

国家职业教育改革发展示范学校重点建设专业精品教材  
工学结合示范教材

# 传感器 技术应用

王云汉 主编  
黄志 主审



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

国家职业教育改革发展示范学校重点建设专业精品教材  
工学结合示范教材

# 传感器技术应用

主 编 王云汉

副主编 谢志平 李荣隽

主 审 黄 志



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本教材从工程实践出发,提取出一系列的典型工作任务,着重工程实际应用能力的培养,同时兼顾了知识的完整性、逻辑性和系统性。内容上涵盖了:传感器与测量的基本知识、模拟式传感器(应变片传感器、电容式传感器、电感式传感器、压电式传感器、电阻式温度传感器、热电偶温度传感器、容积式流量传感器)、数字式传感器(霍尔传感器、光栅传感器、感应同步器、光电脉冲编码器、超声波测距传感器)、新技术传感器(仿生传感器、光纤传感器、集成一体化传感器)、传感器的典型新应用模式(数据采集系统、虚拟仪器、物联网)。本教材对各种传感器从工作原理到系统的组成,再到实际应用都做了全面的介绍,读者可以根据自身的情况,选择性地学习部分或全部知识点。读者在学习的过程中应注重培养自主学习、自主检验、自主反思总结和自主探索的能力,还需要注重团队合作意识与严谨细致的工作作风的培养。

本书可作为职业技术学院机电类专业“传感器应用技术”课程的教材,也适合电子制造和维修的技术人员、工程师及初学者使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

传感器技术应用 / 王云汉主编. —北京: 电子工业出版社, 2014.7  
国家职业教育改革发展示范学校重点建设专业精品教材 工学结合示范教材

ISBN 978-7-121-23053-0

I. ①传… II. ①王… III. ①传感器—职业教育—教材 IV. ①TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 081962 号

策划编辑: 张 帆

责任编辑: 郝黎明

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 787×1 092 1/16 印张: 13.25 字数: 339.2 千字

版 次: 2014 年 7 月第 1 版

印 次: 2014 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 29.50 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, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zits@phei.com.cn](mailto:zits@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

# 前 言

传感器是构建机电一体化系统不可或缺的组成部分，在其他电气系统、电子电器装置中也得到广泛的应用，“传感器应用技术”作为机电一体化专业的一门核心课程，在综合性、实用性等方面的特点非常突出，只有理论联系实际，在工作中锻炼学习的能力，在工作中检验学习的效果，才能真正掌握好这门课程和技术。

本书从工程实践中精选出的应用传感器的典型案例出发，介绍了各种传感器的基本原理，重点放在实际应用的方法和方式上，也注重培养学生的自主学习、自主检验、自主反思总结和自主探索能力，读者在学习这门课程的过程中还需要注重团队合作意识与严谨细致的工作作风的培养。

本书由广东省高级技工学校电气工程系王云汉主编，谢志平、李荣隽副主编，刘芳、张岚、徐爱民、李俊湘、黄海兵参编。

本教材的编写人员及任务分配情况如下：

任务一～五：李荣隽；任务六～十三：徐爱明；任务十四～十七：谢志平；任务十八～二十：张岚；任务二十一：刘芳；任务二十二：黄海兵；任务二十三：李俊湘。

由于时间紧迫，编者水平有限，教材中难免存在错误和缺陷，请各位读者和教师提出宝贵意见，以期在再版时修订，联系邮箱：[yunhan21@163.com](mailto:yunhan21@163.com)。

全书由广东省技师学院黄志审稿，他对本书进行了认真审阅，提出了很好的意见和建议，作者在此表示衷心感谢。另外，对本书提出过宝贵修改意见的同志，作者在这里一并向他们表示诚挚的感谢。

限于编者水平，书中错误及不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

任务一 测量的概念	1
1.1 任务页	1
学习任务描述	1
1.2 学习页	2
学习目标	2
知识要点	2
做一做	2
想一想	3
知识拓展	3
任务二 测量系统的组成	4
2.1 任务页	4
学习任务描述	4
2.2 学习页	5
学习目标	5
知识要点	5
做一做	5
想一想	6
知识拓展	6
任务三 测量误差及仪表等级	7
3.1 任务页	7
学习任务描述	7
3.2 学习页	8
学习目标	8
知识要点	8
做一做	9
想一想	9
知识拓展	9
任务四 传感器及基本技术性能	10
4.1 任务页	10
学习任务描述	10
4.2 学习页	11

学习目标	11
知识要点	11
做一做	11
想一想	12
知识拓展	12
<b>任务五 测量系统的抗干扰技术</b>	<b>13</b>
5.1 任务页	13
学习任务描述	13
5.2 学习页	14
学习目标	14
知识要点	14
做一做	15
想一想	15
知识拓展	15
<b>任务六 电阻应变片传感器</b>	<b>16</b>
6.1 任务页	16
学习任务描述	16
任务实施	16
知识要点	17
综合评定	18
6.2 学习页	20
学习目标	20
相关知识	20
<b>任务七 电容式传感器</b>	<b>28</b>
7.1 任务页	28
学习任务描述	28
任务实施	28
知识要点	29
综合评定	30
7.2 学习页	32
学习目标	32
相关知识	32
<b>任务八 电感式传感器</b>	<b>37</b>
8.1 任务页	37
学习任务描述	37
任务实施	37
知识要点	38
综合评定	39
8.2 学习页	41
学习目标	41

相关知识	41
<b>任务九 压电式传感器</b>	49
9.1 任务页	49
学习任务描述	49
任务实施	49
知识要点	50
综合评定	51
9.2 学习页	53
学习目标	53
相关知识	53
<b>任务十 电阻式温度传感器</b>	58
10.1 任务页	58
学习任务描述	58
任务实施	58
知识要点	59
综合评定	60
10.2 学习页	62
学习目标	62
知识要点	62
<b>任务十一 热电偶式温度传感器</b>	70
11.1 任务页	70
学习任务描述	70
任务实施	70
知识要点	71
综合评定	72
11.2 学习页	74
学习目标	74
相关知识	74
<b>任务十二 容积式流量计</b>	79
12.1 任务页	79
学习任务描述	79
任务实施	79
知识要点	80
综合评定	81
12.2 学习页	83
学习目标	83
相关知识	83
<b>任务十三 霍尔传感器的应用</b>	88
13.1 任务页	88
学习任务描述	88

任务实施	88
知识要点	90
综合评定	91
13.2 学习页	93
学习目标	93
相关知识	93
知识拓展	99
<b>任务十四 光栅传感器的应用</b>	<b>100</b>
14.1 任务页	100
学习任务描述	100
任务实施	100
知识要点	102
综合评定	103
14.2 学习页	105
学习目标	105
相关知识	105
想一想	109
知识拓展	110
<b>任务十五 感应同步器的应用</b>	<b>111</b>
15.1 任务页	111
学习任务描述	111
任务实施	111
知识要点	113
综合评定	114
15.2 学习页	116
学习目标	116
相关知识	116
想一想	120
知识拓展	120
<b>任务十六 光电编码器的应用</b>	<b>122</b>
16.1 任务页	122
学习任务描述	122
任务实施	122
知识要点	126
综合评定	127
16.2 学习页	128
学习目标	128
相关知识	129
想一想	131
知识拓展	131



任务十七 超声波传感器的应用	132
17.1 任务页	132
学习任务描述	132
任务实施	132
知识要点	135
综合评定	136
17.2 学习页	138
学习目标	138
相关知识	138
想一想	143
知识拓展	143
任务十八 仿生传感器	145
18.1 任务页	145
学习任务描述	145
任务实施	145
知识要点	146
综合评定	147
18.2 学习页	149
学习目标	149
相关知识	149
知识拓展	154
任务十九 光纤传感器	156
19.1 任务页	156
学习任务描述	156
任务实施	156
知识要点	157
综合评定	158
19.2 学习页	159
学习目标	159
相关知识	160
知识拓展	163
任务二十 集成一体化传感器 (DS18B20)	165
20.1 任务页	165
学习任务描述	165
任务实施	166
知识要点	167
综合评定	168
20.2 学习页	170
学习目标	170
相关知识	170

知识拓展·····	177
<b>任务二十一 典型数据采集系统的应用</b> ·····	<b>178</b>
21.1 任务页·····	178
学习任务描述·····	178
综合评定·····	179
21.2 学习页·····	181
学习目标·····	181
相关知识·····	181
知识要点·····	183
做一做·····	184
想一想·····	185
知识拓展·····	185
<b>任务二十二 虚拟仪器</b> ·····	<b>186</b>
22.1 任务页·····	186
学习任务描述·····	186
综合评定·····	187
22.2 学习页·····	189
学习目标·····	189
相关知识·····	189
知识要点·····	191
做一做·····	192
想一想·····	193
知识拓展·····	193
<b>任务二十三 物联网应用实验</b> ·····	<b>194</b>
23.1 任务页·····	194
学习任务描述·····	194
综合评定·····	195
23.2 学习页·····	196
学习目标·····	196
相关知识·····	197
知识要点·····	199
做一做·····	199
想一想·····	200
知识拓展·····	200

# 任务一

## 测量的概念

### 1.1 任务页



#### 学习任务描述

##### 1. 必要的器材设备

- (1) 双金属温度计;
- (2) 高温管型炉;
- (3) 弹簧管压力表;
- (4) 手操泵;
- (5) 热电偶;
- (6) 温度显示仪;
- (7) 压力变送器;
- (8) 压力显示仪;
- (9) FLUKe 温度、压力校准仪。

##### 2. 实施内容

- (1) 观看双金属温度计、弹簧管压力表的外观结构;
- (2) 了解双金属温度计、弹簧管压力表的工作原理;
- (3) 了解热电偶, 压力变送器的外观结构;
- (4) 了解热电偶, 压力变送器的工作原理;
- (5) 了解温度、压力等物理量的实际测量过程;
- (6) 了解测量三要素。

##### 3. 合格水平

- (1) 具有强烈的安全意识。
- (2) 熟悉并遵守电工安全操作规范。
- (3) 掌握相关学习内容:

- ① 了解实际测量过程;
- ② 了解测量结果的误差;
- ③ 掌握测量三要素。
- (4) 整个过程符合 6S 管理的要求。

## 1.2 学习页

### 学习目标

1. 了解测量的概念。
2. 掌握测量过程的三要素。

### 知识要点

#### 1. 测量的基础知识

- (1) 测量技术是指\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_的全过程。
- (2) 测量工作的主要任务是: 尽可能准确地获取\_\_\_\_\_。
- (3) 进行测量时, 首先要有\_\_\_\_\_, 然后要\_\_\_\_\_, 再使用\_\_\_\_\_测得被测值。
- (4) 测量过程三要素: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

#### 2. 测量过程及变换

- (1) 测量变换就是\_\_\_\_\_。
- (2) 能够实现\_\_\_\_\_的元件就是我们常说的传感器。
- (3) 在测量中能\_\_\_\_\_称自动检测。

### 做一做

#### 1. 组建温度测量系统

- (1) 了解温度测量系统的各组成部分。
- (2) 将热电偶与温度显示仪相连, 接通电源, 将热电偶放入高温管型炉, 改变炉温观察显示仪显示的温度值。
- (3) 将双金属温度计、热电偶放入炉中, 10 分钟后读数, 并与温度校准仪对比。
- (4) 用温度校准仪进行校准。

(5) 在表中记录测量过程中的数据。

序 号	常 温	100℃	200℃	300℃
温度显示仪示值				
双金属温度计示值				
温度校准仪示值				

## 2. 测量结果分析

- (1) 不同测量方式的对比。
- (2) 不同的温度传感器测量时中间量是什么？



### 想一想

如果想组成一个测量精度要求较高的温度测量系统，应该选用什么类型的温度传感器？



### 知识拓展

1. 测量单位的统一有什么意义？
2. 国际单位制有哪些基本单位？
3. 我国的法定计量单位是国际单位制单位吗？

## 任务二

# 测量系统的组成

## 2.1 任务页



### 学习任务描述

#### 1. 必要的器材设备

- (1) 双金属温度计;
- (2) 高温管型炉;
- (3) 弹簧管压力表;
- (4) 手操泵;
- (5) 热电偶;
- (6) 温度显示仪;
- (7) 压力变送器;
- (8) 压力显示仪;
- (9) FLUKe 温度、压力校准仪。

#### 2. 实施内容

- (1) 了解温度、压力等物理量的实际测量过程。
- (2) 了解测量系统的组成:
  - ① 模拟式测量系统;
  - ② 数字式测量系统。

#### 3. 合格水平

- (1) 具有强烈的安全意识。
- (2) 熟悉并遵守电工安全操作规范。
- (3) 掌握相关学习内容:
  - ① 了解实际测量系统的基本组成;
  - ② 模拟式测量系统;

- ③ 数字式测量系统；
  - ④ 了解各组成部分的作用；
  - ⑤ 了解模拟式测量系统、数字式测量系统的特点。
- (4) 整个过程符合 6S 管理的要求。

## 2.2 学习页



### 学习目标

1. 了解测量系统的基本组成。
2. 掌握简单数据采集系统的构建与调试。



### 知识要点

#### 1. 测量系统的组成基础知识

- (1) 系统是指\_\_\_\_\_。
- (2) 测量系统是指\_\_\_\_\_。
- (3) 为了测量一个被测量，需要设置由\_\_\_\_\_组成的测量系统来完成。
- (4) 一个完整的测量系统应具有\_\_\_\_\_功能、\_\_\_\_\_功能、\_\_\_\_\_功能、\_\_\_\_\_功能。
- (5) 测量系统可分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种。

#### 2. 测量系统的组成

- (1) 传感器是\_\_\_\_\_。
- (2) 中间变换器是\_\_\_\_\_。
- (3) 显示装置是\_\_\_\_\_。



### 做一做

#### 组成实际压力测量系统

- (1) 学会压力测量系统各组成部分的使用。
- (2) 连接压力变送器与压力显示仪，接好电源，手操泵和弹簧管压力表。
- (3) 在压力表的量程范围内用手操泵打压。

- (4) 对比压力显示仪与弹簧管压力表的示值。
- (5) 在表中记录测量过程中的数据。

序号	弹簧管压力表示值	压力变送器输出值	压力显示仪示值	偏差
1				
2				
3				
4				
5				



### 想一想

1. 如果想建立一个压力自动控制系统，应该使用什么类型的压力传感器？
  
2. 高精度的测量系统存在误差吗？



### 知识拓展

1. 你认为测量系统的精度取决于什么装置？
  
2. 要想提高测量精度应该采取怎样的配置？
  
3. 压力信号的取样点靠近管道阀门处有影响吗？



# 任务三

## 测量误差及仪表等级

### 3.1 任务页



#### 学习任务描述

##### 1. 必要的器材设备

- (1) 双金属温度计;
- (2) 高温管型炉;
- (3) 弹簧管压力表;
- (4) 手操泵;
- (5) 热电偶;
- (6) 温度显示仪;
- (7) 压力变送器;
- (8) 压力显示仪;
- (9) FLUKe 温度、压力校准仪;
- (10) 标准弹簧管压力表;
- (11) 压力校验台。

##### 2. 实施内容

了解温度、压力等物理量的实际校准过程并学会具体的使用方法:

- ① 选取双金属温度计、热电偶、温度显示仪等进行校准;
- ② 了解仪表精确度等级;
- ③ 了解误差的概念。

##### 3. 合格水平

- (1) 具有强烈的安全意识。
- (2) 熟悉并遵守电工安全操作规范。
- (3) 掌握相关学习内容: