

全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书

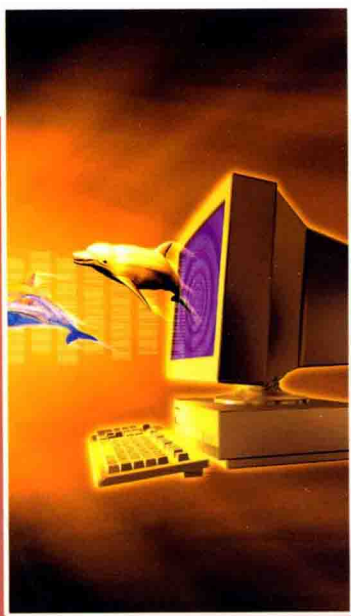
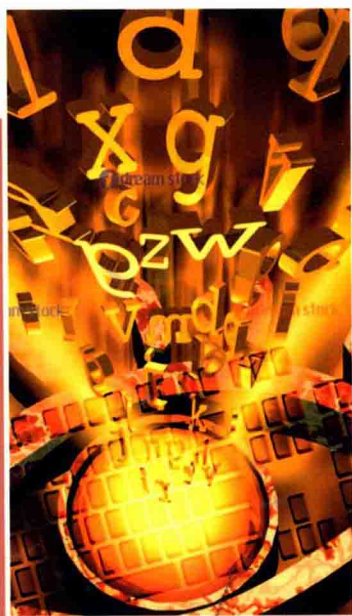
YTH

ZIDONGJIANCEJISHU
XUEXIFUDAO
YUJINENGXUNLIAN

自动检测技术

主编 朱 强 高学民

学习辅导与技能训练



全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书

YTH

ZIDONGJIANCEJISHU
XUEXIFUDAO
YUJINENGXUNLIAN

自动检测技术 学习辅导与技能训练

主编 朱 强 高学民



图书在版编目(CIP)数据

自动检测技术学习辅导与技能训练/朱强主编. —济南:山东科学技术出版社,2006
(全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书)
ISBN 7-5331-4329-9

I. 自... II. 朱... III. 自动检测—高等学校:技术学校—教学参考资料 IV. TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 034258 号

全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书

自动检测技术学习辅导与技能训练

主编 朱 强 高学民

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东华鑫天成印刷有限公司

地址:潍坊市经济技术开发区

邮编:261031 电话:(0536)2250617

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:7

版次:2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4329-9

TP·114

定价:12.00 元

编委会

主 任 王炳实

副主任 黄振轩 杨传耀 王洪龄 阎 伟

编 委 (按姓氏笔画)

刁毓亮 王云祥 王兰军 王宗贵

孙大伟 田明光 乔元信 刘宗亮

李丰桐 肖学东 匡奕珍 张志远

张德生 杨景德 周 斌 苑忠昌

赵中波 徐 冬 高学民 阎相环

魏亚南

BIANZHE

主 编 朱 强 高学民

副 主 编 王名杰

编写人员 庄东雷 肖 云 宋 刚 张海丹

主 审 高学民

编
者

本书是全国高职高专一体化教学(电气专业)通用教材的配套用书。本书根据教材的结构顺序编写,各章按学习目的和要求、学习与实训指导、习题与思考题选解等部分进行叙述,并增加了八个实训项目以满足不同院校、专业的教学和学生需求。

书中的学习目的和要求,用以指导学生学习本课程时把握知识和技能的重点及难点。学习与实训指导部分,对具体章节的理论知识加以归纳并作了适当扩展,对实训中的具体操作方法及训练中容易出现的问题和解决办法进行了总结、提示,以方便学生的学习和训练。习题与思考题选解部分对每章最后的题目给出了参考答案。

本书由临沂技术学院朱强和烟台工程职业技术学院高学民担任主编,烟台职业学院王名杰担任副主编,临沂技术学院庄东雷、肖云、宋刚和烟台职业学院张海丹参与编写。

编者

第一章 非电量检测与传感技术基础	(1)
一、学习与实训指导	(2)
二、习题与思考题选解	(7)
第二章 传感器信号处理技术	(10)
一、学习与实训指导	(11)
二、习题与思考题选解	(15)
第三章 温度传感器及其应用	(17)
一、学习与实训指导	(18)
二、习题与思考题选解	(25)
第四章 力学传感器及其应用	(27)
一、学习与实训指导	(28)
二、习题与思考题选解	(35)
第五章 磁敏传感器及其应用	(38)
一、学习与实训指导	(39)
二、习题与思考题选解	(45)
第六章 光电传感器及其应用	(47)
一、学习与实训指导	(48)
二、习题与思考题选解	(54)
第七章 机械位移传感器及其应用	(58)
一、学习指导	(59)
二、习题与思考题选解	(62)
第八章 接近传感器及其应用	(65)
一、学习与实训指导	(65)
二、复习题	(79)
第九章 智能化测量控制仪表	(81)
一、学习指导	(81)

2

第一章 非电量检测与传感技术基础

学习目的和要求

1. 了解检测技术在自动化技术、信息技术中的作用和地位以及技术现状。
2. 了解非电量检测的优点和测控系统的组成。
3. 掌握测量和测量方法的概念。
4. 掌握测量误差及测量误差的分类。
5. 了解传感器相关概念。
6. 掌握传感器选用原则。
7. 了解传感器静态特性和动态特性的有关概念及表示方法。

1. 概述

- (1) 了解电量与非电量的测量。
- (2) 掌握测控系统的组成。

2. 检测技术概论

- (1) 了解基本误差、附加误差的概念。
 - (2) 了解测量方法的分类。
 - (3) 掌握测量误差的含义、测量误差的表示方法。
 - (4) 掌握绝对误差、相对误差、引用误差的定义、公式,并能够计算出绝对误差、相对误差、引用误差。
 - (5) 掌握测量的定义。
 - (6) 熟悉误差的性质。
- ### 3. 传感器概论
- (1) 了解传感器技术。

(2)掌握传感器的定义。

(3)掌握传感器的组成。

(4)熟悉传感器的分类。

(5)掌握传感器的选用原则。

4. 传感器基本特性

(1)掌握静态量、动态量含义。

(2)掌握静态特性指标:灵敏度、分辨率、线性度、迟滞、测量范围与量程、精度等级、重复性、稳定性、死区等的定义。

(3)掌握动态特性指标:超调量、上升时间、响应时间、幅频特性、相频特性等的基本概念和表示方法。

一、学习与实训指导

1. 概述

学习本书之前,先要了解自动检测技术的重要性。在工程上所要测量的量大多数为非电量,促使人们用电测的方法来研究非电量,即研究用电测的方法测量非电量的仪器仪表,研究如何能正确和快速地测得非电量的技术。

非电量电测量技术优点:测量精度高、反应速度快、能自动连续地进行测量、可以进行遥测、便于自动记录、可以与计算机连接进行数据处理、可采用微处理器做成智能仪表、能实现自动检测与转换等。在机械制造业、化工行业、烟草行业、环境保护等部门、现代物流行业、科学研究和产品开发、文物保护等领域都有广泛应用。

自动检测技术与我们的生产、生活密切相关。它是自动化领域的重要组成部分,尤其在自动控制中,如果对控制参数不能有效准确地检测,控制就成为无源之水、无本之木。

(1)电量与非电量电测 根据物质的电特性,可分为电量和非电量两类。

把被测非电量转换成与非电量成一定关系的电量,再进行测量的方法就是非电量电测法。实现这种转换的器件叫传感器。

(2)测控系统 非电量的测量与控制系统,简称测控系统。测控系统由传感器、测量控制显示电路、执行机构和电源四部分组成。

2. 检测技术概论

本节要掌握测量的概念、测量方法、测量误差表示。

(1)测量 以确定量值为目的的一系列操作,实质是将被测量与同种性质的标准量进行比较,确定被测量与标准量的倍数。

(2)测量方法 实现被测量与标准量比较得出比值的方法,称为测量方法。针对不同测量任务,进行具体分析,找出切实可行的测量方法,对测量工作是十分重要的。

①按照测量值的方法分:直接测量、间接测量、组合测量。

②按测量的精度因素分:等精度测量与不等精度测量。

③按照被测状态分:静态测量、动态测量。

④按是否与被测量对象接触分:接触测量、非接触测量。

⑤按测量系统是否向被测量对象施加能量分:主动式测量、被动式测量。

⑥按测量方式分:偏差式测量、零位式测量、微差法测量。

偏差式测量是用仪表指针的位移(即偏差)决定被测量的量值。应用这种方法测量时,仪表刻度事先用标准器具分度。在测量时,输入被测量按照仪表指针在标尺上的示值,决定被测量的数值。偏差式测量的测量过程简单、迅速,但测量结果的精度较低。

零位式测量是用指零仪表的零位反映测量系统的平衡状态,在测量系统平衡时,用已知的标准量决定被测量的量值。在零位测量时,已知标准量直接与被测量相比较,已知标准量应连续可调,指零仪表指零时,被测量与已知标准量相等。例如天平测量物体的质量、电位差计测量电压等都属于零位式测量。零位式测量的优点是可以获得比较高的测量精度,但测量过程比较复杂,费时较长,不适用于测量变化迅速的信号。

微差式测量是综合了偏差式测量与零位式测量的优点而提出的一种测量方法。它将被测量与已知的标准量相比较,取得差值后,再用偏差法测得此差值。应用这种方法测量时,不需要调整标准量,而只需测量两者的差值。设: N 为已知的标准量, x 为被测量, Δ 为二者之差,则 $x = N + \Delta$ 。由于 N 是标准量,其误差很小,且 $\Delta \ll N$,因此可选用高灵敏度的偏差式仪表测量 Δ ,即使测量 Δ 的精度不高,但因 $\Delta \ll x$,故总的测量精度仍很高。微差式测量的优点是反应快,而且测量精度高,特别适用于在线控制参数的测量。

(3)测量误差 测量值与真实值之间的差值,它反映了测量质量的好坏。测量的目的是希望通过测量获取被测量的真实值。但由于种种原因,例如,传感器本身性能不十分优良、测量方法不十分完善、外界干扰的影响等,造成被测量的测得值与真实值不一致,因而测量中总是存在误差。由于真实值未知,所以在实际中,一般用约定真实值代替真实值,常用某量的多次测量结果来确定约定真实值;或用精度高的仪器示值代替约定真实值。

①测量误差的表示方法:绝对误差、相对误差、引用误差、基本误差、附加误差。

绝对误差:

$$\Delta = X - L$$

式中: Δ ——绝对误差; X ——测量值; L ——真实值。

在实际测量中,有时要用到修正值。修正值是与绝对误差大小相等、符号相反的值,即 $C = -\Delta$,式中, C 为修正值,通常用高一等级的测量标准或标准仪器获得修正值。

相对误差:

$$\delta = \frac{\Delta}{L} \times 100\%$$

式中: δ ——相对误差; Δ ——绝对误差; L ——真实值。

由于被测量的真实值 L 无法知道,实际测量时用测量值 X 代替真实值 L 进行计算,这个相对误差称为标称相对误差,即 $\delta = \frac{\Delta}{X} \times 100\%$

引用误差: $r = \Delta / (\text{测量范围上限} - \text{测量范围下限})$

式中: r ——引用误差; Δ ——绝对误差。

基本误差:基本误差是指传感器或仪表在规定的标准条件下所具有的误差。

在规定的环境下(标准条件:电源电压为 $220\text{V} \pm 5\text{V}$,电网频率为 $50\text{Hz} \pm 2\text{Hz}$,环境温度 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$,大气压为 1 标准大气压左右,湿度为 $65\% \pm 5\%$)使用产生的误差。

附加误差:附加误差是指传感器或仪表的使用条件偏离标准条件下出现的误差。

②误差的性质:根据测量数据中误差呈现的规律分:系统误差、随机误差、粗大误差。

系统误差:测量过程中,重复测同一参数时,经常出现误差大小和方向均保持不变或按一定规律变化,这种误差叫系统误差。

产生原因:测量系统本身不完善或环境变迁,如标准量偏差、刻度不准等。

消除的方法:对固定不变的系统误差可以引入修正值修正、正负误差补偿等。

随机误差(偶然误差):误差大小和方向无规律、不确定、不可修正,但大量统计结果服从统计规律。

产生原因:偶然因素,像零件摩擦、间隙、气压及湿度变化、电磁场微变、空气扰动等。

消除的方法:统计结果进行求平均值的方法。

粗大误差:明显与实际值不符,应剔除。

产生原因:操作人员粗心大意、操作错误等。

③误差根源的查找:由于系统误差的特殊性,在处理方法上与随机误差完全不同,主要是如何有效地找出系统误差的根源,并减小或消除。查找误差根源的关键,就是要对测量设备、测量对象和测量系统作全面分析,明确其中有无产生明显系统误差的因素,并采取相应措施予以修正或消除。由于具体条件不同,在分析查找误差根源时,并没有一成不变的方法,这与测量者的经验、水平以及测量技术的发展密切相关,通常可以从以下几个方面进行分析考虑:

a.所用传感器可靠性和精度:测量仪表或组成元件是否准确可靠,比如传感器或仪表灵敏度不足,仪表刻度不准确,变换器、放大器等性能不太优良等都会引起误差,而且是常见的误差。

b.测量方法是否完善:如用电压表测量电压,电压表的内阻对测量结果有影响。

c.传感器仪表安装、调整或放置是否正确合理:例如,未调好仪表水平位置,安装时仪表指针偏心等都会引起误差。

d.传感器或仪表工作场所的环境条件是否符合规定条件:例如,环境温度、湿度、气压等的变化也会引起误差。

e.测量者操作是否正确:例如,读数时视差、视力疲劳等都会引起误差。

3. 传感器概论

(1)传感器的定义 能感受规定被测量并按照一定规律转换成可用输出信号的器件或装置。

①传感器是测量装置,能完成检测任务;

②它的输出量是某一被测量,可能是物理量,也可能是化学量、生物量等;

③它的输出量要便于传输、转换、处理、显示等,这种量可以是气、光、电量,但主要是电量;

④输出输入有对应关系,且应有一定的精确程度。

(2)传感器技术:利用各种功能材料实现信息检测的应用技术。

(3)传感器的组成:敏感元件和转换元件。

①敏感元件是指传感器中能够直接感受或响应被测量(输入的非电量)的部分,往往

是将被测非电量预先变换成另一种易于变换成电量的非电量,然后再变换成电量。

②转换元件是指传感器中能将敏感元件输出的非电量转换成适于传输和测量的电量信号的部分。

(4)传感器的分类

①按被测对象可分为温度、压力、流量、速度、加速度、磁场、光通量、位移等传感器。

②按输出信号的类型分为模拟式传感器和数字式传感器。

③按传感机理分为结构型、物理型、混合型以及生物型传感器。

④按能量关系分为能量转换型和能量控制型传感器。

⑤按工作原理分为机械式、电气式、辐射式、流体式等。

(5)传感器的选用原则

考虑静态特性、动态响应特性和测量方式。静态特性又包括灵敏度、线性度、精确度等指标;动态响应特性包括稳定性、快速性等指标。除此之外,还应考虑测量方式,兼顾结构简单、体积小、质量轻、价格便宜、易于维护、易于更换等条件。

4. 传感器基本特性

(1)根据被测对象的变化状态,可以把传感器的输入量分为静态量和动态量。

①静态量指传感器的输入量为稳定状态信号或变化缓慢的准静态信号;

②动态量指传感器的输入量为周期信号、瞬变信号或随机信号等随时间变化的信号。

(2)静态特性指标有:灵敏度、分辨率、线性度、迟滞、测量范围与量程、精度等级、重复性、稳定性、死区等。

(3)动态特性指标有:超调量、上升时间、响应时间、幅频特性、相频特性等。

①静态特性指标

a. 灵敏度:是传感器静态特性的一个重要指标。其定义是输出量增量 Δy 与引起输出量增量 Δy 的相应输入量增量 Δx 之比,用 S 表示灵敏度,即

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

S 表示单位输入量的变化所引起传感器输出量的变化。很显然,灵敏度 S 值越大,表示传感器越灵敏。图 1-1(a) 表示传感器的输入量的变化与输出量的变化为线性关系,图(b)表示传感器的输入量的变化与输出量的变化为非线性关系。

b. 线性度: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,即理想输入输出关系。但实际遇到的传感器大多为非线性,如图 1-2 所示。传感器的线性度是指在全量程范围内实际特性曲线与拟合直线之间的最大偏差值 $\Delta L_{\max}$ 与满量程输出值 Y_{FS} 之比。线性度也称为非线性误差,用 γ_L 表示,即

$$\gamma_L = \pm \frac{\Delta L_{\max}}{Y_{FS}} \times 100\%$$

式中: $\Delta L_{\max}$ ——最大非线性绝对误差;

Y_{FS} ——满量程输出值。

c. 迟滞性: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。

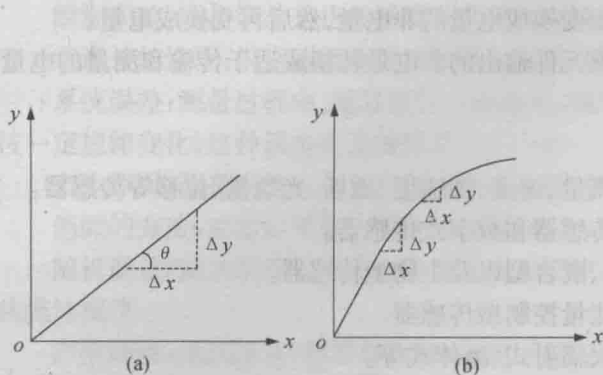


图 1-1 传感器输入量与输出量的关系
(a)线性;(b)非线性

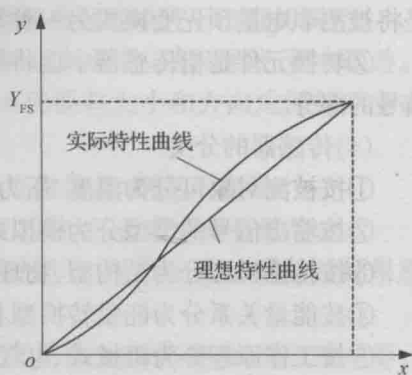


图 1-2 理想与实际的输入输出关系

迟滞误差的另一名称叫回程误差,常用绝对误差表示检测回程误差时,可选择几个测试点。对应于每一输入信号,传感器正行程及反行程中输出信号差值的最大者即为回程误差。

d.测量范围和量程:测量范围是指正常工作条件下,检测系统或仪表能够测量的被测量值的总范围。通常以测量范围的下限值和上限值来表示。

量程是测量范围上限值与下限值的代数差。

e.准确度:指测量结果与实际值相一致的程度。用最大相对引用误差表示:

准确度 = 仪表的允许误差 / 仪表的量程 $\times 100\%$

$$\pm K\% = \frac{\Delta x_{\max}}{x_m} \times 100\%$$

K 称为准确度等级,我国电工仪表分为以下等级:0.005、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、4.0。

如:0.1 级的最大引用误差不超过 0.1%。

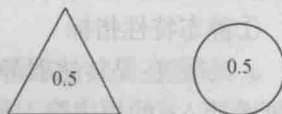


图 1-3 仪表精度等级标示

工业自动化仪表精度等级一般在 0.5 ~ 4.0 之间。仪表精度等级数值越小越精确,0.05 级以下常作标准表。工业上常用 0.5 级以上的。表盘精度等级标示如图 1-3 所示。

例 1-1 某台仪表温度测量范围 0 ~ 500℃,校验该表时得最大绝对误差为 3℃,试确定该表准确度等级。

解 $\pm K\% = \frac{\Delta x_{\max}}{x_m} \times 100\% = \frac{\pm 3}{500} \times 100\% = \pm 0.6\%$

去掉正负号、百分号,精度等级中无 0.6 级仪表,同时由于超过了 0.5 级允许误差限 ($\pm 0.5\%$),所以定为 1.0 级。

例 1-2 要求仪表测温范围 200 ~ 1200℃,根据工艺要求,温度指示值误差不得超过 $\pm 7^\circ\text{C}$,问怎样选仪表精度等级才能满足要求?

解 $\pm K\% = \frac{\pm 7}{1200 - 200} \times 100\% = \pm 0.7\%$

介于 0.5 ~ 1.0 之间,如选 1.0 级,其允许误差 1.0%,所以选 0.5 级。

由例 1-1 和例 1-2 可看出,由校验数据来确定仪表精度等级和根据工艺要求来选

表是不一样的。前者仪表最大相对引用误差应大于(至少等于)仪表校验所得最大引用误差,而后者恰恰相反。

f. 重复性: 传感器在输入量按同一方向作全量程多次测试时, 所得特性曲线的不一致性的程度。

g. 分辨率: 在规定的测量范围内所能检测的输入量的最小变化量。

h. 稳定性: 在室温条件下, 经过相当长的时间间隔, 如一天、一月或一年, 传感器的输出与起始标定时的输出之间的差异。

i. 漂移: 指在外界的干扰下, 输出量与输入量无关的不需要的变化, 包括零点漂移和灵敏度漂移等。

② 动态特性指标:

以二阶传感器动态阶跃响应特性指标为例(如图 1-4 所示)。

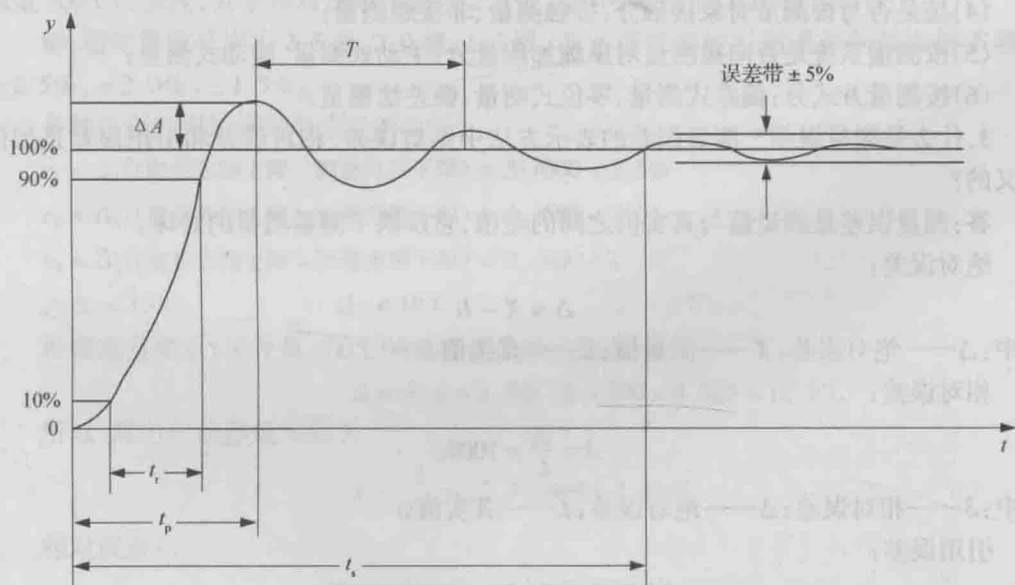


图 1-4 二阶传感器动态阶跃响应

- 上升时 t_r : 输出由稳态值的 10% 变化到稳态值的 90% 所用的时间。
- 响应时间 t_s : 系统从阶跃输入开始到输出值进入稳态值所规定的范围内所需要的时间。
- 峰值时间 t_p : 阶跃响应曲线达到第一个峰值所需时间。
- 超调量 σ : 传感器输出超过稳态值的最大值 ΔA , 常用相对于稳态值的百分比 σ 表示。
- 时间常数 τ : 描述一阶传感器动态特性的重要参数, τ 越小, 响应速度越快。

二、习题与思考题选解

1. 什么是测控系统? 它由哪几部分组成?

答:非电量的测量与控制系统,简称测控系统。

一个完整的测控系统由传感器、测量控制显示电路、执行机构和电源四部分组成。系统中传感器的主要作用是将被测非电量转换成与其成一定关系的电量。它在测控系统中占有重要地位。

2.什么是测量?测量的方法有哪些?

答:测量是以确定量值为目的的一系列操作。测量的实质是将被测量与同种性质的标准量进行比较,确定被测量与标准量的倍数。

测量方法:

- (1)按照测量值的方法分:直接测量、间接测量、组合测量;
- (2)按测量的精度因素分:等精度测量与不等精度测量;
- (3)按照被测状态分类:静态测量、动态测量;
- (4)按是否与被测量对象接触分:接触测量、非接触测量;
- (5)按测量系统是否向被测量对象施加能量分:主动式测量、被动式测量;
- (6)按测量方式分:偏差式测量、零位式测量、微差法测量。

3.什么是测量误差?测量误差的表示方法中绝对误差、相对误差和引用误差是如何定义的?

答:测量误差是测量值与真实值之间的差值,它反映了测量质量的好坏。

绝对误差:

$$\Delta = X - L$$

式中: Δ ——绝对误差; X ——测量值; L ——真实值。

相对误差:

$$\delta = \frac{\Delta}{L} \times 100\%$$

式中: δ ——相对误差; Δ ——绝对误差; L ——真实值。

引用误差:

$$r = \Delta / (\text{测量范围上限} - \text{测量范围下限})$$

式中: r ——引用误差; Δ ——绝对误差。

4.根据误差的性质,可将误差分为哪几种?它们是如何定义的?

答:根据测量数据中误差呈现的规律分为三种:系统误差、随机误差、粗大误差。

(1)当对同一被测对象进行多次重复测量时,如果误差按照一定规律出现,则把这种误差称为系统误差。

(2)对被测对象进行多次重复测量时,如果误差的绝对值和符号不可预知地随机变化,但就误差的总体而言,具有一定的统计规律性,则把这种误差称为随机误差。

(3)明显偏离测量结果的误差称为粗大误差。这类误差是由于测量者疏忽大意或者环境条件的突然变化而引起的,因此又称为疏忽误差。

5.传感器由哪几部分组成?各部分的作用是什么?

答:传感器通常由敏感元件和转换元件组成。

(1)敏感元件是指传感器中能够直接感受或响应被测量(输入的非电量)的部分,往往

是将被测非电量预先转换成另一种易于转换成电量的非电量,然后再转换成电量。

(2)转换元件是指传感器中能将敏感元件输出的非电量转换成适于传输和测量的电量信号的部分。

(3)测量电路是指将传感器输出电量变成便于显示、记录、控制和处理的有用电信号的电路。它本身不是传感器。

6. 简述传感器的选用原则。

答:选择传感器主要考虑静态特性、动态响应特性和测量方式等三个方面的问题。而静态特性又包括灵敏度、线性度、精确度等指标,动态响应特性包括稳定性、快速性等指标。除此之外,还应考虑测量方式,兼顾结构简单、体积小、质量轻、价格便宜、易于维护、易于更换等条件。

7. 有三台测量仪表,量程均为 $0 \sim 600^{\circ}\text{C}$, 精度等级分别为 2.5 级、2.0 级、1.5 级,现要测量 500°C 的温度,要求相对误差不超过 2.5%,选用哪一台仪表比较合理?

解:精度等级分别为 2.5 级、2.0 级、1.5 级,表示该仪表的引用误差的最大值不超过 $\pm 2.5\%$, $\pm 2.0\%$, $\pm 1.5\%$ 。

各种仪表的引用误差分别计算如下:

$$r_1 = \Delta_1 / (\text{测量范围上限} - \text{测量范围下限}) = \Delta_1 / 600 < 2.5\%$$

$$r_2 = \Delta_2 / (\text{测量范围上限} - \text{测量范围下限}) = \Delta_2 / 600 < 2.0\%$$

$$r_3 = \Delta_3 / (\text{测量范围上限} - \text{测量范围下限}) = \Delta_3 / 600 < 1.5\%$$

$$\therefore \Delta_1 < 15^{\circ}\text{C}; \quad \Delta_2 < 12^{\circ}\text{C}; \quad \Delta_3 < 9^{\circ}\text{C}。$$

根据题意要求,可计算 500°C 的绝对误差最大值为

$$\Delta = \delta \cdot L = 2.5\% \cdot L = 500 \times 0.025 = 12.5^{\circ}\text{C}$$

所以,其引用误差最大值为

$$\gamma = \frac{\Delta}{600} = 12.5 \div 600 = 2.08\%$$

相对误差:

$$\delta = \frac{\Delta}{L} \times 100\% = \frac{\Delta}{500} \times 100\% < 2.5\%$$

$$\therefore \Delta < 12.5^{\circ}\text{C}$$

选用 2.0 级的测量仪表。

根据计算可知,2.0 和 1.5 级仪表皆能满足测量的需要,但是 1.5 级仪表的价格要比 2.0 级仪表高,所以选用 2.0 级的测量仪表进行测量合理;若采用 1.5 级仪表进行测量,势必会造成浪费。

第二章 传感器信号处理技术

学习目的和要求

1. 了解电桥的作用,直流电桥和交流电桥一般适用范围。
2. 了解直流电桥的恒压源、恒流源的常见电路结构和交流电桥电源的一般知识。
3. 了解滤波器的类型、有源 RC 滤波器的电路结构,会根据信号特点选用合适的滤波器电路。
4. 掌握单电桥、双电桥和全电桥的结构及灵敏度分析方法。了解交流电桥结构及其平衡条件。
5. 掌握测量放大电路的基本要求,熟练掌握直流毫伏级放大器、直流纳安级放大器、高共模抑制比放大器和电荷放大电路的常用器件、电路结构及其特点。
6. 熟练掌握信号转换电路的作用,掌握常用 I/V 和 V/I 转换电路的结构和转换原理。

1. 电桥与电桥的电源

- (1) 掌握电桥的定义、分类。
- (2) 掌握单电桥、双电桥和全电桥三种电桥电路的电路原理图,输出电压和灵敏度的公式,根据公式能计算不同桥路的输出电压和灵敏度。
- (3) 熟悉交流电桥的两个平衡条件。
- (4) 掌握直流电桥的恒压源和恒流源电源电路。
- (5) 了解交流电桥的电源。

2. 传感器信号放大

- (1) 掌握测量放大电路的基本要求。
- (2) 了解直流 mV 级放大器和直流 nA 级放大器。
- (3) 掌握高共模抑制比放大器 AD522、AD623 管脚功能和使用方法。