闪锌矿（sphalerite）



化学成分为 ZnS 晶体属等轴晶系的硫化物矿物。成分相同而属于六方晶系的则称纤锌矿闪锌矿含锌 67.1%；通常含铁，铁含量最高可达 30%，含铁量大于 10%的称为铁闪锌矿；此外常含锰、镉、铟、铊、镓、锗等稀有元素。因此闪锌矿不仅是提炼锌的最重要矿物原料，还是提取上述稀有元素的原料。

纯闪锌矿近于无色，但通常因含铁而呈浅黄、黄褐、棕甚至黑色，随含铁量的增加而变深；透明度相应地由透明、半透明至不透明；光泽则由金刚光泽、树脂光泽变至半金属光泽。摩斯硬度 3.5～4.0，比重 3.9～4.2，随铁含量的增高，硬度增大而比重降低。具完全的菱形十二面体解理。晶体形态呈四面体或菱形十二面体，通常成粒状集合体产出。闪锌矿是分布最广的锌矿物，主要为热液成因，几乎总是与方铅矿共生。闪锌矿在地表易风化成菱锌矿。

中国铅锌矿产地以云南金顶、广东凡口、青海锡铁山等最著名，世界上著名产地有澳大利亚的布罗肯希尔、美国密西西比河谷地区等。



菱锌矿 Smithsonite



菱锌矿

::矿物概述

菱锌矿是一种成分为碳酸锌的矿物，在人们发现闪锌矿之前，它一直被作为锌的主要来源。菱锌矿一般产出在金属矿床中的氧化带里，它是原来某种锌矿物蚀变成的，这叫作次生矿。纯的菱锌矿是白色的，如果含有其他元素，则会带上绿、黄、褐、黑等颜色，它们具有玻璃光泽，像葡萄、肾球、钟乳等形状，有的甚至像土的样子。有些好看的菱锌矿还可做成工艺品。

化学组成：ZnCO3；ZnO64.90%，CO235.10%；





菱锌矿

鉴定特征：以其形态、产状及其粉末加冷盐酸起泡为鉴定特征，与本亚族其他矿物的区别在于比重较大，菱面体解理较不完全；

成因产状：产于铅锌矿床氧化带，是由闪锌矿氧化分解所产生的硫酸锌，交代碳酸盐围岩或原生矿石中的方解石而成，常与孔雀石、蓝铜矿等次生矿物伴生；

著名产地：世界著名的产地有意大利撒丁岛(Masua,Sardinia)；墨西哥的北部；希腊的 Laurium；波兰；比利时；非洲的 Zambia 和 South-WestAfrica；美国的 Colorado 和 Utah 州和中国广西融县等地。

名称来源：以美国华盛顿 Smithsonian 研究院的奠基人，英国矿物学家 James Smithson（1754-1829）的姓名而命名；

::晶体形态

复三方偏三角面体晶类；呈菱面体，e，f 及复三方偏三角面体 v，和六方柱 m 的聚形；

::晶体结构

晶系和空间群：三方晶系，D63d—R-3c；

晶胞参数：arh=5.67Å，α=48°26′；

粉晶数据：2.75(1)3.55(0.5)1.703(0.45)

::物理性质

硬度：4-5

比重：4-4.5g/cm3，是方解石族矿物中最大的

解理：具菱面体解理，但不如族中其他矿物完全

断口：参差状断口

颜色：黄色或淡绿色

条痕：白色

透明度：透明

光泽：玻璃光泽

发光性：无

折光性：

其他：遇冷 HCl 起泡

::光学性质

一轴晶(-),Ne=1.625,No=1.85,bire=0.2250

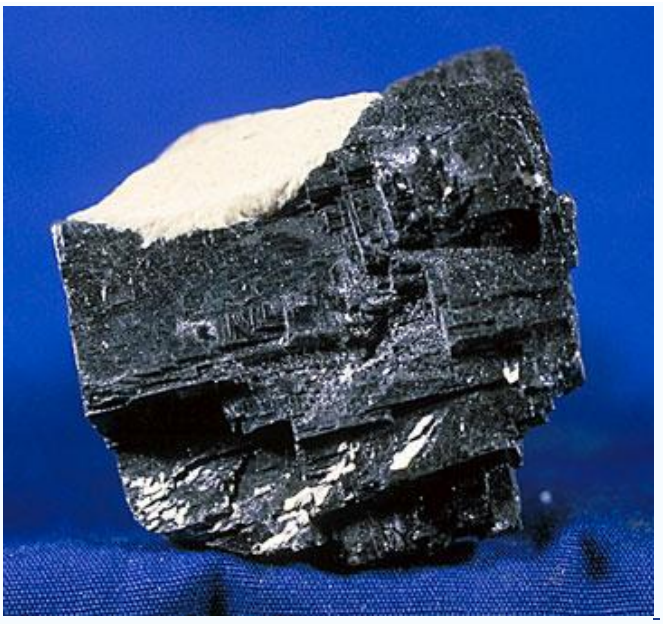
水锌矿



hydrozincite

Zn5(CO3)2(OH)6 又称锌华。单斜晶系。晶体呈细条片状，通常呈致密块状、皮壳状或肾状集合体。白色至淡黄色。硬度 2.5。密度 4。是闪锌矿的次生矿物。用于炼锌及制备各种**锌**化合物。

方铅矿（galena）



方铅矿（galena）

化学成分为 PbS、晶体属等轴晶系的硫化物矿物。含铅量 86.6%，是分布最广的铅矿物，提炼铅的最重要矿物原料。中国古称草节铅，早在商代甚至更早就能从铅矿石中炼出较纯净的铅。方铅矿中常含银，中国自古就从含银方铅矿中提炼银。

方铅矿具氯化钠型晶体结构。呈铅灰色,强金属光泽,摩斯硬度 2.5,比重达 7.5，具完全的立方体解理。晶体呈立方体,有时为八面体与立方体的聚形；集合体常成粒状和致密块状。主要是热液成因的矿物，几乎总是与闪锌矿共生。方铅矿在地表易风化成铅矾和白铅矿。

中国铅锌矿的产地以云南金顶、广东凡口、青海锡铁山等地最著名。最大产地是美国的新密苏里,仅铅的储量就达 3000 万吨。此外,英国的康沃尔、德国的弗赖贝格、澳大利亚的布罗肯希尔等也很著名。



铅矾 anglesite





铅矾

铅矾是硫酸铅，一种常见的矿物，是铅的一般矿石。铅矾通常是由方铅矿氧化后变成的，这样形成的矿物叫作次生矿物。铅矾的晶体是板状、短柱状或锥状，晶体集合在一起形成粒状、块状、结核状或钟乳状等等。它们的颜色从无色到白色都有。有些铅矾内部还包裹着没有完全氧化变质的方铅矿，这样的铅矾往往呈暗灰色。铅矾的包裹层可以阻止内部的方铅矿被进一步氧化。纯的铅矾具有金刚般的光泽，在紫外线照射下，铅矾会发出黄带绿的荧光。硫酸盐矿物。成分为 Pb〔SO4〕。正交晶系（斜方晶系），晶体呈板状、短柱状或锥状；集合体成粒状、致密块状、结核状、钟乳状等。无色至白色，常因包含未氧化的方铅矿而呈暗灰色。金刚光泽，解理中等，断口贝壳状，莫氏硬度 2.5～3，比重 6.1～6.4，在紫外线照射下发黄色或黄绿色荧光。主要产于铅锌硫化物矿床的氧化带中，由方铅矿等含铅硫化物经氧化作用而成。铅矾溶解度极低，常成皮壳状包裹方铅矿，并阻止方铅矿进一步分解。在含碳酸的水的作用下，铅矾易转变为白铅矿。量多时可作提炼铅的矿物原料。

白铅矿



矿物名称：白铅矿 Cerussite

采集地点：中国云南石屏

矿物概述

化学组成：PbCO3，PbO 83.53%，CO2 16.47%，有时含 Ca，Sr 和 Zn；

鉴定特征：白铅矿，可以从比重很大，白色，具金刚光泽和可以与硝酸反应，产生气泡；在阴极射线下发浅蓝绿色荧光的特性当中，予以鉴定。

成因产状：白铅矿是方铅矿氧化成铅矾 PbSO4 后,再由铅矾受含碳酸水溶液作用而形成的次生产物，见于铅锌矿床氧化带，常可作为找矿标志。大量聚集可作铅矿石开采。常与磷氯铅矿共生；

著名产地：世界著名产地有美国宾夕法尼亚州(Phoenixville,Pennsylvania)；捷克 Bohemia 的 Mies；俄罗斯西伯利亚的 Nerchinsk；意大利的 Sardina 岛；非洲 Tunis；西南非的 Tsumeb；澳大利亚 NewSouthWales 的 BrokenHill 和德国 Hessen-Nassau 的 Ems 等地。

名称来源：Cerussite 一字，来自拉丁语 cerussa，指白色的铅(Whitelead)，人造碳酸铅盐的旧

用术语；

晶体形态

属三方晶系的碳酸盐。晶体呈板柱状，常形成假六方对称的三连晶；集合体呈致密块状、钟乳状、皮壳状或土状。

白色、灰色或微带各种浅色，玻璃至金刚光泽，断口呈油脂光泽。

晶体结构

晶胞参数：a=515pm;，b=847pm，c=611pm；

粉晶数据：3.593(1)3.498(0.5)2.487(0.32)

物理性质

硬度：3.0-3.5

比重：6.4-6.6g/cm3

解理：不完全柱状解理

断口：贝壳状断口

颜色：白色或灰色，含铅的包裹体时也呈灰色、浅绿色或蓝色

条痕：白色

透明度：透明或半透明

光泽：金刚光泽，有时呈油脂光泽或珍珠光泽

发光性：无

光学性质

薄片中无色。二轴晶（-）。Np=1.804，Nm=2.078。2V=9°。色散强。r>v.

锰矿

在现代工业中，锰及其化合物应用于国民经济的各个领域。其中钢铁工业是最重要的领域，用锰量占90%～95%，主要作为炼铁和炼钢过程中的脱氧剂和脱硫剂，以及用来制造合金。其余10%～5%的锰用于其他工业领域，如化学工业（制造各种含锰盐类）、轻工业（用于电池、火柴、印漆、制皂等）、建材工业（玻璃和陶瓷的着色剂和褪色剂）、国防工业、电子工业，以及环境保护和农牧业，等等。总之，锰在国民经济中具有十分重要的战略地位。

一、矿物原料特征

锰是元素周期表中第四周期的第七族元素。在自然界中锰有Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ及Ⅶ价态，其中以Ⅱ和Ⅳ价态最为常见。锰在空气中非常容易氧化。在加热条件下，粉状的锰与氯、溴、磷、硫、硅及碳元素都可以化合。锰在地球岩石圈中以及硅酸盐相的陨石中表现有强烈的亲石性质，但在岩石圈上部则有强烈的亲氧性质，锰与铁在岩石圈中以及陨石中虽有许多相似的化学性质，但锰并不亲铁。

在自然界中已知的含锰矿物约有150多种，分别属氧化物类、碳酸盐类、硅酸盐类、硫化物类、硼酸盐类、钨酸盐类、磷酸盐类等。但含锰量较高的矿物则不多。现就几种常见的锰矿物叙述如下。

(1)软锰矿　四方晶系，晶体呈细柱状或针状，通常呈块状、粉末状集合体。颜色和条痕均为黑色。光泽和硬度视其结晶粗细和形态而异，结晶好者呈半金属光泽，硬度较高，而隐晶质块体和粉末状者，光泽暗淡，硬度低，极易污手。比重在5左右。软锰矿主要由沉积作用形成，为沉积锰矿的主要成分之一。在锰矿床的氧化带部分，所有原生低价锰矿物也可氧化成软锰矿。软锰矿在锰矿石中是很常见的矿物，是炼锰的重要矿物原料。

(2)硬锰矿　单斜晶系，晶体少见，通常呈钟乳状、肾状和葡萄状集合体，亦有呈致密块状和树枝状。颜色和条痕均为黑色。半金属光泽。硬度4～6，比重4.4～4.7。硬锰矿主要是外生成因，见于锰矿床的氧化带和沉积锰矿床中，亦是锰矿石中很常见的锰矿物，是炼锰的重要矿物原料。

(3)水锰矿　单斜晶系，晶体呈柱状，柱面具纵纹。在某些含锰热液矿脉的晶洞中常呈晶簇产出，在沉积锰矿床中多呈隐晶块体，或呈鲕状、钟乳状集合体等。矿物颜色为黑色，条痕呈褐色。半金

属光泽。硬度 3～4，比重 4.2～4.3。水锰矿既见于内生成因的某些热液矿床，也见于外生成因的沉积锰矿床，是炼锰的矿物原料之一。

(4)黑锰矿　四方晶系，晶体呈四方双锥，通常为粒状集合体。颜色为黑色，条痕呈棕橙或红褐。半金属光泽。硬度 5.5，比重 4.84。黑锰矿由内生作用或变质作用而形成，见于某些接触交代矿床、热液矿床和沉积变质锰矿床中，与褐锰矿等共生，亦是炼锰的矿物原料之一。

(5)褐锰矿　四方晶系，晶体呈双锥状，也呈粒状和块状集合体产出。矿物呈黑色，条痕为褐黑色。半金属光泽。硬度 6，比重 4.7～5.0。其他特征与黑锰矿相同。

(6)菱锰矿　三方晶系，晶体呈菱面体，通常为粒状、块状或结核状。矿物呈玫瑰色，容易氧化而转变成褐黑色。玻璃光泽。硬度 3.5～4.5，比重 3.6～3.7。由内生作用形成的菱锰矿多见于某些热液矿床和接触交代矿床；由外生作用形成的菱锰矿大量分布于沉积锰矿床中。菱锰矿是炼锰的重要矿物原料。

(7)硫锰矿　等轴晶系，常见单形有立方体、八面体、菱形十二面体等，集合体为粒状或块状。颜色钢灰至铁黑色，风化后变为褐色，条痕呈暗绿色。半金属光泽。硬度 3.5～4，比重 3.9～4.1。硫锰矿大量出现在沉积变质锰矿床中，是炼锰的矿物原料之一。

二、用途与技术经济指标

锰矿产品包括冶金锰矿、碳酸锰矿粉、化工用二氧化锰矿粉和电池用二氧化锰矿粉等。使用锰矿产品的冶金部门、轻工部门和化工部门根据不同的用途对锰矿产品有不同的质量要求。

（一）冶金工业对锰矿石的质量要求

用于炼钢生铁、含锰生铁、镜铁的矿石，铁含量不受限制，矿石中锰和铁的总含量最好能达到 40％～50％。

在冶炼各种牌号的锰系合金中，对矿石的含锰量和锰铁比值有一定的要求。冶炼中、低碳锰铁，矿石含锰量 36％～40％，锰铁比 6～8.5，磷锰比 0.002～0.0036；冶炼碳素锰铁，矿石含锰量 33％～40％，锰铁比 3.8～7.8，磷锰比 0.002～0.005；冶炼锰硅合金，矿石含锰量 29％～35％，锰铁比 3.3～7.5，磷锰比 0.0016～0.0048；高炉锰铁，矿石含锰量 30％，锰铁比 2～7，磷锰比 0.005。

（二）化工及轻工部门对锰矿石的质量要求

化学工业上主要用锰矿石制取二氧化锰、硫酸锰、高锰酸钾，其次用于制取碳酸锰、硝酸锰和氯化锰等。化工级二氧化锰矿粉要求ＭｎＯ２含量大于 50％(表 3.3.3)，制硫酸锰时，Ｆｅ≤3％、Ａｌ２Ｏ３≤3％、ＣａＯ≤0.5％、ＭｇＯ≤0.1％；制高锰酸钾时，Ｆｅ≤5％、ＳｉＯ２≤5％、Ａｌ２Ｏ３≤4％。

天然二氧化锰是制造干电池的原料，要求ＭｎＯ２含量越高越好。对Ｎｉ、Ｃｕ、ＣＯ、Ｐｂ等有害元素一般厂定标准为：Ｃｕ＜0.01％、Ｎｉ＜0.03％、Ｃｏ＜0.02％、Ｐｂ＜0.02％。矿粉的粒度要小于 0.12mm。

三、矿业简史

锰矿物的利用历史十分悠久，据文献记载，世界上利用锰矿物最早的国家有埃及、古罗马、印度和中国。我国利用锰矿物的历史可追溯到距今约 4500～7000 年前后新石器时代的仰韶文化（彩陶文化）时期。由于软锰矿呈土状，它的颜色呈黑色，极易染手，在古人看来，这是一种奇妙的陶器着色颜料。

可是锰元素的发现却比较晚，到 1774 年才由瑞典矿物学家甘恩（Ｊ.Ｇ.Ｇａｈｎ）从软锰矿中还原出了金属锰。

锰在钢铁工业上的应用是各国冶金学家几十年不懈努力的结果。1875 年以后，欧洲各国开始用高炉生产含锰 15％～30％的镜铁和含锰达 80％的锰铁。1890 年用电炉生产锰铁，1898 年用铝热法生产金属锰，并发展了电炉脱硅精炼法生产低碳锰铁。1939 年开始用电解法生产金属锰。

最早开采的锰矿山是美国田纳西州惠特福尔德（Ｗｈｉｔｉｆｅｌｄ）锰矿，始采于 1837 年，到 1884 年锰矿石年产量已达 4 万 t。印度也是开采锰矿较早的国家之一，始采于 1892 年。第一次

世界大战前，印度出口锰矿石一直居世界首位。1928 年以后其地位被原苏联所取代。从本世纪 20 年代末原苏联的锰矿石产量一直居世界领先地位。此外，开采锰矿石比较早的还有巴西、加纳、澳大利亚、南非和加蓬等国。

我国锰矿的地质找矿工作开始得也比较早，据所见资料，从 1886 年开始，并于 1890 年首先在湖北兴国州（今阳新）发现锰矿，随后于 1897 年和 1907 年又先后在湖南发现安仁、攸县和常宁、耒阳锰矿；1910 年发现广西防城大直、钦州黄屋屯锰矿；1913 年和 1918 年，前后发现了湖南湘潭上五都锰矿（1937 年改称为湘潭锰矿）和广西木圭、江西乐华锰矿。我国老一辈地质工作者，如朱庭祜、王晓青、田奇玲王隽、李殿臣、李四光等等对湖南、广东、广西、江苏、江西等地做了大量锰矿地质调查，初步了解了我国一些锰矿产地及其锰矿石质量，探讨了锰矿床的成因。

大规模的锰矿地质勘查工作是在新中国成立以后。从 1950 年广西工业厅对桂平木圭锰矿、华东地测处对南京栖霞锰矿、西南工业厅对贵州遵义锰矿进行勘查开始，经过近 50 年广大地质工作者的努力，到 1996 年底，全国锰矿地质勘查投入约 6.8 亿元，机械岩心钻探工作量约 190 多万 m，累计探明锰矿石 6.48 亿 t。

我国最早开采的锰矿山是湖北阳新锰矿，始采于 1890 年，后因质量不佳，不久即行停采。阳新锰矿停采后，汉冶萍煤铁厂矿公司为了解决锰矿原料，于 1908 年在湖南常宁曲潭设常耒锰矿采运局，开采常宁—耒阳一带锰矿。1913 年在湖南湘潭上五都发现锰矿后，1914 年即由新组建的裕　矿业公司负责开采，到 1917 年已初具规模，日产锰矿石百余吨，最高年产达 3 万 t，仅 1916～1927 年的 12 年间，运销日本八幡制铁所的锰矿石就达 14.3 万 t（矿石品位不低于 45%）。

据查阅资料表明，1949 年以前全国曾开采过锰矿的地区有：湖北、湖南、广西、广东、江苏、江西、福建、贵州、河北和辽宁。据不完全统计，从 1912 年到 1945 年的 33 年间，我国共开采锰矿石 140 万 t（表 3.3.5），年均产量 4.2 万 t，最高年产 7.43 万 t（1927 年），主要集中于桂、湘、赣、辽、粤、苏 6 个省（区），合计 135.8 万 t，约占全国总产量的 96.8%，其中又以桂、湘两地为最多，占全国总产量的 65.4%。

钨锰矿

矿物名称：　钨锰矿　Huebnerite

::矿物概述

化学组成：MnWO4,钨锰矿 MnO　23.42%，WO3　76.58%；

鉴定特征：以其板状晶形，颜色、条痕、一组完全解理及大的比重为其主要的鉴定特征；

成因产状：主要产于高温热液石英脉中及云英岩化围岩中。矿脉常存在于花岗岩侵入体顶部或外接触带附近的围岩中；共生矿物除石英外，还有锡石、毒砂、黄铁矿、黄玉、绿柱石、电气石等；

著名产地：世界著名的产地是美国亚利桑那州(DragoonDistrict)、和科罗拉多州等地。

名称来源：以德国矿物学家 AdolphHuebner 的名字命名；

::晶体形态

斜方柱晶类；单项常见有平行双面 a、、c 和斜方柱 n、k；

::晶体结构

晶系和空间群：单斜晶系，属 L2PC 对称型和 P2/c 空间群；

晶胞参数：a0=4.829 埃，b0=5.759 埃，c0=4.997 埃,β=91˚10′；

粉晶数据：2.996(1)2.954(0.95)4.84(0.65)

::物理性质

硬度：4-4.5

比重：7.12g/cm3

解理：解理平行完全

断口：参差状

颜色：红褐色

条痕：黄褐色

透明度：透明

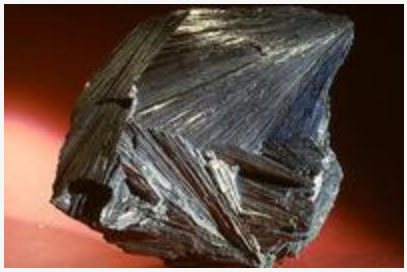
光泽：树脂光泽至半金属光泽

其他：性脆

::光学性质

二轴晶(+),Np=2.17-2.2,Nm=2.22,Ng=2.3-2.32,双反射率=0.1200-0.1300,2V(计算)=50-80,2V(实测)=73

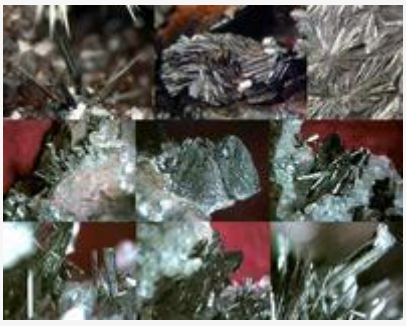
软锰矿



软锰矿

manganese dioxide

软锰矿的成分叫二氧化锰，是一种常见的锰矿物。软锰矿含**锰**为63.19%，是重要的锰矿石。软锰矿非常软，还不及人的指甲硬。它的颜色为浅灰到黑，具有金属光泽。如果用手去摸，它会像煤一样弄黑你的手。软锰矿一般为块状或肾状或土状，有时具有放射纤维状形态。有趣的是有些软锰矿还呈现出一种树枝状附于岩石面上，人称假化石。软锰矿是其他锰矿石变成的，在沼泽、湖海等形成的沉积物中也可以形成软锰矿。





软锰矿

化学式： MnO 2 ；

分子质量： 86.94 ；

性状：黑色无定形粉末，或黑色斜方晶体；

沸点： 535 ° C 分解；

熔点： 390 ° C ；

相对密度： 5.026 （水 =1 ）；

溶解性：不溶于水、硝酸、冷硫酸，溶于冷盐酸而产生氯；

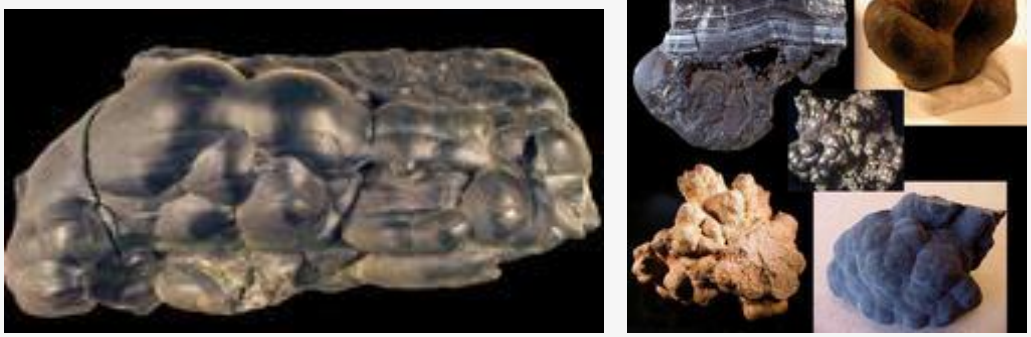
危险性：强氧化剂，本身不燃烧，但助燃，不要和易燃物放置一起；

毒性：急性毒性、慢性中毒、诱变性、致癌性、致畸性。

二氧化锰是两性氧化物。它是一种常温下非常稳定的黑色粉末状固体，可作为干电池的去极化剂。在实验室常利用它的氧化性 ，和浓 HCl 作用以制取氯气 ：MnO 2 +4HCl=MnCl 2 +C1 2 +2H 2 O 。二氧化锰在酸碱介质中是一种强氧化剂。与浓硫酸反应有氧气生成；与浓盐酸反应有氯气生成。二氧化锰与熔融苛性钾在空气中反应生成锰酸钾 (K2MnO4) 。二氧化锰用于干电池、玻璃和陶瓷的着色剂、制锰等。化学式 MnO 2 。黑色斜方晶体。天然存在的二氧化锰是软锰矿。它是强氧化剂，不能与有机物或其他还原性物质如硫、硫化物、磷化物等一起加热或摩擦。二氧化锰可用于制造干电池和涂料；在搪瓷、玻璃釉药、陶瓷等方面做黑色或紫色颜料；在橡胶工业中用作催化剂；加在含铁玻璃中可去掉绿色；还可制锰化合物。

MnO2 一种重要的 无机盐工业 产品。黑色或灰黑色晶体或无定形粉末。不溶于水，高温下与碳反应生成金属锰。是两性物质，具有良好的吸附性能和较强的氧化能力。

硬锰矿



硬锰矿

Psilomelane massive

::矿物概述

硬锰矿是钡和锰的氧化物，它是提炼锰的重要矿石。与很多在地下形成的矿物不同，硬锰矿是在地表条件下形成的次生矿物，也就是说它原来是另外一种矿物，后来在某种条件下又变成了现在这种东西。它们原来一般是锰的碳酸盐或硅酸盐矿物。硬锰矿深灰到黑色，表面光滑，葡萄或钟乳状块体。

化学组成： BaMn2+Mn94+O20·3H2O, 硬锰矿的成份变化很大；有时 70%BaO 可被 CaO+K2O+Na2O+SrO 所置换;其中所含的水，类似于沸石水的性质;至于硬锰矿的化学式目前尚未能最后确定下来 。

鉴定特征：以其胶体形态，黑色条痕、较高的硬度和葡萄状的晶态当中，来和其它的氧化锰区别；亦可以从条痕的颜色，来和褐铁矿区别 。

成因产状：主要为外生成因，见于锰矿床的氧化带；是褐锰矿， 黑锰矿以及含锰碳酸岩和硅酸

盐风化的产物；此外也常见于沉积锰矿床中。

著名产地：世界范围广泛分布；重要的产地有德国 Saxony 的 Schneeberg、法国的 Romanechc 和中印度的 TekraSai 等地 。

名称来源：Psilomelane 一词，来自两个希腊字，意指光滑(Smooth)和黑色(Black)，以象征这种矿物的外观。

::晶体形态

晶体少见，通常呈葡萄状、肾状、皮壳状、钟乳状或土状，此外还有致密块状和树脂状；

::晶体结构

晶系和空间群：单斜晶系，C2/m；

晶胞参数：a0=9.56 埃，b0=2.88 埃，c0=13.85 埃；

::物理性质

硬度：4-6

比重：4.71g/cm3

解理：无解理

颜色：灰黑色至黑色

条痕：褐黑至黑色

透明度：不透明

光泽：半金属光泽至暗淡

其他：性脆

水锰矿



水锰矿

Manganite

::矿物概述

水锰矿是碱性的锰氧化物矿物，是次于软锰矿和硬锰矿的可以用来提炼**锰**的矿石。水锰矿呈暗灰色到黑色，它一般为一束束平行排列的晶束状或纤维状块体，也有呈粒状或钟乳状的。

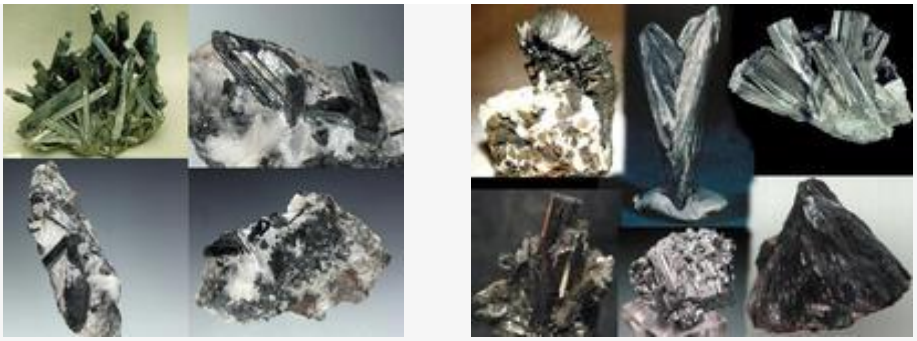
化学组成：MnOOH,MnO 40.4%，MnO2 49.4%，H2O 10.2%。常含 SiO2，Fe2O3 以及微量 Al2O3，CaO 等混入物；

鉴定特征：以其晶形，柱面条纹和红棕色条痕为鉴定特征，予以鉴定它和软锰矿不同之处为硬度是 4，条痕作红棕色；

成因产状：水锰矿形成于氧化条件不够充分的环境；在低温热液矿脉中常呈晶簇与重晶石，方解石共生；而外生沉积作用形成的水锰矿者常呈块状或鲕状见于锰矿床中，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；

著名产地：世界著名产地有英国 Cornwall 和 Cumbria、美国 Colorado、德国 Harz 山脉的 Ilfeld、Thuringia 的 Iimenau、英伦的 Cornwall、加拿大的 NovaScOtia 以及美国 Michigan 州的 Negaunee 等地。

名称来源：以其成分而命名；Manganite 一字，是指一种含锰的矿物;



水锰矿

::晶体形态

斜方柱晶类，晶体常呈板状，沿 c 轴伸长。常见单形有平行双面 c、d、斜方柱 m。

::晶体结构

晶系和空间群：单斜晶系，B21/d；

晶胞参数：a0=8.88 埃，b0=5.25 埃，c0=5.71 埃；β=90°；

粉晶数据：3.4(1)2.64(0.6)2.28(0.5)

::物理性质

硬度：3.5-4

比重：4.2-4.33g/cm3

解理：解理平行完全，平行和中等

断口：参差状断口

颜色：深灰至黑色

条痕：红棕色

透明度：不透明

光泽：半金属光泽

发光性：无

其他：性脆

::光学性质

二轴晶(+),Np=2.25,Nm=2.25,Ng=2.53,双反射率=0.2800

水锰矿（Manganite） MnOOH

[晶体化学] 理论组成(wB%)：MnO 40.4，MnO2 49.4，H2O 10.2。混入物有 SiO2、Fe2O3、Al2O3、CaO 等。

[结构与形态] ；Z=8。结构中 O2- 、（OH）- 共同成六方最紧密堆积，Mn3°单斜晶系，a0=0.888nm，b0=0.525nm，c0=0.571nm，β=90 占据八面体空隙成强烈变形的八面体[Mn(O,OH)6]，组成沿 c 轴方向延长的链。晶体结构的理想形式与硬水铝石型结构在(100)面上的投影相似，但阳离子分布不同。

斜方柱晶类，C2h-2/m(L2PC)。晶体常呈柱状，沿 c 轴延伸，柱面具纵纹。常见单形：平行双面 c、d，斜方柱 m。双晶面依呈接触或穿插双晶，并常成聚片双晶。在沉积矿床中多呈隐晶质集合体，亦有呈鲕状、钟乳状者。

[物理性质] 暗钢灰至铁黑色。条痕红棕色。半金属光泽，解理完全，及中等。断口不平坦状。性脆。硬度 3.5~4。相对密度 4.2~4.33。

偏光镜下：二轴晶( )，2V 很小。Ng=2.53，Nm=2.25，Np=2.25(2.33)。

[产状与组合] 形成于氧不足的条件下，以外生作用为主，呈鲕状或致密块体大量出现于沉积锰

矿床中，为四价锰矿物（软锰矿、硬锰矿）和二价锰矿物（菱锰矿）之间的过渡矿物。在氧化带不稳定，易于氧化变为软锰矿。

[鉴定特征] 与软锰矿、硬锰矿相似，可由红棕色条痕大致区别。

[工业应用] 重要的锰矿石矿物。

黑锰矿



黑锰矿

Hausmannite

矿物概述

黑锰矿是锰的氧化物矿物，为黑褐色，不透明，有一点金属光泽，块状。

化学组成：MnMn2O4,，黑锰矿的化学组成中 Mn2+和 Mn3+呈有限类质同象代替；zn2+代替 Mn2+达 8.6%，称为锌黑锰矿；Fe3+代替 Mn3+达 4．3%，称为铁黑锰矿

鉴定特征：溶于盐酸，析出氯；

成因产状：黑锰矿为典型的高温热液和接触交代矿物，与磁铁矿相似，系在较为还原条件下形成的；同富含 Mn2+的矿物，锰橄榄石、方锰矿、菱锰矿、锰质石榴子石等矿物共生，脉石矿物重晶石而不是石英；石英常与褐锰矿、蔷薇辉石和钙蔷薇辉石等共生；黑锰矿亦产于区域变质的沉积锰矿矿床，与褐锰矿、磁铁矿、黑镁铁锰矿以及其他铁，锰的无水氧化物共生；在低级区域变质条件下，锰的氢氧化物经失水作用，软锰矿和褐锰矿经还原作用皆可形成黑锰矿；

著名产地：世界著名产地有俄罗斯、瑞典的菲里普斯塔得、美国阿肯色州等地。

名称来源：Hausmannite 源自矿物学教授的名字“J.F.L.Hausmann”；

晶体形态

复四方双锥晶类；主要单形有四方双锥 p、s、e、f；四方柱 a；底面；

晶体结构

晶系和空间群：四方晶系；

晶胞参数：ao=5.76,co=9.44 埃;z=4;

粉晶数据：2.49(1)2.77(0.9)1.544(0.8)

物理性质

硬度：6

比重：4.8

解理：解理完全

断口：断口不平坦

颜色：棕黑色

条痕：黑色

透明度：不透明

光泽：半金属光泽

发光性：无

其他：脆性；不具磁性

光学性质

一轴晶，No=2.46，Ne=2.15。反射率：20（绿光），16.6（橙光），13（红光）；强非均质性

菱锰矿

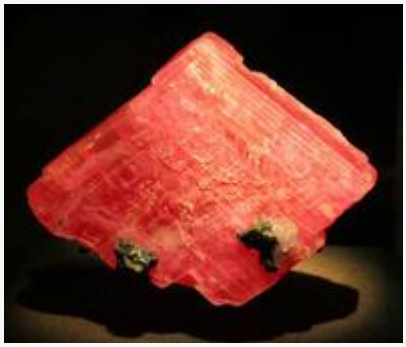


菱锰矿（Rhodochrosite/Rodocrosita)

红玉,印加红玫瑰石

Mn[CO3]

[概述]



菱锰矿

菱锰矿也是碳酸盐矿物，它常含有铁、钙、锌等元素，并且这些元素往往会取代了锰，因此，纯菱锰矿很少见。菱锰矿是生产铁锰合金的锰的来源。它们通常为粒状、块状或肾状，红色，氧化后表面呈褐黑色。具有玻璃光泽。有些色彩好看且透明的菱锰矿可制作成低档饰品。

[晶体化学]

理论组成(wB%)：MnO 61.71，CO2 38.29。与 FeCO3、CaCO3、ZnCO3 可形成完全类质同像系列，故常含 Fe(达 26.18%)、Ca(达 8%)、Zn(达 14.88 %)、Mg(达 12.98%)；形成铁菱锰矿、钙菱锰矿、菱锌锰矿等。有时含少量 Cd、Co 等。

[结构与形态]




菱锰矿

三方晶系 ；菱面体晶胞：arh=0.584nm，α=47。46'；Z=2；六方晶胞：ah=0.473nm，ch=1.549nm；Z=6。方解石型结构。

复三方偏三角面体晶类，D3d-3m(L33L23PC)。晶体呈菱面体状，晶面弯曲，多出现于热液脉中，但不常见。主要单形：菱面体 r 、e ，有时出现六方柱 a ，平行双面 c。热液成因者多呈显晶质，粒状或柱状集合体。沉积成因者则多呈隐晶质，块状、鲕状、肾状、土状等集合体。

[物理性质]

晶体呈淡玫瑰色或淡紫红色，随含 Ca 量的增高，颜色变浅；致密块状体呈白、黄、灰白、褐黄色等，当有 Fe 代替 Mn 时，变为黄或褐色。氧化后表面变褐黑色。玻璃光泽。解理 完全。硬度 3.5~4.5。性脆。相对密度 3.6~3.7。

偏光镜下：无色或浅玫瑰红色。一轴晶(-)，No=1.816，Ne=1.597；折射率随含 Ca 量的增高而降低，随含 Fe 量的增高而升高。

[产状与组合]

热液、沉积及变质条件下均能形成，但以外生沉积为主，形成菱锰矿沉积层。

菱锰矿为某些硫化物矿脉、热液交代、接触变质矿床的常见矿物，与硫化物、低锰氧化物和硅酸盐共生。

[鉴定特征]

玫瑰红色，氧化后表面褐黑色，硬度较低，常与其它含 Mn 矿物共生。

[工业应用]

提取锰的重要矿石矿物。

晶粒大、透明色美者可作宝石；颗粒细小、半透明的集合体则可作玉雕材料。

辉钼矿




辉钼矿

Molybdenite

矿物概述

辉钼矿是钼的二硫化物，是最重要的钼矿资源。钼被用来制作灯丝托架、阳极和栅极等电气和

电子部件及电炉的加热元件。辉钼矿中还常含有铼，并且还是含铼最高的矿物，因此它还是提炼铼的最主要矿物。辉钼矿很软，比我们的手指甲还要软呢。一般它们为片状或细小的粒状，呈铅灰色，具有强烈的金属光泽。我国河南、陕西、辽宁等地产出辉钼矿。

化学组成：MoS2，Mo 钼 59.94%，S 硫 40.06%；



辉钼矿

鉴定特征：辉钼矿以其铅灰色，金属光泽，硬度低，底面解理极完全，比重大，光泽强，颜色及条痕较淡可与相似的石墨区别；比石墨重，同时略带蓝色，石墨则略带棕色；在条痕方面，辉钼矿条痕呈绿色，但石墨呈黑色。 在空气中灼烧或将其在硝酸中煮之，可得三氧化钼。

成因产状：主要是高、中温热液成因的，其矿床与酸性岩在成因上有关;最重要的钼矿床为斑岩钼矿；与锡石、黑钨矿、辉铋矿、毒砂等共生或与柘榴石、透辉石、绿帘石、白钨矿等共生。

著名产地：世界著名产地有美国 Arizona(Mohaveco.)、Colorado、Utah 和澳大利亚新南威尔士州(King Sgate)、加拿大魁北克（Quebec）、安大略省（Lyndoch Twp.,Ontario,）、挪威、瑞典、英国、墨西哥、中国辽宁、河南、山西、陕西等地。

名称来源：Molybdenite 一词，来自希腊语，意指铅

晶体形态

复六方双锥晶类；晶体成平行 c(0001)的六方板状、片状；主要单形有：平行双面 c(0001)，六方柱 m(10-10)，六方双锥 s(10-15)等；

晶体结构

晶系和空间群：六方晶系（2H 型），空间群为 D46h—P63/mmc；三方晶系（3R 型），空间群为 C5—R3m；

晶胞参数：a0=3.15 埃，co=12.30 埃（2H 型），z=2,a0=3.16 埃,c0=18.33 埃（3R 型）；

物理性质

硬度：1-1.5,能在纸上划出条痕

比重：5.05g/cm3

解理：(0001)极完全

颜色：铅灰色

条痕：亮灰色

透明度：不透明

光泽：金属光泽

发光性：无

其他：薄片具有挠性，有油腻感

光学性质

反射色灰白。反射率：Ro 为 36.0（绿光），31.5（橙光），30.5（红光）；Re 分别为 15.5、18、

15。双反射强，Ro-白带雪青色，Re-黄色。强非均质性。

用途

用于提炼钼，制造钼钢、钼酸、钼酸盐和其他钼的化合物。

钨矿



一、概述

钨元素由瑞典化学家舍勒(C.W.Scheele)于 1781 年从当时称为重石的矿物(现称白钨矿)中发现的，并以瑞典文 tung(重)和 sten(石头)的复合词 tungsten 命名这种新元素。1783 年西班牙人德卢亚尔兄弟(F·de Elhuyar)从黑钨矿中制得氧化钨，并用碳还原为钨粉。

钨呈银白色，是熔点最高的金属，熔点高达 3400℃，居所有金属之首，沸点 5555℃，比重(单晶钨)19.3，并具有高硬度、良好的高温强度和导电、传热性能，常温下化学性质稳定，耐腐蚀，不与盐酸或硫酸起作用。

钨在冶金和金属材料领域中属高熔点稀有金属或称难熔稀有金属。钨及其合金是现代工业、国防及高新技术应用中的极为重要的功能材料之一，广泛应用于航天、原子能、船舶、汽车工业、电气工业、电子工业、化学工业等诸多领域。特别是含钨高温合金主要应用于燃气轮机、火箭、导弹及核反应堆的部件，高比重钨基合金则用于反坦克和反潜艇的穿甲弹头。

钨精矿用于生产金属钨、碳化钨、钨合金及化合物。

二、钨矿原料特点

(1)钨的地球化学特性及其在地质作用的行为

钨是一种分布较广泛的元素，几乎遍见于各类岩石中，但含量较低。通过有关地质作用加以富集才能形成矿床作为商品矿石开采。钨在地壳中的平均含量为 1.3×10-6，在花岗岩中含量平均为 1.5×10-6。钨在自然界主要呈六价阳离子，其离子半径为 0.68×10-10m。由于 W6+离子半径小，电价高，具有强极化能力，易形成络阴离子，因此钨主要以络阴离子形式[WO4]2-，与溶液中的 Fe2+、Mn2+、Ca2+等阳离子结合形成黑钨矿或白钨矿沉淀。黑钨矿结晶温度为 320～240℃，白钨矿的结晶温度为 300～200℃。

在表生作用中，由于含钨矿物较稳定，常形成砂矿。但在酸性条件下，含钨矿物可被分解，并以 WO3 形式溶于地表水中，在一定条件下形成某些钨的次生矿物。有时以矿物微粒或离子形式被粘土或铁锰氧化物吸附而集聚于页岩、泥质细砂岩及铁锰矿层中。

近年来在古老的变质岩系中发现有层控钨矿床和钨的矿源层，说明在变质作用过程中，钨也能发生某种程度的富集。

(2)钨矿石矿物组成

钨的重要矿物均为钨酸盐。在成矿作用过程中能与［WO4］2-络阴离子结合的阳离子仅有几个，主要有 Ca2+、Fe2+、Mn2+、Pb2+，其次为 Cu2+、Zn2+、Al3+、Fe3+、Y3+等，因而矿物种类有限，目前在地壳中仅发现有 20 余种钨矿物和含钨矿物，即黑钨矿族：钨锰矿、钨铁矿、黑钨矿；白钨矿族：白钨矿(钙钨矿)、钼白钨矿、铜白钨矿；钨华类矿物：钨华、水钨华、高铁钨华、钇钨华、

铜钨华、水钨铝矿；不常见的钨矿物：钨铅矿、斜钨铅矿、钼钨铅矿、钨锌矿、钨铋矿、锑钨烧绿石、钛钇钍矿(含钨)、硫钨矿等。

尽管已发现的钨矿物和含钨矿物有 20 余种，但其中具有开采经济价值的只有黑钨矿和白钨矿。黑钨矿(Fe、Mn)WO4，含 WO3 76%；白钨矿 CaWO4，含 WO3 80.6%。

(3)我国选冶钨矿物原料与国外不同

国外长期以来开发的钨矿，主要是白钨矿，占总生产能力的 60%。而我国尽管白钨矿已探明储量 376 万 t，占全国钨矿总储量的 71%，但由于一些大型、超大型钨多金属矿床的矿石物质成分复杂，嵌布粒度细，选冶技术尚未彻底解决，因而现阶段开采仍以石英脉型黑钨矿为主，占全国采出矿量的 90%。

三、矿石工业要求

钨矿产工业要求(或称矿产工业要求)，包括矿床边界品位(WO3%)、工业品位(WO3%)、可采厚度(m)和夹石剔除厚度(m)。

钨矿床伴生有益组分通常有锡、钼、铋、铜、铅、锌、锑、金、银、钴、铍、锂、铌、钽、稀土、硫、磷、砷、压电水晶、熔炼水晶、萤石等。其中，硫、磷、砷、钼、钙、锰、铜、锡、硅、铁、锑、铋、铅、锌等对钨的冶炼工艺和钨制品为有害杂质，对各类钨精矿产品所含的这些有害杂质，国家已制定行业标准，即 GB2825-81。因此，这些有害组分，要经过选冶技术途径富集综合回收，变害为益，变废为宝，综合利用。

四、矿业简史

从 1783 年西班牙首次用炭从黑钨矿中提取了金属钨至今有 200 余年的钨矿开发、冶炼、加工历史。

中国对世界钨业发展作出了举世瞩目的贡献。我国钨矿于 1907 年发现于江西省大余县西华山，钨矿开采始于 1915～1916 年(据《中国矿床发现史·江西卷》，1996 年)。此后在南岭地区相继发现不少钨矿区，生产不断扩大，至第一次世界大战末期，钨精矿产量达到万吨，跃居世界钨精矿产量首位，至今仍居世界第 1 位。

我国钨矿资源丰富。开发钨矿地质调查工作，由翁文灏先生创始于 1916 年，尔后在河北、江西、广东、广西等省(区)分别做了一些探测工作。20 世纪三四十年代，对赣、湘、粤、桂、滇等省(区)的一些钨矿床进行了较系统的地质调查，特别是对赣南地区的钨矿，先后有燕春台、查宗禄、周道隆、徐克勤、丁毅、张兆瑾、马振图等地质学家做了颇有成就的地质调查研究。其中，徐克勤、丁毅所著《江西南部钨矿地质志》(1943)，对赣南几十年钨矿床分别作了系统的论述，堪称我国第一部钨矿地质专著。这些地质前辈的工作成果，不仅为后来地质勘探工作奠定了基础，而且也为当时开采赣南钨矿提供了重要依据。

1935 年江西省成立了资源委员会钨业管理处，统一价格，收购钨砂。1938 年西华山建立矿场，投资经营东西大巷，进行坑采。抗战胜利后改为资源委员会第一特种矿产管理处西华山工程处。据不完全统计，西华山钨矿至新中国成立前，共采出钨砂近 5 万 t。1937 年成立大吉山钨矿工程处，收回民窿开凿第九中段，开始国营生产。

在 30～40 年代，不仅发现了大量黑钨矿，而且白钨矿也有陆续发现。资源委员会矿产测勘处金耀华、杨博泉于 1943 年对云南省文山县老君山地区进行矿产地质调查时，首次发现接触交代型白钨矿床(夕卡岩型白钨矿床)，著有《云南文山老君山白钨矿床之成因及其意义》论文(地质论评，1943，№.Ⅷ)。1947 年徐克勤又在湖南省宜章瑶岗仙和尚滩发现了白钨矿床，并写专文报道。

新中国成立后，为振兴钨业，在五六十年代开展了前所未有的大规模钨矿地质普查和勘探工作。由原重工业部、冶金部、地质部所属地质勘探部门，迅速地对赣、湘、粤以及闽、桂、滇等省区的钨矿开展全面普查勘探工作，在第一个五年计划期间(1953～1957 年)，为赣南西华山、大吉山、岿美山、盘古山等“四大名山”黑钨矿床作为重点矿山建设项目以及在湘南、粤北、桂东北等地区的钨矿

建设矿山，提供了可靠的地质成果，作为采选设计的依据。60～80 年代，为保矿山、保建设和钨业持续发展，继续进行了大量地质勘查工作，在华南和西北甘肃等地又发现并探明了一批大型、超大型钨矿，为中国钨业可持续发展，准备了充足的矿产资源。

在大量地质勘探工作基础上，从 50～70 年代建成了原中央直属企业的矿山有 20 多座和一大批地方国营的中小型矿山，到 80 年代以来，国营钨矿山形成生产矿石总能力达 870 万 t。年产钨精矿 4～5 万 t(WO3 含量)。

五、资源状况

钨矿是我国的优势矿产资源。现已发现并探明有储量的矿区 252 处，累计探明储量(WO3，下同)637.5 万 t，其中 A+B+C 级储量 232 万 t，占 36.4%。截至 1996 年底，钨矿保有储量为 529.08 万 t，其中 A+B+C 级储量 228.11 万 t，占 43.1%。

中国钨矿资源丰富，著称世界，其储量在世界排位，以中国表内 A+B+C 级储量同世界储量基础相比居世界第 1 位。第 2 位加拿大(储量基础 49.3 万 t)、第 3 位俄罗斯(储量基础 35.5 万 t)。中国钨矿不仅储量居世界第一，而且产量和出口量长期以来也居世界第一，因而被称誉为“世界三个第一”。

六、储量分布

在全国已探明钨矿储量有 21 个省、自治区、直辖市。其中保有储量在 20 万 t 以上的有 8 个省区，依次为湖南 179.89 万 t、江西 110.09 万 t、河南 62.85 万 t、广西 34.92 万 t、福建 30.67 万 t、广东 23.02 万 t、甘肃 22.29 万 t、云南 21.66 万 t，合计 485.39 万 t，占全国钨保有储量的 91.7%(以 1996 年底全国钨矿保有储量统计)。

从全国大行政区分布来看，依次：中南区占全国钨储量的 58.2%，居首位，其次是华东区占 28%、西北区占 4.3%、西南占 4.1%、东北区占 3.2%、华北区占 2.2%。

在三大经济地区钨矿储量分布的比例：东部沿海地区占 17.1%、中部地区占 75.1%、西部地区占 7.8%。全国大中型、超大型钨矿分布及其储量和矿区开发利用情况见图 3.12.1 和表 3.12.4。

黑钨矿



黑钨矿

黑钨矿（钨锰铁矿）（Wolframite）

(Mn,Fe)WO4

黑钨矿的化学成分为（Fe，Mn）WO4，晶体属单斜晶系的氧化物矿物。矿物和条痕颜色均随铁、锰含量而变化，含铁愈多，颜色愈深，一般为褐红色至黑色，条痕黄褐色至黑褐色，金属光泽至半金属光泽，有一组完全的板面解理，比重 7.2-7.5，摩氏硬度 4-4.5，一般具有弱磁性。晶体形态呈板状或柱状。

黑钨矿是提炼钨的最主要矿石，它也叫钨锰铁矿。由于含有不同比例的铁钨酸盐和锰钨酸盐，所以如果含铁量高一些就叫钨铁矿，含锰多一些就叫钨锰矿。黑钨矿为褐色至黑色，具有金属或半

金属光泽。一般它与锡矿石同产于花岗岩和石英矿中。中国江西南部、湖南东部、广东北部是世界著名的黑钨矿产区。

黑钨矿产于高温热液石英脉中。中国赣南、湘东、粤北一带是世界著名的黑钨矿产区。其他主要产地有俄罗斯西伯利亚、缅甸、泰国、澳大利亚、玻利维亚等地。黑钨矿是炼钨的最主要的矿物原料。

[晶体化学]



是钨铁矿(FeWO4)－钨锰矿(MnWO4)完全类质同像系列的中间成员。理论组成(wB%)：钨铁矿 FeO 23.65，WO3 76.35；钨锰矿 MnO 23.42，WO3 76.58。习惯上将 FeWO4>80mol%者称为钨铁矿；MnWO4>80mol%者称为钨锰矿；介于二者之间者称为黑钨矿。常见混入物有 Mg、Ca、Nb、Ta、Sc、Y、Sn 等。其中 Nb、Ta、Sc 可呈类质同像替代，更多的则呈微细包裹体存在。

[结构与形态] 单斜晶系，Z=2；钨锰矿，a0=0.4829nm，b0=0.5759 nm，c0=0.4997nm，β=91。10'；黑钨矿，a0=0.479nm，b0=0.574nm，c0=0.499nm，β= 90。26'；钨铁矿，a0=0.4753nm，b0=0.5709nm，c0=0.4964nm，β=90。[(Mn,Fe)O6]八面体以共棱方式沿 c 轴连接成折线状；[WO6]畸变八面体也共棱连接，并以 4 个角顶与[(Mn,Fe)O6]连接。∥(100)为似层状。

斜方柱晶类，C2h-2/m(L2PC)。晶体常沿（100）呈厚板状或∥c 轴呈短柱状，有时呈柱状、毛发状等。主要单形：平行双面 a、b、d、c，斜方柱 n、w、k(图 4-2-9)。完好晶体较少见。晶面上常有∥ c 轴的纵纹。依(100)或(023)成接触双晶。集合体多为板状。

[物理性质] 颜色和条痕均随 Fe、Mn 含量而变化，含 Fe 越高色越深，钨锰矿呈浅红、浅紫、褐黑色；黑钨矿为褐黑至黑色；钨铁矿黑色。条痕均较颜色浅，钨锰矿为黄褐－黄色，钨铁矿为暗褐－黑色。金刚光泽－半金属光泽。解理完全。性脆。硬度 4~5.5。相对密度 7.18~7.51，亦随 Fe 的含量增高而增大。富含 Fe 者具弱磁性。

偏光镜 36'(计算值)；钨铁矿 Ng=°(计算值)；黑钨矿 Ng=2.42~2.46，Nm=2.32，Np=2.26~2.31；2V=78°下：钨锰矿 Ng=2.30~2.32，Nm=2.22，Np=2.17~2.20；2V≈73 。°2.414，Nm=2.305，Np=2.255；2V=68

[产状与组合] 黑钨矿和钨锰矿主要产于高温热液石英脉内及其云英岩化围岩中。矿脉常存在于花岗岩侵入体顶部或近接触带围岩中，共生矿物有锡石、辉钼矿、辉铋矿、毒砂、黄铁矿、黄铜矿、黄玉、绿柱石、电气石等。钨锰矿亦可产于中低温热液脉中。

[鉴定特征] 板状晶形，颜色，条痕，一组完全解理，密度大为其特征。易与铁闪锌矿相混，但铁闪锌矿呈粒状，多组解理、密度较黑钨矿小可区分。

[工业应用] 最重要的钨矿石矿物。

白钨矿




白钨矿

白钨矿 Scheelite

矿物概述

钨酸盐矿物。成分为 Ca[WO4]。含 WO380.6%，与黑钨矿同为**钨**的最主要工业矿物。四方晶系，晶体为近于八面体的四方双锥；通常呈不规则粒状或致密块状集合体。无色或白色，一般多呈灰色、浅黄、浅紫或浅褐色。玻璃光泽到金刚光泽，断口呈油脂光泽。解理中等，断口参差状。莫氏硬度 4.5 ～5，比重大，达 6.1。在紫外线照射下发浅蓝色荧光。主要产于花岗岩与石灰岩的接触交代夕卡岩中。中国湖南瑶岗仙和朝鲜南部的山塘都是世界有名的夕卡岩型白钨矿床。

白钨矿过去叫钙钨矿或钨酸钙矿，它是重要的钨矿，是钙的钨酸盐矿物。钨被用于合金钢和我们熟悉的电灯灯丝。1781 年瑞典化学家从白钨矿中提取了钨酸。白钨矿常常呈一种致密的块状或不规则的粒状，有白色、黄色、褐色、绿色、无色等，具有玻璃光泽。多数白钨矿都能发出荧光来，颜色在蓝、白、黄之间变化。颜色变化是因为其内部所含的钼或多或少。

化学组成：CaWO4,CaO19.47%，WO380.53%；

鉴定特征：以色浅，油脂光泽，比重大、在紫外线下发出淡蓝色荧光和难熔的特征作为鉴定特征；

成因产状：主要产出于接触交代矿床中，与石榴子石，符山石，透辉石等矿物伴生，或产于高温热液中与黑钨矿等伴生；

著名产地：世界著名的产地有中国四川平武；德国的 Saxony、Bohemia；英国的 Cornwall；澳洲的 NewSouthWales、Queensland；玻利维亚的北部；美国的 Nevada，Arizona 和 California 等州；加拿大的 BritishColumbia、Yukon 和 NorthwestTerritories 边界的东方等地。

名称来源：用来纪念一位 18 世纪最早发现钨的瑞典化学家 K.W.Scheele(1742-1786)，而以其名字命名；

晶体形态

四方双锥晶类，晶形常呈近于八面体的四方双锥，也有沿呈板状。主要单形为四方双锥 e 和 p，四方双锥 e 的晶面常具斜纹和蚀象。依（110）成双晶。

晶体结构

晶系和空间群：四方晶系，4/m；

晶胞参数：a0=5.25Å，c=11.40Å；

粉晶数据：3.1(1)4.76(0.55)3.072(0.3)

物理性质

硬度：4.5

比重：6.1g/cm3

解理：解理

断口：参差状断口

颜色：灰色、浅黄色、浅紫色或浅褐色，有时带有绿色、桔黄色或红色

条痕：黄绿色

透明度：透明到半透明

光泽：油脂光泽或金刚光泽

发光性：荧光,UV 短波为亮蓝白色.

其他：在短波紫外光下，此矿物发出鲜艳的蓝白荧光

光学性质

一轴晶(+),No=1.918-1.92,Ne=1.934-1.937,双反射率=0.0160-0.0170

钨铁矿



矿物名称： 钨铁矿（晶质、单斜晶系）Ferberite xled Monoclinic

::矿物概述

化学组成：FeWO4,FeO 23.65%，WO3 76.35%；钨

鉴定特征：以其硬度、比重作为鉴定特征；

成因产状：钨铁矿则形成于较低的温度条件下；

著名产地：世界著名的产地有美国科罗拉多州 Bouldercounty 和中国河北与福建等地。

名称来源：以地名命名，德国 Gera 的 RudolphFerber；

::晶体形态

斜方柱晶类；单项常见有平行双面 a(100)、(010)、c(001)和斜方柱 n(110)、k(hko)；

::矿物环视

::晶体结构

晶系和空间群：单斜晶系，属 L2PC 对称型和 P2/c 空间群；

晶胞参数：a0=4.733 埃，b0=5.709 埃，c0=4.964 埃，β=90°；

粉晶数据：2.941(1)4.75(0.45)3.752(0.35)

::物理性质

硬度：4~4.5

比重：7.51g/cm3

解理：解理平行(010)完全

断口：参差状

颜色：黑色

条痕：淡褐黑及淡黑褐色

透明度：不透明

光泽：树脂光泽至半金属光泽

其他：性脆

::光学性质

二轴晶(+),Np=2.255,Nm=2.305,Ng=2.414,双反射率=0.1590,2V(计算)=72,2V(实测)=68.

钨华

矿物名。化学成分为 H2WO4 正交系，通常呈鳞片状、粉末状或薄膜状。色黄或绿，珍珠光泽；硬度 1-2；平行解理完全；比重 5.5。见于钨矿床的氧化带中，系钙钨矿和钨锰铁矿的表生产物。

辉铋矿

矿物名称：辉铋矿　Bismuthinite







::矿物概述

化学组成：Bi2S3，Bi 铋 81.3%，S18.7%;类质同象混入物有 Pb、Cu、Sb、Fe、其中 Pb2+置换 Bi3+的同时，Cu+相应地进入晶格，使电价得到补偿；

鉴定特征：鉴定特征与辉锑矿相似，为锡白色，光泽较强，解理面上无横纹；鉴定与和它相似的辉锑矿的区别是辉铋矿具有更强的光泽，更大的比重，并且二者与 KOH 之反应不同(参看辉锑矿)；

成因产状：辉铋矿为分布最广的铋矿物;主要见于高温热液钨锡矿床，与黑钨矿、辉钼矿、黄玉和毒砂等共生;在中温热液和接触交代矿床中也有产出；

著名产地：世界著名产地有玻利维亚(六斯纳、乔罗尔克等地)、秘鲁(雪谘 德 巴斯科)、俄罗斯中亚细亚布利亦的摩拉矿床等地。

名称来源：根据成份而命名；

::晶体形态

斜方双锥晶类；晶体常呈柱状，有时为板状和针状或毛发状；主要单形有：平行双面 c(010)、a(100)；斜方柱 m(110)、h(310)、n(021)、l(101)、z(301)、p(501)；斜方双锥 s(111)、w(121)；

::晶体结构

晶系和空间群：斜方晶系，Pbnm；

晶胞参数：a0=11.13 埃，b0=11.27 埃，c0=3.97 埃；

粉晶数据：3.569(1)3.118(0.8)3.53(0.6)

::物理性质

硬度：2-2.5

比重：6.8g/cm3

解理：解理平行(010)完全

颜色：微带铅灰的锡白色，表面常现黄色或斑状锖色

条痕：铅灰色或灰黑色

透明度：不透明

光泽：金属光泽

发光性：无

其他：微具挠性

::光学性质

反射色白。与辉锑矿、方铅矿相比，带奶油色。反射率：Rp 为 41.46（绿光），40.86（橙光），39.60（红光）；Rm 分别为 48.5、48.17、40.86；Rg 分别为 54.51、53.00、49.18。双反射于界面清楚，c 轴方向亮黄至白，a 轴方向亮灰。明显非均质性。

辉锑矿



矿物名称：辉锑矿　Stibnite

::矿物概述

化学组成：Sb2S3,Sb 锑 71.4%，28.6%;含少量的 As，Pb，Ag，Cu，Fe，基本上为机械混入物;

鉴定特征：铅灰色，柱状晶形，解理面上有横纹，易溶，对于细粒的块体，滴 KOH 于其上，立刻呈现黄色，随后变成橘红色，以此区别与其类似的氧化物；辉锑矿，可以从晶形，条纹，完全解理，颜色和条痕当中，鉴定出来；它和方铅矿有时看来颇为类似，但是比方铅矿轻，晶形亦不相同；

成因产状：见于中低温的热液矿床中，主要富集于基本上由辉锑矿单矿物组成的石英脉或碳酸盐矿层中；

著名产地：世界著名产地有中国湖南新化锡山等地。

名称来源：来自希腊文“stimmi”或“stibi”，含义为“锑”,意指含锑的矿物;

::晶体形态

斜方双锥晶类，晶体为长柱状针状或矢状，沿 c 轴伸长。单形有斜方柱 m(110)；平行双面 b(010)及斜方双锥 s(111)。

::晶体结构

晶系和空间群：斜方晶系，对称型 Pbnm；

晶胞参数：a0=11.20 埃，b0=11.28 埃，c0=3.83 埃；

粉晶数据：2.764(1)3.053(0.95)3.556(0.7)

::物理性质

硬度：2

比重：4.6g/cm3

解理：(010)完全，解理面上常有横的聚片双晶纹

断口：贝壳状断口

颜色：铅灰色，晶面常带暗蓝锖色

条痕：铅灰色

透明度：不透明

光泽：金属光泽

发光性：无

其他：脆性，且遇冷膨胀

::光学性质

反射的白至灰白。反射率：Rp 为 44（绿光），36（橙光），33.5（红光），Rg 分别为 30.5、25、24.5。双反射强。强非均质性，从棕到蓝灰。折光率：α=3.194，β=4.046，γ=4.303。

辉银矿



矿物名称：辉银矿　Argentite

::矿物概述

化学组成：Ag2S,Ag 银 87.06%，S 硫 12.94%;存在少量 Pb、Fe、Cu 混入物；

鉴定特征：铅灰色，比重大，弱延展性。常与自然银等银的矿物共生;可从它的颜色、硬度、比重、柔性和易熔的特性中，鉴定出来;

成因产状：热液成因的矿物，与其他含银硫化物、自然银、方铅矿等共生，见于某些热液矿床中;它形成于179℃以上，在此温度以下，它可转变为螺状硫银矿，后者可具有辉银矿的假象；

著名产地：世界著名产地有加拿大 British Columbia、Ontario、英格兰 Cornwall、德国 Saxony；希腊 Attica、格陵兰 Ilimaussaq、墨西哥 Guanajusto、美国 California 等地。

名称来源：Afgentite 一词，源自拉丁语 Argentum，意指银(Silver);

::晶体形态

六八面体晶类；晶体常呈等轴状，常见单形：立方体 a(110)、八面体 o(111)、菱形十二面体 d(110)、四角三八面体 n(211)；

::晶体结构

晶系和空间群：等轴晶系，空间群 Im3m；

晶胞参数：a0=48.9 埃；

粉晶数据：1.819(1)2.24(1)3.17(1)

::物理性质

硬度：2-2.5

比重：7.2-7.4g/cm3

解理：解理平行(100)和(110)不完全

断口：贝壳状断口

颜色：铅灰色

条痕：灰色

透明度：不透明

光泽：金属光泽

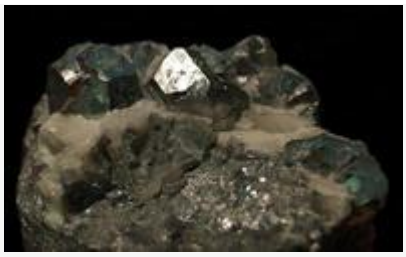
发光性：无

其他：具延展性

::光学性质

反射色灰白,反射率 R:30.43(绿光),27.20(橙光),24.48(红光).弱非均质性.

方钴矿



方钴矿

Skutterudite

::矿物概述

方钴矿是钴和镍的砷化物矿物中的一族，包括有方钴矿、镍方钴矿、少砷方钴矿和复砷镍矿等。这些方钴矿的化学成分近似，形状颜色也差不多，须用特殊方法加以区别。方钴矿锡白至钢灰色，有时带浅灰色，具有金属光泽。

化学组成：CoAs2-3

鉴定特征：根据外表特征，方钴族矿物彼此难于区别;此外，与致密块状斜方砷钴矿、斜方砷铁矿等亦相似，可靠的鉴定可应用化学分析、矿相学方法和伦琴射线分析等方法。

著名产地：世界著名产地有加拿大安大略省 SouthLorrain 等地。

名称来源：以产地命名。

::晶体形态

偏方复十二面体晶类；一般为粒状集合体，晶体少见。出现单形有：a(100)、o(111)、d(110)、n(211)等；

::晶体结构

晶系和空间群：等轴晶系;对称型 4L33L23PC;空间群 Im3；

晶胞参数：a0=8.19 埃；

::物理性质

硬度：5.5-6.0

比重：6.8g/cm3

解理：解理平行(100)和(111)不完全

断口：断口参差状

颜色：锡白至钢灰色，有时带浅灰或虹彩锖色

条痕：灰黑

透明度：不透明

光泽：金属光泽

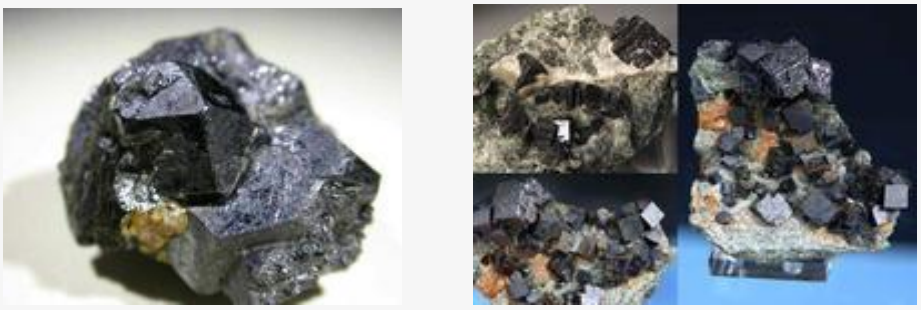
发光性：无

其他：具导电性

::光学性质

反射色白；与辉砷钴矿相比略显黄色。反射率：53.8（470μm），53.4（546μm），53.0（589μm），52.9（650μm）。均质性。

钙钛矿



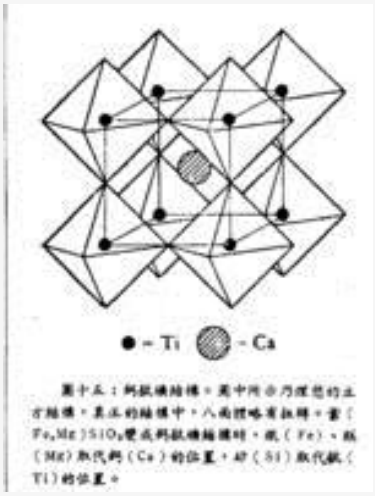
钙钛矿

钙钛矿 （Perovskite） CaTiO3

概述：钙钛矿一般为立方体或八面体形状，具有光泽，浅色到棕色。它们可用于提炼钛、铌和稀土元素，但必须是大量聚集时才有开采价值。

化学组成: CaO 41.24%，TiO2 58.76%。类质同象混入物有 Na、Ce、Fe、 Nb。

成因产状： 常成副矿物见于碱性岩中；有时在蚀变的辉石岩中可以富集，主要与钛磁铁矿共生。



钙钛矿结构

晶体形态：呈立方体晶形。在立方体晶体常具平行晶棱的条纹，系高温变体转变为低温变体时产生聚片双晶的结果。

对称特点：高温变体为等轴晶系，点群 m3m,空间群 Pm3m;在 600℃以下转变为正交晶系，点群 mmm,空间群 Pcmm

晶胞参数：高温变体 ao=3.85 埃,Z=1;在 600℃以下 ao=5.37 埃 bo=7.64 埃,co=5.44 埃,Z=4

晶体结构： 在高温变体结构中，钙离子位于立方晶胞的中心，为 12 个氧离子包围成配位立方-八面体，配位数为 12；钛离子位于立方晶胞的角顶，为 6 个氧离子包围成配位八面体，配位数为 6。

（注：上面关于晶体结构的描述是错误的。根据 http://en.wikipedia.org/wiki/Perovskite，应该是钛离子处于立方晶胞体心，氧离子处于面心，钙离子位于角顶。）

物理性质

硬度: 5.5-6

比重: 3.97-4.04

解理: 解理不完全

断口: 参数状断口

颜色: 褐至灰黑色

条痕: 白至灰黄色

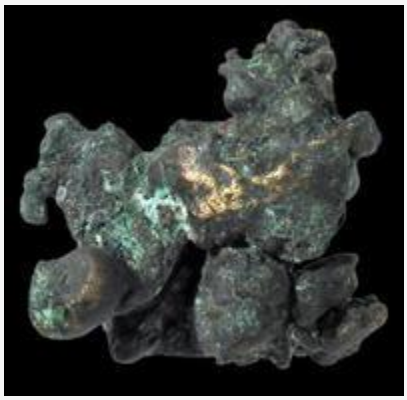
光泽: 金刚光泽

折射率: N=2.34-2.38

矿物用途

富集时可以作为钛、稀土金属（尤其是铈族稀土）及铌的来源。

自然铜



自然铜

自然铜是**铜**元素在自然界天然生成的各种片状、板状、块状集合体。没有氧化过的自然铜表面为红色，具有金属光泽。但因为氧化的原因，通常自然铜会呈棕黑色或绿色。自然铜中往往还会含有微量的铁、银和金等元素。铜是重要的金属，有着极广的用途。

[晶体化学] 原生自然铜常含少量或微量 Fe、Ag、Au、Hg、Bi、Sb、V、Ge 等元素；Fe 在 2.5% 以下，Ag 多呈自然银包裹物，Au 固溶体可达 2~3%。次生自然铜较为纯净。

[结构与形态] 等轴晶系，Oh5-Fm3m；a0=0.361nm；Z=4。原子呈立方最紧密堆积，位于立方晶胞的角顶和各个面的中心，构成按立方面心排列的铜型结构。六八面体晶类，Oh-m3m (3L44L36L29PC)。完好晶体少见。主要单形：立方体 a，菱形十二面体 d，八面体 o，亦可有四六面体 h。双晶面依（111），简单接触双晶普遍，亦有穿插双晶。集合体常呈不规则树枝状、片状或扭曲的铜丝状、纤维状等。次生自然铜多呈粗糙的粉末状或片状、细脉状、致密块状等。



自然铜

[产状与组合] 是地质作用中还原条件下的产物，形成于原生热液矿床；也见于含铜硫化物矿床氧化带下部，常与赤铁矿、孔雀石、辉铜矿等伴生，由铜的硫化物还原而成：

CuFeS2(黄铜矿) 4O2 ; CuSO4 FeSO4

2CuSO4 2FeSO4 H2O ; Cu2O(赤铜矿) Fe2(SO4)3 H2SO4

Cu2O H2SO4 ; CuSO4 H2O Cu(自然铜)

自然铜有时亦交代砂砾岩的胶结物，出现于含铜砂岩中。在氧化条件下不稳定，常转变为铜的氧化物和碳酸盐，如赤铜矿(Cu2O)、黑铜矿(CuO)、孔雀石、蓝铜矿等。

[理化性能] 铜红色，表面常出现棕黑色氧化被膜。条痕铜红色。金属光泽。不透明。无解理。硬度 2.5~3。相对密度 8.4~8.95。具延展性，良导电性、导热性。显微镜下：玫瑰色，铜红色。反射率 R：61(绿)，83(橙)，89(红)。

[鉴定特征] 铜红色，表面氧化膜棕黑色，密度大，延展性强。常与孔雀石、蓝铜矿伴生。吹管焰中易熔，火焰呈绿色（Cu）。

[工业应用] 大量富集时可作为铜矿 0.2℃，沸点 2567℃。易与 Zn、Pb、Ni、Al、Ti 形成合金。这些性能使铜及其±石开采。铜是一种紫红色金属，延性、导热性、导电性良好，熔点 1083.4 合金广泛用于电器、车辆、船舶工业和民用器具等。

黄铜矿



矿物名称： 黄铜矿(含砷铂矿) Chalcopyrite(Sperrylite bearing)

::矿物概述

化学组成：CuFeS2,Cu 铜 34.56%，Fe30.52%，S34.92%。

鉴定特征：黄铜矿，可以从它的颜色和条痕当中鉴别出来;它和黄铁矿相像，但是硬度不如黄铁矿，黄铁矿的硬度是 6-6.5；它和金类似，但是硬度比金高，也比金脆，金的硬度是 2.5-3；它和黄铁矿一样，在野外很容易被误会为黄金，因此被称为愚人金(Fool's Gold);

成因产状：黄铜矿分布很广，可在各种条件下形成;主要有以下几种类型：岩浆型：在与基性、超基性岩有关的铜镍硫化物或钒钛磁铁矿床中，形成的温度较高，与磁黄铁矿、镍黄铁矿密切共生；

接触交代型：黄铜矿经常充填交代石榴子石或透灰矿等矿物，与磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿等共生；

著名产地：世界主要产地有中国长江中下游地区、川滇地区、山西南部中条山地区、甘肃的河西走廊、西藏高原及智利、南非、赞比亚、澳大利亚和英国的 Cornwall、瑞典的 Falun、捷克的 Schemnitz、德国 Saxony 的 Freiberg、西班牙的 RioTinto、美国 Montana 州的 Butte、Utah 州的 Bingham、Tennessee 州的 Ducktown 等地。

名称来源：来自希腊语 χαλκos,含有黄铜(brass)的黄铁矿；

::晶体形态

四方偏三角面体晶类。常见单形：平行双面 c(001)，四方四面体、四方柱 m(110)、四方双锥。由于正、负四方四面体或四方双锥比较发育，使晶体多呈假四面体或八面体状。

::晶体结构

晶系和空间群：四方晶系，I4-2m；

晶胞参数：a0=5.24 埃，c0=10.32 埃，Z=4；

粉晶数据：3.03(1)1.854(0.8)1.591(0.6)

::物理性质

硬度：3-4

比重：4.1-4.3g/cm3

解理：平行(112)和(101)不完全

断口：参差状断口

颜色：黄铜黄色或绿黄色,常带有杂斑状锖色

条痕：绿黑色

透明度：不透明

光泽：金属光泽

发光性：无

其他：导电良好

::光学性质

反射色黄。反射率：41.5（绿光），40.5（橙光），40（红光）。双反射不明显。弱非均质性。可见聚片双晶。

铜蓝





铜蓝[covellite] 铜矿石矿物。化学成分为 CuS。含铜量 66.48%，因呈靛蓝色而得名。炼铜的主要矿物原料。晶体为六方晶系，呈六方片状。具平行底面完全解理。金属光泽或光泽暗淡，莫氏硬度 1.5～2，比重 4.67。主要产于含铜硫化物矿床次生富集带中(由硫酸铜溶液交代黄铜矿、斑铜矿等硫化物而成)。常与辉铜矿伴生，组成含铜很富的矿石。代表性产地为俄罗斯乌拉尔的勃利亚文。热液型成因的铜蓝较为罕见，美国蒙大拿州的比尤特、南斯拉夫的博尔等铜矿床中也有产出。

名字来源：以意大利矿物学家 N. Covelli 的名字命名；

化学组成：Cu 66.48%，S 33.52%。混入物有 Fe，Ag，Se；

类别：硫化物-单硫化物-铜蓝族；

晶系和空间群：六方晶系，P63/mmc；

晶胞参数:a0=3.792，c0=16.344；

形态：单晶体极为少见，呈细薄六方板状或片状。通常多以粉末状和被膜状集合体出现；

颜色：靛蓝，浅蓝，深蓝或黑色；

条痕：灰黑；

透明度：不透明

光泽：金属光泽；

硬度：1.5-2

解理和断口：解理平行完全；

比重：4.67g/cm3

其他性质：性脆；

鉴定特征靛青蓝色，低硬度。块体呵气后变紫色；

成因和产状：铜蓝主要是外生成因，它是含铜硫化物矿床次生富集带中最为常见的一种矿物。有热液作用形成的铜蓝是极其稀少的。在火山熔岩中也曾有发现铜蓝，它系硫质喷气作用的产物。

主要用途：铜的矿物原料，通常与其他铜矿物一起作为铜矿石利用。

著名产地：美国 Montana 州 Butte，德国 Baden-Baden 省 Uranlagerstatte Mullenbach， Pforzheim 省 Kaferst eige 矿，Saxony 省，英国 Cornwall

蓝铜矿





蓝铜矿（石青）（Azurite）

Cu3[CO3]2(OH)2

蓝铜矿是一种碱性铜碳酸盐矿物，也叫石青。它常与孔雀石一起产于铜矿床的氧化带中。蓝铜矿可作为铜矿石来提炼铜，也用作蓝颜料，质优的还可制作成工艺品。它还是寻找铜矿的标志矿物。蓝铜矿为柱状、厚板状、粒状、钟乳状、土状等。深蓝色有玻璃光泽。





蓝铜矿

[晶体化学] 理论组成(wB%)：CuO 69.24，CO2 25.53，H2O 5.23。成分相当稳定。

[结构与形态] 单斜晶系 20'；Z=2。°，a0=0.500nm，b0=0.585nm，c0=1.035nm；β=92。

斜方柱晶类，C2h-2/m(L2PC)。晶体常呈短柱状、柱状或厚板状。主要单形：平行双面 a、b、c、σ、θ 、v ，斜方柱 m、l、f、p、h、x。集合体呈致密粒状、晶簇状、放射状、土状或皮壳状、

被膜状等。

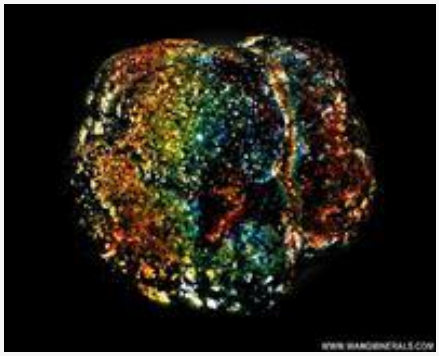
[物理性质] 深蓝色，土状块体呈浅蓝色。浅蓝色条痕。晶体呈玻璃光泽，土状块体呈土状光泽。透明至半透明。解理、完全或中等。贝壳状断口。硬度 3.5~4。性脆。相对密度 3.7~3.9。

偏光镜下：浅蓝至暗蓝色。二轴晶，Ng=1.838，Nm=1.758，Np= 1.730。°(+)。2V=68

[产状与组合] 产于铜矿床氧化带、铁帽及近矿围岩的裂隙中，常与孔雀石共生或伴生，其形成一般稍晚于孔雀石，但有时也被孔雀石所交代。

[鉴定特征] 蓝色。常与孔雀石等铜的氧化物共生。遇 HCl 起泡，在中国云南有产。

斑铜矿





bornite

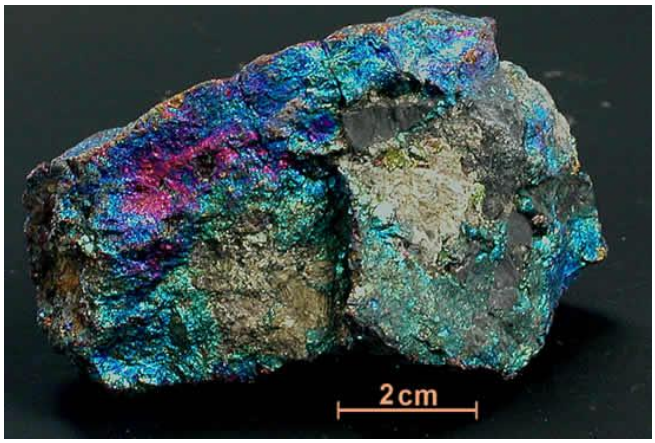
矿物名称： 斑铜矿（含钯和铂）Bornite bearing Palladium and Platinum

::矿物概述

铜和铁的硫化物（Cu5FeS4）矿物，含铜量 63.3%，提炼铜的主要矿物原料之一。为等轴晶系，其高温变体为等轴晶系，称等轴斑铜矿。表面易氧化呈蓝紫斑状的锖色，因而得名。新鲜断面呈暗铜红色，金属光泽，莫氏硬度 3 ，比重 4.9～5.0。常呈致密块状或分散粒状见于各种类型的铜矿床中，并常与黄铜矿共生。也形成于铜矿床的次生富集带，但不稳定，而被次生辉铜矿和铜蓝置换。在地表易风化成孔雀石和蓝铜矿。中国云南东川等铜矿床中有大量的斑铜矿。世界代表性产地是美国蒙大那州的比尤特，墨西哥卡纳内阿和智利丘基卡马塔等。

化学组成：Cu5FeS4,Cu63.33%,Fe11.12%,S25.55%。由于斑铜矿经常含有黄铜矿，辉铜矿显微包裹体，其实际成份变动很大;因为在高温时（>400℃）斑铜矿与黄铜矿，辉铜矿呈固溶体，低温时发生固溶体离溶;

鉴定特征：斑铜矿，可以从其特有的暗铜红色及锖色中加以鉴定，并和辉铜矿与黄铜矿区别;



成因产状：斑铜矿为许多铜矿床中广泛分布的矿物;在热液成因的斑岩铜矿中，与黄铜矿，有时与辉钼矿、黄铁矿呈散染状分布于石英斑岩中;还见于某些接触变质的矽卡岩矿床中和铜矿床的次生富集带中；

著名产地：世界著名产地有英国 Cornwall 和美国 Alaska 州（SaltChuokmine）Arizona 州（Bagdad）等地。

名称来源：1845 年 Haidinger 为纪念奥地利矿物学家 IgnatiusvonBorn(1742-1791)用其名字命名的铜和铁的硫化物；



::晶体形态

四方偏三角面体晶类；晶体可见等轴状的立方体、八面体和菱形十二面体等假象外形，但极为少见，通常呈致密块状或不规则粒状；

::晶体结构

晶系和空间群：四方晶系（高温变体）,空间群 D42d—P421c（高温变体）；

晶胞参数：a0=1.095 埃；

粉晶数据：1.937(1)3.18(0.6)2.74(0.5)

::物理性质

硬度：3

比重：4.9-5.3g/cm3

解理：（111）解理不完全

断口：贝壳状断口

颜色：新鲜面呈暗铜红色，在不新鲜面常被蓝紫斑状锖色所覆盖；

条痕：灰黑色

透明度：不透明

光泽：金属光泽

发光性：无

其他：性脆，具导电性

::光学性质

反射色。新抛光面亮玫瑰褐色，但很快变暗而带紫。反射率：18.5（绿光），19（橙光），21（红光）。

[晶体化学] 理论组成(wB%)：Cu 63.33，Fe 11.12，S 25.55。因常含黄铜矿、辉铜矿、铜蓝等显微包裹体，实际成分范围：Cu 52~65，Fe 8~18，S 20~27。高温（>475℃）时，斑铜矿与黄铜矿、辉铜矿成固溶体；低温时，斑铜矿和黄铜矿分离。

[结构与形态] 等轴晶系，a0=1.093nm；Z=8。晶体结构相当复杂。其中 S 作立方最紧密堆积，位于立方面心格子的角顶和面心，阳离子充填 8 个四面体空隙，但阳离子向四面体的中心移动，硫的强定向键随着金属接近面心而使结构稳定。金属原子占据每个四面体面上 6 个可能位置之一，每个四面体提供 24 种亚位置。Cu 和 Fe 原子随机地占据尖端向上和向下的四面体空隙的 3/4。四面体共棱。

六八面体晶类，Oh-m3m(3L44L36L29PC)。常呈致密块状或不规则粒状。

[物理性质] 新鲜面呈暗铜红色，风化面常呈暗紫蓝色斑状锖色，因而得名。条痕灰黑色。金属光泽。不透明。性脆。硬度 3。相对密度 4.9~5.3。具导电性。

[产状与组合] 产于基性岩及有关的 Cu-Ni 等矿床中，与黄铜矿、钛铁矿等共生。产于热液型矿床中的斑铜矿，常含有显微片状黄铜矿包裹体，与黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、黝铜矿、硫砷铜矿、辉铜矿等共生；有时与辉钼矿、自然金等共生。还见于某些夕卡岩矿床中，与其它铜的硫化物共生。在氧化带易转变成孔雀石、蓝铜矿、赤铜矿、褐铁矿等。

[鉴定特征] 特有的暗铜红色及锖色，硬度低。溶于硝酸，有铜的焰色反应。

[工业应用] 为铜的矿石矿物。

斑铜矿表面易氧化而呈紫蓝斑杂的锖色。斑铜矿的新鲜断面呈暗铜红色，金属光泽，摩斯硬度3,常成致密块状或分散粒状见于各种类型的铜矿床中，并经常与黄铜矿共生，斑铜矿也形成于铜矿床的次生硫化物富集带中。斑铜矿在地表易风化成孔雀石和蓝铜矿。中国云南东川等铜矿床中有大量斑铜矿。世界其他主要产地有美国蒙大那州的比尤特，墨西哥的卡纳内阿，智利的丘基卡马塔等。

辉铜矿





矿物名称： 辉铜矿（块状、斜方晶系） Chalcocite ,massive Orthorhombic

::矿物概述

化学组成：Cu2S，Cu79.86%，S20.14%，一般含 Ag 银；

鉴定特征：以其暗铅灰色、低硬度和弱延展性区别于其他含铜硫化物；可以从它的颜色、硬度、易熔和易污手等特性中，加以鉴定;

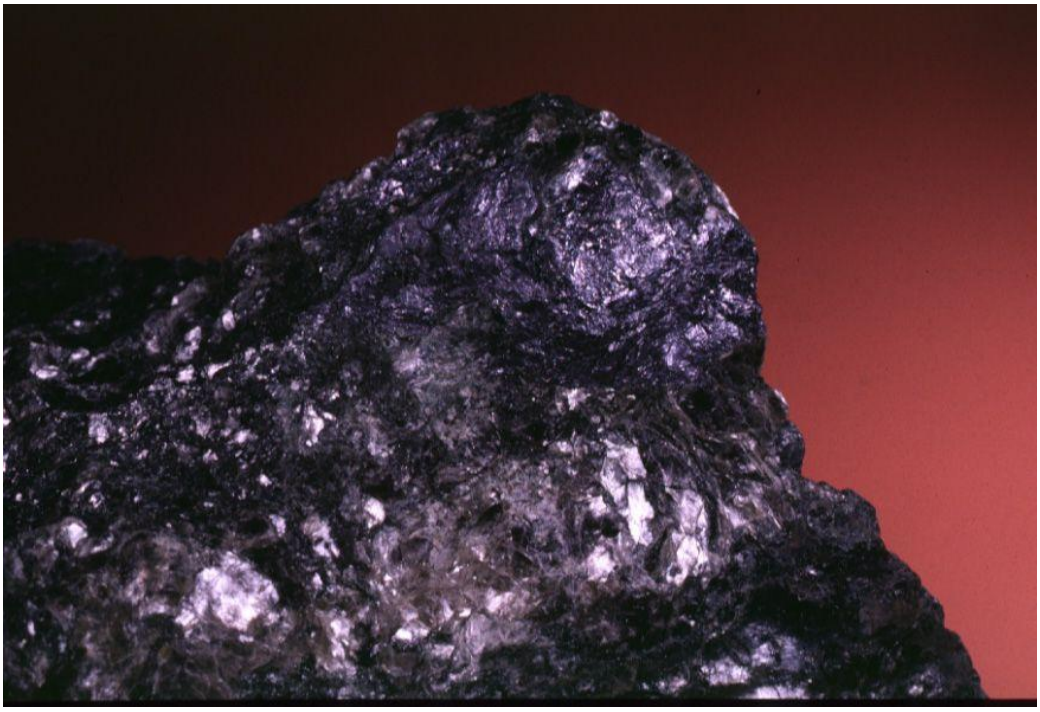
成因产状：见于热液成因的铜矿床中，是构成富铜贫硫矿石的主要成分，常与斑铜矿共生;外生辉铜矿见于含铜硫化物矿床氧化带下部；

著名产地：世界著名产地有美国 Bristol、Connecticut、Butte、Montana、MorenciandBisbee、Arizona、BinghamCanyon、Utah、Ducktown、Tennessee、英国 Cornwal、纳米比亚 Tsumeb、意

大利 Tuscany 和西班牙 RioTinto、西班牙的 RioTinto 矿区、美国的 Nevada 州的 Ely 矿区、Arizone 州的 Morenci、Miami 和 Clifton 矿区以及 Montana 州的 Butte 矿区等地。

名称来源：来源于希腊文“chalkos”，意为“铜”；又称为 CopperGlance;

::晶体形态



斜方双锥晶类；常见单形有平行双面 c(001)、b(010)，斜方柱 m(110)、g(011)、d(021)、e(023)，斜方双锥 p(111)、v(112)；

::晶体结构

晶系和空间群：正交晶系，空间群 Abm2；

晶胞参数：a0=11.92 埃，b0=27.33 埃，c0=13.44 埃；

粉晶数据：1.88(1)1.9746(0.7)2.403(0.7)

::物理性质

硬度：2.5-3

比重：7.2-7.4g/cm3

解理：(110)解理不完全

断口：贝壳状断口

颜色：新鲜面铅灰色，风化表面黑色，常带锖色

条痕：暗灰色

透明度：不透明

光泽：金属光泽

发光性：无

其他：略具延展性，小刀刻划时不成粉末，留下光亮刻痕;为电的良导体

黝铜矿



黝铜矿

Tetrahedrite

黝铜矿是一种含铜、铁、锌和银的硫盐矿物，它是重要的铜矿石矿物，也可以作为重要的银矿石矿物。

黝铜矿成分中的铜可被某些其他元素置换，当新置换的元素多到一定数量后，黝铜矿就会变成另一种矿物，如银黝铜矿、黑黝铜矿、砷黝铜矿等等。

黝铜矿呈灰到黑色，具有一点儿金属光泽，一般为块状或粒状。通常与铜矿物产在一起。





黝铜矿

黝铜矿是一种铜、锑的硫化物矿物，通常产在矿脉中，与铜、银、铅和锌的矿物共生，黝铜矿常含有一些砷，并随砷的含量增加，向砷黝铜矿过渡，砷黝铜矿是固溶体的砷端成员。

这两个矿物的产状、四面体的晶体外形和物理性质都很相似，以至不用化学方法就不能区别它们。虽然，铜是主要的金属，但是，铁和锌常替代铜。在含银的变种，银黝铜矿中，银含量可高达18%，使这矿物成为一个有价值的银的矿石矿物。

化学成分为 Cu12Sb4S13、晶体属等轴晶系的硫盐矿物。单晶体常呈四面体(tetrahedron),英文名即由此而来。

黝铜矿与砷黝铜矿 Cu12As4S13 成类质同象系列。它们成分中的铜可被银、锌、汞、铁等类质同象置换。当某种元素达到一定含量时，则相应构成黝铜矿或砷黝铜矿的亚种，如银黝铜矿、黑黝铜矿（含汞）等。黝铜矿和砷黝铜矿呈钢灰至铁黑色，半金属光泽。摩斯硬度 3～4，比重 4.6（砷黝铜矿）至 5.0（黝铜矿）。通常呈致密块状或粒状见于铜、铅、锌、银等金属硫化物的热液矿床中。黝铜矿虽然是分布最广的一种硫盐矿物，但数量一般不大，通常与伴生的其他铜矿物一起作为铜矿石利用。银黝铜矿是提炼银的来源之一。美国爱达荷州的桑夏恩以产银黝铜矿著名。中国一些多金属矿床中有不同数量的黝铜矿产出。

孔雀石





孔雀石，原产是巴西，一是种脆弱但漂亮的石头，有“妻子幸福”的寓意。绿是最正、最浓的绿。绿的孔雀石，虽然不具备珠宝的光泽，却有种独一无二的高雅气质。

孔雀石难以仿冒

孔雀石是一种含铜碳盐的蚀变产物，常作为铜矿的伴生产物。它的硬度是 3.5－4，呈不透明的深绿色，且具有色彩浓淡的条状花纹——这种独一无二的美丽是其它任何宝石所没有的，因此几乎没有仿冒品。

孔雀石的产地有俄罗斯、罗马尼亚、巴西等等。中国的孔雀石产地主要在湖北。

它比玻璃还娇贵几分

虽然名字里有个“石”，孔雀石却几乎没有石头坚硬、稳固的特点。它的韧性差，非常脆弱，所以很容易碎，害怕碰撞。所以，孔雀石的首饰设计需要以精湛的工艺为依托，否则，再漂亮的款式，你却无法让石头按照你的意愿去改变，等于白费。

同时，孔雀石还不能接触酸性和碱性物质，很容易损伤表面光泽。所以，仔细看柜台的首饰，每块底部是平面的孔雀石都以黑玛瑙打底，作为和皮肤或衣服接触的部分，以防止孔雀石被汗水或者其他物质损伤。

没有两块一样的

没有两块一样的孔雀石——这种充满了纹理的石头就是有这种好处，让你没有撞款的担心。

判断孔雀石品质的依据主要就是它的颜色和纹理。纹理越细腻，颜色越鲜艳，品质越上乘。

德国的一些地方认为，在孔雀石上刻太阳，那么这块宝石就会有使人摆脱邪恶灵魂和隐患的能力。孔雀石，被人们赋予了“妻子幸福”的寓意。

孔雀石颜色酷似孔雀羽毛上斑点，中国古代称为“绿青”、“石绿”或“青琅玕”，是一种古老的玉料。

孔雀石是含铜的碳酸盐矿物，化学成分为 Cu2[CO3](OH)2，CuO 71.9%，CO2 19.9%， H2O 8.15%。属单斜晶系。晶体形态常呈柱状或针状，十分稀少，通常呈隐晶钟乳状、块状、皮壳状、结核状和纤维状集合体。具同心层状、纤维放射状结构。有绿、孔雀绿、暗绿色等。常有纹带，丝绢光泽或玻璃光泽，似透明至不透明。折光率 1.66－1.91，双折射率 0.25，多色性为无色－黄绿－暗绿。硬度 3.5－4.5，密度 3.54－4.1g/cm3。性脆，贝壳状至参差状断口。遇盐酸起反应，并且容易溶解。

早在 4000 年前，古埃及人就开采了苏伊士和西奈之间的矿山，利用孔雀石作为儿童的护身符，驱除邪恶的灵魂。在德国，人们认为佩戴孔雀石的人可以避免死亡的威胁。中国公元前十三世纪殷代已有孔雀石石簪工艺品。

孔雀石具有鲜艳的微蓝绿色，是矿物中最吸引人的装饰材料之一。

孔雀石是寻找黄铜矿的标志性围岩蚀变的矿化，地质员在野外找矿的时候，只要看到孔雀石（滚石或原生的），就知道附近一定有黄铜矿体的存在，在其附近进行更详细的工作，能找到原生矿体。

孔雀石的生成主要是岩石中的铜矿物的氧化产生铜绿，把整块岩石染成了绿色，因而，地质人员把它命名为孔雀石。

即碱式碳酸铜 CuCO3·Cu(OH)2 俗称铜绿。它是浅绿色细小颗粒或是无定形的粉末，它是铜在空气中生成铜锈的主要的成分。这种粉末有毒，不稳定，于 473K(200℃)时分解：

CuCO3·Cu(OH)2=2CuO+CO2↑+H2O

分解后变成黑色的氧化铜。不溶于水但溶于酸生成对应的铜盐。

CuCO3·Cu(OH)2+4H=2Cu2+CO2↑+3H2O

此外还能溶于氰化物、铵盐等生成能溶于水的络离子。用碳酸氢钠和硫酸铜两溶液混合经过滤后干燥（低温）即得。

铜绿的主要应用是制烟火、油漆、磷毒解毒剂。

孔雀石的英文名称为 Malachite，来源于希腊语 Mallache，意思是“绿色”。孔雀石由于颜色酷似孔雀羽毛上斑点的绿色而获得如此美丽的名字。中国古代称孔雀石为“绿青”、“石绿”或“青琅玕”。孔雀石是一种古老的玉料。

孔雀石是含铜的碳酸盐矿物，化学成分为 Cu2[CO3](OH)2，CuO71.9%，CO219.9%，H2O8.15%。属单斜晶系。晶体形态常呈柱状或针状，十分稀少，通常呈隐晶钟乳状、块状、皮壳状、结核状和纤维状集合体。具同心层状、纤维放射状结构。有绿、孔雀绿、暗绿色等。常有纹带，丝绢光泽或玻璃光泽，似透明至不透明。折光率 1.66－1.91，双折射率 0.25，多色性为无色－黄绿－暗绿。硬度 3.5－4.5，密度 3.54－4.1g/cm3。性脆，贝壳状至参差状断口。遇盐酸起反应，并且容易溶解。

孔雀石与相似玉石的区别。孔雀石以特殊的孔雀绿色及典型的条带为其鉴定特征，不易与其它宝石相混淆，但是与绿柱石、硅孔雀石相似。其区别是：绿松石硬度大，为 5-6，密度小，为 2.6-2.9g/cm3，折光率小，为 1.62。硅孔雀石硬度小，为 2-4 ，密度小，为 2-2.4g/cm3，折光率 1.57。

孔雀石的品种与评价。孔雀石的品种有普通孔雀石、孔雀石宝石、孔雀石猫眼石、青孔雀石。孔雀石宝石是非常罕见的孔雀石晶体。孔雀石作观赏石、工艺观赏品，要求颜色鲜艳，纯正均匀，色带纹带清晰，块体致密无洞，越大越好。孔雀石猫眼石要求其底色正，光带清晰。孔雀石可雕刻鸡心吊坠、蛋形戒面、项链，还可制成印章料。

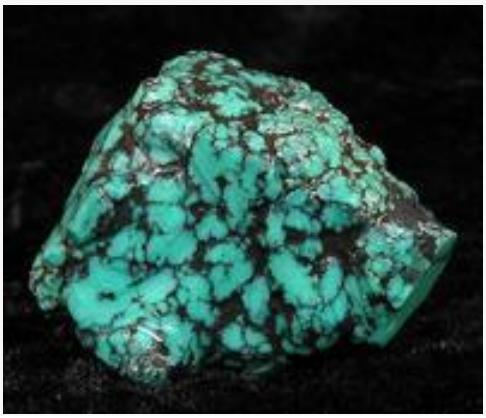
孔雀石的保养。孔雀石做宝石不耐用，硬度低，不能长时间保持好的光泽，只能用做串珠和胸针。俄罗斯人把孔雀石用做建筑物内部装饰材料，列宁格勒的圣·伊萨克大教堂的大园柱上镶着孔雀石。孔雀石也用于雕刻各种礼拜用品和装饰品，壁炉和桌面镶嵌等。

早在 4000 年前，古埃及人就开采了苏伊士和西奈之间的矿山，利用孔雀石作为儿童的护身符，他们认为在儿童的摇篮上挂一块孔雀石，一切邪恶的灵魂将被驱除。在德国的一些地区，人们认为佩戴孔雀石的人可以避免死亡的威胁。中国公元前十三世纪殷代已有孔雀石石簪工艺品。由于它具有鲜艳的微蓝绿色，使它成为矿物中最吸引人的装饰材料之一。

孔雀石产于铜的硫化物矿床氧化带，常与其它含铜矿物共生(蓝铜矿、辉铜矿、赤铜矿、自然铜等)。世界著名产地有赞比亚、澳大利亚、纳米比亚、俄罗斯、扎伊尔、美国等地区。我国主要产于广东阳春、湖北大冶和赣西北。

编辑词条

绿松石




中文名称

绿松石又称松石、土耳其玉、突厥玉

英文名称

Turquoise

化学分子式

CuAl6(PO4)4(OH)8·5H2O

简介



绿松石

绿松石是铜和铝的含水磷酸盐，属于磷酸盐矿物。这是水流沉淀生成的矿物。绿松石的颜色从蓝、绿色到浅绿和浅黄色。绿松石被人们当作宝石，其中蓝色的为贵重品种。

形态特征

绿松石是铜和铝的磷酸盐矿物集合体，以不透明的蔚蓝色最具特色。也有淡蓝、蓝绿、绿、浅绿、黄绿、灰绿、苍白色等色。一般硬度 5~6，密度 2.6~2.9，折射率约 1.62。长波紫外光下，可发淡绿到蓝色的荧光。绿松石质地不很均匀，颜色有深有浅，甚至含浅色条纹、斑点以及褐黑色的铁线。致密程度也有较大差别，孔隙多者疏松，少则致密坚硬。抛光后具柔和的玻璃光泽至蜡状光泽。优质品经抛光后好似上了釉的瓷器，故称谓“瓷松石”。绿松石也有缺点，那就是绿松石受热易褪色，也容易受强酸腐蚀变色。此外硬度越低的绿松石孔隙越发育，越具有吸水性和易碎的缺陷，因而油渍、污渍、汗渍、化妆品、茶水、铁锈等均有可能顺孔隙进入，导致难以去除的色变。绿松石是一种较为娇贵的玉石品种。无论是加工过程，或是使用过程均需备加爱惜。但只要保持清洁干净，不受高温和强力碰撞，应该不会有问题的。

物理性质



绿松石

英文名称：turquoise

矿物名称：绿松石

结晶状态：通常呈块状或皮壳状隐晶质集合体

颜色：浅至中等蓝色、绿蓝色至绿色，常有斑点、网脉或暗色矿物杂质

光泽：蜡状光泽

摩氏硬度：5-6

密度：2．76(+0．14，-0．36)g／cm3

光性特征：非均质集合体

多色性：无

折射率：1．610-1．650，点测法通常为 1．61

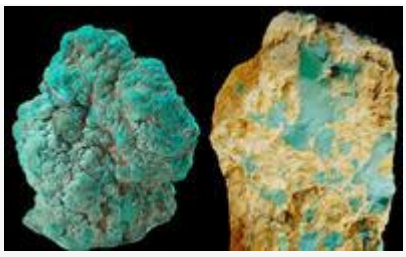
双折射率：集合体不可测

放大检查：常见暗色基质

紫外荧光：长波：无至弱，绿黄色；短波：无

吸收光谱：偶见 420nm，432nm，460nm 中至弱吸收带

类别等级



绿松石

绿松石属优质玉材，中国清代称之为天国宝石，视为吉祥幸福的圣物。绿松石因所含元素的不同，颜色也有差异，氧化物中含铜时呈蓝色，含铁时呈绿色。其中以蓝色、深蓝色不透明或微透明，颜色均一，光泽柔和，无褐色铁线者质量最好。国际宝石界将绿松石分为四个品级：一级品即波斯级;二级品即美洲级;三级品即埃及级;四级品即阿富汗级。一级品为质量最优的绿松石。

绿松石质地细腻、柔和，硬度适中，色彩娇艳柔媚，但颜色、硬度、品质差异较大。通常分为四个品种，即瓷松、绿松、泡(面)松及铁线松等。

瓷松:是质地最硬的绿松石，硬度为 5.5~6。因打出的断口近似贝壳状，抛光后的光泽质感均很似瓷器，故得名。通常颜色为纯正的天蓝色，是绿松石中最上品。

绿松:颜色从蓝绿到豆绿色，硬度在 4.5~5.5，比瓷松略低。是一种中等质量的松石。

泡松:又称面松，呈淡蓝色到月白色，硬度在 4.5 以下，用小刀能刻划。因为这种绿松石软而疏

松，只有较大块才有使用价值，为质量最次的松石。但在绿松石原料日益缺乏的今天，常采用注塑、注蜡以及染色等人工处理方法，改善其质量及外观，因而也可"废物利用"。

铁线松:绿松石中有黑色褐铁矿细脉呈网状分布，使蓝色或绿色绿松石呈现有黑色龟背纹、网纹或脉状纹的绿松石品种，被称为铁线松。其上的褐铁矿细脉被称为"铁线"。铁线纤细，粘结牢固，质坚硬，和松石形成一体，使松石上有如墨线勾画的自然图案，美观而独具一格。具美丽蜘蛛网纹的绿松石也可成为佳品。但若网纹为粘土质细脉组成，则称为泥线绿松石。泥线松石胶结不牢固，质地较软，基本上没有使用价值。

根据颜色、光泽、质地和块度，我国工艺美术界一般将绿松石划分为三个等级：

（1）一级绿松石：呈鲜艳的天蓝色，颜色纯正、均匀，光泽强，半透明至微透明，表面有玻璃感。质地致密、细腻、坚韧，无铁线或其他缺陷，块度大。

（2） 二级绿松石：呈深蓝、蓝绿、翠绿色，光泽较强，微透明。质地坚韧，铁线或其他缺陷很少，块度中等。

（3）三级绿松石：呈浅蓝或蓝白，浅黄绿等色，光泽较差，质地比较僵硬，铁线明显，或白脑、筋、糠心等缺陷较多，块度大小不等。

国外绿松石的等级

国外根据绿松石的颜色、透明度以及杂质分布的特征将绿松石分为四个等级，这些等级有时用一些地名来表示，这里的名称仅用与质量等级，并不指示地理产地。

（1）一级品 一级品包括以下三种不同结构的绿松石

A、最上等的绿松石呈强-中等的蓝色，颜色柔和而均匀

，没有暗色或浅蓝色斑点，没有铁线，强光泽和半透明使绿松石表面有玻璃感。绿松石孔隙度小，相对密度较大。这个等级很少见，常见于波斯出产的松石，故商业上成为波斯级；

B、颜色和质地匀为上等，但绿松石表面有一种诱人的蜘蛛网花纹，这时铁构成的象线一样细的线条网格。这种绿松石常成为波斯蜘蛛网绿松石；

C、颜色和质地匀为上等，但绿松石含有不同数量和形式的铁线，铁线的数量、颜色和分布使铁线绿松石的等级变化很大，而其吸引人的程度是划分等级的原则之一。这种类型成为波斯级铁线绿松石。

（2）二级品 二级品按其结构分为下列三种：

A、这个等级是浅蓝色，不如波斯级颜色鲜艳。透明度也比波斯级差，不透明或微透明，光泽不够强，结构呈斑状，带有略浅或略暗的区域，多数没有铁线；

B、颜色和质地同级，表面有细的蜘蛛网；

C、颜色和质地同级，含有不同数量和形式的铁线。

二级品商业上称为美洲级，美国松石和墨西哥松石等，这些名称都不具有产地意义。

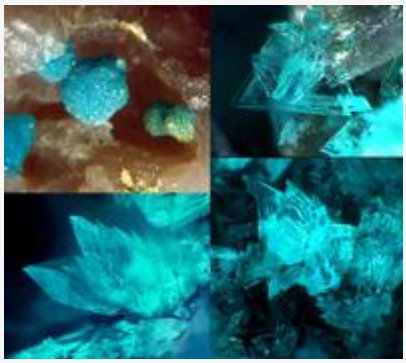
（3）三级品

呈现蓝色或蓝绿色，通常是从一级品中挑选下来的，它比美国松石致密，但颜色不讨人喜欢，所以很少趋近二级品。贴线多的下等品销路不大。商业上称为埃及级。

（4）四级品 呈浅色或深色的黄绿色，铁线更多，是劣等品,价值极小,商业上称为阿富汗级 绿松石作为宝石是以颜色为其主要特征的，工艺美术上要求绿松石具有标准的天蓝色。其次是深蓝和蓝绿色，光泽强，半透明，质地细腻，致密块大，光洁无裂，无白脑、筋、糠心、炸性及其他缺陷。有黑色花纹者，要求花纹边界清晰无间隙。至于透明的小晶体，则是罕见的绿松石精品，重量达 0.6 克拉即可琢磨成刻面型宝石。

白脑：指在天蓝或蓝绿底色上存在的白色或月白色的星点或斑点。这时候由石英、方解石等矿物造成的。白脑的存在会大大降低绿松石的质量。筋：指具有细脉白脑的绿松石。糠心：指绿松石的外层为瓷松，而内心为灰褐色。灰褐色为绿松石的一大忌，故严重影响其质量。炸性：指绿松石在加工过程中易于自然裂开的性能。

矿石产地



绿松石

我国是世界上著名的绿松石产地，也是绿松石的主要产出国之一。其中以湖北郧县、郧西、竹山一带的优质绿松石最为著名，畅销国内外。此外陕西白河、河南淅川、新疆哈密、青海乌兰、安徽马鞍山等地均有绿松石产出。江苏、云南等地也发现有绿松百。在国外也有一些著名的绿松石产地。如伊朗，产出最优质的瓷松和铁线松，被称为波斯绿松石。此外，埃及、美国、墨西哥、阿富汗、印度及原苏联等国均产出绿松石。

目前世界最大的一块绿松石宝石，产于湖北省十堰市郧县海拔 1200 多米的云盖山上。这块绿松石长 82 厘米，高、宽各 29 厘米，重达 66 公斤，呈蓝、绿色，结构完整，质地细腻。湖北郧阳地区被称为东方的绿宝石之乡，盛产的绿松石料质纯净，色泽艳丽，灿烂夺目，颜色多为天蓝、碧绿、灰蓝、粉绿，极为罕见。郧县云盖山绿松石矿出产的绿松石品位最佳，最为珍贵。

历史渊源



绿松石

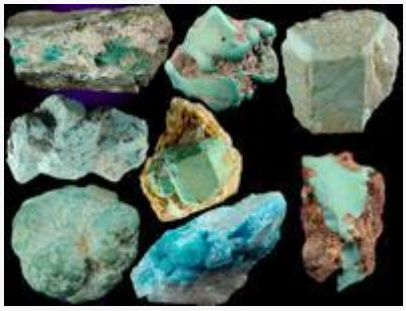
绿松石是我国"四大名玉"之一，自新石器时代以后历代文物中均有不少绿松石制品，是有着悠久历史和丰富资源的传统玉石。古人称其为"碧甸子"、"青琅秆"等等，欧洲人称其为"土耳其玉"或"突厥玉"。土耳其并不产绿松石，据认为是由于古代波斯出产绿松石，经土耳其运往欧洲，人们以为产于土耳其而得名。1927 年我国地质界老前辈章鸿钊先生，在其名著《石雅》中解释说:"此(指绿松石)或形似松球，色近松绿，故以为名"，是说绿松石因其天然产出常为结核状、球状，色如松树之绿，因而被称为"绿松石"。可以说是非常形象的，也可简称为"松石"。

据专家考证推论，我国历史上著名的和氏璧即是绿松石所制。这件与"价值连城"、"完璧归赵"等成语故事直接相关，且被秦始皇制成传国玺的宝物倘若真是绿松石，则可见古人对绿松石的珍视程度。

美国的印第安人认为绿松石是大海和蓝天的精灵，会给远征的人带来吉祥和好运，被誉为成功幸运之石，是神力的象征。世界上许多少数民族视它为神的礼物。

绿松石是古老宝石之一，有着几千年的灿烂历史，深受古今中外人士的喜爱。早在古埃及、古墨西哥、古波斯，绿松石被视为神秘、避邪之物，当成护身符和随葬品。河南郑州大河村仰韶文化（距今 6500－4400 年）遗址中出土两件绿松石制成的 28 厘米长的鱼形饰物。最古老珍贵的绿松石是在 5000 多年前埃及皇后（Zer 皇后）的木乃伊手臂上戴有四只用绿松石制成的金色手镯，1900 年挖掘时，饰品依然光彩夺目，堪称世界奇珍。绿松石质朴典雅，千百年来受到许多国家的人们的宠爱，甚至达到迷信的程度。埃及人用绿松石雕成爱神来护卫自己的宝库；印第安人认为佩戴绿松石饰物可以避邪和得到神灵的保佑；中国藏族同胞认为绿松石是神的化身，是权力和地位的象征，是最为流行的神圣装饰物，被用于第一个藏王的王冠，当作神坛供品。绿松石是国内外公认的“十二月生辰石”，代表胜利与成功，有“成功之石”的美誉。

加工工艺及用途



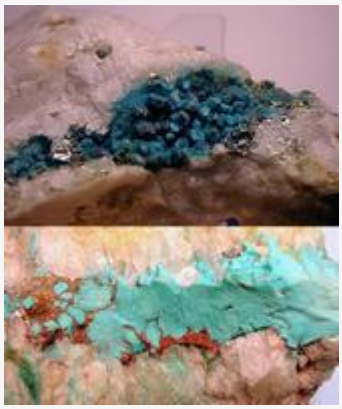
绿松石

绿松石的工艺要求，主要以颜色、质地、杂质及块度大小为标准。质硬、色蓝如瓷松者，块大者为特级料，中小块为一级料；中等硬度、色由蓝到豆绿，如绿松以及网纹美观的铁线松者，大块为一级料，中小块为二级料;其它可使用的料为三级料;最次者为"面"松，只有大块或处理后才能使用。

优质绿松石主要用于制作弧面形戒面、胸饰、耳饰等。质量一般者，则用于制作各种款式的项链、手链、服饰等。块度大者用于雕刻工艺品，多表现善与美的内容，如佛像、仙人、仙鹤、仙女、山水亭榭、花鸟虫鱼、人物走兽等。人民大会堂湖北厅里的"李时珍采药"雕像，即为绿松石雕制而成。绿松石玉雕工艺品是我国独具风格的出口玉雕品种之一，在国际市场上素享盛誉。

绿松石也常被填嵌在金、银、铜器上，其颜色相互辉映，美丽且富有民族特色。藏族和蒙古族同胞尤其喜爱镶嵌绿松石的宝刀、佩饰等工艺品。此外，绿松石碎屑可以作颜料。藏医还将绿松石用作药品。

鉴别



绿松石

(一)仿制品鉴别

1．三水铝石：一种与绿松石共生的矿物，与绿松石的主要区别为

(1)它的颜色比较浅，很难达到天蓝色：

(2)玻璃光泽，与绿松石的蜡状及土状光泽不同。

(3)脆性，极易崩落，而绿松石则韧性较大。

(4)硬度较低。

(5)具泥土臭味。

(6)密度低于绿松石。

2．硅孔雀石：是一种在外表上与绿松石极相似的矿物。主要区别为

(1)颜色鲜艳，透明度较高。

(2)折射率较低。

(3)密度和硬度相对较低。

3．蓝绿色玻璃：主要区别是其具有的玻璃光泽、贝壳状断口，以及内部可能见到的气泡和旋涡纹。

4．再造绿松石：是由一些绿松石微粒、蓝色粉末材料在一定温度和压力下压结而成。这种材料可以通过以下几个方面进行鉴定

(1)结构：外表像瓷器，有明显的粒状结构。

(2)酸实验：因含铜化合物而呈蓝色，铜盐能在盐酸中溶解。将酸滴于表面，用白棉球擦拭，将掉色。

(二)优化处理绿松石的鉴别

1．染色：将绿松石成品置于无机染料或有机染料中，使其改色。通过以下几方面鉴定

(1)颜色过于均匀，不自然。

(2)颜色深度很浅，表皮剥落及凹坑处可见浅色的核。

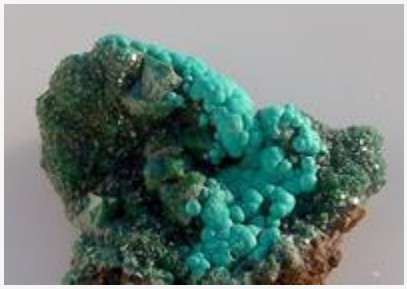
(3)用蘸氨水的棉球擦拭，可掉色。

2．注胶：注人无机盐胶体或塑料以提高绿松石的稳定性。

(1)密度和硬度较低。

(2)热针实验：用热针接触一些裂隙或凹坑，可闻到塑料融化时的刺鼻气味。

绿松石的评价与选购



绿松石

绿松石的评价与选购的依据是颜色、质地和块度。其品种按颜色分为：蓝色绿松石、浅蓝色绿松石、蓝绿色绿松石、绿色绿松石、泡料。以蓝色、深蓝色不透明或微透明，表面玻璃感，颜色均一，光泽柔和，无褐色铁线者质量最好。绿松石按质地划分为：透明绿松石、块状绿松石、蓝缟绿松石、铁线绿松石、磁松石、斑点松石。透明绿松石极为罕见，价值很高。磁松石光亮如瓷器，质优价高。国际宝石界将绿松石分为四个品级：一级品（波斯级）、二级品（美洲级）、三级品（埃及级）、四级品（阿富汗级）。一级品为质量最优的绿松石。

绿松石的保养。佩戴绿松石首饰时，最好和化妆品、香水等物品保持距离，以免损坏宝石首饰。因绿松石多孔隙，注意鉴别时避免用重液测密度，因为三溴甲烷、二碘甲烷会使绿松石变色。绿松

石颜色娇嫩，怕污染，应避免与茶水、肥皂水、油污、铁锈和酒精等接触，以防顺孔隙渗入宝石变色。绿松石怕高温，不能直接火烤和阳光直射，以免褪色、炸裂、干裂。绿松石硬度小、性脆，戒与其它硬物磕碰，佩戴时也应引起注意。

赤铜矿



赤铜矿

cuprite

化学成分为氧化亚铜（Cu2O）的矿物。虽含铜量高达 88.82%，但因分布少，只作为次要的**铜**矿石。

晶体属等轴晶系，无解理。呈立方体或 8 面体晶形，或与菱形 12 面体形成聚形，晶形沿立方体棱的方向生长形成毛发状或交织成毛绒状形态，也包括长条形、闪闪发亮的晶体，称毛赤铜矿。集合体呈致密块状、粒状或土状。新鲜面洋红色，光泽为金刚光泽或半金属光泽，长时间暴露于空气中即呈暗红色而光泽暗淡，条痕棕红色。端口贝壳状或不规则状。莫氏硬度 3.5～4.0，比重 6.14。有时可作宝石，但易碎。产于铜矿床氧化带中，常与自然铜、孔雀石、蓝铜矿、硅孔雀石、褐铁矿共生。法国、智利、玻利维亚、南澳大利亚、美国等地有世界主要矿区。中国云南东川铜矿和江西、甘肃等地铜矿区也有产出。

赤铜矿是一种红色氧化物矿物，它比较软却很重。一般它是由铜的硫化物经风化后而形成的，这样形成的矿物叫作次生矿物。赤铜矿含铜量高达 88.8%，是一种重要的铜矿石矿物。但由于它的分布很少，就利用而言只能算作次要的铜矿石。呈明亮晶体状的赤铜矿很美丽，鲜红的颜色发出类似金刚石般的光泽。但它们如果在空气中暴露的时间稍长，就会变得暗淡而成暗红色了。有的赤铜矿则成粒状或土状，样子没有那么好看了。有的赤铜矿在形成晶体时成为松散的毛发交织状态，这就称为毛赤铜矿，毛铜矿是赤铜矿不多见的变种。

铬铅矿



Crocoite

铬铅矿是铬酸铅矿物，元素**铬**最早就是从这种矿物中被发现的。铬可以用来镀在金属表面用以防锈。因为它具有鲜红的颜色，铬铅矿还可以被当作颜料。现在一般用人造铬铅矿作颜料油漆。铬铅矿具有金刚光泽或玻璃光泽，是一种很漂亮的矿物。发育完整的晶体为长柱状。

铬酸铅矿物 PbCrO4 。其成分与铬黄相同，人造铬铅矿用在颜料油漆上 。铬元素就是 1797 年在这种矿物中发现的。为发育完整的长柱状晶体；最美丽的品种来自塔斯马尼亚。其他包括乌拉、巴西和美国西南部。呈亮紫蓝红色到橙红色，具金刚光泽、玻璃光泽，



铬铅矿

在阳光下，其色暗淡。

*晶体形态

晶体呈细长柱状，通常为集合体，也成块状。

*晶体结构

晶系：单斜晶系

*物理性质

硬度：2.5-3

比重：6.0

解理：清楚柱面

断口：贝壳状至参差状断口

颜色：通常呈鲜艳的桔红色，有时呈桔黄色、红色或者黄色。条痕：桔黄色

透明度：半透明

光泽：金刚光泽到玻璃光泽

其他：易在火焰中熔化。溶于强酸。

赤铁矿





赤铁矿

赤铁矿 Hematite

赤铁矿的化学成分为 Fe2O3，晶体属三方晶系的氧化物矿物。西文名称来源于希腊文“血”的意

思，意指这种矿物常常是红色的。它是一种**铁**的氧化物，是铁的主要矿石矿物。虽然，其他的金属逐渐地代替铁的地位，但是铁仍旧是最重要的金属。因此，赤铁矿是经济上最重要的矿物之一。只有为数不多的地方，赤铁矿有完美的金属闪光菱面体晶体。可是更多的情况下，晶体常常是偏平的，更有甚者形成薄板状，有些样品板状成簇组成玫瑰花状，叫铁玫瑰。有时呈鳞片状集合体，称之为镜铁矿。所有这些结晶很好的赤铁矿变种都是黑色的，但条痕，即矿物粉末的颜色都是红色的，所谓肾状铁矿就是这种红色，肾状铁矿是一些放射状的集合体，有肾状的表面。红色是绝大多数没有结晶形态的土状赤铁矿的颜色。赭石就是这种红色的土状赤铁矿，它一度是作为颜料的。

赤铁矿是广泛地分布在各种岩石当中的副矿物，它以细分散粒状出现在许多火成岩中，在特殊的情况下，在区域变质岩中形成巨大的块体。在红色砂岩中，赤铁矿是石英颗粒的胶结物，并且将岩石染上颜色。若要在经济上值得开采，就必须含有几千万吨赤铁矿，这种储量是大量规模的沉积作用造成的，在前寒武系地层中有很多这种铁矿，它们通常含硅的杂质。

富铁矿，含铁量至少在 50%，它是由于雨水将二氧化硅淋去而富集成的。这些富矿是世界上铁的来源，但是，它的储量正在日益减少。为了弥补这种不足，矿业公司正在将注意力转向原始的含铁建造，即所谓含铁石英岩。这种岩石仅仅含 25—30%的铁，但是它有非常巨大的储量。用机械的办法，可以使低品位的铁矿石的铁矿物富集。这样，含铁石英岩将是持久的铁矿资源。



赤铁矿

赤铁矿就是氧化铁，它又重又硬。赤铁矿含铁量高达 70%并且可以大量产出，因而是最重要的铁矿石。赤铁矿的名字缘于它发出的暗红色。赤铁矿有几种形态，人们根据它们的不同形态，又给它们起了不同的名字。如亮闪闪钢灰色晶体叫镜铁矿，鳞片状的叫云母赤铁矿，松软土状的叫赭石，很多球状聚在一起的叫肾铁矿，纤维状的叫笔铁矿等等。赤铁矿分布极广。很多情况下均可生成赤铁矿，但最主要的赤铁矿矿床是沉积而成的。赤铁矿经常与磁铁矿在一起产出。除了炼铁，粉末状的赤铁矿还被用来作红颜料和磨料。

在每个大洲都找到和开采大型的赤铁矿床。在 1961 年苏联取代了美国成为最大的生产国。排在美国之后的是法国、加拿大、中国、瑞典和澳大利亚。在美国，自从 19 世纪末以来，矿物的最大产地是大湖区的前寒武系岩石中。与等轴晶系的磁铁矿成同质多象。单晶体常呈菱面体和板状，集合体形态多样，有片状、鳞片状（显晶质）、粒状、鲕状、肾状、土状、致密块状等。显晶质呈铁黑至钢灰色，隐晶质呈暗红色，条痕樱红色，金属光泽至半金属光泽，摩氏硬度为 5.5-6.5，无解理，比重 5.0-5.3。呈铁黑色、金属光泽的片状赤铁矿集合体称为镜铁矿；呈灰色、金属光泽的鳞片状赤铁矿集合体称为云母赤铁矿；呈红褐色、光泽暗淡的称为赭石；呈鲕状或肾状的赤铁矿称为鲕状或肾状赤铁矿。赤铁矿是自然界分布极广的铁矿物，是重要的炼铁原料，也可用作红色颜料。多数重要的赤铁矿矿床是变质成因的，也有一些是热液形成的，或大型水盆地中风化和胶体沉淀形成的。

世界著名矿床有美国的苏必利尔湖和克林顿、俄国的克里沃伊洛格和巴西的迈那斯格瑞斯。中

国著名产地有辽宁鞍山、甘肃镜铁山、湖北大冶、湖南宁乡和河北宣化。

[晶体化学] 常含类质同像替代的 Ti、Al、Mn、Fe2 、Ca、Mg 及少量的 Ga、Co；常含金红石、钛铁矿的微包裹体。隐晶质致密块体中常有机械混入物 SiO2、Al2O3。纤维状或土状者含水。据成分可划分出钛赤铁矿、铝赤铁矿、镁赤铁矿、水赤铁矿等变种。

[结构与形态] 三方晶系，arh=0.5421nm，α=55。17'；Z=2。ah=0.5039 nm，ch=1.3760nm；Z=6。刚玉型结构。成分中有 Ti 的替代时，晶胞体积将增大；而 Al 的替代则使晶胞体积减小。

复三方偏三角面体晶类，D3d-3m(L33L23PC)。完好晶体较少见。常见单形：平行双面 c，六方柱 a ，菱面体 r 、u 、e ，六方双锥 n 。在晶面上有三组平行于和交棱方向的条纹、三角形凹坑或生长锥等晶面花纹。依为聚片双晶，依(0001)为穿插双晶或接触双晶。常呈显晶质板状、鳞片状、粒状和隐晶质致密块状、鲕状、豆状、肾状、粉末状等集合体形态。

[物理性质] 钢灰色至铁黑色，常带淡蓝锖色；隐晶质或粉末状者呈暗红至鲜红色。具特征的樱桃红或红棕色条痕。金属光泽至半金属光泽，有时光泽暗淡。无解理。因双晶可具和裂开。硬度 5~6。相对密度 5.0~5.3。

偏光镜下：血红、橙黄、灰黄色。一轴晶(-)，No=2.988，Ne=2.759。

[产状与组合] 形成于氧化条件下，规模巨大的赤铁矿矿床多与热液作用或沉积作用有关。

赤铁矿可成沉积变质型铁矿，主要由磁铁矿、赤铁矿、假像赤铁矿所组成，与石英、绿泥石等共生。接触变质型的赤铁矿主要与磁铁矿、黄铜矿、斑铜矿、磁黄铁矿等硫化物和石榴子石、透辉石、金云母、阳起石等共生。

在自然界，磁铁矿和赤铁矿可相互转化。当氧逸度增大时，磁铁矿可氧化成赤铁矿；若仍保留有原磁铁矿的晶形，称之为假象赤铁矿。若磁铁矿仅部分转变为赤铁矿，则称为假赤铁矿。而当氧逸度减小时，赤铁矿又可还原成磁铁矿；若仍保留有赤铁矿的晶形，则称之为穆赤铁矿。

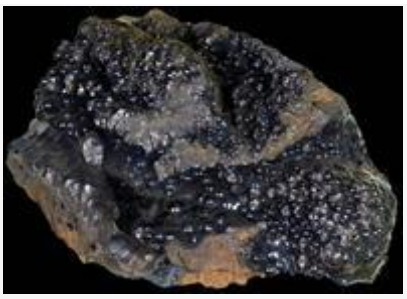
[鉴定特征] 樱桃红色或红棕色条痕为其特征。具各种形态和无磁性，可与相似的磁铁矿、钛铁矿相区别。

[工业应用] 重要的铁矿石矿物之一。Ti、Ga、Co 等元素达一定量时可综合利用。氧化铁可作矿物颜料。

药用赤铁矿名赭石，别名代赭石、代赭、铁朱、钉头赭石、红石头、赤赭石。功效：平肝潜阳；重镇降逆；凉血止血。

呈铁黑色、金属光泽、片状的赤铁矿称为镜铁矿；呈钢灰色、金属光泽、鳞片状的称为云母赤铁矿，中国古称“云子铁”；呈红褐色土状而光泽暗淡的称为赭石，中国古称“代赭”，而以“赭石”泛指赤铁矿。 赤铁矿分布极广。各种内生、外生或变质作用均可生成赤铁矿。中国河北宣化的龙烟铁矿和湖南的宁乡铁矿都是沉积作用形成的赤铁矿矿床。赤铁矿经常与磁铁矿一起，在沉积变质、接触变质铁矿中产出。

褐铁矿





褐铁矿

褐铁矿是主要的铁矿物之一，但它的含铁量并不高，是次要的铁矿石。褐铁矿呈多种色调的褐

色，一般为钟乳状、葡萄状、致密的或疏松的块状甚至土状，也有像黄铁矿那样的晶体形状（称为假象）。褐铁矿除了能提炼铁外，还可用作颜料。黄土的颜色主要也是由于含有它们而形的。

“褐铁矿”一词并不是矿物的种名，通常是针铁矿、水针铁矿的统称。因为这些矿物颗粒细小，难于区分，故统称为“褐铁矿”。

由于它属于含铁矿物的风化产物（$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$），成分不纯，水的含量变化也很大。通常呈黄褐至褐黑色，条痕为黄褐色，半金属光泽，块状、钟乳状、葡萄状、疏松多孔状或粉末状，也常呈结核状或黄铁矿晶形的假象出现。硬度随矿物形态而异，无磁性。褐铁矿是氧化条件下极为普遍的次生物质，在硫化矿床氧化带中常构成红色的“铁帽”，可作为找矿的标志。

褐铁矿的含铁量虽低于磁铁矿和赤铁矿，但因它较疏松，易于冶炼，所以也是重要的铁矿石。世界著名矿产地是法国的洛林、德国的巴伐利亚、瑞典等地。

菱铁矿



siderite

菱铁矿是一种分布比较广泛的矿物，它的成分是碳酸铁，当菱铁矿中的杂质不多时可以作为铁矿石来提炼铁。菱铁矿一般呈薄薄一层与页岩、粘土或煤在一起。菱铁矿一般为晶体粒状或不显出晶体的致密块状、球状、凝胶状。颜色一般为灰白或黄白，风化后可变成褐色或褐黑色等。菱铁矿在氧化水解的情况下还可变成褐铁矿。

铁的碳酸盐矿物，成分为 $Fe[CO_3]$。经常有锰、镁等替代铁，形成锰菱铁矿、镁菱铁矿等变种。





菱铁矿

三方晶系，晶体呈菱面体，晶面往往弯曲；集合体呈粒状、块状或结核状。显晶质球粒状的称球菱铁矿；隐晶质凝胶状的称胶菱铁矿。菱铁矿一般呈灰白或黄白色，风化后呈褐色、褐黑色。莫氏硬度 4，比重 3.7～4.0，随成分中 Mn 和 Mg 含量的升高而降低。热液成因的菱铁矿常见于金属矿脉中；沉积成因的菱铁矿常见于页岩层、粘土层和煤层中。在氧化带易水解成褐铁矿，形成铁帽。菱铁矿大量聚集而且硫、磷等有害杂质的含量小于 0.04%时，可作为铁矿石开采。

菱铁矿常呈结核体或放射状球粒结构的菱铁矿产出；铁的硫化物包括黄铁矿和白铁矿。

菱铁矿岩分布于中国贵州、陕西等省，可构成一定规模的矿床，菱铁矿是典型的成岩矿物，因此菱铁矿矿床大多属成岩期形成的层控矿床。

湖沼相铁质岩：产于某些中、高纬度的沼泽与湖泊中，矿石的结构有鲕状、结核状、球粒状、

疏松土状等。矿石成分以针铁矿常见，其次是菱铁矿、蓝铁矿。古代的湖沼相铁矿常与含煤地层共生，矿石成分以菱铁矿为主。

镜铁矿

矿物名称： 镜铁矿（赤铁矿变种、与石英伴生） （Hematite var.Specularite and Quartz）

::矿物概述

化学组成：Fe2O3，Fe 铁 69.94%，有时含 TiO2、SiO2、Al2O3 等混入物



鉴定特征：樱红色条痕是鉴定赤铁矿的最主要的特征；此外，形态和无磁性(镜铁矿例外)可与磁铁矿相区别

成因产状：形成于各种地质作用之中，但以热液作用，沉积作用和沉积变质作用为主；

著名产地：世界著名产地有中国河北宣化、湖南宁乡、辽宁鞍山、意大利的 E1ba 岛、瑞士的 St.Gotthard、维薛威、英伦的 Cumberland、巴西的 MinasGexais。

名称来源：Hematite 一字，来自希腊语 haimatites；指血(Bl00d)，象征着这种矿物的颜色;

::晶体形态

复三方偏三角面体晶类；常见单形有平行双面；六方柱；菱面体，，；六方双锥；

::晶体结构

晶系和空间群：三方晶系，空间群 R3-c；

晶胞参数：a0=5.029 埃，c0=13.73 埃；

粉晶数据：2.69(1)1.69(0.6)2.51(0.5)

::物理性质

硬度：5.5-6

比重：5.0-5.3g/cm3

解理：无

断口：贝壳状断口

颜色：红棕色

条痕：红色

透明度：不透明

光泽：金属光泽至半金属光泽或土状光泽；细薄片或晶体碎片边缘透光

发光性：无

其他：性脆，无解理，镜铁矿具有磁性

::光学性质

薄片中血红、橙红、灰黄色。一轴晶（-）。No=3.22，Ne=2.94。弱多色性。No-褐红，Ne-黄红。反射色白带蓝灰。反射率：28.70（绿光），26.15（橙光），25.03（红光）；Ro=27.8，Re=24.9（钠光，空气中）双反射弱，Ro=白，Re-灰蓝白。非均质。内反射暗红。

针铁矿



针铁矿

goethite

【概述】

针铁矿也叫沼铁矿，它是分布很广的一种**铁**的氧化物，我们通常所见到的铁锈基本就是由它组成的。一般情况下，针铁矿是其他铁矿（如黄铁矿、磁铁矿等）在风化的条件下形成的。针铁矿也可以因沉积作用而形成于海底或湖底。针铁矿是一种比较重要的铁矿石，除了提炼铁以外，人们还将它用作黄赭颜料。针铁矿的颜色由黄褐色到红色，晶体为片状、柱状或针状。晶体的集合体一般为具有同心层和放射状纤维构造的球状、钟乳状或块状。



针铁矿

针铁矿是一种分布广泛的矿物，作为一种水合铁氧化物，在现有铁矿矿物中的重要性仅次于赤铁矿（ hematite，α-Fe2O3）。 它的西方名称来自著名的德国诗人歌德（J.W. von Goethe，1749-1832），1806 年这位热衷于在野外收集矿物的文人的名字被记录为一种常见的矿物。起初，这个名称是用来描述另一种现在被称为纤铁矿[lepidocrocite，γ-FeO(OH)]的矿物，后者与针铁矿同质多象（即有共同的化学组成但晶体结构不同）：针铁矿中氧和氢氧根离子的排列呈现六方最密堆积，而纤铁矿为立方堆积，两者的铁离子都分布与一个八面体空隙中。

在成因上，作为氧化条件下含铁矿物的风化产物是最为普遍的一种情况，例如所谓的褐铁矿大多数情况下主要成份便是针铁矿(1)。基于同样的原因，一些铜和铁的硫化矿体的外围和露头的风化铁帽（例如在美国亚利桑那的硫铁矿），以及一些由蛇纹岩风化而成的砖红壤堆积（例如在古巴的一些红壤铁矿），也是由针铁矿为主体构成的。沉积也是另一种常见的形式，可以是直接沉淀的也可能是生物成因，这一类的针铁矿常常在湖沼底层沉积物和泉水周围被发现，这些呈层状或结核状的不纯针铁矿有时又被称作沼铁矿（Bog Iron Ore）。最后，还有一种较为少见的形式，人们也会在一些热液脉的空隙中发现低温热液成因的该矿物。另外，需要说明的是，在区域变质作用之下，该类矿物（包括其他含水的铁氧化矿物）会脱水而形成赤铁矿或磁铁矿。



针铁矿

关于鉴定，作为一个有固定成分的晶体矿物，若结晶完好，是容易辨别的。但更常见的情况是，该矿物会以无定形的形态出现，这时我们是不能仅仅依靠观察来判别的。正因为如此，作为一种人类很早就在利用的铁矿，“针铁矿”这一概念直到 1806 年才从“褐铁矿”（limonite）——这个不太科学的名称中走出。人们开始意识到，褐铁矿这种不纯的无定形态的物质在大多数矿区都可以被认定为实际上是针铁矿（确切而言，指以该矿物为主），而直到 X 射线衍射法诞生，“褐铁矿”作为一种独立矿物的观点才从人们的视野里走出。

在应用上，它最早是作为一种叫做“赭石”的颜料而被应用的；当然作为很多地区褐铁矿的主要原生矿物，冶铁原料自然是它重要的应用形式，例如在它的最大产地，法国的阿尔萨斯－洛林盆地。除了在上文提及的地区，分布在北美大湖地区和阿拉巴契亚山脉山南、拉布拉多半岛以及南非、巴

西、澳大利亚部份地区的铁矿也是该矿物重要的产出地。最后需要注明的是，若该矿物继续发生水合作用，所产生的亚种叫做水针铁矿。

注：1.褐铁矿实际上是由针铁矿和纤铁矿继续水化而形成的无定形矿物，由于它通常是不纯的，或者说它会包含这两种原生矿物，所以现在人们不把它认为是一种独立矿物。在大多数发现的褐铁矿中，原生矿物是以针铁矿为主体的。



图片说明：采集地点为美国密歇根 Negaunee ,Michigan，U.S.

【化学组成】 α-FeO（OH）

【晶体形态】 斜方双锥晶类，晶体平行 c 轴呈针状、柱状并具纵纹，或平行 b 成薄板状或鳞片状。常见单形有斜方柱。

【晶体结构】 正交晶系，Pbnm；晶胞参数 a＝4.64，b=10.0，c0=3.03（单位 Å）；粉晶数据 4.18(1) 2.69(0.3) 2.452(0.25)

【物理性质】

硬度：5～5.5

比重：4.38

解理：平行[010]，完全

断口：参差状

颜色：褐黄至褐红色

条痕：褐黄色

光泽：金属光泽

折光性：/

发光性：/

透明度：不透明

其他:性脆

【光学性质】

二轴晶（-）。Np=2.260，Nm=2.393，Ng=2.398（Na）。2V 小到中等。多色性比纤铁矿弱，Np-黄，Nm-褐黄，Ng-橙黄。强色散，r>v。Np//b，Bm//c，Ng//a。反射色灰带蓝，较纤铁矿暗。反射率：17.5（绿光），14（橙光），13（红光）。双反射弱。

铬铁矿




铬铁矿

矿物名称：铬铁矿（块状、等轴晶系）（Chromite massive Isometric）

矿物概述

铬铁矿是铬和铁的氧化物矿物，它相当坚硬，黑色半金属光泽。铬铁矿是金属铬的主要来源，也可用于高温耐火材料。铬铁矿一般呈块状或粒状的集合体。我国西藏、甘肃和陕西等地有矿产。

铬是重要的战略物资之一，由于它具有质硬、耐磨、耐高温、抗腐蚀等特性，在冶金工业、耐火材料和化学工业中得到了广泛的应用。 在冶金工业上，铬铁矿主要用来生产铬铁合金和金属铬。铬铁合金作为钢的添加料生产多种高强度、抗腐蚀、耐磨、耐高温、耐氧化的特种钢，如不锈钢、耐酸钢、耐热钢、滚珠轴承钢、弹簧钢、工具钢等。金属铬主要用于与钴、镍、钨等元素冶炼特种合金。这些特种钢和特种合金是航空、宇航、汽车、造船，以及国防工业生产枪炮、导弹、火箭、舰艇等不可缺少的材料。在耐火材料上，铬铁矿用来制造铬砖、铬镁砖和其他特殊耐火材料。铬铁矿在化学工业上主要用来生产重铬酸钠，进而制取其他铬化合物，用于颜料、纺织、电镀、制革等工业，还可制作催化剂和触媒剂等。铬铁矿是我国的短缺矿种，储量少，产量低，每年消费量的 80%以上依靠进口。

化学组成：(Mg,Fe)Cr2O4，成分比较复杂，广泛存在 Cr2O3、Al2O3、Fe2O3、FeO、MgO 五种基本组分的类质同象置换

鉴定特征：以其黑色，条痕深棕色，硬度大和产于超基性岩中为鉴定特征；铬铁矿，外表看来很像磁铁矿，不同之处是磁性很弱，条痕为棕色，和磁铁矿的黑色不同

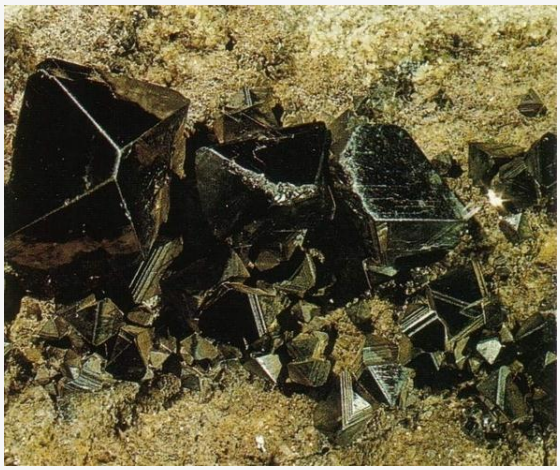
成因产状：岩浆作用的矿物，常产于超基性岩中，与橄榄石共生；也见于砂矿中

著名产地：世界著名产地有中国四川、甘肃、西藏、青海、俄罗斯、古巴、南太平洋法属 NewCaledonia、南非共和国、土耳其、菲律宾和 Rhodesia 等地。

名称来源：铬，Chromitim 一字，来自希腊语 Chroma，指颜色；这是因为一切含铬的化合物，都具有显著的颜色

磁铁矿





magnetite

磁铁矿的化学成分为 Fe3O4，晶体属等轴晶系的氧化物矿物，晶体常呈八面体和菱形十二面体、集合体呈粒状或块状。完好单晶形呈八面体或菱形十二面体，呈菱形十二面体时，菱形面上常有平行该晶面长对角线方向的条纹。集合体为致密块状或粒状。颜色为铁黑色，条痕呈黑色，金属光泽或半金属光泽，不透明，无解理，摩氏硬度 5.5-6，比重 4.8-5.3。因为它具有强磁性，中国古代又称为慈石、磁石、玄石。是矿物中磁性最强的，能被永久磁铁吸引，中国古代的指南针"司南"就是利用这一特性制成的。氧化后变为赤铁矿或褐铁矿。

磁铁矿分布广，有多种成因。生于变质矿床和内生矿床中，岩浆成因矿床以瑞典基鲁纳为典型；火山作用有关的矿浆直接形成的以智利拉克铁矿为典型；接触变质形成的铁矿以中国大冶铁矿为典型；含铁沉积岩层经区域变质作用形成的铁矿，品位低规模大，俄罗斯、北美、巴西、澳大利亚和中国辽宁鞍山等地都有大量产出。磁铁矿是炼铁的主要矿物原料，也是传统的中药材。

[晶体化学] 理论组成(wB%)：FeO 31.03，Fe2O3 68.96。其中 Fe3 的类质同像代替有 Al3 、Ti4 、Cr3 、V3 等；替代 Fe2 的有 Mg2 、Mn2 、Zn2 、Ni2 、Co2 、Cu2 、Ge2 等。

当 Ti4 代替 Fe3 时，伴随有 Fe2 —Fe3 、Mg2 —Fe2 和 V3 —Fe3 ；Ti 亦可以钛铁矿或钛铁晶石的细小包裹体呈定向连生形式存在，系由固溶体出溶而成。在>600℃时，形成磁铁矿 FeFe2O4—Fe2TiO4 完全固溶体，矿物结构式：Fe3 [Fe2 1-xFe3 1-2xTi4 x]O4(0≤x≤0.2)；Fe3 1.2-xFe2 x-0.2[Fe2 1.2Fe3 0.8-xTi4 x]O4(0.2≤x≤0.8) ； Fe3 2-2xFe2 2x-1[Fe2 2-xTi4 x]O4(0.8≤x≤1)；其中方括号中的阳离子为八面体配位。在>500℃时则形成 FeFe2O4—FeTiO3 完全固溶体；随温度的下降，固溶体发生出溶。

当 Ti4 代替 Fe3 25%者称钛磁铁矿。含钒钛较多时，则称钒钛磁铁矿。含铬者称铬磁铁矿。钛磁铁矿与钒钛磁铁矿在高温时形成固溶体，温度下降时发生出溶，在光片中可看到钛铁矿在磁铁矿晶粒中生成的显微定向连生常沿磁铁矿的八面体裂开分布，叫钛铁磁铁矿。磁铁矿中的 Fe2>25%时称含钛磁铁矿，TiO2<，其中 TiO2 可被 Mg2 代替，构成磁铁矿－镁铁矿完全类质同像系列。

[结构与形态] 等轴晶系，a0=0.8396nm；Z=8。反尖晶石型结构。即 1/2 的 Fe3 和全部的 Fe2 占据八面体位置，另 1/2 的 Fe3 占据四面体位置。晶格常数 a0 随 Al3 、Cr3 、Mg2 替代量的增大而减小；随 Ti4 、Mn2 的替代量增高而增大。

六八面体晶类，Oh-m3m(3L44L36L29PC)。晶体常呈八面体和菱形十二面体。在菱形十二面体的菱形晶面上常有平行于该面长对角线方向的条纹，为和的聚形纹。依尖晶石律成双晶。集合体通常成致密粒状块体。



[物理性质] 黑色。条痕黑色。半金属至金属光泽。不透明。无解理，有时可见∥的裂开，往往为含钛磁铁矿中呈显微状的钛铁晶石、钛磁铁矿的包裹体在｛111｝方向定向排列所致。性脆。硬度5.5~6。相对密度 4.9~5.2。具强磁性，居里点（Tc）578℃。居里点是磁性矿物的一种热磁效应，为磁性或反磁性物质加热转变为顺磁性物质的临界温度值。

[产状与组合] 产于相对较还原的环境。主要成因类型有：

岩浆型;接触交代型;高温热液型;区域变质型。

[鉴定特征] 八面体晶形，黑色，条痕黑色，无解理，强磁性。以此可与相似矿物铬铁矿、黑钨矿、黑锰矿等区别。

[工业应用] 为最重要和最常见的铁矿石矿物。钛磁铁矿、钒钛磁铁矿同时亦为钛、钒的重要矿石矿物。富含 Ti、V、Ni、Co 等元素时可综合利用。

药用磁铁矿名磁石，别名玄石、慈石、灵磁石、吸铁石、吸针石。功效：潜阳安神；聪耳明目；纳气平喘。

磁铁矿分布广，有多种成因。瑞典基鲁纳是典型的岩浆矿床。智利的拉科铁矿是由与火山作用有关的矿浆直接形成的。接触变质形成的铁矿可以中国大冶铁矿为例。由沉积的含铁岩层经区域变质作用形成的铁矿（如中国鞍山一带的铁矿），以磁铁矿和赤铁矿为主，规模很大，但品位较低，是世界上最重要的铁矿来源。前苏联、北美、巴西、澳大利亚都有特大型的此种铁矿。磁铁矿因比重大，并有抵抗风化的能力，所以在河床或滨海砂中也能富集。遭受氧化后能转变为赤铁矿；若保留原有的外形,即称为假象赤铁矿。

黄铁矿



黄铁矿

概述

黄铁矿因其浅黄铜的颜色和明亮的金属光泽，常被误认为是黄金，故又称为“愚人金”。

黄铁矿是铁的二硫化物。纯黄铁矿中含有 46.67%的铁和 53.33%的硫。一般将黄铁矿作为生产硫磺和硫酸的原料，而不是用作提炼铁的原料，因为提炼铁有更好的铁矿石。黄铁矿分布广泛，在很多矿石和岩石中包括煤中都可以见到它们的影子。一般为黄铜色立方体样子。黄铁矿风化后会变成褐铁矿或黄钾铁矾。

黄铁矿化学成分是 FeS2，晶体属等轴晶系的硫化物矿物。成分中通常含钴、镍和硒，具有 NaCl 型晶体结构。常有完好的晶形，呈立方体、八面体、五角十二面体及其聚形。立方体晶面上有与晶棱平行的条纹，各晶面上的条纹相互垂直。集合体呈致密块状、粒状或结核状。浅黄（铜黄）色，条痕绿黑色，强金属光泽，不透明，无解理，参差状断口。摩氏硬度较大，达 6-6.5，小刀刻不动。比重 4.9—5.2。在地表条件下易风化为褐铁矿。



黄铁矿

如何识别“愚人金”和真正的黄金呢？只要拿它在不带釉的白瓷板上一划，一看划出的条痕（即留在白瓷板上的粉末），就会真假分明了。金矿的条痕是金黄色的，黄铁矿的条痕是绿黑色的。另外，用手掂一下，手感特别重的是黄金，因为自然金的比重是 15.6—18.3，而黄铁矿只有 4.9—5.2。

黄铁矿是分布最广泛的硫化物矿物，在各类岩石中都可出现。黄铁矿是提取硫和制造硫酸的主要原料，它还是一种非常廉价的古宝石。在英国维多利亚女王时代（公元 1837—1901 年），人们都喜欢饰用这种具有特殊形态和观赏价值的宝石。它除了用于磨制宝石外，还可以做珠宝玉器和其它工艺品的底座。世界著名产地有西班牙里奥廷托、捷克、斯洛伐克和美国。中国黄铁矿的储量居世界前列，著名产地有广东英德和云浮、安徽马鞍山、甘肃白银厂等。

晶体化学

理论组成(wB%)：Fe 46.55，S 53.45。常有 Co、Ni 类质同像代替 Fe，形成 FeS2—CoS2 和 FeS2—NiS2 系列。随 Co、Ni 代替 Fe 的含量增加，晶胞增大，硬度降低，颜色变浅。As、Se、Te 可代替 S。常含 Sb、Cu、Au、Ag 等的细分散混入物。亦可有微量 Ge、In 等元素。Au 常以显微金、超显微金赋存于黄铁矿的解理面或晶格中。

[结构与形态] 等轴晶系，a0=0.5417nm；Z=4。黄铁矿型结构。Fe 原子占据立方体晶胞的角顶和面心；S 原子组成哑铃状的对硫[S2]2-，其中心位于晶胞棱的中心和体心，[S2]2-的轴向与相当晶胞 1/8 的小立方体的对角线方向相同，但彼此并不相交。S-S 间距为 0.210nm，共价键，小于两倍的硫离子半径之和 0.35nm。

偏方复十二面体晶类，Th-m3(3L24L33PC)。晶体完好，常呈立方体和五角十二面体，较少为八面体晶形。主要单形：立方体 a，五角十二面体 e，八面体 o 及偏方复十二面体。晶面上常见三组互相垂直的条纹，为立方体和五角十二面体的聚形纹。双晶主要依(110)和(111)形成，依(110)形成穿插双晶。集合体呈粒状、致密块状、浸染状或球状。隐晶质变胶体黄铁矿称胶黄铁矿。

物理性质



浅黄铜黄色，表面常具黄褐色锖色。条痕绿黑或褐黑。强金属光泽。不透明。解理、极不完全。硬度 6~6.5。相对密度 4.9~5.2。可具检波性。

黄铁矿是半导体矿物。由于不等价杂质组分代替，如 Co3 、Ni3 代替 Fe2 或[As]3 、[AsS]3 代替[S2]2-时，产生电子心（n 型）或空穴心（p 型）而具导电性。在热的作用下，所捕获的电子易于流动，并有方向性，形成电子流，产生热电动势而具热电性。

产状与组合

是地壳中分布最广的硫化物。在岩浆岩中，黄铁矿呈细小浸染状，为岩浆期后热液作用的产物。接触交代矿床中，黄铁矿常与其它硫化物共生，形成于热液作用后期阶段。在热液矿床中，黄铁矿与其它硫化物、氧化物、石英等共生；有时形成黄铁矿的巨大堆积。在沉积岩、煤系及沉积矿床中，黄铁矿呈团块、结核或透镜体产出。在变质岩中，黄铁矿往往是变质作用的新生产物。

黄铁矿在氧化带不稳定，易分解形成氢氧化铁如针铁矿等，经脱水作用，可形成稳定的褐铁矿，且往往依黄铁矿成假象。这种作用常在金属矿床氧化带的地表露头部分形成褐铁矿或针铁矿、纤铁矿等覆盖于矿体之上，故称铁帽。在氧化带酸度较强的条件下，可形成黄钾铁矾(jarosite，KFe3[SO4]2(OH)6)，其分布量仅次于褐铁矿。

鉴定特征

晶形完好，晶面有条纹，致密块状者与黄铜矿相似，但据其浅黄铜黄色，硬度大，可与之区别。

应用

生产硫磺和硫酸的主要原料。含 Au、Co、Ni 时可提取伴生元素。

药用自然铜即黄铁矿(砸碎或煅用)，别名石髓铅。功效：散瘀止痛，接骨疗伤。成药制剂：活血止痛散，军中跌打散。

磁黄铁矿



磁黄铁矿

Pyrrhotite

名字来源：据希腊语“phrrhotes”，意为“红色”，指其颜色。

磁黄铁矿是红砷镍矿族中的一种铁的硫化矿物，它的成分中含有硫达 40%，因此可以用来制作硫酸。而当其中的镍含量很高时，便可从中提炼镍。磁黄铁矿有金属般的光泽，为暗青铜黄色带红。一般呈块状产于铜镍硫化矿床中。磁黄铁矿如果在地表则容易风化而变成褐铁矿。

化学组成：磁黄铁矿的化学组成较 FeS 理论含量含有更多的 S，S 的含量可达到 39-40%，混入物以 Ni 和 Co 为最常见，往往是类质同象置换 Fe.；

类别：硫化物-单硫化物-磁黄铁矿族；

晶系和空间群：320℃以上稳定的为高温六方晶系变体，空间群为 P63/mmc；320℃以下稳定的为，空间群为 C2/c；

晶胞参数:高温六方晶系变体为 a0=0.343nm，c0=0.569nm；低温单斜晶系变体 a0=0.686nm，b0=1.190nm，c0=1.285nm；

形态：晶形呈六方板状、柱状或桶状，但很少见。通常呈致密块状集合体；

颜色：暗黑铜黄色，表面常呈褐锖色；

条痕：灰黑色；

透明度：不透明；

光泽：金属光泽；

硬度：4；

解理和断口：平行解理不完全。

比重：4.6-4.7g/cm3

其他性质：具有导电性和磁性；

鉴定特征暗黑铜黄色，具有磁性；

成因和产状：分布于各种类型的内生矿床中。在基性岩体内的铜钼硫化物岩浆床中，它是主要矿物成因之一，与其共生的矿物有镍黄铁矿、褐黄铜矿；在接触交代矿床中，有时形成巨大的聚集，与其共生的矿物有黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、毒砂等。在氧化带，它极易分解转变为褐铁矿；

主要用途：用于制作硫酸的原料，但其经济价值远不如黄铁矿矿石大；

磁黄铁矿（Pyrrhotite）



Fe1-XS

[晶体化学] 理论组成(wB%)：Fe 63.53，S 36.47。实际上硫可达 39~40%，因部分 Fe2 被 Fe3 代替，为保持电价平衡，在 Fe2 位置上出现空位，称为缺席构造。故磁黄铁矿的通式常以 Fe1-XS 表示。式中 x 表示 Fe 原子亏损数（结构空位），一般 x=0~0.223。可有少量 Ni、Co、Mn、Cu 代替 Fe，并有 Zn、Ag、In、Bi、Ga、铂族元素等呈机械混入物。

[结构与形态] 六方晶系，a0=0.349nm，c0=0.569nm；Z=2。红砷镍矿型结构。

复六方双锥晶类，D6h-6/mmm(L66L27PC)。晶体一般∥呈板状，少数为锥状、柱状。常见单形：平行双面 c，六方柱 m ，六方双锥 r 、u 、s 。依成双晶或三连晶。常呈粒状、块状或浸染状集合体。

[物理性质] 暗青铜黄色，带褐色锖色。条痕亮灰黑色。金属光泽。解理∥ 不完全。裂开发育。性脆。硬度 3.5~4.5。相对密度 4.60~4.70。具弱磁性。

[产状与组合] 广泛产于内生矿床中。在与基性、超基性岩有关的硫化物矿床中为主要矿物。在 Cu-Ni 硫化物矿床中，常与镍黄铁矿、黄铜矿密切共生。在接触变质矿床中，为夕卡岩晚阶段的产物，与黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、闪锌矿、毒砂等共生。在热液矿床中，常与黑钨矿、辉铋矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、石英等共生。

[鉴定特征] 暗青铜黄色，硬度小，弱磁性。火焰烧之熔成具强磁性的黑色块体。

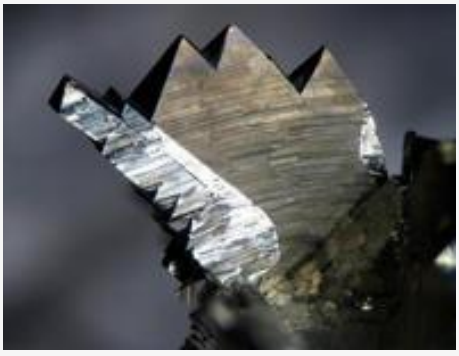
[工业应用] 主要用于提取硫，生产硫酸等。当含有 Cu、Ni（含镍磁黄铁矿、含铜磁黄铁矿）时，可综合利用。可用于含重金属废水的净化处理。

通常呈致密块状产于多种金属矿床中,但主要富集于铜镍硫化物矿床中,与镍黄铁矿、黄铜矿共生。磁黄铁矿在地表易风化成褐铁矿。其成分中含硫量为 39～40%，可用于制作硫酸。当成分中含镍高时，可作为镍矿石利用。

中国甘肃金川、吉林盘石等铜镍硫化物矿床中均富产磁黄铁矿，世界上最著名的产地是加拿大安大略的萨德伯里。

白铁矿





Marcasite

矿物概述

白铁矿是一种铁的硫化物矿物。 白铁矿往往呈鸡冠状或束状，因此它还被称为鸡冠状黄铁矿或矛状黄铁矿。其实白铁矿还可以呈放射状或瘤状等样子。白铁矿与黄铁矿都属于硫化物矿物，但它们的晶体结构不一样，所以长的样子也不一样。另外，白铁矿的颜色为锡白色和青铜黄色，跟黄铁矿的黄铜色不太一样。

化学组成：FeS2,Fe 铁 46.55%，S 硫 53.45%；

鉴定特征：白铁矿和黄铁矿不同之处，—是具有鸡冠状的晶形，二是颜色比较淡白，三是在显微镜下观察时光性的非均质性与黄铁矿相区别；



白铁矿

成因产状：在自然界的分布远较黄铁矿少，并且不形成大量的聚积;是 FeS2 的不稳定变体，高于 350℃即转变为黄铁矿；

著名产地：世界范围广泛分布；大量的白铁矿，在美国的 Oklahoma、Missouri，Wisconsin 和 Illinois 各州，产在铅锌矿床之内。在 Bohemia，Caisbad 和德国的 Saxony 等地，产在粘土岩之内；在英国的 Doyer 和 Folkestone 等地。

名称来源：Marcasite 一字，来自阿拉伯语，原指黄铁矿，是对硫化铁矿和类似的不确定矿物的命名；

晶体形态

斜方双锥晶类，晶体通常呈平行（010）的板状，有时呈双锥状。常见单形有平行双面 b（010），斜方柱 m（110）、e（101）；

:晶体结构

晶系和空间群：斜方晶系，D122h—Pmnn；

晶胞参数：a0=4.0445 埃，b0=5.425 埃，c0=3.388 埃；

粉晶数据：2.71(1)1.76(0.63)3.44(0.4)

:物理性质



白铁矿

硬度：6-6.5

比重：4.85-4.9g/cm3

解理：解理平行（101）不完全

断口：断口不平坦

颜色：淡黄铜色，微带浅灰或浅绿色调

条痕：暗灰绿色

透明度：不透明

光泽：金属光泽

发光性：无

其他：性脆

光学性质

反射色黄白。反射率：52（绿光），45.5（橙光），44.5（红光）。强双反射，平行 a 轴白带玫瑰褐色，平行 b 轴亮黄色，平行 c 轴奶油白色。强非均质性，从绿到紫红色。

钛铁矿



钛铁矿

钛铁矿（Ilmenite）

FeTiO3

[概述]

钛铁矿是铁和钛的氧化物矿物，是提炼钛的主要矿石。钛铁矿很重，灰到黑色，具有一点金属光泽。晶体一般为板状，晶体集合在一起为块状或粒状。

成分为 FeTiO3。含 TiO2 52.66%，是提取钛和二氧化钛的主要矿物。三方晶系，晶体常成板状，集合体呈块状或粒状。钢灰或铁黑色，金属光泽，莫氏硬度 5～6，比重 4.7～4.78，具弱磁性。作为副矿物见于火成岩和变质岩中，也可形成砂矿。著名矿山有加拿大魁北克的埃拉德湖，挪威的克拉格罗等。滨海砂矿著名产地有印度特兰万科尔，美国佛罗里达，澳大利亚东海岸等。中国四川攀枝花铁矿中，钛铁矿分布于磁铁矿颗粒之间或裂理中，并形成大型矿床。

[晶体化学]

理论组成(wB%)：FeO 47.36，TiO 52.64。Fe2 与 Mg2 、Mn2 间可为完全类质同像代替，形成 FeTiO3-MgTiO3 或 FeTiO3-MnTiO3 系列。以 FeO 为主时称钛铁矿，MgO 为主时称镁钛矿，MnO 为主时称红钛锰矿。常有 Nb、Ta 等类质同像替代。

在>960℃的高温条件下，FeTiO3-Fe2O3 可形成完全固溶体。随温度下降，在约 600℃，FeTiO3-Fe2O3 固溶体出溶，在钛铁矿中析出赤铁矿的片晶，并∥(0001)定向排列。

钛铁矿的化学成分与形成条件有关。产于超基性岩、基性岩中的钛铁矿，MgO 含量较高，基本不含 Nb、Ta；碱性岩中的钛铁矿，MnO 含量较高，并含 Nb、Ta；产于酸性岩中的钛铁矿，FeO、MnO 含量均高，Nb、Ta 含量亦相对较高。

[结构与形态]

钛铁矿

49'；Z=2。或 ah=0.509°三方晶系，arh=0.553nm，α=54 nm，ch=1.407nm；Z=6。可视为刚玉型结构的衍生结构。不同点在于刚玉中 Al3 的位置被 Fe2 、Ti4 替换并相间排列而成，导致 c 滑移面消失，使空间群由 R3c 变为 R3。

高温下钛铁矿中的 Fe、Ti 呈无序分布而具赤铁矿结构（即刚玉型结构），故形成 FeTiO3-Fe2O3 固溶体，其组成可表示为 Fe3 2-xFex2 Tix4 O3(x 代表钛铁矿的摩尔分数)。空间群从 R3c 转变为 R3 的温度为 1100℃（x=0.65）至 600℃（x=0.45）。当 0.6>R3 的转变成亚稳定态，固溶体开始部分出溶。→x≥0.5 时，不能获得完全有序的空间群为 R3 的结构；在 x=0.5 时，R3c

菱面体晶类，C3i-（-3）(L3C)。常呈不规则粒状、鳞片状或厚板状。主要单形：平行双面 c、菱面体 r 、s 、n ，六方柱 a 。多呈自行至它形晶粒散布于其它矿物颗粒间，或呈定向片晶存在于钛磁铁矿、钛赤铁矿、钛普通辉石，钛角闪石等矿物中，为固溶体出溶的产物。与榍石、磁铁矿、刚玉连生的现象较为常见。

[物理性质]

铁黑色或钢灰色；条痕钢灰色或黑色。含赤铁矿包裹体时呈褐或褐红色。金属至半金属光泽。不透明。无解理。有时出现或 裂开。硬度 5~ 5.5。性脆。相对密度 4.0~5.0。具弱磁性。

偏光镜下：深红色，不透明或微透明。一轴晶(-)。具非常高的折射率（N=2.7）和重折率。

[产状与组合]

主要为岩浆型和伟晶型。岩浆型钛铁矿，常作为副矿物，或在基性、超基性岩中分散于磁铁矿中成条片状，与顽辉石、斜长石等共生。伟晶型钛铁矿，产于花岗伟晶岩中，与微斜长石、白云母、石英、磁铁矿等共生。钛铁矿往往在碱性岩中富集。由于其化学性质稳定，故可形成冲积砂矿，与磁铁矿、金红石、锆石、独居石等共生。

[鉴定特征]

据晶形、条痕、弱磁性可与赤铁矿或磁铁矿区别。

[工业应用]

最重要的钛矿石矿物。

锐钛矿

anatase；octahedrite

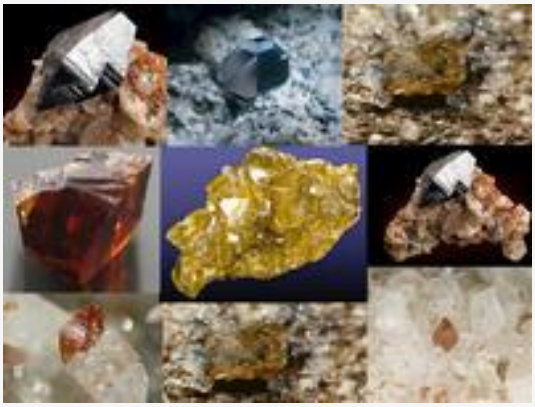
概述

锐钛矿是由二氧化钛组成的三种矿物中之一种，另外两个是金红石和板钛矿。锐钛矿的物理性质、产出条件和用途等都与金红石相仿，而且它本身还可以蚀变成金红石。

它产于火成岩及变质岩内的矿脉中，一般还出现于砂矿床中，呈坚硬、闪亮的正方晶系晶体，并具有不同的颜色。著名的脉状矿床产于阿尔卑斯山的许多地区。许多锐钛矿是由榍石风化形成的，而且它本身可蚀变为金红石；由锐钛矿形成的金红石的同质假象(即有相同外形的交代产物)在巴西和乌拉山的碎屑矿床中是很普遍的。类质同像替代有 Fe、Sn、Nb、Ta 等。此外，尚发现含 Y 族为主

的稀土元素及 U、Th。

结构与形态




锐钛矿

四方晶系， a0=0.379nm， c0=0.951nm； Z=4。915℃下转变为金红石。复方双锥晶类，D4h-4/mmm(L44L25PC)。晶形一般呈锥状、板状、柱状。主要单形：平行双面 c，四方柱 m、a，四方双锥 p、n、q、v、e 等。

物理性质

褐、黄、浅绿蓝、浅紫、灰黑色，偶见近于无色。条痕无色至淡黄色。金刚光泽。解理完全。硬度 5.5~6.5。相对密度 3.82~ 3.97。

偏光镜下：褐、黄、蓝、橙黄、蓝绿、浅绿等色。一轴晶(-)。暗色变种有时光性异常，2V 小，No=2.561~2.562，Ne=2.488~2.489。

产状与组合



锐钛矿

较不稳定，故远比金红石少见。形成条件与金红石类似。作为副矿物广布于结晶岩中，或作为榍石、钛铁矿、钛磁铁矿等蚀变的产物。 锐钛矿的其他物理性质、产出条件和用途都与金红石相似，但不如金红石稳定和常见。

鉴定特征

尖双锥形晶体并有横纹，解理、完全，一轴晶(-)，易于与金红石、板钛矿（斜方晶系；a0=0.918nm，b0=0.545nm，c0=0.515nm）区别。

菱锶矿



菱锶矿

strontianite

:概述

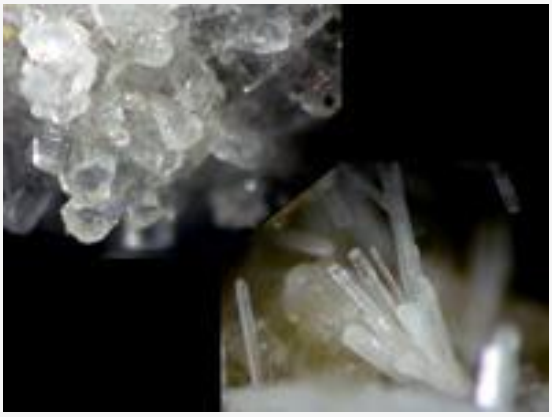
菱锶矿是一种碳酸盐矿物。成分是碳酸锶(SrCO3)。

菱锶矿是提炼锶的主要矿物，它可以用来制作红色的烟花和信号弹也可用于制糖过程。

菱锶矿从无色到白色，也有呈淡的黄、绿色调的，玻璃状晶体有棱柱、柱、纤维、块、粒状等。

矿物概述





菱锶矿

化学组成： SrCO3,SrO 70.19%，CO2 29.81%，常含锰，钡和钙；

鉴定特征： 以其比较重、经猛烈燃烧之后，会发生膨胀，并抛出细枝，同时产生深红色的锶火焰，这可以和毒重石与霰石区别；溶于稀盐酸，产生气泡，解理不甚发达，这和天青石(Celestite)不同。在溶液中加入数滴硫酸，可以产生硫酸鳃的沉淀；

成因产状： 形成于热液矿脉以及石灰岩和泥灰岩的空洞中。菱锶矿还与方铅矿、闪锌矿和黄铜矿伴生于含硫化物的矿脉中，也与碳酸盐，如方解石和白云石，以及石英伴生；

著名产地：世界出产菱锶矿的著名地点有德国的 Westphalia；西班牙；墨西哥；英国；美国的加州等地。

名称来源： Strrontianite—字，来自苏格兰 Argyllshire 的 Strontian，这也是菱锶矿最早发现的地点；

晶体形态

斜方双锥晶类，主要单形有平行双面 b、c，斜方柱 m 和斜方双锥。双晶依（110）形成，使晶体具有假六方对称的外形。

晶体结构

晶系和空间群： 斜方晶系，空间群 D162h—Pmcn；

晶胞参数： a0=5.128Å，b0=8.421Å，c0=6.094Å，z=4；

粉晶数据： 3.535(1) 3.45(0.7) 2.053(0.5)

物理性质

硬度： 3.5-4

比重： 3.6-3.8g/cm3

解理： 完全菱面体解理

断口： 瓷状块体呈贝壳状断口

颜色： 白色、无色、灰色、浅黄色、浅棕色、浅绿色或浅红色

条痕： 白色

透明度： 透明到半透明

光泽： 玻璃光泽到油脂光泽

发光性： 无

其他： 溶于温盐酸中，并发泡

光学性质

二轴晶(-), Np=1.516-1.52, Nm=1.664-1.667, Ng=1.666-1.668,双反射率=0.1480-0.1500, 2V(计算)=12-8, 2V(实测)=7. 色散弱, r < v.

自然金





自然金

native gold

自然金是**金**元素的自然矿物，也就是在自然界天然存在的金块，民间俗称“狗头金”。自然金可以

是树枝状、粒状、片状、块状等等。曾经有过 200 多公斤的自然金被发现。产于矿床（自然金混在其他矿物或岩石中）的叫脉金，产于砂矿中的叫沙金，在海水中也存在着自然金，大约每吨有 10 微克左右。金是贵重金属，具有极好的导电、导热、抗强酸、强延展等性能，有着很多重要的用途。以金（Au）为主的自然元素矿物。金的最主要矿物原料。常含银和微量铜，含银达 10%时称银金矿。自然金结晶成等轴晶系，一般呈树枝状、粒状或鳞片状产出，偶见不规则大块体，个别重达数十千克。具金属光泽，颜色和条痕均为光亮的金黄色，随含银量的增加渐变为淡黄色。莫氏硬度 2.5～3，比重 15.6～19.3 。产于热液成因的石英脉或黄铁矿脉中的称为脉金；产于砂矿中的称为砂金。在前寒武系变质砾岩中也见有巨大的矿床。南非维特瓦特斯兰、美国加利福尼亚和阿拉斯加、澳大利亚新南威尔士、加拿大安大略、俄罗斯乌拉尔和西伯利亚等地为世界著名的产金地。中国金矿主要分布在东北、西北、山东、湖南等地区。



自然金

化学成分为 Au、晶体属等轴晶系的一种自然元素矿物。自然金常含银，有时可达 20%。含银量达 10%的称银金矿，中国古称“淡金”。自然金通常成树枝状、粒状或鳞片状产出，偶尔有不规则的大块体，俗称狗头金。澳大利亚 1872 年采到重达 214.318 千克的自然金块；中国 1986 年在四川省白玉县孔隆沟采到过一块 4804 克的金块。自然金摩斯硬度 2.5～3。纯金比重 19.3。颜色和条痕均为金黄色，随含银量增大逐渐变淡。金属光泽。是热和电的良导体。熔点 1062℃，在空气中加热不氧化，能抗强酸腐蚀。具强延展性，1 克黄金可拉成长达 2 公里的金丝，可碾压成厚仅十万分之一毫米的金箔。

自然金是提炼金的最主要来源，也是人类最早使用的贵金属。产于原生矿床中的自然金俗称山金，它主要产于热液成因的含金石英脉或蚀变岩脉中，故又称脉金；产于砂矿中的俗称沙金。前寒武系变质砾岩中的巨大自然金矿床，一般认为是含金砾岩遭受后期热液作用和区域变质作用的产物。海水每吨含金 10 微克，是未来提取金的重要来源。世界著名金产地有南非的威特沃特斯兰德、美国的加利福尼亚和阿拉斯加、澳大利亚的新南威尔士、加拿大的安大略、俄罗斯的乌拉尔和西伯利亚等地。中国山东、黑龙江、河南、湖南等地均有产出。

自然银



自然银

名字来源：源于古代文明社会；

化学组成：成分中常含 Au、Cu、Hg 等；

类别：自然元素-金属元素-自然铜族

晶系和空间群：等轴晶系，Fm3m；

晶胞参数:a0=0.4077nm；

形态：单晶呈立方体和八面体或两者的聚形，但极少见。集合体成树枝状、不规则薄片状、粒状和块状；

颜色：新鲜断口呈银白色，但表面往往呈灰黑的锖色；

条痕：银白色

透明度：不透明

光泽：金属光泽

硬度：2.5

解理和断口：无解理，锯齿状断口；

比重：10.5g/cm3 （纯银）

其他性质：具延展性，是电和热的最良导体；

鉴定特征新鲜断口呈银白色，锯齿状断口，比重大，富延展性；

成因和产状：热液成因的自然银见于一些中低温热液矿床，它呈显微粒状分布于铅锌热液矿床的硫化物中。外生成因的自然银见于硫化物矿床的氧化带。

主要用途：为银的唯一来源；

著名产地：墨西哥和挪威。

深红银矿

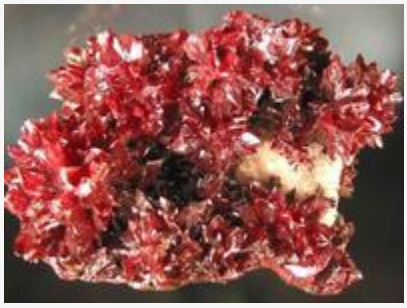


aerosite；dark red silver ore

一种银矿。晶体柱状或偏三角面体，有时成双晶，也呈块状、致密状集合体和浸染状颗粒产出。

典型的暗红色到黑色，条痕暗红色。半透明，金刚光泽到半金属光泽。 成因：硫盐类，与**银**以及其他矿物，如黄铁矿、方铅矿、石英、白云石和方解石共生于热液矿脉。 鉴定特征：溶于硝酸，易熔化。

淡红银矿



proustite

一种银矿。化学成分为 Ag3AsS3、晶体属三方晶系的硫盐矿物。又名硫砷银矿。

英文名来源于法国化学家 J.－L.普鲁斯特(J.-L.Proust)的姓氏。

淡红银矿呈鲜红色，条痕也是鲜红色，在光线下颜色变暗。半透明到不透明，金刚光泽到半金属光泽。其表面因易氧化而常被暗黑色的薄膜所覆盖，粉末呈砖红色。摩氏硬度 2～2.5，比重 5.57～5.64，清楚菱面体解理，断口贝壳状至参差状。溶于硝酸，易熔。晶体的两端不对称，呈异极形的短柱状；通常呈粒状和块状产出。晶体柱状、菱面体和偏三角面体。也以块状或致密状集合体产出。

淡红银矿是热液成因的矿物。通常都与其他银矿物一起产出，作为银矿石利用。与多种矿物伴生于热液矿脉，如黝铜矿和砷黝铜矿，以及一些硫化物，如方铅矿，还有石英。

中国辽宁、江西、青海、广东等省的铅锌银矿床中均有淡红银矿。美观的大晶体发现于智利的查纳西约。墨西哥、玻利维亚、德国有著名产地。淡红银矿除作为提炼银的矿物原料外，其单晶体可用作激光材料。

磷灰石





磷灰石

磷灰石（Apatite）

Ca5[PO4]3(F,OH)

磷灰石是一系列磷酸盐矿物的总称，它们有很多种，如黄绿磷灰石、氟磷灰石、氧硅磷灰石、氯磷灰石、锶磷灰石等等。磷灰石是提炼**磷**的重要矿物，其中氟磷灰石是商业上最主要的矿物。磷灰石的形状为玻璃状晶体、块体或结核，它们的颜色多种多样，一般多为带个锥面尖头的六方柱形。多数磷灰石都很纯净，如果它们再硬一些，就可以当作宝石了，遗憾的是它们还太软，只能被用作低档的饰物。磷灰石加热后常会发出磷光。在各种火成岩中可以见到磷灰石的影子。



磷灰石

[晶体化学] 化学组成(%)：CaO 54.58，P2O5 41.36，F 1.23，Cl 2.27，H2O 0.56。可有少量 TR 和微量 Sr 作不完全类质同像替代 Ca，少量 Cl、OH 代替 F。稀土含量一般不超过 5%。按照附加阴离子可分为以下亚种：

氟磷灰石（fluorapatite） Ca5[PO4]3F

氯磷灰石（chlorapatite） Ca5[PO4]3Cl

羟磷灰石（hydroxylapatite） Ca5[PO4]3(OH)

碳磷灰石（carbonate-apatite）Ca5[PO4,CO3(OH)]3(F,OH)

自然界以氟磷灰石最常见，一般简称磷灰石。碳磷灰石由于[CO3]2-代替[PO4]3-，出现了剩余负电荷，因而[CO3]2-与 OH-或 F-结合在一起，以离子团的形式进入晶格。然而当 1 个[CO3]2-代替 1 个[PO4]3-时，只有 0.4 的[CO3]2-与 OH-或 F-结合，故 Ca2-可被 K+、Na+等代替，以达到电价平衡。

[结构与形态] 六方晶系，a0=0.943~0.938nm，c0=0.688~0.686nm；Z=2。晶体结构的基本特点为，Ca-O 多面体呈三方柱状，以棱及角顶相连呈不规则的链沿 c 轴延伸，链间以[PO4]连结，形成∥c 轴的孔道，附加阴离子 Cl-、F-、OH-充填于此孔道中也排列成链，坐标高度可变，并有缺席的无序-有序。F—Ca 配位八面体角顶的 Ca，也与其邻近的 4 个[PO4]中的 6 个角顶上的 O2-相连。

六方双锥晶类，C6h-6/m(L6PC)。常呈短柱、短柱状、厚板状或板状晶形。主要单形：六方柱 m 、h ，六方双锥 x 、s 、u 及平行双面 c。集合体呈粒状、致密块状。

[物理性质] 无杂质者为无色透明，但常呈浅绿、黄绿、褐红、浅紫色。沉积成因的磷灰石因含有机质被染成深灰至黑色。玻璃光泽，断口油脂光泽。解理及不完全。性脆。断口不平坦。硬度 5。相对密度 3.18~3.21。

偏光镜下：无色。一轴晶(-)。氟磷灰石：No=1.633，Ne=1.629，折射率随 OH、Cl 含量增高而增大；氯磷灰石：No=1.667，Ne=1.665；羟磷灰石：No=1.651，Ne=1.647。

[产状与组合] 在沉积岩、沉积变质岩及碱性岩中可形成有巨大工业价值的矿床。在各种岩浆岩及花岗伟晶岩中成副矿物。



磷灰石

规模巨大的磷灰石矿床主要为浅海成因，或由它们再经变质作用形成的沉积变质矿床，以胶磷矿为主。如中国湖北襄阳、云南昆阳、贵州开阳磷矿。由生物化学作用形成的海岛鸟粪层磷矿，主要成分为羟磷灰石，规模也很大。

[鉴定特征] 当晶体较大时，晶形、颜色、光泽、硬度均可作为鉴定特征。若为细分散状态则需依靠化学分析鉴定。

[工业应用] 提取磷的原料矿物，含稀土元素时可综合利用。氟磷灰石可作激光发射材料

编辑词条

磷钇矿



磷钇矿

xenotime

分子式： Y[PO4]

性质：稀土元素矿（稀土矿）的主要矿物组分之一。含三氧化二钇 61.40%，常含铒、铈、镧和钍等元素。四方晶系，晶体呈四方柱状或双锥状，集合体呈散染粒状或致密块状。黄褐、红、灰色等。玻璃光泽至油脂光泽。硬度 4～5，密度 4.4～5.1g/cm3。常具放射性。化学性质稳定。

产出用途：主要产于花岗岩、花岗伟晶岩、碱性花岗岩中，亦产于砂矿中。是提取**钇**的重要矿物原料。钇的工业品位为三氧化二钇的含量不少于 0.05—0.1%，磷钇矿砂矿及风化壳矿床的工业品位（矿物），不少于 50—70 克/立方米。中国中南地区有磷钇矿风化壳矿床。 还可用于制取合成橡胶、人造纤维、有机合成等。

锡石



1.锡矿和石料。

2.泛指矿石。

3.矿石名。是提炼纯**锡**的主要原料。

化学成分为 SnO2、晶体属四方晶系的氧化物矿物。常含 Fe 和 Ta、Nb 等氧化物的细分散包裹物,但 Nb5+、Ta5+也可以类质同象方式替代 Sn4+。晶体具金红石型结构,通常为带双锥的短柱体，有时呈细长柱状或双锥状。膝状双晶普遍。集合体大多呈粒状块。外壳呈葡萄状等而内部具同心放射纤维状构造的，称木锡石。纯净的锡石几乎无色，但一般均呈黄棕至棕黑色；条痕白色。金刚光泽，断口上油脂光泽。摩氏硬度 6～7。比重 6.8～7.1。锡石含锡 78.6%，是最常见的锡矿物，也是锡的最主要的矿石矿物。锡石主要产在花岗岩类侵入体内部或近岩体围岩的热液脉中，在伟晶岩和花岗岩本身中也常有分布。由于它硬度高，比重大，抗化学风化力强，故常富集成砂矿，称为砂锡。锡石大部分采自砂矿。中国、马来西亚、印度尼西亚、玻利维亚、前苏联、泰国等是锡石的主要出产国。中国的产地主要分布于云南、广西及南岭一带，其中以广西南丹大厂规模最大。云南个旧锡矿开采历史悠久，有中国“锡都”之称。（见彩图）

锡石（Cassiterite）

SnO2

[晶体化学] 常含混入物 Fe、Nb、Ta，尚可含 Mn、Sc、Ti、Zr、W 以及分散元素 In、Ga、Ge 等。Nb5 、Ta5 可成异价类质同像的方式替代 Sn4 。但更多的是以铌铁矿、钽铁矿等超显微包裹体存在。

[结构与形态] 四方晶系，a0=0.4737nm，c0=0.3185nm；Z=2。金红石型结构。Zr 代替 Sn 导致晶格常数增大。

复四方双锥晶类，D4h-4/mmm(L44L25PC)。晶体常呈双锥状、双锥柱状，有时呈针状。主要单形：四方双锥 s、e，四方柱 m、a，有时可见复四方柱 r 和复四方双锥 z。柱面上有细的纵纹。依(011)为双晶面形成膝状双晶。集合体常呈不规则粒状。由胶体溶液形成的纤维状锡石称木锡石（wood-tin），呈葡萄状或钟乳状，具同心带状构造。

锡石的形态具有标型意义。一般形成温度高，晶习趋向于等轴状或短柱状；温度低则趋向于长柱状或针状。

[物理性质] 无色者少见，一般因含混入物而呈褐色，含 Fe 高时可呈黑色，含 Nb、Ta 高者可呈沥青黑色，含铌铁矿、钽铁矿超显微包裹体可导致颜色不均匀。条痕白至浅褐色。半透明。金刚光泽，断口油脂光泽。解理不完全。具裂开，断口不平坦至次贝壳状。性脆。硬度 6~7。相对密度 6.8~7.0。一般无磁性，富铁锡石可具电磁性。

偏光镜下：无色、浅黄、浅褐或带红色，有时颜色分布不均匀，呈点状或环带状。一轴晶( )，折射率很高，No=1.9836~2.0475，Ne=2.0818~2.1397。有时出现光性异常，二轴晶(。多色性强弱不定。°)，2V=0~38

[产状与组合] 内生锡石矿床常产于花岗岩体的云英岩化（钾长石分解为白云母与石英）部位。由于挥发分的作用，锡呈 SnF4、SnCl4 运移，再经水解作用而生成锡石：

SnF4 2H2O—2SnO2 4HF

在花岗伟晶岩脉中，锡石与石英、微斜长石、钠长石、白云母等共生，有时与黄玉、锂辉石、

电气石等共生。在此类矿床中，锡石分布往往不均匀，一般品位不高，但可与稀有金属 Li、Rb、Cs、Be 等综合开采。

热液型锡石矿床，具有很重要的工业意义。

接触交代型锡石矿床，其成因与后期热液活动有关。

[鉴定特征] 晶形、双晶、颜色、硬度等与金红石相似，但锡石的密度大，解理较差，折射率较金红石低。相对高的密度和重折率可与锆石相区别。

[工业应用] 提取锡的最主要原料矿物。一般工业要求（wB%）：原生锡矿，边界品位 Sn 0.1~0.2，工业品位 Sn 0.2~0.4；砂锡矿，边界品位 Sn 0.2，工业品位 Sn 0.4。

黄褐色至暗褐色的完好晶体可作宝石。

锡石的化学成分为 SnO2，晶体属四方晶系的氧化物矿物。常含铁和铌、钽等氧化物的细分散包裹体。单晶体常呈双锥短柱状，也有呈细长柱状或双锥状的，膝状双晶普遍，集合体多呈粒状。纯净锡石近乎无色，一般呈黄棕色至深褐色，金刚光泽，断口油脂光泽，半透明至不透明，摩氏硬度 6.0-7.0，比重 6.8-7.1。

锡石是最常见的锡矿物，大部分采自砂矿，是炼锡的最主要矿物原料。

锡石主要产于花岗岩类侵入体内部或近岩体围岩的热液脉中，在伟晶岩和花岗岩中也常有分布。

世界著名产地是中国云南、广西及南岭一带以及东南亚、玻利维亚、俄罗斯。中国是世界上产锡的主要国家之一，广西南丹大厂规模最大。云南个旧锡矿开采悠久，素有“锡都”之称。

【锡矿的功效介绍】:

锡矿 (《药性考》)。

【来源】为氧化物类矿物锡石。

【矿物形态】锡石(《尔雅》) 正方晶系，晶体常呈双锥形或双锥与四方柱之聚形，或板状；且有膝状双晶出现，但通常以散布状细粒或不规则粒状出现。

颜色为褐色或黑色，有时也有红、灰、白等色。

条痕为白色或浅棕色。

金刚光泽或半金属光泽，断口面上为树脂光泽，不透明。

解理不完。

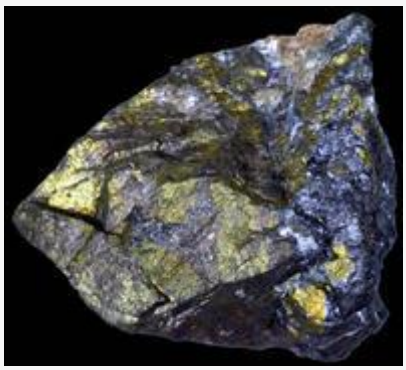
断口呈半贝壳状，或参差状。

硬度 6～7。

比重 6.8～7.1。

主要产于气成热液矿床。

黄锡矿



黄锡矿

黄锡矿是一种**锡**的硫化物，是提炼锡的原料，在锡矿中常见到它。黄锡矿的晶体呈四方形对称，钢灰色带点儿绿色，具有金属光泽。产出的矿石一般为粒状块。

化学成分为 Cu2FeSnS4，晶体属四方晶系的硫化物矿物。旧名黝锡矿。含锡量 27.5%，是提炼锡的矿物原料。黄锡矿呈微带橄榄绿色调的钢灰色，金属光泽。摩斯硬度 3～4，比重 4.3～4.5。通常成粒状块体产出于热液矿床中。

中国 广西、湖南等地的锡矿床、多金属矿床中也常有。玻利维亚的波托西为世界著名产地。

铝土矿



一、概述

铝土矿实际上是指工业上能利用的，以三水铝石、一水软铝石或一水硬铝石为主要矿物所组成的矿石的统称。它的应用领域有金属和非金属两个方面。

铝土矿是生产金属**铝**的最佳原料，也是最主要的应用领域，其用量占世界铝土矿总产量的 90%以上。

铝土矿的非金属用途主要是作耐火材料、研磨材料、化学制品及高铝水泥的原料。铝土矿在非金属方面的用量所占比重虽小，但用途却十分广泛。例如：化学制品方面以硫酸盐、三水合物及氯化铝等产品可应用于造纸、净化水、陶瓷及石油精炼方面；活性氧化铝在化学、炼油、制药工业上可作催化剂、触媒载体及脱色、脱水、脱气、脱酸、干燥等物理吸附剂；用 r-Al2O3 生产的氯化铝可供染料、橡胶、医药、石油等有机合成应用；玻璃组成中有 3%～5%Al2O3 可提高熔点、粘度、强度；研磨材料是高级砂轮、抛光粉的主要原料；耐火材料是工业部门不可缺少的筑炉材料。

金属铝是世界上仅次于钢铁的第二重要金属，1995 年世界人均消费量达到 3.29kg。由于铝具有比重小、导电导热性好、易于机械加工及其他许多优良性能，因而广泛应用于国民经济各部门。目前，全世界用铝量最大的是建筑、交通运输和包装部门，占铝总消费量的 60%以上。铝是电器工业、飞机制造工业、机械工业和民用器具不可缺少的原材料。

重点讨论的是生产金属铝的铝土矿及其矿床。至于作耐火粘土用的铝土矿及其矿床见非金属矿“**耐火粘土**”中讨论。

二、矿物原料特点

铝是地壳中分布最广泛的元素之一，属亲石亲氧元素。铝在自然界中多成氧化物、氢氧化物和含氧的铝硅酸盐存在，极少发现铝的自然金属。

自然界已知的含铝矿物有 258 种，其中常见的矿物约 43 种。实际上，由纯矿物组成的铝矿床是没有的，一般都是共生分布，并混有杂质。从经济和技术观点出发，并不是所有的含铝矿物都能成为工业原料。用于提炼金属铝的主要是由一水硬铝石、一水软铝石或三水铝石组成的铝土矿。原苏联因缺乏铝土矿资源，利用霞石和明矾石提炼氧化铝。中国的硫磷铝锶矿可以综合回收氧化铝。

一水硬铝石又名水铝石，结构式和分子式分别为 AlO(OH)和 Al2O3·H2O。斜方晶系，结晶完好者呈柱状、板状、鳞片状、针状、棱状等。矿石中的水铝石一般均含有 TiO2、SiO2、Fe2O3、Ga2O3、Nb2O5、Ta2O5、TR2O3 等不同量类质同象混入物。水铝石溶于酸和碱，但在常温常压下溶解甚弱，

需在高温高压和强酸或强碱浓度下才能完全分解。一水硬铝石形成于酸性介质，与一水软铝石、赤铁矿、针铁矿、高岭石、绿泥石、黄铁矿等共生。其水化可变成三水铝石，脱水可变成 α 刚玉，可被高岭石、黄铁矿、菱铁矿、绿泥石等交代。

一水软铝石又名勃姆石、软水铝石，结构式为 AlO(OH)，分子式为 Al2O3·H2O。斜方晶系，结晶完好者呈菱形体、棱面状、棱状、针状、纤维状和六角板状。矿石中的一水软铝石常含 Fe2O3、TiO2、Cr2O、Ga2O3 等类质同象。一水软铝石可溶于酸和碱。该矿物形成于酸性介质，主要产在沉积铝土矿中，其特征是与菱铁矿共生。它可被一水硬铝石、三水铝石、高岭石等交代，脱水可转变成一水硬铝石和 α 刚玉，水化可变成三水铝石。

三水铝石又名水铝氧石、氢氧铝石，结构式 Al(OH)，分子式为 Al2O3·3H2O。单斜晶系，结晶完好者呈六角板状、棱镜状，常有呈细晶状集合体或双晶，矿石中三水铝石多呈不规则状集合体，均含有不同量的 TiO2、SiO2、Fe2O3、Nb2O5、Ta2O5、Ga2O3 等类质同象或机械混入物。三水铝石溶于酸和碱，其粉末加热到 100℃经 2h 即可完全溶解。该矿物形成于酸性介质，在风化壳矿床中三水铝石是原生矿物，也是主要矿石矿物，与高岭石、针铁矿、赤铁矿、伊利石等共生。三水铝石脱水可变成一水软铝石、一水硬铝石和 α 刚玉，可被高岭石、多水高岭石等交代。

铝土矿的化学成分主要为 Al2O3、SiO2、Fe2O3、TiO2、H2O＋，五者总量占成分的 95%以上，一般＞98%，次要成分有 S、CaO、MgO、K2O、Na2O、CO2、MnO2、有机质、碳质等，微量成分有 Ga、Ge、Nb、Ta、TR、Co、Zr、V、P、Cr、Ni 等。Al2O3 主要赋存于铝矿物——水铝石、一水软铝石、三水铝石中，其次赋存于硅矿物中(主要是高岭石类矿物)。

在内生条件下，由于有二氧化硅的广泛存在，Al2O3 与 SiO2 常紧密结合成各类铝硅酸矿物，这些矿物一般铝硅比小于 1，而工业上对铝矿石一般要求 Al2O3≥40%，Al/Si＞1.8～2.6，因此内生条件下很少形成工业铝矿床。

目前，已知的国内外工业铝土矿多是在表生条件下形成的。在表生条件下铝土矿的生成主要有两种形式：即风化-残积(余)成矿(红土成矿)和风化-搬运-沉积成矿或风化-改造-再沉积成矿(沉积成矿)。风化-残积(余)成矿是含铝母岩在湿热气候条件下，具排泄良好的有利地形(如残丘、低山和台地)，由于水、CO2 和生物等的风化分解作用，母岩中易溶物质 K、Na、Ca、Mg 和 SiO2 被淋失排出，活动性小的物质 Al、Fe、Ti 残留原地形成红土型铝土矿。风化-搬运-沉积成矿是含铝岩石、红土风化壳或已形成的红土矿床，在重力、水和自然酸(硫酸、碳酸、有机酸)等作用下，经机械的或化学的风化、剥蚀、搬运等物理、化学改造作用，于山坡凹地、谷地、近海湖盆地或滨海潟湖、局限海盆内形成铝土矿，在水介质环境中形成沉积铝土矿。

铝土矿矿石含有镓、钒、铌、钽、钛、铈及放射性元素等有用组分，这些有价值的伴生组分可综合回收。而矿石中的硫、CO2、MgO、P2O5 则是有害组分，不利于铝的冶炼回收。

铝土矿矿石根据其所含的主要含铝矿物分为：三水铝石型、一水软铝石型和一水硬铝石型。国外铝土矿矿石主要是三水铝石型，次为一水软铝石型，而一水硬铝石型铝土矿极少。但我国则主要是一水硬铝石型铝土矿，三水铝石型铝土矿极少。

国外的三水铝石型铝土矿具高铝、低硅、高铁的特点，矿石质量好，适合耗能低的拜耳法处理。我国的一水硬铝石型铝土矿，总体特征是高铝、高硅、低硫低铁、中低铝硅比，矿石质量差，加工难度大，氧化铝生产多用耗能高的联合法。

三、用途与技术经济指标

铝土矿矿石用途多样，其中最重要的用途是：铝工业中提炼金属铝、作耐火材料和研磨材料，以及用作高铝水泥原料。矿石用途不同，其质量要求各异。中国有色金属工业总公司 1994 年发布的铝土矿石的行业标准(YS/T78-94)。按照该标准将铝土矿分成沉积型一水硬铝石、堆积型一水硬铝石及红土型三水铝石三大类型，并按化学成分分为 LK12-70、LK8-65、LK5-60、LK3-53、LK15-60、LK11-55、LK8-50、LK7-50、LK3-40 等九个牌号。该标准除了对铝土矿的化学成分作出了规定外，还要求沉积型一水硬铝石的水分不得大于 7%，堆积型一水硬铝石和红土型三水铝石的水分不得大于

8%。此外要求铝土矿石的粒度不得大于 150mm。铝土矿石不得混入泥土、石灰岩等杂物。

工业上提取金属铝是先从铝土矿中提取氧化铝，然后氧化铝经电解成为金属铝。根据我国生产实践经验，不同氧化铝生产方法对矿石质量的要求还有所不同，其一般要求是：

1)烧结法：适于处理含硅较高的低品级矿石，要求 Al2O3/SiO2 为 3～5(或 3.5 左右)，Fe2O3＜10%。

2)拜耳法：适于处理含 Al2O3 高、SiO2 低的富矿，一般要求 Al2O3＞65%，Al2O3/SiO2＞7。氧化铁在拜耳法流程中不与碱起反应，只是铁高赤泥量大，赤泥洗涤复杂，易造成碱和氧化铝的机械损失，但不宜有铝针铁矿。

3)联合法：适于处理中等品位的铝土矿，我国主要用混联法，即在拜耳法的赤泥中添加部分低品级矿石提高烧结法的铝硅比，一般要求 Al2O3＞60%，Al2O3/SiO2 为 5～7，Fe2O3＜10%。对氧化铝生产而言，硫是很有害的杂质，均不宜采用高硫矿石。

用作研磨材料的铝土矿，要求含 Al2O3 高、铁和钛低，一般要求 Al2O3≥70%，Fe2O3≤5%，TiO2≤4.5%，CaO+MgO≤1.0%，Al2O3/SiO2≥12。

作高铝水泥原料的铝土矿石必须：Fe2O3＜2.5%,TiO2＜3.5%,R2O(一价金属氧化物)＜1.0%,MgO＜1.0%。

四、矿业简史

铝元素是在 1825 年由丹麦物理学家 H.C.奥尔斯德(H.C.Oersted)使用钾汞齐与氯化铝交互作用获得铝汞齐，然后用蒸馏法除去汞，第一次制得金属铝而发现的。

金属铝的生产，初期是化学法。即 1854 年法国科学家 H.仙克列尔戴维里(H.Sainte Claire Diwill)创立的钠法化学法和 1865 年俄国物理化学家 H.H.别凯托夫(H.H.Бекетов)创立的镁法化学法。法国于 1855 年采用化学法开始工业生产，是世界最早生产铝的国家。

铝土矿的发现(1821 年)早于铝元素，当时误认为是一种新矿物。从铝土矿生产铝，首先需制取氧化铝，然后再电解制取铝。铝土矿的开采始于 1873 年的法国，从铝土矿生产氧化铝始于 1894 年，采用的是拜耳法，生产规模仅每日 1t 多。

到了 1900 年，法国、意大利和美国等国家有少量铝土矿开采，年产量才不过 9 万 t。随着现代工业的发展，铝作为金属和合金应用到航空和军事工业，随后又扩大到民用工业，从此铝工业得到了迅猛发展，到 1950 年，全世界金属铝产量已经达到了 151 万 t，1996 年增至 2092 万 t，成为仅次于钢铁的第二重要金属。

我国铝土矿的普查找矿工作最早始于 1924 年，当时由日本人板本峻雄等对辽宁省辽阳、山东省烟台地区的矾土页岩进行了地质调查。此后，日本人小贯义男等人，以及我国学者王竹泉、谢家荣、陈鸿程等先后对山东淄博地区、河北唐山和开滦地区，山西太原、西山和阳泉地区，辽宁本溪和复州湾地区的铝土矿和矾土页岩进行了专门的地质调查。我国南方铝土矿的调查始于 1940 年，首先是边兆祥对云南昆明板桥镇附近的铝土矿进行了调查。随后，1942～1945 年，彭琪瑞、谢家荣、乐森王寻等人，先后对云、贵、川等地铝土矿、高铝粘土矿进行了地质调查和系统采样工作。总起来说，新中国成立以前的工作多属一般性的踏勘和调查研究性质。

铝土矿真正的地质勘探工作是从新中国成立后开始的。1953～1955 年间，冶金部和地质部的地质队伍先后对山东淄博铝土矿、河南巩县小关一带铝土矿(如竹林沟、茶店、水头及钟岭等矿区)、贵州黔中一带铝土矿(如林夕、小山坝、燕垅等矿区)、山西阳泉白家庄矿区，等等，进行了地质勘探工作。但是，当时由于缺少铝土矿的勘探经验，没有结合中国铝土矿的实际情况而盲目套用原苏联的铝土矿规范，致使 1960～1962 年复审时，大部分地质勘探报告都被降了级，储量也一下减少了许多。1958 年以后，我国对铝土矿的勘探积累了一定的经验，在大搞铜铝普查的基础上，又发现和勘探了不少矿区，其中比较重要的有：河南张窑院、广西平果、山西孝义克俄、福建漳浦、海南蓬莱等等铝土矿矿区。

我国铝土矿的开采最早始于 1911 年，当时日本人首先对我国辽宁省复州湾铝矾土矿进行开采，

随后 1925～1941 年又对我国辽宁省辽阳、山东烟台矿区 A、G 两层铝土矿进行开采，以上开采多用作耐火材料。1941～1943 年日本人对我国山东省淄博铝土矿湖田和沣水矿区的田庄、红土坡矿段进行了开采，矿石作为炼铝原料。后来台湾铝业公司也曾进行过小规模开采供炼铝用。

我国铝土矿大规模开发利用是从新中国以后开始的。1954 年首先恢复以前日本人曾小规模开采过的山东沣水矿山。1958 年以后在山东、河南、贵州等省先后建设了 501、502、503 三大铝厂，为了满足这三大铝厂对铝土矿的需求，在山东、河南、山西、贵州等省建成了张店铝矿、小关铝矿、洛阳铝矿、修文铝矿、清镇铝矿、阳泉铝矿等铝矿原料基地。

进入 80 年代，特别是 1983 年中国有色金属工业总公司成立以后，我国铝土矿的地质勘探和铝工业得到了迅速发展，新建和扩建了以山西铝厂、中州铝厂为代表的一批大型铝厂，使我国原铝产量由 1954 年的不足 2000t，发展到了现在的 187 万 t。建立了从地质、矿山到冶炼加工一整套完整的铝工业体系，铝金属及其加工产品基本可满足我国经济建设的需要。

黄玉



黄玉

产地　巴西、斯里兰卡、美国、中国

化学成分　Al2[SiO4](F，OH)2

结构　斜方晶系

硬度　8

象征意义　富饶和虔诚

颜色　浅黄到深黄

矿物成分　含水的铝硅酸盐

光泽　玻璃光泽

黄玉即托帕石，英文名称为 Topaz，英文名来源有两种说法：一说来源于红海的一个小岛的旧称"托帕兹"，另一种说法是由梵文 TOPUS 衍生而来，有"火"的意思。这个极具异国情调的名字，似乎已经诉说了这一宝石代表的神秘。托帕石的矿物学名称为黄玉，又称为黄宝石。

黄玉为含水的铝硅酸盐矿物，化学分子式为 Al2[SiO4](F，OH)2，成分中 F 和(OH)的比值变化不定。晶体属正交（斜方）晶系的岛状结构硅酸盐矿物，形态多呈斜方柱状，柱面常具纵纹，集合体形态为柱状、粒状、块状。颜色为无色、淡黄、深黄、棕色、天蓝、粉红、红、淡绿和褐色等。玻璃光泽，透明至半透明。折光率 1.619-1.627，双折射率 0.008-0.010，色散 0.014。多色性清楚。硬度 8，密度 3.49-3.57 克/立方厘米。解理发育，性脆。在长、短波紫外线的照射下，各种颜色的托帕石显示不同的荧光。依据颜色，一般可分为酒黄色、无色、蓝色、绿色、红色托帕石。其中上等的深黄色者最为珍贵，颜色越黄越好。其次是蓝色、绿色和红色者。

世界各地都有黄玉出产，最重要的宝石级黄玉产地是巴西的米纳斯吉拉斯洲，这里的黄玉有黄色、深雪梨黄色、粉红色、蓝色及无色等；斯里兰卡也是较重要的产地，它的黄玉主要为蓝色、绿色和无色。美国加利福尼亚州产蓝色和黄色的黄玉。

中国的广东、新疆、云南等地产大量无色的黄玉，经中子辐射，电子加速器轰击、Co60 照射及加热的方法处理，可变成漂亮的天蓝色。值得注意的是，中子辐射改色的黄玉会有一定的放射性，需要放置一定的时间（如半年以上）才能用作饰用宝石，否则对人体有一定的伤害。

黄玉是典型的气成热液矿物，产于花岗伟晶岩、酸性火山岩的晶洞、云英岩和高温热液钨锡石英脉中。世界著名产地有巴西、俄罗斯的乌拉尔和巴基斯坦的卡特朗。黄玉可作轴承及研磨材料，质佳者可作贵重宝石。中国内蒙古和江西等地出产黄玉。

在西方人看来，黄玉可以作为护身符佩带，能辟邪驱魔，使人消除悲哀，增强信心。用托帕石的粉末泡酒，则可以治疗气喘、失眠、烧伤和出血等症。我国对黄玉的认识和使用有着悠久的历史。黄玉是一种色彩迷人、漂亮又便宜的中档宝石，深受人们喜爱。国际上许多国家定黄玉为“十一月诞生石”，是友情、友谊和友爱的象征。

黄玉属一般宝石，其成分为含氟的硅酸盐，硬度为 8，常见颜色有无色、粉红色、黄色及蓝色等。容易和黄玉相混的常见宝石主要有水晶、海蓝宝石、碧玺及玻璃仿制品等几种，其中最易相混的是黄色水晶。实际上，除了黄玉更为柔和，略具绒状外观的特征外，肉眼下两者极难区分，这也是为什么黄色水晶在市场上可引致人们对黄色黄玉价值怀疑的根本原因。

黄玉与水晶的原料区分较为容易。黄玉的柱状晶面上有纵的条纹，而水晶则是横的条纹。而对末镶嵌的饰品，比重（手感）也可作为区分的依据，黄玉的比重在 3.49 以上，而黄色水晶只有 2.65 左右；用手掂，黄玉有"坠"手的感觉，水晶则较轻。当然，黄玉宝石的光泽柔和，而水晶的光泽则较"冷"，尖锐，依此也可区分。

肉眼区别黄玉与碧玺，最重要的是碧玺有较强的二色性，而黄玉除粉红色者外，其他色的黄玉二色性都弱；另外，碧玺的双折射强，往往可见双影。

蓝色黄玉与海蓝宝石的区别 ，一般情形是较为困难的，可以作为参考的特征是：蓝色海蓝宝石往往带些黄绿色的色调并具轻微的二色性， 比重较轻。确切鉴定要用折光仪等来测定。

玻璃与黄玉除光泽和偏光性不同外，黄玉是天然晶体，具有良好的传热性，因而有冰冷的感觉，而玻璃则是"温"的。在放大条件下，黄玉有时可见到一种互不相溶的液体组成的气液包裹体，而玻璃内往往含圆球形的气泡，这点可作为辅助证据。

黄玉具柔和光泽和较大比重。

黄玉首饰选购要诀

（1）选购黄玉首先应注重颜色，鲜艳纯正的酒黄、橙色黄玉均属佳品。

（2）宝石加工应规范明亮，不能有裂纹、瑕疵或崩边。

（3）应询问颜色是天然还是辐射改色。

方解石（calcite）



方解石（calcite）

成分为 Ca〔 CO3 〕的碳酸盐矿物。常含镁、铁、锰、锌等。中文名称来自晶体的菱面体解理（沿解理极易劈开成菱形方块）。三方晶系，晶形多种多样，常见复三方偏三角面体或菱面体与六方柱的聚形。聚片双晶常见。集合体常呈晶簇状、粒状、致密块状、土状、多孔状、鲕状、纤维状、钟乳状等。白色或无色，有时被铁、锰等杂质元素染成浅黄 、浅红、褐黑等各种颜色。玻璃光泽。具平行菱面体的完全解理。莫氏硬度 3。比重 2.6～2.9。遇冷稀盐酸即放出二氧化碳气体而剧烈起泡。无色透明的方解石称为冰洲石。方解石是分布最广的矿物之一。在海相沉积条件下能形成巨厚的石灰岩层；或从矿泉中沉积形成石灰华；在岩浆、热液等内生作用过程中也是很常见的矿物。在风化过程中易被溶解形成重碳酸钙进入溶液，在适宜的环境下，随着二氧化碳的逸出而产生方解石的沉淀，形成石钟乳、石笋等。方解石是组成石灰岩、白云质灰岩和大理岩的主要矿物成分，这些岩石已被广泛应用于建筑、冶金、化工等原材料。

冰洲石



矿物名称：冰州石 Calcite

采集地点：中国湖陶南永州市

无色透明纯净的方解石晶体。具有透明矿物中具有最高的双折射率，和最大的偏光性能.是人工不可制造也不能代替的天然晶体。即平行光束透过晶体时分成两条传输速度不同的射线、可以明显地看到一个物体有两个从叠成像。冰洲石是良好的光学材料，光电子材料、可用于制作激光开关、大屏幕显示器、天文观测太阳黑子的电子望远镜、宝石二色镜、激光测距仪等光学元件。质量要求是无色、全透明、干涉测试无包裹体、无裂僚、无双晶、无节瘤，紫外光照射无荧光现象。优质冰洲石晶体产于玄武岩和沸石的方解石脉中，其形成与热液作用有关。冰岛产出的冰洲石晶体没有中国的好，测试手段是黄惠勋的方法为世界公认之先进方法。

::矿物概述

化学组成：CaCO3，CaO56.03%，CO243.97%。常含有微量锰和铁；含钇的带紫色

鉴定特征：方解石，可以从硬度 3、菱形的解理、浅色、玻璃光泽和与冷稀 HCl 相遇剧烈气泡遇，予以鉴定。亦可以作钙的试验。它和白云石很类似，而且共生在一起。不过白云石要在热的盐酸中，才有显著的气泡反应。它和霰石不同之处是比霰石轻，霰石的比重是 2．9-5；

成因产状：形成于许多岩石中，石灰岩和大理岩主要由方解石组成；

著名产地：世界上出产良好方解石晶体的地点有：美 LakeSuperior 的铜矿区；德国的 Saxony、Harz 山脉的 Ardreasberg；英国的 Cumberland、Derbyshire、Durham、Cornwall 和 Lancaster；冰岛；墨西哥的 Guanajuato 等。

名称来源：来拉丁文“Calx”，意指可烧成石灰；Calcite 一字，来自拉丁语 Calx，指烧石灰(BurntLime)。

::晶体形态

复三方偏三角面体晶类，主要呈平行[0001]发育的柱状，平行发育的板状。常见单形有：菱面体 e、f 等，复三方偏三角面体。

::晶体结构

晶系和空间群：三方晶系，空间群 R3c；

晶胞参数：a0=6.37Å；

粉晶数据：3.035(1)2.095(0.18)2.285(0.18)

::物理性质

硬度：3

比重：2.715g/cm3

解理：解理完全

断口：参差状贝壳状断口

颜色：浅黄色至黄色

条痕：无色

透明度：透明

光泽：玻璃光泽

发光性：荧光

折光性：

其他：性脆

::光学性质

薄片中无色。一轴晶（-）有时为异常二轴晶。2V=5-10°。No=1.658，Ne=1.486。与 Mn、Fe 类质同象时，N 变大。

用途:

冰洲石 主要用于国防工业和制造高精度光学仪器，如大屏幕显示设备，电子计算机的折光，偏光器、偏光显微镜中的尼科乐棱镜，偏光仪，光度计，旋光测糖计，干涉激光解像仪，化学分析用的比色计等。此外，还可用于制造射程仪及测远仪的配件。冰洲石越来越受到现代工业的青睐，成为现代国防、航空航天和科研事业不可缺少的非金属矿产材料。

对冰洲石质量合格的要求:

1.要透明无"绵".

2.一定要是单晶体(具聚片双晶者不能用).

3.没有裂纹.

4.要求紫外线照射下不产生萤光.

5.在满足上述条件下,单块体积越大越好.

石墨



石墨是碳质元素结晶矿物，它的结晶格架为六边形层状结构，见图 1—1。每一网层间的距离为 3.40 人，同一网层中碳原子的间距为 1．42A。属六方晶系，具完整的层状解理。解理面以分子键为主，对分子吸引力较弱，故其天然可浮性很好。

山东省莱西市为我国石墨重要产地之一,石墨探明储量 687.11 万吨，现保有储量 639.93 万吨.

石墨质软，黑灰色；有油腻感，可污染纸张。硬度为 1～2，沿垂直方向随杂质的增加其硬度可增至 3～5。比重为 1．9～2．3。在隔绝氧气条件下，其熔点在 3000℃以上，是最耐温的矿物之一。

自然界中纯净的石墨是没有的，其中往往含有 Si02、A1203、Fe0、CaO、P2O5、Cu0 等杂质。这些杂质常以石英、黄铁矿、碳酸盐等矿物形式出现。此外，还有水、沥青、CO2、H2、CH4、N2 等气体部分。因此对石墨的分析，除测定固定碳含量外，还必须同时测定挥发分和灰分的含量。

石墨的工艺特性主要决定于它的结晶形态。结晶形态不同的石墨矿物，具有不同的工业价值和用途。工业上，根据结晶形态不同，将天然石墨分为三类。

1．致密结晶状石墨

致密结晶状石墨又叫块状石墨。此类石墨结晶明显晶体肉眼可见。颗粒直径大于 0．1 毫米。晶体排列杂乱无章，呈致密块状构造。这

种：石墨的特点是品位很高，一般含碳量为 60～

65%，有时达 80～98%，但其可塑性和滑腻性不

如鳞片石墨好。

2．鳞片石墨

石墨晶体呈鳞片状；这是在高强度的压力下变质 而成的，有大鳞片和细鳞片之分。此类石墨矿石的特点是品位不高，一般在 2～3%，或 100～25%之间。是自然界中可浮性最好的矿石之一，经过多磨多选可得高品位石墨精矿。这类石墨的可浮性、润滑性、可塑性均比其他类型石墨优越；因此它的工业价值最大。

3．隐晶质石墨

隐品质石墨又称非晶质石墨或土状石墨，这种石墨的晶体直径一般小于 1 微米，是微晶石墨的集合体，只有在电子显微镜下才能见到晶形。此类石墨的特点是表面呈土状，缺乏光泽，润滑性也差。品位较高。一般的 60～80%。少数高达 90%以上。矿石可选性较差。

石墨由于其特殊结构，而具有如下特殊性质：

1） 耐高温型：石墨的熔点为 3850±50℃，沸点为 4250℃，即使经超高温电弧灼烧，重量的损失很小，热膨胀系数也很小。石墨强度随温度提高而加强，在 2000℃时，石墨强度提高一倍。

2） 导电、导热性：石墨的导电性比一般非金属矿高一百倍。导热性超过钢、铁、铅等金属材料。导热系数随温度升高而降低，甚至在极高的温度下，石墨成绝热体。

3） 润滑性：石墨的润滑性能取决于石墨鳞片的大小，鳞片越大，摩擦系数越小，润滑性能越好。

4） 化学稳定性：石墨在常温下有良好的化学稳定性，能耐酸、耐碱和耐有机溶剂的腐蚀。

5） 可塑性：石墨的韧性好，可年成很薄的薄片。

6） 抗热震性：石墨在常温下使用时能经受住温度的剧烈变化而不致破坏，温度突变时，石墨的体积变化不大，不会产生裂纹。

名字来源：源于希腊文“graphein”，意为“用来写”。由德国化学家和矿物学家 A. G. Werner 于 1789 命名；

化学组成：成分纯净者极少，往往含各种杂质；

类别：自然元素-非金属元素-碳族晶系和空间群：六方晶系，P63/mmm；

晶胞参数:a0=0.246nm，c0=0.670nm；

形态：单晶体常呈片状或板状，但完整的很少见。集合体通常为鳞片状，块状和土状；

颜色：铁黑色；

条痕：光亮黑色

透明度：不透明

光泽：呈半金属光泽

硬度：1-2

解理和断口：平行解理极完全；

比重：2.21-2.26g/cm3

其他性质：薄片具挠性，有滑感，易污手，具有良好的导电性；

鉴定特征铁黑色，硬度低，一组极完全解理，有滑感和染手；

成因和产状：石墨是在高温下形成。分布最广是石墨的变质矿床，系由富含有机质或碳质的沉积岩经区域变质作用而成；

主要用途：石墨在工业上用途很广，用于制作冶炼上的高温坩埚、机械工业的润滑剂、制作电极和铅笔芯；

著名产地：纽约 Ticonderoga，马达加斯加和 Ceylon，我国以黑龙江鸡西市柳毛为最大的产地。

金刚石



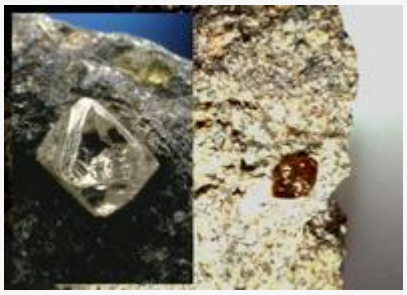
金刚石

Diamond

概述

金刚石就是我们常说的钻石（钻石是它的俗称），它是一种由纯碳组成的矿物。金刚石是自然界中最坚硬的物质，因此也就具有了许多重要的工业用途，如精细研磨材料、高硬切割工具、各类钻头、拉丝模。金刚石还被作为很多精密仪器的部件。金刚石有各种颜色，从无色到黑色都有。它们可以是透明的，也可以是半透明或不透明。多数金刚石大多带些黄色。金刚石的折射率非常高，色散性能也很强，这就是金刚石为什么会反射出五彩缤纷闪光的原因。





金刚石

金刚石在 X 射线照射下会发出蓝绿色荧光。金刚石仅产出于金伯利岩筒中。金伯利岩是它们的原生

地岩石，其他地方的金刚石都是被河流、冰川等搬运过去的。金刚石一般为粒状。如果将金刚石加热到 1000℃时， 它会缓慢地变成石墨。1977 年山东省临沭县岌山乡常林的一名村民在地里发现了中国最大的金刚石（约鸡蛋黄大小，右图）。世界上最大的工业用金刚石和宝石级金刚石均产于巴西，都超过 3100 克拉（1 克拉=200 毫克）其中宝石级金刚石的尺寸为 10×6.5×5 厘米，名叫“库利南”。上个世纪 50 年代，美国以石墨为原料，在高温高压下成功制造出人造金刚石。现在人造金刚石已经广泛用于生产和生活中，只是造出大颗粒的金刚石还很困难。

钻石，也叫金刚石，俗称“金刚钻”。化学式为 c，与石墨同属于碳的单质。是一种具有超硬、耐磨、热敏、传热导、半导体及透远等优异的物理性能，素有“硬度之王”和宝石之王的美称，金刚石的结晶体的角度是 54 度 44 分 8 秒。习惯上人们常将加工过的称为钻石，而未加工过的称为金刚石。在我国，金刚石之名最早见于佛家经书中。钻石是自然界中最硬物质，最佳颜色为无色，但也有特殊色，如蓝色、紫色、金黄色等。这些颜色的钻石稀有，是钻石中的珍品。印度是历史上最著名的金刚石出产国，现在世界上许多著名的钻石如“光明之山”，“摄政王”，“奥尔洛夫”均出自印度。金刚石的产量十分稀少，通常成品钻是采矿量的十亿分之一，因而价格十分昂贵。经过琢磨后的钻石一般有圆形、长方形、方形、椭圆形、心形、梨形、榄尖形等。世界上最重的钻石是 1905 年产于南非的“库里南”，重 3106.3 克拉，已被分磨成 9 粒小钻，其中一粒被称为“非洲之星”的库里南 1 号的钻石重量仍占世界名钻首位。

晶体结构：晶胞为面心立方结构，每个晶胞含有 2 组 8 个 C 原子。

金刚石常呈黄、褐、蓝、绿和粉红等色，但以无色的为特佳。世界上重量超过 620 克拉(合 124 克)的特大宝石级金刚石共发现 10 粒，其中最大的名库里南(Cullinan)，重 3106 克拉(合 621.35 克)，大小 5×6.5×10 厘米，1905 年发现于南非的普雷米尔岩管。中国常林钻石，重 158.786 克拉，1977 年发现于山东临沭县，列为世界名钻。世界金刚石主要产地有澳大利亚、扎伊尔、博茨瓦纳、前苏联、南非、巴西、纳米比亚、加纳、中非、塞拉利昂和中国等。

在摩氏硬度计中它是第十类。

附：我国产出的巨粒和大粒金刚石

1971 年以来的二十年中，在我国陆续发现了几颗 50 克拉以上和 100 克拉以上的金刚石，按发现时间的先后排列如下：

[1]1971 年 9 月 25 日，在江苏省宿迁公路旁发现一颗重 52．71 克拉的金刚石。

[2]1977 年 12 月 21 日， 在山东省临沭县常林大队，女社员魏振芳发现 1 颗重 158.786 克拉的优质巨钻，全透明，色淡黄，可称金刚石的“中国之最”。被命名为“常林钻石”

[3]1981 年 8 月 15 日，在山东郯城陈埠发现一颗 124．27 克拉的巨粒金刚石。被命名为“陈埠一号”。

[4]1982 年 9 月，在山东郯城陈埠发现一颗 96．94 克拉的金刚石。

[5]1983 年 5 月，在山东郯城陈埠发现一颗 92．86 克拉的金刚石。

[6]1983 年 11 月 14 日，在山东蒙阴发现一颗 119．01 克拉的巨粒金刚石，被命名为“蒙山一号”。



金刚石

据 1987 年资料，中国主要金刚石成矿区有：①辽东—吉南成矿区，有中生代和中古生代两期金伯利岩。②鲁西、苏北、皖北成矿区，下古生代可能有多期金伯利岩。③晋、豫、冀成矿区，已在太行山、嵩山、五台山等地发现金伯利岩。④湘、黔、鄂、川成矿区，已在湖南沅水流域发现了 4 个具工业价值的金刚石砂矿。

湖南金刚石，产于湖南省常德丁家港、桃源、黔阳等地。湖南金刚石以砂矿为主，主要分布在沅水流域，分布零散，品位低，但质量好，宝石级金刚石约占 40%。相传在明朝年间，湖南沅江流域就有零星的金刚石发现，大规模的寻矿则始于二十世纪五十年代。沅江整个水域均有金刚石分布，但有开采价值的仅常德丁家港、桃源县车溪冲、溆浦县(黔阳)新庄垅、沅陵县窑头等 4 处。

湖南金刚石的颜色深浅不一，内外颜色差异明显，呈带状、斑状分布。其褐色系列金刚石，晶体呈黄褐色，内部洁净，表面有大量的褐色斑点，其褐斑的颜色有黄色、黄褐色、褐色、黑色等，主要分布在金刚石的溶蚀面上，褐色主要由自然界放射性粒子的辐照造成。金刚石总体颗粒小，但质地较好，以单晶为主，约占总产量的 98%；晶体比较完整，以八面体、十二面体、六八面体为多；绝大多数晶体浅色透明或呈黄、褐色等；粒重多小于 28mg，一般为 10.9～15mg；22%晶体中含包裹体；60%的晶体表面有裂纹，表面溶蚀不重。

鉴别

在社会对珠宝钻石需求增加的情况下，人造钻石和其它冒充钻石不断充扩市场，甚至有些珠宝经营者也分不清楚。下面介绍几种简单鉴别钻石真伪的方法。

1、钻石的单折光性

钻石的单折光性，是由于钻石的本质特性决定的。而其它天然宝石或人造宝石大都是双折光性的。冒充的钻石在 10 倍放大镜观察下，从正面稍斜的角度看，很容易看出棱角线出现重叠影像，并同时呈现出两个底光。双折射率差别小的如锆石等，也可看出底光重叠的影像。

2、钻石的吸附性

钻石对油脂及污垢有一定的亲和力，即油污很容易被钻石吸附。因此，用手指抚摸钻石会感到胶粘性，手指似乎有粘糊的感觉。这是任何宝石所没有的。这种方法需要加以训练方能掌握其中微妙的区别。

3、一线直落的特征

钻石表面抛光很光滑。用一支钢笔蘸上墨水在钻石上划过，若是真钻石，表面留下的是一条光滑连续的线条，特征是一线直落。仿冒品留下的是一个个小圆点组成的线条。用此法观察应借助放大镜。

4、特有的金刚光泽

大致在 100 度的白炽灯光下，切磨很好的钻石与仿冒品相互比较，很容易看出哪个具有金刚光泽。此方法不宜在过暗或过强的灯光下是进行。

金刚石和石墨区别

石墨和金刚石都属于碳单质，他们的化学性质完全相同。但金刚石和石墨不是同种物质，它们是由相同元素构成的同素异型体.

二者的化学式都是 c

石墨原子间构成正六边形是平面结构，呈片状。

金刚石原子间是立体的正四面体结构，呈金字塔形结构。

高硬度人造金刚石

美国通用电器公司的研究和开发中心合成了单位体积内原子密度超过现有任何固体物抽的人造金刚石，其硬度超过了天然金刚石，堪称世界上最硬的材料。与天然金刚石含有百分之九十九的碳 13 同位素。据科学家观察，随着碳 13 同位素密集程度的增加，原子间的距离会略微缩小，促使人造金刚石的硬度超过原子排列略显松散的天然金刚石。在合成人造金刚石的过程中，科学家们首先

通过化学蒸发过程将富含碳 13 同位素的甲烷气体中的碳元素沉淀成金刚石小碎块，然后再使用非常高的压力把这些小碎块分解，并再结晶成重量最高达 3 克拉的块状金刚石。

其他

用途 1：当人服食下金刚石粉末后，金刚石粉末会粘在胃壁上，在长期的摩擦中，会让人得胃溃疡，不及时治疗会死于胃出血，是种难以让人提防的慢性毒剂。

用途 2：地质钻头和石油钻头金刚石 拉丝模用金刚石 磨料用金刚石 修整器用金刚石 玻璃刀用金刚石 硬度计压头用金刚石 工艺品用金刚石

用途 3：涂在 音响纸盆上 音箱音质 会大为改善。

金刚石的硬度

摩氏硬度 10，新摩氏硬度 15，显微硬度 10000kg/mm2，显微硬度比石英高 1000 倍，比刚玉高 150 倍。金刚石硬度具有方向性，八面体晶面硬度大于菱形十二面体晶面硬度，菱形十二面体晶面硬度大于六面体晶面硬度。

依照摩氏硬度标准(Mohs hardness scale)共分 10 级，钻石(金刚石)为最高级第 10 级；如小刀其硬度约为 5.5、铜币约为 3.5 至 4、指甲约为 2 至 3、玻璃硬度为 6。

等级 1 滑石
等级 2 石膏
等级 3 方解石
等级 4 萤石
等级 5 磷灰石
等级 6 正长石
等级 7 石英
等级 8 黄玉
等级 9 钢玉
等级 10 钻石

异极矿

矿物名称：异极矿 Calamine



采集地点：中国云南

::矿物概述

化学组成：Zn4(H2O)[Si2O7](OH)2，ZnO67.49，SiO225.01，H2O7.50。通常还含有 Pb、Fe、Ca 等。当温度升高到 500ºC 时失去结晶水；温度更高时，化合水才失去，并导致晶体结构受到破坏；

鉴定特征：异极矿与菱锌矿相似，区别是遇酸不起泡。与葡萄石的区别是比重较大；在封闭的试管内加热释放出水分。溶于酸，并产生凝胶，难熔；

成因产状：异极矿产于铅锌硫化物矿床的氧化带，一般是闪锌矿氧化的产物，与菱锌矿、白铅矿、褐铁矿等共生。稳定上限为 250°C，过此温度即转变成硅锌矿 Zn2[SiO4]；

著名产地：世界著名的产地有英国(England)等国家。

名称来源：以晶体的性质命名；

::晶体形态

斜方单锥晶类；常见单形有 b、m、c；

::晶体结构

晶系和空间群：斜方晶系，C202v—Imm2；

晶胞参数：a0=8.38Å，b0=10.70Å，c0=5.11Å；

粉晶数据：3.104(1)6.6(0.86)3.288(0.75)

::物理性质

硬度：5

比重：3.40-3.50g/cm3

解理：由于结构中水分子排列在｛110｝面网上，所以它具有该方向的完全解理。平行（101）解理不完全，｛001｝解理更差，一般不易察觉

断口：贝壳状断口

颜色：呈黄色或棕色

条痕：灰色

透明度：透明或半透明

光泽：玻璃光泽，（001）面上有时显珍珠光泽或金刚光泽

发光性：无

其他：具强热电性，遇酸能形成胶状体

::光学性质

二轴晶(+),Np=1.614,Nm=1.617,Ng=1.636,双反射率=0.0220,2V(计算)=44,2V(实测)=46.无色散.

绿泥石



化学通式为 Y3[Z4O10](OH)2·Y3(OH)6，晶体属单斜、三斜或正交（斜方）晶系，是一族层状结构的硅酸盐矿物的总称。化学式中 Y 主要代表 Mg2+、Fe2+、Al3+和 Fe3+等阳离子，Z 主要是 Si 和 Al，少量的 Fe3+和 B3+。通常所称的绿泥石是富含镁铁质的绿泥石。晶体呈假六方片状或板状，薄片具挠性。集合体呈鳞片状、土状。浅绿至深绿色。玻璃光泽或珍珠光泽，透明至不透明。一向最完全解理。摩氏硬度 2-2.5，比重 2.6-3.3。

鉴定特征：绿泥石与云母极相似，但前者具有特征的绿色，有挠性而无弹性。

绿泥石是一些变质岩的造岩矿物。火成岩中的镁铁矿物如黑云母、角闪石、辉石等在低温热水作用下易形成绿泥石。

绿泥石，亦称碧石，产于台湾省花莲县七星潭。该石颜色有黄绿、棕绿或碧绿色。石肌常呈凹凸、扭转、不规则突球状。石形多变化，有山、岛屿、湖、动物等。石质坚硬致密，触感佳。

绿帘石（epidote）

- 绿帘石（epidote）岛状硅酸盐矿物。成分为 Ca2FeAl2[SIO4][SI2O7]O(OH)。成分中 三价铁 可被铝完 全代 替成为斜 黝帘石 ， 形成绿帘石-斜黝帘石完全类质同象系列 ；斜黝帘石的正交（斜方）晶系同质多象变体 ...



绿帘石（epidote）

岛状硅酸盐矿物。成分为 Ca2FeAl2[SIO4][SI2O7]O(OH)。成分中 三价铁 可被铝完 全代 替成为斜 黝帘石 ， 形成绿帘石-斜黝帘石完全类质同象系列 ；斜黝帘石的正交（斜方）晶系同质多象变体称为黝帘石。含锰高的绿帘石称红帘石 。绿帘石为单斜晶系，晶体呈柱状，柱面有条纹；集合体常呈粒状。颜色呈各种不同色调的草绿色，随铁含量的增加颜色变深，玻璃光泽，底面解理完全 。莫氏硬度 6～6.5 ，比重 3.38～3.49，随铁含量的增加而增大。

绿帘石的形成与热液作用有关。广泛分布于变质岩、矽卡岩和受热液作用的各种火成岩中。也可从热液中直接结晶。中国河北邯郸产结晶粗大的绿帘石。世界著名产地有奥地利、法国等。1967 年在坦桑尼亚发现了呈蓝至青莲色的透明黝帘石晶体，称坦桑石，被作为中上等宝石。

绿帘石 （Epidote） Ca2(Fe3+,Al)3[SiO4][Si2O7]O(OH)

一般特点

化学组成: 斜黝帘石与绿帘石构成一个类质同象系列。当斜黝帘石中的 Al3+逐步被 Fe3+所置换时，则向绿帘石过渡。

成因产状:　绿帘石可以是变质成因的，多见于绿片岩中，在接触交代成因的矽卡岩中，绿帘石往往由早期矽卡岩矿物如石榴子石，符山石等转变而成。绿帘石也可以是围岩蚀变的产物。

主要产地: 阿拉斯加州威尔士王子岛萨尔泽，爱达荷州亚当区，科罗拉多州查菲区的卡鲁麦特铁矿和帕克区的绿帘石山；墨西哥；瑞士；奥地利；巴基斯坦。法国布贺多桑思产迷人的晶石。

名称来源: 绿帘石(epidote)这一名称可能源于希腊语 epidosis，意思是增长，指的是它晶体一面比另外一面长。

晶体结构

对称特点: 单斜晶系，点群 2/m，空间群 P21/m

晶胞参数:

ao=8.98 埃，bo=5.64 埃，co=10.22 埃，Z=2，b=115.25°

晶体结构:　单斜晶系，绿帘石的结构类似于黝帘石，由铝氧配位八面体连接成链，链的方向也平行 b 轴，有的链与链之间仅借[SiO4]4-和[[[Si]]2O7]6-连接起来；有的链与链之间还可以与铝氧或铁氧配位八面体相接。Fe3+作六次配位，Ca2+位于圈套的空隙中，作八次配位。

晶体形态

单晶体呈沿 b 轴延伸的柱状。双晶少见，双晶面为（100）或（001）。

矿物棱镜状，常有纹理，扁平，大块/颗粒状，或纤维状；很少生成双晶。

物理性质

硬度: 6～6.5

比重: 3.38～3.49

解理: (001)解理完全

断口: 不整齐

颜色: 一般呈各种不同色调的绿色

条痕: 不明显至灰色

透明度: 透明至半透明

光泽: 玻璃光泽

其他

旋转时，半透明的绿帘石棱镜呈现出强烈的二色性，即在一个方向上，颜色为深绿；而另一个方向是棕色。

蒙脱石（montmorillonite）

- 蒙脱石（montmorillonite）含水层状结构硅酸盐矿物 。成分为(Na，Ca) 0.33 (Al，Mg)2[Si4O10](OH)2 ɴH2O 。 水的含量变化很大。颗粒细小，约 0.2～1 微米，具胶体分散特性，通常呈块状或土状集合体产出。又 ...



蒙脱石（montmorillonite）

含水层状结构硅酸盐矿物 。成分为(Na，Ca) 0.33 (Al，Mg)2[Si4O10](OH)2 ɴH2O 。 水的含量变化很大。颗粒细小，约 0.2～1 微米，具胶体分散特性，通常呈块状或土状集合体产出。又称微晶高岭石或胶岭石。在电子显微镜下观察，晶体属单斜晶系，一般呈不规则片状。颜色为白色带浅灰，有时带浅蓝或浅红色，光泽暗淡；莫氏硬度 2～2.5；比重 2～2.7。具有很强的吸附能力和离子交换能力 。同时还具有高度的胶体性、可塑性和粘结力。吸水性很强，加水膨胀，体积可增加几倍到十几倍。是组成膨润土的主要成分。用作钻探泥浆，铸型砂和铁矿球团的粘合剂，造纸、橡胶、化妆品的填充剂，纺织和石油工业中作吸收剂、石油脱色和裂化催化剂的原料。各种富含铝硅酸盐的矿物经风化作用，热液蚀变或沉积变质作用在碱性条件下都可以形成。在土壤和现代沉积物中蒙脱石也相当多 。产地有美国怀俄明和意大利蓬札等。中国产地有辽宁、吉林、河北、浙江、新疆等。

高岭石（kaolinite）

- 高岭石（kaolinite）化学组成为 Al4〔Si4O10〕(OH)8 的层状结构的硅酸盐矿物。因最早发现于中国景德镇高岭林而得名。晶体属 1∶1 型单元层的二八面体型结构。由于堆叠中结构单元层间的相对位移，便构成了与地 ...



高岭石（kaolinite）

化学组成为 Al4〔Si4O10〕（OH)8 的层状结构的硅酸盐矿物。因最早发现于中国景德镇高岭林而得名。晶体属 1∶1 型单元层的二八面体型结构。由于堆叠中结构单元层间的相对位移，便构成了与地开石、珍珠石不同的多型。三斜晶系 ，结晶度良好的高岭石成有序结构，一般呈假六方片状晶体 ；结晶度差的多呈椭圆形或不规则状，通常呈致密或疏松块状集合体产出。一般为白色，含杂质时呈米色。底面解理完全。解理面显珍珠光泽 ，块状的光泽暗淡 。莫氏硬度 2～2.5 。比重 2.60～2.63 。 高岭石是组成高岭土的主要矿物成分 ，可以通过风化作用、沉积作用和热液蚀变作用形成。高岭土多呈白色，细粒具分散性、可塑性、高粘结力和高耐火度 ，是陶瓷和电瓷工业中的重要原材料；还可在造纸、橡胶、油漆等工业中做填充料等。中国是高岭石的主要出产国，产地有江西景德镇、江苏苏州、河北唐山、湖南醴陵等。

黝帘石



黝帘石（坦桑石 Zoisite）

60 年代在坦桑尼亚发现了蓝到紫色的黝帘石透明晶体，又称为坦桑石。

1．化学成分

Ca2Al3(SiO4)(Si2O7)O(OH)

2．晶系及结晶习性

斜方晶系，常沿 c 轴延长，有平行柱状条纹。

3．光学性质

4．颜色

常见带褐色调的绿蓝色，还有灰、褐、黄、绿色等。热处理后，可去掉褐绿至灰黄色，而呈蓝色、蓝紫色。

5． 透明度及光泽

透明，玻璃光泽。

6． 光性

二轴晶，正光性。

7． 折射率及双折射率

折射率：1.691~1.700（±0.005），双折射率：0.009~0.010，色散： 0.021。

8． 多色性

三色性很明显，坦桑色的多色性表现为蓝色、紫红色、绿黄色，加热处理后为蓝色和紫色；褐色黝帘石多色性为绿色、紫色和浅蓝色，而黄绿色黝帘石的多色性为：暗蓝色、黄色和紫色。

9． 理解：解理不发育，贝壳状到参差状断口。

10． 硬度：摩氏硬度 6~7

11． 密度相对：3.35

12．坦桑石鉴定要点

坦桑石易与紫色蓝宝石和堇青石混淆，但据其特征的多色性和与两者不同的折射率值和密度值易于将它区别出来。

辉石



辉石族 （pyroxene）

一般特点:辉石族矿物属于链状结构硅酸盐。辉石族矿物是最主要的造岩矿物之一。辉石可以结晶成正交晶系或单斜晶系，因此可以进一步分为两个亚族：正辉石亚族（顽火辉石、古铜辉石、紫苏辉石、正铁辉石）和斜辉石亚族（透辉石、钙铁辉石、普通辉石、霓石、霓辉石、硬玉、锂辉石）。斜亚族已经单独介绍了透辉石，这里主要以正亚族为例。

化学组成: 辉石族矿物的一般化学式可以用 W1-p(X,Y)1+pZ2O6 表示。其中，W=Ca2+，Na+；X=Mg2+，Fe2+，Mn2+，Ni2+，Li+；Y=Al3+，Fe3+，Cr3+，Ti3+；Z=Si4+，Al3+。正辉石亚族的化学组成比较简单，其中 p≈1，即无较大的阳离子存在，Al3+、Fe3+等三价离子也极少，Z 中也仅 Si4+而已；但在斜辉石亚族中，就比较复杂：p 的变化自 0 到 1，X 及 Y 的组分均广泛地存在着类质同象置换现象，由于 W 及 X、Y 的变化，相应地需要有部分的 Si4+被 Al3+所取代，使斜辉石中出现了铝硅酸盐分子。

正辉石亚族是由顽火辉石 Mg2[Si2O6]和正铁辉石 Fe2[Si2O6]两个端员组分构成的完全类质同

象系列，其中间成员为古铜辉石和紫苏辉石。Fe2[Si2O6]分子含量 10%以下者为顽火辉石，10%~30%为古铜辉石，30%~50%为紫苏辉石，50%以上为正铁辉石。

成因产状:　顽火辉石和紫苏辉石是正辉石亚族中最常见的矿物。他们既可是岩浆结晶作用的产物，也可是变质作用的产物。

名称来源: 顽火辉石英文名称 enstatite 来自希腊语 enstates，意思是对手，因为这种矿物质具有难熔的特性；钙铁辉石英文名称 hedenbergite 以路德威格·海登伯格（Hedenberg）的名字命名，这位 19 世纪瑞典化学家分析并描述了这种矿物；普通辉石英文名称（augite）来自希腊语 auge 意为明亮的，因为普通辉石的解理面有光泽。还有一种蔷薇辉石，其英文名称为 rhodonite，来自于希腊语 rhodon，意为玫瑰。古铜辉石以颜色得名。

晶体结构

对称特点: 正交晶系。点群 3L23PC，空间群 Pbca。

晶胞参数: 顽火辉石的晶胞参数为 ao=18.228 埃，bo=8.805 埃，co=5.185 埃；正铁辉石的晶胞参数为 ao=18.433 埃，bo=9.060 埃，co=5.258 埃。古铜辉石和紫苏辉石的参数介乎其中，随组分中铁含量的增大而稍有增大。

晶体形态（正辉石亚族）

单晶体通常呈平行 c 轴延伸的短柱状。常见单形有(100)、210、010、001、110、211 等。在岩石中常呈不规则的粒状，散布于整个岩石里。常与斜辉石亚族矿物形成有规则的定向附生体。

左图为普通辉石的形态。

物理性质（正辉石亚族）

硬度: 5～6

比重: 随含 Fe 量的增高而增大，顽火辉石在 3.15 左右，紫苏辉石 3.3～3.6，古铜辉石介于两者之间，至于正铁辉石则可达 3.9。

解理: （210）解理完全

颜色: 颜色随 Fe 含量增高而加深。顽火辉石为无色或带浅绿的灰色，也有褐绿色或褐黄色；紫苏辉石呈绿黑色或褐黑色；古铜辉石则呈特征性的古铜色。

光泽: 玻璃光泽

矿物用途

硬玉俗名翡翠，可作玉器。锂辉石是提炼锂的矿物原料之一。色彩鲜艳且透明的锂辉石，如紫锂辉石和翠绿锂辉石，可作宝石。

透辉石



透辉石

透辉石 （**Diopside**）

CaMg[Si2O6]

概述

透辉石是辉石中常见的一种，它属于硅酸盐矿物，是钙和镁的硅酸盐。

透辉石有白色和深浅不等的绿色，具有玻璃光泽。长柱体、粒状或片状。

成因产状

透辉石和次透辉石是矽卡岩矿物之一，一些基性和超基性火成岩中亦有它们的产出。在高级区域变质作用和热变质作用中，也有它们的形成。

主要产地

美国加利福尼亚州、南达科他州、科罗拉多州、田纳西州、宾夕法尼亚州、纽约州、新泽西州；魁北克省；瑞典；瑞士；意大利；芬兰；俄罗斯；朝鲜；日本。

名称来源

透辉石(diopside)这一名称来自希腊语,dis 意为双的，opsis 意为影像，因为它棱镜的形状可呈现出双重影像。

晶体结构





透辉石

对称特点：单斜晶系，点群 2/mC2/c

晶体结构： 但透辉石结构中硅氧四面体链上三个相今桥氧之间的键角为 166°22'，表示硅氧四面体链的折曲程度胜过硬玉。

晶体形态

单晶体呈短柱状，其横切面多呈正方形或截角的正方形。

物理性质

硬度: 5.5~6.5

比重: 3.3-3.5

解理: (110)解理中等至完全，解理交角 87 度

断口：不整齐

颜色：无色至浅绿色

条痕：白色，略灰或略绿色

透明度：半透明至不透明

光泽：玻璃光泽

矿物用途

透明的透辉石常被磨成宝石，但它主要用于收藏而不是用来制造珠宝。

角闪石



角闪石族矿物的总称，角闪石属闪石族中一员。镁、铁、钙、钠、铝等的硅酸盐或铝硅酸盐。与辉石族形态、组成相近，而以含 OH 为区别。

据晶系可分斜方角闪石、单斜角闪石和三斜角闪石亚族。单斜角闪石更多见，斜方角闪石亚族主要有直闪石和铝直闪石（gedrite);三斜角闪石亚族主要有散斜闪石（enigmatite)和褐斜闪石（rhoenite)等

主要有透闪石、阳起石、普通角闪石和钠闪石、蓝闪石等。是含（OH）的镁、铁、钙、钠、铝的链状结构硅酸盐，类质同象普遍。晶体呈长柱状，集合体呈粒状、纤维状、放射状等。一般为深色，从绿色、棕色、褐色到黑色。玻璃光泽。硬度 5~ 6 。两组发育中等的解理面交角为 124°和 56°。密度 3.0~3.5。直闪石、钠闪石、透闪石、阳起石有时呈具丝绢光泽的纤维状集合体，统称为角闪石石棉，是工业上的绝缘、绝热材料。隐晶致密块状的透闪石、阳起石为软玉，是工艺美术品材料。角闪石是分布很广的造岩矿物。

化学组成

闪石族矿物的一般化学式为 A0-1B2C5T8O22(OH,F,Cl)2。其中 A=Na、K；B(M4)=Na、Li、Ca、Mn、Fe2+、Mg；C(M1-3)=Mg、Fe2+、Mn、Al、Fe3+、Cr、Ti、Li；T=Si、Al、（Fe3+、Ti）。

晶体结构

对称特点：单斜晶系，点群 2/m;空间群 C2/m

晶体形态

常有完好的单晶体出现，呈柱状。

物理性质

硬度: 5~6

比重: 3.0~3.4

解理：柱状解理完全，二向解理，交角 56 度 （124°）

断口：不整齐，易碎

颜色：除不含铁的角闪石外，其它颜色均较深，绿色至墨绿色。

条痕：灰-绿色或灰-棕色

透明度：半透明至几乎不透明

光泽：玻璃光泽

透闪石



矿物名称： 透闪石（角闪石变种）(Amphibole var. Tremolite)

矿物概述

化学组成：Ca2(Mg,Fe2+)5Si8O22(OH),CaO13.8%,MgO24.6%,SiO258.8,H2O2.8%,FeO 的含量有时达 3%，成分中还有少量的 Na、K、Mn 代替 Ca；F、Cl 代替(OH)；

鉴定特征：具有细长柱状或纤维状的晶态，良好的柱状解理。解理角度的不同，可以和辉石区别；颜色比较淡，可以和普通角闪石区别。

成因产状：透闪石可以是不纯灰岩或白云岩遭受接触变质的产物。在区域变质作用中，也可由不纯灰岩、基性岩或硬砂岩等变质形成。在热液蚀变过程中，也可形成阳起石，是称阳起石化作用；

著名产地：世界著名的产地有瑞士的 Ticino；奥地利的 Tyroi 和意大利的 Piedmont、奥地利 Tyrol 的 Zillerthal 和美国东部的 Appalachian 山脉。其他的产地还有 NewZealand；Mexico 和中美洲等地。

晶体形态

斜方柱晶类；晶体常呈细柱状、纤维状，集合体常呈柱状或放射状；常见单形为斜方柱 m(110) 和 r(011)，平行双面 b(010)；

晶体结构

晶系和空间群：单斜晶系；空间群 C2/m；

晶胞参数：a0=9.84 埃，b0=10.05 埃，c0=5.275 埃，z=2;

粉晶数据：3.12(1)8.38(1)2.71(0.9)

物理性质

硬度：5-6

比重：3.02-3.44g/cm3

解理：100 解理完全，交角为 56°，有时可见 100 裂理

断口：次贝壳状

颜色：无色、白色至浅灰色

条痕：无色

透明度：透明

光泽：玻璃光泽，纤维状者呈丝绢光泽

发光性：发荧光，短 UV=黄色，长 UV=粉红色

其他：不溶于 HCl

光学性质

二轴晶（-），Np=1.599-1.612,Nm=1.613-1.626,Ng=1.625-1.637,双反射率=0.0250-0.0260,2V（计算）=82-84,2V（实测）=88-80.色散 r<v.

用途：

陶瓷、玻璃原料、填料和软玉材料等。

阳起石



阳起石

Actinolite

矿物

阳起石为硅酸盐类矿物，它是闪石系列中的一员，这类矿物常被称为闪石石棉。阳起石的晶体为长柱状、针状或毛发样。颜色由带浅绿色的灰色至暗绿色。具玻璃光泽。透明至不透明。晶体的集合体为不规则块状、扁长条状或短柱状。大小不一。白色、浅灰白色或淡绿白色，具有丝一样的光泽。比较硬脆，也有的略疏松。折断后的断面不平整，断面可见纤维状或细柱状。

硅酸盐类矿物角闪石族透闪石。







原矿物:【透闪石】 Tremolite

阳起石是透闪石中的镁离子 2%以上被二价铁离子置换而成的矿物。铁含量高的称为铁阳起石，颜色深绿色黑色。石棉状的阳起石可呈白色或灰色。

晶体为扁平柱状、粒状或针状聚集。见于片麻岩、千枚岩。可与滑石、石棉、蛇纹石等其他矿物共生。

形态：单斜晶系。晶体呈长柱状、针状、毛发状。但通常成细放射状、棒状或纤维状的集合体。颜色由带浅绿色的灰色至暗绿色。具玻璃光泽。透明至不透明。单向完全解理。断口呈多片状。性脆。气无，味淡。

蓝晶石



蓝晶石

kyanite

岛状结构硅酸盐矿物。成分为 Al2[SIO4]O。与红柱石、矽线石成同质多象。三斜晶系，晶体呈扁平的板条状。有时呈放射状集合体。蓝色、带蓝的白色、青色。具完全和中等的两组解理。硬度有明显的异向性，故又名二硬石。平行晶体伸长方向上莫氏硬度为 4.5，垂直方向上为 6。比重 3.53～3.65。区域变质作用产物，在结晶片岩和片麻岩中出现。瑞士、奥地利是知名产地。当加热到 1300℃时，蓝晶石变为莫来石，是高级耐火材料。也可提取铝。色丽透明晶体可作宝石，以深蓝色为佳。美国北卡罗来纳州产有深蓝、绿色的宝石蓝晶石。

蓝晶石 (Kyanite) Al2[SiO4]O

英文名称： kyanite，源于希腊语 kyanos,指蓝晶石最普遍的颜色。

晶体结构

对称特点: 三斜晶系；点群 1，空间群 P1

晶体形态

单晶体常呈平行于(100)的长板状或刀片状

物理性质

硬度: 硬度 5.5~7，表现出极其显著的各向异性，故蓝晶石又名三硬石

比重: 3.53~3.64

解理: (100)解理完全，(010)解理中等到完全

断口: 易破碎

颜色: 一般呈蓝色；有时由于晶石上面有斑点，或纹理颜色不均匀，致使中部颜色较深。

条痕: 不明显

透明度: 透明至半透明

光泽: 玻璃光泽

材料性质：

化学成分： Al 2 SiO 5 ；可含有 Cr 、 Fe 、 Ca 、 Mg 、 Ti 等元素。

结晶状态：晶质体。

晶 系：三斜晶系。

晶体习性：常呈柱状晶形，常见双晶。

常见颜色：浅至深蓝、绿、黄、灰、褐、无色。

光 泽：玻璃光泽，断口可具玻璃光泽至珍珠光泽。

解 理：一组完全解理，一组中等解理。

摩氏硬度：平等 C 轴方向： 4 ～ 5 ；垂直 C 轴方向： 6 ～ 7 。

密 度： 3.68 (+0.01 ，— 0.12) g/cm 3 。

光性特征：非均质体，二轴晶，负光性。

多 色 性：蓝色蓝晶石：中等，无色，深蓝和紫蓝。

折 射 率： 1.716 ～ 1.731 （± 0.004 ）。

双折射率： 0.012 ～ 0.017 。

紫外荧光：长波：弱，红；短波：无。

吸收光谱： 435nm ， 445nm 吸收带。

放大检查：固体矿物包体，解理，色带。

特殊光学效应：猫眼效应（稀少）。

优化处理：未知。

一般特点 ：

化学组成: Al_2O_3 63.1%, SiO_2 36.9% 。天然产出的蓝晶石，往往接近于理想成分。

成因产状： 蓝晶石是典型区域变质矿物之一，多由泥质岩变质而成。它主要形成于中级变质作用压力较高的条件下。存在于：区域变质片岩和片麻岩和相关结晶花岗岩及石英岩脉；与石榴石、十字石、云母和石英共生。

主要产地: 加利福尼亚州、衣阿华州、佐治亚州；加拿大；爱尔兰；法国；意大利；瑞士；印度；巴西；朝鲜；澳大利亚。

矿物用途

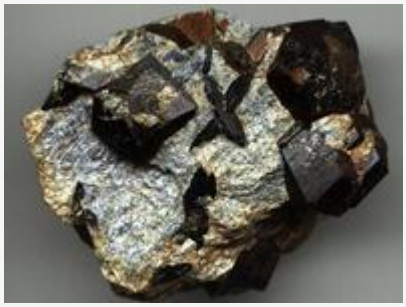
蓝晶石的用途：

1、热膨胀性：在高温下体积膨胀，当温度降低时，体积变化很小，即系有不可逆性转化产生的体积膨胀特性；稳定性：蓝晶石生产的耐火材料稳定性比粘土质耐火材料高 1.5 倍；耐火度高：一般粘土质耐火材料耐火度为 1670-1770℃，而蓝晶石耐火材料通常大于 1790℃，最高大于 1850℃；还具有较好的抗化学腐蚀特性。

2、用途：由于蓝晶石矿物的特性，故用来制造优良的高级耐火材料，耐火砂浆，水泥及铸造耐制品，以及塑料捣打混合料,技术陶瓷,汽车发动机的火花塞，绝缘体，球磨机球体,试验器皿,耐震物品等，并可用电热法炼制硅铝合金,应用于飞机、汽车、火车、船舶的部件上。近年来，随着钢铁工业的发展，此类矿以耐火砖、型材等形式制造热风炉，热风塔、再热炉、均热炉等的关键部位，制造窑炉设施，还可用于各种辅助性浇注和操作设备上。它们可以用于生产喷渡薄膜，制造结晶氟石和超音速飞机的前缘，宇宙飞船的金属附件，部分还可作宝石。此外可用作研磨料，作釉成分以及不滑的地板材料。

因此世界上对蓝晶石类矿物的开发利用越来越重视，特别是几个发达的国家，如在日本，蓝晶石是耐火混凝土、可塑料、高铝水泥的重要原料；美国和一些国家用蓝晶石预烧制成各种牌号的莫来石质熟料，广泛地应用于陶瓷和精密铸造等部门；苏联用蓝晶石-硅线石精矿制造的轻质砖。采用蓝晶石作膨胀剂配制的不定型耐火材料在加热炉上的试用是成功的，其表面裂纹少，使用中跑火现象也少，使用效果较好。总之蓝晶石是不定型耐火材料良好的膨胀剂。

十字石



十字石

Cross Stone

十字石是岛状结构硅酸盐矿物，它因有一个奇特的十字外形而得名。十字石又硬又脆，具有暗淡的光泽，一般为暗褐色。罕见的透明十字石可当作定石。因为它的形状，人们常用它制成装饰品。

化学组成：为 Fe2Al9[SiO4]4O7(OH)2。相当于两个蓝晶石加上氢氧化铁组成



十字石

晶体结构：斜方晶系，a=0.781nm，b=0.1662nm，c=0.565nm。Z=2，晶体结构可以看做是平行（010）面蓝晶石结构层，与氢氧化铁曾较互叠置成，这就使得蓝晶石的（100）面依十字石的（010）面成规则连生。

物理性质：棕红、红褐、淡黄褐或黑色，玻璃光泽，但变化后暗淡无光或如土状。解理中等。莫氏硬度 7.5，比重 3.74～3.83，相对密度 3.74~3.83 晶体通常粗大，呈短柱状，十字形贯穿双晶常见，故名。

产状：主要是区域变质及少数接触变质作用的产物。

鉴定特征：短柱状，横断面为菱形。特别是双晶形状，深褐色，红褐色，硬度大，以此与红柱石区别。

十字石是富铁、铝质的泥质岩石经区域变质作用的产物，见于云母片岩、千枚岩、片麻岩中，是中级变质作用的标型矿物。十字石偶尔呈透明，可作宝石。

矽线石



矽线石 （Sillimanite） Al[AlSiO4]O

一般特点

化学组成：同蓝晶石。有时含 Fe3+。此外，Ca 和 K、Na 等的出现。

成因产状： 矽线石是典型的变质矿物，分布很广泛。常见于火成岩（尤其是花岗岩）与富含铝质岩石的接触带及片岩、片麻岩发育的地区。在黑云母矽线石角页岩、矽线石堇青石片麻岩里的矽线石，通常是由于黑云母的分解或早期形成的红柱石转变而成。矽线石常与红柱石、蓝晶石、刚玉、堇青石等共生。在风化过程中，矽线石非常稳定，所以常见于冲击砂矿、残积层和坡积层中。

晶体结构

对称特点: 斜方晶系；点群;空间群 Pbnm

晶胞参数: ao=7.43 埃,bo=7.58 埃,co=5.74 埃,Z=4

晶体结构: 矽线石晶体的基本结构是由[SiO4]和[AlO4]四面体沿 c 轴交替排列，组成[AlSiO5]双链，双链间由[AlO6]八面体联结，[AlO6]八面体共棱联结成链位于单位晶胞（001）投影面的四个角顶和中心。有半数 Al 为四次配位，Al-O(4)=1.77 埃,Si-O(4)=1.61 埃。

矽线石结构决定了它具有平行 c 轴延长的针状、纤维状的晶体形态及平行(010)的解理。

晶体形态

单晶体呈针状和棒状，少见。主要单形 a(100)、b(010)、m(110)、h(230)。所以横断面呈近正方的菱形或长方形。在[001]晶带的柱面上具有条纹。

放射状或纤维状集合体。有时呈毛发状包体存在于石英、长石晶体中。对毛发状的矽线石，又称细矽线石(英国人常用词)。

物理性质

硬度: 7

比重: 3.23~3.27

解理: 010 解理完全

颜色: 通常呈灰白色

光泽: 玻璃光泽

折射率: Ng=1.673-1.683,Nm=1.658-1.662,Np=1.654-1.661。

其他 不溶于酸

矿物用途

矽线石主要为制造高铝耐火材料和耐酸材料，而用于技术陶瓷，内燃机火花塞的绝缘体，铸钢坩埚，高温测定管及飞机、汽车、火车、船舰部件用的硅铝合金。色泽艳丽的矽线石是宝石的原料。

相关信息

加热矽线石到 1545℃转变为莫来石和石英。

鉴定特征

针状、放射状或纤维状形态，具完全解理。吹管焰烧不熔。不溶于酸，甚至氢氟酸也不起作用。有铝的反应。

矽线石猫眼

英文名称 sillimanite cat’s eye 是一种市场上较常见的具猫眼效应的宝石，主要来自印度和斯里兰卡。由矽线石的纤维状集合体构成。常呈灰绿色，含有黑色包体。包体已确认为磁铁矿和赤铁矿。猫眼光带通常宽而模糊，效果较差，偶而也有具漂亮的黄绿色，猫眼光带非常清晰，与金绿宝石猫眼难分真假。。但矽线石猫眼具较低的折射率和较低的相对密度，可鉴别之。

合成矽线石

英文名称 synthetic sillimanite 用高岭石加氟在 1 万个大气压和 900℃高温条件下，可合成矽线石。

堇青石



堇青石(iolite)

堇青石是一种硅酸盐矿物，它可呈无色，但通常具有浅蓝或浅紫色，玻璃光泽。堇青石还具有一个特点，它们会在不同的方向上发出不同颜色的光线，这叫多色性。品优色美的堇青石被当作宝石，除此以外，堇青石没有什么工业上的用途。堇青石产于片岩、片麻岩及蚀变火成岩中。人们因此也称堇青石为二色石。人工可以合成镁堇青石，用于耐火材料。

化学式：镁铝硅酸盐(2MgO；2Al2O3；5SiO2)

晶系：斜方晶系

硬度:7.5-8

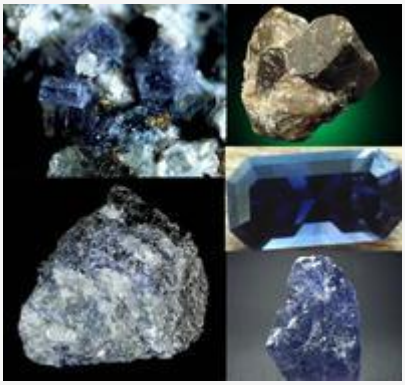
比重:2.57-2.61

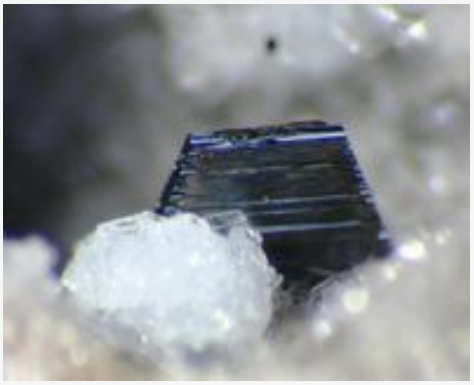
折射率:1.542-1.551 属玻璃光泽

双折射率:0.009

断口:贝壳状断口，断口处呈油脂光泽

堇青石的颜色很像缅甸所产出的蓝宝石且又因为它常含有水，所以又称之为水蓝宝石（water sapphire）。更因为它具有蓝宝石的颜色及光泽且价格又比蓝宝石便宜很多，因此更被戏称为穷人家的蓝宝石，堇青石的能量是相当稳定的且不能以加热的方式来改变它的颜色是一种货真价实的宝石。





堇青石

堇青石依其种类也细分为三种即:

1.铁堇青石 ： 堇青石中的两个主要成份镁和铁可以做同像替代，当铁元素含量大于镁元素称之为铁堇青石。

2.堇青石 ： 即镁含量高于铁含量时称为堇青石，较出名的是产于印度的富镁品种，常被用来做成宝石又称为印度石。

3.血点堇青石 ： 主要产地在斯里兰卡，主要特征为其内部的氧化铁澡片含量丰富且呈现特定方向排列使得堇青石带有色带时被称为血点堇青石。

堇青石的主要产地为巴西，印度，斯里兰卡，缅甸，马达加斯加，中国台湾的兰屿也有少量的发现，而堇青石的颜色有蓝色，浅蓝色，浅紫色，浅黄色，及淡褐色，说到颜色就不得不提一下堇青石最重要的一项特征也就是它的二色性，这也是大家用肉眼来区分堇青石与蓝宝石的最大不同点，何谓二色性呢?用简单的话来描述就是同一颗宝石在不同的角度看上去呈现出两种不同的颜色(如图)，在它的多色性中最常出现的颜色为蓝色，紫色，淡黄色(或无色)，也因为这样堇青石又被称为二色石。

青金石



青金石

青金石又称天青石，青金石是方钠石的蓝色变种。是一种不透明或半透明的蓝色、蓝紫色或蓝绿色的准宝石，主要由天蓝石和方解石组成。青金石色是藏传佛教中药师佛的身色，常戴可保佑平安健康，无病无灾。

我国近代著名的地质学家章鸿钊在《石雅》一书中写到“青金石色相如天，或复金屑散乱，光辉灿灿，若众星之丽于天也。”故古人尊青金石为“天石”，用于礼天之宝。《清会典图考》中称：“皇帝朝带，其饰天坛用青金石。”

青金石的英文名称为 Lapis Lazuli，来自拉丁语 Lapis Lazuli，前者意指宝石，后者则指蓝色的（宝石）。其工艺品称“青金”，古称“金碧”、“点黛”或“璧琉璃”。



青金石属架状结构硅酸盐中的方钠石族矿物，化学分子式为（Na，Ca）4-8（AlSiO4）6 (SO4，S，Cl)1-2。属等轴晶系。晶体形态呈菱形十二面体，集合体呈致密块状、粒状结构。颜色为深蓝色、紫蓝色、天蓝色、绿蓝色等。如果含较多的方解石时呈条纹状白色，含黄铁矿时就在蓝底上呈显黄色星点，玻璃光泽和蜡状光泽，条痕浅蓝色，半透明至不透明。均质体，折光率 1.5，双折射率 0.010。硬度 5－6，纯青金石密度 2.38-2.45g/cm3，一般青金石玉料 2.7－2.9g/cm3。解理不发育，断口参差状。在长波紫外光照射下发橙色点光，在短波紫外线照射下发白色荧光。滤色镜下呈淡红色，遇盐酸缓慢溶解。



青金石

青金石与相似玉石的区别。与青金石容易混淆的有方钠石、蓝方石、蓝铜矿。冒充青金石的赝品和代用品有着色碧玉、着色尖晶石、着色岫玉、料仿青金、染色大理石。相似玉石特征如下：方钠石（又称苏打石），呈粗晶质结构，颜色均一，硬度 5.5－6，密度 2.15－2.35，折光率 1.483－1.487，质地不如青金石均匀，有橙色和粉红色荧光。蓝方石，橙红色荧光，密度 2.44－2.5g/cm3，折光率 1.49－1.504。蓝铜矿，硬度小，为 3.5－4，折光率 1.73－1.83，性脆，无大的致密块体。着色碧玉（又称瑞士青金），用玉髓等假料人工着色而成，硬度大，为 6.5－ 7，折光率 1.54－1.55。着色尖晶石（又称着色青金），用钴盐人工着色而成，硬度大，为 8，折光率 1.71－1.72。着色岫玉（又称炝色青金），浅蓝色，见不到黄铁矿，油脂光泽强，硬度 2.5－4，折光率 1.56－1.57。料仿青金，用玻璃仿造，由着色的深蓝色硫磺或玻璃构成的，见不到黄铁矿，玻璃光泽，贝壳状断口，性脆。染色大理岩，硬度小，小刀容易刻动，遇有盐酸反应明显。



青金石

青金石的评价与选购。青金石主要有四种：青金石、青金、催生石、金格浪。青金石的工艺要求以深蓝色、无裂纹、无杂质、质地细腻者为佳。青金石适合于女性佩戴，小巧玲珑的金项链或其它首饰上穿上几颗青金石，别具风采。青金石也适合男性佩戴，男式礼服上配上深颜色的青金石饰物，更增添男士风度。佩戴时远离高温过热环境，防止失色。青金石首饰玷污之后，决不能用水浸泡和冲洗，以免表面的污垢向内部渗透。选购时与相似玉石区分开，以防上当。

青金石是古老的玉石之一。它以其鲜艳的蓝色赢得东方各国人民的喜爱。在公元前数千年的古埃及，青金石与黄金价值相当。在古印度、伊朗等国，青金石与绿松石、珊瑚均属名贵玉石品种。在古希腊、古罗马，佩戴青金石被认为是富有的标志。青金石因“其色如天”，又称“帝青色”，很受古代帝王青睐，常随葬墓中。青金石颜色端庄，易于雕刻，至今保持着一级玉料的声望。人们还相信青金石可以治疗忧郁症及间歇性发烧症。青金石还被用作绘画颜料。

青金石是由接触交代变质作用形成，主要赋存于硅酸盐-镁质矽卡岩中和钙质矽卡岩中。青金石的主要产地有美国、阿富汗、蒙古、缅甸、智利、加拿大、巴基斯坦、印度和安哥拉等国。中国至今未发现青金石矿床。



青金石

青金石，其工艺名称为“青金”。青金石的波斯语称“拉术哇尔”，阿拉伯语和“拉术尔”，印度语称“雷及哇尔”，章均谐“ 琳”或“琉璃”。所以，一些中外学者都认为中国古代的“流璃”、“硫璃”或“琉璃”，都是指的青金石。不过，我们也应该注意到，在我国古代，人们辨别玉石是从颜色上而不注重其质地，颜色相似的虽其质地有差别，但其名称仍然可以相同，所以，我们不能说凡是古代的“ 琳”或“琉璃”就一定是青金石，因为它们往往也兼指了其他青色或绿色的玉石或宝石。青金石，其玉料是由青金石矿物构成的，通常含有方解石、黄铁矿，有时也出现少量的透辉石等。不透明，为玻璃至油脂光泽。其硬度为 5.5，比重是 2.7- 2.9。青金石拥有独特的蓝色、深蓝、淡蓝及浅青色等，按其颜色的不同及可分为：青金枣色深蓝和浓而而不黑者；金格浪枣深蓝和黄铁矿含量多于青金石矿物者；催生石枣浅蓝色和含白色方解石者，因源程序于古人用此石作催生药之说而得名。在我国古代，入葬青金石有：“以其色青，此以达升天之路故用之”的说法，多被用来制做皇帝的葬器。青金石是我国自古以来进口的传统玉料，其多数来源于阿富汗。迄今为止，在我国沿未发现青金石英钟的产地。玉石，作为一种矿物，在当今市场上有一定的价格。通常一块 15×20mm 大小的软玉，其价格在 6?/FONT>40 美元之间。一块 15×20mm 大小的硬玉，就其色泽的不同，价格变异很大，浓绿者，价在 550-8500 美元之间；绿者，价在职 100-55 美元之间；其他色泽则每况愈下，至白色、红棕色时一般价在 3-40 美元之间；一块 15×20mm 大小的绿松石，其质优者价在 8-70 美元之间。

青金石早在 6000 年前即被中亚国家开发使用。我国则始于西汉时期，当时的名称是“兰赤”、“金螭”、“点黛”等。自明清以来，青金石“色相如天”，天为上，因此明清帝王重青金石。现在保存在故宫博物院的两万余件清宫藏玉中，青金石雕刻品不及百件。

好的青金石颜色深蓝纯正，无裂纹、质地细腻，无方解石杂质。不含金星（黄铁矿）或带有很漂亮的金星均为上品。青金石的硬度 5 至 6，呈玻璃状光泽而略带油脂性。世界上著名的青金石产地有阿富汗以、智利、前苏联和加拿大等地。但首推阿富汗。阿国所产青金石有着均匀的深蓝至天蓝色，极细粒的隐晶结构中夹杂微量的黄铁矿，使其在阳光照射之下精光生辉。青金石被阿拉伯穆斯林国家呼之为“瑰宝”。

青金石既可作玉雕，又可制首饰。我国的青金石雕刻工艺一流，尤其是建国以的后，北京玉器厂制作的青金石摆件、山子、挂坠、首饰等出口海外。目前阿富汗境内战火不断，使原料进口都十分艰难。

我们知道青金石在巴比伦和埃及非常贵重，它频繁地出现在诗歌中。比如，月神之魔（the moon god sin）就以这样一首神歌来描述：“公牛般的强壮，大大的头角，完美的形状，舒长的额毛，象青金石一样显赫。”那时人们相信青金石是治疗忧郁症和“间三日疟”的良药，间三日疟是一种每隔三日就复发一次的间歇性发烧症。青金石经常是送给埃及的贡品单上重要的一项，也是巴比伦国王送给埃及国王的重要礼品之一。在古墓中发现并保存在博物馆中的护身符、圆柱形玺，刻有圣甲虫的宝石，以及其它工艺品，就是用这种材料制成的，所以，即使需要数年时间才能带着珍贵的货物返回来,商人们还是长途旅行去了 badakshan 矿。在报告从战败国掠夺回来的金银财宝时，青金石经常列在黄金和其它贵重物品的前面。

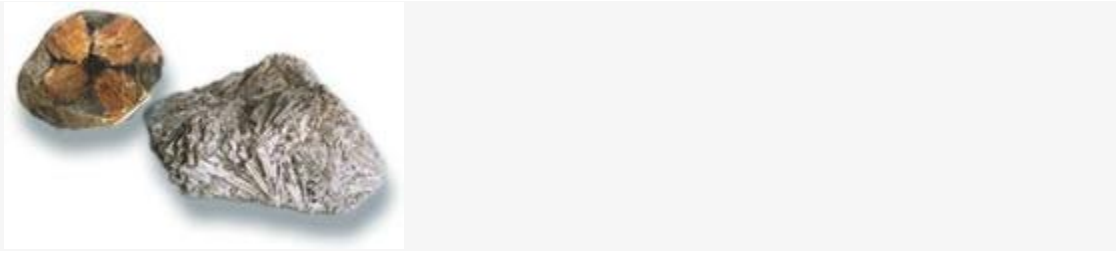
从古希腊和古罗马时代到文艺复兴时期，青金石总是被研磨成粉末，制成群青颜料，群青曾用

在很多世界著名的油画上。在中世纪，装饰书稿是一门精湛的技艺，修道士们把该宝石碎成粉末，和蜂蜡，松香及麻油子一起弄湿揉成团，用在经书的装订上。这种颜料非常贵重，以致于委托用它的工作，便是富有的标志。古代中国人则把青金石称作“暗蓝星彩石”。他们把它研制成化妆品来描眉，把它的片制成镶有珍珠的屏风。

【灵性作用】:

可帮助催眠及深层的冥想，可增强观察洞察力，提升灵性。可激起人高贵清新、温文儒雅的气质情操。开车时佩带青金石能使心情稳定，消除因交通混乱引起的烦躁不安，小朋友佩带可保平安健康、促进发育。

红柱石



矿物名称：红柱石 Andalusite

::矿物概述

化学组成：Al2[SiO4]O，Al2O363.1%，SiO236.9%，有时含有少量的 Fe3+和微量的 Na、K 等。

鉴定特征：以方形柱状形态和高硬度，解理交角近于垂直，常呈肉红色为特征。

主要用途：红柱石是目前已知的优质耐火材料之一。它除用作冶炼工业的高级耐火材料，技术陶瓷工业的原料以外，还可冶炼高强度轻质硅铝合金，制作金属纤维以及超音速飞机和宇宙飞船的导向型之用。据报导，国外尚利用富铝红柱石进行煤的气化和制作雷达天线罩。一部分结晶良好、色泽鲜艳的也可制作工艺品和装饰品。其应用领域还在不断扩大。

成因产状：是典型的中低级热变质作用成因的矿物，常见于接触变质带的泥质岩中，主要形成于温度和压力都较低的条件下。

著名产地：世界著名的产地有西班牙的 Andalusia、奥地利的 Tyrol、巴西的 MinasGerais、美国的宾州和麻省等地。

名称来源：以其产地西班牙 Andalucia 命名，Andalusite 一字，来自西班牙出产这种矿物最有名的地方 Andalusia；

::晶体形态

斜方双锥晶类；晶体呈柱状，主要单形有：斜方柱 m、n，平面双面 c；

::晶体结构

晶系和空间群：正交晶系，D122h—Pnnm;

晶胞参数：a0=7.78Å，b0=7.92Å，c0=5.57Å，z=4

粉晶数据：5.54(1)2.77(0.9)4.53(0.9)

::物理性质

硬度：6.5-7.5

比重：3.13-3.16g/cm3

解理：不完全，解理完全

断口：由交叉好的解理或裂理产生的细长断口

颜色：常呈灰白色或肉红色，呈兰，绿，紫色者少见

条痕：白色

透明度：透明

光泽：玻璃光泽

发光性：无

其他：性脆

::光学性质

薄片中无色，微带粉色，颜色分布不均匀。二轴晶（-）。Np=1.629-1.640，Nm=1.633-1.644，Np=1.639-1.651。2V=-86°。弱多色性：Np-淡红，Nm、Ng-淡绿。光轴面//（010）。Np//c，Nm//b，Ng//a。

金红石





矿物名称： 金红石（产在闪石内） Rutile in Amphibole

金红石是就是较纯的二氧化钛，一般含二氧化钛在 95％以上，是提炼钛的重要矿物原料，但在地壳中储量较少。它具有耐高温、耐低温、耐腐蚀、高强度、小比重等优异性能，被广泛用于军工航空、航天、航海、机械、化工、海水淡化等方面。金红石本身是高档电焊条必须的原料之一，也是生产金红石型钛白粉的最佳原料。

::矿物概述

化学组成：TiO2,Ti60%，有时含 Fe、Nb、Ta、Cr、Sn 等；

鉴定特征：以其四方柱形、双晶、颜色为鉴定特征；可以和锡石(cassitoritc)区别；不溶于酸类，加入碳酸钠予以烧熔，则可溶解于硅酸，若再加入过氧化氢，可使溶液变为黄色；

成因产状：形成于高温条件下，主要产于变质岩系的含金红石石英脉中和伟晶岩脉中。此外，在火成岩中作为副矿物出现，也常呈粒状见于片麻岩中；金红石由于其化学稳定性大，在岩石风化后常转入砂矿；

著名产地：中国河南省方城县世界级特大型金红石矿床、世界著名产地有瑞典 Binnental 和 Campolungo、俄罗斯乌拉尔、挪威的 Kfagero、法国 Limoges 附近的 Yrieix、瑞士、奥地利的 Tyr01、美国的 Georgia、NorthCarolifonia 和 Arkansas 各州、澳洲 NewSouthWales 的北部和 Queensland 的南部，以及美国 Florida 州的东北部等地。

名称来源：Rutlle 一字；来自拉丁语 Rutilus，指红色(Red)，象征着金红石的颜色;

::晶体形态

复四方双锥晶类，常具完好的四方柱状或针状晶形。常见单形为四方柱 m、a 和四方双锥 s 等，有时出现复四方柱和复四方双锥。

::晶体结构

晶系和空间群：四方晶系，P42/mmm；红棕色、红色、黄色或黑色

晶胞参数：a0=4.59 埃，c0=2.96 埃；

粉晶数据：3.245(1)1.687(0.5)2.489(0.41)

::物理性质

硬度：6

比重：4.2-4.3g/cm3

解理：平行中等

断口：断口不平坦

颜色：红棕色、红色、黄色或黑色

条痕：浅棕色至浅黄色

透明度：透明到不透明

光泽：半金光泽至金属光泽

发光性：无

其他：有钛的反应

::光学性质

一轴晶(+),No=2.621,Ne=2.908,双反射率=0.2870

橄榄石





Peridot；Olivine

矿物概述

橄榄石有好几种，如铁橄榄石、锰橄榄石、钙镁橄榄石、硅镁石等等。品种不一样，它们的颜色也不一样，有绿色到柠檬黄色，有褐黑色、茶色、红色甚至无色等等。但它们都具有玻璃光泽或松脂光泽。橄榄石是岩浆成为岩石后形成的第一代矿物，所以科学家可以用它来研究当初岩浆的成分。橄榄石能经受 1500 摄氏度高温，可以当作耐火材料。透明的橄榄石叫黄电气石，是可以当作宝石的。

深浅相知，夫妻和睦——橄榄石





橄榄石

橄榄石被誉为黄昏的祖母绿，是 8 月份的诞生石，象征着“夫妻幸福”。橄榄石之所以被用作夫妻幸福的象征，也许和它的绿色有关。橄榄绿，一种淡绿---黄绿的颜色。这种颜色是这样的稳定单纯，只有绿色深浅的变化，就像是人生旅途上携手同行的中年夫妇，他们拥有过少年人的梦幻，经历了青年人的癫狂，生命对他们来说是这样的美好，他们专注的情感是如此的平凡而又绵延无尽。因而他们没有选择象征春色的俏艳青翠的祖母绿，也没有选择象征火热爱情的鸽血红，而选择了恒久不变的黄绿来表达可信赖的夫妻之间恒久的幸福感情。

橄榄石一直是从头喜欢的宝石，它也有自己的许多传奇。埃及人称橄榄石为“太阳的宝石”，相信它有太阳的力量，佩戴它的人可消除夜间的恐惧；而在美国夏威夷，人们称橄榄石为“火神”的眼泪，也许是因为当地橄榄石大多产在火山口周围的火山岩石中，斑斑点点，仿佛是火山喷出的泪滴，包裹在黑的火山岩中。

橄榄石的识别和评估

橄榄石的成分为镁铁硅酸盐，硬度为 6。5-7，呈特征的橄榄绿色，折光率 1.654～1.690(±0.020)，呈现玻璃光泽，双折率 0.035～0.038，可见明显双影现象；密度 3.34(+0.14，-0.07)g/cm3；非均质体，二轴晶，正光性或负光性，多色性呈现弱的黄绿～绿色；硬度 6～7；有时可见一组不完全解理。和橄榄石相似的宝石虽多，如绿色碧玺、绿色的绿柱石、绿色的金绿宝石等。但市场上冒充橄榄石的往往只有玻璃一种。橄榄石与玻璃的区分，可从橄榄石具有明显的“双影“，而玻璃没有；橄榄石内有时可见结晶质包体，但玻璃内只有气泡等进行。

鉴别关键 呈特征的“橄榄绿”，内有双影。

橄榄石的价格除和绿色深浅有关外，有时大小的影响也较大。因为橄榄石原料裂纹极多，能磨出较大宝石的原料较少，宝石出成率低。做工好坏也是影响价格的一个因素。橄榄石软，不能大量放在一起，否则其棱角就会起毛、圆化，从而影响美观和价格。

萤石





萤石(Fluorite)

概述：萤石也叫氟化钙，是一种常见的卤化物矿物，它是一种化合物，它的成分为氟化钙，是提取**氟**的重要矿物。萤石有很多种颜色，也可以是透明无色的。透明无色的萤石可以用来制作特殊的光学透镜。萤石还有很多用途，如作为炼钢、铝生产用的熔剂，用来制造乳白玻璃、搪瓷制品、高辛烷值燃油生产中的催化剂等等。萤石一般呈粒状或块状，具有玻璃光泽，绿色或紫色为多。萤石在紫外线或阴极射线照射下常发出蓝绿色荧光，它的名字也就是根据这个特点而来。

化学成分： CaF2

晶体结构：晶胞为面心立方结构，每个晶胞含有 4 个钙离子和 8 个氟离子。

结晶状态：晶质体

晶系：等轴晶系

晶体习性：常呈立方体、八面体、菱形十二面体及聚形，也可呈条带状致密块状集合体。

常见颜色：绿、蓝、棕、黄、粉、紫、无色等。

光泽：玻璃光泽至亚玻璃光泽。

解理：四组完全解理。

摩氏硬度： 4 。

密度： 3.18(＋ 0.07 ， － 0.18)g/cm 3 。

光性特征：均质体。

多色性：无。

折射率： 1.434(± 0.001) 。

双折射率：无。

紫外荧光：随不同品种而异，一般具很强荧光，可具磷光。

吸收光谱：不特征，变化大，一般强吸收。

放大检查：色带，两相或三相包体，可见解理呈三角形发育。

特殊光学效应：变色效应。

优化处理：

热处理：常将黑色、深蓝色热处理蓝色，稳定，避免 300 ℃以上的受热，不易检测。

充填处理：用塑料或树脂充填表面裂隙，以保证加工时不裂开。

辐照处理：无色的萤石辐照成紫色，但见光很快褪色，很不稳定。





萤石

萤石又称氟石，是一种天然的矿石，萤石和光学玻璃相比，萤石有低折射率，低色散等优点，但在实际的运用上因为有其困难度跟经济因素存在，所以不可能使用。然而在光学上所使用的所谓光学玻璃都是以二氧化硅(Silica)为主要原料并且加入氧化钡(Barium)或镧(Lanthanum)之类的添加物，于熔炉中以高于 1300 度的高温溶解后，再以极慢的降温方式使其由液体凝固为固体。

古代印度人发现，有个小山岗上的眼镜蛇特别多，它们老是在一块大石头周围转悠。其一的自然现象引起人们探索奥秘的兴趣。原来，每当夜幕降临，这里的大石头会闪烁微蓝色的亮光，许多具有趋光性的昆虫便纷纷到亮石头上空飞舞，青蛙跳出来竞相捕食昆虫，躲在不远处的眼镜蛇也纷纷赶来捕食青蛙。于是，人们把这种石头叫作“蛇眼石”。后来才知道蛇眼石就是萤石。

萤石的成分是氟化钙，又称氟石、砩石等，因含各种稀有元素而常呈紫红、翠绿、浅蓝色，无色透明的萤石稀少而珍贵。晶形有立方体、八面体或菱形十二面体。如果把萤石放到紫外线荧光灯下照一照，它会发出美丽的荧光。

萤石及其加工品的用途已涉足 30 多个工业部门。炼钢铁加入萤石，能提高熔液的流动性，除去有害杂质硫和磷。

世界萤石产量的一半用以制造氢氟酸，进而发展制造冰晶石，用于炼铝工业等。电冰箱里的冷却剂（氟利昂）要用萤石；1986 年，我国第一代人造血液也要用萤石。近年，科学家正在研制氟化

物玻璃，有可能制成新型光导纤维通讯材料，能传过 2 万公里宽的太平洋而不设重发站。

世界各地均有产出。

中国是世界上萤石矿产最多的国家之一，并且占世界储量的 35%.据考古发掘得知，七千年前的浙江余姚河姆渡人，已选用萤石作装饰品。河姆渡之南确有萤石矿存在。主要产于浙江、湖南、福建等地。世界其他主要产地有南非、墨西哥、蒙古、俄罗斯、美国、泰国、西班牙等地。萤石在冶金工业上可用作助熔剂，在化学工业上是制造氢氟酸的原料。

特别提示：萤石因其产品较大，色彩丰富，所以经常被制作成各种饰品，但是其硬度较低，佩戴时请勿与天然水晶一起，水晶会刮划萤石！直接从矿上采下来的萤石有一定辐射，不能摆放在卧室！

工业上用萤石（氟化钙 CaF2）和浓硫酸来制造氢氟酸。

加热到 250 摄氏度时，这两种物质便反应生成氟化氢。反应方程式为：

CaF2 + H2SO4 → 2 HF + CaSO4

这个反应生成的蒸气是氟化氢、硫酸和其他几种副产品的混合物。在此之后氟化氢可以通过蒸馏来提纯。

用浓 H2SO4！

萤石的各种选矿工艺方法：

1 萤石除钙选矿工艺 CN99114389

本发明公开了一种萤石除钙选矿工艺，它是由一次粗选、多次精选作业组成，以油酸或其代用品作为捕收剂进行粗选，以硫酸与酸性水玻璃的混合物作为含钙矿物的抑制剂，硫酸与酸性水玻璃的比例为 1∶0.5～1∶2，联合用量为 0.5～1.5kg / t 原矿。本发明提供的萤石除钙选矿工艺具有除钙效率高、工艺简单、成本低廉的优点，可从高钙型萤石矿中选出碳酸钙含量很低的特级萤石精矿。

2 天然萤石的荧光涂料

一种天然 萤石 光涂料的加工工艺，其工艺是选矿－粉碎－配制－混合－烧结。本发明具有工艺简单、成本低可满足工艺美术用涂料和各种具有荧光效应要求物品的需要。

3 一种萤石浮选剂的制备方法

本发明公开了一种制备萤石浮选捕收剂的制备方法，以油酸生产的中间产品粗脂肪酸或混合脂肪酸为原料，向其加入重量为脂肪酸重量３％～１５％的浓硫酸，使之发生硫酸化反应，再向反应生成物中加入重量为脂肪酸重量０．４％～３％的选矿起泡剂即成产品。本发明提供的方法生产成本低廉，所生产的萤石浮选用捕收剂捕收能力强，水溶性、分散性好，适于在常温及低温下浮选 萤石 。

4 萤石浮选调整剂的组合物

本发明是一种浮选 萤石 矿的工艺方法，它是对８７１０５２０２号获批专利的改进。现有技术中浮选 萤石 矿采用酸加套加增效剂作调整剂。本发明则用水玻璃加酸及与该酸组成的一种或多种可溶性盐混合而成的组合物作调整剂，并形成组合物系列，即可用硫酸、盐酸、硝酸、草酸、醋酸中任何一种酸及相应的盐，组合比例范围为水玻璃·酸·盐＝１～２∶１～５∶０．５～１。本发明适应性强，稳定性好，精矿优质，回收率高，成本低。

5 碳酸盐－萤石矿浮选分离方法

本发明提供了一种碳酸盐—— 萤石 矿经济有效的浮选分离方法，特别适用于碳酸盐含量高的萤石 矿的浮选分离。其关键在于选择有效的碳酸盐矿物的抑制剂——酸化水玻璃和加药措施，在常规工艺条件下，使碳酸盐与 萤石 实现高纯分选。

6 浮选萤石的方法

本发明涉及用调整剂浮选 萤石 矿的方法。本发明采用由酸，碱和增效剂组成的混合剂作为调整剂，采用油酸或橡油酸钠作为捕收剂，工艺流程为复合回路，在近乎中性和常温条件下进行 萤石矿的浮选，获得的 萤石 精矿回收率高，产品质量好，含杂低，药剂消耗少，成本低，适于各类 萤石 选矿厂应用。

编辑词条

沸石



沸石

zeolite

【概述】

沸石的一般化学式为：AmBpO2p·nH2O，结构式为 A(x/q) [(AlO2)x (SiO2)y] n(H2O) 其中：A 为 Ca、Na、K、Ba、Sr 等阳离子，B 为 Al 和 Si，p 为阳离子化合价，m 为阳离子数，n 为水分子数，x 为 Al 原子数，y 为 Si 原子数，(y/x)通常在 1～5 之间，(x+y)是单位晶胞中四面体的个数。

自然界已发现的沸石有 30 多种，较常见的有方沸石、菱沸石、钙沸石、片沸石、钠沸石、丝光沸石、辉沸石等，都以含钙、钠为主。它们含水量的多少随外界温度和湿度的变化而变化。晶体所属晶系随矿物种的不同而异，以单斜晶系和正交晶系（斜方晶系）的占多数。方沸石、菱沸石常呈等轴状晶形，片沸石、辉沸石呈板状，毛沸石、丝光沸石呈针状或纤维状，钙十字沸石和辉沸石双晶常见。纯净的各种沸石均为无色或白色，但可因混入杂质而呈各种浅色。玻璃光泽。解理随晶体结构而异。莫氏硬度中等。比重介于 2.0～2.3，含钡的则可达 2.5～2.8。沸石主要形成于低温热液阶段，常见于喷出岩气孔中，也见于热液矿床和近代温泉沉积中。沸石可以借水的渗滤作用，以进行阳离子的交换，其成分中的钠、钙离子可与水溶液中的钾、镁等离子交换，工业上用以软化硬水。沸石的晶体结构是由硅（铝）氧四面体连成三维的格架，格架中有各种大小不同的空穴和通道，具有很大的开放性。碱金属或碱土金属离子和水分子均分布在空穴和通道中，与格架的联系较弱。不同的离子交换对沸石结构影响很小，但使沸石的性质发生变化。晶格中存在的大小不同空腔，可以吸取或过滤大小不同的其他物质的分子。工业上常将其作为分子筛，以净化或分离混合成分的物质 ，如气体分离、石油净化、处理工业污染等。

沸石





沸石

有很多种，已经发现的就有 36 种。它们的共同特点就是具有架状结构，就是说在它们的晶体内，分子像搭架子似地连在一起，中间形成很多空腔。因为在这些空腔里还存在很多水分子，因此它们是含水矿物。这些水分在遇到高温时会排出来，比如用火焰去烧时，大多数沸石便会膨胀发泡，像是沸腾一般。沸石的名字就是因此而来。不同的沸石具有不同的形态，如方沸石和菱沸石一般为轴状晶体，片沸石和辉沸石则呈板状，丝光沸石又成了针状或纤维状等等。各种沸石如果内部纯净的话，它们应该是无色或白色，但是如果内部混入了其他杂质，便会显出各种浅浅的颜色来。沸石还具有玻璃样的光泽。我们知道沸石中的水分可以跑出来，但这并不会破坏沸石内部的晶体结构。因此，它还可以再重新吸收水或其他液体。于是，这也成了人们利用沸石的一个特点。我们可以用沸石来

分离炼油时产生的一些物质，可以让它使空气变得干燥，可以让它吸附某些污染物，净化和干燥酒精等等。沸石矿物有很广的分布。特别多见于由火山碎屑形成的沉积岩石中。在土壤中也有发现。

【发现】

沸石



最早发现于 1756 年。瑞典的矿物学家克朗斯提（Cronstedt）发现有一类天然硅铝酸盐矿石在灼烧时会产生沸腾现象，因此命名为“沸石”（瑞典文 zeolit），在希腊文中意为“沸腾”（zeo）的“石头”（lithos）。此后，人们对沸石的研究不断深入。

1932 年，McBain 提出了“分子筛”的概念。表示可以在分子水平上筛分物质的多孔材料。虽然沸石只是分子筛的一种，但是沸石在其中最具代表性，因此“沸石”和“分子筛”这两个词经常被混用。人造沸石是：磺酸化聚苯乙烯； 天然沸石：铝硅酸钠。

【用途】

吸附剂和干燥剂

催化剂

洗涤剂

其他用途（污水处理、土壤改良剂、饲料添加剂）

【特性】

沸石

沸石

是沸石族矿物的总称，是一种含水的碱金属或碱土金属的铝硅酸矿物。按沸石矿物特征分为架状、片状、纤维状及未分类四种，按孔道体系特征分为一维、二维、三维体系。任何沸石都由硅氧四面体和铝氧四面体组成。四面体只能以顶点相连，即共用一个氧原子，而不能“边”或“面”相连。铝氧四面体本身不能相连，其间至少有一个硅氧四面体。而硅氧四面体可以直接相连。硅氧四面体中的硅，可被铝原子置换而构成铝氧四面体。但铝原子是三价的，所以在铝氧四面体中，有一个氧原子的电价没有得到中和，而产生电荷不平衡，使整个铝氧四面体带负电。为了保持中性，必须有带正电的离子来抵消，一般是由碱金属和碱土金属离子来补偿，如 Na、Ca 及 Sr、Ba、K、Mg 等金属离子。由于沸石具有独特的内部结构和结晶化学性质，因而使沸石拥有多种可供工农业利用的特性。

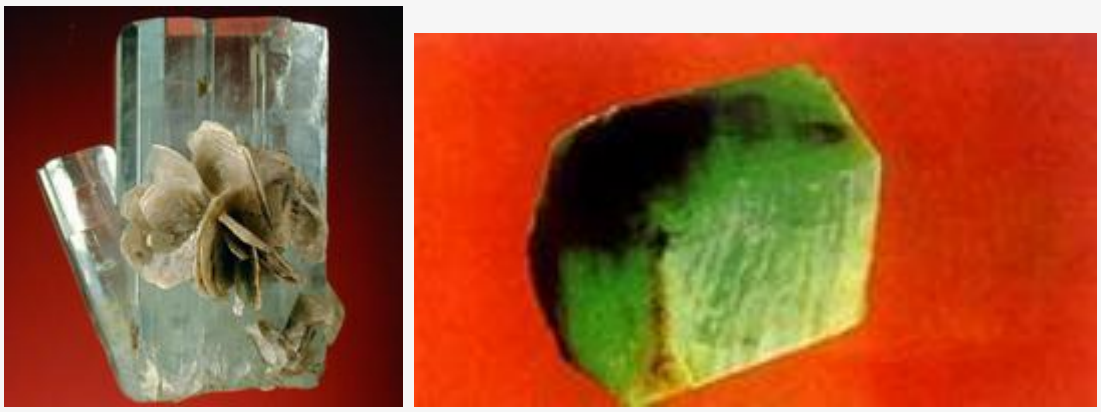
世界上已发现的天然沸石一般为浅灰色，有时为肉红色。拿在手上明显感到比一般石头轻，这是因为沸石内部充满了细微的孔穴和通道，比蜂房要复杂得多。假如把沸石比作旅馆，那么 1 立方微米的这种“超级旅馆”内竟有 100 万个“房间”！的这些房间能根据“旅客”（分子和离子）的性别、高矮、胖瘦、嗜好的不同自动开门或挡驾，绝对不会让“胖子”到“瘦子”的房间去，也不会使高个子与矮个子同住一室。根据沸石的这一特性，人们用它来筛选分子，获得很好的效果。这对在工业废液中回收铜、铅、镉、镍、钼等金属微粒具有特别重要的意义。

沸石具有吸附性、离子交换性、催化和耐酸耐热等性能，因此被广泛用作吸附剂、离子交换剂和催化剂，也可用于气体的干燥、净化和污水处理等方面。沸石还具有“营养”价值。在饲料中添加 5%的沸石粉，能使禽畜生长加快，体壮肉鲜，产蛋率高。

由于沸石的多孔性硅酸盐性质，小孔中存有一定量的空气，常被用于防暴沸。在加热时，

小孔内的空气逸出，起到了气化核的作用，小气泡很容易在其边角上形成。

绿柱石



绿柱石

概述

绿柱石又称为“绿宝石”，化学式为 Be3Al2(SiO3)6 ，其中含有氧化铍（BeO）14.1%，氧化铝（Al2O3）19%，氧化硅（SiO2）66.9%。六方晶系，晶体呈六方柱形，柱面有纵纹，晶体可能非常小，集合体有时呈晶簇或针状，有时可形成伟晶，长可达 5 米，重达 18 吨。硬度为 7.5-8，比重为 2.63-2.80。纯净的绿柱石是无色的，甚至可以是透明的。多为浅绿色，成分中富含铯时，呈粉红色，称为玫瑰绿柱石；含三价铁时，呈黄色，称为黄绿宝石。含铬时，呈鲜艳的翠绿色，称为祖母。英语绿柱石一词来源于希腊语“海水般的蓝绿色”（beryllos）。玻璃光泽，解理不完全。

绿柱石在上个世纪 20 年代以前只被人们当作一种宝石，后来人们发现绿柱石中含有稀有元素**铍**，它便成为一种具有工业用途的矿物。

种类

绿柱石是铍-铝硅酸盐矿物。它的几个变种颜色不一，有淡蓝色的（叫海蓝宝石），有深绿色的（叫祖母绿），有金黄色的（叫金绿柱石），有粉红色的（叫铯绿柱石）等等，蜜黄色的比较常见。绿柱石一般为六方柱形晶体，呈现的颜色一般多为各种绿色。

矿床

绿柱石主要产于花岗岩伟晶岩中，但是也见于砂岩、云母片岩中，经常和锡、钨共生，主要矿产在欧洲的奥地利、德国、爱尔兰；非洲的马达加斯加，亚洲的乌拉尔山和中国的西北。绿柱石是炼铍的主要矿物原料，色泽美丽者是珍贵的宝石，如祖母绿、海蓝宝石。

最著名的祖母绿产地为南美洲的哥伦比亚，是存在于石灰岩基中。此外巴西，南非，乌拉尔山，美国也出产。在美国的新英格兰曾发现一个 5.5 米×1.2 米，将近 18 吨重的巨大绿柱石晶体。

应用

绿柱石作为矿物主要应用于提取金属铍，在欧洲古代用透明的绿柱石作成球来占卜，后来才改成水晶做的球。品相好的绿柱石是珍贵的宝石，用做饰物。

石榴子石



石榴子石化学通式为 A3B2[SiO4]3，晶体属等轴晶系的一族岛状结构硅酸盐矿物的总称。化学式中 A 代表二价阳离子，主要有镁、铁、锰和钙等；B 代表三价阳离子，主要有铝、铁、铬、钛等。石榴子石按成分特征，通常分为铝系和钙系两个系列。

铝系矿物成员有：紫红色、玫瑰红色镁铝榴石；红褐色、橙红色铁铝榴石；深红色锰铝榴石。钙系矿物成员有：黄褐色、黄绿色钙铝榴石；棕、黄绿色钙铁榴石；鲜绿色钙铬榴石。石榴子石晶形好，常呈菱形十二面体、四角三八面体或两者的聚形体，集合体呈致密块状或粒状。颜色变化大（深红、红褐、棕绿、黑等），无解理，断口参差状，玻璃光泽至金刚光泽，断口为油脂光泽，半透明。摩氏硬度 6.5-7.5，比重 3.32-4.19。性脆。

石榴子石在自然界分布广泛。镁铝榴石主要产于基性岩和超基性岩中。铁铝榴石常见于片岩和片麻岩中。钙铝榴石和钙铁榴石是夕卡岩的主要矿物。钙铬榴石产于超基性岩中。石榴子石主要作研磨材料，色彩鲜艳透明者可做宝石，俗称子牙乌。

碧玺



电气石 - 碧玺 Tourmaline

化学组成：Na(Li,Al)3Al6(BO)3Si6O18(OH)4

晶系 **三方晶系**

硬度 7.5

比重 3.06

折射率 1.62-1.64

产地 巴西、斯里兰卡、马达加斯加

碧玺又称为电气石，英文名称 Tourmaline，是从古僧伽罗(锡兰)语 Turmali 一词衍生而来的，意思为「混合宝石」。传说碧玺的来历是在西元 1703 年，荷兰的阿姆斯特丹有几个小孩玩著荷兰航海者带回的石头，并且发现这些石头除了在阳光底下出现的奇异色彩外，更惊讶这些石头有一种能吸引或排斥轻物体如灰尘或草屑的力量，因此，荷兰人把他叫做吸灰石。一直到西元 1768 年，瑞典著

名科学家林内斯发现了碧玺还具有压电性和热电性，这就是电气石名称的由来。一直到现在，碧玺还常在科学上被用于发光强度与压力变化的测定，在二次大战当初，是唯一可以判定核爆压力的物质，现在，则被广泛运用于光学产业。

而在中国碧玺这个名词最早出现于清代典籍「石雅」之中：「碧亚么之名，中国载籍，未详所自出。清会典图云：妃嫔项用碧亚么。滇海虞衡志称：碧霞碧一曰碧霞玭，一曰碧洗；玉纪又做碧霞希。今世人但称碧亚，或作璧碧，然已无问其名之所由来者，惟为异域方言，则无疑耳。」而在之后的历史文献中也可找到称为「砒硒」、「碧玺」、「碧霞希」、「碎邪金」等之称呼。而我们现在称呼的碧玺是我们珠宝行业惯用的名称。传说碧玺也是慈禧太后的最爱。据历史记载，清朝慈禧太后的殉葬品中，有一朵用碧玺雕琢而成的莲花，重量为 36 两 8 钱（约 5092g）以及西瓜碧玺做成的枕头，当时的价值为 75 万两白银。

另外在日本，某些日本机构研究由於碧玺具有热电性（指在温度变化下，将会在两极产生电荷）及压电性（对碧玺的 C 轴方向加压，会在两极的部位产生电荷），因此可以产生神奇的疗效，提高自然治愈力，所以碧玺在日本也相当的受欢迎。

对宝石而言，碧玺是族群的名称，但若以 GIA（Gemological Institute of American）的分类下，碧玺可分为：红色碧玺(Rubellite)、绿色碧玺(Verdelite)、蔚蓝碧玺(Indicolite)、黑碧玺(Schorl)、紫碧玺(Siberite)、无色碧玺(Achroite)、双色碧玺(Bi-Colored)、西瓜碧玺(Watermelon)、猫眼碧玺(Cat's eye)、钠镁碧玺(Dravite)、亚历山大变色碧玺(Color-change)、钙锂碧玺(Liddicoatite)、含铬碧玺(Chrome)和帕拉依巴碧玺(Paraiba)等十四种。而具有宝石级价值的碧玺几乎都产自伟晶花岗岩，碧玺的产地分布很广，但现在市面上的碧玺大多来自巴西，其他还有坦桑尼亚、肯尼亚、马达加斯加、莫三鼻克、纳米比亚、阿富汗、巴基斯坦、斯里兰卡、意大利、美国加州与缅甸，甚至中国大陆的新疆与云南也有。

1768 年，瑞典著名科学家林内斯发现了碧玺具有压电性和热电性，所以碧玺又称为电气石。而在中国历史文献中也可找到称为「碧霞希」、「碎邪金」等之称呼，同时碧玺也是清朝慈禧太后的最爱。碧玺的强劲自由能量，能提高处事能力及自信心，并且其特殊的吸收性能量，可吸引爱情及友情的优质频率。

据说碧玺晶体的颜色多达 15 种复色之多，颜色以无色、玫瑰红色、粉红色、红色、蓝色、绿色、黄色、褐色和黑色为主。其中更以通透光泽的蔚蓝色、鲜玫瑰红色及粉红色加绿色的复色为上品。碧玺由於颜色鲜艳、多变而且透明度又高，自古以来深受人们的喜爱。碧玺目前是仅次于钻石、红宝、蓝宝、祖母绿的有色宝石之一。碧玺的品相跟其他水晶相同（其实也跟所有宝石珠宝相同 ^^），都是以颜色光泽、透明度、内含物、缺陷与否及重量作为评价与选购的依据。但由於碧玺具有易脆性，所以在佩戴的时候应注意避免撞击。

目前碧玺中以帕拉依巴碧玺价位最高，此特殊霓红蓝绿色调宝石首度在 1989 年於巴西 Paraiba 州之小村落 Sao Jose de Batalha 发现，由於其挖掘不易，晶体不大，加上近年来矿权不清，纠纷不断，价位一直居高不下，尤其在日本极受欢迎，高级碧玺零售价可达每克拉美金 2 万元。最近在巴西距旧矿约 40 公里的北里奥格兰德之 Parelhas 发现新的帕拉依巴碧玺矿，因此在市场争相抢购下，价格再次飚升。至於在台湾的碧玺市场仍以红色和绿色（俗称的西瓜碧玺）最为畅销。其中尼日利亚出产的红碧玺为市场上的热卖货品；而坦桑尼亚的含铬绿碧玺，其鲜艳可比拟祖母绿，也颇受欢迎。

水晶灵性 ：

碧玺其能量强劲，以吸收性能量为主要特点。由於碧玺的颜色多种鲜艳，所以可以很轻易的使人有一种开心喜悦及崇尚自由的感觉，并且可以开拓人们的心胸及视野。

碧玺也可以激发创意，带来无限的灵感及思绪，并且冷静、清晰、及集中的力量，更可以使你行事妥当，全力以赴，并且可以放射出吸引爱情及友情的频率喔。

碧玺又可以放射出亲和力磁场，对于有领袖气质的人，自然可吸引更多的人往你身上靠拢，并

且可融化人与人之间的隔阂。

碧玺本身对于新陈代谢及内分泌线体活动可产生高度作用，并且可平衡内部气场，可使阴阳相反元素容易结合及融合，也可在对外化解人际间的各种冲突及矛盾。

碧玺，在中国历史文献中被称为「碧霞希」、「碎邪金」等,同时也是清朝慈禧太后的最爱。

碧玺用来做宝石的历史较短，但由于它鲜艳丰富的颜色和高透明度所构成的美，在它问世的时候，就赢得人们的喜爱，被称为风情万种的宝石。

在我国清代的皇宫中，就有较多的碧玺饰物。现在，碧玺是受人喜爱的中档宝石品种，被誉为十月生辰石。

碧玺受热会产生电荷，因而矿物学名称为“电气石”。

碧玺是一种以含 B 为特征的复杂的硼硅酸盐，化学分子式为（Ca，K，Na）(Al，Fe，Li，Mg，Mn)3（Al，Cr，Fe，V）

6（BO3）3（Si6O18）（OH，F）4。

碧玺的颜色：常见粉红色、绿色、深蓝色、天蓝色、褐色和黑色等。且常见双色分带共生的现象，其分带可与晶体底面平行，也可以形成平行柱面的环带。

碧玺的透明度和光泽：透明-半透明-不透明。玻璃光泽。

光性特征：一轴晶，负光性。

发光性：一般无荧光，粉红色碧玺在长、短波紫外光下有弱红到紫色的荧光。

光学效应：含大量平行纤维或线状空管的碧玺切磨成弧型宝石后可显示猫眼效应，但是由于管状包体很粗，猫眼效应通常较差。

力学性质

（1）解理和断口：无解理，贝壳状断口。**横截面呈球三角型。**

（2）硬度：7-8。

（3）相对密度：3.06（±0.20，-0.60）。

碧玺按其颜色可分为下列主要品种，

1、红-粉红色碧玺

由于含锰而呈红到粉红色，多色性明显，呈红色到粉红色。价值最高的为商界称为“双桃红”的碧玺。

2、蓝色碧玺

由于含铁而呈蓝色，多色性由明显到弱，呈深蓝色和浅蓝色。

3、绿色碧玺

由于含铬和钒元素而呈绿色，多色性明显，为浅绿色和深绿色。双折射率高，通常为 0.018，最高为 0.039。

4、褐色碧玺

多为镁碧玺，多色性明显，为深褐色到绿褐色。

5、双色碧玺

往往沿晶体的长轴方向分布的色带（双色、三色和多色），或呈同心带状分布的色带，通常内红外绿时称“西瓜碧玺”。

碧玺通常产在花岗伟晶岩及钠长石锂云母云英岩中，但具宝石价值的碧玺多产在强烈钠长石化和锂云母化的微斜长石钠长石伟晶岩的核部。

碧玺主要产地有巴西、美国、斯里兰卡、俄罗斯、马达加斯加、意大利、肯尼亚等。中国的碧玺矿主要产于新疆阿尔泰和云南哀牢山。

碧玺的质量可从重量、颜色、净度、切工几个方面进行。

1、颜色

以玫瑰红、紫红、绿色和纯蓝色为最佳，粉红和黄色次之，无色最次。

2、净度

要求内部瑕疵尽量少，晶莹无瑕的碧玺价格最高，含有许多裂隙和气液包裹体的碧玺通常用作玉雕材料。

3、重量

重量越大，价格越高。

4、切工

切工应规整，比例对称，抛光好。否则将会影响价值。

碧玺与大多数水晶一样，接触人气经人佩戴后，其光泽会更好，而且晶体会更加通透，一般佩戴在短时期内会有较明显的变化，所以同样等级的新买的碧玺是没有佩戴一段时间后的碧玺漂亮的；

另外碧玺又称电气石，是因为加热后的碧玺两端，会带有不同的电荷，容易吸附灰尘，因此摆放一段时间不戴而再佩戴时，就要消磁净化后再用软布轻轻擦试后再戴了。

人们在配戴宝石饰品时，都会希望能够带来好运，因此，将自己的希望赋予了宝石，认为它们有一定的灵性。

碧玺的灵性作用：

1.黑色碧玺(黑色电气石)：黑色碧玺外表黝黑、深沉。

(1).可以有效地排除压力、疲劳、浊气，改善身体健康，改善运气。

(2).对于夜晚睡觉容易受惊、发恶梦者，摆放黑色碧玺，有稳定空间能量场的作用，并可以辟邪。

(3).有助于保护病人不受外界干扰，专心养病，增强康复速度。

2.蓝色碧玺(蓝色电气石)：

蓝色碧玺，对应喉轮与第三眼，主沟通与敏感度。

(1).可以有效地增强沟通能力、表达能力与说服能力。

(2).对于过度豪爽、慷慨、大方、热情的人，不小心容易被别人利用造成自己吃亏，佩戴蓝色碧玺可以平衡这种个性。

3.绿色碧玺(绿色电气石)：

绿色碧玺对应心轮，是一种能够让人开心、快乐而又满足的宝石，也称财富之石。

(1).绿色光是财富之光，并能让人心情快乐、和气生财。

(2).绿色光容易帮助交到好朋友、好关系、好运道，也容易得到上司的赏识和贵人相助。

(3).能够帮助消除心中的烦恼、郁闷与不快，带来真正开心、喜悦的心情，对于有忧郁症、自闭症或容易自我否定者尤其有效。

(4).对于做事情有气无力、心不甘、情不愿者，有助于发现工作的乐趣，而乐于投入，全力以赴，从中得到自我实现的满足快感。

4.玫瑰碧玺(红色、粉红色电气石)：

碧玺的红色色调分布较广，多是在粉红色和桃红色之间，少数的深红色如红宝石的颜色一样，其能量使人热情、奔放、开朗、舒爽，对应心轮，极讨人喜爱。

(1).赠送玫瑰碧玺给异性，是一种表达爱意、攻占对方心房的好方法；佩带玫瑰碧玺也容易招来美妙的爱情、理想的伴侣；或使得夫妻之间情意更加浓密。

(2).当别人对您有所成见时，有助于改善彼此间的关系；当您与别人关系较冷漠疏远时，可以增强彼此的人缘；同时，有助于消除一个人心中的冷漠、孤傲、怪僻和各种异常心理，使人变得容易相处。

(3).对于经常需要与公众打交道或工作的人士，有助于散发个人魅力、强化领袖气质，自然能够吸引更多人缘，获得人们的支持。

(4).对于爱美的各位女士，据说还有美容养颜的作用。

5.西瓜碧玺(西瓜电气石)：

西瓜碧玺是在一颗晶石里面，长有内红、外蓝绿的特征，酷似西瓜模样的碧玺，因以为名，数

量稀少，故价格较贵；据说慈禧太后睡的枕头底下摆的就是西瓜碧玺。

(1).有助于消除心中所有的冲突、矛盾、复杂情结，使人能够拥有开心、喜悦的心情。

(2).身处关系复杂、利益纠葛或是感情冲突矛盾的人士，有助于化解迷思，得见真相；对于多情、滥情、常有感情纠葛的男女，有助于从多方关系中解脱而出，使得自己心安，也能觅得真爱。

(3).公关人员、业务员、店员和接待人员，佩戴西瓜碧玺，有助于左右逢源、八面玲珑，容易推广业务，并能加强沟通、协调，处理复杂的局面，得到圆满结果。

碧玺的选择：碧玺大家经常会在销售水晶的地方见到，也有很多人认为其是水晶！其实其为宝石，而且是上等宝石

其成色容易辨别，主要看整体的清透度及含的的绵体程度，好的成色，非常的透彻，而且特别亮，让你感觉涂了一层油的似的！

没有任何宝石像碧玺这样有着如此丰富的色彩变化，从已知的古老年代的地中海区域，早在公元 1703 年荷兰人便已开始从斯里兰卡进口碧玺到欧洲。他们给这种新发现的矿石一个锡兰语的名字叫 Tufamall，原义为何则不得而知。依据其颜色，可以区别为以下数种类：

1. 无色碧玺（Achroite）（希腊文－意为没有颜色的）：无色或者几乎没有颜色。十分罕见。

2. 红碧玺（Rubellite）（拉丁语－意为带红色的）：粉红到红，有时伴随着紫色，其中以红宝石般的颜色最为珍贵。

3. 褐碧玺（Dravite）：黄色、褐色到茶色（深褐色）。

4. 绿碧玺（Verdelite）（意大利语、希腊文－意为绿玉）：所有色度均为绿色。最常见的碧玺。如祖母绿般的颜色最为珍贵。

5. 蓝碧玺（Indigolite 或者 Indicolite）：所有色度均为蓝色。

6. 紫红碧玺（Siberite）（发现于乌拉山脉地区）：淡紫色到紫蓝色。

7. 黑碧玺 Schorl：颜色为黑，十分常见，几乎不被用来作为珠宝。

纯粹单色的碧玺（Uni-colored）十分稀有，大部份的结晶都有多层的色度或甚至颜色完全不同，通常颜色都会分层展现。巴西生产一种内层为红色的碧玺，较内部的”皮”是白的，靠外圈的”皮”则是绿的。南非的碧玺则是绿色在内而外层是红的。一颗碧玺若内圈是红色的而外圈是绿色的，便称之为”西瓜碧玺（water-melon tourmaline）”。把切片的剖面加以抛光之后，这些配色和颜色变化就可以清楚地观察看出来。

猫眼碧玺也存在于多样的彩色中，但只有粉红与绿的种类，才会有强烈的猫眼光芒（Chatoyancy），这是由于包含了外来的结晶体的缘故。有些碧玺在人造的光源下也会显示出颜色的轻微变化。

最近，颜色的指示往往代替了碧玺种类的名称，例如：黄碧玺、绿碧玺、粉红碧玺…等。以科学方法辨别不同成份的碧玺时，另外有学名作为特别的分类： Buergerite—含铁碧玺；Dravite（褐碧玺）－钠镁碧玺； Elbaite－钠锂碧玺；Schorl（黑碧玺）—含铁碧玺； Tsilaisite—含锰碧玺；Uvite－钙镁碧玺。

经过加热以及随后的冷却，或施加压力，或于天气干燥的时候以丝或毛料加以摩擦，一颗碧玺结晶将会成为带电体。在垂直 C 轴的方向，其一端将产生正的静电，另一端则产生负的静电，而这将吸引一些灰尘微粒甚至小纸片，这便是碧玺的压电性（Piezoelectricity），目前用来量度空气或水中爆炸所产生的压力。第一批引进碧玺到欧洲的荷兰人就已经知道这种效果。他们使用一颗经过热处理的碧玺自他们的海泡石烟管中吸出烟灰来，并且称呼它为「aschentrekker」（意义近似吸出烟灰的工具）。

碧玺的矿床通常位于伟晶岩层（pegmatites）和冲积矿床（alluvial deposits）。最富生产力的矿床，除了斯里兰卡和马拉加西共和国（马达加斯加岛）以外，就是巴西。巴西产红、绿、蓝碧玺，而其不久前刚发现一种具有特殊颜色的碧玺叫「Paraiba」，其颜色与其它宝石都不同，绿带蓝，有如湖水绿，色泽既美丽又特别，但因产量稀少，所以价格十分昂贵，深得日本人喜爱。莫三鼻克供

给上等红色和双色碧玺。更多的矿床位在安哥拉、澳大利亚、缅甸（红碧玺）、印度、罗德西亚（新巴威共和国）、那米比亚、坦尚尼亚、泰国、俄国（尤其是乌拉山跟高加索山地区，多紫、红和蓝碧玺）和美国（加州以红碧玺最有名，缅因州则是红、绿和西瓜碧玺、其它如纽约州、康乃狄克州、科罗拉多州等也产碧玺）。至于欧洲，采集者在厄尔巴岛和瑞士发现了碧玺。此外，碧玺于清朝时曾输入中国，多用为一品或二品官员朝服帽子顶上装饰的宝石。

需求度最高的颜色是粉红色、鲜艳的红色和绿色，其中红色和绿色碧玺最为常见和流行，但只有深度中等而生动的色彩方属佳品，若颜色过深或过浅，价值便大为降低。含铬绿碧玺比红色碧玺较罕有，售价也略高。利用滤色器测试，含铬的碧玺会变成红色。由于碧玺有强烈的多色性，故必定得加以切割，通常切面会平行于主轴心 C，但在浅色碧玺的情况下，为了获得较深的颜色，切面应垂直于主轴心 C，这是因为碧玺在垂直 C 轴的方向是深色的，而平行 C 轴的方向则是淡色的。

大约加热到 842- 1202°F/450-650°C左右，碧玺便能产生些微的颜色变化：绿碧玺变成祖母绿般的绿色，而红褐色碧玺则变成如火般的红色。一般而言，并没有人造合成的碧玺被商品化。由于颜色的丰富多样，碧玺常与其它天然宝石相混淆，特别是紫水晶（amethys）、红柱石（andalusite）、金绿玉（chrysoberyl）、黄水晶（citrine）、翠榴石（demantoid）、翠绿锂辉石（hiddenite）、橄榄石（peridot）、烟水晶（smoky quartz）、红宝石（ruby）、祖母绿（emerald）、合成的绿的尖晶石（synthetic green spinel）、桃色黄晶（pink topaz）、符山石（idocrase）、锆石（zircon）和一些玻璃仿制品。碧玺的重要的识别标示在于相当高的双折射率（double refraction）和强烈的多色性（pleochroism）。红碧玺和蛋白石都是十月的生日石。

碧玺的选购

主要注意如下方面：

1.透。碧玺要求晶莹剔透，越透明质量越好，不要有明显雾感或不透明。

2.成色。碧玺以红色、蓝色、绿色较为名贵。在选择镶嵌碧玺首饰中，以红色、蓝色、绿色为好，要求颜色均匀艳丽；在项链和手链中则以颜色丰富为佳，每粒珠子的颜色可以不同，搭配出红、黄、蓝、绿、紫等多种色彩；碧玺的颜色比较丰富，而较为有价值的是在同一碧玺上有两种或多种颜色出现，即双色碧玺或多色碧玺，以及内红外绿的西瓜碧玺也较为珍贵；另外，碧玺猫眼属于碧玺中的上品。

3.纯净程度。碧玺性质比较脆，容易产生裂隙，同时内部会含有大量包裹体，大量的裂隙和包裹体的存在，会影响碧玺的透明度、颜色和火彩，而内部十分纯净的碧玺也比较难得，属于上品。在挑选时，尽量挑选内部干净的。

碧玺的鉴别与评估

碧玺的鉴别

碧玺的成分为复杂的硅酸盐，其摩氏硬度为 7-7.5，比重变化在 2.9-3.2 之间，折光率在 1.624-1.644 之间。一般情形下，碧玺原料呈长柱状，柱面有纵纹，晶体的横断面呈弧面三角形，原料很易识别。

要识别碧玺的饰品主要可根据下述三个特性：第一，碧玺具有强的二色性，红色碧玺为红色---粉红色；绿色碧玺为绿色---淡绿色。据此可将绿色碧玺与橄榄石和绿色玻璃、绿色石榴石等区分开。第二，碧玺的双折射率大，从台上向下观察可以见到底棱呈明显的双影现象，依此可将碧玺与黄玉、合成尖晶石等分开；第三， 碧玺经常磨成祖母绿型，从平行长的方向经常可见一些管状的包裹物或棉絮物，而在短的方向观察经常发现其颜色变深，这是因为碧玺不同方向对光的吸收不同，利用此特性即可区分一些合成的仿制品。

与碧玺相似的宝石还有红柱石、透辉石等，用肉眼区分这些宝石有时仍是很困难的，需要借助折光仪、重液等手段。

鉴别关键 记住碧玺特征的长柱状及横切面呈弧面三角形；往往具明显的二色性，可见双影。

碧玺的评估

碧玺的价格主要受其颜色制约。国际市场上，一般鲜红色、鲜蓝色的碧玺价格最高，红绿双色和玫瑰红色、翠绿色的碧玺也非常受市场欢迎，价格较高。

锆石



概述

锆石是一种硅酸盐矿物，它是提炼金属**锆**的主要矿石。锆石广泛存在于酸性火成岩，也产于变质岩和其他沉积物中。锆石的化学性质很稳定，所以在河流的砂砾中也可以见到宝石级的锆石。锆石有很多种，不同的锆石会有不同的颜色，如红、黄、橙、褐、绿或无色透明等等。经过切割后的宝石级锆石很像是钻石。锆石过去还被叫作锆英石或风信子石。锆石可耐受 3000℃以上的高温，因此可用作航天器的绝热材料。

锆石又称锆英石，它是十二月生辰石，象征成功。（十二月生辰石还有绿松石、青金石）它的英文名字是 Zircon 。锆石为矿物名称，旧称锆英石，风信子石，透明者作为宝石，称锆石宝石。

锆石的化学成分：硅酸锆 ；化学组成为 Zr[SiO4]，晶体属四方晶系的岛状结构硅酸盐矿物。晶体呈短柱状，通常为四方柱、四方双锥或复四方双锥的聚形。锆石颜色多样，有无色、紫红、黄褐、淡黄、淡红、绿等，一般有无色、蓝色和红色品种。色散高，有金刚光泽。无解理。摩氏硬度 7.5-8，比重大，达 4.4-4.8。

晶体化学

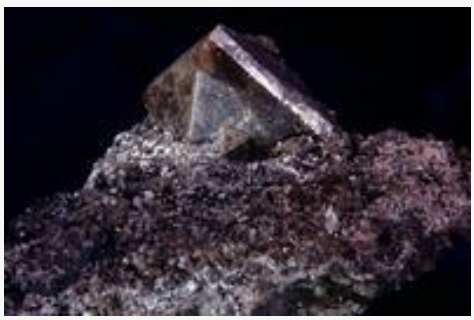


锆石

理论组成(wB%)：ZrO2 67.1，SiO2 32.9。有时含有 MnO、CaO、MgO、Fe2O3、Al2O3、TR2O3、ThO2、U3O8、TiO2、P2O5、Nb2O5、Ta2O5、H2O 等混入物。H2O、TR2O3、U3O8、(Nb,Ta)2O5、P2O5、HfO2 等杂质含量较高，而 ZrO2、SiO2 含量相应较低时，其物理性质也发生变化，硬度和相对密度降低，且常变为非晶态。因而形成多种变种：山口石，TR2O3 10.93%，P2O5 17.7%；大山石，TR2O3 5.3%，P2O5 7.6%；苗木石，TR2O3 9.12%，(Nb,Ta)2O5 7.69%，含 U、Th 较高；曲晶石，含较高 TR2O3、U3O8，因晶面弯曲而故名；水锆石，含 H2O 3~10%；铍锆石，BeO 14.37%，HfO2 6.0%；富铪锆石，HfO2 可达 24.0%。

结构与形态





锆石在各种火成岩中作为副矿物产出。在碱性岩和碱性伟晶岩中可富集成矿，著名的产地有挪威南部和俄罗斯乌拉尔。锆石也常富集于砂矿中。世界上重要的宝石级的锆石产于老挝、柬埔寨、缅甸、泰国等地。中国东部的碱性玄武岩中也有宝石级的锆石。锆石是提取锆和铪的最重要的矿物原料，也用于国防和航天工业。

锆石是硅酸盐类矿物，按其物理性质和化学成份可分为高型和低型两个变种。结晶完整的晶体多为“高型”；晶体极差或无晶者为“低型”。也有分为高、中、低三种的。但就宝石价值来说，高型锆石价值较高。

锆石是天然宝石中折射率仅次于钻石、色散值很高的宝石，无色透明的锆石酷似钻石，是钻石很好的代用品。常用的锆石多呈无色、红褐色、褐红色、绿色等。但最流行的颜色是蓝色和无色两种，其中以蓝色价值较高，且一般都经过人工热处理。市场上的许多锆石，都是经过热处理之后再拿出来销售。这是因为处理后的宝石比原来的宝石更漂亮、更好销。

锆石的晶体属四方晶系，a0=0.662nm，c0=0.602nm；Z=4。结构中 Zr 与 Si 沿 c 轴相间排列成四方体心晶胞。晶体结构可视为由[SiO4]四面体和[ZrO8]三角十二面体联结而成。[ZrO8]三角十二面体在 b 轴方向以共棱方式紧密连接。

复四方双锥晶类，D4h-4/mmm（L44L25PC）。晶体呈四方双锥状、柱状、板状，且形态与成分密切有关。主要单形：四方柱 m、a，四方双锥 p、u，复四方双锥 x。可依成膝状双晶。可与磷钇矿成规则连生。

理化性能

无色、淡黄、紫红、淡红、蓝、绿、烟灰色等。玻璃至金刚光泽，断口油脂光泽。透明到半透明。硬度 7.5~8。相对密度 4.4~4.8。因常具有放射性而引起自身的非晶化，透明度、光泽、密度、硬度均下降。

X 射线照射下发黄色，阴极射线下发弱的黄色光，紫外线下发明亮的橙黄色光。

偏光镜下：无色至淡黄色，色散强，折射率大。No=1.91~1.96，Ne=1.957~2.04。均质体折射率降低，N=1.60~1.83。

熔点 2340~2550℃。氧化条件下，在 1300~1500℃稳定；1550~1750℃分解，生成 ZrO2 10-6/℃（200~1000℃），且耐热震动，稳定性良好。高温下不与 CaO、SiO2、C、Al2O3 等反应，抗渣蚀能力强，不粘钢水。×SiO2。线性热膨胀系数 5.0

产状与组合

在酸性和碱性岩浆岩中广泛分布，基性岩和中性岩中亦常产出。

[鉴定特征] 四方短柱状，四方双锥状。硬度大，金刚光泽。与金红石的区分是硬度大，金红石有完全解理。与锡石区别是锆石的密度较小。与独居石区别是锆石具四方柱状晶形，且硬度较大。

[工业应用] 提取 Zr、Hf 的主要矿物原料。锆石的主要工业用途如下： 耐火材料;型砂材料;陶瓷原料;宝石原料。

宝石



锆石

锆石的成分中含有放射性无素铀（U）和钍（Th）。但含量很低，远低于安全系数。所以大家可以放心地佩戴锆石装饰品。

锆石是一种性质特殊的宝石。它有较高的折光率和较强的色散，无色或淡蓝色的品种加工后，象钻石一样有较强的出火现象。由于它在外观上与钻石很相似，因而被誉为可与钻石媲美的宝石。

早在古希腊时，这种美丽的宝石就已被人们所钟情。相传，犹太主教胸前佩戴的十二种宝石中就有锆石，称为“夏信斯”。据说，锆石的别名“风信子石”，就是由“夏信斯”转言而来，流行于今天的日本，我国的香港及内地。

锆石一名源于阿拉伯语的朱之意和金色之意，而古印度曾称锆石为“月食石”。这也说明这种宝石的颜色常见于红色、金黄色、无色。同时从另一个侧面说明，锆石在古时的阿拉伯、波斯和印度地区就十分受欢迎。

大家知道，许多东西经过热处理就可以变性，锆石也是如此。如果对低型的锆石加热到一定程度时，其就会变成无色透明晶体。比如：斯里兰卡的锆石多为绿色低型的，经过热处理后，颜色明显变淡，成为高型的锆石宝石。我国海南省产的红色、棕色锆石，经过热处理，可以变成无色的。

宝石界把锆石、绿松石、青金石同列为十二月生辰石，象征胜利，好运，是成功的保证。

我国有部分红色或棕红色的锆石，不经改色处理，也可直接研磨成美丽的宝石。但应该注意，我国红低型锆石也是二色性较强的宝石。如果从红锆石某一方向上看是红色，而从另一方向看，又是淡色或接近无色。所以，加工时，必须按一定方向研磨，让红色出现在磨型正面。

锆石的著名产地有斯里兰卡、泰国、老挝、柬埔寨。我国云南出产的锆石一般需经加热改色处理。

榍石



榍石（Sphene）

一、概述

榍石是岛状结构硅酸盐矿物。成分为 CaTi[SIO4]O。常含钇和铈。单斜晶系，晶形多以单晶体出现，呈扁平的楔形（信封状），横断面为菱形，底面特别发育时，呈板状。蜜黄、褐、绿、黑、玫瑰等颜色。金刚光泽。柱面解理清楚。莫氏硬度 5。比重 3.45～3.55。常作为副矿物产于岩浆岩中，在碱性伟晶岩中常见粗大的晶体。常形成砂矿。富集时可作为炼钛的矿物原料。俄罗斯科拉半岛是

有名产地。

钛和钙的硅酸盐矿物，在很多岩石（火成岩）中都有它的成分。榍石往往以单个的晶体出现，晶体呈片状。榍石具有金刚光泽，颜色有黄、褐、绿、黑、红等色调。榍石可以提炼出钛，也可以被当作宝石。

二、基本性质




榍石

1. 化学成分 钙钛硅酸盐，CaTiSiO5
2. 晶系 单斜晶系
3. 习性 楔状晶体，常有双晶
4. 解理 两组明显，可有双晶引起的裂理
5. 断口 贝壳状
6. 硬度 5.5
7. 比重 3.53
8. 折射率 1.89-2.02
9. 双折射率 0.130，10×放大镜下可见到刻面棱双影现象。
10. 光性 二轴晶正光性
11. 光泽 油脂光泽至亚金刚光泽
12. 透明度 透明到半透明
13. 色散 高，约 0.051，切磨优良的宝石会有明显的火彩。
14. 颜色 黄色、绿色和褐色，深褐色宝石经热处理可变成橙色或红褐色。
15. 多色性 明显，因体色而变化
16. 吸收光谱 可显稀土元素线

三、主要鉴定要点

1. 强光泽，因折射率高 RI1.89-2.02,表面的反射能力强；折射仪上表现为负读数；
2. 高色散，色散值 0.051，成品榍石中可见火彩；
3. 强双折射，DR 0.130，肉眼可见双影象，刻面棱双影线距离较宽；
4. 特征稀土光谱等为主要区分依据

斜长石




斜长石

plagioclase

斜长石是长石矿物中的一个系列， 包括钠长石、奥长石、中长石、拉长石、培长石和钙长石。斜长石中的大多数品种会在表面产生细而且平行的条纹，有的还会有蓝或绿色的晕彩发生，这是由于它们的双晶结构引起。斜长石可用来制造玻璃和陶瓷。最常见的斜长石是奥长石，最少见的是培长石。

斜长石属于 NaAlSi3O8（Ab）-CaAl2Si2O8（An）类质同象系列的长石矿物的总称，共分为 6 个矿物种：钠长石（An0-10Ab100-90）、奥长石（An10-30Ab90-70）、中长石（An30-50Ab70-50）、拉长石（An50-70Ab50-30）、倍长石（An70-90Ab30-10）和钙长石（An90-100Ab10-0）。岩石学中将前二者统称为酸性斜长石，而将后三者统称为基性斜长石。晶体属三斜晶系的架状结构硅酸盐矿物，多为柱状或板状，常见聚片双晶，在晶面或解理面上可见细而平行的双晶纹。白至灰白色，有些呈微浅蓝或浅绿色，玻璃光泽，半透明。两组解理（一组完全、一组中等）相交成 86°24′，故得名斜长石。摩氏硬度 6-6.5，比重 2.6-2.76。

斜长石广泛分布于岩浆岩、变质岩和沉积碎屑岩中。斜长石是陶瓷业和玻璃业的主要原料，色泽美丽者可作宝玉石材料，如日光石。

正长石



正长石

不可溶钾盐矿物

正长石的化学组成是 KAlSi3O8，晶体属单斜晶系的架状结构硅酸盐矿物。正长石是钾长石的亚稳相变体，钾长石和钠长石不完全类质同象系列。短柱状或厚板状晶体，常见卡斯巴双晶、巴温诺双晶和曼尼巴双晶，集合体为致密块状。肉红或浅黄、浅黄白色，玻璃光泽，解理面珍珠光泽，半透明。两组解理（一组完全、一组中等）相交成 90°，由此得正长石之名。摩氏硬度 6，比重 2.56-2.58。900℃以上生成的无色透明长石称透长石。

正长石广泛分布于酸性和碱性成分的岩浆岩、火山碎屑岩中，在钾长片麻岩和花岗混合岩以及长石砂岩和硬砂岩中也有分布。正长石是陶瓷业和玻璃业的主要原料，也可用于制取钾肥。

编辑词条

钠长石





Albite

钠长石是长石的一种，是常见的长石矿物，为钠的铝硅酸盐(NaAlSi3O8)。 钠长石一般为玻璃状晶体，可以是无色的，也可以有白、黄、红、绿或黑色。它是制造玻璃和陶瓷的原料。很多岩石中都有钠长石的成分，人们称这样的矿物为造岩矿物。

在伟晶岩和长英质火成岩如花岗岩中最常见，亦见于低级变质岩中，并作为自生钠长石见于一些沉积岩中。钠长石通常形成各种颜色的脆性玻璃状晶体。

钠长石是斜长石固溶体系列和碱性长石系列的钠质矿物。具三斜架状结构，硅和铝为四面体配位，形成较大的空位(即点阵位置)，主要被阳离子钠占据。虽然所有硅原子和铝原子在这一结构中都占有四面体位置，但其位置具体情况不同。低温时硅和铝原子的分布是高度有序的，高温(约 1,100℃〔2,000℉〕)时，原子的分布紊乱得多。

钠长石： Na2O.Al2O3.6SiO2 ，其中 Na2O 8%以下,K2O 5-6%，Al2O3 16 %以上 ,SiO2 70 % ，密度 2.605g/cm 3,莫氏硬度为 6,三斜晶系，颜色为白色 ，熔点 1100 o C 。

长石是钾、钠、钙、钡等碱金属或碱土金属的铝硅酸盐矿物，晶体结构属架状结构。其主要成份为 SiO2 、Al2O3 、K2O 、Na2O 、CaO 等。长石族矿物在地壳中分布最广，约占地壳总量重量的 50% 。它们是一种普遍存在的造岩矿物，其中 60% 赋存在岩浆中，30%分布在变质岩中，10%存在于沉积岩主要是碎屑岩中，但只有在相当富集时长石才可能成为工业矿物。

钠长石主要用于制造陶瓷、肥皂、瓷砖、地板砖、玻璃、磨料磨具等。在陶瓷上主要用于釉料。

长石是钾、钠、钙、钡等碱金属或碱土金属的铝硅酸盐矿物，晶体结构属架状结构。其主要成份为 SiO2 、Al2O3 、K2O 、Na2O 、CaO 等。长石族矿物在地壳中分布最广，约占地壳总量重量的 50% 。它们是一种普遍存在的造岩矿物，其中 60% 赋存在岩浆中，30%分布在变质岩中，10%存在于沉积岩主要是碎屑岩中，但只有在相当富集时长石才可能成为工业矿物。长石的主要组份有四种：钾长石、钠长石、钙长石、钡长石

天河石



天河石，又称“亚马逊石”，英文 Amazonite 的意译。蓝色和蓝绿色，半透明至微透明。可做戒面或雕刻品。颜色为纯正的蓝色、翠绿色。质地明亮，透明度好，解理少的为优质品。翠绿色的天河石可做为翡翠的代用品。

代表产地：

巴西、美国、加拿大。

特性：

化学式：K[AlSi3O8，属三斜晶系，硬度：6，比重：2.53—2.56，折射率：1.52—1.57

雄黄



名称 雄黄

拉丁文名 Realgar

英文名 Rabiagar

别名 三硫化二砷、石黄、鸡冠石、黄金石等

分子式 As2S3

物化性质

雄黄是砷硫化物矿物之一，含 As70.1%。单斜晶系，单晶体呈细小的柱状、针状，但少见；通常为致密粒状或土状块体。桔红色，条痕呈浅桔红色。金刚光泽，断口为树脂光泽。硬度 1.5～2，密度 3.5～3.6g/cm3。性脆，熔点低。用炭火加热，会冒出有大蒜臭味的白烟。置于阳光下曝晒，会变为黄色的雌黄（As4S4）和砷华，不溶于水和盐酸，可溶于硝酸，溶液呈黄色。雄黄主要产于低温热液矿床中，常与雌黄、辉锑矿、辰砂共生；产于温泉沉积物和硫质火山喷气孔内沉积物的雄黄，常与雌黄共生。桔红色，透明到半透明的雄黄晶体，显得艳丽、富贵，其柱状晶体长短参差，粗细

相伴，多方向生长，势态奇特，再衬上白色方解石等共生矿物，绚丽多彩，构成整体自然美。要注意雄黄晶体免受风化。

用途

砷矿物主要用于提炼元素砷、制造砷酸和砷的化合物，如砷酸钙、砷酸钠、砷酸铅等。在冶金工业中用于炼制砷合金；砷铅合金在军事工业中用以制造子弹头、军用毒药和烟火；砷铜合金等用于制造雷达零件和汽车；在轻工业中用以制造乳白色玻璃、玻璃脱色、浸洗羊毛、制革药剂以及用于木材防腐；在农业上用作杀虫剂、除草剂、灭鼠药等含砷农药；在医药工业上可作药物及强刺激剂，高品位的雄黄和雌黄矿石可直接作中药，砷华制品的药物名称叫砒霜。雄黄精矿粉可用于制造鞭炮、烟花和蚊香等。

【英文名】 REALGAR

【别名】明雄黄、黄金石、石黄

【来源】本品为硫化物类矿物雄黄族雄黄，主含三硫化二砷（As2S3）。采挖后，除去杂质。或由低品位矿石浮选生产的精矿粉。

【制法】雄黄粉：取雄黄照水飞法（附录ⅡD）水飞，晾干。取粉末适量，照上述三氧化二砷检查项下的方法检查，应符合规定。

【性状】本品为块状或粒状集合体，呈不规则块状。深红色或橙红色，条痕淡橘红色，晶面有金刚石样光泽。质脆，易碎，断面具树脂样光泽。微有特异的臭气，味淡。精矿粉为粉末状或粉末集合体，质松脆，手捏即成粉，橙黄色，无光泽。

【鉴别】

（1） 取本品粉末 10mg，加水润湿后，加氯酸钾饱和的硝酸溶液 2ml,溶解后，加氯化钡试液，生成大量白色沉淀。放置后，倾出上层酸液，再加水 2ml,振摇，沉淀不溶解。

（2） 取本品粉末 0.2g，置坩埚内，加热熔融，产生白色或黄白色火焰，伴有白色浓烟。取玻片覆盖后，有白色冷凝物，刮取少量，置试管内加水煮沸使溶解，必要时滤过，溶液加硫化氢试液数滴，即显黄色，加稀盐酸后生成黄色絮状沉淀，再加碳酸铵试液，沉淀复溶解。

【含量测定】

取本品粉末约 0.1g，精密称定，置 250ml 锥形瓶中，加硫酸钾 1g、硫酸铵 2g 与硫酸 8ml,用直火加热至溶液澄明，放冷，缓缓加水 50ml，加热微沸 3～5 分钟，放冷，加酚酞指示液 2 滴，用氢氧化钠溶液（40→100） 中和至显微红色，放冷，用 0.25mol/L 硫酸溶液中和至褪色，加碳酸氢钠 5g，摇匀后，用碘滴定液（0.1mol/L）滴定，至近终点时，加淀粉指示液 2ml,滴定至溶液显紫蓝色。每 1ml 的碘滴定液（0.1mol/L）相当于 5.348mg 的三硫化二砷（As2S3）。

本品含砷量以三硫化二砷（As2S3）计，不得少于 90.0%。

雌黄



化学成分:是 As2S3

拉丁: Orpimentum

别名: 黄金石、石黄、黄石、鸡冠石、天阳石

毒性: 毒

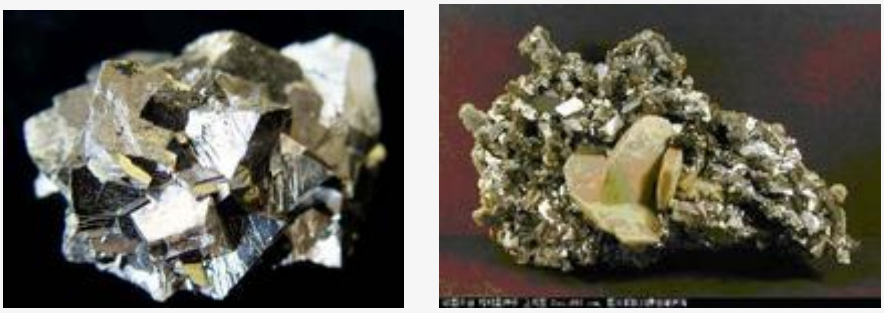
科名: 单斜晶系



形态描述：晶体常呈柱状，往往带有弯曲的晶面，常呈叶片状、粒状、放射状、葡萄状、肾状及球状块体，集合体则呈杆状、块状、鸡冠状。柠檬黄色，有时微带浅褐色。条痕与矿物本色相同，惟色彩更为鲜明。光泽视方向不同而变化，由金刚光泽至脂肪光泽，新鲜断面呈强烈的珍珠光泽。半透明。解理完全。硬度 1.5～2。比重 3.4～3.5。具柔性，薄片能弯曲，但无弹性。不导电.

产状：通常产于低温热液矿床中，温泉及火山附近也有存在。常与雄黄、辉锑矿等共生。

毒砂



毒砂

毒砂的化学成分为 FeAsS，晶体属单斜晶系斜方柱晶类的硫化物矿物。单晶体常呈柱状，集合体往往为粒状或致密块状。其主要物理性质是：锡白色至钢灰色，条痕灰黑色，金属光泽，不透明，

解理中等至不完全，摩氏硬度 5.5-6.0，比重 6.2。锤击它，发出蒜臭味。灼烧后具磁性。中国古代称为白砒石、礜石。将毒砂砸成小块，除去杂石，与煤、木炭或木材烧炼，然后升华，即为砒霜。

毒砂也称砷黄铁矿，是一种铁的硫砷化物矿物。毒砂是最常见的提炼砷的矿石矿物，其砷含量达 46%。中国从毒砂中制取砒霜的历史很久远，过去曾称它为“砒石”。用锤子敲打毒砂时会发出一股蒜味儿，其实这就是砷的味道。毒砂像锡一样发亮，一般呈柱状晶体或粒状或块状。我国的毒砂主要分布在湖南、江西、云南等地。

毒砂是分布最广的一种硫砷化物，常含类质同象混入物钴，所以毒砂除可以作为提取砷及制造砷化物的原料外，还可以用来提取钴。毒砂常产于高温热液矿床、伟晶岩及交代矿床中，在钨锡矿脉中与黑钨矿、锡石共生。世界著名产地有德国的弗赖贝尔格、英国的康沃尔、加拿大的科博尔等地。中国的毒砂多分布于湖南、江西、云南等地。

朱砂



本品为硫化物类矿物辰砂族辰砂。

辰砂 Cinnabar

形态：三方晶系。为粒状或块状集合体，呈颗粒状或块片状。鲜红色或暗红色，条痕红色至褐红色，具光泽。有平行的完全解理。断口呈半贝壳状或参差状。硬度 2～2.5。比重 8.09～8.2。体重，质脆，片状者易破碎，粉末状者有闪烁的光泽，无味。

[生境分布]

产于石灰岩、板岩、砂岩中。分布湖南、湖北、四川、广西、云南、贵州。

[采制]

采挖后，选取纯净者，用磁铁吸净含铁的杂质，再用水淘去杂石和泥沙，研成细粉，或用水飞法制成极细的粉末。

[化学成分]

主含硫化汞(HgS)，其含量在 95%以上。有时夹杂少量土质、雄黄、磷灰石等。

颜料

朱砂又称丹砂、辰砂，朱砂的粉末呈红色，可以经久不褪。我国利用朱砂作颜料已有悠久的历史，“涂朱甲骨”指的就是把朱砂磨成红色粉末，涂嵌在甲骨文的刻痕中以示醒目，这种做法距今已有几千年的历史了。我国还是世界上出产朱砂最多的国家之一，近几年朱砂的市场价格一路攀升。

朱砂，古时称作“丹”，其主要化学成分是硫化汞（HgS），在我国湖南、贵州、四川等地都有出产。用这种颜料染成的红色非常纯正、鲜艳。《史记·货殖列传》中记载着一位名叫清的寡妇的祖先在重庆涪陵地区挖掘丹矿，世代经营，成为当地有名巨贾的故事。由此可见，在秦汉之际，这种红色颜料的应用广泛。1972 年，长沙马王堆汉墓出土的大批彩绘印花丝织品中，有不少花纹就是用朱砂绘制成的，这些朱砂颗粒研磨得又细又匀，埋葬时间虽长达两千多年，但织物的色泽依然鲜艳无比。可见西汉时期炼制和使用朱砂的技术水平是相当高超的。

东汉之后，为寻求长生不老丹而兴起的炼丹术，使中国人对无机化学的认识有了很大提高，并逐渐开始运用化学方法生产朱砂。为与天然朱砂区别，古时的人们将人造的硫化汞（HgS）称为银朱或紫粉霜。其主要原料为硫磺和水银（汞），是在特制的容器里，按一定的火候提炼而成的，这是我国最早采用化学方法炼制的颜料。人造朱砂还是我国古代重要的外销产品，曾远销至日本等国。

古时辰砂又被称为丹砂或朱砂，许多古代女子都直接以“朱砂”为名，那一点鲜红像是凝结了中国五千年的悠悠情怨，十分美丽，但估计很少有人知道，辰砂用来磨墨，是可以磨出彩墨的，很像女孩子多变的内心，藏着一份外刚内柔的情怀。

云母



【概述】

钾、铝、镁 、铁 、锂等层状结构铝硅酸盐的总称 。普遍存在多型性 ，其中属单斜晶系者常见 ，其次为三方晶系，其余少见。云母族矿物中最常见的矿物种有黑云母、白云母 、金云母、锂云母、绢云母等 。 云母通常呈假六方或菱形的板状、片状、柱状晶形。颜色随化学成分的变化而异，主要随 Fe 含量的增多而变深 。白云母无色 透 明或呈浅色 ；黑云母为黑至深褐、暗绿等色；金云母呈黄色、棕色、绿色或无色；锂云母呈淡紫色、玫 瑰红色至灰色 。 玻璃光泽 ，解理面上呈珍珠光泽。莫氏硬度一般 2～3.5 ，比重 2.7～3.5 。平行底面的解理极完全。白云母和金云母具有良好的电绝缘性和不导热、抗酸、抗碱和耐压性能，因而被广泛用来制作电子、电气工业上的绝缘材料。云母碎片和粉末用作填料等。锂云母还是提取锂的主要矿物原料。

云母矿物由于晶体大，色彩艳丽，很早就被人类利用。中国古籍中对其称谓记载就有：花皮连、天冰、天皮、地金、老刮金、千层纸、元面、云米赤及雄黑等。敦煌莫高窟中唐 112 窟所用的颜料闪光发亮，经 X 射线衍射分析，是天然白云母经细碎研磨而成。显色效果极佳。

虽然中国很早就已认识和利用白云母和金云母，但对云母矿床正规的勘查工作是在中华人民共和国建立以后，从 1952 年开始相继对四川丹巴及内蒙古土贵乌拉的白云母矿床进行了普查勘探并取得了较好成果。1958 年在山西繁峙召开了全国云母会议，决定大力开展云母的普查勘探工作，当年，新疆阿勒泰云母矿床的发现，在中国云母资源的开发方面起了很大作用，同时也为云母矿床的普查勘探工作积累了经验。随后，江苏东海镁硅白云母矿床的发现并被工业所利用，在中国增添了新的工业云母种属。内蒙古乌拉山、大别山、秦岭、辽宁、四川及云南等地的云母矿床相继发现，扩大了云母资源。80 年代以来，建材、地矿等部门开展对碎云母、绢云母矿的普查。经详查，探明了河北灵寿谭庄乡山门口碎云母矿，在内蒙古、辽宁、湖北等地发现绢云母矿点，在碎云母和绢云母的工业应用研究方面也取得了进展。

中国在 20 世纪 50 年代至 70 年代中期，曾将白云母、金云母列为战略资源，最早开采的是四川丹巴云母矿，以后新疆、内蒙古、山西、河北、山东、河南、陕西、云南等省、自治区的云母矿相继开采。主要国有矿山有新疆阿勒泰、四川丹巴、内蒙古土贵乌拉等矿山，还有上百个县办、乡镇及个体矿山。1978 年前，工业原料云母的年产量为 1 700～2 500t，1978 年后，产量逐年下降，

原因是云母消费结构发生了根本变化所致。

【矿物特征】

1、矿石的矿物组成

白云母伟晶岩矿石的主要矿物为微斜长石、长石、石英和白云母等，次要矿物为黑云母、铁铝榴石、电气石、磷灰石、绿柱石和钛铁矿等。

金云母矿床矿脉中经常出现磷灰石、透闪石、透辉石、方解石、碳酸盐岩和微斜长石等矿物。

碎细白云母矿床白云母一般占 50～70%，钾长石及石英占 10%左右，微量矿物为磁铁矿和褐铁矿。

2、目的矿物的矿物特征

云母属于铝硅酸盐矿物，具有连续层状硅氧四面体构造。分为三个亚类：白云母、黑云母和锂云母。白云母包括白云母及其亚种(绢云母)和较少见的钠云母；黑云母包括金云母、黑云母、铁黑云母和锰黑云母；锂云母是富含氧化锂的各种云母的细小鳞片。工业上尤其是电气工业中常用的是白云母和金云母。

白云母的化学式为 KAl2〔AlSi3O10〕〔OH〕2，其中 SiO2 45.2%、Al2O3 38.5%、K2O 11.8%、H2O 4.5%，此外，含少量 Na、Ca、Mg、Ti、Cr、Mn、Fe 和 F 等。

金云母的化学式为 KMg3〔AlSi3O10〕〔F，OH〕2，其中 K2O 7～10.3%、MgO 为 21.4～29.4%、Al2O3 为 10.8～17%、SiO2 为 38.7～45%、H2O 为 0.3～4.5%，含少量 Fe、Ti、Mn、Na 和 F 等。

a、晶系、晶形

云母多为单斜晶系，呈叠板状或书册状晶形，发育完整的为具有六个晶体面的菱形或六边形，有时形成假六方柱状晶体。

b、解理、打象或压象

云母具有完善的解理，可以剥分。理论上白云母能剥分成 10 左右，金云母可剥分成 5 或 10 左右的薄片。

云母晶体的隐伏解理，即为打象和压象。

c、颜色、光泽和透明度

白云母薄片一般无色透明，但往往染有绿、棕、黄和粉红等色调；玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。金云母通常呈黄色、棕色、暗棕色或黑色；玻璃光泽，解理面呈珍珠或半金属光泽。

白云母的透明度为 71.7～87.5%，金云母为 0～25.2%。

d、硬度和弹性

白云母莫氏硬度为 2～2.5，金云母为 2.78～2.85；白云母的弹性系数为(1475.9～2092.7×10 6 Pa(15050～21340kg/cm 2)，金云母的为(1394.5～1874.05)×106Pa(14220～19110kg/cm2)。

【分布】

中国云母矿产分布不均匀，全国 20 个省、市、自治区虽都有分布，但绝大部分集中在新疆、四川和内蒙古。全国已发现产地 184 处，其中新疆 88 处，占全国储量的 67%，四川 27 处，占全国储量的 11.4%；内蒙古 15 处，占全国储量的 8.6%；其余 54 处，占全国储量的 13%，分布于河北、山西、辽宁、吉林、黑龙江、山东、河南、云南、西藏、青海及陕西等地。

矿床类型及其分布

1、矿床类型

工业云母矿床分为白云母矿床和金云母矿床两大类，每一大类可各分为两个亚类，另外还有碎细云母矿床。矿床类型及地质特征如下：

白云母、金云母矿床：

(1)花岗伟晶岩型白云母矿床

矿床多产在角闪岩相变质岩地区，含云母伟晶岩脉普遍发育混合岩化和花岗岩化，围岩是各种富铝、硅的片麻岩、变粒岩或片岩。矿脉带常成群出现，构成伟晶岩带或伟晶岩田。按伟晶岩的组

构和含矿性可分为：①结晶型白云母伟晶岩：岩脉内白云母呈巨晶，片较大，面积可达 60—100cm 2，从中可获取大片的白云母，且云母片的剥分性能良好；②交代分异型稀有金属素白云母伟晶岩：云母晶体一般较小，但透明度较好，杂质含量低，且其中伴生的含稀有元素矿物如绿柱石、铌钽铁矿、电气石、锂云母等可综合利用。世界上有工业价值的白云母矿床基本上产于以上两种伟晶岩中。

(2)伟晶岩接触交代型镁硅白云母矿床

我国的镁硅白云母 K 2 ｛(Fe 2 ＋Mg)(Fe3+Al) 3 〔Si 7 AlO 2 0〕(OH) 4 ｝矿床位于江苏东海。矿床赋存在深大断裂带并有榴辉岩产出的变质岩地区。含镁硅白云母伟晶岩脉在榴辉岩、角闪片岩和片麻岩中均有产出。但主要的工业矿体产于榴辉岩中。镁硅白云母的电气性能完全符合工业要求，为我国增添了新的工业云母种属。

(3)镁碳酸盐矽卡岩型金云母矿床

矿床多分布在太古代、元古代或古生代的结晶片岩、片麻岩及大理岩中。矿区内花岗岩发育，常伴生有交代作用产生的一系列杂岩体，如方柱石-透辉石岩、透辉石-金云母岩等。我国这一类型矿床很多，如大同、通化、镇平和内蒙古的许多矿区均属此类型。

(4)超基性-碱性杂岩体型金云母矿床

矿床产于超基性-碱性杂岩体中。杂岩体面积由几十到千余平方公里，且具有环带构造。该类矿床规模较大，金云母可达几百万吨，含矿率较高，每立方米由几百千克至 1 吨，云母

晶片面积可达 5—6m 2。矿床上部因水化作用形成的蛭石，也可开采利用。这一类型是近年来新发现的一种金云母矿床，从金云母储量、规模和远景来看，都有很重要的工业价值。在原苏联，它已成为金云母的重要来源，但到目前为止，在我国尚未发现该种类型的金云母矿床。

碎细云母矿床：

(1)白云母钾长石片麻岩型碎片白云母矿床

产于阜平群弯子组下段，白云钾长片麻岩夹中粗粒浅粒岩及黑云二长片麻岩，共见有四层矿，平均厚 1.6m，含矿率 56～68%，片径一般小于 10mm，多为 5mm 左右。

(2)云母片岩型碎云母矿床

赋存于云母片岩中。

(3)云母伟晶岩型碎云母矿床

伟晶岩已风化，矿石中白云母含量为 14～16%，其它矿物有石英、长石、黑云母等。

矿床的主要工业指标

在地质勘探工作中，按工业原料云母含矿率圈定矿体并计算储量。工业原料云母是指具有任意外形、晶体两面平整、有效面积不小于 4cm 2 的云母块。工业原料含矿率用单位矿石体积中含有工业原料云母重量即 kg/m3 来表示。

【工艺特性及主要用途】 1、工艺特性 (1)物理性能 云母的物理性能主要取决于云母晶体的大小，由解理和硬度决定的剥分性以及云母的颜色透明度和弹性等。 工业云母多呈叠板状或书册状晶形，晶体大小不等，厚度从几毫米到几十厘米，一般只要晶体有效面积大于或等于 4cm2，就具有直接利用价值。当然晶体面积越大，价值越高。云母的剥分性能由云母的解理和硬度所决定。云母独特的晶体结构，使其具有一组极完全的底面解理，这成为工业云母技术加工剥分的重要性能。理论上白云母能剥分到 10 左右，金云母可剥分到 5—10 左右，因此，白云母和金云母可按工业要求，剥分任意厚度的平整薄片，以满足电器、电子工业对云母的要求。云母的硬度均较低，白云母为 2—2.5，镁硅白云母为 2.37，金云母为 2.78—2.85。云母的硬度越大，越难剥分。白云母、镁硅白云母的剥分性能较好，金云母略差。云母的颜色特征常用来表征云母的绝缘性能，工业云母一般以浅色白云母为好，金云母次之，黑云母的绝缘性能最差。白云母的弹性系数为 15346—21760bar，金云母为 14500—19480bar，工业上利用云母作绝缘材料时，对其弹性有严格的要求。 (2)电气性能 云母绝缘性能的优劣，是决定其工业利用价值的最主要的因素，云母绝缘性能由云母的电气性能所决定，通过测试击穿电压和击穿强度等确定云母的电气性能。据我国各矿区云母的测试结果统计，

当云母片厚为 0.015mm 时，平均击穿电压 2.0—5.7kV，击穿强度为 133—407kV/mm。(3)耐热性 我国某些白云母加热在 100～600℃时，弹性和表面性质均不变；在 700～800℃后，脱 水、机械、电气性能有所改变，弹性丧失，变脆；在 1050℃时，结构破坏。金云母在 700℃左右时，电气性能较白云母好。 (4)机械强度和密度 项 目 白 云 母 金 云 母 机械 抗拉 166700 ～353039（1700 ～ 3600） 156906 ～ 205939(1600 ～2100) 强度 抗压 813951 ～ 1225831（8300 ～ 12500） 294199 ～ 588399(3000 ～ 6000) kPa 抗剪 210843 ～ 296063（2150 ～ 3019） 82768 ～ 135332(844 ～ 1380) 密度,g/cm 3 2.7 ～ 2.88 2.7 ～ 2.9 注：括弧内数字的单位是 kg/cm 2 。 2、主要用途 在工业上用得最多的是白云母，其次为金云母。其广泛的应用于建材行业、消防行业、灭火剂、电焊条、塑料、电绝缘、造纸、沥青纸、橡胶、珠光颜料等化工工业。超细云母粉作塑料、涂料、油漆、橡胶等功能性填料，可提高其机械强度，增强韧性、附着力抗老化及耐腐蚀型等。除具有极高的电绝缘性、抗酸碱腐蚀、弹性、韧性和滑动性、耐热隔音、热膨胀系数小等性能外，又率先推出片体二表面光滑、径厚比大、 形态规则、附着力强等特点。 工业上主要利用它的绝缘性和耐热性，以及抗酸、抗碱性、抗压和剥分性，用作电气设备和电工器材的绝缘材料；其次用于制造蒸汽锅炉、冶炼炉的炉窗和机械上的零件。 云母碎和云母粉可以加工成云母纸，也可代替云母片制造各种成本低廉、厚度均匀的绝缘材料。

【综合利用工艺技术】

1、综合利用技术方法及工艺流程

云母矿石的选矿是生料云母的富集过程。生料云母是指原矿中轮廓面积大于或等于 4cm2 的任意厚度的云母晶体。原矿中生料云母含量的多少称为生料云母含矿率，通常用单位矿石体积内含生料云母的重量(kg/m3)来表示。经选矿所得精矿中生料云母的总重量与原矿中所含生料云母总重量之比称为回收率。

工业上主要是直接利用云母自然晶体加工成所需产品。没有缺陷的云母晶体愈大，其经济价值愈高，因此在云母矿石选矿过程中，要尽可能地保护云母自然晶体不受破坏。

目前，对于晶体轮廓面积大于 4cm2 的片云母的选矿，主要根据云母晶体与脉石在形状和摩擦系数方面的差异来进行，常用的方法有手选、摩擦选、形状选。对于晶体轮廓面积小于 4cm2 的碎云母，则主要是根据它与脉石表面物理化学性质的差异来进行分选的，采用的方法为浮选法。

(1)片云母选矿方法及其流程

a、手选

工人在采矿工作面或坑口矿石堆上，拣选已单体分离的云母；云母与脉石的连生体用手锤敲碎，再选出其中的云母。

b、摩擦选矿

根据成片状的云母晶体的滑动摩擦系数与浑圆状脉石的滚动摩擦系数的差别，而使云母晶体和脉石分离。所用设备之一为斜板分选机。该机是由一组金属斜板组成，每块斜板长 1350mm、宽 1000mm，其下一块斜板的倾角大于上一块斜板的倾角。每块斜板的下端都留有收集云母晶体的缝隙，其宽按斜板排列顺序依次递减。缝隙前缘装有三角堰板。在选别过程中，大块脉石滚落至石堆；云母及较小脉石块经堰板阻挡，通过缝隙落下一斜板。依次在斜板上重复上述过程，使云母与脉石逐步分离。目前，摩擦选矿工艺及设备尚不完善，因此在云母矿石选矿中，该法尚未得到广泛应用。

C、形状选矿

根据云母晶体与脉石的形状不同，在筛分中透过筛子的筛缝、筛孔的能力不同，使云母和脉石分离。选别时，采用一种两层以上不同筛面结构的筛子，一般第一层筛筛网为条形；第二层筛筛网为方形。当原矿进入筛面后，由于振动或滚动作用，片状云母及小块脉石可以从条形筛缝漏至第二层筛面；因第二层是格筛，故可筛去脉石留下片状云母。形状选矿法具有流程简单、设备少、生产率高、分选效果好等优点，因而在云母矿山中得到了广泛应用。

(2)碎云母的选矿方法及其流程

a、浮选

依据云母与脉石的表面物理化学性质的不同进行分选。矿石经破碎、磨矿使云母单体解离，在药剂作用下，云母成为泡沫产品而与脉石分离。云母浮选可以在酸性或碱性矿浆中进行，长碳链醋酸胺类的阳离子和脂肪酸类的阴离子为云母的捕收剂。云母浮选工艺流程中需经过三段粗选、三段精选，才能获得云母精矿。因此，云母矿石浮选用以回收伟晶岩和云母片岩中 14 目以下的云母和细粒云母。在我国，云母矿石浮选尚未得到生产应用。

B、风选

云母风选多通过专用设备来实现。其工艺过程一般为：破碎→筛分分级→风选。矿石经过破碎之后，云母基本上形成了薄片状，而脉石矿物长石、石英等呈块状颗粒。据此，采用多级别的分级把入选物料预先分成较窄的粒级，据其在气流中的悬浮速度之差异，采用专用风选设备进行分选。风选法适用于水源缺乏地区，已用于实际生产。

2、开发生产实例

(1)四川丹巴云母矿选矿厂

该厂入选原矿品位为 9.1kg/m3，其中片云母占 44%。选矿工艺流程如图 1 所示。

原矿经人工拣选出大片云母后，给入选矿厂固定棒条筛，筛缝尺寸为 100mm。+100mm 物料进入颚式破碎机破碎后，与棒条筛筛下产品一起进入 XB—602 型振动筛分选。该筛有两层筛网，上层是角钢制成的棒条筛，筛缝宽 20mm;下层为 20×20mm 方孔筛网，经分选后得 3 种产物：大于 20mm 筛缝尺寸的物料，从中手选出云母和连生体，连生体由人工破碎后手拣出大于 4cm2 的云母；小于 20mm 筛缝、大于 20mm 方筛孔的物料，也从中手选出云母和连生体，连生体人工破碎后拣出大于 4cm2 的云母；小于 20mm 方筛孔的物料全部废弃，作为尾矿。

该厂生产能力为 10t/h，精矿品位 100%，回收率 92%。

(2)灵寿云母矿选矿厂

该厂入选原矿碎片白云母占 56～68%，钾长石及石英占 10%左右，磁铁矿和褐铁矿微量。选矿工艺流程如图 2 所示。

首先对原矿进行破碎，达到单体分离。然后进行分级，分成数个较窄粒级进入风选作业。风选作业的主要设备是 φ800 振动式空气分选机和旋振筛。风选前矿石破碎，采用锤式破碎机解离。入选最佳粒度 3—0.25mm。采用预先分级、控制分级可提高风选设备的有效处理能力，减少风选作业段数，保证精矿质量。

该厂生产能力 0.8～1.0t/h，精矿平均品位 99.06%，回收率 82.27%。

(3)美国风化云母伟晶岩选矿厂

美国亚拉巴马、哲吉尔和北卡罗来纳州的风化云母伟晶岩，含白云母 14～16%。伴生的主要脉石矿物有石英、高岭土、长石，此外还有少量黑云母、褐铁矿、电气石、十字石、石榴石、绿帘石和蓝晶石。

选矿流程包括重选和浮选两部分。重选采用汉弗莱螺旋选矿机。目的是除去粗粒尾矿。重选所得粗精矿进入浮选。浮选前采用 3 个调和槽。第一个调和槽加入木质素磺酸盐(或硅酸钠)分散矿泥，再加入碳酸钠调整矿浆 pH 值为 10 左右；第二个调和槽加入脂肪胺醋酸盐阳离子捕收剂，使之与白云母的侧面发生作用并吸附其上；第三个调和槽内加入脂肪受胺醋酸盐阳离子捕收剂，使之与白云母的层面发生吸咐作用，再加入起泡剂。经过一次粗选三次精选后得到云母精矿。云母精矿品位 98%，回收率 85%。

【开发利用现状及发展趋势】

1、开发利用现状、存在问题及解决对策

(1)开发利用现状：

中国云母矿已开采利用矿区曾有 30 余个，主要产地有：新疆阿尔泰白云母矿、四川丹巴白云母矿、内蒙古土贵乌拉白云母矿、陕西丹凤白云母矿、吉林集安金云母矿、河南镇平金云母矿及河北

曲阳白云母矿等。

目前，我国单独生产碎云母的企业除河北灵寿外，大多在生产工业原料的同时生产碎云母及其制品。某些冶金企业也从选矿尾矿中回收碎细云母，供应市场。

(2)存在问题

a、综合利用率低：云母的综合利用，国外已做到工厂无废料，原料百分之百利用。我国云母综合利用率约 40%，还有待于扩大其应用领域。

b、应用领域较窄：近几年来，国外云母综合利用领域不断扩大，在建材、防震、润滑、有机和无机复合材料、密封材料等领域取得了较好的应用。综合加工的产品有 10 类，100 多品种。我国应用领域相对较窄，近年来已能生产 6 大类，近 30 个品种。

(3)解决对策

加强技术研究，提高综合利用率及不断扩大应用领域，拓宽市场。

2、发展趋势

从总的趋势看，由于人工合成云母大晶体的成功，世界上对大片云母的需求量将逐渐减少，因而天然大片云母的开采量将逐年降低。然而对碎片云母的需求则将继续增加。世界上现有优质云母还远远不能满足需要，合成云母的研制正在加快进行。

当前云母的消费结构已发生变化，据估计，全世界对片云母的需求量将以每年 4.6%的速度持续下降，而对碎云母的需求量将以平均每年 1.5%的速度持续增长。

云母综合利用产品----云母纸和湿磨云母粉以及云母深加工产品，都是国际市场上比较畅销的产品。

近年来，国内薄片云母需求量将逐年减少，电子管投料片云母的需要量保持平衡，电容器芯片和等外厚片云母等基本饱和。天然片状云母一般为代用材料所取代。但作为云母综合利用的产品，云母纸和云母粉以及深加工产品如云母绝缘制品、云母纸电器等开始畅销。

(1)云母纸市场 机械部门早就确定电机用云母绝缘材料主要用云母纸代替云母薄片。1987 年我国新增发电设备能力 920 万千瓦，通常按新增 10 万千瓦发电能力需耗用云母纸 5 吨计算，约需 460 吨云母纸。我国今后能源工业是发展重点，“七五”期间，计划达到年产 1000 万千瓦的发电机组能力，每年需要云母纸不低于 500 吨，共需 2500 吨以上。另外，1987 年我国的发电装机容量已达 1 亿千瓦，若按 20—30%的更换维修考虑，维修需用的云母纸亦相当可观。此外，还有众多的工业、家用电器也需要大量的绝缘纸板等产品。国内云母纸市场大有前途。

(2)云母粉市场 全国电焊条生产每年需云母粉约 1.5 万吨，油毡纸用云母粉 14 万吨、消防器材用云母粉 2000 吨左右，再加上新开拓的云母粉应用领域，从发展趋势看，云母粉的需要量可能会进一步增长。

白云母



白云母

白云母 Muscovite

白云母化学组成： KAl2[Si3AlO10](OH,F)2,理想的组份是八面体片含 Al ，也可少量地被 Fe 3+ 、 Mg 、 Fe 2+ 甚至 Mn 、 Cr 、 V 等所置换。白云母具有高度完全的底解理、颜色淡白。薄片富弹性的特点。

白云母也叫普通云母、钾云母或云母，是云母类矿物中的一种。白云母是良好的电绝缘体和热绝缘体，并且它能够大量出产，因此具有重要的经济价值。一般它产于变质岩中，但也产于花岗岩等岩石中。 白云母并非只是白色，它可以是较淡的褐、绿、红色到无色，具有玻璃光泽到丝绢光泽。形状为大板块状，六方晶体或细粒的集合体。

白云母是分有很广的造岩矿物之一，在三大岩类中均有产出。 泥质岩石在低级区域变质过程中可以形成绢云母，变质程度稍高时，成为白云母。 酸性岩浆结晶晚期以及伟晶作用阶段，均有大量白云母生成。由高温至中低温的蚀变作用过程中，也能生成。所谓云英岩化是高温蚀变作用之一，能形成大量白云母。所谓绢云母化作用是中低温蚀变作用之一，能形成大量绢云母。 白云母风化破碎成极细的鳞片，既可以成为碎屑沉积物中的碎屑，也可以是泥质岩的矿物成分之一。

白云母斜方柱晶类，通常呈板状或片状，外形成假六方形或菱形。柱面有明显的横条纹。双晶常见，多依云母律生成接触双晶或穿插三连晶。

白云母片岩主要出现于酸性岩浆岩；此外，还常出现于云英岩、变质片岩和片麻岩中。产于花岗岩中的白云母，常形成具有工业价值较大的晶体；伟晶岩中白云母的形成是多阶段的；热液金属矿床和热液变质岩中，绢云母华作用很普遍，形成绢云母；在变质岩中白云母分布很广，它是粘土质岩石在较高温度和钾的参与作用下形成。

云母的特性是绝缘、耐高温、有光泽、物理化学性能稳定，具有良好的隔热性、弹性和韧性。经加工成云母粉还有较好地滑动性和较强的附着力。由于云母和云母粉本身的性能，主要有如下用途：日用化工原料、云母陶瓷原料、油漆添料、塑料和橡胶添料、建筑材料、用于焊条药皮的保护层、用于钻井泥浆填加剂，近年在玻璃鳞片替代方面也很突出等。

白云母物理性质

硬度： 在 上为 2-3, 垂直 为 4

比重： 2.76-3.10g/cm 3

解理： 解理极完全,有的具（ 110 ）和（ 010 ）裂理

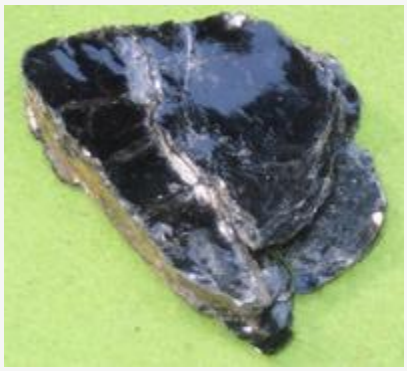
颜色： 浅黄、浅绿、浅红或红褐色

透明度：透明至半透明

光泽： 玻璃光泽,解理面上现珍珠光泽

其他： 薄片具显著的弹性。绝缘性和隔热性都特强

黑云母



[概述]

黑云母 英文 Biotite

黑云母化学组成： K(Mg,Fe2+)3(Al,Fe3+)Si3O10(OH,F)2,类质同象代替广泛，所以不同岩石中

产出的黑云母,其化学组成成分差距很大。一般酸性和碱性岩浆岩中的黑云母，FeO 高， MgO 低；基性岩和超基性岩中的黑云母，MgO 高，FeO 低；在碱性伟晶岩中的黑云母，MgO 低，而 Fe2O3 相对要高一些。

黑云母的晶体形态与金云母相同。颜色为黑色、深褐色，有时带浅红、浅绿或其它色调。含钛高的呈浅红褐色，富含高价铁则呈绿色。透明至不透明。玻璃光泽，黑色则呈半金属光泽。硬度 2－3，比重 3.02－3.12。黑云母受热水溶液的作用可以蚀变为绿泥石、白云母和绢云母等其他矿物。黑云母因为含铁高，绝缘性能差，远不如白云母。黑云母细片常用作建筑材料填充物。 粒径较大的黑云母，极容易根据其片状形态，较深的颜色以及弹性，具有云母的完全解理，和受热以后，可略带磁性的特点等加以鉴别 在深成岩和浅成岩中，特别是酸性或偏碱性的岩石中，大都含有黑云母。

黑云母是云母类矿物中的一种，为硅酸盐矿物。 黑云母主要产于变质岩中，在花岗岩等其他一些岩石中也有。黑云母的颜色从黑到褐、红色或绿色都有，具有玻璃光泽。形状为板状、柱状。

编辑本段[理化指标]

硬度： 2-3



比重： 3.02-3.12g/cm 3

解理： 解理完全

断口： 断口不平坦

颜色： 因含铁量高，故颜色较深，呈红棕色、深褐色乃至黑色

条痕： 白色略带浅绿色

透明度： 透明至半透明

光泽： 玻璃光泽，解理面显珍珠光泽

发光性： 无

其他： 电绝缘性极差。强酸可以使黑云母等腐蚀，并呈脱色现象

化学成份：

成份 SiO2 Al2O3 K2O MgO Na2O S P 灼烧

含量(%) 45.02 10.46 10.18 16.88 0.46 2.43 0.34 1.93

霞石




霞石

nepheline; nephelite

含有铝和钠的硅酸盐。无色或白色，有时也呈灰色、绿色或红色。有玻璃光泽，断口呈脂肪光泽。可用来炼铝，制造玻璃和陶器等。

化学成分为 KNa3[AlSiO4]4，晶体属六方晶系的架状结构硅酸盐矿物，是最主要的似长石矿物。通常晶体呈六方短柱状、厚板状，集合体呈粒状或致密块状。无色或灰白色，因含杂质而呈浅黄、浅绿或浅红等色，玻璃光泽。贝壳状断口，断口呈典型的油脂光泽。摩氏硬度 5.5-6，比重 2.55-2.66。有一些矿物的成分与**长石**相似，它们被称为似长石矿物。霞石便是最常见和最主要的似长石矿物，它为含钠和钾的铝硅酸盐。霞石的晶体一般呈六方柱状、短柱状或厚板状，晶体聚集在一起成粒状、块状。颜色一般为灰白，也可以是浅色的黄、绿、褐、蓝、红等。它们具有玻璃样的光泽，因为断裂处会呈现出油脂样的光泽，故又称**脂光石**。在玻璃和陶瓷工业中，它们可以作长石的代用原料。因为含铝，也可作为提炼铝的原料。

霞石主要产于富钠贫硅的碱性火成岩和伟晶岩中。世界著名产地有挪威、瑞典、俄罗斯的科拉半岛和伊尔门山、肯尼亚和罗马尼亚等地。霞石主要用于玻璃和陶瓷工业。

独居石




独居石（Monazite）

概述：

独居石这个名字是源于它经常以单斜晶体存在而来的。它是一种含有**铈**和**镧**的磷酸盐矿物，是一种稀土矿物，中文学名“磷铈镧矿”，（Ce,Y,La,Th）PO4 是提炼铈、镧的主要矿物，商业钚的主要来源。早先发现这种矿物会放射钍-232，之后会吸收慢中子而变成铀-233，而铀-233 可作核燃料之用。1940 合成又发现该矿石，可合成钚-239。而钚-239 常被用在核子反应炉及核武器中。铈可用来作合金、打火石、抛光等的材料。此外，很多时候独居石中还含有钍，因此也可用来提炼钍。

晶体结构及形态：

独居石产于花岗岩、正长岩、片麻岩中，也常形成砂矿。

它的颜色呈棕红、黄、褐黄，有油脂光泽。其晶体形状或是板状或是柱状，单斜晶系，斜方柱晶类。晶面常有条纹，有时为柱、锥、粒状。因成分中含铀、钍元素，具一定放射性（通常量很低，无须特别保护）。独居石的颜色较艳丽，这种矿物的晶体大都小，粗大者且透明，在国外可用作宝石（无商业价值，多为收藏品）。图中独居石晶体是一颗贯穿双晶，极其完美漂亮，若晶体够大，是珍贵收

藏品。

产地：

具有经济开采价值的独居石主要资源是冲积型或海滨砂矿床。最重要的海滨砂矿床是在澳大利亚沿海、巴西以及印度等沿海。此外，斯里兰卡、马达加斯加、南非、马来西亚、中国东北为主、泰国、韩国、朝鲜等地都含有独居石的重砂矿床。我国白云鄂博也是独居石的重要产地，但优良大晶体稀少。

独居石的生产近几年呈下降趋势，主要原因是由于矿石中钍元素具有放射性，对环境有害。其中，巴西，印度等国已禁采。

化学成分及物理性质：

(Ce,La,Y,Th)[PO4]。成分变化很大。矿物成分中稀土氧化物含量可达 50～68%。类质同象混入物有 Y、Th、Ca、[SiO4]和[SO4]。独居石溶于 H3PO4、HClO4、H2SO4 中。



独居石

采用电子探针(EPMA)分析研究花岗岩、伟晶岩 和热液交代等三种不同成因的独居石微粒微区成分分布的特征。分析数据表明，花岗岩和花岗伟晶岩成因的独居石微粒中 La 和 Ce 的含量低，而 Sm、Gd、Y、Th 的含量明显较高。热液交代成因的独居石微粒中，La、Ce 的含量高，而 Gd、Th、Y 的含量明显较低。根据微区剖面(0.18mm)元素分布曲线，指出了 La、Ce、Nd、P、Th、Si、Ca 和 U 等元素表现出 8～10 个微环带成分不均匀分布的特点，并认为成矿溶液的地质环境、温压和微量元素含量变化是不均匀分布的主要原因。

物理性质：呈黄褐色、棕色、红色，间或有绿色。半透明至透明。条痕白色或浅红黄色。具有强玻璃光泽。硬度 5.0～5.5。性脆。密度 4.9～5.5。电磁性中弱。在 X 射线下发绿光。在阴极射线下不发光。

生成状态：

产在花岗岩及花岗伟晶岩中；稀有金属碳酸岩中；云英岩与石英岩中；云霞正长岩、长霓岩与碱性正长伟晶岩中；阿尔卑斯型脉中；混合岩中；及风化壳与砂矿中。

水镁石



水镁石/氢氧镁石 （Brucite） Mg(OH)2

一般特点

化学组成: MgO 69.12%, H2O 30.88%.

成因产状: 水镁石是蛇纹岩或白云岩中的典型低温热液蚀变矿物。

晶体结构

对称特点: 三方晶系；点群 3m,空间群 R3m

晶胞参数: ao=3.125 埃；co=4.72 埃；Z=1。

晶体结构属层状。羟离子成六方最紧密堆积，镁离子充镇于每两层相邻的羟离子之间的全部八面空隙；组成配位八面体的结构层。结构层内属离子键，结构层间以相维系。

晶体形态

单晶体呈厚板状，常见者为片状集合体；有时成纤维状集合体，称为纤水镁石（nemalite）或水镁石石棉。水镁石还常形成方镁石的假象。

物理性质

硬度: 2.5

比重: 2.3-2.6

解理: 解理平行(0001)极完全

断口: 断口现玻璃光泽

颜色: 白至淡绿色，含有锰或铁者呈红褐色。水镁石的颜色变化取决于混入物的含量，如含铁、锰杂质的变种呈现黄色或褐红色。

条痕: 白色

透明度: 透明

光泽: 解理面为珍珠光泽，新鲜晶面与断口现玻璃光泽，纤水镁石呈丝绢光泽。

其他 薄片具挠性及柔性（冲击后出现 60°放射角的几何图形）。具热电性。

矿物用途

若大量聚集，可作为提取镁的原料之一。

相关信息

①我国四川产水镁石石棉呈浅绿色至无色，纤维粗而脆，无弹性及挠性，易折断，劈分性好。细纤维呈透明无色，具玻璃光泽，似人造玻璃纤维。

②易溶于盐酸，不起泡。

③吹管焰下不熔，灼烧时闪闪发光，灼烧后呈弱的碱性反应。灼烧后加硝酸钴溶液，再灼烧呈淡红色。加热于闭管中生水，转灰为褐，含锰变种变为深棕色。

鉴定特征

以其形态、低硬度和(0001)极完全解理为鉴定特征。

[晶体化学] 理论组成(wB%)：MgO 69.12，H2O 30.88。常有 Fe、Mn、Zn、Ni 等杂质以类质同像存在。其中 MnO 可达 18%，FeO 可达 10%，ZnO 可达 4%；可形成铁水镁石(FeO≥10%)、锰水镁石(MnO≥18%)、锌水镁石(ZnO≥4%)、锰锌水镁石（MnO 18.11%，ZnO 3.67%）、镍水镁石（NiO≥4%）等变种。

[结构与形态] 三方晶系，a0=0.313nm，c0=0.474nm；Z=1。水镁石型结构为重要的层状结构

之一。结构中(OH)-近似作六方紧密堆积，Mg2 充填在堆积层相隔一层的八面体空隙中，每个 Mg 被 6 个 OH 包围，每个 OH 一侧有 3 个 Mg。[Mg(OH)6]八面体∥以共棱方式联结成层，层间以很弱的氢氧键相维系，形成层状结构。Mg-OH 不是正八面体片，沿 c 轴方向有明显压扁，片厚从正常的 0.247nm 变为 0.211nm。水镁石的结构特点使其具有板状晶形、低硬度及∥的极完全解理。

复三方偏三角面体晶类，D3d-3m（L33L33PC）。晶体呈板状或叶片状。常见单形：平行双面 c，六方柱 m，菱面体 r、q 或。晶体通常呈板状、细鳞片状、浑圆状、不规则粒状集合体；有时出现平行纤维状集合体，称为纤水镁石。纤水镁石内部存在结构畸变。

[理化性能] 白、灰白色，当有 Fe、Mn 混入时呈绿、黄或褐红色；新鲜面和断口玻璃光泽，解理面珍珠光泽，纤水镁石呈丝绢光泽；透明。解理极完全。硬度 2.5。细片具挠性及柔性。相对密度 2.3~2.6。具热电性。块状水镁石白度可达 95%。

偏光镜下：异常干涉色红棕色代替正常的一级黄或橙色。受应力作用影响，延性可正可负。一轴晶(。折射率 Ne=1.5705~1.5861，No=1.5612 ~1.570，加热后 Ne 与 No 差值变小。°25<)，但可显二轴晶，2V

力学性能：纤水镁石的抗拉强度为 902MPa，属中等强度纤维材料。弹性模量 13800MPa，有一定脆性。维氏硬度 50.4~260.5，且具有明显的各向异性。易于研磨成细粒级粉体。理论相对密度 2.39。

10-6cm3/g，属非磁性矿物；加热使比磁化系数升高，但 300℃、500℃、600℃附近有低谷。温度高于 700℃时，显中－强磁性。×106Ω，电阻率显各向异性；加热时电阻率升高。介电常数为 4.7~5.4（1MHz）；在低频（50Hz）和中频条件下，介电常数升高，且具明显的方向性；介质损耗角正切值为 0.105。加热使介电常数、介质损耗角正切值分别上升 54%和 2.7 倍。纤水镁石的比磁化系数为 9.815~15.779×cm，表面电阻率为 3.6~4.5·106Ω×g/cm2，体积电阻率为 5.9·106Ω×　　电磁学性能：纤水镁石的质量电阻率为 8.82

热学性能：水镁石的可靠使用温度为 400℃。纤水镁石的导热系数为 0.46W/m•K，松散纤维为 0.131~0.213W/m•K(体积密度 0.47 g/cm3)。纤水镁石热膨胀性纵向为 16.7*10-7/℃，横向为 8.8*10-7/℃，且热膨胀行为基本上呈线性。纤水镁石还具有阻燃、抵抗明火和高温火焰的性质。纤水镁石分解温度为 450℃。

化学性能：纤水镁石是天然无机纤维中抗碱性最优者。但在强酸中可全部溶解，在草酸、柠檬酸、乙酸、混合酸、Al(OH)3 溶液中，均可以不同的速度溶解。在潮湿或多雨气候下，纤水镁石易受大气中的 CO2、H2O 侵蚀，故水镁石制品表面需有防水保护层。

表面性质：透射电镜测定的单水镁石纤维直径为 0.54~0.86μm，最细者 0.086μm。纤水镁石的电动电位可达 36.3mV。零电位点的 pH 值为 12.5。水镁石纤维劈分性、分散性良好，纤维长。经机械打浆或化学分散，打浆度可明显提高，可进行湿纺和造纸。

[产状与组合] 为可溶性含镁化合物在强碱性溶液中水解而成，系碱性溶液作用于镁质硅酸盐的次生变化产物。矿床主要与蛇纹岩有关；亦产于接触变质菱镁矿石灰岩中，与方解石、透闪石、蛇纹石、金云母等共生。有时产于白云石化石灰岩中，与方解石、水菱镁矿和方镁石伴生。水镁石矿石可分为球状型、块状型和纤维型三种主要类型：

球状型：由方镁石水化而成，呈结核状产出，直径由数毫米至 20cm 以上。结核由隐晶质水镁石和极少量方解石、蛇纹石胶结。矿石质量好。

块状型：为富镁岩石热液蚀变产物。矿石为结晶粒状的块状集合体，与蛇纹石、方解石、菱镁矿等共生，水镁石含量约 30~40%。

纤维型：呈脉状产于蛇纹岩中，纤水镁石含量一般 1~9%。夹石矿物为蛇纹石和磁铁矿。纤水镁石纯度很高。

[鉴定特征] 与滑石、叶蜡石、三水铝石及白云母、石膏等相似，但水镁石易溶于盐酸，不起泡；硬度大于滑石和石膏，滑感不及滑石；亦不如白云母薄片有弹性。

[工业应用] 水镁石主要应用于以下工业领域：

提取 Mg 和 MgO 原料：以水镁石提取 Mg 和 MgO，矿石中的 MgO 含量高，杂质少；分解温度低；加热时产生的挥发分无毒无害，因而可从水镁石中提取 Mg 和 MgO 等产品。

重烧镁砂：主要用于生产镁质耐火材料。现代钢铁工业大量需用镁碳砖、镁铬砖等。这类 MgO 用量已超过其产量的 1/2。由水镁石制得的重烧镁砂具有高密度（>3.55 g/cm3）、高耐火度(>2800℃)、高化学惰性和高热震稳定性等优点。

轻质氧化镁：美、俄、加、英等国采用化学方法从低品位的水镁石岩中提取轻质 MgO。

电熔方镁石：为高技术电子产品要求的特纯品。以水镁石经电熔法炼制的方镁石集合体，具有高热导率和良好的电绝缘性，产品寿命提高 2~3 倍。

化学纯镁试剂：采用电热方法，可提取金属镁，制取 MgCl2、MgSO4、Mg(NO3)2 等化学纯试剂。

补强材料：纤水镁石可在某些领域用作温石棉的代用品。用于微孔硅酸钙、硅钙板等中档保温材料中。基本配方是：硅藻土 石灰浆 水玻璃 纤水镁石。纤维含量为 8~10%。产品白度高，外观美观，容重低。

阻燃剂：以聚丙烯为基体制作阻燃剂的试验表明，纤水镁石具有较好的阻燃效果，是理想的无毒、无烟、无污染、高温型阻燃剂。同时可起到填料的增强效果。

造纸填料：水镁石白度高，剥片性好，粘着力强，吸水性较差。将其与方解石配合用作造纸填料，可使造纸工艺由酸法改为碱法，并减小浆水的污染。

工艺品：水镁石的致密块体颜色丰富多变，质地均匀，透明度好，细腻滑润；常与其它矿物或变种形成自然条纹、天然图案造型，具观赏价值。因而可雕琢成工艺品。

编辑词条石膏



目录

[晶体化学]
[结构与形态]
[理化性质]
[产状与组合]
[鉴定特征]
[工业应用]
[中医应用]

石膏（二水石膏，生石膏）（Gypsum）

Ca[SO4]•2H2O

编辑本段[晶体化学]

理论组成(wB%)：CaO 32.5，SO3 46.6，H2O+ 20.9。成分变化不大。常有粘土、有机质等机械混入物。有时含 SiO2、Al2O3、Fe2O3、MgO、Na2O、CO2、Cl 等杂质。

编辑本段[结构与形态]

23'；Z=4。晶体结构由[SO4]2-四面体与 Ca2+联结成∥(010)的双层，双层间通过 H2O 分子联结。其完全解理即沿此方向发生。Ca2+的配位数为 8，与相邻的 4 个[SO4]四面体中的 6 个 O2-和 2 个 H2O 分子联结。H2O 分子与[SO4]中的 O2-以氢键相联系，水分子之间以° 单斜晶系，a0=0.568nm，b0=1.518nm，c0=0.629nm，β=118 分子键相联系。

斜方柱晶类，C2h-2/m（L2PC）。晶体常依发育成板状，亦有呈粒状。常简单形：平行双面 b、p，斜方柱 m、l 等；晶面和常具纵纹；有时呈扁豆状。双晶常见，一种是依（100）为双晶面的加里双晶或称燕尾双晶，另一种是以（101）为双晶面的巴黎双晶或称箭头双晶。集合体多呈致密粒状或纤维状。细晶粒状块状称之为雪花石膏；纤维状集合体称为纤维石膏。少见由扁豆状晶体形成的似玫瑰花状集合体。亦有土状、片状集合体。

编辑本段[理化性质]

通常为白色、无色，无色透明晶体称为透石膏，有时因含杂质而成灰、浅黄、浅褐等色。条痕白色。透明。玻璃光泽，解理面珍珠光泽，纤维状集合体丝绢光泽。解理极完全，和中等，解理片裂成面夹角为 66 和 114 的菱形体。性脆。硬度 1.5~2。不同方向稍有变化。相对密度 2.3。

偏光镜下：无色。二轴晶(+)。2V=58。Ng=1.530，Nm=1.523，Np=1.521。随温度升高 2V 减小，在大约 90℃时 2V 为零。

加热时存在 3 个排出结晶水阶段：105~180℃，首先排出 1 个水分子，随后立即排出半个水分子，转变为烧石膏 Ca[SO4]•0.5H2O，也称熟石膏或半水石膏。200~220℃，排出剩余的半个水分子，转变为Ⅲ型硬石膏 Ca[SO4]•εH2O(0.06<ε<0.11)。约 350℃，转变为Ⅱ型石膏 Ca[SO4]。1120℃时进一步转变为Ⅰ型硬石膏。熔融温度 1450℃。

石膏及其制品的微孔结构和加热脱水性，使之具优良的隔音、隔热和防火性能。

编辑本段[产状与组合]

→ 主要为化学沉积作用的产物，常形成巨大的矿层或透镜体，赋存于石灰岩、红色页岩和砂岩、泥灰岩及粘土岩系中，常与硬石膏、石盐等共生。硬石膏层在近地表部位，由于外部压力的减小，受地表水作用而转变为石膏：CaSO4+2H2O—— CaSO4•2H2O；同时体积增大约 30%，引起石膏层的破坏。

编辑本段[鉴定特征]

低硬度，一组极完全解理，以及各种特征之形态可以鉴别。致密块状的石膏，以其低硬度和遇酸不起泡可与碳酸盐区别。

编辑本段[工业应用]

石膏属单斜晶系，解理度很高，容易裂开成薄片。将石膏加热至 100～200°C，失去部分结晶水，可得到半水石膏。它是一种气硬性胶凝材料，具有 α 和 β 两种形态，都呈菱形结晶，但物理性能不同。 α 型半水石膏结晶良好、坚实； β 型半水石膏是片状并有裂纹的晶体，结晶很细，比表面积比 α 型半水石膏大得多。

生产石膏制品时， α 型半水石膏比 β 型需水量少，制品有较高的密实度和强度。通常用蒸压釜在饱和蒸汽介质中蒸炼而成的是 α 型半水石膏，也称高强石膏；用炒锅或回转窑敞开装置煅炼而成的是 β 型半水石膏，亦即建筑石膏。工业副产品化学石膏具有天然石膏同样的性能，不需要过多的加工。半水石膏与水拌和的浆体重新形成二水石膏、在干燥过程中迅速凝结硬化而获得强度，但遇水则软化。

石膏是生产石膏胶凝材料和石膏建筑制品的主要原料，也是硅酸盐水泥的缓凝剂。石膏经 600～800°C 煅烧后，加入少量石灰等催化剂共同磨细，可以得到硬石膏胶结料（也称金氏胶结料）；经 900～1000°C 煅烧并磨细，可以得到高温煅烧石膏。用这两种石膏制得的制品，强度高于建筑石膏制品，而且硬石膏胶结料有较好的隔热性，高温煅烧石膏有较好的耐磨性和抗水性。

利用建筑石膏生产的建筑制品主要有：

①纸面石膏板。在建筑石膏中加入少量胶粘剂、纤维、泡沫剂等与水拌和后连续浇注在两层护面纸之间，再经辊压、凝固、切割、干燥而成。板厚 9～25 毫米，干容重 750～850 公斤/米 3，板材韧性好，不燃，尺寸稳定，表面平整，可以锯割，便于施工。主要用于内隔墙、内墙贴面、天花板、吸声板等，但耐水性差，不宜用于潮湿环境中。

②纤维石膏板。将掺有纤维和其他外加剂的建筑石膏料浆，用缠绕、压滤或辊压等方法成型后，经切割、凝固、干燥而成。厚度一般为 8～12 毫米，与纸面石膏板比，其抗弯强度较高，不用护面纸和胶粘剂，但容重较大，用途与纸面石膏板相同。

③装饰石膏板。将配制的建筑石膏料浆，浇注在底模带有花纹的模框中，经抹平、凝固、脱模、干燥而成，板厚为 10 毫米左右。为了提高其吸声效果，还可制成带穿孔和盲孔的板材，常用作天花板和装饰墙面。

④石膏空心条板和石膏砌块。将建筑石膏料浆浇注入模，经振动成型和凝固后脱模、干燥而成。空心条板的厚度一般为 60～100 毫米，孔洞率 30～40%；砌块尺寸一般为 600×600 毫米，厚度 60～100 毫米，周边有企口，有时也可做成带圆孔的空心砌块。空心条板和砌块均用专用的石膏砌筑，施工方便，常用作非承重内隔墙。

海泡石



海泡石

海泡石是一种纤维状的含水硅酸镁，通常呈白、浅灰、浅黄等颜色，不透明也没有光泽。它们有的形状像土块，有的成一个奇怪皮壳状或结核状。在电子显微镜下可以看到它们是由无数细丝聚在一起排成片状。海泡石有一个奇怪的特点，当它们遇到水时会吸收很多水从而变得柔软起来，而一旦干燥就又变硬了。海泡石主要被用来制作烟斗。它是沉积作用形成或由蛇纹岩蚀变而成的。中国江西乐平、湖南浏阳等地有产出。江西乐平牯牛岭是我国海泡石的首次发现地。海泡石粘土的地质调查始于章人骏，1947 年，他依据化学分析及脱色效果将“耐火白土”定名为海泡石，并讨论了矿床的成因。

1、化学组成：

海泡石属斜方晶系或单斜方晶系；颜色多变，一般呈淡白或灰白色；具丝绢光泽，有时呈蜡状光泽；条痕呈白色，不透明，触感光滑且粘舌；莫氏硬度在 2~2.5 之间；体质轻，密度为 1~2.2g/cm3；收缩率低，可塑性好，能溶于盐酸。

海泡石的化学成分为**硅**(Si)和**镁**(Mg)；化学式为 Mg8(H2O)4[Si6O16]2·(OH)4·8H2O，其中 SiO2 含量一般在 54~60%之间，MgO 含量多在 21~25%范围内。

海泡石具有极强的吸附、脱色和分散等性能，亦有极高的热稳定性，耐高温性可达 1500~1700℃，造型性、绝缘性、抗盐度都非常好。

2、物理性能：

(1)外观：颜色多变，有白色、浅黄、浅灰、黑绿，条呈白色，不透明，触感光滑且粘舌。

(2)硬度：2-2.5

(3)比重：1-2.3

(4)耐高温：在 350 度的高温下，结构不发生变化，耐高温性能达 1500-1700 度

(5)吸咐性：吸收大于自身重量 150％的水

3、主要用途：

据有关资料统计，海泡石用途多达 130 多种，成为当今世界用途最广的矿物原料之一

应用领域及主要用途：

油脂石油精练 吸附剂、脱色剂、过滤剂

酿造、化工 分子筛、用于化工、制糖、酿酒

医药 离子交换剂、净化剂、发亮剂

陶瓷 珐琅质原料



环保 颗粒去污剂和吸附剂

铸造 型砂粘结剂

硅酸盐 高镁耐火材料的特殊耐高温涂层的优质原料

塑料 发泡灵、脱色剂

建筑 隔音、隔热材料、涂料

橡胶 特殊充填剂

电焊条 焊药配料

轻纺和化工 催化剂、悬浮剂、增稠剂和触变剂

制烟 香烟滤嘴原料

特种用纸 催化载体和吸附剂

国防现代科学 原子能、火箭、卫星诸方面的特殊陶瓷部件

农业 杀虫剂、土壤消毒的载体原料、配制特殊原料、配制动物药剂、 家畜垫圈

工艺品 雕刻工艺品、装饰物及生活用品

钻井 抗盐、抗高温的特殊泥浆

海泡石绒用于摩擦材料主要技术指标

1、纤维长度：4－8mm； 2、密度：1g/cm3； 3、海泡石成分：＞85%；4、水分：＜3%； 5、沉降值：930－950

海泡石粉用于摩擦材料主要技术指标

1、海泡石成分：＞80%； 2、粒度：200 目(可按需生产任何粒度)3、沉降值：800-850； 4、水分：＜1.5%

玛瑙



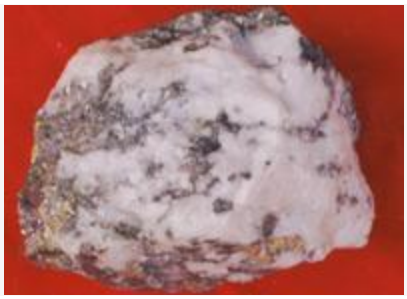
玛瑙主要产于火山岩裂隙及空洞中，也产于沉积岩层中，是二氧化硅的胶体凝聚物，与水晶，碧玉等一样，也是一种石英矿，其化学成份是二氧化硅。在矿物学中，它属于玉髓类。

我国玛瑙产地分布很广泛，几乎各省都有，主要有黑龙江、辽宁、湖北等地区。在世界上整个欧洲、北美以及东南亚也盛产，世界最著名的产地有印度、巴西等地。在地质历史的各个地层中，无论是火成岩还是沉积岩都能形成玛瑙。所以，玛瑙很多，成色差异也很大。

玛瑙一般为半透明到不透明，硬度 6.5 至 7 度，比重 2.55 至 2.91，折光率 1.535 至 1.539。玛瑙的历史十分遥远，它是人类最早利用的宝石材料之一。

水胆玛瑙是玛瑙中最为珍贵的品种，特征是玛瑙中有封闭的空洞其中含有水。

脉石英



脉石英是石英（ SiO2）的集合体，呈乳白、灰白、白色，油脂光泽，致密块状，比重 2.65 左右，熔点 1700℃以上，耐温性好，耐酸碱性好，导热性差，高绝缘，低膨胀，化学性能稳定，硬度大于 7，含有微量 Fe2O3、Al2O3、CaO、P2O5 及气、液包裹体杂质影响其质量。

脉石英常与水晶共生，国内外产水晶的地区都有脉石英产出，石英脉矿体多呈脉状、鸡窝状、透镜状，有的是分叉，长数米至数百米，厚数十厘米至数十米，

规模以小型为主，均产于变质岩、榴辉岩的构造裂隙或两者接触带内属于原生矿。

次生砾石型石英，赋存在第四系残坡——坡冲积泥沙堆积的底部，其岩侵蚀面之上，呈层分布，俗称“石棚”，距地面 0.2—6 米，厚 0.1—0.8 米不等，随古地形变化而变。石英砾石成分以脉石英为

主，少量为石英岩、伟晶岩、硅质岩等，直径一般 2—10 厘米，也有十几至几十厘米不等，杂乱无序，次棱角状，表面一般有一层黄褐色“薄皮”。脉石英砾石含量 10—50%不等。

东海县的脉石英、石英砾石经化学分析资料统计（见表 4），SiO2＞99.4%、Fe2O3＜0.5%,根据不同用途，可分为五个等级（见表 5）。

脉石英的用途十分广泛，因用途不同，脉石英、石英砾石的工业要求也不同。生产玻璃器皿（仪器器皿、一般器皿）、特种玻璃、平板玻璃、耐火制品、结晶硅、硅铁、铁合金、炭化硅、炼钢铁熔剂等要求硅石化学成分 SiO2、Al2O3、Fe2O3、Cr2O3、CaO、TiO2、P2O5 等的要求，只要是东海县的天然硅石，在加工过程中基本无二次污染，根据用途不同选用Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ品级中的一种即可。