



21世纪高职高专规划教材·机电类

传感器与检测技术基础

主 编 吴松林 副主编 蔡红专 冯彦炜



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教学内容和课程体系改革的需要,将传感器与检测技术中联系紧密的内容有机地整合而成的。全书共9章,通过工程实际应用,介绍了传感器与检测技术的基本概念,现代检测技术的含义、特征及自动检测系统等概念;详细地讲述了传感器与检测技术的基础知识及有关的概念,关于能量型及基于物理特性的传感器的原理与应用,环境量检测技术的基本原理及应用;重点介绍了新型传感器和智能型传感器的基本原理、特性及应用,自动检测仪器仪表的概念和自动检测系统的设计。每章后附有复习思考题。

本书可作为4年制本科高等教育及3年制高职、高专教育的专业基础课教材,也可供从事工程技术测试的技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

传感器与检测技术基础/吴松林主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2545 - 8

I. 传… II. 吴… III. 传感器 - 检测 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 131156 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 陕西省乾兴印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 13

字 数 / 264 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 24.00 元

责任校对 / 申玉琴

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书是根据全国高等院校机械类专业教学指导委员会制定的“测试技术”课程汇总大纲、教学内容和课程体系改革的需要编写的。

本书可作为4年制本科机械设计制造及其自动化专业学生的专业基础课教材，也可根据教学需要选择不同的章节，以适用于3年制机电一体化专业、数控专业（高职高专）的专业基础课教学，也可供有关专业的师生、从事工程测试工作的技术人员参考。

全书共分9章，第1章通过工程实际应用，介绍了传感器与检测技术的基本概念，现代检测技术的含义、特征及自动检测系统等概念；第2章详细地论述了传感器与检测技术的基础知识及有关的概念；第3章、第4章是关于能量型及物理特性型传感器的原理与应用。第5章是环境量检测技术的基本原理及应用；第6章、第7章重点介绍了新型传感器和智能型传感器的基本原理、特性及应用；第8章、第9章是自动检测仪器仪表的概念和自动检测系统的设计。每章后附有复习思考题。

全书由西京学院机电工程系吴松林任主编，蔡红专、冯彦炜任副主编。参加本书编写的有：吴松林（第1章及第5章部分）、蔡红专（第2章部分）、陕西省机电工程学校冯彦炜（第6章部分）、蔺国民（第2章）、王宁（第3章）、陕西国防工业职业技术学院孙永芳（第4章）、刘守法（第5章）、颜长峰（第6章）、赵静（第7章）、许行之（第8章）、陕西国防工业职业技术学院吕栋腾（第8章部分及第9章部分）、赵冲（第9章及附录）。全书由西安航空职业技术学院杨承涛教授主审。

本书部分内容参考了其他院校的相关教材、传感器与检测技术等方面的著作，在此，表示衷心感谢。

书中如有不妥或错误之处，殷切希望各院校师生及广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 传感器与检测技术	(1)
1.1 传感器与检测技术概述	(1)
1.1.1 传感器与检测技术的概念	(1)
1.1.2 传感器与检测技术的应用实例	(2)
1.2 现代检测技术	(6)
1.2.1 现代检测技术的含义和特征	(6)
1.2.2 现代检测技术的方法	(6)
1.2.3 检测技术的地位与作用	(8)
1.3 自动检测系统	(9)
1.3.1 自动检测系统的组成	(9)
1.3.2 检测系统的发展	(10)
复习思考题	(11)
第 2 章 传感器与检测技术基础	(12)
2.1 传感器基础知识	(12)
2.1.1 传感器的定义	(12)
2.1.2 传感器的组成与分类	(12)
2.1.3 传感器的基本特性	(14)
2.1.4 传感器中的弹性敏感元件	(18)
2.2 检测与检测系统	(22)
2.2.1 检测的基本概念	(22)
2.2.2 检测的类型	(25)
2.2.3 检测系统	(26)
2.3 测量误差分析与测量数据处理基础	(27)
2.3.1 测量误差	(27)
2.3.2 随机误差概率密度的正态分布	(30)
2.3.3 粗大误差的判别与取舍	(32)
2.3.4 系统误差	(33)

2.3.5 测量数据的线性化与变换	(36)
复习思考题	(38)
第3章 能量型传感器	(40)
3.1 电位器式传感器	(40)
3.1.1 电位器的结构与材料	(40)
3.1.2 电位器式传感器的应用	(41)
3.2 电阻应变式传感器	(43)
3.2.1 电阻应变片的工作原理	(43)
3.2.2 电阻应变片的种类与结构	(44)
3.2.3 电阻应变片的测量电路	(46)
3.2.4 电阻应变式传感器的应用	(49)
3.3 电感式传感器	(52)
3.3.1 自感式传感器与差动式变压器式传感器	(52)
3.3.2 电涡流式传感器	(55)
3.3.3 电感式传感器的应用	(57)
3.4 电容式传感器	(59)
3.4.1 电容式传感器的工作原理和结构	(59)
3.4.2 电容式传感器的类型及特性	(59)
3.4.3 电容式传感器的特点	(62)
3.4.4 电容式传感器的应用	(62)
复习思考题	(65)
第4章 基于物理特性的传感器	(66)
4.1 压电式传感器	(66)
4.1.1 压电式传感器的工作原理	(66)
4.1.2 压电传感器的测量转换电路	(70)
4.1.3 压电传感器的应用	(71)
4.2 超声波传感器	(75)
4.2.1 超声波的物理基础	(75)
4.2.2 超声波换能器以及耦合技术	(79)
4.2.3 超声波传感器的应用	(80)
4.3 霍尔传感器	(83)
4.3.1 霍尔元件的工作原理以及特性	(84)

4.3.2 霍尔集成电路	(85)
4.3.3 霍尔传感器的应用	(87)
4.4 光电传感器	(91)
4.4.1 光电效应以及光电元件	(91)
4.4.2 光电元件基本应用电路	(96)
4.4.3 光电传感器的应用	(97)
复习思考题	(101)
第5章 环境量检测传感器	(102)
5.1 温度传感器	(102)
5.1.1 温度测量的基本概念	(102)
5.1.2 热电偶传感器的工作原理	(102)
5.1.3 热电偶的种类与应用	(103)
5.1.4 其他温度传感器	(105)
5.2 气敏传感器	(106)
5.2.1 半导体气敏传感器的结构及原理	(106)
5.2.2 气敏元件的基本特性	(108)
5.2.3 应用	(109)
5.3 湿度传感器	(111)
5.3.1 湿敏元件的原理(湿敏电阻)及其特性	(111)
5.3.2 应用实例	(112)
5.4 辐射传感器	(113)
5.4.1 放射源与探测器	(113)
5.4.2 应用	(117)
复习思考题	(118)
第6章 新型传感器	(119)
6.1 集成温度传感器	(119)
6.1.1 测温原理	(119)
6.1.2 集成温度传感器的类型	(120)
6.2 光导纤维传感器	(123)
6.2.1 光导纤维的基本概念	(123)
6.2.2 光纤传感器的原理及分类	(126)
6.2.3 光纤传感器的应用	(129)

6.3 集成温度传感器	(132)
6.3.1 光辐射基础	(132)
6.3.2 热成像技术	(133)
6.3.3 CCD 图像传感器	(134)
复习思考题	(137)
第7章 智能传感器及智能检测系统	(138)
7.1 智能传感器的概念和特点	(138)
7.1.1 智能传感器的概念	(138)
7.1.2 智能传感器的分类	(139)
7.1.3 智能传感器的功能	(141)
7.1.4 智能传感器的特点	(142)
7.1.5 智能传感器的数据采集	(142)
7.1.6 智能传感器的数据处理技术	(143)
7.2 智能传感器的实现方法	(143)
7.2.1 传感器和信号处理装置的功能集成化	(143)
7.2.2 新的检测原理与信号处理的智能化相结合	(144)
7.2.3 研制人工智能材料	(144)
7.3 智能传感器设计	(145)
7.3.1 结构设计	(145)
7.3.2 敏感元件设计	(145)
7.3.3 传感器工艺设计	(146)
7.3.4 软件设计	(146)
7.4 智能传感器的应用及其发展	(147)
7.4.1 应用举例	(147)
7.4.2 发展前景和热点	(150)
复习思考题	(151)
第8章 自动检测仪器、仪表	(152)
8.1 模拟仪器仪表	(152)
8.1.1 动圈式仪器	(152)
8.1.2 平衡式仪器	(153)
8.1.3 电动单元组合仪器	(154)
8.2 数字式仪表	(156)

8.2.1 数字式仪器的概念	(156)
8.2.2 数字式面板仪器	(157)
8.3 虚拟仪器及网络化检测系统	(160)
8.3.1 虚拟仪器的发展	(160)
8.3.2 硬件系统	(161)
8.3.3 软件系统	(162)
8.3.4 网络化检测仪器的技术及测控系统	(163)
复习思考题	(165)
第9章 自动检测系统及其设计	(166)
9.1 自动检测系统概述	(166)
9.1.1 自动检测系统的基本概念与组成	(166)
9.1.2 自动检测系统的功能特点	(168)
9.1.3 自动检测系统的发展历程	(168)
9.2 输入通道	(169)
9.2.1 模拟量输入通道的基本组成与类型	(170)
9.2.2 数字量输入通道	(173)
9.2.3 频率信号的预处理	(174)
9.3 测量数据的预处理	(176)
9.3.1 数字滤波	(176)
9.3.2 系统误差的校准	(179)
9.4 自动检测系统设计	(180)
9.4.1 自动检测系统设计的基本要求	(181)
9.4.2 检测系统设计的一般开发过程	(182)
9.4.3 基于 GSM 网络的工业氯气远程监测系统设计	(184)
复习思考题	(188)
附录	(189)
附录 A 常用传感器的性能及选用	(189)
附录 B 中华人民共和国法定计量单位	(192)
附录 C 本书涉及的部分计量单位	(194)
附录 D 工业热电阻分度表	(195)
参考文献	(197)

第 1 章

传感器与检测技术

1.1 传感器与检测技术概述

1.1.1 传感器与检测技术的概念

传感器是检测系统中不可缺少的元件，通常体积小、结构简单。如图 1-1 所示为一些常用传感器的例子，如利用双金属热电偶（由图 1-1 (a) 中 A、B 构成）构成温度传感器，利用光电管构成光电式传感器 (b)，利用压电晶片构成压电式传感器 (c)，基于电阻应变效应构成电阻式传感器 (d) 等。传感器处于连接被测对象和测试系统的接口位置，构成了测量系统信息输入的“窗口”，提供原始信息，是所有现代技术的起点，信息的质和量往往一次性地由传感器的能力所确定。

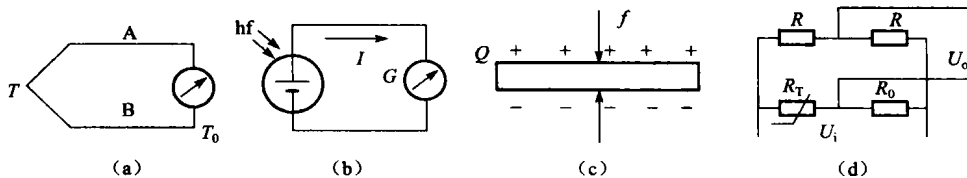


图 1-1 传感器实例

(a) 热电式传感器；(b) 光电式传感器；(c) 压电式传感器；(d) 电阻式传感器

传感器技术和现代科学技术密切相关，本身也是现代技术水平的代表。现代传感器被称为与“电脑”相对应的“电五官”（见表 1-1）。传感器与计算机系统的比较见表 1-2，包括信息的类型、工作环境及机理、主要特征及其构成，可以看出两者的区别。

表 1-1 五官与传感器的比较

感 官	传感器	物理基础	备 注
视觉（眼）	光传感器	光电效应、光子放电	功能化、集成化
听觉（耳）	压力传感器 磁传感器	压电效应、空穴效应、扰变效应	集成化
触觉（皮肤）	力传感器 温度传感器	压电效应、热电效应、扰变效应、 热敏效应	
嗅觉（鼻）	气体传感器 温度传感器	吸附效应	
味觉（舌）	味觉传感器	研发中	生物器官

表 1-2 “电五官”与“电脑”的比较

	传感器（电五官）	计算机系统（电脑）
信息类型	多种，几乎涵盖所有领域	光信息处理
工作环境	环境恶劣、特殊要求	良好可控环境
工作机理	模式机理	数字式
主要特征	灵敏度、精度及环境适应性	容量、速度及适应软件
构成状态	材料工艺要求高	结构简单

检测则是通过传感器将被测物理量的信息检取出来，并转换为测量仪器、仪表可接收的信号，再实现测量或控制的过程。通常，检测系统由敏感元件（传感器）、信号处理、转换电路和显示或控制装置组成，如图 1-2 所示。

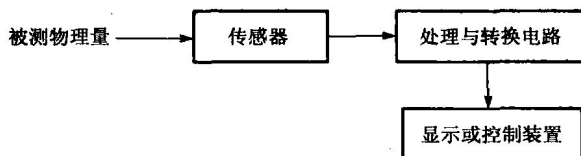


图 1-2 传统检测系统组成框图

1.1.2 传感器与检测技术的应用实例

下面通过实例说明在生产实践中应用的传感器与检测系统。

1. 内燃机气缸压力的测量

如图 1-3 (a) 所示为内燃机气缸压力随时间变化的检测系统示意图。在计算内燃机气缸的功率及气缸或活塞的强度设计时, 气缸压力是一基本的参数, 是内燃机的一个重要测试项目。

安装在气缸头上的压力计, 将气缸内部的压力变换为微弱的电信号。这里所叙述的是电阻应变式压力测量系统, 由图 1-3 (b) 所示的称为应变筒的空心圆筒、图 1-3 (c)、(d) 所示的电阻应变片及测试电桥构成。气缸爆发的压力, 使空心圆筒产生微小的弹性变形, 粘贴在筒外壁的应变片 $R_1 \sim R_4$ 随应变筒一起变形。应变片如图 1-3 (c) 所示, 它由很细的电阻丝固化在绝缘基片上制成, 具有多层结构。当应变片变形时, 电阻丝随即被拉伸或压缩, 阻值相应改变。应变片的连接如图 1-3 (d) 所示, 为电桥电路, 实现电阻值变化到电参数的变化输出, 从而实现压力—电压的变换。最终, 通过处理及转换电路、显示及记录装置实现气缸压力的测量。

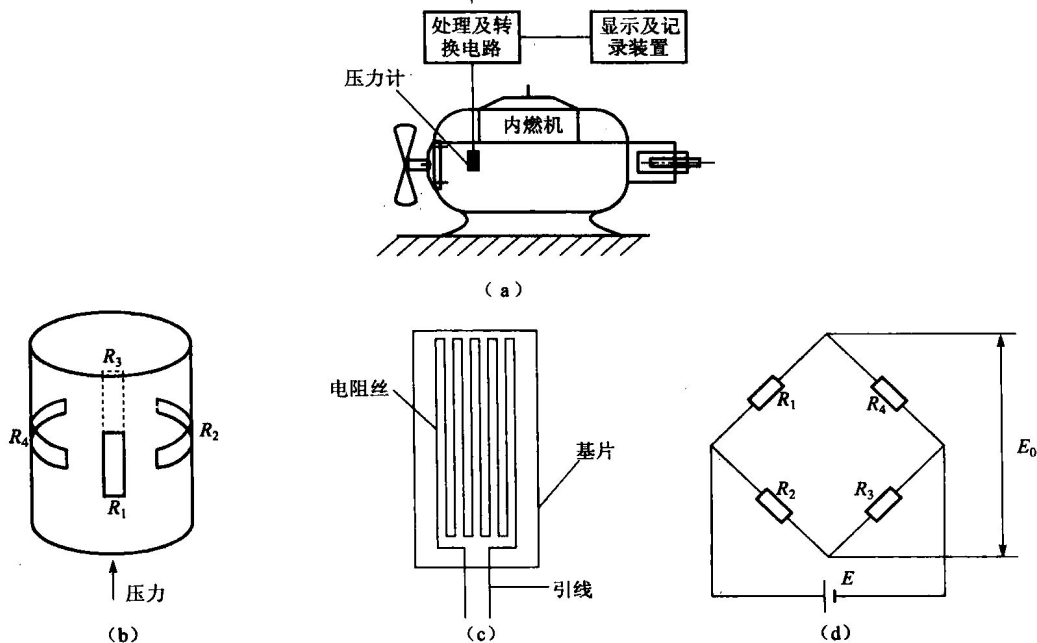


图 1-3 内燃机气缸压力的测量

(a) 检测系统示意图; (b) 应变筒; (c) 应变片; (d) 电桥电路

2. 滚动轴承运行状态的监测

滚动轴承是机器中最易损坏的部件之一。对滚动轴承的故障预测和诊断技术始终是国内外研究的热点。在现有的各类故障预测和诊断技术中, 振动监测方法是主要的方法。一般的

振动监测方法，都是在机器的外壳表面提取信号。这里所讨论的光导纤维检测技术，则是直接从轴承外环的表面提取信号，其基本原理如图 1-4 及图 1-5 所示。利用光导纤维制成的位移传感器包含发送光纤束和接收光纤束，光线由发送光纤束经过传感器端面与轴承套圈（外环）表面的间隙，反射回来，再由接收光纤束接收，经过光电转换器转换为电压输出，如图 1-4 所示。间隙 d 改变时，导光锥照射在轴承表面的面积随之改变，如图 1-5 (a) 所示。传感器输出电压 - 间隙量特性曲线如图 1-5 (b) 所示。

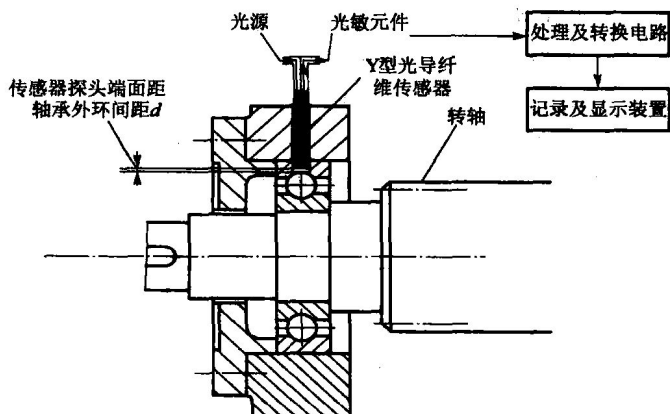


图 1-4 光纤位移传感器监测滚动轴承运行的示意图

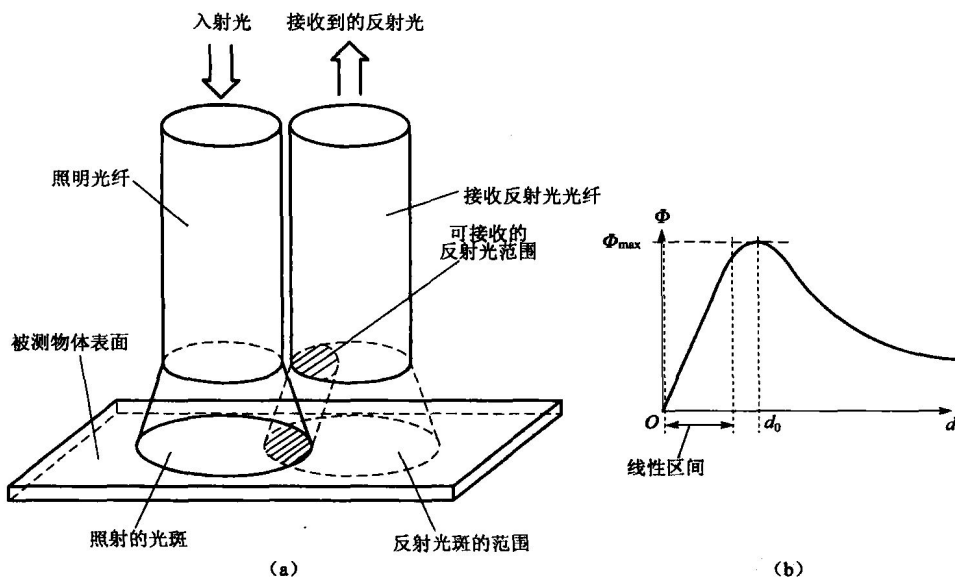


图 1-5 光纤位移传感器的原理

在图 1-5 (b) 中, 特性曲线开始有一段前侧线性区, 这是由于导光锥照射在轴承表面的面积越来越大, 接收光纤束所接收的光照度不断增大, 直到达到峰值为止。此后, 当间隙量进一步增大时, 接收光纤所接收的照度与间隙的平方成反比, 其输出电压逐渐下降。光纤位移传感器具有灵敏度高 (可达 $50 \text{ mV}/\mu\text{m}$ 的输出电压)、外形细长、便于安装等优点。图 1-4 所示是这种光纤传感器在滚动轴承振动监测中的安装实例。

采用这种光导纤维传感器, 可以减少或消除振动传递通道的影响, 提高信号的信噪比。可以直接反映滚动轴承的制造质量, 工作表面磨损程度, 轴承的载荷、润滑和间隙的情况以及进行现场动平衡。采用的指标包括均方根、峰值均方根幅值比和轴承转速比等。

3. 工件表面粗糙度的测量

为了实现工件表面的粗糙度分析, 采用光学测试法。通过对反射光空间分布的分析实现表面的测量和评价。基本原理如图 1-6 (a) 所示, 采用功率为 3 mW 波长为 650 nm 的二氧化碳激光器作为光源, 以小角度 (10° 或 20°) 照射被测试表面。由于反射光阴影的光强

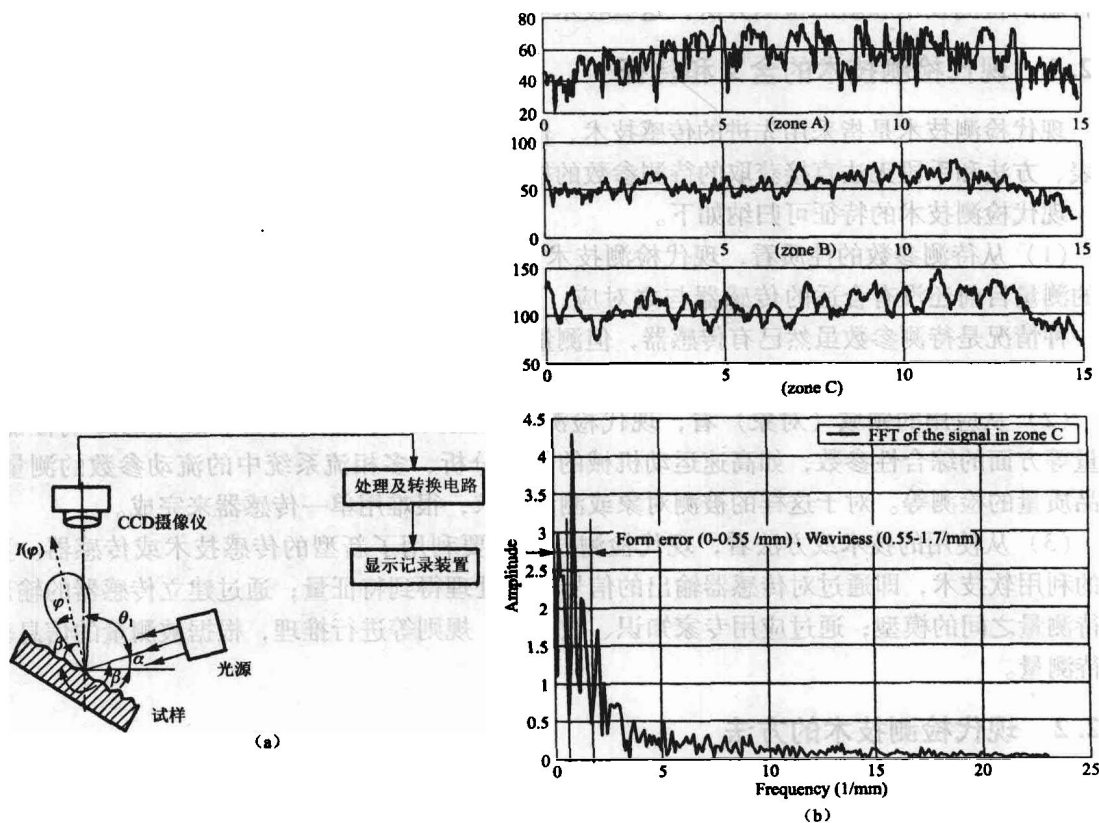


图 1-6 工件表面粗糙度的光学测量示意图

度 $I(\varphi)$ 与表面反射率以及倾角呈比例关系。因此,通过监测 $I(\varphi)$ 可以实现表面轮廓的间接测量。光强度的变化通过 $1\,090 \times 1\,370$ 像素的 CCD 记录并转换为电信号。电信号再经过处理转换电路作进一步的处理,实现类似图 1-6(b) 所示的表面粗糙度的数据分析,并将结果显示、记录下来。

1.2 现代检测技术

随着科学技术的不断发展,社会的日益进步,现代化生产的规模越来越大,管理的形式和方式趋于多样性,对产品的产量和质量要求也越来越高,这就导致常规的检测参数、检测手段、检测仪表难以满足现代化生产和生活的需求。从一般的单参数测量到相关多参数的综合自动检测,从一般的参数的量值测量到参数的状态估计,从确定性的测量到模糊的判断等,已成为当前传感器与检测技术领域的发展趋势,正受到越来越广泛的关注,从而形成了各种新的检测技术和新的检测方法,这些技术和方法统称为现代检测技术。

1.2.1 现代检测技术的含义和特征

现代检测技术是指采用先进的传感技术、信息处理技术、建模与推理等技术实现用常规仪表、方法和手段无法直接获取的待测参数的检测。

现代检测技术的特征可归纳如下。

(1) 从待测参数的性质看,现代检测技术主要用于不常见的参数的测量,对于这些参数的测量目前还没有合适的传感器与之对应,难以实现常规意义的“一一对应”的测量;另一种情况是待测参数虽然已有传感器,但测量误差比较大,受各种因素的影响较大,不能满足测量要求。

(2) 从应用的领域(对象)看,现代检测技术主要用于复杂设备、过程的影响性能、质量等方面的综合性参数,如高速运动机械的故障分析、多相流系统中的流动参数的测量、油品质量的检测等。对于这样的被测对象或测量要求,很难用单一传感器来完成。

(3) 从使用的技术或方法看,现代检测技术主要利用了新型的传感技术或传感器。更多的利用软技术,即通过对传感器输出的信号进行处理得到特征量;通过建立传感器的输出与待测量之间的模型;通过应用专家知识、数据库、规则等进行推理,根据被测量的信息获取待测量。

1.2.2 现代检测技术的方法

1. 先进传感器技术

传感器的工作原理是建立在各种物理效应、化学效应和生物效应基础之上的,所以新材料、新效应、新工艺的不断问世,大大促进了传感技术的发展。例如,基于声表面波

(SAW)的谐振器可用来制成各种传感器,包括 SAW 温度传感器、SAW 应变传感器、SAW 加速度传感器、SAW 气体传感器和 SAW 湿度传感器等。

在材料方面,采用纳米技术制备的纳米半导体陶瓷材料,可以利用其特有的尺寸效应和表面效应来改善传感器的性能。利用纳米技术制成的纳米传感器,可深入细胞内产生各种生化反应,得到化学信息和电化学信息,可对致病机理进行研究,深化对生命现象的理解。

在制造工艺方面,以集成电路制造技术为基础的微机械加工技术可使加工出来的敏感元件尺寸达到光的波长级,并可大批量生产,从而制造出超小型并且价格便宜的传感器。利用半导体加工,可以将多个敏感元件集成在一个芯片上,实现参数的自动补偿或多参数的同时测量。

2. 现代信息处理技术

应用现代信号处理方法就是对传感器输出的信号进行处理或变换,获取信号的某些特征值,并通过这些特征值与待测参数的关系来得到待测参数的信息。常见的现代信号处理方法主要如下。

(1) 幅域分析方法:以信号的幅值大小为分析的依据,主要有信号的均值、均方根值及幅值的概率密度计算等。

(2) 时域分析方法:以信号的时间系列为分析依据,主要有自相关函数、互相关函数的分析等。

(3) 频域分析方法:以信号的频率特性为分析依据,主要有傅里叶变换、小波变换和 Hilbert 变换等。

3. 软测量技术

软测量技术在 20 世纪 80 年代中后期作为一个概括性的科学术语被提出以来,研究异常活跃,发展十分迅速,应用日趋广泛,几乎渗透到了工业领域的各个方面,已成为过程检测与仪表技术的主要研究方向之一。

软测量技术的基本原理是利用较易测量的辅助变量(或称为二次变量),依据这些辅助变量与难以直接测量的待测变量(称为主导变量)之间的数学关系(称为软测量模型)、通过各种数学计算和估计方法以实现为主导变量的测量。所以软测量实际上是以现有传感器为基础,以各种计算机软件为核心的一种硬件与软件相结合的新测量方法。软测量技术发展的重要意义如下。

(1) 能够测量目前由于技术或经济原因无法或难以用传统的仪表直接检测而又十分重要的过程参数。

(2) 能够综合运用多个可测信息对被测对象做出状态估计、诊断和趋势分析,以适应现代工业发展对被测对象特性的日益提高的测量要求。

(3) 能够在线获得被测对象微观的二维/三维时空分布信息,以满足许多复杂工业工程中场参数测量的需要。

(4) 能够对测量系统进行误差补偿处理和故障诊断,从而提高测量精度和可靠性。

(5) 能够为测量系统动态校准和动态性能改善提供一种有效手段。

4. 数据融合技术

基于多传感器数据融合技术的检测系统是由若干个传感器和具有数据综合和决策功能的计算机系统组成,以完成通常单个传感器无法实现的测量。多传感器融合就像人的大脑综合处理信息一样,它充分利用多传感器资源,把多传感器在空间或时间上的冗余或互补信息依据某种准则进行组合,以获得被测对象的一致性解释或描述。多传感器数据融合技术具有很多优点,如可以增加检测的可信度,降低不确定性,改善信噪比,增加对待测量的时间和空间覆盖程度等。

5. 基于专家系统的检测技术

专家系统是一个计算机软件系统,它综合集成了某个或几个特殊领域的专家的知识 and 经验,能像人类专家那样运用这些知识,通过推理,模拟人类专家做出决定的过程,来解决人类专家才能解决的复杂问题。从结构组成的角度来看,专家系统是由一个存放专门领域知识的知识库和一个能选择和运用知识的机构组成的计算机系统。

专家系统在博弈、医疗诊断、气象及地震等灾害的预报方面有比较成功的应用。在检测方面,目前较多地用于生产设备的运行诊断、检测系统的数据分析等。

1.2.3 检测技术的地位与作用

1. 产品检测和质量控制

自动检验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,生产出合格产品。

2. 安全经济运行监测

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。保证生产设备安全运行在国民经济中具有重大意义。为此,通常设置各种监测系统对压力、温度、流量、转速、振动和噪声等多种参数进行长期动态检测,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、自动报警和连锁保护等功能。

3. 生产自动化

生产过程的自动化,首要环节就是通过检测获取有关信息,从而进行分析判断并实施控制。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。它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。如在机械制造业中,通过对机床的许多静态、动态参数

如工件的加工精度、切削速度和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. 现代科学技术进步

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、新材料传感器的开发与应用,为人类探索未知世界,认识未知世界提供了必备的条件。只有检测出未知参数,人类才能从中寻找出一定的规律,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”的检测技术的发展还相对滞后。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。

1.3 自动检测系统

1.3.1 自动检测系统的组成

自动检测技术的任务,就是通过一种器件或装置,把测得的待测物理量的值进行采集、变换和处理。如压力、温度、湿度、流量、液位、力、应变、位移、速度、加速度和振幅等。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,完成某些生产过程的控制。

自动检测系统由传感器、信号处理装置、显示、记录装置和执行器等组成。自动检测系统的结构如前面图1-2所示。

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、并发出有关信号的装置。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。前者亮度高,后者耗