地信网论坛
BBS.3S001.COM

# 目　录

第一章　结晶岩中最常见的六族矿物……（1）
一、橄榄石族……（1）
镁橄榄石……（1）
贵橄榄石……（3）
透铁橄榄石……（3）
铁橄榄石……（3）
钙镁橄榄石……（4）
二、辉石族……（4）
顽辉石……（7）
古铜辉石……（7）
紫苏辉石……（8）
透辉石……（8）
次透辉石……（9）
普通辉石……（10）
钛普通辉石（钛辉石）……（10）
斜顽辉石……（10）
易变辉石……（11）
霓石……（12）
霓辉石……（13）
钙铁辉石……（14）
绿辉石……（14）
硬玉……（14）
三、角闪石族……（15）
直闪石-铝直闪石……（17）
镁铁闪石……（18）
铁闪石……（18）
透闪石……（19）
阳起石……（20）
普通角闪石……（21）
浅闪石……（21）
韭闪石……（22）
氧角闪石……（22）
钛角闪石……（22）
钠闪石……（23）
钠铁闪石……（24）

蓝闪石 …… (24)
四、云母族 …… (25)
白云母 …… (25)
绢云母 …… (27)
黑云母 …… (27)
铁云母 …… (28)
金云母 …… (29)
锂云母 …… (29)
铁锂云母 …… (30)
五、长石族 …… (30)
(一)斜长石亚族 …… (31)
(二)碱性长石亚族 …… (39)
透长石 …… (42)
正长石 …… (43)
微斜长石 …… (43)
歪长石 …… (44)
条纹长石 …… (44)
六、石英族 …… (45)
石英 …… (45)
鳞石英 …… (46)
方石英 …… (46)
柯石英 …… (47)
第二章 主要常见于结晶岩中的其他造岩矿物 …… (48)
一、均质体矿物 …… (48)
萤石 …… (48)
方沸石 …… (48)
火山玻璃 …… (48)
方钠石 …… (48)
黝方石 …… (49)
蓝方石 …… (50)
青金石 …… (50)
白榴石 …… (50)
尖晶石 …… (51)
镁尖晶石 …… (51)
镁铁尖晶石 …… (51)
铁尖晶石 …… (51)
铬尖晶石 …… (51)
锌尖晶石 …… (51)
方镁石 …… (51)
石榴石 …… (51)

镁铝榴石 …… (52)
铁铝榴石 …… (52)
锰铝榴石 …… (52)
钙铝榴石 …… (52)
钙铁榴石 …… (52)
钙铬榴石 …… (52)
绿泥石（黄绿石） …… (52)
闪锌矿 …… (52)
二、一轴晶矿物 …… (54)
钙霞石 …… (54)
霞石 …… (54)
方柱石 …… (55)
水镁石（氢氧镁石） …… (56)
绿柱石 …… (57)
黄长石 …… (57)
磷灰石 …… (58)
电气石 …… (58)
黑电气石 …… (59)
镁电气石 …… (59)
锂电气石 …… (59)
符山石 …… (59)
刚玉 …… (59)
锆石（锆英石） …… (60)
锡石 …… (61)
金红石 …… (61)
白钨矿（钨酸钙矿） …… (61)
三、二轴晶矿物 …… (62)
沸石 …… (62)
钠沸石 …… (62)
菱沸石 …… (62)
片沸石 …… (62)
辉沸石 …… (62)
中性针沸石 …… (62)
浊沸石 …… (62)
钙沸石 …… (62)
堇青石 …… (62)
蛇纹石 …… (63)
叶蛇纹石 …… (63)
利蛇纹石 …… (63)
纤维蛇纹石 …… (63)

绿泥石 …… (64)
滑石 …… (65)
叶蜡石 …… (65)
黄玉（黄晶） …… (65)
葡萄石 …… (66)
粒硅镁石 …… (66)
硅镁石 …… (67)
斜硅镁石 …… (67)
硅灰石 …… (67)
红柱石 …… (68)
伊丁石 …… (68)
天蓝石 …… (69)
莫来石 …… (69)
蓝线石 …… (70)
矽线石 …… (70)
硬柱石 …… (71)
绿帘石 …… (71)
绿纤石 …… (72)
黝帘石 …… (72)
斜黝帘石 …… (72)
褐帘石 …… (73)
硬绿泥石 …… (73)
蓝晶石 …… (74)
十字石 …… (75)
金绿宝石 …… (75)
假蓝宝石 …… (76)
蔷薇辉石 …… (76)
榍石 …… (77)
四、常见不透明矿物 …… (77)
**第三章　主要见于沉积岩中的造岩矿物** …… (79)
一、均质体矿物 …… (79)
蛋白石 …… (79)
胶磷矿 …… (79)
胶铝矿 …… (80)
二、一轴晶矿物 …… (80)
玉髓 …… (80)
自生石英 …… (80)
方解石 …… (80)
白云石 …… (82)
铁白云石 …… (82)

铁白云石 …… (82)
菱镁矿 …… (82)
菱铁矿 …… (83)
三、二轴晶矿物 …… (83)
高岭石 …… (83)
地开石 …… (83)
珍珠陶土 …… (84)
多水高岭石（埃洛石） …… (84)
蒙脱石（微晶高岭石、胶岭石） …… (84)
绿高岭石（绿脱石、暮脱石） …… (85)
伊利石（水白云母、伊利水云母） …… (85)
石膏 …… (85)
硬石膏 …… (86)
重晶石 …… (86)
天青石 …… (86)
海绿石 …… (87)
三水铝石（氢氧铝石、水铝氧石） …… (87)
一水硬铝石（硬水铝石、水铝石） …… (88)
文石（霰石） …… (88)
孔雀石 …… (89)
绿松石 …… (89)
**第四章　矿物鉴定表** …… (90)
表 4-1　矿物的光性分类检索表 …… (90)
表 4-2　矿物的双折射率检索表 …… (91)
表 4-3　最常见的透明造岩矿物光性鉴定检索表 …… (92)
表 4-4　常见无色和淡色造岩矿物光性鉴定检索表 …… (94)
表 4-5　常见有色造岩矿物光性鉴定检索表 …… (96)
表 4-6　矿物的突起和干涉色检索表 …… (98)
表 4-7　矿物的形态检索表 …… (99)
表 4 8　矿物的解理检索表 …… (100)
表 4-9　矿物的颜色检索表 …… (100)
表 4-10　矿物的光轴角检索表 …… (101)
表 4 11　矿物中文名称索引 …… (102)
**主要参考文献** …… (104)

# 第一章　结晶岩中最常见的六族矿物

## 一、橄榄石族

橄榄石属岛状硅酸盐，其晶体化学式为 $R_2[SiO_4]$，R＝Mg、$Fe^{2+}$、Mn、Ca、Zn。按化学式中的阳离子种类，橄榄石族可分为三个类质同象系列：

(1)镁橄榄石 $Mg_2[SiO_4]$-铁橄榄石 $Fe_2[SiO_4]$系列；

(2)锰橄榄石 $Mn_2[SiO_4]$-铁橄榄石 $Fe_2[SiO_4]$系列；

(3)钙镁橄榄石 $CaMg[SiO_4]$-钙铁橄榄石 $CaFe[SiO_4]$系列。

在自然界分布最广的是第一个系列。按其中的镁橄榄石(Fo)分子和铁橄榄石(Fa)分子含量，该系列可划分为六个种属(表 1-1)。

表 1-1　橄榄石的种属

| 种　属 | 镁橄榄石 | 贵橄榄石 | 透铁橄榄石 | 镁铁橄榄石 | 铁镁铁橄榄石 | 铁橄榄石 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fo(%) | 100～90 | 90～70 | 70～50 | 50～30 | 30～10 | 10～0 |
| Fa(%) | 0～10 | 10～30 | 30～50 | 50～70 | 70～90 | 90～100 |
| 端元组分式 | $Fo_{100\sim90}Fa_{0\sim10}$ | $Fo_{90\sim70}Fa_{10\sim30}$ | $Fo_{70\sim50}Fa_{30\sim50}$ | $Fo_{50\sim30}Fa_{50\sim70}$ | $Fo_{30\sim10}Fa_{70\sim90}$ | $Fo_{10\sim0}Fa_{90\sim100}$ |

铁橄榄石、镁铁橄榄石、铁镁铁橄榄石较为少见。常见者为镁橄榄石、贵橄榄石和透铁橄榄石，它们共同的鉴定特征如下：

(1)属斜方晶系，晶体常呈等轴粒状，仅作为火山岩斑晶时才具有较好的晶形。解理不发育或仅见{010}一组不完全解理，常见不规则裂纹。

(2)薄片中无色，含 Fe 高时略呈淡黄色。折射率随着含 Fe 量增高而增大，正高一正极高突起，边缘粗黑，糙面显著。

(3)最大双折射率随含 Fe 量增多而增大，为 0.035～0.046。最高干涉色为Ⅱ级橙--Ⅲ级蓝绿。平行消光。一般不见双晶。蚀源包体中的橄榄石具扭折带结构。

(4)$OAP//(001)$，光轴角较大，为 75°～ 90°。镁橄榄石光性符号为正，透铁橄榄石光性符号为负，贵橄榄石光性符号有正有负。

(5)产于超镁铁岩和镁铁岩中，一般不与石英共生，经次生变化，可变为蛇纹石、绿泥石、伊丁石等。

镁橄榄石-铁橄榄石系列的光性变化如图 1-1 所示。

**镁橄榄石　Forsterite　Форстерит**

成分　晶体化学式为 $Mg_{2.0\sim1.8}Fe_{0.0\sim0.2}[SiO_4]$，可含少量 Na、K、Al 等杂质。

形态　通常呈他形等轴粒状，自形晶少见。具{010}不完全解理。

光性　手标本上多呈柠檬黄、淡黄绿等色；薄片中无色。常见不规则裂纹。边缘粗黑、糙面显著。正高突起。$Np$＝1.635～1.640，$Nm$＝1.651～1.660，$Ng$＝1.670～1.680，$Ng-Np$＝

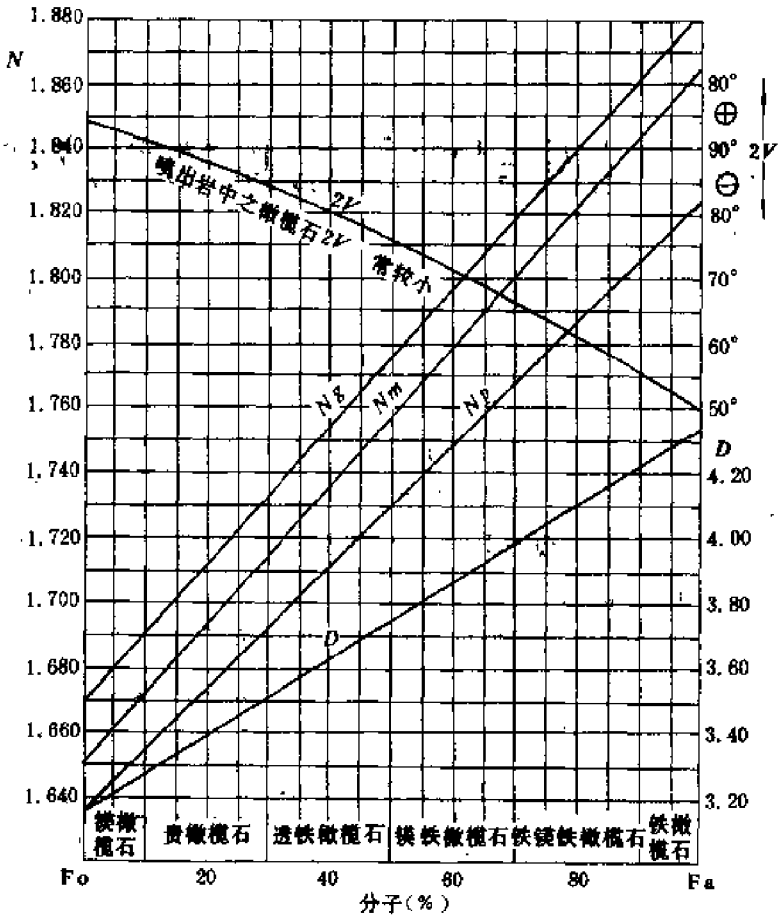



图 1-1　镁橄榄石-铁橄榄石系列的光性与成分的关系

(特吕格,1971)

0.035～0.040。最高干涉色为Ⅱ级橙—Ⅲ级蓝。呈平行消光,延性可正可负。一般不见双晶,有时可见扭折带结构。二轴(+),$2V=82°\sim90°$。光性方位见图 1-2。

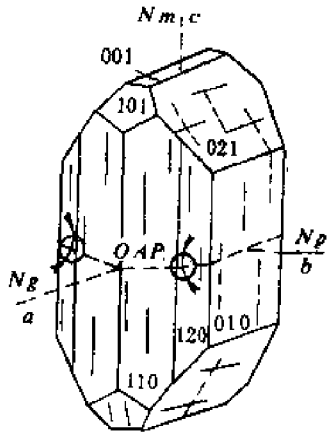



图 1-2　镁橄榄石光性方位*

变化　常变为蛇纹石。

产状　产于纯橄榄岩、二辉橄榄岩、镁质大理岩及陨石中,与富镁矿物共生。

鉴定　橄榄石与共生的斜方辉石有些相似,其区别是:橄榄石突起较高,不见解理或只见一组不完全解理,其干涉色比斜方辉石的高得多,$OAP\perp$解理缝,而斜方辉石突起较低,具两组完全解理,干涉色不高于Ⅰ级,$OAP\parallel$解理缝。橄榄石与单斜辉石的区别:除解理和 $OAP$ 方向不同外,橄榄石为平行消光,$2V$ 较大,而单斜辉石多为斜消光,$2V$ 中等。变质岩中的镁橄榄石与粒硅镁石也有些相似,其区别是粒硅镁石具

* 此图引自 Трегер(1980)的《Оптическое определение породообразующих минералов》,仅对图中符号略作修改。本书中未注明出处的其他光性方位图均引自该书。

多色性，*OAP*//解理缝。区别镁橄榄石与其他橄榄石，要根据产状以及精确的折射率和 2*V* 值。

**贵橄榄石　Chrysolite　Хризолит**

成分　晶体化学式为 $Mg_{1.8\sim1.4}Fe_{0.2\sim0.6}[SiO_4]$，含少量其他元素。

形态　通常为不规则等轴粒状，火山岩及煌斑岩中的贵橄榄石斑晶较自形。具{010}不完全解理。

光性　手标本上多为橄榄绿色；薄片中无色透明。正高突起。糙面比镁橄榄石更显著。$Np=1.657\sim1.694$，$Nm=1.674\sim1.715$，$Ng=1.692\sim1.732$，$Ng-Np=0.037\sim0.041$。最高干涉色比镁橄榄石稍高，为Ⅱ级紫红—Ⅰ级蓝绿。光性符号有正有负。其他光学性质与镁橄榄石大致相同。

变化　侵入岩中的贵橄榄石易变为蛇纹石、绿泥石、透闪石、滑石等。火山岩中者易变为伊丁石。

产状　贵橄榄石是最常见的橄榄石，是橄榄岩类、金伯利岩类的主要组分，也是辉长岩、玄武岩的重要组分。在火山岩中，贵橄榄石既可以以斑晶产出，也可呈基质出现。

鉴定　与斜方辉石、透辉石的区别如前所述。贵橄榄石与普通辉石往往共生在一起，其区别是：前者无色，后者往往带点淡绿、淡褐色调；前者只见一组不完全解理，尤其是橄榄石微晶，基本上不见解理，而后者具二组完全解理；前者为平行消光，后者为斜消光；前者干涉色较高，后者干涉色较低；前者 *OAP*⊥解理缝，光轴角大，而后者 *OAP*//解理缝，光轴角中等。

**透铁橄榄石　Hyalosiderite　Гиалосидерит**

晶体化学式为 $Mg_{1.4\sim1.0}Fe_{0.6\sim1.0}[SiO_4]$。结晶形态及光学性质基本上与贵橄榄石相似，但突起和干涉色要比贵橄榄石稍高。二轴(－)，2*V* 较大，为 75°～85°。

透铁橄榄石主要产于石英拉斑玄武岩的斑晶中，也有产于橄榄拉斑玄武岩和某些碱性玄武岩基质中的。常变为伊丁石。

**铁橄榄石　Fayalite　Фаялит**

成分　晶体化学式为 $Mg_{0.2\sim0.0}Fe_{1.8\sim2.0}[SiO_4]$，含少量 Mn、$Fe^{3+}$、Zn。

形态　晶体呈短柱状或呈平行(100)的厚板状，颗粒细小。可见{010}不完全解理。

光性　手标本上呈绿黄、琥珀黄色，氧化后呈褐黄—黑色；薄片中呈淡色色调。多色性：*Ng*＝浅黄，*Nm*＝橙黄，*Np*＝浅黄。吸收性为 *Nm*＞*Np*＞*Ng*。具正极高突起。$Np=1.805\sim1.835$，$Nm=1.838\sim1.877$，$Ng=1.847\sim1.886$，$Ng-Np=0.042\sim0.051$。最高干涉色为Ⅲ级绿—Ⅲ级橙红。呈平行消光。延性可正可负。二轴(－)，$2V=47°\sim54°$。光性方位见图 1-3。

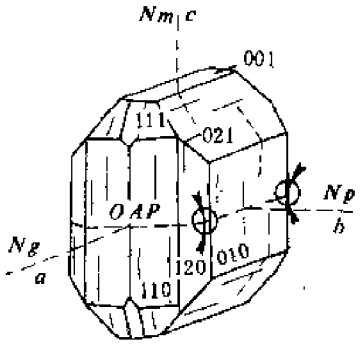


图 1-3　铁橄榄石光性方位

变化　可变成赤铁矿、褐铁矿、伊丁石、铁闪石及蛇纹石、绿泥石等。

产状　铁橄榄石较少见，可作为斑晶产于英安岩、流纹岩及粗面岩中，有时在英安岩、流纹岩的气孔中和伟晶岩的晶洞中也有产出，还见于硅质岩、铁矿床及矿

渣中。可与石英共生。

鉴定　以其在薄片中一般不见解理、干涉色较高、平行消光区别于辉石；以其多色性、突起较高、干涉色较高、光性符号为负、光轴角中等及特殊的产状区别于其他橄榄石。铁橄榄石与绿帘石有些相似，其区别是：绿帘石具明显的黄绿多色性，解理完全，斜消光，$2V$ 较大，产状也与铁橄榄石不同。

**钙镁橄榄石　Monticellite　Монтичеллит**

成分　$CaMg[SiO_4]$

形态　属斜方晶系。晶体可呈短柱状、厚板状，通常呈不规则粒状。具{010}不完全解理。

光性　薄片中无色。正中一正高突起。$Np=1.641\sim1.651$，$Nm=1.646\sim1.662$，$Ng=1.655\sim1.669$，$Ng-Np=0.014\sim0.018$。最高干涉色为Ⅰ级橙红。呈平行消光。延性可正可负。可见六角星状三连晶(图 1-4)。$(-)2V=70°\sim82°$。光性方位见图 1-5。

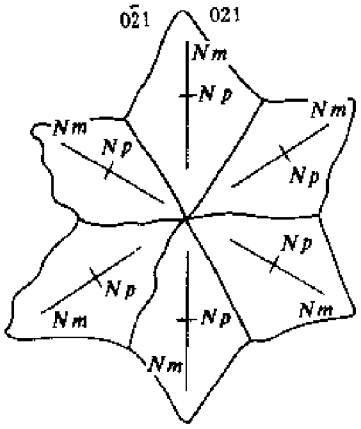



图 1-4　钙镁橄榄石的三连晶

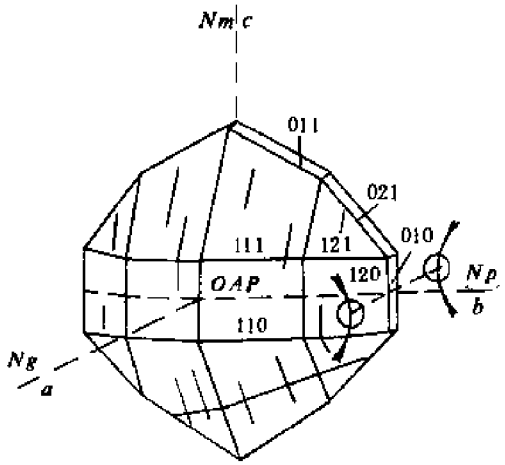



图 1-5　钙镁橄榄石的光性方位

变化　可变为蛇纹石、辉石、符山石。

产状　主要见于镁质大理岩中，也见于基性的碱性岩中。

鉴定　与镁橄榄石、贵橄榄石相似，其区别在于钙镁橄榄石的突起和干涉色较低，具有特殊的双晶。

## 二、辉　石　族

辉石的晶体化学式为 $XY[Z_2O_6]$，$X=Ca、Na、Mg、Fe^{2+}、Mn、Li$，$Y=Mg、Fe^{2+}、Mn、Ni、Al、Fe^{3+}$，$Z=Si、Al$。

根据结晶特点，辉石族分为斜方辉石、单斜辉石二个亚族。

斜方辉石亚族是顽辉石 $Mg_2[Si_2O_6]$-斜方铁辉石 $Fe_2[Si_2O_6]$的类质同象系列。根据其中顽辉石(En)、铁辉石(Fs)分子的含量，又将该亚族细分为六个种属(表 1-2)，其光性变化如图 1-6 所示。自然界中常见的辉石是顽辉石、古铜辉石和紫苏辉石。

按阳离子类质同象替代，单斜辉石亚族分为三个系列：

表 1-2　斜方辉石的种属

| 种　属 | 顽辉石 | 古铜辉石 | 紫苏辉石 | 铁紫苏辉石 | 易溶石 | 斜方铁辉石 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| En(%) | 100～90 | 90～70 | 70～50 | 50～30 | 30～10 | 10～0 |
| Fs(%) | 0～10 | 10～30 | 30～50 | 50～70 | 70～90 | 90～100 |
| 端元组分式 | $En_{100\sim90}Fs_{0\sim10}$ | $En_{90\sim70}Fs_{10\sim30}$ | $En_{70\sim50}Fs_{30\sim50}$ | $En_{50\sim30}Fs_{50\sim70}$ | $En_{30\sim10}Fs_{70\sim90}$ | $En_{10\sim0}Fs_{90\sim100}$ |

(1)斜顽辉石 $Mg_2[Si_2O_6]$-透辉石 $CaMg[Si_2O_6]$系列，常见种属有斜顽辉石、易变辉石。

(2)透辉石 $Ca(Mg,Fe)[Si_2O_6]$-钙铁辉石 $CaFe[Si_2O_6]$系列，常见种属有透辉石、钙铁辉石。

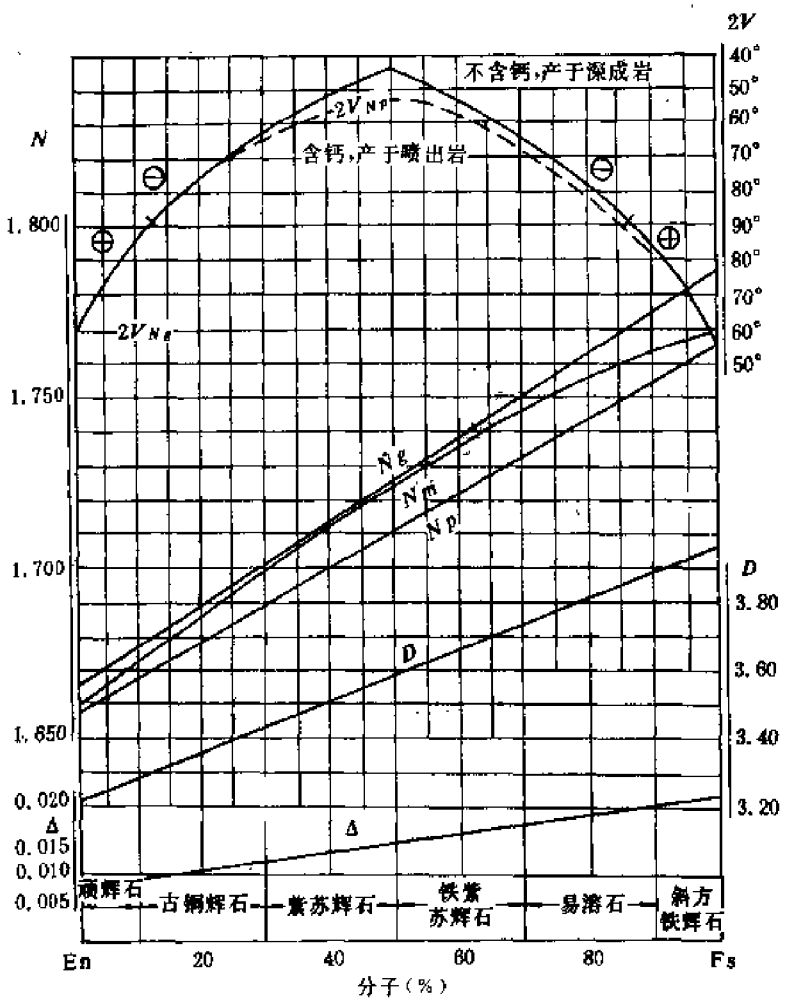



图 1-6　斜方辉石成分与光性关系图

(赫斯,1952)

(3)普通辉石 $Ca(Mg,Fe,Al)[(Si,Al)_2O_6]$-霓石 $NaFe[Si_2O_6]$系列，主要种属有普通辉石、霓辉石、霓石、硬玉、锂辉石。

霓辉石、霓石、硬玉、锂辉石以外的单斜辉石，若已知化学成分可直接根据图 1-7 进行命名；若测出折射率，光轴角、消光角等，可先用图 1-8、图 1-9 确定端元组分，尔后再根据图 1-7 确定种属名称。

辉石族总的特征如下：

(1)除霓石外，一般为短柱状，横断面为近正方形的八边形，少数为略扁的板状。

(2)具{110}、{1 $\bar{1}$0}两组完全解理，交角为 87°、93°(图 1-10)。有时可见{100}、{010}、{001}裂理。

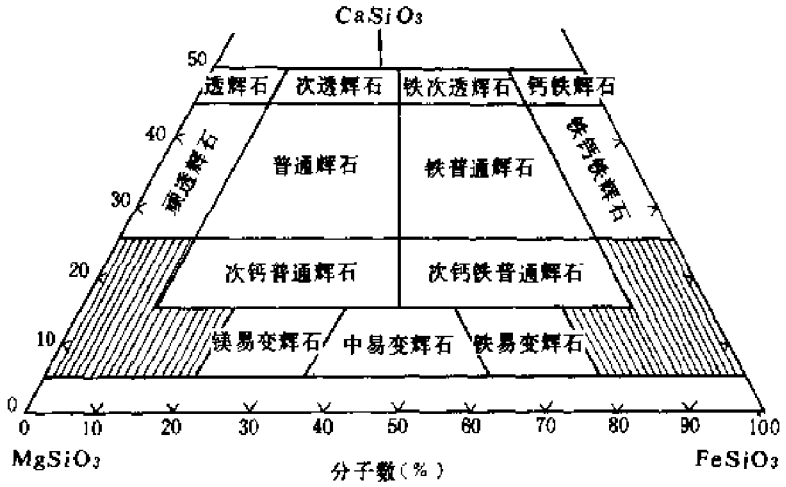



图 1-7 $CaSiO_3$-$MgSiO_3$-$FeSiO_3$ 系统单斜辉石命名图

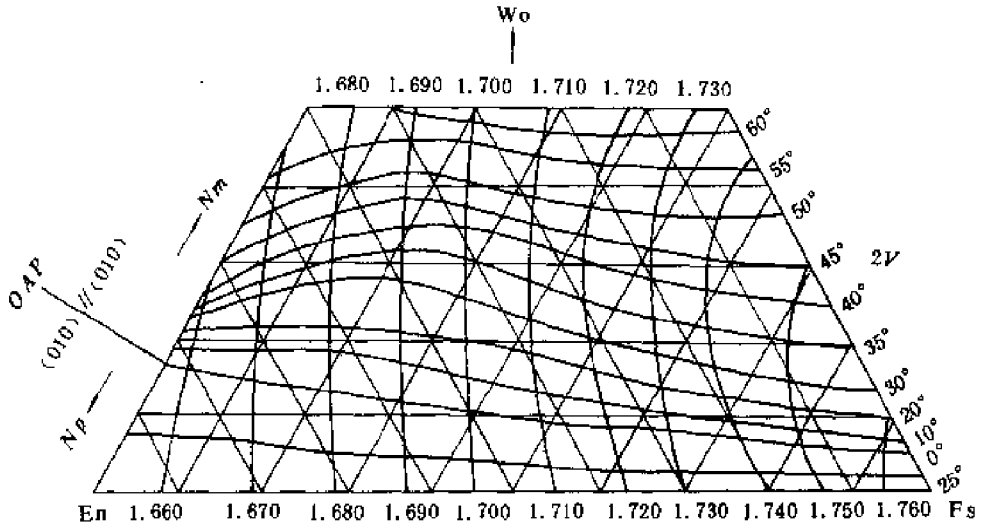



图 1-8 单斜辉石折射率、$2V$ 与成分关系图
(Muir-Wiseman,1951)

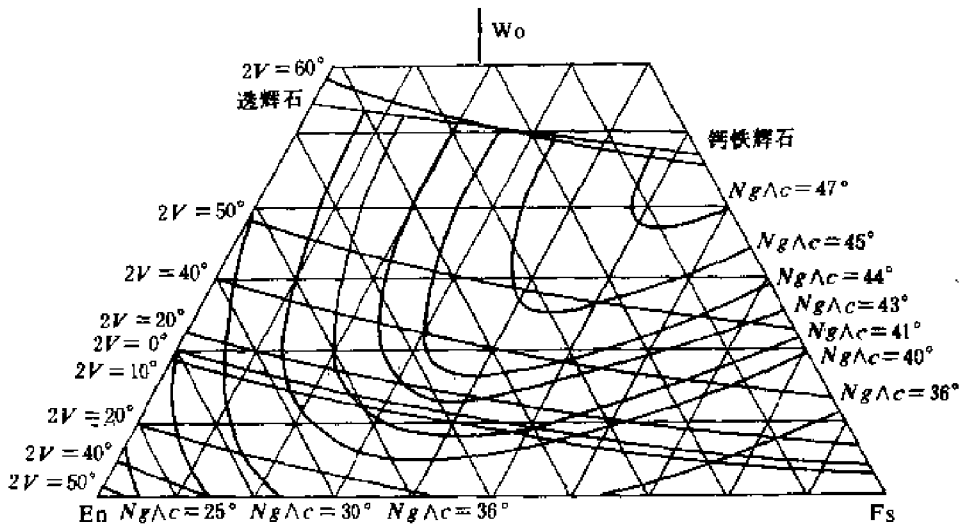



图 1-9 单斜辉石消光角、$2V$ 与成分关系图
(Tomita,1934)

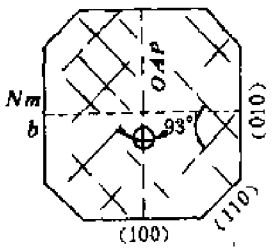



图 1-10　单斜辉石垂直 $c$ 轴的切面

(3)在薄片中,除少数碱性辉石(霓石、霓辉石、钛辉石)和紫苏辉石外,通常无色或略带极淡的色调,不显多色性。少数有多色性者,其多色性也不及角闪石明显。

(4)正高突起,糙面显著。

(5)斜方辉石垂直 $c$ 轴切面为对称消光,其他切面多数为平行消光。单斜辉石垂直 $c$ 轴切面也为对称消光,其他切面多为斜消光。多数辉石的消光角($Ng \wedge c$)为 30°～54°,比角闪石的消光角大。

(6)除碱性辉石外,大多数为正延性。

(7)常见以(100)为结合面的简单双晶和类似于聚片双晶的出溶条纹(页理)。

(8)大部分辉石为二轴正晶,光轴角中等至较大(一般均大于 50°),仅易变辉石 $2V$ 很小(小于 30°)。紫苏辉石、霓石、部分古铜辉石、霓辉石等光性符号为负。

**顽辉石　Enstatite　Энстатит**

成分　化学式为 $Mg_{2.0\sim1.8}Fe_{0.0\sim0.2}[Si_2O_6]$,含少量 Ti、Al、$Fe^{3+}$、Mn、Ni 等杂质。

形态　属斜方晶系。晶体呈半自形短柱状、板状、不规则粒状。两组完全解理近于直交。

光性　薄片中无色。正中—正高突起。$Np=1.657\sim1.667$,$Nm=1.659\sim1.672$,$Ng=1.665\sim1.677$,$Ng-Np=0.008\sim0.010$。最高干涉色为Ⅰ级淡黄。呈平行消光。正延性。具简单双晶。可见出溶页理。二轴(+),$2V=60°\sim90°$。光性方位见图 1-11。

变化　易变为蛇纹石和纤维角闪石(假象纤闪石)。当被叶蛇纹石的单晶置换形成所谓同轴假象时,称为绢石。

产状　主要产于超镁铁质的橄榄岩类、麻粒岩和某些陨石中,与镁橄榄石和其他富镁矿物共生。

鉴定　以其干涉色低、平行消光区别于单斜辉石;以其无色、无多色性、光性符号为正区别于紫苏辉石;以其干涉色稍低区别于古铜辉石。

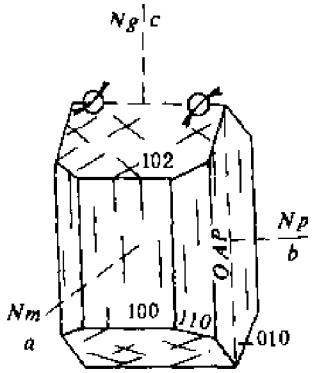



图 1-11　顽辉石的光性方位

**古铜辉石　Bronzite　Бронзит**

成分　化学式为 $Mg_{1.8\sim1.4}Fe_{0.2\sim0.6}[Si_2O_6]$,含少量其他元素。

形态　属斜方晶系。晶体主要呈短柱状、粒状,呈斑晶时较自形。具辉石式解理。

光性　手标本上多为灰绿、褐绿色,由于含较多的金属包裹体而呈现出类似古铜色的半金属光泽(古铜辉石由此而得名);薄片中多为无色,或呈极淡的黄绿色调。正高突起。$Np=1.667\sim1.689$,$Nm=1.672\sim1.698$,$Ng=1.677\sim1.702$,$Ng-Np=0.010\sim0.013$。最高干涉色为Ⅰ级黄。呈平行消光。正延性。具简单双晶。可见出溶页理。为二轴晶。光性方位为:$Np//b$,$Nm//a$,$Ng//c$,$OAP//(100)$。光性符号有正有负,$2V=60°\sim85°$。

变化　易变为蛇纹石(绢石)。

产状　产于超镁铁岩、镁铁岩(如橄榄岩、辉石岩、辉长岩)中,与贵橄榄石共生。在石英拉

斑玄武岩中以斑晶产出。还产于麻粒岩、结晶片岩及某些陨石中。

鉴定　以其无色、无多色性、$OAP//(100)$区别于紫苏辉石；以其干涉色较低、平行消光区别于单斜辉石。

**紫苏辉石　Hypersthene　Гиперстен**

成分　化学式为 $Mg_{1.6\sim1.0}Fe_{0.4\sim1.0}[Si_2O_6]$，含 Al、Ca、$Fe^{3+}$、Ti、Mn 等杂质。

形态　与古铜辉石类似。

光性　通常具多色性：$Np$＝淡红，$Nm$＝淡黄，$Ng$＝淡绿〔多色性与植物紫苏的叶子颜色相似：表面（向阳面）为绿色；背面（背阳面）为红色。紫苏辉石由此而得名〕；多色性随含 $Fe^{2+}$ 量的增加而更加显著（紫苏辉石的颜色并不很浓，为粉红色调、淡绿色调，但色调变化明显）。正高突起。$Np=1.687\sim1.711$，$Nm=1.698\sim1.724$；$Ng=1.702\sim1.727$，$Ng-Np=0.010\sim0.016$。最高干涉色一般低于Ⅰ级紫红，但有的较高（最大双折射率可达 0.020）。斜方辉石消光类型，但斜消光切面比顽辉石、古铜辉石更为多见。正延性。二轴（－），$2V=65°\sim45°$。光性方位见图 1-12。

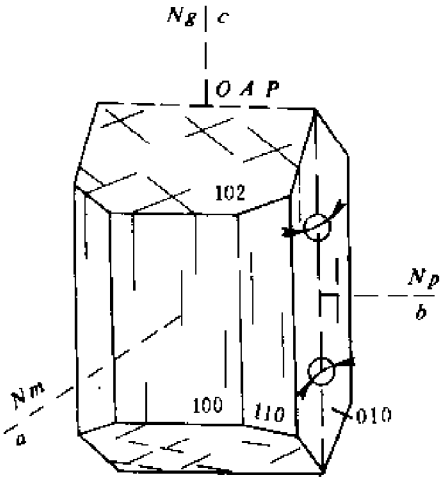



图 1-12　紫苏辉石光性方位图

变化　易变为蛇纹石（绢石），也可变为滑石、假象纤闪石、黑云母等。

产状　主要产于苏长岩、辉长苏长岩、紫苏花岗岩、紫苏粒变岩、紫苏榴辉石、紫苏角岩及某些陨石中，某些闪长岩、二长岩、安山岩、英安岩中也有产出。

鉴定　以其较明显的特征多色性区别于顽辉石、古铜辉石。紫苏辉石在多色性上与红柱石易相混，但前者为正延性，后者为负延性，且两者的产状及次生变化也不同。紫苏辉石出现斜消光时，易被误认为单斜辉石，其区别是：①前者具多色性，后者无色；②前者干涉色较低，多低于Ⅰ级紫红，而后者除斜顽辉石外都高于Ⅰ级紫红；③前者光性符号为负，后者光性符号为正；④前者消光角小，一般不超过 35°，而后者，除斜顽辉石外，都大于 35°。

**透辉石　Diopside　Диопсид**

成分　简略化学式为 $Ca(Mg,Fe)[Si_2O_6]$，含 Fs 少于 10%，并含有 Al、$Fe^{3+}$、Cr、Mn、V、Ti、Na 等。含 $Cr_2O_3$ 为 0.3%～1%者，可称为含铬透辉石；含 $Cr_2O_3>1\%$者，称为铬透辉石。

形态　属单斜晶系。晶体多呈短柱状、粒状，集合体有时呈放射状。具辉石式解理。可见{100}和{001}裂理（洛多奇尼科夫和穆尔豪斯将具有{100}裂理的辉石称为异剥石，将具有{001}裂理的透辉石叫白透辉石，现在把它们统称为异剥石）。

光性　手标本上多呈淡绿、暗绿色，铬透辉石呈翠绿色；薄片中无色透明。正高突起。$Np=1.665\sim1.699$，$Nm=1.672\sim1.706$，$Ng=1.696\sim1.728$，$Ng-Np=0.029\sim0.031$。最高干涉色为Ⅰ级黄。单斜辉石消光类型，$Ng\wedge c=38°\sim48°$。可见简单双晶和出溶页理。二轴（＋），$2V=50°\sim60°$。光性方位见图 1-13。成分与光性之间的关系见图 1-14。

变化　易变为纤闪石、绿泥石，也常变为蛇纹石、滑石、黑云母及碳酸盐等。

产状　作为变质矿物产于矽卡岩、不纯的镁质大理岩、辉石角岩及某些区域变质岩中。作

为岩浆岩矿物：①产于橄榄岩和金伯利岩中，常为含铬透辉石或铬透辉石；②产于碱性的玄武岩中，如碱性橄榄玄武岩、碧玄岩、苦橄玄武岩、白榴玄武岩等，并多呈斑晶产出；③产于辉石煌斑岩中。

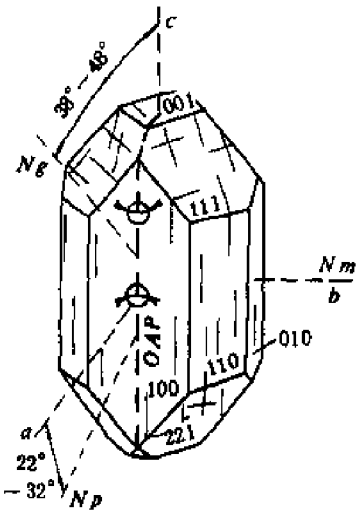



图 1-13　透辉石的光性方位

鉴定　透辉石与普通辉石很相似，在玄武岩中二者常共生在一起，容易混淆，可以从以下几个方面加以区别：①透辉石轴面比柱面发育，横断面为近正方形的八边形，而普通辉石轴、柱面同等发育，横断面为近正八边形。②透辉石消光角多小于 40°，而普通辉石的多大于 40°；前者消光角较小。③透辉石最大双折射率大于 0.029，普通辉石的小于 0.029；前者干涉色较高。④两者的产状也有差异：透辉石既可以是变质矿物，也可以是岩浆岩矿物，而普通辉石多为岩浆岩矿物；在岩浆岩中，透辉石多产于碱性岩中，两者共生时，透辉石多呈斑晶产出。

**次透辉石　Salite　Салит**

化学成分介于透辉石和钙铁辉石之间（图 1-14）；含 Fs＝10%～25%。可根据 $TiO_2$ 含量进一步命名：$TiO_2$<1%者，为次透辉石；$TiO_2$＝1%～3%者，为含钛次透辉石；$TiO_2$>3%者，为钛次透辉石。比次透辉石含更多（25%～40%）Fs 者，称为铁次透辉石。铁次透辉石自然界中少见。

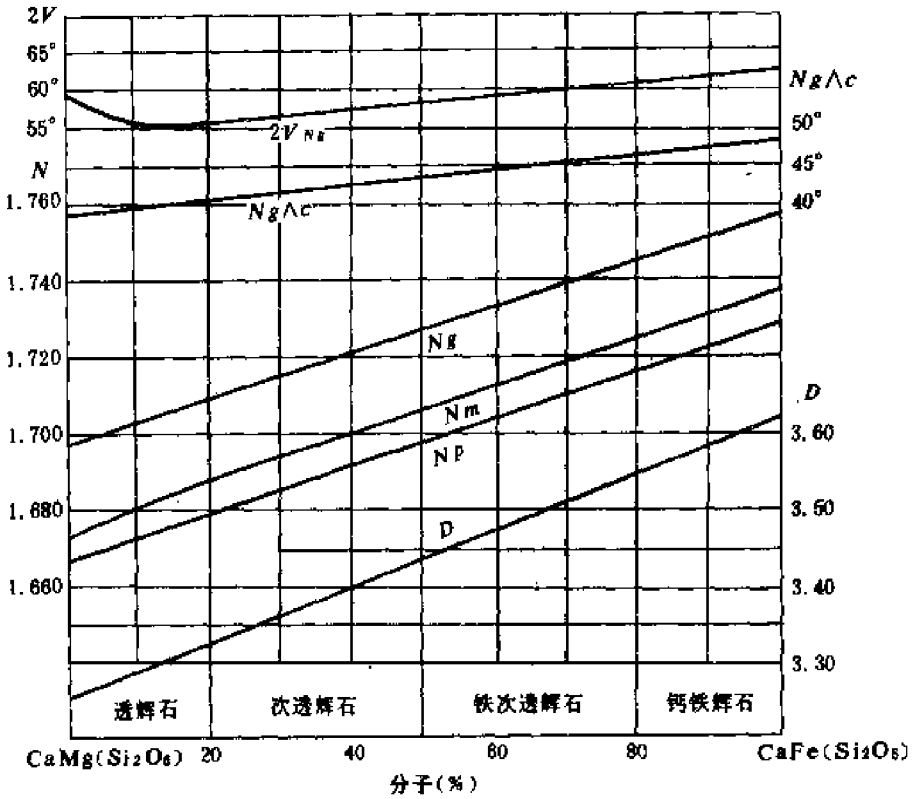



图 1-14　透辉石-钙铁辉石系列成分同光性的关系

（赫斯，1949）

次透辉石的结晶形态和光学性质与透辉石很相似，其区别是：次透辉石的突起、干涉色都稍高，$2V$ 稍大；含钛较多时，显淡紫色。若要准确地鉴别，需精确地测定其折射率、$2V$，并且需要借助化学分析。次透辉石的成分与光性间的关系见图 1-14。

次透辉石产于碱性橄榄玄武岩、橄榄玄武岩、苦橄玄武岩中，多呈斑晶产出；也产于辉石岩、辉长岩、辉石煌斑岩、安山玄武岩、碱性粗面岩以及矽卡岩中。

**普通辉石　Augite　Авгит**

成分　化学式为 $Ca(Mg,Fe^{2+},Fe^{3+},Ti,Al)[(Si,Al)_2O_6]$，有时含有 Mn、Na、Cr 等杂质。

形态　属单斜晶系。在火山岩中呈斑晶时，为较自形的短柱状，横断面近正八边形；在火山岩基质中和侵入岩中，多为半自形短柱状—他形粒状。具辉石式解理，有时发育有{100}、{010}裂理。

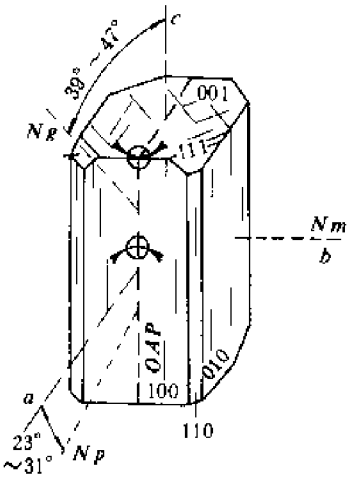



图 1-15　普通辉石的光性方位

光性　薄片中显很淡的淡褐或淡绿色调，不显多色性。正高突起。$Np=1.670\sim1.743$，$Nm=1.676\sim1.750$，$Ng=1.694\sim1.772$，$Ng-Np=0.024\sim0.029$。最高干涉色为Ⅱ级蓝—Ⅱ级绿。单斜辉石消光类型。在斑晶和较大的晶体上，可以见到环带结构、简单双晶、出溶页理。二轴(+)，$2V=42°\sim60°$。光性方位见图 1-15。

变化　常变为绿泥石、假象纤闪石等。

产状　普通辉石是岩浆岩中分布最广的造岩矿物，从超基性岩到酸性岩、从钙碱性岩到碱性岩中都有产出。在火山岩中，它既可呈斑晶产出，也可呈微晶产出，微晶比斑晶贫 Si、Ca、Cr 而富 Al、Fe、Ti。普通辉石还产于某些暗色的深变质岩和陨石中。

鉴定　易与贵橄榄石、透辉石相混淆，其区别见前面两种矿物的鉴定特征。

**钛普通辉石(钛辉石)　Titanaugite　Титанавгит**

成分　基本上与普通辉石相同，但 $TiO_2$ 含量较高，通常大于 3%。含 $TiO_2=1\%\sim3\%$ 者，称为含钛普通辉石。

形态　与普通辉石相似。

光性　薄片中显淡紫色。具弱多色性：$Ng$=淡紫褐，$Nm$=淡紫，$Np$=淡黄褐。正高突起。$Np=1.695\sim1.741$，$Nm=1.700\sim1.746$，$Ng=1.728\sim1.762$，$Ng-Np=0.021\sim0.033$，最高干涉色为Ⅱ级蓝—Ⅱ级橙。常见砂钟结构(图 1-16)，有时可见环带结构。单斜辉石式消光类型。简单双晶常见。二轴(+)，$2V=42°\sim65°$。光性方位见图 1-17。

产状　多产于碱性的超镁铁岩、镁铁岩中。在火山岩中，钛普通辉石既可呈斑晶产出，也可呈微晶产出。

鉴定特征　以其淡紫色多色性和砂钟结构明显区别于其他辉石。

**斜顽辉石　Clinoenstatite　Клиноэнстатит**

成分　与顽辉石相近，比顽辉石含有稍多的 CaO 和 FeO。

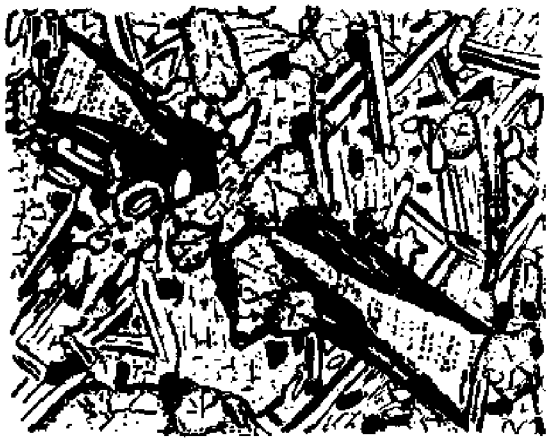


图 1-16 钛普通辉石的砂钟结构

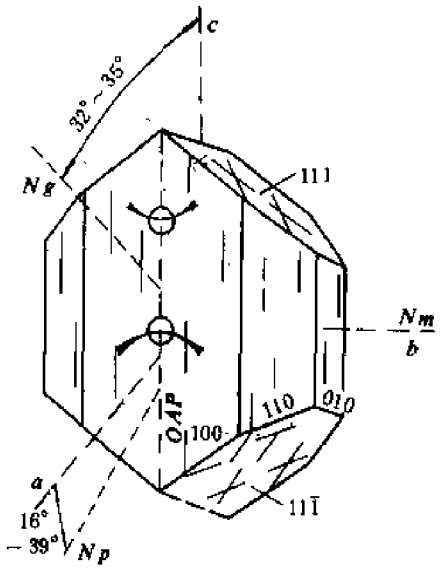



图 1-17 钛普通辉石的光性方位

形态 与普通辉石相似。

光性 薄片中无色或稍微带点淡绿、淡褐色调。不显多色性。正中—正高突起。$Np$=1.651～1.680，$Nm$=1.653～1.682，$Ng$=1.660～1.703，$Ng-Np$=0.009～0.023。最高干涉色多为Ⅰ级黄白。单斜辉石消光类型，消光角($Ng \wedge c$)多小于 30°。正延性。二轴(+)，$OAP \perp (101)$，$2V$=50°～53°。光性方位见图 1-18。

产状 产于拉斑玄武岩的基质中，也见于石质陨石、金伯利岩及炉渣中。

鉴定 以其斜消光区别于斜方辉石；以其干涉色低、消光角较小区别于其他单斜辉石。另外，产状也是其识别特征之一。

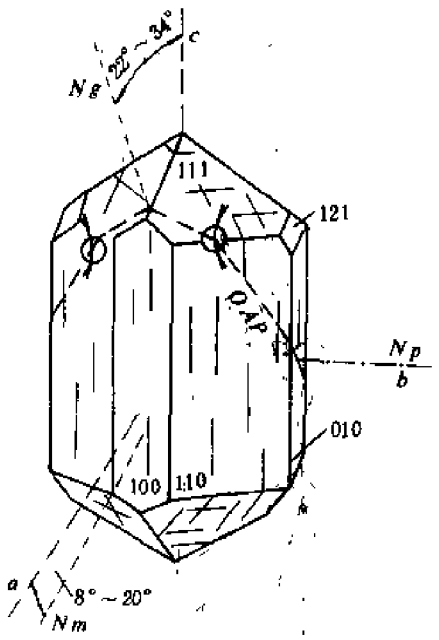



图 1-18 斜顽辉石的光性方位

**易变辉石 Pigeonite Пижонит**

成分 成分介于次钙普通辉石和斜顽辉石之间，含硅灰石(Wo)分子小于 15%，属于贫钙单斜辉石。自然界常见者为镁易变辉石和成分上接近镁易变辉石的过渡易变辉石。

形态 半自形短柱状—他形粒状。具辉石式解理。

光性 薄片中呈淡褐、淡绿色调。不显多色性。正高突起。$Np$=1.682～1.722，$Nm$=1.684～1.722，$Ng$=1.705～1.751，$Ng-Np$=0.023～0.029。最高干涉色为Ⅰ级蓝—Ⅱ级黄。单斜辉石消光类型。正延性。可见简单双晶。二轴(+)，光轴角很小，通常 $2V$=0°～10°，最大不超过 30°。当 CaO=7%时，$2V$=0°；当 CaO<7%(贫钙)时，$OAP \perp (010)$，$2V$ 由 0°逐渐增大；当 CaO>7%(富钙)时，$OAP // (010)$，$2V$ 也由 0°逐渐增大。光性方位见图 1-19。

变化 易变为绿泥石、蛇纹石等。

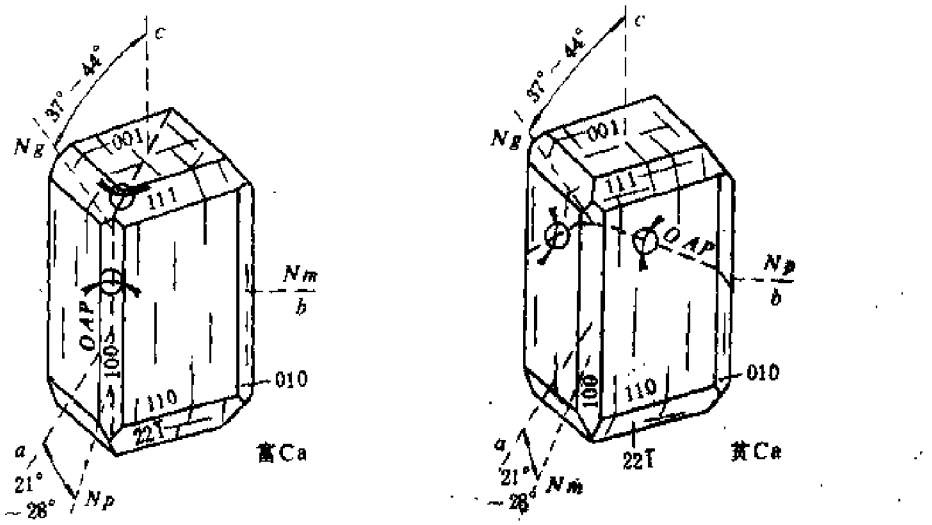



图 1-19　易变辉石的光性方位

产状　主要产于拉斑玄武岩的基质中，也见于辉绿岩、玄武安山岩的基质及某些陨石中。极少数情况下，在安山岩中可呈斑晶产出。

鉴定　易变辉石在单偏光镜及正交偏光镜下的光性与普通辉石极为相似。其主要的区别是：在锥偏光镜下，易变辉石的光轴角很小，常接近 0°；显近似一轴晶干涉图；通常不呈斑晶产出。

## 霓石　Aegirine　Эгирин

成分　化学式为 $NaFe^{3+}[Si_2O_6]$，常含有 Ca、Mg、$Fe^{2+}$ 及 Ti、Mn、K、Be、Zr 等，比普通辉石含有较多的 $Na_2O$ 和 $Fe_2O_3$。可将它看作是 Na、$Fe^{3+}$ 成对置换透辉石中 Ca、Mg 的产物。

形态　属单斜晶系。晶体多呈柱状和针状，也呈不规则粒状。(100)、(010)晶面不发育，横切面有时呈类似角闪石式的六边形。有时柱状晶体端面相交成钝角，故又称钝钠辉石；当端面相交呈尖锥时，也称锥辉石。具辉石式解理。颜色呈暗绿至黑绿。

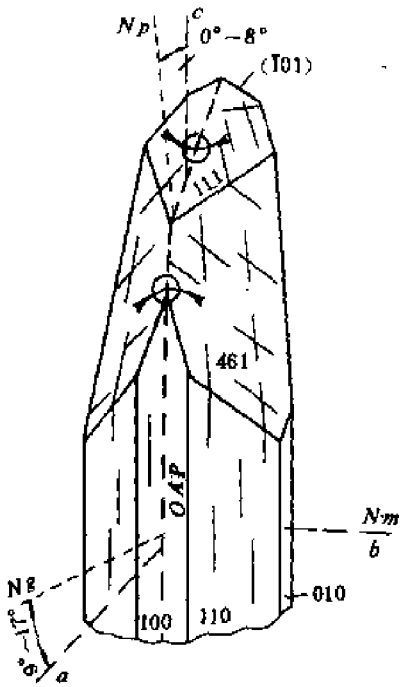



图 1-20　霓石光性方位

光性　薄片中多色性显著：$Np$＝暗草绿、蓝绿，$Nm$＝黄绿，$Ng$＝淡绿、淡褐绿。吸收性为 $Np>Nm>Ng$。正高—正极高突起。$Np=1.750\sim1.776$，$Nm=1.780\sim1.820$，$Ng=1.795\sim1.836$，$Ng-Np=0.045\sim0.060$。最高干涉色为Ⅲ级蓝—Ⅳ级绿。近于平行消光，$Np\wedge c=0°\sim8°$。负延性。常见简单双晶。二轴(－)，$2V=60°\sim70°$。光性方位见图 1-20。

变化　可变为绿泥石、次闪石、褐铁矿等。

产状　主要产于碱性岩，如碱性正长岩、碱性粗面岩、霞石正长岩、响岩、钠质流纹岩、碱性花岗岩等。还见于碱性岩与围岩的接触带中，是长霓岩化的主要组分。

鉴定　以其明显的多色性、负延性、负光性符号与其他单斜辉石相区别；以其辉石式解理、正极高突起、反吸收性、干涉色高及负延性区别于普通角闪石。产于碱性岩中，并与碱性矿物共生，也是霓石的鉴别特征之一。

**霓辉石　Aegirine-augite　Эгирин-Авгит**

成分　晶体化学式为(Na,Ca)($Fe^{3+}$,$Fe^{2+}$,Mg,Al)[$Si_2O_6$]。化学成分介于霓石和含霓石分于$NaFe^{3+}$[$Si_2O_6$]的辉石之间,含霓石分子为20%～80%。

光性　与霓石有些相似,霓辉石不同于霓石的地方有:①颜色比霓石稍微淡些,有时呈环带状,多为核部(含霓石分子少的透辉石或普通辉石)颜色淡,边部(含霓石分子多的霓辉石)颜色深;②突起和干涉色比霓石稍低,$Np$=1.700～1.760,$Nm$=1.710～1.800,$Ng$=1.730～1.813,$Ng-Np$=0.030～0.053,突起随含霓石分子减少而降低;③消光角稍大($Np \wedge c$=0°～30°),且随含霓石分子减少而增大;④光性符号有正有负,一般含霓石分子小于30%者为正光性符号,其他为负光性符号,$2V$=70°～90°。光性方位见图1-21,成分与光性之间的关系见图1-22。

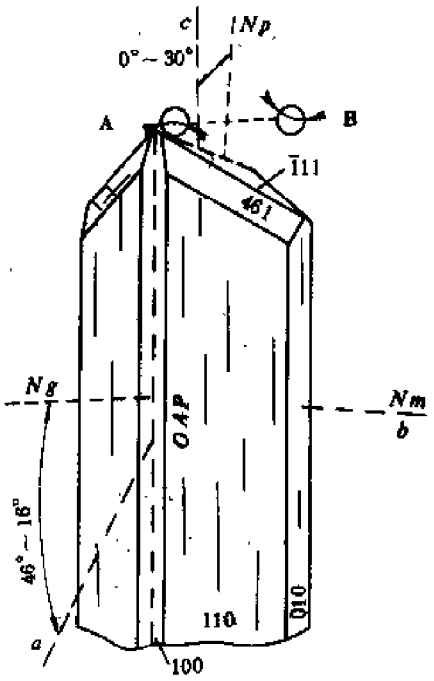



图1-21　霓辉石光性方位

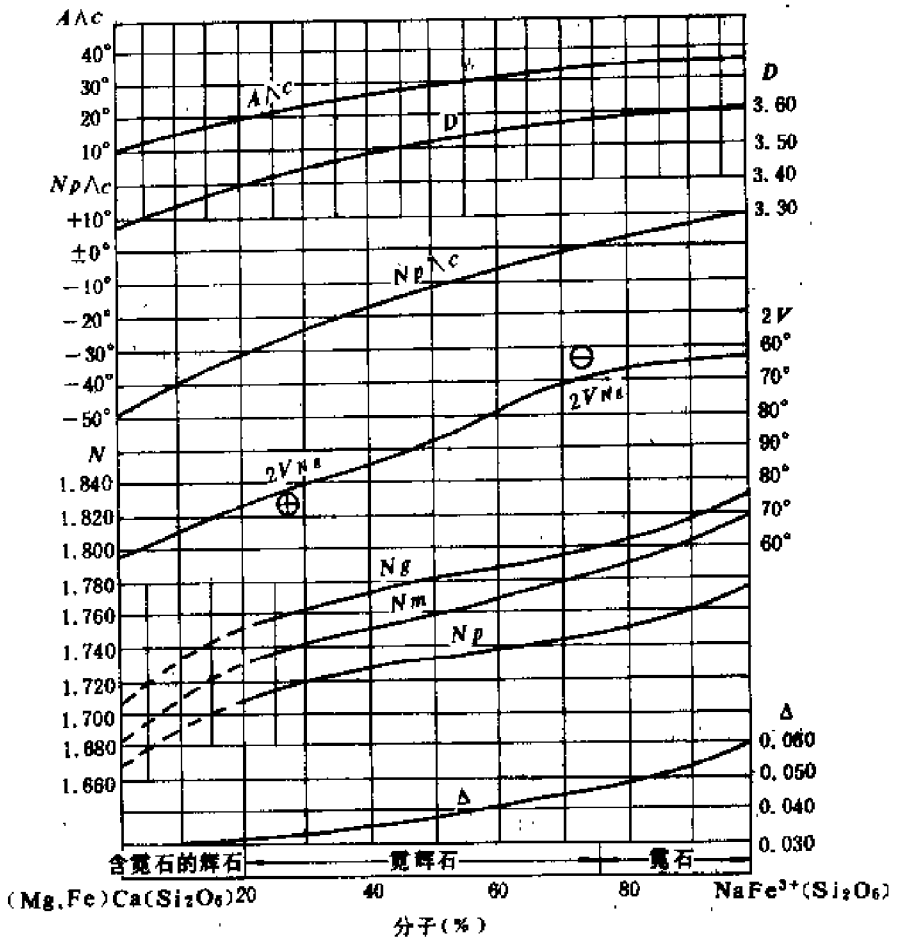



图1-22　霓辉石-霓石系列成分与光性关系图

(特吕格,1971)

**钙铁辉石　Hedenbergite　Геденбергит**

成分　晶体化学式为 $CaFe[Si_2O_6]$，含有少量 Mg、Al、$Fe^{3+}$ 及 Na、Ti、Mn 等。

形态　属单斜晶系。晶体呈柱状，集合体呈束状、放射状。具辉石式解理。

光性　手标本上呈褐绿、暗绿、黑色；薄片中呈绿色。多色性为：$Np$＝淡绿、蓝绿，$Nm$＝绿、淡蓝绿，$Ng$＝绿、黄绿。正高突起。$Np$＝1.717～1.726，$Nm$＝1.723～1.730，$Ng$＝1.741～1.755，$Ng-Np$＝0.024～0.029。最高干涉色为Ⅱ级绿。单斜辉石消光类型，$Ng \wedge c$＝47°～48°。简单双晶常见，有时可见聚片双晶。二轴(＋)，$2V$＝52°～64°。光性方位与透辉石类似。

变化　常变为绿高岭石。

产状　主要产于接触交代变质岩中，与石榴石共生。

鉴定　以其较深的颜色、弱多色性、有时具异常干涉色区别于透辉石、普通辉石。以其干涉色较低、消光角较大区别于碱性辉石。常产于矽卡岩中也是其鉴定特征之一。

**绿辉石　Omphacite　Омфацит**

成分　与透辉石相近，但含有较多(5%～9%)的 $Al_2O_3$。

形态　属单斜晶系。晶体呈短柱状、他形粒状。具辉石式解理。

光性　薄片中无色—浅绿色。具微弱多色性：$Np$＝无色，$Nm$、$Ng$＝微绿。$Np$＝1.662～1.701，$Nm$＝1.670～1.712，$Ng$＝1.685～1.723，$Ng-Np$＝0.012～0.028。最高干涉色为Ⅰ级橙—Ⅱ级绿。二轴(＋)，$2V$＝56°～84°。光性方位见图 1-23。

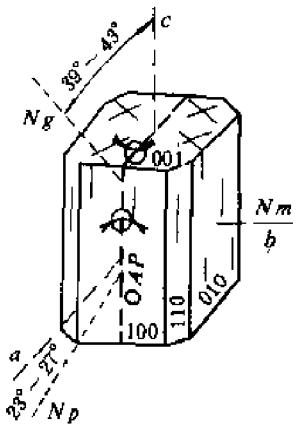



图 1-23　绿辉石光性方位

产状　是榴辉岩的典型矿物，与镁铝榴石、贵榴石等共生。

鉴定　以其较大的光轴角区别于透辉石和透辉石质普通辉石；以其颜色较深，折射率、双折射率和消光角较大区别于硬玉。在绿辉石与普通角闪石共生时，可根据绿辉石具有较淡的颜色、微弱的多色性以及辉石式解理区别于角闪石。

**硬玉　Jadeite　Жадеит**

成分　$NaAl[Si_2O_6]$，含有少量 Ca、Mg、$Fe^{2+}$、$Fe^{3+}$ 等。

形态　属单斜晶系。晶体多呈粒状、片状、纤维状，有时见无数纤维状晶体纵横交织成毡状。

光性　薄片中无色。正中—正高突起。$Np$＝1.640～1.681，$Nm$＝1.645～1.684，$Ng$＝1.652～1.692，$Ng-Np$＝0.006～0.021。最高干涉色通常为Ⅰ级橙。消光角较大。二轴(＋)，$2V$＝60°～90°。光性方位见图 1-24。

产状　多产于榴辉岩、角闪岩、蓝闪片岩等岩石中，是典型的高压矿物。但它在低级变质岩中也可作为一种稳定相产出。硬玉是翡翠的最主要造岩矿物，此外硬玉还可产于碱性岩浆岩，如碱性正长岩。硬玉经次生变化，常变为透闪石、假象纤闪石。

鉴定　除锂辉石以外，硬玉是突起最低的辉石。以其突起和干涉色较低区别于绿辉石；以

其无色、突起和干涉色较低、消光角较大区别于霓石和霓辉石；以其无色、具辉石式解理、消光角较大区别于阳起石。

## 三、角闪石族

角闪石的化学成分可用下列角闪石标准化学式表示：

$A_{0\sim1}B_2C_5^{VI}T_8^{IV}O_{22}(OH,F,Cl)_2$

式中，A＝Na、Ca、K，B＝Na、Li、K、Ca、Mg、$Fe^{2+}$、Mn，C＝Mg、$Fe^{2+}$、Mn、Al、Cr、$Fe^{3+}$、Ti，T＝Si、Al、Cr、$Fe^{3+}$、Ti。

角闪石族的类质同象现象很普遍，种属很多。国际矿物学会新矿物和矿物名称委员会(IMA-CNMMN)，于1978年建议采用以晶体化学为基础的命名法*。

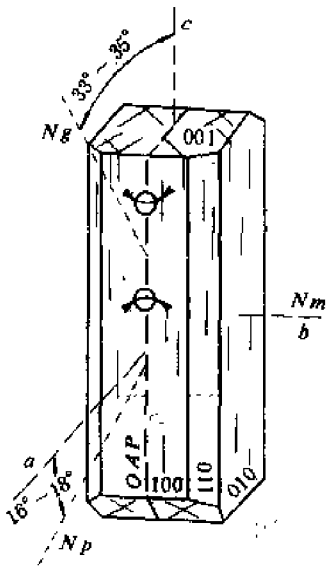


图1-24 硬玉光性方位

该分类法，首先根据角闪石标准化学式中B位置中Ca、Na原子系数之和$(Ca+Na)_B$和B位置中的Na原子系数$(Na)_B$分子数，分为四个基本闪石组：

(1)铁镁锰质闪石组$(Ca+Na)_B<1.34$；

(2)钙质闪石组$(Ca+Na)_B\geqslant1.34$，$(Na)_B<0.67$；

(3)钠钙质闪石组$(Ca+Na)_B\geqslant1.34$，$0.67\leqslant(Na)_B<1.34$；

(4)碱质闪石组$(Na)_B\geqslant1.34$。

其中铁镁锰质闪石组又分为斜方角闪石和单斜角闪石两个亚族。其他三个组均属单斜角闪石亚族。

然后，再根据Si原子数和$M[Mg/(Mg+Fe^{2+})]$值以及$(Na+K)_A$、Ti、$Fe^{3+}$值等细分为许多种属(图1-25)。

角闪石族有如下一些共同的鉴定特征：

(1)除直闪石、铝直闪石属于斜方晶系外，绝大多数角闪石属于单斜晶系。晶体通常呈沿c轴延伸的长柱状、针状，有时为纤维状，晶体的横切面为菱形或六边形(图1-26)。

(2)具{110}、{1 $\bar{1}$0}二组完全解理，其交角为56°、124°(图1-26)。

(3)薄片中，低温角闪石为绿色，高温角闪石为褐色，二者多色性明显，吸收性强，吸收性为$Ng>Nm>Np$；碱性角闪石为蓝、紫色，吸收性为$Np>Nm>Ng$；仅少数不含Fe的角闪石为无色或浅色调。

(4)正中突起，但由于颜色较深，给人一种高突起的感觉。

(5)斜方角闪石消光类型：垂直c切面为对称消光，纵切面为平行消光。单斜角闪石消光类型：垂直c切面为对称消光，平行(100)面为平行消光，其他纵切面多为斜消光。多数单斜角闪石$Ng\wedge c<25°$，正延性，仅碱性角闪石为负延性。

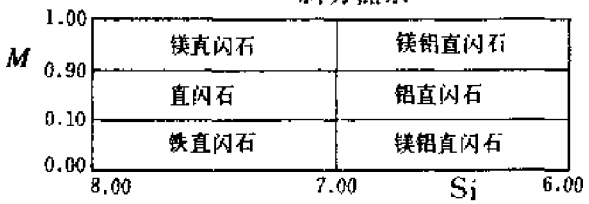
(6)可见以(100)为结合面的简单双晶和聚片双晶。

---

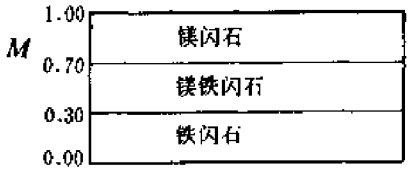
* LeakeB E.1978.Amer. Mineral.,Vol. 63,No. 11~12.P. 1023~1052.

1. 铁镁锰质闪石组$(Ca+Na)_B<1.34$

A. 斜方晶系

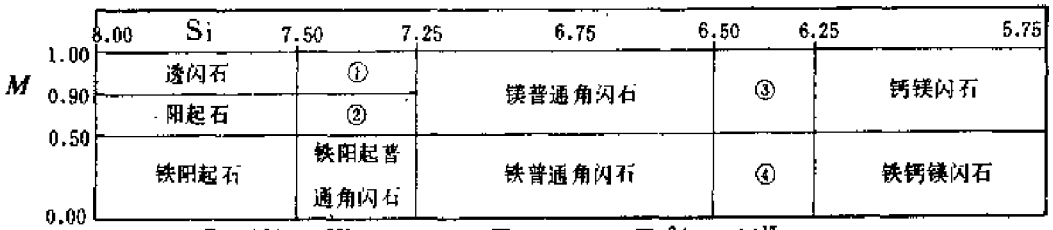



B. 单斜晶系

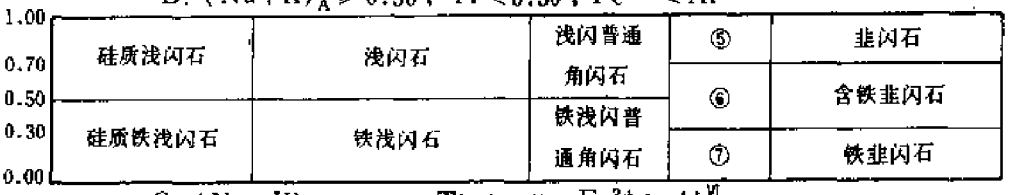



2. 钙质闪石组$(Ca+Na)_B\geqslant1.34$，$(Na)_B<0.67$

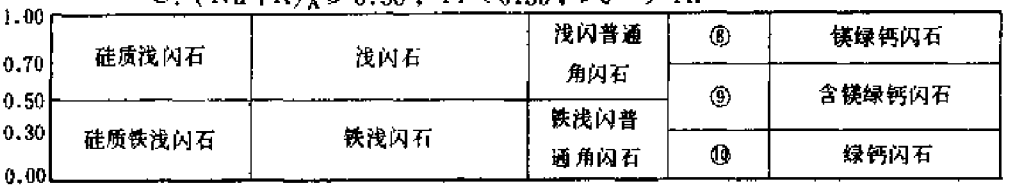
A. $(Na+K)_A<0.50$，$Ti<0.50$




B. $(Na+K)_A\geqslant0.50$，$Ti<0.50$，$Fe^{3+}\leqslant Al^{VI}$

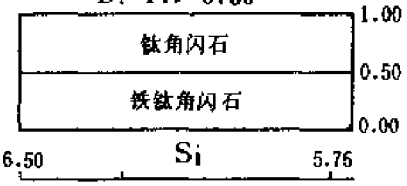



C. $(Na+K)_A\geqslant0.50$，$Ti<0.50$，$Fe^{3+}>Al^{VI}$



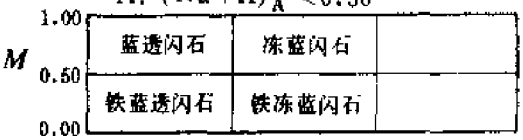

① 透闪普通角闪石
② 阳起普通角闪石
③ 钙镁闪石普通角闪石
④ 铁钙镁闪石普通角闪石
⑤ 韭闪普通角闪石
⑥ 含铁韭闪普通角闪石
⑦ 铁韭闪普通角闪石
⑧ 镁绿钙闪普通角闪石
⑨ 含镁绿钙闪普通角闪石
⑩ 绿钙闪石普通角闪石

D. $Ti\geqslant0.50$

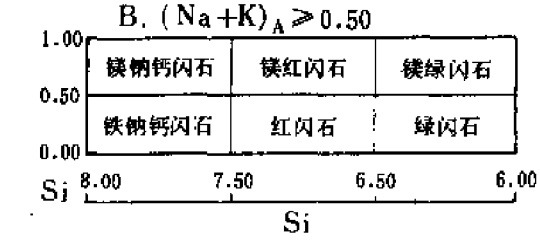



3. 钠钙质闪石组$(Ca+Na)_B\geqslant1.34$
$0.67\leqslant(Na)_B<1.34$

A. $(Na+K)_A<0.50$

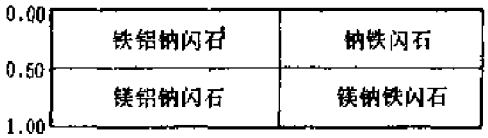



B. $(Na+K)_A\geqslant0.50$




4. 碱质闪石组$(Na)_B\geqslant1.34$

A. $(Na+K)_A\geqslant0.50$




B. $(Na+K)_A<0.50$

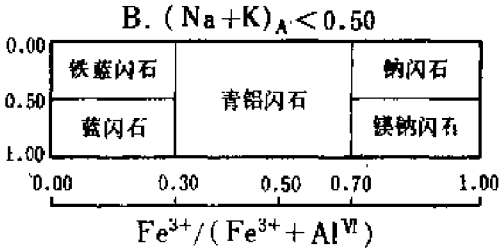



图 1-25　角闪石命名图

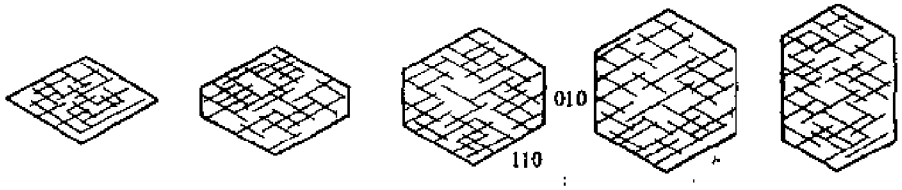



图 1-26　角闪石横切面解理图

(7)绝大多数角闪石为二轴(－)，光轴角较大。仅浅闪石、韭闪石为二轴(＋)。

角闪石与辉石的主要区别如表 1-3 所列。

表 1-3　角闪石与辉石的主要区别

| | 角　闪　石 | 辉　　石 |
|---|---|---|
| 晶　形 | 长柱状，横切面为菱形或近菱形的六边形 | 短柱状，横切面为正方形或近正方形的八边形 |
| 解　理 | 夹角为 56°与 124° | 夹角为 87°与 93° |
| 颜　色 | 除少数不含铁者外，多数具较深的颜色和明显的多色性 | 除碱性辉石具多色性外，多数无色或呈极淡色调，无多色性 |
| 消　光 | 除碱性者外，多数的消光角($Ng \wedge c$)小于 25° | 除碱性辉石外，多数的 $Ng \wedge c > 25°$ |
| 光性符号及 $2V$ | 大多数光性符号为负，$2V$ 较大 | 大多数光性符号为正，$2V$ 中等 |

**直闪石-铝直闪石　Anthophyllite-Gedrite　Антофиллит-Гедрит**

成分　参见图 1-25。直闪石为含铝较少的铁镁质闪石，铝直闪石为含铝较多的($Al_2O_3$ 达 23.79%)铁镁质闪石，当其 $M$ 值大于 0.9 或小于 0.1 时，分别冠以"镁"或"铁"前缀。

光性　薄片中无色或呈淡褐黄、淡绿色。铝直闪石具多色性：$Ng$＝黄、淡绿，$Nm$＝淡褐，$Np$＝淡褐。吸收性为 $Ng > Nm \geqslant Np$。

直闪石：$Np$＝1.598～1.647，$Nm$＝1.616～1.651，$Ng$＝1.623～1.664，$Ng-Np$＝0.017～0.025。正中突起。最高干涉色为Ⅰ级橙—Ⅱ级绿。

铝直闪石：$Np$＝1.642～1.674，$Nm$＝1.651～1.681，$Ng$＝1.658～1.691，$Ng-Np$＝0.016～0.017。正中—正高突起。最高干涉色为Ⅰ级橙。

直闪石-铝直闪石为平行消光，正延性。双晶少见。富镁者为二轴(－)，$2V$＝65°～90°；富铁者为二轴(＋)，$2V$＝60°～90°。光性方位见图 1-27。

变化　易变为蛇纹石和滑石。

产状　直闪石-铝直闪石产于富镁的结晶片岩、片麻岩、蛇纹岩及白云岩同岩浆岩的接触带中，与镁铁闪石共生。此外，也可作为橄榄石的分解物包裹橄榄石。

鉴定　直闪石-铝直闪石以平行消光区别于单斜闪石；以干涉色较高、长柱状晶形、角闪石式解理区别于斜方辉石。

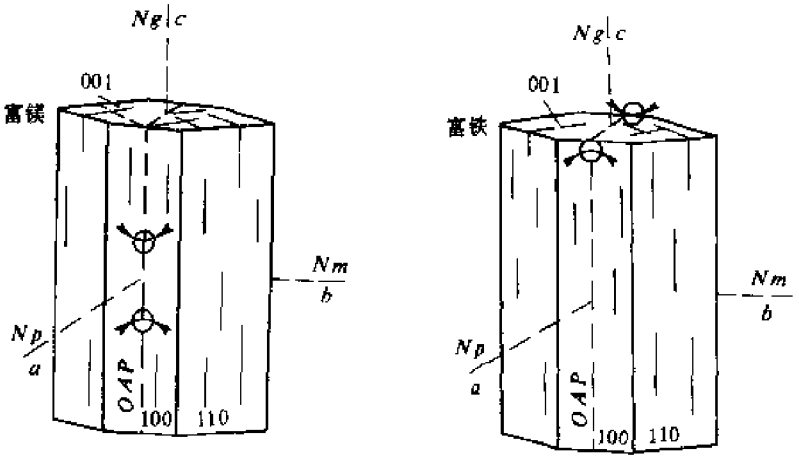



图 1-27　直闪石-铝直闪石的光性方位

## 镁铁闪石　Cummingtonite　Куммингтонит

成分　化学式为$(Mg,Fe^{2+})_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$。成分与直闪石-铝直闪石有些相似，也属于铁镁质闪石，但二者的晶体形态不同。自然界中尚未发现铁闪石分子数小于 25% 的镁闪石。

形态　属单斜晶系。晶体呈板状、柱状、针状、纤维状，集合体有时呈放射状。

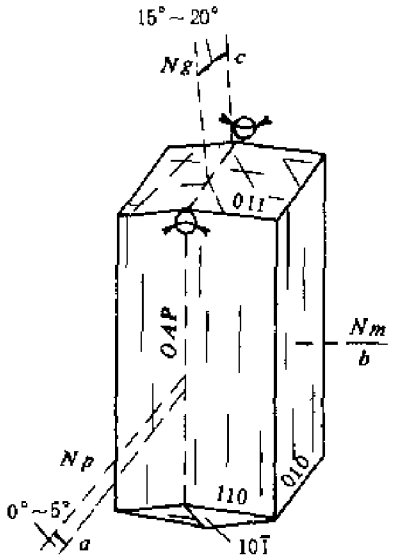



图 1-28　镁铁闪石的光性方位

光性　薄片中无色或呈淡色色调。含铁多时，微弱的多色性：$Np$、$Nm$=无色或淡黄，$Ng$=淡褐或淡绿。正中—正高突起。$Np$=1.635～1.665，$Nm$=1.644～1.675，$Ng$=1.655～1.698，$Ng-Np$=0.020～0.030。最高干涉色为Ⅰ级紫红—Ⅱ级黄。单斜角闪石消光类型，$Ng\wedge c$=15°～20°。简单双晶和聚片双晶常见。二轴(+)，$2V$=65°～90°。光性方位见图 1-28。

产状　镁铁闪石属变质矿物，主要产于与铁铜矿床有关的接触变质岩和某些结晶片岩中。

鉴定　以其斜消光和常见双晶区别于斜方角闪石；以其极淡色调、多色性不显著、正光性符号和特殊的产状区别于其他单斜辉石。

## 铁闪石　Grunerite　Грюнерит

成分　化学式为$(Fe^{2+},Mg)_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$。含铁闪石分子数大于 70%，小于 70% 者则过渡为镁铁闪石(图 1-25)。

形态　属单斜晶系。晶形与镁铁闪石相似。

光性　薄片中呈浅黄褐色。具多色性：$Ng$=褐黄、绿，$Nm$=浅黄、浅褐，$Np$=浅黄、无色。吸收性为$Ng>Nm\geqslant Np$。正高突起。$Np$=1.665～1.696，$Nm$=1.675～1.709，$Ng$=1.698～1.729，$Ng-Np$=0.030～0.045。最高干涉色为Ⅱ级黄—Ⅲ级绿。折射率和双折射率随含铁量增多而增大(图 1-29)。单斜角闪石消光类型，$Ng\wedge c$=10°～15°。正延性。简单双晶和聚片双晶很常见。二轴(−)，$2V$=84°～90°。光性方位见图 1-30。

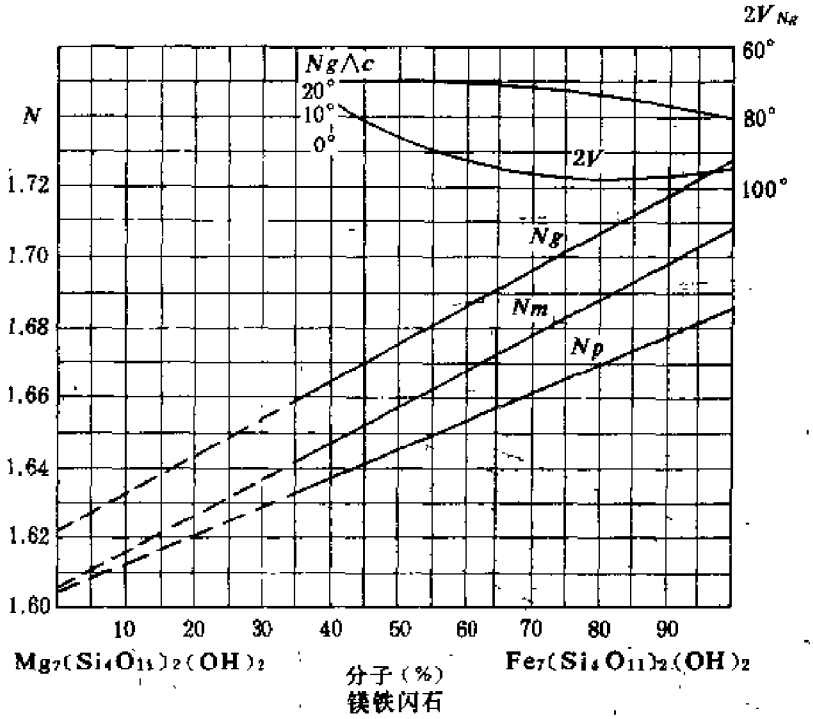



图 1-29 镁铁闪石-铁闪石的光性变化与成分的关系

(据 Bowen 和 Schairer，转引自穆斯豪斯)

变化 可变为褐铁矿。

产状 铁闪石是一种变质矿物，主要产于角闪片岩和铁矿附近的铁闪石片岩中。

鉴定 以其突起高、干涉色高、消光角较小及二轴(－)区别于镁铁闪石；以其突起和干涉色较高区别于阳起石。与普通角闪石的区别是，铁闪石的突起及干涉色较高，消光角较小，颜色较淡。

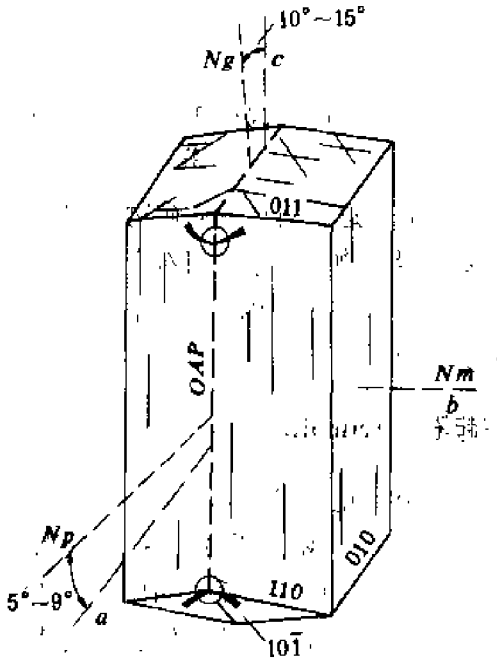



图 1-30 铁闪石的光性方位

## 透闪石 Tremolite Тримолит

成分 晶体化学式为 $Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}]_2(OH,F)_2$。常含少量 $Fe^{2+}$，含铁闪石分子小于10%，大于10%则过渡为阳起石(图 1-25)。

形态 属单斜晶系。晶体呈长柱状、针状，常呈放射状、纤维状集合体。有时透闪石可代替辉石并呈其假象，此时，称其为假象纤闪石。

光性 薄片中无色。正中突起。$Np=1.600\sim1.619$，$Nm=1.613\sim1.630$，$Ng=1.624\sim1.640$，折射率随含铁量增多而增大，$Ng-Np=0.021\sim0.023$。最高干涉色为 I 级蓝。单斜角闪石消光类型，$Ng \wedge c=16°\sim21°$。正延性。简单双晶、聚片双晶常见。二轴(－)，$2V=83°\sim86°$。透闪石成分与光性的关系见图 1-31，光性方位见图 1-32。

变化 易变为滑石。

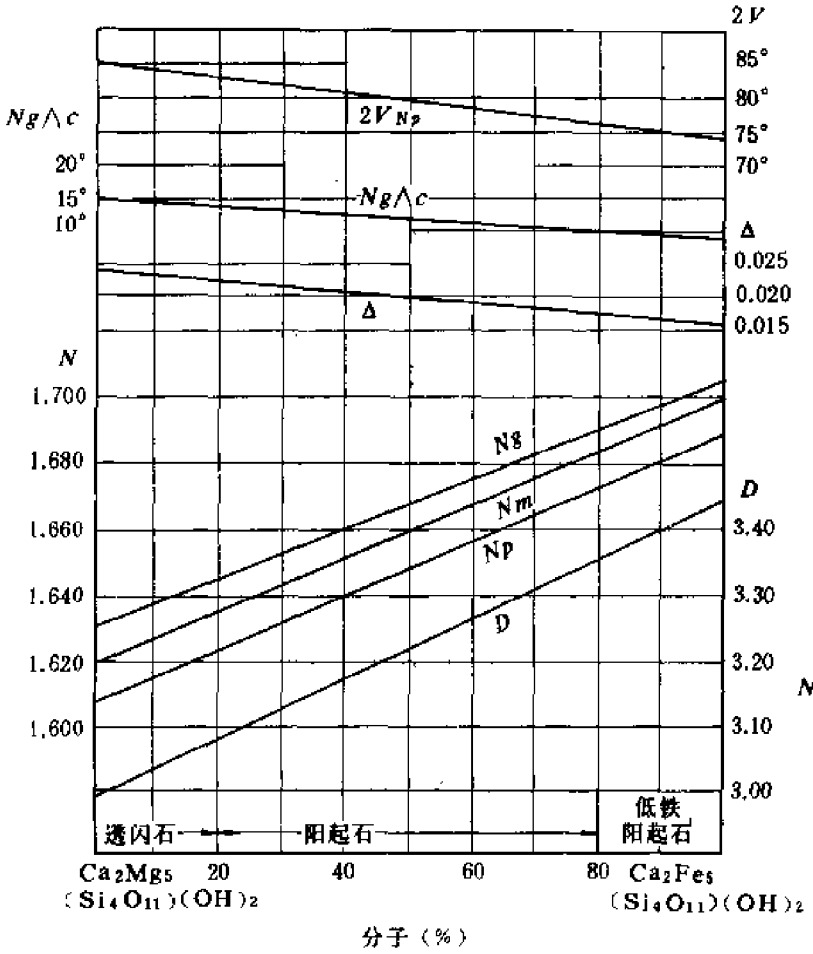



图 1-31　透闪石-阳起石系列成分与光性关系图
（特吕格，1971）

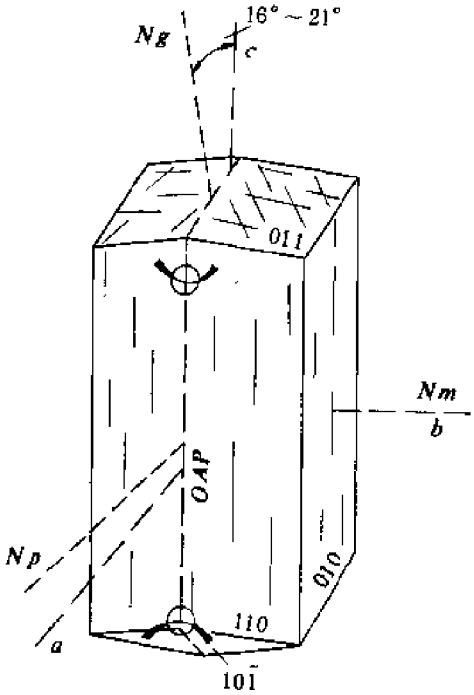



图 1-32　透闪石的光性方位

*产状*　透闪石属变质矿物，主要产于透闪石大理岩和某些富镁的结晶片岩中，也是软玉的主要造岩矿物。假象纤闪石产于超基性、基性岩中，是由辉石蚀变而成的。

*鉴定*　透闪石以其负光性符号区别于镁铁闪石；以其无色、突起较低、消光角大于 15°区别于阳起石。

## 阳起石　Actinolite　Актинолит

*成分*　化学式为 $Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5[Si_4O_{11}]_2(OH,F)_2$，阳起石比透闪石含较多的 $Fe^{2+}$，$M$ 值为 0.9～0.5。$M$ 小于 0.5 者，为铁阳起石。

*形态*　属单斜晶系。晶体呈长柱状、针状，集合体呈放射状、纤维状。

*光性*　手标本上为鲜绿、褐绿、黄等色，一般不呈黑色、绿黑色；薄片中呈浅绿色。微弱多色性：$Ng$＝绿、浅绿，$Nm$＝浅黄绿，$Np$＝浅黄。正中突起。$Np$＝1.619～1.688，$Nm$＝1.630～1.697，$Ng$＝1.640～1.705。随着含铁量的增高，多色性变得愈加明显，折射率也随之增大。$Ng-Np$＝0.023～0.027。最高干涉色为Ⅱ级蓝—Ⅰ级绿。单斜角闪石消光类型，$Ng\wedge c$＝10°～15°。常见简单双晶和聚片双晶。二轴（－），$2V$＝65°～83°。光性方位与透闪石类似。

*产状*　常产于金属矿脉附近，是早期矽卡岩和基性、中性岩浆岩中的普通辉石和透辉石经高温热液蚀变而成的，常与绿帘石伴生。此外，阳起石也产于绿片岩相的结晶片岩中。阳起石也是软玉最主要造岩矿物。

鉴定　以其浅绿色、弱多色性、消光角小区别于透闪石。

隐晶致密块状的阳起石或透闪石叫做软玉。在显微镜下可以看出，软玉是由无数交织成毡状的阳起石或透闪石晶体所组成的。

**普通角闪石　Common hornblende** Обыкновенная роговая обманка

成分　化学式为$(Ca,Na)_{2\sim3}(Mg,Fe^{2+},Fe^{3+},Al)_5[(Al,Si)_4O_{11}](OH)_2$，化学成分变化范围大。按IMA-CNMMN命名法，普通角闪石不是一个独立的种属，它包含许多亚种。使用此命名法时，要在普通角闪石(Hornblende)之前冠以前缀。自然界多见镁普通角闪石(Magnesio-hornblende)。

形态　属单斜晶系。晶体多呈长柱状、杆状、针状，偶呈短柱状、纤维状。具角闪石式解理。

光性　手标本上多呈暗绿色、暗褐—黑色；薄片中呈绿色、褐色。侵入岩中的普通角闪石(低温型)多为绿色，多色性为：$Ng$=深绿、蓝绿，$Nm$=绿、黄绿，$Np$=淡绿、淡黄绿。火山岩中的角闪石(高温型)多为褐色，多色性为：$Ng$=暗褐、红褐，$Nm$=褐，$Np$=浅褐；吸收性为$Ng>Nm>Np$。正中—正高突起。$Np$=1.620～1.618，$Nm$=1.630～1.691，$Ng$=1.638～1.701，$Ng-Np$=0.018～0.020。最高干涉色为Ⅰ级橙红—Ⅱ级蓝，由于颜色的叠加，致使干涉色不鲜艳。单斜角闪石消光类型：$Ng\wedge c$=12°～24°，但通常在20°左右。结合面为(100)的简单双晶和聚片双晶常见。二轴(－)，$2V$=52°～89°，但多数为66°～85°。光性方位见图1-33。

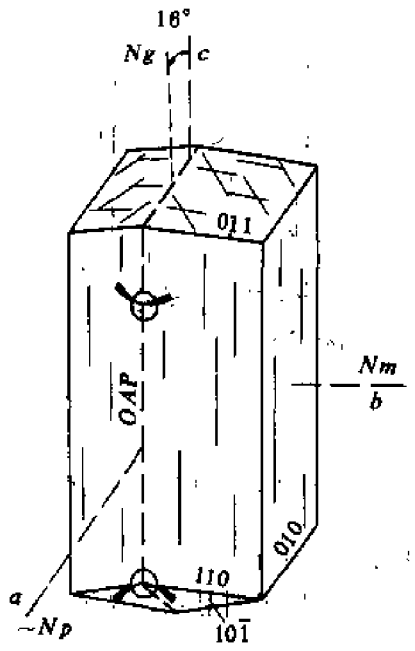


图1-33　普通角闪石的光性方位

变化　易变为绿泥石、绿帘石、碳酸盐、纤维状阳起石、黑云母、绢云母、石英、磁铁矿等。

产状　普通角闪石分布很广：①各类岩浆岩中均有产出，但最常见于中性、中酸性岩中，如闪长岩、正长岩、花岗闪长岩及其相应的火山岩等，在火山岩中多以斑晶产出；②普遍产于角闪片麻岩、角闪片岩、斜长角闪岩以及粒变岩、角闪大理岩等变质岩中；③沉积重砂中也有普通角闪石碎屑。

鉴定　普通角闪石以其长柱状晶形、角闪石式解理、多色性明显；消光角一般小于25°、负光性符号等区别于普通辉石。普通角闪石与阳起石的区别：①手标本上，前者为黑色、绿黑色，后者不呈黑色，而呈绿、黄、褐等色；②在薄片中，前者呈褐色或绿色，颜色较深，多色性明显，而后者呈淡绿色，多色性微弱，从不呈褐色，即呈褐色者一定不是阳起石；③前者干涉色比后者略低；①前者为岩浆岩矿物或中高级变质矿物，而后者为热液蚀变矿物或浅变质矿物。

**浅闪石　Edenite** Эденит

成分　化学式为$NaCa_2(Mg,Fe^{2+})_5[(Si_7Al)O_{22}](OH)_2$，$M>0.5$。$M<0.5$者称铁浅闪石(图1-25)。

形态　属单斜晶系。晶体呈柱状。

光性　手标本上多呈褐色；薄片中无色。正中突起。$Np=1.606\sim1.649$，$Nm=1.617\sim1.660$，$Ng=1.631\sim1.672$，$Ng-Np=0.016\sim0.023$。最高干涉色为Ⅰ级橙—Ⅱ级蓝。斜消光。$Ng\wedge c=17°\sim27°$，通常为20°左右。二轴(+)，$2V=52°\sim83°$，$2V$通常小于75°。

产状　产于含硬玉的钠长岩和其他富钠的岩浆岩中，也产于白云质灰岩与岩浆岩的接触带中。

鉴定　以其正光性符号区别于透闪石；以其角闪石式解理、消光角较小区别于单斜辉石。

**韭闪石　Pargasite　Паргасит**

成分　化学式为$NaCa_2Mg_4Al[(Si_6Al_2)O_{22}](OH)_2$，化学成分中含有$Fe^{2+}$，$M\geqslant0.70$。$0.70>M\geqslant0.30$者，称含铁韭闪石；$M<0.30$者称铁韭闪石(图1-25)。

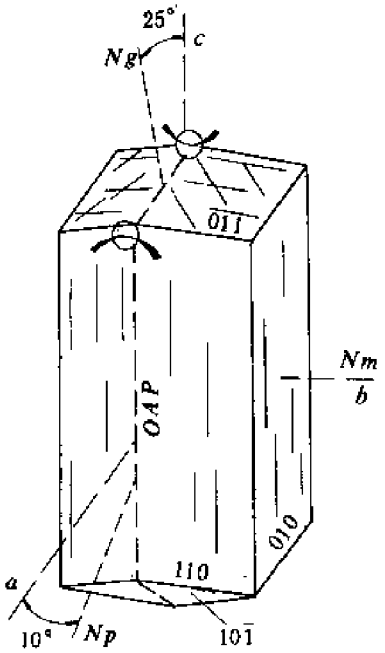



图1-34　韭闪石的光性方位

形态　属单斜晶系。晶体呈长柱状。

光性　手标本上呈韭绿色、褐色；薄片中多为无色，有时具淡绿色调和弱多色性。正中突起。$Np=1.613\sim1.662$，$Nm=1.618\sim1.668$，$Ng=1.635\sim1.677$，$Ng-Np=0.015\sim0.022$。最高干涉色为Ⅱ级蓝。单斜角闪石消光类型，$Ng\wedge c=25°\sim30°$。可见简单双晶和聚片双晶。二轴(+)，$2V=60°\pm$。光性方位如图1-34所示。

产状　主要产于白云质灰岩与岩浆岩的接触带中。

鉴定　韭闪石与浅闪石相似，但韭闪石消光角较大。韭闪石与镁铁闪石也很相似，可根据其折射率和产状加以区分。

**氧角闪石　Oxyhornblende　Оксироговообманка**

成分　为含$TiO_2$和$Fe_2O_3$较多的钙质闪石，旧称玄武闪石，相当于IMA-CNMMN的镁绿钙闪石或含镁绿钙闪石。当含$TiO_2$高时，便过渡到钛角闪石。

形态　属单斜晶系。晶体呈较自形的长柱状。薄片中常见熔蚀现象和暗化边。

光性　薄片中多呈褐色。多色性、吸收性都明显，$Np$=黄色，$Nm$=深褐，$Ng$=深红褐。正高突起。$Np=1.667\sim1.693$，$Nm=1.679\sim1.730$，$Ng=1.688\sim1.760$，$Ng-Np=0.019\sim0.068$。最高干涉色为Ⅲ—Ⅳ级。单斜角闪石消光类型。消光角较小，$Ng\wedge c=0°\sim18°$，通常小于10°。二轴(−)，$2V=65°\sim85°$。光性方位与钛角闪石相似。

产状　主要产于安山岩、安山玄武岩、粗面岩中，多以斑晶产出。

鉴定　以其较浓的褐红色多色性、较高的干涉色及较小的消光角区别于普通角闪石。

**钛角闪石　Kaersutite　Керсутит**

成分　化学式为$NaCa_2Mg_4Ti[(Si_6Al_2)O_{22}](O,OH)_2$，含有少量$Fe^{2+}$、$Fe^{3+}$等，比氧角闪石

含有更多的(7%～10%)$TiO_2$，Ti≥0.50，$M$≥0.50。$M$<0.50者称铁钛角闪石。

形态　属单斜晶系。晶体多呈自形短柱状。角闪石式解理和{100}、{001}裂理。

光性　薄片中呈褐色，常带蓝色色调。多色性：$Np$=浅黄褐，$Nm$=红褐，$Ng$=暗红褐。正高突起。$Np$=1.667～1.689，$Nm$=1.680～1.741，$Ng$=1.691～1.772，$Ng-Np$=0.024～0.083。最高干涉色为Ⅰ级—Ⅳ级。斜消光，$Ng\wedge c$=10°。二轴(－)，$2V$=75°～85°。光性方位如图1-35。

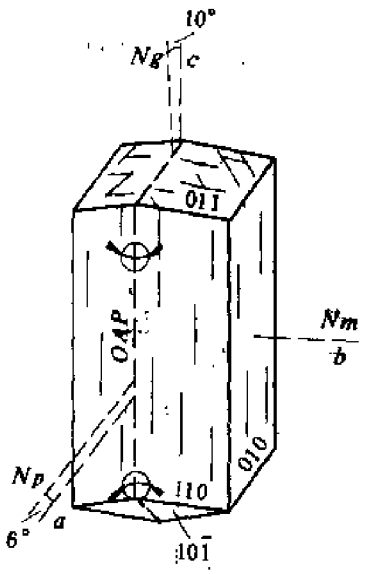


图1-35　钛角闪石的光性方位

产状　主要产于碱性的中基性岩中，如碧玄岩、沸煌岩、粗面玄武岩、粗面安山岩等，与钛辉石、钛黑云母、钛铁矿等富钛的矿物共生。

**钠闪石　Riebeckite　Рибекит**

成分　化学式为 $Na_2Fe_3^{2+}Fe_2^{3+}[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$，含少量Mg、Ca、Al等，是富Na、$Fe^{3+}$的碱性角闪石。

形态　属单斜晶系。晶体常呈长柱状、针状、纤维状。纤维状变种又称青石棉。

光性　薄片中呈蓝色。多色性：$Np$=深蓝，$Nm$=蓝，$Ng$=浅黄绿。吸收性为$Np>Nm>Ng$，为明显的反吸收。正高突起。$Np$=1.685～1.695，$Nm$=1.687～1.697，$Ng$=1.689～1.699，$Ng-Np$=0.004。最高干涉色多为Ⅰ级灰，由于本身颜色较深，看起来也呈蓝色调。消光角($Np\wedge c$)很小，多在5°左右，一般不超过10°。负延性。简单双晶少见。二轴(－)，$2V$=80°～90°。光性方位见图1-36。

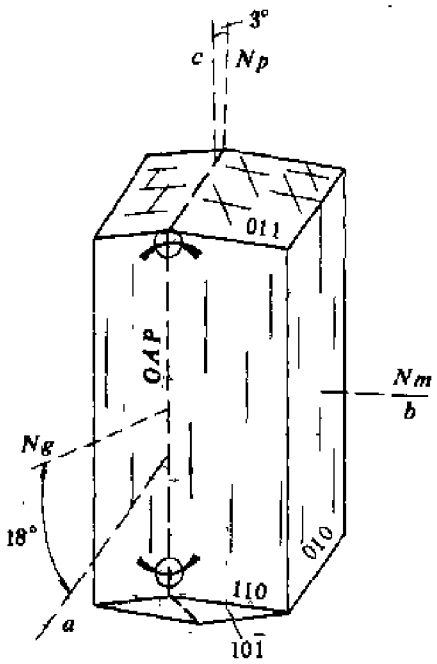


图1-36　钠闪石光性方位

变化　常变为褐铁矿和磁铁矿。

产状　主要产于富钠的碱性正长岩、霞石正长岩、碱性花岗岩及相应的火山岩中，在某些碱性的变质岩中也有产出。

鉴定　以其特征的蓝色、反吸收性、负延性区别于非碱质角闪石；以其负延性区别于蓝闪石。

## 钠铁闪石　Arfvedsonite　Арфведсонит

成分　化学式为$Na_3Fe_4^{2+}Fe^{3+}[Si_4O_{11}]_2(OH)$，含少量Ca、Mg、Al等，比钠闪石更富含Na、$Fe^{2+}$、Al，而少$Fe^{3+}$。

形态　属单斜晶系。晶体呈短柱状、板状。

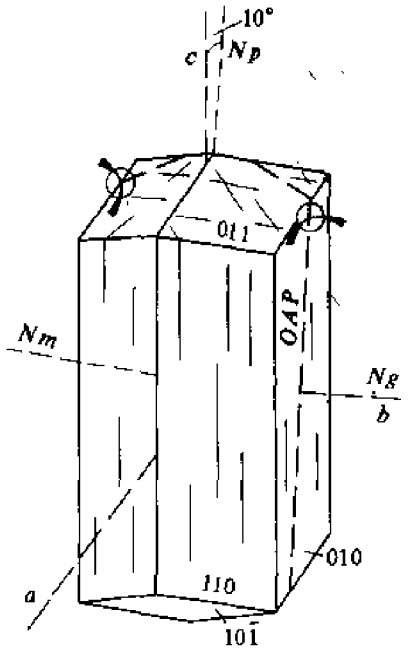



图 1-37　钠铁闪石光性方位

光性　薄片中呈黄绿色、灰紫色。多色性显著：$Np$=深绿、深蓝绿，$Nm$=蓝绿、灰紫，$Ng$=黄绿、灰蓝。多数为反吸收，少数为正吸收。正高突起。$Np$=1.702，$Nm$=1.705，$Ng$=1.707，$Ng-Np$=0.005。最高干涉色为Ⅰ级灰白，有时较高，可达Ⅰ级黄，但往往被本身颜色所掩盖。多数为斜消光。消光角$Np \wedge c$=5°～20°，多数大于10°。负延性。简单双晶少见。二轴(－)，$2V$=30°～70°。光性方位如图1-37所示。

产状　主要产于碱性花岗岩、正长岩和霞石正长岩中。

鉴定　钠铁闪石在光性、次生变化和产状上都与钠闪石很相似，其区别是：钠铁闪石消光角较大，干涉色较高，沿$Np$方向有时呈绿色，而钠闪石沿$Np$方向只能显蓝色。绿色钠铁闪石与霓石的区别是：①它们的解理夹角不同；②钠铁闪石的突起较低，消光角略大。钠铁闪石的光性方位也很特别，为$Ng//b$，$OAP \perp (010)$。

## 蓝闪石　Glaucophane　Глаукофан

成分　化学式为$Na_2Mg_3Al_2[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$，富含Al。

形态　属单斜晶系。晶体呈柱状、粒状、纤维状。

光性　薄片中呈蓝色或紫色。多色性显著：$Np$=淡黄绿、淡蓝，$Nm$=蓝、红紫，$Ng$=深天蓝。正吸收性明显。正中突起。$Np$=1.595，$Nm$=1.614，$Ng$=1.620，$Ng-Np$=0.025。最高干涉色为Ⅰ级黄—Ⅱ级蓝，由于本身颜色叠加，总显蓝紫色调。消光角$Ng \wedge c$=4°～14°，多数为4°～6°；近于平行消光。正延性。二轴(－)，光轴角变化范围大，多数在45°左右。光性方位如图1-38所示。

变化　可变为阳起石、绿泥石等。

产状　属高压矿物，主要产于蓝闪片岩、片麻岩、榴辉岩及其他结晶片岩中，常与绿辉石、硬柱石、白云母等共生。

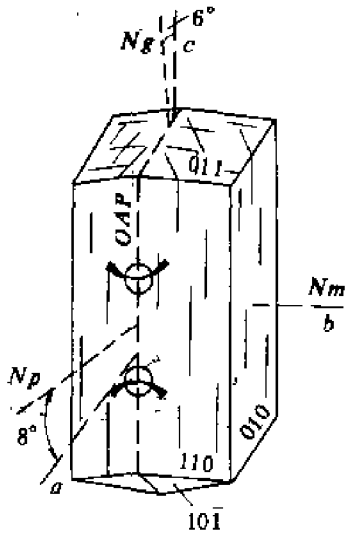



图 1-38　蓝闪石光性方位

鉴定　以其正延性区别于钠闪石、钠铁闪石。以其较低的突起、明显的多色性以及特征的解理和产状区别于碱性辉石。

## 四、云　母　族

云母属于层状硅酸盐，其化学成分通式为 $R_1R_2[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$，$R_1$=K、Na、Li 以及 Rb 等，$R_2$=Mg、$Fe^{2+}$、Al 以及 Mn、$Fe^{3+}$、Cr、V 等。

按化学成分和光性方位，将云母族划分为三个亚族：

(1)白云母亚族

阳离子主要为 K、Na 和 Al。光性方位为 $Ng/\!/b$，$OAP\perp(010)$。(－)$2V$=35°～40°。主要种属有：

白云母　$KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

钠云母　$NaAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

(2)黑云母亚族

阳离子主要为 K 和 Mg、$Fe^{2+}$。光性方位为 $Nm/\!/b$，$OAP/\!/(010)$。(－)$2V$=0°～10°。主要种属有：

金云母　$KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

黑云母　$K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

铁云母　$KFe_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

(3)锂云母亚族

阳离子主要为 K、Li、Al 和 $Fe^{2+}$。光性方位与黑云母亚族类似，大多数为 $Nm$ 近于平行 $b$，$OAP/\!/(010)$。主要种属有：

锂云母　$KLi_{1.5}Al_{1.5}[AlSi_3O_{10}](F,OH)_2$

铁锂云母　$KLiFe^{2+}Al[AlSi_3O_{10}](F,OH)_2$

云母族矿物具有如下一些共同特征：

(1)属单斜晶系。晶体呈假六方形板状、柱状，集合体呈鳞片状、叶片状。{001}解理极完全，沿解理可分裂成极薄的叶片，叶片可弯曲并具弹性。解理面上具珍珠光泽。

(2)在薄片中，常见云母为长条形的，少见近正六方形等轴状者。近正六方形切面上，见不到解理纹，无多色性，无闪突起。长条形切面上，可见细、密、直而长的极完全解理纹，有色云母在该切面上的多色性、吸收性极为明显，无色云母则表现出明显的闪突起。

(3)长条形切面近于平行消光，正延性。

(4)均属二轴(－)，$Bxa\perp(001)$。在(001)面上，可见完整的垂直 $Bxa$ 干涉图。

各种云母，主要是根据颜色、突起(折射率)和 $2V$ 加以区分的(图 1-39)。

### 白云母　Muscovite　Мусковит

成分　常含有 Na、Mg、Fe、Cr 和 V 等。

形态　属单斜晶系。晶体呈假六方形或菱形板状、柱状，集合体呈鳞片状。

光性　手标本上多为无色、白色，有时为浅褐、浅绿色；薄片中多为无色，有时显淡褐(含铁)、淡绿(含铬)、淡褐绿(含钒)。正低一正中突起。$Np$=1.552～1.570，$Nm$=1.582～1.619，$Ng$=1.588～1.624，$Ng-Np$=0.036～0.054。平行(001)切面：不见解理纹，正中突起。干涉

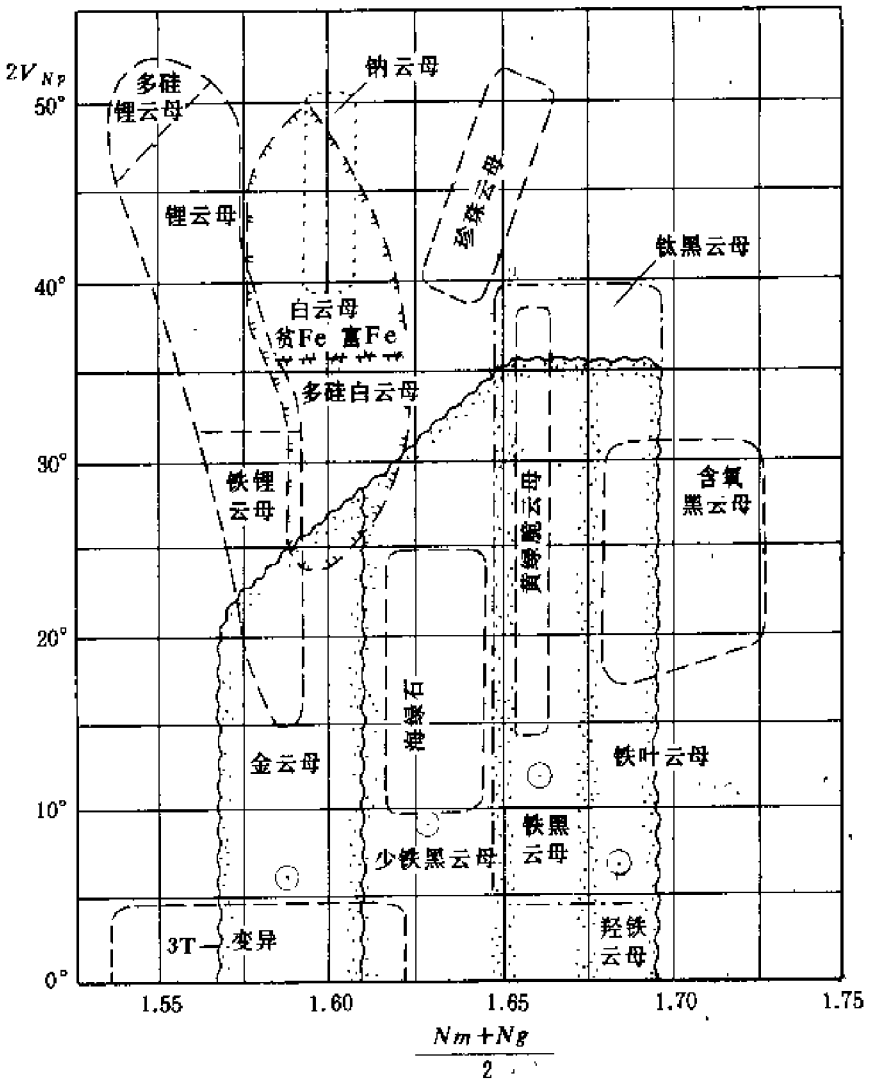



图 1-39　云母族矿物的光性和种属(特吕格,1971)

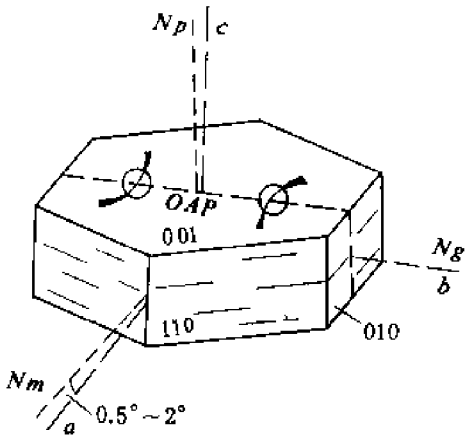



图 1-40　白云母的光性方位

色为Ⅰ级灰—Ⅰ级黄,可见垂直 $Bxa$ 干涉图。垂直(001)切面:切面呈长条形,其上可见一组解理纹,当解理纹平行下偏光振动方向时,糙面显著;当解理纹垂直下偏光振动方向时,糙面消失,从而表现出明显的闪突起;最高干涉色为Ⅱ级顶部—Ⅲ级,鲜艳夺目;近于平行消光。二轴(−),$2V=30°\sim45°$。光性方位如图 1-40 所示。若在平行解理面的切面上测出 $Ng$ 和 $2V$,并将其投到图 1-41 上,便可确定出白云母的端元组分。

产状　白云母是云母片岩、云英岩、千枚岩及片麻岩的主要造岩矿物。作为岩浆岩矿物,它主要产于酸性岩中,如白云母花岗岩、二云母花岗岩、花岗伟晶岩、花岗细晶岩等。也可在砂岩中呈碎屑产出。

鉴定　白云母与滑石、叶蜡石有些相似。与滑石的区别是:①白云母 $2V$ 中等,而滑石 $2V$

极小；②白云母与石英、长石共生，而滑石是富镁矿物的蚀变产物，常与橄榄石、辉石、蛇纹石等富镁矿物伴生。白云母以其 $2V$ 较小区别于叶蜡石。与透闪石的区别在于白云母仅具一组解理，突起较低，平行消光，$2V$ 较小。

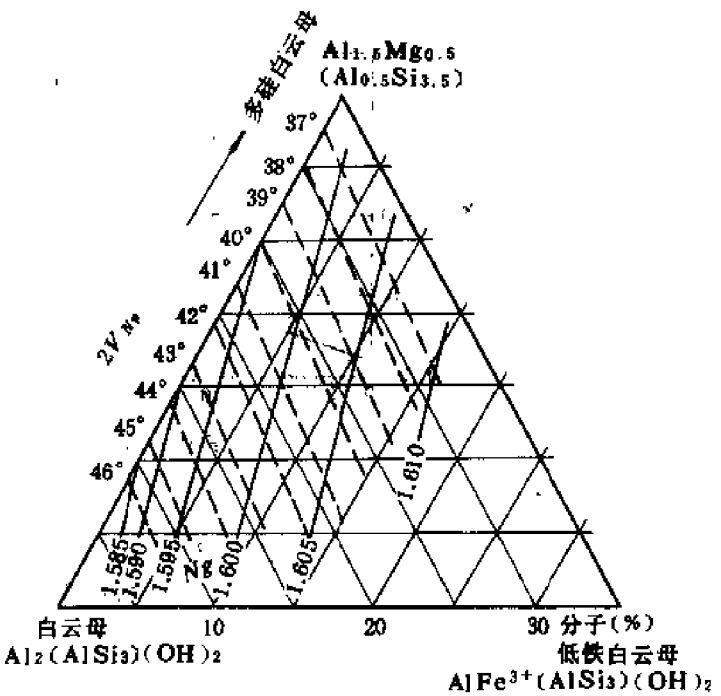



图 1-41 白云母系列成分与光性的关系
(Volk,1939)

**绢云母 Sericite Серицит**

绢云母是一种细小鳞片状的白云母，化学成分可能比白云母含 $K_2O$ 略少，而含 $H_2O$ 略多。

绢云母的形态和光性与白云母很相似。集合体呈鳞片状。手标本上呈灰、浅黄、浅绿色，具丝绢光泽。干涉色比白云母略低，$2V$ 可能略小。由于无数的鳞片方位不同，造成干涉色各异，蓝、绿、黄、橙、红干涉色交织在一起，争鲜夺艳，十分美观——这是正交镜下识别绢云母的重要特征。

绢云母是一种分布很广的蚀变矿物，主要由原生铝硅酸盐矿物，如斜长石、钾长石、霞石、堇青石、蓝晶石、红柱石、黄晶、刚玉以及电气石、绿柱石、锂辉石、方柱石等经绢云母化而成。其次，风化作用也能形成绢云母。

**黑云母 Biotite Биотит**

成分　含有少量 Ca、Na、Ti、Mn 及微量 Ba、Sr、V、Cr、Li、Cs 等。

形态　属单斜晶系。晶体呈假六方形板状、短柱状，集合体呈叶片状、鳞片状。

光性　薄片中呈褐色或绿色。火山岩、煌斑岩中的黑云母斑晶（高温型）多呈褐色，多色性：$Np$=淡黄褐，$Nm$、$Ng$=深褐或红褐。侵入岩或结晶片岩中的黑云母（低温型）多为绿色，多色性：$Np$=浅黄绿，$Nm$、$Ng$=草绿、褐绿。黑云母的多色性和吸收性都很明显，吸收性为 $Ng \geqslant Nm > Np$。正中—正高突起。$Np$=1.571～1.616，$Nm$=1.609～1.696，$Ng$=1.610～1.697，$Ng-Np$=0.039～0.081。最高干涉色可达Ⅲ级以上，但由于本身颜色较深，干涉色调不鲜艳。近于平行消光。正延性。二轴（－），$2V$ 很小（0°～30°），多数近于 0°。光性方位如图 1-42 所示。

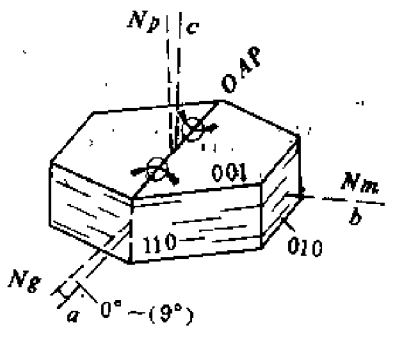



图 1-42 黑云母的光性方位

黑云母的折射率随着含铁量增多而增大。若测出其 $Ng$，可通过图 1-43 确定出黑云母的 $FeO+2(Fe_2O_3+TiO_2)$ 含量。如果能同时测出 $Ng$、$Np$，算出双折射率（$\Delta$），通过图 1-44 可确定出黑云母系列的端元组分和种属名称。

变化　常变为绿泥石。含钛黑云母蚀变时，可

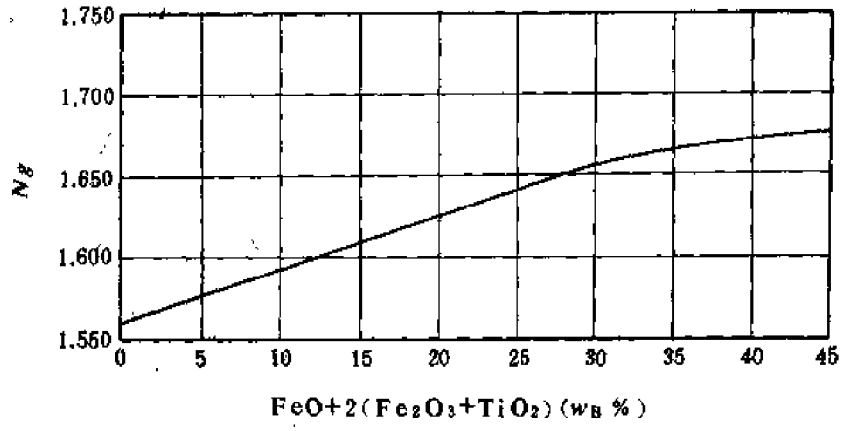



图 1-43 黑云母的 $Ng$ 与成分的关系

(海因里希,1965)

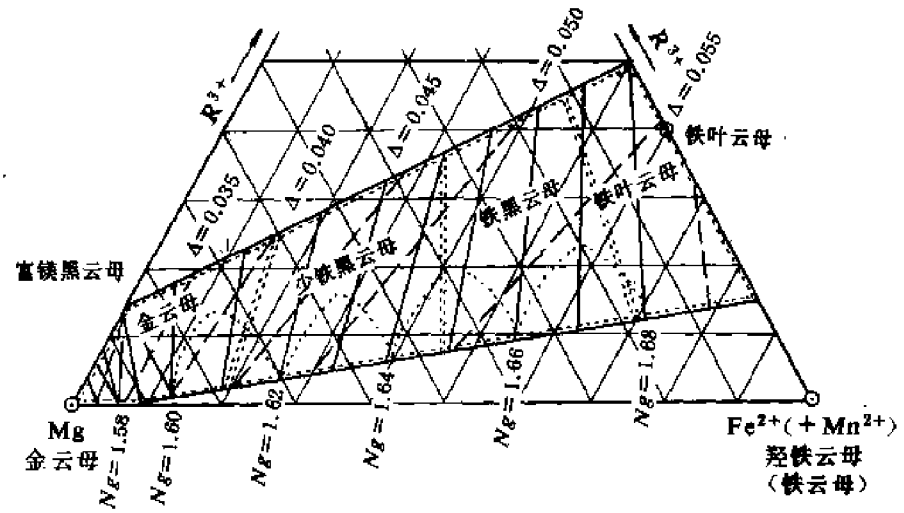



图 1-44 黑云母系列的成分与光性的关系

(特吕格,1971)

析出金红石、磁铁矿、细粒钛铁矿和榍石。火山岩中黑云母斑晶常具暗化边。

产状 常见于花岗岩、正长岩、花岗闪长岩、云母煌斑岩等岩石中,也产于其他岩浆岩中,还广泛产于云母片岩、片麻岩等变质岩中。

鉴定 片状、一组极完全解理、多色性明显、吸收性很强、平行消光、$2V$ 很小,是该矿物的鉴定特征。黑云母与普通角闪石有些相似,其区别是:①前者为片状,具一组解理,后者为柱状,具两组解理,交角为 56°、124°;②前者多色性明显,尤其是吸收性比后者明显得多;③前者为平行消光,而后者为斜消光;④前者最高干涉色在Ⅲ级以上,而后者最高干涉色为Ⅱ级低部;⑤前者 $2V$ 极小,近于一轴晶,而后者 $2V$ 较大。

**铁云母** **Iron-mica** Железная слюдка

颜色比黑云母更深。多色性为 $Np$=黄色,$Nm$、$Ng$=棕、红棕、绿棕或深绿。正中—正高突起。$Np$=1.630,$Nm$=1.690,$Ng$=1.690,$Ng-Np$=0.060。最高干涉色可达Ⅳ级。产于碱性

花岗岩、碱性正长岩、霞石正长岩等碱性岩中，与碱性辉石、碱性角闪石共生。

**金云母　Phlogopite　Флогопит**

成分　含少量 $Fe^{2+}$ 和微量 Mn、Na、Cr、Ba、Sr 等。

形态　与黑云母相同，但往往较粗大。

光性　手标本上为金黄、褐色，有时为银白色或无色；薄片中无色—淡黄褐色。多色性微弱：$Np$=无色或淡黄，$Ng$、$Nm$=淡黄褐。正低—正中突起。$Np$=1.522～1.568；$Nm$=1.548～1.609，$Ng$=1.549～1.613，$Ng-Np$=0.027～0.045。最高干涉色为Ⅰ级绿—Ⅱ级绿，比黑云母鲜艳。近于平行消光。正延性。二轴(－)，$2V$ 极小，多为 0°～10°。金云母的光性方位如图 1-45 所示。

产状　①产于金伯利岩、橄榄岩、蛇纹岩、白榴玄武岩、辉长岩中；②产于白云质大理岩中，与粒硅镁石、镁橄榄石、透辉石、透闪石、滑石等共生；③产于碱性岩浆岩中；④产于其他某些变质岩中。

鉴定　以其多色性、$2V$ 小、产状不同区别于白云母。与黑云母的区别是，金云母的颜色较淡，多色性、吸收性较弱，主要产于富镁的岩石中。

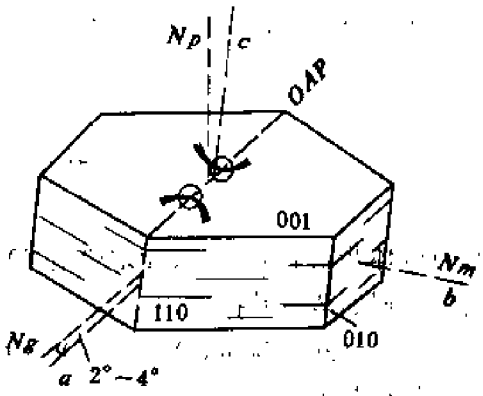



图 1-45　金云母的光性方位

**锂云母　Lepidolite　Лепидолит**

成分　常含有少量 Mg、Fe、Mn、Na、Rb、Cs 等。

形态　与其他云母相似，常呈不规则叶片状。

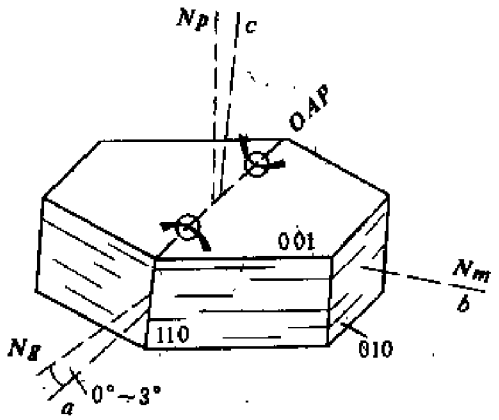



图 1-46　锂云母的光性方位

光性　手标本上多为浅紫色，有时也呈桃红色、白色；薄片中多数为无色，仅极少数带淡紫色、淡玫瑰色。显弱多色性：$Ng$、$Nm$=淡紫、淡玫瑰色，$Np$=无色。负低—正低突起。$Np$=1.524～1.537，$Nm$=1.543～1.563，$Ng$=1.545～1.566，$Ng-Np$=0.021～0.029。最高干涉色为Ⅰ级顶部—Ⅱ级顶部。近于平行消光。正延性。二轴(－)，$2V$=23°～63°，多数在 40°左右，偶见 $2V$=0°者。光性方位如图 1-46 所示。

产状　产于含锂的花岗伟晶岩及高温热液矿脉中，与锂辉石、黄玉、萤石、电气石、绿柱石等共生。

鉴定　锂云母与白云母有些相似。当锂云母在手标本上或薄片中具有特征的颜色时，不难与白云母相区别；若为无色者，其区别在于锂云母的折射率、双折射率略低，消光角略大；若根据产状和共生矿物推测某矿物可能是锂云母时，可通过熔色反应(试锂)或 X 光分析加以验

证。

**铁锂云母　Zinnwaldite　Цинвальдит**

成分　比锂云母含有较少的 $Li_2O$ 和较多的 FeO。

形态　与其他云母相似。

光性　手标本上多为灰、褐色，少数为暗绿色；薄片中为无色、褐色。有时具弱多色性：$Ng$、$Nm$=灰褐，$Np$=淡黄、无色。吸收性为 $Ng \geqslant Nm > Np$。正低突起。$Np$=1.541～1.551，$Nm$=1.571～1.578，$Ng$=1.573～1.581，$Ng-Np$=0.030～0.032。最高干涉色达Ⅰ级顶部。近于平行消光。正延性。二轴(－)，$2V$=32°～75°，多数在 20°左右。光性方位与锂云母相似。

产状　主要产于含锡花岗岩及云英岩中。

鉴定　与白云母的区别是，铁锂云母具弱多色性，折射率、双折射率略低，$2V$ 较小；与金云母的区别是，铁锂云母的 $2V$ 较大；与锂云母的区别是，铁锂云母的折射率、双折射率、$2V$ 都略大。

## 五、长　石　族

长石就体积而言，约占大陆地壳的 60%，广泛分布于岩浆岩、变质岩以及某些沉积岩中，是一种最普遍的造岩矿物。

长石的化学式可写作 $RAl(Al,Si)Si_2O_8$，R 主要为 K、Na、Ca，其次为 Ba。此外，还含有 Rb、Sr、Cs、Li 等微量元素。

自然界中的长石主要是以钾长石 $KAlSi_3O_8$(Or)、钠长石 $NaAlSi_3O_8$(Ab)和钙长石 $CaAl_2Si_2O_8$(An)为端元组分的固溶体。

当已知长石的化学成分时，常采用 Or-Ab-An 三角图(图 1-47)划分种属。

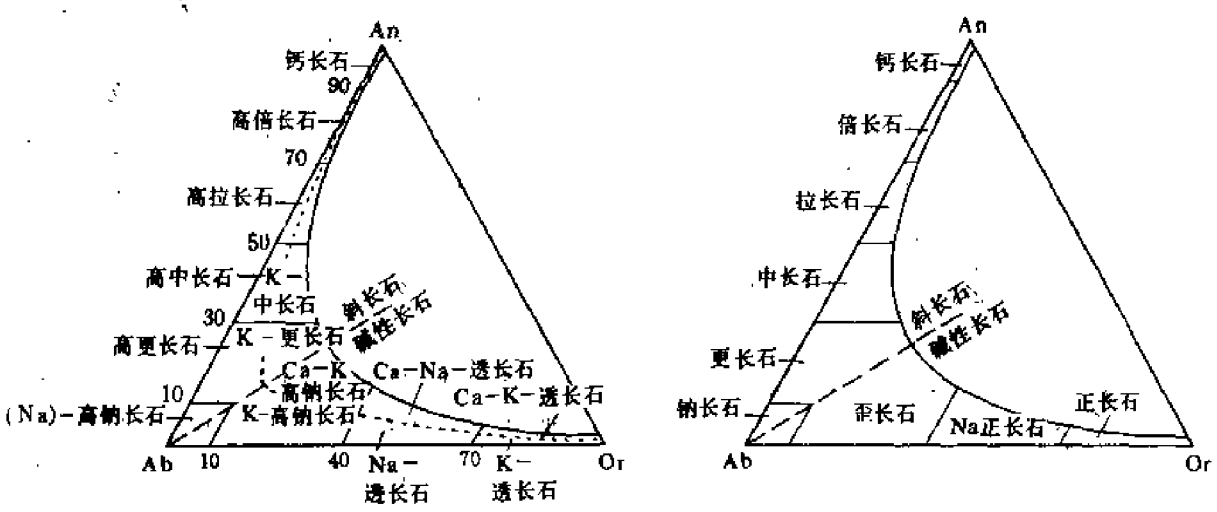



图 1-47　长石的化学成分命名图

一般说来，火山岩、次火山岩、部分浅成岩和某些高级接触变质岩中的长石，均属高温种属，应采用图 1-47 中的左图命名；用光性数据确定其端元组分和种属名称时，也应选用高温图

表或高温曲线。在较低温度下结晶或在缓慢冷却条件下结晶的长石，称为低温种属，命名时应采用图 1-47 中的右图。

根据化学成分，长石可以分为两个亚族：

(1)斜长石亚族，是 Ab-An 的完全类质同象系列。经研究，含 An5%～22%的斜长石，是 An-Ab 超显微连生体，而不是类质同象混溶，在阳光下呈现特征的晕彩，称为晕长石。晕长石在光学显微镜下仍表现为均一的物相，因此，在光性矿物学中，仍将斜长石视作连续的类质同象系列。

(2)碱性长石亚族，又称钾钠长石亚族，是 Or-Ab 的类质同象混溶物。Or-Ab 在高温时呈完全类质同象，低温时为不完全类质同象。高温均一的碱性长石，当温度降低时，因固溶体离溶(亦称出溶或析离)，成为条纹长石(也有交代成因的条纹长石)。

(一)斜长石亚族

1. 斜长石种属划分

根据端元组分含量，一般将斜长石划分为六个种属(表 1-4)。

表 1-4 斜长石种属

| 种　属 | Ab(%) | An(%) | 端元组分式 |
|---|---|---|---|
| 钠长石 | 100～90 | 0～10 | $Ab_{100\sim90}An_{0\sim10}$ |
| 更(奥)长石 | 90～70 | 10～30 | $Ab_{90\sim70}An_{10\sim30}$ |
| 中长石 | 70～50 | 30～50 | $Ab_{70\sim50}An_{30\sim50}$ |
| 拉长石 | 50～30 | 50～70 | $Ab_{50\sim30}An_{50\sim70}$ |
| 倍长石 | 30～10 | 70～90 | $Ab_{30\sim10}An_{70\sim90}$ |
| 钙长石 | 10～0 | 90～100 | $Ab_{10\sim0}An_{90\sim100}$ |

习惯上，也将含 An 的百分数称为斜长石的号码或牌号，如将含 An55%的拉长石，称作 55 号斜长石，并记作 $An_{55}$ 或 No55。斜长石中含 $SiO_2$ 的多少或斜长石的牌号，常反映岩浆岩的酸性、基性程度。通常把 0～30 号的斜长石称作酸性斜长石，30～50 号的斜长石称作中性斜长石，大于 50 号的斜长石称作基性斜长石。钠长石既可看作是斜长石，也可看作是碱性长石。

2. 斜长石鉴定特征

(1)均属三斜晶系，晶体多呈平行(010)的厚板状，火山岩中的微晶沿 $a$ 轴延长呈柱状，也常见他形粒状者。

(2)具{010}、{001}两组完全解理，解理交角为 86°～87°。有时还可见{110}、{1 $\bar{1}$ 0}不完全解理。

(3)手标本上多为白色、灰白色，其他浅色调少见；薄片中无色透明，有时因含包裹体或因蚀变风化而混浊不清。

(4)突起低，糙面不显，折射率随 An 含量增多而增大。8 号以下斜长石为负低突起；8～22 号斜长石，$Np'$ 为负低突起，$Ng'$ 为正低突起；22 号以上斜长石为正低突起(表 1-5，图 1-48)。

(5)$Ng-Np=0.0075\sim0.013$，双折射率随 An 含量增多而增大。最高干涉色为 I 级灰—I 级黄，常见斜长石的干涉色多为 I 级灰白。

(6)除更长石近于平行消光外，其他斜长石均为斜消光。由于斜长石的光性方位是随成分的变化而有规律的改变的(图 1-49)，所以，其消光角也是随端元组分的变化而有规律的改变的，因此，测定消光角可以确定斜长石的端元组分和种属名称。

表 1-5　斜长石光性数据

| 种属 | $Np$ | $Nm$ | $Ng$ | $Ng-Np$ | 光性符号 | $2V$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 钠长石 | 1.529～1.533 | 1.533～1.537 | 1.539～1.542 | 0.009～0.010 | −、+ | 45°～83° |
| 更长石 | 1.533～1.545 | 1.537～1.548 | 1.542～1.552 | 0.007～0.009 | +、− | 82°～83° |
| 中长石 | 1.545～1.555 | 1.548～1.558 | 1.552～1.562 | 0.0075 | −、+ | 83°～77° |
| 拉长石 | 1.555～1.563 | 1.558～1.568 | 1.562～1.573 | 0.0075～0.0095 | + | 77°～86° |
| 倍长石 | 1.563～1.572 | 1.568～1.578 | 1.573～1.584 | 0.0095～0.012 | +、− | 86°～79° |
| 钙长石 | 1.572～1.575 | 1.578～1.583 | 1.584～1.585 | 0.012～0.0135 | − | 79°～77° |

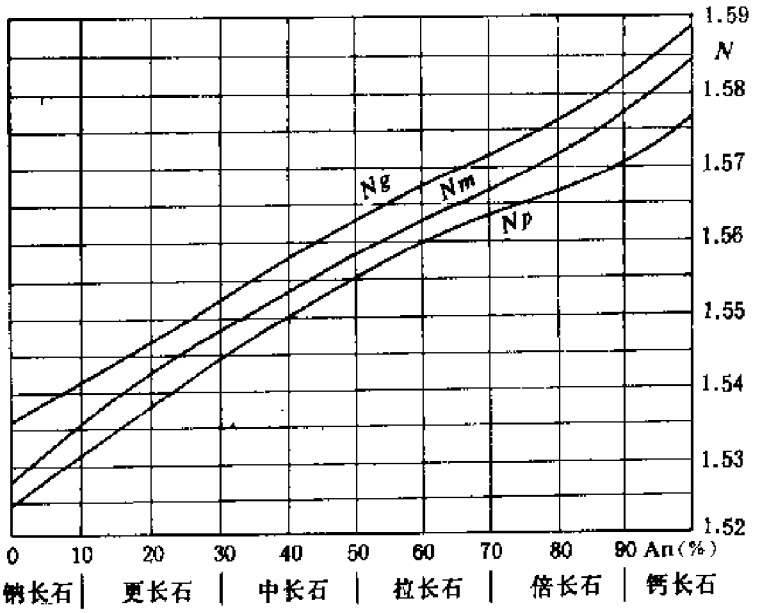



图 1-48　斜长石主折射率与成分关系图

(Chayes,1952)

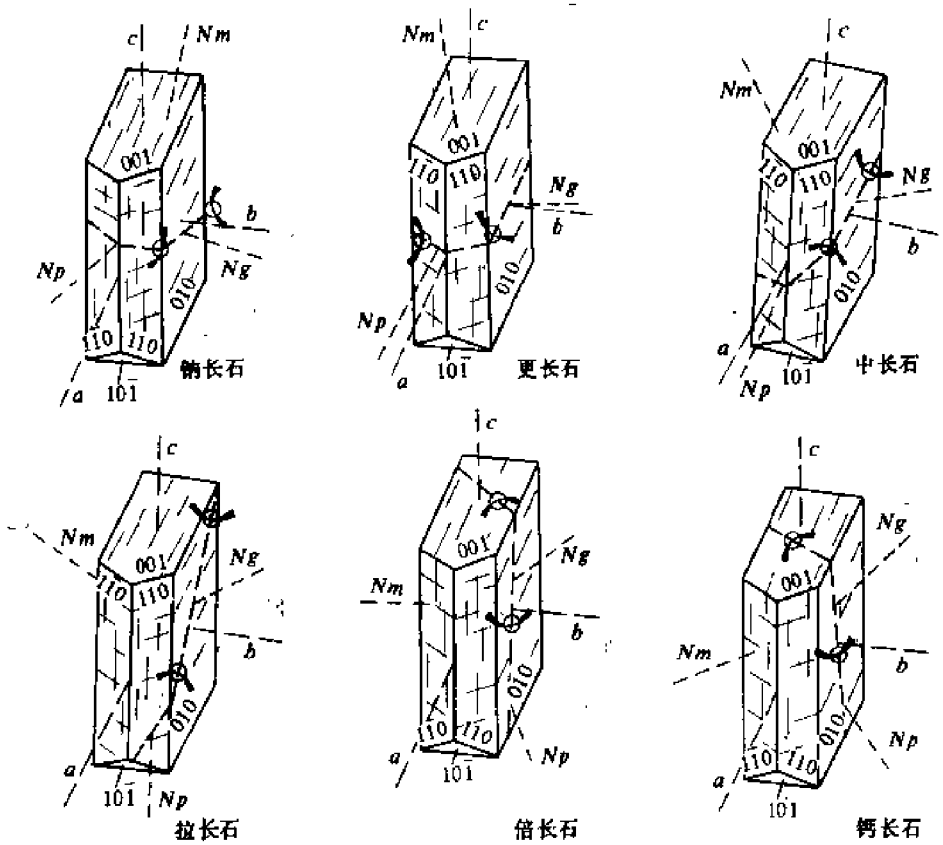



图 1-49　斜长石的光性方位

(7)常见聚片双晶和环带结构，单独的简单双晶少见。

(8)二轴晶。低温斜长石 $2V$ 较大。由低温钠长石到低温倍长石，光性符号正负发生波状变化。高温斜长石 $2V$ 中等到大。43～82 号高温斜长石为正光性符号，其他高温斜长石为负光性符号。除 50 号左右的斜长石外，高、低温斜长石(尤其是酸性斜长石)的 $2V$ 相差较大(图 1-50)。

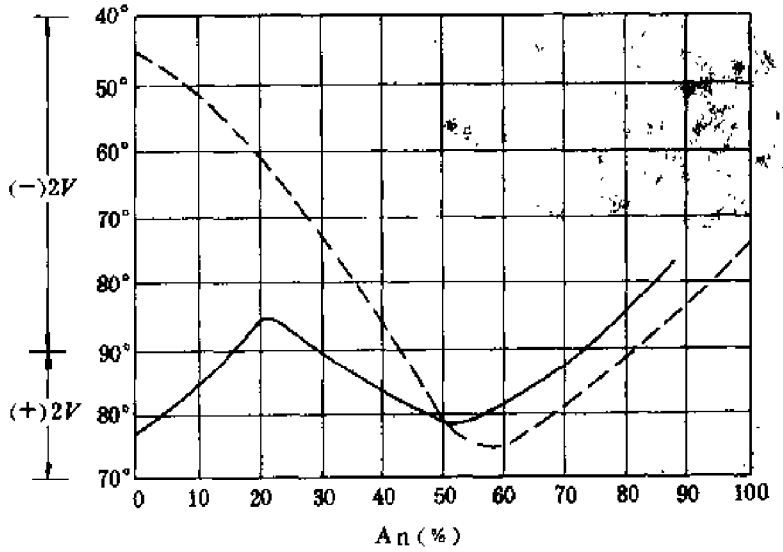



图 1-50 斜长石的成分和 $2V$ 的关系
(Smith, 1958)

在薄片中鉴定斜长石，主要要抓住如下特征：板状、长条状晶形；交角为 86°～87°的两组解理；突起低且多为正低突起；干涉色低；常发育聚片双晶；二轴晶。

斜长石在某些方面与石英相似，其区别在于：斜长石具解理、双晶，为二轴晶，而石英无解理，无双晶，为一轴晶。

斜长石在某些方面与碱性长石也有些相似，其区别在于：斜长石解理交角为 86°～87°，聚片双晶发育，除钠长石及部分更长石外，多为正突起，干涉色较高；碱性长石解理交角近于 90°，常见简单双晶和格子双晶，负突起，干涉色较低。

3. 斜长石的双晶

双晶是长石的重要特征之一。长石的双晶类型很多。斜长石中最常见的，且对于斜长石鉴定至关重要的双晶是钠长聚片双晶和卡钠复合双晶。钠长双晶的结合面为(010)，双晶轴垂直(010)，常呈聚片双晶。卡钠双晶是卡斯巴双晶和钠长双晶的复合双晶，结合面为(010)，双晶轴平行(010)且垂直[001]，也常呈聚片双晶。这两种双晶的识别特征，详见"斜长石端元组分和种属名称的确定方法"一节。

卡斯巴双晶的结合面为(010)，双晶轴为[001]。卡斯巴双晶在斜长石中常与钠长双晶共生，而在碱性长石中常表现为简单双晶。

4. 斜长石环带结构

由于某种原因，斜长石从晶体中心到边缘，成分呈环带状变化，在正交偏光镜下呈环带状消光，这种现象叫做环带结构(图 1-51)。环带结构在其他矿物中也能见到，但最发育者当属斜长石，几乎所有的斜长石都能见到环带，清晰易见者要数火山岩、浅成岩中的斜长石，尤其是中性斜长石。

按照成分的变化规律，环带分为三种类型：①正环带：内环较基性，外环较酸性；②反环带：

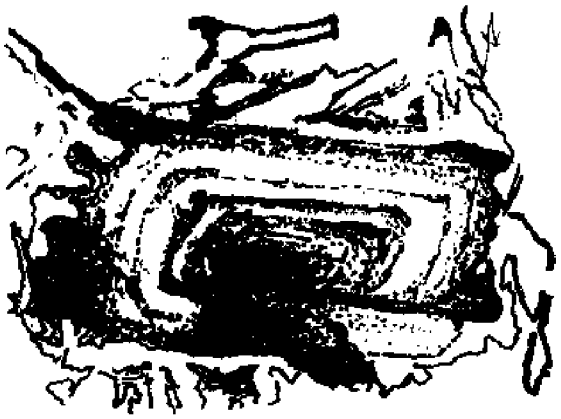


图 1-51　斜长石的环带结构

内环较酸性，外环较基性；③韵律环带：环带由基性到酸性在同一晶体上出现多次。

一般说来，岩浆岩中多出现正环带和韵律环带，变质岩中多出现反环带。

5. 斜长石端元组分和种属名称的确定方法

确定斜长石号码的方法有许多，在此仅介绍适用于普通偏光显微鉴定的四种主要方法。

1)比较折射率法

从图 1-48 可以看出，8 号以下斜长石的 $Ng$、$Np$ 均小于 1.54，表现出两个消光位均为负突起；8—22 号斜长石的 $Ng$ 大于 1.54，而 $Np$ 小于 1.54，表现出一个消光位为正突起，另一个消光位为负突起；22 号以上斜长石的 $Ng$、$Np$ 均大于 1.54，表现出两个消光位均为正突起。因此，若能确定出斜长石的突起正负，则可粗略估计出斜长石的端元组分。具体操作步骤如下：

(1)选择颗粒

颗粒的干涉色最好是矿片内所有斜长石中最高的(以保证切面方位平行 $OAP$)，且颗粒周围或至少有一段边缘与树胶($N=1.54$)相接触，如矿片边缘、矿片内部裂隙两侧等区域的斜长石颗粒。

(2)分别确定两个消光位的突起正负

①将选好的颗粒置于视域中心，首先使它处于消光位，尔后在单偏光镜下确定其突起的正负。

②转物台 90°，使颗粒处于另一消光位，同样在单偏光镜下确定出该位置的突起正负。

(3)根据观测的突起正负结果，确定斜长石的端元组分。

若两个消光位均为负突起，则为 8 号以下的斜长石；若两个消光位均为正突起，则为 22 号以上的斜长石；若两个消光位的突起为一正、一负，则为 8—22 号之间的斜长石。

该方法的优点是简便、迅速，适用于酸性斜长石的鉴定。缺点是精确度较低，且对于中、基性斜长石不能进一步细分。

2)垂直(010)晶带最大消光角法

由图 1-49 可以看出，斜长石的光性方位是随着斜长石端元组分的不同而有规律的改变的，即在确定的切面上，对应某一固定的斜长石成分有着固定的消光角。因此，确定出某斜长石的消光角后，就能确定其端元组分和种属名称，这就是消光角法的原理。

垂直(010)晶带最大消光角法，就是测出垂直(010)的所有切面中的最大消光角，并利用有关图表查出斜长石的端元组分的一种方法。其步骤如下：

(1)选切面

要选择具有钠长聚片双晶并垂直(010)的切面，该切面具有如下特征：

①能见到钠长聚片双晶，双晶纹细而清晰。当双晶纹平行十字丝或与十字丝相交成 45° 时，两组单体干涉色灰度一致，犹如单晶一般。

②可见到{010}解理纹。解理纹最细，升降镜筒时不发生位移。75 号以下斜长石，相对解理

纹为负延性。

③相邻单体消光角相等，即当一组单体对于纵丝是逆转消光时，则另一组单体对于纵丝为顺转消光，且二者消光位与纵丝之间的角度相等。

(2)测消光角(图 1-52)

①将所选切面置于视域中心，使双晶纹平行纵丝，记录物台读数 $x_0$。

②逆转物台小于 45°，使一组单体消光，记录物台读数 $x_1$。

③恢复 $x_0$ 位后，再顺转物台小于 45°，使另一组单体消光，记录物台读数 $x_2$。

④计算消光角 $\alpha=(|x_1-x_0|+|x_2-x_0|)\div 2$。

⑤检查消光时与纵丝一致的光率体半径是否为 $Np'$(一般情况下应该是 $Np'$。如果是 $Ng'$，则 $\alpha$ 赋值为 $90°-\alpha$)。

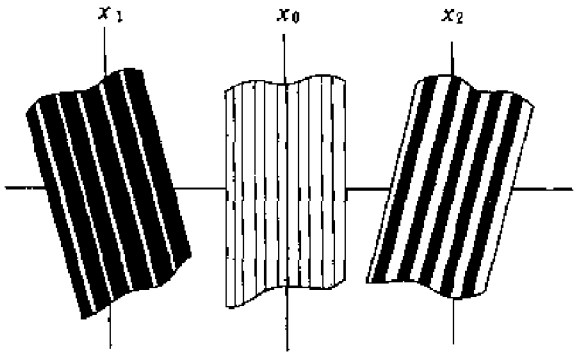



图 1-52　测定钠长双晶消光角示意图

⑥观察 $Np'$ 的突起正负：若为正突起，$\alpha$ 取正号；反之，则取负号。

⑦重复以上步骤，测出若干个切面的消光角值，取其中最大值作为垂直(010)晶带最大消光角值 $Np'\wedge(010)=\alpha_{最大}$。测消光角时转物台小于 45°，是因为常见斜长石 $Np\wedge(010)<45°$。

(3)查图确定端元组分

图 1-53 是斜长石垂直(010)晶带最大消光角和成分的关系图。图的横坐标为斜长石的端元组分和种属名称，纵坐标为垂直(010)晶带上最大消光角 $Np'\wedge(010)$ 的数值。图中虚线为喷

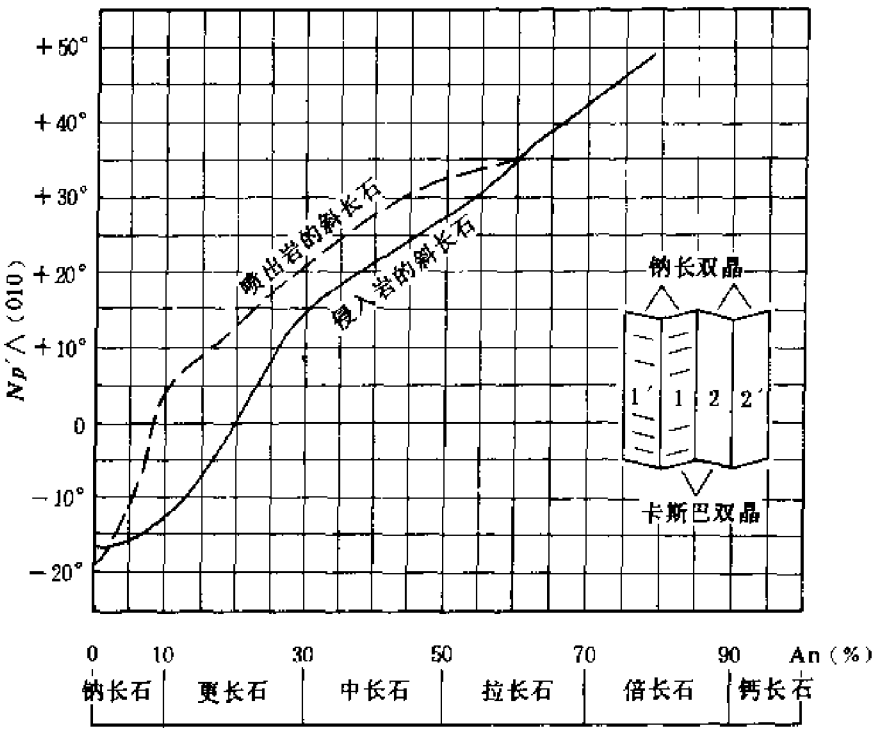



图 1-53　斜长石垂直(010)晶带最大消光角和成分的关系

(Burri,1967)

出岩中斜长石的消光角曲线，实线为侵入岩中斜长石的消光角曲线。

查法举例：设测得辉长岩（侵入岩）中斜长石的 $Np'\wedge(010)$ 最大值为 35°。过纵坐标 35°点作横线与图中实曲线相交一点，自该交点向下引垂线，在下方横坐标上可读出相应的 An 含量为 60%，即为 60 号的拉长石，记作 $An_{60}$。

该方法不足之处是，只能测得岩石中最基性斜长石的端元组分。而岩石中的斜长石，由于结晶先后关系，其成分往往有一个域值，尤其是喷出岩中斜长石成分域值更大，用这种方法一般不能测得域值。

3）卡钠复合双晶消光角法

（1）选切面

切面具有卡钠复合双晶并垂直（010），其特征如下：

①双晶纹平行十字丝时，只显卡斯巴简单双晶，不显钠长聚片双晶；尤其当双晶纹与十字丝相交成 45°时，该现象更为明显；在其他位置时，一般能同时见到卡斯巴简单双晶和钠长聚片双晶，双晶纹细而清晰。

②卡斯巴双晶两单体中的钠长聚片双晶的两组单体消光角相等。卡斯巴双晶两单体消光角一般不相等。

（2）测消光角（图 1-54）

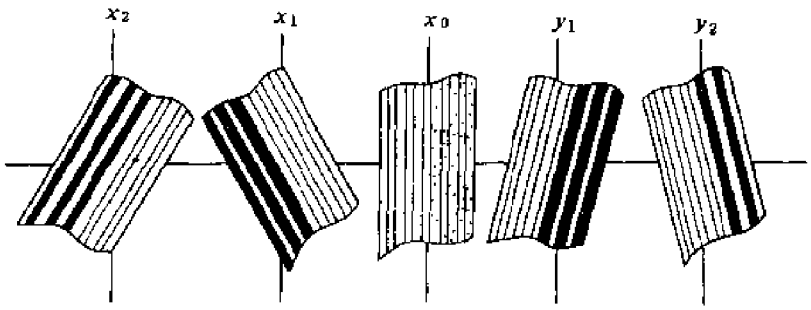



图 1-54　卡钠复合双晶法消光角测量示意图

仿照 2）法分别测出卡斯巴双晶左边单体消光角 $\alpha_{左}$ 和右边消光角 $\alpha_{右}$：

$$\alpha_{左}=(|x_1-x_0|+|x_2-x_0|)\div 2 \qquad \alpha_{右}=(|y_1-x_0|+|y_2-x_0|)\div 2$$

一般情况下，$\alpha_{左}\neq\alpha_{右}$，为一大一小。

（3）查图定成分

查图 1-55。图中曲线为较大消光角曲线。查法举例：设用卡钠复合双晶法测得某斜长石的较小消光角为 20°，较大消光角为 30°，先在纵坐标上找到 20°点，过 20°点作横线与图中 30°曲线有一交点，自该交点向下引垂线，可在下方横坐标上读出相应 An 含量为 60%，即为 60 号的拉长石，记作 $An_{60}$。

该方法的优点是：只需一个合适的颗粒即可测出斜长石成分，比垂直（010）晶带最大消光角法更加简便；只要分别测出岩石中大小不等颗粒的成分，即可测出岩石中斜长石成分域值。缺点是切面要求严格，颗粒较少时，难以找到合适的切面。图 1-55 仅适用于侵入岩中斜长石，且资料较陈旧，建议使用图 1-57。

4）微晶法

该法适用于火山岩中的斜长石微晶，亦称平行 $a$ 轴切面中最大消光角法。火山岩中的斜长石微晶，粒度细小，没有或难见双晶，不适用 2）、3）两种方法。但它往往呈平行 $a$ 轴延伸的长条

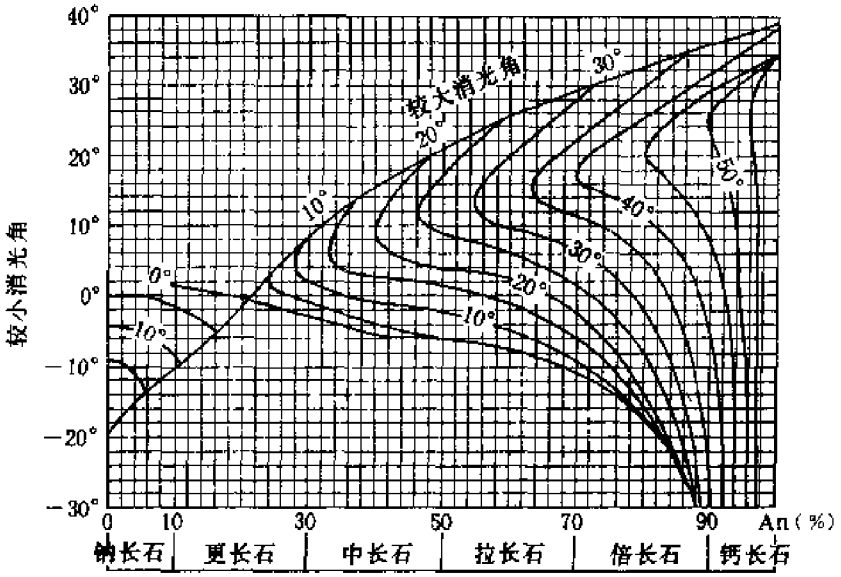



图 1-55　斜长石垂直(010)切面上卡钠复合双晶消光角 $Np'\wedge(010)$ 与成分的关系

(据莱特)

状，容易测得长条方向与 $Np'$ 的夹角，可利用此夹角查有关图解定出它的号码。其操作步骤如下：

(1)测消光角

①将微晶移至视域中心，使长条方向平行纵丝，记录物台读数 $x_0$。

②转动物台使微晶消光，记录物台读数 $x_1$。

③确定消光时与纵丝一致的椭圆半径名称。若为 $Np'$，则 $Np'\wedge a=|x_1-x_0|$；若为 $Ng'$，则 $Np'\wedge a=90°-|x_1-x_0|$。

④重复以上步骤测 10—20 个颗晶，从中选出最大的 $Np'\wedge a$ 值查图 1-56。

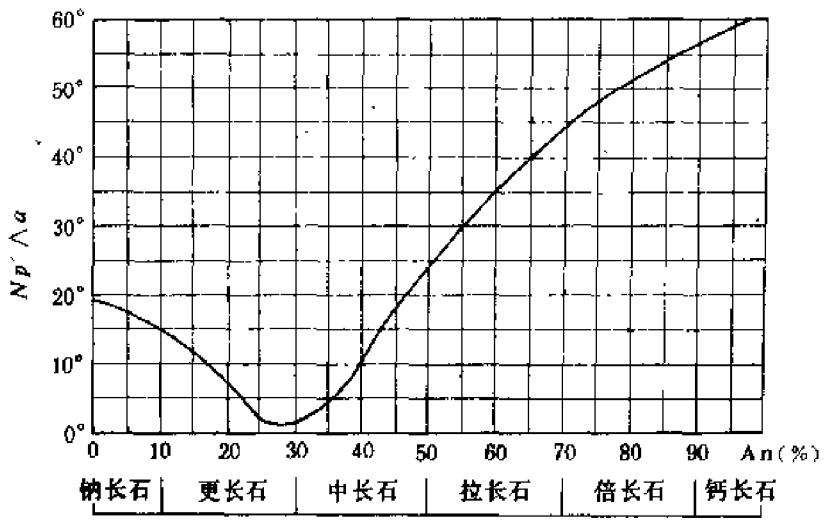



图 1-56　平行 $a$ 轴切面中最大消光角 $Np'\wedge a$ 与成分的关系

(Heinrich，1965)

(2)查图定成分

查图 1-56。图中纵坐标为 $Np'\wedge a$ 数值，横坐标为斜长石号码及种属名称。当 $Np'\wedge a$ 值小于 20°时，要观测 $Np'$ 的突起。$Np'$ 若为负突起，查曲线最低点的左侧(西侧)；若为正突起，则查其右侧。

查法举例：设测得某火山岩中斜长石微晶的 $Np'\wedge a$ 最大值为 35°，自 35°水平线与曲线的交点向下引垂线，在横坐标上，读得该斜长石为 $An_{60}$ 的拉长石。

该方法的测定结果，也仅代表斜长石微晶中最基性者，测得的成分比微晶平均号码偏高。

5)托毕(Tobi,1975)鉴定图的应用

图 1-57 是 1975 年托毕根据布里等人的数据绘制的一套较准确可靠的鉴定图，由低温斜

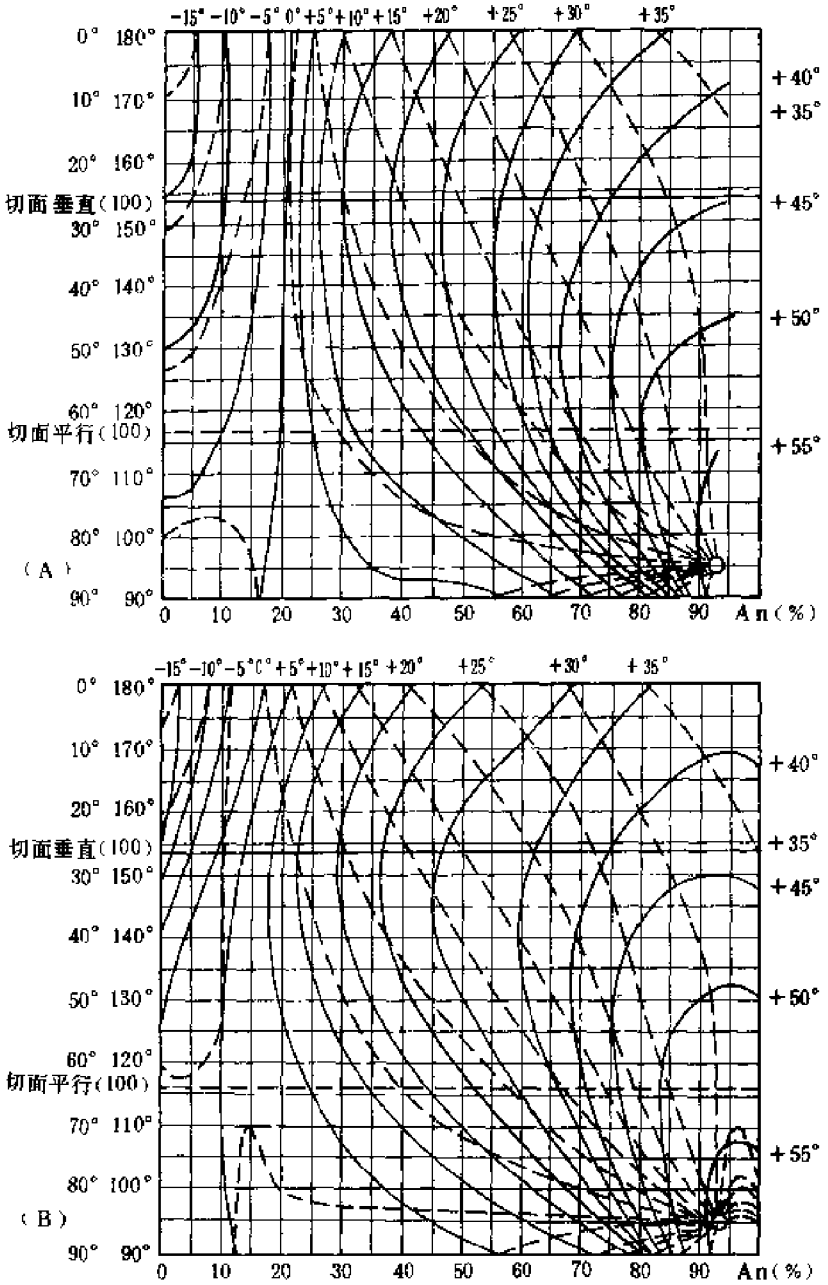



图 1-57　斜长石垂直(010)晶带消光角 $Np'\wedge(010)$ 鉴定图

(Tobi,1975)

(A)低温斜长石；(B)高温斜长石

长石光性(图 1-57,A)和高温斜长石光性(图 1-57,B)两张图组成。图中的曲线为消光角曲线,其值标于图的上方和右方。下方横坐标数字代表 An 的百分含量。左方纵坐标数字代表相应的各条水平线所示的切面与平行 $c$ 轴切面之间的夹角,垂直(100)和平行(100)分别代表垂直 $a$ 轴和平行 $a$ 轴。这些数字和符号的用法在此不加赘述。

垂直(010)晶带最大消光角法查图 1-57 举例:设测得辉长岩中斜长石(低温斜长石)的 $Np'\wedge(010)$最大值为 35°,引一条与 35°曲线(必须是实线!)相切的垂线,在下方横坐标上便可读出相应的 An 含量为 61%,即为 61 号的拉长石(图 1-58)。

卡钠复合双晶法查图 1-57 举例:设测得闪长岩中某斜长石颗粒的一大、一小消光角分别为 20°和 10°,大消光角查实线,小消光角查虚线,两曲线交于一点,由此交点向下引垂线,便可读出相应的 An 含量为 38%,即为 $An_{38}$的中长石(图 1-58)。

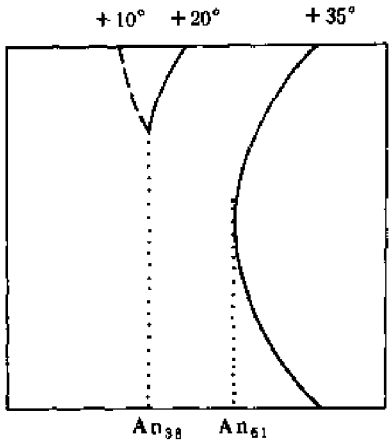



图 1-58　图 1-57 查法示意图(低温光性)

6. 产状

钠长石和更长石广泛产于各种酸性岩浆岩和细碧岩中,也常见于角岩、绿片岩等低级变质岩中。更长石也见于某些片麻岩和球粒陨石中,还可呈碎屑产于砂岩中。中长石广泛产于中性、中酸性岩浆岩以及中—高级变质岩中,如斜长角闪岩、斜长片麻岩类等;在碱性的基性火山岩基质中也有产出。拉长石广泛产于各种基性岩浆岩及基性变质岩中;在火山岩中,它既可呈斑晶产出,也可呈微晶产出。倍长石多在基性火山岩中以斑晶产出。钙长石多在钙碱性火山岩中以斑晶产出,也见于超基性岩浆岩、接触交代的变质灰岩、矽卡岩及某些陨石中。

(二)碱性长石亚族

1. 种属划分

按照化学成分,碱性长石分为三种类型:①富钾长石类,包括透长石、正长石、微斜长石;②富钠长石类,包括钠长石、歪长石;③钾钠长石类,即条纹长石。

按照光学性质,碱性长石可细分为 15 个亚种(图 1-59、60,表 1-6)。借助偏光显微镜,一般只能鉴别到按化学成分划分的六个种属,有时能大致测出 $2V$,可划分得稍细些(图 1-59)。但如果要像图 1-60 和表 1-6 那样细分,必须借助费氏台精确地测出光性数据。

2. 有序度

长石是架状结构硅酸盐,Si-O 四面体的 Si 有一部分被 Al 代替。如果这种代替是有规律的,即所有的 Al 都占据在相同的位置上,这种结构状态叫做完全有序或有序结构。若这种代替是无规律的,即看不出有任何位置上的 Al 优于其他位置的情形,这种结构状态叫做完全无序或无序结构。介于完全有序和完全无序之间的结构状态叫部分有序。从完全无序结构向完全有序转化的过程叫有序化。描述有序化(或部分有序)的量叫有序度。有序度是 1 个无量纲的量。一般说来,高温长石种属有序度低,低温长石种属有序度高。

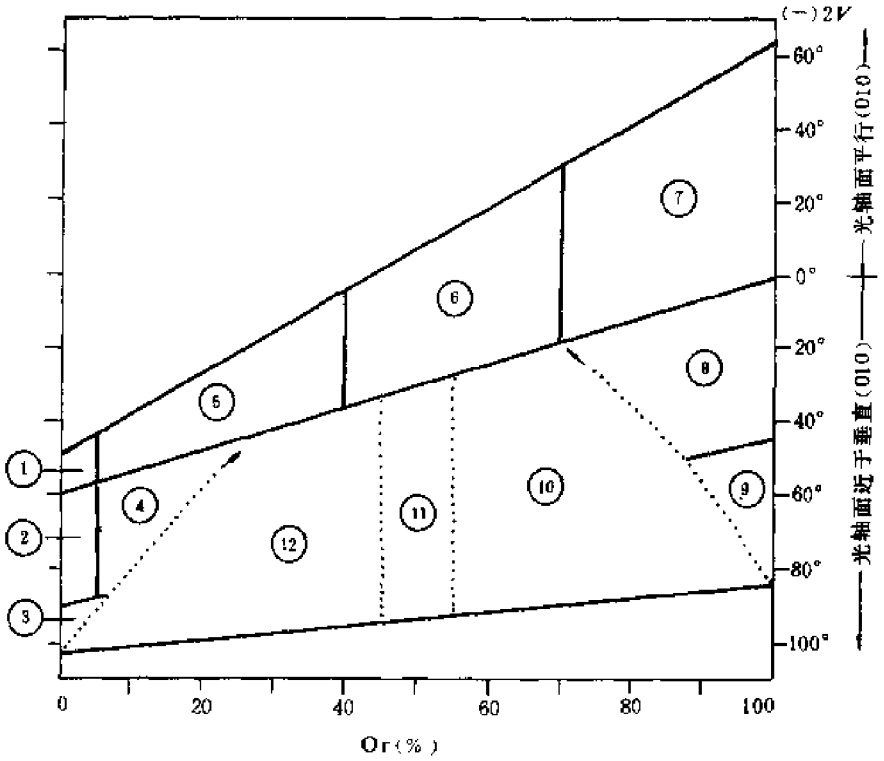



图 1-59　碱性长石亚族的成分和 2V 命名图

(苏树森,1982)

①高钠长石;②过渡钠长石;③低钠长石;④钾质过渡钠长石;⑤歪长石;⑥钠质高透长石;⑦高透长石;⑧低透长石;⑨正长石;⑩正条纹长石;⑪中条纹长石;⑫反条纹长石

**表 1-6　碱性长石的分类命名方案**

| 亚类 | 矿物名称 | | 晶系 | 光轴角 (−)2V | 光轴面 | 光学有序度 S | | 三斜度 Δ | 光性方位 | | 双晶 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 种 | 亚种 | | | | 单斜有序度 $S_M$ | 二斜有序度 $S_T$ | | $Ng\wedge$ ⊥(010) | $Ng\wedge$ ⊥(001) | |
| 富钾长石亚类 | 透长石 | 高透长石 | 单斜 | 0°~63° | (010) | 0~0.6 | — | 0 | 90° | 3°~12° | 简单双晶 |
| | | 低透长石 | 单斜 | 0°~44° | ⊥(010) | 0.6~1.0 | — | 0 | 0° | 90° | |
| | 正长石 | 高正长石 | 假单斜 | 45°~54° | ⊥(010) | — | 0~0.25 | 0 | 0° | 90° | 简单双晶 |
| | | 中正长石 | 假单斜 | 54°~74° | ⊥(010) | -- | 0.25~0.75 | 0 | 0° | 90° | |
| | | 低正长石 | 假单斜 | 71°~84° | ⊥(010) | -- | 0.75~1.00 | 0 | 0° | 90° | |
| | 正微长石 | 高正微长石 | 三斜 | 44°~54° | ~⊥(010) | - | 0~0.25 | 0~0.25 | 0°~3.6° | 90.0°~87.5° | 格子双晶 |
| | | 中正微长石 | 三斜 | 54°~74° | ~⊥(010) | - | 0.25~0.75 | 0~0.75 | 0°~14.4° | 90.0°~82.5° | |
| | | 低正微长石 | 三斜 | 71°~84° | ~⊥(010) | - | 0.75~1.00 | 0~1.00 | 0°~18.0° | 90.0°~80.0° | |
| | 微斜长石 | 高微斜长石 | 三斜 | 44°~54° | ~⊥(010) | - | 0~0.50 | 0~0.25 | 0°~3.6° | 90.0°~87.5° | 格子双晶 |
| | | 中微斜长石 | 三斜 | 54°~74° | ~⊥(010) | -- | 0.25~0.75 | 0.25~0.75 | 3.6°~14.4° | 87.5°~82.5° | |
| | | 低微斜长石 | 三斜 | 74°~84° | ~⊥(010) | -- | 0.75~1.00 | 0.75~1.00 | 14.4°~18.0° | 82.5°~80.0° | |
| 富钠长石亚类 | 歪长石 | 歪长石 | 三斜 | 30°~60° | ~⊥(010) | — | | -- | 5°± | 85°± | 格子双晶 |
| | 钠长石 | 高钠长石 | 三斜 | 50°~60° | ~⊥(010) | 0~0.2 | | — | 19.0°~18.5° | 76.0°~76.5° | 聚片双晶或简单双晶 |
| | | 过渡钠长石 | 三斜 | 60°~90° | ~⊥(010) | 0.2~0.8 | | - | 18.5°~17.0° | 76.5°~78.0° | |
| | | 低钠长石 | 三斜 | 90°~102° | ~⊥(010) | 0.8~1.0 | | -- | 17.0°~16.5° | 78.0°~76.5° | |

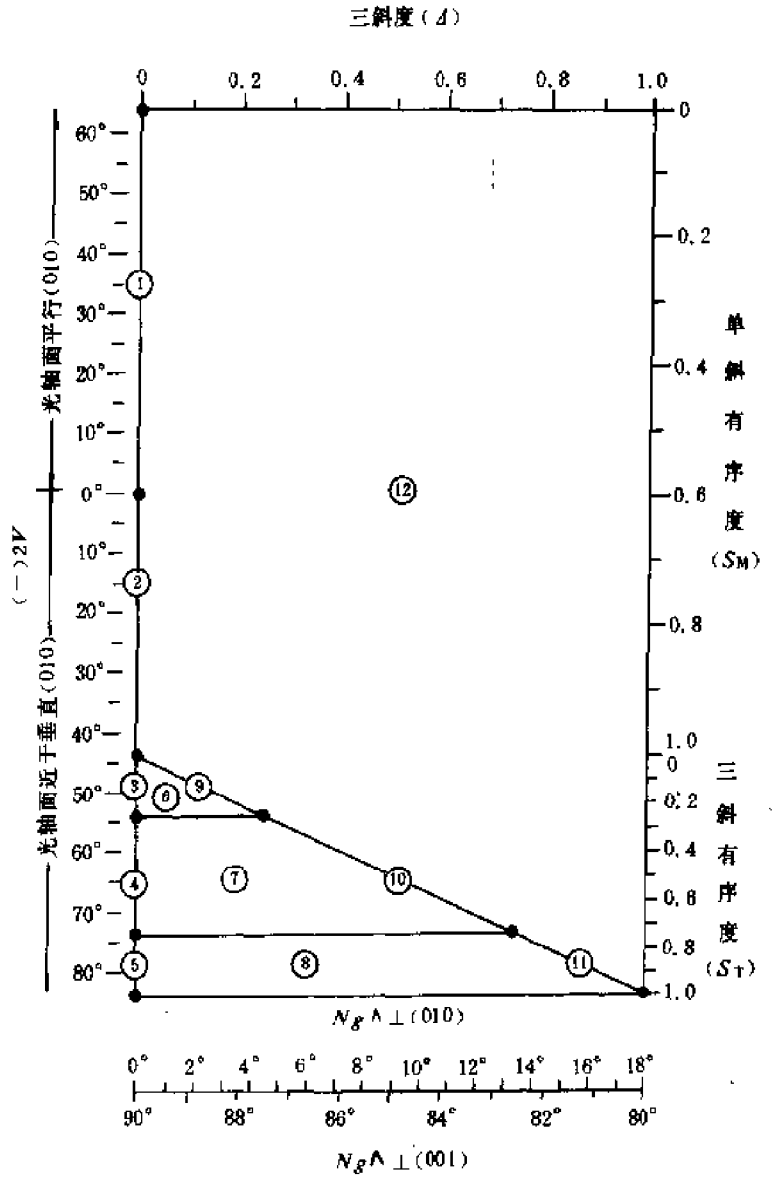



图 1-60　钾长石的结构-光性分类

（苏树春，1982）

①高透长石；②低透长石；③高正长石；④中正长石；⑤低正长石；⑥高正微长石；⑦中正微长石；⑧低正微长石；⑨高微斜长石；⑩中微斜长石；⑪低微斜长石；⑫透微长石；黑圆点代表相邻亚种之间的分界点

有序度不同，反映出的光学性质就不一样。例如，单斜钾长石从完全无序到完全有序，光轴面由平行(010)变到近于垂直(010)，光轴角从 64°变小到 0°，再由 0°增大到 44°；三斜钾长石从完全有序到完全无序，$2V$ 由 44°增大到 84°。因此，可利用 $2V$ 计算出钾长石的单斜有序度 $S_M$ 和三斜有序度 $S_T$：

$$\text{当 } OAP \parallel (010) \text{时，} S_M = (64° - 2V)/108°$$

$$\text{当 } OAP \perp (010) \text{时，} S_M = (64° + 2V)/108°$$

$$S_T = (2V - 44°)/40°$$

斜长石和其他固溶体系列矿物都有有序度的性质，只不过是钾长石的有序度研究得比它们的详细而已。求钾长石的有序度，除了光学方法外，还有其他许多方法，在此不加赘述。

3. 三斜度

单斜钾长石完全有序后，进一步有序化就破坏了晶体的单斜对称，使晶体趋向三斜对称，这种有序化就叫做三斜有序化。三斜有序化程度愈高，晶体偏离单斜对称的程度就愈大。描述三斜钾长石偏离单斜对称程度的量就叫做三斜度，用符号“$\Delta$”表示。三斜度是与有序度既有关联又有区别的另一个概念，只对单斜碱性长石过渡到三斜碱性长石的范畴而言，不适用于斜长石，因为斜长石均属三斜晶系。

单斜钾长石，$\Delta_{最小}=0$，$Ng\wedge$垂直(010)$=0°$，$Ng\wedge$垂直(001)$=90°$；最大微斜长石，$\Delta_{最大}=1$，$Ng\wedge$垂直(010)$=18°$，$Ng\wedge$垂直(001)$=80°$。因此用消光角计算$\Delta$的公式为

$$\Delta=[Ng\wedge\text{垂直}(010)]/18°$$

$$\Delta=[90°-Ng\wedge\text{垂直}(001)]/10°$$

4. 碱性长石的一般鉴定特征

(1)透长石和正长石属单斜晶系，其他碱性长石均属三斜晶系。晶形多为厚板状，火山岩中斑晶较自形，其他为半自形板状、他形粒状。

(2)具{010}、{001}两组完全解理，除钠长石和微斜长石外，解理交角均为90°。

(3)手标本上，透长石、歪长石为无色或白色，正长石、微斜长石多为肉红色；薄片中，均无色透明，但往往因蚀变风化而浑浊不清。

(4)均为负低突起。

(5)最高干涉色为一级灰白。单斜者可见平行消光，而三斜者均为斜消光。

(6)歪长石、微斜长石可见特征的格子双晶，其他钾长石多见简单双晶。条纹长石具特征的条纹结构。

(7)皆为二轴负晶，$2V$变化范围较大。

## 透长石 Sanidine Санидин

成分　化学式为$(K,Na)AlSi_3O_8$，含少量Ca、Ba、Rb等。

形态　属单斜晶系。晶体呈短柱状、厚板状、纤维状。

光性　薄片中无色透明。负低突起。$Np=1.518\sim1.525$，$Nm=1.522\sim1.530$，$Ng=1.525\sim1.532$，$Ng-Np=0.005\sim0.007$。最高干涉色为Ⅰ级灰—Ⅰ级灰白。垂直(010)切面为平行消光，其他切面为斜消光。双晶不发育或少见简单双晶。二轴(－)，高透长石$2V=0°\sim64°$，低透长石$2V=0°\sim44°$。光性方位如图1-61所示。

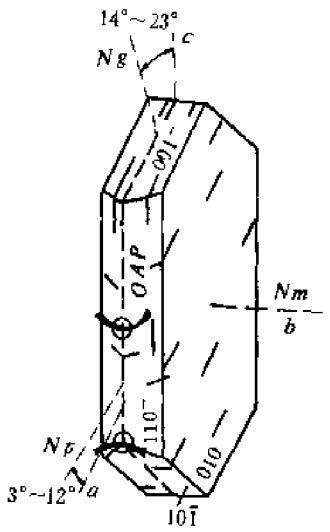



图1-61　透长石光性方位

产状　属高温种属。常见的为低透长石。透长石一般产于火山岩中，既可呈斑晶产出，也可呈微晶产出。还产于高温接触变质岩中。

鉴定　以其解理、负突起、二轴(－)以及有时可见双晶区别于高温石英。

## 正长石 Orthoclase Ортоклаз

成分　与透长石相似。

形态　属单斜晶系。晶体多呈自形、半自形厚板状。

光性　薄片中无色。因蚀变和风化，表面常因有分解物面浑浊不清，但两组正交的解理纹则更为清晰可见。负低突起。$Np=1.516\sim1.529$，$Nm=1.522\sim1.533$，$Ng=1.523\sim1.539$，$Ng-Np=0.005\sim0.008$。最高干涉色为Ⅰ级灰—Ⅰ级灰白。垂直(010)切面为平行消光，其他切面为斜消光，消光角不大。负延性。简单双晶常见。二轴(－)，$2V=44°\sim84°$。光性方位如图 1-62 所示。

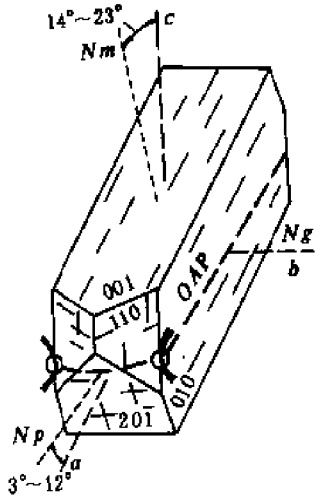



图 1-62　正长石光性方位

变化　在风化和蚀变作用下，易变为高岭石、绢云母、沸石等。

产状　广泛产于花岗岩、花岗闪长岩、二长岩、正长岩、霞石正长岩、碱性辉长岩及相应的火山岩中，也普遍产于正长片麻岩、花岗片麻岩、混合花岗岩等变质岩中，还呈碎屑分布于长石砂岩中。

鉴定　正长石与石英的区别：正长石表面往往浑浊，具解理和双晶，负低突起，为二轴晶。正长石与霞石的区别：正长石干涉色略高，有双晶，为二轴晶，而霞石干涉色较低，为一轴晶。正长石与透长石的区别：正长石常见简单双晶，$2V$ 较大，而透长石双晶不发育，$2V$ 较小。

## 微斜长石 Microcline Микроклин

成分　与正长石相似。

形态　属三斜晶系。晶形与正长石相似。

光性　负低突起。$Np=1.516\sim1.523$，$Nm=1.522\sim1.528$，$Ng=1.523\sim1.530$，$Ng-Np=0.007$，(－)$2V=44°\sim84°$。常发育格子双晶。光性方位如图 1-63 所示。

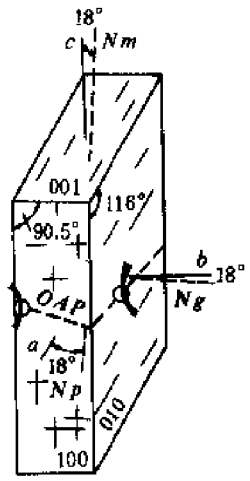



图 1-63　微斜长石光性方位

鉴定　微斜长石与正长石有许多相似之处，其区别是：微斜长石为斜消光，具特征的格子双晶(有的切面只具一组聚片双晶)。微斜长石与酸性斜长石的区别是：①微斜长石两组解理交角近 90°，而酸性斜长石的约为 87°。②微斜长石的格子双晶在近于平行(001)切面上看得最清楚，且该切面上只能见到(010)一个方向的解理纹；酸性斜长石格子双晶是在近于平行(100)切面上看得最清楚，在该切面上，能同时见到(001)、(010)两个方向的解理纹。③微斜长石的聚片双晶单体窄，单体呈纺锤状；而酸性斜长石双晶单体较宽，且双晶纹较平直。

产状　微斜长石主要产于深成的酸性、中酸性岩浆岩中。在花岗片麻岩、混合花岗岩等某些变质岩以及长石砂岩中，也是主要矿物。其次生变化与正长石相同。

## 歪长石 Anorthoclase Анортоклаз

成分 $Na_2O>K_2O$，含 Ab(An)>63%，Or<37%。

形态 属三斜晶系。晶体呈柱状、板状和不规则粒状。具两组正交解理。

光性 薄片中无色透明，表面较干净。负低突起。$Np=1.522\sim1.529$，$Nm=1.526\sim1.534$，$Ng=1.527\sim1.536$，$Ng-Np=0.005\sim0.007$。最高干涉色为Ⅰ级灰白。斜消光。常见格子双晶。二轴(−)，$2V=30°\sim60°$。光性方位如图 1-64 所示。

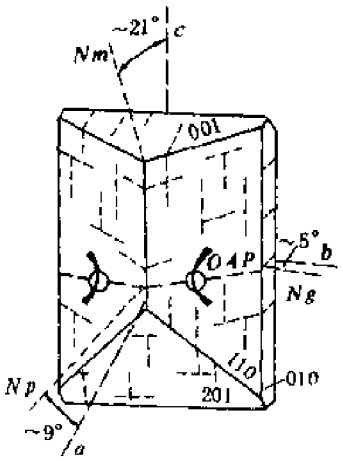



图 1-64 歪长石的光性方位

产状 歪长石属高温种属，主要产于钠质的碱性火山岩、次火山岩中，如钠质粗面岩、碱性流纹岩、碱性玄武岩及相应的浅成岩，既可呈斑晶产出，也可呈微晶产出。

鉴定 与透长石、高温钠长石的区别是，歪长石具有格子双晶。与微斜长石的区别：①歪长石具有格子双晶的切面是近于平行(100)的切面，可见两组解理，而微斜长石具格子双晶的切面只见一组解理；②歪长石双晶纹较平直；③歪长石产于富钠的火山岩、次火山岩中，而微斜长石产于富钾的深成岩中。

## 条纹长石 Perthite Пертит

条纹长石是具有条纹结构的碱性长石，简称纹长石。条纹长石是富钾相碱性长石和富钠相碱性长石的连晶，按矿物的严格定义，不能称为独立的矿物相，但岩矿工作者都理解"条纹长石"的含义，对这一称谓已约定俗成，故仍保留这一名称。

条纹长石中，较多的物相称为主晶，较少的物相称为嵌晶或条纹。条纹形态多样，常见的有细脉状、薄膜状、叶脉状、树枝状、火焰状、补片状等(图 1-65)。

按条纹的大小(一般指条纹的厚度 $d$)，条纹长石可分为：

(1)X 射线纹长石：$d<0.001$mm，X-射线分析才能发觉条纹。

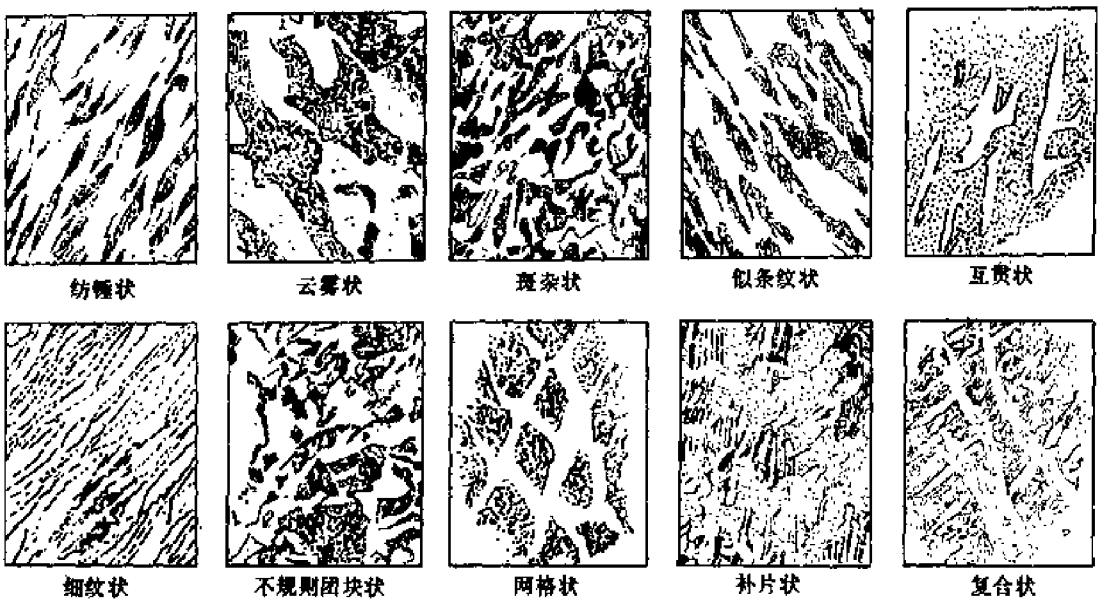



图 1-65 条纹长石中之条纹形态

(2)隐微纹长石:$d=0.001mm\sim0.005mm$,镜下隐约可见条纹,但不能测光性。

(3)微纹长石:$d=0.005mm\sim0.1mm$,标本上不见条纹,但镜下明显可见条纹。

(4)纹长石:$d>0.1mm$,手标本上也能见到条纹。

按主晶和条纹的成分,条纹长石又可分为:

(1)正条纹长石:主晶为富钾相,条纹为富钠相。

(2)反条纹长石:主晶为富钠相,条纹为富钾相。

(3)中条纹长石:富钾相和富钠相体积近于相等。

正条纹长石按主晶的种属还可细分为:

(1)正长条纹长石:主晶为正长石。

(2)微斜条纹长石:主晶为微斜长石。

(3)歪长条纹长石:主晶为歪长石。

按成因,条纹长石可分为:

(1)析离条纹长石,即高温均一的长石,当温度降低时,由于固溶体发生出溶作用而形成的条纹长石。

(2)交代条纹长石,系由钾长石受钠长石化或钠长石受钾长石化而成。

成因不同的两种条纹的差异如表 1-7 所列。

**表 1-7 两种条纹的鉴别**

| | 析离条纹 | 交代条纹 |
|---|---|---|
| 大小 | 一般较小,较均匀 | 一般较大,不均匀 |
| 形态 | 较规则,如细脉状、雁行状、纤状、部分叶脉状等 | 较粗糙、复杂,如补片状、羽毛状、树枝状、部分叶脉状等 |
| 分布方向 | 主要沿平行(100)方向 | 无一定方向 |
| 分布范围 | 限于晶粒内,有时核部比边部多 | 有的在主晶外缘,呈薄膜状;有的由外向内侵入主晶,尖端朝内 |
| 双晶 | 多不显双晶,较大者有时显聚片双晶 | 多显钠长或肖钠聚片双晶 |
| 其他 | 形成温度较高,要求以静水压力为主的构造环境 | 形成温度较低,要求具有以剪切应力为主的构造环境 |

## 六、石英族

石英族包括成分为 $SiO_2$ 的一系列矿物。$SiO_2$ 的同质多象变体有 10 多种,但在结晶岩中最常见的有石英、鳞石英和方石英等。

**石英 Quartz Кварц**

成分 很纯,$SiO_2$ 接近 100%。

形态 低温变体 α-石英属三方晶系,晶体柱面较发育,但在岩石中多呈他形粒状。高温变体 β-石英属六方晶系,晶形呈六方双锥状,自然界见到的 β-石英都是呈 β-石英假象的 α-石英。

光性 薄片中无色透明,表面光滑,无风化物,含气液和矿物包裹体较多时,略显浑浊。无

解理，常见不规则裂纹。正低突起。$No=1.544$，$Ne=1.553$，$Ne-No=0.009$。最高干涉色为Ⅰ级黄白。一轴(+)。受应力作用时，可产生波状消光，出现光性异常，(+)$2V=8°\sim12°$。光性方位如图1-66所示。

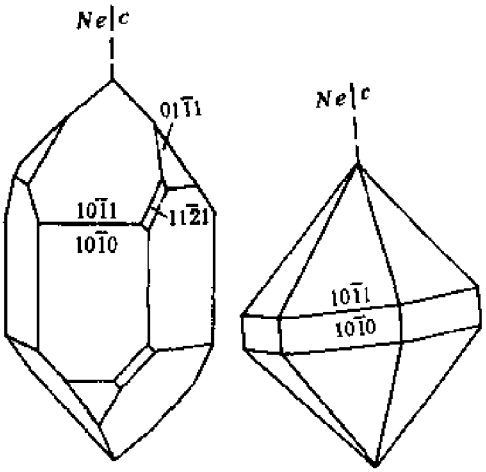



图1-66 石英的光性方位

变化 较稳定，不易风化。

产状 石英分布广，在地壳中分布量仅次于长石。除超基性岩和部分基性岩外，几乎其他的结晶岩和沉积岩中都有产出。此外，石英还是热液脉的主要矿物。

鉴定 表面光滑，无风化物，正低突起，无解理，无双晶，一轴(+)，是石英的鉴定特征。石英与酸性斜长石、钾长石常共生在一起。与长石的区别是：①石英表面干净、光滑，长石表面往往有风化物；②石英无解理、双晶，长石常见解理和双晶；③石英为一轴晶，长石为二轴晶。石英具Ⅰ级灰白干涉色的切面与不见解理、双晶的钾长石切面的区别是，二者的轴性不同。尤其在某些砂岩和变质岩中，细粒长石与石英一样都呈等轴粒状，解理和双晶都难以看清，这时，就得凭轴性加以区别。石英与白云母平行(001)切面有些相似，其区别是：白云母突起略高，为二轴晶。

**鳞石英 Tridymite Тридимит**

成分 含少量Ti、Al、Fe、K、Na等。

形态 高温变体属六方晶系。低温变体属斜方晶系，但呈高温变体假象。镜下切面形态为六边形、长条形、不规则状，或呈扇形、球粒形聚集体。

光性 薄片中无色。负高突起。$Np=1.471\sim1.482$，$Nm=1.472\sim1.483$，$Ng=1.474\sim1.488$，$Ng-Np=0.002\sim0.004$。干涉色为Ⅰ级灰—Ⅰ级灰白。长条者为负延性。常见楔状双晶，每个颗粒包括2—3个单体。二轴(+)，$2V=35°\sim90°$。光性方位如图1-67所示。

产状 产于较酸性火山岩的基质或气孔中，与透长石、方石英共生；产于石质陨石及月球玄武岩中；产于鳞英铁尖晶岩中，与铁尖晶石共生。

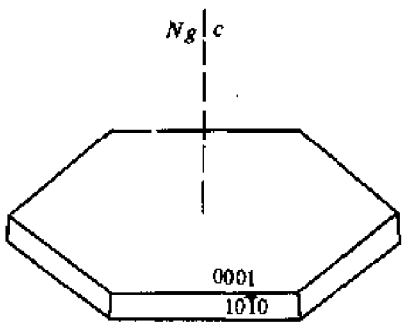



图1-67 鳞石英的光性方位

**方石英 Cristobalite Кристобалит**

形态 高温变体属等轴晶系，低温变体属四方晶系。常温下所见方石英多为具有高温变体假象的低温方石英。

光性 薄片中无色透明，偶带浅灰、浅黄。晶体切面多为方形或等向形。纤维状方石英常与针状的互生形成球粒。负突起明显。$No=1.487$，$Ne=1.484$，$No-Ne=0.003$。干涉色为Ⅰ

级暗灰，有些方石英表现为均质性。一般呈平行消光。可见聚片双晶，双晶纹可相交。一轴(－)。

产状　方石英属低压高温矿物，产于新鲜的中酸性火山岩的基质中，常与透长石形成球粒。也是火山玻璃脱玻化常见组分。还产于火山岩气孔和陨石中。

鉴定　方石英易与鳞石英相混淆，可根据方石英有时呈纤维状，具有聚片双晶，为一轴(－)，而鳞石英很少呈纤维状，具楔状双晶，为二轴(＋)加以区别。方石英与透长石微晶的区别：方石英无解理，突起较高，具聚片双晶，为一轴晶，而透长石有解理，突起较低，常不发育双晶，为二轴晶。

**柯石英　Coesite　Коэсит**

成分　柯石英是石英的高温变体，成分与石英相似。

形态　属单斜晶系(呈假六方状)，晶体多呈柱状，有时呈粒状，晶体细小。

光性　薄片中无色透明。正低—正中突起，突起比石英高。$Np=1.594$，$Nm=1.595\sim1.596$，$Ng=1.597\sim1.599$，$Ng-Np=0.003\sim0.005$。最高干涉色Ⅰ级白。斜消光，消光角($Ng\wedge c$)为4°～6°。正延性。二轴(＋)，$2V=54°\sim61°$。

产状　柯石英在自然界少见。产于陨石坑边缘的砂岩中；产于高压变质带中的榴辉岩包体中；柯石英以包裹体矿物的形式产于石榴石中，可与金刚石共生。

鉴定　与石英的区别：柯石英形态为柱状，粒度小，突起较高，多呈包裹体矿物产出，与高压矿物共生；而石英形态为粒状，粒度较大，突起极低或无突起，与低压矿物共生。与鳞石英的区别是：柯石英为正突起，斜消光，正延性，以包裹体形式产于其他矿物之中；而鳞石英为负突起，平行消光，负延性，以基质矿物产出。

# 第二章　主要常见于结晶岩中的其他造岩矿物

## 一、均质体矿物

**萤石　Fluorite　Флюорит**

成分　$CaF_2$

形态　属等轴晶系，常呈他形，有时呈立方体。八面体解理完全。

光性　薄片中无色或带淡紫、淡绿色。可见二至三向解理纹，其交角为60°±。负高突起。$N=1.434$。显均质性。

产状　多为热液脉矿物，产于热液矿脉或蚀变交代岩石中；也产于某些花岗岩、云英岩及碱性岩中，与黄玉、电气石、方钠石、石英等共生。

**方沸石　Analcite　Анальцит**

成分　$NaAlSi_2O_6 \cdot H_2O$

形态　属等轴晶系。晶形为四角三八面体或四角三八面体与立方体的聚形，通常为不规则粒状。具{001}不完全解理。

光性　薄片中无色。负低突起。$N=1.487$。显均质性，有时显示二轴(－)，$Ng-Np<0.001$。

产状　在中基性、基性的碱性岩中为原生矿物；也可作为次生产物产于岩浆岩的空洞、裂隙中，或交代霞石、白榴石、长石等；在砂岩中为自生矿物。

**火山玻璃　Volcanic glass　Вулканическое стекло**

成分　成分较复杂，与产出的岩石化学成分相似。

形态　为非晶质，无一定外形。

光性　薄片中无色或呈淡黄、淡褐等色。常包含许多雏晶，有时具珍珠状裂纹。$N=1.48\sim1.61$，折射率随着岩石酸度增大而减小(图2-1)。多为低突起。具均质性。

产状　火山玻璃既可以单独(或以它为主)组成火山岩，如珍珠岩、松脂岩、黑曜岩等，也常产于火山岩基质中，填隙在微晶矿物之间，还可以以碎屑产于玻屑凝灰岩中。

鉴定　火山玻璃与蛋白石、方沸石有些相似，其区别是：蛋白石折射率更低，且无解理，方沸石可见解理。

**方钠石　Sodalite　Содалит**

成分　$3NaAlSiO_4 \cdot NaCl$

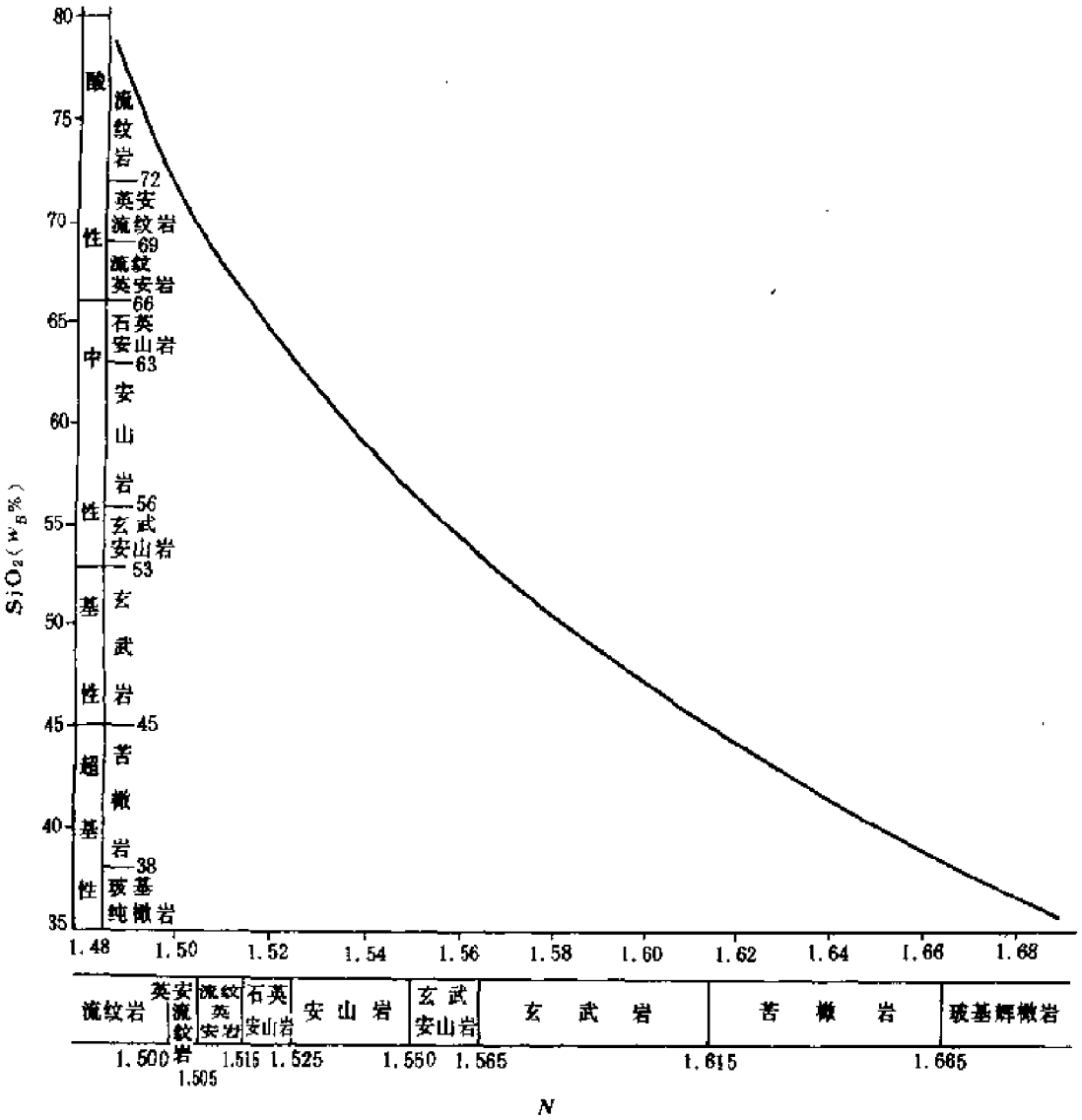



图 2-1　我国若干地区火山岩玻璃折射率与 $SiO_2$ 含量、酸度及种属的关系图

(邱家骥，1980)

形态　属等轴晶系。晶形为菱形十二面体，通常为不规则圆粒状。{110}解理较完全，但一般难见到。

光性　薄片中无色，有时带极淡的蓝色色调。负低突起。$N=1.483\sim1.487$。具均质性。

产状　产于富钠的碱性侵入岩中，与霞石、钙霞石等共生(或伴生)，不与石英共生。

鉴定　以其解理较完全区别于方沸石。

**黝方石　Nosean　Нозеан**

成分　$6NaAlSiO_4\cdot Na_2SO_4$

形态　属等轴晶系。晶形为菱形十二面体，通常为不规则圆粒状。{110}解理不完全。

光性　薄片中呈蓝色色调。常含气、液、晶粒包裹体，包裹体常定向排列成格子状。晶体边缘易被熔蚀成港湾状，并具有黑色镶边(图 2-2)。负低突起。$N=1.480\sim1.495$。具均质性。



图 2-2 黝方石的晶形

产状 主要以斑晶形式产于碱性火山岩中。

**蓝方石 Haüyne Гаюин**

成分 $6NaAlSiO_4 \cdot CaSO_4$

形态 与方钠石相似。

光性 薄片中多为蔚蓝色。负低突起。$N=1.496\sim1.504$。具均质性。

产状 主要产于碱性火山岩中，也见于接触变质岩中。

方钠石、黝方石、蓝方石等均属方钠石族。方钠石族矿物可以用简易化学试验相区别：置矿物于载玻片上，加硝酸少许。硝酸缓慢蒸发后，方钠石可析出石盐晶体；蓝方石则析出针状石膏晶体；黝方石不出现任何晶体，只有再加进少许氯化钙，才析出石盐和石膏晶体。

**青金石 Lazurite Лазурит**

成分 化学式为 $Na_8[AlSiO_4]_6(SO_4)$，常含有少量 $K_2O$、$MgO$、$Fe_2O_3$、$SrO$、$CO_2$ 和 $H_2O$ 等。

形态 自形晶为菱形十二面体，通常呈不规则粒状，菱形十二面体解理不完全。

光性 手标本上呈天蓝、深蓝、紫蓝、绿蓝色。薄片中呈青蓝色或蓝色。负低突起。$N=1.500$。具均质性，全消光。青金石的变种属斜方晶系；负低突起，$Np=1.504$，$Nm=1.510$，$Ng=1.514$，$Ng-Np=0.010$；最高干涉色可达Ⅰ级黄白，但由于颜色较深，干涉色仍显蓝色。

产状 青金石是青金石玉的主要造岩矿物。青金石玉也简称为青金石，同时还有青金、金青、青碧、金碧等其他玉石名称。青金石玉是一种接触交代矽卡岩。青金石的伴生矿物有透辉石、镁橄榄石、金云母、方解石、白云石、钾长石、斜长石、黄铁矿、方柱石等。

鉴定 青金石与蓝方石在颜色上有些相似，但青金石颜色更浓。产状上，青金石主要产于变质岩中，而蓝方石常见于碱性火山岩中。

**白榴石 Leucite Лейцит**

成分 $K[AlSi_2O_6]$，含少量 Na、Ca。

形态 属假等轴晶系（低温时为四方晶系），晶体呈四角三八面体晶形，熔蚀后呈圆粒状。

光性 薄片中无色。常含有辉石、磁铁矿等包裹体，包裹体呈平行边缘的环带状（图 2-3 左图）或放射状分布。不见解理。负低突起。$N=1.508\sim1.511$。具均质性。但较大晶体有时显非均质性，干涉色极低。具纵横交错的聚片双晶（图 2-3 右图）。

变化 可蚀变为方沸石、绢云母、钠长石的集合体，或转熔成霞石、正长石等组成的混合

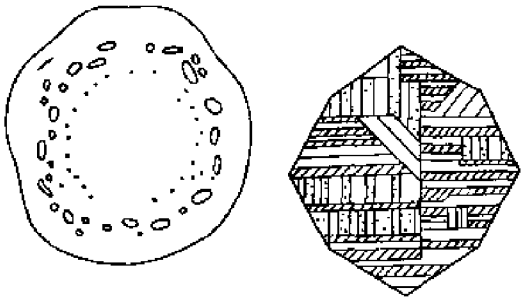


图 2-3 白榴石的包裹体(左)和聚片双晶(右)

物。变化后仍保留白榴石假象者，称为假白榴石。

产状 产于碱性的富钾熔岩中，既呈斑晶产出，又呈微晶产出。

鉴定 以其无解理、呈特殊晶形、含定向包裹体、有时具聚片双晶及产状不同区别于方沸石和方钠石。

### 尖晶石 Spinel Шпинель

化学通式为 $AB_2O_4$，A＝Mg、$Fe^{2+}$、Zn、Mn、Ni，B＝Al、$Fe^{3+}$、Ti、Cr 等。根据其所含阳离子的不同，可以分为许多种属和亚种。

尖晶石属等轴晶系。晶体呈八面体晶形，也呈不规则粒状。薄片中常见正方形、四角形、三角形等切面。一般无解理，可见不规则裂纹。正高突起。显均质性。

常见的几种尖晶石的鉴定特征如下：

镁尖晶石 $MgAl_2O_4$ 薄片中无色或呈淡玫瑰色、淡天蓝色。$N=1.715$，有时显极低的干涉色。产于白云岩、白云质灰岩的接触变质岩中，也产于某些结晶片岩中。

镁铁尖晶石 $(Mg,Fe)(Al,Fe)_2O_4$ 薄片中呈绿色、褐色。$N=1.77\sim1.79$。产于含镁、铁较高的岩浆岩、结晶片岩、片麻岩、接触变质岩中。

铁尖晶石 $FeAl_2O_4$ 薄片中呈黑绿色。$N=1.83$。产于鳞英铁尖晶岩、钛铁霞辉岩及某些变质岩中。

铬尖晶石 $(Mg,Fe)Cr_2O_4$ 薄片中呈紫色、棕绿色。$N=2.00$。主要产于二辉橄榄岩、纯橄岩和蛇纹岩中。

锌尖晶石 $ZnAl_2O_4$ 薄片中呈暗褐色。$N=1.805$。主要产于伟晶岩和矿脉中。

### 方镁石 Periclase Периклаз

成分 MgO，含少量 Fe、Mn、Zn 等。

形态 属等轴晶系。晶形呈八面体，多呈圆粒状、不规则粒状。具立方体解理，薄片中可见一向互相平行、两向互相垂直、三向相交成三角形的解理纹。

光性 薄片中无色。正高突起。$N=1.730\sim1.739$。显均质性。

变化 易变为水镁石。

产状 方镁石较少见，产于镁质的矽卡岩、大理岩中，与镁橄榄石、镁尖晶石、蛇纹石等共生。

鉴定 以其特征的解理区别于镁尖晶石。

### 石榴石 Garnet Гранат

化学通式为 $R_3^{2+}R_2^{3+}[SiO_4]_3$，$R^{2+}$＝Ca、Mg、$Fe^{2+}$、$Mn^{2+}$，$R^{3+}$＝Al、$Fe^{3+}$、$Mn^{3+}$、Ti、Cr。按化学成分，将石榴石分为铝榴石和钙榴石两个系列。铝榴石系列包括镁铝榴石、铁铝榴石、锰铝榴石；钙榴石系列包括钙铝榴石、钙铁榴石、钙铬榴石等。

石榴石属等轴晶系。晶形完好，常为菱形十二面体、四角三八面体或两者的聚形。薄片中无色或呈各种淡色色调。一般无分解物。无解理，常具不规则裂纹。正高—正极高突起。显均

质性，但有的有光性异常。

各种石榴石的鉴定特征如下：

镁铝榴石　$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$　薄片中呈淡玫瑰—淡红褐色。$N=1.705\sim1.760$。显均质性。产于幔源包体或金伯利岩、榴辉岩、蛇纹岩等镁铁质、超镁铁质岩中。可变为绿泥石。

铁铝榴石　$Fe_3Al_2[SiO_4]_3$　薄片中呈淡红—淡红褐色。$N=1.778\sim1.816$。常因含许多矿物包裹体而呈筛状结构。显均质性。主要产于片岩、片麻岩、角闪岩等变质岩中。可变为绿泥石、绿帘石等。

锰铝榴石　$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$　薄片中呈淡红、淡褐色。$N=1.792\sim1.820$。产于伟晶岩、花岗岩、结晶片岩及锰矿床中。可变为黑云母。

钙铝榴石　$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$　薄片中通常无色，有时带淡黄、淡褐色。$N=1.735$。因光性异常，常显Ⅰ级灰干涉色和双晶。产于钙质矽卡岩、富钙铝质的片岩及蛇纹岩中。可变为绿帘石、绿泥石、长石、方解石等。

钙铁榴石　$Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$　薄片中颜色较深，为黄、红、褐色。$N=1.811\sim1.895$。因光性异常而显Ⅰ级灰干涉色。常具环带结构和双晶。产于矽卡岩中。

富含钛的钙铁榴石叫黑榴石或钛榴石。其颜色更深，为暗褐色。$N=1.94\sim2.01$。常具环带结构。多产于碱性岩中。

钙铬榴石　$Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$　薄片中呈绿色。$N=1.85\sim1.86$。因光性异常而显很低的干涉色，可出现环带结构。钙铬榴石是一种罕见的石榴石，产于蛇纹岩和某些接触变质岩中，可变为含铬绿泥石。

各种石榴石的端元组成，可通过精确测定折射率、相对密度和晶胞棱长然后投图2-4(图中1Å=0.1nm)求出。

### 烧绿石(黄绿石)　Pyrochlore　Пирохлор

成分　$(Ca,Na)_2(Nb,Ta)_2O_6(F,OH,O)$，成分较复杂。

形态　属等轴晶系。多为自形的八面体晶形。

光性　薄片中多为黄、黄褐色，变生的烧绿石颜色较深。正极高突起。$N=1.93\sim2.18$。显均质性，但有时有微弱的干涉色。

产状　主要产于碱性正长岩、霞石正长岩及岩浆成因的碳酸岩中，也见于云英岩及伟晶岩中。

鉴定　与钙钛矿($CaTiO_3$)有些相似。但钙钛矿突起更高($N=2.34\sim2.38$)，且多为立方体晶形。

### 闪锌矿　Sphalerite　Сфалерит

成分　ZnS

形态　属等轴晶系，呈四面体晶形。具{110}完全解理。薄片中可见多组解理纹。

光性　薄片中为灰、黄、褐色。正极高突起。$N=2.37\sim2.47$。显均质性。

产状　产于热液矿床和矽卡岩矿床中。

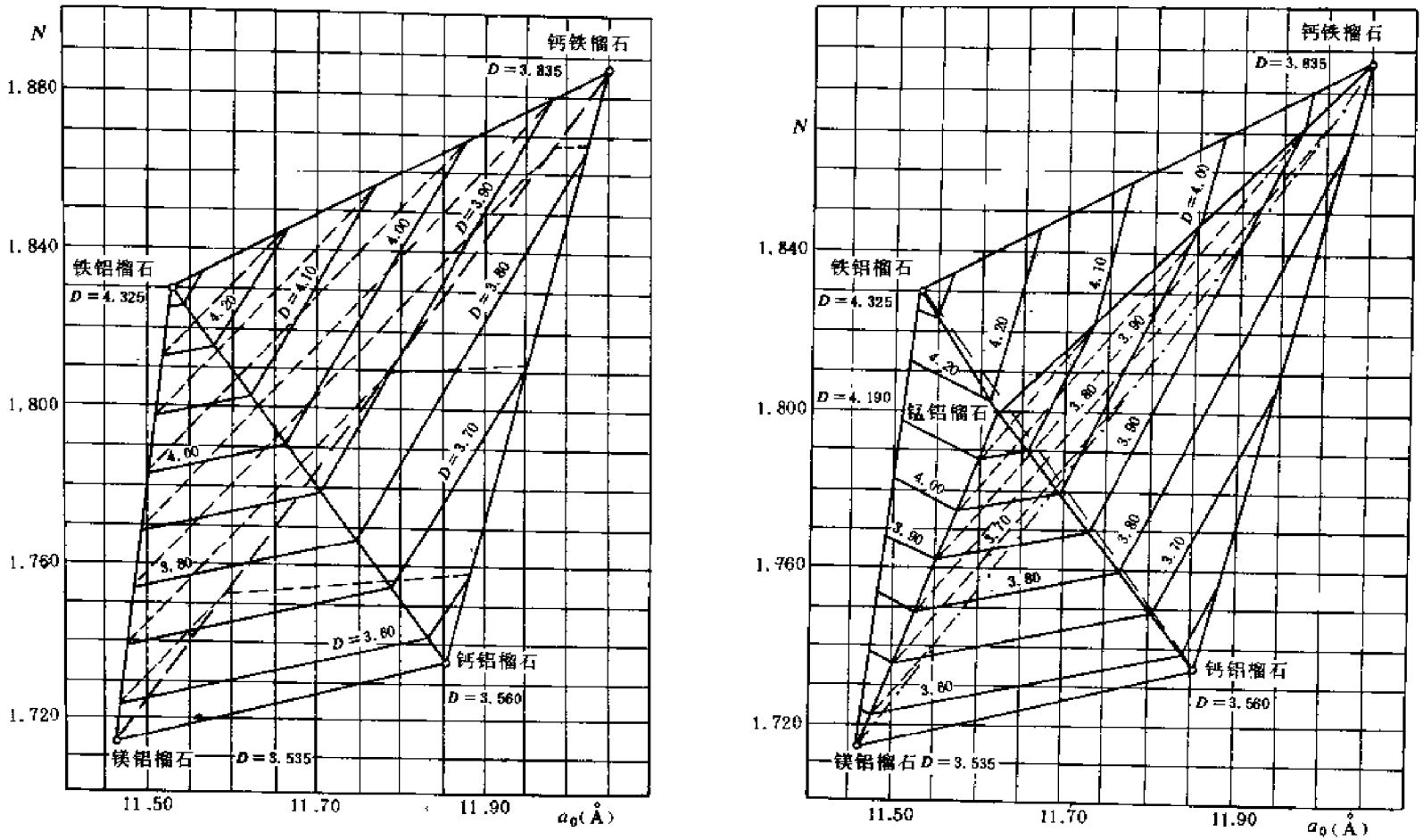



图 2-4　石榴石的折射率($N$)、晶胞棱长($a_0$)和相对密度($D$)的关系

(温契尔,1958)

# 二、一轴晶矿物

## 钙霞石 Cancrinite Канкринит

成分 $Na_6Ca_2[AlSiO_4]_6(CO_3,SO_4)(OH)_2$。通常所说的钙霞石是由钙霞石分子 $Na_6Ca_2[AlSiO_4]_6(CO_3)(OH)_2$ 和硫酸钙霞石分子 $Na_6Ca_2[AlSiO_4]_6(SO_4)(OH)_2$ 所组成的固溶体系列。其中含硫酸钙霞石分子小于30%者称钙霞石，大于70%者称硫酸钙霞石，介于二者之间者称含硫钙霞石。

形态 属六方晶系。晶体呈柱状，通常呈不规则粒状。{$10\bar{1}0$}柱面解理完全，{0001}解理不完全。

光性 薄片中无色。负低突起。$No=1.507\sim1.528$，$Ne=1.495\sim1.503$，$No-Ne=0.025\sim0.012$。最高干涉色为Ⅱ级绿—Ⅰ级橙。折射率和双折射率随硫酸钙霞石分子含量增高而降低(图2-5)。平行消光，负延性。有时见聚片双晶。为一轴(—)。光性方位如图2-6所示。

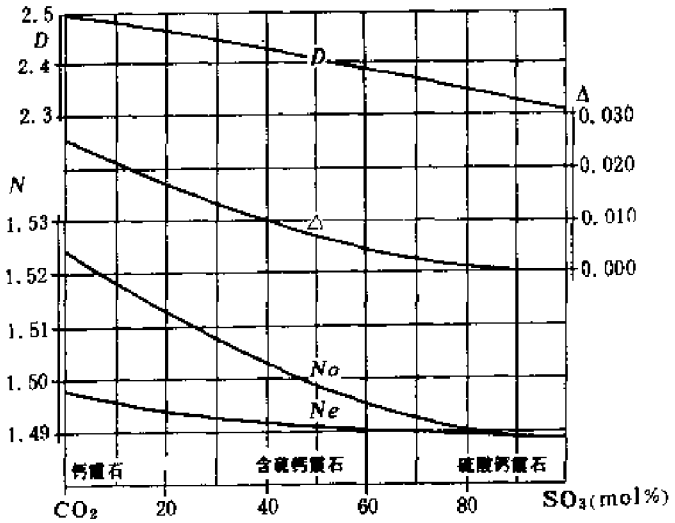



图2-5 钙霞石类矿物成分与光性的关系
(特吕格,1971)

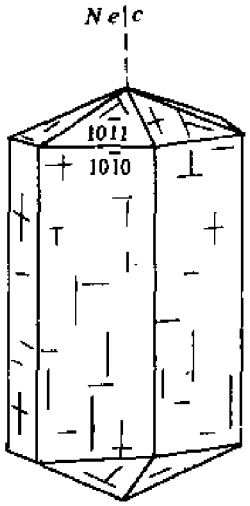



图2-6 钙霞石的光性方位

硫酸钙霞石折射率和双折射率更低：$No=1.488\sim1.493$，$Ne=1.488\sim1.490$，$No-Ne<0.002$，近于均质性。含硫钙霞石的突起和干涉色介于上述二者之间。

变化 可变为云母、沸石、碳酸盐、高岭土等。

产状 主要产于碱性岩中，既可以是原生矿物，也可以是霞石的次生反应矿物。它与霞石的区别是，钙霞石具有完全解理，干涉色较高。

## 霞石 Nepheline Нефелин

成分 $Na[AlSiO_4]$，含少量K、Ca。霞石和钾霞石在高温下可形成连续的固溶体系列，低温时为有限混溶。常见的霞石含5%～20%的钾霞石 $KAlSiO_4$ 分子(Ka)。

形态 属六方晶系。晶体呈短柱状，但通常呈粒状。柱面解理和底面解理均不完全。

光性　薄片中无色透明，常因风化而呈现混浊。具极低突起。$No=1.529\sim1.549$，$Ne=1.526\sim1.543$，$No-Ne=0.003\sim0.005$，折射率随着钾霞石分子含量的增高而增大(图 2-7)。干涉色低，最高干涉色为 I 级灰。一轴(−)。光性方位如图 2-8 所示。

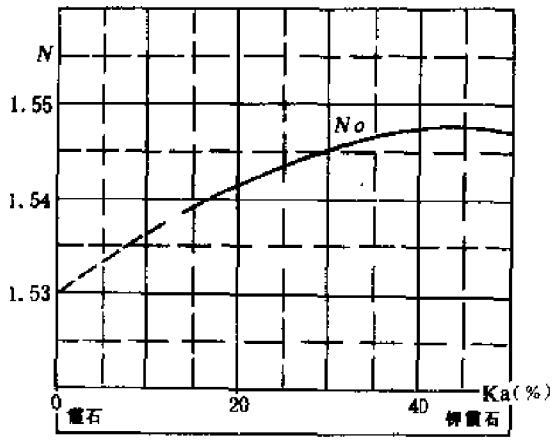



图 2-7　霞石的成分(分子百分数)与折射率的关系
(穆尔豪斯，1959)

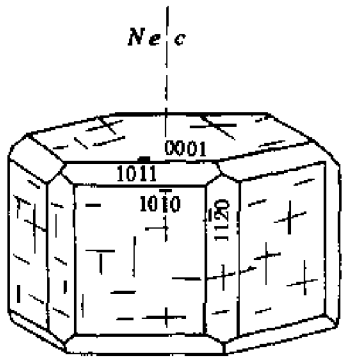



图 2-8　霞石的光性方位

变化　霞石不稳定，易变为沸石、云母、钙霞石、方解石、高岭土等。

产状　产于富钠的碱性岩浆岩中，与碱性长石、碱性暗色矿物共生。

鉴定　与碱性长石的区别是：霞石突起较低且有时为正突起，无解理或解理不完全，一般无双晶，为一轴晶。霞石与堇青石有些相似，但二者的产状不同。

## 方柱石　Scapolite　Скаполит

成分　化学式为$(Na,Ca,K)_4[Al(Al,Si)Si_2O_8]_3(Cl,F,OH,CO_3,SO_4)$。方柱石是以钠柱石$Na_4[AlSi_3O_8]_3Cl$分子(Ma)和钙柱石$Ca_4[Al_2Si_2O_8]_3(SO_4)$分子(Me)为端元组分的连续固溶体系列。按 Ma 和 Me 含量，方柱石又可细分为钠柱石、针柱石、中柱石、钙柱石(表 2-1)。自然界常见者多为针柱石和中柱石。

表 2-1　方柱石各种属的端元组成及光性

| 种　属 | Ma(%) | Me(%) | *No* | *Ne* | *No*−*Ne* | *D* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 钠柱石 | 100～80 | 0～20 | 1.535～1.551 | 1.533～1.536 | 0.002～0.015 | 2.62 |
| 针柱石 | 80～50 | 20～50 | 1.551～1.568 | 1.536～1.546 | 0.015～0.022 | 2.57～2.61 |
| 中柱石 | 50～20 | 50～80 | 1.568～1.595 | 1.546～1.560 | 0.022～0.035 | 2.61～2.72 |
| 钙柱石 | 20～0 | 80～100 | 1.595～1.607 | 1.560～1.568 | 0.035～0.039 | 2.69～2.78 |

形态　属四方晶系。晶形为柱状，有时发育双锥面，但常呈不规则粒状。{100}柱面解理完全，横断面见两组互相垂直的解理纹；有时还可见与之斜交的{110}解理(较完全)纹。

光性　手标本上为白色、灰色，有时带淡黄、淡绿、淡红色；薄片中无色。具负低一接近正中突起。最高干涉色为Ⅰ级暗灰—Ⅱ级蓝。折射率和双折射率随着钙柱石分子含量的增高而增大(图 2-9)。各种方柱石的折射率和双折射率如表 2-1 所列。平行 $c$ 轴切面为平行消光，负延性。一轴(－)。光性方位如图 2-10 所示。折射率、双折射率与成分之间的关系见图 2-9。

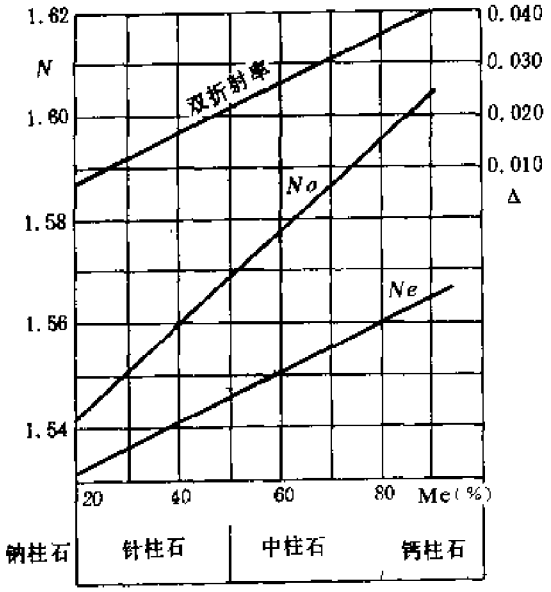



图 2-9　方柱石的折射率、双折射率与成分的关系
(穆尔豪斯，1959)

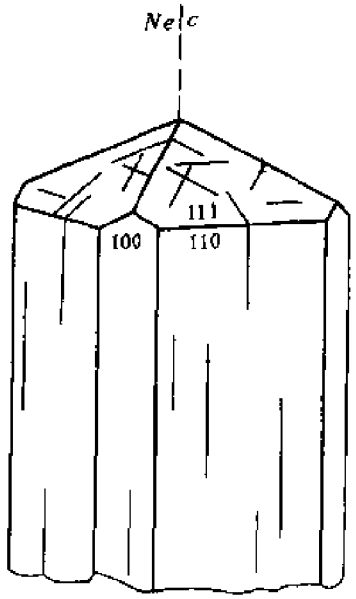



图 2-10　方柱石的光性方位

变化　一般较稳定，有时可变为云母、方解石。

产状　主要产于砂卡岩中，与石榴石、透辉石、符山石共生；也产于区域变质的大理岩、钙质片岩和角闪岩中。在中基性岩浆岩中，方柱石为斜长石的蚀变产物。在火山岩的孔隙中，可见方柱石晶簇。

鉴定　以其较低的干涉色、负延性和一轴晶区别于白云母；以其平行消光、无双晶和一轴晶区别于斜长石；以其突起较低、解理交角不同、平行消光、负延性、一轴晶区别于辉石和无色角闪石；以其突起较低、一轴晶区别于红柱石和硅灰石。

### 水镁石(氢氧镁石)　Brucite　Брусит

成分　$Mg(OH)_2$，含少量 Fe、Mn。

形态　属三方晶系。晶体常呈厚板状、叶片状。具{0001}极完全解理。

光性　标本上呈白、绿、褐色，解理面上显珍珠光泽。薄片中无色。正低－正中突起。$No=1.559\sim1.566$，$Ne=1.580\sim1.585$，$Ne-No=0.019\sim0.021$。最高干涉色为Ⅰ级紫红，常出现红褐色调异常干涉色。呈平行消光。负延性。一轴(＋)。光性方位如图 2-11 所示。

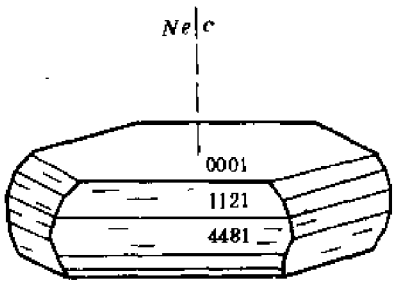



图 2-11　水镁石的光性方位

变化　易变为水菱镁矿和蛇纹石。水菱镁

矿〔$Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 4H_2O$〕在薄片中呈针状、片状、簇状，无色，正低一负低突起，干涉色为Ⅱ级蓝，斜消光，二轴(+)。

产状　水镁石系由白云岩热变质形成的方镁石水化而成。

**绿柱石　Beryl　Берилл**

成分　$Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$，含 Na、K、Li、Cs、Rb 等。

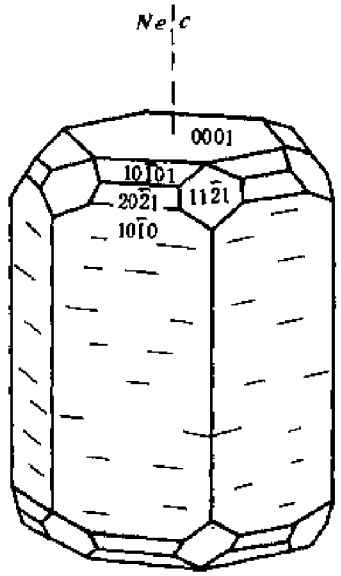



图 2-12　绿柱石的光性方位

形态　属六方晶系。晶形呈六方柱状、纤维状、块状。{0001}解理不完全。

光性　标本上多为白色、绿色；薄片中无色。正低—正中突起。$No=1.568\sim1.602$，$Ne=1.564\sim1.595$，$No-Ne=0.004\sim0.008$。最高干涉色为Ⅰ级灰—灰白。呈平行消光。负延性，但板状晶体为正延性。一轴(−)。光性方位如图 2-12 所示。

产状　主要产于伟晶岩中，也产于云母片岩中。

鉴定　以其较低的干涉色、负光符、负延性区别于石英；以其突起较高区别于霞石；以其突起较低区别于硅灰石。

**黄长石　Melilite　Мелилит**

成分　黄长石是钙铝黄长石 $Ca_2Al[AlSiO_7]$ 和镁黄长石 $Ca_2Mg[Si_2O_7]$ 的连续类质同象系列，化学式为 $Ca_2(Mg,Al)[(Si,Al)_2O_7]$，含少量 Na、Mn、$Fe^{2+}$、$Fe^{3+}$、Zn 等。

形态　属四方晶系。晶体常呈四方板状或短柱状，有时为不规则粒状。{001}解理较完全。由于常有许多极细小的裂纹和空腔垂直晶体延伸方向，从而呈现出“钉齿构造”(图 2-13)。

光性　薄片中无色，有时带淡黄色调。正中—正高突起。$No=1.632\sim1.669$，$Ne=1.639\sim1.658$，$|No-Ne|=0.000\sim0.011$，折射率随镁黄长石分子含量增多而降低(图 2-14)。最高干涉色为Ⅰ级暗灰—Ⅰ级黄，有时可见靛蓝色调的异常干涉色。呈平行消光。延性和光性符号有正有负：钙铝黄长石多为正延性，一轴(−)；镁黄长石多为负延性，一轴(+)；含镁黄长石分子约为 55% 者，则为均质性。



图 2-13　黄长石的钉齿构造
(王德滋，1975)

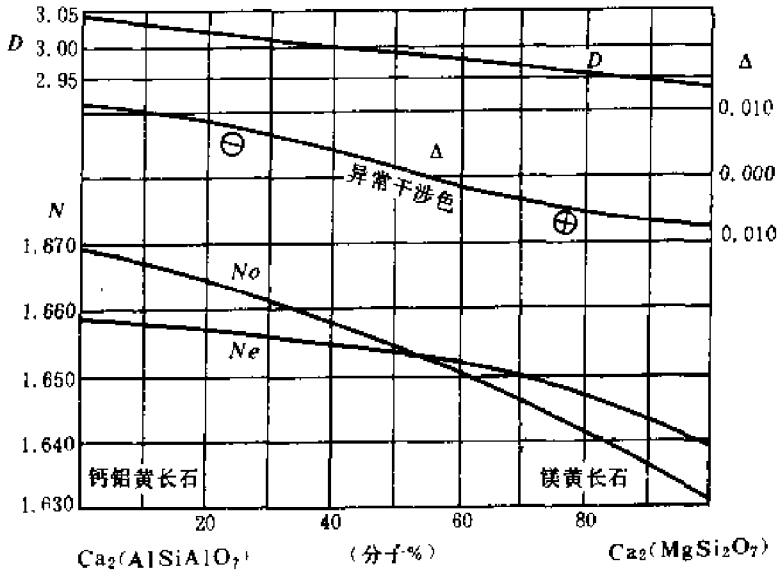



图 2-14 黄长石的成分和光性的关系图

(温契尔,1927)

产状 主要产于黄长玄武岩、黄长煌斑岩及某些接触变质岩中。

鉴定 以其钉齿构造、异常干涉色、一轴晶区别于与其共生的长石。以其折射率较高区别于霞石。

**磷灰石 Apatite Апатит**

成分 $Ca_5[PO_4]_3(F,Cl,OH)$

形态 属六方晶系。晶体呈六方柱状、针状、不规则粒状。解理不完全。

光性 手标本上呈灰白、浅绿、黄绿、褐红、浅紫;薄片中无色,无风化物,有时具浅色色调。正中突起。$No=1.629\sim1.667$,$Ne=1.624\sim1.666$,$No-Ne=0.001\sim0.007$。最高干涉色为Ⅰ级灰。平行消光。负延性。一轴(−)。光性方位如图 2-15 所示。

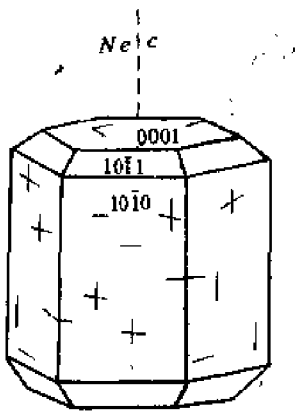



图 2-15 磷灰石的光性方位

产状 磷灰石是各种岩浆岩的副矿物,在许多变质岩和沉积岩中都有产出。另外,它还是磷块岩的主要成分。

**电气石 Tourmaline Турмалин**

成分 $Na(Mg,Fe,Mn,Li,Al)_3Al_6[Si_6O_{18}](BO_3)_3(OH,F)_4$

形态 属三方晶系。晶体常呈柱状,柱面上有纵纹,横断面为球面三角形。无解理。

光性 多色性明显。吸收性强,吸收公式为 $No>Ne$。最高干涉色为Ⅰ级橙红—Ⅱ级蓝。平行消光。负延性。一轴(−)。光性方位如图 2-16 所示。

各种电气石的鉴定特征如下:

黑电气石　含 $Fe^{2+}$ 多。$No=1.655\sim1.675$，$Ne=1.625\sim1.650$，$No-Ne=0.025\sim0.034$。多色性为：$No$=褐、黑、暗绿、蓝、黄色，$Ne$=浅黄、红、褐、浅绿、淡紫等色。可作为高温气成矿物产于花岗岩、花岗伟晶岩、高温石英脉、云英岩中，也可作为碎屑矿物产于砂岩中。其光性与黑云母和角闪石有些相似，可根据解理和吸收性加以区别。

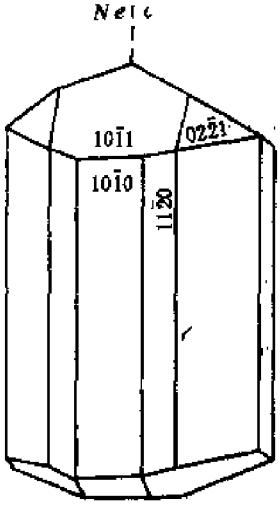


图 2-16　电气石的光性方位

镁电气石　$No=1.635\sim1.661$，$Ne=1.610\sim1.632$，$No-Ne=0.021\sim0.026$。多色性为：$Ne$=淡黄、无色，$No$=褐黄、淡黄色。产于变质的白云质石灰岩和镁质结晶片岩中。与黑电气石的区别是，镁电气石的多色性和吸收性较弱，突起和干涉色较低，而且二者的产状不同。

锂电气石　$No=1.640\sim1.655$，$Ne=1.615\sim1.620$，$No-Ne=0.017\sim0.024$。与其他电气石相比，其颜色最浅，吸收性也弱；$Ne$=无色，$No$=粉红、淡绿、淡蓝。产于花岗伟晶岩中，与含锂矿物共生。

## 符山石　Vesuvianite　Везувиан

成分　$Ca_{10}(Mg,Fe)_2Al_4[Si_2O_7]_2[SiO_4]_5(OH,F)_4$，含有少量其他元素。

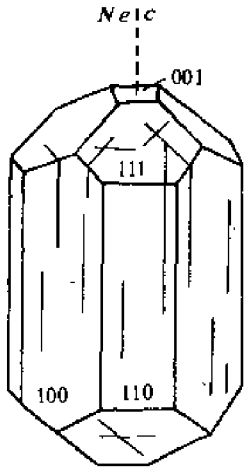


图 2-17　符山石的光性方位

形态　属四方晶系。晶体常呈柱状，其横断面为正方形；也呈粒状和棒状。具{110}不完全解理。

光性　手标本上呈黄、灰、绿、褐；薄片中无色，有时带极淡色调。多色性不显。正高突起。$No=1.705\sim1.738$，$Ne=1.701\sim1.732$，$No-Ne=0.004\sim0.006$。最高干涉色为Ⅰ级灰，但常显示灰绿、淡褐、淡紫、深蓝等异常干涉色，且干涉色不均匀。呈平行消光。负延性。一轴(−)。光性方位如图 2-17 所示。

产状　主要产于矽卡岩中，也产于区域变质大理岩、结晶片岩和霞石正长岩中。

鉴定　与黝帘石有些相似，其区别是：符山石解理不发育，断面为正方形，为一轴晶；而黝帘石具完全解理，横断面近六边形，为二轴晶；另外，两者的产状和共生矿物也不尽相同。具环带结构的深色符山石与石榴石相似，可根据晶形相区别。

## 刚玉　Corundum　Корунд

成分　$Al_2O_3$，含少量 Fe、Mn、Cr、Ti。

形态　属三方晶系。晶体多呈桶状、柱状，少数呈平行(0001)面的板状。无解理。

光性　手标本上无色或呈红(含 Cr)、蓝(含 $Fe^{2+}$、Ti)、绿(含 Co、Ni、V)、黄(含 Ni)、黑(含 C)等色；薄片中无色透明或呈其他色。深色变种可见多色性：*No*=靛蓝、蓝、深紫，*Ne*=淡蓝、黄绿、淡黄。吸收公式为 *No*>*Ne*。常见裂理。正高突起。*No*=1.767～1.772，*Ne*=1.759～1.763，*No*－*Ne*=0.008～0.009。干涉色类似于石英，但由于硬度大，其厚度常比同一薄片中其他矿物的略大，因而常显Ⅱ级蓝干涉色。相对晶体轮廓呈平行消光，而相对菱形裂理呈对称消光。负延性，但板状晶体为正延性。一轴(－)。光性方位如图 2-18 所示。

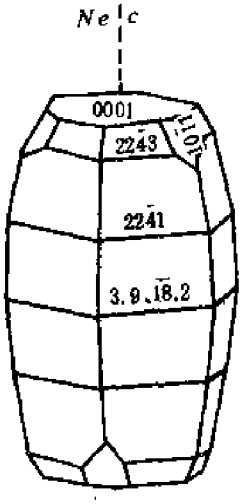


图 2-18　刚玉的光性方位

变化　可变为白云母、尖晶石、蓝晶石、矽线石等。

产状　刚玉较少见，是某些高铝贫硅的片岩、片麻岩和正长岩、霞石正长岩的副矿物。有时也见于变质铝土矿和次生石英岩化的酸性火山岩中。在碱性玄武岩中，刚玉以巨晶形式产出，可做宝石。

**锆石(锆英石)　Zircon　Циркон**

成分　$Zr[SiO_4]$，常含 Hf 及 U、Th、Nb、Ta 等。

形态　属四方晶系。晶体较自形，常为两端带锥面的四方柱和四方双锥，也呈半自形粒状。{110}解理不完全。

光性　手标本上无色或呈浅红褐、黄褐、淡黄、绿、蓝、烟灰等色。薄片中多为无色，有时具淡色调和弱多色性。正极高突起。*No*=1.923～1.960，*Ne*=1.968～2.015，*Ne*－*No*=0.045～0.055。最高干涉色为Ⅱ—Ⅳ级，呈鲜艳的红、绿、蓝色。平行消光。正延性。一轴(＋)，有时显二轴晶，2*V* 可达 10°。光性方位如图 2-19 所示。

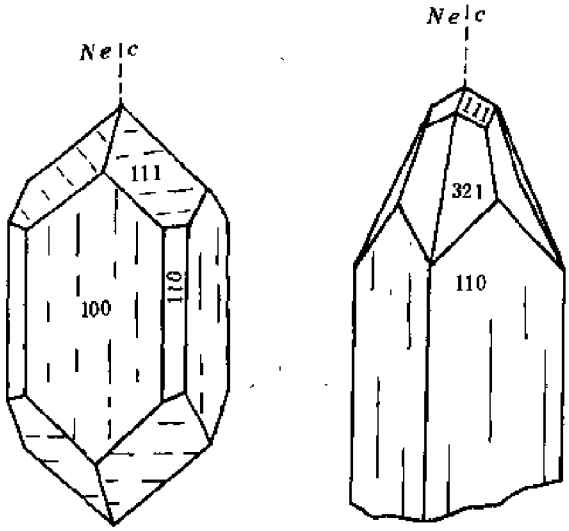


图 2-19　锆石的光性方位

产状　锆石是中性—酸性岩浆岩中常见的副矿物，常呈极细粒状被包裹于其他矿物之中；也产于变质岩中；还可作为重矿物产于沉积岩(物)中，富集时可成砂矿。在碱性橄榄玄武岩中，以巨晶状产出，质好者可做宝石。

鉴定　锆石与榍石有些相似，可从晶形、干涉色、轴性上加以区别。

## 锡石 Cassiterite Касситерит

成分　$SnO_2$，常含有少量 Fe、Ta、Nb、Mn、Sc、Ti 等。

形态　属四方晶系。晶体呈双锥状或双锥柱状，通常为粒状。{100}、{110}柱状解理不完全。

光性　薄片中无色或呈淡黄、淡绿、粉红、褐等色，颜色呈带状分布。深色者有明显的多色性。正极高突起。$No=1.997\sim2.001$，$Ne=2.093\sim2.097$，$Ne-No=0.096\sim0.097$。最高干涉色为高级白。平行消光。正延性。具膝状双晶或聚片双晶。一轴(+)，有的变种显二轴晶，$2V$ 可达 38°。光性方位如图 2-20 所示。

产状　锡石产于酸性岩浆岩、花岗伟晶岩、石英脉和某些接触变质灰岩中，也是沉积物中常见的重砂矿物。

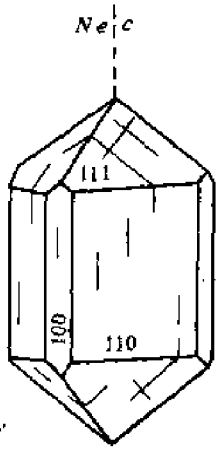



图 2-20　锡石的光性方位

## 金红石 Rutile Рутил

成分　$TiO_2$，常含有 Fe、Nb、Ta、Sn、Cr、V 等。

形态　属四方晶系。常呈自形的四方柱状或针状晶形。{110}和{100}解理较完全。

光性　标本上多为暗红、褐红，富铁者呈黑色；薄片中多为红褐色。多色性不显著：$No$=黄至褐色，$Ne$=褐至红褐。吸收性为 $No<Ne$。正极高突起。$No=2.609\sim2.616$，$Ne=2.889\sim2.903$，$Ne-No=0.280\sim0.287$。干涉色为高级白，但往往显矿物本身颜色。细小针状者，由于厚度极小而显鲜艳的干涉色。平行消光。正延性。--轴(+)。光性方位如图 2-21 所示。

产状　常呈细小晶体广泛分布于变质岩，如片麻岩、结晶片岩、角闪岩、榴辉岩等。在伟晶岩中呈巨大晶体；在蚀变的岩浆岩中呈细小的针丛状；在蚀变的黑云母、绿泥石中呈三角网状(网金红石)。还可以重矿物存在于碎屑岩及砂之中。

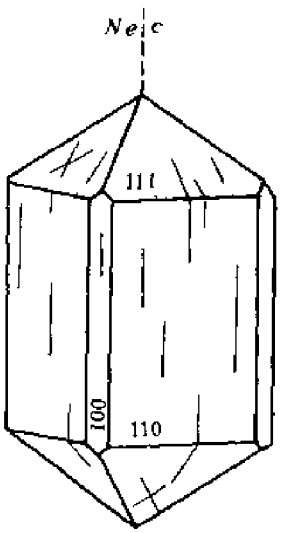



图 2-21　金红石的光性方位

鉴定　以其较深的颜色和较大的双折射率区别于锡石、锆石。根据颜色、消光类型、轴性可以把它与榍石分开。

## 白钨矿(钨酸钙矿) Scheelite Шеелит

成分　$CaWO_4$

形态　属四方晶系。呈四方双锥和板状，通常呈不规则粒状。{111}解理完全，{101}解理不完全。

光性　手标本上多为白色、黄色；薄片中无色。正极高突起。$No=1.918$，$Ne=1.934$，$Ne-No=0.016$。最高干涉色为 I 级橙。呈平行消

光。柱状晶体为正延性，板状晶体为负延性。一轴(+)。

产状　白钨矿产于钨矿脉、伟晶岩及矽卡岩中。

## 三、二轴晶矿物

### 沸石　Zeolite　Цеолит

成分　是钠和(或)钙的含水铝硅酸盐。

形状　晶体呈板状、柱状、纤维状，集合体呈放射状、束状。多具有完全解理。

光性　薄片中无色透明。负低突起。干涉色多为Ⅰ级灰。

产状　多为长石、似长石的蚀变产物，或为气孔、晶洞、裂隙中的晚期气液充填物。

各种沸石的鉴定特征如下：

钠沸石　$Na_2[Al_2Si_3O_{10}]\cdot 2H_2O$　属斜方晶系。晶体呈长柱状、纤维状，集合体呈放射状。具{110}完全解理。$Np=1.473\sim1.480$，$Nm=1.476\sim1.482$，$Ng=1.485\sim1.493$，$Ng-Np=0.012\sim0.013$。干涉色为Ⅰ级黄。平行消光或对称消光。正延性。二轴(+)，$2V=58°$。

菱沸石　$(Ca,Na_2)[AlSi_2O_6]_2\cdot 6H_2O$　属三方晶系，呈近于立方体的复杂菱面体晶形。具菱面体解理。$No=1.480\sim1.485$，$Ne=1.478\sim1.490$，$|Ne-No|=0.002\sim0.005$。干涉色为Ⅰ级灰。呈平行消光或对称消光。一轴(+)或(−)，但常二轴晶化。

片沸石　$(Ca,Na_2)[Al_2Si_7O_{18}]\cdot 6H_2O$　属单斜晶系。晶体呈板状、片状。{010}解理完全。$Np=1.496\sim1.498$，$Nm=1.497\sim1.499$，$Ng=1.501\sim1.505$，$Ng-Np=0.005\sim0.007$。$Ng//b$，$Np\wedge c=68°\sim84°$。二轴(+)，$2V=0°\sim55°$。

辉沸石　$(Na_2,Ca)[Al_2Si_7O_{18}]\cdot 7H_2O$　属单斜晶系。晶体呈薄板状、片状、纤维状，集合体呈放射状、束状。{010}解理完全。$Np=1.482\sim1.497$，$Nm=1.491\sim1.499$，$Ng=1.493\sim1.502$，$Ng-Np=0.011\sim0.005$。$Nm//b$，$Np\wedge c=3°\sim12°$。常见穿插双晶、十字双晶。二轴(−)，$2V=30°\sim49°$。

中性针沸石　$Na_2Ca_2[Al_2Si_3O_{10}]_3\cdot 8H_2O$　属单斜晶系。晶体呈针状、纤维状。柱面解理完全。$Np=1.504$，$Nm=1.505$，$Ng=1.506$，$Ng-Np=0.002$。$Nm//b$，$Np\wedge c=8°$。可见双晶。二轴(+)，$2V=80°$。

浊沸石　$Ca[Al_2Si_2O_6]_2\cdot 4H_2O$　属单斜晶系。晶体呈柱状、针状，集合体呈放射状。{010}、{110}解理完全。$Np=1.504\sim1.513$，$Nm=1.514\sim1.524$，$Ng=1.516\sim1.525$，$Ng-Np=0.012$。$Nm//b$，$Ng\wedge c=28°\sim40°$。最高干涉色为Ⅰ级黄。斜消光。正延性。可见双晶。二轴(−)，$2V=32°\sim47°$。

钙沸石　$Ca[Al_2Si_3O_{10}]\cdot 3H_2O$　属单斜晶系。晶体呈柱状、杆状、针状，集合体呈放射状、球粒状。{110}解理完全。$Np=1.509\sim1.514$，$Nm=1.516\sim1.520$，$Ng=1.521\sim1.525$，$Ng-Np=0.011\sim0.012$，$Ng//b$，$Np\wedge c=15°\sim18°$。二轴(−)，$2V=36°\sim58°$。

### 堇青石　Cordierite　Кордиерит

成分　$(Mg,Fe)_2Al_3[AlSi_5O_{18}]$，当FeO>MgO时，称为铁堇青石。

形态　属斜方晶系。常呈他形粒状；因双晶常为三连晶和六连晶，也常呈假六方短柱状。{010}解理较完全，{001}、{100}裂理差。

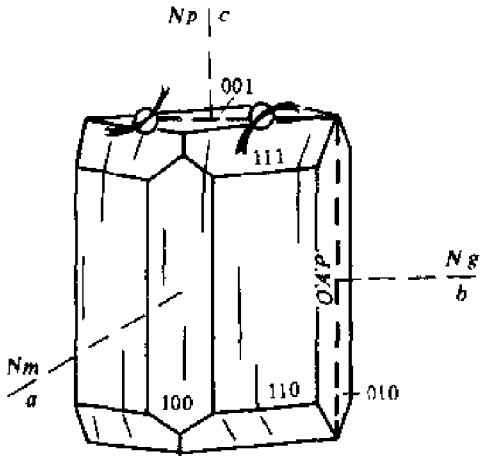



图 2-22　堇青石的光性方位

光性　薄片中无色透明，但有时具浅蓝色调及弱的多色性。常含丰富的矿物包裹体。低突起。$Np=1.530\sim1.560$，$Nm=1.535\sim1.574$，$Ng=1.538\sim1.578$，$Ng-Np=0.008\sim0.018$。最高干涉色为Ⅰ级白—Ⅰ级橙。呈平行消光。负延性。常见对顶的三连晶和六连晶，有时见类似于斜长石的聚片双晶。多为二轴(－)，$2V=42°\sim76°$。光性方位如图 2-22 所示。

变化　易变为绢云母、绿泥石等。

产状　堇青石属特征变质矿物，多产于角岩、斑点板岩、片麻岩中，与红柱石、镁铁闪石、矽线石等共生。也产于同化混染铝质岩的侵入岩边缘相中。

鉴定　堇青石的突起和干涉色与石英相近，可根据解理、双晶、轴性、蚀变特征相区别。有聚片双晶的堇青石常与斜长石相混淆，可根据蚀变产物、消光类型以及是否含具多色晕的包裹体、扇形三连晶和六连晶双晶相区别。

### 蛇纹石　Serpentine　Серпентин

成分　$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$，其中部分 Mg 可被 $Fe^{2+}$、Ni、Cr、Ca 代替。

形态　属单斜晶系。晶体呈纤维状、叶片状、鳞片状。

光性　手标本上呈绿色；薄片中无色—淡绿。具弱多色性。正低突起。干涉色为Ⅰ级灰白—Ⅰ级黄白。

产状　蛇纹石是蛇纹岩的主要造岩矿物，也是橄榄石、辉石、角闪石、黑云母等的蚀变产物。

主要的几种蛇纹石的鉴定特征如下：

叶蛇纹石　成分中含 $Fe^{2+}$。常呈叶片状，或呈辉石、橄榄石假象。薄片中无色或呈淡绿色调。多色性不显著，$Ng$、$Nm$=淡绿，$Np$=淡黄绿。$Np=1.546\sim1.595$，$Nm=1.551\sim1.603$，$Ng=1.552\sim1.604$，$Ng-Np=0.006\sim0.009$。最高干涉色为Ⅰ级黄。呈近于平行消光。正延性。二轴(－)，$2V=27°\sim60°$。光性方位如图 2-23 所示。

利蛇纹石　亦称鳞蛇纹石，呈辉石假象者称为绢石。形态、光性与叶蛇纹石相似。$Np=1.538\sim1.550$，$Nm=1.546\sim1.560$，$Ng=1.546\sim1.560$，$Ng-Np=0.008\sim0.010$。二轴(－)，$2V=0°\sim2°$。

纤维蛇纹石　亦称温石棉。晶体呈纤维状，易发生弯曲。集合体常呈小脉状产出。α型纤维蛇纹石：$Np=1.532\sim1.552$，$Ng=1.545\sim1.561$，$Ng-Np=0.009\sim0.013$，(＋)$2V=10°\sim90°$。β型纤维蛇纹石：$Np=1.538\sim1.560$，$Ng=1.546\sim1.567$，$Ng-Np=0.007\sim0.008$，(－)$2V=30°\sim35°$。光性方位如图 2-24 所示。

鉴定　蛇纹石与绿泥石极易相混，一般可根据下列几点加以区别：①蛇纹石一般不显多色性或多色性微弱，而绿泥石多色性较明显；②绿泥石可见异常干涉色，而蛇纹石则无异常干涉色；③蛇纹石折射率比绿泥石低；④蛇纹石不含带多色性晕的矿物包裹体。

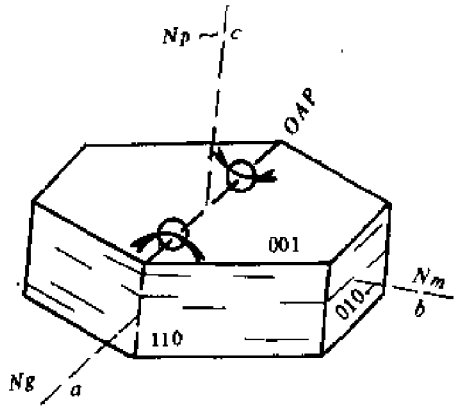



图 2-23 叶蛇纹石的光性方位

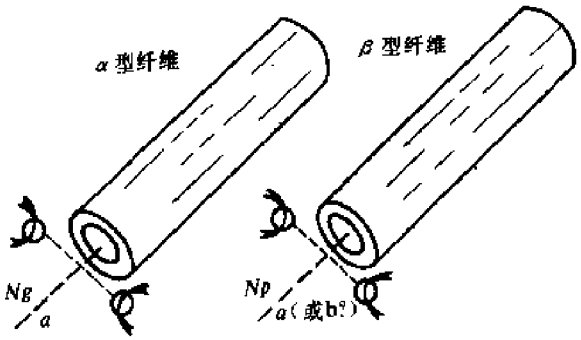



图 2-24 纤维蛇纹石的光性方位

## 绿泥石 Chlorite Хлорит

成分 较复杂，化学式为 $X_{5\sim6}Y_1O_{10}(OH)_8$，X=Li、Al、$Fe^{3+}$、$Fe^{2+}$、Mg、Mn、Cr，Y=Al、Si及少量 Ti、Cr、$Fe^{3+}$等。

形态 属单斜晶系。结晶得好时，晶体呈假六方片状，但经常呈鳞片状集合体。具{001}完全解理。

光性 薄片中无色—绿色。具弱多色性。干涉色低，为Ⅰ级灰—Ⅰ级灰白。但常见"柏林蓝"或"铁锈色"异常干涉色。呈平行或近于平行消光。延性有正有负，一般与光性符号相反。斜绿泥石常见(001)聚片双晶，其他绿泥石双晶少见。

产状 绿泥石在岩浆岩中常为辉石、黑云母、角闪石的蚀变产物。在片岩、板岩、泥质板岩等浅变质岩中，也常见到绿泥石，是绿片岩的主要造岩矿物。

常见绿泥石的光性及产状见表2-2。叶绿泥石的光性方位如图2-25所示。

表2-2 绿泥石的光性及产状

| 种 属 | Nm | Ng−Np | 2V | 光性符号 | 多色性 | 产状 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 叶绿泥石 | 1.576～1.600 | 0.003 | 0°～小 | +、− | 绿—蓝 | 片岩 |
| 斜绿泥石 | 1.571～1.594 | 0.005～0.010 | 0°～40° | + | 绿—黄，弱 | 片岩、蛇纹岩、云母变化产物 |
| 鳞绿泥石 | 1.575～1.593 | 0.008～0.015 | 19°～29° | + | 绿—黄 | 片岩、蛇纹岩以及角闪石、辉石、石榴石等变化产物 |
| 铁绿泥石 | 1.605～1.637 | 0.009～0.001 | 0°～小 | + | 橄榄绿—黄绿 | |
| 鲕绿泥石 | 1.620～1.665 | 0.005 | 很小 | +、− | 绿—黄 | 产于沉积变质铁矿中 |
| 鳞绿泥石 | 1.684 | 0.014 | 很小 | − | 褐—绿褐、暗绿—无色 | 产于沉积变质铁矿中 |

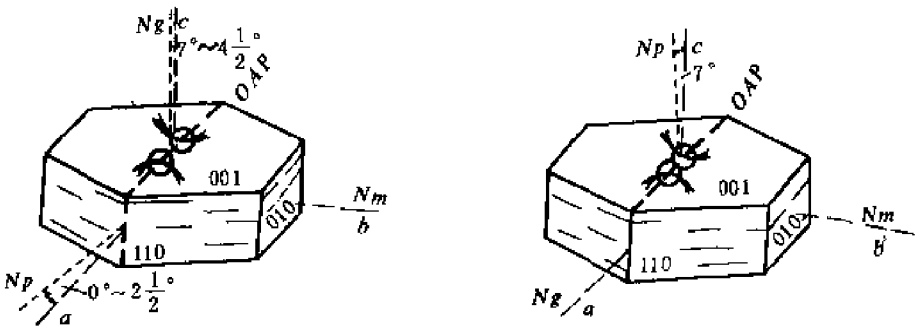



图2-25 叶绿泥石的光性方位

**滑石　Talc　Тальк**

成分　$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$，含少量 Fe、Al、Ni。

形态　属单斜晶系。晶体呈假六方片状或板状，通常为细粒鳞片状集合体。具{001}极完全解理。

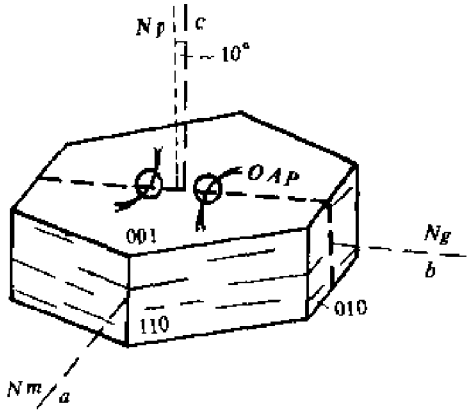



图2-26　滑石的光性方位

光性　薄片中无色透明。正低突起。$Np=1.538\sim1.550$，$Nm=1.575\sim1.594$，$Ng=1.575\sim1.600$，$Ng-Np=0.037\sim0.050$。最高干涉色为Ⅰ－Ⅱ级，非常鲜艳。近于平行消光。正延性。二轴(－)，$2V=6°\sim30°$。光性方位如图2-26所示。

产状　主要见于滑石片岩和白云质大理岩中。在岩浆岩中，滑石为橄榄石、辉石的蚀变产物。

鉴定　滑石与白云母很相似，区别在于滑石的$2V$较小。如果滑石呈细粒状、鳞片状集合体，则很难与绢云母区别，可根据交代的对象推测：交代铁镁矿物者为滑石，交代硅铝矿物者则为绢云母。

**叶蜡石　Pyrophyllite　Пирофиллит**

成分　$Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$

形态　属单斜晶系。常呈鳞片状或隐晶致密块状。

光性　$Np=1.552$，$Nm=1.584$，$Ng=1.600$，$Ng-Np=0.048$，(－)$2V=57°$。其他光性与滑石、白云母很相似。光性方位如图2-27所示。

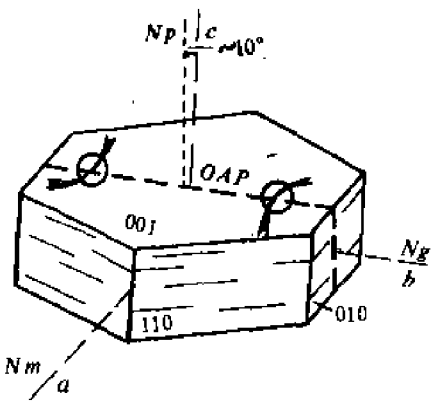



图2-27　叶蜡石的光性方位

产状　叶蜡石是一种低级变质矿物，产于某些结晶片岩和千枚岩中。叶蜡石也是长石的蚀变产物。

鉴定　叶蜡石与滑石、白云母易混淆，区别在于叶蜡石的$2V$较大；另外，三者的产状也有所不同。

**黄玉(黄晶)　Topaz　Топаз**

成分　$Al_2[SiO_4](F,OH)_2$

形态　属斜方晶系。晶体呈柱状，大晶体柱面上常见纵纹。具{001}完全解理。

光性　标本上无色或呈黄、淡绿等色；薄片中无色透明。晶内常含气、液、矿物包裹体。正中突起。$Np=1.606\sim1.635$，$Nm=1.609\sim1.637$，$Ng=1.616\sim1.644$，$Ng-Np=0.008\sim0.009$。最高干涉色为Ⅰ级黄。平行消光。正延性。二轴(＋)，$2V=44°\sim66°$。光性方位如图2-28所示。

变化　可变为绢云母和高岭石。

产状　为典型气成矿物，常产于花岗岩、伟晶岩及云英岩化的岩石中，与电气石、磷灰石等共生。

鉴定　黄玉与石英、磷灰石有些相似。根据解理、突起和轴性可把黄玉与石英区分开；根据解理、干涉色及轴性可把黄玉与磷灰石区别开。

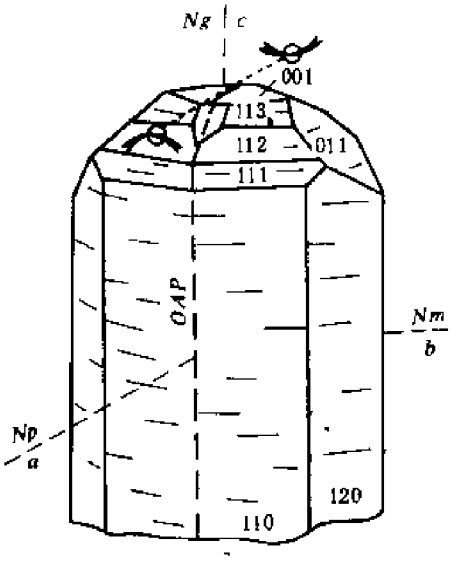



图2-28　黄玉的光性方位

**葡萄石　Prehnite　Пренит**

成分　$Ca_2Al[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

形态　属斜方晶系。柱状、板状晶体少见，常呈细粒状、放射状、葡萄状集合体。{001}解理完全，{110}解理不完全。

光性　薄片中无色透明。正中突起。

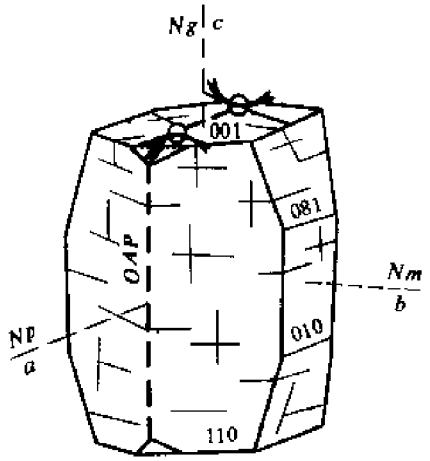



图2-29　葡萄石的光性方位

$Np=1.611\sim1.630$，$Nm=1.617\sim1.641$，$Ng=1.632\sim1.669$，$Ng-Np=0.021\sim0.039$。呈Ⅰ级鲜艳干涉色。柱状晶体为正延性，板状晶体为负延性。可见细的聚片双晶，双晶有时呈格子状。(+)$2V=65°\sim69°$。光性方位如图2-29所示。

产状　葡萄石是熔岩、接触变质灰岩中最多的次生矿物，常与绿帘石、绿泥石、沸石、方解石等共生。

鉴定　葡萄石与沸石易相混淆，其区别在于葡萄石的突起和干涉色较高。葡萄石与黄玉、硅灰石、红柱石的区别是其干涉色较高；与绿帘石的区别是其突起较低。

**粒硅镁石　Chondrodite　Хондродит**

成分　$(Mg,Fe)_5[SiO_4]_2(OH,F)_2$

形态　属单斜晶系。晶体呈板状或不规则粒状。

光性　薄片中无色或淡黄色。显弱多色性：$Np$=浅黄褐，$Nm$=浅黄、黄绿，$Ng$=无色、绿，吸收性为$Np>Nm>Ng$。正中突起。$Np=1.601\sim1.621$，$Nm=1.619\sim1.632$，$Ng=1.637\sim1.655$，$Ng-Np=0.030\sim0.036$。干涉色为Ⅰ级。斜消光。具简单双晶或聚片双晶。二轴(+)，$2V=71°\sim89°$。光性方位如图2-30所示。

产状　产于镁质大理岩、镁质矽卡岩中。

鉴定　易与镁橄榄石相混淆，其区别是粒硅镁石具有颜色、弱多色性和双晶。

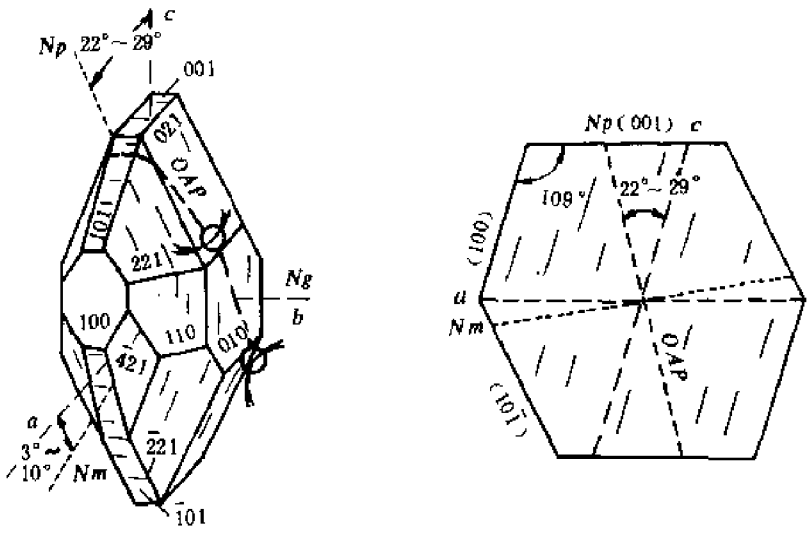



图2 30　粒硅镁石的光性方位

**硅镁石　Humite　Гумит**

成分　$(Mg,Fe)_7[SiO_4]_3(F,OH)_2$

形态　属斜方晶系。晶体通常呈粒状。

光性　薄片中无色到浅黄褐色。显弱多色性：$Np$=浅黄、深黄，$Nm$=无色、浅黄，$Ng$=无色、浅黄。吸收性为 $Np>Nm>Ng$。$Np=1.607\sim1.625$，$Nm=1.623\sim1.643$，$Ng=1.643\sim1.656$，$Ng-Np=0.028\sim0.038$。$Np//a$，$Nm//c$，$Ng//b$，$(+)2V=68°\sim81°$。

鉴定　硅镁石与粒硅镁石的区别是，硅镁石为平行消光。

**斜硅镁石　Clinohumite　Клиногумит**

成分　$(Mg,Fe)_9[SiO_4]_4(F,OH)_2$

形态　属单斜晶系。晶体呈短柱状，通常呈粒状。

光性　薄片中浅黄、黄色。多色性弱：$Np$=金黄，$Nm$=橙黄，$Ng$=浅黄。吸收性为 $Np>Nm>Ng$。$Np=1.625\sim1.658$，$Nm=1.638\sim1.678$，$Ng=1.653\sim1.700$，$Ng-Np=0.028\sim0.034$。$Ng//b$，$Np\wedge a=7°\sim15°$，$(+)2V=72°\sim80°$。

鉴定　斜硅镁石与粒硅镁石的区别是，斜硅镁石的消光角较小。

**硅灰石　Wollastonite　Волластонит**

成分　$Ca[SiO_3]$，含 Mg、Fe、Mn 等。

形态　属三斜晶系。晶体呈柱状、针状、纤维状。{100}、{001}解理完全，二者的交角为84°30′；{$\bar{1}$02}解理不完全。

光性　薄片中无色。正中突起。$Np=1.618\sim1.622$，$Nm=1.630\sim1.634$，$Ng=1.632\sim1.636$，$Ng-Np=0.014$。最高干涉色为Ⅰ级橙红。相对柱面为近于平行消光，延性可正可负；其他切面为斜消光。二轴(−)，$2V=36°\sim42°$。光性方位如图2-31所示。

变化　可变为碳酸盐。

产状　主要产于大理岩和矽卡岩中，也见于某些富钙的结晶片岩和片麻岩中。

鉴定　硅灰石易与透闪石相混，可从解理交角、干涉色、消光类型、延性、$2V$ 等方面加以区分。

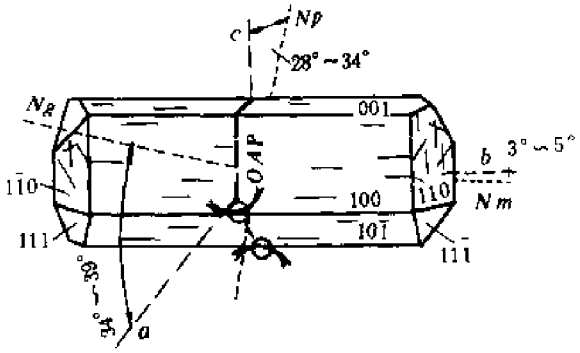



图2-31　硅灰石的光性方位

### 红柱石　Andalusite　Андалузит

成分　$Al_2[SiO_4]O$，含少量 Ca、Mg 等。

形态　属斜方晶系。晶体呈柱状，横断面近正方形。横断面上见十字形碳质包裹体者，称为空晶石。集合体呈放射状者称为菊花石。{110}、{1$\bar{1}$0}解理完全，其交角为89°；{100}解理不完全。

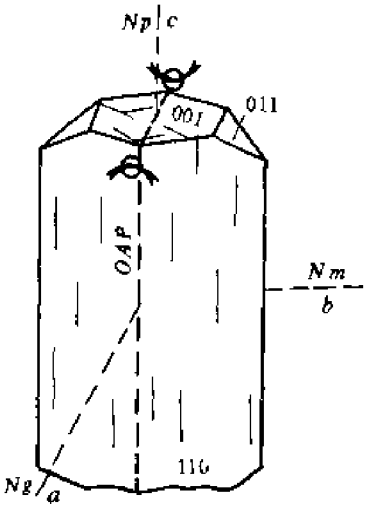



图2-32　红柱石的光性方位

光性　标本上为灰、白、黄、玫瑰色等；薄片中常为无色。有时显无色—淡玫瑰红多色性。正中突起。$Np=1.629\sim1.640$，$Nm=1.633\sim1.644$，$Ng=1.638\sim1.651$，$Ng-Np=0.009\sim0.011$。最高干涉色为Ⅰ级黄。柱面为平行消光，负延性；横断面为对称消光。二轴(－)，$2V=83°\sim85°$。光性方位如图2-32所示。

变化　易变为绢云母或白云母。

产状　主要产于角岩、片岩、片麻岩中，也产于次生石英岩和同化铝质岩的岩浆岩边缘相中。空晶石见于斑点板岩和接触热变质的角岩中。

鉴定　红柱石以其较低的突起、负延性、蚀变矿物为云母等区别于顽辉石和紫苏辉石；以其较低的干涉色和二轴晶区别于方柱石；以其较低的突起、负延性、负光性符号、$2V$ 较大区别于矽线石；以其具两组解理和负光性符号区别于黄玉。

### 伊丁石　Iddingsite　Иддингсит

成分　$MgO\cdot Fe_2O_3\cdot 3SiO_2\cdot 4H_2O$，是多组分的混合物。其主要组分是针铁矿、赤铁矿、非晶质镁硅酸盐、粘土矿物等。由于这些组分细小，又完全继承了原橄榄石的格架，故显示单一晶体的光性。

形态　属斜方晶系。晶体呈板片状、纤维状，常呈橄榄石假象。{001}、{100}、{010}三组解理完全，近于直交。

光性　薄片中呈红褐色。显多色性：$Ng$＝橙褐至暗红褐，$Nm$＝橙褐至红褐，$Np$＝淡黄褐至红褐。吸收性为 $Ng>Nm>Np$。正高突起。$Np=1.608\sim1.792$，$Nm=1.650\sim1.846$，$Ng=1.655\sim1.864$，$Ng-Np=0.035\sim0.072$。最高干涉色可达Ⅲ—Ⅳ级，但常被矿物本身颜色所掩盖。呈平行消光。二轴(＋)或(－)，$2V=20°\sim80°$。光性方位如图2-33所示。

产状　伊丁石是含铁橄榄石的蚀变产物，主要产于玄武岩中，不产于深成岩和变质岩中。

鉴定　伊丁石易被误认为褐色的黑云母，其区别是：①伊丁石可见二至三组解理，而黑云母只能见到一组解理；②伊丁石的多色性、吸收性远不如黑云母明显；③伊丁石是由橄榄石蚀变而成，它既可呈“斑晶”也可呈“微晶”，而褐色黑云母只能呈斑晶，且有暗化边。

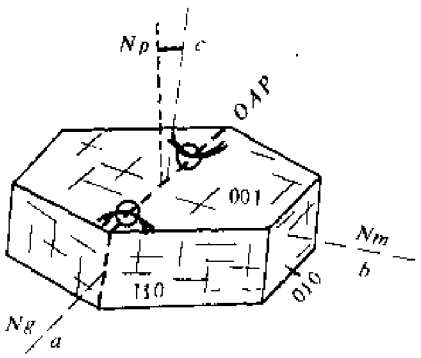


图2-33　伊丁石的光性方位

## 天蓝石　Lazulite　Лазулит

成分　化学式为$(Fe,Mg)Al[PO_4]_2(OH)_2$。

形态　属单斜晶系，自形晶形态如图2-34所示，通常呈粒状。具{110}、{101}两组中等解理。

光性　天蓝色。具多色性：$Np$=无色，$Nm$=天蓝色，$Ng$=天蓝色。吸收性为$Ng>Nm>>Np$。正中突起。$Np$=1.609～1.620，$Nm$=1.633～1.646，$Ng$=1.643～1.656，$Ng-Np$=0.034～0.036。最高干涉色为Ⅰ级紫红。少数切面呈平行消光和对称消光，多数切面为斜消光。二轴(－)，$2V$=64°～67°。光性方位如图2-34所示。

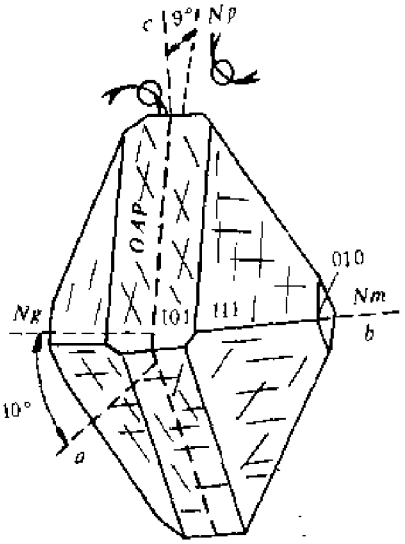


图2-34　天蓝石的光性方位

产状　产于石英岩和类似石英岩的变质岩中，还产于变质岩区的石英脉、花岗伟晶岩脉中。

鉴定　天蓝石与蓝闪石和蓝晶石有些相似。与蓝闪石的区别是天蓝石解理较差，双折射率较高。与蓝晶石的区别是天蓝石的折射率较低，双折射率高得多。天蓝石与天青石有些相似，有时称为假天青石。与天青石的区别是天蓝石折射率较高，双折射率更高得多。

## 莫来石　Mullite　Муллит

成分　化学式为$Al[AlSiO_5]$，可含少量Fe、Ti、Na等。

形态　属斜方晶系，晶体沿$c$轴呈针状、长柱状，具{010}解理。

光性　薄片中无色，含Fe、Ti者具浅颜色，$Np$=淡玫瑰色，$Nm$、$Ng$=无色。正中突起。折射率随Fe、Ti含量增多而升高，$Np$=1.639～1.651，$Nm$=1.641～1.654，$Ng$=1.653～1.668，$Ng-Np$=0.014～0.017。最高干涉色Ⅰ级橙到Ⅰ级紫红。平行消光。正延性。二轴(＋)，$2V$=45°～50°。光性方位如图2-35所示。

产状　莫来石是硅铝质耐火材料中的主要矿物，出现于烧结的耐火砖和陶瓷器中；还产于烧结泥、砂岩接触变质带中和千枚岩的包体中；另外，还发现于火山岩中*。

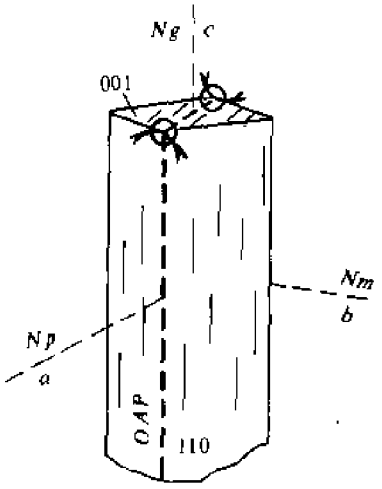


图2-35　莫来石的光性方位

* 曾广策等，火山岩中莫来石的发现，矿物学报，1993，13(1)：84～86。

鉴定　莫来石与矽线石有些相似，其区别是矽线石折射率较高，双折射率较大。与磷灰石的区别是：磷灰石为一轴晶，负延性；莫来石为二轴晶，正延性。

**蓝线石　Dumortierite　Дюмортьерит**

成分　化学式为$(Al,Fe^{3+})_7BO_3[SiO_4]_3O_3$，含少量 Ti、Mg、P。

形态　晶体呈片状、假六方状、沿 c 轴延长的针状、纤维状，集合体呈束状、枝状。{100}解理完全，{110}、{210}解理不完全。

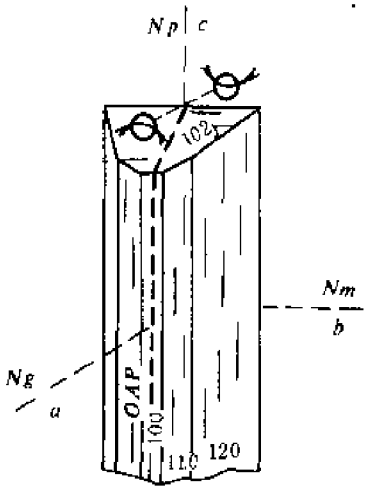


图2-36　蓝线石的光性方位

光性　手标本上呈蓝、蓝绿、紫、玫瑰红。薄片中显多色性：$Np$＝钴蓝、紫、绿，$Nm$＝浅蓝、浅紫、黄，$Ng$＝浅蓝、无色。吸收性为 $Np>Nm>Ng$。正高突起。$Np$＝1.659～1.686，$Nm$＝1.684～1.672，$Ng$＝1.686～1.723，$Ng-Np$＝0.027～0.037。最高干涉色可达Ⅰ级橙至Ⅱ级蓝。平行消光。负延性。可见沿(110)的三连晶。二轴(－)，$2V$＝20°～40°。色散强，$r<<v$。光性方位如图2-36所示。

产状　产于花岗伟晶岩脉、气成岩脉中，与含 Al、B、Zr、Ce、Y 的矿物共生。还产于深熔混合岩、片麻岩、结晶片岩中，与石英、白云母、矽线石、蓝晶石、天蓝石等共生。

鉴定　与电气石有些相似，区别是：电气石为一轴晶，吸收性更强；蓝线石为二轴晶，吸收性相对较弱。无色的蓝线石与矽线石有些相似，区别是二者的延性、光性符号正好相反。蓝线石与天蓝石的区别是吸收性正好相反。

**矽线石　Sillimanite　Силлиманит**

成分　$Al_2[SiO_4]O$

形态　属斜方晶系。晶体呈斜方柱状、针状、纤维状、毛发状，集合体呈放射状。{010}解理完全。

光性　薄片中一般无色，有时带淡褐、淡蓝色调。正中—正高突起。$Np$＝1.657～1.660，$Nm$＝1.658～1.661，$Ng$＝1.677～1.682，$Ng-Np$＝0.020～0.022。最高干涉色为Ⅱ级蓝。呈平行消光。正延性。二轴(＋)，$2V$＝21°～30°。光性方位如图2-37所示。

变化　易蚀变为绢云母和粘土矿物。

产状　主要产于高温热接触变质的结晶片岩和片麻岩中，与堇青石、石榴石、红柱石等富铝矿物共生；也产于被泥质岩混染的侵入岩边缘相和伟晶岩中。

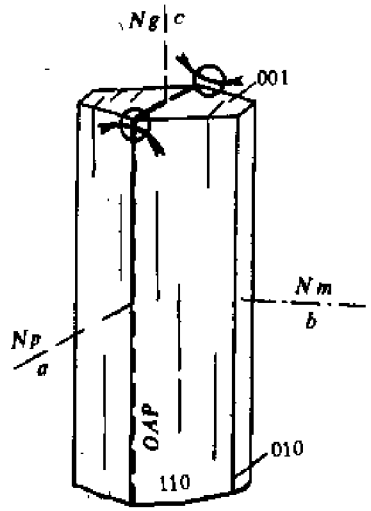


图2-37　矽线石的光性方位

鉴定　矽线石与透闪石有些相似，可根据解理组数、消光类型、光性符号及$2V$大小加以区

分。

### 硬柱石 Lawsonite Лавсонит

成分 $CaAl_2[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$，含少量 $Fe^{3+}$、Mg、Na。

形态 属斜方晶系。晶体呈柱状、板状、片状。{100}、{010}解理完全，{101}解理不完全。薄片中横切面呈菱形，纵切面呈长方形。

光性 薄片中无色或带淡蓝色调。切片较厚时，显多色性：$Np$＝淡蓝，$Nm$＝淡黄，$Ng$＝无色。正高突起。$Np=1.665$，$Nm=1.673\sim1.674$，$Ng=1.684\sim1.686$，$Ng-Np=0.019\sim0.021$。最高干涉色为Ⅰ级蓝。呈平行消光。负延性。简单双晶或聚片双晶较常见。二轴(＋)，$2V=79°\sim85°$。光性方位如图2-38所示。

产状 硬柱石是一种少见的低温高压变质矿物，主要产于蓝闪石片岩中，也产于蚀变的辉长岩中。

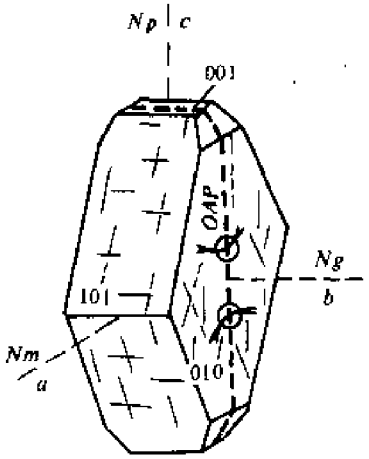



图2-38 硬柱石的光性方位

### 绿帘石族

### 绿帘石 Epidote Эпидот

成分 $Ca_2(Al,Fe)_3[SiO_4][Si_2O_7]O(OH)$。

形态 属单斜晶系。晶体沿 $b$ 轴延长呈柱状，横断面近六边形；也常呈粒状。{001}解理完全，{100}解理不完全。

光性 手标本上多为黄、黄绿色。薄片中显弱多色性：$Ng$＝淡黄，$Nm$＝黄绿，$Np$＝无色、柠檬黄，颜色常分布不均匀。吸收性为 $Nm>Ng>Np$。正高突起。糙面显著。$Np=1.714\sim1.728$，$Nm=1.722\sim1.758$，$Ng=1.729\sim1.776$，$Ng-Np=0.015\sim0.048$。最高干涉色可达Ⅰ—Ⅱ级，干涉色比较鲜艳明亮，但往往分布不均匀。在近于垂直光轴的切面上，可见异常干涉色。柱面为平行消光，延性可正可负，其他切面为斜消光。二轴(－)，$2V=65°\sim90°$。光性方位如图2-39所示。

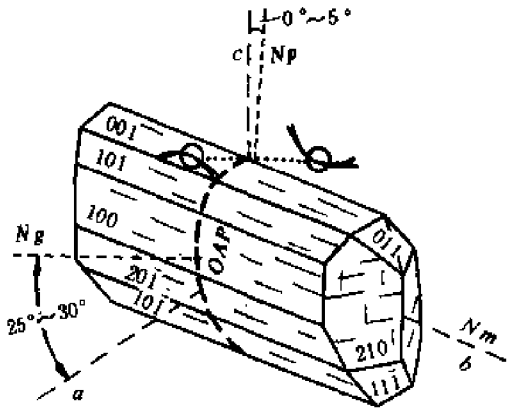



图2-39 绿帘石的光性方位

产状 绿帘石主要作为蚀变矿物交代斜长石或铁镁矿物，广泛分布在片岩、片麻岩、钙质页岩等岩石中。

**绿纤石　Pumpellyite　Пумпеллиит**

成分　$Ca_2(Al,Mg,Fe)_3[SiO_4][Si_2O_7]O(OH)\cdot H_2O$，Al 含量显著地超过 Mg、Fe 含量，含 $H_2O$ 较多。

形态　属单斜晶系。晶体呈板状、针状、纤维状，集合体呈球粒状、玫瑰花状、放射状。

光性　薄片中无色或呈绿、黄、褐色。有色者显多色性：$Np$=无色、浅黄、浅黄绿、浅黄褐，$Nm$=浅褐黄、浅绿、蓝绿、蓝，$Ng$=无色、浅黄、黄、浅褐黄。吸收性为 $Np<Ng<Nm$。$Np$=1.665～1.702，$Nm$=1.670～1.709，$Ng$=1.683～1.722，$Ng-Np$=0.018～0.020。(+)$2V$=10°～85°(多为40°±)，$Nm//b$，$Np\wedge a$=11°～39°，$Ng\wedge c$=4°～32°。

产状　绿纤石产于低级区域变质岩中，常是斜长石的蚀变产物。

鉴定　绿纤石与绿帘石有许多相似之处，其不同之处是：绿纤石 $Nm$ 方向呈特征的绿色、绿蓝色；干涉色较低，多为Ⅰ级橙红；色散强，正交镜下很难达到完全消光；为二轴(+)。

**黝帘石　Zoisite　Цоизит**

成分　$Ca_2AlAl_2[SiO_4][Si_2O_7]O(OH)$，含 $Fe_2O_3<5\%$ 者为 α-黝帘石，含 $Fe_2O_3>5\%$ 者为 β-黝帘石。

形态　属斜方晶系。沿 $b$ 轴延长的柱状自形晶偶见，常呈他形针状、粒状。{100}解理完全，{001}解理不完全。

光性　薄片中无色。正高突起。$Np$=1.695～1.701，$Nm$=1.695～1.702，$Ng$=1.702～1.707，$Ng-Np$=0.006～0.007。最高干涉色为Ⅰ级灰—Ⅰ级灰白，常显靛蓝、铁褐异常干涉色。多数切面呈平行消光。延性可正可负。无双晶。二轴(+)，$2V$ 较小，为0°～30°。光性方位如图2-40所示。

产状　同绿帘石。

鉴定　与绿帘石的区别是：黝帘石在薄片中无色，干涉色低，平行消光，正光性符号。

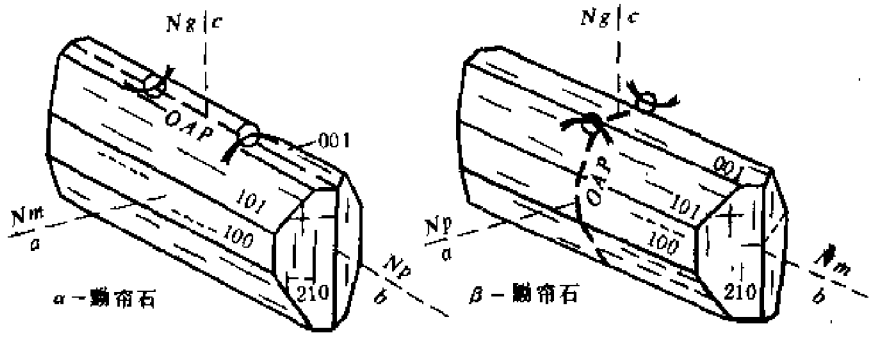



图2-40　黝帘石的光性方位

**斜黝帘石　Clinozoisite　Клиноцоизит**

成分　$Ca_2AlAl_2[SiO_4][Si_2O_7]O(OH)$

形态　属单斜晶系。晶体可沿 $b$ 轴延长呈柱状，但常呈他形粒状。{001}解理完全，{100}解理不完全。

光性　薄片中无色。正高突起。$Np=1.697\sim1.714$，$Nm=1.699\sim1.722$，$Ng=1.702\sim1.729$，$Ng-Np=0.005\sim0.015$。最高干涉色为Ⅰ级灰—Ⅰ级黄。平行$b$轴切面为平行消光，其他切面为斜消光。延性可正可负。有时可见聚片双晶。二轴(+)，$2V=65°\sim90°$。光性方位如图2-41所示。

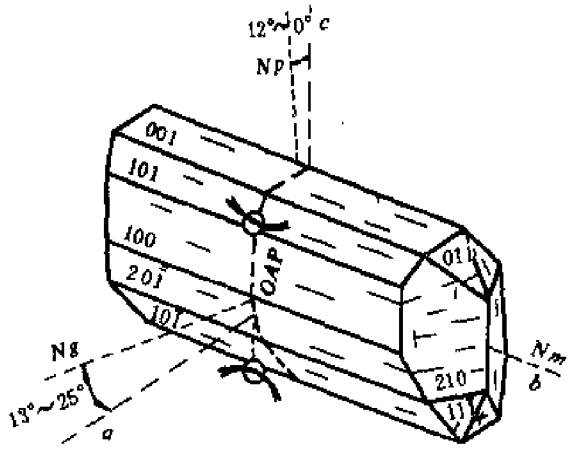



图2-41　斜黝帘石的光性方位

产状　斜黝帘石是斜长石的蚀变产物，常产于片岩和接触变质岩中。

鉴定　与黝帘石的区别是：斜黝帘石除平行$b$轴切面外，均为斜消光；$2V$较大。

**褐帘石　Allanite　Алланит**

成分　$(Ce,Ca,Y)_2(Al,Fe)_3[SiO_4]_3(OH)$，较复杂。

形态　属单斜晶系。晶体沿$b$轴呈柱状、针状、板状，通常呈他形粒状。{001}解理完全，{100}、{110}解理不完全，且少见。

光性　多色性显著：$Np$=红褐、褐红、亮褐、无色，$Nm$=褐黄、红褐、褐、淡绿，$Ng$=褐黑、暗红褐、褐绿、绿。吸收性为$Ng\geqslant Nm>Np$或$Nm\geqslant Ng>Np$。正高—正极高突起，$Np=1.690\sim1.791$，$Nm=1.700\sim1.815$，$Ng=1.706\sim1.828$，$Ng-Np=0.013\sim0.036$。由于放射性元素蜕变对矿物的破坏，测定该矿物的光性数据是困难的。最高干涉色达Ⅱ级，但常被矿物本身颜色所掩盖。有的因非晶质化而显均质性，干涉色很低。具有环带结构。有时可见双晶。二轴(+)或(−)，$2V=40°\sim90°$。光性方位见图2-42。

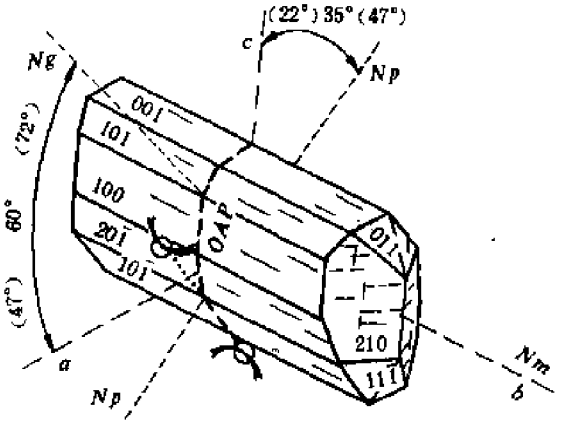



图2-42　褐帘石的光性方位

产状　与其他帘石类矿物不同，褐帘石是碱性岩、花岗岩、伟晶岩的副矿物，有时也产于矽卡岩和酸性喷出岩中。

鉴定　与绿帘石的区别是，褐帘石颜色深，干涉色较低。均质化的褐帘石与非均质化的黑榴石、钛榴石的区别是，褐帘石的突起较低。

**硬绿泥石　Chloritoid　Хлоритоид**

成分　$(Fe^{2+},Mg,Mn)_2(Al,Fe^{3+})Al_2O_3[SiO_4](OH)_4$

形态　属单斜晶系或三斜晶系。晶体呈假六方片状或板状，有时呈柱状，集合体呈鳞片状、束状、放射状。{001}解理完全，{110}解理不完全，有时具{010}裂理。

光性　薄片中无色至绿色。有色者多色性显著：$Np$=灰绿、绿，$Nm$=蓝、蓝绿，$Ng$=淡黄、黄绿。吸收性为$Nm>Np>Ng$。正高突起。$Np=1.713\sim1.728$，$Nm=1.719\sim1.734$，$Ng=1.723\sim1.740$，$Ng-Np=0.010\sim0.012$。最高干涉色为Ⅰ级橙黄。多数切面为斜消光，负延

性。以(001)为结合面的简单双晶和聚片双晶常见，也可见三连晶和穿插双晶。有时发育砂钟结构。二轴(+)，$2V=36°\sim70°$。光性方位如图2-43所示。

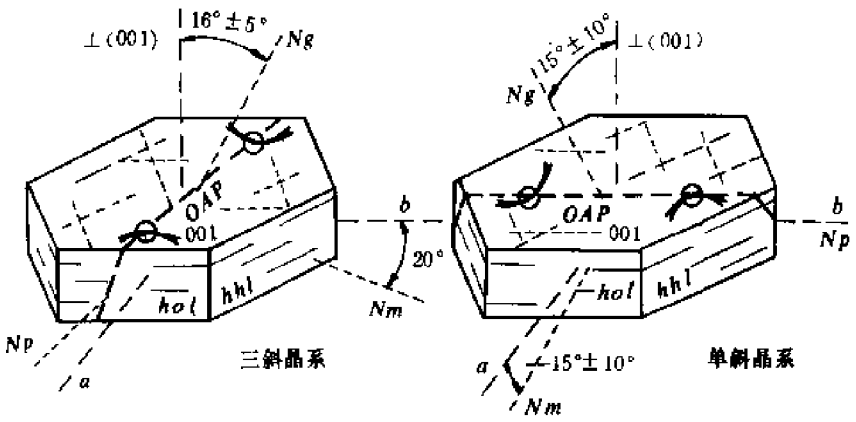



图2-43 硬绿泥石的光性方位

变化 易变为绿泥石和绢云母。

产状 产于低级至中级区域变质岩中，如千枚岩、片岩，可呈变斑晶。也产于水液变质的火山岩及其他岩石中。

鉴定 与绿泥石的区别是：硬绿泥石的解理不如绿泥石的完善，突起和干涉色比绿泥石低，消光角和$2V$比绿泥石大。

## 蓝晶石 Kyanite Кианит

成分 $Al_2[SiO_4]O$，可含$Cr^{3+}$、$Fe^{3+}$及少量Ca、Mg、$Fe^{2+}$、Ti等。

形态 属三斜晶系。晶体呈柱状、板状，集合体呈放射状。{100}解理完全，{010}解理不完全，具{001}裂理，两组解理之间和解理与裂理之间彼此近于直交。

光性 薄片中无色或呈淡蓝色调。可见弱多色性。正高突起。$Np=1.710\sim1.713$，$Nm=1.720\sim1.722$，$Ng=1.727\sim1.729$，$Ng-Np=0.012\sim0.016$。最高干涉色多为I级橙红。斜消光，正延性。简单双晶或聚片双晶常见。二轴(−)，$2V=82°\sim83°$。光性方位如图2-44所示。

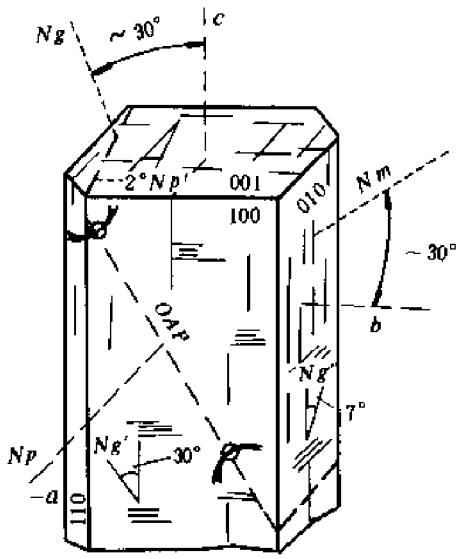



图2-44 蓝晶石的光性方位

变化 较稳定，有时变为白云母。

产状 蓝晶石是泥质岩的典型变质矿物，主要产于片岩、片麻岩中，与其他富Al变质矿物共生。

鉴定 与矽线石的区别是：蓝晶石具有二组彼此近于正交的解理、裂理，突起较高，呈斜消光，光性符号为正。与红柱石的区别是：蓝晶石突起较高，为斜消光、正延性。

## 十字石 Staurolite Ставролит

成分 $FeAl_4[SiO_4]_2O_2(OH)_2$，含少量Mg、Mn、Zn、Co、Ni、$Fe^{3+}$等。

形态 属斜方晶系。晶形呈短柱状，其横断面为六边形；也有呈不规则粒状者。具{010}不完全解理。

光性 手标本上呈褐红、黄褐色；薄片中呈淡黄色。显弱多色性：$Ng$＝金黄，$Nm$＝淡黄，$Np$＝无色。吸收性为 $Ng>Nm>Np$。正高突起。$Np=1.739\sim1.747$，$Nm=1.745\sim1.753$，$Ng=1.752\sim1.762$，$Ng-Np=0.013\sim0.015$。最高干涉色为Ⅰ级橙。粒度较大的十字石，像石榴石一样，常含有许多矿物包裹体，因而构成筛状结构。呈平行消光。正延性。常见十字形或斜十字形的贯穿双晶。二轴(＋)，$2V=79°\sim90°$。光性方位如图2-45所示。

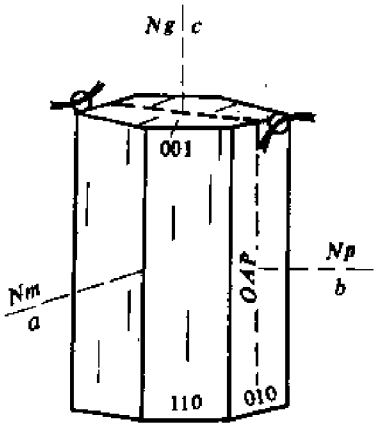



图2-45 十字石的光性方位

变化 可变为绿云母和绿泥石。

产状 十字石是中级区域变质的特征变质矿物，普遍产于片岩、片麻岩中。也产于穿切片麻岩的石英脉、伟晶岩中，还产于同化泥质岩的花岗岩中。

## 金绿宝石 Chrysoberyl Хризоберилл

成分 化学式为 $Be_2Al_2O_4$，即铍尖晶石，常含有Fe、Ti、Cr。

形态 属斜方晶系，自形晶呈短柱状(图2-46，A)、板状和假六方三连晶、六边形偏锥状(图2-46，B)，具{011}完全解理和{100}、{010}不完全解理。

光性 手标本上呈棕黄、绿黄、黄褐色。薄片中无色到淡黄绿色。显多色性：$Np$＝无色、淡红，$Nm$＝无色、淡黄，$Ng$＝无色、淡绿。正高突起。$Np=1.744\sim1.747$，$Nm=1.747\sim1.749$，$Ng=1.753\sim1.758$，$Ng-Np=0.009\sim0.011$。最高干涉色为Ⅰ级黄。平行消光。可见三连晶(图2-46，B)。二轴(＋)，$2V$较大，接近90°。光性方位见图2-46。

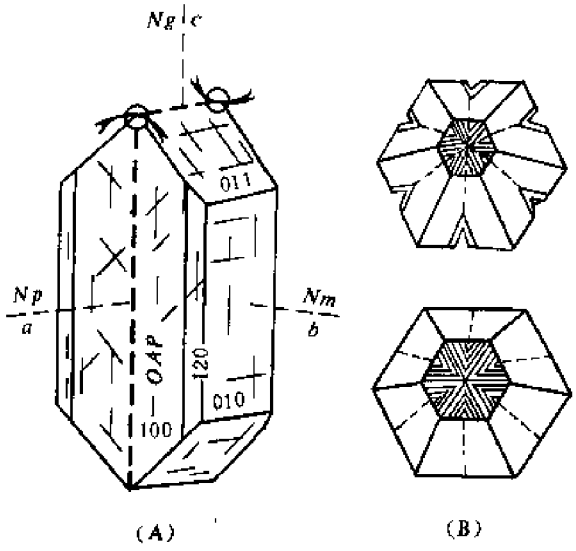



图2-46 金绿宝石的光性方位(A)和双晶(B)

产状 金绿宝石属高档宝石矿物，产于阿尔卑斯型脉、花岗伟晶岩脉、气成热液铍矿床中，与黄玉、碧玺(电气石)、海蓝宝石、尖晶石、绿柱石、萤石等宝石矿物共生。也产于砂

矿中，伴生矿物有刚玉、石榴石、锡石等。

鉴定　相似矿物有绿柱石和刚玉。与绿柱石的区别是：绿柱石折射率、双折射率较低，为一轴(－)；金绿宝石折射率、双折射率较高，为二轴(＋)。与刚玉的区别是：刚玉为一轴(－)；金绿宝石为二轴(＋)。

### 假蓝宝石　Sapphirine　Сапфирин

成分　化学式为$2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot SiO_2$。

形态　属单斜晶系。晶形呈半平行板状、粒状。具{010}中等解理。

光性　薄片中显多色性：$Np$＝无色、淡黄、玫瑰色，$Nm$＝淡黄、蓝绿，$Ng$＝蓝、暗黄。吸收性为$Np<Nm<Ng$。正高突起。$Np$＝1.705～1.714，$Nm$＝1.709～1.719，$Ng$＝1.711～1.720，$Ng-Np$＝0.006。最高干涉色为Ⅰ级灰白。斜消光，个别切面平行消光。二轴(－)，$2V$＝50°～70°。光性方位如图2-47所示。

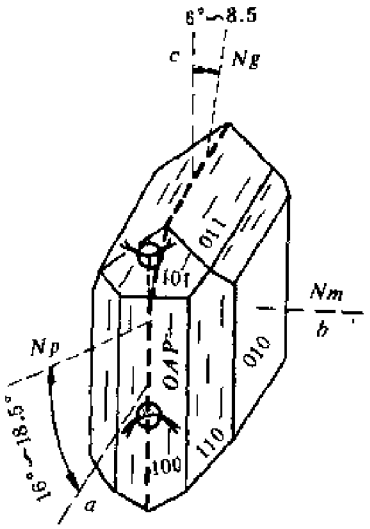


图2-47　假蓝宝石的光性方位

产状　产于高温变质带的片麻岩和云母片岩中，同直闪石、堇青石、尖晶石、矽线石共生。

鉴定　假蓝宝石与蓝宝石(刚玉)和黝帘石有些相似。与蓝宝石的区别是：蓝宝石是一轴晶，硬度较大(硬度为9)；假蓝宝石为二轴晶，硬度较小(硬度为7.5)。与黝帘石的区别是：黝帘石解理较完全，具有两组解理，光性符号为正；假蓝宝石解理较差，只有一组解理，光性符号为负。

### 蔷薇辉石　Rhodonite　Родонит

成分　化学式为$(Mn,Fe,Ca)_2[Si_2O_6]$，可含少量Mg、$Fe^{3+}$和Al。

形态　属三斜晶系，自形晶呈平行(010)的厚板状，通常呈不规则粒状。具{100}、{001}完全解理和{010}不完全解理。

光性　手标本上多呈玫瑰红色。薄片中无色到淡颜色。显多色性：$Np$＝橙色，$Nm$＝淡玫瑰色，$Ng$＝浅橙色。正高突起。$Np$＝1.711～1.738，$Nm$＝1.716～1.741，$Ng$＝1.723～1.752，$Ng-Np$＝0.012～0.014。最高干涉色为Ⅰ级橙黄。斜消光。见双晶面为(010)的聚片双晶。延性可正可负。二轴(＋)，$2V$＝58°～74°。光性方位如图2-48所示。

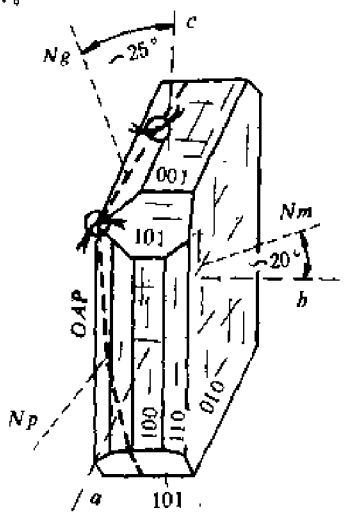


图2-48　蔷薇辉石的光性方位

产状　产于酸性岩浆岩同含锰岩石接触形成的矽卡岩中和某些热液矿脉中，同石英、菱锰矿、锰铝榴石、铁闪石等矿物共生。透明的蔷薇辉石单晶可作宝石，致密粒状集合体为蔷薇辉石玉，是中档的玉雕材料，其玉石名称还有粉翠、桃花石等。

鉴定　以特征的玫瑰红色与辉石相区别。与普通辉石、钛辉

石的区别是：蔷薇辉石双折射率小，干涉色低。与蓝晶石的区别是：蔷薇辉石呈玫瑰红色，解理纹较细，光性符号为正；蓝晶石呈蓝色，解理纹较粗，光性符号为负。

**榍石　Sphene　Титанит**

成分　$CaTi[SiO_4](O,OH,Cl,F)$。

形态　属单斜晶系。晶体多呈信封状，少数呈板状、柱状，横断面呈特征的楔形或菱形。具{110}完全解理和{221}裂理。

光性　手标本上呈蜜黄、褐、绿、灰、黑等色；薄片中多为淡黄褐色调。显很弱的多色性：$Ng$＝红褐，$Nm$＝淡黄，$Np$＝近于无色。吸收性为 $Ng>Nm>Np$。正极高突起。$Np$＝1.843～1.950，$Nm$＝1.870～2.034，$Ng$＝1.943～2.110，$Ng-Np$＝0.100～0.192。最高干涉色为高级白，并且往往带有矿物本身的色调。由于色散极强，在垂直光轴切面上常出现异常干涉色而不全消光。呈斜消光。{100}简单双晶常见，也见{221}聚片双晶。二轴(＋)，$2V$＝17°～40°。光性方位如图2～49所示。

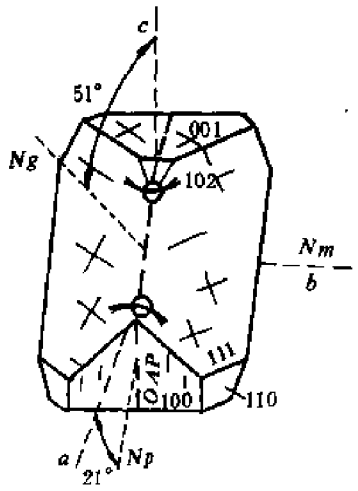



图2-49　榍石的光性方位

产状　榍石是中酸性侵入岩，特别是花岗岩、碱性岩、伟晶岩中最常见的副矿物。许多变质岩，如片麻岩、结晶片岩、热接触变质岩等岩石中也较常见，还可作为重矿物进入沉积物中。

## 四、常见不透明矿物

细小的不透明矿物不仅在手标本上难以辨认，而且在普通偏光显微镜下也难以准确鉴定。一般可根据其形态、反射光下的颜色及产状做定性鉴定。岩石中最常见的不透明矿物列于表2-3。

**表2-3　常见不透明矿物**

| 矿　物 | 化　学　式 | 晶系 | 薄　片　中　形　态 | 反射光下颜色 | 其　　他 |
|---|---|---|---|---|---|
| 石墨 | C | 六方 | 粉末、叶片、鳞片、六方板状 | 铅灰 | |
| 辉钼矿 | $MoS_2$ | 六方 | 鳞片状、六方板状 | 带浅蓝的灰白 | |
| 磁铁矿 | $Fe_3O_4$ | 等轴 | 正方、长方、三角形或等轴粒状 | 钢灰 | 具磁性 |
| 赤铁矿 | $Fe_2O_3$ | 三方 | 六边形、粒状、鲕状等 | 铁黑、钢灰、红 | 边缘微透明，黄褐色 |
| 钛铁矿 | $FeTiO_3$ | 三方 | 长六边形、长菱形、不规则粒状 | 褐黑 | 边缘微透明，紫褐色 |
| 白钛矿 | | (隐晶) | 细粒状、薄膜状 | 灰白 | 有时半透明 |
| 褐铁矿 | $FeO(OH)\cdot nH_2O$ | (隐晶) | 无定形 | 褐 | 边缘透明，红褐色 |
| 铬铁矿 | $FeCr_2O_4$ | 等轴 | 长六方形、不规则粒状 | 带褐的暗黑 | 微透明，褐红色，微具磁性 |
| 黄铁矿 | $FeS_2$ | 等轴 | 正方、长方、三角、五边形、粒状 | 浅黄铜色 | |
| 磁黄铁矿 | $Fe_{1-x}S$ | 六方 | 他形粒状 | 古铜黄色 | 具磁性 |
| 黄铜矿 | $CuFeS_2$ | 四方 | 他形粒状 | 亮铜黄色 | |
| 方铅矿 | PbS | 等轴 | 正方形或他形粒状 | 亮铅灰色 | |

黄铁矿是一种广泛分布于岩浆岩、沉积岩、变质岩中的副矿物。根据其晶形和颜色不难与黄铜矿相区分。

磁铁矿和钛铁矿也是比较广泛地分布于各种岩浆岩、变质岩中的副矿物。比较纯的磁铁矿和钛铁矿，可根据是否具有磁性和边缘是否微透明加以区分。但实际上许多岩石中都是磁铁矿和钛铁矿之间的过渡种属——含钛磁铁矿或钛磁铁矿。

铬铁矿多产于超基性岩中，基性岩中少见。

黄铜矿、磁黄铁矿、辉钼矿和赤铁矿多分布于矿体的围岩或矿化岩中。这与热液作用和变质作用有关。

褐铁矿为次生矿物，多为岩浆岩及变质岩中铁镁矿物的风化产物。在沉积岩中，褐铁矿分布也较广泛。

石墨为变质矿物，产于碳质板岩和碳质大理岩中。石墨与辉钼矿在颜色和硬度上有些相似，其区别是：辉钼矿具有强金属光泽，反射光下显带浅蓝的灰白色。

# 第三章　主要见于沉积岩中的造岩矿物

沉积岩的造岩矿物种类很多。结晶岩中的造岩矿物，几乎都能成为沉积岩的碎屑矿物。碎屑矿物的光性同结晶岩中同种矿物的完全一样，仅形态上有所差异而已，故在此不再赘述。这一章所涉及的主要是一些沉积岩中常见的、而且是在沉积岩形成过程中形成的自生矿物。有些自生矿物的粒度很细小，对其进行定性鉴定需要借助差热分析、红外光谱分析、X 光分析、电子显微镜鉴定以及染色试验等测试手段，但因篇幅所限，对此也不作详细介绍。本章重点描述沉积岩造岩矿物的一般光性特征。

## 一、均质体矿物

### 蛋白石　Opal　Опал

成分　$SiO_2 \cdot nH_2O$，是含水的隐晶质或胶质二氧化硅。

形态　无一定外形，常呈致密块状、皮壳状、脉状或为孔隙充填物与孔隙形状一致，也有呈有机物构造状的，如硅藻、放射虫等。

光性　手标本上多为蛋白色。块度较大且具有变彩的蛋白石又称欧泊。薄片中一般无色，含杂质时显灰、灰褐色。有时见带状胶体构造。负高突起。$N=1.41\sim1.46$，多数为 1.44～1.45。显均质性，但受应力作用后可显非均质性，有时在正交镜下可出现黑十字。

变化　易变为玉髓和石英。

产状　蛋白石是硅质岩的主要造岩矿物。在许多硅质胶结的砂岩、粉砂岩中，蛋白石则作为胶结物出现。蛋白石也常是火山岩的次生矿物，充填在气孔和裂隙中。在其他结晶岩中，蛋白石有时呈长石和铁镁矿物的假象。

### 胶磷矿　Collophane　Коллофан

成分　$3Ca_3[PO_4]_2 \cdot nCa(CO_3,F,O) \cdot xH_2O$。

形态　一般认为胶磷矿是非晶质的，但经电子显微镜研究，胶磷矿是由隐晶质或超显微隐晶质的磷灰石微晶组成的。通常呈致密块状，有时可为胶状、鲕状、碎屑状，常含软体动物化石。无解理。

光性　薄片中通常为淡棕至深棕、黄棕、灰等色，但有时为无色。正低—正中突起。$N=1.57\sim1.63$，通常为 1.60～1.61。具均质性，但有时有微弱的干涉色。

变化　可变为方解石。有时可被石英、玉髓、蛋白石代替。

产状　胶磷矿是沉积磷质石灰岩、磷钙土、磷灰岩、磷质页岩和磷质结核的主要成分，也是某些骨化石和生物贝壳的主要成分。

鉴定　与蛋白石有些相似，其区别是：胶磷矿为正低—正中突起，往往含化石和矿物碎屑，

而蛋白石为负高突起，不含化石和矿物碎屑。

**胶铝矿　Cliachite　Клиацит**

成分　$Al_2O_3 \cdot nH_2O$。

形态　胶铝矿属非晶质，常呈豆状、鲕状、块状。

光性　薄片中无色至深棕、红色。半透明至几乎不透明。正低—正中突起。$N=1.57\sim1.61$。显均质性，但有时有微弱的干涉色。

产状　是铝土矿的主要成分之一，与三水铝石、一水硬铝石等共生。

鉴定　光性与胶磷矿相似，可根据共生的矿物不同加以区别。

## 二、一轴晶矿物

**玉髓　Chalcedony　Хальцедон**

成分　$SiO_2$。

形态　属三方晶系。晶体呈纤维状，集合体呈放射状或球粒状，也有呈皮壳状、钟乳状的。

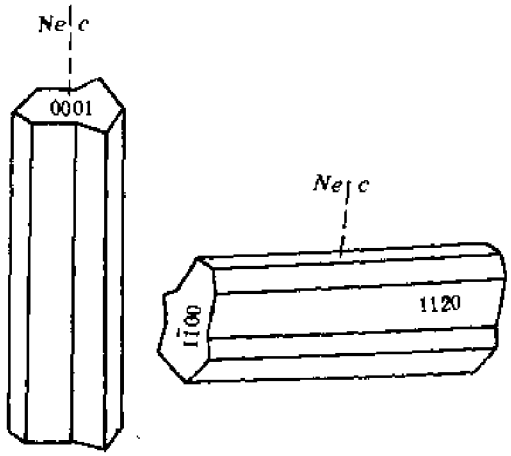


图 3-1　玉髓的光性方位

光性　薄片中无色，铁染时呈淡黄、淡褐色。负低突起。$No=1.530\sim1.533$，$Ne=1.538\sim1.543$，$Ne-No=0.008\sim0.010$。最高干涉色为Ⅰ级灰白。多为平行消光。延性可正可负。一轴(+)，但有时因光性异常可为二轴(+)。由于颗粒为超显微隐晶，所以难以看到干涉图。光性方位如图 3-1 所示。

产状　玉髓是硅质岩、硅质结核及某些砂岩胶结物的主要成分，与蛋白石、自生石英共生。在火山岩中，玉髓常是某些杏仁体的成员，与蛋白石、石英、沸石等共生。火山玻璃脱玻化时，也常生成玉髓。

鉴定　玉髓以其极低的突起区别于沸石；以其纤维状的晶体和负突起区别于石英。

**自生石英　Authigenic quartz　Аутигенный кварц**

成分　$SiO_2$。

形态　自生石英是由胶状 $SiO_2$ 经脱水和重结晶而成的。自生石英有两种：一种是较自形的，彼此呈镶嵌状，没有被磨蚀和破碎的迹象；另一种是碎屑石英的次生加大边，可包含粘土矿物，其形状取决于石英砂之间的孔隙的形状。

光性　与石英相同。

产状　产于硅质岩、硅质结核及砂岩中。

**方解石　Calcite　Кальцит**

成分　$Ca(CO_3)$，含少量 Mg、Fe、Mn 等。

*形态*　属三方晶系。晶体呈菱面体。岩石中自形晶少见，常呈不规则粒状。{10$\bar{1}$1}菱面体解理完全。镜下通常只见两向解理纹，其交角在 75°左右。有时可见{10$\bar{1}$2}裂理。

*光性*　手标本上，纯净者为白色，含杂质者可呈各种颜色；薄片中无色透明。$No=1.658$，接近正高突起，$Ne=1.486$，为负低突起，故闪突起明显。在同一薄片中，由于不同的颗粒切面方位不同，有的突起高，有的突起低，故突起高低明显不同。$No-Ne=0.172$。最高干涉色为带珍珠晕彩的高级白。色散强，即使是垂直光轴的切面也不全消光。呈对称消光。{01$\bar{1}$2}聚片双晶常见，双晶纹多与菱形长对角线平行，双晶纹附近常见到美丽的五彩镶边。{0001}简单双晶也较常见。一轴(−)，有时会二轴晶化，但 $2V$ 很小。光性方位如图 3-2 所示。

*产状*　方解石是分布很广的、较常见的造岩矿物之一，在三大岩类中均有产出：在沉积岩中，方解石是石灰岩类、陆源碎屑岩的钙质胶结物的主要组分，而且许多动、植物化石也都是由方解石组成的；在结晶岩中，方解石是岩浆碳酸岩、大理岩、矽卡岩、钙硅角岩的主要造岩矿物；许多造岩矿物经次生变化都能生成方解石。方解石还是许多热液脉的主要组分。

*鉴定*　菱面体解理、明显的闪突起、高级白干涉色、一轴(−)等是方解石族矿物的鉴定特征。方解石与菱铁矿、菱锰矿的区别是：方解石 $Ne<1.54$，为负突起，而后两者的 $No$、$Ne$ 方向均为正突起。方解石与白云石在镜下一般难以区分，可从以下几个方面加以考虑：方解石的聚片双晶纹多平行菱形长对角线，而白云石的则多平行短对角线；白云石相对较自形，闪突起相对较明显，不过有时也很难观察准确。要想较准确地区分方解石和白云石，一般采用以下一些方法：①油浸法：将碳酸盐矿物碎屑制成油浸片，借助图 3-3，既可快速鉴定纯端元组分的碳酸

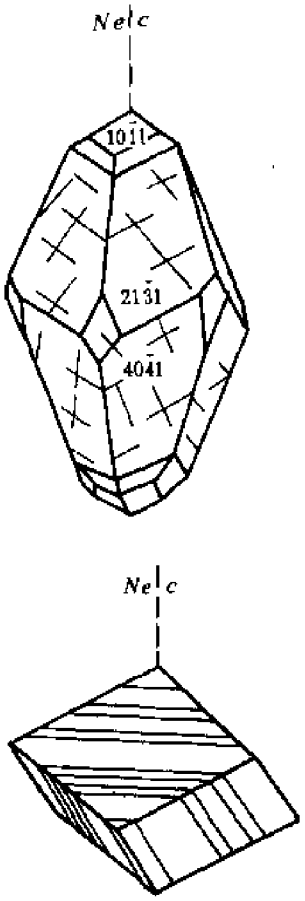



图 3-2　方解石的光性方位(上图)和双晶纹的方向(下图)

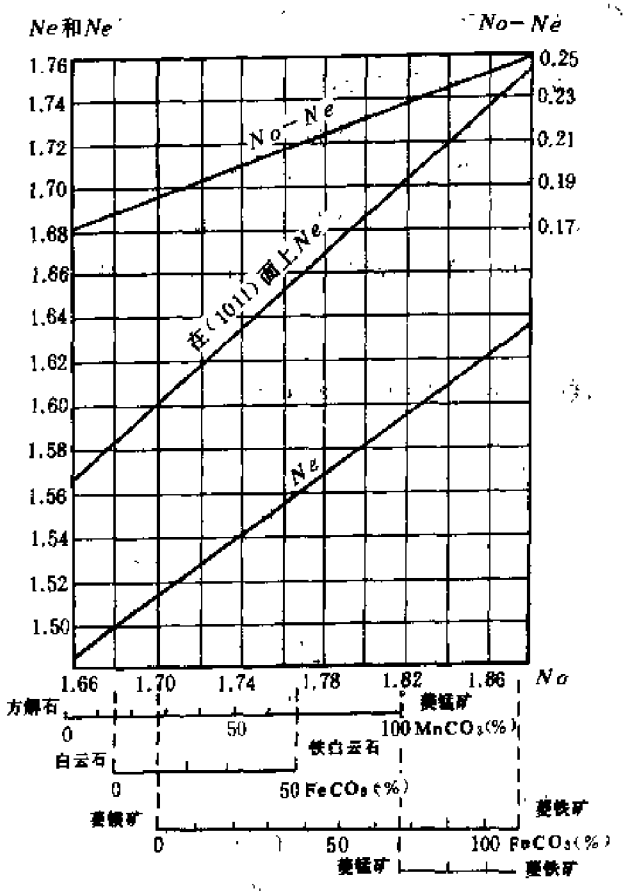



图 3-3　方解石族矿物成分与折射率关系图
(塔塔尔斯基，1955)

盐矿物，也可鉴定固溶体系列碳酸盐矿物的端元组成，详细操作参见《油浸法》；②茜素红染色：方解石可染成红色，白云石则不染色；③差热分析、X 光分析等。

### 白云石 · Dolomite Доломит

成分 $CaMg(CO_3)_2$，含有少量 Fe、Mn 等。

形态 属三方晶系。白云石晶形及解理与方解石相似，但比方解石较自形，而且其菱形晶面常呈弯曲状。

光性 薄片中无色。闪突起显著。$No=1.679$，$Ne=1.500$，$No-Ne=0.179$。显高级白干涉色。呈对称消光，弯曲晶为波状消光。双晶不如方解石发育，聚片双晶纹方向平行菱形的短对角线。为一轴(−)。光性方位如图 3-4 所示。

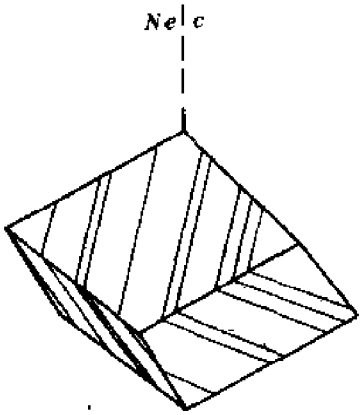



图 3-4 白云石的光性方位和双晶纹的方向

产状 白云石是白云岩、白云质灰岩、白云质大理岩和岩浆成因白云石碳酸岩的主要造岩矿物。在碱性侵入岩和某些热液脉中也有白云石产出。

### 铁白云石 Ankerite Анкерит

成分 $Ca(Fe,Mg,Mn)(CO_3)_2$。

形态 与白云石相似。

光性 薄片中无色，但常氧化成铁褐色。解理不如方解石、白云石发育。一般为正突起。$No=1.775$，$Ne=1.555$，$No-Ne=0.220$。显高级白干涉色。双晶也不太发育。为一轴(−)。

产状 产于岩浆成因的铁白云石碳酸岩中，也呈热液脉产于铁质沉积岩层及铁矿床中。

### 菱镁矿 Magnesite Магнезит

成分 $Mg(CO_3)$，含少量 Ca 、Mn 、Ni、Co。

形态 属三方晶系。晶形呈菱面体、柱状、板状、粒状。菱面体解理完全。

光性 薄片中无色。闪突起显著：$No=1.700\sim1.726$，$Ne=1.509\sim1.527$，$No-Ne=0.191\sim0.199$。显高级白干涉色。沿解理纹呈对称消光。无双晶。一轴(−)。光性方位如图 3-5 所示。

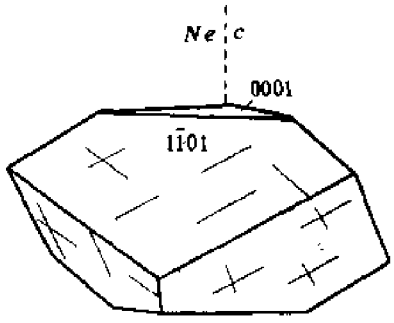



图 3-5 菱镁矿的光性方位

变化 可变为方镁石。

产状 菱镁矿多为超镁铁岩的蚀变产物，仅在菱镁古铜辉岩、白云石碳酸岩中为原生矿物。在镁质变质岩和白云岩、白云质灰岩以及某些蒸发岩中也有产出。

鉴定　以其折射率高、无双晶、遇冷的稀盐酸不起泡区别于方解石和白云石。

**菱铁矿　Siderite　Сидерит**

成分　$Fe[CO_3]$。

形态　属三方晶系。晶体呈菱面体，其晶面常呈弯曲状。通常呈粒状，有时呈鲕状、球粒状、胶状等。$\{10\bar{1}1\}$菱面体解理完全。

光性　薄片中无色或灰色，因风化在晶体边缘和解理纹附近常出现褐色斑点。正高—正极高突起和闪突起。$No=1.875$，$Ne=1.633$，$No-Ne=0.242$。干涉色为高级白。双晶少见。一轴(－)。

产状　菱铁矿是各类含铁沉积岩的常见组分，常呈结核产于粘土岩和页岩中，还可出现于铝土矿内或作为胶结物存在于砂岩之中，有时与鲕绿泥石共生构成鲕状铁矿。热液矿脉和某些交代铁矿床中也有菱铁矿。

鉴定　与方解石、白云石、菱镁矿不同的地方是：菱铁矿的突起较高，且 $No$、$Ne$ 两个方向都为正突起；与上述三种矿物相比，闪突起不太显著，双晶少见。

## 三、二轴晶矿物

**高岭石　Kaolinite　Каолинит**

成分　$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$，常含 Fe、Mg、Ca、Na、K、Ba 等。

形态　属单斜或三斜晶系。晶粒很细小，呈假六方板片状。集合体呈鳞片状、放射状、土状。具{001}完全解理。

光性　手标本上呈白色，含杂质时可带各种色调。薄片中无色或带淡黄色调。正低突起。$Np=1.553\sim1.563$，$Nm=1.559\sim1.569$，$Ng=1.560\sim1.570$，$Ng-Np=0.007$。最高干涉色为Ⅰ级灰白。斜消光，消光角很小。正延性。二轴(－)，$2V=40°$±，但因颗粒很小，难得看到干涉图。光性方位如图 3-6 所示。

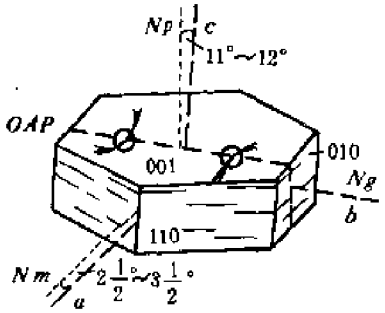



图 3-6　高岭石的光性方位

产状　高岭石主要由长石和副长石在酸性介质中分解而成，常产于结晶岩的风化壳中，是残积粘土岩或搬运再沉积粘土岩的主要组成矿物。粉砂岩及某些泥质砂岩中，也含有大量高岭石。

鉴定　高岭石以其折射率较高、正突起、干涉色低区别于蒙脱石。以其干涉色低区别于绢云母、水白云母。

**地开石　Dickite　Диккит**

成分、形态与高岭石极为相似。光性数据为：$Np=1.560\sim1.562$，$Nm=1.562\sim1.564$，$Ng=1.566\sim1.569$，$Ng-Np=0.006\sim0.007$。$(+)2V=66°$。光性方位如图 3-7 所示。

地开石与高岭石的区别：①地开石晶粒较大，消光角也较大；②地开石为正光性符号，而高

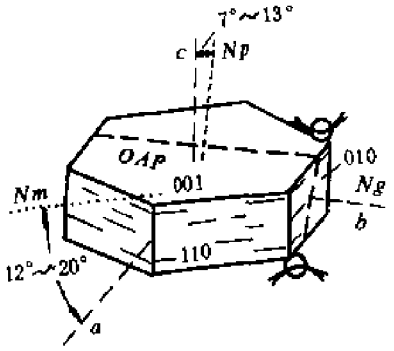



图 3-7　地开石的光性方位

与高岭石的区别是：珍珠陶土一般晶粒较粗，消光角较大，为低温热液蚀变矿物，一般不产于沉积岩中。在镜下，珍珠陶土难与地开石相区分，需借助 X 光分析或其他方法。

**多水高岭石(埃洛石)　Halloysite　Галлуазит**

成分　$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4H_2O$。

形态　属单斜或三斜晶系。晶粒极微细，颇似非晶质。高倍镜下有时可见棒状、针状等集合体。

光性　薄片中无色。多为负低突起。$Nm=1.528\sim1.542$，$Ng-Np=0\sim0.004$。干涉色极低，近于均质性。光性方位如图 3-9 所示。

产状　多产于硫化矿床氧化带中，为基性侵入岩的分解产物。也产于高岭石矿床、铝土矿床及岩溶盆地中。

岭石为负光性符号；③二者的产状不同，地开石为低温热液蚀变矿物，产于金属硫化物热液脉的裂隙或空洞中，一般不产于沉积的粘土中。

**珍珠陶土　Nacrite　Накрит**

珍珠陶土与高岭石也极为相似。光性数据为：$Np=1.557\sim1.560$，$Nm=1.562\sim1.566$，$Ng=1.563\sim1.568$，$Ng-Np=0.006\sim0.008$，$(-)2V=40°$或$(+)2V=90°$。光性方位如图 3-8 所示。

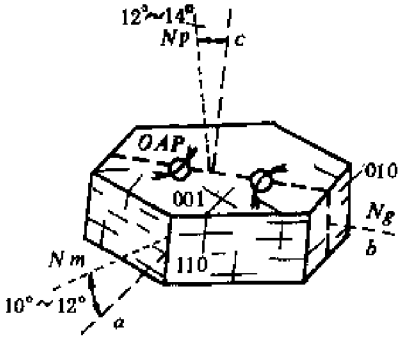



图 3-8　珍珠陶土的光性方位

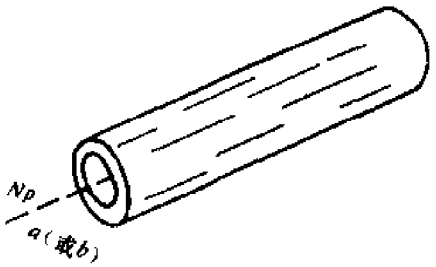



图 3-9　多水高岭石的光性方位

**蒙脱石(微晶高岭石、胶岭石)　Montmorillonite　Монтмориллонит**

成分　$(Na,Ca)_{0.33}(Al,Mg)_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$。

形态　属单斜晶系。常呈隐晶质土状块体。{001}解理完全。

光性　薄片中无色。负低突起。$Np=1.475\sim1.503$，$Nm=1.499\sim1.533$，$Ng=1.500\sim1.534$，$Ng-Np=0.025\sim0.031$。干涉色可达Ⅰ级，但因晶粒小，一般不超过Ⅰ级。呈近于平行消光。正延性。二轴(－)，$2V=17°\sim25°$，但很难见到干涉图。光性方位如图 3-10 所示。

产状　蒙脱石是斑脱岩(膨润土)的主要成分，多由凝灰岩和火山熔岩在碱性介质条件下

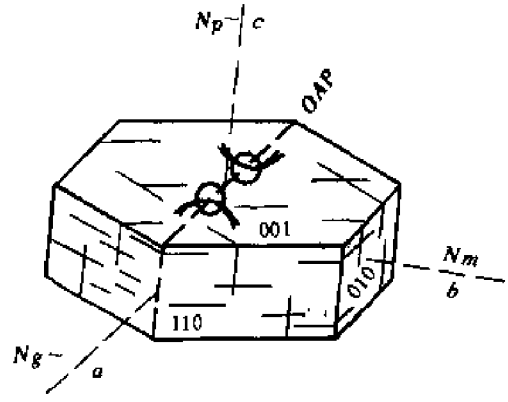



图 3-10　蒙脱石的光性方位

分解而成，也有热液成因和风化成因的蒙脱石。

鉴定　蒙脱石以其标本柔软、有滑感、遇水膨胀、负突起、干涉色较高等区别于高岭石。

**绿高岭石(绿脱石、囊脱石)　Nontronite　Нонтронит**

成分　$Na_{0.33}Fe_2^{3+}(Al,Si)_4O_{10}(OH)_2\cdot nH_2O$，是富 Fe 的蒙脱石变种。

形态　属单斜晶系。多呈致密块状、土状集合体，有时呈球状、鲕状、扇状、鳞片状集合体。

光性　薄片中多呈绿色、黄绿色。正低—正中突起。$Np=1.567\sim1.600$，$Nm=1.604\sim1.632$，$Ng=1.605\sim1.640$，$Ng-Np=0.038\sim0.040$。显Ⅰ级干涉色。近于平行消光。正延性。$(-)2V=25°\sim68°$。

产状　绿高岭石是蚀变矿物或表生矿物，产于片岩、片麻岩、铁质石英岩、玄武岩、镍矿床风化壳、铁矿床风化壳中。

鉴定　以其明显的绿色、较高的突起和干涉色区别于高岭石。与绿泥石的区别是，绿高岭石粒度极细，干涉色较高。

**伊利石(水白云母、伊利水云母)　Illite　Иллит**

成分　$K_{<1}Al_2[(Al,Si)Si_3O_{10}](OH)_2\cdot nH_2O$，成分较复杂。

形态　属单斜晶系。晶体细小，呈片状、席状等。具{001}完全解理。

光性　手标本上为白色、黄褐色、绿色；薄片中无色，有时带有淡绿、淡黄褐色调。正低—正中突起。$Np=1.555\sim1.575$，$Nm=1.577\sim1.606$，$Ng=1.580\sim1.610$，$Ng-Np=0.025\sim0.035$。干涉色可达Ⅱ级高部，通常略低。近于平行消光。正延性。$Np$ 近于平行 $c$，$Nm$ 近于平行 $a$，$Ng//b$，$(-)2V=5°\sim10°$。

产状　伊利石是粘土岩、泥质岩的主要成分之一，是由长石、云母等矿物风化而成的。也有热液蚀变成因和胶体沉淀再结晶者。

鉴定　伊利石以其突起和干涉色都较高区别于高岭石；以其正突起区别于蒙脱石；与白云母(绢云母)的区别是，伊利石的突起较低，$2V$ 较小，干涉色较低；与无色绿泥石的区别是，伊利石的干涉色较高。

**石膏　Gypsum　Гипс**

成分　$Ca[SO_4]\cdot 2H_2O$。

形态　属单斜晶系。晶体呈板状，通常呈致密块状和纤维状集合体。具有{010}完全解理和{100}、{011}较完全解理。

光性　手标本上无色、白色或带其他淡色色调；薄片中无色透明。负低突起。$Np=1.520$，$Nm=1.522$，$Ng=1.529$，$Ng-Np=0.009$。干涉色类似于石英。垂直(010)切面为平行消光，延性可正可负；其他切面为斜消光。燕尾双晶不常见。二轴(+)，$2V=58°$。光性方位如图 3-11 所示。

变化　可变为硬石膏。

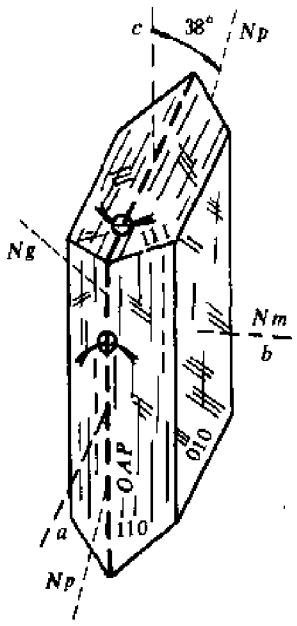



图 3-11　石膏的光性方位

产状　主要产于蒸发岩中，也可作为胶结物存在于碎屑岩中，或作为充填物充填于灰岩和白云岩的孔洞中，还可产于热液脉中。

鉴定　石膏以其晶形、突起、解理、轴性等区别于石英；以其负突起和干涉色较低区别于硬石膏。

### 硬石膏　Anhydrite　Ангидрит

成分　$Ca[SO_4]$。

形态　属斜方晶系。晶体呈厚板状或柱状；通常呈纤维状或致密块状集合体。具{010}、{100}、{001}三组彼此正交的完全解理。

光性　薄片中无色透明。正低一正中突起。$Np=1.570$，$Nm=1.576$，$Ng=1.614$，$Ng-Np=0.044$。最高干涉色达Ⅱ级蓝绿。呈平行消光。延性可正可负。可见简单双晶、聚片双晶和三连晶。二轴(+)，$2V=42°$。光性方位如图 3-12 所示。

变化　经水化作用变为石膏。

产状　产于蒸发岩中，与其他膏盐共生。在热液矿床和接触交代矿床中也有内生硬石膏产出。

鉴定　以其具有的假立方体解理、较高的正突起和干涉色区别于石膏。

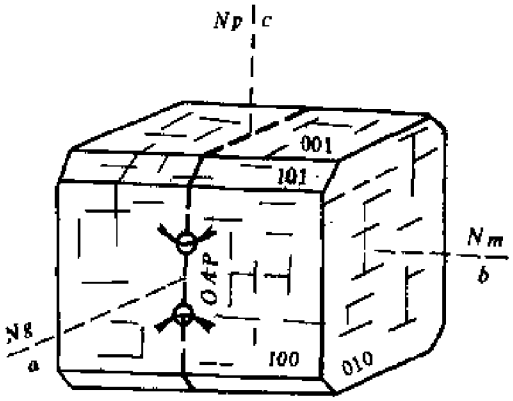



图 3-12　硬石膏的光性方位

### 重晶石　Barite　Барит

成分　$Ba[SO_4]$，含有 Ca、Sr 及其他杂质。

形态　属斜方晶系。晶体呈板状，也有呈粒状、纤维状者。{001}解理完全，{210}解理较完全，{010}解理不完全。薄片中常见两组正交的解理缝。

光性　手标本上多为白色，也有淡黄、淡褐和无色者；薄片中无色。正中突起，$Np=1.636$，$Nm=1.637$，$Ng=1.648$，$Ng-Np=0.012$。最高干涉色为Ⅰ级橙，有时干涉色分布不均匀。相对于最完善的解理纹为平行消光，正延性；在(001)面上为对称消光。常见{110}聚片双晶。二轴(+)，$2V=37°$。光性方位如图 3-13 所示。

产状　主要产于热液脉中；也可呈结核状或作为胶结物产于灰岩和砂岩中。

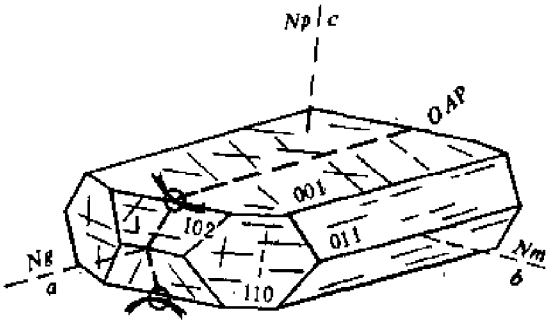



图 3-13　重晶石的光性方位

### 天青石　Celestine　Целестин

成分　$Sr[SO_4]$，含有少量 Ba、Ca 等。

形态　晶形和解理与重晶石相似。

光性　手标本上多为天蓝色；薄片中无色，有时带淡蓝色调。正中突起。$Np=1.622$，$Nm$

$=1.624$，$Ng=1.631$，$Ng-Np=0.009$。最高干涉色为Ⅰ级灰白。呈平行消光。正延性。双晶罕见。二轴(+)，$2V=51°$。光性方位如图 3-14 所示。

*产状*　主要产于白云岩及白云质灰岩中；也产于热液脉中，与重晶石及碳酸盐矿物共生。

*鉴定*　天青石以手标本上呈特征的天蓝色调、突起和干涉色略低、$2V$ 略大区别于重晶石。重晶石与天青石之间还有过渡种属——锶重晶石、钡天青石，对它们准确定名需借助于化学分析、X 光分析等。

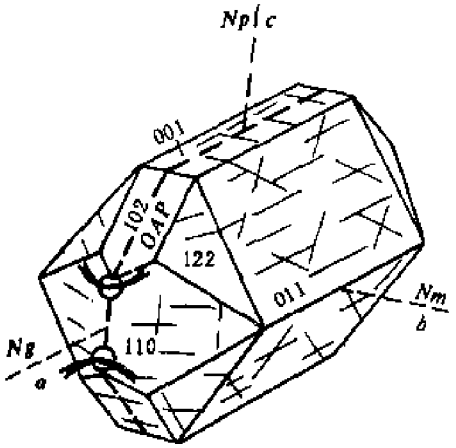



图 3-14　天青石的光性方位

**海绿石　Glauconite　Глауконит**

*成分*　$K_{1-x}(Fe,Al)_2[Al_{1-x}Si_{3+x}O_{10}](OH)_2\cdot nH_2O$，含有 Ca、Na、Mg、$Fe^{2+}$等杂质。

*形态*　属单斜晶系。晶体细小，呈假六方片状，但极少见，通常为圆粒状和不规则状。

*光性*　手标本上呈暗绿色；薄片中呈绿色。多色性为：$Ng$、$Nm$=深黄、蓝绿，$Np$=黄绿、绿。吸收性为 $Ng=Nm>Np$。可见{001}解理。正中突起。$Np=1.592\sim1.612$，$Nm=1.613\sim1.643$，$Ng=1.614\sim1.644$，$Ng-Np=0.022\sim0.032$。最高干涉色可达Ⅰ级，但往往显本身颜色。较大的颗粒可见近于平行消光。正延性。常可见聚偏光现象：即切面由无数细小晶粒构成，当一部分晶粒消光时，另一部分晶粒明亮，因面使整个切面始终明亮而不消光。二轴(−)，$2V=10°\sim24°$，但因晶粒细小，很难见到干涉图。光性方位如图 3-15 所示。

*产状*　海绿石是沉积岩中典型的自生矿物，主要分布于海相的粘土岩、粉砂岩、砂岩、石灰岩、泥灰岩、磷灰岩、硅质岩及现代海相形成物中。

*鉴定*　海绿石与绿泥石、鲕绿泥石有些相似。海绿石与绿泥石的区别：海绿石多呈浑圆粒状，具较浓的绿色，干涉色较高且可见聚偏光现象，而绿泥石多为片状，颜色较浅，干涉色较低，无聚偏光现象。海绿石与鲕绿泥石的区别是：海绿石双折射率较高，一般无鲕状构造。

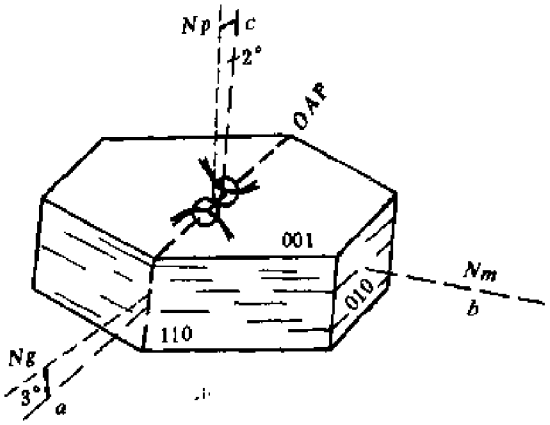



图 3-15　海绿石的光性方位

**三水铝石(氢氧铝石、水铝氧石)　Gibbsite　Гиббсит**

*成分*　$Al(OH)_3$。

*形态*　属单斜晶系。晶体细小，呈平行(001)的假六方板状，但通常呈鳞片状、胶态豆状、鲕状集合体。

*光性*　手标本上呈灰、灰绿、淡褐；薄片中无色。正低突起。$Np=1.566\sim1.568$，$Nm=$

1.566～1.568，$Ng$=1.587～1.589，$Ng-Np$=0.021。最高干涉色为Ⅰ级蓝。呈斜消光。负延性。{001}或{130}聚片双晶常见。二轴(+)，$2V$=0°～40°。光性方位如图 3-16 所示。

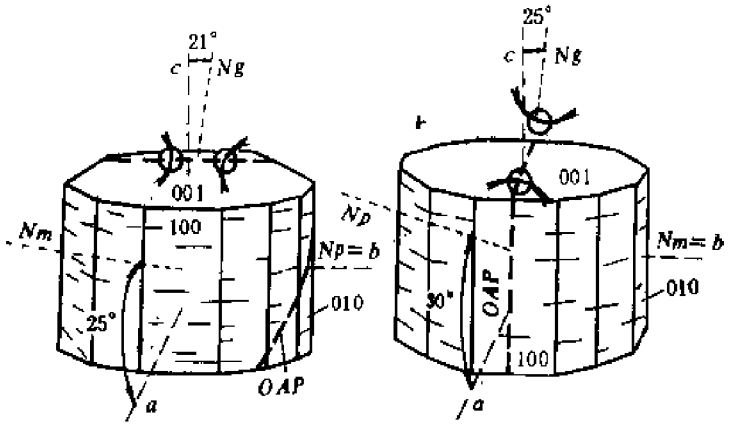



图 3-16　三水铝石的光性方位

产状　三水铝石是铝土矿和红土的主要成分之一，主要由长石和似长石风化分解而成。

鉴定　三水铝石与高岭石的区别是，三水铝石的干涉色较高；与白云母的区别是三水铝石为斜消光；与玉髓的区别是，三水铝石为正突起，而且突起和干涉色都较高。

## 一水硬铝石(硬水铝石、水铝石)　Diaspore　Диаспор

成分　AlO(OH)或$Al_2O_3 \cdot H_2O$。

形态　属斜方晶系。晶体常呈板状。{010}解理完全，{110}解理不完全。

光性　薄片中无色—淡蓝色，糙面显著。正高突起。$Np$=1.702～1.704，$Nm$=1.722～1.724，$Ng$=1.750～1.752，$Ng-Np$=0.048。最高干涉色达Ⅱ级蓝。呈平行消光。负延性。(+)$2V$=84°～85°。光性方位如图 3-17 所示。

产状　一水硬铝石主要与三水铝石、一水软铝石共生于铝土矿、风化壳中，也产于富 Al 质的接触变质岩、某些结晶片岩和火山岩中。

鉴定　一水硬铝石以其硬度较大、突起较高、干涉色较高、平行消光等区别于三水铝石。一水硬铝石与红柱石、矽线石有些相似，其区别是一水硬铝石的突起和干涉色较高。

一水软铝石(勃姆矿)为一水硬铝石的同质二象变体。其硬度较低，突起和干涉色也较低。$Np$=1.646，$Nm$=1.655，$Ng$=1.667，$Ng-Np$=0.021。

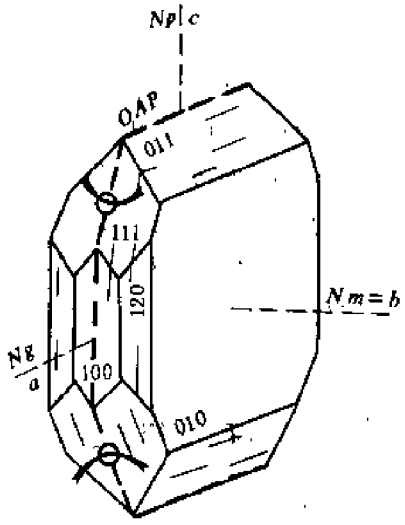



图 3-17　一水硬铝石的光性方位

## 文石(霰石)　Aragonite　Арагонит

成分　$Ca[CO_3]$，含有 Sr、Ba、Pb 及 Mg、Fe、Zn 等。

形态　属斜方晶系。晶体呈柱状、板状，断面呈假六边形；或呈针状、纤维状。具{010}不完

全解理。

光性　手标本上多为白色、淡黄色；薄片中无色。闪突起明显。$Np=1.530$，$Nm=1.682$，$Ng=1.686$，$Ng-Np=0.156$。最高干涉色为高级白。纵切面为平行消光。负延性。{110}聚片双晶常见，也可见六方轮式复合双晶。二轴(－)，$2V=18°$。光性方位如图 3-18 所示。

产状　文石较少见，产于某些贝壳、热液脉及基性熔岩气孔中，也产于石灰岩、砂岩和某些变质岩中。

鉴定　以其二轴性区别于方解石和白云石。

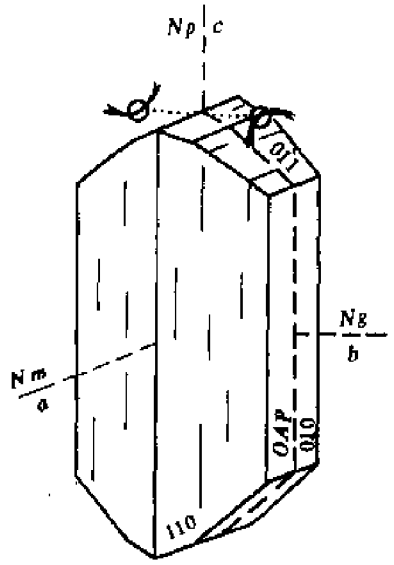


图 3-18　文石的光性方位

### 孔雀石　Malachite　Малахит

成分　$Cu_2[CO_3](OH)_2$。

形态　属单斜晶系。晶体呈纤维状、针状、柱状。{$\bar{2}$01}解理完全，{010}解理不完全。集合体呈放射状、皮壳状、同心带状。

光性　手标本上呈孔雀绿色，薄片中呈绿色、黄绿色。显多色性：$Np$＝浅绿，$Nm$＝黄绿，$Ng$＝深绿。正高至正极高突起，可见不明显的闪突起。$Np=1.655$，$Nm=1.875$，$Ng=1.909$，$Ng-Np=0.254$。最高干涉色为高级白，但往往显矿物本身的颜色。斜消光，消光角($Np\wedge c$)为 21°～23°。二轴(－)，$2V=43°$～$44°$。光性方位为 $Nm//b$，$OAP//(010)$，$Np\wedge c=21°$～$23°$。

产状　产于铜矿的地表、近地表氧化带，是铜矿的重要找矿标志。

### 绿松石　Turquoise　Бирюза

成分　$CuAl_6[PO_4]_4(OH)_8\cdot 5H_2O$，还含有少量 $Fe^{3+}$、Mn、Ca、Zn、S 等。

形态　属三斜晶系，自形晶极少见，常呈结核状、皮壳状、块状等隐晶质集合体。

光性　手标本上呈天蓝、淡黄、蓝绿、绿、黄绿等。薄片中半透明，颜色比手标本上的略淡，因矿物颗粒极小，多色性难以观察，往往显集合体颜色。正中突起。$Np=1.610$，$Ng=1.650$，$Ng-Np=0.040$。最高干涉色可达Ⅱ级黄绿，但由于颜色较深，干涉色总是呈蓝、绿色调。由于颗粒极细，所有颗粒不可能同时消光，正交偏光镜下整个矿片不出现消光现象。二轴(＋)，$2V=40°$。

产状　绿松石是绿松石玉(也简称为绿松石或松石)的主要造岩矿物，伴生矿物有石英、高岭石、多水高岭石、绢云母、褐铁矿、黄钾铁矾、水铝英石、孔雀石、蓝铜矿、硅孔雀石等。绿松石玉是由含磷和含铜硫化物岩石经风化淋滤作用后形成的，产于风化壳中。我国湖北省竹山县、郧西县、郧县是绿松石玉的著名产地。

鉴定　绿松石与孔雀石有些相似，区别是：孔雀石多显特征的孔雀绿，正极高突起，干涉色为高级白且往往显孔雀绿；绿松石多显淡蓝、蓝绿，正中突起(突起明显比孔雀石低)，干涉色较低。

# 第四章　矿物鉴定表

本章收集和编制了部分透明矿物鉴定检索表，目的是帮助读者迅速查找某一矿物的光性，指导对未知矿物的鉴定。

表 4-1 是现在一般光性矿物学对矿物的分类方案，仅供读者对光性分类作一般性了解。表 4-3 至表 4-6 是比较综合性的鉴定检索表，当在显微镜下观测到某矿物多方面的特征后，可借助这些表鉴定出该矿物可能是什么种属。表 4-2、表 4-7 至表 4-10 是常见矿物的单一光性鉴定检索表。每个表都从某一方面向读者提供所鉴定的矿物是属于哪些矿物之一。综合使用其中的两个或多个表，就可以大致确定所鉴定的矿物属于哪一种属。然后，再通过矿物中文名称检索表(表 4-11)，迅速从本教材中查出该矿物的光性描述，进一步核实种属确定是否正确。表 4-11 既可配合前面表格做未知鉴定用，也可帮助读者查找某矿物的光性特征。

鉴定表涉及到的矿物主要是本教材前几章描述到的矿物，即岩浆岩、沉积岩、变质岩中最常见的矿物。

表 4-1　矿物的光性分类检索表

| 均质体矿物 | 锡石 | 三水铝石 | 斜黝帘石 | 普通角闪石 |
|---|---|---|---|---|
| 蛋白石 | 金红石 | 拉长石 | 绿泥石 | 铬绿泥石 |
| 萤石 | | 地开石 | 一水硬铝石 | 黑云母 |
| 方钠石 | 一轴负晶矿物 | 珍珠陶土 | 钛普通辉石 | 硅灰石 |
| 黝方石 | 菱沸石 | 硬石膏 | 钙铁辉石 | 阳起石 |
| 蓝方石 | 方石英 | 叶绿泥石 | 十字石 | 蓝闪石 |
| 方沸石 | 钙霞石 | 直闪石-铝直闪石 | 榍石 | 红柱石 |
| 白榴石 | 霞石 | 镁铁闪石 | | 贵橄榄石 |
| 胶铝矿 | 方柱石 | 浅闪石 | 二轴负晶矿物 | 透铁橄榄石 |
| 胶磷矿 | 绿柱石 | 韭闪石 | 辉沸石 | 钙镁橄榄石 |
| 火山玻璃 | 钙铝黄长石 | 蛭绿泥石 | 浊沸石 | 褐帘石 |
| 镁尖晶石 | 磷灰石 | 黄玉 | 钙沸石 | 古铜辉石 |
| 镁铁尖晶石 | 镁电气石 | 葡萄石 | 正长石 | 紫苏辉石 |
| 铁尖晶石 | 锂电气石 | 粒硅镁石 | 透长石 | 文石 |
| 铬尖晶石 | 黑电气石 | 硅镁石 | 歪长石 | 氧角闪石 |
| 锌尖晶石 | 方解石 | 斜硅镁石 | 堇青石 | 霓辉石 |
| 方镁石 | 白云石 | 重晶石 | 高岭石 | 铁云母 |
| 镁铝榴石 | 铁白云石 | 天青石 | 蒙脱石 | 钠闪石 |
| 铁铝榴石 | 菱镁矿 | 伊丁石 | 伊利石 | 蓝晶石 |
| 锰铝榴石 | 菱铁矿 | 镁橄榄石 | 珍珠陶土 | 绿帘石 |
| 钙铝榴石 | 符山石 | 顽辉石 | 叶蛇纹石 | 霓石 |
| 钙铁榴石 | 刚玉 | 斜顽辉石 | 利蛇纹石 | 铁橄榄石 |
| 钙铬榴石 | | 锂辉石 | 金云母 | |
| 烧绿石 | 二轴正晶矿物 | 矽线石 | 倍长石 | 不透明矿物 |
| 闪锌矿 | 鳞石英 | 硬玉 | 铁锂云母 | 石墨 |
| | 钠沸石 | 古铜辉石 | 滑石 | 磁铁矿 |
| 一轴正晶矿物 | 片沸石 | 透辉石 | 叶绿泥石 | 赤铁矿 |
| 菱沸石 | 中性针沸石 | 贵橄榄石 | 钙长石 | 钛铁矿 |
| 玉髓 | 石膏 | 硬柱石 | 白云母 | 白钛矿 |
| 石英 | 钠长石 | 绿纤石 | 绿高岭石 | 褐铁矿 |
| 水镁石 | 更长石 | 易变辉石 | 叶蜡石 | 铬铁矿 |
| 镁黄长石 | 纤维蛇纹石 | 普通辉石 | 海绿石 | 黄铁矿 |
| 白钨矿 | 堇青石 | 霓辉石 | 透闪石 | 黄铜矿 |
| 锆石 | 中长石 | 黝帘石 | 直闪石-铝直闪石 | 方铅矿 |

## 表 4-2 矿物的双折射率检索表

| 双折射率 | 矿物名称 | 双折射率 | 矿物名称 | 双折射率 | 矿物名称 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000～0.004 | 多水高岭石 | 0.008～0.010 | 黄　玉 | 0.021 | 三水铝石 |
| 0.000～0.012 | 黄长石 | 0.008～0.011 | 辉沸石 | 0.021～0.033 | 透闪石-阳起石 |
| 0.001 | 白榴石 | 0.008～0.015 | 蠕绿泥石 | 0.021～0.039 | 葡萄石 |
| 0.001～0.002 | 中性针沸石 | 0.008～0.010 | 顽辉石 | 0.022～0.032 | 海绿石 |
| 0.001～0.004 | 钠菱沸石 | 0.009 | 石　膏 | 0.023～0.030 | 易变辉石 |
| 0.001～0.009 | 铁绿泥石 | 0.009 | 石　英 | 0.024～0.031 | 透辉石-锲铁辉石 |
| 0.001～0.013 | 磷灰石 | 0.009 | 天青石 | 0.024～0.029 | 普通辉石 |
| 0.002 | 鱼眼石 | 0.009～0.011 | 钠长石 | 0.024～0.083 | 钛角闪石 |
| 0.002～0.004 | 鳞石英 | 0.009～0.011 | 红柱石 | 0.025 | 蓝闪石 |
| 0.002～0.005 | 菱沸石 | 0.009～0.012 | 倍长石 | 0.025～0.035 | 伊利石 |
| 0.002～0.015 | 鲕绿泥石 | 0.009～0.024 | 纤维蛇纹石 | 0.027～0.047 | 金云母 |
| 0.002～0.039 | 方柱石 | 0.010 | 柱沸石 | 0.028～0.038 | 硅镁石 |
| 0.003 | 方石英 | 0.010～0.012 | 硬绿泥石 | 0.029～0.045 | 铁闪石 |
| 0.003 | 叶绿泥石 | 0.010～0.013 | 古铜辉石 | 0.030～0.013 | 黑硬绿泥石 |
| 0.003～0.005 | 霞　石 | 0.010～0.015 | 十字石 | 0.030～0.036 | 粒硅镁石 |
| 0.003～0.008 | 钠闪石 | 0.010～0.016 | 紫苏辉石 | 0.030～0.050 | 滑　石 |
| 0.004 | 丝光沸石 | 0.011～0.012 | 钙沸石 | 0.032～0.037 | 针钠钙石 |
| 0.004～0.006 | 符山石 | 0.012 | 钙长石 | 0.034～0.045 | 铁滑石 |
| 0.004～0.008 | 绿柱石 | 0.012 | 重晶石 | 0.035～0.051 | 橄榄石 |
| 0.004～0.015 | 斜黝帘石 | 0.012 | 浊沸石 | 0.036～0.054 | 白云母 |
| 0.004～0.011 | 碳羟磷灰石 | 0.012～0.027 | 蓝线石 | 0.038～0.040 | 绿高岭石 |
| 0.005 | 交沸石 | 0.012～0.016 | 蓝晶石 | 0.039～0.081 | 黑云母 |
| 0.005～0.007 | 片沸石 | 0.012～0.029 | 钙霞石 | 0.040～0.060 | 锆　石 |
| 0.005～0.007 | 歪长石 | 0.013～0.025 | 直闪石-铝直闪石 | 0.044 | 硬石膏 |
| 0.005～0.008 | 透长石 | 0.013～0.036 | 褐帘石 | 0.044 | 硅硼钙石 |
| 0.005～0.009 | 钠钙闪石 | 0.014～0.017 | 硅灰石 | 0.045～0.055 | 独居石 |
| 0.005～0.010 | 斜绿泥石 | 0.014～0.018 | 钙镁橄榄石 | 0.045～0.060 | 黝　石 |
| 0.006～0.007 | 高岭石 | 0.014～0.026 | 锂辉石 | 0.048 | 叶蜡石 |
| 0.006～0.010 | 杆沸石 | 0.015～0.045 | 锂云母 | 0.048 | 一水硬铝石 |
| 0.006～0.015 | 堇青石 | 0.015～0.024 | 韭闪石 | 0.09～0.192 | 榍　石 |
| 0.006～0.007 | 黝帘石 | 0.015～0.048 | 绿帘石 | 0.096～0.097 | 锡　石 |
| 0.006～0.008 | 珍珠陶土 | 0.016 | 白钨矿 | 0.147 | 菱锰矿 |
| 0.006～0.021 | 硬　玉 | 0.016～0.020 | 普通角闪石 | 0.148 | 毒重石 |
| 0.006～0.022 | 硬绿泥石 | 0.016～0.023 | 浅闪石 | 0.156 | 文　石 |
| 0.007 | 钙十字沸石 | 0.017～0.040 | 电气石 | 0.172 | 方解石 |
| 0.007～0.013 | 斧　石 | 0.018～0.020 | 绿纤石 | 0.179 | 白云石 |
| 0.007～0.051 | 绿帘石 | 0.019～0.021 | 硬柱石 | 0.191～0.199 | 菱镁矿 |
| 0.008 | 玉　髓 | 0.019～0.021 | 水镁石 | 0.220 | 铁白云石 |
| 0.008 | 微斜长石 | 0.019～0.029 | 镁钠闪石 | 0.220 | 菱锰矿 |
| 0.008 | 中长石 | 0.019～0.069 | 氧角闪石 | 0.228 | 菱锌矿 |
| 0.008～0.009 | 刚　玉 | 0.020 | 钠明矾石 | 0.242 | 菱铁矿 |
| 0.008～0.009 | 更长石 | 0.020～0.022 | 矽线石 | 0.273 | 白铅矿 |
| 0.008～0.009 | 拉长石 | 0.020～0.030 | 蒙脱石 | 0.280～0.287 | 金红石 |

表 4-3 最常见的透明造岩矿物光性鉴定检索表(林景阡编)

| 突起 | | 无色或近无色(包括淡色) | | | | | | 较鲜明或鲜明的黄、橙、红、绿、蓝、紫等色 | | | | | | 光性符号 | 轴性 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 负突起 $N<1.54$ | | 无或正低突起 $N<1.54\sim1.60$ | | 正中高突起 $N>1.60$ | | 负突起 $N<1.54$ | | 无或正低突起 $N=1.54\sim1.60$ | | 正中高突起 $N>1.60$ | | | |
| 晶形 | | 粒、柱、板状及不规则状 | 鳞片、片、纤维状及针状 | 粒、柱、板状及不规则状 | 鳞片、片、纤维状及针状 | 粒、柱、板状及不规则状 | 鳞片、片、纤维状及针状 | 粒、柱、板状及不规则状 | 鳞片、片、纤维状及针状 | 粒、柱、板状及不规则状 | 鳞片、片、纤维状及针状 | 粒、柱、板状及不规则状 | 鳞片、片、纤维状及针状 | | |
| 均质体 | 无解理 | 蛋白石§、火山玻璃、胶蛇纹石 | | 火山玻璃、胶蛇纹石 | | 石榴石类》、尖晶石类》、火山玻璃 | | 橙玄玻璃 | | 橙玄玻璃 | | 橙玄玻璃、尖晶石类》、铬铁矿》、黑榴石》 | | | |
| | 有解理 | 萤石§、方沸石§、方钠石类§ | | | | 方镁石、钙钛矿》§、闪锌矿》§、方钙铈铜矿》§ | | 萤石V§、黝方石V§、蓝方石V§ | | | | 闪锌矿》§ | | | |
| 非均 | 干涉色极低(I级灰、白、淡黄,$Ng-Np<0.012$) | | | 石英§、明矾石 | | 黄长石* | | | | | | | | (+) | 一轴晶 |
| | | | | 霞石§、绿柱石§、方柱石类(锆、针柱石) | | 磷灰石、符山石*、黄长石*、刚玉 | | | | | | | | (−) | |
| | | 钠长石、白榴石§、鳞石英、石膏 | 沸石类、石膏、蛇纹石类 | 斜长石类、堇青石 | 蛇纹石类、绿泥石类*、高岭石、玉髓 | 斜方辉石、单斜辉石、黝帘石*、斜黝帘石*、十字石、重晶石、黄玉 | 绿泥石类* | | | | 绿泥石类*Ⅱ | 十字石、单斜角闪石(碱性系列)Ⅴ Ⅱ | 单斜角闪石(碱性系列)Ⅴ Ⅱ、绿泥石类Ⅱ*、硬绿泥石 | (+) | 二轴晶 |
| | | 钾钠长石类、方石英 | 沸石类、蛇纹石类 | 斜长石类、堇青石 | 蛇纹石类、绿泥石类*、玉髓 | 斜方辉石、红柱石、空晶石、十字石、黄玉、鳞绿泥石* | 绿泥石类* | | | | 绿泥石类*Ⅱ | 单斜角闪石(碱性系列)Ⅴ Ⅱ、揭帘石、十字石、鳞绿泥石* | 单斜角闪石(碱性系列)Ⅱ Ⅴ、绿泥石类Ⅱ*、脆云母 | (−) | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 质体 | 干涉色低（Ⅰ级橙、红、紫，Ⅰ级蓝，$Ng-Np=0.012\sim0.025$） | | | 明矾石 | 水镁石§ | | | | | | | | | (+) | 一轴晶 |
| | | 钙霞石 | | 方柱石类（针、中柱石） | | 电气石§ | | | | | | 电气石Ⅴ‖§ | | (−) | |
| | | | | | | 单斜辉石、斜方角闪石、单斜角闪石（韭闪石）、矽线石、斜黝帘石*、葡萄石 | 矽线石、斜方角闪石、葡萄石 | | | | | 单斜角闪石（碱性系列）Ⅴ‖、单斜辉石（含钛） | 单斜角闪石（碱性系列）‖Ⅴ、硬绿泥石 | (+) | 二轴晶 |
| | | | | | | 斜方辉石、斜方角闪石、斜单斜角闪石、绿帘石、蓝晶石、硅灰石 | 斜方角闪石、单斜角闪石（阳起石系列）、硅灰石、珍珠云母 | | | 海绿石‖ | | 单斜角闪石（包括碱性系列）‖Ⅴ、褐帘石、海绿石‖ | 单斜角闪石（阳起石，碱性系列）‖Ⅴ | (−) | |
| | 干涉色中等（Ⅰ级绿至Ⅳ级末，鲜艳，$Ng-Np=0.025\sim0.072$） | | | | | 锆英石》 | | | | | | | | (+) | 一轴晶 |
| | | 钙霞石 | | 方柱石类（中、钙柱石） | | | | | | | | | | (−) | |
| | | | | 硬石膏 | | 橄榄石类、单斜辉石类、单斜角闪石（镁铁闪石系列，韭闪石）、独居石》、葡萄石 | 单斜角闪石（镁铁闪石系列）、葡萄石 | | | | | 单斜辉石（顽辉石）‖ | 伊丁石‖ | (+) | 二轴晶 |
| | | | | | 白云母类、锂云母类、金云母、滑石、叶蜡石 | 橄榄石类、单斜角闪石、绿帘石* | 单斜角闪石（阳起石系列、镁铁闪石系列）、白云母类 | | | 海绿石‖ | 黑云母类‖ | 单斜角闪石Ⅴ、单斜辉石（顽石、锥辉石、透辉石）‖、褐帘石、海绿石‖ | 单斜角闪石（阳起石）‖、黑云母类‖、伊丁石‖ | (−) | |
| | 干涉色高至极高（Ⅴ级至更高，蔷薇白、珍珠白、高级白，$Ng-Np>0.072$） | | | | | 磷钇矿》、锡石》、金红石 | 金红石》 | | | | | 金红石》 | 金红石》 | (+) | 一轴晶 |
| | | 碳酸盐类 | | | | 碳酸盐类 | | | | | | | | (−) | |
| | | | | | | 榍石》 | | | | | | | | (+) | 二轴晶 |
| | | | | | | | | | | | | | 孔雀石‖》 | (−) | |

注：1. 该表是根据矿物的一般光性特征编制的，矿物特征的特殊变异未能全部概括在内。
2. 为了表示某些矿物的其他重要特征，在矿物名称之后加了一些符号：》为突起极高；Ⅴ为具鲜明的蓝或紫色；‖为多色性显著；*为常具异常干涉色；§为常有光性异常。

表 4-4 常见无色和淡色造岩矿物光性鉴定

| | 均质矿物 | | 非均质 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 有解理 | 无解理 | 低干涉色(△=0.001～0.009) | | | | 中低干涉色(△=0.009～0.018) | | | |
| | | | 一轴(+) | 一轴(−) | 二轴(+) | 二轴(−) | 一轴(+) | 一轴(−) | 二轴(+) | 二轴(−) |
| ①低突起 $N<1.48$ | 黝方石<br>萤　石§<br>方钠石§<br>方沸石§ | 水铝英石<br>火山玻璃<br>蛋白石<br>方石英§ | 鳞石英§●<br>菱沸石 | 方石英§● | 片沸石<br>菱沸石 | 辉沸石 | 水霞石 | | | 钠沸石 |
| ②负低突起 $N=1.48\sim1.54$ | | 胶蛇纹石<br>针沸石<br>白榴石§ | | 霞　石<br>(表面浑浊) | 杆沸石<br>石　膏<br>钠长石<br>更长石 | 钙沸石<br>片蛇纹石<br>钾长石 | | 钙霞石 | 杆沸石<br>钠长石 | |
| ③正低突起 $N=1.54\sim1.60$ | | 胶铝矿<br>胶磷矿 | 石英§●<br>(无风化物) | 绿柱石§<br>●Ⅱ | 拉长石<br>堇青石●<br>(见三连晶)<br>(纤维蛇纹石)<br>‖<br>斜绿泥石 | 更—中长石<br>高岭石<br>中蛇纹石<br>拉长石 | | 方柱石类<br>Ⅱ | (无色绿泥石)<br>(镁绿泥石)Ⅱ | 钙长石 |
| ④正中突起 $N=1.60\sim1.66$ | | 胶磷矿<br>胶铝矿 | | 磷灰石<br>●Ⅱ<br>黄长石 | 黄玉Ⅱ<br>顽辉石Ⅱ | 红柱石<br>‖ | | | 直闪石Ⅱ<br>黄　玉<br>堇青石Ⅱ<br>锂辉石 | 硅灰石<br>红柱石<br>(空晶石) |
| ⑤正高突起 $N=1.66\sim1.78$ | 方镁石 | 钙铝石榴石<br>*　§<br>镁铝石榴石 | | 符山石Ⅱ | 顽辉石Ⅱ<br>(黝帘石)<br>斜黝帘石 | | | | (黝帘石)<br>蔷薇辉石 | 钙镁橄榄石<br>紫苏辉石<br>蓝晶石<br>绿帘石 |
| ⑥正极高突起 $N>1.78$ | 尖晶石类 | 尖晶石类<br>铁铝石榴石<br>钙铁石榴石<br>§ | | 刚玉Ⅱ | | | | | | |

注：括号中矿物的 2V 常小于 20°，下边带横线的矿物为鳞片状、纤维状、针状矿物。* 有异常干涉色；Ⅱ为平行

检索表(北京地质学院岩矿训练班编，1965)

| 矿物 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中干涉色(△=0.018～0.033) | | | | 高干涉色(△=0.033～0.055) | | 特高干涉色(△>0.035) | | | |
| 一轴(+) | 一轴(−) | 二轴(+) | 二轴(−) | 二轴(+) | 二轴(−) | 一轴(+) | 一轴(−) | 二轴(+) | 二轴(−) |
| | | | 胶岭石 | | | | 方解石 | | |
| | 钙霞石 | | | | | | 白云石<br>菱镁矿 | | |
| 明矾石 Ⅱ<br>水镁石 | 方钍石类 Ⅱ | 水铝矿<br>镁绿泥石 Ⅱ | (水云母) Ⅱ | 硬石膏 Ⅱ | 滑石 Ⅱ<br>(金云母) Ⅱ<br>叶蜡石<br>白云母 Ⅱ<br>锂云母 Ⅱ | | | | |
| | 镁电气石 ● Ⅱ<br>锂电气石 | 直闪石 Ⅱ<br>粒硅镁石<br>葡萄石<br>镁铁闪石<br>锂辉石 | 透闪石 | 粒硅镁石<br>(斜消光)<br>镁橄榄石 Ⅱ | | | 方解石 | | |
| | | 矽线石 Ⅱ<br>透辉石<br>普通辉石<br>易变辉石 | 绿帘石 | 铁橄榄石 Ⅱ<br>水铝石 | 贵橄榄石 Ⅱ<br>绿帘石 | 磷钇矿 | 白云石<br>菱镁矿 | | 文石 |
| | | | | 独居石● | 铁橄榄石 Ⅱ | 磷钇矿 Ⅱ<br>锡石 Ⅱ<br>锆石 Ⅱ● | 菱铁矿<br>菱锰矿<br>菱锌矿 | 榍石● | |

消光；§有光性异常；●为无解理或经常不见解理；△为双折射率（$Ng-Np$ 或 $|Ne-No|$）。

表 4-5 常见有色

| 薄片下颜色 | | | 红　色 | | 玫瑰红或橙色 | | 棕　色 | | 黄　色 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 均质矿物 | | | 尖晶石⑥<br>胶铝矿③●<br>钙钛矿⑥ | | 萤　石①§<br>石榴石⑥●<br>钙钛矿⑥ | | 萤　石①§<br>胶磷矿③●<br>胶铝矿③●<br>黑榴石⑥●<br>尖晶石⑥<br>石榴石⑥●<br>钙钛矿⑥ | | 萤　石①<br>胶磷矿③●<br>尖晶石⑥<br>石榴石⑥ | |
| 非均质矿物 | $N=1.54\sim1.60$ 正低突起③ | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | $N=1.60\sim1.66$ 正中突起④ | | | | | | 镁电气石－Ⅱ● | | 镁电气石－Ⅱ● | |
| | | | | 铁云母－Ⅱ | | | 普通角闪石－Ⅱ | (黑云母)－Ⅱ | 阳起石－ | (黑云母)－Ⅱ |
| | $N=1.66\sim1.78$ 正高突起⑤ | | | | 紫苏辉石－Ⅱ<br>钛辉石＋ | | | 棕闪石－<br>霓辉石＋ | | |
| | | | | 伊丁石± | 十字石＋Ⅱ<br>蓝线石－Ⅱ | | 普通角闪石－<br>褐帘石－ | 玄武闪石－<br>伊丁石± | 十字石＋Ⅱ<br>褐帘石－ | 绿帘石±* |
| | $N>1.78$ 正级高突起⑥ | | | 金红石＋Ⅱ | 刚玉Ⅱ | | | 锡石＋Ⅱ<br>锆石＋Ⅱ | 锡石＋Ⅱ<br>锆石＋Ⅱ | 金红石＋Ⅱ |
| | | | | 红帘石＋ | | 红帘石＋ | 褐帘石 | | 褐帘石－ | 绿帘石±*<br>红帘石＋ |
| | | | △<0.025<br>Ⅰ级绿以下 | △>0.025<br>Ⅰ级绿以上 | △<0.025<br>Ⅰ级绿以下 | △>0.025<br>Ⅰ级绿以上 | △<0.025<br>Ⅰ级绿以下 | △>0.025<br>Ⅰ级绿以上 | △<0.025<br>Ⅰ级绿以下 | △>0.025<br>Ⅰ级绿以上 |

注：①为负高突起，②为负低突起，③—⑥为正突起，详见表中说明；§为常有光性异常；*为有异常干涉色；Ⅱ为平行消光；的二轴晶矿物（常 $2V<20°$）；标有横线者为鳞片状、纤维状、针状矿物。

**造岩矿物光性鉴定检索表**

| 绿　色 | | 蓝　色 | | 紫　色 | | 灰、黑　色 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 萤　石①§<br>尖晶石⑥<br>石榴石⑥●<br>钙钛矿⑥ | | 萤　石①§<br>尖晶石⑥<br>黝方石①§<br>蓝方石①§ | | 萤　石①§<br>钙钛矿⑥ | | 胶铝矿③●<br>钙钛矿⑥<br>尖晶石⑥<br>石榴石⑥● | | 轴性 |
| | | | | | | | | 一轴 |
| (绿泥石)±<br>*Ⅰ | | (绿泥石)±<br>*Ⅰ | | | | | | 二轴 |
| | | | | | | | | 一轴 |
| (蠕绿泥石)+Ⅰ<br>(铬绿泥石)-Ⅱ<br>阳起石-<br>普通角闪石-<br>海绿石- | (黑云母)-Ⅰ | 蓝闪石-Ⅰ | 天蓝石 | 蓝闪石-Ⅰ | | | | 二轴 |
| | 黑电气石-<br>§ Ⅰ ● | | 黑电气石-<br>§ Ⅰ ● | | 黑电气石-<br>§ Ⅰ ● | | 黑电气石-<br>§ Ⅰ ● | 一轴 |
| (蠕绿泥石)+Ⅰ<br>普通角闪石-<br>钠闪石±Ⅰ<br>硬绿泥石+ | 绿帘石-*<br>堇青石+ | 钠闪石±Ⅰ<br>蓝线石-Ⅰ<br>硬绿泥石+ | | | | | | 二轴 |
| | | 刚玉-Ⅱ | | | | | | 一轴 |
| | 堇石-<br>绿帘石±* | | | | 红帘石+ | | | 二轴 |
| △<0.025<br>Ⅰ级绿以下 | △>0.025<br>Ⅰ级绿以上 | △<0.025<br>Ⅰ级绿以下 | △>0.025<br>Ⅰ级绿以上 | △<0.025<br>Ⅰ级绿以下 | △>0.025<br>Ⅰ级绿以上 | △<0.025<br>Ⅰ级绿以下 | △>0.025<br>Ⅰ级绿以上 | |

●为无解理或经常不见解理；△为双折射率($Ng-Np$或$|Ne-No|$)；+、-分别表示正、负光性符号；括号中矿物为$2V$极小

## 表 4-6 矿物的突起和干涉色检索表

| 突起 | 折射率 | 均质体 / 双折射率 / 干涉色 | 0.005 | | 0.010 | | 0.015 | 0.020 | 0.025 | 0.030 | 0.040 | 0.050 | 0.10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 灰 | 白 | 黄 | 橙 | 红 | 蓝 | 绿 | 黄 橙 | 红 | Ⅱ级 | |
| 负高 | | 萤石<br>蛋白石 | 鳞石英<br>菱沸石 | | 钠沸石 | | | | | | | | 方解石 |
| 负低 | 1.48 | 方钠石<br>方沸石<br>黝方石<br>蓝方石<br>白榴石 | 硫钙霞石<br>中性斜沸石 | 片沸石<br>钙沸石<br>石膏<br>玉髓<br>钠长石<br>更长石 | 柱沸石<br>浊沸石 | | | 钙霞石 | | | | | 白云石<br>菱镁矿 |
| | | 火山玻璃 | 霞石<br>钠柱石 | 碱性长石 | | | | | | | | | |
| 正低 | 1.54 | 火山玻璃 | 绿柱石<br>叶蛇纹石<br>叶绿泥石<br>斜绿泥石 | 中长石<br>地开石<br>高岭石 | 石英<br>堇青石<br>拉长石<br>绿柱石 | 水镁石<br>纤维蛇纹石<br>倍长石<br>钙长石 | 中柱石<br>三水铝石 | 绿高岭石 | 铁锂云母 | 钙柱石<br>金云母<br>白云母 | 硬石膏 | 叶蜡石 | |
| | 1.60 | 胶铝矿<br>胶磷矿 | | | | | | | | | | | |
| 正中 | | | 硅灰石<br>镁黄长石 | | 黄玉<br>天青石<br>红柱石<br>顽辉石<br>斜顽辉石 | 堇青石 硅灰石<br>钙镁橄榄石 | 海绿石<br>锂电气石<br>直闪石<br>蓝闪石<br>锂辉石 | 海绿石<br>铝直闪石<br>普通角闪石 | 阳起石<br>镁电气石<br>镁铁闪石 | 透闪石<br>硅镁石<br>葡萄石 | 粒硅镁石<br>斜硅镁石 | 黑云母 | 菱铁矿<br>方解石 |
| 正高 | 1.66 | 铁铝榴石<br>镁尖晶石<br>钙铝榴石<br>镁铁尖晶石 | 钠闪石 | 黝帘石<br>钙镁黄长石<br>钠铁闪石<br>刚玉 | 古铜辉石<br>紫苏辉石<br>斜黝帘石<br>蓝晶石<br>十字石<br>硬绿泥石 | | 硬玉 硬柱石<br>黝帘石<br>钙铁辉石 | 砂线石<br>易变辉石<br>褐帘石 | 透辉石<br>黑电气石<br>氧角闪石<br>普通辉石<br>绿帘石 | 镁橄榄石<br>铁闪石<br>贵橄榄石<br>堇青石<br>伊丁石 | 氧角闪石<br>一水硬铝石 | 铁云母<br>伊丁石<br>蓝石 | 文石<br>白云石<br>菱镁矿 |
| | 1.78 | 铁铝榴石 | | | | | | | | | | | |
| 正极高 | | 铁尖晶石<br>钙铁榴石 铬尖晶石<br>绿锌石<br>闪锌矿 | | | 白钨矿 | | | | | | 铁橄榄石<br>锆石 | 锡石 | 菱铁矿<br>铜蓝<br>金红石 |

## 表 4-7 矿物的形态检索表

**无定形或显微晶质**
**颗粒**
- 鲕绿泥石
- 黑硬绿泥石
- 海绿石
- 铁蛇纹石
- 胶磷矿

**球粒(放射状)**
- 方石英-透长石
- 玉髓
- 菱铁矿
- 碳磷灰石
- 葡萄石

**鳞状**
- 绿石
- 海绿石
- 铁蛇纹石
- 方解石
- 白云石
- 胶磷矿
- 赤铁矿
- 鲕绿泥石
- 菱铁矿
- 三水铝石

**显微隐晶质或无定形壳**
- 海绿石
- 三水铝石
- 碳磷灰石
- 胶磷灰石
- 针铁矿、褐铁矿

**草席状纤维**
- 阳起石
- 透闪石(纤闪石)
- 蛇纹石
- 矽线石

**纤维状晶体**
- 玉髓
- 硬玉
- 韭闪石
- 透闪石
- 阳起石
- 钠闪石(青石棉)
- 纤蛇纹石
- 中性针沸石
- 矽线石
- 蓝线石
- 石膏
- 水镁石
- 硅灰石
- 直闪石

**针状晶体**
- 长石微晶
- 透辉石
- 普通辉石、
- 阳起石、透闪石
- 直闪石
- 铁闪石
- 角闪石
- 钠闪石
- 钠钙闪石
- 沸石
- 针钠钙石
- 黝帘石
- 斜黝帘石
- 绿帘石
- 硅灰石
- 矽线石
- 蓝线石
- 电气石
- 金红石
- 磷灰石
- 文　石
- 菱锶矿

**放射状集合体**
- 直闪石
- 阳起石
- 钠沸石
- 杆沸石
- 辉沸石
- 柱沸石
- 黝帘石
- 斜黝帘石
- 绿帘石
- 电气石

**板片晶体**
- 钠长石
- 普通辉石
- 透辉石、普通辉石
- 角闪石
- 黝帘石、绿帘石
- 硅灰石
- 蓝晶石
- 矽线石
- 硬石膏
- 天青石
- 重晶石

**薄片状晶体(六方或假六方片状)**
- 白云母
- 金云母
- 黑云母
- 绿泥石
- 滑　石
- 叶蜡石
- 高岭石
- (蒙脱石)
- (伊利石)
- 硬绿泥石
- 石　墨

**鳞片状集合体**
- 绢云母
- 钠云母
- 滑　石
- 水镁石
- 伊利石
- 高岭石
- 蒙脱石
- 叶蜡石
- 三水铝石

**自形晶体**
**六方柱状**
- 霞　石
- 电气石
- 绿柱石
- 磷灰石
- 刚　玉

**四方柱状**
- 黄长石
- 符山石
- 方柱石
- 锆石
- 金红石
- 锡石

**斜方柱状**
- 顽辉石
- 紫苏辉石
- 古铜辉石
- 直闪石
- 铅直闪石
- 橄榄石
- 黝帘石
- 黄玉
- 红柱石
- 十字石

**单斜柱状**
- 单斜辉石
- 单斜角闪石
- 斜黝帘石
- 绿帘石

**三斜柱状**
- 斜长石
- 蓝晶石

**六方板状**
- 赤铁矿
- 钛铁矿

**斜方板状**
- 黝帘石
- 一水硬铝石
- 重晶石
- 天青石

**单斜板状**
- 长　石
- 斜黝帘石
- 绿帘石
- 粒硅镁石
- 独居石

**三斜板状**
- 长　石
- 蓝晶石

**楔　形**
- 毒　砂
- 榍　石
- 斧　石

**菱　形**
- 方解石族
- 白云母族
- 菱沸石

**立方体**
- 钙钛矿
- 萤　石
- 方镁石

**四角三八面体**
- 白榴石
- 方沸石

**八面体**
- 钙钛矿
- 方镁矿
- 尖晶石
- 方石英
- 石榴石

**菱形十二面体**
- 方钠石族
- 石榴石族

**特殊形态**
**含嵌晶、变嵌晶**
- 紫苏辉石
- 普通辉石
- 直闪石-铝直闪石
- 堇青石
- 红柱石
- 石榴石
- 十字石

**文象交生**
- 石英-碱性长石

**蠕虫状**
- 石　英

**条纹状**
- 钠长石
- 更长石
- 钾长石(反条纹)

**溶离页片**
- 透辉石(紫苏辉石中)
- 透辉石(易变辉石中)
- 紫苏辉石(普通辉石中)

## 表 4-8 矿物的解理检索表

| 一组 | 矽线石{010} | 长石{001},{010} | 三组,柱面加轴面 |
|---|---|---|---|
| 白云母{001} | 黄 玉{001} | 针钠沸石{001},{010} | 浊沸石{110},{010} |
| 锂云母{001} | 独居石{001} | 硅灰石{100} | 文 石{110},{010} |
| 金云母{001} | 刚 玉{0001}裂开 | 钙十字石{001},{010} | 菱锶矿{110},{010} |
| 黑云母{001} | 三水铝石{001} | 交沸石{001},{010} | 天青石{110},{001} |
| 黑硬绿泥石{001} | 一水硬铝石{010} | 蓝晶石{010},{100} | 重晶石{110},{001} |
| 橄榄石{010} | 水镁石{0001} | | |
| 绿泥石{001} | 钠明矾石{0001} | 二组,交角 56°、124° | 三组,全部轴面 |
| 滑 石{001} | 赤铁矿{0001}裂开 | 角闪石族 | 硅灰石{100},{001},{$\bar{1}$02} |
| 铁滑石{001} | 针铁矿{010} | | 蓝晶石{100},{010},{001}裂开 |
| 叶蜡石{001} | | 三组,立方体 | 硬石膏{100},{010},{001} |
| 粘土矿物{001} | 二组(柱面),交角 90°或近 90° | 方沸石 | 石 膏{010},{100},{$\bar{1}$01} |
| 片沸石{010} | | 方镁石 | |
| 杆沸石{010} | 辉 石{110} | | 四组,八面体 |
| 丝光沸石{010} | 锂辉石{110} | 三组,六方柱 | 尖晶石 |
| 辉沸石{010} | 钠沸石{110} | 钙霞石 | 萤 石 |
| 柱沸石{010} | 中性针沸石{301},{$\bar{3}$01} | 钠菱沸石 | |
| 角眼石{001} | 钙沸石{110} | | 四组,两个柱面、两个轴面 |
| 葡萄石{001} | 方柱石{100} | 三组,菱面体 | |
| 黝帘石{100} | 红柱石{110} | 菱沸石 | 硬柱石{010},{001},{110} |
| 斜黝帘石{001} | | 刚玉(裂开) | |
| 绿帘石{001} | 二组(轴面),交角 90°或近 90° | 方解石族 | 六组,十二面体 |
| 斧 石{100} | | 赤铁矿(裂开) | 方钠石、闪锌矿 |

## 表 4-9 矿物的颜色检索表

| 褐 色 | 粒硅镁石 | 金红石 | 电气石 | 紫 色 | 红 色 |
|---|---|---|---|---|---|
| 均质体 | 普通辉石 | 直闪石 | 紫苏辉石 | 均质体 | 均质体 |
| 褐帘石 | 钛辉石 | 铝直闪石 | 透辉石 | 萤 石 | 尖晶石 |
| 尖晶石 | 易变辉石 | 锂云母 | 霓 石 | 钙钛矿 | 胶铝矿 |
| 闪锌矿 | 直闪石 | 金云母 | 韭闪石 | 非均质体 | 胶磷矿 |
| 铬铁矿 | 镁铁闪石 | 铁橄榄石 | 绿帘石 | 蓝闪石 | 非均质体 |
| 胶磷矿 | 锂云母 | 绿泥石 | 橄榄石 | 钠闪石 | 氧角闪石 |
| 胶铝矿 | 榍 石 | 绿帘石 | 硬绿泥石 | 蓝线石 | 伊丁石 |
| 火山玻璃 | 三水铝石 | 粒硅镁石 | | 黑电气石 | 铁黑云母 |
| 石榴石 | | 硅镁石 | 蓝 色 | 锂云母 | 红帘石 |
| 钙钛矿 | 黄 色 | 十字石 | 均质体 | | 金红石 |
| 非均质体 | 均质体 | 独居石 | 蓝方石 | 粉红色 | 赤铁矿(边缘) |
| 普通角闪石 | 胶磷矿 | | 黝方石 | 均质体 | |
| 绿钠闪石 | 胶铝矿 | 绿 色 | 尖晶石 | 镁铝榴石 | 灰、黑色 |
| 氧角闪石 | 铬尖晶石 | 均质体 | 萤 石 | 铁铝榴石 | 均质体 |
| 钠铁闪石 | 火山玻璃 | 尖晶石 | 非均质体 | 锰铝榴石 | 方钠石族 |
| 黑云母 | 闪锌矿 | 石榴石 | 蓝闪石 | 钙铁榴石 | 黑榴石 |
| 金云母 | 石榴石 | 非均质体 | 钠闪石 | 方沸石 | 钛榴石 |
| 铁云母 | 钙钛矿 | 霓辉石 | 钠铁闪石 | 非均质体 | 非均质体 |
| 伊丁石 | 绕绿石 | 阳起石 | 蓝线石 | 紫苏辉石 | 钠闪石 |
| 鳞绿泥石 | 非均质体 | 普通角闪石 | 电气石 | 霓 石 | 铁黑云母 |
| 黑硬绿泥石 | 普通角闪石 | 绿钠闪石 | 绿柱石 | 黝帘石 | 红帘石 |
| 电气石 | 钠闪石 | 黑云母 | 蓝晶石 | (锰黝帘石) | 黑电气石 |
| 金红石 | 黑云母 | 绿泥石 | 紫苏辉石 | 红帘石 | 硬绿泥石 |
| 赤铁矿 | 黑硬绿泥石 | 黑硬绿泥石 | 刚 玉 | 蓝线石 | 榍 石 |
| 针铁矿 | 红帘石 | 海绿石 | 青石棉 | 电气石 | |
| 褐帘石 | 电气石 | 铁蛇纹石 | 天蓝石 | 红柱石 | |

## 表 4-10 矿物的光轴角检索表

| (+)2V (度) | 矿物名称 | (−)2V (度) | 矿物名称 |
|---|---|---|---|
| 0～小 | 绿泥石 | 0 | 黑硬绿泥石 |
| 0～40 | 三水铝石(氢氧铝石、水铝氧石) | 0 | 锂云母(黑鳞云母) |
| 0～55 | 片沸石 | 0～小 | 绿泥石 |
| 0～60 | 黝帘石 | 0～10 | 金云母 |
| 6～19 | 独居石 | 0～33 | 蒙脱石 |
| 10～85 | 绿纤石 | 0～35 | 黑云母 |
| 17～50 | 榍 石 | 0～64 | 透长石 |
| 20～30 | 矽线石 | 5～10 | 伊利石(水白云母、伊利水云母) |
| 36～70 | 硬绿泥石 | 6～30 | 滑 石 |
| 37 | 重晶石 | 7 | 菱锂矿 |
| 42 | 硬石膏 | 8 | 白铅矿 |
| 42～60 | 普通辉石 | 10～24 | 海绿石 |
| 42～76 | 堇青石 | 16 | 毒重石 |
| 44～67 | 黄 玉 | 18 | 文 石 |
| 47～75 | 杆沸石 | 20～52 | 蓝线石 |
| 50～60 | 针钠钙石 | 20～55 | 高岭石 |
| 50～62 | 透辉石-镁铁辉石 | 25～47 | 浊沸石 |
| 51 | 天青石 | 25～63 | 锂云母 |
| 53～70 | 韭闪石 | 25～68 | 绿高岭石(绿脱石、囊脱石) |
| 54～66 | 锂辉石 | 27～60 | 蛇纹石 |
| 58 | 钠沸石 | 29～47 | 白云母(一般为 40°～45°) |
| 58 | 石 膏 | 30～49 | 辉沸石 |
| 58～90 | 顽辉石 | 30～60 | 歪长石 |
| 59～90 | 直闪石-铝直闪石 | 35～42 | 硅灰石 |
| 60～75 | 硫酸铅矿 | 35～90 | 鳞石英 |
| 60～90 | 硬 玉 | 36～58 | 钙沸石 |
| 60～90 | 斜黝帘石 | 40 | 珍珠陶土 |
| 60～80 | 钙十字沸石 | 40～90 | 褐帘石 |
| 64～69 | 葡萄石 | 41～69 | 蓝闪石 |
| 65～90 | 镁铁闪石 | 44～84 | 微斜长石 |
| 66 | 地开石 | 44～85 | 正长石 |
| 68～81 | 硅镁石 | 45～65 | 紫苏辉石 |
| 70～89 | 粒硅镁石 | 47～90 | 橄榄石(铁橄榄石超过 13%) |
| 79～90 | 十字石 | 52～83 | 浅闪石 |
| 79～85 | 硬柱石 | 52～89 | 普通角闪石 |
| 80(可变) | 中性针沸石 | 57 | 叶蜡石 |
| 82～90 | 橄榄石(富镁变种) | 60～70 | 莫石(锥辉石) |
| 84～85 | 一水硬铝石 | 60～85 | 古铜辉石 |
| 90 | 珍珠陶土 | 65～85 | 氧角闪石(玄武角闪石) |
| | | 65～90 | 绿帘石 |
| | | 70～83 | 斧 石 |
| | | 74 | 硅硼钙石 |
| | | 75～85 | 钛角闪石 |
| | | 75～86 | 红柱石 |
| | | 80～88 | 透闪石-阳起石 |
| | | 80～90 | 钠闪石 |
| | | 82～83 | 蓝晶石 |
| | | 84～90 | 铁闪石 |

## 表 4-14 矿物中文名称索引

（按汉语拼音字母音序排列，数字代表矿物所在页码）


A

埃洛石 84

B

白榴石 50
白钨矿 61
白云母 25
白云石 82
白透辉石 8
白钛矿 77
倍长石 31

C

赤铁矿 77
磁黄铁矿 77
磁铁矿 77
次透辉石 9

D

蛋白石 79
地开石 83
钝钠辉石 12
多水高岭石 84
电气石 58

E

鳊绿泥石 64

F

方沸石 48
方解石 80
方铅矿 77
方镁石 51
方钠石 48
方石英 46
方柱石 55
沸　石 62
符山石 39

G

刚　玉 39
钙长石 31
钙沸石 62
钙铬榴石 52
钙铝榴石 52
钙镁橄榄石 4
钙铁榴石 52
钙铁辉石 14
钙霞石 54
锆　石 60
高岭石 83
铬尖晶石 51
铬透辉石 8
铬铁矿 77
古铜辉石 7
贵橄榄石 3
硅灰石 67
硅镁石 67

H

海绿石 87
含铬透辉石 8
含钛次透辉石 9
含钛普通辉石 10
褐帘石 73
褐铁矿 77
黑电气石 59
黑云母 27
黑榴石 52
红柱石 68
滑　石 65
黄　晶 65
黄绿石 52
黄长石 57
黄铁矿 77
黄铜矿 77
黄　玉 65
辉沸石 62
辉钼矿 77
火山玻璃 48

J

假蓝宝石 76
假象纤闪石 19
尖晶石 51
胶磷矿 79
胶岭石 84
胶铝矿 80
金红石 61
金绿宝石 75
金云母 29
堇青石 62
韭闪石 22
菊花石 68
绢云母 27
绢　石 7

K

孔雀石 89
柯石英 47
空晶石 68

L

拉长石 31
蓝方石 50
蓝晶石 74
蓝闪石 24
蓝线石 70
锂电气石 59
锂云母 29
粒硅镁石 66
利蛇纹石 63
磷灰石 58
磷绿泥石 64
鳞石英 46
菱沸石 62
菱镁矿 82
菱铁矿 83
铝直闪石 17
绿高岭石 85
绿辉石 14
绿帘石 71
绿泥石 64
绿纤石 72
绿松石 89
绿脱石 85
绿柱石 57

M

黄来石 69
镁电气石 59
镁橄榄石 1
镁尖晶石 51
镁铝榴石 52
镁铁尖晶石 51
镁铁闪石 18
蒙脱石 84
锰铝榴石 52

N

钠长石 31
钠沸石 62
钠闪石 23
钠铁闪石 24

续表 4-11


钠柱石 55
钠云母 25
囊脱石 85
霓辉石 13
霓　石 12

O

欧　泊 79

P

片沸石 62
葡萄石 66
普通辉石 10
普通角闪石 21

Q

浅闪石 21
青金石 50
青石棉 23
氢氧铝石 87
氢氧镁石 56
蔷薇辉石 76

R

软　玉 20
蛇绿泥石 64

S

三水铝石 87
蔷　石 88
闪锌矿 52
烧绿石 52
蛇纹石 63
十字石 75
石　膏 85
石　墨 77
石　英 45
石榴石 51
水白云母 85
水菱镁矿 56
水铝石 88
水铝氧石 87
水镁石 56

T

钛辉石 10
钛普通辉石 10
钛次透辉石 9
钛角闪石 22
钛铁矿 77
钛榴石 52
天蓝石 69
天青石 86
条纹长石 44
铁白云石 82
铁橄榄石 3
铁尖晶石 51
铁锂云母 30
铁铝榴石 52
铁绿泥石 64
铁闪石 18
铁次透辉石 9
铁云母 28
透辉石 8
透长石 42
透闪石 19
透铁橄榄石 3

W

歪长石 44
顽辉石 7
微晶高岭石 84
微斜长石 43
温石棉 63
文　石 88
钨酸钙矿 61

X

矽线石 70
锡　石 61
霞　石 54
纤维蛇文石 63
斜硅镁石 67
斜顽辉石 10
斜绿泥石 64
斜黝帘石 72
锡　石 77
锌尖晶石 51
玄武闪石 22

Y

阳起石 20
氧角闪石 22
叶蜡石 65
叶绿泥石 64
叶蛇纹石 63
一水硬铝石 88
伊丁石 68
伊利石 85
伊利水云母 85
易变辉石 11
异剥石 8
萤　石 48
硬绿泥石 73
硬石膏 86
硬水铝石 88
硬　玉 14
硬柱石 71
黝方石 49
黝帘石 72
玉　髓 80
晕长石 31

Z

自生石英 80
珍珠陶土 84
正长石 43
中长石 31
中性针沸石 62
中柱石 55
重晶石 86
直闪石 17
浊沸石 62
锥辉石 12
紫苏辉石 8

# 主 要 参 考 文 献


北京大学地质系岩矿教研室，1979，光性矿物学。北京：地质出版社。

池际尚、吴国忠，1983，费德洛夫法。北京：地质出版社。

坪井诚太郎著，苏树春译，1980，斜长石光性鉴定表。北京：地质出版社。

洛多奇尼柯夫 B H著，朱星垣译，1956，最主要的造岩矿物。北京：地质出版社。

罗吉斯 A E，凯尔 P E著，李学清、孙勐译，1956，光性矿物学。北京：地质出版社。

穆尔豪斯 W W著，马志先等译，1986，岩石薄片研究入门。北京：地质出版社。

潘兆橹，1984，结晶学及矿物学。北京：地质出版社。

邱家骧、郎道乾，1981，油浸法。北京：地质出版社。

苏树春，1982，碱性长石的光学鉴定。北京：地质出版社。

王德滋，1975，光性矿物学。上海：上海科学技术出版社。

曾广策，1997，透明造岩矿物与宝石晶体光学。武汉：中国地质大学出版社。

Deer W A等著，谢宇平等译，1983，造岩矿物(二卷A)。北京：地质出版社。

Винчелл Н Н，1953，Оптическая минералогия. Москва：Иностранная литература.

Трёгер В Е，1980，Оптическое определение породообразующих минералов. Москва：Недра.

Флейшр М，Уилкокс Р，Матцко Дж.，1987，Микроскопическое определение прозрачных минералов. Ленинград：Недра.