

# 学生用岩石学

英国阿·哈克尔著

地质出版社

# 学 生 用 岩 石 学

## 显微镜研究岩石指南

[英国] 阿·哈克尔 著

張 慶 虞

合譯

張 非

地 質 出 版 社

1959·北京

HARKER'S  
PETROLOGY FOR STUDENTS

8th edition, revised by

C. E. Tilley, S. R. Nockolds, M. Black

Cambridge University Press

1954

本書是一本比較淺顯的描述岩石的小冊子。書中理論性的闡述較少，主要是結合岩石的成因來描述岩石的礦物成分、構造和結構，特別着重顯微鏡下的研究。在緒論中介紹了造岩礦物的光學性質和顯微鏡研究岩石薄片的基本知識，書中附有大量的岩石薄片顯微鏡圖。因此，本書適于具有初步地質知識的讀者作為研究岩石主要是顯微鏡下研究岩石的入門書，同時也適合作為一般讀者為了取得岩石學基本知識的很好的讀物。

原書正文腳註有大量參考文獻書目。書后附有名詞索引，為了節省篇幅，均予刪去。

學生用岩石學

著者 [英國] 阿·哈 克 爾

譯者 張 廣 虞 張 非

出版者 地 質 出 版 社

北京市西四羊市大街

北京市書刊出版業營業許可證出字第 050 號

發行者 新 華 書 店

印刷者 冶金工業出版社印刷廠

廠 棧 門 內 南 里 10 號

印數 (京) 1—4000 冊 1959 年 10 月北京第 1 版

開本 787×1092  $\frac{1}{32}$  1959 年 10 月第 1 次印刷

字數 184,000 印張  $8\frac{2}{9}$

定價 (9) 0.82 元

## 譯者的話

本書是根据英国劍橋大学地質系用書：阿耳弗雷德·哈克尔著“学生用岩石学”第八版(1954)修訂本翻譯而成。

該書主要对象是大学地質院系的学生。为了說明标准岩石的構造，本書附有許多显微鏡圖版，以供讀者参考。原著者是把這本書作为指导学生學習，特别是在显微鏡下研究岩石这个目的而編著的。書內許多例子都是从英、美、欧洲及殖民地国家中选择出来的，尤其是不列顛的例子特別多，这些例子虽是外国的，然而大多数的例子还能說明一些問題，可以帮助我們扩大眼界，但有些例子是不必要的。因此，譯者刪去了很少数的一些不必要的例子，并刪去了一些不必要的外国地名，以及一些不必要的外文参考雜誌名称的脚註，特此声明。为了遵照尽量忠实于原文的翻譯原則，除了上述情况以外，他处原文不加任何刪节。

本書在1954年时原是地質部教育司計劃翻譯的一本書，以后由我們利用業余時間把它翻譯出来，是根据1935年第七版譯的。1956年5月全書譯稿脫稿后，該書新版（第八版）又已由国外寄来。新版保持了原書的內容与篇幅，并以最近的研究成果补充修訂了原書。因此我們又重新參照新版改譯一次。但因工作时断时續，譯文可能有些問題，希望大家指正。

本譯稿名詞采用中国科学院出版的地質学名詞、矿物学名詞、岩石学名詞及古生物学名詞。此外部分名詞無譯名，参考了 Rice: Dictionary of Geological Terms 譯出。

譯 者

1957年7月

## 第八版原序

哈克尔氏著的“学生用岩石学”第七版業已絕版數年了，本修訂本是应学生們的各方面要求而出版的。

新版保持了原書与篇幅，但在这个限度之內，我們利用了机会来以最近的研究成果作了一些补充修訂。

参考文献表也作了修訂，在脚註中指出了一些正文篇幅中不能包括的新研究材料。

各章修訂的分工如下：第一—十七章和第二十一—二十三章由 C. E. 提利和 S. R. 諾科耳茲修訂，第十八—二十章由 M. 勃萊克修訂。

C. E. 提利

S. R. 諾科耳茲

M. 勃萊克

1954 年 1 月于劍橋

## 第七版原序

这本經過了修訂的書，它的編写目的是为了指导研究岩石薄片，特別适用于不准备專攻岩石学的地質学校学生。因此，書中假定讀者只具备初步的化学和光学知識。由于本書首先是为了說英語的学生写的，所以書中举例尽可能引用不列顛、殖民地和美国的岩石；而英国岩石学家的研究成果，也的确使我們有可能从我們本土中举出几乎所有主要岩石类型的例子。已出版的描述性文献，都在脚註中註明。

書中所选用的插圖，主要为了表示典型的岩石構造。至于岩石薄片的照片和彩圖，可在其他較大的文献中去找，有些在本書中提出。

阿·哈克尔

1935年7月于劍桥聖約翰学院

## 目 录

譯者的話	( 3 )
第八版原序	( 5 )
第七版原序	( 6 )
第一章 緒論	( 9 )
<b>A. 深成岩</b>	( 32 )
第二章 花崗岩	( 37 )
第三章 正長岩和二長岩	( 54 )
第四章 霞石正長岩及有关岩石	( 63 )
第五章 閃長岩	( 72 )
第六章 輝長岩和蘇長岩	( 80 )
第七章 橄欖岩 (包括蛇紋石岩石)	( 93 )
<b>B. 淺成岩</b>	( 104 )
第八章 酸性淺成岩	( 105 )
第九章 斑岩和玢岩	( 119 )
第十章 粗玄岩	( 131 )
第十一章 煌斑岩	( 140 )
<b>C. 火山岩</b>	( 149 )
第十二章 流紋岩	( 152 )
第十三章 粗面岩	( 165 )
第十四章 响岩和白榴斑岩	( 172 )



第十五章	安山岩	( 179 )
第十六章	玄武岩	( 189 )
第十七章	石榴石和霞石玄武岩等	( 200 )
<b>D.</b>	<b>沉积岩</b>	( 211 )
第十八章	砂質岩	( 212 )
第十九章	泥質岩	( 224 )
第二十章	鈣質岩	( 233 )
第二十一章	火成碎屑岩	( 253 )
<b>E.</b>	<b>变質</b>	( 263 )
第二十二章	热力变質	( 264 )
第二十三章	动力变質	( 285 )

## 第一章 緒 論

本章內將包括矿物光学性質的一些敘述，它对初学者可能有些用处；但我們并不打算用它替代系統地敘述这个問題的書籍。

**顯微鏡** 我們要使用專門适用于岩石学工作的顯微鏡，它配备有下偏光鏡和上偏光鏡、帶有刻度盤和数字的旋轉台以及蜘蛛絲的“十字綫”，正确地調节在目鏡的焦点上。裝去这种仪器鏡台下面的鏡子常常为一面平的和一面凹的，白天时用平的鏡面，用人工光源时，就要調整得使凹面鏡子尽可能供給近乎平行的光綫。

最有用的物鏡是1吋和 $1\frac{1}{2}$ 吋以及 $\frac{1}{4}$ 吋的；但有一个 $\frac{1}{8}$ 吋的物鏡在許多时候也是很有用的。为了看細小的东西像玻璃質岩石中的“雛晶”和晶体中的“液泡”就需要用高倍鏡；为了便于看非常細致結構的沉积岩石就需要用油浸鏡頭。

一个透明石膏片、一个石英楔片以及其他特別的裝备，在許多方面是很有用的；其用法可在矿物学教科書中找到，学生也可以在其中获得聚光檢驗結晶薄片的指导。

**結晶切片的形式和解理痕** 一个發育良好的晶体在薄片中是呈多边形切面的，其性質不仅与結晶的形式有关而且与切面的方向及其在晶体中的位置等有关，譬如它是切过中心或只是在角上或边缘切过；再者，同一形式的切面可能是从非常不同的晶体里得到的；虽然如此，假如一种

矿物的几个晶体在一个岩石薄片中存在时，我們可以比較几个多边形的切面而得到其所代表的結晶种类的一个完好概念；更进一步，假如用光学或其他方法，我們可以大致决定被切的某特殊結晶的結晶方向，我們常可决定这个多边形的几个边代表那几个面。

为了这个目的，我們可能需要測定二边相交的角度，这用装有旋轉台和刻度盤的显微镜是很容易做到的，移动这个角到十字綫的交叉点，調整二个边的一边与十字絲的一条絲相合，讀出刻度盤刻度上的数字；然后轉动直到其他边与同一十字絲相合，再讀出新的数字；所轉动的角度即是切面二边之間的角度，只有当切面是垂直切过这两个面时，这个角度才与結晶体相当的面間角相同。然而，只要切片接近垂直于这二个面时，誤差將不会大。

由于应力作用对于岩体的影响，也由于研磨岩石薄片过程的結果，矿物常多少發生断裂或破碎，在十分均質的物質中这样引起的破裂是不規則的，但是假如在晶体中有最小粘合力的方向（解理），破裂將要遵循着这些方向并在薄片中将現出細致的平行綫条代表着切面中的解理面的痕跡。裂痕的規則性和連續性可以說明解理構造完全的程度，但必須記住解理与切面成很小角度时，一般在薄片中是看不出来的。

在一种矿物像普通輝石或角閃石的情况下，具有二个方向的完全解理，二个面彼此相交的角度，自然是这个矿物的特性，或至少是一羣矿物像輝石类或角閃石类的特性。如果薄片是垂直切于二个解理的，則所見的痕跡即是

真正角度。任何其他方向的切片，其解理痕跡的角度是不同的，但在薄片几乎与解理相垂直时，其差是不会太大的，且常能够将它辨别出来，譬如輝石类解理間的角度是 $87^\circ$ 而角閃石类是 $55\frac{1}{2}^\circ$ ，在薄片平行于二个解理的交叉点时，二个解理就只看到一个了，矿物如普通輝石或角閃石的薄片只呈现一組解理时，可以假定它是几乎与解理交叉点平行的切面。

一个矿物没有任何好的解理时，在岩石薄片中就現出不規則的裂痕（例如石英和石榴石），特别是脆矿物的情况是如此。

**矿物的透明度、顏色和折光率** 只有少数造岩矿物在最薄的薄片仍然保持着不透明狀，像石墨，磁鉄矿，黄鉄矿，磁黄鉄矿等；赤鉄矿、鈦鉄矿、褐鉄矿和高嶺土也常常是不透明的；有时鉻鉄矿或鉻尖晶石也是这样。这些常常要用反射光来檢查；光澤和顏色以及切片的形式，有时和解理的証据相結合，往往足够来鑑定这类矿物的任何一种。絕大多数的造岩矿物在薄片变成透明的。那些在手标本里看来是不透明的，在薄片中都是有强烈顏色的，而那些在手标本里看来是有色的，在薄片则常現無色。在許多矿物的情况下，这些“吸收色”是很具代表性的；而在同一个結晶中按照切片的方向和偏光穿过它的摆动方向之不同而产生的顏色之差異（多色性）尤其具有代表性，如下面所提到的。

下面說到矿物的顏色和“無色”这个形容詞是用于矿物的薄片上。

抛开顏色不談，矿物的外貌如在薄片上用自然光綫所看到的，由于它的折光率<sup>●</sup>而有很大的不同，对学生說来，能很快地認識到高或低的折光率所产生的影响是十分重要的。

假如將一个單一結晶的薄片置于与該晶体同顏色、同折光率的某些介質中时，其边界和表面特性將看不到，然而这时却最便于研究它的內部構造。石英置于加拿大树膠中时（二者都無色，并有几乎相同的折光率）是几乎看不到的。假如橄欖石，一个具有較高折光率的無色矿物，置于膠中时，其边界和較粗糙的磨光面就十分明显。在平常的用树膠粘合的岩石薄片中，一种較粗糙或“鮫魚皮狀”的样子，就可以說这是標誌着矿物的折光率是較高于所用的介質的折光率的。

再者，一个高折光率的矿物在薄片其周圍为較低折光率者的时候，就看出它有比較强烈的光度，同时它的亮度由于其黑暗的边界而更显著，边界的深度是与未知矿物的折光率及其周圍折光率的差異程度成正比。由于这个緣故，高折光率的結晶看来好像是突出于薄片中的其他东西。

在檢查許多富含結晶的細小包裹体时，这个观念必須牢記在心。这些包裹体可能是气体、液体（常帶有气泡）、玻璃質或一些其他矿物的結晶；这些可以用观察黑暗边界

---

●在这点必須明白这是指平均折光率。除等軸晶系以外的任何晶系在其薄片中有二个折光率，它的大小是基于切片的方向的，但是这些差異在任何一种矿物中与不同矿物的平均折光率之間的差異相比时一般都很小。

的深度——基于包裹物和彼包裹物間的折光率的差異而不同——來區別。最強烈標誌的邊界是在氣體被包在固體物質中時看到。液體包裹物在結晶體中者有較不明顯的邊界，但氣體的泡泡在液體中時是特別明顯的。玻璃質包裹體更難與其所包裹的結晶體分開，而其中含有氣泡時則現出非常深的黑色邊界。

當二個礦物（或一個礦物與加拿大樹膠）在薄片中的彼此相接觸的話——其連接面是與切面幾成直角相交的位置時，它就容易來鑑定二者那個有較高的折光率。為了這目的，照明光綫要用放在鏡台之下的光圈限制一下，一個高倍的物鏡對光在薄片的上部表面的連接綫上，就可看到這個綫在較高折光率礦物的一邊有一個狹的光亮條帶的界限，同時在相反一邊有一個狹的黑暗條帶。假如將物鏡降低直至薄片下部的表面對到焦點時，這些現象適將相反（貝克法）。

一些造岩礦物的折光率可以在表里或參考書里找到，但學生將下列的表記下將會很有用的。

#### 普通造岩礦物的折光率

很低(1.43—1.51)：鱗石英、方鈉石、鈉沸石、多數其他沸石、（火山玻璃質）、白榴石。

低(1.52—1.63)：長石、霞石、石英、（加拿大樹膠）、雲母、方解石、白云石、矽灰石、陽起石、黃長石。

中等(1.63—1.65)：磷灰石、電氣石、紅柱石、角閃石。

高(1.68—1.8)：橄欖石、矽綫石、輝石、符山石、黝帘石、綠帘石、石榴石。

很高 (1.9—1.95)；榭石、鋯石。

特別高 (2.0—2.7)；鉻鐵礦、金紅石。

**正交偏光鏡間之消光** 當下偏光鏡和上偏光鏡一齊用時，它們的摆动面是彼此成直角的（正交偏光鏡）<sup>①</sup>，假如沒有東西置于二鏡之間，就發生完全黑暗（“消光”）。同樣的情形發生于當任何玻璃質物質像黑曜岩的薄片放在鏡台上時。但是，假如除等軸晶系以外，任何晶系的晶體的薄片放在其間時，一般多少有光亮透過，常有鮮明的顏色。當轉動裝有薄片的鏡台<sup>②</sup>時，可以發見完全轉動一週時有四個位置的消光，這些位置互成直角。換句話說，就是有二個消光軸彼此成直角，只有當這些軸與偏光鏡摆动方向的面相平行時，薄片才是黑暗的，這些面可由目鏡中的十字絲指示出來。假如轉動薄片到消光的位置，然後移去偏光鏡，十字絲將會標誌出晶體薄片的消光軸。

不須充分地來敘述物理光學的這一部份，我們可以說一個結晶體所有的光學性質都與晶體中的三條成直角的直綫（光學彈性軸）以及某一個以這三條直綫為軸的橢圓體（光學彈性橢球體）有關。三個軸的位置在不同的礦物中可能不同，但是它們經常必須與這晶系的固有對稱性質相符合，橢球軸的相對長度也是如此。任何薄片的切片平面切

① 在用 2 個偏光鏡時，要經常檢證它們是否正交。為了這個目的，旋轉稜鏡一般在正確的位置上裝有固定螺絲，但是正確的試驗是當沒有觀察物置于二鏡之間時，它是完全黑暗的。

② 有些顯微鏡，如 A. 迪克所設計的，鏡台是固定的，而二個偏光鏡轉動，保持住它們相對的位置，是一種有許多便利的裝置；我們為了明白起見假定鏡台是動的，如最常見的儀器一樣。

过椭圆时为一椭圆状，其形状与位置视切片的方向（光学弹性椭圆）而异，消光轴就是这个椭圆的轴。

在某些情况下，光学弹性椭圆可能是一个圆形。由于这个原故任何一个直径都是一个轴，于是我们发现这样的薄片全部转动过程中都是消光的。在三斜晶系、单斜晶系和斜方晶系的结晶体中，只有二个方向有这种结果，它们是分别地垂直于结晶体中的二个直线（光轴），这些是在二个光学弹性轴的平面上，同时对它们是对称地排列着。在四方晶系和菱形晶系结晶中，这二个光轴彼此相符合而成为单一的结晶轴，只有当薄片垂直于这个轴时才是完全黑暗的，在等轴晶系中，椭圆是一个圆球，椭圆常是一个圆形，所有薄片在正交偏光镜下都是黑暗的。

等轴晶系的结晶都可以说是单折射的或光学的均质体，它们的光学性质是与玻璃质或胶质物质相似。其他晶系的结晶都是双折射或重折射的，根据它们有一个或二个光轴，它们分成一轴晶或二轴晶。

很明显，一个薄片随便地从重折射结晶上切下来而垂直于光轴的机会是非常少的。假如一个矿物有多于一个的结晶存在于薄片上，并在正交偏光镜下转动一周时完全保留黑暗状态，可靠的结论是这个矿物是单折射的。

**直消光和斜消光** 记住光学弹性椭圆体以及一个结晶体所有光学性质必须符合于矿物晶系的固有对称性质，我们可以预知所有关于在不同晶系结晶不同方向切片的消光轴位置的要点；举例说，磷灰石（六方晶系）柱状晶体的一个纵切面，当它的长的方向平行于十字丝的一个时：这是



直消光；另一方面，鈉長石（三斜晶系）柱狀晶体的一个縱切面，其消光軸与其長的方向成一个角度：这是斜消光。要注意：这个定义是没有什么意义的，除非說明或明白地知道在晶体中斜度是从什么方向計算的；在这些例子里，我們須找出一个結晶軸，这是由于已知晶面的痕跡标明出来的。另一常利用的特性是解理，例如在單斜晶系有柱狀解理的矿物中，像角閃石，我們选择一个結晶如此切斷以使二个解理仅有一組平行的痕跡，这个痕迹就是平行于一个結晶軸的（直立軸），我們就檢查与这有关的消光位置，第一步，我們使解理痕迹平行于一个十字絲，假如为了这个目的而有必要的話移去一个或二个偏光鏡并讀出在刻度盤上的数字，然后装上正交偏光鏡，我們轉动到晶体变黑暗时，然后再看数字，我們轉动所經過的角度就是消光角，假如在一个方向轉动了例如  $15^\circ$  时發生消光，而在相反的方向轉动了  $75^\circ$  时也同樣發生消光，为了大多数的目的我們不必区分这二个轉动方向，但只要在二个角度間选择一个較小的角度就行。

为了获得适用于鑑定矿物的成果，我們所要求的不止以上所述。角閃石晶体的薄片沿着直立的軸而切在不同方向时，將現不同的消光角，从平行于正軸軸面的切面的  $0^\circ$ （直消光）直到某一个其他切面的最大值。这个最大消光角是一种特殊性質，它大約是直立晶軸和其最近的光学彈性軸之間的角度，在大多数情况下我們可以足够准确地來測定它，即在一个岩石薄片中的同一矿物的二个或三个直立切面里讀出消光角，而取其最大值。