

# 大视场超消色差物镜

**摘要** 三种玻璃为组成超消色差物镜所必须满足的条件应叫做“Herzberger—关系，蔡司超消色差物镜是根据 Herzberger 和 Pulvermacher 的学说，按下列规定组成：在 5 至 7 片透镜构成的远摄物镜中，有 5 种 Herzberger—关系玻璃片，其中有一种是萤石，

多年来我们一直在注意有关消色差物镜意见的发展。我们很快地回想到：

Herzberger 在 1941 年指出（文献 1），光学材料的色散函数仅需要规定玻璃的四种常数。

$$n(\lambda) = A + B\lambda^2 + \frac{C}{\lambda^2 - \lambda_0^2} + \frac{D}{(\lambda^2 - \lambda_0^2)^2}$$

$\lambda(\mu)$ : 波长

$$\lambda_0^2 = 0.028$$

从中得出，任何四种不同玻璃制成的四片透镜，通过适当的分配光焦度，便可以供其组成四种颜色相重合的零级色散。1959 年他又指出（文献 2）。在什么条件下，三种玻璃组成的复消色透镜已经满足了这个目的。为此，玻璃必须满足图 1 所给的条件。图中  $P_*$  和  $P_{**}$  表示三种玻璃在外围的（例如，光谱的红外至红，紫外至蓝）相对部分色

散。根据 Marchand 的提法把这个条件简图说明：图 1 中光学材料以点描在  $P_*$ ， $P_{**}$  图表中。三种玻璃在一条直线上，其色散过程允许它的组合达到零色散。这种依赖关系的形式在下文还会超过三种玻璃。因其重要，

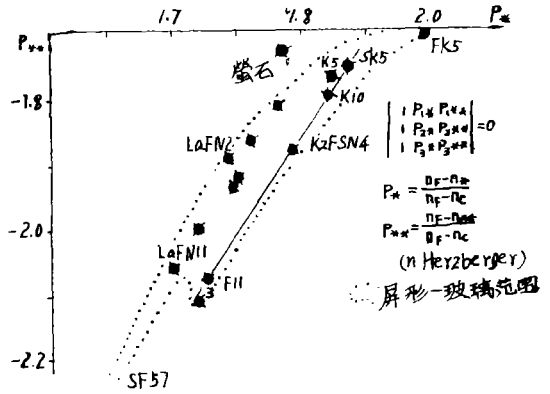


图 1 位于图中直线的许多玻璃是有“Herzberger 关系”的

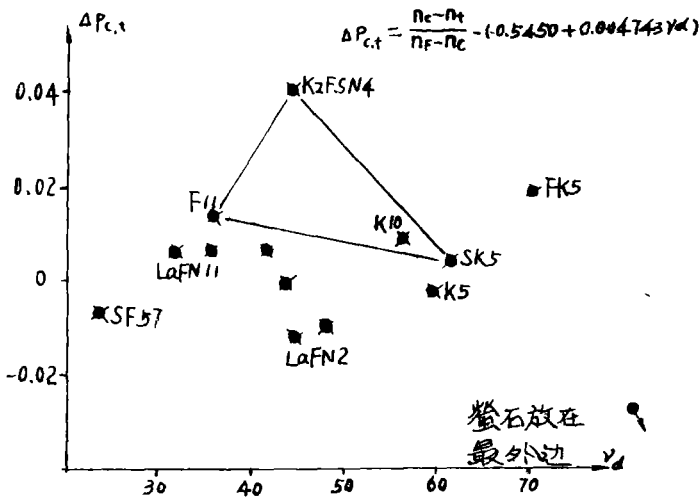


图 2 复消色差规则：三角面积要尽可能大

我想建议命名为“Herzberger—关系”，下文缩写为“H—关系”。此外就是古老的复消色差物镜规则：为了使三种玻璃固定分配的各个光焦度小，必须同时将玻璃位置在  $P_*$  或  $P_{**}$  图中伸展到尽可能大的三角范围(图2)。由这些玻璃计算出的透镜系统。

Herzberger 称为“超消色差物镜”。根据这一提示，实现超消色差物镜我们曾在不同的场合〔文献 3, 4〕做过实验。实验中主要是以超消色差的三片透镜分别代替熟知的物镜型单元。1·1 便适量地控制颜色视场象差。结果多是透镜数量扩大近三倍。

最后，在 1969 年 Herzberger 和 Pulvermacher 重视到三种玻璃以上的组合形式(文献 5, 6, 7)。由他们得出的规则尚可这样说：三种有 Herzberger—关系玻璃可以实现图象中心点的超消色差。四种无 H—关系的玻璃所起的作用是相同的，四种有 H—关系的玻璃可以附带校正颜色视场象差，例如倍率色差。同样，五种不具有 H—关系的玻璃也能做得到。通过五种有 H—关系的玻璃可以得到两种颜色视场象差的校正，其他等等……。

此外，就是复消色差透镜规则还有一些加以变化的应用。

借助于此，我们在蔡司厂进行了紧张的研究，即研究选择什么样的玻璃，从怎样的已知物镜类型，而能够经济地计算出带象场的超消色差物镜。我们上百次地进行过玻璃组合的试验。通常我们首先是根据消色差物镜的变化了的计算规则组合玻璃的片数。此后，我们决定着手于一个已知的物镜型号(例如：Ernostar)做为原型，将其透镜系列以新型选择的有相等光焦度的玻璃做超消色差的组合透镜代替进行试验。在许多情况下，由于我们选择使用的有 H—关系的玻璃是在三种以上，因此所算得的按光焦度的组合作单元不再是像三片透镜那样固定，却由于方程式的求值不全(始终反射三种颜色校正)，以及由此而得的一个或多个参数的解，相互间的光焦度就有可能产生误差，它往往组成为原物的初始结物。

然而，即使有好机会，一般没有完全地

到达完善的程度。即需要萤石。如果避免使用它就必然增大光焦度，以至只有在孔径很小的透镜系统中才会出现可取的表面曲率。虽然使用萤石，曲率非常适当，但是，在其光学特性方面，晶体萤石与光学玻璃却相当不接近。例如 1.433 的折射率非常低。但因为它在超消色差透镜中，几乎总是担负着最大的正光焦度。而至今熟知的物镜种类中几乎找不到前例，可以将这些物镜按这种方法，变为超消色差物镜。

还是在很早以前，在真正的远摄物镜的强会聚透镜中有过低的折射率，这正是 Petzvol 和所要求的。除了特别强烈的次级光谱干扰外，这正是我们为超消色差物镜选择长焦距的主要基础。但是，遗憾得是，已知的远摄型物镜也仅提供了一般必须探索的方向。众所周知，光学设计人员证明：一种物镜类型的性能是难于控制的，他主要只能起到平衡协调的作用，而在所有象差中达到质量的平衡。应该算是这种物镜型特有的而几乎不可改变的特性。物镜单元中过分的伪变化将使该物镜不可修正。

最后的结果是，得到了完全符合我们要求的新的类型，这种类型的物镜，可使我们借助消除仅有的几乎关键象差，来控制基本上已经校正过整个总体。

1. 如果我们选择四种或最好是五种带有 Herzberger 关系的玻璃，那么就可以有效地选择玻璃的范例，而我们会得到最好的效果。五种或者六种没有 H—关系的玻璃，虽然可以摆脱在  $P_*P_*$  图中存在的较少几种适用的玻璃类型的严格限制，但是，另一方面，它却不得不对一系列较高级的色差进行有效的控制，而在有 H—关系的情况下，这些色差的校正大部分我们可以迁就。我们对于有 H—关系的玻璃限制并不感到十分厌恶，因为我们宁愿费点力气选择玻璃，以此代替在计算上的大量劳动。

在此，我还想提出：Herzberger 关于超消色差三片型的曲折努力导致他发现 Herzberger 关系。如果不经过这一曲折道路，就不可能使我们直接获得有关多种玻璃相关性能的认识。

最后，还需要在这里谈一下最重要的结论。

图三是出售的具有6个透镜的远摄物镜。名为“Sommer 5.6/250 超消色差物镜”，用于象机 Hasselbald 500 C 和 Rollei b6。除了理论上命名的视场中心的彩色性能外，它还使得消色差的全部视场像面变平，并且几乎全部消除了直至幅面边角上的倍率色差。因此，整个可见光谱，加上红外一直到熟知的专用乳剂的灵敏度的界限内都能同时使用，而成像的清晰度实际上仅受衍射的限制。图4示出的6.7/600是该物镜的演变型。

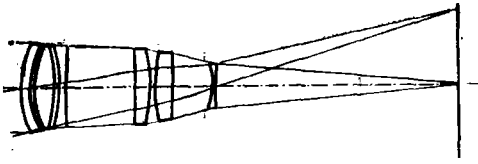


图3 用于 Hasselbald—摄影机和 Rollei b6 的“Somnar” 5.6/250 超消色差透镜

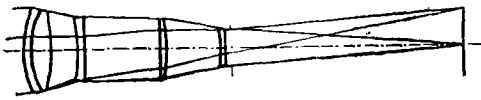


图4 用于6×6的超消色差透镜6.3/100

三个图解比较，可以说明超消色差物镜的作用。图5上部，表示标准远摄物镜对光的波长的大钩形的纵向色差。左面是红外，右面是紫色。超消色差物镜沿着零位线，曲折地穿过整个光谱。在图5的下部。在最后的6×6的视场中，类似地示出了横向色差。

图6仅全部可见光谱中，对这两种物镜的对比传递函数进行比较。

如果说一般的远摄物镜的对比在20线/毫米处就在50%以下，并且还将继续下降，那么超消色差物镜在视场中心仅受衍射限制，一直达到80线/毫米，甚至在视场边缘还大约很好地保持在40线/毫米。图7示出了具有6×6的两种5.6/250毫米物镜的类似比较。但是，目前该物镜使用专门红外胶片，附带滤光片。图上部为超消色差物镜，下部是合格的一般的标准物镜，左面是中心，右面是画幅四角，在全孔和日光条件下，这两种物镜构成的型号表现极有适应性，

肯定会有多种可适用于其它方面，诸如：电影和电视。

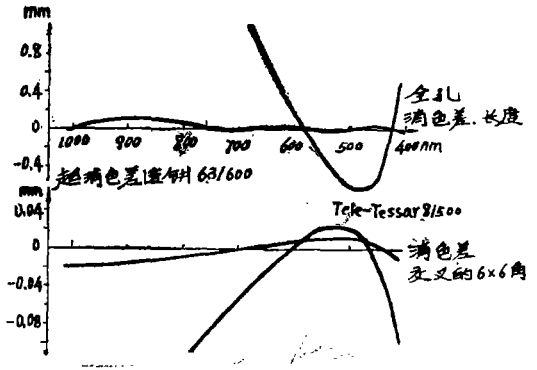


图5 与正常的8/500比较时6.3/600超消色差透镜的色纵向与横向象差

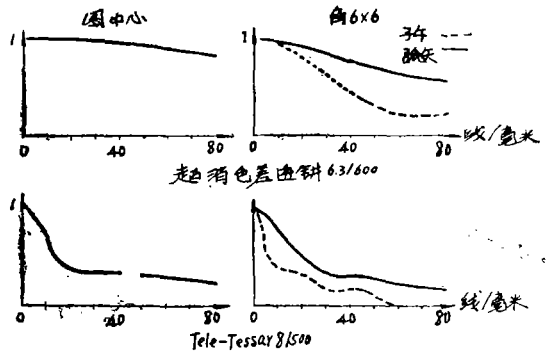


图6 在可见光与全孔时6.3/600超消色差透镜与正常8/500的对比传递函数比较

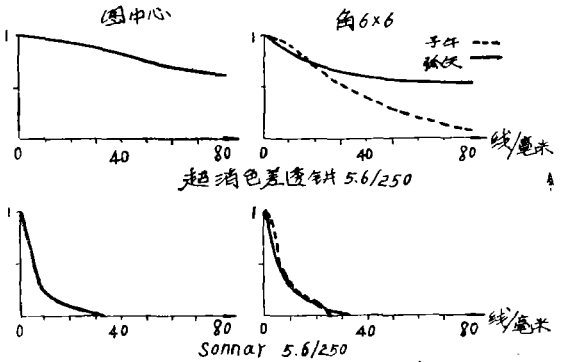


图7 Somnar 5.6/250 超消色差透镜与标准5.6/250比较时对比传递函数的比较。这种比较主要用红外光，但是在可见光中用目视校准进行的。Kodak—红外的Aero Nr.2424 (580—910毫米)具有Uratten滤波片25,及全孔与日光。

译自 Optik

1973年2期39册134—140页  
(张联维译 卢寿村 周毓平校)