

8-206C1

215782

中等专业学校教学用书

岩石学

方少木 蔚永宁 编

煤炭工业出版社

中等专业学校教学用书

岩石学

方少木 蔚永宁 编

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 简 介

本书较全面系统地介绍了目前岩石学有关的基本知识、基本理论和基本技能。全书共分四篇：第一篇晶体光学基础，介绍晶体的光学性质及鉴定方法；第二篇岩浆岩，第三篇沉积岩，第四篇变质岩。其中，后三部分分别阐述了三大类岩石的成因、形成机制及主要岩类和岩石学的研究方法，尤其对沉积岩作了深入的介绍，同时阐述了沉积岩类学及沉积环境和沉积相等。书中，插图附表较多，引用了很多实际例子。

本书是煤炭中等专业学校煤田地质勘探专业及矿井地质专业的教材，也可用作中级地质干部培训教材及地质工作技术人员参考之用。

责任编辑：宋 德 淑

中等专业学校教学用书

岩 石 学

方少木 蔚永宁 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092mm¹/16 印张20

字数465千字 印数 1—3,835

1991年9月第1版 1991年9月第1次印刷

ISBN 7-5020-0565-X/TD·520

书号 3340 定价 4.85元

，〔附：实习实验指导书一册〕

前 言

《岩石学》是根据1989年中国统配煤矿总公司中等专业学校四年制制定的教学大纲内容和要求进行编写的。本书是煤田地质勘探专业及矿井地质专业的教材，也可作有关技工学校、中级地质干部培训用书，供广大地质工作技术人员参考。

全书共分四篇十六章，在内容上侧重于基本概念的叙述，同时又注意加强了基础理论方面的内容。书中较全面地介绍了造岩矿物的晶体光学研究方法，系统地叙述了现代岩石学的一些最基本的理论，并引进不少国内外研究的新成果。为了全面地掌握岩石学内容，书中对三大类岩石的鉴定特征和主要类型岩石的野外研究及工作方法等作了较为详细的叙述。本书还附有实习指导书，以便教学及工作时参考。

本书基本适用于170学时，各部分的学时参考分配如下：第一篇晶体光学基础——38学时；第二篇岩浆岩——42学时；第三篇沉积岩——68学时；第四篇变质岩——20学时。各校可根据具体条件和专业需要取舍教材内容，调整各个部分的教学时数。

本书执笔编写的有：北京煤炭工业学校方少木（绪论、第一篇、第二篇、第四篇）、陕西煤炭工业学校蔺永宁（第三篇）。方少木为本书主编。

由于编者学识有限，编写时间仓促，缺点、错误在所难免，恳切希望读者批评、指正，以便修改和补充。

编 者

1990年10月

目 录

绪 论.....	1
----------	---

第一篇 晶体光学基础

第一章 偏光显微镜.....	3
第一节 偏光显微镜的构造.....	3
第二节 偏光显微镜的调节.....	4
第三节 岩石薄片的制作.....	5
第二章 单偏光系统下的观察.....	6
第一节 晶体的形态、解理及交角的测定.....	6
第二节 自然光与偏光、光的反射与折射、折光率和晶体的双折射现象.....	7
第三节 光率体.....	10
第四节 晶体的颜色、多色性和吸收性.....	14
第五节 矿物的突起、糙面和贝克线.....	15
第三章 正交偏光系统下的观察.....	18
第一节 正交偏光的概念及消光现象.....	18
第二节 干涉色.....	19
第三节 消光类型及消光角的测定.....	23
第四节 晶体延性符号及双晶的观察.....	26
第四章 锥光系统下的观察.....	29
第一节 锥光系统及其特征.....	29
第二节 一轴晶光性正负的测定.....	30
第三节 二轴晶光性正负的测定.....	33
附录 最主要造岩矿物的光性描述.....	38

第二篇 岩 浆 岩

第五章 岩浆岩的基本特征.....	47
第一节 岩浆与岩浆岩的概念.....	47
第二节 岩浆岩的物质成分.....	49
第三节 岩浆岩的结构和构造.....	55
第四节 岩浆岩的产状和相.....	60
第五节 岩浆岩的分类和肉眼鉴定表.....	65
第六章 岩浆岩的主要类型.....	69
第一节 超基性(超镁铁)岩类(橄榄岩-苦橄岩类).....	69
第二节 基性岩类(辉长岩-玄武岩类).....	71
第三节 中性岩类(闪长岩-安山岩类).....	74
第四节 中性岩类(正长岩-粗面岩类).....	77

第五节 酸性岩类(花岗岩-流纹岩类)	79
第六节 碱性岩类(霞石正长岩-响岩类)	83
第七节 脉岩类	84
第八节 岩浆岩的肉眼鉴定和描述	89
第七章 岩浆岩的成因概述	97
第一节 岩浆岩的成因概述	97
第二节 我国岩浆岩的分布概况	102
第八章 岩浆岩野外观察的基本方法	104

第三篇 沉 积 岩

第九章 沉积岩的形成过程	110
第一节 沉积物的形成过程	110
第二节 风化产物的搬运和沉积	118
第三节 沉积物的成岩作用和沉积岩的后生作用	130
第十章 沉积岩的基本特征	136
第一节 沉积岩的物质组成	136
第二节 沉积岩的结构	138
第三节 沉积岩的构造	138
第四节 沉积岩的颜色	151
第十一章 沉积岩的分类	153
第十二章 外源沉积岩类	155
第一节 火山碎屑岩	155
第二节 陆源碎屑岩	161
第三节 粘土岩(泥质岩)和粘土矿床	180
第十三章 内源沉积岩类	187
第一节 内源沉积岩的一般特征及分类	187
第二节 铝质岩和铝土矿床	188
第三节 铁质岩和锰质岩	190
第四节 硅质岩和硅藻土矿床	193
第五节 磷质岩及磷灰岩矿床	196
第六节 碳酸盐岩	197
第七节 蒸发岩及有关矿床	211
第十四章 沉积岩岩相及沉积旋回	214
第一节 沉积相的概念和分类	214
第二节 大陆相	216
第三节 海相	221
第四节 海陆过渡相	224
第五节 沉积旋回	228
第六节 岩相分析	230
第七节 沉积建造	233

第四篇 变 质 岩

第十五章	变质岩概论	236
第一节	变质作用与变质岩的概念	236
第二节	变质作用的因素和类型	237
第三节	变质作用的方式	241
第四节	变质岩的物质成分	243
第五节	变质岩的结构和构造	247
第十六章	变质岩各论	254
第一节	接触变质作用及其岩石	254
第二节	气成热液变质作用及其岩石	260
第三节	动力变质作用及其岩石	262
第四节	区域变质作用及其岩石	264
第五节	混合岩化作用及其岩石	271
第六节	变质岩的肉眼鉴定和描述	274
参考文献		278

绪 论

一、岩石与岩石学的概念

岩石是构成地壳及上地幔的主要物质，是天然产出的具有稳定外形的矿物集合体，主要由一种或数种造岩矿物（少数由天然玻璃或生物遗骸）按一定方式结合而成；它是地球发展到一定阶段，由各种地质作用形成的地质体。

岩石的种类很多，按其成因可分为以下三类：

1) 岩浆岩（或称火成岩） 由高温熔融的岩浆冷凝而成的岩石。如橄榄岩、玄武岩等。

2) 沉积岩 在地表或接近地表的条件下，由风化物质经搬运、沉积、固结而成的岩石。如砾岩、砂岩、石灰岩等。

3) 变质岩 由已存在的岩石，在温度和压力升高的条件下，经由变质作用而形成的岩石。如片麻岩、大理岩等。

三大类岩石在成分、结构、构造以及成因、产状等方面各有其特点，但它们之间的界限有时并不能截然分开，其间常有逐渐过渡转化的关系，其相互关系和演变的情况可用图0-1表示。不过，这种相互关系并不是简单的循环重复，而是不断向前发展的。

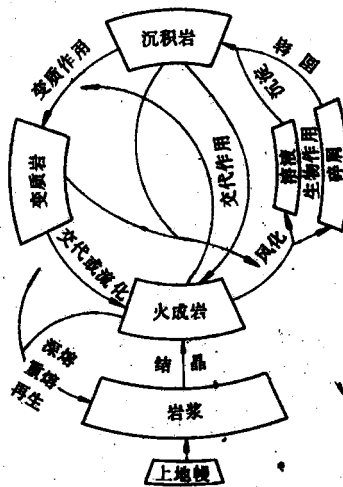


图 0-1 三大类岩石相互关系图
(据《火成岩岩石学》，南京大学，1980)

三大类岩石在地壳中的分布情况各不相同，沉积岩主要分布于大陆地表，占陆壳面积的75%，而距地表越深，则岩浆岩和变质岩越多，沉积岩越少。根据地球物理资料 and 高温高压实验判断，地壳深处和上地幔主要由岩浆岩所构成。据统计，整个地壳中岩浆岩体积占66%，变质岩占20%，沉积岩占8%。

岩石学是研究岩石的物质成分、结构、构造、成因、共生组合、分布规律及其与成矿关系的一门独立学科，是地质学的一个重要分支。从成因上来考虑，岩石学还可分为岩浆岩石学、沉积岩石学、变质岩石学等。由于岩石学的迅速发展，它们已分别成为独立的学科。

二、研究岩石学的意义和方法

岩石学的内容相当丰富，对它的研究具有重要理论和实践意义。岩石学对探讨地球的形成和演化、地壳发展历史、地壳运动、地质作用及深部地质等一系列重大理论问题起着重大的作用。岩石是地壳物质的主要组成部分，是地壳发展过程中地质作用的产物，人类开采和利用的各种矿产资源，也是在特定的地质条件下形成的，它们都与一定的岩石有着密切的联系。此外，很多岩石其本身就是矿产。因此，岩石学的研究，不但可以了解地球发展演化的历史，而且对矿产的普查与勘探、工程建设，尤其对国民经济技术的发展具有更为重要的意义。

岩石学的研究分野外工作、室内工作和实验岩石学三方面。

1. 野外工作

指全部研究工作的基础。首先应从基础入手，即从岩石的物质组成、结构构造的研究入手，从而了解各类岩石的基本特征。在此基础上，进而对岩石的自然产状、分布及其与地质构造的关系等进行系统观察，广泛收集资料，运用基础理论加以分析，借以阐明岩石的形成、发展和演化过程，并探讨其形成的地质条件。总之，必须把岩石作为一个地质体来研究。

2. 室内工作

指在野外观察的基础上进行的。目前常采用的方法有光学方法、岩石化学方法及物理方法等。

1) 光学方法 主要是利用偏光显微镜、油浸法及费氏旋转台等。这些方法用于鉴定组成岩石的矿物成分及其相对含量，确定岩石的结构构造等，对岩石进行精确定名。

2) 岩石化学方法 主要采用全岩分析、单矿物分析、同位素、光谱分析、电子探针等。它们用于研究岩石化学成分、微量元素的赋存状态和地球化学特征，以便了解岩石的演化规律和成矿关系。

3) 物理方法 常用的有重砂分析、染色法、伦琴射线、差热分析和电子显微镜法等。这些方法主要是用于对沉积岩的研究。近年来，还应用稳定同位素的研究来解决地质学领域内的许多问题。

3. 实验岩石学方法

指利用高温高压的人工方法再造矿物和岩石的形成过程，以便了解岩浆的起源和演化、变质岩形成过程的物理化学条件等，以便解决一系列有关成岩、成矿的复杂问题，提供实验依据，用来验证野外观察和室内鉴定的结果。

岩石学研究应当把野外工作、室内工作和实验岩石学方法紧密地结合起来，互相配合，才能有效地解决岩石学的有关问题。

第一篇 晶体光学基础

第一章 偏光显微镜

第一节 偏光显微镜的构造

偏光显微镜是一种研究透明矿物(或岩石)的重要工具。它能使自然光通过偏光化作用转变为偏光的一种光学仪器。它有很多辅助装备,可用以观察矿物晶体的全部光学性质和测量其光学常数。偏光显微镜和普通的生物显微镜的主要区别在于它具有偏光装备,以及一些特别附件。利用偏光显微镜对结晶矿物质的研究方法又是多种多样的,而且鉴定迅速,所用显微镜薄片的制作也较容易。目前,偏光显微镜的鉴定工作是地质工作综合研究的基础。

偏光显微镜的型号繁多,但在构造上则大同小异,主要由以下部件构成(图1-1):

镜座 为一圆盘或马蹄形,是支持显微镜的全部重量。

镜架 下端与镜座相连,呈弓形。观察时可以转动或向后倾斜。

镜筒 为长的金属圆筒,与镜架相连接。旋转镜架上粗动螺旋或微动螺旋,可使镜筒升降。镜筒上端插接目镜,下端安装接物镜。

接物镜与接目镜,起放大作用。每台显微镜附有接物镜及接目镜2~3个以上。接物镜倍数一般分为三级,即:低倍($5\times$ 以下)、中倍($10\times\sim 20\times$)、

高倍($40\times$ 以上);常用低倍与中倍。接目镜一般放大倍数为 $6\times$ 、 $8\times$ 两种,镜中常带十字丝、测微尺,有的还配有网格目镜。接目镜倍数 $\times$ 接物镜倍数=总放大倍数。

勃氏镜 置于接目镜与上偏光镜之间的小凸透镜,其外端有手柄。它主要使干涉图移到焦点平面上,并起放大作用。在聚敛偏光系统中才用它,不用时可将勃氏镜推在一旁。

反光镜 位于最下部。一面为平面镜,一面为凹面镜。使用低倍物镜时用平面镜,使用高倍物镜时用凹面镜。

下偏光镜 由偏光片制成。从光源射来的普通光,经过下偏光镜后即成为振动方向固定的偏光。下偏光镜上装有手柄,可以调节振动方向。

光圈 位于下偏光镜之上,可以自由调节,用以控制光线的强弱,使视域中某些浅色

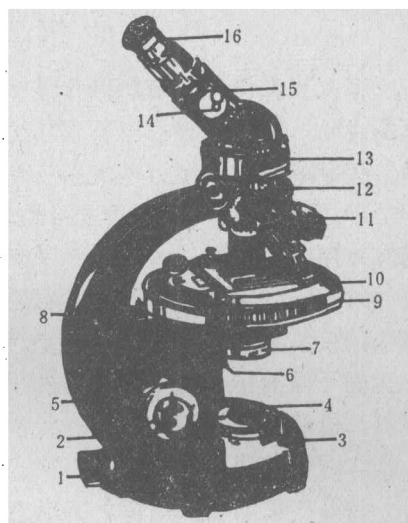


图 1-1 蔡斯式偏光显微镜的构造

- 1—灯; 2—微动螺旋; 3—镜座; 4—聚光盘;
5—粗动螺旋; 6—聚光镜小柄; 7—下偏光
镜; 8—镜架; 9—载物台; 10—机械台;
11—接物镜; 12—物镜盘; 13—上偏光镜;
14—勃氏镜校正螺旋; 15—勃氏镜螺旋;
16—接目镜

矿物的轮廓清楚。

聚光镜 位于光圈与载物台之间，由一凸透镜组成。它是将下偏光镜透过来的偏光聚敛而成锥形光，不用时可把它推在侧方。

载物台 为一转动的平台，用以安放薄片。平台周边有刻度（ 360° ），台上有薄片夹持器，以固定薄片用。

上偏光镜 位于接物镜之上，可自由推进推出，构造与下偏光镜相同。使用时，光的振动方向应与下偏光镜的振动方向垂直。当上下偏光振动方向与接目镜十字丝重合时，才能测定矿物的光学常数。

校正中心螺旋 为接物镜上端两个相互垂直的螺旋。转动螺旋，使接物镜中轴线与镜筒中轴一致。经过中心校正后，镜筒、物镜和载物台中轴都位于一条直线上。

第二节 偏光显微镜的调节

偏光显微镜的调节和操作是一项基本技能，其中包括各部件的调节、校正、保养等方面。

一、装卸镜头

1) **装卸目镜** 将不用的目镜取下，换上所需倍数的目镜，并使其十字丝恰位于东西、南北方向上。

2) **装卸物镜** 接物镜的安装可分为两类：一类是在镜筒下端装有一个倾斜圆盘，不同倍数的接物镜均安装在此圆盘上，使用时旋转圆盘即可；另一类是用螺旋来装卸镜头，即在镜筒下端有一个螺丝口，将选用的接物镜旋上即可，或在镜筒下端有一凹槽，旋上接物镜后，并将物镜夹住夹正。

二、调节照明

装好中倍物镜及目镜，推出上偏光镜与勃氏镜，打开光圈，接通光源照明线路，转动反光镜直至从镜筒内观察到视域最明亮时为止。

三、调节焦距

调节焦距的目的是使视域中成象清晰，各种现象能够分辨清楚。其操作步骤如下：

(1) 将欲观察的薄片放在载物台上（注意盖玻片朝上），并用弹簧夹夹紧。

(2) 从侧面观察镜头，慢慢转动粗动螺旋，使接物镜下降至最低位置。在用高倍物镜时，需将物镜下降到靠近薄片，但不能与薄片相接触，否则就会压碎薄片或损坏镜头。

(3) 从接目镜中观察，慢慢地旋转粗动螺旋，使接物镜渐渐上升，直到视域中物象清晰为止。若物象略有模糊不清时，可旋转微动螺旋进行调节。

四、中心校正

显微镜的光学系统必须使载物台的旋转轴、接物镜中轴、镜筒中轴、接目镜中轴严格地在一条直线上。当转动载物台时，视域中心的物象不会发生移动，中心点周围的物象则围绕中心作圆周运动，而不会发生物象转出视域以外的现象（图1-2a）。

如果各部件中轴不在一条直线上，当转动载物台时就会使物象发生偏心（图1-2b），妨碍鉴定工作的进行，故必须校正。尤其在使用高倍物镜时，视域范围很小，若物象不在视域中心就无法观察。因此，中心校正极为重要。

一般显微镜的接目镜中轴、镜筒中轴、载物台中轴都是固定的，在校正时只需要调节

接物镜中轴即可。调节步骤如下：

(1) 检查物镜是否安装在正确的位置上。此外，需用有十字丝的接目镜。

(2) 在薄片中选一小点，置十字丝交点上，旋转载物台一周，找出物象旋转轨迹(为圆)的中心 o' 位置。

(3) 转动校正螺旋，将 o' 调整至十字丝交点 o 上(图1-3a)。

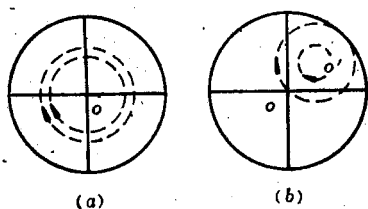


图 1-2 旋转载物台时薄片中的一点的移动情况

a—各部件中轴在一条直线上；b—各部件中轴不在一条直线上

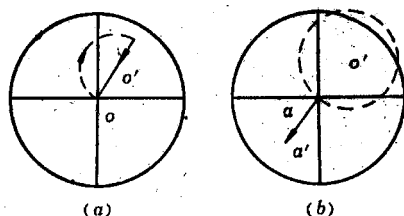


图 1-3 校正中心

a—中心偏离不大；b—中心偏离很大

(4) 移动薄片，将小点物象重置于十字丝交点 o 上，再转动载物台一周，如物象不再离开十字丝交点，说明已完全校正好，反之，需要重复上述操作过程，直至中心完全校正为止。

(5) 若中心偏离很大，小点物象由十字丝交点转动到视域之外，则根据小点移动情况，估计物象旋转中心 o' 的位置，转动校正螺旋，使小点物象向旋转中心的反方向移动，移动的距离等于偏心圆半径，然后再按中心偏离不大的情况校正(图1-3b)。

五、上下偏光镜振动方向的校正

上下偏光镜的偏光振动方向应互相垂直，并与接目镜十字丝相一致(东西、南北方向)。因此，目镜十字丝的方向即代表上下偏光镜的振动方向。

自然光通过下偏光镜后，成为沿 PP 方向振动的偏光，进入空气后振动方向不变并直接到达上偏光镜。上偏光镜的振动方向为 AA ，所以只有沿 AA 方向振动的偏光才能通过(图1-4)。当 PP 方向振动的偏光到达上偏光镜时则全部不能通过，视域呈现黑暗。凡视域完全黑暗时，即说明上下偏光镜的振动方向是互相垂直的。校正时载物台不要放置标本薄片。

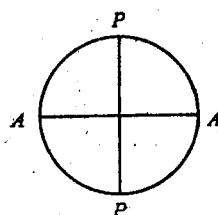


图 1-4 上下偏光镜振动方向与目镜十字丝一致

AA —上偏光镜振动方向；
 PP —下偏光镜振动方向

第三节 岩石薄片的制作

利用偏光显微镜研究岩石或矿物时，是用其薄片来进行的。先将岩石或矿石标本切取一定规格的小块(定向和不定向)，用金刚砂磨平一面，并打光，再用树胶把磨光的一面粘在 $25 \times 50 \times 1\text{mm}$ 的载玻璃上；然后，再用同样方法磨光另一面，使薄片厚度达到 0.03mm ，再用树胶将薄片和盖玻璃粘合在一起，即制成岩石薄片(图1-5)。

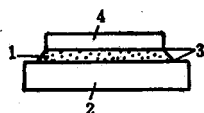


图 1-5 岩石薄片的结构

1—岩石薄片；2—载玻璃；
3—树胶；4—盖玻璃

对于松散的岩石，都要在切取后进行煮胶加固，再按上述的步骤制作岩石薄片。

第二章 单偏光系统下的观察

单偏光镜下观测的内容包括晶形、解理和解理交角、突起、糙面、贝克线,以及颜色、多色性等。有些特征如晶形、解理等不用偏光镜也可以进行观察,由于下偏光镜是固定在显微镜上的,对观察这些特征并无影响,所以也列入单偏光镜下观察的内容。

第一节 晶体的形态、解理及交角的测定

一、晶体的形态

矿物晶体的形态是受所属晶系、对称型式、形成时的物理化学条件及晶出顺序的控制。因此,对晶体形态的研究,不仅有鉴定意义,而且具有矿物成因的意义。

岩石薄片中的矿物晶体形态,是晶体在某一方向上切面的形状,并非晶体的整个形态。例如矿物晶体是一个立方体,在薄片由于切面方向不同,切面的形状可以是正方形、六边形、三角形、长方形及其它不规则状等,它们常常不能代表晶体的真正形状(图2-1),因此,在确定晶体的形态时,对于同一种矿物就必须多观察几个不同方向的切片,并结合晶面夹角、解理等特征进行全面考虑,才能正确判断晶体的形态。

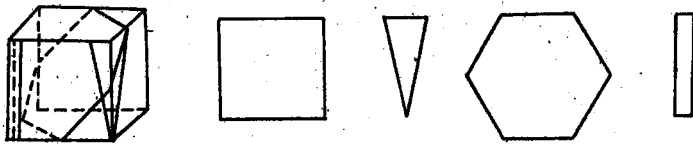


图 2-1 立方体不同切面的形状

二、解理及夹角的测定

1. 解理

解理是矿物沿一定方向破裂成一系列光滑平面的性质。解理的方向、组数及完善程度是鉴定矿物的重要依据之一。解理往往与某些晶面或晶轴有一定的关系,因此在薄片鉴定时解理还可作为测定其它光学常数的辅助条件。

矿物的解理在薄片表现为平行的细裂纹,裂纹之间的距离大致相等。根据其发育程度,解理可分为以下三级(图2-2):

- 1) 极完全解理 解理纹细、密、直,呈连续的直线贯穿整个晶体,如云母。
- 2) 完全解理 解理纹清楚,不是连续的贯穿整个晶体,如角闪石、长石等。
- 3) 不完全解理 解理纹成断续的条纹,有时仅见痕迹,能勉强分辨其大致方向,如橄榄石。

解理纹的粗细和清晰程度除与矿物解理的性质有关外,还与切片的方向有关。当切片与解理面垂直时(图2-3a),解理纹最窄,代表真实宽度,此时升降镜筒,解理纹不向两旁移动;切片与解理面斜交时(图2-3b),则解理纹大于实际宽度,此时升降镜筒,可



图 2-2 解理的完善程度

1—极完全解理；2—完全解理；3—不完全解理

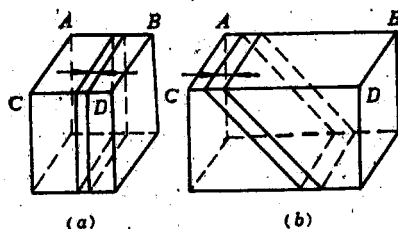


图 2-3 解理纹的宽度与切面方向的关系

a—切面与解理面垂直；b—切面与解理面斜交

见解理纹向两边移动的现象。在测量解理夹角时要注意分辨。

2. 解理交角的测量

两组解理面之间的夹角为解理交角。每种矿物的解理交角都是固定的。薄片上，由于切片的方向不同，而得到不同的解理交角（图2-4）；只有垂直两组解理面的切片上，才能测到两组解理的真正交角。因此测定解理交角时，必须在垂直两组解理面的切片上进行。这种切片的特点是两组解理细密而清晰，升降镜筒时解理纹不向两边移动。

解理交角测定的具体方法如下：

（1）选择好适当的颗粒。

（2）使交角的一边与十字丝平行（图2-5 a），记下载物台刻度 X 。

（3）旋转物台，使交角的另一边平行同一十字丝（图2-5 b），再记下载物台刻度 Y ，两次读数之差 $X - Y$ ，即为测定之解理交角。

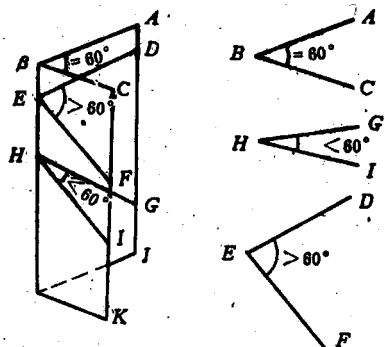


图 2-4 不同方向切片解理交角的变化

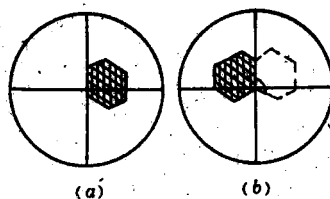


图 2-5 解理交角的测量

第二节 自然光与偏光、光的反射与折射、折光率和晶体的双折射现象

一、自然光与偏光

光是含有各种波长的电磁波，其波长从 10^4cm 的长波到 10^{-11}cm 的极短波。在全部波长的光波中，眼睛可以看到的只是其中的一小部分，即从 770nm 到 390nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)。这段波长的光波称为可见光，又通称自然光。如太阳光、灯光都是自然光。

光具有波动性和粒子性的两重性质。波动传播形式是一种横波，又称为光波。光波的振动方向与其传播方向互相垂直。因此，自然光的光波是在垂直于光线方向的平面内作各种不同方向的振动（图2-6 a）。只在某一固定方向上振动的光波，称为偏光。因此，偏

光必定在同一平面内振动(图2-6b)。

自然光经过偏光化作用后可转化为偏光。偏光的振动方向与光的传播方向所构成的平面,称为振动面;平行光的传播方向并与振动面相垂直的面,称为偏振面。

二、光的反射与折射

1. 光的反射

光线传播到两种介质的接触界面上时,有一部分光线从界面返回原来介质中继续沿直线传播,这种现象叫光的反射。

根据光的反射定律,光的入射角 i 永远等于反射角 γ (图2-7);两者均在同一平面内。通过入射线 AO 和法线 OF 的平面叫入射面。

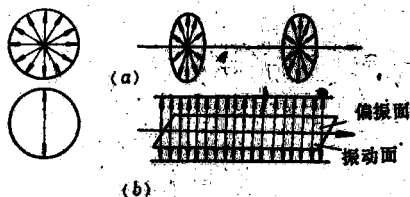


图 2-6 自然光和偏光的振动特点

a—自然光; b—偏光

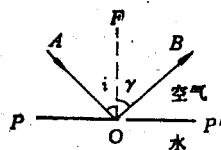


图 2-7 光的反射

AO —入射光线; OB —反射光线; OF —法线;
 PP' —两种介质的接触面

2. 光的折射

光从一种介质进入另一种介质时,由于两种介质的密度不同,使光的传播方向发生改变,这种现象叫光的折射。当光由密度小的介质传播进入到密度大的介质中时,光永远向法线方向折射,即折射线 R_1 靠近法线 OF' ,折射角 γ 小于入射角 i (图2-8a);反之,光由密度较大的介质射入密度较小的介质时,光是离法线方向折射,即折射光线 R_2 远离法线 OF' ,折射角 γ 大于入射角 i (图2-8b)。当折射角 $\gamma > 90^\circ$ 时,光线不再射入密度较小的介质,而全部从界面上折回密度较大的介质中,这种现象称为全反射,其入射角 i ,称为全反射角(临界角)。

三、折光率(折射率)

折光率是一种光学常数,精确地测定矿物的折光率就可准确地鉴定矿物。

设光线由空气进入密度较大的液体中,根据惠更斯原理,当 A_1 到达液面 O 点时, A_2 尚在空气中之 E 点, OE 为波前;当 A_2 到达液面 M 点时, A_1 已到达液体中的 S 点,其在液体中的路程为 OS ,若以 O 为圆心, OS 为半径,切点为 S , SM 为其波前(图2-9)。 OS 的方向即为折射方向。

若以 v 表示光波在空气中的传播速度, v_1 表示光波在液体中的传播速度。则

$$\frac{v}{v_1} = \frac{EM}{OS} = N \quad (2-1)$$

式中, N 代表该液体的折光率,为一常数,说明了任何物质的折光率是光波在空气中传播的速度与光波在该物质中速度之比。用三角函数表示,则

$$\sin i = \frac{EM}{OM}$$

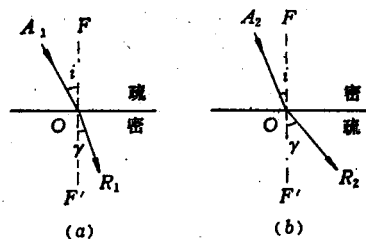


图 2-8 光的折射

A_1 、 A_2 —入射光线； R_1 、 R_2 —折射光线； OF 、 OF' —法线

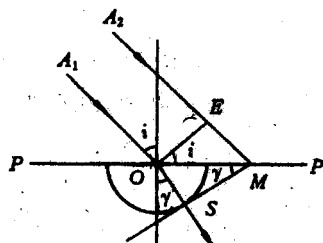


图 2-9 光的折射及折光率

$$\sin \gamma = \frac{OS}{OM}$$

故

$$\frac{v}{v_1} = \frac{\sin i}{\sin \gamma} = \frac{EM}{OS} = N \quad (2-2)$$

式(2-2)说明了光自空气中进入另一物质时，该物质的折光率等于入射角的正弦与折射角正弦之比。

由上可知，透明物质的折光率与光波在该物质中传播的速度成反比。即介质折光率愈大，光在其中传播的速度愈小；反之，介质的折光率愈小，光在其中传播的速度愈大。

当光线是由非空气的其它介质射入第二种介质时，则此时的折光率 N 等于第二种介质对第一种介质的相对折光率 N' 乘以第一种介质的折光率 N_1 ，即 $N = N'N_1$ 。

四、晶体的双折射现象

非晶质体或等轴晶系的矿物晶体，沿各个方向其内部结构均相同，它们的光学性质在各方向上也完全一致，称为光性均质体或简称均质体。

非均质体矿物，如中级晶族和低级晶族的矿物晶体，其内部结构具有明显的异向性，因而光学性质也随方向而改变，则称为光性非均质体或简称非均质体。

当一条自然光光线 AB 进入非均质体矿物晶体 K 时，在垂直光波传播的方向上分解为互相垂直振动的两条偏光光线(BC 和 BD)，并以不同的速度和不同的方向在晶体中传播，这种现象叫双折射现象(图2-10)。因此，当光线进入非均质体中，一个显著的特点即是发生双折射现象。冰洲石就具有明显的双折射现象。

将一块透明的冰洲石菱面体置于带有黑点的纸上，透过冰洲石晶体就可以看到两个黑点(图2-11)。当冰洲石的晶体旋转一周时，可见其中一个黑点不动，而另一黑点则绕它而转动。如果慢慢转动冰洲石晶体，使 c 轴转到直立的位置，此时两点变成一个黑点， c 轴的方向称光轴。因此，光线沿着光轴的方向进行传播是不能产生双折射现象的。在六方、四方、三方晶系的矿物晶体中，只有一个光轴，且平行于 c 轴，故称为一轴晶；在斜方、单斜和三斜晶系中，矿物晶体有两个光轴，故称为二轴晶。

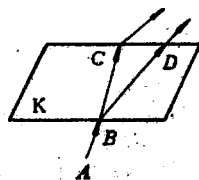


图 2-10 双折射现象示意图

在上述冰洲石的实例中，其中一个固定不动黑点的光线，称为常光线，以“ O ”表示；另一个随晶体转动而转动的黑点光线，称为异常光线，以“ E ”表示。常光线在各方向

上传播的速度相同，其光波面为一球形，而异常光线在各个方向上的传播速度不同，它的光波面为一椭圆形。

常光线和异常光线在矿物晶体中的传播速度不同，因此又叫快光和慢光。当常光线为快光，则异常光线就为慢光；反之，当常光线为慢光，则异常光线即为快光。

在一轴晶的矿物（中级晶族）晶体中，只有两个主折光率（ N_o 、 N_e ）。两个主折光率之差叫双折射率。如果常光线 O 的速度小于异常光线 E 的速度时，则常光线的折光率 N_o 大于异常光线的折光率 N_e ，用 $N_o > N_e$ 表示，叫负光性（图2-12a）；如果常光线的速度大于异常光线的速度，则常光线的折光率小于异常光线的折光率，即 $N_o < N_e$ 时，叫正光性（图2-12b）例如，方解石属一轴晶的负光性；石英属一轴晶的正光性。

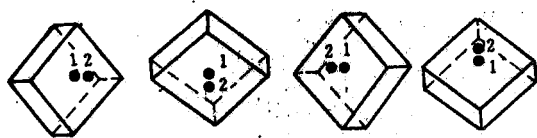


图 2-11 冰洲石的双折射现象

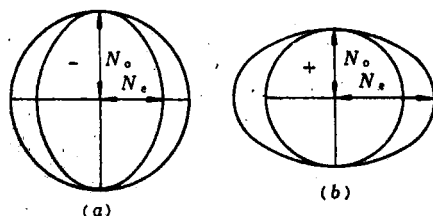


图 2-12 一轴晶矿物光性正负的确定

光线入射二轴晶矿物（低级晶族）的晶体中，产生的双折射较一轴晶复杂。不同之处在于：光在二轴晶中传播时，有两个方向不发生双折射现象；经双折射产生的偏光有三个主折光率，即最大的折光率为 N_g 、最小的折光率为 N_p ， N_m 介于其间，三者的振动方向互相垂直。

第三节 光 率 体

一、光率体的概念

光率体是表示光波在晶体中传播时，光波振动方向与折光率值之间关系的一种光性指示体。因此，光率体是用光波在晶体中不同振动方向上的折光率来表示。如果在光波振动方向上，按比例截取相应的折光率值的线段，再把各线段的端点联结成一个封闭的曲面，即构成了光率体（图2-13）。光率体的概念应用起来比较方便，有助于研究晶体的光学性质，并能解释晶体的许多光学现象。

由于晶体内部结构不同，其光率体的形态也不相同。基本上分为两类：均质体光率体及非均质体光率体。后者又分为一轴晶光率体和二轴晶光率体。

二、均质体光率体

均质体不具有异向性，当光线射入均质体时，光在任何方向上振动、传播的速度均相等，不发生双折射现象，因而其折光率也相等。所以，其光率体为一圆球体。圆球体的半径等于折光率值，其大小随均质体折光率值的大小而改变（图2-14）。

三、一轴晶光率体

三方、四方和六方晶系的晶体，其光率体中只有一根光轴，故称一轴晶。一轴晶矿物的光率体中有两个主折光率值（又称主轴） N_o 与 N_e ，其形状是一个旋转椭圆体。它有两种形状：一种为长形旋转椭球体，具有这种光率体的矿物，称为正光性矿物（图2-15a）；另一种为短形旋转椭球体，具有这样光率体的矿物，称为负光性矿物（图2-15b）。