

光电技术与系统精品丛书

光电信息实用技术

Practical Technologies of
•• Optoelectronic Information

雷玉堂 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

“十一五”国家重点图书出版规划项目
光电技术与系统精品丛书

光电信息实用技术

雷玉堂 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是作者在几十年的光电信息教学和科研的实践基础上,根据光电信息技术产业对从业人员和人才的实际技能需求,介绍现代光电信息的整个流程,即光信息的拾取变换、检测、传输、处理、存储、显示等技术,着重讲述光电信息整个流程的实用技术与方法。其内容有 10 章:光信息源及其选用;光辐射信息探测器件及使用;光图像信息探测器件及使用;光电信息检测电路设计、数据采集与计算机接口;光电信息变换和检测的实用技术与方法;光电信息传输技术;光电信息处理技术;光电信息存储技术;光电信息显示技术;几种典型的光电信息实用技术等。

本书可作为光电信息工程、光信息科学与技术、电子信息工程、测控技术与仪器、光学工程、通信工程、电子工程、质量工程、计量技术、应用物理、应用电视、安防监控等专业的高年级本科生、研究生学习参考用书或教材,以及从事上述专业领域的技术工作人员或高校教师与实验室工作人员等工作参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

光电信息实用技术/雷玉堂编著. —北京:电子工业出版社, 2011.1
(光电技术与系统精品丛书)

ISBN 978-7-121-12232-3

I. ①光… II. ①雷… III. ①光电子技术—信息技术 IV. ①TN2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 217091 号

责任编辑: 窦 昊 特约编辑: 刘 涛

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 37.25 字数: 900 千字 插页: 2

印 次: 2011 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 88.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

丛书编委会

名誉顾问

王大珩 中国科学院院士、中国工程院院士，中国科学院研究员

主任

张以谟 天津大学教授

委员 (排名不分先后)

母国光 中国科学院院士，南开大学教授

王启明 中国科学院院士，中国科学院研究员

金国藩 中国工程院院士，清华大学教授

周立伟 中国工程院院士，北京理工大学教授

黄尚廉 中国工程院院士，重庆大学教授

叶声华 中国工程院院士，天津大学教授

倪国强 北京理工大学教授

宋菲君 中国科学院研究员

秘书长

丁伯瑜 中国光学学会副秘书长，北京理工大学教授

联络委员

许 楷 电子工业出版社策划编辑

王春宁 电子工业出版社高级策划编辑

前 言

随着社会信息以及科学技术的深入发展,依托电子作为信息载体的电子信息技术在速度、容量、空间相容性以及信息检测精度、保密性等方面都受到很大的限制,而以光子作为信息载体的光电信息技术则在这几方面表现出了无可比拟的优越性,因此它必将成为人类进入信息时代的具有巨大冲击力的高新技术。

光电信息技术是由光学、光电子、微电子、微计算机、微材料等技术结合而形成的多学科综合的高新技术,涉及光信息的辐射探测、变换、传输、处理、存储与显示等众多的方面。它以极快的响应速度、极宽的频宽、极大的信息容量、极高的信息效率和分辨率推动着现代信息技术的发展,以适应现代信息社会以 Tbps (太比特/秒) 级速率为起点呈现超越摩尔定律的、爆炸性增长的信息量的要求,并已广泛应用于国民经济和国防建设的各个领域。近年来,随着光电信息技术产业的迅速发展,对从业人员和人才的需求逐年增多,因而渴求对光电信息技术的完整知识。但目前出版的光电技术或光电信息技术等书存在信息流程的内容不全、不新,以及实用性不强等缺陷,无法满足目前光电信息方面人才的知识需要。

本书的编写是按现代光电信息的整个流程,即光信息的检测拾取与变换、传输、处理、存储、显示而进行的。本书着重讲述光电信息整个流程的实用技术与方法,及其在视频监控、视频图像测量、光纤传感、激光测量、光谱测量、光波偏振检测等方面的应用,从而可适应人才的需求。本书的特点是:内容全、新、深入浅出、实用性强,科研成果多,使用要点与实用实例多,参考价值高,并能给读者以新的创新启示。

本书内容共分 10 章:第 1 章为光信息源及其选用,介绍了常用光源、LED、白光 LED、OLED 灯、激光器、半导体激光器、光纤激光器、光子晶体激光器等结构原理及实际选用等;第 2 章为光辐射信息探测器件及使用,详细介绍了光电发射、光电导、光伏型及组合型探测器件,以及热电偶与热电堆、热敏电阻与热释电等器件的结构原理、应用、使用选择与使用要点等;第 3 章为光图像信息探测器件及使用,介绍了器件类型、电视制式,直视型成像器件-变像管与像增强管,非直视型成像器件 CCD、SPPA、CMOS、CIS、新型的 LBCAST 与特种成像器件的结构原理、性能比较、应用与使用要点等;第 4 章为光电信息检测电路、数据采集与计算机接口,介绍了缓变光型、交变光型探测电路的静态、动态、低噪声与频率特性设计,放大器的低噪声设计原则与方法,光电探测器件(尤其是大、小面积光电二极管)与运算放大器的连接技巧,光电信息的二值化、量化、A/D 数据采集与计算机接口,以及现代嵌入式系统图像的数据采集及实时性设计等;第 5 章为光电信息变换和探测的实用技术与方法,介绍了光电信息的直接探测、调制探测、形位探测、扫描探测,几何与物理变换的光电探测方法,直接探测与差频探测的比较以及经过改进的实用的探测方法等;第 6 章为光电信息传输技术,主要介绍光纤传输、无线传输、无线移动视频传输以及标准与非标准线缆等的实用传输技术等;第 7 章为光电信息处理技术,主要介绍光电信息处理的特征、方法、目标,数字图像处理的内容与方法,光学图像处理与光电图像处理的内容、技术与方法,以及最新的基于 DSP 的图像处理与神经网络处理及其实例等;第 8 章为光电信息存储技术,主要

介绍各类光盘存储、大容量光带存储、全息存储、未来的超高密度存储以及发展趋势、实用的半导体存储、磁盘存储与网络存储等；第9章为光电信息显示技术，介绍了常用的CRT、新型的LCD、PDP、LED、OLED，以及LCOS、LCLV、DMD等显示技术；第10章为几种典型的光电信息实用技术，介绍了应用广泛的实用的激光监测与制导技术、光纤传感技术、视频监控技术、单CCD视频图像测量技术、光谱测量技术，以及光波偏振检测技术与方法等。因此，本书可作为光电信息工程、光信息科学与技术、测控技术与仪器、电子信息技术、光学工程、电子工程、通信工程、质量工程、计量技术、应用物理、应用电视、安防监控等专业的高年级本科生、硕士、博士研究生的学习参考用书或教材，以及从事上述专业领域的技术工作人员或高校教师与实验室工作人员等的参考用书。

近几年，出现了不少光电信息技术、光信息技术、光电技术、光电检测或光电测试技术及系统方面的优秀教材和著作，它们为推动我国光电信息专业的教学和科研，以及光电产业的发展作出了重要的贡献。在本书的编写过程中，有幸参考了这些教材和著作，并根据光电信息技术体系的需要，在有的章节内采用了其中的部分内容，这些都将在书末以参考文献形式给出，本人在此向同行作者们表示衷心的感谢！

本书的编写是雷玉堂教授同他的学生们共同完成的。其中，华中科技大学光电学院教授竺子民博士提供了7.2与7.5节；武汉大学教授马秦生博士提供了4.5与4.6节；武汉理工大学教授黎敏博士（后）提供了6.1.7、10.2.1与10.2.5节；深圳大学副教授丁金妃博士提供了10.2.3与10.2.4节；武汉乐通光电有限公司总经理罗辉提供了10.4.1与10.4.2节；乐通光电高新技术研究所杨中东博士提供了10.3.2与3.3.4节；马娟硕士提供了10.6.1与10.6.3节；武汉昱升光器件公司明志文总经理提供了6.1.2与6.1.5节；雷玉堂教授编写了其余章节并统稿。

本书的编写与出版，首先要衷心感谢中国工程院院士天津大学叶声华教授、清华大学孙培懋教授对本书的审核，感谢他们对本书的知识体系结构、内容安排等多方面提出的宝贵的意见与建议；其次要感谢我的夫人及孩子们的支持，感谢我的学生们及武汉乐通光电有限公司高新技术研究所的同志们付出的辛勤劳动；尤其要感谢电子工业出版社有关领导与同志们付出的辛苦的劳动。

由于编著者学识水平有限，加上时间紧迫，难免出现错误与不足之处，敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 光信息源及其选用	(1)
1.1 常用的普通光源及其选用	(1)
1.1.1 热辐射光源	(1)
1.1.2 气体放电光源	(2)
1.1.3 普通光源选用要点	(3)
1.2 发光二极管(LED) 及其使用	(3)
1.2.1 LED 概述	(3)
1.2.2 LED 的检测	(4)
1.2.3 LED 的驱动	(5)
1.2.4 LED 的应用	(6)
1.3 固体环保照明光源——白光 LED	(8)
1.3.1 白光 LED 概述	(8)
1.3.2 用 AC 直接驱动白光 LED 的实用技术	(9)
1.3.3 白光 LED 与现行照明光源的比较	(11)
1.4 高效节能平面分布式固态光源——OLED 灯	(12)
1.4.1 OLED 灯概述	(12)
1.4.2 OLED 灯的特点及与现有光源的比较	(14)
1.5 激光器	(14)
1.5.1 激光概述	(15)
1.5.2 气体激光器	(15)
1.5.3 固体激光器	(17)
1.5.4 液体激光器	(17)
1.6 半导体激光器及其使用	(18)
1.6.1 半导体激光器概述	(18)
1.6.2 量子阱半导体激光器	(24)
1.6.3 垂直腔面发射半导体激光器	(26)
1.6.4 微腔激光器	(27)
1.6.5 半导体激光器的安全使用	(28)
1.7 光纤激光器	(31)
1.7.1 光纤激光器概述	(31)
1.7.2 光纤激光器的特殊谐振腔	(33)
1.7.3 双包层光纤激光器	(34)
1.7.4 连续波光纤激光器	(35)
1.7.5 多波长光纤激光器	(35)

1.7.6	高功率光纤激光器	(36)
1.7.7	超短脉冲光纤激光器	(37)
1.8	光子晶体激光器	(39)
1.8.1	光子晶体	(39)
1.8.2	光子晶体激光器	(40)
1.8.3	光子晶体光纤激光器	(42)
第 2 章	光辐射信息探测器件及其使用	(46)
2.1	真空光电探测器件及其使用	(46)
2.1.1	光电发射材料	(46)
2.1.2	光电倍增管 (PMT)	(48)
2.1.3	MCP 光电倍增管	(51)
2.1.4	光电倍增管的特点及使用要点	(52)
2.2	半导体光电探测器件及其使用	(53)
2.2.1	半导体光电导型探测器件	(53)
2.2.2	光电池	(56)
2.2.3	光敏二极管	(58)
2.2.4	光敏三极管	(64)
2.2.5	光伏型与光电导型器件的区别及使用要点	(66)
2.2.6	半导体光电探测器件的检测及应用电路	(68)
2.3	光电信息探测器件的性能比较和应用选择	(69)
2.3.1	光电信息探测器件的性能比较	(69)
2.3.2	光电信息探测器件的应用选择	(70)
2.4	半导体组合型特种探测器件	(72)
2.4.1	象限探测器	(72)
2.4.2	楔环探测器	(74)
2.4.3	光电位置探测器	(75)
2.4.4	色敏探测器	(78)
2.4.5	光桥与光电位器	(80)
2.4.6	光电耦合器件及其检测方法	(81)
2.5	热电偶与热电堆及其使用	(82)
2.5.1	热电偶	(83)
2.5.2	热电堆	(84)
2.5.3	热电偶与热电堆的应用及使用要点	(85)
2.6	测辐射热计及其使用	(86)
2.6.1	测辐射热计概述	(86)
2.6.2	测辐射热计的特点及参数选择	(87)
2.6.3	测辐射热计的应用电路及使用要点	(88)
2.6.4	几种新型的测辐射热计	(89)

2.7	热释电探测器件及其使用	(90)
2.7.1	热释电探测器概述	(90)
2.7.2	热释电探测器件的类型	(93)
2.7.3	热释电探测器对前置放大器的要求	(95)
2.7.4	热释电探测器的应用及使用要点	(96)
第3章	光图像信息探测器件及使用	(98)
3.1	光图像信息探测器件的类型与电视制式	(98)
3.1.1	光图像信息探测器件的类型	(98)
3.1.2	电视制式	(99)
3.2	直视型光电成像器件——变像管和像增强管	(100)
3.2.1	像管的结构与工作原理	(100)
3.2.2	像增强管的串联与级联	(100)
3.2.3	微通道式像增强管	(102)
3.3	电荷耦合器件 (CCD)	(103)
3.3.1	CCD 的结构及原理	(103)
3.3.2	CCD 的输入/输出及外围驱动电路	(104)
3.3.3	CCD 的类型	(107)
3.3.4	CCD 黑白、彩色与十字标尺摄像机	(112)
3.4	MOS 图像传感器 SSPA	(115)
3.4.1	SSPA 概述	(115)
3.4.2	SSPA 的信号读出及放大电路	(116)
3.4.3	SSPA 与 CCD 的性能比较	(117)
3.5	CMOS 图像传感器	(118)
3.5.1	CMOS 图像传感器概述	(118)
3.5.2	CMOS 图像传感器与 CCD 的比较	(122)
3.5.3	单芯片 CMOS-APS 摄像机	(123)
3.5.4	宽动态 CMOS-DPS 摄像机	(125)
3.6	接触式图像传感器 (CIS)	(127)
3.6.1	CIS 概述	(127)
3.6.2	CIS 与 CCD 的比较	(128)
3.6.3	CIS 在纸币图像采集等方面的应用	(128)
3.7	一种新型的图像传感器 LBCAST	(129)
3.7.1	LBCAST 的内部结构功能及原理	(129)
3.7.2	与 CCD、CMOS 图像传感器读数方式的比较	(131)
3.7.3	LBCAST 的特点	(132)
3.8	特种光图像信息探测器件	(132)
3.8.1	红外光图像信息探测器件	(132)
3.8.2	紫外光图像信息探测器件	(136)

3.8.3 X 光图像信息探测器件	(139)
第 4 章 光电信息探测电路的设计、数据采集与计算机接口	(144)
4.1 光电信息输入电路的设计	(144)
4.1.1 缓变光信号输入电路的设计	(144)
4.1.2 交变光信号输入电路的设计	(151)
4.2 光电信息探测电路的带宽和频率特性设计	(153)
4.2.1 光电信息探测电路的带宽	(154)
4.2.2 光电探测电路频率特性的设计	(155)
4.3 光电信息探测电路的低噪声设计	(158)
4.3.1 光电信息探测电路的噪声等效处理	(158)
4.3.2 光电信息探测电路的噪声估算	(160)
4.4 光电信息低噪声放大器的设计	(162)
4.4.1 放大器噪声	(162)
4.4.2 低噪声前置放大器的选用	(164)
4.4.3 低噪声前置放大器的设计原则与方法	(166)
4.4.4 光电探测器件和运算放大器的连接方法	(175)
4.4.5 小面积和大面积光电二极管的低噪声放大器	(176)
4.4.6 几种前置放大器的实例	(178)
4.5 光电信息的二值化与量化	(180)
4.5.1 光电信息的二值化处理	(180)
4.5.2 光电信息的量化处理	(183)
4.6 光电信息的数据采集与计算机接口	(185)
4.6.1 光电信号的二值化数据采集与计算机接口	(185)
4.6.2 线阵成像器件的数据采集与计算机接口	(188)
4.6.3 面阵成像器件的数据采集与计算机接口	(191)
4.7 嵌入式系统的数据采集	(193)
4.7.1 嵌入式技术产品的特点	(193)
4.7.2 线阵 CCD 的数据采集	(194)
4.7.3 面阵 CCD 的数据采集	(195)
4.7.4 嵌入式系统的实时性设计	(195)
第 5 章 光电信息变换和检测的实用技术与方法	(198)
5.1 时变光信息的直接检测技术	(198)
5.1.1 光通量幅度的直接检测技术	(198)
5.1.2 光通量的频率检测技术	(202)
5.1.3 光通量的相位和时间检测技术	(204)
5.2 时变光信息的调制检测技术	(206)
5.2.1 光信息调制概述	(206)
5.2.2 光信息调制器	(209)

5.2.3	调制信号的解调技术	(215)
5.3	光学目标的形位检测技术	(217)
5.3.1	形位检测概述	(217)
5.3.2	几何中心检测技术	(218)
5.3.3	亮度中心检测技术	(222)
5.4	光学图像的扫描检测技术	(223)
5.4.1	扫描检测概述	(223)
5.4.2	图像扫描技术	(224)
5.4.3	实体扫描技术	(227)
5.5	几何变换的光电检测方法	(230)
5.5.1	光电准直方法	(230)
5.5.2	光电测长方法	(233)
5.5.3	轴向测距方法	(235)
5.5.4	光电开关的实用技术方法	(237)
5.5.5	光电编码的技术方法	(241)
5.6	物理变换的光电检测方法	(247)
5.6.1	光电干涉测量的技术方法	(248)
5.6.2	单频光相干的条纹探测方法	(249)
5.6.3	双频光相干的差频探测方法	(252)
5.6.4	差频探测与直接探测法的比较	(260)
5.7	经改进的实用探测方法	(262)
5.7.1	平衡探测法	(262)
5.7.2	光前置放大探测法	(263)
第6章	光电信息传输技术	(265)
6.1	光纤传输技术	(265)
6.1.1	光纤概述	(265)
6.1.2	光纤的连接与耦合技术	(268)
6.1.3	光纤传输系统的组成及特点	(272)
6.1.4	光纤传输系统设计	(273)
6.1.5	光传输的多路复用技术	(276)
6.1.6	光孤子通信	(283)
6.1.7	智能光传输网络	(286)
6.2	无线传输技术	(289)
6.2.1	红外光波传输技术	(290)
6.2.2	微波传输技术	(292)
6.3	无线移动视频传输技术	(296)
6.3.1	GPRS 技术	(296)
6.3.2	CDMA 技术	(297)

6.3.3	CDMA-OFDM 技术	(299)
6.3.4	COFDM 技术	(301)
6.4	电线电缆传输技术	(303)
6.4.1	双绞线传输技术	(303)
6.4.2	标准同轴电缆传输技术	(306)
6.4.3	非标准电缆传输技术	(311)
第 7 章	光电信息处理技术	(319)
7.1	光电信息处理概述	(319)
7.1.1	光电信息处理的特征、方法和目标	(319)
7.1.2	数字图像分析的基本方法及处理的内容	(321)
7.1.3	图像处理的基本方法——像素处理	(324)
7.2	光学图像处理	(328)
7.2.1	光学图像处理的理论基础和方法	(328)
7.2.2	相干光学信息处理	(332)
7.2.3	非相干光学信息处理	(337)
7.2.4	白光信息处理	(339)
7.3	光电图像处理	(341)
7.3.1	光电图像处理与光学图像处理比较	(341)
7.3.2	视频标准	(342)
7.3.3	视频图像处理的特点与研究内容	(345)
7.3.4	视频运动图像分析	(347)
7.3.5	视频图像的滤波	(354)
7.3.6	视频图像的编码压缩	(356)
7.4	基于 DSP 的数字图像处理	(364)
7.4.1	DSP 及其系统	(365)
7.4.2	DSP 处理系统的设计	(367)
7.4.3	用 DSP 实现运动目标的识别与跟踪	(370)
7.4.4	DSP 系统设计实例——现代摄像机 DSP 图像处理系统的设计	(372)
7.5	神经网络处理	(378)
7.5.1	神经网络概念	(378)
7.5.2	光学神经网络自适应处理器	(380)
7.5.3	神经网络模型	(380)
7.5.4	图形间关联神经网络处理	(381)
第 8 章	光电信息存储技术	(384)
8.1	光盘存储技术	(384)
8.1.1	光盘存储的原理	(385)
8.1.2	只读式与一次写入式光盘	(386)
8.1.3	可擦除式磁光盘	(389)

8.1.4	可擦重写相变光盘	(391)
8.1.5	光盘存储器	(396)
8.1.6	光盘的保养与使用要点	(398)
8.2	大容量光带存储技术	(400)
8.2.1	大容量光带的存储方式	(400)
8.2.2	大容量光带存储的结构及原理	(401)
8.2.3	大容量光带与磁光盘比较	(401)
8.3	全息存储技术	(402)
8.3.1	全息存储原理	(402)
8.3.2	全息存储特点	(403)
8.3.3	全息存储应用	(404)
8.4	超高密度光电存储技术	(405)
8.4.1	双光子双稳态三维存储技术	(405)
8.4.2	电子捕获存储技术	(407)
8.4.3	持续光谱烧孔存储技术	(408)
8.4.4	近场光学存储技术	(409)
8.4.5	高密度光电存储技术的发展趋势	(409)
8.5	半导体存储技术	(410)
8.5.1	半导体存储器的特点	(410)
8.5.2	半导体存储器的类型	(411)
8.5.3	半导体存储器的结构组成	(412)
8.5.4	快闪存储器	(413)
8.6	磁盘存储技术	(415)
8.6.1	磁性记录与重放的基本原理	(415)
8.6.2	模拟式硬磁盘存储技术	(417)
8.6.3	数字式硬磁盘存储技术	(418)
8.7	网络存储技术	(420)
8.7.1	传统的网络存储技术	(421)
8.7.2	新型的网络存储技术	(423)
第9章	光电信息显示技术	(425)
9.1	CRT 显示技术	(425)
9.1.1	黑白 CRT 显示技术	(425)
9.1.2	彩色 CRT 显示技术	(428)
9.1.3	CRT 显示器的优缺点	(431)
9.1.4	CRT 显示器的发展趋势及应用	(432)
9.2	LCD 显示技术	(433)
9.2.1	LCD 的基本结构及原理	(433)
9.2.2	LCD 显示的类型及其比较	(434)

9.2.3	LCD 的驱动方式	(435)
9.2.4	LCD 的基本参数	(437)
9.2.5	大尺寸 TFT LCD 显示屏	(439)
9.2.6	LCD 显示器的优缺点	(441)
9.3	PDP 显示技术	(443)
9.3.1	PDP 显示的原理与类型	(443)
9.3.2	AC-PDP 显示板结构	(444)
9.3.3	彩色 PDP 的集成驱动电路	(445)
9.3.4	PDP 显示器的优缺点	(451)
9.4	LED 显示屏技术	(452)
9.4.1	LED 显示屏的原理与特点	(453)
9.4.2	LED 显示屏的结构与类型	(453)
9.4.3	LED 大屏幕显示屏	(454)
9.4.4	LED 大屏幕显示屏真彩显示	(455)
9.5	OLED 显示技术	(456)
9.5.1	OLED 显示的结构与原理	(457)
9.5.2	OLED 的彩色化技术	(458)
9.5.3	OLED 的类型	(459)
9.5.4	OLED 的驱动方式	(461)
9.5.5	OLED 的优缺点及与 LCD 的比较	(464)
9.6	LCOS 显示技术	(466)
9.6.1	LCOS 显示器的结构	(467)
9.6.2	LCOS 投影显示的原理及优缺点	(467)
9.6.3	直接驱动图像光放大器 (D-ILA)	(468)
9.6.4	LCOS 的技术特色及与其他显示技术的比较	(469)
9.7	DMD 显示技术	(470)
9.7.1	DMD 的结构和原理	(470)
9.7.2	DMD 的技术特点	(471)
9.7.3	使用 DML 的投影系统	(472)
9.7.4	常见投影显示技术的比较	(473)
9.8	LCLV 显示技术	(474)
9.8.1	光阀的含义与类型	(474)
9.8.2	液晶光阀的结构与工作原理	(474)
9.8.3	液晶光阀投影显示系统	(476)
9.8.4	液晶光阀投影与其他投影系统的比较及使用要点	(477)
第 10 章	几种典型的光电信息实用技术	(479)
10.1	激光监测与制导技术	(479)
10.1.1	激光测距技术	(479)

10.1.2	成像测距与脉冲激光雷达	(485)
10.1.3	激光测速与汽车测速系统的设计	(489)
10.1.4	超远距离红外激光夜视系统	(499)
10.1.5	激光制导技术	(503)
10.2	光纤传感技术	(505)
10.2.1	光纤传感概述	(505)
10.2.2	Y 形光纤传感技术及其应用	(507)
10.2.3	光纤光栅型传感技术	(511)
10.2.4	多路复用和分布式光纤传感技术	(518)
10.2.5	智能光纤传感技术	(523)
10.3	单 CCD 摄像机三维测量技术	(527)
10.3.1	单 CCD 摄像机人体步态测量系统	(527)
10.3.2	单 CCD 摄像机三维自动测量系统	(532)
10.3.3	CCD 摄像机的误差及其检校	(537)
10.4	视频监控技术	(540)
10.4.1	视频监控系统的基本组成	(540)
10.4.2	安防监控系统工程的可靠性设计	(547)
10.4.3	基于 DSP 的智能视频监控系统的設計	(554)
10.5	光谱测量技术	(561)
10.5.1	单色光的产生	(561)
10.5.2	傅里叶变换红外光谱仪	(562)
10.5.3	用 CCD 检测的光学多通道分析仪	(565)
10.5.4	成像光谱仪	(567)
10.6	光波偏振检测技术	(569)
10.6.1	偏振信息理论	(570)
10.6.2	利用 CCLID 检测光波偏振特性	(571)
10.6.3	偏振图像的获取与处理方法	(573)
参考文献		(577)

第 1 章 光信息源及其选用

光，不仅是支持生命的重要能量，也是生活中的重要信息源。显然，如果没有光，就不可能有我们现在的文明。正是光为我们提供了很有价值的信息资源。在光电信息系统中，光是信息的载体，光源的质量对系统往往起着关键的作用。了解各种光源的基本特性参数和特点，对设计光电信息系统而言是十分重要的。本章主要介绍光电信息系统中常用的及新型的发光光源，如常用的普通光源、白光 LED 灯、未来的 OLED 灯、发光二极管、激光器及应用广泛的半导体激光器、光纤激光器与新的光子晶体激光器等。

1.1 常用的普通光源及其选用

1.1.1 热辐射光源

当物体的温度大于绝对零度时它就会向外辐射能量，由于温度较高而向周围温度较低环境辐射能量的形式称为热辐射，其辐射以光子形式进行，因而我们就会看到光。这种热辐射的物体就称为热辐射光源。常见的热辐射光源如下所述。

1. 太阳光

太阳是直径约为 $1.392 \times 10^9 \text{ m}$ 的光球，它到地球的年平均距离是 $1.496 \times 10^{11} \text{ m}$ 。因此，从地球上观看太阳时，太阳的张角只有 0.533° 。太阳光谱能量分布相当于 5900 K 左右的黑体辐射，其平均亮度为 $1.95 \times 10^9 \text{ cd/m}^2$ 。

太阳向地球辐射热，我们称之为阳光。阳光是复色光，太阳光源是很好的平行光源。太阳光的照度值在不同光谱区所占百分比是不同的，紫外区占 6.46% ，可见光区占 46.25% ，红外光区占 47.29% 。

辐射到地球上的太阳光要穿过一层厚厚的大气层，因而在光谱、空间分布、能量大小、偏振状态等方面都发生了变化。大气中有光谱选择性的吸收介质，如水汽、氧、臭氧、二氧化碳、一氧化碳以及其他碳氢化合物等，都会在不同程度上吸收太阳辐射。

2. 白炽灯

白炽灯是光电信息系统中最常用的光源之一，它发射的是连续光谱，在可见光谱段中部和黑体辐射曲线相差约 0.5% ，而在整个光谱段内和黑体辐射曲线平均相差 2% 。由于它的发光特性稳定、简单、可靠，使用和量值复现方便，因而得到了广泛的应用，并且也用做各种辐射度量与光度量的标准光源。

白炽灯有真空钨丝灯、充气钨丝灯和卤钨灯等。真空钨丝灯是将玻璃灯泡抽成真空，钨丝被加热到 $2300 \sim 2800 \text{ K}$ 时发出复色光，其发光效率低，约为 10 lm/W 。

充气钨丝灯是在灯泡中充入和钨不发生化学反应的氩、氮等惰性气体，当灯丝蒸发出来

的钨原子与惰性气体原子相碰撞时，部分钨原子会返回灯丝表面而有效地抑制钨的蒸发，从而延长灯的寿命，使工作温度提高到 2 700~3 000 K，发光效率提高为 17 lm/W。

卤钨灯是在灯泡内充有卤族元素（氯化碘、溴化硼等），钨丝被加热后，蒸发出来的钨原子在玻璃壳附近与卤素合成为卤钨化合物，如 WI_2 、 WB_r 等。然后，卤钨化合物又扩散到温度较高的灯丝周围且又被分解成卤素和钨，而钨原子又沉积到灯丝上，弥补钨原子的蒸发，以此循环而延长灯的寿命，使卤钨灯的工作温度达 3 000~3 200 K，发光效率提高到 30 lm/W。

白炽灯的灯压决定了灯丝的长度，供电电流决定了灯丝的直径，100 W 的钨灯发出的光通量大约为 200 lm。白炽灯的供电电压对灯的参数（如电流、功率、寿命和光通量）有很大的影响，其关系式为

$$\frac{V_0}{V} = \frac{I_0}{I} = \left\{ \frac{\eta_v}{\eta_v} \right\}^{0.5} = \left\{ \frac{\Phi_v}{\Phi_v} \right\}^{0.278} = \left\{ \frac{\tau}{\tau_0} \right\}^n \quad (1-1)$$

式中， V_0 、 I_0 、 η_v 、 Φ_v 、 τ_0 分别为灯泡额定电压、电流、发光效率、光通量和寿命； V 、 I 、 η_v 、 Φ_v 、 τ 分别为使用值。

对于充气灯泡， $n=0.0714$ ；对于真空灯泡， $n=0.0769$ 。例如额定电压为 220 V 的灯泡降压到 180 V 使用，其发光的光通量降低到 62%，但其寿命延长 13.6 倍。因此，降压使用对光电检测系统用的白炽灯光源十分重要，因为灯泡寿命的延长将使系统的调整次数大为减少，也提高了系统的可靠性。例如，光栅莫尔条纹法测量，常用 6 V、5 W 的白炽灯照明，若降压至 4.5 V 使用，灯的寿命将延长 20 倍左右。

白炽灯泡的灯丝形状对发光强度的方向性有影响，普通照明常用 W 形灯丝，使灯 360° 发光；而光栅莫尔条纹法测量则用直丝形状灯泡，且灯丝长度方向应与光栅刻线方向一致。

1.1.2 气体放电光源

利用气体放电原理来发光的光源，称为气体放电光源。例如，将氢、氦、氖、氙、氪或者金属蒸气（如汞、钠、硫等）充入灯中，在电场的作用下激励出电子和离子。当电子向阳极、离子向阴极运动时，由于已经从电场中获得能量，当它们再与气体原子或分子碰撞时就激励出新的原子和离子，如此不断地进行碰撞，使一些原子跃迁到高能级。由于高能级的不稳定性，处于高能级的原子就会发出可见辐射（发光）而回到低能级。如此不断地进行，就实现了气体持续放电、发光，这就是气体放电发光的原理。

由于气体放电光源可充不同的气体或金属蒸气，从而形成放电介质不同的多种光源；即使充的是同一种材料，由于结构不同又可构成多种灯。例如，汞灯就可分为：低压汞灯（< 0.8 Pa），这又可分为冷阴极辉光放电型和热阴极弧光放电型两类；高压汞灯（1~5 Pa），发光效率达 40~50 lm/W；超高压汞灯（10~200 Pa）。又如氙灯，其辐射光谱也是连续的，与日光的光谱能量分布相接近，色温为 6 000 K 左右，显色指数达 90 以上，因此有“小太阳”之称。氙灯又可分为脉冲氙灯、长弧氙灯和短弧氙灯。此外，还有用于微量元素光谱分析的原子光谱灯等。

总之，气体放电光源的种类很多，但它们具有的共同特点是：①发光效率高，比同瓦数的白炽灯高 2~10 倍，因而可节省能源；②结构紧凑，耐震、耐冲击；③寿命长，是白炽灯的 2~10 倍；④光色适应性强，可在很大范围内变化，如普通高压汞灯发光波长为 400~500 nm，