

寶石學參考資料



序

在当前我国宝石事业蓬勃发展的形势下，宝石学知识急需普及。为此，中国矿物岩石地球化学学会宝石专业委员会成立了教育委员会。经讨论协商，教育委员会决定在全国开展初级、高级宝石学教育工作，从1989年起首先在全国开展宝石初级班教育并选用了《宝石初级班讲义》为初级班教材，本教材仅供学员使用请注意保存。

中国矿物岩石地球化学学会

宝石专业委员会

教育委员会

一九八八年十二月

目 录

第一章	序言.....	1
第二章	物质的结晶学特征..... 晶体, 玻璃, 晶质物质, 隐晶质物质, 非晶质物质, 对称, 晶轴, 晶系, 习性, 双晶 瑞	5
第三章	宝石的物理特征(一)..... 硬度, 解理和断口	12
第四章	宝石的物理特征(二)..... 比重	19
第五章	宝石的物理特征(三)..... 光的性质, 透明度, 光的反射, 折射, 全内反射, 色散	20
第六章	宝石的物理特征(四)..... 单折射, 重折射, 偏振红, 光轴, 折光率和折光仪	25
第七章	宝石的物理特征(五)..... 光的干涉, 光泽, 光彩, 虹彩, 变彩, 乳白光, 猫眼效应, 星光, 光的吸收, 二色性和二色镜, 放大镜, 显微镜	30
第八章	人造宝石和仿造宝石..... 人工合成金刚石, 人造刚玉, 人造尖晶石, 人造祖母绿, 帕斯特, 二重型和三重型宝石, 仿造珍珠	37
第九章	宝石矿物的琢磨..... 金刚石琢磨(劈开, 开石, 打圆, 磨面), 其它宝石琢磨(切削, 打磨, 抛光), 切型(园形, 梯形, 混合形, 玫瑰形, 桌形和点形, 蛋园宝形)	43
第十章	宝石的命名..... 正确的名称和英文拼法, 重量单位和价格	51
第十一章	重要珠宝各论(一)..... 金刚石, 刚玉, 绿柱石	55

第十二章	重要珠宝各论(二).....	56
	黄玉, 尖晶石, 石榴石, 电气石	
第十三章	重要珠宝各论(三).....	63
	橄榄石, 硼铝镁石, 锆石, 金绿宝石, 石英, 蛋白石, 绿松石	
第十四章	重要珠宝各论(四).....	76
	长石组, 玉, 琥珀, 珊瑚, 煤玉, 珍珠	
复习(一)		63
复习(二)		74

第一章 序 言

许多世纪以来,人们被宝石迷住了。人们日益增长的兴趣、知识、渴望和求知欲,导致矿物学一个专门分支的发展,通称宝石学。简言之,宝石学的定义是宝石的科学研究。这一研究,特别是对从事珠宝贸易来说,变得越来越重要。

目前被琢磨和抛光成宝石的矿物,知道得更多了。用来作珠宝的矿物比较广泛,人们必须具有全部这些矿物的知识和知道如何鉴别它们。此外,仿造的宝石不再局限于各种形态的帕斯特(Paste)(假钻石的制造原料),而且也包括二层石(Doublets)、三层石(Triples)粘合宝石和新的有机物质。现代人造宝石具有真宝石的全部性质,是难以检查出的,仅仅在内部特征上它们有所不同。为了区别它们,需要在显微镜下检查它们的内部特征。人造红宝石和人造蓝宝石从这个世纪初就进行贸易了。人造宝石和人造尖晶石(用于仿造海蓝宝石、蓝色锆石等)是最常碰到的。人造祖母绿正在扩大生产规模,人造星光红宝石、人造星光蓝宝石、人造金红石和锆的钛酸盐,给无充分知识的珠宝商和宝石商构成更为严重的商业风险。无价值的人造物当作真正的宝石出售或估价的例子并不少见。

对于经常触摸宝石粗制品和琢磨宝石的人来说,他们的辨别能力由于反复观察和判断而得到很好地训练,可以根据其颜色、光泽或手感这样一些特征,可靠地区别出真宝石。但是,单凭地依赖外观去区别所有的宝石,甚至对一位专家来说,也是做不到的。这样的方法不可避免地导致代价昂贵的错误。

现在已有有效的、非常简单而定性的科学测试技术,它们补充和取代了较老的经验方法。宝石学论述了这些宝石的科学试验。因此,从纯商业观点看,它对珠宝商或宝石商都是极重要的。

在自己的顾客中赢得和保持信誉是好推销术的要点之一。售货员知道他说的东西,并能很快回答顾客对其采购货物的询问,没有什么能比这更快地引起顾客信任。理论和实践成功地结合起来。例如,除了实践经验外还具有理论知识的宝石工,很可能看出一块宝石重新琢磨或从毛坯上琢磨时“可能发生事情”。

最后,应记住珠宝商或宝石商正经销着最贵重的物质。他应该感激他的雇主和公众看出他具有对商品做出可靠判断的知识。

天然产物,分为三大界:动物界、植物界和矿物界。前两者属于生物,他们是活的,因此具有营养、生长和繁殖所必需的器官。矿物界的实质是无机物,没有生命。这些矿物大部分组成地球的表层。

地球具有一个由许多各种各样岩石组成的固体壳。地球的中心到地壳约4000英里。因为最深的钻井从地表钻进大约不到5英里,显而易见,我们的矿物界知识仅限于岩石圈的一个小部分。

组成地壳的每一种不同的岩石都是由被称为**矿物**的个体组成。要知道矿物是怎样形成的,必须研究不同类型岩石的成因,可是这已超出本教程的范围。概括地说,岩石有三类:

1. **火成岩**—岩石是由熔融岩浆冷凝而成，例如花岗岩。

2. **沉积岩**—由河流沉淀的和古海洋底部堆积的沉积物组成的岩石，例如砂岩；或者由海洋本身沉淀而成的岩石，例如石灰岩。

3. **变质岩**—由于温度和压力对已存在岩石的作用，或者由于高压单独对已存在岩石的作用而形成的岩石，如大理岩。注释：变质岩指“形式上改变了的”岩石。

大多数岩石含有孔隙。溶液可以通过这些孔隙向下渗透，有时与岩石的组成矿物反应，沿这些裂隙沉积次生矿物。玛瑙(Agat)和贵蛋白石(Opal)就是这样形成的。在这些地方有时有使矿物自由发育自己粒度和完美性的空间。

熔融物质冷却或者由于溶液或其它媒介作用而形成的矿物晶体，是熔融岩石中元素的游离原子间化学结合的结果。给这些原子以时间和有利条件，让他们在化学均质固体中逐步建立起**有序组合**(Orderly patterns)，称为**晶体**。如果条件不利和发生快速冷却，这些原子没有时间整理成有序组合，因而凝固成一种无序物质，矿物学上称之为**玻璃**。可是，大家知道，岩石形成过程通常是非常缓慢的。因而，这些非晶质玻璃在自然界中比较稀少。岩石通常是由许多镶嵌在一起的不同的晶质矿物组成的。

矿物的定义是天然无机作用形成的均质物质，它的化学成分和物理性质是个常数(具狭窄的变化范围)。它的结构通常是晶质的

矿物由同一物质组成(均匀的)：不是由动物或植物活动生成，也不是由人制造出的；具有用一定化学式表达的化学成分，这个化学式对该矿物的所有样品几乎是相同的(除了杂质)；物理性质对该矿物的所有样品也几乎是相同的；它的原子在大多数情况下组成了一定的、有序的晶质结构。例如，**红宝石(Ruby)**由同一物质组成；它是无机物，因为没有有机体促进它的形成；它的化学式(Al_2O_3)和晶体结构(三方晶系)是永不变的；它的硬度、密度、折光率和其他物理性质也是固定在很狭窄的范围内；因此，它是一种矿物。另一方面，**珍珠(Pearl)**不是矿物，是由一个活的生物牡蛎生成的，是一种晶质碳酸钙和角质有机物质的混合物；混合比例常变动，所以没有固定的化学式，因而物理性质也有变化。

矿物的科学研究称为**矿物学**。它是地质学整体的一部分。岩石的研究称**岩石学**。

在很大程度上依赖于矿物学的宝石科学研究称**宝石学**。Gemmology(宝石学)这个词是个复合词，由拉丁文gemma(宝石)和希腊文logos(科学)组合。该词第一次记录在1811年大牛津字典(the Great Oxford Dictionary)中。

宝石除很少几种外，都是矿物。但是，它们是具有专门特性的矿物。这些特性中最重要的是瑰丽(Beauty)、耐久(Durability)和稀罕(Rarity)。

“琢磨过的”宝石矿物(Gem minerals)有时是瑰丽的。但是，只有在熟练的宝石工琢磨和抛光使它们最大限度地显出颜色和光学效应以后，才能看到象宝石那样的灿烂。

象红宝石这样的彩色宝石(Coloured stone)，大都取决于它的特性、颜色的深度(Depth)和色度(Shade)，对瑰丽来说还取决它的透明度(Transparency)。另一方面，一颗金刚石的价值在于颜色、透明度和其它光学性质最大限度地、完整地表现出来。象绿松石这样的不透明宝石(Opaque stones)，完全依赖于它们的吸引人的颜色。

耐久是宝石的另一个显著的要素。很值钱的宝石必须耐磨和抗灰尘研磨的影响、抗其他物体的碰撞和磨擦、不会因潮湿、烟熏或其他大气影响而失去光泽和发生化学腐蚀。这样的宝石必能永保艳姿美色。这些性质使大量较软的矿物排除在宝石行列之外。在这方面，帕斯特赝品(paste imitations)通常是不成功的。它们太软，普通灰尘中的砂粒能很快使它们表面

暗淡。同时，一些帕斯特(Pastes)由于大气影响而遭受化学浸蚀，在表面产生晦暗的彩虹。

稀罕对宝石(Precious stone)的价值起着重要作用，可以具有比耐久或瑰丽更大的影响。再者，宝石矿物可以是很普通的，但是适合琢磨的真正好的宝石是很罕见的。祖母绿(Emerald)的情况就是这样。具合适颜色的完美无暇的祖母绿是极稀少的，它可以售得比钻石(Diamond)还高的价格。稀罕受供求支配。样子多变对需求起作用，而市场价格受这个因素影响很大。有时一颗宝石具有瑰丽和耐久的特性，但价格不高，主要因为对这颗宝石没有紧迫的时髦的要求。

过去，习惯将用作珠宝的宝石粗略地分为两类，即宝石(Precious stones)和“半宝石”(Semiprecious stones)。钻石、红宝石、蓝宝石、祖母绿、珍珠和可能的贵蛋白石是商业上真正的宝石。对这些宝石的需求通常是不断的，真正好的宝石的价格是昂贵的。所说的“半宝石”，如电气石(Tourmaline)、锆石(Zircon)、橄榄石(Peridot)等的价格，根据当时供求而波动。这个波动联系到这一事实，“半宝石”名称自动地(但不一定是正确地)提出他们相对所说的“宝石”是次等的。在“宝石”和“半宝石”之间没有清晰的划分界线，事实上最好考虑把它们全部纳入宝石(Gemstones)这一总的名称中。“半宝石”术语既然应用于宝石而又不是宝石，那就没有意义了。

晶 体 和 玻 璃

在研究宝石时，常碰到它们呈一些平面限制的几何形态产出。这些几何形态称为晶体。在从仿制品中鉴别真宝石时和在从其他宝石中辨认出一种宝石时，由内部结构引起的这一特性是最重要的。

没有一些粗浅的晶体知识，就不能令人满意地解释和懂得宝石的物理性质，而宝石的许多测试(即在它们被琢磨之前)是基于这些物理性质的。宝石的性质取决于它们的化学成分，但更取决于它们的晶体结构。金刚石和石墨就是一个生动的例子，它们具有相同的化学成分(纯碳)，完全不同的外貌和物理性质，因为在它们的晶体结构中原子排列是不同的。

结晶学是一门与所有固体物质和其结构有关的广博而复杂的科学。这在整个初级教程中仅涉及到这个科目的边。什么是晶体，晶体与玻璃、树脂(Resins)、胶体(Colloids)有什么根本不同，获得这样一个明确的认识是主要的(这些没有晶体结构的物质通称之为非晶质(Amorphous)，即“没有晶形”)。当流体过渡到固体阶段时，在自然界中原子(或带电荷的原子，通称“离子”)具有有序连接在一起形成晶体的最基本趋势。结晶阶段反映固体物质的正常状态。在第二章中将较详细的解释晶体。

化 学 成 分

矿物化学(chemistry)就象它们的结晶学一样，是一门复杂而精确的科学。在第一学年教程中，仅考虑了在影响宝石矿物真实化学成分范围内的较简单的方面。这里提出一些将在下面各章中遇到的成分的简明基本知识。

矿物通常不是象碳(Carbon，金刚石)、金(Gold)等**单质**(元素)，就是像刚玉(Corundum)、绿柱石(Beryl)等由固定比例的元素**化合物**组成。

元素：这是任何已知化学分析方法都不能再细分的物质，即它们经化学家的努力也不能分成更简单形式。大约有90种元素，但仅有很少几种能进入宝石的成分。每种元素都用公认的**符号**来表示。金刚石组成元素碳用C来表示。

宝石矿物中的主要元素和它们的符号是：铝Al、硼B、铍Be、钙Ca、碳C、铬Cr、铜Cu、氢H、铁Fe、镁Mg、锰Mn、氧O、硅Si、钠Na。这些元素分为金属(metals)，如铝，和非金属(non-metals)，象碳或任何一种气体。

化 合 物

1、**氧化物**(Oxides)：金属和氧的化合物，如刚玉(氧化铝)。

2、**金属盐**(Metallic Salts)：金属与如下酸的化合物；

(a)与碳酸的化合物，称碳酸盐，如方解石(Calcite, 碳酸钙)；

(b)与氢氟酸的化合物，称氟化物，如萤石，(Fluorspar, 氟化钙)；

(c)与硅酸的化合物，称硅酸盐，如绿柱石(Beryl, 铍铝硅酸盐)；

原子是能参加化学反应的最小微粒。原子除少数例外，是不能单独存在的，但是由于化学力它可以与其它原子(不是同类原子就是不同类原子)结合形成分子。每个原子由一种元素组成。原子本身成群结合在一起，称**分子**。一个分子是呈游离状态的元素或化合物的最小微粒。一个分子中的原子数从二个，如氧(O_2)、石灰(CaO)或食盐($NaCl$)，变化到几百个，如较复杂的含碳氢原子链的有机分子。

化学式 这是一种表示物质化学成分的简明方法。一个元素的符号是其拉丁名称的首字母或几个字母，用来代表它，如银用Ag来表示(来自拉丁文“argentum”)。这种符号也用来表示元素的一定数量，即它代表一个原子。二个原子用数字写在符号后面来表明，如刚玉(红宝石和蓝宝石)用 Al_2O_3 来表示，即它由二个铝原子和三个氧原子组成。 Al_2O_3 称为刚玉的化学式。这是表达宝石成分的主要形式。

大多数宝石是硅酸盐，其由硅(Si)、氧(O)和其它金属组成。所有硅酸盐都是坚硬的，因为这两个元素的结合力是很大的。地球表面大部分是由硅酸盐构成的。

注释：尽管分子概念符合几乎所有物质的基本情况，但是布拉格先生(Lawrence Bragg)指出，无机物晶体没有分子键(Molecular bond)的证据，因为单个原子与分子截然不同。因此，讨论宝石晶体时考虑“原子键”(Atom bonds)和“原子结构”更为合适。物理上作为相同结构的分子，更确切地是属于有机化学的更为复杂的化合物。

第二章 物质的结晶学特征

晶体的主要特征是：(1)有序和对称的原子结构；(2)一定外观的、由平面限定的几何形态，如立方体；(3)随方位而变化的物理性质。

规则的原子结构 这种结构经常出现。在晶体中原子紧密堆积，排列成一定的规则的图形。由原子组成的结构的每个晶胞，在晶体内各个方向上重复着，形成了规则格子，因而晶体的原子结构是有序和对称的。

对某一种晶体来说，原子结构是不变的；对不同类型的晶体，原子结构是不同的，如红宝石的结构不同于金刚石的结构。

在一些实例中表明，同类原子组成不同的结构，导出完全不同的物质，第一章中提及的金刚石和石墨成分都是碳，但是它们的原子结构不同，因而它们是两个在物理性质上完全不同的物质。

几何形态 当晶体自由发育而没有限制的时候，它的内部结构可完整地反映到它的外部形态上。许多宝石矿物是漂亮的、规则和对称的晶体，具有天然的、光辉的晶面。缅甸发现的一些尖晶石(Spinel)是那样完美、光亮，以致不需再琢磨或抛光就可用作地方珠宝(Local jewellery)。所有的晶体在理论上都可以指望有这种对称的形态。可是，生长的障碍，几百万年的压力和拉力使之变形，作为砂矿在各地漂泊使之磨损，从而毁坏了晶体，降低了它的完美性。

随方向而变化的物理性质 晶体的有序结构最终反映到其物理性质上。物理性质，诸如解理(Cleavage)和一些光学性质，随晶体内的方位而变化。正因如此，解理平行晶体的一定晶面。例如，金刚石仅在平行八面体晶面方向而不是在其它方位可以裂开或劈开。

一些宝石晶体的颜色，随光线穿过宝石的方位而变化。例如，沿电气石(Tourmaline)晶体长轴观察时，其呈现黑色；从它的旁侧看时，是绿色透明的。在琢磨宝石的时候，应对这个因素加以考虑。受晶体结构影响的其它光学性质，在宝石鉴定中是非常重要的，并将在下面进行讨论。

晶体的碎片，或者被水侵蚀得非常平滑而又未显示晶面痕迹的碎片，仍然保持着晶体的有序结构和全部物理性质。它仍然是晶质的。

玻璃(Glass) 玻璃正好和晶体相反，是矿物熔融和速冷的产物，即形成非晶质(noncrystalline or amorphous)物质。玻璃可以是人工的，也可以是天然的，但是天然的玻璃非常稀少。

作为玻璃具有三个条件：(1)没有规则的原子结构；(2)没有固定的结晶形态；(3)在所有方向上它的性质都是一样的。

在自然界中，已知的天然玻璃有黑曜岩(Obsidian)、玻璃陨石(Tektite)、莫尔道熔融石(Moldavite)和其它岩石。作为宝石，它们是非常罕见的。在宝石学中，有人造玻璃作为真宝石的帕斯特赝品。

我们说几乎所有矿物都是晶质的，但不能说所有晶体就是矿物。有许多有机物质晶体和

人造的晶体(糖的晶体是最普通的),它们不能称为矿物。

晶质物质 这是一个用于描述那些具有规则晶体结构和随方向而变化的物理性质。但不必具有晶体几何形态的物质的名称。许多矿物呈无形态的矿块产出,称为“块状”(Massive)矿物。虽然它们没有特定的形态,但是它们仍然具有晶体的一切特征,因而称为晶质的。芙蓉石(Rose-quartz)是这方面的好例子。块状矿物,特别是具微粒结构的块状矿物的另一名称,是“致密”(Compact)矿物。

块状隐晶物质 这是给由无数极小晶体组成的物质起的名称。这些极小的晶体有时在显微镜下也看不出来。小晶体集合在一起形成表面上完整均匀的物质,如玉髓(Chalcedony)。

非结晶的或非晶质的物质 像玻璃这样的具有不规则原子结构的物质,称非晶质物质。在这样的物质中,各个方向的物理性质基本上都是一样的。

对称(Symmetry) 原子结构的“平衡”(Balanced)图形决定了晶体对称性。对发育好的晶体来说,结构的这种“平衡”明显地反映在晶体的外形上。如果检查大量这样的晶体,可以发现在不同的晶体上晶面对称排列不同。进一步检查揭示,晶体具有对称“面”(Planes of symmetry)和对称“轴”(Axes of symmetry)。

对称面是一个把物体分为两部分,并使其中一部分是另一部分的镜像反映的假想的面。如果一个晶体沿着这样的面切成两半,然后将一半的切面紧靠一面金属镜放置,镜中反映出的像使去掉的那一半复原。这可以用图1来说明。长方形ABCD是点划线EF的对称图形。如果长方形沿EF对折,AEFD和BEFC两部分正好相吻合。因此,EF是一条对称线,在固体物质中它是一个对称面。还是在这个图中,DB线也将长方形对半分,但它不是一个简单的对称面,因为其中一半与另一半相配前需翻转。因此,ABCD相对EF是对称图形,相对DB简单地说是不对称的。

图2表示了一个长方体,画了MNOP面贯穿这个长方体,并平行长方体的两个侧面,从而将长方体分为两半。可以看出这两半相对MNOP面是对称的。如果这个面被一面镜子代替,那么阴影的一半是非阴影部分的镜像反映。

晶体中对称面的数目从九到完全没有,取决于具体晶形。

对称轴是一条通过晶体的假想的线。晶体围绕这条线旋转一周,相同的面出现二次、三次、四次或六次。这可以用一张方纸,一根大头针穿过纸的中心,让方纸围绕大头针旋转来说明。向下看纸,当方纸绕大头针旋转一周,相同的边出现四次,所以大头针是一条四次对称轴(Axis of four-fold symmetry)。

对称中心(Centro-symmetry)是经常出现的第三个结晶要素。当完整晶体一侧的每个面正好与晶体另一侧相反位置的面对称时,存在着对称中心。

晶体的对称性是非常重要的。根据对称性对晶体进行分类,首先分为32个不同种类,然后分为七个晶系。这些晶系是研究晶体的最重要的基础,它们直接影响着晶体的光学性质和物理性质。

晶轴 描述晶体形态,必须有起着充当描述晶面相对位置的参考格架作用的特定的线。因此,设想一些长度不定的线,通过晶体结构对称的特定方向穿过晶体,并交于晶体中心一点,该点称为**原点(Origin)**。这些假设的线称为**晶轴(Crystal axes)**。描述一个晶体,至少要有三条轴,有两个晶系中有四条轴。结晶轴常与对称轴吻合,但是两者的概念是完全不同的,不能混淆。

晶系 可以用晶轴的相对长度和夹角来识别晶系(晶轴的平面图仅用来表示较清晰的

相互关系，图3和图5是真实发生在宝石矿物中的形态)。

1. 等轴晶系 三根等长的晶轴，彼此呈直角相交。参看图3，八面体是等轴晶系的一个典型形态。

2. 四方晶系 三条晶轴彼此呈直角相交，其中两条是等长的，第三条是不等长的。图4是简单的四方体，由四个相同的柱面和两个所谓底轴面的方形面组成。

3. 六方晶系 四条晶轴，其中三条是等长的，相互间夹角是 60° ，第四条（垂直的）是不等长的和呈直角立于底面上，并且是一条六次对称轴。图5表示一个六方双锥。

4. 三方晶系 晶轴特点与六方晶系中的相同，但是垂直轴是一条三次对称轴。

5. 斜方晶系 三条不等长的轴，彼此呈直角相交。图6表示了一个菱形双锥。

6. 单斜晶系 三条不等长的轴，其中两条相互斜交，并组成一个平面，另一条轴与这个平面呈直角相交。参看图7，一个单斜双锥。

7. 三斜晶系 三条不等长的轴相互斜交。参看图8，一个三斜双锥。

美国的教科书和一些其它矿物、宝石教科书中采用老的分类。在这个分类中，三方晶系被认为是六方晶系的一个分支，有时称它为菱形六方晶系。这仅仅是另一种划分晶系的方法，与上述的七个晶系分类都是正确的。本文作者接受七个晶系分类方案。

原点 这是给晶轴交点起的名称，不要与对称中心相混淆。

习性 在研究宝石晶体时，常看到每个宝石都具有一个特征的形态。它是由同一晶系的一个、两个或更多的几何形态组成。这种形态称宝石的**习性**。习性的定义是晶体形态或宝石最通常产出的形态。例如，金刚石常常呈八面形态，称为八面体（图3），因而说是八面体习性。祖母绿呈六方柱，因而是“柱状”习性。一些研究较好的宝石矿物的典型习性表示在图11上。一些宝石具有一个以上的可能习性。

形态 在结晶学中，形态由与晶轴有关的所有那些晶面组成。因此，八面体是一个形态，四方柱的四个面（图4）是一个形态，在同一图中两个终端面是另一形态（底轴面形态）。一个单晶可以由许多形态组成，但是仅描述一个习性。

双晶 双晶是两个晶体。如果仔细测试，将发现它由两个个体组成，不是由一个共同面结合，就是相互穿插。如果我们将一个个体的一半旋转 180° ，这样双晶的两个个体相对一个面（称为双晶面）对称，双晶的两个个体相对一条轴（称为双晶轴）对称，那么它们处于平行位置。

必须考虑到，在它们开始生长时就是双晶。它们开始不是分开的个体，也不是后来结合在一起的个体，而是它们在生长时破裂和上述的旋转所形成的。这是一个描述它们的简便方法。

有三类双晶：

1. 接触双晶 双晶个体有一个共同的接合面，图9。

2. 穿插双晶 两个个体明显从同一源中生长并显出相互穿插关系，如图10。

3. 片状双晶或重复双晶 它是一系列呈薄片状的接触双晶。在毗连的片中原子呈颠倒的排列顺序，因而每个交替的片具有相同的原子排列顺序。在适当条件下，这个结构在一定宝石中引起了具很高价值的专门的光学效应，例如拉长石（Labradorite）中的色彩作用。这种成因类型双晶的另外名称是聚片双晶（Polysynthetic twinning）可以确信，矿物最初形成简单的晶体，发育这种片状双晶是后期压力和热作用的结果。

晶 系 一 览 表

晶 系	晶 轴 数	长 度	轴 角	外 形	对 称
等 轴 晶 系	3	全部等长	90°	立方体	9 个对称面 13条对称轴 { 4条3次对称轴 3条4次对称轴 6条2次对称轴 一个对称中心
四方晶系	3	2 条等长 1 条不等长	90°	以方形为底的 长方体	5 个对称面 5条对称轴 { 1条4次对称轴 4条2次对称轴 1个对称中心
六方晶系	4	3条等长 1条不等长	60° 与它们组成的 面呈 90°	六方柱	7 个对称面 7条对称轴 { 6条2次对称轴 1条6次对称轴 1个对称中心
三方晶系 有时看作为六 方晶系的一个 亚类	4	同上	同上	菱形六面体	3 个对称面 4条对称轴 { 3条2次对称轴 1条3次对称轴 1个对称中心
斜方晶系	3	全部不等长	90°	火柴盒形	3个对称面 3条全是二次对称轴 1 个对称中心
单斜晶系	3	全不等长	2 条倾斜 1 条与它们组 成的面呈 90°	朝一个方向倾 斜的火柴盒形	1 个对称面 1条二次对称轴 1个对称中心
三斜晶系	3	同上	全部倾斜	朝两个方向倾 斜形的火柴盒	无对称面 无对称轴 仅一个对称中心

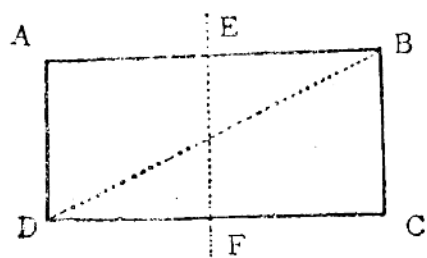


图1

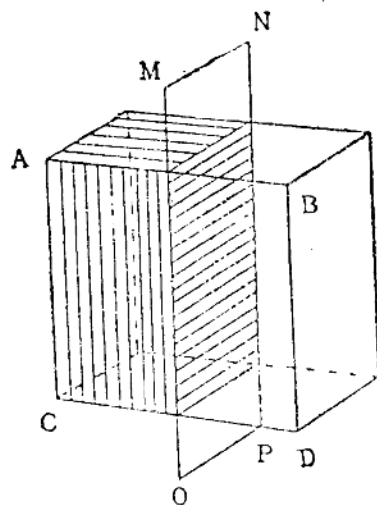


图2

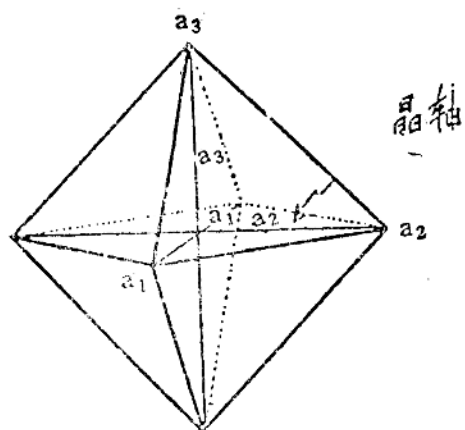


图3 八面体(金刚石)

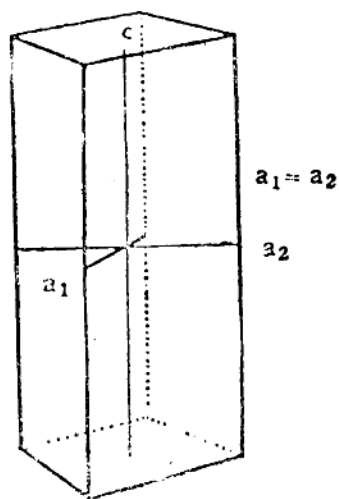


图4 四方柱

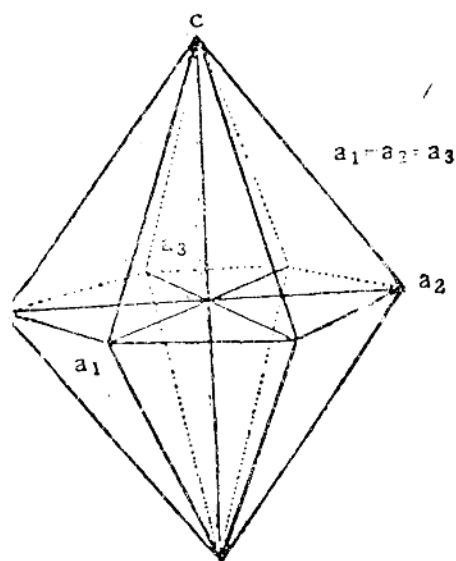


图5 六方双锥体

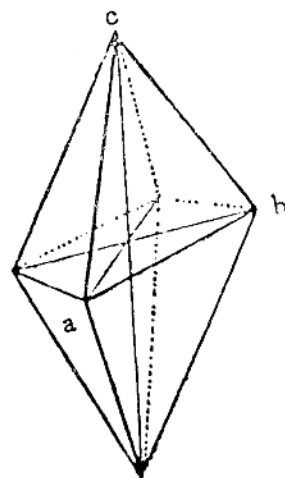


图6 菱形双锥
 $b > a$

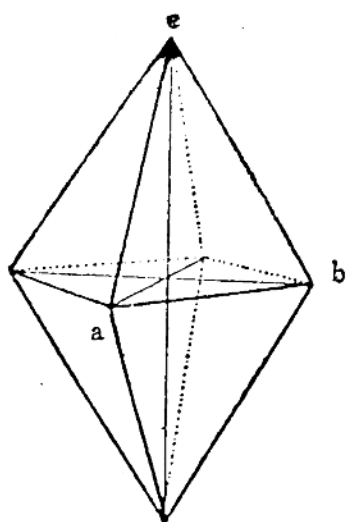


图7 单斜双锥 a与c斜交 b与ac面垂直

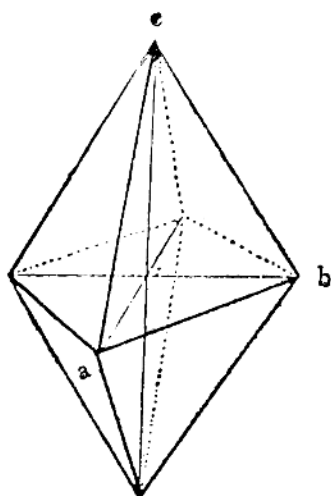


图8 三斜双锥

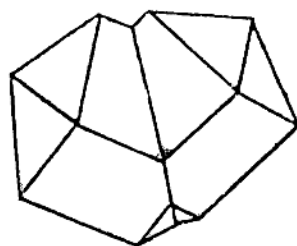


图9 锡石

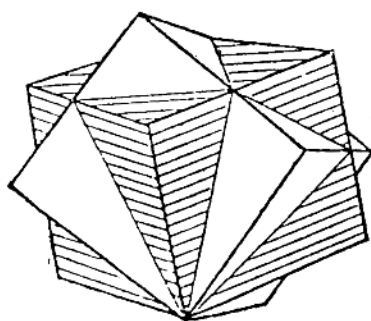


图10 萤石

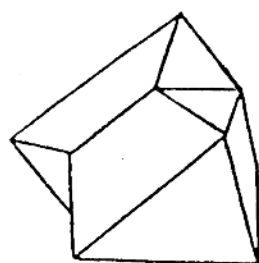
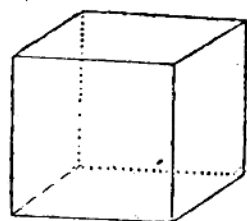
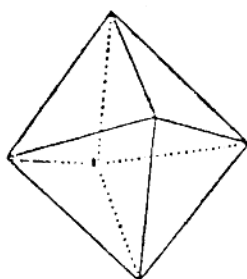


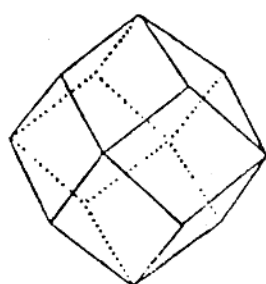
图11 尖晶石



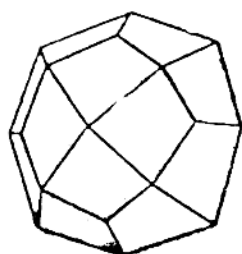
黄铁矿 (等轴)



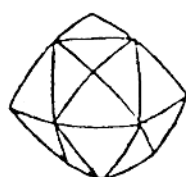
金刚石、尖晶石 (等轴)



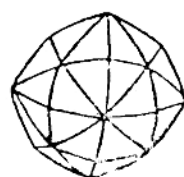
石榴石、金刚石 (等轴)



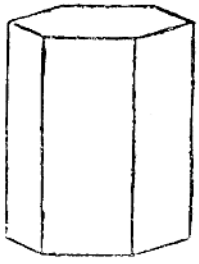
石榴石 (等轴)



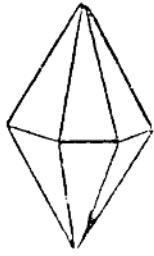
金刚石 (等轴)



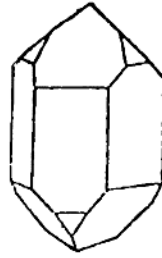
金刚石 (等轴)



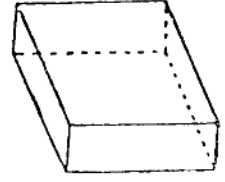
祖母绿 (六方)



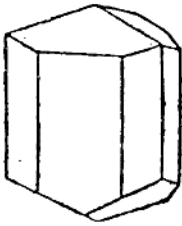
蓝宝石 (三方)



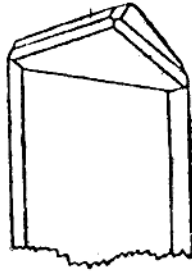
石英 (三方)



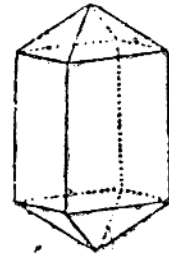
方解石 (三方)



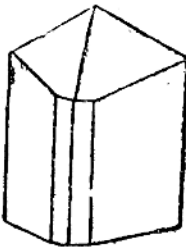
电气石 (三方)



电气石 (三方)



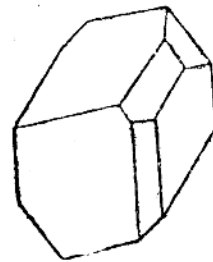
锆石 (四方晶系)



黄玉 (斜方晶系)



石膏 (单斜晶系)



斧石 (三斜晶系)

第三章 宝石的物理特征 (一)

宝石的物理特征

硬度 宝石矿物硬度要大，并能取得很好的抛光，必须能耐久。一定程度的韧性也是令人想往的。宝石矿物硬而脆，这是一个严重的缺陷。

硬度是一个很难下定义的性质，也是一个很难精确测量的性质。

冶金学家把硬度看作为抵抗压入的能力，用硬的金属球在标准压力下，在测试物质表面上压成凹陷，用凹陷的直径来测量硬度。但是，矿物用这样的方法不会象金属那样有凹陷，所以对矿物学家来说硬度是抵抗刻划或摩擦的能力。

因此，矿物硬度的定义是：当其它物质尖碎块刻划矿物且没有足够压力使矿物产生解理时，硬度是这个矿物抗研磨的能力。

较硬的宝石可以擦伤较软的宝石。较软的宝石不能擦伤较硬的宝石。因而金刚石可以刻划所有其它宝石。红宝石可以刻划金绿宝石 (Chrysoberyl) 和所有较软的宝石，但是不能刻划金刚石。

摩斯硬度计 (Mohs' scale of hardness)

德国矿物学家弗瑞里奇·摩斯 (Friedrich Mohs) 发明用一定矿物在“刻划硬度”序列中的特定位置作为硬度计。这些矿物是：1. 滑石 (Talc); 2. 石膏 (Gypsum); 3. 方解石 (Calcite); 4. 萤石 (Fluor); 5. 磷灰石 (Apatite); 6. 正长石 (Orthoclase feldspar); 7. 石英 (Quartz); 8. 黄玉 (Topaz); 9. 刚玉 (Corundum); 10. 金刚石 (Diamond)。

重要的是，记住这仅是一个硬度顺序，硬度增大幅度是不等的。例如，不是说黄玉 (8) 比滑石 (1) 硬 8 倍的意思，而简单地是黄玉比其它七个矿物硬，比刚玉 (9) 和金刚石 (10) 软。刚玉和金刚石间硬度的差别在实际上远大于刚玉 (9) 和滑石 (1) 之间硬度的差别。

还要认清，尽管硬度计的矿物在硬度上算得上是恒定的 (为了作硬度计对它们作了可能的选择)，但是有些矿物从这一标本到那一标本由于化学成分上的微小变化在硬度上显示稍有差别，硬度随测试的方向也有一些小变化。这种变化直接与晶体对称性有关。

宝石的耐久性主要取决于它们的硬度。通常硬的宝石抛光比软的宝石好。宝石表面容貌主要取决于其抛光程度，这说明一个被琢磨宝石当它具有强光泽 (Lustre) 时“看起来是硬的”。但是，光泽在很大程度上还取决于宝石的光学性质，因而那样的解释是不准确的。

硬度可在某种意义上用于宝石鉴定。对经过一些时候磨损的宝石，有时可用放大镜观测小平面的状况粗略地判断它们的硬度。但是，这样的磨损主要取决于环境，甚至像蓝宝石那样硬的宝石，如果将它与金刚石放在一个珠宝盒子中，也可严重磨损。所以，通常不能信赖视觉测定的硬度。如果有许多这样的宝石，如每个锆石 (Zircon) 用纸包上携带，因为它们在一起摩擦，很快出现“纸磨损”，从而使人受骗上当。

普通灰尘的砂粒大多由硬度 7 的石英颗粒组成。因此，硬度低于石英的宝石易刻划和摩

磨造成磨损，它但最好用做胸针或坠子而不做戒指或其它镶有宝石的装饰品。

硬度试验 过去的珠宝商广泛应用硬的锉刀作为探查帕斯特硬度计的方法，这个方法在经验中只偶尔地有效，它的应用因不可信和多余而受挫。

硬度笔 (Hardness points) 硬度笔由镶在木柄或金属柄上的摩斯硬度计中10、9、8、7矿物的尖锐块构成。用这些笔较精确的估计硬度是可能的，比用锉刀有了进步。它们作为确定粗糙宝石、装饰品(Ornaments)或玉雕的硬度是有用的，对于它们不易进行其它试验。但是，刻划仅作为最后手段极小心地应用于宝石的小平面上，刻划尝试要在背面和靠近周边进行。笔尖接触宝石的“感觉”通常表明是不是“钻”到宝石里或在表面上滑动并未刻划。任何刻划必须是极小的。用放大镜检查确实是真刻划而没有笔尖本身的粉末，还是潮湿手指或其它方法去擦污点引起的痕迹。经常记住，任何刻划必然会损坏宝石的价值。

如果你希望应用这一技术，实习首先在你支配的一些不好的宝石上进行，例如，用8号笔(黄玉)刻划一块石英(石英被刻划)；刻划人造蓝宝石或人造红宝石，它们是光滑的，未留下痕迹。

硬度片(Hardness plates) 试验刻划硬度的一个安全方法，是用测试的宝石的边或棱角去刻划硬度片。

宝石工能大致备齐用于这个目的的石英、黄玉和人造刚玉的抛光片。用非宝石级的刚玉(Boule)或人造蓝宝石片检查被怀疑的金刚石，是非常可靠的试验。金刚石的硬度是独特的，仅无色金刚石能刻划刚玉片。因此，在这个特殊的例子中硬度试验是有必要的。

必须指出，宝石学家利用本教程中描述的、较准确的方法进行硬度测试，是极少的。在琢磨宝石的全面测试中，硬度测试实际上是过时的。下列评论反对这种试验：

(a) 帕斯特底托(Paste-set)珠宝具有一定价值和瑰丽，不能用难看的刻划来损毁它的外表。

(b) 一些用做珠宝的、不出名的矿物(如楣石Sphene)可以用锉刀刻划，因而一个标本可以刻划的事实不能证明它是一个帕斯特。

(c) 在锉刀或硬度笔的压力下，由于粗心一些硬而脆的宝石，如祖母绿可能被损毁或破碎。

(d) 硬度试验不能区别真的和人造的宝石，因为它们具有相同的硬度，两者都抗得住同一硬度笔，顶部由石榴石(Garnet)或其它的硬物质组成的二重型粘合宝石，锉刀试验也可能检查不出来。

(e) 宝石学家具有另外的、更准确的试验方法来区别真的和伪造的宝石，这些试验并不损坏标本。

解理(Cleavage) 在晶体中原子排列呈规则图形。当它们象紧密堆积的球时，原子层平行一特定的晶体方向。正如预期那样，在大多数晶体中原子结合力在各个方向上是不一样的。晶体具有较弱的垂直一定面的结构结合力，结果是平行这一方向易于裂开，因而晶体可具有一些脆弱的面。如果力沿着或平行这些面作用，宝石易于裂开。这个性质称解理，其定义是，**结晶物质在力作用下平行一定方向裂开，产生较平滑面的趋势。**

沿着或平行晶体形态一个晶面裂开的面，称为解理面(Cleavage plane)。因此，解理与晶体内部结构有关，并直接受晶体对称性控制，可以在平行解理方向的任何水平上产出。

金刚石容易在平行八面体晶面方向裂开，而不会在晶体的其它方向上裂开。所以，它具有四组解理方位，因为八面体的八个面实际上是四对平行晶面。