

第5章 其它常见宝石

5.1 锆石

5.1.1 基本性质

1、化学性质

锆石的化学成分为 ZrSiO_4 。可含有微量的 Fe、Mn、Ca、U、Th 等成分。由于 U、Th 等放射性物质辐射的影响，一些锆石将被分解成低型锆石或蜕晶质物质 ($\text{ZrO}_2 + \text{SiO}_2$)。这就导致锆石的性质在一定范围内变化。高值的称为高型锆石，低值的称为低型锆石。

2、晶系及结晶习性

四方晶系，晶体常呈四方柱和四方双锥，可以不同倾斜角度结合。有时可见膝状双晶，也有磨圆或水蚀卵石。锆石的常见晶体习性（见图 2-5-1）。

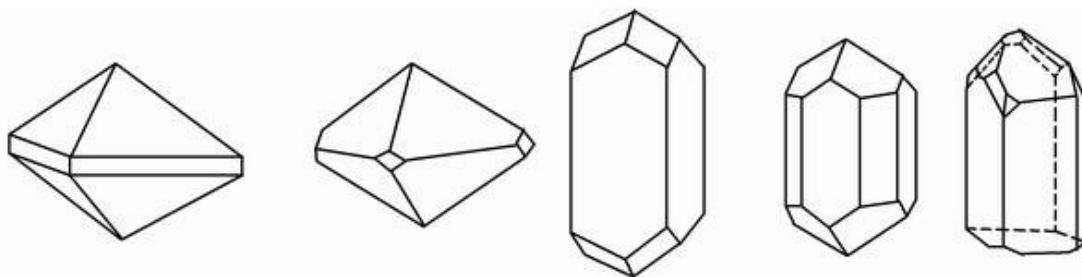


图 2-5-1 锆石晶形示意图

3、光学性质

(1) 颜色：它的颜色种类很多，常见的有无色、蓝色、绿色、棕色、橙色、红色等，其中无色、蓝色、金黄色常由热处理产生的，它们也是锆石中最重要的品种。

(2) 透明度：透明-半透明-不透明。

(3) 光泽：金刚-亚金刚光泽。

(4) 折射率和双折射率：高型锆石折射率 1.925-2.01，双折射率 0.059；低型锆石折射率 1.78-1.84，无双折射。

(5) 色散：高，0.039。

(6) 多色性：主要限于高型锆石，而且不同颜色的锆石多色性表现明显不同。蓝色锆石多色性较强，为蓝和棕黄至无色；绿色锆石多色性很弱，绿色和黄绿色；橙色和棕黄色锆石多色性弱至中，紫褐色至褐黄色；红色锆石多色性中等，紫红至紫褐色。

(7) 发光性：紫外灯下一般无荧光，但有些锆石具有较强的荧光，且荧光色总带有不同程度的黄色。在 X-射线灯下，不同颜色和不同类型的锆石具有不同的荧光色和荧光强度，多数具白或蓝紫色 X 荧光，也有些可具绿色、黄色 X 荧光。

(8) 吸收光谱：除在红区 (653.5nm, 659nm) 有二条特征性的吸收光谱外，还伴有多条清晰的黑色吸收线，它们散布在不同的色区。

(9) 特殊的光学效应：可具猫眼效应和星光效应。

4、力学性质

(1) 解理和断口：无解理。断口呈贝壳状。锆石性脆，常见边角有破损。

(2) 硬度：摩氏硬度变化于 6-7.5 之间，其中高型 7-7.5；低型可少到 6。

(3) 密度：变化于 $3.90\text{--}4.80\text{g/cm}^3$ 之间，其中高型为 $4.60\text{--}4.80\text{g/cm}^3$ ，低型为 $3.90\text{--}4.20\text{g/cm}^3$ 。

5、包裹体

高型锆石可含愈合裂隙及矿物包物体，如磁铁矿、黄铁矿、磷灰石等。

5.1.2 锆石的品种

商业中锆石常根据颜色划分品种。常见的品种如下：

(1) 无色锆石：是宝石级锆石中最常见的一种，因为它外观相似钻石，过去常用来冒仿钻石，其实它本身也是很有魅力的。

(2) 蓝色锆石：天然蓝色锆石很少，大多蓝色锆石是用其他颜色的锆石加热以后得到的。它具有明显的多色性，呈现蓝色-绿色，最优者的是天蓝色。

(3) 红色锆石：它与红宝石有些相似，有时呈橙红色、棕色及红色。

(4) 黄色锆石：呈鲜黄、浅黄、金黄和黄绿等色调。

(5) 绿色锆石：一般为低型锆石。主要呈绿、黄绿、褐绿等不同色调。

(6) 棕色锆石：这是最常见的锆石品种，呈红褐、深茶、烟叶和黄棕等色，光泽很强，但颜色较差。

5.1.3 锆石的优化处理

锆石常用热处理以提高其质量，或改变颜色或改变锆石的类型。

1、改变颜色

在氧化条件下对锆石进行加热，可产生金黄色、无色的锆石，有些可产生红色；在还原条件下对锆石进行加热，可产生天蓝色和无色的锆石，其中最重要的是越南红褐色的锆石原料，红热处理后产生无色、蓝色和金黄色。

2、改变类型

持续长时间的加热处理可引起硅和锆重结晶，将低型锆石转向高型。相应可提高密度、硬度、折射率、透明度等。同时，热处理引起重结晶可产生纤维状微晶，形成猫眼。

5.1.4 锆石的鉴定

1、鉴定特征

锆石主要鉴定特征有：高折射率、强光泽、高双折射率、高密度、高色散和典型的光谱特征等。通过这些特征较易与其它宝石区分开来。

2、锆石与相似宝石的区别

由于锆石色彩丰富，而且颜色深浅程度变化较大，因此，锆石可与任何颜色、透明度的宝石相混。最易于相混的宝石有钻石、尖晶石、金绿宝石、蓝宝石、红宝石、石榴子石、托拍石等。鉴定最简便的方法是：

(1) 用偏光仪：可将均质体宝石的钻石、尖晶石、石榴子石等区分开来，因为，锆石是非均质宝石，在偏光镜下呈四明四暗的消光现象，而均体宝石为全消光或斑状消光。

(2) 测折射率、密度、光谱、观察刻面边棱重影以及包裹体等，易将锆石与其余相似宝石区分来。

5.1.6 质量评价

锆石的质量一般从颜色、透明度、净度、切工和重量四个方面进行评价。

1、颜色

锆石最流行的是无色和蓝色，其中蓝色价值高，对其他颜色的锆石，市场需求量少。优质的锆石在颜色上要求纯正，均匀，色调亮丽。

2、透明度

锆石的质量对透明度的要求较高，优质的锆石要求具较好的透明度。透明度降低对锆石的质量将产生严重影响。

3、净度

由于无瑕的锆石供应量较大，所以对锆石的内部净度的要求也较高。无色和蓝色的锆石评价要求是：肉眼观察样品无瑕。特别要观察样品刻面棱线有无磨损，有磨损的锆石需要重新抛光，价值将下降较多。

4、切工

在评价锆石质量时，切工质量较为重要。一般而言，锆石的切工应重点考虑切磨的比例、方向和抛光程。锆石之美主要基于锆石具有高折射率、高色散和较强的光泽等，但为了充分体现锆石的美，必须按照锆石的质量，进行精心的设计，并严格按照比例切磨，并进行精心的抛光，否则就会严重地影响其质量。

由于锆石（特别是蓝色锆石）具有明显的多色性，切磨方向对锆石色调影响较大，因此，切磨时光轴应垂直台面，才能获得最佳的效果。

5、重量

市场上供应的蓝色和无色锆石，常见从几分-数 ct，超过 10ct 的不多见，特别是颜色好的大颗粒不多见，因此，大于 10ct 的优质锆石应为锆石中的珍品。

5.1.6 矿床成因和产地

宝石级锆石主要作为副矿物产于玄武岩和变质岩中，而真正有开采价值的是砂矿型锆石矿床。主要锆石矿产地有：柬埔寨、泰国、缅甸、斯里兰卡、法国、澳大利亚、美国等。我们国家的锆石几乎都是同蓝宝石共生于砂矿中，如福建明溪，海南文昌，山东等。

5.2 水晶

5.2.1 基本性质

1、化学成分

水晶的化学成分为 SiO_2 ，即二氧化硅。另外可含少量 Ca、Mg、Fe、Mn、Ni 等元素。

2、晶系及结晶形态

水晶为三方晶系。常发育成完好柱状晶体，常见呈六方柱，菱面体，三方双锥等，并见有横纹和双晶。水晶的常见晶形（见图 2-5-2）。

2、光学性质

（1）颜色：有无色、紫色、黄色、褐色、灰黑色等，但没有鲜红、绿及蓝色的水晶。（2）透明度：透明-透明。

（3）光泽：玻璃光泽，断口可具油脂光泽。

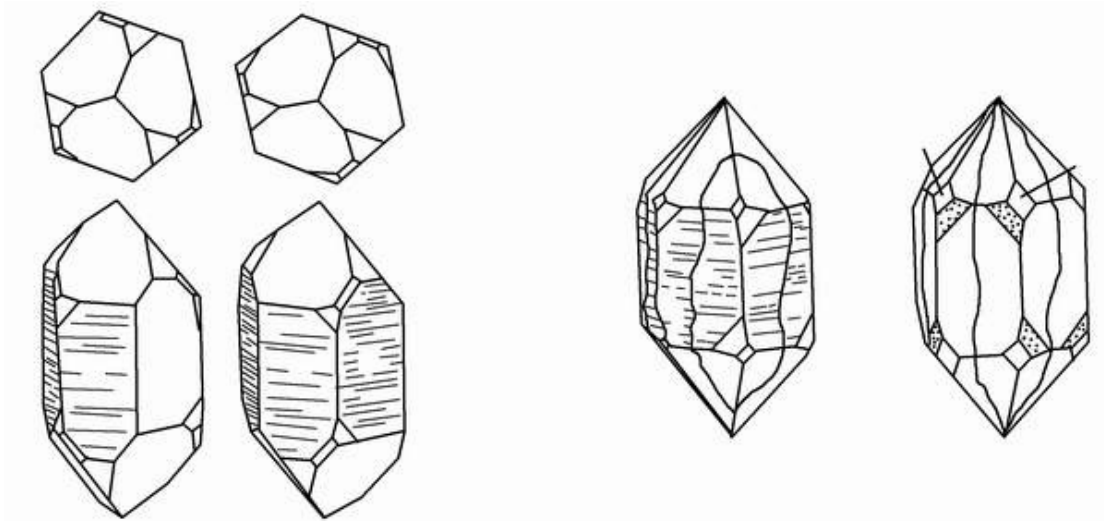


图 2-5-2 水晶晶形示意图

(4) 光性：一轴晶正光性。水晶具独特的干涉图，其分割干涉色色环的黑十字臂达不到中心，形成一种中空图案，俗称牛眼干涉图。

(5) 折射率和双折射率：折射率 1.544-1.553，双折射率 0.009。

(6) 色散：低(0.013)。

(7) 多色性：无到中等。无色水晶无，有色水晶有，颜色越深，多色性越明显。

(8) 吸收光谱：一般无特征光谱。

(9) 特殊的光学效应：有时因含三个方向定向排列的包裹体而显示星光效应，有时石英中含有大量平行排列的纤维状包裹体而显示猫眼效应。

3、力学性质

(1) 解理和断口：一般无解理，见壳状断口。

(2) 密度：2.65 g/cm³。

(3) 摩氏硬度：7。

4、其它物理性质

水晶具压电性，在高压下水晶单晶体的两端可产生电荷，因此，无色、纯净、不具双晶的水晶可作压电石英片。

5、包裹体

经常可以见到不规则状排列的气液两相包体，金红石包裹体和电气石包裹体等。

5.2.2 水晶的品种

依据颜色和特殊的光学效应，可将水晶分成不同的宝石品种。

1、无色水晶：无色透明，成分较纯，SiO₂ 含量接近 100%，完全透明，无包体和裂隙的大块晶体很难见到。一般都用作雕塑材料，最著名的是制作水晶球。国外把这种水晶球作为家庭的一种摆设。世界上最大而又透明无瑕的水晶圆球，直径达 21cm，重约十几公斤，现藏于美国华盛顿斯密森博物馆。

2、紫水晶：一般色调较浅，颜色分布不均匀。紫水晶还包括紫红色和深红色的透明水晶。它是水晶中价格最高的一种，是二月生辰石，常有比较明显的二色性。

3、黄水晶：因含微量 Fe 而呈黄-桔红色、褐黄色，多为透明柱状晶体，市场上目前常可见到紫晶热处理变色而来的黄褐色水晶。

4、烟晶、茶晶及墨晶：烟黄色者称烟晶，深褐色者称茶晶，黑色者为墨晶。有人认为这些水晶中主要混有数量不等的极细粒而又均匀分布的碳元素所致，也有些人认为是由于这些晶体中含有微小质点(如大量气体或游离的硅原子)而成，还有人认为是水晶中含有微量的铝， Al^{3+} 离子代替 Si^{4+} 离子，受到辐射后产生 AlO_4^{+} 空穴色心所致。

5、发晶：一种含有像头发那样的细长的金红石、黑色或彩色的电气石、绿色的角闪石、白色的石棉、像丝绢一样闪光的阳起石等的水晶品种。这类包裹体使水晶非常美丽，这种水晶，不需精细加工，而只需稍加琢磨就可作装饰品。

6、水胆水晶：水晶中包含有肉眼可见的天然成矿水溶液的包裹体，因为十分罕见，被称为稀世之宝，往往有些水晶中有空隙，但不含水，当裂适中时，可引起晕彩，可作欣赏价值很高的观赏石。我国内蒙古发现有水胆水晶。

7、蔷薇水晶：含Mn和Ti而呈粉红色的块状水晶，大多数情况下晶形不佳，在某些晶体中，因有显微针状金红石，它们沿相互成 120° 角的三个方向垂直C轴分布，琢磨成弧形后，出现六射星光，也称“星光蔷薇水晶”。

8、石英猫眼：当水晶中含有大量平行排列的纤维状包裹体，如石棉纤维时，其弧面形宝石表面可显示猫眼效应，珠宝界称为石英猫眼。

9、星光水晶：当水晶中含有两组以上定向排列的针状、纤维状包裹体时，其弧面形宝石表面可显示星光效应，一般为六射星光，也可有四射星光。

5.2.3 水晶的鉴定

水晶的鉴定包括：水晶与相似宝石的鉴定、天然水晶与合成水晶的鉴别、天然水晶与处理水晶的鉴别等内容。

1、水晶与相似宝石的鉴别

与水晶相似的宝石较多，主要有玻璃、尖晶石、长石、方柱石、堇青石、托帕石、绿柱石、电气石等，这些宝石除方柱石和堇青石外，其物理性质差别均较大，鉴别较容易。

水晶与方柱石折射率范围相近，双折射率相互重叠，颜色（特别是两种宝石的紫色和黄色品种）十分类似，鉴别时可从下列几个方面考虑：

(1) 紫色水晶的颜色常不均匀，具色带和色块，而紫色方柱石的颜色相对均匀；在显微镜下观察，方柱石可见到平行排列的管状包裹体；在偏光镜下，水晶具典型的牛眼状干涉图，而方柱石是典型的一轴晶干涉图。

(2) 黄色水晶与黄色方柱石在的发光具有明显差别。黄晶无荧光或荧光极弱，而黄色方柱石在短波紫外光下可见红色荧光，在长波紫外下发黄色荧光；黄色方柱石具有最大的双折射率，与水晶具明显的差别。

水晶与堇青石虽然两者折射率较为接近，但只有稍加注意，便可将两者区别开来。堇青石的颜色是紫蓝色-蓝色，并具有明显的多色性。

2、合成水晶的鉴别

目前，市场上天然水晶与合成水晶的鉴别仍是一下较为困难的问题。综合各方面资料，两者的鉴定可从下列几个方面考虑：

(1) 颜色：合成水晶是在相对条件下经人工生产的产品，因此，其批量样品表现出过多的统一性，大多表现为颜色均匀，透明度高，有时受着色剂浓度的影响，颜色可有深、过浅现象，而且颜色呆板、发假等。而天然水晶一般有颜色不均匀的现象，而且

颜色柔美、真实。

(2) 种晶：由于水晶的技术需要，合成水晶中可见种晶。

(3) 包裹体：天然水晶可有品种繁多的固体包裹体，而合成水晶中主要出现的是锥辉石，或石英的微晶核，这些固态包裹体都表现为一种面包渣状。

(4) 色带：天然彩色水晶色带与内部结构方向一致，而合成彩色水晶中亦可出色带，但仅出现一组色带，色带平行于种晶板。

(5) 红外吸收光谱：对于非常干净、生长痕迹十分不明显的水晶饰品，在常规仪器鉴定中会有很大困难，然而使用红外光谱仪，这一困难使能得到很好解决。例如，天然无色水晶以 3595cm^{-1} 和 3484cm^{-1} 为特征吸收，而合成水晶则缺乏 3595cm^{-1} 和 3484cm^{-1} 为，并以 3585cm^{-1} 和 5200cm^{-1} 吸收为明显特征。

3、处理水晶及其鉴别

水晶的处理主要有热处理、辐照处理和染色处理等。

(1) 热处理、辐照处理：热处理常用于一些颜色较差的紫晶，将紫晶加热后可制成黄晶或过渡产品绿晶，这种热处理水晶已被人们接受；辐照处理常用于将无色水晶变成烟晶，在这种情况下先对无色水晶进行辐照使其变成为深棕色、黑色，再经热处理减色，以形成所需的颜色。

(2) 染色处理：这种处理水晶先将待处理的无色水晶加热、淬火，然后浸于配好颜色的溶液中去，有色溶液沿淬火裂隙侵入使水晶染上各种颜色。染色水晶有明显的炸裂纹，颜色全部集中在裂隙中，用放大镜或显微镜仔细检查较易识别出来。

5.2.5 矿床成因及产地

水晶矿床主要为花岗伟晶岩型和中温热液脉岩型。伟晶岩型水晶矿床常与花岗岩侵入活动有关，多出现于花岗岩体的内、外接触带。伟晶岩体多呈脉状，常有分带现象及晶洞构造。热液脉型水晶矿床主要分布于硅质岩层和碳酸盐岩石中，呈脉状体产出，脉体可呈透镜状、网脉状、单脉状。

紫晶的成因类型除与水晶的上述成因类型相同外，还见于玄武岩的气孔中。紫晶形成于较特殊的地球化学条件下，形成紫晶的热液必须是富铁、贫铝的。氧逸度高，有 Fe^{3+} 的存在。

巴西是水晶的主要产地，除此之外还有马达加斯加、日本和美国。我国内蒙、新疆、江苏、山东、河南等地均有产出，其中江苏北部的东海县是我国有名的水晶产地。紫晶的产地国外也是以巴西为主，马达加斯加和前苏联乌拉可等地也有产出。我国的山西省繁峙县有质量很高的紫晶产出，另外山东、新疆等地也有产出。

5.3 尖晶石(Spinel)

5.3.1 基本性质

1、化学成分

化学分子式为 MgAl_2O_4 ，其中 Mg^{2+} 可被 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Co^{2+} 、 Mn^{2+} 等类质同像替代，而 Al^{3+} 可被 Fe^{3+} 和 Cr^{3+} 等类质同像替代。

2、晶系及结晶习性

等轴晶系，晶体常呈八面体，有时呈八面体与菱形十二体和立方体的聚形(见图 2-5-3)。

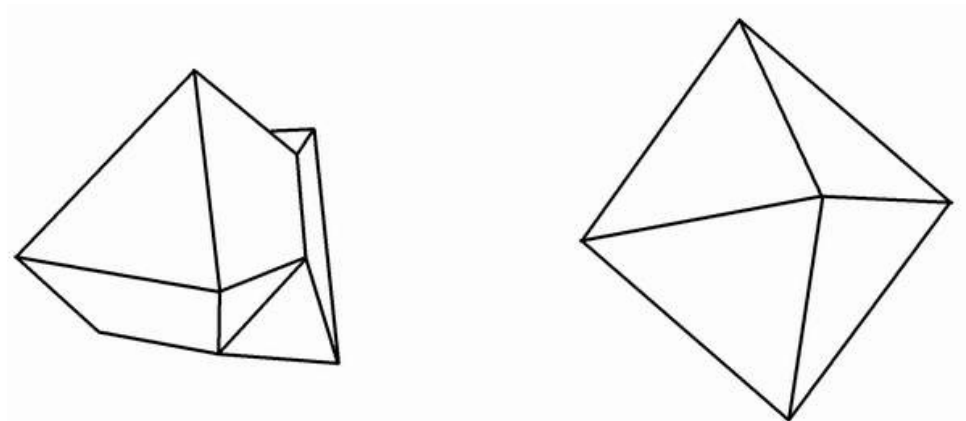


图 2-5-3 尖晶石晶形及双晶示意图

3、光学性质

- (1) 颜色：有红、粉红、紫红、无色、黄色、橙色、褐色、蓝色、绿色、紫色等多种颜色。
- (2) 光泽与透明度：玻璃光泽至亚金刚光泽，透明至半透明。
- (3) 光性特征：均质体；
- (4) 折射率和双射率：1.718。富铬的红尖晶石可高达 1.74，镁尖晶石可高达 1.77-1.80，镁锌尖晶石在 1.725-1.753 之间或更高。尖晶石无双折射率。
- (5) 多色性：无。
- (6) 发光性：长波紫外光下：弱至强；短波紫外光下，无至弱。
- (7) 吸收光谱：红色、粉红色的尖晶石由铬元素致色的，其红区（686nm、675nm）具双线，另见一组吸收线，构成所谓的“风琴管状”，在黄-绿区（595-490 nm）普遍吸收，蓝区无吸收线；蓝色尖晶石主要为铁和少量钴致色，橙区、黄区和绿区有三条吸收线，在蓝区有两条吸收带。

4、力学性质

- (1) 解理：无解理。
- (2) 硬度：摩氏硬度为 8。
- (3) 密度：3.60g/cm³。

5、包裹体

尖晶石中常可见到小八面体尖晶石、八面体负晶等包裹体，呈点线状式或曲线排列。有时还能见到锆石、磷灰石、榍石等包裹体。另外还可见到呈星云状分布的气液包裹体。

6、特殊的光学效应

尖晶石可显星光效应（四射星光、六射星光）和变色效应。

5.3.2 尖晶石的品种

尖晶石常以颜色及特殊光学效应来划分尖晶石宝石的品种，常见的品种有：

1、红色尖晶石

主要含微量致色元素 Cr³⁺ 而呈各种色调的红色。其中纯正红色的是尖晶石中最珍贵的宝石品种，这种品种过去常把它误认为是红宝石，如英国王冠上著名的红宝石“黑太子红”

宝石”“铁木儿红宝石”等，直到近代才鉴定出是尖晶石宝石。

2、蓝色尖晶石

它含有 Fe^{2+} 和 Zn^{2+} 而呈蓝色。多数蓝色尖晶石都是从灰暗蓝到紫蓝，或带绿的蓝色。

3、橙色尖晶石

是橙红色至橙色的尖晶石品种。

4、无色尖晶石

很稀少。多数天然无色尖晶石或多或少带有粉色色调。

5、绿色尖晶石

一般是含 Fe^{2+} 所致，颜色发暗，有的基本呈黑色，真正的黑色的尖晶石在蒙特桑玛、泰国等有发现。

6、变色尖晶石

非常稀少。在日光下，呈蓝色，在人工光源下，呈紫色。

7、星光尖晶石

这种尖晶石一般呈暗紫色到黑色，数量很少。可呈四射或六射星光，主要发现于斯里兰卡。

4.3.3 尖晶石的鉴别

1、尖晶石与相似宝石的鉴别

尖晶石因其丰富的颜色，可与众多的宝石品种相似，特别是易与红宝石、蓝宝石、石榴子石、绿柱石和锆石等相混。但尖晶石与这些宝石的物理性质存在着较大的差别，借助于常规于仪器较易将尖晶石与这些宝石区分开来。

2、合成尖晶石的鉴别

合成尖晶石可用焰熔法和助熔剂法合成。焰熔法合成尖晶石与天然尖晶石的成分虽然都是 MgAl_2O_4 ，但因合成技术方面的原因而存在下列明显的区别（表 2-5-1）。

表 2-5-1 天然尖晶石与焰熔法合成尖晶石的区别

品种	$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{MgO}$	密度 (g/cm^3)	折射率
天然尖晶石	1:1	3.64	1.718
合成尖晶石	3.5:1	3.60	1.728

基于上述差别，借助常规鉴定仪器，较易将两者区分开来。除此之外，在偏光仪下，天然尖晶石始终为黑色，没有消光现象，而人工合成尖晶石却出现异常消光现象，即出现亮暗变化，呈波状（斑状）消光。天然尖晶石与合成尖晶石还在紫外荧光、吸收光谱和包裹体等方面存在差别，鉴别时也可使用。

助熔剂法合成尖晶石常呈红色和蓝色，其次有浅褐黄、粉、绿等色，有些颜色是天然尖晶石所没有的。这种方法合成的尖晶石在成分、折射率、密度等与天然尖晶石相似，两者的鉴别主要表现在内部包裹体特征、吸收光谱和荧光特征等方面（见表 2-5-2）。

表 2-5-2 天然尖晶石与助熔剂法合成尖晶石的鉴别特征

鉴别特征	天然尖晶石	合成尖晶石
包裹体	八面体负晶单独或呈指纹状分布，含磷	助熔剂残余，单独或呈指纹状分布，铂金

	灰石或白云石等固体包裹体	片
吸收光谱	蓝色尖晶石：500–600nm 之间具吸收带，低于 500nm 有弱的铁的吸收带，低于 400nm 具铁吸收带	红色尖晶石与天然红色尖石相近；蓝色尖晶石因为是钴致色，因此在 500 –650nm 强吸收带，无低于 500nm 的吸收带。
紫外荧光	红色尖晶石：长波，弱至强，短波，无至弱； 蓝色尖晶石：Fe 致色无荧光；Co 致色长波下弱至中；短波下无。	红色尖晶石：长波，强，短波，中-强； 蓝色尖晶石（Fe 致色）：长波弱至中；短波强于长波。

5.3.5 质量评价

尖晶石的质量主要从颜色、透明度、净度、切工和大小等方面进行，其中颜色最为重要。尖晶石最好的颜色是深红色为最佳，其次是紫红、橙红、浅红和蓝色。要求色泽纯正、鲜艳。尖晶石的透明度影响颜色和光泽，同时受其净度影响。大多数尖晶石都比较干净，倘若尖晶石出现瑕疵，价格就比较低。尖晶石在切割时，不必过多考虑方向性，尽可能切磨得越大越好，并需要精细抛光。对于大小，超过 10ct 以上的尖晶石是较少的。因此，每克拉价格也比一般尖晶石高一些。

5.3.6 矿床成因及产地

尖晶石矿床主要为接触交代型(矽卡岩系)矿床，矿体赋存于镁质矽卡岩带中，与之有关的砂矿是最重要的矿床类型。

尖晶石主要产地有缅甸抹谷、斯里兰卡、泰国、肯尼亚、尼日利亚、坦桑尼亚、巴基斯坦、越南、美国和阿富汗等。

5.4 橄榄石(Peridot)

橄榄石是一种古老的宝石品种，古埃及人在公元前一千多前就用它作为装饰品，古罗马人称它为“太阳宝石”，并用作为护身符，以驱邪护身。至今，橄榄石以其独特的橄榄绿色和柔和的光泽在珠宝王国中占有一席之地，并被列为八月生辰石，且有“夫妇幸福”的象征。

5.4.1 基本性质

1、化学成分

分子式为 $(\text{Mg, Fe})\text{SiO}_3$ ，是镁铁硅酸盐类质同像系列产物，按其中铁的含量高低可分成六个亚种，但是用作宝石的橄榄石只有镁橄榄石和贵橄榄石。镁橄榄石中 Mg 含量在 90%以上，Fe 不足 10%；贵橄榄石，Mg 约为 70–90%，Fe 为 10–30%。除主要成分外，橄榄石还含微量元素 Mn、Ni、Ca、Al、Ti 等。

2、晶系和结晶习性

斜方晶系，晶体常呈短柱状（见图 2-5-4），晶形完好的少见，多为不规则柱状。

3、光学性质

（1）颜色：主要呈橄榄绿色，其次有黄绿色、褐绿色等。

（2）光性：二轴晶，光轴角很大，当铁橄榄石分子含量少时为二轴晶为正光性；光铁橄榄石分子大于 12%时变为负光性。

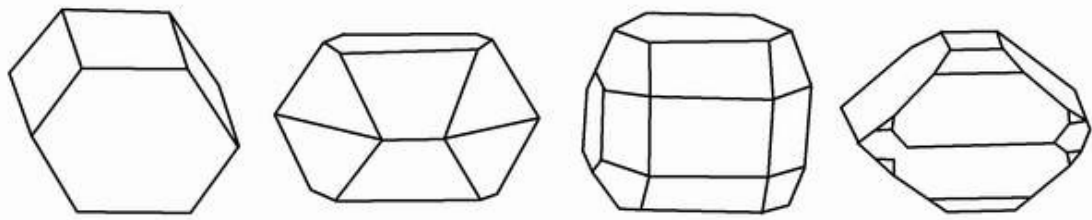


图 2-5-4 橄榄石晶体示意图

- (3) 透明度和光泽：透明-半透明；玻璃光泽。
- (4) 折射率有双折射率：折射率变化于 1.654-1.690 之间，双折射率高，达 0.036-0.038。
- (5) 色散：中等，为 0.020。
- (6) 多色性：总体较弱，对于深绿色的品种来说，只有借助于二色镜才能看到三色性。
- (7) 发光性：在长、短波紫外光下无荧、磷光反应。
- (8) 吸收光谱：在蓝区和蓝绿区可见三条等间距的铁吸收带。

4、力学性质

- (1) 解理：不完全-中等，橄榄石性脆而易碎。
- (2) 硬度：摩氏硬度为 6.5-7.0。
- (3) 密度：3.28-3.51g/cm³，一般 3.34 g/cm³。

5、包裹体

橄榄石内部常含有圆形或椭圆形睡莲叶状包体。有人认为这是在微小矿物包体四周有一个因应力作用造成的平面的环状裂隙，也有人则认为它们是水百合叶状(睡莲状)气-液包体。此外，橄榄石还可含负晶、气液包裹体和云雾状包裹体等。

5.4.2 橄榄石的鉴别

橄榄石的鉴定主要在于与相似宝石的区别问题。和橄榄石相近似的绿色宝石有绿色电气石、黄绿色钙铝榴石、绿色锆石、透辉石、硼铝镁石及绿玻璃等。主要鉴定特征在于：①特有的橄榄绿色；②高的双折射率；③相对密度为 3.34，在二碘甲烷中下沉；④睡莲状包体是橄榄石的特征包体。除此之外，下列具明显特征：

- (1) 绿色电气石折射率为 1.624-1.644，相对密度为 3.01-3.11，均低于橄榄石，并具明显二色性。
- (2) 钙铝榴石的折射率为 1.746-1.755，相对密度为 3.73，均高于橄榄石，而且无双折射现象。此外，前者为均质体，后者为非均质体。
- (3) 锆石比橄榄石的光泽强，折射率为 1.925-1.984，相对密度为 4.70，远高于橄榄石。
- (4) 透辉石折射率为 1.675-1.70，略高于橄榄石，但相对密度为 3.29，比橄榄石低，可在二碘甲烷中漂浮。
- (5) 硼铝镁石属六方晶系，长柱状，色偏黄，绿色成分少，相对密度为 3.47-3.49，高于橄榄石。
- (6) 绿玻璃为均质体，在偏光镜下黑暗，内部有圆形气泡。玻璃相对密度小于 3，将二碘甲烷稀释到 3.10，可将玻璃与橄榄石浮选出来。

5.4.3 质量评价：

橄榄石的质量评价主要依据为颜色，此外也应考虑净度和重量。总的来讲，橄榄石以色绿、内部缺陷少、重量大为佳品。一般橄榄石多大于 5ct，超过 50ct 者十分罕见，华盛顿史密森博物馆有一颗 319ct 的橄榄石，应是橄榄石宝石中的珍品。

5.4.4 矿床成因与产地

宝石级橄榄石大多产于玄武岩中的橄榄岩包裹体中及超基性岩内的脉体中。我国东部大陆地区广泛分布新生代玄武岩，橄榄岩包裹体即存在于碱性玄武岩中，见于火山口附近。我国河北张家口、吉林蛟河均有这一类型的橄榄石矿床，且是世界优质橄榄石产地。黑龙江、山西、新疆等地也有发现。此外，美国亚历桑纳州、夏威夷、苏联、巴西、澳大利亚、捷克、肯尼亚均有橄榄石矿床产出。

5.5 托帕石(Topaz)

5.5.1 基本性质

1、化学成分

化学分子式 $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F}, \text{OH})_2$ ，此外还含有一些微量元素 Li、Be、Ca、Ti、Nb、Ta、Cs、Fe、Co、Mg、Mn 等。

2、晶系及晶形

斜方晶系。斜方柱状晶形呈短柱状，在晶体的柱面上有明显的纵纹。晶体有时很大，常常一端为锥，另一端为平面，平面系由底面解理造成（见图 2-5-5）。除晶体外，也有块状、粒状、滚圆状砾石等。

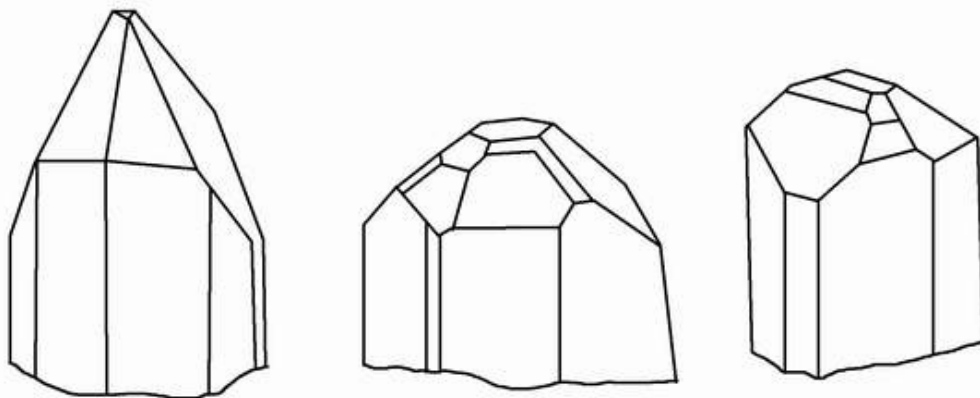


图 2-5-5 托帕石晶形示意图

3、光学性质

- (1) 颜色：一般呈黄棕-褐黄色、粉红色和无色，极少数呈绿色。
- (2) 光性：二轴晶正光性。
- (3) 透明度：透明。
- (4) 光泽：玻璃光泽。
- (5) 折射率和双折射率：无色、褐色及蓝色托帕石为 1.61-1.62，双折射率 0.010；红色、橙色、黄色和粉红色托帕石为 1.63-1.64，双折射率为 0.008。

(6) 色散：低，0.014。

(7) 多色性：弱-明显。

(8) 发光性：在长波紫外光照射下，黄色、浅褐色和粉红色托帕石显橙-黄色荧光。粉红色托帕石在短波紫外光照射下有明显的浅绿色荧光，蓝色和无色托帕石无荧光或呈很弱的绿黄色荧光。

4、力学性质

(1) 解理：具有平行底面的完全解理，易裂开。

(2) 摩氏硬度：8。

(3) 密度：3.53-3.56 g/cm³。

5、包裹体

托帕石中常含气-液包体，并含云母、钠长石、电气石等矿物包裹体。

5.5.2 主要品种

根据颜色的不同，宝石级托帕石有下列品种：

(1) 黄色托帕石：商业上经常描述为金黄色及酒黄色为托帕石。金黄色是黄中带橙色；酒黄色则是黄中带红色。单纯的淡黄色或黄色的托帕石只能作为加热改色的原料。

(2) 粉红-红色托帕石：颜色从黄色到红色，中间有红橙、粉红到红色一系列过渡颜色品种。该品种透明度好，内含物少，当颜色艳丽、质量优良时，是中档宝石中的珍贵品种。目前，在国际市场上出售的粉红至红色托帕石，大部分是用黄褐色的托帕石经过加热后得到的，这种颜色稳定，不会改变。

(3) 蓝色托帕石：天蓝色，常带一点灰或绿色色调。多色性明显，蓝色或无色，内含物较多。蓝色托帕石在国际市场上较畅销，外观似海蓝宝石，但价格却低得多。一般市场上的许多蓝色托帕石是将无色或浅蓝色托帕石，经过辐照处理后得到的。

(4) 无色托帕石：无色托帕石自然界较多，晶体很大，因折射率高，色散低，琢磨成刻面型宝石后，无动人之处而不被人喜爱。因而，常常还要经过辐射处理把无色托帕石变成蓝色托帕石而提高其价值。

5.5.3 鉴别及质量评价

1、托帕石与相似宝石的区别

托帕石的鉴别的关键是与相似宝石的区别。与托帕石类似的宝石有电气石、海蓝宝石、水晶、人造蓝宝石、尖晶石、玻璃等。它们的物理性质（见表 2-5-3）。

表 2-5-3 托帕石及其相似宝石的主要物理性质

宝石名称	硬度	密度 (g/cm ³)	折射率	双折射率	光性	二色性
托帕石	8	3.55	1.610-1.640	0.008-0.010	非均质	清晰
电气石	7	3.10	1.620-1.650	0.018	非均质	强烈
海蓝宝石	7.5	2.70	1.560-1.590	0.005-0.009	非均质	弱
水晶	7	2.65	1.544-1.553	0.009	非均质	弱
人造蓝宝石	9	3.99	1.760-1.780	0.008	非均质	清晰
尖晶石	8	3.6	1.712-1.730	无	均质	无
玻璃	约 5	2.6	1.63	无	均质	无

电气石颜色种类甚多，晶形亦为长柱状，琢磨后外观与托帕石容易相混。从表 2-5-4

中可知，二者折射率相同，易于相混。然而电气石密度不超过 3.20 g/cm^3 ，托帕石则不低于 3.50 g/cm^3 ，因此将二者投入比重为 3.32 的二碘甲烷重液中，托帕石会缓慢下沉，而电气石缓缓上浮。此外，电气石的双折射率远高于托帕石，因此前者可以看出双棱线，后者则看不易见到双棱线。

海蓝宝石与蓝色托帕石可能相混，但二者折射率、密度相差较大，两者多色性也明显不同，因此，易于鉴别。

黄色水晶常被用来冒充黄色托帕石，当二者比较时会发现托帕石色彩更鲜艳动人。但更准确的区别方法是测试物理性质，两者存在明显差别。

人造蓝宝石可以有多种颜色，可能与相应颜色的托帕石相混，且人造蓝宝石价格较低，故用来冒充托帕石的可能性较大。但人造蓝宝石折射率较高，密度也较大，较易将它们区分开来。

尖晶石和托帕石的硬度相同，密切相近，外观也可能相似。重要的区别在于尖晶石为均质体，托帕石为非均质体；托帕石有二色性，尖晶石无二色性。此外，二者的折射率也存在较大差别。

各色玻璃有时也用来冒充托帕石，其折射率和比重也可以做得与托帕石近似。重要区别在于玻璃为均质体，无二色性。托帕石为非均质体，具有二色性；玻璃硬度低于 5.5，托帕石为 8，用硬度为 7 的水晶刻划便可以区别；用放大镜显微镜观察，可见玻璃中的圆珠形气泡或漩涡状线纹，而托帕石内见不到类似包裹体。

2、托帕石的质量评价

托帕石的质量主要取决于颜色、净度、加工质量和重量等。从颜色来看，深红色的托帕石价值最高，质优者价格昂贵。其次是粉红色，再就是蓝色和黄色，无色托帕石价值最低。

托帕石中常含气-液包裹体和裂隙，含包裹体和裂隙者都会影响其价值。

优质的托帕石应具有明显的玻璃光泽，若因加工不当而导致光泽暗淡，则会影响宝石的价值。

虽然托帕石为中档宝石，重量大者较为常见，但和其它宝石一样，越大者越珍贵。

5.5.4 矿床成因及产地

宝石级托帕石主要产于花岗伟晶岩和气成-热液云英岩中，也产于酸性火山岩气孔中。砂矿型托帕石是很重要的成因类型。

世界上重要的托帕石产地主要是巴西的米纳斯吉拉斯伟晶花岗岩中。此外，斯里兰卡、俄罗斯乌拉尔、中国、美国、缅甸、非洲、澳大利亚等地均有产出。中国的托帕石矿主要产于云南、广东、内蒙古、江西等地。

5.6 长石类宝石(Feldspar)

5.6.1 基本性质

1、化学成分

长石可分为钾长石和斜长石，钾长石的化学成分为 KAlSi_3O_8 ，又可分为正长石、透长石和微斜长石；斜长石的化学成分为 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAlSi}_3\text{O}_8$ ，是正长石和钙长石两种端元组

分的完全类质同象系列，又分为钠长石、奥长石、中长石、拉长石、倍长石、钙长石。

2、晶系与结晶习性

正长石、透长石为单斜晶系，其他为三斜晶系。长石通常呈板状、棱柱状，双晶较发育，斜长石发育聚片双晶，钾长石发育卡氏双晶和格子状双晶（见图 2-5-6）。

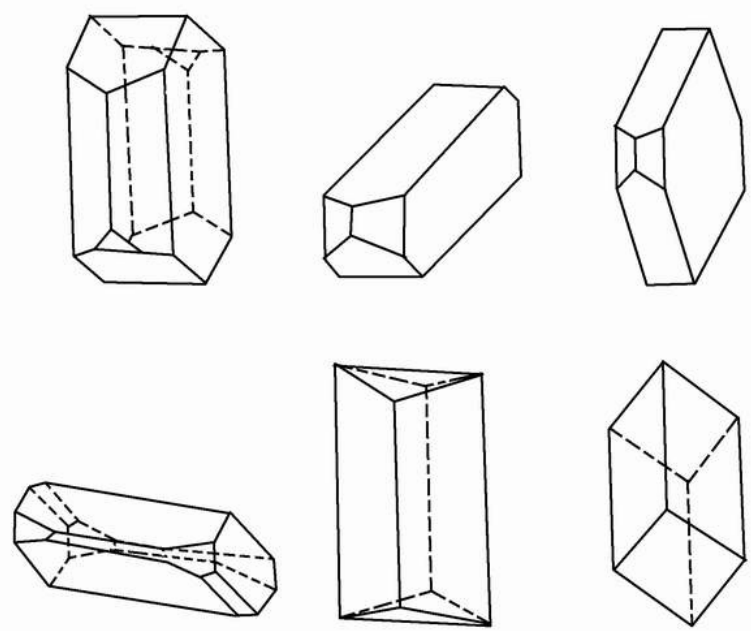


图 2-5-6 长石晶形示意图

3、光学性质

- (1) 颜色：长石通常呈无色、白色、淡褐色、绿色和蓝绿色。长石所呈现的颜色与所含微量元素、包裹体及特殊的光学效应有关。
- (2) 光泽与透明度：玻璃光泽，珍珠光泽。透明至不透明。
- (3) 光性：二轴晶，负光性。钠长石和拉长石为二轴晶，正光性。
- (4) 折射率和双折射率：不同的品种具有不同的折射率和双折射率（见表 2-5-4）。

表 2-5-4 不同类型长石的折射率、双折射率和密度

性质	正长石	透长石	微斜长石	钠长石	奥长石	中长石
折射率	1.518-1.526	1.516-1.526	1.522-1.530	1.525-1.536	1.539-1.549	1.550-1.557
双折射率	0.006	0.005-0.007		0.007-0.011		
密度 (g/cm ³)	2.55-2.57	2.57-2.58	2.55-2.57	2.60-2.63	2.63-2.67	2.68

- (5) 色散：低，0.12。
- (6) 多色性：一般不明显。
- (7) 发光性：无至弱。
- (8) 吸收光谱：不特征，黄色正长石具 420nm、448nm 宽吸收带。

4、力学性质

- (1) 解理及断口：具两组近于垂直的完全的解理，有时还可见第三组不完全的解理。长石断口多为不平坦状、阶梯状、裂片状。
- (2) 硬度：6.0-6.5。
- (3) 密度：2.55-2.68 g/cm³。

5、包裹体特征

在长石中可见到少量固态包裹体，聚片双晶，解理以及由两组以上的解理近于垂直相交排列的“蜈蚣”状包裹体。拉长石可见针状或板状包裹体。

6、特殊的光学效应

长石具有的典型光学效应有：月光效应、晕彩效应、砂金效应。

5.6.2 主要宝石种

1、月光石(Moonstone)

月光石是正长石(KAlSi_3O_8)和钠长石($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)二种成分层状交互的宝石矿物，通常呈无色至白色，也可呈浅黄、橙至淡褐、蓝灰或绿色，透明或半透明，具有典型的月光效应。月光石是长石类宝石中最有价值的一种，世界上许多地区的人相信佩带月光石能带来好运，印第安人把它看作神圣的石头，月光石还被列为六月生辰石。

2、日光石(Sunstone)

是具有砂金效应的长石。具有这种效应的长石主要有奥长石(亦称更长石)、透长石，其晶体中含有微细金属矿物(如赤铁矿、针铁矿)包裹体，光线照射下会反射出赤色或金黄色金属光泽，此即砂金效应。

3、天河石(Amazonite)

天河石是一种天蓝色或蓝绿色(含Rb、Cs)的微斜长石的变种，它具有格子状的白色和天蓝色色斑，具有双晶结构。天河石又称“亚马逊石”，起因于西班牙亚马逊河流域。

4、拉长石(Labradorite)

具有蓝、绿、黄色变彩的拉长石称虹彩拉长石，是拉长石中的佳品。另一种透明的黄色拉长石晶体，不显变彩效应。

5、正长石

常见颜色为浅黄至金黄色，富含铁元素而致色。主要产于马达加斯加的伟晶岩中，缅甸产的正长石还可具猫眼效应。

6、透长石

为钾长石中稀有品种，常见颜色有无色、粉红色，呈透明或半透明。

5.6.3 鉴定与评价

1、鉴定

长石类宝石的鉴定主要在于与相似宝石的区别。

(1) 与月光石相似的宝石有水晶、绿柱石、玉髓等。月光石折射率和双折射率小于水晶，光性与正交镜下的干涉图也明显不同；绿柱石的折射率、密度略高月光石，光性明显不同；玉髓为矿物集合体，在正交镜下表现出与月光石明显不同的特征。因此，只有注意上述特征，易将月光石与水晶、绿柱石和玉髓等分开。

(2) 由于日光石的特殊现象，天然的宝石品种中，与日光石相似的宝石品种不多，其中东陵玉与日光石具相同的砂金效应，二者的鉴别在于：绿色东陵玉内部含的是铬云母，而日光石内部是片状金属氧化物赤铁矿、针铁矿，而且日光石呈现金黄色至橙黄色的闪光，而东陵玉只是绿色的片状闪光；东陵玉的折射率、密度比日光石略高。

(3) 与晕彩拉长石相似的宝石主要是欧泊，但两者物理性质存在较大的差别，外观

特征也明显不同，易于鉴别。

(4) 与天河石相似的宝石品种有玉髓、绿柱石、绿松石、翡翠、钠长石、染色大理石、硅孔雀石等。天河石与上述宝石的物理性质存在较大差别。除此之外，天河石往往颜色不均匀，并可见到两组双晶交织成的网状，还可见到两组平直的解理等，这些均是其它相似宝石明显不同的。

2、质量评价

长石类宝石的评价主要从特殊光学效应、颜色、透明度、净度几个方面来进行。

月光石是长石类宝石中最重要的一种。优质月光石必须具好的月光效应，呈蓝调、无包裹体和裂隙，半透明。

日光石砂金效应越好，透明度越高者，价值越高。日光石的颜色以深黄色-桔黄色为最好。

天河石以透明度好、解理少，并为纯正蓝色或绿色者为佳品。

拉长石以有蓝、黄-粉红色组成的虹彩效应者为最好。

此外，切工直接影响特殊光学效应的好坏，要求较严。如月光石以椭圆弧面型切磨，其弧面长轴应平行晶体的长轴，且弧面宽、厚度适中，使月光效应的蓝色月光处于弧面正中，才能充分体现月光效应，体现月光石的美。

5.6.4 矿床成因与产地

1、月光石

冰长石主要产于低温热液岩脉中，透长石则是高温下结晶的产物，主要产于粗面岩、响岩、石英二长岩、钾质流纹岩、中酸性凝灰岩中，多呈斑晶产出。产地主要为斯里兰卡、缅甸、印度、澳大利亚马达加斯加、坦桑尼亚、美国和巴西。

2、日光石

主要产于片麻岩中的石英脉（如挪威）、伟晶岩（如印度、马达加斯加）中。优质月光石主要产自美国（新泽西州和犹他州）、加拿大和俄罗斯。

3、天河石

主要产于伟晶岩中。产地有美国、马达加斯加、津巴布韦、澳大利亚和前苏联。我国天河石以新疆阿勒泰的花岗伟晶岩型天河石矿床最著名。此外，在云南西北贡山县至泸水县间的福贡附近，发现有宝石级天河石伟晶岩矿床。

4、虹彩拉长石

主要产于辉长岩、斜长岩、辉绿岩、玄武岩及辉长伟晶岩中。优质宝石级拉长石产于美国俄勒冈来克县沃伦谷、得克萨斯州阿尔平一带和加利福尼亚州莫克县和尤他州米来得县、俄罗斯、马达加斯加等地。

5.7 电气石(Tourmaline)

电气石的名称来源于它自身所具有的热电性质，相传有这样的故事：“十八世纪的一个温暖的夏天，在荷兰阿姆斯特丹有几个小孩在玩荷兰航海者带来的石头，发现这些石头在阳光下出现奇异现象，就叫他们的父母来看，惊奇地发现这种石头具有一种能吸引或排斥轻物质的力量”。因此，荷兰人把它叫做“吸灰石”，矿物名称称为电气石。

电气石用来做宝石的历史的较短，但由于它鲜艳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。在我国清代的皇宫中，就有较多的电气石饰物。在现今，电气石是受人喜爱的中档宝石品种，被誉为十月生辰石。

5.7.1 基本性质

1、化学成分

化学分子式 $(\text{Ca}, \text{K}, \text{Na})(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Li}, \text{Mg}, \text{Mn})_3(\text{Al}, \text{Cr}, \text{Fe}, \text{V})_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH}, \text{F})_4$ 。是极其复杂的硼硅酸盐。它的化学成分基本由锂电气石、黑电气石、镁电气石三个端元组分构成。三者之间均可形成类质同象置换。

2、晶系及结晶习性

三方晶系。电气石属于没有对称中心的一类晶系，主轴（直轴）是极化的，使电气石具有一些特殊的性质：①电气石的热电性质，加热时，这种性质在晶体两端产生相反的电荷；②晶体两端发育不同是单形（异极象）。电气石晶体通常终止于被称为单面的单形，或终止于锥，锥面在晶体的另一端不重复，所以它是不是双锥。

电气石晶体常呈柱状，柱可能是三方或六方的（图 2-5-7），三方柱的晶面常凸起，晶面通常显示清晰的垂直条纹。

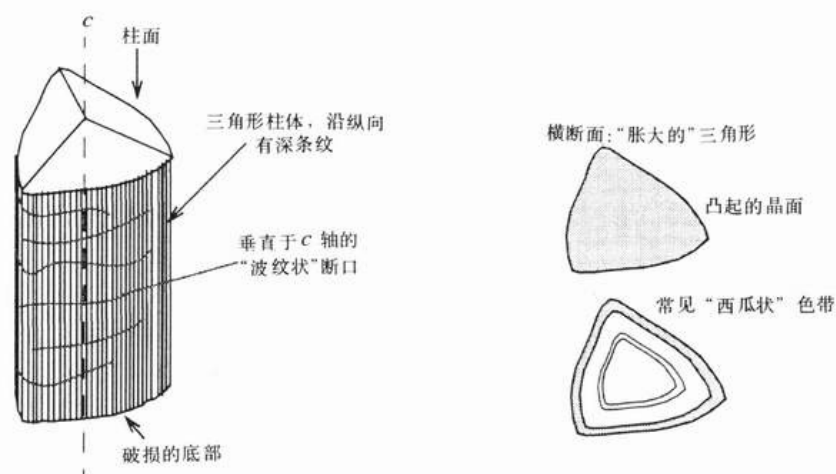


图 2-5-7 电气石晶形示意图

3、光学性质

(1) 颜色：可呈各种颜色。电气石的颜色范围比别的任何宝石变化都大。杂色电气石也常见，其分带可能与晶体底面平行或是环绕 C 轴呈环带状。

(2) 透明度和光泽：透明-半透明-不透明。玻璃光泽。

(3) 光性：一轴晶，负光性。

(4) 折射率和双折射率：1.620-1.650；0.014-0.021，最高 0.040，一般 0.018。

(5) 色散：低，0.017。

(6) 多色性：强到弱，取决于体色的色调和深浅。

(7) 发光性：一般电气石无荧光，粉红色电气石在长、短波紫外光照射下有弱红到紫色的荧光。

(8) 吸收光谱：红色和粉红色电气石在绿区有一窄带（525nm），它可被绿区的宽吸收带所掩盖。在蓝区有两条窄带（450nm 和 458nm）。绿色和蓝色电气石在红区为普遍吸

收，在绿区有一强带(498nm)，在蓝区有时有一较弱的带(468nm)。

(9) 光学效应：含大量平行纤维或线状空穴的电气石切磨成弧型宝石后可显示猫眼效应。

4、力学性质

(1) 解理和断口：无解理，贝壳状断口。

(2) 硬度：7.0-7.5。

(3) 密度：3.01-3.11g/cm³。

5、包裹体

不规则线状空穴和扁平薄层空隙包裹体，其内常被液体充填，有时还可能被少量铁质充填。部分电气石可含大量平行纤维状包裹体。

5.7.2 主要宝石品种

电气石颜色十分丰富，按其颜色可分为下列主要品种：

1、红-粉红色电气石

颜色由于含锰而呈红到粉红色，多色性明显，呈红色到粉红色。价值最高的为商业称为“双桃红”的电气石。

2、蓝色电气石

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、绿色电气石

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、褐色电气石

多为镁电气石，多色性明显，为深褐色到绿褐色。

5、双色电气石

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“西瓜电气石”。

5.7.3 鉴别与评价

1、鉴别

电气石以具有显著的多色性为鉴定特征，与相似宝石可用折射率、双射率、密度等加以区别。由于折射率在1.62-1.65之间的其它宝石，双折射率都不高于0.010。如果电气石的最大双折射率测不准时，易与红柱石、托帕石等相混，但是通过测定密度可将它们区分开。

2、质量评价

电气石的质量可从重量、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，晶莹无瑕的电气石价格最高，含有许多裂隙和气泡包裹体的电气石通常用作玉雕材料。

(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。

5.7.4 矿床成因及产地

电气石通常产在花岗伟晶岩及钠长石锂云母云英岩中，但具宝石价值的电气石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。

电气石主要产地有美国、俄罗斯、巴西、马达加斯加、斯里兰卡、意大利、肯尼亚等。中国的电气石矿主要产于新疆阿尔泰和云南哀牢山。

5.8 石榴石(Garnet)

5.8.1 基本性质

1、化学成分

石榴子石族有六个亚种，其化学组成的通式为 $L_3 M_2 (SiO_4)_3$ 。它们构成两个类质同象系列，即铝榴石系列和钙榴石系列。

- (1) 在铝榴石系列中，L 可以是 Mg、Fe 和 Mn，而 M 则永远是 Al，该系列有镁铝榴石、铁铝榴石和锰铝榴石种亚种。
 - (2) 在钙榴石系列中，L 永远是 Ca，而 M 可以是 Cr、Al 和 Fe，这个系列也有钙铬榴石、钙铝榴石和钙铁榴石三个亚种。
- 六种端元组分的化学分子式（见表 2-5-5）。

表 2-5-5 石榴子石端元组分的分子式

端元组分名称	分子式	英文名称
镁铝榴石	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	Pyrope
铁铝榴石	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	Almandine
锰铝榴石	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	Spessortite
钙铝榴石	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	Grossulurite
钙铁榴石	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	Andradite
钙铬榴石	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	Uvauovite

表 2-5-5 列出的是石榴子石族宝石端元成分的理论值，自然界的石榴子石宝石的成分通常是类质同象替代的过渡态，很少有端元组分的石榴子石宝石存在。

2、晶系和结晶习性

等轴晶系。晶体常呈菱形十二面体、四角三八面体以及二者的聚形（见图 2-5-8）。在自然界中，由于石榴子石生长的条件并不十分理想，因此，石榴子石常出现歪晶。

图 2-5-8 石榴子石晶形示意图

3、光学性质

- (1) 颜色：颜色变化较大。红色系列，包括红色、粉红、紫红和橙红等；黄色系列，包括黄、桔黄、密黄和褐黄等；绿色系列，包括翠绿、橄榄绿、黄绿等。
- (2) 光泽和透明度：多为玻璃光泽。透明-半透明。
- (3) 光性特征：为光性均质体。
- (4) 折射率：变化于 1.714-1.830 之间，具体取决于品种（见表 2-5-5）。

表 2-5-5 不同品种石榴子石的折射率

品种名称	折射率	密度(g/cm ³)	色散	硬度
镁铝榴石	1.740-1.760	3.7-3.8	0.027	7.25
铁铝榴石	1.760-1.830	3.8-4.2	0.024	7.5
锰铝榴石	1.800-1.820	4.16	0.027	7.0
钙铝榴石	1.740-1.750	3.6-3.7	0.028	7.25
钙铁榴石	1.890	3.85	0.057	6.5
钙铬榴石	1.870	3.77	-	7.5

- (5) 发光性：在紫外下为惰性。
- (6) 吸收光谱：不同品种具有不同的光谱特征。

4、力学性质

- (1) 解理和断口：通常不发育解理，参差状断口。
- (2) 密度：不同宝石种明显不同）。
- (3) 硬度：不同宝石种明显不同。

5、包裹体：取决于宝石种。

6、特殊光学效应

部分石榴子石宝可显星光效应。

5.8.2 宝石种

1、镁铝榴石

镁铝榴石的商业名为红榴石，成分中总含有铁铝榴石和锰铝榴石。铁铝榴石组分用光谱方法很容易地检测出来，大而纯净的颜色漂亮的镁铝榴石，价值昂贵，但非常罕见。

- (1) 颜色：深红色、浅黄红、浅粉红色。
- (2) 吸收谱：在红区弱双线，以黄绿区为中心有一宽吸收带，在紫区普遍吸收。
- (3) 包裹体：镁铝榴石内部较纯净，包裹体较少，仅见固体包裹体。有时有细小针状晶体或由石英组成的圆形雪球状小晶体。
- (4) 产状及分布：主要产于金伯利岩、橄榄岩和蛇纹岩及其风化而成的砂砾层中；还产于榴辉岩及其它基性火成岩中。主要产地有捷克和斯洛伐克、南非、东非、美国、俄罗斯、中国等。

2 铁铝榴石

是一种最常见的石榴子石，有时被称为贵榴石。

- (1) 颜色：常为褐红至略带紫色的红色。
- (2) 吸收光谱：在黄、绿和蓝区共有三条宽的强吸收带，有时在橙和蓝区各伴生一条弱带。

(3) 特殊光学效应：有四射星光效应，但效应一般较弱。

(4) 包裹体：铁铝榴石可含晶体包裹体，有时伴生有应力裂纹。针状金红石晶体是典型的包裹体，它们的方向通常与菱形十二面体的边缘平行。其它包裹体还有磷灰石、钛铁矿、尖晶石、独居石、黑云母、石英等。

(5) 产状及产地：主要产于区域变质角闪片麻岩、片岩、板岩中，此外还产于火成岩及接触变质带中，铁铝榴石还以砂矿的形式产地。

主要产地有：印度、巴西、斯里兰卡、中国等。

3、锰铝榴石

(1) 颜色：最好的颜色为橙红色，一般为黄褐色、红褐色、浅橙色。

(2) 吸收光谱：在紫区有两条极强带，在蓝绿、蓝、紫区可能伴生有四条较弱带。

(3) 包裹体：典型的包裹体是由液滴组成的羽状体，它们往往具特征的切碎状外观。

(4) 产状和产地：锰铝榴石主要产于花岗伟晶岩、片麻岩、石英岩以及砂矿中。主要产地有斯里兰卡、缅甸、巴西、马达加斯加等。

4、钙铝榴石

(1) 颜色：根据颜色可将钙铝榴石进一步分为以下类型：

①铁钙铝榴石：也称桂榴石。常呈褐黄色至褐红色。内部包裹体特征对这个品种来说是非常典型的，大量的圆形晶体和独特的油脂或糖浆状内部效应产生了粒状外观，晶体可能是磷灰石或锆石。

②绿色钙铝榴石，包括铬钒钙铝榴石：呈明亮的蓝绿-黄绿色，钒被认为是致色的原因，一些宝石还含有铬。其吸收光谱是一些宝石在红区和橙区显示吸收带。具针状至纤维状晶体包裹体。这个品种在查尔斯滤镜下显粉红色或红色。

③水钙铝榴石：其特征是化学成分中含水和羟基（OH）。晶体呈块状，绿、粉红至灰白色，在一些品种中颜色由铬所致。透明-微透明。含细粒和通常无固定形状的不透明包裹体。在X-射线下发橙色光，绿色材料在查尔斯滤镜下可呈粉红色。

(2) 产状和产地：主要产于受变质的不纯钙质岩石中，尤其是接触带上，此外还产于片岩和蛇纹岩中。主要产地有美国、南非、巴基斯坦等。

5、钙铁榴石

(1) 颜色：常呈黄、绿和黑色。

(2) 品种：钙铁榴石可进一步分为：

①钛钙榴石：一种黑色的并几乎不透明的品种，很少用于珠宝业。

②翠榴石：是铬致色的绿色品种，因而具典型的铬光谱，在红区具双线，在橙区可能伴生的两个模糊的带，在紫区可能有一条强的铁吸收带。翠榴石具十分典型的“马尾”状包裹体，它具有十分重要的鉴定意义。

(3) 产状和产地：主要产于片岩和蛇纹岩中（翠榴石和黄榴石），也产于富碱火成岩中（黑榴石和钛榴石）和变质岩及接触变质带中（褐色和绿色品种）。主要产地有俄罗斯、扎伊尔、挪威、瑞典、美国和朝鲜等。

6、钙铬榴石

钙铬榴石是一种明亮绿色的石榴子石，由铬致色，铬是其化学成分的主要部分，其晶体大小适用于加工的极少，作为宝石，它还鲜为人知。

钙铬榴石是一种罕见的矿物，与铬铁矿及蛇纹石共生，即产于有钙和铬存在的变质环境中。最有名的产地为芬兰奥托孔普，呈漂亮的绿色大晶体，其它产地还有挪威、俄罗斯、南非、加拿大等。

5.8.3 鉴定与评价

1、鉴定

石榴子石的鉴定关键的是与相似宝石的区别。由于石榴子石宝石品种多，颜色变化大，因此，与石榴子石相似的宝石较多，如与红色系列石榴子石相似的宝石有尖晶石、电气石、红宝石、锆石等；与黄色系列石榴子石相似的宝石有锆石、托帕石、蓝宝石、榴石、金绿宝石等；与绿色系列石榴子石相似的宝石有锆石、榴石、铬透辉石、祖母绿、电气石等。不过这些相似宝石的物理性质与石榴子石均存在较大差别，不同品种石榴子石还具有特征的吸收光谱和包裹体特征。因此，只要用常规仪器就能将它们区别开来。

2、质量评价

石榴子石族宝石的质量评价主要依据颜色、透明度和粒度等。其中以翠绿色的钙铁榴石、含铬钒钙铝榴石价值最高，优质者可以和祖母绿价值相当。其后是红色镁铝榴石、橙黄色锰铝榴石。如果石榴石的颜色中带有褐色色调，价值就会低降低。半透明的含水钙铝榴石多用来做玉雕材料。

学习指导

除珍贵宝石外，珠宝市场上常见的宝石有锆石、水晶、尖晶石、橄榄石、托帕石、长石、电气石、石榴子石等，这些宝石不但市场占有率大，而且可仿制珍贵宝石，因此，这些宝石的基本性质、鉴定特征和质量评价等都必须牢固掌握。除此之外，锆石还应了解蜕晶质的概念、宝石种划分、优化处理、矿床成因和主要产地；水晶、尖晶石、橄榄石、托帕石等还应了解品种、矿床成因和产地；长石类宝石、电气石、石榴子石等应了解其类质同象的情况、主要宝石种及其特征、矿床成因及产地等。

复习思考题

- 1、列表说明锆石、水晶、尖晶石、橄榄石、托帕石、长石和电气石的基本性质。
- 2、列表说明石榴石族宝石的化学成分和物理性质。
- 3、何谓蜕晶质？简述造成锆石出现高型和低型的原因。
- 4、如何鉴定和评价锆石？
- 5、水晶有哪些品种？水晶如何鉴定？如何评价？
- 6、尖晶石有哪些品种？能仿制哪些宝石？如何鉴别尖晶石及其仿制宝石？
- 7、橄榄石的相似宝石有哪些？如何鉴别它们？如何评价？
- 8、托帕石的主要品种有哪些？如何鉴别和评价托帕石？
- 9、长石类宝石的主要品种有哪些？如何鉴别和评价长石类宝石？
- 10、电气石有哪些宝石种？如何鉴定和评价电气石？
- 11、何谓异极象？异极象将产生哪些重要的物质性质？
- 12、石榴子石族宝石根据化学成分可分为哪两种主要的类质同象系列？该族宝石有哪些主要的宝石种？如何鉴定和评价这些宝石种？

13、说出颜色分别为红色、蓝色、黄色、无色、绿色宝石的名称，尽您所知，简述将它们区分开来的简便而有效的方法。

14、尽您所知，归纳总结具类质同象替换的宝石实例。