

物镜

物镜是决定光学显微镜基本性能及功能的最重要的光学单元。因此，为了满足各种需求和应用，我们研制出了有着最佳光学性能和功能（这对光学显微镜而言也是最重要的性能和功能）的物镜，推出了能满足不同使用目的多种物镜产品。

基本上物镜是按照用途、观察方法、倍率、性能（像差校正）等进行分类。其中，按照像差校正来分类的是显微镜物镜特有的分类方法。

1 按照用途分类

光学显微镜的用途大致分为“生物用”和“工业用”两大类。物镜也可以按照这两种用途，划分为“生物用”物镜和“工业用”物镜。在生物用途中，一般是将生物标本放置在载玻片上，并从上面用盖玻片遮盖固定。由于生物用物镜需要透过盖玻片观察样本，所以采用了考虑到盖玻片的厚度（一般为 0.17 mm）的光学系统设计。而在工业用途中，一般是在金属矿物切片、半导体晶圆和电子零部件等标本没有被遮盖的状态下进行观察的。所以，工业用物镜采用了物镜前端和标本之间没有盖玻片状态的最佳光学系统设计。

2 按照观察方法分类

根据光学显微镜的用途开发出了各种观察方法，也开发出了对应这些观察方法的专用物镜。可以按照观察方法划分物镜。例如，“反射暗视场用物镜（内部透镜的周围有环状照明光路）”、“微分干涉用物镜（减少透镜内部失真，优化了与微分干涉棱镜的光学特性组合）”、“荧光用物镜（改善了近紫外线领域的透射率）”、“偏振光用物镜（极大程度减少了透镜的内部失真）”和“相位差用物镜（内置相位板）”等。

3 按照倍率分类

光学显微镜是在称为物镜转换器的装置上安装了多个物镜。这样，只要转动物镜转换器就可以把低倍率切换到高倍率，轻松完成倍率变换。所以一般是在物镜转换器上安装一组不同倍率的物镜。为此，物镜的产品阵容由低倍率（5×、10×）、中倍率（20×、50×）和高倍率（100×）物镜构成。其中，特别是在高倍率产品中，为了得到高清晰成像，我们推出了在物镜的前端与标本之间填充合成油、水等折射率高的专用液体的液浸物镜。另外，还推出了用于特殊用途的超低倍率（1.25×、2.5×）和超高倍率（150×）物镜等。

4 像差校正和物镜的分类

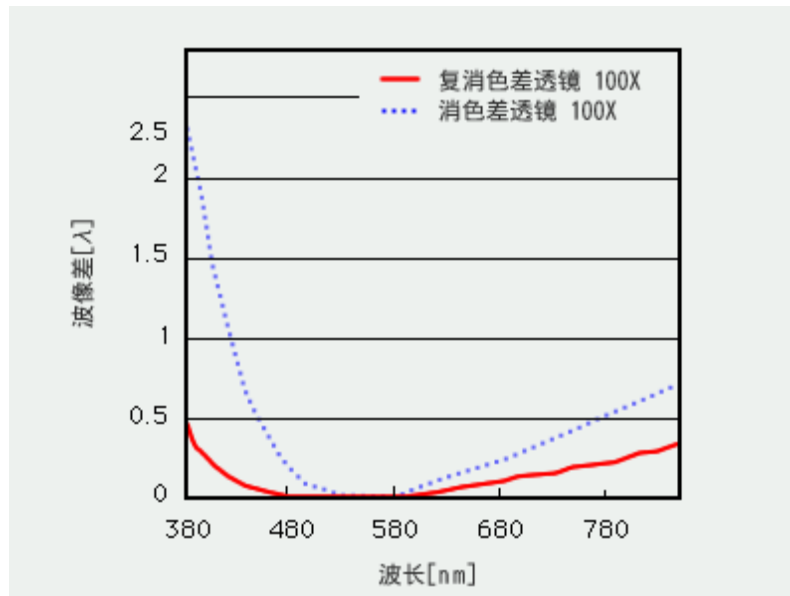
按照色差校正分类（等级）

根据轴色差（纵向色差）校正的程度，可以分为消色差、半消色差（Fluorite）、复消色差 3 个等级。产品阵容也按照普通级别到高级别排序，价格不同。

在轴色差校正中，校正了 C 线（红：656.3 nm）和 F 线（蓝：486.1 nm）2 种颜色的物镜称为消色差透镜（Achromat）。红蓝 2 色以外的光线（一般以紫色的 g 线为对象：435.8 nm）在离开焦平面的面上聚焦，这个 g 线称为 2 级光谱。色差校正范围达到这个 2 级光谱的物镜

称为复消色差透镜（Apochromat）。也就是说，复消色差透镜是对 3 色（C 线、F 线、g 线）进行轴色差校正的物镜。下图以波像差表示了消色差透镜和复消色差透镜在色差校正上的不同。由此图可以看出，与消色差透镜相比，复消色差透镜可以在更广的波长范围内校正色差。

★色差校正的比较（消色差透镜和复消色差透镜）



另一方面，该 2 级光谱（g 线）的色差校正程度，被设定在消色差透镜和复消色差透镜的中间的物镜，称为半消色差透镜（或称 Fluorite）。

显微镜物镜的光学系统设计中，一般来说 N.A. 越大，或者倍率越大，2 级光谱的轴色差校正就越难。不仅如此，由于轴色差以外的各种像差以及正弦条件都必须校正，所以难度更大。为此，越是高倍率的复消色差物镜，就需要越多的像差校正透镜，甚至有使用了超过 15 枚透镜的物镜。为了精确的校正 2 级光谱，有效的做法是将 2 级光谱色散较少的“异常色散玻璃”用于透镜组中效果较强的凸透镜。该异常色散玻璃的代表是萤石（ CaF_2 ），虽然萤石的加工比较困难，但是长久以来一直被用于复消色差透镜。最近开发出了异常色散性与萤石非常接近的光学玻璃，加工性也得到了改善，逐渐取代萤石成为主流。

★按照场曲校正分类

在显微镜的使用中，照片拍摄和电视摄像机的拍摄越来越普通，对鲜明的全视场影像的要求也越来越多。因此，能精确校正场曲的平面（Plan）物镜逐渐成为主流。在校正场曲时，需要将光学系统的匹兹堡（Petzval）曲率设计为 0，而倍率越高的物镜其校正越难（难以与其他各种像差校正并存）。被校正过的物镜上，前端的镜片组为较强凹下形状，而后端的镜片组的构成也为强凹下形状，这是透镜类型上的特征。