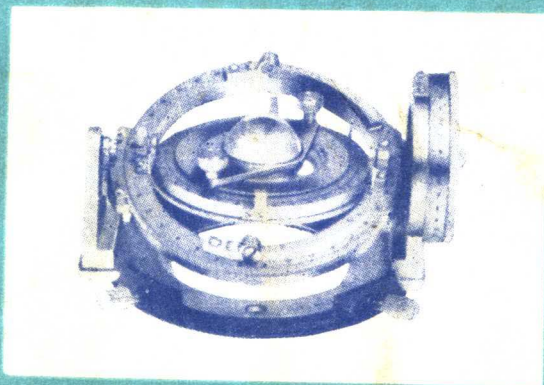


高等学校教材

费德洛夫法

武汉地质学院 池际尚 吴国忠 编著



56.851
186

地质出版社

高等学校教材

费德洛夫法

武汉地质学院

池际尚 吴国忠 编著

地质出版社

费德洛夫法

武汉地质学院

池际尚 吴国忠 编著

责任编辑 周金城

*

地质矿产部教材编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: $9^{7/8}$ 字数: 227,000
1983年5月北京第一版·1983年5月北京第一次印刷

印数: 1—4,322册 定价: 1.60元

统一书号: 15038·教157

(附图另装袋)

前 言

在我国社会主义四个现代化建设事业中，无论在地质生产工作中，还是在科学研究工作中，日益要求岩石、矿物的光学鉴定向精确方向发展。因此，在我国地质类高等院校中，费德洛夫法早已成为某些专业的大学生和研究生的必修或选修课程。本书的基本方法部分是为初学者写的，并尽量作出投影图以阐明方法的原理。较深的内容可供研究生、教师、生产单位和科学研究单位的地质工作者自学参考。

我们受地质矿产部教育司的委托，在1962年出版的《费德洛夫法简明教程》的基础上写成本书。本书补充增添的部分主要有属于基本方法部分的干涉图法和多种确定光轴角的方法，以及长石、钾长石的命名和确定其结构状态的光学方法和辉石的鉴定方法；还相应地增添了相当数量的鉴定图表和更新了一些图表，修改了在过去使用过程中，初学者不易理解的地方和不当之处。本书作者之一吴国忠主要编写了干涉图法、 ρ 角法、欧拉角法、克勒角法、诺布尔法、托毕法和长石的有序度、三斜度等测定法；并共同修改、补充和定稿。

图件由武汉地质学院本部 and 北京研究生部的绘图室清绘。朱广玲、陈珍珍、耿小云、林培英、俞阳、白志民等同志协助作了出版准备工作。叶德隆审查了部分原稿，并提出了宝贵意见，均特此致谢。

中国科学院叶大年副研究员对本书进行了全面系统地审阅并提出了宝贵的修改意见，在此，谨致深切的谢忱。

池际尚 吴国忠
1982年6月 北京

目 录

一、费德洛夫法的优越性及发展简史	1
二、旋转台的构造	3
§ 1 旋转台的旋转轴及相应的环	3
§ 2 玻璃半球和专用物镜	5
三、旋转台的安装和校正	6
§ 3 旋转台的安装	6
§ 4 旋转台的校正	7
四、旋转台的维护	9
五、玻璃半球的作用和假角的校正	10
六、赤平投影网及其应用	16
§ 5 赤平投影及其与球面投影的关系	16
§ 6 赤平投影网及其与旋转台各轴的对应关系	18
§ 7 面和线在赤平投影网上的投影方法和原理	18
§ 8 费德洛夫法中赤平投影网上的最基本的作图和度量方法	19
七、在旋转台上鉴别均质体与非均质体，一轴晶与二轴晶	22
§ 9 消光原理	22
§ 10 光率体对称轴及在旋转台上确定光率体对称轴的基本原理	23
§ 11 均质体与非均质体的鉴别	25
§ 12 一轴晶与二轴晶的鉴别	25
八、一轴晶光率体位置，光性符号及结晶要素的测定	28
§ 13 一轴晶光率体位置的测定	28
§ 14 一轴晶光性符号的测定	30
§ 15 结晶要素的测定	30
§ 16 旋转台上区别方解石与白云石	31
九、二轴晶光率体位置，光性符号、 $2V$ 值及结晶要素的测定	33
§ 17 二轴晶光率体位置等的测定——四轴法	33
§ 18 二轴晶光率体位置等的测定——五轴法	37
十、干涉图法(锥光法)测定光率体对称轴位置， $2V$ 值及光符	41
§ 19 二轴晶光率体位置、 $2V$ 和光符的测定——干涉图法	41
§ 20 一轴晶光率体位置和光符的测定——干涉图法的四轴法	44
十一、 $2V$ 测定的间接法	49
§ 21 Л. А. 瓦尔丹茨基法	49
§ 22 А. Н. 扎瓦里茨基法	55

十二、斜长石的鉴定方法	57
§ 23 长石的命名	57
§ 24 斜长石的一般特征及斜长石的双晶	58
§ 25 斜长石鉴定的解理法 (四轴法)	61
§ 26 斜长石鉴定的双晶法 (四轴法)	63
§ 27 斜长石鉴定的晶带消光角法	81
§ 28 斜长石鉴定的五轴法	92
十三、钾钠长石的鉴定法	99
§ 29 钾钠长石的一般概念	99
§ 30 钾钠长石鉴定的解理法和双晶法	104
§ 31 钾钠长石鉴定的光轴角法和光性方位图法	107
§ 32 钾钠长石鉴定的消光角法	110
十四、长石三斜度和有序度测定法	112
§ 33 有序度和长石的有序度	112
§ 34 斜长石有序度的测定	114
§ 35 钾长石三斜度、有序度的测定	125
十五、暗色矿物的鉴定法	127
§ 36 单斜系辉石和角闪石的结晶学特点和光性方位	127
§ 37 鉴定单斜系辉石 (角闪石) 的 $Ng \wedge c$ 的解理法	135
§ 38 鉴定单斜系辉石 (角闪石) 的 $Ng \wedge c$ 的双晶法	136
§ 39 鉴定单斜辉石的 $A_1 \wedge c$ (有时 $A_2 \wedge c$) 法	141
§ 40 橄榄石的鉴定和云母的鉴定	143
十六、多色性和重折率的测定	145
§ 41 多色性的测定	145
§ 42 重折率的测定	145
参考文献	149

一、费德洛夫法的优越性及发展简史

自从1867年偏光显微镜技术运用到岩石学研究中以来,造岩矿物的光学鉴定研究有了巨大的发展,岩石学由肉眼观察时代进入了显微镜时代。但是在偏光显微镜下鉴定岩石薄片中的矿物时,人们碰到薄片矿物非定向位置与鉴定中要求定向的矿物切面之间的矛盾。例如鉴定单斜辉石类的种属需要测定 $Ng \wedge c$ 角度大小,这个常数一般需要在 (010) 面(即在光轴面)上测定。在岩石薄片,光轴面恰好完全平行于薄片平面的辉石颗粒是极个别的情况,而该矿物斜交光轴面的切面却是普遍现象。在偏光显微镜的条件下,薄片平面只能在物台平面内转动,因此要鉴定矿物的光学常数只能靠从许多颗粒中选择定向颗粒的方法;为了选择完全准确的定向颗粒,常常消耗很多时间,或者由于薄片不存在某种定向颗粒而告失败。

十九世纪末,由于工业生产和科学技术的迅速发展,日益要求精确鉴定矿物,而一般的偏光显微镜由于上述缺陷不能满足这方面的要求,从而促使人们尝试改变偏光显微镜的条件。俄罗斯结晶矿物学家E. C. 费德洛夫首创一种旋转台,使矿物的一个任意切面能在三度空间中围绕几个轴而旋转,以获得所要求的定向切面,从而解决了在偏光显微镜下鉴定矿物时不易解决的矛盾。

旋转台利用偏光显微镜的光学作用和台在空间的转动,能直接或借助于投影作图而间接测定矿物的光学常数和光性方位。凡偏光显微镜岩石薄片法所能鉴定的光学性质和光学常数,在此旋转台上都能加以解决。偏光显微镜测定的只能称为常数的近似值,旋转台测定的才能称为光学常数。旋转台上能解决偏光显微镜所不能解决的问题,如对复杂的双晶律的研究和利用双晶鉴定矿物成分等,在旋转台上附加一些装置还可以精确地测定矿物的最主要的光学常数——折光率,所以人们称之为万能台。

造岩矿物多成固溶体系列存在,固溶体系列中化学成分的逐渐改变反映在其光学常数的连续变化。旋转台上测定的光学常数相当准确,足以鉴定出某些固溶体系列中的矿物种属名称,这种研究对探讨岩石成因理论有重要意义。此外旋转台对岩组学的建立起了决定性的作用。

今天在岩石矿物学研究中已广泛应用的这个万能台却是由简单到复杂,由低级到高级,逐渐改进和完善化起来的。1889年, E. C. 费德洛夫提出方法的基本原理, 1893年,他发表了这个方法并称之为经纬仪法。这是一种原始的二轴台(一个直立轴和一个东西方向的水平轴),在二轴台上已经可以找到光轴,光率体主轴,和某些结晶方向,以及区别均质体,一轴晶和二轴晶;但是要借助于比较复杂的操作和投影作图,因此二轴台很快为弗氏的三轴台,实际上是四轴台所代替。在这里有重要意义的是增加了一个南北方向的水平轴,因而可直接测光率体主轴和光轴,大大简化了操作步骤。在四轴台上,光率体主轴和结晶方向是一个一个分别测定的,因此必须配合以投影作图才能确定它们之间的相互位置和角度大小。1929年艾孟斯设计了五轴台,但使其方法进一步完善化的则是A. H. 扎瓦里茨基。五轴台进一步简化了操作,而且能直接使三个光率体主轴定位并测定其与某结晶方向的角

度关系，因此无须另外投影作图。五轴台的最大优点是快速，不用投影，但是某些测量数据的精确度不如四轴台高。1949年 A. H. 扎瓦里茨基提出六轴台，但是过多的轴使台的结构复杂化，在转动中易引起各轴之间干扰和转角的滑动，迄今尚未得到推广。

为了纪念首创者，称之为费德洛夫台（简称费氏台）或费德洛夫旋转台（简称旋转台）。本书采用旋转台的名称。

在我国，何作霖教授首先（1933）将费德洛夫法技术介绍到地质界，并首先应用于岩组的研究。不难理解，费德洛夫法在地质院校内作为大学课程，在生产及科学研究中广泛应用则是在1949年中华人民共和国成立以后。

二、旋转台的构造

旋转台由一套金属环和一对玻璃半球组成，上下玻璃半球夹持岩石薄片，并置于内环的中心部分。这一套金属环固定在一个底座上。底座系一个空心金属板，其两侧各具一直立的金属支架而与最外的金属环相连接，底座上有两个螺旋孔，旋入螺旋可将台安装在偏光显微镜的物台上（见图2—1及2—2）。安装旋转台的偏光显微镜的镜筒的提升幅度应比一般显微镜大，其要求为安装台后仍能焦准薄片。

§ 1 旋转台的旋转轴及相应的环

现在只介绍四轴台和五轴台。这两种都具有自内向外一个套一个的一套圆环，每个环可围绕一个水平轴或一个直立轴旋转。各轴交于一点，称之为旋转台的中心。将台安装在偏光显微镜上进行校正后（§ 4），各直立轴理想上应与显微镜轴（通过物台中心和目镜十字丝交点）重合，各水平轴与目镜纵丝或横丝平行，并位于薄片平面内，显微镜轴应通过旋转台的中心。现在以莱兹厂生产的旋转台为例，按自内环到外环的次序，介绍相应的旋转轴如下（见图2—3及2—4）：

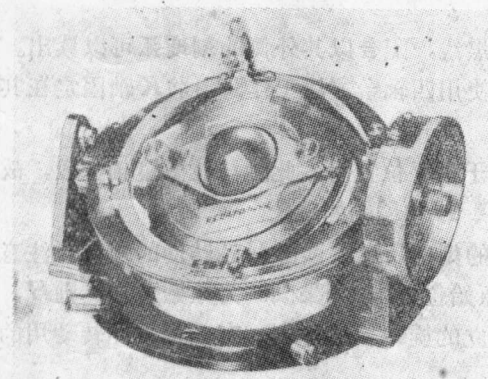


图 2—1 五轴旋转台

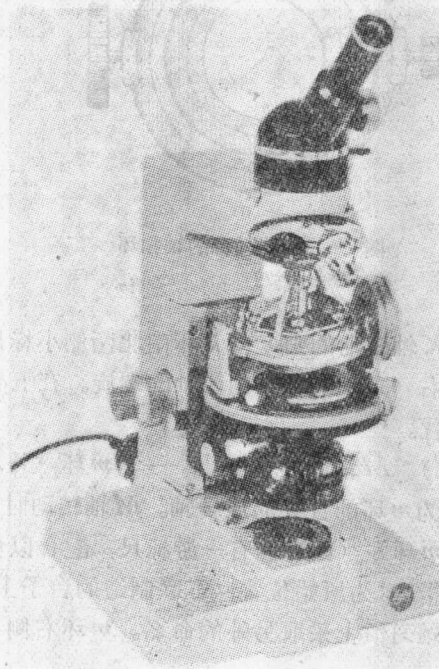


图 2—2 旋转台安装在偏光显微镜上

1) N 轴（内立轴）—— N 轴为一直立轴，垂直于薄片平面，为 n 环（内环）的旋转轴。由 n 环外缘上的小黑线，配合以 n 环外侧的刻度圈，可以读出 N 轴旋转的角度，黑线指 0° 时为原始位置。 n 环外侧右下方有一小金属条，拨动之可以锁住 N 轴的转动，但通常不须锁它。 n 环上有两个小圆孔，备安装上玻璃半球之用。 n 环内侧镶有另一金属环，其上载一圆玻璃片，为装薄片及玻璃半球之用，此金属环背面安有一螺旋圈，为升降薄片高

度之用。苏联制造的没有上述圆玻璃片和锁 N 轴的金属条等装置。

2) H 轴(南北轴)—— H 轴为一南北轴,装台后平行于显微镜目镜的纵丝方向,并位于薄片平面内。转动 H 轴使 h 环(并携带 n 环)向东或向西倾斜(N 轴亦随之倾斜)。

H 轴旋转的角度由 h 环东西两侧小标尺上的黑线,配合以其外侧的刻度弧可以读出。 H 轴的南端有一螺旋,为锁 H 之用。

3) K 轴(内东西轴)—— K 轴为一东西轴,装台后平行于目镜的横丝,并位于薄片平面内。转动 K 轴使 k 环(并携带 h 环和 n 环)向南或向北倾斜(并影响 N 轴和 H 轴的位置)。

四轴台无此轴。

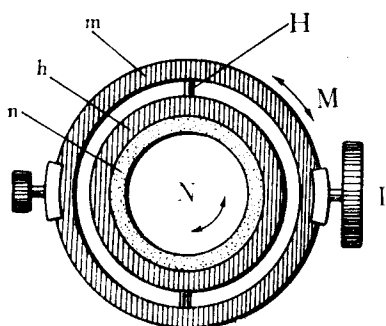


图 2-3 四轴台的轴和环
 N 、 H 、 M 、 I 轴和 n 、 h 、 m 环

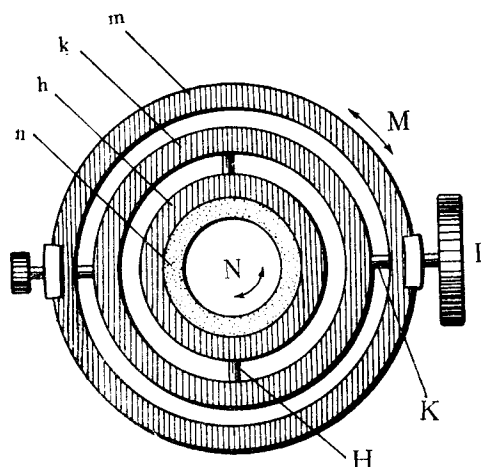


图 2-4 五轴台的轴和环
 N 、 H 、 K 、 M 、 I 轴和 n 、 h 、 k 、 m 环

K 轴转动的角度由 k 环南北两侧小标尺上的黑线,配合以其外侧的刻度弧可以读出。 K 轴右(东)端有一锁 K 轴的螺旋。在五轴台上使用四轴台方法工作时,将 K 轴固定在其 0° 位置。

4) M 轴(外立轴)——当 m 环(外环)处于水平位置时,此轴与显微镜轴一致,故 M 轴为 m 环的直立的旋转轴。 M 轴转动时影响 N 、 H 和 K 轴的位置。

m 环左(西)侧有一游标尺,配合以 m 环上的刻度尺可以读出 M 轴转动的角度。注意标尺指 90° 为原始位置(苏联制造的台子上 0° 为原始位置),如果以 0° 为原始位置,则 H 、 K 等轴习惯上采取另外的命名。 m 环右侧(在直立的旋转轮之外侧)有一锁 m 环转动用的螺旋。

5) I 轴(外东西轴)—— I 轴为一东西轴,装台后平行于目镜的横丝方向,并位于薄片平面内。转动 I 轴使 m 环(并携带 n 、 h 和 k 环)向南或向北倾斜(并影响 N 、 H 和 K 轴的位置)。 I 轴转动度数由其右端旋转轮上的刻度和游标尺读出。锁 I 轴转动的螺旋位于旋转轮的前(北)方。

在苏联制造的旋转台上,各锁轴螺旋的位置略有不同。

由上可知,任何一个环的旋转轴的转动,必然影响此环以内各环的旋转轴的位置,而

对其外各环的旋转轴的位置则无影响。

出版的中外有关费德洛夫法的教科书和专门文献中，旋转轴的命名法极不一致。本书采用了 B. C. 索波列夫的命名法。因为在旋转台上工作既用四轴法也用五轴法，为了避免引起混乱，最好四轴台和五轴台的轴的名称尽量取得一致。索波列夫的命名中，两种台的 *N*、*H*、*M*、*I* 轴的位置完全一致，只有五轴台多一个 *K* 轴。但要记住如果使用的台是五轴型的，将 *m* 环转到 90° 作为其原始位置（如系苏联制旋转台， 0° 为原始位置）。

为了便利读者阅读文献，现将常见的几种旋转台轴的命名法介绍如下：

索波列夫 (本书采用者)	贝雷克	艾孟斯	费德洛夫—尼基丁 迪帕—兰阿德
<i>N</i>	<i>A</i> ₁	<i>I. V.</i>	<i>N</i>
<i>H</i>	<i>A</i> ₂	<i>N—S</i>	<i>H</i>
<i>K</i>	/	/	/
<i>M</i>	<i>A</i> ₃	<i>O. V.</i>	<i>M</i>
<i>I</i>	<i>A</i> ₄	<i>O. EW</i>	<i>J</i>
<i>A</i> 显微镜轴	(<i>A</i> ₅)	(<i>M</i>)	

§ 2 玻璃半球和专用物镜

旋转台专用的玻璃半球（见图2—5）通常有三对，每一对由一个上半球和一个下半球组成，三对半球各具一定的折光率（德制者为 $n = 1.516$, $n = 1.557$, $n = 1.649$ ）。上半球嵌镶在一棱形或长方形的金属板上，其两端分别具有一小孔和缺口，装台时将其对准 *n* 环上的两个小圆孔和 *n* 环之内的金属环上的两个缺口，用螺旋固定之。下半球嵌镶在一个圆形的具弹性的金属架上，因此装台时只需将其推入 *n* 环内侧的金属环中即可固定。金属板和金属架上刻着半球的折光率值。

上下半球不是真正的半球形，要加上夹在其间的玻璃片和放在该片上的岩石薄片的总厚度，才合成为一完整的球形（苏联制旋转台，无此玻璃圆片），其球心应该恰在岩石薄片上。更确切地说，被研究的矿物的中心点应与球心重合，而球心又应与旋转台的各轴的交点重合。这时，当转动各旋转轴时，矿物只有方位角的变化而不开旋转台的中心。

由于位于岩石薄片之上的上玻璃半球占去了一定的空间，偏光显微镜的 $10\times$ 的物镜都不能用。为此旋转台配备了一种长工作距离的专用物镜，其镜头的开角较小。开角越小，进入镜头的光线越少，因此要求较强的照明。通常用的长工作距离物镜有 $10\times$ （莱兹厂制 *UM*₂）， $20\times$ （*UM*₃）， $30\times$ （*UM*₄）， $50\times$ （*UM*₅）和 *UMK*50/0.60 等的。

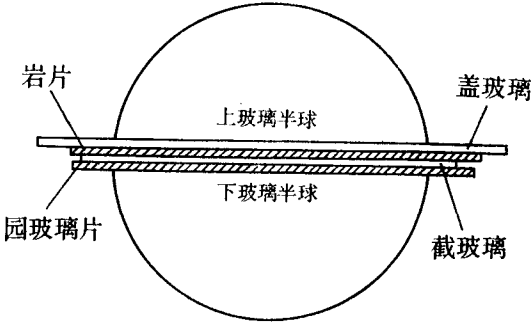


图 2—5 旋转台的玻璃半球
下半球、圆玻璃片、岩石薄片和上半球各
相邻面之间均涂薄层甘油

三、旋转台的安装和校正

旋转台的安装和校正需要一定的时间,如果经常使用它,最好在安装和校正后不轻易拆卸,但是玻璃半球及薄片部分工作完毕应即撤除。

§ 3 旋转台的安装

偏光显微镜的检查:在装台以前先要检查和校正偏光显微镜,诸如上下偏光镜是否正交,目镜十字丝是否正交和是否在正南北和东西方向等,这些属于一般偏光显微镜工作前的准备工作,此处不再赘述。

装台之前要将物台锁在 0° 位置。

安装薄片和上半球:将旋转台的 *I* 轴、*K* 轴和 *H* 轴固定在其原始 (0°) 位置。装上 *n* 环内侧的金属环,使其边缘的两个缺口对准 *n* 环上的两个小孔。将圆玻璃片嵌入该金属环内。在圆玻璃片的中央部分用滴管滴上一滴甘油,其量以在复上岩石薄片后,甘油恰浸满薄片面而不外溢。在安装拟研究的岩石薄片时,须检查薄片是否洁净,如有尘埃,污垢和树胶一定要用苯或清水擦洗干净。注意使盖玻璃向上,使薄片的一个边先接触圆玻璃片和其上的甘油,然后逐渐轻轻放下整个岩石薄片,以避免将空气泡进入甘油中。如果气泡太多则需重装;如果有少数几个气泡可以手指略压紧薄片,移动,将气泡从薄片边缘赶出去。这是因为如果甘油中混入了空气泡,空气的折光率很低,当转动各轴时,引起全反射现象而使观测不准。

选与要研究的矿物的折光率最相近的一对玻璃半球。在岩石薄片的上平面上,再滴一滴甘油,以如上的斜放法装上上半球,并检查气泡情况。将上半球金属板两端的小孔和缺口对准其下 *n* 环上的小孔,用专用弹簧螺旋固定之,但不要太紧。其松紧程度参考下面关于旋转台的维护。

安装下半球:放松锁 *H* 轴的螺旋,转 *H* 轴 180° ,即使 *n* 环和 *h* 环的背面向上。在圆玻璃片的中央部分,滴一滴甘油,并且将已选定的下半球扣入金属环圆框中。将 *H* 轴转回原来位置。

装台:显微镜处于直立位置,即物台处于水平位置。取下物台中央部分的空心圆板和薄片夹。降下物台和提升镜筒到最大限度,将旋转台安装在物台上。旋转台的正确位置是将 *I* 轴顶端的旋转轮放在右(东)面,并使旋转台底座上的两个圆孔对准物台上现在位于正南北方向的两个圆孔。旋入专备的两个螺旋但不要转紧,松紧程度以在旋转台上转动各轴时,整个台座不移动,但以手推动之可微微移动,以便以后作台的校正用。放松 *H* 轴和 *I* 轴并在镜下转动之,再检查一次甘油中有否气泡,少数一两个设法挤出去。

不同国家不同工厂的产品,安装上下半球的方法有所不同,但大同小异,不另叙述。

§ 4 旋转台的校正

旋转台中心的校正：旋转台的中心理论上应校正到为显微镜轴所穿过，且直立轴(M , N)与显微镜轴重合(见§ 1)。方法如下：除 N 轴外将其它各轴锁在其原始位置($H, K, I=0^\circ, M=90^\circ$)。装上旋转台专用物镜，移动薄片使一微小矿物颗粒位于十字丝交点上。转动 N 轴见该颗粒作一圆周运动，以手轻轻推动台的底座将该圆的圆心(即旋转台的中心)移到十字丝交点上，再转动 N 轴检查和移动台座加以校正，直到旋转台完全中心为止。这时，锁紧底座上的两个螺旋。中心校正的原理与偏光显微镜物镜中心校正原理相同，兹不赘述。当今生产的旋转台配有附加底盘，校正台的中心可旋转附加底盘上的两个螺旋以代替手推的方法，大大节省了时间。上述旋转台的中心校正过程中，理论上已使其 N 轴重合于显微镜轴。事实上显微镜轴与物台平面垂直或 N 轴与显微镜轴重合常常有微小的误差，所以旋转台的中心校正实质上是求得矿物影像在焦点平面上不离开视域中心。

薄片高度的校正：旋转台的水平轴(H, K 和 I 轴)位于同一水平面上，被研究的矿物切面应与之重合。如果岩石薄片(主要是载玻璃)厚于或薄于标准厚度时，矿物切面就会高于或低于上述水平轴平面。如§ 2所述薄片过厚或过薄，将影响上下半球合成的真球形，从而影响测量数据的精确度(见五)，不宜用。如果薄片厚度略大于或小于标准厚度，可用调节薄片高度的方法，使矿物切面位于旋转台水平轴平面内。方法如下：

H, K, M, I 及显微镜轴均位于原始位置。焦准一个小颗粒，并用于移动薄片使该颗粒位于十字丝交点。转 H 轴，如该颗粒位置不变，说明薄片高度适中，如该颗粒离开交点，说明矿物颗粒高于或低于水平轴平面。如图3—1所示，如果矿物低于水平轴平面(左图， x 代表矿物位置， AB 代表水平轴平面)，则当 H 轴(或 h 环)向左倾斜，矿物向右移动(由 x 到 x_1)。须知显微镜下看到的是倒像，故看到矿物影像在视域中沿横丝向左移动(由 x'' 到 x_1'')，即当矿物低于水平轴平面时，视域中矿物移动方向与 H 轴(h 环)倾斜方向一致。反之，如果视域中矿物移动方向与 H 轴(h 环)倾斜方向相反，则说明矿物(或矿物切面，或薄片平面)高于水平轴平面(图3—1之右图)。

调节矿物高度(薄片高度)：转动嵌镶圆玻璃片的金属环背面的调节环(利用其伸出的四个齿片)，若矿物过高，顺时针方向转动之可降低薄片；若矿物过低，逆时针方向转动之可升高薄片。或者转动调节环，见到它微微离开 n 环平面，则是升高了薄片；转动调节环，见到它与 n 环平面贴得更紧则降低了薄片。注意在调节时要锁住 n 环不动，如果调节环带着 n 环一起转，则起不了升降薄片的作用。另外注意放松控制上半球的螺旋给薄片升高留有余地。旋转一二周后，进行一次前述的薄片高度检查，如此反复调节几次，直到转动 H 轴，矿物不离开十字丝交点为准。

I 轴的校正和物台零点的确定：§ 1中已指出 I 轴应与十字丝横丝平行。检查和校正如下：使 H, K, I 等轴和物台位于 0° ， M 位于 90° 。提升镜筒，焦准上半球上表面并紧邻十字丝纵丝的一粒灰尘。放松 I 轴并向两个方向最大限度(保持灰尘质点不走出视域)转动之。如果灰尘质点移动的轨迹与纵丝相交成一个角度(一般小于 3°)，说明 I 轴不与横丝平行(图3—2)，需要加以校正。方法为稍许转动物台并转 I 观察质点移动轨迹，直到其平行于纵丝为准。物台现在的读数确定为物台的零点位置，记录之(如物台零点 $=359.5^\circ$)。以后物台

转动的角度，均以此零点位置为 0° 折算。如果第一次检验中灰尘质点就平行于纵丝移动，说明 I 轴本来平行于横丝，不需校正。

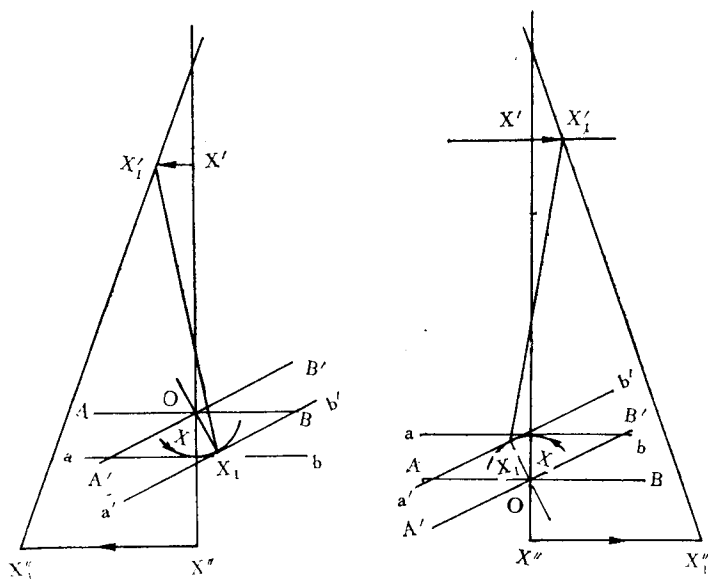


图 3—1 当 H 轴倾斜，矿物切面高度与矿物质点移动方向的关系的简化示意图

左图：示矿物低于水平轴平面，视域中矿物质点移动方向（ $x''-x''$ ）与水平轴平面（ h 环）倾斜方向一致。

右图：示矿物高于水平轴平面，视域中矿物质点移动方向（ $x''-x''$ ）与水平轴平面（ h 环）倾斜方向相反。

AB —水平轴平面（ h 环）水平； $A'B'$ — H 轴倾斜时的水平轴平面； O —旋转台中心； ab —矿物切面水平； $a'b'$ — H 轴倾斜时的矿物切面； $x-ab$ 水平时矿物的位置； x_1-ab 倾斜时矿物的位置； x' 和 x'' ， x'_1 和 x''_1 分别为矿物在 x 和 x_1 位置时的倒像，箭头表示当转动 H 轴时矿物或矿物影像移动方向

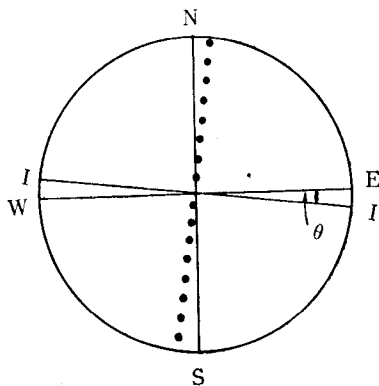


图 3—2 I 轴的校正

I 轴（ $I-I$ ）不平行十字丝横丝（ EW ），故灰尘质点的移动轨迹（点线）不平行纵丝（ NS ） $\theta = I$ 轴偏离角

物台零点为 0° 。如果拆过台又新装台， I 轴需另行检验校正，物台零点也需重新确定。

H 轴的校正和 M 轴零点的确定：同理 H 轴应与十字丝纵丝平行，同上法进行检验，但转 H 轴看灰尘质点是否沿横丝移动，如有偏离，转 M 轴加以校正。此时 M 轴（ m 环）的刻度读数确定为 M 轴（ m 环）的零点（如 89.5° ），以后 M 轴的读数以此零点为 0° 折算。

四、旋转台的维护

旋转台是一种精密而又容易受损伤的仪器，因此其维护应引起特别注意。岩石和矿物工作者应养成随时随地注意维护旋转台的习惯。

玻璃半球（及内环圆玻璃片）的维护：它们系用高折光率玻璃制成，所以硬度比普通玻璃小得多，极易引起擦痕和其它磨损，特别是撞破或磨损了玻璃半球的球面将引起光的强烈折射甚至全反射而失去球面的作用（见五）。半球平面上的擦痕如果太多，也会发生不良影响。

引起损伤的原因和维护方法主要有以下几点。（1）下降镜筒违反操作规程，使物镜镜头与上半球顶点相撞而造成损伤。旋转台的专用物镜（ $10\times$ 、 $20\times$ 、 $30\times$ 和 $50\times$ ）在焦准时距离上半球很近，特别容易引起事故。因此要求焦准前，一定要侧过头，眼睛看着物镜和上半球之间的距离，下降镜筒到物镜镜头略高于上半球，然后才看视域并提升镜筒以焦准矿物。（2）固定上半球于 n 环的螺旋拧得过紧，压出了薄片的树胶（特别是当前用的加拿大树胶代用品），或挤出接触薄片的甘油，这将引起在观测时移动薄片而导致薄片盖玻璃的破裂；玻璃破口，盖玻璃边缘以及盖玻璃与半球平面之间缺乏滑剂的直接磨擦都会导致上半球平面上发生擦痕。保养方法如下：上半球螺旋在任何时候只拧到当各水平环在倾斜位置时，薄片不自行滑动，但手指可以不费力地移动薄片。在甘油流失的情况下，重换甘油，不能超过一周以上不换甘油。使用特制薄片，其盖玻璃盖满载玻璃，且整个薄片的棱和角加以磨圆。上台前薄片一定要擦洗洁净，特别是树胶和灰尘之类的污垢。

旋转台旋转轴的维护：旋转台上各旋转轴不允许在应锁住的位置自行滑动，特别是用五轴法时，各轴锁如果失效，实际上无法工作。最常用的 H 轴锁轴螺旋最易磨损失效，其次是五轴法必用的 K 轴的螺旋。引起磨耗的一个原因是在某轴处于锁紧状态下，由于粗心大意，猛力转动所引起；另一个原因是不必的频繁的锁和开的动作。为了维护各轴， N 轴常不必锁， H 和 I 轴一般锁紧到不自行滑动，但可以不费力地用手转动之，用五轴法时 H 和 I 常必须锁住，但在调节和检查消光位的步骤中也不锁。其次，要求养成在转动某轴之前必先检查相应的锁轴螺旋是否松开着的习惯，这一点很要紧。再其次，还要养成动作轻巧的习惯，须知旋转台上是手指尖的工作，毫不能用腕力，当然任何情况下（如仪器锈住）更不允许用臂力，这对台的其它部分也是同样应该遵守的。

物镜镜头的维护：切记的是如上所述在焦准时使镜头碰撞了上玻璃半球，这不仅损坏了半球，而且还会严重损伤镜头，镜头中心被碰出一个小麻点或者象毛玻璃状的小圆点的物镜，不能用于旋转台工作。因为旋转台上的度量离不开准确地辨认消光位，而这种损伤使视域模糊不清。维护方法如上所述，即严格遵守焦准步骤中的操作规程。

其它注意事项：清除所有光学部分（镜头，圆玻璃片，上下半球）的甘油最好用苯，清水也可用。擦干时忌用丝织品和普通棉花，而用专备的镜头纸最好，揩拭时取圆形动作。切忌尘埃，去尘用口吹或用软刷拂去。甘油不能流溢满台。擦台不能用水。装台拆台等全部工作在桌面上进行，以防止零件坠地损坏。工作时镜身要处于直立位置以避免甘油流失。

五、玻璃半球的作用和假角的校正

半球的作用：当旋转台各水平轴（ H 、 K 、 I ）转动后，薄片处于倾斜位置，如果没有玻璃半球的装备，则光线由空气斜射进入薄片，由于空气的折光率大大小于薄片（矿物和玻璃），这时在介面发生较大的折射，其结果降低了上述薄片倾斜度，并导致测量的角度（假角）颇大于晶体中的真实角度（图5—1）。当薄片被夹在上下玻璃半球之间，而且在介面涂以甘油驱逐了空气层的条件下，虽然薄片处于倾斜位置，光线由空气进入玻璃半球（具球面）却是直射的，因而不发生折射。如果矿物的折光率等于玻璃半球的折光率，虽然薄片倾斜，光线通过空气玻璃半球和薄片中的矿物三个介质并不发生折射（图5—2）。

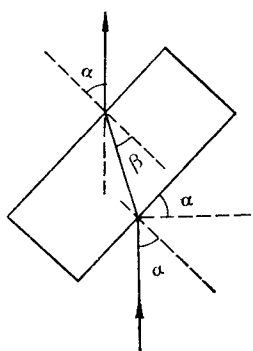


图 5—1 光通过空气和倾斜薄片发生折射

α = 薄片倾角 = 入射角 = 假角； β = 折射角 = 真角

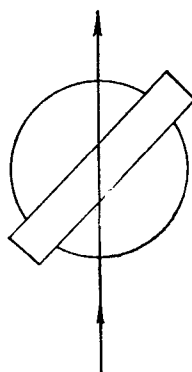


图 5—2 光通过空气，玻璃半球和倾斜薄片不发生折射

（ $n_{\text{矿物}} = n_{\text{玻璃半球}}$ ）

折光率的校正：不同矿物折光率不同，而旋转台通常只配备了三种折光率的玻璃半球，故完全如图 5—2 的情况是罕见的。这说明玻璃半球的设置不能清除光通过半球和矿物两种介质所引起的折射现象。如果矿物的折光率大于玻璃半球者，折射角 β 将小于入射角 α ，或测量的假角大于真角（图 5—3 a，原理同图 5—1）；反之，如果矿物的折光率小于玻璃半球者，折射角 β 将大于入射角 α ，或假角小于真角（图 5—3 b）。在这两种情况下都需要进行折光率的校正（即将假角校正成真角）。不过在实际工作中，可尽量选择与矿物折光率相近的玻璃半球以免去校正。如果二者折光率差值 >0.05 或 >0.03 ，而倾角 $>40^\circ$ （误差角 $>1^\circ$ ），则应进行这种校正。

其次，同一矿物因方位不同，折光率也有差异，对非均质体矿物，在一般性鉴定中，一轴晶取 N_e 和 N_o 的平均值，二轴晶取 N_m 作为矿物的折光率值以进行真假倾角的校正。如果鉴定的是未知矿物，其平均折光率值根据突起和糙面判断，估计的折光率的误差不能超过 0.05。

上述假倾角（即旋转台上水平轴所转动的角度）的校正可以在专门图表上来进行（图 5—4，5—5 和 5—6），其原理系根据（参考图 5—1 和图 5—3）：

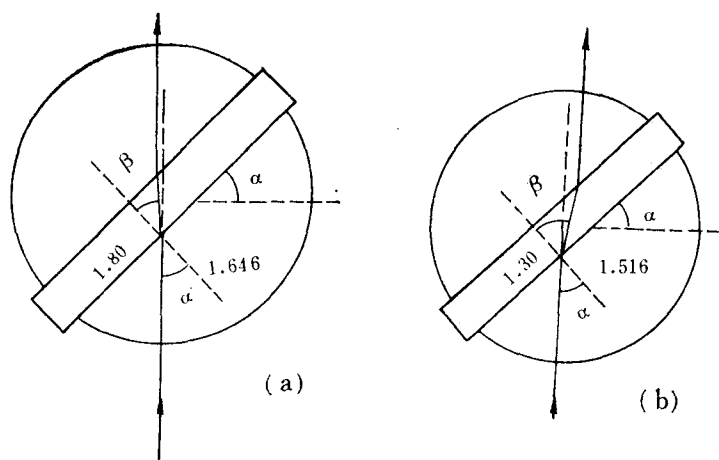


图 5—3 a、b 旋转台上光通过倾斜薄片

(a)— $n_{\text{矿物}} > n_{\text{玻璃半球}}$, $\beta < \alpha$; β = 真角; (b)— $n_{\text{矿物}} < n_{\text{玻璃半球}}$, $\beta > \alpha$; α = 假角

$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{n_{\text{半球}}}{n_{\text{矿物}}} \text{ 或}$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha \cdot n_{\text{半球}}}{n_{\text{矿物}}}$$

其中 α = 假倾角或入射角, β = 真角, 或晶体中光线的方向与薄片法线的交角, 即折射角。

图表用法举例如下: 设矿物折光率为 1.80, 采用的玻璃半球的为 1.649, I 轴转角读为 45° 。查图 5—4, 在纵坐标上找 45° 的位置, 由此点作横线, 与 1.80 的曲线相交于一点, 由交点作纵线与横坐标相交于 40.6° 的位置, 此角即所求的真角。

某些工厂生产的玻璃半球的折光率值与图 5—4——5—6 所引用者不同, 在这种情况下可使用图 5—7, 方法如下: 在最外的圆弧上读所测假角数值获得一点, 由该点沿其所在直径向内追索到相当矿物的折光率的另一圆弧而获得第二点, 由此沿所在的铅垂线向上或向下追索, 到相当所采用的玻璃半球的折光率的另一圆弧而获得第三点, 由此点沿其所在的直径向外追索达到最外的圆弧, 此交点所示的度数为所求真角数值。例如, 设假角为 40° , 矿物折光率为 1.60, 若所用玻璃半球折光率为 1.48, 则所求真角为 36.8° , 若玻璃半球折光率为 1.65, 则真角应为 41.2° 。可见若矿物折光率大于玻璃半球折光率, 则真角小于假角; 反之, 若矿物折光率小于玻璃半球折光率, 则真角大于假角。

上述水平轴倾斜角度的校正, 适用于某一要素转到与显微镜轴重合, 例如解理面或晶面被竖直, 光轴被竖直时等。至于当某一要素 (如光率体对称轴) 被转到与费氏台的 I 轴重合的情况, 水平轴倾角需否校正的问题, 各家 (B. B. 尼基丁, R. C. 艾孟斯, B. H. 洛道契尼科夫, B. C. 索波列夫等) 意见不一, 尚待进一步研究。关于上述校正问题, 在 § 13, 15, 16 中将进一步阐明。

必须指出, 各家的共同结论是: 要求数据精确, 不能靠校正, 而是靠校正矿物折光率相近的玻璃半球。另外, 误差主要来自圆玻璃片与玻璃半球的折光率的差值。通常只在研究暗色矿物中的高折光率种属时, 才必须进行校正。