

普通高等教育创新应用型人才培养教材

传感器技术

CHUANGANQI JISHU
SHEJI YU YINGYONG

设计与应用

李田泽◎主编



普通高等教育创新应用型人才培养教材

传感器技术

CHUANGANQI JISHU
SHEJI YU YINGYONG

设计与应用

李田泽◎主编

海洋出版社

2015年·北京

内 容 简 介

本书是作者根据电子信息类、电气类、机械类、仪器类、自动化类等相关专业教学大纲的要求,在多年从事传感器与检测技术教学与科研的基础上,参考了国内外大量有关书籍与资料编写而成。本书内容丰富、新颖、全面,对知识阐述深入浅出,紧密结合科学研究和工程实际,列举了大量传感器应用实例分析,具有一定的实用性和参考价值。本书在编写过程中,既兼顾了传统传感器设计的基本内容,又注重了传感器的新技术、新理论、新方法、新器件以及检测系统的综合设计等内容,力求使读者了解传感器的学科前沿与发展动态。

本书共分 15 章,主要内容包括:传感器的基本特性与测量误差,电阻、电容、电感基本传感器,热电传感器,磁电传感器,压电传感器,半导体传感器,光电传感器,图像传感器,光导纤维传感器,数字式传感器,传感器新技术及其应用和现代检测系统综合设计等。

本书内容全面,适用性强。它不仅可作为电子信息科学与技术、电子信息工程、自动化、电气工程及其自动化、测控技术与仪器、机械工程及其自动化等专业的本科生以及职业技术相关专业的教材,也可作检测技术与自动化装置、控制理论与控制工程、农业电气化与自动化等相关专业的研究生教材,同时,还可供相关领域的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

传感器技术设计与应用 / 李田泽主编. -- 北京 : 海洋出版社, 2015.5
ISBN 978-7-5027-9083-7

I. ①传… II. ①李… III. ①传感器 IV. ①TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 027604 号

策 划: 李 志

责任编辑: 赵 武

责任校对: 肖新民

责任印制: 赵麟苏

排 版: 海洋计算机图书输出中心 晓阳

出版发行: 海洋出版社

地 址: 北京市海淀区大慧寺路 8 号 (716 房间) 印
100081

经 销: 新华书店

发 行 部: (010) 62174379 (传真) (010) 62132549
(010) 68038093 (邮购) (010) 62100077

网 址: www.oceanpress.com.cn

技术支持: (010) 62100052

承 印: 北京旺都印务有限公司

版 次: 2015 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16

张: 23

字 数: 580 千字

定 价: 38.00 元

本书如有印、装质量问题可与发行部调换

前 言

传感器技术在当代科技领域中占有十分重要的地位，尤其进入了 21 世纪的信息化时代，人们要从自然界获得信息，就必须合理地选择与应用各种传感器和检测技术。随着计算机技术的飞速发展，信息处理技术也在不断地发展与完善。然而作为提供信息的传感器相对滞后计算机处理功能的发展，影响了自动检测技术及其多种技术的发展。因此，本教材是作者在多年从事传感器与检测技术的教学与科研的基础上，参考了国内外大量的有关书籍与资料编写而成。根据高校电子信息科学与技术、电子信息工程、自动化、电气工程及其自动化、测控技术与仪器、机械工程及其自动化等专业的传感器与检测技术课程的教学大纲要求，吸取近年来各高校的教学成果与教学经验，在编写过程中力求内容丰富、新颖、全面，对知识阐述深入浅出，紧密结合科学研究和工程实际，分析大量传感器应用实例。同时，本书在编写过程中，既兼顾了传统传感器的基本内容，又注重了传感器的新技术、新理论、新方法、新器件以及检测系统的综合设计等内容，力求使读者了解传感器的学科前沿与发展动态。

本书共分 15 章，主要内容包括：传感器的基本特性与测量误差，电阻、电容、电感基本传感器，热电传感器，磁电传感器，压电传感器，半导体传感器，光电传感器，图像传感器，光导纤维传感器，数字式传感器，传感器新技术及其应用和现代检测系统综合设计等。

本书在内容与形式上突出体现了以下六个方面的特点：一是对内容安排上，采用重点突出、由易到难、由浅入深的渐进模式；二是将传感器进行归类，如将应变式传感器和压阻式传感器归为电阻式传感器，将自感式传感器、差动变压器、电容传感器、电涡流式传感器和压磁传感器归为变阻抗式传感器，将光电器件、光电码盘、电荷耦合器件、光纤传感器和光栅传感器归为光电式传感器，将磁电式传感器、霍尔传感器和压电式传感器归为电动势式传感器等；三是对于各类传感器阐述上，采用先结构原理-再特性-后应用举例的顺序；四是传统内容与新型知识的相结合，既兼顾传感器的基本内容，又注重了将不断出现的传感器新技术、新理论、新方法、新器件以及检测系统的综合设计等纳入本书内容中；五是体现了科学研究与教学的有机结合，在编写过程中，将大量科研成果汇聚于本书中，注重了创新、实践、系统综合设计能力的培养；六是对于基本传感器以“结构-原理-特性-应用”四位一体模式进行阐述，而对新型传感器，如光电位置传感器以“基于效应-性能分析-电路设计-综合应用”模式进行阐述，对于图像传感器以“结构原理-工作波形-特性参数-检测系统”为主线进行阐述，对于光导纤维传感器的阐述采用“传感元件-传光分析-传感技术-应用展望”模式阐述。

本书由山东理工大学李田泽教授主编并负责全书的统稿和审校,并编写了部分章节(第1章、第2章、第6章、第8章、第9章、第10章、第15章)。参加编写的还有宋德杰教授(第14章)、杨淑连教授(第7章)、王振环副教授(第5章)、盛翠霞博士(第12章)、贾宏燕博士(第13章)、王辉林(第4章)、卢恒炜(第11章)、淄博职业学院赵静老师(第3章)。在编写过程中,研究生陈祥鹏、李倩、仝其丰、史春玉、孙稳稳等为本书的插图和文字的录入做了大量工作,孙序文教授在整个编写过程中提出了许多指导性意见,一些同行专家们也提出了许多宝贵建议,在此一并向他们表示衷心地感谢!编写中还参阅了大量书籍和文献,借此向这些书籍和文献的作者们表示真挚的谢意!

本书由山东师范大学王传奎教授主审。王传奎教授是省级重点学科学术带头人,山东省有突出贡献的中青年专家,教育部高等学校骨干教师,山东省教学名师,国务院政府特殊津贴获得者。主审对本书内容进行了认真细致的审查,提出了许多指导性意见和宝贵的建议,在此,作者表示最诚挚的感谢。

本书在编写中,得到了山东理工大学研究生处教材基金委的大力支持和资助,得到了电气与电子工程学院的大力支持。在此,一并表示衷心的感谢。

传感器技术设计与应用涉及物理学、电子学、机械工程、化学、材料科学、计算机技术、自动化等多学科技术,涉及的知识面广、综合性强。本书不仅可作为电子信息科学与技术、电子信息工程、自动化、电气工程及其自动化、测控技术与仪器、机械工程及其自动化等专业本科生以及职业技术相关专业的教材,也可作为检测技术与自动化装置、控制理论与控制工程、农业电气化与自动化等相关专业的研究生教材,同时,还可供相关领域的工程技术人员参考。

由于作者知识面所限,错误和不足之处在所难免,敬请广大读者、同仁和专家批评指正。

作 者

2014年12月于淄博

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 传感器的概念	1
1.1.1 传感器的定义	1
1.1.2 传感器的重要性	1
1.1.3 当今传感器技术的发展动向	1
1.1.4 传感器的国外发展情况及我国的对策	1
1.2 检测技术的重要性与自动检测系统的构成	2
1.2.1 检测技术的重要性	2
1.2.2 自动检测系统的构成	2
1.3 传感器与检测技术的发展方向	3
1.3.1 发现新现象	3
1.3.2 开发新材料	3
1.3.3 采用微型加工技术	3
1.3.4 研究多功能集成传感器	3
1.3.5 智能化传感器	3
1.3.6 航天传感器	4
1.3.7 仿生传感器	4
1.3.8 提高系统性能	4
1.3.9 多种技术相结合构成智能化的自动检测系统	4
1.3.10 多个、多种传感器组合构成特殊的自动检测系统	4
1.4 本课程的任务和目的	4
1.4.1 主要任务	4
1.4.2 目的	4
思考题与习题	5
第 2 章 传感器的基本特性与测量误差	6
2.1 传感器的基本特性	6
2.1.1 传感器的静态特性	6
2.1.2 传感器的动态特性	9
2.2 测量误差及其分类	18
2.2.1 测量技术中的常用名词	18
2.2.2 误差的分类	18
2.3 系统误差的消除方法	21
2.3.1 系统误差存在与否的检查	21
2.3.2 系统误差的削弱或消除的基本方法	22

2.4	随机误差及其特性	27
2.4.1	随机误差的统计特性	27
2.4.2	随机误差的分布规律	29
2.4.3	随机误差的评价指标	30
	思考题与习题	33
第3章	电阻传感器	34
3.1	电位器传感器	34
3.1.1	电位器传感器的工作原理	34
3.1.2	电位器函数转换器	34
3.1.3	电位器传感器的结构和噪声分析	37
3.1.4	电位器传感器的应用举例	38
3.2	电阻应变式传感器	39
3.2.1	电阻应变效应	39
3.2.2	结构与材料	41
3.2.3	基本特性	42
3.2.4	电阻应变式传感器的温度补偿	43
3.2.5	半导体应变片	45
3.2.6	电阻应变片的选择	47
3.2.7	电阻应变传感器测量电路	48
3.3	电阻应变传感器的应用	51
3.3.1	测力传感器	51
3.3.2	面线张力传感器	53
3.3.3	转矩传感器	53
	思考题与习题	54
第4章	电容传感器	55
4.1	电容传感器的工作原理	55
4.1.1	电容传感器的工作原理和特性	55
4.1.2	电容传感器的静态特性	56
4.1.3	电容传感器的特点	58
4.1.4	提高电容传感器灵敏度的方法	58
4.2	电容式传感器的测量电路	58
4.2.1	变压器电桥(桥式电路)	58
4.2.2	运算放大器式电路	59
4.2.3	调频电路	60
4.2.4	谐振电路	61
4.2.5	脉冲宽度调制电路	61
4.3	电容传感器的应用举例	63
4.3.1	转速测量	63
4.3.2	利用电容传感器测量液面深度	64

4.3.3 电容测厚仪	65
4.3.4 电缆芯偏心测量	65
4.3.5 晶体管电容料位指示仪	66
思考题与习题	67
第5章 电感传感器	68
5.1 变磁阻式电感传感器	68
5.1.1 结构原理	68
5.1.2 测量电路	72
5.1.3 零点残余电压及其补偿	77
5.2 差动变压器	78
5.2.1 工作原理	79
5.2.2 测量电路	80
5.3 涡流传感器	81
5.3.1 高频反射式涡流传感器	82
5.3.2 低频透射涡流传感器	85
5.4 电感传感器的应用	86
5.4.1 电感式纸页厚度测量仪	86
5.4.2 电感测微仪	87
5.4.3 电感传感器测量加速度、液位等	87
5.4.4 涡流传感器的应用	88
思考题与习题	89
第6章 热电传感器	90
6.1 概述	90
6.1.1 热电传感器的分类	90
6.1.2 热电传感器的特点	90
6.2 热电偶	91
6.2.1 热电偶测温的基本原理	91
6.2.2 热电偶回路基本法则	93
6.2.3 热电偶的种类及结构	96
6.2.4 热电偶冷端温度补偿	99
6.2.5 热电偶使用测温电路举例	103
6.3 热电阻	104
6.3.1 金属热电阻	104
6.3.2 半导体热敏电阻	107
6.3.3 热电阻传感器的应用	108
思考题与习题	111
第7章 磁电传感器	112
7.1 磁电传感器的原理与类型	112
7.1.1 工作原理	112

7.1.2	磁电传感器的类型	113
7.2	磁电式传感器的设计要点	114
7.2.1	灵敏度 S_n	115
7.2.2	线圈的电阻与负载电阻匹配问题	115
7.2.3	线圈发热检查	116
7.2.4	线圈的磁场效应	116
7.2.5	温度影响	116
7.3	磁电式传感器的应用	117
7.3.1	磁电感应式振动速度传感器	117
7.3.2	磁电感应式转速传感器	118
	思考题与习题	118
第8章	压电传感器	119
8.1	压电效应和压电材料	119
8.1.1	压电效应	119
8.1.2	压电材料	122
8.2	压电元件的常用结构形式	123
8.2.1	压电元件的串并联结构与特点	123
8.2.2	双片弯曲式压电传感器原理	124
8.3	压电传感器的测量电路	125
8.3.1	压电传感器的等效电路	125
8.3.2	压电传感器的测量电路	126
8.4	压电传感器的应用	129
8.4.1	压电加速度传感器	129
8.4.2	压电压力传感器	131
	思考题与习题	132
第9章	常用半导体传感器	133
9.1	霍尔传感器	133
9.1.1	霍尔元件的工作原理	133
9.1.2	霍尔元件的电磁特性	135
9.1.3	误差分析及其补偿方法	136
9.1.4	霍尔传感器的应用	141
9.1.5	霍尔元件的设计要点	147
9.2	气敏传感器	148
9.2.1	概述	148
9.2.2	SnO_2 的基本性质	148
9.2.3	SnO_2 气敏元件的结构	149
9.2.4	SnO_2 气敏元件的工作原理	151
9.2.5	SnO_2 主要性能参数	151
9.2.6	气敏传感器的应用	154

9.3 湿敏传感器	157
9.3.1 湿度测量的意义	157
9.3.2 湿度的表示方法和单位	158
9.3.3 湿度的测量方法及湿敏元件	159
9.3.4 烧结型半导体陶瓷湿敏元件	159
9.3.5 湿敏传感器的应用	162
思考题与习题	163
第 10 章 光电传感器	164
10.1 引言	164
10.2 光电检测系统的基本构成	164
10.2.1 光电检测系统的基本组成	164
10.2.2 主要部分的作用	164
10.2.3 光电传感器的组成	165
10.3 光电检测的工作原理及基本结构型式	165
10.3.1 把待检测量变换为光信息量	165
10.3.2 把待检测量变换为光信息脉冲	165
10.3.3 几种光电变换结构形式	166
10.3.4 几个光学单位	168
10.4 光电传感器	169
10.4.1 光电效应	169
10.4.2 光电管	170
10.4.3 光电倍增管	171
10.4.4 光敏电阻	172
10.4.5 光敏二极管和光敏三极管	175
10.4.6 光电池	177
10.4.7 半导体光电位置敏感器件	181
10.4.8 红外传感器	192
10.5 光电传感器应用举例	193
10.5.1 光电折光仪应用	193
10.5.2 圆轴直径测量系统	194
10.5.3 透明物体厚度的光电检测	194
思考题与习题	195
第 11 章 图像传感器	196
11.1 光电二极管及光电三极管阵列	196
11.1.1 光电二极管阵列的结构和工作原理	196
11.1.2 光电三极管阵列的结构及工作原理	199
11.2 电荷耦合器件及图像传感器	201
11.2.1 电荷耦合器件的工作原理及结构	201
11.2.2 CCD 图像传感器	206

11.2.3	CCD 图像传感器的特性参数	210
11.3	CCD 应用举例	213
11.3.1	尺寸检测	213
11.3.2	表面缺陷检测	218
11.3.3	图像传感器在光学文字识别中的应用	219
	思考题与习题	220
第 12 章	光导纤维传感器	221
12.1	光导纤维传感器概述	221
12.1.1	光纤传感器的特点	221
12.1.2	光纤传感器的分类	221
12.1.3	光纤在测量上的应用	222
12.1.4	光纤检测元件的发展及其动向	223
12.2	光纤传感器元件	224
12.2.1	光纤	224
12.2.2	光源和光探测器	230
12.2.3	光纤的连接和耦合	234
12.2.4	光纤传感器检测系统的光调制方式	237
12.3	机械量光纤传感器	239
12.3.1	传感方式	239
12.3.2	反射型光纤位移传感器	241
12.3.3	相位调制型光纤传感器	244
12.4	光纤温度检测技术	250
12.4.1	功能型 (FF) 光纤温度传感器	250
12.4.2	非功能型 (NFF) 光纤温度传感器	251
12.5	光纤流量 (流速) 检测技术	255
12.5.1	光纤涡轮流量计	255
12.5.2	光纤激光多普勒流量计	257
12.6	磁场及电场光纤传感技术	258
12.6.1	法拉第效应式光线磁场 (电流) 传感器	259
12.6.2	光纤电压 (电场) 传感器	261
12.7	光纤转速传感器	265
12.7.1	萨格奈克效应	266
12.7.2	光纤转速传感器 (光纤陀螺)	268
12.7.3	光纤转速传感器存在的问题	275
12.7.4	光纤转速传感器发展	275
	思考题与习题	276
第 13 章	数字式传感器	277
13.1	角度-数字编码器	277
13.1.1	脉冲盘式角度-数字编码器	277

13.1.2	码盘式角度-数字编码器	279
13.1.3	激光式角度传感器	282
13.2	光栅传感器	283
13.2.1	光栅传感器的结构与测量原理	283
13.2.2	细分技术	288
13.2.3	光栅式传感器的设计要点	292
13.3	感应同步器	295
13.3.1	感应同步器的结构与工作原理	296
13.3.2	鉴相型测量系统	300
13.3.3	鉴幅型测量系统	303
13.3.4	鉴幅型测量系统的应用	304
	思考题与习题	307
第 14 章	传感器新技术及其应用	308
14.1	智能传感器	308
14.1.1	智能传感器的典型结构	308
14.1.2	智能传感器的主要功能	309
14.1.3	智能传感器的特点	310
14.1.4	智能传感器实现的途径	310
14.2	模糊传感器	311
14.2.1	模糊传感器的概念及特点	311
14.2.2	模糊传感器的基本功能	311
14.2.3	模糊传感器的结构	312
14.3	网络传感器	314
14.3.1	网络传感器的概念	314
14.3.2	网络传感器的类型	315
14.3.3	基于 IEEE 1451 标准的网络传感器	316
14.3.4	网络传感器所在网络的体系结构	320
14.4	多传感器数据融合	321
14.4.1	多传感器数据融合的概念	321
14.4.2	多传感器数据融合技术	321
14.4.3	多传感器数据融合技术的应用	322
14.5	虚拟仪器	323
14.5.1	虚拟仪器概述	323
14.5.2	虚拟仪器的组成	323
14.5.3	虚拟仪器的特点	324
14.5.4	软件开发工具 Lab VIEW 简介	325
14.6	物联网	327
14.6.1	物联网的基本概念	327
14.6.2	物联网的关键技术	327

14.6.3	物联网的应用模式	328
14.6.4	物联网应用案例	329
14.7	MEMS 技术与微型传感器	329
14.7.1	微机电系统典型特性	329
14.7.2	微型传感器具有的特点	330
	思考题与习题	330
第 15 章	现代检测系统综合设计	331
15.1	现代检测系统的设计思路与方法	331
15.1.1	现代检测系统的设计思想	331
15.1.2	现代检测系统的设计方法	332
15.1.3	计算机及接口设计	333
15.2	脉冲测距综合系统设计	334
15.2.1	理论依据	334
15.2.2	设计方案	334
15.2.3	工作过程	334
15.2.4	说明几点	335
15.3	激光准直综合系统设计	335
15.3.1	激光准直系统总体设计方案	335
15.3.2	激光准直系统的工作过程	336
15.3.3	激光准直系统主要部分设计	336
15.4	智能温度控制系统设计	338
15.4.1	设计要求	338
15.4.2	系统组成和工作原理	339
15.4.3	硬件结构和电路设计	339
15.4.4	软件结构的程序框图	348
	思考题与习题	355
	参考文献	356

第 1 章 绪 论

1.1 传感器的概念

1.1.1 传感器的定义

从广义上讲利用某些转换功能将种种外界信号变换成可以直接测量的信号的器件，称为传感器。也可以说：从被检测的参量中提取有用信息的器件，称为传感器。

1.1.2 传感器的重要性

传感器的作用相当于人的五官，有人把计算机比喻为人的大脑的延续，称为“电脑”，而传感器比喻为感觉器官的延续，成为“电五官”。

自动化的程度愈高，系统对传感器的依赖性愈大，传感器对系统的性能起着决定性的作用，即没有“电五官”就不可能实现自动化。因此，国内外许多国家都将传感器列为尖端技术。如：美国、日本等发达国家，传感器倍受重视，常有人说：“如果征服了传感器，就几乎等于征服了科学技术”。

现在人类社会已经进入信息时代，因而信息技术对社会发展，科学进步将起决定性作用。现代信息技术的基础是信息采集、信息传输与信息处理，它们就是传感器技术、计算机技术和通信技术。而且传感器在信息采集系统中处于前端，其性能将会影响整个系统的工作状态和质量。

1.1.3 当今传感器技术的发展动向

一是开展基础研究，重点研究传感器的新材料和新工艺；二是实现传感器的智能化。

1.1.4 传感器的国外发展情况及我国的对策

1.1.4.1 国外发展情况

美国传感器的发展战略是先军用后民用，先提高后普及的特点，产值和销售额约占世界一半；日本发展传感器的特点是立足于市场的需要，先普及后提高，既自行设计创新，又由美国引进和仿制。政府对传感器极为重视。因此，近年来，日本是传感器发展速度最快的国家；在 20 世纪 80 年代，苏联也十分重视传感器技术的发展，要求各部门

联合起来，共同制定跨部门的“传感器”规划。开展四个方面的工作：①研究新材料；②研究新工艺；③研究竞争力强，能批量生产的新型传感器；④开展传感器系列化和批量生产的计量工作。

1.1.4.2 我国的对策

我国传感器产业主要集中在机械电子工业、航空航天、科研院所和高等院校等部门。传感器企事业单位达 1300 多家，居世界之首。近年来，我国也出现了“传感器热”，从而大大促进了传感器的发展。为了加速发展我国的传感器技术，从以下几个方面着手：①重点研究新材料、新工艺；②大学、研究所和工厂联合开发传感器，缩短中间环节；③全国统一规划，联合开发，政府制定发展传感器的优惠政策，选择 50~100 个带方向性的重点课题给予资助。

1.2 检测技术的重要性与自动检测系统的构成

1.2.1 检测技术的重要性

检测是科学地认识各种现象的基础性的方法和手段。从这种意义上讲，检测技术是所有科学技术的基础。检测技术又是科学技术的重要分支，是具有特殊性的专门科学和专门技术。随着科学技术的进步和社会经济的发展，检测技术也正在迅速地发展，反过来检测技术的发展又进一步促进着科学技术的进步。同眼、耳、鼻等感觉器官对于人类的重要作用相类似，测量装置（传感器、仪器仪表等）作为科学性的感觉器官，在工业生产、科学研究、企业的科学管理方面是不可缺少的。

1.2.2 自动检测系统的构成

1.2.2.1 定义

自动检测系统是自动测量、自动计量、自动保护、自动诊断、自动信号等诸系统的总称。

1.2.2.2 构成框图

系统共同点：都包含被检测量、敏感元件、电子测量电路；系统的区别：在于输出单元（见图 1-1）。如果：①输出单元是显示器或记录器，则该系统叫自动测量系统；②输出单元是计数器或累加器，则该系统叫自动计量系统；③输出单元是报警器，则该系统叫自动保护系统（或叫自动诊断系统）；④输出单元是处理电路，则该系统叫自动管理系统（或自动控制系统或部分数据分析系统）。



图 1-1 自动检测系统构成

1.3 传感器与检测技术的发展方向

1.3.1 发现新现象

利用物理现象、化学反应和生物效应是各种传感器工作的基本原理。所以发现新现象与新效应是发展传感器技术的重要工作，是研制新型传感器的重要基础，其意义极为深远。

如：日本夏普公司利用超导技术研制成功高温超导磁传感器，是传感器技术的重大突破，其灵敏度比霍尔器件高，仅次于超导量子干涉器件，而其制造工艺远比超导量子干涉器件简单，它可用于磁成像技术，具有广泛的推广价值。

1.3.2 开发新材料

传感器材料是传感器技术的重要基础。如：半导体氧化物可以制造各种气体传感器，而陶瓷传感器工作温度远高于半导体，光导纤维的应用是传感器材料的重大突破，用它研制的传感器与传统的相比有突出的特点。有机材料做传感器材料的研究，引起国内外学者的极大兴趣。

1.3.3 采用微型加工技术

半导体技术中的加工方法：如氧化、光刻、扩散、沉积、平面电子工艺、各向异性腐蚀以及蒸镀、溅射薄膜工艺都可引进用于传感器制造，因而制造出各种各样的新型传感器。

1.3.4 研究多功能集成传感器

日本丰田研究所，开发出同时检测 Na^+ 、 K^+ 、 H^+ 等多离子传感器。传感器芯片尺寸： $2.5 \times 0.5 \text{mm}^2$ ，仅用一滴血液即可同时快速检测出其中 Na^+ 、 K^+ 、 H^+ 的浓度，对医院临床非常适用与方便。

1.3.5 智能化传感器

智能化传感器是一种带微处理器的传感器，它兼有检测、判断和信息处理功能。其典型产品，如：美国霍尼尔公司的 ST-3000 智能化传感器，其芯片尺寸： $3 \times 4 \times 2 \text{mm}^3$ ，采用半导体工艺，在同一芯片上制作 CPU、EPPOM 和静压、差压、温度等三种敏感元件。

1.3.6 航天传感器

航天飞机安装 3500 支左右传感器，对其指标性能都有严格要求。传感器对各种信息参数的检测，保证航天器按预定程序正常工作，起着极为重要作用。

1.3.7 仿生传感器

仿生传感器是模仿人的感觉器官的传感器，即视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉传感器等。目前只有视觉和触觉传感器解决的比较好。

1.3.8 提高系统性能

提高自动检测系统的检测分辨率、精度、稳定性、可靠性，这一直是传感器技术的研究课题和方向。

1.3.9 多种技术相结合构成智能化的自动检测系统

微电子技术、微型计算机技术、传感器技术多种技术相结合，可以构成新一代智能化的自动检测系统。

特点：测量精度、自动化程度、多功能方面都进一步提高。

1.3.10 多个、多种传感器组合构成特殊的自动检测系统

采用多个、多种传感器去探索检测（线的、面的、体的）空间参数及综合参数，以构成特殊的自动检测系统。

1.4 本课程的任务和目的

1.4.1 主要任务

传感器与检测技术是一门综合性很强的课程，又是在物理学、电工学、计算机、自动控制等先修课的基础上开设的一门重要专业基础课程。本课程的主要任务在于：①使学生掌握各类传感器的基本理论、基本概念；②常用传感器的工作原理、结构、特性和应用；③掌握现代检测技术的一般理论。

1.4.2 目的

本课程的目的主要是：①使学生能合理地选择和使用传感器；②掌握常用传感器的设计方法和实验研究方法；③具有组成自动检测系统的能力；④对自动检测系统中的技术问题具有一定的处理能力；⑤了解传感器国内外发展的动向。