

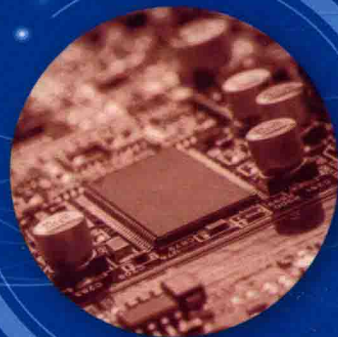


普通高等院校“十三五”规划实验教材

光电信息技术综合实验教程

● 主 编 王 筠

● 副主编 童爱红 冯国强 吉紫娟 郑秋莎



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等院校“十三五”规划实验教材

光电信息技术综合实验教程

主 编 王 筠
副主编 童爱红 冯国强
吉紫娟 郑秋莎
参 编 李建明 李志浩 汪川惠



华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书分基础篇和应用篇。基础篇共 8 章,内容涵盖光电信息技术综合实验预备知识,应用光学的 7 个实验项目(如几何像差的现象及规律等),物理光学的 10 个基础实验项目(如用迈克尔逊干涉仪测波长等),激光原理的 5 个实验项目(如 He-Ne 激光器谐振腔调整及纵横模观测等),光电技术的 10 个实验项目(如硅光电池特性测试实验等),信息光学的 6 个实验项目(如反射式全息照相),光纤通信的 8 个实验项目以及电磁场与电磁波仿真 8 个实验项目,共计 54 个实验项目。应用篇共 3 章,内容主要涉及传感器技术、热辐射与红外扫描成像、光谱应用综合实验等专业实验。

图书在版编目(CIP)数据

光电信息技术综合实验教程/王筠主编. —武汉:华中科技大学出版社,2018.12
普通高等院校“十三五”规划实验教材
ISBN 978-7-5680-4732-6

I. ①光… II. ①王… III. ①光电子技术-信息技术-实验-高等学校-教材 IV. ①TN2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 269090 号

光电信息技术综合实验教程

王 筠 主 编

Guangdian Xinxi Jishu Zonghe Shiyan Jiaocheng

策划编辑:汪 富

责任编辑:邓 薇

封面设计:刘 卉

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913

邮编:430223

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17

字 数:424 千字

版 次:2018 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:42.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

普通高等院校“十三五”规划实验教材

编审委员会

(排名不分先后)

主 任	肖 明				
副主任	戴 伟	罗 毅	王 筠	吴建兵	
	肖 飞	姚桂玲			
委 员	谭 华	罗海峰	王怀兴	李 莎	
	肖 旸	伍家梅	李 杰	肖龙胜	
	胡 森	胡凡建	陶表达		

编写委员会

(排名不分先后)

范锡龙	刘 明	邓永菊	皮春梅	王世芳	操小凤
来小禹	陈国英	谈伟伟	李志浩	冯国强	郑秋莎
刘 勇	刘 丹	童爱红	吉紫娟	艾 敏	王 茁
刘姜涛	徐 辉	李 丹	肖正安	王 娅	龙 芸
王 骐	王青萍	肖鹏程	罗春娅	刘金波	黄 靓
陈木青	汪川惠	靳海芹	祁红艳	李 睿	陈欣琦
陶军晖	王志民	王秋珍	孙 筠	张 庆	谭永丽
熊 伟	徐小俊	林柏林	彭玉成	曹秀英	李建明

前言

近年来,随着信息技术的高速发展,制造业由自动化过渡到智能化,因此其对光电信息产业的需求越来越紧迫。国内许多高校相继开办了光电信息科学与工程等电子信息类本科专业,为光电信息产业培养了大批急需人才。但是,仍然存在企业用人难、毕业生就业难的两难问题。随着我国供给侧结构改革以及“中国制造 2025”的实施,国家对高等教育人才培养的模式和内容提出了更高要求,将提高学生动手能力放在首位,已成为应用型本科院校教学改革的方向。因此,如何利用实验教学环节来提高学生动手能力就显得格外重要。

为此,我们组织了我院(湖北第二师范学院物理与机电工程学院)长期从事实验教学和实习实训的近十位教师,共同编写了这本《光电信息技术综合实验教程》,以适应光电信息技术迅猛发展的要求,同时也开启了基于 MOOC 的实验混合式教学改革的探索。

本书以提高学生动手能力为主要培养目标,重点培养其职业胜任能力。在编写过程中,参考了大量实验教学参考书和我院实验中心已有的实验仪器设备操作手册,以及一些具有创意性、创新性的实验等。

本书分基础篇和应用篇。基础篇共 8 章,内容涵盖应用光学、物理光学、激光原理、光电技术、信息光学、光纤通信等实验项目,最后还有电磁场与电磁波仿真实验。应用篇共 3 章,内容主要涉及传感器技术、热辐射与红外扫描成像、光谱应用综合实验等专业实验。

本书目的之一是使学生掌握光电应用技术的基本实验方法与操作技能,对常用激光技术和光电检测技术的工作原理、物理结构、测量光/电路和实际应用等形成感性认识。目的之二是加深学生对几种常见的光电器件、设备等的选型、调光/电路设计方法的理解,培养学生的动手能力。目的之三是使学生能够根据实验目的、内容及仪器设备条件,开展相应的应用设计,确定实验步骤、测取所需数据,进行分析并得出必要结论,培养学生运用激光和光电检测技术分析和解决问题的初步能力,为学生今后在工程实际中设计出性能优良的光电器件或设备,实现创新设计制作打下初步基础。

参与本书编写的教师有我院光电信息科学与工程系的吉紫娟、王筠、郑秋莎、冯国强、李志浩、童爱红、李建明等。其中,吉紫娟负责第 2 章、第 7 章的编写,郑秋莎负责第 4 章的编写,冯国强负责第 5 章的编写,王筠负责前言、第 1、3、6、8、9、10、11 章的编写及全书的统稿。

本书由我院肖明院长主审。本书编写还得到我院实验中心主任罗海峰和黄靓的大力支持 and 帮助,在此一并表示衷心的感谢。

本书可作为高等院校光电信息科学与工程专业、光学专业、光学仪器专业以及相关专业的本科生实验教材。由于编者水平有限,书中难免会有错误和不足之处,敬请广大读者批评指正,以便我们再版时修正。

编 者

2018 年 6 月

目 录

第 1 篇 基 础 篇

第 1 章 光电信息技术综合实验预备知识	(3)
1.1 光电信息技术实验教学的基本要求	(3)
1.2 光电信息技术综合实验基本规则	(4)
1.3 光电信息技术综合实验平台介绍	(5)
第 2 章 应用光学实验	(7)
2.1 概述	(7)
2.2 实验预备知识	(7)
2.3 实验	(9)
实验 2-1 几何像差的现象及规律	(9)
实验 2-2 分光计的调节和三棱镜折射率的测定	(14)
实验 2-3 薄透镜焦距的测量	(21)
实验 2-4 自组望远镜	(25)
实验 2-5 自组投影仪	(28)
实验 2-6 自组显微镜放大率的测量	(30)
实验 2-7 光学系统像差的计算机模拟实验	(32)
第 3 章 物理光学实验	(34)
3.1 概述	(34)
3.2 实验预备知识	(34)
3.3 实验	(36)
实验 3-1 杨氏双缝干涉实验	(36)
实验 3-2 牛顿环测量透镜曲率半径	(38)
实验 3-3 菲涅耳双棱镜干涉	(42)
实验 3-4 劳埃德镜干涉	(45)
实验 3-5 用迈克耳逊干涉仪测波长	(47)
实验 3-6 干涉法测空气折射率	(50)
实验 3-7 夫琅禾费单缝衍射测缝宽	(57)
实验 3-8 单丝单缝衍射光强分布研究	(59)
实验 3-9 光栅衍射实验	(64)
实验 3-10 偏振光的产生和检验	(68)
第 4 章 激光原理实验	(73)
4.1 概述	(73)

4.2 实验	(73)
实验 4-1 He-Ne 激光器谐振腔调整及纵横模观测	(73)
实验 4-2 激光的束腰半径大小测量	(77)
实验 4-3 高斯光束的透镜变换实验	(79)
实验 4-4 固体激光器参数测量	(81)
实验 4-5 光拍法测光速	(83)
第 5 章 光电技术基础实验	(90)
5.1 概述	(90)
5.2 实验要求	(90)
5.3 实验预备知识	(90)
5.4 实验	(91)
实验 5-1 光敏电阻特性测试实验	(91)
实验 5-2 光电二极管特性测试实验	(94)
实验 5-3 光电三极管特性测试实验	(98)
实验 5-4 硅光电池特性测试实验	(101)
实验 5-5 PSD 位置传感器实验	(110)
实验 5-6 热释电探测器测试实验	(113)
实验 5-7 线阵 CCD 驱动测试实验	(116)
实验 5-8 线阵 CCD 测量物体宽度实验	(122)
实验 5-9 光栅衍射、莫尔条纹和光栅测距实验	(125)
实验 5-10 光电耦合器测试及应用实验	(128)
第 6 章 信息光学实验	(136)
6.1 概述	(136)
6.2 实验预备知识	(136)
6.3 实验	(138)
实验 6-1 反射式全息照相	(138)
实验 6-2 全息光栅的制作	(141)
实验 6-3 傅里叶变换测光源的发射光谱	(144)
实验 6-4 阿贝成像原理与空间滤波	(146)
实验 6-5 θ 调制空间假彩色编码	(151)
实验 6-6 激光散斑照相	(154)
第 7 章 光纤通信实验	(159)
7.1 概述	(159)
7.2 实验预备知识	(160)
7.3 实验	(169)
实验 7-1 光纤通信实验箱调试	(169)
实验 7-2 PN 序列光纤传输系统调试	(171)

实验 7-3	电话语音光纤传输系统调试	(172)
实验 7-4	光纤活动连接器调试	(175)
实验 7-5	模拟信号光纤传输系统调试	(177)
实验 7-6	图像信号光纤传输系统调试	(178)
实验 7-7	光源与光纤耦合	(180)
实验 7-8	马赫-曾德尔干涉仪的应用	(182)
第 8 章	电磁场与电磁波仿真实验	(184)
8.1	概述	(184)
8.2	要求	(184)
8.3	实验	(185)
实验 8-1	电磁场仿真软件——MATLAB 的使用入门	(185)
实验 8-2	绘制单电荷的场分布	(189)
实验 8-3	绘制点电荷电场线的图像	(191)
实验 8-4	绘制线电荷产生的电位图像	(193)
实验 8-5	电容设计	(195)
实验 8-6	电感设计	(195)
实验 8-7	波导管电磁场模拟	(196)
实验 8-8	喇叭天线设计	(198)
第 2 篇 应 用 篇		
第 9 章	传感器技术实验	(203)
9.1	传感器及其应用概述	(203)
9.2	实验	(204)
实验 9-1	金属箔式应变片性能——单臂电桥	(204)
实验 9-2	电涡流传感器特性分析	(206)
实验 9-3	差动变面积式电容传感器特性分析	(209)
实验 9-4	热电偶工作原理及分度表的应用	(210)
实验 9-5	热敏电阻测温	(212)
实验 9-6	传感器应用制作——水沸报警器电路	(213)
实验 9-7	霍尔传感器特性分析	(215)
实验 9-8	光电传感器测转速	(217)
第 10 章	热辐射与红外扫描成像实验	(220)
10.1	概述	(220)
10.2	实验	(220)
实验 10-1	热辐射与红外扫描成像	(220)
实验 10-2	红外测距	(232)
第 11 章	光谱应用综合实验	(236)

11.1 目的与要求	(236)
11.2 实验	(236)
实验 11-1 LED 光源色度学测量	(236)
实验 11-2 透射测量与滤光片测量	(243)
实验 11-3 荧光光谱测量	(247)
实验 11-4 薄膜测厚	(251)
实验 11-5 原子发射光谱测量	(254)
实验 11-6 拉曼光谱测量及物质鉴别	(256)
参考文献	(262)

第 1 篇

基 础 篇

本篇是光电信息技术综合实验教程的基础篇,涵盖第 1~8 章内容。这 8 章内容主要包括应用光学、物理光学、激光原理、光电技术、信息光学、光纤通信等专业核心课程的基础性、验证性实验和电磁场与电磁波仿真实验。

本篇第 1 章主要介绍光电信息技术综合实验预备知识;第 2~8 章每章开头都详细介绍了实验预备知识和实验要求,这样的安排十分有利于学生进行针对性的阅读,并能够在对应的实验中应用相应的知识。

第1章 光电信息技术综合实验预备知识

1.1 光电信息技术实验教学的基本要求

实验是根据研究目的,运用一定的物质手段,通过干预和控制研究对象来观察和探索研究对象有关规律和机制的一种研究方法,是人们认识自然和进行科学研究的重要手段。

学生要进行实验,除了要具备必要的理论知识,通常还要经历实验准备、实验实施和实验结果处理这三个阶段,且缺一不可。

1. 实验的准备阶段

实验的成功很大程度上取决于实验的准备阶段。在这个阶段,学生需要进行实验预习,并完成实验预习报告。同时,学生必须通过研读实验教材来完成实验预习工作,期间必须弄清楚下面四项工作。

(1)明确实验目的。知道为什么要开展这个实验。

(2)理解实验原理。知道实验的基本原理是什么,为后面完成或设计完成这个实验的基本方法和基本步骤做准备。

(3)理解实验步骤或设计实验方法及其步骤。在设计实验方法及其步骤时,必须根据实验室能够提供的仪器、设备及材料进行,否则无法实现最终结果。

(4)准备实验仪器、设备及材料。根据实验教材或设计的实验方法及其步骤,列出所有需要使用的仪器、设备、材料的清单,为正式开展实验做好准备。

2. 实验的实施阶段

实验的实施阶段是学生在前面准备阶段的基础上,根据仪器、设备的操作规程,进行安装与调试,然后观察实验现象,并记录相关数据的过程。在这个过程中,学生如遇到任何问题,应及时询求实验指导教师的帮助,并将实验记录数据等实验结果报送到实验指导教师处,由指导教师检查合格并签字后,将使用过的仪器、设备、材料等整理归顺,将报废的耗材等放置到指定的收集盒中。

3. 实验结果的处理阶段

学生在完成实验操作并取得实验数据后,要对实验数据做进一步的整理,进行误差分析,并对产生误差的原因展开讨论,提出减小误差的建议。最后须认真完成实验报告。

撰写实验报告也是一种实验能力和科研能力的培养方法,实验报告内容包括:①实验项目和目的;②实验原理,包括理论根据、必要的公式及原理示意图;③实验装置,包括装置、测试仪器和测试物;④实验步骤,要写出实验测试方法、调试过程和发现的现象,特别鼓励捕捉新的实验现象;⑤数据处理,包括实验数据分析、计算;⑥结论和讨论,总结已达到的目的,讨论测量误差,并分析观察到的实验现象,得出科学的结论;⑦解答思考题,应从实验的观点来回答,不能单纯地从理论上回答。

1.2 光电信息技术综合实验基本规则

1. 实验规则及注意事项

为了确保光电信息技术综合实验的顺利进行,保障人身安全,避免损坏仪器设备,达到实验目的,要求学生必须严格遵守以下实验规则及注意事项。

(1)在实验之前,学生必须阅读实验指导书中所要求的实验准备内容,查阅必要的参考资料,明确实验目的,了解实验内容的详细步骤,在此基础上完成实验预习报告后方能进行实验。

(2)实验进行过程中,必须严格按照指导老师制定的步骤或者实验预习中制定的设计方案进行实验,不得自行随意进行,否则可能造成实验仪器不可逆的损坏以及不必要的严重后果。

(3)要爱护实验仪器,不允许将其他与实验无关的仪器、设备在未经许可的情况下与实验仪器进行连接。

(4)所有与实验仪器相关的线缆必须在断电的情况下正确连接好,严禁带电插拔所有电缆线、连接线。

(5)实验时要集中精力,认真实验。遇到问题及时找指导老师解决,不得自作主张。

(6)一旦发生意外事故,或者实验时出现可能对人体造成伤害或者对实验设备造成损毁的事故时,应立即切断电源,并如实向指导老师汇报情况,待故障排除之后方可继续进行实验。

2. 光学元件和仪器的维护要求

透镜、棱镜等光学元件,大多数是用光学玻璃制成的。它们的光学表面都经过了仔细的研磨和抛光,有些还镀有一层或几层薄膜。实验对这些元件或其材料的光学性能(如折射率、反射率、透射率等)都有一定的要求。它们的力学性能和化学性能可能很差,若使用或维护不当,会降低其光学性能甚至损坏报废。造成损坏的常见原因有摔坏、磨损、污损、发霉、腐蚀等。

为了安全使用光学元件和仪器,必须遵守以下规则。

(1)在没有了解清楚仪器的使用方法前切勿乱拧螺丝、碰动仪器或随意接通电源,必须在了解仪器的操作和使用方法后方可使用。

(2)轻拿轻放,勿使仪器或光学元件受到冲击或震动,特别要防止摔落。不使用的光学元件应随时装入专用盒内并放入平台的箱子内。

(3)切忌用手接触元件的光学表面,以免手指带有汗渍、油脂类分泌物污染该光学表面,影响其光学性质。如必须用手拿光学元件时,只能接触其磨砂面,如透镜的边缘、棱镜的上下底毛面等,如图 1-1 所示。

(4)光学表面上如有灰尘,用实验室专用的柔软脱脂棉毛刷轻轻掸除或用橡皮球吹掉,严禁用嘴去吹。必要时可用脱脂棉球蘸上酒精乙醚混合液轻轻擦拭,切忌用布直接擦拭。

(5)光学表面上若有轻微的污痕或指印,用清洁的镜头纸轻轻拂去,但不要加压擦拭,更不准用手帕、普通纸片、衣服等擦拭。若表面有较严重的污痕或指印,应由实验室人员用丙

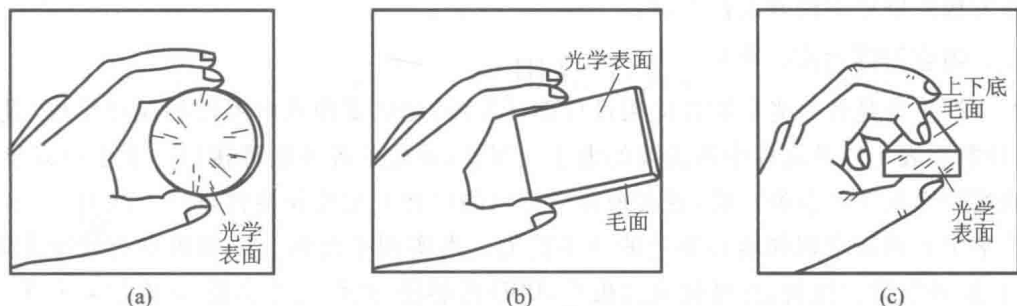


图 1-1 光学元件手拿方法

(a)拿透镜的正确姿势;(b)拿平面镜的正确姿势;(c)拿棱镜的正确姿势

酮或酒精清洗。所有镀膜面均不能接触或擦拭。

(6)防止唾液或其他溶液溅落在光学表面上。

(7)调整光学仪器时,要耐心细致,一边观察一边调整,动作要轻、慢,切勿调整过头,以免影响精度;严禁盲目和粗鲁操作,切忌拆卸仪器,乱拧旋钮。

(8)要讲究清洁卫生,文明礼貌,不得大声喧哗,更不能打闹嬉笑。

(9)仪器用毕后应放回箱内或加罩,防止灰尘污染。

1.3 光电信息技术综合实验平台介绍

1. 光学平台

本光学平台可供开展 26 项实验,涵盖几何光学、波动光学和信息光学的基础实验项目,大部分实验有测量要求,少部分仅观察现象。

2. 光学系统像差理论综合实验平台

实际光学系统所成的像,都不可能完全符合理想情况,所谓像差也就是实际光学系统和理想光学系统成像的差别。像差的大小反映了光学系统成像质量的优劣。通过本实验系统,学生可了解并掌握像差产生的原因,观察各种像差,学会减少像差的办法,从而加深对概念的理解,学习掌握光学系统像差测量的原理和方法。

3. 光纤信息实验系统

SGQ-3 实验系统主要是为光纤光学、光纤传感及光通信等相关学科设计的,是学生学习并了解光纤光学作为前沿科学在近代科技发展中所起的重要作用的工具。通过实验,学生可掌握相关基本原理和基本操作,为以后的学习奠定基础。

4. 光电耦合开关实验仪

本仪器利用光电耦合器来实现光电开关功能,测量物体转速,使学生了解和掌握光电耦合器的原理及使用方法。本实验仪涉及的知识点有反射式光电开关、对射式光电开关、光调制解调的知识。

5. 线阵 CCD 原理及应用实验仪

本实验仪器可以使学生直观理解彩色和黑白线阵 CCD 的原理,能够通过提供的软件和手动搭建实验器材使学生更进一步了解线阵 CCD 的几种典型应用,学生还可以通过提供的

二次开发包扩展更多的开发性实验。

6. 光电创新综合实训平台

本实训平台是针对光电器件应用设计而开发的,提供多种光电器件的应用模块、设计模块、各种数字表头以及设计中所需要的电子元器件,并配备各种电源接口。学生可以根据所提供的实验模块开展各种实验,或者根据所提供的设计方案及元器件进行二次开发,从而极大激发学生的创新意识和培养学生的动手能力。本实训平台涉及的知识点有光敏电阻、硅光电池、红外发射二极管、红外接收二极管、PSD 传感器、热释电传感器、光电耦合开关、太阳能充电、颜色识别、光纤位移、光纤微弯、光调制解调、LED 光源驱动、单片机等。

7. 激光原理与技术综合实验仪(GCS-HNGD- II)

本实验装置包括 He-Ne 半外腔激光器组件、光学导轨组件、偏振器组件、可变光阑组件、激光腔片组件、激光功率指示计组件、共焦球面扫描干涉仪组件、高斯光束变换透镜组件、相机组件、光束分析与测量软件,以及配备的笔记本或者台式计算机、示波器等。

本实验仪涉及的知识点有激光器谐振腔、激光模式(纵模、横模)、F-P 共焦球面扫描干涉仪、模式竞争、高斯光束变换、变倍扩束系统、最佳工作电流、激光发散角、激光偏振态、激光光场分布、激光束腰等。

8. 半导体泵浦激光原理实验仪

使用本实验仪的实验以 808 nm 半导体泵浦 Nd:YVO₄ 激光器为研究对象,让学生自己动手,调整激光器光路,以产生 1064 nm 激光。在腔中插入 KPT 晶体产生 532 nm 倍频光,学生可观察倍频现象,测量倍频效率、相位匹配角等基本参数,从而了解激光原理及激光技术。

9. 应用光谱学实训系统

使用本实训系统的实验以 LED、卤素灯等为主要对象,以光谱分析为基本方法研究色度学的基本概念,对色坐标、三基色、刺激值、色纯度等做了深入分析,并在此基础上扩展了透射率测量、反射率、荧光测量等实际应用。本实训系统涉及的知识点有色坐标、色温、主波长、CIE 标准色度、发光二极管、透射光谱、反射光谱、荧光光谱、原子发射光谱、光谱分辨率等。

第2章 应用光学实验

2.1 概述

应用光学是光电信息科学与工程专业核心课程之一,也是光学工程学科的基础。随着光学学科的飞速发展,应用光学的内涵也在扩展,正逐步涵盖某些现代光学的基础内容。应用光学包括几何光学、典型光学系统和像差理论三大部分,其后续课程是光学系统设计。

几何光学以高斯光学理论为核心内容,包括光线光学的基本概念与成像理论、球面和平面光学系统及其成像原理、理想光学系统原理、光能和光束限制等内容。典型光学系统包括了眼睛、显微镜与照明系统、望远镜与转像系统、摄影光学系统和投影光学系统等。像差理论涵盖光学系统的轴上点像差、轴外点像差和色差的形成原因、概念、现象、基本计算、典型结构的像差特征和校正像差的基本方法。

本章着眼于应用光学的基本理论知识,使学生能综合了解应用光学的主要内容和典型光路。本章选择了7个实验,主要涉及以像差理论为依据,实现简单系统的光学装调;设计并使用常用的光学方法,进行光学系统参数的测量;用给定光学元件设计并搭建典型光学系统等。

本章通过实验将理论与实际相结合,加强学生对光学基本知识的理解,提高学生综合分析、解决问题的能力。

2.2 实验预备知识

本节主要介绍光学实验中经常用到的理论知识和调节技术,以便初学者在做实验过程中能灵活掌握并运用相关知识。

1. 光路调试的基本技术

1) 选择合适的光学元件

根据设计好的光路选择合适的 optical 元件(光学元件的孔径、焦距、放大倍率、透过率、表面精度等)和光具架调节机构等,以便把这些光学元件按光路图要求方便、准确地定位到适当的空间位置上。

光学元件应安装在具有调节机构(包括调节维数、调节范围和调节精度等)的光具架上。光具架的调节机构应平衡、定位稳定。使用前应轻轻晃动光具架的各个接合部,检查是否稳定。调整光路前应先将所有的微调螺丝调至中间位置,使之留有足够的调节余量。

2) 光学元件等高同轴的调整

光学实验中经常要用一个或多个透镜成像。为了获得质量好的像,必须使各个透镜的主光轴重合(即共轴),并使物体位于透镜的主光轴附近。此外,透镜成像公式中的物距、像距等都是沿主光轴计算长度的,为使测量准确,必须使透镜的主光轴与带有刻度的标尺平行。为了达到上述要求的调节统称为共轴调节。调节方法如下。

(1)粗调。将光源、物和透镜靠拢,调节它们的方向和高低左右位置,凭眼睛观察,使它们的中心处在一条和标尺平行的直线上,使透镜的主光轴与标尺平行,并使物(或物屏)、成像平面(或像屏)与平台垂直。这一步因单凭眼睛判断,调节效果与学生的经验有关,故称为粗调。通常应再进行细调(要求不高时可只进行粗调)。

(2)细调。这一步骤要靠其他仪器或成像规律来判断和调节。不同的装置可能有不同的具体调节方法。下面介绍物与单个凸透镜共轴的调节方法。使物体与单个凸透镜共轴实际上是指将物上的某一点调到主光轴上。要解决这一问题,首先要知道如何判断物上的点是否在凸透镜的主光轴上。这根据凸透镜成像规律即可判断。如图 2-1 所示,当物 AB 与像屏之间的距离 b 大于 $4f'$ 时,将凸透镜沿光轴移到 O_1 或 O_2 位置都能在屏上成像,一次成大像 A_1B_1 ,一次成小像 A_2B_2 。若物点 A 位于光轴上,则两次像 A_1 和 A_2 点都在光轴上而且重合。若物点 B 不在光轴上,则两次像的 B_1 和 B_2 点一定都不在光轴上而且不重合。但是,小像的 B_2 点总是比大像的 B_1 点更接近光轴。据此可知,若要将 B 点调到凸透镜光轴上,只需记住像屏上小像的 B_2 点位置(屏上贴有坐标纸供记录位置时作参照物),调节凸透镜(或物)的高低左右,使 B_1 点向 B_2 点靠拢。这样反复调节几次直到 B_1 点和 B_2 点重合,即说明 B 点已调到凸透镜的主光轴上了。

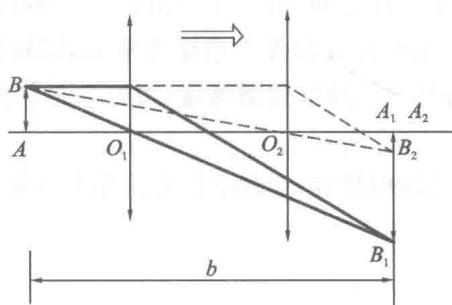


图 2-1 共轴调节的光路图

若要调多个凸透镜共轴,应先将物上 B 点调到一个凸透镜的主光轴上。然后,根据轴上物点的像总在轴上的原理,逐个增加待调凸透镜,调节它们,使之逐个与第一个凸透镜共轴。

3) 焦平面位置的确定

在光学实验中,经常需要将某些元件精确调整到光束会聚点即焦平面或傅里叶变换平面位置,通常的方法是在凸透镜后放置一毛玻璃或纸屏,用人眼观察会聚光斑的大小,当会聚光斑最小时即认为毛玻璃或纸屏所在的位置就是会聚点的位置。

2. 消视差

光学实验中经常要测量像的位置和大小。经验告诉我们,要测准物体的大小,必须将量度标尺与被测物体紧贴在一起。如果标尺远离被测物体,读数将随眼睛位置的不同而有所改变,难以测准,如图 2-2 所示。

可是,在光学实验中,被测物往往是一个看得见摸不着的像,怎样才能确定标尺和待测像已经紧贴在一起呢?利用视差现象可以解决这个问题。为了认识视差现象,可做一简单实验:

双手各伸出一只手指,使一指在前,一指在后,相隔一定距离且两指平行。用一只眼睛观察,当左右(或上下)晃动眼睛时(眼睛移动方向应与被观察手指垂直),就会发现两指之间