

前 言

岩矿鉴定是地质工作的一个重要环节。而岩矿鉴定又离不开岩矿制片工作的配合。随着我国地质事业的飞速发展，对岩矿制片不断提出了越来越高的要求。

我国专门介绍岩矿制片方法的书籍很少。编者根据目前我国大多数单位采用的工作方法，结合自己工作实践中的一些体会，将一些常用的方法系统整理成这个小册子，供学习和从事岩矿制片工作的同志参考。对于近年来出现的一些新方法也适当地作了介绍。

此书承中国地质科学院陈正同志，中南地质研究所于长富同志，以及有关实验室的同志作了认真的审查，提了许多宝贵的意见，尤其是苏树春同志大力协助修改，在此一并表示感谢。但限于编者的水平，书中错误缺点在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

1978年元月

33807

目 录

第一章 岩石薄片的磨制法	1
一、标本的整理和切片方位的选择	1
二、切片	2
三、切片后的粗磨	6
四、煮胶	8
五、切片后的细磨	10
六、粘片前的精磨	11
七、粘片	13
八、粘片后的粗磨	16
九、粘片后的细磨	17
十、薄片的最后精磨	18
十一、盖片及多余胶的清除	19
十二、磨制大面积岩石薄片的经验	22
十三、不能遇水的岩石矿物制片法	23
第二章 金属矿物光片的磨制法	27
一、标本的整理	27
二、切片和粗磨	28
三、煮胶和细磨	29
四、精磨	29
五、抛光	32
第三章 矿石光薄片的制片法	40
第四章 薄片的移片法或翻片法	42
一、移片法	42

二、翻片法	43
第五章 砂粒矿物薄片和光片磨制法	44
一、用电木粉压制砂粒光片的方法	45
二、用牙托粉压制砂粒光片与薄片的方法	48
三、用环氧树脂制作砂粒薄片与光片的方法	53
结语	58
附表一 制片主要设备	60
附表二 主要磨料、材料及用具	60
参考文献	62

第一章 岩石薄片的磨制法

为了便于在偏光显微镜下对岩石进行鉴定观测，通常将岩石磨制成厚度为0.03毫米的薄片，称为岩石薄片，简称薄片。

薄片的磨制一般可分以下工序：标本的整理；切片；切片后的粗、细、精磨（在以上工序中标本如松散时，可进行必要的胶结处理）；粘片；粘片后的粗、细、精磨；盖片；对多余树胶的铲除清洗；贴标签编号等。

下面就依次对上述工序进行介绍。

一、标本的整理和切片方位的选择

对送来磨制的标本，在切片前要按照送样单对标本的数量、编号与标签进行一一核对。如发现有不符时，可及时向有关人员说明，便于找出原因，以免发生混样、错样等事故。

在制片之前，必须正确选择切片部位，使制成的薄片具有代表性。标本的切片方位通常有两种情况：

1. 凡是结构构造有明显方向性的标本，如片岩、千枚岩、页岩、云母等，都是成片状或层状的，一般必须垂直层理、片理、页理、裂理或解理面进行切片（图1，2所示）。但在作为特殊研究之用的切片，须按送样单位指定的方向切制。

2. 凡是结构构造无明显方向并且矿物分布比较均匀的标本，如花岗岩、闪长岩、辉绿岩、砂岩等，一般可在任意方位切片。如鉴定者对标本有特殊要求，就须按鉴定者的要求在指定的方位切片，如岩组分析标本。



图 1 页岩的切片方位
(垂直层理)

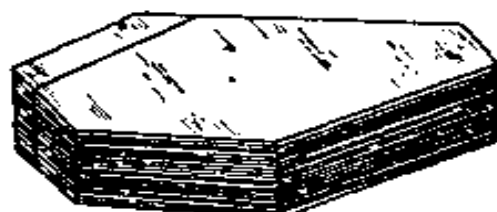


图 2 云母的切片方位
(垂直解理)

标本的切片方向和位置决定之后，可用红蓝铅笔将方位标出，以免切错。在切片之前对标本进行整理并正确选择切片部位，是一道不可缺少的重要工序。如发现岩石比较松散或裂理、裂隙较发育，首先要进行煮胶，以免切片时标本破碎。

二、切 片

确定了切片方位之后，在切片机上把需要的岩片切割下来，这道工序就是切片。

目前在国内切片工序上大多数单位都用切盘转动带金刚砂对岩石进行切割。但是，随着我国工业的发展，开始有越来越多的单位已改用金刚石锯片进行切片。使用时既简便又清洁，效率高。但是，由于目前金刚石锯片较昂贵，因此，采用金刚石锯片进行切片的单位仍不多。为了今后发展的需要，现将金刚石锯片使用须知作简单的介绍：

1. 技术要求:

加工材料	主机转速 (转/分钟)	进 给 量 (米/分钟)	切割厚度 (mm)	最高线速度 (米/秒)
光学玻璃	1500—2200	0.2	≤80	≤40
大理石	1600—2000	0.7—0.9	≤60	≤40
花岗岩	1600	0.5—0.7	≤30	≤30

2. 锯片安装: 锯片安装 必须加法兰盘, 法兰盘 直径选择应尽可能大。锯片装上法兰盘后, 应做静平衡校正, 其平衡应控制在最小限度。

3. 冷却: 可用水或其他冷却液, 必须连续供给。

4. 对机床的要求: 要求机床 具有较好的 机械性能, 否则会影响锯片的切割效率和使用寿命。

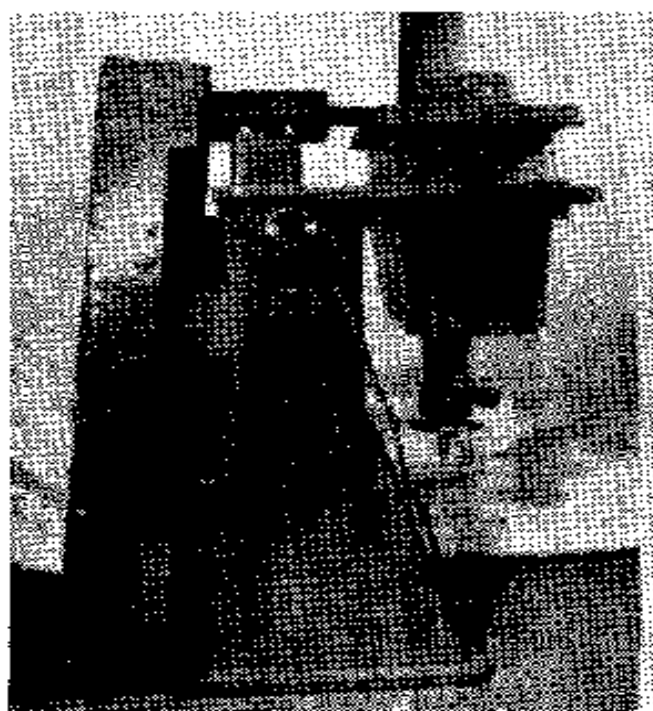


图 3 国产切片机

5. 锯片的保管: 锯片使用中最好应由专人保管, 存放时应将锯片悬挂, 不宜平放、重叠或与硬物碰撞, 以免变形。

现在, 全国有不少单位都采用国产切片机 (图 3)。这种切片机虽然能够满足一般制片工作的需要, 但也存在着一些缺点, 如切盘带砂情况不良, 故切片速

度较慢，工作时金刚砂和水飞溅得很厉害，既影响工作，也有碍于卫生。

为了克服这种切片机的上述缺点，我们对该机器的砂箱、工作台、防砂罩等进行了改革，切盘的直径也由原来的400毫米改为300毫米，经过几年的使用和不断的改进，切盘带砂情况大有改善，从而提高了切片效率。在中等硬度的标本上切割一块薄片，一般只需1—3分钟。同时，也基本解决了金刚砂和水四处飞溅的问题。切片时一般只是手指上溅有一些砂水。改革后的切片机见图4。



图4 国产切片机

我们还自己动手设计制作了一台切片机，其效果比上述改革后的切片机更好。

对薄片所切割的面积大小和厚度一般无具体规定。不过，一般的载玻片规格是 $1.2 \times 26 \times 76 \text{ mm}^3$ ，所用的盖玻片规格又是 $22 \times 22 \text{ mm}^2$ 。因此，一般切下的岩片最好是 $25 \times 25 \times 3 \text{ mm}^3$ 左右。岩片表面应尽量切割平整，以便于粗磨。对于较松散、风化强烈、裂隙页理发育的岩石（千枚岩、云母、页岩）等，可适当把岩片切厚些，以防破碎。总之，可根据切片者的技术状况以及标本的具体情况而定。

切片机转速、切盘的厚度与使用的金刚砂粒度大小有一定的关系。如果忽视了这个问题，既影响切片效果和速度，又容易使切盘刀口卷损。总的原则是切盘愈厚，用的金刚砂愈粗，切盘愈薄用的金刚砂愈细。例如：切盘厚为2毫米用60[#]或80[#]金刚砂；切盘厚为1.5毫米用80[#]或100[#]金刚砂；切盘厚为1毫米用100[#]或120[#]金刚砂；切盘厚为0.7毫米用120[#]或150[#]金刚砂等。

因切盘直径过大强度小，在切片时易摆动影响切片质量，同时对切盘校正平直也较困难。切盘转速过快，带砂效果不佳，切片速度不但不快反而更慢。要想把岩石切得较薄，而又平整，首先应把切盘校正平直，还要均匀用力将标本慢慢向前推进。当标本刚开始切进时不要用力过大，以免岩石坚硬造成切盘损伤。应把标本切片方位对准刀口，然后手握标本均匀用力慢慢向前推进。把岩片切完后，在水中用毛刷将标本和岩片上的金刚砂洗净放回原处。

校正切盘是切片中的一个关键问题。把切盘校正平直这个工作，看起来简单容易，实际做起来却并非如此。但是只要在反复实践从中找出它的规律性，这个问题是不难解决的。我们对切盘的校正方法是：在更换切盘时，先选一个车平的磨盘平面或大于切盘的平面铁板，然后把切盘放在其平面上加以比较，如切盘不平时，可用小铁锤在切盘上轻轻锤打直到基本平整为止。再把切盘装在机器上使其转动。这时手拿一支粉笔，在切盘的一边不同半径上分别固定位置，使粉笔头刚接上切盘，由于切盘的转动，自然切盘的一边也被粉笔划上不同的圆线。停止机器转动，再看切盘上被粉笔划上的圆线情况，假设切盘的一边被粉笔在不同半径上都划上了，而且圆线没有出现间断情况，同时笔迹粗细又均匀，这

样就是把切盘校正平直了。不过，象这种情况在实际中是不多的，一般还需要在机器上进行校正。

比如：切盘被粉笔在不同半径上划的圆线有间断，并且笔迹又有粗细之分，这种情况说明没有把切盘校正平直。被粉笔划到的地方是凸出的；没划到的地方是凹进去的。这时就需要在切片机上继续进行校正工作。校正的工具是一个小铁锤和一块平铁板就行了。铁板规格约 $80 \times 60 \times 7 \text{ mm}^3$ （仅供参考）。可根据粉笔在切盘上划的笔迹情况进一步校正，例如想叫切盘的这个地方向右点，一只手拿铁板垫到这个地方的左边，另一只手拿小铁锤去轻轻打切盘这个地方的右边。敲打的要领是：一般说来用小铁锤在半径部分敲打三下，先是内圆，其次中间，再其次是接外圆部分。然后再更换打的部位。注意用锤子打的力不要过大，以防过头。还可以用两只手力的方向一致或相反去搬一搬切盘被校正的部位，用这种方法也能达到校正的目的。切盘被锤打后或用手搬后，仍用上述粉笔的检查方法进行，再看切盘被粉笔划圆线的笔迹情况，如果还没有把切盘校正平直，可按照以上介绍的方法反复进行校正，直到校正平直为止。总的来说校正切盘不可心急，应有毅力。要把别人掌握的东西变为自己能灵活运用，需要有一个反复实践的过程。

三、切片后的粗磨

粗磨这道工序是在磨片机上进行的。磨片机有单盘和双盘两种（图 5，6 所示）。这次粗磨的目的是把切下来的岩片两面粗磨平整，并选磨一个较好的平面做粘片用。这次粗磨可根据岩片坚硬松软情况，一般可把岩片磨到 3 毫米左右厚

度为止。对于较疏散容易破碎的岩片可磨得厚些，然后用水洗去岩片上的金刚砂，就可转入细磨工序。

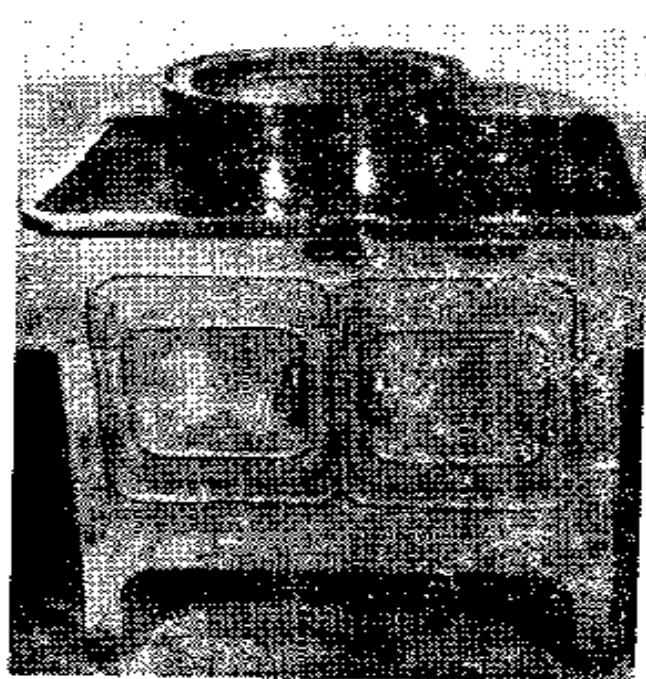


图 5 国产单盘磨片机

为了避免薄片粘胶后在粗磨过程中，由于金刚砂粒度大小不均匀所造成薄片局部脱胶问题，建议切片机和粗磨机用的金刚砂规格最好一致。这样也便于对磨后的金刚砂淘洗工作。

粗磨机每分钟在1000转左右。磨盘旋转方向为逆时针。用的金刚砂规格一般以 120[#]或 150[#]为宜。

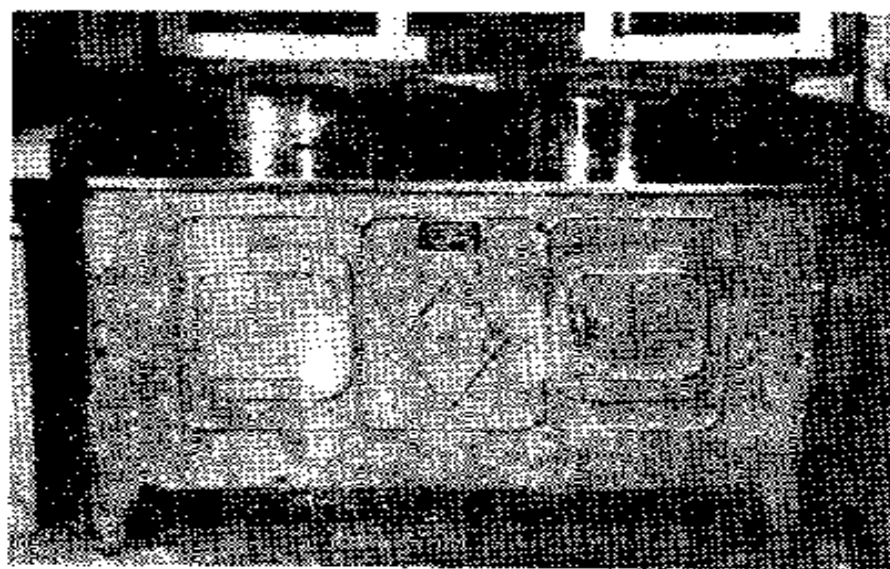


图 6 国产双盘磨片机

四、煮 胶

在工作中，经常会遇到一些较疏松易破碎，有裂隙，有明显的页理或风化程度强烈的标本。为了防止岩片在磨制的各个工序中发生破碎影响工作。因此要对这类易破碎的标本或切下来的岩片，进行必要的胶结处理。

一、煮胶的时机

1. 对切片时遇水易破碎的标本，可先煮胶然后进行切片。总之，可根据标本具体松散情况的不同，再决定煮胶时机和次数。有些特别易碎的松散岩石标本需要在切片前，粗磨前，细磨前后分别进行四次煮胶处理才能制成薄片。

2. 对有明显页理、裂隙或较松散的标本，可在切片后煮胶，再进行粗磨。

3. 对比较疏松的标本，可在粗磨后煮胶，然后细磨。

4. 对比较坚硬致密又没有明显页理或裂隙的岩石标本，制片时可以不煮胶。

二、煮胶材料的配制（可目估）

1. 普通松香 2 份，松节油 1 份。如标本或岩片过于疏松时，还可以加多些松节油。

2. 普通松香 4 份，固体石蜡 1 份。因这种配料胶液浓度较大，对岩片渗透胶结能力小，再者岩片的裂隙中易粘上磨料，薄片放久后容易出现气泡等缺点，故当前采用的不多。其优点用的次数多、消耗少成本低。

3. 普通松香 3 份，松节油和固体石蜡各 1 份。

4. 液体光学树脂胶。

5. 6101⁺环氧树脂 10 份，三乙醇胺 1 份。

总之，可用于煮胶的材料很多，各地配方也有差异。在有电源的情况下，煮胶工作一般可在通风橱中的电炉上进行。煮胶时应开风扇将蒸发出的气体抽走，以免影响室内空气的卫生。如没有电源也可以用酒精灯进行煮胶。

通常用于岩石煮胶的材料是松香和松节油。煮胶的过程是：胶量的多少，可根据要煮胶的岩片多少而定，以被煮胶的岩片完全浸泡在液胶中为宜。可在小钢精锅或瓷蒸发皿中把胶按比例配好（可目估），为防止岩片在煮胶过程中出现混样差错事故，事前应把被煮胶的岩片分别做个标记：用一根细铜丝（电机废漆包线）一头捆住岩片，另一头捆上编号；或用铅笔在一张纸上按顺序把岩片的不同形状轮廓从边沿描划下来，在纸上写上编号，这两种做标记的方法都可使用。用电炉先把胶全部熔化，再把做过标记的岩片放入胶液中，因为这种胶液是易燃的，所以煮胶用的电炉最好能控制温度，电炉丝一般以600瓦左右为宜。煮胶温度控制在100℃至130℃之间，等胶老嫩适当时，停止加热，待胶液稍微冷却变稠时（其温度约为60℃），这时可把岩片从胶中取出来。岩片冷后，用铲胶刀将岩片表面的胶铲去，放回原标本盒中，就可以转入下步工序的磨制。如果还需要用胶锅中的胶再次煮胶时，应在胶中重新加上松节油后使用。

细磨过的岩片需要胶结时，除用上述煮胶方法外，还可以采用在粘片架上把岩片烤热，然后将液体光学树脂胶或按配方环氧树脂涂在所用的岩面上一薄层胶，等胶老嫩适当时，停止加热。这样也能达到对岩片的胶结作用。

对岩片的煮胶过老或过嫩都不好。胶过老了会使胶碳化变脆而失去粘力；胶太嫩容易粘手和金刚砂。过老和过嫩的胶都不能牢固地胶结好标本和岩片。如何判别胶的老嫩程度

呢？当胶锅中的岩片在胶中没有气泡或没有大量气泡出现时，用挑胶针从胶锅中挑一滴胶放到手指上去检查。如胶冷后软化而粘手，就是太嫩；胶冷后凝固不粘手，并能压碎则正好；胶冷后用手指易压碎，并成很干燥的细粉，就煮得太老了。若胶煮得太老了，可在胶中加些松节油，再煮至胶老嫩适当即可。

五、切片后的细磨

细磨这道工序也是在磨片机上进行的。因磨片时粗磨和细磨用的金刚砂有粗细之分，所以通常把磨片机分为粗磨机和细磨机。

这次细磨的目的，主要是把岩片要粘片的一面进一步磨细磨平。其表面不能有划痕道子，以及凸凹不平的现象，否则将给下步精磨工作带来很大困难。在细磨机上磨好一个岩片底子，约有两分钟左右即可，一般不需要磨的时间过长。若岩片在粗磨后进行过煮胶，细磨的时间更应尽量缩短，以免将胶结较好的表层全部磨掉，失去胶结的作用。岩片底子磨平后，用水洗净就可转入下步精磨工作。

细磨盘面应经常保持平整，无深擦痕和凸凹不平现象。如使用时间过久磨盘面不平时，须更换新盘或在车床上车平后再用。否则，继续使用不平整的磨盘，就会使被磨的平面边角下塌而不平整；当薄片在其磨盘上磨薄时，薄片易产生中间厚边部薄的现象，常常会出现薄片的边部矿物因过薄被磨掉，而中间部分的矿物却还很厚。为了更好的保持磨盘面的平整度，粗磨与细磨工序不宜共同用一个磨盘。磨片机应分为粗磨、细磨专用，磨盘也应专用。磨盘面平整度情况(图

7 所示)。

细磨时把磨料要调成泥状。岩片未磨前，一般应先在水盆中洗净，然后选一个较好的面磨。先用水将磨盘上面打湿，



平整的磨盘



凹下的磨盘

图 7 磨盘

再用手指或毛笔加少许磨料放在磨盘靠中心部位，手拿岩片轻轻按在磨盘上要左右来回移动着磨，这样能较好保持面上平整。

细磨机一般每分钟转速最好在600—800转之间，磨盘转动方向为逆时针，用的金刚砂规格是500[#]—800[#]或M28均可。

六、粘片前的精磨

精磨的目的，主要是把岩片细磨过的平面，进一步磨得更细更平，以提高薄片的质量。精磨好一个岩片底子，一般约在两分钟左右即可。

精磨薄片一般用的磨料是，M10 金刚砂或301[#]，302[#]白泥浆。这三种磨料任选一种均可。

精磨这道工序一般在一块5毫米厚的台玻璃板上进行。新玻璃板的平面实际上是不够平的。因此，在初次使用前，一般要用M10 金刚砂或301[#]白泥浆为磨料，少许蘸点水，再用研砂石（一块面积较大并且平整的石英岩）进一步把其表面加工磨平，然后再使用。如因玻璃板使用过久而又变得不平时，可用上述方法进行磨平或更换新的。最好不要用粗砂来

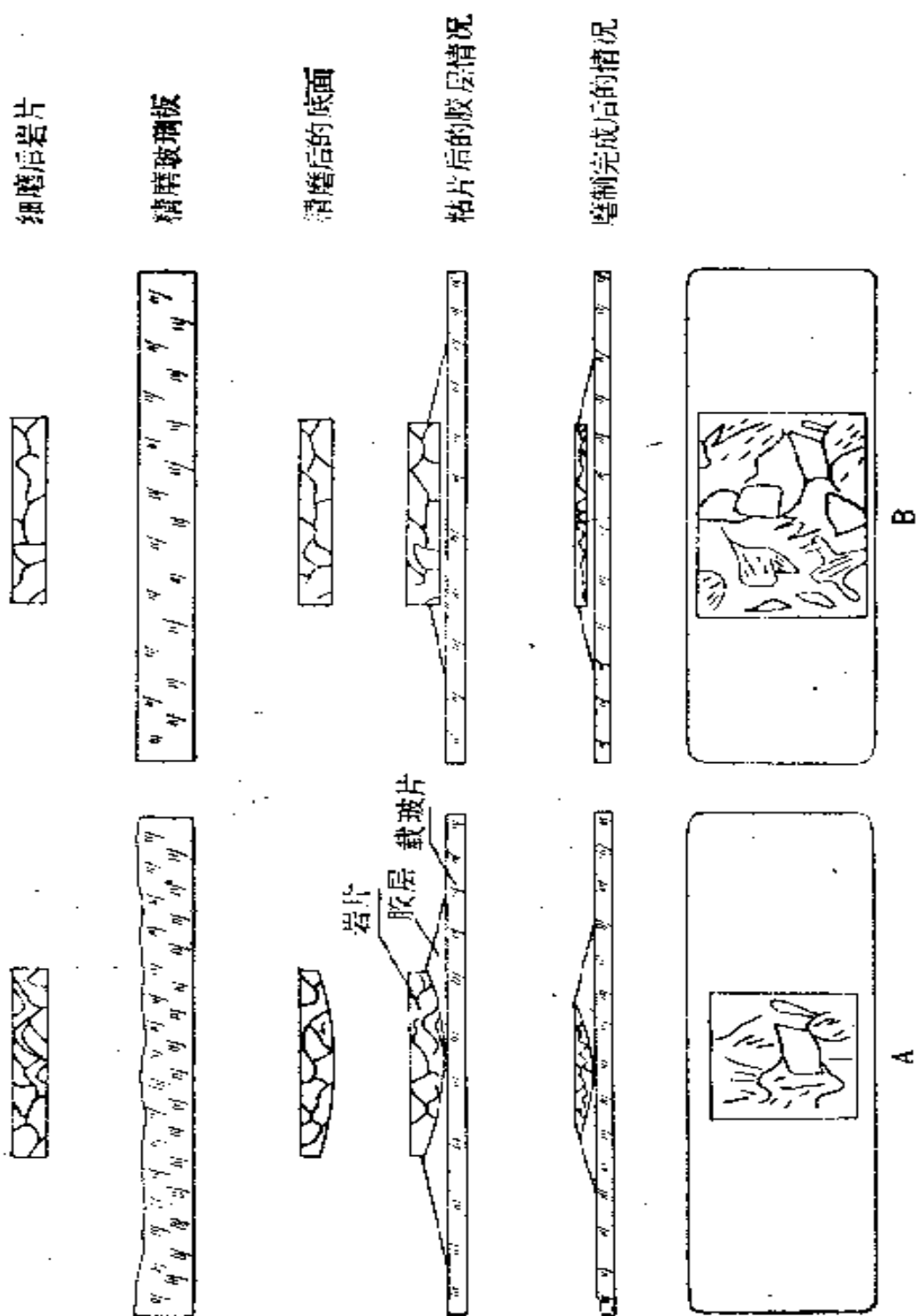


图 8 精磨玻璃板的表面平整度对岩石薄片质量的影响

A. 平整度较差的玻璃板磨制的情况 (面积小, 厚度不均匀)

B. 平整度较好的玻璃板磨制的情况 (面积较大, 厚度较均匀)

校磨玻璃板。因为用的玻璃板平面太粗糙或不平时，都会直接影响到薄片的质量。当岩片在太粗糙或不平的精磨玻璃板上精磨时，磨出平面会发生边角下塌而不平整；在不平整的玻璃板上磨制薄片，易产生薄片厚度不均匀，中间厚边部薄的现象。当然这种现象的产生也与制片者的磨片方法，以及对载玻片压力是否均匀等因素有密切关系。等把整个岩石薄片中的矿物都磨到标准厚度时，往往是边部矿物已被磨掉了，结果磨制的薄片面积小，有时厚度还不均匀。实践经验表明，精磨玻璃板的表面平整度对制得的岩石薄片面积大小和质量情况有很大影响（图8所示）。

精磨时，磨片者首先应做好清洁工作，以防止上道工序的粗砂带到精磨玻璃板上。一般应把玻璃板、擦砂用的毛巾、研砂石等都用清水洗净擦干。在玻璃板上加少量磨料和一、二滴水（磨料加水不要过多），用研砂石先把磨料和水研磨均匀，以防有粗砂混入。在水盆中把岩片洗净擦干，然后手拿岩片在磨料上前后推磨。直到把岩片底子磨得平滑均匀，并有些发亮，无擦痕道子和边角下塌现象就算磨好。假如岩片底子某角较低不平难于在精磨工序中磨平，可重新在细磨机上磨平后再进行精磨。总之，一定要把岩片的粘面磨得平整光滑，才能转入粘片。若岩片在细磨和精磨中遇水出现掉粒，应进行一次胶结，然后可改用机油、甘油或液体石蜡调磨料磨之。

七、粘 片

用光学树脂胶等材料把岩片粘到载玻片上，这道工序叫做粘片。

对于经验不多的磨片者，粘片这道工序看来容易，实际做起来并非如此。这里面确有一些经验和技巧。必须根据四季室温变化的情况，并结合岩片的具体情况，灵活控制粘片时的温度，使粘片的胶老嫩合适，才能做好这道工序。总之，粘片时岩片和胶的温度应近于相同，这一点很重要。若岩片是冷的，则会使胶冷却，失去对岩片的粘结力。

粘片时如温度过高，光学树脂胶很快就会变老，胶性变脆。使薄片在下步机器磨薄的过程中容易脱胶。粘片时如温度过低，光学树脂胶又会过嫩，带有较大的柔性。使薄片在下步机器上磨薄的过程中，容易使岩片滑动破裂或使岩片周围树胶粘上金刚砂。总之，粘片的胶过老或过嫩都会直接影响制片的质量。因此在粘片时掌握好胶的老嫩是个关键问题。不过这个工作也有它的规律性，把温度控制好是主要的。只要在实际工作中不断的总结经验，然后再反复实践，就一定能够逐步得到提高。

1. 粘片的材料和工具

光学树脂胶；载玻片；四脚架或三脚架，（图9）；酒精灯，圆头镊子，铲胶刀（废钢锯条做的），火柴等。

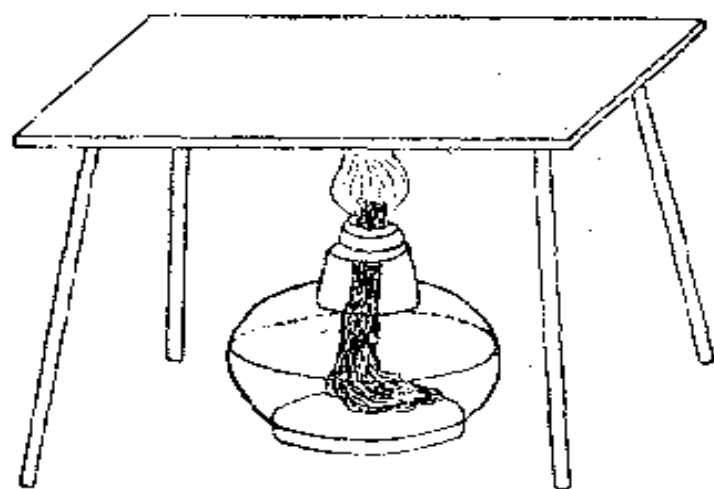


图9 粘片架

2. 粘片方法有两种

液体胶粘片法；固体胶粘片法。

用液体胶粘片时，对胶的老嫩较难掌握。需要在每个载玻片上对胶进行试验，待胶老嫩合适时方可粘片。由于操作不简便，同时在粘片速度上也较慢，故目前很少应用。用固体胶进行粘片，操作简便，节省时间，易于掌握胶的老嫩，因此目前应用较普遍。

3. 操作步骤

先用干净的纺绸或毛巾将载玻片擦净，然后把载玻片放在粘片架上，并用酒精灯在下面加热。同时把被粘的岩片放在粘片架上端，被粘面朝上，稍微烤热使水分蒸发，等载玻片上温度能使固体胶熔化时（其温度约 110°C 左右），就把固体胶涂到载玻片中央，涂胶的面积与岩片大小适应，胶量不要过多。这时手拿被粘的岩片与载玻片上的胶粘合，约经10秒钟左右，岩片在胶上开始移动时，用镊子压在岩片上轻轻推几下，将胶层中的大气泡挤出。立刻把载玻片从粘片架上取下来，使岩片朝下放在桌面上（可在桌面上垫一张纸或其它东西，以防胶把桌面弄脏），这时岩片中如有大量气泡冒出则表明温度有点过高。不要急于马上去挤胶层中的气泡，可停几秒钟后待岩片稍冷不再继续冒泡时，用大拇指和中指尖扶住载玻片的两端；另一只手拿镊子压在载玻片的岩片上面，两只手力要配合得当，轻轻地使载玻片前后或左右移动，迅速挤出胶层中的全部气泡。并应把岩片调整在载玻片中间部位。然后把刚粘好的片子使载玻片朝下放置，以便很快冷却。待片子冷后进行查看，如果没有气泡，粘片工作才算完成。否则需按上述方法重新粘片。

八、粘片后的粗磨

这次粗磨与切片后的粗磨方法是一样的，只是在岩片上粘了一个载玻片。这次粗磨的目的，主要把岩片均匀的磨薄，使其达到基本透明或半透明程度为止。此时厚度约有0.1毫米左右。

粘片后粗磨应注意的问题是：

1. 由于树胶性脆，在冬、春季节工作时，一般应保持室温在零上18℃左右为宜，最好用热水调砂磨片，以防水冷引起薄片脱胶。夏季粗磨时可用凉水调砂。

2. 因载玻片较长又薄，所以手指对其两端压力不要过重，否则易把载玻片压断。

3. 用的磨料粒度应均匀，不要过粗。同时手对载玻片的压力要均匀，不然都会引起薄片局部或全部脱胶。

4. 磨盘用久而不平时，应及时更换平整的。否则将影响薄片质量，载玻片的两端易被磨伤。

5. 不同的磨片者，在机器上拿片的手法也不同。有的同志习惯横握载玻片磨；有的同志习惯竖握载玻片磨。只要达到将薄片均匀磨薄的目的即可。当薄片快要磨薄时，加砂量应渐渐减少，最好不要把岩片周围的胶磨掉，因为胶对岩片有一定的保护作用。

为了保持磨盘面的平整，手拿粘有岩片的载玻片应在磨盘平面的半径上做左右来回移动着磨，并应在磨的过程中注意不时调换握片方向，这样也便于把岩片均匀的磨薄。在磨薄的过程中要集中精力，待被磨的薄片和岩片四周的胶层平行时，可停止加砂，就利用盘上留下的细砂一直将薄片磨

到基本透明或半透明的程度为止。例如对于性脆的花岗岩、伟晶岩、辉长岩、千枚岩或较软的岩石矿物的薄片，可适当磨得稍厚些，以防掉粒掉块。粗磨好的薄片应用水将砂洗净擦干后放回原处。

如发现薄片在磨薄的过程中，有局部地方脱胶或掉块现象，应该及时补救整修。其方法是：用酒精灯把铲胶刀稍微烤热，在脱胶的载玻片上轻轻烫一烫即可消除。切勿把铲胶刀烤的太烫，以防被烫的部位反而出现气泡。补胶时，也将铲胶刀稍微烤热，把粘片固体胶涂在需要补胶的地方，等冷后即可继续磨制。

九、粘片后的细磨

这次细磨的目的，主要是把薄片均匀地磨到约0.04毫米左右厚度。细磨工作质量的好坏，对薄片的质量将起着较决定性的作用，因此，这道工序是磨制薄片过程中的一个重要环节。磨片者在细磨的整个过程中，应集中精力把薄片均匀磨薄磨好。否则将会给下步薄片的精磨带来很大困难。这次细磨与切片后的细磨要求一样。

薄片在细磨机上磨薄的过程是：在细磨之前，磨片者应先在水盆内把粗磨过的薄片洗净，并尽量将载玻片和手上的水擦干。一般是用左手加磨料，右手拿薄片磨。用水先把磨盘面打湿，可根据片子矿物的硬度和粗磨后的厚薄情况，加以适量的磨料。在细磨中，尽量注意不让磨料水溅到载玻片上面，以防影响对薄片的观看，同时也不要用水多次去洗薄片，否则会使盘上水量增多，引起薄片中有某些矿物出现掉粒，也不利于薄片面积的保持。等把岩片和树脂磨到基本相

平，手摸无棱子感觉时或发现边沿矿物开始被磨掉时，这时可停止加磨料，应保持盘上有细砂水纹，用手指轻轻压住载玻片在盘上左右移动着磨，就利用盘上留下的砂油子（细砂）继续把薄片均匀磨薄磨好。若盘上稍干时，可用手指少许加点水调节再磨，由于盘上磨料不断被磨少变细，这样薄片也随着就均匀的磨薄了。一般说来在细磨机上应把薄片中的矿物厚度磨到0.04毫米左右。如石英在镜下干涉色大部分为明亮的白色或灰白色，少部分为一级黄即可。然后把片子和手用水洗净擦干放好，就可以转入下一步最后的精磨。假如在细磨机上把薄片磨得过厚或厚薄不匀，下步精磨就很费力。

十、薄片的最后精磨

最后精磨的目的，是把细磨后的薄片均匀地磨到标准厚度0.03毫米。薄片的上面不能磨得太粗糙，否则将影响镜下对矿物的鉴别。

这次对薄片的最后精磨与“粘片前的精磨”研磨方法和要领相同。除此之外更应做好各细节的清洁工作，以防薄片在精磨中被粗砂划坏而前功尽弃。在最后精磨的整个过程中，磨片者应集中精力磨好。不要过于急躁图快，否则对磨制的薄片质量有害无益。

精磨时用的磨料、加水量不宜过多，要适量。用食指或拇指均匀压在载玻片上（薄片的中间部位或岩片较厚的部位）来回推磨，并且应经常调换手指对载玻片压磨的部位，以便把薄片均匀磨到标准厚度。在薄片快磨好时最好不要中途再加磨料，同时在精磨中应尽量减少用水洗薄片的次数，洗

后也应把手和载玻片上水擦干再磨，否则不利于对薄片面积的保持。特别是对辉长岩、闪长岩等岩石薄片进行精磨时，更不宜中途加磨料，玻璃板上水量应尽量减少，还应尽量减少用水洗片子的次数，否则薄片易出现掉块现象，其面积也难保持原状。

怎样判别薄片矿物是否磨到标准厚度？一般在磨制的薄片上先涂一层水，然后把薄片放在偏光显微镜下，用正交偏光观察矿物的干涉色看是否已磨到标准厚度（即0.03毫米）。各种常见矿物在厚度为0.03毫米的标准薄片中的最高干涉色可以在矿物重折射率图（即米舍尔—列维图）上查得。一般是根据石英、长石、角闪石、辉石、橄榄石、白云石、黑云母等常见矿物的干涉色来确定薄片的厚度。例如：石英在0.03毫米厚度时的最高干涉色是1级淡黄，一般地说，只有个别颗粒表现出最高干涉色，因此应将薄片绝大部分石英磨到亮白和灰白色，这时的薄片厚度通常为0.03毫米左右。

十一、盖片及多余胶的清除

薄片磨好后，为了便于在显微镜下进行鉴定并有利于薄片的长期保存，需在薄片上加一层盖玻片，这道工序就叫盖片。

盖片这道工序，是整个磨制薄片中的最后一个环节。须要细心的操作和熟练的技巧，方能获得良好的结果。比如，盖片时若烤的温度过高，薄片容易破碎出现气泡。所以盖片工作的好坏，与薄片质量问题也有很大关系。

盖片前先将薄片在清水中洗净擦干。然后用铲胶刀把岩片外四周胶铲去，以便盖片后薄片更加清晰干净。如胶上

没有粘上磨料，也可以不铲去。

盖玻片的规格较多，一般薄片无特殊要求时，均可用 $22 \times 22\text{mm}^2$ 的盖玻片。总之，可根据实际情况灵活选用所须的盖玻片规格。盖片时应对胶液、薄片表面和盖玻片做到清洁，以防将脏东西或线毛等物盖到薄片影响清晰程度。如果盖玻片因发霉不净时，可用盐酸浸泡清除，最后再用水冲洗擦好备用。

盖片的过程是：将擦干净的盖玻片放在一张纸上。胶液不宜太稠，若胶液太稠，可用二甲苯或松节油调稀。用挑胶针往盖玻片上滴一、二滴约绿豆大小的胶即可，胶量不需过多。手拿载玻片（岩面朝下）在酒精灯上稍微烤几下，使水分蒸发。应注意不要烤得过热，以防薄片破碎或把粘片胶烤出气泡。立即将薄片和盖玻片粘合在一起，此时用手指轻轻压一压盖玻片，使胶层变薄些，接着再用酒精灯把盖玻片稍微烤几下，目的使胶液受热变得更稀，这时用手指或火柴棍轻轻推动盖玻片前后或左右移动，将多余胶和气泡挤出，盖片的胶层不宜过厚，应尽量压挤得薄一些，否则盖片内的胶液容易向外溢出，不利薄片的长期保存，也无法用高倍油浸物镜进行观测。

假如想测量薄片的粘片胶层或盖片胶层的厚度，通常是用什么工具和方法呢？一般可采用外径测微仪或叫外径千分尺为工具，测量厚度的方法很简便。比如测量薄片的粘片胶层厚度为例，首先选用一块标准的载玻片，用外径测微仪测得其厚度，并记下数字。然后粘一块岩片磨成薄片使矿物均匀达到标准厚度即0.03毫米止。不要加盖玻片，这时再测一下载玻片和薄片的总厚度，记下数字。总厚度减去载玻片和已知矿物厚度，就等于粘片胶层的厚度。

等盖片胶冷却后，在酒精灯上把铲胶刀烧热，铲去露在盖玻片以外的多余胶和岩片，最后用热铲胶刀把盖玻片四边分别烫一烫，使此处的胶再次熔化、凝固，以防盖玻片移动。

多余胶的洗净方法：

能洗净胶的试剂种类很多。在这里仅例举用二甲苯和无水乙醇洗净的方法。

1. 用脱脂棉或纱布蘸上二甲苯擦载玻片上多余胶，胶遇到二甲苯会立即溶解随后挥发掉。然后再用干纱布或毛巾把载玻片擦净。由于二甲苯对人体有毒害，故最好不用此法。

2. 把无水乙醇或工业酒精倒入洗片用的容器中，然后把被洗的薄片放到里面，浸泡几分钟后，再用脱脂棉蘸着溶剂擦拭，将胶擦洗干净后，再用冷水洗一洗，最后用干纱布或毛巾把片子擦干。擦片时应防止盖玻片移动。然后贴上标签编号或用钻石笔直接把编号刻在载玻片一端。此时，一块岩石薄片的磨制工作就算全部结束了。

用于旋转台（也称费氏台）上测量的薄片，其规格要求与一般的薄片略有不同：

1. 载玻片的大小一般应为 $26 \times 48\text{mm}^2$ 左右，厚度最好不超过 1 毫米。

2. 要用长的盖玻片来盖薄片，盖玻片应该基本盖满整个载玻片。

3. 载玻片的各个棱角均应倒磨圆滑，载玻片的底面不准有划痕，也不能用钻石笔刻字。

必须特别注意上述第三点，以免薄片的棱角或其上的划痕将旋转台的玻璃半球及中心圆玻璃板等部件划伤。

十二、磨制大面积岩石薄片的经验

一般的岩石薄片，面积不超过 $22 \times 22\text{mm}^2$ ，这对中细粒度岩石的观察研究鉴定一般说是可以的。但是，在下面一些情况下，则要求薄片的面积尽可能大一些，即要求磨制所谓“大面积薄片”。

1. 粒度较粗（ >5 毫米）的岩石，特别是一些伟晶岩类的岩石，因矿物的颗粒比较粗大，若薄片的面积过小，一个切片中只有为数不多的几粒矿物，很难如实地反映整个岩石的矿物成分和结构构造特征。

2. 两种岩相相接触的岩石，为了观测一种岩相向另一种岩相过度变化的情况，或者一种岩相变另一种岩相影响作用的情况，就需要采取接触界线处的标本，切制大面积薄片，使接触界线两边的不同岩相都得到比较全面的反映。

3. 在研究球状花岗岩之类的具有特殊构造的岩相时，为了全面反映球体等特殊构造部位的特征，也必须磨制大面积薄片，才便于观测比较。

4. 在一些特殊现象的观测研究中，如岩石中的聚合大斑晶的研究，都只有大面积薄片才能解决问题。

总之，薄片的面积不是机械不变的，必须根据具体情况具体对待，看具体的观测对象和所要解决的问题而定。当正常面积的薄片不能解决问题时，就应该磨制大面积薄片，否则就会导致片面性甚至错误的结论。上面列举了一些需要大面积薄片的情况，其实需要大面积薄片并不只是这些情况，可根据实际工作的性质与要求确定是否需要磨制大面积薄片。

要想磨制出大面积岩石薄片，首先应具有磨制一般岩石薄片的良好基础。此外在磨制中应注意以下几个问题：

1. 粗磨盘要平整，否则须更换平整的磨盘。金刚砂不可过粗，粒度大小要均匀一致，砂盆中的水温要适宜。

2. 细磨盘也必须平整，不能有稍微不平现象。在磨片之前须用研砂石和磨料将盘面进一步研磨平整再使用。细磨用的金刚砂其粒度必须均匀不能过粗（500[#]以上为宜）。最好能把粘片前细磨之后的岩片，进行一次胶结处理再精磨底子。

3. 精磨玻璃板必须平整，其表面不能粗糙，否则被磨的岩片底子容易出现边角下塌问题（岩片底子的某角或边部低于其它部分），当薄片最后磨薄时容易出现由边角渐渐向里被磨掉。同时手指对薄片压力要均匀适当，并不时调整手指压的位置，以便将薄片均匀磨到标准厚度。

4. 粘片胶老嫩要适当，胶过老或过嫩都不易磨制成功。

5. 盖片时，因盖玻片面积大又薄，容易破碎，在其上滴胶液最好分布为几条线状，以防把盖玻片压碎。

磨制中的方法和各细节问题同一般岩石薄片。只不过更应细心做好。在注意了上述问题后，经过反复实践，我们成功地磨制成了面积达 $45 \times 60\text{mm}^2$ 的大面积薄片。

十三、不能遇水的岩石矿物制片法

以上介绍了对一般岩石薄片的制作方法，但是，在制片中也往往会遇见有一些不能遇水的标本需要磨制薄片，这类标本通常比较松软，容易破碎，有的甚至都不能用力去拿，一遇到水这些矿物就会立刻溶化或变成泥浆状态或使矿物发

生膨胀而破碎。

由于胶对这类标本渗透能力低，因而在磨制过程中即便煮过胶也难达到胶的目的，还有一些标本煮胶温度过高容易产生变化，不能进行煮胶处理。总之对这类标本的制片，用一般岩石制片方法是不行的。

现根据我们工作中的体会对这类不能遇水标本的磨制薄片方法做一介绍，总的原则是根据标本的具体情况分别对待，常采用的有干磨法及油磨法两种。有时也采用干磨和油磨相结合。用这些方法磨制的薄片质量效果较好，能达到鉴定要求。

不宜遇水的标本不能在切片机上进行切片。当标本不含较硬的杂质时，可用手掰一块或用小刀切下一块；如标本中含有较硬的杂质时，则用钢锯干锯下一块，在砂布上干磨成约为 $25 \times 25 \times 5 \text{ mm}^3$ 的方块，并将准备用来粘片的一面用00[#]水砂纸仔细地磨得尽可能的平整以备制片。

对于不怕热的标本，可以先进行煮胶。煮胶应用新配的胶液（松香3份，松节油2份），松节油量可适当增多，煮胶的温度不可过高以防矿物产生变化。胶温应控制在60℃左右较宜，煮的时间可相应增长，以便更好的达到胶结目的。

1. 干磨和用水调磨料制片

煮胶后的岩块，表面只有很薄的一层（通常只有十分之几毫米）有胶渗入，制片的关键在于很好地利用这层很薄的胶结层。在精磨粘片平面时，必须注意不要将这层胶结层磨光。首先用刀轻轻铲掉粘片平面上的余胶，其它平面的胶应保留不能铲去，然后在玻璃板上用303[#]白泥浆轻轻地将粘片平面磨平，只要磨平就可以了，且忌多磨，以免将胶结层磨光，只要胶结层还在，白泥浆中的水分是不会影响到岩石

内部的。如不慎将胶结层磨掉，则应重新煮胶后，再重复上述步骤，直到在保持胶结层的情况，磨出一平整光滑的粘片平面。粘片平面磨好后，用干毛巾擦净，就可以粘片。这种标本的岩片粘片与通常岩石粘片略有不同，只是把载玻片加热涂层较嫩的固体光学树脂胶，被粘的岩片不加热直接往上粘，要注意粘得没有气泡。最好能一次能粘好，如果粘的次数多岩片粘面因受热长会出现破碎或平面错动等，磨制出的薄片就会出现矿物厚薄不均匀，粘了数次的岩片，必须重新精磨平底子再粘片。

粘好的薄片完全冷却后，可转入磨片机上用150*或120*金刚砂加水粗磨，例如：含粘土较多的岩片，在粗磨盘上易粘磨盘，所以要用手抓紧载玻片，磨盘上水要适量，粗磨随着岩片厚度的磨薄用力应减小，磨到约0.5毫米时，就洗净手和薄片上的粗砂，速度要快，然后将薄片在酒精灯上微微烤几下，再转入细磨机上磨薄，用M28金刚砂磨料，在细磨盘上应尽量磨薄些，磨时要保持磨盘上有一定的湿度，用手指轻轻的压住薄片在磨盘半径内做左右移动着磨，不时调换薄片磨的方向，使薄片在细磨盘上能均匀的磨薄，等把薄片矿物大部分磨到0.03毫米止。如有时磨的稍厚时，就在精磨玻璃板上少加点302*白泥浆和水，先用研砂石将磨料研磨均匀后，再用手指轻轻压着薄片做前后推磨，手指压在薄片厚的部位上磨，一直把薄片矿物磨到0.03毫米厚度为止。然后洗净用干毛巾或纺绸把薄片擦干净，加上盖玻片。盖片时要特别细心，以免破碎，最好用稀些的液体胶盖片。

2. 干磨和油调磨料制片

如果标本对水十分敏感，一点见不得水，则可采用干磨（在粗、细砂布上磨制薄片）和用油调磨料进行磨制薄片。

如用机油，液状石蜡，甘油等。

从标本上干锯下一块岩片后，如岩片不能煮胶处理或煮胶后矿物受热引起变化，就直接在粗砂布（2[#]，1[#]）把岩片两面粗磨平整，然后选一个较好的岩面在细砂布（00[#]）上进一步研磨平，最后用油调303[#]白泥浆在玻璃板上把岩片粘面精磨平整。磨好后擦干净以备粘片。这种标本的岩片粘片，只加热载玻片，涂上适量较嫩些的固体光学树脂胶，被粘的岩片不要加热，直接往上粘，挤出多余树胶和气泡，最好能一次就粘成功。否则岩片粘面易出现破碎或错动等，造成磨制出的薄片矿物厚薄不均匀。等粘好的薄片完全冷却后，磨薄的方法一般硬度较低的矿物薄片，可在粗砂布上进行粗磨，也可以用油调磨料在磨片机上进行粗磨。一直把薄片厚度磨到约0.5毫米左右为止，将片子上的磨料用油洗净或擦净，就可转入用调金刚砂M28在细磨机上进行磨薄（磨薄程度同普通岩石薄片或略厚一点），在转入精磨之前需将薄片用油洗净或擦净磨料。最后仍用油调磨料302[#]白泥浆在精磨玻璃板上一直把薄片矿物磨到0.03毫米厚度为准，在磨的整个过程中速度要快。加盖玻片前需用干毛巾或软布等将薄片上磨料擦净，加上盖玻片，盖片时要特别细心，以免破碎，最好用稀些的液体树胶盖片。

第二章 金 属 矿 物

光 片 的 磨 制 法

光片，是把不透明矿物切割成适当大小，并使矿物具有一个平面，最后用抛光手段使平面达到光亮如镜的一种片子。光片在矿相显微镜下供观察，鉴定不透明矿物之用。

光片磨得好坏将直接影响矿物的识别与鉴定。矿石中常有多种矿物错杂连生，若干矿物颗粒呈微细或呈尘状、乳滴状包含在另一矿物中，或呈薄膜状包裹其它矿物、或呈薄层充填于其他矿物的晶粒或裂隙间。倘光片磨得不够光滑，这些细小及薄层状的矿物会得不到良好的显露；另一方面粗糙的光面对矿物反射率、非均性等的测定也会产生不正确的结果，使矿物鉴定发生困难。在制片中虽然磨制光片和薄片有些工序相同，但由于要求不同，因此在磨制方法上有其差别，一般磨制光片的过程可分为以下工序：即标本的整理；切片；粗磨、细磨、精磨；抛光。在以上工序中标本如松散或掉块时，可进行胶结处理后再磨制，完成后须贴上标签编号。

下面根据磨制光片中的顺序分节介绍。与薄片相同工序在这里不再重述，可参看磨制薄片中的有关部分。

一、标本的整理

野外采来的矿石标本，要有明确的编号。在制片之前须

选择适当的切片部位，使制成的光片适合鉴定要求。矿物分布不匀的矿石标本，要在有代表性的部位切片，矿物错杂生长的块状矿石标本要在多种矿物一同出现之处切片，有特种构造而需显微镜下研究的标本要针对构造切片，譬如研究某一矿脉的矿物共生关系，切片方位就应选定垂直脉壁的方向。如鉴定者有特殊要求，就要按鉴定者要求在指定的方位上切片。标本的切片方向和位置决定之后，可用红蓝铅笔将方位标出，以免切错。

二、切片和粗磨

切割光片与薄片的操作法相同。一般说来，仅在于切下的矿片大小及其厚度略有不同。光片的大小按照实际需要决定。为了使光片在镜下鉴定方便，不要把光片切得过厚。从制片工艺来说，应尽量将光片形状磨制规整，使人看到磨制好的光片时，有一种美观大方之感。

在标本充足的情况下，如能按一定格式去切磨光片，不仅片子美观，也便于保管。大光片可获得较大观察面积，矿石构造有时也可以获得比较全面的显露。如光片磨制得太小，矿物和矿石结构构造的出现率低，因而也就不能满足镜下鉴定的要求，势必还要多切磨光片才能观察完全，这样做既浪费时间又不经济。根据实际工作的经验，光片形式以长40毫米、宽25毫米、厚10毫米的规格较为适宜。如矿石标本很小，就只能根据实际大小和形状磨制。在粗磨机上把光片形状磨好后，须将手和光片洗净，再转入下步的磨制。

三、煮胶和细磨

光片的煮胶和细磨，与前章四、五节中对薄片的要求和作法相同。为了避免光片在抛光中由于手对其压力不当，而造成光面棱角把盘上布料划破。因此，在细磨机上除先把抛光面磨平整外，还应稍微把光面四周棱角磨为约 45° 或浑圆形。应注意棱角不要磨掉过多，以免影响光片美观。细磨完成后，用水洗净双手和光片，最后将光片擦干放回原处。为了避免光面上的矿物在精磨和抛光中出现掉块现象，又利于提高制片质量，最好把细磨后的光面做一次适当胶结处理，然后再转入玻璃板上精磨工作。

四、精磨

精磨光片底子这道工序，我们是在 5 毫米厚的玻璃板上用手磨的。精磨一般分先后两次进行，因为两次精磨用的磨料粗细有别，所以要求玻璃板最好不要混用，应分开专用为宜。这样做有利于提高光片底子精磨的质量。

光片底子磨得精细或粗糙，直接关系到抛光的质量和抛光所用的时间长短。我们在工作中体会到，虽然看起来精磨光片底子这道工序很简单，实际上其中有很多技巧，它是整个磨制光片中的一个关键环节。应该引起制片者的重视，不可粗心大意。

不管是磨制光片还是薄片，都应有一个较好的工作环境。并且做好各工序中的清洁工作。例如：当一个薄片正在细磨或精磨中，常因不慎将一粒粗砂带进而前功尽弃。在工

作条件许可下，精磨玻璃板和擦砂毛巾等最好能按人分开固定使用，以防互相乱用而发生混淆，使用时对其清洁程度心中无数，则很难保证制片质量。

对玻璃板平面的平整度要求是：必须平滑而无划痕道子，用手指摸其表面时，应有一种光滑感觉。否则在其上面磨出的光片底子不佳，甚至光片底子将出现严重边角下塌。怎样检查光片底子是否平整呢？一般都把精磨后的光片底子朝上放在手上并与眼睛平行，再顺着阳光或灯光去观看其表面光亮程度，如果光面上亮度完全一致，这就标明磨出的底子是平整的。如果整个光面上亮度不一致（矿物不同时除外），发觉某边角部位亮度较暗时，这种现象一般即为光片底子边角下塌。这也标明没有把光片底子精磨平整。精磨光片底子时，所用玻璃板的表面必须严格平整，其平整度愈高愈利于把底子磨平。当然也与磨片的手法技巧有关。

精磨前磨片者做好自身的清洁也是极其必要的，同时还应做好玻璃板、擦砂毛巾、研砂石和被磨的光片的清洁工作。

研砂石——指磨有一个平面的石英岩等坚硬致密的岩石。其用途是用来把磨料和水研磨均匀，以防有粗砂把片子磨坏。研砂石的大小和形状，可由自己习惯而定。

第一次精磨，我们这次用的磨料同薄片精磨。用研砂石先把砂和水研磨均匀，使玻璃板上的磨料微微出现细水纹为宜。但其磨料不要过湿有水泡，过干时可再加水调节得当。总之，在磨底子的过程中应保持磨料在玻璃板上有一定湿度，能使光片在其上面较容易推磨为宜。我们磨光片底子一般习惯采用转圈磨法，并且在玻璃板上转圈磨的范围不过大，用手经常调整光片位置，为了达到把底子均匀磨细磨平

整。在磨的过程中一般是逐渐减少砂量，由于愈磨砂就愈细愈少，这样被磨的光片底子也就磨得愈平滑发亮。因此说要把光片底子磨得精细平滑，并不在用的磨料多，而在于磨料的质量、用量和磨片的技巧。我们精磨一个光片底子一般约在4分钟左右。磨底子不能单以时间长短为标准，应该决定于被磨光片底子的平滑光亮程度。例如：一次要精磨几个光片时，一般只在开始加一次磨料即可。没有必要每磨好一个，就去更换一次磨料。否则不仅浪费材料，也不利于提高片子精磨质量。磨好的光片应洗净擦干后放好。

第二次精磨，与第一次精磨法完全一样。但所用的玻璃板平整度更高，用的磨料更加微细、少量。这次最后精磨的目的使光片底子达到更加平滑发亮，表面无擦痕，以利下步抛光质量的提高。我们用的磨料是304[#]白泥浆或金刚砂M5，M3.5。当然最后一次精磨的磨料其粒度愈微细愈好。

对硬度较低矿物如方铅矿、闪锌矿等最后精磨时，应使用较细的磨料，一般是采用转圈磨法，转圈磨的范围不要过大，磨料在玻璃板上应保持有适当的湿度，否则很容易使光片底子被划上擦痕，不利于下一步抛光工作。

在精磨的过程中，由于玻璃板和被磨的光片底子愈磨愈平滑，玻璃板上的磨料愈磨愈细和水分渐渐变少，以致光片面与玻璃面之间的吸附力随之增大。这时就不容易从玻璃板上将光片拿下来，虽然取片这个简单细节不须多谈，但是，如果取片用力方法不当，往往会使光片底子被划上道子，使精磨底子质量受到影响，同时也不利于抛光。这里介绍一种方法以供参考，先用手食指、中指、无名指和大拇指夹住光片的两边，并使大拇指的一边迎着光片磨擦的方向。食指、中指、无名指的一边力量向下，大拇指一边力量向上，这时

利用磨片的惯力，手猛一用力上提，倘若手指用力方向配合得当，光片就会较容易的从玻璃板上取下来。用这种取片子的方法，一般说来光片底子不容易被划上道子擦痕。假如将光片推拉到玻璃板边沿取下片子，就很容易使光片底子被划上擦痕道子。

五、抛 光

光片抛光质量的好坏与否，一方面与选用的磨料粗细和抛光盘上布料种类有关——这是主要的；但另一方面也与磨料的形态以及磨料与矿物本身的硬度、脆性等性质有密切关系。要磨好一些脆性的高硬度矿物光片，常不需要太细的磨料就可磨光。而要磨好一些低硬度矿物光片，就要严格选用磨料和抛光盘上布料种类。

光片抛光这步工序，一般都是在抛光机上进行的。抛光机的结构有单盘或双盘之分，其用途相同。由于机器的转速不同，所以它对光片抛光的时间长短有别。目前使用国产单盘抛光机(图10所示)，双盘抛光机(图11所示)。

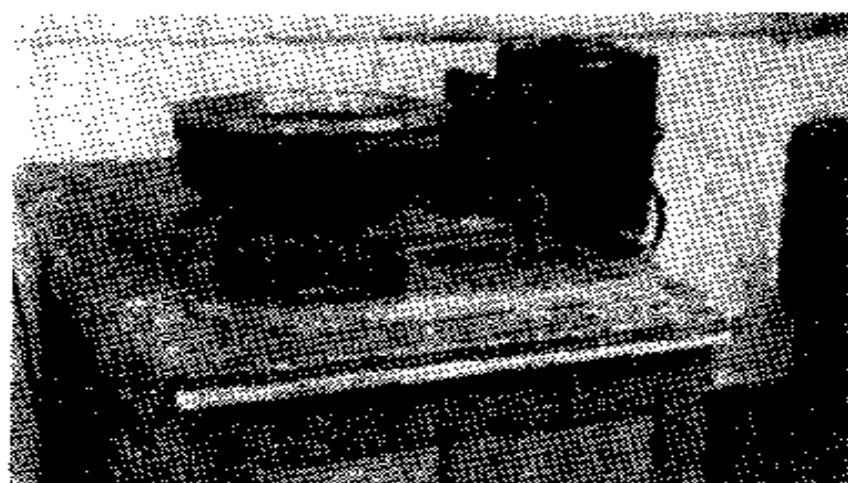


图 10 单盘抛光机

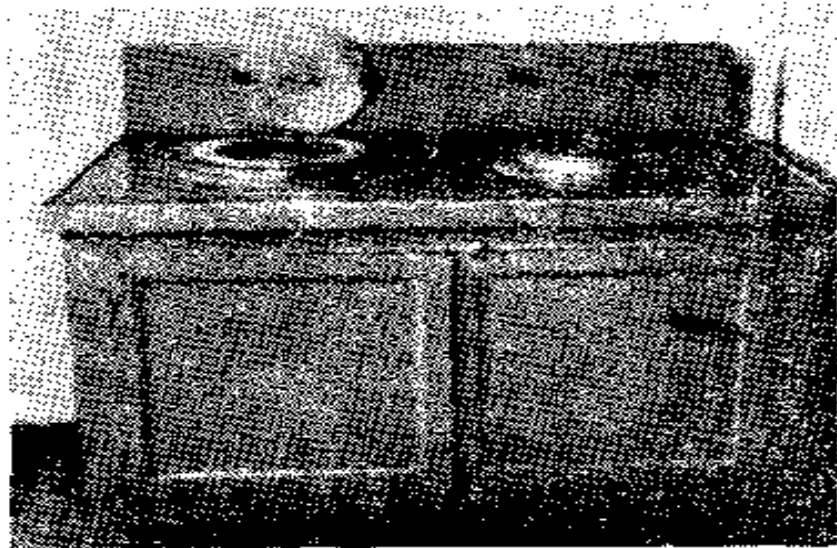


图 11 双盘抛光机

整个光片磨制的质量好坏，虽然最后精磨这道工序是个较关键的重要环节。但是，更重要是抛光的好坏。所以抛光这道工序更是关键。一般应根据矿物的硬度情况，选用适合的抛光剂和抛光盘布料种类。这样做有利于提高抛光质量。

一、光片的质量要求

1. 光片放在显微镜下观察时，除了矿物本身的一些孔隙以外，要求没有丝毫因磨擦而造成的擦痕、麻点。

2. 光面上软硬矿物没有或基本没有高低不平现象（图12）。光滑程度一定要能产生完全的单向反射，矿物结构清楚。同种矿物光滑程度应完全一致。

3. 光片中的微细矿物，如包裹体，出熔连晶等，应该得到充分的显露（图13）。

二、抛光盘上常选用的材料及其使用情况

当抛光过的光片，软硬矿物出现的相对突起较大时，一般都是由于选用的抛光盘上布料和抛光剂不适合而造成的。

1. 海军呢，当前使用较普遍，抛光速度快。较适合中、

高硬度矿物的抛光。但对于较软矿物或软硬连生的矿物不适用，否则容易出现擦痕及使光面上产生较明显的凸凹不平现象。因为海军呢料粗绒毛太长，容易使软矿物光面下凹。用新呢料盘抛光时，光面上突起较大；用旧呢料盘抛光时，则光面上相对突起较小。

2. 丝绒，适用于软矿物抛光。

3. 帆布，用帆布抛制的光片突起较低，适合于对软、硬矿物间杂的光片抛光。但对于刚换的新帆布盘时，须用一个平块石英岩将其表面磨平后再用。由于帆布盘对光片具有吸力和拉力，抛光者在盘上拿片子较困难。如稍不小心拿不紧，光片就会从手中跑掉，有时把光片甩掉而破碎等。因此，在用帆布盘抛光时，应注意拿紧光片。

4. 软木，因为它具有一般布料没有的优点是：无绒毛，而且又具有一定的柔性和弹力。通过我们在工作中实践验证，抛光质量较好，同时抛光速度快，光片光洁度高。总之，采用软木盘不仅节省了布料，降低了成本，更重要的是对抛光质量有所提高，在软木盘上抛光时间与在呢料上相比基本相同。怎样把软木盘固定在盘上呢？事先加热抛光盘，然后将一份沥青与两份松香混合熔化后倒在盘上使软木牢固平粘在盘上即可。当软木盘面用久不平整时，可用一块砂轮的平面将其干磨或湿磨平整后再用。

5. 纺绸，用纺绸抛光，软硬矿物表面相对突起低，光洁度高。适用于对软矿物抛光，不容易产生擦痕，抛光速度也较快。由于纺绸薄，耐磨力低，抛光时光片的棱角很容易将其划破，所以寿命较短，不耐用。

6. 尼龙，据有关资料介绍，由于尼龙表面细平，绒毛短，抗磨力强等优点，用此抛光质量很好，有条件者可以

试用。据报导，国外还采用刻有同心圆细槽的金属盘面（铸铁，铜，青铜，电解铅等）进行抛光。总之可用于做抛光盘的材料种类很多，不再例举。

不同的抛光盘材料各有其优点和缺点，可以说没有哪一种材料能适合所有类型矿石的抛光。而某种材料抛光效果的好坏，又与操作者的技巧等因素有关。因此，在具体工作中究竟选用哪一种盘面，应该根据具体情况而定。

三、常选用的抛光剂种类及其使用情况

1. 氧化铁（红粉），是一种红色的粉末， Fe_2O_3 的成分达到99%以上，用于中、高硬度矿物抛光质量高，速度快。抛软矿物时容易划道子。缺点是氧化铁粘到手上，一时较难洗去。

2. 重铬酸铵和氧化铬，氧化铬是一种绿色的粉末，切割力较氧化铁强，因此磨光较快。这两种抛光剂，一般都是混合在一起使用较多。它对光片的抛光质量比较好，与氧化铁相似，因此应用也较普遍。

3. 氧化镁，硬度较小，一般用于对软矿物抛光或对光片分两次抛光时，用于最后一次抛光。因氧化镁在空气中容易吸收水分，而变成碳酸镁结晶变粗，故需放在干燥处保存，否则会失去作用。

4. 二氧化铈，它对一般金属光片的抛光，光洁度远较氧化铁，重铬酸铵和氧化铬高。对软矿物抛光效果较好，特别对铁矿光片抛光速度快，光洁度质量也较好。其缺点是成本贵。

以上抛光剂使用时，均加水调成液体。可以单独使用或几种混合在一起使用。抛光时主要是用混合后的液体。

四、我们常用的抛光剂配方（仅供参考）

1. 重铬酸铵40%，氧化铬60%（目估即可）。

应将其加工研磨得愈微细愈好，然后混合在一个玻璃瓶里，再加适量水调成液体即可使用。其浓度可自行掌握，最好不要太稀。

2. 重铬酸铵、氧化铬、氧化铁各一份，将其加工研磨成微粉末后，然后再加适量水混成液体使用。

这两种配方均适用对一般光片的抛光。如果在抛光剂液体中再加进适量的铬酸（10%左右），其结果是机械抛光和化学抛光相结合，可以大大缩短对光片的抛光时间，而且对抛光质量也有所提高。应注意铬酸量不可加的过多，否则会腐蚀盘上布料，对皮肤有腐蚀作用。抛光时最好带上医用乳胶手套工作，以防手指接触抛光剂。含有铬酸成分的抛光剂，不适用于含有碳酸盐类矿物的矿石抛光。因为铬酸会与碳酸盐类矿物发生反应，将其溶蚀。同时也不太适用对方铅矿、闪锌矿之类抛光，因为铬酸与这类矿物也会发生化学反应。若矿物表面发现有化学反应形成的晕色，清除的方法是：把抛光盘取下来，用清水洗去原抛光液，然后只在盘上加水，将光片在盘上抛半分钟左右即可把晕色除去。

五、氧化铬制备的方法

先将重铬酸铵倒在一个铁皮或脸盆上焙烧后，变成黑绿色片状氧化铬，其粒度较粗也不均匀，主要原因是没烧透。若用其抛光，不易得到高质量的光面。如果把烧后的氧化铬放进马弗炉高温烧一次，其质量即满足抛光要求。具体做法是：把第一次烧后的片状氧化铬，放到瓷蒸发皿内，然后将其放进高温炉里用800℃温度烧一小时左右即可。等冷后就是绿色粉末状氧化铬了。

六、抛光后矿物表面常有擦痕的原因

1. 精磨时矿物表面就划有擦痕道子；

2. 抛光剂粒度太粗；
3. 抛光盘的布料上有较硬的矿物渣子，没有事先洗净再用；
4. 也常因用的布料过粗过硬不干净，在抛光面时使其表面被划上擦痕等；

七、抛光面的擦拭

因为抛光面的光洁度很高。如用纺绸、呢料、毛巾或鹿皮等擦光面时，往往因为这些材料不干净，再加上擦光面时用力过大，这样就很容易把软矿物表面擦上道子。不过磨片者一般较习惯用以上这些材料去擦光片，为了提高工作质量尽量避免较软矿物表面出现擦痕道子，因此应对抛光面的擦拭材料加以选择。

我们对光面的擦拭方法是：一般将抛光好的光片用清水冲洗一下，用一个手指头蘸点肥皂水去轻轻擦擦抛光面，用清水将其洗净。然后可用干净毛巾先沾去光片上大量水分，切勿用毛巾去擦光面，最后用干净的擦镜头纸去轻轻擦拭光面，其目的主要是擦去表面上的水分。用上述材料和方法去擦抛光面，一般说来软矿物表面不会产生擦痕道子，或擦痕道子较少。

八、抛光工序的实际操作

首先做好必要的准备工作。如检查盘上布料是否完好，一般应把盘洗净再用；抛光剂是否得当；架设好矿相显微镜等。以便抛光工作的顺利进行。

抛光这道工序，如有设备条件的可分两步进行。开始用重铬酸铵和氧化铬抛光剂进行初抛一次，最后用氧化镁进一步把光面抛光。也可以对光片采用一次抛光的方法。

我们通常采用一次抛光的方法。抛光机转速以每分钟

1200 转左右为宜。在抛光前用水把片子洗一下，一般用左手拿毛笔或小毛刷往盘上加抛光剂，量不要过多，须经常加，以防盘上过干。右手拿住光片在盘上左右旋转来回移动着磨，但移动范围不宜过大，否则光面上矿物会出现亮度不一致。为了使光面亮度均匀一致，手在盘上应不时调换拿片的位置，对片子的压力要均匀适当。若光面上有软、硬矿物出现时，不要压力过大，对硬度低的矿物光片更应如此。否则硬矿物突起高，软矿物表面又容易划上擦痕等。我们对常见的金属矿物光片的抛光，一般都在1—3分钟左右即好。仅有极个别矿种的光片抛光时间稍长一些。抛光工作完毕后，贴上标签编号（一般用漆写或将白胶布粘在光片一边，用笔写明编号即可）。这样，整个的光片磨制工序才算结束。

图12、13、14和15为制作好的光片的显微照片。

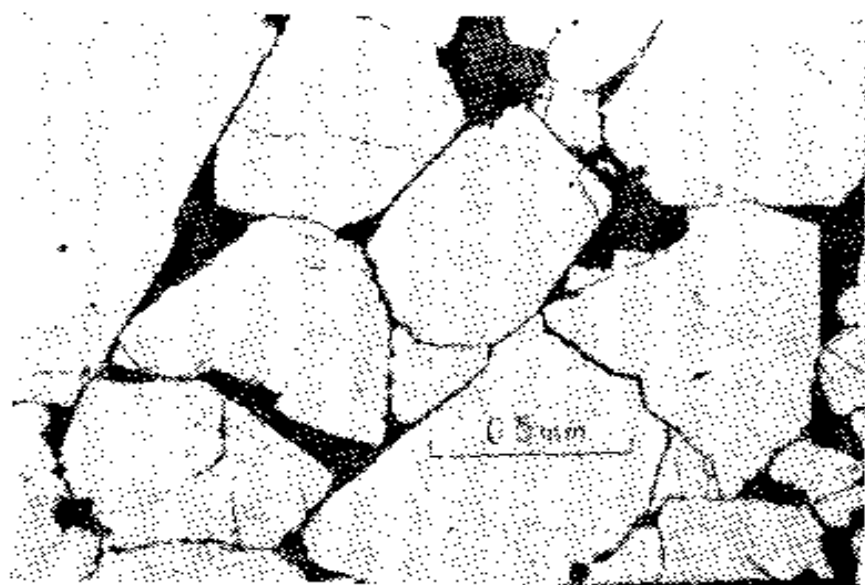


图 12 块状铬铁矿 放大48倍



图 13 锆尖晶石中的出熔晶片和包裹体 放大46倍

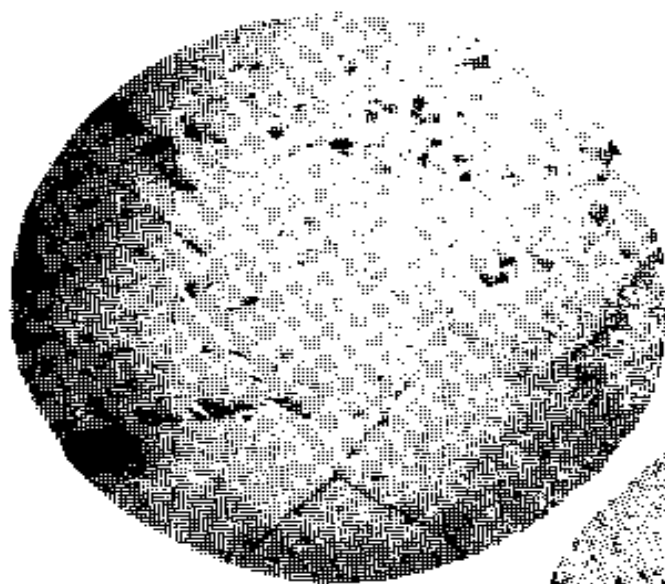


图 14 方铅矿 (暗灰) 黄铜矿 (白) 反光 6.3×6.3

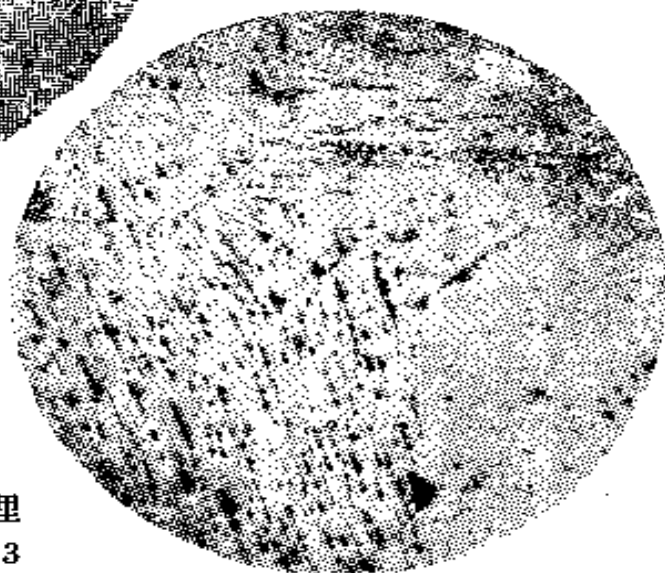


图 15 方铅矿 (111) 解理形成三角形 反光 6.3×6.3

第三章 矿石光薄片的制片法

光薄片（薄光片），顾名思义。是同时具有光片和薄片特点的一种片子。

因为大多数矿石为不透明和透明矿物的混合物，要对该矿石进行镜下全面观测鉴定，即需采用透射光，又需采用反射光。通常解决这个问题的办法，一般地是用切片机将标本切开，再从切口的每一边切一块，分别磨制一个光片和一个薄片。但是，对于细粒状矿石，特别是透明矿物、半透明矿物和不透明矿物紧密连生的矿石，也仍采用这种制片的方法，有时不能满足镜下观测鉴定的要求。在分别观察薄片和光片无法确定透明矿物、半透明矿物和不透明矿物之间关系的特殊情况下，如磨制一个光薄片就很能解决鉴定问题。很显然在这种情况下磨制一块光薄片才有必要价值。

这种片子因厚度过薄、很脆弱，不便再磨擦。因此不适合对矿物进行硬度和浸蚀试验，而且能够重新抛光的次数有限。同时也不利于片子的长期保存等。

光薄片的通常制片方法，是磨制薄片和光片方法的结合。先按照薄片磨，其厚度可稍微厚于正常薄片。例如：把石英磨到浅黄色干涉色为止，然后进行抛光。对不透明矿物抛光要求同矿石光片一样。这种片子最后不加盖玻片。

当手拿着光薄片在机器上抛光时，由于载玻片较薄就给手拿片子带来了一定困难。若取放片子不当很容易使片子从手中滑掉，出现载玻片破碎，使前功尽弃。为了较好解决这

个困难，可制备一个夹具（图16），将片子夹上 进行抛光。

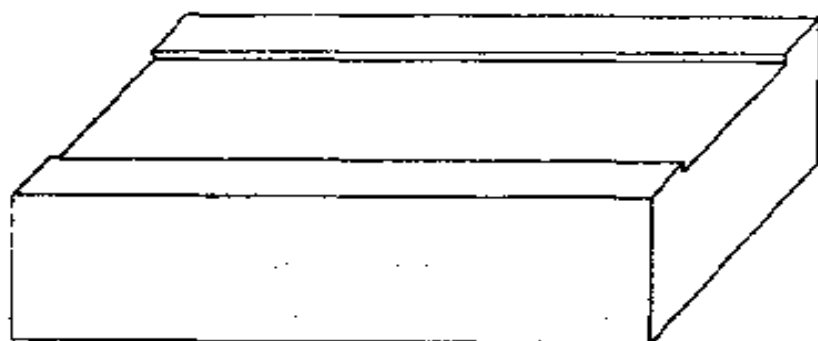


图 16 光薄片抛光时用的夹具

夹具可用木板,竹子或硬塑料板等材料制作,其形状如图16。先将材料制成一长方块,厚度以便于手拿为准,一般为30毫米左右。在上面刻一长宽刚好能放下载玻片的凹槽,槽的深度必须略小于或等于(绝不能大于)载玻片的厚度,槽的底面应制作得尽可能平整光滑一些。使用时,可将槽里放些水,再将载玻片放入,由于载玻片与凹槽的底面之间是一层水,载玻片即被吸住,抛光时不会掉出。如果将夹具与载玻片都浸在一盆水中,再将载玻片在水中放入夹具的槽中,则可保证载玻片与凹槽底面之间没有气泡,牢牢地吸在夹具上。

第四章 薄片的移片法或翻片法

当一个薄片正在细磨或精磨中，其厚度也快要磨好的时候，有时由于某种原因，造成了载玻片意外的破碎，但被磨的薄片还是完好的。在这种情况下，磨片者非常需要一个能使这种载玻片破碎的薄片得到补救的方法。下面结合自己工作中的实践体会，谈谈常用的补救办法。

薄片正在磨薄的过程中，虽然载玻片出现了断片，只要被磨的薄片部分还是完整存在时，一般来说象这种情形的薄片是可以得到补救的。首先将该薄片继续磨到标准厚度，然后采用移片法或翻片法将此薄片的坏载玻片进行更换。

一、移片法

将磨好的薄片洗净擦干。用铲胶刀刮去薄片四周的胶。然后准备一片好载玻片和盖玻片，并分别在其上面涂上适量的胶（其胶量同平时盖片）。还须备好一个大头针。做好上述工作后，就可以进行移片。

手拿载玻片一端，有薄片的一面朝上在酒精灯上来回轻轻烤几下，温度不要过热，以防薄片破碎。待薄片边沿胶刚开始熔化时立即停止加热，这时用另一只手拿大头针尖去轻轻把薄片推到备好的载玻片胶上。如烤的温度过低推不动时，仍按上述方法再稍微烤一下，推移时不可用力过大，以防薄片破碎。当薄片顺利移到好载玻片胶上后，再用大头针将其位置调端正，再加上盖玻片。此时在酒精灯上将盖玻片稍微

烤热，目的使胶液变得更稀，这样容易把多余的胶和气泡挤出来。最后把薄片两面中的多余胶和气泡轻轻挤推出来，整个移片工作到此完成。等胶冷后就可以进行铲胶清除等工作。

我们认为这种方法较适用于一般坚硬和致密结构岩石薄片的移片，其效果较好。对于较疏松有裂隙的岩石薄片利用这种移片法，其效果往往不很好薄片容易破散。

二、翻 片 法

将磨好的薄片洗净擦干，并在酒精灯上烤掉薄片表面的水分，将一片好载玻片加热在其上面涂上稍嫩些的粘片胶（胶量要少些），趁胶还热时与原来薄片成十字形交叉粘合在一起，并迅速把多余胶和胶层中的气泡挤出。粘好后可用冷水浇原来载玻片的背面，以使其迅速冷却。待胶完全冷后，手拿原来载玻片一端（有薄片的一面朝下），可在桌棱边上猛击原来载玻片另一端，同时用另一只手在下面接住新粘的有岩石薄片的载玻片，以防掉地破碎。因为原粘岩石薄片的胶层较脆，再经过剧烈的温差变化，使其胶层变得更脆了，所以一击震再加上惯性原因等，薄片就会从原来载玻片脱离下来，被翻到新粘的载玻片上。若薄片上面有气泡或不干净时，可用酒精清除洗净擦干，加上盖玻片，此时翻片工作就完成了。对多余胶的铲除同一般薄片要求。

以上对薄片的移片法和翻片法分别做了些介绍，虽然操作中有区别，但其目的相同。从我们工作实践中感到移片法较好掌握，岩石薄片一般不容易产生破碎，同时胶层中的气泡也便于排除。总之，这两种方法都是可行的。对薄片补救的质量效果好坏，这与操作中的细心熟练技巧等是分不开的。

第五章 砂粒矿物薄片 和光片磨制法

在进行重砂矿物的鉴定或对选矿产品进行单体解离度等观测工作时，经常需要磨片者把各种粒度大小不同的砂粒分别制成砂粒薄片或砂粒光片。

要磨制好这类砂粒片子，关键之一是胶结材料。借助于它的粘结能力把砂粒矿物牢固的粘结在一起，并且在制片中砂样不能有掉粒现象出现。如果在制作这类砂粒片子时，选用的胶结物粘结力不佳，用其磨制出来的砂片必然难以达到质量要求。因此，迫使我们在实际工作中认真总结经验，不断改进制片方法和材料的选择。以提高制片质量和技术水平。只有这样做才能更好地满足地质工作对我们的要求。

能把砂粒粘结在一起的物质材料种类繁多，现在常采用粘结材料如：洋干漆（虫胶）、光学树脂胶、电木粉（酚醛塑料）、塑料粉、环氧树脂、牙托粉等等。由于这些粘结材料对砂样的粘结能力有强弱之分，所以用不同的粘结物压制出来的砂粒光片或砂粒薄片其质量效果也不一样。

不论采用那一种粘结材料压制的砂粒光片与薄片，必须具有较好的代表性，并能正确的反映出各种砂矿物的比例。制片时如砂样量过多，一般应对砂样用四分法进行缩分。其方法是：把砂矿样倒在一张纸上或胶皮布上拌匀堆好，用十字法把其分为四等分，只取出一个对角的样品，再按照此法

分下去，直至达到压制片子所需数量为止，然后用选取好的样品进行制片。

现将用电木粉、牙托粉、环氧树脂压制砂粒光片与薄片的方法分别介绍如下。

一、用电木粉压制砂粒光片的方法

用电木粉压制砂粒光片时，是在电木压型机（又称嵌样压型机）上进行的（图17所示）。

电木压型机主要由油压千斤顶、油压表、加热器、压模（钢料制）和支架等组成。加热器是一个空心密封的电炉，炉丝约150瓦左右。压模是由三个零件组成。加热器和压模（图18所示）。

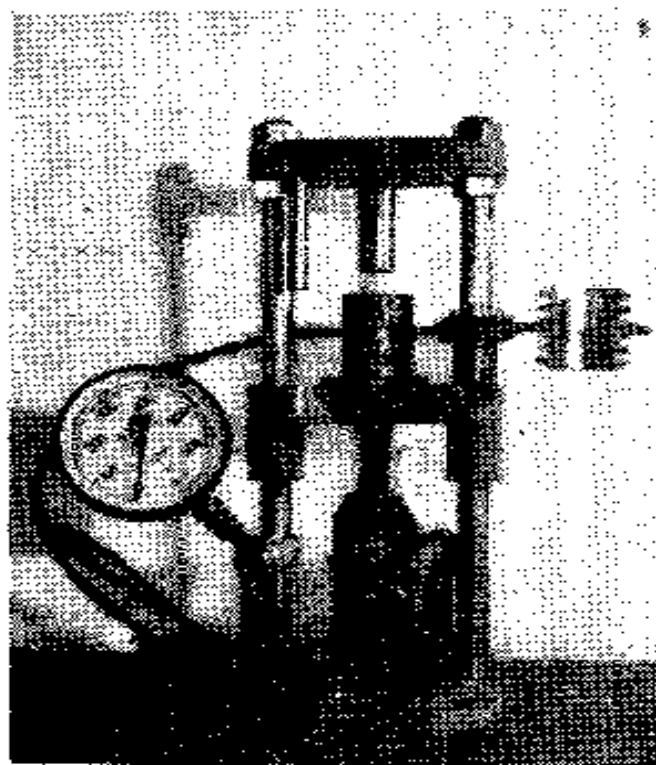


图 17 国产电木压型机

根据样品的数量多少，决定装模的方法。当样品数量较多时（体积在1毫升以上），可采用混合法装模；当样品数量较少时（一粒至几粒），则采用薄层法装模。

1. 混合法装模

因电木粉对砂粒粘结能力不佳，切勿增大砂粒比例，不然压制的砂光片在磨制中容易发生掉粒。要求电木粉的粒度与砂样粒度基本一致，这样便于

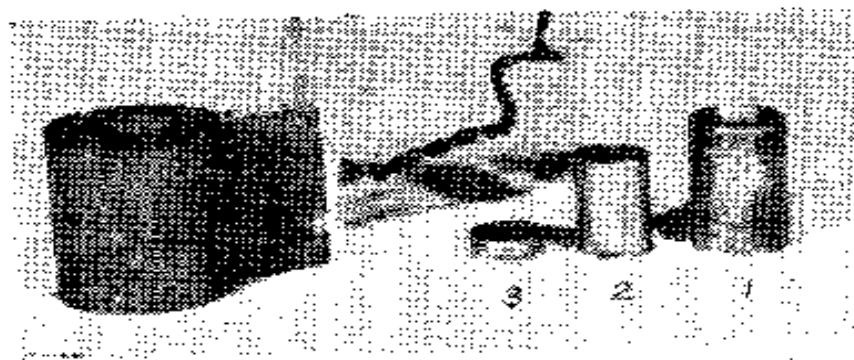


图 18 加热器和压模

1—零件1；2—零件2；3—零件3

将二者混合均匀。若电木粉过粗可将其研细过筛使用。先将压模零件3装在零件1内，取2份电木粉和0.8至1份砂样（按体积比），或3份电木粉和1份砂样，在一张纸上将其混合均匀，然后倒入压模零件1内零件3上面，并使其分布均匀，压平，一般可把压制后的砂光片厚度控制在7毫米左右。如果混合法的配料不足，可在上面补加电木粉填足，最后再把零件2装在零件1中，装模情况（图19所示）。

2. 薄层法装模

先将压模零件3装在零件1中，可用镊子把砂粒夹放到零件3中心部位上面，并有意把砂粒摆放集中，然后用电木粉填足厚度，最后再把零件2装到零件1中。

电木粉不但能压制砂粒光片，而且压制块样光片也很美观，易于保存。如果想把块样

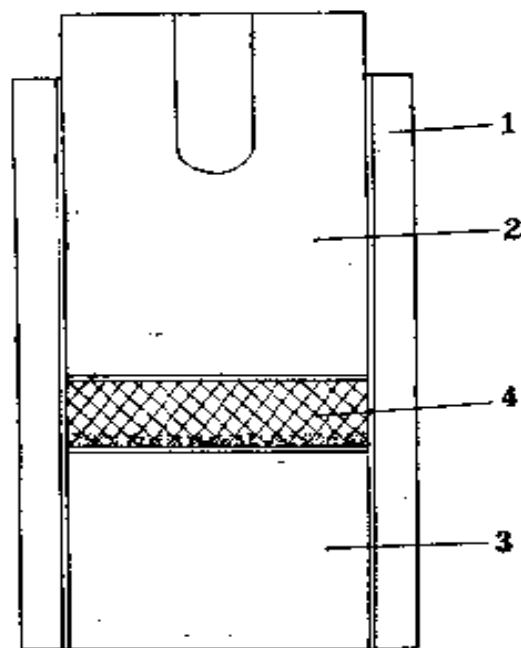


图 19 装模

1—零件1；2—零件2；3—零件3；4—砂粒矿物光片

标本压制在电木粉中，可根据块样大小和压模内径而定。事先应把被压制的标本切磨平整，把需要的一面细磨平整，其直径要小于压模内径，同时岩片不要太厚，否则容易被压碎。块样的装模方法同上述薄层法。应注意需要的光面朝下，摆放在压模内零件3上面。

把模子装好之后，压片时先把装好的压模放在加热器中，应注意零件2在上，零件3在下（片子有砂粒面朝下），并且在电木压型机上将压模位置调整好。然后关紧千斤顶的气门，给压模加压力，同时用加热器给压模加温，再把一支温度计（ 0° — 200°C ）插入到压模零件2上面。小孔中当温度上升到 60°C 时，应加压使压力表指针指在150—200公斤之间，当温度上升到 100°C 时，仍要继续加压使压力表指针指在250—300公斤之间，当温度上升到 120°C 时就可停止加热，最后再加一次压力。此刻就把片子压好了。待压模温度下降到 50°C 以下，才能将被压制的片子从压模中退出来。如果取片时压模温度过高，被压制的片子容易变形。为了使压模温度下降得快，停止加温后也可以把加热器提高支起来。从压模中退取片子时，首先松开千斤顶气门，使千斤顶杆下降并取下加热器，将压模移到左边圆杆下的退片孔上，然后再关闭千斤顶气门并加压，将片和零件2、3顶出。切勿用铁锤锤打压模退取片子。否则容易将压模损伤。

砂粒光片定型后，与一般块状光片的磨制法相同，此处不再详述。应指出的是，用混合法压制的砂粒光片和压制的块状光片，要从细磨机上用500#金刚砂开始磨；用薄层法压制的砂粒光片，就直接从玻璃板上第一次精磨开始磨起，否则砂样容易被磨掉。

为了避免砂光片在磨制中出现掉颗粒这个问题，应在细

磨和精磨之前将片子上有砂粒的一面涂层胶，便于表面上的一层砂粒能得到进一步胶结牢固。其方法是：将有砂粒一面的光片在酒精灯上稍微烤热（也可以在粘片架上进行），然后再把较嫩的粘片胶涂在其上面一薄层，继续烘烤使胶老嫩得当时止。待胶和片子完全冷却后，则用铲胶刀把上面多余的胶铲去，即可进行磨制。

为了较好的克服用电木粉压制砂光片中不出现或基本不出现掉颗粒这个问题，以便满足鉴定的要求，我们在反复实践试验中，对装模粘结材料做了改进。具体做法是，砂样装模时，砂片底部用牙托粉代替原来电木粉与砂样混合，其上部仍用电木粉填足片子的厚度，装模方法和压制步骤同上。只不过压片时温度应达到 140°C 左右。由于牙托粉受热熔化时粘结能力很强，所以砂粒就会被它牢固的粘在一起。假如用电木粉压制砂光片时，如果能采用少量牙托粉与砂样混合压片，那么被压制的砂光片在磨制过程中，就会避免或大大减少砂样掉颗粒这个问题。既能提高砂片压制质量，又能较好的满足鉴定要求，同时压制的砂光片也较经济适用美观。

二、用牙托粉压制砂粒光片 与薄片的方法

我们通过反复实验摸索了一个压制砂粒矿物光片与薄片的新方法——牙托粉法。压制设备简便，其操作方法易于掌握，生产效率高质量好，而且不用电木压型机，便于野外制片工作。用牙托粉压制的砂薄片，其胶结物在镜下薄片是无色透明均质体与矿物很容易分辨，其折光率略低于光学树脂胶。由于牙托粉熔化后具有很强的粘合能力，因而用此材

料压制的砂片在磨制中一般不容易产生矿物掉粒问题。与用电木粉压制的砂光片相比较，其效果质量大大提高，能较好的满足鉴定工作的要求。

用牙托粉压制砂粒矿物光片与用电木粉压制砂光片方法步骤基本相同。其操作法也大同小异。

一、设备与加工要求

此法所需压模，手压机、月牙搬手（见图20所示）。凡是具有一般机修能力的单位均可制造。压片时，可在普通电炉上面直接将压模加热压制即可；如无电源还可以借用煤火或酒精灯等加热压制。

应用牙托粉压制砂粒光、薄片，所须设备主要有黄铜料车制而成的一套压模，钢料制成的月牙搬手，和三角铁焊接而成的手压机三件工具，各部件的加工要求是：

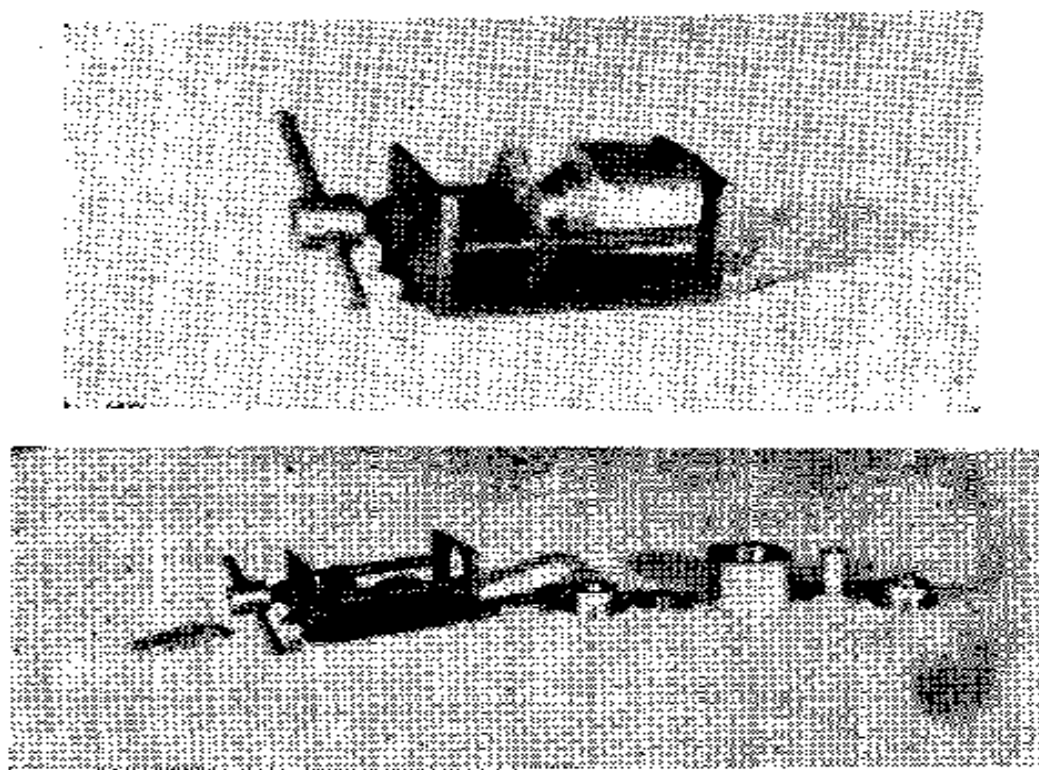


图 20 手压机和压模

1. 压模

压模由模圈、压塞、垫塞和两个端盖等五个零件组成。要求对模圈内圆及压塞的表面车制为 $\nabla 5$ 级光洁度，这样作出的光片表面光洁美观，易于退出片子，提高工作效率。

两个端盖的尺寸相同，主要起固定压塞与垫塞的位置作用，端盖与模圈的螺纹应配合得好，一般能用手直接拧上拧下即可。

2. 月牙搬手

为了便于将压模的端盖拧紧或松开，须用钢料制作，其把柄最好加长到20厘米，内径的曲率半径为 $R=1.5$ 厘米，只要能与端盖尺寸相配合即可。

3. 手压机

手压机的用途是对压塞加压，将压模里装入的牙托粉和矿物压紧，以及在成型后将片子从模具中压出。

4. 电炉一个。一般800—1000瓦即可。

二、压制步骤

根据样品数量多少，然后决定装模的方法。装模方法与前述电木粉法基本相同。

1. 混合法装模

为了便于将成型的光片从压模中取出，应在装料之前，将压模所有与光片接触的部位（如垫塞、模圈内圆柱面及压塞等处）涂一层机油做脱离剂，以便于将成型光片取出。然后把垫塞放在端盖上并与模圈拧紧，可在模圈内垫塞上先倒入0.2毫升牙托粉，并散布匀为下垫料（也可以省去），取牙托粉和砂样各1份（体积比），也可以适当增大砂样比，使其混合均匀后再倒入模圈内，再用牙托粉填足片子厚度，然后用滴管将牙托水把模圈内牙托粉全部润湿，其表面稍有一层

牙托水即可，将压塞插入模圈内并压平，最后用月牙搬手把上端盖拧紧。

用牙托粉压片成本较高，为降低成本，上部填充片子厚度的牙托粉，经实践表明完全可以用电木粉代之。注意电木粉部分不加牙托水。

2. 薄层法装模

薄层法装模与上述混合法略有不同。要求垫塞表面必须平滑，否则应将其在细磨盘和玻璃板精磨平滑后再用，便于把砂粒较好的压制在一个平面上，不易被磨掉。

(1) 同用电木粉法薄层法装模。只不过用料为牙托粉，须用牙托水把模圈中牙托粉润湿。

(2) 事先可以将牙托粉和牙托水在一小瓶内溶成浆糊状液体备用。如临时使用时可在小容器中将其略加温，即能成浆糊液态。用后应将瓶口封盖好，不然易变成块状固态。

先用挑胶针从瓶内挑一滴配好的牙托粉溶液，滴在一片干净的载玻片一端，这时将砂样与其混合均匀，若溶液过稠可加牙托水调节，当把砂样和牙托粉溶液在载玻片调节适度后，将其涂在垫塞平面上，并散布匀即可(用载玻片有砂样溶液之处，直接与垫塞平面粘合涂摸)。然后将垫塞放在底端盖上并与模圈拧紧。再用牙托粉填足片子厚度，并使牙托水将其润湿，最后将压塞插入模圈内压平，用月牙搬手将上端盖拧紧。

上述装模方法也适用对砂粒薄片的压制，只不过装填充料时应适当减少，以利于粘片后薄片磨薄省力。用薄层法装模(1)，还可以压制小块矿物光片，对小块状矿物标本的事先磨制要求同电木粉法。

3. 加热压制

压模装好后将压模直接平放电炉盘上加热（压塞朝上）在压塞尾部的小孔洞中插入一支量程为 200°C 的温度计。加热时应注意将电炉盘放置水平。否则，当牙托粉受热变成液态时，压模中的砂矿物易出现流动问题，因而造成片子上面矿物分布不均匀等。当温度升至 100°C 时，将压模用坩埚钳子平取下放在手压机上；压塞顶部应垫上铝垫板进行加压（手压力越大越好），最好在手压机手柄上套上一个 20 厘米的套管，以便加压时省力，在放松手柄之前注意用搬手拧紧端盖，然后放松手柄取出压模，继续加热。当温度升至 134°C 时，可停止加热。将压模放在手压机上做最后一次加压。然后将手压机同压模一起放入冷水中冷却，待片子全冷却后放松手压机手柄取出压模进行退片，首先用搬手取下两头端盖，然后手拿模圈将有压塞的一头在木板上磕下垫塞，片子、压塞。这样比用手压机退片节省时间又省力。片子取出后将光片背面刻上编号，最好能用锉刀或砂布将片子棱角磨成 45° 或浑圆，防止细磨时挂手。

4. 磨制

用混合法或薄层法压制的片子，磨制方法要求与上述电木粉法完全一样，可参看前节。

牙托粉法装模(图 21 所示)。牙托粉法光片、薄片(图 22, 23 所示)。

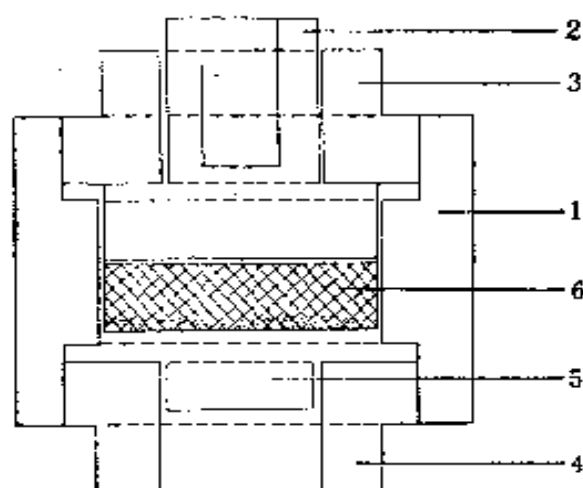


图 21 牙托粉法装模

1—模圈；2—压塞；3—上端盖；
4—下端盖；5—垫塞；6—砂粒矿物光片

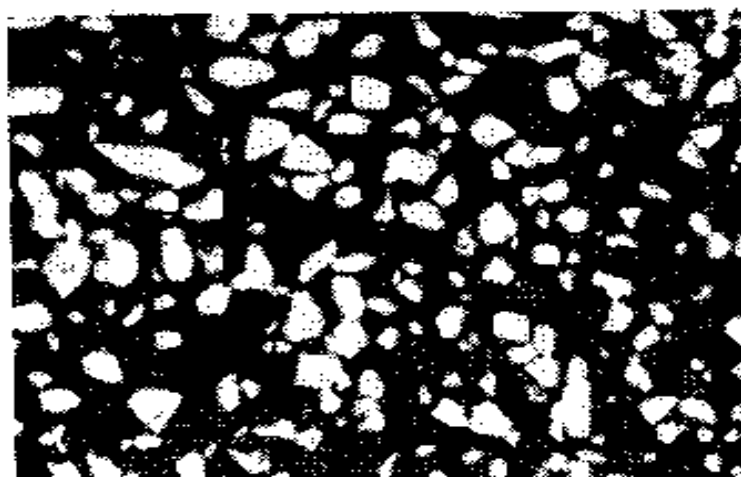


图 22 牙托粉法砂光片(黄铁矿) 放大53倍



图 23 牙托粉法砂薄片 放大33.5倍正交偏光

三、用环氧树脂制作砂粒薄片与光片的方法

环氧树脂是含有环氧基的高分子聚合物，具有许多优良的性能。由于它对金属和非金属的材料具有很强的粘合能力，因此，它在岩矿制片工作中得到了较好的应用。

以环氧树脂为胶结物，制作砂粒薄片、光片时，一般不

须专门的设备。方法简便，易于掌握，质量良好，效率高。能把砂粒较牢固的粘在一起。用光学树脂胶对其粘片时，胶结物不因热熔化，因此被磨的砂样仍能保持在一个平面上，不易产生错动情况，由于胶结性能强，所以砂薄片在磨薄过程中，不容易产生掉粒问题。当磨好的砂薄片在镜下观察时，其胶结物为无色透明均质体，与砂矿样很容易分辨鉴定，由于环氧树脂的牌号不同，硬化剂不同，加温条件不同，其折光率变化范围较大，可从1.553变到1.602。

环氧树脂的类型，牌号较多，由于使用的用途不同，所采用的硬化剂种类也不同。从目前制片工作来说，用分子量低的环氧树脂如6101[※]较适宜。一般用的硬化剂为三乙醇胺、乙二胺、间苯二胺等。以下指的环氧树脂牌号均是6101[※]。

一、环氧树脂的调配（重量比）

环氧树脂10份，加三乙醇胺1份。

环氧树脂10份，加乙二胺0.8份。

应根据制片多少，再决定调配环氧树脂的量。其配方重量比可以目估，但硬化剂不要过量。先在一块玻璃上把所需的胶量调配好，经调合后胶的颜色为乳白色或大米白色即可，若用乙二胺为硬化剂，砂片在烘烤时胶结物容易产生气泡，所以在制片时一般采用者不多。

1. 制作砂粒薄片的方法步骤

根据制作砂片的个数，事先准备好同数量的小玻片（约 $26 \times 30\text{mm}^2$ ）略大于盖玻片即可。用挑胶针把调好的胶先挑到小玻片上，胶量约黄豆粒大小。再将砂样倒入胶中，并用挑胶针搅匀使其均匀分布在玻片胶中，胶层厚薄要调一致。对于初学磨片者、难以掌握砂薄片矿物磨至标准厚度时，可在小砂片中间位置加进一、二粒石英，就以石英磨至0.03毫米

的干涉色为标志。最后把制作的小砂片平放在烘箱里进行烘干。开始温度应控制在 $50^{\circ}\text{--}60^{\circ}\text{C}$ 之间，约一小時后可升温到 80°C 左右，一直烘干为止。大约经两小時左右胶液即变成固态不粘手，可用指甲检查胶层是否完全硬化好。如用指甲划不动胶面时，说明胶已烘干。否则，应继续将胶烘干为止。砂片冷后方可转入细磨底子。

在细磨机上将砂玻片中的砂粒磨到粒度最大面为止，并且底子要磨得平整。然后转入精磨和粘片。可用光学树脂胶对其粘片；或仍用环氧树脂对其粘片，挤出多余胶和气泡，按上述方法将胶再次烘干。粘片后的粗磨，将小砂片玻璃磨到象盖玻片厚度止，后边磨薄等工序按一般岩石薄片要求。

2. 制作砂粒光片的方法步骤

制作砂粒光片与上述砂粒薄片法大同小异。先用环氧树脂将小砂玻片制好，在其上面加一个砂光片的定型环。然后把制作的砂光片，平放到烘箱里进行烘干，烘干法要求同上。待胶烘干冷后，用熔化的火漆或洋干漆将定型环上部空间填平。将底面玻璃片粗磨到约象盖玻片的厚度止，把手和片子洗净转入细磨，把片中的砂粒磨出其粒度面最大时止，切勿磨得过久，以免将砂样磨去。精磨和抛光等工序按一般光片要求去磨制。

用上述方法制作的砂粒薄片和光片，砂粒量可适当增多，其效果较好。

砂光片的定型环材料，可利用废瓷坩埚、玻璃管、硬塑料管等代用。不过用瓷坩埚做定型环的缺点，因其硬度较大，不利于靠环部的砂粒抛光。用硬塑料管做定型环较适合，并能避免上述瓷坩埚料的缺点。可事先将定型环切磨好备用。

用三乙醇胺为硬化剂，制作砂粒片子的缺点是，烘干时间太长，更重要的是在烘干的过程中，若砂矿物中有比重相差较大时，则重矿物部分容易出现沉淀问题，因此制作的砂片代表性较差，应引起注意。

此方法还可用于对岩片表面进行胶结。

二、用间苯二胺做硬化剂，调配环氧树脂

用间苯二胺调配环氧树脂的配方是：环氧树脂 4 份，间苯二胺 1 份。由于胶遇热硬化速度快，重矿物部分不容易产生沉淀机会，制作的砂片代表性较好，可在粘片架上制定小砂玻片。

1. 制作砂粒薄片的方法步骤

根据制作砂片的个数，备好同数量的小玻片，规格同上。为了避免混错事故，可用钻石笔或硬质合金笔事先在小玻片背面一角刻上顺序号。然后将小玻片有字一面朝下放在粘片架上，要求其架面为水平，不然胶层和砂粒易流动，造成薄厚不一致影响制片质量。用酒精灯在下面加热，温度同粘片不要过大。等小玻片热后，用挑胶针把环氧树脂涂在其上，胶量多少以不会从小玻片流到架面上为宜。然后把砂粒倒入胶液中，此时可暂停加热，用挑胶针搅拌，使胶和砂粒混合并在小玻片上均匀分布开，接着用铲胶刀把适量的间苯二胺均匀倒入胶液中混合，用胶针进行搅拌后，再继续加热。暂停加热是为了使间苯二胺和胶更好混合均匀。等胶浓度变稠时，则停止搅拌，搅拌的目的使砂样能分布匀，同时也避免重矿物发生沉淀。约 5 分钟过后，小玻片上胶液可变成固态，若胶层表面不粘手时，就可把小砂玻片取下，待胶冷后，即可磨制。磨制方法要求同前述三乙醇胺为硬化剂制作的砂片一样。按照一般岩石薄片的粘片法对其进行粘片和

磨制。

2. 制作砂粒光片的方法和步骤

制作砂粒光片与上述制作砂粒薄片大同小异。先按照制作砂粒薄片法，将小砂玻片制好，待胶变稠时，再把定型环放在小砂玻片胶上即可。等胶变为固态时从粘片架面上把小砂玻片取下，定型环上部空间仍用火漆或洋干漆填平。下边磨制法要求，与前述三乙醇胺为硬化剂制片完全相同。

此方法也适用对岩石表面胶结。其效果比松香加松节油法好。

用环氧树脂制作的砂粒薄片和光片(图24、25所示)。

图 24 环氧树脂法砂薄片 放大33.5倍正交偏光

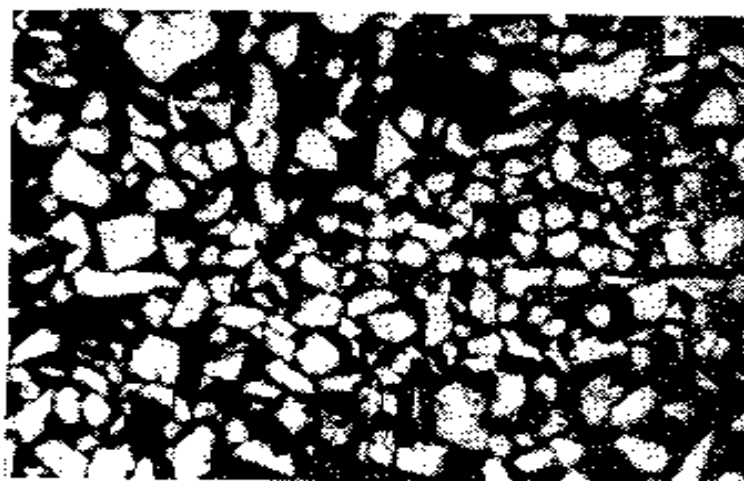
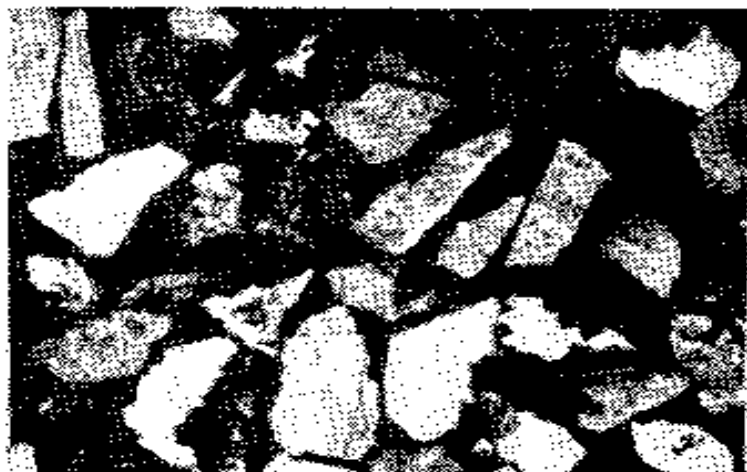


图 25 环氧树脂法砂光片(黄铁矿) 放大 53 倍

结 语

建国二十八年来,随着我国的地质事业的发展,岩矿制片工作也有了很大的改进。在切片工序上,金刚石锯片得到了日益广泛的应用,大大提高了岩片、矿片的切割速度。并改善了切片的卫生条件。不少单位试制了重锤加力自动进刀设备,改革了手拿着岩矿标本进行切割的旧工艺,既迅速,又安全。中国地质科学院地矿所试验成功的岩片二次切片新工艺和河北省水文地质大队试制的金刚石双刀岩石切片机,大大加快了岩石薄片的制片速度,提高了生产效率,减少了磨料的消耗,降低了劳动强度。

在磨片工序上,浙江省地质局研制了半自动双盘磨片机,已交浙江龙游探矿机械厂正式生产。半自动化磨片机的研制成功表明我国岩矿制片工艺已经进入到一个新的阶段。

在矿石光片的抛光工序上,许多单位都在试验摸索新的抛光剂,抛光盘面材料。青海省地质局第十一地质队试制成功了自动化抛光机,不仅不用人手持样品进行抛光,而且可以自动控制抛光时间。

此外,在制作一些特殊性质标本(如盐类矿物、粘土等)的薄片和用于特殊方法观察的薄片(如荧光薄片,超微薄片等)方面,也有许多发明创造。

我国的岩矿制片工作虽然取得了很大成绩,但与世界先进水平相比,仍然存在着一一定差距。如国外的岩矿制片机器的自动化程度都很高,由于在切、磨、抛光各个阶段广泛采

用各种粒级的金刚石磨料，制片的速度和质量均大大提高，在岩石薄片粘片上，普遍采用人工合成的环氧树脂代替昂贵的天然加拿大树胶，具有粘片强度极高，折光率稳定，不易变质等优点，有利于提高磨片速度和薄片质量，并大大延长了薄片的保存期限。

为了适应地质工作飞速发展的形势，岩矿制片工作必须大力加强。我们应该进一步提高岩矿制片工艺的半自动化，自动化程度，广泛采用新工艺，新材料，把我国的岩矿制片工作提高到一个新的水平，为实现四个现代化作出应有的贡献。

制片主要设备

附表一

名 称	规 格	用 途
偏反光显微镜		检查薄片厚度与光片亮度
切片机	单刀	切片
磨片机	单盘或双盘	粗、细磨
抛光机	单盘或双盘	光片抛光
嵌样压型机 (电木粉压型机)	5吨压力	压制砂样光片
电炉	能调节温度 (800V—1000V)	用于煮胶

主要磨料、材料及用具

附表二

名 称	规 格	用 途
金刚石锅片	QPHG250×1.2×20mm QPHG300×1.2mm	切割岩石
金刚砂	100*	切片
金刚砂	120*	切片和粗磨
金刚砂	150*	粗磨
金刚砂	500*	细磨
金刚砂	600*	细磨
金刚砂	M28	细磨
白泥浆	301*	精磨薄片
白泥浆	302*	精磨薄片和光片第一次精磨
白泥浆	304*	光片第二次精磨
碳化硼	M10	精磨薄片
碳化硼	M7	光片第一次精磨
碳化硼	M5	光片第二次精磨
碳化硼	M3.5	同上
载玻片	0.8×26×76mm ³	磨弗氏台薄片或普通薄片
载玻片	1×26×76mm ³	磨一般薄片
载玻片	1.2×26×76mm ³	同上
载玻片	1×52×76mm ³	磨古生物或大面积薄片

续表

名 称	规 格	用 途
玻璃板	4—5mm	精磨薄片和光片
盖玻片	22 × 22mm ²	薄片盖片
盖玻片	24 × 24mm ²	同上
盖玻片	24 × 32mm ²	薄片盖片
盖玻片	24 × 50mm ²	盖弗氏台薄片
盖玻片	45 × 60mm ²	盖大面积薄片
光学树脂胶	固体和液体	粘片和盖片
冷杉胶	固体和液体	粘片和盖片
氧化铁 (红粉)	I 或 II 级	矿石光片抛光
重铬酸铵		同上
氧化铬		同上
二氧化铈		同上
海军呢		做抛光盘面
软木板	厚10mm左右	同上
丝绒		做抛光盘面
纺绸		同上
尼龙		同上
无水乙醇		除薄片多余胶
酒精		点酒精灯或除薄片多余胶
松香		岩石煮胶
松节油		同上
石蜡		同上
甘油 (丙三醇)		磨怕水薄片调磨料
牙托粉	医药	压制砂样光、薄片
牙托水	医药	同上
环氧树脂	6101*或634*	磨制砂样光, 薄片
三乙醇胺		为环氧树脂硬化剂
乙二胺		同上
间苯二胺		同上
温度计	0°—200℃	压制砂片时量温
电木粉 (酚醛塑料)		压制砂样光片

续表

名 称	规 格	用 途
粘片架	三脚或四脚	粘片
玻璃刀		裁玻璃
— 钻石笔		在载玻片上刻字
乳胶手套	医药	抛光片时用
镜头纸		擦光片及镜头
镊子	尖头和圆头	做砂样片和粘片
筛子	筛孔为100*、120*	金刚砂分级
纱布	2*、1*、0*	干磨怕水矿物薄片
水砂纸	0*、00*	同上

参 考 文 献

1. 陈正, 1959年, 不透明矿物显微镜鉴定, 第一版, 地质出版社。
2. 地质部矿物原料研究所岩矿研究室磨片组, 1959年4月 岩矿制片经验介绍, 地质出版社。
3. 闵茂中、苏树春、蔡绍周译, 1974年, 矿相学, 第一版, 地质出版社。
4. 耿建民, 1964年关于粘土和松散岩石薄片的制备方法, 地质科学第一期。

