

# 綜合地質基礎課講義

上 冊

北京地質學院

綜合地質基礎課教研室編印

1959.1.

## 第一編 礦 物

引 言.....	1
第 一 章 礦物的概念特征及其一般鑑定方法.....	2
第 二 章 有用礦物各論.....	24

## 第二篇 找礦的基本知識

第 三 章 岩漿岩與其礦產.....	47
第 四 章 沉積岩及其礦床.....	64
第 五 章 變 質 岩.....	84
第 六 章 地層，構造與礦產的關係.....	92
第 七 章 礦 床.....	193
附 錄.....	233

# 第一編 礦物 引 言

[51]

礦物是地球表面—地殼的組成物質，因此要研究礦物必須對地球和地殼的概況有所了解。在人類直接能觀察到範圍內的地球表面叫地殼（廣義的）。是由大氣圈、水圈、生物圈和岩石圈組成的。平常人們說的地殼只指岩石組成的硬殼部分（狹義的）。

大氣圈是由空氣組成地球的最外圈層。

水圈是海洋，河流，湖泊以及石頭中的水聯成的圈層。

生物圈是指生存在地表上的動植物以及空氣中的，水中的、土壤和石頭中的微生物組成的圈層。

岩石圈就是岩石（石頭）組成的硬殼，殼厚 30—70 KM，山區最厚，海中最薄。人類能直接觀察到的深度只有 16KM 深。

地質學的主要研究對象就是岩石圈，研究它的成分和構造，以及發展歷史。

我們研究地球的目的，是為了利用它為人類謀福利，是為了找到礦產和地殼中礦產分佈的規律性，以及為工程建設提供設計的資料；這才是最主要的目的。

地殼是由岩石組成的，岩石是由礦物組成的，即岩石是礦物的集合體。而礦物又是由化學元素組成的。因之礦物是組成地殼的基本單位。在講礦物以前先介紹一下地殼中化學元素的含量對了解礦物是有好處的。

美國學者克拉克利用了 6000 多塊岩石標本，一一進行化學分析，根據分析結果計算出了地殼中化學元素的重量百分比。後人為了紀念他的工作，以後便把地殼中某元素的平均含量叫克拉克值。

目前所採用的是經 A. E. 費爾斯曼在 1933 年校正過的。

地殼化學成分表（據 A. E. 費爾斯曼）

表 1.

元素	重量百分率	體積百分率	元素	重量百分率	體積百分率
O	49.13	91.77	Na	2.40	1.60
Si	26.00	0.80	Mg	2.35	0.56
Al	7.45	0.76	K	2.35	2.14
Fe	4.20	0.68	H	1.00	0.18
Ca	3.25	1.48	其他	1.87	0.03

由上表可以看出，組成地殼的一百多種元素中有九種就佔了 98%（重量）強，氧幾乎佔 1/2，矽（硅）佔 1/4，而其餘的 Cu, Pb, W, Mo……等九十多種只佔 1.87%。

這九十多種含量總共還不到 2% 的元素，雖然含量少，但是在一定的地質條件下，可以在地殼中某個地段大量地富集，成為可供工業採用的礦床。地質學的主要任務之一，就是要研究它們在地殼中聚集和分佈的規律，找到它，為祖國的社會主義建設準備充足的工業原料。

## 第一章 矿物的概念特征及其一般鑑定方法

### 一、矿物的概念特征

我們平常所看到的石头叫岩石、矿石、或有的也叫矿物；矿物与岩石 矿石 虽同屬矿物界，但不是完全相同的东西。

矿物是由地壳各种地質作用形成的自然元素和天然化合物，它們是岩石和矿石組成部分，有比較均一的成分構造和一定的物理性質和化学性質。

矿物是天然的地質作用的产物如方鉛矿，所以人工制造的玻璃，藥品及其他合成物不算矿物。

矿物是岩石和矿石的組成單位如花崗岩是由長石、石英、云母所組成，鉛鋅矿石是由方鉛矿和閃鋅矿所組成。

矿物比較均一的成分和構造是指矿物的化学性質和成分比較均一，可以用晶体化学式来表示，如方鉛矿可写成  $PbS$ ，黃銅矿可写成  $Cu_2FeS_4$ 。同时組成每一种矿物的質点都作有規律地排列。

矿物一定物理性質和化学性質是指一种矿物有一定的形态，光学性質、力学性質、热学性質、溶解度等，虽有时矿物成分構造不絕對均一，但其性質也比較一定。

矿物的物态多为固体，有少数矿物也成液体、气体存在，如水是液体，硫化氫、碳酸气是气体。

平常又将具有經濟价值的岩石叫矿石，如鉛鋅矿石、鉄矿石，至今尚不能被工业上所利用的叫岩石，組成岩石的矿物叫造岩矿物，如長石、石英、云母等，組成矿石的矿物叫矿石矿物，如組成鉛鋅矿石的方鉛矿物閃鋅矿物。

### 二、矿物一般鑑定方法

我們学习矿物主要是利用矿物的形态，物理化学性質能把矿物区别鑑定出来，讓矿物为人类利用，为人类服务。常用的肉眼鑑定法、吹管分析法、磷酸溶矿法、粉沫研磨法以及用簡單化学藥品区别鑑定，叫矿物簡易鑑定。另外實驗室用的方法有顯微鏡下观察，定性定量分析，結晶化学分析，X射綫結構分析，热分析，光譜分析，X射綫光譜分析等，這些不在這里講述，有些以后將有專門論述。

#### (一) 肉眼鑑定法。

我們地質工作者在野外进行工作，遇到矿物首先要用肉眼及簡單的工具給其一个初步的鑑定。將来到室內詳細分析研究也必須是在肉眼初步鑑定的基础上进一步的深入分析研究，如化学定量定性分析，顯微鏡下观察都是在肉眼观察后指出哪些需要进一步分析时才进行的，所以肉眼鑑定矿物是十分重要的，不然肉眼对矿物認識不清，遇到有价值的矿物輕易放过，或对无意义的矿物用去过長時間都是大的浪費，不符合多快好省的原則。

肉眼鑑定是肉眼加小刀，放大鏡以及隨身携帶的簡單工具来鑑定矿物。主要根据矿物形态和物理性質，如晶体形态，顏色，光澤，透明度，条痕，解理，硬度，比重以及某些矿物具有特殊性質特征等。這看来虽然簡單，若达到在野外看到矿物即能識別出来也有一定困难，过去

有些同学只凭經驗認識實驗室几块矿物，一旦走到野外就不認識矿物了。這主要是沒有掌握住矿物鑑定的特征特点，被野外千态万变的矿物迷惑了。所以学习矿物时不仅要從表面形态認識，更重要的是結合理論，掌握矿物鑑定特点特征。做到三勤——勤看、勤想、勤对比，更忌盲目認識标本死背教条。

肉眼鑑定矿物順序有很多种，每个人又有不同的鑑定順序。我們現在按矿物的外表形态、矿物的一般物理性質，某些矿物特有某些性質的順序來講述。

### 1. 从矿物形态鑑定矿物

天然界的矿物絕大部分都呈晶体出現但呈完好晶形者較少見，現將晶体的性質略述如下。

構成晶体的內部質点（原子、分子离子或离子团）作有規律地排列（如图 1 所示的石鹽構造），同时在晶体外部形态上都是由平的面（晶面）直的稜（晶稜）和尖的角（角頂）所包圍的規則的几何多面体（如图 2 所示的石鹽晶体）。

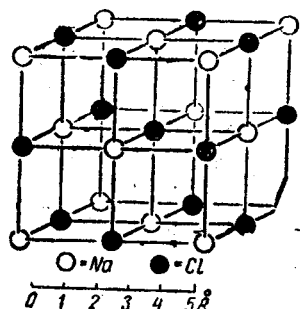


图 1. 石鹽 (NaCl) 質点的規律排列

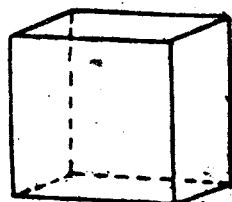


图 2. 石鹽 (NaCl) 的晶体

晶体除以上二个基本特征外还有以下几个重要性質：

(1) **对称性** 晶体的对称性就与人的左右兩半完全相同的对称相似，在晶体不同方向上也可发现許多相同的性質；如在晶体外形上常有相等晶面，晶稜，和頂角重复出現。這種相同部分重复出現的性質就是晶体的对称性。

(2) **均一性** 在同一晶体的各个部分都有相同的物理性質和化学性質，例如食鹽晶体各个部分顏色都是白的，味道都是咸的。

(3) **異向性** 晶体的物理性質随方向的不同而改变的性質，如在一个藍晶石晶面上，順着延長方向用小刀很容易刻动，而在垂直方向就不容易刻动。其他許多性質也如此，這就是晶体的異向性。

自然界矿物更多是呈各种顆粒狀，土狀，块狀集合体出現，发育良好的晶体外形少見，不論集合体或个别晶体，經常都具有一些固定的形态，這些外表形态特征，有些就有重要的鑑定意义。外表特征又常反映內部構造生成方式和生成环境，所以我們要仔細觀察和識別矿物的單体和集合体的形态，熟习其重要特征來鑑定矿物。

#### (1) 有鑑定意义的單个晶体形态

##### 1) 有鑑定意义的單形和聚形

晶体表面被一些晶面包圍着，這些晶面的形状看来虽然很多，但总起来看同形等大的晶面不外 47 种形状，同形等大的晶面物理性質和化学性質皆相同，這些同形等大的一組晶面称为一个單形。其中最常見具鑑定特征意义的單形有。

ART1/1703/07

- ① 立方体, 如螢石石鹽晶体。
- ② 八面体, 如金剛石磁鉄矿。
- ③ 菱形十二面体由十二个菱形面所組成如柘榴子石。
- ④ 五角十二面体 (由十二个同形等大的五角形面組成), 如黄鉄矿 (图 6)。

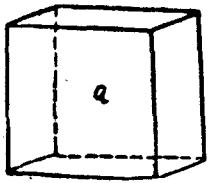


图 3. 螢石  
(立方体)

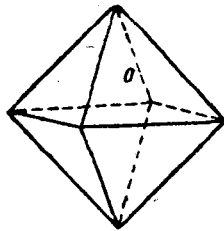


图 4. 金剛石  
(八面体)

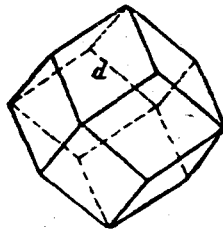


图 5. 柘榴子石  
(菱形十二面体)

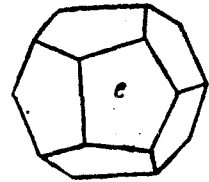


图 6. 黄鉄矿  
(五角十二面体)

- ⑤ 菱面体: 由六个菱形面所組成如方解石、白云石等。

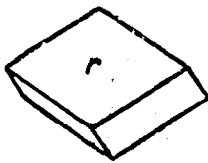


图 7. 方解石 (菱面体)

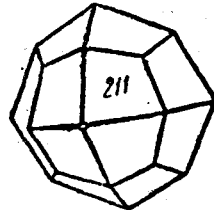
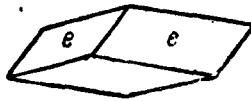
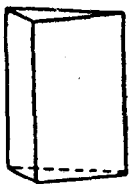
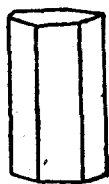


图 8. 柘榴子石 (四角三八面体)

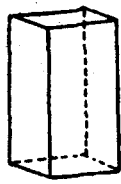
- ⑥ 四角三八面体由二十四四个四边形的面所組成如柘榴子石 (图 8)。
- ⑦ 柱: 由一組面所包圍, 其相交的晶稜彼此平行 (由横断面形状不同可分为三方、四方和六方柱, 同时, 把前面三种柱类每一个面分成二个晶面則形成复×方柱)。



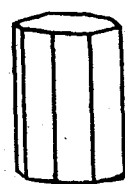
三方柱



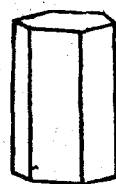
复三方柱



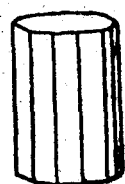
四方柱



复四方柱



六方柱



复六方柱

图 9. 柱

- ⑧ 單錐: 由一組晶面相交其晶稜会集于一点 (由几个面所形成称×單錐, 复×單錐情况同复柱类)。



三方單錐



复三方單錐



四方單錐



复四方單錐



六方單錐



复六方單錐

图 10. 單錐

⑨ 雙錐：由一組晶面相交其晶稜分別會集于二個頂點。

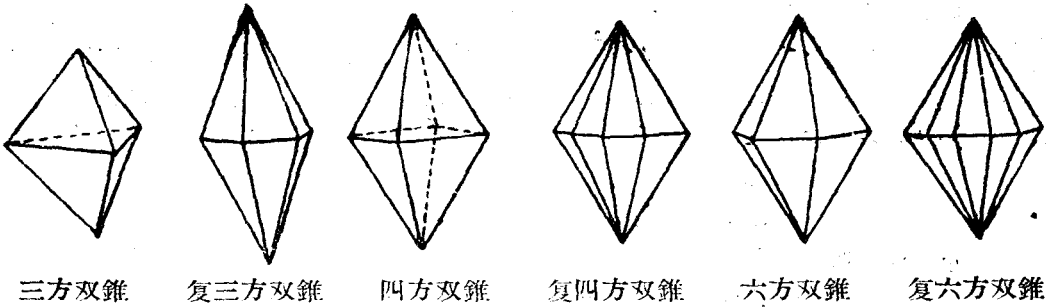


圖 11 雙錐

在同一个單体的外形上由許多單形聚合而成，我們稱之謂聚形，單形相聚而成聚形原來單形面的形狀常有變化，不能單以聚形中晶面的形态來確定單形名稱。聚形常見具有鑑定意義的形态有：

- ① 方鉛礦（八面體，立方體）。
- ② 石榴子石（菱形十二面體，四角三八面體）。
- ③ 磷灰石（六方柱，六方雙錐，平行雙面）。
- ④ 鋯英石（四方柱，四方雙錐）。

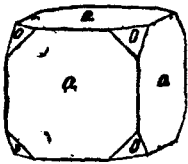


圖 12 方鉛礦  
（八面體、立方體）

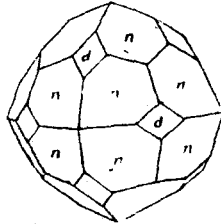


圖 13 石榴子石  
（菱形十二面體  
四角三八面體）

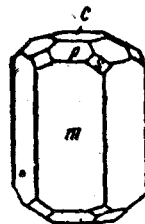


圖 14 磷灰石  
（六方柱方六雙錐、平行雙面）



圖 15 鋯英石  
（四方柱、四方雙錐）

- ⑤ 符山石（四方柱、四方雙錐、平行雙面）。
- ⑥ 黃玉（斜方柱、斜方雙錐）。
- ⑦ 正長石（斜方柱、平行雙面）。
- ⑧ 石膏（斜方柱，平行雙面）。

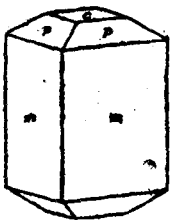


圖 16. 符山石（四方柱四方雙錐平行雙面）

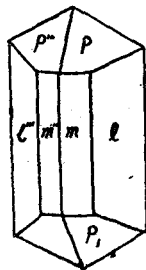


圖 17. 黃玉（斜方柱斜方雙錐）

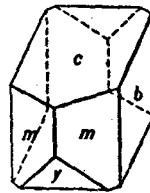


圖 18. 正長石（斜方柱平行雙面）

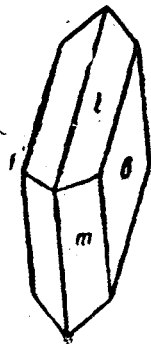


圖 19. 石膏（斜方柱平行雙面）

## 2) 結晶习性

一种矿物有許多种晶形，其中有一种或几种最常見晶形。結晶成最常見晶形的习惯叫結晶习性有时根据結晶习性来辨認矿物如方解石有 300 多种晶形，常見的只有菱面体，复三方偏三角面体等数种，可根据這几种晶形来識別方解石。常見結晶习性形态如下：

- ① 長柱狀：电气石
- ② 纖維狀：石棉
- ③ 針狀：輝鉍矿
- ④ 板狀：石膏
- ⑤ 片狀：白云母
- ⑥ 鱗片狀：石墨
- ⑦ 球狀(粒狀)：石榴子石

## 3) 晶面花紋(晶面浮雕)

晶体表面細看並不光滑，經常有一些花紋。晶面花紋有的是原生(在晶体生長过程中生長的)，如聚形紋，双晶紋；有的是次生，如晶体遭受溶蝕后所形成的蝕象。晶面花紋可說明晶体生長和生存的环境，对某些矿物具有重要鑑定意义。

### ① 聚形紋：

甲、黄鉄矿晶面上有三組相互垂直的条紋。(图 )

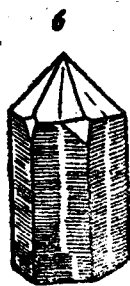


图 20 石英晶面上的橫紋

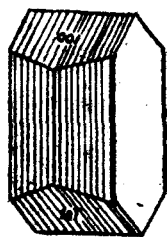


图 21 鈉長石的双晶紋



图 22 石膏接插双晶

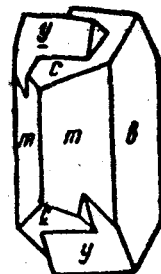


图 23 正長石穿插双晶

乙、石英柱面上的橫紋。

- ② 双晶紋：如鈉長石的双晶紋。
- ③ 次生花紋(蝕象)：重晶石蝕象。

### (2) 有鑑定意义的集体形态

矿物除單个晶体外更經常是集体出現，集体有显晶，隱晶和非晶質。有些集体有严格規律，有些沒有严格規律。我們分別討論如下：

#### 1) 双晶和平行連生

自然界晶体有些有規則的連生在一起，規則連生又可分为双晶和平行連生，我們常根据晶体的連生来鑑定矿物。



① 双晶：同种相同的晶体有規律結合在一起的叫双晶，可作为鑑定特征的双晶有：

接触双晶：

石膏接触双晶，因为常成燕尾形又叫燕尾双晶（图22）。

穿插双晶：

正長石的穿插双晶（图23）。

聚片双晶：

鈉長石的聚片双晶（图24）。

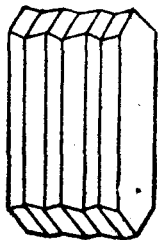


图 24 鈉長石的聚片双晶

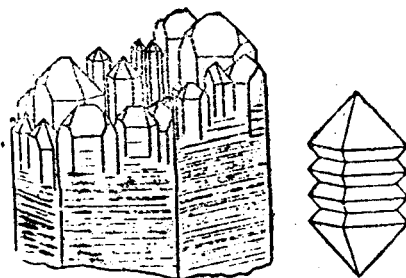


图 25 明矾及石英晶体的平行連生

② 平行連生：同种矿物的个体生長在一起，其相当晶面、晶稜都相互平行，叫平行連生，有些矿物以平行連生作为特征如明矾晶体和石英晶体的平行連生。

2) 不規則集合体

矿物集合体形态沒有严格規律，多种多样，常分成显晶集合体、隱晶和非晶質集合体，各集合体参照單晶体的結晶习性，排列方式以及整个集合体的形态命名並借以与其他矿物区别現分述之。

① 显晶集合体：显晶集合体指肉眼可見到單晶顆粒的集合体，以單晶习性，排列方式，或集合体形态叫做粒狀、片狀、柱狀集合体。

粒狀集合体：按顆粒大小又可分为粗粒、中粒、細粒集合体。

片狀集合体：按片之大小又可分为片狀、鱗片狀集合体。

柱狀集合体：按柱狀延長程度分为短柱、長柱、桶狀、針狀、毛发狀、纖維狀集合体，按其排列方式又可分为平行纖維，放射狀等。

晶簇：許多晶体，生長在一个共同的基底上，其晶体大致垂直晶于基底面（形似箭囊中的一簇箭）。晶头部常为純淨部分，具有工业价值，如压电石英（图26）。

树枝狀集合体，形狀似树枝（图27）。

② 隱晶和非晶質集合体：

肉眼見不到矿物晶体顆粒的集合体为隱晶和非晶質集合体（有微小晶体的集合体叫隱晶集合体，內部質点沒有規則排列的矿物叫非晶質，隱晶与非晶質在肉眼下不易区分，不再分別講述）。

致密块狀：矿物致密用肉眼見不到矿物顆粒，如块狀石英。

土狀：肉眼見不到矿物顆粒，集合体不紧密。

被膜狀：成薄膜复盖在他物体上成被膜狀。

杏仁狀：岩石空洞中被矿物物質填充进去的分泌物，大于 2 Cm 者称晶腺，小于 2 Cm

者称杏仁狀。

其他：其他有粉末狀放射狀等。

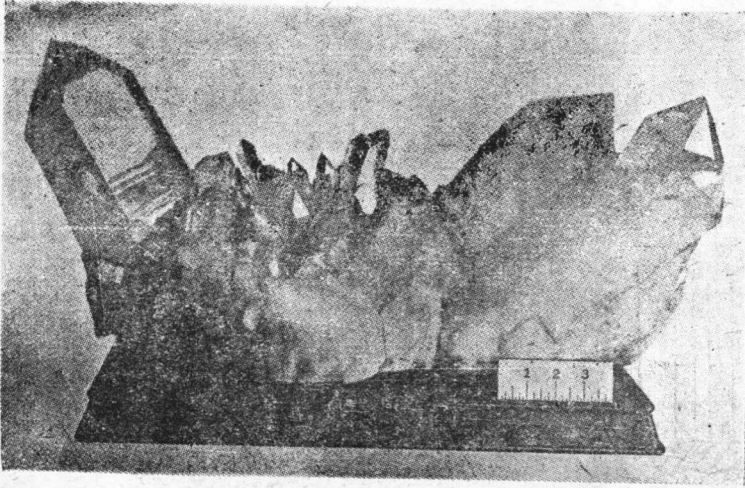


图 26 石 英 晶 簇

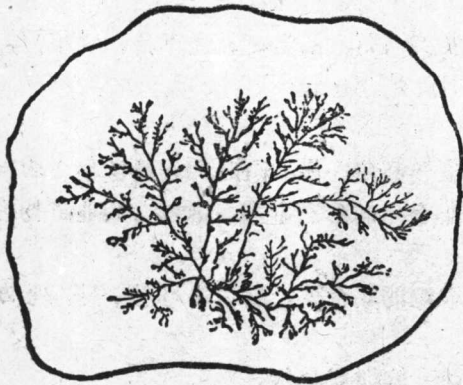


图 27 树枝狀集合体

可以区别和鑑定矿物。但当初学时往往不容易掌握矿物特征和区分类似矿物，如顏色濃淡，断口解理光澤的特点，比重硬度的鑑定等不容易掌握，必須經過仔細观察对比、識別，掌握其鑑定特征。

下面我們选择矿物具有鑑定意义的特性分成光学性質——顏色、条痕、透明度、光澤；力学性質——解理断口裂开，硬度以及比重等分述之。

(1) 矿物的光学性質

矿物对光綫吸收、反射和折射所表現的各种性質屬矿物光学性質。利用光学性質鑑定矿物如下。

1) 顏色：我們观察矿物，先看到它的顏色，矿物的顏色不仅在鑑定上有意义，而且与矿物成因和生成条件有关系如孔雀石的孔雀綠，黃銅矿的銅黃色。描述矿物顏色沒有統一的术语，往往因人而异，一般常用的方法有。

① 二名法：用二个字来描述如褐紅，藍綠（主要顏色放在后面，次要顏色放在前面）或者这样描述：帶有黃色的紅色，紅色帶有黃色素調，紅中微黃（次要顏色不太显著时用

2. 从矿物的一般物理性質鑑定矿物

我們按矿物的形态分成單个晶体和集合体矿物形态后再根据其物理性質依次鑑定。

矿物的物理性質包括很广，主要决定于組成矿物的化学成分和内部結構。如方鉛矿比重与鉛的原子量有关，金剛石和石墨同样由C組成，而比重光澤硬度都不相同，主要是与其内部結構有关。

利用矿物的物理性質是肉眼鑑定矿物的主要依据，尤其有些矿物物理性質的微細特征，

此法)。

② 与常見实物顏色对比：如桔紅、橙黃、孔雀綠（多用以描述非金屬光澤的矿物）。

③ 与常見的金屬顏色对比：如鉄黑、鋼灰、鉛灰、錫白、銀白、金黃、銅紅（多用以描述金屬矿物）。

④ 矿物的顏色比較特殊时往往用該矿物的名字来命名，如黃銅矿。

矿物大都具有固定的顏色，如辰砂为紅色，孔雀石为綠色。矿物固定顏色是由矿物本身成分（离子帶色）和構造所引起的，是内生之色叫自色。同一种矿物可以具有不同的顏色，如石英具有白、紅、黃、褐等色，是由于含有外来杂质，包裹体等原因引起的顏色变化叫他色。另外有些矿物在轉动观看时可出現采色，如方解石重晶石裂隙中的采色斑銅矿表面的藍色是由光綫受矿物裂隙，包裹体、薄膜，或表面氧化膜影响发生干涉作用的結果，称为假色。

自色、他色不容易区分，对同学亦不要求区分，只注意不要被假色所混淆，一般消除假色的办法是將矿物的氧化膜用小刀刮去，或用条痕鑑別矿物的顏色。

矿物的假色有的也有鑑定意义，如斑銅矿表面的藍紫色假色。

2) 条痕：矿物在沒有釉的磁板上划过后留下一条痕跡叫条痕，条痕是矿物粉末的顏色。条痕可以消除假色，減弱他色的影响，条痕色固定具有鑑定意义，如赤鉄矿的条痕即为紅色。

条痕的顏色与矿物的顏色相同，如辰砂，磁鉄矿；有些不同，如赤鉄矿本身为鋼灰色，条痕为紅色。一般用条痕可以区分金屬与非金屬光澤，硬度大的矿物沒有条痕。

3) 透明度：矿物的透光性質称为透明度，透明度不仅具有鑑定意义，有些矿物根据透明性質决定矿物的用途如冰州石。我們根据透明度將矿物分为透明（水晶），半透明（辰砂），不透明（黄鉄矿）三等。但透明度是相对的，沒有绝对透明或不透明的矿物。通常是以观察碎块矿物边缘，可清楚看到矿物背面的物象者为透明，模糊的为半透明，看不見的为不透明，矿物透明度与厚度变化有关，同样矿物厚度越大透明度越差。

透明度又受矿物顏色，包裹体，气泡，裂隙或解理，放射性以及集合方式等因素之影响。

4) 光澤：矿物表面反光的性質称光澤。光澤强弱决定于矿物表面性質（面积大小，平滑程度，风化影响），透明度，光源强弱，以及集合方式。因此鑑定矿物要选择面积较大，較平滑的新鮮表面。

一般确定矿物光澤等級是將未知矿物和已知标准光澤矿物进行对比。另外可用条痕帮助区别。矿物光澤分成四个等級：（自強至弱）

① 金屬光澤：条痕黑色或金屬色，一般顏色較深（金銀銅等例外），不透明度，如黄鉄矿。

② 半金屬光澤：条痕深采色。深褐或深棕紅色（磁鉄矿軟錳矿例外条痕黑色），如赤鉄矿、鎢錳鉄矿。

③ 金剛光澤：条痕淺色或白色，一般淺于矿物的顏色。如錫石，閃鋅矿。

④ 玻璃光澤：白色或淺采色，透明度較大。如石英，長石。

有时將光澤分成金屬光澤与非金屬光澤，非金屬光澤再分半金屬光澤，金剛光澤，和玻璃光澤。又根据集合方式不同又可分成絲絹光澤（纖維狀集合体）油脂光澤（表面不平坦的淺色矿物）和珍珠光澤（片狀集合体）。

今將顏色條痕透明度和光澤的關係列表如下(表二)便於對比鑑定。

表二 顏色條痕、透明度和光澤的對比表

顏色	無色	淺色	采色	黑色或金屬色
條痕	無色或白色	淺色或無色	淺色或采色	黑色或金屬色
透明度	透明或半透明	半透明	不透明	
光澤	玻璃——金剛	半金屬	金屬	

(2) 礦物的力學性質

礦物在外力作用下所表現的各種物理性質屬力學性質利用力學性質鑑定礦物如下。

1) 硬度：礦物抵抗外來機械作用力的程度叫硬度。我們在野外亦常利用硬度區別礦物，如相似的石英方解石以硬度將其分開。硬度是用一種礦物與另外一種礦物相刻劃比較其相對的等級，常用的為莫氏十級硬度計(表三)。

表三 莫氏礦物硬度表

礦物名稱	硬度等級	礦物名稱	硬度等級
滑石	1	正長石	6
石膏	2	石英	7
方解石	3	黃玉	8
螢石	4	剛玉	9
磷灰石	5	金剛石	10

野外常用指甲(2—2.5)小刀(5—5.5)(或鐵錘)和石英(7)將礦物分成四級，

- ①軟性礦物：硬度小於指甲者，如滑石，石膏，石墨。
- ②中等硬度礦物：硬度大於指甲小於小刀者，如硬石膏結晶方解石，黃銅礦。
- ③硬性礦物：硬度大於小刀小於石英者，如長石類礦物。
- ④極硬礦物：硬度大於石英如黃玉、剛玉、金剛石。

我們知道礦物的硬度是由內部構造決定的。所以測定硬度時不要以礦物粉末或礦物風化表面上的硬度代替真硬度，並注意個別礦物的異向性，如藍晶石在不同方向刻劃時硬度不同。

2) 解理斷口和裂開：在力作用下礦物沿一定結晶方向破裂成光滑平面的能力，稱為解理；其所裂開的平面叫解理面。不沿一定結晶方向，破裂成不平的斷面稱為斷口。根據解理完善程度分成：

- ①極完全解理：晶体可裂成薄片，片大而平滑光亮，用手可剝成碎片，如雲母。
- ②完全解理：敲打易成解理面限制的小塊，而亦較平滑光亮，但不能成極薄片，如方解石，方鉛礦。

③中等解理：破碎塊仍可見大致平整的小平面，光滑度差如角閃石。

④不完全解理：碎塊難見小平面如石英。

斷口根據形狀常分成不平坦狀，階梯狀，貝殼狀斷口。

解理完善程度與斷口發育程度互為消長，解理極完全無斷口，解理不完全則斷口發育。

解理發生決定於晶體內部結晶構造，所以不同礦物有不同程度不同方向的解理，一種礦物可以有一個方向解理（一組解理），也可以有幾個方向的解理（數組解理），一個方向上的解理完善程度相同，不同方向的解理完善程度可以不同。根據解理組數，完善程度，解理方向和交角鑑定礦物有極重要意義，如閃鋅礦常根據其閃閃發亮的解理和解理方向組數與其他礦物區別。

自然界具有解理性質的礦物不論有沒有顯著晶體，都會有解理出現。在拿起礦物看有沒有規律裂隙和在亮光下閃閃發亮的小面（解理面），和幾個方向出現這樣平面，為了更看清楚有無解理和解理完善程度，可用鈹錘打擊礦物。

觀看解理不要與晶面混淆，晶面是包圍在晶體表面的平面，就象人的皮膚包在外面一樣。有時有花紋，不平整，用錘擊之破碎後在晶體內部再無平面出現。解理是在晶體內部，面平滑光亮，在亮光下閃閃發亮，用錘擊之在沿解理方向仍可出現相似平面。有些成階梯狀。

裂開：某些礦物受力後沿某些方向破裂的能力叫裂開，從形態上看似解理但與解理不同，裂開只發生在一定位置，解理則沿一定平面可發生在任何地方，裂開的本質還沒有完全弄清楚但可作為某些礦物的鑑定特徵，如瀝青鈾礦沿立方體面裂開為特徵。

3) 比重：比重決定於礦物成分及構造，組成礦物的元素原子量大比重也大。同一種礦物的比重相差範圍很小，所以常根據比重鑑定礦物和估計礦物的成分和品位高低。一般用石英（2.5），重晶石（4.3—4.7）將礦物分成三級。

①比重小的：比重小於石英（2.5）的如煤、瀝青、石油等。

②比重中等的：比重在石英（2.5）和重晶石（4）之間的，如石膏、食鹽和褐鐵礦等。

③比重大的：比重大於重晶石（4）的如各種金屬類。

在野外常以同樣大小的石塊用手衡量其輕重，確定比重大小。常見礦物比重如后（表四）

### 3. 從某些礦物特有的性質鑑定礦物

某些礦物除有一般的物理性質外更具有特別的性質，可作為鑑定特徵。

1) 脆性延展性：礦物受錘擊破碎飛散的性質叫脆性，礦物可錘成薄片拉成絲條的性質叫延展性如自然金銀鉑銅都有這種性質。礦物脆性與延展性相互消長，脆性大的沒有延展性，如黃鐵礦就有脆性。一般用小刀刻劃能留下一條光亮痕跡的金屬礦物，具有延展性。

2) 彈性：礦物受外力消除後，仍能恢復原來形狀的性質，如雲母。

3) 撓性：礦物受力變形，外力消除後不能恢復原來形狀的，如蛭石片。

4) 韌性：很難擊碎和壓碎的性質，如軟玉可承受七噸汽錘的沖擊（普通鋼材可用五噸汽錘錘擊破碎），故可作高速切削工具。

5) 可塑性：加水後可塑造成任意形狀的性質，如粘土礦物。

6) 發光性：在外界刺激作用（如紫外光，放射線照射等）影響下，某些礦物能夠發光的現象叫發光性，礦物的發光現象分螢光磷光兩種，螢光是礦物只在外界刺激影響時發光，

磷光則是在刺激物移去后仍然繼續發光。

表四 常見礦物比重表

等級	礦物名稱	比 重
比 重 大 的	赤鐵礦	5. 2
	磁鐵礦	4. 9—5. 2
	錳錳鐵礦	7. 2—7. 5
	軟錳礦	4. 7—4. 8
	黃銅礦	4. 2
	黝銅礦	4. 4—5. 1
	斑銅礦	4. 9—5. 1
	方鉛礦	7. 4—7. 6
	白鉛礦	6. 5
	閃鋅礦	3. 9—4. 2
	錫石	6. 8—7. 1
	輝鎳礦	4. 5—4. 6
	辰砂	8—8. 2
	黃鐵礦	4. 9—5. 1
重晶石	4. 3—4. 7	
非晶質鈾礦	7. 5—10	
比 重 中 等 的	褐鐵礦	3. 8
	菱鐵礦	2. 2—3. 0
	石膏	2. 3
	硬石膏	2. 95
比 重 小 的	褐煤	0. 5—1. 3
	烟煤	1. 1—1. 4
	无烟煤	1. 4—1. 7

礦物發光性對某些礦物是可靠的鑑定方法，尤其是白鎢、鋯石、金剛石、石油。

利用石油的螢光亮度，把岩石含油量分成許多等級，是尋找石油的一種可靠方法。

7) 放射性：含鈾鐳等幾種放射性的礦物因有放射特性可使空氣電離，離子增多增強空氣導電性能，我們利用計數器或特裝耳機進行找礦。

8) 磁性：鐵鈷鎳少數礦物具有磁性，強磁性礦物磁鐵礦可以回轉磁針。利用磁性來鑑定礦物並可以將重砂礦物分離選出。

9) 壓電性：某些礦物受外力作用能將機械能和電能互相轉換，如純淨石英切片在國防工業和無線電工業上有很大用途。

10) 吸收性：某些礦物有吸收空氣中水分的能力，吸水性強者表面潮解。如光鹵石（鉀鹽），或成粘糊狀粘舌頭如高嶺土，可借以鑑定礦物。

11) 可溶性：礦物易溶于水用口可嘗其味道者，如礪砂，食鹽、鉀鹽等。

12) 可燃性：有些礦物易燃燒，如自然硫、石蠟、石油。

13) 可熔性：礦物吸熱后易熔化的性質如鉛、錫。

14) 嗅味感：如含油砂岩有油味，鎚毒砂有蒜臭味，食鹽用舌舔之有咸味，明矾有澀味，石墨滑石有滑感等都有鑑定意義。

我們雖然學過了礦物的形態和物理性質的鑑定特征，但遇到礦物又往往不知從何處着手。平常我們拿到礦物多是幾種礦物生在一起的集合體，（有的也只有一種礦物），首先仔細觀看能否分出有幾種礦物，然後依次一一觀察。

1. 不能分出單體顆粒的礦物可直接觀察其形態特點，顏色，條痕，集合體的硬度，比

重，光澤特点等。注意不能观察到晶形，晶习，解理等性质。矿物的硬度光澤，比重随集合体形态而有所改变。

2. 可以分辨出单体颗粒的矿物，先观察晶形、晶习，决定集合体的形态（粒状，片状，柱状集合体……）。然后依次看颜色，条痕、光澤、硬度、比重，解理以及个别矿物特有的性质。

鑑定时注意问题：（1）看颜色要找矿物的新鲜面；（2）试硬度大的矿物的条痕可用小刀刮下一些矿粉来看；（3）光澤要配合条痕颜色；（4）试硬度不要与脆性混淆，（硬度大的矿物可以有脆性）；（5）估计比重应注意其他矿物的影响；（6）观察解理断口要找大个体；（7）要学会观察解理组数，完善程度断口形状等。

观察矿物经常着重其一种或几种特性将其鑑定并和其他矿物分别开来，不一定死板地遵守以上次序。

## （二）吹管分析鑑定

有时肉眼不能将矿物鑑定出来，需用简单的工具和药品进行吹管分析来鑑定矿物的性质成分。吹管分析是用火焰试验矿物熔度、气味、木炭上被膜，球珠反应等。

吹管分析的工具药品简单，可装在一个小盒内随身携带去野外，应用简便。

### 1. 基本原理和工作方法：

（1）原理：用吹管把空气吹入酒精或腊燭火焰中，使燃烧作用变的更为剧烈，利用火焰不同部分，（外焰、中焰，具有不同的化学物理性质特点，来灼烧矿物鑑定其成分）。

（2）火焰的构造：火焰分三部分

a. 内焰：含有未完全燃烧碳的颗粒，温度较低。

b. 中焰（还原焰）：含有 C 和大量的 CO，火焰温度较高，尤其尖端部分。

c. 外焰（氧化焰）：含有较多的氧气，温度较高，最高温度在还原焰锥形部分尖端的前面（见图 29）。

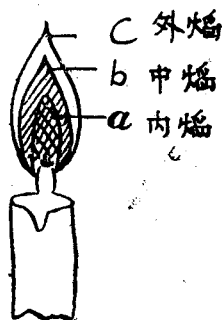


图 28 火焰构造图。

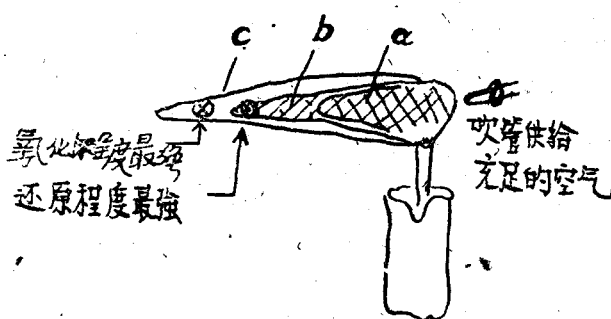


图 29 吹管火焰构造图。

火焰的功用在于造成化学反应条件，一方面火焰温度高达  $1400^{\circ}\text{C}$  以上可促进化学反应，另一方面氧化还原焰有氧化还原的能力。

（3）吹管技术：为了获得稳定的火焰，必需用腮呼气用鼻吸气，当换气时将气贮藏在两腮内，不能使火焰断气，这样才能延续稳定火焰时间。

分析操作当需用氧化焰时将吹管放在火焰中心的上方，如需用还原焰时将吹管放在火焰的侧方。

## 2. 主要用具及試劑

用具：吹管、酒精灯（或臘燭）、白金絲或鉛芯、小鋤、鑷子、鉄鑽、小刀、木炭、試管、銀幣或銀器。

常用藥品：硼砂  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，苏打  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，磷鹽  $\text{Na NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ，錫粒 Sn，鎂粉 Mg，硫与碘化鉀混合試劑（KI+S），石蕊試劑（紅藍），鹽酸 HCl，硝酸  $\text{HNO}_3$ ，硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，硝酸鈷  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ，氨水溶液  $\text{NH}_4\text{OH}$ ，及双氧水等。

## 3. 珠球反应：

含有变价元素（Fe、Co、Ni、Mn、Cr）的矿物和硼砂（或磷鹽）作用生成硼酸鹽（或磷鹽）這些鹽類在氧化和还原火焰中出現不同的顏色，用来鑑別元素的种类，硼砂（或磷鹽）只起溶剂作用。

分析时用鉑絲（或鉛筆芯）沾上硼砂粉在氧化焰上灼燒成透明小球，再沾上少許分析的矿粉，分別在氧化焰还原焰中灼燒，等砂粉全部熔融，化学作用完全停止时，分別观察珠球顏色，查表鑑定矿物中元素。注意事項：

(1) 硫化物砷化物对鉑絲有腐蝕作用，不能直接用于鉑絲上，必須將矿物粉在木炭上加熱使其变为氧化物方可应用。不宜將鉑絲在火焰中燃燒，以防損坏。（鉛筆芯沒有這些缺點）。

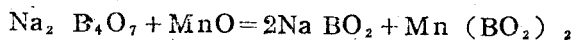
(2) 珠球不宜太大（大米大小即可），矿粉用量不宜太多，不然矿粉太多时珠球顏色看不清楚。

(3) 在火焰灼燒时要注意珠球中的焰流和珠球的顏色变化，当化学作用完全（化学作用現象为分泌气泡旋渦），焰流不显著，珠球透明时方可快速抽出。

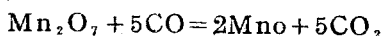
(4) 珠球顏色是指珠球自火焰取出，退去灼燒之紅色后，短時間所呈現的顏色。

(5) 分析完毕后，需把珠球灼燒，用指把珠球彈掉，再用鹽酸將鉑絲洗淨，不用用小鋤敲碎珠球的办法，以免鉑絲損坏（鉛筆芯用完后截去一段即可）。

錳与硼砂的反应：



（黑色）（氧化焰）（珠球紅紫色）



（还原焰）（珠球白色）

常見硼砂和磷鹽珠球反应如表 5。

## 4. 木炭上被膜反应

易揮发元素（AS Pb Zn Mo Sn）的矿物在氧化焰灼燒，生成揮发氧化物薄膜附着木炭上，呈現不同顏色，同时并有不同气味，烟光等現象，可用以鑑定矿物。

分析时将木炭上鑽一个小坑，小坑一壁陡些一壁緩些，把矿粉放在坑內，用手压紧或用一滴水湿润，木炭豎起約成  $30^\circ$  角放在氧化焰下灼燒，則在木炭上出現薄膜，观察膜的顏色，并注意燃燒时有无发光，爆炸和特殊气味发生，再查表鑑定矿物。

当几种矿物被膜相似时，則將矿粉混入三倍 KI+S，再用同样方法分析，可获得鮮艳



表 5

硼砂和磷鹽的珠球反應

元素和元素組合	用 量	硼 砂 的 反 應				磷 鹽 的 反 應			
		氧 化 焰		還 原 焰		氧 化 焰		還 原 焰	
		熱玻璃	冷玻璃	熱玻璃	冷玻璃	熱玻璃	冷玻璃	熱玻璃	冷玻璃
Co	由少量到中等	藍色	藍色	藍色	藍色	藍色	藍色	藍色	藍色
Cr	由少量到中等	黃綠色	黃綠色	藍色	綠色	黃綠色	黃綠色	綠色	綠色
Mn	少 量	紫色	紅紫色	無色	無色	紫色	紫色	無色	無色
Cu	由少量到中等	綠色	大藍色	淺綠色	紅色	綠色	大藍色	淺綠色	無色
Fe	由少量到中等	黃色	無色	淺綠色	淺綠色	褐色	黃色	黃紅色	無色
Ni	由少量到中等	紫色	紅褐色	灰色不透明	灰色不透明	褐色	黃紅色	紅色	黃紅色
V	少 量	黃色	淺綠色	濁綠色	純綠色	黃色	黃色	濁綠色	純綠色
Mo	大 量	淺黃色	無色	褐色	褐色	黃綠色	無色	濁綠色	純綠色
Ti	中 等	淺黃色	無色	微灰色	褐色	淺黃色	無色	微灰色	褐色
Nb	由少量到大量	無色	不透明的白色	淺黃色	無色	淺黃色	無色	褐色	褐色
Ce	大 量	紅褐色	黃色	無色	白色	紅褐色	黃色	無色	無色
U	由少量到中等	黃色	無色到黃色	淺綠色	無色到淺綠色	黃色	黃色到黃綠色	綠色	綠色
W	大 量	淺黃色	無色	黃色	黃色和褐色	淺黃色	無色	濁大藍色	純大藍色
Fe+V	由中等到大量	橙黃色	綠黃色	濁綠色	綠色	褐色	淡褐色	濁紫色	紫色
Fe+W	中 等	橙黃色	淺黃綠色	濁綠色	淺綠色	褐色	黃褐色	濁紫色	紫色
Fe+Mn	由少量到中等	紅紫色	褐色	濁綠色	綠色	櫻紅色	櫻紅色	綠色	紫色
Fe+Cu	中 等	綠色	綠色	綠色	藍色	黃綠色	綠色	綠色	天藍色
Fe+Co	中 等	綠色	藍色	綠色	藍色	綠色	藍色	綠色	藍色
Fe+Ni	中 等	紫色	褐色	綠色	灰綠色	紅褐色	褐色	紅褐色	褐色
Fe+Cr	中 等	黃色	黃綠色	濁綠色	綠色	黃綠色	黃綠色	濁綠色	綠色
Fe+Ti	中 等	黃色	無色	綠色	血紅色	黃綠色	無色	濁綠色	綠色
Fe+Co+Mn	中 等	紅紫色	紅紫色	綠色	藍色	櫻紅色	紫色	紫色	藍色
Mn+Cu	中 等	紫色	褐色	無色	無色	紫色	褐色	無色	無色
Mn+Cr	中 等	紫色	濁綠色	無色	綠色	濁紫色	褐色	黃綠色	綠色
Ni+Co	中 等	紫色	紫色	灰藍色不透明	灰藍色不透明	紫色	濁綠色	紫色	藍色

被膜，以便與他種礦物區分。

灼燒強度亦應注意，一般礦物灼燒時生成鉍的氧化物被膜，強烈灼燒時生成鉛、鋁、錳、錫的氧化物被膜。如輝鉍礦和方鉛礦。

木炭上氧化反應被膜如表 6