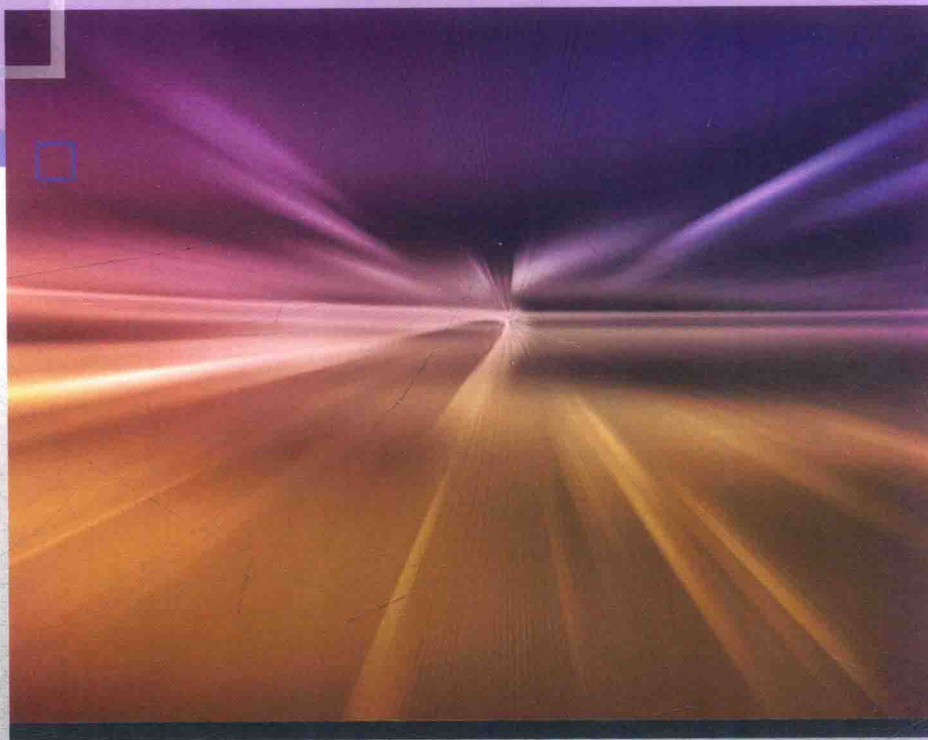


普通高等教育“十三五”光电信息科学与工程专业规划教材

新形态教材

# 工程光学基础实验与 设计仿真

周建华 兰 岚 杨 承 主编



科学出版社

普通高等教育“十三五”光电信息科学与工程专业规划教材

# 工程光学基础实验与设计仿真

周建华 兰 岚 杨 承 主 编



科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书主要根据工程光学基础理论的重要知识点编写而成。全书共分为三章。第一章为工程光学基础实验,包括几何光学和物理光学范畴的16个实验项目,涵盖了几何光学的基本定律和成像概念,理想光学系统,光线的光路计算及光学系统的像质评价和像差测量,光学设计以及物理光学中的光的干涉、光的衍射、光的偏振和晶体光学理论基础等相关实验。第二章为光学设计与仿真,内容包括基于ZEMAX软件的光学系统设计实例和基于DIALux软件的照明设计实例。第三章为工程光学应用实例,内容包括激光光束发散角的工程测量方法、平行光管简介及其在工程中的装调实例和光电系统中多光轴的工程校准方法。各实验项目均对知识背景、实验原理、实验步骤、实验仪器等进行了详细介绍。

本书可作为光电信息科学与工程、光电子技术、光学工程等专业的光学实验相关的教学用书,也可作为从事相关方向的工程技术人员快速入门的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程光学基础实验与设计仿真/周建华,兰岚,杨承主编. —北京:科学出版社,2018.8

普通高等教育“十三五”光电信息科学与工程专业规划教材  
ISBN 978-7-03-057424-4

I. ①工… II. ①周… ②兰… ③杨… III. ①工程光学-实验-高等学校-教材②工程光学-系统设计-高等学校-教材 IV. ①TB133-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第094475号

责任编辑:张帆 任俊 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:吴兆东 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码:100717  
<http://www.sciencep.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2018年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018年8月第一次印刷 印张:10

字数:240 000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 前 言

工程光学可以说是一门历史久而又年轻的学科。它的发展伴随着人类文明的进程。它的理论基础——光学，作为物理学的主干学科，经历了漫长而曲折的发展道路，铸造了几何光学、波动光学、量子光学及非线性光学，揭示了光的产生和传播规律以及与物质相互作用的关系。随着激光技术和光电子技术的崛起，工程光学已经发展为以光学为主，光学与信息科学、能源科学、材料科学、生命科学、空间科学、精密机械与制造、计算机科学及微电子技术等学科紧密交叉和相互渗透的学科。它包含了许多重要的新兴学科分支，如激光技术、光通信、光存储与记录、光学信息处理、光电显示、全息和三维成像薄膜、集成光学、光电子和光子技术、激光材料处理和加工、弱光与红外热成像技术、光电测量、光纤光学、现代光学和光电子仪器及器件、光学遥感技术以及综合光学工程技术等。这些分支不仅使工程光学产生了质的跃变，而且推动建立了一个规模迅速扩大的、前所未有的现代光学产业和光电子产业。近年来，设置有光学工程学科的高等院校越来越多，培养优秀的工程光学人才的要求也越来越高。

“工程光学基础实验”作为一门实践性的专业基础课，有利于帮助学生加深对应用光学、物理光学基本知识的理解和掌握，学会正确使用常用光学元器件，掌握调整光路的方法和技巧，为后续复杂光学系统的设计、控制、分析和优化奠定基础。

本书主要包括“几何光学”和“物理光学”课程的实验项目，围绕着这两门课程的相关重要知识点展开，结合十余年的理论课程和实验课程的教学经验，力求内容全面、清晰、易懂。本书重点突出科学实验素质、实验技能及创新意识的培养。编写时，本书重点介绍各实验项目的实验原理，即与各实验项目相关的理论知识，使学生能够用理论指导实践、用实践验证理论。书中还特别加入了一些重要器件和设备的介绍，使学生通过实验掌握科学研究或者生产实践中常用仪器设备的使用。除此之外，本书针对每个实验项目，完善了思考题，丰富了参考文献。同时，根据学习难度由浅入深地设计了基础性、设计性和综合性实验项目内容，在巩固学生基础知识的同时，培养学生的综合应用能力和创新能力。

本书在编写过程中参考了相关教材、光学手册、网络资料和实验仪器设备厂家的使用说明书。本书由周建华、兰岚和杨承共同编写。光学技术领域的知识如浩瀚的海洋，由于时间和编者水平有限，书中难免会存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2018年1月

# 目 录

第一章 工程光学基础实验..... 1	
实验一 透镜焦距的测量..... 1	
一、实验目的..... 1	一、实验目的..... 21
二、实验内容..... 1	二、实验内容..... 21
三、实验原理..... 1	三、实验原理..... 21
四、实验仪器..... 6	四、实验仪器..... 28
五、实验步骤..... 6	五、实验步骤..... 28
六、注意事项..... 10	六、实验数据与处理..... 28
七、思考题..... 10	七、注意事项..... 28
八、实验报告要求..... 10	八、思考题..... 29
实验二 光学系统基点的测定..... 10	九、实验报告要求..... 29
一、实验目的..... 10	实验五 星点法测量光学系统
二、实验内容..... 10	像差..... 29
三、实验原理..... 11	一、实验目的..... 29
四、实验仪器..... 13	二、实验内容..... 29
五、实验步骤..... 13	三、实验原理..... 29
六、实验数据与处理..... 14	四、实验仪器..... 33
七、注意事项..... 15	五、实验步骤..... 33
八、思考题..... 15	六、实验数据与处理..... 35
九、实验报告要求..... 15	七、思考题..... 36
实验三 望远镜和显微镜的组装及	八、实验报告要求..... 36
部分参数的测量..... 15	实验六 刀口法测量光学系统
一、实验目的..... 15	像差..... 36
二、实验内容..... 15	一、实验目的..... 36
三、实验原理..... 16	二、实验内容..... 36
四、实验仪器..... 18	三、实验原理..... 37
五、实验步骤..... 18	四、实验仪器..... 37
六、实验数据与处理..... 20	五、实验步骤..... 38
七、注意事项..... 20	六、注意事项..... 39
八、思考题..... 21	七、实验数据与处理..... 40
九、实验报告要求..... 21	八、思考题..... 40
实验四 半导体激光器光束	九、实验报告要求..... 41
准直整形实验..... 21	实验七 V 棱镜折射仪测介质
	折射率和色散曲线..... 41
	一、实验目的..... 41

二、实验内容	41	八、思考题	67
三、实验原理	41	九、实验报告要求	67
四、实验仪器	43	附 激光功率计使用说明	67
五、实验步骤	44	实验十一 最小偏向角法测量	
六、注意事项	45	单轴晶体的主折射率	68
七、实验数据与处理	45	一、实验目的	68
八、思考题	46	二、实验内容	69
九、实验报告要求	46	三、实验原理	69
实验八 光栅光谱仪测量滤光片的		四、实验仪器	69
光谱特性	46	五、实验步骤	69
一、实验目的	46	六、注意事项	70
二、实验内容	46	七、实验数据与处理	71
三、实验原理	47	八、思考题	71
四、实验仪器	49	九、实验报告要求	71
五、实验步骤	49	实验十二 晶体的磁光效应实验	72
六、注意事项	51	一、实验目的	72
七、实验数据与处理	51	二、实验内容	72
八、思考题	51	三、实验原理	72
九、实验报告要求	51	四、实验仪器	73
实验九 利用光学方法测量超声波		五、实验步骤	73
在液体中的传播速度	52	六、注意事项	74
一、实验目的	52	七、实验数据与处理	74
二、实验内容	52	八、思考题	75
三、实验原理	52	九、实验报告要求	75
四、实验仪器	55	附 FLD-1 法拉第驱动电源	
五、实验步骤	55	主机箱面板功能	75
六、实验数据与处理	57	实验十三 晶体的电光效应实验	76
七、注意事项	58	一、实验目的	76
八、思考题	58	二、实验内容	76
九、实验报告要求	58	三、实验原理	76
实验十 偏振光的检测与布儒斯特角		四、实验仪器	80
测量	59	五、实验步骤	80
一、实验目的	59	六、注意事项	84
二、实验内容	59	七、实验数据与处理	84
三、实验原理	59	八、思考题	85
四、实验仪器	62	九、实验报告要求	85
五、实验步骤	62	附 主机箱面板功能	85
六、实验数据与处理	64	实验十四 光学系统的光学	
七、注意事项	67	传递函数测量实验	86

一、实验目的 .....	86	第一节 基于 ZEMAX 软件的	
二、实验内容 .....	86	光学设计及仿真 .....	110
三、实验原理 .....	86	一、ZEMAX 软件简介 .....	110
四、实验仪器 .....	90	二、光学系统设计 .....	110
五、实验步骤 .....	90	三、基于 ZEMAX 软件的光学系统	
六、注意事项 .....	93	设计实例 .....	112
七、实验数据与处理 .....	93	第二节 基于 DIALux 软件的	
八、思考题 .....	93	照明设计及仿真 .....	128
九、实验报告要求 .....	93	一、DIALux 软件简介 .....	128
实验十五 组合干涉仪设计实验 .....	94	二、照明设计相关知识 .....	129
一、实验目的 .....	94	三、基于 DIALux 软件的照明	
二、实验内容 .....	94	设计实例 .....	132
三、实验原理 .....	94	第三章 工程光学应用实例 .....	143
四、实验仪器 .....	98	第一节 激光光束发散角的	
五、实验步骤 .....	98	工程测量方法 .....	143
六、注意事项 .....	100	一、光束发散角简介 .....	143
七、实验数据与处理 .....	100	二、光束发散角的定量表示 .....	143
八、实验报告要求 .....	100	三、激光光束发散角的测量方法 .....	143
实验十六 剪切干涉法测量光学系统		第二节 平行光管简介及其	
像差的实验 .....	101	在工程中的装调实例 .....	145
一、实验目的 .....	101	一、平行光管的定义 .....	145
二、实验内容 .....	101	二、平行光管的分类 .....	145
三、实验原理 .....	101	三、平行光管在工程中的	
四、实验仪器 .....	106	装调实例 .....	147
五、实验步骤 .....	106	第三节 光电系统中多光轴的	
六、注意事项 .....	109	工程校准方法 .....	149
七、实验数据与处理 .....	109	一、多光轴平行性测量和校准装置	
八、思考题 .....	109	简介 .....	149
九、实验报告要求 .....	109	二、多光轴平行性的测量和校准方法	
第二章 光学设计与仿真 .....	110	简介 .....	150
		参考文献 .....	152

# 第一章 工程光学基础实验

## 实验一 透镜焦距的测量

### 一、实验目的

- (1) 巩固透镜成像原理。
- (2) 掌握透镜焦距的不同测量原理与方法。



### 二、实验内容

采用自准直法、贝塞尔法和透镜成像公式法测量透镜焦距。

### 三、实验原理

透镜是由两个折射球面组成的光具组，如图 1.1.1 所示。

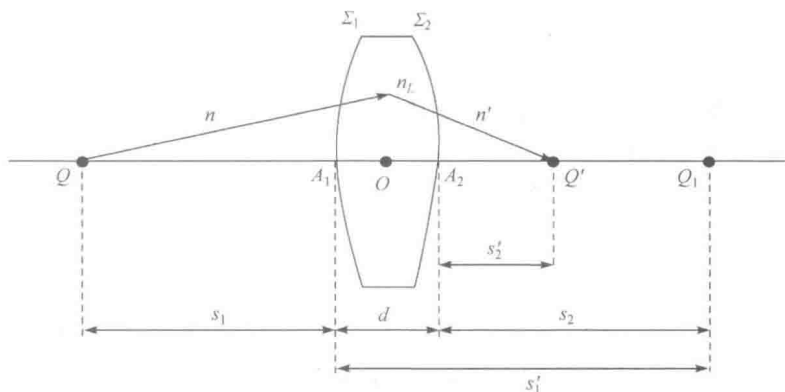


图 1.1.1 透镜

两球面  $\Sigma_1$  和  $\Sigma_2$  间是构成透镜的媒质(通常是玻璃), 其折射率记作  $n_L$ , 透镜前后媒质的折射率(物方折射率和像方折射率)分别记作  $n$  和  $n'$ , 在大多数场合, 物方和像方的媒质都是空气(这里只介绍空气中的情况),  $n = n' \approx 1$ , 透镜的厚度为  $d$ 。假设在透镜主光轴上有一点物  $Q$ , 它经过第一个球面成像于  $Q_1$ ,  $Q_1$  可以看作第二球面的物, 再经过第二球面成像于  $Q'$ , 也就是  $Q$  点经过透镜所成的像。对于第一个球面, 令物  $Q$  到球面顶点  $A_1$  的距离称为物距, 用  $s_1$  表示, 像  $Q_1$  到  $A_1$  点的距离称为像距, 记作  $s'_1$ 。对于第二个球面, 令物  $Q_1$  到球面顶点  $A_2$  的距离称为物距, 用  $s_2$  表示, 像  $Q'$  到  $A_2$  点的距离称为像距, 记作  $s'_2$ 。则两折射球面的物像焦距( $f$  和  $f'$ )满足以下高斯物像公式。



$$\frac{f'_1 + f_1}{s'_1 s_1} = 1$$

$$\frac{f'_2 + f_2}{s'_2 s_2} = 1$$
(1.1.1)

当透镜的厚度与成像相关的距离(如物距、像距、焦距、曲率半径)相比小得多时,透镜厚度可以略去不计,这种透镜称为薄透镜。对于薄透镜,图 1.1.1 中两个球面的顶点  $A_1$  和  $A_2$  几乎重合为一点,这个点称为透镜的光心,记作  $O$ 。此时薄透镜成像如图 1.1.2 所示。

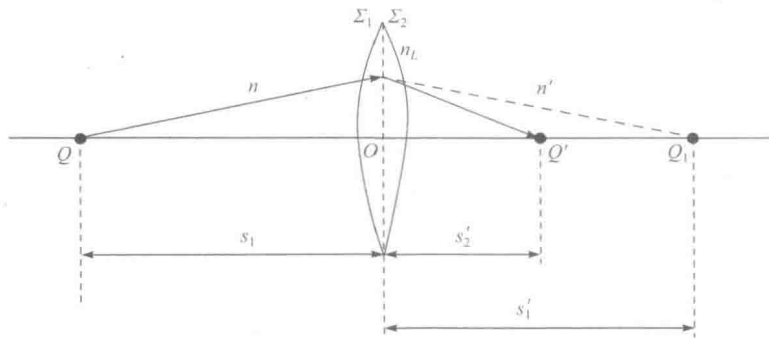


图 1.1.2 薄透镜成像

对于薄透镜,物到  $O$  点的距离即物距记作  $s$ ,像到  $O$  点的距离即像距记作  $s'$ ,有  $s = s_1$ ,  $s' = s'_2$ 。

### 1. 薄透镜的焦距公式

假设第一个单球面  $\Sigma_1$  的焦距为  $f_1$ , 曲率半径为  $r_1$ , 第二个单球面  $\Sigma_2$  的焦距为  $f_2$ , 曲率半径为  $r_2$ , 则薄透镜的焦距  $f$  为

$$f = \frac{1}{(n_L - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)}$$
(1.1.2)

也可以写为

$$f = \frac{f_1 f_2}{f'_1 + f_2}$$
(1.1.3)

式(1.1.2)给出了薄透镜焦距与折射率、曲率半径的关系。式(1.1.3)给出了薄透镜焦距与两个单球面焦距的关系。 $f > 0$  的薄透镜称为凸透镜或会聚透镜;  $f < 0$  的薄透镜称为凹透镜或发散透镜。

### 2. 薄透镜的成像公式

薄透镜物像公式的高斯形式为

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$$
(1.1.4)

定义物点  $Q$  到薄透镜物方焦点  $F$  的距离为  $x$ , 薄透镜像方焦点  $F'$  到像点  $Q'$  的距离为  $x'$ , 则凸透镜和凹透镜的  $x$  和  $x'$  如图 1.1.3 所示。它们的正负号约定: 如物点  $Q$  在  $F$  的左

边, 则  $x > 0$ , 否则,  $x < 0$ ; 若像点  $Q'$  在  $F'$  的右边, 则  $x' > 0$ , 否则,  $x' < 0$ 。

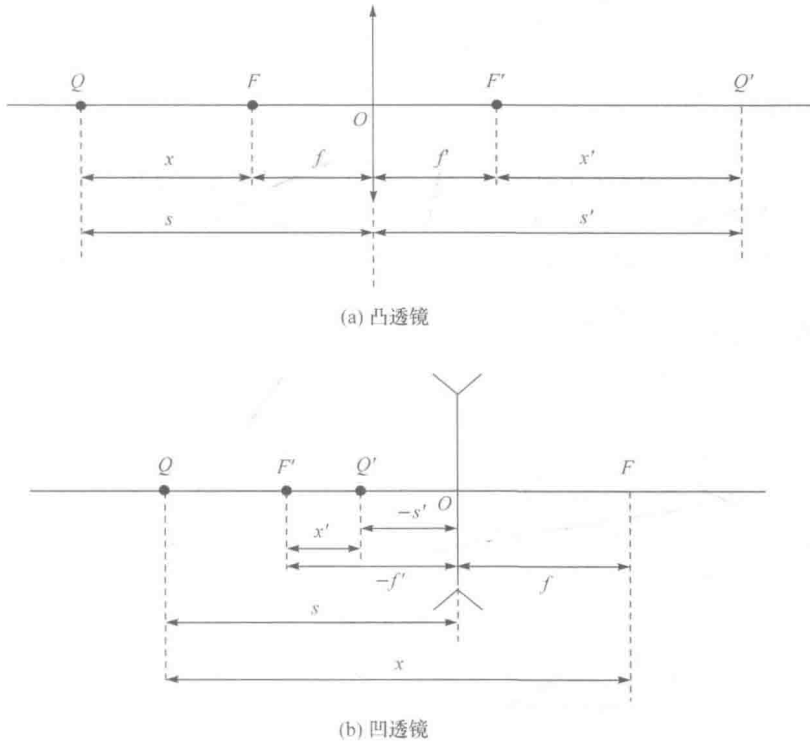


图 1.1.3  $s$ 、 $x$ 、 $f$  和  $s'$ 、 $x'$ 、 $f'$  的关系

由图 1.1.3 可见,  $s = x + f$ ,  $s' = x' + f'$ , 代入式(1.1.4)有

$$xx' = ff' \tag{1.1.5}$$

这是薄透镜物像公式的牛顿形式。

### 3. 薄透镜的横向放大率和角放大率

设物高为  $y$ , 经薄透镜成像后的像高为  $y'$ , 如图 1.1.4 所示。

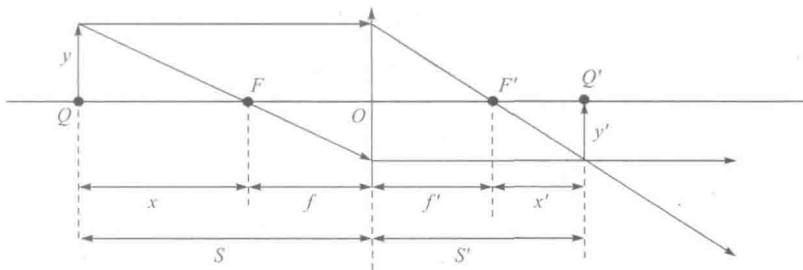


图 1.1.4 薄透镜的横向放大率

薄透镜的横向(垂直)放大率为

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = -\frac{f}{x} = -\frac{x'}{f'} \tag{1.1.6}$$

薄透镜的角放大率为

$$\gamma = \frac{1}{\beta} \quad (1.1.7)$$

#### 4. 透镜的共轭光线

通过物方焦点  $F$  与光轴垂直的平面，称为物方焦面，通过像方焦点与光轴垂直的平面，称为像方焦面。因焦面的共轭平面在无穷远处，焦面上轴外点的共轭点是轴外的无穷远点，即物方焦面上轴外一点  $P$  为中心的入射同心光束转化为与光轴成一定倾角的出射平行光束，而与光轴成一定倾角的入射平行光束转化为以像方焦面上轴外一点  $P'$  为中心的出射同心光束，如图 1.1.5 所示。

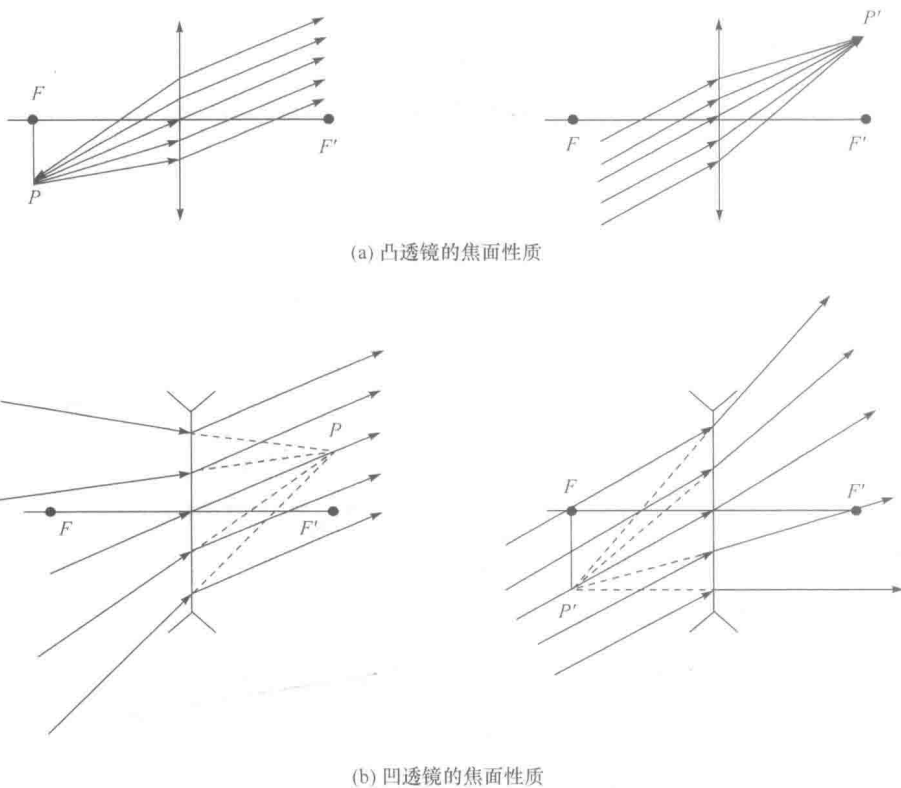


图 1.1.5 透镜的焦面性质

#### 5. 作图法求透镜轴外物点的像

求透镜物像关系除了可以用物像公式外，还可以采用作图法，如图 1.1.6 所示。作图法的依据是共轭点之间同心光束转化的性质，每条入射光线经透镜后转化为一条出射光线，这一对光线称为共轭光线。按照成像含义，通过物点的每条光线的共轭光线都通过像点。因此选择两条通过物点的入射光线，画出与它们共轭的出射光线，即可求得像点。对于薄透镜，有以下三条特殊的共轭光线可选择。

(1) 若物方和像方折射率相等，通过光心的光线，经透镜后方向不变。

- (2) 通过物方焦点的光线经透镜后平行于光轴。  
 (3) 平行于光轴的光线，经透镜后通过像方焦点。  
 以上三条光线中任选两条作图，出射光线的交点即为像点。

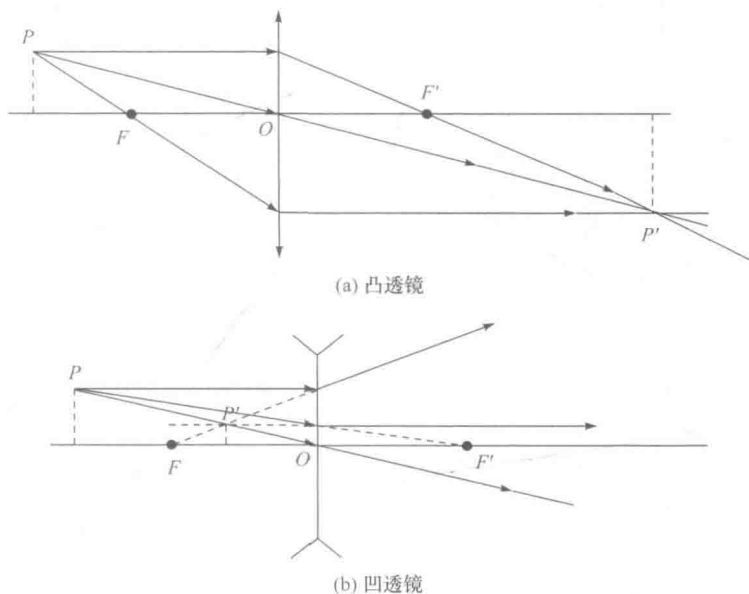


图 1.1.6 作图法求透镜轴外物点的像

#### 6. 作图法求透镜任意入射光线的共轭光线

为求轴上物点的像，或者任意入射光线的共轭线，可利用焦面的性质。如图 1.1.7 所示，求任意入射光线  $QM$  的共轭线，方法为通过光心作它的平行线，该平行线与像方焦面的交点为  $P'$ ，连接  $MP'$ ，即为  $QM$  的共轭光线。共轭光线与光轴的交点为  $Q'$ ， $Q'$  与  $Q$  彼此共轭，因此，此方法也可用来求轴上的共轭点。

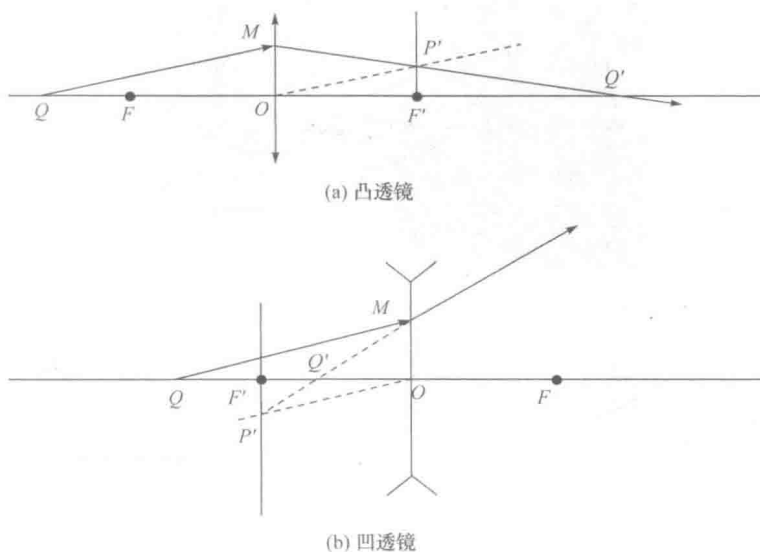


图 1.1.7 作图法求透镜任意入射光线的共轭光线

#### 四、实验仪器

实验仪器包括光学实验平台、光具座、白光源及其驱动电源、品字屏(物屏)、白屏(像屏)、待测凸透镜( $f = 150\text{mm}$  ,  $f = -100\text{mm}$ )、滑块、全反射镜(平面镜)。

#### 五、实验步骤

##### 1. 自准直法测凸透镜焦距

(1) 按照图 1.1.8 所示, 沿光具座装好各器件, 并调至共轴。

(2) 将品字屏置于白光源前约 50mm 处, 待测凸透镜和全反射镜尽量靠近, 并在品字屏后左右移动, 观察品字屏上像变化的情况, 直到品字屏上出现清晰、倒立的品字像为止, 如图 1.1.9 所示。

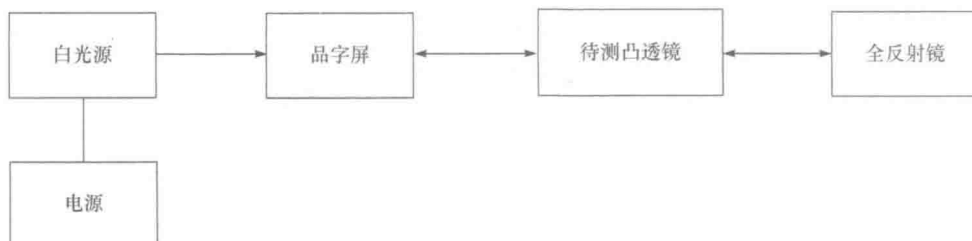


图 1.1.8 自准直法测凸透镜的焦距装置图



图 1.1.9 自准直法测凸透镜焦距时品字屏上倒立像实拍图

(3) 仔细调整全反射镜和待测凸透镜, 直到品字屏上出现的倒立品字像最清晰并且与品字等大, 这时品字屏与透镜之间的距离即为透镜焦距。

(4) 分别记录下此时品字屏的位置  $W$  和待测凸透镜的位置  $O$ , 它们之间的距离即为透镜焦距,  $f = |O - W|$ 。

(5) 稍微改变品字屏的位置, 重复上述(3)、(4)步, 记录多组数值(表 1.1.1), 并计算焦距值。

表 1.1.1 自准直法测凸透镜的焦距数据及结果

单位: mm

待测凸透镜	品字屏位置 $W$	凸透镜位置 $O$	焦距 $f$	平均值 $\bar{f}$
$f=150$				

## 2. 自准直法测凹透镜焦距

(1) 如图 1.1.10(a)所示, 在光学平台上, 沿光具座将白光源、品字屏、凸透镜 ( $f=150\text{mm}$ )、白屏依次装好, 并调至共轴。

(2) 仔细调整品字屏、凸透镜和白屏之间的距离, 使白屏上呈现一个清晰的、略微缩小的倒立的像。记录像(白屏)在平台上的位置  $X$ 。

(3) 取下白屏, 在凸透镜后放上待测凹透镜和反射镜。如图 1.1.10(b)所示, 使待测凹透镜与反射镜尽量靠近。

(4) 左右移动待测凹透镜和反射镜, 仔细调整待测凹透镜和反射镜与品字屏之间的距离, 使品字屏上的像尽量清晰, 记下此时待测凹透镜的位置  $O$ 。它与步骤(2)中白屏位置之间的距离就是凹透镜的焦距,  $f = -|O - X|$ 。

(5) 稍微改变品字屏的位置, 重复上述(2)~(4)步, 记录多组数值(表 1.1.2), 并计算焦距值。

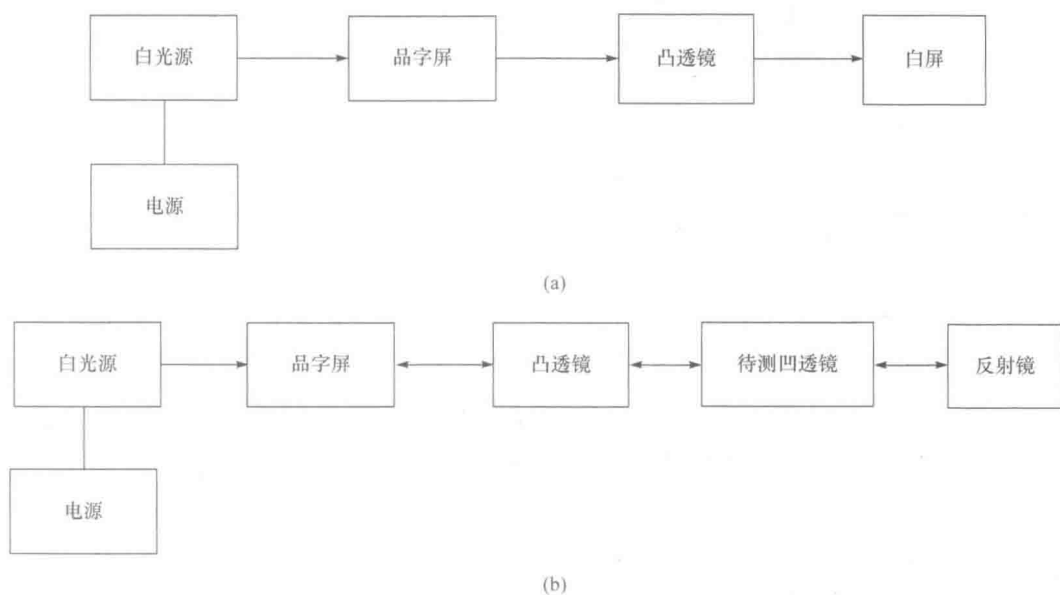


图 1.1.10 自准直法测凹透镜的焦距装置图

表 1.1.2 自准直法测凹透镜的焦距数据及结果

单位: mm

待测透镜	白屏位置 $X$	待测凹透镜位置 $O$	待测凹透镜焦距 $f$	平均值 $\bar{f}$
$f=-100$				

### 3. 贝塞尔法(两次成像法)测凸透镜焦距

(1) 如图 1.1.11 所示, 在光学平台上, 沿光具座将白光源、品字屏、待测凸透镜、白屏依次装好, 并调至共轴, 注意白屏距品字屏的距离应大于 4 倍焦距。

(2) 分别记录品字屏与白屏的位置  $W$  和  $X$ 。

(3) 在靠近品字屏处左右移动待测凸透镜, 直到在白屏上成一清晰放大的像为止, 记录下此时待测透镜的位置  $O_1$ 。

(4) 移动待测凸透镜, 直到在白屏上成一清晰缩小的像为止, 记录下此时待测透镜的位置  $O_2$ 。

(5) 稍微改变品字屏的位置, 重复上述(2)~(4)步, 记录品字屏、白屏以及待测凸透镜两次成像的新位置(表 1.1.3)。

(6) 将数据代入式(1.1.8), 计算待测透镜的焦距。

$$l = X - W, \quad L = O_2 - O_1, \quad f = \frac{l^2 - L^2}{4l} \quad (1.1.8)$$

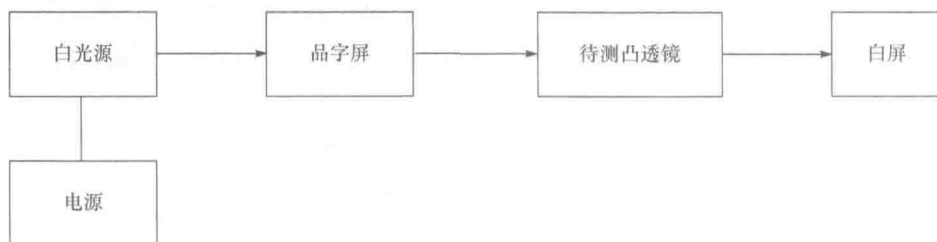


图 1.1.11 贝塞尔法测凸透镜的焦距装置图

表 1.1.3 贝塞尔法测凸透镜的焦距数据及结果

单位: mm

待测凸透镜	品字屏位置 $W$	白屏位置 $X$	凸透镜位置 $O_1$	凸透镜位置 $O_2$	透镜焦距 $f$	平均值 $\bar{f}$
$f=150$						

### 4. 透镜成像公式求凸透镜的焦距

(1) 如图 1.1.12 所示, 在光学平台上, 沿光具座将白光源、品字屏、待测凸透镜、白屏依次装好, 并调至共轴。

(2) 反复移动透镜和白屏, 直到得到在白屏上成一清晰实像为止。

(3) 分别记录此时品字屏、待测凸透镜和白屏的位置  $W$ 、 $O$ 、 $X$ 。

(4) 稍微改变品字屏的位置, 重复上述(1)~(3)步, 记录下品字屏、待测凸透镜和白屏的新位置(表 1.1.4)。

(5) 将数据代入式(1.1.4), 计算待测透镜的焦距。

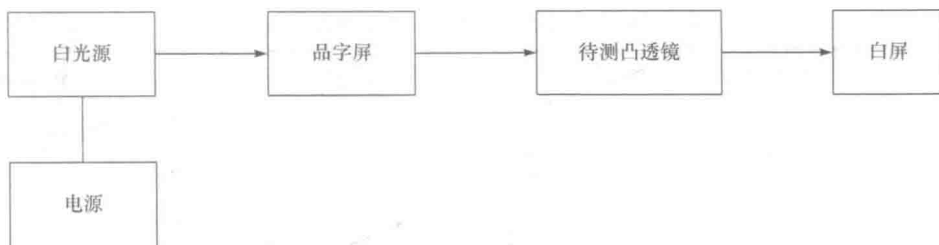


图 1.1.12 成像公式法测凸透镜的焦距装置图

表 1.1.4 公式法测凸透镜的焦距数据及结果

单位: mm

待测凸透镜	品字屏位置 $W$	凸透镜位置 $O$	白屏位置 $X$	物距 $s$	像距 $s'$	透镜焦距 $f$	平均值 $\bar{f}$
$f=150$							

### 5. 透镜成像公式法求凹透镜的焦距

- (1) 在上一个实验的基础上, 将待测凹透镜插入凸透镜和白屏之间, 如图 1.1.13 所示。
- (2) 调整凹透镜和白屏的位置, 直到在白屏上成一清晰实像为止, 记录凹透镜的位置  $A$  和改变后白屏的位置  $X'$ 。
- (3) 稍微改变品字屏的位置, 重复上述步骤, 分别记录下品字屏、凸透镜、待测凹透镜和白屏的新位置(表 1.1.5)。
- (4) 利用透镜成像公式, 将数据代入式(1.1.9), 计算凹透镜的焦距。

$$u = |A - X|, \quad v = |A - X'|, \quad f = -\frac{uv}{u - v} \quad (1.1.9)$$

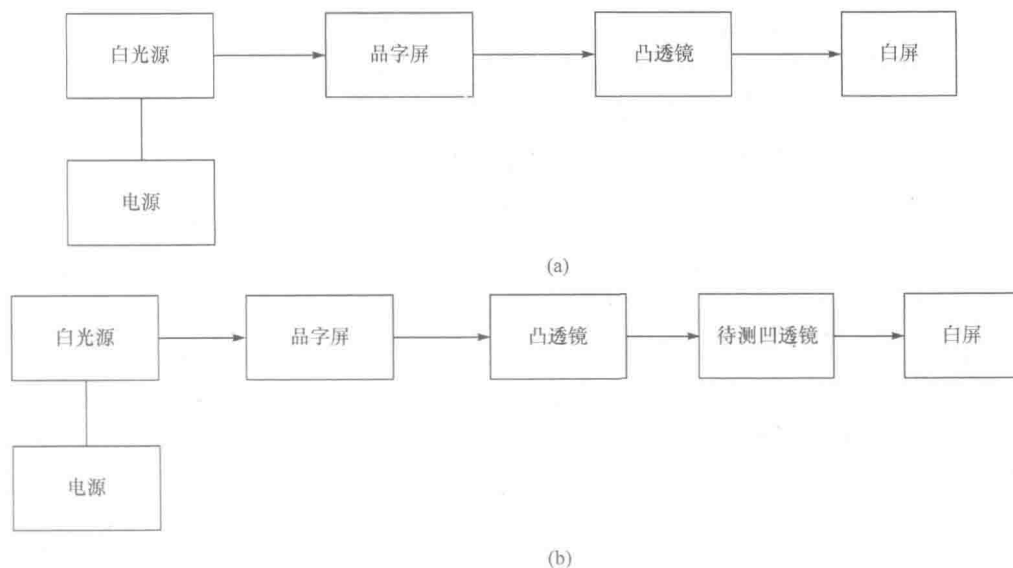


图 1.1.13 成像公式法测凹透镜的焦距装置图



表 1.1.5 公式法测凹透镜的焦距数据及结果

单位: mm

待测凹透镜	品字屏位置 $W$	凸透镜位置 $O$	白屏位置 $X$	凹透镜位置 $A$	白屏位置 $X'$	凹透镜的物距 $u$	凹透镜的像距 $v$	凹透镜焦距 $f$	平均值 $\bar{f}$
$f = -100$									

## 六、注意事项

- (1) 光学零件表面, 尤其是通光面不得用汗手或油手触摸。
- (2) 光路调整过程中, 注意系统的同轴性调整。

## 七、思考题

- (1) 在自准直法测量凸透镜焦距中, 为什么成像后品字屏和待测凸透镜之间的距离即为透镜焦距? 画出光路图。
- (2) 在自准直法测量凹透镜焦距中, 在步骤(2)调节凸透镜成像时, 要想呈现一个缩小的、倒立的实像, 品字屏距透镜的距离应是多少? 有什么规律?
- (3) 在自准直法测量凹透镜焦距中, 步骤(4)得到的凹透镜的位置与步骤(2)中白屏位置之间的距离即为凹透镜的焦距, 为什么? 画出光路图。
- (4) 画出贝塞尔法的原理光路图, 并推导计算公式(1.1.8)。
- (5) 在透镜成像公式法求凹透镜的焦距中, 若想再成像, 凹透镜的摆放位置有何要求? 画出光路图。

## 八、实验报告要求

- (1) 在原理部分, 画出实验原理图, 并简明扼要地叙述实验原理。
- (2) 在实验步骤部分, 画出实验装置图, 简要地列出实验步骤。
- (3) 填写表 1.1.1~表 1.1.5, 并画出相关的光路图。
- (4) 回答相关的思考题。

# 实验二 光学系统基点的测定

实验视频



## 一、实验目的

- (1) 验证节点的性质。
- (2) 测定薄透镜组的基点。

## 二、实验内容

用两个凸透镜构成透镜组系统, 测量透镜组系统的基点位置及系统焦距。