

高等学校通用教材

光电检测技术与应用

郭培源 付扬 编著

GUANGDIAN JIANCE JISHU YU YINGYONG



北京航空航天大学出版社

高等学校通用教材

光电检测技术与应用

郭培源 付扬 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书系统全面地介绍了光电检测技术的基本概念、各种光电检测器件的工作原理及其特性和典型应用。本书共分9章,主要内容包括绪论、光电检测器件工作原理及特性、半导体光电检测器件及应用、光电信号检测电路、光电直接检测系统、光外差检测系统、光纤传感检测技术、光电信号的数据采集与微机接口、光电检测技术的典型应用。

本书注重理论与实际相结合,一方面注重光电检测技术的基本概念和基本原理的讲述,另一方面着重介绍光电检测技术的应用成果。本书既可作为高等院校的光电信息工程、光电子科学与技术、测控技术与仪器、机械电子工程、生物医学工程、光机电一体化等专业的本科生及研究生教学用书,也可作为相关专业的科研人员和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

光电检测技术与应用/郭培源等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2006.3

● ISBN 7-81077-741-6

I. 光… II. 郭… III. 光电检测 IV. TN206

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 006097 号

光电检测技术与应用

郭培源 付扬 编著

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:16 字数:358千字

2006年3月第1版 2006年3月第1次印刷 印数:5000册

ISBN 7-81077-741-6 定价:20.00元

前 言

随着现代科学技术以及复杂自动控制系统和信息处理和技术的提高,光电检测技术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。光电检测技术具有测量精度高、速度快、非接触、频宽和信息容量极大、信息效率极高、以及自动化程度高等突出的特点,发展十分迅速并推动着信息科学技术的发展。它将光学技术与现代电子技术相结合,广泛应用于工业、农业、家庭、医学、军事和空间科学等领域。在这些应用领域中,几乎都涉及到将光辐射信息转换为电信息检测问题,展现出了独特的优势。光电检测技术是光电技术的核心,已成为信息技术中最活跃的高新技术之一。

光电检测技术是以激光、红外、光纤等现代光电子器件作为基础,通过对被检测物体的光辐射,经光电检测器接收光辐射并转换为电信号,由输入电路、放大滤波等检测电路提取有用信息,再经模/数转换接口输入计算机运算处理,最后显示输出所需要的检测物理量等参数。

自20世纪60年代激光器诞生以来,光电检测技术在理论及应用方面都取得了巨大的进展,光电检测技术与微电子技术相互结合,相互交叉、相互渗透,形成了光电检测信息技术。通信中使用了光纤技术,促进了光技术的发展;激光器的发明使光波的调制与解调成为可能,进而使电子检测技术的各种基本知识,如放大与振荡、调制与解调等概念几乎都移植到了光频段。电子学与光子学之间的鸿沟在概念上正在逐渐消失,进而产生了光频段的光电检测技术。这一先进技术使人类能更有效地扩展自身的视觉能力,使视觉的长波延伸到亚毫米波,短波延伸到紫外、X射线,并可在超快速条件下检测诸如核反应、航空器发射等变化过程。光电检测技术是一个具有非常光明发展前途的宽广领域,已经渗透了许多科学领域。

本教材比较全面系统地介绍了光电检测技术的理论和应用基础,取材合适、深度适宜,在理论方面力求简明易懂,力求紧跟技术发展方向,富有启发性,便于学习,符合认知规律,有利于激发学生学习兴趣及各种能力的培养,能反映本学科国内外科学研究和教学研究的先进成果,注意理论联系实际。教材内容包括光电检测技术绪论、光电检测器件工作原理及特性、半导体光电检测器件及应用、光电信号检测电路、光电直接检测系统、光外差检测系统、光纤传感检测技术、光电信号的数据采集与微机接口、光电检测技术的典型应用。教材从基本原理入手,系统讲解了光电检测技术的基本概念、基础知识和基本理论,各章节的编排以及章节内容的安排既注重知识之间的有机联系,又考虑各自的独立性,并配有习题与思考题和典型的应用内容,以便于读者自学,也便于教师根据不同专业对光电检测技术课程的不同要求、学时数的多少来选取适当的内容。

本书在编写过程中,参阅了大量的国内外文献,在此向这些文献的作者表示感谢。光电检

测技术与应用在陕西宝秦电子科技有限公司生产的 BQ-3CS 传感器结合实验系统上得到了工程性实验。参加本教材编写工作的有郭培源教授(前言、第 1 章、第 2 章、第 3 章)、付扬副教授(第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章)、于瑞雪研究生在教材的插图、编排、录入等过程中做了大量的工作。郭培源负责全书的策划组织编写、定稿和统稿。

本书是光电子系列教材之二,其《光电子技术基础教程》已出版,而《光纤器件及通信技术》和《光电器件原理与应用》即将出版。

现代光电检测技术发展日新月异,本书内容若有疏漏和错误,欢迎专家学者以及使用本教材的教师、学生和工程技术人员提出宝贵意见,以便今后不断改进。

作 者

2005 年 12 月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 信息技术与光电检测技术	1
1.2 光电检测与光电传感器概念	2
1.2.1 检测与测量的概念	2
1.2.2 光电传感器与敏感器的概念	2
1.3 光电检测系统的组成及特点	3
1.4 光电检测方法及应用发展趋势	6
思考题与习题	10
第 2 章 光电检测器件工作原理及特性	11
2.1 光电检测器件的物理基础	11
2.1.1 光电导效应	11
2.1.2 杂质光电导效应	14
2.1.3 光生伏特效应	14
2.1.4 光热效应	15
2.2 光电检测器件的特性参数	17
思考题与习题	21
第 3 章 半导体光电检测器件及应用	22
3.1 光敏电阻	22
3.1.1 光敏电阻的结构及其工作原理	22
3.1.2 光敏电阻特性参数	24
3.1.3 光敏电阻的应用	26
3.2 光生伏特器件	28
3.2.1 光电池	29
3.2.2 光电二极管与光电三极管	34
3.2.3 发光器件	44
3.2.4 光电耦合器件	50
3.2.5 光电位置敏感器件	59
3.2.6 光热辐射检测器件	61

3.2.7 各种光电检测器件的性能比较·····	65
思考题与习题·····	67
第4章 光电信号检测电路·····	71
4.1 光电检测电路的设计要求·····	71
4.2 光电信号输入电路的静态计算·····	72
4.2.1 恒流源型器件光电信号输入电路·····	72
4.2.2 光伏型器体光电信号输入电路·····	77
4.2.3 可变电阻型器体光电信号输入电路·····	82
4.3 光电信号检测电路的动态计算·····	84
4.3.1 光电信号输入电路的动态计算·····	85
4.3.2 光电检测电路的频率特性·····	87
4.4 光电信号检测电路的噪声·····	94
4.4.1 检测电路的噪声等效处理·····	94
4.4.2 典型光电检测电路的噪声估算·····	97
4.5 前置放大器·····	98
4.5.1 放大器的噪声·····	99
4.5.2 前置放大器的低噪声设计·····	102
4.5.3 检测器件和放大电路的连接·····	105
4.6 光电检测电路举例·····	106
思考题与习题·····	109
第5章 光电直接检测系统·····	110
5.1 光电直接检测系统的基本工作原理·····	110
5.2 光电直接检测系统的基本特性·····	111
5.2.1 直接检测系统的信噪比·····	111
5.2.2 直接检测系统的检测极限及趋近方法·····	112
5.2.3 直接检测系统的视场角·····	114
5.2.4 系统的通频带宽度·····	114
5.3 直接检测系统的距离方程·····	116
5.3.1 被动检测系统的距离方程·····	116
5.3.2 主动检测距离方程·····	118
5.4 光电直接检测系统举例·····	119
5.4.1 莫尔条纹测长仪·····	119

5.4.2 激光测距仪	126
5.4.3 环境污染监测系统	131
思考题与习题	133
第6章 光外差检测系统	134
6.1 光外差检测原理	134
6.2 光外差检测特性	136
6.2.1 光外差检测可获得全部信息	136
6.2.2 光外差检测转换增益高	136
6.2.3 良好的滤波性能	137
6.2.4 信噪比损失小	138
6.2.5 最小可检测功率	138
6.2.6 光外差检测系统对检测器性能的要求	140
6.3 影响光外差检测灵敏度的因素	141
6.3.1 光外差检测的空间条件(空间调准)	141
6.3.2 光外差检测的频率条件	144
6.4 光外差检测系统举例	144
6.4.1 干涉测量技术	144
6.4.2 光外差通信	149
6.4.3 多普勒测速	151
思考题与习题	155
第7章 光纤传感检测技术	156
7.1 光纤传感器的基础	156
7.1.1 光纤波导原理	156
7.1.2 光纤的种类	160
7.1.3 光纤的特性	161
7.1.4 光纤传感器分类	162
7.2 光纤的光波调制技术	164
7.2.1 强度调制与解调	164
7.2.2 偏振调制与解调	167
7.2.3 相位调制与解调	170
7.2.4 频率调制与解调	174
7.3 光纤传感器实例	174

7.3.1	光纤位移传感器	174
7.3.2	光纤温度传感器	176
7.3.3	光纤角速度传感器(光纤陀螺)	179
7.3.4	光纤压力传感器	180
7.3.5	光纤电流传感器	182
7.4	分布式光纤传感器	182
7.4.1	概述	182
7.4.2	用于构成分布式光纤传感器的主要技术	183
	思考题与习题	186
第8章	光电信号的数据采集与微机接口	187
8.1	光电信号的二值化处理	187
8.1.1	单元光电信号的二值化处理	187
8.1.2	视频信号的二值化处理	189
8.1.3	光电信号二值化数据采集与接口	190
8.2	单元光电信号的 A/D 转换与数据采集	192
8.2.1	单元光电信号的 A/D 转换	192
8.2.2	单元光电信号的 A/D 数据采集	194
8.3	视频光电信号的 A/D 转换与数据采集	195
8.3.1	视频光电信号的 A/D 转换	195
8.3.2	视频信号的数据采集与微机接口	197
	思考题与习题	204
第9章	光电检测技术的典型应用	205
9.1	微弱光信号检测技术	205
9.1.1	锁相放大器	205
9.1.2	取样积分器	210
9.1.3	光子计数器	217
9.2	光电开关与光电转速计	221
9.2.1	光电开关	222
9.2.2	光电转速计	224
9.3	条形码技术	226
9.3.1	条形码的概念及特点	226
9.3.2	条形码的工作原理	227

9.3.3 条形码的识别原理及装置	228
9.4 光电遥控技术	234
9.4.1 光电遥控原理	234
9.4.2 光电遥控装置举例	236
9.5 红外方位检测系统	238
9.5.1 基于调制盘的方位检测原理	238
9.5.2 基于调制盘的红外方位检测系统结构	240
思考题与习题	243
参考文献	244

第1章 绪论

1.1 信息技术与光电检测技术

物质、能量和信息是人类发展的三大基本要素。三大基本要素的关系是：物质是基础，世界是由物质组成的；能量是一切物质运动的动力，如果没有能量，物质就无法运动；信息是客观世界与主观认识相结合的产物，如果没有信息，客观世界与主观认识就无法进行有效沟通，就无从对客观世界认知。信息作用于物质和能量之间，使人类能够更好地认识物质与能量之间的关系。因此，这三者的紧密结合构成了丰富多彩的大千世界。

信息技术是一种综合技术，它包括四个基本内容，即感测技术、通信技术、人工智能与计算机技术和控制技术。**感测技术**包括传感技术和测量技术以及遥感、遥测技术；它使人类能更好地从外部世界获取各种有用的信息。**通信技术**：它的作用是传递、交换和分配信息，可以消除或克服空间上的限制，使人们能更有效地利用信息资源。**人工智能与计算机技术**：它使人们能更好地加工和再生信息。**控制技术**：它的作用是根据输入的指令，对外部事务的运动状态实施干预。因此一切与信息的收集、加工、存储、传输有关的各种技术可称为信息技术。

在当今时代，信息技术包括**微电子信息技术**、**光子信息技术**和**光电信息技术**等。作为核心的**微电子信息技术**是在传统的电子技术的基础上发展起来的一种渗透性最强、影响面最广的电子技术，它通过控制固体内电子的微观运动来实现对信息的加工处理，并在固体的微区（小到几个晶格的数量级）内进行，可以把一个电子功能部件，甚至一个系统集成在一个很小的芯片上。

光子信息技术和微电子技术一样，是一种渗透性极强的综合技术，是以光集成技术为核心的有关光学元、器件制造的应用技术。与微电子技术类似，它利用外延、扩散、注入、蒸发工艺，将各种有源和无源光学器件（激光器、光耦合器、光分路器、光调制器、光检测器等）集成在一起，构成能完成光学信息获取、处理和储存等功能的系统。光子信息技术涉及光器件技术（激光技术、光调制器技术等）、光信息检测、光处理技术（光数据交换、光联网、光图像处理等）、光信息传输技术（远程传输、光空间通信等）、光存储（光盘）技术与显示技术（液晶显示、等离子显示）等。

光电信息技术是将电子学与光学浑然一体的技术，是光与电子转换及其应用的技术。从广义上讲，光电信息技术就是在光频段的微电子技术，它将光学技术与电子技术相结合实现信息的获取、加工、传输、控制、处理、存储与显示。它将光的快速（世界上运动速度最快的物质是

光)与电子信息处理的方便、快速相结合,因而具有许多无可比拟的优点。

光电检测技术是光电信息技术的主要技术之一,是利用光电传感器实现各类检测,即将被测量转换成光通量,再将光通量转换成电量,并综合利用信息传送技术和信息处理技术,最后完成对各类物理量进行在线和自动检测。

1.2 光电检测与光电传感器概念

1.2.1 检测与测量的概念

检测是通过一定的物理方式,分辨出被测参数量并归属到某一范围带,以此来判别被测参数是否合格或参数量是否存在。**测量**是将被测的未知量与同性质的标准量进行比较,确定被测量对标准量的倍数,并通过数字表示出这个倍数的过程。

在自动化和检测技术领域,检测的任务不仅是对成品或半成品的检验和测量,而且为了检查、监督和控制某个生产过程或运动对象使之处于人们选定的最佳状况,需要随时检测和测量各种参量的大小和变化等情况。这种对生产过程和运动对象实时检测和测量的技术又称为工程检测技术。

测量有两种方式,即直接测量和间接测量。

直接测量是对被测量进行测量时,对仪表读数不经任何运算,直接得出被测量的数值。如用温度计测量温度,用万用表测量电压。

间接测量是测量几个与被测量有关的物理量,通过函数关系式计算出被测量的数值。如功率 P 与电压 V 和电流 I 有关,即 $P=I \cdot V$,通过测量到的电压和电流,计算出功率。

直接测量简单、方便,在实际中使用较多;但在无法采用直接测量方式、直接测量不方便或直接测量误差大等情况下,可采用间接测量方式。

1.2.2 光电传感器与敏感器的概念

传感器的作用是将非电量转换为与之有确定对应关系的电量输出,它本质上是非电量系统与电量系统之间的接口。在检测和控制过程中,传感器是必不可少的转换器件。从能量的角度出发,可将传感器划分为两种类型:一类是能量控制型传感器,也称有源传感器;另一类是能量转换型传感器,也称无源传感器。能量控制型传感器是指传感器将被测量的变化转换成电参数(如电阻、电容)的变化,传感器需外加激励电源,才可将被测量参数的变化转换成电压、电流的变化。而能量转换型传感器可直接将被测量的变化转换成电压、电流的变化,不需外加激励电源。

在很多情况下,所要测量的非电量并不是传感器所能转换的那种非电量,这就需要在传感器前面增加一个能够把被测非电量转换为该传感器能够接收和转换的非电量的装置或器件。

这种能够将被测非电量转换为可用非电量的器件或装置称为**敏感器**。例如用电阻应变片测量电压时,就要将应变片粘贴到受压力的弹性元件上,弹性元件将压力转换为应变力,应变片再将应变力转换为电阻的变化。这里应变片便是传感器,而弹性元件便是敏感器。敏感器和传感器虽然都可对被测非电量进行转换,但敏感器是把被测量转换为可用非电量,而传感器是把被测非电量转换为电量。

光电传感器是基于光电效应,将光信号转换为电信号的一种传感器,广泛应用于自动控制、宇航和广播电视等各个领域。

光电传感器主要有光电二极管、光电晶体管、光敏电阻 CdS、光电耦合器、集成光电传感器、光电池和图像传感器等,主要种类如表 1-1 所列。实际应用时,要选用适宜的传感器才能达到预期的效果。大致的选用原则是:高速的光检测电路、宽范围照度的照度计、超高速的激光传感器宜选用光电二极管;几千赫兹的简单脉冲光电传感器、简单电路中的低速脉冲光电开关宜选用光电晶体管;响应速度虽慢,但性能良好的电阻桥式传感器以及具有电阻性质的光电传感器、路灯自动亮灭电路中的光电传感器、随光的强弱成比例改变的可变电阻等宜选用 CdS 和 PbS 光敏元件;旋转编码器、速度传感器、超高速的激光传感器宜选用集成光电传感器。

表 1-1 光电传感器的种类

光电传感器类型	光电传感器实例
PN 结	PN 光电二极管(材料采用 Si, Ge, GaAs) PIN 光电二极管(材料采用 Si) 雪崩光电二极管(材料采用 Si, Ge) 光电晶体管(光电达林顿管)(材料采用 Si) 集成光电传感器和光电晶闸管(材料采用 Si)
非 PN 结	光电元件(材料采用 CdS, CdSe, Se, PbS) 热电元件(材料采用 PZT, LiTaO ₃ , PbTiO ₃)
电子管类	光电管, 摄像管, 光电倍增管
其他类	色敏传感器(材料采用 Si, α -Si) 固体图像传感器(材料采用 Si, 有 CCD 型, MOS 型, CPD 型) 位置检测用元件(PSD)(材料采用 Si)
	光电池(光电二极管)(材料用 Si)

1.3 光电检测系统的组成及特点

由于被测对象复杂多样,故检测系统的结构也不尽相同。一般电子检测系统是由传感器、信号调理器和输出环节三部分组成的。

传感器处于被测对象与检测系统的接口处,是一个信号变换器。它直接从被测对象中提取被测量的信息,感受其变化,并转化成便于测量的电参数。

由传感器检测到的信号一般为电信号。它不能直接满足输出的要求,需要进一步的变换、处理和分析,即通过信号调理电路将其转换为标准电信号,输出给输出环节。

根据检测系统输出的目的和形式不同,输出环节主要有显示与记录装置、数据通信接口和控制装置。

传感器的信号调理电路是由传感器的类型和对输出信号的要求决定的。不同的传感器具有不同的输出信号。能量控制型传感器输出的是电参数的变化,需采用电桥电路将其转换成电压的变化,而电桥电路输出的电压信号幅值较小,共模电压又很大,需采用仪表放大器进行放大;在能量转换型传感器输出的电压、电流信号中一般都含有较大的噪声信号,需加滤波电路提取有用信号,而滤除无用的噪声信号。而且,一般能量型传感器输出的电压信号幅度都很低,也需采用仪表放大器进行放大。

与电子系统载波相比,光电系统载波的频率提高了几个数量级。这种频率量级上的变化使光电系统在实现方法上发生了质变,在功能上也发生了质的飞跃。主要表现在载波容量、角分辨率、距离分辨率和光谱分辨率大为提高,因此,在通信、雷达、精导、导航、测量等领域获得广泛应用。应用于这些场合的光电系统的具体构成形式尽管各不相同,但有一个共同的特征,即都具有光发射机、光学信道和光接收机这一基本环节。这一环节称为光电系统的基本模型,如图 1-1 所示。

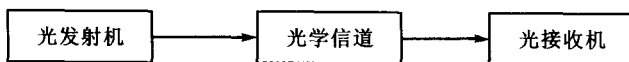


图 1-1 光电系统的基本模型

光电系统通常分为主动式和被动式两类。在主动式光电系统中,光发射机主要由光源(例如激光器)和调制器构成;在被动式光电系统中,光发射机为被检测物体的热辐射发射。光学信道和光接收机对两者是完全相同的。所谓光学信道,主要指大气、空间、水下和光纤。光接收机是用于收集入射的光信号并加以处理、恢复光载波的信息,其基本模型如图 1-2 所示,包括三个基本模块。

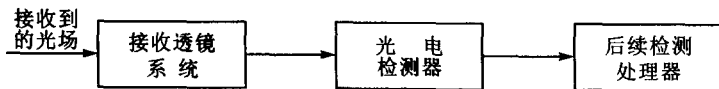


图 1-2 光接收机

第一部分是光接收机前端(通常包括一些透镜或聚光部件),第二部分是光电检测器,第三部分是后续检测信号处理器。透镜系统把接收到的光信号进行滤波和聚焦,使其入射到光电检测器上。光电检测器把光信号变换为电信号。后续检测信号处理器完成必要的信号放大、信

号调理及滤波处理,以便从检测器的输出中恢复所需要的信息。

光接收机可以分为两种基本类型,即功率检测接收机和外差接收机。功率检测接收机也称作直接检测接收机或非相干接收机,它的前端系统如图 1-3(a)所示。透镜系统和光电检测器用于检测所收集到的到达光接收机的光场瞬间的光功率。这种光接收机的工作方式是最简单的一种,只要传输的信息能在接收光场的功率变化之中,就可以采用这种接收机。外差接收机的前端系统如图 1-3(b)所示。本地产生的光波场与接收到的光波场经前端镜面加以合成,然后由光检测器检测这一合成的光波。外差式接收机可接收以幅度调制、频率调制、相位调制方式传输的信息。外差接收机实现起来比较困难,它对两个待合成的光场在空间相干性方面有严格的要求。因此,外差式接收机通常也称为空间相干接收机。无论是哪一种接收机,前端透镜系统都能把接收光场或合成后的光场聚焦到光检测器的表面,这就使得光检测器的面积可以比接收透镜的面积小很多。

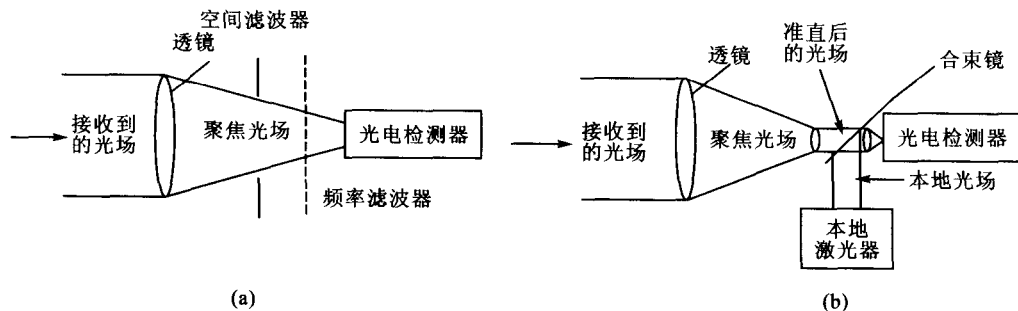


图 1-3 光接收机的两种基本类型

(a) 直接检测接收机;(b) 外差检测接收机

上述工作过程可用如图 1-4 所示的一个系统框图表示出来。在该系统中,光是信息传递的媒介,它由光源产生。光源与照明光学系统一起获得测量所需的光载波,如激光、平行光照明等。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来实现。光学变换后的光载波上载荷有各种被测信息,称为光信息。光信息经光电器件实现由光向电的信息转换,称为光电转换。然后被测信息就可用各种电信号处理的方法实现解调、滤波、整形、判向、细分等,或送到计算机进行进一步运算,直接显示或存储被测量,或者去控制相应的装置。

在图 1-4 中,光学变换与光电转换是光电测量的核心部分。光学变换通常是通过各种光学元件和光学系统来实现的,如采用平面镜、光狭缝、透镜、角锥棱镜、偏振器、波片、码盘、光栅、调制器、光成像系统、光干涉系统等,实现将被测量转换为光参量(振幅、频率、相位、偏振态、传播方向变化等)。光电转换是用各种光电变换器件来完成的,如光电检测器件、光电摄像器件、光电热敏器件等。

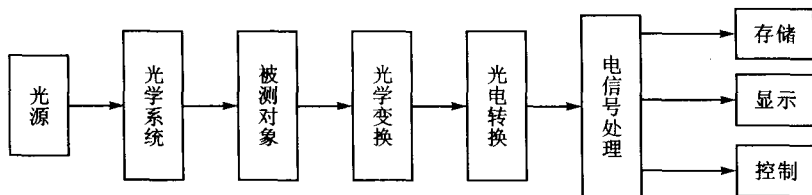


图 1-4 光电系统框图

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检测,具有如下特点:

① 高精度。光电检测的精度是各种检测技术中精度最高的一种。如用激光干涉法检测长度的精度可达 $0.05 \mu\text{m}/\text{m}$;光栅莫尔条纹法测角可达 $0.04''$;用激光测距法测量地球与月球之间距离的分辨率可达 1 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、电视遥测等。

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,因此也无摩擦,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。在理论上光波是永不磨损的,只要复现性做得好,就可以永久地使用。

⑥ 具有很强的信息处理和运算能力,可将复杂信息并行处理。用光电方法还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,易于实现智能化等。

光电检测技术是现代科学、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信息技术之一。

由于光电检测技术的特点,本门课程的学习要求如下:

- ① 了解并掌握典型的光电器件的原理和特点,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电路和有关参数。
- ③ 能根据被测对象的要求,设计光电检测系统。

1.4 光电检测方法及应用发展趋势

光电传感器由光源、光学系统和光电信息转换器件三部分组成。根据光源、光学系统和光电转换器件放置位置的不同,光电传感器可以分为以下三种。

① 直射型:光电转换器对着光源放置,并使它们的光轴重合,即对于光源为发射光通量最大方向,对于光电转换器为灵敏度最高的方向。

实用时,因避免杂散光对测量的影响,一般可通过使用暗箱、提高光源强度、光通量调制和适当放置光源和光电接收器位置等办法。如在传送带上对物体计数测量,测量大物体时,应使杂散光方向与光源方向一致;如测量小物体时,应使杂散光方向与光源方向相反。

② **反射型**:可分为单向反射和漫反射两种。前者被测物体表面光滑或贴上发射镜,光电接收器接收被测物的单向反射光;后者被测物表面粗糙,光电接收器接收被测物的漫反射光。

③ **辐射型**:被测物体本身就是一个辐射源,光电接收器通过接收被测物的辐射光能量实现测量。

根据检测原理,光电检测的基本方法有直接作用法、差动测量法、补偿测量法和脉冲测量法等。下面分别叙述。

1. 直接作用法

受被测物理量控制的光通量,经光电接收器转换成电量后由检测机构可直接得到所求被测物理量,测量框图如图 1-5 所示。图中,定标是指用基准量进行测定,调整系统的放大倍数或比例系数,使输出值与基准量相同。此测量方法结构简单,但精度差,尤其容易受光源波动、电源波动等影响较大,适合于测量精度要求不高的场合。

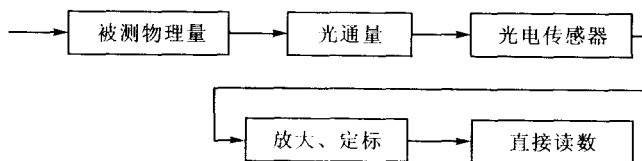


图 1-5 光电系统的基本模型

2. 差动测量法

利用被测量与某一标准量相比较,所得差或数值比可反映被测量的大小。例如,用双光路差动测量法测量物体的长度,如图 1-6 所示。

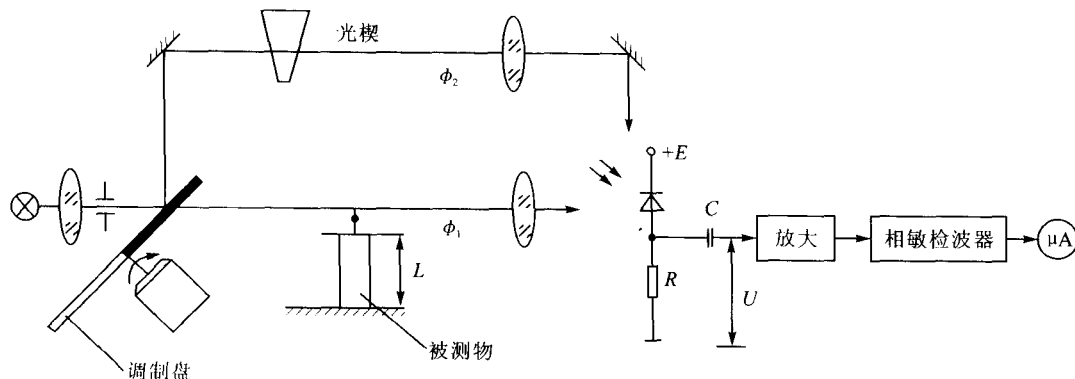


图 1-6 双光路差动测量法测量物体长度