

教 案

2025-2026 学年第二学期

课程名称 宝石学概论

专业班级 宝石专本协同 251

总学时数 90 学时

任课教师 林少光

课程基本信息

课程名称	宝石学概论			
课程性质	专业核心课		学分	5
学 时	总学时： 90 学时 其中：课堂讲授 90 学时； 课内实验 0 学时			
开课部门	机电工程系		任课教师	林少光
授课专业、班级	宝石专本协同 251		开课学期	2025-2026 第二学期
成绩评定	平时成绩占 30%；期末成绩占 70%		考核方式	考试
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	宝石学基础教程	李娅莉	中国地质大学	2017. 12
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	宝石学是全日制专科宝石鉴定与加工技术专业学生必修的专业课，学习本课程的目的是：掌握本门学科的系统知识，为今后学习宝石鉴定、宝石设计原理、首饰款式加工与设计等课程打下良好基础。			
本课程教学目标	一、掌握有关宝石学的基础知识。 二、重点掌握常见宝石的特征与鉴别以及成因、产地等内容。 三、熟悉各种宝石鉴定仪器的工作原理和用途及使用方法。 四、了解宝石宝石质量评价参数、宝石人工合成、宝石仿制与优化、宝石市场经济。 五、了解相对少见的宝石品种的一般宝石学特征。			
素质（思政）内容与要求	1 课程设计：在课程实践阶段，将思政元素与专业实训相结合，确保学生在学习专业技能的同时，理解和掌握与宝石专业相关的职业道德和社会责任，并运用到实习实践中。 2、团队合作：通过实训项目任务，认识、学会团队合作的重要性，培养学生的团队协作能力和沟通能力，同时强调诚信、责任和公平竞争的重要性。 3、创新与创业教育：鼓励学生在实训中发挥创新精神和创业意识，尤其对于珠宝行业而言，同时强调创新与创业过程中的社会责任和伦理问题。			
学生用主要参考资料	张蓓莉：2017，《系统宝石学》地质出版社。 廖宗廷：2019，《宝石学概论》，同济大学出版社。			

《宝石学概论》教案(90 学时)

第一章绪论

课题： 宝石学的定义及基本特征；宝石的发展历史；宝石学的研究内容和方法； 宝石的概念；宝石具备的条件。

学时：3

教学目的及要求：了解宝石学的基本特征、宝玉石的发展历史；熟悉宝石的定义及具备的条件；宝石学的研究内容和方法。

教学重点及难点：宝石学的研究内容和主要的技术方法

教学方法及手段：讲授

教学过程：

一、宝石学的定义及基本特征

1、宝石学的定义

宝石学是研究宝石、宝石材料及其加工的科学。最早它是作为矿物学在宝石领域的应用而发展起来的，现在它集宝石鉴定、宝石评价、宝石材料学（合成和优化处理）、宝石设计加工、宝石勘探开采以及宝石经营等内容为一体，形成了一门独立的综合学科。

2、宝石学的基本特征

- (1) 宝石学是地质学的一门分支学科
- (2) 宝石学是一门涉及面广的综合性学科
- (3) 宝石学是实践性强的应用性科学
- (4) 宝石学具有浓厚的区域和民族特色

二、宝石的发展历史

石器时期：石质装饰品

新石器中晚期：玉器出现，以石纹石为主、部分为青白玉。

夏商周时期：和田玉、珍珠、天河石等

春秋时期：独山玉、玛瑙、孔雀石、水晶等

秦代：玉器遭破坏

汉代：转折点

唐代：发展

清代：更大发展

建国后文革：受冲击

我国的珠宝业在建国前有所发展，但新中国成立后几十年间，由于思想观念上的阻滞，几乎处于停滞状态。

改革开放后：发展最快

改革开放后，20 世纪 80 年代末-90 年代初，由于人们口袋刚刚鼓起来，有了支付生活必需品之外的余资，加上广告宣传的刺激，黄金珠宝消费形成一个火爆期，目前处于平稳发展阶段。宝玉石行业在中国成为一个新的经济增长点。

我国珠宝首饰业一些优势：

- 1、我国珠宝镶嵌加工已具备相当的水平 and 能力。
- 2、我国不仅是世界上钻石消费大国，也是重要的钻石的加工中心之一。
- 3、我国的石雕、玉雕独具特色，有着浓郁的文化传统。
- 4、近年来银饰品销售量上升。

宝石学教育：起步晚，发展快。

1908 年英国首先创立了宝石协会，1913 年第一次组织宝石学考试；1931 年美国成立了珠宝学院；1934 年德国、1965 年日本、澳大利亚等国分别成立了各自的宝石协会，并成立了相应的宝石培训中心。

1988 年由中国地质大学(武汉)珠宝研究所签订了 FGA 考试点，同年中国地质大学(武汉)、桂林冶金工学院等开始招收宝石学方向本专科生。1991 年中国地质大学(武汉)珠宝学院在武汉成立，标志着我国珠宝教育进入一个新阶段。1997 年开始组织二年一次的中国珠宝玉石质量检验师(CGC)考试。

三、宝石学的研究内容和方法

1、宝石学的研究内容

- (1) 宝石的矿物学研究
- (2) 宝石的化学成分和物理性质
- (3) 宝石的工艺制作
- (4) 宝石的检测技术
- (5) 宝石的合成与改善技术
- (6) 珠宝评估
- (7) 宝石资源
- (8) 宝玉石教育

2、宝石学的主要技术方法

- (1) 宝石的常规鉴定技术 (常规鉴定仪器)
- (2) 宝石的内含物 (肉眼、10 倍放大镜、宝石显微镜)
- (3) 现象观察的方法 (肉眼、10 倍放大镜)
- (4) 通用的现代测试仪器 (红外光谱仪等)

四、宝石的概念

1、广义概念

泛指一切经琢磨、雕刻后可以成为首饰或工艺品的材料。常用“珠宝”、“珠宝玉石”概括。包括矿物、岩石、有机宝石及人工材料。

2、狭义概念

具备色彩瑰丽、光彩夺目、坚硬 耐久且产量稀少的单晶体矿物。例钻石、红宝石等

五、宝石具备的条件

(1) 美丽

是宝石最重要的特点，否则就是一般的矿物岩石。宝石的美观程度主要取决于几个因素，即：颜色、净度、透明度、光泽和特殊光学效应。

a. 颜色：通常红、绿、蓝、紫比较好，喜欢的人较多，如红、蓝宝石、祖母绿、翡翠。

b. 净度和透明度：净度就是饰品是否纯净，有无瑕疵。很简单，越纯净，越少瑕疵越好。(瑕疵包括裂痕、其它物质的包裹物等)透明度行话也称“水头”。越透明(也叫水头长)越好。

c. 光泽:宝石表面反光的一种视觉效应。例珍珠、钻石

d. 特殊光学效应: 是由于某些宝石具有特殊的结构或包含一些特殊的包裹物,进而对光反射、干涉、衍射而产生的特殊光学现象。包括星光、猫眼、月光、日光(金星)、变色、变彩效应等。有了这些特殊效应;可以增强一些本不起眼宝石的美感,甚至身价倍增。这些特殊的效应要求特殊的加工才能凸显出来。

(2)耐久

宝石要长时间佩带、保存、流传,要有相当稳定的物理化学性质。一般要耐酸碱、硬度

大、韧性强，机械性能稳定。重要的宝石硬度一般都大于 7，如钻石、红蓝宝石、祖母绿、金绿宝石等。但钻石韧性较差，具脆性，所以它不怕磨，却怕撞击。

(3)稀少（品种和质量）

是宝石很重要的特性，“物以稀为贵”，宝石的高价值很大程度上是由于它的稀缺性，尤其是高档宝石这一点上极为突出。当然一些宝石品种的稀少性是随着人们对自然界认识的进步以及技术的发展不断变化的。如水晶、玛瑙曾经是很珍贵的宝石，近来随着巴西大量开采，冲击市场，已经变成了中低档货。

(4)无害

第一章绪论

课题： 宝石的价值；宝石的分类；宝石的命名及原则；宝石评价原则；珠宝文化概要

学时： 3

教学目的及要求：了解宝石学的价值、宝玉石分类；熟悉宝石的命名及原则；宝石学质量评价的要素。

教学重点及难点：宝玉石分类；宝石的命名方法及命名原则

教学方法及手段：讲授

教学过程：

六、宝石的价值

(1) 宝石的商品价值

(2) 宝石的货币价值

(3) 宝石的艺术价值

(4) 宝石的信仰价值

此外，还有感情价值、保健价值、收藏价值、投资价值等

七、宝石的分类

多年来，国内外宝石学家根据宝石应用领域、商品价值、宝石等级、矿物、岩石特征为依据，提出了不少分类方案，但直到现在尚没有一个统一的、公认的方案。

(一)按宝石的构成成分

宝石(狭义)：具有宝石条件的单晶体矿物。

例蓝宝石等

玉石：多晶质矿物或非晶质组成的岩石。

例翡翠、欧泊等

(二)按市场价值和价格分

高档宝石：例五大宝石（钻石、红宝石、蓝宝石、祖母绿、金绿宝石）。“七皇一后”（钻石、红宝石、蓝宝石、祖母绿、金绿宝石、翡翠、欧泊、珍珠）。

中档宝石：例橄榄石等

低档宝石：水晶、玛瑙等

(三)按出产量分

常见宝石：例水晶等

少见宝石：蓝锥矿等

罕见宝石：塔菲石等

(四)按成因分（较科学）

为了更好地规范珠宝市场，1996 年 11 月国家标准开始制定，1997 年 5 月 1 日开始实施(GB / T-16552-1996,)。宝石名称的国家标准中将宝石分为：天然珠宝玉石(天然宝石、天然玉石、天然有机宝石)、人工宝石(合成宝石、人造宝石、拼合宝石、再造宝石)、仿制宝石

等类型。

1.天然珠宝玉石

(1) 天然宝石：指自然界产出的矿物单晶。例红宝石等

天然宝石的族、种、亚种的划分：

族—指化学组成类似、晶体结构相同的一组类质同象系列宝石。如石榴子石族、辉石族等。

种—指化学组成和晶体结构相同，外观相近的宝石。例铁铝榴石、镁铝榴石。

亚种—是种的进一步细分。指同一个种的宝石，因化学组成中的微量组分不同，从而在外观上有较明显的变化，如蓝宝石中的黄色蓝宝石。水晶中的紫晶、黄晶等。

(2) 天然玉石：指自然界产出的具有美观、耐久、稀少性和工艺价值的矿物集合体及少数非晶质体（天然玻璃）统称为天然玉石。

(3) 天然有机宝石：指自然界生物成因的固体，它们部分或全部由有机物质组成。例珍珠、琥珀等

人工宝石

(1) 合成宝石

由人工生产的材料，其物理性质、化学成分、晶体结构，本质上与相对应的天然宝石相同。如合成红宝石、合成蓝宝石、合成祖母绿等；

(2) 人造宝石

人造的材料，通常在外观上与某种宝石相象(与所仿宝石)，但化学成分、物理性质均不相同，没有天然对应物，如钇铝榴石、钆镓榴石、人造立方氧化锆等

(3) 拼合宝石

指两种或两种以上材料经人工方法拼合在一起，在外形上给人以整体琢磨印象的宝石，称为拼合宝石；拼合欧泊、玻璃石榴石拼合等

(4) 再造宝石

将一些天然宝石的碎块、碎屑经人工熔结后制成。常见的有再造琥珀、再造绿松石。

八、宝石的命名及原则

1、宝石的命名方法

(1) 根据颜色命名。例红宝石、羊脂白玉、绿晶、黄晶等

(2) 根据特殊光学效应命名。如星光红宝石、星光石榴子石、石英猫眼、海蓝宝石猫眼等。

(3) 根据产地命名。例独山玉、密玉、岫玉、和田玉等

(4) 根据传统名称命名。例翡翠、玛瑙、珍珠、珊瑚等。

(5) 根据人名命名。里亚历山大石（变石）等

(6) 根据译音命名。例欧泊、托帕石等。

(7) 根据生产厂家及生产方法命名。例查塔姆祖母绿、林德祖母绿、水热法红宝石、助剂法红宝石等

(8) 根据矿物、岩石名称作为天然宝石的名称命名（公认）。例尖晶石、绿柱石、石榴子石、电气石、堇青石、锂辉石等。

2、宝石的命名原则

(1) 以矿物、岩石名称作为天然宝石材料的基本名称（最科学合理），无须加“天然”二字。例尖晶石、绿柱石、石榴子石等

(2) 对具有特殊光学效应的宝石应直接将其置于宝石种属名称前后。如星光红宝石、星光石榴子石、石英猫眼、海蓝宝石猫眼等。

(3) 人工宝石的命名在相应宝石材料之前冠以“合成”、“人造”等字样，以示与天然宝石的区别，如合成红宝石、合成祖母绿等。

(4) 优化处理宝石的定名原则

A. 经优化的珠宝玉石，定名时直接使用珠宝玉石原名称，优化方法不在定名中反映。如热处理的红宝石，直接定名为红宝石。

B. 经处理的珠宝玉石则要在其基本名称后，用括号标出“处理”二字，如扩散处理的蓝宝石，定名为蓝宝石（处理）；或者直接在宝石的名称前注明处理的方法，如扩散处理蓝宝石。染色处理翡翠或翡翠（处理）

九、宝石的评价原则

玉石的评价中，重量因素相对于单晶宝石显得次要。

珍珠、珊瑚等有机宝石的质地因素中，表面的光滑度很重要；翡翠和软玉的透明度；另外由于有机宝石透明度均较差，稍具透明者就很好了；还有珍珠的光泽、形状(圆度)很重要，是评价时需要重点考虑的。

十、珠宝文化概要

宝石颜色的象征意义：

红色—热情；橙色—活泼；黄色—温和；绿色—青春；青色—坚强
蓝色—秀丽；紫色—高贵；金色—华贵；白色—纯洁；黑色—庄重

首饰形状的象征意义：

三角形—个性活泼；椭圆形—稳重成熟；方形—事业有成；
星形—充满幻想；桃形—爱情之心

佩带戒指的指名象征：

食指—求婚；中指—未婚或恋爱；无名指—订婚或已婚；小指—事业有成

国石是国家拥有的(往往是该国产出，甚至特有的，或是该国人民特别宠爱的)名贵宝石。作为国家精神的一种代表载体，具有重要的社会和文化意义。

经近两年的评选，我国国石评选委员会评选出“两玉四石”六种国石候选石上报全国人大供选择，然后通过立法来确定我国的国石。

国石候选石：两玉：岫玉、和田玉

四石：寿山石、青田石、昌化石、巴林石

第二章宝石结晶学基础

课题：宝石的价值；宝石的分类；

宝石的命名及原则；宝石评价原则；珠宝文化概要

学时：3

教学目的及要求：熟悉晶体的基本性质，晶体与非晶体的区别；晶体的对称性及晶体的分类。

教学重点及难点：晶体的基本性质；晶体的对称性及晶体的分类；三个晶族和七个晶系的特点。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第二章 结晶学和矿物学基础

1. 晶体

晶体是具格子构造的固体，即晶体内部的质点（原子、离子或分子）作规则排列，且这种排列在三维空间作周期性重复。在自由生长条件下，能自发形成规则的多面体形态。例红

宝石、钻石等

晶体是具有格子构造的固体，空间格子中任意两个相交的行列可确定一个面网。
空间格子可以被看成是由无数个平行六面体在三维空间无间隙地重复堆叠而成。

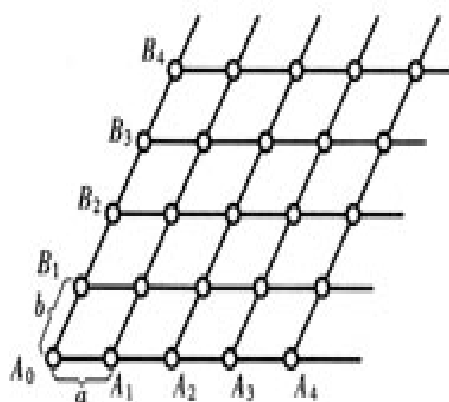


图 2-5 面网

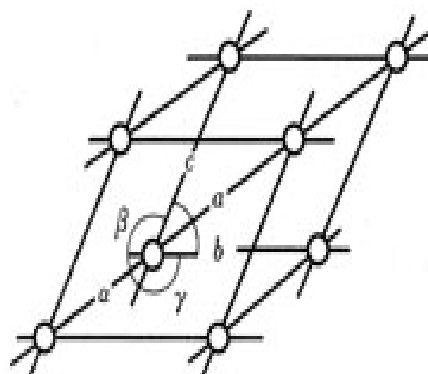


图 2-6 平行六面体

体积平行六面体为空间格子中的最小单位。

晶体的基本性质：

- (1) 自限性：自限性是指晶体在适当条件下可以自发地形成几何多面体的性质。
- (2) 均一性：因为晶体是具有格子构造的固体，在同一晶体的各个不同部分，质点的分布是一样的，所以晶体的各个部分的物理性质与化学性质也是相同的，这就是晶体的均一性。
- (3) 各向异性：同一格子构造中，在不同方向上质点排列一般是不一样的，因此，晶体的性质也随方向的不同而有所差异，这就是晶体的各向异性。

(4) 对称性：晶体具各向异性，但这并不排斥在某些特定的方向上具有相同的性质。在晶体的外形上，也常有相等的晶面、晶棱和角顶重复出现。这种相同的性质在不同的方向或位置上作有规律地重复，就是对称性。

晶体的格子构造本身就是质点重复规律的体现。对称性是晶体极重要的性质，是晶体分类的基础。

- (5) 稳定性：在相同的热力学条件下晶体与同种物质的非晶质体、液体、气体相比较，其内能最小。

晶体由于有最小内能，因而结晶状态是一个相对稳定的状态。这就是晶体的稳定性。

2. 非晶体

非晶体的内部质点不作规则排列，因而不具格子构造。无一定的外观形态。例玻璃、琥珀等

3. 多晶质体

(1) 显晶质体：由多个小晶体组合在一起形成的岩石或者玉石，其组成晶体可用放大镜甚至肉眼观察到，称为多晶质体。如：翡翠、东陵石等。

(2) 隐晶质宝石：由无数个非常小的晶体组合在一起形成的岩石或者玉石，这些微晶小到在光学显微镜下也不易分辨出晶体的个体，称为隐晶质体，如蛇纹石玉、玛瑙等。

二、晶体对称和晶体分类

1. 晶体对称

晶体是具有对称性的，它严格受内部格子构造控制，晶体的对称性不仅表现在外部形态上，也表现在物理性质上。晶体的对称规律为宝石鉴定提供了可靠的依据。

使物体或图形的相同部分重复出现的操作称为对称操作。在操作时，要借助一些假想的几何要素，即点、线、面。点是对称中心（C），线是对称轴（L），面对称面（P）。

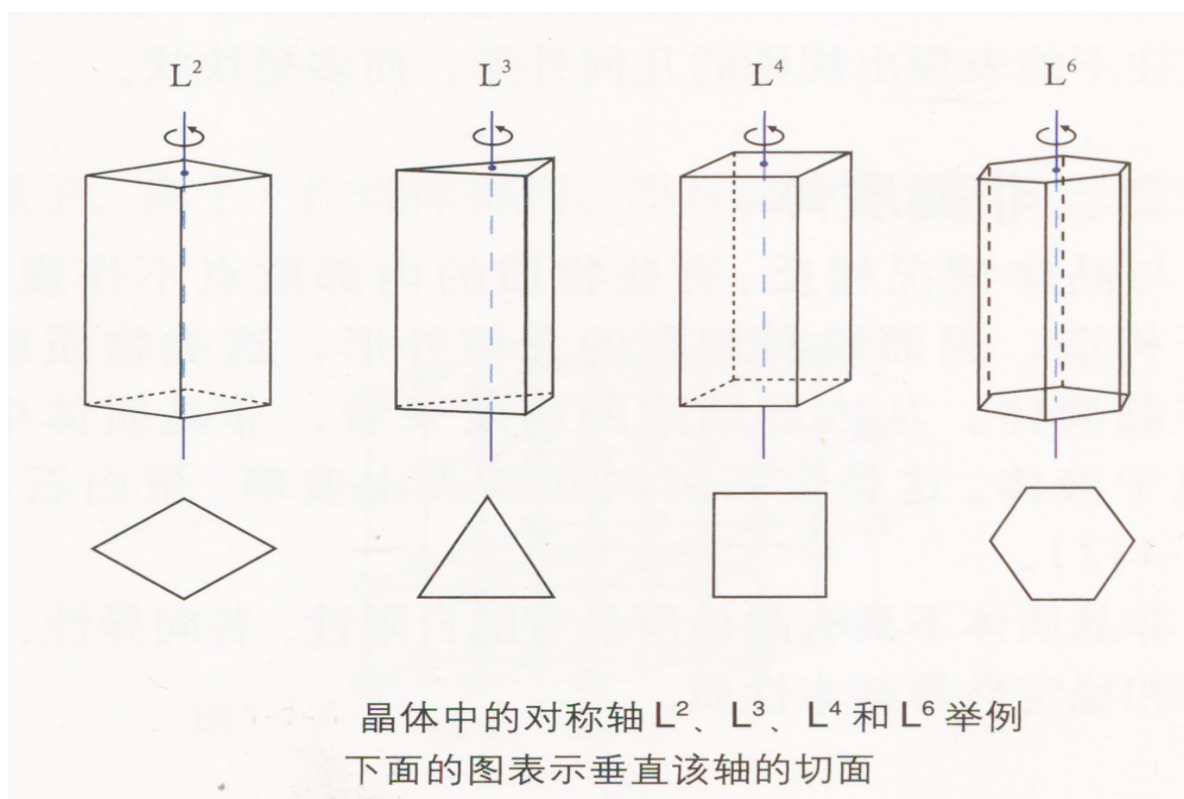
（1）对称面 P：是一个假象的平面，将一个晶体划分为互为镜像反映的两个相等部分。如果一个晶体沿对称面切割成两半，并将切割下来的半个晶体的切割面对镜放置，影像将重现所失去的另半个晶体。

根据晶体的特点，晶体中的对称面的可能数目是 0-9 个，立方体最高，有 9 个对称面。中级晶族中的四方晶系最多有 5 个对称面；六方晶系最多有 7 个对称面；三方晶系最多有 3 个对称面；低级晶族中的斜方晶系最多有 3 个对称面；单斜晶系最多有 1 个对称面，三斜晶系没有对称面。

（2）对称轴 L：是指通过晶体中心的一根假象的直线。当晶体围绕其旋转一圈 360° 时，其相同的外形能重复出现 2、3、4 或 6 次。对称轴分别称为二次轴、三次轴、四次轴和六次轴。三次对称轴以上的称之为高次轴。对称轴穿过晶面中心、晶棱中心、角顶中心

（3）对称中心 C：一个假想的点，通过此地作任意直线，在此线上与对称中心 C 等距离的两端上必定可找到对应的点。

对称中心最多一个，最少无。



2. 晶体分类

结晶轴：简称晶轴，用来确定晶面，晶棱在晶体上的方向而人为选定的三根或四根坐标轴。

结晶轴交于晶体中心—原点，平行于对称轴、对称面的线或平行晶棱。

轴角：结晶轴的夹角 α 、 β 、 γ

轴率：轴单位比 $a:b:c$

根据晶体对称中有无高次对称轴，以及高次对称轴的多少，可把晶体构成三个晶族。

高级晶族：有数个高次对称轴，如 3L44L36L29PC。

中级晶族：只有一个高次对称轴，如 L44L25PC；

低级晶族：无高次对称轴，如 L2PC 等；

每个晶族又可按其特点进一步划分晶系，三个晶族共划为七个晶系。

晶 族	晶 系	对 称 特 征
高级晶族	立方晶系	有数个高次对称轴（四个三次对称轴）
中级晶族	六方晶系	有一个六次对称轴
	四方晶系	有一个四次对称轴
	三方晶系	有一个三次对称轴
低级晶族	斜方晶系	有二次对称轴或对称面多于一个
	单斜晶系	有二次对称轴或对称面不多于一个
	三斜晶系	无对称轴，无对称面

（1）等轴晶系

对称特点： $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

常见宝石：钻石、石榴石、尖晶石、萤石、方钠石、青金

理想晶形：立方体、八面体、菱形十二面

（2）三方晶系

对称特点： $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ \gamma = 120^\circ$

常见宝石：红宝石、蓝宝石、碧玺、水晶、方解石、赤铁矿等

理想晶形：三方柱、菱面体、三方单锥

（3）四方晶系

对称特点： $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

理想晶形：四方柱、四方双锥

常见宝石：锆石、符山石、方柱石、金红石等

（4）六方晶系

对称特点： $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$

常见宝石：绿柱石、祖母绿、海蓝宝石、磷灰石、蓝锥矿等

理想晶形：六方柱、六方双锥

(5) 斜方晶系

对称特点： $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

常见宝石：托帕石、橄榄石、金绿宝石、堇青石、红柱石等

理想晶形：长方形底面上柱、双锥和平行双面

(6) 单斜晶系

对称特点： $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ < \beta < 90^\circ$

常见宝石：翡翠、透辉石、正长石、孔雀石、软玉等

理想晶形：柱状和平行双面

(7) 三斜晶系

对称特点： $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

常见宝石：绿松石、斜长石、日光石、蓝晶石等

理想晶形：平行双面

三、单形、聚形和晶体规则连生

1、单形

由同一种晶面组成的一组晶面的总和，称为单形。不同晶系的晶体可以呈现不同的单形，晶体的几何形态共有 47 种单形。熟记常见单形的特征，对鉴定宝石尤其是宝石原石，有很大的帮助。

2、聚形

由两个或两个以上单形聚合而成的晶形。自然界的宝石晶体，绝大部分都是聚形，只有属于同一对称型的单形才能相聚。

3、晶体的规则连生

(1) 平行连生：两个或以上的同种晶体彼此平行地连生在一起，连生着的每一个晶体的相对应的晶面和晶棱都相互平行，这种连生称为平行连生。

(2) 双晶：两个或两个以上同种晶体按一定的对称规律连生在一起，其相邻两个个体相应的面、棱并非平行，但它们可以借助对称操作——反映、旋转或反伸，使两个个体彼此重合或平行。

类型：**a**：接触双晶。各单晶沿一个简单平面（双晶面）相接触。例尖晶石接触双晶和水晶膝状双晶

b：聚片双晶。多个薄板状个体以同一双晶律连生，结合面互相平行，相邻 2 个个体方向相反，相间的 2 个个体方向相同。例钠长石聚片双晶

c：穿插双晶：穿插双晶是由个体相互穿插而形成的双晶。

例萤石的双晶和长石卡氏双晶

d：环状双晶：多个双晶个体彼此以同样的双晶律连生，但结合面互不平行，而是依次以等角相交。例金绿宝石的三连晶

四、实际晶体的形态和表面特征

1、结晶习性

指宝石矿物通常呈现的晶体形态。

2. 实际晶体的形态

以上所述的宝石晶体形态，都是以理想晶体为对象。但实际上晶体的生长环境很复杂，同时还受内部和外部各种因素的影响，以致晶体不能按理想晶体发育。而且，在晶体形成以后，还会继续受外界因素的影响，这更会增加晶体的非理想程度。可以说，绝大多数晶体是非理想的，所不同的只是它们偏离理想晶体的程度存在差异而已。

(1) 歪晶：在实际晶体中歪晶是极其常见的。歪晶是在非理想环境下形成的、偏离本

身理想晶形的晶体，其通常的表现形式为同一单形的各晶面不等发育，有的晶面甚至可能缺失，但它们的晶面夹角与理想晶体的晶面夹角是一致的。

(2) 弯晶：指整体呈弯曲形态的晶体。

(3) 凸晶：与弯晶相反，是指各晶面中心均相对凸起而呈曲面、晶棱弯曲而呈弧线的晶体。

3. 晶体的表面特征

不同矿物的晶体受内部原子结构控制，呈现上述一系列独特的特征，有时这些晶体内部原子结构也反映到晶体表面，呈现一系列受内部原子结构控制的表面特征。它们对于宝石，尤其是原石的鉴定具有重要的意义。

常见的表面特征如下：

①晶面条纹：晶面上由一系列邻接面构造构成的直线条纹，称为晶面条纹。晶面条纹是晶体在生长过程中形成的，在许多晶体上可以看到。

②三角座：一些晶体上见到的呈三角形的特殊图案，称三角座。一些晶体的三角座是由几组解理面组合构造的，例钻石。另一些则与裂理面与双晶面有关，例刚玉。

③ 蚀像：晶体的晶面上出现的具有几何形状内凹小坑或者突起的小丘。

第三章 宝石矿物的化学成分

课题： 宝石矿物的化学成分

学时：2

教学目的及要求：了解矿物化学成分的分类；掌握类质同象的概念及宝石学意义，了解宝石矿物中水的存在形式。

教学重点及难点：类质同象的概念及类质同象对宝石物理性质的影响。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第三章 宝石矿物的化学成分

1、矿物化学成分

(1) 自然元素类

例钻石、自然金等

(2) 氧化物类

例刚玉、金红石、水晶、尖晶石、金绿宝石等

(3) 含氧盐类(大多数)

a 硅酸盐类：例锆石、橄榄石、石榴石、碧玺、透辉石、月光石、日光石、拉长石、翡翠等

b 磷酸盐类：例磷灰石、绿松石等

c 碳酸盐类：例孔雀石、汉白玉、珍珠等

d 硫酸盐类：重晶石等

e 卤化物类：例萤石等

2、类质同象

(1) 概念：晶体结构中的某些质点(原子、离子或分子)为它种类似的质点所代替，仅使晶格常数发生不大的变化，而结构型式并不改变，这种现象称为类质同象。

如刚玉纯净时无色，当其中的 AL 部分被 Cr 取代后变为红宝石，若其中的 AL 部分被 Fe、Ti 取代后则变为蓝宝石。

(2) 类质同象的条件

a 质点大小相近。质点半径相差越小，则相互替代的能力越强。

b 电价总和平衡

c 离子类型相近

d 热力学条件。高温有利于类质同象替代，高压不类质同象替代。组分的浓度对类质同象也有影响。

(3) 类质同象对宝石矿物物理性质的影响

a 对宝石矿物颜色的影响

例刚玉、绿柱石、翡翠、钻石等

b 对宝石矿物折射率、相对密度、硬度及导电性的影响

例橄榄石、石榴石等

(4) 同质多象

同种化学成分的物质，在不同的物理化学条件(温度、压力、介质)下，形成不同结构的晶体的现象，称为同质多像。这些不同结构的晶体，称为该成分的同质多像变体。如：钻石与石墨其化学成分均为C，由于其形成的物理化学条件的不同，形成了两种完全不同的矿物。蓝晶石、红柱石、夕线石是化学式 Al_2SiO_5 的同质多象变体。

3、宝石矿物中的水

有些矿物中含有水，并使得矿物的性质与其含水有关。根据矿物中水的存在形式以及它们在晶体结构中的作用，可以把水分两类：一类不参加晶格，与矿物晶体结构无关的，统称为吸附水；另一类是参加晶格或与矿物晶体结构密切相关，称为结晶水和结构水。

(1) 吸附水：不参加晶格，与矿物晶体结构无关，是渗入在矿物集合体中，为矿物颗粒或裂隙表面机械吸附的中性的 H_2O 分子。吸附水不属于矿物的化学成分，不写入化学式。它们在矿物中的含量不定，随温度和湿度而不同。温度达到 $100-110^\circ\text{C}$ 时吸附水就全部从矿物中逸出而不破坏晶格。

(2) 结晶水：以中性分子存在于矿物中，在晶格中具有固定的位置，起着构造单位的作用，是矿物化学组成的一部分。水分子的数量与矿物的其它成分之间常成简单比例。不同矿物中，结晶水与晶格联系的牢固程度是不同的，因此其逸出温度也有所不同。当结晶水失去时，晶体的结构遭到破坏和重建，形成新的结构。脱水温度： $200-500^\circ\text{C}$ 。例石膏、绿松石等

(3) 结构水：又称化合水。是以 $(\text{OH})^-$ 、 H^+ 离子形式参加矿物晶格的“水”，在晶格中占有固定的位置，在组成上具有确定的含量比。由于与其它质点有较强的键力联系，需要较高的温度（大约 $600-1000^\circ\text{C}$ ）才能逸出。当其逸出后，结构完全破坏，晶体结构重新改组。例 碧玺、托帕石、磷灰石等

第四章 宝石的物理性质

课题：宝石的光学性质

学时：5 学时

教学目的和要求：了解光的基本知识；熟悉光学性质的内容，了解宝石的物理性质是宝石鉴定的重要依据。

教学重点及难点：光学性质的具体内容及机理

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第四章、宝石的物理性质

第一节、宝石的光学性质

一、光泽

1、光泽的定义

是指宝石表面和表层对光的反射能力。

2、光泽的分类

(1) 金属光泽：一般折射率 $N > 2.4$ 例铂、金、银、铜、黄铁矿、赤铁矿等

(2) 金刚光泽：折射率 $N = 1.8—2.4$ 例金刚石、锆石等

(3) 玻璃光泽：折射率 $N = 1.3—1.8$ 绝大多数宝石属于此类光泽

3、宝石光泽在宝石鉴定中的应用

(1) 对拼合石的鉴定

(2) 宝石的肉眼鉴定

例：抛光好的钻石和锆石；抛光好的无色锆石、水晶、托帕石、玻璃、绿柱石。

二、透明度

1、定义：光线穿透物体的难易程度成为透明度。

2、透明度的类型(1cm 厚度标准)

(1) 透明

能完全清晰地透视其他物体，如水晶、托帕石、钻石等。单晶宝石一般都是透明的。

(2) 亚透明

一般厚度下，能模糊地透视其他物体的轮廓。如透明的欧泊、透明度好的翡翠等多晶质宝石。

(3) 半透明

一般厚度下，很难透视其他物体的轮廓。如玛瑙、芙蓉石等能允许部分光透过晶体。

(4) 微透明

一般厚度下，能透过光，但不能看出其他物体的轮廓。如软玉、独山玉、岫玉等。

(5) 不透明

基本上不透光，只有很薄的边缘部分还可以透光。如青金岩、绿松石、珊瑚等。

三、色散（火彩）

1、定义：指白光照射到透明物体的倾斜平面时，由于不同波长的光线具有不同的折率，使白光分解成七色光的作用。

2、色散在宝石中的意义

(1) 可作为宝石肉眼鉴定的特征之一

绝大多数宝石为低色散宝石，高色散宝石较少，因此，色散值高的宝石，加工成型后，通常火彩较好，也是鉴别特征之一。

(2) 高色散值使宝石增添了无穷的魅力

(水晶 0.013、钻石 0.044)

四、多色性

1、定义

非均质的彩色宝石从不同方向观察、或者不同振动方向的偏振光具有不同颜色的现象称为多色性，它包括二色性和三色性。根据不同方向性颜色变化的明显程度划分为强、明显、弱和无

2.多色性的类型

二色性：一轴晶宝石

有 N_o 和 N_e 两个特征偏振光， N_o 为常光垂直 C 轴振动； N_e 为非常光平行 C 轴振动。

如果宝石有多色性，No 和 Ne 的颜色就有区别。例如红宝石常光为红色，非常光为橙色。

3、多色性的意义

(1) 区分均质体与非均质体

如果见到宝石的多色性，它必定为非均质体宝石；不存在多色性的宝石不一定是均质体；均质体宝石不显多色性。

(2) 为正确加工宝石，寻找最佳颜色的切磨方向。（二色镜）

五、宝石的特殊光学效应

1.猫眼效应

(1) 定义

由于密集的平行排列的内含物对平行光线反射形成的纵贯弧面型宝石表面的明亮光带。

(2) 形成的条件

宝石具备以下条件时便可产生显著的猫眼效应：

① 具有一组平行且密集的内含物，通常是管状或针状体或一组完全解理。

② 弧面形宝石的底面与针状包体平行

(3) 猫眼效应产生的机理

宝石及宝石内定向排列的包体或结构对光的折射和反射作用形成的。

(4) 弧面形宝石的高度与“眼线”宽度的关系

折射率高的宝石弧面高度相对较低，折射率低的宝石弧面高度相对增高，才能使猫眼效应明显。

2、星光效应

(1) 定义

由于密集的多组定向排列的内含物对光的反射，在弧面型宝石的表面形成 4 或 6 道星状光带的现象。

(2) 形成的条件

① 宝石具有至少两个方向定向排列的密集的内含物，通常是针状包裹体；

② 弧面型宝石的底面与针管状包体平行

一般：三方、六方晶系的宝石可出现六射星光，等轴、四方、斜方晶系可出现四射星光。

3.变彩（晕彩）

(1) 定义

由于宝石的特殊结构对光的干涉、衍射作用产生的颜色，颜色随着光源或观察角度的变化而改变的现象。

(2) 形成条件

① 宝石必须具有规则的微观结构，例如欧泊中二氧化硅球体构成的三维衍射光栅；变彩拉长石中定向排列的钠长石出熔体、珍珠的层状文石晶体形成的薄层状构造。石英内部裂隙（空气薄层）对光的干涉作用。

② 结构的尺寸必须满足可见光的衍射条件，例如欧泊中二氧化硅球体的直径应在 400nm 左右。

4.变色效应

(1) 定义

在日光和灯光下观察宝石出现截然不同的两种颜色，日光下呈现冷色调（典型的为绿色），灯光下呈现暖色调（典型的为红色）的现象，例如变石在日光下呈绿色，在灯光下呈红色。

(2) 形成原因

变色效应成因的最佳解释是宝石对颜色的选择性吸收达到平衡。以变石为例，变石对可见光的选择性吸收造成透过宝石的绿光和红光达到平衡，如果光源的红光成分较多，宝石就呈现红色，光源的蓝绿光多，就呈现绿色。

六、宝石的发光性

1. 发光性

宝石在各种外来激发源（高温加热除外）的激发下发出可见光的现象。

2. 发光性的意义

宝石的发光性可用来鉴定宝石，在宝石鉴定中为一种辅助鉴定方法。其中最快速、最方便、最经济的仪器为紫外荧光仪。

七、颜色

宝石正是因为颜色的丰富多彩和艳丽美妙而被人们所欣赏。自然界珍贵的宝石都有特征的颜色，如鸽血红、矢车菊蓝等，它们是决定宝石档次、品级的重要特征及标准。宝石颜色的纯正匀净与否是划分宝石价值高低的重要因素。在宝石的鉴定中，颜色及色调有时也是区别各类宝石品种、天然与合成、天然与优化处理的重要标志之一。大多数宝石的颜色都是由组成宝石的化学成分中的致色元素对光选择性吸收所造成，也有部分宝石是由物理性质呈色。

1、颜色的构成

颜色是一种具有一定波长的人眼可以感受到的波长约为 400—700nm 的一段电磁波。宝石的颜色是宝石对不同波长可见光的吸收、透射和反射的综合结果。

2、颜色的三要素

（1）色调：指颜色的种类，彩色宝石的色调取决于光源的光谱组成和宝石对光的选择性吸收，也是彩色间相互区分的特性，如红色、绿色和蓝色。

（2）明度（亮度）：指人眼对颜色明暗度的感觉。取决于①宝石的折射率，折射率大，亮度高。②加工工艺，包括表面的光洁度和后刻面对入射光反射到台面的程度。③宝石本身的颜色，一般颜色深的明度低。

（3）饱和度：指颜色的纯净度和鲜艳度。通常用色光与白光的比例来定量表示。

有色宝石以色调正、明度大、饱和度高为佳品。

3、宝石的颜色成因

（1）传统宝石学颜色成因

①自色宝石：致色元素以宝石的主要成分出现的称为自色宝石。如菱锰矿（ MnCO_3 ）的粉红色是由成分中的 Mn 元素致色；橄榄石（ $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ ）绿色由成分中 Fe 元素致色。条痕色反映了自色特征，可作为肉眼鉴定的依据之一。

②它色宝石：致色元素以微量元素的形式出现的称为它色宝石，如刚玉（ Al_2O_3 ），当成分纯净时无色，当含微量元素 Cr^{3+} 时形成红色，称为红宝石；当含微量 Fe 和 Ti 元素时形成蓝色，称为蓝宝石。

宝石致色元素主要有 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu 八种过渡元素。

不同的微量元素可产生不同的颜色。例尖晶石，纯净时为无色，含微量 Co 时呈蓝色，含微量 Fe 时呈蓝色、褐色，含微量 Cr 时呈红色。

同一种元素的同价态在不同的宝石中可引起不同的颜色。例如红宝石中的 Cr^{3+} 导致红色，祖母绿中的 Cr^{3+} 导致绿色。

同一种元素的不同价态可产生不同的颜色。如 Fe^{2+} 呈浅蓝色， Fe^{3+} 呈棕色。

它色宝石的条痕色一般为无色，无鉴定意义。

③假色宝石：由于光的物理现象造成的颜色。不是选择性吸收造成的颜色。

干涉：例拉长石晕彩、珍珠的光泽等

衍射：例欧泊的变彩

散射：例日光石（蓝色浮光）

色散：例钻石

包体：例日光石

2) 近代科学宝石颜色的成因解释

① 过渡金属元素的内部电子跃迁理论

过渡金属元素的 $d-d$ 电子跃迁时选择性吸收可见光后，未被吸收的残余光综合色就呈现为宝石的颜色。

② 色心的致色理论

色心是一种能导致物体产生颜色的晶格缺陷，可以分为电子色心和空穴色心两类：

① 电子色心：电子占据了阴离子空位时所产生的色心。也可认为电子被捕获并占据了通常情况下本不应有电子存在的位置时，就形成了电子色心。例萤石的紫色

② 空穴色心：由于阳离子缺失而相应产生的电子空位。也可认为一个本该存在电子的位置上缺少一个电子，留下一个“空穴”和一个能吸收光的未配对的电子，这种缺陷称为“空穴”色心。例紫晶的紫色

色心和致色元素的最大区别是，色心形成的颜色在一定条件下（如高温），会由于晶格缺陷的变化或者消失，而改变色心的性质，致使颜色发生改变或者褪色，称为色心转移和漂白。这种机制在宝石的颜色改性处理中发挥很大的作用。如紫晶为色心致色，受到加热后会转变为黄色，成为黄水晶，进一步加热，会退色成无色。

第四章 宝石的物理性质

课题：宝石的力学性质 宝石的热学性质 宝石的电学性质

学时：3 学时

教学目的和要求：熟悉宝石的力学性质、热学性质和电学性质的内容，了解宝石的物理性质是宝石鉴定的重要依据。

教学重点及难点：力学性质的具体内容及机理

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第二节 宝石的力学性质

一、相对密度

宝石在空气中的重量与同体积水在 4°C ，1 大气压下的重量之比值，没有单位。

相对密度 (SG) = $\frac{W_{\text{空}}}{W_{\text{空}} - W_{\text{水}}}$

相对密度 (SG) = $\frac{W_{\text{空}}}{W_{\text{空}} - W_{\text{水}}}$

相对密度最小的宝石：琥珀 (1.05—1.10)

相对密度最大的宝石：人造钹榴石 (7.05)

二、硬度

1、概念

矿物的硬度是指矿物抵抗外来刻划、压入或研磨等机械作用的能力。它是鉴定矿物的重要特征之一。

以刻划法为基础的摩氏硬度是最常用的矿物硬度分类。矿物学家摩斯选择了十种有代表性的矿物，依据他们相互刻划的能力分成十级：滑石、石膏、方解石、萤石、磷灰石、正长石、石英、黄玉、刚玉、金刚石。滑石硬度最低，金刚石硬度最大。

指甲：2.5 铜针：3 普通玻璃：5~6

刀片：5.5~6 钢锉：6.5~7

注意：① 矿物等级之间只表示硬度的相对大小，各级之间硬度的差异不是均等的。

②矿物的硬度也具各向异性。例如蓝晶石，沿晶体延长方向的硬度是 5，而垂直延长方向的硬度为 7。 ③硬度测试为损伤性测试，一般不用于琢磨好的宝石。

2、用途

①鉴定：摩氏硬度计可帮助鉴定宝石、确定宝石的档次

②加工

宝石硬度为宝石加工提供了重要的基础。不同硬度的宝石选择不同的研磨和抛光材料，特别是差异硬度的存在，为钻石的琢磨提供了可能性。

现在钻石被用来切磨和抛光翡翠，产品通常看上去具均匀的玻璃光泽。然而，以较软的材料抛磨的老产品则会有“橘皮状”表面。这种小尺度的不规则抛磨效果是由玉的多晶质结构所导致。在这种多晶质结构中，随即取向的每个颗粒以不同的硬度方向朝着抛光粉料。类似的“坑凹”现象也见于青金岩。

改用钻石粉后，不论是对不同硬度颗粒的混合物还是对单晶质的不同硬度方向，都能在所有方向上产生较均匀的抛磨效果。

③找矿

三、解理

1、定义：矿物受外力(敲打、挤压等)作用后,沿着一定的结晶方向发生破裂,并能裂出光滑平面的性质称为解理。

解理是由矿物的晶体结构决定的。由于晶体中的化学键力在不同的结晶方向存在差异，导致面网间化学键力最弱的方向易于产生破裂，形成解理。解理按产生的难易程度分为以下几种类型：

解理分级	解理面特点	解理面特点	实例
极完全解理	极易沿解理面分成薄片，解理面平整光滑	（宝石中没有此项解理）	非宝石：云母片、石墨
完全解理	很易裂成平面或小块，断口难出现	光滑平整闪光的平面可呈台阶状	钻石、托帕石、萤石、方解石
中等解理	可以裂成平面，断口较易出现	较平整闪光的平面	金绿宝石、正长石（柱石）
不完全解理	不易裂成平面，出现许多断口	不平整、不连续，带有油脂感	磷灰石、锆石、橄榄石
极不完全解理	极少沿解理面分裂，肉眼一般看不到	无解理面，断口常不平整	石英、碧玺、尖晶石

2、用途

①加工

利用解理面劈开宝石或去掉原石中质量较次的部分；

在宝石切磨时，平行解理面不能抛光，至少要使刻面与解理面保持 5° 以上的夹角，否则会产生粗糙不平的抛光面；例托帕石

劈开钻石，避免胡须，破裂；

解理发育的宝石加工过程中用力要适度。尽管一些宝石的硬度很大，但由于解理发育，在受到外力作用时，极易破裂，应避免碰撞和刻划。

②鉴定

如钻石腰棱出现“胡须”。真钻才会有白色的“胡须”，是打磨腰棱产生的，有助于区别一些无解理的仿钻；翡翠解理面的闪光（翠性）

四、裂开（裂理）

是晶体在外力作用下，沿着双晶结合面或包体分布面方向裂开成光滑平面的性质。裂开的面称为裂理面，裂理面的外观和解理面相似。但是裂理的成因与解理不同，裂理有两种成因：一是双晶结合面，特别是聚片双晶的结合面造成裂理；另一种原因是，包体分布面也可造成裂理。例红宝石常具三组方向的裂开

五、断口

晶体或材料受到外力作用发生的随机的无方向性的破裂。断口和解理是互为消长的，解理越发育，断口越不发育，反之亦然。

由于断口常具有一定的形态，因此可用来作为鉴定矿物的一种辅助特征。

常见的断口类型有：

贝壳状断口：例如玻璃破裂时，具有弯曲凹或凸面，形态似贝壳。这种断口发育在非晶质材料及解理不发育或极不发育的结晶质材料中，如天然玻璃、石英、绿柱石等。

锯齿状断口：发育在韧性纤维状结构的宝石的参差不齐、常呈锯齿状的破裂。翡翠、软玉等

参差状断口：东陵石、珊瑚等

利用断口鉴定宝石，如绿松石及其玻璃仿制品都具有贝壳状断口，但前者呈暗淡光泽，后者为玻璃-油脂光泽。玻璃常用来仿玉髓，但玉髓断口为蜡状光泽。

六、韧性和脆性

1、韧性：宝石材料抗拒因敲击发生破裂的能力。大多数的多晶质材料（玉石）具交织结构，不同颗粒的解理方向不同，当受到敲击并在表面产生解理或断口裂隙时，裂隙通常只穿过近表面为数不多的颗粒，不易进入纵深并发生整体的破坏。这样的材料具有较好的韧性，或者说韧度较高，例如软玉。

常见宝石韧性从强到弱：软玉 > 翡翠 > 红宝石 > 钻石 > 水晶 > 海蓝宝石 > 橄榄石 > 祖母绿 > 托帕石 > 月光石 > 金绿宝石 > 萤石

宝石的韧性和硬度不成正比。例钻石和软玉

金刚石是世界上最硬物质，但韧性不够。

锆石：H 为 6.5~7.5，但有纸蚀现象

软玉硬度虽低，但有强的韧性，能经受刚锤冲击。

集合体材料的韧性比较好，如软玉，硬玉适用于雕琢。

第三节、宝石的热学性质和电学性质

一、导热性

宝石对热的传导能力。

相对热导率的确定常以尖晶石的热导率为基数 1

尖晶石	钻石	刚玉	玻璃	石英
1	56.9~170.8	2.96	0.08	0.5~ 0.94
翡翠	橄榄石	电气石	锆石	托帕石
0.4~0.56	0.41	0.45	0.39	1.59

二、导电性

宝石矿物对电流的传导能力。

能导电的宝石有：天然蓝色钻石、合成金红石、赤铁矿等

利用导电性可区分天然蓝色钻石和改色蓝色钻石

三、压电性

宝石矿物的这种可使压力与电荷相互转换的性能。

例天然单晶水晶、合成单晶水晶等

四、热电性

将晶体加热时，在晶体两端产生电压或电荷的效应。

例石英、电气石等

五、静电性

例琥珀

六、放射性

例磷灰石、萤石、锆石等

七、磁性

例磁铁矿、赤铁矿、合成钻石等

可鉴别合成钻石

第五章 宝石矿床和内含物

课题： 宝石矿床和内含物

学时：3

教学目的及要求：熟悉宝石矿床的成因及分类，熟悉世界宝石资源的分布情况，了解包裹体的概念以及研究包裹体的意义，熟悉包裹体的类型和研究方法。

教学重点及难点：研究包裹体的意义，包裹体的类型和研究方法。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第五章 宝石矿床和内含物

在地质学中,矿床指地壳中有地质作用形成的其所含有用资源的质和量,在一定经济条件下能被开采和利用的地质体。

第一节:宝石矿床的成因分类

按照宝石矿床的成矿作用不同而划分的矿床类型称为宝石矿床的成因分类。

1、内生成矿作用

内生作用的能源来自地球内部，主要有与岩浆活动有关的岩浆作用和与地热、地压（地重力）有关的变质作用。按照物理化学条件的不同划分为： 岩浆成矿作用、伟晶成矿作用、气成热液交代成矿作用和热液成矿作用。

2、外生成矿作用

也称为表生作用，是由太阳能、水、大气和生物所产生的作用，包括风化作用、沉积作用和生物成矿作用。

3、变质成矿作用

地壳中已经形成的岩石和矿石，由于地壳构造运动和岩浆、热液活动的影响，温度和压力发生改变，使其在矿物组分、结构构造上发生改变的作用，称为变质作用。这种作用是在固体状态下发生的。

天然宝玉石形成作用简表

成矿作用	矿床类型	宝玉石赋存环境	宝玉石种类	主要产地	实际工业意义
内生成矿作用	岩浆矿床	金伯利岩	金刚石、镁铝榴石。	南非、中国辽宁。	主要原生矿床
		钾镁煌斑岩	金刚石	澳大利亚	主要原生矿床
		第三纪碱性玄武岩和橄榄玄武岩	蓝宝石、红宝石、锆石、贵橄榄石。	柬埔寨拜林、泰国尖竹汶、澳大利亚、中国山东和福建等。	大型蓝宝石、贵橄榄石源岩。
	伟晶岩矿床	晶洞伟晶岩	海兰宝石、彩色电气石、托帕石、黄水晶、祖母绿、金绿宝石。	巴西、俄罗斯乌拉尔、中国新疆阿勒泰。	海兰宝石、托帕石、彩色电气石和黄水晶主要矿床类型。
		稀有金属伟晶岩	彩色电气石、铯绿柱石、紫锂辉石、锰铝榴石、铁铝榴石。	俄罗斯乌拉尔、中国新疆阿勒泰。	可做副产品提供宝石

天然宝玉石形成作用简表

成矿作用	矿床类型	宝玉石赋存环境	宝玉石种类	主要产地	实际工业意义
内 生 成 矿 作 用	气 成 热 液 交 代 矿 床	矽卡岩	红宝石、蓝宝石、尖晶石、锆石、青金石	缅甸曼谷、泰国尖竹汶、斯里兰卡。	红宝石、蓝宝石、尖晶石大型砂矿源岩、青金石主要矿床类型。
		云英岩	祖母绿、海兰宝石	俄罗斯乌拉尔、津巴布韦。	祖母绿主要矿产类型。
		超基性交代岩	翡翠、软玉、钙铁榴石	缅甸度冒、新疆和田、俄罗斯。	翡翠、软玉、钙铁榴石主要矿床类型。
		硅化岩	木变石(虎睛石)	南非、巴西、中国河南。	木变石(虎睛石)主要矿床类型。
	热 液 矿 床	深成热液矿床	紫水晶、黄水晶		紫水晶、黄水晶主要矿床类型。
		火山期后热液型	紫水晶、玛瑙、托帕石	巴西、中国	紫水晶、黄水晶主要矿床类型。
		地下水热液矿床	水晶、祖母绿	中国广西、哥伦比亚木佐。	祖母绿主要矿床。

天然宝玉石形成作用简表

成矿作用	矿床类型	宝玉石赋存环境	宝玉石种类	主要产地	实际工业意义
变质成矿作用	变质矿床	铁铝榴石-角闪石相和片麻岩、麻粒岩相变质岩，变质石英岩	红宝石、蓝宝石、铁铝榴石、日光石、月光石、东陵石、密玉等。	斯里兰卡、芬兰。	红宝石等主要砂矿源岩、石英岩质玉石主要来源。
外生成矿作用	风化矿床	砂-粘土质岩石和超基性岩面性风化壳	欧泊、玉髓	澳大利亚	欧泊、玉髓主要矿床类型。
		铜、铁矿线性风化壳	孔雀石	中国广东	孔雀石主要矿床
		含铜-磷线性风化壳	绿松石	中国湖北、美国。	绿松石唯一来源。
	砂矿床	冲积和残坡积砂矿	钻石、红宝石、蓝宝石、翡翠。		所有宝石主要开采矿床。
	生物成因矿床	石化型：褐煤	煤精、琥珀、硅化木、象牙、玳瑁、珍珠、贝壳、红珊瑚、白珊瑚	中国、波兰、俄罗斯、非洲、日本等。	有机宝石唯一来源。

第二节、宝玉石的资源分布

据不完全统计，世界已发现和开采宝石、玉石、彩石约 600 余种，其中的 1/3 是二十世纪发现的。

由于地球不同区域地质与物化条件的差异，加上宝玉石形成所要求的特殊条件，宝玉石资源的分布呈现出不均匀特点。

全球宝玉石资源分布的特点是：

1、亚洲

亚洲是优质宝石的重要产地，包括优质红宝石（缅甸、泰国）、优质翡翠（缅甸）、青

金石（阿富汗）、绿松石（伊朗）、优质蓝宝石（克什米尔）等，此外，斯里兰卡的红宝石、蓝宝石、金绿宝石等，俄罗斯的金绿宝石和石榴石，中国的优质软玉等均是世界闻名的。

2、非洲（东部）

非洲被人们称为宝石的仓库，蕴藏着丰富的宝石资源，例如南非的钻石，埃及的优质绿松石，津巴布韦的祖母绿，坦桑尼亚、肯尼亚的红宝石、蓝宝石、坦桑石，赞比亚的祖母绿等，其中南非的钻石是世界最闻名的。

3、美洲（西部）

美洲大陆亦不乏宝石资源，其中最著名者是巴西的米纳斯吉拉斯伟晶岩体，因为其中蕴藏了国际珠宝市场中 70% 的海蓝宝石、95% 的彩色托帕石、50%—70% 的彩色碧玺及紫晶、金绿宝石等，另外哥伦比亚的祖母绿无人可匹敌。

4、欧洲

欧洲是宝石资源相对较少的地区，比较著名的是前苏联的西伯利亚、乌拉尔一带，在这一地区出产的已知宝石品种有钻石、祖母绿、石榴石、变石、查罗石、青金石、软玉、绿松石等。

5、大洋洲

大洋洲是世界重要的宝石产地，其中以澳大利亚最为闻名。据不完全统计，澳大利亚是世界金刚石的第一大产地，而且还有许多彩钻；世界 95% 以上的优质欧泊和 60% 的蓝宝石产于此；另外，澳大利亚的软玉储量丰富，绿玉髓品质优良。

中国宝玉石资源分布的特点是：

目前发现宝玉石矿 200 多处，332 种，其中：宝石 51 种，玉石 121 种，有机宝石 12 种，观赏石 122 种。相对集中地分布在如下区域：

- ①东部沿海带产出金刚石、蓝宝石、岫玉、水晶、寿山石、青田石、昌化石等；
- ②天山—阿尔泰山(新疆)带产海蓝宝石、石榴石、碧玺、紫晶、托帕石等；
- ③阴山（内蒙古）带产海蓝宝石、石榴石、碧玺、紫晶、巴林石等；
- ④昆仑山—祁连山带产和田软玉；
- ⑤喜马拉雅（青藏）山脉产红宝石和祖母绿；
- ⑥秦岭带（甘肃、陕西、河南）在河南产独山玉、密玉，在湖北郧阳产绿松石，在湖北铜录山产孔雀石。

第三节、宝玉石的包裹体

宝玉石中的包裹体是指在宝石内部与主体宝石有成分、结构或相态差异的内部缺陷及内含物质。

具体而言包裹体应包括宝石内部的固相、液相和气相物质以及双晶、解理、裂隙、生长纹、生长色带、生长蚀象等。

一、包裹体的类型和特征

宝玉石中的包裹体与宝玉石常常属于相同或相似作用过程的产物，因此，包裹体的研究对于宝玉石成因、归属等方面的研究具有重要的意义，同时也是宝玉石质量评价的重要内容。

据包裹体与宝玉石形成时间关系，包裹体有：

①原生（先成）包裹体：是指比宝玉石形成更早，在宝玉石形成前就已结晶或存在的一些包裹体；

特征:都为固体包裹体。例祖母绿中的黄铁矿包体、石榴石中的磷灰石包体等

②共生（同期）包裹体：指在宝玉石结晶的同时形成和结晶的一些物质；

特征:共生包体所含的成矿溶液与形成主体宝石晶体的成矿溶液相同。

③次生（后生）包裹体：是指宝玉石形成以后由于环境的变化，如宝玉石受应力产生裂隙，宝玉石周围的一些物质沿裂隙“贯入”到宝玉石中形成的包裹体。特征:后生包体所含

的成矿溶液与形成主体宝石晶体的成矿溶液不同.次生(后生)包裹体的形状比较复杂,有 拉长状、弯曲状和 不规则状等。

据包裹体物理相态,包裹体有:

- ①固体包裹体: 主要指存在宝玉石中呈固体相存在的包裹体;
- ②流体包裹体: 包括单相、二相或多相的流体为主 ($V_{液}>50\%$) 的包裹体;
- ③气体包裹体: 主要由气体相组成的包裹体 ($V_{气}>50\%$), 其中也可含少量的液体或其它相态。

二、宝玉石包裹体研究的意义

①确定宝玉石的质量等级: 与包裹体相对应的是宝玉石质量评价四大指标之一的“净度”;

②区别天然与人工宝石: 通常一般仪器的测定只能确定宝石的种属, 而无法区分它是合成或是天然的, 通过对其包裹体的观察和鉴定就有可能对其作区分, 这是包裹体在鉴定宝玉石时最重要的意义所在; 例天然红宝石与合成红宝石。

③判断宝玉石是否经过改善: 许多天然宝玉石改善后物理常数往往变化不大, 但是经过改善的宝玉石其包裹体特征会有明显变化; 例热处理刚玉宝石。

④判断宝玉石的产地: 当发现宝玉石中存在某些特殊的包裹体组合时, 可成为判断其产地的重要辅助依据; 例祖母绿的产地特征。

⑤确定宝玉石的形成条件和成因: 通过宝玉石中的包体, 我们可以测定其形成时的温度、压力等数据, 从而判断其形成条件和成因;

⑥指示宝石的种属: 某些宝石的不同种属, 虽然性质相同或相似, 但包裹体类型不同, 据此可帮助区分其不同种属, 例如对石榴石不同种属的区分。(如钙铝榴石和翠榴石)

⑦判断宝石人工生长所用的方法: 因不同方法生长的宝石, 其包裹体有一定差异, 反映出不同的工艺过程, 据此可判断其生长方法;

三、宝玉石包裹体研究的方法

宝石中的许多表面或较显著的包裹体可用肉眼或 10×放大镜观察, 但更为深入或准确的鉴定通常需用到具更高放大倍数 (20~200) 的宝石显微镜, 甚至于激光拉曼光谱、电子探针、X 射线荧光分析、离子探针等大型鉴定仪器。

(1) 肉眼和 10×放大镜下包裹体的研究

在肉眼和 10×放大镜下观察和鉴别包裹体最重要的是要有好的光源和良好的背景(采用白色为佳, 它能衬托其内部的结构缺陷、不同颜色的包裹体; 样品表面粗糙时, 可将宝石放入装有浸油或清水的玻璃器皿中)。

肉眼和 10×放大镜下可观察到的包裹体特征有:

①解理和裂隙。一些解理比较发育的宝石, 在其原料的表面可观察到这种特征; 当这种特征在宝石断口表现时, 它往往呈一种阶梯状, 对光线有不均匀的散射; 当它分布在宝石内部时, 我们一般看到一些近于平直的片状“闪光”或“虹彩”; 若宝石不具解理, 则往往为贝壳状断口或见到一些弧形的闪光面。红宝石、尖晶石等宝石常见到微小的裂隙。

②色带及生长纹。在肉眼和 10×放大镜下, 通常能轻易观察到这种特征。观察的关键是转动宝石从各个角度观察。

③气态、液态包体及大的同生或次生包裹体。一般同生包裹体往往是单个或数个分布、较为孤立, 而次生的则往往成条带状, 有时是沿裂隙分布的。

④固体或金属矿物。宝石内的固体或金属矿物一般用肉眼或 10×放大镜即可观察到。透射光下, 这类包裹体往往有一种固定的或有棱角的形态; 金属矿物多为不透明, 反射光下可见不同的金属光泽反光。

⑤宝石内部的双影。部分双折射较强的宝石, 可在 10×放大镜下见到其亭部棱的双影。

观察的方法是从宝石的冠部向宝石内部观察（最好从冠部的侧面观察），我们会发现宝石亭部的棱由一条线变成二条线（即双影）。

⑥拼合石的胶合部位。在不同宝石的接合部位，因胶合时会封闭部分空气，因而肉眼或 10×放大镜下经常可见到一层平直的“雾状物”或层状的气泡层，把宝石放入到清水或浸油中，这种现象更为清楚。

⑦一些明显的生长特征及缺陷。如钻石腰部因加工产生的“胡须”状微裂纹，天然钻石腰部出现的三角面，钻石台面的双晶纹及内部的“结疤”等。

⑧宝石中的一些特殊现象。如琥珀内的昆虫，翡翠内部的“蝇翅状”闪光，染色宝石内部沿裂纹分布的颜色加深现象等。

(2)显微镜下包裹体的研究

在宝石显微镜下，可以对包裹体的相态和种类开展进一步的研究。

包裹体相态的确定一般是根据包裹体的颜色、形状、折射率大小、气泡的分布等特征确定。如气相单独存在时一般呈球形，有时也可呈负晶形（空晶），大多时候往往是存在于液相中。

第六章：宝石鉴定仪器

课题：10 倍放大镜、宝石显微镜；分光镜

学时：2 学时

教学目的和要求：明确 10 倍放大镜、宝石显微镜、分光镜使用过程中的注意事项；熟悉 10 倍放大镜、宝石显微镜、分光镜使用过程中的技巧；如何选用宝石显微镜的三种照明方式。

教学重点及难点：10 倍放大镜、宝石显微镜、分光镜使用方法和注意事项；

教学方法及手段：讲授

教学过程：

一、放大镜

放大镜是焦距较短的凸透镜，其作用是放大物体在视网膜上所成的像。放大倍数越大其像差也就越明显，对观察物体的歪曲程度也就越大，大于 3 倍的单透镜就开始有了肉眼可辨的像差。为了消除像差，要采用双组合镜或者三组合镜。



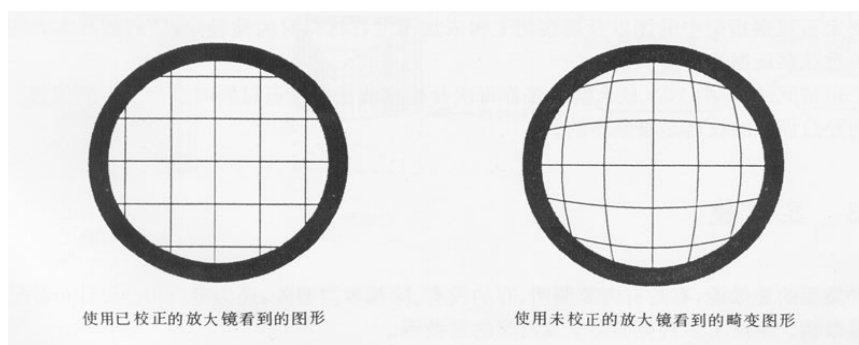
放大镜是用于观察宝石内、外部现象最简易而有效的工具。

实际上，人们对宝石的观察，习惯于首先使用肉眼，只有当肉眼看不清时，才使用放大镜。为了能观察到各种现象，观察者的姿势和习惯，照明方式，观察背景等都会产生影响。

由于人的肉眼能力有限，最多只能看清 0.1 0.2mm 左右的小物体，而宝石内部的线纹、裂隙、包体等，往往小得肉眼看不清，这时，就必须借助于放大镜。

1、判断放大镜质量的标准

优质的放大镜，一般由 3 片或 3 片以上的透镜组合而成，它们具有良好的消色差和消像差。



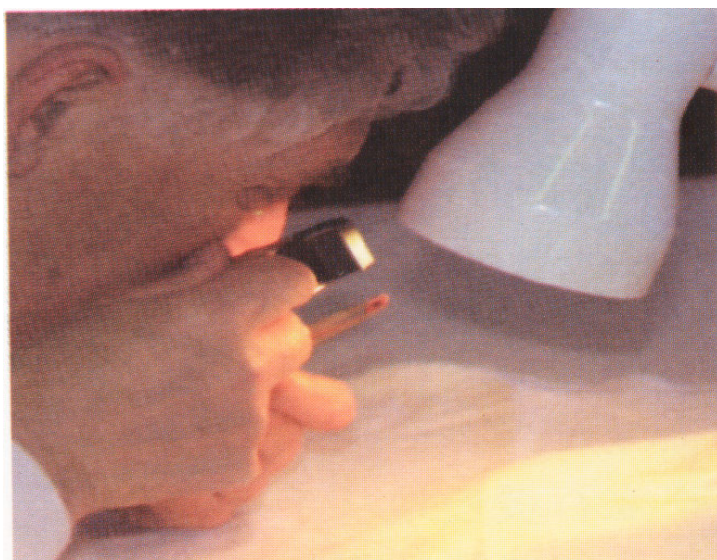
2、使用放大镜的方法和注意事项

(1) 清洁放大镜和宝石样品

(2) 一手持放大镜，一手用镊子夹住宝石。放大镜靠近眼睛 2.5cm 左右，样品靠近放大镜约 2.5cm。

使用放大镜观察时，姿势也很重要。正确的方法是使放大镜尽量贴近眼睛，从近距离观察；错误的做法是将放大镜贴近宝石，从远处观察。

为了避免放大镜晃动，应将握放大镜的手靠在脸上，拿宝石的手与其接触，两肘或前臂放松地靠在桌子上。注意要让眼睛、放大镜和宝石保持固定距离。



(3) 注意照明，用较强的光源照射在样品上。放大镜观察需要充分、合适的照明，要让光线只照到样品上，不照射到放大镜上，尤其是不能照到眼睛。观察时，宝石置于灯罩的边缘位置，灯罩下缘不高于双眼，不要让光线直接射到眼睛



(4) 观察中必须转动宝石，随时调节工作距离以便观察。

3、应用

放大镜是最常用、最简便的宝石鉴定工具，其用途主要有：

(1) 观察宝石的表面特征：

①有关宝石性质的特征：光泽、刻面棱的尖锐程度、表面平滑程度、原始晶面、蚀象、解理、断口特征等。

②宝石加工质量的特征：划痕、破损、抛光、形状和对称性等。

(2) 观察宝石内部特征：包括内含物的形态、数量，后刻面重影、生长纹、色带、拼合面等。

(3) 综合评判

主要用于钻石的简易鉴定、净度分级。B 货翡翠的表面酸蚀纹。



二、宝石显微镜

宝石的包体和某些现象有时非常微小，甚至用 20 倍的放大镜也看不清楚，而为了鉴定宝石的真假和质量，看清包体及某些现象有时是必不可少的，这时就必须使用放大倍数更高的仪器——宝石显微镜。

目前使用的宝石显微镜是立式双筒立体变焦显微镜。

用宝石显微镜观察检验宝石，要比用放大镜方便、清楚得多。因为这样可以避免由于手持产生的抖动；用双目观看可见到宝石立体的影像；它的不足之处是体积大而重，携带不便。

1、照明方式

使用显微镜观察宝石的效果，经常与人们观察时使用的照明方式有关。

一般使用三种照明方式。

（1）暗域照明法（最常用）

光源的光不直接射向宝石，而是经半球状反射器的反射后再射向宝石，直射的光线用档光板遮蔽，此时大多数光线不直接进入物镜，只有宝石中的包裹体产生的漫反射光进入物镜，于是宝石的内、外部特征在暗色背景上十分清晰，这是一种最为常用的照明方法。

特点：可观察浅色和白色的包体，明暗相间的色带、生长纹，可长时间观察。

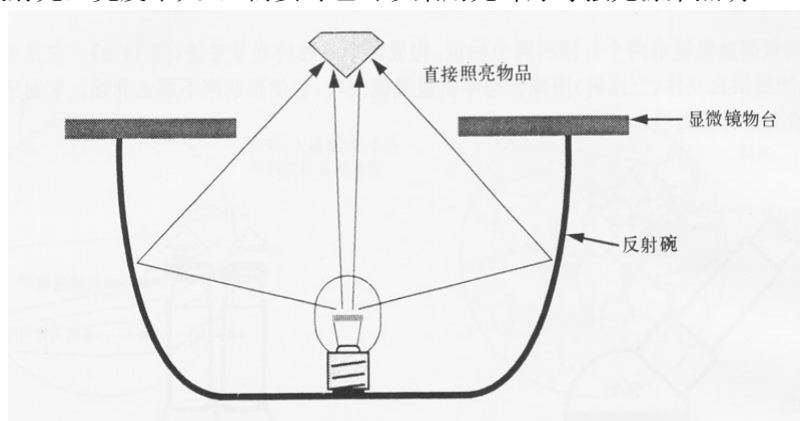
（2）亮域照明法（透射照明法）

光源由宝石的底部直接照射。为避免过强的光线炫眼，要把光圈锁得较小，不让宝石以外的光线进入显微镜，或者把光源调暗。

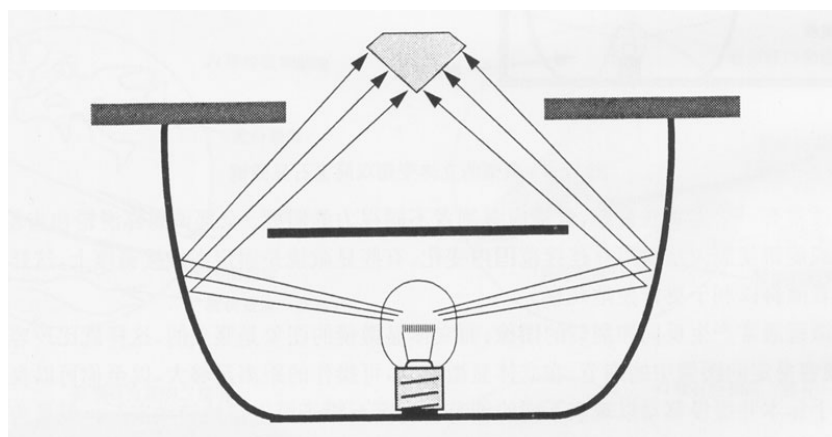
特点：观察暗色包体，色带和生长纹。翡翠、软玉、蛇纹石玉、石英岩的结构。

（3）顶部照明法（利用反射光）

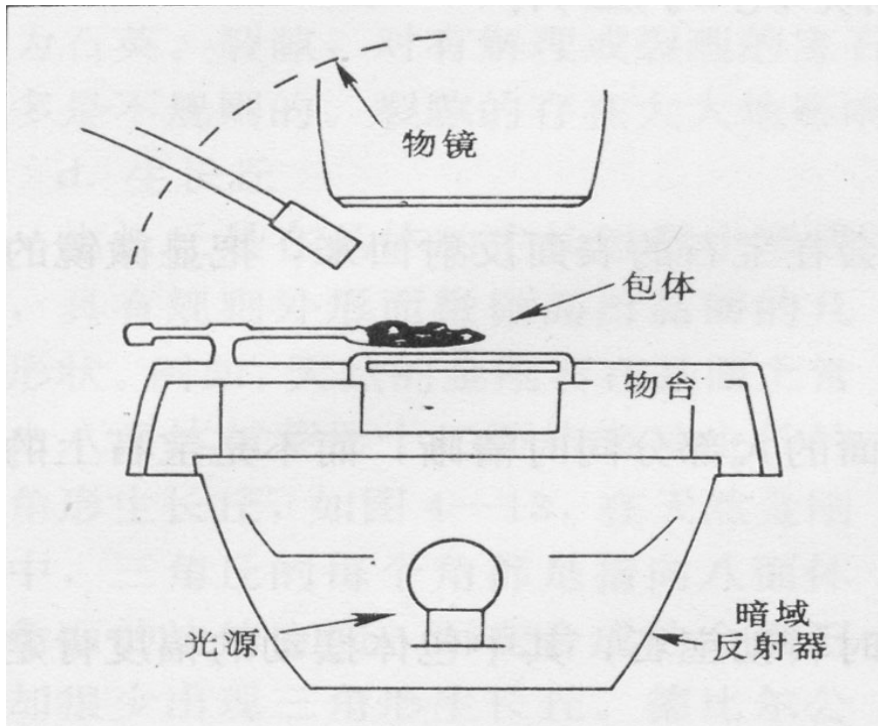
光源在宝石的上方，经宝石表面或者内部反射出的光线进入物镜，这种照明方式适于观察宝石表面及近表面特征。这种方法主要针对不透明或微透明宝石。标准的顶光源是白色的漫反射光，亮度不大，需要时也可以采用光纤灯等强光源来照明。



亮域照明



暗域照明



顶部照明

2、应用

除了和放大镜一样，观察宝石的表面特征、内部特征、加工质量的特征等外，宝石显微镜的用途还有：

(1) 观察刻面棱双影

合成碳硅石（0.043）、锆石（0.059）、橄榄石（0.036）和碧玺（0.020）等的双折率大的宝石会出现刻面棱重影根据重影的程度估计宝石的双折率。这种办法特别对折射率大于1.81的双折射宝石的鉴定具有价值。

(2) 测定近似折射率（ $N > 1.81$ ）

(3) 显微照相

在显微镜上配上照相机，即可进行宝石显微特征的照相，如包裹体照片等。

3、在宝石显微镜下研究包裹体的步骤

①清洁宝石表面，以免将宝石表面的脏物当作为宝石包裹体。

②用宝石显微镜的夹子夹住宝石，将宝石台面向上，升降镜筒，聚焦在宝石的台面上。观察结晶质的包裹体最好用暗域照明，而观察气液包裹体可用明场，金属矿物包裹体可用反射或顶光照明。

③先从最小的放大倍数开始观察，然后逐渐改变放大倍数。进行观察时必须把焦距调节于宝石内部，观察过程中要不断调节焦距以便能发现宝石内不同焦平面的包裹物。

④当怀疑包裹体是表面的附着物时，可重新调节焦距。若显微镜准焦在宝石表面时“包裹体”才清楚，而稍调节焦距包裹物即变模糊，可怀疑为附着物，应重新清洁宝石表面，再作观察。

3、使用时应注意的事项

(1) 清洁宝石，防止将表面灰尘当作内部特征。

(2) 观察时先用低倍放大，需要时再进一步放大观察倍数。

(3) 区别内部包体和表面灰尘或油污可用反射光法。

- (4) 为了减少宝石表面反射或漫反射，有时可采用浸油帮助观察。
- (5) 观察后刻面重影时，应转动宝石，至少从三个方向对其观察,避免观察方向平行光轴.

三 分光镜

分光镜是用于检测样品对光选择性吸收特征的一种仪器。这种吸收常常与样品所含的致色离子有关。



1、结构和工作原理

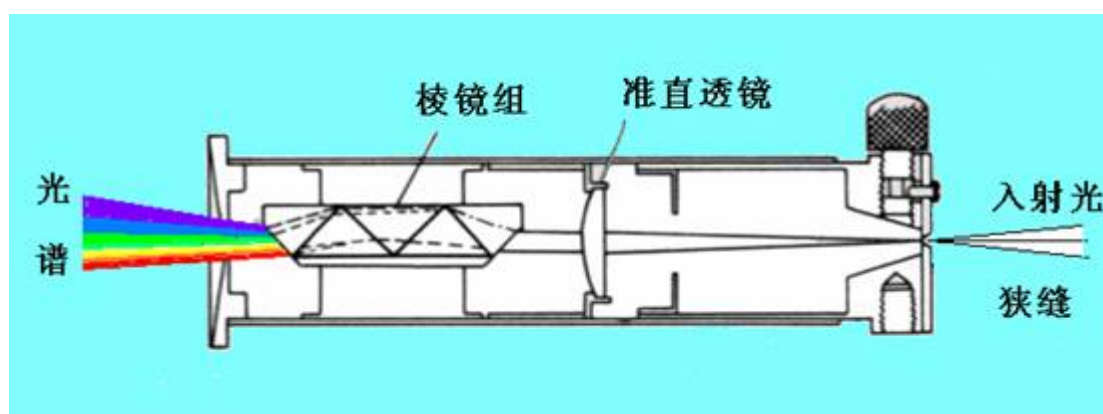
(1) 工作原理

利用色散元件（三棱镜或光栅）便可将白光分解成不同波长的单色光，按波长依次分开构成连续的可见光光谱，如果白光的中某些波长的光被宝石选择性吸收，通过按波长展布开的光谱就可以分析出哪些波段被宝石吸收。

(2) 结构

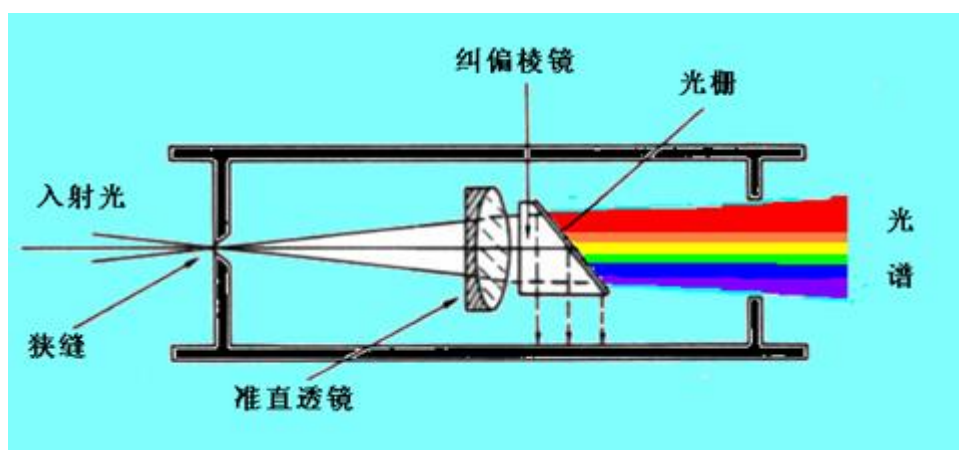
①棱镜式分光镜 （台式）

特点：光谱的蓝紫区相对扩宽，红光区相对压缩，蓝区分辨率高，透光性好。较适合观察蓝区，如蓝宝石、橄榄石等。



②光栅式 （手提式）

特点：光栅式分光镜产生光谱各色区大致相等，红光分辨率较高，透光性差，较适合观察红区，如红宝石、祖母率等。



2、分光镜使用方法

(1) 透射光法：把样品放于光源与分光镜间，只让透过样品的光进入分光镜；适用于半透明到透明的宝石。

(2) 表面反射光法：适合观察不透光样品，使光线从样品上部照射，分光镜对准反射光线；

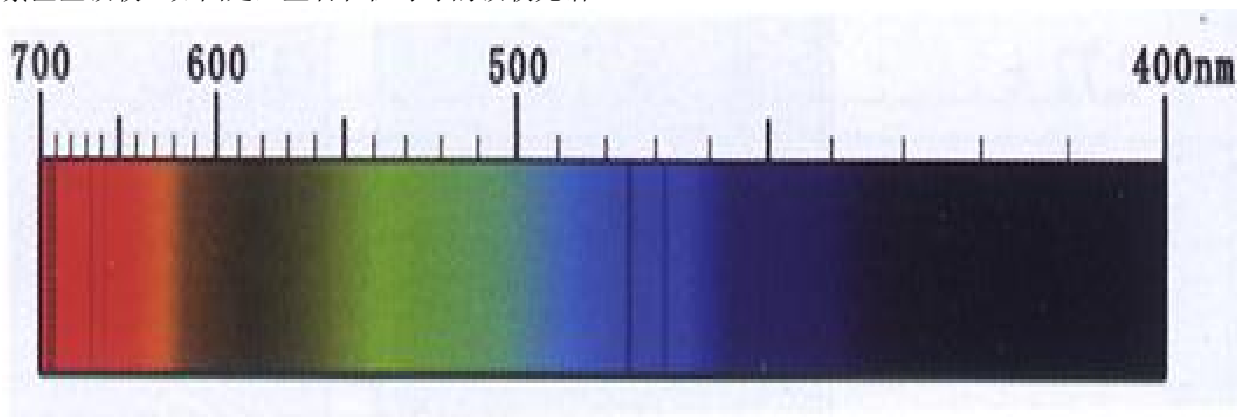
(3) 内反射法：适用于色浅、颗粒小的透明宝石。光源（如笔手电）从前上方 45 度角度的方向照射样品，让光线从样品的亭部刻面射入到台面再全反射从相对的亭部刻面放射出来，分光镜狭缝对准透过样品的光线，从目镜观察光谱，同时调整分光镜的位置，直至谱线最清晰。

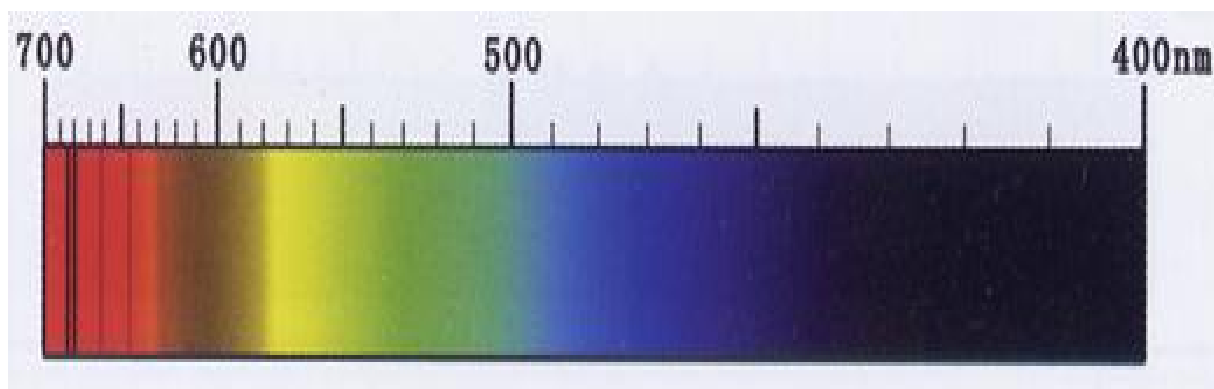
3、主要色素离子光谱特征

(1) Cr^{3+} 特征光谱

Cr^{3+} 离子具有很强的致色作用，其吸收光谱总体上是透过红光，吸收黄绿光，透过蓝光，吸收紫光。

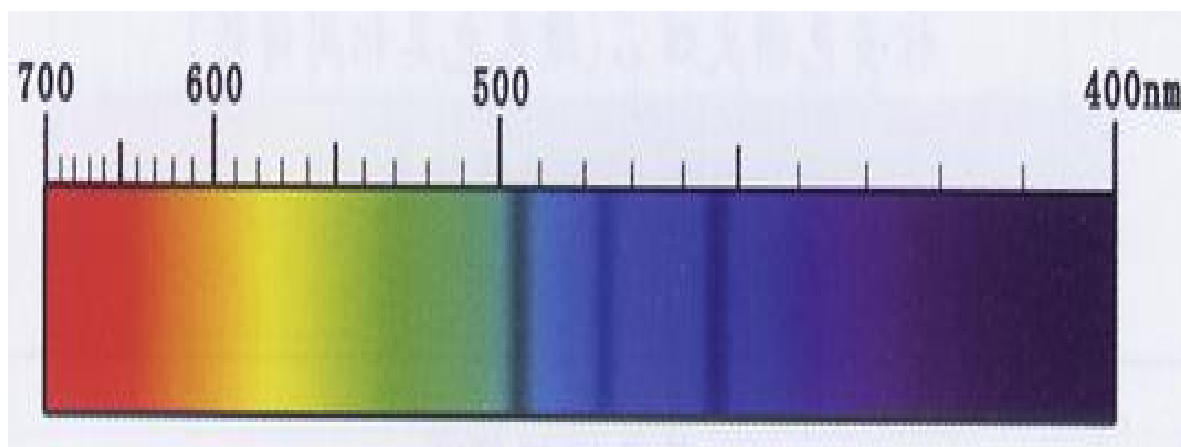
光谱特征：在透光的红光区中有强的吸收线，黄绿区有一宽吸收带，蓝区有数条窄线，紫区全吸收。如图是红宝石和祖母绿的吸收光谱。





（2）Fe²⁺的特征光谱

光谱特征：吸收线（带）的主要位于绿和蓝区。如橄榄石吸收光谱如下



4、注意事项

- （1）需强聚光白色光源，但阳光有干扰吸收线，理想光源是光导纤维灯。
- （2）观察时分光镜尽量靠近样品。
- （3）宝石样品不能太小，小颗粒者光谱弱。
- （4）宝石颜色越深者光谱清晰。
- （5）宝石越透明者光谱清晰。
- （6）分光镜狭缝应保持清洁，若有灰尘，回在光谱上产生黑色水平线。
- （7）宝石长时间受光源热辐射，光谱会逐渐模糊甚至完全消失。
- （8）不能戴有吸收光谱的眼镜进行观察。
- （9）样品不能手握，因血液有 592nm 吸收线。

第六章：宝石鉴定仪器

课题 偏光镜；折射仪

学时：3 学时

教学目的和要求：明确偏光镜、折射仪的用途、工作原理、使用方法、过程中的注意事项；熟悉偏光镜、折射仪使用过程中的技巧；

教学重点及难点：偏光镜、折射仪的用途理、使用方法、过程中的注意事项；

教学方法及手段：讲授

教学过程：

四 偏光镜

偏光仪最根本的用途是通过检测入射光在样品中传播的不同方式，判断样品属均质体或非均质体。

1、偏光仪结构

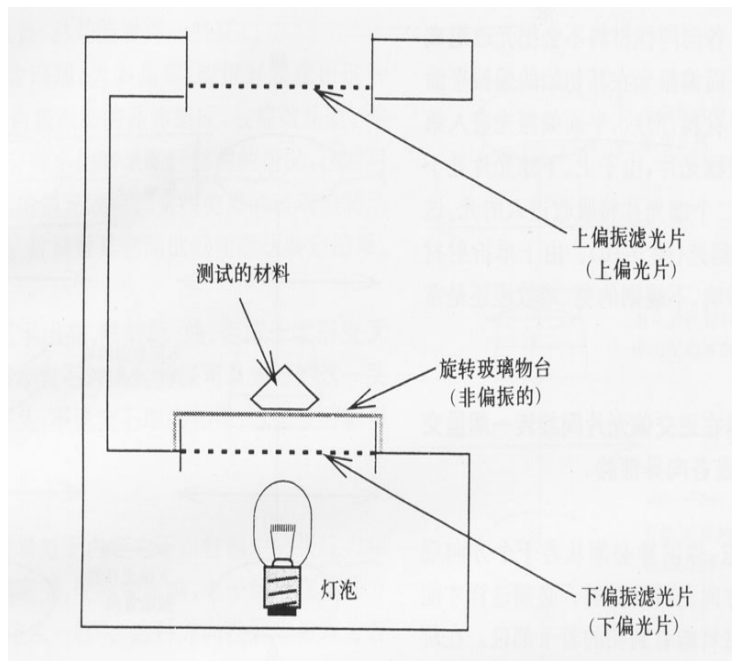
上、下偏光镜、载物台（透镜）、光源



2、偏光镜的基本原理：

灯泡产生的自然光经过起偏镜后，变成平面偏光。平面偏光经过测试样品时，若样品为均质体，它只会使光强减弱，人们无法观察到透过的光线；若样品为非均质体，并且在旋转样品观察过程中，随着透过样品之偏光振动方向与上、下偏光镜方向位置关系的改变，可见明暗变化现象。

所以，起偏镜一般是固定不动的，使入射光振动方向一定。但在起偏镜上设有一个可旋转的物台，用以转动改变样品方位。分析镜一般是可旋转的，用以调节观察状态是平行偏光还是正交偏光



3、应用

(1) 宝石光性特征的测定（透明或半透明宝石）

在正交偏光下转动宝石 360° 样品可能呈现的现象及一般结论如下：

- (一) 保持全暗者为均质体；
- (二) 有四明四暗变化者为非均质体；
- (三) 保持全亮者为非均质集合体；
- (四) 某些均质宝石由于内应力引起的应变，可呈现不规则明暗变化的异常消光。

某些均质宝石由于内应力引起的应变，或晶格局部扭曲可呈现不规则明暗变化的异常消光。宝石出现黑十字（无色圈）和蛇形带状消光。例玻璃、石榴石等

4、使用偏光仪的注意事项

- (1) 宝石需要有较高的透明度。
- (2) 转动宝石从各个方向观察，以避免非均质宝石的光轴方向；
- (3) 注意刻面宝石表面反光现象干扰；
- (4) 注意排除异常消光现象的干扰；最好用折射仪或二色镜验证；
- (5) 对颗粒很小的宝石，观测结果不准确；
- (6) 若待测宝石透明，但含有大量的裂隙和包体，测试不准确；
- (7) 测试圆多面型宝石时最好将亭部刻面与载物台接触；

五 折射仪

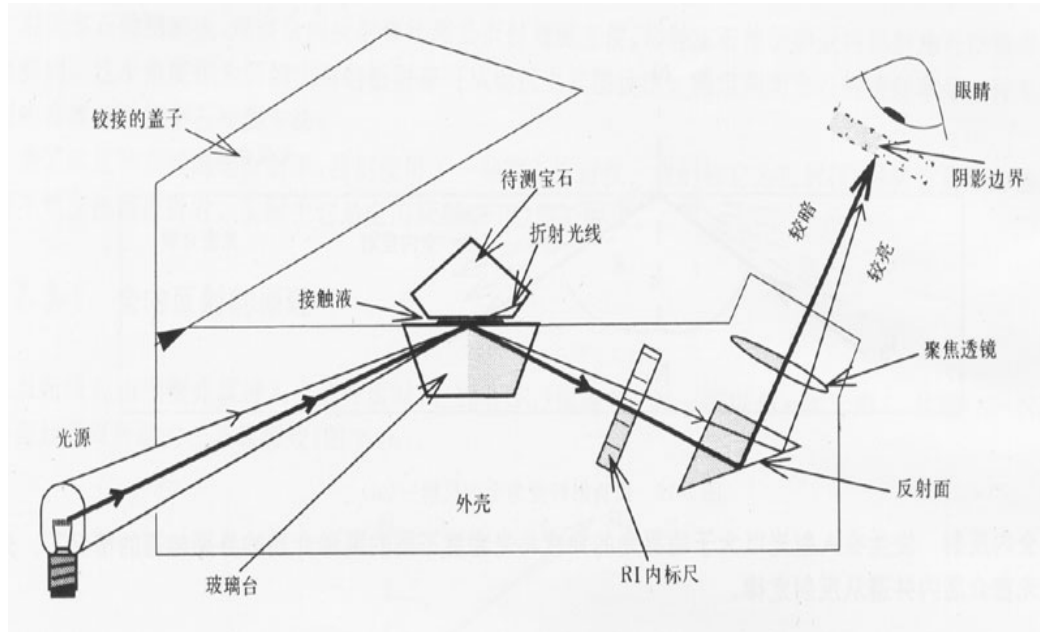
1、折射仪的用途

- (1) 宝石的折射率值、双折率值。
- (2) 区分均质体与非均质体。
- (3) 测定轴性和光性。



2、折射仪的结构和工作原理

(1) 结构：折射仪主要由高折射率棱镜（铅玻璃或立方氧化锆）、反射镜、标尺和目镜（透镜）等组成。在使用中，还需要接触油、黄色单色光源、偏振片等附件



(2) 折射仪的工作原理

折射仪的基本原理，是光波传播经由光密介质进入光疏介质时，当入射角度达到一定将会发生全反射现象，而发生全反射的临界角大小，与介质的折光率有关。固定一方介质，则另一方介质（样品）的折射率，可由临界角的测定与换算获得。

为了实现全反射，必须满足光由光密介质射入光疏介质的条件。这时由于无法满足全反射发生的条件，折射仪不能测定此类宝石折射率，此上限值为 1.81。

实际上，由于标尺的范围有限，折射率小于 1.35 的宝石，也是用折射仪无法测定的。

3、测试前的准备工作

(1) 所测宝石必须有一个抛光极好的平面或弧面，表面不平整的样品不能测试。

(2) 光源

入射光如果是自然光，将会形成彩虹状读数阴影边界，影响真正读数。为此，一般选用 589nm 的黄光，理想光源是钠光灯。

(3) 接触液。它是玻璃台与样品间良好光学接触所需，要求其折射率值大于样品。为避免样品漂浮及可能对样品或观察者的不必要危害，接触液使用量要尽可能少。

4、折射仪的使用方法和测试步骤

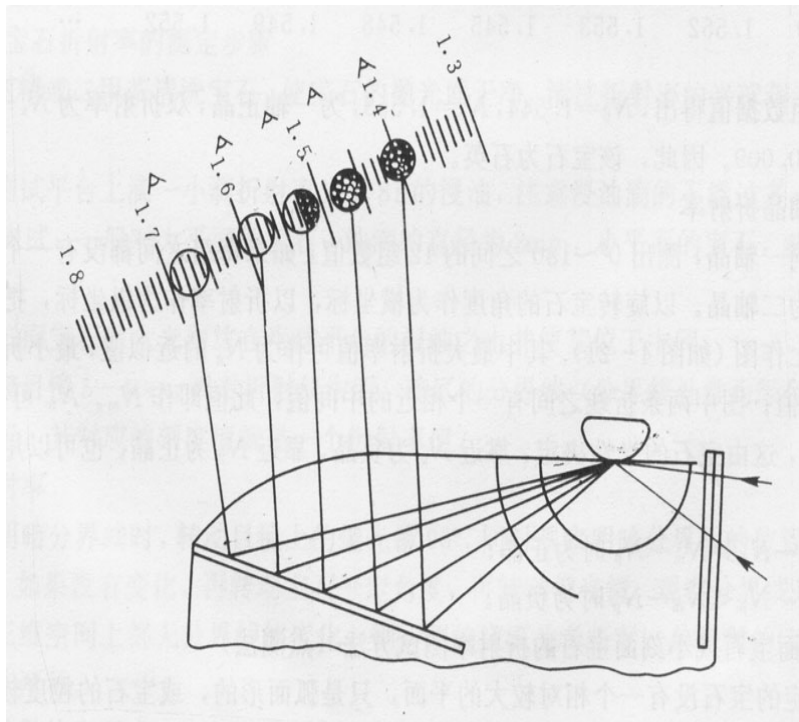
使用方法一：刻面法（近视法）（刻面宝石）

- (1) 用酒精清洗样品和玻璃工作台；
- (2) 打开光源，观察视域的清晰程度；
- (3) 滴接触液到玻璃台上，直径约 2mm.
- (4) 将样品慢慢平推至玻璃台上，避免划伤玻璃台（高折射率的玻璃硬度很小）；
- (5) 4.在透过目镜观察的同时，缓慢转动样品或目镜上另配的偏光片，观察不同方向读数并记录（保留三位小数）；
- (6) 用酒精清洗样品和玻璃工作台上的接触液。

使用方法二：点测法（远视法）（弧面宝石）

- (1) 在样品弧形光滑表面与玻璃台接触处加少量接触液（比平时时还要少）；
- (2) 取掉折射仪的目镜；
- (3) 在距目镜位置约 30cm 处观察，可以看到呈圆或椭圆形的样品影像

(4) 观察者视线前后移动，通过目镜筒，可以看到样品影像沿标尺上下移动，同时出现明暗变化现象，当影像半明半暗时，影像中部指示的读数就是样品的折射率值。读数到小数点后第二位，并注明“点测法”。



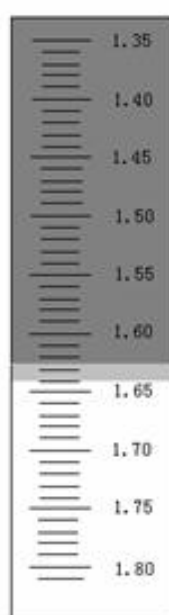
5、观察的现象及结论（对刻面宝石）

(1) 待测宝石在折射仪上转动 360° ，始终只有一条阴影边界，说明该宝石为单折射宝石。

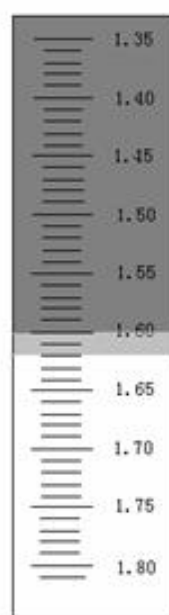
(2) 待测宝石在折射仪上转动 360° ，出现两条阴影边界，一条阴影边界固定不变，另一条发生移动，说明该宝石为一轴晶宝石。如果变化的折射率值为大值，则为一轴晶正光性宝石；如果变化的折射率值为小值，则为一轴晶负光性宝石



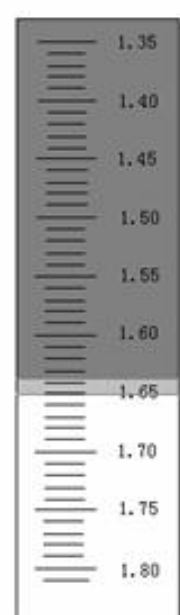
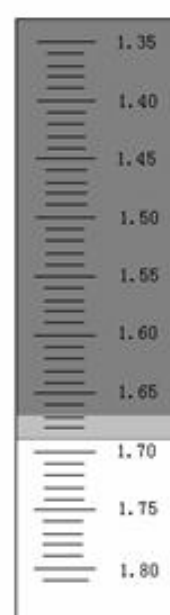
尖晶石



碧玺



橄榄石



(3) 待测宝石在折射仪上转动 360° ，两条阴影边界都移动，说明该宝石为二轴晶宝石。通过在 360° 方位范围每间隔一定作连续测定，获得 N_g 、 N_m 、 N_p 三数值，若总体特征是 $N_g - N_m > N_m - N_p$ ，样品属正光性，如果 $N_g - N_m < N_m - N_p$ ，样品属负光性。

(4) 视域内全暗，表明宝石折射率大于 1.81。

(5) 特殊情况

A 假均质体现象：对双折率很小的宝石而误认为单折射。里磷灰石双折率为 0.003。

B 假一轴晶现象：例托帕石 N_m 与 N_p 差值很小（ $N_g=1.616$ 、 $N_m=1.609$ 、 $N_p=1.606$ ）

C 一轴晶负光性宝石，折射率高值 > 1.81 ，低值 < 1.81 ，当转动宝石时，只有一条边界不停移动。例菱锰矿 $N_e=1.58$ ， $N_o=1.84$ 。

D 一轴晶正光性宝石，折射率高值 > 1.81 ，低值 < 1.81 ，当转动宝石时，只有一条边界不动，误认为单折射。例蓝锥矿 $N_e=1.814$ ， $N_o=1.757$ 。

6、折射仪使用注意事项

(1) 折射仪有一定测定范围，折射率高于 1.81 的宝石无法测试。

(2) 样品具有一个光滑、平整的表面对准读数是有必要的。

(3) 不能区分天然宝石、合成宝石及人工处理宝石。

(4) 避免用镊子放、取样品对玻璃台的划伤。

(5) 注意及时清洁工作台以免接触液对其腐蚀。

(6) 适量的接触液是获得读数的前提。

样品有两个折射率读数可指示其属双折射，但两读数之差不一定是最大双折率，因为两数值反映的不一定是最大值与最小值。

外观感觉折射率高或怀疑是高折射率的样品，没有必要使用折射仪检测。

第六章：宝石鉴定仪器

课题 二色镜；查尔斯镜；紫外荧光灯

学时：3 学时

教学目的和要求：明确二色镜、查尔斯镜、紫外荧光灯的工作原理、使用方法、过程中的注意事项；熟悉二色镜、查尔斯镜、紫外荧光灯使用过程中的技巧；

教学重点及难点：二色镜、查尔斯镜、紫外荧光灯的使用方法、过程使用中的注意事项；

教学方法及手段：讲授

教学过程：

六 二色镜

宝石在不同方向上的颜色差异肉眼难辨。

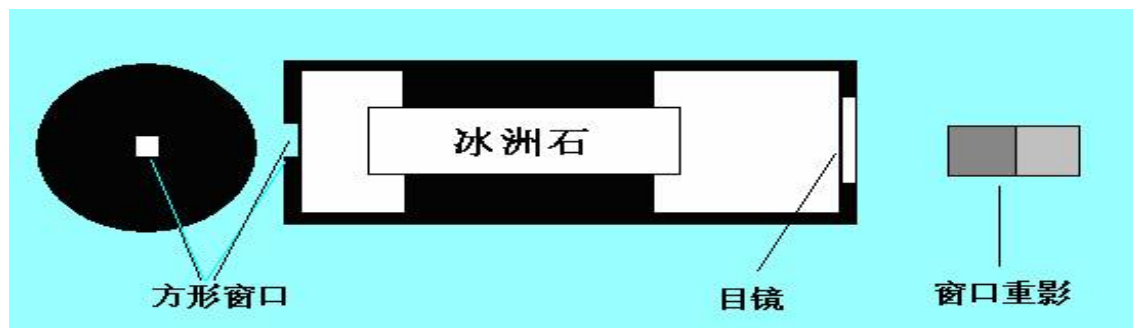
二色镜的用途，是通过观察样品是否具有多色性，判断样品属均质体或非均质体，并可辅助判断非均质性的强弱。



1、二色镜的原理和结构

(1) 原理：是通过特定的光学元件（如冰洲石），将非均质体分解成相互垂直的两个不同振动方向的偏光分离开来，就能看到这两束偏光的颜色。

(2) 结构：冰洲石、镜筒、通光窗口、目镜。



2、二色镜的主要用途

二色镜是用来观察宝石多色性的一种仪器，由于多色性与宝石的晶体光学性质相关，只有双折射的有色宝石才有多色性，二轴晶的有色宝石才可能有三向色性，所以二色镜有以下用途：

(1) 区分各向同性与各向异性宝石，如红宝石与红色尖晶石。

(2) 确定二轴晶的性质，如堇青石三色性显著（蓝色、紫蓝色、浅黄色）。

(3) 确定宝石的多色性颜色和强弱，作为宝石鉴定的辅助特征。多色性的强弱分强、中、弱、无四个等级

强：肉眼即可观察到不同方向颜色的差别。如红柱石、堇青石、山东蓝宝石、绿碧玺等。

中：肉眼难观察到多色性，但二色镜下观察却极明显，如红宝石。

弱：二色镜下能观察到多色性，如紫晶、橄榄石等。

无：二色镜下不能观察到多色性，如石榴子石、尖晶石等均质体宝石，以及一些颜色浅、没有多色性的非均质宝石。

(4) 利用光轴方向没有多色性的特点确定双折射有色宝石的光轴方向，指导宝石的切磨加工。如红宝石台面应垂直光轴方向，以便将宝石的颜色最好地显示出来。

3、使用方法

(1) 一般用左手的拇指和食指拿珠宝样品，右手拿二色镜，把二色镜的目镜靠近眼睛，宝石样品则要紧靠在二色镜的窗口上，并靠近白炽灯，或对着窗外的日光；

(2) 眼睛通过目镜观察两个并排的窗口，一边转动二色镜镜筒和样品，一边对比两个窗口所呈现的样品的颜色，直到看到多色性。

4、二色镜下观察的现象及结论

(1) 显多色性的是非均质体，其中显三色性的是二轴晶；
多色性的强弱有时可以指示非均质性强弱；

(2) 不显多色性的可能是均质体、非均质体的垂直光轴的切面、无色宝石、集合体。
二色镜的鉴定结论，常需结合偏光仪观察结果综合判定。

5、二色镜使用的注意事项

(1) 用强白光光源透射宝石样品，可用手电筒或太阳光。

(2) 待测宝石必须有颜色、透明或近于透明的单晶体，玉石不能测试多色性，表示为“不可测”。

- (3) 宝石颗粒越大，颜色越深，多色性越明显。
- (4) 一轴晶垂直光轴截面不显多色性，必须从三个以上的方向观测。
- (5) 高双折射宝石不一定具有强多色性。
- (6) 注意区分色带（斑）与多色性。
- (7) 无色的非均质体宝石不显多色性，表示为“无”。

七 查尔斯镜

常用的查尔斯滤色镜由两块黄绿色的明胶滤色片组成。



1. 滤色镜的工作原理

查尔斯滤色镜是一种仅允许透过深红色和黄绿光的滤色片，其作用是使宝石的颜色经过滤色镜的滤色后，色调发生变化，借此识别宝石。

2、使用方法

- (1) 将样品置于强的反射光下观察（光源可以用日光或笔式手电，不宜用透射光）；
- (2) 滤色镜紧靠眼睛与样品保持 25 至 30 厘米的距离（即明视距离）观察样品，不宜把滤色镜靠近样品进行观察。样品要尽量靠近光源，使之有足够的照明，同时要尽量避免杂散光的干

3、主要用途

- (1) 用来区分祖母绿和其仿制品

祖母绿由 Cr^{3+} 致色，如今大量使用含 Cr^{3+} 染色剂的改善品，在查尔斯镜下便会发红。与此同时，某些产地的祖母绿（如南非、印度等），由于其它致色离子的干扰，反而在查尔斯镜下不发红。

- (2) 识别染色翡翠。铬盐染色的翡翠在镜下会变红，而天然翡翠通常不变色。

(3) 鉴定合成蓝色尖晶石。有钴致色的合成蓝色尖晶石在镜下会变红，而天然蓝色尖晶石在镜下不变色。

八 紫外荧光灯



1、结构和基本原理

(1) 结构

灯管、暗箱、观察窗口挡板、两个紫外灯管（分别辐射波长为 365nm 和 253.7nm 的紫外光）。

(2) 原理

通过高能的紫外光作用于样品，激发样品结构中的电子跃迁，当电子从激发态回到基态时，释放能量而发光。

2、紫外灯的使用方法

把样品清洗干净放入紫外灯的暗箱，盖上盖板；接通电源，打开电源开关，按下长波开关，2 至 3 秒后放开，长波紫外灯点亮，通过目镜观察样品长波荧光的颜色和强度；按下短波开关 2 至 3 秒后放开，长波关闭短波紫外灯点亮，通过目镜观察样品在短波荧光的颜色和强度。

3、紫外灯的主要用途

(1) 作为具有强荧光的宝石品种的辅助鉴定特征，例如红宝石有红色荧光。石榴石无荧光。

(2) 帮助区别某些天然宝石与合成宝石，例如大多数天然蓝宝石无荧光，维尔纳叶法合成蓝宝石在短波紫外光下常有弱荧光。气相沉淀法合成的钻石可具有橙色的紫外荧光。

(3) 作为鉴别处理宝石的辅助特征，例如具有强蓝白色荧光的翡翠经过充胶或者充蜡处理，较弱荧光的翡翠或者是经过充胶处理，或者是抛光上蜡造成的，而天然翡翠一般没有荧光。有些拼合石的胶层会发出荧光。充油和玻璃充填处理的宝石中的油和玻璃有荧光。硝酸银处理黑珍珠无荧光，天然黑珍珠具有荧光。

(4) 帮助鉴别钻石及仿制品：钻石荧光的颜色和强度变化较大，有蓝、绿、黄等各种颜色和差异很大的亮度，而同一种仿钻材料的荧光较为一致，这样群镶钻石的荧光变化很大，而群镶的仿钻时则发出较为一致的荧光。右图是钻石在长波紫外光下的荧光

4、注意事项

(1) 安全性。紫外线直射对人体是有害的，应严防紫外线直射眼睛；同时，过度的照射对某些宝石也是不利的。

(2) 对荧光特征的把握。样品的荧光应该是发自内部，而且是整体性的，不要将荧光灯管的投射光或样品表面的反射光误认为是样品的荧光。

(3) 检测荧光时，应注意宝石的局部发光现象。

(4) 样品必须放在紫外灯下黑暗背景之中进行观察。

第六章：宝石鉴定仪器

课题 热导仪；电子天平

学时：2 学时

教学目的和要求：明确热导仪；电子天平的工作原理、使用方法、过程中的注意事项；熟悉热导仪；电子天平使用过程中的技巧；

教学重点及难点：热导仪；电子天平的使用方法、过程使用中的注意事项；

教学方法及手段：讲授

教学过程：

九 热导仪

热导仪是测定样品热传导性能的一种仪器



热导仪是专门为鉴定钻石及其仿制品而设计的一种仪器。

热导仪一直是分辨钻石和仿钻石的便利 仪器。这种情况到 2000 年才发生一点变化，新问世的合成碳硅石的热导率接近钻石， 宝石用的热导仪还不能区别。

1.结构和工作原理

热导仪包括热探针、电源、放大器和输出装置等，输出装置的类型有表头、信号灯或鸣叫器等，显示测试结果。

仪器工作时电热元件把热敏探头加热至一定温度，探头的尖端与宝石表面接触时，热量传递给宝石，热敏探头的温度发生变化，样品的导热性能越好，温度发生变化就越大，产生出相应的信号通过检测电路放大输出，得出测试结果。

2、使用方法

- (1) 清洁样品表面
- (2) 打开开关，预热 20 秒左右
- (3) 调节导热指示旋钮，使信号处于适当位置(3-4 格)
- (4) 手持热导仪，使探头垂直接触样品表面，并轻轻施以一定压力

十 电子天平

电子天平是用于测定样品相对密度的仪器。

精确度 0.001g 以上。它所使用的是静水称重法，其基本原理是阿基米德定律：物体在液体中受到的浮力，等于它所排开液体的重量。



1、重量的测量

以克(g)或克拉(ct)作计量单位。采用ct作单位时,一般宝石取小数后两位,第三位四舍五入,例 $0.568\text{ct}=0.57$ 钻石取小数后两位,第三位逢九进一。例 $0.378\text{ct}=0.37\text{ct}$, $0.999\text{ct}=1\text{ct}$; $1\text{ct}=100$ 分

2、静水称重法

其基本原理是阿基米德定律:物体在液体中受到的浮力,等于它所排开液体的重量。通过阿基米德定律所设计的静水称重法可以很容易地获知样品的相对密度,即物体的重量与同体积液体重量(即物体在其中所受到的浮力)的比值。

相对密度特征的数值后面没有单位。

3、操作过程

- (1) 装上测宝石密度的附件
- (2) 调节电子天平水平,如水泡居水平仪的中心并调零
- (3) 加水致烧杯 $3/4\sim 4/5$ 。
- (4) 将清洁并干燥的宝石轻放于样品盘内,待读数稳定后记下读数。
- (5) 将宝石拿下,待天平清零后将宝石轻放于浸入水的金属篮内,待读数稳定后记下读数。
- (6) 由公式计算宝石的相对密度。

4、注意事项

- (1) 样品洁净无油脂,否则会增加表面张力;
- (2) 样品周围不能有气泡,可通过多次浸入或用小刷子驱赶它们;
- (3) 结构疏松的样品结果会明显偏小;
- (4) 环境安静,防止空气对流;
- (5) 每次使用前注意清零;
- (6) 小刻粒宝石($<1\text{ct}$),不易获得准确值;
- (7) 对不规则宝石(原石)有用。

练习:

一,单选题

- 1、10倍放大镜()。
A、可以有微小的像差和色差
B、可以有微小的像差,但不能有色差
C、可以有微小的色差,但不能有像差
D、不能有像差和色差
- 2、二色镜两个方块中看到的颜色代表()。
A、宝石的颜色
B、不同振动方向的颜色
C、宝石两个互相垂直方向上的振动经二色镜分解后合成的颜色
D、宝石不同方向的颜色
- 3、下列哪一种宝石在查尔斯滤色镜会变红()。
A、合成蓝色尖晶石 B、蓝宝石 C、绿色翡翠 D、绿色碧玺
- 4、用分光镜观察宝石的吸收光谱时应用的光源是()
A、黄色光 B、荧光 C、白光 D、绿色光
- 5、常用于宝石鉴定的紫外荧光灯长波的主波长为() nm。

- A、380 B、365 C、356 D、360
- 6、一个10倍放大镜的工作距离大约是（ ）cm。
A、4.5 B、3.5 C、2.5 D、1.5
- 7、用宝石显微镜检测透明宝石的内部包体时，主要用（ ）
A、亮域照明法 B、油浸法 C、顶部照明法 D、暗域照明法
- 8、用二色镜观察宝石时，产生三种颜色的宝石为（ ）。
A、一轴晶 B、二轴晶
C、等轴晶系 D、以上选项均不正确
- 9、调节宝石显微镜的（ ）可以控制入射宝石的光量多少。
A、目镜 B、物镜 C、锁光圈 D、挡光板
- 10、区分红色尖晶石与红色碧玺最好使用（ ）
A 滤色镜 B 分光镜 C 偏光镜 D 放大镜
- 11、折射仪工作台上铅玻璃的折射率为（ ）
A、大于1.81 B、小于1.78 C、小于1.75 D大于1.54 小于1.78
- 12、折射仪的使用光源应为（ ）。
A.单色光 B.偏振光 C.钠黄光 D.白光
- 13、偏光镜的用途有-----
A 测折光率 B 测光性 C 测吸收光谱 D 测双折率
- 14、伟晶岩矿床宝石中最常见的二相包裹体是（ ）
A 气-液相 B 气-熔体相 C 熔-熔相
- 15、二色镜的使用光源应为（ ）。
A.单色光 B.偏振光 C.钠黄光 D.白光
- 二、判断题
- 1、宝石的包裹体越多，则宝石的质量就越差吗（ ）
- 2、热导仪可用来区分合成碳化硅和钻石。（ ）
- 3、宝石的双折射率的大小决定了宝石多色性的明显程度。（ ）
- 4、观察宝石内部特征时，放大倍数越大，视域范围越大。（ ）
- 5、查尔斯滤色镜只允许红光通过。（ ）
- 6、折射仪就是依据折射原理制作的仪器。（ ）

第七章 钻石

课题 一、钻石的历史及传说 二、钻石的基本性质 三、钻石的鉴定
四、钻石与仿制品的区别

学时：3 学时

教学目的和要求：了解钻石的历史；掌握钻石的基本特征及类型；钻石的鉴定特征；熟悉钻石与相似宝石的鉴别方法

教学重点及难点：掌握钻石的基本特征及类型；钻石的鉴定特征

教学方法及手段：讲授

教学过程：

一、钻石的历史及传说

钻石是以天然金刚石为原料，经人工切割、加工、琢磨而形成的各种款式的装饰品、珍藏品、陈列品。现在人们常把钻石和金刚石两名词混为一谈。

由于钻石王中王的地位，使其成为当今珠宝市场上研究最深入、销售额比重最大、管理最规范的宝石品种，是国际贸易中的硬通货、很多国家的国库储备、人生重要时刻——婚

姻的定情信物及结婚 75 周年的贺品，同时，国际宝石界将之列为四月生辰石，象征贞洁与纯洁。

钻石之名称源自于希腊语，意思为“难征服”、“坚硬无比”。

钻石于 2800 年前发现于印度克里希纳河及彭纳河流域的沉积物中的一块小石子，从而揭开了钻石的历史。

此后相继在巴西(18 世纪)、南非(19 世纪)发现。20 世纪又在扎伊尔、俄国、博茨瓦纳等国家发现。后来在澳大利亚、加拿大、中国(湖南：1950 年；山东：1965 年；辽宁：1972 年)也都发现了很大价值的钻石矿。

每粒大钻都有它自己的名字和一段传奇故事。

世界名钻(库里南)

第一大钻库利南 Cullinan，1905 年产于南非普列梅尔(Premiar)矿山。重 3106.75ct，浅蓝色，拳头大小。当时以 15 万英镑收购。1907 年被献于英王爱德华三世，加工成 9 粒大钻和 96 粒小钻。库利南 I、II、III、……IX 号分别重 530.20、317.40、94.40、……4.34ct。最大的 I 号镶嵌在英王的权杖上，II 号现镶在英王的皇冠上，III 号镶在玛丽皇后的皇冠上 ……

世界名钻(世纪)

在戴比尔斯成立 100 周年的 1988 年 3 月 11 日，在南非著名的盛产宝石级大金刚石的“普列米尔”发现了一颗重 599.00 克拉的特优质宝石级金刚石。它纯洁无暇，颜色极佳，呈淡玫瑰色，异常美观，是难得的稀世珍宝。它经过高级专业切磨师耗用三年的时间，精心研究设计，被切割、加工和琢磨成一颗重 273.85 克拉的巨钻，被命名为“世纪”钻石。



世界名钻(戴比尔斯)

1888 年 3 月发现于南非“戴比尔斯”金伯利岩管中，重 439.86 克拉，浅黄色，呈八面体完整晶形。该金刚石颜色稍差，但透明如水，净度高，仍属世界名贵金刚石。“戴比尔斯”金刚石，被加工、切割和琢磨成若干颗钻石，其中最大一颗钻石 234.50 克拉，因加工款式和质量好，钻石反光强度大，极为珍贵，称为“戴比尔斯”钻石，属世界第四大钻石。

世界名钻(希望)

17 世纪中叶，古印度戈尔康达王国的科勒金刚石矿山发现了一颗 112.2 克拉的宝石级金

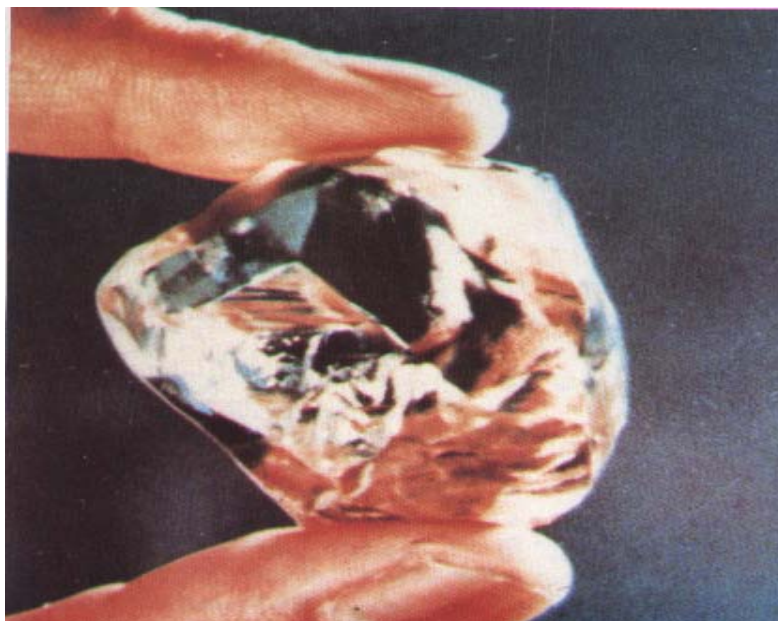
刚石。成碎块状，颜色为自然界少有的似深海的蓝色。经加工后这颗金刚石被切割成几颗钻石，其中最大一颗重 45.52 克拉，呈圆垫形，蓝色十分醒目，幽邃的眼睛一般，称为“希望钻石”。1791 年在巴黎展览时，经验丰富的珠宝商对其估价 300 万法郎。



中国的大钻：50ct 以上只有 7 颗

1937 年	金鸡钻	218ct	产于江苏北部
1977 年	常林钻石	158.78ct	山东临沭
1981 年	陈埠 1 号	124.27ct	山东郯城
1983 年	蒙山 1 号	119.09ct	山东蒙阴

这些大钻的发现经常是偶然的机遇，如常林钻石目前我国现存发现的最大钻石为常林钻，是 1977 年 12 月 21 日，山东临沭县发山公社常林村的一位女农民魏振芳在耕地时发现的，重 157.77 克拉，呈八面体，质地洁净、透明，淡黄色。



二、钻石的基本性质

1、化学成分及类型

(1) 化学成分

C，可含有 N、B 等元素。

(2) 分类

按用途可分为工业钻石和宝石级钻石两大类。

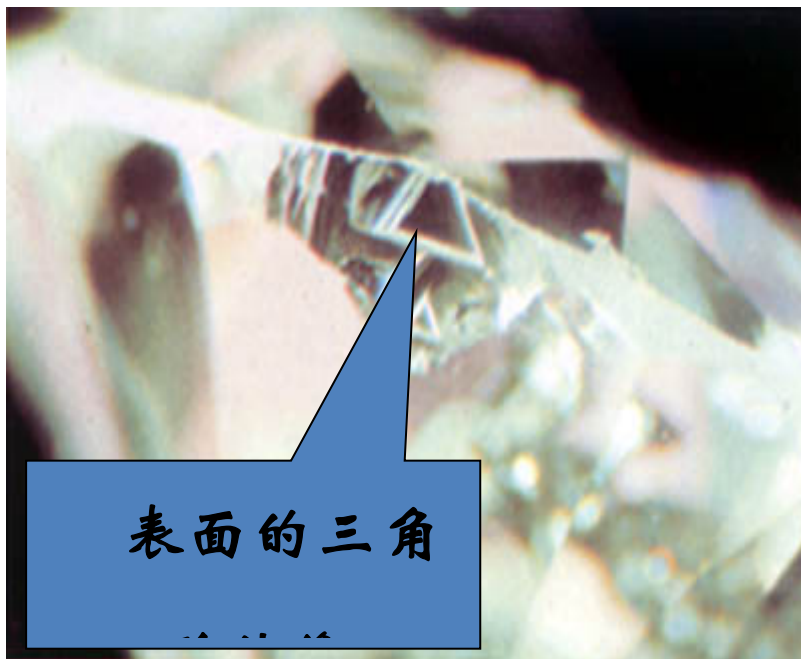
按特性目前分为I型和II型，再细分为Ia、Ib、IIa 和IIb 型。见表 1

特性	I 型		II 型	
	I a	I b	II a	II b
含氮量	高， 0.25-0.1%	较少， 0.1-0.01%	极少， < 0.01%	几乎不含 N，而 含 B
红外吸收	7000-10000nm 强吸收		7000-10000nm 不吸收	
颜色	白~黄，变化多	常呈琥珀黄	白，偶见粉色	常呈蓝色
导热性	好	好	极好	好
导电性	不导电		不导电	半导体
可见光吸收	415nm 强	415nm 弱	415nm 极弱	
萤光	强度小，蓝~浅蓝居多		不发光	强度大，黄、红

占比例	天然钻石的 98%	少量(人工合成的大部分)	少量	少量，罕见
-----	-----------	--------------	----	-------

2、晶系及晶形

等轴晶系，常见八面体、菱形十二面体、立方体晶形，晶面常发育阶梯状生长纹或蚀像。



钻石的实际形态

3、钻石的力学性质

- (1) 密度： $3.52(\pm 0.01)\text{g/cm}^3$
- (2) 硬度：摩氏硬度为 10。

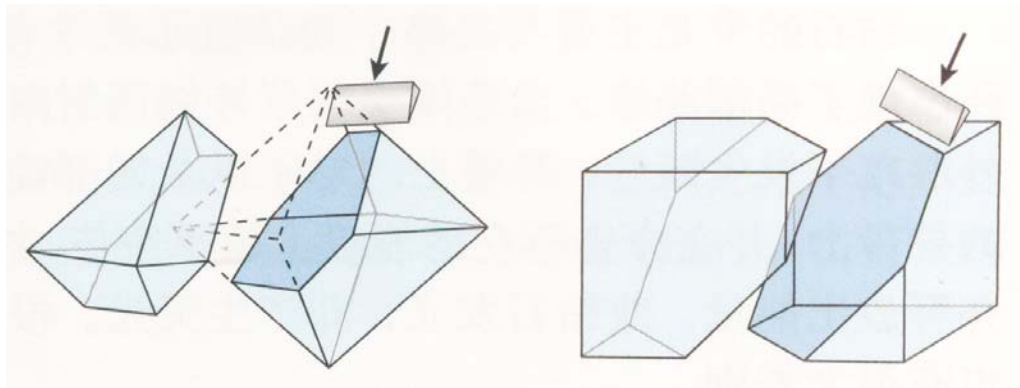
钻石是最硬的物质。这种 10 级硬度计是相对的。实际上它比硬度为 9 的刚玉的绝对硬度大 100 倍，比硬度为 7 的水晶大 1000 倍。

影响硬度因素：①杂质。包体越多，硬度越小②晶形。八面体>菱形十二面体>立方体③同一晶面上不同方向。八面体晶面上平行棱的方向硬度最大，垂直棱的方向硬度最小；立方体晶面上平行棱的方向硬度最大，而对角线方向硬度最小；菱形十二面体晶面上长对角线的方向硬度最大，而短对角线的方向硬度最小。

（3）解理

当金刚石晶体受到强大外力撞击时可能会沿一定的结晶方向裂开成一平面，这种性质就称为解理。金刚石具有中等解理。这是钻石的唯一缺点。所以说钻石“不怕磨，但怕打(击)”，因此佩戴钻饰时要注意不要受硬物碰击。但这同时也是优点，加工师可借此将钻石劈开。

解理的方向就平行于八面体的面，共四组，因此称为八面体(111)解理。



（4）脆性与韧性

较脆、韧性不好。

5、钻石的光学性质

（1）颜色

分两个系列：①无色～黄色、褐色系列（好望角系列）②彩钻系列（花色钻石）

（2）折射率： 2.42

（3）光泽：特征金刚光泽

（4）透明度：透明度高

（5）光性：均质体

（6）色散： 0.044

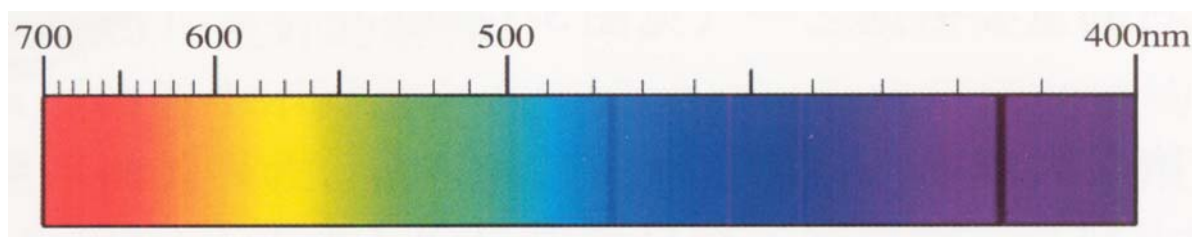
（7）荧光

钻石在高能量射线(如紫外光)照射下可以产生不同的色光。 I型常呈蓝~浅蓝的占 65%，另有黄、橙、白、绿，也有不发光的；II型 70%发黄绿色光。

自古人们传说有“夜明珠”的宝物，其中可能就有发磷光的钻石(白天受阳光的紫外光照射，夜晚继续发光)。

（8）吸收光谱

无色钻石中典型的 415nm 处吸收带



6、特殊性质

(1) 导热性：钻石具有极高的热导性能。钻石的热导为铜的 4 倍。高热导率是钻石的一个重要特性。它可以作为鉴别钻石的有效依据。

(2) 稳定性：钻石对所有的酸都是稳定的。

钻石受强碱、强氧化剂如 NaClO_4 、 KClO_4 长时间作用可有轻微腐蚀。

钻石在空气中 850°C 时开始燃烧，发出蓝色光，表面出现雾状膜，后逐渐变小。所以镶嵌加工钻石时要小心，佩带时也应注意。

(3) 热膨胀性：系数小

(4) 导电性： 钻石一般不导电，IIb（含 B）、合成钻石（含 Fe、Ni）能导电。

(5) 亲油性、疏水性

钻石极易粘上油污。用油性的墨水可轻易在钻石表面划上痕迹，相反不易粘上水。这种亲油性可用来在加工钻石时划线，还是钻石选矿的一种方法——油选法。可利用亲油、疏水性来选矿。

(6) 可透性：X 射线全透过。

三、钻石的鉴定

(一) 肉眼鉴定

1、毛坯的肉眼鉴定

(1) 观察光泽

(2) 观察钻石的外观形态和表面特征

(3) 估计毛坯的密度

2、抛光钻石的肉眼鉴定

(1) 观察钻石的“火彩”

切磨标准的钻石成品应能呈现出明显的“火彩”，但需注意常见的人造仿钻品(如立方氧化锆、钛酸锶、钇铝榴石……)呈现出更明显的“火彩”，从冠部观察见泛出七彩色光，而钻石的“火彩”一般泛出的只是蓝色和橙色两种光。

(2) 线条试验

由于钻石的高折光率及精良的切工，当将钻石成品台面向下倒置于一文字上时，从亭部将无法看清该字，此称“读字法”。

(3) 亲油性试验

用油性笔可以在钻石的表面划线或写字，而在其它宝石表面做同样试验时，油迹将呈断续的浮滴状。

(4) 托水性试验

将小水滴点在样品上，水滴很快散去则为仿制品

(5) 导热性试验

对着样品呵气，钻石蒙上的水气会很快蒸发干，仿钻品则相对较慢。民间常以“舌舔”的土办法去体验样品的冰凉感。

(二) 钻石的仪器鉴定

1、 10×放大镜

(1) 棱与刻面角

边棱直且利，刻面角严格交于一点。

(2) 腰：不抛光，“糖化腰”，可见原始晶面，三角蚀坑。

(3) 抛光痕：由于钻石的最高硬度，所以在钻石的表面不应有擦痕。仿制品的抛光痕为连续的。

(4) 内部包体：钻石为天然矿物，一般都带有包体。

(5) 解理：可见：“胡须”状小裂隙。

2、 宝石显微镜

利用宝石显微镜主要是观察包体特征。根据钻石形成的地质条件，其包体类别的特点是以固态包体为主，而具体常见的包体品种有：金刚石、透辉石、镁铝榴石、尖晶石、橄榄石、锆石及石墨（碳斑）等，这反映了钻石形成的基性—超基性环境。

3、 电子天平测密度（静水称重法）

测得 $3.52(\pm 0.01)\text{g/cm}^3$ 的钻石密度。

注意：因“火彩”而与钻石外观非常相象的常见人造钻品，其密度均大于钻石且差别明显，同样尺寸下仿钻品要重，而同样重量下仿钻品要小；

常见无色透明天然宝石，密度多比钻石小，与托帕石之间虽密度很接近，但根据光性特征很容易将之区分开。

4、 分光镜及分光光度计观察

无色-淡黄色系列的钻石在紫光区(415nm)有吸收带，褐色钻石在蓝绿光区(504nm)处还有一条吸收线。可准确鉴定天然与合成钻石。

5、 热导仪

根据钻石的高热传导性能而设计，由于简单实用便于携带，它成为鉴定钻石最常用的仪表。注意人造碳化硅也发蜂鸣声。

四、 钻石与仿制品的区别

1、 与 CZ 的鉴别

(1) 导热性和硬度；(2) 密度；

(3) 发光性：CZ 在 LW 下一般发桔黄色荧光。(4) 包体特征：CZ 内部几乎无包体，可见圆形气泡和白色未熔粉末。天然钻石没有气泡，常有辉石、橄榄石、石榴石等矿物包体。

(5) 钻石具亲油疏水性。

2、 与人造碳化硅的鉴别

(1) 密度 (2) 双折射产生重影 (3) 色散

3、 与锆石的鉴别

(1) 密度 (2) 光性 (3) 双折射产生重影

第八章 钻石

课题 五、钻石的主要产地和矿床类型；六、合成钻石和优化处理钻石

七、钻石的质量评价 八、钻石的销售

学时：3 学时

教学目的和要求：了解钻石的形成、产地及市场；钻石的优化处理和合成过程；掌握钻石质量评价的内容

教学重点及难点：钻石质量评价

教学方法及手段：讲授

教学过程：

五、钻石的主要产地和矿床类型

1、产地和产量

①澳大利亚：约 4000 万 ct/年，最大生产国，产量占 35%，宝石级 5%，唯一产出粉红色钻石

②扎伊尔：约 2000 万 ct/年，宝石级 5%

③俄罗斯：约 2000 万 ct/年，宝石级 26%

④博茨瓦纳：约 1940 万 ct/年，宝石级 17%

⑤南非：约 1000 万 ct/年，宝石级 55%，产量占 9%，产值占 17%

⑥安哥拉：约 400 万 ct/年，宝石级 70%

⑦纳米比亚：约 100 万 ct/年，宝石级 93%

⑧中国：约 100 万 ct/年，湖南沅江流域（1950 年），宝石级 40%；山东蒙阴（1962 年），宝石级 12%；辽宁瓦房店（1972 年），宝石级 50%

2、产状

（1）金伯利岩型

世界上绝大多数原生钻石矿属金伯利岩型，可露天开采，也可以挖坑道地下开采。

（2）钾镁煌斑岩型

1979 年在澳大利亚西部地区发现。钻石品质不高，宝石级占 5%。

（3）砂矿型

砂矿是指原生的岩石经风化、破碎，再经水流搬运沉积于凹地、河床或海滨的金刚石。砂矿对找寻原生矿有重要意义。

六、合成钻石和优化处理钻石

（一）合成钻石

钻石极其珍贵，但组成钻石的碳元素遍地皆是。人们一直在试验合成钻石。1953 年终于实现。首先是瑞士 ASEA 公司，接着 1954 年美国通用公司人工合成钻石成功。1961 年日本合成了 3.5ct 的钻石，1970 年美国首次合成宝石级黄色钻石。1988 年英国戴比尔斯公司合成了 11.14ct 的黄色透明八面体歪晶。1990 年又合成出 14.2ct 的优质钻石单晶。前苏联、中国也相继合成了钻石。1974 年，我国硅酸盐研究所和北京人工晶体研究所合作合成了第一颗钻石，生长出金黄色的合成钻石晶体，最大约 4mm。

合成条件是模仿自然界金刚石形成的条件，将石墨在 4 万大气压，1500℃以上的高温高压环境下转变为金刚石。合成方法主要是触媒法。

合成的钻石多为琥珀黄色，属 Ib 型。晶体内常见细小的 Fe、Ni 定向排列的金属包体，反光成小亮点。分光镜下无 415nm 吸收线。

合成钻石已广泛应用于工业，而宝石级钻石的合成成本极高，目前还很少出现在市场上。2001 年美国的 Gemesis Corporation 公司也在泰国市场销售合成钻石。据说可能为天然钻石价格的一半。

合成钻石的差异性特征是：

①晶体常呈立方体；

②颜色常呈黄色、褐黄；

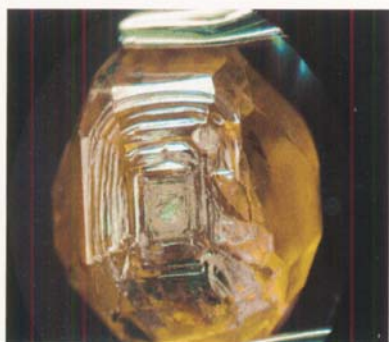
③紫外长波下无荧光，紫外短波下呈无至中的淡黄色、橙黄色、绿黄，不均匀，可局部有磷光；

④放大检查，可见色带，尘埃状微粒，片状、针状金属包体，黑色包体，四边形生长纹；

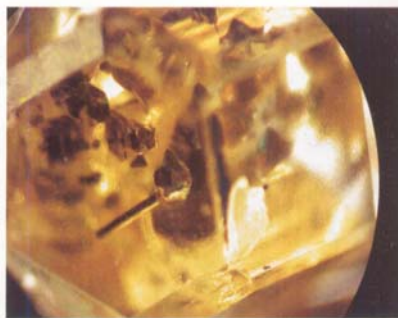
⑤吸收光谱：没有 415 nm 的吸收谱线；

⑥磁性：具有磁性（因含 Fe、Ni）；

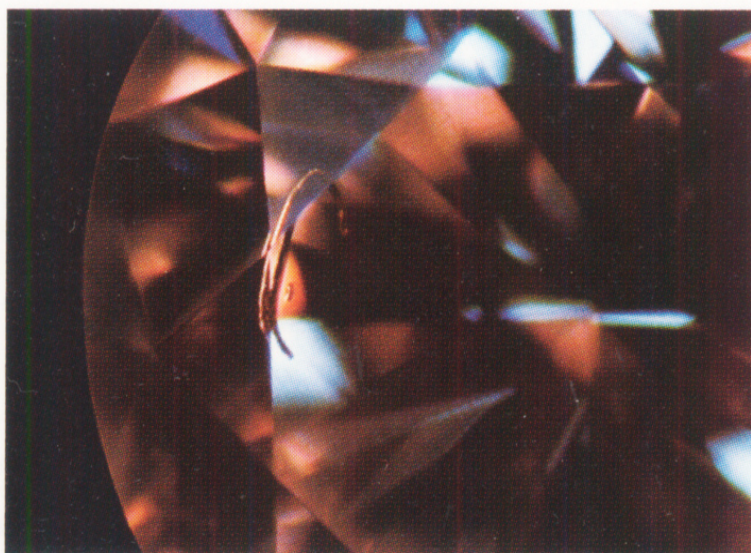
⑦导电性：具有导电性



HTHP 合成钻石中的种晶



HTHP 合成钻石中的角粒状、棒状金属包体



HTHP 合成钻石中弯曲的金属包体

(二)钻石的优化处理

1.颜色优化处理

方法：放射性辐射

用高能射线、中子束、高能电子束照射钻石，提供激活电子、原子发生位移的能量，使晶体产生缺陷，形成色心。辐照后的钻石呈绿色和蓝色，通过加热形成黄色、金黄色、粉红色。

辐照处理钻石的鉴定难度很大，运用 UV-VIS 分光光度计、红外光谱等谱学特征来识别。天然蓝钻石由硼致色，具半导体性质；辐照蓝钻石则不具半导体性，而且经化学分析不含硼。

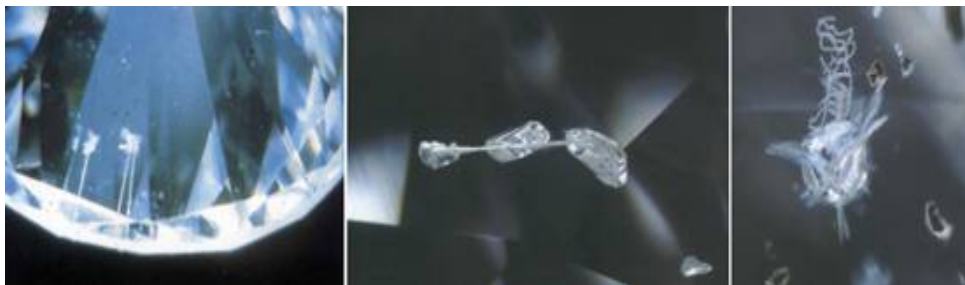
2、净度处理

方法：激光打孔和充填处理

鉴别：（1）充填引起的闪光效应

（2）显微放大检查：充填裂隙中的流动构造、被捕获的气泡，钻石表面的不完全充填、裂开结构，充填物的明显颜色、光泽、亮度，云状（细小气泡群）充填区、表面的充填物残余等。

（3）用 X 光照相：充填物在 X 光下不透明。



激光钻孔钻石的特征



充填处理钻石

3、高温高压处理

钻石在高温高压的条件，经过退火作用修复褐黄色、棕黄色、褐色的 IIa 型的钻石晶体缺陷，使钻石退色形成高色级的无色钻石，称为 GE-POL 钻石。GE-POL 钻石鉴定的难度大，要通过红外光谱、拉曼光谱和阴极发光特征区分。

目前该方法只成功地运用在世上少见（占世界钻石总量不到 1%）的 IIa 型褐色钻石。



4、钻石镀膜

在钻石（或其它宝石）表面生长一薄层钻石膜。

作用：（1）增加钻石重量（2）在浅黄色钻石表面镀兰色钻石膜，提高色级（3）在仿

钻表面镀膜，更好地模仿钻石（4）提高宝石的耐磨性

鉴别：钻石膜表面粒状结构；可见有薄膜脱落，用小刀或针尖可将薄膜刮掉。

七、钻石的质量评价

80 年代，GIA 在对钻石分级的依据、步骤及原理进行不断研究、讨论、革新的基础上，形成了一个为全球钻石业者推崇采用的钻石分级制度，俗称 4c 分级原则。所谓钻石评价的 4C 标准，即克拉重量 Carat Weight，净度 Clarity，颜色 Colour 和切工 Cut。四项标准都是以英文字母“C”开头，故名。4C 标准是全世界公用的。

该分级原则只适用于对无色钻石的质量评价，而不适合对彩钻及各类优化处理钻石的评价。

（一）重量

正确了解重量定义、称重知识、测量方法及重量估计，极为重要，从中甚至还可以开展钻石的辅助鉴定工作。

钻石的国际通用单位：克拉（ct）； $1\text{ct}=0.2\text{g}$

钻石常用单位：分； $1\text{ct}=100$ 分

据说 1ct 大约相当于地中海东岸生长的一种豆角树种子的重量。

宝石级钻石的价值与一颗钻石的重量有密切关系。不是等差级数，而是随重量的增加以平方的速率增加。有以下关系： $P=W^2 \times k$ 。（W：重量 ct，k：每克拉的原始价）。如 1ct 价 5 万元，一颗 3ct 的价为 $3^2 \times 5=45$ 万元。

小钻： ≤ 0.29 ct/粒

中钻： $0.30 \sim 0.99$ ct/粒

大钻： ≥ 1 ct/粒

称重仪器：电子天平；用克拉作单位时，有效数字保留到小数点后两位，第三位小数逢九进一。

钻石的估算法：

（1）标准圆多面型（58 个刻面的钻石）

估计重量= $(\text{腰平均直径})^2 \times \text{全深} \times 0.0061$

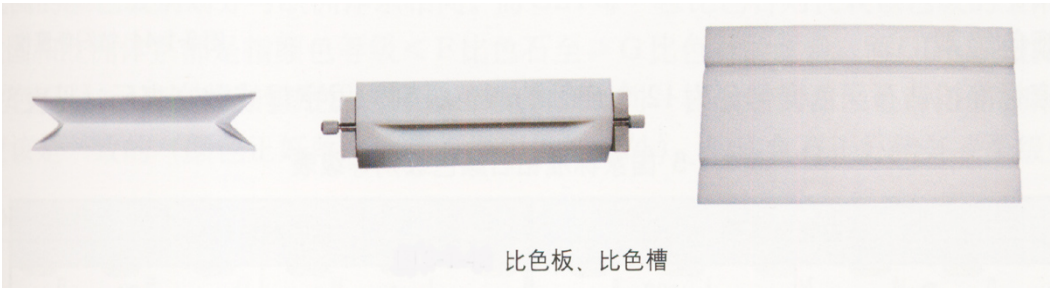
全深一般为腰棱直径的 60%，长度为 mm，重量为克拉，0.0061 为换算系数。

（二）颜色

颜色分级工作多采用比色法，即在标准白色钻石灯（色温 5000 7200K）和标准比色板（纸）（无荧光、无明显定向反射作用白色板或白色纸）环境下，将待测钻石与一套已标定颜色级别的标准圆钻型钻石标样进行对比来分级。



钻石比色灯



1、颜色级别（只对白-黄色系列的钻石分级）虽然不同国家或机构仍有自己的分级方案，我们重点关注 GIA 与我国的分级方案；

虽然 GIA 采用 21 级分级制，我国采用 12 个颜色级别，因为超出该级别之后，钻石泛黄明显，就该标准而言，已跌到金刚石之列。

中国（参照 GIA）		IDC、CIBJO	肉 眼 观 察 特 征
D	100	极白	无色透明，泛极淡蓝色光。
E	99		无色透明，无蓝色光。
F	98	优白	略出现似有似无的黄色，一般肉眼难见。
G	97		
H	96	白	
I	95	微黄(褐、灰)白	亭部朝上显微黄色，但冠部向上显无色。一般小于 0.2ct 者感觉不到颜色。
J	94		
K	93	浅黄(褐、灰)白	亭部朝上显微黄，冠部向上显似有似无的极微黄。一般小于 0.2ct 者感觉不到颜色。
L	92		
M	91	浅黄(褐、灰)	目视即可看出明显浅黄色或浅褐色。
N	90		

< N	< 90	黄(褐、灰)	呈现越来越明显的黄色或褐色。
-----	------	--------	----------------

2、影响钻石颜色的因素

- (1) 钻石对白光的吸收作用
- (2) 光源
- (3) 肉眼识别颜色的能力
- (4) 紫外荧光：发蓝白色荧光会改善颜色级别；发黄色荧光会降低颜色级别。
- (5) 背景色调
- (6) 颗粒大小

3、颜色分级的条件

- (1) 标准光源：色温 5000 7200K，没有紫外线的白色光源
- (2) 标准比色石

具备条件：a 每颗标准比色石质量不低与 0.25 ct，一般在 0.3~0.8 ct

b 净度级别至少要在 SI1 以上，透明度好

c 一套标准比色石不少于 5 个颜色级别，至少应有 F、H、J、L、N 五个色级才能满足需要。

d 标准比色石应为标准圆钻形切工

e 标准比色石在 LW 和 SW 下均不发荧光

- (3) 比色环境
- (4) 比色背景
- (5) 人员要求
- (三) 净度

净度是钻石内部和表面的洁净度。净度分级是指在 10 倍放大镜下，对钻石内部和外部的瑕疵进行等级划分。

1、瑕疵的类型

(1) 内部瑕疵

- ① 结晶包体：包括无色及浅色固体包体、黑色及有色固体包体。例橄榄石、石墨包体
- ② 针状包体
- ③ 云雾状包体（在 10 倍放大镜下人眼分辨的极限是 5 微米）
- ④ 羽状纹
- ⑤ 腰棱“胡须”
- ⑥ 内部生长纹

(2) 外部瑕疵

- ① 原始晶面
- ② 多余小面
- ③ 划痕
- ④ 抛光痕
- ⑤ 表面生长纹
- ⑥ 损伤痕
- ⑦ 缺口
- ⑧ 棱线磨损

2、钻石分级的条件

- (1) 钻石的清洁

- (2) 放大条件：10x放大镜
- (3) 照明条件：钻石灯
- (4) 人员要求

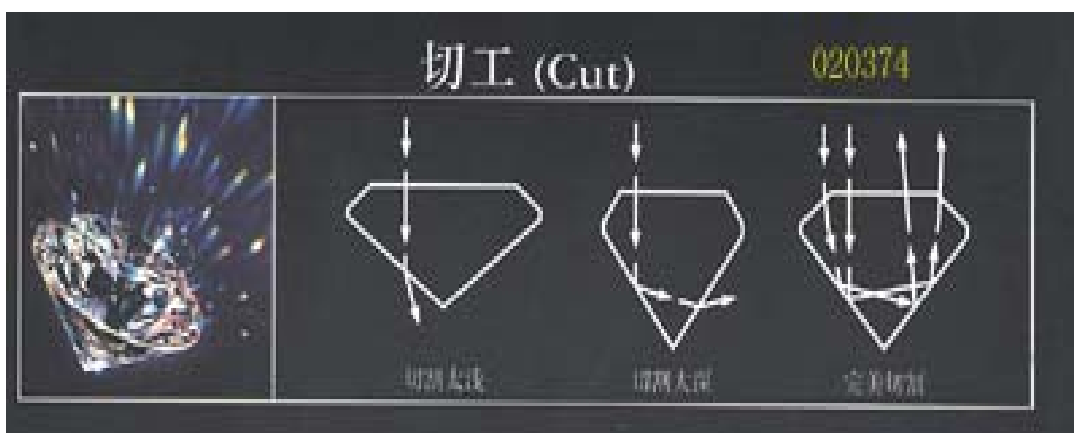
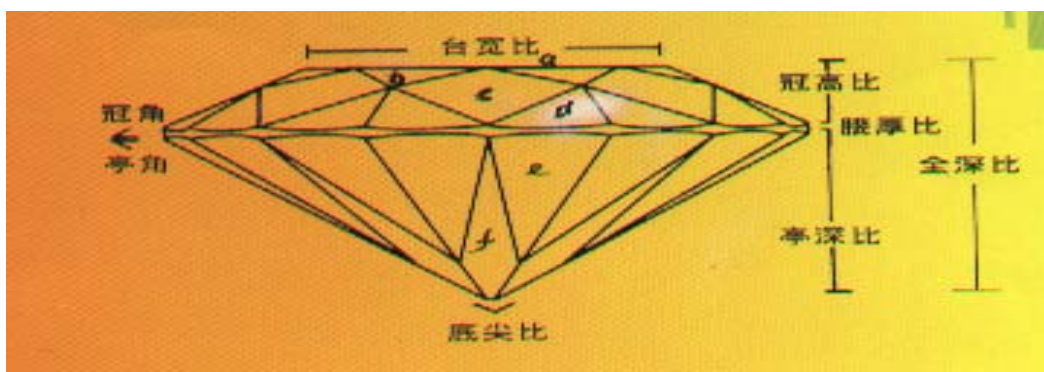
3、净度级别划分

美国 GIA	中国及国际 钻石委员会	判 别 依 据
无瑕 FL	镜下无瑕 LC	10x 下钻石内、外部均无瑕疵。包括：额外刻面位于亭部，冠部不可见；原始晶面位于腰围，不影响腰部对称，冠部不可见；内部生长线无反射现象，不影响透明度；钻石内、外部有极轻微瑕疵，经重新加工后可除去。
内无瑕 IF		
极轻微瑕 VVS1	极微瑕 VVS1	钻石具有极微小的瑕疵，10 倍放大镜下极难观察。
极轻微瑕 VVS2	极轻微瑕 VVS2	钻石具有极微小的瑕疵，10 倍放大镜下很难观察。
轻微瑕 VSI	微瑕 VSI	钻石具有细小的瑕疵，10 倍放大镜下难以观察。
轻微瑕 VS2	微瑕 VS2	钻石具有细小的瑕疵，10 倍放大镜下较容易观察。

4、影响钻石净度的因素

- (1) 瑕疵的大小 (2) 瑕疵的数量
- (3) 瑕疵的位置 (4) 瑕疵的颜色及亮度对比度
- (5) 瑕疵成像数量 (6) 裂隙
- (四) 切工（标准圆多面型）

切工分级是指在钻石切磨的比率和修饰度两方面对其质量所作的评价工作。



标准圆钻设计共 57 个面，如上图，a 台面(1)，b 星刻面(8)，c 冠部主刻面（风筝面）(8)，d 上腰面(16)，e 下腰面(16)，f 亭部主刻面(8)，一共 57 个面。如下尖顶也磨一小面，称为底面，则共 58 个面。

1、比率

切磨比率是指钻石各部分尺寸与其腰平均直径之比以及冠部的切磨角度。

- ①台宽比：冠部台面宽度相对腰平均直径的百分比（台宽为正八面形的对角线长度）
- ②宽高比：冠部高度相对腰平均直径的百分比
- ③腰厚比：腰棱厚度相对腰平均直径的百分比
- ④亭深比：亭部深度相对腰平均直径的百分比
- ⑤底尖比：底尖的最大直径相对腰平均直径的百分比
- ⑥全深比：底尖到台面的距离相对腰平均直径的百分比
- ⑦冠部角：冠部主刻面与腰围所在的水平面之间的夹角
- ⑧亭部角：亭部主刻面与腰围所在的水平面之间的夹角

判断钻石切磨比率好坏的最重要因素有台面大小、冠部角度、腰围厚度、亭部深度、尖底大小、冠部高度、总深度等。

切工的质量鉴别比较困难，因为涉及因素太多。根据对以上因素的检测，按比率一般将钻石的质量划分为很好、好、一般三个等级。

对钻石比率级别的划分可用两种方法，其一，利用钻石标准形态比例仪，将磨好的钻石放在仪器上与标准形态对比，就可以看出钻石形态不恰当的地方；其二，直接测量后计算。



2、修饰度

指钻石切磨工艺的优劣程度（对称性和抛光性）。按修饰度的好坏，可将钻石的切工划分为很好、好、一般三个等级。

影响修饰度级别的因素有：

- ① 钻石刻面留有抛光纹；
- ② 整个钻石圆度不够；
- ③ 冠部与亭部刻面尖点不对齐；
- ④ 刻面尖点不够尖锐；
- ⑤ 同种刻面大小不均等；
- ⑥ 台面和腰部不平行；
- ⑦ 底尖偏离中心

以上各因素均无或仅有①者，为很好；仅有①、②两项或仅有②者，为好；此外均属一般。

如果能充分利用宝石的自然条件、最大限度展示钻石原料之美、尽量地消除或掩蔽缺陷，亦属好的切工。

八、钻石的销售

世界上钻石的销售被一个称戴比尔斯 De Beers 的公司所垄断。它成立于 1888 年，1930 年在伦敦成立了下属钻坯销售机构——中央销售组织(CSO)。现改称为国际钻石商贸公司(DTC)。它控制着全世界 60%的金刚石矿山和 80%的钻石统售业务，并致力于钻石开发事业，在促进钻石业发展、稳定钻石价格上起了很好的作用，如 2000 年，DTC 钻石销售达 50 亿美元。

世界上加工钻石的机构很多，最有名的有四大钻石加工中心，即：

比利时的安特卫普：业务为 200 亿美元/年 美国的纽约：业务为 40 亿美元/年

以色列的特拉维夫：业务为 26 亿美元/年 印度的孟买：业务为 26.6 亿美元/年

我国钻石业发展前景看好。目前可能有 28000 钻石打磨工人生产 10 亿美元以上的成品。2000 年 8 月，上海成立了国家级“上海钻石交易市场”。这必将有力促进我国钻石业及钻石市场的发展。

第八章 红蓝宝石

课题 刚玉宝石的基本性质：产地及特征；刚玉宝石与相似宝石及仿制宝石的鉴定

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握红宝石和蓝宝石的基本性质（颜色特征、光性特征、折射率、相对密度、多色性、吸收谱线、荧光特征、内含物特征以及特殊光学效应等）；天然红蓝宝石与合成红蓝宝石的鉴别特征

教学重点及难点：红宝石和蓝宝石的基本性质；天然红蓝宝石与合成红蓝宝石的鉴别方法。

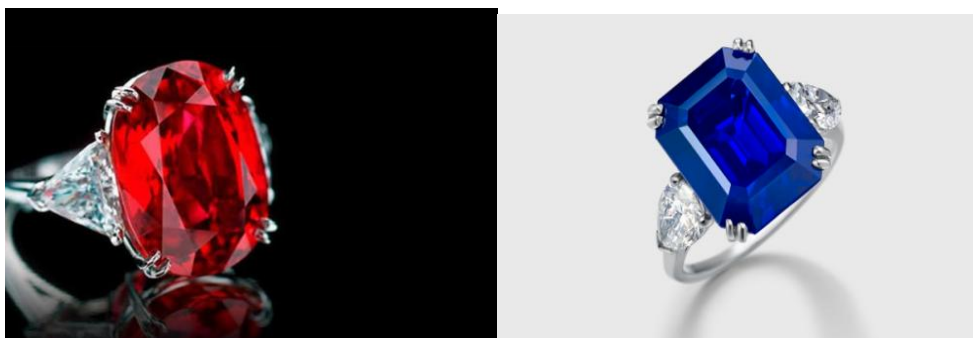
教学方法及手段：讲授

教学过程：

第八章 红蓝宝石

一、概述

红、蓝宝石是宝石级的刚玉。其中，颜色带红色调者称为红宝石，而呈其它颜色者统称为蓝宝石，只不过呈蓝色者属狭义的蓝宝石，实际中可直呼其蓝宝石，其它颜色者则需在“蓝宝石”一名前加上颜色的修饰语，如无色蓝宝石、金黄色蓝宝石等。



红/蓝宝石仍深受人们的喜爱。人们把红宝石作为 7 月生辰石。骄阳似火的 7 月，佩戴火红的红宝石首饰，灿烂的阳光和红宝石绚丽的光芒交相辉映，令人朝气蓬勃，奋发向上。红宝石被认为是爱情、热情和品德高尚的象征，人们又称其为爱情之石，将其作为结婚 40 周年(红宝石婚)的纪念品。很久以来，蓝宝石就被看作是忠诚和坚贞的象征。被称为“命运之石”的星光蓝宝石的三束星光带，也被赋予忠诚、希望和博爱的美好象征。蓝宝石是 9 月生辰石，结婚 45 周年也叫蓝宝石婚。

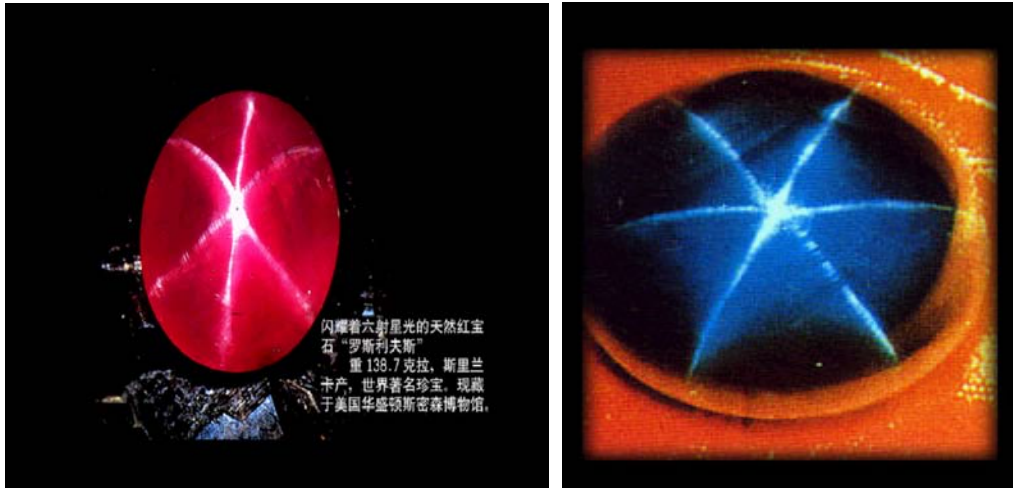
红、蓝宝石质地坚硬，其硬度仅次于钻石，红宝石颜色鲜红、美艳，为红色宝石之冠，亦为有色宝石之首。其价格也是有色宝石最高的。由于红宝石颗粒多不大，因而大粒红宝石更为名贵(历史上的一些著名的大粒红宝石多为红色尖晶石)。蓝宝石颜色湛蓝、如与雨后的天空一样清新辽阔，象大海一样宽广深邃，也堪称蓝色宝石之王。因此红、蓝宝石历来深受人们的喜爱，作为饰品的历史很悠久。

宝石级的大型红宝石通常少见，甚至在缅甸人开采宝石的早期，巨大的红宝石也很罕见，因此只有极少数具有历史意义。那时，一发现大粒宝石就被国家统治者贪婪地垄断起来，而故事家们则用无限丰富的想象来描绘红宝石。

明清两代，红、蓝宝石大量用于宫廷首饰，民间佩戴者也逐渐增多。慈禧太后的殉葬品中有红宝石朝珠一对，红宝石佛 27 尊，红宝石杏 60 枚，红宝石枣 40 枚其他各种形状的红、蓝宝石首饰与小雕件 3790 件，其中 68ct 的大粒蓝宝石 18 粒，17ct 左右的蓝宝石更是为数众多。

清代亲王与大臣等官衔以顶戴宝石种类区分。其中亲王与一品官为红宝石，蓝宝石是三品官的顶戴标记。

世界蓝宝石的产量比红宝石要大得多，大型宝石级蓝宝石也相对比较常见，世界各地收藏的著名蓝宝石。



二、刚玉宝石的基本性质

(一) 矿物名称：刚玉

(二) 化学成分

Al_2O_3 ，可含 Cr、Fe、Ti、Mn、V 等元素。当刚玉不含杂质元素时，为无色；



(三) 晶系及晶形

三方晶系。完善的晶体常为六方桶状、柱状或板状

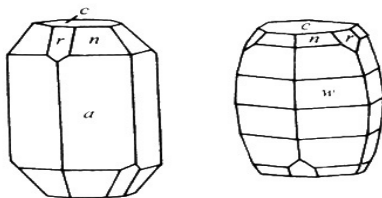


图 10-2 刚玉的晶体



(四) 光学性质

1、颜色

色彩丰富，红、蓝、绿、黄、褐等色，红、蓝宝石的颜色与杂质元素的种类，含量和组合有关。

2、光泽及透明度

亮玻璃至亚金刚光泽；透明至不透明，高档刻面宝石为透明，具星光效应的多为半透

明。

3、光性：一轴晶负光性

4、折射率和双折率

折射率为 1.762 1.770(+0.009, -0.005), 双折射率 0.008~0.010

5、多色性

刚玉的多色性中等。其中红宝石表现为紫红/橙红, 蓝宝石表现为紫蓝/绿蓝。

6、色散: 0.018 (低)

7、发光性

红宝石在紫外灯下可以发红色荧光, 借此可以区分开红色石榴石(无荧光)。蓝宝石通常不发光。

同一红宝石在 LW 下发光比 SW 下发光强度强。

Cr 含量高者红色荧光强而鲜, Fe 含量高者荧光弱而暗。

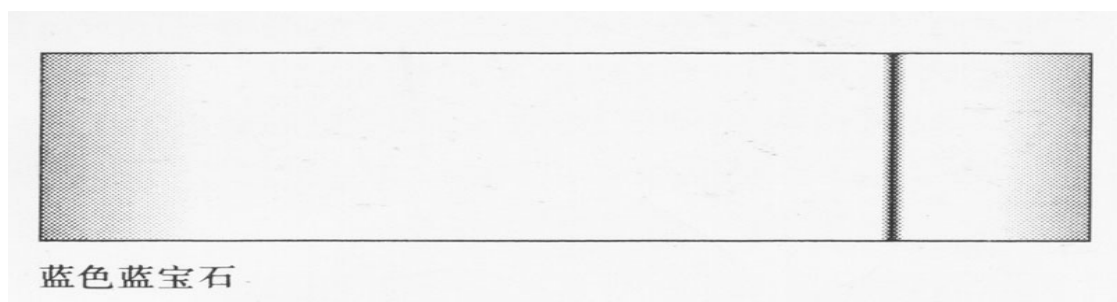
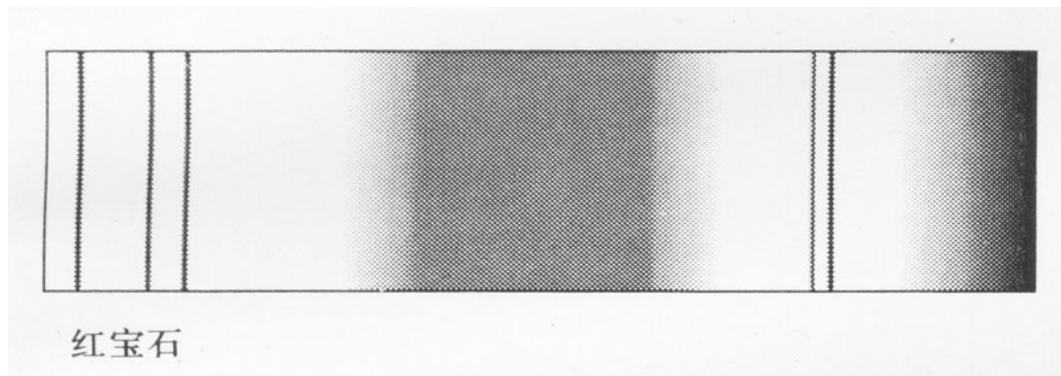
8、查尔斯滤色镜反应

红宝石可呈现不同的红色。

9、吸收光谱

(1) 红宝石的典型光谱特征是 698、694、659nm 吸收线, 620~540nm 的吸收带, 476、475、468nm 的细吸收线及 450nm 后的全吸收。由于分光镜中分辨率的原因, 698 与 694、476 和 475 常合并成一条吸收线。

(2) 蓝色和绿色蓝宝石以及由 Fe³⁺致色的黄色蓝宝石典型光谱是 470、460、450nm 吸收线, 当颜色较深时连成一起形成一较宽的吸收带。浅灰色蓝宝石仅可在 450nm 处见一条模糊的吸收线。



(五) 力学性质

1、密度

密度较大, $4.00(\pm 0.05)\text{g/cm}^3$, 随宝石内杂质元素的不同, 相对密度值会有变化, 如山东蓝宝石相对密度可达 4.17。

2、硬度: 摩氏硬度为 9, 硬度略具方向性, 平行柱面的硬度略大于垂直柱面的硬度。

3、解理和裂理

无解理，双晶发育者显三组裂理。

(六)其他性质

(1) 星光效应：许多产地的刚玉宝石含有丰富的定向排列的金红石针状包裹体，它们在垂直光轴的平面内呈现出 120° 角度相交，构成三组不同的包裹体方向，当加工成弧面形宝石后可显示六射星光。

(2) 变色效应：少数蓝宝石具变色效应，它们在日光下呈蓝紫色、灰蓝色，在灯光下呈红紫色，颜色变化不明显，颜色通常也不鲜艳。

(七)内部显微特征

放大检查可见丝状物，针状、气液、指纹状、雾状包体，负晶，晶体包体，生长纹，生长色带，双晶纹等，常可呈现出星光效应。不同产地的宝石具有不同的包裹体特征。



三、产地及特征

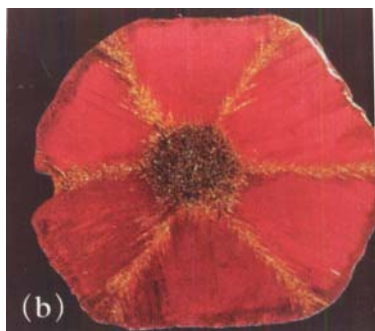
(一) 红宝石

1、缅甸红宝石

颜色分布不均匀，“糖浆状”可作为缅甸红宝石的产地鉴别特征。

主要有两个矿区：(1) 抹谷红宝石。唯一的鸽血红产地，颜色以玫瑰红最多，饱和度高。包体特征：针状金红石（三组）；双晶纹（百叶窗）；黄铁矿、磷灰石、尖晶石等包体，少见气液包体。

(2) 孟素红宝石：颜色多为紫红色，中心有“黑心”。包体特征：缺少丰富的金红石包体，但见萤石、方解石、水铝矿等包体，聚片双晶较发育。



2、泰国红宝石

颜色：较深暗，透明度较低，多呈浅棕红色至暗红色，颜色较均匀，色带不发育。

包体：三组水铝矿呈“鹰架状”构造（产地依据）；气液两相包体发育；磁铁矿、石榴石、磷灰石等固体包体。



三组垂直的水铝矿

3、斯里兰卡红宝石

颜色：浅红色、粉红色、高档品为“樱桃”红，色带发育，透明度高。

包体：金红石针状包裹体；具应力晕圈的锆石包裹体；气液两相包体（呈指纹状、网状）。



（4）越南红宝石

颜色：紫红色、玫瑰红，透明至半透明。

包体：三斜铝石（产地依据），双晶发育，裂隙较多。

（5）中国红宝石

特点：以玫瑰红色为主；颗粒小；裂理发育；包体较多；透明度较低。

（二）蓝宝石

（1）澳大利亚蓝宝石（产量最大）

特点：颜色很深，甚至呈墨黑色，一般具有浓绿色到极深紫蓝色的二色性。透明度差，半透明至不透明，往往带有不受欢迎的绿色调。常有色带和羽状包体。泰国和我国山东昌乐以及其它地方也产类似的蓝宝石。属于较差的品级。



（2）克什米尔（印度）蓝宝石

特点：颜色深蓝带紫(“矢车菊”蓝)，透明度高。含有极细的纱状羽状体和液态内含物包裹体，并造成这种蓝宝石具有特征的轻淡乳白色。



（3）、缅甸蓝宝石

缅甸抹谷除了红宝石以外，同时也是出产上好蓝宝石的重要产地，虽然，蓝宝石的产量不高，通常只作为在砂矿中开采红宝石的附产品，但是这并不影响其重要性。抹谷的蓝色蓝宝石可具有中至深的纯正的蓝色，比克什米尔的蓝宝石颜色稍深，并且与矢车菊蓝宝石一样，无论在什么类型的光照下（如日光、灯光）都不会改变色调。

缅甸蓝宝石含有各种内含物，金红石针、水铝矿、指纹状的愈合裂隙、白云石、板钛矿和磁黄铁矿等。

（4）斯里兰卡蓝宝石

特点：品质较好，透明度高，颜色浅蓝紫色，色泽往往不均匀(有色带、条纹等)。包体主要有金红石、锆石和丰富的气液两相包体。斯里兰卡历史上曾出产过优质蓝宝石，品质属最佳之列。目前国内市场上还可见到称“卡蓝”的优质蓝宝石。



（5）柬埔寨蓝宝石

柬埔寨蓝宝石主要产地拜林。与蓝宝石伴生有红色及橙色的尖晶石，少量的锆石和大量的铁尖晶石。蓝色纯正，分布均匀，色带不明显，透明度高，光泽强。

（6）中国蓝宝石

特点：含铁、钛量偏高，颜色深暗，以蓝黑为主，色带清晰，热处理较难成好色，透明度低，颗粒大，晶体完整。



四、刚玉宝石与相似宝石及仿制宝石的鉴定

那些透明度较高的红宝石，给人的基本感觉是净度不高，内部的裂纹和包体几乎无一不见，只是程度上有差异；不过，这些包体由于各种类型的均有，难以用之开展进一步的鉴定工作，常见的包体品种是指纹状的气液包体及尖晶石、榍石、磁铁矿、方解石、磷灰石、锆石等固态包体。

肉眼（结合 10×放大镜或宝石显微镜）观察，狭义上的蓝宝石呈深浅不同的蓝色，例如矢车菊蓝、天蓝、浅蓝、深蓝、蓝黑、绿蓝等，颜色常常表现为不够均匀，形成不同方向上颜色的微小差别，或者同一方向上颜色呈现出色带分布的特点。

色带因平行六方柱面排列，因而蓝宝石的生长纹由正六边形的色带组成。蓝宝石的生长纹不仅在透明度低者中可见，在透明度高者中亦可见。蓝宝石中如果亦含有针状(绢丝状)金红石包体并定向排列，定向切磨后可呈现六射星光甚至十二射星光。蓝宝石的净度较红宝石的为高，除含有一些不良包体之外，蓝宝石中裂隙发育的程度较低。



红宝石和蓝宝石的主要鉴别方法是：

- ①用折射率仪，可测得折射率为 1.762—1.770，双折射率为 0.008；
- ②用天平，可测得密度为 3.95—4.05g/cm³；
- ③用分光镜，红宝石呈典型的铬光谱，蓝宝石呈铁光谱；
- ④放大观察，不同产地的红宝石和蓝宝石具有不同的包裹体，不仅可以这些内含物特征来鉴别红宝石和蓝宝石的真伪，还能鉴别产地；
- ⑤用二色镜和偏光镜，可测其多色性和光性。

红宝石与相似宝石特征对比表

名称	硬度	相对密度	折射率	二色性	包裹体
红宝石	9	3.99	1.764-1.772	明显	金红石针、指纹状气液
锆石	7.5	4.69	1.925-1.984	弱	固体
铁铝榴石	7.5	3.9-4.2	1.76-1.81	无	金红石针
镁铝榴石	7.5	3.7-3.9	1.74-1.76	无	金红石针
尖晶石	8	3.60	1.72	无	尖晶石、锆石、磷灰石等
托帕石	8	3.53	1.61-1.62	个别有	二相、不混溶气液
碧玺	7	3.04	1.62-1.64	明显	扁平或不规则管状气液
绿柱石	7.5	2.72	1.57-1.58	弱	线状、管状气液
玻璃		2.4-4.2	1.44-1.70	无	气泡

蓝宝石与相似宝石特征对比表

名称	硬度	相对密度	折射率	重折率	二色性
蓝宝石	9	3.99	1.76-1.77	0.008	明显
蓝晶石	4-6	3.69	1.75-1.73	0.016	明显
合成尖晶石	8	3.63	1.727		无
尖晶石	8	3.60	1.718		无
托帕石	8	3.56	1.61-1.62	0.008	中等
蓝锥矿		3.65	1.757-1.804	0.047	明显
碧玺	7	3.10	1.62-1.64	0.020	明显
海蓝宝石	7.5	2.70	1.57-1.58	0.006	明显
堇青石	7	2.59	1.53-1.54	0.009	明显

第八章 红蓝宝石

课题:焰熔法合成红、蓝宝石的鉴别；刚玉宝石的优化处理及其鉴别；刚玉宝石的质量评价；刚玉宝石的产状

学时：2 学时

教学目的和要求：红蓝宝石与合成品的鉴别特征、优化处理方法及其鉴别；红蓝宝石的质量评价。

教学重点及难点：焰熔法合成红、蓝宝石的鉴别特征、优化处理红蓝宝石鉴别；红蓝宝石的质量评价方法。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第八章 红蓝宝石

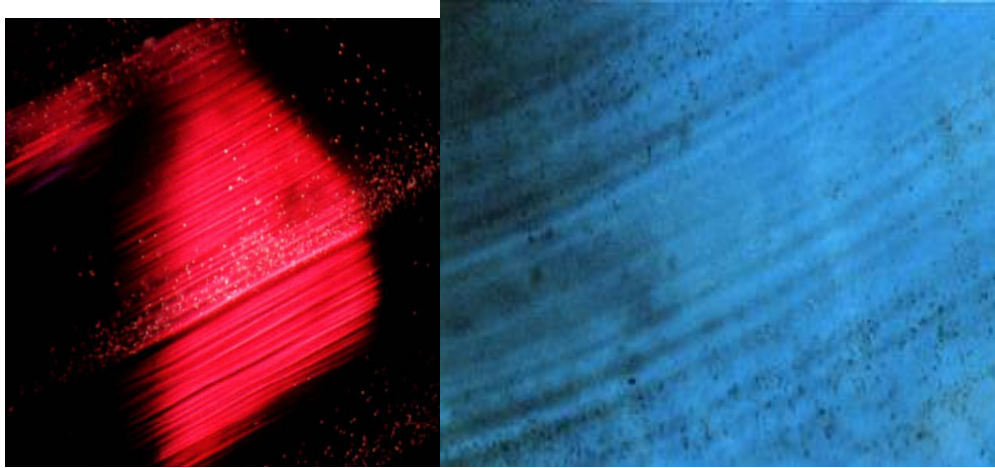
五、焰熔法合成红、蓝宝石的鉴别

1、弯曲生长纹

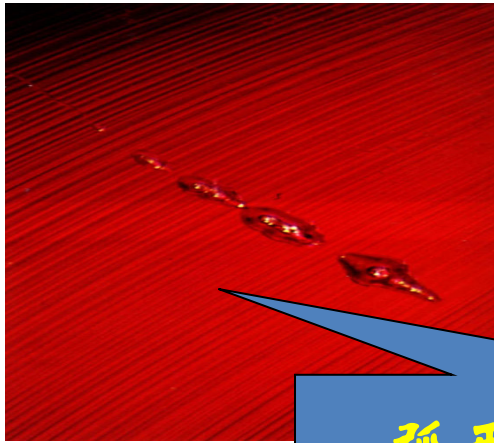
弯曲生长纹是由于合成红宝石的生长过程中熔滴汇成的熔融层往往呈弧面状，并且逐层冷凝而造成的。颜色深的蓝宝石中也可以观察到弯曲生长纹，但是，在浅色的，例如黄色品种中，很难发现弯曲生长纹。

2、气泡

焰熔法合成红蓝宝石的另一个重要特征是含有气泡，气泡通常很小，在低倍放大镜下成黑点状，如果气泡较大，高倍放大能分辨出气泡的轮廓，常呈球形，椭圆形或蝌蚪形，气泡多时会成群呈带状分布。



3、未熔粉末



弧形生长纹及不均匀熔解

4、颜色饱和度高、

焰熔法合成红宝石的颜色最常见为鲜红色和粉红色，纯正、艳丽，而且透明、洁净，通常过于完美。焰熔法合成蓝宝石有多种颜色。

5、颗粒大

6、在紫外荧光下发出强的荧光

天然红宝石和合成红宝石在紫外光下发生红色荧光，但由于合成宝石成分较纯，紫外荧光通常比天然红宝石强。

天然蓝色蓝宝石在紫外光下常呈惰性，而焰熔法合成蓝宝石在短波紫外光下可能显示淡蓝—白色或淡绿色荧光。

7、台面易见二色性

天然红宝石尤其是大颗粒优质红宝石，顶刻面的取向一般是垂直结晶 C 轴的，用二色镜从台面观察看不到多色性。而焰熔法合成红宝石作为低廉的红宝石仿制品，在加工中不注意取向，从台面观察常能见到红和橙红色的二色性。

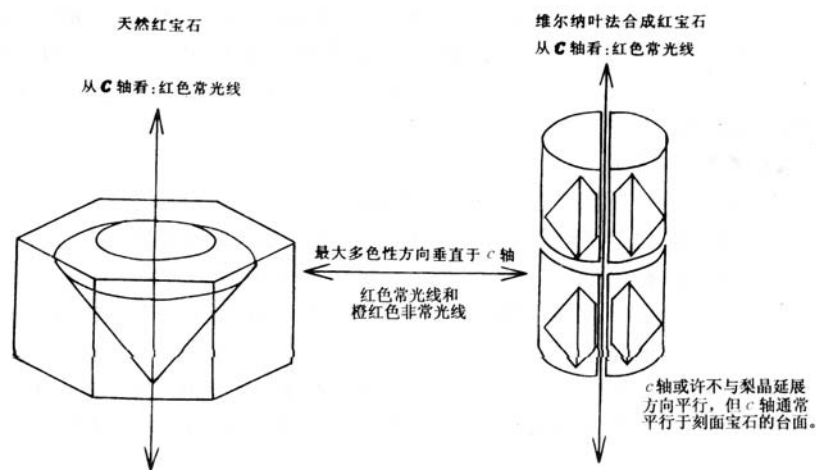


图 17-3 天然红宝石、焰熔法合成红宝石常见加工方向与多色性颜色

六、刚玉宝石的优化处理及其鉴别

1. 染色处理

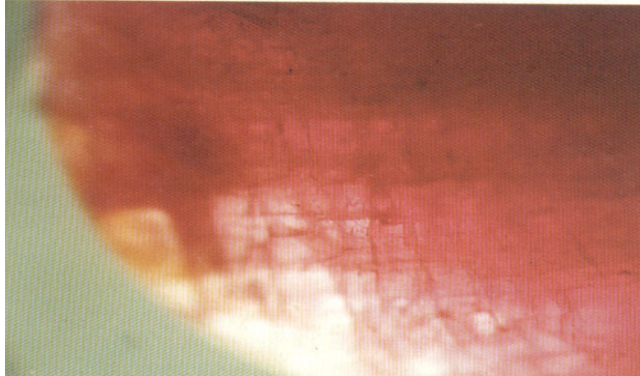
方法：将颜色浅淡、裂隙发育的红宝石和蓝宝石放进有机染料中浸泡、加温，可使其染上颜色。

鉴别的主要特征是：

①放大检查可见染料在裂隙处集中；②呈现多色性异常，外表颜色浓艳者却没有明显的多色性；③红外光谱检测可见染料的吸收峰；④用蘸有丙酮的棉签擦试宝石，可使棉签

呈现颜色。

染色红宝石中沉积在裂隙中的红色染料(10×)



2. 充填处理

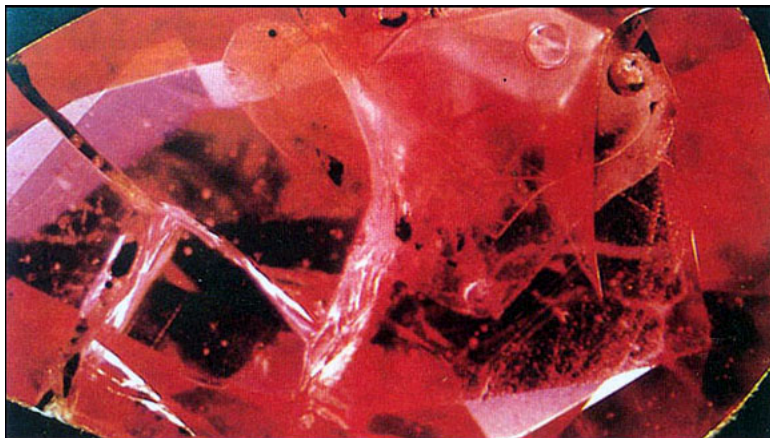
红宝石和蓝宝石（特别是红宝石）的天然品往往存在各种裂纹或裂隙，它们严重影响宝石的价值，为了掩盖其裂隙，可通过对其裂隙进行充填以达到提高净度的目的。充填物质可有油、胶、玻璃等。检测的办法是：

①注油处理者，放大检查可见充填裂隙处呈现干涉色，有时因为油的挥发而留下渣状沉淀物，热针靠近有油珠析出；

②注胶处理者，裂隙处光泽低，针尖刻划裂隙处，胶可被划动，红外光谱检测可见胶的吸收峰；

③玻璃充填者，充填处颜色和光泽与主体有差异，充填处常有气泡。

用玻璃对裂隙进行充填的红宝石，放大观察可见玻璃质的均质性及其中气泡。



3. 热处理

红宝石和蓝宝石的热处理已获得了市场的认可，销售时可以不特别注明。

（1）热处理的应用

a 消除红宝石中的兰色和削弱深色蓝宝石的兰色

原理： $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$

$4 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{Fe}^{3+} + 2\text{O}^{2-}$

条件：18000C 氧化气氛

b 加深蓝宝石的兰色

原理： $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$

条件：18000C 还原气氛

c 消除红蓝宝石中丝状金红石包体

方法：样品加热到 18000C 时快速冷却。

d 产生星光：对于含钛的刚玉

方法：样品加热到 1800°C，慢慢冷却。

原理： $\text{Ti} + \text{O}_2 \rightarrow \text{TiO}_2$

e 浅黄色、黄绿色刚玉→金黄色、橙黄色刚玉

原理： $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$

条件：1800°C 氧化气氛

(2)热处理红宝石和蓝宝石特征

95%以上的红、蓝宝石都经过了热处理。

①表面特征：原本平直的刻面棱角出现双腰棱、多面腰棱的现象。出现三组交叉裂纹构成典型的羽状体。

宝石表面在热处理过程中将产生凹坑，即便重新抛光，某些小面，特别是靠近腰棱的小面仍将残留有凹坑的痕迹，另外，重新抛光将产生多余的小面。

②宝石中固体包体变形是热处理的直接证据。

在宝石内部，若原来有矿物晶体包裹体，加热将使被熔融过的晶体变成白色，并有浑圆状的外形，其周围往往还发育圆盘状裂隙，针状金红石被熔成点线状；

③红宝石内的原生流体包体在高温作用下发生胀裂。

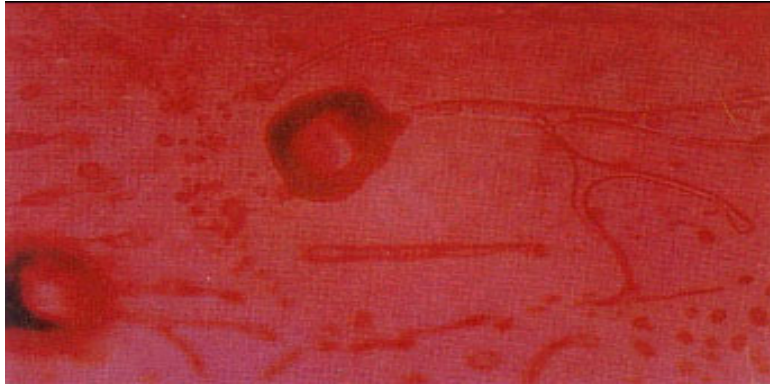
经热处理蓝宝石的表面灼伤现象



经热处理的红宝石，内部针状金红石包体熔断成颗粒状。



经热处理的红宝石，液态包体膨胀溢出。



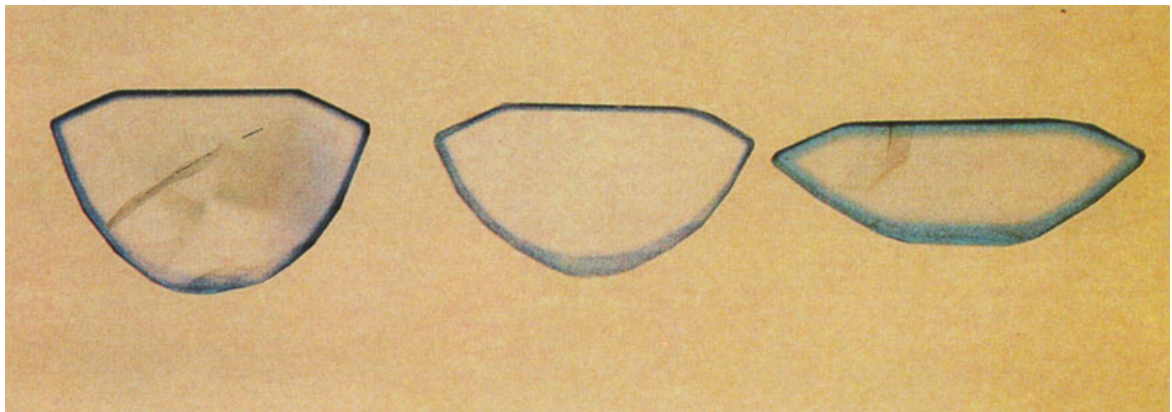
- ④蓝宝石的色带更加清晰可见
- ⑤热处理的蓝宝石有时有弱荧光
- ⑥吸收光谱：经过热处理的蓝色蓝宝石在 450nm 处不显吸收带。

4、表面扩散处理

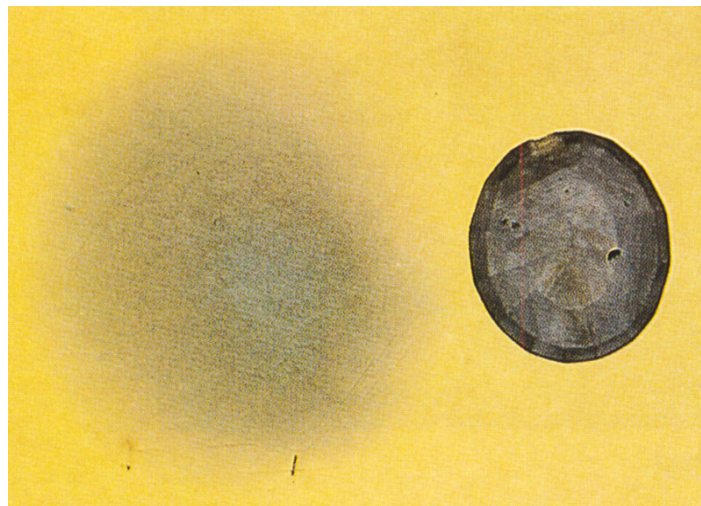
方法：扩散处理是将无色刚玉切磨成琢型宝石后，在其表面添加适当的致色剂后进行加热，使致色剂扩散到宝石表面一定深度，并使其产生颜色，从而达到改善的目的。

鉴别：①浸液观察具西瓜效应：扩散处理的蓝宝石放在浸液（水或油）中，明显可看到颜色主要集中于表面，即主要在小面边棱处。

扩散蓝宝石



二碘甲烷中的蓝宝石(左)和扩散蓝宝石(右)



- ②裂隙、凹坑和腰棱处颜色相对集中。
- ③折射率高于天然未处理的刚玉宝石，最高可达 1.80。
- ④电子探针及 X 射线荧光分析表明，扩散处理蓝宝石中含有特别高的 Ti，高于天然蓝宝石，可 Fe 的含量较天然蓝宝石低。

七、刚玉宝石的质量评价

1、颜色

包括色调、饱和度、均匀度、亮度、多色性。

从颜色上看，红宝石以以鸽血红色（鲜红中微透紫）最佳，其次是鸽血玫瑰红色，再次是玫瑰红色，最后是浅玫瑰红色。蓝宝石则应呈矢车菊蓝（深蓝中微带紫）

2、重量

小颗粒的价格与重量平方成正比，大于 5 克拉要根据质量单独议价。

3、透明度

透明者为上品。

4、净度

主要考虑瑕疵的大小、数量、位置、对比度；瑕疵对宝石的耐久性的影响。

5、切工

主要考虑各部分的比例和对称性。

	高档	中档	低档
颜色	鲜艳、纯正、浓淡均匀	较艳、较纯、浓淡稍不均	色欠正、有偏邪色、不均匀
透明度	透明	透-半透明	半-不透明
净度	10 倍镜下干净	10 倍镜下见少量包体、裂纹	10 倍镜下瑕疵明显
可用质量(ct)	≥ 2	≥ 1	$\geq 0.3 \sim 0.6$

星光红、蓝宝石的鉴赏和评价

星光宝石的评价一是星光越亮越好；二是星光光线交点应位于弧面宝石的顶点，一旦磨歪了，交点偏于弧面的一侧，宝石的价值就大大降低；三是星光的光线不要有缺、断、弯曲等情况。

星光的明显与否，与宝石的透明度和颜色有关。当宝石透明度较差，颜色又较深暗时，星光会更明显。红、蓝宝石当包体少或包体定向性差时，虽磨成弧面琢型，也不显星光。

八、刚玉宝石的产状

刚玉的形成不象比金刚石要求的条件宽，它不需要特殊的高压，但是要求较高的温度，一般要 400-500℃以上，压力范围很广。此外要求岩石的化学成分应该是富 Al 而贫 Si 的。目前全球发现的红、蓝宝石矿床主要有如下类型：

①岩浆型：产于喷出的玄武岩或侵入的煌斑岩中。是蓝宝石的主要成因类型。典型矿床如澳大利亚新南威尔士州蓝宝石矿、我国山东昌乐蓝宝石矿床(玄武岩)。

②伟晶岩型：产于奥长伟晶岩中。典型矿床有坦桑尼亚翁巴河流域及乌鲁古鲁山红、蓝宝石矿床及俄罗斯马卡鲁兹红宝石矿床。

③接触交代(矽卡岩)与气成热液型：

产于酸性或碱性岩浆岩(花岗伟晶岩、正长岩、辉长岩)与碳酸盐岩接触带中及超基性岩的交代岩中。该类型产优质的蓝宝石。典型矿床有克什米尔蓝宝石矿床(花岗伟晶岩)、斯里兰卡康提城蓝宝石矿床(正长岩)及我国西藏曲水县刚玉矿床(辉长岩)。

④区域变质型：

产于大理岩、片麻岩、云母片岩中。该类型产优质红宝石，蓝宝石质量也较好。典型矿床有缅甸抹谷、俄罗斯帕米尔、巴基斯坦罕萨、阿富汗哲阁达列克及我国云南哀牢山红宝石矿床(大理岩中)。

⑤砂矿：由于刚玉相当大的稳定性，它常常富集于砂矿中。砂矿是优质红、蓝宝石的主要来源，经济价值比原生矿重要得多(质量及开采成本)。上述各种成因类型原生矿都有相应的次生砂矿。上市的红、蓝宝石主要来自于砂矿的开采。

练习：

1、宝石学中红宝石的红色是：

A 白色 B 他色 C 假色

2、红宝石内常可见到：

A 解理 B 裂开 C 晶面

3、红宝石具有：

A 单色性 B 二色性 C 三色性

4、为查明红宝石中有无玻璃充填，宜选用：A 亮域照明 B 暗域照明 C 顶部照明

5、红宝石与染色红宝石的判别宜使用：

A 滤色镜 B 显微镜 C 分光镜

6、在紫外荧光灯下，含铁量高的蓝宝石：A 没有荧光 B 弱的荧光 C 可有可无荧光

7、紫红色近不透明的红宝石原料，宜加工成：

A 弧面型宝石 B 刻面型宝石 C 混合型宝石

8、扩散法加色的蓝宝石在正常贸易中：

A 可以声明 B 必须声明 C 无须声明

9、鉴定红宝石与红色玻璃简单有效的仪器有哪些？（写二种）

第九章 祖母绿

课题:祖母绿

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握祖母绿的基本特征；了解天然祖母绿的品种、产地及包体特征。熟悉天然祖母绿与合成祖母绿的鉴别方法；了解祖母绿的优化处理过程及质量评价。

教学重点及难点：祖母绿的基本特征；天然祖母绿与合成祖母绿的鉴别；祖母绿的质量评价。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第九章 祖母绿

一、概述

祖母绿这一名字与“祖母”无关，而是来自波斯语的译音。祖母绿的颜色代表春天来到时，大自然的美景和许诺。同时，它也是忠诚、仁慈、善良最合适的象征。恋人们认为祖母绿具有揭示被爱者是否忠贞的魔力。戴上爱神维纳斯喜欢的宝石，可保障爱情成功；戴上象征春的祖母绿，如同站在绿色、活泼的生长点上，催人追求、开拓、向上，使生命像祖母绿一样，永葆青春、放射光芒。



祖母绿作为五月生辰石，象征着幸运、幸福与青春永驻。

1956年在南非曾采到4.8公斤的祖母绿晶体（世界最大）；在著名的哥伦比亚木佐矿也曾采到3.024公斤的祖母绿晶体

祖母绿绝大多数产自哥伦比亚，另外津巴布韦、俄罗斯、印度等国也有产出。优质祖母绿95%以上来自哥伦比亚，最著名的矿区为木佐矿和契沃尔矿。



二、祖母绿的基本性质

(一) 矿物名称：绿柱石

(二) 化学成分

铍铝硅酸盐 $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ，含 Cr、Fe、Ti、V 等元素

(三) 晶系与结晶习性

六方晶系，常呈六方柱状晶体。



（四）光学性质

（1）颜色：Cr 致色的特征的翠绿色。

含 Cr_2O_3 0.15% 0.6% 者较好，若 Cr_2O_3 含量为 0.2% 则达最佳，如若氧化铁的含量超过 0.6%，颜色将会发暗；

（2）透明度和光泽

透明至半透明；玻璃光泽。

（3）光性特征：非均质体，一轴晶，负光性。

（4）折射率：1.577 1.583(± 0.017)；双折率：0.005 0.009

（5）多色性

多色性因不同品种而异：祖母绿呈中至强的蓝绿—黄绿；

（6）色散：0.014

（7）发光性

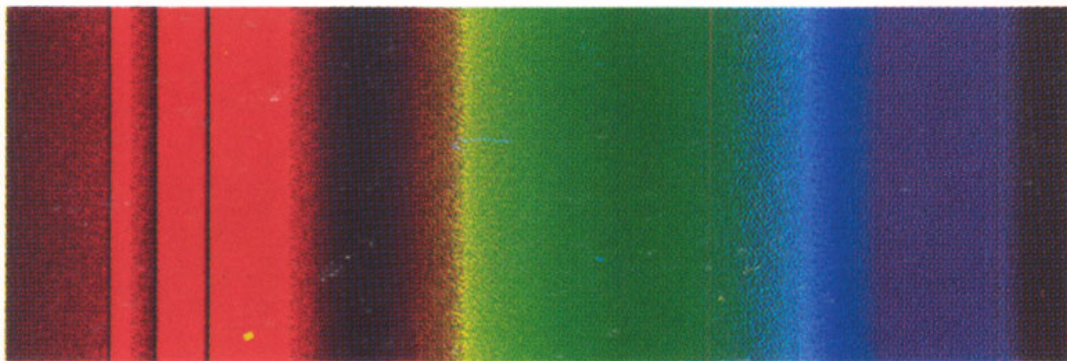
LW 下，呈无或弱绿色荧光，弱橙红至带紫的红色荧光。SW 下无荧光，少数呈红色荧光。

（8）查尔斯滤色镜

大多数祖母绿用强光照射，在查尔斯滤色镜下呈粉红色或暗红色，哥伦比亚祖母绿常呈强红色，而印度和南非的祖母绿呈现绿色，这是由于 Fe、V 等杂质含量多。

（9）吸收光谱

祖母绿具 683、680nm 强吸收线，662、646nm 弱吸收线，630 580nm 部分吸收带，紫区全吸收；



Emerald

（五）力学性质

（1）密度：2.71 (2.67-2.75) g/cm^3 。

（2）硬度：7.5 8

（3）解理：具一组底面不完全解理。

（4）韧性：韧性差，较脆。

（六）其它性质：可具猫眼效应和星光效应。

三、祖母绿的产地及其特征

1、哥伦比亚（最优质）

包体特征：气液固三相共存“盐”包体。

这是哥伦比亚优质祖母绿中的特征包体，它由气态二氧化碳、液态氯化钠和固态立方体

食盐组成。



①契沃尔矿

大多数祖母绿含有晶形完好的黄铁矿晶体和三相包裹体。

②木佐矿

内含三相包裹体，包裹体外形常呈分叉状或锯齿状，包裹体中的固态子晶常带尾状。木佐祖母绿不含黄铁矿晶体，但可见黄褐色的斜方晶体氟碳钙铈矿

2、巴西

产量大，品质差，颜色浅，但具 Cr 谱。

巴西祖母绿可见二相包裹体、管状包裹体及不规则的空洞，含云母、方解石、白云石、黄铁矿和铬铁矿等矿物包裹体。



3、俄罗斯

晶体大，裂隙发育，Fe 含量高，颜色发暗，黄色调。

包体特征：“竹节状”包体。这是俄罗斯祖母绿中的特征包体，它是一些呈长柱状的阳起石或透闪石。



竹节状的阳起石

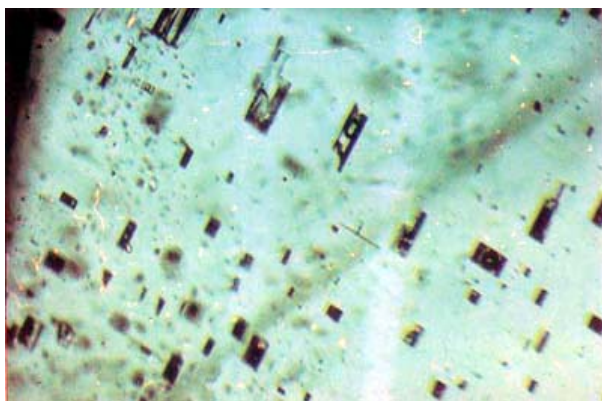
4、津巴布韦

颗粒小，颜色好，典型包体是针状长纤维状的透闪石包体。



5、印度

晶体一般较小，典型包体是“逗号状”负晶。



6、坦桑尼亚

祖母绿微带草绿色，有时可带蓝绿色，优质的祖母绿晶体小于 8ct，更大个的晶体总带混浊的雾状包体。宝石内常含有云母片，二相或三相柱状负晶和愈合裂隙。



7、澳大利亚

颜色浅，裂隙发育。

8、南非

晶体大，质量不高。

9、中国云南

品质差，裂隙发育，颜色中等绿色稍带黄。Cr 谱不清。

四、祖母绿与仿制宝石的鉴别

祖母绿与相似宝石特征对比表

名称	光性	硬度	相对密度	折射率	双折射率
祖母绿	一轴晶 (-)	7.5-8	2.65-2.90	1.577-1.583	0.005-0.009
铬透辉石	二轴晶(+)	6	3.29	1.675-1.70	0.024-0.030
铬钒钙铝榴石	均质体	6.5	3.85	1.72	无
翠榴石	均质体	7	3.84	1.88	无
绿色萤石	均质体	4	3.18	1.43	无
绿色磷灰石	一轴晶(-)	5	2.90-3.10	1.632-1.667	0.002-0.005

绿色翡翠	不消光	6.5-7	3.33	1.66-1.68	0.014
绿色玻璃	非晶体	5-6	2.4-4.5	1.47-1.70	无

五、合成祖母绿的鉴别

合成祖母绿主要通过助熔剂法和水热法获得。



助熔剂合成祖母绿晶体



水热法合成祖母绿

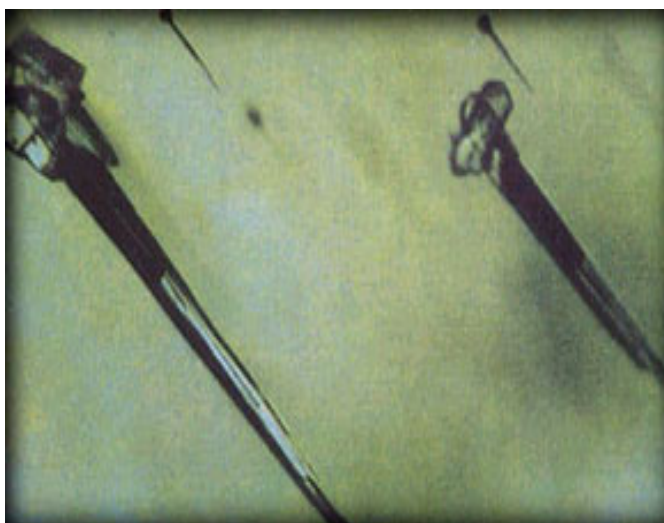
它的鉴别特征是：

- 1、折射率稍偏小：合成祖母绿的折射率值为 1.560-1.567，天然品大多为 1.567-1.590。
- 2、密度稍偏小：合成祖母绿的密度为 2.65—2.67g / cm³，天然祖母绿为 2.67-2.90。在 2.65 的重液中，合成品缓慢下沉或悬浮，天然品则迅速下沉，但是重液的相对密度应特别准确。

3、在查尔斯滤色镜下一般呈亮红色。但吉尔森 N 型合成祖母绿不变色。

4.红外光谱检测中，助熔剂法合成的祖母绿无水的吸收峰。

5、水热法合成祖母绿 的典型包体是“钉状”包体，即拉长的包体有一边趋于尖灭，形似铁钉，其中“钉头”部份是 Be、Al 的更稳定组合——硅铍石，“钉尖”为气液两相包体。银白色不透明片状包体，为坩埚表面脱落形成的铂晶；可见生长带和色带；

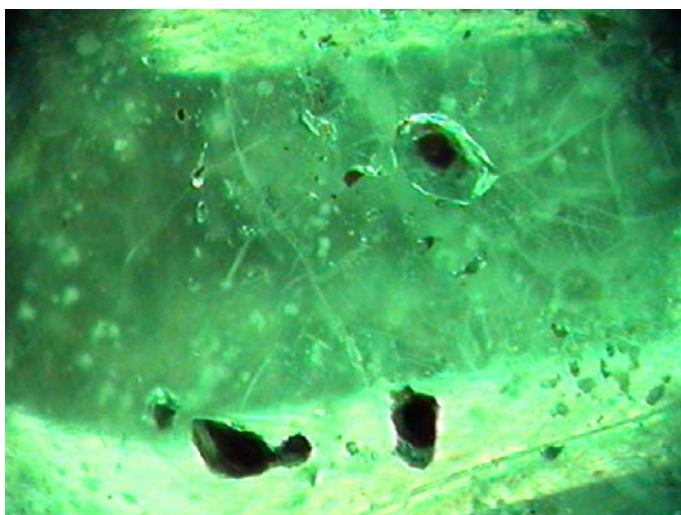


水热法合成祖母绿表面生长纹



6、助熔剂法典型的内部特征是面纱状愈合裂隙。放大观察可见它们是由排列成复杂图形的助熔剂小滴或孔洞组成的。

有时可见无色透明，形态完整的硅铍石晶体，平直状色带；云雾状白色不透明包体，俗称面包渣状包体，为残余的助熔剂；



合成祖母绿中的助熔剂残余

六、优化处理祖母绿的鉴别

1. 浸油

浸油是已被人们普遍接受的一种传统的优化方法。

注油对于祖母绿是极为普遍的，据报导，哥伦比亚的矿工将刚开采出来的每块祖母绿均放入随身携带的一小灌油中，他们认为这样做才会不使祖母绿炸裂，能够保护宝石。事实上注油掩蔽了裂隙，改善了透明度。但是随着时间的推移，油将干涸，而使祖母绿原来的裂隙更明显。

检测：①放大观察可见裂隙中的干涉色，裂隙未全充满的，可见到空隙；

②热针试验或包装纸上发现油迹；③一些浸油可在紫外光下发出与宝石不同的荧光；



注油的裂隙

2、注胶处理

注胶是近代充填祖母绿裂隙的方法。

检测：①可见流动构造和残留的气泡。②反射光下充填裂隙可见黄色的干涉色，即所谓的闪光效应。③用反射光观察，可见表面有蜘蛛网的裂隙充填物。④出露到表面的充填物光泽较弱，硬度较低，钢针可刺入。



注塑的裂隙闪光效应

3、染色处理

方法：采用化学颜料将色浅的祖母绿或无色的绿柱石染成深绿色，以达到祖母绿的效果。

检测：①染色处理的绿色颜料沿裂隙分布可呈蛛网状

②有 630—660nm 吸收带

③在 LW 下可呈黄绿色荧光

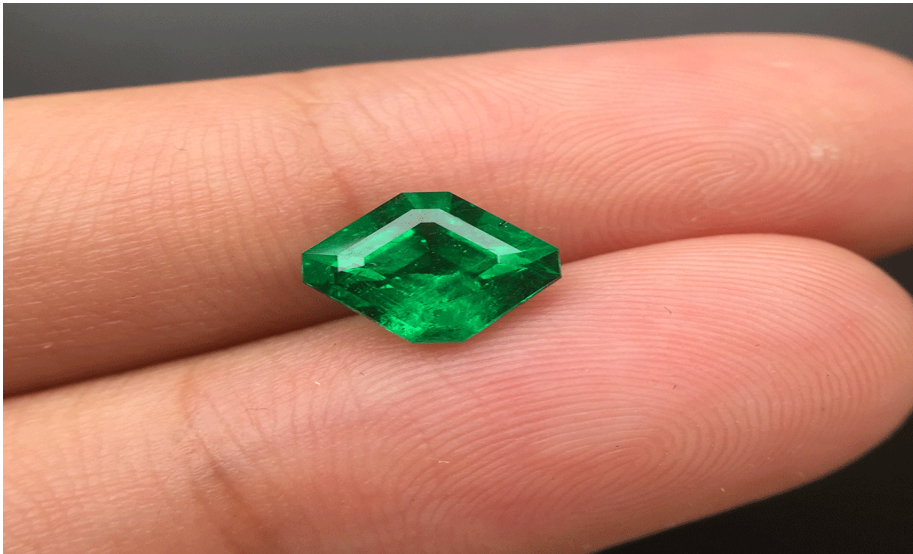
七、祖母绿的品质评价

1.颜色

祖母绿最好的颜色是翠绿色或弱的蓝绿色，其次是弱的黄绿色。哥伦比亚出产世界上最好的祖母绿，其中契沃产的祖母绿为蓝绿色，穆佐产的稍带黄色调。巴西祖母绿颜色较浅，价值较低。

2.透明度和净度

祖母绿脆性较强，且包体含量较多，所以一般在肉眼下便可见瑕疵。如果在暗域照明下仔细方可见少许瑕疵，则其净度级别就很高了；如果其颜色也很好，则属于难得的珍品了。祖母绿的包体常具有产地意义。



1.41ct 人民币：108570 元

3. 切工

祖母绿最理想的琢型是祖母绿型，瑕疵较多裂隙发育的祖母绿常常加工成弧面型。

4. 克拉重

祖母绿一般都较小，尤其是优质祖母绿大多不到 1 克拉。市场上 0.2~0.3 克拉的祖母绿最常见。



八、祖母绿的产状

世界上绝大多数祖母绿矿床产在片岩中，是酸性的花岗岩或花岗伟晶岩侵入超基性变质岩产生的结果，祖母绿多产在岩浆后期热液交代围岩的内外接触带中。俄罗斯、印度、津巴布韦、南非、澳大利亚、巴西、奥地利、巴基斯坦、赞比亚等地均属这种类型。

哥伦比亚是世界最精美的祖母绿的产地，也几乎是唯一的例外，它产在沉积岩的方解石—白云石脉中，是低温热液与碳质页岩化学作用的结果。

极少量的祖母绿产在伟晶岩中，它们通常颜色较浅，价值不高，它们的定名通常会有争议，这些祖母绿常会被称为绿色绿柱石。

1、伟晶岩型

优质晶体不多，工业意义不大。

2、超基性岩中云英岩型

祖母绿宝石的主要来源

3、产在沉积岩的方解石—白云石脉

主要分布于哥伦比亚

第十章 金绿宝石

课题:金绿宝石

学时: 2 学时

教学目的和要求: 掌握金绿宝石的基本特征; 熟悉金绿宝石的品种及产地; 熟悉金绿宝石与相似宝石的鉴别方法; 金绿宝石的质量评价。

教学重点及难点: 绿宝石的基本特征、鉴别方法、质量评价。

教学方法及手段: 讲授

教学过程:

第十章 金绿宝石

一、概述

金绿宝石的英文名称 Chrysoberyl 来自希腊语 Shryso, 意思是“金黄色”, 这恰当地反映了金绿宝石的颜色特征。不过, “金绿宝石”实际只是一类矿物的名称而非宝石的名称, 目前人们所能看到金绿宝石的宝石品种有: 猫眼石(Cats eye)、亚历山大石(Alexandrite)(又称变石)、普通金绿宝石宝石。





各种颜色的金绿宝石(左)、金绿宝石裸石(右上)

变石裸石(右下)



一、概述

原来人们认为猫眼石的主要产地是斯里兰卡,变石的主要产地是俄罗斯。但据最新资料,市场上大部分的猫眼石和变石实际来自巴西的米纳斯吉拉斯伟晶岩体。此外,印度、马达加斯加、津巴布韦、赞比亚、缅甸等国家亦有金绿宝石产出。

变石以它变化艳美的颜色深受人们的喜爱,持有变石的主人常认为赏玩变石是一种快乐。它与珍珠、月光石交替作为六月的生辰石。

古人称变石为“白昼里的祖母绿,黑夜里的红宝石”。传说变石最早发现于 1830 年(一说 1831 年,一说 1833 年)4 月 29 日俄国乌拉尔的一个祖母绿矿山,矿工们发现了一些与祖母绿不同的绿色矿物晶体,并且颜色呈现白天绿色、晚上红色的奇异变化。这天正值俄国王子即以后的沙皇亚历山大二世 21 岁生日。消息传到王室,王室决定以王子的名字命名该石,这就是变石又被称为“亚历山大石”的缘由。



在 1991 年拍卖会中以六万五千美元成交

二 金绿宝石的基本性质

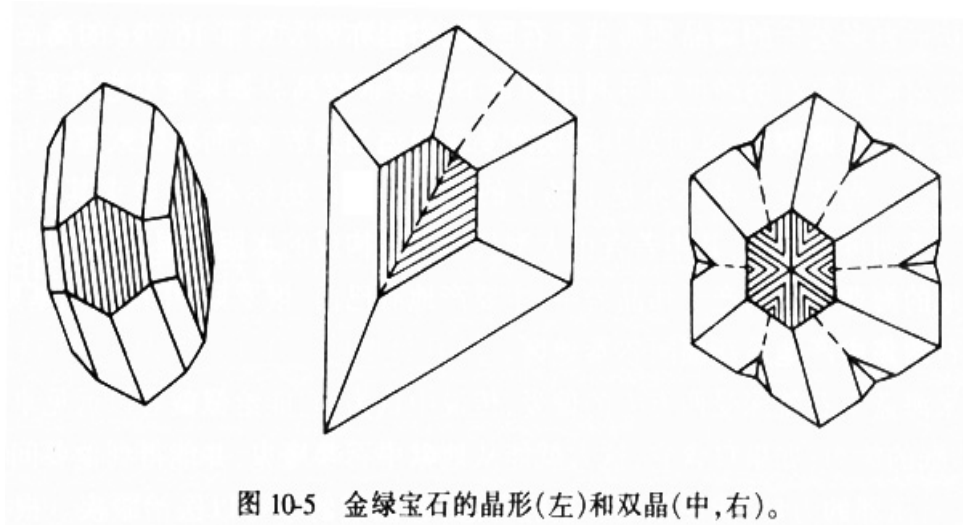


图 10-5 金绿宝石的晶形(左)和双晶(中,右)。



（四）光学性质

1.颜色

金绿宝石：黄色至黄绿色，灰绿色，褐色至黄褐色；

猫眼：黄色—黄绿色，灰绿色；褐色，褐黄色；

变石：在日光下为黄色，褐色，或蓝绿色，在白炽灯光下则呈现橙色或褐红色-紫红色；

变石猫眼：蓝绿色和紫褐色。

2.光泽

金绿宝石：玻璃光泽至亚金刚光泽；

变石：玻璃光泽；

猫眼：玻璃光泽。

3.透明度

金绿宝石：透明。

变石：透明。

猫眼：亚透明—半透明。

4.光性和折射率

二轴晶，正光性，折射率 1.746~1.755，双折射率 0.008~0.010。

5.多色性

金绿宝石有三色性，呈弱至中等的黄，绿和褐色。浅绿黄色金绿宝石多色性较弱，而褐色金绿宝石多色性略强。

变石的多色性很强，表现为绿色，橙黄色和紫红色。

猫眼的多色性较弱，呈现黄—黄绿—橙色。

6.发光性

金绿宝石在长波紫外线下无荧光；短波时，黄色和绿黄色宝石一般为无至黄绿色荧光。变石在长短波紫外线下发无—中等强度的紫红色荧光。

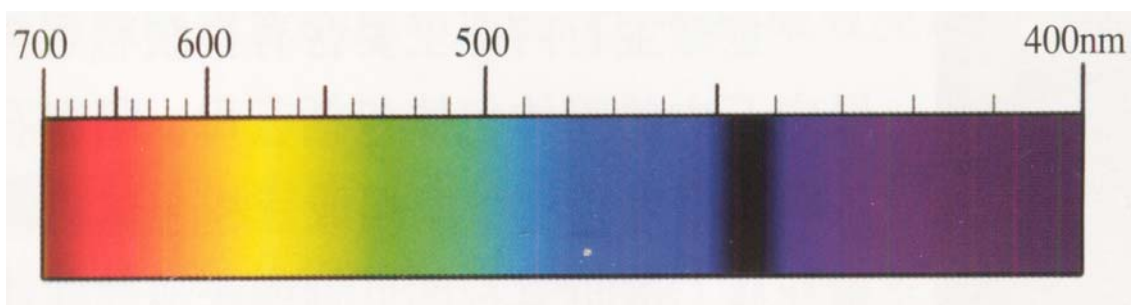
猫眼在长短波紫外线下通常无荧光。

变石猫眼在紫外荧光灯的照射下呈现强度为弱至中的红色荧光。

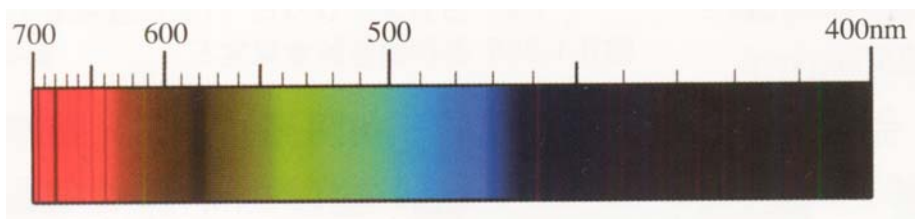
7、吸收光谱

金绿宝石和猫眼的致色元素为 Fe^{3+} 。两者的吸收光谱相似，有一条以 444nm 为中心的强吸收带。

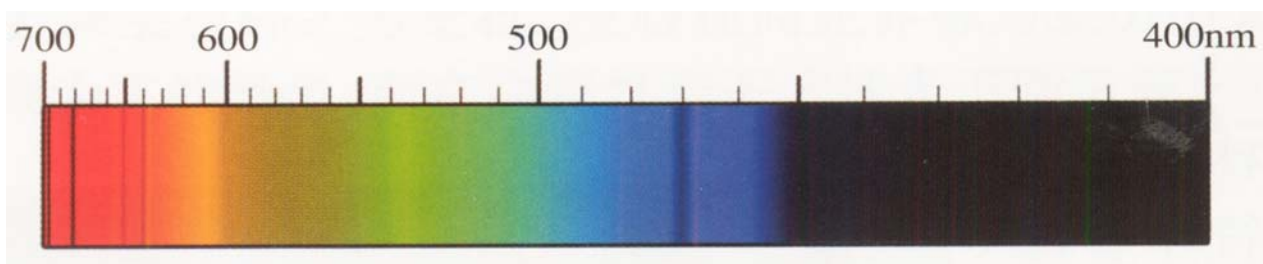
变石的致色元素为 Cr。其主要的吸收光谱特点： 680.5nm 和 678.5nm 两条强吸收线，665nm，655nm 和 645nm 三条弱吸收线，580—630nm 的部分吸收， 476.5nm，473nm 及 468nm 的三条弱吸收线，紫区通常完全吸收。



金绿宝石铁吸收谱



变石吸收谱（红色时）



变石吸收谱（绿色时）

（五）力学性质

- 1、密度： $3.73(\pm 0.02)\text{g} / \text{cm}^3$ 。
- 2、硬度：8~8.5
- 3、解理：不完全解理，常现贝壳状断口。

（六）内部显微特征

金绿宝石内部主要含有指纹状包体，也可见丝状物包体、片状、粒状包体。黄色和褐色金绿宝石有两相包体，平直的充液空穴和长管。

猫眼主要含有大量平行排列的丝状金红石包体或管状包体。

变石主要含有指纹状包体及丝状物。



不同的金绿宝石品种



猫眼开合现象
具有变色效应的金绿宝石



三、金绿宝石与相似宝石的鉴别

四、（一）、普通金绿宝石

1、与蓝宝石的鉴别

- （1）折射率不同
- （2）密度不同
- （3）正交偏光下的干涉图不同
- （4）内部特征不同：普通金绿宝石常见的包体为指纹状包体、丝状包体；蓝宝石常见六边形生长色带、丝状包体可以三个方向呈 120°。

2、钙铝榴石

- （1）密度不同
- （2）多色性
- （3）正交偏光下

3、尖晶石

- （1）密度
- （2）折射率
- （3）正交偏光下
- （4）内部特征：尖晶石中可出现八面体负晶及由八面体负晶组成的指纹状包体。

（二）猫眼

猫眼石的辅助鉴定特征是：

- 1.颜色以蜜黄色—黄绿色为主，若以单光源从侧面照之，其两侧颜色不同，其中，靠近光源一侧呈蜜黄色（本色），远离光源一侧呈乳白色；
- 2.猫眼效应特别清晰，即使在漫射光源下亦可观察到，其它的猫眼宝石此时效应弱得多。同样具有猫眼效应的宝石有：祖母绿、碧玺、海蓝宝石、石英、锆石、锡石、透辉石、透闪

石、月光石、拉长石、正长石、阳起石、橄榄石、方柱石、红柱石、硅灰石、针钠钙石、顽火辉石、蛇纹石、磷灰石、丝光沸石、孔雀石、柱晶石、虎睛石（硅化石棉）等，此外还有各色人造玻璃猫眼。

猫眼石由 Fe 致色，能提供特殊的光谱特征，即在 444nm 有一宽的特征吸收光谱，495nm、515nm 有时亦见到弱吸收线。

猫眼石与其它常见具猫眼效应宝石的区别

名称	硬度	相对密度	折射率	双折射率	光性
猫眼石	8-8.5	3.73	1.74-1.75	0.009	B+
石英猫眼	7	2.65	1.54-1.55	0.009	U+
电气石猫眼	7-8	3.06	1.62-1.64	0.018	U-
绿柱石猫眼	7.5-8	2.72	1.57-1.58	0.004-0.009	U-
人造玻璃猫眼	5	2.64 左右	1.5 左右	无	均质体
磷灰石猫眼	5	3.0-3.2	1.62-1.65	0.002-0.006	U-

（三）变石

一般来讲，根据变石的变色效应容易与其它宝石相区别。常见呈变色效应的宝石有合成变色刚玉和合成变色尖晶石。区别的方法是：

- （1）多色性：变石具有三色性，合成刚玉只有二色性，合成尖晶石无多色性。
- （2）包裹体：变石具有不规则分布的气液包裹体，合成刚玉和合成尖晶石具气泡和弧形色带（焰熔法产品特征）。
- （3）密度、折射率等具有较大差别。
- （4）吸收光谱：变石是典型的 Cr 光谱，表现在红区有双线，黄绿区有宽的吸收带，蓝区有二个窄带，其它相似宝石不具变石的吸收光谱。

变石与相似变色宝石的区别

名称	硬度	相对密度	折射率	多色性
变 石	8-8.5	3.73	1.74-1.75	三色性
合成刚玉	9	4.00	1.76-1.78	二色性
合成尖晶石	8	3.64	1.727	无
红柱石	7.5	3.18	1.64-1.65	三色性

四、金绿宝石的质量评价

1.金绿宝石的质量评价

没有特殊光学效应的金绿宝石，其质量评价主要看颜色，透明度，净度，切工等，这其中高透明度的绿色金绿宝石最受欢迎，价值也较高。



2.猫眼的质量评价

猫眼可呈现多种颜色，其中以蜜黄色为最佳，依次为深黄，深绿，黄绿，褐绿，黄褐，褐色。猫眼的眼线以光带居中，平直，灵活，锐利，完整，眼线与背景要对比明显，并伴有“乳白与蜜黄”的效果为佳。



3、变石的质量评价

变石最好的样品是在日光下呈现祖母绿色，而在白炽灯光下呈现红宝石红色。但实际上变石很少能达到上述两种颜色。

大多数变石的颜色是在白炽灯下，呈现深红色到褐红色。在日光下，呈淡黄绿色或蓝绿色。



五、金绿宝石的产状与产地

金绿宝石主要产在老变质岩地区的花岗伟晶岩，蚀变细晶岩中，以及超基性岩蚀变的云母片岩中。而真正具工业意义上的金绿宝石矿大多产于砂矿中。

金绿宝石的主要产地有：俄罗斯的乌拉尔地区，斯里兰卡，巴西，缅甸，津巴布韦等。最好的变石产于乌拉尔地区。高质量的猫眼则产在斯里兰卡砂矿中。

另外一个重要产地是巴西(米纳斯吉拉斯地区)。目前巴西已发现了各种金绿宝石品种：包括透明的黄色、褐色金绿宝石，很好的猫眼及高质量的变石。

中国的新疆、四川、福建等地，但达不到宝石级要求。

第十一章 常见宝石

课题：石榴石

学时：2 学时

教学目的和要求：掌握石榴石的基本特征、品种、鉴别方法以及熟悉它们的产状及产地。

教学重点及难点：石榴石的基本特征、品种、鉴别方法。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第一节 石榴石

石榴子石的名称源自其颜色和形状很像石榴中的“籽”。

我国珠宝界，石榴石的工艺名“紫牙乌”。数千年来，石榴石被认为是信仰、坚贞和纯朴的象征。人们愿意拥有、佩戴并崇拜它，不仅是因为它的美学装饰价值，更重要的是人们相信宝石具有一种不可思议的神奇力量，使人逢凶化吉、遇难呈祥，可以永保荣誉地位，并具有重要的纪念功能。

现今，石榴石作为 1 月诞生石，象征着忠实、友爱和贞洁。



石榴石最光辉的一页是它被许多王室选作王室宝物，因为许多波斯人将石榴石常常作为君主的偶像而崇拜。

现今，世界著名的石榴石宝石被各地博物馆收藏。美国国家自然历史博物馆藏有一颗产于巴西的质地优良、黄色、重 6ct 的锰铝榴石；另有一颗重 96ct 的云雾状石榴石。该馆还珍

藏着一颗世界最好的桂榴石(铁钙铝榴石)雕刻的基督头像，重 61.5ct，做工精巧，堪称无价之宝。

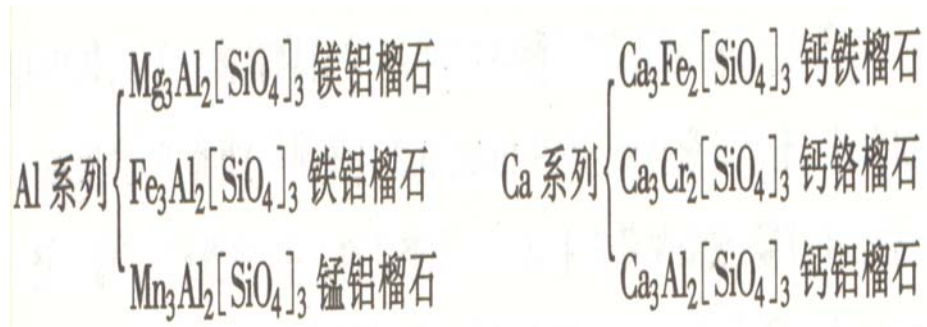
另据报道，纽约市场上曾出现过一颗重 18ct 的绿色翠榴石宝石，亦为稀世珍品。中国地质博物馆藏有一颗产于新疆的橙红色锰铝榴石大晶体，重 1379ct。

一、石榴石的基本性质

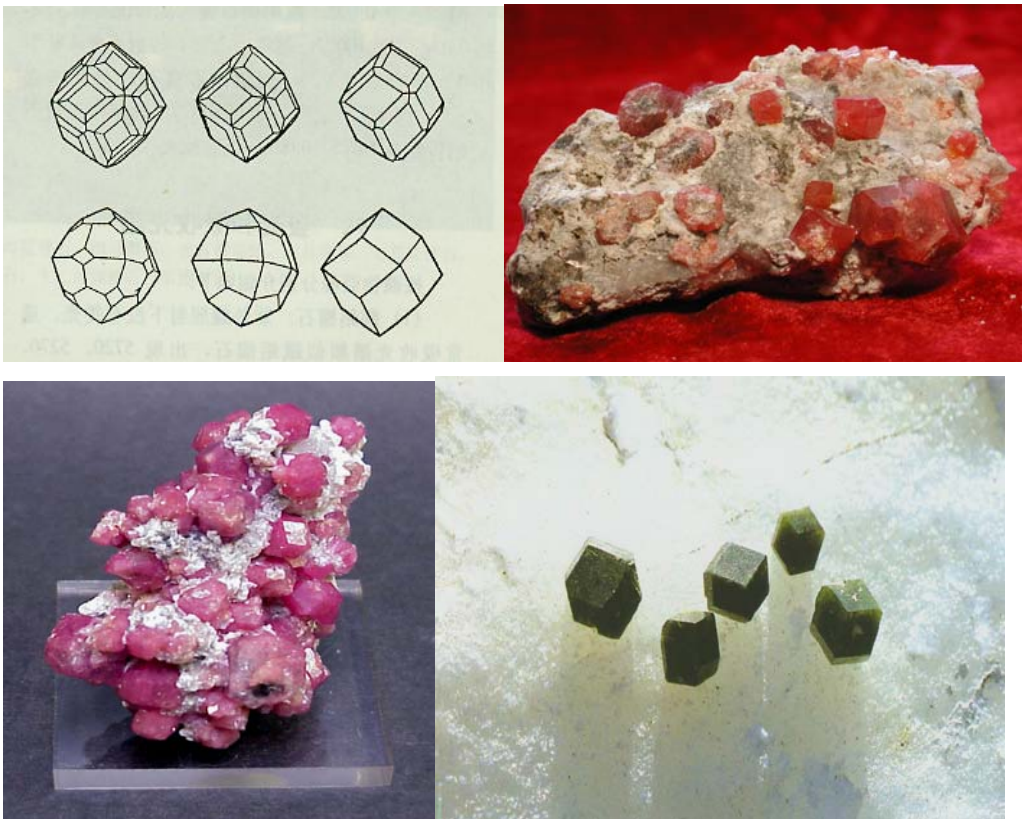
石榴子石作为常见的造岩矿物，在自然界并不缺乏，但是达到宝石级者只是其中有限的一部分，其中的某些品种甚至是非常罕见的。

(一) 矿物名称：石榴石

(二) 化学成分：石榴子石物质组成的特点是 $X_3Y_2[SiO_4]_3$ ，其中，X 主要指二价的阳离子，Y 主要指三价的阳离子。根据 X 变 Y 不变或 X 不变 Y 变的规律，构成如下的两个系列：



(三) 晶系及形态：等轴晶系(均质体)。理想形态为菱形十二面体，四角三八面体或两者聚形。



(四) 光学性质

1、颜色：

丰富，主要有

红、黄、绿等



各类石榴石

Al 系列石榴子石以红色为基调，由于其产量较大，它成为珠宝市场中最常见的中低档宝石品种；Ca 系列石榴子石以绿～黄绿色为基调，由于其产出非常地稀少，在高折射及艳丽色彩的衬托下，它成为几乎在珠宝市场上绝迹的稀贵宝石品种。

自然界中产出的石榴子石，很少以端元组分出现，而是同一系列的不同品种之间，常以类质同像连续替换。

2、透明度及光泽：透明到不透明；玻璃光泽到亚金刚光泽。端面可见油脂光泽到玻璃光泽。

3、光性特征：均质体

4、折射率：

铝系列：1.714～1.830

钙系列：1.734～1.940

5、荧光性：惰性

6、吸收光谱：不同品种差别大

（五）力学性质

1、解理：无解理

2、硬度：6.5 ～7.5

3、密度：3.50 ～4.20

二、石榴石的品种

（一）镁铝榴石（红榴石）

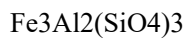
$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$

等轴晶系，菱形十二面体。

玫瑰红色为主，少数呈红色，随含 Fe 量增加会向中～深橙红色转变；折射率 1.74～1.742，常见 1.74，是各石榴子石品种中折光率偏小者，呈强玻璃～亚金刚光泽；密度 3.78(+0.09, -0.16)g/cm³；均质体，常见异常非均质效应；硬度 7～7.5；无解理。有 564nm 宽吸收带，505nm 吸收线，含铁者可有 440、445nm 吸收线，优质镁铝榴石可有铬吸收（红区），具针状金红石及其它不规则或浑圆粒状固态包体，针状金红石平行菱形十二面体晶棱排列，交角呈 70°和 110°，但因稀疏而无法呈现猫眼效应。



（二）铁铝榴石



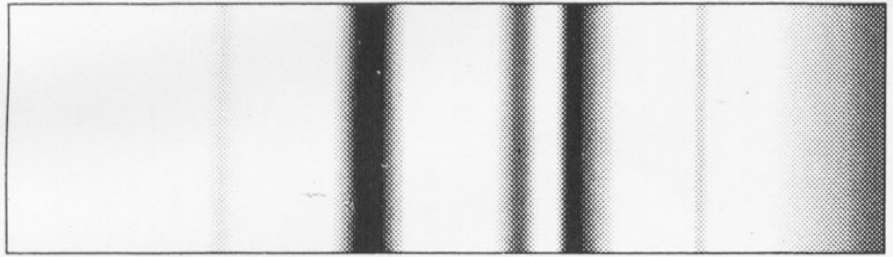
等轴晶系，菱形十二面体。

带褐的暗红色最常见，颜色随含 Fe 量增加而变深，由带褐的浅红→棕红→紫红→暗红；折射率 $1.790(\pm 0.03)$ ，并随含 Fe 量的不同而变，呈强玻璃～亚金刚光泽；密度 $4.05(+0.25, -0.12)\text{g/cm}^3$ ；均质体，常见异常非均质效应；硬度 7~7.5；无解理。



具 504、520 及 573nm 强吸收线和 423、460、610 及 680~690nm 弱吸收线；

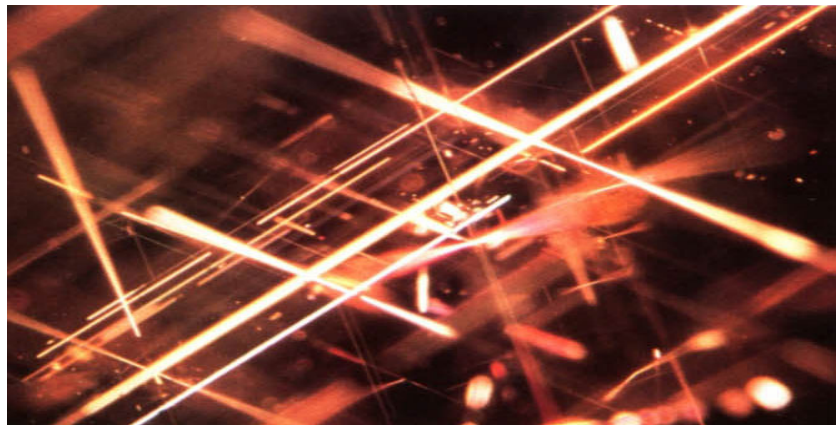
具针状金红石和不规则粒状锆石、钛铁矿、磁铁矿、磷灰石等包体，其中针状金红石包体平行菱形十二面体的晶棱排列，交角呈 70° 、 110° ，理论上可以呈现四射星光，但实际由于包体较粗且排列较稀疏，很难呈现星光效应。



铁铝榴石

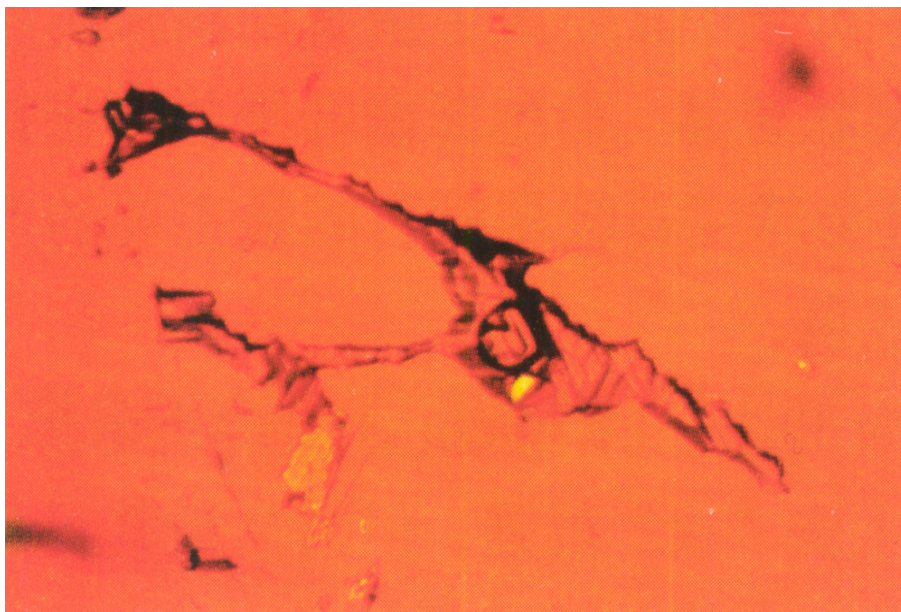


Almandine garnet



（三）锰铝榴石

等轴晶系，菱形十二面体。橙至橙红色，因其离子结构易接纳杂质离子 V^{3+} ，即 $Mn_3Al_2[SiO_4]_3 \rightarrow Mn_3(Al,V)_2[SiO_4]_3$ ，而 V^{3+} 的存在可使其呈现变色效应；折光率 $1.810(+0.004, -0.020)$ ，呈强玻璃~亚金刚光泽；密度 $4.15(+0.05, -0.03)g/cm^3$ ；均质体，常见异常非均质效应；硬度 $7 \sim 7.5$ ；无解理。有 410、420、430nm 吸收线，460、480、520nm 吸收带，有时可有 504、573nm 吸收线。具波浪状（裂隙状）分布的不规则或浑圆状各态包体。



锰铝榴石包体特征

（四）钙铝榴石
 $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$

等轴晶系，菱形十二面体和五角十二面体晶形。

浅至深绿、黄色，橙红、无色（少见），多呈黄绿色；折光率 $1.740(+0.020, -0.010)$ ，呈强玻璃~亚金刚光泽；密度 $3.61(+0.12, -0.04)\text{g/cm}^3$ ；均质体，常见异常非均质效应；硬度 $7\sim 7.5$ ；无解理。

实际应用中，钙铝榴石常常形成如下的亚种

（1）铁钙铝榴石

又名桂榴石(Hessonite)。呈褐黄到褐红色、橙色。吸收光谱特征是 407nm ， 430nm 吸收带。包裹体特征是由大量圆形晶体，晶体可以是磷灰石、方解石或锆石。由于大量晶体包裹体的存在，正交偏光下转动宝石并放大观察，这些包裹体呈现明暗交替变化。



铁钙铝榴石中的旋涡包体

（2）铬钒钙铝榴石

又名沙弗来石 (tsavorite 译音)。呈亮蓝绿到黄绿色，可能由铬和钒所致，有些在查尔斯滤色镜下显粉红或红色。折射率为 $1.73\sim 1.75$ 。包裹体特征是针状、纤维状包裹体或羽状体。



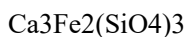
(3) 水钙铝榴石

水钙铝榴石与钙铝榴石相比，晶体结构中含水或羟基（OH）。实际上，水钙铝榴石很少以单晶形式出现，而是常常与符山石、黝帘石等构成集合体。可呈绿、粉红、灰白和褐色，铬是那些绿色品种的呈色原因。折射率 1.70 到 1.73（点测）。密度 3.3-3.6 g/cm³。包裹体特征是细粒且通常不规则形状的黑色磁铁矿。



水钙铝榴石中的暗色包体

(五) 钙铁榴石



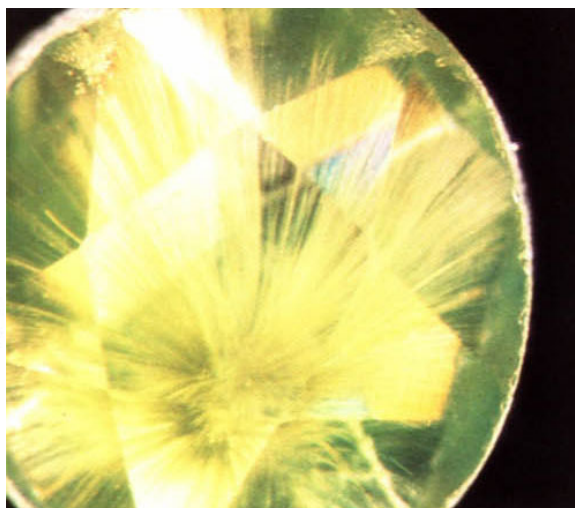
等轴晶系，菱形十二面体晶形。

呈黄、绿、褐黑色，分别称之黄榴石、翠榴石和黑榴石（钛钙铁榴石）。

折射率 1.888(+0.007, -0.033)。密度 3.84(+0.03)g/cm³。色散强 0.057。硬度小，只有 6.5。吸收光谱特征是 440nm 吸收带，也可有 618nm, 634nm, 685nm, 690nm 吸收线。

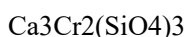
钙铁榴石含铬的变种又称为“翠榴石”。呈绿和黄绿色，绿色由铬所致，在查尔斯滤色镜下呈浅红色。折射率 1.89。密度 3.81~3.87g/cm³。吸收光谱特征是红区有 701nm 铬吸收谱线。包裹体特征是“马尾状”包体，由中心的铬铁矿与向外生长的石棉构成。

主要产于俄罗斯，我国曾报道在新疆发现有翠榴石，近几年据称沿黄河流域发现有钙铁榴石产出。



钙铁榴石

(六) 钙铬榴石 (Uvarovite)



等轴晶系，晶体为菱形十二面体、四角三八面体或菱形十二面体与四角三八面体的聚形。翠绿色；折光率 $1.85(\pm 0.030)$ ，呈亚金刚光泽；密度 $3.75(\pm 0.03)\text{g/cm}^3$ ；均质体；硬度 7~8；无解理。

钙铬榴石据报道曾发现于俄罗斯乌拉尔山，市场上几乎没有，属极其珍贵稀少品种



三、石榴石的鉴别

石榴石是市场上常见的低档宝石品种，不同品种都有一些外观易混淆的相似品种。原石鉴别比较容易，通常由其颜色、晶体形态、光泽、硬度都能较容易地识别来识别。还拿不准时，可测比重、观察包体特征或用分光镜检查特征光谱等来确定。

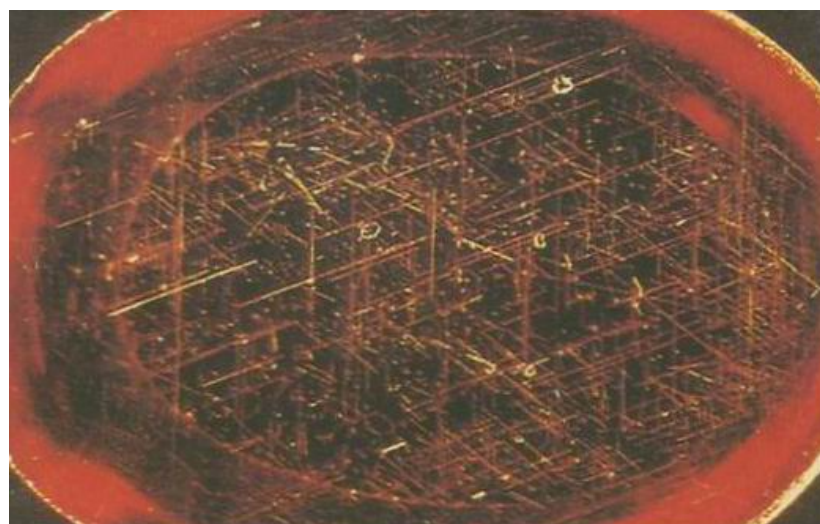
成品鉴定可通过肉眼观察宝石的光泽、火彩及颜色特征、测定宝石偏光性(注意石榴石常见的异常消光)、部分品种(镁铝、钙铝榴石)的折射率、检查吸收光谱、放大观察包裹体等进行。

经琢磨后石榴石强的玻璃光泽会表现得更为明显，各品种的颜色不尽相同，如镁铝榴石常呈玫瑰红色或亮红色，铁铝榴石显示褐红色或暗红色，锰铝榴石则是典型的似桔子皮的桔黄色，翠榴石为明亮的黄绿色，色散强。

镁铝、铁铝、锰铝、翠榴石等品种均有特征吸收谱，一旦观察到，则能快速确定一些石

榴石品种。

包裹体上，铁铝榴石常有三个方向的针状金红石以及由应力裂纹包围的晶体；钙铝榴石内部有大量的圆形晶体包裹体以及糖浆旋涡状结构；锰铝榴石具有“撕碎状”的由液滴组成的羽状体；翠榴石包裹体则由细的、弯曲的黄褐色石棉丝构成，排列呈“马尾状”或放射状。这些典型包裹体的存在对品种的确定具有重要意义，同时还可为区分其它有相似外观的宝石或一些合成品提供依据。



铁铝榴石中的针状金红石包裹体

此外，紫外荧光、滤色镜检查及对未镶嵌的较大颗粒测定比重，均有助于石榴石品种的确定。如所有带红色调的石榴石在长、短波紫外荧光灯下均无荧光反应，绿色品种的钙铁榴石、钙铝榴石在滤色镜下均呈粉红色或红色。

日常鉴定过程中并不一定严格按这些步骤进行，往往选定几项关键性的测试即可。少数情况下因样品的特殊性，如果常规鉴定仪器还不能解决问题，则应求助于其它大型仪器。石榴石与其它相似宝石的区分十分重要。

与镁铝榴石、铁铝榴石相似的有红色尖晶石、红宝石、褐红色锆石。红色尖晶石折射率低于 1.72，内部有八面体状的尖晶石包裹体，特征的铬吸收光谱，在滤色镜下及紫外灯下均显示红色荧光。红宝石是非均质体，具二色性，折射率为 1.762~1.770，具典型吸收光谱、紫外光下具红色荧光。褐红色锆石为非均质体，色散强，二色性强，双折率大，有双影，强荧光效应，特征的吸收谱。另外锆石脆性很大，边棱磨损厉害。

与锰铝榴石外观相似的宝石为火欧泊和硅镁石。火欧泊常为半透明—微透明，非晶质，比重极低(约 2.0)，掂有轻飘感，折射率约 1.43。硅镁石非均质，明显二色性(金黄~无色)，折射率低(1.607~1.656)，比重小(3.1~3.2)。

同绿色钙铝榴石相似的有祖母绿、铬透辉石、电气石，但它们均属非均质，多色性明显，折射率均比石榴石低，并且具不同的双折率值及比重。

同钙铁榴石相似的天然宝石有绿色钻石、绿色低型锆石等。绿色钻石、绿色锆石与翠榴石相似。但钻石具强的金刚光泽，不具有翠榴石的典型光谱和包裹体，完美的切工和极高的硬度均是区分的重要依据。锆石的双折射及特征光谱(653.5nm 吸收线)很容易与翠榴石区分开。

玻璃是“万能”宝石仿制品，可以模仿各种颜色的石榴石。但玻璃无天然宝石的晶体包裹体，而常有较长的气泡或旋涡纹，硬度低，约 5~6，刻面棱比较圆滑，部分模制品表面有“桔子皮”效应，折射率常为 1.48~1.70，少数玻璃高于此折射率值，具有不同特征元素的吸收谱。

人造石榴石宝石有钇铝榴石($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, YAG)和钆镓榴石($\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$, GGG)两种,但它们并不是作为仿石榴石而生产的。早期用于光学工业材料。用于珠宝行业中, YAG 原用作祖母绿的仿制品, GGG 则用作钻石的仿制品。绿色钇铝榴石有时用来仿高档的翠榴石,但通常钇铝榴石在强光照射下具红色闪光现象,其特征稀土谱以及在长波紫外光下发鲜红荧光等特征能与翠榴石区分开。钆镓榴石以高密度及在紫外光下有橙黄色荧光为特征。

四、石榴石的质量评价

石榴石以颜色、透明度、净度、重量和切工等方面为其质量评价标准,优良品要求颜色纯正美丽,内部透明洁净,无瑕疵裂纹,切工精良,并且有一定的重量。

(1)颜色:颜色要纯正、美丽。品种不同,颜色不同,价值亦大不相同。如罕见的翠榴石、铬钒钙铝榴石等绿色品种如果透明无裂,质优者可与优质祖母绿价值相当;红色镁铝榴石、橙黄色的锰铝榴石、桂榴石亦价值不菲,而褐红、暗红色的铁铝榴石价值较低。

(2)透明度:质优者要透明洁净。半透明或色深者常加工为凹弧形以增加透明度。同时对不透明至半透明品种要检查内部包裹体排列情况,看是否可加工为弧面型而呈现出星光效应。

(3)净度:要无裂纹、瑕疵,尤其是大量的暗红色铁铝榴石。晶体完整者要注意内部是否有分带结构或夹有黑色不透明团块状包裹体。如越南产出的完好的石榴石晶体仅表皮至薄层透明可以利用,内部黑心为其他杂质矿物。目前国内优质石榴石多为不规则粒状。

(4)重量:原料块度越大越好,形状以浑圆状为佳,这样可提高加工成品率。对翠榴石、绿色钙铝榴石等高档品种,其价格随重量增加而成倍增长,一般 0.5ct 以上就很有价值;而其他品种的成品其价格随重量不同变化不大,主要是看制作首饰时所需的款式和大小要求而定。但少数罕见的巨大的晶体或成品可视为珍品。

(5)切工:要款式新颖,比例得当,抛光良好。不同品种材料要设计为不同的款式。高色散的翠榴石可加工成标准圆钻型,以充分体现其火彩;色浅者可加工为双弧形以增强体色;色深者可加工为凹弧型以减淡颜色,增加透明度;具有多组特殊方向排列的针状包裹体加工为弧面形以显示星光效应。



五、石榴石的产状与产地

石榴石可产在许多类型的岩浆岩及变质岩中,宝石级石榴石矿也有原生矿及砂矿两大类型。

不同石榴石品种成因产状不同。

(1) 镁铝榴石

多产于基性-超基性的岩浆岩中，特别是石榴石二辉橄榄岩中。

镁铝榴石产地广泛，主要产出国：中国、印度、斯里兰卡、南非、津巴布韦、巴西、澳大利亚、美国、捷克、俄罗斯等。中国的镁铝榴石主要产于云南、江苏、新疆、辽宁和吉林等省，其中云南及江苏产出的质量高，很受市场欢迎

(2) 铁铝榴石

主要产于区域变质岩中，如石榴石黑云母片麻岩、滑石片岩、黑云母斜长石片麻岩、矽线石石榴石正长石结晶片岩等，在此类变质岩中，晶体发育粗大，内含包裹体较多，质量较差；少数铁铝榴石产于花岗岩及火山岩中。

铁铝榴石主要产于斯里兰卡、缅甸、印度、越南、巴西、马达加斯加、美国和中国等国家。我国铁铝榴石产于吉林、河北、内蒙、四川等地。

(3) 锰铝榴石

主要产于伟晶岩中，特别是钠长石化伟晶岩。产出国：斯里兰卡、缅甸、巴西、马达加斯加、美国等。美国加州和马达加斯加的钠锂伟晶岩脉中产优质锰铝榴石。

(4) 钙铝榴石

钙铝榴石几乎都产于酸性火成岩与石灰岩接触处交代形成的矽卡岩中，常产在外接触带。绿色品种的钙铝榴石，致色元素铬离子来源于附近的超镁铁质岩的变质流体中。我国新疆阿尔泰地区发现一种产于伟晶岩中浅绿色的钙铝榴石。

桂榴石主要产于斯里兰卡，少数来自巴西、加拿大。其它品种主要产于肯尼亚、坦桑尼亚、巴基斯坦、南非、新西兰、中国、美国等。

(5) 钙铁榴石

优质品种翠榴石主要产于超基性岩的自变质岩——蛇纹石岩中，宝石赋存于该类岩石内的石棉脉中。黑榴石产于碱性火成岩——霞石正长岩中。目前世界上大部分翠榴石产于俄罗斯的乌拉尔山脉。另外，中国的新疆、西藏地区亦有产出。

第十一章 常见宝石

课题：尖晶石、碧玺

学时：2 学时

教学目的和要求：掌握尖晶石、碧玺

的基本特征、品种、鉴别方法以及熟悉它们的产状及产地。

教学重点及难点：尖晶石、碧玺的基本特征、品种、鉴别方法。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第二节 尖晶石

尖晶石的英文名称 **Spinel** 来自希腊文 **Spark**，意思是“闪光”，这恰当地反映出尖晶石宝石透明度高、反光性强的基本特征。

尖晶石宝石在实际应用中的最大优势，是一些红、蓝色的尖晶石宝石，外观上与高档宝石品种红、蓝宝石非常地相似。这最具说服力的实例就是：1660 年，一粒重约 170ct、最初发现于 1367 年、被称为“黑太子红宝石”的红色尖晶石，甚至被当作红宝石镶在了英帝国国王皇冠中心最显眼的地方。



项链上镶嵌的巨粒红色宝石都是红色尖晶石，中间最大的一粒重 352.5 克拉，即著名的泰米尔红宝石，现为英王伊丽莎白二世所有。



一、尖晶石的基本性质

(一) 矿物名称：尖晶石

(二) 化学成分：作为宝石的主要组成是 MgAl_2O_4 ，含 Cr、Fe、Zn 等杂质。

(三) 晶系和形态：

等轴晶系，晶体呈八面体。



(四) 光学性质

1、颜色：常见的颜色有红、橙红、粉红、紫红、无色、黄、橙黄、褐、蓝、绿、紫、黑等，取决于所含致色离子类型与配比，例如：含 Cr 者呈红色 $\text{Mg}(\text{Al},\text{Cr})_2\text{O}_4$ ；含 Fe^{2+} 者呈蓝色 $\text{Mg}(\text{Al},\text{Fe})_2\text{O}_4$ ，其中含 Fe 量少时呈草绿色，含 Fe 量多时呈褐色；同时含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 时呈黑色 $(\text{Mg},\text{Fe})(\text{Al},\text{Fe})_2\text{O}_4$ 等。



2、光泽和透明度：玻璃-亚金刚光泽；透明-不透明。

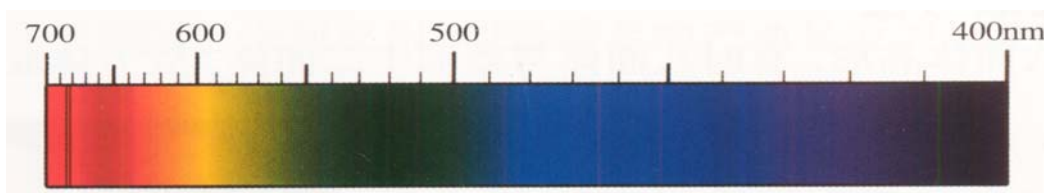
3、光性特征：均质体。

4、折射率：1.718(+0.017,-0.008)，

5、多色性：无

6、发光性：红、橙、粉色者在紫外长波下呈弱至强的红、橙色，短波下呈无至弱的红、橙色；绿色者在长波下呈无至中的橙、橙红色；其它颜色者一般无。

7、吸收光谱：红色者有 685、684nm 强吸收线，656nm 弱吸收带，595~490nm 强吸收带。



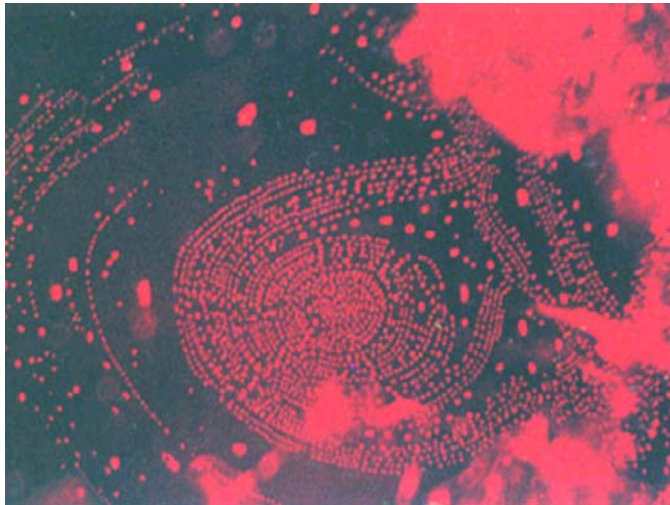
红色尖晶石吸收光谱

（五）力学性质

- 1、解理：解理不完全
- 2、硬度：8
- 3、密度：密度 $3.60(+0.10,-0.03)\text{g/cm}^3$

（六）包体特征：可含较多的气液包体和固态矿物包体①小的无色或黑色八面体尖晶石包体呈点状或曲线状等间距排列是缅甸和斯里兰卡尖晶石的特征之一；②有较多的星云状展布的气液二相包体，同一包体内气泡所占面积较大；③还可见锆石、磷灰石、榍石等固态宝石；④裂纹也较发育。

（七）特殊光学效应：偶见星光和变色效应。



二、尖晶石的品种

尖晶石的品种以颜色区分。宝石用的主要是红、蓝色，偶见其它颜色。

1、红色尖晶石：是最多的颜色。包括红、紫、粉、橙以及其间的过渡色，如紫红或红紫。有的像红宝石，有的像石榴石。



2、蓝色尖晶石：又称蓝宝石尖晶石(Sapphire spinel)。漂亮的蓝尖晶石像蓝宝石一样受人青睐，但真正好的蓝颜色太少，通常是灰暗蓝到紫蓝或带绿的蓝色，而这些不太纯正的蓝色者价值较低。



3、无色尖晶石(Color-less spinel)：真正无色者较少，通常带一点其它色调。

4、黑色尖晶石(Black spinel)：不透明的尖晶石，是一种殡葬首饰，目前不流行且少见。偶尔会出现在表链等现代工艺品上。

5、变色尖晶石(Alexanderite-like spinel)：非常稀少。日光下带灰的蓝色，白炽灯下似紫晶的红紫色。



变色尖晶石在日光（左）及白炽灯（右）下的颜色变化

6、星光尖晶石(Star spinel): 少见。报道过的不超过 10 粒，多是透明度差的暗紫到黑色或灰色。因含平行排列的针状金红石，还可见针状榍石包体，而呈四射或/和六射星光。

7、其它颜色的尖晶石：还有一些罕见的颜色者，如黄色尖晶石、绿色铬尖晶石。巴西还发现过一些类似深色绿碧玺的镁铁尖晶石，偶可作为宝石，斯里兰卡也有这个品种，被称为锡兰尖晶石(Ceylonite)。

三、尖晶石与相似宝石的鉴别

尖晶石的鉴别依据是其基本性质。

尽管尖晶石有多种颜色，但主要还是红色和蓝色。

红色者与红宝石和石榴石相似。与红宝石区分可利用其均质性、比重、折光率、无二色性来区别。与石榴石可利用折光率、比重、紫外荧光来区分，另外石榴石常具异常消光。蓝色者主要与蓝宝石类似。区分可借助均质性、比重、折光率、无二色性，此外有的蓝宝石还常具色带。

与玻璃的区分可借助折光率、比重以及硬度。如果玻璃做到尖晶石的折光率，其比重就比尖晶石大许多，其硬度也低，5 左右。另外玻璃常具边界清楚的球形气泡和旋涡纹。

尖晶石与主要相似品性质特征表

	尖晶石	红宝石 蓝宝石	红色 石榴石	红色 碧玺	红色 锆石
颜 色	呈泛黄的红色或泛紫的蓝色，色明亮。	呈泛紫的红色或纯正的蓝色，色明亮。	呈泛黄或泛紫明显的红色，色暗。	呈泛紫深浅不等的红色	呈泛黄明显的红色
光 性	均 质	非均质	均质(可能显异常非均质)	非均质	非均质
多色性	无	强	无	强	弱
折射率	1.718	1.76-1.77	>1.74	1.62-1.64	1.93-1.99

四、合成尖晶石及其鉴别

合成尖晶石主要通过焰熔法获得，少数通过助熔剂法生长。

焰熔法合成尖晶石由于其中 Al₂O₃:MgO 为 2.5:1，而不是天然品的 1:1，因此表现出如下性质差异：

1、折射率大于 1.72；为 1.728 左右

- 2、密度较高，3.63—3.67
- 3、具有异常的波状消光；
- 4、在长波或短波紫外光下发较强荧光；
- 5、具有弧形生长纹、气泡、原料残渣及助熔剂包体等工艺特征；
- 6、钴致色的蓝色尖晶石具有特征的吸收谱线，并且在查尔斯滤色镜下观察泛红。

五、尖晶石的质量评价

尖晶石作为宝石，主要用于首饰。通常镶嵌在戒指、项链坠、手链、耳钉上。过去它和红、蓝宝石人们无法区分，就作为红、蓝宝石使用，现在人们可以区分了，而且人们用红、蓝宝石作首饰普遍起来，尖晶石的使用就减少了。但是作为一种有特色的宝石，高质量的尖晶石也是十分昂贵的。

评价尖晶石主要从以下几点出发：

- 1、颜色：一般红色的比蓝色的贵重，无色和其它颜色的价值更低。在红色的当中，以深红色最佳，其次是紫红、橙红、浅红。
- 2、颜色的纯度：颜色要纯正，若有邪色，如蓝中带灰，价值就会降低，而且色度要饱和，浅淡的价值低。尖晶石一般颜色均匀，不像红、蓝宝石常有色带。



- 3、加工质量：加工要符合规范，抛光良好。

4、透明度：质量好的尖晶石应内、外尽可能少瑕疵，裂隙和包裹体都会影响透明度，妨碍美观，进而影响其价值。

大颗粒尖晶石少见。质量好的超过 10ct 就是收藏品，一般博物馆乐于展出。但是重量在尖晶石的价格上影响不大，不像其它宝石，每增加 1ct，价格增许多。尖晶石除红色、桔黄色和粉色的以外，一般每克拉单价差不多。

尖晶石的产出需要富铝的环境，温度较高，约 500℃，不需要特殊的高压。这和刚玉的形成条件类似，因而世界上的尖晶石大多与红、蓝宝石相伴产出并开采。

产状：目前世界上宝石级尖晶石只产在花岗岩与镁质碳酸盐岩接触交代的镁矽卡岩及其矽矿中。由于原生岩石中尖晶石含量低，一般矿山是开采矽矿的。

主要产地：①缅甸：产最优质尖晶石，矽矿；②斯里兰卡：主要产蓝、紫色尖晶石，镁铁尖晶石首先在这里发现，还有一些红、粉红、暗绿、棕绿色品种，矽矿；③柬埔寨和泰国：柬埔寨西部和泰国的拜林(Pailin)产几种不同色调的尖晶石，冲积矽矿；④阿富汗巴达克山(Badakshan)：位于帕米尔地区，曾在 9 世纪开采红尖晶石；⑤其它地区：前苏联西南帕米尔的库希拉拉、非洲尼日利亚、印度、澳大利亚、马达加斯加等地也有尖晶石产出。其中尼日利亚产深蓝色尖晶石。

第三节 碧玺

碧玺自问世伊始，即以其鲜明色彩和高透明度所构成的美，赢得了人们的喜爱，在中国清代的皇宫中，就有不少电气石饰品。

早在 17 世纪，巴西向欧洲曾出口一种深绿色长柱状宝石，当时人们称之“巴西祖母绿”。直至 18 世纪一个偶然的机会，荷兰人才发现这种漂亮宝石具有祖母绿所没有的奇特性质——具有吸引或排斥草屑和灰尘的力量，于是称之“吸灰石”，矿物学家叫它“电气石”

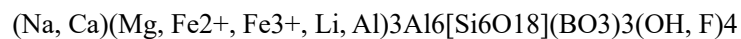


各种颜色的电气石

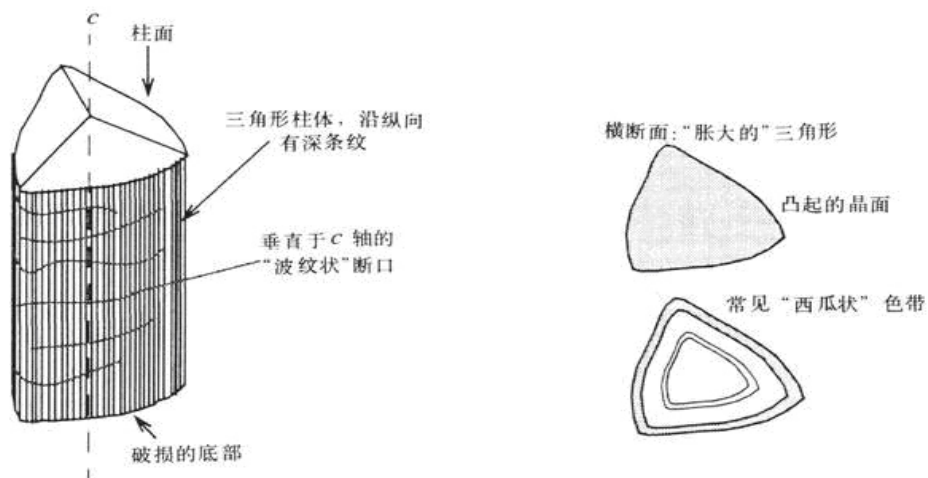
一、碧玺的基本性质

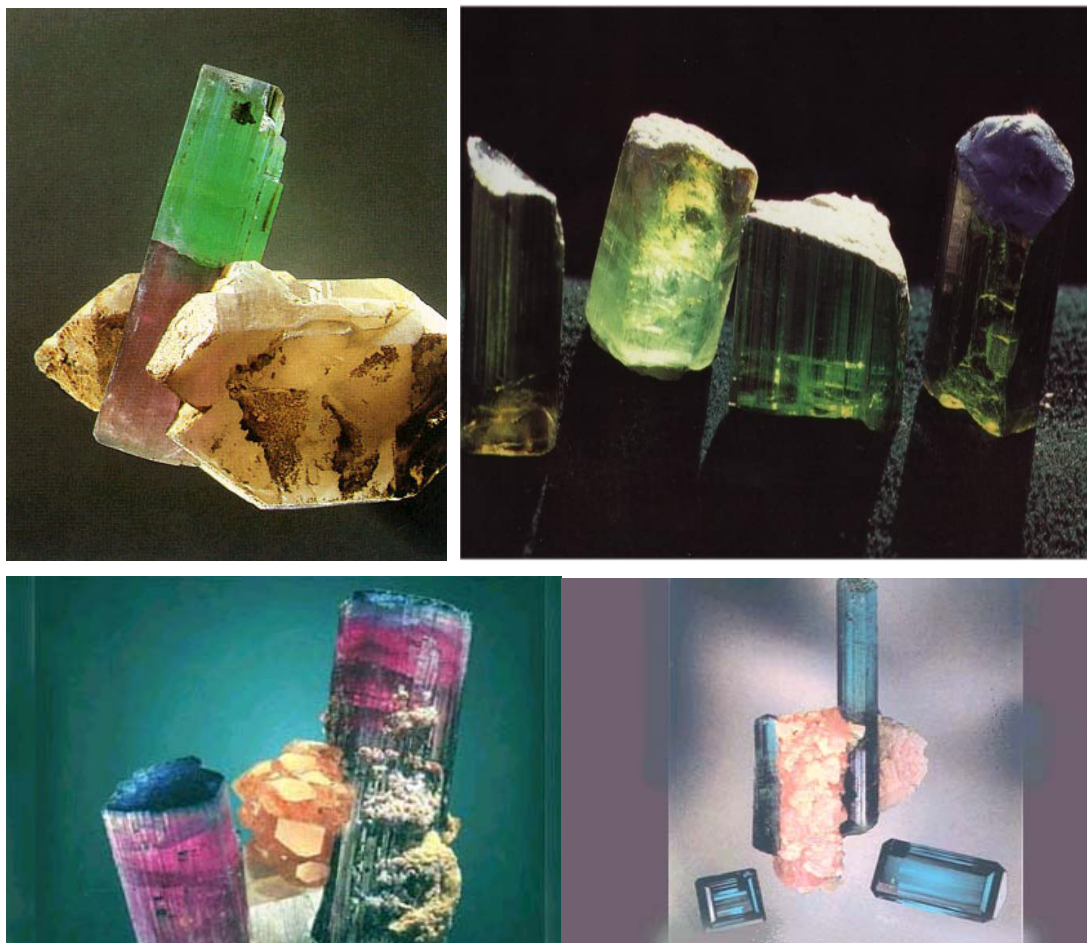
(一) 矿物名称：电气石

(二) 化学成分：环状硅酸盐矿物，成分很复杂，化学式如下：



(三) 晶系和晶形：三方晶系，晶体呈浑圆三方柱状或复三方锥柱状晶体，晶面纵纹发育，横截面为球面三角形。





（四）光学性质

1、颜色：碧玺的颜色随其化学组成的不同而变，由于碧玺的化学成份非常地复杂，所以碧玺可以呈现各种颜色，富 Li、Mn、Cs 者呈粉红色，含适量($\text{Fe}^{2+}+\text{Ti}^{4+}$)者呈蓝色，含 Cr、Cu 者呈绿色，含适量 Fe^{3+} 者呈黄色，含过量 Fe 者呈黑色。

2、透明度和光泽：透明-不透明；玻璃光泽。

3、光性：一轴 (-)

4、折射率： $1.624\sim 1.644(+0.011,-0.009)$ ，双折率 0.020。

5、多色性：多色性：强。红和粉红色者：红和黄红；绿：蓝绿和黄绿到深棕绿；蓝：浅蓝和深蓝；黄绿：蓝绿和黄绿到棕绿。

6、发光性：紫外荧光一般无，但粉红、红色的碧玺在长、短波下均呈弱红至紫色。

7、吸收光谱：红、粉红色者有绿光区宽吸收带，有时可见 525nm 窄带、451nm 和 458nm 吸收线，蓝、绿色者有红区普遍吸收，498nm 强吸收带。

（五）力学性质

1、解理：无解理

2、硬度：硬度 7~8

3、密度： $3.06(+0.20,-0.60)\text{g/cm}^3$

（六）特殊性质：压电性和热电性，摩擦可带电。

（七）特殊光学效应：猫眼

（八）内部特征：除绿色者包体较少外，其它颜色特别是粉红和红色者常含大量充满液体的扁平状、不规则管状包体，平行线状包体，所以，部分的碧玺可呈现出猫眼效应。

二、碧玺的商业品种

碧玺的成分复杂,颜色也复杂多变。现在国际珠宝界基本上按颜色对碧玺划分商业品种。

①红色碧玺

红色是碧玺中价值最高的,其中以紫红色和玫瑰红色最佳,有红碧玺之称,在中国有“孩儿面”的叫法。但自然界以棕褐、褐红、深红色等产出的较多,色调变化较大。



②绿色碧玺

包括浅绿到深绿、黄绿或棕绿。有的颜色可能灰暗或很深,只有透过光才看得出来。深绿色者因其很强的二色性,在光轴方向几乎不透明,但经热处理可改善。最好的是翠绿色,在欧洲和巴西曾被误认为祖母绿,可见其名贵程度。目前只在巴西和马达加斯加有产出。



③蓝色碧玺

纯蓝色稀有,常见深紫蓝或绿蓝色。颜色饱和的比较珍贵,有时称“蓝碧玺”。偶见浅蓝到浅绿蓝色。

④黄和橙色碧玺

纯黄或橙色者很难见到。不同深浅的黄棕或棕黄色者很受欢迎,像雪利黄玉和金色绿柱石。绿棕到棕绿、橙棕到棕橙和绿黄色者也有一定销路。色很深,光泽差者几乎没销路

⑤无色或白色碧玺

有时称白碧玺(achroite, 希腊文“白的”的意思)。在宝石上几乎没什么用,除非具猫眼效应。

⑥黑色碧玺

矿物学家叫它黑碧玺。偶尔用来代替煤精或黑玉髓装饰在便宜的首饰上。

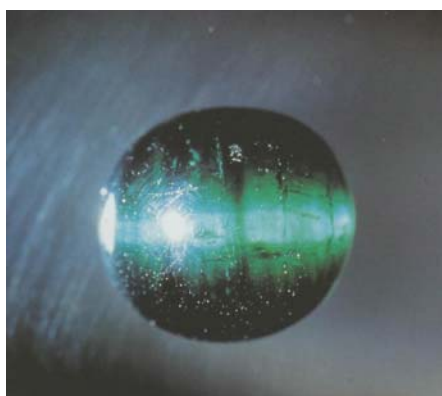
⑦多色碧玺

一个晶体上有两种或两种以上的颜色，或上下不同，或内外有别。若中间红，外边绿，又叫“西瓜碧玺”。多色碧玺有时作宝石用，但更适合不切磨而作晶体标本观赏或收藏。



⑧碧玺猫眼石

有的绿色碧玺中有很多细缝或针状包裹体，切成弧面型，可见猫眼效应。其它颜色的有猫眼效应的少



碧玺猫眼

三、碧玺与相似宝石的鉴别

碧玺颜色多，容易与相似颜色的宝石混淆。但所有碧玺有如下共同特征：①透明度好：碧玺中包裹体和裂隙较多，几乎每粒上都能找到这种缺陷。但呈分散状展布的这些气液包体不影响透明度。除有猫眼效应者外，透明度均较好。②二色性明显。③双折射率较大，从台面下观，可见底部棱线明显双影。④多色者颜色不均。

鉴别电气石最重要的两个指标是双折射率和二色性。与相似保宝石的区别主要就看这两个指标。

与红色者相似的有：红宝石、尖晶石、锂辉石、托帕石、绿柱石、紫晶。

与绿色者相似的有：透辉石、祖母绿、绿色绿柱石。

与蓝色者相似的有：蓝宝石、尖晶石、托帕石、海蓝宝石等。

四、碧玺的优化处理

碧玺改善技术及产品特征有：

①热处理：暗色者加热产生绿色至蓝绿色；粉或红色者产生无色；橙色者产生黄色；棕

色、紫色者产生蓝色。处理效果稳定，且不可测。

②浸无色油：用无色油浸入空隙以改善外观。

③染色处理：用着色剂渗入空隙染成红、粉、紫等色以改善外观，可用棉签沾化学试剂擦拭检查。

④充填处理：对蓝、绿、红、粉、紫色者用硬质材料充填表面空洞裂隙，以改善外观和耐久性。

⑤辐照处理：对浅粉色、浅黄色、绿色、蓝色或无色者，经处理产生深粉色～红色或深紫红色、黄～橙黄色、绿色等，经此处理的颜色不稳定，在热处理过程中将会褪色。

五、碧玺的质量评价

碧玺的评价一般以颜色、透明度、净度、切工及重量作为依据。

(1) 颜色

目前各色(红、绿、蓝)碧玺均较受欢迎。红色者价值最高，作为女性饰物；蓝、绿色者多为男性饰物。

(2) 净度

内部缺陷多，颗粒大者常做成雕件。

(3) 切工

碧玺一般透明度较好，可以加工成各种形态的刻面石。具猫眼效应者取弧面琢型。碧玺具有较强的二色性，切磨时要注意正确选择方位。色深者台面应平行于c轴，色浅者则垂直于c轴。

六、碧玺的产出和产地

主要产于花岗伟晶岩、锂云母石英岩及其砂矿中。

世界上有许多国家产碧玺，主要是巴西，其它还有斯里兰卡、缅甸、俄罗斯、坦桑尼亚、意大利、肯尼亚、美国、中国、马达加斯加、莫桑比克、纳米比亚等。

中国的产地主要在新疆阿尔泰，为伟晶岩型。

第十一章 常见宝石

课题：橄榄石、海蓝宝石

学时：2 学时

教学目的和要求：掌握橄榄石、海蓝宝石的基本特征、品种、鉴别方法以及熟悉它们的产状及产地。

教学重点及难点：橄榄石、海蓝宝石的基本特征、品种、鉴别方法。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第四节 橄榄石

由于橄榄石应用历史很长，因此它曾经使用过的名称也很多。如今使用的橄榄石英文名称(Peridot)由法文演化而来，而橄榄石的中文名称，却能恰当地反映这类宝石如橄榄般绿色的外观。橄榄石也是一个历史悠久的宝石。古时候被称为“太阳宝石”。这种与太阳相联系，很可能与那时人们的信仰有关。人们相信橄榄石具有太阳般伟大的力量，可以驱除邪恶、降服妖术。



大约 3500 以前，古埃及领地圣•约翰岛就发现了橄榄石。随后至 1905 年，世界各地相继发现宝石级橄榄石。

世界上最大的橄榄石来自埃及红海，重 310ct，与另一粒来自缅甸的重 289ct 者，现一同存于美国的史密斯学院。

美国洛杉矶自然历史博物馆，也有一粒来自缅甸的珍品，重达 136ct。我国河北万全县产出一颗橄榄石 236.5ct，取名“华北之星”

橄榄石是 8 月生辰石，象征着夫妻幸福，因而亦被称为幸福之石。



一、橄榄石的基本性质

（一）矿物名称：橄榄石

（二）化学成分： $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ ，其中 Mg、Fe 按各种比例构成连续类质同像系列，构成一大族不同类型的橄榄石。一般只有 $\text{Fe}_2\text{SiO}_4(\text{Fa})$ 含量小于 15% 的镁橄榄石和贵橄榄石形成宝石。

（三）晶系和晶形

斜方晶系，晶体呈柱状或短柱状，但多以不规则粒状出现。



橄榄石晶体



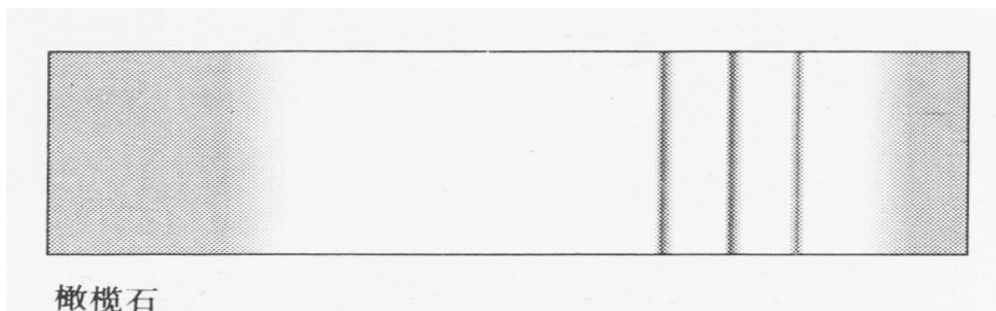
晶形完好的橄榄石晶体



橄欖石不规则晶体

(四) 光学性质

- 1、颜色：常见颜色为黄绿色、绿色、褐绿色。
- 2、光泽和透明度
玻璃光泽，透明。
- 3、光性：二轴晶，正光性或负光性
- 4、折射率和双折率： $1.654 \sim 1.690 (\pm 0.020)$ ，双折率 0.036
- 5、多色性：弱的黄绿～绿色
- 6、发光性：无荧光
- 7、吸收光谱：有 457、477、497nm 的强吸收带。

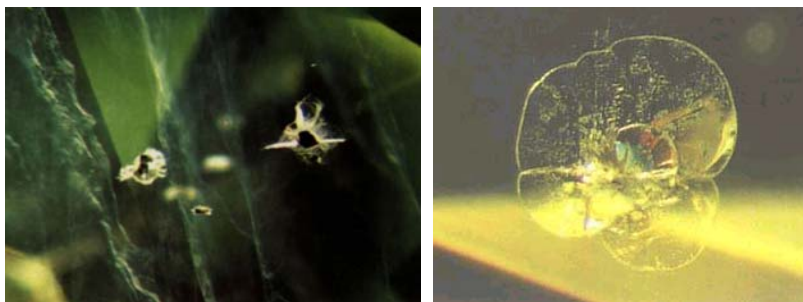


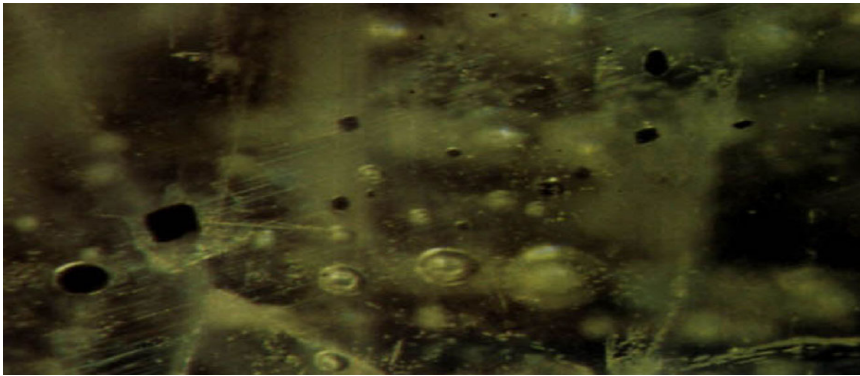
橄欖石

(五) 力学性质

- 1、解理：有时可见一组不完全解理。
- 2、硬度： 6～7
- 3、密度：密度 $3.34 (+0.14, -0.07) \text{g/cm}^3$

(六) 内部特征：具特征的睡莲叶状包体，它由黑色的铬铁矿包体与四周因应力作用而呈现的平面状裂隙环组成，此外还有盘状的气液两相包体。





二、橄榄石与相似宝石的鉴别

橄榄石为自色矿物，宝石级者颜色变化不大，主要是黄绿色，或称橄榄绿色。肉眼或借助小型鉴别仪器通过观察测试颜色、折射率、双折射率、比重、双影及特征包体容易与其它相似宝石区分。

外观上与橄榄石相似的 主要有碧玺、透辉石、金绿宝石、钙铝榴石、硼铝镁石(曾长期被当作橄榄石的褐色变种，1950 年代定为新矿物，特点是色偏黄、强多色性，比重略大)、玻璃。下表为它们的性质对比。

橄榄石与相似宝石的鉴别

宝石	折射率	双折率	比重	光性	多色性	典型光谱
橄榄石	1.65~1.69	0.036	3.32~3.37	二轴(+)	弱	蓝区 453、473、493nm3 条窄吸收带
电气石	1.62~1.65	0.020	3.01~3.11	一轴(-)	明显	
透辉石	1.67~1.70	0.025	3.30	二轴(+)	明显	
金绿宝石	1.74~1.75	0.009	3.73	二轴(+)	弱~中	蓝区 444nm 窄吸收带
钙铝榴石	1.74		3.60~3.70	均质体	无	
硼铝镁石	1.67~1.71	0.038	3.48	二轴(-)	明显	蓝区 452、463、475、493nm4 条窄吸收带
玻璃	<1.81		变化大	均质体	无	

三、橄榄石的质量评价

评价橄榄石也是依据颜色、净度、重量以及切工等几个因素。

(1) 颜色:

颜色上以祖母绿色最佳，其次是深绿色、金黄绿色、黄绿色。色深而鲜艳者为上品。

(2) 净度:

要求无裂纹、解理不发育、包裹体少。

(3) 重量:

首饰用者颗粒直径通常要 3mm 以上, 直径 10mm 以上, 重量大于 3ct 者为一级品。我国目前利用的宝石级橄榄石直径在 5mm 以上。



祖母绿色的橄榄石

(4) 切工:

宝石用橄榄石多是透明度好的, 因此主要加工、成各种形状的刻面石, 如椭圆形、方形、圆多面形、祖母绿形、橄榄(马眼)形、桃形、心形等



四、橄榄石的产状和产地

橄榄石是目前已知来源最深的矿物晶体之一, 来自地下 1000km 以下的上地幔。由岩浆带入境地壳浅层或地表。

产状: (1) 产于玄武岩包体内 (2) 超基性岩体内的脉体中。

产出: 埃及圣约翰、缅甸(世界唯一大颗粒产地, 深绿色、透明、显油脂光泽, 最大达几百克拉)、美国新墨西哥和亚利桑纳州(一般粒小, 成品 5ct 以下)、中国河北张家口和吉林蛟河也是著名的橄榄石产地。产出橄榄石绿至黄绿色粒径 5mm 以上者产量可观, 年产数百万克拉。

第五节 海蓝宝石

祖母绿和海蓝宝石(Emerald & Aquamarine)是绿柱石(Beryl)的两个主要的宝石品种, 因绿柱石中含有不同的致色离子所致。其中, 祖母绿是一种翠绿—绿色的绿柱石, 由于稀少瑰丽而位尊珍贵宝石之列; 海蓝宝石是一种天蓝色的绿柱石, 由于产量相对较大, 只属于一般的宝石品种。

海蓝宝石属于三月份生辰石, 象征着坦荡、豪放、勇敢、聪明。

人们把海蓝宝石视为幸福和永葆青春的标志, 它又有“幸福之石”的美称。据说, 佩戴海蓝宝石饰品, 象征着沉着、勇敢和聪明



海蓝宝石呈绿蓝色—蓝绿色、浅蓝色，一般色调较浅，这是 Fe^{2+} 取代部份 Al^{3+} 的结果；一般的绿柱石宝石因还可能含有 Cs、Mn 等元素，可呈现绿、黄、浅橙、粉、红、蓝、棕、黑及无色等。

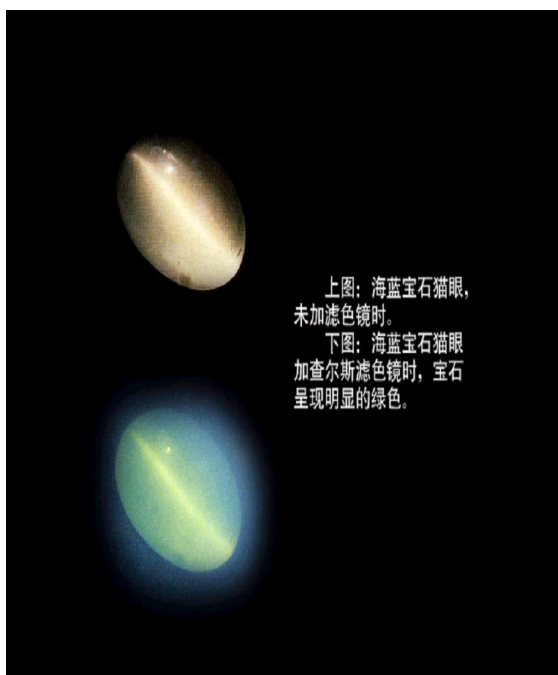
含致色离子 Cs、Li 和 Mn 者，其颜色呈玫瑰红色，称铯绿柱石(Morganite)，其英文名称来源于美国宝石爱好者(J.P. Morgan)的名字，又称摩根石。

海蓝宝石又名“蓝晶”或“水蓝宝石”，顾名思义它有海水那样的蓝色，其源自拉丁语 aquamarina 的英文名 Aquamarine，意即为“海水”。

除了化学成分上含 Fe^{2+} 这一微小差别外，海蓝宝石在结晶特性及主要物理、化学参数上与祖母绿无异。

海蓝宝石除性质测定外的鉴定特征有：

- (1)特征的天蓝色至海水蓝色，不过常见的海蓝宝石颜色较浅；
- (2)气液包体比较发育，有单相、两相甚至气液固三相包体，气液包体呈断续管状分布。



一、海蓝宝石外观相似的宝石的鉴别

与海蓝宝石外观相似的宝石有蓝托帕石、蓝宝石、蓝碧玺、浅蓝色合成尖晶石等，与它们的鉴别阐述如下：

(1) 蓝色托帕石

蓝色托帕石是市场上最易与海蓝宝石相混的宝石，但托帕石的折射率高于海蓝宝石，为 1.61-1.63，而海蓝宝石折射率 <1.60 ，蓝色托帕石的双折射率通常也大于海蓝宝石为 0.010。在 3.32 的重液中托帕石下沉，海蓝宝石迅速上浮。

(2) 蓝宝石

海蓝宝石比蓝宝石颜色浅，蓝宝石呈强玻璃光泽，其折射率值 1.76-1.78，相对密度 3.99，硬度 9 均远远大于海蓝宝石，故仔细检测两者不易相混。

(3) 碧玺

蓝色碧玺通常颜色深，多色性强，碧玺的折射率 1.624-1.644，高于海蓝宝石，双折射率较大为 0.020，而海蓝宝石仅 0.006，碧玺可见刻面棱重影，在 3.05 的重液中碧玺悬浮，海蓝宝石上浮。

(4) 合成尖晶石

浅蓝色合成尖晶石在色彩上与海蓝宝石有一定的相似性，其折射率值（1.728）和相对密度（3.64）都大于海蓝宝石；合成尖晶石无二色性，偏光镜下显示斑状消光，其内部常见气泡，与海蓝宝石不同。

海蓝宝石与相似宝石特征对比表

名称	硬度	相对密度	折射率	双折射率	偏光镜下特征
海蓝宝石	7.5-8	2.72	1.577-1.583	0.005-0.009	4 明 4 暗
蓝色蓝宝石	9	4.00	1.762-1.770	0.008	4 明 4 暗
蓝色锆石	7.5	4.69	1.926-1.985	0.059	4 明 4 暗
蓝色托帕石	8	3.53	1.610-1.630	0.010	4 明 4 暗
合成尖晶石	8	3.64	1.728	无	全消光或异常消光
蓝色玻璃	7	2.47	1.50	无	全消光或异常消光
蓝色磷灰石	8	2.9-3.1	1.630-1.667	0.003-0.005	4 明 4 暗

二、海蓝宝石的质量评价

海蓝宝石的质量评价要点亦包括颜色、切工、净度、重量几方面。



重 255 克拉，110 万人民币，产于新疆

三、海蓝宝石的产状和产地

海蓝宝石的主要产于花岗伟晶岩。

海蓝宝石的主要产地有巴西、俄罗斯、中国和巴基斯坦等国，巴西尤其突出；中国海蓝宝石的集中产地是新疆阿尔泰地区和内蒙古等地。

练习：

1、区分猫眼与石英猫眼的有效可行的方法是：

A 二色性 B 折射率 C 密度

2、区分猫眼与人造玻璃猫眼可借：

A 荧光 B 吸收光谱 C 包体特征

3、区分锆石与 CZ 时，最简单的是用：

A 折射率 B 放大镜 C 滤色镜

4、区分绿色玻璃和橄榄石时，最明显的判断是：

A 颜色 B 多色性 C 折射率

5、鉴定红宝石和红色尖晶石有效的仪器是 _____。

6、一般红宝石戒台面垂直光轴，所以一般垂直台面 _____ 二色性，而平行台面 _____ 二色性。

- 7、红宝石热处理常采用氧化气氛，以消除_____色调。
- 8、金绿宝石可见的特殊光学效应有_____效应和_____效应。
- 9、属金绿宝石的宝石品种主要有_____、_____、_____。
- 10、价值最高的、体色最好的猫眼是_____色。
- 11、变石的著名产地在_____、金绿宝石猫眼的主要产地在_____。
- 12、写出四种氧化物宝石品种_____、_____、_____、_____。
- 13、橄榄石的颜色是由_____致色的。其双折射率高达_____、因此其刻面宝石可见面棱重影。

第十一章 常见宝石

课题：锆石、托帕石

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握锆石、托帕石

的基本特征、品种、鉴别方法以及熟悉它们的产状及产地。

教学重点及难点：锆石、托帕石的基本特征、品种、鉴别方法。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第六节 锆石

锆石主要以其艳丽的光彩赢得消费者，俗称“信风子石”（因犹太主教胸前所佩戴的 12 种宝石中的锆石被称为“哈信斯”，此名由“哈信斯”转音而来）。是应用历史很悠久的中档宝石品种之一。

中世纪就有关于锆石的许多传说，说其：可驱走瘟疫和邪恶；可使佩戴者发财；可使人聪明智慧；是繁荣、成功的象征。

不过，将锆石列为生辰石还是 1952 年以后的事，1952 年美国首饰工业部门建议将锆石作为 12 月份的生辰石，此建议得到美国珠宝零售商协会、美国宝石协会和美国宝石进口商协会的同意和赞赏，锆石与绿松石一起作为 12 月的生辰石，象征着成功。

锆石按其不同成因下结晶程度的不同，被分成高型锆石和低型锆石两类。

“高型锆石”是指岩浆早期结晶成因者，它由于含放射性元素少，没有对锆石的晶格产生破坏，它能够保持锆石原有的物理化学性质，经加工后能泛出其应有的绚丽光彩，所以高型锆石可被作为宝石使用；

“低型锆石”中富含放射性元素，致使其晶格遭到破坏，使晶体衰变近于非晶质，这样的锆石一来因为锆石晶体已衰变而无法体现其原有的奇光异彩，二来这类锆石会含有残余放射性，所以，它们不宜被用来当作宝石使用。

“低型锆石”的特征是：一般呈绿、暗绿或暗褐色，密度 $3.9\sim 4.1\text{g/cm}^3$ ，折光率 $1.78\sim 1.815$ ，无双折率，硬度 $6\sim 6.5$ ，无荧光。

世界许多大的博物馆都珍藏有色彩迷人的锆石精品。最好的是美国纽约自然历史博物馆珍藏的几块。包括 1 颗重 208ct 的蓝色锆石；1 颗重 100ct 以上的褐色锆石；还有 1 粒不寻常的绿色锆石，据说来自巴西，说明书标明其比重为 4.08，很明显，这是一粒低型锆石，这也是第一个来自斯里兰卡以外的低型锆石。



各种颜色的锆石



无色锆石



绿色锆石

一、锆石的基本性质

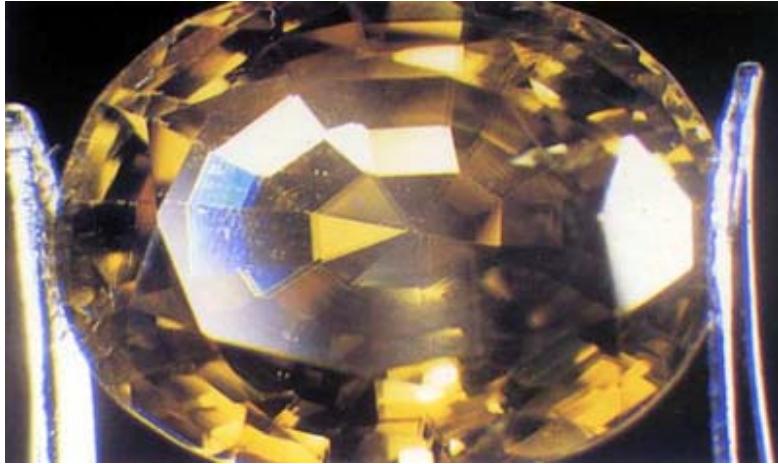
- (一) 矿物名称：锆石
- (二) 化学成分：锆硅酸盐矿物，纯锆石化学式为 ZrSiO_4 。常含 U、Th、Pb 等放射性元素。
- (三) 晶系和形态：四方晶系。晶体常呈四方柱和四方双锥组成的短柱状晶体。



无色和红色锆石晶体

(四) 光学性质

- 1、颜色：常呈褐红色、无色、蓝色、黄色、绿色、褐色、橙色、红色、紫色等；市场上几乎所有的无色、蓝色锆石都是热处理产生的，另外还可产生红色、棕色、黄色等，经处理获得的颜色通常均比较稳定，不过有少部分遇光后会褪色。
- 2、光泽及透明度
呈亚金刚~金刚光泽；透明至半透明
- 3、光性特征：一轴 (+)
- 4、折射率与双折射率
1.93~1.99，双折率 0.059，具有明显的双影特征；



锆石中的底棱双影

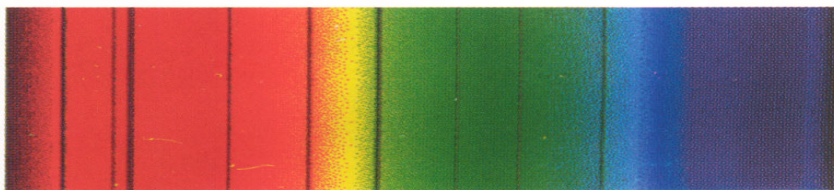
5、色散：0.039（强），“火彩”明显。

6、多色性：一般呈弱的不同色调的体色；

7、发光性：不一，变化无常。

蓝色者在长波下呈无～中的浅蓝色，但在短波下无；绿色者一般无；黄、橙黄色者在长、短波下均呈无～中的黄、橙色；红橙色者在长、短波下均呈无～强的黄、橙色；棕、褐色者在长、短波下均呈无～极弱的红色。

8、吸收光谱：几乎在不同的色区中都能看到均匀平行排列的吸收线，不同的品种可见2～40多条吸收线，其中特征的吸收为653.5nm吸收线。



Zircon

（五）力学性质

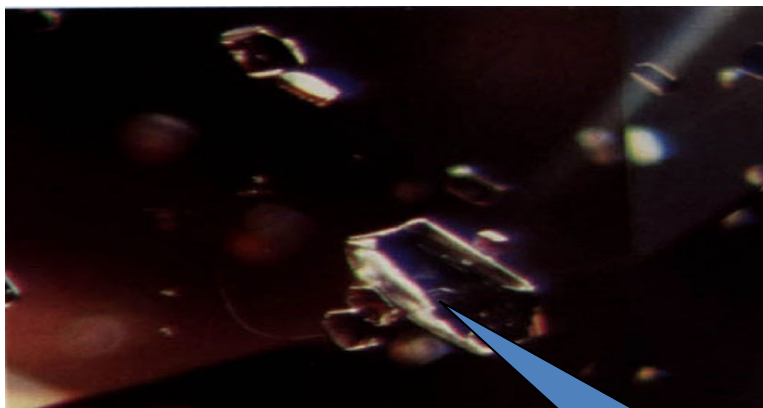
1、密度：为4.6~4.8 g/cm³；一般接近4.7 g/cm³

2、硬度：7~7.5

3、解理：无解理

（六）常有各类矿物包体和愈合裂隙。

（七）特殊光学效应：可具猫眼效应和星光效应



磷灰石

二、锆石与相似宝石及仿制宝石的鉴别

锆石具有如下明显的识别特征：

- ①光泽明亮、色散强。锆石可呈现亚金刚—金刚光泽，切割标准的明亮式锆石成品，火彩明显。
 - ②双折射且双折射率大。正交偏光下旋转 360°，呈现四明四暗变化；10×放大镜下容易看见双影现象。
 - ③具有特殊的吸收光谱。百页窗式吸收和 653.5nm 吸收非常特征。
 - ④由于锆石硬度不高，因而边棱不尖锐；由于锆石脆性大，可见边棱残缺现象。
- 与仿制宝石的鉴别：

1、合成尖晶石

- (1) 偏光镜
- (2) 密度值
- (3) 折射率

2、人造玻璃

- (1) 偏光镜
- (2) 发光性：玻璃呈中到强的荧光，锆石无或弱。
- (3) 内部特征：玻璃内部常见小气泡和搅动纹。
- (4) 密度
- (5) 折射率
- (6) 吸收光谱

三、锆石的加工和优化处理

锆石的加工款式与钻石类似，最理想的为圆多面型，即圆钻琢型，57~58 个刻面，尤其是无色及蓝色锆石。但加工时，冠部常切磨得比钻石厚些，以增加其火彩。由于锆石有多色性光轴方向色彩最好，在垂直于且不会产生模糊不清的双影，所以加工时台面要垂直于光轴 c 轴。

锆石的优化处理主要是加热。市场上的锆石一般都经过了热处理，以改变其常有的浑浊质地，并处理出更好的颜色。那些未处理的，如一些棕黄色、绿黄色以及不透明的深绿色锆石，应用起来局限较大，通常是收藏家对其感兴趣，而珠宝商不太重视。

控制不同的氧化还原气氛加热，可使深色，如红褐色锆石变成无色、蓝色或金黄色。一些改色的锆石可能随时间推移恢复原状，但具有再现性。也有的锆石加热改色后，颜色不随时间而变化。不同成分、不同颜色、不同产地的天然锆石，用同样的条件处理可得到不同的颜色效果。

四、锆石的质量评价

锆石本身折射率高，双折射率和色散都较大，易出火彩，所以早在 100 多年前人们就用它作钻石代用品，常是处理成无色后使用。

锆石还有个特点，就是长时间暴露与 X-射线或在电子冲击下，会产生紫色或深红色，这是由于其中富含放射性元素 U、Th、Pb 等所致。

锆石的评价要从颜色、净度、加工质量和重量四个方面来考虑。

锆石的流行色是无色和蓝色，其中蓝色价值较高。锆石的蓝色常带绿色调，像海蓝宝石。无色锆石应不带任何灰、褐色调，若有需加热处理掉。颜色的纯度、均匀度以及透明度好的是上品。若色调发暗、亮度差、晶体浑浊、色不均匀价值较低。其它如黄绿色锆石，价值也较低。

由于无瑕的锆石可以充足供货，所以只有净度相当好的锆石才是有商业价值的。

锆石的重量超过 10ct 的很少，特别是好颜色的。几克拉的蓝色锆石价值较高。此外，就是要看切磨是否符合规范，定向是否找得准，台面应垂直于晶体 c 轴，这样可以使颜色看起来更纯正，如蓝色锆石就不闪黄色调，另外也不会因为背面双折射引起的模糊状态。

五、锆石的产状和产地

产状：产于伟晶岩和碱性岩中，而真正有开采价值的还是砂矿。

宝石级锆石的主要产地有：中国、斯里兰卡、柬埔寨、缅甸等国家。我国海南岛及福建明溪的碱性玄武

第七节 托帕石

在中国，因“黄玉”一名易与软玉中的黄色品种“黄玉”相混，一度将其称为“黄晶”，但又易与黄色水晶相混，所以国标中正式称之为托帕石。

托帕石是 11 月份生辰石，是友谊、忠诚、爱的象征，被称为“友爱之石”。

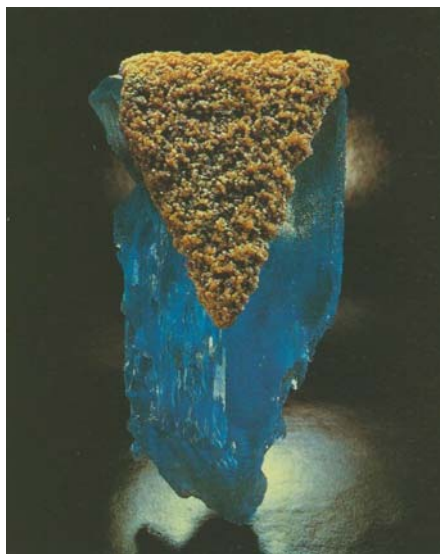
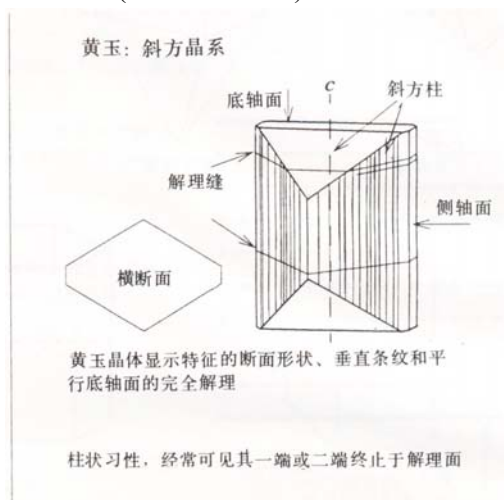
一、托帕石的基本性质

(一) 矿物名称：黄玉

(二) 化学成分：岛状硅酸盐矿物，化学式为 $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F}, \text{OH})_2$ ，另含微量元素。

(三) 晶系及晶形

斜方晶系(二轴晶正光性)。柱状，柱面有纵纹，端面为锥形；



稀有的高 21cm 优质蓝色托帕石晶体

（四）光学性质

1、颜色：呈无色、淡蓝、蓝、黄、粉、粉红、褐红、绿等，其中以无色、淡黄、淡蓝色最常见。



2、透明度和光泽：透明-半透明；强玻璃光泽。

3、光性：二轴晶（+）

4、折射率：1.61~1.64；双折射率：0.008

5、多色性：彩色的托帕石显弱至中的多色性，其中黄色者呈褐黄~黄~橙黄，褐色者呈黄褐~褐，红、粉色者呈浅红~橙红~黄，绿色者呈蓝绿~浅绿，蓝色者呈不同色调的蓝色。

6、发光性：蓝色、无色富氟托帕石在长、短波下显弱黄色或绿色荧光；橙黄色和粉红色富羟基者会表现较强荧光。

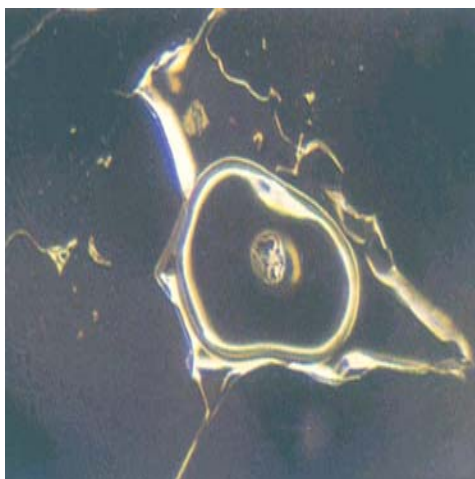
（五）力学性质

1、解理：一组完全解理

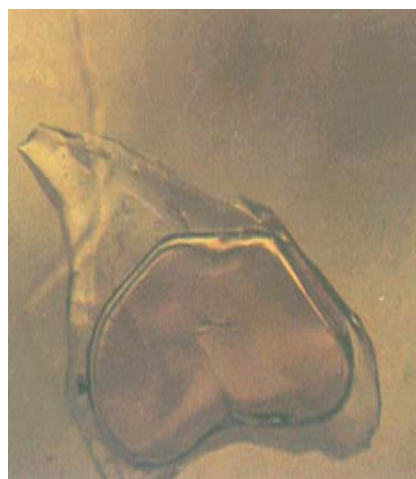
2、硬度：8

3、密度：3.53(±0.04)g/cm³

（六）内部特征：有二相、三相包体或由两种及两种以上不混溶液体构成的液态包体，这些包体呈管状断续、稀疏排列分布，因此少数的蓝色、黄橙色托帕石能呈现猫眼效应；



气、液、固三相包体



不混溶液态包体

二、托帕石的主要品种

1、粉红色、红色托帕石

天然红色托帕石很少，市场上所见多为黄色托帕石经化学药品处理(人工着色)或热处理的产品。天然深色调的粉红色托帕石是十分珍贵的品种。

2、黄色托帕石

包括黄至黄棕色、浓黄色，商业上也称雪利托帕石，因其色泽相雪利酒(西班牙等地产的一种浅黄或深褐色葡萄酒)突出特点是具有天鹅绒般柔软的质地和柔和的光泽。

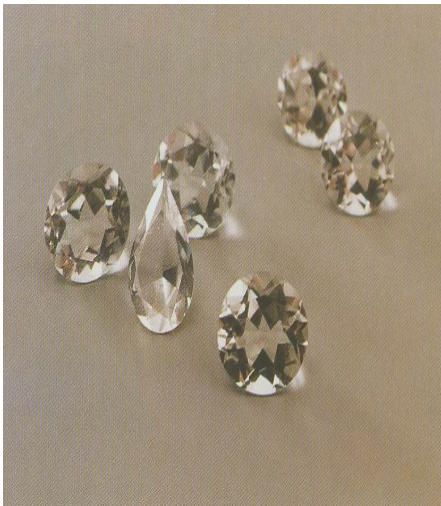
浅桔黄色到金黄色托帕石也归于此类。金黄色托帕石常被称为“巴西托帕石”。酒黄色、金黄色黄玉均属托帕石中最优品种。

3、蓝色托帕石

包括蓝、天蓝、浅蓝色，且以浅蓝色常见。一般颗粒较小，偶见大粒者。主要产自巴西。洛杉矶一位珠宝商有一颗质地好，长达 7.62cm，重 3000 多克拉的蓝色托帕石，堪称稀世珍宝。此外，市场上常见辐照改色的蓝托帕石。

4、无色托帕石

也称白色托帕石。因其无色、晶莹，外观上颇似钻石，所以珠宝界曾冠之以一个怪名“奴隶钻石”。以前主要用做钻石代用品，但色散、亮度均不及钻石，故价值不高。现在也用来改色为蓝色托帕石。



无色托帕石戒面



黄色托帕石戒面



红色托帕石戒面



蓝色托帕石戒面

三、托帕石及其相似宝石的鉴别

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	3.53	1.619-1.627	0.008-0.010	非均质	弱
碧玺	7~7.5	3.06	1.624-1.644	0.020	非均质	强烈
海蓝宝石	7~8	2.72	1.577-1.583	0.005-0.009	非均质	弱
水晶	7	2.65	1.544-1.553	0.009	非均质	弱
合成蓝宝石	9	4.00	1.762-1.770	0.008	非均质	清晰
尖晶石	8	3.60	1.718	无	均质	无
玻璃	约 5	2.5 左右	1.51 左右	无	均质	无

四、托帕石的优化处理

改善技术有：

①热处理：使黄色、橙色和褐色者变成粉红或红色，这种处理的颜色稳定，而且很难检测。

②辐照处理：无色者可辐照成褐或褐绿色，再经热处理变成蓝色；黄色、橙色、褐绿色者经辐照可加深颜色或去除杂色。

这种处理的托帕石多数很难检测。

五、托帕石的质量评价

托帕石的评价指标主要是色彩、净度、透明度，此外就是重量、加工、款式等，要多方面考虑，以正确全面地对质量作出评价。

(1) 色要美：要求色彩浓艳、纯正、均匀、稳定、明亮。因托帕石一般色淡，因此，凡色浓而正的价值就高。天然产出的酒黄色、天蓝色及紫红色品种，深受人们欢迎。以巴西产的特级托帕石(金黄色、棕黄色，被称为“帝王黄玉”)最为名贵，价格高昂。天蓝色托帕石像海蓝宝石，但价格仅为海蓝宝石的 1/5 左右，销路甚好。红色、粉红色、浅绿色稍差，最次的为淡蓝色、无色者，为低档货。

(2) 透明度要好：越透明越好。一般选择那些晶莹剔透的托帕石饰品，可产生柔和的强玻璃光泽。

(3) 净度要高：瑕疵(包体、裂隙等)尽量少。因托帕石发育解理，10 倍放大镜下常见解理纹。

(4) 粒径大：托帕石 5~15ct 的大粒者并不罕见。优质品粒径不小于 8mm。同等情况下，个头越大，价值越高。

(5) 加工要精美、造型要新颖。

六、托帕石的产状与产地

产状：(1) 花岗伟晶岩 (2) 砂矿

宝石级托帕石主要产于花岗伟晶岩中，托帕石的形成需要较高的温度，一般 300℃以上，压力没有特殊要求。砂矿也是宝石级黄玉的一个重要来源。

产地：主要产地是巴西和斯里兰卡，曾有报道称：世界珠宝市场上优质托帕石的 95% 来自巴西的米纳斯吉拉斯伟晶岩。实际上，中国、美国、英国、缅甸、澳大利亚等世界上大部分国家均有数量不等的托帕石产出。

第十一章 常见宝石

课题：水晶、长石

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握水晶、长石的基本特征、品种、鉴别方法以及熟悉它们的产状及产地。

教学重点及难点：水晶、长石的基本特征、品种、鉴别方法。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第八节 水晶

水晶是宝石级的石英，人们习惯上根据其颜色、包体的特征将之细分成不同的品种并直呼其名，例如紫晶、黄晶、烟晶及发晶等，通常所说的水晶是指无色者。

紫水晶是 2 月份的生辰石，象征着诚实、心地善良与心平气和。

水晶的纯洁，使人们相信其中隐藏有神灵，把它做成圆球加以凝视，可以预言未来，所以日本人很喜欢将水晶球陈设于家中，并将水晶定为国石。



一、水晶的基本性质

(一) 矿物名称：石英

(二) 化学成分：SiO₂，可含有 Ti、Fe、Al 等元素。

(三) 晶系和晶形

晶系：三方晶系，

晶体习性：六方双锥，柱面横纹发育。

(四) 光学性质

1、颜色：常见无色、紫色、黄色、褐色、灰黑色及绿色等，颜色分布可见带状或斑状特征；

2、光泽及透明度

呈玻璃光泽，透明至半透明。

3、光性：一轴（+），可有牛眼干涉图。

4、折射率和双折率

折射率 1.544~1.553，双折率 0.009；

5、多色性：彩色水晶有弱的多色性，并随颜色深浅而同色变化；

6、紫外荧光：无

7、吸收光谱：不特征

（五）力学性质

1、解理：无解理

2、硬度：7

3、密度： 2.66(+0.03， -0.02)g/cm³

（六）压电效应：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。

（七）特殊光学效应：猫眼效应，星光效应（六射）

（八）放大观察：色带，气、液、固包体，针状金红石、电气石等矿物包体



石英猫眼



芙蓉石



黄水晶

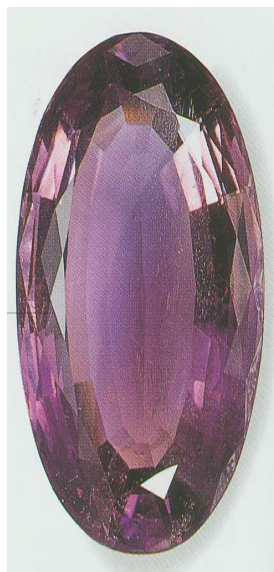
烟水晶

二、水晶的品种

种类	象征	其它
无色水晶	可以提升灵性（气），开启心智，扩大潜能，表示心灵神圣、清爽、和谐、纯洁。可使精神平和，有助于意志坚定，身体健康	七色光均透过，常见包体有负晶、气液包体及各种固态包体。
紫水晶 (水晶之王)	象征诚挚、正直与善良，被奉为“诚实之石”，象征天真与快乐，2月生辰石。	含 Mn、Fe，巴西最多，乌拉尔产的最好。常见生长色带，内含物为柱状晶体、空洞及指纹状包体，加热可变为黄色、无色。
黄晶	代表真诚和执着的爱，意味美貌和聪明，象征富有生气，能消除疲劳，控制情绪，建立信心	含 Fe 和 Cr，产出较少，巴西和马达加斯加有优质品，内部特征与紫晶相同。
烟(茶)晶	表示刚毅、坚忍、克制、有信念，能提高反应能力，助人思考，事业有成	天然辐射或人工辐射而成，多作眼镜，清凉明目。内含丰富的气液包体和金红石包体。加热可变为无色。
蔷薇水晶	“桃花石”、“芙蓉石”、“玫瑰水晶”	含 Mn，易褪色，多产于巴西。特征的粉红色为其识别标志。
石英猫眼 (勒子石)	象征好运气，能保护主人的健康，免于危难，拥有它就拥有了美好的未来	大量平行的纤维状包体
晕彩石英		干涉光产生的彩虹
发晶	“维纳斯发石”，具奇特功效，可以加强信心，决断力，给人勇气，使人放开大步，勇往直前	黄丝-金红石，黑丝-电气石，金丝-自然金，白丝-石棉，绿丝-阳起石
水胆水晶		晶体中空腔含有水、气或固体。



芙蓉石



紫晶



发晶

三、水晶与相似宝石的鉴定

1、黄晶与黄色托帕石

- (1) 密度不同 (2) 折射率不同
- (3) 光泽不同 (4) 光性不同

2、玻璃制品

- (1) 手感不同：水晶凉而玻璃温
- (2) 净度不同：通常水晶中有一定量天然杂质，而玻璃制品很干净
- (3) 玻璃球和水晶球之间的区别可用一根头发丝做实验，水晶球有双影效应而玻璃球则无。

- (4) “牛眼”干涉图

- (5) 偏光镜

3、合成水晶

水晶主要通过水热法合成，其特点是：

(1) 外观：合成水晶大多表现为颜色均匀，但呆板、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；合成水晶无色泛白，天然水晶无色泛青；天然水晶的光泽比合成水晶带油脂感；天然水晶比合成水晶传热性能稍好，凉感稍明显；由于特定的生长方向，合成水晶可呈现如色散般的彩光。

(2) 种晶：如果没有切除，合成水晶中可见种晶片。

(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渣状包体（生长容器表面氧化薄膜脱落所致），气液两相针状包体（垂直于种晶板）及色带（平行种晶板），应力裂隙（与种晶板成直角）。

(4) 红外吸收光谱：天然无色水晶以 3595cm^{-1} 和 3484cm^{-1} (波数) 为特征吸收，而合成水晶则缺乏 3595cm^{-1} 和 3484cm^{-1} 吸收，并以 3585cm^{-1} 和 5200cm^{-1} 吸收为明显特征。除了大量出现在市场上的无色合成水晶之外，各类彩色水晶的合成品也已经可以通过人工技术生长。



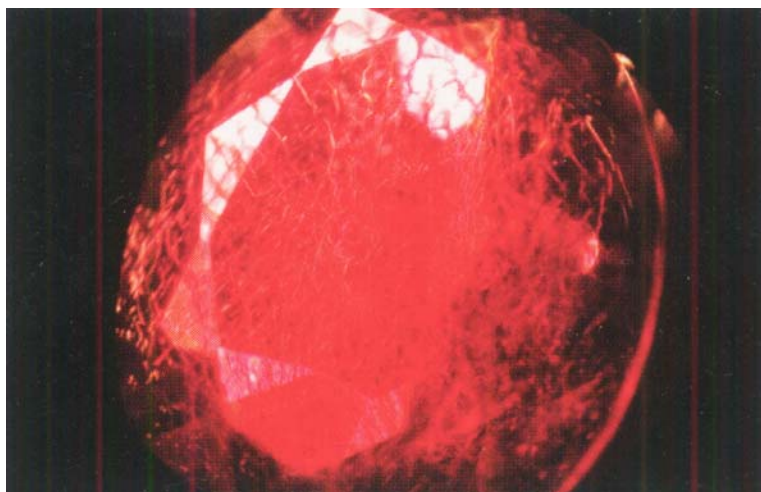
四、水晶的优化处理

对水晶的改善技术有：

(1) 热处理：它可使非常暗的紫晶变浅，去除烟色色调，紫晶加热转变成黄晶和绿水晶，有些烟晶加热转变成带绿色调的黄色水晶。这种热处理水晶已被人们接受，其颜色稳定，除了可能存在的热损伤痕迹外，热处理水晶一般不易识别。

(2) 辐照处理：水晶辐照后转变成烟晶，芙蓉石辐照后可加深颜色，其颜色稳定。除了可能存在的热损伤痕迹及残余放射性测试外，辐照处理水晶一般不易识别。

(3) 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，紫外荧光下呈现不同的发光特征。



染色水晶

五、水晶的质量评价

水晶的评价遵循一般的原则，其中彩色者价高，有特殊包体者另行评价。

1)颜色：正、浓、均

2)透明度：越透明越好

3)净度：一般来讲越纯净越好，但在特殊情况下，杂质形成特殊光学效应和组成美妙的图案则更为珍贵。

4)重量：在同等条件下，越大价值越高

六、水晶的产状和产地

产状：主要产于伟晶岩脉或晶洞中。

产地：巴西、乌拉圭、俄罗斯、中国、印度、瑞士、斯里兰卡、美国、法国、日本、越南、缅甸、意大利、土耳其、加拿大、澳大利亚。

巴西是世界水晶最大产出国，号称“水晶之国”，占全世界出口量的 90%，资源集中在东南部的米纳斯吉拉斯地区。目前，我国紫晶大都是从巴西进口。巴西的米纳斯吉拉斯伟晶岩中产出大量优质的紫晶。我国著名的水晶产地是江苏东海。

我国 28 个省市自治区均产水晶。据统计有 109 处。

主要省：江苏（东海县）、山东（沂水紫水晶）、广东(云浮县)、广西 (凌云县)、新疆(阿尔泰山)、山西（五台山紫水晶）、内蒙（兴和烟晶）、海南（羊角岭）、青海（唐古拉山、5000m 上）、河南（平顶山）、云南（富宁县）、福建、四川。

江苏北部东海县是我国水晶最大产地，“水晶之乡”的美称。“东海有三宝：水晶，花生，温泉澡”。“东海水晶甲天下”。全县 1/2 区域下储有水晶，面积达 1200km²，储量约 10 万吨，每年产约 400 吨左右，占全国的一半。各类品种达 1000 余种。该县建立了全国最大的水晶专业市场，成为海内外水晶集散地和辐射中心。

第九节 长石

长石是地壳中分布最广的矿物族，约占地壳总重量的 50%，但可作为宝石的并不多见。常见的有月光石(微斜长石)、日光石(砂金石、金星石)、天河石、变彩拉长石(彩虹长石)几个变种。

月光石，是长石类宝石最有价值的，几个世纪以来都作为宝石。在世界许多地区，人们相信佩戴它可以带来好的命运。在印第安，月光石仍然被认为是神圣的石头，它只戴在神圣的黄色衣服上。在古时候，人们相信它能唤醒心上人温柔的热情，并给予力量憧憬未来。今天，月光石与珍珠一起被用作 6 月的生辰石，象征着“康寿富贵”。



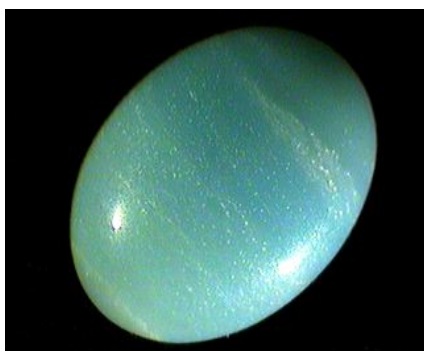
拉长石，是 18 世纪发现后才用作宝石的。它在你手上时，没有光泽，在某个特殊的角度，它却显示出深深的、漂亮的颜色”。中国著名的“和氏璧”早已失传，现在有人认为可能是变彩拉长石。因为据唐代道士杜光庭在《录异记》中记载，和氏璧“侧面视之色碧，正面视之色白”，应为拉长石的特征，有别于古人已知的绿松石、软玉等。



日光石，古代文化的记载都称之为太阳石。



天河石现在是大众化宝石；但古代似乎没有关于其用途的报道。



一、长石的基本特征

(一) 矿物名称：长石

(二) 化学成分：钾长石： $K[AlSi_3O_8]$ ；斜长石：从 $Na[AlSi_3O_8]$ (钠长石) 到 $Ca[Al_2Si_2O_8]$ (钙长石)

(三) 晶系和晶形：正长石为单斜晶系，其它为三斜晶系。板状、棱柱状，双晶普遍且种类多。

（四）光学性质

- 1、颜色：主要为无色、白色、绿色、黄色，有些拉长石为黑色。
- 2、透明度和光泽：透明~不透明；玻璃光泽，断裂面有时显珍珠光泽。
- 3、光性特征：非均质体，二轴晶
- 4、折射率： 1.52~1.57；双折射率 0.008~0.010
- 5、多色性：不明显
- 6、发光性：月光石：长波下无或很弱，短波下粉色；天河石：长波下弱黄绿色；日光石：长、短波下无或出现杂色；黄色正长石：长、短波下，无或红、桔红色；拉长石：无。
- 7、吸收光谱：不特征

（五）力学性质

- （1）解理：两组夹角近 90 度完全解理；
- （2）硬度： 6~6.5
- （3）密度： 2.25~2.70

（六）特殊光学效应：月光效应、晕彩效应、砂金效应。

二、长石的宝石品种

（一）月光石

1、化学成分：

正长石（为主） KAlSi_3O_8 和钠长石 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ；可含有 Ba、Na 等元素

2、颜色：常见无色至白色，偶见绿色、橙色、黄~褐色、灰~灰黑色，内部常泛出蓝、白或黄色的晕光。

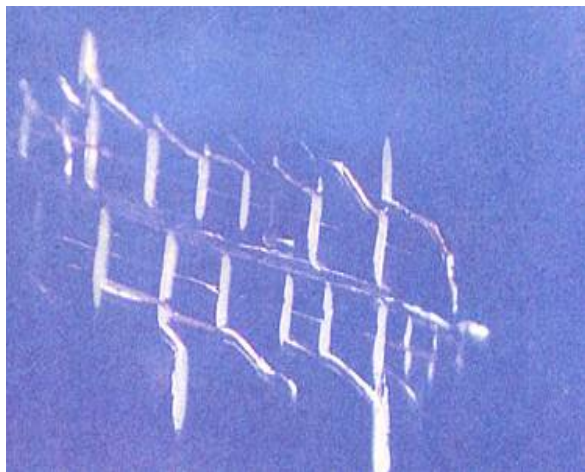
3、密度： 2.56~2.59 g / cm³；

4、折射率： 1.518~1.526(+0.010)

5、在 LW 下呈弱蓝色荧光，在 SW 下呈弱橙红色荧光。

6、具一些“蜈蚣足”状包体、指纹状及针状包体。

这些包体及双晶纹对光综合作用（干涉、散射及定向反射等作用）的结果，形成了任何月光石中都能看到的浮光。



（二）日光石

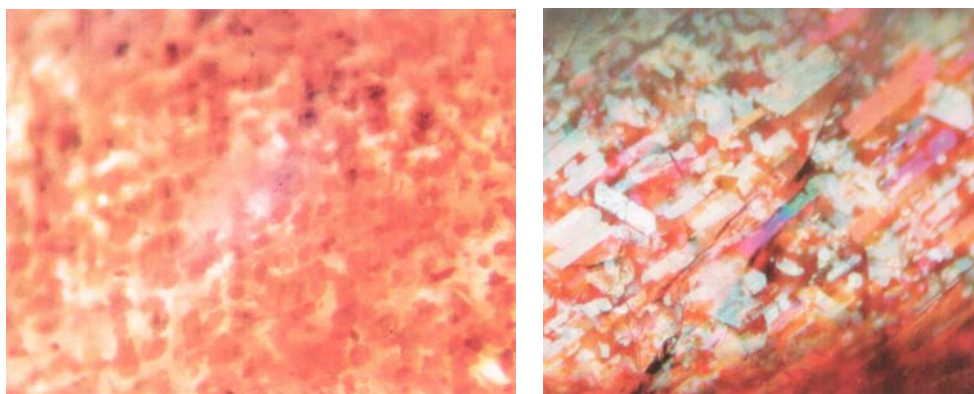
（1）化学成分：

主要为正长石 KAlSi_3O_8

（2）密度： 2.62~2.65 g / cm³

（3）折射率： 1.53~1.54

- (4) 在紫外光下无反应
- (5) 常见红色或金色的板状包体



(三) 拉长石

拉长石是斜长石中最重要的宝石。其特征是不同角度观察宝石会显示迷人的多彩彩斑，称作闪光变彩或拉长石晕彩。大块拉长石效果更好。

拉长石晕彩也是由层状结构引起的。是斜长石反复双晶或两种成分不同长石叶片状交生产生的对光的衍射和干涉效应。犹如折射率稍有不同薄胶片材料中出现的情况。

芬兰的一种拉长石具鲜艳的颜色闪光，被称做“光谱石”(spectrolite)。拉长石偶然也见到透明黄色晶体，无晕彩，可能被收藏者作为珍品切割收藏；它和柠檬色黄水晶相似，但要闪亮得多，同时有解理。拉长石也发现有带褐色的、红色的和绿色的。

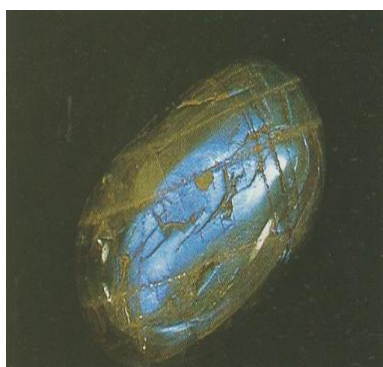
(1) 化学成分：

$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \sim \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

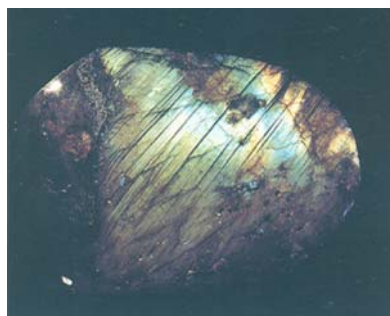
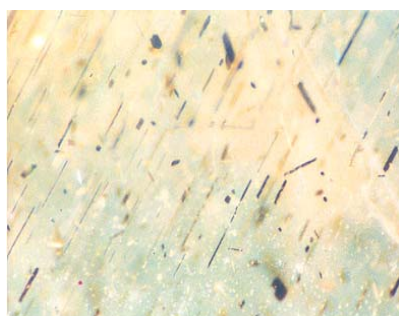
(2) 密度： 2.69~2.72 g / cm³

(3) 折射率： 1.56~1.57

(4) 常见针状、板状暗色金属包体。



拉长石原石



(四) 天河石

(1) 颜色是亮绿或亮蓝绿~浅蓝色，常具绿色和白色的格子色斑；

(2) 化学成分：

KAlSi_3O_8 ，可含有 Rb 等元素。

(3) 密度： $2.54 \sim 2.58 \text{ g/cm}^3$

(4) 折射率： $1.52 \sim 1.54$

(5) 在 LW 下呈黄绿色荧光，在 SW 下无反应。



三、长石类宝石与相似宝石的鉴别

1、月光石

月光石与石英猫眼相似，区别在于转动宝石时，石英猫眼明亮的线状光带平行移动，而月光石呈朦胧的月色片状移动。

月光石与其它可能混淆的宝石，如玉髓、无色绿柱石、玻璃、仿制品合成尖晶石等都可以通过比重、折射率、偏光性等容易地区分。

2、日光石

主要与人造砂金石(或金星石：包裹铜晶片的玻璃)可能混淆。区别在于日光石中的包体不如人造砂金石中的那样密集，而玻璃可能有气泡、铜的四面体形状也较易确定。

3、拉长石

可能混淆的是欧泊。可通过折射率及比重来区别。

4、天河石

外观相似的材料有绿色石英岩(如东陵石)、绿玉髓、翡翠、绿色绿柱石、磷灰石等。区别主要看天河石表面的网状(格子状)特征以及测定折光率和比重。

四、长石类宝石的加工款式

具月光效应、砂金效应、晕彩的长石以及透明度差的天河石主要采用弧面琢型，其它透明度好的可采用刻面琢型。还可以加工成珠状。月光石也常常做成浮雕雕件，雕刻成各种动物头像或怪人面具，其波浪式的光泽会随着宝石的移动而不停地闪烁出现，十分迷人。

长石具有完全解理，加工时应注意避免台面与解理面平行。另外，月光石朦胧的月光是具有方向性的，晕色的延长方向应与戒面的延长方向一致，而晕色应集中于弧面型戒面的中央。

五、长石的质量评价

主要从特殊光学效应、颜色、净度、切工等方面。

(1) 月光石：

高质量的月光石，有漂游似波浪状蓝光，是长石类宝石中最珍贵的，质量最好的为半透

明(可以更好地显示出月光晕彩)；较差的是半浑浊的；白色月光石比带蓝光的价值低。

月光晕彩的方向、形状也是一个评价因素，晕彩延长方向要与宝石延长方向一致，如作耳环吊坠时，宝石的延长方向应顺耳垂方向。大块石头做首饰不一定适合，可以用作雕刻件。此外优质的月光石应该不显任何内部或外部的裂口或解理。再有就是重量，同等情况下，当然是越大越好。

具有猫眼或星光效应的大月光石极为罕见，属奇珍异宝，价值难以估计。



(2) 拉长石：

拉长石较好的是蓝色及绿色的。晕彩最好是蓝色波浪状。若晕彩好，偶尔有一点瑕疵也不影响作宝石用。若有蓝、黄、粉、黄、红等色斑变彩组成光谱色，象彩虹一样，价值相应更高。



（3）天河石：

天河石上品应透明度、少解理、纯正的蓝色或绿色、设计、琢磨精美；蓝中带绿价格就稍低。



（4）日光石：

透明度在日光石上很重要，对价值影响大。越透明，砂金光芒越明显，价值也相应地高。从颜色来看，日光石金黄-桔黄色最好。一般说来，好质地的日光石比好质地的月光石少，所以人们对日光石了解和认识也较少，导致其价格不很高。



六、长石类宝石的产状与产地

（1）月光石：

月光石主要产于低温热液脉中，赋存于片麻岩和结晶片岩的晶洞中或作为砾岩中的卵石。

产出国家主要有斯里兰卡、缅甸、印度、澳大利亚、马达加斯加、坦桑尼亚、美国、巴西和瑞士。缅甸的月光石质量好，印度产猫眼月光石和星光月光石。

（2）日光石：

日光石产于片麻岩中的石英脉中。优质日光石产于美国新泽西州和犹他州、加拿大、俄罗斯。

（3）拉长石：

拉长石产于辉长岩、玄武岩及辉长伟晶岩中。优质拉长石产于美国、芬兰、俄罗斯和马达加斯加。

（4）天河石：

天河石产于伟晶岩中。主要产出国为美国、马达加斯加、津巴布韦、澳大利亚、俄罗斯。我国也产质地极好的天河石，以新疆阿尔泰的花岗伟晶岩型天河石矿最著名。此外云南西北部贡山县至泸水县之间，也发现了宝石级矿床。

第十二章 翡翠

课题 翡翠的基本性质；成品翡翠的鉴定特征；翡翠与主要相似宝玉石的识别；翡翠的结构；

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握翡翠的基本特征、翡翠的结构；翡翠的鉴定与相似宝玉石的鉴别。

教学重点及难点：翡翠的基本特征；翡翠的鉴定

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第十二章、翡翠

翡翠是硬玉等多种矿物组成的集合体，既具有玉石的特有属性，又具有宝石的艳丽色彩，并被赋予了“佩之益人生灵，纯避邪气”的观念，是被受大众喜爱的玉石，是玉石中最美观、最昂贵的品种，勘称“玉石之王”。翡翠与祖母绿一起为诞生石中的五月诞生石象征着幸福、幸运、长久。

优质的翡翠制品其价格十分惊人，例如，一条平均直径为 15.6 毫米的 27 颗翡翠玉珠链，于 1997 年 11 月 6 日举行的香港佳士得公司秋季拍卖会上，以七千二百六十二万港元成交，创下翡翠首饰及翡翠珠链拍卖的世界纪录。

1996 年 11 月 6 日在佳士得拍卖会上，一支翡翠手镯以 959 万港元成交。



一、翡翠的宝石学特征

（一）翡翠的定义

（1）传统的定义

具有工艺价值的、以硬玉为主要矿物成分的多晶集合体。

（2）广义的翡翠定义

具有工艺价值的，以硬玉、或者钠铬辉石、或者绿辉石为主要矿物成分的多晶集合体。

（3）广义的翡翠概念产生的原因

传统上只把硬玉为主要矿物成分的集合体当作翡翠。近十年来，不断有以钠铬辉石、绿辉石和钠长石等为主要矿物成分的集合体出现，并以各种名称出现在翡翠市场上，其中钠铬辉石和绿辉石集合体与硬玉集合体具有相近的宝石特性。

新版的宝石名称国家标准(GB/T-1652-2003)中翡翠还是传统的定义。所以除非特别说明，

本章中的“翡翠”指以硬玉为主要矿物成分的多晶集合体。

（二）翡翠的矿物组成

(1) 主要矿物：硬玉（钠铝辉石）

(2) 次要矿物：角闪石、绿辉石、钠铬辉石、钠长石和沸石等。其中钠长石和沸石比较少见,并且不易识别。

钠铬辉石 化学成分： $\text{NaCrSi}_2\text{O}_6$ ，常有 Fe、Ca 和 Mg 等杂质成分。由于 Cr 的含量很高，使得钠铬辉石的颜色很深，通常呈墨绿色，并且不透明。



干青种钠铬辉石集合体

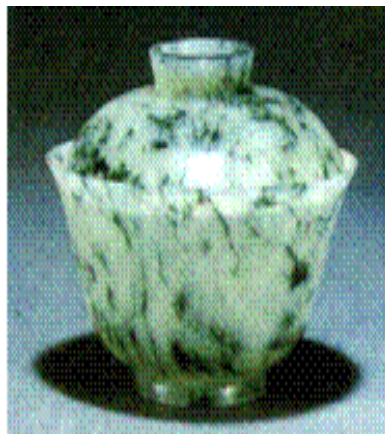
绿辉石化学成分特征：较为复杂，可看成硬玉+透辉石+钙铁辉石的固溶体。

结晶学特征：微晶集合体，呈灰绿色、暗绿色

产状特征：通常呈不规则的细脉、团块状分布在翡翠中，这种翡翠被称为飘兰花。绿辉石也能形成单矿物的集合体，市场上称为墨翠。



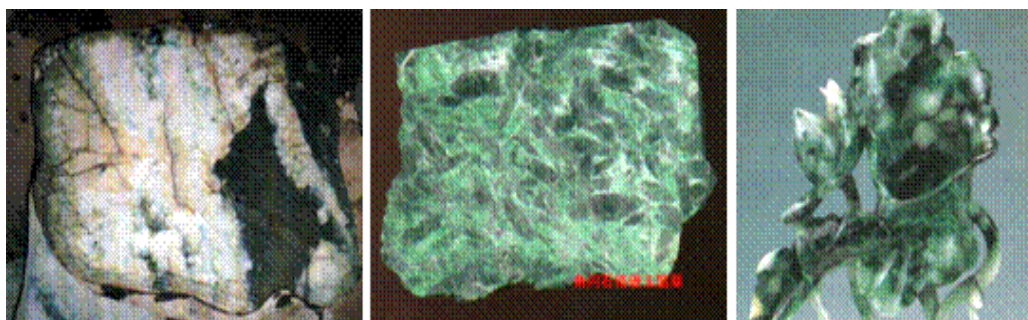
呈兰花叶的形态



墨翠：绿辉石集合体



角闪石是缅甸翡翠中最常见的次要矿物,最明显的识别特征是黑色或墨绿色的颜色和大片的解理面。透射光下角闪石常常呈褐黄色。一般地说角闪石对翡翠的品质具有不利的影响，并被称为“黑癣”。



(3) 次生矿物：绿泥石、高岭石、褐铁矿等。这些物质充填在翡翠组成矿物的颗粒间隙中、微裂隙中和小裂隙中，颗粒很小，即使在显微镜下也分辨不清，但是，对翡翠颜色有很大的影响。

(三) 化学成分：钠铝硅酸盐（硬玉） $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ ，常有微量的 Cr、Fe、Mn、Ca、Mg 和 Ti 等杂质成分。硬玉微量化学成分导致硬玉形成不同的颜色。

(四) 晶系和晶形：硬玉属单斜晶系、长呈柱状。

(五) 光学性质

1、颜色：白、绿、紫、黄红、黑等色；翡翠的颜色是多姿多彩的，它是人们认识翡翠的一种标志，也是价值所在。

2、光泽和透明度

玻璃至油脂光泽；翡翠的透明度变化很大，从近于透明到不透明。

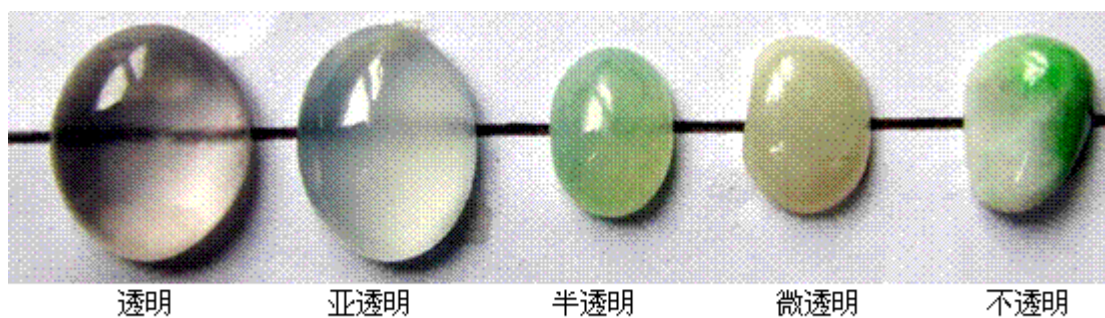


图12-1-7 翡翠的透明度

3、折射率：1.66（点测法）

4、光性特征：非均质集合体

5、多色性：不明显

6、紫外荧光：一般没有荧光。

7、吸收光谱：白色-浅绿色翡翠常见 437nm 吸收窄带，绿色翡翠具有 Cr^{3+} 的吸收光谱。

8、查尔斯滤色镜：天然绿色翡翠不变色。

(五) 力学性质

1、硬度：6.5~7

2、相对密度：3.30~3.36；常为 3.33

3、解理：呈柱状的硬玉具两组完全解理

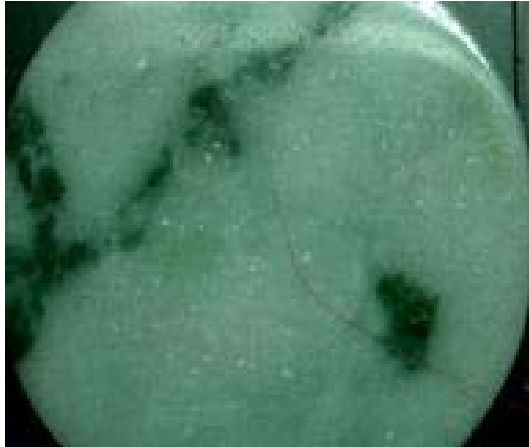
二、成品翡翠的鉴定特征

1、肉眼鉴定

(1) 翠性：硬玉接近表面的解理面对光线的镜面反射，形成像昆虫翅膀似的闪光。

粒度小的翡翠闪光面较小，像蚊子翅膀，传统上又称为沙星；粗粒翡翠的闪光面较

大，像苍蝇翅膀。 翠性是识别翡翠的重要特征。



(4) 粒状结构

翡翠由细粒至粗粒的硬玉晶体组成，具有粒状结构，粗粒的硬玉颗粒很容易识别，与很难看出颗粒的白玉有很大的区别，传统上称之为“豆”，或者“豆性”。

粒状结构是识别翡翠的重要特征。

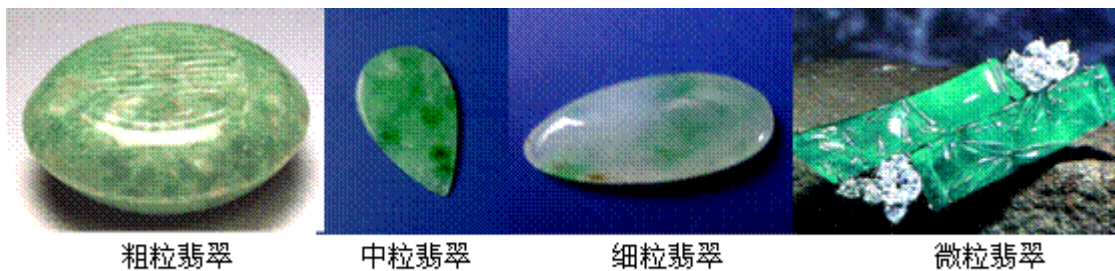


图 12-1-8 翡翠的粒度

(3) 颜色

(4) 光泽

(5) 滑感

(6) 凉感

(7) 掂重

2、仪器鉴定

折射仪、偏光镜、显微镜、紫外灯、分光镜、电子天平、查尔斯镜、红外光谱仪。

三、翡翠与主要相似宝玉石的识别

1、软玉

(1) 颜色:白、绿、黄、黑, (2) 密度:2.95 (+0.015-0.05) (3) 大致折射率:1.62

(4) 外观特征: 质地细腻, 无斑晶, 矿物呈细小纤维, 毡状交织结构.



2、钙铝榴石玉与翡翠的区别

- (1) 绿色色斑：钙铝榴石玉的绿色呈点状色斑，而翡翠呈脉状。
- (2) 光泽：钙铝榴石玉饰品的光泽差，不易抛光。
- (3) 查尔斯滤色镜：钙铝榴石玉的绿色部分在查尔斯滤色镜下变红或橙红色。
- (4) 钙铝榴石玉的折光率 1.74 和相对密度 3.50 都大于翡翠。



3、岫玉

- (1) 结构特征和光泽：蛇纹石玉的结构细致，即使在显微镜下也看不出粒状结构，蛇纹石玉为亚玻璃光泽。
- (2) 内含物特征：蛇纹石玉常有特征的白色云雾状的团块，各种金属矿物，如黑色的铬铁矿和具有强烈金属光泽的硫化物。
- (3) 相对密度：2.44-2.84
- (4) 折射率：1.56-1.57
- (5) 硬度：蛇纹石玉的硬度低，一般可被小刀刻动。



- 4.独山玉 (1) 颜色特征：绿色独山玉的颜色是由含有细粒的铬云母或含铬绿泥石所引起的，可沿小裂隙形成浓绿色短浅状，小脉状的色带，并且颜色偏蓝偏灰色，不够鲜艳，并且在滤色镜下变红色。

(2) 黑色色斑：绿色独山玉中常见有黑色的色斑（暗色矿物）即使在强光照射下仍显黑色。而绿色翡翠中的黑点通常较少见，而且在强光下显翠绿色。

(3) 光泽：独山玉虽然粒度细，但由于不同种类矿物的硬度差别大，分布不均匀，所以抛光面往往不平整，抛光质量往往不好，油脂光泽明显。

(4) 折射率：1.56～ 1.70，

(5) 相对密度：2.73～3.18



5、染色石英岩

(1) 颜色集中于粒间间隙、呈树根状分布

(2) 结构：没有色根、翠性等。

(3) 折射率：1.55，比翡翠 1.66 低。

(4) 相对密度：2.60 左右；比翡翠 3.32 低。



6、绿玉髓

(1) 结构特征：隐晶质，没有翡翠常有色根、色脉等现象。

(2) 颜色特征：颜色比较浅，比较均匀

(3) 折射率：1.54 左右，比翡翠小。

(4) 相对密度：为 2.6 左右，比翡翠小很多。

(5) 吸收光谱：看不到 Cr 的吸收线和翡翠 437nm 的吸收线。



7、钠长石玉 钠长石玉是近几年才出现的新品种，又称“水沫子”，是与缅甸翡翠伴生（共生）的一种玉石。鉴别特征是：

（1）光泽：钠长石玉的透明度好、透明到半透明，相当于翡翠的冰地到藕粉地，但是其光泽为蜡状到亚玻璃状光泽，同样质地的翡翠为玻璃光泽。

（2）内含物：钠长石玉常出现圆点状、棒状、棉花状的白色絮状石花；翡翠比较少见这种类型的石花。

（3）碰撞敲击声：与同等透明度的翡翠比较，声音不够清脆。

（4）折射率：1.53 左右比翡翠低。 （5）相对密度：2.66 左右比翡翠低，同体积的玉石比翡翠轻三分之一。



四、翡翠的结构

（一）按组成翡翠矿物的结晶程度和晶体形态分：

- 1、柱状变晶结构：硬玉自形程度高，质地粗，透明度低、工艺价值低。
- 2、粒状变晶结构（常见）：硬玉多呈半自形和不规则粒状。
- 3、纤维状变晶结构：硬玉的形态主要呈针状、纤维状和少量的长柱状。质地细，透明度高、工艺价值高。

（二）按矿物相互之间的关系分：

- 1、镶嵌变晶结构（常见）：矿物颗粒彼此间接触面平直或转折包容，呈紧密镶嵌状态。
- 2、交织变晶结构：显微镜下呈纤维状、束状、长柱状、粒状交织在一起。（质量较好）
- 3、平行变晶结构：矿物颗粒长轴有较好的定向性，互呈平行状排列。（质量好）

第十三章 翡翠

课题： 翡翠的结构；翡翠的品种；B 货翡翠的人工处理及检测； C 货翡翠的人工处理及检测；翡翠的质量评价。

学时：2 学时

教学目的和要求： 了解翡翠的主要品种；B 货和 C 货翡翠的人工处理及检测；翡翠的质量评价

教学重点及难点：B 货和 C 货翡翠的人工处理及检测；翡翠的质量评价

教学方法及手段：讲授

教学过程：

六、翡翠质量评鉴的传统俗名解释

- 1、翡：指翡翠的红色部分
- 2、翠：指翡翠的绿色部分
- 3、春：指翡翠的紫色部分
- 4、癣：指翡翠的黑色部分
- 5、绺：指翡翠的裂纹和裂痕
- 6、水：指翡翠的透明度

水头长，水头足就是透明程度好。反之，水头差，水头短就是透明度不好的意思。翡翠透明度如何，珠宝界称作“几分水”。一分水指 3mm 厚的翡翠是半透明的，“二分水”指 6mm 厚的翡翠是半透明的。有二分水的翡翠就是很好和玻璃地了。要特别注意的是观察透明度时，光的强弱和翡翠厚度变化对其影响较大。

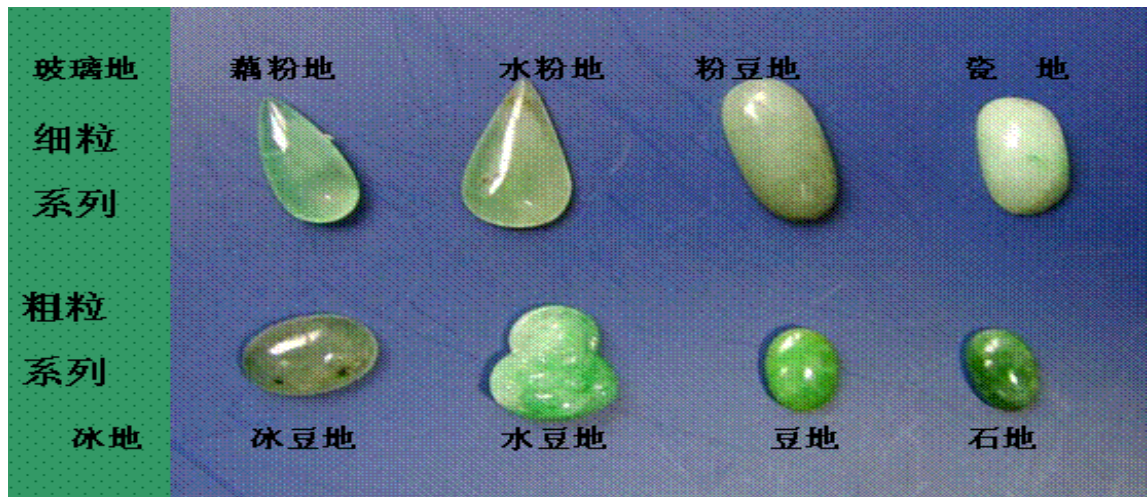
- 7、雾：指翡翠原石中半透明和不透明的部分
- 8、翠性：硬玉的解理面对光的发射产生的闪光效应
- 9、石花：翡翠中团块状透明度差的白色絮状物

10、质地：指翡翠的矿物结晶颗粒大小及相互组合关系，即翡翠中矿物的结构构造关系
翡翠的质地俗称“地子”或“地张”，简称“地”，或“底”，最初，地子指的是翡翠除去绿色部分的基础部分，都称为地子，也就是底色的意思，后来，人们常用质地来反映出翡翠的质量，这就涉及到翡翠的透明度和结构的特征，甚至绿色部位的好坏也要用质地来衡量。

因此，现在可以把翡翠的质地定义为：翡翠的质地是指其本身由结构、构造所反映出的综合性质。但主要是由于其结构决定的。翡翠质地类型：根据翡翠的透明度和粒度可以分成细粒和粗粒 2 个系列，5 个透明度级别，形成 10 种质地类型

翡翠质地类型和名称

	透明	亚透明	半透明	微透明	不透明
细粒	玻璃地	藕粉地	水粉地	粉地	瓷地
粗粒	冰地	冰豆地	水豆地	豆地	石地



11、种：对翡翠类型的一种综合划分。综合了翡翠的水头、颜色、质地、内部矿物颗粒自形程度、颗粒之间结合紧密程度的关系。根据翡翠的颜色、透明度和质地的特征得名。

六、翡翠的品种

(一) 按颜色分：

- (1) 绿色翡翠
- (2) 红色翡翠
- (3) 紫罗兰翡翠（紫玉）
- (4) 福禄寿翡翠
- (5) 白色翡翠

(二) 翡翠的原石品种

- (1) 新坑料（山料或新厂玉）：无皮壳，透明度差，质地差。
- (2) 老坑料（仔料或老厂玉）：有风化皮壳，透明度好，颜色鲜艳，质地好

(三) 成品翡翠

1、天然翡翠（A 货）：其颜色、结构、材质均保持天然本性，是未经任何人工处理的真品。

2、改善翡翠

- (1) 优化翡翠:例打蜡
- (2) 处理翡翠

B 货翡翠：人工漂白和注胶翡翠

C 货翡翠：染色翡翠

B+C 翡翠：人工漂白、注胶、染色翡翠

3、合成翡翠

$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3 = 2\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$

(4)仿制翡翠：外观与翡翠相似的各种宝玉石。例染色石英岩等

七、B 货翡翠的人工处理及检测

B 货翡翠的大量出现在珠宝玉石市场，与其说是 B 货翡翠扰乱了翡翠市场，倒不如说 B 货翡翠与 A 货翡翠较难鉴定，给制作者或销售者以商机而致。有统计资料表明，国内市场上销售 B 货翡翠物件的商家超过半数，国际市场上 B 货翡翠的物件也屡见不鲜，但大多数商家在销售时并不声明其所售为 B 货翡翠。

1、目的

- ① 除去褐色色调使绿色更为鲜艳；

② 除去颗粒间隙中不透明的杂质，代以透明的树脂胶，提高翡翠的透明度；

③ 充填翡翠的裂隙。

2、对适用做 B 货样品的要求

合适于 B 货处理的翡翠原料有绿色，含有次生色（黄褐色及黑色斑点），结构较为松散，晶粒较为粗大，质地较为低劣、透明度差的翡翠品种。

3、处理过程

①选料

②切割（约 1 厘米厚）

为了使酸洗和充胶更为充分和快速，把大块的原料根据需要切割成一定厚度的玉片或玉环。

③酸洗漂白（HCl、HNO₃、HF）

用各种强酸（10%~20%）浸泡翡翠，除去翡翠的颗粒间隙中的氧化物和胶体充等填物。

④充胶固结：用树脂胶充填经过酸洗的翡翠，并进行固结，增加翡翠透明度和机械强度。

4、B 货的识别

（1）颜色艳丽而分明

因 B 货翡翠大部分经充胶处理，故看起来颜色特别鲜艳，与质地的白色界线截然分明，很不协调。若玉件中有灰色、黄色、和红色氧化物时，它可能没做 B 处理；但在玉件中没有发现灰、黄、红氧化物，也不能确定玉件一定是 B 货，因为有些玉本来就很干净。种越差杂质越多，越易发现各种颜色的氧化物。

（2）表面凹凸不平（充胶凹坑）

由于翡翠中含易受酸浸蚀的矿物成分，如铬铁矿、云母、钠长石等，在处理过程中被溶蚀形成较大的空洞，空洞中填充了大量的树脂胶，在抛光过程中形成了凹坑。（反射光）



（3）表面具网状、树枝状裂纹

矿物颗粒间隙内的低硬度树脂胶被抛磨，在反射光下通过显微镜可见到裂隙呈光泽较弱的平面；在表面上非常清楚的开放裂隙，延伸到内部的部分却不明显，当裂隙较为平直时，还可见到充填其间的透明状的树脂胶

（4）可见气泡（70 倍~140 倍）

（5）结构松散（透射光）

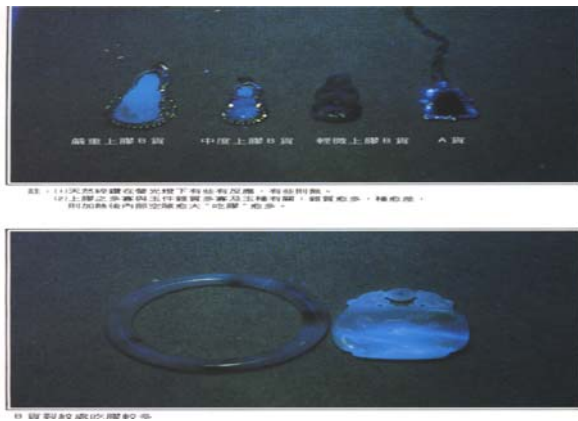
表现在：矿物晶体酸蚀后不同程度的圆化；颗粒感减弱，翠性变小；浅层矿物晶体之间由紧密镶嵌倾向于松散分离。

- (6) B 货翡翠相碰时声闷。
- (7) 片状矿物显现
- (8) 树脂光泽或蜡状光泽
- (9) 表面通透，内部混浊
- (10) 折射率变低，多为 1.65 或更低
- (11) 密度减少，约为 3.20 或更低

翡翠 B 货的相对密度一般小于天然翡翠。故将 B 货翡翠放在 3.32 比重液中，通常去黄越严重者，浮上来速度越快，较轻处理者，速度较慢，未经处理者则下沉，质地越好者下沉越快，此法对多数处理的翡翠初步鉴定效果不错。

- (12) 紫外荧光：B 货翡翠都有弱到强的蓝白色荧光。

早期的翡翠 B 货有很的蓝白色荧光。但是，经过上蜡的翡翠也具有弱到中等的蓝白色荧光。



- (13) 红外光谱分析（最有效）

翡翠是硬玉矿物集合体，不含有机物，若在翡翠红外光谱线中，在 3200-2700 波数范围内有树脂的吸收谱线，可以证明含有树脂。用红外光谱仪鉴别 B 货翡翠，是一种比较客观的方法。许多国家已采用，具有较好的效果。但这种方法只能证明有无树脂的存在，不能显示内部结构是否受到破坏，入胶可以用不同物质取代，其内结构破坏程度才是评价 B 货的标准。

八、C 货翡翠的人工处理及检测

- (1) 染色处理的步骤

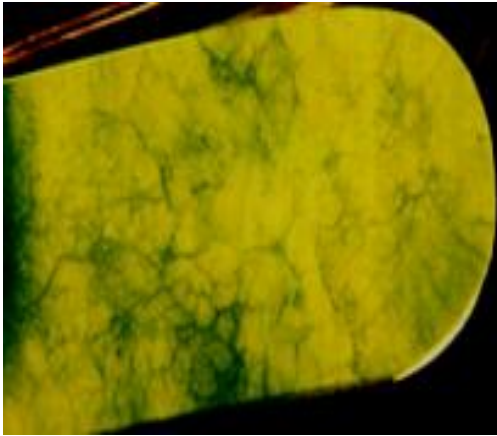
①选料和处理：一般要挑选中粗粒结构，有一定孔隙度的翡翠作为原料。用稀酸洗去油污和表面的杂质，再放在烤箱式炉子中加热烘干。然后把翡翠浸泡到准备好的染料溶液中，加热烧煮以加快染料溶液浸入翡翠的速度。

②用于染色的染料种类很多，要挑选不易褪色，颜色与天然翡翠相似，又容易浸入翡翠内部的染料。

③翡翠在染料溶液中一般要浸泡一致数周，再经烘干使染料沉淀在翡翠孔隙中，最后再进行燻蜡保护，使之不易再被水溶解。

- (2) 染绿色翡翠的特征和鉴别

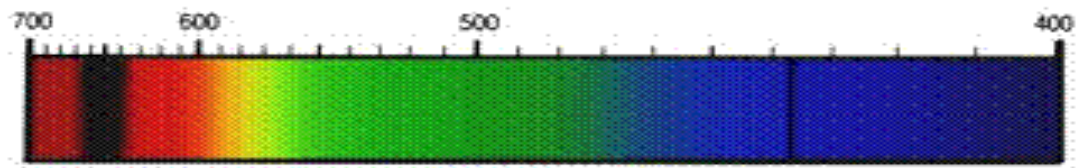
①颜色沿缝隙分布：染绿色翡翠的绿色易浓集在小裂纹之中，并沿着裂纹充填在裂纹附近的晶粒间隙中，整个特征可用树根状来形容（透射光暗域，40 倍以上）



②色不纯正、偏黄或偏蓝

③滤色镜：早期的染色绿翡翠在查尔斯滤色镜下观察常常会变成橙红色调，但是，近期的染绿翡翠多不变色，故不可因为滤色镜下不变色而认为是天然的绿色。（无机染料 NiO_2 呈绿色）

④可见光吸收光谱：天然翡翠为红光区的末端开始有三条间隔排列阶梯状吸收边。凡是绿色的翡翠如果观察不到这种图谱，都可能不是天然的绿色。染绿色翡翠常在红光区内有一窄的强吸收带



⑤一溴萘中颜色和轮廓较清楚

⑥使沾有丙酮的绵球染色（破坏性、少用）

⑦遇热褪色

⑧中盐酸中浸泡，染上的颜色会溶解。

九 翡翠的质量评价

评价翡翠的价值可以概括为 4C、2T。即颜色、透明度（ Transparency）、净度、结构（ Texture）、切工、重量。

1. 颜色

颜色是评价翡翠第一个因素，用行话说要“翠好”，就是要翠得“正、浓、阳（鲜）、均”。观察的具体先后顺序一般按浓、正、阳、均的顺序。

“浓”是指颜色深浅，浓而不淡，要象雨后的冬青树叶或芭蕉叶那种浓碧绿为好。按绿色浓度可分为六级：很深色，深色，中深色，浅色，淡色和无色。

“正”是指无任何杂色混在翠中，纯正的绿色，就称色正；如有任何杂色，就是有“邪色”。例如油青种常混有蓝色，价值就会降低。

“阳（鲜）”是指翡翠颜色的明亮程度，主要由翡翠含绿色和黑色或灰色的比例来决定，绿色比例多颜色就明亮，若黑或灰多了，颜色就暗了。一般用形象的方法来表示颜色的鲜阳。黄杨绿、鹦鹉绿、葱心绿都是指鲜阳的颜色；菠菜绿、油青绿、江水绿和黑绿则是指沉闷的暗绿色，越鲜阳的翡翠价值越高

“均”是指翡翠颜色分布的均匀程度，无深浅之分，按绿色均匀分布程度将其分为六级：

- 1、很均匀为很佳；2、较均匀为较佳；
- 3、尚均匀为尚佳；4、欠均匀为偏差；
- 5、不均匀为较差；6、很不均匀为很差。

2、透明度

透明度 翡翠多数为半透明或不透明的。翡翠晶体粗细，形状和排列方式对透明度影响很大。行家称透明度为水头或水份，又称为种。行内有句话“好种遮三丑”即：

- 1、可以使颜色浅的翡翠显得晶莹漂亮；
- 2、可使不够均匀的颜色，由于互相影照而显得均匀；
- 3、可以使质地不够细的翡翠显得不明显。

3、结构

(1) 组成翡翠的矿物颗粒越小，透明度越高，质地细腻，光泽温润，通常平均粒度为0.015~0.15mm的翡翠透明度好，为玻璃地；粒度为0.15~0.5mm的翡翠为半透明度，为冰地；粒度>0.5mm的翡翠透明度、质地、光泽相对较差，为干地；

(2) 组成翡翠矿物的形状

矿物结晶程度越好，翡翠的质量越差。

(3) 矿物之间的排列方式

矿物颗粒呈纤维状和微晶粒状时，往往呈交织状、平行排列，其透明度和质地较好。

4. 净度

翡翠净度是估价的一大因素。净度指翡翠内部包含的其它矿物杂质和裂隙的程度。

(1) 杂质包体

主要有白色和黑色两种。黑色的瑕疵，多呈黑点，黑丝和黑带形状，多由角闪石等黑色矿物组成，常出现在较深色的翡翠中。白色的瑕疵主要是粒状及块状，主要为白色翡翠和长石等矿物，在粗地的翡翠中较易出现在评价翡翠时，根据瑕疵对翡翠美观造成损害程度来决定其价值。对高档的影响大，对中、低档的影响相对小些，黑花比白花影响大。

(2) 裂隙

①晶体纹理（玉纹）：指集合体中广泛发育的晶面、解理、双晶和晶棱及晶体边界。它是原生的，对翡翠的牢固性影响不大。

②应力裂隙

指由外界冲击造成的裂纹。它是后生的，对质量影响很大。

5. 切工

翡翠成品加工分为素面（首饰类）和雕刻（玉器类）两大类。素面切工主要是椭圆型、瓜子型、马眼型、心型和马鞍型等，雕花主要是挂牌、花卉和人物雕刻品。素面制品要求原料不能有裂纹，雕刻可以掩盖裂纹。在评价素面制品时，要看切工的比例、制品的厚薄及其对称性。在评价雕刻件时，要看是旧工还是新工，通常旧工雕刻花件较细；还要看设计利用翡翠巧色的布局好坏等

十、翡翠产状和产地

1、产地

现在国内外市场上出售的翡翠的成品和原石，多为缅甸出产的硬玉。日本、俄罗斯、墨西哥、美国加州虽然也产有硬玉，但其质量与产量均不如缅甸。宝石级翡翠分布于缅甸北部克钦邦管辖区和塞盖行政区。

2、产状

(1) 原生矿床：位于缅甸北部孟拱北部乌由河上游度帽一带。

(2) 外生矿床

分布在乌由河域两测。

第十三章：常见玉石

课题 软玉；欧泊

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握软玉、欧泊的基本特征、鉴定方法、与相似宝玉石的鉴别。

教学重点及难点：软玉、欧泊的基本特征和鉴定方法；了解软玉、欧泊质量评价标准。

教学方法及手段：讲授

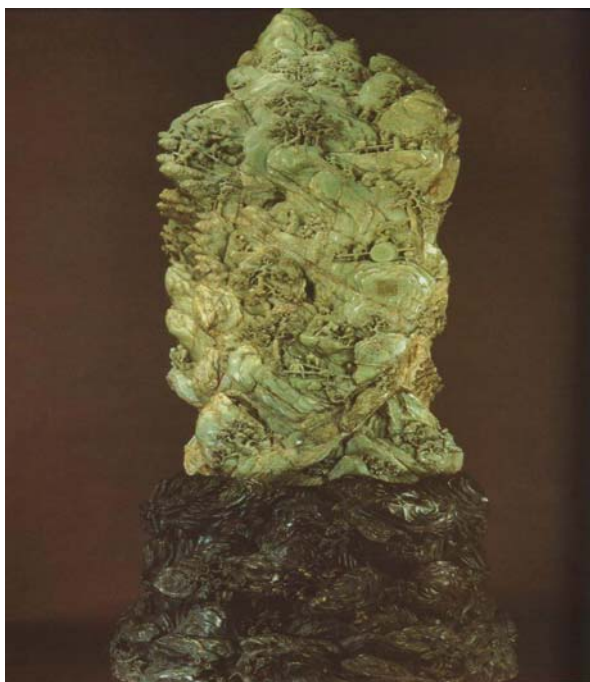
教学过程：

第一节 软玉

一、概述

软玉是在地质作用过程中形成的、达到玉级的透闪石和/或阳起石矿物集合体。这个定义中强调了软玉是在地质作用过程中形成的，也就是天然的；强调了是达到玉级的透闪石和阳起石矿物集合体，与一般透闪石片岩和阳起石片岩以及其它玉石相区别。世界软玉产地较多，但以中国新疆和田县产的软玉应用历史最久，质量最佳，名扬中外，故俄罗斯地质学家费尔斯曼称软玉为中国玉。

例“大禹治水图”。清大禹治水图玉山，高 224 厘米，宽 96 厘米，座高 60 厘米，重 5000 千克。是世界上最大的玉雕作品，也是我国的国之瑰宝。新疆和田青玉制。玉上雕有峻岭、瀑布、古木苍松。在山崖峭壁上，成群结队的劳动者在开山治水。玉山正面中部山石处，刻乾隆帝阴文篆书“五福五代堂古稀天子宝”十字方玺；



和田青玉大禹治水玉山子，故宫博物院藏

现在中国老艺人，特别是北京玉雕厂和上海玉雕厂的老艺人，在历代风格基础上，又研究出许多新的造型艺术，其玉雕技术精湛绝美，名扬中外，称为“东方之瑰宝”。所以说，中国软玉制品是中国人的骄傲，是中华民族灿烂文化组成部分，是中华民族的象征，也是人类艺术史上的辉煌成就。

二、软玉的基本性质

1.矿物组成

软玉的主要矿物组成为透闪石—阳起石类质同象系列,有时会有少量透辉石、滑石、蛇纹石、绿泥石、黝帘石、钙钙榴石、铬尖晶石等伴生矿物。

2.化学组成

$\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$ — $\text{CaFe}_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$, 两种组分的类质同象系列, 在多数情况下软玉是这两种端元组分的中间产物。

3.晶系及结晶习性

软玉的主要组成矿物为阳起石和透闪石, 都属单斜晶系; 这两种矿物的常见晶形为长柱状和纤维状, 软玉本身则是纤维状矿物的集合体。

4.结构构造

软玉的典型结构为纤维交织结构, 块状构造。质地致密、细腻。软玉韧性好, 其原因是因为细小纤维的相互交织使颗粒之间的结合能加强, 产生了非常好的韧性, 不易碎裂, 特别是经过风化、搬运作用形成的卵石, 这种特性尤为突出。

5.光学性质

(1) 颜色: 软玉的颜色有白、灰白、黄、黄绿、灰绿、深绿、墨绿、黑等。当主要组成矿物为白色透闪石时则软玉呈白色, 随着 Fe 对透闪石分子中 Mg 的类质同象替代, 软玉可呈深浅不同的绿色, Fe 含量越高, 绿色越深。主要由铁阳起石组成的软玉几乎呈黑绿—黑色。

(2) 光泽及透明度: 软玉呈玻璃光泽和油脂光泽; 绝大多数为半透明至不透明, 以不透明为多, 极少数为透明。

(3) 折射率和光性: 软玉的折射率为 1.606-1.632 (+0.009-0.006), 点测法: 1.60-1.61。软玉是多矿物集合体, 在正交偏光下没有消光。

(4) 吸收光谱: 软玉在 498nm 和 460 有两条模糊的吸收带, 在 509nm 有一条吸收线, 某些软玉在 689nm 有双吸收线。

(5) 发光性: 紫外线下软玉为荧光惰性。

6.力学性质

(1) 相对密度: 2.95(+0.015-0.05)。

(2) 硬度: 摩氏硬度为 5-6。

三、软玉的品种

(1) 按产出环境划分

软玉按产出地质环境, 分为仔玉、山料和山流水。

①仔玉: 由原生软玉矿藏或岩体经风化搬运至河流中堆积而成。软玉呈卵石状, 大小悬殊, 磨圆度较好, 外表可有厚薄不一的皮壳。

②山料: 原生软玉矿床的玉石, 呈块状, 棱角分明。

③山流水: 从原生矿床自然剥离的残坡积, 一般距原生矿较近, 次棱角状, 磨圆度差, 通常有薄的皮壳, 块度较大。



软玉仔玉

(2) 按颜色及花纹划分

软玉按颜色及花纹可分为以下几种：

①白玉：指呈白色的软玉，传统珠宝界对于不同程度的白色软玉有不同的叫法，如羊脂白、梨花白、雪花白、象牙白、鱼骨白、糙米白、鸡骨白等，其中以呈羊脂白色（状如凝脂者）为最好，售价也最高。



和田白玉：观音与善财童子

②青玉：中国传统的“青玉”为深绿带灰或绿带黑色。青玉为淡青绿色，有时呈绿带灰色的软玉。



青玉

③青白玉：指介于白玉与青玉之间，似白非白，似青非青的软玉。古人即用此名。

④碧玉：指呈绿、鲜绿、深绿、墨绿、有时为暗绿色的软玉，但它决非石英质玉石中的“碧玉”或“碧石”。

⑤黄玉：指呈黄、蜜蜡黄、栗黄、秋葵黄、鸡蛋黄、米黄、黄杨黄等色的软玉，但它决非宝石中的“黄玉”或“黄晶”。

⑥黑玉：指呈纯黑、墨黑、深灰色，有时呈“青黑”色的软玉，往往与青玉相伴，其光泽比其他玉石暗淡。即使在一块以黑色为主的玉石上也会杂有青色，甚至白色。和田玉中

的墨玉，其实是白玉或青白玉被石墨沁入后形成的。

⑦糖玉：指呈血红、红糖红、紫红、褐红色的软玉，其中以血红色糖玉为最佳，多在白玉和青玉中居从属地位。但如果红色在鲜艳程度和分布上有“特色”时亦可予以保护和利用之。

⑧花玉：指在一块玉石上具有多种颜色，且分布得当、构成具有一定形态的“花纹”的玉石，如“虎皮玉”、“花斑玉”等。

四、软玉与相似玉石的鉴别

1.石英岩

与软玉最为相似的是白色石英岩。在肉眼鉴定中软玉与白色石英岩有如下区别：

- (1) 软玉较大部分为油脂光泽，而石英岩具玻璃至油脂光泽。
- (2) 软玉具纤维交织结构，十分细腻，其断口为参差状，而石英岩具粒状变晶结构，其断口为粒状。
- (3) 一般情况下软玉的透明度低于石英岩。
- (4) 同样大小的制品用手掂时，软玉较重，而石英岩则较轻漂。软玉的物理性质参数（折射率值、相对密度值等）与石英岩有着明显的差异

2.岫玉

黄绿色软玉外观上可能与岫玉（蛇纹石玉）相似，因为岫玉的结构也很细腻，肉眼鉴定软玉与黄绿色岫玉的区别：

- (1) 软玉主要为油脂光泽，而岫玉则主要为蜡状光泽。
- (2) 大部分情况下软玉的透明度低于岫玉的透明度。
- (3) 软玉的硬度明显高于岫玉，岫玉制品的棱角更趋于圆滑。
- (4) 软玉制品往往颜色单一，而大块的岫玉制品可出现灰、黑、黄绿等几种颜色间杂的现象。另外，岫玉与软玉在折射率、相对密度、硬度上有很大差别

3.绿玉髓

绿色玉髓为隐晶质石英，颗粒极为细小，结构上与软玉类似，但是有很多的区别，一般不容易混淆：

- (1) 绿玉髓多的绿色比较鲜艳，而绿色软玉的绿色大多为暗绿色。
- (2) 玉髓制品有较高的透明度、为玻璃光泽。
- (3) 玉髓制品手掂有轻感。另外，玉髓的折射率、相对密度低于软玉，而硬度却大于软玉

软玉及相似玉石的宝石学参数

名称	结构	折射率	相对密度	硬度	矿物组成
软玉	纤维交织结构	1.61(±0.01)	3.0(±0.1)	6-6.5	透闪石为主
石英岩	粒状结构	1.54	2.65	7	石英为主
岫玉	鳞片状结构	1.56	2.60(±0.2)	4	蛇纹石为主

绿玉髓	隐晶结构	1.54	2.65	7	玉髓为主
-----	------	------	------	---	------

五、软玉的仿制品和优化处理及鉴别

1.玻璃

软玉的人工仿制品主要是玻璃，常见为白色仿玉玻璃，在玉器市场及旧货市场上极为常见。仿白玉玻璃的特点是乳白色、半透明至不透明，常含有大小不等的气泡，贝壳状断口，折射率 1.51 左右，相对密度 2.5 左右，均明显低于软玉。

2.染色滚圆人工仔料

由于和田软玉的仔料日渐稀少，出现了人工仔料。把软玉碎块用滚筒滚圆，然后染上铁锈色，以冒充天然的仔料。人工仔料的鉴别比较困难，可以根据材料的形状、颜色的色调等特征综合识别。

3.仿古处理

采用染色、强酸腐蚀、氧化、火烧等办法，造成软玉玉器表面呈现出类似古玉器的沁色和腐蚀凹坑。这种处理不容易识别，需要结合玉器的各种特征进行综合鉴定。

六、软玉的质量评价

软玉主要用于雕刻，做成各种雕件、挂牌或项串、手镯等饰品，所以对原料的要求要从以下几个方面考虑：

- 1.质地：质地致密、细腻、坚韧、光洁，油润无瑕，无绺无裂。
- 2.颜色：颜色鲜艳，纯正均匀，其中以白色为主，若白如羊脂者可称为羊脂玉，是极为稀少的软玉品种。
- 3.光泽：软玉大多为油脂光泽，如油脂中透着清亮，则光泽为佳。
- 4.块度：应有一定的块度。按软玉的产出环境分为山料、仔料和介于二者之间的流水料。其质地以仔料为最佳，这种料呈卵石状，是原生矿（山料）经风化、搬运、冲积，最后成为冲积砂矿，而山料是原生矿，山料呈棱角状的外形，一般润性及韧性稍差。

七、软玉的产状和产地

（一）产状

软玉按其地质产状可以分为三种类型。

- 1、产在花岗岩，花岗闪长岩与大理岩接触带中的软玉矿床
- 2、产在超基性岩交代岩中的软玉矿床
- 3、变质类型的软玉矿床

（二）产地

世界上软玉生产国主要有中国、加拿大、新西兰、澳大利亚、美国和朝鲜。新疆和田玉是世界上最早发现软玉，特别是高档的羊脂白玉主要产在和田。

第二节 欧泊

一、欧泊的基本性质

(1)矿物的组成

欧泊的组成矿物为蛋白石。另有少量杂质矿物，如石英、黄铁矿等。

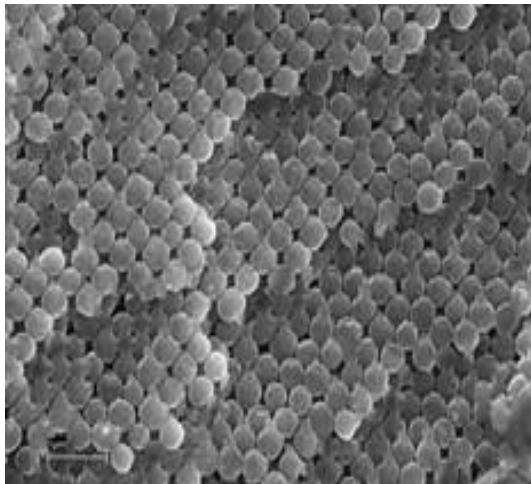
(2)化学组成

欧泊的化学组成为 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，其中 SiO_2 的占 80~90%， H_2O 约占百分之几至十几。

(3)结晶状态：

欧泊为非晶质体。它是由等大的 SiO_2 球体（150~400nm）紧密堆积而成的，球粒间充

满吸附水或间隙水。由于这种球体具有光栅作用，对入射光产生衍射，形成美丽的变彩。



欧泊的内部结构

(4)光学性质

- ①颜色：欧泊的体色可有黑色、白色、橙色、蓝色、绿色等多种颜色。
- ②光泽及透明度：玻璃光泽至树脂光泽。半透明至不透明。
- ③折射率：1.45 左右，火欧泊可低至 1.37。
- ④光性特征：均质体
- ⑤发光性：大多数欧泊具有较强的白色、浅蓝色、浅绿色和黄色荧光。并可有磷光，有时持续时间较长。
- ⑥吸收光谱：绿色欧泊可有 660nm、470nm 吸收线，其它颜色的欧泊吸收不明显。

(5)力学性质

- ①解理：无解理，具贝壳状断口。
- ②硬度：Hm 为 5-6
- ③密度(g/cm³)：2.00-2.15。

(6)包裹体

欧泊内有时可有二相和三相的气液包裹体，可含有石英、萤石、黄铁矿、石墨、角闪石等矿物包裹体。

(7)特殊光学效应

欧泊具有典型的变彩效应，在光源下转动欧泊可以看到五颜六色的色斑。

二、欧泊的品种

(1)黑欧泊

体色为黑色或深蓝、深灰、深绿的品种，以黑色最理想，由于黑色体色的变彩更加鲜明夺目，显得雍容华贵。半透明至不透明

(2)白欧泊

体色呈白色或灰白色，变彩相对较浅，给人以清丽宜人之感。半透明至不透明。

(3)火欧泊

特殊品种，无变彩或少量变彩，半透明至透明，一般呈橙红色，色调热烈有动感。

三、合成欧泊的鉴别

合成欧泊最早由吉尔森公司于 1974 年投入市场，现在合成欧泊的厂家较多，除了吉尔森，还有俄罗斯、日本、中国台湾等。



(1)合成欧泊的色斑结构特殊，它们呈柱状排列，具有三维形态，而天然欧泊的色斑是二维的彩片。正对着合成欧泊的柱体看过去，柱体界限分明，边缘呈锯齿状，被紧密排列的交叉线所分隔，从而产生一种镶嵌状的感觉，这种结构称为蜥蜴皮结构。

(2)荧光反应有差别：大多数天然欧泊在长波紫外灯下发强的淡白色荧光，并有持续的磷光；而合成欧泊荧光很弱且无磷光。

(3)密度差异：合成的欧泊密度为 2.06g/cm^3 ，比天然欧泊的密度（ 2.15 ）低。

(4)红外光谱特征：两者的水分子振动谱有明显差异。含水量比天然欧泊低。

四、欧泊的优化处理及其鉴别

1.拼合

目前市场上最常见的拼合宝石就是欧泊。因为欧泊主要为表生沉积成因，常在砂岩中呈细脉状产出，开采出的欧泊很多都太薄，不能琢磨成整个宝石。这时可以用粘合剂把它和玉髓或劣质欧泊片粘接在一起，作为欧泊两层石；或在欧泊两层石的顶部加一个石英或玻璃帽来增强欧泊的坚固性，而成为欧泊三层石。 还有的情形是，把带脉石的欧泊一起切磨成蛋面，其底部是脉石。



这种拼合欧泊在强光下放大检查，可以在接缝中找到圆形或扁平形状的气泡，如为三层拼合，从侧面看，其顶部不显变彩，折射率高于欧泊，如未镶嵌可看到接合痕迹。

2.糖酸处理

用糖液浸泡再用硫酸浸泡，最后用碳酸盐溶液漂洗，结果使碳留在欧泊的裂纹和孔隙中，从而产生暗色背景色，提高档次。

这种欧泊经放大观察，色斑呈破碎的小块，并局限在欧泊的表面，结构为粒状，可见小

黑点状碳质染剂在裂隙中聚集。

3.烟处理

用纸把欧泊裹好，然后加热，直到纸冒烟为止，这样可以产生黑色背景。

这种欧泊的黑色仅局限于表面，用针尖触碰，可见黑色物质剥落，有粘感。另外，这种烟处理的欧泊多孔，密度较低，为 $1.38\sim 1.39\text{g/cm}^3$

4 注塑处理

在天然欧泊里注入塑料，使其呈暗色的背景。这种欧泊密度较低，约 1.90g/cm^3 ，可见黑色集中的小块，比天然欧泊透明度高，用红外光谱检查将显示有机峰。

5 注油处理

用注油和上蜡的方法来掩盖欧泊的裂隙。这种欧泊可能显蜡状光泽，当用热针检查时有油和蜡渗出。

五、欧泊的相似宝石和仿制品的鉴别

(1)拉长石：拉长石具有变彩效应，可能与欧泊混淆，但其结构和包裹体有特色，即拉长石发育有解理，板条状或针状的黑色金属包裹体常见，借此可与欧泊区别。

(2)火玛瑙：火玛瑙因具有五颜六色的晕彩，猛观之很像欧泊，但折射率和密度都明显比欧泊大，以此可以区别。

(3)塑料

①欧泊的塑料仿制品在外表上与真品很像，但仔细观察其色斑可发现它缺少天然欧泊的典型结构，并可能存在气泡，在正交偏光下可见异常双折射。

②折射率：塑料仿制品高，一般 $1.48\sim 1.53$ 。

③密度：塑料仿制品密度低得多，一般为 1.20g/cm^3 。

④小心地用针探查，针尖将会扎入塑料仿制品中，塑料硬度为 2.5，而欧泊为 5~6，针扎不进去。

六、欧泊的质量评价

1.颜色：体色深的欧泊价值较高，黑欧泊比白欧泊或浅色欧泊价值更高。

2.变彩：欧泊应变彩多，分布均匀较好。变彩色斑颜色依蓝、绿、黄、橙和红色，其价值逐渐增高。变彩的颜色越丰富越好，越明亮越好。

3.净度：优质欧泊不应有明显的裂痕和其他杂色包体，否则其评价等级就应下降。

4.大小：欧泊的体积越大越好。

5.加工：要求形状完美，抛光较好，对称圆滑（弧面型）

七、欧泊的产地与产状

(1)欧泊的矿床类型

欧泊是在地表表生环境下由硅酸盐矿物风化分解后产生的 SiO_2 胶体溶液凝聚而成，也可由热水溶液中的 SiO_2 沉淀而成。其矿床类型主要有风化壳型和热液型。

(2)欧泊的分布

澳大利亚是世界上欧泊最大产出国，总量占 90% 以上，其次是墨西哥、巴西和美国，其它产地还有洪都拉斯、委内瑞拉、新西兰和马达加斯加等。中国至今尚未发现。

第十三章：常见玉石

课题 绿松石；青金石

学时：2 学时

教学目的和要求：掌握绿松石、青金石的基本特征、鉴定方法、与相似宝玉石的鉴别。

教学重点及难点：绿松石、青金石的基本特征和鉴定方法；了解绿松石、青金石质量评价标准。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第三节 绿松石

绿松石在国际市场上也称土耳其玉。但土耳其并不产绿松石，传说古代波斯产的绿松石是经土耳其运进欧洲而得名。

绿松石是深受古今中外人士喜爱的古老玉石之一，远在新石器时期就为人们所饰用。在河南郑州大河村仰韶文化(距今 6500~4000 年)遗址出土的文物中,就有两枚绿松石鱼形饰物。中国甘肃永靖大河庄出土有距今 3800 年前的绿松石 20 枚。在 5000 年前埃及皇后木乃伊的手臂上，戴有四只绿松石包金手镯。

我国湖北绿松石在世界上享有盛名，古有“荆州石”之称。属高档的玉雕材料，特别是质纯、色艳的大料（大于 5-10 公斤者）被视为珍品。

我国的绿松石制品畅销世界各地，深受各国人民的喜爱。绿松石为十二月诞生石中的十二月份诞生石，象征着成功和必胜。



绿松石首饰

一、绿松石的基本性质

1. 矿物组成

绿松石(Turquoise)玉主要组成矿物是绿松石，另外绿松石常与埃洛石、高岭石、石英、云母、褐铁矿、磷铝石等共生，高岭石、石英、和铁矿等加入的比例将直接影响绿松石的品质。

2. 化学组成

绿松石为一种含水的铜铝磷酸盐，化学式为 $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

3.晶系及结晶习性

绿松石属三斜晶系，平行双面晶类，偶见有短柱状单晶，晶体极少见，只有在显微镜下才能见到。通常见到的绿松石多为隐晶质—非晶质集合体。

4.结构构造特征

绿松石通常呈致密块状、块状、皮壳状等隐晶质集合体，其原石大致分为结核状、浸染状、细脉状三种。

5.光学性质

(1) 颜色：绿松石具有独特的天蓝色，常见颜色为浅至中等的蓝色、绿蓝色至绿色，常伴有白色细纹、斑点、褐黑色网脉（铁线）或暗色矿物杂质。

(2) 光泽与透明度：蜡状光泽、油脂光泽，抛光好的平面可达到玻璃光泽。一些浅灰白的绿松石具土状光泽。不透明。

(3) 光性特征：非均质集合体。

(4) 折射率：点测法常为 1.62，变化范围 1.610-1.650。

(5) 多色性：无。

(6) 发光性：在长波紫外线下，绿松石一般无荧光或荧光很弱，呈现一种黄绿色弱荧光。而短波紫外线下绿松石无荧光。

(7) 吸收光谱：在强的反射光下，在蓝区 420nm 处有一条不清晰的吸收带，432nm 处有一条可见的吸收带，有时于 460nm 处有模糊的吸收带。

6.力学性质

(1) 解理：绿松石多为块状集合体、结核状集合体，无解理。

(2) 硬度：Hm：5-6。硬度与品质有一定的关系，高品质的绿松石硬度较高，而灰白色、灰黄色绿松石的硬度较低，最低在 3 左右。

(3) 相对密度：绿松石的相对密度为 2.76 (+0.14,-0.36)。高品质的绿松石，其相对密度在 2.8-2.9 之间。多孔绿松石的相对密度有时可降到 2.40。

7.放大检查：常见暗色基质，即常有黑色斑点或线装铁质或炭质包体。

二、绿松石的品种

1.按颜色分类

①蓝色：有时为暗蓝色者，称为蓝色绿松石；②浅蓝色者：称浅蓝色绿松石；③蓝绿色者：称蓝绿色绿松石；④绿色者：称绿色绿松石；⑤浅绿色者：称浅绿色绿松石。

以上五个品种均为不透明块体。



淡天蓝色绿松石项珠



绿色绿松石项珠

2.按结构、构造、质地和光泽划分的品种:

- ①致密块状者，称块状绿松石。
- ②含有铁黑色纹线者，称铁线绿松石。
- ③有珍奇的蛛网状纹带构造者，称蛛网松石，条纹平直者称编松石。
- ④天蓝色或苹果绿色、光亮如同上釉的瓷器者，称瓷松石，质地极优。
- ⑤绿松石呈斑点状分布在脉石中者，称斑点松石，脉石多由高岭石或多水高岭石、水铝英石和褐铁矿等组成。

三、绿松石与仿制品的鉴别

1.吉尔森“合成”绿松石及其鉴别

由吉尔森生产的“合成”绿松石 1972 年面市，他被认为是原材料再生产的产品，而不是真正意义的人工合成产品。市面上有两个品种，一种为较均匀较纯净的材料，另一种加入了杂质成分，外表类似于含围岩、含基质的绿松石材料。这种“合成”绿松石与天然绿松石的鉴别可从以下几方面考虑。

(1) 颜色：吉尔森“合成”绿松石颜色单一、均匀，而天然绿松石颜色常不均匀。

(2) 成份：吉尔森“合成”绿松石成分均一，而天然绿松石杂质较多，如高岭石、埃洛石等粘土矿物，它们常集结成细小的斑块和细脉充填于绿松石间，还可见石英微粒集结的团块、褐铁矿细脉斑块和不均匀的褐铁矿浸染等。

(3) 结构构造：吉尔森法“合成”绿松石采用了制陶瓷的工艺过程。吉尔森“合成”绿松石结构单一，放大 50 倍时，可见到这种“合成”绿松石浅灰色基质中大量均匀分布的蓝色球形微粒，称“麦片粥现象”。人造铁线纹理的线条比较均匀，分布在表面，一般不会有内凹，天然绿松石铁线的线条不均匀，一般内凹。



吉尔森法“合成”绿松石

2.再造绿松石及其鉴别

再造绿松石是用一些天然绿松石粉末、各种铜盐或者其他金属盐类的蓝色粉末材料，在一定的温度和压力下胶结而成的材料。可以通过以下几方面进行鉴定：

(1) 结构：再造绿松石外观像瓷器，具有典型的粒状结构。放大检查时，可以看到清晰的颗粒界限及基质中的深蓝色染料颗粒。

(2) 相对密度：再造绿松石因粘合剂的量不同而具有不同的相对密度。一般为 2.75 、

2.58、2.06。

(3) 红外光谱：再造绿松石的红外吸收光谱具有典型的 1725cm^{-1} 的吸收峰。

四、绿松石的优化处理及其鉴别

1. 浸蜡

浸蜡可加深绿松石的颜色，封住细微的孔隙。鉴别方法是放大镜下，用热针接近绿松石表面，蜡受热后会形成小珠渗出表面。放置时间长后会褪色。

2. 染色

(1) 染色绿松石颜色不自然，国内市场上的染色绿松石常呈深蓝绿色或深绿色，且过于均匀，但在裂隙处，颜色变深。

(2) 染色绿松石颜色很浅，一般在 1mm 左右。

(3) 用沾氨水的棉球擦拭可沾有蓝绿色。

3. 注塑

注塑包括无色和有色塑料的注入。注塑处理的绿松石可以通过以下几点进行鉴定。

(1) 折射率：注塑的一般会低于 1.61 。

(2) 相对密度：注塑的相对密度较低，一般小于 2.76 。

(3) 硬度：注塑的摩氏硬度，一般为 $3-4$ ，注塑的绿松石易出现刮痕。

(4) 热针试验：注塑会产生特殊辛辣气味，而且会有烧痕。

(5) 红外光谱：可出现由塑料引起的 1450cm^{-1} 和 1500cm^{-1} 间的强吸收，而在较新的注塑处理品种中，则出现 1725cm^{-1} 的强吸收带。

五、绿松石的品质评价与分级

宝石界根据绿松石的颜色、质地和块度将其分为四个品级

一级品为最佳的绿松石，强-中等的天蓝色，颜色均一，光泽柔和，最上等的为第一类，没有褐黑色铁线，该级第二类有蛛网纹，该级第三类有铁线，微透明，表面有玻璃感，这个等级少见。属这一级的有波斯绿松石、中国湖北绿松石和美国优质绿松石。

二级品浅蓝色，不透明，光泽稍暗，颜色不鲜艳，没有铁线。

三级品呈绿蓝色或蓝绿色，在淡色质地上有深蓝色斑，颗粒较细或疏松多孔，铁线多的为下等品，销路不大。

四级品呈浅或暗的黄绿色，铁线多者无玉石价值。

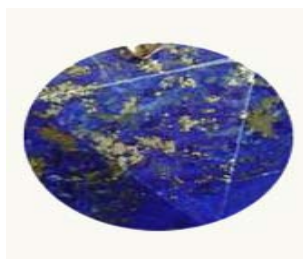
六、绿松石的产状、产地

绿松石是地表地质作用的产物，属于淋积成因类型。常与褐铁矿、高岭石、蛋白石、玉髓等共生。

世界上出产绿松石的主要国家有伊朗、美国、埃及、俄罗斯、中国等。中国的绿松石主要集中于鄂、豫、陕交界处。以鄂西北的郧县、竹山县的绿松石矿最为著名，其次为陕西的白河、安康，另外在中国的新疆、安徽也有产出。

第四节 青金石

青金石也是一种古老的玉石，已有五、六千年的使用历史了。它美丽的湛蓝色和金光闪闪的“金星”交相辉映，备受人们青睐。它和绿松石一样，在古老的文明中就颇为人们喜爱。



青金石在古埃及非常贵重，它频繁地出现在诗歌中。比如，月神之魔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，舒长的颌毛，象青金石一样显赫。”青金石也作为贡品和重要礼品。在古墓中发现并保存在博物馆中的护身符以及其它工艺品，常常是青金石制成的。据说埃及主教脖子上挂了一颗青金石诚实女神的肖像。

由于青金石如此贵重，那时人们不惜花数年时间，长途跋涉去那时的唯一产地阿富汗把它带回来。

一、青金石的基本性质

1. 矿物组成

青金石主要矿物组成是青金石，另外还可有方解石、黄铁矿、方钠石、透辉石、云母、角闪石等矿物。

2. 化学成分

青金石中的主要组成矿物青金石的化学成分为： $(\text{Na}, \text{Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4, \text{Cl}, \text{S})_2$ ，但青金石的化学成分还受次要组成矿物的影响，如当青金石中方解石、透辉石等矿物增加时其化学组成中的 Ca 含量便会提高。

3. 晶系与结晶习性

青金石的主要组成矿物青金石为等轴晶系，晶形为菱形十二面体，而青金石为一种粒状矿物集合体。

4. 光学性质

- (1) 颜色：蓝色，粗粒材料可于蓝白斑杂色。
- (2) 光泽及透明度：玻璃光泽至树脂光泽，不透明到半透明。
- (3) 条痕：白色到浅蓝色。
- (4) 折射率：约 1.50。
- (5) 发光性：短波紫外线下可发绿色或白色荧光，青金石内的方解石在长波紫外线下发褐红色荧光。
- (6) 查尔斯镜下呈淡红褐色。

5. 力学性质

- (1) 解理：无解理，可具粒状，不平坦断口。
- (2) 硬度：5-6。
- (3) 相对密度：为 2.5-2.9，一般 2.75，取决于黄铁矿的含量。

6. 结构特征

放大检查可看到青金石内具自形黄铁矿斑晶和白色方解石团块。

7. 其他

青金石中的方解石与酸强烈反应，起泡，故不可将它放入电镀槽、超声波清洗器和珠宝清洗液中

二、青金石的品种

根据组成矿物和颜色的分布，通常分四个品种。

(1) 青金：含青金石矿物 99% 以上，不含黄铁矿和方解石，属“青金不带金”者。质地纯净、细腻，颜色浓艳、均匀，以深蓝色、深天蓝色为最佳品种。

(2) 青金石：含青金石矿物 90% 以上。黄铁矿小晶体呈浸染状或细点状星散分布于玉石中，无白斑状方解石。质地较纯，且致密细腻，颜色浓艳均匀，以深蓝、深天蓝色者为上品。

(3) 金克浪(金格浪、金光浪)：含大量黄铁矿的致密块体。通常黄铁矿含量多于青金石，且黄铁矿不呈星散状，而是集结成团。含方解石白斑或白花，质地不均匀。抛光后如同金龟子外壳一样金光闪闪。该品种密度较大，可达 4 g/cm^3 以上。

(4) 催生石：青金石矿物和方解石混杂在一起，一般不含黄铁矿。表现为蓝白二色混杂。

称“催生石”据说是因为古代将其入药，可帮助孕妇“催生”。以白色方解石为主、青金石为辅者，称为“雪花催生石”。

另有淡蓝色品种产自智利，在国际上被称为“智利玉”。

三、青金石与相似玉石及其仿制品的鉴别

1.与人工处理青金石的区别：包括染色的和再造的。颜色较差的青金石，如催生石等，有的染色加深冒充优质青金石。这需要仔细观察颜色主要在颗粒之间或裂隙处分布的小网格状特征，此外允许的情况下，可用蘸丙酮的棉签擦拭，看是否掉色。再造的是将碎成一定粒度的青金石用塑料或胶再粘结起来者。区分可用热针触探之，看是否塑料或胶的气味，但要仔细嗅闻。

2. 合成青金石的区别：合成青金石是在高温高压下合成的青金石小晶体的集合体，成分与天然的一样。区分有如下几个方面：①合成青金石完全不透明，天然的可以微透明，在制品的边缘较薄的地方用聚光手电照射，会看到透光；

②合成青金石是质地均一的细粒结构，无天然者的变化和斑纹；



③合成青金石的黄铁矿是人为加入的，分布均匀，颗粒边缘很平直，天然的往往分布不规则或不均匀，颗粒轮廓不规则，棱角通常较圆滑；④合成青金石的比重(2.45)比天然的(2.7~2.9)低；⑤合成青金石尽管质地细腻，但孔隙却更多，将其浸入水中 15 分钟后称重，重量比入水前明显增加。

四、青金石的优化处理及其鉴别

1.上蜡

某些青金石上蜡可以改善外观，在放大镜下观察可发现有些地方有蜡层剥离的现象。用加热的钢针小心靠近上蜡的青金石但不要接触到，可发现有蜡析出来

2.染色

劣质青金石的颜色可用蓝色染剂来改善，仔细观察可发现颜色沿缝隙富集，在样品不引人注意的部位用蘸有丙酮的小棉签小心地擦拭，应能擦下一些染剂而使棉签变蓝。



染色的青金石

五、青金石的质量评价

青金石的品级是根据颜色，所含方解石、黄铁矿的多少而定的，最珍贵的青金石应为紫蓝色，且颜色均匀，完全没有方解石和黄铁矿包裹体，并有较好光泽。

青金石中的方解石尤其大块白色方解石包裹体的存在会使青金石价值降低。

一般用于商业的大量宝石含有不同数量的黄铁矿或方解石，或两者都有；其中方解石的较差，色调暗，分布又不均匀，抛光也差。最便宜的是那些有大块白斑的青金石。而含少许黄铁矿，几乎不含方解石的青金石则价格比较贵。

六、青金石的产地

所有青金石矿床均属接触交代的矽卡岩型矿床。

阿富汗东北部地区的青金石：颜色很好，呈略带紫的蓝色，少有黄铁矿，一般没有方解石脉，是比较难得的高品质青金石。

原苏联贝加尔地区的青金石：以不同色调的蓝色出现，通常含有黄铁矿，质量较好。智利安第斯山脉的青金石一般含有较多的白色方解石并常带有绿色色调，价格较便宜。

其他产地：缅甸、美国加州。

第十三章：常见玉石

课题 独山玉；蛇纹石玉

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握独山玉、蛇纹石玉的基本特征、鉴定方法、与相似宝玉石的鉴别。

教学重点及难点：独山玉、蛇纹石玉的基本特征和鉴定方法；了解独山玉、蛇纹石玉质量评价标准。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第五节 独山玉

独山玉因产在中国河南南阳市郊独山而得名，是我国独有的玉种。独山玉色泽鲜艳，质地细腻，透明度及光泽好，硬度高，可与翡翠媲美。从出土文物看已有 5000~6000 年历史。

独山玉是在地质作用过程形成的、达到玉级的斜长石和斜黝帘石等矿物的集合体。这个定义一是强调了独山玉地质作用过程形成的，也就是天然的；二是强调了它是达到玉石级的斜长石和斜黝帘石等矿物集合体，与斜长岩及和其它玉石相区别。独玉集多种颜色于一体，色泽鲜艳，质地细腻，透明度及光泽好，硬度高，可与翡翠媲美。



独山玉牡丹花瓶

一、独山玉的基本性质

1.矿物组成

独山玉的组成矿物较多，主要矿物是白色斜长石(20~90%)，白色斜黝帘石(5~70%)。其次为翠绿色铬云母(5~15%)，浅绿色的透辉石(1~5%)，黄绿色角闪石、黑云母、深褐色榍石、褐红色金红石，绿色绿帘石和阳起石等。

2.结构构造

独山玉具细粒（粒度<0.05mm）状结构，其中斜长石、黝帘石、绿帘石、黑云母、铬云母和透辉石等矿物呈他形一半自形晶紧密镶嵌，集合体为致密块状。

3.光学性质

（1）颜色：独山玉颜色丰富，有 30 余种色调，主色有白，绿，紫，黄（青）红几种颜色。颜色变化取决于矿物组成。

（2）光泽及透明度：玻璃光泽至油脂光泽；微透明至半透明。

（3）光性：正交偏光镜下无消光位。

（4）折射率：独山玉的折射率大小受组成矿物影响，在宝石试验室用点测法测到的折射率值变化于 1.56-1.70 之间。

（5）吸收光谱：未见特征吸收谱。

（6）发光性：在紫外灯下，独山玉表现为荧光惰性。有的品种可有微弱的蓝白、褐黄、褐红色荧光。

5.力学性质

（1）断口：粒状断口。

（2）相对密度：2.73-3.18。

（3）硬度：6-6.5。

二、独山玉的品种

1.透水白独玉：浅灰白色，主要矿物钙长石 80~90%，斜黝帘石 10%,透辉石 5%左右，镶嵌微粒结构，柱粒状结构，矿物粒度为钙长石 $0.05\times 0.06\text{mm}$ ，斜黝帘石 $0.04\times 0.2\text{mm}$ ，透辉石 $0.01\times 0.01\text{mm}$ 。



独山玉对狮

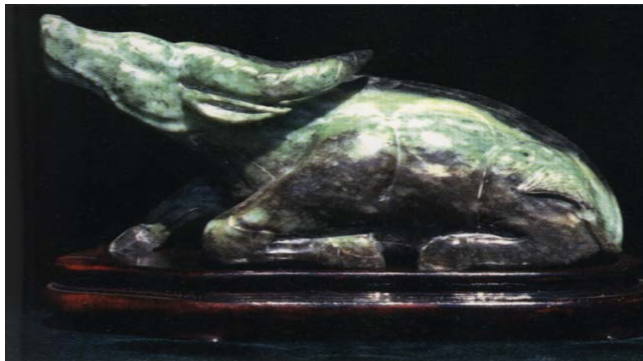
2.干白独玉：乳白色。主要矿物：钙长石 20~55%，斜黝帘石 45~80%，次要矿物榍石、电气石和钾长石。微粒结构、柱粒结构。矿物粒度为钙长石 $0.04\times 0.04\text{mm}$ ，斜黝帘石 $0.03\times 0.14\text{mm}$ 。



干白独玉原石

3.绿白独玉：绿白色。主要矿物：钙长石 60~80%，透闪石 15~20%，透辉石 10~20%，斜黝帘石 10~15%。

4.黄独玉：浅黄至土黄色。主要矿物：钙长石 30%，绿帘石 30%，斜黝帘石 40%，次要矿物为阳起石和榍石等，不等粒结构和粒柱状结构。粒度 0.02~0.1mm。



绿白独玉卧牛

5. 紫独玉：主要矿物钙长石，85~90%，拉长石 5~10%，黝帘石 5%±，次要矿物黑云母 1~5%，绿帘石 1%±，阳起石少量，镶嵌粒状结构，柱粒状结构，粒度 0.01~0.06mm。

三、独山玉和相似玉石的鉴别

1.翡翠

优质独山玉的质地细腻，很像翡翠，但二者颜色特征和颜色分布特点也有明显的差异，翡翠的颜色比独山玉颜色艳丽，独山玉为明显的蓝绿色，颜色不明快。翡翠绿色为色根状，由绿色的集合体造成；而独山玉绿色沿裂隙分布，由片状的铬绿泥石集合体形成，翡翠的相对密度（3.30-3.36）和折射率（1.65-1.67）均比独山玉高。

2.软玉

有时软玉也有可能与独山玉相混，但仔细观察可以发现二者的光泽有差异，软玉一般为油脂光泽，而独山玉为玻璃光泽—油脂光泽。独山玉质地细腻程度比软玉差，颜色分布比软玉杂乱。

3.石英质玉

独山玉与石英质玉比较，折射率高于石英玉（1.54-1.55）。石英质玉呈绿色，颜色均匀，而独山玉颜色杂乱。

4.蛇纹石玉及碳酸岩

与蛇纹石玉及碳酸岩类玉石相比，独山玉的硬度、相对密度、折射率都高。另外碳酸岩类玉多为白色和绿色，遇酸起泡。

四、独山玉的质量评价

独山玉的经济评价依据颜色、裂纹、杂质及块度大小。

优质独山玉为白色和绿色，白色玉为油脂光泽，绿色者为翠绿、微透明、质地细腻、无裂纹、无杂质。颜色杂、色调暗、不透明、有裂纹和杂质的独山玉为下等品。

独山玉以颜色是否均一、质地和块度分为四级。

特级：单一的绿色或蓝白色、绿白色、质地细腻，无白筋，无裂纹，块体在 20kg 以上。

一级：白色、乳白色或绿色，色泽鲜艳，无裂纹，无杂质，块重在 5kg 以上者。

二级：干白色，绿色或杂色，色泽鲜艳，无裂纹，无杂质，块重在 3kg 以上者。

三级：色泽较鲜艳，稍有裂纹，稍有杂质，块重在 1 公斤以上者。杂色块重在 2kg 以上。

独山玉属中档玉料，价格相差很大，一般特级品是三级品的 7 倍。

四、独山玉的产出特征

独山玉矿体呈脉状、透镜状及不规则状，产出于蚀变辉石岩体中。

能达到宝石级要求的仅有中国河南南阳独山。

第六节 蛇纹石质玉石

蛇纹石质玉属中档玉石，质地细腻，易于雕刻，目前我国有 20 多个省市产出。据考证，我国在新石器时代已用这种玉料制作工艺品，2000 年前西汉中山靖王王后下葬所穿的金缕玉衣，就是蛇纹石质玉片和软玉片金丝连缀而成。

蛇纹石质玉是在地质作用过程中形成的、达到玉石级的主要由微细纤维状蛇纹石类矿物组成的集合体。

蛇纹石质玉，多以产地命名。产于辽宁岫岩县者，称为岫岩玉；产于广东信宜泗流的称“南方玉”或称“信宜玉”；产于甘肃酒泉的称“酒泉玉”又称“祁连玉”；产于广西陵川的称“陵川玉”；产在新疆昆仑山麓的称“昆仑玉”；产在四川会理的称“会理玉”；产在云南的在美术工艺品商店或玉器店中出售的品种最丰富的就是用蛇纹石质玉石雕琢而成的玉器和首饰。这种玉石多为均匀的色调深浅不等的绿黄到黄绿色，杂质少，质地非常细腻，半透明到近透明，油脂光泽，深受各消费层次人们的广泛喜爱。



绿岫玉八骏图，高 44cm，宽 96cm

一、蛇纹石玉的基本性质

1. 矿物组成

蛇纹石玉的重要组成矿物是蛇纹石，除此之外，蛇纹石玉中还可有白云石、菱镁矿、绿泥石、透闪石、滑石、透辉石、铬铁矿等伴生矿物。



含透闪石蛇纹石玉

2. 化学组成

蛇纹石是含水的镁硅酸盐： $\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$

3. 晶系及结晶习性

蛇纹石属单斜晶系，常见晶形为细叶片状或纤维状

4. 结构构造

蛇纹石玉最常见的是均匀的致密块状构造，部分毛矿中可见脉状、片状、碎裂状构造。

3. 光学性质

4. (1) 颜色：蛇纹石矿物本身为无色至淡黄色、黄绿色至绿色。而蛇纹石玉的颜色除受蛇纹石本身的颜色影响外，还受矿物共生组合的影响。常见的蛇纹石玉主要有深绿色、黑绿色、绿色、黄绿色、灰黄色，及多种颜色聚集的杂色

(2) 光泽及透明度：蜡状光泽至玻璃光泽，半透明至不透明。

(3) 光性：蛇纹石玉为非均质矿物的集合体，在正交偏光下表现为集合消光。

(4) 折射率：在宝石试验室中，一般只能利用点测法测得一个近似的折射率值： $1.56-1.570 (+0.044, -0.070)$ 。

(5) 发光性：在紫外灯下蛇纹石表现为荧光惰性，有时在长波紫外线下可有微弱的绿色荧光。

(6) 吸收光谱：不具特征吸收谱。

6. 力学性质

(1) 解理：无解理，断口呈平坦状。

(2) 硬度：受组成矿物的影响，摩氏硬度变化于 2-6 之间。纯蛇纹石玉的硬度较低，在 3-3.5 左右，而当其中透闪石等混入物含量增高时，硬度加大。

(3) 相对密度： $2.57(+0.23, -0.13)$ 。

7. 结构特征

在放大检查时，可见到蛇纹石黄绿色基底中存在着少量黑色矿物包裹体，灰白色透明的矿物晶体，灰绿色绿泥石鳞片聚集成丝状、细带状包裹体以及由颜色的不均匀而引起的白色、褐色条带或团块。

二、蛇纹石玉的品种

1. 岫岩玉(Xiuyan jade)：指辽宁省岫岩县产的蛇纹石质玉石。



绿色岫玉：松鹤延年，高 23cm，宽 20cm

2. 酒泉玉(Jiuguan jade)

亦称“酒泉岫玉”或“祁连玉”，黑绿色、黑色，颜色不均，有黑绿或绿色杂带，多含有黑色斑点或黑色团块。半透明至微透明，产于蛇纹石化超基性岩中，产地甘肃酒泉地区。

3. 南方玉(Southern jade)

亦称“南方岫玉”。黄绿色、绿色，不透明，颜色不均，有的呈浓艳的黄色和绿色斑块。蜡状光泽。产于透闪石化和蛇纹石化白云岩中。主要产地为广东省信宜县泗流。

4. 昆仑玉(Kunlun jade)

亦称“昆仑岫玉”。暗绿色、淡绿色、淡黄色、黄绿色、灰色、白色。质地细腻，蜡状光泽，硬度 3.5，密度 2.603g/cm^3 ，玉石质量与岫玉相似。产于新疆昆仑山和阿尔金山白云石大理岩或白云质大理岩与闪长岩侵入体的接触带上。

5. 台湾玉(Taiwan jade)

亦称“台湾岫玉”，产于台湾。草绿色、暗绿色，常有一些黑色斑块和条纹；玉质细腻；半透明，蜡状条泽，硬度 5.5，密度 $3.078/\text{cm}^3$ ，玉的质量较好。矿体产于石灰岩和白云岩与侵入岩的接触带上。

6. 京黄玉(Beijing jade)

亦称“京南玉”。是一种黄色、淡黄色或柠檬色的块状蛇纹岩，产于镁质碳酸盐和花岗岩接触带的蛇纹石化白云质大理岩中。产地在北京十三陵老君堂。

蛇纹石质玉石，在中国各地还有许多品种，有的已开采，有的尚未利用。这种玉石在中国有较大的储量。

三、蛇纹石玉与相似玉石的鉴别

1. 软玉

有些软玉与蛇纹石玉在外表上比较相似，但是软玉的折射率(1.61)和相对密度(3.0)高于蛇纹石。蛇纹石玉与软玉的详细鉴别可见软玉一节。

2. 翡翠

某些翡翠有可能与蛇纹石玉相似，但翡翠折射率(1.66)和相对密度(3.30-3.36)都明显高于蛇纹石。翡翠有解理面的反光(翠性)和粒状结构(豆性)而蛇纹石没有。

四、蛇纹石玉的质量评价

蛇纹石玉中的绿至深绿色、高透明度、无瑕疵、无裂隙者为上品，其余不同颜色，中等透明度、无瑕疵、无裂隙者为中品。

五、蛇纹石玉的产状和产地

蛇纹石是地壳里超基性岩或镁质碳酸岩受热液蚀变、交代作用的产物。蛇纹石玉矿的工业类型主要有超基性岩石中的蛇纹石矿床、镁质碳酸岩中的蛇纹石矿床及接触交代型蛇纹石矿床三种类型。主要产出国为阿富汗、中国、南非。中国著名的产地有辽宁岫岩县、陕西蓝田县等。

第十三章：常见玉石

课题 孔雀石；石英岩玉

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握孔雀石、石英岩玉的基本特征、鉴定方法、与相似宝玉石的鉴别。

教学重点及难点：孔雀石、石英岩玉的基本特征和鉴定方法；了解孔雀石、石英岩玉的质量评价标准。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第七节 孔雀石

作为一种古老的玉石，孔雀石以其鲜艳的绿色、美丽的条带及同心环状花纹、细腻的质地与众不同。由于其颜色及花纹很象孔雀尾羽，所以有了孔雀石这样一个美丽的名字。孔雀石在我国古称“石绿”、“绿青”等。我国商周至春秋战国遗址中，就出土有孔雀石的玉块、玉珠等装饰玉器，说明我们的祖先在几千年前，就已经认识和喜爱孔雀石的美了。



孔雀石的同心环带构造

一、孔雀石的基本性质

1. 矿物组成

珠宝界使用的孔雀石玉为一种单矿物岩，主要组成矿物为孔雀石（Malachite）。

2. 化学组成

$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ，遇盐酸起泡。

3. 晶系及结晶习性

孔雀石为单斜晶系，二轴晶，负光性，单晶体多呈细长柱状、针状，集合体通常为具同心环带状结构的块状，也有呈钟乳状、皮壳状、结核状、葡萄状、肾状的。

5. 光学性质

6. （1）颜色：呈绿色，有浅绿、艳绿、孔雀绿、深绿和墨绿，以孔雀绿为佳。
7. （2）光泽及透明度：玻璃光泽，丝绢光泽；半透明，微透明至不透明。
8. （3）折射率：1.66-1.91。
9. （4）发光性：紫外线下荧光惰性。

5. 力学性质

- （1）断口：集合体具参差状断口。
- （2）硬度： $\text{Hm}=3.5-4.0$ 。
- （3）相对密度：3.25-4.20，通常 3.95。

6. 孔雀石的外观特征

孔雀石具有典型的孔雀绿色、同心环带构造和丝绢光泽的外观，也是典型的鉴定特征

二、孔雀石的品种

(1)普通孔雀石：有一定块度的致密块体，纹带可有可无，块度越大越好。

(2)孔雀石宝石：即孔雀石单晶，极罕见。

(3)孔雀石猫眼：具纤维状构造和丝绢光泽的孔雀石加工成弧面琢型，会象虎睛石一样，显猫眼效应。

(4)青孔雀石：孔雀石与蓝铜矿共生在一起的块体。孔雀石绿色，蓝铜矿深蓝或紫蓝，加工成玉器，十分美丽。

(5)天然造型孔雀石：无需人工雕琢，以天然造



天然艺术孔雀石

三、孔雀石的质量评价

1.评价依据

孔雀石的质量评价从颜色、花纹、质地三方面进行。

(1) 颜色：要求鲜艳，以孔雀绿色为最佳，且花纹要清晰、美观。

(2) 质地：要求结构致密，质地细腻，无孔洞，且硬度和相对密度要偏大。

(3) 块度：要求越大越好，不过，孔雀石可用首饰、玉雕和图章料，大小均可，且价格随着重量的增加而增加，但增加的幅度不大。

2.孔雀石的级别

依据颜色、花纹、质地等条件，孔雀石原石可划分出 A、B 两个等级。

A 级：颜色较深，呈翠绿、黑绿及天蓝色，可见条带和同心环带花纹，结构致密，质地细腻，硬度、相对密度较大。

B 级：颜色偏淡，呈翠绿色，常见由粉白和翠绿相间构成的环带和条带花纹，其中粉白色质地较软，呈凹沟，整体的硬度较较，且有变化。



孔雀石图章



孔雀石项珠及饰件

四、孔雀石的产地

历史上优质孔雀石主要来源于原苏联的乌拉尔，而现代优质孔雀石却主要产自非洲（赞比亚）、津巴布韦、纳米比亚和扎伊尔等。此外，还有中国、美国、澳大利亚、法国、智利、

英国和罗马尼亚等国。

中国主要产于广东、湖北、江西、内蒙古、甘肃、西藏和云南等地，其中以广东阳春和湖北大冶铜碌山的孔雀石最有名。

孔雀石矿床常赋存于原生铜矿床或含铜丰度较高的中基性岩（玄武岩、英安岩、闪长岩等）上部氧化带中。

第八节 石英岩玉

众所周知，O 和 Si 这两个元素是地壳中含量最多的元素，O 为 50%，Si 为 26%。岩浆岩和沉积岩中 SiO₂ 的含量约占 60%。由 SiO₂ 独立组成的矿物，在岩浆岩中约占 12%，在沉积岩中约占 35%，而地球表面主要由沉积岩构成，因此可以说 SiO₂ 类矿物是地表分布最广的矿物。

由 SiO₂ 独立组成的矿物或岩石，当其具有美观性、耐久性和稀少性时，即可形成宝石和玉石，成为人们美化生活的宝贵资源。

SiO₂ 类宝玉石的种属很多，是一个大家族。根据其结晶状态、结构构造、杂质成分的不同，可以分成若干类别：

SiO ₂ 类宝玉石	单晶体类（宝石）	水晶
	多晶集合体类（玉石）	显晶质：石英岩
		隐晶质：玉髓、玛瑙、碧玉(石)
		交代假象：木变石、硅化木
	非晶质类（玉石）	欧泊
		天然玻璃

1. 石英质玉石的基本性质

(1) 矿物组成

主要为石英，呈显晶质或隐晶质，另外有少量的杂质矿物，如铬云母、锂云母、绢云母、绿泥石、高岭石、褐铁矿、碳质物等。

(2) 化学组成

主要为 SiO₂，另有少量 Ca、Al、Mg、K、Na 等杂质元素及 Fe、Mn、Ni、Cr、Cu 等致色元素。

(3) 晶系与结晶习性

主要组成矿物石英为三方晶系，可呈细晶质、微晶质、隐晶质、显微隐晶质的粒状多晶集合体。外观可呈团块状、条带状、皮壳状、钟乳状、树枝状等。

(4) 光学性质

①颜色：纯净者为无色或白色，当含有不同的颜色元素和有色矿物时，可呈现各种不

同的颜色。

②光泽和透明度：抛光平面一般呈玻璃光泽，断口一般呈弱油脂光泽。不透明—微透明—半透明。

③光性：为集合偏光，正交偏光镜下全亮，无消光位

④折射率：点测法或平面法，平均折光率 $1.54\pm$ 。

⑤吸收光谱：一般无特殊光谱，个别品种含少量致色元素时可产生特征的吸收光谱。

(5)力学性质

①密度：由于粒度大小和结合的紧密程度以及杂质矿物多少的影响，有一定变化幅度，一般在 2.65g/cm^3 左右。

②硬度：略低于单晶体石英，为 6.5 左右。

2. 石英质玉石的品种

(1)显晶石英质玉石

显晶石英质玉石是指可以用来做玉料的变质石英岩。石英呈它形粒状，粒度较小，为细晶或微晶，一般为 $0.1\sim 1\text{mm}$ ，如颗粒粗大将达不到玉级。集合体呈块状，微透明至半透明，密度与单晶体石英相近。纯净者无色或白色，常因含有杂质有色矿物而呈色。市场上经常出现的品种有东陵石、密玉、贵翠、京白玉和米白玉等。

①东陵石

为一种具砂金效应的石英岩，颜色因所含杂质矿物不同而不同。含铬云母者呈现绿色，称为绿色东陵石；含蓝线石者呈蓝色，称为蓝色东陵石；含锂云母者呈紫色，称为紫色东陵石。我国新疆产的绿色东陵石内含绿色纤维状阳起石。总体来看，东陵石的石英颗粒比较粗，其内所含的片状矿物相对较大，在阳光下片状矿物可呈现一种闪闪发光的砂金效应。

国内市场上最常见的是印度产的绿色东陵石，放大镜下可以明显看到粗大的铬云母片，大致定向排列，滤色镜下略呈褐红色。

相对密度：2.63—2.65 折射率：1.54—1.55

正交偏光下全亮



绿色东陵石

②密玉

因产于河南密县而得名，为一种比较致密的石英岩。大多因含有绿色绢云母而呈绿色，也有肉红、黑、乳白等色。红色者可能与所含的微量金红石和电气石有关，黑色者与所含的碳质物及微量铁锰高价氧化物有关。物理性质与东陵石相近。

密玉与东陵石相比，石英颗粒较小，结构较细；云母片稀疏，色浅，没有明显的砂金效应。



密玉雕件：济公

③京白玉

是一种质地细腻、光泽油润的白色石英岩。因应用最早的玉料来自北京郊区，所以取名京白玉。实际上这种玉料在全国许多地方均有产出。

京白玉，呈白色，颜色均一，无杂质，石英颗粒细小，粒径一般小于 0.2mm，质地细腻，不透明或微透明。



京白玉原石

④米白玉

是近两年市场上出现的一种白色石英岩，据说是产自新疆。

米白玉呈均一的白色，质地细腻，呈玻璃光泽和油脂光泽，微透明至半透明，质量比京白玉好。



米白玉手镯

⑤染色石英岩（马来玉）

不含有色次要矿物的石英岩，通常为白色半透明，用作软玉的仿制品，或者作为染色后仿制翡翠等其他宝玉石的原料。



染绿色石英岩

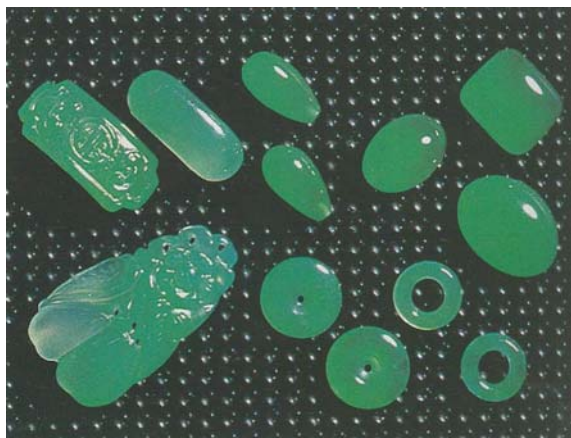
(2)隐晶石英质玉石

根据结构构造特点和杂质矿物含量，隐晶石英质玉石可分为玉髓、玛瑙和碧玉三个品种。

①玉髓

为显微隐晶质石英集合体，单体呈纤维状，杂乱或略定向排列，粒间微孔内常充填水份和气泡，多呈块状产出。可含 Ca、Al、Fe、Ni、Cr 等杂质元素或其它矿物的细小颗粒。根据颜色可细分为几个品种：

- a. 白玉髓：灰白色，较纯
- b. 红玉髓：橙红—褐红色，由微量 Fe^{3+} 致色
- c. 绿玉髓：不同色调的绿色，多由 Fe、Cr、Ni 等杂质元素致色，也可由细小的绿泥石和阳起石等绿色矿物均匀分布而呈绿色。市场上著名的“澳玉”即为含 Ni 的绿玉髓。
- d. 蓝玉髓：灰蓝色，由所含蓝色矿物产生颜色。有名的台湾蓝玉髓即为一种含 Cu 硅酸盐的蓝玉髓，蓝色或蓝绿色，颜色均匀，高质量台湾蓝玉髓与高质量的天蓝色绿松石颜色相近。
- e. 黑玉髓：少见。



澳玉：绿玉髓饰品

②玛瑙

具环带状或条带状构造的玉髓。按照颜色、环带条纹和所含杂质或包裹体特点可细分出许多品种。

a. 按颜色分类

白玛瑙：灰白色，大部分需烧红或染色后使用。

红玛瑙：浅褐红色， Fe^{3+} 致色。

绿玛瑙：淡灰绿色，由所含绿泥石致色。少见。

蓝玛瑙：巴西产，蓝白相间条纹界限十分清楚。少见。

紫玛瑙：以葡萄紫色为佳。少见。

黑玛瑙：少见。



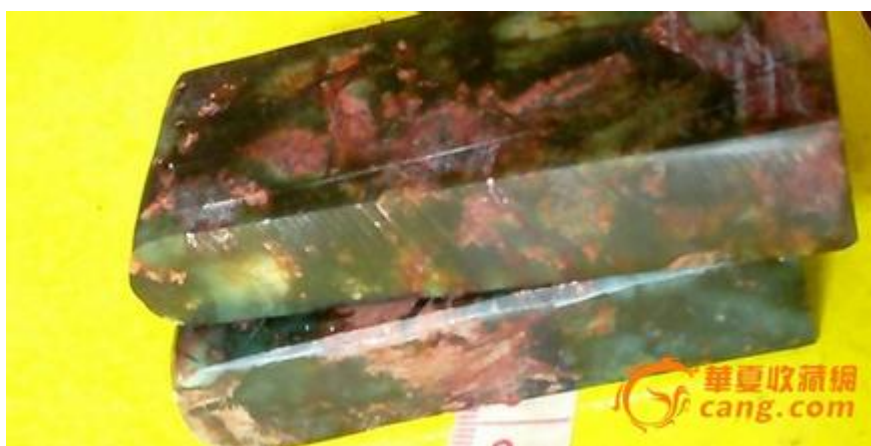
b. 按条带或条纹分类

缟玛瑙：亦称条带玛瑙，一种颜色相对简单、条带相对平直的玛瑙，常见的缟玛瑙可有黑白相间较宽的条带。

缠丝玛瑙：当缟玛瑙的条带变得十分细窄即成条纹状时，称为缠丝玛瑙。较名贵的一种缠丝玛瑙是由缠丝状红、白或黑相间的条纹组成。在生辰石中，缠丝玛瑙可代替橄榄石，作为 8 月生辰石。

③碧玉(石)

为一种含杂质较多的玉髓，其中氧化铁和粘土矿物等杂质含量可达 20% 以上，不透明，颜色多呈暗红色、绿色或杂色。按颜色命名可称红碧玉、绿碧玉等。有时也可按特殊花纹和色斑进行命名，如风景碧玉和血滴石。



(3)二氧化硅置换宝石

这是一种由于 SiO_2 交代作用，保留了原矿物晶形或植物结构的石英质玉石，主要的品种有木变石和硅化木

(1) 木变石（硅化石棉），当岩石中的青石棉矿体遭受酸性热水溶液的交代作用，使

青石棉变成了由 SiO_2 组成的隐晶质石英集合体，但却保留了石棉的纤维状结构，因其外观很似木质而被称为“木变石”。

相对密度：2.64—2.71，折射率：1.53—1.55

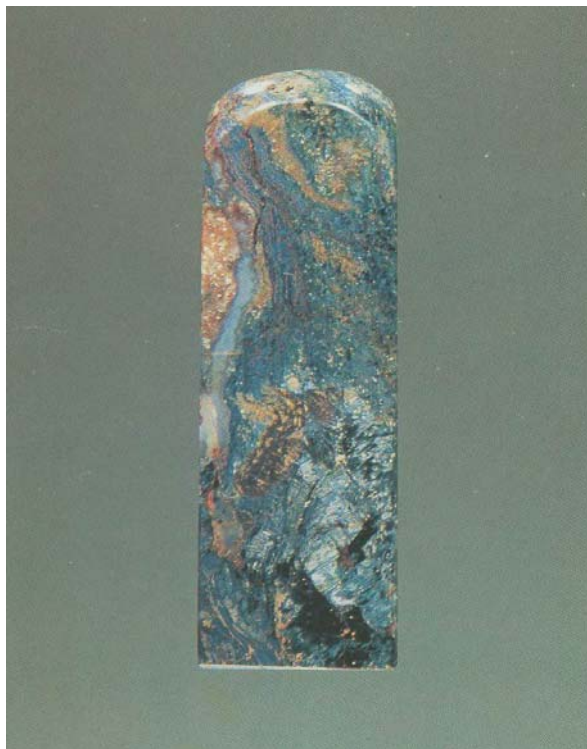
可分为：

虎睛石：黄色或褐黄色的硅化石棉，当琢磨成凸面型宝石时，因有游彩，似“虎眼”而得名。

鹰睛石：蓝色、蓝绿色、蓝灰色的硅化石棉，当琢磨成凸面型宝石时，因有游彩，颜色和游彩似“鹰眼”而得名。



虎睛石戒面



鹰眼石图章

3. 石英质玉石的鉴定

(1) 石英质玉石的优化处理及鉴别

① 热处理

用于热处理的品种主要有玛瑙和虎睛石。

a. 玛瑙的热处理：玛瑙中除含三价铁外，尚有部分颜色灰暗的二价铁。如果将含二价

铁的玛瑙在氧化条件下加热 变成三价铁，则玛瑙的颜色就会变红。焙烧过的玛瑙颜色相对均一，色带的边缘多呈渐变关系，没有天然玛瑙条纹那样分明清晰。焙烧过的玛瑙在性质上与天然玛瑙没什么区别，颜色也不会改变。

b. 虎睛石的热处理：黄褐色的虎睛石在氧化条件下加热处理可转变成褐红色。而在还原条件下加热处理可转变成灰黄色和灰白色，用于仿金绿宝石猫眼。这在鉴定金绿猫眼石时需特别注意，用折光率和密度特征，很容易将二者区别。

②染色处理

a. 玛瑙的染色：目前市场上的绝大部分玛瑙制品是经过染色处理的。经染色处理的玛瑙表现为及其鲜艳的红色、绿色和蓝色等，和天然色质区别明显。

b. 石英岩的染色：石英岩的染色是近十几年来才出现的，它是将石英岩先加热，淬火后再染色的。主要染成绿色，用于仿翡翠，市场上俗称“马来玉”，其量甚多，珠宝玉石市场随处可见。用放大镜透光观察，粒状结构和苔藓状的色形与绿色翡翠有明显区别，易于鉴定。

(2)石英质玉石与其仿制品的鉴别

石英质玉石是一种数量较大和价格比较低廉的中低档玉石，其仿制品主要是价格更低的玻璃。这些玻璃制品呈完全的玻璃质或半脱玻化，可有红、绿、紫等各种颜色，有的还仿制出玛瑙特有的环带状、条纹状结构，形象逼真，如不小心，很容易上当。

根据这些玻璃仿制品与石英质玉石相比，有着更低的密度和折光率，含有气泡，在正交偏光镜下多表现为完全消光等特点，手摸有温感，可以识别。

4. 石英质玉石的质量评价

石英质玉石主要用于制作小挂件、手镯、项链和雕件，很少一部分做成戒面。据此其质量要求和评价着重以下几点：

(1)颜色

石英质玉石应有一定比较好看的颜色，如红色、绿色、黄色、蓝色比较常见，纯的白色和黑色也颇受欢迎。颜色相对越均匀、越鲜艳越好。

(2)特殊结构和图案

如玛瑙中的条纹色斑组成的各种形象图案(如雨花石)，绿泥石和铁锰质构成的水草和苔藓状图案，碧玉中不均匀色块构成的风景图案，硅化木中的微细年轮等等，无疑都会提高其价值。

(3)质地

组成颗粒细小均匀，质地细腻，相对价值较高。

(4)透明度

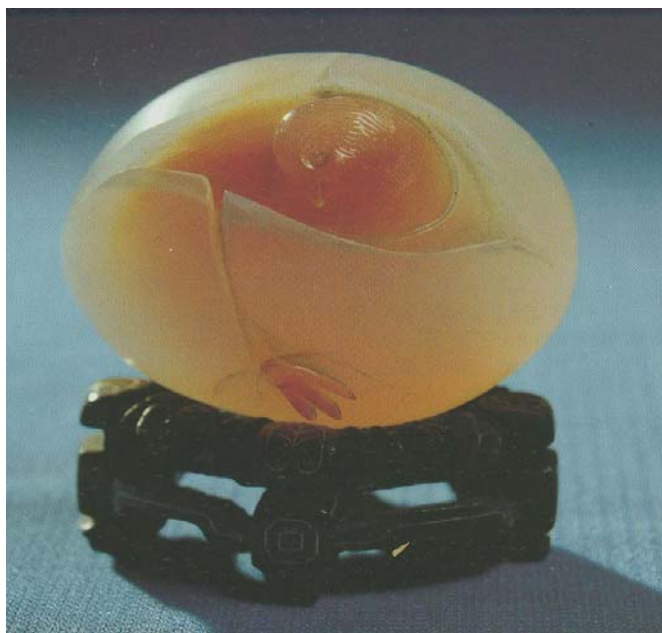
石英质玉石的透明度一般为微透明至半透明，全透明的少见，透明度越好质量越高。

(5)块度

要求有一定大小的块度即可。如作观赏石，则当然块度越大越好，如硅化木。

(6)加工工艺

石英质玉石原材料价值一般都很低，但如果在加工中构思新颖，俏色巧用，加工精细，同样可具有很高的价值，如我国传统玉雕的玛瑙“虾盘”、“龙盘”、“水漫金山”等都被誉为国宝级雕件。



俏色玛瑙雏鸡出壳，潘玉爱作

5. 石英质玉石的产地简介

- (1)显晶质石英岩：著名的有印度的东陵石(印度玉)、中国河南的密玉、贵州的贵翠、北京的京白玉、新疆喀什的米白玉。
- (2)玉髓：著名的有澳大利亚的澳玉(英卡石)、我国台湾和南非的蓝玉髓。
- (3)玛瑙：著名的是巴西和乌拉圭。我国玛瑙产地有 20 余处，最有名的是辽宁阜新。
- (4)碧玉(石)：著名产地有德国和苏格兰，血滴石最著名产地是印度。我国著名产地有内蒙。
- (5)木变石：世界著名产地有南非和巴西，我国著名产地是河南淅川。
- (6)硅化木：许多国家产，美国比较有名。我国的辽宁和新疆产出较多。

第十四章 珍珠

课题： 珍珠的基本性质；珍珠的种类；珍珠的产地

学时：2 学时

教学目的和要求：掌握珍珠的基本特征；珍珠的分类及其产地；了解珍珠的养殖过程。

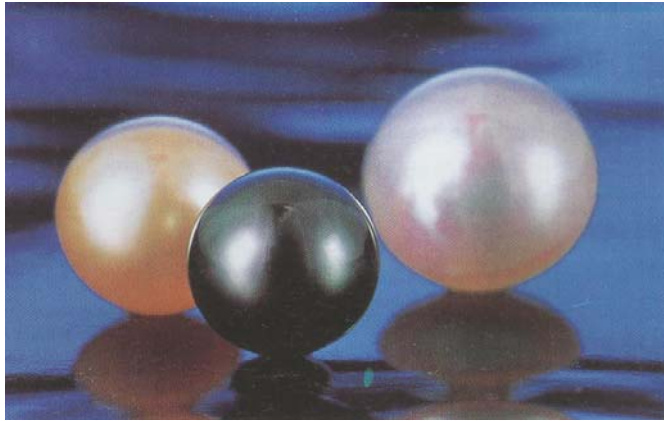
教学重点及难点：珍珠的基本特征；珍珠的分类。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

一、概述

珍珠被誉为“宝石皇后”作为纯真、完美、权力和富贵的象征。现代，珍珠作为六月生辰石；三十周年结婚纪念品。



完美神秘的珍珠

珍珠(Pearl)是由珍珠贝类外套膜的一部分细胞所分泌的壳角蛋白和碳酸钙结晶围绕一个核心重叠沉积而成的物体。

我国是最早发现和使用珍珠的国家。

(1)原始社会的打猎、捕鱼、采野果为生时，就发现了珍珠。

(2)公元前 11 世纪到公元前 6 世纪，《诗经》中就有珍珠的记载。

(3)公元前 2000 多年，已发现产珍珠的黑蚌。《尚书•禹贡》

(4)公元前 311 年，战国时燕昭王已肯定珍珠生于蚌。

(5)宋代(公元 960~1279 年)已有养殖珍珠方法的记载《文昌杂录》。我国是第一个发明养殖珍珠方法的国家。

(6)明代初(13 世纪)已养殖出举世闻名的菩萨珍珠。

欧洲的珍珠养殖技术始于 17 世纪，比我国晚 500~600 年。近代珍珠养殖日本处于领先地位。19 世纪末，御木本养殖成功第一颗海水贝附珍珠。20 世纪初，养殖成功圆形的海水珍珠。

中国的珍珠业

(1)中国的合浦，在先秦时期采珠业和珍珠贸易相当兴盛。

(2)由于历年滥采酷捕，到汉代，珠母贝濒临灭绝。公元 126-131 年汉顺帝时，合浦太守使“合浦珠还”



合浦海水养珠

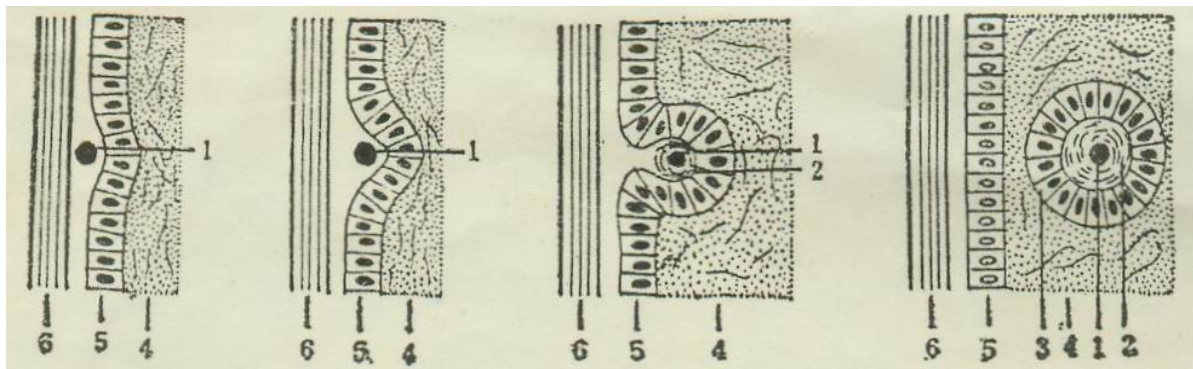
(3)明代是中国采珠业的鼎盛时期。弘治年间(1488~1505 年)珍珠年产量最高达 2.8 万两，输出到国际市场。

(4)清代到国民党时期，合浦珍珠自然资源日渐破坏，珍珠业每况愈下，几乎濒临灭绝。

- (5)中华人民共和国成立后，1958年在合浦白龙建立了珍珠养殖场。
- (6)70年代末，珍珠养殖业蓬勃发展。
- (7)目前，中国淡水珠产量占世界产量的95%以上，养殖珍珠向优质方向发展。
- (8)80年代又培养出了黑珍珠。

珍珠是怎样形成的？

珍珠贝类的外套膜在受到外来物（微小砂粒或生物）或外力的刺激和压力作用，其外表皮的单层上皮组织，局部或部分细胞下陷，逐渐形成囊状构造，即珍珠囊。由于外套膜的外面单层上皮组织能分泌珍珠质，所以珍珠囊内的上皮细胞继续分泌珍珠质环绕其上而形成珍珠。



天然珍珠形成过程示意图(仿宫内彻夫，1966) 1.外来物体；2.珍珠层；3.珍珠囊；4.外套膜的结缔组织；5.外套膜的上皮组织；6.贝壳

珍珠的母贝

只有珠母贝属的双壳类软体动物能分泌珍珠质，也只有贝壳内面有珍珠层的贝才能产珍珠。

(1)产海珠的珍珠母贝品种

马氏贝：产银白色、黄色珍珠

(2)产淡水珍珠的蚌类

三角帆蚌

褶皱冠蚌

珠母珍珠蚌(蛤蚧)

池螺蚌

背瘤丽蚌

二、珍珠的基本性质

(一)物质成分：由无机质和有机质两部分组成。

无机质：占91~97%，主要成分 CaCO_3 ，由文石、方解石组成，少量磷酸钙、碳酸镁。

有机质：占2.5~7%，甘氨酸等17种氨基酸。

水：占0.5~2%。

珍珠的无机成分主要是碳酸钙、碳酸镁，占91%以上，其次为氧化硅、磷酸钙、 Al_2O_3 及 Fe_2O_3 等。

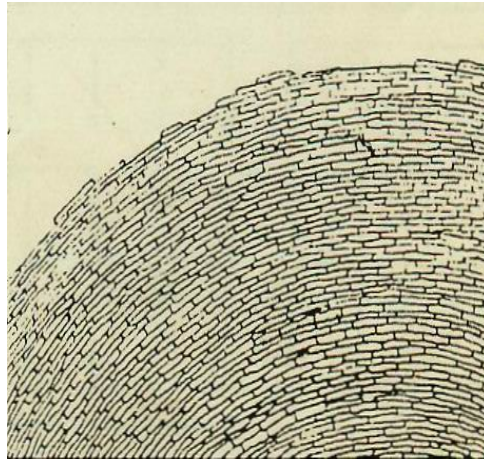
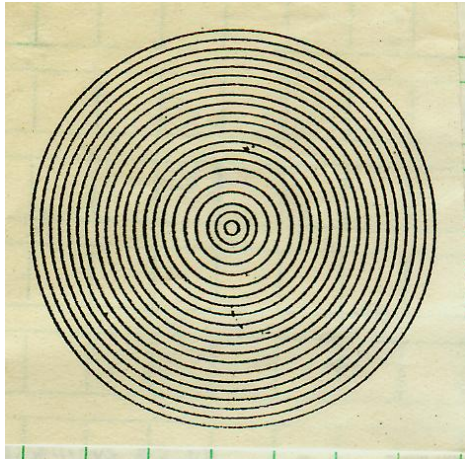
珍珠中的有机物含有门冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、胱氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、组氨酸、精氨酸、脯氨酸等17种氨基酸。

人们对珍珠微量元素和氨基酸组成特点非常感兴趣，它是珍珠价值的重要体现。

(二)结构构造

珍珠呈同心圆状构造。

结构致密，由六方板状文石微晶紧密排列成层，有机质象水泥砌砖一样胶结文石。



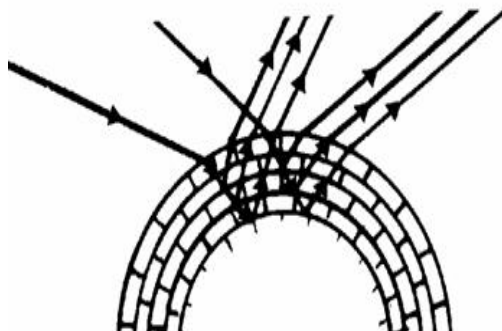
(三)珍珠的物理性质

(1) 光泽：珍珠光泽

分强、中、弱三个等级

珍珠层越厚，珍珠光泽越强

珠光：珍珠表面出现七彩虹光的强珍珠光泽叫珠光。



珍珠光泽比较，左至右，光泽低至高

珍珠表面板状文石晶体的迭覆对光的干涉

(2) 颜色：包括本体色和伴色

本体色：珍珠本身的颜色

伴色：珍珠表面反射光中看到的蓝、红色

珍珠颜色分 5 大系列

A.白色：各种白色珍珠

B.奶黄：褐黄、金黄色

C.红色：粉色、玫瑰色

D.黑色：黑、黑蓝、黑紫、黑绿、青铜色

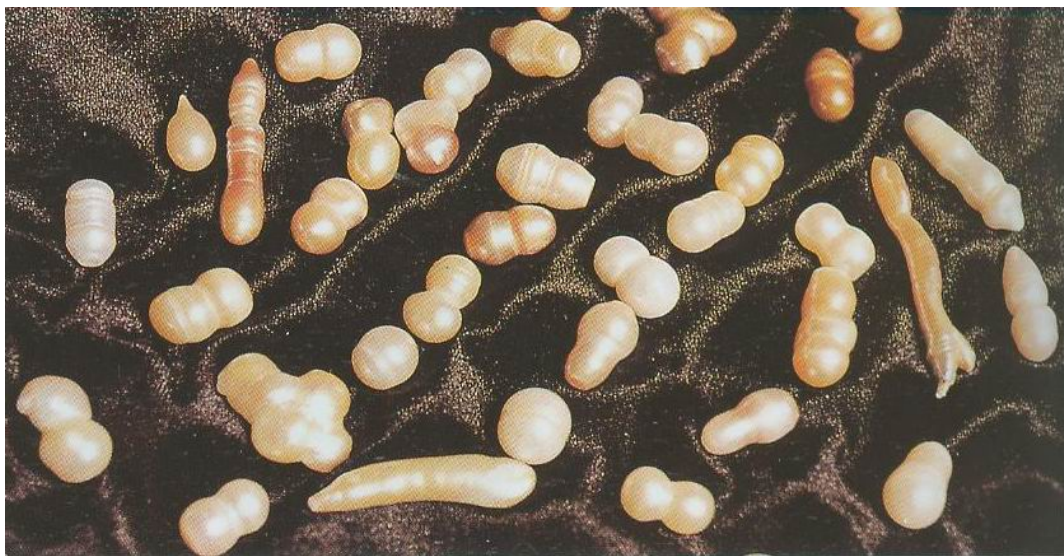
E.有色珍珠：浅到中等色彩的明显颜色，但归不到以上 4 种颜色的珍珠。

(3) 珍珠的形状

形状：圆形、椭圆形、梨形及各种不规则形态。不对称或不规则形态者称为异形珠。



不同形状的珍珠



异形珠

(4) 珍珠的大小：国际通用的

A.以珍珠直径度量： $D < 5\text{mm}$ 厘珠

$D = 5-6\text{mm}$ 小珠

$D = 6-8\text{mm}$ 中珠

$D > 8\text{mm}$ 大珠

$D > 10\text{mm}$ 大型珠

B.珍珠的重量单位是格令

1 格令 = 50mg = $1/4$ 克拉

(5) 珍珠的表面特征

优质珍珠表面均匀、洁净、平滑，呈凝胶状的半透明。

质差的珍珠表面有粗糙感，有沟纹、瘤刺、斑点、螺纹、腰线。

(6) 硬度低，韧性强：硬度：3.1—4.5。

(7) 比重：2.6~2.8

(8) 透明度：不透明-微透明。

(9) 折射率（点测法）1.52—1.68。

(10) 光性特征：非均质集合体

(11) 发光性：珍珠在长波和短波紫外光下可有明亮的浅蓝白色、浅黄色、粉红色荧光，有时为惰性。天然黑珍珠在长波紫外光下显暗红色荧光。

(12) 抗压强度大，弹性、韧性好，自 1m 高度自由落于玻璃板上，可弹跳 25—40cm。

(四)化学性质

不耐酸、碱、有机溶剂；不耐干燥、高温，易失水。

三、珍珠的种类

珍珠分类据产地、贝种、成因等不同有不同方案。比较实用的方案是按成因和水域进行划分的组合分类。

1.天然珍珠：砂粒、昆虫、气泡、碎屑等外物“自然”落入珠母贝体内，外套膜分泌的珍珠质沉积在外物上形成的物体。包括：

(1)天然海水珍珠：海洋中贝类体内产出的珍珠。

(2)天然淡水珍珠：江、河、湖等淡水水域中，珠蚌中产的珍珠。

(3)再生珍珠：再生珍珠是指采收珍珠时，在珍珠囊上刺一伤口，轻压出珍珠，再把育珠蚌放回水中，待其伤口愈合后，珍珠囊上皮细胞继续分泌珍珠质而形成的珍珠。

(4)附壳珍珠：它是由一颗插入核养殖的半球形珍珠和珠母贝壳组合而成。珠核一般用滑石、蜡和塑料制成。

2.养殖珍珠：

就是在自然环境中，用人工方法将珠核或外套膜小片植入珠母贝体内养育，使外套膜不断分泌珍珠质沉积而形成的珍珠。

在目前的珍珠市场上，大部分都是人工养殖的珍珠。

人工养殖珍珠按珠核和异物的特征又可进一步分为：

(1)无核养珠：将取自活珠母蚌的外套膜小切片插入三角帆蚌或其它珠母蚌的结缔组织内，就像天然珠母贝、蚌类中的异物进入一样，以生成与天然珍珠基本相同的无核珍珠。

(2)有核养珠：将制作好的珠植入贝、蚌体内，令其受刺激而分泌珍珠质，将珠核逐层包裹起来而形成的珍珠。

按珠母贝分类

(1)马氏贝珍珠：海水养殖珍珠的珠母贝 90%是马氏贝。这种珍珠是市场最常见的海水养殖珍珠。

(2)白蝶贝珍珠：是海水养殖珍珠另一种珠贝类型。

(3)企鹅贝珍珠：属于海水珍珠，这种珍珠颗粒较大，质量也较好，但产量较低。

(4)三角帆蚌珍珠：是淡水养殖珍珠的主要品种，占市场的 95%以上。

(5)皱纹寇蚌珍珠：类似于三角帆蚌珍珠。由于其生长速度较快，珠质多皱纹，质量较差，产量也较低。

(6)黑蝶贝珍珠：90%以上产自塔希堤(法国)，颜色有黑、灰、蓝、绿、及棕色等。

(7)海螺珍珠：产于一种加勒比海(中美洲)的粉红色大海螺体内，珠子通常粉红色，中间也有白色或咖啡色，它们具有独特的火焰似的表面痕迹，质优的形状通常是椭圆形，两侧对称。

(8)鲍鱼珍珠：在鲍鱼体内生产的珍珠，颜色艳丽，和澳宝的色彩一样，有绿、蓝、粉红、黄等色的组合，其形态不一，质量极高的鲍鱼珍珠价值很高，其产地主要在新西兰、美国加利福尼亚、墨西哥、日本及韩国。

四、珍珠的养殖过程

1、人工育苗

淡水珍珠：采用的母蚌为三角帆蚌等

海水珍珠：采用的母贝为马氏珠母贝、黑碟珠母贝（产黑珍珠）、大珠母贝等

2、人工养殖

3、休复暂养

4、养殖管理

5、收珠

第十五章 珍珠

课题： 珍珠的鉴别；珍珠的优化处理；珍珠的质量评价；珍珠的效用和保养

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握珍珠鉴别特征；珍珠的优化处理过程及珍珠的质量评价。

教学重点及难点：珍珠的基本特征；珍珠的鉴别。

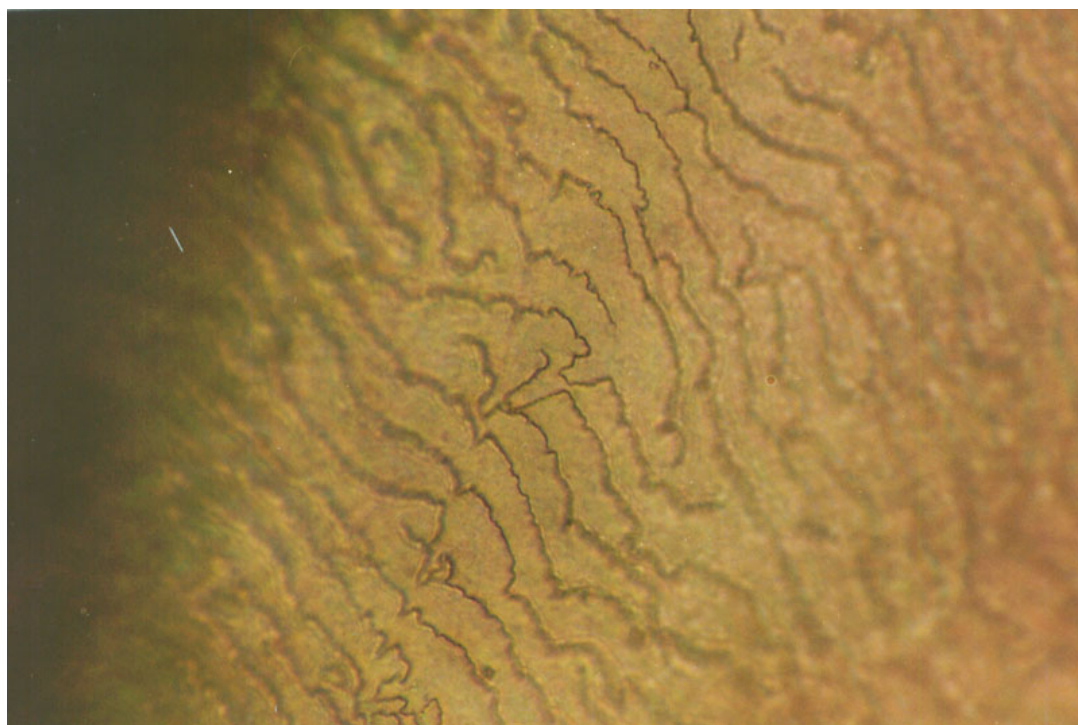
教学方法及手段：讲授

教学过程：

五、珍珠的鉴别

（一）珍珠与仿珍珠的鉴别

珍珠 20 放大 具有等高线状纹理 仿制品象粉墙一样，细小粉粒均匀分布



（二）天然珍珠和养殖珍珠的鉴别法

（1）形状：天然珍珠形状大多都不规则。有核养殖珍珠一般为圆形或有带隆起的尾部，而无核养殖珍珠多为不规则形如椭圆形、梨形、扁圆形等。海水珍珠多为有核珠，而淡水珍珠大多为无核珠。

（2）表面特征：淡水养殖无核珍珠表面常有收缩纹，海水养殖的合浦珍珠表面很少有收缩纹，但常见隆起和局部不平整的褶皱和尾部隆起



海水珍珠隆起的珠尾

(3) 内部特征：用强光（光纤灯或笔式电筒）透射珍珠，边转动边观察。养殖珍珠可见珠核的闪光及其明暗相间的平行条纹。



有核珍珠在透射光下的条纹图案

(4) 相对密度：用消色较好的三溴甲烷（其相对密度为 2.713）可以区分无核与有核珍珠。大部分（约 80%）的天然珍珠或无核养殖珍珠在其中浮起，而大部分（约 90%）的有核养殖珍珠沉下。

(5) X 射线荧光：天然珍珠一般在 X 射线下不发荧光，养殖珍珠多呈蓝紫色荧光（含镁）。

(6) X 射线照相：将珍珠或珍珠串放在感光底片上，透过珍珠的 X 射线可使底片感光，从而揭示珍珠内部结构。天然珍珠底片阴影颜色均匀一致，有核养殖珍珠底片外层的珍珠质在色调是暗于珠核。

(三) 天然黑珍珠和染色黑珍珠的鉴别

(1) 粉末法：天然的粉末为白色，染色的粉末为黑色。

(2) 放大检查：染色的珍珠颜色可能浓集于裂隙中，或显不均匀的斑点状分布。在珠孔中可见染料的痕迹。

(3) 肉眼观察：天然黑珍珠并非纯黑色（带有深蓝色或青铜色调），染色黑珍珠纯黑色，颜色均一，光泽差。

(4) 化学检测：用浓度为 2% 的稀硝酸蘸在棉签上擦拭珍珠，若棉签染上黑色，则此珍珠可能为硝酸银染黑的。

(5) 紫外荧光：天然或养殖黑珍珠在长波紫外线下显暗红色，而染黑的珍珠无此特征。

(四) 淡水珠中有核与无核的鉴别：

1. 密度法：无核珠密度 $2.5 \sim 2.7 \text{g/cm}^3$ ，有核珠密度 $2.7 \sim 2.8 \text{g/cm}^3$ 。

2. 磁场内反应法：将珍珠按不同角度垂放于磁场内，使珠外的 C 轴与 N S (磁场的两极) 方向斜交，如果是有核珍珠，就会发生转向到 C 轴与 N S 垂直而停止，如果是无核珍珠，不论放在磁场内任意一点，珠体静止不转向。

3. 形态法：有核珠形态多较好，很少出现异形，无核珠多为长形、扁圆形、畸形，圆形少见。

4. 透射强度法：有核珠在透射强光下可以见到珠核的平行条带，无核珠没有平行条带的特征。

5. X 射线照相法：有核珍珠由于有珠核与珍珠层，故在 X 射线照相照片中能清晰见到分界线，而无核珠则找不到分界线，只能见到同心层状结构。

(五) 海水养殖珠与淡水养殖珠的识别：

1. 形状及表面特征：海水珠颜色、表面光滑度好于淡水珠，后者表面常有勒腰、褶皱纹，形状常见为椭圆、不规则形。

2. 观察珠孔，海珠有珠核，分层界线明显，淡水珠无珠核(多数)，无分层线。

3. 两者所含微量元素不同。一般说来海水珠中的钠、钾、钡、锶的含量比淡水珠的含量高，而淡水珠中锰、铁含量比海水珠高。

六、珍珠的优化处理

刚收获的珍珠，因为外表面附有海水、体液和污物等，如果放置过久，会使珍珠表面的胶质状碳酸钙和有机质发生凝结，珍珠色泽变暗，被氧化变质，影响质量，因此，采收之后应及时进行处理。

珍珠收获后应及时放入清水中浸泡，然后用香皂水和淡水洗净擦干后保存；为了彻底洗去表面附着的剩余粘液、污物，也可用饱和盐水浸泡 5—10 分钟。用毛巾、绒布擦净晾干即可保存。

珍珠的初加工

①选珠：把不同类型的珍珠分门别类挑选在一起，为下一步的加工做好准备。

②打洞（穿孔）：目的—是在制作项链时，便于串链穿线；二是在进行珍珠脱脂、漂白、增白和染色时，便于化学药物渗透到珍珠层中；三是去除珍珠中的小突起、小黑点等缺点。

1、前处理

膨化：使结构疏松，常用氨水和苯的混合液对珍珠进行膨化处理。

脱水：用无水乙醇或纯甘油作脱水剂。

2、漂白处理

双氧水常用于去除珍珠表面及浅层的污物、黑斑及黄色色素。双氧水的温度控制在 $20-30^\circ\text{C}$ ， $\text{PH}=7-8$ ，将珍珠浸泡其中并辅以紫外线或阳光照射，几天至两周后可将珍珠漂白。若先将珍珠穿孔再浸泡，效果会更好。这种漂白方法不易对珍珠产生损害，被广泛采用。除此之外，还可使用氯气、次氯酸进行漂白，但它们的漂白能力比双氧水强，时间和浓度稍有不当便会使珍珠变得易碎和易脆。

3、增白处理（荧光增白剂）

即采用能发蓝白色荧光的物质作增白剂施于珍珠表面或填充于珍珠内层和裂隙中，以起

到增白的作用。

4、（染色）抛光

七、珍珠的质量评价

(1)光泽：又叫珠光、皮光。指珍珠表面反射光的强度及映象的清晰程度。是评价的第一依据，越亮越好，有珠光最好。

珍珠的光泽与珍珠层结构和珍珠层的厚度有关。珍珠层越厚、层内文石片晶排列越致密则光泽越强，以能照见周围物体者为上。

根据国家标准，珍珠光泽划分为极强、强、中、弱四级，但海水珍珠的标准要求更高。

(2)形状：指珍珠的外部形态。

珍珠的形状标准俗称为珍珠的圆度，专业上以“%”表示。

正圆珠是最优的形态，其次为圆形珠。一般珍珠越圆，其价值越高。但对于大的异形珠，则主要考虑其他因素。

直径差百分比：最大直径与最小直径之差，与最大最小直径平均值之比的百分数。一般认为，正圆珠的长径与短径之差 $<1\%$ ；圆形珠则为 $1\%-10\%$ 。这是形态最好的珍珠。非正圆(或瘦形)珠千姿百态，有椭圆、扁平球、馒头珠、梨形、蛋形、泪滴形、腰鼓形等。

在畸形珠中，有目的、富于想象去选择有奇形怪状者又称为艺术珠。

(3)颜色：珍珠的颜色是其体色、伴色的综合体现。

体色又分为白色、红色、黄色、黑色和其他颜色五大系列。

不同国家、不同肤色的人对珍珠颜色有不同要求。按照中国人的喜爱程度依次为粉红——银白——黑色——蓝色——金黄。

(4)大小：正圆、圆、近圆形珍珠以最小直径表示，其它形状珍珠以最大尺寸乘最小尺寸表示，批量散珠可以用珍珠筛的孔径范围表示。一般分六级：

厘珠： $\phi=2\sim 5\text{mm}$

小珠： $\phi=5.0\sim 5.5\text{mm}$

中珠： $\phi=5.5\sim 7\text{mm}$

大珠： $\phi=7\sim 7.5\text{mm}$

特大珠： $\phi=7.5\sim 8.0\text{mm}$

超特大珠： $\phi\geq 8.0\text{mm}$ 以上

(5)光洁度：珍珠表面由瑕疵的大小、颜色、位置及多少决定的光滑、洁净的总程度。光滑、细腻、平滑、洁净、无暇为好。

瑕疵：导致珍珠表面不圆滑、不美观的缺陷。如：腰线、隆起（丘疹、尾巴）、凹陷（平头）、皱纹（沟纹）、破损、缺口、斑点（黑点）、针夹痕、划痕、剥落痕、裂纹及珍珠疤等。

(6)搭配、混用及艺术造型：把同样的珍珠组合在一起，看颜色、光泽、大小、形状搭配是否准确。混用是指一串项链的珍珠色调、光泽是否和谐一致。

八、珍珠的效用和保养

珍珠的效用

药用：效用：镇惊安神、清热解毒、止血生肌。营养滋补品、化妆品

珍珠的保养

1、勿与洗洁精、碱、酸、皂粉接触

2、不能与化妆品、油脂、酒精、汽油等接触

3、汗水对珍珠有腐蚀作用，可用中性肥皂水洗涤

4、珍珠怕高温

5、避免与其它硬度高的物品放在一起

6、若发黄、可用浓度为 $10\%-15\%$ 的双氧水浸泡15分钟，取出，清水漂净，凉干保存。

第十五章 其它有机宝石

课题：琥珀；珊瑚

学时：3 学时

教学目的和要求：掌握珊瑚、琥珀的基本特征、品种、鉴定方法及产出状况。

教学重点及难点：珊瑚、琥珀的基本特征及鉴定方法。

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第一节 琥珀

一、概述

在中国古代，琥珀曾被称作“虎魄”、“兽魄”、“育沛”、“江珠”、“遗玉”等，谓“虎死精魄入地化为石”，或认为琥珀是老虎流下的眼泪，这些传说蕴含着中国古人对琥珀的揣测和追寻，暗示人们认为琥珀有趋吉避凶、镇宅安神的功能。

①人类利用琥珀很早

- A. 公元前 9 世纪。在波罗的海沿岸就已得到琥珀。
- B. 古罗马政治家普林尼曾记述：一个琥珀雕件比一个健壮奴隶值钱。
- C. 古希腊、古埃及墓葬中有琥珀。
- D. 中国战国时期墓葬中有琥珀珠



内含沉睡千万年的植物和动物的琥珀，含蓄而美丽

②我国对琥珀认识很早

- A. 《山海经》（公元 770-220 年）中已有琥珀产于四川汶山的记载。
- B. 《后汉书》称琥珀产于云南哀牢山。
- C. 晋代已有琥珀磨擦后能吸草木灰的记载。
- D. 唐代韦应物的五言绝句说明了琥珀的成因是松树的汁液变成的，也阐明了虫珀的成因。
- E. 古代人佩带琥珀以消灾避邪保平安，作为吉祥物。

③琥珀是怎样形成的？

经研究，多数有人认为，琥珀是在 250 万年 ~1.35 亿年前，松柏类的树脂，随沧海桑田的地质变迁，深埋地下石化而成。同时植物炭化形成煤。

琥珀的形成一般有三个阶段：

- 1、树脂从松柏树上分泌出来；
- 2、树脂被深埋，并发生了石化作用，树脂的成分、结构和特征都发生了明显的变化；
- 3、石化树脂被冲刷、搬运、沉积和发生成岩作用从而形成了琥珀。

④琥珀市场

琥珀在国际市场上的供应充足。但随着琥珀饰物大众消费市场的形成，琥珀开始在台湾、香港、新加坡、日本等地区流行。目前世界琥珀市场每年交易额约 2 亿美元，国际性市场主要集中在美国、加拿大、意大利、日本以及产琥珀的国家。

二、琥珀的宝石学特征

1.化学成分

化学成分为 $C_{10}H_{16}O$ ，含少量的硫化氢。

微量元素主要有 Al、Mg、Ca、Si、Cu、Fe、Mn 等元素。

琥珀还含有琥珀酸和琥珀树脂等有机物，不同琥珀的组成有一定的差异。主要有机物的组成为：琥珀酸、琥珀松香酸、琥珀酯酸、琥珀酸盐、琥珀油。

3.结晶状态

非晶质体（均质体）。

4.基本性质

(1)颜色：浅黄—蜜黄色、黄棕色到棕色、浅红棕色、淡红、淡绿褐色、深褐色、橙色、红色和白色、蓝色、浅绿色、淡紫色少见。

(2) 光泽、透明度

透明到微透明、半透明。未加工的原料为树脂光泽，有滑腻感，抛光后呈树脂光泽至近玻璃光泽。

(3) 折射率

通常 1.540，其折射率稍有变化，最低到 1.539，最高 1.545。

(4)光性特征:在正交偏光下全暗，常见异常消光，局部因结晶而发亮。

(5) 发光性

长波紫外线下具浅蓝白色及浅黄色、浅绿色、黄绿色至橙黄色荧光，弱到强。短波下荧光不明显。

(6) 断口

断口呈贝壳状。韧性差，外力撞击容易碎裂。

(7) 硬度

HM=2~2.5，用小刀可轻易刻划，甚至指甲可以刻划。

(8) 密度

琥珀是已知宝石中最轻的品种，其密度为 $1.08 (+0.02, -0.08) \text{ g/cm}^3$ 。

(9) 内外部特征

内含物常见，且许多肉眼可见。内含物有动物、植物、汽液包体、漩涡纹、杂质、裂纹等类型。

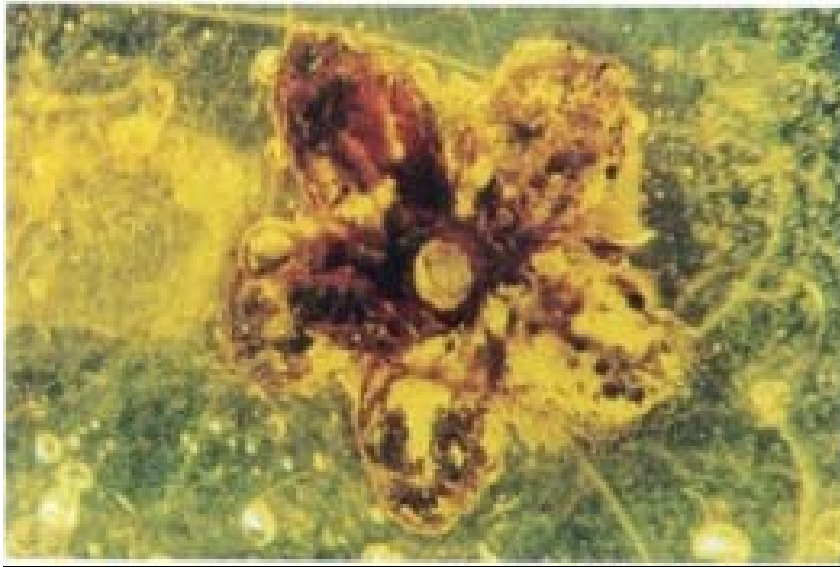
1、动物

有甲虫、苍蝇、蚊子、蜘蛛、蜻蜓、马蜂、蚂蚁等多种动物，但动物个体完整者少见，多表现有挣脱迹象，易流下残肢断腿的碎片。



2、植物

琥珀中保存有伞形松、种子、果实、树叶、草茎、树皮等植物碎片。



3、气相和气液两相包体

琥珀中常见圆形或椭圆形气泡，还可有气液两相包体。

4、漩涡纹

多分布于昆虫或外来植物碎片

5、裂纹

在琥珀中经常可见有裂纹发育，并被黑色与褐色物质充填，黑色物质为碳质，褐色物质为铁质，这些裂纹可能由于风化、搬运迁移、石化过程中受力作用所致。

6、杂质

在琥珀的裂隙、空洞中经常有杂质充填。可能是在风化过程中充填或树脂流动过程中包裹的泥土、砂砾、碎屑，这些物质大多受到过铁锰物质的浸染而呈褐色或黑褐色。

(10) 其它性质

1、导电性

琥珀是电的绝缘体，与绒布摩擦能产生静电，可将细小的碎纸片吸起来。

2、导热性

琥珀的导热性差，有温感，加热至 150℃时变软，开始分解，250℃时熔融，产生白色蒸汽，并发出一种松香味。

3、溶解性

易溶于硫酸和热硝酸中，部分溶解于酒精、汽油、乙醇和松节油中。

4、性脆可切性差。

三、分类和品种

①按来源分

A.海琥珀：海浪冲上岸的琥珀。

B.矿琥珀：露天煤矿开矿时获得。

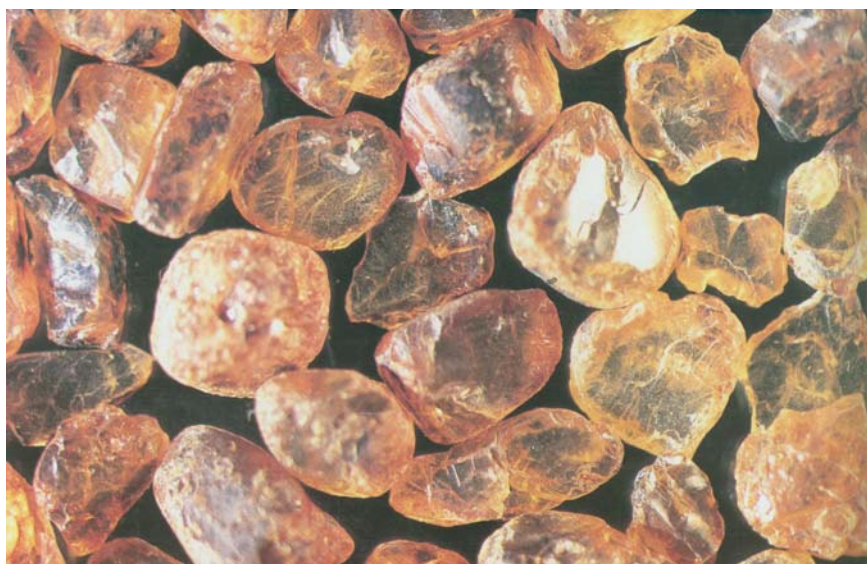
②国际上常以产地分

A.波罗的海琥珀：偏黄色调的棕色琥珀，透明。（北欧）

B.罗马尼亚琥珀：红棕色调，淡棕-红棕色，有裂痕。

C.西西里琥珀：同罗马尼亚琥珀。但色调暗，有青绿色荧光。紫、绿色为珍品。（西西里岛是地中海最大和人口最稠密的岛，它属于意大利）

D.缅甸、中国琥珀：红棕、褐黄-暗褐色，常含方解石颗粒，硬度也较大。



抚顺琥珀

四、琥珀与相似品的鉴别

1、树脂类

（1）硬树脂

硬树脂是一种地质年代很新的半石化树脂，与琥珀有类似的成分，但不含琥珀酸且挥发分比琥珀量高。

1、物理性质与琥珀相似，但更易受化学腐蚀，用一小滴乙醚滴在硬树脂表面，并用手揉搓，硬树脂会软化并发粘，而琥珀不会出现这种现象。

2、在紫外灯下，尤其是短波紫外灯下，硬树脂呈强白色荧光。

3、用热针接触，硬树脂比琥珀更易熔化，用这种方法检测时，必须用一块琥珀和一块硬树脂做标样。

4、硬树脂脆性更强一些，其表面比琥珀更易裂开。

5、硬树脂中亦可能包裹天然的或人为置入的动植物。

(2) 松香

松香是一种未经地质作用的树脂，呈淡黄色、不透明、树脂光泽、质轻、硬度小、用手可捏成粉末，相对密度与琥珀接近（约为 1.05）。表面有许多油滴状气泡，导热性差，短波紫外光下呈强的黄绿色荧光。燃烧时呈芳香味。

(3) 柯巴树脂

与琥珀最为相似，是一种地质年代很近（约 100 万年）的树脂，未经石化，化学腐蚀作用敏感。将 1 滴乙醚滴在其表面，并用手指搓，可迅速出现粘性斑点。

柯巴树脂对酒精更为敏感，表面滴酒精后变得发粘或不透明，另外在冰醋酸中有类似酒精的溶解反应。但这种方法对于地质年代较老的石化树脂、硬树脂则无反应。

2、塑料类

包括酚醛树、酚酞(laoruan)塑料、安全赛璐珞(luluo)、氨基塑料、有机玻璃、聚苯乙烯灯材料。

早期的塑料仿琥珀具有明显的流动构造，比较容易区分。



近期的塑料制品不但能模仿琥珀的颜色，更可以制造出与“太阳光芒”极为相似的盘状裂隙，使之更为逼真。



塑料在颜色、暖感和电学性质上与琥珀十分相似，但折射率和密度都与琥珀有很大区别。

1、塑料中除聚苯乙烯（相对密度为 1.05）在饱和食盐水中漂浮外，其他全部下沉。

2、塑料的折射率约在 1.50~1.66 之间变化，很少与琥珀接近的折射率值。

3、塑料具有可切性，用小刀在样品不显眼部位切割时，会成片剥落；而琥珀则产生小缺口。

4、用热针试验，塑料会有各种异味，而琥珀可发出松香燃烧时的芳香味；灼烧时产生的现象也不一样，塑料会熔化，而琥珀只留下烧斑。

五、琥珀的优化处理

(1) 热处理：将云雾状琥珀放入植物油中加热，以达到提高琥珀透明度的目的。热处理使气泡爆裂产生太阳光芒。



热处理造成的太阳光芒

(2) 染色处理：通过对琥珀进行染色处理，以达到模仿“老琥珀”的目的，或将琥珀染成其他颜色。放大观察染色处理的琥珀可见颜色沿缺陷富集。

3、再造琥珀

在适当的温度和压力下，将不适于作首饰的琥珀碎块进行熔合处理，使之成为较大块度的琥珀。压制处理过程中往往需要加入数量不等、成分复杂的填充物，如增塑剂、热固剂、人造树脂等。

六、琥珀的质量评价

①块度

②颜色：血红、金黄、绿、蓝紫为上品，色要纯、正、浓、艳

③透明度：透明者为上品

④包裹体：虫珀依昆虫的清晰程度、形状大小、数量决定其经济价值，

⑤杂质绉裂越少越好

七、琥珀的产状及产地

产状：

一般产于煤层中或经地质作用搬运沉积的粘土岩、砂砾中。

产地：

琥珀的产地有波罗的海沿海国家包括波兰、德国、丹麦、爱沙尼亚和立陶宛等国。我国的琥珀主要产辽宁抚顺煤田中，且有优质虫珀产出。其次是河南西峡，还有云南保山、丽江、永平、哀牢山、四川汶山、贵州奉节、西藏那曲。

第二节、珊瑚

一、概述

珊瑚是一种低等腔肠动物珊瑚虫分泌的钙质为主体的堆积物形成的骨骼，而这种骨骼常呈树枝状产出，过分的采集珊瑚将严重破坏海洋生态，所以珊瑚在国际上被列为二级保护生物。

珊瑚是一种低等腔肠动物珊瑚虫的遗体。属于重要的有机宝石之一。

古罗马人认为珊瑚具有防止灾祸、给人智慧、止血和驱热的功能。佛教界视珊瑚为吉祥之物，常用来祭佛、做佛珠，或用于装饰寺庙，佛祖释迦牟尼佛寺中的宝塔就是用包括珊瑚在内的佛教七宝装饰的。

根据外国文献，在德国的旧石器时代的遗迹中，发现了最古老的珊瑚首饰品，依据考古学家推算约有 25000 年。

珊瑚在不同的民族、地区、国家，由于人文背景的不同有不同的含义：

- 1、印第安人认为贵重珊瑚为大地之母。
- 2、英国伊丽莎白女王认为带上红珊瑚会给她带来幸运与美丽，而且伊丽莎白女王的第一条项链就为红珊瑚所制。
- 3、美国夏威夷州把红珊瑚视为州石。
- 4、意大利、阿尔及利亚等国把珊瑚奉为国石，而且珊瑚象征沉着勇敢，同时还象征着至高无上的权势与财富。
- 5、在欧洲，认为珊瑚是耶稣的血蛭(tui)化而成的，用红珊瑚雕刻耶稣像，说明红珊瑚在基督教中被视为神石，有着至高无上的地位。
- 6、在印度，算命者、预言者在宗教仪式祭典里，它们都佩戴珊瑚饰品以驱魔护身，并把珊瑚代表财富与佛祖的血。
- 7、旧石器时代，珊瑚被视为珍宝而用于装饰及祭礼中。
- 8、古罗马时代，十字军东征时，珊瑚是家中长辈送给出征儿子或妻子送给先生的护身宝。

珊瑚在中国历史上也是重要的珍宝之一，有记载在晋朝的宫廷就开始用珊瑚作为装饰品。红珊瑚因颜色艳丽、质地致密、资源稀少，被视为“红色黄金”具有极高的欣赏和收藏价值，到了清朝，红珊瑚是二品官的顶戴，在中医中用作定惊明目的中药。

红珊瑚作为三月生辰石，结婚 35 周年纪念品。

珊瑚生长在海中，又象树枝又象花，很久以来，一直误认为是一种海生植物。直到 20 世纪 20 年代才发现：珊瑚不是植物，而是一种腔肠动物——海生珊瑚虫分泌的碳酸钙骨骼。珊瑚的品种及其繁多，品质也各异。

目前世界性的珊瑚市场主要在欧洲和美国、日本。意大利的那不勒斯是红珊瑚的重要加工中心。日本、台湾是宝石级珊瑚的重要集散地和加工地。一些优质的红珊瑚、蓝珊瑚或金珊瑚、黑珊瑚常设计成高价的摆件，其他可加工成项链、戒指、手链、胸针、耳坠等首饰。



珊瑚作品欲望



珊瑚雕件 赵飞燕



珊瑚雕件 荷塘观音



珊瑚雕件 五子登科

珊瑚形成的条件：

珊瑚生长的条件极为苛刻，一般是在南北纬 30°之间。热带温暖浅海或深海海域，水温在 23℃~30℃；水质清透，阳光、氧气充足，饵料丰富，盐度高；岩礁或硬质海底。

贵重珊瑚的功能：

贵重珊瑚属于多功能宝玉石，不仅是宝石级珠宝，具有宝石的装饰功能，也具有一定的观赏功能、保值功能和保健、药用功能。在中国的医药典里，记载着珊瑚可以清血、止血、明目与接骨等功效。

二、珊瑚的宝石学特征

1.化学成分

根据珊瑚的化学成分可将珊瑚分为钙质型珊瑚和角质型珊瑚两种。

(1) 钙质型珊瑚

主要由无机成分（ CaCO_3 ）、有机成分（角质蛋白）和水及少量的 MgCO_3 、 Fe_2O_3 CaSO_3 等组成。珊瑚中的方解石和文石均为隐晶质集合体。

(2) 角质型珊瑚

几乎全部由有机质组成的珊瑚，常见的品种有黑珊瑚和金珊瑚。

2.形态和结构特征

珊瑚的形态都为树枝状。不同品种的结构有差异。

对于钙质型珊瑚，可见由颜色深浅及透明度不同显示出来的纵向延伸的平行条带和横切面上的同心纹和放射状条纹。



珊瑚的纵纹



珊瑚断面的放射状纹

3.基本性质

常见颜色：浅粉红—深红色、橙色、白色，少见黑色，偶见蓝色和紫色。

光泽：蜡状光泽，抛光面呈玻璃光泽。

钙质型珊瑚折射率：约 1.65。

摩氏硬度：3—4。

相对密度：钙质型珊瑚 2.65~2.70 (± 0.05)。角质型珊瑚为 1.30~1.50。

紫外荧光：长、短波无至弱，白色。

特殊性质：遇盐酸强烈起泡。

其他性质：

1、可溶性

钙质珊瑚易被酸溶蚀，在不显眼的地方滴一小滴稀盐酸，产生大量气泡。角质型珊瑚遇酸不起泡。

2、热效应

珊瑚在珠宝工匠用的喷灯或吹管的火焰中会变黑。角质型珊瑚加热后散发出蛋白质烧焦的臭味。

二、珊瑚的品种

按成分和颜色可划分为五种。

（1）白珊瑚

通常为白色、灰色、乳白、瓷白色的白色珊瑚。属于钙质型珊瑚。主要用于盆景工艺或染色原料。

深海产的白珊瑚亦属少有、难求，故纯白者因稀有亦价高。



图 3-4-21 白珊瑚

（2）红珊瑚（贵珊瑚）

红珊瑚是指颜色鲜红、深红、淡红、玫瑰红、肉红色等色的珊瑚。其中粉（淡）红的珊瑚也叫“天使面”，对暗红色者称“牛血”，为西方人所喜爱，鲜红色者如辣椒、蜡烛，故也称“辣椒红”、“蜡烛红”，均是珊瑚中最珍贵的品种。

粉红色珊瑚最为欧美人喜爱，被称为天使肤色珊瑚，是最为名贵的品种，属于钙质型珊瑚。



图 3-4-20 各种颜色的红珊瑚

(3) 蓝珊瑚

浅蓝、蓝色，是较为稀少的品种，属于钙质型珊瑚。

是一种绚丽多彩的佳品，极少见，主要繁殖于非洲西海岸，但目前已基本绝迹。

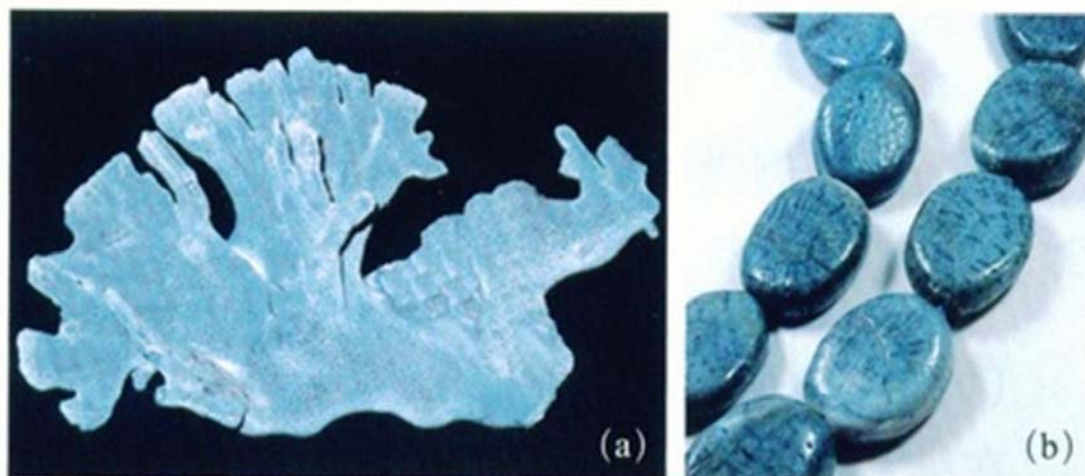


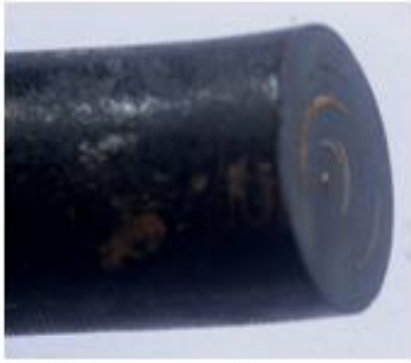
图 3-4-22 蓝珊瑚
(a) 蓝珊瑚枝；(b) 蓝珊瑚饰品

(4) 黑珊瑚

黑色，属于角质型珊瑚。

(5) 金珊瑚

金黄色、黄褐色，属于角质型珊瑚



黑珊瑚



金珊瑚串珠

三、珊瑚的鉴定特征与真伪辨别

1、珊瑚的鉴定特征

珊瑚属纯天然生长产物具有以下特征：

（1）具有独特的外观形态及特殊的结构，横截面呈同心圆状，放射状的生长节和纵向的生长纹理（脊与沟之交线也反映颜色深浅之间、光泽同差异），就像树木的年轮似的；

（2）有自然的瑕疵，如小白点、小黑点、小斑点，都很正常，为天然的证据，并非不良品；

（3）质地致密，油脂光泽，温润可人，色泽亮丽；

（4）加盐酸气泡（有损鉴定一定要在边角，不显眼处）；

（5）利用简便仪测定物性参数，其折射率为 1.49~1.65；相对密度在 2.5~2.8 之间，硬度 3~4；

（6）有荧光效应。

2、红珊瑚的仿制品

（1）染色骨制品，通常是用牛骨、驼骨或象骨等动物骨头染色或涂层后仿制的珊瑚。



可依据珊瑚与骨类各自的结构特点进行区分。

a、横切面，珊瑚具有放射状、同心圆状结构，骨制品则具圆孔状结构；纵切面，珊瑚具连续的波状纹理，而骨制品具断续的平直纹理。另外珊瑚还有白心、白斑等特点。

b、另外，二者颜色特征不同，珊瑚红色为自然产生，通体一色。染色骨制品表里不一，并且会掉色，颜色可变浅，涂层者表面会有脱离，钻孔处呈现白色

- c、断口：珊瑚性脆，断口较平坦；骨制品性韧，断口呈参差不齐的锯齿状。
- d、珊瑚与稀酸反应，而骨制品不与酸反应。
- e、珊瑚扣之声脆悦耳，骨类沉闷混浊。

(2) 染色大理岩

染色大理岩不具有珊瑚的构造，而呈粒状结构，颜色分布于颗粒边缘，染色剂勾勒出其粒状结构，用蘸有丙酮的棉签擦拭时，棉签会被染色。染色大理岩与稀酸反应，反应后的溶液呈红色，而红珊瑚与稀酸反应，溶液依旧是白色。



图 3-4-25 染色大理岩仿红珊瑚

(3) 染色贝壳

染色贝壳常用来仿制粉红色珊瑚。贝壳表面呈珍珠光泽，具有层状结构，染色后颜色在层间聚集。可用溶剂擦拭



图 3-4-26 染色贝壳

四、珊瑚的优化处理及其鉴别

1.漂白

珊瑚通常要用双氧水漂白去除杂色。还可将深色漂白成浅色。黑珊瑚可漂白成金黄色，暗红珊瑚可漂白成粉红色。

2.染色

将白色珊瑚浸泡在红色或其他颜色的有机染料中染成相应的颜色。染色制品可用有机试剂（丙酮）检测其褪色现象或放大观察染剂在缺陷处的富集现象。



染色珊瑚

3.充填处理

用高分子聚合物充填多孔的劣质珊瑚。充填处理的珊瑚，密度低于正常珊瑚。热针实验有胶析出。

五、珊瑚的质量评价

珊瑚的质量评价从颜色、块度、质地和做工精细程度四方面进行，其中颜色是最重要的因素。

1、颜色

工艺上对珊瑚颜色的要求是纯正而鲜艳。对于钙质珊瑚来讲以红色为最佳，红色质量排列为鲜红色、红色、暗红色、玫瑰红色、淡玫瑰红色、橙红色。白珊瑚以纯白色为最佳，依次为瓷白色、灰白色。有机珊瑚中的黑色珊瑚、金黄色珊瑚都是很名贵的。

但是由于民族文化习俗直接影响着人们对颜色的选择性接受，如阿拉伯人和中国人喜欢鲜红色，欧洲人喜欢粉红色。

2、块度

要求越大越好，大而完整。高大者可做雕刻佳品，小者做小件首饰。块度越大越好。高30cm以上、主干直径3cm以上为上品。

3、质地

质地致密坚韧、无瑕疵者为好，有白斑、白心者为次。而有虫蛀或虫眼、多孔、多裂纹者价值低。

4、加工工艺

造型新颖美观。一般来说，在国际市场上珊瑚原料的价格是以公斤为单位定价的；大株的优质红珊瑚则按株论价；特级红珊瑚以克计价。

除造型美观外，还要看雕刻工艺的精细程度。艺术品的文化内涵越丰富，表现在工艺上

就是做工越精细。

六、珊瑚的产出

红珊瑚：中国台湾，占世界总产量 60%，年捕捞量 20000 公斤。此外意大利、西班牙、突尼斯等国也是红珊瑚的优质产地，产于水深 100—300 米。

白珊瑚：主要产于日本、台湾东岸、澎湖及南沙群岛，产于水深 100—200 米。

七、珊瑚的保养与护理

由于珊瑚的硬度低，而且脆弱、抗腐蚀性差，所以要格外小心爱护来保持其迷人的色彩与光泽。

1、对贵重珊瑚饰品的保养

- (1) 珊瑚对酸和挥发性药物非常敏感与脆弱。
- (2) 在存有化学性物质、挥发性物质、化妆品的地方，珊瑚饰物不宜存放。
- (3) 因红珊瑚硬度差，不要与硬物接触和相碰，以免摩擦损伤，更要防止掉落地面碎裂。

(4) 避免高温、香烟熏或温泉浴。

(5) 当长时间不用时，最好用丝绸或绒布包好放在阴凉通风的地方保存。

如果发现珊瑚有污垢，可以将珊瑚浸于温水中，然后用软刷沾一些肥皂或中性洗洁剂，轻轻刷去污垢，然后用清水洗净，阴干、擦拭即可。

2、对贵重珊瑚饰品的护理

- (1) 避免重击、碰撞，以免宝石脱落损坏。
- (2) 避免接触化学药品、酸、碱性液体及香水等。
- (3) 请每次使用后用软布擦拭，妥善保管。
- (4) 经常泡清水、抹清油，使珊瑚永远“光亮生辉”。
- (5) 备多件珊瑚首饰根据季节调换之，用以保“亮丽如新”之功效。
- (6) 镶嵌的红珊瑚项链、手链、坠链常年贴身佩戴是活血保健最佳圣品。

第十六章：贵金属

课题：贵金属

学时：2

教学目的和要求：熟悉黄金、铂、银等贵金属的物理化学性质及贵金属的计量单位。

教学重点及难点：黄金、铂、银等贵金属的物理化学性质及贵金属的计量单位；

教学方法及手段：讲授

教学过程：

第十六章：贵金属

首饰发展至今，根据应用的不同需求，逐渐分出了不同的类别。例如：按制作材料分出贵金属首饰和非贵金属首饰。

首饰常用金属须具备几个条件：①美观，耐酸、碱；②耐用，有一定硬度和延展性；③稀少，有一定价值。由于这些条件限制，今天用在首饰上的金属，只有黄金、K 黄金、K 白金、铂金、白银、钯金等。

人们习惯把以黄金、白银和铂族金属为主要原料制作的首饰称为贵金属。

一、金

属称“黄金”。

1、金的物理化学性质

- (1) 颜色：黄色，金属光泽。

(2) 具有极好的延展性。
(3) 纯金硬度低，摩氏硬度 2.5 级。
(4) 化学稳定性强，不溶于酸和碱，在空气中不氧化。但溶于王水和氰化物及碘化钾溶液等。

- (5) 金的熔点为 1063.430C。
(6) 在 200C 时，相对密度 19.2。
(7) 具良好的导热性和导电性。

2、纯金与 K 金

(1) 纯金（也称足金）：一般金量超过 99%即为足金。市场上称为“二九金”。99.9%为千足金，99.99%为“四九金”。

金的纯度识别可根据：颜色黄中泛赤；密度大、手感沉；掷于硬质材料上声音沉闷、无弹性；硬度小、延展性强，易弯不断。此外，专业机构还可根据划痕与标准色板比较，耐烈焰灼烧能力，首饰上的印鉴等区别。

纯金虽然具备如上的优良品质，但却易磨损且不易保持细微花纹。为了改善这方面的性能，同时降低成本、获得多种不同的颜色，人们将黄金与适量的其它金属熔炼在一起制成了合金，根据其英文名称 Karat gold，被简称为 K 金，并将纯金分成了 24 等分，因而 1K 代表其中含有 (100/24) %的 Au。

(2) K 金：国际上常用 K 的数目大小来表示含金量，即 K 金。每 K 为 4.166%。

①22K 金：含金量 91.67%，含少量的银和铜。

特点：泛黄色，硬度较黄金略强，可用于镶嵌大的单颗宝玉石。

②18K 金（最流行）：含金量 75%，含银 14%，含铜 11%。

特点：青黄色，硬韧适中，延展性较为理想，适合镶嵌各种钻石、翡翠和其它宝玉石，制作的饰品不易变形。

③14K 金：含金量 58.33%，一般含银 10%，含铜 31.48%。

特点：与 18K 金相比色泽偏深，质地坚硬，也有相当的韧性和弹性，是欧美常用的首饰制造的材料。

④9K 金：含金量 37.5%，银铜比例一般为 1 比 5。

特点：色泽呈赤黄色，坚硬易断，延展性差，只宜制作一些简单的饰品。

3、白 K 金

白 K 金常作为铂金的理想替代品。

白 K 金是一种黄金和银、铜的合金，外表常镀铑，呈银白色，外观酷似铂金。

4、金的产地

南非、俄罗斯、美国、加拿大、中国、巴西等。中国黄金主要产于胶东、豫西、黑龙江和陕甘川地区。

南非是全球最大的黄金资源拥有国，已查明资源储量为 3.1 万吨；第二是俄罗斯约有 7000 吨；中国目前已探明黄金储量达 6328 吨，居第三位。

三十多年来，我国的黄金工业发展速度非常快，平均年递增率在 10%左右，1978 年中国黄金产量仅为 19.67 吨，2007 年黄金产量达到 270.5 吨，首次超过南非，成为全球第一产金大国，此后连续蝉联全球第一，2010 年中国黄金产量已高达 340.876 吨。

二、铂

需要特别注意白色 K 金。这类材料俗称 K 白金，名称与外观均与铂金材料相似，但其中是不含“铂”的。

市场上销售的铂金绝大多数是含铂量大于 90%的铂钯合金。其中，含铂量大于 990‰者

称为足铂，印记为“足铂”或实际含量；含铂量大于 950%称为 950 铂，印记为“铂 950”或“PT950”；含铂量大于 900%称为 900 铂，印记为“铂 900”或“PT900”，由于它相对较硬，常用于制作镶宝石的首饰。

铂俗称“白金”。其基本性质：

- (1) 铂为银白色，金属光泽，其色泽为纯洁、高雅的象征，是镶嵌钻石的最由材料。
- (2) 相对密度：21.43
- (3) 摩氏硬度 4.5 级
- (5) 化学稳定性强，不溶于酸和碱，但溶于王水。
- (6) 熔点：17720C
- (7) 延展性好
- (8) 具良好的导热性和导电性。
- (9) 很好的推化剂

产地：集中于南非、俄罗斯和加拿大。中国资源少（不到 1%）

三、银

包括高纯色首饰银和普通首饰银。前者又分宝银和纹银。宝银即纯银，质地较软，只适宜做简单首饰；纹银亦称足银，是中国旧时的一种标准银，纯度为 93.54%，质软，比宝银稍硬，也只适于做简单首饰。后者指在宝银或纹银中加入少量其他金属（如铜）所制成的合金材料，其韧性好，有较好延展性，同时表面较纹银抗氧化能力强，适于制作首饰。其中，市场上常用含银 92.5%+紫铜 7.5%的材料，称之 925 银，印记为“银 925”或“S925”。

1、物理化学性质

- (1) 白色、金属光泽
- (2) 相对密度：10.49
- (3) 延展性好，仅次于金
- (4) 化学性能稳定
- (5) 熔点：960.80C
- (6) 白银具有极强的杀菌能力，被称为“永久性杀菌剂”。
- (7) 白银具有“验毒”的功效

(2)、首饰银的类型

- (1) 足银（纹银）：中国旧时的一种标准银，纯度 93.54%。
- (2) 纯银（宝银）：纯度较纹银高，质地和黄金一样软，大多数用于简单的首饰制作。
- (3) 普通饰银（白银）：在纯银中加入部分铜，可使之形成较坚硬的首饰银，即白银。

富有韧性，并保持原有的延展性。

四、常见的一些印鉴

1、黄金饰品

黄金的标记为“G”或“GLOD”，在其前标有 22K、18K 等成色记号。例“18KG”或“18K GLOD”。

2、铂

铂的标记有”P “、“Pt”等，在其前或后面标是 950、900 等千分含量记号。

例含铂量大于 950%称为 950 铂，印记为“PT950”；

3、白 K 金 例“18WK”

4、镀金饰品

例“18KGP”

5、白银

白银的记号为：“S”。镀银符号为“SF”。例市场上常用含银 92.5%+紫铜 7.5%的材

料，称之 925 银，印记为“银 925”或“S925”。

五、贵金属的计量单位

1、国际通用的计量单位

国际标准为毫克（mg）、克（g）、千克（kg）

2、欧美的计量单位

多用盎司（oz）、磅（lb）、格令（gr）。

1 lb=14.58833 oz, 1 oz=31.035g

1 gr=0.0648g

3、中国的计量单位

旧时多用钱、两、市斤和公斤。

1 两=10 钱， 1 钱=10 分

从 1987 年 3 月 1 日起，中国实现了法定计量单位，贵金属计量单位统一用国际标准计量单位。

第十七章：合成宝石方法及宝石优化和仿制

课题：合成宝石方法及宝石优化和仿制

学时：3

教学目的和要求：熟悉合成宝石的几种主要方法；熟悉常见宝石优化处理方法及其鉴别；熟悉几种主要仿制宝石的一般特征以及鉴别方法。

教学重点及难点：合成宝石的几种主要方法；宝石优化处理方法及其鉴别

教学方法及手段：讲授

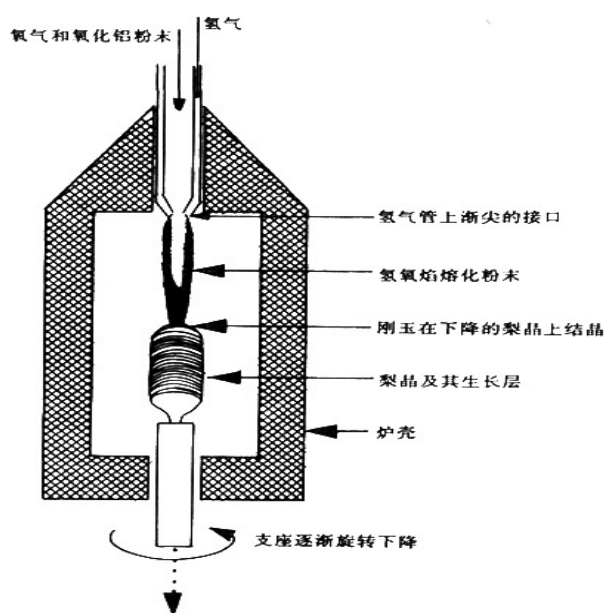
教学过程：

第一节、合成宝石的几种重要方法

一、焰熔法（维尔纳叶法）

用 O₂ 和 H₂ 产生的高温火焰熔化宝石原料粉末，离开火焰的熔体凝固结，生成宝石材料的方法。

焰熔法生长宝石过程如图所示：



在 O₂ 和 H₂ 燃烧器的上方，是一个装原料粉末的料斗。将经过专门制备，符合一定纯度和膨松度的原料置于其中。通过与料斗所连接振动器的作用，原料粉末随 O₂ 一起均匀下落，经过燃烧的 O₂、H₂ 高温火焰时，原料粉末在瞬间被熔化，并在向下滴落时离开火焰。

在火焰的下方，有一个可旋转下落的工作台，其上常常预先人为放置了雏晶。滴落到雏晶上的原料熔体冷凝结晶，逐渐长大成可利用的宝石材料。通过调整工作台下落的速度，保持生长宝石材料的顶部与火焰接触，处于熔融状态，以便先生成的宝石材料能与后滴落的原料熔体有机地融合。

生长结束，因生长期间温差很大，生长出的宝石内聚集了大量的应力，在后期的切磨过程中会裂开甚至不规则碎裂，因此需用锤轻击长成的晶体，使之裂成两半，或者对其实施高温退火处理，以消除部分的热应力。



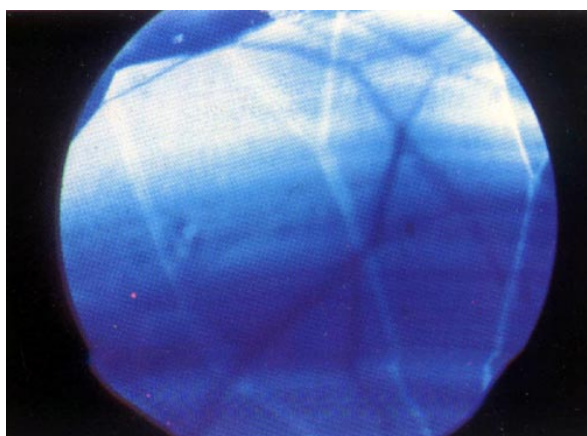
梨 晶



产品外形

焰熔法生产成本低，生长速度快，生长工艺较简单，因而是最早实施且至今仍广泛应用的一种方法。但该方法生长的宝石质量相对较差。市场上大部分人工生长的刚玉和尖晶石都用焰熔法长成，另外还可以长成金红石和钛酸锆等。

焰熔法生长的宝石具有弯曲的色带和生长纹、未熔化的原料粉末、球形的气泡等由生长工艺所带来的鉴别特征。

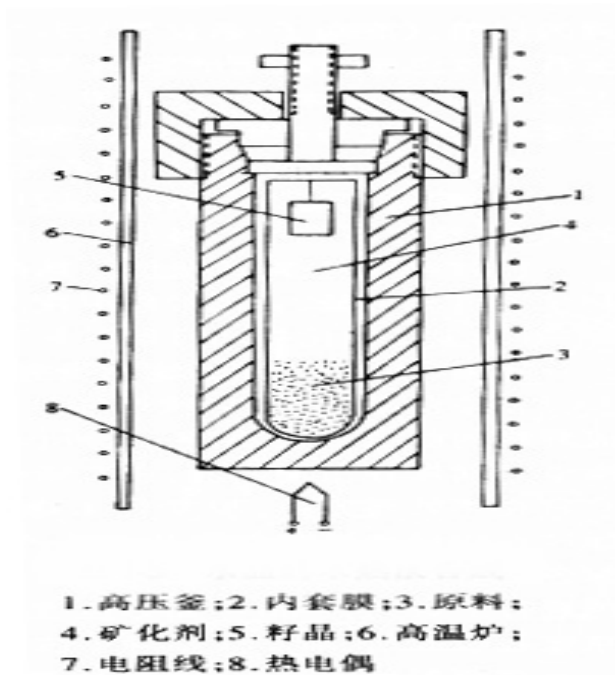


弧形生长纹

二、水热法

将宝石原料溶解到相应的高温高压溶剂中，达到饱和状态后，通过降低温度，使宝石组

分过饱和析出，生成宝石材料的方法。
水热法生长宝石过程如图所示：



选择一个名为“高压釜”的可密闭容器，将宝石原料和适量的相应溶剂置于其中，将容器密闭，置于炉中加热。达到需要的温度时，适量的溶剂产生的蒸汽压亦刚好符合要求，宝石原料开始溶解，逐渐形成宝石组分的饱和溶液。通过将“高压釜”的不同部位预先设置成温度有高低不同，在“高压釜”内形成了相对高温的溶解区和相对低温的生长区。

处于溶解区的宝石原料不断地溶解到溶剂中，并向着温度、浓度较低的生长区扩散；处于生长区的雏晶（常常是人为预先放置）表面，则不断地发生来自溶解区的宝石组分的过饱和析出，宝石逐渐长大。两个区域之间如果能形成良好的对流，宝石的生长将能顺利地进行，直至宝石原料全部耗尽（实际生产常常需要打开容器添料）。

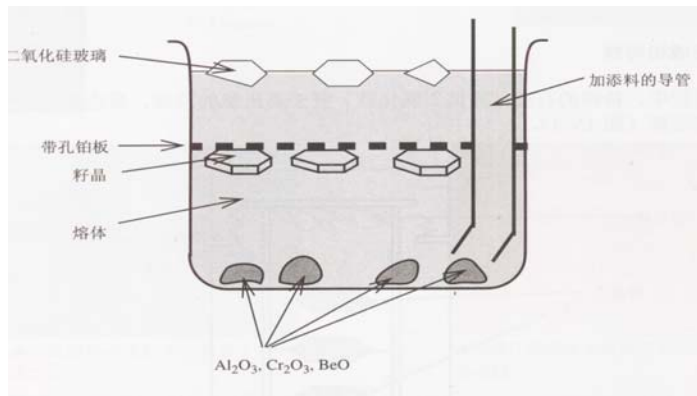
水热法合成宝石的特点：

- 1、装置费用高，内压大，有一定的危险性。
- 2、在生长过程中，无法观察和调节生长发育状况。
- 3、晶体生长速度慢，周期长。
- 4、晶体晶形好，优质。
- 5、常用来生长的宝石有各种颜色的水晶、祖母绿、红宝石等

三、助熔剂法

将一类名为“助熔剂”的低熔点材料加热熔融，然后使宝石原料熔解于其中，达到饱和状态后，通过降低温度或蒸发熔剂，使宝石组分过饱和析出，生成宝石材料的方法。

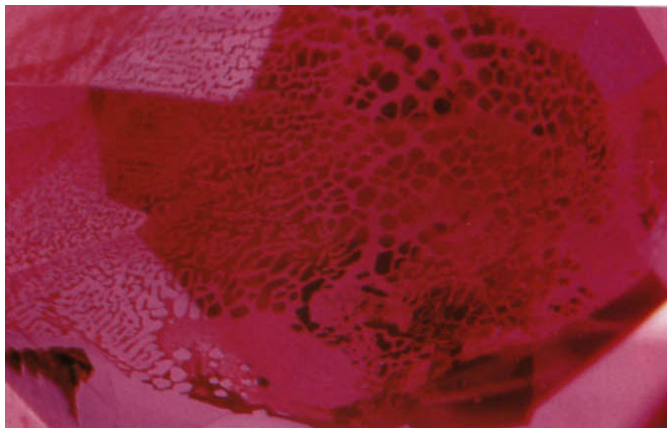
助熔剂法生长宝石过程如下图所示：



根据需要生长宝石品种的特点，选择相应品种和数量的助熔剂，并将两类物质充分地混合，将其置于耐高温的金属坩埚中加热。低熔点的助熔剂将率先熔融，然后宝石原料逐渐溶解其中，形成宝石组分的饱和熔体。

助熔剂法的特点：

- 1、助熔剂法应用广泛
- 2、所用设备简单、方便易行
- 3、生长温度低
- 4、该方法生产速度慢，周期长，晶体小

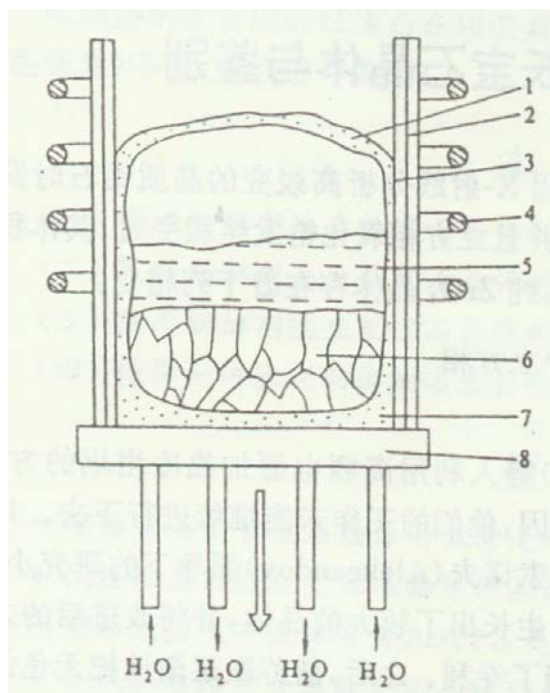


助熔剂包

四、冷坩埚法（熔壳法）

通过直接加热熔融宝石原料，使在原料外围形成一个自闭性坚硬外壳，无需使用耐高温的金属作为坩埚，就可以实现熔体中宝石生长的一种方法。

冷坩埚法目前只能用于立方氧化锆的人工生长，其生长过程如下图所示：



1.熔壳盖 2.石英管 3.水冷用铜管 4.高频线圈（RF）

5.熔体 6.晶体 7.未熔料 8.水冷座

在一个由内部联通的铜管制成的容器中，放入压结的粉状立方氧化锆原料，并将其置于高频感应炉中。

使用高频感应炉的目的是为了直接加热宝石原料，而高频加热对受热对象的基本要求是必须导电。冷坩埚法之所以只能用于立方氧化锆的人工生长，就是因为只有其原料具有这样的性能。

但是，氧化锆的原料只有在高温时才具有这样的性能。因此，生长时需要先在原料中放入可导电的金属锆，其在感应场中受热熔融，带动其周围的氧化锆原料变热，因导电而熔融，并通过这种方式使熔融的区域逐渐向外扩展。人们常称此为“引熔技术”。

五、高温超高压法

通过高温超高压条件，促进某些固体材料发生结构的变化，直接转变成人们所需要同成分另一种结构的宝石材料。

高温超高压法目前主要用于金刚石的人工生长。

将石墨与适量以铁、镍为主的金属熔媒充分混合，放入由叶腊石制成的容器中。然后将其置于高压设备中，利用该设备提供的高温超高压条件，石墨将发生内部结构的改变，成为人们所需要的金刚石。

第二节、宝石的优化处理

根据记载，远在公元前 2000 年，人们就开展了针对玛瑙的改善。进入二十世纪以来，随着晶体物理学研究的深入，人们进一步了解了各种宝玉石的性质与呈色机理，能够有意识地改变宝玉石的颜色、透明度等，并且随着科学技术的进步，使多种针对宝玉石改善的过程得以实现，因此宝玉石的改善工作日益普及与深入。

优化宝玉石：

由自然界产出，经运用传统的、被人们广泛接受的使宝玉石潜在的美显示出来的方法改善之后，具有瑰丽的外观、较高的稳定性且不具有危害性，可加工成装饰品的材料。

处理宝玉石：

由自然界产出，经运用非传统的、尚不被人们接受的使宝玉石潜在的美显示出来的方法

改善之后，具有瑰丽的外观、较高的稳定性且不具有危害性，可加工成装饰品的材料。

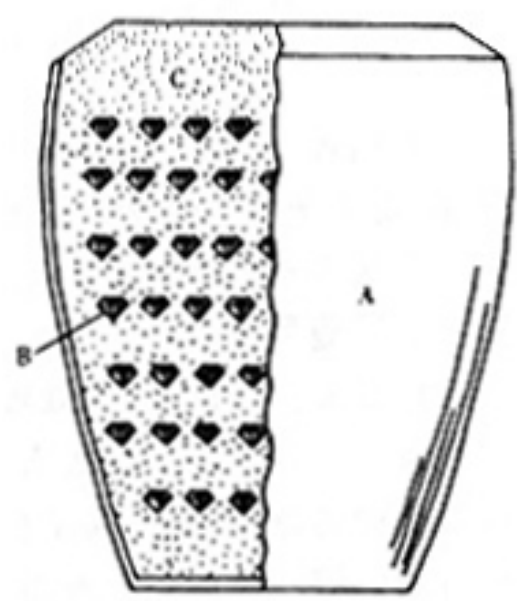
常见的优化方法包括：热处理、漂白、浸蜡、浸无色油、染色（玉髓、玛瑙类）等；常见的处理方法包括：浸有色油、充填（玻璃充填、塑料充填或其他聚合物等硬质材料充填）、浸蜡（绿松石）、染色、辐照、激光钻孔、覆膜、扩散、高温高压处理等。

一、热处理

热处理是指通过加热的方式，使宝玉石所含的致色离子价态与含量发生改变，调整内部晶体结构，消除部分包裹体、双晶等缺陷，从而改善宝玉石的颜色和透明度的一种方法。热处理可能用于各种宝玉石，但目前主要用于红宝石、蓝宝石、锆石、绿柱石、玛瑙等的改善。

二、表面扩散处理

表面扩散处理是指在热处理的过程中，通过人为设置，使宝玉石所需的致色离子在外围形成正浓度梯度，并借助于高温状态下宝玉石样品的活化，实现致色离子向宝玉石内部的迁移，从而改善宝玉石颜色的一种方法。扩散处理目前主要用于刚玉类宝石，尤其是蓝宝石的加色。



A. 坩埚 B. 样品
C. 加入的化学试剂

宝石表面扩散热处理示意图

三、辐照处理

利用高能微粒作用于样品，使样品产生内部结构的点状缺陷（俗称色心），从而改善宝石颜色的一种方法。辐照处理主要用于改善钻石、托帕石、水晶等的颜色。

辐照源可以是放射性元素或可产生高能微粒的设备（如各式反应堆、电子加速器等）。最简单的辐照处理是将样品与放射性元素放在一起，现在一般是将样品放入能产生高能微粒的设备中实施。

在辐照处理过程中应该注意：

- ①产生颜色的均匀性，因此在处理时注意转动或翻动样品；
- ②避免样品受热炸裂或其他损坏，辐照时具有较高的温度，应采取相应的冷却措施，如加入循环冷却水，或周期性地将样品暴露于空气中冷却；
- ③要有足够的辐照剂量，以取得满意的颜色深度；
- ④辐照致色的宝玉石，如颜色不稳定或不理想，可结合加热法使颜色稳定或改变；
- ⑤经辐照处理的宝玉石，一般在处理初期都含有一定量残余放射性，要经过一段时间的放射性衰变后，对人体无害了才能出售。

经过辐照处理的宝玉石一般没有明显的识别特征，可能存在的识别依据一是对残余放射性的测试，二是内外部的热损伤。当然，对于具体的品种，有时我们可以注意到其颜色就已经与天然品或其仿制品有所不同。

经过辐照处理的宝玉石一般没有明显的识别特征，可能存在的识别依据一是对残余放射性的测试，二是内外部的热损伤。当然，对于具体的品种，有时我们可以注意到其颜色就已经与天然品或其仿制品有所不同。

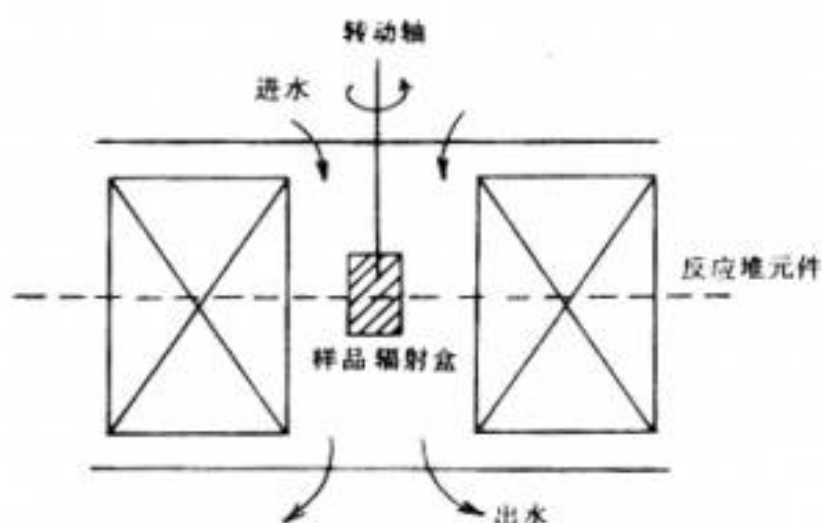


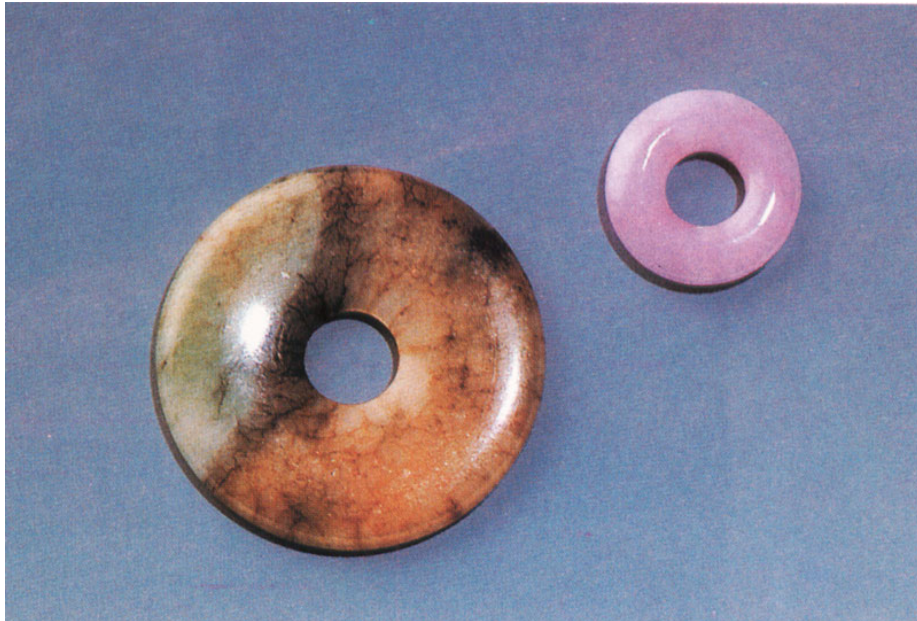
图 7-7 宝石在辐照设备中的放置

宝石辐照处理示意图

四、染色处理

染色是宝玉石处理常用的、有悠久历史的一种化学方法。它通过将染料人为地加入宝玉石体内、使之呈现鲜艳的色彩。染色可以针对各类宝玉石品种，尤其是玉石和有机宝石。各类宝玉石染色的操作方法大致相同，不需要太多的设备，只需将其放于染料中浸泡一段时间，不需要过高的温度。被染宝石需要有一定的孔隙，以便染料渗入，这对玉石和有机宝石来说没有任何问题，因其含有大量的原生孔隙；但对于单晶宝石，则需要人工制造裂纹，然后再进行染色。

经过染色宝玉石的识别特征是：①颜色呈网状顺着裂隙分布；②常常会使蘸有丙酮的棉签着色；③可能看到染料的吸收光谱；④可能看到染料特殊的发光特征。



染进的颜色顺裂隙呈蜘蛛网状分布

染色的方法：

- 1、浸色：例石英岩和大理岩玉
- 2、糖酸处理：例欧泊的染黑处理、多孔玉髓的染黑处理。
- 3、硝酸银处理：珍珠的染黑处

染色处理宝石的特点：

- 1、大多数有机染剂可使粘有丙酮的棉球着色。
- 2、吸收光谱可显示出染料的存在。
- 3、紫外线下的荧光显示有机着色剂的特征。
- 4、颜色分布取决于宝石的裂隙和相对孔隙度。
- 5、有机染料着色的宝石稳定性差，无机染料着色的比较稳定。

五、漂白

漂白是通过化学药品与宝玉石发生化学反应，去除宝玉石中的不良杂质的一种方法。根据所用的药品可分为两类：

一类是采用氯气、次氯酸盐、过氧化氢（双氧水）、以及亚硫酸盐等，漂白珍珠、象牙、珊瑚等有机宝石，这是一种传统的宝石改善方法，其产物一般不需要识别。

另一类是采用盐酸、氢氟酸等酸液，处理玉髓、虎睛石、翡翠等玉石以及裂隙中充填有铁质的单晶宝石，通过化学溶液与铁发生反应而达到去除杂色的目的，如果对宝石的影响较大，则称为酸处理而非漂白，强酸处理往往是其他处理的前奏，或伴随有其他的处理方式。经过此类改善的宝玉石，一般需要在与其对应的天然品之间比较时，才能发现它们之间的差异，进而将其识别出来。

六、充填处理

充填处理是将外来物质如油、蜡、塑料等注入宝石体内，充填于裂隙、孔隙、颗粒间隙中，以达到隐藏裂隙、增强宝石韧性，甚至部分改善宝石颜色的效果。常见的有浸油（浸无色油、浸有色油）、注蜡，注胶、塑料充填、玻璃充填等。

经过充填处理的宝玉石，可能在放大观察时呈现出不自然的干涉色闪光，可能因充填物溢出造成包装纸浸润，也可以通过热针试验发现针尖上的液珠。

充填处理常见方法：

1、注胶处理

2、注油处理

充填处理的特点：

1、能掩盖宝石的裂隙，提高宝石的色彩。

2、充填物往往的稳定，受热容易氧化变质，发黄或炭化。

3、加工后充填物常显示出与宝石材料不同的外观。

常见改善宝玉石品种名称

珠宝玉石基本名称	改善方法	效 果	改善类别
钻石	激光钻孔	改善净度	处理
	覆膜	改善颜色	处理
	充填	改善净度	处理
	辐照（附热处理）	改善颜色	处理
	高温高压处理	改善颜色	处理
红宝石	热处理	改善颜色	优化
	浸有色油	增色	处理
	染色	增色	处理
	充填	增加透明度	处理
	扩散	增色或产生星光效应	处理

珠宝玉石基本名称	改善方法	效 果	改善类别
蓝宝石	热处理	改善颜色	优化
	扩散	增色或产生星光效应	处理
	辐照	改变颜色	处理
	辐照	改善光线和颜色	处理
绿柱石	热处理	去除杂色，产生粉红色	优化

	辐照	产生黄色、蓝色	处理
	覆膜	产生绿色外观	处理
祖母绿	浸无色油	改善外观	优化
	浸有色油	增色	处理
	聚合物充填	改善颜色、耐久性	处理
海蓝宝石	热处理	产生纯正蓝色	优化

珠宝玉石基本名称	改善方法	效 果	改善类别
石英	热处理	产生黄色、无色	优化
	辐照	产生紫色、烟色	优化
	染色	用于仿宝石	处理
长石	覆膜	改善外观	处理
	浸蜡	改善外观	处理
	辐照	产生颜色	处理
方柱石	辐照	产生紫色	处理
坦桑石	热处理	产生紫蓝色	优化
锂辉石	辐照	产生紫色、绿色	处理
红柱石	热处理	改善颜色	优化

第三节、主要的仿制宝石

一、玻璃

1、类型

(1) 冕牌玻璃

配料：74%纯净石英砂、20%苏打、6%的碳酸钙。

(2) 铅玻璃

含氧化铅，其特点是折射率高、色散强、密度大、硬度随氧化铅的含量高而变小。

2、玻璃的一般特征

(1) 硬度：5—6

(2) 断口：贝壳状

(3) 相对密度：2.4—4.2

- (4) 脆性大、韧性差
- (5) 折射率：1.44—1.70
- (6) 发光性：在 SW 下呈强荧光
- (7) 光性：均质体
- (8) 包体特征：气泡、不规则的旋涡纹
- (9) 导热性：差、触摸有温感

二、塑料

特征：

- 1、硬度：1.5—3
 - 2、相对密度：1.05—1.55
 - 3、韧性强、不易碎
 - 4、光性：均质体
 - 5、折射率：1.55—1.66
 - 6、紫外荧光下呈强荧光
 - 7、导热性：差、触摸有温感
 - 8、包体特征：气泡、旋涡纹及弯曲的色带
- ## 三、人造立方氧化锆（CZ）



- 1、化学成分： ZrO_2
- 2、晶系及晶形：等轴晶系、常呈块状



- 3、光泽：强玻璃光泽、亚金刚光泽
- 4、相对密度：5.6—6.0
- 5、折射率：2.15—2.19（不可测）
- 6、发光性：一般呈黄色—黄绿色荧光
- 7、光性：均质体
- 8、色散：0.060
- 9、硬度：8.5
- 10、包体特征：内部一般比较洁净、有时可见未熔氧化锆粉末、气泡。



立方氧化锆中气泡

四、合成碳化硅



- 1、化学成分：SiC、常含有 Al、Fe、Cu、Mg 等微量元素
- 2、晶系：六方晶系
- 3、光泽：亚金刚光泽
- 4、相对密度：3.22
- 5、折射率：2.65—2.69（不可测）
双折射率：0.043
- 6、发光性：惰性
- 7、光性：一轴晶正光性
- 8、色散：0.104
- 9、硬度：9.5
- 10、包体特征：金属小粒、小白点组成线状
- 11、热导仪：钻石反