

“十二五”江苏省高等学校重点教材  
新世纪电气自动化系列精品教材

XINSHIJIDIANQIZIDONGHUAXILIEJINGPINJIAOCAI

CHUANGANQIYUCELIANGJISHU  
XUEXIZHIDAOYUSHIJIAN

# 传感器与测量技术

## 学习指导与实践

主 编 / 胡福年

副主编 / 王晓燕 丁启胜 白春艳



东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

“十二五”江苏省高等学校重点教材  
新世纪电气自动化系列精品教材

# 传感器与测量技术学习指导与实践

主 编 胡福年

副主编 王晓燕 丁启胜 白春艳



东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

## 内 容 简 介

本书分为两篇,第一篇为学习指导,学习指导与教材相辅相成,每一章由内容概要、例题分析、应用举例以及习题组成。第二篇为实验实训指导,其中基础实验项目包括电阻应变片实验,电容式传感器实验,霍尔式传感器实验,电涡流传感器实验,铂电阻实验,热电偶实验,集成温度传感器实验,光纤传感器实验,差动变压器实验等;实训项目包括数字式电参数测量仪设计,电阻应变片式数字压力传感器设计,电容式数字位移传感器设计,K型热电偶数字温度传感器设计,基于数字温度传感器 DS18B20 的测温仪设计,电涡流数字位移传感器设计,光电传感器测速系统设计,超声波传感器测距系统设计等。

本书可作为普通高等学校电气工程及其自动化专业、测控技术与仪器专业、自动化专业以及相关专业的本科实践教材,也可作为高职高专教育的实践教材,还可作为研究生和工程技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

传感器与测量技术学习指导与实践/胡福年主编.

—南京:东南大学出版社,2015.12

“十二五”江苏省高等学校重点教材

新世纪电气自动化系列精品教材

ISBN 978-7-5641-6195-8

I. ①传… II. ①胡… III. ①传感器-高等学校-教

学参考资料②测量学-高等学校-教学参考资料

IV. ①TP212②P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 301930 号

### 传感器与测量技术学习指导与实践

---

出版发行 东南大学出版社

出版人 江建中

社 址 南京市四牌楼 2 号

邮 编 210096

---

经 销 全国各地新华书店

印 刷 南京工大印务有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 11.25

字 数 285 千字

版 次 2015 年 12 月第 1 版

印 次 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5641-6195-8

印 数 1—2500 册

定 价 28.00 元

---

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830)

# 前 言

本书是“十二五”江苏省高等学校重点教材。根据《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020)》要求,高等学校对实践教学的日益重视。为了满足教学改革要求,为社会输送创新能力强、适应工程需要的专业技术人才,本书不仅为传感器与测量技术的理论学习提供指导,而且将实践教学内容进行分类整理,着重培养学生的实践操作能力以及设计创新能力。

本书共分两篇,第一篇为学习指导,第二篇为实验实训指导。学习指导部分共分为12章,与《传感器与测量技术》教材理论内容相呼应,相辅相成,由教材对应章节的内容概要、例题分析、应用举例以及习题四部分组成,主要目的是帮助学生把握主要知识脉络,掌握知识框架;辅助习题练习,巩固知识点的掌握;并且通过了解现代传感和电气测量新技术、新原理的应用实例,开阔视野,激发创新意识,提高创新能力。第二篇实验实训指导包括基础实验项目和实训项目两部分。基础实验项目由12个实验内容组成,主要包括电阻应变片传感器、电容式传感器、电涡流传感器、霍尔传感器等常用传感器的特性测试实验;通过基础实验项目的训练,能够帮助学生更好地了解相关传感器的工作原理与特性,深化对理论内容的理解与掌握。实训项目部分由10个设计项目组成,主要是引导学生结合所学传感器与测量技术等专业知识自行设计、研制一些数字式、智能化测量仪表和测试系统;旨在进一步提升锻炼学生的实践动手能力,综合运用所学知识解决实际工程问题的能力,以及进一步培养锻炼其创新能力。

本书编写分工如下:第一篇学习指导部分的第1章至第4章由白春艳编写,第5章至第8章由丁启胜编写,第9章至第12章由王晓燕编写;第二篇实验实训指导部分由王晓燕编写完成,全书由胡福年教授统稿。

本书可与《传感器与测量技术》教材配套使用,便于将理论学习与工程实践有机结合。《传感器与测量技术》教材内容全面,适用范围广,可作为普通高等学校电气工程及其自动化专业、测控技术与仪器专业、自动化专业以及相关专业的本科教材。

本书实验实训部分在本校自主研发的实验装置上实施教学,效果更佳。该

实验装置是一种开放式、模块化、系统化的传感器技术实验、实训系统。该系统集传感信号检测、转换、调理、数字化处理、上位机数据分析管理于一体。既可面向本科生开设的传感器信号检测与转换类课程的实验教学,也可以面向智能仪器类相关课程的实验教学。同时也可以作为本科生进行课程设计、实训、科技创新的实践平台。该实验装置能开设的实验项目分为三个层次:基础型实验项目、拓展型实验项目、研发创新型实验项目,能够完整地体现出“模拟”、“数字”、“智能”三级逐步提升的传感信号检测与转换电路的技术层次。

由于编者的水平有限,书中难免存在不妥和疏漏之处,恳请读者批评指正。

编者

2015年9月

# 目 录

## 第一篇 学习指导

<b>1</b>	传感器与测量的基本知识 .....	( 1 )
1.1	内容概要 .....	( 1 )
1.2	例题分析 .....	( 2 )
1.3	习题 .....	( 4 )
<b>2</b>	测量误差 .....	( 7 )
2.1	内容概要 .....	( 7 )
2.2	例题分析 .....	( 7 )
2.3	习题 .....	( 17 )
<b>3</b>	电量的测量 .....	( 22 )
3.1	内容概要 .....	( 22 )
3.2	例题分析 .....	( 23 )
3.3	习题 .....	( 31 )
<b>4</b>	典型非电量的测量 .....	( 37 )
4.1	内容概要 .....	( 37 )
4.2	例题分析 .....	( 40 )
4.3	习题 .....	( 56 )
<b>5</b>	阻抗式结构型传感器 .....	( 63 )
5.1	内容概要 .....	( 63 )
5.2	例题分析 .....	( 64 )
5.3	应用举例 .....	( 66 )
5.4	习题 .....	( 70 )
<b>6</b>	压电式传感器 .....	( 72 )
6.1	内容概要 .....	( 72 )
6.2	例题分析 .....	( 72 )
6.3	应用举例 .....	( 74 )
6.4	习题 .....	( 78 )

<b>7</b>	<b>光电式传感器</b> .....	( 80 )
7.1	内容概要 .....	( 80 )
7.2	例题分析 .....	( 81 )
7.3	应用举例 .....	( 83 )
7.4	习题 .....	( 86 )
<b>8</b>	<b>磁敏传感器</b> .....	( 88 )
8.1	内容概要 .....	( 88 )
8.2	例题分析 .....	( 89 )
8.3	应用举例 .....	( 91 )
8.4	习题 .....	( 95 )
<b>9</b>	<b>化学传感器</b> .....	( 97 )
9.1	内容概要 .....	( 97 )
9.2	例题分析 .....	( 98 )
9.3	化学传感器的应用 .....	( 100 )
9.4	习题 .....	( 101 )
<b>10</b>	<b>生物传感器</b> .....	( 102 )
10.1	内容概要 .....	( 102 )
10.2	例题分析 .....	( 103 )
10.3	生物传感器的应用 .....	( 104 )
10.4	习题 .....	( 106 )
<b>11</b>	<b>数字式传感器</b> .....	( 107 )
11.1	内容概要 .....	( 107 )
11.2	例题分析 .....	( 108 )
11.3	数字式传感器的应用 .....	( 110 )
11.4	习题 .....	( 111 )
<b>12</b>	<b>智能传感器</b> .....	( 113 )
12.1	内容概要 .....	( 113 )
12.2	例题分析 .....	( 114 )
12.3	智能传感器及其关键技术的应用 .....	( 116 )
12.4	习题 .....	( 117 )

## 第二篇 实验实训指导

<b>13</b>	<b>基础实验项目</b> .....	( 118 )
13.1	电阻应变片直流单臂电桥、半桥性能测量实验 .....	( 118 )

---

13.1.1	实验目的	(118)
13.1.2	实验原理	(118)
13.1.3	实验设备与元器件	(119)
13.1.4	实验内容与步骤	(119)
13.1.5	注意事项	(121)
13.2	电阻应变片直流全桥性能测量实验	(121)
13.2.1	实验目的	(121)
13.2.2	实验原理	(121)
13.2.3	实验设备与元器件	(122)
13.2.4	实验内容与步骤	(122)
13.2.5	注意事项	(123)
13.3	电容式传感器位移测量实验	(123)
13.3.1	实验目的	(123)
13.3.2	实验原理	(123)
13.3.3	实验设备与元器件	(124)
13.3.4	实验内容与步骤	(124)
13.3.5	注意事项	(124)
13.4	霍尔式传感器直流激励位移测量实验	(125)
13.4.1	实验目的	(125)
13.4.2	实验原理	(125)
13.4.3	实验设备与元器件	(125)
13.4.4	实验内容与步骤	(125)
13.4.5	注意事项	(126)
13.5	电涡流传感器位移测量实验	(126)
13.5.1	实验目的	(126)
13.5.2	实验原理	(127)
13.5.3	实验设备与元器件	(127)
13.5.4	实验内容与步骤	(127)
13.5.5	注意事项	(128)
13.6	铂电阻测温特性实验	(128)
13.6.1	实验目的	(128)
13.6.2	实验原理	(128)
13.6.3	实验设备与元器件	(129)
13.6.4	实验内容与步骤	(129)
13.6.5	注意事项	(130)
13.7	热电偶测温特性实验	(130)
13.7.1	实验目的	(130)
13.7.2	实验原理	(130)



13.7.3	实验设备与元器件	(131)
13.7.4	实验内容与步骤	(131)
13.7.5	注意事项	(132)
13.8	集成温度传感器温度特性实验	(132)
13.8.1	实验目的	(132)
13.8.2	实验原理	(132)
13.8.3	实验设备与元器件	(133)
13.8.4	实验内容与步骤	(133)
13.8.5	注意事项	(134)
13.9	光纤传感器位移测量特性实验	(134)
13.9.1	实验目的	(134)
13.9.2	基本原理	(134)
13.9.3	实验设备与元器件	(135)
13.9.4	实验内容与步骤	(135)
13.9.5	注意事项	(136)
13.10	差动变压器输出特性测量实验	(136)
13.10.1	实验目的	(136)
13.10.2	基本原理	(136)
13.10.3	实验设备与元器件	(137)
13.10.4	实验内容与步骤	(137)
13.10.5	注意事项	(138)
13.11	电阻应变片交流全桥振动测量实验	(138)
13.11.1	实验目的	(138)
13.11.2	基本原理	(138)
13.11.3	实验设备与元器件	(139)
13.11.4	实验内容与步骤	(139)
13.11.5	注意事项	(140)
13.12	霍尔式传感器交流激励位移测量实验	(140)
13.12.1	实验目的	(140)
13.12.2	基本原理	(140)
13.12.3	实验设备与元器件	(140)
13.12.4	实验内容与步骤	(141)
13.12.5	注意事项	(141)
<b>14</b>	<b>实训项目</b>	(142)
14.1	数字式电参数测量仪设计	(142)
14.1.1	实训目的	(142)
14.1.2	实训要求	(142)

---

14.1.3	实训设备与元器件 .....	(142)
14.1.4	实训原理 .....	(142)
14.2	电阻应变片式数字压力传感器设计 .....	(144)
14.2.1	实训目的 .....	(144)
14.2.2	实训要求 .....	(144)
14.2.3	实训设备与元器件 .....	(144)
14.2.4	实训原理 .....	(144)
14.3	电容式数字位移传感器设计 .....	(146)
14.3.1	实训目的 .....	(146)
14.3.2	实训要求 .....	(146)
14.3.3	实训设备与元器件 .....	(146)
14.3.4	实训原理 .....	(146)
14.4	K型热电偶数字温度传感器设计 .....	(147)
14.4.1	实训目的 .....	(147)
14.4.2	实训要求 .....	(147)
14.4.3	实训设备与元器件 .....	(147)
14.4.4	实训原理 .....	(148)
14.5	基于数字温度传感器 DS18B20 测温仪设计 .....	(148)
14.5.1	实训目的 .....	(148)
14.5.2	实训要求 .....	(148)
14.5.3	实训设备与元器件 .....	(149)
14.5.4	实训原理 .....	(149)
14.6	电涡流数字位移传感器设计 .....	(150)
14.6.1	实训目的 .....	(150)
14.6.2	实训要求 .....	(150)
14.6.3	实训设备与元器件 .....	(150)
14.6.4	实训原理 .....	(150)
14.7	非接触式测温系统设计 .....	(151)
14.7.1	实训目的 .....	(151)
14.7.2	实训要求 .....	(151)
14.7.3	实训设备与元器件 .....	(152)
14.7.4	实训原理 .....	(152)
14.8	光电传感器测速系统设计 .....	(152)
14.8.1	实训目的 .....	(152)
14.8.2	实训要求 .....	(153)
14.8.3	实训设备与元器件 .....	(153)
14.8.4	实训原理 .....	(153)
14.9	超声波传感器测距系统设计 .....	(154)

---

14.9.1 实训目的 .....	(154)
14.9.2 实训要求 .....	(154)
14.9.3 实训设备与元器件 .....	(154)
14.9.4 实训原理 .....	(154)
14.10 室内环境监测系统设计 .....	(155)
14.10.1 实训目的 .....	(155)
14.10.2 实训要求 .....	(156)
14.10.3 实训设备与元器件 .....	(156)
14.10.4 实训原理 .....	(156)
<b>附录</b> .....	(158)
附录1 传感器检测与转换实验装置使用说明 .....	(158)
附录2 Pt <sub>100</sub> 铂电阻分度表 .....	(167)
附录3 K型热电偶分度表 .....	(168)
<b>参考文献</b> .....	(169)

# 第一篇 学习指导

## 1

## 传感器与测量的基本知识

### 1.1 内容概要

本章主要介绍了测量的概念及分类、传感器的概念及分类、传感器的基本特性、传感器的标定和校准以及传感器信号处理技术。

测量是用实验的方法把被测量与同类标准量进行比较以确定被测量大小的过程。测量过程由准备、测量以及数据处理三个阶段组成。测量方法从不同角度有不同的分类方法。根据测量结果的获得方式进行分类可分为直接测量、间接测量和组合测量；根据被测量在测量期间随时间的变化快慢可分为静态测量和动态测量；根据测量数据的读取方式进行分类可分为直读法和比较法两种；按测量器具是否与被测物体接触可分为接触测量和非接触测量；根据测量条件分为等精度测量和非等精度测量。

传感器是指直接感受规定的被测量并按一定规律转换成可用输出信号的器件或装置。传感器一般由敏感元件、转换元件和信号调理转换电路三部分组成。传感器从不同角度有不同的分类方法。传感器可以按被测量的性质分为热工量传感器、机械量传感器、化学量传感器、生物量传感器、状态量传感器；按能量的供给方式可分为有源传感器和无源传感器；按输出信号的性质可分为模拟传感器和数字传感器；按构成原理可分为结构型与物性型两大类。传感器的基本特性是指传感器输出与输入之间的关系特性，分为静态特性和动态特性两种。衡量传感器静态特性优劣的重要性能指标包括线性度、迟滞、重复性、灵敏度、分辨力、稳定性、漂移和抗干扰能力等。衡量传感器频率响应特性的指标有频带、时间函数、固有频率等。

传感器的标定，就是用实验的方法把已知的标准输入量输入待标定的传感器，测出传感器相应的输出量，并进而得到传感器的输入量与输出量之间的关系。传感器标定分为静态标定和动态标定两种。校准同样是在规定的条件下，定期检测传感器的基本性能参数，判断是否符合原先技术指标所规定的要求。校准与标定的概念类似，应用范围及要求不同。

传感器信号处理的主要目的是根据传感器输出信号的特点,采取不同的处理方法来抑制干扰信号,提取测量信号中的有用信息,并对传感器的非线性进行补偿和修正,从而提高测量系统的精度和线性度。传感器信号处理技术包括差动技术、闭环技术、平均技术、分段与细分技术、补偿与校正技术、解耦技术以及图示化技术。在使用传感器进行测量时,大多数传感器的输出电量与被测量之间的关系往往不呈线性关系,从而导致非线性输出,需要进行非线性校正。此外,传感器在工作过程中,可能会有来自系统内外的干扰信号作用在传感器上。抗干扰是一个非常复杂、实践性很强的问题。因此,在传感器及测量系统的设计中,不仅应预先采取一定的抗干扰措施,还应对传感器和仪器仪表的电路原理、具体布线、屏蔽、隔离、数字接地或模拟接地的处理以及防护形式进行不断改进,以提高传感器的可靠性和稳定性。

## 1.2 例题分析

**【例 1.1】** 选择测量方法时主要考虑的因素有哪些?

答:在选择测量方法时,要综合考虑下列主要因素:

- (1) 被测量本身的特性;
- (2) 所要求的测量准确度;
- (3) 测量环境;
- (4) 现有测量设备等。

**【例 1.2】** 解释偏差式、零位式和微差式测量法的含义,并列测量实例。

答:(1) 偏差式测量法:在测量过程中,用仪器仪表指针的位移(偏差)表示被测量大小的测量方法,称为偏差式测量法。例如使用万用表测量电压、电流等。

(2) 零位式测量法:测量时用被测量与标准量相比较,用零示器指示被测量与标准量相等(平衡),从而获得被测量。例如利用惠斯登电桥测量电阻。

(3) 微差式测量法:通过测量待测量与基准量之差来得到待测量量值。例如用微差法测量直流稳压源的稳定度。

**【例 1.3】** 解释名词:计量基准;主基准;副基准;工作基准。

答:(1) 计量基准是用当代最先进的科学技术和工艺水平,以最高的准确度和稳定性建立起来的专门用以规定、保持和复现物理量计量单位的特殊量具或仪器装置等。

(2) 主基准也称作原始基准,是用来复现和保存计量单位,具有现代科学技术所能达到的最高准确度的计量器具,经国家鉴定批准,作为统一全国计量单位量值的最高依据。因此,主基准也叫国家基准。

(3) 副基准:通过直接或间接与国家基准比对,确定其量值并经国家鉴定批准的计量器具。其地位仅次于国家基准,平时用来代替国家基准使用或验证国家基准的变化。

(4) 工作基准:经与主基准或副基准校准或比对,并经国家鉴定批准,实际用以检定下属计量标准的计量器具。

**【例 1.4】** 解释名词:单位;导出单位;单位制。

答:(1) 用来标志量或数的大小的指标统称为单位。单位是表征测量结果的重要组成

部分,又是对两个同类量值进行比较的基础。

(2) 由基本单位和由一定物理关系与比例因数推导出来的单位称导出单位。

(3) 基本单位与导出单位组成的一个完整的单位体制称为单位制。

**【例 1.5】** 国际单位制(SI)是如何构成的? SI 基本单位有哪些? 如何表示?

答:(1) 国际单位制包括 SI 单位(SI 的基本单位和导出单位)、SI 词头和 SI 单位的十进倍数单位和分数单位。

(2) 国际单位制有 7 个基本单位(见表 1.1)。

表 1.1 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称		单位符号
长度	米	meter	m
质量	千克	kilogram	kg
时间	秒	second	s
电流	安[培]	ampere	A
热力学温度	开[尔文]	kelvin	K
物质的量	摩[尔]	mole	mol
发光强度	坎[德拉]	candela	cd

**【例 1.6】** 在使用国际单位制(SI)词头时应注意什么?

答:(1) 词头符号用罗马体(正体)印发,在词头符号和单位符号之间不留间隔;

(2) 不允许使用重叠词头;

(3) 词头永远不能单独使用;

(4) 在国际单位制的基本单位中,由于历史原因,质量单位(kg)是惟一带有词头的单位名称,它的十进倍数与分数单位是将词头加在“g”前,而不是加在“kg”前构成的。但“kg”并不是倍数单位而是 SI 单位。

**【例 1.7】** 传感器的共性是什么?

答:传感器的共性就是利用物理定律或物质的物理、化学或生物特性,将非电量(如位移、速度、加速度、力等)输入转换成电量(电压、电流、频率、电荷、电容、电阻等)输出。

**【例 1.8】** 传感器动态特性取决于什么因素?

答:传感器动态特性取决于传感器的组成环节和输入量,对于不同的组成环节(接触环节、模拟环节、数字环节等)和不同形式的输入量(正弦、阶跃、脉冲等)其动态特性和性能指标不同。

**【例 1.9】** 传感器的线性度是如何确定的? 确定拟合直线有哪些方法? 传感器的线性度  $\delta_L$  表征了什么含义? 为什么不能笼统地说传感器的线性度是多少?

答:(1) 实际传感器有非线性存在,线性度是将近似后的拟合直线与实际曲线进行比较,其中存在偏差,这个最大偏差称为传感器的非线性误差,即线性度。

(2) 选取拟合的方法很多,主要有理论线性度(理论拟合),端基线性度(端点连线拟合),独立线性度(端点平移拟合),最小二乘法线性度。

(3) 线性度  $\delta_L$  是表征实际特性与拟合直线不吻合的参数。

(4) 传感器的非线性误差是以一条理想直线作基准,即使是同一传感器基准不同时得

出的线性度也不同,所以不能笼统地提出线性度,当提出线性度的非线性误差时,必须说明所依据的基准直线。

**【例 1.10】** 有一个传感器,其微分方程为  $30dy/dt + 3y = 0.15x$ ,其中  $y$  为输出电压(mV), $x$  为输入温度( $^{\circ}\text{C}$ ),试求该传感器的时间常数  $\tau$  和静态灵敏度  $k$ 。

解:将  $30dy/dt + 3y = 0.15x$  化为标准方程式为:

$$10dy/dt + y = 0.05x$$

与一阶传感器的标准方程:  $\tau \frac{dy}{dt} + y = kx$  比较有:

$$\begin{cases} \tau = 10(\text{s}) \\ k = 0.05(\text{mV}/^{\circ}\text{C}) \end{cases}$$

### 1.3 习题

- 1.1 在传感器测量系统中常用的测量方法有哪些?
- 1.2 什么是直接测量法、间接测量法与组合测量法? 各有什么特点? 请举例说明。
- 1.3 什么是等精度测量? 什么是不等精度测量?
- 1.4 写出偏差式测量、零位式测量、微差式测量的概念和各自优缺点。
- 1.5 什么是量值传递、量值溯源? 它们的共性和区别主要有哪些? 量值传递与溯源有哪几种方法?
- 1.6 我国法定计量单位包括哪些?
- 1.7 试写出电容单位“法拉”与电阻单位“欧姆”的关系。
- 1.8 传感器的基本概念是什么?
- 1.9 传感器通常由哪几部分组成? 它们的作用与相互关系怎样?
- 1.10 传感器的分类方法有哪些? 各种分类之间有什么不同?
- 1.11 举例说明结构型传感器与物性型传感器的区别。
- 1.12 哪些传感器属于有源传感器? 哪些传感器属于无源传感器?
- 1.13 怎样划分被测对象的有源和无源? 试举例说明。
- 1.14 什么是传感器的静态特性?
- 1.15 衡量传感器静态特性的主要技术指标有哪些? 各自的含义是什么?
- 1.16 如何研究传感器的静态特性?
- 1.17 传感器的线性度是如何确定的? 确定拟合直线有哪些方法?
- 1.18 灵敏度表征了什么?
- 1.19 如何确定传感器的重复性和迟滞性?
- 1.20 传感器的线性度能否直接定为传感器的精度? 为什么?
- 1.21 传感器的动态特性是如何定义的? 如何研究传感器的动态特性?
- 1.22 传感器的动态特性主要技术指标有哪些? 它们的意义是什么?
- 1.23 分析传感器的静态特性与动态特性的区别。
- 1.24 解释传感器动态响应慢的原因。

- 1.25 传感器的输入—输出特性与什么有关?
- 1.26 某位移传感器,在输入量变化 5 mm 时,输出电压变化为 350 mV,求其灵敏度。
- 1.27 某线性位移测量仪,当被测位移由 4.5 mm 变到 5.0 mm 时,位移测量仪的输出电压由 3.5 V 减至 3.0 V,求该仪器的灵敏度。
- 1.28 某测量系统由传感器、放大器和仪表组成,各环节的灵敏度分别为: $S_1=0.2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ 、 $S_2=2.0 \text{ V/mV}$ 、 $S_3=5.0 \text{ mm/V}$ ,求系统总的灵敏度。
- 1.29 某测温系统由以下四部分组成:铂电阻温度传感器,灵敏度为  $0.2 \Omega/^\circ\text{C}$ ;电桥,灵敏度为  $0.01 \text{ V}/\Omega$ ;放大器,灵敏度为 100(放大倍数);笔式记录仪,灵敏度为  $0.1 \text{ cm/V}$ 。求:
- ① 测温系统的总灵敏度;
  - ② 记录仪笔尖位移 5 cm 时,所对应的温度变化值。
- 1.30 有一传感器,其实测的输入—输出特性曲线与拟合直线的最大偏差为  $3^\circ\text{C}$ ,而理论满量程测量范围为  $-50\sim 120^\circ\text{C}$ ,试求该传感器的线性度。
- 1.31 某传感器输入输出数据如下表所示,计算其线性度。

输入 $x$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
输出 $y$	0	5.02	10.01	15.02	20.03	25.03	30.01	35.02	40.01	45.01	50.02

- 1.32 已知某一位移传感器的测量范围为  $0\sim 50 \text{ mm}$ ,静态测量时,输入值与输出值的关系如下表所示,试求该传感器的线性度和灵敏度。

输入值(mm)	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
输出值(mV)	1.5	3.49	6.01	8.45	11.08	13.44	15.98	17.53	21.02	23.41	25.96

- 1.33 有两个传感器测量系统,其动态特性可以分别用下面两个微分方程描述,试求这两个系统的时间常数和静态灵敏度。

$$\textcircled{1} \frac{dy}{dt} + 3y = 1.5 \times 10^{-5} T$$

式中: $y$  为输出电压(V); $T$  为输入温度( $^\circ\text{C}$ )。

$$\textcircled{2} 1.4 \frac{dy}{dt} + 4.2y = 9.6x$$

式中: $y$  为输出电压( $\mu\text{V}$ ); $x$  为输入压力(Pa)。

- 1.34 某热电偶温度传感器,输入量为温度  $x(^\circ\text{C})$ ,输出量为电压  $y(\text{mV})$ ,表示其特性的微分方程为  $36 \frac{dy}{dx} + 4.5y = 0.17x$ ,求其灵敏度。

- 1.35 有一温度传感器,当被测介质温度为  $t_1$ ,测温传感器显示温度为  $t_2$  时,可用下列方程表示: $t_1 = t_2 + \tau_0 (dt_2/d\tau)$ 。当被测介质温度从  $25^\circ\text{C}$  突然变化到  $300^\circ\text{C}$  时,测温传感器的时间常数  $\tau_0 = 120 \text{ s}$ ,试求经过 350 s 后该传感器的动态误差。

- 1.36 什么是传感器的标定? 什么是传感器的校准? 标定与校准有何区别?

- 1.37 传感器的标定有哪几种方法? 为什么要对传感器进行标定?

- 1.38 静态特性标定方法是什么?



- 1.39 什么是传感器的动态特性标定?
- 1.40 如何确定标定仪器设备的精度等级?
- 1.41 简要说明传感器信号的特点。
- 1.42 传感器信号的数据处理技术有哪些? 各有什么特点?
- 1.43 说明差动技术的原理及技术环节。
- 1.44 相对于开环测量系统,说明闭环技术的原理和特点。
- 1.45 改善传感器性能的技术途径有哪些?
- 1.46 简述传感器线性化的主要方法及其原理。
- 1.47 简要说明传感器测量系统中非线性校正环节的作用。
- 1.48 简述模拟量的非线性校正原理。
- 1.49 简述数字量的非线性校正原理。
- 1.50 常见干扰有哪些? 如何形成的?
- 1.51 干扰的传播途径有哪些?
- 1.52 产生电磁干扰的三个要素是什么?
- 1.53 抑制干扰有哪些基本措施?
- 1.54 屏蔽有哪几种形式? 各起什么作用?
- 1.55 接地有哪几种类型? 各起什么作用?
- 1.56 接地设计应注意哪些问题?
- 1.57 什么是隔离电路? 是如何实现隔离的,应用于何种场合?
- 1.58 简述光电隔离的原理,并说明光电隔离的特点。
- 1.59 滤波的方法有哪些? 选择滤波器的类型时一般应考虑哪些因素?
- 1.60 什么是无源滤波器? 什么是有源滤波器? 各有何优缺点?
- 1.61 软件抗干扰措施有哪些?
- 1.62 家用电器中采用了哪些传感器? 它们分别起到什么作用?
- 1.63 选用传感器应该主要考虑哪几个方面?
- 1.64 简述传感器的作用和地位。
- 1.65 简述现代传感技术的发展现状与趋势,并说明现代检测系统的特征。