

21 世纪 高职 高专 规划 教材

电 气 、 自 动 化 、 应 用 电 子 技 术 系 列



检测技术

金 捷 主 编

清华大学出版社



21 世纪高职高专规划教材

电气、自动化、应用电子技术系列

检测技术

金捷 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

全书共分8章,前6章着重介绍在机械电子工程中从事检测技术工作所必需的基础知识,包括信号分析基础、检测装置的基本特性、信息的获取与转换、信号的变换、信号的处理和信号记录装置;第7章介绍常见的典型非电参量的测量方法;第8章介绍计算机辅助测试的先进检测技术。在每章后都配有习题。本书取材广泛,内容丰富,并注重知识的基础性、系统性和实用性,同时尽量反映检测技术领域内的新技术、新成果、新动向。

本书可供高职高专院校及成人高校机械、电子、自动化等工程类专业选作教材,也可供从事检测技术工作的工程技术人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

检测技术/金捷主编. —北京:清华大学出版社, 2005.5

(21世纪高职高专规划教材·电气、自动化、应用电子技术系列)

ISBN 7-302-10423-9

I. 检… II. 金… III. 技术测量—高等学校:技术学校—教材 IV. TG806

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 008314 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 刘 青

印 装 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印张: 17.25 字数: 351 千字

版 次: 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10423-9/TP·7076

印 数: 1~4000

定 价: 21.00 元

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经历的教师共同组成,建立“双师

型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• **公共基础课**

公共基础课系列

• **计算机类**

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• **电子信息类**

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• **机械类**

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• **经济管理类**

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

• **服务类**

旅游系列

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设;加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail:gzgz@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量教材。

高职高专教育教材编审委员会

前 言

检测技术

本书是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人才培养模式的改革,按照教育部《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》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,本着理论知识以必需、够用为度,少而精的原则,注重知识的基础性、实用性和针对性,并注重知识的连贯性和理论知识与工程实践的有机结合,同时尽量反映检测技术领域内的新技术、新成果、新动向。

全书共8章,前6章介绍了检测技术中需要掌握的一些基础知识,内容包括有关测试信号的描述及基本特征;测试装置的静态和动态特性分析,不失真测试的条件;常用传感器的基本原理和选用原则,几种新型传感器的介绍;几种常用的信号变换、处理、记录等。第7章着重介绍了机械检测工程中常见的典型非电参量的检测方法,包括应力测量、扭矩测量、振动测量、位移测量、压力测量、噪声测量和速度测量等。第8章介绍了计算机辅助测试的先进检测技术。本书内容从基本概念入手,以信息的传感、转换、处理为核心,阐述热工量、机械量等有关参数的检测原理及方法。本书内容精炼,主次分明,应用性强,通俗易懂,易于自学,方便教学。

本书为高职高专院校及成人高校机械、电子、自动化等工程类专业的教学用书,不同的学校和专业选用本教材时,可根据具体情况删节部分内容,以适应不同学时的教学要求。本书也可作为从事检测技术工作的工程技术人员自学、进修用的参考书。

本书由沙洲工学院金捷任主编,鄂州大学孔冬莲、万胜前、何祥林任副主编。绪论和第4章由金捷编写,第1、2、5章由孔冬莲编写,第3章由万胜前编写,第6、7章由何祥林编写,第8章由鄂州市港航处卢风平编写。

本书在编写过程中参考了一些兄弟院校的有关资料,也得到有关院校领导和同行的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请专家与读者批评指正。

编 者

2005年2月

目 录

检测技术

绪论	1
第 1 章 信号分析基础	6
1.1 信息与信号的基本知识	6
1.1.1 测试、信息和信号的定义	6
1.1.2 测试、信息处理的基本内容	7
1.1.3 测试、信息处理的发展概况	8
1.1.4 信息与信息技术	9
1.1.5 信息科学	10
1.1.6 信息技术	11
1.1.7 信息与信号	12
1.2 信号分类与描述	13
1.2.1 信号的分类	13
1.2.2 信号的描述	14
1.3 信号的特征	14
1.3.1 周期信号的特征	14
1.3.2 非周期信号的特征	20
1.3.3 随机信号的特征	34
习题	49
第 2 章 检测装置的基本特性	51
2.1 概述	51
2.1.1 对检测装置的基本要求	51
2.1.2 线性系统及其主要性质	52
2.2 检测装置的静态特性	53

2.3	检测装置的动态特性	55
2.3.1	传递函数	55
2.3.2	频率响应函数	56
2.3.3	常见检测系统的传递函数和频率响应函数	56
2.3.4	环节的串联和并联	59
2.4	不失真检测的条件	61
2.4.1	定义	61
2.4.2	检测装置的不失真测试的频率范围	61
2.5	负载效应	62
	习题	63
第3章	信息的获取与转换	64
3.1	传感器概述	64
3.1.1	传感器的作用	64
3.1.2	传感器的组成及分类	65
3.1.3	传感器的发展动向	66
3.1.4	传感器的选用原则	67
3.2	电阻式传感器	69
3.2.1	电位器式传感器	70
3.2.2	电阻应变式传感器	71
3.3	电容式传感器	76
3.3.1	工作原理	76
3.3.2	测量电路	79
3.3.3	电容式传感器的应用	81
3.4	电感式传感器	82
3.4.1	自感型电感式传感器	82
3.4.2	互感型——差动变压器式电感传感器	85
3.4.3	电感传感器的应用	87
3.5	磁电式传感器	88
3.5.1	动圈式磁电传感器	88
3.5.2	磁阻式磁电传感器	89
3.5.3	磁电式传感器的应用及特点	90
3.6	磁敏传感器	91
3.6.1	霍尔器件	91

3.6.2 磁阻器件	92
3.6.3 磁敏传感器的应用	92
3.7 热敏传感器	94
3.7.1 热电偶	94
3.7.2 热电偶冷端的温度补偿	98
3.7.3 热电阻式	99
3.8 压电式传感器	101
3.8.1 压电式传感器的工作原理	101
3.8.2 压电材料及压电元件的结构	104
3.8.3 压电式传感器的测量电路	106
3.8.4 压电式传感器的应用	109
3.9 光电传感器	110
3.9.1 光电效应及分类	110
3.9.2 光电器件	111
3.9.3 光电传感器的应用	118
3.10 光纤与激光传感器	120
3.10.1 光纤传感器	120
3.10.2 激光传感器	123
3.11 其他类型传感器	131
3.11.1 超声波传感器	131
3.11.2 红外传感器	137
3.11.3 CCD 传感器	142
3.11.4 生物传感器	144
3.11.5 智能型传感器	151
习题	153
第 4 章 信号的变换	155
4.1 电桥电路	155
4.1.1 直流电桥	155
4.1.2 交流电桥	160
4.1.3 带感应耦合臂的电桥	162
4.2 信号的调制与解调	163
4.2.1 调幅及其解调	164
4.2.2 调频及其解调	168

4.3	滤波器	172
4.3.1	概述	172
4.3.2	理想滤波器与实际滤波器	174
4.3.3	RC 模拟式滤波器分析	177
4.4	模数转换原理	180
4.4.1	模数转换基本过程	181
4.4.2	常用 A/D 转换器转换原理	183
4.4.3	A/D 转换器主要技术指标	185
	习题	186
第 5 章	信号处理基础	188
5.1	模拟信号的处理	188
5.1.1	均值、均方值、均方根值的测量	188
5.1.2	概率密度函数的分析	189
5.1.3	相关函数分析	190
5.1.4	功率谱密度分析	192
5.2	数字信号的处理	192
5.2.1	信号数字化中出现的問題	193
5.2.2	离散傅里叶变换及其快速算法	197
	习题	200
第 6 章	信号的记录	201
6.1	笔式记录仪	201
6.2	光线示波器	203
6.3	磁带记录仪	205
6.3.1	结构与工作原理	205
6.3.2	记录方式	206
	习题	207
第 7 章	典型非电量的测量方法	208
7.1	应力的测量	208
7.1.1	主应力方向已知时的应力测量	208
7.1.2	主应力方向未知时的应力测量	215
7.2	振动的测量	216

7.2.1 振动测量的作用和类别	216
7.2.2 振动量的测量方法	217
7.2.3 激振信号与激振器	219
7.3 传动扭矩的测量	222
7.3.1 由扭矩应变来测量扭矩	222
7.3.2 利用转轴的扭转变形来测量扭矩	224
7.3.3 遥测扭矩法简介	225
7.4 位移的测量	226
7.5 压力的测量	231
7.5.1 压力测量弹性元件	231
7.5.2 常见的压力传感器	234
7.6 噪声的测量	238
7.6.1 常用的噪声测量仪器	238
7.6.2 噪声的测试方法	241
7.7 速度的测量	243
7.7.1 速度测量的方法和分类	243
7.7.2 常见的速度测量装置	245
习题	251
第8章 计算机辅助测试	252
8.1 概述	252
8.2 计算机检测系统的组成	253
8.2.1 信号输入通道的基本组成	253
8.2.2 多通道输入电路常用的结构形式	255
8.2.3 数据输出通道的组成及常用输出电路的结构形式	257
8.2.4 主计算机的性能分析	258
8.3 计算机检测系统的应用	259
习题	260
参考文献	262

绪 论

1. 检测技术的作用和地位

在人类的各项生产活动和科学实验中,为了了解和掌握整个过程的进展及其最后结果,经常需要对各种基本参数或物理量进行检查和测量,从而获得必要的信息,并以之作为分析判断和决策的依据。随着人类社会进入信息时代,以信息的获取、转换、显示和处理为主要内容的检测技术已经发展成为一门完整的技术学科,在促进生产发展和科技进步的广阔领域内发挥着重要的作用。

(1) 检测技术是产品检验和质量控制的重要手段

借助于检测工具对产品进行质量评价是人们十分熟悉的,这是检测技术重要的应用领域。但传统的检测方法只能将产品区分为合格品和废品,起到产品验收和废品剔除的作用。在传统检测技术基础上发展起来的主动检测技术或称在线检测技术,使检测和生产加工同时进行,及时、主动地用检测结果对生产过程进行调节和控制,使其达到最佳运行状态,生产出合格产品。

(2) 检测技术在大型设备安全经济运行监测中得到广泛应用

电力、石油、化工、机械等行业的一些大型设备通常在高温、高压、高速和大功率状态下运行,保证这些关键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温度、压力、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,并对故障进行诊断。这样可以避免严重的突发事件,保证设备的正常和人员的安全,提高经济效益。随着计算机技术的发展,这类监测系统已经发展为故障自诊断系统,可以采用计算机来处理检测信息,进行分析、判断,及时诊断出设备故障并自动报警,或采取相应的对策。

(3) 检测技术和装置是自动化系统中不可缺少的组成部分

人们为了有目的地进行控制,首先必须通过检测获取有关信息,然后才能进行分析判

断,以便实现自动控制。所谓自动,就是用各种技术工具与方法代替人工来完成检测、分析、判断和控制工作。一个自动化系统通常由多个环节组成,分别完成信息获取、信息转换、信息处理、信息传递及信息执行等功能。在实现自动化的过程中,信息的获取与转换是极其重要的组成环节,只有精确及时地将被控对象的各项参数检测出来并转换成易于传送和处理的信号,整个系统才能正常地工作。因此,自动检测与转换是自动化技术中不可缺少的组成部分。

(4) 检测技术的完善和发展推动着现代科学技术的进步

人们在自然科学各个领域内从事的研究工作,一般是利用已知的规律对观测、试验的结果进行概括、推理,从而对所研究的对象取得定量的概念并发现它的规律性,然后上升到理论。因此,现代化检测手段所达到的水平在很大程度上决定了科学研究的深度和广度。检测技术达到的水平愈高,所提供的信息愈丰富、愈可靠,科学研究取得突破性进展的可能性就愈大。此外,理论研究的一些成果,也必须通过实验或观测来加以验证,这同样离不开必要的检测手段。

从另一方面看,现代化生产和科学技术的发展也不断地对检测技术提出新的要求和课题,成为促进检测技术向前发展的动力。科学技术的新发现和新成果不断应用于检测技术中,也有力地促进了检测技术自身的现代化。

检测技术与现代化生产和科学技术的密切关系,使它成为一门十分活跃的技术学科,几乎渗透到人类的一切活动领域,发挥着愈来愈大的作用。

2. 检测系统的工作范围

检测技术的应用非常广泛,几乎在所有的行业中都有应用。特别是现代检测技术,几乎应用了所有近代新技术和新理论。从广义的角度来讲,其工作的范围涉及到试验设计、模型理论、传感器、信号加工与处理、控制工程、系统辨识、参数估计等诸学科的内容;从狭义的角度来讲,是指对物理信号的获取、变换、传输、处理直至显示、记录或以电量输出测试结果的工作。

在机械工程中,测试的量主要是一些非电的物理量,如长度、位移、速度、噪声等。用现代测试技术测量非电量的方法主要是电测法,即将非电量先转换为电量,然后用各种电测仪表和装置乃至电子计算机对电信号进行处理和分析。在电量中有电能量和电参量之分,电能量如电流、电压、电功率等,电参量如电阻、电容、电感、相位等。由于电参量不具有能量,在测试过程中还需将其进一步转换为电能量。

电测法的主要优点如下:

- (1) 能够连续、自动地对被测量进行测量和记录。
- (2) 不仅能适用静态测量,还能适用动态测量和瞬态测量。
- (3) 电信号可以远距离传输,便于实现远距离测量和集中控制。
- (4) 电子测量装置能方便地改变量程,因此测量的范围广。

(5) 可以方便地与计算机相连,进行数据的自动运算、分析和处理。

3. 检测系统的组成

一个完整的检测系统或检测装置通常是由传感器、测量电路和显示记录装置等部分组成,分别完成信息获取、转换、显示和处理等功能。当然,其中还包括电源和传输通道等不可缺少的部分。图 0-1 示出了检测系统的组成框图。

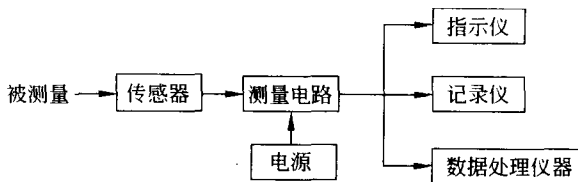


图 0-1 检测系统的组成框图

(1) 传感器

传感器是把被测量(物理量、化学量、生物量等)变换为另一种与其有确定对应关系,并且便于测量的量(通常是电学量)的装置。显然,传感器是检测系统与被测对象直接发生联系的部分。它处于被测对象和检测系统的接口位置,构成了信息输入的主要窗口,为检测系统提供必需的原始信息。它是整个检测系统最重要的环节,检测系统获取信息的质量往往是由传感器的性能一次性确定的,因为检测系统的其他环节无法添加新的检测信息,并且不易消除传感器所引入的误差。

(2) 测量电路

测量电路的作用是对传感器输出的信号进行加工,把传感器输出的微弱信号变成具有一定功率的电压、电流或频率信号,以满足显示记录装置的要求。根据需要,测量电路还能进行阻抗匹配、微分、积分、线性化补偿等信号处理工作。

应当指出,测量电路的种类和构成是由传感器的类型决定的,不同的传感器所要求配用的测量电路经常具有自己的特色。在以后有关章节中,我们将针对不同的传感器作详细介绍。

(3) 显示记录装置

显示记录的作用是将测量电路输出的被测信号转换成人们可以感知的形式,如指针的偏转、数码管的显示、荧光屏上的图像等。还可以将此电信号记录在适当的介质上,如磁带、记录纸等,以供人们观测和分析。目前常用的显示器有四类:模拟显示器、数字显示器、图像显示器及记录仪等。

模拟显示器是利用指针对标尺的相对位置表示被测量数值的大小。如各种指针式电气测量仪表,常见的有毫伏表、微安表、模拟光标等。其特点是读数方便、直观,结构简单,价格低廉,在检测系统中一直被大量应用。但这种显示方式的精度受标尺最小分度限制,

而且读数时易引入主观误差。

数字显示器则直接以十进制数字形式来显示读数,实际上是专用的数字电压表,它可以附加打印机,打印记录测量数值,并且易于和计算机联机,使数据处理更加方便。这种方式有利于消除读数的主观误差。

图像显示器是采用显示装置以图像显示被测量的变化。如果被测量处于动态变化之中,用一般的显示仪表读数十分困难,这时可以将输出信号送到显示装置,用示波器(CRT)或液晶显示器(LCD)屏幕来显示被测参数的变化曲线或读数,有时还可用图表、彩色图等形式来反映整个生产线上被测量的多组数据。

记录仪主要用来记录被测量随时间变化的曲线,作为检测结果,供分析使用。常用的记录仪有笔式记录仪、光线示波器、磁带记录仪、快速打印机等。

4. 检测技术的发展方向

检测技术是随着现代科学技术的发展而迅速发展起来的一门新兴学科。现代科学技术的发展离不开检测技术,而且不断对检测技术提出新的要求。另一方面,现代检测技术的不断完善、提高又是科学技术发展的结果,两者是互相促进的。由于科学技术的发展,使检测技术达到了一个新的水平,其主要表现在以下几个方面。

(1) 不断提高检测系统的测量精度、量程范围,延长使用寿命,提高可靠性

随着科学技术的不断发展,对检测系统测量精度的要求也相应地提高。近年来,人们研制出许多高精度的检测仪器以满足各种需要。例如,人们已研制出能测量小至几十个帕的微压力和大到几吉帕高压的压力传感器,开发了能够测出极微弱磁场的磁敏传感器。现在许多检测系统可以在极其恶劣的环境下连续工作数万小时,使得检测系统的可靠性及寿命大幅度地提高。目前人们正在不断努力进一步提高检测系统的各项性能指标。

(2) 应用新技术和新的物理效应,扩大检测领域

检测原理大多以各种物理效应为基础,人们根据新原理、新材料和新工艺研究所取得的成果,将研制出更多品质优良的新型传感器。例如光纤传感器、液晶传感器、以高分子有机材料为敏感元件的压敏传感器、微生物传感器等。近代物理学的成果如激光、红外、超声、微波、光纤、放射性同位素等的应用,都为检测技术的发展提供了更多的途径,如激光测距、红外测温、超声波无损探伤、放射性测厚等非接触测量的迅速发展。另外,代替视觉、嗅觉、味觉和听觉的各种仿生传感器和检测超高温、超高压、超低温和超高真空等极端参数的新型传感器,将是今后传感器技术研究和发展的方向。

(3) 发展集成化、功能化的传感器

随着超大规模集成电路技术的发展,硅电子元件的集成化有可能大量地向传感器领域渗透。人们将传感器与测量电路制作在同一块硅片上,得到体积小、性能好、功能强的集成传感器,使传感器本身具有检测、放大、判断和一定的信号处理功能。例如,已研制出高精度的PN结测温集成电路。又如,人们已能将排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。今后,还将在光、磁、温度、压力等领域开发新型的集成化、功能化的传感器。

(4) 采用计算机技术,使检测技术智能化

计算机技术应用到检测系统中,使检测仪器智能化,从而扩展了功能,提高了精度和可靠性。计算机技术在检测技术中的应用,还突出地表现在整个检测工作可在计算机控制下,自动按照给定的检测实验程序进行并直接给出检测结果,构成自动检测系统。其他诸如波形存储、数据采集、非线性校正和系统误差的消除、数字滤波、参数估计等方面,也都是计算机技术在检测领域中应用的重要成果。目前新研制的检测系统大都带有微处理器。

5. 本课程的特点和学习要求

本课程是一门专业基础课程,研究对象主要是机电工程中动态物理量的检测原理、方法及常用的检测装置。通过本课程的学习,使学生能较正确地选用检测装置和初步掌握进行动态测试所需要的基本理论、基本知识和基本技能。

学生在学完本课程后,应具有以下几个方面的知识:

(1) 掌握信号的分类及其在时域和频域内的描述方法,建立明确的信号频谱概念;掌握信号的时域分析、相关分析和功率谱分析方法。

(2) 基本掌握检测系统静、动态特性评价方法和不失真检测条件。

(3) 基本掌握常用传感器的工作原理、基本特性、使用范围,传感器的选用原则。

(4) 掌握常用信号变换方法的原理及应用。

(5) 了解常用记录装置的工作原理及应用。

(6) 掌握各种典型非电量的测量方法和初步学会常用的检测仪器在工程中的应用。

本课程涉及的学科面广,需要有较广泛的基础知识和专业知识,学好这门课的关键在于理论联系实际。要富于设想,善于借鉴,应创造条件加强实验环节。学生只有通过足够和必要的实验才能受到应有的实验能力的训练,才能获得关于动态检测工作的比较完整的概念,也只有这样,才能初步具有处理实际检测工作的能力。

第 1 章

信号分析基础

在科学技术高速发展的今天,人们已普遍认识到,科学技术发展的三大支柱(能源、材料、信息)之一——信息科学,占有头等重要的地位。

在检测技术领域,被测物理量往往通过测量装置转变成电信号并加以记录。记录的信号是分析事物的依据,其中蕴藏着大量的有用信息。信号分析的任务,就是从信号中提取各种信息。

本章在介绍信息与信号基本知识的基础上,着重介绍检测中常用的一些信号描述和信号分析方法。

1.1 信息与信号的基本知识

信息论是信息科学的理论基础,是运用数理统计方法研究信息的获取、变换、传输与处理的一门新兴学科。广义信息论已广泛地渗透于各种科学领域。将信息论引入工程测试领域,对于促进工程技术的发展,拓宽和深入理解工程技术的各种问题,具有十分重要的意义。

1.1.1 测试、信息和信号的定义

1. 测试的定义

测试(measurement and test)是具有试验性质的测量。试验是对迄今未知事物的探索性认识过程,测量是为确定被测对象的量值而进行的实验过程。

测试是人类认识自然、掌握自然规律的实践途径之一,是从科学研究中获得感性材料、接受自然信息的途径,是形成、发展和检验自然科学理论的实践基础。

2. 信息的定义

信息比较抽象,有关信息的概念及其数学模型的研究还在不断深入;有关信息的定义,也是一个值得进一步探讨的问题。