

岩矿制片工艺

于长富 著



地质出版社

岩矿制片工艺

于长富 著

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所行发·各地新华书店经售

开本: $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张: $5^{7/8}$ · 字数: 152,000

1980年8月北京第一版·1980年8月北京第一次印刷

印数1—2,615册·定价1.20元

统一书号: 15038·新527

前 言

岩矿制片是地质实验工作中一项不可缺少的技术性辅助工作。在研究和测试各种岩石、矿物组成和组构等特点时，不论采用传统的各种偏、反光显微镜进行鉴定描述，还是采用比较先进的测验仪器——如电子探针等进行分析测试，通常首先要求将欲测试、鉴定的标本、样品根据各种测试鉴定的要求，分别磨制成各种不同规格的薄片、光片、光薄片等，以供测试之用。

解放以后，我国地质事业不断地发展，制片人员的队伍不断壮大，但是，在岩矿制片方面到目前为止，还没有一本比较全面、系统的书籍，致使从事制片工作者深感这方面的学习材料缺乏。因此写成这本册子以供岩矿制片人员参考。

本书是在中国地质科学研究所、中国地质科学研究所地质矿产所和地质矿产所六室党组织鼓励和关怀下写成的，写作过程中还得到周围许多同志的热情关怀和帮助，尤其是在地质矿产所磨片组一起工作过的山东省地质局综合研究队许希杰师傅，曾对本书提供不少宝贵的意见。磨片组韩连印、李文成等同志的大力支持，地质矿产所照相室的同志为本书摄制了部分照片，在此一并致谢。

由于笔者文化水平较低，制片经验有限，故书中难免有谬误之处，衷心的敬请读者给予批评指正。

作者

一九七八年六月

目 录

第一章 一般薄片的制片方法	1
第一节 标本的检查	1
第二节 切片	2
一、一般岩石矿物标本的切片	3
二、较小颗粒岩石、矿物标本的切片	8
三、疏松标本的切片	9
四、煤岩标本的切片	10
五、古生物标本的切片	10
第三节 胶固	20
一、岩石矿物切片的胶固方法	20
二、煤块的胶固方法	22
第四节 平面处理	24
一、岩片和煤块的平面处理	24
二、古生物切片的平面处理	28
第五节 粘片	39
一、岩矿薄片的粘片	39
二、煤块的粘片	42
三、古生物切片的粘片	45
第六节 粘片后的磨薄	46
一、岩矿薄片的磨薄	46
二、煤片的磨薄	51
三、古生物切片的磨薄	59
第七节 盖片	60
第八节 薄片产生的气泡的分析	65
第二章 几种特殊类型岩石、矿物薄片的制片方法	68

第一节 盐类岩石矿物的制片方法	68
一、盐岩标本的保存和盐岩的制片方法	69
二、近代盐湖盐类矿物标本的制片方法	74
第二节 粘土岩制片方法	78
一、用石蜡和松香混合胶液浸煮粘土岩的制薄片方法	79
二、用环氧树脂胶结松软粘土岩的方法	80
三、粘土岩薄片盖片	81
第三节 油砂岩的冷法制片	81
一、切片和胶固	82
二、平面处理	82
三、粘片	82
四、磨薄	84
第四节 油页岩的制片方法	84
第五节 石棉和片状矿物(云母、蛭石等)及坚硬 岩石、矿物的制片方法	86
一、石棉、云母、滑石、蛭石的制片方法	86
二、坚硬的岩石矿物制片方法	88
第六节 矿物包裹体测温两面磨光薄片的制片法	90
一、标本的切割与胶固	91
二、平面处理及粘片	91
三、粘片后的磨薄及抛光	92
四、薄片的溶取	92
第七节 岩(形)组分析定向薄片的磨制	93
一、野外标本定向、坐标轴的选定和参考坐标轴的选定	93
二、岩(形)组分析定向薄片的磨制	95
第八节 岩石有效孔隙染色薄片的制片工艺	97
一、岩块的切取	97
二、 <u>品红水和胶的配制</u>	99
三、样品的处理	99
四、操作过程	99
第九节 萤光分析薄片的制片工艺	99
一、粘片前的处理	100

二、粘片	101
三、粘片后磨薄	101
四、最后处理	102
第三章 光片的制片工艺	104
第一节 光片的切割和成型	104
第二节 煮胶和细磨	105
第三节 磨光	109
一、金属矿物光片的机械磨光方法	109
二、金属矿物光片的化学—机械磨光方法	122
三、煤岩光片的磨光方法	122
四、无突起光片的磨光方法	131
第四章 岩石矿物砂粒标本制片工艺	134
第一节 透明岩矿砂粒薄片的制作方法	134
一、量多、颗粒大于0.1毫米的砂粒制片方法	134
二、微量（一粒或几粒）或小于0.1毫米砂粒的制片方法	136
三、选用有机玻璃作胶结剂磨制砂粒薄片方法	137
第二节 中低变质煤岩煤粉薄片的制片	137
第三节 不透明矿物砂粒光片的制片方法	139
一、用电木粉嵌样	139
二、用虫胶（漆片）或火漆嵌片法	141
第四节 煤粉光片制片法	142
第五节 <u>电子探针测试样品光片的制备</u>	145
一、贵阳地球化学研究所采用环墨导电胶	146
二、笔者所配制的两种导电胶配制方法	149
第六节 一般岩石矿物、砂矿标本光薄片 的磨制方法	152
第七节 煤岩两面磨光薄片的制片方法	154
一、煤块粘片前的处理	154
二、粘片和粘片后的处理	155
三、磨光	156
第五章 岩矿制片的装备和材料	157

第一节 岩矿制片的基本装备	157
一、切片机	158
二、磨片机	160
三、磨光机	163
四、嵌样机	164
第二节 岩矿制片必要的材料	166
一、金刚砂	166
二、粘片树胶	169
三、载玻片	171
四、盖玻片	172
附录	173
一、盖玻片反研的处理	173
二、金刚砂的回收	173
三、电镀法制作人造金刚石切片刀	175
参考文献	180

第一章 一般薄片的制片方法

岩石和透明矿物，中低变质的煤岩，古生物等，在显微镜下研究或鉴定之前，必须先制成透射光的薄片。所谓薄片，就是从需要在显微镜下研究或鉴定的标本上切取一块有代表性的岩片，粘贴在载玻片上磨制成0.03毫米左右厚的薄片，如图1。现根据薄片制作程序分别介绍如下：

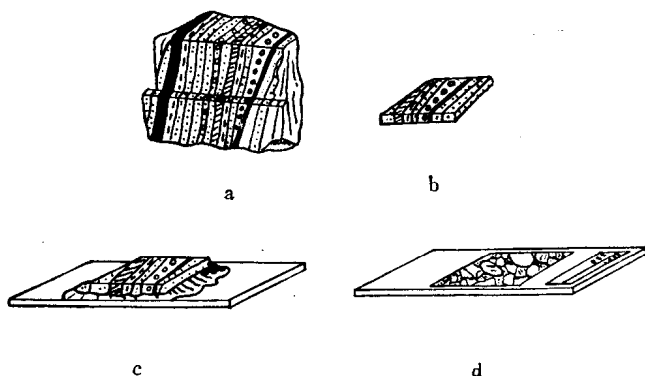


图 1 薄片制作程序

- (a) 选择研究鉴定的薄片标本，并将它取下一块有代表性的岩片；
- (b) 切割成大小合适之岩片底平面已处理磨平；
- (c) 将岩片用冷杉胶粘贴在载玻片上，以备磨薄；
- (d) 制作完毕的岩石薄片。

第一节 标本的检查

在制片之前，首先要检查标本的编号，制片的种类（光片、薄片、光面），方位、要求和目的。通常岩石、矿物标本切片有三种情况，第一，有特殊要求的标本，即根据不同研究目的进行切

片，如研究岩石方面的就需要选择标本的新鲜面；研究矿床方面的，就需要选择标本不同岩石、矿物的接触处；研究或鉴定矿物方面的就需要在标本上矿物的密集处；研究或鉴定个别矿物的，就需要在标本个别单矿物上切片。第二，标本的结构、构造具有方向性的，如变质岩、沉积岩以及一部分岩浆岩标本之具有板理、片理、片麻理、层理或流纹、流线、流面及各种构造结构面者，一般必须选择“垂直”岩石结构、平行构造面进行切片。第三，是岩石结构、构造均一的所谓块状岩石，如花岗岩、闪长岩、块状石英岩、石英砂岩等，这样的岩石标本如送样者没有标定切片方向就可以任意方位切片。

标本的切片方位，最好由送样人员根据研究目的和需要选择好、用彩色铅笔或墨笔在标本上做好标记，一般以圆圈或方块表示薄片，圆圈或方块中画有“×”表示切光片。在标本面上打“×”表示切光面，根据这些标记，制片人员就可以进行切片。

对于岩组、形组定向切片的标本检查尤为重要。岩组、形组制片标本的采集者应在野外采集时就在标本上用红油漆标明其产状要素及上下界面，因油漆下水后，可以保持原有的线条，待油漆干后再进行切片。

在检查标本时，还需注意了解磨制薄片标本中的岩石矿物的物理化学性质，如标本中若含有易溶于水的矿物，则不能下水切片，另外有的岩石因成岩程度低或风化利害而十分松散等，则应分别不同情况进行处理。

煤岩、古生物标本切片前同样要经过以上标本检查工作后才能进行切片。

第二节 切 片

所谓切片，就是从标本上切取一小块有代表性的岩片。岩片的大小，厚度，根据标本情况和切片的目的来决定。一般切成 $25 \times 22 \times 3$ 毫米大小。现分为岩石、矿物、煤岩、古生物几种主要

常见标本的切片方法，分别介绍于下：

一、一般岩石矿物标本的切片

切片工作主要是在切片机上进行（切片机的结构型式见第五章）。切片机虽在型式上有单刀切片机，双刀切片机之不同。但总的来说，切片机可以根据使用不同切片刀分为两类，一类是使用金刚砂切片刀的切片机，一类是使用金刚石（人造金刚石）切片刀的切片机，现将二类切片机的使用方法简述如下：

1. 金刚砂切片刀切片机的使用方法：

目前地质部门使用的金刚砂切片机多是单刀切片机。使用方法比较简单。切片时可将标本用专用挟具挟住进行切割。但一般均用手握标本，因为采集来的标本形状一般是不规则的，大小也不一样，所以，一般机器挟具挟住标本比较困难，同时也不可能刚好切到所需要切的方位。金刚砂切片刀切片之前必须做好以下几项工作：

（1）首先必须将切片用的金刚砂准备好，放入容器加入适量的水混合均匀。

（2）检查好切片机运转是否正常，切片刀是否有弯曲和不圆等现象，如有弯曲不圆现象必须进行修理校正。

（3）将经过检查可以直接切片的标本，有次序地排列在切片机旁，以便于切片。

通常切片使用100号或120号金刚砂，最好使用过一两次的旧金刚砂，而不用新砂，由于新砂和水混合后，机器转动时，没有泥浆，粘结力很差，所以一方面容易飞溅，另一方面切片刀转动时不容易将砂带进标本中。金刚砂切片主要是靠金刚砂对标本的磨削作用，如金刚砂带不进切削面，不仅切割标本速度不快，同时切片刀会发出吱……吱……吱的响声，冒出大量的火花，容易磨损切片刀，有时由于因切削面带不进金刚砂，刀片与标本摩擦产生的热量过高，就会将切片刀刀口卷起而损坏；在没有旧金刚砂的情况下，新砂中可加适量的黄土和水混合，搅拌均匀后亦可应用。

切片刀通常使用的是1.0—1.5毫米厚的钢板（最好为1.2毫米）加工成圆形，一般的直径为300—400毫米，根据切片机转轴的直径大小在切片刀的中心位置打一与转轴直径相等的轴孔，不可太大，太大了不能使刀片与转轴保持互相垂直。孔打歪了即使与转轴十分吻合，也同样不能使刀片与转轴保持互相垂直，若切片与转轴不能保持垂直，当机器转动时，切片刀就会或前或后，接触标本时紧时松，发出嘟……嘟……嘟的声音，而使刀口切不进标本，同时也容易将标本撞碎。所以，要尽量注意这个问题。但由于手工制作出的切片刀不可能很规则，所以在切片前必须要安装在切片机上进行校正。校正切片刀的方法有多种，在有条件的地方，可在车床上做一夹具，将切片刀挟在夹具的中间，校正好切片刀的中心，便可将切片刀进行车圆。另一种方法是将切片刀直接装在电动切片机上，开动机器，用硬质合金或砂轮固定在切片机前面的一定位置上，两手把紧，当机器开动时，切片刀高出的地方首先就会磨擦到硬质合金或砂轮上，慢慢地将高出的地方磨圆。切片刀在切片过程中，因手握标本使力不均，仍会产生不圆现象，此时可用硬质合金而不用砂轮进行修圆，因为前者致密后者粗糙；另也可采用瓷板光滑的一面进行修圆，效果也是很好的，方法是：将切片刀周围金刚砂取出，使切片刀不要带有金刚砂，开动机器，瓷板固定在切片刀的前面，光滑的一面向上，轻轻地接触切片刀的刀口，就如车床车工作物一样，慢慢地就将切片刀修圆了。在修圆的过程中要适量加些水，圆化速度就会更快些。另一种是切片刀有弯曲不平的现象也要进行校正，因弯曲不平的切片刀当机器开动后，刀就会左右摇摆，对标本不能进行直线切割，也需要进行锤平校正后才能使用。校正的方法是：可以用地质锤和表面平整的小铁墩（或较平的磨片铁盘）进行。即切片刀平放在表面平整的小铁墩上，右手握铁锤在切片刀的中心部分轻轻地锤打，左手拿着切片刀随时转动，从切片刀的中心开始慢慢的向切片刀的边部移动，这样慢慢地敲打，就可以使切片刀表面达到平整。在敲打过程中，决不能急于求平，否则会把即

将修平的一张切片刀毁坏。敲好的切片刀是否合格，需要安装在切片机上仔细检查。如刀片仍有微弯曲，或在切片过程中又产生了弯曲，可直接在切片机上进行校正。校正用一个小铁锤和一块约 7 厘米² 厚 2 厘米的平铁砧，停止机器转动，一手将铁砧平而紧贴刀片，另一手持小铁锤轻击刀片铁砧的对应面，由刀片中央部分螺旋式向外锤击，使中央部分慢慢的适度膨胀，渐渐与外缘协调。在锤击过程中，要随时检查，开动机器，视线对准切片刀口，看切片刀有无摆动，同时用一粉笔固定在切片刀边缘一定位置，如切片刀平整，机器转动就会画出均匀连续的线条，反之，则线条不均或断续，根据笔粉所画线条的情况，再进行校正，直至平整。总之，校正切片刀工作只要耐心细致地实践，通过不断地总结，不难掌握校正技术。

标本切片时，将标本的切片方位平行刀片选择好切片的位置，对准切片刀，标本放在切片刀前面的木板（或铁板）平台上，用左手缓缓地把标本向前推进，切片刀的转动方向向下，搅拌好的金刚砂就会自动被切片刀带起切割标本。如金刚砂带不起时，可用一根约一尺长的木棒搅拌一下，金刚砂就又可以随切片刀自动的带起来，切下所需要的岩片，这样对岩组定向标本和所指定的方位标本切片很有利。注意在切割过程中，使力要均匀，否则容易将切片刀损坏。

岩片切好后，将标本和岩片上的金刚砂用鬃刷刷洗干净。放回原标本盒中。

2. 金刚石切片刀切片机使用方法：

随着我国人造金刚石工业的发展，金刚石的应用范围越来越广泛。人造金刚石制成的薄片外圆切割砂轮和外圆锯片砂轮（下面简称切片刀），近年来在国内也开始应用于矿石切片，此种切片刀具有自锐性能较好等特点，金刚石切片刀用于切割岩石、矿物、煤岩、古生物等具有工效高、均匀、切面平整，省去用金刚砂切片的一切麻烦工序等优点，在有条件的单位均可采用。

目前，使用的金刚石切片刀的切片机，一般是金刚砂切片机

改装的。金刚石切刀装在原切片刀位置，在切片刀前面装一冷却液管，以便切割时冷却刀片。把原砂箱进行封闭，改成冷却液箱，下面装上一个出液管，为循环冷却液使用。

人造金刚石是一种贵重的研磨材料，制成的切片刀是一种贵重工具，因此要注意妥善保管和合理使用。金刚石切片刀切割岩石标本的过程是依靠金刚石对其产生冲击，破碎、炸裂复杂的物理作用过程。因此，使用金刚石切片刀时，用力去推动被切割物并不能达到加速切割的效果，反而会使切片刀过早的损耗或损坏。切片刀的切割速度是根据每粒金刚石在单位时间里作用力大小决定的，切片刀工作时的线速决定于每粒金刚石作用的次数，金刚石切片刀料层中含金刚石浓度、粒度指数的不同，都可以影响切割的速度，一般说来，刀片料层中金刚石浓度大、颗粒大、切割效率就高，反之则低。

金刚石切片刀选用高浓度的青铜结合剂，一般为100%，150%，在生产中有时为提高效率，浓度也可以相应地提高一些。青铜结合剂结合力强，耐磨性好，使用寿命长，并可以承受较大负荷的磨削。

金刚石切片刀镶焊工艺有以下几种：

(1) 青铜合金外镶式齿形切片刀（见图2）厚度1.5—2.0

毫米，直径300毫米；

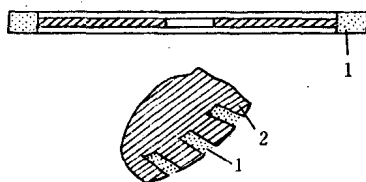


图2 外镶式齿形切片刀

1—镶嵌的人造金刚石，2—薄钢板

(2) 青铜合金外压式圆形切片刀（见图3）厚度1—1.2毫米，直径250毫米；

(3) 镍钴合金外压式圆形切片刀，厚1—1.2毫米，直径200毫米。见图4。

一般切片主要使用(2)(3)两式切片刀。而第一种切片刀则适用于岩石力学试验切割制样。(3)式切片刀采用电镀原理，把金刚石沉没在镍钴合金镀层中，常温下把金刚石镀上，料层粘结

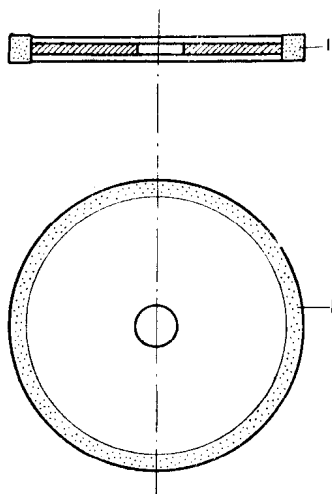


图 3 外压式圆形切片刀

1—镶嵌的人造金刚石层

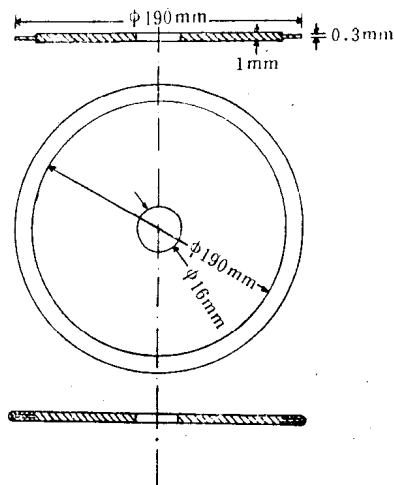


图 4 外镀式圆形切片刀

金刚石的力较大，耐磨性好，价格便宜，值得推广（电镀法见附录三）。

切片刀的线速度：使用金刚石切片刀时要求线速度比较高。切片刀直径固定，旋转起来，角速度和线速度成正比关系。切片刀直径大小不等时，角速度相等，线速度不等。因此，使用直径大的切片刀，速度需放慢一些，而使用直径小的，速度需快一些。一般要求线速度在 1100—1500 米/分较为合适。切片刀线速度过大，其轴向摆动厉害，同时切片刀边部摩擦产生热量过大，由于过剧烈的热胀冷缩，切片刀容易产生不平，而使轴向摆动更加剧烈，如此恶性循环，加速切片刀过早损耗，因此，一定要有合理的转速。

切片开始时首先打开冷却液管。切片方法同前，手拿标本进行切片时，在保证切割方位的同时，选取标本的某一平面放在平台上，将标本拿稳，向前推动力要小，跟随切片刀切进。

为了正确、合理和节约使用金刚石切片刀，需注意以下事

项:

1) 切片机主轴要十分平稳, 摆动距离不能超过0.005毫米。

2) 切片刀安装要平衡。装在切片机的主轴上, 应作平衡校正, 使其不平衡控制在最小的范围内。除特殊情况外, 一般一张切片刀装上后直至用完为止。

3) 切片机上必须要有冷却装置, 切片刀切割时必须施加冷却液, 起降温、消尘、润滑等作用。金刚石切片刀在切割过程中, 如冷却液不保持连续流畅, 则会因为切割摩擦产生的热量高而造成金刚石的破裂, 减少切片刀的寿命。冷却一般均用水, 若水中加1%皂化油, 则有切效快、寿命长、省动力等优点。皂化油可以循环使用, 冷却液流量为2500毫升/分。

4) 切割时要严防猛力撞击刀片, 标本推进要均匀, 力要小, 要用手掌握稳, 否则容易卡刀, 造成金刚石碎裂, 或把切刀卡坏或掉边, 使刀片有报废的危险。

5) 切片刀极易氧化生锈, 特别是金刚石料层钢片结合处。生锈后镶嵌结合力变小, 损坏的可能性增加, 因此, 不用时要及时擦干涂油。

6) 切片刀不平时, 可放在平板上用小铁锤敲打切片刀面部不平的最高点, 这是一项细致的工作, 要反复多次才能校准。

7) 存放时一定要平放或垂直挂起, 忌勿重压, 以防变形。

二、较小颗粒岩石、矿物标本的切片

有些岩石、矿物标本体积较小(10毫米³以下), 不但要求切片, (有时需要切平行和垂直即纵横切面各一片, 最常做的是对称切光片和薄片各一片), 而且切片后还要保留一定的标本。在这样的情况下, 如果用普通的切片方法, 就很难达到目的。对于小体积标本的切片, 在有条件的地方, 可用一单刀切片机, 机器基本上和前述相同, 但使用的金刚砂一般为320号, 切片刀的直径为150毫米左右, 厚为0.5毫米左右; 金刚石刀片直径为150毫米, 厚为0.5毫米。这样切出的岩片, 一方面标本震动力小, 不会破碎, 另一方面标本切割缝窄, 减少标本的损耗率。另一种

是用手工切割，方法是用直径 0.5 毫米左右的细钢丝做成一弓形切割器（图 5），细钢丝最好是用钢拈将细钢丝拈成为一个一个的槽痕，以便切割时容易带进金刚砂。切割时，左手持标本，放在桌角或机器的拐角上，右手握弓，将细钢丝对准标本，加上 320 号金刚砂，象锯木料一样来回地拉锯。

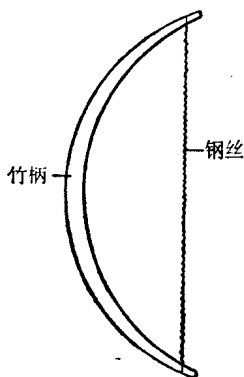


图 5 弓形切割器

三、疏松标本的切片

疏松的岩石标本不能直接切片，如果直接拿到切片机上去切割，不但切取不到一块所需要的岩片，而且会造成标本全部破碎，特别是成岩程度不高或风化利害的沉积岩、变质岩类的岩石标本，在垂直层理或板理、片理、片麻理的切片，最容易产生平行的层状脱落，有些甚至造成平行破碎。对于疏松的岩

石标本切片，可分两种情况进行处理：

1. 内部均匀的疏松块状岩石标本，可用手沿着标本的裂痕（节理或风化裂隙）掰下一块，或用铁锤轻轻的打下一块适合制片大小的岩块进行煮胶，使胶液浸透到标本的孔隙中，等标本坚固后再进行切片。

2. 具有层理、板理、片理、片麻理或流面的规则均匀排列的岩石标本，既不能任意用手去掰，也不能任意用铁锤去打，对于这样的标本可将标本需要切片的方位向下，放在电热板或电炉上加热后，标本加热面向下吃胶，让标本浸透约 20 毫米厚的胶层，冷却后再进行切片。这样既可以按要求的切片方位切出合适的岩片。又能保持标本的原始结构构造。

以上两种方法都可以保存部分原样的标本。由于标本经过煮胶后，就会改变原来的面貌。在鉴定（光、薄片）时，往往需要和标本对照研究。所以在煮胶时，必须保存部分原样的标本。

四、煤岩标本的切片

煤岩标本切片一般可分为下列三种：

1. 致密较硬的煤样，可在切片机上直接切下一块。在标本许可的条件下，可切成 $40 \times 30 \times 20$ 毫米左右的方块，厚薄也可根据煤的软硬改变，但最好不要小于 10 毫米。块度适中，煮胶易透，磨时省工。

2. 性质较软，遇水易碎的疏松煤样，可用钢锯锯下一块（即干切法）。

3. 性质疏松的煤样。可用小刀和铁锤敲下一块或用手掰下一块。

无论采用那一种方法，切片时都必须垂直标本的层理方向或根据鉴定人员指定的方位进行切片。但有些标本不大或不便直接切割时，可首先煮胶，然后再进行切片。

五、古生物标本的切片

有些门类的古生物必须通过制成透明的薄片或切制定向的光面，利用显微镜研究它的结构构造，才能确定种属，用以划分对比地层和研究生物的演化史。目前需制片研究的古生物常见的有珊瑚类、鲕类、苔藓类、藻类、有孔虫类、头足类等。这里着重介绍珊瑚类和鲕类的透明薄片制片方法：

1. 珊瑚类标本的切片：

珊瑚的种类很多，但不外乎单体和群体两类，在切片过程中每类中又分为横切面和纵切面两种，因为横切面和纵切面二者所出现的珊瑚构造是有所不同的，所以一般情况下均需切横、纵两种切面，在珊瑚制片中，切片是制片的关键：

（1）单体珊瑚标本的切片

单体珊瑚是一个独立的珊瑚体，完整的单体珊瑚可以反映珊瑚个体的整个发育过程（如图 6），因此必须选择有代表性的方位进行切片。单体珊瑚外形多种多样，完整的，有圆锥形、弯锥形、柱形、盘形、方锥形、扁锥形、拖鞋形、曲柱形、陀螺形等。在切片前首先对珊瑚的形状要进行观察和了解，这对于掌握