



石家庄经济学院国家一类特色专业资源勘查工程
石家庄经济学院国家地学实验教学示范中心实践教学系列教材

岩石学实验教程

YANSHIXUE SHIYAN JIAOCHENG

● 王对兴 等编著



地质出版社

国家一类特色专业资源勘查工程

国家地学实验教学示范中心

河北省地质矿产教育创新高地

河北省矿产普查与勘探重点发展

项目资助系列教材之一

岩石学实验教程

王对兴 王青春 王立峰 李红阳 高永丰 编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本实验教程是作者在长期的岩石学教学实践基础上,根据石家庄经济学院岩石学教学的实际情况编写而成。本着简明实用的原则,力求做到密切配合理论授课的基本内容,特编排了18个实验,分20~30次完成(40~60学时);每次实验包括预习内容、实验目的及要求、实验内容、实验指导等。

本实验教程主要适用于资源勘查工程、水文地质、工程地质、环境地质及矿物加工等本科专业的学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

岩石学实验教程/王对兴等编著. —北京:地质出版社, 2010.9
高等学校教材
ISBN 978-7-116-06878-0

I. ①岩… II. ①王… III. ①岩石学-实验-高等学校-教材 IV. ①P58-33

中国版本图书馆 CIP 数据核子(2010)第 174814 号

责任编辑:李凯明

责任校对:李 玫 关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82324340

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787mm×1092mm^{1/16}

印 张:5.75;图版:10面

字 数:150千字

印 数:1—1200册

版 次:2010年9月北京第1版·第1次印刷

定 价:15.00元

书 号:ISBN 978-7-116-06878-0

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

岩石学是地质学中一门很重要的基础课程，而岩石学实验课程则是其教学过程中一个重要的环节。通过岩石学实习实验教学，学生可以巩固岩石学的基础理论知识，增强对岩石的感性认识，提高对岩石的实际辨认能力，从而为将来的实际工作打下坚实的基础。具体地说，就是通过实验，达到以下目的：

- (1) 掌握岩石中常见造岩矿物的特征；
- (2) 掌握常见岩石的结构与构造特征；
- (3) 熟悉岩石学的分类命名原则，学会对各类岩石进行正确的分类命名；
- (4) 学会观察描述岩石特征的基本方法，并能较准确地鉴定常见岩石；
- (5) 能够用岩石学特征来恢复不同岩石的形成条件与环境。

本实验教程是编者在长期的岩石学教学实践基础上，按照石家庄经济学院岩石学教学的实际情况编写而成，主要适用于资源勘查工程、水文地质、工程地质、环境地质及矿物加工等本科专业的学生。在该书编写过程中本着简明实用的指导思想，力求做到密切配合理论授课的基本内容，编排了18个实验，分20~30次完成（学时数为40~60）。每次实验包括预习内容、实验目的及要求及实验内容等。

由于实际教学进度、理论知识的学习程度等不同，实验顺序的安排需要灵活掌握，希望各位教师在授课过程中根据实际情况作适当调整，以使与实际授课进度及内容相匹配。

目 录

前 言

实验一 岩浆岩中常见造岩矿物认识	(1)
实验二 岩浆岩结构及构造的观察	(12)
实验三 超基性岩类：橄榄岩-苦橄岩类	(14)
实验四 基性岩类：辉长岩-玄武岩类	(18)
实验五 中性岩类：闪长岩-安山岩类正长岩-粗面岩类	(20)
实验六 酸性岩类：花岗岩-流纹岩类	(22)
实验七 碱性岩类：霞石正长岩-响岩类	(24)
实验八 火山碎屑岩类、脉岩类	(26)
实验九 陆源碎屑岩结构的观察及描述	(29)
实验十 原生沉积构造及颜色的观察	(34)
实验十一 砾岩、角砾岩的观察描述	(36)
实验十二 砂岩和粉砂岩的观察描述	(39)
实验十三 黏土岩的观察描述	(46)
实验十四 碳酸盐岩的观察描述	(49)
实验十五 其他内源沉积岩的观察描述	(56)
实验十六 区域变质岩类	(59)
实验十七 其他变质岩类	(69)
实验十八 岩石综合描述鉴定	(75)
附 录	(76)
主要参考文献及资料	(88)
附 图	

实验一 岩浆岩中常见造岩矿物认识

【预习内容】

熟悉岩浆岩中常见造岩矿物，及其手标本特征和光性特征。

【实验目的及要求】

1. 学会岩浆岩中矿物粒度的测量。
2. 学会岩浆岩中矿物含量的估计。
3. 熟悉并掌握主要造岩矿物的鉴定标志，掌握造岩矿物的基本特征，重点学会手标本鉴定矿物。根据光性矿物学系统鉴定矿物的方法，能鉴定岩浆岩中常见的造岩矿物。

【实验内容】

一、偏光显微镜下矿物粒度及含量的测量

1. 偏光显微镜下矿物粒度的测量

主要使用目镜微尺测量，首先确定目镜微尺每小格所代表的实际长度。其具体步骤是：

(1) 安装物镜和目镜，并校正物镜中心。

④ 目镜微尺共 10 个大格，100 个小格。

④ 物台微尺 2mm（或 1mm）为 200 小格（或 100 小格），每小格代表 0.01mm（图 1-1）。

(2) 将物台微尺置于载物台上，对焦。

(3) 将物台微尺和目镜微尺平行，使二者的零点
对齐。

(4) 观察两者再次重合的部位，如物台微尺 48 小格和目镜微尺 50 小格重合，则目镜微尺每小格所代表的实际长度（系数）为：

$$\frac{48}{50} \times 0.01\text{mm} = 0.0096\text{mm}$$

通式：目镜微尺所代表的实际长度 = 物台微尺格数 / 目镜微尺格数 × 0.01

(5) 用目镜微尺测矿物颗粒的大小，乘以系数即得到矿物颗粒的实际大小。

2. 岩浆岩中矿物含量的估计（图 1-2）

注意：岩石中矿物含量仅为一个大致的估计，实验时应参考教材上对每种岩石中不同矿物含量的统计归纳数据多加观察练习。

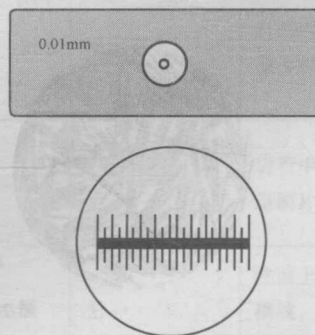


图 1-1 物台微尺

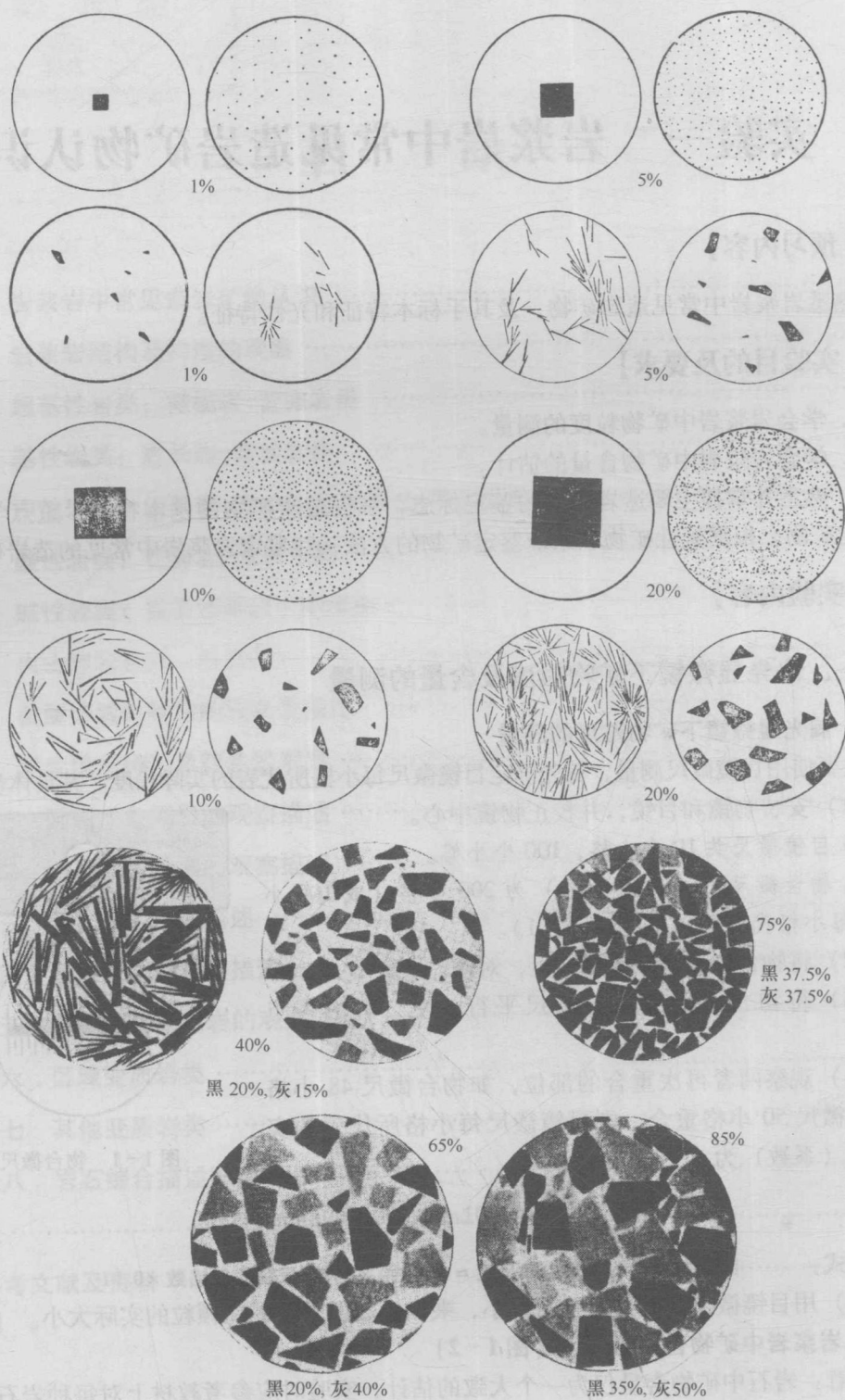


图 1-2 矿物含量估计图示

二、岩浆岩中常见造岩矿物的种类及特征

铁镁矿物 橄榄石、普通辉石、紫苏辉石、透辉石、普通角闪石、黑云母等；

硅铝矿物 斜长石、正长石、微斜长石、条纹长石、石英、白云母等；

副矿物 磷灰石、锆石、榍石、尖晶石、绿帘石、磁铁矿（不透明）等；

蚀变矿物 蛇纹石、绿泥石、纤闪石、方解石、绢云母等。

（一）常见造岩矿物手标本特征（表 1-1）

表 1-1 常见造岩矿物的肉眼鉴定特征及观察方法

矿物	形态	颜色	硬度	解理、裂理	相对密度	次生变化	观察方法提示
橄榄石	不等粒自形-半自形粒状结构	橄榄绿、绿灰、墨绿色	6.5~7	{010} 及 {100} 不完全	3.2~4.39	蛇纹石化及伊丁石化	橄榄绿，自形粒状
辉石	短柱状-柱粒状，横切面呈八边形或近正方形	绿黑至黑色	5~6	{110} 完全解理，夹角 87° 或 93°，{100} 和 {010} 裂理	3.1~3.9	常变为绿泥石、黑云母，有时变为蛇纹石、绿帘石、方解石等	具辉石式两组近于直交的完全解理
角闪石	柱状-长柱状，横切面呈近菱形的六边形	白、绿、黑色	5~6	{110} 完全解理，夹角 56° 或 124°	2.85~3.7	绿泥石化	具两组近菱形解理
黑云母	不规则叶片状、鳞片状	深棕、绿、黑、金黄色	2.5~3	一组极完全解理	2.9~3.3	主要变成绿泥石，可变为蛭石	岩石中常呈鳞片状
石英	六方柱状	无色、白、烟灰色等	7	无	2.65	无	柱面上有横纹，贝壳状断口
斜长石	柱状或厚板状	无色、白、灰、蓝色，有的具变形	6	{001}、{010} 垂直或近于垂直	2.61~2.76	基性种属常发生钠黝帘石化，中-酸性种属易变为绢云母	可见聚片双晶纹
正长石	柱状或厚板状	肉红、白、红色	6	{001}、{010} 垂直或近于垂直	2.55~2.63	易变为高岭石，其次是绢云母	新鲜面见卡式双晶
霞石	六方短柱状、厚板状	无色、白色	5.5~6	柱面解理和底面解理，均不完全	2.55~2.65	常被沸石、白云母交代	易溶于 HCl

续表

矿物	形态	颜色	硬度	解理、裂理	相对密度	次生变化	观察方法提示
金云母	叶片状、鳞片状	亮黄褐色	2~2.5	一个方向的极完全解理,沿解理面可剥离成极薄的薄片	2.76~2.9	常常转变为滑石、水云母、黏土矿物,也可变成蛭石、绿泥石	岩石中呈鳞片状
白云母	叶片状、鳞片状	浅棕、绿、黄、白色	2.5~3	一个方向的极完全解理,沿解理面可剥离成极薄的薄片	2.76~3.1	较稳定,仅在热液作用下可变成高岭石、水铝氧石和石英集合体	岩石中较稳定,鳞片状

(二) 岩浆岩中常见造岩矿物的光性特征

1. 橄榄石类

橄榄石类是以二价元素为阳离子构成的正硅酸盐,具有典型的孤立硅氧四面体结构,一般式为 $R_2 [SiO_4]$, $R = Mg、Fe^{2+}、Mn$ 以及 $Ca、Zn$,可分为3个类质同象系列:

- ① 镁橄榄石 $Mg_2 [SiO_4]$ - 铁橄榄石 $Fe_2 [SiO_4]$
- ② 锰橄榄石 $Mn_2 [SiO_4]$ - 铁橄榄石 $Fe_2 [SiO_4]$
- ③ 钙镁橄榄石 $(Ca, Mg)_2 [SiO_4]$ - 钙铁橄榄石 $(Ca, Fe)_2 [SiO_4]$

自然界分布最广泛的是镁橄榄石 (Fo) - 铁橄榄石 (Fa) 系列,可形成完全的类质同象系列。按其中镁橄榄石及铁橄榄石分子含量不同,可有如下几个亚种 (表1-2):

表1-2 橄榄石亚种分类

橄榄石亚种	镁橄榄石分子 Fo (%)	铁橄榄石分子 Fa (%)	成分范围
镁橄榄石	100~90	0~10	$Fo_{100}Fa_0 - Fo_{90}Fa_{10}$
贵橄榄石	90~70	10~30	$Fo_{90}Fa_{10} - Fo_{70}Fa_{30}$
透铁橄榄石	70~50	30~50	$Fo_{70}Fa_{30} - Fo_{50}Fa_{50}$
镁铁橄榄石	50~30	50~70	$Fo_{50}Fa_{50} - Fo_{30}Fa_{70}$
低铁镁铁橄榄石	30~10	70~90	$Fo_{30}Fa_{70} - Fo_{10}Fa_{90}$
铁橄榄石	10~0	90~100	$Fo_{10}Fa_{90} - Fo_0Fa_{100}$

橄榄石 (贵橄榄石) 主要光性特征: 多为粒状、无色、正高突起、解理不发育、裂开较发育,最高干涉色 II 级末-III 级初,平行消光,二轴晶, $(\pm) 2V$ 近 90° 。

2. 辉石类

辉石类矿物为具有单一链状结构的硅酸盐,可按其晶系分为斜方辉石和单斜辉石两大类。本类矿物的理论化学式可写作 $ABSi_2O_6$, 其中, $A = Ca、Na、Mg、Fe^{2+}、Li$; $B = Mg、$

Fe^{2+} 、 Mn 、 Al 、 Fe^{3+} 、 Cr 。

辉石类矿物的共同特征可综述为如下几点：

⊙ 通常为短柱状，少数为略扁的板状晶体，横断面一般八边形，由于各轴面发育程度不同也可为四边形，但碱性辉石种属霓石则为长柱状或针状晶体。

⊙ 横断面上具有两组完全解理，交角为 93° 或 92° (87° 或 88°)，而在纵断面上只可见平行 c 轴的柱状解理，解理交角与角闪石的不同。另外辉石还可见有 $\{100\}$ 、 $\{010\}$ 和 $\{001\}$ 裂理。

⊙ 薄片一般无色或略带浅绿色、浅褐色，但霓石为深绿色、褐色，而其多色性、吸收性不及角闪石显著。

⊙ 高正突起，糙面显著。

⊙ 大部分种属为二轴晶正光性， $2V$ 中等至较大（一般 $>50^\circ$ ，但易变辉石例外， $2V < 30^\circ$ ，甚至很小）。碱性种属和紫苏辉石为负光性。

⊙ 除斜方辉石为平行消光外，大部分辉石为斜消光，消光角一般较角闪石大，消光角的大小可作为鉴别单斜辉石亚类各个种属的一个重要依据。

⊙ 大多数辉石为正延性（碱性辉石为负延性）。

⊙ 常见以 (100) 为结合面的简单双晶。

⊙ 由于出溶作用所造成的平行连生现象（出溶叶理）较常见。

⊙ 砂钟和环带构造较常见。

辉石和角闪石在手标本上常常较相似，但它们的光学性质却有较明显的区别（表 1-3）。

表 1-3 角闪石与辉石类矿物的物理和光学性质对比

角 闪 石	辉 石
晶体一般为长柱状，横断面为菱形的六边形	多为短柱状，横断面为八边形或四边形（碱性种属除外）
解理夹角约 124° 或 56°	解理夹角为 87° 或 93°
有颜色，多色性很显著（强）	除碱性种属外，大部分辉石在薄片无色或略带浅色，多色性很不显著
$N_g \wedge c = 0^\circ \sim 30^\circ$ （碱性种属除外）	$N_g \wedge c = 35^\circ \sim 54^\circ$ （碱性种属除外）
大部分为负光性，少部分为正光性	大部分为正光性，很少为负光性
$2V$ 较大，一般大于 70°	$2V$ 中等，一般为 60° ，但有例外
蚀变产物为绿泥石	多蚀变为次闪石

(1) 斜方辉石（正辉石）亚类

它是由顽火辉石和铁辉石两种独立成分组成的固溶体，所以它们的光学常数都是连续变化的。

斜方辉石的光性特征为：

⊙ 柱状切面为平行消光；

⊙ 可见两组近于正交的解理；

- ⊙ 高正突起；
- ⊙ 双折射率低；
- ⊙ 普通辉石为正光性、 $2V$ 中等；而斜方辉石最常出现为负光性， $2V$ 大。

紫苏辉石

光性特征：浅粉红，具有弱多色性，平行消光，最高干涉色 I 级顶部，负光性。

(2) 单斜辉石亚类

它也是一系列组分的固溶体，但组分更为复杂，除 Mg 与 Fe^{2+} 外，还经常有 Ca，有的则还有 Na 与 Al、 Fe^{3+} 等组合。按化学成分可分为两大类，即钙碱性种属与碱性种属。

钙碱性种属最常见的有：透辉石、钙铁辉石、普通辉石、易变辉石等。

碱性种属最常见的有：霓石、硬玉。

单斜辉石的共同光性特征是：

- ⊙ 常为无色或极浅的色调；
- ⊙ 多色性一般不显著（钛辉石及碱性辉石例外）；
- ⊙ 斜消光，消光角 $N_g \wedge c$ 一般大于 35° ；
- ⊙ II 级干涉色，在横断面上可见光轴干涉图，大多为正光性。

普通辉石

晶体呈短柱状，集合体通常为半自形至他形粒状，横断面常近于八边形。

光学性质 薄片无色、浅褐色或浅黄色。富 Fe 和 Ti 的变种具弱多色性： N_g —浅绿、灰绿， N_m —浅黄、绿， N_p —浅绿、浅黄、绿。高正突起。具辉石式完全解理，解理夹角为 87° 或 93° ，具 $\{100\}$ 、 $\{010\}$ 裂理。I 级顶部—II 级干涉色，一般不超过 II 级中部。横断面上对称消光，多数纵切面上斜消光， $\perp (010)$ 的纵切面平行消光。含 Fe 和 Ti 高的变种消光角可达 55° 以上。具 $\{100\}$ 简单双晶或聚片双晶，常见 $\{001\}$ 聚片双晶。

鉴定特征 普通辉石与角闪石的区别是后者折射率较低，解理夹角不同（ 56° 或 124° ），具明显多色性，消光角较小，且为负光性。与透辉石的区别是：透辉石的手标本颜色较普通辉石浅，普通辉石呈绿黑、黑色；透辉石（100）及（010）较普通辉石发育，普通辉石（110）发育，故透辉石近四边形，普通辉石近八边形；透辉石最大消光角经常在 40° 以下，普通辉石最大消光角为 $35^\circ \sim 48^\circ$ ，经常在 40° 以上，含铁和钛较多的普通辉石消光角可达 55° ；透辉石双折射率较高，一般在 0.025 以上，而普通辉石常很低，在 0.025 以下。与橄榄石的区别是具辉石式解理，干涉色较低，柱面上有解理，斜消光，并且光轴角亦较小。普通辉石的光轴角 $2V$ 大于镁铁辉石和铁辉石，而小于次透辉石和低铁次透辉石；消光角 $N_g \wedge c$ 大于铁辉石。

普通辉石为岩浆岩中最常见的辉石种属，主要见于基性岩及超基性岩中，如辉长岩、辉绿岩、玄武岩、辉石岩和橄榄岩中。在某些中性岩、酸性岩及正长岩中也有出现。普通辉石在安山岩及粗面岩中常成为斑晶，也见于某些结晶片岩中，陨石中少见，月岩中则很常见。

3. 角闪石类

角闪石类是自然界中分布广、较常见的主要造岩矿物之一，是由 $[(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_4]$ 构成的具有双链结构的硅酸盐，络阴离子是 $[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]$ ，其中，Al 代换 Si 的最大限度是 $\text{AlSi}_3\text{O}_{11}$ 。角闪石的成分与辉石相似，但其成分中常有附加阴离子（OH）以及 F、Cl

等离子。阳离子成分极为复杂，主要有：Mg、Ca、Na、K、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、Al、Mn、Cr、Li、Zn、 Ti^{4+} 等，碱性种属中常含有Na。

角闪石的共同特征是：

④ 除斜方闪石类（直闪石、铝直闪石）为斜方晶系外，绝大多数角闪石属单斜晶系，轴角 β 约为 $102^\circ \sim 106^\circ$ ，晶体常沿轴延伸而呈长柱状、针状、纤维状，横断面为菱形或六边形。

⑤ 在横切面上可见 $\{110\}$ 两组完全解理，解理夹角为 $124^\circ \sim 125.5^\circ$ 或 $54.5^\circ \sim 56^\circ$ ，而在纵切面上只能见一个方向的完全解理。单斜闪石多具简单双晶或聚片双晶，双晶结合面为 (100) 。

⑥ 薄片颜色较深，常呈绿、黄褐等色，碱性种属带蓝、紫的特征色调，多色性和吸收性都很强，吸收性公式为： $N_g > N_m > N_p$ ，碱性变种的吸收性公式为： $N_p > N_m > N_g$ ，富镁的红闪石则为： $N_g < N_m < N_p$ ，只有不含铁的种属在薄片呈浅色或无色，某些角闪石在薄片中的颜色往往与其形成温度有关。

⑦ 突起中等，碱性种属突起较高。

⑧ 正延性，但碱性种属为负延性。斜方闪石为平行消光，大多数属于单斜晶系的角闪石为斜消光，在 (010) 面上 $N_g \wedge c$ 是鉴定角闪石种属的重要标志，多数种属消光角 $N_g \wedge c < 25^\circ$ ，且绝大多数单斜角闪石的结晶轴 b 与 N_m 一致。

⑨ 二轴晶，负光性（极少数是正光性），光轴角一般都很大，多大于 50° （碱性种属例外），光轴面多为 (010) 。

角闪石类矿物的成分极为复杂，目前有独立名称的角闪石变种就有30余种，根据晶系和化学成分可大致分为：斜方闪石亚类和单斜闪石亚类。

角闪石类矿物的光性特征较为突出，一般可根据其绿或褐等颜色、明显的多色性、中等突起、两组完全解理、二轴负晶、 $2V$ 中等等性质辨识。

普通角闪石

普通角闪石是一种含Al、 Fe^{3+} 的单斜角闪石，Al和 Fe^{3+} 的比例变化很大，并往往含有少量Ti、Mn、Cr、V等，其化学成分分类界限为： $(\text{Ca} + \text{Na})_B \geq 1.34$ ， $\text{Na}_B < 0.67$ ， $(\text{Na} + \text{K})_A < 0.50$ ， $\text{Si} = 6.25 \sim 7.49$ ，而 $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+}) \geq 0.50$ 者，称镁角闪石， < 0.50 者称铁角闪石。普通角闪石冠以前缀的亚种很多，是以 $(\text{Na} + \text{K})_A$ ， $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$ 和Si的数值划分的。

晶体沿 c 轴呈长柱状、杆状、针状，或呈短柱状、纤维状、叶片状。有时可具环带构造，还可见锆石、褐帘石、磷灰石、榍石等矿物的包裹体。还可见同镁铁闪石呈平行连生。

光学性质 薄片具绿色和褐色两种（前者含 Fe^{2+} 高，后者含 Fe^{3+} 高），有强的多色性和吸收性： $N_g > N_m > N_p$ 。褐色种属： N_g —暗褐色、红褐， N_m —褐色， N_p —浅褐。绿色种属： N_g —深绿、深蓝绿， N_m —绿、黄绿， N_p —浅绿、浅黄绿。中-高正突起，折射率随含铁量增多而增高。 $\{110\}$ 解理完全，有 $\{001\}$ 裂理。最高干涉色为Ⅱ级底部，但常受矿物本身颜色的干扰而不易辨别。横切面为对称消光， $\perp (010)$ 的纵切面为平行消光，其余的纵切面为斜消光，在 (010) 面上最大消光角通常小于 27° 。 $\{100\}$ 简单或聚片双晶比较常见，横切面上双晶缝平行菱形的长对角线。沿晶体延长和解理方向为正延性。

普通角闪石易蚀变为黑云母、绿泥石、绿帘石和碳酸盐矿物以及纤维状阳起石、绢云母、石英、磁铁矿等。某些低铝的普通角闪石还可变为蛇纹石；褐色角闪石变为绿色种属时可次生有榍石。在火山岩中的角闪石常具由磁铁矿、黑云母等构成的暗化边，成为鉴别该岩类的一个标志之一。

鉴定特征 长柱状，强多色性，横切面具角闪石式解理，纵切面仅见一个方向解理，斜消光，消光角一般小于 25° ，正延性，负光性。

普通角闪石和普通辉石在手标本上不易区分，在光性上却有显著不同。普通辉石具辉石式解理，横断面为八边形，无色或浅色，不显多色性，消光角 $N_g \wedge c > 30^\circ$ ，二轴正晶等特征都与普通角闪石不同。电气石为一轴晶，反吸收性，无解理，有裂理与普通角闪石相区别。黑云母则以突起略低，极完全解理，近平行消光和较高的干涉色，很小的 $2V$ 角区别于普通角闪石。

普通角闪石分布极广，三大类岩石中都有产出，尤其在角闪岩、中酸性岩浆岩及其脉岩、角闪斜长片麻岩、角闪片岩、结晶片岩等变质岩中大量出现。是中性侵入岩的特征矿物，也见于沉积碎屑岩中。浅闪石主要产于白云质灰岩的接触带。在喷出岩中则多以斑晶或晶屑形式产出。

4. 黑云母

成分很不固定，介于金云母和铁云母（羟铁云母）之间。成分中常有 Ti、Ca、Mn、Na，并可混有少量 V、Cr、Sr、Ba、Li 及 Cs 等。

通常呈假六方板片状晶体或垂直（001）的叶片状、鳞片状，还常呈似长柱状，有时伴有弯曲状。黑云母中往往含有大量包裹体。

光学性质 黑、绿、深褐、红褐色，褪色时呈金黄色，薄片时为褐、黄褐色。黑云母的突出特征是多色性及吸收性极强： $N_g = N_m > N_p$ ； $N_g = N_m$ —红褐色， N_p —浅黄、灰黄、褐、褐绿、绿色。黑云母的颜色与 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 TiO_2 含量有关。中正突起，折射率随含铁量增多而增高。 $\{001\}$ 面解理极完全，并有 $\{010\}$ 、 $\{110\}$ 裂理。少铁种属最高干涉色为 II 级，而铁云母可达 IV 级。但常因矿物本身很浓颜色的使干涉色混浊。有时因褐帘石、锆石等放射性矿物包裹体而呈现特征的球形多色晕。通常平行消光，但往往由于受力变形叶片弯曲而呈现波状消光。具 $\{001\}$ 云母律双晶，一般不很显著。沿解理缝方向为正延性。

黑云母经常易于蚀变而褪色，双折射率降低，最主要的是转变成绿色的绿泥石。水化时呈现金黄色的，称为水黑云母，水黑云母进一步水化可变成蛭石。黑云母也可转变为角闪石，也可由角闪石退变而成黑云母。含钛黑云母在蚀变时，常可分解而形成针状金红石、磁铁矿、细粒钛铁矿或榍石。

有时可见有被绿帘石、碳酸盐、石英的集合体交代的矿物假象。黑云母还可变化为白云母或矽线石。喷出岩中的黑云母斑晶周围常有暗化边，主要由磁铁矿、辉石、长石构成。

鉴定特征 黑云母呈黑褐色，多色性显著，吸收性强，片状，极完全解理，平行消光，正延性， $(-)$ $2V$ 小。与金云母的区别在于金云母颜色较浅，多色性弱。与褐色普通角闪石的区别是角闪石斜消光， $2V$ 大。褐色电气石的吸收性公式与黑云母相反，而黑硬绿泥石的 N_p 方向为金黄色。

黑云母在三大岩类中都有广泛的分布，尤其在片麻岩、云母片岩、千枚岩、中酸性岩、浆岩以及云母煌斑岩等岩类中占有显著的地位。

5. 石英

架状结构，高温变体 β -石英为六方晶系，低温变体 α -石英为三方晶系，在常压下两者转变温度为 573°C 。

光学性质 手标本无色、灰褐到黑、紫、绿、粉红等色。薄片无色透明。颜色同含有某些杂质有关：黄水晶含有超显微状态的胶状的铁的氢氧化物；烟水晶可能与镭辐射有关；玫瑰红色者可能是含 MnO 和非晶质的硅的氢氧化物；含有显微状的赤铁矿包裹体可显粉红色；有浅蓝色调的玫瑰红色的石英与含针状金红石有关；而紫水晶可能是含硼引起的。颜色可因温度变化而转变或褪色。

折射率略高于树胶，低正突起。无解理，有时有裂纹。最高干涉色为 I 级黄白色，一般为 I 级灰白色。柱状轮廓者为平行消光，因应力作用常见不同类型的波状消光。薄片不见双晶或极少见双晶。柱状晶体为正延性。有时因应力作用成为二轴晶， $(+)$ $2V = 8^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 或可达 20° ，甚至 40° 。

在应力作用下，石英可因压溶出现砂钟构造、应力双晶、不同类型的变形纹等。最近有人研究了花岗质构造岩中石英的液态包裹体与构造变形的关系指出：石英中许多液态包裹体因弥合了晚期脆性裂隙，大多数小包裹体同变形带的界线联系在一起，并沿此带的线集中。

鉴定特征 低正突起，无解理，表面光滑，无色透明，无风化产物，I 级灰白干涉色和一轴正晶是其鉴定特征。

石英是地壳中仅次于长石的分布很广的矿物，是岩浆岩、沉积岩、变质岩中的常见矿物组分。

6. 斜长石亚类

斜长石类是一系列由不同比例的钠长石 (Ab) 和钙长石 (An) 所构成的连续固溶体系列。人们常用斜长石中钙长石分子 (An) 的百分数称为斜长石的号数或牌号。如 No. 15，即为含 An 为 15% 的更长石；No. 55，即为含 An 为 55% 的拉长石。通常还把 $< \text{No. 30}$ 的称酸性斜长石； $\text{No. 30} \sim \text{No. 50}$ 的称为中性长石； $> \text{No. 50}$ 的称为基性斜长石。

光性特征 斜长石类矿物均属三斜晶系，经常发育的晶面有 (001)、(010)、(110) 和 (201)； $\{001\}$ 和 $\{010\}$ 解理发育，夹角为 $86^{\circ} \sim 87^{\circ}$ ，有时还可见有裂理，发育不好。常呈柱状与板状晶体，多沿 a 轴延长，有时沿 c 轴延长。通常为半自形晶以至不规则粒状的他形晶。色浅，只有在基性的种属中颜色变暗。薄片无色，新鲜者透明，但常易蚀变而表面呈现浑浊，略带浅灰色。折射率和树胶相比，酸性种属（钠长石及部分更长石）小于树胶，中、基性种属大于树胶，双折射率低，干涉色常呈 I 级灰白，最高为 I 级黄色。二轴晶，光性可正可负，光轴角中等到很大。斜长石的最主要特征是双晶发育，常为钠长石聚片双晶，也见卡式双晶与肖长石聚片双晶，并常组合成复合双晶如卡钠复合双晶、肖钠复合双晶等。中性斜长石常具环带结构。斜长石易蚀变，特别是基性种属，常发生钠黝帘石化，中-酸性种属变为绢云母。斜长石分布极广，并且有一定的规律性，如基性斜长石常与辉石组合，产于基性岩浆岩中；中性斜长石常与角闪石组合，产于中性岩浆岩中；酸性斜长石常与黑云母、石英、正长石组合，产于酸性岩浆岩中。

斜长石在变质岩中特别是深变质的片麻岩、角闪斜长岩中分布广泛。

鉴定特征 斜长石的折射率和光性随成分而变化, 光性方位和折射率是鉴定成分的重要依据, 而双折射率、光轴角和光性符号一般则不单独作为鉴定斜长石成分的光性常数。

7. 正长石

成分中以 K 为主, 钠长石分子 (Ab) 可达 20%, 有时甚至可达 50%, 并常含少量 Fe^{3+} 、Ba 和 Ca 以及微量的 Ga、Rb 等离子。

光学性质 薄片无色, 但常因表面风化而带浑浊的灰色或肉红色。低负突起, 折射率随含 Na 量以及杂质质量的增多而略有增高。 $\{001\}$ 完全解理, $\{010\}$ 较完全解理。 $\{001\} \wedge \{010\} = 90^\circ$ 。双折射率低, 干涉色通常为 I 级灰-灰白。斜消光, 消光角很小。常发育卡斯巴双晶, 不出现聚片双晶。负延性。

光性异常 在风化和蚀变作用下, 易变为高岭石、绢云母、沸石等。

鉴定特征 ① 与石英的区别是有解理和双晶, 表面常浑浊, 负低突起和二轴晶。② 与霞石的区别是发育双晶, 双折射率略高, 二轴晶。③ 与斜长石的区别是不具聚片双晶, 次生矿物主要是高岭石。④ 与透长石的区别是常见简单双晶, $2V$ 较大。

8. 微斜长石

通常为不规则粒状, 但可呈较自形的斑晶或变晶, 经常与钠长石构成条纹, 成微斜条纹长石, 钠长石条纹呈脉状、膜状、分支状、辫状等。微斜长石还可与钠长石构成环带。

光学性质 薄片无色透明, 低负突起, 折射率随含 Ab 量增多而略为增高。 $\{001\}$ 完全解理, $\{010\}$ 解理较完全。 $\{001\} \wedge \{010\} = 89^\circ 40'$ 。双折射率低, 干涉色通常为 I 级灰-灰白色。斜消光, 消光角很小: $N_p \perp (010) = 18^\circ$ 。常发育似纺锤状的格子状双晶, 有时有卡斯巴等简单双晶, 少数情况下亦可无双晶。微斜长石的格子双晶见于 (001) 面上, 这点与斜长石不同。微斜长石还可与石英或正长石形成文象结构。正或负延性。

鉴定特征 微斜长石与正长石极为相似, 但可根据格子状双晶相区别, 且微斜长石一般 $2V$ 较大, 正长石 $2V$ 中等。

微斜长石的产状与正长石相似, 但微斜长石系低温产物, 产于各种花岗质岩石及含碱性长石的深成岩中, 也见于各种伟晶岩、细晶岩中。在火山岩中微斜长石不发育, 而在区域变质的结晶片岩、片麻岩中经常出现微斜长石, 在碎屑沉积岩、砂岩、长石砂岩中也可见到微斜长石。

9. 白云母

通常是假六方板状、不规则的叶片状或叶片状集合体。绢云母则呈细鳞片状集合体。白云母主要为 $2M_1$ 型, 但也有 $3T$ 型 (3 个结构单元层, 三方晶系), 不过较为罕见。

光学性质 薄片无色, 较少呈浅绿、浅黄色, 低正突起, 在 $\perp (001)$ 切面上可见较清晰的闪突起。 $\{001\}$ 极完全解理。在 $\perp (001)$ 面上最高干涉色可达 II 级顶部-III 级, 十分鲜艳。近平行消光, 仅有 $2^\circ \sim 3^\circ$ 的消光角。依云母律呈现双晶, 结合面 (001), 双晶轴 $[310]$, 薄片不显著, 有时可见贯穿三连晶。平行解理方向为正延性。

鉴定特征 无色, 片状, 突起中等并具弱闪突起, 平行消光, III 级干涉色等都很特征。滑石和叶蜡石在光性上很像白云母, 区别起来很困难, 但滑石的光轴角更小, 而叶蜡石的光轴角则较大。透闪石具有闪石式完全解理, 发育程度不如白云母, 斜消光, $2V$ 大;

多硅白云母的 $2V$ 较小；铬云母具有黄绿 (N_m) 至蓝绿 (N_g) 的多色性，均可与白云母相区别。白云母与钠云母或浅色金云母一般需用 X 光粉晶法区别。

10. 方解石

化学成分几乎是纯 CaCO_3 ，但可含有少量 Mn、Fe、Mg 及少量的 Pb、Zn、Sr、Ba、Re、Co 等。不规则的等轴粒状，或具有菱形的晶体，或偏三角面体和菱面体的聚形、柱面与偏三角面体及菱面体的聚形，有时也呈鲕状、钟乳状、土状、球粒状、放射状集合体。在薄片很少见到方解石的自形晶，多呈粒状产出。

光学性质 无色或白色，但因杂质可有灰、黄、浅红色、绿蓝色，如为深玫瑰红色系含 Mn ($5\% \pm$)，浅绿色系含 Fe ($13\% \pm$)、Mg ($7\% \pm$)，粉红色系含 Co 等，但在薄片呈无色。 N_o 为中-高正突起， N_e 为低负突起，故闪突起十分显著，且随 Ca^{2+} 被其他离子代替，折射率值有所增加。极完全解理，通常成两组斜交的直线（切片垂直解理面时，交角为 75° ），因双晶滑动可有裂开面。高级白干涉色。沿解理方向对称消光。常具有沿菱形面的聚片双晶，接触双晶也较常见。在薄片双晶纹平行菱形解理的长对角线，有时还可见有环带。负延性。

光性异常 由于应力作用及机械变形，方解石有时可有异常的二轴晶和不对称消光，且因产状不同有不同大小的光轴角，但均小于 15° ，但曾有实验表明，在约 $400 \sim 800^\circ\text{C}$ ，压力为 $(8 \sim 12) \times 10^8 \text{Pa}$ 的条件下，可发生方解石-文石的相转变，在冷却过程中，文石则变为复杂化的二轴晶方解石， $2V = 0^\circ \sim 20^\circ$ ，这表明，一部分二轴晶方解石可能是由文石转变而来的。

鉴定特征 在薄片，方解石无色透明，有菱形解理及显著的闪突起，高级白干涉色，一轴负晶等为重要特征，可与非碳酸盐矿物区别。

方解石是最常见的矿物之一，是沉积岩的重要矿物，亦广泛产出于变质岩和岩浆岩中。在碳酸盐脉、热液矿脉、火山岩晶洞中均有产出。在岩石的气孔中，方解石和沸石共生形成杏仁体。

方解石的透明晶质变种——冰洲石是贵重的光学仪器原料。

【编写实验报告】

仔细观察常见造岩矿物特征，详细描述 8~10 种常见造岩矿物（手标本及显微镜下）的鉴定特征并交实验报告。

同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。
同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。
同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。
同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。
同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。
同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。
同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。
同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。
同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。
同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。	同方解石，但为柱状，常呈放射状，有时呈土状、钟乳状、球粒状、放射状集合体。

实验二 岩浆岩结构及构造的观察

【预习内容】

岩浆岩结构的概念；根据矿物结晶程度、颗粒大小、自形程度、相互关系划分的主要结构类型；典型结构的形成条件分析；构造的概念及岩浆岩中主要构造类型。

【实验目的及要求】

1. 认识岩浆岩常见结构、构造特征。
2. 了解岩浆岩组构观察描述的内容及描述方法。

【实验内容】

一、岩浆岩结构的观察及描述

岩石的结构是指组成岩石物质的结晶程度、颗粒大小、晶体形态、自形程度及其相互间的关系。岩浆岩中常见结构及其特征见表 2-1。

表 2-1 岩浆岩中常见结构类型及特征

分类依据	主要结构类型	基本特征
结晶程度	全晶质结构	主要造岩矿物全部为结晶矿物
	半晶质结构	主要造岩矿物部分为晶质，部分为隐晶质-玻璃质
	玻璃质结构	岩石几乎全部由隐晶质-玻璃质组成
自形程度	自形（晶）结构	主要造岩矿物具完整的晶面，晶形完整
	半自形（晶）结构	主要造岩矿物晶形不完整，部分晶面发育，部分晶面不发育
	他形（晶）结构	主要造岩矿物无完整的晶面，外形不规则
矿物颗粒大小	巨粒结构	主要造岩矿物粒径 $>10\text{mm}$
	粗粒结构	主要造岩矿物粒径在 $5\sim10\text{mm}$ 之间
	中粒结构	主要造岩矿物粒径在 $2\sim5\text{mm}$ 之间
	细粒结构	主要造岩矿物粒径在 $0.2\sim2\text{mm}$ 之间
	微粒结构	主要造岩矿物粒径 $<0.2\text{mm}$
矿物间的相互关系	辉长结构	基性斜长石、辉石自形程度相同，颗粒大小相近，相互紧密嵌布；为辉长岩的特征结构
	辉绿结构	基性斜长石自形程度较高，辉石呈他形粒状充填在基性斜长石颗粒空隙间；为辉绿岩的特征结构
	闪长结构	中性斜长石、角闪石呈自形柱状相互紧密嵌布，故亦称柱粒结构；为闪长岩的特征结构
	花岗结构 (半自形粒状结构)	酸性斜长石自形程度稍高，呈半自形粒状；碱性长石和石英呈他形粒状；黑云母、角闪石等自形程度较高；为花岗岩的特征结构