

光电检测技术与系统

(第2版)

Optoelectronic Measurement Technology and System

刘铁根 主编



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

光电检测技术及系统

(第2版)

刘铁根 主编

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

利用光学原理进行精密检测的光学检测技术与光电变换相结合构成光电检测技术。光电检测技术是对光学量及大量非光学物理量转换成光学量进行测量的重要手段。本书从光电检测的角度编写,主要强调光电检测方法和系统,如各种光电检测方法、系统选择、系统构成、系统实现及系统应用等。

本书以应用光学和物理光学为基础,介绍了光电检测技术与系统的主要知识体系,共分9章。主要内容包括:光电检测技术与系统的基本概念、发展现状及常用的检测方法;光电检测系统的发光光源和光电接收系统;各类光电检测领域的基本知识、检测方法、检测系统构成及应用。每章后面均附有本章参考文献,以便读者查阅。

本书内容新颖、全面,论述翔实,深入浅出,理论与实践相结合,实用性强,可作为光学工程、光科学与技术、光电子技术、测控技术专业的本科生、研究生的教材,也可供相关专业的科研及工程技术人员在工作中学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

光电检测技术及系统 / 刘铁根主编. —2版. —天

津:天津大学出版社,2017.8

ISBN 978-7-5618-5903-2

I. ①光… II. ①刘… III. ①光电检测 IV.

①TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 202587 号

出版发行 天津大学出版社

地 址 天津市卫津路92号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647

网 址 publish.tju.edu.cn

印 刷 天津泰宇印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm × 260mm

印 张 23.5

字 数 618千

版 次 2017年8月第1版

印 次 2017年8月第1次

印 数 1-3000

定 价 49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

随着现代科学技术、工业技术以及信息处理技术的发展,光电检测技术与系统作为一门研究光与物质相互作用发展起来的新兴学科,已经成为现代信息科学的一个极为重要的组成部分。光电检测技术利用光学原理和光电变换技术进行精密检测,具有精度高、速度快、非接触、信息量大、自动化程度高等突出特点,发展十分迅速,并推动着信息科学技术的发展。其广泛应用于工业、农业、国防、科教等领域以及家庭、医疗等社会生活的各个方面,是研究和应用的热点。本书是作者在近年来从事光电检测技术研究的基础上,吸收了国内外同人相关研究成果,根据教学与科研工作的需要,从光电检测系统的角度编写而成的。

本书首先以光学知识为基础,系统地讲解了光电检测技术与系统的主要知识体系。第1章介绍了光电检测技术与系统的基本概念、发展现状和常用的检测方法,使读者对光电检测技术与系统有基本的了解。第2章介绍了光电检测系统的关键器件。第3章主要介绍了像传感技术和光信息处理技术。第4章重点介绍了基于PC的图像检测系统的原理及应用,基于DSP和FPGA的嵌入式图像检测系统。第5章主要介绍了光干涉的基本理论、典型的光干涉检测技术与系统及其应用。第6章重点介绍了激光衍射检测技术、激光衍射检测系统及其应用。第7章介绍了光电扫描检测技术与系统及其应用。第8章详细介绍了光纤传感检测理论和典型的光纤传感检测系统。第9章主要介绍了光谱检测技术和新型的激光光谱检测技术及其应用。

本书由刘铁根教授主编,江俊峰教授、胡浩丰副教授、刘琨副教授、丁振扬、陈信伟、马春宇、郑文杰、冯博文、田苗、刘芳超、黄柄菁、陈文杰、周永涵、张伟航、王涛、吴航、潘亮、闫金玲、陈耀飞、姚蕴致参与了编写。在编写过程中得到了天津大学出版社的大力帮助,在此表示衷心感谢。在编写中我们努力使本书所有的内容都是最新的和实用的,在理论方面力求简明易懂,力求紧跟技术发

展方向,以激发学生的学习兴趣和培养学生的实际应用能力。

由于编写的时间仓促以及光电检测技术的不断发展,书中难免有不足或者错误之处,诚恳希望读者给予批评和指正,以便提高水平,把更好、更新的内容呈献给大家。

作者

2017年8月

目 录

第1章 综述	(1)
1.1 光电检测的领域与特点	(2)
1.1.1 研究领域	(2)
1.1.2 技术特点	(3)
1.2 光电检测技术发展现状	(4)
1.3 光电检测方法	(5)
1.4 学习要求	(7)
第2章 光电检测系统的关键器件	(8)
2.1 光源	(8)
2.1.1 概述	(8)
2.1.2 非相干光源	(9)
2.1.3 相干光源	(15)
2.1.4 宽带低相干光源	(37)
2.2 光电接收器件	(47)
2.2.1 光电效应	(47)
2.2.2 光电接收器件的特性参数	(49)
2.2.3 常用光电接收器件	(54)
2.3 光电检测技术工程中的数模转换和数据采集	(86)
2.3.1 模数转换	(86)
2.3.2 数模转换	(98)
2.3.3 数据采集	(103)
2.3.4 基于 LabVIEW 的数据采集	(105)
2.4 光电检测技术工程中的数据处理单元	(105)
2.4.1 数据处理简介	(105)
2.4.2 数字信号处理器(DSP)	(107)
2.4.3 计算机在光电检测技术中的应用	(109)
2.4.4 可编程逻辑器件	(111)
第3章 光电信息检测技术与系统	(118)
3.1 概述	(118)
3.1.1 光电信息检测系统的基本组成	(118)
3.1.2 光电信息检测技术的主要用途	(119)
3.1.3 光电信息检测技术的发展趋势	(120)

3.2	像传感检测技术	(120)
3.2.1	像传感检测技术的基本原理	(120)
3.2.2	像传感检测技术的应用	(121)
3.3	光信息处理检测技术	(125)
3.3.1	概述	(125)
3.3.2	光信息处理技术基础	(125)
3.3.3	光信息处理技术应用	(132)
第4章	光电图像检测技术与系统	(145)
4.1	光电图像检测系统	(145)
4.1.1	光电图像检测系统的概述	(145)
4.1.2	光电图像检测技术的发展	(147)
4.1.3	光电图像检测系统的分类	(148)
4.2	基于PC的光电图像检测系统	(148)
4.2.1	计算机视觉图像检测系统的原理	(150)
4.2.2	计算机视觉图像检测系统的应用	(154)
4.3	嵌入式光电图像检测系统	(160)
4.3.1	嵌入式图像检测技术的原理	(160)
4.3.2	嵌入式图像检测系统应用实例	(166)
第5章	光电干涉检测技术与系统	(176)
5.1	光干涉基本理论	(176)
5.1.1	光波干涉基本公式	(176)
5.1.2	部分相干理论	(178)
5.2	光电干涉检测技术与系统的应用	(182)
5.2.1	概述	(182)
5.2.2	激光散斑干涉测量技术工程	(183)
5.2.3	低相干光干涉技术	(187)
5.2.4	干涉光谱仪	(193)
5.2.5	激光偏振干涉仪	(200)
5.2.6	微表面形貌检测技术	(202)
5.2.7	激光瞬态干涉仪	(209)
第6章	光电衍射检测技术与系统	(216)
6.1	激光衍射检测原理	(216)
6.2	激光衍射计量技术	(217)
6.2.1	激光衍射计量技术基本方案及其分析	(217)
6.2.2	激光衍射计量技术具体方法及其分析	(219)
6.3	激光衍射检测系统	(232)
6.3.1	概述	(232)

6.3.2 激光衍射技术与系统的实际应用	(234)
第7章 光电扫描技术工程	(240)
7.1 概述	(240)
7.2 光电扫描关键器件	(240)
7.2.1 光学扫描镜	(240)
7.2.2 光电扫描器件	(247)
7.3 激光扫描检测技术工程	(250)
7.3.1 表面特征检测扫描技术	(250)
7.3.2 三维激光扫描技术的工程应用	(252)
7.4 激光三维打印技术工程	(255)
7.4.1 激光三维打印技术基本原理	(255)
7.4.2 激光三维打印技术工程应用	(258)
7.4.3 激光三维打印相关实例	(260)
7.5 激光三维加工技术工程	(262)
第8章 光纤传感检测技术与系统	(269)
8.1 概述	(269)
8.2 光纤的传输理论	(271)
8.2.1 光纤的结构和分类	(271)
8.2.2 光纤中光的传输及性质	(274)
8.3 光纤传感检测技术	(279)
8.3.1 光纤传感检测原理	(279)
8.3.2 光纤无源器件	(281)
8.4 分立式光纤传感检测系统	(285)
8.4.1 半导体吸收光纤温度传感检测系统	(285)
8.4.2 光纤光栅传感检测系统	(288)
8.4.3 光纤法珀传感检测系统	(296)
8.4.4 光纤陀螺传感检测系统	(302)
8.5 分布式光纤传感检测系统	(303)
8.5.1 光纤拉曼温度传感检测系统	(303)
8.5.2 光纤布里渊应变传感检测系统	(306)
8.6 典型应用	(308)
8.6.1 电力应用	(308)
8.6.2 航空航天应用	(313)
第9章 光谱检测技术与系统	(323)
9.1 激光拉曼光谱检测技术	(323)
9.1.1 激光拉曼光谱原理	(323)
9.1.2 典型激光拉曼光谱技术	(325)

9.1.3	激光拉曼光谱技术应用	(333)
9.2	荧光光谱检测技术	(338)
9.2.1	荧光光谱的基本原理	(338)
9.2.2	X 射线荧光光谱检测技术	(339)
9.2.3	激光原子荧光光谱检测	(341)
9.2.4	激光离子荧光光谱检测	(343)
9.3	THz 光谱检测技术	(348)
9.3.1	THz 辐射	(348)
9.3.2	THz 时域光谱探测技术	(351)
9.3.3	THz 相关探测技术	(354)
9.3.4	THz 技术展望	(356)
9.4	其他光谱技术	(357)
9.4.1	激光光声光谱技术	(357)
9.4.2	超短光脉冲光谱技术	(358)
9.4.3	光电流光谱技术	(360)
9.5	激光光谱在大气污染监测中的应用	(361)

第 1 章 综述

所谓光电检测技术与系统,是指对待测光学量或由非光学待测物理量转换成的光学量,通过光电转换和电路处理的方法进行检测的技术与系统。光电检测技术是各种检测技术的重要组成部分。自动化程度越高,越依赖于非接触测量。20 世纪 70 年代传统光学仪器(照相、光谱、色度、计量、计测)已发展到光、机、电、算一体的智能仪器、光电信息技术,而且从强调仪器设计转变为强调技术研究。在信息时代,光电检测更是不可或缺的,它关系到信息的提取(获得)。特别是近年来,各种新型光电探测器件的出现以及电子技术和微电脑技术的发展,使光电检测系统的内容越加丰富,应用越来越广,目前已渗透到几乎所有工业和科研部门。

图 1-1 是光电检测系统的组成结构示意图。

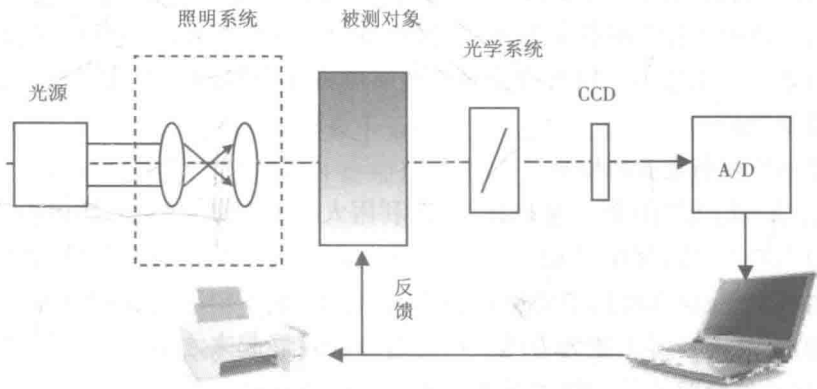


图 1-1 光电检测系统的组成结构示意图

由图 1-1 可以看出,光电检测系统基本组成的机理主要是:光源以及照明系统一起获得测量所需的光载波,如激光、平行光照明乃至均匀光照明等;光载波与被测对象相互作用而将被测量载荷到光载波上,称为光学变换,光学变换可用各种调制方法实现;光载波上载荷的各种被测信息经光电器件实现光向电的转换,称为光电转换;被测信息通过各种电信号处理的方法实现解调、滤波、整形、判向、细分等,送到计算机或 PC 机进一步运算处理,最后直接显示或存储被测量,或者控制相应的装置。图 1-2 是光电检测系统功能框图。本书将要阐述的不是某个局部而是一个整体,即强调光电检测的技术与系统,侧重整体的功能,各部分更进一步的原理或器件介绍可参看专门的书籍。

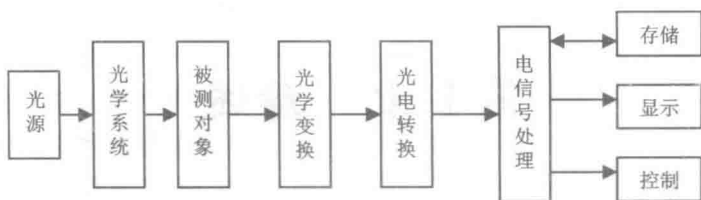


图 1-2 光电检测系统功能框图

1.1 光电检测的领域与特点

1.1.1 研究领域

光电检测技术是光电信息技术之一,主要包括光电转换技术、光信息获取与光信息测量技术以及测量信息的光电处理技术等,如用光电方法实现各种物理量的测量,微光、弱光探测,红外测量,光扫描、光电跟踪测量,激光测量,光纤测量,图像测量,光谱检测等方面。光电检测技术已应用到各个科技领域中,可实现各类物理量的在线和自动检测,是近代科技发展中最重要方面之一。根据检测对象性质可将光电检测分为直接光学量检测领域和非光学量检测领域。

1. 光度量以及辐射度量的检测

光度量是以平均人眼视觉为基础的量,即利用人眼的观测,通过对比的方法确定光度量的大小。但人与人之间存在视觉的差异,即使是同一个人,由于自身条件的变化,也会产生视觉上的主观误差,这都将影响光度量检测的结果。至于辐射度量的测量,特别是不可见光辐射的测量,是人眼所无能为力的。在光电方法发展起来之前,常利用照相底片感光法,根据感光底片的黑度来估计辐射量的大小。这些方法过程复杂,且局限在一定光谱范围内,效率低、精度差。

目前,大多采用光电检测的方法来测定光度量和辐射度量。该方法十分方便,能消除主观因素带来的误差,而且经计量标定后,可以达到很高的精度。目前常用的这类仪器有光强度计、光亮度计、辐射计以及光测高温计、辐射测温仪等。

2. 光电元器件及光电成像系统特性的检测

光电元器件包括各种类型的光电、热电探测器和各种光电成像器件。它们本身就是光电转换器件,其使用性能由表征它们特性的参量决定,如光谱特性、光灵敏度、亮度增益等。这些参量的具体数值必须通过检测来获得。实际上,每个特性参量的检测系统都是一个光电检测系统,只是这时被检测的对象是光电元器件本身罢了。

光电成像系统包括各种方式的光电成像装置,如直视近红外成像仪、立视微光成像仪、微光电视、热释电电视、CCD 成像系统以及热成像系统等。在这些系统中都有一个实现光电图像转换的核心器件。这些系统的性能也是由表征系统的若干特性参量确定的,如系统的亮度增益、最小可分辨温差等。这些光电参量的检测也是由光电检测系统来完成的。

3. 光学材料、元件及系统特性的检测

光学仪器及测量技术中所涉及的材料、元件和系统的检测,过去大多采用目视检测仪器来完成,它们以手工操作和目视为基础。这些方法有的仍有很大的作用,有的存在效率低和精度差的缺点。这就要求用光电检测的方法来代替,以提高检测性能。随着工程光学系统的发展,有一些特征检测很难用手工操作和目视方法来完成。例如:材料、元件的光谱特性;光学系统的调制传递函数;大倍率的减光计等。这些都需要通过光电检测的方法来实现测量。此外,随着光学系统光谱工作范围的拓宽,紫外、红外系统的广泛使用,对这些系统的性能及其元件、材料等的特性也不可能用目视的方法检测,而只能借助于光电检测系统来实现。

光电检测技术被引入光学测量的领域后,许多古典光学的测量仪器得到改造,如光电自准直仪、光电瞄准器、激光导向仪等,使这一领域发生了深刻的变化。

4. 非光物理量的光电检测

非光物理量的光电检测是光电检测技术当前应用最广、发展最快的领域。这类检测技术的核心是如何把非光物理量转换为光信号。其主要方法有两种:①将非光量转换为光量,通过对光量的检测,实现对非光物理量的检测;②使光束通过被检测对象,让其携带待测物理量的信息,通过对带有待测信息的光信号进行光电检测,实现对待测非光物理量的检测。

这类光电检测所能适用的检测对象十分广泛,如各种射线的检测;各种几何量的检测,其中包括长、宽、高、面积等参量;各种物理量的检测,其中包括重量、应力、压强、位移、速度、加速度、转速、振动、流量以及材料的硬度、强度等参量;各种电量与磁量的检测;还有温度、湿度、材料浓度及成分等参量的检测。

光电检测技术的出现适应近代科学和工业技术提出的高灵敏度、高效率、自动化的测试要求,实现了计量上的三维性、实时性和相关性。进入20世纪80年代,又提出了亚微米、纳米级灵敏度的测试要求,产生了无损检测、在线光学诊断等新技术。

1.1.2 技术特点

利用光学进行精密测试是计量测试技术领域中的主要方法。光学测试方法由于具有非接触性、高灵敏性和高精度性,在近代科学研究、工业生产、空间技术、国防技术等方面得到广泛应用,成为一种无法取代的技术。特别是激光技术、微电子技术与计算机技术的发展,使光电检测技术飞速发展。光电检测技术将光学技术与电子技术相结合实现各种量的测量,具有如下特点。

(1) 高精度。光电检测是各种检测中精度最高的一种,如用激光干涉法检测长度的精度可达 $0.05\ \mu\text{m}/\text{m}$,用光栅莫尔条纹法测角的精度可达 $0.04''$,用激光测距法测量地球和月球之间距离的分辨率可达 $1\ \text{m}$ 。

(2) 高速度。光电检测以光为媒介,而光是各种物质中传播速度最快的,无疑用光学的方法获取和传递信息是最快的。

(3) 远距离,大量程。光是最便于远距离传播的介质,尤其适用于遥控和遥测,如武器

制导、光电跟踪、电视遥控等。

(4)非接触检测。光照到被测物体上可以认为是没有测量力的,因此也没有摩擦,可以实现动态测量,是各种检测方法中效率最高的一种。

(5)寿命长。理论上光波是永不磨损的,只要复现性做得好,就可以永久使用。

(6)具有很强的信息处理和运算能力,可以将复杂信息并行处理。用光电方法便于信息的控制和存储,易于实现自动化,易于与计算机连接,易于实现智能化。

(7)高灵敏度。光电检测可以达到波长及亚波长级以下的灵敏度,实时监测微变形、微振动、微位移、微应变等超精密测量、在线检测和纳米测量。

(8)三维性。利用光电技术可检测任意距离、任意表面状态以及真实的或模拟的空间,可进行3D测量。

(9)实时性。光电检测可通过数字方式或反馈控制进行质量监控,实现生产的自动化。

(10)微弱信号检测。

光电检测是现代科学、国家现代化建设和人民生活中不可缺少的新技术,是光、机、电、计算机相结合的新技术,是最具有应用潜力的技术之一。随着二元光学及微光学的发展,光学系统向微型化、集成化、经济化方向发展,促使近代光学测试技术更上一个层次,成为近代科学技术、近代工业生产的眼睛,是保证科学技术、工业生产日新月异发展的主要高新技术之一。

1.2 光电检测技术发展现状

光电检测技术不仅是现代检测技术的重要组成部分,而且随着发展其重要性越来越明显。主要原因是光电检测技术的特点完全适应现代检测技术发展的方向和需要。

(1)现代检测技术要求向非接触化方向发展,这就可以在不改变被测物体性质的条件下进行检测。光电检测的最大优点就是非接触检测。

(2)现代检测技术要求获得尽可能多的信息。光电检测中的光电成像型检测系统恰能提供待测对象信息含量最多的图像信息,从逐点测量发展成为全场测量。

(3)现代检测技术所用电子元件及电路向集成化发展,检测技术向自动化发展,检测结果向数字化发展,检测系统向智能化发展。所有这些发展方向也正是光电检测技术的发展方向。

(4)光电检测技术的应用面不断扩大,使其能检测更多的被测对象,这就要求光电传感器的品种不断增多,同时要求检测光信号的获得方式不断增加。

(5)光电检测技术的另一个重要发展方向是各种微机在系统中的应用,这不仅极大地提高检测效率,也使十分复杂的计算、修正和控制关系变得轻而易举。调节和执行机构的发展使控制方式变得多种多样,可以完成许多高难度的控制过程。

总之,光电检测技术的发展离不开现代科技的发展,光电检测技术的发展必将进一步促进现代科技的发展。

总的来说,光电检测系统可与人的操作功能相比较,其对应关系如图1-3所示。光电

传感部分相当于人的感觉器官;将传感部分获得的信息经微机处理这一功能相当于人脑的分析、判断过程;微机输出的控制信号驱动执行机构,使之完成所要求的动作或控制被测对象,该过程相当于手控。

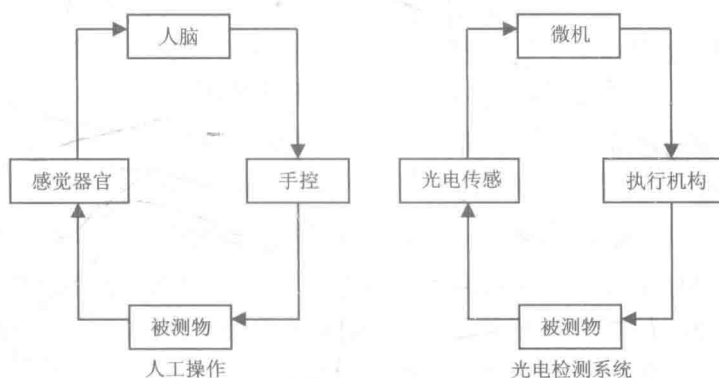


图 1-3 功能比较

1.3 光电检测方法

光电检测系统包含十分丰富的内容,从光信息的获得、光电转换到电信号处理、智能化控制等方面,都有很大的差异。光电检测没有固定的模式,同一目的的检测也可用不同的方法实现。关键是根据具体要求,设计并选择能满足检测精度、检测范围、使用场合、操作难易、自动化水平等诸方面要求的最廉价的方案。

根据光信息携带物理量的方式不同,大致可分为光强型、频率型、相位型、脉冲型、偏振型和其他型。脉冲型可利用脉冲信号的脉冲数、脉冲频率和脉冲宽度等变化携带信息。各种类型之间有关系,有的是几种类型的结合。

根据所应用的光学现象可分为衍射计量、干涉计量、全息法、散斑检测法、光谱检测法、莫尔与拓扑法、光扫描法以及纳米计量等。

根据检测系统的基本原理,光电检测的基本方法有直接测量法、差动测量法、补偿测量法。下面主要从系统角度作简要叙述。

1. 直接测量法

受被测物理量控制的光通量经光电接收器转换成电量以后可由检测机构直接得到所求被测物理量,图 1-4 为其系统框图。图中,定标是指用基准量调整系统的放大倍数或比例系数,使输出值与基准量相同。

直接测量法的最大优点是简单方便,仪器设备造价低廉。其缺点是各环节的误差均直接计入总误差中。也就是说,检测结果受参数、环境、电压波动等影响较大,精度及稳定性较差。为克服或减弱这些影响,必须认真设计每个环节,选用稳定性好的元器件和电路方案。直接测量法的另一个缺点是光电探测的线性范围和测量机构限制了它的量程,可通过光衰减器如光楔、光阑等来扩展量程,也可通过电衰减如改变电路的放大倍数、改变测量机

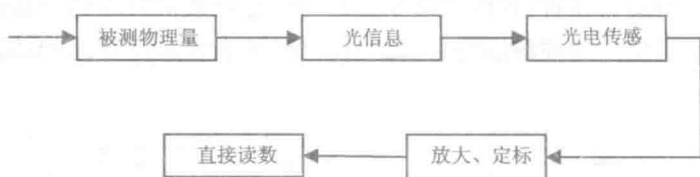


图 1-4 直接检测法光电系统框图

械的灵敏度等扩展测量机构的量程。

2. 差动测量法

将被测量与某一标准量相比较,所得差或比可反映被测量的大小。利用它们之间的差或比,以放大后的测量数据去控制检测机构。例如,由双光路和电桥组成的光电差动装置,其原理如图 1-5 所示。光源发出光束经两组由反射镜和准直镜构成的镜组产生两束相同的平行光。一束为标准光路,用光楔定出标准通量 Φ_2 ,并通过汇聚透镜由光电探测器 VL₂ 接收;另一束为待测光路,经待测物后获得光通量 Φ_1 ,由汇聚透镜将其送到光电探测器 VL₁ 接收。接收电桥由 VL₁、VL₂、电阻 R₁、电位计 RP 组成。差值信号经放大后由测量电表读出。RP 是电桥平衡的调节电阻,即检测仪表的零位调节电阻。

双光路测量可以消除杂散光、光源波动、温度变化和电源电压波动带来的测量误差,使测量精度和灵敏度大大提高。

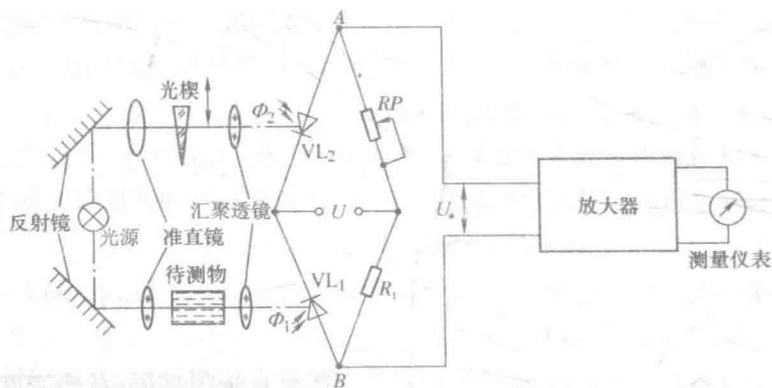


图 1-5 双光路光电差动检测系统

3. 补偿测量法

用光或电的方法补偿由被测量变化而引起的光通量变化,补偿器的可动元件连接读数装置指示出补偿量值,补偿量值的大小反映了被测量变化的大小。补偿量读数与待测量的关系应预先标定。

在光电差动测量法中,光通量的相应变化不引起检测原理的误差,这恰是两束光路平衡光通量得到完全补偿的极限情况。因此,只要对光电差动装置作适当的改进就可以进行双通道光电补偿式测量。例如,把图 1-5 中的调整光楔作为光补偿器,并使补偿器的可动部分与相应的读数装置相联系,通过补偿器的补偿使测量仪表指零,达到平衡检测的目的。

这类装置中可用一个或两个光电探测器。采用一个光电探测器时,可以减小采用的两个光电探测器的不一致性所造成的误差。

双通道差动式测量和双通道补偿式测量都是通过比较两束光通量的大小进行检测,都可叫做比较法。差动式装置两束光通量不等,由测量仪表读出差值,所以是非平衡比较法。而补偿式装置是使测量仪表指零,由补偿器读出数据,所以是平衡比较法,或称“零”状态比较法。

双光路补偿测量法的优点是:①双光路可互相抵消光通量的波动及周围环境的影响;②受电源电压、放大器参数和探测器特性随时间变化的影响小;③不受光电探测器光特性非线性的影响,在光特性弯曲部分也可正常工作,但应注意不能在饱和区域工作。总的来说,该工作方式误差小、准确度高。

双光路补偿测量法的主要缺点是机构复杂、相对造价高,当调制补偿器有惯性时,对较快速变化量的测量不利。

1.4 学习要求

本书以应用光学和物理光学为基础,侧重于从系统角度介绍光电检测方法和系统,整体上强调光电检测方法和系统,如各种光电检测方法、系统选择、系统构成、系统实现及系统应用等。系统包括光源、光学系统、被检测对象、技术处理、光电接收以及信息处理等,即光接收前端、光探测器以及后续处理。

本书比较全面系统地介绍了光电检测系统的理论及应用基础,紧跟技术发展方向,富有启发性。据此,本门课程的学习要求如下:

- (1)了解并掌握典型光电器件的原理及特点,学会正确选用光电器件;
- (2)学会根据光电器件的特点选择和设计光电检测系统要求的有关参数;
- (3)依据光学基础知识,学会各种光电检测方法、原理,掌握各种光电检测技术;
- (4)能根据被测对象的具体要求,合理设计光电检测系统。

参考文献

- [1] 郭培源,付扬. 光电检测技术与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [2] 浦昭邦. 光电测试技术[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [3] 雷玉堂,王庆友,何加铭,等. 光电检测技术[M]. 北京:中国计量出版社,1997.
- [4] 高雅允,高岳. 光电检测技术[M]. 北京:国防工业出版社,1995.
- [5] 安毓英,曾晓东. 光电探测原理[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004.

第2章 光电检测系统的关键器件

2.1 光源

2.1.1 概述

所谓光源,就是一切能产生光辐射的辐射源,无论是天然的,还是人造的。天然光源是自然界中存在的,如太阳等。人造光源是人为将各种形式的能量(热能、电能、化学能)转化为光辐射能的器件,其中利用电能产生光辐射的器件称为电光源。在防伪标识的检测中,电光源是最常见的光源。

按照光波在时间、空间上的相位特征,一般将光源分成相干光源、非相干光源和低相干光源,如图2-1所示。

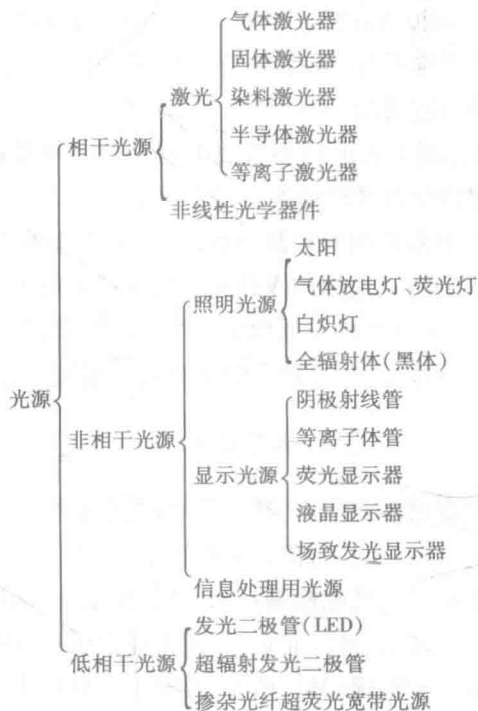


图2-1 光源的分类

按照发光机理,光源可以分成热辐射光源、气体发光光源、固体发光光源和激光器四种。

(1)热辐射光源:电流流经导电物体,使之在高温下辐射光能的光源,包括白炽灯和卤