

金相显微镜的结构、原理及应用解析

金相显微镜主要用于鉴定和分析金属内部结构组织，它是金属学研究金相的重要仪器，是工业部门鉴定产品质量的关键设备，该仪器配有摄像装置，可摄取金相图谱，并对图谱进行测量分析，对图象进行编辑、输出、存储、管理等功能。

金相显微镜是将光学显微镜技术、光电转换技术、计算机图像处理技术完美地结合在一起而开发研制成的高科技产品，可以在计算机上很方便地观察金相图像，从而对金相图谱进行分析，评级等以及对图片进行输出、打印。众所周知，合金的成分、热处理工艺、冷热加工工艺直接影响金属材料的内部组织、结构的变化，从而使机件的机械性能发生变化。因此用金相显微镜来观察检验分析金属内部的组织结构是工业生产中的一种重要手段。

金相显微镜主要由光学系统、照明系统、机械系统、附件装置（包括摄影或其它如显微硬度等装置）组成。

根据金属样品表面上不同组织组成物的光反射特征，用显微镜在可见光范围内对这些组织组成物进行光学研究并定性和定量描述。它可显示 500~0.2m 尺度内的金属组织特征。早在 1841 年，俄国人（П. П. А. Н. С. О. В.）就在放大镜下研究了大马士革钢剑上的花纹。至 1863 年，英国人（H. C. Sorby）把岩相学的方法，包括试样的制备、抛光和腐蚀等技术移植到钢铁研究，发展了金相技术，后来还拍出一批低放大倍数的和其他组织的金相照片。索比和他的同代人德国人（A. Martens）及法国人（F. Osmond）的科学实践，为现代光学金相显微术奠定了基础。至 20 世纪初，光学金相显微术日臻完善，并普遍推广用于金属和合金的微观分析，迄今仍然是金属学领域中的一项基本技术。

金相显微镜是用可见光作为照明源的一种显微镜。分立式和卧式，[光学显微镜 a 立式显微镜 b 卧式显微镜]。它们都包括光学放大、照明和机械三个系统。

放大系统是影响显微镜用途和质量的关键。主要由物镜和目镜组成。

显微镜的放大率为：

$M_{显} = L / f_{物} \times 250 / f_{目} = M_{物} \times M_{目}$ 式中 $[m_1]$ $M_{显}$ ——表示显微镜放大率； $[m_2]$ $M_{物}$ 、 $[m_3]$ $M_{目}$ 和 $[f_2]$ $f_{物}$ 、 $[f_1]$ $f_{目}$ 分别表示物镜和目镜的放大率和焦距； L 为光学镜筒长度；250 为明视距离。长度单位皆为 mm。

分辨率和象差透镜的分辨率和象差缺陷的校正程度是衡量显微镜质量的重要标志。在金相技术中分辨率指的是物镜对目的物的最小分辨距离。由于光的衍射现象，物镜的最小分辨距离是有限的。德国人阿贝（Abb）对最小分辨距离（ δ ）提出了以下公式

$$\delta = \lambda / 2n \sin \varphi$$
 式中 λ 为光源波长； n 为样品和物镜间介质的折射系数（空气： $n=1$ ；松节油： $n=1.5$ ）； φ 为物镜的孔径角之半。

从上式可知，分辨率随着 $\sin \varphi$ 的增加而提高。由于可见光的波长 λ 在 4000~7000 之间。在 φ 角接近于 90 的最有利的情况下，分辨距离也不会比 0.2λ 更高。因此，小于 0.2λ 的显微组织，必须借助于电子显微镜来观察（见），而尺度介于 $0.2\lambda \sim 500m$ 之间的组织形貌、分布、晶粒度的变化，以及滑移带的厚度和间隔等，都可以用光学显微镜观察。这对于分析合金性能、了解冶金过程、进行冶金产品质量控制及零部件失效分析等，都有重要作用。

象差的校正程度，也是影响成像质量的重要因素。在低倍情况下，象差主要通过物镜进行校正，在高倍情

况下，则需要目镜和物镜配合校正。透镜的象差主要有七种，其中对单色光的五种是球面象差、彗星象差、象散性、象场弯曲和畸变。对复色光有纵向色差和横向色差两种。早期的显微镜主要着眼于色差和部分球面象差的校正，根据校正的程度而有消色差和复消色差物镜。近期的金相显微镜，对象场弯曲和畸变等象差，也给予了足够的重视。物镜和目镜经过这些象差校正后，不仅图象清晰，并可在较大的范围内保持其平面性，这对金相显微照相尤为重要。因而现已广泛采用平场消色差物镜、平场复消色差物镜以及广视场目镜等。上述象差校正程度，都分别以镜头类型的形式标志在物镜和目镜上。

光源最早的金相显微镜，采用一般的白炽灯泡照明，以后为了提高亮度及照明效果，出现了低压钨丝灯、碳弧灯、氙灯、卤素灯、水银灯等。有些特殊性能的显微镜需要单色光源，钠光灯、铊灯能发出单色光。

照明方式金相显微镜与生物显微镜不同，它不是用透射光，而是采用反射光成像，因而必须有一套特殊的附加照明系统，也就是垂直照明装置。1872年兰（V. vonLang）创造出这种装置，并制成了第一台金相显微镜。原始的金相显微镜只有明场照明，以后发展用斜光照明以提高某些组织的衬度。

日常维护、保养及注意事项

为保证系统的使用寿命及可靠性，注意以下事项：

1. 试验室应具备三防条件：防震（远离震源）、防潮（使用空调、干燥器）、防尘（地面铺上地板）；电源：220V±10%，50HZ 温度：0度-40度。

2. 调焦时注意不要使物镜碰到试样，以免划伤物镜。

3. 当载物台垫片圆孔中心的位置远离物镜中心位置时不要切换物镜，以免划伤物镜。

4. 亮度调整切忌忽大忽小，也不要过亮，影响灯泡的使用寿命，同时也有损视力。

5. 所有（功能）切换，动作要轻，要到位。

6. 关机时要将亮度调到最小。

7. 非专业人员不要调整照明系统（灯丝位置灯），以免影响成像质量。

8. 更换卤素灯时要注意高温，以免灼伤；注意不要用手直接接触卤素灯的玻璃体。

9. 关机不使用时，将物镜通过调焦机构调整到最低状态。

10. 关机不使用时，不要立即盖防尘罩，待冷却后再盖，注意防火。

11. 不经常使用的光学部件放置于干燥皿内。

12. 非专业人员不要尝试擦物镜及其它光学部件。目镜可以用脱脂棉签蘸 1:1 比例（无水酒精：乙醚）混合液体甩干后擦拭，不要用其他液体，以免损伤目镜。