

第七章 氧化物与氢氧化物矿物大类

第一节、概述

- 1、化学成分
- 2、晶体化学
- 3、形态及物理性质
- 4、成因及产状
- 5、分 类

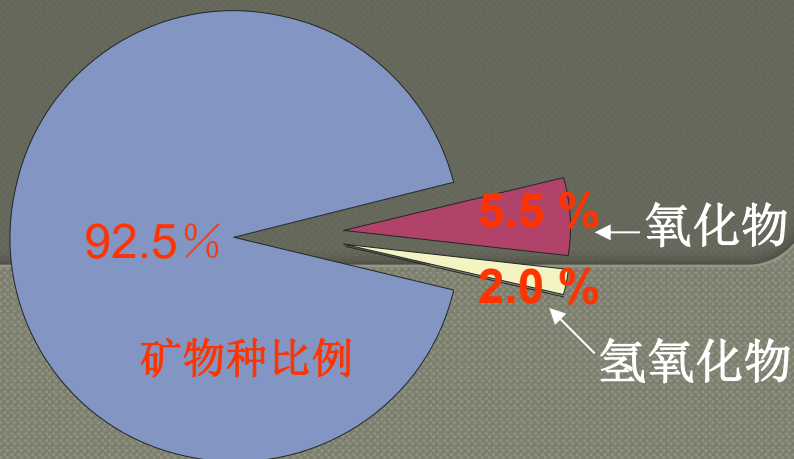
第二节、氧化物矿物类

第三节、氢氧化物矿物类

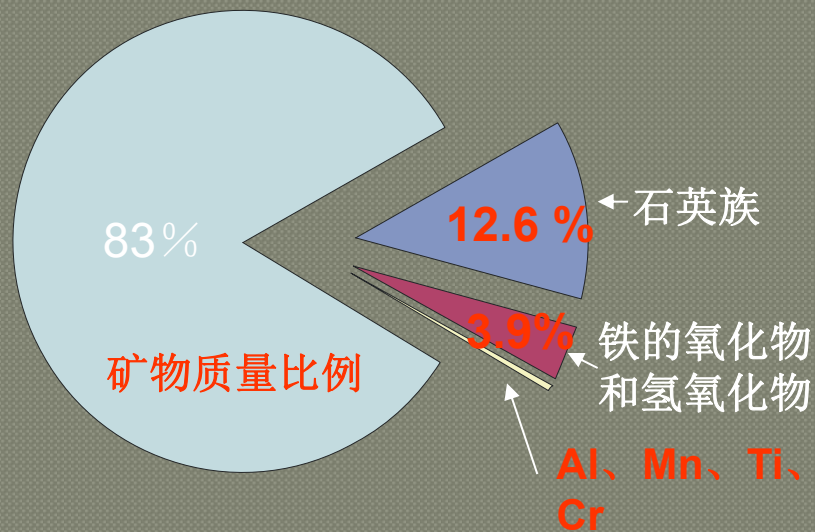
一 概述

概念：本大类矿物是指 O^{2-} 和 $(OH)^-$ 与金属元素结合形成的化合物。

种数：近 300 种，其中氧化物 200 种以上，氢氧化物 80 种左右。



分布：占地壳总重量 17%，其中石英族占 12.6%，铁的氧化物和氢氧化物占 3.9%，次有 Al、Mn、Ti、Cr 的氧化物和氢氧化物。



用途:

(a) 提取金属元素, 如磁铁矿 FeFe_2O_4 、铬铁矿 $(\text{Mg,Fe})\text{Cr}_2\text{O}_4$ 、赤铁矿 Fe_2O_3 、钛铁矿 FeTiO_3 、软锰矿 MnO_2 、硬锰矿 $\text{BaMn}^{2+}\text{Mn}_9^{4+}\text{O}_{20}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、金红石 TiO_2 、锡石 SnO_2 、晶质铀矿 UO_2 等。

(b) 直接用作工业原料, 刚玉、石英、蛋白石等。

(c) 作宝石原料。





卡门·露希娅红宝石，
重**23.1**克拉。
美国史密森博物馆



这个体重为486克拉的“蓝色巨人”是世界最大的切割蓝宝石，也是全球第三大蓝宝石。

二. 晶体化学

1. 化学组成 化学组成

氧化物: 阴离子—— O^{2-} 。

附加阴离子——少数有 F^- 、 Cl^-

氢氧化物: $(OH)^-$ 或 O^{2-} 和 $(OH)^-$

阳离子——约40种, 惰性气体型离子(**Si**、**Al**、**Mg**等)和过渡型离子(**Ti**、**Cr**、**La**、**Th**、**U**、**Nb**、**Ta**、**Fe**、**Mn**), 少量铜型离子(**Sn**)。

类质同象——**复阳离子**氧化物较单阳离子氧化物广泛; 共价键性强或具分子键者替代有限。

二. 晶体化学

2. 结构型

氧化物: 因阳离子配位多面体联系方式不同

岛状分子型

砷华 As_2O_3 族 (方锑矿 Sb_2O_3)

链状

金红石 TiO_2 族, 锑华 Sb_2O_3 族, 黑钨矿 $(Fe, Mn)WO_4$ 族

层状

钼华 MoO_3 族, 板钛矿 TiO_2 族

架状

石英 SiO_2 族, 锐钛矿 TiO_2 族, 赤铜矿 Cu_2O 族, 钙钛矿 $CaTiO_3$ 族, 易解石 $Ce(Ti, Nb)_2O_6$ 族

配位型

刚玉 Al_2O_3 族, 尖晶石 $MgAl_2O_4$ 族, 晶质铀矿 $U_2^{4+}U^{6+}O_7$ 族, 烧绿石 $NaCaNb_2O_6(OH, F)$ 族

二. 晶体化学

2. 结构型

氢氧化物:阴离子通常紧密堆积。

链状	硬水铝石 AlOOH 族(针铁矿), 水锰矿 $\text{MnO}(\text{OH})$ 族, 硬锰矿 $\text{BaMnMn}_9\text{O}_{20}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 族
层状	三水铝石 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 族, 纤铁矿 $\text{FeO}(\text{OH})$ 族, 水镁石 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 族
架状	羟铁矿 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 族

O^{2-} 和 $(\text{OH})^-$ 常呈互层——层状或链状,比相应氧化物对称度低。例:方镁石 MgO 等轴晶系,水镁石 $\text{Mg}[\text{OH}]_2$ 三方晶系

二. 晶体化学

3. 键型

氧化物以离子键为主，随阳离子电价增加，从惰气型向过渡型和铜型转变而共价键性增强。

例：刚玉40%共价键，石英50%共价键；赤铜矿 Cu_2O 因共价键而使得配位数不是4而是2。

少数呈分子键（方锑矿 Sb_2O_3 中 $[\text{Sb}_4\text{O}_6]$ ，砷华 As_2O_3 中 $[\text{As}_4\text{O}_6]$ 分子）。

氢氧化物中多存在氢键，且 $(\text{OH})^-$ 比 O^{2-} 的电价低，使之与阳离子的键力减弱——比重硬度减小。

许多氧化物中键性以离子键为主，配位数取决于其离子半径比。

配位数为4:

Be^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+}

配位数为6:

Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、
 Cr^{3+} 、 V^{3+} 、 Ti^{4+} 、 Zr^{4+} 、 Sn^{4+} 、 Ta^{5+} 、 Nb^{5+}

配位数为8:

Zr^{4+} 、 Th^{4+} 、 U^{4+}

配位数为12: Ca^{2+} 、 Na^{+} 、 Y^{3+} 、 Ce^{3+} 、 La^{3+}

三 形态物性

1 形态:

氧化物常可形成完好的晶形，亦常见呈粒状、致密块状及其他集合体形态；

氢氧化物则常见为细分散**胶态混合物**，结晶好时，晶体呈板状、细小鳞片状或针状。

粒状或块状：岛状、架状和配位型氧化物。其中，因刚玉有 $[AlO_6]$ 配位体沿c轴呈三次螺旋状排列，向链状过渡，故呈柱状。

柱状或针状：链状氧化物氢氧化物。因黑钨矿的链为折状，故呈板条状。

三 形态物性

2.物性

- (1) 硬度：**氧化物高硬度（5.5以上）。氢氧化物硬度显著降低。例如方镁石的硬度为6，而水镁石仅为2.5。
- (2) 解理：**氧化物仅少数发育中等至不完全解理。氢氧化物因键力较弱，往往发育一组完全—极完全解理。
- (3) 密度：**氧化物相对密度变化较大，如W、Sn、U等的氧化物相对密度一般大于6.5，而 α -石英仅2.65。这主要受其阳离子原子量大小影响。
氢氧化物结构松散，相对密度小，例如方镁石的相对密度为3.6，而水镁石仅为2.35。
- (4) 光学性质：**惰性气体型离子Mg、Al、Si等的氧化物和氢氧化物，通常呈浅色或无色，半透明至透明，以玻璃光泽为主。阳离子为过渡型离子如Fe、Mn、Cr等元素时，呈深色或暗色，不透明至微透明，半金属光泽，磁性增强。

四 成因

1. 绝大部分的氧化物矿物可形成于内生、外生和变质作用过程中。少数是单成因的，如铬铁矿、钛铁矿等只产于超基性、基性岩中；而赤铜矿 Cu_2O 、锑华 Sb_2O_3 、铋华 Bi_2O_3 等是氧化带的次生矿物。

2. 氢氧化物往往是风化和沉积作用过程中的胶体溶液凝聚而成。

五 分类

氧化物	简单氧化物	A_2X 型：赤铜矿族： Cu_2O （赤铜矿） AX 型：方镁石族 A_2X_3 型：刚玉族： Al_2O_3 （刚玉）、 Fe_2O_3 （赤铁矿） 金红石族： TiO_2 （金红石、板钛矿、锐钛矿）， SnO_2 （锡石）， MnO_2 （软锰矿） AX_2 型：石英族： SiO_2 （ α -石英、 β -石英、鳞石英、方石英）， $SiO_2 \cdot nH_2O$ （蛋白石） 晶质铀矿族
	复杂氧化物	ABX_2 型：钛铁矿族： $FeTiO_3$ （钛铁矿） ABX_4 型：黑钨矿族： $(Mn, Fe)WO_4$ （黑钨矿） AB_2X_4 型：尖晶石族： $MgAl_2O_4$ （尖晶石）， $FeFeO_4$ （磁铁矿） $FeCr_2O_4$ （铬铁矿） AB_2X_6 型：铌铁矿族 $A_2B_2X_7$ 型：烧绿石族

褐铁矿、铝土矿、硬锰矿

氢氧化物

镁的氢氧化物： 水镁石： $\text{Mg}(\text{OH})_2$

铝的氢氧化物： 三水铝石： $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、
一水硬铝石： $\text{AlO}(\text{OH})$
一水软铝石： $\text{AlO}(\text{OH})$

铁的氢氧化物： 针铁矿 FeOOH 、
水针铁矿 $\text{FeOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$
纤铁矿 FeOOH
水纤铁矿 $\text{FeOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$

锰的氢氧化物： 水锰矿 $\text{MnO}(\text{OH})$ ，
硬锰矿 $\text{BaMn}^{2+}\text{Mn}_9^{4+}\text{O}_{20} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

六 主要矿物

(一) 氧化物矿物类

1、 石英族 (含蛋白石)

同质多像变体:

α -石英、 β -石英 (酸性火山岩);

α -鳞石英、 β_1 -鳞石英、 β_2 -鳞石英; (酸性火山岩)

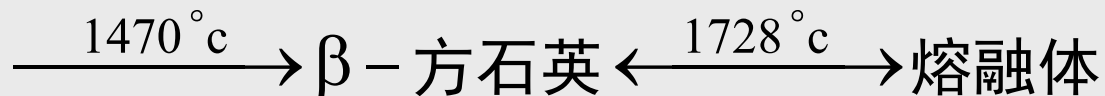
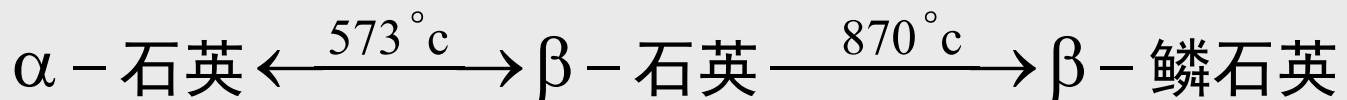
α -方石英、 β -方石英; (酸性火山岩)

柯石英; (陨石坑)

斯石英; (陨石坑)

凯石英 (合成矿物)。

其中 α 表示低温变体, β 表示高温变体。



石英 α -SiO₂

【晶体结构】 [SiO₄] 四面体以角顶相联平行于c轴呈**螺旋状**排列。 α -SiO₂

【形态】 六方柱 {10 $\bar{1}$ 0} 和菱面体 {10 $\bar{1}$ 1}、{01 $\bar{1}$ 1} 等单形之聚形。**柱面横纹**。贝壳状断开。

集合体呈晶簇状、梳状、粒状、致密块状。隐晶质集合体呈壳状、肾状、鲕状、球状。

具纤维状隐晶质结构时称**石髓或玉髓**（多热液成因）；

呈瘤状、结核状者称**燧石**（多沉积成因）

具同心带状构造，由多色的石髓成层平行排列称为**玛瑙**。

【物理性质】 颜色多种多样，常为无色、乳白色、灰色。玻璃光泽；断口油脂光泽。无解理，贝壳状断口。硬度7。相对密度2.65。具压电性。

【成因产状】 极广，玛瑙为胶体成因，主要产于喷出岩的孔洞中。

【鉴定特征】 晶形，无解理，贝壳状断口，硬度。

【主要用途】 压电材料，光学材料，**宝玉石材料**。色泽差的玛瑙和石髓用于制作研磨器具。较纯净的一般石英则大量用作玻璃原料，研磨材料，硅质耐火材料及瓷器配料。

石英异种：

水晶：无色透明。

紫水晶：紫色透明或半透明，加热可脱色。 Fe^{3+} 代 Si 引起。

蔷薇石英：浅玫瑰色，致密半透明。 Al^{3+} 、 Ti^{4+} 代 Si 引起。

烟水晶：烟色或褐色透明异种。 Al^{3+} 代 Si 引起。

墨晶：黑色半透明。 Al^{3+} 代 Si 引起。

黄水晶：金黄色或柠檬黄色。含 Fe^{2+} 所致

葱绿石髓：含绿色针状阳起石包裹体，呈浅绿色。

砂金石：含云母、赤铁矿等细小包裹体，呈浅黄或褐红色。

猫眼石、虎眼石、鹰眼石：呈各种不同深浅的色调，具丝绢光泽，似猫眼石、虎眼（黄褐色）或鹰眼（蓝绿色），都是由于石英交代纤维石棉所致。

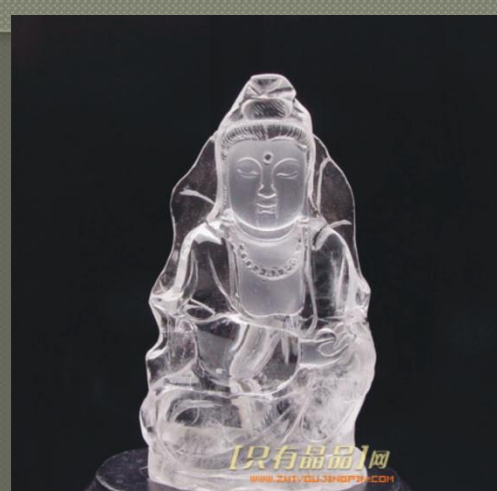
碧玉：呈红、黄褐、绿色不透明的致密块体。（**多变质成因**）

血玉髓（又名血石、鸡血石）绿色石髓碧玉，内含绛色斑点。

玛瑙：各色条带状玉髓呈同心状自外向内排列。



石英/水晶









[只有

[只有晶品]网
WWW.ZHIYOUJINGPIN.COM



[只有晶晶]网

WWW.ZHIYOUJINGPIN.COM

石英/水晶





碧玉



碧玉 (赤山, 中国) Agate (Daxi Shan, Jiangsu, China)



碧玉 (赤山, 中国) Agate (Daxi Shan, Jiangsu, China)



玛瑙



砂金石6mm

蛋白石 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

【化学组成】 SiO_2 : 65% ~ 90%, H_2O : 常为4% ~ 9%, 最高20%, 其他杂质。

【晶体结构】 内部具方石英雏晶和大量水分子。贵蛋白石中 SiO_2 小球呈六方紧密堆积。

【形态】 通常呈葡萄状、钟乳状、皮壳状等。

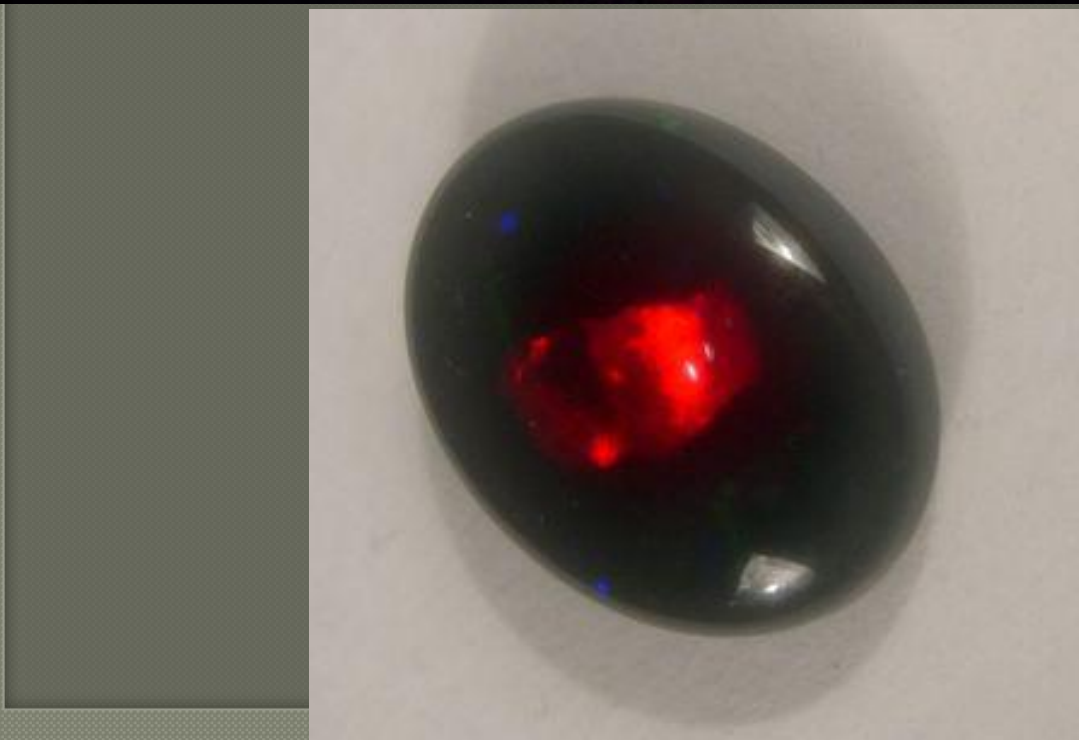
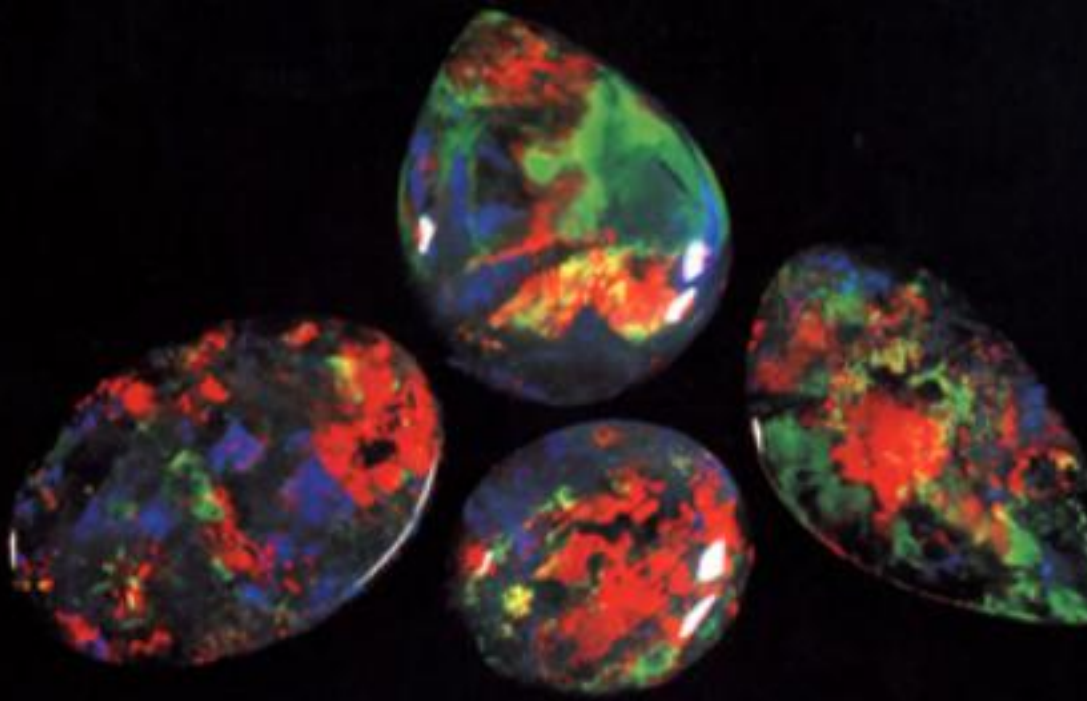
【物理性质】 颜色不定, 通常呈蛋白色; 微透明; 玻璃光泽或蛋白光泽。无色透明者称**玻璃蛋白石**; 半透明而具强烈的橙、红等反射色者称**火蛋白石**; 半透明带乳光变彩的蛋白石称**贵蛋白石**。硬度5~5.5。相对密度介于1.9~2.3之间。

【成因及产状】 从浅成热液或地面水的硅质溶液中生成。

【鉴定特征】 以蛋白光泽和变彩为鉴定特征,有时类似于石髓,但硬度较低。

【主要用途】 优质者俗称“欧泊”为宝玉石材料,硅藻土用作过滤剂和建材。

欧泊:英文名称为opal, 源于拉丁文Opalus, 意思是“集宝石之美于一身”, 或来源于梵文Upala, 意思是“贵重的宝石”。中国的“欧泊”一词, 是根据英文音译过来的。







蛋白石

2、刚玉族（刚玉、赤铁矿、钛铁矿）

刚玉 Al_2O_3

腰鼓状、柱状。集合体成粒状或致密块状。

【化学组成】一般含微量 Cr^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Ti^{4+} 、 Mn^{2+} 、 V^{5+} 、 Ga^{3+} 等，常见赤铁矿、钛铁矿、金红石、尖晶石、石榴子石等包裹体。

一般为灰、黄灰色，含Fe者呈黑色；含Cr者呈红色者，称红宝石；含Ti而呈蓝色称蓝宝石；在 $\{0001\}$ 面上可看到定向分布的六射针状金红石包体而呈星光状，称星光红宝石或星光蓝宝石；玻璃光泽。无解理；常因聚片双晶或细微包体产生 $\{0001\}$ 或 $\{10\bar{1}1\}$ 的裂开。硬度9。相对密度3.95~4.10。熔点2000~2030℃，化学性质稳定，不易腐蚀。

【刚玉结构】 三方晶系 $\bar{3}m$ 。沿垂直三次轴方向上氧离子成六方最紧密堆积，而铝离子则在两氧离子层之间，充填三分之二的八面体空隙。八面体在平行{0001}方向上共棱成层，在平行c轴方向上，共面联结构成两个实心的 $[AlO_6]$ 八面体和一空心由 O^{2-} 围成的八面体相间排列的柱体。Al—O键具离子键向共价键过渡的性质（共价键约占40%），使刚玉具共价键化合物的特征。

刚玉

玄武岩中的蓝宝石



山东昌乐



刚玉（红宝石）

通常呈蓝灰、黄灰色，含杂质可呈各种颜色：

红宝石：含Cr，红色；

蓝宝石：含Ti和 Fe^{2+} ，蓝色；

黑星石：含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ，黑色、透明；

白宝石：纯净无色透明的晶体；

含Co、V、Ni呈绿色；

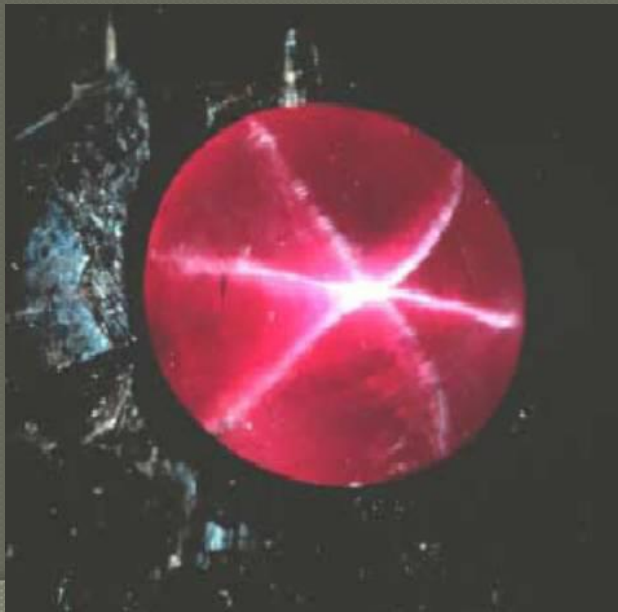
含Ni呈黄色；

含 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 呈玫瑰红色。

玻璃光泽~金刚光泽。透明~半透明。

✦ 在某些红(蓝)宝石的{0001}面上可见因含有定向分布的针状金红石包裹体而呈现的六射星光，称为星光红(蓝)宝石。

H=9。无解理；常因聚片双晶或微细包裹体而产生{0001}的裂开。



• 成因产状：

- 各种成因。多形成于高温、富Al贫Si的条件下。

有岩浆结晶作用形成；产于碱性伟晶岩中；形成于岩浆岩与石灰岩的接触带；可产于粘土质岩经区域变质而成的结晶片岩中；也见于砂岩中。

✦ 用途：

- 作研磨材料及精密仪器、仪表和钟表的轴承；
- 色泽美丽透明的晶体可作宝石；
- 合成红宝石单晶可作激光材料。



卡门·露希娅
红宝石

赤铁矿 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$

三方晶系。刚玉型结构。

单晶常呈板状（平行双面与菱面体之聚形）。集合体：显晶质的有片状、鳞片状或块状；隐晶质的有鲕状、肾状、粉末状和土状等。

具金属光泽的片状集合体者，称**镜铁矿**。镜铁矿

显晶质的赤铁矿呈铁黑至钢灰色，隐晶质的鲕状，肾状和粉末状者呈暗红色；**条痕樱红色**；金属光泽（镜铁矿）至半金属光泽，或土状光泽；不透明。无解理。硬度5.5~6，土状者硬度显著降低。相对密度5.0~5.3。性脆。镜铁矿常因含磁铁矿细微包裹体而具较强的磁性。

- **成因产状：**
- 形成于**各种地质作用**。
- 主要有**热液成因**、**沉积成因**（著名产地有河北宣化、湖南宁乡等）和**沉积变质成因**（著名产地如辽宁鞍山等）。
- **赤铁矿** (Fe_2O_3) 和 **磁铁矿** (FeFe_2O_4) 易相互转变：在自然条件下，当氧的浓度增大，磁铁矿可氧化成赤铁矿，并保留其晶形，称**假像赤铁矿**；当氧浓度减小，赤铁矿可还原为磁铁矿，若原晶形不变，称**穆磁铁矿**。



用途：

- **提炼铁的矿物原料之一；**
纯净的粉末状赤铁矿是天然的矿物颜料；
可综合利用成分中的Ti、Ga、Co等。

3、黑钨矿族（黑钨矿）

黑钨矿(钨锰铁矿) $(\text{Mn,Fe})\text{WO}_4$

【晶体结构】 单斜晶系 $P2/C$ 。由 $[\text{Mn}(\text{Fe})\text{O}_6]$ 配位八面体共棱连结成平行c轴的折状链； $[\text{WO}_6]$ 配位八面体亦平行c轴成链状，并位于 $[\text{Mn}(\text{Fe})\text{O}_6]$ 配位八面体所成的链体之间，以其四个角顶与上下链体相连接。因而晶体结构可视为链状结构，亦可看成平行 $\{100\}$ 呈似层状结构。

晶体结构

形状：单晶体常呈沿c轴延伸的{100}板状或短柱状，[001]晶带中的晶面上常具平行于c轴的条纹。集合体为刀片状或粗粒状。

物理性质：红褐色(钨锰矿)至黑色(钨铁矿)；条纹黄褐色(钨锰矿)至褐黑色(钨铁矿)；光泽由树脂光泽(钨锰矿)至半金属光泽(黑钨矿、钨铁矿)。解理平行{010}完全。硬度4~4.5。相对密度7.12(钨锰矿)~7.51(钨铁矿)。性脆。钨铁矿具弱磁性。

我国钨储量居世界第一位，占世界总储量的41%。

黑钨矿（钨锰铁矿，白色为石英）



4、金红石族（金红石、锡石、软锰矿）

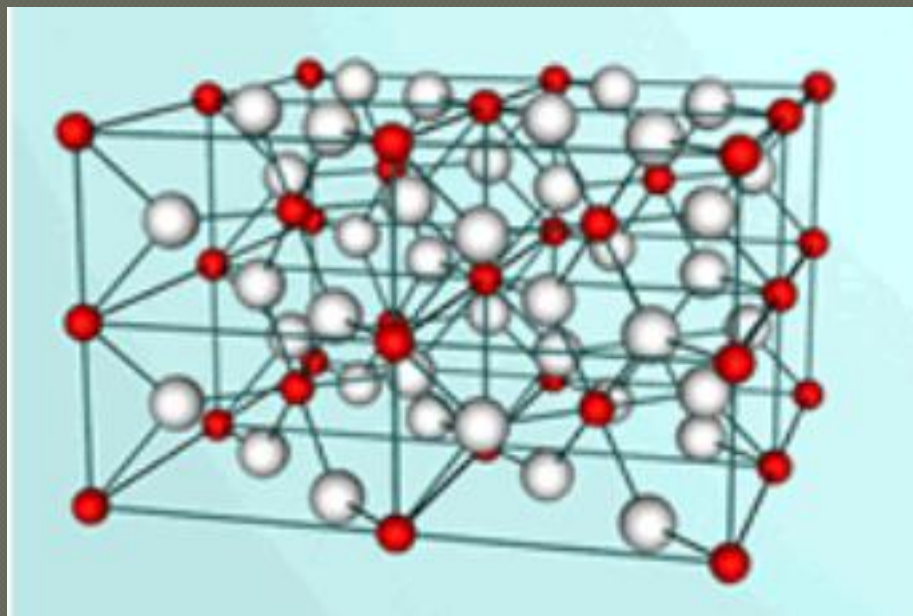
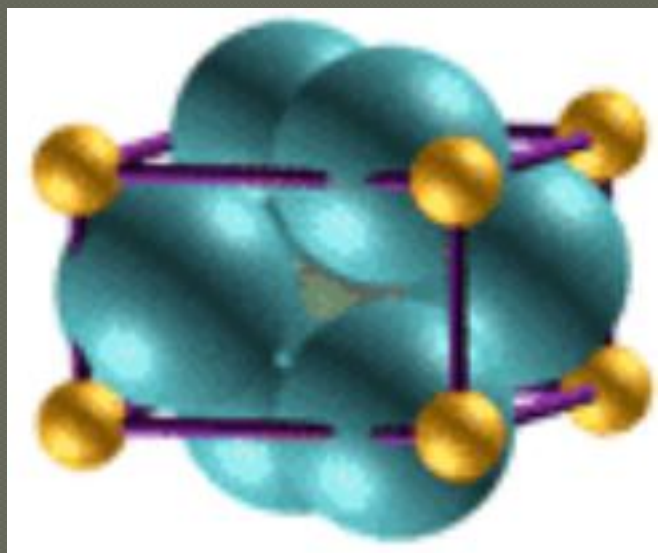
金红石 TiO_2

【化学组成】 常含Fe、Nb、Ta、Cr、Sn等类质同像混入物。当其中富含Fe时称为铁金红石。

【晶体结构】 四方晶系，空间群 $P 4_2/mmm$ 。金红石的晶体结构表现为氧离子近似成六方紧密堆积，而钛离子位于变形八面体空隙中，构成 $\text{Ti}-\text{O}_6$ 八面体配位。钛离子配位数为6，氧离子配位数为3。在金红石的晶体结构中 $\text{Ti}-\text{O}_6$ 配位八面体沿c轴共棱成链状排列。链间由配位八面体共角顶相连。

【形态】 常见完好的四方短柱状、长柱状或针状。集合体成致密块状。

【物理性质】 常见褐红、暗红色，含Fe者呈黑色；条痕浅褐色；金刚光泽；微透明。解理平行 $\{110\}$ 中等。硬度6~6.5。相对密度4.2~4.3。性脆。铁金红石和铌铁金红石均为黑色，不透明。铁金红石相对密度4.4，而铌铁金红石可达5.6。



金红石型结构

- **用途：**

提炼Ti的主要原料：Ti具密度小、强度高、耐腐蚀、抗高温等优良性能；**钛合金**广泛应用于**化工、军事和空间技术**中（用于喷气发动机、飞机机体、导弹火箭等及碱工业等用的反应塔、蒸馏塔、热交换器、阀门等设备和部件上）。

锡石 SnO_2

金红石型结构。

双锥柱状，柱面上有细的纵纹；膝状双晶常见。集合体常呈不规则粒状，也有致密块状。

黄棕色至深褐色，富含Nb和Ta者，为沥青黑色；条痕白色至淡黄色；金刚光泽。解理不完全。贝壳状断口，断口油脂光泽。硬度6~7。相对密度6.8~7.0。

【鉴定特征】 锡石的晶形和颜色与金红石很相似，但可据其解理、相对密度和化学反应区别开：

将小颗粒放锌片上，加HCl一滴，经数分钟后，如果是锡石，则在表面形成一层淡灰色金属锡膜，而金红石和锆石均无此反应。

我国锡矿储量占世界的12.4%，居世界第三位。

锡石（白色为石英）



Date 20 No. 585
CASSITERITE, xv
1941 Peter
Doliva
Walter Hays Ford and Establishment, Doliva, N. Y.

软锰矿 MnO_2

【晶体结构】 四方晶系。晶体结构属金红石型。

【形态】 完整晶体少见,有时呈针状、放射状集合体。常呈肾状、结核状、块状或粉末状集合体。

【物理性质】 黑色,表面常带浅蓝的锈色;条痕黑色;半金属光泽至土状光泽。解理平行 $\{110\}$ 完全。硬度视结晶粗细程度而异,显晶质者可达6,而隐晶质的块体则降至2。晶体的相对密度为 $4.7\sim 5$,块状的降至4.5。性脆。

【成因及产状】 主要形成于风化作用和沉积作用中。

【鉴定特征】 以其黑色,条痕黑色,性脆,成晶体者有完全的柱面解理,成隐晶质者硬度低而易污手为特征。此外,滴 H_2O_2 剧烈起泡。

【主要用途】 为锰的主要矿石矿物。

5、尖晶石族（尖晶石、磁铁矿、铬铁矿）

化学通式： AB_2O_4 。

A：二价的 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 等；

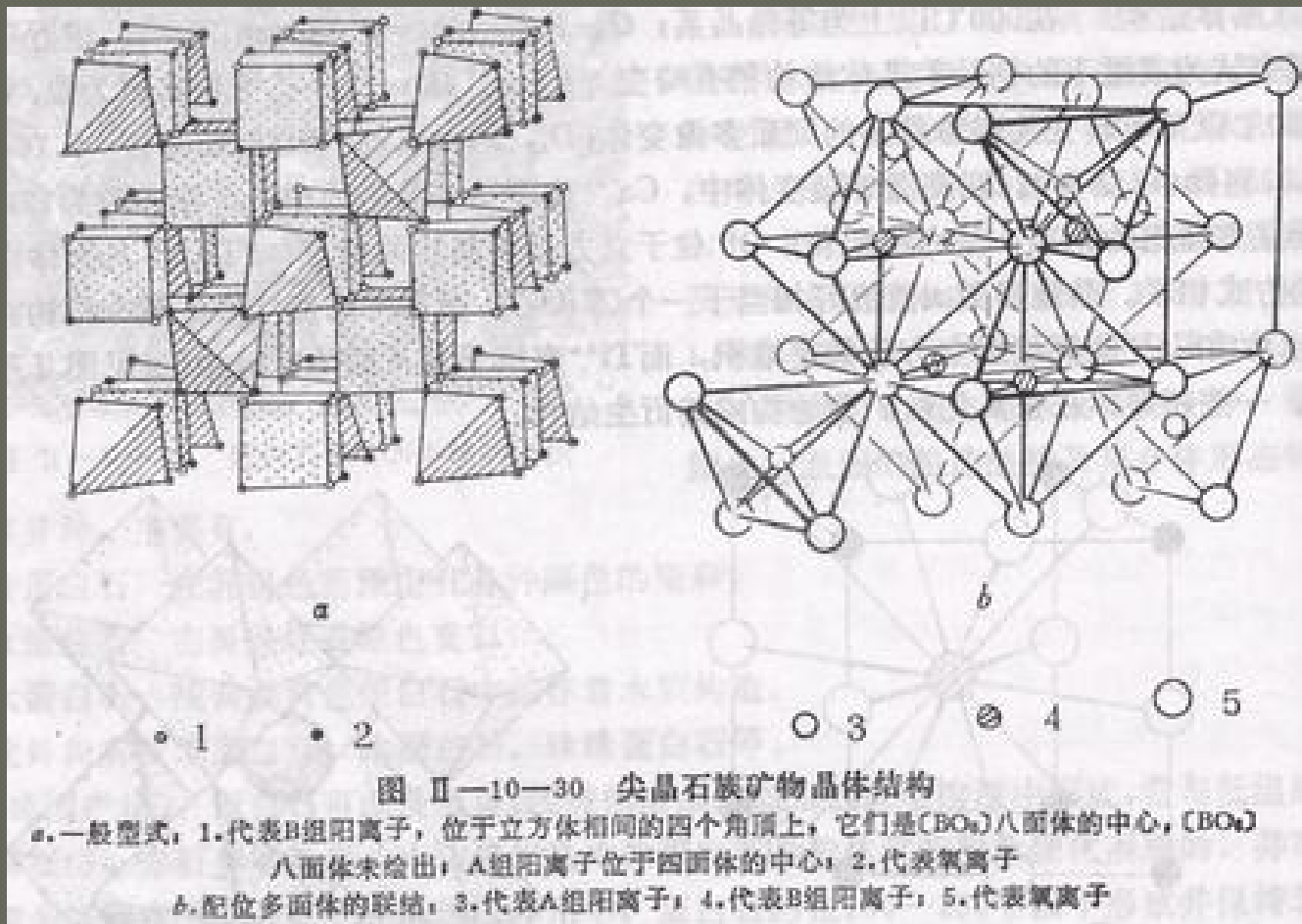
B：三价的 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Cr^{3+} 等。

尖晶石型结构（等轴晶系）

（1）**正尖晶石型** $A[B_2]X_4$ ：即单位晶胞中8个A组二价阳离子占据四面体位置，16个B组三价阳离子占据八面体位置（[] 内为八面体配位，下同）。如铬铁矿 $Fe[Cr_2]O_4$ ；

（2）**反尖晶石型** $B[AB]X_4$ ：即单位晶胞中1/2的B组三价阳离子（8个）占据四面体空隙；剩余的1/2B组三价阳离子（亦为8个）和全部的A组二价阳离子（8个）共同占据八面体位置；如磁铁矿 $Fe^{3+}[Fe^{3+}Fe^{2+}]O_4$ ；

（3）**混合型** $A_{1-x}B_x[A_xB_{2x}]X_4$ 。如镁铁矿 $MgFe_2O_4$ 、锰铁矿 $MnFeO_4$ 等



尖晶石型结构（等轴晶系）： $Z=8$ 。 O^{2-} 呈立方紧密堆积，阳离子充填 $1/8$ 的四面体空隙和 $1/2$ 的八面体空隙。沿三次轴方向上 $[AO_4]$ 四面体和 $[BO_6]$ 八面体共同组成的层与单纯的 $[BO_6]$ 八面体层交替排列； $[AO_4]$ 四面体与上、下八面体层中 $[BO_6]$ 八面体以共角顶的方式相联结。 **尖晶石型结构**

尖晶石 MgAl_2O_4

【晶体结构】 等轴晶系。Fd3m, 晶体结构大多数为正尖晶石型, 少数属于混合型。

【形态】 八面体 {111}, 八面体 {111} + 菱形十二面体 {110} 。

尖晶石律(111)成接触双晶。

【物理性质】 通常呈红色(含 Cr^{3+}), 绿色(含 Fe^{3+})或褐黑色(含 Fe^{2+} 和 Fe^{3+}); 玻璃光泽。无解理; 偶有平行(111)裂开。硬度8。相对密度3.55。



fancy colors



fancy colors



fancy colors



fancy colors



尖晶石



Noble Red Spinel

黑王子红宝石

圣爱德华蓝宝石

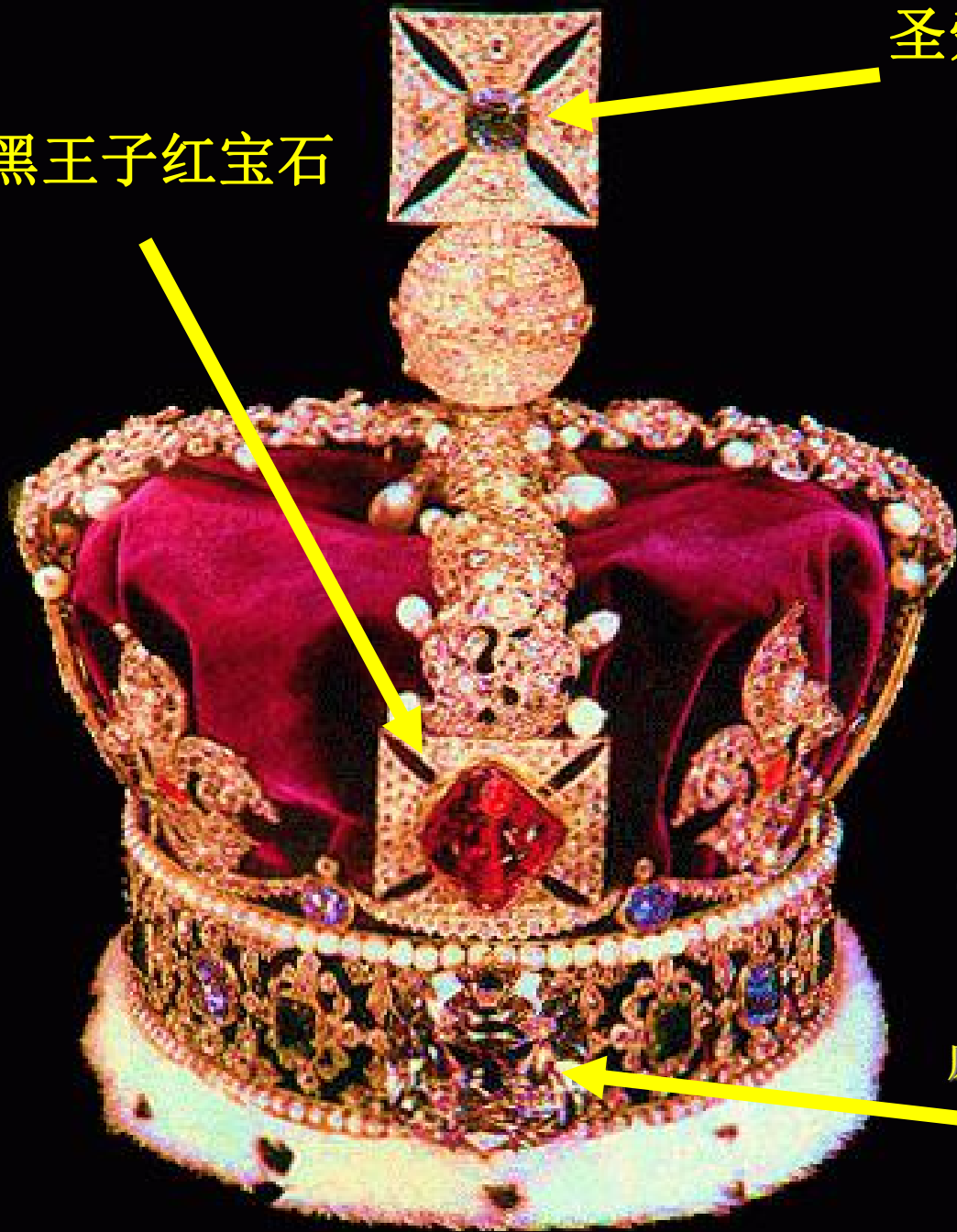
黑王子是英王爱德华三世之子
170ct 1660年

英帝国王冠

上镶有著名的“黑王子红宝石”（王冠中部正中，红色），世界第二大钻石“非洲之星第II”（王冠下部正中，比黑王子红宝石大）和圣爱德华蓝宝石（王冠顶部十字架中心）。王冠上共镶有4粒红宝石，11粒祖母绿，16粒蓝宝石，227粒珍珠和超过2800粒大大小小的钻石。

原石：库利南，3106克拉，1905年，南非

非洲之星II 317.2



磁铁矿 FeFe_2O_4

【化学成分】常含 Ti^{4+} 、 V^{3+} 、 Cr^{3+} 、 Al^{3+} 、 Si^{4+} 等 替代 Fe^{3+} ； Fe^{2+} 易被 Mg^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Ca^{2+} 等替代。

【晶体结构】 等轴晶系， $\text{Fd}3\text{m}$ 。反尖晶石型。

【形态】 八面体 $\{111\}$ ，较少呈菱形十二面体 $\{110\}$ 。在菱形十二面体面上长对角线方向常现条纹。双晶依尖晶石律 (111) 成接触双晶。集合体常成致密块状和粒状。

【物理性质】 铁黑色；条痕黑色；半金属光泽；不透明。无解理；有时具 $\{111\}$ 裂开。硬度6。相对密度5.20。性脆。具强磁性。

【成因及产状】 主要形成于内生作用和变质作用中。如四川攀枝花）、接触交代成因（如湖北大冶）、气化—高温热液成因、沉积变质成因（如辽宁鞍山）、火山作用成因。也常见于砂矿中。

【鉴定特征】 以其晶形,黑色条痕和强磁性可与其相似的矿物如赤铁矿、铬铁矿等相区别。

【主要用途】 为最重要的炼铁矿物原料之一。所含的钒、钛、铬等元素常可综合利用。

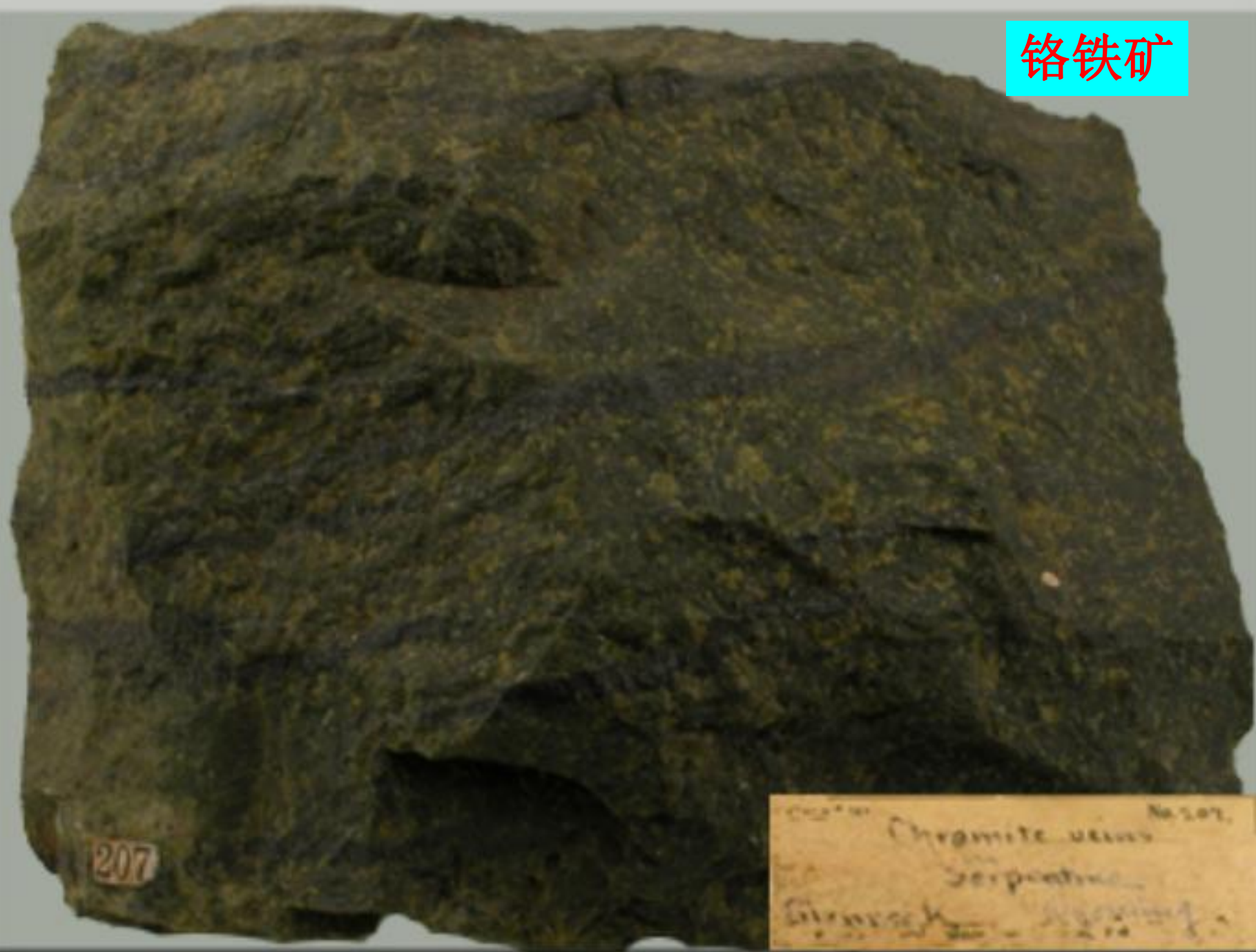
磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿和菱铁矿是用于炼铁的主要矿石。



磁铁矿

No. 244.
MAGNETITE, sized
Chester Co., Pennsylvania

铬铁矿



207

No. 207.
Chromite veins
serpentine
Ural Mts. - Russia

(二) 氢氧化物矿物类

1. 镁的氢氧化物——水镁石(氢氧化镁石) $Mg(OH)_2$

【晶体结构】 三方晶系复(三方偏三角面体晶类)。典型层状结构。

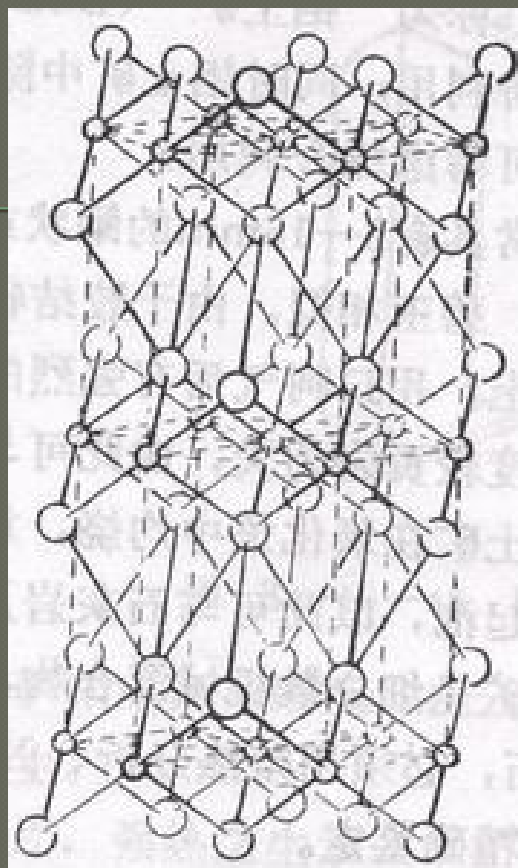
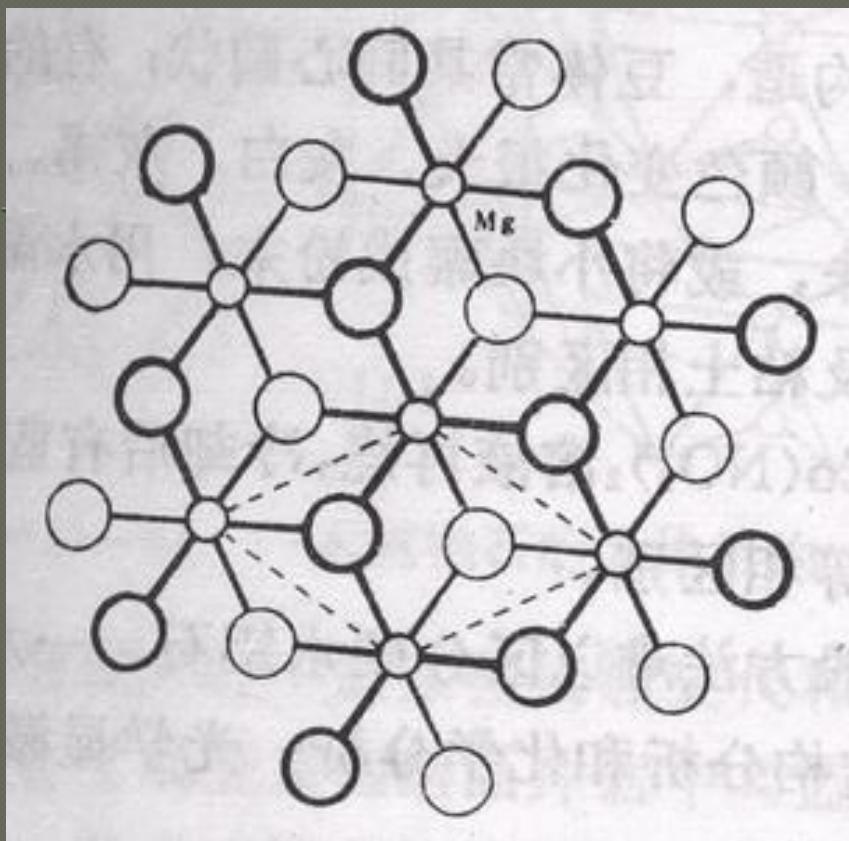
【形态】 晶体常呈板状、鳞片状、叶片状、不规则粒状集合体，有时成纤维状集合体，称纤水镁石。

【物理性质】 白色、灰白色，含有锰或铁者呈红褐色；断口现玻璃光泽。解理平行{0001}极完全；解理薄片具挠。硬度2.5。相对密度2.3~2.6。

【成因及产状】 水镁石是蛇纹岩或白云岩中的典型低温热液蚀变矿物。

【鉴定特征】 以其形态，低硬度和{0001}极完全解理为鉴定特征。根据易溶于酸与滑石、叶蜡石相区别。

【主要用途】 大量产出时可作炼镁的矿物原料。纤维水镁矿是重要的非金属矿物材料，是温石棉的理想代用品。



水镁石型结构：两层羟基离子呈六方最紧密堆积，镁离子充填于全部八面体空隙，构成配位八面体的结构层；结构层与结构层之间相接触的两层氢离子也呈近似六方最紧密堆积，但所形成的八面体空隙未充填阳离子。结构层内为离子键，结构层间以氢键相联。

水镁石brucite

Brucite
Yosemite
California
No. 100

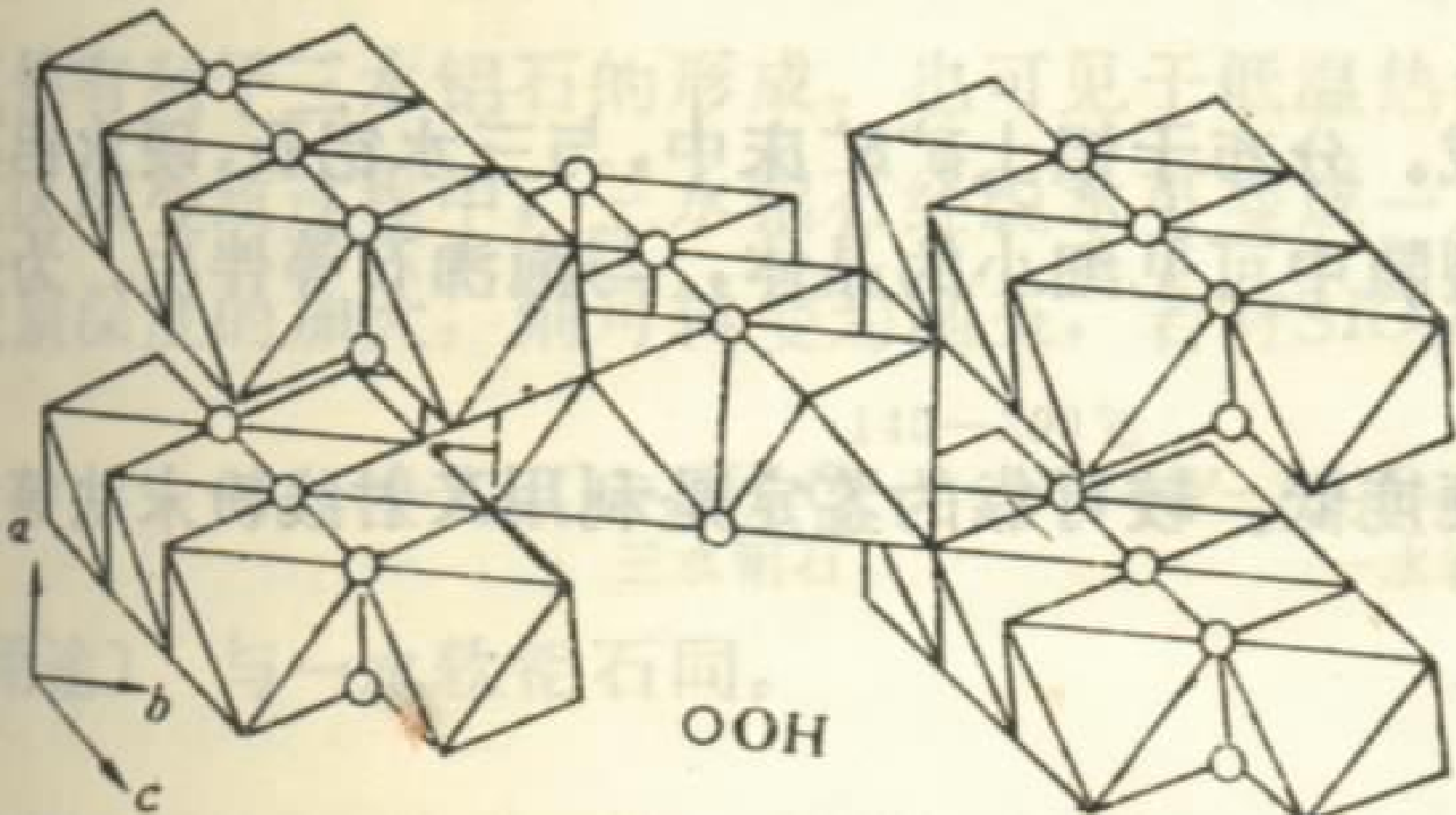
2、铝的氢氧化物

(1) 包括：三斜晶系的一水硬铝石 ($\alpha - \text{AlO}(\text{OH})$)，单斜晶系的一水软铝石 ($\gamma - \text{AlO}(\text{OH})$) 和单斜晶系的三水铝石 ($\text{Al}(\text{OH})_3$)。其中以三水铝石分布最广。

(2) 铝土矿 (bauxite)，是以极细的三水铝石、一水硬铝石或一水软铝石为主要组分，并包括数量不等的高岭石、蛋白石、赤铁矿、针铁矿等而成的混合物。当铝土矿中 $\text{Al}_2\text{O}_3 > 40\%$ ， $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 > 2 : 1$ 时才具有工业价值而作为铝矿石利用。

(3) 常成豆状、块状、多孔状或土状产出。

(4) 颜色随氧化铁含量的增加而可从灰白直至棕红色，有时并呈斑点状分布。在新鲜面上，用口呵气后有强烈的土臭味，或将小块碾成粉末，用水湿润不具可塑性，硬度、相对密度较页岩为大，以此可与页岩及粘土相区别。



一水铝石结构



硬水铝石



3、铁的氢氧化物

(1) 包括：针铁矿 (αFeOOH)、水针铁矿 ($\alpha\text{FeOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$)，纤铁矿 (αFeOOH) 和水纤铁矿 ($\alpha\text{FeOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$)。

(2) 褐铁矿 (limonite)，指以针铁矿或水针铁矿为主要组份，并包含数量不等的纤铁矿、水纤铁矿，含水氧化硅，粘土等细分散机械混合物。

(3) 通常呈钟乳状、葡萄状、致密和疏松块状等产出，亦常呈黄铁矿晶形的假象出现。

(4) 褐铁矿呈各种色调的褐色，条痕黄褐色。硬度变化较大 (1~4)，相对密度 3.3~4.0。褐铁矿在地表几乎到处可见。

针铁矿 - α FeOOH

【晶体结构】 斜方晶系。晶体结构同硬水铝石，即晶体结构中 O^{2-} 和(OH)-共同呈六方最紧密堆积(堆积层垂直a轴)， Fe^{3+} 充填1/2的八面体空隙。 $[FeO_3(OH)_3]$ 八面体以共棱的方式联结成平行于c轴的八面体链；双链间的八面体共角顶(此角顶为 O^{2-} 占据)的方式相联。

【形态】 单晶极少见，常见呈针状或鳞片状、肾状、钟乳状、结核状或土状集合体。

【物理性质】 褐黄至褐红色；条痕褐黄色；半金属光泽；结核状，土状者光泽暗淡。解理平行{010}完全；参差状断口。硬度5~5.5。相对密度4.28，但成土状者可低至3.3。性脆。

【成因及产状】 主要是含铁矿物风化作用的产物。沉积成因的针铁矿见于湖沼和泉水中。偶见产于某些热液脉的空隙中。

【鉴定特征】 以其胶体形态和褐黄色条痕为特征。

【主要用途】 为炼铁的矿物原料。“铁帽”是找寻原生铜铁硫化物矿床的标志。

针铁矿

300

Dana 257 No. 300
GÖTHITE
 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ Orthorhombic
NEGAUNEE, MICHIGAN
Ward's Natural Science Establishment, Rochester, N. Y.



褐铁矿

Date 189. No 102
Limonite, amorphous
Sayreville
New Jersey
Walt's Mineral Specimen Exhibition, Richmond, N.Y.

4、 锰的氢氧化物——水锰矿 $MnO(OH)$

【化学组成】 常含 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 等混入物。

【晶体结构】 单斜晶系。注意：水锰矿也是 $\beta=90^\circ$ 的单斜晶系。

【形态】 晶体常呈柱状。沿 c 轴伸长，柱面具清晰纵纹。集合体成束状。双晶以 (011) 为接合面。沉积成因者多呈隐晶质块体，也有成鲕状或钟乳状者。

【物理性质】 暗钢灰至黑色；半金属光泽。解理平行 $\{010\}$ 完全，平行 $\{110\}$ 和 $\{001\}$ 中等。硬度 $3.5 \sim 4$ 。相对密度 $4.2 \sim 4.33$ 。性脆。

【成因及产状】 形成于较还原环境中，在低温热液矿脉中常呈晶簇状与重晶石、方解石共生。沉积作用形成的水锰矿则常呈块状或鲕状，此时为四价锰矿物（软锰矿）和二价锰矿物（菱锰矿）之间的过渡产物。在氧化条件下水锰矿不稳定，易氧化成软锰矿。

【鉴定特征】 以其晶形，柱面条纹和褐色条痕初步鉴定。与其类似矿物的可靠区别需用差热曲线和X射线粉晶数据进行鉴定。

【主要用途】 锰的重要矿石矿物。

硬锰矿

硬锰矿：一是指块状、葡萄状硬度较高的氢氧化锰物质，是细分散多矿物的机械混合物；二是指钡和锰的氢氧化物，为一个矿物种。

【化学组成】 $\text{BaMn}^{2+}\text{Mn}_9^{4+}\text{O}_{20} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

【晶体结构】 单斜晶系；晶体结构是由 $[\text{MnO}]_6$ 八面体组成的双链和三链相连接，围成中空的通道。链和通道平行b轴延伸， Ba^{2+} 和 H_2O 分子位于通道之中。

【形态】 通常呈葡萄状，钟乳状、树枝状或土状集合体。单晶极为罕见。

【物理性质】 暗钢灰黑至黑色；条痕褐黑至黑色；半金属光泽至暗淡。硬度5~6。相对密度4.71。性脆。

【成因及产状】 主要是褐锰矿以及含锰碳酸盐和硅酸盐风化的产物。此外，亦见于沉积锰矿床中。

【鉴定特征】 据其胶体形态、黑色条痕和硬度较高初步鉴定，加 H_2O_2 剧烈起泡。进一步的鉴定需用差热曲线和X射线数据与其他锰的氧化物相区别。

【主要用途】 锰的重要矿石矿物。



1 Dim 278 No. 107
PSILOMELANE
H. Me. O.
Mac. Koch.
1881

硬锰矿

硬锰矿

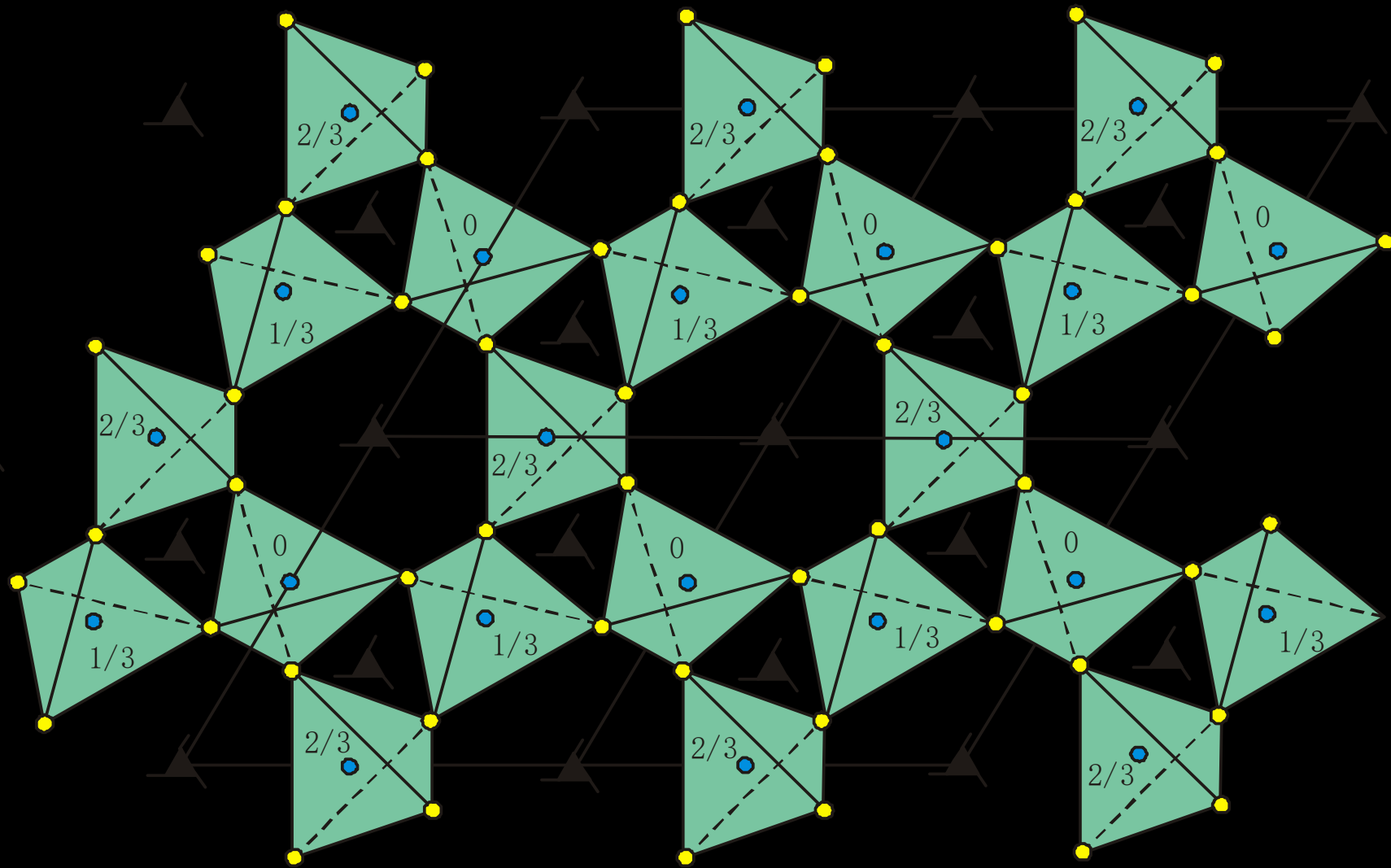


PSILOMELANE
Mazami, Durango, Mexico

化学组成

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pa	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tr	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															

[返回](#)



[SiO₄]

● O

● Si

a-石英

返回

镜铁矿



2009. 5. 12, 苏富比拍卖一颗蓝色钻石



7.03 CT