

☆∞∞∞∞☆
∞ 方法 ∞
∞ 介绍 ∞
☆∞∞∞∞☆

费氏台上精确测定钾长石的好方法 砂薄片法

赵 鸿

(湖南地质矿产局区调所)

主题词: 费氏台; 砂薄片法; 钾长石; 结构状态; 光学有序度; 光学三斜度

提 要: 钾长石的 $2V$ 和 $Ng \wedge \perp (010)$ 、 $Ng \wedge \perp (001)$ 的夹角是其结构状态的函数, 其具有重要的地质意义。本文提出的费氏台砂薄片法所选取的钾长石碎屑近于垂直 a 轴(即近于垂直光率体的锐角等分线 Np), 具有易于判定消光位的干涉色和图象清晰的干涉图。在费氏台上用锥光法和四轴法能精确地测定这些光学数据。该方法操作简便、精度可靠, 重复或易人求测误差均可控制在 2° 以内。大量实测结果表明它确是一种好的光学方法。

一、引 言

长石是岩石中尤其是花岗岩、变质岩和火山岩中含量非常丰富的造岩矿物。它的性质和特点往往能够表征岩石的性质、特点及其地质历史, 因此它一直是地质学家重视、悉心研究的对象。近十几年来, 有关长石的研究又有了很大的进展^[1,2]。长石的光学性质, 如钾长石的光轴面位置、光轴角($2V$)大小、 $Ng \wedge \perp (010)$ 和 $Ng \wedge \perp (001)$ 的夹角等都是长石结构状态的函数, 光轴角甚至可作为钾长石中 $Si-O$ 四面体 $Al-Si$ 有序度的度量标准^①。如何提高测量光学数据的精度, 国内外已有许多学者(如穆克敏、池际尚、苏树春、Марфунин、Burri、Smith等)做了研究和改进。笔者从1980年以来经陆续试验^[3], 逐步发展形成砂薄片法。

众所周知, 使用普通薄片(厚度约 0.03mm) 在费氏台上测量钾长石光轴角, 在能见到两根光轴的良好切面里(指垂直或近于垂直光率体锐角等分线切面), 此切面的双折射率为 $Ng-Nm$, 在透长石、正长石中为 $0.001-0.002$, 光程差为 $30-60\text{nm}$, 微斜长石中为 $0.003-0.004$, 光程差为 $90-120\text{nm}$, 前者的干涉色呈灰黑色, 后者为深灰色, 因而观察消光位非常困难, 读数因人而异, 重复性差, 误差常难以控制在 2° 以内, 如果只见到一根光轴, 简单二倍之, 误差往往超过 2° 。为了提高测量精度, 改进为加厚薄片(厚度约 $0.1-0.2\text{mm}$) 和选用近于垂直 a 轴的切面^[3,4,5,6]②。在这个基础上, 笔者近年来根据钾长石晶体发育(100)、(110)、(201)裂理的特点^[7], 用粒度约 $0.2-0.3\text{mm}$ 的碎屑制成砂薄片, 使待测的钾长石获得较多的近于垂直 a 轴的切面和合适的厚度, 保证了测

① S. G. Su等, 1987, 光轴角是富钾碱性长石 T_1 四面体位置 $Al-Si$ 有序度的精密度量标准。国外花岗岩地质与矿产, 第二期, 地矿部宜昌地质矿产研究所出版。

② 金尚麟等, 1974, 岩矿鉴定与物质成分研究参考手册(第10章费德洛夫法)。桂林冶金地质研究所出版。

量数据的精度。笔者用砂薄片在费氏台上圆满地完成了大量的测试工作,结果的可靠性、重现性都非常好。

二、砂薄片制备

制备符合要求的砂薄片是保证测试精度的关键。具体做法如下:

1. 获取钾长石样品 从标本上钳取少量钾长石碎屑,碎细过筛,取0.2—0.3mm级作为样品备用。

标本上钾长石晶体一般粗大或呈斑晶,可用钢丝钳夹取或用小锤敲下,压碎。因所需样品数量很少,适合用小型套筛筛分,取0.2—0.3mm级作为样品。如不筛分,样品粒度不一,制作的砂薄片不平整,不便于费氏台操作。

样品表面如果污浊,可以用稀盐酸(或稀硝酸)清洗。当标本上钾长石粒度细小或为基质时,可先锤碎少量岩石,在双筒实体镜下挑选。若钾长石与斜长石难以区分时,可先挑出长石,碎细过筛,取0.2—0.3mm级的于油浸砂片中挑选出钾长石。此外,也可用染色法区分钾长石和斜长石。由于所需样品数量少,油浸法较为方便。

钾长石的垂直 a 轴切面,当厚度为0.2—0.3mm时,根据公式: $R = d \cdot \Delta$ ^①,透长石、正长石的光程差为300—400nm,干涉色呈一级灰白到黄白;微斜长石的光程差为400—1200nm,干涉色可达到二级蓝到二级橙、紫至黄绿色(实践中干涉色到二级的晶体甚少),便于准确判定消光位和干涉图象。如果样品是微斜长石,0.1—0.2mm级的碎屑也能取得满意的结果。

为了使测得的结果具有代表性,最好能在标本的不同部位分别钳取钾长石,混合制成一砂薄片。如果发现不同结果的钾长石时,可将不同部位的钾长石分别制成砂薄片,并结合普通薄片观察,弄清它们的相互关系,以期作出合理的解释。

2. 制做砂薄片 先在载玻片上抹一薄层树胶,然后撒少许碎屑样品,缓慢加热至树胶熔融,轻轻敲击载玻片,使样品躺平、散开,浸落入树胶中,最后用金刚刀笔刻记编号。

为了便于费氏台操作,长载玻片需截短到2.5cm,厚度不能超过1mm。树胶抹于短载片中部,范围约1.5—2cm²,胶厚约0.3—0.5mm。样品撒于树胶中部,量约10—30粒。当在酒精灯上加热时,切忌急火,以免产生气泡。同时,在加热熔融树胶时,可用铅笔杆或小木棍轻轻敲击载玻片,使钾长石碎屑平卧、散开、浸没于树胶中。

碎屑样品不宜过多过密,呈单个星散状最佳。如果彼此接近,干涉色互相干扰,则影响准确判定消光位和观察干涉图象。

3. 镜下选择最佳晶体 在中倍(5—10倍镜头)镜下寻找干涉色较低和呈方形或近于方形的晶体,然后于高倍锥光下观察干涉图象,出现 $\perp Bxa$ (垂直锐角等分线)或近于 $\perp Bxa$ 干涉图的颗粒即为最佳晶体。

钾长石的(001)和(010)解理完全,二者互成90°或近于90°,如果晶粒呈方形或近

① R —光程差; d —薄片或碎屑的厚度; Δ —双折射率,此处为 $N_g - N_m$ 。

于方形,表明(001)和(010)解理直立或近于直立,切面已近于垂直a轴,光学主轴 Np 近于直立。钾长石是二轴晶负光性晶体,2V的锐角等分线是 Np ,这种晶粒显然是测量2V的理想断面。

三、费氏台操作

费氏台上测定方法与普通薄片在费氏台上的操作一致,现据笔者对砂薄片的工作经验,作一简要介绍。

1. 装台和校正 五轴台、四轴台均适用,装台与校正的方法与常规无异。由于砂薄片一般不盖片,所以在装玻璃上半球时,需在砂薄片上滴适量甘油,盖上大盖玻片,其上又需滴几滴甘油(也可以先用树胶盖好大盖玻片),然后压上玻璃上半球。其次,需要注意的是费氏台的高度调节环,由于砂薄片厚于普通薄片,其调节高度的四齿金属环需要预先转到最低位置。

2. 光率体定位和测量2V 钾长石的2V是Si—O四面体中Al—Si位置有序度的灵敏函数。其光学有序度的计算公式如下:

$$\text{单斜有序度 } Sm = \frac{64^\circ \pm 2V}{64^\circ + 44^\circ}$$

光轴面// (010) 时是 $64^\circ - 2V$; 光轴面⊥ (010) 时是 $64^\circ + 2V$ 。

$$\text{三斜有序度 } St = \frac{2V - 44^\circ}{88^\circ - 44^\circ}$$

为了确保精度,费氏台上光率体定位和测量2V运用四轴法和锥光法(据实践,如没有40倍以上的长焦镜头,Lietz费氏台配给的32倍长焦镜头亦能获得良好的干涉图象)。由于砂薄片中钾长石晶体已经基本定位(近于垂直a轴, Np 基本直立),厚度较大,所以干涉色明朗,消光位和干涉图象的黑臂非常清晰,从而给费氏台的操作和镜下观察带来方便。由于晶体已基本定位,故费氏台的各轴均转动不大,赤平极射投影图象简明相似(图1)。

使用普通薄片在任意切面上测量2V,经常只能寻找到一根光轴。这种情况下不管采用那种方法,如简单二倍之,势必带来成倍的误差。如果作图求测,不免带来人为因素的影响,导致结果的可信度降低。费氏台砂薄片法,无论是四轴法或锥光法,都能直接测得二根光轴的夹角,2V值可靠,精度必然提高。

运用锥光法,砂薄片中钾长石晶体出现的 $\perp Bxa$ 干涉象黑臂细而明晰,边界清楚,光轴出露点处黑臂收敛变细,转动外东西轴(I)时,两条弯曲的黑臂轮流进入视域,度量二者的夹角(2V)准确可靠,重复或易人度量,读数几乎没有差别。

透长石的光轴角一般很小(25°以下),而且双折射率又非常低($N_g - N_p = 0.005$),给测量2V带来困难。2V < 25°的透长石在普通薄片中,两根光轴的消光影连为一体分不开,致使无法直接度量2V。为此,出现了瓦尔丹亚茨投影法^[4,5]。此法在实践中由于判断消光开始和消光终了的现象十分困难,一人重复观察或多人观察同一现象,其角差读数经常超过5°,绘出的消光影图多不理想。然而,砂薄片法完全可以克服上述困难。砂薄片费氏台锥光法中,笔者清楚地见到透长石晶体的两条黑臂慢慢分开的 $\perp Bxa$ 的干涉图象,

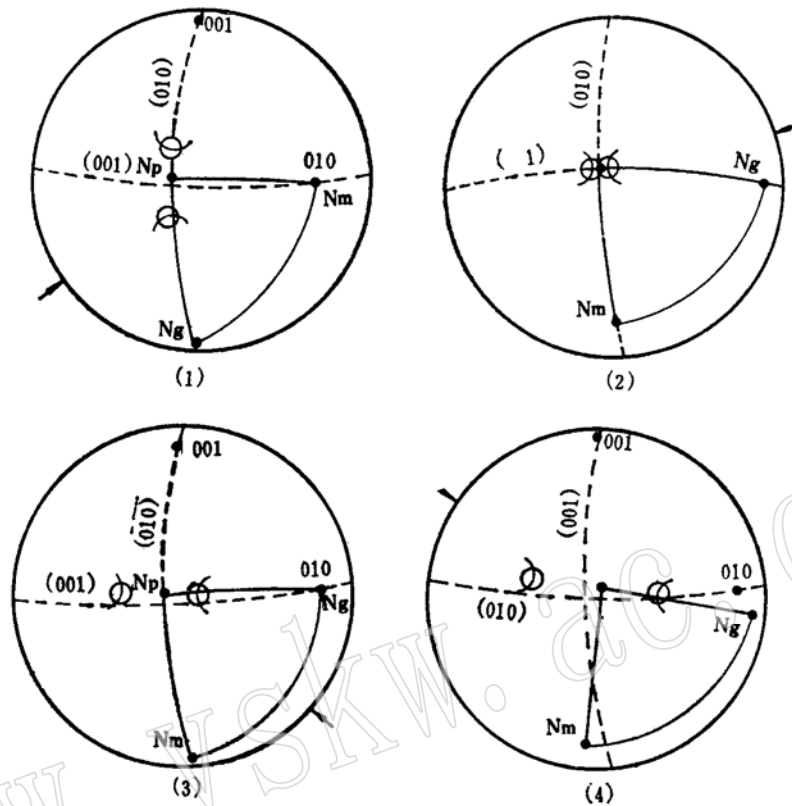


图 1 砂薄片钾长石光性方位赤平极射投影图

Fig.1. Stereographic projection of optical orientation of potash feldspar in detrital section

- (1) 高透长石, 流纹岩, $-2V = 38^\circ$, $Nm \perp (010) = 0^\circ$
 (2) 低透长石, 流纹岩, $-2V = 14^\circ$, $Ng \perp (010) = 0^\circ$
 (3) 正长石, 眼球状混合岩, $-2V = 58^\circ$, $Ng \perp (010) = 0^\circ$
 (4) 最大微斜长石, 花岗岩, $-2V = 82^\circ$, $Ng \perp (010) = 17^\circ$

测到 $2V$ 小至 12° 。

光率体定位指的是钾长石中三轴椭球光率体的三个光学主轴 (Ng 、 Nm 、 Np) 位置的确定。通过费氏台各轴的配合转动, 寻找出三个光学主轴, 并且分别摆放在东西、南北和直立的位置。读出各轴转动的方位和角度, 可在赤平极射投影图上绘出光率体的定位状态 (见图 1)。前已述及, 砂薄片钾长石晶体已基本定位, Np 与费氏台的直立轴成小角度斜交, 略转动该轴 (N) 和南北轴 (H), Np 即能直立。据笔者实际操作的不完全统计, Np 与直立轴成 $26^\circ \pm 5^\circ$ 的晶体占 65%, 小于 $16^\circ \pm 5^\circ$ 的约 30%。从图 1 中可以看出, 砂薄片钾长石晶体的 a 轴已近直立。

此外, 对同一晶体用锥光法和四轴法进行光率体定位和 $2V$ 测量, 两种方法的结果一致或非常相近。经对 150 个样品 (计有微斜长石、正微长石、正长石、低透长石和高透长石) 两种方法的试验, 其读数误差在 2° 以内的占 90%, 最大不超过 4° 。

3. 光性方位测量 矿物的结晶方位 (a 、 b 、 c 轴) 与其光率体主轴 (No 、 Ne 或

Ng 、 Nm 、 Np) 方位的相互关系称光性方位。例如钾长石光性方位的三斜度是 $Ng \wedge \perp (010)$ 和 $Ng \wedge \perp (001)$ 的夹角。据此, 可计算光学三斜度, 公式如下:

$$\Delta = 0.0555 \times [Ng \wedge \perp (010)]$$

$$\Delta = 0.10 \times [90^\circ - Ng \wedge \perp (001)]$$

光率体定位后, 用四轴法分别对 (010) 、 (001) 解理进行定位操作, 将外立轴 (M) 和外东西轴 (I) 转动的角度投射于赤平极射投影图上, 并根据光性方位进行检查, 误差要求在 2° 以内, 否则重测。然后在吴氏网上度量 $i.g \wedge \perp (010)$ 和 $Ng \wedge \perp (001)$ 的夹角。

根据笔者实际操作的体会, 砂薄片中的钾长石晶体的厚度达 $0.2-0.3\text{mm}$, 转外东西轴 (I) 树立解理面时, 判断是否直立比较容易。一人重复或多人观察同一现象, 只要细心操作, 观察得法, 差值可以控制在 2° 以内。对于透长石, 有时解理不发育或见不到, 这时可依晶体的方形或近于方形的平直界面作为 (001) 和 (010) 解理面。

关于透长石还有一个特殊问题需要注意。它的光轴面在高透长石中平行 (010) , 低透长石中垂直 (010) (见图1)。透长石的解理常不发育, 有时有两、三条稀疏的解理缝, 因涉及到高、低透长石的辨别, 常常不好贸然判定是 (010) 还是 (001) 。如果能见到卡斯巴双晶结合面, 此面便是 (010) , 这样光轴面的定位就迎刃而解。但砂薄片中有时找不到具卡斯巴双晶的晶体, 则需通过观察普通薄片或加磨的厚薄片中的具卡斯巴双晶的透长石来解决。

四、结 语

(1) 实践证明, 砂薄片法是光学法测量钾长石结构状态、计算 $Si-O$ 四面体上 $Al-Si$ 有序度的好方法。同时, 还可用来确定碱性长石种属及其成分^[4,5,6]。目前, 国内大多数地质队都备有费氏台和相应的显微镜, 因此, 可以普遍推广。

(2) 砂薄片法测量钾长石的 $2V$ 、光性方位方法简便, 精度可靠, 还可应用于斜长石结构状态和成分的测定。

(3) 如果结合运用厚薄片法, 可以有效地鉴别岩石中不同世代的钾长石和斜长石, 如花岗岩中的钾长石斑晶、钾长石基质及晚期交代形成的钾长石, 某些环带状钾长石的内、中、外部的结构状态和成分等。

笔者运用此法做哀牢山变质带的钾长石测量时, 依其形状和产出状态鉴别出三种不同结构状态的钾长石^[3], 为解释区域变质岩演化到混合岩的形成过程提供了一定的证据。

(4) 与 X 光衍射法、红外吸收光谱法、中子衍射法等比较, 砂薄片 (光学) 法方便、经济、迅速、结果与上述方法彼此对比、印证。

本文经洪大卫副研究员审阅, 特此致谢。

参 考 文 献

[1] Phillips, W. R., 1981, Optical Mineralogy W. H. Freeman and Company, San Francisco.

[2] Smith, J. V., 1974, Feldspar Minerals, Vol 1, Sprin-Verl, Bei, New York.

- 〔3〕 贺同兴、赵 鸿, 1980, 区域地质调查野外工作方法第二分册(变质岩部分)。地质出版社。
- 〔4〕 池际尚、吴国忠, 1983, 费德洛夫法。地质出版社。
- 〔5〕 苏树春, 1983, 碱性长石光学鉴定法。地质出版社。
- 〔6〕 Марфунин, А.С., 1962. Полевые шпаты—Фазоны Взаимоот Ношения, Оптические Свойства, Геологическое Распределение. Тр.ин—Та Геол.Руди.Месторожд., Пегрор., Минерал.и Геол., Вып.78.М.
- 〔7〕 Deer, W.A., Howie, R.A.and Zussman, J., 1962, Rock-Forming Minerals.Vol 4.New York: Wiley.

Detrital Section Method—An Ideal Method for Accurate Measurement of Potash Feldspar on the Universal Stage

Zhao Hong

(Regional Surveying Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Hunan Province)

Key words: universal stage; detrital section method; potash feldspar; structural state; optical ordering; optical triclinality

Abstract

The detrital section method for measuring structural state of potash feldspar on the universal stage is developed on the basis of thickening the thin section and selecting the section perpendicular to a-axis and also according to the fact that this mineral has well-developed(100),(110) and (20 $\bar{1}$) planes. The stability and repeatability of the measurements are quite good.

Potash feldspar detrituses in the size of 0.2-0.3mm are chosen as samples to be measured; from them the detrital section fit for universal stage is made up. For the potash feldspar crystals approximately perpendicular to a-axis section, conoscopy or four axis method is used to measure the included angle of $2V$ and $Ng \wedge \perp(010)$ or $Ng \wedge \perp(001)$ and calculate the optical ordering and triclinality.

Practice shows that, as the measurement with detrital section method is simple to operate and has reliable precision, it deserves widespread utilization.