

高等学校教材試用本

矿物油浸鉴定法

北京地质学院岩石教研室 邱家驥編

只限学校内部使用

地质出版社

本书对矿物油浸鉴定法的理论作了阐述,并重点介绍了透明矿物折光率及其他某些光性的油浸测定方法,而对与油浸有关的一些新方法和新用途也作了扼要的介紹。

本书可作地質院校岩矿、普查、勘探等专业的教材及教学参考书,也可供科学研究人員及岩矿鉴定工作者的参考。

矿物油浸鉴定法

北京地质学院岩石教研室 邱家驥編

*

地质部地质书刊編輯部編輯(北京西四羊市大街地质部院內)

中国工业出版社出版(北京修麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张4³/₈·字数96,000

1962年8月北京第一版·1962年8月北京第一次印刷

印数0001—1,039·定价(10-5)0.55元

*

統一书号: K 15165·1762(地質-175)

前 言

矿物油浸鉴定法成专著出版的不多，在国内外已出版的有关著作中，一般多着重于晶体光学的介绍或偏重于矿物光性的描述，而对矿物油浸鉴定法本身论述的较少。

我国地质事业在中国共产党英明领导下，得到了空前的发展。在生产和科研工作中对岩矿鉴定相应的也提出了更高的要求。北京地质学院在1957年成立了岩矿专业，矿物油浸鉴定法成为该专业重要的必修课程之一。

笔者在去年春天讲授该课程中，搜集了一些有关矿物油浸鉴定法方面的资料，加上自己不成熟的体会，编写了“油浸法若干问题”讲义。在去年编写全国试用教材时，北京地质学院岩石教研室即指定笔者在该讲义的基础上编写为“油浸法”一书（该书已由北京地质学院出版）。今年春笔者又将该书作了一些修改，补充了个别章节，并改原书名为“矿物油浸鉴定法”。

在本书编写过程中，我院张瑞锡、孙桐逸、曲一华、邵道乾等同志提供了不少宝贵的意见。编写之后，承蒙地质部地质科学院蒋溶工程师及我院池际尚、苏良赫、何镜宇、刘金钊、周珣若同志进行了全面的或个别章节的审阅。书中插图由我院绘图室及岩石教研室李家振、孙桂英等同志协助绘制，在此谨致谢意。

由于编写时间仓促，个人水平有限，错误之处，在所难免。欢迎使用本书的同志，多予批评、指正。

邱家骥

1962年3月于北京地质学院岩石教研室

目 录

第一章	序言	1
第二章	油浸液及其配制方法	1
第三章	显微镜的照明及光源问题	4
第四章	比较油浸液和矿物折光率的一般方法	6
第五章	比较油浸液和矿物折光率的色散方法	9
第六章	光线照射方向对测定矿物折光率的影响及 Ю. А. 契尔卡索夫平行光线法介绍	13
第七章	测定矿物折光率的一般方法	16
第八章	测定矿物折光率的其他方法	21
第九章	粘土矿物的油浸法	25
第十章	测定油浸液折光率的方法	28
第十一章	油浸测定矿物晶系、轴性、光符、解理的方法	33
第十二章	相似于油浸法的其他方法	35
第十三章	油浸测定矿物比重法	37
第十四章	油浸成果确定矿物的某些光学常数、种属、淬火条件及测定玻璃质岩石成分的方法	41
第十五章	油浸成果确定某些固溶体矿物的种属、端元组分的方法	57
	参考文献	66

第一章 序 言

矿物油浸鉴定法（书中简称油浸法）的主要目的是测定矿物的折光率，方法的实质是：利用已知折光率的油浸液与欲测定折光率的矿物进行比较，以测定矿物的折光率。

折光率是透明矿物最重要的光学常数，根据矿物折光率的数值，不仅可以作为鉴定矿物种属名称的主要依据，而且根据折光率的数值，可以测定固溶体矿物端元组分的微细变化，这些变化值是进行岩石学、矿物学中对比研究的重要数据。此外，对新相火山岩在淬火条件下生成的高温斜长石来说，消光角一般要明显的增大，但利用油浸法所测定的折光率值，则变化很小，或没有变化；并且对均质性的岩石和矿物也可以根据折光率的数值来粗略确定其化学成分及名称。

油浸法的优点是：简便、迅速、精确，不需要复杂装备、需要样品数量很少、使用范围比较广，除了广泛用于一般岩石、矿物研究外，也广泛用于工艺岩石、化学工业等方面的研究，它不仅对粒度较大的矿物适用，而更重要的是它对细小的、不均匀结构的矿物也适用，如细粒岩石中的矿物，以致于小于0.001毫米的粘土矿物，砂质碎屑中的轻砂、重砂，具环带结构的辉石、斜长石，相互包裹及穿插的不同矿物组合等等，凡是难于或根本不可能应用薄片及化学分析进行鉴定的矿物，应用油浸法则能顺利的进行成分的测定。

由于以上优点，目前油浸法已经不局限于测定矿物的折光率了，同时还用油浸法确定矿物的解理、轴性、晶系，不仅用油浸法来鉴定透明矿物，对某些不透明的矿物也有人试图用油浸法来鉴定；此外，相似于油浸法的测定矿物其他特征方面的方法也有了很大发展，如用水浸法来观察可溶性盐类矿物的溶解及结晶特点以鉴定盐类矿物种属成分等等，尤其值得注意的是用油浸测定比重法来确定细粒物质的比重，它在矿物、岩石研究上的用途很大，值得大力推广。

不言而喻，油浸法是目前研究矿物、岩石的重要手段之一，由于不少矿物、岩石本身就是矿产，且不少矿产与矿物岩石的种属、成分及光学性质有着密切的细微的联系，因此随着我国科学事业的飞跃发展及找矿工作的愈益深入，油浸法的应用将有更广阔的前途。

第二章 油浸液及其配制方法

为了用油浸法测定折光率，必须要有油浸液（浸油），较好的油浸液应符合以下要求：

- (1) 油浸液应不与周围介质、研究时所接触的仪器及矿物起化学反应或溶解矿物，以免矿物或油浸液的成分发生变化。
- (2) 油浸液的挥发作用不应太强，同时各种成分的挥发速度应该相似，以免干涸及折光率变化太大。
- (3) 油浸液的膨胀系数不能太大，它的成分应稳定持久，以免油浸液随温度、时间

的变化折光率变动太大。

(4) 油浸液不应有剧毒，最好不要有恶臭，以免影响人的健康和安全。

(5) 油浸液的颜色最好无色或浅色，透明程度要大，以便于测定有色矿物并观察到矿物本身特点。

(6) 油浸液的粘度应该适中，粘度太大则油滴不易散开，粘度太小则不能附着在矿物周围。

(7) 各种油浸液应能相互混合，以便于配置不同折光率的油浸液。

拉申曾經統計过自然界1700种矿物的中等折光率(Nm)，根据他的統計曲綫(图1)可以看出：折光率1.475—1.700的矿物約占54%，多为一般的造岩矿物，折光率大于2.700的矿物較少(只有2%)，多为某些暗色矿物及重矿物成分，而折光率小于1.400的矿物更为少見(小于1%)，主要为一些盐类矿物，因此测定一般造岩矿物的折光率时，油浸液的折光率在1.400—1.700之間即够用，但在测定某些暗色矿物及重矿物时，需要专门配制大于1.700的高折光率油，而当鉴定小于1.400的盐类矿物时，根据盐类矿物易于溶解于水的特点，一般不单用油浸法，而用水浸法以观察其溶解及結晶特点。

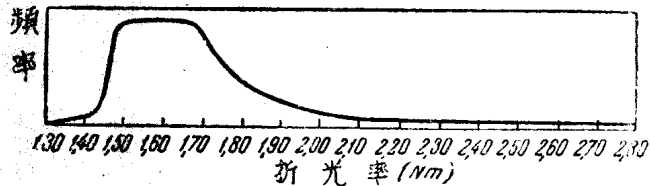


图1 矿物折光率統計曲綫

为了系統的测定矿物折光率，应有配置成套的，有一定折光率大小間隔的油浸液，这些油浸液是装在注明折光率数值的若干个浸油瓶中，浸油瓶应为暗色玻璃制成，并应带有毛玻璃的滴管塞，瓶口及瓶帽內緣也應該是毛玻璃質的。将这些

瓶子安置于有盖的木箱中(图2)，木箱应保存在暗处，不得放在光綫很强、空气流通或过冷过热的地方，以免油浸液感光、揮发及密度、成分改变，引起油浸液折光率的变化。

油浸液的折光率間隔一般为0.01—0.005，由于在一般条件下测定矿物折光率的精度不超过0.002—0.005，因此油浸液折光率的最小間隔也不应小于0.002。

一般折光率的油浸液多由具不同折光率的液体混合組成^①。常用的液体組合及其折光率值为以下两个系列：

(1) 石油分餾物 1.35—1.45；煤油 + α -氯代萘 1.45—1.63； α -氯代萘 + 二碘甲烷 1.63—1.74。

(2) 水 + 甘油 1.33—1.47^②； α -溴代萘 + 液体石蜡 1.48—1.66^③； α -溴代萘 + 二碘甲烷 1.66—1.74。

① 两种具不同折光率的液体进行混合的条件是：两种液体的折光率差不得大于0.2，混合后的体积不得小于20CC，如果两个液体的折光率差别太大，則由于二者温度系数不同，将会影响折光率的准确性。如果混合液体的体积太小，也会影响折光率的准确性。

② 甘油与水混合制成的油浸液，性質稳定，但对可溶性盐类矿物有溶解作用，故不宜于可溶性盐类矿物折光率的测定，因此欲配制低折光率油浸液的液体，最好用石油餾出物，这种石油餾出物虽然揮发性较大，但折光率很稳定，最宜于可溶性盐类的测定。

③ 折光率在1.48—1.65之間的油浸液，常見有两种类型，一为滑油型，另一为碳氢化物型。滑油型由多种油类組成，常用一些易于混合的蓖麻油、橄欖油、丁香油、桂皮油等配制成，性質稳定，但粘度很大，很难用滤紙吸干及冲洗。而碳氢化物型由三氯甲烷、氯化乙烯、溴化乙烯、苯、溴代萘、氯代萘等配制成，这种油浸液粘度不大，易于用滤紙吸干及冲洗，但极易揮发，折光率极易改变，需經常用光率計检查。

为了配置有一定间隔的折光率油浸液，需用以上液体混合，混合液体的折光率随不同折光率液体的体积比例而变化，可用下列公式表示：

$$N = \frac{V_1 n_1 + V_2 n_2 + \dots + V_x n_x}{V_1 + V_2 + \dots + V_x}$$

N = 混合液体的折光率数值。

n_1, n_2, \dots, n_x = 不同液体原始折光率数值。

V_1, V_2, \dots, V_x = 混入的不同液体的体积大小。

在实验室大量配制成套油浸液时，用两个滴定管，装满两种不同液体，利用滴定方法，配合光率计的测定，可以很快的配出成套油浸液。

至于高折光率油浸液(1.74—2.00)除主要用液体外，也常将固体溶解在液体中配制，例如用二碘甲烷 + 硫磺可配成1.74—1.78的油浸液，但因二碘甲烷易分解而使颜色变深，故最好用 α -溴代萘 + $AsBr_3$ 和10%硫磺的混合溶液^①配制，可配成1.66—1.80的油浸液，其范围包括了较低折光率，可以完全不用二碘甲烷。对于1.82—2.00的油浸液可用 $AsBr_3$ 和10%硫磺的混合溶液 + $AsBr_3$ 和20%硫磺及20% As_2S_2 的混合溶液^②来配制。 >2.00 的油浸液一般较难配制，在二碘甲烷中溶解硫及磷时可使折光率高达2.06^③，而用 $AsBr_3 + As_2S_2 + Se$ 制成的混合溶液，其折光率可达到2.1。

但为了配制 >2.1 的浸剂，一般用低熔混合固体，例如 $S + Se$ 1.99—2.92, $S + As_2S_2$ 2.1—2.6, $TlBr + TlI$ 2.4—2.8, $Se + As_2S_2$ >2.5 , $Se + AsSe_3$ 2.72—3.17 等，还有很多折光率 <2.1 的固体浸剂，不过固体浸剂一般不如液体浸剂便利和准确，对于折光率 <2.1 的矿物一般都尽量采用液体浸剂。

油浸液的折光率与温度是成反比的，温度升高，则油浸液的密度降低，相应的折光率也降低；反之，温度降低则密度加大，折光率亦随之升高。温度改变1°C的折光率变化数值用 dn/dt 表示——温度系数，不同折光率的油浸液温度系数不同，常用的油浸液其变化范围为0.0003—0.0007，一般来说，折光率愈大的油浸液温度系数也愈大，其关系如下(以 N 表示油浸液的折光率)：

$$N \leq 1.48 \quad dn/dt = 0.0004.$$

$$N = 1.49 - 1.69 \quad dn/dt = 0.0005, \text{ 但三溴甲烷 (1.60) 为 } 0.0006.$$

$$N > 1.70 \quad dn/dt = 0.0006, \text{ 但二碘甲烷 (1.74) 为 } 0.0007.$$

如果鉴定时与配油时室温不同，则需要校正，以求得鉴定时油浸液的折光率，校正公式如下：

$$n_t = n_0 + (T - t) dn/dt.$$

① 将按重量比为90份的 $AsBr_3$ 和10份的硫磺混合，置于带玻璃塞的浸油瓶中，缓慢升温使溶解，再放室温中一昼夜，用一种多孔性玻璃过滤直到不混浊。

② 将按重量比为60份的 $AsBr_3$ 和20份的硫磺混合，置于带玻璃塞的浸油瓶中，缓慢升温使溶解，再加入20份粉末状 As_2S_2 ，在小火焰上加热至100°C，再继续加热使保持100—120°C达5分钟，然后置室温中一昼夜，用一种多孔性玻璃过滤直到不混浊。

③ 高折光率油浸液用黄磷、硫磺(先用二硫化碳净化)及二碘甲烷在20°C温度下按8:1:1的比例混合制成，先将硫磺溶于二碘甲烷中，然后很快地投入黄磷小片，加热至60°C后。用布过滤，即可制成折光率为2.04的油浸液。这种油浸液，对重矿物鉴定来说很适用。

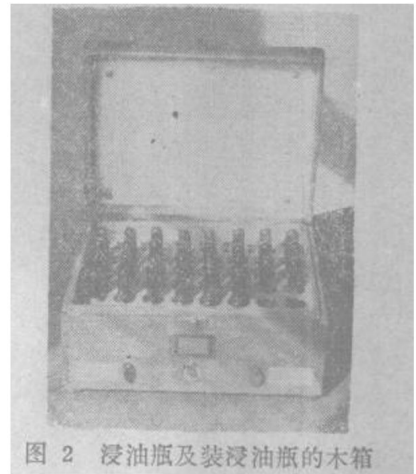


图2 浸油瓶及装浸油瓶的木箱

n_t = 鉴定时室温下油浸液的折光率。

n_0 = 配油时油浸液的折光率。

T = 配油时室温。

t = 鉴定时室温。

dn/dt = 温度系数。

除温度影响折光率以外，如果油浸液制成后放置过久，则由于油浸液的挥发，沉淀等影响，也会使其折光率发生变化，因此在油浸液配制后，每隔半年到一年，需要用光率计进行检查，并予校正。

第三章 显微镜的照明及光源问题

油浸法测定折光率是在偏光显微镜下进行的，显微镜需要照明，因此要解决光源问题。

照明的光一般有两种：一为天然光，一为人工光。天然光是一种白光^①，白光是由红、橙、黄、绿、蓝、青、紫七种可见的色光混合组成的。人工光一般为各种可见的色光或为混杂不纯的白光，真正的白光不多。

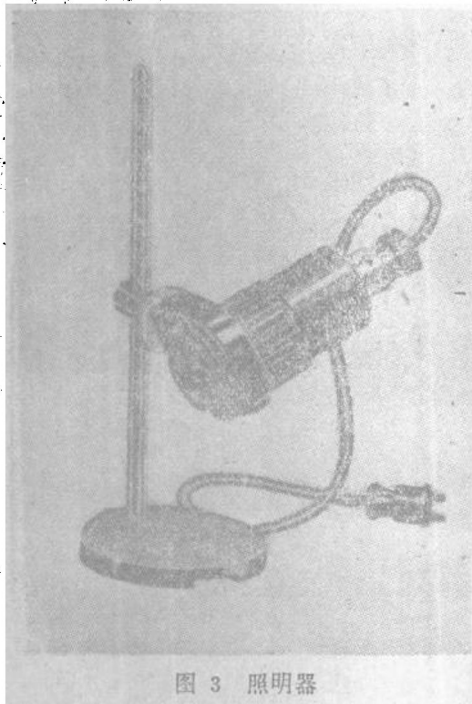


图 3 照明器

一般情况下油浸鉴定是在白光中进行的，组成白光的七种色光的波长大小不同^②，我们知道一种矿物的折光率值与所用色光的波长大小是成反比的，波长愈大则折光率愈小，反之，波长愈短则折光率愈大，应用不同波长的色光所测出的折光率的差值可以达到0.004以上，因此利用白光照明，测定矿物折光率的精度最大只能达到±0.002—0.004，因此对精确测定来说是不够准确的。

白光的光源一般用日光，为了避免过分刺激眼睛，不能用日光直接照射反光镜。

为了测定细粒晶体的折光率，而天然光强度又不够大的时候，一般需用照明器作光源来照明（图3），它的优点是根据需要，可以调节灯光的照射方向和亮度（增加毛玻璃片数目，则光的亮度减弱）。

① 严格的说，白昼进行工作时所用的天然光是天蓝色光。

② 七种不同色光中以红光波长最长，紫光最短，各种不同光谱颜色的单色光平均波长如下表所列：

单色光类型	紫	青	蓝	绿	黄	橙	红
平均波长 $\mu\mu$	410	445	480	535	580	620	710

在一般白色灯光中，由于波长短的色光的强度较日光要相对的弱些，故在日光照明中无色的矿物，用灯光照明时则为浅黄色，而在灯光照明中无色的矿物，用日光照明则为淡蓝色，因此用灯光照明时，需要加上浅蓝色玻璃的滤光片或用稀铜矾溶液瓶来削弱灯光中波长长的色光强度，即可获得相似于天然光源的白色光。

为了精确的测定折光率，需用单色光来照明，此时折光率的精度将比天然白光提高一倍以上，达 $\pm 0.001-0.002$ 。

单色光的获得方法很多，常见的有以下几种，兹简述于下：

(1) 盐类灼烧法，一般是用不同盐类浸染的石棉板放在煤气灯或酒精灯上灼烧，可以获得不同颜色的火焰，即可作为单色光的光源，不同颜色的单色光所用的盐类是不同的，如为了获得黄光，一般用钠盐（食盐、苏打），为了获得红光，一般是用钾盐，为了获得绿光，一般是用铊盐^①。此种方法由于灼烧时火焰不够稳定，而且温度较高，装备复杂，因此不常应用，其中由于钠盐材料易得，相对的应用较多。

(2) 单色光仪法，由白光照射棱镜后，白光将分解成七种不同波长的单色光带，如果只让某一种单色光的光带通过一定宽度的窄缝，使其他波长的色光被阻，则可得某种单色光；如转动棱镜，可以顺序得到任意波长的单色光，因此在精确测定时多

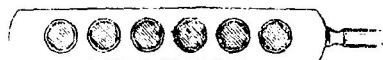
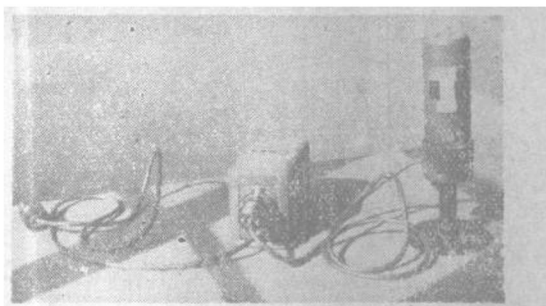


图 4 具有不同单色滤光片的滤光板

图 5 钠光灯

用之。此法必须用很强的白光光源照明，否则光的强度太弱。

(3) 滤光板法，用一套不同颜色的单色赛璐珞或玻璃的滤光片，安装于具圆孔的长条形金属板中，即可制成具有不同色光的滤光板（图 4），使用这种滤光板时可以将它插在试板孔中，为了保证测定的精度，至少应具有五种单色滤光片：红、黄、绿黄、绿及青，这种滤光板由于制作容易、操作简单，值得大力推广^②。

(4) 弧光灯法，一般常见的是特制的钠光灯（图 5），在钠光灯泡中装有少量的汞合金，通以电流后，由于电弧的灼烧，首先出现汞蒸汽所产生的红紫色光，不久即变为钠蒸汽所形成的单色黄光，由于钠光灯得到的黄光，是完全单色的，而且强度极大，因此应用较广。

根据以上单色光获得方法的介绍，不难看出，钠光（黄光）的光源易于获得，强度较大，而且黄光的波长为 $589\mu\mu$ ，与白光（七种色光）的平均波长 $550\mu\mu$ 近似，因此一般多用单色黄光来照明，在所有光性矿物学上所列的矿物折光率数值，都是单色黄光所测定的。

因此，如果用黄光以外的其他波长的单色光测定矿物的折光率，则必须换算成黄光的折光率才能使用，应用比黄光波长长的光，则所测得矿物折光率要比黄光所测的低，故需加上一定的校正值，才相当于黄光的折光率；如果所用单色光波长比黄光短，则需减去一

① 铊盐灼烧时有毒气，故在灼烧过程中，必需通风良好。

② 此法由于滤光片数目限制，不能象单色光仪一样可以得到任意波长，但在一般测定时，已经满足需要。

定的校正值。

以上述滤光板所获得的色光为例，对于折光率小于 1.700 的矿物可按下表予以校正：

滤光片颜色	波长 (λ) $\mu\mu$	校正值
紅	660	+0.003
黃	592	0.000
黃綠	560	-0.002
綠	530	-0.004
青	490	-0.007

如果矿物的折光率较高 (>1.700)，由于矿物色散很强，应用上表校正值时，必須乘以 1.5—2.0 倍，才能得到相当于黄光的折光率数值。

第四章 比較油浸液和矿物折光率的一般方法

測定矿物折光率是利用已知折光率的油浸液与矿物折光率的对比来进行的，因此我們必須掌握这两个介質的折光率的对比方法。由于这方面已在晶体光学中詳細介紹过，所以

这里仅重点帮助回忆一下与工作方法有关的一些問題。

比較油浸液和矿物折光率的一般方法主要有两种（这些方法全是在单偏光下进行的）：一为貝克綫法——使用平面反光鏡，让全部光綫垂直物台平行入射的直照方法。另一为斜照法，用凹面反光鏡，挡住部分光綫，使形成不对称的斜交物台的光綫入射，現分述于下：

（一）貝克綫法，这是由奥地利岩石学家貝克提出的，他利用两个折光率不同介質接触处的白色光带——貝克綫（图 6）的移动方向来确定折光率的高低。

如果矿物折光率大于油浸液的折光率，当提升鏡筒时，貝克綫向矿物方面移动，而降低鏡筒时，向油浸液方面移动；反之，如果矿物折光率小于油浸液的折光率，提升鏡筒时，貝克綫向油浸液方面移动，而降低鏡筒时，向矿物方面移动。

根据貝克綫移动的規律，不难看出：当提升鏡筒时，貝克綫永远向折光率的較大的介質方面移动，而下降鏡筒时，永远向折光率較小的介質方面移动。

在实际工作中，为了便于記憶，最好用提升鏡筒去观察貝克綫移动方向，此时仅需



图 6 两种介質附近的貝克綫

要牢记这样一条规则：“贝克线向折光率大的一方移动”（图7）。

为了清楚地看到贝克线，应该注意以下一些条件：

（1）用平面反光镜照明，不要加聚光镜。

（2）升降镜筒时，应缓慢、均匀，一般使用微动螺旋。

（3）矿物的边缘（即两种介质交界处）应置于视域中心。

（4）被观察的矿物边缘应该很干净，最好不含有杂质、包体及风化污染产物。

（5）如果两种介质折光率差别很小时，需用高倍物镜观察，在一般情况下，用中倍物镜即可。

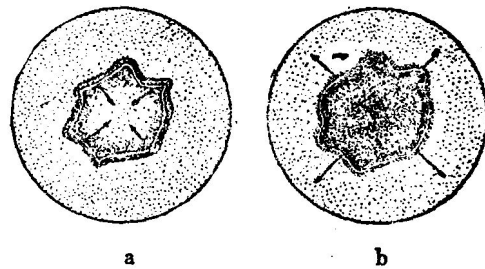


图7 提升镜筒时贝克线的移动

a. 矿物折光率大于油浸液折光率；

b. 矿物折光率小于油浸液折光率



图8 使用挡板遮住部分光线后视域及矿物的半明、半暗现象

（6）适当缩小下光圈，尤其是使用中倍物镜观察的时候。

（二）斜照法，这种方法首先是由马施克提出的，它是在中、低倍物镜下对比两种介质折光率的方法。为了获得斜照的、不对称的入射光线，一般是用凹面反光镜反光，用挡板遮住一部分光线。挡板可以用手、纸片、试板等等，用手、纸片可以直接挡住一半反光镜，也可以用纸片、试板放在反光镜与聚光镜之间的孔隙内或试板孔中，有时插进一半上偏光镜也可以挡住部分光线。使用挡板可以用一个，也可以用两个——双挡板法，使用双挡板比一个挡板观察的现象更为清楚。

使用挡板遮住部分光线后，可以见到视域部份昏暗，而矿物颗粒也有一半明亮，一半昏暗现象（见图8）。根据挡板遮光方位与矿物明、暗边的关系，可以确定矿物与油浸液折光率的高低。值得注意的是，显微镜的光学系统不同及挡板放置的上下位置不同，明暗边分布位置也有所不同，因此在使用斜照法比较两个介质折光率时，最好用已知折光率的两个介质进行试验，然后才能确定挡板遮光方位与矿物明暗边的关系。

当矿物折光率大于油浸液时，则矿物会象凸透镜一样聚敛光线，如果在物镜与目镜之间插进上偏光镜框（不能全部推进），如图9a所示，此时来自与挡板相反方向的矿物边缘的光线被遮，在挡板的相对方向产生昏暗现象，但由于在显微镜中所见的是倒象，因此我们看见的是在挡板的一边昏暗，挡板另一边反而明亮，如图9b所示；

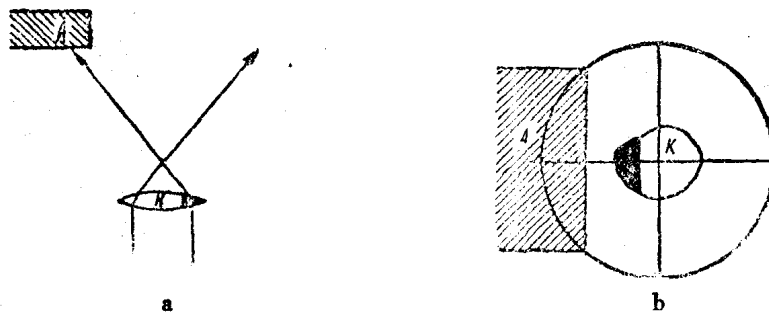


图 9 矿物折光率大于油浸液时光线被挡板遮阻情况及矿物在镜下所见的明暗边的分布
K—矿物；A—挡板

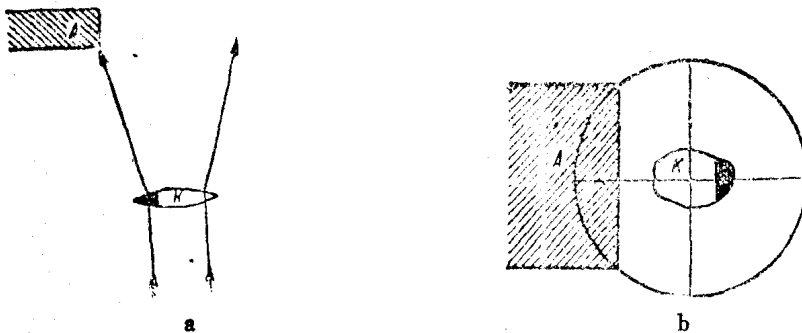


图 10 矿物折光率小于油浸液时，光线被挡板遮阻情况及矿物在镜下所见的明暗边的分布

当矿物折光率小于油浸液时，则矿物将象凹透镜一样散射光线，插入一半上偏光镜框后，则在挡板一边矿物边缘光线被遮，故在挡板这一边产生昏暗现象，如图 10a 所示，由于镜中所见为倒象，故在挡板相反的一边昏暗，挡板的一边反而明亮如图 10b 所示。

如果用手、纸片挡住一半反光镜，原理与上述相同，但光线倾斜较大，对非均质体矿物折光率影响较大，故最好不用。根据上偏光镜作挡板的介绍，可以明显的得出这样一个规则：“被挡的一边矿物变暗，则矿物折光率大于油浸液；被挡的相反的一边矿物变暗，则矿物折光率小于油浸液”。

斜照法比起贝克线法有以下一些优点：

- (1) 不用高倍物镜，也不要升降镜筒，可免除更换镜头及眼睛的过份疲劳。
- (2) 可以看到视域中全部矿物与油浸液折光率的对比关系。
- (3) 可以同时测定不同矿物的折光率，并可计算其百分含量（如钠长石与绿柱石混在一起，二者折光率不同，滴上介于二者之间的折光率油浸液，则可看到二种矿物明暗边相反）。

斜照法的缺点是不能适用于颗粒比较小的矿物，而且当矿物与油浸液相近时，远不如贝克线法灵敏度高，因此一般仅在初步选择油浸液时（当矿物与油浸液折光率差值较大时）用之，而当矿物与油浸液折光率相近时，则应用贝克线法，才能得到较高的精度（当矿物与油浸液折光率差 0.002—0.003 时，贝克线还很清楚）。

如果使用的光源不是白光，而是单色黄光，则贝克线应为黄色，而不是白色光带，在

单色光下观察贝克线，灵敏度可以提高一倍，当两个介质折光率差值为0.001—0.002时，可以看到明显的黄色光带，有经验的人，差值小至0.0005—0.0002时还能见到。

对于一些粒度非常细小的矿物（ <0.001 毫米），则无法用贝克线法或斜照法进行对比（有些显微颗粒连贝克线也看不到），在这种情况下，B. B. 塔塔尔斯基提出一个新的直照的方法，这个方法是在高倍接物镜下观察颗粒的明暗、变形等特点来进行对比的。

此法首先调节显微镜的焦点平面，使所观察的矿物颗粒呈现黑色（似不透明）。如果矿物的折光率大于油浸液的折光率，当提升镜筒，则会看到颗粒由黑变亮，而下降镜筒，则会看到颗粒变黑、变小、外形变模糊，而且有光带向油浸液移动，反之，如果油浸液的折光率大于矿物，则看到相反现象，即提升镜筒时，颗粒变黑、变小、外形变模糊，而且有光带向油浸液移动，而下降镜筒时，颗粒由黑变亮，这样就可以顺利的比较矿物与油浸液的折光率大小。综上所述，可以用图11示意如下：

颗粒呈黑色时	■		
升降镜筒	↑	↓	↑ 提升镜筒 ↓ 下降镜筒
$N_{\text{矿}} > N_{\text{油}}$	□	●	□ 颗粒变亮 ● 颗粒变小变黑 外形模糊
$N_{\text{矿}} < N_{\text{油}}$	●	□	

图 11 细小颗粒与油浸液折光率的比较

这个方法不仅可以用于非常细小的矿物，同时也适用于一些边缘不清楚（如有包体、杂质及风化污染等物）的粒度较大的矿物，对比较大的矿物时应在低倍镜下进行观察，其效果与上述颗粒细小者相同。

应该指出，这种方法也有它的局限性，当矿物颗粒更小，达0.3微米时，虽同样可以调节焦点使矿物颗粒黑暗，但提升或下降镜筒时，颗粒皆有变亮及外形模糊现象，在这种情况下，就无法进行对比了。

第五章 比较油浸液和矿物折光率的色散方法

在白光照明的条件下，当油浸液和矿物折光率差值小于0.01时，在矿物与油浸液接触处（矿物边缘尤其是比较厚的矿物边缘）常出现由白色贝克线分解成的蓝色及橙色的彩色光带，当显微镜焦点平面在矿物颗粒之上时，橙色光带位于矿物的一边，而蓝色光带则位于油浸液一边。

彩色光带的产生，主要由于固体（矿物）与液体（油浸液）折光率色散差别悬殊所产生，我们知道，液体的色散程度比固体一般要强得多，也就是说液体对不同波长色光所产生的折光率的变化范围，要比矿物对不同波长色光所产生的折光率的变化范围大得多，故

二者折光率色散曲线不同，油浸液陡，而矿物较缓（图12）。

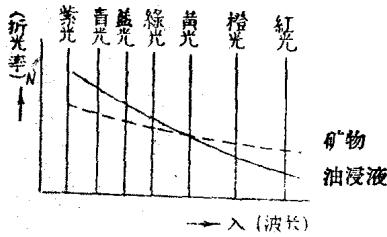


图 12 矿物与油浸液的折光率色散曲线

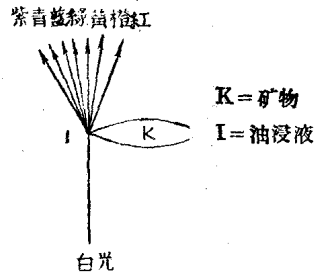


图 13 白光通过碎屑矿物边缘所产生不同色光的折射现象

假设矿物与油浸液对白光中的黄光来说正好折光率相等，这时黄光则将不发生折射而直接透过矿物，而对其他波长的色光来说，则由于油浸液与矿物的折光率的不同，产生折射现象；如果这些色光的波长小于黄光的波长（如紫、青、蓝、绿光），则矿物的折光率将小于油浸液，矿物起凹透镜作用，使这些波长的色光散射，并折向油浸液的一边，反之，如果这些色光的波长大于黄光的波长（如橙、红光），则矿物的折光率将大于油浸液，矿物起凸透镜作用，使这些色光聚敛，故折向矿物的一边。由于碎屑矿物颗粒常常边缘薄、中间厚，边部类似一个楔形的棱镜，因此在白光通过碎屑矿物的边缘后，白光常分解而产生上述的不同色光的折射（图13），使矿物边缘产生色散现象。

由于在油浸液的一边集中了紫、青、蓝、绿色光，因此综合产生一种近似蓝色的光

带，而在矿物的一边集中了橙、红色光，因此综合产生一种近似橙色的光带，这种蓝色与橙色光带的颜色，不是光谱上单色光颜色，而是一种混合的、不纯的蓝色与橙色，其中蓝色光带由于在油浸液一边，故在镜下形成彩色光带之外圈，而橙色光带则在矿物一边，故形成彩色光带之内圈（图

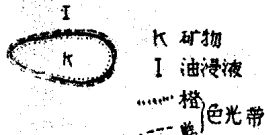


图 14 矿物颗粒边缘彩色带的分布

14)。

为了得到在白光下所测得的折光率值象单色黄光一样的

准确，B. B. 塔塔尔斯基提出了在白光下观察彩色光带的宽度、亮度、鲜艳程度及相对移动速度的方法来代替黄光观察的方法。

实验证明，当两种介质折光率对黄光来说差值较小时（0.005），彩色光带很鲜艳，蓝色与橙色光带的宽度、亮度及相对移动速度相等，当二介质差别较大时（0.01—0.015），则彩色光带不鲜艳，两种光带的宽度、亮度及相对移动速度亦不相等。

为了对比两个介质折光率的高低，提升镜筒时注意以下三种情况：

(1) 矿物折光率等于油浸液的折光率。

对黄光来说，矿物折光率如果与油浸液相等，则形成以黄光为中心的对称的彩色光带，提升镜筒时，可见到蓝色与橙色光带宽度、亮度、鲜艳程度及相反方向的移动速度相等，其原理及现象分别如图15a, b, c所示：

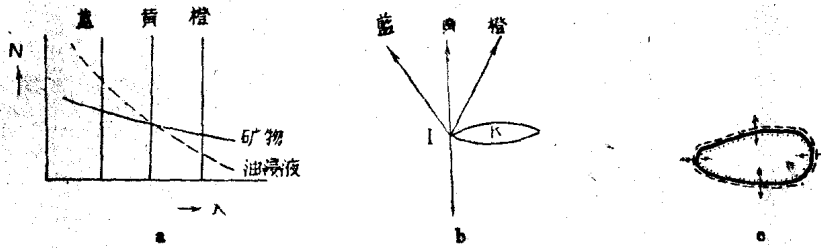


图 15 矿物折光率等于油浸液时，彩色光带产生的原理及现象
(箭头方向代表光带移动方向，箭头大小代表光带移动速度)

(2) 矿物折光率大于油浸液的折光率。

如果对波长较短的光（如蓝光）来说，矿物与油浸液相等，而对黄光来说，则矿物的折光率将大于油浸液的折光率，此时则形成以蓝光为中心的不对称的彩色光带，提升镜筒时，会见到蓝色光带停止不动或很少向浸油移动，而橙色光带则明显的移向矿物，其宽度、亮度也较蓝色光带大。如下图16a, b, c所示：

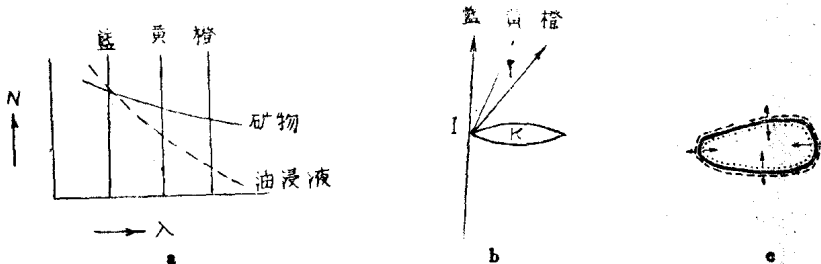


图 16 矿物折光率大于油浸液时，彩色光带产生的原理及现象

(3) 矿物折光率小于油浸液折光率。

如果对波长较长的光（如橙光）来说矿物与油浸液相等，而对黄光来说，则矿物的折光率将小于油浸液的折光率，此时则形成以橙光为中心的不对称彩色光带。提升镜筒时，会见到橙色光带停止不动或很少移动，而蓝色光带则明显的移向油浸液，其宽度、亮度也较橙色光带大。如图17a, b, c所示：

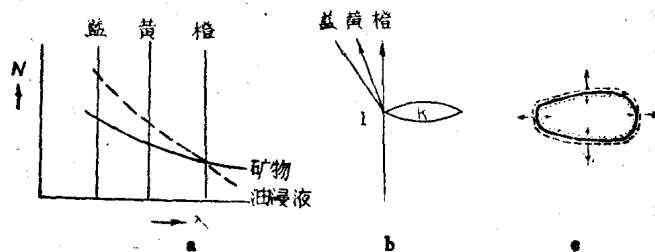


图 17 矿物折光率小于油浸液时，彩色光带产生的原理及现象

根据以上三种情况，可以用下表列出其规律：

折光率对比	彩色带特点	宽度、亮度、鲜艳程度、移动速度
$N_{\text{矿物}} = N_{\text{油液}}$		橙 = 蓝
$N_{\text{矿物}} > N_{\text{油液}}$		橙 > 蓝
$N_{\text{矿物}} < N_{\text{油液}}$		橙 < 蓝

应该指出，不少矿物和油浸液的折光率色散比一般常见的要强得多，而且色散曲线也非常复杂。同时还有某些色散反常的物质，其折光率的变化，不是随波长的增大而减小，而是因波长的增大而增大，在这种情况下，彩色光带呈现不正常状态，甚至与上述正常的色散规律相反，这时，必须使用单色光的贝克线法来进行折光率的比较。

色散方法在斜照法中也可应用，在白光照明情况下，当二个介质折光率相近时，在矿物近挡板的一边出现蓝色，而在挡板相反的另一边出现橙色，其原因同样是由于矿物与油浸液色散不同所引起的。假设油浸液与矿物对白光中的黄光来说折光率相等，则对于蓝光来说，矿物的折光率将小于油浸液的折光率，而对于橙光来说，则油浸液的折光率反而比矿物小，因此在矿物边缘，蓝光向油浸液方向折射，而橙光向矿物方向折射（图18a,b），当挡板插入镜筒之后，由于近挡板的一边（左边）蓝光及挡板另一边（右边）折射来的橙光被挡板所阻，因此无法进入视域，进入视域的只剩下未被挡板阻隔的、挡板一边折射出去的橙光及挡板另一边的蓝光，因此在挡板一边为橙色，在挡板另一边为蓝色，但由于显微镜中所见的是倒象，故在挡板一边见到的是蓝色，在挡板的另一边见到的是橙色（图19a,b）。

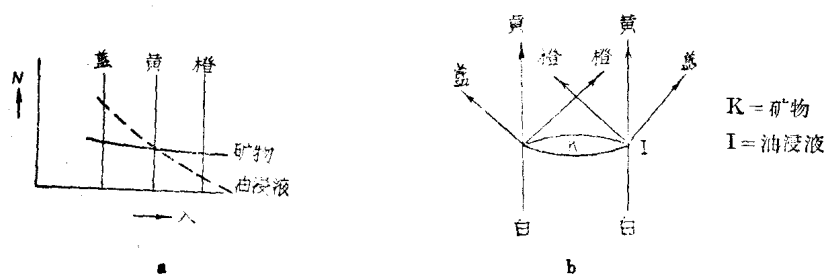


图 18 矿物与油浸液相等时，二者折光率色散曲线及矿物边缘主要色光的折射现象

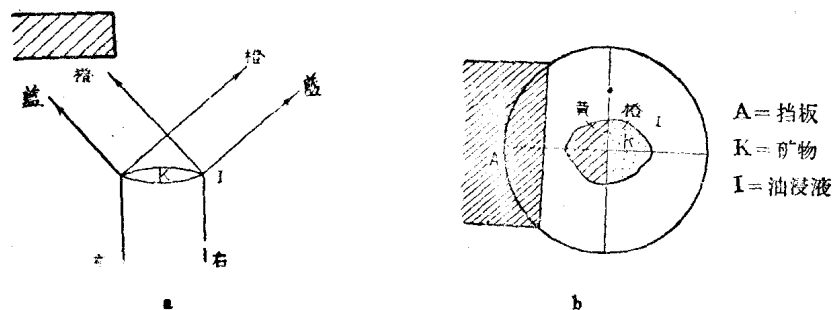


图 19 挡板遮阻色光及显微镜中矿物蓝、橙色边分布

根据以上蓝色与橙色分布规律，配合矿物在斜照法中半明、半暗的分布现象，亦可判別矿物折光率与油浸液折光率高低，其规律如下：

如果(1) 矿物折光率 > 油浸液折光率。

则：挡板一边呈暗蓝色(挡板一边变暗，并与蓝光结合，故为暗蓝色)。

挡板另一边呈亮橙色(挡板另一边较亮，并与橙光结合，故为亮橙色)。

(2) 矿物折光率 < 油浸液折光率。

則：挡板一边呈亮蓝色（挡板一边較亮，并与蓝光結合，故为亮蓝色）。
挡板另一边呈暗橙色（挡板一边变暗，并与橙光結合，故为暗橙色）。

第六章 光綫照射方向对測定矿物折光率的影响及 Ю.А. 契尔卡索夫平行光綫法介紹

前面已經介紹了比較矿物与油浸液折光率的一般方法及色散方法，这些方法从光綫照射类型来分，不外乎直照法及斜照法两种。

我們知道，光波的振动的方向基本上是垂直于光綫照射方向的，由于光綫照射的方向不同，将直接影响光波的振动方向不同。絕大多数矿物是非均質体，因此光波的振动方向不同，必将引起被測定矿物的折光率的变化，以下偏光鏡偏光面置于南北向（平行显微鏡十字絲的豎絲）为例，簡述光綫照射方向对各类矿物折光率的影响如下：

(1) 均質体矿物（非晶質体、等軸系矿物）。由于光率体为圓球体，只有一个折光率，这个折光率不随光波振动的方向而变，故用直照法或斜照法測得的折光率是相同的。

(2) 一軸晶矿物，光率体为旋轉橢球体，有两个主折光率 (N_o , N_e)。光波垂直光軸振动所測得的折光率为 N_o ，斜交光軸的为 N_e' ，只有严格平行旋轉軸的才是 N_e ，下面分述其变化如下：

- 1) 垂直光軸顆粒（光軸垂直物台平面）
 - a) 直照法。折光率为 N_o
 - b) 斜照法^①
 - (a) 东西向斜照，折光率为 N_o ^②
 - (b) 南北向斜照，折光率为 N_e' ^③
- 2) 平行光軸顆粒（光軸平行物台平面）
 - a) 光軸为东西向
 - (a) 东西向斜照，折光率为 N_o
 - (b) 南北向斜照，折光率为 N_o
 - b) 光軸为南北向
 - (a) 东西向斜照，折光率为 N_e
 - (b) 南北向斜照，折光率为 N_e'
- 3) 斜交光軸顆粒（光軸斜交物台平面）

① 斜照法光綫照射方向主要决定于挡板遮阻光綫所在的方位：挡板在东西方向，則为东西向斜照（如用上偏光鏡框为挡板，应为东西向斜照）；挡板在南北方向，則为南北向斜照。

② 垂直光軸的顆粒，东西斜照时，光綫斜交光軸，但由于南北向下偏光鏡的偏光面的限制，只有南北振动方向的光波才能通过下偏光鏡，这种光波振动方向与光軸垂直，因此所測得的折光率为 N_o 。

③ 垂直光軸的顆粒，南北斜照时，光綫也斜交光軸，由于下偏光面为南北向，因此凡是平行下偏光面振动的光波皆能通过，由于光綫斜交光軸，垂直光綫振动的光波也必然斜交光軸，所以这时所測定的折光率应为 N_e' 。