



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
(五年制) 高等职业教育电子信息类教学用书

21世纪高职高专系列规划教材

自动检测及转换技术

主 编 林金泉 何小河
副主编 蔡锦元
主 审 邓春生



北京师范大学出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
21世纪高职高专系列规划教材

自动检测及转换技术

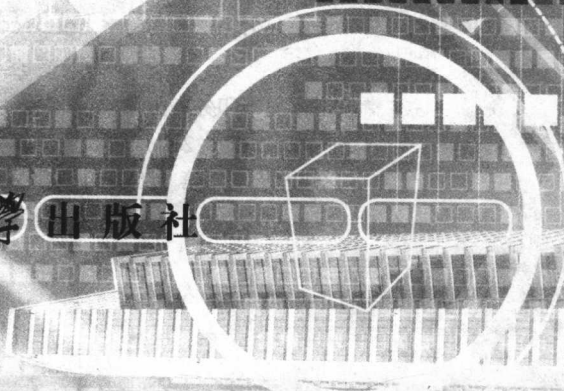
主 编 林金泉 何小河

副主编 蔡锦元

主 审 邓春生



北京师范大学出版社



内容简介

全书共分8章,前4章重点介绍检测的基础知识和模拟量、数字量检测技术,内容包括检测的基本概念,检测装置基本特性、检测信号分析,常用传感器的基本原理及应用。第5章重点介绍检测技术的新型传感器,其中包括基于半导体结的传感器、微型传感器、集成传感器等;第6章重点介绍检测系统与接口技术及干扰抑制技术。第7章介绍现代检测系统,简要介绍反映最新技术的总线技术、虚拟仪器的相关知识及网络化检测仪器等。第8章介绍自动检测技术在工业生产过程中的几个应用实例。本书每章均附有习题和思考题。

全书内容以检测信号的获取、转换、处理为主线,详细地阐述机械量、热工量等有关参数的检测原理及方法、内容重点突出,应用性强,文字简练,图文并茂,易于自学,方便教学。

本书可作为高职高专及成人高校数控加工、机电、电子、自动化等工程类专业的教学用书,也可作为从事检测技术工作的工程技术人员自学用的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

自动检测及转换技术/林金泉,何小河编著. —北京:
北京师范大学出版社,2005.8
(21世纪高职高专系列规划教材)
ISBN 7-303-07689-1

I. 自… II. ①林…②何… III. 自动检测—高等
学校:技术学校—教材 IV. TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 091702 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街 19 号 邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

唐山市润丰印务有限公司印装 全国新华书店经销

开本:185mm×260mm 印张:13 字数:270 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

印数:1~3 000 册 定价:19.00 元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序地发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。其特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。教育部等六部委联合发文确定紧缺型人才培养战略,并明确提出了高等职业教育将从3年制逐渐向2年制过渡。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以2年制为基础,兼顾3年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教

材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教育教材出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材是针对2/3年制编写的,同时也向教育部申报了“2004—2007年职业教育教材开发编写规划”,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司5年制高职推荐教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院

山东劳动职业技术学院

济宁职业技术学院

辽宁省交通高等专科学校

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

西安科技大学电子信息学院

西安科技大学机械学院

天津渤海职业技术学院

天津渤海集团公司教育中心

连云港职业技术学院

景德镇高等专科学校

徐州工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

江西信息应用职业技术学院

浙江商业职业技术学院

内蒙古电子信息职业技术学院

济源职业技术学院

河南科技学院

苏州经贸职业技术学院

浙江工商职业技术学院

温州大学

四川工商职业技术学院

常州轻工职业技术学院

河北工业职业技术学院

太原理工大学轻纺学院

浙江交通职业技术学院

保定职业技术学院

绵阳职业技术学院

北岳职业技术学院

天津职业大学

北京轻工职工职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

襄樊职业技术学院

九江职业技术学院

青岛远洋船员学院

无锡科技职业学院

广东白云职业技术学院

三峡大学职业技术学院

西安欧亚学院实验中心

天津机电职业技术学院

漯河职业技术学院

济南市高级技工学校

沈阳职业技术学院

江西新余高等专科学校

赣南师范学院

前 言

根据教育部积极发展高等职业教育,大力推进高等专科教育专业人才培养模式的改革精神,北京师范大学出版社于2004年8月召开高职高专精品教材编写会议,成立了各专业专门课开发小组,确定了各专业的教材体系和课程结构框架。本书正是根据会议确定的《自动检测与转换技术》课程基本要求,从该课程的高职高专教育目标及知识、能力和素质结构要求出发,按照该课程的编写大纲而编写的。

本书以培养学生从事实际工作的基本能力和基本技能为目的,本着理论知识以必须、够用为度,少而精的原则,注重知识的基础性、适用性和针对性,尽量反映检测与转换技术领域内的新技术、新成果、新动向。全书共分8章,前4章重点介绍检测的基础知识和模拟量、数字量检测技术,内容包括检测的基本概念,检测装置基本特性、检测信号分析,常用传感器的基本原理及应用。第5章重点介绍检测技术的新型传感器,其中包括基于半导体结的传感器、微型传感器、集成传感器等;第6章重点介绍检测系统与接口技术及干扰抑制技术。第7章介绍现代检测系统,简要介绍反映最新技术的总线技术、虚拟仪器的相关知识及网络化检测仪器等。第8章介绍检测技术在工业生产过程中的几个应用实例。本书每章均附有习题和思考题。

全书内容以检测信号的获取、转换、处理为主线,详细地阐述机械量、热工量等有关参数的检测原理及方法。内容重点突出,应用性强,文字简练,图文并茂,易于自学,方便教学。

本书可作为高职高专及成人高校数控加工、机电、电子、自动化等专业的教学用书,也可作为从事检测技术工作的工程技术人员自学用的参考书。

本书由林金泉、何小河任主编,蔡锦元任副主编。其中,第1,3,4章和5.1,5.4节由林金泉编写;第2章,5.2,5.3,5.5,5.6,5.7节,第7章由何小河编写;第6,8章由蔡锦元编写。全书由林金泉负责统稿,由邓春生主审。

由于编者的水平有限,书中难免有欠妥或错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2005年8月

目 录

1



第 1 章 绪 论

现代信息技术的基础是检测与转换技术、通信技术和计算机技术。任何一个自动化系统都需要实时地测量反映机器状态和某些工艺参数信号的检测装置,控制系统根据被控参数的检测信号大小对相应的部分进行控制。自动检测与转换技术以信息的获取、转换、显示和处理为主要内容,目前已经发展成为一门完整的技术学科。

1.1 概 述

由于检测与转换技术属于信息科学范畴,是信息技术 3 大支柱(检测控制技术、计算机技术与通信技术)之一。因此,在当今信息社会,现代化的检测与转换技术在很大程度上决定了生产、科学技术的发展水平,而科学技术的进步又为检测技术提供了新的理论基础和新的工艺。

1.1.1 自动检测与转换技术在国民经济中的地位和作用

1. 在产品检验和质量控制方面

自动检测与转换技术是产品检验和质量控制的重要手段,产品质量评价需要借助检测工具来进行。在传统的检测技术基础上发展起来的自动检测与转换技术,使检测和生产加工同时进行,并能及时地用检测结果对生产过程进行控制,使其达到最佳运行状态,生产出合格的产品。

2. 安全经济运行监测方面

在工农业生产中,大多生产过程都是在一定的高压、高温、高转速和大功率下进行的,有的生产物料易燃易爆,因此,保证生产设备安全运行在国民经济中具有重大意义。为此,通常设置故障监测系统对压力、温度、流量、转速、振动和噪声等多种参数进行长期动态监测,以便及时发现异常情况,进行故障诊断,发出警报。这样可以避免严重的突发事件,保证设备的正常运行和人员的安全,提高经济效益。随着计算机技术的应用,这类监测系统已经发展为故障自诊断系统,具有检测、自诊断、自动报警、联锁保护等功能。

3. 生产自动化方面

生产过程的自动化,首要环节就是通过检测获取有关信息,从而才能进行分析判断、实施控制。所谓自动化,就是用各种技术工具与方法代替人工完成检测、分析、判断和控制工作。因此,检测装置代替了人的眼睛作用,具有“工业眼睛”之称。获取信息是否准确、及时是实施自动化确保生产正常的关键所在。在机械制造业中,通过对机床的许多静态、动态参数如工件的加工精度、切削速度、床体振动等进行在线检测,

从而控制加工质量。所以,自动检测与转换是自动化技术中不可缺少的组成部分。

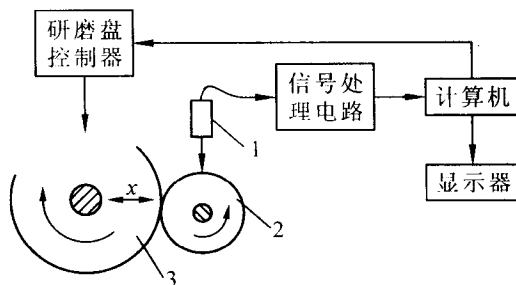
4. 在现代科学进步方面

自动检测技术的完善和发展推动着现代科学技术的进步。特别是新原理、新材料的传感器的开发与应用,为人们探索未知世界、认识未知世界提供了必备的条件。只有检测出未知参数,人类才能从中寻求出一定的规律,探索出世界各个领域的奥秘,使现代科学的研究得以发展。

近年来,检测技术的发展和應用虽然很快,但相比自动控制理论、计算机技术的发展,作为“感觉器官”的检测技术的发展已经滞后,出现了信息处理功能发达,检测功能不足,直接影响了计算机技术的推广应用。这个问题已引起世界各国的高度重视,开发新的材料、新的传感器件,已成为世界各国研究的新课题。

1.1.2 自动检测与转换系统的组成

自动检测技术的任务,就是把待测的物理量,通过一种器件或装置,把被测的物理量采集、转换和处理。在被测物理量中,非电量占了绝大部分,如压力、温度、湿度、流量、液位、力、应变、位移、速度、加速度、振幅等。目前,越来越多的检测系统与计算机、执行机构配合组成自动控制与监视系统,完成某些生产过程控制。其典型实例如图 1-1 所示,工件的直径参数经传感器快速检测后,经信号处理电路送至计算机,计算机对该参数进行一系列的运算、比较、判断、发出控制信号,送至研磨盘控制器,控制研磨盘的水平运动,完成工件的加工,同时将有关参数送到显示器显示出来。



1—传感器; 2—被研磨工件; 3—研磨盘

图 1-1 磨削检测控制系统

根据实例不难得知,自动检测系统由传感器、信号处理装置、显示、记录装置、执行机构等组成。自动检测系统的结构如图 1-2 所示。

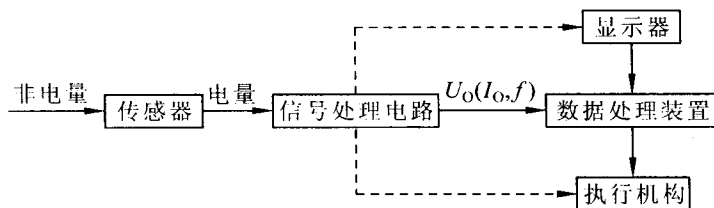


图 1-2 自动检测与转换系统的结构图

1. 传感器

传感器是将外界的信息按一定规律转换成检测信号的装置,它是实现自动检测和自动控制的重要环节。目前除利用传统结构型传感器外,大量采用物性型传感器。结构型传感器是以物体的变形或位移来检测被测量的,物性型传感器是利用材料固有特性来实现对外界信息的检测,它有半导体、陶瓷类、光纤及其他新型材料。

2. 信号处理装置

信号处理装置是用来对测量信号进行处理、运算、分析,对动态测试结果做频谱分析、相关分析,并发出有关信号。目前,完成这些工作多采用计算机技术。

3. 显示、记录装置

显示器目前有4类:模拟显示、数字显示、图形显示及记录仪。因为模拟量是连续变化量,所以模拟显示是利用指针对标尺的相对位置来表示读数的。如动圈式仪表、电子电位差计等。数字显示多采用发光二极管和液晶等以数字的形式来显示读数的。前者亮度高,后者耗电小。

图像显示是用CRT或点阵式的LCD来显示读数或被测参数的变化曲线。

记录仪主要用来记录被测参数的动态变化过程。常用的记录仪有笔式记录仪、绘图仪、数字存储示波器、磁带记录仪等。

4. 执行机构

执行机构通常是指各种继电器、电磁铁、电磁阀、电磁调节阀、伺服电动机等。它们在电路中起通断、控制、调节、保护等作用。

1.1.3 检测技术的发展趋势

检测系统中,如果没有传感器对原始信息进行精确、可靠的捕获和转换,则一切测量和控制都是不可能实现的。近年来,随着计算机技术的发展,新材料的开发,新型或具有特殊功能的传感器不断涌现出来,检测装置也向着小型化、固化和智能化的方向发展。其发展的趋势有以下几个方面。

(1)研究新原理、开发新材料,以适应各行各业测量的需要。各发达国家正致力于研究出新原理、新材料的新型物性型传感器。近代物理学的进展,如激光、红外、超声、微波、光纤、放射性同位素等新的成果都为检测技术开发提供了更多的依据。如利用光子滞后效应,出现了响应速度极快的红外传感器;利用约瑟夫逊效应的热噪声温度传感器,可测量 10^{-6} K的超低温。陶瓷材料、高分子材料对新型传感器的研究和开发起到了很大的推动作用,而硅材料和其他派生物是目前最成熟和开发应用最广的材料,许多微型传感器都是在硅材料上形成的。

(2)发展集成化、多功能化的传感器。传感器的集成化是将多个相同传感器配置在同一平面上,形成多维阵列,加上时序,变单一信息检测为多信息检测。传感器的多功能化是指传感器自身不仅有检测功能,还具有信号处理和其他功能。例如,利用特殊陶瓷能分别检测湿度和温度。又如,人们将排列成阵列的成千上万个光敏元件



及扫描放大电路制作在一块芯片上,制成 CCD 摄像机。集成化、多功能化传感器已经迈向实用化。

(3)检测技术正向着智能化、仿生技术方向发展。传感器与微处理器集成在同一芯片上组成智能仪表,不仅具有信号检测、转换功能,同时还有记忆、存储、解析、统计处理和自诊断、自校准、自适应等功能,现已投入使用。如美国费希尔—罗斯蒙特公司的智能 3051C 差压变送器。与此同时,人类研制各式各样的机器人应用于现代工业,已取得了可喜的成就,尽管传感器官的开发比较缓慢,使机器人的使用受到限制,但仿生检测技术仍是当前发展的方向之一。

除此之外,随着微电子技术与计算机技术的飞速发展,检测技术与计算机深层次的结合将引起检测仪器领域里一场新的革命,一种全新的仪器结构概念导致新一代仪器——虚拟仪器的出现并走向实用。

1.2 本课程的任务和学习方法

本课程是一门专业基础课,从信息的获取、转换、显示与处理的角度,较为详细地介绍检测基础知识、信号分析、模拟与数字检测技术及应用、智能检测技术及应用、抗干扰技术等内容。通过本课程的学习,使学生初步掌握工业生产中进行动态物理量的检测原理、基本知识和基本技能。

学生学完本课程后,应具备以下知识:

- (1)掌握检测基本知识及品质指标;
- (2)初步掌握信号分析的基本方法;
- (3)基本掌握传感器的工作原理及应用、传感器的选用原则;
- (4)基本掌握智能仪表的工作原理及应用;
- (5)了解信号的转换方法和应用;
- (6)了解常用记录装置的工作原理及应用;
- (7)了解检测中抗干扰技术及应用。

本课程涉及的学科面广,实际应用性较强,与前面有关的基础知识和专业知识紧密相关。因此,学好的关键在于理论联系实际,善于思考,注重实践环节,面对当前检测滞后于信息处理的状况,激发学生的开拓创新精神,有条件的可组织到工业生产中实践,这样才能学好、学活。

本书各节有应用实例,各章均附有一定数量的习题和思考题,可以引导学生循序渐进地掌握检测技术的实际应用能力。

第2章 测量基础知识

检测与转换技术是以研究检测系统中的信息提取、信息转换及信息处理的理论与技术为主要内容的一门应用技术学科。

2.1 测量基本概念

检测技术研究的主要内容是被测量的测量原理、测量方法、测量系统和数据处理4个方面。测量原理是指用什么样的原理去测量被测量。因为不同性质的被测量,要用不同的原理去测量,同一性质的被测量亦可用不同的原理去测量。测量原理确定后,就要考虑用什么方法去测量被测量,这就是我们所要研究的测量方法。确定了被测量的测量原理和测量方法后,就要设计或选用装置组成测量系统。有了已标定过的测量系统,就可以实施实际的检测工作。在实际检测中得到的数据必须加以处理,即数据处理,以得到正确可信的检测结果。

2.1.1 测量方法

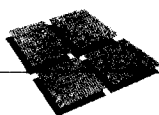
测量方法,简而言之,就是对测量所采取的具体方法。测量方法对测量工作是十分重要的,它关系到测量任务能否完成。因此,要针对不同测量任务的具体情况进行分析后,找出切实可行的测量方法,然后根据测量方法选择合适的检测技术工具,组成测量系统,进行实际测量。对于测量方法,从不同的角度出发,有不同的分类方法。按测量手段分类有:直接测量、间接测量和联立测量;按测量方式分类有:偏差式测量、零位式测量和微差式测量。

1. 直接测量

在使用仪表进行测量时,对仪表读数不需要经过任何运算,就能直接表示测量所需要的结果,称为直接测量。例如,用磁电式电流表测量电路的支路电流,用弹簧管式压力表测量锅炉压力等就是直接测量。直接测量的优点是测量过程简单而迅速,缺点是测量精度不容易做到很高。这种测量方法是工程上大量采用的方法。

2. 间接测量

有的被测量无法或不便于直接测量,这就要求在使用仪表进行测量时,首先对与被测物理量有确定函数关系的几个量进行测量,然后将测量值代入函数关系式,经过计算得到所需的结果,这种方法称为间接测量。例如,对生产过程中的纸张或地板革的厚度进行测量时无法直接测量,只得通过测量与厚度有确定函数关系的单位面积重量来间接测量。因此,间接测量比直接测量复杂,但有时可以得到较高的测量精度。



3. 联立测量(也称组合测量)

在应用仪表进行测量时,若被测物理量必须经过求解联立方程组才能得到最后结果,则称这样的测量为联立测量。在进行联立测量时,一般需要改变测试条件,才能获得一组联立方程所需要的数据。对联立测量,在测量过程中,操作手续很复杂,花费时间很长,是一种特殊的精密测量方法。它一般适用于科学实验或特殊场合。

在实际测量工作中,一定要从测量任务的具体情况出发,经过具体分析后,再确定选用哪种测量方法。

2.1.2 偏差式测量、零位式测量和微差式测量

1. 偏差式测量

在测量过程中,用仪表指针的位移(即偏差)决定被测量的测量方法,称为偏差式测量法。应用这种方法进行测量时,标准量具不装在仪表内,而是事先用标准量具,对仪表刻度进行校准;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。它是以间接方式实现被测量与标准量的比较。例如,用磁电式电流表测量电路中某支路的电流,用磁电式电压表测量某电气元件两端的电压等就属于偏差式测量法。应用这种方法进行测量,测量过程比较简单、迅速,但是,测量结果的精度较低。这种测量方法广泛应用于工程测量中。

在偏差式测量仪表中,一般要利用被测物理量产生某种物理作用(通常是力或力矩),在此物理作用下,使仪表的某个元件(通常是弹性元件)产生相似但方向相反的作用,此相反作用又与某变量紧密相关,这个变量通常是指针的线位移或角位移(即指针偏差),它便于人们在测量过程中用感官直接观测。此相反作用一直要增加到与被测物理量的某物理作用相平衡,

这时指针的位移在标尺上对应的刻度值就表示被测量的测量值。图 2-1 所示的压力表就是这类仪表的一个示例。由于被测介质压力的作用,使弹簧变形,产生一个弹性反作用力。被测介质压力越高,弹簧反作用力越大,弹簧变形位移越大。当被测介质压力产生的作用力与弹簧变形反作用力相平衡时,活塞达到平衡,这时指针位移在标尺上对应的刻度值,就表示被测介质的压力值。显然,此压力表的指标精度取决于弹簧质量及刻度校准情况。由于弹簧变形力不是力的标准量,必须用标准重量校准弹簧,因此,这种类型的仪表一般精度不高。

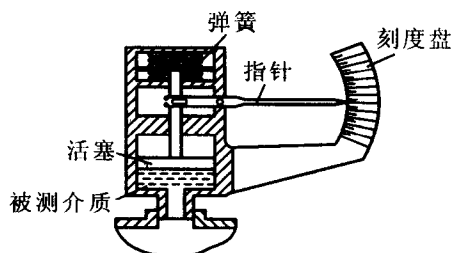


图 2-1 压力表

2. 零位式测量

在测量过程中,用指零仪表的零位指示检测测量系统的平衡状态;在测量系统达到平衡时,用已知的基准量决定被测未知量的测量方法,称为零位式测量法。应用这种方法进行测量时,标准量具装在仪表内,在测量过程中,标准量直接与被测量相比

较;测量时,要调整标准量,即进行平衡操作,一直到被测量与标准量相等,即使指零仪表回零。例如,用电位差计测量电势就属于零位式测量法。图 2-2 所示电路是电子电位差计的简化等效电路。在进行测量之前,应先调 R_1 , 将回路工作电流 I 校准;在测量时,要调整 R 的活动触点,使检流计 G 回零,这时 I_g 为零,即是 $U_R = U_x$, 这样标准电压 U_R 的值就表示被测未知电压 U_x 值。

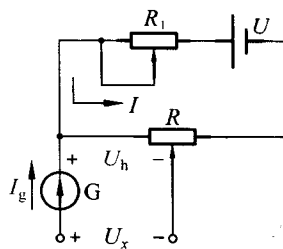


图 2-2 电子电位差计简化等效电路

采用零位式测量法进行测量时,优点是可以获得比较高的测量精度。但是,测量过程比较复杂,在测量时,要进行平衡操作,花费时间长。采用自动平衡操作以后,可以加快测量过程,但它的反应速度由于受其工作原理所限,也不会很高。因此,这种测量方法不适用于测量变化迅速的信号,只适用于测量变化较缓慢的信号。这种测量方法在工程实践和实验室中应用很普遍。

3. 微差式测量

微差式测量法是综合了偏差式测量法与零位式测量法的优点而提出的测量方法。这种方法是将被测的未知量与已知的标准量进行比较,并取得差值,然后用偏差法测得此差值。应用这种方法进行测量时,标准量具装在仪表内,并且在测量过程中,标准量直接与被测量进行比较。由于二者的值很接近,因此,测量过程中不需要调整标准量,而只需要测量二者的差值。

设 N 为标准量, X 为被测量, Δ 为二者之差,则 $X = N + \Delta$, 即被测量是标准量与偏差之和。由于 N 是标准量,其误差很小且 $\Delta \ll N$ 。因此,选用高灵敏度的偏差式仪表测量 Δ 时,即使测量 Δ 的精度较低,但因 $\Delta \ll N$, 故总的测量精度仍很高。

例如,可用高灵敏度电压表和电子电位差计,采用微差法测量当负荷变动时,稳压电流输出电压的微小变化值。如图 2-3 所示, R_0 与 E 表示稳压源的等效内阻和电

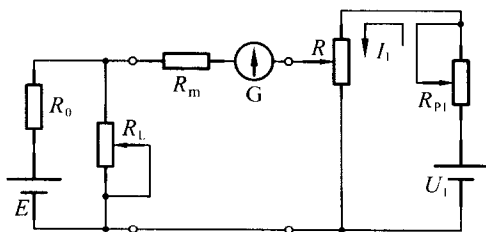


图 2-3 微差法测量稳压电源输出电压的微小变化

动势, R_L 表示稳压电源的负载。 R_{P1} , R , U_1 表示电位差计。在测量之前,应预先调整 R_{P1} 值,使电位差计工作电流 I_1 为标准值,然后,使稳压电源的负载电阻 R_L 为额定值,进而调整 R 的活动触点位置,使高灵敏度电压表 G 指零;增加或减小 R_L 值,即改变稳压电源的负荷,这时高灵敏度电压表的偏差示值即是负荷变动所引起的稳压电



源输出电压的微小波动值。注意,这种电路中,要求高灵敏度电压表的内阻 R_m 要足够高,即要求 $R_m \gg R_{R1}, R_1, R_0$, 否则,测量误差会较大。

微差式测量法的优点是反应快,而且测量精度高,它特别适用于在线控制参数的检测。

2.1.3 测量系统

在检测任务面前,当解决了应用什么样的测量原理、采取什么样的测量方法之后,就要考虑使用什么技术工具——测量的物质手段,去进行测量。测量仪表就是进行测量所需要的技术工具的总称,也就是说,测量仪表是实现测量的物质手段。很显然,这里所说的测量仪表是一个广义概念。广义概念下的测量仪表包括敏感元件、传感器、变换器、运算器、显示器、数据处理装置等。测量仪表性能的好坏直接影响测量结果的可信度。

测量系统是测量仪表的有机组合,对于比较简单的测量工作,只需要一台仪表就可以解决问题。但是,对于比较复杂、要求高的测量工作,往往需要使用多台测量仪表,并且按照一定规律将它们组合起来,构成一个有机整体——测量系统。在现代化的生产过程和实验中,过程参数的检测都是自动进行的,即检测任务是由测量系统自动完成的。因此,研究和掌握测量系统的功能和构造原理十分必要。

1. 测量系统的构成

图 2-4 所示为测量系统的原理结构框图。它由下列几个功能环节组成。

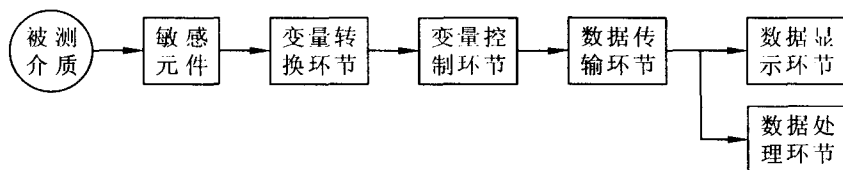


图 2-4 测量系统的原理结构框图

(1) 敏感元件

作为敏感元件,它首先从被测介质接受能量,同时产生一个与被测物理量有某种函数关系的输出量。敏感元件的输出信号是某些物理量,如位移或电压。这些物理量比被测物理量易于处理。

(2) 变量转换环节

对于测量系统,为了完成所要求的功能,需要将原始敏感元件的输出变量做进一步的转换,即转换成更适于处理的变量,并且要求它应当保存着原始信号中所包含的全部信息。完成这样功能的环节称为变量转换环节。

(3) 变量控制环节

为了完成对测量系统提出的任务,要求用某种方式“控制”以某种物理量表示的信号。这里所说的“控制”是指在保持变量物理性质不变的前提条件下,根据某种固定的规律仅仅改变变量的数值。完成这样功能的环节称为变量控制环节。