

21 世纪高职高专系列教材

杨少春 主编

# 传感技术



湖北科学技术出版社

21 世纪高职高专系列教材

# 传 感 技 术

(修订版)

主 编 杨少春

副主编 宋烈武

参 编 诸小鹏 高俊岭 袁科新

主 审 王 川

湖北科学技术出版社

## 教材编委会

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 安志鹏 | 刘小芹 | 张学礼 | 姚建永 |
| 李旭  | 王川  | 杨少春 | 刘骋  |
| 尹建新 | 谢中华 | 宋烈武 | 蔡建国 |
| 杨忠旭 | 许胜辉 | 李海宁 |     |

# 前 言

高等职业技术教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着培养面向基层、面向生产、服务和管理的一线职业岗位实用型、技能型专门人才的任务。在 21 世纪高职高专教材编写委员会的关心和指导下,我们组织编写了电子技术专业类高职教材《传感技术》,供高等职业技术学院应用电子技术、机电应用技术以及工业自动化等相关专业使用。

本教材立足高职高专教育人才培养目标,突出实用性和针对性,以工程实用为主。介绍常用传感器的基本工作原理和相应的测量线路,以及应用实例。力求详细、通俗说明传感器将非电量转化成电信号的过程,而对其过程中的数学关系则不作重点讲述。即强化定性分析,淡化定量计算,突出实用技术。每章附有传感器在工程实践中的应用实例。在列举实例中尽量结合日常生活,并对产品工作原理作较详细分析,使学生学完以后,感到传感器在实践中的应用离我们生活并不遥远,从而激发学生的学习兴趣,在较轻松的环境中学好这门课程。本书介绍了力、湿度、温度、气体、光电、磁敏、微波和超声波传感器的原理、结构、性能及应用。并介绍了传感器与微机接口电路。最后第 10 章对传感器新技术作了简单介绍。附录对一些传感器新产品作了简单介绍。

本书绪论、第 1 章、第 8 章、第 10 章、附录由武汉职业技术学院杨少春编写。第 2 章、第 4 章由南京金陵科技学院诸小鹏编写。第 3 章、第 7 章、第 9 章由安徽理工大学职业技术学院高俊岭编写。第 5 章由山东商业职业技术学院袁科新编写。第 6 章由武汉职业技术学院宋烈武编写。全书由杨少春担任主编,宋烈武担任副主编。武汉职业技术学院电信工程系主任姚建永副教授对本教材的立项、编写大纲进行了审阅,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于时间紧迫,编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者  
2006. 1. 20

## 内 容 提 要

本书主要讲述了常用传感器的工作原理、特性及在实践中的应用。主要介绍了力敏传感器、湿度传感器、温度传感器、气体传感器、光电传感器、磁敏传感器,微波和超声波传感器,传感器与微处理器接口电路,传感器新技术简介。每章还附有习题。

本书突出高职教育的特点,注重实用技术,可作为应用电子技术、机电应用技术及工业自动化等相关专业高职、高专教材,也可供电大、职大等相关专业作教材选用。

# 目 录

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 绪 论 .....                  | (1)  |
| 1. 传感器的作用 .....            | (1)  |
| 2. 传感技术的特点 .....           | (1)  |
| 3. 本课程的任务 .....            | (1)  |
| 4. 怎样学好这门课程 .....          | (2)  |
| 第 1 章 传感器的基本概念 .....       | (3)  |
| 1.1 传感器的定义与组成 .....        | (3)  |
| 1.2 传感器的分类与特点 .....        | (3)  |
| 1.2.1 按被测物理量来分 .....       | (3)  |
| 1.2.2 按传感器工作原理来分 .....     | (4)  |
| 1.3 传感器的基本特性 .....         | (4)  |
| 1.3.1 传感器的静态特性 .....       | (4)  |
| 1.3.2 传感器的动态特性 .....       | (6)  |
| 小结 .....                   | (7)  |
| 习题 .....                   | (7)  |
| 第 2 章 力敏传感器 .....          | (8)  |
| 2.1 概述 .....               | (8)  |
| 2.2 电阻应变式传感器 .....         | (8)  |
| 2.2.1 电阻应变式传感器工作原理 .....   | (8)  |
| 2.2.2 电阻应变片传感器基本应用电路 ..... | (11) |
| 2.2.3 测重传感器应用实例 .....      | (14) |
| 2.3 压电传感器 .....            | (15) |
| 2.3.1 压电转换元件的工作原理 .....    | (15) |
| 2.3.2 压电传感器基本应用电路 .....    | (18) |
| 2.4 电容式传感器 .....           | (19) |
| 2.4.1 电容式传感器工作原理 .....     | (20) |
| 2.4.2 变介电常数型电容传感器 .....    | (20) |
| 2.4.3 变面积型电容传感器 .....      | (21) |
| 2.4.4 变极距型电容传感器 .....      | (22) |
| 2.5 力传感器应用举例 .....         | (23) |
| 小结 .....                   | (24) |
| 习题 .....                   | (24) |

---

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 第3章 湿度传感器 .....                 | (25) |
| 3.1 概述 .....                    | (25) |
| 3.1.1 湿度的定义及其表示方法 .....         | (25) |
| 3.1.2 湿度传感器的主要特性 .....          | (26) |
| 3.2 湿度传感器的分类及工作原理 .....         | (29) |
| 3.2.1 半导体陶瓷湿度传感器 .....          | (29) |
| 3.2.2 有机高分子湿度传感器 .....          | (30) |
| 3.2.3 含水量检测 .....               | (32) |
| 3.3 湿度传感器应用实例 .....             | (33) |
| 3.3.1 土壤湿度测量电路 .....            | (33) |
| 3.3.2 湿度控制装置 .....              | (33) |
| 3.3.3 录像机结露报警电路 .....           | (34) |
| 小结 .....                        | (35) |
| 习题 .....                        | (35) |
| 第4章 温度传感器 .....                 | (36) |
| 4.1 概述 .....                    | (36) |
| 4.2 热电阻及热敏电阻传感器 .....           | (36) |
| 4.2.1 热电阻、热敏电阻工作原理 .....        | (36) |
| 4.2.2 热电阻、热敏电阻基本应用电路 .....      | (39) |
| 4.3 热电偶传感器 .....                | (40) |
| 4.3.1 热电偶的工作原理 .....            | (40) |
| 4.3.2 常用热电偶及其结构 .....           | (43) |
| 4.3.3 热电偶基本应用电路 .....           | (44) |
| 4.4 半导体 PN 结温度传感器 .....         | (45) |
| 4.4.1 PN 结的温度特性 .....           | (45) |
| 4.4.2 半导体 PN 结温度传感器基本应用电路 ..... | (46) |
| 4.5 集成温度传感器 .....               | (47) |
| 4.5.1 集成温度传感器工作原理 .....         | (47) |
| 4.5.2 集成温度传感器基本应用电路 .....       | (48) |
| 小结 .....                        | (48) |
| 习题 .....                        | (49) |
| 第5章 气体传感器 .....                 | (50) |
| 5.1 概述 .....                    | (50) |
| 5.2 半导体气体传感器 .....              | (51) |
| 5.2.1 气敏电阻的工作原理 .....           | (51) |
| 5.2.2 氧化锡气敏器件 .....             | (52) |
| 5.3 常见气体传感器及其应用 .....           | (53) |
| 5.3.1 QM - N5 型气敏传感器及应用 .....   | (53) |

---

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 5.3.2 MQK-2 型气敏传感器及应用 ..... | (56)         |
| 5.3.3 TGS 系列气敏传感器及应用 .....  | (57)         |
| 小结 .....                    | (59)         |
| 习题 .....                    | (59)         |
| <b>第 6 章 光电传感器</b> .....    | <b>(60)</b>  |
| 6.1 概述 .....                | (60)         |
| 6.2 光电效应 .....              | (60)         |
| 6.2.1 外光电效应 .....           | (61)         |
| 6.2.2 内光电效应 .....           | (61)         |
| 6.3 光电转换元件 .....            | (63)         |
| 6.3.1 光电管、光电倍增管 .....       | (63)         |
| 6.3.2 光敏电阻 .....            | (67)         |
| 6.3.3 光敏晶体管 .....           | (69)         |
| 6.3.4 光电池 .....             | (72)         |
| 6.3.5 光敏晶闸管 .....           | (74)         |
| 6.3.6 光电耦合器件 .....          | (76)         |
| 6.4 光电传感器的应用实例 .....        | (80)         |
| 6.4.1 全自动声光控制电路 .....       | (80)         |
| 6.4.2 路灯自动亮灭电路 .....        | (81)         |
| 6.5 光纤传感器 .....             | (81)         |
| 6.5.1 光纤传感元件的结构 .....       | (82)         |
| 6.5.2 光纤传感器的原理、特点 .....     | (83)         |
| 6.5.3 光纤传感器的应用实例 .....      | (84)         |
| 6.6 红外传感器 .....             | (86)         |
| 6.6.1 红外辐射的基本知识 .....       | (86)         |
| 6.6.2 热释电型红外传感器 .....       | (88)         |
| 6.6.3 红外传感器应用实例 .....       | (89)         |
| 6.7 CCD 图像传感器 .....         | (92)         |
| 6.7.1 CCD 电荷耦合器件 .....      | (93)         |
| 6.7.2 CCD 图像传感器工作原理 .....   | (94)         |
| 6.7.3 CCD 图像传感器的应用 .....    | (96)         |
| 小结 .....                    | (98)         |
| 习题 .....                    | (99)         |
| <b>第 7 章 磁敏传感器</b> .....    | <b>(100)</b> |
| 7.1 概述 .....                | (100)        |
| 7.2 霍尔元件 .....              | (100)        |
| 7.2.1 霍尔元件的特点 .....         | (100)        |
| 7.2.2 霍尔集成电路 .....          | (104)        |

---

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 7.2.3 霍尔元件应用实例 .....          | (108)        |
| 7.3 磁敏电阻(MR) .....            | (111)        |
| 7.3.1 磁敏电阻的特点 .....           | (111)        |
| 7.3.2 磁敏电阻的应用实例 .....         | (112)        |
| 7.4 磁敏二极管与磁敏三极管 .....         | (113)        |
| 7.4.1 磁敏二极管 .....             | (113)        |
| 7.4.2 磁敏三极管 .....             | (116)        |
| 小结 .....                      | (118)        |
| 习题 .....                      | (119)        |
| <b>第8章 微波和超声波传感器</b> .....    | <b>(120)</b> |
| 8.1 微波传感器 .....               | (120)        |
| 8.1.1 概述 .....                | (120)        |
| 8.1.2 微波传感器及其分类 .....         | (120)        |
| 8.1.3 微波传感器的优点与存在的问题 .....    | (121)        |
| 8.1.4 微波传感器的应用 .....          | (121)        |
| 8.2 超声波传感器 .....              | (124)        |
| 8.2.1 超声波传感器的原理 .....         | (124)        |
| 8.2.2 超声波传感器的应用 .....         | (125)        |
| 8.2.3 超声波传感器应用实例 .....        | (125)        |
| 小结 .....                      | (127)        |
| 习题 .....                      | (127)        |
| <b>第9章 传感器与微处理器接口电路</b> ..... | <b>(128)</b> |
| 9.1 概述 .....                  | (128)        |
| 9.2 传感器输出信号与接口电路的特点 .....     | (128)        |
| 9.2.1 传感器输出信号的特点 .....        | (128)        |
| 9.2.2 传感器接口电路应满足的要求 .....     | (129)        |
| 9.3 传感器输出信号的检测电路 .....        | (130)        |
| 9.3.1 阻抗匹配器 .....             | (130)        |
| 9.3.2 电桥电路 .....              | (132)        |
| 9.3.3 放大电路 .....              | (134)        |
| 9.3.4 电荷放大器 .....             | (136)        |
| 9.3.5 抗扰电路 .....              | (136)        |
| 9.4 传感器与微型计算机的连接 .....        | (140)        |
| 9.4.1 多路模拟开关(MUX) .....       | (140)        |
| 9.4.2 采样保持器(S/H) .....        | (141)        |
| 9.4.3 模数转换电路(ADC) .....       | (143)        |
| 9.4.4 传感器电路应用实例 .....         | (145)        |
| 小结 .....                      | (146)        |

---

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| 习题 .....                     | (146)        |
| <b>第 10 章 传感器新技术简介 .....</b> | <b>(147)</b> |
| 10.1 传感器的发展趋势 .....          | (147)        |
| 10.2 生物传感器 .....             | (148)        |
| 10.2.1 生物传感器的原理 .....        | (148)        |
| 10.2.2 生物敏感膜 .....           | (148)        |
| 10.2.3 生物传感器的特点 .....        | (148)        |
| 10.2.4 生物传感器的分类 .....        | (149)        |
| 10.3 机器人传感器 .....            | (149)        |
| 10.3.1 机器人与传感器 .....         | (149)        |
| 10.3.2 机器人传感器的特点 .....       | (150)        |
| 10.3.3 机器人传感器的分类 .....       | (150)        |
| 10.3.4 触觉传感器 .....           | (151)        |
| 10.3.5 接近觉传感器 .....          | (151)        |
| 10.3.6 视觉传感器 .....           | (152)        |
| 10.3.7 听觉传感器 .....           | (153)        |
| 10.3.8 嗅觉传感器 .....           | (153)        |
| 10.3.9 味觉传感器 .....           | (153)        |
| 10.4 超导传感器 .....             | (153)        |
| 10.4.1 超导红外传感器 .....         | (154)        |
| 10.4.2 超导微波传感器 .....         | (154)        |
| 10.5 液晶传感器 .....             | (154)        |
| 10.5.1 液晶及其性质 .....          | (154)        |
| 10.5.2 液晶电磁场传感器 .....        | (155)        |
| 10.5.3 液晶电压传感器 .....         | (155)        |
| 10.5.4 液晶超声波传感器 .....        | (155)        |
| 小结 .....                     | (155)        |
| 习题 .....                     | (155)        |
| <b>参考文献 .....</b>            | <b>(156)</b> |
| <b>附录 传感器新产品简介 .....</b>     | <b>(157)</b> |

# 绪 论

## 1. 传感器的作用

随着电子信息技术的发展,现代测量、自动控制等方面的技术在国民经济和人类的日常生活中发挥着重大作用,但是这些先进的计算机和电子设备只能处理电信号,而自然界的物质有着不同的形态,表征物质特性或其运动形式的参数很多,如电、磁、光、声、热、力,从大的方面可分为电量和非电量两类。电量一般是物理学中的电子量,也就是大家熟悉的电压、电流、电容、电感等;非电量是指电量以外的如大家在自然界经常接触到的温度、压力、距离、流量、重量、速度、加速度、浓度、酸碱度、湿度、光、磁场等等。人类要认识物质及其本质,需要对上述非电物理量进行测量,而这些非电物理量却不能直接使用一般的电工仪表和电子仪器,因为一般的仪器、仪表要求输入的信号必须为电信号,而上述的非电量需要转换成与非电量有一定关系的电量,再运用电子设备和仪器进行测量。实现这种转换技术的器件就是传感器。

## 2. 传感技术的特点

传感器在自动检测、自动控制中表现出单纯、非凡的能力,总的来说有以下特点:

(1)用传感技术进行检测时,响应速度快,精确度高,灵敏度高

因为在一些特殊场合下,比如测飞机的强度,要在机身、机翼上贴上几百片应变片,在试飞时还要利用传感器测量发动机的参数(转速、转矩、振动)以及机上有关部位各种参数(应力、温度、流量)等,这就要求能够快速反应上述参数变化,要求灵敏度高。现在传感器检测温度可在  $-273 \sim 1\,000^{\circ}\text{C}$ ,湿度在几个  $\text{PPM} \sim 100\% \text{ RH}$ ,传感器精度可在  $0.001\% \sim 0.1\%$  范围内,传感器的可靠度可达  $8 \sim 9$  级。

(2)能在特殊环境下连续进行检测,便于自动记录

比如在人类无法存在的高温、高压、恶劣环境中,和人类五官不能感觉到的信息(如超声波、红外线等),连续检测、记录变化的数据。

(3)可与计算机相联,进行数据的自动运算、分析和处理

通过传感器将非电物理量转换成电信号后通过接口电路变成计算机能够处理的信号,进行自动运算、分析和处理。

## 3. 本课程的任务

本课程的任务是使学生:

1)对传感技术有一定的整体认识;

2)对常用传感器的原理、特点有一定的理解,对一些特殊的传感器有一定了解;

- 3) 熟悉常用传感器参数,具备正确选择传感器的能力;
- 4) 会分析由传感器组成的检测系统电路图。

#### 4. 怎样学好这门课程

由于传感技术具有广泛的应用,各行各业几乎无处不应用传感技术,由于篇幅和高职教育特点的限制,本书不可能对所有的传感器进行介绍,只能对常用的基本传感器进行分析。学生在学习这门课程时,首先对传感器将非电量转化成电信号的原理要弄懂,有些是直接将非电量转化成电信号,比如热电偶温度传感器,而有的则是经过中间的环节,比如力传感器,首先将外力转化成物体的形变,再转化成电阻的改变,进而再转化成电信号。对这些基本原理要了解,会分析传感器组成的基本测量电路的特点,最后分析由传感器组成的实用测量电路。在具体分析时,先分析其方框图,前后级的联接,然后将大电路图对照方框图分成若干部分,对每部分的每一级分析其工作特点,不必将重点放在每个元件上,最后将各级联接在一起,再分析整体电路的工作原理。在课余时间最好购买一些元器件,亲自动手制作、调试,这样才能加深印象,才能发现问题、解决问题,同时提高自己的水平。

# 第 1 章 传感器的基本概念

## 1.1 传感器的定义与组成

通过前面的介绍,我们对传感器有了一定的认识,但要完整地理解传感器的工作原理,进而正确使用,使它发挥作用,还需进一步学好下面的知识。

根据《中华人民共和国国家标准(GB/T7665-87)传感器通用术语》的规定,传感器的定义是,能感受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。通常由对被测量敏感的元件和转换元件组成,其中敏感元件是指传感器中能直接感受或响应被测量的部分,比如应变式压力传感器中的弹性膜片,就是敏感元件。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于传输或测量的电信号(电压、电流)部分,例如电阻应变片就是转换元件。

根据以上定义可画出传感器的组成方框图,如图 1-1 所示。

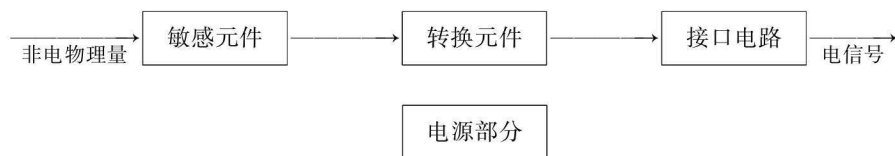


图 1-1 传感器组成框图

## 1.2 传感器的分类与特点

传感器常用的分类方法有两种,一种是按被测输入量来分,另一种是按传感器的工作原理来分。

### 1.2.1 按被测物理量来分

这种方法是根据被测量的性质进行分类,如被测量分别为温度、湿度、压力、位移、流量、加速度、光,则对应的传感器分别为温度传感器、湿度传感器、压力传感器、位移传感器、流量传感器、加速度传感器、光电传感器。常见的其他被测量还有力矩、质量、浓度、颜色等其相应的传感器,一般以被测量命名。这种分类方法的优点是比较明确地表达传感器的用途,为使用者提供了方便,可方便地根据测量对象选择所需要的传感器。其缺点是没有区分每种传感器在转换机理上有何共性和差异,不便于使用者掌握其基本原理及分析方法。

### 1.2.2 按传感器工作原理来分

这种分类方法是以工作原理来划分,将物理、化学、生物等学科的原理、规律和效应作为分类的依据,据此可将传感器分为:电阻式、电感式、电容式、阻抗式、磁电式、热电式、压电式、光电式、超声式、微波式等类别,这种分类方法有利于传感器的专业工作者从原理与设计上作归纳性的分析研究。

## 1.3 传感器的基本特性

传感器的基本特性一般是指传感器的输出与输入之间的关系,它有静态和动态之分。通常是以建立数学模型来体现,为了简化传感器的静、动态特性可以将其分开来研究。

### 1.3.1 传感器的静态特性

静态特性是指在静态信号作用下,传感器输出与输入量间的一种函数关系,其静态特性可表示为

$$Y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n \quad (1-1)$$

理想情况下,传感器输出量  $Y$  与输入量  $x$  之间的线性关系,也是通常我们所希望应具有的特性,即

$$Y = a_1x \quad (1-2)$$

常用的静态性能指标包括灵敏度、精确度、测量范围、量程、线性度、误差等。

#### 1. 灵敏度

传感器的灵敏度  $K$  是指达到稳定状态时,输出增量与输入增量的比值

$$K = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (1-3)$$

线性传感器的灵敏度就是其静态特性的斜率,而非线性传感器的灵敏度则是其静态特性曲线某点处切线的斜率。

#### 2. 线性度

线性度是传感器输出量与输入量之间的实际关系曲线偏离直线的程度,又称非线性误差,如图 1-2 所示,即在垂直方向上最大偏差  $|\Delta Y_{\max}|$  与最大输出  $Y_{\max}$  的百分比,图中  $\alpha_0$  称为零位输出,即被测量为零时传感器的指示值。

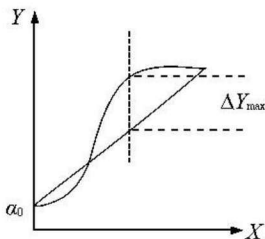


图 1-2 传感器的线性度误差

$$\gamma_L \% = \frac{|\Delta Y_{\max}|}{Y_{\max}} \times 100\% \quad (1-4)$$

数值越小则线性度越高,在使用时测量精度也越高,非线性大的传感器一般采用线性化补偿电路或机械式的非线性补偿机构,其电路及机构均较复杂,调试也较繁琐。

### 3. 重复性

重复性表示传感器在输入量按同一方向作全程连续多次变动时所得到的特性曲线的不一致程度,如图 1-3 所示,用公式表示为

$$\gamma_x \% = \frac{|\Delta m_{\max}|}{Y_{\max}} \quad (1-5)$$

其中,  $\Delta m_{\max}$  取  $\Delta m_1$ 、 $\Delta m_2$  中最大的计算,  $Y_{\max}$  为满量程输出值。

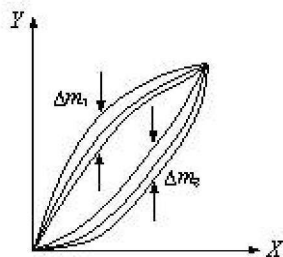


图 1-3 传感器的重复性

传感器输出特性的不重复性主要是由传感器的机械部分的磨损、间隙、松动、部件内摩擦、积尘、电路元件老化、工作点漂移等原因产生。

### 4. 迟滞现象

迟滞现象是传感器在正向行程(输入量增大)和反向行程(输入量减小)期间输出一输入曲线不重合的程度。如图 1-4 所示。

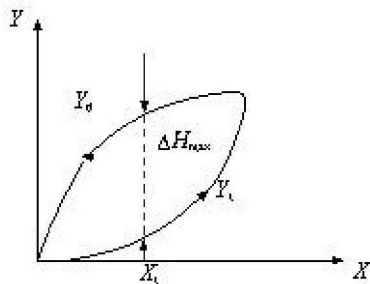


图 1-4 传感器的迟滞现象

即对应于同一大小的输入信号,传感器正、反行程的输出信号大小不相等。在行程环中同一输入量  $X_1$  对应的不同输出量  $Y_1$ 、 $Y_d$  的差值叫滞环误差,最大滞环误差用  $\Delta H_{\max}$  表示。

用最大偏差或最大偏差的一半与满量程输出值的比值的百分比来表示传感器的迟滞。

$$\gamma_H \% = \pm \frac{\Delta H_{\max}}{Y_{\max}} \times 100\% \quad (1-6)$$

或

$$\gamma_H \% = \pm \frac{1}{2} \frac{\Delta H_{\max}}{Y_{\max}} \times 100\% \quad (1-7)$$

迟滞现象反映了传感器机械结构和制造工艺上的缺陷,如轴承摩擦、间隙、螺钉松动、元件腐蚀等。

### 5. 精确度

传感器的精确度是指传感器的输出指示值与被测量约定真值的一致程度,它反映了传感器测量结果的可靠程度。在工程应用中,为了简单表示测量结果的可靠性程度,引入精确度这个等级概念,用  $A$  表示它允许的最大绝对误差与满度量程的比值的百分数,即

$$A = \frac{\Delta A}{Y_{\max}} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中, $A$ ——传感器精确度;

$\Delta A$ ——测量范围内允许的最大绝对误差;

$Y_{\max}$ ——满量程输出值。

常用的档次为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、4.0、5.0。例如 0.5 级的仪表表示其允许的最大使用误差为 0.5%。

### 6. 分辨力

传感器的分辨力是在规定测量范围内所能检测的输入量的最小变化量的能力。通常是以最小量程单位值表示。当被测量的变化值小于分辨力时,传感器对输入量的变化无任何反应。

### 7. 稳定性

它是指在室温条件下经过一定的时间间隔,传感器的输出与起始标定时的输出之间的差异。通常有长期稳定性(如年、月、日)和短期稳定性(如时、分、秒)之分,传感器的稳定性常用长期稳定性表示。

### 8. 漂移

传感器的漂移是指在外界的干扰下,输出量发生与输入量无关的不需要变化。漂移包括零点漂移和灵敏度漂移等。零点漂移和灵敏度漂移又可分为时间漂移和温度漂移。时间漂移是指在规定的条件下零点或灵敏度随时间的缓慢变化;温度漂移为因环境温度变化而引起的零点或灵敏度的变化。

## 1.3.2 传感器的动态特性

传感器的动态特性是指传感器在测量快速变化的输入信号情况下,输出对输入的响应特性。传感器测量静态信号时,由于被测量不随时间变化,测量和记录的过程不受时间限制,但是在工程实践中,检测的是大量随时间变化的动态信号,这就要求传感器不仅能精确地测量信号的幅值大小而且还能显示被测量随时间变化的规律,即正确地再现被测量波形。传感器测量动态信号的能力用动态特性来表示。

动态特性与静态特性的主要区别是:动态特性中输出量与输入量的关系不是一个定值,而是时间的函数,它随输入信号的频率而改变。

在动态测量中,当被测量作周期性变化时,传感器的输出值随着作周期性变化,其频率与前者相同,但输出幅值和相位随频率的变化而变化,这种关系称为频率特性。输出信号的幅值随频率变化而变化的特性称为幅频特性;输出信号的相位随频率的变化而变化的特性称为相频特性,幅值下降到稳定幅值的 0.707 倍时所对应的频率称为截止频率。

### 小 结

本章主要建立传感器的基本概念,了解传感器的组成方框图,使学生在开始学习时,首先对传感器有一个清醒的认识。接下来对传感器按物理量来分类,主要是同学们在日常生活中经常接触的物理量。另外传感器也可按工作原理来分类,各有所长,传感器静态特性是输入信号不随时间变化时的输出与输入之间的关系,传感器的动态特性是输入信号随时间变化的输出与输入之间的关系,同学们要重点理解,静态特性指标:灵敏度、线性度、重复性、迟滞现象、精确度、分辨力、稳定性、漂移。

### 习 题

1. 传感器如何定义?它由哪些部分组成?
2. 传感器是如何分类的,各有什么优点和缺点?
3. 什么是传感器的静态特性?它有哪些技术指标?