

5-6.18
11-17

岩組圖的制作方法

John C. 哈夫 著

地質出版社



岩組圖的製作法

著者 John O. 哈夫
譯者 董瑞
出版者 地質出版社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可証出字第050号

發行者 新华書店
印刷者 地質出版社印刷厂

北京安定門外六鋪炕40号

印数(京)1—4100册

开本 33 × 46 $\frac{1}{32}$

字数 27000

定价(10)0.22元

1959 年 4 月北京第 1 版

1959 年 4 月第 1 次印刷

印张 1 插页 1

統一書号: 15038·686

目 錄

測量前的准备工作·····	1
測量時必要的附加觀察·····	4
附件·····	7
利用旋轉台測定一軸晶礦物·····	10
作圖·····	14
岩組圖的作法·····	16
圖的旋轉·····	23
雙晶面及解理面的測量·····	26
表示具有延展性的柱狀和針狀礦物的方位圖·····	29

岩組圖的製作法

John C. 哈夫

譯者按：近年來，利用弗氏旋轉台研究岩組學的方法不斷地發展并獲得了廣泛的應用。對於在顯微鏡下研究岩石的結構構造及岩漿流動的趨向，雖然可由此比較先行結晶的柱狀或板狀礦物的排列方向或排列的優先程度來推求，但遇有無方向性排列的粒狀礦物，欲探討其生成環境，與大地構造、造山運動的關係；推測沉積岩的搬運營力，搬運的方向；闡明變質岩中壓力與構造的關係；以及確定在某種環境下形成的岩石組構形式等，則皆有賴於利用旋轉台進行岩組學研究予以確定和解決。本文主要包括：岩組測量前的準備工作，旋轉台的介紹，施密特投影網的描述，施密特推動台及其應用，利用旋轉台測定一軸晶的步驟，岩組圖的繪制法和操作程序，投影圖的旋轉以及雙晶面和解理面的測量等，內容系統而具體，操作步驟的敘述亦較詳盡，雖為早期著作，但在目前有關這一方面的中文文獻報導較少的情况下，仍有其參考的價值。譯者鑒于此，特將本文譯出介紹，對初學岩組學的工作人員是有所幫助的。

測量前的準備工作

采集標本

采集標本時必須仔細地記錄顯然可見的構造的走向和傾斜。標本首先從露頭上打下來，再放回原來位置，以確定構造的地理坐標。應該尽可能地將走向和傾斜直接畫在標本上。如果岩石不太平滑，可採用膠布布條（即透明膠布——譯者注）粘在標本上，然後用不易塗掉筆跡的鉛筆把走向和傾斜寫在膠布上。或者用牙籤亦能在膠布上刻划出走向和傾斜的方向；將所採用的標本號碼及坐標記錄在筆記簿上。為了明晰地敘述構造組合及所包含的特殊問題；應該在野外對露頭加以註解并繪制草圖。

參考軸的確定

根據桑德爾（Sander）的定義，S-面可解釋為任何顯著可見

的裂理面，例如片理面、叶理面、扭应面或层面。为了便于参考起见，常常用三轴坐标系来表明一块岩石标本中綫狀構造与面狀構造等特点之間的关系。如果岩石出現明显的構造，那么就一定要考虑这些構造，并确定出分別称为“a”，“b”，“c”等三个軸。薄片一般是垂直于这些参考軸而切制的。上述各軸并不一定要与标本的地理坐标，如走向和傾斜有什么关系。在大部分上，軸術語的作用是提供出一組坐标，借以对比岩石中的岩組要素与参考球体之用，而参考球体是作为繪制統計結果的基础的。这些軸的作用是同与在結晶学上作为外形描述基础的那些軸极其类似。利用它們能够很容易地描述出岩石構造，如叶理面、节理、层面、褶皱、断层、破裂等的形态和排列以及矿物平行排列的方向。

“a”軸表示物質相对运动或搬运的假定方向。“a”軸乃位于S-面上，它連同“b”軸構成了平行于发生过相对扭应运动的平面。当顆粒全部或个别顆粒一部分发生运动而互相越过时，則滑动面或S-面即相当于“ab”面。如果是褶皱岩石，則沿着褶皱的傾斜方向发生搬运和滑动。

“b”軸是垂直于滑动方向“a”并垂直于“ac”面的滑动軸。在一組矿物顆粒对另一組顆粒产生了外部旋轉的运动中，“b”軸即为內部旋轉軸。“b”軸既为褶皱軸，則其方向可称为褶皱的“構造走向”。

在手标本上，“b”軸往往可根据S-面上可見的直綫排列的矿物顆粒而觉察出来。它本身可表现为褶皱軸。或者根据兩個或兩個以上扭应面的交綫亦可推測其所在位置。选择薄片的切面时，以“b”軸作为显著構造的方向，該構造見于S-面，即“ab”面上。因此，“b”軸可能是石板狀板岩叶理面上的細小皺紋的方向；可能是片麻岩叶理面上針狀普通角閃石平行排列的方向；或者在具有波痕的砂岩中，“b”軸也可能是波峯的方向。經驗表明，沿着“b”軸旋轉是一种很常見的重复現象，并且“b”軸也往往是水平的。因此，由于研究“b”軸在岩石的主要岩組要素中很可能是最有力的手段之一，所以通常首先必須詳細研究垂直于“b”的薄片。

“c”軸是垂直于“ab”面的，从而也垂直于S-面。“a”軸和“c”軸構成了垂直于S-面并且是直立的平面。

薄片的制作

当在手标本上確認出構造并定出参考軸时，第一步就要切制垂直于这些軸的薄片，以供显微鏡下研究之用。薄片制作者通常不曉得选择这些軸的程序，为了消除这个困难，在交給他标本以前，所要测量的平面必須是磨光面。一般在标本上磨出分別垂直于参考軸的三个面。用黑墨水在这些面上画以箭头和其它区别記号，箭头和区别記号系平行于或者有时是垂直于平面上可見構造的方向。切片切制以前最好將手标本的一般輪廓、構造的痕跡、磨光面的所在位置、箭头及其它符号等画一个簡單的素描图（見图 1）。應該告訴薄片制作者以下諸事項：切片必須直接从有标记的磨光面上切制，切时乃是將載玻璃片粘在該面上。磨光面應該按照以下的形式加以标记，即表示出完整切片大致的尺寸和輪廓。如果磨光面具有一个直線邊緣，或者如果在該面上可見到一定的方向綫，必須尽可能地將直線邊緣保留，而方向綫則使其与載玻璃的边相平行。磨光面上所有的方向标记和符号，必須用鑽石笔將其轉写在載玻璃上，并且所写的与在标本上的完全一致。标本號碼和切片的方位也必須持久而明显地标记在載玻璃上。

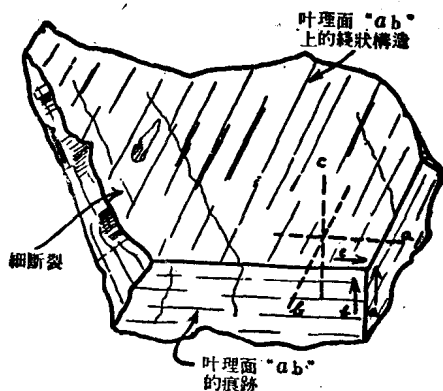


图 1. 片麻岩标本素描图，磨有為切片用的三个互相垂直的平面

标本所需切制切片的位置，應該由切片制作者予以标明，以使标本能够与岩石薄片相对比。为了許多的目的，切片应当尽可能地磨薄。應該將岩片放入烘烤适度的树膠之中，因为如果烤得

不好，則粘片的部分偶然压得太紧时，有使薄片发生軟化或轉动的危險。手标本磨后剩下的所有碎块必須送回。假使对上述任何注意事項有所疏忽，那么在确定方位上可产生相当大的困难，并且会得出錯誤的結果。英吉尔森（Ingerson）最近設計了一个有助于工作的裝置，用来按照地理坐标确定标本的方位；获得構造面的坐标；以及准确地定出薄片的方位。

測量时必要的附加觀察

依据英吉尔森的规定，岩組图一般有兩種主要类型，即單元图（elemental diagram）和綜合图（总图，collective diagram）。他作了以下的闡述：“單元图是合併成其它的图，所謂綜合图的單位”。他又說道：“綜合图是將位于許多类似的單元图上的，通常是同一薄片中的各点連合而成的一个單图”。此外，他也确定了另一类图，称为部分图（partial diagram），“該图乃是選擇一定的顆粒而作出的單元图。”

在剛一开始时，需要对薄片进行大規模的繪图，为的是能够随心所欲地再行确定出每条測綫所包括的区域。觀察薄片时，無論是在測量过程中或測量以前，除了記錄那些選擇作为确定參考軸基础的非常明显的構造特点以外，應該仔細小心地記錄任何其它存在的可見方位的佐証。只要发现这样的構造，則应詳細地分別予以測量。这样，最初看来似乎是次要的一些構造，最后也可能发现它們是十分重要的。如果需要具备有特殊特点的附加分图，那么只要測量許多顆粒之后往往即可变得明显。有时，仅在繪完图之后方能着重地表示出構造的存在，否則是探索不出的。当岩組要素如此显示时，必須另切制新的薄片，并进行一些附加的測量工作。

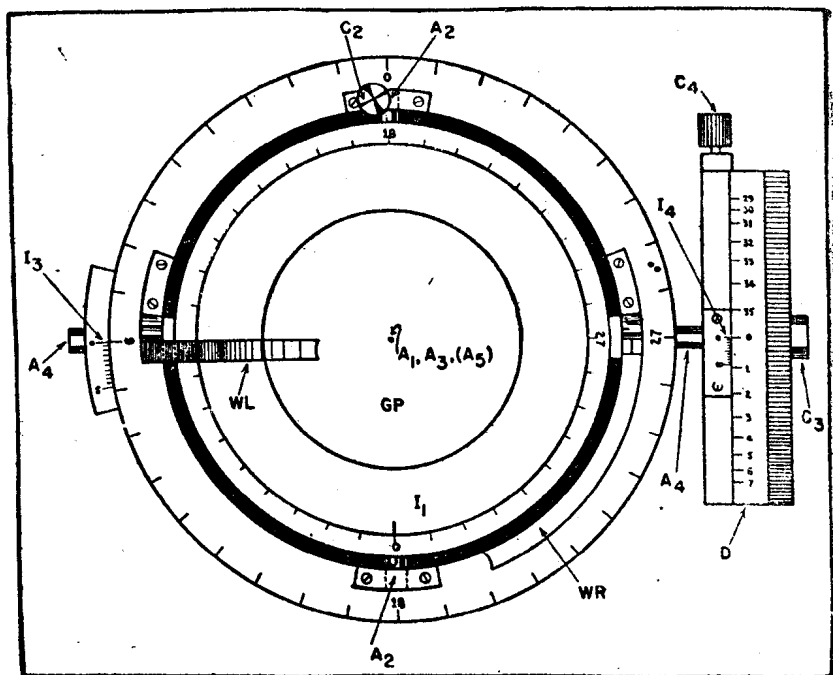
如果單元图上的极点富集得十分明显，必須对薄片和手标本进行研究并相互比較，以便察覺那些可能存在的表面特征。作图的基本目的并不仅仅是作出等高綫狀图的体身，虽然后者对于內

部顆粒关系的对比和描述，毫無疑問是有价值的。当繪图时，由于將极点聚集在一起或指示出富集的位置，从而可使那些不可捉摸的岩組要素变得明显。这些标志可推测出隐蔽的特征，对这些特征應該全部加以研究。只有按此方式进行，才能决定运动的順序和岩石的发展历史。

在測量过程，如作單元图时，对于具有結構变異或交替等显著特点的顆粒；不常見的內部構造；有关特殊矿物的可能分布；或明显的边界等均应用不同的极点符号来表示。石英顆粒很可能与电气石相接触，或某些石英顆粒与柘榴石成为变嵌晶狀顆粒，为了单独区别这种分布情况，也許是要用特别的符号表示顆粒的极点。与白云母相接触的石英顆粒，当其同那些与方解石相接触的石英顆粒比較时，如果二者各以不同的极点符号来表示，則可能予以区别开，在糜稜岩化岩石中，对于同原来長石相接触的石英顆粒，通过不同的方式是能够同岩石四周最后充填物中的石英顆粒分別确定的。随着这种特选性的繪图，当測量进行时即可觉察出顆粒重要的組合。

弗氏旋轉台的旋轉軸

欲探索岩石組構的性質，按照桑德尔和施密特 (Schmidt) 二氏发展出来的基本方法，通常必須將特选矿物中所測每个顆粒的光軸的空間位置加以測定。利用旋轉台測定一軸晶矿物的方法，貝瑞克 (Berek)、雷因哈德 (Reinhard) 及其他人等已有闡述。但是他們所談的，对于測定作为一軸晶和二軸晶矿物区别基础的光率体的形狀來說，只不过是初步的叙述而已。測定已知一軸晶矿物的光性方位是能够划分出一定的操作程序的。費尔拜倫 (Fairbairn) 提出了測定一軸晶矿物光性方位的程序的。他在这方面的論述似乎暗示了利用旋轉台比較廣濶的一般熟习的鑑定方法。遺憾的是，对于此种方法的报导，目前似乎还没有达到預期的那么廣泛的地步。本文所叙述的程序虽然簡化，然而作为基本操作的大致輪廓相信是适用的。操作中的某些次要步驟也一併加以叙述，如果晶体的一般方位已經牢牢地記住，那么这些次序



A_1, A_2, A_3, A_4 及 A_5 (显微镜轴) 为几个旋轉軸; C_2, C_3, C_4 分别为 A_2, A_3, A_4 各軸的旋紧螺絲; I_1, I_3, I_4 分别为 A_1, A_3, A_4 軸的标尺; D 为 A_4 軸的刻度輪; GP 为玻璃台; WL 及 WR 为 A_2 軸的刻度弧, 左端为直立的, 右端为斜臥的

这里四軸旋轉台的各个旋轉軸是依据貝瑞克的系統命名的。

A₁軸: 为最内圈的旋轉軸, 最内圈作为承載玻璃台, 薄片和玻璃半球之用。此軸永远与薄片的方向垂直。A₁与A₂二軸構成第一对互相垂直的軸。(見图2)

A₂軸：南北水平軸。

A₃軸: 旋轉台外圈的直立軸。當旋轉台適當調整好時，此軸即與顯微鏡軸相合。A₃A₄二軸構成第二對互相垂直的軸。

A₄軸: 东西水平軸。此軸系为大的刻有分度的輪所控制,

A₅軸: 为显微镜載物台的軸, 与显微镜軸相合。

关于安裝和調整旋轉台的詳細操作，这里不能一一予以介紹。讀者可參考貝瑞克，雷因哈德，尼基丁（Nikitin）所著的經典著作，以及艾孟斯（Emmons），文契尔（Winchell）和費爾拜倫等人的著作。

附 件

施密特投影网的描述

制作岩組圖時乃是將光軸和解理面，双晶面等的极点繪于施密特所設計的等积投影图上。施密特投影网（Schmidt net）为一个中空参考球体南半球的投影面。最常使用的是真角（即等角——譯者注）赤平极射投影，投影的极点系画在参考球体的上半球之上。相反地，在岩組分析中，乃是將測得的資料画在参考球体下半球的真面（即等面积——譯者注）投影图之上。

假想所测晶体系位于参考球体的中心。晶面的垂綫与球体表面的交点称为极点。晶体中的任何軸或任何参考平面的垂綫，如果引長与球面相交，均可得出两个对蹠点（即相距 180° 的两个对应点——譯者注）。测定矿物顆粒的光性方位时，利用弗氏旋轉台即可确定上述极点的方位角（即地平經度——譯者注）和高度（即地平緯度——譯者注）。

施密特投影图的基圓，直徑为20厘米。方位角的度数标記在网周上，相互間隔为 10° 。用一般的四軸旋轉台时，方位角的度数是按反时針方向定位的，与网周上的 0° 标記（南端）恰好相反。因而网上的数字是与A₁刻度圈上的刻度以同一次序排列的。傾斜大圓的圓弧是以 2° 間隔投影在网上。所有的大圓均沿着一个直徑穿过参考球体的赤道平面，該直徑在网上的痕跡为 $0-180^\circ$ 子午綫。直立小圓的圓弧也是以 2° 間隔投影出来。按照这个方式，在作图和旋轉时即可將測得的資料填在图上。网的基圓本身即为参考球体赤道平面边界的投影，亦即唯一可能的水平大圓。投影图上的南北直徑（ $0-180^\circ$ 子午綫）是一个直立大圓的痕

跡，此直立大圓乃穿过参考球体的南极和北极。东西直径（90—270°子午线）是一个最大可能的直立小圓的痕跡，这只是一个极限情况，同时它也是一个大圓。

在設制的施密特网上，沿着东西直径有兩組数字，标记在东西直径之下的虛点数字是从网的中心开始，向左或向右数值增大。当測量石英或方解石，使其光軸与显微鏡軸一致时，則用此組数字繪光軸的极点。另二类数字从网周的东端和西端开始，向中心处数值逐渐增加。当測量石英时，使其光学赤道（Optical equator，即垂直光軸的平面——譯者注）平行于显微鏡軸以后，則用此二类数字繪出光軸的极点。还有兩类数字从东端和西端开始，亦应标在东西直径上。当使方解石晶体的光学赤道平行于显微鏡軸时繪制光軸之用。它們提供了必要的角度校正，这是因为方解石“e”光的折射率（1.486）与玻璃半球折射率（約1.64）之間差異的原故。这些校正数目可从貝瑞克角度校正图或艾孟斯图表中查出。此处重做的网相当准确地表示出校正数字的位置，需要时可由图上变换过来①（图3）。

另外有兩組数字必須标在南北子午线之旁。从网周的180°点开始，按照向网的中心逐渐减低的次序繪出36（一般省略），35，34，33等数字。从0°点开始，按照向网的中心逐渐升高的次序定出0（一般省略），1，2，3等数字。这些数字是与A₄輪上的度数相符合。当使方解石的双晶面和移位面垂线的痕跡在东西位置时，可用此二組数字繪垂线的极点。当使云母晶体解理的痕跡平行于东西十字絲时，亦可借此数字繪其极点（即解理面垂线的极点——譯者注）。

施密特推动台及其应用

为了統計的目的，只在一条測綫上所遇到的顆粒的数目，一

- ①当方解石的光学赤道平行于显微鏡軸而光軸位于东西方向时，由下偏光鏡透过的光綫射入方解石后，其摆动方向均垂直于光軸而为“0”光，查“0”光折射率（1.658）与玻璃半球折射率（約1.64）相差甚微可不校正，故文中叙述恐系錯誤——譯者注。

般是不够用的，尤其在比較細粒的岩石中更是如此。因此，必須橫貫切片測量一系列的測綫。为了获得有效的結果，在任何一組的測量过程中，应使所有各条測綫均平行于特选構造参考綫。欲

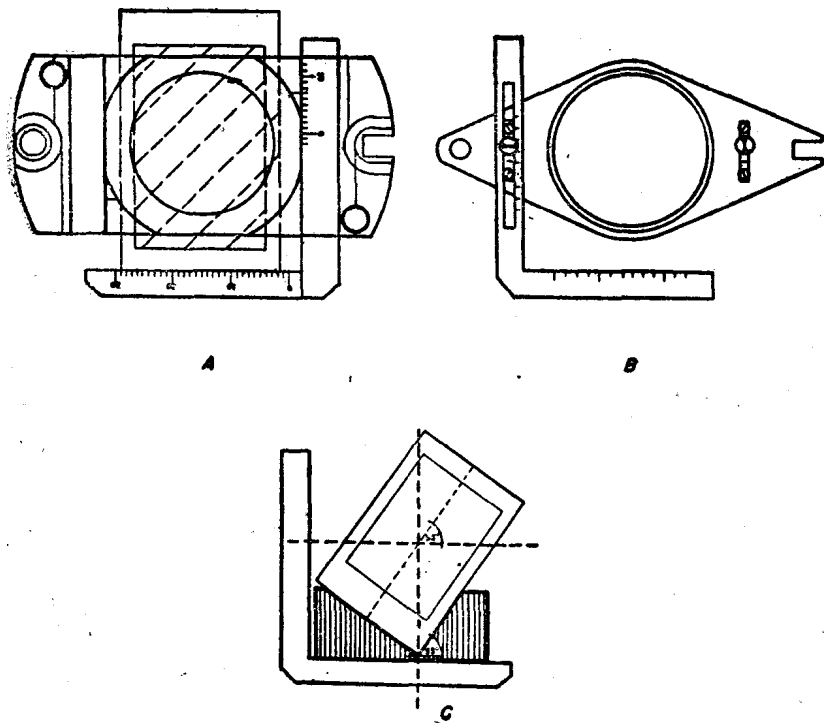


图 4

A—市場能买到的某种类型玻璃半球，其上已备有安装施密特推动台之用的磁槽；
B—普通适用于安装推动台的玻璃半球；C—测量斜向測綫之用的寶璐珞質角形板略图

使切片橫过旋轉台的載物台作直綫移动，并且不借助于机械工具而又能保持同一方位，几乎是不可能的。为了有助于保持切片的适当方位，施密特設制了“平行滑动台 (Parallel führer)”，有时亦称为“推动台 (Sledge)”。此台为金属制的直角架，附加于上玻璃半球上。推动台的一臂安装在玻璃半球表面上的一个

*原图的东西直径上有两类校正数字，因无需校正（見上注）可取消，但光軸如在南北方向則須校正，故將校正数字标在南北直径上——譯者注。

南北向小槽中。另一臂突出于玻璃半球之外，沿东西方向伸展，用以支持和平行推动切片。現在所用的玻璃半球有几种类型。其中两种如图所示（图 4.之A.B.）。如果手下所用的玻璃半球不适于安装推动台，亦能很容易地加以改装（图4A.及B.）。

沿着推动台的稜移动切片是用手操作的。將所測每个顆粒尽可能地放在中心位置。用来安装推动台于玻璃半球上的一臂，能够上下移动，并且位置是极其固定的。調节此臂每次可观察切片中不同的一行測綫。只要薄片的下边部牢牢地靠在推动台的东西臂上，即可获得連續的彼此平行的測綫。

为了相当地扩大薄片的观察区域，也許是需要切掉載物玻璃的一部分。如果这样做，必須小心地把切片切成長方形，使短的一边与載物玻璃長的方向恰好成直角。否則，安装时切片将会傾斜，并使后来測量的測綫不平行于以前的測綫。

有些与薄片的边缘成某一角度的岩組構造也往往需要横过而加以測定。为了研究它們，必須把切片斜放。由于經過小的范围切片也可能发生傾斜，并且由于玻璃半球固定螺絲的干扰而妨碍向側面移动，所以斜放切片往往是很困难的。当切片偏斜时，如果載物玻璃有一小部分突出于旋轉台的內圈之外，測量工作也要受到很大的限制。如果不將載物玻璃放斜，那么往往就不可能进行測量。在这样一些情况下，为了防止切片靠在推动台时发生轉动，必須切掉一个角而形成一個足够長的斜边。如果用賽璐珞板或薄金属板，在上面切出几个缺口而作为輔助工具，这样往往就无需切除切片即可測量（图 4.C）。无論是將載物玻璃放斜，或是用輔助工具測量时，都必須很小心地經常核對切片的方位。

利用旋轉台測定一軸晶矿物

薄片裝好以后，对各行測綫遇到的每顆特选矿物都應該尽可能地加以測定。所观察的矿物放在中心位置以后也可能是呈消光現象的。因此，需要确定光軸究竟是与显微鏡軸相合，抑或是偶

然与显微鏡摆动方向中的一个方向相平行。此时如果用 A_1 軸旋轉切片，晶体变为明亮，則光軸不与显微鏡軸相合。因此，光軸或与切片平面斜交或者是位于切片平面之內的。以下的討論均采用这样的專門术语：当晶体調整以后，若光軸与显微鏡軸相合，可称此顆粒居于极位 (Polar position)。若使光率体赤道平面中的某一直徑与显微鏡軸相合，則称此晶体居于赤道位 (equatorial position)。

光軸与切片平面斜交时的測定

我們假定晶体調整至中心位置是明亮的。已知所測顆粒为一軸晶矿物，并且假定說是石英。从靜止位置开始按以下步驟进行測定：

E1a. 轉动 A_1 軸，使顆粒达于消光位。

(在以下叙述中，基本步驟均以“E”表示)

由于晶体消光，所以光軸或平行于下偏光鏡摆动面，或者是平行于上偏光鏡摆动面。但不知光軸是否平行于南北摆动面或东西摆动面。同时也不知光軸是否平行于切片平面或与切片平面斜交。按以下程序区别此二情况：

E2a. 轉 A_2 軸几度。

如果晶体变亮，則光軸与切片平面斜交，并且平行于南北十写絲。如果晶体仍然消光，可参考下节所述“光軸位于切片平面时的測定”中的步驟“1b”。

E3a. 恢复 A_2 軸至零度位置。

按下列程序証实光軸在南北位置：

4a. 轉 A_1 軸几度。

如果光軸依南北方向延伸，此时顆粒仍应消光。如果晶体在此位置，則无法測其方位。因为切片依 A_2 軸旋轉时变为明亮，如再依 A_1 軸旋轉时仍然明亮。因此，欲使晶体从明亮位置至消光位置是不可能的。所以：

E5a. 轉动 A_1 軸 90° ，使切片至另一消光位。

此时光軸应在东西方向而平行于 A_1 軸。按下列程序証实：

6a. 轉 A_2 軸几度，得知晶体仍旧黑暗，然后恢复此軸至零度位置。为了附加校对，可进行下一步試驗：

7a. 轉 A_4 軸几度。

因此光軸与切片平面斜交（如在2a中已确定），所以顆粒將变为明亮。依下述方法确定光軸的坐标：

F8a. 轉 A_4 軸向前或向后約 $30-35^\circ$ ，旋轉台移至此位置。

F9a. 轉 A_2 軸向右或向左，使晶体达于消光。

F10a. 轉 A_4 軸恢复零度位置。

此时晶体將在下述两个位置中的任一位置，乃决定于原来光軸对切片平面的傾斜度。或者光軸与显微鏡軸相合，或者位于由水平結晶軸構成的平面（光率体的“赤道平面”）中的某一直徑与显微鏡軸相合。在后一种情况中，光軸乃与 A_4 軸相合。在繪极点之前，需对此二位置加以区分。区分方法如下：

F11a. 轉动 A_5 軸。

如果光軸与显微鏡軸相合，晶体將永远消光。如果光率体赤道平面中的某一直徑位于观测方向，則晶体变为明亮。至于光軸极点的画法，每种情况均不相同，將在后面分別叙述。

光軸位于或近乎位于切片平面时的测定

如果在步驟2a中晶体保持消光，則光軸或与切片平面斜交而平行于东西摆动面，或者位于或近乎位于切平面內。按下列步驟可区别此二位置及确定光軸与水平位置之間任何小的偏斜程度：

F1d. 恢复 A_2 軸至零度位置（步驟3a）后，旋轉 A_4 軸。

如果轉动 A_2 軸（步驟2a）及 A_4 軸（步驟1b）后顆粒仍旧消光，則光軸位于或十分近乎位于切片平面內。然后：

F2b. 恢复 A_4 軸至零度位置，按步驟3d繼續进行操作。

（註：如果光軸与切片平面斜交并位于东西方向，則在步驟1b操作过程中旋轉 A_4 軸时晶体將变为明亮。在这种情况下，恢复 A_4 軸至零度位置，按上述步驟8a进行测定。）

光率体的赤道平面是垂直于光軸的。当光軸位于切片平面內时，赤道平面是直立的，并且此面中的某一直徑是与显微鏡軸相

一致。如果光軸與一根十字絲相平行，則赤道平面的痕跡即與另一十字絲相合。於是，從靜止位置起轉動 A_2 軸及 A_4 軸時，晶體將保持消光。在1b中已經確定了光軸位於或近乎位於切片平面之後，下一步驟就要確定光軸是否平行於東西十字絲或南北十字絲。為了証實，將 A_2 軸及 A_4 軸分別恢復零度位置：然後：

E3b. 轉動 A_2 軸幾度，內台遂移至此位置。

E4b. 轉動 A_4 軸，恢復至零度位置。如果顆粒保持黑暗，則光軸在南北方向，乃將晶體移至相反的位置進行測定。如果光軸在南北方向，按步驟6b進行測定。如果晶體變亮，則按步驟7b進行。為了避免混亂，首先應依下列步驟區別上述二情況：

E5b. 轉動 A_2 軸返回零度位置。

E6b. 轉動 A_4 軸 90° 至另一消光位，光軸遂居于東西方向。

E7b. 轉動 A_2 軸約 $15-20^\circ$ 。

E8b. 轉動 A_4 軸向前或向后，使晶體達到最亮位置。

E9b. 向后轉動 A_2 軸，使顆粒達于消光。

經過這樣操作，遂使光率體赤道平面中的某一直徑與顯微鏡軸相合。此時光軸必與 A_4 軸相合。

E10b. 轉動 A_4 軸恢復零度位置，記下讀數。

按以下步驟檢定光學赤道是否直立：

E11b. 旋轉 A_5 軸。

如果顆粒變亮，則居于赤道位置。因為“光學赤道”——水平結晶軸構成的平面——與光軸垂直，所以了解此平面的方位以後即可畫出光軸的極點。

光軸與顯微鏡軸或近乎與顯微鏡軸相合時的測定

如果顆粒調整中心後達于黑暗，並且轉動 A_5 軸又保持消光，則光軸的方向乃與顯微鏡軸或近乎與顯微鏡軸相合。當晶體處於此種方位時，欲決定所觀察的究竟完全消光抑或部分消光是困難的。如果移動光軸幾度而離開直立位置，再使其返回原位，並且盡量仔細地注意晶體從明亮位置達于消光位置的移動能量，這樣做往往是有幫助的。按以下方法進行：

E 1c. 轉动 A_2 軸大約 $15-20^\circ$

F2c. 旋轉 A_4 軸向前或向后几度。顆粒变亮。

E3c. 向后轉动 A_2 軸, 尽量仔細地找出完全消光的真正位置。

F4c. 恢复 A_4 輪軸至零度位置。如果达到所要求, 按下列步驟証实其方位:

5c. 旋轉 A_5 軸。

如果光軸已經适当調整而与显微鏡軸相合, 則旋轉 360° 时顆粒將永远完全消光。

作 图

备件: 准备一張薄的透明紙, 在上面画出一个直径为20厘米的圓。將此透明繪圖紙置于施密特投影网上, 使圓的中心与投影网的中心相合。用小針將繪圖紙釘在网的中心处, 并使紙能够自由旋轉。然后在繪圖紙的圓上, 在恰好經過下面网周的零度点处画上一个箭头。

当获得极位时, 按以下步驟进行作图:

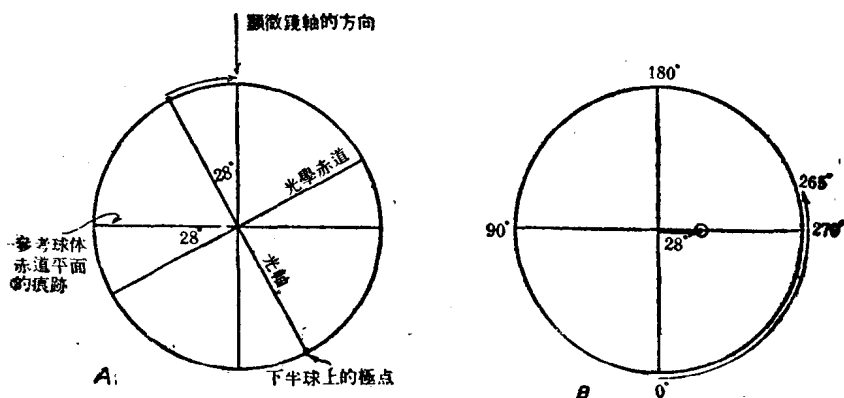


图 5. 极位。坐标 $A: 265^\circ$, $A_2: 28^\circ L$

A. 光率体与参考球体的关系

B. 光軸极点画法图解

1. 旋轉繪圖紙, 使箭头轉至网周上的某一点——相当于A. 图