

摄影实践 与处方

[美]约翰 S.卡罗尔 改编

测绘出版社

摄影实践与处方

[美]E.J.沃尔、富兰克林 I.约旦 编著

[美]约翰 S. 卡罗尔 改编

胡宏伟 戴勇书 译

朱新美 刘云峰 校



S004910%

测绘出版社

John S. Carroll
PHOTOGRAPHIC FACTS AND FORMULAS
American Photographic Book Publishing Co., Inc.
Garden City, New York, 1975

摄影实践与处方
〔美〕 约翰 S. 卡罗尔 改编
胡宏伟 戴勇书 译
朱新美 刘云峰 校

•

测绘出版社出版
三河县中赵甫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

•

开本 850×1168 1/32·印张 18 1/8·字数 471 千字
1984 年 6 月第一版·1984 年 6 月第一次印刷
印数 1—25,000 册·定价 2.25 元
统一书号: 15039·新 278

序 言

这本书可能是至今仍在使用的最早的一本摄影参考书。起初约在1903年以《摄影学的实践与处方》为书名，由坦纳特 (Tennant) 和沃德 (Ward) 公司出版和由 H. 斯诺登沃德 (Snowden Ward) 发行。发行以后的版本很少人知道，是由阿瑟戈德波尔德 (Arthur Godbold) 编辑的。

这本书的全新版本于 1924 年由 E.J 沃尔 (Wall) 教授完成，其书名改为《摄影实践与处方》，由美国摄影出版公司出版。这本书的两次修订版都是由富兰克林 I. 约旦 (Franklin I. Jordan) 编辑，分别于 1940 年和 1947 年再次由美国摄影出版公司出版。

现在的版本继承了沃尔教授版本的老传统，在某种程度上还沿用了该版本的版式。在编写这一版本时也不得不作出了一些重要的决定。显然，在修订这本书时必须增加一些新的方法，但问题是如何删去那些陈旧的内容。

现在的编者已编写了一本有关摄影暗室工作的参考书，即众所周知的《摄影暗室手册》，这本书通过定期的修订一直保持崭新的内容。要是这本书仅局限于当代普及的和有效的方法的话，那么它就只不过是其它卷本的翻版了。

另一方面，在一本书中杂乱地叙述一些陈旧的方法是没有价值的，因为其中所用的一些材料当今再也得不到了，例如 Defender Chromatone 方法。Defender 公司不再存在了；这种方法所用的材料也不由其它厂商所生产；其处方从未公布过；并且这种方法在现代彩色摄影中，在任何情况下都没有实用价值。

但当前一些有创见的摄影工作者正在回顾历史，并重新发现如下一些老的方法在今天又有着无比的吸引力，例如铂盐印象法、明胶重铬酸盐印象法和油溶印象法。我们认为这种类型的著

作应是保留和提供这些方法的原始操作指南的一种理想途径，因为它们全都是在较早的一些版本中给出的。

因此，我们最后决定，编入了一些能够买到材料的，或是通过容易买到的设备由摄影人员能够制作出材料的一些比较老的方法。所以，我们能对这样一些方法，例如普通食盐象纸、铁银印象法、铁盐印象法和其他印象法提供操作指南。

有一些难以确定的两可情况，例如溴釉印象法。现在已没有厂商专为这种方法制作溴纸，要得到需用的刷子和色素也不是非常容易的。不过使用现在能买到的某种溴纸，并且使印刷油墨或胶印油墨适合于色素，也能够利用这种方法；因此，其内容保留在这本书中。

在一些章节中还作了较大的改写，例如，关于光学的头一章，对镜头的校正理论稍许进行了相当深入的讨论。虽然这里只打算提供些资料，而不涉及使用的情况，但我们想到许多业余爱好者可能希望知道少许关于镜头是如何设计的知识。同样地，彩色摄影这一章也完全重写了，因为早期的方法对今天实际作业人员来讲没有任何现实意义。

最后，有一种难以确定的两可问题，有些方法或是试验性的，或是可能曾经在有些类型的软片上做过，但这种软片已不再买得到了，关于这些方法应该如何处理呢？我们认为这种书籍对实验人员有一种吸引力，因此我们以适当的告诫保留了许多古时的方法（例如，物理显影，定影以后显影和其它方法）。一般来讲，这样一些方法仅以基本的处方形式列出，没有给出操作指南，并且我们只能这样做。要问我们在给定的现代软片乳剂上这种方法的精确时间和温度，这实际上是要我们为你做实验。显然，摄影人员不应在有价值的软片上试验这样的方法，至少在他已进行了他自己的试验，并适当地证明了这些方法能得到所需要的结果之后才能这样做。

不可避免地，这里将会有一些省略，不可能希望这种类型的

书籍包括每一种最新的、尚不出名的处方和方法。我们欢迎读者来信，如果对某些类型的资料有强烈的要求，在将来修订这本著作时再把它编写进去。

约翰 S·卡罗尔

1975 年

目 录

第一章	光学	(1)
第二章	曝光	(42)
第三章	负片的显影	(86)
第四章	负片的定影、水洗和晾干	(168)
第五章	复制负片	(191)
第六章	加厚	(200)
第七章	减薄	(211)
第八章	投影印象	(226)
第九章	显象纸	(241)
第十章	象纸的调色	(288)
第十一章	银盐晒象纸	(311)
第十二章	铁盐印象法	(327)
第十三章	铂盐印象法	(341)
第十四章	油溶、溴釉和转印	(361)
第十五章	明胶重铬酸盐印象法	(375)
第十六章	碳素印象法	(382)
第十七章	各种印象法	(398)
第十八章	照相制版法	(410)
第十九章	幻灯片	(422)
第二十章	拷贝	(443)
第二十一章	彩色摄影	(452)
第二十二章	照相室与暗室指南	(506)
第二十三章	度量衡	(539)
第二十四章	化学药品表	(553)

第一章 光 学

除了针孔照相机以外(它的理论意义比实际意义更大),所有照相机都有镜头,并且所有镜头的作用原理都是大家所知道的光的折射。折射是当光线束通过两种不同密度的光学媒质界面的光线束的曲折现象。

因此,在图 1A 中,我们假定直线 YY' 是某光学媒质的表面,例如玻璃。而左方空间 N 是空气,右方空间 N' 是玻璃。一束投射到这一表面并与垂线(或法线)形成角度 a 的光线,在它进入玻璃后将产生曲折,并不再沿着它原来的路径(虚线所示)延伸,而是向着法线偏折,并与法线形成一个新的角度 b 。一般来讲,一束光线从一种光疏媒质传播到光密媒质是向着法线偏折,当然,从密媒质向疏媒质传播,则是偏离法线曲折。

显然,若表面是平面,则从实际表面很容易量测出这些角度。然而,大多数镜头不是平的,它们是球体的一部分,在这种情况下,确定曲面的法线比确定曲面本身更容易。初等几何学指出:一个球面的法线始终是从曲率中心 C 所引出的一个半径(图 1B)。

有一个简单的关系式能够计算出任一曲面上的精确折射量;根据此折射量便可利用几个简单的三角公式计算出光线通过任何数目的任意曲率曲面的路径。

这个关系式是(图 1A):

$$N \cdot \sin a = N' \sin b$$

而 N 和 N' 称为所讨论媒质的折射率。在玻璃目录中,对每种型号的玻璃已给出了 N , 且在此时它始终是以空气作为标准进行量测的。严格说来,标准应是真空,真空的折射率精确地为 1.000,

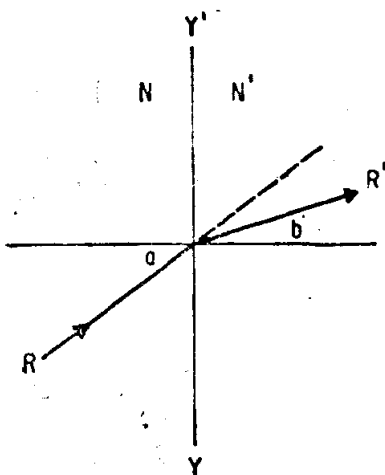


图 1A

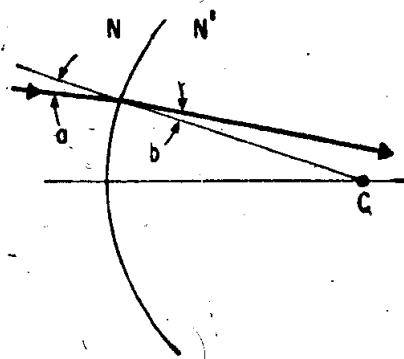


图 1B

但是在真空中进行量测是困难的。仔细量测以后表明，空气对真空的折射率为 1.00029，这个差异是非常小的，并且在任何情况下，最后的透镜实际上总是在空气中使用的。

透镜的光焦度

用下面的公式能够计算出透镜的近似 * 焦距(参照图 2)：

$$\frac{1}{F} = (N - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

为了正确地应用这个公式，对符号的规定必须统一。参照图 2，我们约定：当曲率中心在透镜表面的右方时(如 R_1)，该表面的半径为正或+，当曲率中心在透镜表面的左方时(如 R_2)，则我们认为半径为负或-。

举一个具体的例子，我们假定图 2 中的透镜是用对空气的折射率为 1.500 的玻璃制作的简单凸透镜，其半径分别为 $R_1 = 3$ 英寸， $R_2 = 4$ 英寸。由于曲率中心是在第二个表面的左方， R_2 为

* 这个公式仅仅是近似的，因为它省略了几项重要的因素，一项是透镜的厚度，另一项是象差的影响，所以它称为“薄透镜”公式，严格来讲，只有当透镜是无限薄时才是正确的，显然这是不可能的。

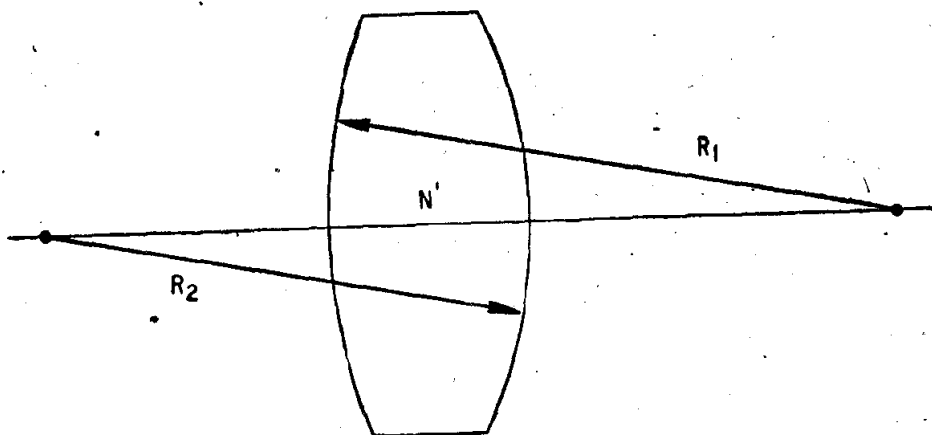


图 2.

负，所以我们可以建立如下公式：

$$\begin{aligned}\frac{1}{F} &= (1.5 - 1) \left[\frac{1}{3} - \left(-\frac{1}{4} \right) \right] \\ &= 0.5 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} \right) = 0.5 \left(\frac{4}{12} + \frac{3}{12} \right) \\ &= 0.5 \left(\frac{7}{12} \right) = 7/24\end{aligned}$$

则 $F = 24/7 \div 3 \frac{3}{7}$ 英寸

读者可以证明，只要严格地应用透镜表面的符号法则，上述公式总能给出近似的负或正的校正焦距。同样，就图 3 的双凹透镜来讲，在这种情况下，因 R_1 的曲率中心在左边， R_1 为负，显然，因 R_2 的曲率中心在右边， R_2 为正。

公式应为：

$$\frac{1}{F} = (1.5 - 1) \left[-\frac{1}{3} - \frac{1}{4} \right]$$

于是 $F = -24/7$ 或 $-3 \frac{3}{7}$ 英寸

简单地说，因为只是曲率反向，故焦距相同，但是负值，而

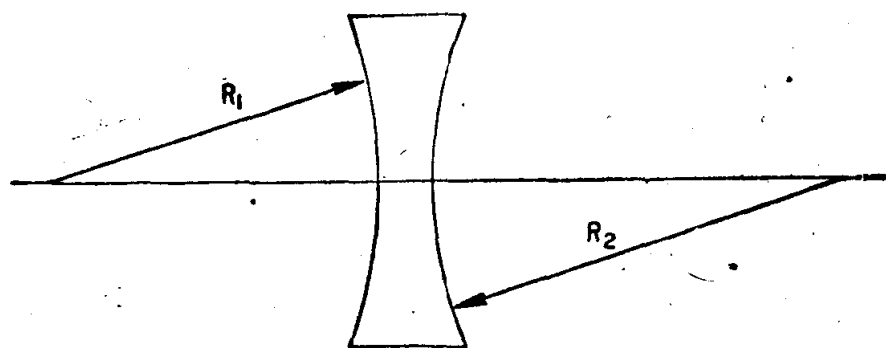


图 3

不是正值。

透镜的配曲调整

由上述显而易见，任何给定材料制作的透镜，其光焦度仅取决于透镜两表面的曲率之差，而不取决于曲率本身。为简化计，我们宁愿取表面的曲率值而不取半径；我们以半径的倒数定义为曲率，则：

$$C = \frac{1}{R}$$

而且，以焦距的倒数定义为透镜的光焦度，则：

$$P = \frac{1}{F}$$

然后将公式化简为：

$$P = (N - 1)(C_1 - C_2)$$

如果 R_1 和 R_2 是以米表示，则 P 以屈光度表示。

但是，如果透镜的光焦度仅取决于其材料的折射率和两个表面的曲率之差(要始终牢记，符号规定要一致)，那么就会有无穷多个不同曲率的透镜，它们都将有相同的焦距。请看图 4，在这里我们表示出了各种形状的透镜——凹凸、平凸和双凸。

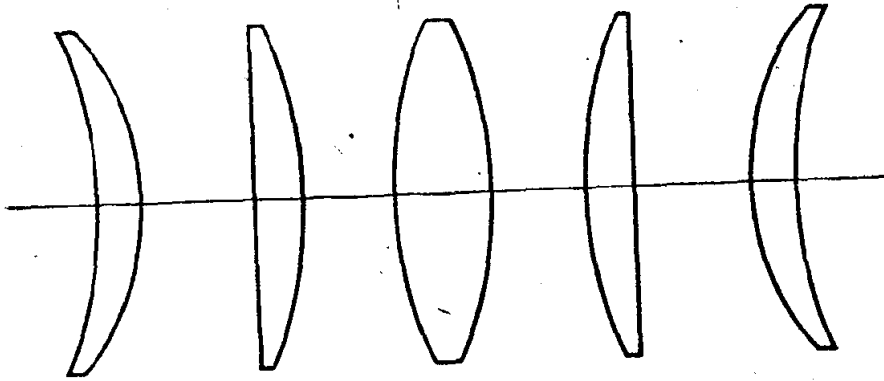


图 4

此图中，第一个透镜的 $R_1 = -5$ (米)， $R_2 = -2\frac{1}{2}$ ，因此 $C_1 = -0.2$ ， $C_2 = -0.4$ 。于是 $C_1 - C_2 = -0.2 - (-0.4) = +0.2$ ，如果 $N = 1.5$ ，则光焦度为 0.1 屈光度或焦距为 10 米*。

第二个透镜的第一个表面是平面，因此 $R_1 = \infty$ 。第二个表面的半径为 -5 ，因此 $C_1 = 0$ ， $C_2 = -0.2$ ，其差值便是 $0 - (-0.2) = +0.2$ 。此透镜也将有 0.1 屈光度的光焦度或 10 米的焦距。

双凸透镜具有 $R_1 = 10$ ， $R_2 = -10$ ，曲率是 0.1 和 -0.1 ，总的曲率是 $0.1 - (-0.1) = 0.2$ ，所以这种透镜也将具有同样的光焦度。

剩下的两个透镜只是第一、二两个透镜的反转，它们也有与其它透镜相同的光焦度。

在这里所做的，有点像是这些透镜是由某些柔软的可塑材料做成的，并把它们简单地弯曲成不同的形状，而没有替换任何材料一样。按照光学家的语言，这个过程就称为透镜的配曲调整，是指改变它的形状而不影响它的光焦度。

* 原文有错，已作更正。——译注

虽然光焦度保持相同，但改变透镜的形状对象差有很大的影响，所以配曲调整的处理在校正透镜系统中应用很广，特别是用于球面象差和慧差。

色散

至此，对某一特殊介质，我们把折射率 N 曾看成是一个常数，然而事实并不是这样：当我们使一蓝光和一红光以同样的入射角通过一介质时，我们发现蓝光比红光折射要大。还会发现绿光以某个中间的角度折射。

因为白光是由各种颜色的光线所组成，所以毫不奇怪，当我们使白光通过像玻璃这样的光学介质而折射时，各种颜色折射角度不同，使白光分离或“分散”成它的各组成颜色(图5)。由此我们可以推论出，一种光学介质(如玻璃)，对于组成白光的所有可能的颜色具有不是一个而是许多折射率。因此，通常被制造者所引用的 N 是用黄色的钠光量测出的，还给出了光学家所需要的几种其它值，如红光和蓝光的折射率。

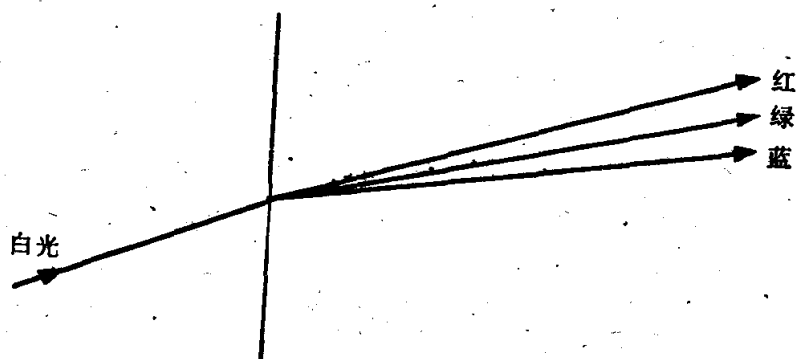


图 5*

由于玻璃的折射率随入射光的波长而改变，显然，已经给出的薄透镜光焦度公式将得出不同的焦距值，这取决于我们采用的 N 是什么样的值。这就是说，任何简单的透镜对各种颜色将有几个焦距，一般来讲，对蓝光焦距最短，对红光最长。这种焦点的

* 此图原文有误，已作改正。——译注

移位称为色差。

色差

一个单透镜总是有色差；它的焦距对蓝光比对红光短，如图 6 所示。幸亏有许多种玻璃，它们可分成两大类：冕玻璃，其折射率相对数低；火石玻璃，其折射率数高。每种型号的玻璃在折射率和折射率随颜色而变化这两方面有很多不同的差别（在这里我们称其为“色散”，这个词在数学上有更明确的意义）。

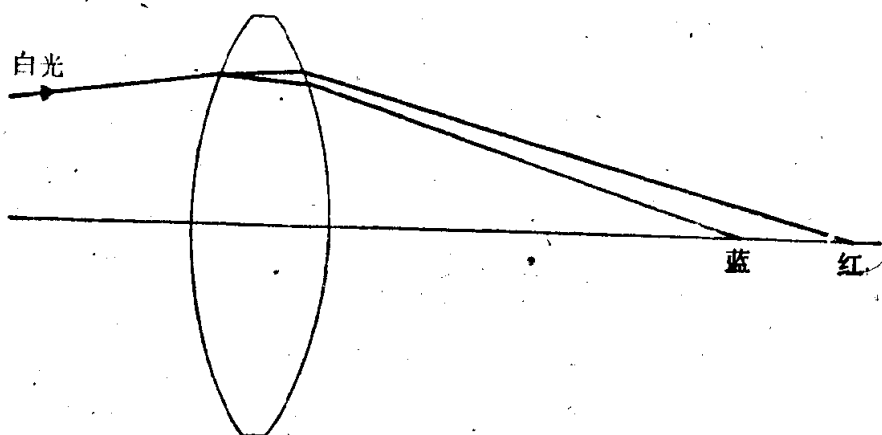


图 6

如果我们将两个曲率相等光焦度相反*的透镜组合起来，如图 7 所示，我们就会发现在第一个透镜中被分开了的色光，在第二个透镜中又重新组合，并聚焦在一个点上。然而，如果这两种玻璃型号相同，则两个透镜的光焦度相等，并且将彼此完全抵销，因而相当于一块平面玻璃，并且不能聚焦成一影象。

既然我们可利用的玻璃种类很多，消除色差的问题就成为找出两种色散几乎相等，但折射率不同的玻璃。如果色散完全相同，则这两种玻璃曲率相等但相反，这个系统的最终光焦度便由折射率之差求得。

* 此处原文欠妥，已作修改。——译注

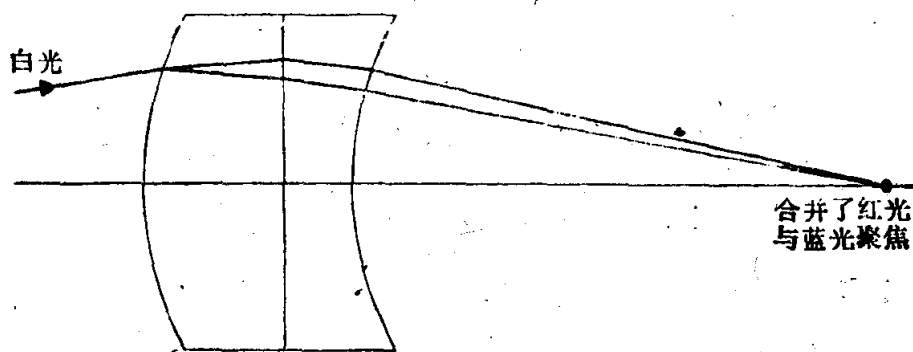


图 7

在大多情况下，不可能找到严格满足这些要求的玻璃。但是设计人员能够选择几块具有他所要求的特性的玻璃，然后将两块适当光焦度的元件配合起来制成消色差组合。暂时只要记着使用两种玻璃制成一个消色差组合就够了，这对选择两个元件的光焦度以保证所需要的焦距并同时抵销色彩的误差是必需的。两个元件的形状是不重要的，但在进行进一步的校正中将会有很大的价值。

球差

单透镜产生的影象通常很粗劣，当孔径很大时尤其如此。单透镜主要象差之一是球差(图 8)，这使得通过透镜边缘的光线比主光轴附近的光线折射的程度要大。

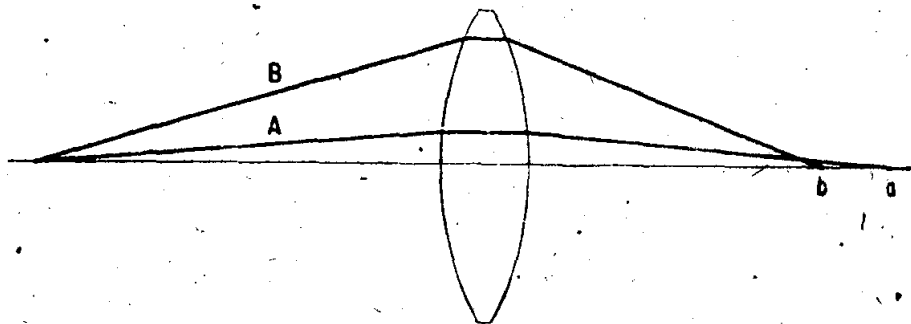


图 8

球差是由透镜本身的形状而引起，并能用一些不同于球形的其它形状加以校正。望远镜物镜通常是小孔径和长焦距的，其透镜表面有时改为抛物面。这样处理照相机镜头很昂贵，改正球差的常用方法是组合两个或更多的透镜。

一般说来，正球形透镜其边缘光线的聚焦比傍轴光线要更靠近透镜；这叫做正球差。负透镜则有相反的倾向；其边缘光线比其傍轴光线离透镜更远一些，因此它有负球差。

如上所述，球差是由透镜的形状所引起，当透镜有球形表面时，象差将随着光焦度相同而形状不同的透镜而变化。可以把一个透镜进行所有的配曲调整，将会发现某一种特殊的弯曲，其球差比任何其它配曲调整时要小。虽然不为零，但一个单透镜总有一定最小量的球差。

像色差一样，组合两个透镜，一个有正球差，另一个有负球差，这样做出的镜头有可能实际上完全没有球差。此外，透镜的最后光焦度由两种玻璃的折射率之差解答出来。

综合校正

我们已经指出：色差的校正取决于两个元件的光焦度，而球差的校正取决于已配曲调整的两个元件的形状。现在，对两个透镜进行胶合，此时我们共有三个自由度；两个光焦度和一个配曲调整（因为两个透镜胶合时，它们的接触半径必须相同）。这三个自由度此时能使我们达到三个目的——所需要的焦距，色差校正和对球差的校正。

然而，如果我们不将两个元件胶合，可以各自单独地配曲调整，此时则有第四个自由度；现在我们有二个光焦度和二个配曲调整，并能同时保证所需要的焦距和对色差、球差及慧差的校正。由此得到的透镜称为消球差镜。这仍然是未完全校正的——对摄影来讲最严重的象差常常是象散，但它和象场弯曲用简单的冕玻璃和火石玻璃是决不能校正的。

在1880年代采用“新”的耶那玻璃以后，发现新老玻璃的

组合能够使透镜不仅校正了色差，还校正了象场弯曲和象散。早期对“消象散透镜组”的打算是非常复杂的，通常是一种老型号的透镜，加上几个新玻璃的附加元件，其企图是保存现有的校正，增加对象散和象场弯曲的校正。一个这样的透镜做成以后，不少于 10 个元件！

然而，使用耶那玻璃及新近研制出的型号，制作一种校正程度很高而形式又很简单的透镜是有可能的。这种大家熟知的三合透镜，例如图 9，其自由度有：

三个配曲调整

三个光焦度

两个间隔

恰好足够得到所要求的焦距和校正：

色差

横色差

球差

慧差

畸变

象场弯曲

象散

许多大孔径透镜要用三个以上元件，很明显，其目的是在若干表面中分担一部分校正。

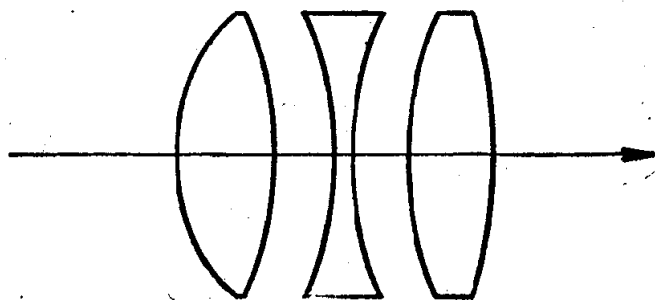


图 9