

应 用 光 学

荆 工、史 尔 编

國防工業出版社

1973

应 用 光 学

荆 工、史 尔 编

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张12 $\frac{1}{2}$ 265千字

1973年10月第一版 1973年10月第一次印刷 印数：00,001—25,000册

统一书号：15034·1321 定价：1.00元

前 言

本书内容除了几何光学、光学仪器原理和光学系统外形尺寸计算而外，同时还包括最常用的光学测量仪器和测量方法，并以望远镜系统作为重点。它和过去类似的书比较有以下特点。

把常用的光学测量仪器和测量方法与应用光学中有关理论部分结合在一起，例如把焦距仪和焦距测量与第二章共轴球面系统的物象关系相结合；把自准直望远镜和棱镜的测量和第四章平面镜棱镜系统相结合；把光学系统光学特性的测量和第三章眼睛和目视光学仪器、第五章光学系统中成象光束的选择相结合等等。在讲解了基本原理的基础上，又通过在具体仪器中应用，这样可以加深对理论的理解，并有利于培养解决实际问题的能力。

第四章平面镜棱镜系统和过去的应用光学书比较，内容较多的扩充。主要是增加了如何根据要求拟定棱镜系统的结构和如何选用棱镜，以及用向量图解法分析棱镜转动对光轴偏和象倾斜的影响等内容。这些内容对仪器的结构设计和装配调整十分必要。

在第五章光学系统中成象光束的选择一章中，本书从分析光学系统中的成象光路出发，讨论光束的选择和限制的问题。对过去应用光学书籍中的古典阿贝光阑理论作了较大的简化。我们认为这样讲更切合实际。

在一般应用光学书中象差理论占有不小的篇幅，本书只在第七章象差概念和星点检验中简单地介绍了象差概念，没有涉及象差公式的理论推导。这是因为本书预定的任务只是解决光学仪器原理和外形尺寸计算的问题，而不解决透镜组的象差设计，所以只需要知道简单的象差概念就足够了。

在各章节，特别是一些重点的章节后面都有应用和计算举例，以利于读者理解内容和掌握应用。并且在每章开始有简短的承前启后的说明，在重点章的结尾有小结。并附有实验说明和习题。

本书在内容的选择，讲解的方法和编排的次序等方面都和过去的应用光学书籍有些不同，由于经验不足，思想、业务水平不高，定有不妥之处，欢迎同志们批评指正。

编 者

目 录

第一章 光线和成象概念	9
§ 1-1 光波和光线	9
§ 1-2 光线的传播规律——几何光学的基本定律	14
§ 1-3 折射率和光速的关系	15
§ 1-4 波面和光程的关系	18
§ 1-5 光路可逆定理	19
§ 1-6 全反射现象及其应用	21
§ 1-7 光学系统及其类别	23
§ 1-8 透镜和成象的基本概念	26
§ 1-9 理想象和理想光学系统	29
第二章 共轴球面系统的物象关系	40
§ 2-1 共轴球面系统中的光路计算公式	40
§ 2-2 符号规则	4
§ 2-3 共轴球面系统中的光路计算举例	4
§ 2-4 球面近轴范围内的成象性质和近轴光路计算公式	50
§ 2-5 近轴光学的基本公式和它的实际意义	55
§ 2-6 共轴理想光学系统的基点——主平面和焦点	60
§ 2-7 单个折射球面的主平面和焦点	64
§ 2-8 共轴球面系统主平面和焦点位置的计算	66
§ 2-9 用作图法求光学系统的理想象	71
§ 2-10 理想光学系统的物象关系式	73
§ 2-11 光学系统的放大率	78
§ 2-12 物象空间不变式	82
§ 2-13 物方焦距和象方焦距的关系	83

§ 2-14	节平面和节点	87
§ 2-15	无限远物体的理想象高计算公式	90
§ 2-16	理想光学系统的组合	93
§ 2-17	理想光学系统中光路的计算公式	99
§ 2-18	单透镜的主平面和焦点位置的计算公式	103
§ 2-19	光学系统焦距的测量	107
第三章 眼睛和目视光学仪器		118
§ 3-1	眼睛的构造	118
§ 3-2	眼睛的调节	120
§ 3-3	眼睛的视角鉴别率	122
§ 3-4	空间深度感觉和双眼立体视觉	125
§ 3-5	望远镜的工作原理和它的视角放大率	128
§ 3-6	显微镜的工作原理	134
§ 3-7	眼睛的缺陷和目视光学仪器的视度调节	138
§ 3-8	望远镜视角放大率的测量和倍率计的构造	142
§ 3-9	双眼观察仪器	144
第四章 平面镜棱镜系统		155
§ 4-1	平面镜棱镜系统在光学仪器中的应用	155
§ 4-2	平面镜的成象性质	158
§ 4-3	平面镜的旋转及其应用	161
§ 4-4	棱镜和棱镜的展开	163
§ 4-5	常用棱镜的分类	171
§ 4-6	屋脊面和屋脊棱镜	176
§ 4-7	确定平面镜棱镜系统成象方向的方法	184
§ 4-8	棱镜的转动	191
§ 4-9	用棱镜转动调整光轴偏和象倾斜的向量图解法	199
§ 4-10	平行玻璃板的成象性质和棱镜的外形尺寸计算	210
§ 4-11	共轴系统和平面镜棱镜系统的组合	216
§ 4-12	棱镜的偏差	218

§ 4-13 自准直望远镜·····	220
§ 4-14 棱镜偏差的测量·····	224
第五章 光学系统中成象光束的选择 ·····	237
§ 5-1 照相机和光阑·····	237
§ 5-2 望远系统中成象光束的选择·····	240
§ 5-3 显微镜中的光束限制和远心光路·····	248
§ 5-4 望远镜出射瞳孔直径、出射瞳孔距离和视场的测量·····	252
§ 5-5 场镜的特性和它的应用·····	254
第六章 光学系统的鉴别率和鉴别率测量 ·····	261
§ 6-1 理想光学系统的衍射鉴别率·····	261
§ 6-2 光学仪器的鉴别率·····	265
§ 6-3 光学仪器目视鉴别率的测量·····	269
第七章 象差概念和星点检验 ·····	277
§ 7-1 色散和色差·····	277
§ 7-2 轴上象点的单色象差——球差·····	280
§ 7-3 轴外象点的单色象差·····	284
§ 7-4 星点检验·····	294
第八章 光学系统中的光能计算 ·····	301
§ 8-1 光通量的定义及其单位·····	301
§ 8-2 立体角的意义和它在光度学中的应用·····	305
§ 8-3 发光强度的定义及其单位·····	307
§ 8-4 面发光度和照度·····	309
§ 8-5 照度公式·····	312
§ 8-6 亮度的定义及其单位·····	314
§ 8-7 发光强度余弦定律·····	315
§ 8-8 全扩散表面的亮度·····	317
§ 8-9 光学系统中光束的亮度·····	316
§ 8-10 象平面的照度·····	
§ 8-11 照相物镜象平面的照度和光圈数·····	

§ 8-12 人眼的主观亮度.....	329
§ 8-13 通过望远镜观察时的主观亮度.....	331
§ 8-14 投影系统和它的光能计算.....	335
§ 8-15 光学系统中光能损失的计算.....	341
第九章 望远系统的外形尺寸计算	352
§ 9-1 望远系统的光学性能和技术条件.....	353
§ 9-2 望远镜物镜.....	361
§ 9-3 望远镜目镜.....	365
§ 9-4 倒象系统.....	372
§ 9-5 可变放大率的望远系统.....	376
§ 9-6 望远系统外形尺寸计算.....	382

应 用 光 学

荆 工、史 尔 编

國防工業出版社

1973

应 用 光 学

荆 工、史 尔 编

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张12 $\frac{1}{2}$ 265千字

1973年10月第一版 1973年10月第一次印刷 印数：00,001—25,000册

统一书号：15034·1321 定价：1.00元

前 言

本书内容除了几何光学、光学仪器原理和光学系统外形尺寸计算而外，同时还包括最常用的光学测量仪器和测量方法，并以望远镜系统作为重点。它和过去类似的书比较有以下特点。

把常用的光学测量仪器和测量方法与应用光学中有关理论部分结合在一起，例如把焦距仪和焦距测量与第二章共轴球面系统的物象关系相结合；把自准直望远镜和棱镜的测量和第四章平面镜棱镜系统相结合；把光学系统光学特性的测量和第三章眼睛和目视光学仪器、第五章光学系统中成象光束的选择相结合等等。在讲解了基本原理的基础上，又通过在具体仪器中应用，这样可以加深对理论的理解，并有利于培养解决实际问题的能力。

第四章平面镜棱镜系统和过去的应用光学书比较，内容较多的扩充。主要是增加了如何根据要求拟定棱镜系统的结构和如何选用棱镜，以及用向量图解法分析棱镜转动对光轴偏和象倾斜的影响等内容。这些内容对仪器的结构设计和装配调整十分必要。

在第五章光学系统中成象光束的选择一章中，本书从分析光学系统中的成象光路出发，讨论光束的选择和限制的问题。对过去应用光学书籍中的古典阿贝光阑理论作了较大的简化。我们认为这样讲更切合实际。

在一般应用光学书中象差理论占有不小的篇幅，本书只在第七章象差概念和星点检验中简单地介绍了象差概念，没有涉及象差公式的理论推导。这是因为本书预定的任务只是解决光学仪器原理和外形尺寸计算的问题，而不解决透镜组的象差设计，所以只需要知道简单的象差概念就足够了。

在各章节，特别是一些重点的章节后面都有应用和计算举例，以利于读者理解内容和掌握应用。并且在每章开始有简短的承前启后的说明，在重点章的结尾有小结。并附有实验说明和习题。

本书在内容的选择，讲解的方法和编排的次序等方面都和过去的应用光学书籍有些不同，由于经验不足，思想、业务水平不高，定有不妥之处，欢迎同志们批评指正。

编 者

目 录

第一章 光线和成象概念	9
§ 1-1 光波和光线	9
§ 1-2 光线的传播规律——几何光学的基本定律	14
§ 1-3 折射率和光速的关系	15
§ 1-4 波面和光程的关系	18
§ 1-5 光路可逆定理	19
§ 1-6 全反射现象及其应用	21
§ 1-7 光学系统及其类别	23
§ 1-8 透镜和成象的基本概念	26
§ 1-9 理想象和理想光学系统	29
第二章 共轴球面系统的物象关系	40
§ 2-1 共轴球面系统中的光路计算公式	40
§ 2-2 符号规则	4
§ 2-3 共轴球面系统中的光路计算举例	4
§ 2-4 球面近轴范围内的成象性质和近轴光路计算公式	50
§ 2-5 近轴光学的基本公式和它的实际意义	55
§ 2-6 共轴理想光学系统的基点——主平面和焦点	60
§ 2-7 单个折射球面的主平面和焦点	64
§ 2-8 共轴球面系统主平面和焦点位置的计算	66
§ 2-9 用作图法求光学系统的理想象	71
§ 2-10 理想光学系统的物象关系式	73
§ 2-11 光学系统的放大率	78
§ 2-12 物象空间不变式	82
§ 2-13 物方焦距和象方焦距的关系	83

§ 2-14	节平面和节点	87
§ 2-15	无限远物体的理想象高计算公式	90
§ 2-16	理想光学系统的组合	93
§ 2-17	理想光学系统中光路的计算公式	99
§ 2-18	单透镜的主平面和焦点位置的计算公式	103
§ 2-19	光学系统焦距的测量	107
第三章 眼睛和目视光学仪器		118
§ 3-1	眼睛的构造	118
§ 3-2	眼睛的调节	120
§ 3-3	眼睛的视角鉴别率	122
§ 3-4	空间深度感觉和双眼立体视觉	125
§ 3-5	望远镜的工作原理和它的视角放大率	128
§ 3-6	显微镜的工作原理	134
§ 3-7	眼睛的缺陷和目视光学仪器的视度调节	138
§ 3-8	望远镜视角放大率的测量和倍率计的构造	142
§ 3-9	双眼观察仪器	144
第四章 平面镜棱镜系统		155
§ 4-1	平面镜棱镜系统在光学仪器中的应用	155
§ 4-2	平面镜的成象性质	158
§ 4-3	平面镜的旋转及其应用	161
§ 4-4	棱镜和棱镜的展开	163
§ 4-5	常用棱镜的分类	171
§ 4-6	屋脊面和屋脊棱镜	176
§ 4-7	确定平面镜棱镜系统成象方向的方法	184
§ 4-8	棱镜的转动	191
§ 4-9	用棱镜转动调整光轴偏和象倾斜的向量图解法	199
§ 4-10	平行玻璃板的成象性质和棱镜的外形尺寸计算	210
§ 4-11	共轴系统和平面镜棱镜系统的组合	216
§ 4-12	棱镜的偏差	218

§ 4-13 自准直望远镜·····	220
§ 4-14 棱镜偏差的测量·····	224
第五章 光学系统中成象光束的选择 ·····	237
§ 5-1 照相机和光阑·····	237
§ 5-2 望远系统中成象光束的选择·····	240
§ 5-3 显微镜中的光束限制和远心光路·····	248
§ 5-4 望远镜出射瞳孔直径、出射瞳孔距离和视场的测量·····	252
§ 5-5 场镜的特性和它的应用·····	254
第六章 光学系统的鉴别率和鉴别率测量 ·····	261
§ 6-1 理想光学系统的衍射鉴别率·····	261
§ 6-2 光学仪器的鉴别率·····	265
§ 6-3 光学仪器目视鉴别率的测量·····	269
第七章 象差概念和星点检验 ·····	277
§ 7-1 色散和色差·····	277
§ 7-2 轴上象点的单色象差——球差·····	280
§ 7-3 轴外象点的单色象差·····	284
§ 7-4 星点检验·····	294
第八章 光学系统中的光能计算 ·····	301
§ 8-1 光通量的定义及其单位·····	301
§ 8-2 立体角的意义和它在光度学中的应用·····	305
§ 8-3 发光强度的定义及其单位·····	307
§ 8-4 面发光度和照度·····	309
§ 8-5 照度公式·····	312
§ 8-6 亮度的定义及其单位·····	314
§ 8-7 发光强度余弦定律·····	315
§ 8-8 全扩散表面的亮度·····	317
§ 8-9 光学系统中光束的亮度·····	316
§ 8-10 象平面的照度·····	
§ 8-11 照相物镜象平面的照度和光圈数·····	

§ 8-12 人眼的主观亮度.....	329
§ 8-13 通过望远镜观察时的主观亮度.....	331
§ 8-14 投影系统和它的光能计算.....	335
§ 8-15 光学系统中光能损失的计算.....	341
第九章 望远系统的外形尺寸计算	352
§ 9-1 望远系统的光学性能和技术条件.....	353
§ 9-2 望远镜物镜.....	361
§ 9-3 望远镜目镜.....	365
§ 9-4 倒象系统.....	372
§ 9-5 可变放大率的望远系统.....	376
§ 9-6 望远系统外形尺寸计算.....	382

第一章 光线和成象概念

应用光学是专门研究光学仪器原理的。一切光学仪器尽管它们的用途不同，但都离不开光。因此首先必须解决这样一些问题：光究竟是什么？它有那些基本的规律性？如何应用这些规律性来研究光学仪器？这些就是本章所要解决的主要问题。

“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。”解决上述问题的基础是人们广泛的实践经验，在这些实践经验的基础上，找出它们的规律，抽象成为理论，然后再指导我们去研究光学仪器的设计制造问题。本章主要是介绍上述这些问题的结论，并不讨论这些结论严格的理论证明。这一章是全书的基础，全书都可以认为是这些基本规律的应用。

§ 1-1 光波和光线

光和人类的生产和生活有着十分密切的关系。例如，植物生长需要光，人的视觉要依靠光，人类一切活动几乎都离不开光。人类通过实践很早就积累了有关光的丰富的感性认识，光学这一学科为了适应三大革命实践的需要，很早就开始发展了。

人类对光的研究可以分为两个方面：一方面是研究光的本性，并根据光的本性来研究各种光学现象，称为“物理光