

5685
BDL

应用於破碎岩石中 的油浸法

В. П. 彼得罗夫 著

地质出版社

应用于破碎岩石中 的油浸法

В.П.彼得罗夫著

朱福湘译

李沛生校

地质出版社

1958·北京

В. П. ПЕТРОВ
ИММЕРСИОННЫЙ МЕТОД В
ПРИМЕНЕНИИ К ДРОБЛЕННЫМ ПОРОДАМ
ГОСГЕОЛИЗДАТ

Москва

1949

应用于破碎岩石中的
油 浸 法

著 者 В. П. 彼 得 罗 夫

譯 者 朱 福 湘

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可証出字第050号

发 行 者 新 华 书 店

印 刷 者 地 質 出 版 社 印 刷 厂

北京安定門外六鋪炕

印数(京) 1—3000

1959年2月北京第1版

开本 $31'' \times 43''^{1/32}$

1959年2月第1次印刷

字数35000

印张 $1\frac{5}{8}$

定价(10)0.17元

統一書号:T15038.602

应用于破碎岩石中 的油浸法

B.П.彼得罗夫著

朱福湘译

李沛生校

地质出版社

1958·北京

目 录

测定折光率的油浸法

I. 方法的本质	3
II. 成套油浸介质	5
1. 原材料	6
2. 原材料的选择及成套浸油的配制	8
3. 成套液体的储存	13
4. 成套混熔体的配制	14
5. 浸油折光率的测定	17
6. 用稜鏡法测定混熔体和高折光率液体的折光率	25
III. 矿物颗粒折光率的测定	28
1. 均质物质折光率的测定	28
2. 重屈折物质的折光率的测定	31
3. 在一个颗粒中测定折光率	32
4. 测定折光率所需的时间	34
IV. 特殊设备及其他方法	34
1. 双变法	34
2. 经纬仪-油浸法	36
3. 无折光仪时液体折光率的测定	36
V. 油浸的应用	37

测定比重的油浸法

I. 方法的本质	38
II. 测定过程	39
III. 全套油浸介质的配制	42
1. 原材料	42
2. 液体比重的测定	46
IV. 油浸测定比重的方法的发展前途	51
参考文献	52

測定折光率的油浸法

I. 方法的本質

測定折光率的油浸法，即以未知物質的折光率與某種液體的已知折光率相比較的方法；由於方法本身簡便精確，目前獲得了廣泛的應用，而且這種方法由於能測定細小顆粒的折光率，故尤為重要。

油浸法的本質歸納如下：

如果液體與浸沒於液體中的物質具有不同的折光率，在顯微鏡下觀察時，在它們之間即可看到一條邊界。折光率相差愈大，此邊界愈顯著。看到折光率的邊界以後，必須確定物質的折光率比液體的折光率是高還是低。這可以借助於名為貝克綫的現象來確定的。這種現象是在兩種不同的折光率的物質之間的邊界的一方。當放大相當大時，可以看到較強的亮帶，當移動顯微鏡鏡筒時，亮帶亦移動。貝克成功地看到了這種亮帶移動的重要特點如下：當提升鏡筒時，亮帶向折光率高的礦物一方移動^①，當鏡筒下降時，其現象相反。

貝克綫移動的性質單憑經驗測定過。奧布列伊莫夫(И. В. Обреимов)最近研究了這種現象，他認為貝克綫是由於兩束光綫干涉的結果：其中一束光綫通過礦物，而另一束光綫通

①使用油浸法者必須熟記貝克綫移動規則。洛多奇尼科夫(2, 145頁)提出了下列記憶規則：當提升顯微鏡鏡筒時，貝克綫向正的方向移動，即向高折光率物質方面移動，當下降鏡筒時，則向負的方向移動，即向低折光率礦物方面移動。

过該矿物沉入的液体。当光綫通过折光率不同的介質时，則产生若干程差，由于干涉的結果，因而引起光的增强与减弱。在白光下，对于組成光波的主要一束光綫來說，在接近顆粒的边緣，这种增强与减弱的极限是一致的，并圍繞着顆粒的边緣形成一条明晰的亮帶（貝克綫）。在單色光下，常常可以看到一些較远的极限，呈交替的暗帶与亮帶。这种明暗交替帶在顆粒本身內圍繞着顆粒和平行顆粒的边緣分布。

在教本中对貝克綫常常提出了另一种解釋。这种解釋認為与那些好似兩面凸透鏡形狀的顆粒有关。这可能是在一般效应上表現着兩種現象以及一种現象加强另一种現象的緣故。实际上，供作比較折光率用的碎屑，如果边緣比中心薄，同时碎屑的折光率比周圍的介質高，則它所起的作用好象收斂透鏡一样。如果这种碎屑的折光率比其周圍的介質低，則它所起的作用就好象凹透鏡一样。因此，很显然，当提升鏡筒时，如果显微鏡准焦于比液体折光率高的顆粒上，則亮帶向顆粒內移动。当下降鏡筒时，則顆粒稍微变暗，同时亮帶向顆粒边緣移动，最后圍繞着顆粒。如果介質的折光率高于顆粒的折光率，則可以看到相反的現象，即当鏡筒下降时，貝克綫向顆粒內移动。

进行折光率測定通常有兩種情况：对一般物質折光率的測定及在必要时对业已确定的矿物的詳細鑑定（測定斜長石的号数等）。第二种情况要求工作要有很大的精确度，因此，也要求有其他一些实际方法配合。

在大多数的情况下，通常以100—120种液体配备好的一套标准油浸介質与未知的折光率相比較，就可以达到測定的足够的精确度（誤差在0.002—0.003範圍內）。

II. 成套油浸介質

折光率的測定，可以利用已配制好的一套浸油^①进行。配制好的一套油浸介質可以保存1—2年，无須檢查。但是，如果有可能的話（具备任何一种折光仪或测角仪时）。最好是单独配制一套浸油。单独配制一套浸油时，在許多情況下，可以利用保存不良的，但在工作中比較方便的混合物配制。

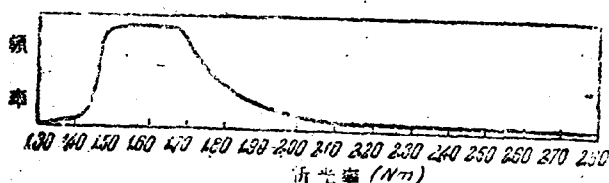


图1. 透明矿物根据中间折光率(N_m)分布的情况

据拉申 (Е. Ларсен) ^(a) 的統計，天然矿物的折光率的分布非常特殊。折光率已知的1700种矿物中，有54%的矿物的折光率在1.475至1.700之間；2%的矿物，其折光率特別高（大于2.70），只有不超过1%的矿物其折光率特別低（1.400以下）（图1）。

如果將天然矿物作为一般固体来看，則这种比例关系是很少改变。大多数液体的折光率在1.4左右，只有个别的一些液体在1.600以上。液体中折光率最高的（1.74）有二碘甲烷 (CH_2I_2)。在二碘甲烷中溶解碘化汞、碘化錫、三碘甲烷及硫，其折光率可以提高到1.86；在二碘甲烷中溶解硫化

①莫斯科全苏矿物原料研究所專門實驗室配制有成套的油浸介質。

磷 (сернистый фосфор) 及硫时, 則液体的折光率可提高到2.06。所有其他呈液体状态的物質都具有較低的折光率。上面所提到的在二碘甲烷中溶解的溶液, 在工作中很不方便。使用含有磷的溶液工作时, 必須特別小心。它們有毒, 而且有发生火灾的危險 (在濾紙上能自燃)。折光率在1.74以上的油浸介質一般用可熔的固体物質配制。象这样的混熔体有: (1) 硫和硒 ($N=1.98-2.9$); (2) 胡椒硷及碘化物 (SbI_3 与 AsI_3 之比为3:1, $N=1.66-2.10$); (3) 鉍的卤族元素的均質晶体 ($N=2.2-2.9$)。

1. 原 材 料

正規的一套浸油包括約一百种單独的液体。通常鄰近的液体的折光率之間間隔为0.003。使用成套的浸油可以測

浸油液体的折光率目录

表1

油 浸 液 名 称	15° C时的折光率	摄氏沸点温度
甲醇.....	1.330	66
水.....	1.333	100
乙醇.....	1.352	35
丙酮.....	1.325—1.361	56.6
酒精.....	1.362—1.367	78
乙烷.....	1.375—1.387	71
庚烷.....	1.387—1.411	98.4
三聚乙醛.....	1.407	—
乙基氯代.....	1.420	144.2
乙基二氯代.....	1.453	—
氯化乙烷.....	1.444—1.447	84
三氯甲烷.....	1.444—1.447	61.5
煤油.....	1.448—1.455	—
甘油.....	1.473 и ниже	29.0

油 浸 液 名 称	15°C 时的折光率	摄氏沸点温度
薰衣草油.....	1.460—1.463	188
四氯化碳.....	1.463	
橄欖油.....	1.469—1.476	
松节油.....	1.469—1.472	160
杏仁油.....	1.475	
蓖麻子油.....	1.480	265
亚麻子油.....	1.485	
正二甲苯.....	1.495—1.503	139
副二甲苯.....	1.485	137.7
甲苯.....	1.496—1.503	110
苯.....	1.498—1.500	80.4
假异丙苯.....	1.480—1.505	170
雪松油.....	1.507—1.516	
二溴甲烷.....	1.513—1.516	72
水杨甲基.....	1.525	
氯代苯.....	1.527	132
蒴藁油.....	1.529—1.538	188
丁香油.....	1.530—1.535	
加拿大胶.....	1.520—1.540	
溴化乙烯.....	1.536—1.539	131
水杨甲烧.....	1.539	
硝基甲苯.....	1.546	
硝基苯.....	1.553	209
肉桂酸甲酯.....	1.559—1.560	271
二甲基苯胺.....	1.558—1.569	192
溴代苯.....	1.860	155
茴香油.....	1.548—1.560	220
安息香—苯酸苯脂.....	1.570	
苯胺.....	1.589—1.588	184
桂皮油.....	1.585—1.649	225
氯代苯胺.....	1.592	207
三溴甲烷.....	1.588—1.597	151
碘代苯.....	1.619—1.625	188

油浸液名称	15°C 时的折光率	摄氏沸点温度
氮素.....	1.586—1.623	239
溴酞酞氮素.....	1.627	251
二硫化碳.....	1.630—1.639	47
α-氯代萘.....	1.639	260
α-萘溴素.....	1.649—1.661	279
α-萘素.....	1.697	
二碘甲烷.....	1.736—1.742	181
三碘甲烷中硫与碘的溶液(液体).....	至 1.86	
二碘甲烷中的四碘乙烯溶液.....	至 1.81	
单碘函(与二碘甲烷混合).....	至 1.96	
二碘甲烷中磷与硫的溶液(液体)①.....	至 2.06	
胡椒碱与碘的混溶体(固体).....	1.66—2.10	119—130
碘 } (固体, 易熔融)	1.89—1.98	
碲 }	2.92	
砷卤族元素的混合晶体.....	2.2—2.9	
碲与碲化砷的混溶体.....	2.72—3.17	

定由1.43到1.80之间的物质的任何折光率。

挑选均匀增高它们的折光率的简单液体,是不可能的。因此,为了获得必需的折光率的液体,常常是用折光率不同的两种液体按不同的比例进行人工混合。为了配制一套完全的油浸液体,有5—6种或更少的混合液体就足够了。成套油浸液体的性质和质量,是决定于这些液体的挑选。

表内列出最常用的液体,并附有它们的折光率和沸点。

2. 原材料的选择及成套浸油的配制

从1.33到1.47低折光率的液体,在水中溶解甘油就易取

①取碘、碲和二碘甲烷按8:1:1的比例配制浸油时,液体在滤纸上能自燃。因此,在配制、工作和储存时应特别小心(托波尔的个人报导, 1943年)。

得。所获得的浸油极稳定，而且使用也很方便。液体也容易用水从試驗标本上冲洗掉和用濾紙搜集。甘油組成物的缺点是，加入其中的液体能溶解具有上述間隔的折光率的許多物質，例如，芒硝、苏打和各种硫酸鹽（毛矾石）等。在液体中溶解物質时，其折光率要变化。在这种情况下，在其中所获得的濃差流动（концентрационные токи）妨碍貝克綫的觀察。同样也应该談一下酒精和水的混合物。在这方面液体是很好的，这种液体是用甲苯和三聚乙醛相混合的，很容易配制。但由于各种組份具有强烈的，不同的揮发性，很容易改变其本身的折光率，同时蒸发也很快。因此，有时不能用它們来測定矿物碎屑的折光率。

低溫煮沸石油蒸餾物，对工作是很方便的^①。如果提取在溫度相差 5—6°C 时被份餾的蒸餾物，可以得到一套很好的浸油。虽然它們是由揮发性很大的液体組成的，但其本身的折光率不会改变，甚至把它們蒸干到原来体积的一半，也不会有任何变化。毫無疑問，在上述折光率間隔內，这是最好的一套浸油。

測定折光率在 1.47—1.60 之間の物質，有兩种性質极不同的組成物：（1）滑油和（2）碳氢化合物。

滑油是由各种油类組成的。在这种情况下，常常是利用在其中容易混合的橄欖油，蓖麻籽油、丁香油^②、茴香油，桂皮油組成的。

滑油組成物的优点是，它具有非常的稳定性：在进行精

①“油浸法实习”，10頁（参考文献9）。

②丁香油具有稳定的色散和折光率，与石英近似。因此，在必需研究或計算石英中的不相干的質点时，丁香油完全可以作为油浸介質。沉在丁香油中的石英不易使人注目，但是由于石英顆粒色散的顏色和它周圍空間的天藍色很容易被看到。

确工作的情况下，滑油可保存几年，其折光率几乎都不变化。其缺点是粘着性很大，很难流到盖玻璃下面，很难用濾紙收集，而且很难从实验玻璃上冲洗掉。由于使用滑油工作不便，所以只有在具有大量的欲研究的物质和在每一个实验玻璃上都可以用新的一份研究物质时，才可以利用。但是，如果必须用一粒或几粒碎屑测定时，可将碎屑从一种溶液中移到另一种液体中去，最好是利用容易冲洗的碳氢化物（三氯甲烷、氯化乙烯、苯、溴化乙烯、氯代苯及溴化苯的混合物）测定，虽然它们比较容易挥发和折光率容易变更。如果对液体不可能经常地检查，那末就不能使用碳氢化物。在远行的情况下，只能使用滑油组成物。

折光率由1.45到1.63的液体，可以按不同比例混合煤油蒸馏物（在220—225°C时沸腾）和 α -氯化萘配制。这两种液体具有大致相等的蒸气压，而且储存也极为稳定。根据布特列尔（Р. утлер）的证明，他配制的液体使用一年以后，其本身折光率改变最大的为0.0003，平均为0.0001，这就说明了它们具有极大的稳定性。

折光率高于1.63的浸油，可以利用三溴甲烷、 α -氯代萘、 α -溴代萘、 α -碘代萘及二碘甲烷配制。这些液体的混合物比较稳定。含有二碘甲烷的液体在光线下要变暗，为了避免变暗，应在其中放入几片铜片和锡片^①。

在二碘甲烷中配制高折光率的碘溶液（ $N=1.86$ ），是取二碘甲烷100份，三碘甲烷35份，碘化锡31份，碘化砷16份，碘化锑8.0份相混合。把混合物微加热到溶解，然后冷却，澄清和过滤。配制浸油的三碘甲烷，应该只取结晶的

① 变暗了的二碘甲烷，加少量的水银用力摇晃容易脱色。

(或者从乙醚溶液中通过結晶作用將它精制成粉末)。这种浸油的配制是十分复杂的，如稍微違犯操作方法，就不可能获得最高的折光率。在保存这种液体时，瓶盖必須特別塞紧。在具有最大折光率的液体中蒸发二碘甲烷时，妨害工作的碘化物的晶粒要下降的(它們可能与被研究的物質相混)。因此，在工作之前，浸油在沒有滴到实验玻璃之前必須檢查。在含有少量碘化物液体中蒸发二碘甲烷，会引起这些液体的折光率显著地增加。在含有碘化錫的液体中，不应投入金属錫(參看洛多奇尼科夫，165頁(2))。

折光率近于1.77的浸油，用硫参与二碘甲烷易于获得。所获得的液体毒性較小，并且比含碘的液体好保存。

折光率在2.06的液体和該液体与二碘甲烷之間的所有的中間液体，可用二碘甲烷参与硫和磷配制。托波尔(H.Д. Топор)曾配制过这种液体，而且利用它們測定过鉛的絡化物的折光率。在工作中使用这些液体极为方便，而且也很稳定。

为了配制 $N=2.04$ 的液体，托波尔在 20°C 的水中按8:1:1的比例混合黃磷、硫黃和二碘甲烷(黃磷40克，硫黃5克，二碘甲烷5克)。为此，要將被二碘甲烷湿过的硫黃裝到玻璃杯里。所有这些物質都要用水淹住(注意不要使硫黃浮起)，然后放入小磷片(放入磷时应当快，以防自燃)，在所有的磷放入之后，把混合物加热到 60°C (过热是有害的)。所得到的液体与水一同用小块布過濾。

为了获得高折光率的液体，原物質的純淨是极为重要的。托波尔建議要精制特殊的黃磷。把它溶于二硫化碳中，随后過濾过溶液，并在微热(30°C ±)及通风良好的条件下蒸发溶剂(精制手續虽然很麻煩，但是，如果沒有純的原料，这

样的手續是不可避免的)。

所得到的高折光率的原液体可用二碘甲烷按任何比例冲淡。这样就可以得到由 $N=1.74$ 到 $N=2.04-2.06$ 之間的所有的液体。

在这个基础上配制的液体，在儲存及工作时，应特別注意。因为，由于其中的磷有自燃的趋势。所配制的液体甚至沒有水层保护也可以使之不自燃，但是，所有的液体最好是儲存在不能进入光綫的金属箱中。如果液体儲存在水层的下面，則与 H_2S 的分离物要发生緩慢的反应。在低温($10^{\circ}C$ 以下)下，磷的晶体可由濃縮的液体中沉淀出来。

以上述方法配制的液体滴在玻璃和金属上面不能自燃，但滴在紙上和木材上可以自燃。因此，在工作时为了避免这种情况的发生，剩余的浸油应用濾紙收集起来并丢到水中。

成套的浸油(原材料的选择，应以折光率达到1.78为宜)通常是由可以長期保存而不需要檢查折光率的液体組成的。低折光率(1.47以下)的混合物在这些液体中是不存在的。折光率在1.47—1.63的液体通常是利用滑油組成物配制的。

除了上面列举的油浸介質以外，还可以利用重金属鹽类的水溶液作为油浸液体。例如杜列(Туле)液、苏申-罗尔巴赫(Сушин-Рорбах)液及克列茵(Клейн)液。

这些液体特别是杜列重液很容易配制(參看下面)，而且相当便宜。当濃度最大时，其折光率是极高的(見表2)。

这些液体很容易被水冲淡，并可配制任何中間的折光率。其缺点是毒性大，折光率不穩定。当水被蒸发时，液体的折光率增高很快。这些液体的优点是，在測定它們的比重时，具有驗證其折光率的可能性(这对于沒有折光仪的實驗室特別重要)。而且測定折光率和比重，可用同一种的液体

(参看下面)。

高折光率的水溶液

表 2

液体名称	化学成分	最大比重	最高折光率
杜列液	$\text{Hgl}_2 \cdot 2\text{KI} + \text{aq}$	3.17—3.19	1.71
克列茵液	$\text{CdO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{W}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3.6	1.70
苏申—罗尔巴赫液	$100\text{BaI}_2 + 130\text{Hgl}_2$	3.5	1.79

3. 成套液体的儲存

將配制好的液体分別裝入容积为 3—5 立方厘米的帶有毛玻璃塞的玻璃瓶中。这样多的液体足够使用 4—5 年。液体用过之后，应当將瓶口完全塞紧。不应把新配制的液体补充到成套的液体中去。因为，新配制的浸油可能是用其他原材料配制的。因而在温度变化或干涸时，將按其他方式变化。由于变化不同，高折光率的液体可能变成比相隣的折光率較低的液体，或者变成更低的液体。如果需要某种大量液体时，則必須单独配制。不应该用成套液体中的某几种液体制成大量的試驗标本。因为，如果某种液体被大量耗尽，那末全套的液体都变成无用的。应特別推荐以丁香油作为石英介質 ($N=1.54$) 的試驗标本。因为，丁香油的色散很容易將石英顆粒与斜長石以及其他折光率相近的矿物区别开。

儲存成套浸油液体最方便的小玻璃瓶如图 2 所示。它同一般的玻璃瓶没有什么区别，但最重要的是，玻璃塞下端的小玻璃棒尖端是平滑的并没有玻璃点滴。这样玻璃点滴才能妨碍液体的聚集，它只能被液体蘸湿，同时油浸液体的大点滴聚集到平滑的玻璃棒的尖端时，液体才可以往試驗标本上

滴。

普通的成套浸油液体可以保存在木箱中，木箱必須有存放小瓶的凹孔。相应的折光率要直接写在装液体的小瓶上，瓶上要註明瓶的号码，并在单独的标籤上註明折光率。折光率不应写在箱子上，因为这样容易增加錯誤。

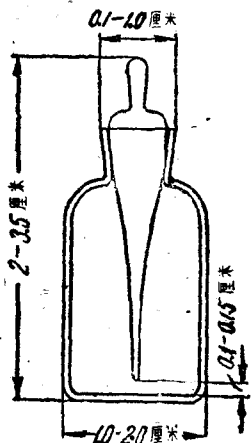


图 2. 儲存浸油用的小瓶 試管中。

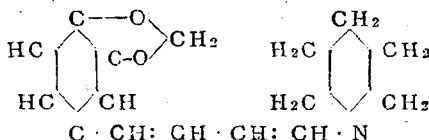
众所週知，含二碘甲烷液体的磷-硫液体，应小心地裝在金属箱中，因为裝在这样的箱子中就可以避免发生火灾的危險。

混熔体要保存在适当大小的廣口瓶中，或者儲存在帶毛玻璃塞的試管中。

4. 成套混熔体的配制

折光率达2.10的混熔体是利用胡椒硷①与二碘甲烷配制

①胡椒硷 $C_{16}H_{14}NO_2$ 的結構式如下：



熔点为 128°C ，光性尚未测定。存在于胡椒植物（在黑色或芳香的胡椒中）的种籽里。可以用下列方法从胡椒植物中提取：将研碎了的胡椒与石灰乳蒸发半小时（并将所得到的混合物完全蒸干，用乙酰取出剩余的物質。胡椒硷可从苯、挥发油和酒精（30份热的）中或单独结晶出来。在冷水中，就象在石油醚中一样几乎不溶解。在三氯甲烷和醋酸中溶解很好，而在乙醚中溶解较差。结晶的胡椒几乎无味，但其醇溶液有刺激性。

稀釋过的酸对胡椒硷不起作用。浓硫酸能使它染成紅色，当酸用水稀釋时，則顏色消失。当胡椒硷与苛性鉀的醇溶液一起煮沸时，則产生胡椒硷和胡椒酸（化学家斯密尔諾夫）（В. А. Смирнов）。