于大力发展职业教育的决定中明确指出，为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求，促进社会主义和谐社会建设，必须以就业为导向，改革与发展职业教育。职业教育要为我国走新型工业化道路，调整经济结构和转变增长方式服务。因此职业教育要以服务社会主义现代化建设为宗旨，要与市场需求和劳动就业紧密结合，要校企合作，建立有中国特色的现代职业教育体系，实施国家技能型人才培养培训工程。

为进一步深化职业教育教学的改革，各类职业学校根据市场和社会需求，在不断更新教学内容，改进教学方法，各家科技出版社也正在为推进现代科学技术在教学中的应用做好教材服务工作。

电子工业出版社一贯重视职业教育工作。在认真学习领会国家相关政策，研究职业教育规律和特点的基础上，组织相关院校企业共同研发，成功出版了大量职业教育方面的书籍，并取得了很好的社会效益和经济效益。在全国职业教育工作会议隆重召开以后，我社为更好地适应职业教育教学改革的需要，深入职业学校进行了认真调研，组织长期从事电子技术行业工作的专家和在教育第一线的有丰富经验的教师共同编写《电子技术技能实训教程丛书》。我社推出的本套丛书是以构建职业标准指导下的能力本位为主导，以提高学生科技素养为宗旨，以就业为导向，指导学生进行专业实践能力的训练，提高学生的技术运用能力和岗位工作能力。

《电子技术技能实训教程丛书》的编写主要遵循了以下原则：

(1) 教学内容充分体现职业性，即本职业生产岗位必备的知识和技能，充分满足本行业生产一线的需求。

(2) 建立职业院校的课程与国家行业标准之间的紧密联系,从职教课程中能清晰地看到国家行业的职业标准要求,形成一种新的职业能力培养的系统化课程。

(3) 行业标准指导下的先进性原则。克服专业教学存在的内容陈旧和不适应产业发展需求的弊端,突出本专业领域的新知识、新技术、新流程、新方法,理论和实践一体化,使之符合职业能力的发展规律,培养学生的学习能力、工作能力、创新思维的能力。

为突出本丛书实用性强的特点,从内容的安排上,以理论指导实践,重点突出技能训练,不仅结合各章内容安排了实训,而且有的书还在全书的最后安排了综合实训项目,使读者将电子专业知识和电子技术灵活运用于实践,在实践中加深理解和积累知识,并在知识和技能不断积累的基础上进行有创造性的实践,从而更有利于技能型人才的培养,更好地提高读者的就业能力、工作能力、职业转换能力和创业能力。

目前本套丛书主要包括以下教程:《电工技术基础与技能实训教程》,《电子技术基础与技能实训教程》,《数字电路基础与技能实训教程》,《模拟电路基础与技能实训教程》,《电子产品制作技术与技能实训教程》,《电子产品装配技术与技能实训教程》,《电子仪表应用技术与技能实训教程》,《自动控制技术与技能实训教程》,《传感技术基础与技能实训教程》,《汽车电子技术与技能实训教程》。以后还将根据职业学校教材的需求不断拓展新的教程。

我们期盼本套丛书能成为通俗易懂的、专业性和实用性强的、学得会和用得巧的职教选用教材和广大读者的自学教程。

电子工业出版社

前 言

传感器技术是信息技术的三大支柱之一，广泛应用于工业自动化、能源、交通、灾害预测、安全防卫、环境保护、医疗卫生等方面，具有举足轻重的作用，在日常生活中也离不开传感器。为了普及传感器基础技术，我们编写了这本《传感技术基础与技能实训教程》，集中讨论传感器的原理和应用技术。

本书以基本敏感元件作为传感器的基础，并在此基础上介绍各种类型传感器的典型和实用电路，介绍这些传感器的类型、结构和工作原理均以应用为目的，使读者能熟练地掌握它们的功能、外部特性和参数以及典型的应用，为分析和设计自动控制系统服务。对于敏感元件和传感器的工艺设计制造的内容不多做分析。

本书在编写时采用对比方法，将各种同功能的敏感元件和传感器同时介绍给读者，通过对比归纳，全面介绍各自的特点，以利于学习和实际应用。

本书在编排上，从最基础知识入手，然后逐步深入介绍典型应用或典型应用实例，其目的是由浅入深，使读者能尽快掌握基本传感技术的应用，进而设计出更多、更先进的自动控制产品来。

敏感元件和传感技术是实践性很强的技术基础课，为了使读者能真正掌握基础知识，本书在每章之后均设置了习题，供读者检查自己的学习情况，可起到总结提高的作用。

本书特别适合初学者，不仅可以使初学者提高阅读电路图的能力，还可以帮助读者快速、正确地处理实际工作中遇到的问题（如产品开发、技术改造、产品维修等），并在技术革新和技术改造中获得有益的启迪。

本书的另一特点是浅显通俗、图文并茂、取材新颖、资料丰富、实用性强。

本书由孙余凯、吴鸣山、项绮明等编著。参加本书编写的工作人员还有项天任、王华君、吕颖生、项宏宇、许风生、吴永平、孙余明、金宜全、吕晨、刘忠梅、王五春、刘普玉、薛广英、周志平等。

在本书编写过程中，参考过国内外有关报刊，并引用其中一些资料，在此谨向有关单

位和作者一并致谢。同时对给予我们支持和帮助的同行专家及有关部门深表谢意！

由于敏感元件和传感技术发展极为迅速，涉及面广，加上我们水平有限，书中难免有错误与不妥之处，真诚希望专家和读者批评指正。

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编著者

2006年10月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 传感器的作用	1
1.1.1 传感器的地位	1
1.1.2 传感器的作用	1
1.2 传感器的发展与概况	2
1.2.1 固体敏感元件和传感器的发展	2
1.2.2 生物传感器的发展	4
1.2.3 传感技术及传感器应用情况	5
1.3 传感器的组成及类型	11
1.3.1 传感器的组成	12
1.3.2 传感器的类型	12
1.3.3 自动控制系统对传感器的基本要求	13
1.3.4 归纳总结	13
1.4 传感器的选用原则	15
1.5 综合技能实训	17
1.5.1 数字万用表电阻、二极管、电容测量实训	17
1.5.2 数字万用表峰值保持功能测量实训	19
1.5.3 数字万用表判断电源、火线和断芯位置实训	20
1.5.4 数字万用表测逻辑电平实训	21
1.5.5 用数字万用表测温实训	22
本章小结	23
习题 1	23
第 2 章 温度传感器	25
2.1 温度传感器的基本知识	25
2.2 热敏电阻	25
2.2.1 热敏电阻的电路符号和类型	25

2.2.2	热敏电阻主要参数	27
2.2.3	正温度系数热敏电阻传感器	29
2.2.4	负温度系数热敏电阻传感器	30
2.3	PN 结温度传感器	31
2.3.1	PN 结温度传感器的特性	32
2.3.2	PN 结温度传感器的典型应用	32
2.4	硅温度传感器	32
2.4.1	硅温度传感器的特性参数	32
2.4.2	硅温度传感器的典型应用	34
2.4.3	MTS/102 硅温度传感器	34
2.5	集成温度传感器	36
2.5.1	集成温度传感器的特点	36
2.5.2	集成温度传感器的原理	36
2.5.3	集成温度传感器的输出形式	37
2.5.4	模拟输出型集成温度传感器的特性参数	37
2.6	双金属片温度传感器	39
2.6.1	双金属片温度传感器的热源	39
2.6.2	双金属片温度传感器的工作原理	40
2.6.3	双金属片温度传感器类型	40
2.6.4	双金属片温度传感器的调整	41
2.6.5	双金属片温度传感器的应用	41
2.6.6	两种常用的双金属片温度传感器	42
2.6.7	常用双金属片温度传感器的特性参数	43
2.7	金属丝热电阻传感器	44
2.7.1	金属丝热电阻传感器特性	44
2.7.2	金属丝热电阻传感器的原理	44
2.7.3	典型金属丝热电阻传感器	44
2.8	铂电阻传感器	45
2.8.1	铂电阻传感器的外形特点	45
2.8.2	厚膜元件铂电阻传感器主要参数	45
2.9	磁性控温传感器	45
2.9.1	磁性控温传感器基本知识	45

2.9.2 磁性控温传感器典型应用	46
2.10 热电偶传感器	47
2.10.1 热电偶传感器的结构特点	47
2.10.2 热电偶传感器的工作原理	47
2.10.3 热电偶传感器的品种规格	47
2.11 电接点水银温度传感器	48
2.11.1 电接点水银温度传感器的基本知识	48
2.11.2 电接点水银温度传感器的典型产品	49
2.11.3 电接点水银温度传感器的制作	49
2.12 其他类型温度传感器	49
2.12.1 频率型温度传感器	49
2.12.2 热电辐射型温度传感器	50
2.13 综合技能实训	50
2.13.1 负温度系数热敏电阻传感器检测实训	50
2.13.2 双金属片热传感器检测实训	51
2.13.3 学看由一只锗二极管构成的感温开关电路实训	52
2.13.4 铂电阻传感器构成的温度检测控制电路看图实训	53
2.13.5 温敏二极管传感器构成的温度控制电路读图实训	55
2.13.6 设计一只 0~100℃ 温度计实训	56
本章小结	60
习题 2	60
第 3 章 光电传感器	63
3.1 光电传感器基本知识	63
3.1.1 光电传感器类型	63
3.1.2 直射型光电传感器	63
3.1.3 反射型光电传感器	66
3.2 光敏电阻	70
3.2.1 光敏电阻基本知识	70
3.2.2 光敏电阻的特性参数	71
3.2.3 光敏电阻的使用	72
3.3 光敏二极管	76
3.1.1 光敏二极管基本知识	76

3.3.2	光敏二极管主要参数	78
3.3.3	光敏二极管的典型应用电路	79
3.4	光电三极管	81
3.4.1	光电三极管基本知识	81
3.4.2	光敏三极管典型应用	83
3.5	光电池	84
3.5.1	光电池的基本知识	84
3.5.2	光电池的主要参数	85
3.5.3	光电池的使用	87
3.6	热释电红外线传感器	87
3.6.1	热释电红外线传感器基本知识	88
3.6.2	热释电红外线传感器的主要参数	90
3.6.3	菲涅尔透镜	91
3.6.4	热释电红外线传感器基本用法	92
3.7	综合技能实训	94
3.7.1	光敏电阻传感器检测实训	94
3.7.2	光敏二极管的检测实训	95
3.7.3	光敏三极管检测实训	96
3.7.4	红外感应灯安装实训	98
	本章小结	100
	习题 3	100
第 4 章	磁敏传感器	103
4.1	磁敏电阻	103
4.1.1	磁敏电阻基本知识	103
4.1.2	磁敏电阻的主要参数	104
4.1.3	磁敏电阻的典型应用	105
4.2	磁敏二极管	106
4.2.1	磁敏二极管基本知识	106
4.2.2	磁敏二极管的典型应用电路	108
4.3	磁敏三极管	110
4.3.1	磁敏三极管基本知识	110
4.3.2	磁敏三极管的主要参数	111

4.3.3	磁敏三极管典型应用	111
4.4	霍尔传感器	113
4.4.1	霍尔传感器的基本知识	113
4.4.2	线性型霍尔传感器	117
4.4.3	开关型霍尔传感器	119
4.4.4	霍尔传感器应用实例	127
4.5	干簧管磁敏传感器	133
4.5.1	干簧管基本知识	133
4.5.2	干簧管传感器工作方式	135
4.5.3	干簧管的特点	136
4.5.4	使用干簧管传感器应注意的事项	136
4.5.5	干簧管的尺寸与参数	137
4.5.6	干簧管应用电路	137
4.5.7	干簧管典型应用电路	138
4.6	电场感应器件	140
4.6.1	常见的电场感应器件	140
4.6.2	电场感应器件的特点	140
4.7	磁感应器件	140
4.7.1	磁感应器件类型结构	140
4.7.2	常用磁感应器件的典型结构	140
4.8	综合技能实训	141
4.8.1	霍尔传感器检测实训	141
4.8.2	干簧管检测实训	142
4.8.3	学看霍尔传感器构成的水位控制电路实训	143
4.8.4	学看干簧管传感器构成的卫生间照明、排风扇门控开关电路实训	146
4.8.5	用霍尔传感器设计一台高斯计实训	148
	本章小结	149
	习题 4	149
第 5 章	压力传感器	151
5.1	压力传感器基本知识	151
5.1.1	压力的种类及测量单位	151
5.1.2	压力传感器的种类及特点	151

5.2	金属应变片	153
5.2.1	金属应变片基本知识	153
5.2.2	金属应变片的主要参数	154
5.3	压阻式压力传感器	155
5.3.1	压阻式压力传感器基本知识	155
5.3.2	压阻式压力传感器主要参数	160
5.3.3	压阻式压力传感器工作原理	166
5.3.4	压阻式压力传感器的选用	166
5.3.5	压阻式压力传感器典型应用电路	167
5.4	压电传感器	168
5.4.1	压电效应基理	168
5.4.2	压电材料及其特征	168
5.4.3	压电传感器工作原理	168
5.4.4	压电传感器典型应用电路	169
5.5	陶瓷电容式压力传感器	171
5.5.1	陶瓷电容式压力传感器的基本知识	171
5.5.2	陶瓷电容式压力传感器的应用方式	172
5.6	弹性元件传感器	173
5.6.1	弹性元件传感器的特点	173
5.6.2	弹性元件传感器的几种形式	174
5.7	综合技能实训	174
5.7.1	压电式传感器检测实训	174
5.7.2	读识由压力传感器构成的自动磅控制电路实训	175
	本章小结	178
	习题 5	179
第 6 章 声-电传感器		181
6.1	话筒	181
6.1.1	话筒的类型	181
6.1.2	炭精式话筒	181
6.1.3	动圈式话筒	182
6.1.4	电容式话筒	183
6.1.5	话筒的电路符号	187

6.1.6	话筒的主要参数	188
6.1.7	话筒的选用	189
6.1.8	话筒典型应用实例	189
6.2	扬声器	190
6.2.1	扬声器图形符号	190
6.2.2	电动式扬声器的结构特点	191
6.2.3	电动扬声器工作原理	192
6.2.4	电动扬声器的使用	192
6.3	压电陶瓷片	193
6.3.1	压电陶瓷片结构及电路符号	193
6.3.2	压电陶瓷片的规格参数	194
6.3.3	压电陶瓷片的工作原理	194
6.3.4	压电陶瓷片传感器典型应用方式	194
6.3.5	压电陶瓷片的典型应用实例	197
6.4	耳机	198
6.4.1	耳机的电路图形符号和结构	198
6.4.2	耳机的主要参数	198
6.4.3	动圈式耳机工作原理	199
6.4.4	耳机作传感器的典型应用实例	199
6.5	超声波传感器	201
6.5.1	超声波传感器基本知识	201
6.5.2	超声波传感器基本应用方式	205
6.5.3	超声波传感器典型应用实例	207
6.6	综合技能实训	209
6.6.1	压电陶瓷片好坏检测实训	209
6.6.2	读识声控照明灯电路实训	209
6.6.3	话筒好坏检测实训	212
6.6.4	震动报警器电路设计实训	212
6.6.5	光控、声控延时楼道照明灯电路安装实训	213
	本章小结	221
	习题 6	221

第 7 章 气-电传感器和感烟传感器	223
7.1 电化学气体传感器	223
7.1.1 电解池基理	223
7.1.2 电化学气体传感器结构	223
7.1.3 电化学气体传感器的使用	224
7.2 铂丝气电传感器	224
7.2.1 铂丝气电传感器结构特点	225
7.2.2 两种 GS 可燃气体传感器	225
7.2.3 铂丝气电传感器原理	227
7.3 气敏电阻传感器	227
7.3.1 气敏效应基理	227
7.3.2 气敏电阻传感器类型	228
7.3.3 气敏电阻传感器外形及电路图形符号	228
7.3.4 气敏电阻传感器的结构	228
7.3.5 气敏电阻传感器主要电参数	229
7.3.6 气敏电阻传感器典型应用电路	230
7.3.7 使用气敏电阻传感器应注意的事项	230
7.3.8 气敏电阻传感器典型应用实例——可燃气体定量显示报警	230
7.3.9 气敏电阻传感器典型应用实例——酒精气味检测报警电路	232
7.3.10 气敏电阻传感器典型应用实例——火灾报警器	234
7.4 氢敏管传感器	234
7.4.1 氢敏管传感器作用	234
7.4.2 氢敏管传感器的主要参数	234
7.2.3 氢敏场效应管传感器	235
7.5 离子感烟传感器	237
7.5.1 离子感烟传感器基本知识	237
7.5.2 UD—02 型离子感烟传感器	238
7.5.3 离子感烟传感器典型应用电路	239
7.6 综合技能实训	242
7.6.1 读识沼气浓度检测电路实训	242
7.6.2 气敏传感器检测实训	243
7.6.3 读识火灾自动报警电路实训	244

本章小结	245
习题 7	246
第 8 章 介质传感器及其他类型传感器	247
8.1 介质传感器	247
8.1.1 湿敏电阻传感器	247
8.1.2 湿敏电容传感器	251
8.1.3 电阻探针式传感器	253
8.2 冲击传感器	255
8.2.1 冲击传感器基本知识	255
8.2.2 冲击传感器的典型应用方式	256
8.3 加速度传感器	257
8.3.1 加速度传感器的类型	257
8.3.2 各种加速度传感器的特点	258
8.3.3 实际的加速度传感器介绍	259
8.4 玻璃破碎传感器	263
8.4.1 玻璃破碎传感器基本知识	263
8.4.2 玻璃破碎传感器典型应用	264
8.5 负载传感器	266
8.5.1 负载传感器基本知识	266
8.5.2 I 系列负载传感器典型应用	267
8.5.3 II 系列负载传感器典型应用	269
8.6 综合技能实训	270
8.6.1 湿敏电阻传感器检测实训	270
8.6.2 湿敏电容传感器检测实训	271
8.6.3 读识负载传感器构成的交流负载过载自动控制电路实训	271
本章小结	273
习题 8	273
附录 A 习题答案	275
习题 1 答案	275
习题 2 答案	275
习题 3 答案	276

习题 4 答案	276
习题 5 答案	277
习题 6 答案	277
习题 7 答案	277
习题 8 答案	277
参考文献	279