

实用眼屈光学



山东科学技术出版社

主 编 孙桂乾

副主编 于秀浚 李镜海

编 者

孙桂乾 山东医科大学

于秀浚 山东医科大学

李镜海 山东医科大学

关征实 中山医科大学

王永龄 上海第二医科大学

吉民生 同济医科大学

魏美恩 山东医科大学

张光博 山东医科大学

绘 图 陈连尧 毕 峰 韩慕南

责任编辑 初世均 宋增艺

代 前 言

眼屈光学是临床眼科学的重要组成部分。探讨眼屈光不正理论及矫正方法,是深入研究眼屈光不正发生和发展的基础。由于生理光学和物理光学的发展,促进了光学仪器的改进,使病理性屈光不正的理论、检查方法和防治措施都得到很大发展。在临床眼科工作中,随着传染性眼病的减少,屈光不正已成为突出和迫切需要研究解决的问题。

为帮助眼科工作者提高基础理论和基本知识水平,我国著名眼科专家孙桂毓教授1954年编写了《眼的屈光学概论》一书,对推动我国眼屈光学的普及和提高做出了贡献。随着国内外眼科学的发展,该书内容已不敷应用。孙教授于1979年又着手编写《实用眼屈光学》,并特邀王永龄、关征实、吉民生等教授编写该书的部分章节。

本书共分15章。重点讲述了远视眼、近视眼、散光、屈光参差、无晶状体眼、斜视、弱视等屈光不正的病因、分类、临床表现、诊断和治疗知识;同时还介绍了光学基础、生理光学、眼睛的调节辐辏作用等有关屈光的基础理论;并对检影验光、主观验光、验光仪验光等各种验光方法和眼镜片、眼镜等问题进行了详细讨论。内容丰富,观点新颖,理论与临床兼顾,重点突出实用,并且能够反映出国内外有关屈光研究的最新进展。为了便于理解和记忆,书中还附有技术插图200余幅。可供眼科医师和验光技师临床工作中参考。

遗憾的是孙桂毓教授积劳成疾，1980年不幸逝世，书未成而人已作古。为了实现孙教授的遗愿，山东医科大学眼科同道及其他编者经多方努力，将其遗作整理、充实成书出版。衷心祝愿该书为我国眼屈光学的发展做出新的贡献。

陈耀真

1985年5月于广州

目 录

第一章 光学基础	1
第一节 光的物理特性	2
一、光的传播	3
二、影和小孔成像	3
三、光的反射	5
四、光的折射(屈光)	5
第二节 平面镜与球面镜	15
一、平面镜	15
二、球面镜	16
第三节 球面透镜和圆柱镜	22
一、单球面折射	22
二、球面透镜	28
三、圆柱镜	35
四、托力克表面及托力克透镜	37
五、透镜的光学缺点	40
第二章 生理光学	4
第一节 视觉生理的近代理论	43
一、视网膜及视觉细胞	43
二、视觉信息在视网膜上的接受和传递	45
三、视觉过程	53
第二节 眼睛光学	55
一、眼睛生理光学常数测量	55
二、眼睛生理光学常数	63

三、眼睛的光学缺点	65
第三节 眼睛的屈光力	67
一、角膜屈光力	68
二、晶状体屈光力	69
三、眼睛的全屈光力	71
第四节 模型眼和简化眼	75
一、模型眼	76
二、简化眼(简约眼)	80
第五节 视角、视敏度及视力表	82
一、视角	82
二、视敏度(视力)	83
三、视力表	85
第三章 眼睛的调节作用和辐辏作用	91
第一节 眼睛的调节作用	91
一、调节作用发生机制	91
二、物理性调节与生理性调节	94
三、调节范围与调节幅度	95
四、调节异常	97
五、老视	102
第二节 眼睛的辐辏作用	106
一、辐辏远点和近点	107
二、辐辏范围及辐辏幅度	107
第三节 辐辏与调节的相互关系	108
一、相对调节	108
二、相对辐辏	110
第四章 屈光不正概述	113
第一节 屈光不正的相对发生率及其生物学特征	114
第二节 屈光不正的类型	118

一、轴性屈光不正	118
二、曲率性屈光不正	119
三、屈光单元倾斜所致的屈光不正	119
四、屈光单元折射率异常所致的屈光不正	120
五、屈光单元缺如——无晶状体眼	120
第三节 屈光不正的症状	120
一、眼睛疲劳的原因及分类	121
二、眼睛疲劳症状	124
三、眼睛疲劳的病因检查和治疗	124
第五章 远视眼	127
第一节 远视眼的分类与病因	128
一、轴性远视	129
二、屈光性远视	129
第二节 远视眼的调节作用	130
第三节 远视眼的临床表现和治疗	131
一、临床表现	131
二、治疗	133
第六章 近视眼	136
第一节 近视眼的分类与病因	137
一、分类	137
二、病因	138
第二节 近视眼的临床表现	143
一、视力减退	143
二、眼疲劳	143
三、高度近视眼的眼底改变	143
第三节 近视眼的并发症	149
一、视网膜脱离	149
二、并发性白内障	149

三、玻璃体混浊	149
四、青光眼	150
五、脉络膜血管形成及出血	150
第四节 近视眼的治疗	150
一、光学矫正	150
二、手术治疗	151
第五节 青少年近视与假性近视	153
一、青少年近视的发病概况	153
二、假性近视	158
三、青少年近视眼的防治	159
第七章 散光	162
第一节 散光类型	164
一、规则性散光	164
二、不规则性散光	166
第二节 散光的临床表现	166
第三节 散光测量与光学矫正原理	167
一、散光测量	167
二、光学矫正原理	170
第八章 屈光参差、无晶状体眼及视象不等	172
第一节 屈光参差	172
一、屈光参差的双目视力	172
二、屈光参差的防治	173
第二节 无晶状体眼	174
第三节 视象不等	176
一、视象不等成因	177
二、视象不等类型	178
三、视象不等症状	178
四、视象不等检查方法	181

五、视象不等治疗	182
----------	-----

第九章 正位眼、隐斜视、斜视与弱视	183
--------------------------	------------

第一节 正位眼	183
---------	-----

一、眼位及眼球运动	184
-----------	-----

二、双眼视觉及融合机制	185
-------------	-----

第二节 隐斜视	189
---------	-----

一、隐斜视的病因、类型及临床表现	190
------------------	-----

二、隐斜视的检查方法	193
------------	-----

三、隐斜视的治疗	200
----------	-----

第三节 共同性斜视	202
-----------	-----

一、共同性斜视的病因与类型	203
---------------	-----

二、共同性斜视的检查方法	205
--------------	-----

三、共同性斜视的治疗	207
------------	-----

第四节 弱视	210
--------	-----

一、原因	211
------	-----

二、诊断和鉴别诊断	211
-----------	-----

三、治疗	212
------	-----

第十章 检眼镜验光法	220
-------------------	------------

第一节 直接检眼镜	220
-----------	-----

一、光学原理	220
--------	-----

二、眼底检查	224
--------	-----

三、正视眼及非正视眼的检查	227
---------------	-----

四、检眼镜验光注意事项	232
-------------	-----

第二节 间接检眼镜	233
-----------	-----

一、光学原理	233
--------	-----

二、眼底检查的有关问题	235
-------------	-----

三、正视眼及非正视眼的检查	237
---------------	-----

第十一章 检影验光法	240
-------------------	------------

第一节 点状光检影验光法	240
一、光学原理	241
二、临床应用	244
三、检影验光常规	249
四、检影验光注意事项	256
第二节 带状光检影验光法	258
一、单纯性远视或单纯性近视的带状光检影	262
二、散光的带状光检影	263
第三节 动态检影验光法	271
一、动态检影镜的构造	272
二、动态检影验光步骤	273
三、临床意义	273
第十二章 主观验光法	276
第一节 主观插片法和云雾验光法	276
一、主观插片法	276
二、云雾验光法	278
第二节 两色镜片验光法和散光表验光法	279
一、两色镜片验光法(红蓝试法)	279
二、散光表验光法	280
第三节 交叉圆柱镜	280
一、交叉柱镜	281
二、单轴交叉柱镜	283
三、可变交叉柱镜	283
第十三章 验光仪验光法	286
第一节 吉民生袖珍验光仪验光法	286
一、验光仪的结构与设计原理	286
二、验光仪的临床应用	294
三、验光仪测定的范围及准确度	295

四、验光仪的优缺点	296
第二节 角膜曲率计和屈光计验光法	297
一、角膜曲率计验光法	297
二、屈光计验光法	298
第三节 自动化客观验光仪验光法	305
第十四章 眼镜片	309
第一节 眼镜片的中和、顶点度与识别	309
一、眼镜片的中和	309
二、眼镜片的顶点度	309
三、球镜片与圆柱镜片识别	310
第二节 镜片测量	312
一、量镜表测量法	312
二、量镜仪测量法	312
三、镜片分析仪测量法	313
第三节 眼镜片定中心和眼镜片中心偏移	314
一、眼镜片垂直方向定中心与中心偏移	314
二、眼镜片水平方向定中心与中心偏移	315
第四节 镜片变换	318
一、镜片变换原则、步骤及方法	319
二、眼镜处方	322
第十五章 眼镜	324
第一节 戴眼镜后眼的光学组成及镜片光学实效	324
一、作图法	324
二、计算法	327
第二节 配眼镜的有关问题	328
一、镜片顶点与眼的距离	329
二、瞳孔间距离	329
第三节 双焦点、三焦点及多焦点眼镜	331

一、双焦点眼镜	331
二、三焦点眼镜及多焦点眼镜	338
第四节 特型眼镜	340
一、矫正高度近视用的特型眼镜	340
二、矫正高度远视及无晶状体眼特型眼镜	341
第五节 接触镜	343
一、接触镜的光学原理及其对眼的屈光作用的影响	344
二、接触镜的种类	347
三、接触镜的临床应用	351
四、戴接触镜对眼睛的影响	352
五、配接触镜前检查及处方	355
六、戴接触镜的注意事项	362
第六节 放大镜(助视镜)	364
第七节 弗氏镜片及棱镜	365
第八节 特殊目的用的眼镜及眼镜架	367
一、折叠式眼镜架	367
二、半片眼镜(小片眼镜)	368
三、可反转供两面使用的眼镜	368
四、运动员用的眼镜架	369
五、正眼位式眼镜及眼镜架	369

第一章 光学基础

光学是物理学中的一个重要分科。光是人们产生视觉的物质基础。

物理学对光的研究大致分为：几何光学、波动光学及光子光学。在这三部分中，几何光学是最基础的部分。几何光学是指光从光源发出后，在均匀的各种媒质中沿着直线传播，当在运行过程中遇到媒质分界面时，又严格地按照光的反射和折射定律进行传播。研究几何光学，对于研究眼睛屈光具有非常重要的意义，因此应首先掌握几何光学的基础知识。

光的本性和传播虽然很早就引起了人们的注意，但到17世纪才形成两种不同学派：一派是牛顿提出的微粒学说；另一派为惠更斯（Hagins）提出的波动学说。两个学派各持己见，直至19世纪初期，人们才发现光有干涉、绕射和偏振等现象。这一发现，支持了光的波动学说。后来经过许多实验和实践，至十九世纪70年代，才由麦克斯韦（Maxwell）进一步奠定了波动光学基础，明确指出光波是电磁波的一种。此后，人们就用光的波动理论逐渐较完善地解释了光的一切传播现象，使波动光学达到较高的水平。

事物总是不断发展的，至19世纪末期，人们为了解释一些新的发现，因而提出了光的粒子学说。1905年爱因斯坦（Einstein）提出的光子假说，现已成为光子光学（Photoptics）的基础。在物理学中，光子光学又称为量子光学（Guantu-

moptics)。因为光子是一种能量粒子，所以光是由具有一定质量、能量和动量粒子组成的粒子流。

上述说明，人类对光的性质的认识是逐步深入的。随着科学的发展，今后很有可能提出更新的理论。

我们的祖先对光的研究曾作出过卓越的贡献。早在2300多年以前，墨翟就在其巨著《墨经》中记载了许多光学原理，例如：“光至景亡。若在，尽古息。”这实际上就是对于影的成因的认识和结论。又如“景倒在午。有端与景长。说在端。”这虽然不能说明就是指针孔成象的具体实验，但却明确地指出：光线穿过小孔时能成象。这种科学的观察和记载是很有价值的。又如：“鉴位。景一小而易。一大而出。说在中之外内。”这说明了凹面镜的成象，即人站在凹面镜的焦点以外，可以见到缩小的倒象；站在焦点之内则可见到放大的正象。除《墨经》以外，《淮南子》还记载过用凹镜取火；我国北宋时期杰出的科学家沈括，在其主要著作《梦溪笔谈》中就对“阳燧”^①，等有过详细论述。

上述例子说明，墨子远在公元前四百多年就对光学进行了论述，比古希腊的阿基米德（Archimedes）早一个世纪以上。《淮南子》及沈括《梦溪笔谈》所载的凹镜取火，比英国培根（Bacon）开始用金属磨制成镜亦早一个世纪以上。这是中华民族对世界文化宝库的卓绝贡献之一。

第一节 光的物理特性

在自然界中，有些物体本身是发光的，称为发光体或称光源。如太阳、燃着的蜡烛等，都是发光体，然而大多数物体本

身不发光，但是可以接受外来的光，然后再将所接受的光反射出来，使人能够看到它们。

一、光的传播

物理光学证明，在均匀媒质中，从发光体发出的光是以直线传播的。若在光源和眼睛之间置一物体，阻挡来自光源的光线，光则不能传到眼内。从光源发出的光是由许多光线组合而成的，这些光线行径为一圆锥形，称为光锥，又称光束。凡光线从某一点发出，呈分散方向传播，称为发散光；凡光线向某一点聚集，称为会聚光；来自无穷远的光线呈平行方向传播，称为平行光。

凡能使光线透过的物质媒介称为屈光媒质，亦称屈光介质。一般说来，凡能使光线完全透过的物质叫透明体，不能使光线透过的物体叫不透明体。光线经过不透明体时，即被物体吸收掉。

二、影和小孔成象

(一) 影：影有本影和半影之分。我们日常生活中遇到的许多光现象，都可用光的直线传播来解释。如有一点状光源，照射一个不透明的物体，根据光的直线传播规律，光线被物体遮挡，在物体的后面就出现一个完全黑暗的阴影区，为物体的本影。如果在该不透明物体前有两个点状光源同时照射，那么在该物体后面就不仅只有完全不受光照的本影，还会有半阴暗的区域，这个半阴暗的影就是物体的半影。本影与半影均能证实光的直线传播（图 1-1）。

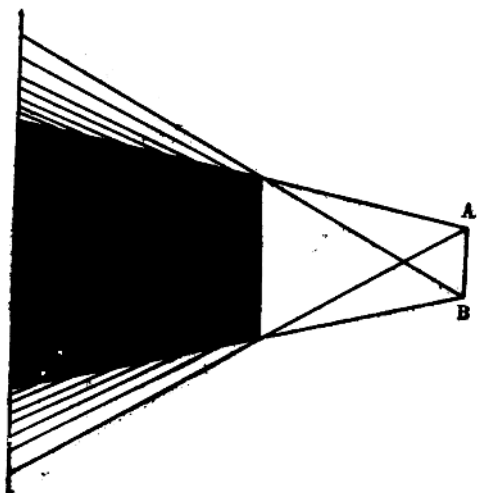


图 1-1 本影和半影

(二) 小孔成像：通过小孔成像现象可以明确物体距离和影象距离之间的关系。图 1-2 表示一个小孔象机，AB 表示

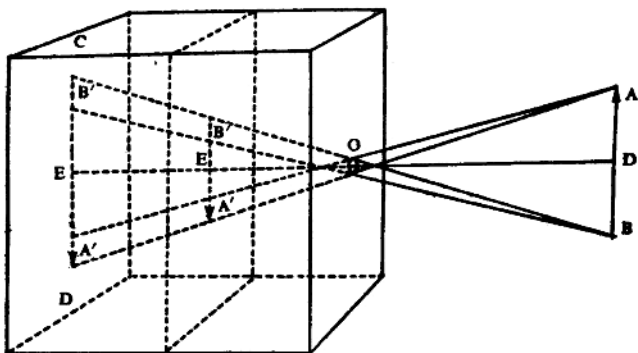


图 1-2 小孔成像

一个发光体，O表示在暗箱壁上的一个小孔，CD表示暗箱的另一个壁。从A点发出的光线经过O，在CD面上成象为A'，同样从B点发出的光线在CD面上成象为B'。所以从AB来的光线在CD面上即形成倒象A'B'。A'B'的大小由CD面所在的位置所决定，若是以u代表由AB至O的距离，以v代表由O至A'B'的距离，则

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{v}{u}$$

在一定限度内，增加v的长度或者减少u的长度，可以使A'B'更加放大。但u不能过短，否则从AB来的光线就过于分散，可致倒象模糊不清。

三、光的反射

光线投射到一个平面时，一部分光线要发生反射，称为光的反射。光反射定律包括两个方面，一是投射光线、反射光线和法线（在投射点与表面垂直的线），三者在同一平面内；二是投射角和反射角大小相等。如果光线沿反射光线方向入射，则将沿原来投射光线方向反射，此即光路可逆原理。

四、光的折射（屈光）

光线从一个屈光媒质斜行进入另一个屈光媒质时，除一部分光线发生反射，回入原来第一屈光媒质外，尚有部分光线斜射入第二屈光媒质中，即发生折射（或称屈光现象）。投射光的方向与折射光线的传播方向不同。如第二个屈光媒质的光密度较第一个屈光媒质的光密度大，则折射光线与和两界面垂直的