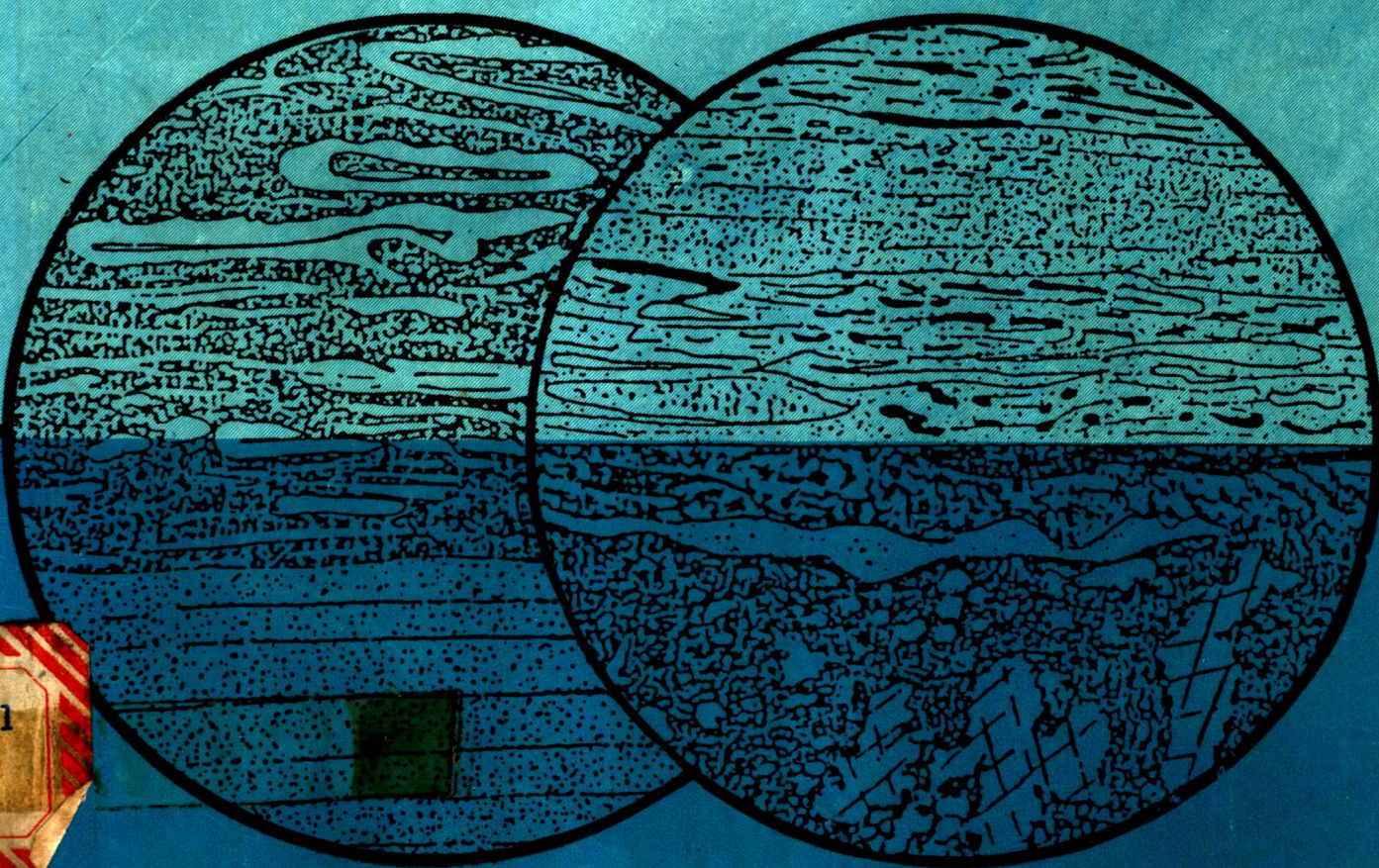


岩石薄片 研究入门

W · W · MOORHOUSE

地质出版社



岩石薄片研究入门

W.W. Moorhouse 著

马志先 吴国忠 马绍周 译

蒋荫昌 校

地质出版社

The Study of Rocks in Thin Section

W. W. Moorhouse

HARPER & BROTHERS NEW YORK

岩石薄片研究入门

W. W. Moorhouse 著

马志先 吴国忠 马绍周 译

蒋荫昌 校

责任编辑：荣灵璧

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：787×1092¹/₁₆ 印张：22¹/₄ 字数：365,000

1986年6月北京第一版·1986年6月北京第一次印刷

印数：1—1,775册 定价：5.70元

统一书号：13038·新198

译 者 的 话

随着科学技术的长足进步,各种最新测试技术、学术理论不断地引入岩石学的研究领域;人类对岩石学的了解已经日趋深入和广泛,新、老岩石学家都在为探索岩石的种类、成因机理和地壳的演化历史,以及在有用矿产形成等问题上不倦地劳动着。

无论岩石的测试技术正在如何日新月异的发展,但到目前为止,以偏光显微镜为基本工具,以矿物光学性质特征为鉴定依据的岩石薄片鉴定仍是岩石学家的基本手段。许多先进技术仪器的运用,往往都离不开以光学方法作前导或检验。所以,“古老的”岩石薄片的光学鉴定仍然有其旺盛的生命力。

本书不失为一本较好的学习岩石薄片鉴定的入门指南。书中介绍了用光学方法研究各种主要岩石的基本知识。其中包括用偏光显微镜鉴定造岩矿物的基本光学知识、主要造岩矿物的简明特点和鉴定表,以及各主要类别岩石的种属和简要特征(包括它们的定义、矿物学、结构、蚀变以及经济地质等内容)等。

本书对地质院校学习岩石学的师生和有多年野外地质工作经验而转到岩矿鉴定部门工作的地质人员以及从事有关人工硅酸盐研究的读者将有所帮助。

一九八五·六·

引言

一个半世纪以前，聪敏的詹姆斯·赫顿首先认识到深成岩、火山岩和沉积岩是不相同的，并具有显然不同的成因方式。尽管如此，尚留待于从来不能理解和接受赫顿的观点的亚伯拉罕·戈特洛布·沃纳去创造一种在十九世纪上半叶所普遍使用的合理的岩石系统分类。沃纳判明岩石是简单的或是复合的，而且他阐述了组成一些复杂岩类的主要矿物和副矿物之间的差异。

1823年卡尔·冯·伦哈德出版了他自己的重要著作“岩石特征”一书，他在书中指出可以辨识出四种主要的岩石类型——但这一识别只以其宏观特征为基础的。此后不久，于1827年，伟大的苏格兰地质学家威廉·尼科尔不仅设计了制作石化木薄片的方法，而且还制造了一种用于研究晶体结构的偏光显微镜。此后，C. G. 埃伦伯格于1839年证明了像显微镜这样的工具在岩石研究中是多么有用。然而一直到1850年，只是通过英国地质学家亨利·克利夫顿·索比的研究，用透射光观察岩石薄片的尼科尔方法才开始变得适当地重要。到1858年，出版了索比的有关晶体显微结构的重要文章。它的出版实际上开创了延续一个世纪之久的、对在薄片研究中研究岩石的兴趣不继增长的新阶段。

1862年，索比在德国波恩向弗迪南德·泽克尔介绍了他的薄片研究方法。四年后泽克尔出版了“岩石学手册”。从某种意义上说，现代岩石学由此诞生了。七年后，即1873年，泽克尔在来比锡出版了偏光显微镜用法介绍，名为“矿物和岩石的显微镜鉴定”。基本上于同一时间，泽克尔的竞争者H. 罗森布施，在海德堡出版了一本影响可能更大的著作，即“岩石主要矿物的物理性质”。罗森布施不仅清楚地阐述了岩石鉴定的方法，而且大大改进了所用的机械仪器，他并且介绍了旋转台。像泽克尔是索比的门徒那样，罗森布施是伦哈德的追随者，但他们都使其先辈的工作获得了更大的进展。这两位伟大德国导师的著作的修订版许多年来都有出版，它们的直接巨大影响几乎延续了半个多世纪，一直到今天。

对泽克尔和罗森布施所稳固创立的这门科学分支的献身者还有一大批，但在沿着他们的道路前进的人们当中W. C. Brögger和J. P. 伊丁斯可能是属于第一批的。单就讲英语的人们来说，后期的学者就有A. N. 温契尔、C.S. 罗斯、F.E. 赖特、A. 哈克、F. H. 哈奇、R.H. 拉斯泰尔、A. 霍姆斯、G.W. 蒂勒尔、A.F. 罗杰斯、A. 约翰逊、H.B. 威尔纳、S.J. 山德、A.K. 韦尔斯、F.F. 格劳特、E.S. 拉森、N.L. 鲍恩、F. J. 特纳、C. E. 蒂利、R.C. 埃蒙斯、F.J. 佩蒂约翰及其它许多人。从这门学科及其分支所吸引的科学家的数量之多来看就会看到它的重要性。英国以外的外国学者的清单同样也给人以深刻印象。

当然在穆尔豪斯教授的“岩石薄片研究”（入门）一书之前，美国已有许多这方面的论著。其中可提出的有：A. 约翰逊1908年初版、1928年再版的“薄片中的造岩矿物”，1933年A.F. 罗杰斯和波尔·F. 克尔所著适用于学生的“薄片矿物学”，以及1954年由加利福尼亚大学的专家H. 威廉斯、F.J. 特纳及C. M. 吉尔伯特所出版的“岩石学”一书。此外，F.J. 佩蒂庄的“沉积岩”也列入哈珀地学丛书，在最近十年来它已成为国内外的一本标准著

作，而且其中也包括了本书所考虑的一些课题。但不管这些著作是老的还是较新的，却还没有一本能以简单的格式为学生提供在各种薄片研究中研究各种岩类的基本知识。然而，穆尔豪斯教授在较简明的30个章节里高度概述了几乎是包罗万象的现今有价值的岩类学资料。除绪论外，有开头几章的从事光性矿物学研究的方法学、矿物描述及矿物鉴定表。第5章概括地讨论了火成岩岩石学。6—10章专门讲火山岩和浅成岩。11—15章涉及到深成岩。16和17章分别讨论了超基性岩和煌斑岩。

18—24章描述了薄片中的沉积岩，第25章讨论了变质岩。此外，26—29章则依次讨论了动力、热力和区域变质作用以及变质交代作用。最后一章研讨了矿石岩类学。大多数章节都被充分地举例说明，有200多张插图，它们大多数是综合型的，其中有许多是根据作者及其同事所准备的薄片绘制的。

我们业已说明自从威廉·尼科尔的开拓性工作以来，岩石薄片研究的重要性一直在稳定地增长。这种情况是不足为奇的，因为越来越明显的是，从这些研究所得到的结果对于解决涉及大部分地质基本原理的问题说来是具有重大意义的。此外，这门学科的经济色彩已变得更重要了，因为从事燃料地质学以及那些与矿产有关的公司，把越来越多的金钱和力量花费在那些与岩类学和岩石学密切相联系的学科上。因此，看来可以肯定，穆尔豪斯教授的书将会在贸易机构的参考图书馆中、以及我们的大学和学院的教室和实验室内找到一个光荣的位置。

凯里·克劳尼斯

前 言

在薄片研究中研究岩石是使大学生或研究生正确了解岩石中矿物组份的最有效的方法。直到以此方法研究岩石时为止,学员们才能真实理解如像命名为绿岩、安山岩、花岗岩、岩屑砂岩等的这类岩石的含义。因此,在为岩石命名提供基础这一方面,薄片研究履行着一项非常重要的教育职责。对于职业地质学家说来,岩类学研究为野外鉴定提供较重要的校核。许多以不明确的野外关系为根据的吸引人的理论,已经在岩类学证据方面失败了。在不考虑这方面的情况下,岩类学就其本身的条件说,是一种有意义并值得做的研究工作,并且它是一个有待进行有益探索的科学领域。

本书的目的是打算在单独的一卷中提供有关光性矿物学的简要论述(包括最基础的光学理论)、对在常见岩石中所遇到的造岩矿物的描述、有助于鉴定这些矿物的矿物鉴定表,以及常见岩石类型的描述。

本书不想使光性矿物学一节代替这门学科的专门著作和参考文献。其目的仅在于尽可能简明、扼要地为在薄片中的矿物成分提供最常用的光学测试方法。

在矿物学的一节中仅描述了常见的造岩矿物。所列矿物包含常见岩石组份的99%以上,因此,对大多数例行岩类学工作说来,无须参考其它资料。对某些罕见岩石的研究和探索就需要参考更详尽和综合性的教科书,如温契尔的“光性矿物学”(A. N. 温契尔和H. 温契尔合著,纽约、Wiley),和拉森等的“透明矿物显微镜鉴定”(E. S. 拉森和H. 伯曼所著,美国地质调查所,848),作为矿物描述的应能加速自表上查出某一矿物的细节是备有矿物种属的连续编号。在鉴定表中矿物编号与矿物名称一并列出,使得无需查找正文页数就能很快查阅矿物描述。

本书的岩石部分也有许多新颖的特色。岩石被按传统的方法分为火成岩、沉积岩和变质岩。除了由于承认对深成岩的成因有各式各样的观点而把火山岩和深成岩彼此分开之外,也是按习惯把岩石分为各个章节。这种情况不可避免地会导致一点数量的重复,这并非没有意义。在每一章里所研究的岩石类都是按下列标题进行系统讨论的:定义、矿物学、结构、蚀变、变种、岩石成因及经济地质学。这一颇为固定的描述方案也会导致重复,但可以确信,这一缺陷可为实验室运用本书所得到的更大方便而获得补偿。在描述时,对典型岩石予以特别注意;关于罕见岩类,学生可参考约翰逊的著作“岩石学”、佩蒂庄的“沉积岩”及哈克的“变质作用”。由于注重实际的地质学家会发现通常他所必须研究的岩石都是受到了蚀变的,所以本书比岩类学教科书中所常见的要更加注重蚀变的岩石。所包括的岩石成因部分并不是对此论题进行彻底地讨论,而是尽可能地阐明矿物、结构以及在某种程度上还有岩石野外特征等的意义。希望这将有利于学生来体会,虽然岩石成因的理论看来可以是抽象的,但它毕竟是以于野外及实验室中所见到的岩石性质为根据的。岩石的经济地质学部分当然是简明而扼要的,并是有选择的而不是综合性的。目的是想把它们单纯地作为一种关于岩石和矿床之间的关系、设想、研究和探索的起点。关于矿石岩类学的一章也不打算作为描述的章节,而是简单地作为一系列的线索以引导经济地质学家去研究矿床

的岩类学或岩类学家去关心矿床与岩石的关系。

不想在这本教科书中提出大量文献资料。要为这里所提到的每个事实和观点的资料都表示谢意，并为它们提供合适的参考文献，将会使本书过分扩大和混乱，而在这本基本上是实验的教本中也是不合乎需要的。尽管作者有意加以省略，但作者还是高度评价这些著作，并且由于实际情况使他不能对所引用的各个例子表示感谢引以为憾。

许多新特征已包含在与本文并列的薄片图中，它们的大多数已用方格微尺画在坐标网上，以便尽可能准确地把结构再现出来。在大多数的图中已为每种矿物或矿物种属使用标准图型，所以对各个图解无须再与以标示。在大多数例子中所选择的图型代表着矿物的某种解理或突起的特征。每种主要岩类的常见结构类型都尽可能包括在所画的图中。希望使用者可通过这种方法能鉴定那些常见岩石类型如玄武岩、辉长岩、安山岩及花岗岩的各式各样的结构。对于稀有或不常见的岩石就不那么着重。所描述的岩石多数来自Wards美国岩石的100例。它们都以括号内的“W”加上Wards系列的矿物编号直接标在名称和位置后面，如(W-1)来指明。作者十分感谢Wards为准备这些说明所提供的一整套杰出的薄片。

最后，希望本书会对下列人员有所帮助：

1. 需要光性矿物学、矿物描述、鉴定表和岩类学手册的岩类学的初学者。
2. 对岩类学本身感兴趣，或把岩类学作为其它方面地质研究的一种手段的研究生。
3. 对矿床围岩及其蚀变感兴趣的研究经济地质学的学生。
4. 在其工作过程中遇到性质费解的岩石，或凭其本身的愿望而希望将其在 大学中培养的岩类学技术保持下去的实地应用或野外工作的地质工作者。

此类教科书在为初学者提供专业的提示和秘诀方面最有价值，从而有助于他们鉴定矿物和岩石。一个人不能获得或创造已知的那怕是一小部分的秘诀，所以作者将对能自本书读者收到有关这方面的更多建议表示感谢。我试图使本教科书不具成见和偏激意见，但在如像岩石学及岩石成因学这样的主观性很强的领域中，这简直是不可能的。

W.W.穆尔豪斯

目 录

引言

前言

第一章 绪论..... (1)

第二章 光性矿物学的方法..... (2)

偏光显微镜: 岩相学研究的必需装置; 显微镜的聚焦和校正

矿物鉴定的程序: 晶形和结晶学特征; 光学特性

第三章 矿物各论..... (40)

硅质矿物: 蛋白石, 玉髓, 石英, 鳞石英, 方石英 长石族: 正长石; 微斜长石, 透长石, 歪长石, 条纹长石, 斜长石 副长石类: 白榴石; 霞石; 方钠石族; 钙霞石 辉石族: 斜方辉石亚族; 普通单斜辉石亚族; 碱性辉石亚族; 锂辉石 闪石族: 直闪石—铝直闪石; 镁铁闪石—铁闪石; 透闪石—阳起石; 普通角闪石; 韭角闪石; 富铁钠闪石; 碱性角闪石; 蓝闪石; 钠闪石; 钠钙闪石; 红钠闪石—棕闪石 云母族: 白云母; 锂云母; 黑云母 橄榄石族 绿泥石族 蛇纹石和叶蛇纹石 纤蛇纹石 滑石 黑硬绿泥石 海绿石 铁蛇纹石 叶蜡石 粘土矿物: 高岭石; 蒙脱石; 伊利石 沸石类 鱼眼石 葡萄石 硅硼钙石 针钠钙石 方柱石族 黝帘石 斜黝帘石 绿帘石 褐帘石 硬柱石 黄长石族 镁黄长石, 钙黄长石 符山石 硅灰石 粒硅镁石 斧石 石榴石 硬绿泥石 堇青石 红柱石 蓝晶石 矽线石 十字石 蓝线石 电气石 绿柱石 黄玉 锆石 独居石 榍石 钙钛矿 金红石 磷灰石 刚玉 方镁石 尖晶石 硬水铝石 三水铝矿 水镁石 方解石族 白云石族 文石族 重晶石族 石膏 硬石膏 明矾石 碳羟磷灰石 胶磷矿 莹石 闪锌矿 赤铁矿 针铁矿

第四章 矿物鉴定表..... (98)

第五章 火成岩及有关岩石的岩类学..... (115)

火成岩的分类 矿物分类 以矿物分类为基础的命名 化学分类 岩石

类型的描述 火成岩的结构 火成岩浆作用和岩石一些概念

第六章 火山岩和半深成岩石——玄武岩, 辉绿岩及有关岩石

..... (124)

定义 产状 矿物学 结构 变种 碱性玄武岩: 定义; 产状; 显微镜下的、

特征 蚀变玄武岩和辉绿岩及其在薄片中的鉴定: 岩浆后期和后期岩浆的蚀变;

岩浆后期和水热蚀变作用 岩石成因 经济地质

第七章 安山岩、英安岩及有关岩石..... (140)

定义 产状 矿物学: 斜长石, 石英和碱性长石; 橄榄石; 辉石; 闪石; 黑云

母; 基质 结构 共生侵入体 安山岩的蚀变 变种 岩石成因 经

济地质

第八章 石英安粗岩(流纹英安岩)和流纹岩.....(149)

定义 产状 矿物学 结构 共生侵入体 变种 石英安粗岩和流纹岩的蚀变 岩石成因 经济地质

第九章 安粗岩 粗面岩 响岩和白榴粗面岩.....(158)

定义 产状 矿物学 结构 共生侵入体 变种 粗面岩和响岩的蚀变 岩石成因 经济地质

第十章 凝灰岩和火山碎屑岩.....(165)

定义 集块岩和火山角砾岩 凝灰岩: 胶结作用 蚀变作用 经济地质

第十一章 深成岩石——辉长岩, 苏长岩及有关岩石.....(169)

定义 产状 矿物学: 斜长石; 辉石 橄欖石; 普通角闪石; 黑云母; 石英; 正长石; 磷灰石; 不透明铁氧化物; 硫化物 结构 蚀变作用 变种 岩石成因 经济地质

第十二章 碱性辉长岩——厄塞岩、霞斜岩和有关岩石.....(183)

定义 产状 矿物学 结构 蚀变作用 变种 岩石成因 经济地质

第十三章 石英闪长岩、花岗闪长岩、花岗岩及有关岩石.....(186)

定义 产状 矿物学: 斜长石; 碱性长石; 石英; 铁镁矿物; 其它矿物 结构: 一般特点; 蠕虫结构; 显微文象交生 环斑结构; 球状结构; 面状构造 变种 蚀变作用 岩石成因: 花岗质岩石成因的野外标志; 花岗质岩石成因的岩石学标志; 交代花岗岩的构造和野外标志; 交代花岗岩的岩石学标志; 岩浆石英闪长岩、花岗闪长岩、石英二长岩和花岗岩; 同化作用 石英闪长岩、花岗闪长岩和花岗岩成分的岩脉、岩床和岩株; 岩石成因 伟晶岩: 结构; 岩石成因 经济地质

第十四章 闪长岩、二长岩、正长岩以及相关岩石.....(208)

定义 产状 矿物学: 斜长石; 碱性长石; 石英; 辉石; 普通角闪石; 黑云母; 橄欖石; 霞石和其它副长石; 副矿物 结构 蚀变作用 变种 岩石成因: 野外标志; 岩石学标志和闪长岩、二长岩和正长岩相关的岩墙及半深成岩体 经济地质

第十五章 霞石正长岩及其它似长石岩.....(217)

定义 产状 矿物学: 长石; 霞石; 辉石; 角闪石; 黑云母; 方钠石; 黝方石和蓝方石; 方柱石和钙霞石; 碳酸盐; 副矿物 结构 蚀变作用 变种 岩石成因 经济地质

第十六章 超基性岩——橄欖岩、辉石岩和角闪石岩.....(225)

定义 产状 矿物学: 橄欖石类; 斜方辉石类; 单斜辉石; 闪石类; 黑云母; 副矿物 结构 蚀变作用 变种 岩石成因 经济地质 陨石

第十七章 煌斑岩.....(233)

定义 产状 矿物学: 橄欖石 黑云母; 普通角闪石; 辉石; 斜长石; 正长石; 石英; 霞石、黄长石和方沸石 结构 蚀变作用 变种 岩石成因 经济地质

第十八章	沉积岩石薄片	(238)
第十九章	砾岩与角砾岩	(240)
	定义 矿物学 结构 岩石成因: 经济地质	
第二十章	砂岩及长石砂岩	(244)
	定义 矿物学: 副矿物; 胶结物 结构 岩石成因: 沉积物来源; 沉积作用的环境; ; 砂岩的胶结作用 矿物学中成岩作用的变化经济地质	
第二十一章	硬砂岩	(253)
	定义 矿物学 变种 岩石成因 经济地质	
第二十二章	泥质岩	(256)
	定义 矿物学: 粉砂碎屑岩; 粘土碎屑岩; 碳质碎屑岩; 沉积碎屑岩; 副矿物 结构 变种 岩石成因: 来源; 成岩作用 经济地质	
第二十三章	石灰岩与白云岩	(262)
	定义 矿物学 结构 变种 岩石成因: 有机灰岩; 碎屑灰岩; 沉积灰岩	
第二十四章	燧石岩、含铁建造、海绿石质沉积物、磷酸盐质沉积物、含盐岩石和煤	(271)
	燧石: 定义; 矿物学; 结构; 变种; 岩石成因; 经济地质	
	富铁沉积物: 定义; 矿物学; 结构; 蚀变作用; 变种; 岩石成因; 经济地质	
	海绿石质沉积物: 定义; 矿物学; 结构; 岩石成因; 经济地质	
	磷酸盐矿床: 定义; 矿物学; 结构; 岩石成因; 经济地质岩	
	盐、石膏和硬石膏 矿物学; 结构; 岩石成因	
	煤: 矿物学; 结构; 变种; 岩石成因	
第二十五章	变质岩	(282)
	定义 变质作用的过程 环境因素的总效应 变质岩的平衡与相律 结构 变质岩的分类 定义: 结构和构造; ; 一些常见的变质岩	
第二十六章	动力变质作用	(290)
	定义 碎裂变质岩: 矿物学; 结构; 变种; 岩石成因 重结晶岩石 (片麻岩和片岩) 的动力变质特征 片岩中常见矿物的习性与方位; 术语岩石成因	
第二十七章	热力变质作用	(296)
	定义 矿物学: 泥质岩石; 钙质与白云质岩石; 其它角闪岩 结构 蚀变作用 变种 岩石成因 经济地质	
第二十八章	区域变质作用	(307)
	定义 板岩、千枚岩和绿岩: 泥质岩; 碳酸盐岩; 砂屑岩; 绿岩 片岩: 定义; 泥质岩; 砂质岩; 碳酸盐岩; 绿岩 片麻岩: 定义; 泥质片麻岩; 间层片麻岩与贯入片麻岩; 砂屑片麻岩; 钙质片麻岩和闪岩; 含铁岩; 麻粒岩; 产于火成岩的片麻岩与麻粒岩; 榴辉岩 岩石成因: 重结晶作用的机制; 变质分异作用; 区域变质作用的起因 经济地质	
第二十九章	交代作用	(329)
	定义 水和二氧化碳的交代作用 在角闪岩及有关岩相中的交代作用;	

长石化与方柱石化；堇青石—直闪石岩石；云英岩的发育；硅化作用
结构 岩石成因

第三十章 矿石的岩相学.....(335)

岩脉：矿物学；结构 浸染矿：矿物学；结构 矿石成因

第一章 绪 论

岩类学是岩石的描述和分类。岩石学所包括的则不仅有岩石的系统化和描述，而且还有岩石和岩体的自然历史和成因。岩性学这一术语有时用于在野外或用肉眼鉴定岩石。

研究岩石有许多方法，采用何种手段取决于岩石的性质、研究的目的和熟练程度以及所许可的时间。不应过分强调，野外的精确填图和岩石描述是研究岩石的基本出发点。同样正确地是，以实验室研究为根据的关于岩石成因和相互关系的每个结论和理论都必须要在野外进行检验。在本书中研讨岩石学这一十分重要的方面不是我的目的，不过在岩石分类一章中，概要地总结了岩性学要素。

对岩石进行了野外研究和填图以后，下一步的研究工作是薄片的制备和观察。作为本书主要课题的这一步骤，可为我们提供有关岩石中的矿物成分、各种矿物的百分比，以及一种与矿物成分同等重要的特征即结构的精确信息。在有些例子里，要正确鉴定矿物可能是不可能的，从而薄片研究必须以其它矿物鉴定方法进行补充，例如，折射率的精确测定、X射线粉末照相、或适当的化学分析。在某类研究工作中，也常希望能测定出所研究的某岩石或一些岩石的化学成分。测定化学成分有许多方法。在矿物成分较单一的粗粒岩石中，精确测定所存在的矿物及其相对百分比，就能几乎和进行全岩化学分析一样准确地把成分计算出来。反之，如果岩石含有玻璃碎片，或含有颗粒太细而无法立即鉴定出来的组份，或含有呈强烈分带的结晶，那么进行化学分析就是唯一途径。现在正处在不同发展阶段的新的光谱化学和X射线技术，在不久的将来很可能会大部代替常规的化学分析，而且由于方法的标准化，无疑将在常规的岩石学研究中提供更多的分析。

在沉积岩的研究中可运用其它的专门方法。砂岩的重矿物，可予以集中并用显微镜进行观察；可以同样地研究石灰岩的不溶解组份；取决于岩石胶结的程度和粒度，砂岩、粉砂岩和页岩的粒度，可用不同的方法来测定。在下文中，只讨论涉及到显微镜运用的那些方法。其它方法在标准教科书中已有很好地阐述，这里将不考虑。

第二章 光性矿物学的方法

偏光显微镜

偏光显微镜是为研究矿物、岩石和无机晶体及无机集合体而设计的一种专门仪器。它与普通显微镜的区别在于配备有两个偏光元件和其它附件。偏光元件可以是偏光滤波片，也可以是为此目的而特殊切割和安装的由方解石晶体制成的尼科尔棱镜。偏光滤波片有几种优点：价钱便宜、实际上可制成任意尺寸、不需要太复杂的物台下装置，也不需要太精密的安装。不过，研究型显微镜仍大部使用尼科尔棱镜，而且1945年以前出厂的显微镜总是使用它。本书所提到的“尼科尔”系代表任何类型的偏光棱镜或滤波片。聚光镜下面的“尼科尔”称为“下偏光镜”；在显微镜筒内，物镜之上的偏光镜叫“分析镜”。当下偏光镜在原位，分析镜拉出时，矿物被说成是被在平面偏光下进行观察，因为射到矿物上的光是平面偏光。当上下两个偏光镜都在原位时，只要它们的振动方向互相垂直，这时的情况就称为正交偏光（即正交位置）。

岩相学研究的必需装置

对于大多数使用显微镜的岩类学和矿物学工作来说，学生需要三个物镜（ $5\times$ 、 $10\times$ 和 $20\times$ ）和两个目镜（ $5\times$ 和 $8\times$ ）。对于在高倍放大下的工作来说，也必需有一个油浸物镜。为测量颗粒大小、放大以及部分统计工作，需要测微尺或分格目镜。如上所述，显微镜一定要安装两个偏光滤波片或尼科尔棱镜，其中一个放在物台下面装置中，位于聚光镜之下，另一个位于物镜之上，能很容易地随意从显微镜轴推进或移去。同样，显微镜也装有一个聚光镜（用尼科尔棱镜时另带一个辅助的聚光镜）。必要时可将其按入此位置的勃氏镜很有用但并不常用，它位于上偏光滤波片或尼科尔棱镜（分析镜）的上面。一个紧挨分析镜下面的试板槽，也是必需的。最常用且必不可少的试板是石英楔和石膏试板或称灵敏色度板。多数偏光显微镜也备有云母试板或四分之一波长试板。

为进一步进行岩类学的调查和研究工作，必要的工具是Chayes计数器或点数器，除了特别细粒或强烈蚀变的岩石之外，用它可以快速定量地测定岩石的矿物组成。描述一块岩石没有矿物的百分含量是不全面的。

认真的学生也需要一套逐渐变化的折射率油，借助于它来测定未知矿物常常会变得更加方便。

为了有效地使用显微镜，还需要一种令人满意的光源。通常来自北方晴朗天空的日光就够用了。阴天或天黑以后则需要有一个人工光源。对于常规工作说来，物台下用一个15瓦的灯往往就足够了，但如Bausch和Lomb制造的小日光灯能发出更亮的优质光。用高倍镜进行观察或对透光性差的矿物进行工作时，来自100瓦显微镜灯的照明是所希望的。如果显微镜或灯装有一个或更多的可变光柱，那么后一种照明可方便地适用于各种类型的显微镜操作。在低倍镜下应该使用光栏降低光度，以免刺眼和增强清晰度。

重要的是要牢记显微镜是一种精密仪器。活动部件决不要猛扭和用力；透镜表面切忌手摸。透镜只能用镜头纸或细而干净的黑貂皮或骆驼毛刷来清刷。进行高倍物镜的聚焦工作时，一定要先把物镜筒向下转动，直到物镜几乎和薄片接触的位置时为止。在进行此项工作时，眼睛应该与薄片平面保持同一水平。然后，一边通过显微镜观察薄片，一边用微调提升镜筒来完成聚焦工作。如用眼睛紧贴着目镜向下聚焦，结果会招致错过焦点、物镜撞入薄片的危险。这种操作无论对薄片或是对物镜说来都是不允许的。

在不使用显微镜时，应对它细心保护免受灰尘。光学系统中的灰尘会比其它任何情况都要更快地降低仪器的效能。还应小心保护显微镜使之免受过热，对装有方解石尼科尔棱镜的显微镜尤其要注意这点。

显微镜的聚焦和校正

为了在操作显微镜时使用者的眼睛疲劳减轻到最小限度，为用者的眼睛把焦点对准是最主要的。聚焦工作的第一步是，将目镜拔出镜筒，眼睛放松，聚焦在无穷远处（即，在一远方的物体上），将目镜放在眼睛前方，转动顶透镜（优质显微镜这个透镜可调节）使十字丝聚焦清晰。当把目镜插回显微镜且使物台上的薄片聚焦时，观察薄片时应该不感觉紧张。换言之，凭借这一程序，是由显微镜，而不是由眼睛进行聚焦。为使眼睛感到舒服，最好是训练在一只眼睛观察显微镜中的图象时张开另一只眼睛。练习时可用手盖住不看的眼睛，直到满意地惯于张开眼睛时为止。为了延长使用显微镜的时间，最好交替地使用每一只眼睛，而不是仅用一只眼睛去观察。

戴眼镜者，最好学会不戴眼镜观察显微镜。由于目镜和眼镜、透镜之间不可避免地存在灰尘，其结果会导致两个镜面快得惊人地受磨损，还有，戴眼镜难以充分使用使研究型显微镜的用处有很大提高的广域目镜。如果操作者为严重的散光所困扰，他就需要戴他的眼镜。不过，对于有近视眼的人来说，显微镜透镜系统所提供的调节完全和由眼镜透镜所提供的一样方便。

日常使用显微镜时，物镜中心校正是必须进行的基本调试（图1）。这项工作通常是通过调正物镜底座上两个互相垂直的校正螺丝来完成。中心校正的步骤很简单。使薄片上一

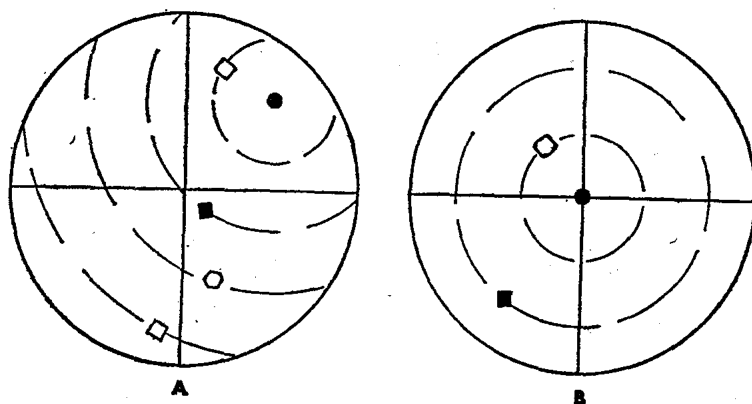


图 1 校正显微镜物镜中心

A—中心不正时旋转的图象，B—中心正时的图象

个清楚的颗粒或物体位于十字丝的中心。然后转动物台直到颗粒处于距中心有最大的距离上。然后调整校正螺丝使所研究的颗粒向十字丝中心移动一半。多次重复这种操作，直到在物台转动时，使到十字丝中心的颗粒不再发生偏离时为止。

矿物鉴定的程序

用显微镜研究岩石时，第一步是鉴定组成岩石的矿物。用显微镜是可以鉴定矿物的，这是因为可观察到许多彼此大体上是独立的物理性质。显然，所能得到的这种观察结果的数目越多，每种矿物将具有不同性质的可能也越大。一般观察顺序按如下方式：

1. 晶形和结晶学特征

- a. 若发育有晶体的话其晶形如何。
- b. 解理、断口或裂理：解理的数目及彼此间的角度关系、解理的完好性、断口和裂理的特征。
- c. 颗粒形态，在有区别时（纤维状、针状、叶片状、放射状、网脉状、板条状、板状）。
- d. 包裹体、交生、蚀变，和其它矿物的共生关系。
- e. 双晶。

2. 光学性质

- a. 不透明矿物：反射色。
- b. 透明或半透明矿物
 - (1) 颜色和多色性
 - (2) 相对折射率和突起
- c. 正交偏光下观察
 - (1) 均质的或非均质的
 - (2) 非均质矿物中，干涉色和双折射的确定。
 - (3) 消光角
 - (4) 测定是正延长还是负延长
- d. 来自干涉图的信息
 - (1) 一轴晶或二轴晶；确定光符、是正光符还是负光符。
 - (2) 如是二轴晶；确定光轴角、色散、光轴面定位、测定多色性公式。

晶形和结晶学特征

1. 晶体形态

晶体形态对识别典型地表现有良好晶面的矿物很有用。这样的矿物有黄铁矿、铬铁矿、石榴石、白榴石、橄榄石、锆石、磷灰石、榍石、金红石、电气石及十字石。许多矿物，特别是角闪石，常常呈有特色的棱柱状晶形，不过，它们一般不常有晶体终端，因此完整的闭合晶形不常见。重要的是必须注意，虽然上述矿物常表现有晶形，但是薄片的二维性只能产生晶形的随机断面（图2）。例如，一个等轴的矿物，在薄片中可以出现六边形（许多石榴石、白榴石等）、八边形、正方形，长方形甚至三角形的晶形（如黄铁矿晶体

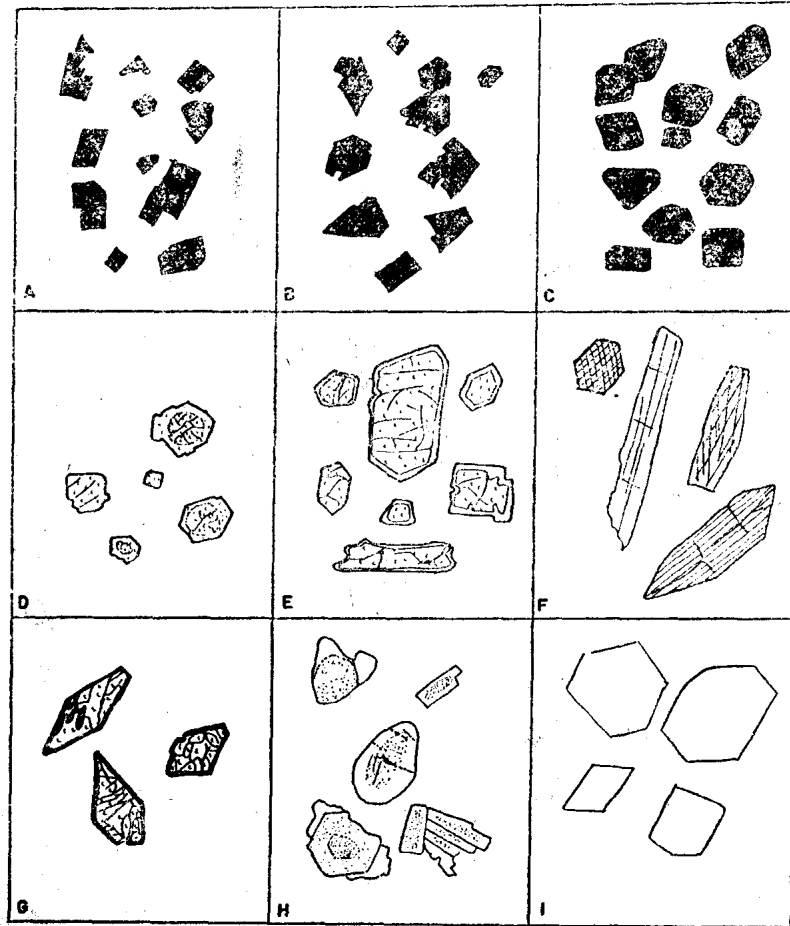


图 2 一些见于薄片中的自形晶体的形态

A—黄铁矿，B—磁铁矿，C—铬铁矿，D—石榴石，E—橄榄石，F—普通角闪石，G—榍石，H—电气石，I—钠长石。注意，立方体晶体可以产生长方形、三角形或菱形的切面，低级对称的晶体也可以产生形似六边形或正方形的晶形

的某些断面)。同样地，磷灰石也可以表现为六边形、长方形甚至正方形的外形。

2. 解理和裂开

其它的结晶学特征，如象解理，在鉴定矿物时也有很大价值（图3）。有些矿物，如象云母、绿帘石、滑石、氢氧镁石、硬绿泥石、矽线石、葡萄石和黄玉只呈现解理的一个方向。其它的矿物有两个解理方向；在这种情况下解理的夹角就有重要意义。角闪石具有两组以 56° 相交的解理；正长石、辉石、方柱石及红柱石的解理面的夹角为直角；斜长石和微斜长石解理面间夹角略小于 90° 。与解理方向不成 90° 而是斜交的切面所表现的角度比真正的角度要小一些。具有两组解理方向的矿物，其随机断面也可能只显示出一组解理方向。角闪石、辉石、红柱石和方柱石的柱面只表现出解理的一组方向，不过，上下聚焦某个面时，将揭示出有些解理面倾向某一个方向，有些解理面又倾向另一个方向。事实上，几乎在每一个薄片上，由于切面方位不利，上述矿物不多的颗粒会全然不显现任何解理。碳酸盐矿物（菱形六面体解理）、硬石膏、重晶石和天青石、蓝晶石、斧石及其它一些矿物在方位有利的切面上可见到三组解理方向。和在具有两组解理的矿物中一样，这些矿物