

高等学校试用教材

# 结晶学及矿物学

武汉地质学院矿物教研室编

下 册

地质出版社

高等学校试用教材

# 结晶学及矿物学

下 册

武汉地质学院矿物教研室 编

地质出版社

结晶学及矿物学

下册

武汉地质学院矿物教研室 编

\*

地质部 教育司教材室编辑

地质出版社 出版

地质印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

1979年11月北京第一版·1979年11月北京第一次印刷

印数1—11,390册·定价2.30元

统一书号：15038·教67



# 前 言

本教材系根据国家地质总局1977年9月召开的地质教材会议的决定编写的，供高等院校地质、勘探专业结晶学及矿物学课程使用；总学时数为150学时。

由于目前尚无统一的教学大纲，在编写前我们草拟了编写提纲函寄有关兄弟院校，征求了宝贵的意见。

本教材以北京地质学院（现武汉地质学院）矿物教研室历年编写的结晶学及矿物学为主要蓝本，其中矿物各论部分系根据我室所编“系统矿物学”一书的初稿缩编而成。在编写过程中还参阅了部分兄弟院校的教材和近年来出版的有关图书资料。

本教材共分上、下两册。上册包括第一部分结晶学基础和第二部分矿物学：第一篇矿物通论；下册为第二部分第二篇矿物各论。

本教材由我室结晶学及矿物学教材编写小组负责编写。结晶学基础、矿物的分类及命名及硅酸盐概述由潘兆橹执笔；矿物学绪论、矿物的化学成分、矿物的物理性质、矿物的鉴定法和研究法、矿物鉴定简表、矿物名称索引和架状硅酸盐由邵洁涟执笔；矿物的形态、矿物的成因和链状硅酸盐由陈升平执笔；其余全部矿物各论由赵爱醒执笔。陈代璋负责拍摄照片；周春荣、唐远清负责图件的请绘；刘淑贞、朱宝华参加了图件的植字工作；在编写过程中教研室的同志们特别是“系统矿物学”编写小组给予了大力支持和协助。初稿完成后由潘兆橹、邵洁涟进行了统一修改定稿。但由于交稿时间十分仓促，且限于编者水平，内容错误不当之处在所难免，希望使用本教材的同志们提出宝贵的意见，以便修订时改正。

武汉地质学院矿物教研室

1978年8月

## 第二部分 矿物学

# 目 录

## 第二部分 矿 物 学

### 第二篇 矿物各论

第七章 矿物的分类及命名 .....	1
一、矿物的分类 .....	1
二、矿物的命名 .....	3
附：矿物鉴定简表 .....	5
第八章 第一大类 自然元素 .....	7
第一类 自然金属元素 .....	8
铜族：自然金，自然铜 .....	8
铂族 .....	10
自然铂亚族：自然铂，自然钯，自然铑 .....	11
自然钨亚族：自然钨，钨铁矿，六方钨铁矿 .....	12
第二类 自然半金属元素 .....	13
铋族：自然铋 .....	13
第三类 自然非金属元素 .....	13
硫族：自然硫 .....	13
金刚石族：金刚石 .....	15
石墨族：石墨 .....	17
第九章 第二大类 硫化物及其类似化合物 .....	19
第一类 简单硫化物 .....	21
辉铜族：辉铜矿 .....	21
辉银矿族：辉银矿 .....	22
方铅矿族：方铅矿，硫锰矿 .....	23
闪锌矿族 .....	24
闪锌矿亚族：闪锌矿 .....	24
纤维锌矿亚族：纤维锌矿 .....	25
辰砂族：辰砂 .....	27
黄铜矿族 .....	28
黄铜矿亚族：黄铜矿 .....	28
黝锡矿亚族：黝锡矿 .....	29
斑铜矿族：斑铜矿 .....	30
磁黄铁矿族：磁黄铁矿，红砷镍矿 .....	30
镍黄铁矿族：镍黄铁矿 .....	32

辉铋矿族: 辉铋矿, 辉铋矿	33
铜蓝族: 铜蓝	35
雌黄族: 雌黄	35
雄黄族: 雄黄	36
辉钼矿族: 辉钼矿	37
第二类 复硫化物	38
黄铁矿-白铁矿族	38
黄铁矿亚族: 黄铁矿	38
白铁矿亚族: 白铁矿	40
辉砷钴矿-毒砂族	41
辉砷钴矿亚族: 辉砷钴矿	41
毒砂亚族: 毒砂	42
第三类 硫酸盐	43
铜的硫酸盐	43
黝铜矿族: 黝铜矿—砷黝铜矿	43
银的硫酸盐	44
硫砷银矿族: 硫砷银矿, 硫铋银矿	44
铅的硫酸盐	46
脆硫铋铅矿族: 脆硫铋铅矿	46
斜硫铋铅矿族: 斜硫铋铅矿	46
第十章 第三大类 氧化物和氢氧化物	47
第一类 氧化物	47
赤铜矿族: 赤铜矿	49
刚玉族: 刚玉, 钛铁矿, 赤铁矿	50
金红石族: 金红石, 锐钛矿, 板钛矿, 锡石, 软锰矿	54
晶质铀矿族: 晶质铀矿, 方钍石	59
石英族: $\alpha$ -石英, $\beta$ -石英, $\alpha$ -鳞石英, $\beta$ -鳞石英, $\alpha$ -方英石, $\beta$ -方英石, 蛋白石	61
尖晶石族: 尖晶石, 铬铁矿, 磁铁矿	67
赭石: 黄铋华, 铋华, 铋华, 铅黄, 块黑铅矿, 钼华, 神华, 钨华	71
铋钽铁矿族: 铋铁矿—钽铁矿	74
烧绿石族: 烧绿石, 细晶石	76
易解石族: 易解石	78
褐钇铈矿族: 褐钇铈矿, 黄钇铈矿	79
黑稀金矿族: 黑稀金矿, 复稀金矿	80
第二类 氢氧化物	81
镁的氢氧化物	82
水镁石	82
铝的氢氧化物	84
硬水铝石, 一水软铝矿, 三水铝石	85
铁的氢氧化物	87
针铁矿, 纤铁矿	88
锰的氢氧化物	89
水锰矿, 硬锰矿	89

第十一章 第四大类 含氧盐 (一)	91
第一类 硅酸盐	91
概述	91
一、晶体化学特点	91
1. 化学成分	91
2. 硅氧骨干	91
3. 铝的作用	95
4. Si—O键的性质	96
5. 离子堆积	97
6. 阳离子配位	97
7. 类质同象	99
8. 附加阴离子	100
9. 硅酸盐中的“水”	101
二、形态与物理性质	101
三、成因及产状	102
第一亚类 岛状结构硅酸盐	102
锆石族: 锆石	102
橄榄石族: 镁橄榄石, 铁橄榄石	104
石榴子石族	107
硅镁石族: 粒硅镁石, 硅镁石	111
红柱石族: 红柱石, 蓝晶石	113
黄玉族: 黄玉	116
十字石族: 十字石	117
楣石族: 楣石	118
异极矿族: 异极矿	119
符山石族: 符山石	121
绿帘石族: 黝帘石, 绿帘石, 褐帘石	122
绿柱石族: 绿柱石, 堇青石	127
电气石族: 电气石	129
第二亚类 链状结构硅酸盐	131
辉石族:	131
斜方辉石亚族: 顽火辉石, 紫苏辉石	134
单斜辉石亚族: 透辉石—钙铁辉石, 普通辉石, 硬玉, 霓石—霓辉石, 钙辉石	137
硅灰石族: 硅灰石	144
蔷薇辉石族: 蔷薇辉石	145
角闪石族:	146
斜方角闪石亚族: 直闪石	149
单斜角闪石亚族: 透闪石, 阳起石, 普通角闪石, 蓝闪石, 钠铁闪石	150
夕线石族: 夕线石	156
第三亚类 层状结构硅酸盐	157
滑石族: 滑石, 叶蜡石	157
云母族	160
白云母亚族: 白云母	163



黑云母亚族: 黑云母, 金云母, 锂云母, 铁锂云母 .....	164
水云母族: 水白云母, 蛭石, 海绿石 .....	167
绿泥石族 .....	170
高岭石族: 高岭石 .....	171
蛇纹石族: 蛇纹石 .....	173
多水高岭石族: 多水高岭石 .....	174
蒙脱石族: 蒙脱石, 绿高岭石 .....	176
葡萄石族: 葡萄石 .....	178
第四亚类 架状结构硅酸盐 .....	179
长石族 .....	179
钾长石亚族: 透长石, 正长石, 钾微斜长石 .....	183
斜长石亚族: 斜长石 .....	189
霞石族: 霞石 .....	194
白榴石族: 白榴石, 铯榴石 .....	195
方钠石族: 方钠石, 黝方石 .....	197
钙霞石族: 钙霞石 .....	198
日光榴石族: 日光榴石, 香花石 .....	199
方柱石族: 方柱石 .....	200
沸石族: 钠沸石, 钙沸石, 片沸石, 方沸石, 菱沸石, 丝光沸石 .....	202
第十二章 第四大类 含氧盐 (二) .....	208
第二类 硼酸盐 .....	208
含水硼酸盐 .....	209
硼砂, 钠硼解石 .....	209
无水硼酸盐 .....	211
硼镁石, 硼镁铁矿, 方硼石 .....	211
第三类 磷酸盐、砷酸盐、钒酸盐 .....	213
独居石族: 独居石, 磷钇矿 .....	213
磷灰石族: 磷灰石, 磷钼铅矿, 砷铅矿, 钒铅矿 .....	215
磷铝石族: 磷铝石 .....	218
臭葱石族: 臭葱石 .....	218
绿松石族: 绿松石 .....	219
蓝铁矿族: 蓝铁矿, 钴华, 镍华 .....	220
铜铀云母族: 铜铀云母, 钙铀云母, 翠砷铜铀矿, 变翠砷铜铀矿, 钒钙铀矿, 钒钾铀矿 .....	221
第四类 钨酸盐、钼酸盐 .....	223
钨锰铁矿(黑钨矿)族: 钨锰铁矿 .....	224
白钨矿族: 白钨矿 .....	225
钼铅矿族: 钼铅矿 .....	226
第五类 铬酸盐 .....	227
铬铅矿族: 铬铅矿 .....	227
第六类 硫酸盐 .....	228
重晶石族: 重晶石, 天青石, 铅矾 .....	229
石膏与硬石膏族: 石膏, 硬石膏 .....	232
芒硝族: 芒硝, 无水芒硝, 泻利盐 .....	234

明矾石族: 明矾石, 黄钾铁矾 .....	236
矾类: 胆矾, 水绿矾 .....	237
第七类 碳酸盐 .....	238
方解石族: 方解石, 菱镁矿, 菱铁矿, 菱锌矿, 白云石 .....	241
文石族: 文石, 碳酸锶矿, 碳酸钡矿, 白铅矿, 钡解石 .....	250
孔雀石族: 孔雀石, 蓝铜矿 .....	255
氟碳铈矿族: 氟碳铈矿 .....	257
第八类 硝酸盐 .....	258
钠硝石族: 钠硝石, 钾硝石 .....	258
第十三章 第五大类 卤化物 .....	260
氟化物类 .....	260
萤石族: 萤石 .....	260
氟镁石族: 氟镁石 .....	262
氯化物、溴化物、碘化物类 .....	263
石盐族: 石盐, 钾盐 .....	264
光卤石族: 光卤石 .....	265
矿物名称对照 (一) .....	267
矿物名称对照 (二) .....	272
主要参考书 .....	276

## 第二篇 矿物各论

### 第七章 矿物的分类及命名

#### 一、 矿物的分类

为了系统、全面地研究矿物，为了在其本质及其相互联系中，寻求全面的系统的规律，就必须对矿物进行科学分类。

矿物的分类方法很多，以往曾采用纯粹的化学分类，只以矿物的化学成分做为分类依据，那是不够全面的。

比较合理的矿物分类是按晶体化学原则所作的分类，它是从矿物本质的内在联系着眼。把矿物的成分、结构作为分类的依据。矿物的本质是成分和结构的统一。他们决定了矿物本身的性质，并与一定的生成条件有关，在一定程度上也反映了自然界化学元素结合的规律。

按晶体化学原则所作的矿物分类体系如下表（表7-1）。

表 7-1 矿物的晶体化学分类体系

类 别	划 分 依 据	举 例
大 类	①化合物类型②化学键	含氧盐大类
类	阴离子或络阴离子种类	硅酸盐类
(亚类)	络阴离子构造	架状结构硅酸盐亚类
族	晶体结构和阳离子性质	长石族
(亚族)	阳离子种类	正长石亚族
种	一定的结构和一定的成分	正长石 $K[AlSi_3O_8]$
(亚种) (异种)	晶体结构相同，成分或物性稍异	钠正长石 $(Na,K)[AlSi_3O_8]$

矿物分类的基本单位是种。所谓“种”，应当把它理解为具有一定的晶体结构和一定的化学成分的独立单位。这里所谓的“一定”也是有相对意义的，由于类质同象的代换，它们可以在一定的范围内产生变化。

对于连续类质同象系列，通常可根据端员组份所占的不同比例而划分为几个矿物种。如橄榄石的类质同象系列可分为镁橄榄石 $Mg_2[SiO_4]$ —橄榄石 $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$ —铁橄榄石 $Fe_2[SiO_4]$ 三个矿物种，而斜长石系列则分为六个矿物种。不同作者对某些系列的划分方法也可能有所不同，也有的作者把一个连续类质同象系列视为一个种，其下再进一步划分亚种。

对于同质多象的各个变体，虽然它们的化学成分相同，但晶体结构不同，性质各异，因此它们各自应被视为独立的矿物种。

异种（亦称为变种或亚种）的晶体结构相同，但成分或物性稍异，划分的标志如下：

1. 成分稍异 如黄铁矿 ( $\text{FeS}_2$ ) 中, 含有一定量的 Co, 而形成异种钴黄铁矿 ( $\text{Fe, CoS}_2$ )。

2. 物性稍异 如水晶一般无色透明, 而其异种紫水晶具有特征的紫色。

对于多型的不同变体, 由于它们成分相同, 在结构和性质上的差异也很小, 一般仍把它们视为是属于同一个矿物种。

根据上述分类原则, 本书对矿物采用如下的具体分类:

#### 第一大类 自然元素

第一类 自然金属元素

第二类 自然半金属元素

第三类 自然非金属元素

#### 第二大类 硫化物及其类似化合物

第一类 简单硫化物

第二类 复硫化物

第三类 硫盐

#### 第三大类 氧化物和氢氧化物

第一类 氧化物

第二类 氢氧化物

#### 第四大类 含氧盐

第一类 硅酸盐

第二类 硼酸盐

第三类 磷酸盐、砷酸盐、钒酸盐

第四类 钨酸盐、碳酸盐

第五类 铬酸盐

第六类 硫酸盐

第七类 碳酸盐

第八类 硝酸盐

#### 第五大类 卤化物

以上皆为无机矿物, 本书内未列入有机矿物。

除了上述晶体化学分类之外, 矿物还有一种工业分类, 它是以金属成分或主要可被利用的物理性质做为分类依据的。这种分类对于找矿勘探工作者也有一定的价值。工业分类体系如下。

#### 第一大类 金属矿物

是指用以提炼各种金属元素的矿物。工业上根据金属的特点及其在工业中的应用情况将金属作如下分类。

1. 黑色金属: 铁(Fe)、锰(Mn)、铬(Cr)、钛(Ti)等。

2. 有色金属: 铜(Cu)、铅(Pb)、锌(Zn)、铝(Al)、镁(Mg)等。

3. 特种金属:

①用于黑色金属中炼特种钢和合金的: 钒(V)、镍(Ni)、钴(Co)、钨(W)、钼(Mo)等。

②用于其他工业部门的: 锡(Sn)、铋(Bi)、砷(As)、锑(Sb)、汞(Hg)等。

4. 贵金属: 金(Au)、银(Ag)、铂(Pt)及铂族金属钯(Pb)、钨(Os)、铱(Ir)、铑(Rh)、钌(Ru)等。

5. 放射性金属: 铀(U)、钍(Th)、镭(Ra)等。

6. 稀土及稀有金属: 钽(Ta)、铌(Nb)、铍(Be)、锆(Zr)、铪(Hf)、锂(Li)、铷(Rb)、铯(Cs)、镉(Cd)、镓(Ga)、锗(Ge)、铟(In)、铟(Re)、铈(Ce)、镧(La)、钇(Y)等。

### 第二大类 非金属矿物

本大类矿物工业上主要利用其物理性质, 或作为化工原料。依据它们在工、农业各个部门的应用, 可进一步分类如下。

1. 化工原料: 如石盐、自然硫、黄铁矿、明矾石、重晶石、硼砂等。

2. 冶金材料(熔剂): 如萤石、方解石等。

3. 耐火材料: 如石棉、耐火粘土、白云石、菱镁矿、石墨等。

4. 陶瓷原料: 如高岭石、长石等。

5. 农业原料(农肥及农药): 如磷灰石、钾盐、雄黄、雌黄等。

6. 研磨材料: 如金刚石、刚玉、石榴子石等。

7. 建筑材料: 如石膏、蛭石等。

8. 光学材料: 如冰洲石、石英、萤石等。

9. 电器材料: 如白云母、石英等。

10. 宝石原料: 如金刚石、水晶、黄玉、石榴子石、刚玉、玛瑙、绿柱石、软玉、硬玉、孔雀石、绿松石等。

## 二、 矿物的命名

每一种矿物都有它自己固定的名称。矿物命名有各种不同的依据, 有的是根据矿物本身的特征, 如化学成分、形态、物理性质等命名的, 有的是以发现该矿物的地点或人的名字来命名的。但以矿物特征命名的为多, 这有助于熟悉该矿物的成分和性质。现举例说明如下表(表7-2)。

表7-2 矿物命名举例

命名依据	举 例
成 分 性 质	钨锰铁矿 ( $Mn, Fe$ ) $WO_4$ , 银金矿 ( $Au, Ag$ )。 重晶石 (比重大), 方解石 (具菱面体解理), 孔雀石 (孔雀绿色), 天青石 (天青色), 蛇纹石 (颜色斑驳如蛇皮)。
成分及性质	赤铜矿 ( $Cu_2O$ 红色), 黄铜矿 ( $CuFeS_2$ 铜黄色), 辉铋矿 ( $Sb_2S_3$ 金属光泽), 方铅矿 ( $PbS$ 立方体晶形及解理), 磁铁矿 ( $Fe_3O_4$ 具强磁性)。
形 态	石榴子石 (四角三八面体或菱形十二面晶体状似石榴子), 十字石 (双晶呈十字形)。
形态及物性	红柱石 (红色、柱状晶体), 绿柱石 (绿色、柱状晶体)。
地 名	香花石 (发现于我国香花岭), 高岭石 (我国江西高岭地方产者最著名)。
人 名	章氏硼镁石 (英文名Hungtasoite可译为鸿钊石) 为纪念我国地质学家章鸿钊而命名。

在矿物命名方面，我国有着悠久的历史，如水晶、雄黄等名称，在二千多年前的古籍《山海经》中就有记载，这些矿物名称至今仍在沿用。

我国习惯上对于呈现金属光泽的或者是可以从中提炼金属的矿物，往往称之为××矿，如黄铜矿、方铅矿等；对于非金属光泽的矿物，往往称之为××石，如方解石、重晶石等；对于宝石类矿物，常称之为×玉，如刚玉、软玉；对于地表次生矿物，常称之为×华，如钴华、钨华等。

我国现用矿物种名称，除沿用我国所固有的名称或为我国所发现的矿物由我国命名者外，还有很多系根据外文名称翻译而来，中译名大多是根据矿物的成分间或考虑一些形态，物性特点来定名的，也有的系采用音译，其中包括一些以地名命名的矿物。现在世界上已知矿物已达三千余种，种类繁多，成分错综复杂，但目前译名尚无统一的原则，这有时就会造成一些混淆，极待进一步整理统一。

矿物鉴定简表

矿物		其它特征		矿物名称
条痕	颜色呈银白、锡白、铅灰、铜灰、铁黑色	硬度 < 5.5	有明显解理	
条痕呈黑色 (或金属彩色) (金属光泽为主)	颜色呈其它金属彩色 (铜红、金黄、蓝、铜黄等)	硬度 < 5.5	有明显解理	石墨、辉钼矿、方铅矿、辉铋矿、自然砷、硫磷铅矿、硫锰矿
		硬度 ≥ 5.5	无明显解理	辉银矿、辉铜矿、黝铜矿、自然矿、粗铂矿、自然银、晶质铀矿、硼铁矿、软锰矿、硬锰矿、石墨、辉钼矿
条痕呈褐、红、黄色 (半金属光泽、金刚光泽)	硬度 ≤ 2.5	硬度 < 5.5		辉砷钴矿、毒砂、钛磁铁矿、沥青铀矿、钛铁矿、磁铁矿、软锰矿、硬锰矿
		硬度 ≥ 5.5		铜蓝、自然铋、自然金、自然铜、斑铜矿、黄铜矿、镍黄铁矿、磁黄铁矿、红砷镍矿、细粒黄铁矿
		颜色红、褐色		白铁矿、黄铁矿、辉砷钴矿
		颜色黄色		辰砂、雄黄、铅华、钴华、褐铁矿、粉末状赤铁矿、脂铅铀矿
条痕呈蓝、绿色 (金刚光泽、玻璃光泽)	硬度 ≥ 5.5	硬度 2.5—5.5		自然硫、雌黄、钨华、钼华、铅华、铅黄、铋华、粉末状硫磺矿、钙铀云母
		硬度 ≥ 5.5		铅矿、彩铅铅矿、褐铁矿、硫磺矿、闪锌矿、黑钨矿、赤铜矿、赤铁矿、脂铅铀矿、黄钾铁矾、水锰矿、硫砷银矿、硫磷银矿、晶质铀矿、黄绿石、细晶石、易解石、黑稀金矿
条痕呈蓝、绿色 (金刚光泽、玻璃光泽)	硬度 ≥ 5.5	硬度 ≥ 5.5		磁铁矿、赤铁矿、蛭—钼铁矿、钛铁矿、钛铁矿、板钛矿、黑稀金矿、易解石、晶质铀矿、金红石、磷石
				铜轴云母、钙轴云母、硅孔雀石、胆矾、镍华、孔雀石、蓝铜矿、臭葱石、绿泥石、钠铁闪石、普通角闪石、硫锰矿、水绿矾

条痕		其它特征		矿物		矿物名称			
条痕呈无色、白色 (玻璃光泽、金刚 光泽)	硬度 $\leq 2.5$	有味感	加盐酸冒泡, 放出 $CO_2$	钠硼解石、石盐、钾盐、芒硝、光卤石、无水芒硝、泻利盐、钠硝石					
		无味感	无	滑石、叶蜡石、高岭石、多水高岭石、蒙脱石、蛭石、水白云母、白云母、黑云母、金云母、锂云母、铁锂云母、石膏、绿泥石、海绿石、蛇纹石、蓝铁矿、绿高岭石、水镁石					
	硬度 $2.5-5.5$	有明溶解理	加盐酸不冒泡, 不放出 $CO_2$	加盐酸冒泡, 放出 $CO_2$	天然碱、方解石、白云石、菱铁矿、菱铁矿、菱铁矿、文石、白铅矿、毒重石、钼解石、氟碳铈矿				
			无明溶解理	有明溶解理	重晶石、天青石、硬石膏、杂卤石、异极矿、萤石、白钨、独居石、闪锌矿、硅灰石、透闪石、普通角闪石、方柱石、红柱石、菱沸石、钠沸石、钙沸石、绿松石、氟铁石、钙霞石、磷钼矿				
		有明溶解理	有明溶解理	颜色呈黑、绿、蓝色	无明溶解理	铅矾、蛇纹石、异极矿、杂卤石、硼镁石、铝土矿、明矾石、磷灰石、蛋白石、霞石、白榴石、硅灰石、角闪石石棉、白钨、磷酸氯铅矿、砷酸铅矿、方沸石、菱沸石			
				颜色呈无、白或其它浅色	有明溶解理	阳起石、普通角闪石、斜方角闪石、普通辉石、紫苏辉石、顽火辉石、绿帘石、黝帘石、蓝晶石、铅铁闪石、透辉石、刚玉、霓石、铍钛矿、绿松石			
	硬度 $\geq 5.5$	有明溶解理	形态呈一向(或二向)延长	颜色呈无、白或其它浅色	有明溶解理	金红石、斜长石、透长石、正长石、钾微斜长石、天河石、锂辉石、蓝晶石、黄玉、刚玉、方柱石、红柱石、透闪石、夕线石、蔷薇辉石、钙霞石、蓝闪石、斜方角闪石、黝帘石、铍钛矿			
				形态呈粒状	有明溶解理	石英、锡石、锆石、十字石、绿柱石、电气石、刚玉、符山石、板钛矿			
		无明溶解理	形态呈粒状	形态呈粒状	无明溶解理	金刚石、尖晶石、硅镁石、橄榄石、白榴石、绝榴石、石榴子石、榍石、方钠石、黝方石、锡石、堇青石、日光榴石、普通辉石、 $\beta$ -石英、石英、锆石、香花石、方硼石			
				形态呈隐晶、球状	无明溶解理	褐钨铋矿、石榴子石、碧玉、玛瑙、石髓、磁石、绿柱石、石英、绿帘石、葡萄石、黝帘石、软玉、硬玉			



## 第八章 第一大类自然元素

本类矿物为自然元素单质矿物，目前已知的自然元素矿物约有40种。单质类矿物约占地壳重量的0.1%，分布极不均匀，其中有些可富集成具有工业意义的矿床，象自然铜、银金矿、自然铂、金刚石、石墨、自然硫等。

组成单质矿物的元素有：

**金属元素：**主要为铂族元素 Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt 和 Cu、Ag、Au，而其它 Fe、Co、Ni 则处于极次要地位。这些元素所构成的矿物具有典型的金属键，大多数矿物的原子呈最紧密堆积，故结构型较为简单，对称性较高，其中多数为立方最紧密堆积，具立方面心格子的铜型结构，象自然铜、自然金、自然铂、自然钯等。较少数为六方最紧密堆积，具六方底心格子，象自然钼等。此类元素所构成的矿物为典型的金属矿物。类质同象现象较为广泛。形态上具等轴粒状和六方板状特点。在物性上，具有典型的金属特性，如不透明，金属光泽，硬度低，比重大，延展性强，热和电的良好导体。

**半金属元素：**主要是 As、Sb、Bi，它们构成的矿物具有歪曲了的立方面心格子，形成略显层状的菱面体晶格，层内为共价键—金属键，产生 {0001} 解理。As、Sb、Bi 的化学性质虽有某些相同点，但其金属性依次递增，原子量依次增大，故使它们构成的矿物，金属性亦随之增强，比重增大。

**非金属元素：**主要是 C 和 S。C 有二个同质多象变体，一为金刚石，一为石墨。前者为纯共价键的典型例子，因而硬度特大，光泽强，比重大，不导电，难导热。石墨为层状结构，层内具共价键—金属键，层间为分子键，由于层间连结力弱，使在物性上具明显的异向性，产生 {0001} 完全解理。S 在自然界有三个同质多象变体，最常见的是自然硫 ( $\alpha$ -硫)，它由 8 个 S 原子以共价键连接成  $S_8$  环状分子，环分子间为分子键连结，所以它的硬度低，

表 8-1 自然元素在周期表的位置

	I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub>	II <sub>a</sub>	IV <sub>b</sub>	V <sub>b</sub>	VI <sub>b</sub>	VII <sub>b</sub>	VII		I <sub>b</sub>	II <sub>b</sub>	III <sub>a</sub>	IV <sub>a</sub>	V <sub>a</sub>	VI <sub>a</sub>	VII <sub>a</sub>	0
1																	
2													C				
3															S		
4								Fe	Co	Ni	Cu	Zn			As	Se	
5										Pd	Ag		In	Sn	Sb	Te	
6								Os	Ir	Pt	Au	Hg		Pb	Bi		
7																	