

第二章 矿物的形态

矿物形态的概念及其研究意义

矿物单晶体的结晶习性与表面微形貌

矿物集合体形态

一、矿物形态的概念及其研究意义

概念：

矿物的**形态**是指**矿物单体**、**矿物规则连生体**及**同种矿物集合体**的外貌特征。

影响因素：

内因：矿物的化学成分和内部结构

外因：矿物形成时的环境条件

研究意义：

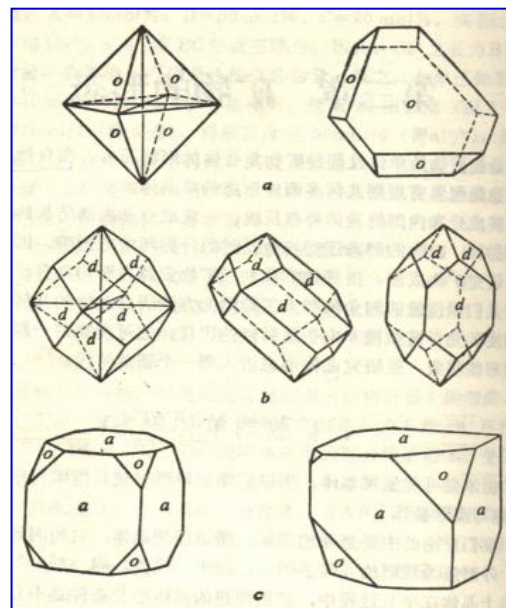
重要鉴定特征；

成因信息载体；

找矿标志；

宝玉石加工；

磨料选择.....



理想晶体与孪晶

二、矿物单晶体的结晶习性与表面微形貌

矿物**单体**的形态，包括整个单晶体的外貌及晶面花纹特征。

(一) 单晶体的结晶习性

1. 结晶习性的概念：

在一定的外界条件下，矿物晶体常常趋向于形成某种特定形态，称为该矿物的结晶习性（简称“晶习”）。

三层含义：

- 一是同种晶体所习见的单形或聚形；
- 二是晶体在三维空间延伸的比例。
- 三是矿物单晶体的完好程度。

晶体习性主要与内部结构和化学成分有关，化学成分简单，结构对称程度高的晶体，一般呈等轴状，如自然金(Au)和石盐 (NaCl)、**萤石** (CaF₂) 等。

实际晶体往往沿其内部结构中化学键强的方向发育，如金红石、辉石和角闪石等链状结构的矿物呈现柱状、针状晶习，而云母、石墨等层状结构的矿物则呈片状、鳞片状习性。

2、晶体习性的类型

(1) 按晶面发育的完好程度，分为：

1) 自形晶：

晶体完全被自身应该发育的晶面包围。

反映未受相邻晶体发育的干扰，有足够的生长空间。

2) 半自形晶：

只有晶体的其中一部分被自身固有的规则几何晶面所包围。

反映晶体在生长过程受到相邻晶体发育的干扰或生长空间受限。

3) 它形晶：

没有（或几乎没有）被自身应有的晶面包围，而完全呈现其它形态。

(2) 据晶体在三维空间的发育程度，分为：

一向延长型：

柱状、针状和纤维状等。

如：水晶、绿柱石、电气石、角闪石和金红石等。 ■

二向延展型：

板状、片状、鳞片状和叶片状等。

如：重晶石、云母、石墨和绿泥石等。

三向等长型：

粒状或等轴状。

如：黄铁矿、石榴子石和橄榄石等。

过渡类型：短柱状、板柱状、板条状和厚板状等。

所以：

晶体习性是晶体的成分和结构，及生长环境的物理化学条件（包括**温度、压力、组分浓度及介质的PH值和Eh值等**）和空间条件的综合体现。

(二) 矿物单晶体的表面微形貌 —— ——晶面花纹

由于受复杂的外界条件和空间的影响，实际晶体往往长成**歪晶**，且晶面上常具某些规则的花纹。

晶面花纹的类型：晶面条纹、生长层、螺旋纹、生长丘和蚀像等。

1. 晶面条纹 晶面条纹

由于不同单形的细窄晶面反复相聚、交替生长而在晶面上出现的一系列直线状平行条纹，也称**聚形条纹**。

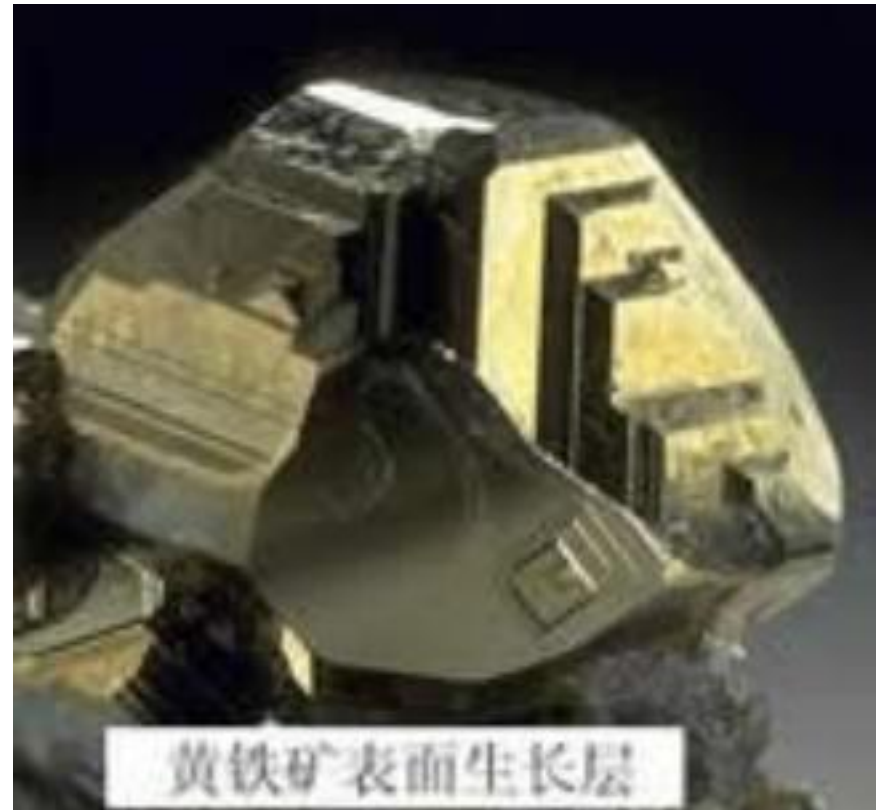
这是晶体的一种阶梯状生长现象，只见于晶面上，故又称**生长条纹**。

特征：

- ① 粗细、宽窄不均匀，可见其呈宽窄不一的阶梯状。
- ② 在晶体上的分布必然符合晶体本身固有的对称性。
- ③ 只出现在晶体的表面 — 晶面上，且随晶面的消失而消失；在晶体内部及解理面上则不能见到。

2. 晶面台阶

是指晶面按层生长理论生长时，在晶面上留下的一系列平行的阶梯状的堆叠层。



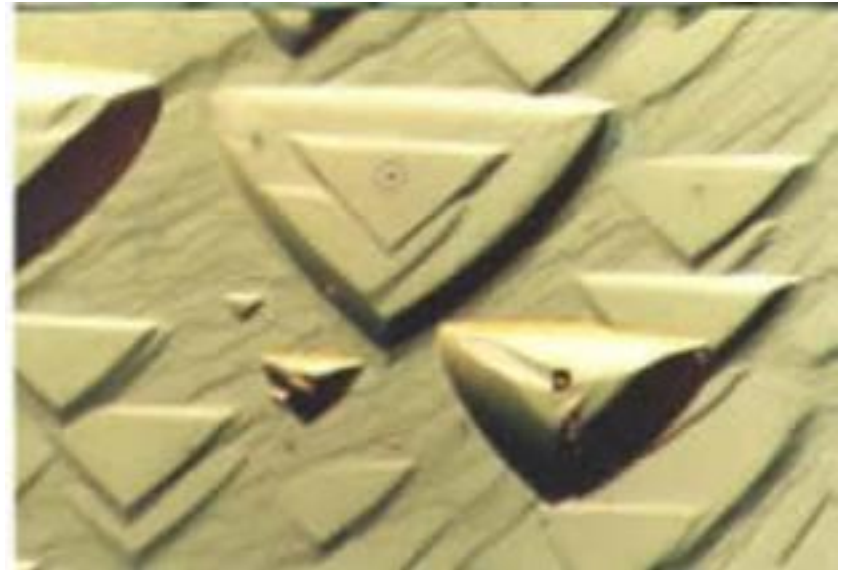
3. 螺旋纹和生长丘

螺旋纹：是指晶面上由于螺旋生长所留下的螺旋状的阶梯状生长纹。

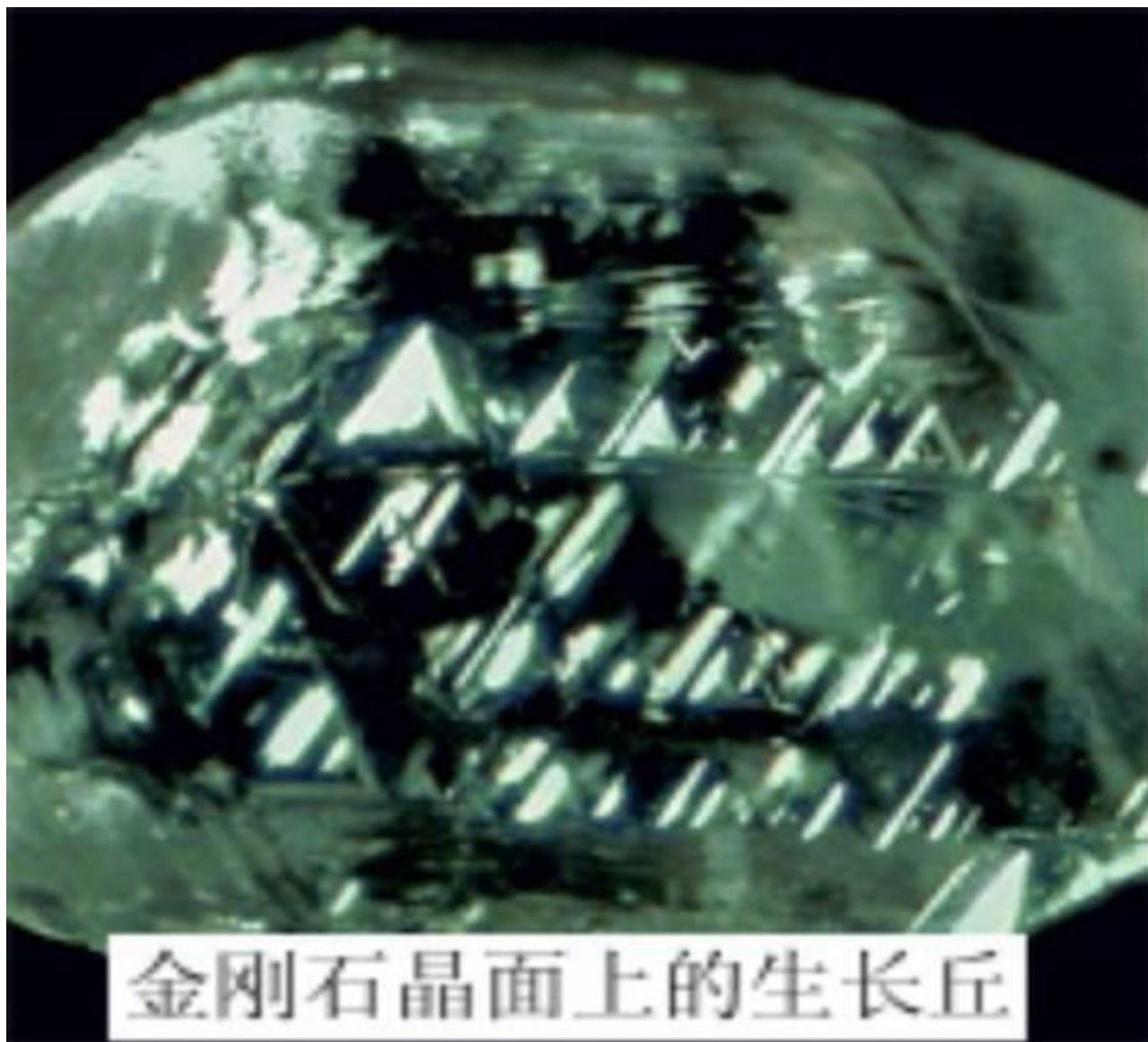
生长丘：是指晶体生长过程中形成的、略凸出于晶面之上的丘状体。



黑钨矿晶面上的螺旋状台阶



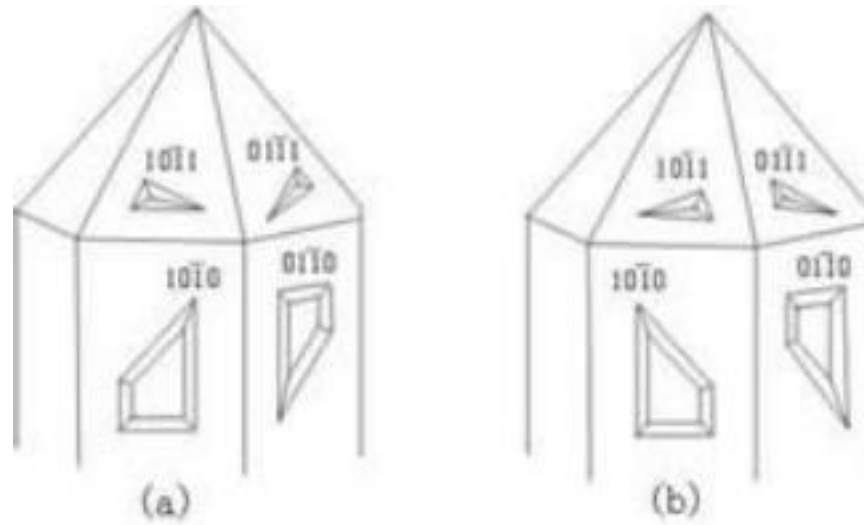
绿柱石晶面上的生长丘



金刚石晶面上的生长丘

4. 蚀像：晶体形成后，晶面因受溶蚀而留下的一定形状的凹坑(即蚀坑)。

特点：蚀像受晶面内质点的排列方式控制，因而，只有同一晶体同一单形晶面上的蚀像形态才相同，其取向才符合相应的对称。故常可利用蚀像来鉴定矿物、辨识晶面是否属于同一单形，确定晶体的真实对称等。



α -石英 $\{1011\}$ 的晶面上之生长丘

三、矿物集合体的形态

矿物集合体：同种矿物的多个单体聚集在一起的整体。

矿物集合体的形态取决于其单体的形态及集合方式，也即决定于矿物的内部结构和生成环境。

据集合体中矿物的颗粒大小分为：

显晶集合体：肉眼或借助于放大镜即能分辨出矿物各单体的集合体。

隐晶集合体：只有在显微镜下才可分辨矿物单体的集合体。

胶体集合体：显微镜下也不能辨别出单体的界线，其实际上并不存在单体。

隐晶及胶态集合体可由溶液直接结晶或胶体作用形成。

(一)、矿物显晶集合体的形态

显晶集合体是肉眼或借助于放大镜即能分辨出矿物各单体的集合体。

根据单体的晶体习性及其集合方式，**显晶集合体的形态**常见有：

粒状、片状、板状、针状、柱状、棒状、放射状、纤维状、晶族状等集合体。

柱状集合体
(石英)



片状集合体 (白云母)



针状集合体
(辉铋矿)

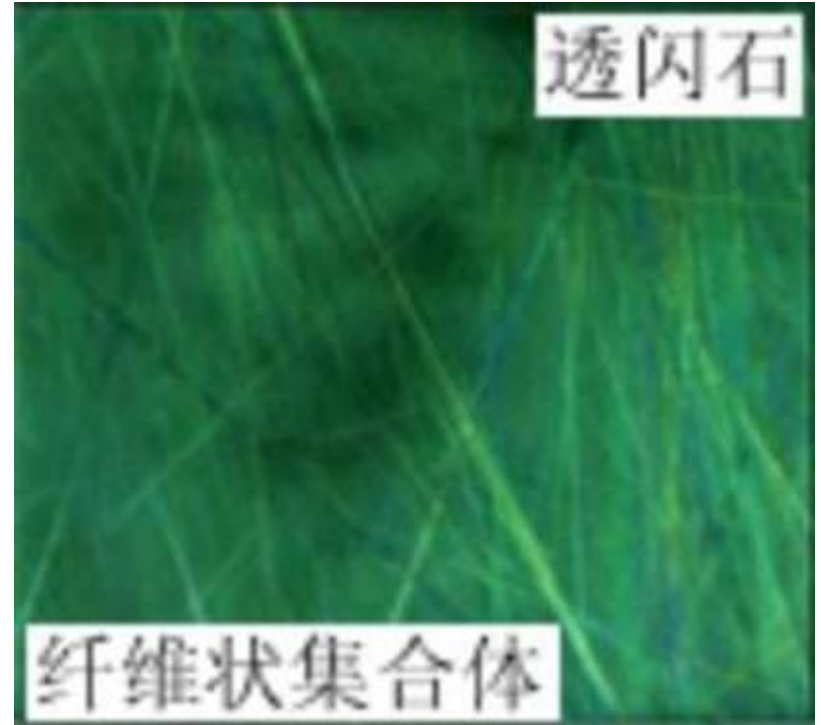


粒状集合体 (方铅矿)

常见的特殊形态的集合体：

1) 纤维状集合体：

由一系列细长针状或纤维状的矿物单体平行密集排列而成。



纤维状直闪石石棉

✦ 2) 放射状集合体:

✦ 由长柱状、针状、片状或板状的许多单体围绕某一中心成放射状排列而成。



放射状集合体（阳起石）



放射状集合体（红柱石）

✧ 3) 晶簇：

✧ 在岩石的空洞或裂隙中，丛生于同一基底，另一端朝向自由空间发育而具完好晶形的簇状单晶体群。



✦ 此外，尚有束状集合体、毛发状集合体、树枝状集合体等。



(二)、隱晶及胶态集合体

常见的**隱晶**及**胶态集合体**按形成方式及外貌特征，主要有：

1) 分泌体：

在球状或不规则形状的岩石空洞中，由胶体或晶质物质自洞壁逐渐向中心层层沉淀充填而成。

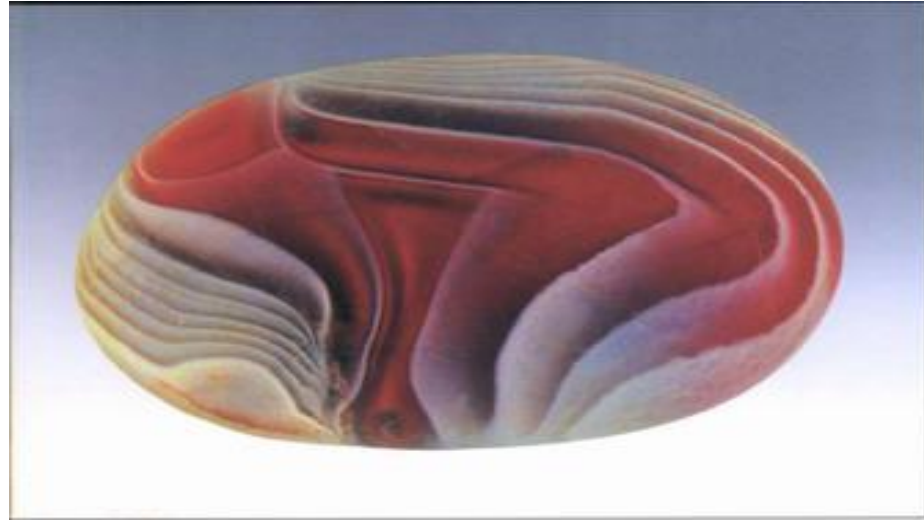


图 3-10 玉髓状(隐晶、晶质) Agate (Druzy) (Jiangsu, China)



图 3-10 (隐晶、晶质) Agate (Druzy) (Jiangsu, China)



✦ 特征：

- ✦ ① 外形常呈卵圆形，具同心层状构造，中心常有空腔，有时其中还见有晶簇。
- ✦ ② 各层在成分和颜色上往往有所差异。

分泌体：

- (1) 晶腺：平均直径 $> 1\text{cm}$ 。
- (2) 杏仁体：平均直径 $< 1\text{cm}$ ，充填于火山熔岩气孔中的次生矿物所构成的杏仁般白色扁球形集合体。



杏仁体



晶腺

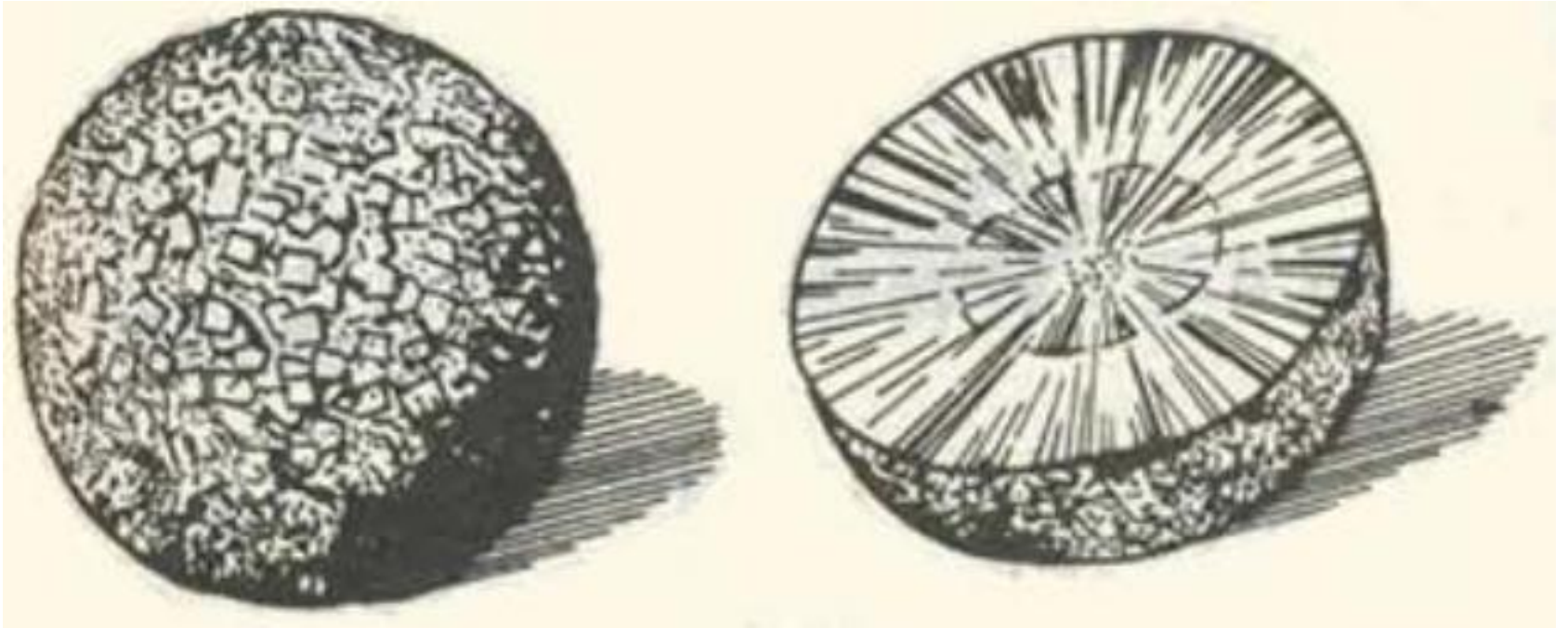
2) 结核:

✦ 由隐晶质或胶凝物质围绕某一中心（如砂粒、生物碎片或气泡等），自内向外逐渐生长而成。

特征:

- ① 形状有球状、瘤状、透镜状和不规则状等，直径一般 $> 1\text{cm}$ 。
- ② 内部常具同心层状、放射纤维状或致密状构造。
- ③ 一般多见于沉积岩中，常形成于海洋、湖沼中。
- ④ 常见Fe质、P质、Ca质、Mn质和Si质等结核。





黄铁矿结核体

3) 鲕状及豆状集合体

✦ 由胶体物质围绕悬浮状态的细砂粒、矿物碎片、有机质碎屑或气泡等层层凝聚而成并沉积于水底。

特征：

① 外形呈圆球形、卵圆形。

② 具同心层状内部构造。

鲕状集合体：>50%球粒的直径<2mm，形状、大小如鱼卵。

豆状集合体：球粒大小似豌豆，直径一般为几mm。

錳狀集合體：



豆状集合体:



4) 钟乳状集合体:

在岩石的洞穴或裂隙中，由真溶液蒸发或胶体凝聚，在同一基底上向外逐层堆积而成。

特征:

① 外形呈圆锥形、圆柱形、圆丘形、半球形和半椭球形等，通常具体地分为钟乳状、葡萄状和肾状等。

② 内部具同心层状、放射状、致密状或结晶粒状构造。



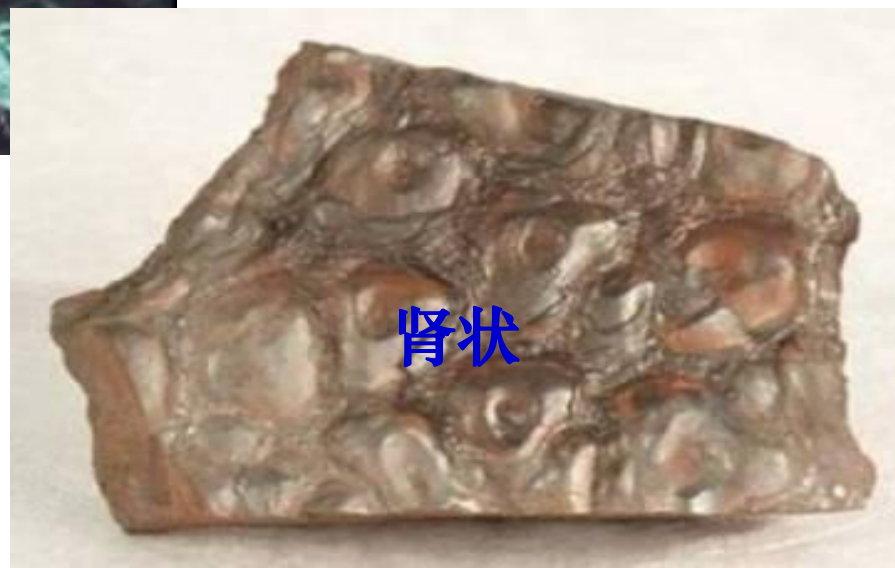
自上而向
下生长的
称为石钟
乳

自下而向上生长的
称为石笋





葡萄状



肾状



肾状(硬锰矿)

✦ (三)、其他矿物集合体形态： ■

✦ A) 块状集合体

✦ 凭肉眼或放大镜不能辨别其颗粒界限的矿物致密块体。

✦ B) 土状集合体

✦ 矿物呈细粉末状较疏松地聚集成块。 ■

✦ C) 粉末状集合体

✦ 矿物呈粉末状分散附在其他矿物或岩石的表面。 ■

✦ D) 被膜状集合体

✦ 呈薄膜状附着于其它矿物（或岩石）表面。

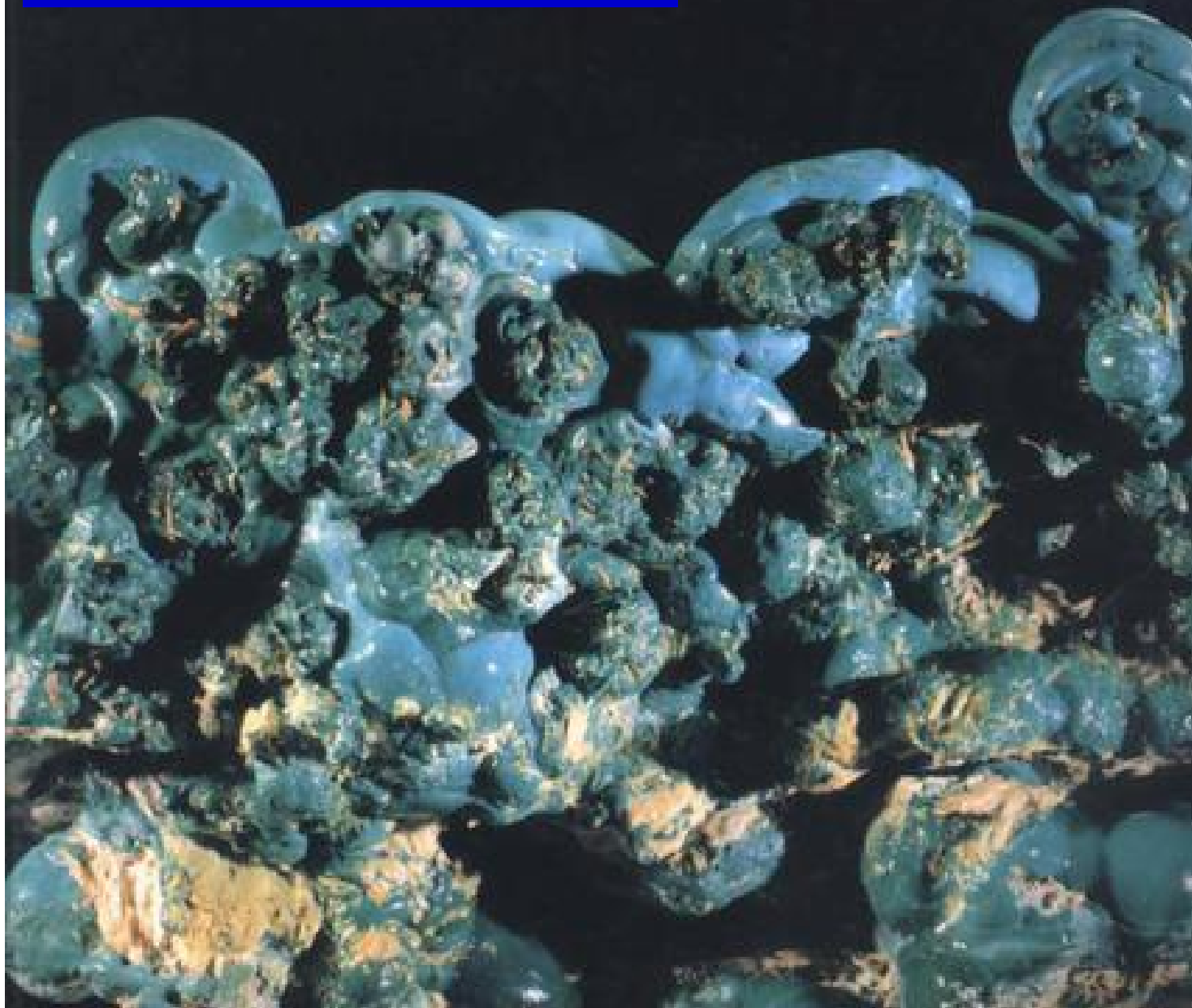
✦ E) 皮壳状集合体

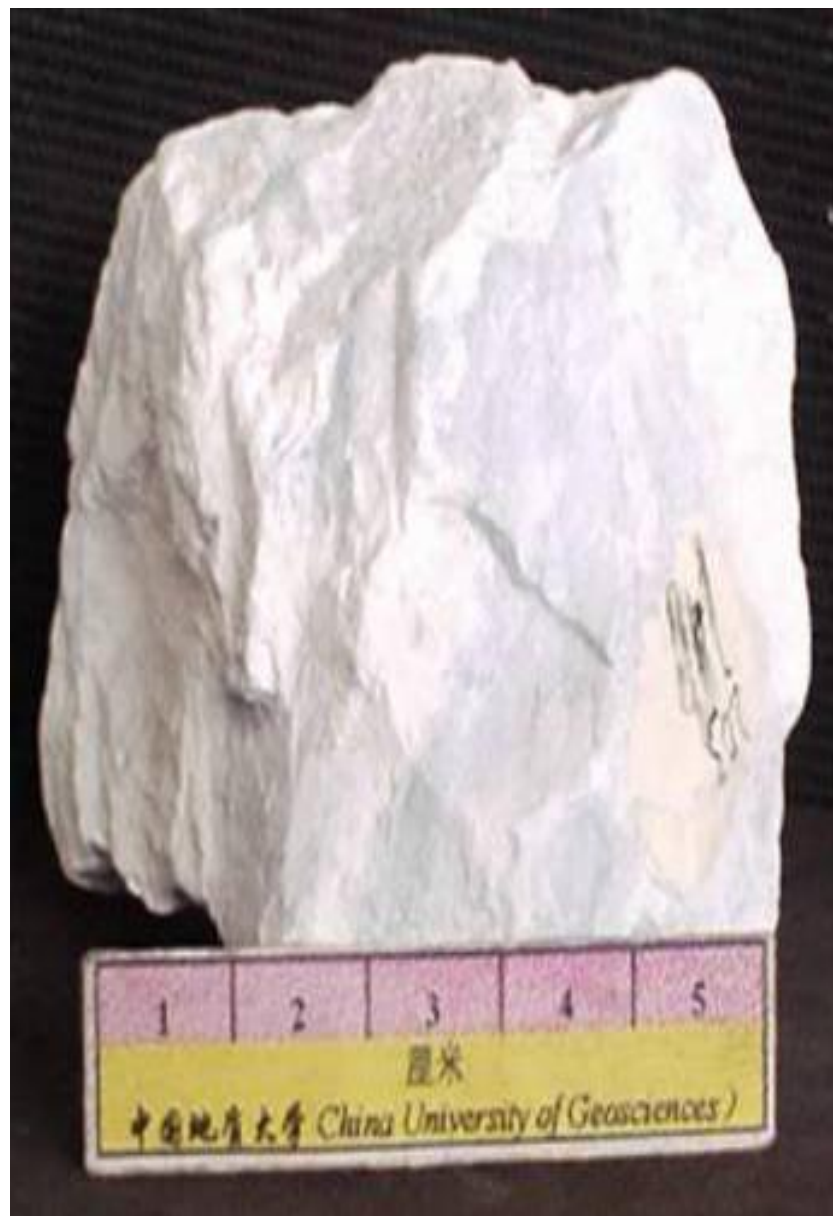
✦ 似皮壳包在其它矿物（或岩石）表面，内部构造呈平行或垂直皮壳状。

✦ F) 盐华状集合体

✦ 热泉或火山口附近呈凝华状堆积体。

皮壳状 (孔雀石)





土状集合体



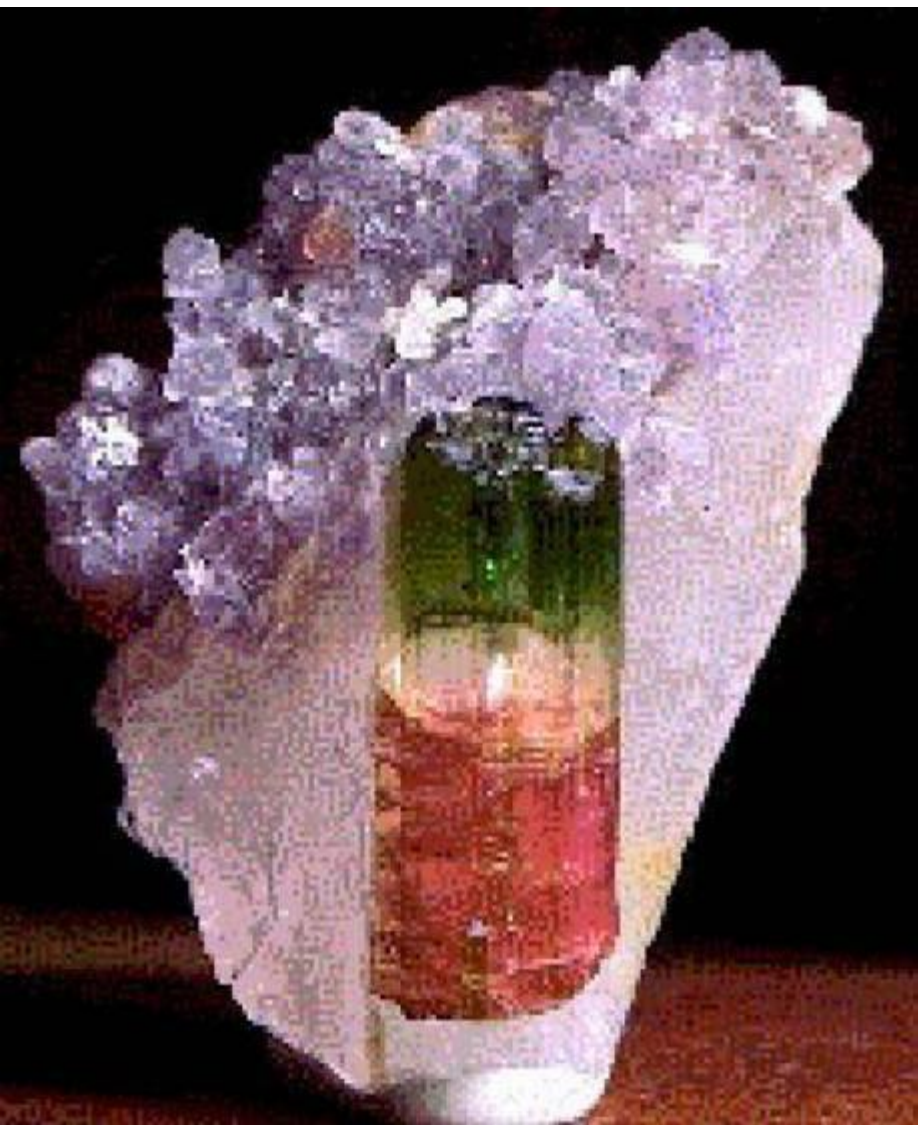
块状集合体 (狗头金)



被膜状集合体

返回

一向延长型：



二向延展型：



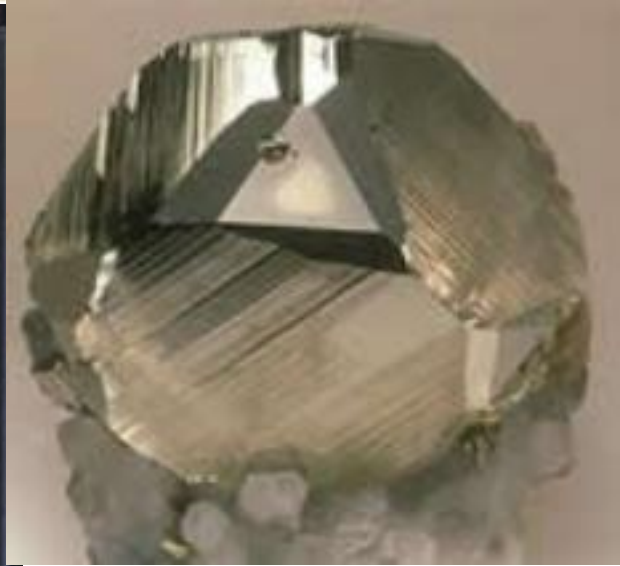
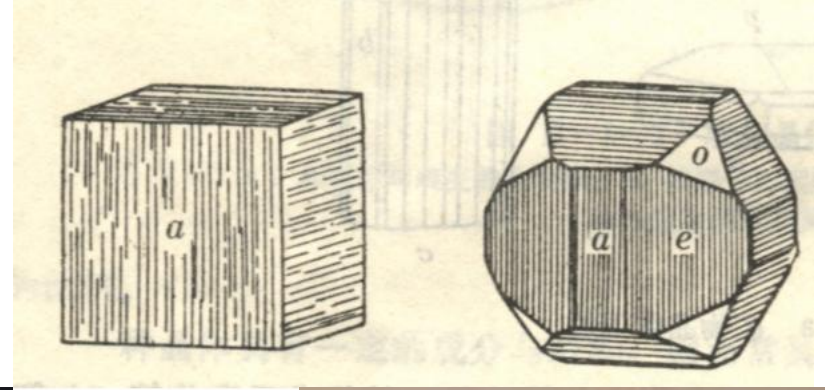
[返回](#)

三向等长型：

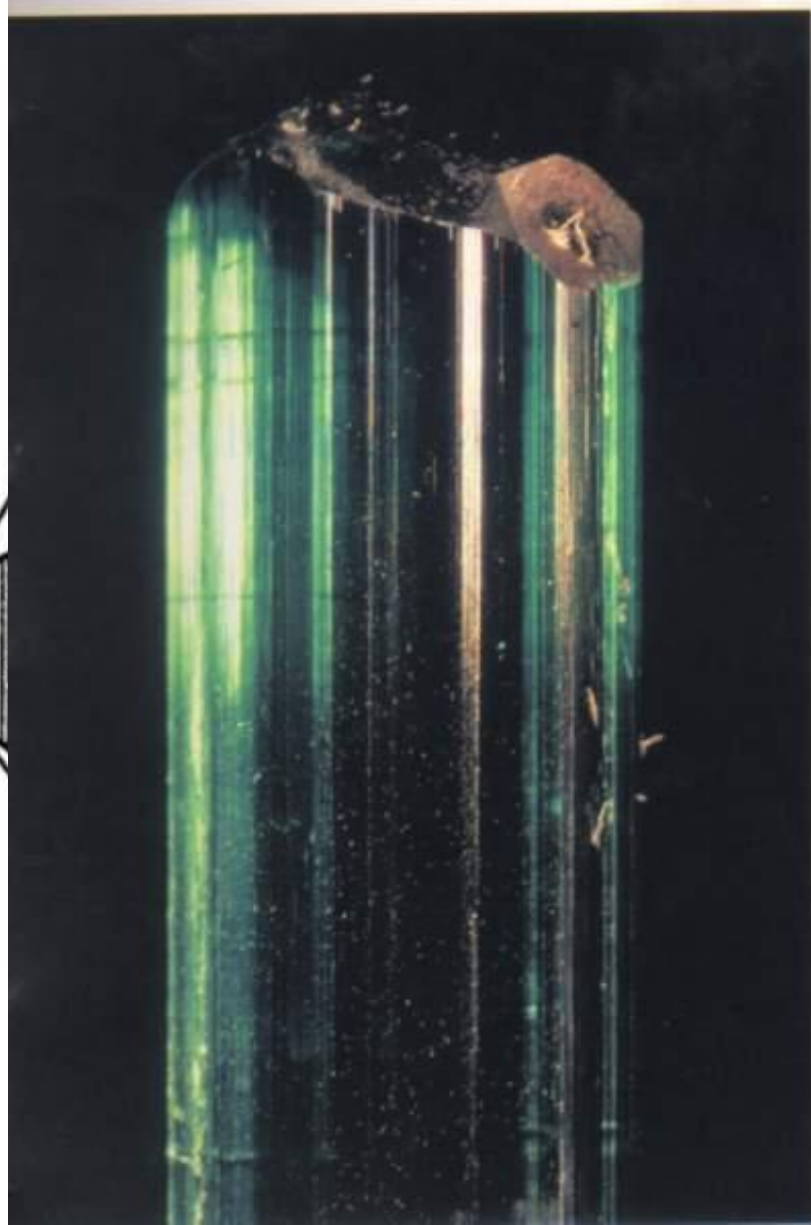


[返回](#)

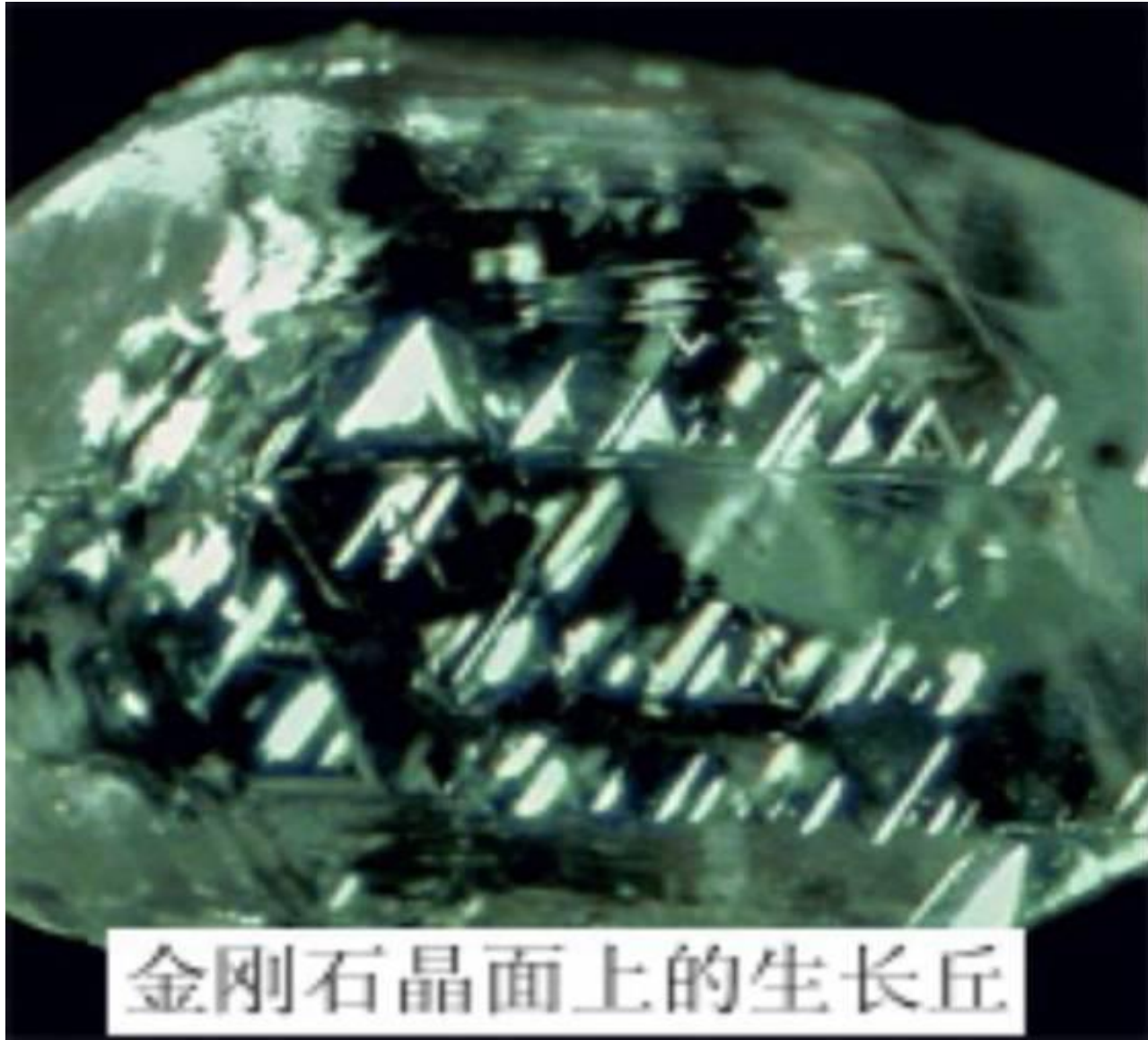
晶面条纹之一：



晶面条纹之二：

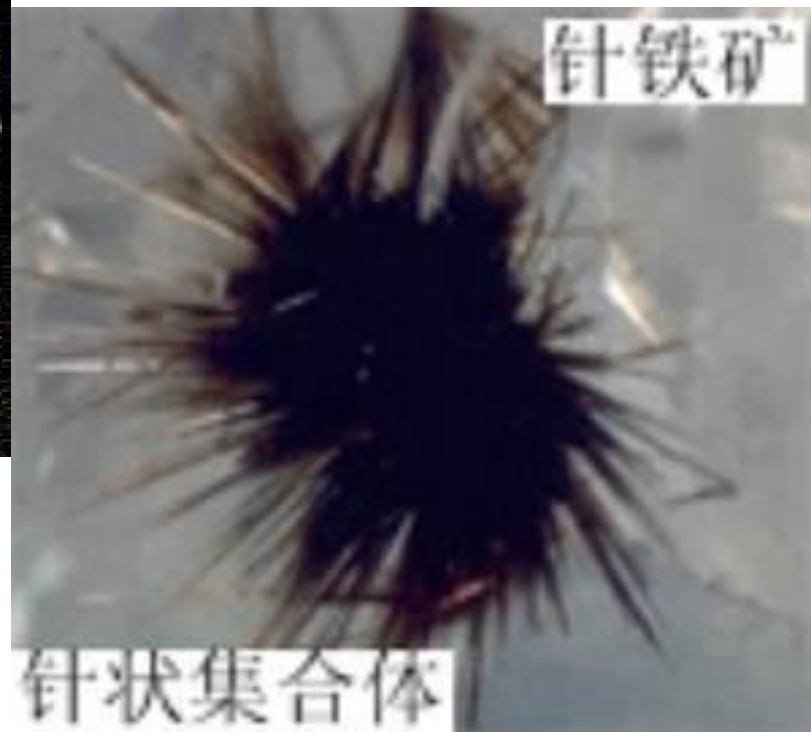


[返回](#)



金刚石晶面上的生长丘

显晶集合体:



下一页

显晶集合体:



蓝晶石板状集合体



下一页

显晶集合体：



[返回](#)

第三章 矿物的物理性质

✦ 决定因素： 矿物的成分和结构

✦ 矿物的形成条件

✦ 研究意义：

✦ 1) 鉴别矿物的主要依据

✦ 2) 提供有关矿物的信息

✦ 3) 广泛应用于国民经济中

一、矿物的光学性质

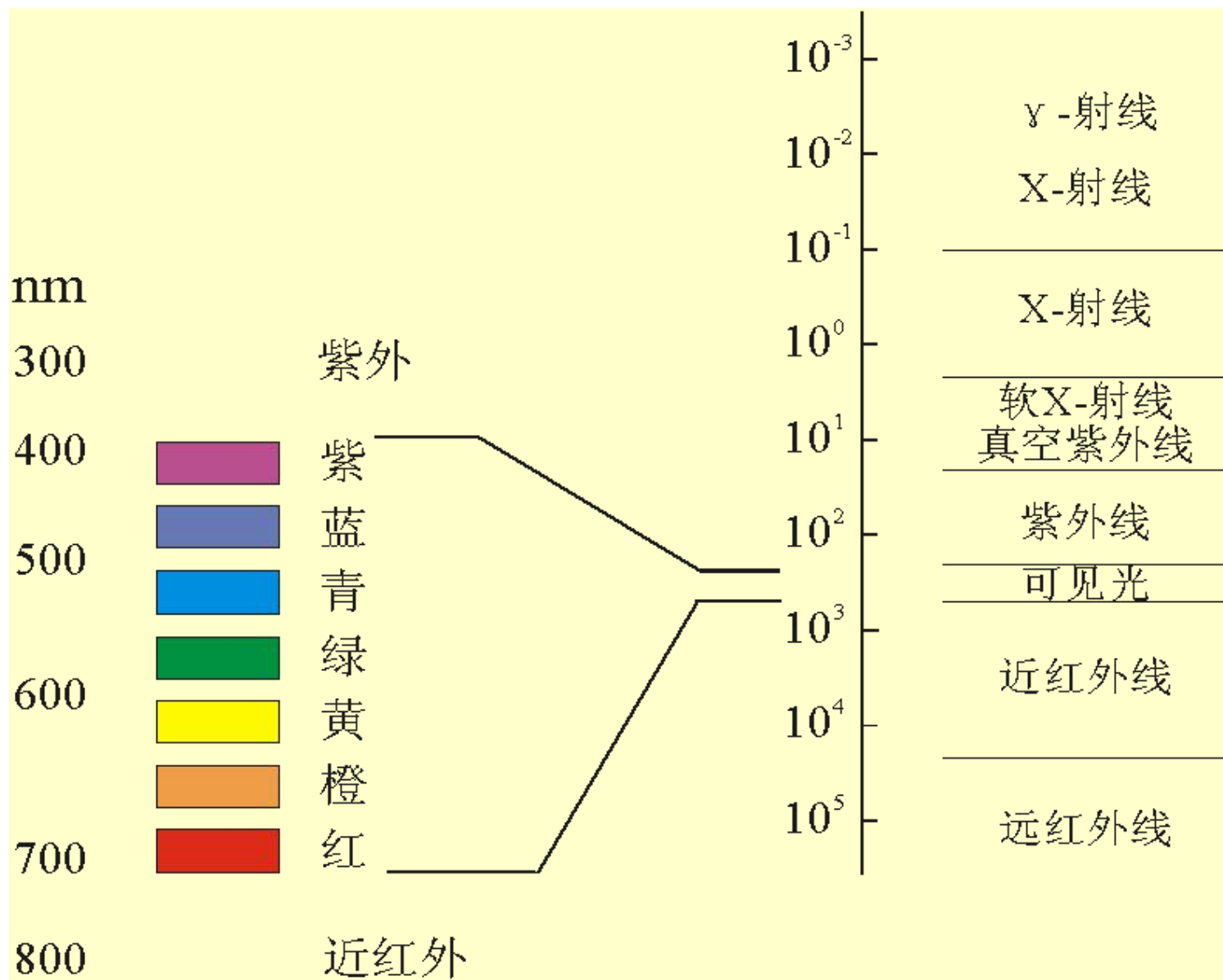
矿物的**光学性质**：

矿物对**可见光的反射、折射、吸收**等所综合表现出来的各种性质。

包括：

矿物的**颜色、
条痕、
光泽、
透明度。**

电磁波谱

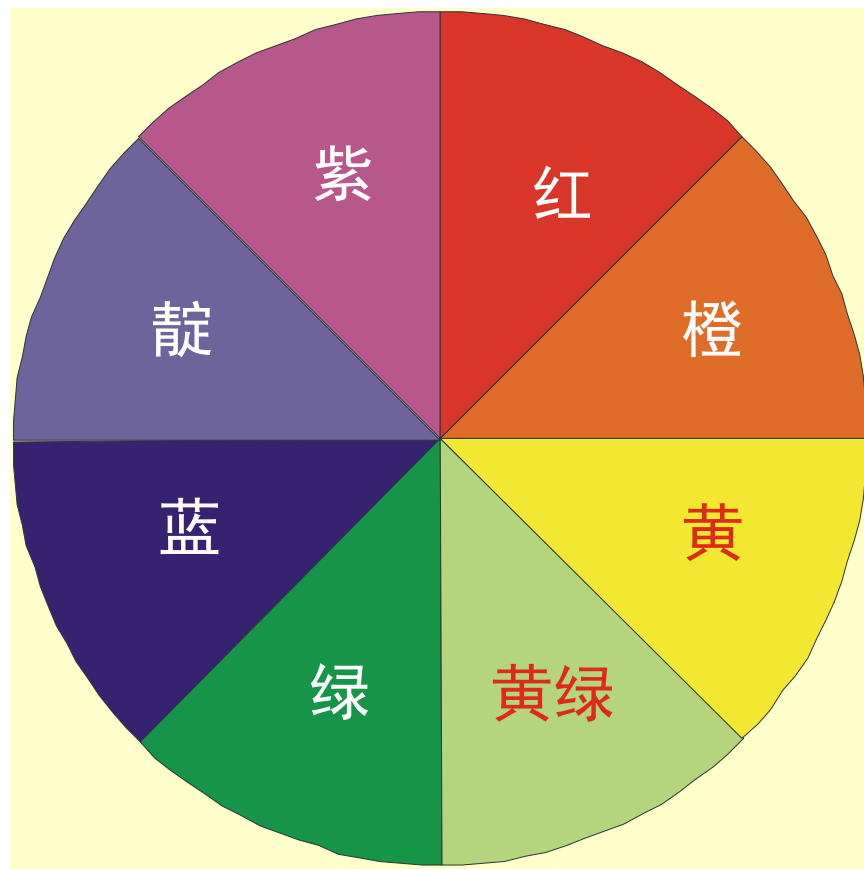


(一) 矿物的颜色

1. 颜色(color)的定义:

是矿物对入射的白色可见光(390~770nm)中不同波长的光波吸收后,透射和反射的各种波长可见光的混合色。

自然光呈白色,由红、橙、黄、绿、蓝、青、紫七种色光组成。对角扇形区为互补色。



颜色互补示意图

✦ 矿物颜色与其对光的作用关系： ■



✦ 黑色——均匀地全部吸收自然白光；

✦ 白色或无色——基本上不吸收；

✦ 灰色——均匀地吸收各种色光；

✦ 吸收的色光的补色——选择性地吸收某种波长的色光。 ■

✦ 矿物颜色的成因类型：

✦ ——自色

✦ ——他色

✦ ——假色

(1) 自色

✦ 由矿物本身固有的化学成分和内部结构所决定的颜色，是由于组成矿物的原子或离子在可见光的激发下，发生电子跃迁或转移所造成的。又可分为体色和表面色。

体色：

——透明或半透明的矿物所呈现的透射光的颜色（被吸收色光的补色）。例如橄榄石、石英等。

表面色：

——不透明矿物所呈现的表层的反射色，它多与被吸收色光一致。

(2) 他色

是指矿物因含外来带色的杂质、气液包裹体等所引起的颜色。

注意：少数矿物因晶格缺陷（如色心）而引起。大部分碱金属和碱土金属的化合物的呈色主要与色心（最常见F心）有关。如萤石的紫色等。

(3) 假色

是自然光照射在矿物表面或进入到矿物内部所产生的反射、干涉、衍射、散射等物理光学效应而引起的矿物呈色。假色只对个别矿物有辅助鉴定意义。

矿物中常见的假色主要有：

① 锖色：

指某些不透明矿物表面氧化薄膜引起反射光的干涉而呈现出的彩色。如斑铜矿表面的蓝、靛、红、紫斑驳色。 ■

② 晕色：

指某些透明矿物内部平行密集的解理面或裂隙面对光连续反射使矿物表面出现如同彩虹般的色带。在白云母、冰洲石、透石膏等无色透明晶体的解理面上最易见到。 ■

③ 变彩：

指从不同方向观察某些透明矿物时，其不均匀分布的各种颜色会随之发生变换。这是由于矿物内部存在有许多厚度与可见光波长相当的微细叶片状或层状结构，引起光的衍射、干涉作用所致。例如，拉长石即具有美丽的蓝绿、金黄、红紫等连续改变的变彩；贵蛋白石呈现蓝、绿、紫、红等色的变彩。

③ 乳光(也称蛋白光)

指在矿物中见到的一种类似于蛋清般略带柔和淡蓝色调的乳白色浮光。它是由于矿物内部含有许多远比可见光波长为小的其他矿物或胶体微粒，使入射光发生漫反射而引起的。如月长石和乳蛋白石均可见到这种乳光。

2、矿物的呈色（致色）机理

①含过渡型离子的矿物——离子内部电子跃迁：

当自然光照射时，矿物中致色元素离子吸收光能而从基态跃迁到激发态。矿物将呈现所吸收色光的补色。

（外电子层d轨道或f轨道能级分裂，能级间的能量差与可见光中的某种波长的光波相当而致其被吸收，又称d—d跃迁或f—f跃迁。）

②含变价元素矿物——离子间电荷转移：

在外加能量的激发下，矿物晶体结构中变价元素的相邻离子之间发生电子跃迁（称为电荷转移），而使矿物致色。

如 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} ， Mn^{2+} 与 Mn^{3+} 或 Ti^{3+} 与 Ti^{4+} 之间最易发生电荷转移。例如蓝闪石即是由于结构中存在 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 之间的电荷转移而呈蓝色。

③自然金属或硫化物矿物——能带间电子跃迁:

能带理论认为, 矿物中的原子或离子, 其外层电子均处于一定的能带。能带的下部为价带, 上部为导带, 两者间为禁带。

矿物可吸收能量高于禁带宽度的色光, 使电子从价带跃迁到导带而呈色。 ■

如辰砂(HgS)的禁带宽度为 $32 \times 10^{-16}\text{J}$, 相当于 620nm 的波长, 故矿物能吸收除红光以外的其它色光而呈红色。

④碱金属和碱土金属化合物矿物——色心:

色心是一种能选择性吸收可见光波的晶格缺陷, 它能引起相应的电子跃迁而使矿物呈色。

如萤石(CaF_2)的紫色、石盐(NaCl)的蓝色即分别是因晶格中 F^- 空位和 Cl^- 空位所引起的F心所致。

说明:

A) 能够使矿物呈色的过渡型离子称为色素离子(主要有周期表中第四周期的Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni, 以及次要的W、Mo、U、Cu和稀土元素的离子, 其中最常见的是通常分别使矿物致绿色和褐红色的 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 。

B) 对于仅由惰性气体型离子所构成的矿物, 因其基态与激发态能级间的能量差远比可见光的能量为大, 可见光不能激发电子而使其发生跃迁, 即矿物对可见光不吸收, 故呈现无色或白色。

✦ (二) 矿物的条痕

条痕：矿物粉末的颜色，通常是以矿物在白色无釉瓷板上擦划所留下的粉末的颜色。

✦ 矿物的条痕能消除假色、减弱他色、突出自色，比矿物颗粒的颜色更为稳定、更有鉴定意义。

条痕对于鉴定不透明矿物和鲜艳彩色的透明—半透明矿物，尤其是硫化物或部分氧化物和自然元素矿物，具有重要意义。 ■

根据条痕的微细变化，可大致了解矿物成分的变化，推测矿物的形成条件。

✦ (三) 矿物的透明度

✦ 1、矿物透明度的概念：

✦ 透明度是指矿物允许可见光透过的程度。

✦ 据矿物碎片刃边的透光程度配合矿物的条痕，矿物的透明度分三级：

✦ (1) 透明：

✦ 能允许绝大部分光透过，矿物条痕常为无色、白色或略浅色。如石英、方解石和普通角闪石等。 ■

✦ (2) 半透明：

✦ 可允许部分光透过，矿物条痕呈各种彩色(如红、褐等色)。如辰砂、雄黄和黑钨矿等。 ■

✦ (3) 不透明：

✦ 基本不允许光透过，矿物具黑色或金属色条痕。如方铅矿、磁铁矿和石墨等。

✦ 2、判别透明度等级的依据：

✦ 1) 矿物边缘的透光程度+条痕；

✦ 2) 0.03mm厚度的矿物薄片，在偏光显微镜下观察。

✦ 3、影响透明度的因素：

✦ 1) 化学组成和晶体结构。

✦ 吸收系数大的矿物，其透明度即低。一般地，金属晶格由于内部存在着自由电子，因而其对光的吸收比原子晶格和离子晶格要强得多。而离子晶格的吸收程度又因离子类型而异：铜型离子对光的吸收很强，过渡型离子、惰性气体型离子的吸收能力则依次降低。 ■

✦ 2) 颜色深浅和厚度；

✦ 3) 矿物中的裂隙、包裹体；

✦ 4) 矿物的集合方式；

✦ 5) 表面风化程度。

✦ (四) 矿物的光泽

✦ 1、矿物光泽的概念：

✦ 指矿物表面对可见光的反射能力。矿物对光的折射和吸收越强，反光能力越大，光泽越强，反之则弱。

✦ 2、矿物光泽的四个等级：

✦ (1) 金属光泽：

✦ 反光能力很强，似平滑金属磨光面的反光。矿物具金属色（感），条痕呈黑色或金属色，不透明。如方铅矿、黄铁矿和自然金等。 ■

✦ (2) 半金属光泽：

✦ 反光能力较强，似未经磨光的金属表面的反光。矿物呈金属色，条痕为深彩色(如棕色、褐色等)，不透明—半透明。如赤铁矿、铁闪锌矿和黑钨矿等。 ■

✦ (3) 金刚光泽：

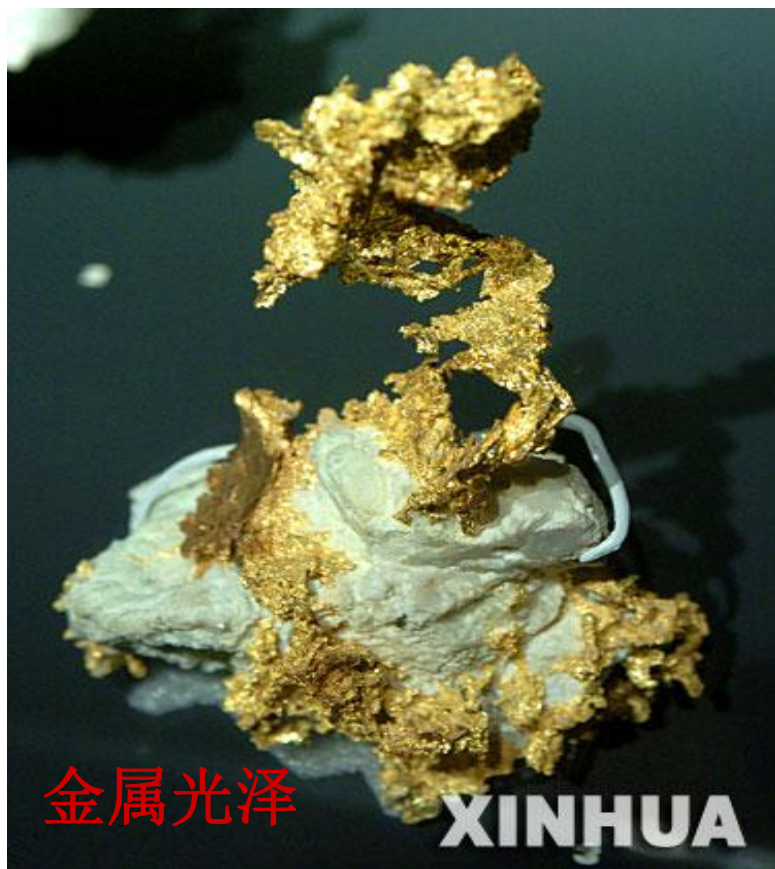
✦ 反光较强，似金刚石般明亮耀眼的反光。矿物的颜色和条痕均为浅色(如浅黄、桔红、浅绿等)、白色或无色，半透明—透明。如浅色闪锌矿、雄黄和金刚石等。 ■

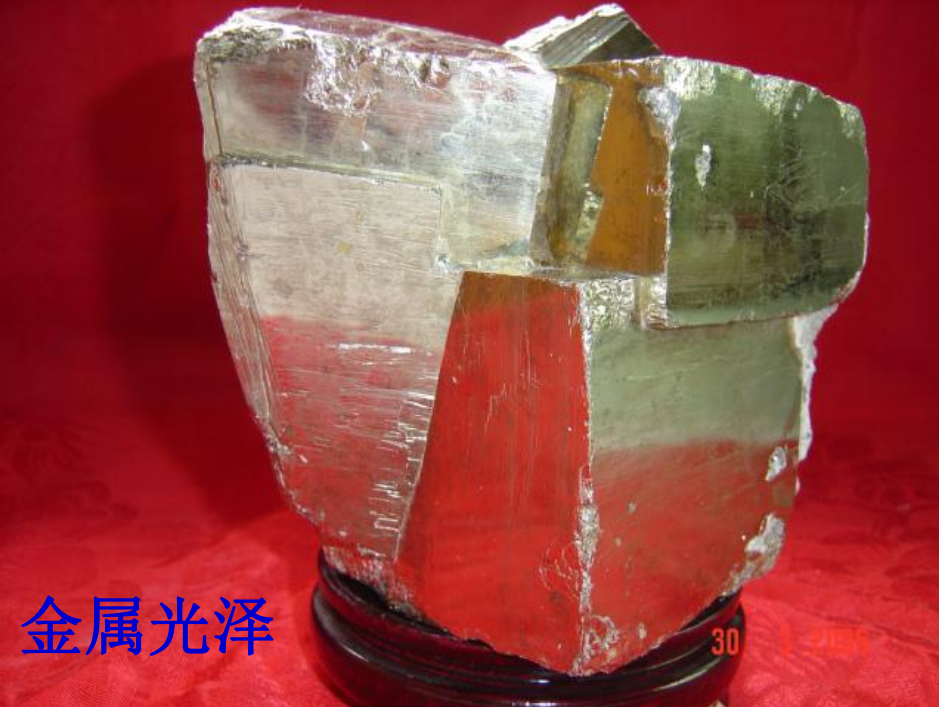
✦ (4) 玻璃光泽：

✦ 反光能力相对较弱，呈普通平板玻璃表面的反光。矿物为无色、白色或浅色，条痕呈无色或白色，透明。如方解石，石英和萤石等。

注意：矿物肉眼鉴定时，根据矿物**新鲜平滑的晶面、解理面或磨光面上反光能力的强弱**，同时**配合矿物的条痕和透明度**进行光泽等级的判定。

金刚光泽、玻璃光泽（半金属光泽）统称为非金属光泽。

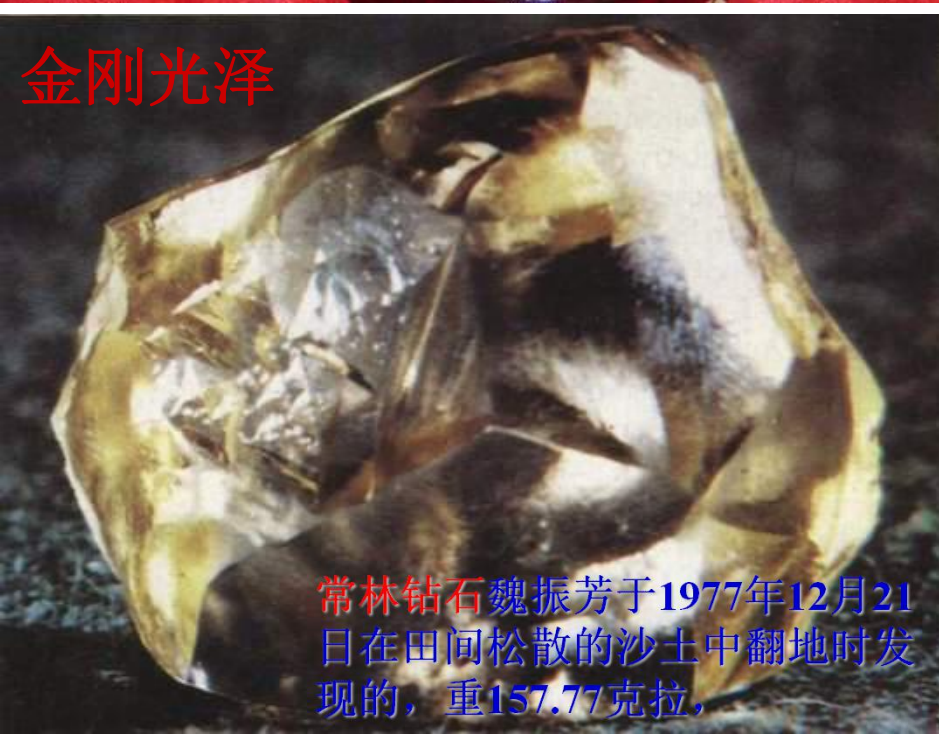




金属光泽



玻璃光泽



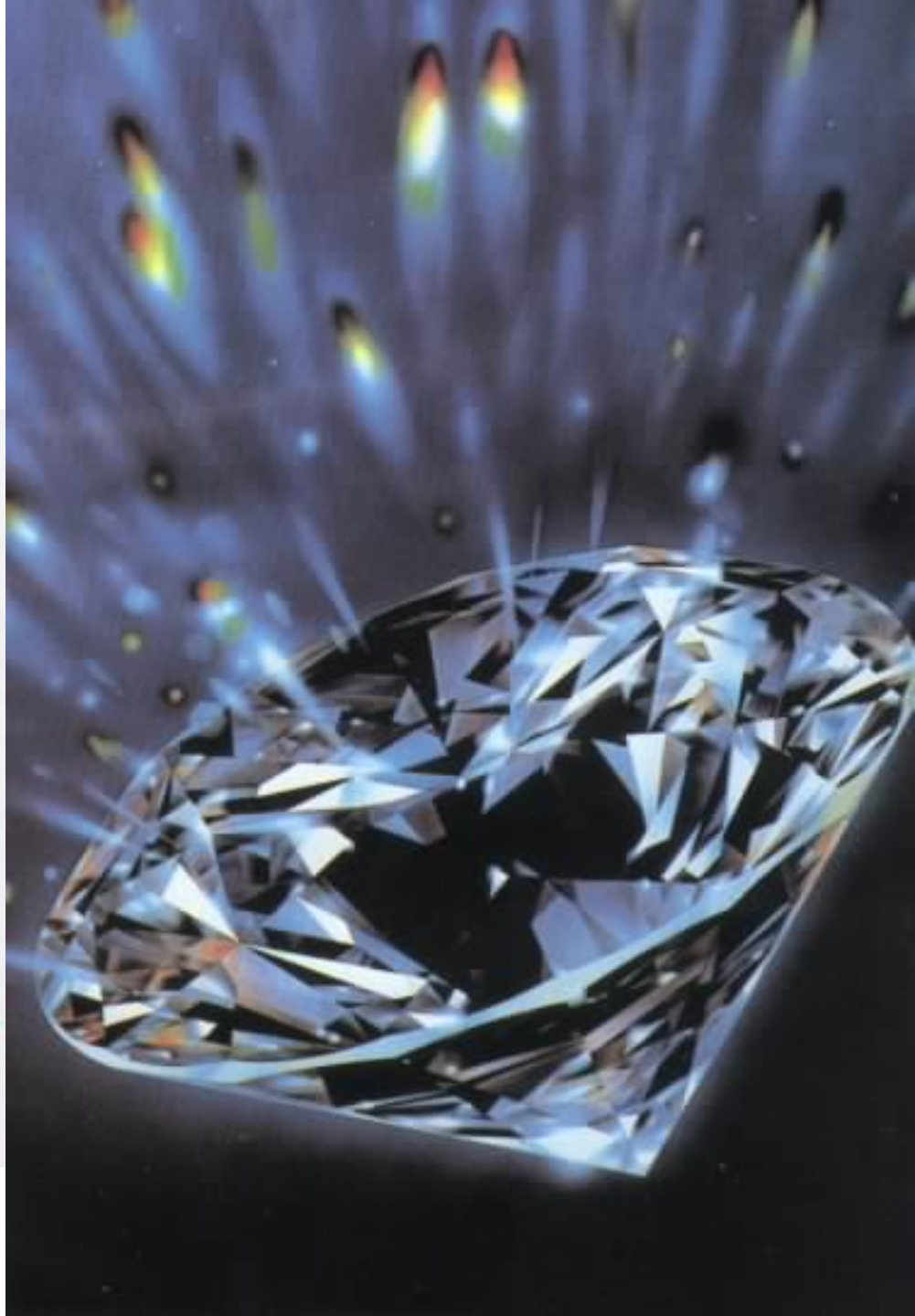
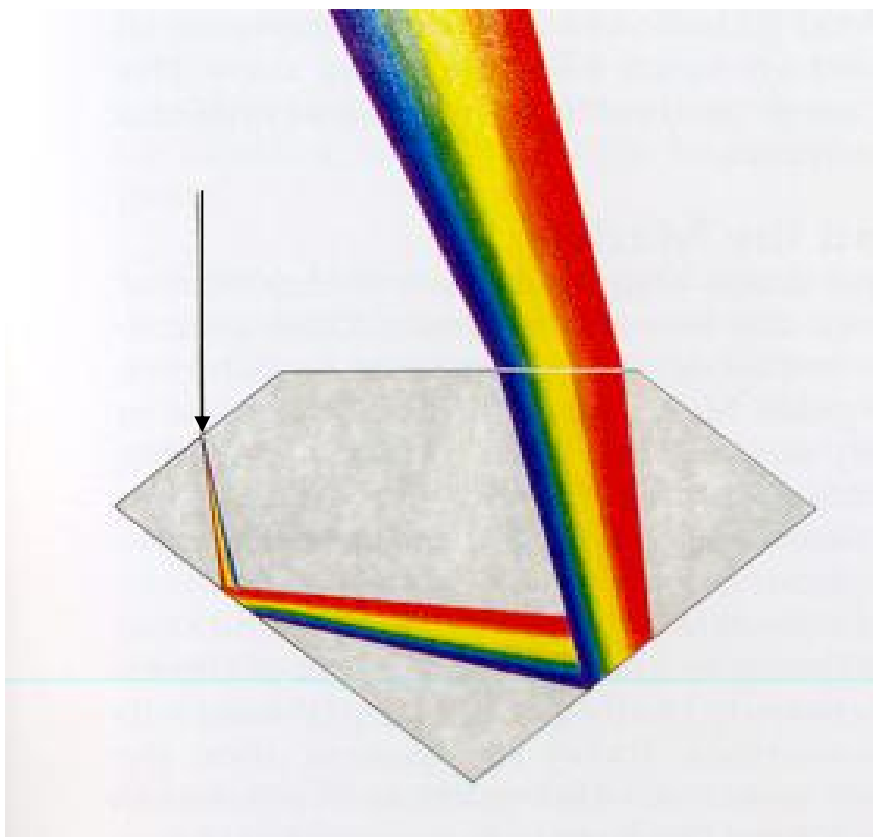
金刚光泽

常林钻石魏振芳于1977年12月21日在田间松散的沙土中翻地时发现的，重157.77克拉，



玻璃光泽

光线在金刚石 晶体中传播示意



3、矿物的特殊光泽：

(1) 油脂光泽：

某些具玻璃光泽或金刚光泽、解理不发育的浅色透明矿物，在其不平坦的断口上所呈现的如同油脂般的光泽，如石英、磷灰石、石榴子石和霞石等。

(2) 树脂光泽：

在某些具金刚光泽的黄、褐或棕色透明矿物的不平坦的断口上，可见到似松香般的光泽。如浅色闪锌矿和雄黄等。 ■

(3) 沥青光泽：

解理不发育的半透明或不透明黑色矿物，其不平坦的断口上具乌亮沥青状光亮。如沥青铀矿和富含Nb、Ta的锡石等。 ■

(4) 蜡状光泽：

某些透明矿物的隐晶质或非晶质致密块体上，呈现有如蜡烛表面的光泽。如块状叶蜡石、蛇纹石及很粗糙的玉髓等。 ■

(5) 丝绢光泽：

无色或浅色、具玻璃光泽的透明矿物的纤维状集合体表面常呈蚕丝或丝织品状的光亮。如纤维石膏和石棉等。

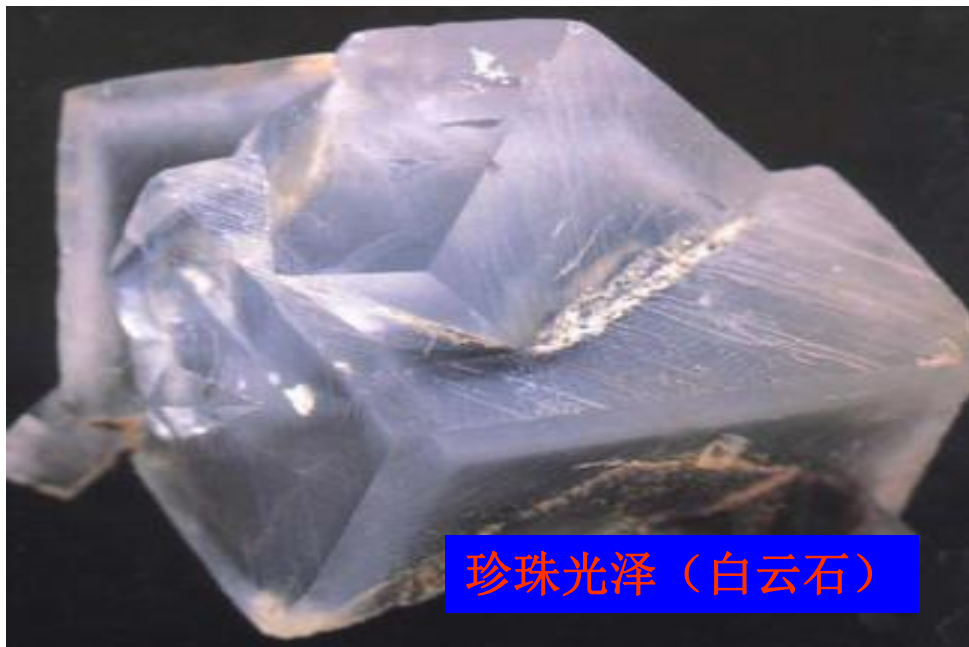
(6) 珍珠光泽(pearly luster):

浅色透明矿物的极完全的解理面上呈现出如同珍珠表面或蚌壳内壁那种柔和而多彩的光泽。如白云母和透石膏等。

(7) 土状光泽(earthy luster):

呈土状、粉末状或疏松多孔状集合体的矿物，表面如土块般暗淡无光。如块状高岭石和褐铁矿等。影响矿物光泽的主要因素是矿物的化学键类型。

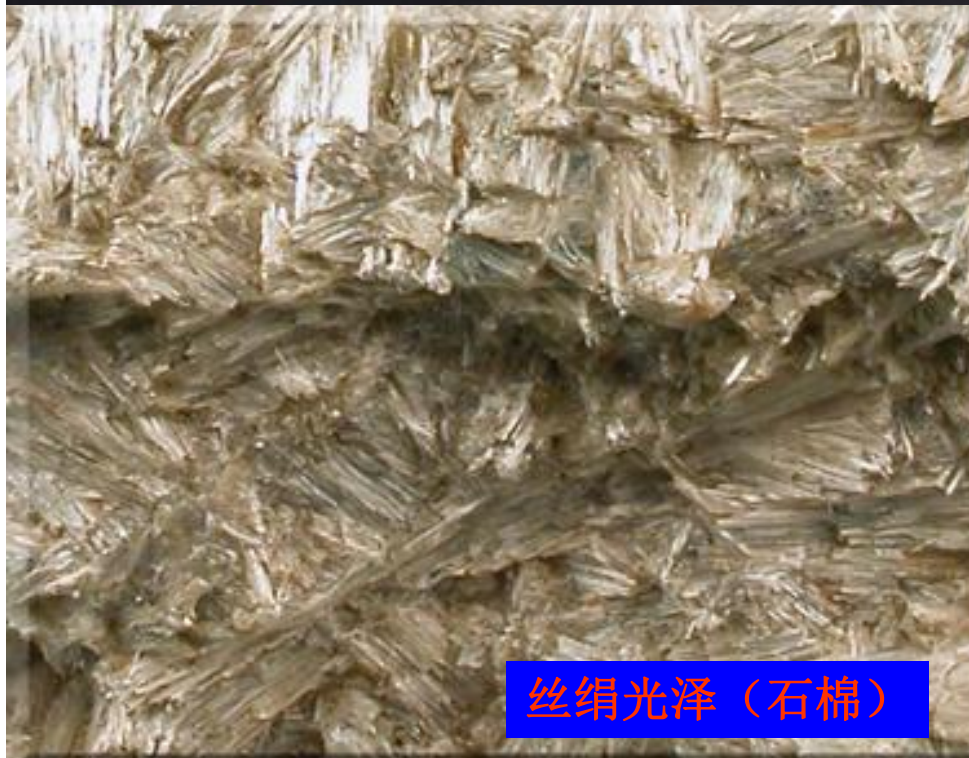
**具金属键的矿物，一般呈现金属或半金属光泽；
具共价键、离子键或分子键的矿物呈现金刚光泽或玻璃光泽。**



珍珠光泽（白云石）



土状光泽（高岭土）



丝绢光泽（石棉）



✦ (五)特殊光学效应

✦ 由于宝石内部具有包裹体、双晶、微细球状结构等特殊内在因素，导致光的干涉、散射、衍射等现象，使宝石显现出特殊的光学效应。

常见的有：



金绿石猫眼——在1991年拍卖会中以六万五千美元成交。



✦ (六) 矿物的发光性

发光性： 某些矿物在外加能量的激发下能明显地发出可见光。

激发源主要有：紫外光、阴极射线、x射线、 γ 射线和高速质子流等各种高能辐射，以及加热、摩擦、可见紫光等。

磷光： 矿物在外加能量的激发下发光，当撤除激发源后，发光的持续时间 $> 10^{-8}$ 秒；

而持续发光时间 $< 10^{-8}$ 秒的发光称**萤光**。

✦二、矿物的力学性质

矿物的力学性质是指矿物在外力(如敲打、挤压、拉引和刻划等)作用下所表现出来的性质。 ■

✦ 包括：解理、裂开和断口；

✦ 硬度；

✦ 脆性；

✦ 延展性；

✦ 弹性和挠性。

(一) 矿物的解理、裂开和断口

1、解理的定义：

矿物晶体在应力（敲打、挤压等）作用下，沿一定结晶学方向破裂成一系列光滑平面的固有特性称为**解理**，这些光滑的平面称为**解理面**。

2、解理的分级：

通常按照破裂的难易程度，将解理分为五个等级。

(1) 极完全解理：

矿物受力后极易裂成薄片，解理面平整而光滑，如云母的 {001} 解理；石墨的 {0001} 解理；透石膏的 {010} 解理等。 ■

(2) 完全解理：

矿物受力后易裂成光滑的平面或规则的解理块，解理面显著而平滑，常见平行解理面的阶梯。如方铅矿的 {100} 解理；方解石的 {1011} 解理等。

(3) 中等解理：

矿物受力后，常沿解理面破裂，解理面较小而不很平滑，且不太连续，常呈阶梯状，却仍闪闪发亮，清晰可见。如蓝晶石的 {010} 解理等。

(4) 不完全解理：

矿物受力后，不易裂出解理面，仅断续可见小而不平滑的解理面。如磷灰石的 {0001} 解理；橄榄石的 {100} 解理等。

3、解理发育的一般规律及其主要影响因素有：

(1) 解理沿着晶格中面网密度最大的方向发育。例如金刚石平行 $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、 $\{111\}$ 的面网间距分别为 0.089nm、0.126nm、0.154nm，因而其解理沿 $\{111\}$ 产生。

(2) 解理面平行于由异号离子组成的电性中和面。例如石盐具平行 $\{100\}$ 解理。

(3) 当相邻面网为同号离子组成的面网时，解理面易平行于该面网发育。如萤石结构中， $\{111\}$ 面网的间距虽非最大，但该方向存在均由 F^{\ominus} -离子组成的相邻面网，由于静电斥力使其面网间联结力弱，导致解理沿 $\{111\}$ 面网产生。 ■

(4) 解理面易平行于晶体内化学键最强的方向发育。对多键型的分子晶格，解理面平行于由分子键联结的面网，如石墨具层状结构，层内键力远比层间的分子键强，故其解理平行 $\{0001\}$ 。

注意：

- 1) 解理是某些晶体固有的性质，解理面总是平行晶格中特定的面网，它既表现出明显的异向性，也反映了晶体的对称性。
- 2) 描述：等级、方向、组数、夹角。
- 3) 表示：对应的单形符号。
- 4) 解理的等级有时不易区分，可以描述为相邻等级的过渡级别。
- 5) 观察方向不同，解理的表现形式不同。有时为面，有时为线。
- 6) 解理的概念只适用于矿物显晶质单晶体。

4、关于解理面和晶面的区别：

- (1) 本质上说，晶面受力消失，解理面受力后出现；
- (2) 晶面黯淡，解理面光亮；
- (3) 晶面微观不平坦，常有晶面花纹，解理面平坦，或出现规则解理台阶。

5、识别和描述矿物解理的意义：

- (1) 鉴定矿物；
- (2) 推断晶体内部的结构特征；
- (3) 为矿物资源化利用提供依据。

✦ 6 裂开

- ✦ (1) **裂开** (或称裂理) 是指某些矿物晶体在应力作用下, 有时可沿着晶格内一定的结晶方向破裂成平面的性质。裂开的平面称为裂开面。
- ✦ (2) 从现象上看, 裂开酷似解理, 也主要出现在晶体上, 但二者**产生的原因根本不同**。裂开是由于晶体内一定的结晶学方向**存在杂质夹层、定向排列的外来微细包裹体、固溶体离溶物夹层或由应力作用造成的聚片双晶的接合面而出现的结构薄弱面**, 当受力时沿此方向裂开所致。当这些因素不存在时, 矿物则不具裂开。
- ✦ *如某些磁铁矿可见平行 $\{111\}$ 的裂开, 即是由于其含有沿 $\{111\}$ 面网分布的显微状钛铁矿、钛铁晶石出溶片晶所致; 而方解石在应力作用下, 常可沿 $\{01\bar{1}2\}$ 聚片双晶裂开等。*
- ✦ (3) **裂开面不直接受晶体结构控制**。因而裂开不是矿物本身固有的特性, 它只出现于某些矿物在特定环境下形成的某些晶体上。因此裂开有时可以帮助推测矿物的成分、成因特点及形成历史等。

7 断口 (fracture)

断口是矿物受力后沿任意方向破裂而形成的断面，称为断口。

常见的矿物断口，主要有如下几种：

- (1) 贝壳状断口
- (2) 锯齿状断口
- (3) 参差状断口
- (4) 平坦状断口
- (5) 土状断口
- (6) 纤维状断口



(二) 矿物的硬度

1、矿物的硬度：

是指矿物抵抗外来机械作用(如刻划、压入或研磨等)的能力。它是鉴定矿物的重要特征之一。

2、测定硬度的方法：

大致可分为刻划法、压入法、研磨法等，其中前两种目前应用最广。

(1) 刻划法。1812年奥地利Friedrich Mohs提出用十种硬度递增的矿物为标准来测定矿物的相对硬度，以确定矿物抵抗外来刻划的能力，此即摩斯硬度计(Mohs scale of hardness)。

摩氏硬度计：

1—滑石；2—石膏；3—方解石；4—萤石；5—磷灰石；6—长石；7—石英；8—黄玉；9—刚玉；10—金刚石。

指甲(2.0~2.5)、小钢刀(5~6)、铜针(3)、玻璃(5.5~6.0)、钢针(5.5~6.0)

3、影响矿物硬度的主要因素：

(1) 化学键的类型及强度。

一般地，典型原子晶格>离子晶格>金属晶格>分子晶格>氢键为主的矿物。

(2) 含 H_2O 或 OH^- 者硬度通常都很低。

如石膏($Ca [SO_4] \cdot 2H_2O$)和硬石膏($Ca [SO_4]$)的硬度分别为2和3~3.5。

(3) 离子晶格矿物:

当矿物结构类型相同(等型结构)时,若离子电价也相同,则矿物的硬度随离子半径的减小而增高。

例: $r_{\text{Mg}^{2+}}=0.066\text{nm}$, $r_{\text{Ca}^{2+}}=0.108\text{nm}$ ——H 菱镁矿 ($\text{Mg} [\text{CO}_3]$) = 3.5~4.5 > H 方解石 ($\text{Ca} [\text{CO}_3]$) (3)

若离子半径相近,则离子电价越高的矿物硬度越大。

例: $r_{\text{Ca}^{2+}_{\text{VIII}}}=0.112\text{nm}$, $r_{\text{Th}^{4+}_{\text{VIII}}}=0.105\text{nm}$ ——H 萤石 (CaF_2) = 4 < H 方钍石 (ThO_2) (6.5)。

当结构类型不同,但其他因素类同时,矿物的硬度则随质点堆积的紧密程度的增高(即阳离子的配位数增高)而增大。

例: D 方解石 ($\text{Ca} [\text{CO}_3]$) = 2.72 < D 文石 ($\text{Ca} [\text{CO}_3]$) = 2.94, $\text{CN}_{\text{Ca}^{2+}}$ 方解石 = 6 < $\text{CN}_{\text{文石}} = 9$ ——H 3 方解石 < H 文石 3.5~4。

(三) 矿物的弹性与挠性

1、矿物的弹性：

矿物在外力作用下发生弯曲形变，当外力撤除后，在弹性限度内能够自行恢复原状的性质，称为弹性。

具层状结构的云母及链状结构的角闪石石棉表现出明显的弹性。

2、矿物的挠性：

某些矿物在撤除使其发生弯曲形变的外力后，不能恢复原状，这种性质称为挠性。如滑石、绿泥石、蛭石、石墨和辉钼矿等。

3、弹性和挠性的本质：

矿物的弹性和挠性取决于晶格内结构层间或链间键力的强弱。如果键力很微弱，受力时基本上不产生内应力，故形变后内部无力促使晶格恢复到原状而表现出挠性；反之则表现出弹性。

(四) 矿物的脆性与延展性

1、矿物的脆性：

是指矿物受外力作用时易发生碎裂的性质，它与矿物的硬度无关。自然界绝大多数非金属晶格矿物都具有脆性，如自然硫、萤石、黄铁矿、石榴子石和金刚石等。 ■

2、矿物的延展性：

矿物受外力拉引时易成为细丝的性质称为延性，指矿物在锤击或碾压下易形变成薄片的性质称为矿物的展性。物体的延性和展性往往总是同时并存，故一般统称为延展性。

3、矿物延展性的本质：

它是矿物受外力作用发生晶格滑移形变的一种表现，是金属键矿物的一种特性。自然金属元素矿物，如自然金、自然银和自然铜等均具强延展性；某些硫化物矿物，如辉铜矿等也表现出一定的延展性。

肉眼鉴定矿物时，用小刀刻划矿物表面，若留下光亮的沟痕，而不出现粉末或碎粒，则矿物具延展性，借此可区别于脆性矿物。

三 矿物的其它性质

包括：矿物的密度、磁性、电性等。

(一) 矿物的相对密度

1、矿物的密度：

指矿物单位体积的质量，其单位为 g/cm^3 。它可以根据矿物的晶胞大小及其所含的分子数和分子量计算得出。例如，石英的密度为 $2.65\text{g}/\text{cm}^3$ ； 4°C 时纯水的密度为 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

2、矿物的相对密度：

指纯净的单矿物在空气中的质量与 4°C 时同体积的水的质量之比。
(无量纲)

3、矿物相对密度分级： ■

(1) **轻级**：相对密度小于2.5。

如石墨(2.09~2.23)，石盐(2.1~2.2)和石膏(2.3)等。 ■

(2) **中级**：相对密度在2.5~4之间。

大多数非金属矿物属此级别。如石英(2.65)，萤石 ✓(3.18) ■ 和金刚石(3.52)等。 ■

(3) **重级**：相对密度大于4。

硫化物及自然金属元素矿物。如黄铁矿(4.9~5.2)，自然金(1.56~1.93)。

4、影响矿物相对密度的主要因素：

- (1) 组成元素的原子量越大，相对密度越大。
- (2) 半径增大，相对密度减小。
- (3) 质点堆积越紧密，即原子或离子的配位数越高的，其相对密度则越大。
- (4) 高压环境下形成的矿物的相对密度较大；高温下相对密度较小。

(二) 矿物的磁性

1、矿物的磁性：

是指矿物能被外磁场吸引、排斥或对外界产生磁场的性质。

2、矿物的磁性分类：

(1) 磁性矿物：

包括**铁磁性**(如自然铁等)和**亚铁磁性**(磁黄铁矿和磁铁矿等)矿物。在外磁场被强烈磁化，磁化方向与外磁场方向相同，既可被永久磁铁所吸引，又能吸引铁质物体。

(2) 电磁性矿物

包括**反铁磁性**(赤铁矿、自然铂和方锰矿等)和**顺磁性**(如黑云母、普通辉石和黑钨矿等)。在外磁场中磁化微弱，与外磁场磁化方向相同，只能被电磁铁吸引。

(3) 抗磁性或逆磁性矿物

磁化方向与外磁场方向相反，微略表现出被排斥的性质（如方解石、萤石和自然银等）。

3、肉眼鉴定时的矿物磁性分类：

据矿物被马蹄形磁铁或磁化小刀吸引的强弱，将矿物分为三类：

■ (1) 强磁性：

矿物块体或较大的颗粒能被吸引。如磁铁矿。

(2) 弱磁性：

矿物粉末能被吸引。如铬铁矿。

(3) 无磁性：

矿物粉末也不能被吸引。如黄铁矿。

(三) 矿物的电性与放射性

1. 导电性和介电性

(1) 矿物的导电性:

(a) 具有金属键的自然元素矿物和某些金属硫化物为电的良好导体，如自然铜、石墨、辉铜矿和镍黄铁矿等；

(b) 离子键或共价键矿物具弱导电性或不导电，非金属矿物为绝缘体，如石棉、白云母、石英和石膏等；

(c) 大部分深色硫化物、硫盐和氧化物，当温度升高时，导电性增强，温度降低时则不导电，为半导体，如闪锌矿、黄铁矿及II型金刚石等。

(2) 矿物的介电性:

指不导电的—即电介质的，或导电性极弱的矿物在外电场中被极化产生感应电荷的性质，常通过测定其介电常数—即电容率来研究。

介电常数的大小主要取决于阴、阳离子的类型、半径、极化率及矿物的内部结构。

硫化物和氧化物的介电常数较大——用于矿物分选、划分成矿阶段、判断矿床成因等。

2 压电性

压电性和热释电性均主要存在于无对称中心、具极轴(即在该轴两端无对称关系)的电介质晶体中。

(1) 矿物的压电性:

是指某些电介质的单晶体, 当受到定向压力或张力的作用时, 能使晶体垂直于应力的两侧表面上分别带有等量的相反电荷的性质。若应力方向反转时, 则两侧表面上的电荷易号。晶体在机械压、张应力不断交替作用下, 即可产生一个交变电场, 这种效应称为压电效应。

(3) 矿物的放射性

某矿物由于含有放射性元素（如U、Th、Ra等）而使得该矿物具有放射性。

放射性：放射性元素自发地从原子核内释放出粒子或射线，同时释放出能量，称作放射性。元素释放离子、能量的过程称作衰变过程。放射性衰变可以导致晶体结构破坏，甚至把晶体转变为非晶体。衰变过程中释放出的粒子和能量可以氧化临近矿物中所含的过渡金属离子（如 Fe^{2+} ），使其变为高价离子，从而使晶体结构遭受破坏。

（五）矿物的发光性

1、定义：

自然界有些矿物在外加能量的激发下，往往能明显地发出可见光，这种性质称为矿物的发光性。

2、矿物发光的激发源：

能使矿物发光的激发源很多，主要有：紫外线、阴极射线、X射线、 γ 射线和高速质子流等各种高能辐射，以及加热、摩擦等。

矿物发光的实质是矿物晶格中的原子或离子的外层电子受外加能量的激发时，首先从基态跃迁到较高能级的激发态，由于激发态不稳定，受激电子随即会自发地分段向基态跃迁，同时将吸收的部分能量以一定波长的可见光的形式释放出来。即**光—能—光转换**过程。

3、矿物发光性的类型：

按外加激发源的不同，矿物的发光性主要可分为以下几种：

(1) 热发光(或称热释光)：

以一定的升温速率对矿物样品加热使其发光。具体地有两种研究方法：①天然热发光，②辐射热发光。

目前，热发光技术已广泛应用于地质学领域，用以提供矿床成因和找矿信息、矿床(体)的评价和预测、地质年龄的测定、地层对比和划分、岩相古地理分析及地质温度计研究等。此外，热发光还在材料、考古、陨石、核试验及环境保护等领域均有深入和独到的应用。

(2) 阴极发光：

用电子枪产生的高速电子流（阴极射线）激发矿物，导致矿物发光。

阴极射线具有较高的激发密度，能使大多数矿物发光，因此，目前在矿物发光研究中得到更为普遍的应用。例如，人们成功地利用阴极发光成像技术研究沉积岩石学问题：通过碳酸盐矿物的发光研究进行地层对比；对石英砂颗粒的发光研究以确定变质程度。阴极发光也广泛应用于宝石鉴定方面。

(3) X射线发光：

是用X射线激发样品，导致矿物发光。

对那些在紫外光和阴极射线激发下发光特征不明显的矿物，是一种有效的手段。

(4) 光致发光:

是由紫外光或可见光等激发矿物而产生的发光现象。

这是过去矿物发光研究和鉴定的主要方法，特别是对白钨矿和金刚石的鉴定、找矿和选矿更为有效。

尚有质子发光、摩擦发光和场致发光等。

按照发光持续时间的长短，将矿物发出的光分为两种：

磷光和萤光

矿物在外加能量的激发下发光，当撤除激发源后，若发光的持续时间(即原子处于激发态的平均寿命)在 10^{-8} s以上的发光，称为**磷光**，而小于 10^{-8} s的发光称**萤光**。

4、矿物发光的本质：

1) 矿物的发光性几乎总是与晶格中存在微量杂质元素及因杂质而产生的晶格缺陷有关。特别是矿物中含有的过渡元素(包括稀土元素和某些镧系元素)。这些杂质元素的种类和数量决定了矿物的发光性以及发射光的颜色和强度。

因为过渡元素具有未填满的d轨道和f轨道，是电子在外加能量作用下发生跃迁和再发射可见光的最好条件。例如，含有稀土元素的萤石和方解石通常能产生萤光；有镧系元素替代Ca的磷灰石常具磷光。目前彩色电视显像系统所用的萤光材料即主要是由稀土元素的磷酸盐构成的。

2) 大多数矿物具有发光性，但许多矿物的发光性不稳定，产地不同的同种矿物往往有的发光，有的不发光，甚至同一晶体不同部位的发光性也可有所差异。

3) 当矿物不含杂质元素或杂质含量过多，都将导致矿物不发光。如方解石含微量Mn具发光性，而锰方解石却不发光。显然，这些矿物的发光性特征，可指示矿物的形成条件及杂质含量等。

5、矿物发光性的意义：

自然界只有少数矿物的发光性比较稳定，故可作为矿物鉴定及找矿、探矿、选矿、品位估计的重要依据。如在紫外光照射下，白钨矿发特征的浅蓝色萤光，独居石呈鲜绿色萤光，钙铀云母发鲜明的黄绿色萤光等。

本章重点

1. **掌握**矿物颜色（自色、他色、假色）、条痕、光泽及透明度的标本观察、描述方法及它们之间的关系；**了解**矿物发光性的概念及其测试方法。
2. **掌握**矿物摩斯硬度等级、**解理的含义**

本章思考题

1. 何谓矿物的自色、他色、假色?

2. 矿物的颜色、条痕、光泽、透明度之间有何关系?

3. 为什么矿物的条痕比矿物的颜色稳定?

4. 理解与裂开有何异同?

5. 某矿物有两组解理; 该矿物是否属于等轴晶系? 为什么?

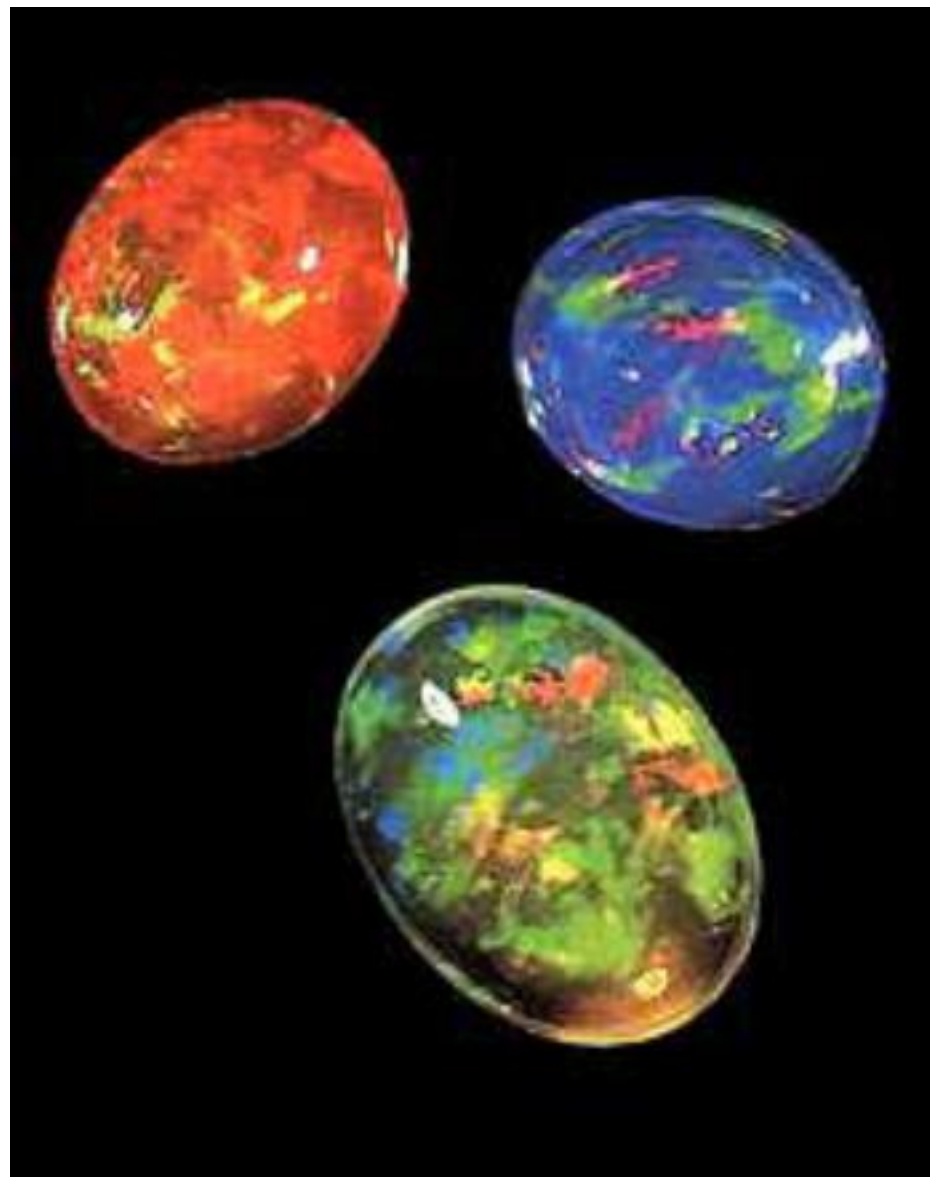
6. 等轴晶系的 $\{110\}$ 解理的组数和夹角与斜方晶系的 (110) 解理的是否一样? 为什么?

7. 影响矿物硬度的因素有哪些? 如何才能较准确地获得矿物的硬度?

8. 用手掂量矿物的相对密度时需要注意哪些事项?



变彩：



[返回](#)

乳光：



[返回](#)

金属光泽:



[返回](#)



半金属光泽:

[返回](#)

金剛光澤



[返回](#)

玻璃光泽:



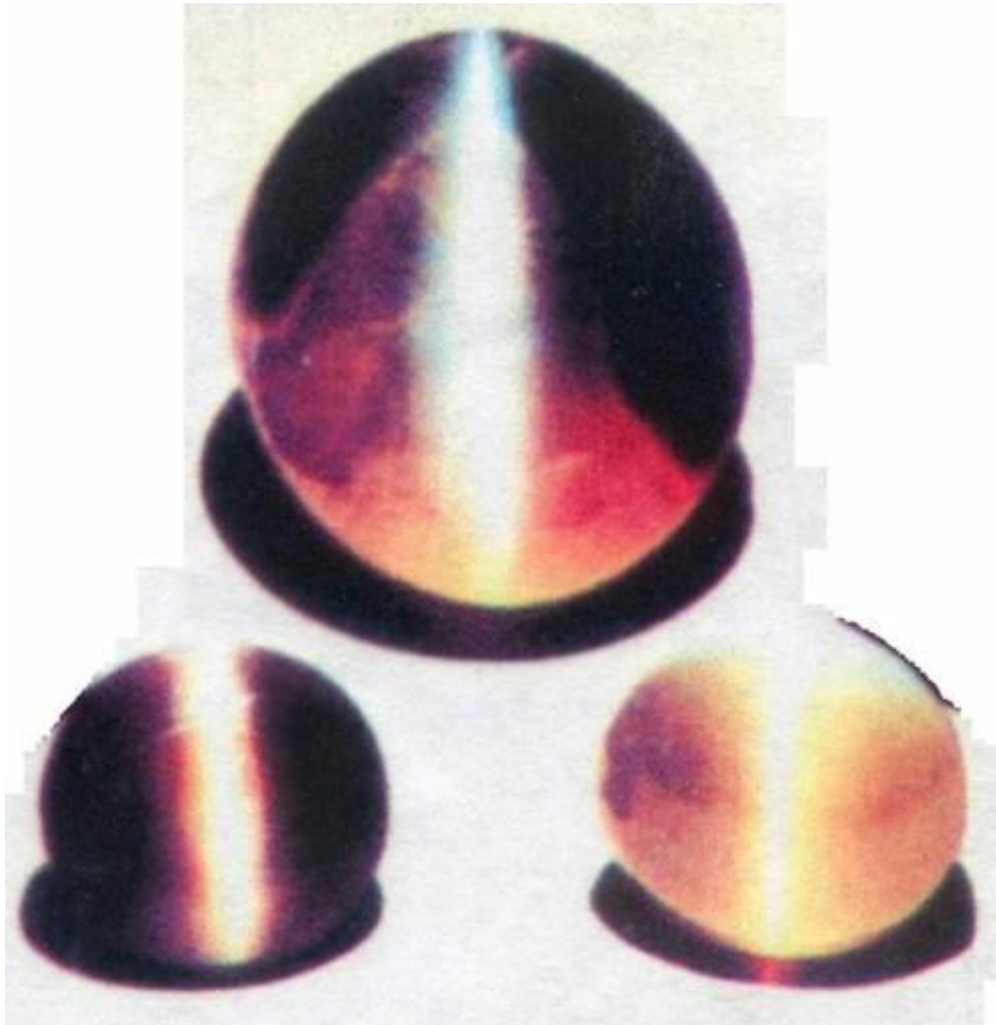
[返回](#)

油脂光泽：



[返回](#)

猫眼效应



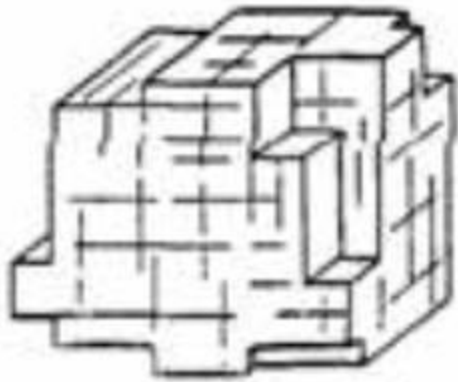
[返回](#)

星光效应

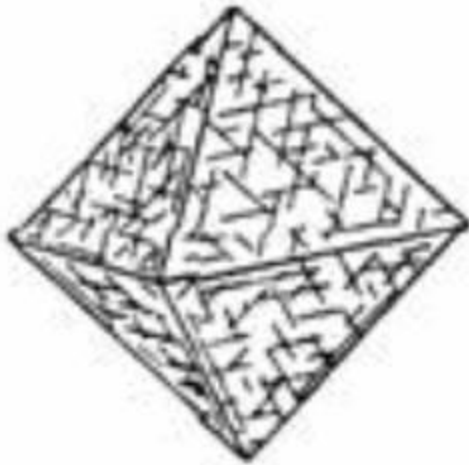


[返回](#)

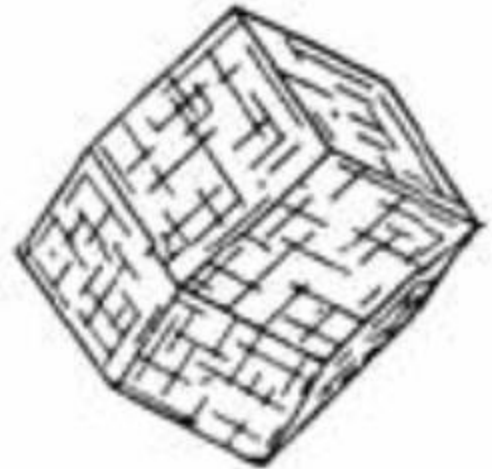
解理：



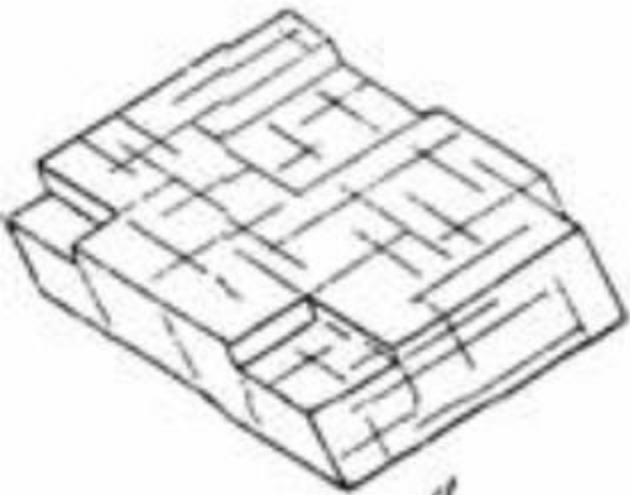
a



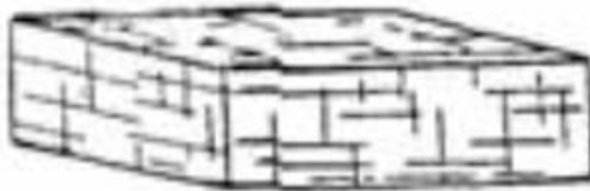
b



c



d



e



f

极完全解理:

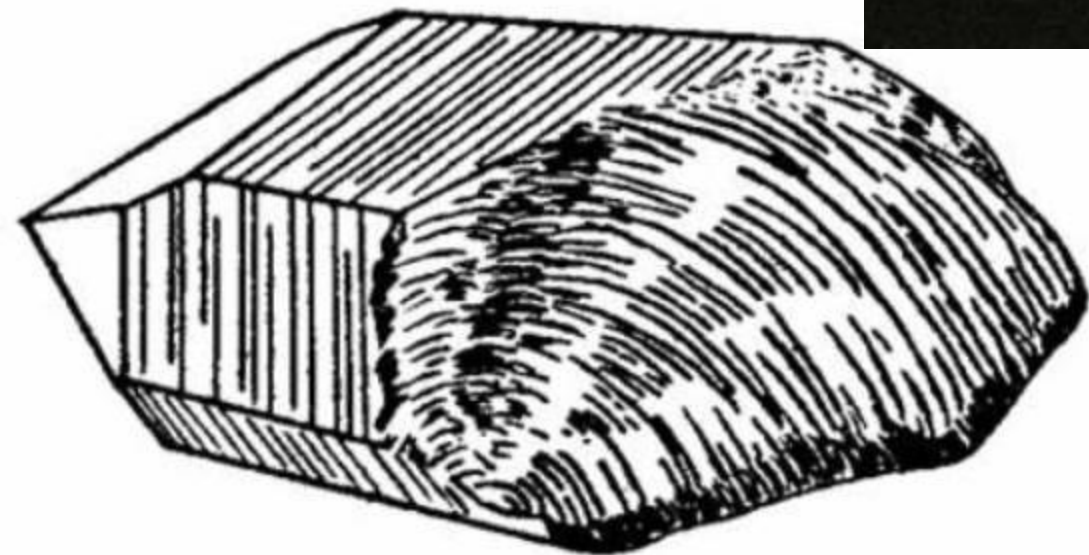


裂开:



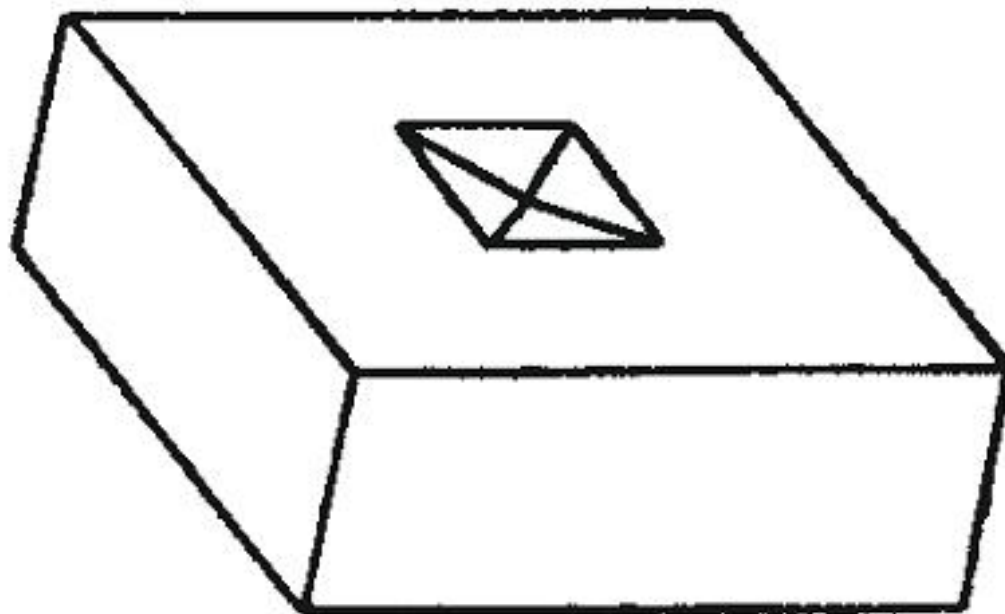
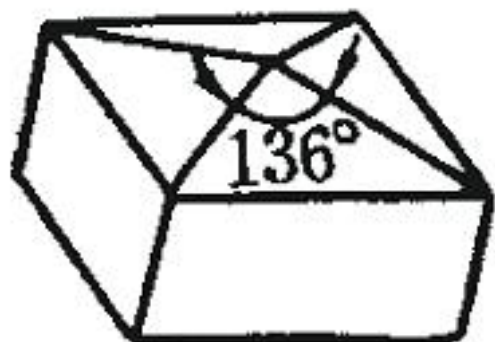
[返回](#)

贝壳状断口：

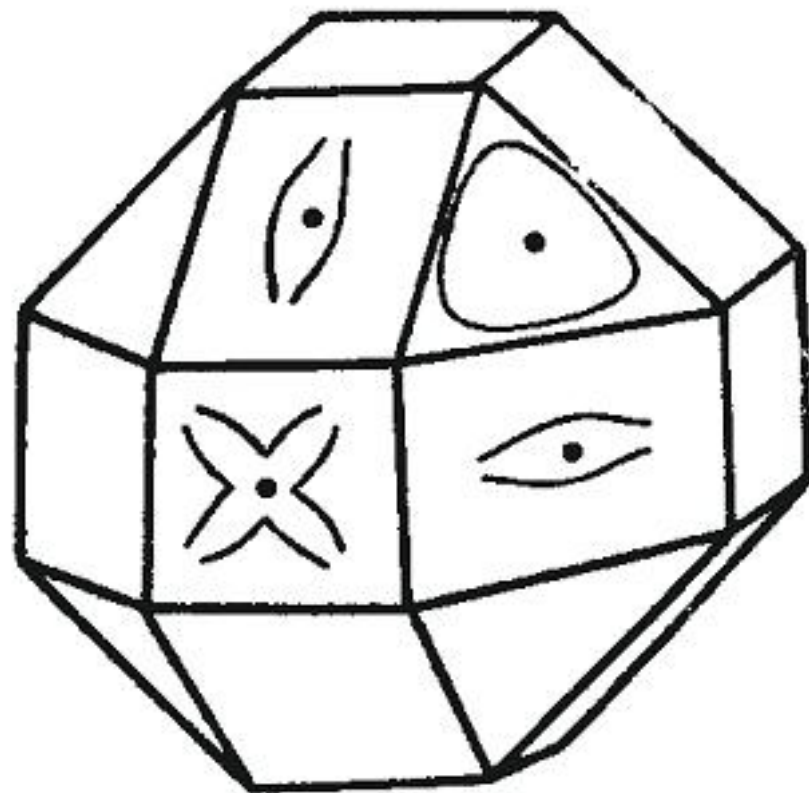
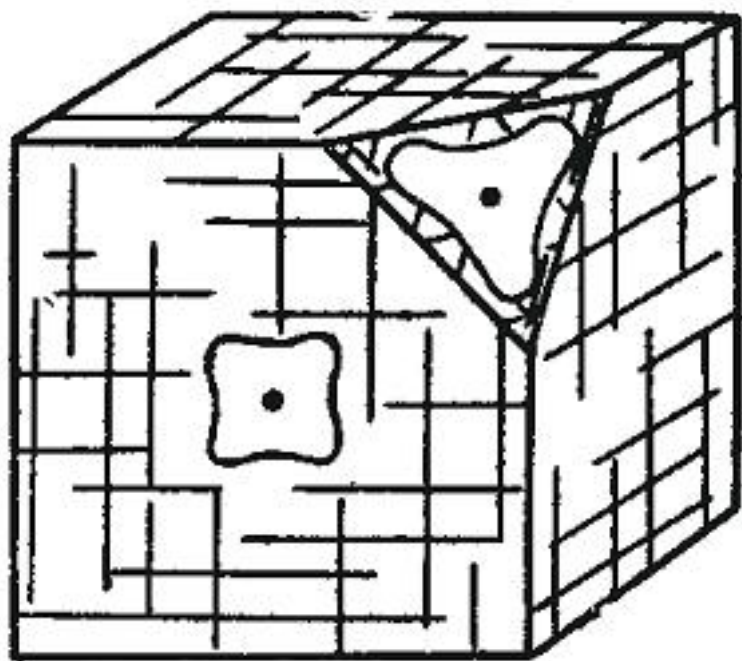


[返回](#)

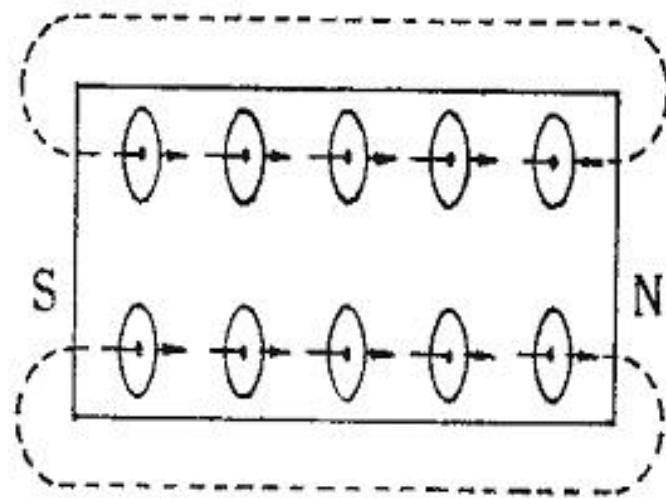
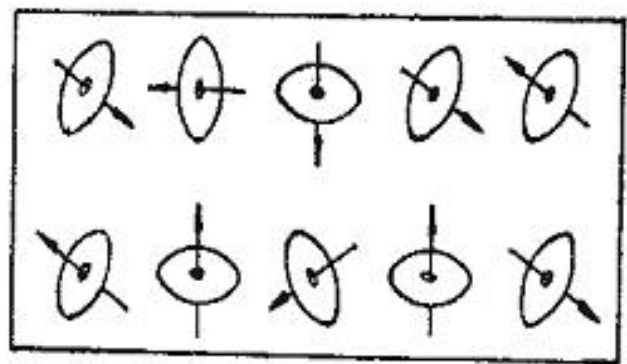
硬度的测定方法:



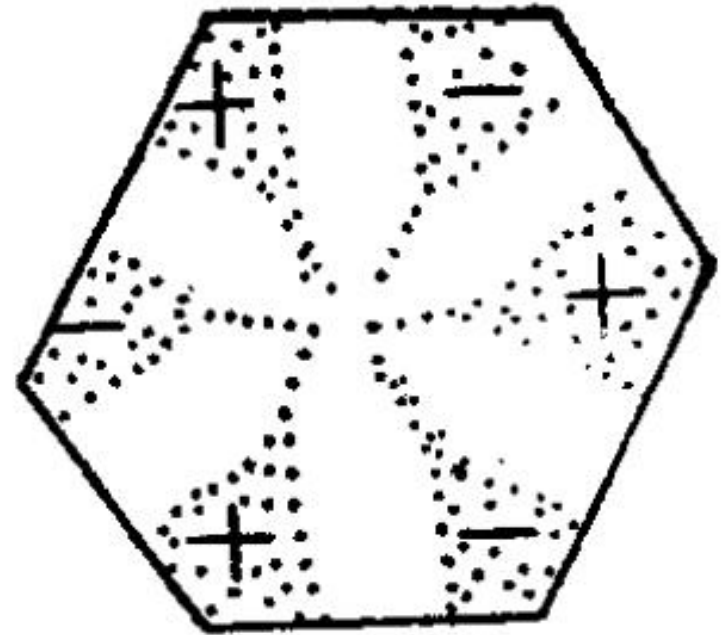
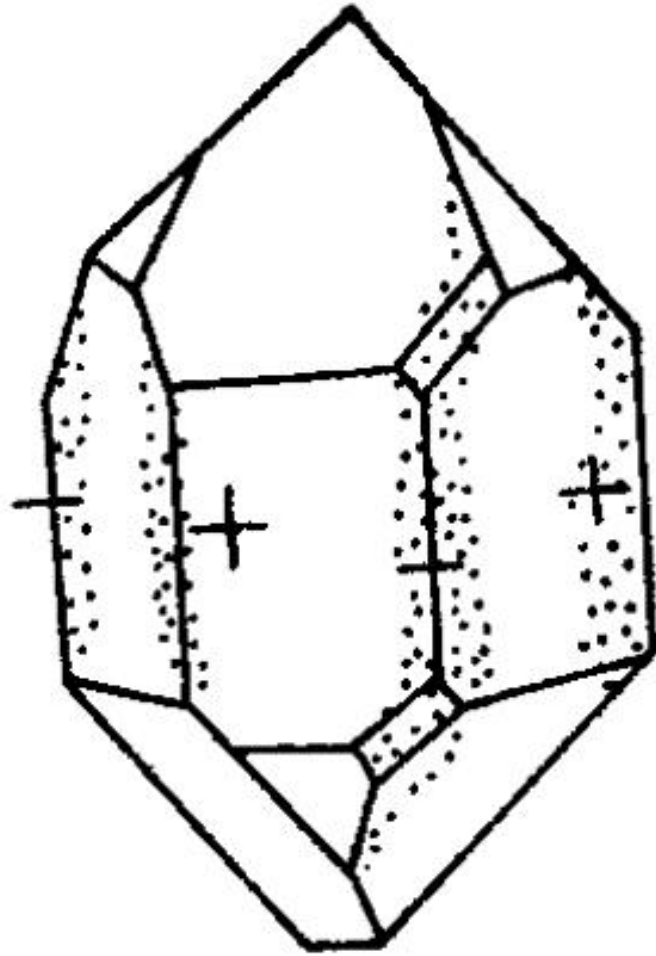
硬度异向性:



磁性



石英





萤石

[返回](#)



粒状集合体（方铅矿）

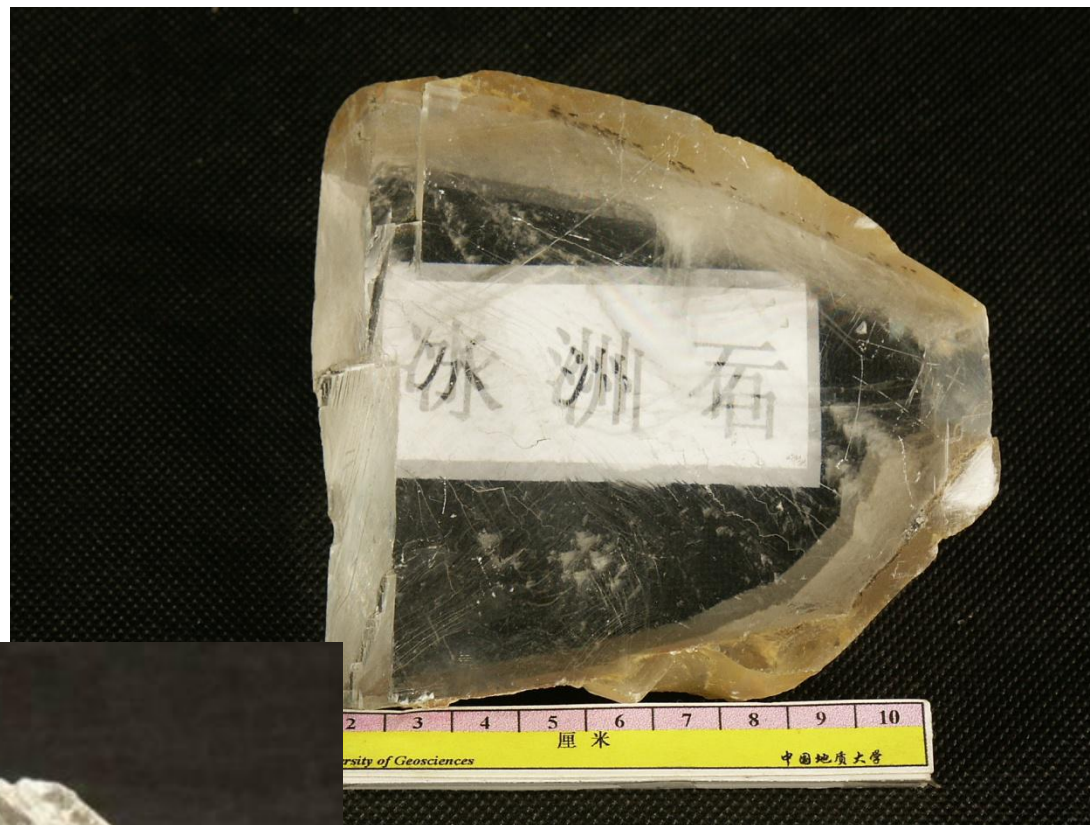
[返回](#)



银铜氯铅矿

[返回](#)

冰洲石



[返回](#)