

职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

 机电一体化专业系列

传感器与检测技术应用

□ 刘水平 杨寿智 主 编
□ 黄 志 主 审

- ▶ 体现新技术、新应用
- ▶ 理论与实践紧密结合
- ▶ 体例新颖、易学易懂



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



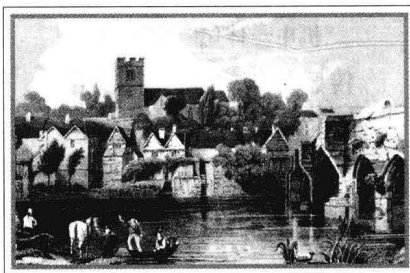
高级

职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

● 机电一体化专业系列

传感器与检测技术应用

□ 刘水平 杨寿智 主 编
□ 黄 志 主 审



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

传感器与检测技术应用 / 刘水平, 杨寿智主编. —北京:
人民邮电出版社, 2009.10
职业教育机电类技能人才培养规划教材
ISBN 978-7-115-20124-9

I. 传… II. ①刘…②杨… III. 传感器—检测—教材
IV. TP212

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第153217号

内 容 提 要

本书从实用角度出发, 主要介绍常用传感器的工作原理、外特性及基本应用电路, 并介绍了选择和应用传感器的基本技能。

全书共7个模块, 主要内容包括: 初识传感器、温度检测、力和压力检测、位置检测、液位检测、位移检测和新型传感器的应用。

本书可作为技工学校、技师学院以及各职业院校机电技术应用专业的专业课教材, 也可供相关从业人员参考。

职业教育机电类技能人才培养规划教材

机电一体化专业系列

传感器与检测技术应用

-
- ◆ 主 编 刘水平 杨寿智
主 审 黄 志
责任编辑 张孟玮
执行编辑 曾 斌
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
中国铁道出版社印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 8.5
字数: 210千字
印数: 1—3000册
- 2009年10月第1版
2009年10月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20124-9

定价: 14.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

职业教育机电类技能人才培养规划教材

专家指导委员会

陈德兴 陈玉堂 李春明 李献坤 邵佳明 俞勋良

编写委员会

主任委员

黄 志 刘钧杰 毛祥永 秦 伟 孙义宝

委 员

蔡 菘	曹 琪	陈海舟	陈长浩	陈建国	陈移新	成百辆	成振洋	崔元刚	邓万国
丁向阳	董国成	董伟平	董扬德	范继宁	封贵牙	冯高头	冯光明	高恒星	高永伟
葛小平	宫宪惠	顾颂虞	管林东	胡 林	黄汉军	贾利敏	姜爱国	金伟群	孔凡宝
李乃夫	李 煜	梁志彪	刘水平	柳 杨	陆 龙	吕 燕	罗 军	骆富昌	穆士华
钱 锋	秦红文	单连生	沈式曙	施梅仙	孙海锋	孙义宝	汤国泰	汤伟文	唐监怀
汪 华	王德斌	王立刚	王树东	王以勤	吴琰琨	解晨宁	许志刚	杨寿智	叶光胜
于书兴	于万成	袁 岗	张 鹜	张璐青	张明续	张启友	张祥宏	张 燊	赵 真
仲小敏	周成统	周恩兵	周晓宏	祝国磊					

审稿委员会

鲍 勇	蔡文泉	曹淑联	曹 勇	陈海波	陈洁训	陈林生	陈伟明	陈煜明	程显吉
崔 刚	但汉玲	邓德红	丁 辉	窦晓宇	冯广慧	付化举	龚林荣	何世勇	洪 杰
黄 波	黄建明	蒋咏民	康建青	李春光	李天亮	李铁光	梁海利	梁红卫	梁锦青
廖 建	廖圣洁	林志冲	刘建军	刘 立	刘 霞	柳胜雄	卢艾祥	吕爱华	罗谷清
罗 恺	罗茗华	罗晓霞	孟庆东	聂辉文	彭向阳	乔 宾	孙名楷	谭剑超	腾克勇
万小林	王大山	王 峰	王来运	王灵珠	王 茜	王为建	王为民	王学清	王屹立
王 勇	王玉明	王定勇	伍金浩	肖友才	谢 科	徐丽春	许建华	许启高	鄢光辉
严大华	严 军	杨小林	姚小强	姚雅君	叶桂容	袁成华	翟 勇	詹贵印	张 彬
张东勇	张旭征	张志明	钟建明	周朝辉	周凤顺	周青山	邹 江		

本书编委

刘水平 杨寿智 肖茂华 邓文灿 孙智娟



随着我国制造业的快速发展，高素质技术工人的数量与层次结构远远不能满足劳动力市场的需求，技术工人的培养培训工作已经成为国家大力发展职业教育的重要任务。为此，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于进一步加强高技能人才工作的意见》（中办发[2006]15号）的通知。目前，各类职业院校主动适应经济社会发展要求，主动开展教学研讨，探索更加适合当前技能人才需求的教育培养模式，对中高级技能人才的培养和培训工作起到了积极推动的作用。

职业教育要根据行业的发展和人才的需求，来设定人才的培养目标。当前各行业对技能人才的要求越来越高，而激烈的社会竞争和复杂多变的就业环境也使得职业教育学生只有确实地掌握一技之长才能实现就业。但是，加强技能培养并不意味着弱化或放弃基础知识的学习；只有扎实地掌握相关理论知识，才能自如地运用各种技能，甚至进行技术创新。所以，如何解决理论与实践相结合的问题，走出一条理实一体化的教学新路，是摆在职业教育工作者面前的一个重要课题。

我们本着为职业教育教学改革尽一份社会责任之目的，依据职业教育专家的研究成果，依靠技工学校教师和企业一线工作人员，共同参与“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题研究工作。在对职业教育机电类专业教学进行规划的基础上，我们的课题研究以职业活动为导向、以职业能力为核心，根据理论知识够用、强化技能训练的原则，将理论和实践有机结合，开发出机电类技能人才培养专业教学方案，并制定出每门课程的教学大纲，然后组织教学一线骨干教师进行教材的编写。

本套教材针对不同课程的教学要求采用“理实相结合”或“理实一体化”两种形式组织教学内容，首批55本教材涵盖2个层次（中级工、高级工），3个专业（数控技术应用、模具设计与制造、机电一体化）。教材内容统筹规划，合理安排知识点与技能训练点，教学内涵生动活泼，尽可能使教材体系和编写结构满足职业教育机电类技能人才培养教学要求。

我们衷心希望本套教材的出版能够对目前职业院校的教学工作有所帮助，并希望得到职业教育专家和广大师生的批评与指正，以期通过逐步调整、完善和补充，使之更符合机电类技能人才培养的实际。

“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题专家指导委员会

2009年2月



随着现代电子信息技术的快速发展，传感器与检测技术的应用越来越广泛，从家用电器到工业设备到处都有传感器的应用。

职业学校的“传感器与检测技术”课程在教学上存在的主要问题是传统的教学内容与现代企业传感器技术应用的差异较大，本书尝试改变对各种传感器进行原理性知识介绍的传统内容结构，按传感器的实际应用来构建本课程的体系，即传感器的工作原理及外部接线→传感器信号处理电路→传感器的应用训练→传感器的拓展知识。

本书的特点是从实践和应用角度出发，理论为实践服务。书中主要介绍用于参数测量的各种常用传感器的工作原理、外特性及基本应用电路，并通过传感器的应用训练使学生掌握其选择与应用的方法。根据测量的参数，读者可从本书中直接选用适用的传感器及相关的应用电路，还可以将本书提供的电路稍加修改应用到自己设计的系统中。这样可以节省设计者大量的时间，而使设计系统的性能达到最佳。通过对本书的学习，将使具备用于参数测量的各种常用传感器的基础知识和选择、应用传感器的基本技能。

本书体例新颖，文字表达简明扼要，注重将理论和实践有机结合，并通过配套的技能训练项目来加强对学生技能的培养。

本书的建议教学学时数为 62 学时，各模块的参考学时见下表。

模 块	课 程 内 容	学 时 分 配	
		讲 授	实 践 训 练
模块一	初识传感器	6	2
模块二	温度检测	6	2
模块三	力和压力检测	6	4
模块四	位置检测	10	4
模块五	液位检测	4	2
模块六	位移检测	6	2
模块七	新型传感器的应用	6	2
学 时 总 计		44	18

本书由刘水平、杨寿智任主编，刘水平编写了模块一、四、五，杨寿智编写了模块二、三，肖茂华与邓文灿编写了模块六，孙智娟编写了模块七。本教材的编写得到了成百辆、肖建章、龙飞文和李永忠的指导和帮助，黄志对本教材进行了审校，并提出了宝贵的意见，在此对他们表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。



目录

CONTENTS

模块一 初识传感器1	课题一 电阻应变片测力.....35
课题一 认识传感器.....2	一、基础知识.....35
一、基础知识.....2	二、课题实施.....39
二、课题实施.....7	三、课题小结.....41
三、课题小结.....10	四、拓展知识.....41
课题二 常用检测电路.....10	课题二 压电式传感器测力.....42
一、基础知识.....10	一、基础知识.....42
二、课题实施.....14	二、课题实施.....49
三、课题小结.....14	三、课题小结.....50
模块总线.....15	四、拓展知识.....50
综合练习.....15	课题三 电感式传感器测压力.....51
模块二 温度检测17	一、基础知识.....51
课题一 金属热电阻测温.....18	二、课题实施.....54
一、基础知识.....18	三、课题小结.....55
二、课题实施.....20	四、拓展知识.....55
三、课题小结.....20	模块总结.....55
四、拓展知识.....21	综合练习.....56
课题二 热敏电阻测温.....21	模块四 位置检测57
一、基础知识.....21	课题一 接近开关传感器.....58
二、课题实施.....23	一、基础知识.....58
三、课题小结.....25	二、课题实施.....60
四、拓展知识.....25	三、课题小结.....62
课题三 热电偶测温.....26	四、拓展知识.....62
一、基础知识.....26	课题二 电感式接近开关.....62
二、课题实施.....29	一、基础知识.....62
三、课题小结.....31	二、课题实施.....64
四、拓展知识.....31	三、课题小结.....64
模块总结.....32	四、拓展知识.....65
综合练习.....32	课题三 霍尔开关.....66
模块三 力和压力检测34	一、基础知识.....66
	二、课题实施.....68
	三、课题小结.....68

四、拓展知识	68	二、课题实施	97
课题四 光电开关	69	三、课题小结	98
一、基础知识	69	四、拓展知识	98
二、课题实施	73	课题三 光栅位移传感器测位移	99
三、课题小结	74	一、基础知识	99
四、拓展知识	74	二、课题实施	101
课题五 电容式接近开关	75	三、课题小结	102
一、基础知识	75	四、拓展知识	102
二、课题实施	76	模块总结	103
三、课题小结	77	综合练习	104
四、拓展知识	77	模块七 新型传感器的应用	105
模块总结	78	课题一 光纤传感器	106
综合练习	78	一、基础知识	106
模块五 液位检测	79	二、应用实例	107
课题一 电容式传感器测液位	80	三、课题小结	107
一、基础知识	80	四、拓展知识	108
二、课题实施	84	课题二 红外传感器	109
三、课题小结	85	一、基础知识	110
四、拓展知识	85	二、应用实例	111
课题二 超声波传感器	86	三、课题小结	112
一、基础知识	86	四、拓展知识	112
二、课题实施	89	课题三 图像传感器	113
三、课题小结	90	一、基础知识	114
四、拓展知识	90	二、应用实例	116
模块总结	91	三、课题小结	117
综合练习	91	四、拓展知识	117
模块六 位移检测	92	模块总结	118
课题一 电阻位移传感器测位移	93	综合练习	118
一、基础知识	93	附录 A CSY2000 传感器与检测技术试	
二、课题实施	94	验台	121
三、课题小结	95	附录 B 镍铬—镍硅(镍铝)K型热电偶	
四、拓展知识	95	分度表	125
课题二 感应同步器测位移	96	参考文献	126
一、基础知识	96		



学习目标

- ◎ 了解传感器的作用
- ◎ 熟悉传感器的主要性能指标
- ◎ 掌握传感器的基本构成及命名方法
- ◎ 熟悉传感器的常用检测电路

随着科学技术的发展，传感器及检测技术、通信技术和计算机技术构成了现代信息产业的三大支柱，分别充当信息系统的“感官”、“神经”和“大脑”，它们构成了一个完整的自动检测系统。在利用信息的过程中，首先要解决如何获取准确、可靠信息的问题，所以传感器精度的高低直接影响计算机控制系统的精度，可以说传感器在现代科学技术、工农业生产和日常生活中都起着不可替代的作用，是衡量一个国家科学技术发展水平的重要标志。

课题一

认识传感器

传感器几乎渗透到所有的技术领域，如工业生产、宇宙开发、海洋探索、环境保护、医学诊断、文物保护等领域，并逐渐深入到人们的日常生活中。

一、基础知识

1. 传感器的作用

在学习传感器之前，首先必须明确什么是传感器。传感器可以是单个的装置，也可以是复杂的组装体。但无论其构成怎样，它都具有一些相同的基本功能，即能感受（或响应）规定的被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置。根据字义可以理解传感器为“一感二传”，即感受信息并传递出去。

了解了什么是传感器后，就可以来探讨传感器的作用了。传感器是获取信息的工具，是现代工业社会自动检测与自动控制系统的主要环节。传感器技术主要用于两种不同的领域：一是采集信息，二是控制系统。

传感器常用来采集信息，给显示提供一种表征当前系统状态的参数数据。例如，汽车的速度和加速度传感器，可用于记录车辆性能或参数变化的情况，速度记录器用于载货汽车上，用以记录速度和对应的时间。

通常，用于控制系统的传感器与用于采集信息的传感器没有什么不同，它是利用传感器采集的信息去控制对象。在一个控制系统里，传感器采集的信号被输入控制器，然后，由控制器提供一个输出以控制被测的参数。例如数控机床中的位置检测，来自光栅传感器上的位置信息被用来保证工作台准确地停在指定位置上。

2. 传感器的组成

传感器通常由敏感元件、转换元件、转换电路及辅助电源组成，如图 1.1 所示。敏感元件是指传感器中能直接感受或响应被测量的部分；转换元件是指传感器中能将敏感元件感受或响应的被测量转换成适用于传输或测量的电信号的部分；转换电路是把转换元件输出的电信号变换为便于处理、显示、记录、控制和传输的可用电的信号的电路；辅助电源是提供传感器正常工作能源的电源。

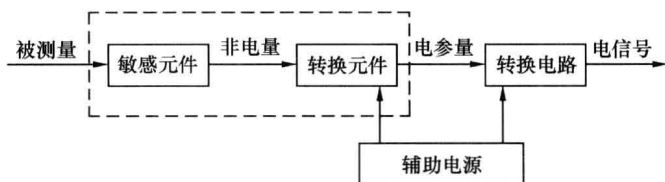


图 1.1 传感器的组成框图

应注意的是，并不是所有的传感器都必须包括敏感元件和转换元件。如果敏感元件直接输出的是电量，它就同时兼为转换元件；如果转换元件能直接感受被测量并输出与之成一定关系的电量，它就同时兼为敏感元件。例如压电晶体、热电偶、光敏元件等。敏感元件与转换元件合二为一的传感器是很多的。

3. 传感器的分类

传感器的种类名目繁多, 分类不尽相同。比较常用的分类方法如表 1.1 所示。

表 1.1 传感器分类

分类方法	传感器名称
按构成原理分类	结构型传感器(转换元件的结构参数发生变化)、物性型传感器(转换元件物理特性发生变化)
按被测量分类	温度传感器、力传感器、位移传感器、速度传感器、流量传感器、气体传感器等
按测量原理分类	电阻式传感器、电感式传感器、电容式传感器、压电式传感器、光电式传感器、磁电式传感器、热电式传感器等
按输出信号的性质分类	模拟式传感器、数字式传感器、开关型传感器

4. 传感器的命名与代号

(1) 传感器的命名。

传感器的命名由主题词加 4 级修饰语构成。

主题词——传感器, 代号 C;

第一级修饰语——被测量, 包括修饰被测量的定语;

第二级修饰语——转换原理, 一般可后续以“式”字;

第三级修饰语——特征描述, 指必须强调的传感器的结构、性能、材料特征、敏感元件及其他必要的性能特征, 一般可后续以“型”字;

第四级修饰语——主要技术指标, 如量程、精确度、灵敏度等。

本命名法在有关传感器的统计表格、图书索引、检索以及计算机汉字处理等特殊场合使用。

如: 传感器, 位移, 应变式, 100mm。

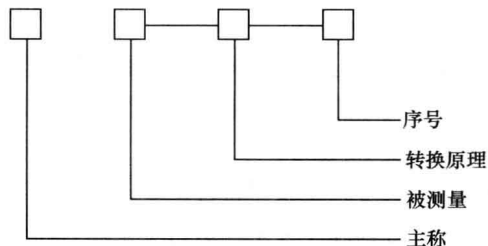
在技术文件、学术论文、教材及书刊的陈述句子中, 作为产品名称应采用与上述相反的顺序。

如: 10mm 应变式位移传感器。

在侧重传感器科学研究的文献、报告及有关教材中, 为方便对传感器进行原理及其分类的研究, 允许只采用第二级修饰语, 省略其他各级修饰语。

(2) 传感器的代号。

一般规定用大写汉语拼音字母和阿拉伯数字构成传感器的完整代号。传感器的完整代号应包括以下 4 个部分: 主称(传感器)、被测量、转换原理和序号。4 部分代号格式为



主称——传感器, 代号 C;

被测量——用一个或两个汉语拼音的第一个大写字母标记;

转换原理——用一个或两个汉语拼音的第一个大写字母标记;

序号——用一个阿拉伯数字标记, 厂家自定, 用来表征产品设计特性、性能参数、产品系列等。例如应变式位移传感器: 代号为 C WY—YB—20; 光纤式压力传感器: 代号为 C Y—GQ—2。

5. 传感器的主要性能指标

传感器的特性一般是指传感器的输入、输出特性, 它有静态和动态之分。下面仅介绍传感器的静态特性, 静态特性是指被测量处于稳定状态时的输入与输出的关系。如果被测量是一个不随时间变化或随时间变化缓慢的量, 可以只考虑其静态特性, 这时传感器的输入量与输出量之间在数值上具有一定的对应关系, 关系式中不含时间变量。对于静态特性而言, 传感器的输入量 x 与输出量 y 之间的关系通常表示为

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n \quad (1.1)$$

式中: a_0 ——输入量 x 为零时的输出量;

a_1, a_2, \cdots, a_n ——非线性系数, 各种系数决定了特性曲线的具体形式。

传感器的静态特性可用一组性能指标来描述, 如灵敏度、线性度、迟滞、重复性、分辨率、精度和漂移。

(1) 灵敏度。

灵敏度是指传感器在稳态下, 输出量的变化和引起此变化的输入量变化的比值, 可表示为

$$s = \frac{dy}{dx} \quad (1.2)$$

可见, 传感器输出曲线的斜率就是其灵敏度。对线性特性的传感器, 其特性曲线的斜率处处相同, 灵敏度 s 是一常数, 与输入量大小无关, 如图 1.2 (a) 所示; 而非线性传感器的灵敏度为

变量, 用 $s = \frac{dy}{dx}$ 表示, 实际上就是输入输出特性曲线上某点的斜率, 且灵敏度随输入量的变化而变化, 如图 1.2 (b) 所示。

(2) 分辨率。

分辨率是指传感器能检测出的被测信号的最小变化量。当被测信号的变化量小于分辨率时, 传感器对输入量的变化无任何反应。灵敏度越高, 分辨率越好。一般模拟式仪表的分辨率规定为最小刻度分格值的一半。数字式仪表的分辨率是最后一位数字。

(3) 线性度。

传感器的线性度是指传感器的输出与输入之间数量关系的线性程度。输出与输入关系可分为线性特性和非线性特性。从传感器的性能看, 希望具有线性关系, 即理想的输入输出关系。但实际遇到的传感器大多为非线性, 如图 1.3 所示。

静态特性曲线可通过实际测试获得。在获得特性曲线之后, 可以了解传感器的线性度。但是为了标定和数据处理的方便, 希望得到线性关系。这时可采用各种方法, 其中也包括硬件或软件补偿, 进行线性化处理。一般来说, 这些办法都比较复杂。所以在非线性误差不太大的情况下, 总是采用直线拟合的办法来线性化。在采用直线拟合线性化时, 输出输入的校正曲线与其拟合曲线之间的最大偏差, 就称为非线性误差或线性度。因此非线性误差, 是指传感器实际特性曲线与

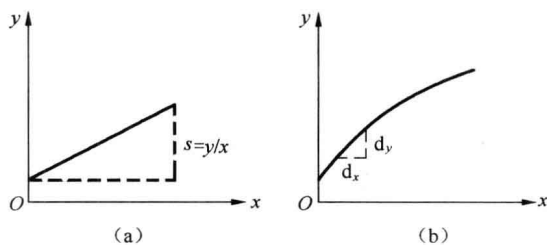


图 1.2 传感器的灵敏度示意图

拟合直线之间的最大偏差和传感器满量程输出的百分比，即

$$e_L = \frac{\Delta L_{\max}}{y_{\max} - y_{\min}} \times 100\% \quad (1.3)$$

式中： e_L ——线性度；

ΔL_{\max} ——传感器实际特性曲线与拟合直线之间的最大偏差；

y_{\max} ——传感器最大指示值；

y_{\min} ——传感器最小指示值。

(4) 迟滞。

传感器在正（输入量增大）反（输入量减小）行程中输出输入曲线不重合称为迟滞。迟滞特性如图 1.4 所示，它一般是由实验方法测得。迟滞误差一般以满量程输出的百分数表示，即

$$\gamma_H = \frac{\Delta H_{\max}}{y_{FS}} \times 100\% \quad (1.4)$$

式中： ΔH_{\max} ——正反行程间输出的最大差值；

y_{FS} ——满量程输出值。

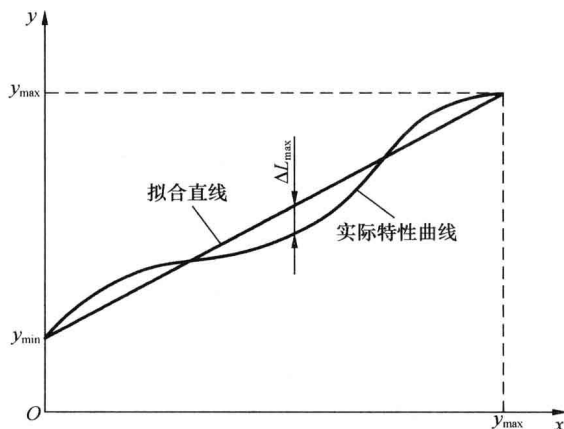


图 1.3 传感器线性度示意图

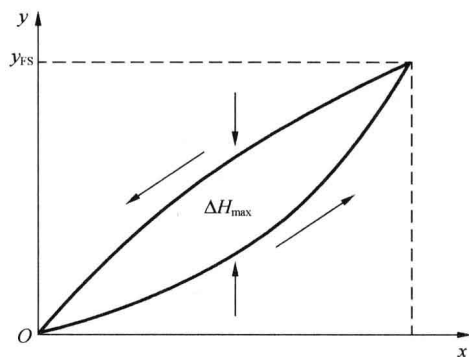


图 1.4 迟滞特性

迟滞误差也叫回程误差。回程误差常用绝对误差表示。检测回程误差时，可选择几个测试点。对应于每一个输入信号，传感器正行程及反行程中输出信号差值中的最大值即为回程误差。

产生这种现象的主要原因是由于传感器敏感元件材料的物理性质和机械零部件的缺陷所造成的，例如弹性敏感元件弹性滞后，运动部件摩擦，传动机构间隙，紧固件松动等。

(5) 重复性。

重复性是指传感器在输入量按同一方向作全量程连续多次变动时所得特性曲线不一致的程度，如图 1.5 所示。重复性误差属于随机误差，常用标准差计算，也可用正反行程的最大偏差表示，即

$$\gamma_R = \pm \frac{(2 \sim 3)\delta}{y_{FS}} \times 100\% \quad (1.5)$$

或

$$\gamma_R = \pm \frac{\Delta R_{\max}}{y_{FS}} \times 100\% \quad (1.6)$$

(6) 漂移。

传感器的漂移是指在输入量不变的情况下,传感器的输出量随时间变化,此现象称为漂移。产生漂移的原因有两个方面:一是传感器的自身结构参数;二是周围环境(如温度、湿度等)。最常见的漂移主要表现为温度零点漂移和温度灵敏度漂移。

(7) 精度。

精度用来评价系统的优良程度。精度分为精密度和准确度。精密度说明传感器输出值的分散性,即对某一稳定的被测量,由同一个测量者,用同一个传感器,在相当短的时间内连续重复测量多次,其测量结果的分散程度。精密度是随机误差大小的标志,精密度高,意味着随机误差小。

准确度说明传感器输出值与真值的偏离程度。例如某流量传感器的准确度为 $0.3\text{m}^3/\text{s}$,表示该传感器的输出值与真值偏离 $0.3\text{m}^3/\text{s}$ 。准确度是系统误差大小的标志,准确度高意味着系统误差小。注意,精密度高不一定准确度高,反之准确度高不一定精密度高。

6. 传感器的发展趋势

传感器技术是一项与现代技术密切相关的尖端技术,当前传感器技术的主要趋势是开展基础研究,发现新现象,开发传感器的新材料和新工艺,实现传感器的集成化与智能化。

(1) 开发新型传感器。

新型传感器包括:采用新原理,填补传感器空白,仿生传感器等方面。它们之间是互相联系的。

传感器的工作机理是基于各种效应和定律,由此启发人们进一步探索具有新效应的敏感功能材料,并以此研制出具有新原理的新型物性型传感器,这是发展高性能、多功能、低成本和小型化传感器的重要途径。结构型传感器发展得较早,目前日趋成熟。结构型传感器,一般说它的结构复杂,体积偏大,价格偏高。物性型传感器大致与之相反,具有许多的优点,加之过去发展也不够。世界各国都在物性型传感器方面投入大量人力、物力加强研究,从而使它成为一个值得注意的发展动向。

(2) 开发新材料。

传感器材料是传感器技术的重要基础,由于材料科学的进步,人们在制造产品时,可任意控制它们的成分,从而设计制造出用于各种传感器的功能材料。用复杂材料来制造性能更加良好的传感器是今后的发展方向之一。目前传感器所用的新型材料有半导体敏感材料、陶瓷材料、磁性材料和智能材料等。

例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。有机材料作为传感器材料的研究,引起国内外学者的极大兴趣。

(3) 新工艺的采用。

发展新型传感器,离不开新工艺的采用。新工艺的含义范围很广,这里主要指与发展新型传

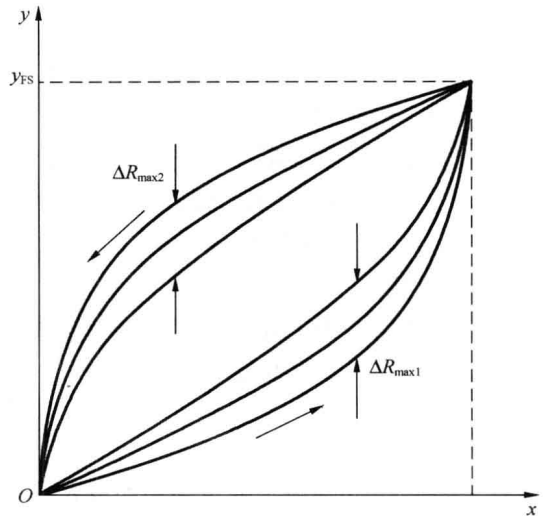


图 1.5 重复性

传感器联系特别密切的微细加工技术。该技术又称微机械加工技术，是近年来随着集成电路工艺发展起来的，它是离子束、电子束、分子束、激光束和化学刻蚀等用于微电子加工的技术，目前已越来越多地用于传感器领域。

例如利用半导体技术制造出压阻式传感器，利用薄膜工艺制造出快速响应的气敏、湿敏传感器，日本横河公司利用各向异性腐蚀技术进行高精度三维加工，在硅片上构成孔、沟棱锥、半球等各种开头，制作出全硅谐振式压力传感器。

(4) 集成化、多功能化。

为同时测量几种不同被测参数，可将几种不同的传感器元件复合在一起，作成集成块。例如一种温、气、湿三功能陶瓷传感器已经研制成功。

把多个功能不同的传感元件集成在一起，除可同时进行多种参数的测量外，还可对这些参数的测量结果进行综合处理和评价，可反映出被测系统的整体状态。

同一功能的多元件并列化，即将同一类型的单个传感元件用集成工艺在同一平面上排列起来，例如 CCD 图像传感器，多功能一体化，即将传感器与放大、运算以及温度补偿等环节一体化，组装成一个器件。

(5) 智能化。

对外界信息具有检测、数据处理、逻辑判断、自诊断和自适应能力的集成一体化多功能传感器，这种传感器具有与主机互相对话的功能，可以自行选择最佳方案，能将已获得的大量数据进行分割处理，实现远距离、高速度、高精度传输等。

智能传感器是传感器技术与大规模集成电路技术相结合的产物，它的实现取决于传感技术与半导体集成化工艺水平的提高与发展。这类传感器具有多功能、高性能、体积小、适宜大批量生产和使用方便等优点，是传感器重要的发展方向之一。如 DS18B20，传感器测量系统。

二、课题实施

课题名称：认识传感器。

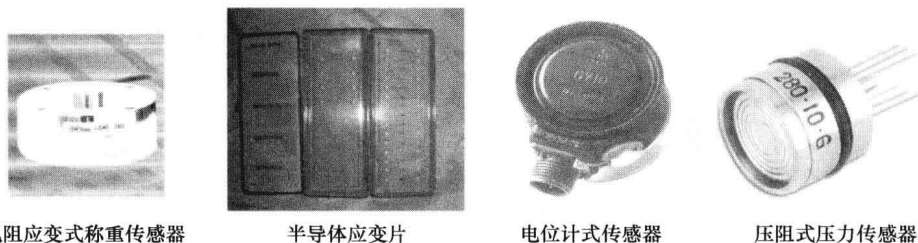
1. 训练目的

- (1) 通过传感器的图片了解各种传感器外形及功能。
- (2) 仔细查看传感器的命名方式及分类方式。

2. 训练步骤

- (1) 认识各类传感器。

图 1.6~图 1.14 所示为各种传感器的图片，熟悉这些图片做到根据外形可以确认传感器的类型。



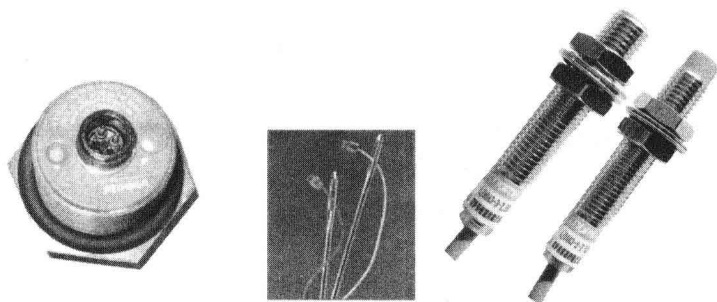
电阻应变式称重传感器

半导体应变片

电位计式传感器

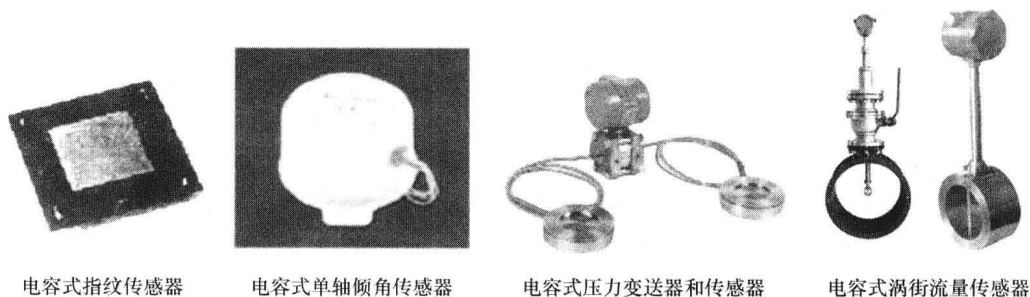
压阻式压力传感器

图 1.6 电阻应变式传感器



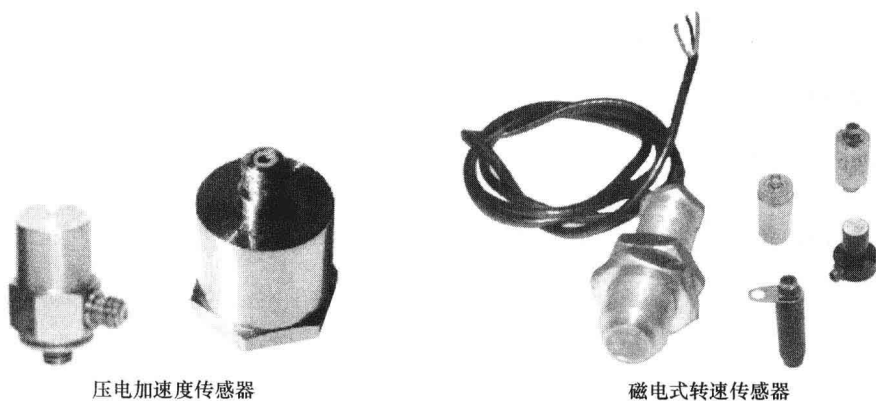
德国 RECHNER 电感式传感器 电涡流位移传感器 圆柱型电感式接近开关

图 1.7 电感式传感器



电容式指纹传感器 电容式单轴倾角传感器 电容式压力变送器和传感器 电容式涡街流量传感器

图 1.8 电容式传感器

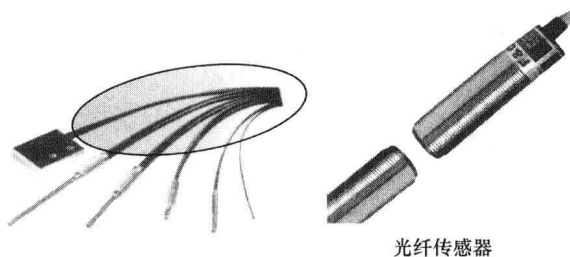


压电加速度传感器

磁电式转速传感器

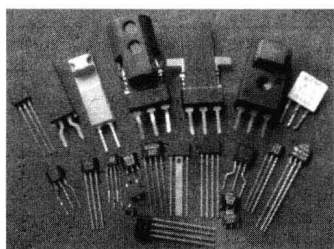
图 1.9 压电式传感器

图 1.10 磁电式传感器

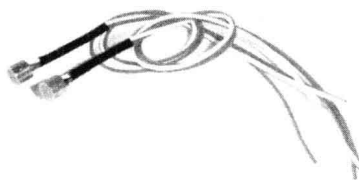


光纤传感器

图 1.11 光电式传感器

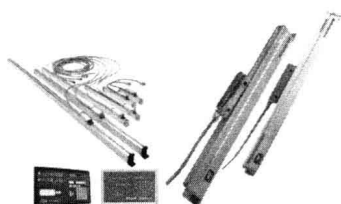


霍尔传感器

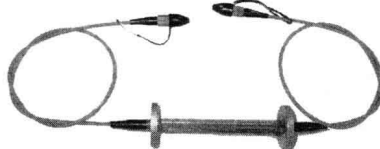


高转速磁敏转速传感器

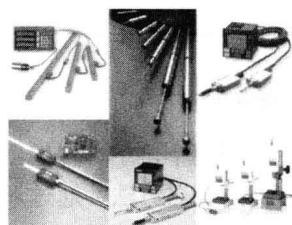
图 1.12 磁敏传感器



光栅传感器

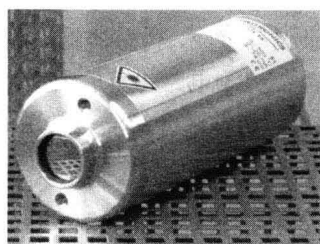


光栅埋入式应变传感器

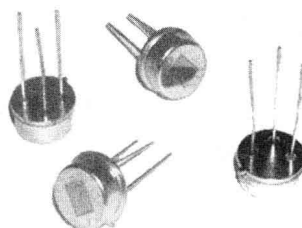


磁栅传感器

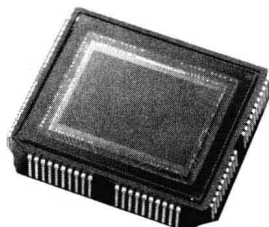
图 1.13 数字传感器



红外温度传感器



热释红外传感器



CCD 图像传感器



超声波距离传感器

图 1.14 其他传感器

(2) 分析各类传感器。

通过查询文献、网络搜寻等方法，收集各类传感器的信息。将它们的类别、基本原理、优缺点以及适用范围填入表 1.2 中。