

专题三：宝石的优化处理

- 1 宝石优化处理概述
- 2 热处理
- 3 扩散处理
- 4 染色处理
- 5 辐照处理
- 6 充填处理
- 7 拼合处理
- 8 表面处理
- 9 化学处理
- 10 激光处理

§1 宝石优化处理概述

一、优化处理的概念

天然宝石的优化处理（ Enhancement and Treatment of Gemstone ）是指除切磨和抛光以外，用于**改善珠宝玉石的外观**（颜色、净度或特殊现象）、耐久性或可用性的所有方法。

优化处理可划分为优化和处理两类

优化 (Enhancement) 是指**传统**的、被人们**广泛接受**的使珠宝玉石潜在的美显示出来的优化处理方法，如**加热处理、漂白、浸无色油以及玉髓玛瑙的染色等**。市场上不予声明当作天然宝石出售。

处理 (Treatment) 是指**非传统**的，尚**不被人们接受**的优化处理方法，如**染色处理、辐照处理、表面扩散处理**等。属于处理的宝石在市场出售时，**必须声明**其经过人工处理的真实性。

二、优化处理的历史

将绿色的绿柱石改善成为海蓝色的海蓝宝石；无色的黄玉改善成为蓝色的黄玉；无色的金刚石改善为黄色、绿色、蓝色、粉红色等，可以改善成任何需要的颜色；通过热处理使劣质刚玉变成蓝色或橙色宝石。

在国际市场上出售的彩色宝石，有 80% 是经过优化处理的，刚玉类红、蓝宝石的优化处理品超过 90%。一些改善后的宝石颜色稳定，经久不变，已被公认价值与天然产出品相当。

三、优化处理的意义

由于自然界的资源有限，宝石新矿床的发现速度远远低于社会的需求量，完美无瑕的天然产出品极少。由于天然资源的局限，使供需发生矛盾，决定了人们必须要对那些质量不好的天然宝石进行改善，使其达到制作装饰用材料的要求，从而提高宝玉石的价值和产量，以满足社会对天然宝石的需求。

§2 热处理

一、热处理技术简介

热处理 指将宝石放在可以控制加热的设备中，选择不同的**加热**温度和不同**氧化还原**条件进行**加热处理**，使宝石的**颜色、透明度及净度**等外观特征得到长期稳定的**改善**，从而提高宝石美学价值和商品价值的技术。是一种把宝石潜在美显示出来的方法，也是一种容易操作且优化处理后的珠宝玉石被人们广泛接受的方法。属于“优化”的范围，不需声明。

二、热处理技术的原理

根据宝石在热处理过程中内部变化的机理将热处理的原理分几类说明：

1. 使宝石中**致色元素**改变而产生颜色的变化

对于宝石，加热处理往往将其中的低价态阳离子氧化成高价态，从而使颜色产生变化。**最典型的例子就是带绿色调的海蓝宝石在空气中加热去除绿色，使颜色变成蓝色。**



对于有机宝石如珍珠、象牙、珊瑚、琥珀等，加热处理会使其中的有机质氧化，温度过高会使颜色慢慢变暗变黑，若继续加热即出现“**碳化**”现象。经常利用这个特点，掌握好温度实施有机宝石的“仿旧”处理。

2. 使宝石原有的色心被破坏而引起颜色的变化

色心浓度不一样，显示出来的颜色也不一样，不同色心同时存在，颜色会显示混合色。加热这类宝石，会使色心中的电子可以被激发到更高的能级。若外界给与的能量超过一定能量时，色心中的电子将发生逃逸，色心即被破坏，颜色消除。人们利用这个原理，掌握好加热温度和时间，将能量低的色心颜色消除掉，留下能量高的色心颜色，以达到改善颜色的目的。

例：辐照法改色蓝黄玉，无色黄玉利用辐照处理法得到的样品是褐－棕褐色，这是由不同能量的色心产生的不同颜色混在一起造成的，通过热处理消除低能量的色心，就可以得到漂亮的海蓝色。粉红色黄玉变黄色，紫水晶变黄或绿色，烟水晶变黄绿或无色，也是热处理改变色心造成的。



Topaz 黄玉

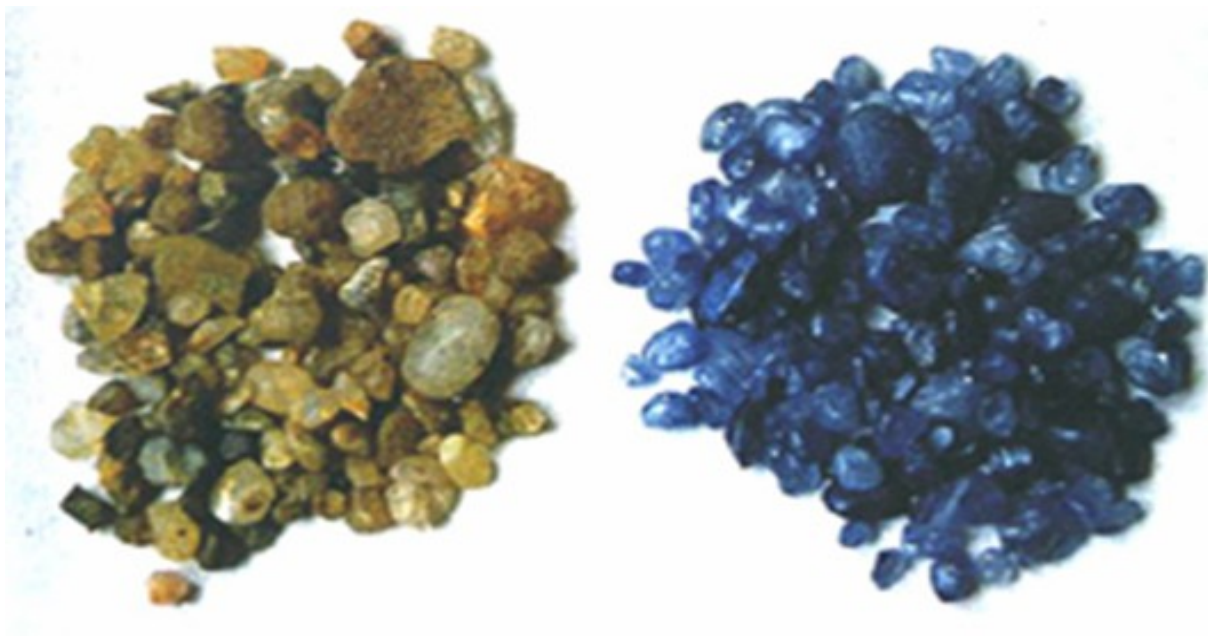
3. 使宝石中的**杂质扩散**或改变存在状态而改变颜色

有些宝石中存在着致色离子，但由于存在状态不好，使宝石颜色不好或不能致色，加热可以使致色离子在宝石内均匀扩散，进入晶格质点位置或晶格缺陷，从而改变宝石的颜色。

如褐色红宝石加热变成红色红宝石，白色蓝宝石加热变成蓝色蓝宝石；有些宝石中的致色离子呈聚合态而使颜色不美，经加热扩散后可形成漂亮的颜色。

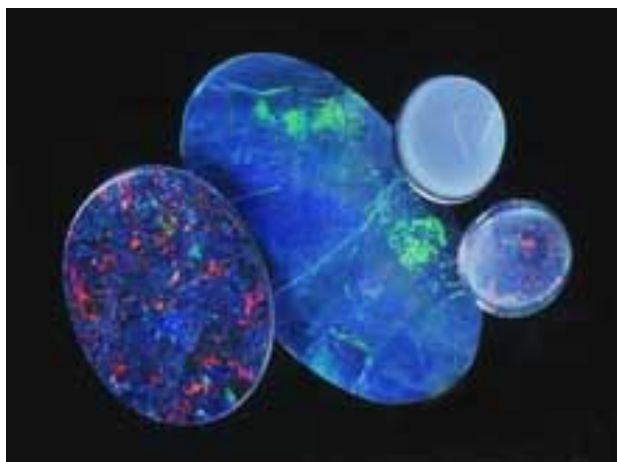


斯里兰卡产出的一种原石叫“究打”（Geuda）刚玉，没有处理前是一种半透明、乳白色、有丝绢光泽的刚玉，称不上宝石，这种刚玉中钛元素以金红石矿物形式存在，若进行高温加热，可以使金红石矿物熔化（此时刚玉矿物不熔化）掌握好操作工艺，使钛元素均匀扩散，就能变成透明、颜色漂亮的蓝色蓝宝石。



4. 使一些含水的宝石发生脱水作用而引起颜色的变化

有些宝石中不仅存在吸附水，而且还含有结构水，在热处理优化过程中，若温度不破坏结构水，则能完成改色任务；若加热温度过高会将结构水驱赶出来，使宝石发生脱水作用，从而破坏宝石的结构稳定。当然，有些宝石在此时也会变色，但这种变色往往是人们不希望的。如欧泊若加热到 300°C 左右就会失水，从而破坏它的变彩效应。粉红色玉髓变橙、红或褐色与脱水作用有关。所以在采用热处理优化珠宝玉石颜色时必须掌握好加热温度。



5. 使某些宝石发生**结晶构型**的变化

有些宝石随着温度的升高，晶格结构类型会发生变化，从而发生颜色变化。例如加热可使低型锆石转化成高型锆石（宝石学中依据锆石中放射性元素影响折光率、硬度、密度的程度将它分为“高型”、“中间型”、“低型”三种），颜色由褐 - 褐红色变成无色透明，人们常用此法获得折光率高的无色锆石作为钻石仿制品；若在还原环境下加热，还可以得到迷人的浅蓝色 - 蓝色锆石。



6. 使某些宝石发生**重组、再生和净化**而达到优化的目的

对于有机宝石如琥珀，在较低的温度下热处理就可以使它软化或熔融，冷却后成透明度高、质地较纯的琥珀，若在软化时加压，还会出现美丽的爆裂花形图案，通常称之为“琥珀花”或“太阳光芒”。



7. 消除宝石中的包裹体，提高宝石的透明度和净度

宝石中经常存在包裹体，有时会影响宝石净度和透明度。高温热处理（常接近宝石的熔点）能把宝石中的不纯包裹体杂质熔解或消除，以达到提高提宝石的透明度和净度的目的，如红宝石的热处理可去除丝光。市场上销售的高档红宝石和蓝色蓝宝石，许多都是经过高温处理的。



8. 温度骤变可能引起珠宝玉石内部产生裂纹

由于绝大部分珠宝玉石是热的不良导体，热膨胀系数比较小，在加热速度太快或冷却过程太快时产生内应力，容易产生裂纹；另外，有些玉石中含有较多的气 - 液包裹体，在高温下可能是这些包裹体发生爆裂，从而产生裂纹或指纹状包裹体。例如蓝宝石中包裹体周围的“晕”。我们还经常利用宝石的这一特性制造许多效果，例如晕彩石英。

工艺条件

在热处理过程中要掌握最佳的处理条件。一般考虑以下五个影响因素：

- (1) 热处理的温度范围和最高温度
- (2) 热处理时升温 and 降温的速度
- (3) 热处理达到最高温度时的恒温时间
- (4) 热处理需要的气氛
- (5) 热处理过程与其它处理条件结合——预处理

三、热处理宝石及其鉴别

热处理刚玉的鉴别特征

经热处理后的红宝石、蓝宝石表现的鉴定特征大致相同

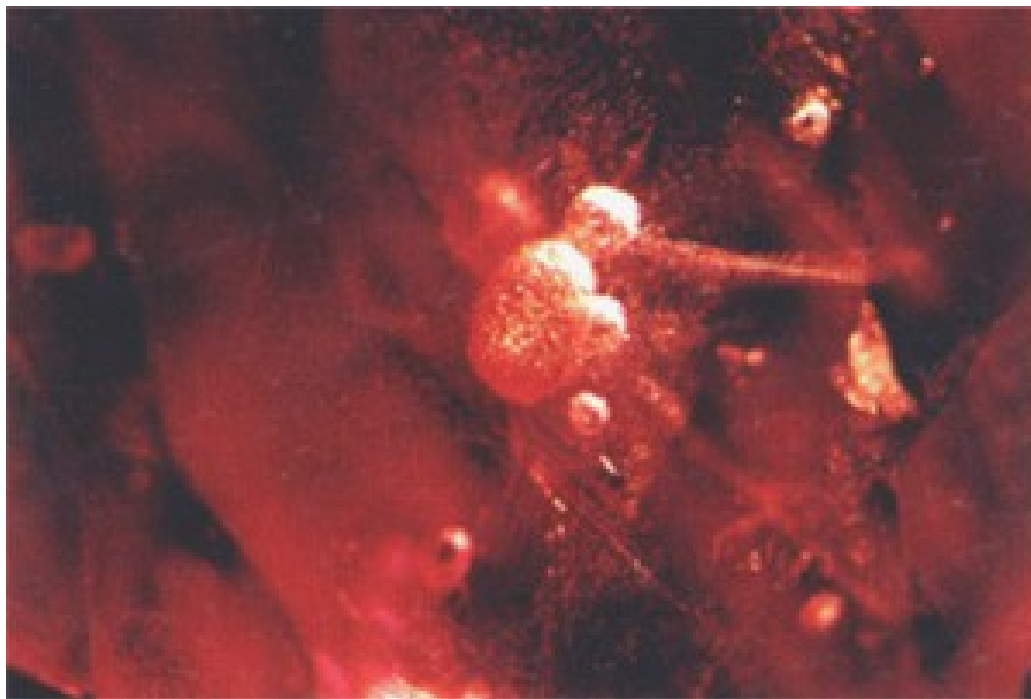
1. 颜色

热处理后的红、蓝宝石可有颜色不均匀的现象，如出现特征的格子状色块、不均匀的扩散晕等。另外热处理前后色带的颜色、清晰度也会发生不同程度的变化。

斯里兰卡 Geuda 刚玉经热处理后呈现美丽的蓝色，其蓝色常集中在一些不规则的色带和色斑里，放大检查可看到这些色带或色斑的颜色是由一些边缘模糊的蓝色质点聚集而成的雾状包裹体。我国山东蓝宝石在热处理后原本的蓝色的色带可转变成无色透明的色带。棕褐色色带可转变成蓝色色带，原本不显示色带的样品热处理后可显示出黄色色带。

2. 固态包裹体

经热处理后的红、蓝宝石其固态包裹体将发生不同程度的变化。红、蓝宝石内部的低熔点包裹体，如长石、方解石、磷灰石等，在长时间的高温作用下发生部分熔解，原柱状晶体边缘将变得圆滑。一些针状、丝状固态包裹体如金红石则随着熔解程度的不断加强转变成断续的丝状、微小的点状等形态。



3. 表面特征

由于高温熔解作用，成品红、蓝宝石的表面会发生局部熔融，因而产生一些凸凹不平的麻坑。为了消除这些麻坑，样品需要二次抛光，二次抛光作用不能保证一次抛光中刻面棱角的完整性，常使原本平直的刻面棱角出现双角棱现象。



4. 流体包裹体

红、蓝宝石内的原生流体包裹体在高温作用下会发生胀裂，流体侵入新胀裂的裂隙中。

5. 吸收光谱和荧光特征

据报道经热处理的黄色和蓝色蓝宝石在台式分光镜下观察，缺失 450nm 吸收带，某些热处理的蓝色蓝宝石在短波紫外光下显示弱的淡绿色或淡蓝色荧光。



石英类宝石

1. 黄水晶

紫水晶加热 (350°C 以上) 可以改变成黄水晶。黄色水晶呈现浅黄色，一般深黄色水晶较少。虽然也有鲜艳的黄水晶，但是数量是极少的，一般由烟、茶色水晶处理而成，黄色中带有邪色 (褐色、茶色等)，并有褪色现象，对光和热是不稳定的，有些随时间流逝会恢复到烟、茶色。

褐色水晶几乎很少，因此可以说市场上所见到的黄褐色水晶，一般都是由烟晶热处理而来的。



紫水晶和黄水晶



烟水晶与石榴石共生



茶晶

2. 绿水晶

某些紫水晶进行热处理可得到绿色水晶；含 Al、Fe 的石英或无色石英进行辐照后再热处理可变成浅绿黄色水晶。绿色水晶自然界几乎没有。市场上所见都是由处理产生的。



3. 无色水晶

某些烟、茶水晶进行热处理，可变成无色水晶；紫色水晶经热处理可以改色成无色水晶（温高于 600°C 以上）。



4. 红色玉髓、玛瑙、东陵石

对含氧化铁的石英、玉髓经加热处理可变成红色石英、玉髓；含氧化铁的玛瑙和东陵石，经加热处理后也可变成红色。

红玉髓



5. 紫水晶

对某些含氧化铁的烟、茶色水晶进行热处理，可改变成紫水晶。



(2) 热处理石英类宝石鉴定特征

对于任何颜色的热处理水晶，其色泽淡而不浓，色调不正，色泽不鲜而发暗。绝大部分热处理水晶无色带，若有则为平行条纹。热处理水晶的颜色对光和热较稳定，个别有褪色现象。

热处理的水晶一般由天然水晶（紫晶、烟晶等）改色而成的，处理水晶与天然水晶在包裹体上的区别是在包裹体的四周是否存在因热应力造成的裂隙的光环。有时在紫晶、黄晶中可看到类似肥皂沫状包裹体（或波纹状）。

§3 扩散处理

一、宝石扩散处理法的简介

表面扩散处理法主要应用于刚玉族宝石和黄玉。这种扩散法处理的刚玉，在国际市场上出现的多为蓝色刚玉，与纯正的蓝宝石的颜色相当。



二、扩散处理法原理（刚玉宝石）

扩散处理的刚玉宝石以蓝宝石的扩散处理法最成熟。蓝宝石的颜色成因，是由 Fe^{2+} -O- Ti^{4+} 之间电荷转移而形成的。扩散处理法原理的核心就是在晶体中引入必要含量的铁和钛离子，以代替刚玉 (Al_2O_3) 分子中的铝。这种**扩散处理需伴随高温热处理**，热处理通常采用刚好低于宝石熔点的温度，在这个温度可以使晶体格架扩大，便于半径较大的致色离子的迁移。致色离子铁和钛在高温热处理下，部分进入到刚玉宝石的**表层**，使宝石呈现出蓝色。

三、刚玉宝石扩散处理的工艺

扩散处理的原料常是无色或淡色透明的天然刚玉，首先要将这些刚玉原料打磨成刻面或圆顶的各种形状、尺寸的毛坯，细磨后不抛光，埋在以氧化铝为主，含有一些致色离子成分的化学药品中，在高温炉中持续加热。加热时间可从 2 小时到 200 小时，升温的范围大约从 1600°C 到 1850°C ，以 $1700\text{—}1800^{\circ}\text{C}$ 为最好。在低于 1600°C 时宝石不变化，在更高的温度下宝石要融化。在加热时，在较高的温度下维持较长的时间，颜色渗入的深度也较大。

有一种“深”扩散法，与在高温下长时间的扩散不同，是采用对宝石进行多重加热的方法，即在宝石冷却后，再重新加热。这种反复多次，多重扩散，处理时间要两个月以上。

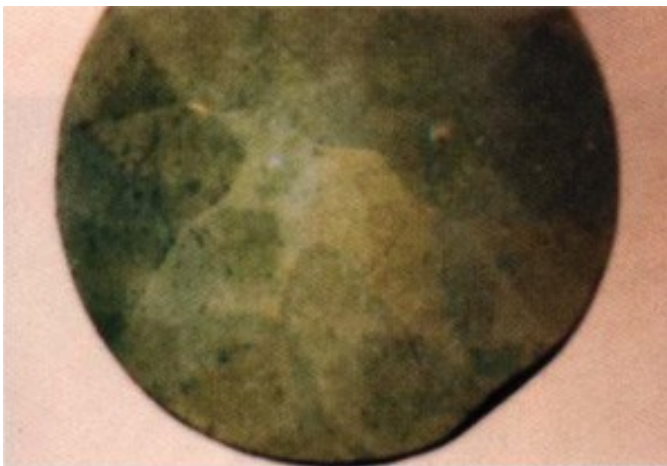
四、对扩散处理刚压宝石的评价

在贸易中对于扩散处理宝石**必须声明**。扩散处理法得到的蓝宝石的颜色，是人工加入了天然成分以外的化学物质，并且颜色只存在于宝石的表层，宝石整体的颜色是不均匀的，内部与外部完全不一致。在销售时**必须明确标出**它是扩散的宝石。

扩散蓝宝石的价格：由于扩散方法与天然宝石的致色离子相同，并且这些致色离子已部分进入了晶体的晶格，产生的颜色等物理化学性质稳定，制备成本也不低，价格就不宜定得太低。1991年美国珠宝商杂志的报价是纯正蓝色热处理蓝宝石每克拉 2100 美元，同样颜色大小的扩散处理蓝宝石每克拉 295 美元。

五、扩散处理的宝石及鉴别

- 1、颜色不均匀，集中于腰、棱及裂隙处；
- 2、由于后抛光，出现多面腰棱；
- 3、由于高温焙烧引起的局部熔融，表面可见到麻坑；
- 4、可能出现异常的吸收光谱、二色性或荧光色；
- 5、对于扩散的星光，其星线过于均匀、完美，且观察不到产生星光的针状包体。



星光蓝宝石(颜色和星光都是用扩散法加到无色宝石表面的, 8.56ct.)

(1) 蓝宝石

国内市场上见到的主要是用 Fe、 Ti 作致色剂的扩散蓝宝石。扩散处理只能在样品表面形成一层很薄的颜色层，根据这一颜色层的厚度又可将扩散分为 I 型扩散处理和 II 型扩散处理（“深”扩散法处理）两种。

I 型扩散处理蓝宝石表面颜色层厚一般为 0.004-0.1mm，II 型扩散处理蓝宝石表面颜色层厚度可达 0.4mm。



扩散处理蓝宝石的鉴定特征：

扩散蓝宝石的原石是无色或浅色的天然刚玉宝石，它的颜色是用高温的方法人工扩散进入晶体的。颜色仅限于宝石的表层，而宝石的核心部分是极浅或无色的原天然刚玉宝石，宝石的颜色层可通过切磨或抛光部分或全部去除。

对扩散宝石进行标准的宝石学测试程序，只能测定出它是刚玉宝石，甚至可以找到天然刚玉的特征。这是因为它的折射率指数、比重、多色性、双折率和硬度等物理性质与天然刚玉没有差别。它的吸收光谱和紫外线荧光也很难提供经过人工扩散处理的证据。

（ 2 ）扩散处理红宝石的鉴定特征：

1. 颜色：表面扩散处理的红宝石，早期产品多为石榴红色，带有明显的紫色、褐色色调。新产品可有不同深浅的红色，但颜色不十分均匀，常呈斑块状。



(2) 扩散处理红宝石的鉴定特征：

2. 放大检查：样品浸在二碘甲烷中用漫反射光观察时，可见红色多集中在腰围、刻面棱及开放性裂隙中，但颜色的集中现象没有表面扩散蓝宝石明显。
3. 荧光：表面扩散处理的红宝石在短波紫外下可见有斑块状的蓝白色磷光。
4. 二色性：样品可具有模糊的二色性，有时表现出一种特殊的黄－棕黄色二色性（天然的一般为红－橙红色强二色性）。
5. 折射率：表面扩散处理的红宝石具有异常折射率，折射率值最高可以达到 1.80（天然的为 1.762-1.770）。



(3) 星光刚压宝石

1. 颜色：处理的星光蓝宝石整体为黑灰色色调的深蓝色，表面特别是在弧面型宝石的底部或裂隙内存在着红色斑块状物质。

2.“星光”特点：“星光”完美，星线均匀，颇似合成星光蓝宝石。在批量样品中，过于完美、整齐的星光与天然星光特点不符。



星光蓝宝石(颜色和星光都是用扩散法加到无色宝石表面的,8.56ct.)

(3) 星光刚压宝石

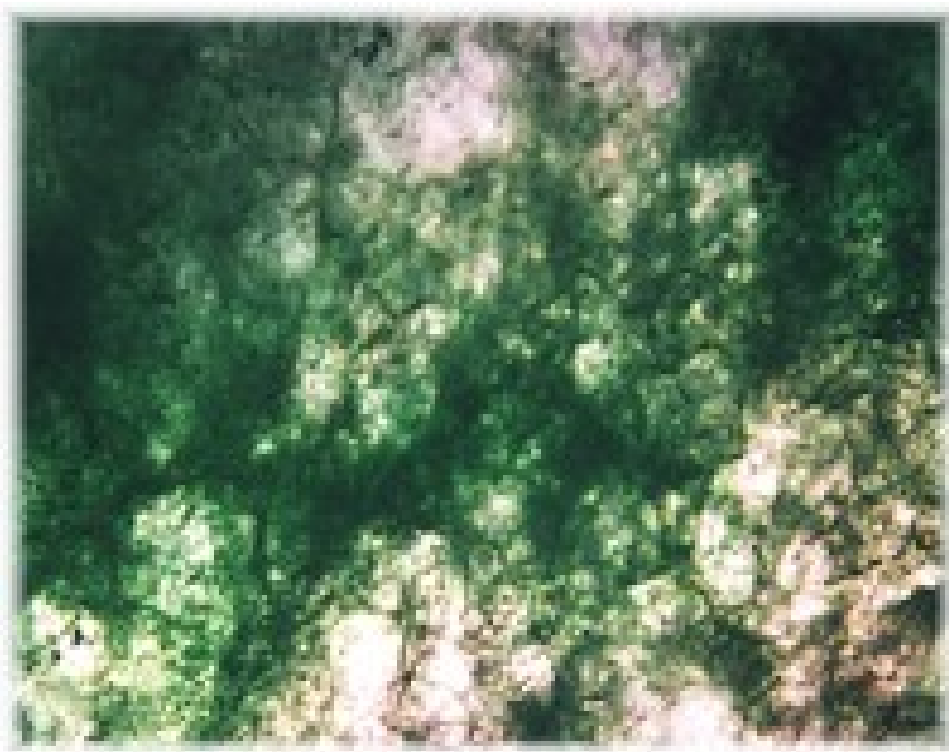
3. 放大检查：显微镜下检查可发现“星光”仅局限于样品表面。弧面型宝石表面有一层极薄的絮状物，他们由细小的白点聚集而成，即使在电子显微镜放大 3000 倍的下也未发现天然星光蓝宝石中存在的几组定向排列的金红石细针。
4. 荧光：在长、短波紫外光下样品无反应。而部分样品表面具有的红色色斑可发红色荧光。
5. 化学成分：样品表面 Cr_2O_3 含量异常。 Cr_2O_3 可达 4%w。

§4 染色处理

一、染色处理技术简介

致色物质渗入珠宝玉石，达到产生颜色、增强颜色或改善颜色均匀性的目的。

将绿色染料渗入无色石英岩内，使其成为绿色，放大镜下呈现丝瓜瓢状。



二、染色处理技术的原理

主要用于颜色浅淡、价值低的宝石的改色，这类宝石通常结构疏松多孔或含有相当多裂纹、裂隙，颜料可渗透进去。当使用**溶剂法**时，染料多为有机的。一旦溶剂蒸发，带色物质就留在了宝石的孔隙或裂隙中。该方法的一个缺点是这些有机染料会褪色。

当使用**沉淀法**，则染色剂多为无机，通过化学反应而沉淀在宝石内部。这种色一般是耐久的。

三、染色处理技术的工艺条件

(1) 对宝石材料的要求

1. 宝石材料要耐热和耐酸碱。因为被处理的宝石材料都必须先用酸或碱清洗，在处理中要加热，有时还需要煮沸。

2. 被处理的宝石材料需要含有一定的孔隙度，以使色料浸入到宝石材料内部。对于那些没有孔隙的宝石，需要人工制造孔隙或裂纹，以便色料进入晶体。

(2) 对染料的要求

1. 染料的颜色要十分接近天然宝石的颜色。
2. 染料要尽量选那些可与宝石内部的元素部分进行化学反应，或能被宝石材料的孔隙吸附的色料。
3. 选择染料时要选择那些不退色的品种。

染绿色元素： Cr 、 Cr_2O_3 ，及重铬酸铵、氯化镍、氧化铜；铁盐等化合物。

染红色元素：硫氰化钾、铁盐、锰盐等浸泡然后加温。

染蓝色元素： CoCl_2 等钴盐、铜盐等。

染紫色元素：钴盐、铁盐、镍盐、钡盐等。

染黑色元素：烟薰、糖酸化、碳等。

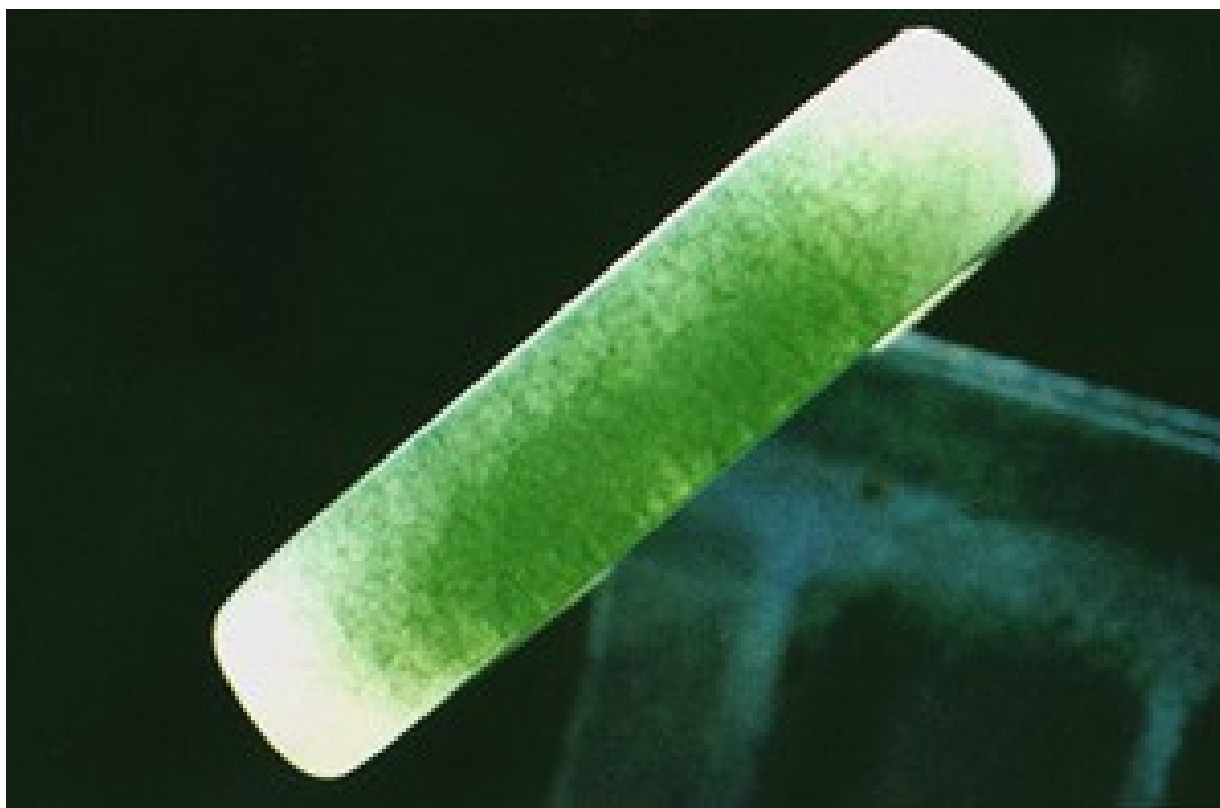
有机染料：各色染料。

无机染料： CoCl_2 、 CuO 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 NiCl_2 等

植物染料：普鲁士蓝（铁蓝）、橙黄 $[\text{C}_{16}\text{H}_{11}\text{N}_2\text{O}_4\text{SNa}]$ 、金丝雀黄等。

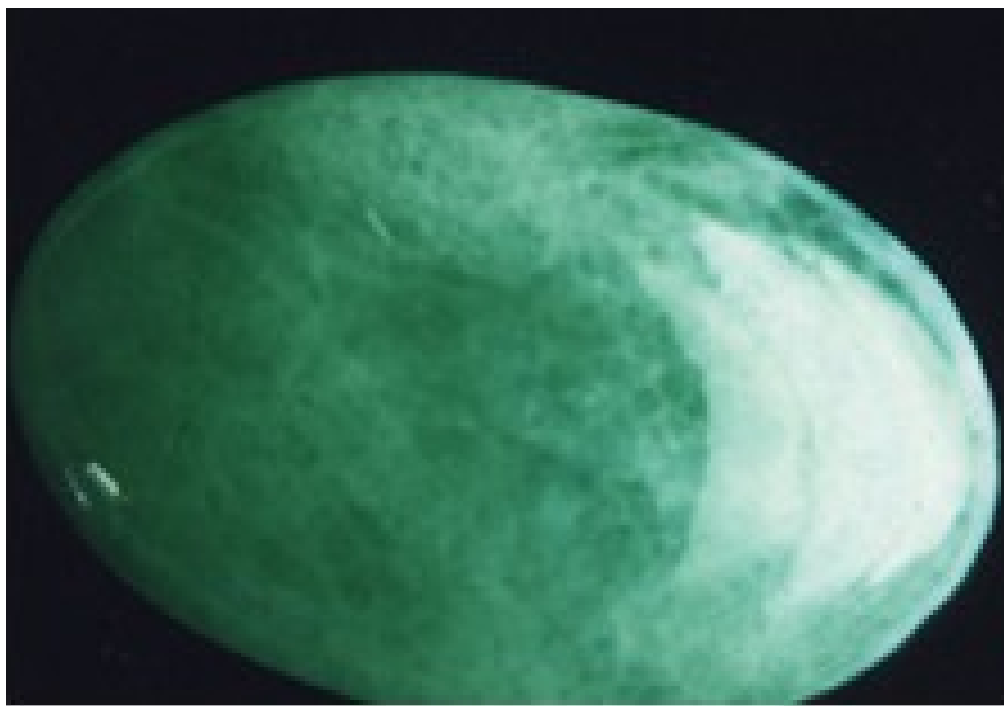
(3) 影响染色处理的因素

1. 温度、时间、压力、浓度的影响
2. 酸性、碱性反应条件控制



四、染色处理的宝石及鉴别（翡翠、玛瑙）

翡翠价值主要取决于颜色，颜色越鲜艳、越浓郁价值就越高。但大多数的翡翠原料都是白色或浅色的，染色处理就是把这些原来无色或浅色的翡翠通过人为方法使颜料染入翡翠，以仿冒质好的翡翠。染色的翡翠也称为C货。



（ 1 ）翡翠染色处理的工艺过程：

1. 选料：一般挑选中粗结构，有一定孔隙度的翡翠作为原料，特别致密的翡翠不能染；切磨成成品后，用稀酸洗去油污和表面杂质，再放在烤箱式炉子中烘干和加热，加热可以达到扩张孔隙的作用。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。

2. 染色处理：翡翠在染料中一般要浸泡至少 1 ~ 2 周，上了色的翡翠再经烘干，染料就沉淀在翡翠孔隙，使翡翠产生颜色，最后进行蜡保护，使之不易被水溶解，颜色分布更柔和，提高玉件的光泽。

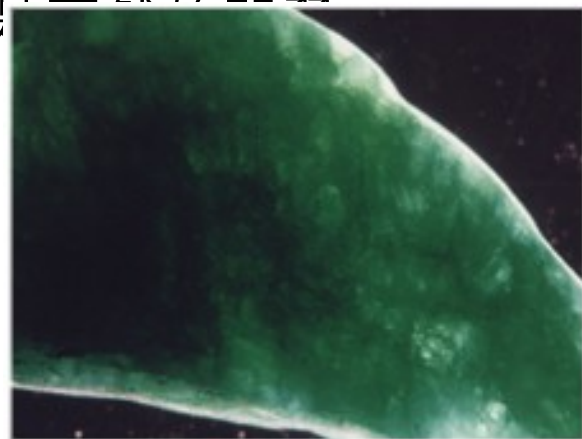
(2) 染色处理翡翠的鉴别特征：

1. 染绿色翡翠：

颜色沿缝隙分布：染绿色翡翠的绿色易富集在小裂纹中，并沿着裂纹充填在裂纹附近的晶粒间隙中，呈丝网状分布。而天然翡翠的裂纹和孔隙都是没有颜色的。

可见光吸收光谱：染色翡翠与天然翡翠的致色机制完全不同，天然翡翠的绿色是由于含铬所致，其有特征的吸收线，与绿色染料对可见光的吸收特征截然不同。在分光镜下观察，染绿色翡翠在红光区内有一强的吸收窄带，而天然翡翠则是有三条阶梯状的吸收带

(690、660、630nm)。尤其是绿色特别鲜艳的翡翠如果观察不到铬吸收带，不管其它的吸收带是否存在，都可能不是天然翡翠。



2. 染紫色翡翠等

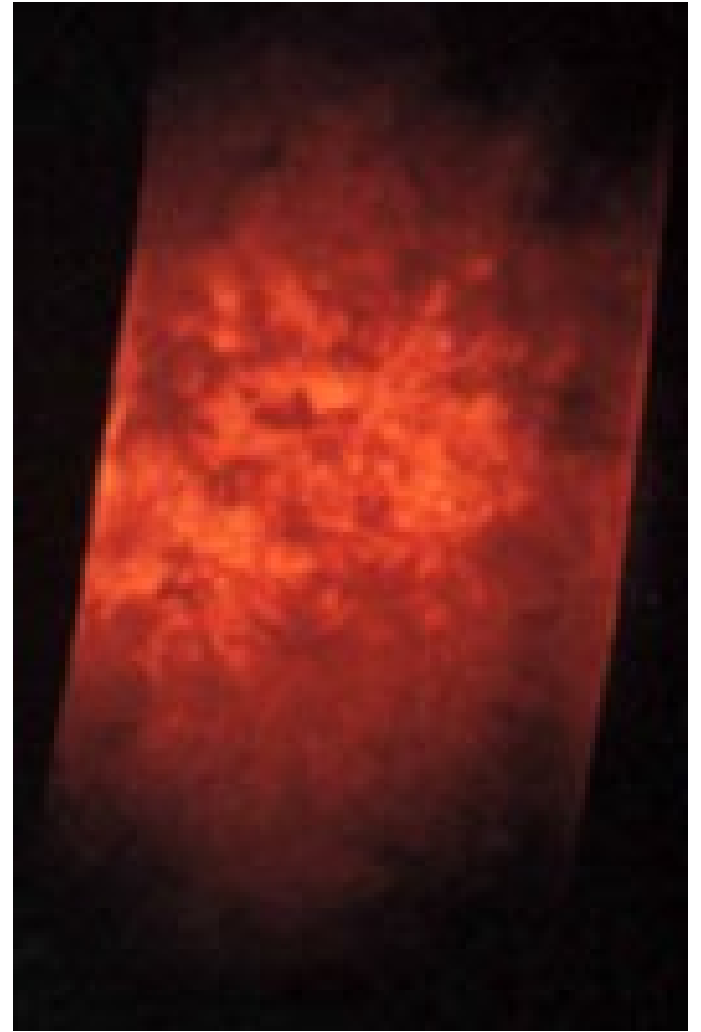
染紫色的翡翠诊断性的特征比染绿色翡翠少。天然紫色翡翠往往是成片分布，颜色由带淡紫色的硬玉颗粒集合而成，很少呈脉状分布，颜色浅，深的少见。染色处理形成的紫色充填在翡翠的裂隙和孔隙之中，或者充填在白色翡翠颗粒间空隙中，出现白色颗粒被紫色包围的现象。

天然紫色翡翠没有荧光，而染紫色翡翠多有粉红色荧光。但由于荧光较弱，当不易分辨时，只可作为指示性的特征。



传统翡翠通常染成绿色和紫色，而很少染成其它的颜色，但近年来出现染黄、染红、及仿古等杂色的染色翡翠。

天然翡翠无论是绿色还是紫色，它的颜色都是矿物本身的颜色，即是矿物晶体中着色离子的颜色，不会褪色。而经人工染色翡翠的颜色耐久性差，会因环境的变化而减少，时间长会褪色。



四、染色处理的宝石及鉴别（玛瑙）

玛瑙的染色在国标中被称为优化方法。可直接称其名称，在鉴定证书中不附说明。



(1) 用于染色的玛瑙必须符合以下要求

1. 结构 要求玛瑙的结构密度小，有微孔隙的这类品种易着色，而密度大的色料不易浸入，很难加上颜色。

2. 颜色 为了使玛瑙染成人们需要的颜色，玛瑙的原料要求必须是浅色或白色的品种，且要清洗干净，若染成黑色的则玛瑙原料的颜色可深一点。

3. 热历史 待加色的玛瑙必须是未经焙烧的玛瑙，经过焙烧的玛瑙很难上色。



(2) 染色方法

1. 将染色剂直接浸入玛瑙，再加热分解，氧化或还原生成呈色氧化物。如要将玛瑙染成苹果绿色可用硝酸镍溶液浸泡玛瑙，然后加热，生成的氧化镍呈绿色。
2. 将两种可以起化学反应生成着色剂的化学试剂，先后浸入玛瑙，生成的着色剂经热处理分解成呈色氧化物或简单化合物。例如，染蓝绿色的方法，重铬酸钾与碳酸铵反应生成的重铬酸铵加热分解生成的 Cr_2O_3 呈色。
3. 先将一种着色剂浸入玛瑙内部，然后再用一种固色剂浸泡，让着色剂与固色剂反应产生一种难溶呈色化合物，而使玛瑙着色。这种方法不需要高温加热，生成的沉淀要求稳定性好。

(3) 染色玛瑙的鉴别特征

染色玛瑙的颜色是人工的方法加入，只是沉积在玛瑙孔隙内，一般可以从以下两个方面进行鉴别：

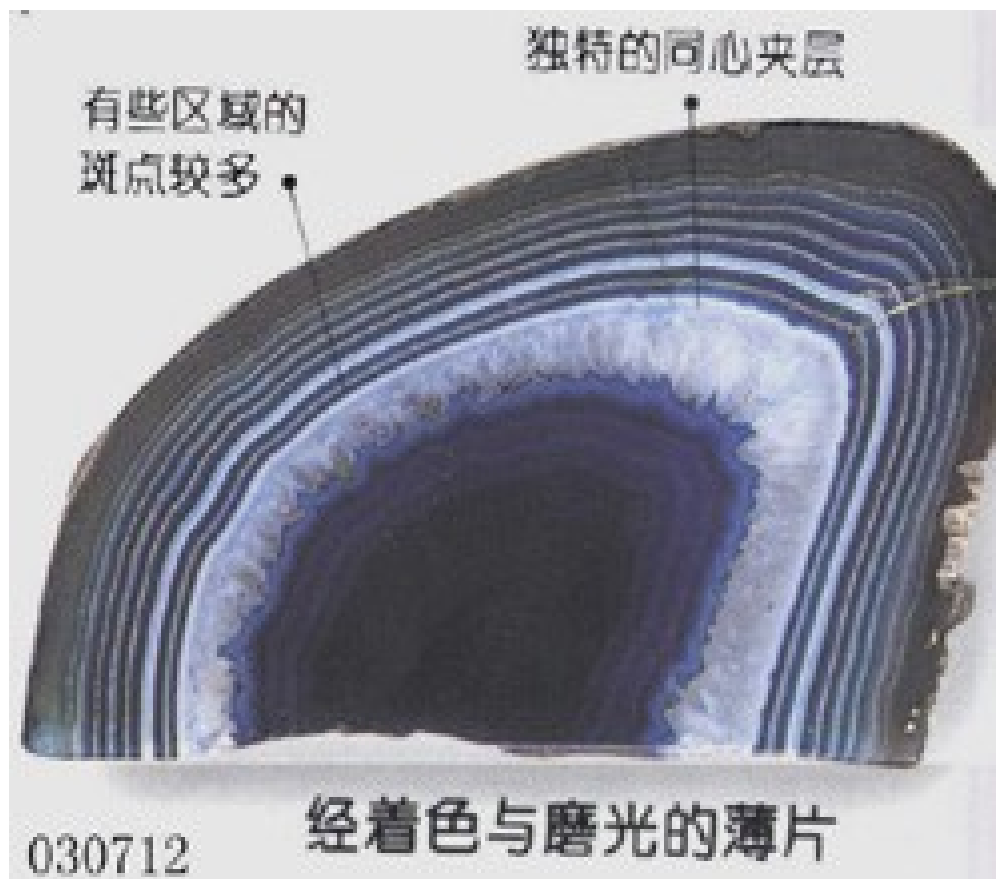
1. 染色玛瑙与天然玛瑙的颜色色调不同，有机染料染的玛瑙颜色与天然品差距大，颜色艳丽，易退色，明显地呈现出“假色”。目前采用的无机颜料颜色更接近天然品，但只要认真观察也能找到区别。

从常见的三种颜色观察区别如下：

天然的**红色**玛瑙和“烧红”一样，颜色纯正，而人工染色的红色玛瑙则是人工加入铁离子化合物而呈的红色，这种红色常常有黄色调。



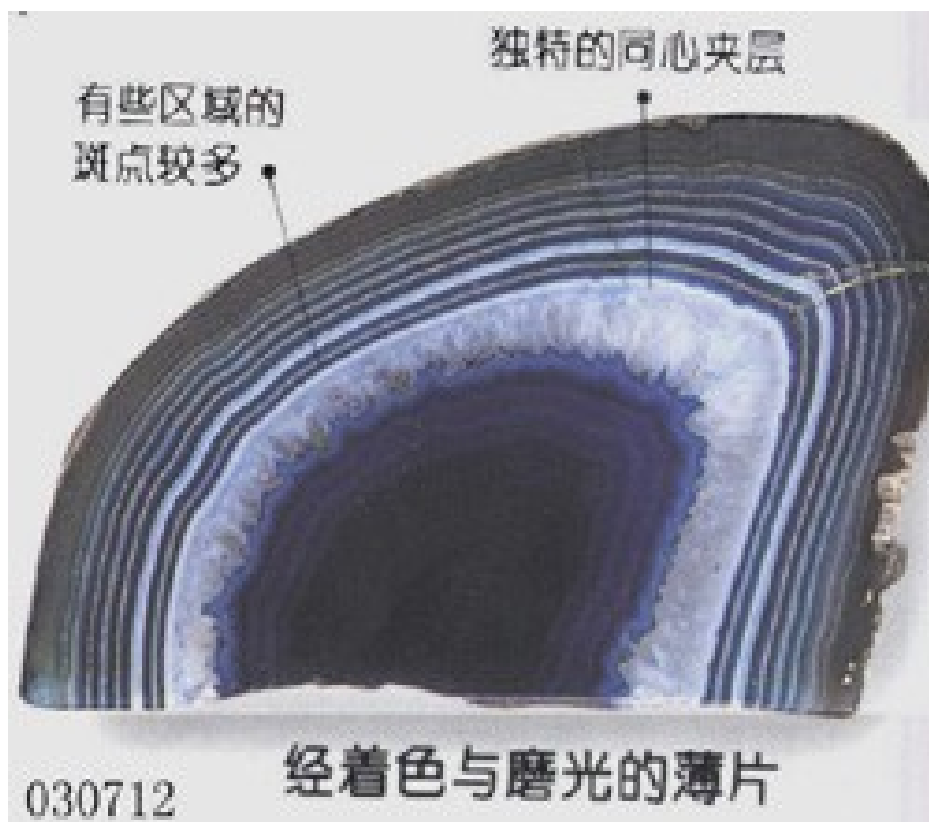
蓝色玛瑙，天然产出品极少，多为一种宝石蓝的蓝色。而人工染色的蓝玛瑙由于加入了 Co 盐为紫罗兰色，即蓝中带有紫色调的颜色，极少数情况下出现有宝石蓝色的染色品，这需要通过进一步放大观察等测试手段来确定。



绿色玛瑙的染色品与天然品颜色十分接近。但仔细观察天然品为葱心绿色，颜色柔和，而染绿色玛瑙为翠绿色，颜色也较艳丽。



2. 由于染色玛瑙都是经色料浸泡、干燥而呈的颜色，色料沉积在玛瑙的孔隙中，在放大的条件下可以在裂纹和孔隙内找到不均匀的色点。一般用十倍放大镜即可鉴别，精细的染色品要在宝石显微镜下观察。由于玛瑙的价值有限，一般不采用大型仪器测试。



§5 辐照处理

一、辐照处理简介

辐照处理指用高能射线辐照宝石，使其颜色发生改变的处理方法。辐照处理常附加热处理，适用于由色心引起颜色的宝石，主要是使宝石产生或部分消除结构缺陷，得到不同的色心，而呈现出所需要的颜色。

辐照处理是争论最大的用来改善宝石颜色外观的方法。因为它使宝石的颜色得到了改善，而又难以鉴别，而且许多辐照处理改色宝石的颜色对低温甚至是光线都很不稳定。甚至由于有残余放射性，还可能对人的身体有害，因此，此方法被归为优化处理中的处理一类，在市场出售时要求声明。

辐照改色比较成功的宝石有钻石、托帕石、锆石、石英、绿柱石、尖晶石、蓝宝石及珍珠等。

二、优化处理宝石及其鉴别（钻石）

辐照与热处理相配合改变钻石的颜色，可称为永久性改色法。辐照产生色心，色心可随后通过加热予以改造，这种方法只适用于有色而且颜色不好的钻石，如褐色钻石可改变为美丽的天蓝色、绿色。但它不能使钻石的颜色变浅。

最初对宝石进行辐照处理的是钻石。对钻石进行辐照处理有镭盐处理、回旋加速器处理、中子辐照和电子辐照等。



辐照处理钻石的检测：

- 1. 颜色分布：**在天然致色彩色钻石中，色带可为直线状或角状，并与晶面平行，而人工致色的钻石中，色带则平行于琢型宝石的小面。颜色分布与琢型宝石的形状有关，也与轰击方向有关，靠近轰击源一侧的颜色要深的多。
- 2. 吸收光谱：**辐照处理的钻石基本上基于宝石的光谱学吸收性质，使用分光镜测定光谱为主要鉴定方法。
- 3. 导电性：**天然致色的蓝色钻石能导电和透过短波紫外光，而辐照而成的蓝色钻石则不具有导电性。
- 4. 镭盐处理钻石**残余辐射可以检测出来。

§6 充填处理

一、充填处理简介

一种用油、人造树脂、玻璃或其他聚合物等硬质材料充填和掩盖结构疏松的珠宝玉石或珠宝玉石表面的缝隙、孔洞，增加其透明度和耐久性的方法。

使用无色油或各种植物油对宝石进行处理，是一种古老而传统的处理方法，古希腊人早已使用。现在有些珠宝生产者仍在使用，不仅用在对祖母绿的改善上，而且用于红宝石、蓝宝石、碧玺等。处理后的宝石颜色鲜艳，净度高，但随时间的推移，特别是在高温环境下，油容易渗出，因而无色透明塑料取代油成为充填材料成为必然。随着科技的发展和高分子新材料的推陈出新，充填材料越来越丰富，充填技术也越来越完善。



二、充填处理的原理及目的

(1) 改善宝石的颜色状态：

向宝石的裂隙中注入某种无色油，可以大大提高宝石的色度和颜色鲜艳程度。常见的有裂隙丰富的祖母绿，红宝石等有色单晶质宝石经注油处理，使其颜色状态改善，宝石色彩更加浓艳。



浸过油的祖母绿

（ 2 ）提高宝石的透明度：

大量宝石发育有各种微裂隙或孔隙，这些裂隙和孔隙中充填的主要是空气和少量的水，由于宝石的折射率与空气的折射率相差较大，因此当光线射入宝石时，会在裂隙和孔隙中发生散射和漫反射，从而使宝石的透明度降低。如果用某些折射率与宝石相差不大的无色透明或有色透明的物质注入或充填宝石的裂隙和孔隙代替空气就会使宝石透射光强度增大，宝石的透明度就会明显改善。典型例子是 B 货翡翠。

B货翡翠充蜡前后的对比

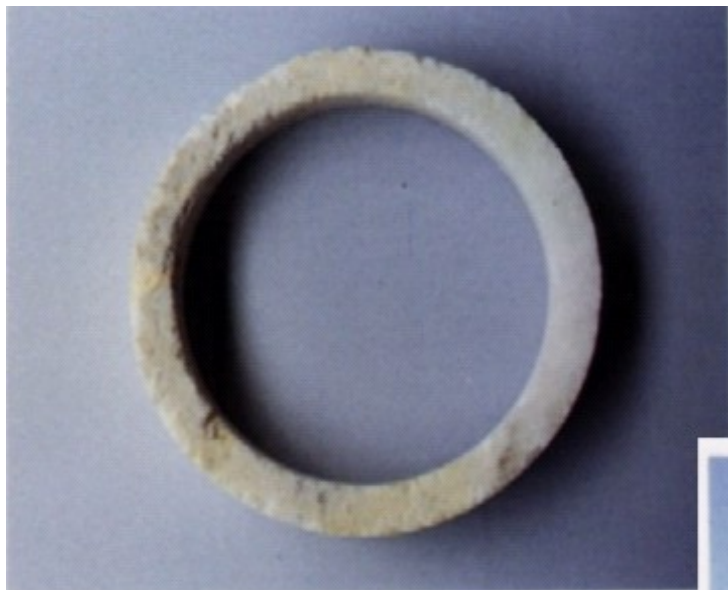


圖91 準備製作B貨半成品。

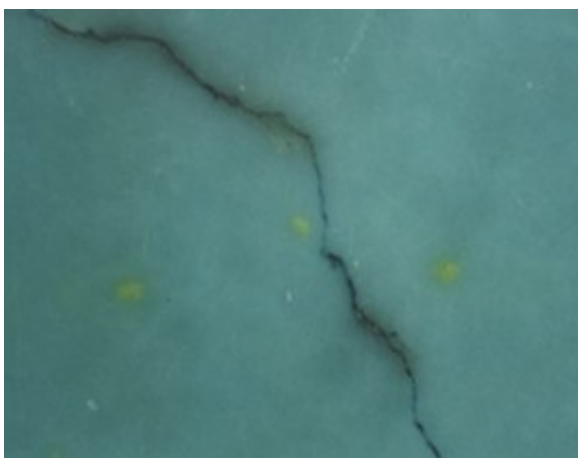


圖92 半成品玉鐲經去黃填充後，表層殘餘樹脂。



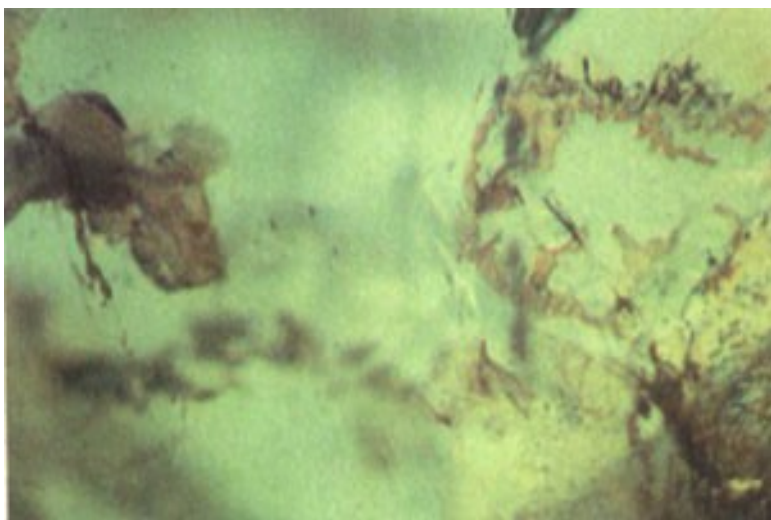
(3) 增强多孔宝石的稳定性：

有些宝石由于是大量矿物微晶集合体，呈现从粒状、斑状到纤维状的结构，当这些矿物微晶堆积不紧密时，在宝石中就会出现大量的孔隙，结构比较松散，稳定性较差。不稳定结构还会使宝石在加工时破裂，还会受到其他物质的污染。使宝石改变颜色注入部分固态物质会增加其稳定性。例如松散质地的绿松石经填充后，其质地变得坚硬，使用耐久。



(4) 给宝石加色：

与通常意义的染色类似。但它通常与纯染色处理有所不同，染色处理是使染料直接侵入孔隙和裂隙处，但不用充填孔隙和裂隙。而充填处理要把染料和充填物混合一起注入孔隙和裂隙处。加色只是充填处理的目的之一。充填处理的加色可以使宝石的颜色加深，也可以使无色宝石变成彩色宝石。比如祖母绿注绿色油处理，一方面加深颜色，另一方面可充填裂隙，提高透明度。



祖母绿的注油外理，
裂隙处可见油的痕迹

(5) 掩盖宝石的各种缺陷：

无论什么宝石，裂隙、孔隙都是令人无法忍受的，裂隙不仅留下了破裂的隐患，还降低了宝石的价值。



充填处理的宝石及鉴别（钻石）

裂隙充填是以改善钻石净度为目的的同时可增强有裂隙钻石稳定性的处理方法。主要改善对象是具有开放性裂隙的钻石，不论钻石大小均可使用此法进行处理。将高折射率的材料充填到具有裂隙的钻石中，充填后裂隙可见度降低，外观净度会提高一到三级。但它的处理效果不持久，加热、酸或超声波清洗时均可将其破坏。而且充填的玻璃有黄色调，会降低钻石的色级。由于充填以后的净度与处理之前差异很大，不易估计原来的净度等级。因此国标规定不对这种处理钻石作 4C 分级评价。



充填处理钻石的鉴别特征

(1) 闪光效应：采用暗视域照明法，在放大镜或显微镜下观察，当转动钻石达到背景变亮的部位时，被充填裂隙呈现黄橙 - 紫红色或蓝色 - 绿色的特征“闪光效应”，色彩深浅不一，多为浅色，并沿裂隙展布。这种闪光现象在裂隙面的不同位置可表现不同的颜色，随样品的转动，闪光颜色可以改变。与钻石刻面闪烁的火彩（色散）不同。



充填处理钻石的鉴别特征

(2) 经充填的钻石常常带有朦胧的蓝紫色调, 在裂隙表面处的充填物的光泽和颜色同钻石相比仍有细微的差别。

(3) 裂隙内可能存在异形气泡, 流动痕迹。有时可见充填物具有碎裂结构。

(4) 可用标准 X 光照相来判定: 填充的物质一般不透 X 光, 在底片中呈现出清晰的暗色区域。



§7 拼合处理

一、拼合处理简介

珠宝行业中，把两种或两种以上的宝石材料用人工方法拼合在一起而制成宝石成品称为拼合处理。常见的有双层拼合宝石和三层拼合宝石（简称双层石和三层石）。上、下两层的称为双层石，如绿柱石—祖母绿双层石。三层则称为三层石，如欧泊常会出现双层石和三层石。



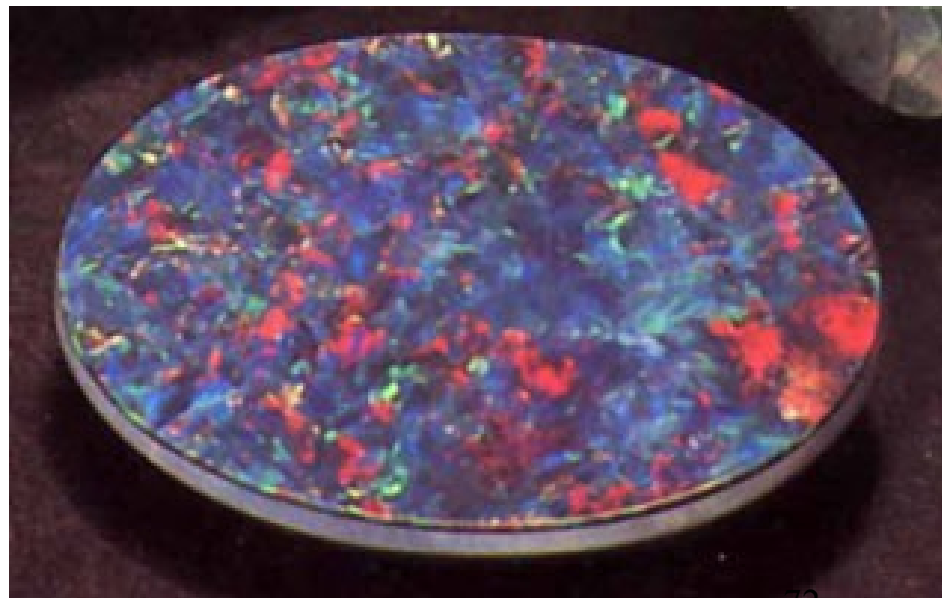
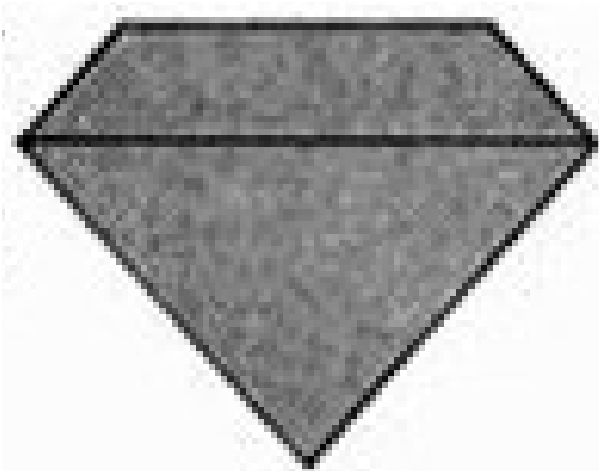
二、拼合宝石的分类

按其组成材料的性质，可分为三种类型：**天然拼合石**、**天然 - 仿制拼合石**和**仿制拼合石**

(1) **天然拼合石**就是把两块同种或两种宝石用无色粘结剂胶合在一起，组成一块较大的宝石，此类拼合宝石常见祖母绿、欧泊、红宝石、蓝宝石等双层石。需要注意的是，有些天然拼合宝石的两片宝石虽然种类一样，但质量却可能相差较大，如一个欧泊真双层石戒面，顶部一片可能是质量很好的欧泊石，而底部则是普通的或是劣质的蛋白石，它们可能被染成黑色。二者用无色粘合剂胶结。类似的例子还有绿柱石 - 祖母绿双层石。

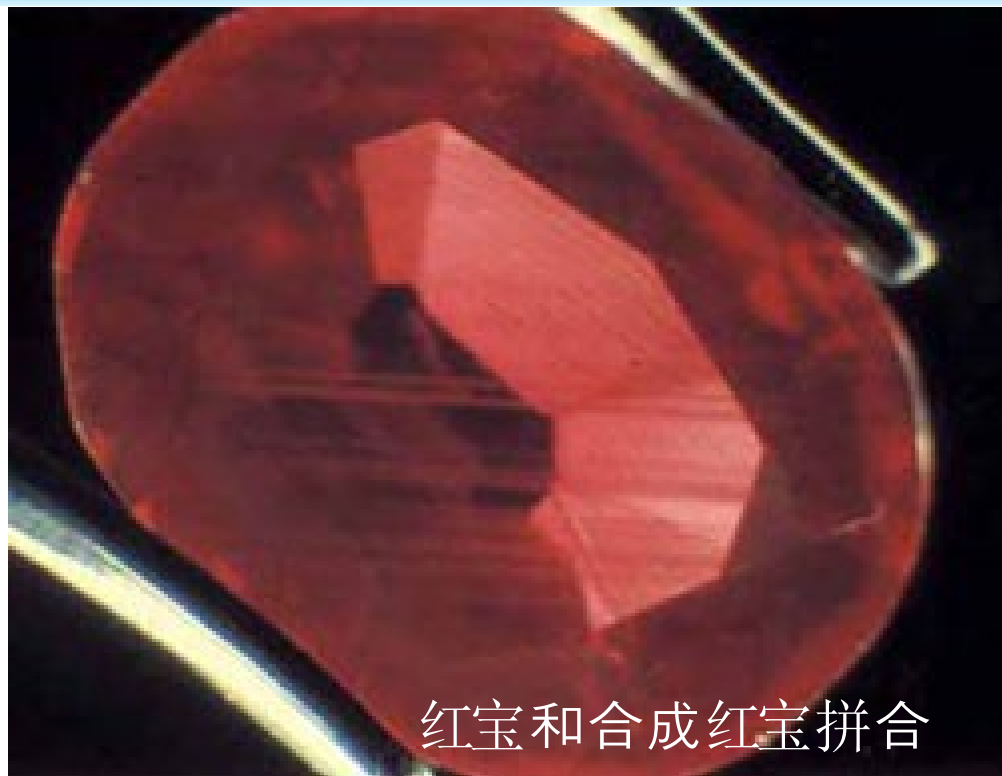
天然宝石

天然宝石



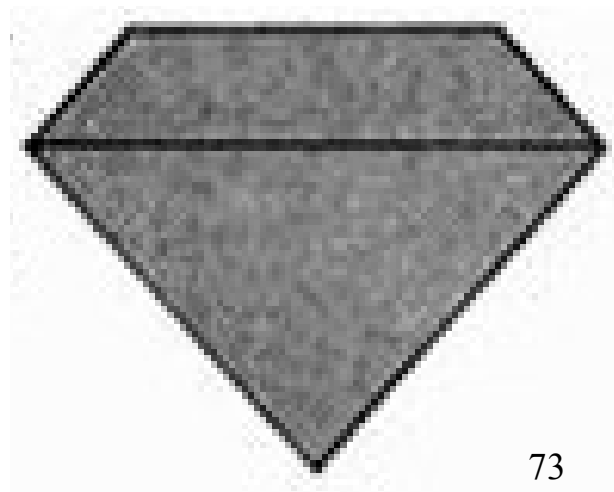
双层拼合欧泊

(2) 天然 - 仿制拼合宝石的冠部（或顶部）是符合名称的真宝石，而亭部（或底部）却是人造宝石或其他材料，如无色水晶、尖晶石、黄玉，甚至玻璃。这种天然 - 仿制拼合石常用来仿冒比较珍贵的宝石，如钻石、红宝石、祖母绿、蓝宝石、欧泊等。黑欧泊天然 - 仿制双层石的底部常用黑色玛瑙或黑玻璃。近年来，由于廉价合成宝石的大量生产，出现大量的天然 - 仿制拼合宝石，如红宝石 - 人造红宝石等。

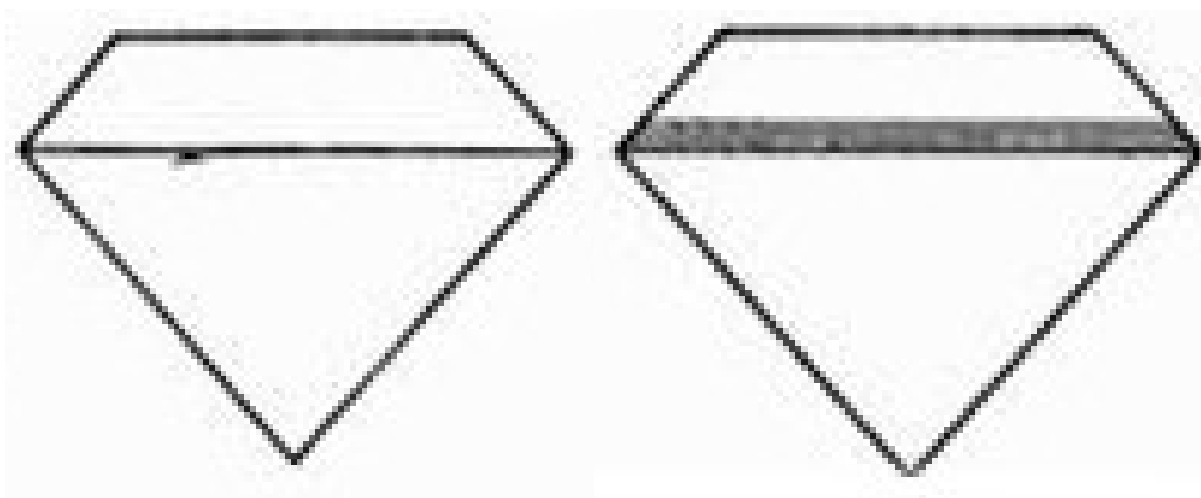


天然宝石

人造宝石



(3) 仿制拼合石是纯粹的仿宝石，其拼合片中并没有所要仿的宝石。这类仿制拼合宝石名目繁多，多以低廉宝石或玻璃与有色粘结剂合制成，以仿冒真正的有色宝石。如用玻璃和有色粘结剂制成的三层仿冒祖母绿。



有色夹层

三、拼合宝石的制造工艺

拼合石按拼合工艺来分，可以分成**粘合拼合石**和**烧结拼合石**两大类。

一、粘合拼合石：又分**打磨成型再粘合**和**先粘合再打磨成型**两种

1. 打磨成型再粘合指的是，先将上部和下部两种不同的材料打磨、抛光成一定的款式、形状后再粘合起来制成产品；

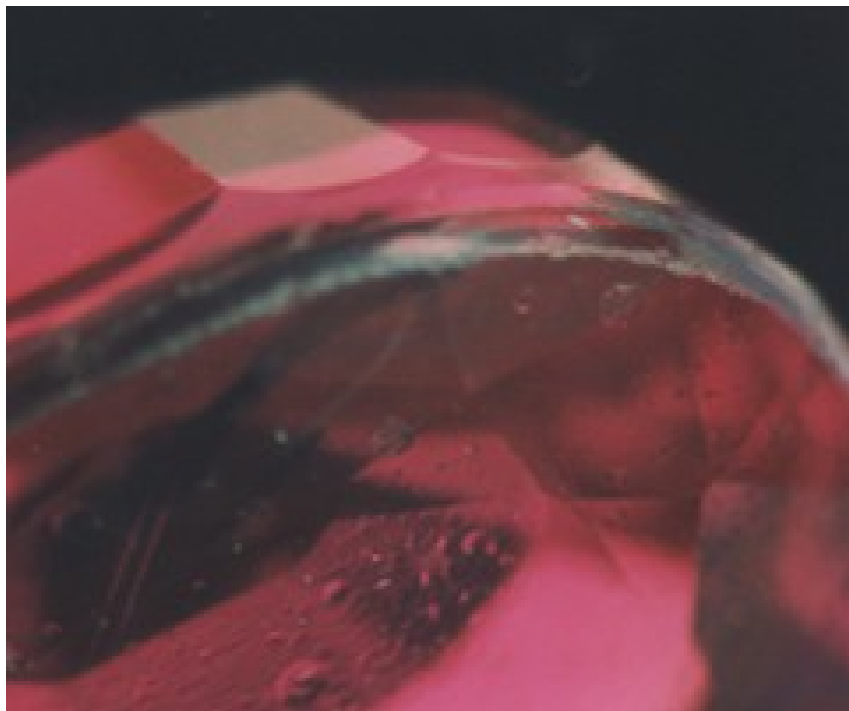
2. 先粘合再打磨成型指的是，先把上下两种不同材料粘好，再打磨造型制成产品。

二、烧结拼合石：是指上部为人造刚玉、天然珠宝等材料，下部为玻璃材料（硬玻璃），在高温下熔解制成，然后打磨、抛光制成产品出售。例如：红宝石、蓝宝石、石榴石组合件等均为烧结制成的组合件。

四、拼合处理的刚压宝石

(一) 红宝石

红宝石的上部为天然无色刚玉或有色的红刚玉，中间是粘合剂(有色或无色)，下部由水晶或人造红刚玉等材料组成。然后经过精加工(磨、抛、整形) 制成一件与天然红宝石相似的宝石，达到真假难分的程度。



（二）星光宝石

为了制造星光宝石，上部为无色水晶，底部为镜子，把镜子面上划成十字或划成星状六条线，然后粘合起来，打磨、抛光、整形，组成一个四道星光或六道星光的宝石。



§8 表面处理

表面处理是采用简单的不改变宝玉石基本性质的手段，对其表面进行处理，以改善其质量的一类物理修饰法。该方法可以改善宝玉石的颜色和表面光洁度，掩盖表面缺陷、增强光洁度等。

宝石表面处理的主要特点是用一些无色或有色的薄膜状物质均匀附着于宝石表面，以求达到改善宝石颜色和表面光洁度，增强宝石光泽及掩盖宝石表面缺陷（坑、裂、擦痕等）的目的。

宝石的表面处理可分为三大类：**涂层法、镀膜法和贴箔法。**

一、涂色、涂层（覆膜）处理

涂层法又包括涂色和涂层两种方法。将颜料或染料涂于宝石表面以改善宝石颜色外观的方法称为**涂色**。而将有色膜或具有强反射的膜涂于宝石表面、亭部刻面或底面以改善它们的颜色或亮度的方法称为**涂层（覆膜）**。涂色和涂层处理都具有潜在的欺骗性，应予以公开。

涂色主要**适用于无色、颜色很浅或不佳的宝石成品**。如带黄色调的钻石，在其亭部或腰棱处涂上一层蓝色，因为蓝色与黄色互补，使得钻石的黄色调得以抵消，看起来更白。这种方法曾经也用在颜色很浅的绿色绿柱石上，经过涂色处理后仿祖母绿。

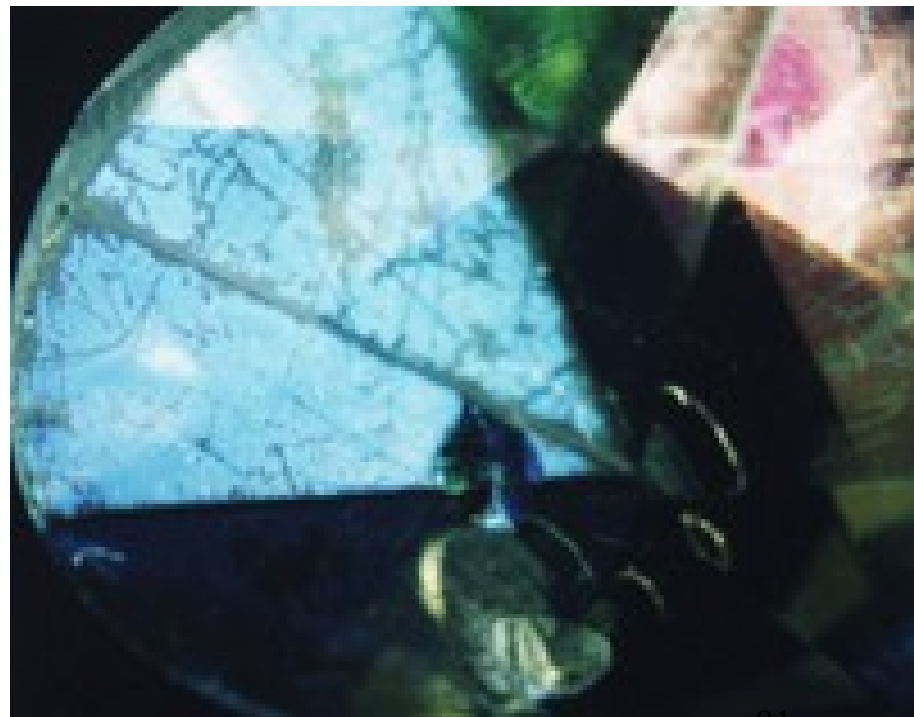
涂色宝石的鉴定方法与染色鉴定相同。观察宝石的光谱、在查尔斯滤色镜下颜色的变化、颜色分布、试剂擦拭等都是鉴定涂色有效的手段。涂色处理的钻石，在颜色分级时可能会很难定色级，要注意其亭部和腰棱表面的颜色，可用蘸试剂的棉球擦拭。

涂层就是把一些涂料类物质涂宝石表面，以**增强宝石的表面光泽和光洁度或改变宝石的颜色**。常见涂层剂有蜡、油漆、无色清漆及混合有染料的各种树脂胶等。

十八世纪，涂层被广泛用来改善宝石的颜色和亮度，尤其用在玻璃上来模仿各种彩色宝石及钻石。在玻璃或水晶的亭部涂上强反射的薄膜，可以提高其亮度，来模仿钻石。给浅色绿柱石涂绿色膜来仿祖母绿。给无色或淡绿色的翡翠涂一层绿色的塑料膜，模仿高档翡翠，俗称**“穿衣翡翠”**。过去采用的涂层材料主要是塑料，塑料的耐久性不好，改善的效果也不持久。如涂层翡翠和钻石表面常常有划痕和涂层剥落。目前采用一些新的材料，如金属及其氧化物等，涂层的耐久性较强。

涂层宝石的鉴别特征：

- (1) 在涂层宝石亭部用表面反射照明在 20-40X 放大下观察可以发现划痕、涂层剥落的斑痕及含气泡的表面晕彩斑。
- (2) 涂层的宝石的折射率在折射仪上很难得到读数或测出的是涂层材料的折射率，如塑料膜的 RI1.55。
- (3) 用钢针刻划在膜上会留下痕迹。
- (4) 用热针测试，塑料膜会有异味反应。



二、镀膜处理

宝石镀膜法是现代技术在宝石表面处理中应用，简单地说镀膜就是在分子或原子层次上运用沉淀技术或喷渡技术、晶体生长技术等高新技术在宝石表面铺设多层分子或原子膜，膜的厚度可以从几纳米~几百纳米，根据需要来定。这种薄膜一般都是透明的，并带有需要加的颜色，因而它不仅可以填平宝石表面的凹点、擦痕，使宝石极为光洁、平整，光泽度提高，且可以增加宝石的颜色浓度或加色，镀膜处理一般都会明显影响宝石的透明度。

镀膜宝石的光泽与未经镀膜宝石的光泽不一样，折射率不一样，还可以用荧光鉴别，如果镀的是金属膜的话宝石还会显示很强的虹彩效应，就如同钻石的火彩一样。



镀膜翡翠

三、贴箔（背衬）

1. 贴箔处理简介

也称“背衬”或“底衬”（backing）。在宝石底面或亭部刻面上贴一有色或强反射的箔片（金属片可以增加宝石底面的反射光强度，而有机薄膜则可以改变宝石颜色和光泽，就像像机镜头上所贴的一层光学有机薄膜，呈现一种特殊的色彩和强光泽），以改善宝石的颜色或外观。贴有色箔的处理也称为色衬（color backing）。许多维多利亚女王时期首饰上的祖母绿、红宝石、蓝宝石、黄玉、紫晶、透明贵欧泊等都经过贴箔处理。现在这种方法已较少使用。贴箔处理的宝石必须公开。

2. 贴箔宝石的鉴别特征

放大观察可发现贴得不平而褶皱的箔片，及箔片表面的划痕，有时还可以见到脱落的箔。注意观察宝石的颜色和亮度分布特征也可以揭示贴箔处理。例如为加深祖母绿的的颜色，在祖母绿界面底部衬上一层绿色的薄膜或绿色的锡铂，检测时不易觉察，放大检察其底部近表面处可有接合缝，接合缝处可有气泡残留，有时会有薄膜脱落、起皱等现象。二色性不明显或根本就没有二色性，不像天然祖母绿有明显的二色性，而且天然的祖母绿具有明显的 Cr 吸收谱，该种处理的祖母绿只有模糊或无 Cr 吸收光谱。



§9 化学处理（漂白处理和化学沉淀）

§9.1 漂白处理

一、漂白处理简介

漂白是指用盐酸、硫酸、双氧水或阳光等对宝石进行处理以去掉杂色而改善宝石颜色。主要是去除无机材料中由 Fe^{3+} 产生的褐色调，以及有机宝石因含其它有机质而常带的杂色。漂白处理不需公开，属于优化。

常用的漂白剂有：双氧水、盐酸、硫酸、氯化物、亚硫酸盐或紫外线等。对于有机宝石通常采用双氧水、紫外线等去除其它有机质产生的杂色；而对硅酸盐宝石一般采用盐酸、硫酸等强酸去除由 Fe^{3+} 产生的褐色脏杂。

需漂白处理的宝石主要有珍珠、珊瑚、象牙、玉髓、翡翠等。

二、宝石漂白处理工艺

1. 漂白处理的珍珠

收获的珍珠只有 10% 的可以直接利用， 90% 的珍珠需要优化处理。漂白处理是改善珍珠颜色最常见的优化处理方法。

漂白之前，先要进行预处理，即膨化、脱水。因珍珠层结构较致密，漂白液很难渗入珍珠内层。漂白前先对珍珠钻孔、使其结构膨化，会有利于漂白液通过珍珠层层间间隙渗入。



珍珠漂白最关键的环节是漂白液的配方，所以漂白液配方是厂家严密封锁的商业机密。一般都是以双氧水作漂白剂，另加溶剂、表面活性剂、pH 稳定调节剂等助剂。

漂白温度在 300°C 左右，漂白过程中配以荧光灯照射。每隔 3-4 天要更换一次漂白液。颜色浅的珍珠一般 2-3 天即可漂白。颜色深的甚至需要几个月。漂白要以尽量降低对珍珠的损伤为原则。



2. 漂白处理的硅酸盐材料

硅酸盐材料具有耐酸的特性，所以可以用酸处理进行漂白。酸处理即用硫酸、盐酸等无机酸浸泡或局部用酸侵蚀，溶掉材料中的杂质，尤其是因铁造成的褐色等，达到漂白的目的。酸处理主要适用于耐酸的宝石如玉髓、虎睛石、石英岩及软玉、翡翠等。翡翠注胶处理前一般都需进行酸处理，一方面是为了去掉杂色，另一方面是通过酸对杂质矿物的溶解产生疏松的结构以便胶能够充填进去。



3. 漂白处理的珊瑚

珊瑚表面浑浊的颜色，尤其是死珊瑚表面为黄浊色，可以经过双氧水漂白去除。用适当浓度的双氧水，将珊瑚浸泡其中，观察浑浊色去除即可取出洗净。



三、漂白处理宝石的鉴别特征

经漂白的宝石，尤其是过度漂白的宝石，会显示破坏的表面结构。经过漂白的珍珠，珍珠层间的一些有机质被去除了，结构会因此变得疏松，珍珠层与层间的间隙加大，珍珠光泽可能受到破坏。经过酸处理漂白的宝石会显示酸蚀的结构，如漂白的翡翠通常具有很干净的底色，表面有酸蚀网纹。恰当的漂白很少留下可识别的鉴别特征，其鉴定就变得十分困难。

§9.2 化学沉淀法

一、化学沉淀法简介

化学沉淀法是通过含有着色物质组分的溶液在宝石表面或在宝石裂纹、孔隙中发生某种化学反应，沉淀出不溶性的有色物质，附着于宝石表面或裂纹和孔隙壁上，从而使宝石体色发生改变的方法。从化学沉淀法的特点可以看出，该法仅适用于多裂纹或孔隙的矿物集合体类宝石的染色。

已广泛用于玛瑙、珍珠、欧泊、密玉等的改色处理，也用于翡翠、绿松石、珊瑚、青金石及其他多孔宝石的染色。

化学沉淀法所用的沉淀着色剂主要是一些不溶性的金属氧化物，如氧化铁、氧化铬等。



二、化学沉淀处理技术

用可溶性的着色金属盐溶液浸泡宝石，让溶液渗入宝石孔隙或裂纹之中，然后加热使溶液发生分解，在孔隙或裂纹中沉淀出着色剂，或者再把宝石浸泡在另一种溶液中，让两种溶液在宝石孔隙内和裂纹内发生化学反应，沉淀出有色物质。前一种情况如用硝酸银染珍珠，先把珍珠浸泡在硝酸银溶液中，浸透后取出加热或强光照射，硝酸银会发生分解而沉淀出黑色的 Ag_2O 。



后一种情况如将玛瑙染成红色，先用三氯化铁溶液浸泡玛瑙，然后再把玛瑙浸入氨水中，就可以沉淀出红色的 Fe_2O_3 ，化学反应在玛瑙的微孔隙内进行，因而沉淀出的 Fe_2O_3 都附着于孔隙壁上，使玛瑙的体色呈红色。

在用化学沉淀法对宝石染色后，为了掩盖裂隙或孔隙中的着色剂，防止颜料外泄而污染衣物，或者防止其他杂质或溶剂渗入孔隙和裂纹中与着色剂反应，影响染色效果，还要对宝石进行一定的表面覆膜（蜡）或充填处理。

§10 激光处理

激光在宝石学中有着广泛的用途，如在钻石原石锯开时激光用于开槽、激光对宝石打孔、激光在宝石表面上刻字、对复杂形状钻石的切割以及激光内刻水晶图案等。

在宝石的优化处理中常用激光对**钻石打孔**，以去除钻石中的黑色包体。

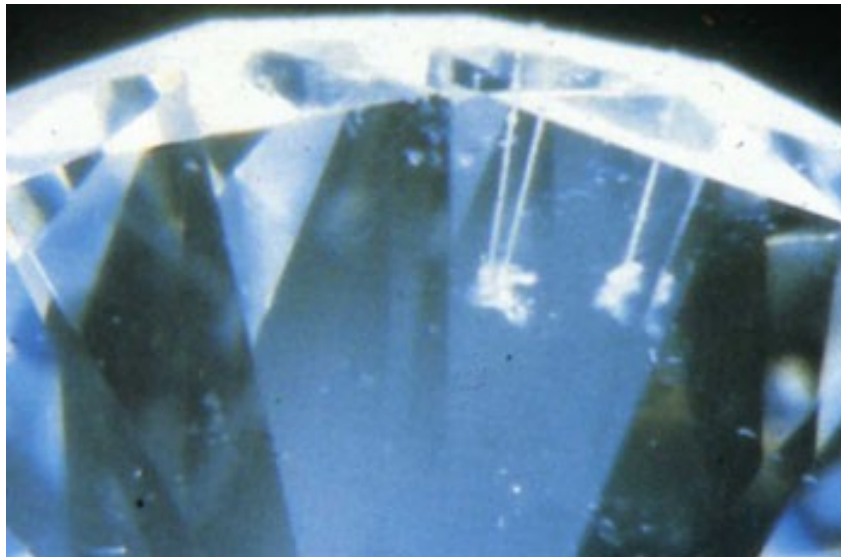


激光对钻石的优化处理

1970 年以来就采用激光对钻石进行优化处理（激光打孔），主要初衷是淡化钻石中的深色包裹体，减弱其可见程度，以明显改善钻石的外观。

1. 激光打孔钻石的方法和主要过程

用激光束烧出直径小于 0.02mm 的非常细的孔穿过钻石到达包裹体。包裹体可用激光束烧掉或用酸去除。可用玻璃或环氧树脂将孔充填以防止尘埃进入。



2. 激光打孔钻石的鉴别特征

激光处理过的钻石必须注明“处理”字样，鉴别激光处理要区分：激光处理和没有处理的样品、激光孔道和天然溶蚀孔道。可利用不同光源条件，如暗域、亮域和光纤灯等，主要在显微镜下进行观察。

对处理钻石不可能忽略其激光孔的存在，在钻石净度分级过程中能容易地观察到。多数激光处理的钻石是从冠部打孔的。激光孔非常窄而且较直，从单个包体延伸至钻石表面。

激光孔的外观像一个直径均匀的微白色细小针状管道。在触及钻石表面的地方，窄小的管道显得较宽，截面较圆，用 10 倍放大镜从钻石侧面仔细观察，可看出这些孔道。

