



国家骨干高等职业院校
优质核心课程系列教材



宝玉石鉴定与加工专业 >>>

宝石鉴定

◎ 主编 杜中文 王健行

地质出版社



国家骨干高等职业院校优质核心课程系列教材

宝 石 鉴 定

主编 杜中文 王健行

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是根据《江西应用技术职业学院国家骨干高职院校建设项目——宝玉石鉴定与加工技术专业建设方案》的要求编写,采用“项目导向加任务驱动”编写体系,注重“教中学,学中做”的有机衔接,是为适应高职高专院校宝石专业宝石鉴定课程“教-学-做一体化”教学改革需要而编写的。

全书共分六部分,介绍了有关宝石的物理性质、宝石的化学成分、宝石中的内含物、宝石的分类和命名、宝石鉴定仪器、宝石鉴定各论等知识,总结归纳了大量的宝石鉴定特征和方法。本书可作为高职高专宝玉石鉴定与加工技术专业教材使用,也可供珠宝爱好者使用。

图书在版编目(CIP)数据

宝石鉴定/杜中文等主编. —北京:地质出版社,
2014.1

ISBN 978 - 7 - 116 - 08689 - 0

I. ①宝… II. ①杜… III. ①宝石—鉴定—高等职业
教育—教材 IV. ①TS933

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 004242 号

责任编辑:罗军燕

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 82324340

印 刷:北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm¹/₁₆

印 张:11.75

字 数:280千字

印 数:1—1000册

版 次:2014年1月北京第1版

印 次:2014年1月北京第1次印刷

定 价:19.00元

书 号:ISBN 978 - 7 - 116 - 08689 - 0

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

本书是根据《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高[2006] 16号）《教育部、财政部关于支持高等职业学校提升专业服务产业发展能力的通知》（教职成[2011] 11号）的文件精神和《江西应用技术职业学院国家骨干高职院校建设项目——宝玉石鉴定与加工技术专业建设方案》的要求，在珠宝行业的工作任务以及我院多年教改经验的基础上，编写而成的一部教材。

《宝石鉴定》依据宝玉石鉴定与加工技术专业核心就业岗位——珠宝鉴定的典型工作任务及其工作过程来建立学习情境，设置训练项目，并为学生的实践训练提供规范与标准，实现理论与实践教学的相互渗透、学训结合，融“教-学-做”为一体，提升学生职业能力。

教材包含宝石的物理性质、宝石的化学成分、宝石中的内含物、宝石的分类及命名、宝石鉴定仪器和宝石鉴定各论等内容。本书以职业能力培养为核心，将珠宝鉴定国家标准融入教学内容。锻炼学生的岗位综合能力，让师生在“做中教，做中学”。

《宝石鉴定》是基于工作过程为导向的项目式人才培养创新教材，突出了以项目为导向，以工作过程为主线，以任务为基础，以学生为中心，以教师为主导的教育教学理念。使学生知道为什么学——专业技能是生存、发展的基础；学什么——学习的内容是工作技能；怎样学——通过实际操作实现学习的目的。突出了职业与实践特色，解决了理论与实践结合的教材衔接问题。

本书由江西应用技术职业学院杜中文编写。基础知识以“够用、实用”为原则，对结晶学和矿物学部分的内容进行了适当的删减，同时参考了其他职业院校的教学经验与成果，编者谨表谢意。同时，感谢陈洪冶教授对本教材编写工作的鼎力支持，感谢湖南益阳蓝天珠宝公司的李彪总经理对本书提出的宝贵意见，感谢徐明教授、汪文凤老师、李春华老师的支持。云南国土资源职业学院王娟鹃教授审阅了书稿，提出了中肯的修改意见，编者谨致谢意。

由于笔者水平有限，难免有疏漏之处，恳请各位同行批评指正！

编 者
2013年7月

目 录

前 言

学习情境 1 宝石的物理特性	1
任务 1 宝石的力学特性	1
任务 2 宝石的光学特性	3
任务 3 宝石的其他物理特性	7
学习情境 2 宝石的化学成分	9
任务 1 化学成分分类	9
任务 2 类质同象	12
任务 3 同质多象	14
任务 4 宝石矿物中的水	14
学习情境 3 宝石中的内含物	16
任务 1 包裹体及其分类	16
任务 2 包裹体的识别	18
任务 3 其他内含物	19
学习情境 4 宝石的分类及命名	21
任务 1 珠宝玉石的分类	21
任务 2 珠宝玉石的相关定义及命名规则	21
学习情境 5 宝石鉴定仪器	24
任务 1 10 倍宝石放大镜和宝石显微镜	24
任务 2 折射仪	26
任务 3 分光镜	29
任务 4 二色镜	34
任务 5 偏光镜	35
任务 6 紫外灯	40
任务 7 滤色镜	42
任务 8 相对密度的测量	42
学习情境 6 宝石鉴定各论	45
任务 1 钻石	45
任务 2 红宝石和蓝宝石	56
任务 3 祖母绿及绿柱石类宝石	64
任务 4 金绿宝石	73
任务 5 其他常见宝石	79
5.1 锆石	79

5.2	水晶	82
5.3	尖晶石	86
5.4	橄榄石	90
5.5	托帕石	93
5.6	长石	95
5.7	碧玺	98
5.8	石榴子石	102
任务6	翡翠	107
任务7	软玉	120
任务8	其他常见玉石	130
8.1	蛇纹石玉	130
8.2	独山玉	132
8.3	绿松石	134
8.4	欧泊	136
8.5	石英质玉石	140
8.6	青金岩	144
8.7	鸡血石	147
8.8	寿山石	150
8.9	孔雀石	152
任务9	珍珠	155
任务10	其他有机宝石	170
10.1	珊瑚	170
10.2	琥珀	173
10.3	煤精	175
10.4	象牙	176
10.5	龟甲	179

学习情境 1 宝石的物理特性

【任务描述】 理解宝石的力学、光学特点，运用所学知识解释宝石的各种物理现象。

【知识目标】 掌握解理、裂理、断口、硬度、韧性、脆性、相对密度等宝石力学概念，理解颜色、透明度、光泽、多色性、折射率、双折射率、色散、特殊光学效应的形成机理，了解宝石的电学、热学特性。

【能力目标】 找出物理特性之间的区别与联系，能运用所学知识对宝石现象进行解释。

【相关知识】 宝石物理特性以及其特殊的光学效应是宝石的重要性质，美丽、稀有、耐久是宝石的三大基本属性。比如，宝石的硬度要大于7，因为空气中弥漫着石英和长石的细小颗粒，如果低于7则容易被磨损。宝石物理性质是鉴定宝石的主要依据，对宝石加工也有重要影响。

任务 1 宝石的力学特性

宝石的力学特性是宝石在外力作用下表现出来的各种特性。

一、解理、裂理、断口

1. 解理

宝石受到外力作用后，沿一定结晶学方向裂开成光滑平面的性质称为解理，其破裂面为解理面。解理是宝石固有的性质，是由晶体结构所决定的，具有方向性。同一个方向称为一组解理，而一个方向可以裂开成无数个面。晶体中不同方向的键力不同，键力最弱的方向容易产生解理。不同宝石的解理发育程度和组数不同，同种宝石具有相同的解理。

按照解理产生的难易程度分为：完全解理、中等解理、不完全解理、无解理。完全解理的宝石如：托帕石、萤石、方解石等；中等解理的宝石如：钻石、长石、金绿宝石等；不完全解理的宝石如：橄榄石、磷灰石、锆石等；无解理也称为极不完全解理的宝石如：石英、碧玺、尖晶石等。利用钻石的解理特性，可以将其劈开，去掉杂质部分。严格地说，具有完全解理的宝石不宜制作成首饰，加工时要特别注意，如托帕石具有一组平行于底面的完全解理，加工时要求台面与解理面夹角 5° 左右，以保证不会裂开。

解理在鉴定宝石过程中十分有用，例如，紫晶与紫色方柱石的性质相似，而紫晶无解理，紫色方柱石具有一组中等和一组不完全解理；钻石的腰棱可能出现因解理而造成的“须状腰”，可帮助区别其仿制品；翡翠中的翠性又称“苍蝇翅”，是解理面的闪光，是鉴定翡翠的依据之一。

2. 裂理

裂理又称为裂开，是宝石矿物在外力打击下有时可沿一定结晶方向裂开成平面的性

质。裂开面又称为裂理面。裂理的形成与包裹体和机械双晶有关，是由外因引起的，而解理是宝石固有的属性，两者有本质的区别。宝石裂理的发生具有偶然性，最常见的是刚玉的裂理。

3. 断口

断口是指宝石受到外力作用后出现的一种随机性无方向的破裂。解理与断口是此消彼长的关系，解理越发育，断口就越不发育，反之亦然。解理只在晶体材料中才出现，而断口在大多数宝石中都出现。某些断口可以作为鉴定依据，如玻璃破裂后形成弯曲的断口，称为贝壳状断口，这种断口常出现在非晶质宝石或者解理极不发育的宝石中，如石英、绿柱石等。发育在纤维结构宝石上的断口常呈锯齿状、参差状，被称为锯齿状断口，如软玉。其他的断口对宝石鉴定用处不大。

二、硬度

硬度是指宝石抵抗外界刻划、压入、研磨的能力。衡量某种材料的硬度有两种标准：绝对硬度和相对硬度。其中，绝对硬度是用核定质量的压痕器在材料上施压，然后测定压痕直径和深度算出的精确值。

宝石鉴定中提到的硬度都是相对硬度，是通过选用自然界中 10 种常见的能获得高纯度的矿物互相刻划，排列出硬度的高低顺序而得来的，即摩氏硬度计。10 种矿物硬度按从小到大的顺序是：

- ①滑石 ②石膏 ③方解石 ④萤石 ⑤磷灰石
⑥正长石 ⑦石英 ⑧黄玉 ⑨刚玉 ⑩金刚石

摩氏硬度计中的 10 种矿物之间的绝对硬度差值不是均匀的（图 1-1），例如，滑石与刚玉之间的绝对硬度差值要远远小于刚玉与金刚石之间的绝对硬度差。

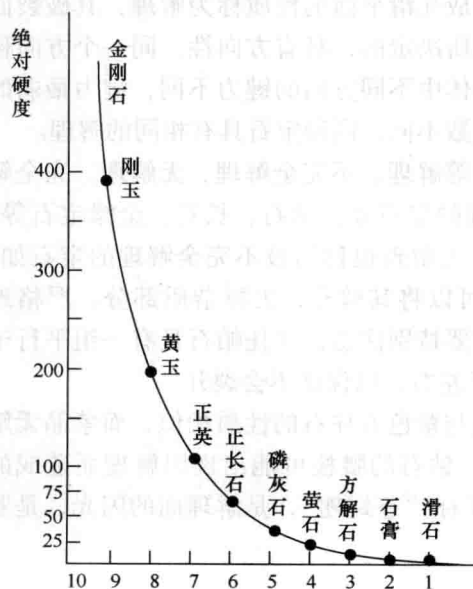


图 1-1 矿物摩氏硬度图示

宝石的硬度取决于宝石晶体结构和成分。晶体结构的对称性和异向性导致不同方向上的硬度有差异，这种性质称为差异硬度。钻石的硬度在平行八面体方向上大于立方体和菱形十二面体，所以用钻石可以切割钻石。蓝晶石平行 c 轴方向上的硬度为 4.5，垂直 c 轴方向上的硬度为 6.6，又称为“二硬石”。

硬度测试不宜用于宝石成品的鉴定，若使用硬度笔测试应从低硬度开始，确保在宝石上只留下一条痕迹。

三、韧性和脆性

韧性是宝石抵抗破碎的能力，而容易破碎的性质被称为脆性。硬度大的宝石不一定韧性强，例如钻石的摩氏硬度虽然达到了 10，但具有脆性，如果在佩戴的时候碰到“巧力”便可

能裂开。锆石硬度为7.5，与较软的物质相接触而发生“纸蚀”现象。集合体的材质往往韧性比较强，如玛瑙是由许多隐晶质石英聚集而成，矿物微晶交织在一起具有很强的抵抗破碎的能力。黑色钻石是黑色微晶形式的钻石，具有高韧性，有很高的工业价值。

常见宝玉石韧性从强到弱顺序为：黑色钻石、软玉、硬玉、红宝石、蓝宝石、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。

四、相对密度

宝石的相对密度是指宝石在空气中的质量与同体积的水在4℃时的质量之比。宝石相对密度是由宝石矿物的化学成分和晶体结构所决定的，还受到形成环境的影响，因此具有一定的范围。

相对密度是鉴定宝石的重要依据之一，可以利用静水力学法和重液法测定。

任务2 宝石的光学特性

宝石的光学特性是评价和鉴定宝石的重要标志，是宝石在光的作用下对光的吸收、反射、折射以及干涉和衍射所产生的综合效果。

一、颜色

宝石的颜色是光照射在宝石上，经过反射、透射、折射、漫反射以及选择性吸收等作用后，剩余的可见光的组合。颜色是评价宝石最直观的特征，影响宝石的价值。

1. 颜色的成因

宝石的颜色是宝石对自然界中可见光选择性吸收后的补色。宝石的颜色取决于光源。白光由7种不同的色光混合而成（图1-2），当宝石选择性吸收某些波长的色光时，则反射或透射出这些色光的补色（图1-3），宝石就呈现出颜色。如照射到宝石上的白光中的绿光被宝石吸收，宝石即呈现绿色的补色——红色。当光源发生变化时，人眼感知到的宝石的颜色就会发生改变，宝石基本的体色不会发生改变，只是因为宝石对光源进行了选择性吸收后剩下的光发生了改变。另外，光波的多次反射、散射、干涉等作用也可以影响宝石的颜色。

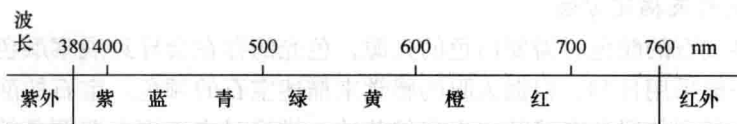


图1-2 可见光中的七色光与波长

2. 致色元素

宝石的颜色常由一些元素导致，被称为致色元素。致色元素常见的有钛、钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜这八种过渡型元素（表1-1）。当致色元素为宝石化学成分中的主要

成分时, 宝石为自色宝石。自色宝石是由化学成分中的主要成分致色, 是由于宝石本身内在原因引起的颜色, 其颜色很少变化。如橄榄石, 致色元素铁是主要成分, 属于自色宝石, 其颜色呈黄绿色。当致色元素为宝石的次要成分时, 宝石为他色宝石。他色宝石纯净时往往是没有颜色的, 当微量的致色元素存在时导致其出现颜色。如刚玉类宝石, 不含致色元素的时候是无色的, 当含有微量的铬时, 出现红色; 含有微量的铁和钛时, 则出现蓝色。纯净的硬玉是白色的, 铬元素的存在导致其呈现绿色, 铁元素则导致其呈现红色、黄色。自色宝石品种较少, 颜色变化少。大多数宝石都是他色宝石, 不同的致色元素会使宝石颜色发生很大的变化。



图 1-3 颜色互补关系

表 1-1 常见致色元素离子及有关矿物的颜色

离子	颜色	举例	离子	颜色	举例
Cu^{2+}	蓝	蓝铜矿	Ti^{4+} 、 Fe^{2+}	蓝	海蓝宝石
	绿	孔雀石	Mn^{4+}	橙红	锰铝榴石
Ni^{2+}	绿	绿玉髓	Mn^{2+} 、 Mn^{3+}	玫瑰	菱锰矿
CO^{2+}	玫瑰	钴华			红帘石
	蓝	钴玻璃	Cr^{3+}	绿	翡翠、祖母绿、变石
Fe^{2+}	绿	橄榄石		红	红宝石
Fe^{2+}	黄	金绿宝石	V^{2+}	绿	合成刚玉仿变石
	红	赤铁矿、石榴子石	Ti^{4+}	红、金黄	榍石、金发晶

3. 颜色三要素

颜色的三要素分别是色调、饱和度、亮度。

色调 又称色相, 是指颜色的类别, 即黄、蓝、红、绿等各种色。

饱和度 又称色品, 是指白光的混入程度。通常用色光和白光混合的比例来定量表示, 也可以用很深、深、中等、浅、很浅来粗略划分。

亮度 又称强度, 是指色彩的明亮程度。可以用宝石的视觉透射率描述, 取决于宝石和照射光线的相互作用以及宝石的琢磨质量。亮度还可以简单地用高、中、低来表述。

4. 颜色的观察及描述方法

通常在观察宝石的颜色时需要白色的光源, 色光的存在会导致观察颜色的误差。颜色的观察及描述一般采用目测, 根据人眼的感觉来描述宝石的颜色。宝石的颜色往往不是单一的色调, 如翡翠中的绿色有偏黄, 也有偏蓝的, 描述时应该把次要颜色放在前, 主要颜色放在后, 即: 黄绿、蓝绿。为了减少视觉误差, 也采用对比法, 如钻石确定颜色级别的时候常采用一套标定颜色级别的比色石, 把样品分别与比色石的颜色进行比较来确定颜色。评价高档彩色宝石的颜色时, 可以利用分光光度计对颜色三要素进行定量分析, 再比较宝石的色卡评定色级。

二、透明度

透明度是宝石允许可见光透过的程度。宝石的透明度取决于宝石的化学成分、内部结构、宝石的厚度，甚至包裹体、裂纹等因素。宝石越厚越大，透明度相对低，包裹体和裂纹越多，透明度也相对减少。宝石透明度一般划分为5个级别：

透明 透过宝石能清晰地看到物体，如水晶、冰洲石等。

半透明 光线能透过宝石，底像模糊，如红宝石、碧玺等。

亚透明 部分光线能透过宝石，但看不见底像，如玉髓。

次亚透明 宝石边缘能透过很少光线，如黑曜岩。

不透明 光线不能透过宝石，如绿松石、青金岩等。

三、折射率、双折射率

两种相接触的介质，其入射角与折射角的正弦之比为折射率（ N ）。光从空气入射到某种介质的折射率称为绝对折射率。对于某种宝石，折射率是一个常数，是鉴定宝石的重要依据之一。

均质体宝石只有一个折射率值，如钻石、尖晶石等。非均质体宝石中一轴晶有两个主折射率值，如碧玺、水晶。二轴晶宝石有三个主折射率值，如橄榄石、托帕石。

非均质体宝石的最大折射率值与最小折射率值的差值就是双折射率。如：红宝石的两个主折射率值为1.762/1.770，双折射率为0.008。

四、光泽

光泽是宝石表面对光的反射能力，反映了宝石表面的明亮程度，取决于宝石的折射率和抛光程度。宝石的光泽如下：

金刚光泽 是钻石所特有的、非常明亮的光泽。

半金刚光泽 高折射率宝石所具有的、接近于金刚光泽的类型，如锆石、楣石、钙铁榴石等。

玻璃光泽 宝石反射出像玻璃一样的光泽，如红宝石、碧玺、祖母绿等。

金属光泽 金属和少数宝石能呈现的一种光泽，如金、银、黄铁矿和抛光过的赤铁矿。

油脂光泽 非常细微的粗糙表面使光线漫反射的结果，如石英断口处的光泽、软玉的光泽。

蜡状光泽 由隐晶质或细微颗粒显示的光线漫反射的结果，比油脂光泽更弱，如绿松石。

树脂光泽 硬度较低、折射率低的一些宝石常出现的光泽，如琥珀。

丝绢光泽 由于纤维构造所产生的反光现象，如孔雀石、虎睛石。

珍珠光泽 由许多细微的平行面形成的、类似于珍珠所特有的反光和干涉现象。

五、色散

当一束白光穿过有两个倾斜面的透明介质时，将分解为波长不同的光谱色。因为白光

中不同波长的色光的折射率不同，波长较长的光折射率小，波长较短的光折射率较大。当光穿过透明的宝石时，也出现类似的现象，如果切割得当，被分解的光谱色会从宝石的冠部射出，从而形成“火彩”。钻石表面常闪烁着五颜六色的火彩，就是色散导致的。不同宝石对光的分解能力不同，也就是色散的能力不同，钻石表面闪烁的火彩比其他宝石强，说明其色散能力强于其他宝石。色散量通过光谱带中的红光和紫光的宝石折射率差值来表示。通常以太阳光谱中 B 线（686.7nm）和 G 线（430.8nm）的光所测得的折射率差值来表示。某些宝石的火彩常常被体色所掩盖，如墨西哥的火欧泊。

六、多色性

多色性是非均质有色宝石在透射光照射下，不同方向显示出两种或三种颜色的现象。这是由于光线进入非均质体宝石后会发生分解，不同平面偏振光的选择性吸收不同则残余色不同，从而出现多色性。一轴晶宝石光线分解为常光和非常光，可能出现两种颜色，称为二色性。二轴晶宝石有三个振动方向，可能出现三种颜色，称为三色性。

宝石的颜色常常是两种颜色的混合色。通过二色镜可以观察宝石的多色性。某些多色性很强的宝石用肉眼就能观察到明显的多色性，比如红柱石不同方向出现的红/绿/橙褐色。

如果见到宝石具有多色性，说明宝石一定是非均质体；如果见到宝石有三色性，说明是二轴晶宝石；不存在多色性，不能说宝石就是均质体。多色性的强弱与宝石双折射率的大小无关。多色性对鉴定宝石起辅助性的作用，还有利于寻找宝石正确的加工方向，例如，红宝石具有红/橙红色的多色性，加工时应该让红色呈现在台面方向。

七、特殊光学效应

当光线与宝石的特殊结构、包裹体等因素发生光的干涉、衍射、反射、折射作用时，会产生特殊的光学效应，使宝石显得更加美丽，增加宝石的价值。

1. 猫眼效应

由于光的反射，某些宝石加工成弧面型的时候，表面会出现一条随着宝石转动而转动的亮带，形似猫的眼睛，称为猫眼效应。产生猫眼效应必须具备以下三个条件：①宝石内含有一组平行排列的针状或管状包裹体；②宝石必须切割成弧面型；③琢磨宝石时底面平行于包裹体所在的平面。

常见猫眼效应的宝石有金绿宝石猫眼、海蓝宝石猫眼、碧玺猫眼、磷灰石猫眼、石英猫眼、方柱石猫眼、蛇纹石猫眼、红柱石猫眼、透辉石猫眼、绿帘石猫眼、透闪石猫眼、孔雀石猫眼等。其中最著名的是金绿宝石猫眼，属于金绿宝石的一个亚种，可以直接称为“猫眼”，而其他具有猫眼效应的宝石必须在前面加上宝石种名。

2. 星光效应

星光效应与猫眼效应一样，都是由光的反射所导致。通常呈现 4 或 6 道，个别为 12 道光线的效应。例如刚玉类宝石含有三组互成 120° 的金红石针状包裹体，当切割成弧面型且底面与金红石针所在的平面相平行时，便产生了六射星光效应。

常见星光效应的宝石有铁铝榴石、绿柱石、海蓝宝石、尖晶石、透辉石、柱晶石、堇青石、顽火辉石等。

3. 变彩效应

变彩又称晕彩,是指光线投射到薄膜上发生衍射作用而产生干涉,产生单一颜色或一系列颜色。某些拉长石由于聚片双晶的片状构造,让光线发生光的干涉从而在一个方向上某些波长的波得到加强,另一些波长的波减弱,形成拉长石晕彩。欧泊的结构有助于形成三维衍射光栅,当球粒大小合适的时候,会让射入其中的光发生衍射,而衍射出的光又发生干涉作用,从而产生不同的色斑。随着光的折射角不断变化,转动欧泊会出现颜色变化。

4. 变色效应

对光的选择性吸收是宝石呈现颜色的基本原因。由于入射光线的变化,某些宝石会呈现不同的颜色。变色效应是由于入射光波的改变而使宝石呈现不同颜色的现象。最典型的例子是变石。变石是金绿宝石的一个亚种,在日光下呈绿色,在烛光下呈红色。具有变色效应的宝石还有尖晶石、石榴子石、合成刚玉仿变石、合成变石等。

任务3 宝石的其他物理特性

一、发光性

宝石的发光性是指宝石在外界能量激发下发出可见光的性质,分为荧光和磷光两种。荧光是指宝石受到短波辐射时发出可见光的现象。磷光是当辐射源撤销后,具有荧光的宝石继续发光的现象。宝石的荧光与白光下的基本体色可以完全不同,不同的辐射源下荧光的颜色也可能不同,同一宝石荧光与磷光的颜色和强度也可能不同。

二、电学性质

大多数宝石不导电,导电的宝石,如含有硼的Ⅱb型天然蓝色钻石、合成金红石、赤铁矿等,尤其是天然蓝色钻石的导电性,可以作为鉴定人工致色的依据。

热电性 将石英、碧玺等宝石加热时会在它们的晶轴两端产生电压或电荷,这也是碧玺在太阳光或灯光的照射下可以吸引灰尘而被称为电气石的原因。

压电性 将材料某一方向压缩或拉伸时,在其垂直方向上的两端出现数量相等而符号相反的电荷。水晶具有此性质,常用于钟表行业。

三、热学性质

物体对热的传导能力称为热导率,是以穿过给定厚度的材料并使材料升高一定温度所需要的能量来度量。不同宝石的热传导性能不同,通过对比宝石之间的热导率可以帮助区分宝石。应特别注意的是,对比宝石之间的热导率有很多局限性,仅适用于区分钻石与合成立方氧化锆。

通过加热的方式可以改变宝石的颜色,很多宝石的颜色都要经过热处理,大部分热处理是让宝石颜色变浅,如颜色过深的山东蓝宝石,经过加热处理使其颜色变浅,更利于销售。对于含有大量包裹体和裂纹的宝石在加热处理的时候需要小心,以免炸裂。

【学习指导】 宝石的物理特性决定于宝石的化学成分和内部结构，由其物理性质所表现出来的典型特征是我们对宝石最直接的印象，是鉴定宝石的基础之一。学习时要仔细区别各种性质，并能进行合理的解释。

【练习与思考】

1. 如何区别解理、裂理、断口？
2. 解理在宝石学里有哪些应用？
3. 什么是摩氏硬度计？
4. 什么是差异硬度？
5. 什么是纸蚀现象？
6. 什么是相对密度？
7. 宝石的颜色是怎样形成的？
8. 怎样区别自色矿物与他色矿物？请举例说明。
9. 折射率与双折射率是什么？
10. 光泽的类型有哪些？其代表宝石是什么？
11. 什么是火彩？色散值是用什么来计算的？
12. 什么是多色性？
13. 请列举特殊光学效应的类型，指明其原理并举例说明。
14. 如何理解宝石的发光性、电学性质、热学性质？

学习情境2 宝石的化学成分

【任务描述】为了更好地鉴定宝石，有必要了解宝石的化学成分类型，元素在矿物中的赋存状态和结合方式等相关内容，以及与宝石化学成分紧密相关的几个重要概念（即类质同象、同质多象、宝石中的水）。

【知识目标】了解宝石的化学成分，从而理解宝石的内部结构、物理性质、化学性质的产生原因及其变化，理解宝石的性质、成因与成分间的关系，为全面认识和鉴定宝石打下良好基础。

【能力目标】理解宝石矿物化学成分、类质同象、同质多象、矿物中的水。

【相关知识】宝石的化学成分可以分为两种类型：一种是由同种元素的原子自相结合的单质，如钻石、黄金等；另一种是由元素组成的化合物。化合物可以分为简单化合物，如食盐、黄铁矿等，以及复杂的化合物，如白云石、橄榄石等。按照晶体化学分类，可以将复杂的化合物分为硫化物、氧化物、含氧盐、卤化物等。宝石矿物多属于含氧盐类、氧化物类和自然元素类。

任务1 化学成分分类

一、含氧盐类

大部分宝石都属于含氧盐类，以硅酸盐居多，其他还有磷酸盐、硼酸盐、碳酸盐类。

在含氧盐晶体结构中，含氧酸根呈独立的阴离子团存在，成为配阴离子。自然界中最主要的配阴离子有 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 、 $[\text{PO}_4]^{3-}$ 、 $[\text{SO}_4]^{2-}$ 和 $[\text{CO}_3]^{2-}$ 等，它们呈平面三角形、四面体等各种形状，具有比一般简单化合物的阴离子（ O^{2-} 、 S^{2-} 、 Cl^- 等）大得多的离子半径，但各种配阴离子的形状、半径、电价以及某些化学特性的差别，对矿物的化学成分、物理性质以及成因有决定性影响。

1. 硅酸盐类

在硅酸盐的晶体结构中，硅氧四面体 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 是它们的基本构造单元。硅氧四面体在晶体结构中可以单独存在，也可以以其角顶相互连接而形成多种复杂的络合阴离子。根据硅氧四面体在晶体结构中的连接方式，可以分为以下几种。

(1) 岛状硅酸盐

由单个硅氧四面体或者每两个硅氧四面体共用一个角顶形成双四面体独立存在，彼此之间靠金属阳离子连接，呈孤立的岛状（图2-1）。此类代表宝石有橄榄石、石榴子石、锆石、托帕石、楣石、绿帘石、十字石等。

(2) 环状硅酸盐

由三个、四个或者六个硅氧四面体所组成的封闭的环，即三方、四方、六方环。环内每个四面体以两个角顶分别与相邻的两个四面体相连接，环与环之间靠金属阳离子连接（图 2-2）。此类代表宝石有绿柱石、堇青石、碧玺等。

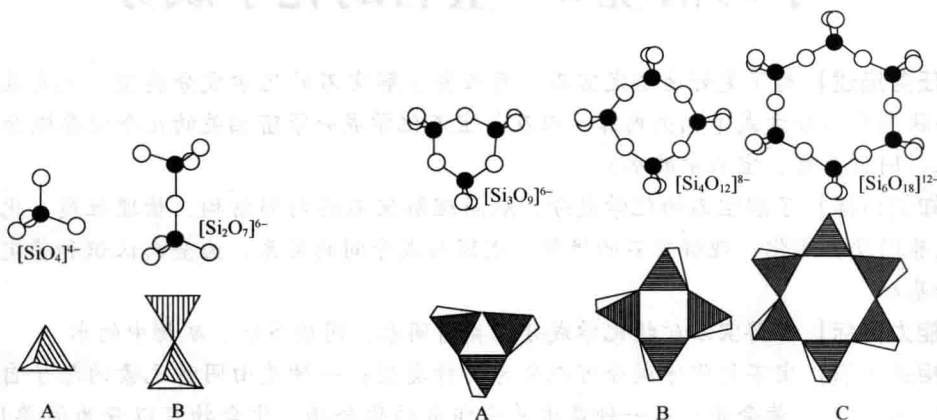


图 2-1 岛状硅氧骨干

- A. 孤立硅氧四面体 $[\text{SiO}_4]^{4-}$;
B. 孤立双硅氧四面体 $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$

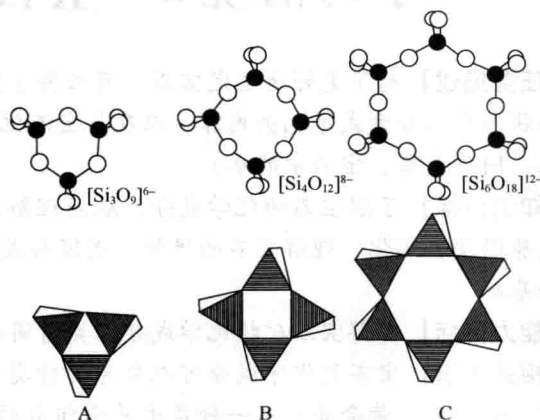


图 2-2 环状硅氧骨干

- A. 三环 $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$; B. 四环 $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$;
C. 六环 $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$

(3) 链状硅酸盐

每个硅氧四面体与两个角顶分别与相邻两个硅氧四面体连接成一条无限延伸的链状，链与链之间通过金属阳离子连接（图 2-3）。此类代表宝石有翡翠、软玉、透辉石、蔷薇辉石等。

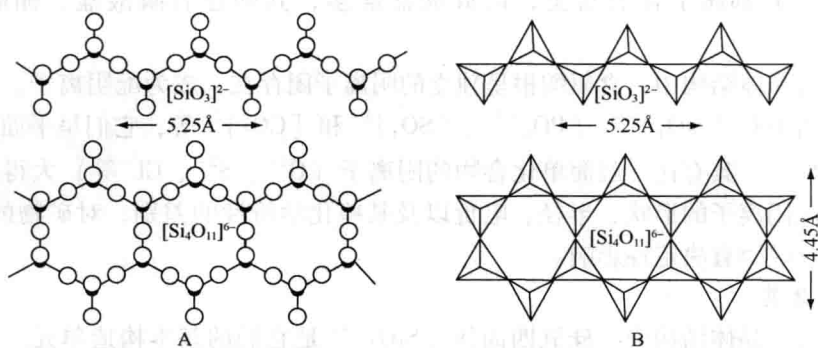


图 2-3 链状硅氧骨干

（据高福裕等，1985）

- A. 单链硅氧骨干（辉石单链 $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$ ）；B. 双链硅氧骨干（角闪石双链 $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ ）

(4) 层状硅酸盐

硅氧四面体成层状连接，两层硅氧四面体层错开形成双层构造（图 2-4）。在硅氧骨

干中，阳离子八面体层中以及双层之间的离子都可以发生离子的替代，常形成黏土矿物。此类代表宝石有蛇纹石、青田石等。

(5) 架状硅酸盐

每个硅氧四面体均以其全部的四个角顶与相邻的四面体连接，组成在三维空间中无限扩展的骨架（图2-5）。此类代表宝石有月光石、日光石、拉长石、天河石、方柱石等。

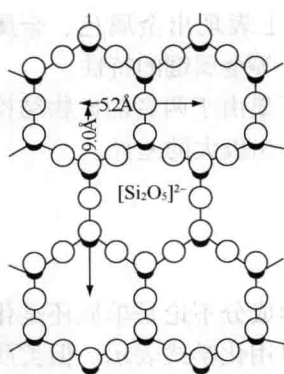


图2-4 滑石层状硅氧骨干

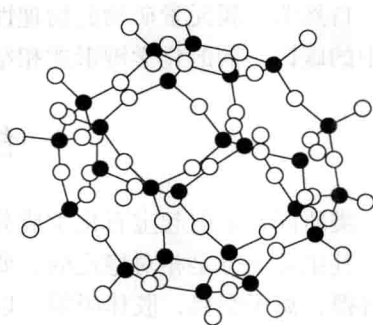
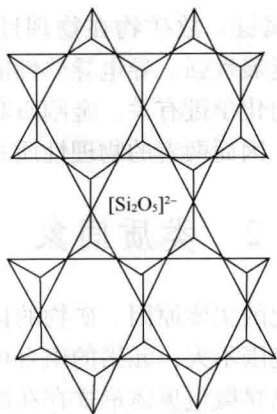


图2-5 方柱石的架状硅氧骨干

2. 硼酸盐

在硼酸盐矿物中 $[\text{BO}_3]^{3-}$ 和 $[\text{BO}_4]^{5-}$ 两种阴离子是硼酸盐的基本构造单位。与硅酸盐类似，它们在晶体结构中可以独立出现呈岛状结构，也可以通过公用角顶连接形成各种复杂的阴离子，形成环状、链状、层状、架状的硼酸盐。此类代表宝石有硼铝镁石。

3. 磷酸盐

磷酸盐矿物含有磷酸根 $[\text{PO}_4]^{3-}$ ，半径较大，半径较大的阳离子才能与之结合成稳定的磷酸盐。此类代表宝石有磷灰石、绿松石等。

4. 碳酸盐

碳酸盐矿物结构中含有碳酸根离子 $[\text{CO}_3]^{2-}$ ，呈等边三角形，碳作为阳离子位于三角形的中央，三个氧离子围绕碳分布在三角形的三个角顶上，C—O之间通过共价键相连，二价金属阳离子与阴离子组成碳酸盐矿物。此类代表宝石有菱锰矿、方解石、白云石、孔雀石等。

二、氧化物类

氧化物是一系列金属和非金属元素与阴离子氧化合而成的化合物，包括含水氧化物。主要的元素有硅、铝、铁、锰、钛、铬等。简单氧化物宝石有红宝石、蓝宝石、石英类、金红石等，还有一些复杂的氧化物，如：尖晶石、金绿宝石等。

氧化物类矿物晶体结构中的化学键以离子键为主，常可形成完好的晶形，如尖晶石、磁铁矿、铬铁矿等；亦常见柱状、粒状、致密块状及其他集合体形态；氢氧化物则常见为