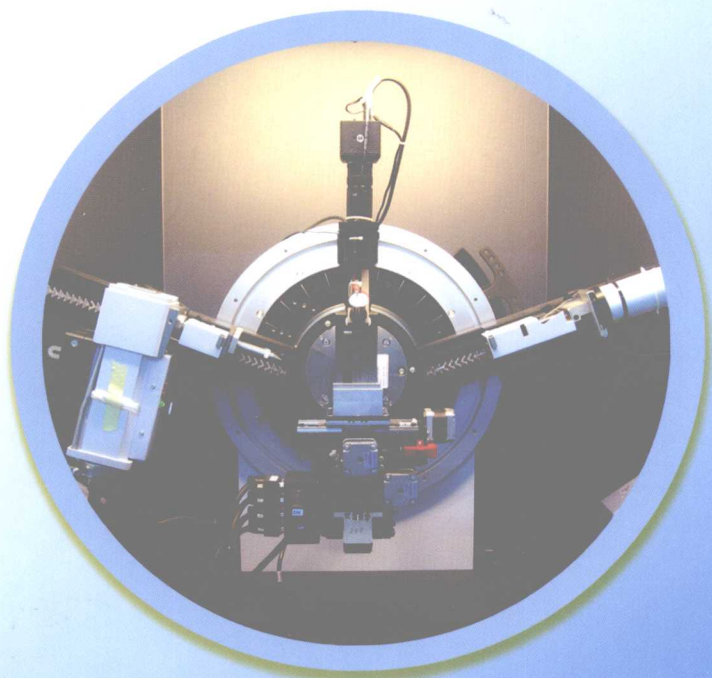


高等院校培养应用型人才电子技术类课程系列规划教材

检测技术与应用

曹才开 主编

熊幸明 主审



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

高等院校培养应用型人才电子技术类课程系列规划教材

检测技术与应用

主 编 曹才开

副主编 张 丹 祖国建 张国云

余建坤 刘 晖

编 委 余晓霏 周志刚 夏向阳 韦文祥

郭瑞平 贺攀峰 蒋冬初 雷 蕾

主 审 熊幸明

中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

检测技术与应用/曹才开主编. —长沙:中南大学出版社, 2009. 5
(高等院校培养应用型人才电子技术类课程系列规划教材)
ISBN 978-7-81105-833-8

I. 检... II. 曹... III. 技术测量 - 高等学校 - 教材
IV. TG806

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 067154 号

检测技术与应用

主编 曹才开

☐责任编辑 邓立荣

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 长沙市华中印刷厂

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 22.75 ☐字数 576 千字

☐版 次 2009 年 5 月第 1 版 ☐2009 年 5 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-81105-833-8

☐定 价 38.00 元

图书出现印装问题,请与出版社调换

内容简介

全书共 13 章, 内容包括: 检测技术与测试系统, 测量误差理论基础, 测试系统的基本电路, 温度与湿度测量, 位移与位置测量, 速度与加速度测量, 力与压力的测量, 气体与烟雾测量, 物体探伤测量, 电量测量, 光电测控电路, 室内音质测量, 软测量与虚拟仪器测量技术。

本书可供本科电气工程、电子信息和机械类各专业的检测技术课程教材使用, 也可供广大工程技术人员参考。

除标“*”的内容外, 适用讲课学时为 50 学时左右。

高等院校培养应用型人才 电子技术类课程系列规划教材编委会

丛书主编：吴新开

丛书副主编：张一斌、俞子荣、郭照南

编委会人员：（排名不分先后）

吴新开(湖南科技大学)	余晓霏(湖南工程学院)
欧青立(湖南科技大学)	刘安玲(长沙学院)
沈洪远(湖南科技大学)	张 丹(长沙学院)
姚 屏(湖南科技大学)	张跃勤(长沙学院)
韦文祥(湖南科技大学)	张海涛(长沙学院)
赵延明(湖南科技大学)	周继明(邵阳学院)
曾 屹(中南大学)	江世明(邵阳学院)
张一斌(长沙理工大学)	余建坤(邵阳学院)
王小华(长沙理工大学)	罗邵萍(邵阳学院)
刘 晖(长沙理工大学)	石炎生(湖南理工学院)
夏向阳(长沙理工大学)	张国云(湖南理工学院)
刘奇能(湘潭大学)	刘 翔(湖南理工学院)
俞子荣(南昌航空大学)	陈日新(湖南文理学院)
周南润(南昌大学)	王南兰(湖南文理学院)
吴舒辞(中南林业科技大学)	周志刚(湖南文理学院)
朱俊杰(中南林业科技大学)	王 莉(湖南商学院)
李 颖(中南林业科技大学)	何 静(湖南商学院)
任 嘉(中南林业科技大学)	蒋冬初(湖南城市学院)
曹才开(湖南工学院)	雷 蕾(湖南城市学院)
郭照南(湖南工程学院)	祖国建(娄底职业技术学院)
孙胜麟(湖南工程学院)	姜凤武(湖南铁道职业技术学院)
贺攀峰(湖南工程学院)	

总 序

随着我国科学技术不断地发展、完善,以及教育体系不断地更新,社会用人单位对高校人才培养模式提出了更高更新的要求。复合型、创新型、实用型人才日益受到用人单位的青睐。这种发展趋势必将会使高校的人才培养模式面临着新的挑战,这就意味着如何提高高等学校毕业生的实际工作能力尤为重要。诚然,除了努力加强实践教学之外,还应着力加强和推进理论教学及其教材的建设与更新,显然,它是提高高等学校教学质量的一个必不可少的重要环节。根据教育部、财政部《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》的文件精神,启动“万种新教材建设项目,加强新教材和立体化教材建设”工程,积极组织好教师编写新教材。

鉴于此,中南大学出版社特邀请湖南省及外省部分高等学校从事电工电子技术教学、实验和应用研究的教授、专家和教学第一线的骨干教师、高级实验师组成了教材编委会,编写了电工电子技术等系列教材。

本系列教材的主要特点为:

1. 充分吸取了教学改革、课程设置与教材建设等方面的经验成果,在内容的选材上(如例题和习题)力求理论紧密联系实际、注重实用技术的讲解和实用技能的训练。同时也能较好地反映出电子

电气信息领域的最新研究成果,体现了电子电气应用领域的新知识、新技术、新工艺与新方法。

2. 根据专业特点,对传统教材的内容进行了精选、整合、优化,以满足理论教学与实验教学的要求。同时,注意到与相关课程内容之间的衔接,从而保证了教学的系统性,有利于理论教学。

3. 编写与电子技术类课程设计相配套的指导性教材,有利于实践性教学。

4. 该系列教材中,基本概念的阐述较清晰,层次分明,语言表述做到了通俗易懂,有利于学生自学。

目前,我国高等教育的模式还有赖于日趋完善,教材体系尚未完全建立,教材编写还处于不断探索的阶段,仍需要我国高等学校的广大教师持之以恒、不懈地努力、辛勤地耕耘,编写出更多更好的满足新形势下教学需要的实用教材。

我相信并殷切地期望该系列教材的出版,它不仅会受到广大教师的欢迎,满足教学的需要,而且还将会对我国高等学校的教材建设起到积极的促进作用。最后,预祝《高等院校培养应用型人才电子技术类课程系列规划教材》出版项目取得成功,为我国高等教育事业和信息产业的蓬勃发展与繁荣昌盛培土施肥。同时,也恳切地希望广大读者、同仁,对该系列教材的不足之处提出中肯的意见和有益的建议,以便再版时更正。



谨识

教育部中南地区高等学校电子电气基础课教学研究会理事长
武汉大学电子信息学院 教授/博士生导师

2009年2月15日

前 言

在科学技术与社会生产高度发达的今天,要求与之适应的测试仪器与系统错综复杂,被测对象的跨度既广泛又具多样性。检测技术与科学研究、工程实践密切相关。科学技术的发展促进检测技术发展,检测技术的发展反过来又促进科学技术的提高,两者相辅相成,推动社会生产力不断前进。随着科学技术的不断发展,对检测技术的要求越来越高。“检测技术”课程在专业技术中的位置越来越重要,它不仅是电工程与电子信息类专业的一门主干课程,而且也是其他工程类专业的必修课程。

本书是由湖南省和辽宁省部分高等院校教师在多年“检测技术”课程教学、教学研究、科学研究和教材建设的基础上编写而成的。

全书共13章。第1、2、3章分别讨论了检测技术与测试系统的基础知识、测量误差理论基础以及测试系统的基本电路,这部分内容是检测技术的基础知识。第4~12章分别讨论了温度、湿度、气体、烟雾、位移、位置、速度、加速度、转速、力、压力、物体探伤、电量、光电测控和室内音质等物理量及物理现象的测量技术,这部分是本书的核心内容。第13章介绍了软测量和虚拟仪器测量技术,这部分内容反映了现代检测技术的发展动态,是选学内容。

本书主要特色有:

(1) 比较系统地介绍了测试系统的基本电路,包括电桥测量电路、基本运算电路、测量放大电路(集成仪表放大器、电桥放大器、程控增益放大器、电荷放大器、隔离放大器);有源滤波器和电压/电流转换电路等。了解这些基本电路的工作原理和特点对各种物理量检测电路的设计和工作原理的理解均十分有利。

(2) 以检测物理量分章节,传感器只作为测试系统中一个重要部件来介绍,即本书突出检测电路设计,不系统地介绍传感器,还“检测技术”这门课程的本来面目。

(3) 突出实际应用,每一个物理量的测量电路均是实际系统或产品的电路,同一物理量介绍多种传感器测量电路。

(4) 用较多的篇幅讨论了光电测量与控制电路,这些内容反映了现代光电测控技术的成果。

(5) 介绍了软测量与虚拟仪器测量技术的新进展,并有实际应用例子,这些例子均是作者多年来的研究成果。

本书由湖南工学院曹才开教授担任主编,长沙学院张丹、湖南理工学院张国云、长沙理

工业大学刘晖、邵阳学院余建坤、娄底职业技术学院祖国建担任副主编。参加本书编写工作的有：曹才开(第1、2、3、5、8~10章)，张丹(第4章)，祖国建(第6章)，郭瑞平(第7章)，张国云(第11章)、余建坤(第12章)，刘晖、夏向阳(第13章)。

在本书的编写过程中，得到了湖南省高等院校电子技术教学研究会和参编学院的大力支持，谨致以衷心感谢！

由于检测技术与测试系统涉及的知识面很广，编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请各位读者批评指正。

编者

2009年2月

目 录

第1章 检测技术基本知识	(1)
1.1 检测技术概述	(1)
1.2 信号的基本知识	(8)
1.3 测试系统的基本结构与类型	(19)
1.4 测试系统的基本特性	(22)
1.5 线性系统的性质与理想测试系统	(31)
本章小结	(33)
思考题与习题	(34)
第2章 测量误差理论基础	(36)
2.1 测量误差	(36)
2.2 系统误差的消除方法	(41)
2.3 测量结果的误差估计	(47)
2.4 测试系统的动态误差	(57)
本章小结	(59)
思考题与习题	(60)
第3章 测试系统的基本电路	(61)
3.1 电桥测量电路	(61)
3.2 基本运算电路	(66)
3.3 信号放大电路	(71)
3.4 有源滤波器	(80)
3.5 电压/电流转换电路	(85)
本章小结	(87)
思考题与习题	(88)
第4章 温度与湿度测量	(91)
4.1 温度传感器类型与测温范围	(91)
4.2 热电阻温度传感器及其温度测量电路	(93)
4.3 热电偶传感器及其温度测量电路	(98)
4.4 智能集成温度传感器及其应用	(107)

4.5 湿度传感器及其测量电路	(120)
本章小结	(130)
思考题与习题	(131)
第5章 位移与位置测量	(134)
5.1 电感式位移传感器及其应用电路	(134)
5.2 电容式传感器的位移与物位置测量电路	(139)
5.3 霍尔传感器的位移测量电路	(148)
5.4 光位置传感器及其测量电路	(160)
本章小结	(164)
思考题与习题	(165)
第6章 速度与加速度测量	(167)
6.1 速度传感器的类型	(167)
6.2 风速传感器及其测量电路	(167)
6.3 液体流速传感器及其测量电路	(173)
6.4 压电式加速度传感器与测量电路	(176)
6.5 光电式转速传感器与测量电路	(182)
6.6 光纤加速度传感器与测量电路	(184)
本章小结	(187)
思考题与习题	(189)
第7章 力与压力的测量	(190)
7.1 应变片压力传感器及其测量电路	(190)
7.2 压阻式压力传感器及其典型应用电路	(204)
7.3 振动式压力传感器的测量电路设计	(212)
本章小结	(219)
思考题与习题	(219)
第8章 气体与烟雾测量	(221)
8.1 气体传感器概况	(221)
8.2 可燃性气体浓度检测电路	(225)
8.3 毒性气体检测电路	(228)
8.4 烟雾报警器电路	(231)
8.5 酒精与氢气检测电路	(235)
本章小结	(236)
思考题与习题	(236)
第9章 物体探伤测量	(238)
9.1 超声波探伤传感器与检测电路	(238)

9.2 红外传感器及其探伤测量电路	(249)
9.3 声发射传感器与探伤检测电路	(254)
本章小结	(259)
思考题与习题	(260)
第10章 电量测量	(261)
10.1 电压测量的基本概念	(261)
10.2 电压的测量	(266)
10.3 电压测量的干扰及其抑制技术	(273)
10.4 基于霍尔传感器的直流电流检测电路的设计	(275)
10.5 用电桥测量 R 、 L 、 C	(278)
本章小结	(281)
思考题与习题	(282)
第11章 光电测控电路	(284)
11.1 概述	(284)
11.2 光敏晶体管和光敏电阻	(285)
11.3 光电耦合器及其开关电路	(292)
11.4 光电测控的应用举例	(297)
11.5 光电池及其应用	(304)
本章小结	(308)
思考题与习题	(309)
第12章 室内音质的测量	(310)
12.1 室内声学的基本概念	(310)
12.2 厅堂音质的测量	(316)
12.3 厅堂扩声特性的测量	(323)
本章小结	(328)
思考题与习题	(329)
* 第13章 软测量与虚拟仪器测量技术	(330)
13.1 软测量技术的基本概念	(330)
13.2 虚拟仪器简介	(334)
13.3 基于虚拟仪器的软测量举例	(338)
本章小结	(348)
思考题与习题	(349)
参考文献	(350)

第1章 检测技术基本知识

【本章要点】 讨论检测技术的作用和任务,检测技术的发展趋势,传感器的发展动态,测试系统的基本结构与类型,信号及其基本运算,信号变换与频谱,连续时间信号的采样,测试系统的静态特性和动态特性,理想测试系统的条件等内容。这些内容是检测技术的基本概念和基本知识,是后续各章学习所必备的基本知识。

1.1 检测技术概述

1.1.1 检测技术的作用和任务

检测过程是借助专门的设备、仪器、测试系统,通过适当的实验方法与必需的信号分析及数据处理,由测得的信号求取与研究对象有关的信息量值的过程,最后将其结果进行显示和输出。因此,检测技术属于信息科学的范畴,是信息技术三大支柱(检测控制技术、计算技术和通信技术)之一。

测量是以确定被测物属性量值为目的的一组操作。测试是具有实验性质的测量,或者可理解为测量与实验的综合。

人类对客观事物的认识和改变离不开检测技术。特别是科学技术迅速发展的今天,在日常生活、商品流通、机械工程、交通运输、电子通信、军事技术以及宇宙科学等领域中均离不开检测技术。

在工程中,通过对有关物理量(如位移、速度、加速度、力、力矩、功率、机械振动、噪声、温度、电流、电压等)的测量,不仅能够对产品的质量提供客观的评价,而且还能够为生产、科研提供可靠的数据和反馈信息,成为探索、开发、创造和实现生产自动化的一种重要手段。

检测技术的主要任务有以下四个方面:

(1)对产品的质量进行检定,确保产品质量达到预定的规格。对各类机械、仪器产品的性能进行测试,检查其产品性能是否达到了产品标准规定的指标,如对机床、汽轮机主轴回转误差的测定,内燃机的转速、功率、耗油量的测定,各种机械量测量仪器的准确性的鉴定,等等。

(2)对生产过程进行监视或控制,保证生产过程正常运行。例如,随时测定与运行条件有关的物理量,经过适当的转换由记录指示装置进行监视。一般地说,运行中的被测量大多是动态参数,因此又往往涉及动态测量。

(3)在工程设计中,利用检测技术可以提供大量实验数据。在实际工程中,许多复杂的问题仅凭已有的理论公式和经验公式进行计算是不够的,有时甚至没有理论公式和经验公式可以作为依据,往往以模拟经验经过实验来寻找或判断最佳条件,在这个过程中都涉及到测试工作。

(4)在许多科学研究项目中,测试工作也都占有很重要的地位,如气象学、地震学、海洋学的研究都是与测试分不开的。至于人造地球卫星的发射与回收、宇宙空间的探测、航天工程等尖端技术的科学研究,都与检测技术紧密相关。因此,检测技术是众多科学技术发展的一项重要基础技术。

研究对象的相关信息中,有些是可以直接检测的。例如,弹簧在外力作用下产生变形,其变形量就是可以直接检测的。但是,有些系统动态特性的测试就不容易直接检测,对于这样的系统,首先要设计测试系统,并且要根据信息量的性质选择相应的传感器,对传感器获取的信息进行加工、处理才能获得相关的量值;有些系统的动态特性则只有通过对它进行激励和系统响应测试才能求得。

从广义的角度来讲,测试工作涉及实验设计、模型理论、传感器、信号处理、误差理论、控制工程和参数估计等内容。从狭义的角度来讲,测试工作则是指在一定激励方式下,信号的检测、变换、显示、记录或直接以电量输出数据等内容。

本书是在狭义的范围内来介绍检测技术中的一些基础知识,包括基本理论、基本物理量测试技能两个方面。

1.1.2 检测技术的发展趋势

1. 检测技术的发展过程

检测技术与科学研究、工程实践密切相关。科学技术的发展促进检测技术发展,检测技术的发展反过来又促进科学技术的提高,二者相辅相成,推动社会生产力不断前进。第一代测试仪器是以电磁感应基本定律为基础的模拟指针式仪表。20世纪50年代出现了电子管、60年代出现晶体管后,便产生了以电子管或晶体管为基础的第二代测试仪器——分立元件仪表。20世纪70年代出现了集成电路,便产生了以集成电路芯片为基础的第三代仪器——数字式仪表。随着微电子技术的发展和微处理器的普及,20世纪80年代以微处理器为中心的第四代仪器——智能式仪表得到了迅速普及。现在,由于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正引起测试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,进而产生集成仪器,再由单台仪器子系统向多台仪器组成的大的测试系统方向发展。

科学技术与生产水平的高度发达,要求有更先进的检测技术与仪器作基础。据统计:大型发电机组需要3000台传感器及其配套监测仪表;大型石油化工厂需要6000台传感器及其配套监测仪表;一个钢铁厂需要20000台传感器及其配套监测仪表;一个电站需要5000台传感器及其配套监测仪表;一架飞机需要3600只传感器及其配套监测仪表;一辆汽车需要30~100只传感器及其配套监测仪表。

在各种现代装备的设计和制造工作中,测量工作内容已占首位。测试系统的成本已达到该装备系统总成本的50%~70%,它是保证现代工程装备系统实际性能指标和正常工作的重要手段,是其先进性能及实用水平的重要标志。以电厂为例,为了实现安全高效供电,电厂

除了实时监测电网电压、电流、功率因数进而监测频率、谐波分量等电量外,还要实时监视电机各部位的振动(振幅、速度、加速度)以及压力、温度、流量、液位等多种非电量,并实时分析处理、判断决策、调节控制,以使系统处于最佳工作状态。若主气流量值有 -1% 的测量偏差,则电站燃烧成本增加 1% 。又如:为了对工件进行精密机械加工,需要在加工过程中对各种参数,如位移量、角度、圆度、孔径等直接相关量以及振动、温度、刀具磨损等间接相关参量进行实时监测,实时由计算机进行分析处理,然后由计算机实时地对执行机构给出进刀量、进刀速度等控制调节指令,才能保证预期高质量的要求,否则得到的将是次品或废品。再如:我们不能设计出一条微米级、纳米级线宽的集成电路生产线,因为测量仪器的测量准确度目前达不到微米级、纳米级的水平。

在科学技术与社会生产高度发达的今天,要求与之适应的测试仪器与系统虽然错综复杂,被测对象的跨度既广泛又具多样性,但是,归纳起来主要有:

- ①能够测量多种参量,包括非电气量;
- ②具有多个输入通道,可进行多点测量;
- ③能够快速进行在线实时测量,因为 95% 的被测信号是随时间变化的动态信号;
- ④能够实时快速进行信号分析处理,排除噪声干扰、消除偶然误差、修正系统误差,从而实现测量结果的高准确度以及具有对被测信号的高分辨能力。

唯有以计算机为中心的测试系统能够实现上述要求。

2. 检测技术发展的主要标志

可以说,采用先进的检测技术是科学技术现代化的重要标志之一,也是科学技术现代化必不可少的条件。由于科学技术的发展,检测技术目前已达到了一个新的水平,其主要标志如下:

(1)由于物理学和化学、材料学,尤其是半导体物理学、微电子学等方面的新成就,使传感器向着精度、灵敏度高,测量范围大而体积小的方向发展。并且已经研制成功很多可以检测力、热、光、磁等物理量和气体化学成分传感器。光纤不仅可以用来作信号的传输,而且可作为传感器。微电子技术的发展使得有可能把某些电路乃至微处理器功能融入传感器中。可以说传感器的小型化与智能化已经成为当代科学技术发展的标志,也是检测技术发展的明显趋势。

(2)电子计算机的发展使检测技术发生了根本变化。利用电子技术可以使信号的分析理论和方法不断发展,日趋完善。在很多情况下还可以利用电子计算机做后续处理工作,直接显示出所需要的结果。电子计算机技术在检测技术中的应用突出地表现在整个测试工作可在计算机控制下,自动按照给定的测试实验程序进行,直接给出测试结果,构成自动测试系统。其他诸如微波存储、数据采集、非线性校正和系统误差的排除、数字滤波、参数估计等方面也都是电子计算机技术在测试领域中应用的重要成果。

(3)检测技术已经成为自动控制中一个重要的组成部分。众所周知,宇宙空间站的建立,航天飞机的发射和返回,人造地球卫星的发射和返回,都是自动控制技术的重要成果。生产过程自动化已经成为当今工业生产实现高精度、高效率的重要手段。而一切自动控制过程都离不开自动检测技术,利用测试得到的信息,自动调整整个运行状态,使生产、控制过程在预定的理想状态下进行,实现“以信息流控制物质和能量流”的自动控制过程。

(4)随着科学技术的发展,检测技术应用的领域在不断扩大。可以说,它涉及所有几何

量和物理量,诸如力、位移、速度、硬度、流量、时间、频率、温度、热量、电声、噪声、超声、光度、光谱、色度、激光、电学、磁学等的检测。不仅广泛应用于机械工程、电子信息工程中,而且应用于生物工程之中。目前已经研制出用于把检测物体的生物分子或细胞的结果转化成电信号的换能器,可以用来探测生物发展奥秘。

3. 现代电测技术的发展趋势

随着微电子技术、计算机技术及数字信号处理(DSP)等先进技术在检测技术中的应用,就共性及基础技术而言,现代电测技术的发展趋势是:集成仪器、测试系统的体系结构、测试软件、人工智能检测技术等方面。在此诸方面中我们着重说明下述两个方面。

(1) 集成仪器概念

仪器与计算机技术的深层次结合产生了全新的仪器结构概念。从虚拟仪器、卡式仪器、VXI 总线仪器直至集成仪器,其概念至今还没有正式的定义。一般来说,将数据采集卡插入计算机空槽中,利用软件在屏幕上生成虚拟面板,在软件引导下进行信号采集、运算、分析和处理,实现仪器功能并完成测试的全过程,这就是所谓的虚拟仪器,即由数据采集卡、计算机、输出(D/A)及显示器这种结构模式组成仪器通用硬件平台,在此平台基础上调用测试软件完成某种功能的测试任务,便构成该种功能的测试仪器,成为具有虚拟面板的虚拟仪器。在此同一平台上,调用不同的测试软件就可构成不同功能的虚拟仪器,故可方便地将多种测试功能集于一体,实现多功能集成仪器。因此,出现了“软件就是仪器”的概念,如对采集的数据通过测试软件进行标定和数据点的显示就构成一台数字存储示波器;若对采集的数据利用软件进行快速傅里叶变换(FFT),则构成一台频谱分析仪。

(2) 测试软件

在测试平台上,调用不同的测试软件就构成不同功能的仪器,因此,软件在系统中占有十分重要的地位。在大规模集成电路迅速发展的今天,系统的硬件越来越简化,软件越来越复杂;集成电路器件的价格逐年大幅下降,而软件成本费用则大幅上升。测试软件不论对大的测试系统还是单台仪器子系统来讲都是十分重要的,而且是未来发展和竞争的焦点。有专家预言:“在测试平台上,下一次大变革就是软件。”信号分析与处理要求取的特征值,如峰值、真有效值、均值、均方值、方差、标准差等,若用硬件电路来获取,其电路是极为复杂的;若要获得多个特征值,电路系统则很庞大;而另一些数据特征值,如相关函数、频谱、概率密度函数等则是不可能用一般硬件电路来获取的,即使是具有微处理器的智能化仪器,如频谱分析仪、传递函数分析仪等(其价格极其昂贵,是“贵族式”仪器)同样如此。而在测试平台上,信号特征的定义式用软件编程很容易实现,从而使得那些只能是“贵族式”分析仪器才具有的信号分析与测量功能得以在一般工程测量中实现,使得信号分析与处理技术能够广泛普及,为工程生产实践服务。

软件技术对于现代测试系统的重要性,表明计算机技术在现代测试系统中的重要地位。但不能认为,掌握了计算机技术就等于掌握了检测技术。这是因为:其一,计算机软件永远不可能全部取代测试系统中的硬件;其二,不懂得测试系统的基本原理不可能正确地组建测试系统,不可能正确应用计算机。一个专门的程序设计者,可以熟练而又巧妙地编制科学算题的程序,但若不懂检测技术则根本无法编制测试程序。测试程序是专业程序编制人员无法编写的,而必须且只能由精通检测技术的工程人员来编写。因此,现代检测技术不仅要求测试人员熟练掌握计算机应用技术,更要深入掌握检测技术的基本理论。

因此,通用集成仪器平台的构成技术与数据采集、数字信号分析处理的软件技术是决定现代测试仪器、系统性能与功能的两大关键技术。以虚拟/集成仪器为代表的现代测试仪器、系统与传统测试仪器相比较的最大特点是:用户在集成仪器平台上根据自己的要求开发相应的应用软件,就能构成自己需要的实用仪器和实用测试系统,其仪器的功能不限于厂家的规定。因此,学习、了解测试原理是非常必要的。

1.1.3 传感器的发展动态

检测技术的发展与传感器技术的发展息息相关,先进的测试系统离不开先进的传感器。

传感器技术是材料学、力学、电学、磁学、微电子学、光学、声学、化学、生物学、精密机械、仿生学、测量技术、半导体技术、计算机技术、信息处理技术,乃至系统科学、人工智能、自动化技术等众多学科相互交叉的综合性高新技术密集型前沿技术,广泛应用于航空航天、兵器、信息产业、机械、电力、能源、交通、冶金、石油、建筑、邮电、生物、医学、环保、材料、灾害预测预防、农林渔业、食品、烟酒制造、建筑、汽车、舰船、机器人、家电、公共安全等领域,可以说是无所不在。敏感元件与传感器技术发展迅猛,是当代科学技术发展的重要标志。

1. 传感器分类

传感器种类繁多,而且在不断地涌现各类新型传感器。传感器分类,从不同的角度就有不同的分类,常见的几种分类方法如下。

(1) 按被测物理量分类

按传感器输入端被测物理量分类,也就是按用途进行分类,便于使用者获得最基本的使用信息,下面列举这种分类方法的若干类型。

- ①机械量:力参量、质量、力、扭矩、速度、加速度、应力等;
- ②热工量:温度、热量、热流、压力(差)、流速、流量、液位、物位等;
- ③物性参量:密度、浓度、粘度、酸碱度等;
- ④光学量:光强、光通量、辐射能量等;
- ⑤化学量:气体的成分、液体的成分等;

.....

(2) 按传感器输出量变换原理分类

传感器的“可用输出信号”的类型是有限的,例如,电信号有电压、电流、电荷、电阻、电感、电容、互感等几种。这样划分的类型少,易于从原理上认识输入量与输出量的变换关系。其中输出量为电参数(电阻、电感、电容、互感)者,称为电参数型传感器;输出量为电量(电压、电流、电荷)者,称为电量型传感器。

(3) 按能量传递方式分类

分为有源(或称为能量转换型)传感器和无源(或称为能量控制型)传感器两大类。

①能量转换型 传感器将从被测对象获取的信号能量直接转换成另一种输出信号能量,如把热量(或温度)转换成电压信号,如热电偶、光电池、压电式、光电式、磁电式、霍尔式等传感器。

②能量控制型 传感器将从被测对象获取的信息能量用于调制或控制外部激励源,使外部激励源的部分能量载运信息而形成输出信号。这类传感器必须由外部提供激励源,如电