

294869

高等学校教材試用本

費德洛夫法簡明教程

北京地質學院岩石教研室 池際尙編著



中國工業出版社

費德洛夫法为在偏光显微镜技术基础上进一步精确测定矿物光学常数的方法。本书系统地介绍了費德洛夫法的基本原理和具体操作方法，并对主要造岩矿物（如斜长石、鈣鈉长石、单斜輝石、角閃石类、橄欖石类等）的专门鑑定法作了闡述。图表和实例較多，讀者易于学习和参照。本书可作地质类高等学校岩矿、地球化学等专业的教材，也可供地质生产部門和科学研究机构岩矿鑑定人員自学参考之用。

本书由北京地质学院岩石教研室池际尙編著。

費德洛夫法简明教程

北京地质学院岩石教研室 池际尙編著

*

地质部地质書刊編輯部編輯（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京修麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $6 \frac{1}{4}$ ·插頁6·字数137,000

1962年9月北京第一版·1962年9月北京第一次印刷

印数0001—1,240·定价（10-5）1.00元

*

統一书号：K 15165·1748（地质-171）

目 录

前言

一、費德洛夫法的优越性及发

展簡史..... 3

二、費德洛夫台的构造..... 4

§ 1. 費德洛夫台的旋轉軸及相应的环..... 4

§ 2. 玻璃半球和专用物鏡 7

三、費德洛夫台的安装和校正 8

§ 3. 裝台..... 8

§ 4. 校正 9

四、費德洛夫台的维护.....11

五、玻璃半球的作用和折光率

的校正.....12

六、赤平投影网及其应用.....18

§ 5. 赤平投影及其与球面投影的关系.....18

§ 6. 赤平投影网及其与費氏台构造的对应关系..... 20

§ 7. 面和綫在赤平投影网上的投影方法和原理.....20

§ 8. 費德洛夫法中赤平投影网上的最基本的作图和度量方法...21

七、在費德洛夫台上鑑別均質

体与非均質体，一軸晶与

二軸晶.....24

§ 9. 消光原理24

§ 10. 光率体对称軸及在費氏台上确定光率体对称軸的基本原理.....26

§ 11. 均質体与非均質体的鑑別.....29

§ 12. 一軸晶与二軸晶的鑑別.....29

八、一軸晶光率体位置，光性

符号及結晶要素的測定31

§ 13. 一軸晶光率体位置的測定.....31

§ 14. 一軸晶光性符号的測定.....33

§ 15. 結晶要素的測定.....33

§ 16. 費氏台上区别方解石与白云石34

九、二軸晶光率体位置，光性

符号，2V值及結晶要素的

測定35

§ 17. 二軸晶光率体位置等的測定

——四軸法.....35

§ 18. 二軸晶光率体位置等的測定

——五軸法.....39

十、斜长石的鑑定法45

§ 19. 斜长石的一般特征及斜长石的双晶.....45

§ 20. 斜长石鑑定的解理法.....48

§ 21. 斜长石鑑定的双晶法.....50

§ 22. 斜长石鑑定的晶带消光角法...56

§ 23. 斜长石鑑定的五軸法.....63

§ 24. 高溫斜长石的鑑定图.....65

十一、鉀鈉长石的鑑定法.....67

§ 25. 鉀鈉长石的一般概念.....67

§ 26. 鉀鈉长石鑑定的解理法和双晶法.....69

§ 27. 鉀鈉长石鑑定的光軸角法.....73

§ 28. 鉀鈉长石鑑定的消光角法.....77

十二、暗色矿物的鑑定法.....79

§ 29. 单斜系輝石和角閃石类的結晶学特点和光性方位.....79

§ 30. 鑑定单斜系輝石（角閃石）的 $N_g \wedge C$ 的解理法.....84

§ 31. 鑑定单斜系輝石（角閃石）的 $N_g \wedge C$ 的双晶法.....86

§ 32. 橄欖石的鑑定.....92

十三、多色性和重折率的測定92

§ 33. 多色性的測定.....92

§ 34. 重折率的測定.....92

参考文献.....96

前 言

在党的鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线，大跃进和人民公社三面红旗的光辉照耀下，我国社会主义建设事业正以前所未有的高速度蓬勃发展着。在此大好形势之下，无论在生产工作中，还是在科学研究工作中，日益要求岩石矿物的鉴定向精确方向发展。因此，在我国地质类高等院校中，费德洛夫法已列入某些专业的教学计划中，但是国内迄今还缺乏一本合适的教材，本书为此目的而写。本书性质属简明教程，为大学生初学费德洛夫法用。当然也可供讲此课程的教师参考，教学时数为40—80小时，此外本书也可供生产部门和科学研究部门的地质工作者自学费德洛夫法之用。

为了节省教学时间，本书试图充分利用图解阐明各种操作步骤的原理以供学者自学之用；为了便利鉴定，本书搜集了一定数量的光性鉴定图表和光性方位图。在费德洛夫台上鉴定出来的光学常数的精确程度和鉴定速度与工作者的经验和技巧有很大的关系，本书试图指出初学者应该加以注意之点。

鉴于四轴法和五轴法各有其优越性，而且当前在国内既有四轴台也有五轴台，本书中将介绍这两种方法及其鉴定原理。

本书章节次序根据教学大纲而写，在很大程度上采用了 В. И. 列别金斯基在北京地质学院教学时的教案（1956）。

本书原稿蒙周珣若、李文祥同志详细审阅，图件主要由北京地质学院绘图室绘制，刘金钊、路凤香、孙桂英同志协助出版工作，特此致敬。

作者 池际尚

1962 北 京

一、費德洛夫法的优越性及发展簡史

自从1867年偏光显微镜技术运用到岩石学研究中以来，造岩矿物的光学鑑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鑑定岩石薄片中的矿物时，人們碰到薄片中药物的非定向位置与鑑定中要求定向的矿物切面之間的矛盾。例如鑑定单斜輝石类的种属需要測定 $N_g \wedge C$ 角度大小；这个常数一般需要在 (010) 晶面，即在光軸面上測定。在岩石薄片中，光軸面恰好完全平行于薄片平面的定向輝石顆粒是极个别的情况，而該矿物斜交光軸面的切面却是普遍現象。在偏光显微镜的条件下，薄片平面只能在物台平面內移动，因此要鑑定矿物的光学常数只能靠从許多顆粒中选择定向顆粒的方法；为了选择完全准确的定向顆粒，常常消耗很多時間，或者由于薄片中不存在某种定向顆粒而告失敗。

十九世紀末，由于工业生产的迅速发展，日益要求精确鑑定矿物，而一般的偏光显微镜由于上述缺陷不能滿足这方面的要求，从而促使人們嘗試改变偏光显微镜的条件。俄罗斯結晶矿物学家 E. C. 費德洛夫首創一种旋轉台，使矿物的一个任意切面能在三度空間中圍繞几个軸而旋轉，以获得所要求的定向切面，从而解决了在偏光显微镜下鑑定矿物时不易解决的矛盾。

旋轉台利用偏光显微镜的光学作用和台在空間的轉动，能直接或借助于投影作图而間接測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以鑑定的光学性质和光学常数，在此旋轉台上都能加以解决。偏光显微镜測定的只能称为常数的近似值，旋轉台測定的才能称为光学常数。旋轉台上能解决偏光显微镜所不能解决的問題，如对复杂的双晶律的研究和利用双晶鑑定矿物成分等，在旋轉台上附加一些裝置还可以精确地測定矿物的最主要的光学常数——折光率，所以人們称之为万能台。

选岩矿物多成固溶体系列存在，固溶体系列中化学成分的逐漸改变反映在其光学常数的連續变化。旋轉台上測定的光学常数相当准确，足以鑑定出固溶体系列中的矿物种属名称，如斜长石号数，单斜輝石、角閃石等造岩矿物的种属名称，这种研究对探討岩石成因理論有重要意义。此外旋轉台对岩組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簡單到复杂，由低級到高級，逐漸改进和完善化起来的。1889年，E. C. 費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經緯仪法。这是一种原始的二軸台（一个直立軸和一个东西方向的水平軸），在二軸台上已經可以找到光軸，光率体主軸，和某些結晶方向，以及区别均质体，一軸晶和二軸晶；但是要借助于比較复杂的操作和投影作图，因此二軸台很快为費氏的三軸台，实际上是四軸台所代替。在这里有重要意义的是增加了一个南北方向的水平軸，因而可直接測光率体主軸和光軸，大大簡化了操作步驟。在四軸台上，光率体主軸和結晶方向是一个一个分別測定的，因此必須配合以投影作图才能确定它們之間的相互位置和角度大小。1929年 R. C. 艾孟斯設計了五軸台，但使其方法进一步完善化的則是 A. H. 扎瓦里茨基。五軸台进一步簡化了操作，而且能直接使三个光率体主軸定位并測定其与某結晶方向的角度关系，因此无須另外投影作图。五軸台的最大优点是快速，但是某

些測量数据的精確度不如四軸台高。1949年A.H. 扎瓦里茨基提出六軸台，但是过多的軸使台的结构复杂化，在轉动中易引起各軸之間的干扰和轉角的滑动，迄今尚未得到推广。

为了紀念首創者，称之为費德洛夫台（简称費氏台）或費德洛夫旋轉台。

在我国，何作霖教授首先（1933）将費德洛夫法技术介紹到地质界，并首先应用于岩組的研究。不难理解，費德洛夫法在地质院校为大量学生开課和在生产和科学研究中广泛应用則是1949年中华人民共和国成立以后，特别是1958年大跃进以来才出現的新气象。

二 費德洛夫台的构造

費德洛夫台由一套金属环和一对玻璃半球組成，上下玻璃半球夹持岩石薄片，并置于內环的中心部分。这一套金属环固定在一个底座上。底座系一个空心金属板，其兩側各具一直立的金属支架而与最外的金属环相連接，底座上有两个螺旋孔，旋入螺旋可将台安装在偏光显微鏡的物台上（見图1及2）。安装費氏台的偏光显微鏡的鏡筒的提升幅度应比一般显微鏡大，其要求为安装台后仍能焦准薄片。

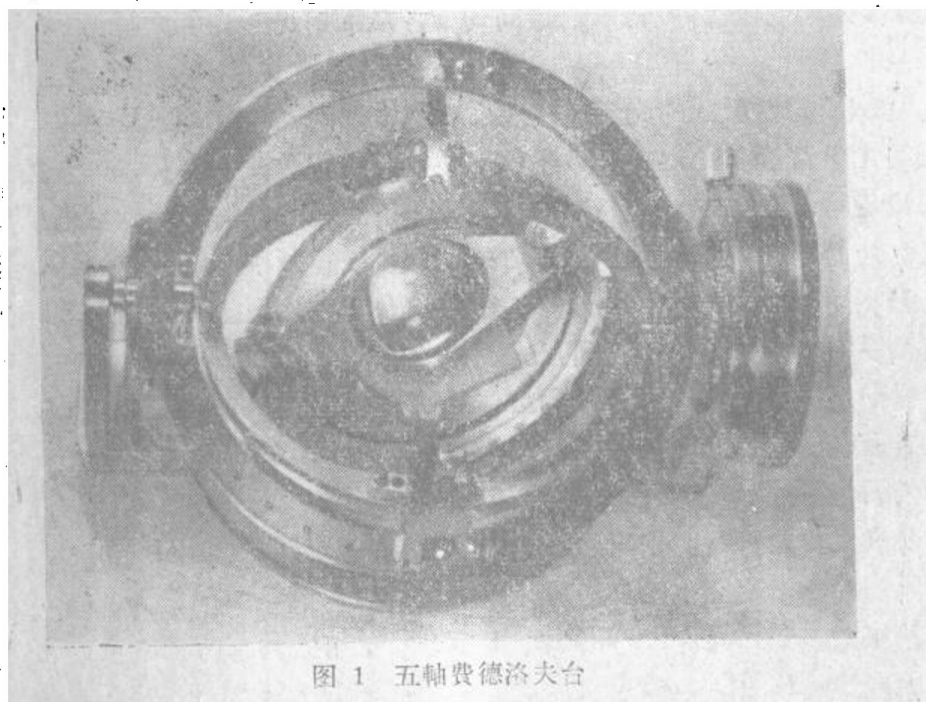


图 1 五軸費德洛夫台

§1 費德洛夫台的旋轉軸及相应的环

現在只介紹四軸台和五軸台。这两种台都具有自內向外一个套一个的一套圓环，每个环可圍繞一个水平軸或一个直立軸旋轉。各軸交于一点，称之为費氏台的中心。将台安装在偏光显微鏡上进行校正后（§4），各直立軸应与显微鏡軸（通过物台中心和目鏡十字絲交点）重合，各水平軸与目鏡縱絲或橫絲平行并位于薄片平面內，显微鏡軸应通过費氏台的中心。現在以萊茲厂生产的費氏台为例，按自內环到外环的次序，介紹相应的旋轉軸如下（見图3及4）：

1. N軸（內立軸）——N軸为一直立軸，垂直于薄片平面，为n环（內环）的旋轉軸。



图2 费德洛夫台安装在偏光显微镜上

БХП 94/03

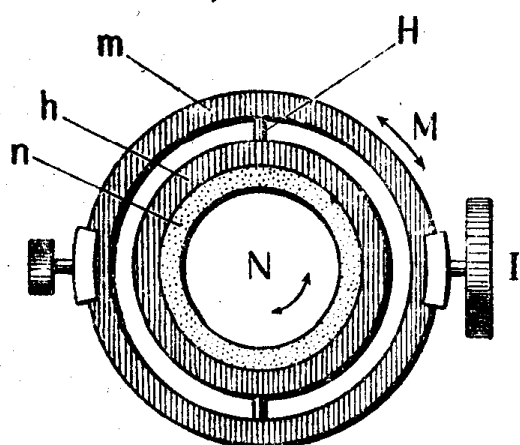


图 3 四軸台的軸和环
N、H、M、I 軸和 n、h、m 环

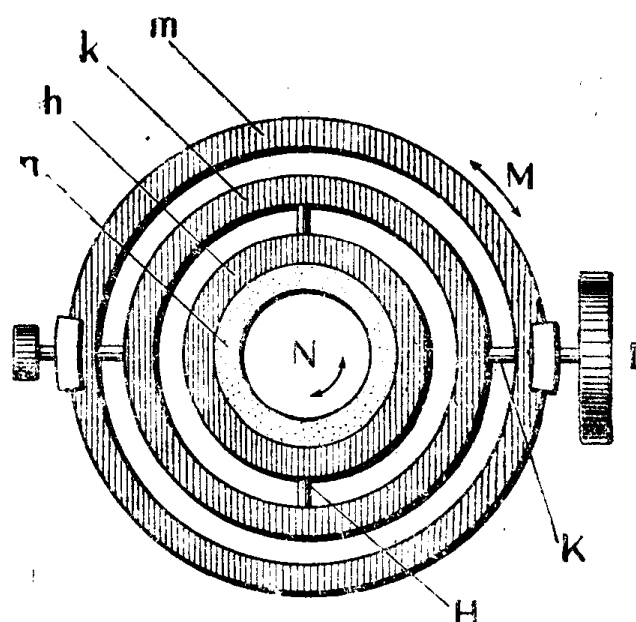


图 4 五軸台的軸和环
N、H、K、M、I 軸和 n、h、k、m 环

由 n 环外緣上的小黑綫，配合以 n 环外側的刻度圈，可以讀出 N 軸旋轉的角度，黑綫指 0° 时为原始位置。n 环外側右下方有一小金属条，拨动之可以鎖住 N 軸的轉动，但通常不須鎖它。n 环上有两个小圓孔，备安装上玻璃半球之用。n 环內側鎖有另一金属环，其上載一圓玻璃片，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。苏联制造的沒有上述圓玻璃片和鎖 N 軸的金属条等装置。

2. H 軸（南北軸）——H 軸为一南北軸，装台后平行于显微鏡目鏡的縱絲方向，并位于薄片平面內。轉动 H 軸使 h 环（并携带 n 环）向东或向西傾斜（N 軸亦随之傾斜）。

H 軸旋轉的角度由 h 环东西兩側小标尺上的黑綫，配合以其外側的刻度弧可以讀出。H 軸的南端有一螺旋，为鎖 H 軸之用。

3. K 軸（內东西軸）——K 軸为一东西軸，装台后平行于目鏡的橫絲，并位于薄片平面內。轉动 K 軸使 k 环（并携带 h 环和 n 环）向南或向北傾斜（并影响 N 軸和 H 軸的位置）。

四軸台无此軸。

K 軸轉动的角度由 k 环南北兩側小标尺上的黑綫，配合以其外側的刻度弧可以讀出。K 軸右（东）端有一鎖 K 軸的螺旋。在五軸台上使用四軸台方法工作时，将 K 軸固定在其 0° 位置。

4. M 軸（外立軸）——当 m 环（外环）处于水平位置时，此軸与显微鏡軸一致，故 M 軸为 m 环的直立的旋轉軸。M 軸轉动时影响 N、H 和 K 軸的位置。

m 环左（西）側有一游标尺，配合以 m 环上的刻度尺可以讀出 M 軸轉动的角度。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，則 H、K 等軸习惯上采取另外的命名。m 环右側（在直立的旋轉輪之外側）有一鎖 m 环轉动用的螺旋。

5. I 軸（外东西軸）——I 軸为一东西軸，装台后平行于目鏡的橫絲方向，并位于薄

片平面內。轉動 I 軸使 m 環（并攜帶 n、h 和 k 環）向南或向北傾斜（并影响 N、H 和 K 軸的位置）。I 軸轉動度數由其右端旋轉輪上的刻度和游標尺讀出。鎖 I 軸轉動的螺旋位于旋轉輪的前（北）方。

在苏联制造的費氏台上，各鎖軸螺旋的位置略有不同。

由上可知，任何一个环的旋轉軸的轉動，必然影响此环以內各环的旋轉軸的位置，而对其外各环的旋轉軸的位置則无影响。

出版的中外有关德洛夫法的教科书和专门文献中，旋轉軸的命名法极不一致。本书采用了 B.C. 索波列夫的命名法。因为在費氏台上工作既用四軸法也用五軸法，为了避免引起混乱，最好四軸台和五軸台的軸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 軸的位置完全一致，只是五軸台多一个 K 軸。但要記住如果使用的台是五軸型的，将 m 环轉到 90° 作为其原始位置（如系苏联台子， 0° 为原始位置）。

§2 玻璃半球和专用物鏡

費氏台专用的玻璃半球（见图 5）通常有三对，每一对由一个上半球和一个下半球組成，三对半球各具一定的折光率（德制者为 $n=1.516$, $n=1.557$, $n=1.649$ ）。上半球嵌鑲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

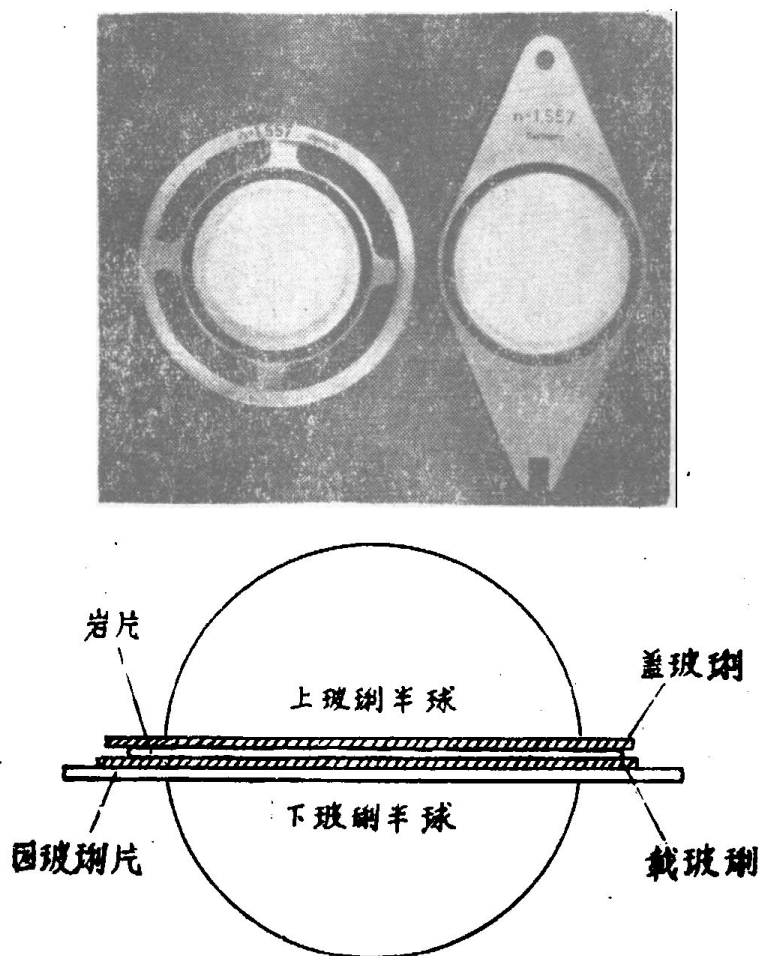


图 5 費德洛夫台的玻璃半球

下半球、圓玻璃片、岩石薄片、上半球各相邻面之間均涂以薄层甘油。

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。下半球嵌锁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（见 § 1 之 1）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（苏联制费氏台，无此圆玻璃片），其球心应该恰在岩石切片上。更确切地说，被研究的矿物的中心点应与球心重合，而球心又应与费氏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离开费氏台的中心。

由于位于岩石薄片之上的上玻璃半球占去了一定的空间，偏光显微镜的大于 $10\times$ 的物镜都不能用。为此费氏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 ）和 $30\times$ （ UM_4 ）的。

三、费德洛夫台的安装和校正

费氏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台，但是玻璃半球及薄片部分工作完毕应即撤除。

§ 3 装 台

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正东西方向等，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。

特别提出注意者是装台前要对即将使用的某号费氏台专用物镜作中心校正，以保证装台以前显微镜轴通过物镜中心。其次将物台锁在 0° 位置。

安装薄片和上半球：将费氏台的 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、污垢或树胶一定要用苯或清水擦洗干净。注意使盖玻璃朝上，使薄片的长边约垂直于 n 环上两个小孔的连线，并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，以避免压入空气泡到甘油中去。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费德洛夫台的维护。

安装下半球：放松锁 H 轴的螺旋，转 H 轴 180° ，即使 n 环和 h 环的背面朝上。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軸轉回原来位置。

装台：显微鏡处于直立位置，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。降下物台和提高鏡筒到最大限度，在不去掉物鏡（其中心已校正）的条件下，谨慎地将費氏台安装在物台上（注意不能碰撞着物鏡，特别是鏡頭）。費氏台的正确位置是将I軸頂端的旋轉輪放在右（东）面，并使費氏台底座上的两个圆孔对准物台上現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轉紧，松紧的程度以在費氏台上轉动各軸时，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軸和I軸并在鏡下轉动之，再检查一次甘油中有否气泡，少数一两个設法挤出去。

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 校 正

費氏台中心的校正：費氏台的中心应校正到为显微鏡軸所穿过，且直立軸(M, N)与显微鏡軸重合(見§1)。方法如下：除N軸外将其他各軸鎖在其原始位置($H, K, I = 0^\circ$, $M = 90^\circ$)。移动薄片使一微小矿物顆粒位于十字絲交点上。轉动N軸見該顆粒作一圆周运动，以手輕輕推动台的底座將該圆的圓心（即費氏台的中心）移到十字絲交点上，再轉动N軸检查和移动台座加以校正，直到費氏台完全中心为止。这时，鎖紧底座上的两个螺旋。中心校正的原理与偏光显微鏡物鏡中心校正原理相同，茲不贅述。上述費氏台的中心校正过程中，已使其N軸重合于显微鏡軸。如果仪器精确，这时M軸也应与显微鏡軸重合，可轉动M軸检查矿物顆粒的中心情况，如果誤差太大，則仪器不能使用。

薄片高度的校正：費氏台的水平軸(H、K和I軸)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（主要是載玻璃）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軸平面。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(見五)，不宜用。如果薄片厚度略大于或小于标准厚度，可用調节薄片高度的方法，使矿物切面位于費氏台水平軸平面內。方法如下：

H、K、M、I及显微鏡軸均位于原始位置。焦准一个小顆粒，并用手移动薄片使該顆粒位于十字絲交点。轉H軸，如該顆粒位置不变，說明薄片高度适中，如該顆粒离开交点，說明矿物顆粒高于或低于水平軸平面。如图6所示，如果矿物低于水平軸平面(左图， $\times$ 代表矿物位置，AB代表水平軸平面)，則当H軸(或h环)向左傾斜，矿物向右移动(由 $\times$ 到 $\times_1$)。須知显微鏡下看到的是倒象，故看到矿物影象在視域中沿橫絲向左移动(由 $\times''$ 到 $\times_1''$)，即当矿物低于水平軸平面时，視域中矿物移动方向与H軸(h环)傾斜方向一致。反之，如果視域中矿物移动方向与H軸(h环)傾斜方向相反，則說明矿物(或矿物切面，或薄片平面)高于水平軸平面(图6之右图)。

調节矿物高度(薄片高度)：轉动嵌鑲圆玻璃片的金属环背面的調节环(利用其伸出的四个齿片)，若矿物过高，順时針方向轉动之可降低薄片；若矿物过低，逆时針方向轉动之可升高薄片。注意在調节时要持住n环不动，如果調节环带着n环一起轉，則起不了升降薄片的作用。旋轉一二周后，进行一次前述的薄片高度检查，如此反复調节几次，直到轉动H軸，矿物不离开十字絲交点为准。

I軸的校正和物台零点的确定：§1中已指出I軸应与十字絲橫絲平行。檢驗和校正

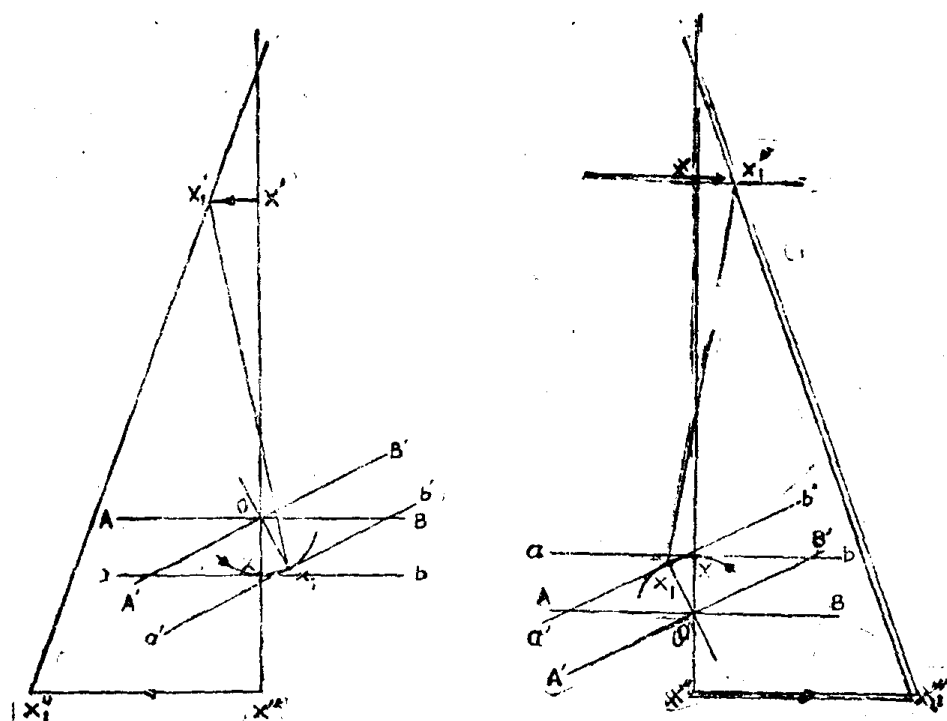


图 6 当H轴倾斜，矿物切面高度与矿物质点移动方向的关系的简化示意图

左图：示矿物低于水平轴平面，视域中矿物质点移动方向（ $x'' \rightarrow x_1''$ ）

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（ $x'' \rightarrow x_1''$ ）

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—费氏台中心；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 位置时的倒象，箭头表示当转动H轴时矿物或矿物影象移动方向

如下：使H、K、I和显微镜轴位于 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7），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° ）。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，物台零点为 0° 。如果拆过台又新装台，I轴需另行检验校正，物台零点也须重新确定。

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

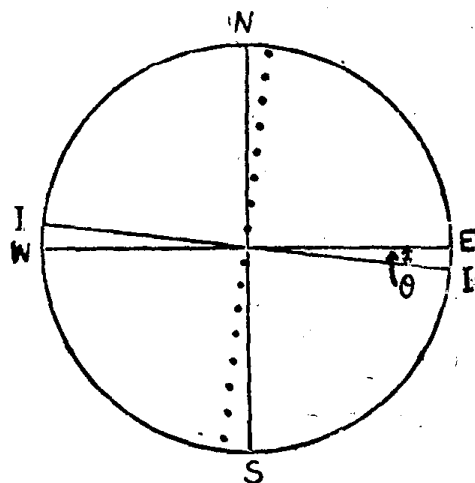


图 7 I轴的校正

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）。 θ —I轴偏离角

点 (如 89.5°), 以后M軸的讀数以此零点为 0° 折算。

四、費德洛夫台的維護

費氏台是一种精密的而又容易受损伤的仪器, 因此其維護应引起特別注意。岩石和矿物工作者应养成随时随地注意維護費氏台的习惯。

玻璃半球 (及內环圓玻璃片) 的維護: 它們系用高折光率玻璃制成, 所以硬度比普通玻璃小得多, 极易引起擦痕和其他磨損, 特別是撞破或磨損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 (見五)。半球平面上的擦痕如果太多, 也会发生不良影响。

引起损伤的原因和維護方法主要有以下几点。(1) 下降鏡筒违反操作規程, 使物鏡鏡頭与上半球頂点相撞而造成损伤。費氏台的专用物鏡 ($10\times$, $20\times$, $30\times$) 在焦准时距离上半球很近, 特別容易引起事故。因此要求焦准前, 一定要側过头, 眼睛看着物鏡和上半球之間的距离, 下降鏡筒到物鏡鏡頭略略高于上半球, 然后才看視域并提升鏡筒以焦准矿物。(2) 固定上半球于n环的螺旋擰得过紧, 压出了岩石薄片的树胶 (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, 盖玻璃邊緣以及盖玻璃与半球平面之間缺乏滑剂的直接摩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擰到当各水平环在傾斜位置时, 薄片不自行滑动, 但手指可以不費力地移动薄片。在甘油流失的情况下, 重換甘油, 不能超过一周以上不換甘油。使用特制薄片, 其盖玻璃盖滿載玻璃, 且整个薄片的稜和角加以磨圓。上台前薄片一定要擦洗洁淨, 特別是树胶和灰尘之类的污垢。

費氏台旋轉軸的維護: 費氏台上各旋轉軸不允許在应鎖住的位置自行滑动, 特别是用五軸法时, 各軸鎖如果失效, 实际上无法工作。最常用的H軸鎖軸螺旋最易磨損失效, 其次是五軸法必用的K軸的螺旋。引起磨耗的一个原因是在某軸处于鎖紧状态下, 由于粗心大意, 猛力轉动所引起; 另一个原因是不必要的頻繁的鎖和开的动作。为了維護各軸, N軸常不必鎖, H和I軸一般鎖紧到不自行滑动, 但可以不費力地用手轉动之, 用五軸法时H和I常必須鎖住, 但在調节和检查消光位的步驟中也不鎖。其次, 要求养成在轉动某軸之前必先检查相应的鎖軸螺旋是否松开着的习惯, 这一点很要紧。再其次, 还要养成动作輕巧的习惯, 須知費氏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) 更不允許用臂力, 这对台的其他部分也是同样應該遵守的。

· 物鏡鏡頭的維護: 切忌的是如上所述在焦准时使鏡頭碰撞了上玻璃半球, 这不仅损坏了半球, 而且会严重损伤鏡頭, 鏡頭中心被碰出一个小麻点或者象毛玻璃状的小圆点的物鏡, 不能用于費氏台工作。因为費氏台上的度量离不开辨視准确的消光位, 而这种损伤使視域模糊不清。維護方法如上所述, 即严格遵守焦准步驟中的操作規程。

其他注意事項: 所有光学部分 (鏡頭, 圓玻璃片, 上下半球) 去甘油最好用苯, 清水也可用。擦干时忌用絲織品和普通棉花, 用专备的鏡頭紙最好, 揩拭时取圓形动作。切忌尘埃, 去尘用口吹或用軟刷拂去。甘油不能流溢滿台。擦台不能用水。装台拆台等全部工作在桌面上进行, 以防止零件墜地损坏。工作时鏡身要处于直立位置以避免甘油流失。

五、玻璃半球的作用和折光率的校正

半球的作用：当费氏台各水平轴（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8）。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9）。

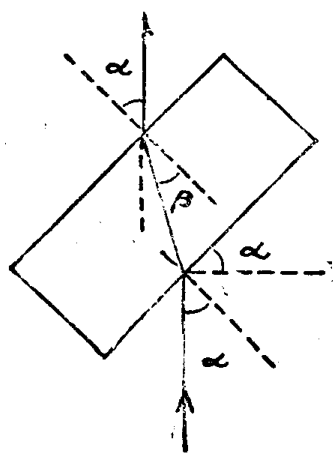


图8 光通过空气和倾斜薄片发生折射

$\alpha = \text{薄片倾角} = \text{入射角} = \text{假角}; \beta = \text{折射角} = \text{真角}$
 $\alpha > \beta$

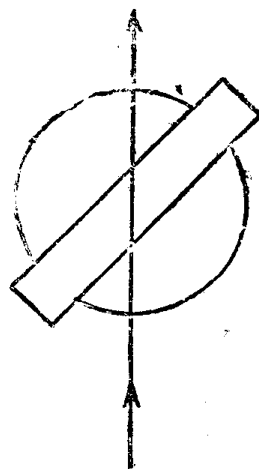


图9 光通过空气、玻璃半球和倾斜薄片不发生折射

$(n_{\text{矿物}} = n_{\text{玻璃半球}})$

折光率的校正：不同矿物折光率不同，而费氏台通常只配备了三种折光率的玻璃半球，故完全如图9的情况是罕见的。这说明玻璃半球的设置不能消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10a，原理同图8）；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10b）。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（即费氏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11，12和13），其原理系根据（参考图8和图10）：

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

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

其中 α = 假傾角或入射角, β = 眞角, 或晶体中光綫的方向与薄片法綫的交角, 即折射角。

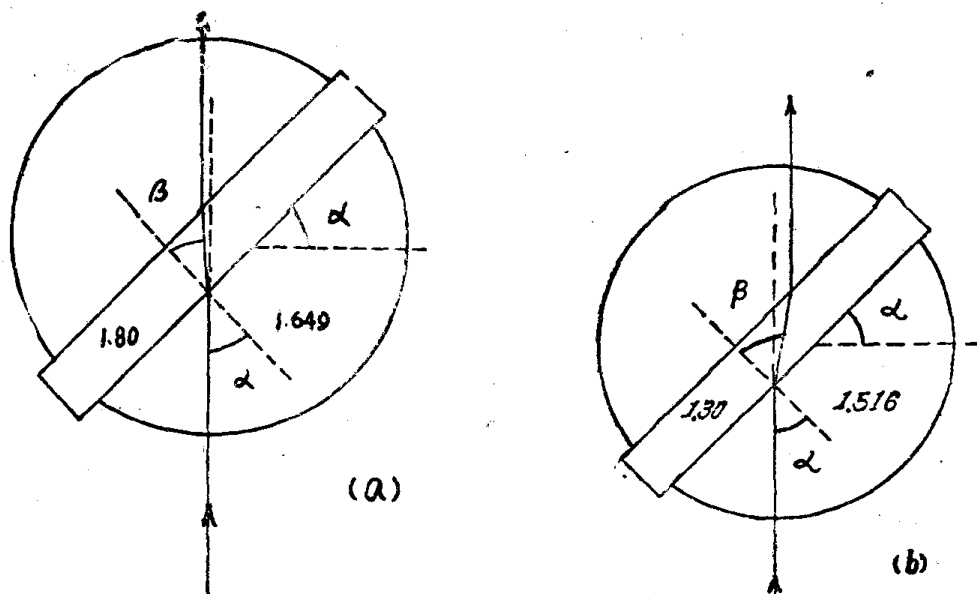


图 10 費氏台上光通过傾斜薄片

10 a— $n_{\text{矿物}} > n_{\text{玻璃半球}}$, $\beta < \alpha$;

10 b— $n_{\text{矿物}} < n_{\text{玻璃半球}}$, $\beta > \alpha$;

β = 眞角; α = 假角

图表用法举例如下。設矿物折光率为 1.80, 采用的玻璃半球为 1.649, I 軸轉角讀为 45° 。查图 11, 在縱坐标上找 45° 的位置, 由此点作横綫, 与 1.80 的曲綫相交于一点, 由交点作縱綫与横坐标相交于 40.6° 的位置, 此角即所求的眞角。

某些工厂生产的玻璃半球的折光率值与图 11—13 所引用者不同, 在这种情况下可使用图 14, 方法如下: 在最外的圓弧上讀所測假角数值获得一点, 由該点沿其所在直径向內追索到相当矿物的折光率的另一圓弧而获得 第二点, 由此点沿 所在的鉛垂綫向上或向下追索, 到相当所采用的玻璃半球的折光率的另一圓弧而获得第三点, 由此点沿其所在的直径向外追索达到最外的圓弧, 此交点所示的度数为所求眞角数值。例如, 設假角为 40° , 矿物折光率为 1.60, 若所用玻璃半球折光率为 1.48, 則所求眞角为 36.8° , 若玻璃半球折光率为 1.65, 則眞角应为 41.2° 。可見若矿物折光率大于玻璃半球折光率, 則眞角小于假角, 反之, 若矿物折光率小于玻璃半球折光率, 則眞角大于假角。

上述水平軸傾斜角度的校正, 适用于某一要素轉到与显微鏡軸重合, 例如解理面或晶面被豎直, 光軸被豎直时等。至于当某一要素 (如光率体对称軸) 被轉到与費氏台的 I 軸重合的情况, 水平軸傾角需否校正的問題, 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) 意見不一, 尙待进一步研究。关于上述校正問題, 在 § 13, 15, 16 中将进一步闡明。

必須指出, 各家的共同結論是: 要求数据精确, 不能靠校正, 而要靠选与矿物折光率相近的玻璃半球。通常只在研究暗色矿物中的高折光率种属时, 才必須进行校正。

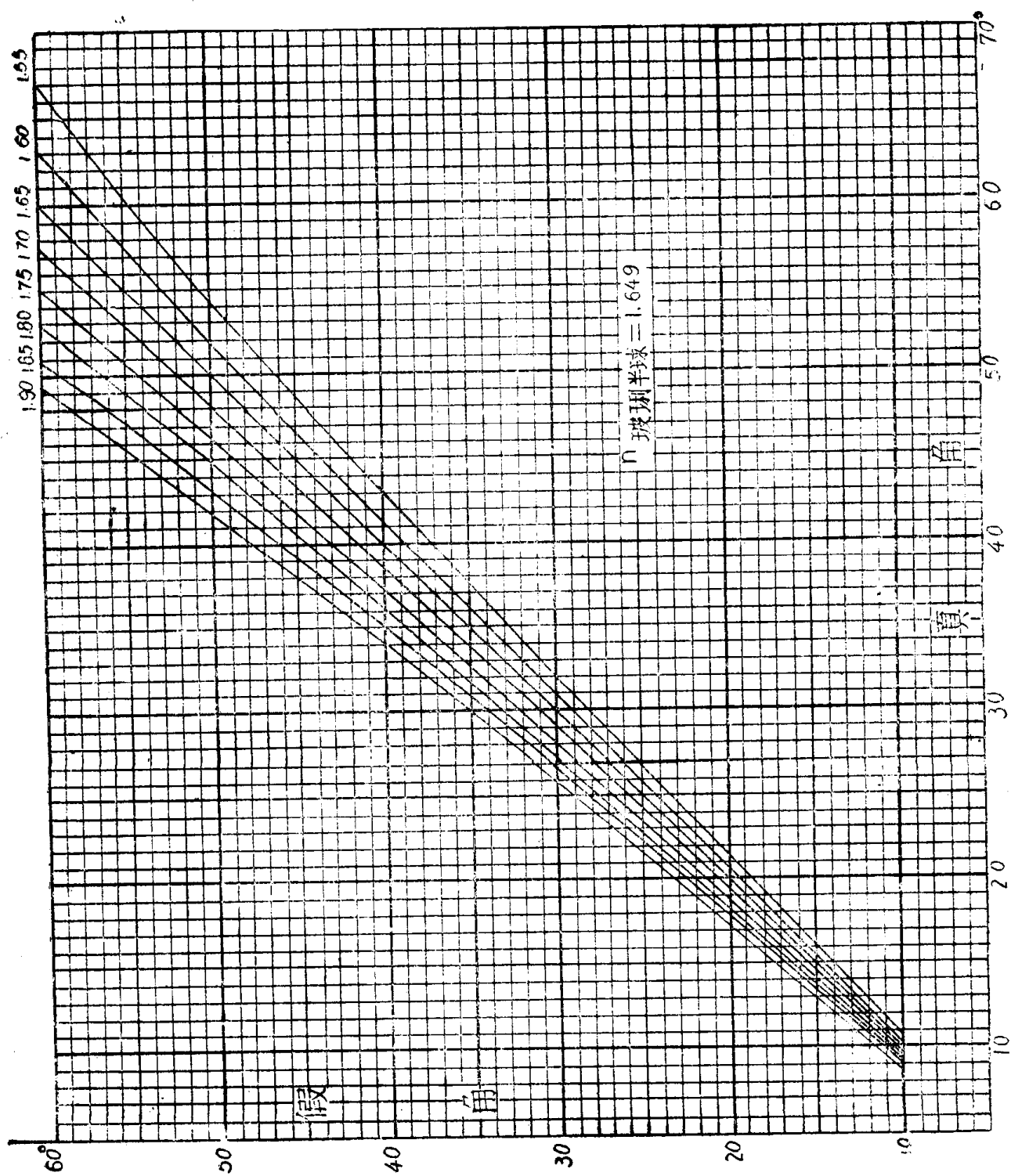


图 11 费
氏台上假角
校正为真角
的曲线 (对
玻璃半球
= 1.649)