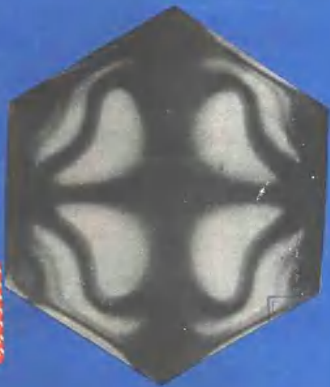


528362

偏光显微镜原理、仪器和应用

陈淳福 译

李明贵 校



桂林冶金地质学院

西北有色金属地质研究所

一九八四年

翻译说明

中国有色金属工业总公司矿产地质部组织陈淳福(桂林冶金地质学院)工程师负责翻译西德莱兹厂新型《偏光显微镜原理、仪器和应用》说明书,由李明寰(西北有色金属地质研究所)高级工程师校核。最后确定由桂林冶金地质学院负责印刷并内部发行。目的是为从事岩矿工作的同志便于掌握这种新型显微镜的技术性能和使用方法,更好地为四化作出贡献。

原 序

亨利 (Henry Fox Talbot) 在1834年首次装置一台偏光显微镜。此后几年对专用偏光仪器的需要一直不高。岩石学家满足于用尼科尔 (NICOL) 棱镜装置的显微镜。制造厂家之一就是莱兹厂 (Ernst Leitz, Wetzlar)。1885年该厂生产了专用偏光显微镜。这种透射显微镜, 立刻成为矿物学家和地质学家用来测定矿物各种参数的最重要的仪器。

马克斯·贝瑞克 (Max Berek, 1886—1949) 对偏光现象进行了大量的研究, 其成果在大量的研究报告和重要设计中可找到。这种偏光方法, 最初仅用在岩相学, 然后越来越多地应用到各行各业。W.J. Schmiel 首先把偏光应用于生物学和医学。

显微镜马蹄形的底座, 反光镜, 弯曲的支柱和粗细调节 (后来发展为同轴旋转系统), 几十年一直是典型的式样。直到五十年代才被奥脱鲁克斯偏光 (ORTHOLUX—

POL) 和以后的斯姆偏光 (SM—POL), 拉包鲁克斯偏光 (LABORLUX—POL) 和地阿鲁克斯偏光 (DIALUX—POL) 取代。

魏次勒 (Wetzlar) 工厂在1967年介绍了与生物显微镜架相似的奥脱鲁克斯新型显微镜, 在1972年发展为上列一些新型仪器:

HM—POL、SM—LUX—POL、ORTHOLUX—POL、MK 和 BK。

在这本小册里阐明了偏光显微镜的理论、仪器和应用原理。引用的文献在附录里给予详细说明。

作者为显微照相术感谢 Dietmar Kristen 先生和 Karl Friedrich Koch 先生; 为精心绘制的各种插图而感谢 Helga Dietrich 小姐和 Sieglinde Slansky 夫人。

目 录

I. 原理

自然光波

波长 " λ "

频率 " ν "

偏振

干涉

光在真空中和物质中的传播

透光的和不透光的物体

光速和折射率

相差

均质性

非均质性—双折射

一轴晶

光性符号

双折射和偏振

双折射的方向作用

折射率的描述

二轴晶

吸收性—多色性—二色性

旋光性

II. 仪器

偏光显微镜

镜架

光源和滤光片

视域光阑

偏振器

偏振聚光镜

旋转物台

物镜座

镜筒插口

检偏器

偏光镜筒

用于偏光显微镜的物镜

目镜

专用偏光仪器

倒置显微镜

体视偏光显微镜

35mm 投影仪的偏光附件

偏光显微投影

III. 偏光显微镜和附件的应用

结构和双折射之间的关系

制备样品

显微镜的安装调节和保养

直光镜

用单偏光进行研究

用正交偏光进行研究

标准位置

对角线位置和干涉色

相差的相加和相减

补偿器

瑞特 (WRIGHT) 目镜

圆偏光

锥光镜

一轴晶的锥光

二轴晶的锥光

显微镜的特种方法

万能旋转台

勃氏 (BERTRAND) 透镜

的特殊用途

在入射偏光下的显微镜

杰明——列别代夫 (JAMIN—

LEBEDEFF) 的偏光—干

涉装置

透射光的干涉差装置 T

入射光的干涉差装置 R

入射光的油浸反差物镜

折射率的测定

用于偏光显微镜的其他附件

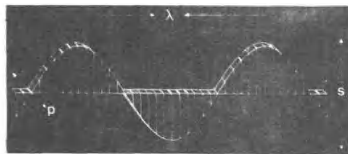
I. 原理

自然光波

光是一种振动的电磁波。解释干涉和偏光显微镜产生的许多现象，可把光线设想为一端固定着的绳子的横向振动，如果在绳子的释放端给一个运动，波动将沿着绳子的纵线方向传播。

确定光的振动（图1）有：波长、频率、传播方向、振动方向、传播速度、强度。

图1：横波的波长 λ ，振动方向（振幅）S和偏光方向P。S对应电磁波的电向量P是磁向量。



波长“ λ ”

波长即光波两个相同点的距离（图1）。即两个波谷（最低点）或波峰（最高点）的距离。

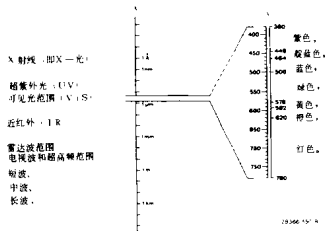
电磁波振动的波长通常用希腊字母“ λ ”表示。人的眼睛能看见的仅仅是电磁波波谱的有限范围，称“可见光范围”（图2）。

光的计量单位用毫米（ $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$ ）。有时量度单位用埃（ $1\text{ \AA}, 1\text{ \AA} = 10^{-10}\text{ m}$ ）或用微米（ $1\text{ }\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$ ）。光波长是指真空中的读数，因为在物质里光波长就会变短。阳光的可见光照到地球的一般波谱结构见图3）。人眼能见的可见光的波段约在550 nm（绿光）。

人的眼睛不能从阳光或白炽光的多种混合波中识别任

何一种光的波长。在实践中，通常能看见的如日光，是可见的白光。如果从这种混合白光中用滤光片滤掉一部份，选择反射或散射，这时眼睛将会看到一种带颜色的图象（天蓝色、亮玫瑰红色及各种颜色等等）。

图2：电磁波的波谱范围



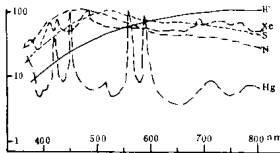
频率 ν

光在一秒内振动的次数叫频率。可见光的频率 10^{14} 赫兹/秒。当电磁波穿透物质时频率不变，而速度和波长是要减少的。（图7）

描述无线电的频率用兆赫，千赫，而在光学范围内实际是不用的。在这里使用光的波长，几乎始终在真空中准确测定。

图3：有关各种光源的光谱成分，在可见光范围里最明亮的区域作为100（对数级）。

H 钨卤素灯：	Xe 超高压氙灯：
S 阳光：	N 北极光：
Hg 高压汞灯：	



偏振

线偏振

假使振动产生于一根挂着的松弛的绳子，振动的传播总是在一定的平面里。这平面就称作振动面或振动方向（图1）。

电磁波也一样，在一定的平面内振动。仅仅包括相同振动方向的光，称作线偏光。包括无数不同方向振动的光，称作自然光。它与单一波长的（单色光）或者多种波长混



干涉

条件适合时电磁波很象机械波的状况，例如当光相干时，即是两个光波相遇有下列几种情况：

合的光（例如白光）是无关的。电向量方向称作振动方向、另外偏光方向，与磁向量一致，而与电向量正交。在本文内关于偏光现象的解释，仅用振动方向。没有借助，肉眼是不能识别偏振光和自然光的。

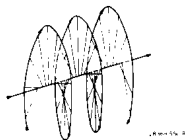
圆和椭圆偏振

绳子的振动可以是呈螺旋形的：振动方向不断地更换。可以想像三维振动是由二条相同频率互相正交的和有相位变换的线偏光构成（参考图6、7）。光波的相差一般用希腊大写字母 Γ = (Gamma) 表示。假使相位变换确实如 $\lambda/4$ 、 $3/4\lambda$ 、 $5/4\lambda$ ……（图1），即产生圆偏振光，其横切面是圆形的（图4）。其他相差则引起椭圆偏振光，即横切面是椭圆的（图5）。0、 $\lambda/2$ 、 $3/2\lambda$ 相差产生线偏振光。

偏振器是用以产生固定振动方位的光波（图2）。各种偏振器的描述在以后。

图4：相同振幅的两个互相垂直振动的光波相差 $\lambda/4$ ，构成圆偏振光。

图5：椭圆偏振光的振动



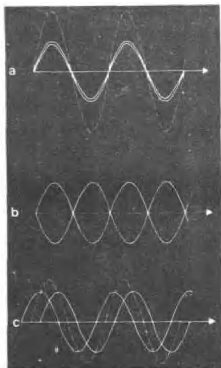
- 相同方向振动（偏光）
- 相同波长
- 同起源于一光源的相同点

若同相位混合波，两个波的振幅相加成为较大的振幅（图6 a）。

如在另一种情况，最初振动是相反的（相位差 $\lambda/2$ 、 $3/2\lambda$ ……波谷与波峰是一致的），两个振幅便互相抵消。（图6 b）。

如相位移动不是一个或半个波长，合成波的振动可能是大于或小于或等于最初波（图6 c）。假如两个波长相同，而振动方向不同的原始波，不产生干涉。结果是一个椭圆或圆偏振光（图4、5）。

图6：相同振幅光波的干涉



- a. 相差 $\Gamma = 0$ b. 相差 $\Gamma = \lambda/2$
c. 相差 $\Gamma = \lambda/4$ 合成波用断线表示

光在真空中和物质中的传播

透光的和不透光的物体

可见光能透射的物体称为透明体。许多物质肉眼观察最初看来是不透明的，如同岩石，磨制成薄片则变成透明的，这样能用透射光显微镜进行研究。

在很薄的薄片也很少透明的物质，称为不透明体，它们包括煤、金属和金属矿物。不透明体用透射光研究，必须制成 $< 1 \mu\text{m}$ 的薄膜。因为这样制片是很困难的，用抛光的光片进行显微镜的入射光研究经常优于透射光研究光速和折射率

所有电磁波在真空里的速度是299550公里/秒。在透明体里光的速度是要减慢的。光在真空中比在特定的介质中传播速度要快，这个因数称为折射率 n 。例如水的折射率 $n = 1.33$ 。所以光在水中的速度是225000公里/秒。

另外一些例子：

空气 $n = 1.0003$	冰 $n = 1.31$
石英 $n = 1.43$	玻璃 $n = 1.1 \cdots 2.1$
岩盐 $n = 1.54$	石榴石 $n = 1.99$
金刚石 $n = 2.42$	金红石 $n = 2.7$

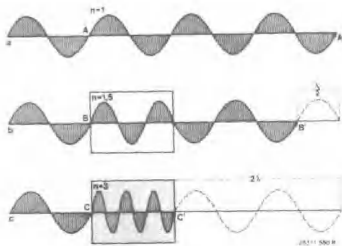
折射率是识别和鉴定固体和液体的参数。

折射率不仅取决于物质，在狭窄的范围内也取决于波长。波长对折射率的影响称为色散。温度也能影响折射率。所以准确表示折射率要说明温度和波长。例 $n_D^{20} = 1.5543$ 。

（* D 钠蒸汽双线波长589.0和589.6 nm。是测定折射率经常用的波长。）

图7：光波通过不同折射率的介质之后波前的延迟

- a) 真空 (延迟为 0)
- b) 折射率 $n = 1.5$ 的介质 (延迟 $\lambda/2$)
- c) 折射率 $n = 3$ 的介质 (延迟 2λ)



相差

图7表明开始是三种相位一致的光波 a、b、c 和通过不同折射率的介质所产生的延迟。光波同时到达三种介质的 A、B、C 三点。

之后三个振动波 (相位) 到达 A'、B'、C' 三点。b 波比 a 波迟半个波长 ($\lambda/2$)，同时 c 波比 a 波迟两个波长 (2λ) (波前变形)。这种迟到的现象在光学中称为相差。测量单位采用某种波长单位 (例如 $\lambda/2$) 或米制单位 (例如 257 nm)。

波长随着传播速度的减少而减少 (图7)，光的颜色感觉保持不变。

下列是光的传播速度 C' 频率 ν (常数) 和波长 λ' 之间的关系

$$C' = \lambda' \cdot \nu$$

均质性

光在物质中所有方向是同样的速度 (折射率) 称作均质性。它们包括气体、液体、玻璃和全部立方晶系的晶体 (例如岩盐— NaCl)。对于光在均质体中各方向速度一致

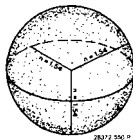


图8：光速是传播方向的函数，均质体的折射率表现为球体。

射率)的描述引伸出一个均质性的球体(图8)。

均质物质在形变的情况下(例如急速冷却的玻璃)引起非均质性,它们的折射率随方位而定。

非均质性——双折射

一轴晶

假如通过一小片若干mm厚的方解石观察一个物体时,会出现两个物象(图9)。当旋转这块方解石时,一个影像保持不动,另一个同样明亮的影像围绕固定影像作圆周旋转。

把每一束光线分成两种光的现象,称为双折射。垂直入射的光线通过物体是一根直线(如在均质体中),而另一束光线向横向移动。直线称为常光(O或 ω) (译注:

*原文为 ϵ ,实应为 ω),那个有位移的称为非常光(e 或 ϵ)

仔细试验看到两个图象不能同时投影在那里:常光和非常光线传播速度(折射率)是不同的。常光的折射率称为 n_o ,非常光称为 n_e 。

双折射率之差 $\Delta n = n_e - n_o$ 。

是物质的最重要的特征常数。

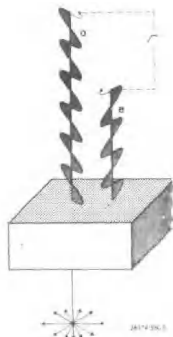
它用偏光显微镜测定。通称双折射。

因这两束光线的传播速度不同引起相差

图9:方解石解理晶片的双折射



图10:双折射光线穿透图解O-常光,e-非常光,I-相交



光性符号

在许多双折射的物质里非常光的折射率高于常光的折射率。而另一些物质,常光的折射率高于非常光。

第一种情况,物质是正的双折射, ($n_e - n_o$ 是正值),第二种情况为负双折射 ($n_e - n_o$ 是负值),物质的这种特殊性质称为光性符号,可用勃氏透镜在锥光下观察确定。在另一组双折射的物质里(双轴晶)两束光线发生平行位移。出现两支非常光。较高折射率称 n_x ,较低的折射率称 n_y 。为了简化,无论 n_x 和 n_y ,也用在轴晶物质分别表示较低的和较高的折射率。

双折射和偏振

在双折射中产生的两束光线,它们的偏振方向也不同,它们的振动严格地互相垂直(图10);这两束光线的振动方向称 e 和 O (非常光和常光)或 γ' 和 α' 。

用起偏器观察一片方解石产生的双影像,能够证实两个偏振方向是互相垂直的。当方解石薄片或起偏器旋转时“常光”和“非常光”影像,在旋转 45° 后轮换消失。

双折射的方向作用

光速差 ΔC 随着光线通过双折射物体的方向而变化。以方解石和石英为例,两者都有一个方向,即不产生偏振也没有双折射现象。在这种特殊的方向,晶体非常类似光学均质的物体。这特殊的方向被称为光轴。

上二者,两个折射率之间的最大差值 Δn ,发生在结晶轴(C)的垂直方向;这种数值称为特殊双折射或最大双折射。二者之间数值标为 $\Delta n'$ (图11)。

—轴晶双折射矿物的例子

	n_e	n_o	Δn	光性符号
石英	1.553	1.544	0.009	+
锆石	2.015	1.960	0.055	+
方解石	1.486	1.658	0.172	-
刚玉	1.760	1.767	0.007	-
磷灰石	1.630	1.633	0.003	-

折射率的描述

假使常光和非常光的光速或折射率作为方向的函数标在图纸上,可获得下列图形:

a) 常光是圆形,三度空间的描述是球体(图11);

b) 非常光是椭圆形,三度空间的描述是迴旋的椭球体(图11)。

在正的双折射的结构里,常光的折射率比非常光的折射率低。当用图解表示折射率时,圆或球体(n_o)内切在椭圆或椭球体里(n_e)。

在负的双折射的结构里,正相反,椭圆或椭球体(图

11) 内切圆或球体里。

图11: 一轴晶正光性(左边)和一轴晶负光性(右边)折射率的两种图解:

C 光轴

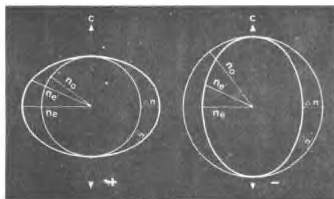
n_o 常光的折射率(常数)

n_e 非常光的折射率最大值

n' 中间值

Δn 双折射最大值(在晶轴的垂直方向)

$\Delta n'$ 中间值。



光率体

折射率表示为一个圆和一个内切或外切的椭圆(或分别为球体和椭球体),是很直观和容易理解的,只要这两束光线的振动方向不包括在内。

因为光的振动方向在晶体光学中起重要的作用,描述光线传播方向、振动方向和折射率数值的所有关系是更好些。这就是用光率体说明以下某些简单的论点。

常光和非常光相应的折射率,以任意标尺标记在两个光线的振动方向(图12)在所有传播方向连接各端点即形成光率体(图13)一轴晶是一个迴旋椭球体。

反之从光率体可以确定折射率和振动方向如下:

垂直有关的传播方向通过光率体中心切一截面。(图13c)。这截面是一个椭圆。椭圆的两个半轴表示两个振动方向和未知的折射率。在晶轴截面的图象是圆形：没有特殊的振动方向（表现均质性）。

图12：光率体的构成；折射率 n_x 和 n_y 的大小标在振动方向。

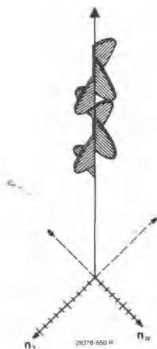
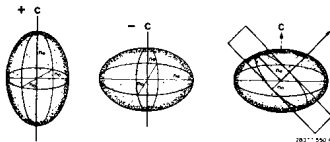


图13：光率体

左边：一轴晶正光性

中间：一轴晶负光性

右边：从结晶体的任意切面的光率体，测定光的振动方向和折射率 n_x 、 n_y 。



二轴晶

除在一个方向显示均质性的双折射物质外，还有第二组双折射物质有两个特殊的方向。这些物质如糖、硫代硫酸钠（定影剂）长石和云母。多于两个光轴结构的物质还未见到。

两个光轴之间夹的锐角，称为光轴角，缩写为 $2V$ 。它的数值可以是 0° （=一轴晶）到 90° 。光轴角大小决定于物质的结构和化学成份。光轴角的测定用勃氏透镜在准光下观察或是用旋转台。

折射率和光线传播的空间分布比一轴晶结构错综复杂得多。这种情况下光线分成互相垂直的两束偏振光，两者都受到平行移位，产生两束非常光线。

不似一轴晶折射率 n_x 和 n_y ，而在二轴晶结构里我们区分为三个特有的折射率。

n_a = 光在光轴方向传播时的折射率。

n_o = 最低折射率。

n_e = 最高折射率。

n_a 和 n_e 是中间值，其差值为 $\Delta n'$ 。对应的振动方向分别称为 α 、 γ 或 α' 、 γ' 。

为简化起见，在一轴晶结构里最小和最大折射率也称为 n_o 和 n_e （代替 n_x 和 n_y ），也就是 $2V = 0$ 的二轴晶结构的特殊情况。

光轴的钝角和锐角的平分线,分别被称为钝角和锐角光率体(图14)不同于一轴晶结构不是一个回旋椭球体,而是一个以 n_α 、 n_β 、 n_γ 为半径的三轴椭球体。

光轴垂直于横切光率体的两个圆形切面:双折射率最大方向($\Delta n = n_\gamma - n_\alpha$)叫作光性法线(N)。在光率体模型下它重合于 n_β ,光性特征取决锐角等分线是同 n_γ 重合(正光性)或同 n_α 重合(负光性)。

图14: 光率体

左边: 正的二轴晶

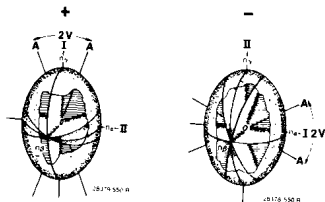
右边: 负的二轴晶

$2V$ 光轴角

O A 光轴

I 锐角等分线

II 钝角等分线



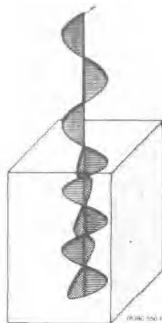
吸收性—多色性—二色性

大多数的双折射物质由双折射产生的两束光线,实际上显示相同的透射率。但在某些物质里(图15),透射率取决于光线偏振方向和传播方向:是为多色性(二轴晶结构)和二色性(单轴晶结构)。

立方晶系没有双折射,也没有吸收的有向性。双折射,多色性和二色性不取决于波长。有时用单偏振器观察出现明显的颜色现象。定量分析要用显微光度计。

电气石、黑云母、堇青石等物有非常特殊的多色性和二色性,所以被用来作为辨别矿物的标志。这种现象在有机物质中也是普遍存在的。它是有用的,例如生产偏振滤光器。某些物质对左旋和右旋光的差异吸收称为圆二色性。

图15: 多色性图解的描述: 由双折射产生的两束光线受到差异吸收,使两束光线中的一束完全消失。这种物质能够用做偏振器



旋光性

有些固体和液体能使偏振光的振方向发生旋转,是

为旋光性。

偏振方向旋转的角度，随着光所通过的薄片厚度和液体的浓度而相应增加。在固体中每mm的旋转角度和在液体里每dm的旋转角度称为比旋度。它取决于波长（光性旋转色散）。例如光沿石英光轴方向传播，每mm薄片厚度的数值如下列：

397 nm	51.20
421 nm	42.60
527 nm	27.50
589 nm	21.70
687 nm	15.70

如光的传播方向偏离光轴时，旋光作用则减少而终于消失。振动面的右旋或左旋取决于旋光物质的结构。例如：右旋和左旋石英，右旋糖和左旋糖。

旋转方向通常不由光的传播方向，而由观察方向来确定（图16）。

在显微镜下，因为薄片的厚度很小，很少能看到旋光性。在1mm厚度垂直光轴的石英薄片用锥光观察时，在十字交叉点的光亮处能够看到偏光方向的旋转，这就是

“阿里（ALRY）螺旋形”（图74）。

旋光性的实际应用，例如，暗影检板及用旋光计测定糖溶液的浓度。

图16：旋光性

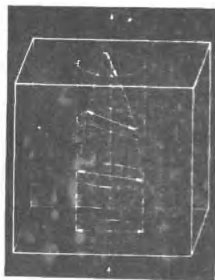


表1: 莱兹偏光显微镜 (1974)

型 号	HM-POL (图11)	SM-LUX-POL (图11)	ORTHOLUX-POL (图12)	ORTHOLUX-POL BK (图12)	ORTHOPLAN-POL (图13)
使 用 情 况	学生显微镜用于透射光和入射光	学生和实验室显微镜用于透射光和入射光	实验室显微镜用于透射和入射光	研究显微镜用于透射和入射光	大型研究显微镜用于透射和入射光
光 源 (可互换的)	6V 10W 低压灯, 交流电源灯或显微镜反射镜	中心可调的 6 V 15W 低压灯, 在灯室50中需12V 50W 钨灯, 以及其他特异的光源 (灯室100)	中心可调的 6 V 15W 低压灯, 在灯室50中需12V 50W 钨灯, 以及	灯室100 1002用12V 60W 钨灯或12V 100W (荧光的) 或光通灯	
视 域 光 圈		视域光源安装在显微镜座里, 活节透镜用于肉眼照明			
聚光镜与可旋转360°的偏振器	711 f 滤波起偏器, 能给出的聚光镜头, n.a. 0.90, 可调的孔径光阑	702 f i (滤波起偏器) 702 f v i (滤波起偏器与前置偏振器)	702 P i (棱柱起偏器) 全部用可替换聚光镜头 (n.a. 0.90和1.33油), 可调的孔径光阑, 装有一块 1 圆偏光镜板, 起偏器调节指示		
物台: 旋转, 在螺旋轴上运转, 用 1/10 游标和摩擦夹紧	直径130 mm 永久性的安置	直径130 mm 可替换成永久性安置	直径150 mm, 可替换的, 45°卡搭停止, 两个游标		
物台升降, 能从两边操作	粗调联合装置	同轴的粗调和细调有微尺刻度			
物镜座用于透射光	永久性固定的五次周转的物镜座转盘, 独立的中心调节和可封闭的镜筒接口	可互换的五次周转的物镜座转盘, 独立的中心调节, 可换的物镜中心离合器和入射光照明装置, 两个镜筒接口通过90°互换			
入射光器件	附置入射光偏光器件, 光学平面反射镜, 旋转分折器, 6 V/15W 低压灯, 入射光干涉反R	POL 垂直照明器, 补偿镜和光学的平面镜, 入射光照明器, 全垂直照明器, ULTROPAK HD 垂直照明器 (镜场) 入射光干涉装置			
校 偏 器	能推出 (用于入射光: 可旋转的) 旋转型式为 SM-LUX-POL	固定的或旋转校偏器和可脱离的中性滤光片装在空的孔内			
镜 筒	可替换的镜筒在快速变换底座中 a) 单目镜筒和勃氏透镜 (永久性的中心和聚焦) 倾斜和直的类型, 用于单目镜筒 b) 单目镜筒, 无勃氏透镜 c) 双目镜筒 (不用于单目镜筒) d) 双目照相镜筒	双目照相镜筒用于双目镜筒 可调中心和聚焦勃氏透镜 用于小颗粒 (< 5 μm) 的准光补充透镜和镜筒罩			
目 镜	PERIPLAN	10X M 有没有十字线, 特种目镜用于直线测量, 点计算法, 显微照相, 跟镜佩带者			
物镜透射光	消色差透镜 F1 63.0, 0.85 P	消色差透镜 P 和近复消色差 (NPLFLUOTAR P) 100/1			
入 射 光	消色差 N P 1 用于波长 400 nm 观察, 油浸, 油浸反相干涉反R				
显 微 投 影		12V 50W 钨灯或150W 氙灯用投影在荧光屏上			
附 件	热合80、350、350 mm, 显微照相, 旋转台	热合80、350、1350、1750, 透射光干涉附件, 阴极光源, 显微照相附件, 旋转台 mpvi 显微光度计			
		150W 氙灯用在投影荧光屏上, 150W 氙灯用在约1.2米直径的投影荧光屏上			
		MPV1, MPV2, 结构分析镜 (TAS)			

II 仪器

偏光显微镜

偏光显微镜重要的结构类型见图41—44。工艺概念在下页描述。用途和附属设备在第III篇描述。

显微镜的分类根据规模和用途分为教学用显微镜，实验室用显微镜和研究用显微镜。选购一台显微镜的非常重要的因素是最大可能的多功能性和标准组件的可更换性。这种基本情况是保证仪器在今后的几年内适用于研究新问题。表1的附件适宜于组装各种类型的显微镜。

在偏光中简单研究的组件，可适用于生物、医学和金相用显微镜。(适应于偏光(图17))。为定量分析研究无论如何必须用特殊的偏光显微镜。

偏光显微镜主要有下列装置：

起偏器和检偏器

旋转物台刻有角度和游标

无应变可调中心物镜

镜筒插口

偏光镜筒

带十字丝目镜

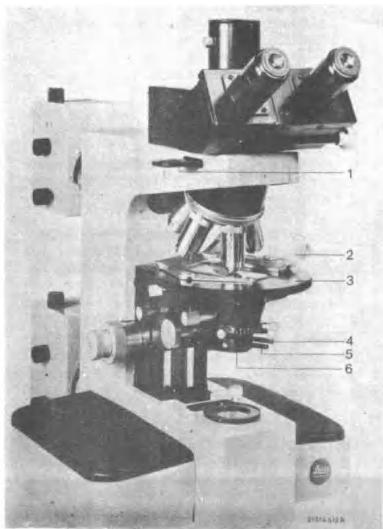
镜架

在狭义上说，与光源、物台和镜筒连结的经常是铝铸件的永久性支撑称镜架。显微镜底座的大小，取决于整个显微镜的稳定程度，特别当有显微照相，投影或光度计附件时。为了减少基础振动的传播，镜架底座用减震物质做成。

镜架的上部称为支架。它支撑镜筒和物镜座以及奥陌鲁克斯偏光(ORTHO LUX-POL)的分析器。

镜架这个词更广泛地用于操作显微镜的整体。新式镜架有棱角的设计，理由不仅仅是为了美观，而是为了装置元件和附件能连成一体，同时能够在水平面和垂直面上简单地、安全地和精确地调正。并且平面意味着加工花费的减少，这样终使购主受益。

图17：对于目前的标准显微镜附件，适应研究用的偏光装置有：



1. 检偏器
2. 附属机械台
3. 可调中心的旋转物台
4. $\lambda/2$ 或 $\lambda/4$ 一检板
5. 可旋转的起偏器
6. 起偏器和聚光镜连结的支架

这图解说明奥陌普兰型大视域显微镜。

光源和滤光片

新式的显微镜装有可调光源 (图40—43)。在使用光源之前, 首先必须小心的把照明调到显微镜视野的中心。这样, 光斑 (白炽灯或弧光灯) 必须精确对准中心。视野的均匀照明依靠调正室里的透镜。光源聚光镜, 通常是闷光的 (毛玻璃) 以消除光斑 (白炽灯) 的不均匀性。高能光源灯室, 也有一个可调的反射镜, 以增加光的利用。

白炽灯:

5—15W灯是用来在偏光透射光里进行研究的光源。50—100W的低压灯 (表1) 建议用于干涉滤光片细小颗粒锥光下观察和用反射偏光时的光源。一般照明灯没有变压器, 只给出适中的亮度。

钨丝灯的光谱 (图3 H) 不同于日光。蓝光的比例少, 红光的比例大。这说明为什么钨丝灯与日光照明显示不同的颜色。颜色是能够校正的, 也用于日光彩色底片的摄影, 在照明光束里插入适合的转换滤光片 (C B1.5到16.5) 可参考莱兹“显微镜及其应用”说明书。黑白摄影建议用绿色滤光片。

蒸气灯:

高压氙灯的光谱类似太阳 (图3)。因其光源强度高适用于偏光显微镜的投影, 并接有干涉滤光片。

高压水银灯有些高强度独特的谱线 (图3), 它仅适用于连接干涉滤光片。这同样也可用卤素弧光灯。为了研究, 可用严格限定波长的光谱灯 (如钠蒸汽灯)。因为对物体的观察和调正经常是在白光中开始的, 所以加一个钨

丝灯是有利的, 可以通过一个反射镜替换使用。

滤光片

干涉滤光片通常用在单色光的照明。它放在镜座里的防尘玻璃上, 用白光观察时, 可以从光束中移走。

干涉滤光片是在玻璃片上由多层蒸汽镀膜组成。镀膜这一边必须面向光源。长期使用, 滤光片一般可经受住70℃短期可达100℃的温度, 单色的干涉滤光片只许选择有限波长范围的透射 (图18)。它能提供重要的谱线和想要的其他波长的谱线。

级序干涉滤光片 (图19), 其可见光范围能够连续地调节。通过调节可得到任何希望的波长。

滤光片的重要技术资料能够从透射曲线图 (图18) 获得。

T_{max} , 最大透射值,

λ_{max} , 滤光片的波谱范围, 在 $T_{max}/2$ 测得波长的算术平均值。

Hw 在 $T_{max}/2$ 透射曲线的宽度 (半宽度)。

Zw 在 $T_{max}/10$ 透射曲线的宽度。

由滤光片透射曲线的宽度 (带宽) 可分为:

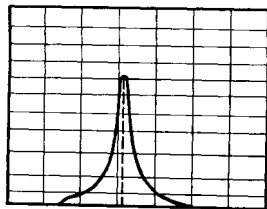
带通滤光片 ($Hw > \text{约} 15 \text{ nm}$)

线通滤光片 ($Hw < \text{约} 15 \text{ nm}$)

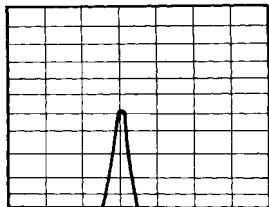
重带和重线滤光片是由两个同样的滤光片组成; 它能抑制干涉滤光片的任何有害范围的影响 (图18)。

单色仪比干涉滤光片更精确和带宽选择更窄。例如, 莱兹光栅单色仪, 允许通过220—800 nm的光谱范围。谱带的宽度能够根据用途生产从3.3到26.4 nm的范围。

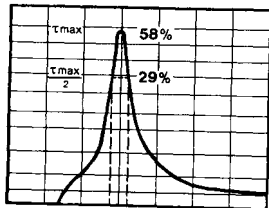
图18: 干涉滤光片的透射曲线图 (根据Jenaer Glaswerk
Schott and Gen., Mainz)。



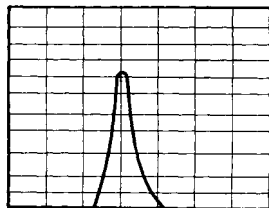
线偏滤光片
 λ nm



重线滤光片
 λ nm



带通滤光片
 λ nm



重带滤光片
 λ nm