

5 矿物的物理性质



矿物的光学



矿物的力学性



矿物的磁性



矿物的电



矿物的其它物

理性质

矿物的化学组成
和晶体结构

矿物的形成条件

矿物的物理性质

矿物的物理性质

鉴定矿物

判断成因

矿物利用

5.1 矿物的光学性质

指对光线的吸收、反射和折射时所表现的各种性质，以及由矿物引起的光线干涉和散射等现象。

1. 矿物的颜色

● **定义：对光选择性吸收的结果**

可见光 390 - 760nm，其间波长由长至短依次显示红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等色，它们的混合色为白色

矿物的光学效应——反射、吸收、透射



- ▲ 矿物对光全部吸收时，矿物呈黑色
- ▲ 对所有波长的色光均匀吸收，矿物呈不同程度的灰色
- ▲ 基本上都不吸收则为无色或白色
- ▲ 选择吸收某些波长的色光，矿物呈现吸收色光的互补色

5.1 矿物的光学性质



色心

● **定义：**晶体中能选择吸收可见光的点缺陷

色心的类型很多，最常见的型式是**F心**和**V心**

F心是由一个阴离子空位和一个受此空位电场束缚的电子所组成。例如，萤石就是由于存在**F心**呈紫色。

V心是晶体结构中由于阳离子缺位而引起的。由一个阳离子空位捕获一个空穴所组成，又称空穴心。

5.1 矿物的光学性质

色心



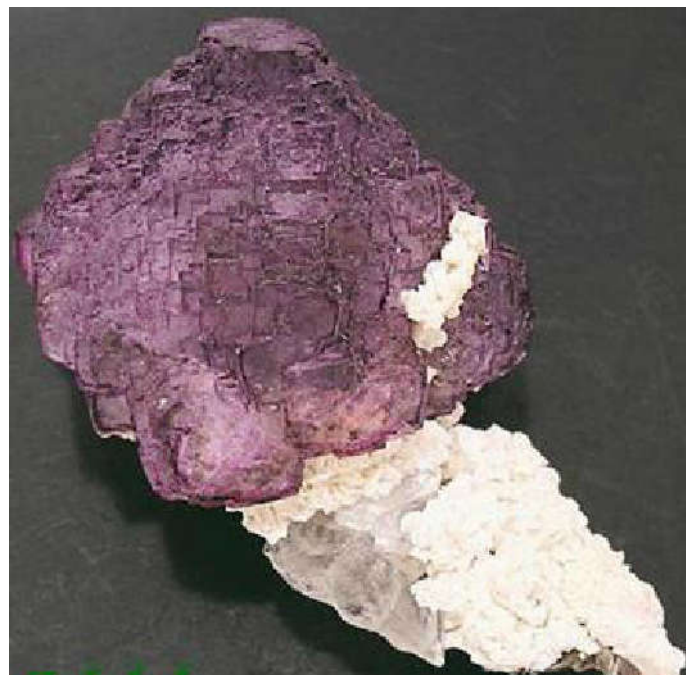
蓝宝石



蓝宝石



黄石



黄石

5.1 矿物的光学性质




自色 他色 假色

● 定义:

自色 指矿物自身所固有的颜色。如黄铜矿

他色 指矿物因含外来带色杂质的机械混入所染成的颜色
如石英染成紫水晶，玫瑰色（蔷薇石英），烟灰色（烟水晶），黑色（墨晶）等。

假色 指矿物由于某种物理原因所引起的颜色。如黄铜矿表面因氧化膜所引的锈色 

体色、表色

体色：物体内部所表现出来的颜色。当白光透入矿物达一定深度，且在此过程中选择吸收不同波长的色光而呈现出其互补色，为矿物所固有的颜色，如橄榄石吸收紫光而呈橄榄绿色

表色：即反射色，只有物体的反射光所呈现的颜色，不透明矿物因吸收非常强，因而表现的都是表面色。

反射光是矿物表层对透射光吸收后的再辐射，而且某个波长范围内的色光吸收的越多再辐射时它们的强度也越大，从而使矿物呈现相应的表面色。所以，表面色表现为与被吸收色光一致的颜色，而非补色。

5.1.2 矿物的条痕

◆ 矿物的条痕是指矿物粉末的颜色

一般是将矿物在白色无釉瓷板上刻划后，观察其留下的粉末颜色。矿物的条痕可以保留自色，消除假色、减弱他色，因而比矿物颜色更稳定。

应用对象：有色矿物 低硬度矿物（硬度 < 条痕板）

★ 实际观察矿物的条痕色时，应选择矿物的新鲜面和需要鉴定的矿物颗粒在瓷板上刻划。

5.1.3 矿物的光泽

矿物的光泽是指矿物表面对光的反射能力。光泽的强弱用反射率 R 来表示。

反射率是指光垂直入射矿物表面时的强度与反射光强度的比值

矿物反射率的大小，主要取决于折射率和吸收系数

矿物的折射率和吸收系数越大，反射率越高，光泽也就越强

● 矿物光泽的分级

按照反射率的大小，矿物平坦晶面或解理面上的光泽分为四级：

金属光泽 $R > 25\%$ 。呈抛光金属般的光泽

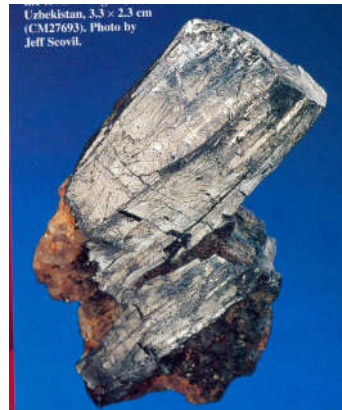
半金属光泽 $R = 25-19\%$ 。呈未刨光金属般的光泽

金刚光泽 $R = 19-10\%$ 。如同金刚石般的光泽

玻璃光泽 $R = 10-4\%$ 。如同玻璃般的光泽



金属光泽



半金属光泽



金刚光泽



玻璃光泽

● 矿物光泽的分级

矿物不平坦表面或呈集合体时，其光泽分为四级：

油脂光泽和树脂光泽 浅矿物 和 深色矿物

珍珠光泽 呈珍珠表面般的柔和光泽

丝绢光泽 描述纤维状集合体表面反射的光泽。

腊状光泽 描述透明矿物的隐晶质和非晶质致密体的光泽。

土状光泽 描述粉末状和土状集合体的光泽。



油脂光泽

树脂光泽

珍珠光泽

丝绢光泽

腊状光泽

5.1.4 矿物的透明度

◆ 矿物的透明度是指矿物可以透过可见光的程度

根据矿物在岩石薄片（其标准厚度为0.03mm）中透光的程度，可将矿物的透明度分为：

- (1) 透明 矿物为 0.03mm厚的薄片时能透光，如石英、长石、角闪石
- (2) 半透明 矿物为 0.03mm厚的薄片时能透光能力弱如，辰砂、锡石等。
- (3) 不透明 矿物为 0.03mm厚的薄片时不能透光，如方铅矿、黄铁矿、磁铁矿。

5.2 矿物的力学性质

5.2.1 矿物的解理、裂开和断口

矿物的解理

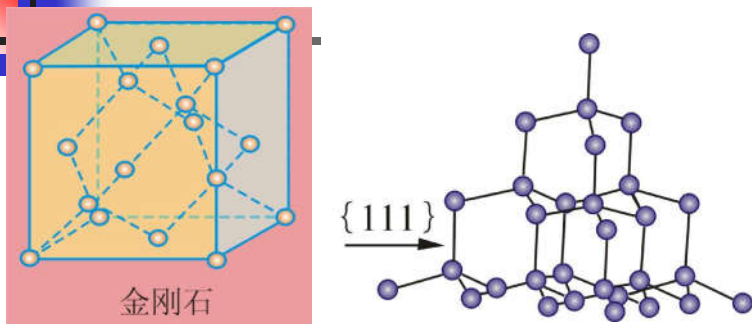
❖ **定义：**矿物受外力（敲打、挤压等）作用后，严格沿着一定的结晶方向发生破裂，形成一系列光滑平面的性质

❖ 解理产生的原因

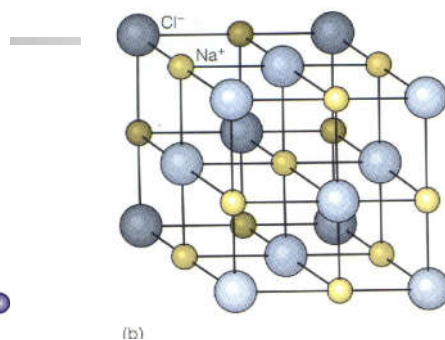
- 解理是由矿物的晶体结构决定的
- 解理产生在面网间化学键力最弱的方向

矿物的解理

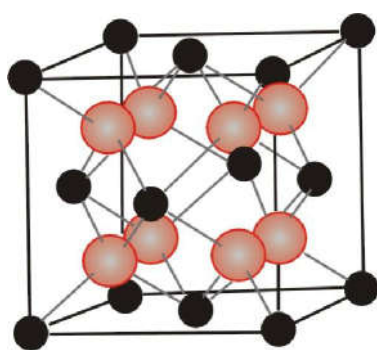
A 解理面一般平行于面网密度最大的面网



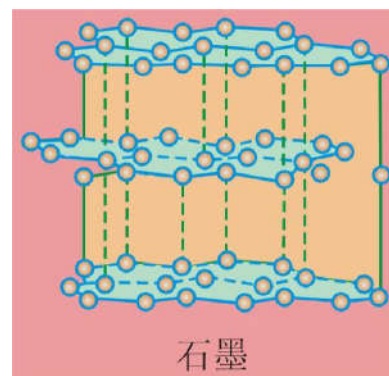
B 平行于由异号离子组成的电性中和的面网



C 当相邻面网为同号离子的面网时，其间易产生解理



D 平行于化学键力最强的方向



❖ 解理的分级

根据解理产生的难易程度，可将矿物的解理分成五个等级：

A 极完全解理 矿物在外力作用下极易裂成薄片。解理面光滑、平整。很难发生断口。如云母、石墨、辉钼矿等；

B 完全解理 矿物在外力作用下，很容易沿解理方向裂成平面（但不成薄片）。解理面平滑。如方解石、方铅矿、萤石等；

C 中等解理 矿物在外力作用下，产生明显的解理，但解理面不太连续和光滑，有断口。如白钨矿等；

D 不完全解理 矿物在外力作用下，不易裂出解理面，解理面小而不平整，易出现断口。如磷灰石 $\{0001\}$ 及 $\{10\bar{1}0\}$ 解理；

E 极不完全解理 矿物受外力作用后，极难出现解理，多形成断口，一般称为无解理。如石英、黄铁矿。



矿物的解理

解理既体现出晶体的异向性
又体现出晶体的对称性

说明

- 只有晶质矿物才有解理
- 不同种的矿物，其解理发育程度不同
- 无论完整与否，无论大小如何，同种矿物具相同的解理

矿物的断口

矿物受外力作用，在任意方向破裂所形成的凹凸不平的断面

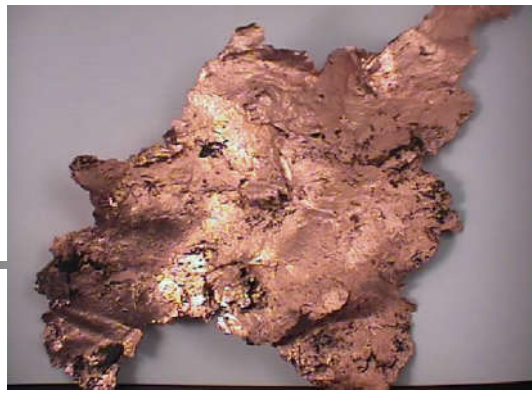
- 断口在晶体或非晶体矿物上均可发生
- 断口可用来作为鉴定矿物的一种辅助特征

矿物断口的形状主要有以下几种：

- 贝壳状断口** 呈圆形的光滑曲面，面上常出现不规则的同心条纹，形似贝壳状。如石英和玻璃质体
- 锯齿状断口** 呈尖锐的锯齿状。
延展性很强的矿物具有此种断口，如自然铜
- 参差状断口** 参差不齐、粗糙不平。
大多数矿物具有此种断口。如磷灰石；
- 土状断口** 土状矿物显此断口，如高岭土。



石英—贝壳状断口



自然铜—锯齿状断口



纤维状断口—透辉石



磷灰石—参差状断口



硅灰石—参差状断口



黑电气石—纤维状断口

矿物的裂开

定义：矿物在外力作用下沿一定结晶方向裂开的性质

产生的原因：

- 沿着双晶接合面特别是聚片双晶的接合面发生
- 沿某一种面网存在有他种成分的细微包裹体，或者是固溶体离溶物

矿物解理与裂开的区别

解理——晶质矿物的固有特性，同种矿物具有相同解理

裂开——矿物的非固有特性，同种矿物并非都具有裂开，但若产生裂开，必在相同的方向上

5.2.2 矿物的硬度

● **定义：** 硬度是指矿物抵抗外来刻划、压入或研磨等机械作用的能力

● **分类：** 绝对硬度计和摩氏硬度计（压入硬度）

滑石 石膏 方解石 萤石 磷灰石 正长石 石英 黄玉 刚玉 金刚石

简单硬度计

小于指甲 (<2.5)

指甲与小刀之间 (2.5-5.5)

大于小刀 (>5.5)

● **影响矿物硬度大小的因素**

化学键

原子半径与电价

紧密堆积程度

1 矿物的硬度主要取决于晶体结构的牢固程度，这与化学键的类型及其强度密切相关。

共价键

离子键

金属键

分子键

氢键

大 小

2 对于具有离子晶格的矿物其离子键的强度随离子半径和离子电价而异

离子半径：矿物结构类型和离子电价相同时，矿物硬度随离子半径减小而增大

方解石 $\text{Ca}[\text{CO}_3]$ (0.108, 3)

菱镁矿 $\text{Mg}[\text{CO}_3]$ (0.066nm, 4.5)

离子电价：晶体结构类型和半径相同时，离子电价越高，矿物硬度越大

萤石 CaF_2 (0.120nm, +2, 4)

方钍石 (0.112nm, +4, 6.5)

3 结构堆积紧密程度/配位数(CN) 结构紧密——硬度大

方解石 $\text{Ca}[\text{CO}_3]$ (6, 3) 文石 $\text{Ca}[\text{CO}_3]$ (9, 4)

4 矿物结构中存在羟基、中性水分子硬度明显降低

石膏 $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (1-2)

硬石膏 $\text{Ca}[\text{CO}_3]$ (3-4.5)

5.2.3 矿物的密度和相对密度

矿物的密度：是指矿物单位体积的质量，单位 g/cm^3

相对密度：矿物在空气中的重量与 4°C 时同体积水的重量比。

密度的分级：**轻级** 相对密度小于2.5

中级 相对密度由2.5-4

重级 相对密度大于4

影响矿物相对密度的因素——化学组成和晶体结构

**元素原子量大小
程度**

离子电价与半径

最紧密堆积

- 对晶体结构类型相同的矿物来讲，矿物的比重随所含元素原子量的增大而增大，随原子或离子半径的增大而减小

方铅矿 PbS ($\text{Pb}=207.21, 7.4-7.6 \text{ g/cm}^3$)

重晶石 $\text{Ba}[\text{SO}_4]$ ($\text{Ba}=137.36, 4.3-4.7 \text{ g/cm}^3$)

但当原子量的增大不足以抵消因原子或离子半径增大所减小的比重时则原子量虽然增大，比重反而减小。

- 在原子量、原子或离子半径相同或相近的情况下，原子或离子的配位数越大，比重越大

方解石 $\text{Ca}[\text{CO}_3]$ (6, 2.71 g/cm^3) 文石 $\text{Ca}[\text{CO}_3]$ (9, 2.95 g/cm^3)

- 矿物形成时的温度(T)和压力(P)对矿物的比重也有影响

T增大 \rightarrow CN降低 \rightarrow
形成小比重矿物

方解石中温
文石低温

P增大 \rightarrow CN增大 \rightarrow
形成大比重矿物

石墨 2.23
金刚石 3.50

5.2.4 矿物的脆性和延展性



延展性

脆性

矿物受外力作用容易破碎的性质称为脆性

脆性是离子键矿物的一种特性。绝大多数矿物具有过渡型的离子-共价键，因此，矿物的离子键性越大，脆性越强

矿物在锥击或拉引下，容易形成薄片和细丝的性质称为延展性

通常温度升高，延展性增强。延展性是金属键矿物的一种特性。金属键的矿物在外力作用下能产生塑性形变，这就意味着离子能够移动重新排列而不失去粘合力，这是金属键矿物具有延展性的根本原因。金属键程度不同，则延展性也有差异。

5.2.4 矿物的弹性和挠性

矿物受外力作用发生弯曲形变，外力撤消后，弯曲形变能恢复原状，此性质称为弹性

弹性的实质：一些层状结构的矿物，其单位层之间存在着一定的离子键，当受力弯曲时，这些离子键也被拉长或压短，各单位层能够变弯和移动。外力撤销，这些离子键能恢复正常，并使各单位层恢复到原位。

矿物受外力作用发生弯曲形变，当撤消后，弯曲了的形变不能恢复原状，此性质称为挠性

具挠性的矿物，在其内部结构中，单位层之间，靠分子键力相连。当它受外力弯曲时，两种层之间可相对移动，能形成新的分子键而处于平衡，没有恢复力，因而弯曲后不能恢复原状。

5.3.1 矿物的磁性

矿物的磁性：是指矿物能被永久磁铁或电磁铁吸引或排斥的性质。

矿物的磁性分为三类

矿物磁性分成三级

➤ **强磁性** 矿物粉末能被永久磁铁吸起。如**磁铁矿**

➤ **弱磁性** 矿物粉末能被永久磁铁吸引，但不能跃至磁铁上如**铬铁矿**

➤ **无磁性** 矿物粉末不能被永久磁铁吸引。如**黄铁矿**

➤ **逆磁性矿物** 矿物在外磁场作用下，产生很弱的感应磁场，其磁化方向与外磁场方向相反，磁化率很小，表现为被永久磁铁所排斥；

➤ **电磁性矿物** 矿物在外磁场作用下，产生的感应磁性稍大，其磁化方向与外磁场方向相同，磁化率不大，为正值，表现为受磁场的吸引。这类矿物不被永久磁铁吸引，但可被电磁铁吸引；

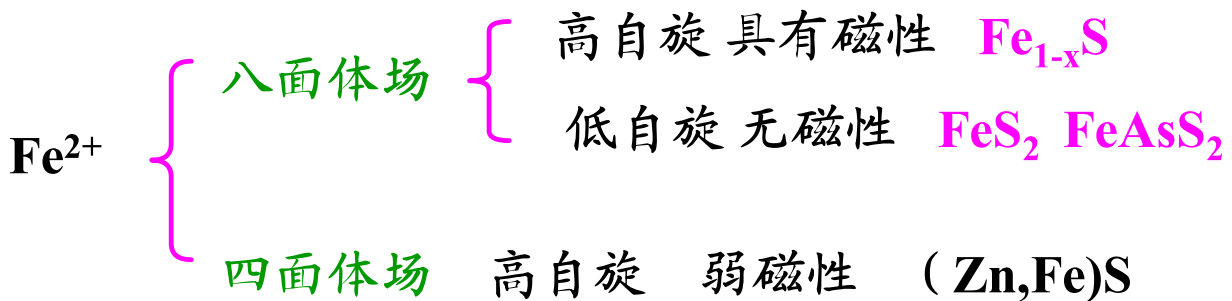
➤ **磁性矿物** 矿物的碎块或粉末能被永久性磁铁所吸引

矿物磁性的本质

矿物的磁性是由组成矿物的原子或离子的未成对电子的自旋磁矩产生的，离子的未成对电子越多，矿物的磁性就越强，反之，则弱或不显磁性。

对于惰性气体型离子来讲，具有饱和的外电子构型，因而不显磁性；而过渡型离子具有未充满的d电子，因而多具有磁性。但并非所有的过渡型离子都具有磁性。

离子进入不同的晶体场，采用不同的自旋状态，其磁性不同。



5.3.2 矿物的发光性



发光性是指物体受外加能量激发，发出可见光的性质

荧光：发光体一旦停止受激，发光现象立即消失

磷光：发光体停止激发，仍持续发光

5.3.3 矿物的电学性质

1、导电性

矿物对电流的传导能力称矿物的导电性。取决于矿物的能带结构类型,按照矿物的能带结构可将矿物分为:

▶**绝缘体矿物:** 为离子键和共价键矿物。当能带中能量间隔很大时,一般的电场不能使价带中的电子激发到导带上去,致使不能导电。如金刚石。

▶**导体矿物:** 为金属键矿物。其价带和相邻的导带重叠。因此,电子极容易从价带跃迁到导带,形成电子流,参加导电。如自然金、自然铜等。

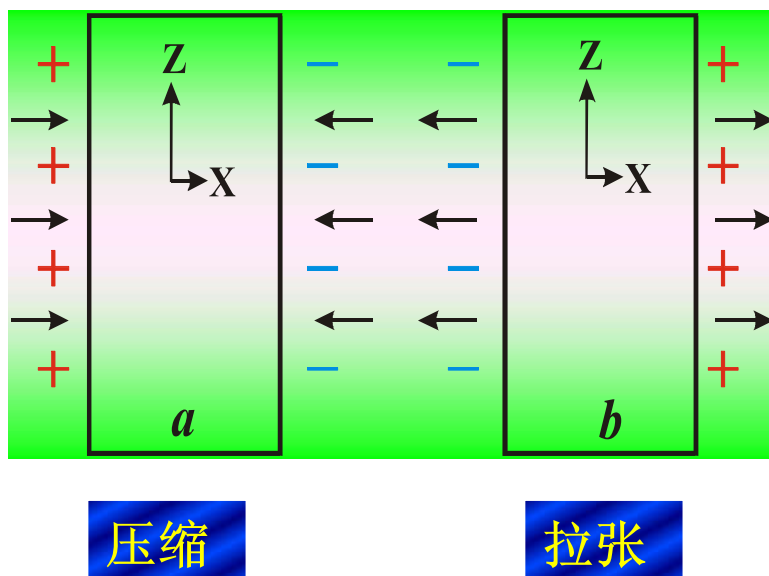
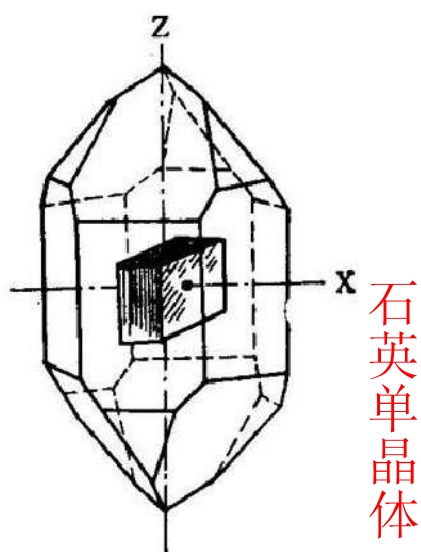
▶**半导体矿物:** 矿物的价带与导带间能量间隔很小,用不大的激发能量(如热、光、电等)就可以使价带中的电子跃迁到导带,电子在导带中形成有限的电子流。如黄铁矿、方铅矿等

2、压电性

某些矿物晶体，在机械作用的压力或张力下，因变形效应而呈现的荷电性质。

在压缩时发生正电荷的部位，在伸张时发生负电荷。

矿物的压电性只发生在无对称中心，具有极性轴的各晶类的矿物中（如石英）。



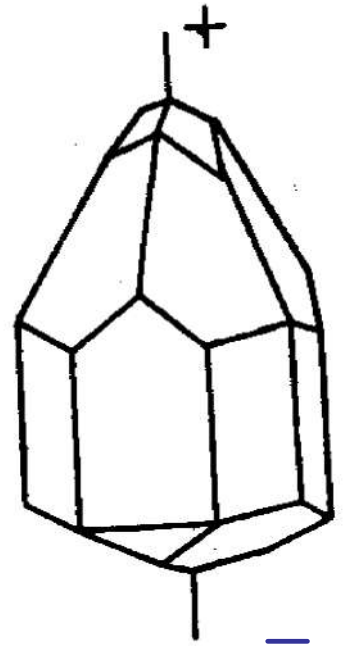
焦电性

当温度变化时，在晶体的某些结晶方向产生荷电的性质。

如电气石晶体加热到一定温度时，其Z轴的一端带正电，另一端带负电

若将已热的晶体冷却，则两端电荷变号。

矿物的焦电性主要存在于无对称中心、具有极性轴的介电质矿物晶体中。如电气石、方硼石、异极矿等。



电气石的焦电性



思考题

- 1、引起矿物颜色的呈色机理总的可归纳为哪两类？他们与矿物的自色、它色和假色有何对应关系？
- 2、总结矿物的透明度、光泽、颜色在总体上的对应关系
- 3、萤石（ $m3m$ 对称型）具有 $\{111\}$ 完全解理。试问：
 - A 萤石共有几个不同方向的解理面？
 - B 在平行萤石晶体的（100）和（111）切面上，分别可见到几个方向的解理缝？
- 4、根据实际资料，晶体的解理面总是平行于那些米氏指数值很小的（绝大多数为1和0）的晶面。其原因何在？