



YAN GUANG
YU PEI JING

验光与配镜

验 光 与 配 镜

朱 学 敏 编 著

甘 肃 人 民 出 版 社

内 容 提 要

本书根据光学理论，重点叙述了眼球的光学构造，以及屈光学作用和眼的成像原理。为使视力矫正达到理想的标准，讨论了验光的方法和步骤，强调应用五轮验光法进行验光是比较可靠的方法。对检影验光和交叉柱镜、单轴交叉柱镜的应用，以及各种配镜的技术，都做了较详细的介绍。

全书分八章、附图103幅，可供临床眼科医生和验光工作者参考。

验 光 与 配 镜

朱学敏 编著

甘肃人民出版社出版

(兰州庆阳路230号)

甘肃省新华书店发行 天水新华印刷厂印刷

1978年12月第1版 1978年12月第1次印刷

印数：1—15,330

书号：14096·41 定价：1.00元

目 录

第一章 光学的基本概念.....	(1)
第一节 光.....	(3)
一、光源.....	(3)
二、光线.....	(5)
三、光速.....	(7)
四、光波.....	(8)
五、光能.....	(11)
第二节 光的反射.....	(12)
一、平面反光镜.....	(13)
二、凹面反光镜.....	(16)
三、凸面反光镜.....	(19)
第三节 光的折射.....	(22)
一、折射率.....	(23)
二、三棱镜.....	(25)
三、球面的折射.....	(25)
四、透镜.....	(31)
五、透镜的成象.....	(38)
六、透镜的缺点.....	(41)
七、光具组.....	(43)
八、光具组的基点成象.....	(47)
第二章 眼球的光学构造和功能.....	(62)
第一节 眼球的构造和功能.....	(63)

一、眼球的构造	(63)
二、眼球的发育	(65)
三、视功能	(66)
第二节 屈光系统的构造和功能	(94)
一、屈光系统的构造和发育	(95)
二、屈光系统的屈光作用	(99)
第三节 遮光系统的构造和功能	(111)
一、遮光系统的构造和发育	(111)
二、遮光系统的遮光作用	(113)
第四节 感光系统的构造和功能	(116)
一、感光系统的构造和发育	(116)
二、感光系统的感光作用	(118)
第三章 眼病的概述	(121)
第一节 眼球的疾病	(121)
一、眼球缩小	(121)
二、眼球增大	(122)
三、眼球突出	(122)
四、眼球震颤	(123)
五、斜视	(125)
六、弱视	(127)
第二节 屈光系统的疾病	(127)
一、角膜炎	(127)
二、角膜瘢痕	(128)
三、角膜血管翳	(128)
四、圆锥角膜和球形角膜	(129)
五、角膜变性	(130)
六、青光眼	(131)
七、白内障	(134)

八、玻璃体混浊.....	(137)
第三节 遮光系统的疾病.....	(138)
一、虹膜睫状体炎.....	(138)
二、瞳孔异常.....	(139)
第四节 感光系统的疾病.....	(141)
一、视网膜炎.....	(141)
二、视神经炎.....	(142)
三、视神经萎缩.....	(143)
第四章 屈光异常.....	(145)
第一节 近视眼.....	(151)
一、近视眼的发病率和发病原因.....	(152)
二、近视眼的分类.....	(154)
三、近视眼的症状.....	(157)
四、近视眼的并发症.....	(160)
五、近视眼的防治.....	(162)
第二节 远视眼.....	(164)
一、远视眼的发病率和发病原因.....	(167)
二、远视眼的分类.....	(167)
三、远视眼的症状.....	(169)
四、远视眼的并发症.....	(170)
五、远视眼的防治.....	(171)
第三节 散光眼.....	(172)
一、散光眼的发病原因.....	(172)
二、散光眼的分类.....	(173)
三、散光眼的症状.....	(176)
四、散光眼的防治.....	(177)
第四节 不同视眼.....	(178)
第五节 老视眼.....	(179)

第六节 无晶体眼.....	(181)
第五章 验光的设备	(183)
第一节 视力表.....	(183)
一、远视力表.....	(185)
二、近视力表.....	(188)
第二节 镜片箱.....	(189)
一、普通镜片箱.....	(189)
二、接触镜片箱.....	(193)
第三节 交叉柱镜.....	(205)
一、交叉柱镜.....	(205)
二、单轴交叉柱镜.....	(213)
三、可变交叉柱镜.....	(216)
第四节 串镜.....	(219)
第五节 检影镜.....	(220)
一、平面反光检影镜.....	(220)
二、电池检影镜.....	(223)
第六节 瞳孔尺.....	(224)
第七节 验光机.....	(227)
一、验光计.....	(228)
二、角膜计.....	(229)
三、眼底镜.....	(231)
四、裂隙灯.....	(233)
五、检眼灯.....	(234)
第六章 验光的方法和步骤	(235)
第一节 小瞳验光法.....	(235)
一、小瞳试镜验光法.....	(235)
二、小瞳检影验光法.....	(241)

第二节	散瞳验光法	(242)
一、	散瞳试镜验光法	(242)
二、	散瞳检影验光法	(242)
第三节	五轮验光法	(254)
第四节	接触眼镜验光法	(262)
第五节	验光机验光法	(263)
第七章	配镜	(265)
第一节	近视镜	(265)
第二节	远视镜	(271)
第三节	散光镜	(280)
第四节	老视镜	(291)
第五节	疑难配镜	(308)
第六节	接触眼镜	(324)
一、	接触眼镜史	(325)
二、	接触眼镜的临床使用范围和适应症	(327)
三、	配接触眼镜的原则和方法	(330)
第八章	眼镜的种类和制作	(352)
第一节	眼镜的种类和用作	(352)
一、	普通眼镜的种类	(352)
二、	特种眼镜的种类	(359)
第二节	镜片的种类和制作	(364)
一、	无色镜片玻璃	(365)
二、	着色镜片玻璃	(368)
三、	双焦点镜片	(376)
四、	减少折光镜片	(378)
五、	接触眼镜片	(378)
第三节	眼镜的选择和鉴定	(382)

一、镜片的鉴别.....	(383)
二、镜片度数的测定.....	(383)
三、眼镜的鉴定.....	(385)

第一章 光学的基本概念

人类的视觉器官是经过好几百万年逐渐发展而形成的，这是由于光和视觉把我们和自然界密切地联系起来，而且具备了了解和生活在自然界中的条件。人类的视觉器官已发展得相当完善，既能看远也能看近。但是，不能否认视觉器官在某些方面是满足不了客观需要的，我们既看不清太远的东西，也看不清太近的东西，又看不见太小的东西，既看不见太暗的东西，也看不见太亮的东西，而我们的眼睛只能感觉到很狭窄的光谱，既可见光波，不能感觉到红外波和紫外波。

为了改造客观世界，进行生产斗争和科学实验，很多科学家对光学进行了长期的研究，以改善视觉器官之不足，眼镜，放大镜，显微镜和电子显微镜等，提高了人类对客观事物的分辨本领。

早在二千三百年以前，墨翟的著作中就有关于光的记载。公元前四世纪，我国古人用凹镜取火，公元三世纪用透镜取火。东汉初年，张衡（公元79—139年）已发现月的盈亏以及月食日食的初步原因。到北宋的沈括（1031~1094年）对于光的直进作过很多实验。阿耳伽金在七世纪首先详细地研究了关于视觉和视觉器官的问题，创立了视觉过程的最初理论。他在折射问题上作了很大贡献。伯康和亚历山大发现了眼镜的聚焦点燃烧作用和放大作用。马夫罗利克首先

正确地解释了由任意形状的小孔所产生的日影形状和暗箱的作用。并用这种暗箱解释了眼睛的瞳孔的作用。此后，在十五世纪末眼镜、放大镜、棱镜、凸透镜和凹透镜开始被应用。1590年，雅金在发现光具组的基础上创造了第一个望远镜。以后陆续制成了显微镜和其他光学仪器。开普勒首先阐明了透镜的成象问题和目镜在望远镜和显微镜中的作用，以及晶状体和视网膜在眼内的作用。十七世纪笛卡儿指出透镜成象之所以不清晰的原因是由于球面象差所造成的。牛顿(Newton)提出近轴光学的基本公式和球面象差的计算公式等，并指出色散是使天文望远镜物镜成象不清晰的原因。某些学者研究了生理光学，提出有关眼的分辨本领问题。

十九世纪几何光学得到了新的发展，牛顿等研究了光具组的象差理论。光具组的基点理论，是由数学家高斯(Gauss)所建立，他在1841年提出理想光具组的一般理论，这个理论后来在许多物理学家和数学家的著作中得到了进一步发展。1851年立斯丁(Listing)首先在光具组的成象制图法中应用了基点理论。继此，赫木霍兹(Helmholtz 1855年)、朗道特(Landolt 1886年、古利斯特兰德(Gullstrand 1896年)、史尔宁(Tschering 1904年)，等研究了眼的基点成象问题。其中赫木霍兹和古利斯特兰德的著作已被很多学者所重视。

人们对于光的现象，虽然很早就累积了许多知识，使光学成为物理学中发展很早的重要部分。但是对于光的本性的认识，从牛顿的微粒学说，发展到惠更斯的波动学说、麦克斯韦的电磁波学说，再发展到普朗克的光子学说，经历了很长的时间，到目前为止已确定光是具有电磁本质的物质，它既

有波动性，也具有微粒性。随着科学的发展，人们将获得更加丰富的光学知识。在科学实验中不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。光学这门科学将会在社会主义建设中迅猛发展。

第一节 光

一、光源

我们能够看到物体是由于物体射出的光线进入眼内，经过眼的屈光系统屈折后成象在视网膜上，便能感到和看清物体的大小、形状及其颜色。本身能够发光的物体称为发光体，也叫做光源。光源分为天然光源，如太阳，和人造光源如电灯光，还有很少量是来自自然发光体，如萤光、磷光和闪电等。

物体之所以能发光，是由于物体的温度增高，就是所谓热发光。金属和碳热到 500°C 时发出可见的暗红色光，温度再升高变成黄色光，热到 1500°C 时变成白色光。太阳表面的温度大约是 6000°C ，内部温度大约二千万度，所以太阳发光极强。物体的温度在 500°C 以下就能发出红外线，温度超过 6000°C 时发出紫外线，红外线的光波长，紫外线的光波短，都是看不见的光波，所以金属在 500°C 以下看不见其发光。到 6000°C 以上，发光强度反而减弱了。大多数发热的化学反应也同时发光，但萤光和磷光不是热发光。

物体发光的过程，是由于电子或分子获得一定能量产生能级的跳跃，有的是由于原子内的核外电子能级的变化，有

的是由于原子核的反应，也有的是由于阴阳电子对的转化，情况很多，原因复杂。

激光是一种特殊光源，它的亮度极高，比太阳表面的亮度还要高 10^{10} 倍，而且它的方向性极好，几乎是一束平行的光束，颜色也极为单纯，比目前最好的单色光源——氦灯还要纯上万倍。因此，激光能在千分之几秒甚至更短的时间内使一些难熔物质熔解以致气化，也可以在百分之几毫米的范围内产生几百万度的高温、几百万个大气压、每厘米几千万伏的强电场。由于激光具有这些特点，因而已被广泛的应用。

由于激光的频率高，而且光束发散角很小。因此，又可用于保密通信和大信息远距离的宇宙通信。在理论上，用激光可以同时传送1000万套电视节目或100亿路电话。利用激光还可以制成激光陀螺，它是火箭和飞船等飞行器导航的重要仪器。

用激光作电源，能够得到屏幕象电影一样大的彩色电视，其色彩非常接近自然颜色。利用激光的相干性，还可以拍摄一种叫“全息照片”的立体照像，立体感极强，如果改变观察的角度，还能够看到原来被挡住的景物。用这种“全息照相”来拍摄电影，那才是真正的立体电影呢！用激光作为光源，可以每秒几百万幅的速度进行超高速照相。

在科学实验中，用激光可以进行等离子体的诊断，并正在研究用激光实现受控热核反应。激光可以将物质气化，进行快速光谱分析。由于激光的出现，把光学理论和光学技术推向了一个新的发展阶段，出现了光学中的新分支——非线性光学。

在医学上，利用激光可以焊接剥落的视网膜，使眼睛恢

复视力。用激光的高能又可制成“光刀”，进行细微的外科手术，既无痛感又不出血，特别适合在血管丰富的部位开刀和虹膜打洞。激光比普通光源具有很多不同的特性。简单的说，激光是一种颜色很纯，能量高度集中的光。通常又把光的颜色很纯称为**单色性好**，能量高度集中称为**亮度高**。激光这个光源与其他单色光源不一样，它是依靠其内部的规律性使光能在光谱上强烈地集中起来。因此，激光的单色性比现有的单色光源有了极大的提高。例如氩-氦气体激光器所产生的激光谱线宽度小于一千万分之一埃。因此，它的最大可测距离达几十公里，即其单色性要比氪灯提高十万倍。目前，仅仅气体激光器，已发现几千条单色性很好，单色亮度很高的谱线，这些谱线分布在从紫外线到红外线的十分广阔的被段内，为进行各种极其精密的测量和科学实验提供了极为有利的条件。

二、光 线

光源发出的光，在空气中或均匀的媒质中是沿着直线方向传播的，由针孔实验造成的象是上下倒置，左右对调，这种现象说明了光是直进的。针孔愈小所造成的象愈清楚，但针孔愈小所通过的光愈少，所形成的象也愈暗淡，当针孔小到一定程度，到0.01毫米直径时，所造成的象就模糊不清了，乃光线失去直线前进的规律，形成几何影子，这种现象叫做**衍射**。

光传播方向的直线叫**光线**。发光点向着所有的方向发出光线，许多光线围绕着一个轴线前进叫作**光束**，光束内的光线通过屈光单元屈折后聚合于一点，把这一点叫做**焦点**。由

任何一点发出的光束叫做同心光束。与主轴相接近的光束叫做近轴光束。光线由中心向外发散的光束叫做发散光束，而光线趋向于中心的光束则叫做集合光束。物体所在的一部分空间叫做物侧空间，而象所在的部分空间叫做象侧空间。如空间内是透明的屈光物质，则叫做物侧媒质和象侧媒质。在物侧空间里的每一个做为同心光束中心的点和每一条光线，均对应于象侧空间内完全确定的点和线。这种互相对应的点或线，叫做共轭点或共轭线。这样物侧空间内的每一同心光束，均与象侧空间内的同心光束共轭。如将一物放在它的象的位置，则又成象在物的位置。因此，物侧空间和象侧空间之间的这种关系叫做共轭关系。

光线是一种特殊电磁波，是波动着前进的，电场的振动方向是复杂的，由无数种方向的横振动所合成的，而且都以相同的振幅均匀地布满在垂直于光线的平面上，即电场和磁场互相垂直，这样性质的光叫做自然光线或非偏振光。不过，自然光线那种十分杂乱的横振动很容易加以改变。例如，当光线穿过某些物质或在某些物体表面上反射之后，它的振动便可以被限制在一个一定的方向上，这样一来，除了在这一个方向上的交叉振动仍被保留之外，其余方向的一切振动就都被大大地削弱，甚至完全消除了。这种经过改变后新出现的光线只有一个振动方向的横波，它与自然光线是不同的。因此，我们把这种光，叫做非自然光或偏振光。使自然光变成非自然光的过程，在物理学上，叫做光的偏振化，与偏振化相反的过程，叫做光的退偏振化。

大多数人的眼睛不能分辨出偏振光与非偏振光之间的区别，而寻常的自然光线又很容易被自然界中很多物质所偏振

化。因此，在自然界中存在有各种各样的偏振光和非偏振光，人们除了有时会感到光线太暗或光线太强之外，很少有人能够注意到偏振光的存在。有时人们也能用肉眼直接观察到光的偏振现象，不过这种感觉都只是偶然短暂的。例如，有人看见天空中有一种若有若无的淡黄色光带，就是偏振光的表现。从玻璃窗或水面等反射出来的光线不是自然光线而是偏振光。

自然界中除了天空散射产生大量的天然偏振光外，兰色海洋也是由于海水分子散射出兰色偏振光所形成的。在日常生活用品中，如羊毛、丝、棉、麻、白头发、鱼鳞、赛璐珞、透明塑料等，都是能够产生双折射现象，通过它们可以把自然光线变成偏振光。

三、光 速

光的速度是物理学中一个重要的物理恒量。由于光的速度极快，十七世纪以前是不知道它的量值的，在1607年伽利略首先作测定光的速度试验，1675年勒麦从观察木星的一个卫星的食测定光的速度，约为215000千米/秒。1862年傅科用旋镜法在试验室内测得光的速度为 298000 ± 50 千米/秒。

现在认为在真空中的光速是 299792.9 ± 0.8 千米/秒，一般情况约为 3×10^{10} 厘米/秒。光在空气中的传播速度，略小于在真空中传播的速度，但相差很少，也被认为是 3×10^{10} 厘米/秒。光在其他媒质中传播的速度都小于真空，光在水中传播的速度大约是真空的 $3/4$ ，水晶中的光速大约是真空中的 $2/3$ 。金刚石中的光速大约是真空中的 $2/5$ 。

光速是很快的，太阳光到达地面需要8分18秒，北极星

光到达地面要44年之久。为了便于表示天体间的巨大距离，在天文学上采用光年来做距离的单位。所谓一光年就是光在一年内通过的路程，大约是 10^{18} 千米。

四、光 波

光波是电磁波，与无线电波相类同，由于电场和磁场的相互垂直方向振动着向空间传播出去，形成光波。波长一般用微米、毫微米或安格斯创单位表示。安格斯创单位 (Angstrom unit) 简称埃 (Å 或 Au)。电场和磁场都是眼睛所不能看见的，眼睛所能感受的光波是在一定范围内的电磁波，它在空气中的波长等于0.000055厘米 (或写作5,500埃，埃 = 10^{-8} 厘米)，频率等于每秒 5.45×10^{14} 次的电磁波称为可见波，乃是一个狭窄的波长间隔，范围大约在4,000~8,000埃之间，即0.00004~0.00008厘米，频率约从 7.5×10^{14} 到 3.75×10^{14} ，这一个波长间隔内的电磁波对人的眼睛起着直接的作用，它们对眼睛的视网膜施以一种特殊的刺激，这种刺激引起了视觉。可见光是一个连续的光谱，其光波长度的范围。

红	7,500~6,300埃
橙	6,300~6,000埃
黄	6,000~5,700埃
绿	5,700~4,900埃
青	4,900~4,600埃
兰	4,600~4,300埃
紫	4,300~3,800埃

这样一个范围以内的一切光波，眼是可见的。在此范围