

教 案

2025-2026 学年第一学期

课程名称 宝玉石加工工艺

专业班级 宝石 24 级

总学时数 72 学时

任课教师 樊 汛

课程基本信息

课程名称	宝玉石加工工艺			
课程性质	专业必修课	学分	4	
学时	总学时： 72 学时 其中：课内 2 学时，实验 70 学时			
开课部门	机电工程系	任课教师	樊汛	
授课专业、班级	宝石 231	开课学期	2025-2026 第一学期	
成绩评定	平时成绩占 30 %； 作品成绩占 70 %	考核方式	考查	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	自编讲义	樊汛		
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	本课程是为宝玉石鉴定与加工专业学生开设的专业必修课，是在了解宝石的力学、光学、物理化学性质的基础上，考虑原石的保重、台面方向的确定、瑕疵的处理、特殊光学效应等因素，在设计总原则——最大限度的体现宝石价值的前提下，综合这些因素来对宝石进行设计，通过锯切、研磨、抛光等手段对宝石进行设计加工将宝石特有光学的性质表现出来。			
本课程教学目标	(一) 掌握宝石加工过程中的基本方法、原理及加工过程中常用设备。 (二) 了解宝石加工过程中的磨料、磨具和辅料。 (三) 了解宝石的款式及其演变的历史。 (四) 掌握宝石设计的基本原理和方法。			
素质（思政）内容与要求	1、培养学生对中国传统文化的认同感和自豪感。 2、引导学生理解并传承宝石加工艺术中的工匠精神、审美理念和文化内涵。 3、增强学生的民族自豪感和文化自信。			
学生用主要参考资料	自编讲义			

第1章 宝石琢型与加工概述

第1节 宝石加工工艺分类

教学目的和要求：

了解宝石琢型与加工概述历史、常见的琢型，了解这些形态的优点和应用范围。

教学重点和难点：

掌握各种琢型的使用。

素质（思政）内容与要求：

树立科学发展观和大国工匠精神。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：1

教学内容：

根据宝石饰品的类别及其加工技术方法的不同，可以将宝石加工工艺大致划分为如下六类：

1、钻石加工工艺

钻石是宝石中最珍贵的品种，也是硬度最大、加工难度最大的宝石材料，因而需要使用专门的设备和特殊的工艺方法来进行加工，可谓是宝石加工中的特种工艺。

2、刻面型宝石加工工艺

刻面型宝石主要是由若干个小平面组合而成的几何多面体饰品，需要使用适合研磨平面的刚性磨具来进行加工，加工设备的专一性较强，但加工工艺方法较为复杂，操作技术难度相当较高。

3、弧面型宝石加工工艺

弧面形宝石主要是由简单的凸形弧面组成的宝石饰品，需要使用柔性的磨具来加工弧面，加工设备一般比较简单，工艺方法也比较容易。

4、链珠型宝石加工工艺

宝石项链可以由多粒形状相同或不同的链珠组合而成，链珠的琢型不同，加工工艺有别，如刻面型链珠的主要加工设备和工艺方法与刻面型宝石加工工艺基本相同，而圆珠型和随意型链珠的加工则需要使用专门的加工设备和特殊的加工方法。

5、异型宝石加工工艺

这类工艺主要是加工一些异形挂件和特殊形态的工艺品，其加工设备要因产品的特点灵活选用或者专门设计制造，加工工艺也随宝石特点和造型需要而灵活选择。

6、玉雕加工工艺

玉雕指玉器产品的雕琢工艺，有时也指玉器。所使用的加工设备比较简单，主要是玉雕机和各种辅助磨具，但玉雕加工的手工特点很强，玉雕的造型千变万化，是一门创作性极强的手工艺技术，属于特种工艺。

第 2 节 宝石琢型及其相关概念

教学目的和要求：

了解主要经典刻面琢型，认识刻面的名称和完美比例。

教学重点和难点：

掌握经典圆钻的刻面名称和、画法和各部分比例角度。

素质（思政）内容与要求：

树立科学发展观和大国工匠精神。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：4

教学内容：

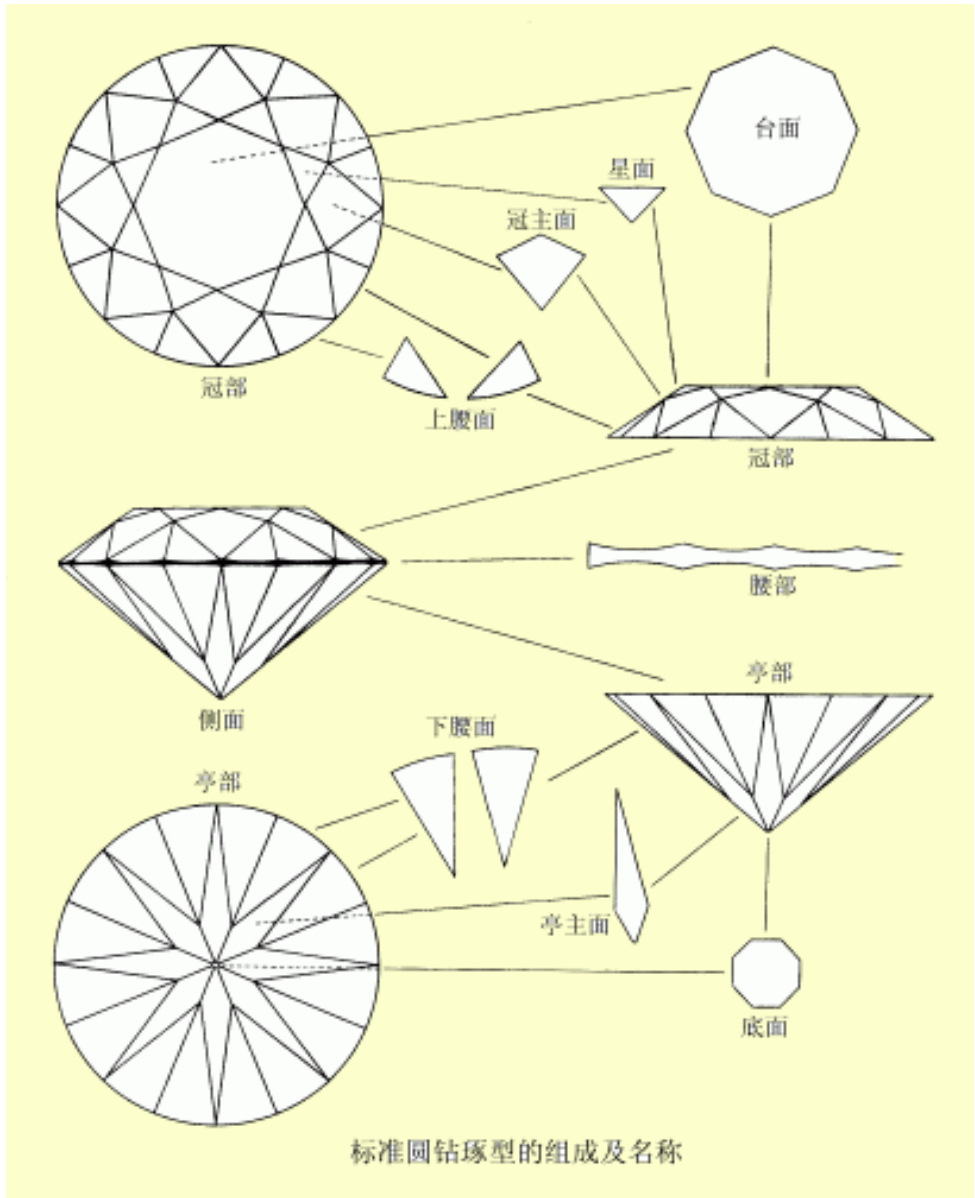
1.2.1 宝石琢型的含义

宝石的琢型是指宝石的造型，是宝石原石经琢磨后所呈现的式样，也称宝石的切工或款式。

宝石琢型的种类繁多，可分为刻面型、弧面型、珠型、异型等四大类型，其中刻面型宝石的设计和加工最为复杂，也是宝石琢型设计与加工研究中的最重要对象和内容。

1.2.2 宝石琢型的组成及各部分名称

不同种类的宝石琢型，其形状构成有一定差别。下面仅以圆明亮式琢型为例，说明刻面宝石琢型的一般组成及各部分名称，如下图所示（图 1-1）。



第2章 宝石琢型的分类及演化

教学目的和要求：

本章主要刻面宝石、弧面宝石琢型的特点、比例以及发展演变的历史，介绍各种琢型的优缺点。了解这些形态的市场应用范围。

教学重点和难点：

掌握各种琢型的特点和市场使用。

素质（思政）内容与要求：

树立科学发展观和大国工匠精神。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：1

第 1 节 宝石琢型的分类

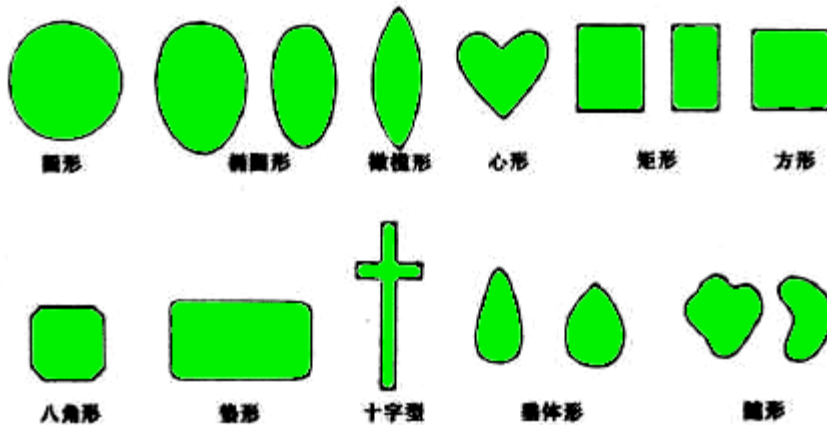
宝石的琢型式样繁多，但常见的琢型归纳起来有五大类：弧面型、刻面型、链（念）珠型、雕件及异型。

2.1.1 弧面琢型

弧面琢型（cabochon）是指表面突起的、截面呈流线性的、具有一定对称性的琢型宝石，其底面可以是平的或弯曲的，抛光的或不抛光的。主要用于不透明和半透明，或具有特殊光学效应（如变彩、猫眼、星光等效应），或含有较多包裹体或裂隙等宝石材料的加工。弧面琢型宝石一般按其腰棱形状和载面形状两种方式进行分类。

1、按弧面琢型的腰棱形状分类

根据腰棱的形状，弧面型宝石可分为圆形、椭圆形、橄榄形、梨形、心形、矩形、十字形、方形、八角形、垫形、垂体形及随意形等。



2、按弧面琢型的截面形状分类

根据截面形状可将弧面型宝石划分为单凸弧面琢型、扁平弧面琢型、双凸弧面琢型、凹凸弧面琢型及顶凹弧面琢型。

(1) 单凸弧面琢型 (single cabochon)

单凸弧面琢型顶部呈上凸的弧面，底部为抛光或未抛光的平面。按凸起的高度与其底部尺寸的比例又可进一步划分为：

高凸弧面琢型——高度与底面宽度之比为 $1:1$ 或大于该值

中凸弧面琢型——高度与底面宽度之比为 $1:2$

低凸弧面琢型——高度与底面宽度之比为 $1:3\sim5$



(2) 双凸弧面琢型 (double cabochon)

双凸弧面琢型上、下两面均向外凸起，但顶面凸起高度大于底面。星光宝石、猫眼石、月光石多采用此琢型。最好的式样 坠 停 贤菇细撸 媳孑 峦菇闲。 胖矢叩掉浯涑 S 么俗列汀?/p>



(3) 扁平双凸弧面琢型 (lentic cabochon)

扁平（扁豆）双凸弧面琢型上、下而均向外凸起，且其高度相同、较低，整个外形呈扁豆状。欧泊有时采用此琢型。



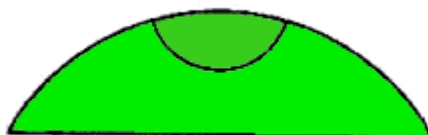
(4) 中空弧面琢型 (hollow cabochon)

中空弧面琢型又称“凹凸弧面琢型”，该琢型是在单凸弧面琢型的基础上发展起来的，即从单凸面琢型的底部向上挖一个空心凹面，以增加深色宝石材料的透明度，且能改善颜色。多用于色深、透明度较低的宝石材料，如翡翠。



(5) 顶凹弧面琢型 (concave cabochon)

顶凹弧面琢型是在单凸弧面琢型的基础上发展起来的，即从单凸弧面琢型的顶部向下挖一个空心凹面，以便在其上镶一颗贵重的宝石。这种琢型常用于拼合宝石。



2.1.2 刻面琢型

刻面琢型 (faceted cut) 由许多刻面按一定的规则排列，组成具有一定几何形态的对称的多面体。适用于所有的透明宝石（无色或有色），其优点是能够充分体现宝石的体色、火彩、亮度和闪烁程度。

刻面琢型的式样很多，根据其形状特点和刻面的组合方式，可将其划分为四大类：明亮琢型、玫瑰琢型、花式琢型、混合琢型。



圆形明亮琢型

方形阶梯琢型

橄榄花式琢型

明/阶 混合琢型

1、 明亮琢型

明亮琢型 (brilliant cut) 刻面琢型最常见的一种类型，该琢型的刻面从中心向外呈放射状排列，按照规定的比例磨成不同的大小和形状，使进入宝石的光从亭部很少漏出，以增加其亮度。

最常见的明亮琢型为标准圆形明亮型。明亮琢型的变型有橄榄形、半月形、梨形、心形、椭圆形、坐垫形及古老的坐垫形等，这些琢型划归为花式琢型，在后面的部分内容中介绍。

(1) 圆形明亮琢型 (round brilliant cut)

琢型腰棱的轮廓为圆形。标准的圆形明亮琢型由 57—58 个刻面组成：其中冠部有 33 个刻面（1 个台面、八个星小面、八个冠主面、16 个上腰小面）；亭部有 24 个刻面（16 个下腰小面、八个亭主面）；此外，底尖 (culet) 有时是 1 个平行台面的很小刻面，目的是为了避开亭尖部位磨损



对于钻石，圆形明亮琢型已有了几种被认为是能最好地显示亮度、火彩并保持重量的理论比例，如美国理想琢型 (American brilliant cut)、艾普洛

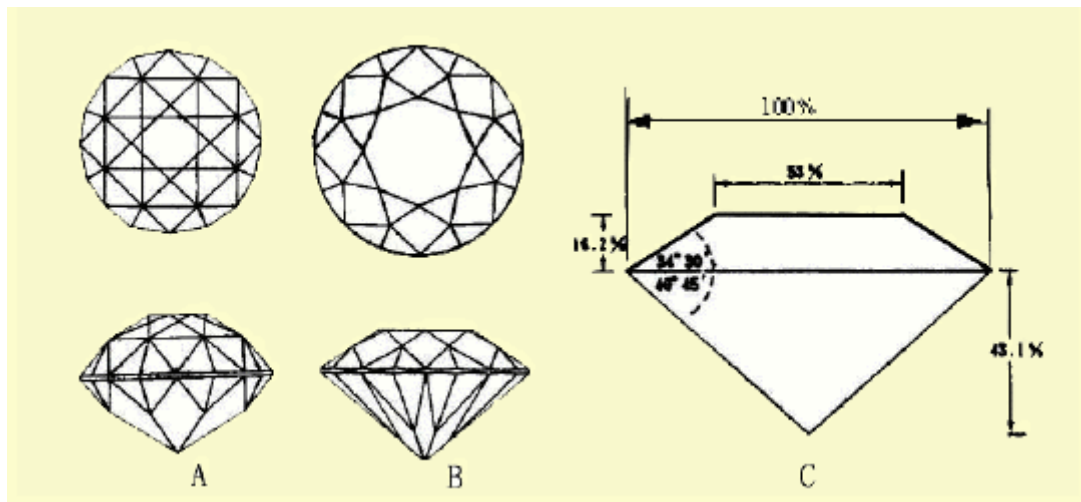
琢型(Eppler cut)、国际钻石委员会琢型(IDC cut)及斯堪的纳维亚琢型(Scan. D. N. Cut)等。

①**美国理想琢型**：也称“美国明亮琢型”(American brilliant cut)或“托尔可夫斯基理论明亮琢型(Tolkowsky theoretical brilliant cut)。

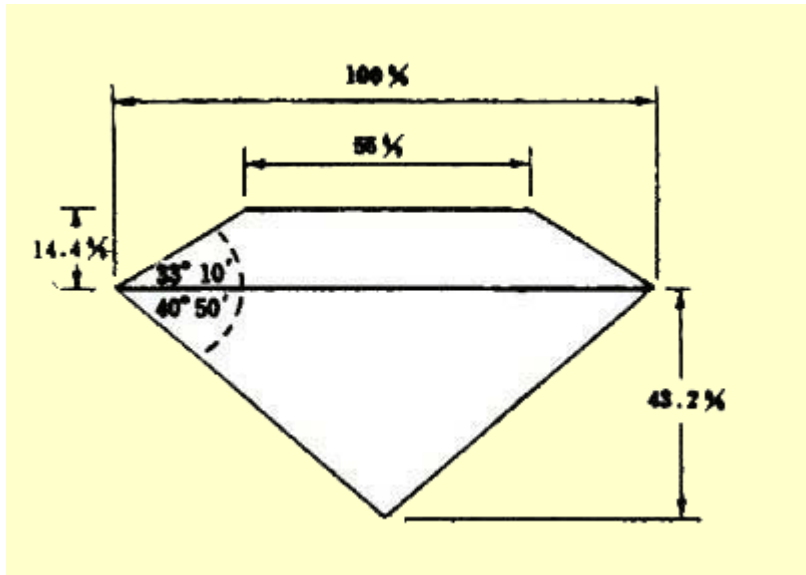
与标准圆形明亮琢型相比，该琢型的台面宽度较小，只占整个宝石的三分之一，而冠高较大，约为亭深的三分之二。在紧靠台面的四周增加了8个刻面，使冠部的风筝刻面的数目增加，致使冠部刻面达到40个(除台面外)(图a)。

到1919年，比利时名师Marce Tolkowsky对该琢型的比例和角度进行了计算，认为它是一种“理想的琢型”，可最大程度地体现钻石的亮度，但重量损失稍为高一些。

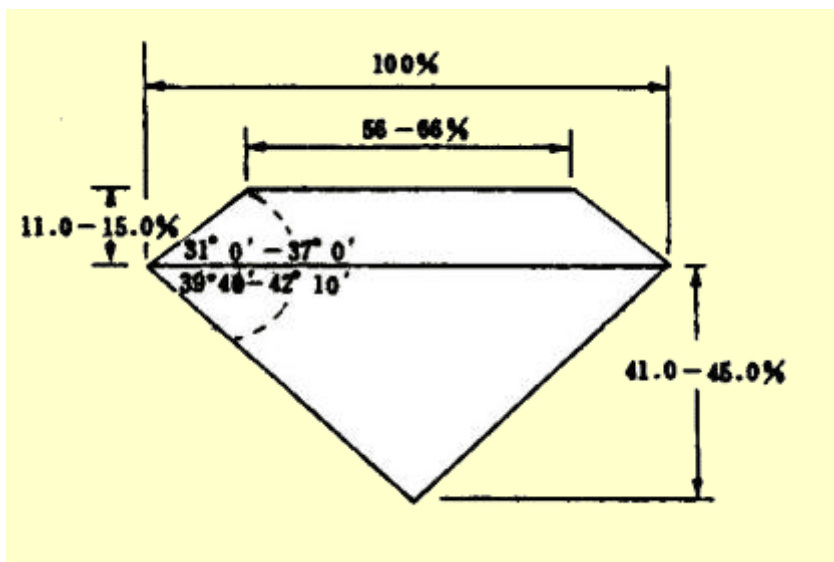
目前，一般认为美国明亮琢型或托尔可夫斯基明亮琢型(图b)的标准比例为：台宽为53%，冠高16.2%，冠角 $34^{\circ} 30'$ ，亭深43.1%，亭角 $40^{\circ} 45'$ (图c)。



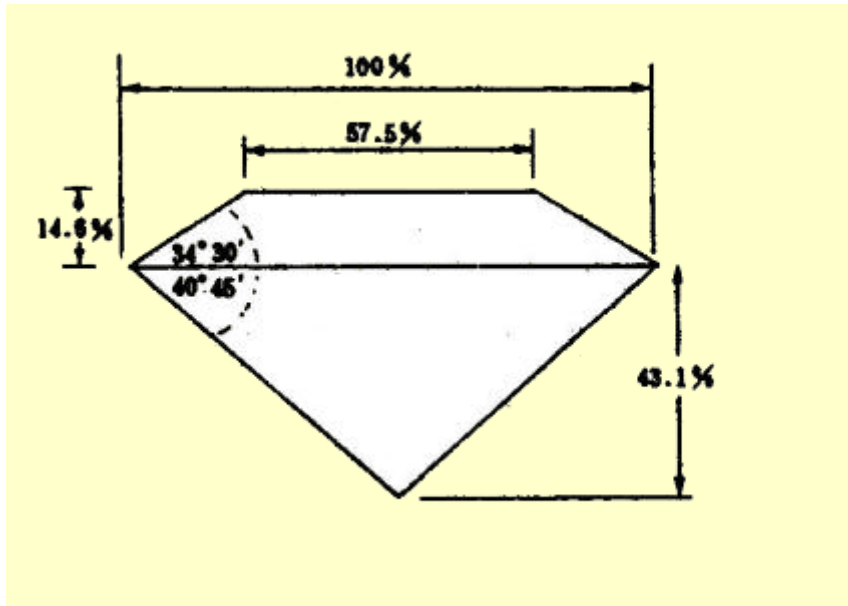
②**艾普洛琢型**：由德国人W. F. Eppler在1949年设计发明，是在托尔可夫斯基理论明亮琢型(Tolkowsky theoretical brilliant cut)的基础上演化而来。该琢型的台面稍稍偏大(56%)，因而其冠部较浅(14.4%)，冠角较小($33^{\circ} 10'$)。目前在欧洲，质量较好的钻石多加工成这种琢型。也叫实用完美琢型(practical fine cut)和欧洲完美琢型(European fine cut)。



③国际钻石委员会琢型：由国际钻石委员会（由世界钻石交易所联合会和国际钻石生产商协会指定的联合委员会）设计推出。其比例为：台面直径为56%-66%，冠角为30° -37° ，冠高为11%-15%，亭角39.4° -42° ，亭深为43%-45%。

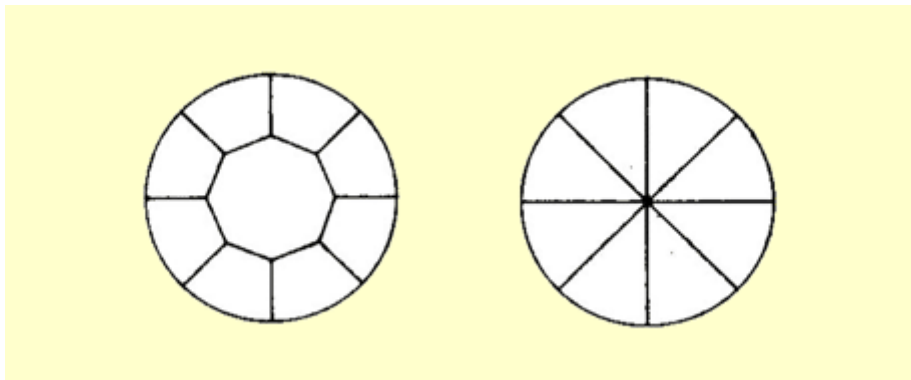


④斯堪的纳维亚琢型：1970年由Herbert Tillander和Scan D. N.委员会设计推出，以作为欧洲的标准。该琢型的比例为：台面直径为57.5%，冠角为34° 30'，冠高为14.6%，亭角40° 45'，亭深为43.1%，冠高与亭深比为1:2.95。



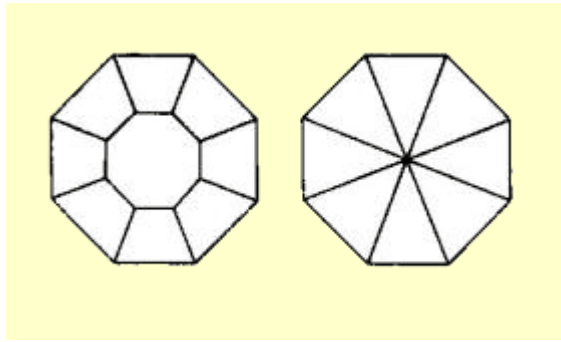
(2) 单明亮琢型 (single cut)

单明亮琢型具有一个圆形的腰棱、一个台面、8个冠部刻面、8个亭部刻面及一个底尖（很少见）。该琢型常用于0.05ct以下的钻石和较小的宝石。据其外形可分为八边形琢型（eight-sided cut）和不规则圆形琢型（irregular round cut）。前者具有八面体的外形和尖锐的腰棱（未抛光），后者具有不规则圆形的腰棱。



(3) 老单（明亮）琢型 (old single cut)

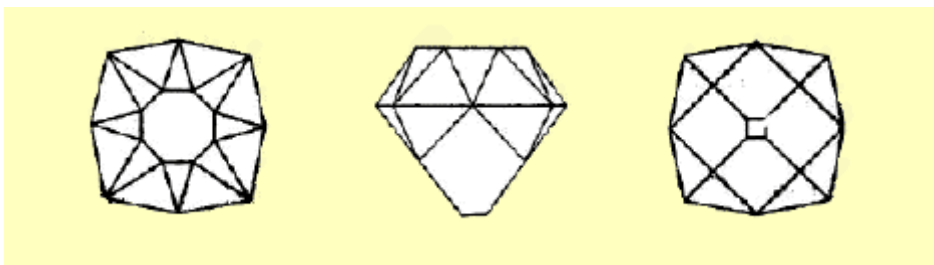
老单（明亮）琢型也称八边琢型，具八边形腰棱。冠部有8个斜刻面和1个台面，亭部有8个斜刻面，偶尔有底尖。常用于小钻。



(4) 双明亮琢型 (double cut)

双明亮琢型大约在 1615 年出现，是应 Cardinal Mazarin 的要求而设计出来的，故又称为马扎林琢型 (Mazarin cut)。其腰棱为垫形，共有 34 个刻面，包括 16 个冠部刻面、16 个亭部刻面、1 个台面和 1 个底尖 (图)。该琢型有下面两种变形。

①**英国方形琢型**：该琢型有一个八边形的台面，四周有 8 个三角形的刻面，其间夹有另外 8 个三角形的刻面（其底构成腰棱）；在亭部同样有 8 个三角形刻面和 4 个大的等腰梯形刻面，并在底部相交于一点（或 4 个大的五边形刻面相交于一个小的底尖），总共有 28 个刻面（加上台面和底尖），冠部比亭部浅。这种琢型可最大程度地体现火彩，但由于其刻面数较少，亮度有些损失，也叫英国明亮琢型 (English brilliant cut)。



②**英国星形琢型**：该琢型在某些方面与英国方形琢型相同。不同的是其亭部刻面为 4 个三角形刻面和 4 个等腰梯形刻面，从腰棱向下直接延伸到底尖。

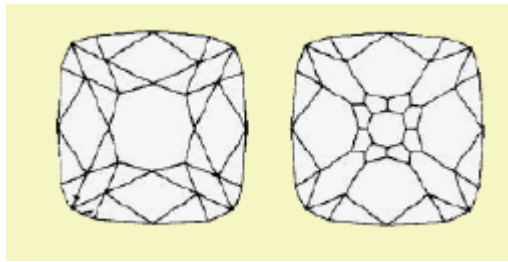


(5) 三明亮琢型 (triple brilliant cut)

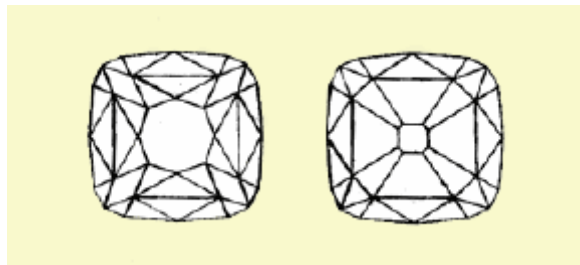
三明亮琢型明亮琢型的一种变型，在 17 世纪出现，腰棱呈近方形或垫形，其特点是冠高、台面小、亭深、底尖大。也叫老矿（工）琢型（old mine cut）和帕鲁兹琢型（Peruzzi cut）。有两种主要的变形，即巴西琢型（Brazilian cut）和里斯本琢型（Lisbon cut）。



①巴西琢型：其特点是在三明亮琢型的底尖四周多出 8 个刻面（图）。

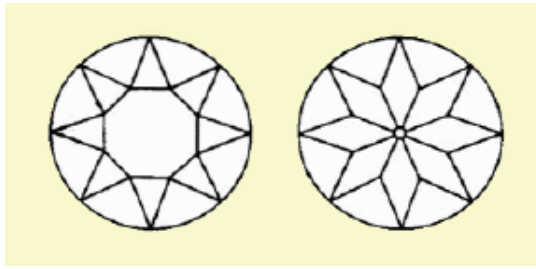


②里斯本琢型：其特点是在三明亮琢型的基础上，平行腰棱方向将冠部和亭部主刻面分裂成两个刻面（图）。



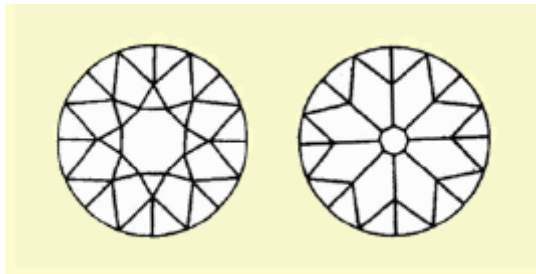
(6) 瑞士琢型 (Swiss cut)

该琢型冠部和亭部各有 16 个刻面，1 个台面，故又被称为“16/16”琢型。其冠部比英国星形琢型的冠部小，适用于小的宝石。瑞士琢型也指具有 24 个冠部刻面和 1 个台面的任何琢型。



(7) 古典欧洲琢型(old European cut)

该琢型是最早的圆形明亮琢型，其腰棱为圆形，特点是台面很小，冠部较重，总体深度较大。有人误认为与老矿（工）琢型（三明亮琢型或帕鲁兹琢型）相同。



2、玫瑰花琢型

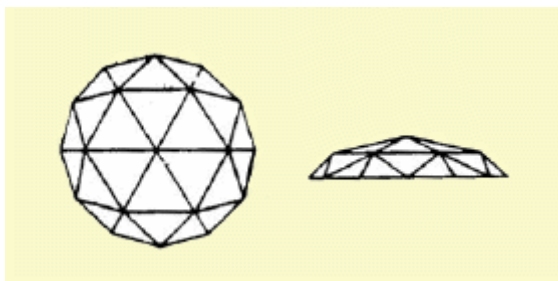
玫瑰琢型（rose cut），因从正面上看，该琢型形似一朵盛开的玫瑰花，故而得名。

主要特点：

- 琢型一般呈单锥体（或对称的双锥体），只有冠部，而无亭部。上部由多个规则的三角形刻面组成，通常呈两排分布，这些刻面向上交于一点。下部仅有一个大而平的底面。腰形为圆形或多边形。
- 玫瑰琢型适用于不完整的宝石晶体，如板状、尖角状或厚度较小的宝石晶体。
- 玫瑰琢型可以最大程度地保持重量，但不利于宝石火彩和亮度的显示。目前仅用于小颗钻石、锆石和石榴石的加工。

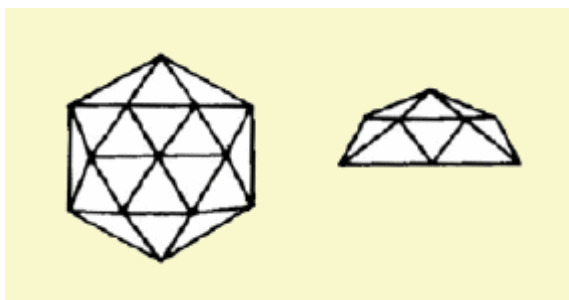
(1) 荷兰玫瑰琢型 (Dutch rose cut)

荷兰玫瑰琢型是玫瑰琢型的基本形态。它具有一个平坦的十二边形的底面，两排呈水平分布的刻面，上面一排（冠部）有 6 个刻面（称星刻面），相交于一点，下面一排有 18 个刻面，6 个尖点向下，其间夹有 12 个成对的刻面，它们沿腰棱分布。在理想的情况下，该琢型的高度为其直径的一半。因此，与其他玫瑰琢型相比，其外形更尖。该琢型常用于加工小钻石，用作彩色主石的边石。



(2) 半荷兰玫瑰琢型 (half-Dutch rose cut)

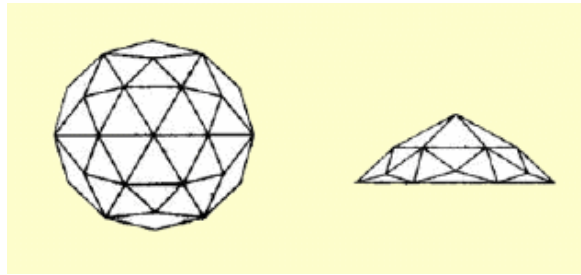
半荷兰玫瑰琢型底面光滑平坦，轮廓为六边形。冠部为尖拱形，由 18 个三角形刻面组成。



(3) 双荷兰玫瑰琢型 (double-Dutch rose cut)

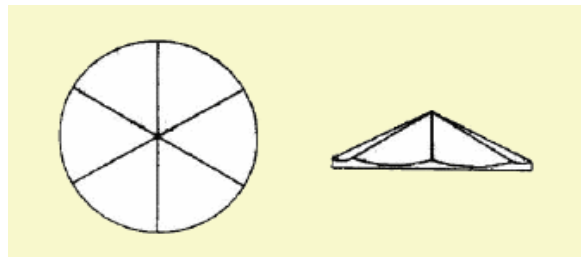
双荷兰玫瑰琢型又称“玫瑰补偿琢型” (rose recoupee cut), 其外形与标准的玫瑰花琢型相同，但它有一个十二边的底面，此外，它有 36 个刻面。这 36

个刻面呈两排分布，上排有 12 个三角形刻面，组成一个扁平的锥体，下排为 24 个等腰三角形刻面，其中 12 个刻面的底边与上排刻面相连，另外的 12 个刻面的底边组成腰棱。这种琢型的高度比标准的玫瑰琢型的高度要大。



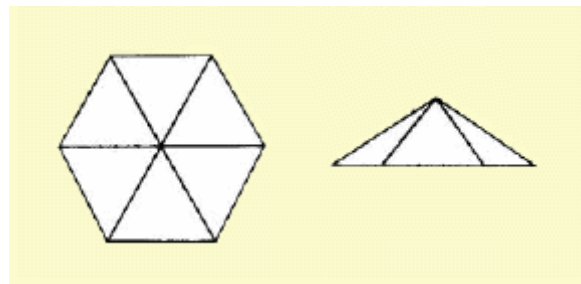
(4) 六刻面玫瑰琢型 (six-facet rose cut)

六刻面玫瑰琢型的轮廓为圆形，底面光滑平坦，冠部呈拱形，且相交于一点，由 6 个较大的刻面组成。



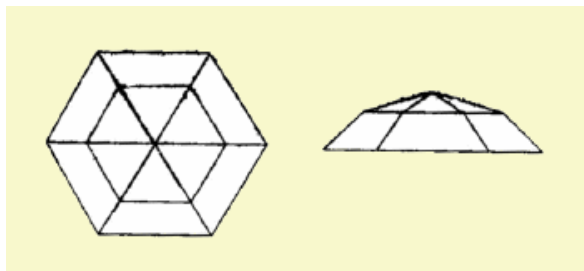
(5) 六边平底玫瑰琢型 (mode rose cut)

六边平底玫瑰琢型具有六边形的外形、平坦的底面和由 6 个刻面组成的冠部。



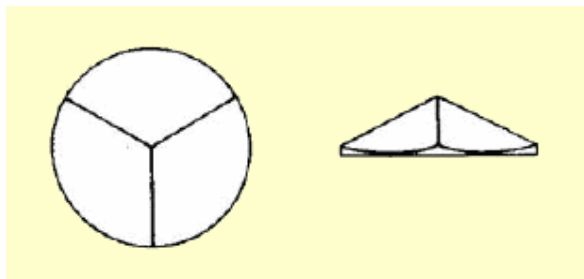
(6) 安特卫普玫瑰琢型 (Antwerp rose cut)

安特卫普玫瑰琢型也称“伯雷班玫瑰琢型”(Brabant rose cut)。在1880年前后在安特卫普设计推出。该琢型较扁平，有24个刻面，呈两排分布，上排6个三角形刻面，下排18个三角形刻面。但更多的情况下加工成12个刻面，也呈两排分布，上排6个三角形刻面，组成一个低的六方锥，下排为6个等腰梯形刻面。



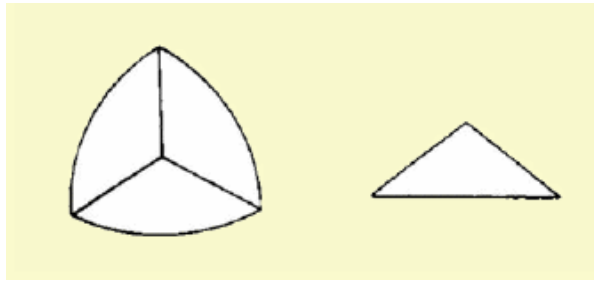
(7) 三刻面玫瑰琢型 (three-facet rose cut)

三刻面玫瑰琢型是一种老式的玫瑰琢型，其轮廓为圆形，底面光滑平坦，冠部由3个刻面组成，且相交于一点。



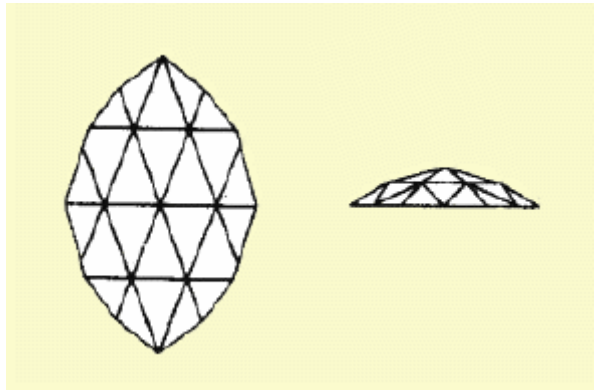
(8) 盾形玫瑰琢型 (chiffre cut)

盾形玫瑰琢型具盾形的外形、平坦光滑的底面及由3个刻面组成的冠部。



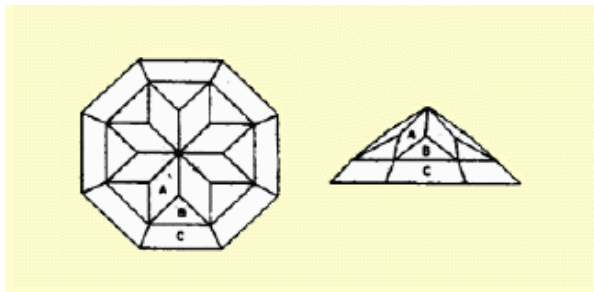
(9) 舟（船）形玫瑰琢型 (boat-shaped rose cut)

舟（船）形玫瑰琢型腰棱为椭圆形，底面光滑平坦，冠部呈尖拱形，通常由 24 个三角形刻面（但其数目可变）组成。



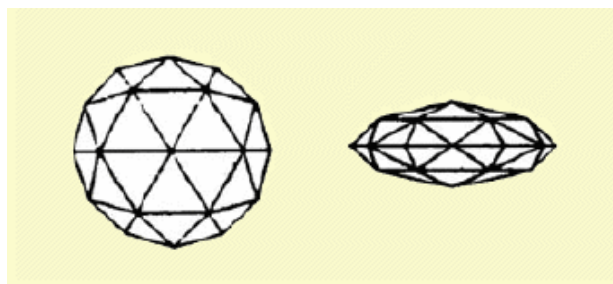
(10) 十字玫瑰琢型 (cross rose cut)

十字玫瑰琢型底面光滑平坦，轮廓为八边形，其上为 8 个窄长的梯形刻面。冠部呈拱形，由 8 个相交于一点的菱形刻面和 8 个三角形刻面组成（图）。



(11) 双玫瑰琢型 (double rose cut)

双玫瑰琢型是一种老款式，由两个荷兰玫瑰琢型底-底相对结合而成。其腰棱为圆形，无台面和底尖，具 48 个三角形刻面。著名的佛罗伦萨(Florentine) 钻和桑西 (Sancy) 钻即加工成这种琢型。在 19 世纪和 20 世纪早期常用于吊坠和耳环。



(12) 垂滴玫瑰琢型 (Pendeloque rose cut)

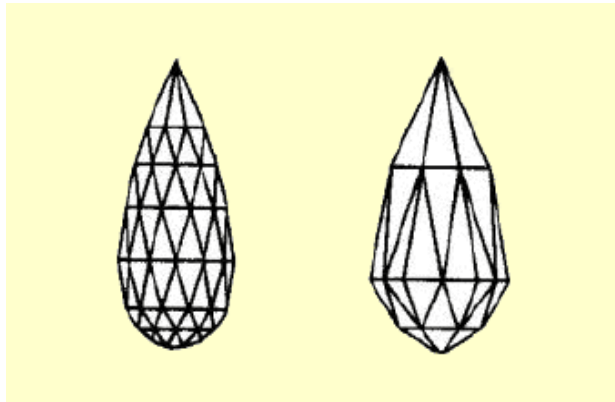
垂滴玫瑰琢型其外形呈梨形（圆底尖顶），有一个平坦的底面，无台面，通常有 24 个刻面，呈 4 排分布，顶排和底排为 5 个刻面，中间两排分别有 7 个刻面。有时这种琢型也加工成双玫瑰琢型，即由两个这种琢型底-底相接而成并作为坠饰佩戴。

(13) 泪滴琢型 (briolette cut)

泪滴琢型是双玫瑰琢型的一种拉长变型，无台面或底刻面，为小滴形，具尖顶圆底。

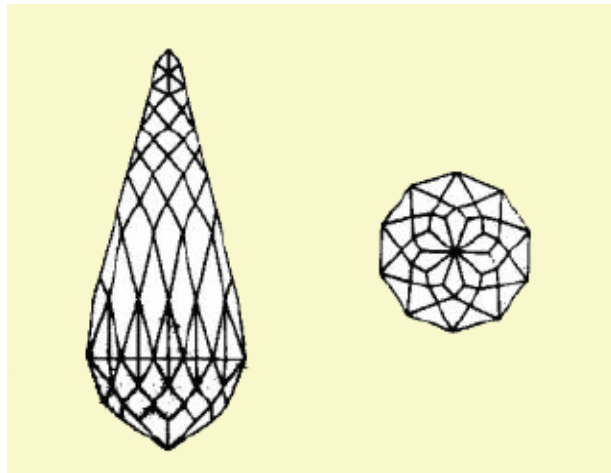
该琢型有 3 种变型：

- ①整个宝石的表面由 4-7 排小的三角形刻面覆盖，相交于顶点的刻面拉长；
- ②两个多边形锥状体底-底相连，锥状体的底构成腰棱，腰棱以上的刻面拉长，与腰棱相邻的刻面呈三角形，三角形刻面之上的刻面呈菱形，相交于顶点；腰棱以下的刻面较短，也呈三角形，其下的刻面呈菱形；
- ③与第二种款式的外形相同，由多边形的锥状体相连组成，但在腰棱之上有两排拉长的三角形刻面，腰棱之下有两排较小的三角形刻面。



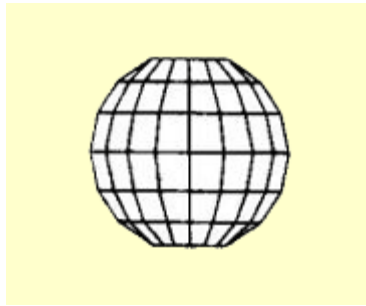
(14) 潘派尔琢型 (pampille cut)

潘派尔琢型双玫瑰琢型。其外形与泪滴琢型 (briolette cut) 相似，但通常比泪滴琢型长些。其腰棱呈圆形，刻面成排分布，大小和形状不同，越向两端刻面数越少。



(15) 珠琢型 (bead cut)

珠琢型的外形呈球状，其上由不同大小的梯形刻面覆盖，上、下两部分刻面对称排列，是球形的双玫瑰琢型。



2、玫瑰花琢型

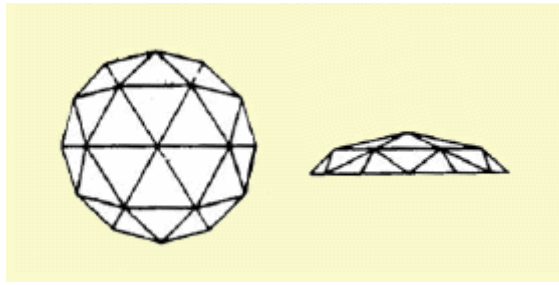
玫瑰琢型（rose cut），因从正面上看，该琢型形似一朵盛开的玫瑰花，故而得名。

主要特点：

- 琢型一般呈单锥体（或对称的双锥体），只有冠部，而无亭部。上部由多个规则的三角形刻面组成，通常呈两排分布，这些刻面向上交于一点。下部仅有一个大而平的底面。腰形为圆形或多边形。
- 玫瑰琢型适用于不完整的宝石晶体，如板状、尖角状或厚度较小的宝石晶体。
- 玫瑰琢型可以最大程度地保持重量，但不利于宝石火彩和亮度的显示。目前仅用于小颗钻石、锆石和石榴石的加工。

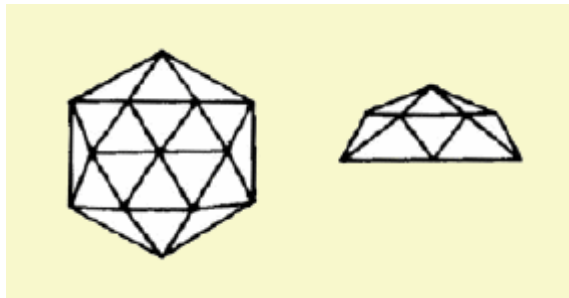
（1）荷兰玫瑰琢型（Dutch rose cut）

荷兰玫瑰琢型是玫瑰琢型的基本形态。它具有一个平坦的十二边形的底面，两排呈水平分布的刻面，上面一排（冠部）有6个刻面（称星刻面），相交于一点，下面一排有18个刻面，6个尖点向下，其间夹有12个成对的刻面，它们沿腰棱分布。在理想的情况下，该琢型的高度为其直径的一半。因此，与其他玫瑰琢型相比，其外形更尖。该琢型常用于加工小钻石，用作彩色主石的边石。



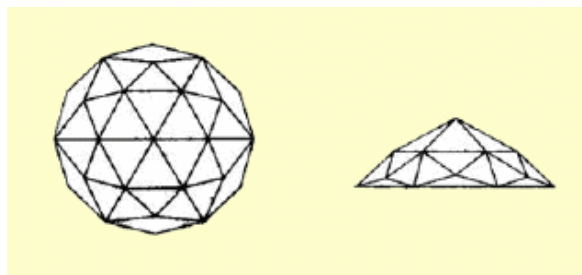
(2) 半荷兰玫瑰琢型 (half-Dutch rose cut)

半荷兰玫瑰琢型底面光滑平坦，轮廓为六边形。冠部为尖拱形，由 18 个三角形刻面组成。



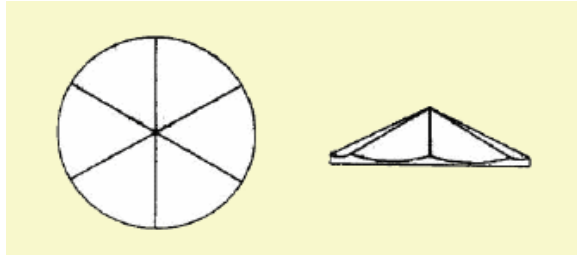
(3) 双荷兰玫瑰琢型 (double-Dutch rose cut)

双荷兰玫瑰琢型又称“玫瑰补偿琢型” (rose recoupee cut), 其外形与标准的玫瑰花琢型相同, 但它有一个十二边的底面, 此外, 它有 36 个刻面。这 36 个刻面呈两排分布, 上排有 12 个三角形刻面, 组成一个扁平的锥体, 下排为 24 个等腰三角形刻面, 其中 12 个刻面的底边与上排刻面相连, 另外的 12 个刻面的底边组成腰棱。这种琢型的高度比标准的玫瑰琢型的高度要大。



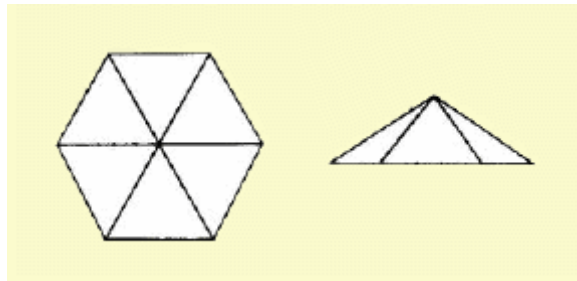
(4) 六刻面玫瑰琢型 (six-facet rose cut)

六刻面玫瑰琢型的轮廓为圆形，底面光滑平坦，冠部呈拱形，且相交于一点，由 6 个较大的刻面组成。



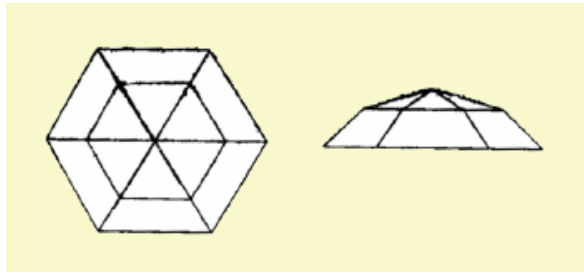
(5) 六边平底玫瑰琢型 (mode rose cut)

六边平底玫瑰琢型具有六边形的外形、平坦的底面和由 6 个刻面组成的冠部。



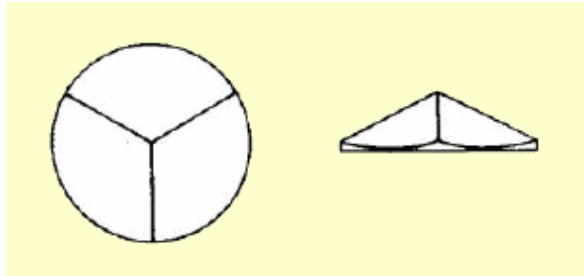
(6) 安特卫普玫瑰琢型 (Antwerp rose cut)

安特卫普玫瑰琢型也称“伯雷班玫瑰琢型” (Brabant rose cut)。在 1880 年前后在安特卫普设计推出。该琢型较扁平，有 24 个刻面，呈两排分布，上排 6 个三角形刻面，下排 18 个三角形刻面。但更多的情况下加工成 12 个刻面，也呈两排分布，上排 6 个三角形刻面，组成一个低的六方锥，下排为 6 个等腰梯形刻面。



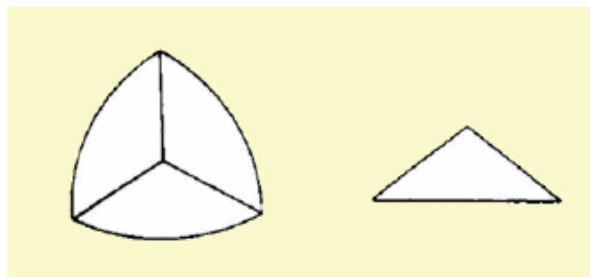
(7) 三刻面玫瑰琢型 (three-facet rose cut)

三刻面玫瑰琢型是一种老式的玫瑰琢型，其轮廓为圆形，底面光滑平坦，冠部由 3 个刻面组成，且相交于一点。



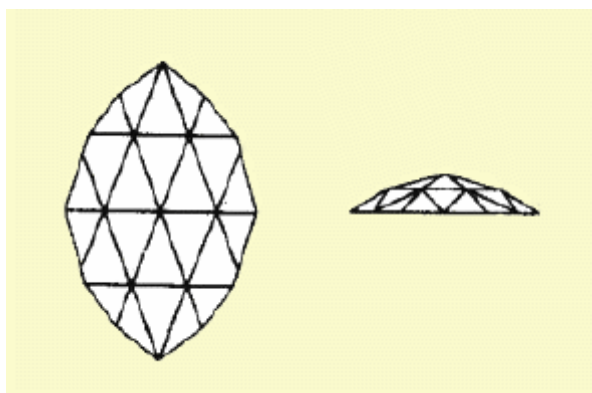
(8) 盾形玫瑰琢型 (chiffre cut)

盾形玫瑰琢型具盾形的外形、平坦光滑的底面及由 3 个刻面组成的冠部。



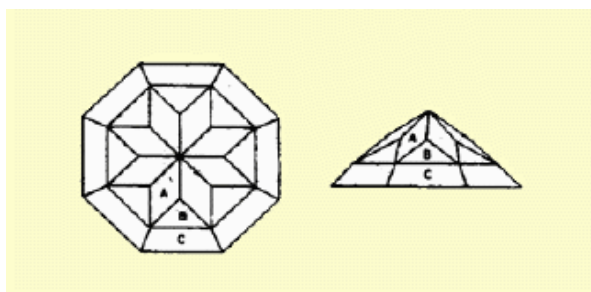
(9) 舟（船）形玫瑰琢型 (boat-shaped rose cut)

舟（船）形玫瑰琢型腰棱为椭圆形，底面光滑平坦，冠部呈尖拱形，通常由 24 个三角形刻面（但其数目可变）组成。



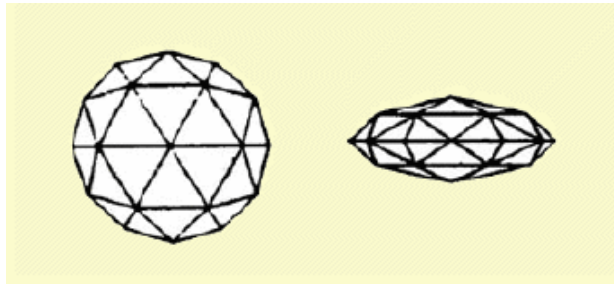
(10) 十字玫瑰琢型 (cross rose cut)

十字玫瑰琢型底面光滑平坦，轮廓为八边形，其上为 8 个窄长的梯形刻面。冠部呈拱形，由 8 个相交于一点的菱形刻面和 8 个三角形刻面组成（图）。



(11) 双玫瑰琢型 (double rose cut)

双玫瑰琢型是一种老款式，由两个荷兰玫瑰琢型底-底相对结合而成。其腰棱为圆形，无台面和底尖，具 48 个三角形刻面。著名的佛罗伦萨(Florentine)钻和桑西(Sancy)钻即加工成这种琢型。在 19 世纪和 20 世纪早期常用于吊坠和耳环。



(12) 垂滴玫瑰琢型 (Pendeloque rose cut)

垂滴玫瑰琢型其外形呈梨形（圆底尖顶），有一个平坦的底面，无台面，通常有 24 个刻面，呈 4 排分布，顶排和底排为 5 个刻面，中间两排分别有 7 个刻面。有时这种琢型也加工成双玫瑰琢型，即由两个这种琢型底-底相接而成并作为坠饰佩戴。

(13) 泪滴琢型 (briolette cut)

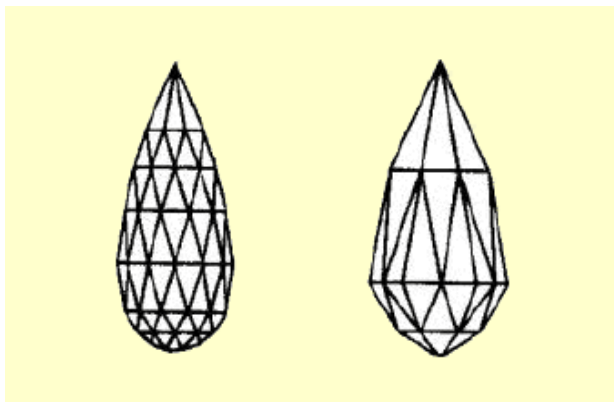
泪滴琢型是双玫瑰琢型的一种拉长变型，无台面或底刻面，为小滴形，具尖顶圆底。

该琢型有 3 种变型：

①整个宝石的表面由 4-7 排小的三角形刻面覆盖，相交于顶点的刻面拉长；

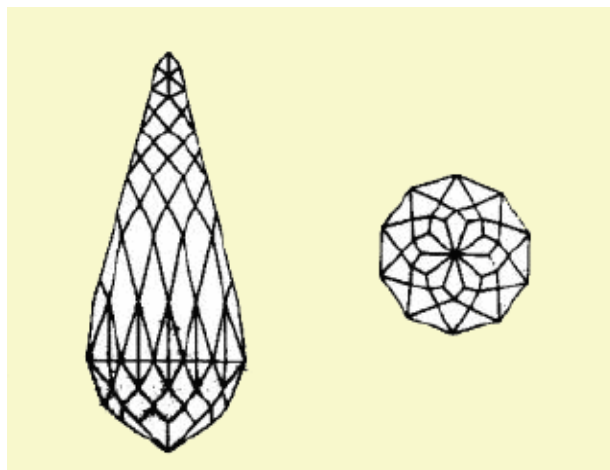
②两个多边形锥状体底-底相连，锥状体的底构成腰棱，腰棱以上的刻面拉长，与腰棱相邻的刻面呈三角形，三角形刻面之上的刻面呈菱形，相交于顶点；腰棱以下的刻面较短，也呈三角形，其下的刻面呈菱形；

③与第二种款式的外形相同，由多边形的锥状体相连组成，但在腰棱之上有两排拉长的三角形刻面，腰棱之下有两排较小的三角形刻面。



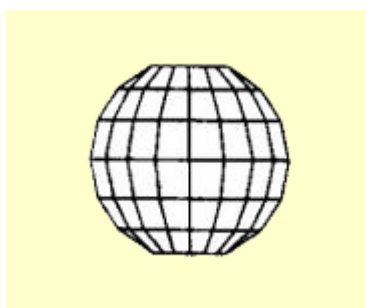
(14) 潘派尔琢型 (pampille cut)

潘派尔琢型双玫瑰琢型。其外形与泪滴琢型 (briolette cut) 相似，但通常比泪滴琢型长些。其腰棱呈圆形，刻面成排分布，大小和形状不同，越向两端刻面数越少。



(15) 珠琢型 (bead cut)

珠琢型的外形呈球状，其上由不同大小的梯形刻面覆盖，上、下两部分刻面对称排列，是球形的双玫瑰琢型。



3、花式琢型

花式琢型 (fancy cut) 指单明亮琢型和圆形明亮琢型之外的任何琢型。通

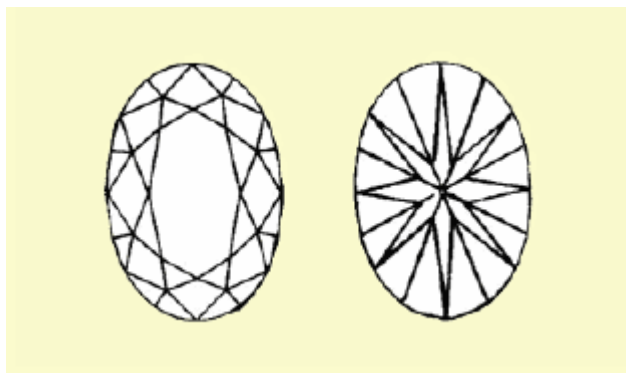
常说花式琢型时常是指橄榄形、梨形、蛋形、心形、三角形等明亮琢型及正方形、祖母绿琢型等阶梯琢型。

根据花式琢型的外形特点及小面的排列方式可将其划分为三大类：明亮形花式琢型、阶梯形花式琢型、新式花式琢型。

1) 明亮形花式琢型

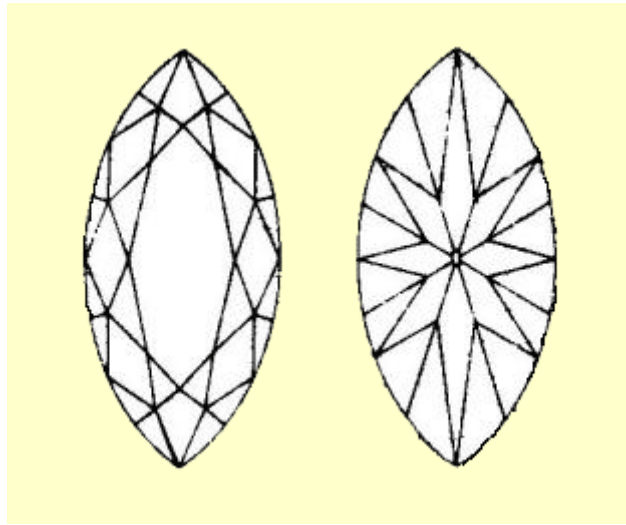
(1) 蛋形明亮琢型 (oval brilliant cut, oval cut)

该琢型也叫“椭圆形明亮琢型”。明亮琢型的一种变型，其腰棱为椭圆形，冠部有 1 个不规则的八边形台面和 32 个四边形和三角形刻面，亭部有 24 个刻面和 1 个底尖。贯穿椭圆形底部的中心线称龙骨线。



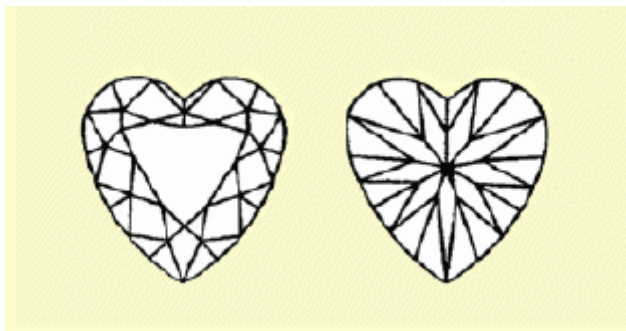
(2) 马眼形明亮琢型 (marquise brilliant cut)

该琢型也称“橄榄形明亮琢型”。具船形外形和弯曲的边棱，两端尖，冠部有 1 个不规则八边形台面和 32 个围绕台面分布的四边形和三角形刻面，而亭部有 24 个刻面和 1 个底尖。该琢型在 20 世纪 40 年代首先出现在法国，以 Marquise de Pompadou(路易十五的一个情妇)的名字命名，也叫水雷形琢型(navette cut)或舟形琢型(boat-shaped cut)。有时候为了保重，将马眼琢型的两端加工成钝的而不是尖的，则可称为椭圆橄榄形明亮琢型(oval marquise brilliant cut)。



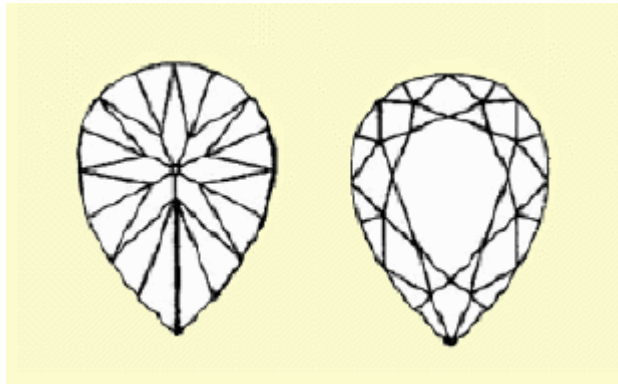
(3) 心形明亮琢型 (heart brilliant cut)

该琢型的外形呈心形，具有 1 个台面、32 个冠部刻面、24 个亭部刻面和 1 个盾形的底尖。



(4) 梨形明亮琢型 (pear-shaped brilliant cut)

该琢型腰棱呈梨形（圆底尖顶），冠部有 1 个不规则的八边形台面、8 个较大的四边形刻面和 24 个三角形刻面，亭部有 8 个较大的四边形刻面，它们分布在宝石的中心，组成一个星形，其四周为 16 个三角形刻面。如果梨形明亮琢型的窄端更尖更长，则称为垂滴形琢型（Pendeloque cut）。



2) 阶梯形花式琢型

阶梯形花式琢型常简称为阶梯琢型，也称为条型或方型，是一种常见的琢型。

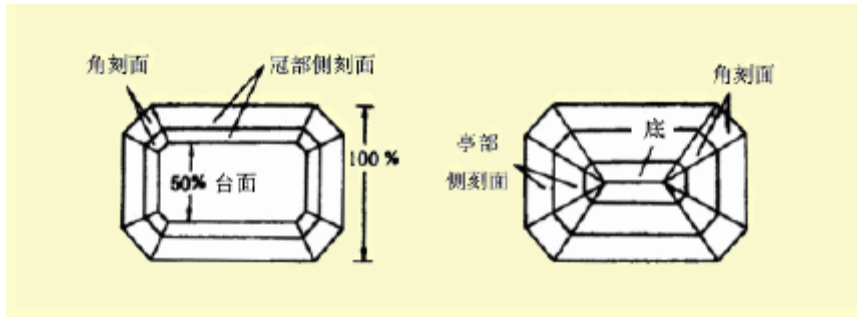
此类琢型的一般特征是：

- 冠部和亭部的斜刻面主要由一系列的呈层状平行排列的梯形刻面组成；
- 腰形多呈规则或截角的长方形和正方形，也有许多呈其它规则或不规则的多边形，如三角形、菱形、哨子形等；
- 台面形状常为正方形、长方形、六边形或八边形，但有时台面也切成椭圆形、半圆形、菱形、梯形或梨形等。
- 长方形或其它长条状阶梯形的底尖部位通常相交成一条棱线。

阶梯琢型有很多变型，最典型的是祖母绿琢型。阶梯琢型几乎适合于所有透明宝石，特别是那些美丽依赖于颜色的有色宝石。

(1) 祖母绿琢型 (emerald cut)

该琢型是一种典型的阶梯琢型，由于被广泛地应用于祖母绿的加工，故而得名。其台面和外形均为正方形或长方形，四个角被切掉。台面被 2、3 或 4 排与腰平行的梯形的冠部和亭部刻面所环绕，底部终止于 1 个斧形的底尖。该琢型的台面较大，能在很大程度上体现宝石的体色，但亮度受些影响。加工成这种琢型比加工成明亮琢型的重量损失较小。该琢型起源于 19 世纪，但到 20 世纪才被广泛采用。该琢型的组成及各部分的名称见下图。



(2) 剪刀琢型 (scissors cut)

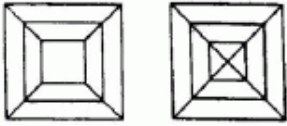
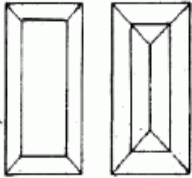
该琢型亦称“交叉琢型”，属于阶梯琢型的改型。在这种琢型中，刻面呈三角形而非平行的梯形。这种琢型在某种程度上可以增加宝石的亮度，并可改善宝石的颜色。但光会从亭部底尖漏掉，从而在宝石的中央产生一个死点。这种琢型的一个好处是可降低加工中所产生的误差的可见性。因为在阶梯琢型中，各排刻面切磨得稍不平行即可看出，而代之以三角形刻面，这种误差却不易被察觉到。这种琢型适用于钻石和各种有色宝石，特别是当原石为方形或长方形时。

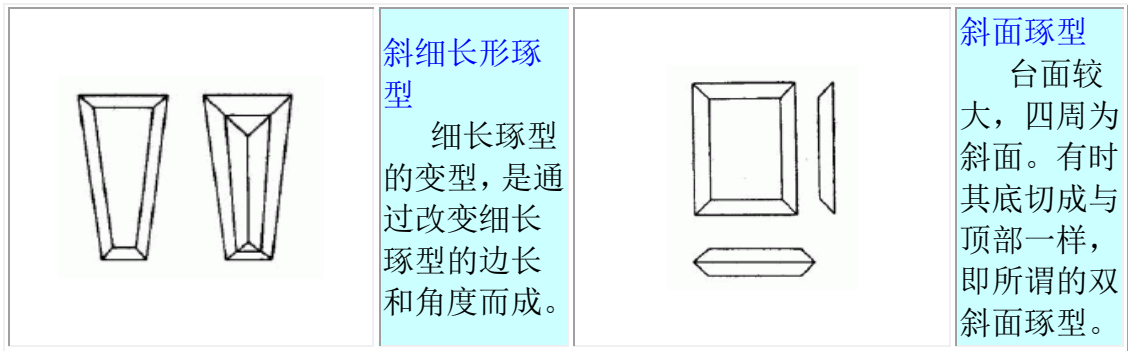


(3) 其它阶梯琢型

除上述祖母绿型和剪刀琢型外，还有很多阶梯琢型，其外形如下表中的图形所示。

琢型图	名称及特点	琢型图	名称及特点
	八角形琢型 外形呈八角形，8条边的长度及其间的夹角可以是变化的		风筝琢型 有4条边，一端为两条长边，一端为两条短边，形似

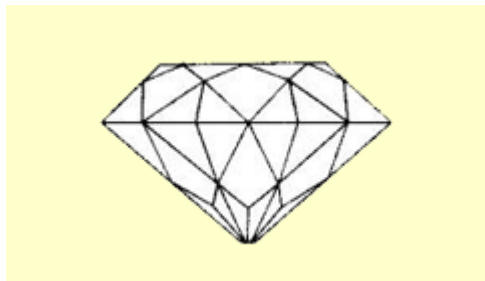
			风筝。
	<p>六边形琢型 外形呈六边形，6 条边均相等。</p>		<p>菱形琢型 外形呈菱形四边形。</p>
	<p>五边形琢型 外形呈五边形，5 条边相等，组成一个正五边形。</p>		<p>幸运之星琢型 由以色列 Lili 钻石公司设计制造，是将五片长风筝形的钻石拼合成一个五角星形，也有六角星形的。</p>
	<p>正方形琢型 其轮廓为正方形。</p>		<p>扇形琢型 其外形象半开的扇子。</p>
	<p>三角形琢型 外形呈三角形。</p>		<p>盾形琢型 其轮廓似盾，但长度和夹角可以是各种各样的。</p>
	<p>梯形琢型 外形呈梯形，4 条边中的两条平行，但不等长。</p>		<p>哨子形琢型 外形象哨子，有 4 条边，其中一条为斜边。</p>
	<p>细长形琢型 外形呈长方形，常用于小颗钻石的加工。</p>		<p>子弹形琢型 五边形琢型的变型，外形象子弹</p>



3) 新式花式琢型

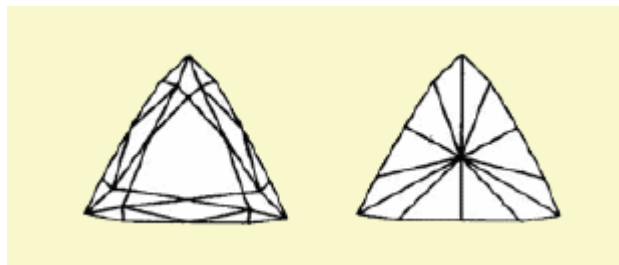
(1) 锆石琢型 (zircon cut)

该琢型的总体特征与明亮琢型相似，但在亭部刻面和底尖之间多出一排小的刻面，共 16 个。这种琢型可以减少漏光，充分地体现宝石的亮度，常用于加工锆石。



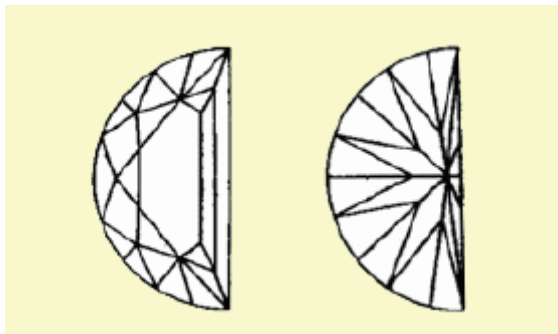
(2) 三角形明亮琢型 (triangular brilliant cut)

该琢型的外形呈三角形，具有 3 条弯曲的边和圆化的角。通常有 44 个刻面，腰棱常磨成刻面。在 20 世纪 70 年代较为流行，较薄的原石常加工成这种琢型，在市场上常成对出售。



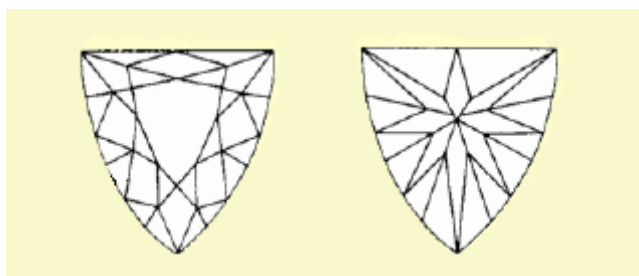
(3) 半月形明亮琢型 (half-moon brilliant cut)

该琢型由圆形明亮琢型演化而来，即将一个圆明亮琢型沿台面至底尖的中线一分为二。破碎的圆形明亮琢型偶尔会重新切磨成半月形明亮琢型。



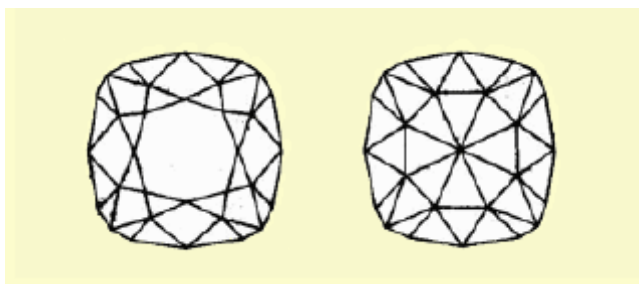
(4) 半水雷形明亮琢型 (semi-navette brilliant cut)

该琢型的形状像半个马眼形琢型。破碎的马眼形琢型通常重新切磨成这种琢型。



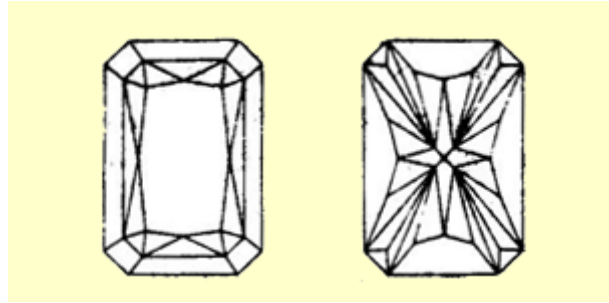
(5) 坐垫形明亮琢型 (cushion brilliant cut)

该琢型的外形呈矩形或四方形，具弯曲的边棱、圆化的角及明亮式切割的刻面。四方形的也称为“方形明亮琢型”。



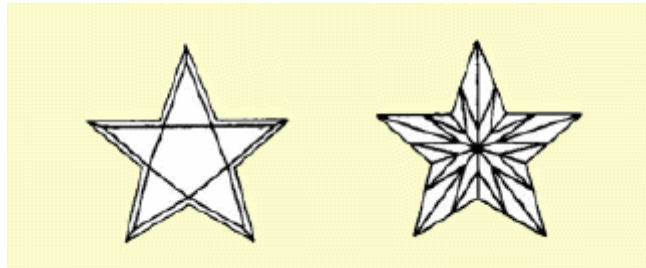
(6) 辐射明亮琢型 (radiant cut)

这是一种垫形 (cushion-shape) 或方形 (square-shape) 明亮琢型的专用名称，具 70 个刻面。1977 年由 Henry Grossbard 设计推出，1978 年又做了改进。



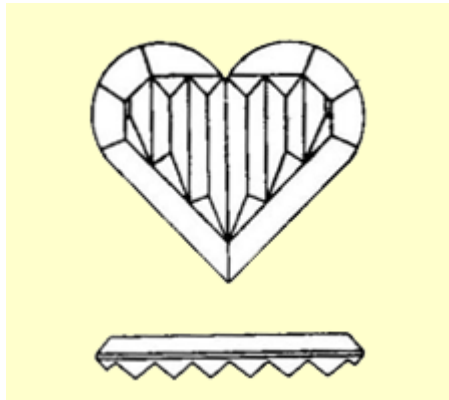
(7) 星形琢型 (star cut)

该琢型是指轮廓为星形的明亮琢型，但有时也泛指当从台面观察时其亭部刻面呈星形图案的任何明亮琢型。



(8) 齿形琢型 (profile cut) :

该琢型是明亮琢型的一种变型，1961 年由伦敦切磨师 Arpal Nagy 提出，最初叫公主琢型 (Princess cut)。该琢型的加工过程如下：将一个扁平的晶体切成若干薄片（厚约 1.5mm），而后将薄片的顶面抛光，底面切成一系列的狭窄的平行的 V-形齿，其外围有一圈呈各种形状的刻面。该琢型看起来有点象阶梯琢型，其优点是能充分利用扁平材料，且表面积大，能产生较高的全内反射，但火彩差。



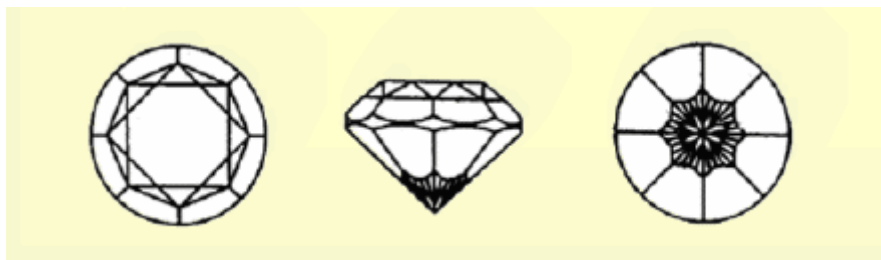
(9) 花形琢型系列 (Flower Cuts) :

该琢型是指 CSO (戴比尔斯公司所属的中央销售机构) 顾问 G. 托尔可夫斯基 (Gabi Tolkovsky) 设计的用于钻石的 5 种花形琢型, 构成一个系列, 包括大利花琢型、向日葵琢型、金盏花琢型、百日红琢型和火玫瑰琢型。这些琢型可满足低色级钻石切磨的要求, 且可增加回收率。这些琢型在 1988 年新加坡召开的世界钻石大会上公布, 其使用不受限制, 因其并未申请专利。各种花形琢型的比例如下表所示:

圆多面形琢型与花形琢型各部分的比例表

琢型	台面比例 (%)	冠高比例 (%)	腰厚比例 (%)	亭深比例 (%)
圆明亮琢型	57.5	14.6	中	43.1
百日红琢型	52	16	厚至很厚	46
向日葵琢型	53-58	17.5-24	薄至厚	42.5-51.5
大利花琢型	56	15	中至厚	49
金盏花琢型	51	12.5	很厚	35
火玫瑰琢型	47-62	15-20	薄	45-51

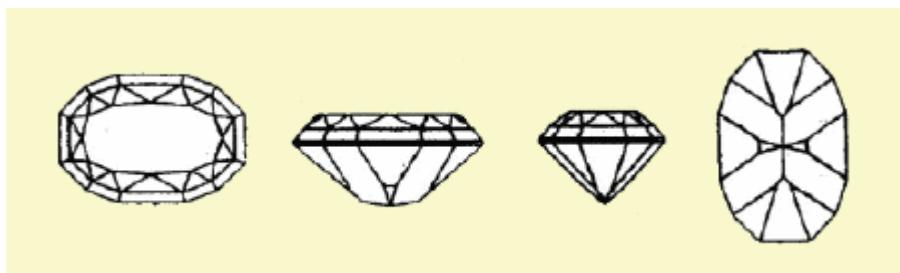
①**百日红琢型**（Zinnia cut）由 G. 托尔可夫斯基在 1988 年设计的用于钻石的 5 个花形琢型之一的注册名称。该琢型综合了明亮琢型和阶梯琢型的设计特点，可增加低色级钻石的亮度、闪烁程度及色级，也可增加不规则形状原石的回收率。



③**向日葵琢型**（Sunflower cut）由 G. 托尔可夫斯基在 1988 年设计的用于钻石的 5 个花形琢型之一的注册名称。该琢型可增加低色级宝石原石的回收率，但要求原石的高度和体积较大。可加工成各种形状，如 53 个刻面的祖母绿琢型、方形琢型和细长形琢型（图）；69 个刻面的橄榄形琢型；49 个刻面的梨形琢型或 55 个刻面的心形琢型等。



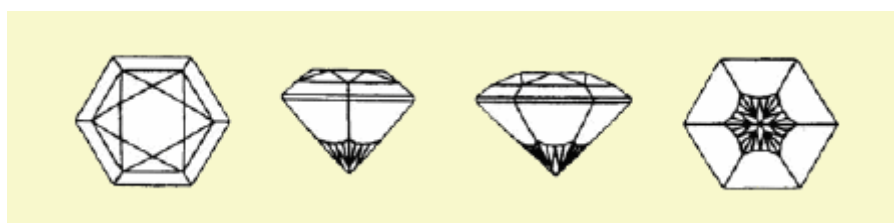
③**大丽花琢型**（Dahlia cut）由 G. 托尔可夫斯基在 1988 年设计的用于钻石的 5 个花形琢型之一的注册名称。该琢型呈十二边的椭圆形，有 67 个刻面，它结合了明亮琢型和阶梯琢型的设计特点，可提高反射和色级，并可增加低色级长形原石晶体的回收率，而这一点传统的花式琢型则无法做到。



④**金盏花琢型**（Marigold cut）由 G. 托尔可夫斯基在 1988 年设计的用于钻石的 5 个花形琢型之一的注册名称。该琢型适用于扁平的原石晶体，因为采用这种琢型，扁平的原石晶体不需锯开或劈开。该琢型属阶梯琢型，其台面较大，可加工成具 73 个刻面的八边形（图）、或 43 个刻面的梨形或心形。



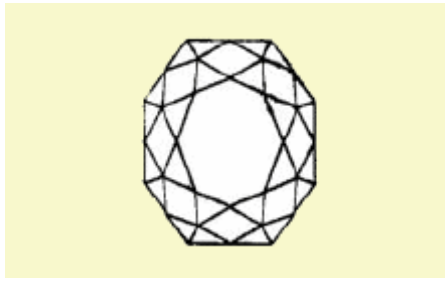
⑤**火玫瑰琢型**（Fire Rose cut）由 G. 托尔可夫斯基在 1988 年设计的用于钻石的 5 个花形琢型之一的注册名称。该琢型特别适用于大的变形的原石晶体，可加工成 61 个刻面的六边形（图），也可加工成 67 个刻面的梨形或心形琢型，或 81 个刻面的方形或八边形琢型，或 105 个刻面的马眼形琢型。



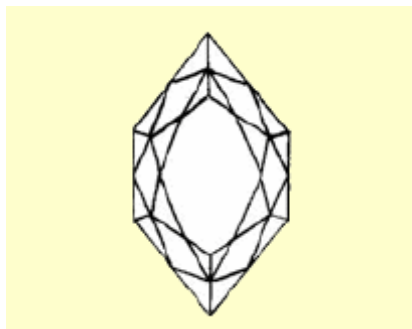
(10) 皇家琢型系列（Royal Cuts）：

这是指以色列 Raphaeli-Stschik 公司推出的用于钻石的 4 个花式琢型，构成一个系列，包括男爵夫人琢型、公爵夫人琢型、女皇琢型及优美琢型，最适用于扁平的或变形的钻石原石。其顶比传统的花式琢型或圆形明亮琢型宽得多。因此在相同重量的情况下看起来比传统的花式琢型大一半。

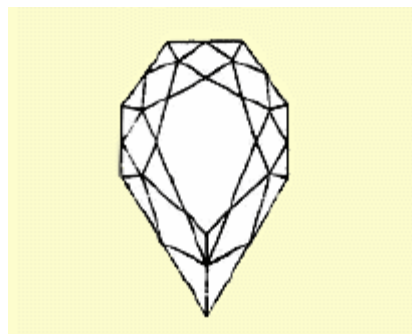
①**男爵夫人琢型**（Baroness cut）：由以色列 Raphaeli-Stschik 公司设计推出的用于钻石的 4 种皇家琢型之一的专用名称，是蛋形琢型的改型，八边形，共 65 个刻面。最常用于扁平的或变形的钻石原石。



②公爵夫人琢型 (Duchess cut)：由以色列 Raphaeli-Stschik 公司设计推出的用于钻石的 4 种皇家琢型之一的专用名称。是马眼形琢型的改型，六边形，具 63 个刻面。最常用于扁平的或变形的钻石原石。



③女皇琢型 (Empress cut)：由以色列 Raphaeli-Stschik 公司设计推出的用于钻石的 4 种皇家琢型之一的专用名称。是梨形琢型的改型，七边形，具 64 个刻面。最常用于扁平的或变形的钻石原石。



④优美琢型 (Grace cut)：由以色列 Raphaeli-Stschik 公司设计推出的用于钻石的 4 种皇家琢型之一的专用名称。是心形明亮琢型的改型，五边形，具 62 个刻面。最常用于扁平的或变形的钻石原石。



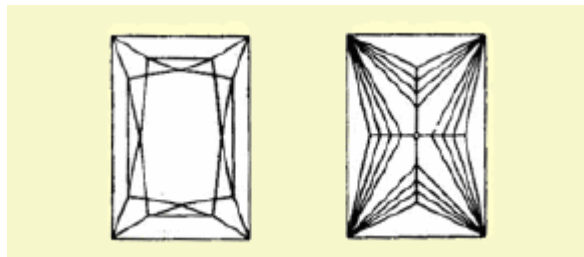
(11) 国王琢型 (King cut)

该琢型的冠部有一个十二边形的台面和 48 个刻面，亭部有 36 个刻面，有时还有 1 个底尖。在冠部紧靠台面为 12 个小的三角形刻面，而靠腰棱为 24 个小的三角形刻面，其间为 12 个菱形刻面。菱形刻面有两个顶点分别与台面和腰棱相接。腰棱呈二十四边形，总的外形为圆形（圆形）。



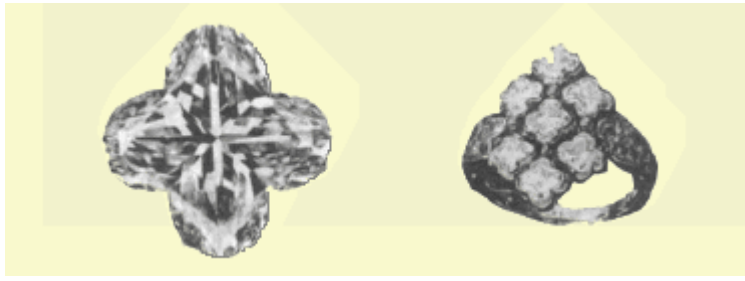
(12) 公主琢型 (Princess cut)

该琢型外形呈方形或长方形，通常有 75 个刻面，其中冠部 21 个，亭部 32 个，腰部 4 个。但偶尔也有 144 个刻面的公主琢型。这种琢型具浅的冠部，大的台面和深的亭部，因而能节省原料。亭部刻面产生的亮度和闪烁降低了包裹体的可见度。



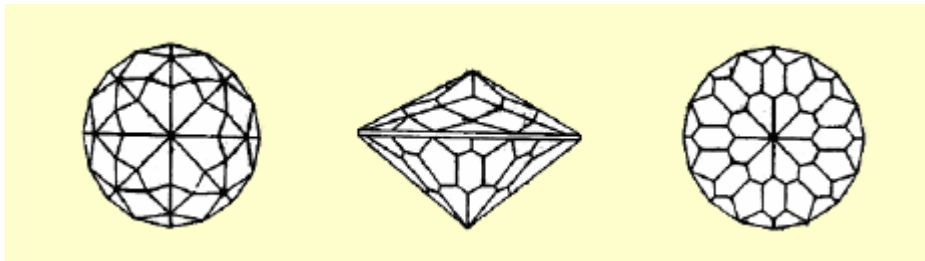
(13) 百合花琢型 (lily cut)

这是由以色列 Lili 钻石公司设计发明，是将公主方形钻石的四个边挖成凹槽，再将四个角磨成圆角。参见“公主琢型”。



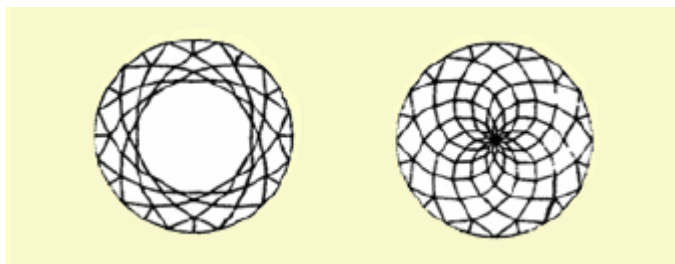
(14) 庆典琢型 (Jubilee cut)

该琢型的主要特点是冠部无台面，而是 8 个菱形分裂面。这些分裂面相交于中心，其四周为 8 个较小的菱形分裂刻面。所有这些刻面均呈对称分布，并被 16 个星刻面和 16 个腰刻面包围。腰刻面的边组成腰棱。其亭部有 40 个刻面，无底尖。因此该琢型总共有 88（有时为 80）个刻面。这种琢型是在 20 世纪初期推出，为纪念维多利亚女皇登基 60 周年（1897）而命名为庆典琢型。适用于加工大颗钻石，有时也叫 20 世纪琢型。目前这种琢型已很少使用。



(15) 螺旋琢型 (spiral cut)

该琢型的主要特点是其冠部和亭部刻面均呈螺旋状排列。



(16) 葡萄牙琢型 (Portuguese cut)

该琢型的冠部和亭部均有 5 排刻面。大的钻石有时加工成这种琢型。



(17) 马格纳琢型 (magna cut)

亦称雄伟琢型。其特点是呈十方对称，台面为十边形，冠部有 60 个刻面，包括 10 个星刻面、20 个冠部主刻面、30 个上腰刻面；亭部有 40 个刻面，包括 30 个下腰刻面和 10 个亭部主刻面，有时有一个底尖，总共有 102 个刻面。适用于大颗宝石，重量损失较少，但其亮度有些影响。目前很少采用。



(18) 皇家琢型 (royal cut)

该琢型的冠部有一个八边形的台面和环绕台面分布的 32 个三角形和等腰梯形刻面，亭部有 72 个刻面，有时有一个底尖。此外，沿腰棱还有 48 个刻面，总共有 154 个刻面。

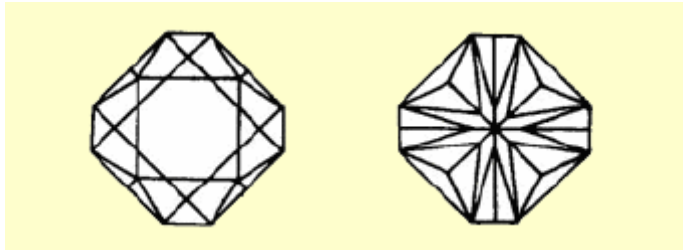
(19) 皇 144 琢型 (royal 144 cut)

该琢型的设计目的是增加亮度。除了普通圆形明亮琢型的 56 个刻面以外，在腰棱上有 40 个刻面，在亭部靠近腰棱附近还有 48 个刻面，总共有 144 个刻面，再加上一个台面和一个底尖。



(20) 弗兰德斯明亮琢型 (Flanders brilliant cut)

该琢型由 Jan Storms、Johan D' Haene 和 Dirk Obbers 于 1988 年在安特卫普推出，并于 1993 年 6 月首次在美国拉斯韦加斯珠宝展销会亮相。该琢型最大的特点是从台面观察可见星形刻面组成两个很完美的正方形，相互之间呈 45° 叠置。弗兰德斯明亮琢型适用于加工 10 分到 3 克拉、色级为 E 至 L（GIA 分级标准）的钻石。该琢型的重量损失与圆形明亮琢型非常相似。

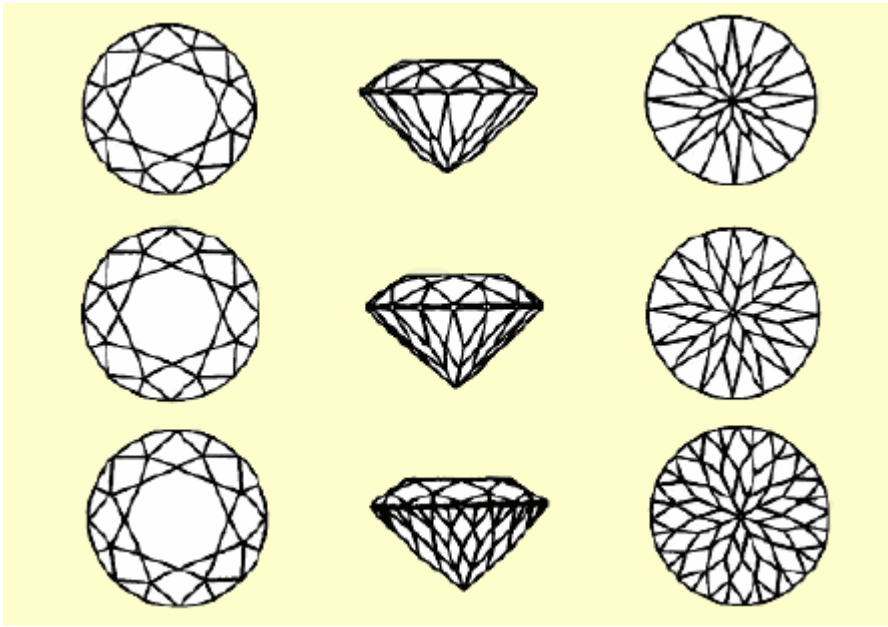


(21) 四分明亮琢型 (Quadrillion cut)

这是一种矩形明亮琢型的专用名称。具有 49 个刻面，包括 21 个冠部刻面、24 个亭部刻面和 4 个腰棱刻面。由以色列 Ambar 钻石公司在 1981 年推出。

(22) 索斯达琢型 (Solstar cut)

该琢型由苑执中先生设计发明，是将圆形明亮琢型钻石的亭部进行修改以增加其光彩。它可加工成 66 个刻面、128 个刻面或 168 个刻面，分别称为 Solstar 66、Solstar 128 和 Solstar 168。这些琢型已在美国、南非、比利时、荷兰、卢森堡及中国大陆取得了专利。

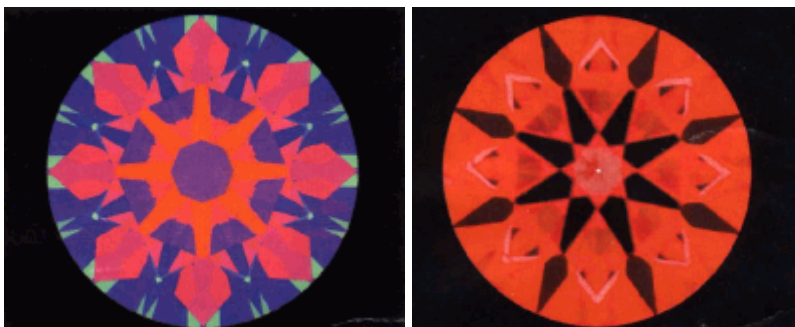


(23) 心箭琢型 (Hearts-and-Arrows cut)

亦称“邱比特琢型”或“八星琢型”。由 EightStar 公司设计推出，1999 年开始流行于日本、韩国、中国台湾以及美国等地。

这种琢型是在钻石的标准切工基础上加以改进而形成的，当将心箭琢型的钻石台面朝上时，透过“心和箭观察仪”（FireScope 目镜），可以看到八个“心”形（刻面反射而成）；台面朝下时，出现八个“箭”形，被钻石商称为“丘比特的爱神之箭”。

但与传统的切工相比，这种切工的钻石要多损失 10%-15% 的原石。



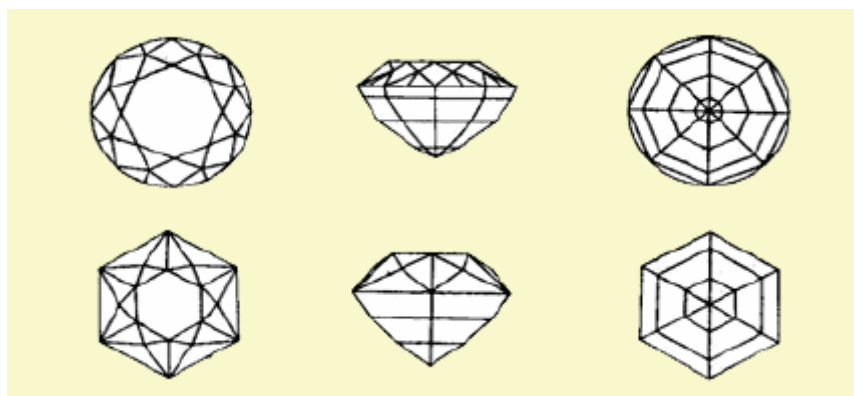
邱比特琢型在 FireScope 镜下的图象

左图—正面显八个“心”；右图—背面显八枝“箭”

4、混合琢型

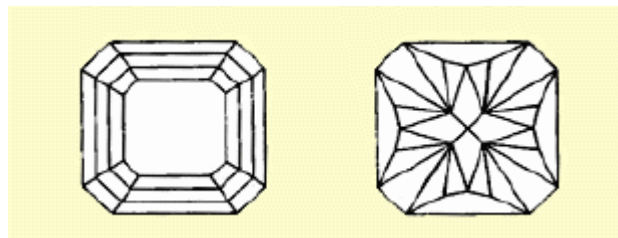
混合琢型 (mixed cut) 是指同一颗宝石的冠部和亭部切磨成不同类型的款式。对冠高、亭深等比例关系并无具体规定，只要能使宝石的火彩、颜色和重量达到最佳效果即可。适用于钻石和多种有色宝石。

常见的混合琢型是冠部为明亮型，亭部为阶梯型。也有冠部为阶梯型，亭部为明亮型的。有时还把台面切磨成呈棋盘格状的一系列方形刻面。



(1) 巴里昂琢型 (Barion cut)

这是一种方形混合琢型，冠部为阶梯琢型，亭部为明亮琢型的变型。其冠部有 24 个刻面和 1 个台面，亭部有 28 个刻面，腰棱的每一边都有 4 个半月形的刻面，使整个琢型的刻面数达到 62 个。该琢型 1971 年由约翰内斯堡名师 Basil Watermeyer 设计推出，用来增加阶梯琢型的亮度并可以保持最大的重量。该琢型的名称是取他和他妻子 (Marion) 名字的一部分合并而成 (Ba + rion)。琢型获得了专利，但其名称未成为商标。



(2) 斯里兰卡琢型 (Ceylon cut)

该词有两层意思。一是指混合琢型的一种类型，它具有明亮琢型的冠部和阶梯琢型的亭部，腰棱可为圆形、椭圆形或垫形。二是指在斯里兰卡琢磨的任何宝石。

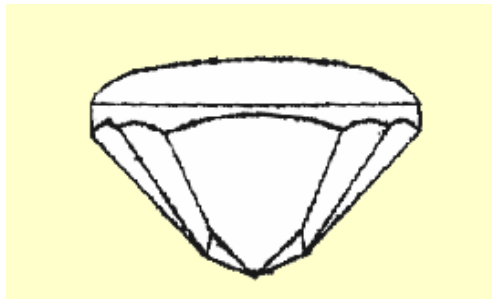
(3) 克里斯琢型 (criss cut)

该琢型由美国 Christopher desings 公司设计发明，是将祖母绿型、四方形、长方形等阶梯琢型钻石的每一条横棱线的两边各加一个横长三角形。



(4) 弧面混合琢型 (cabochon mixed cut)

该琢型上部为一个向上低凸的拱形，下部为刻面型。这是一种新式琢型，近几年较为流行。

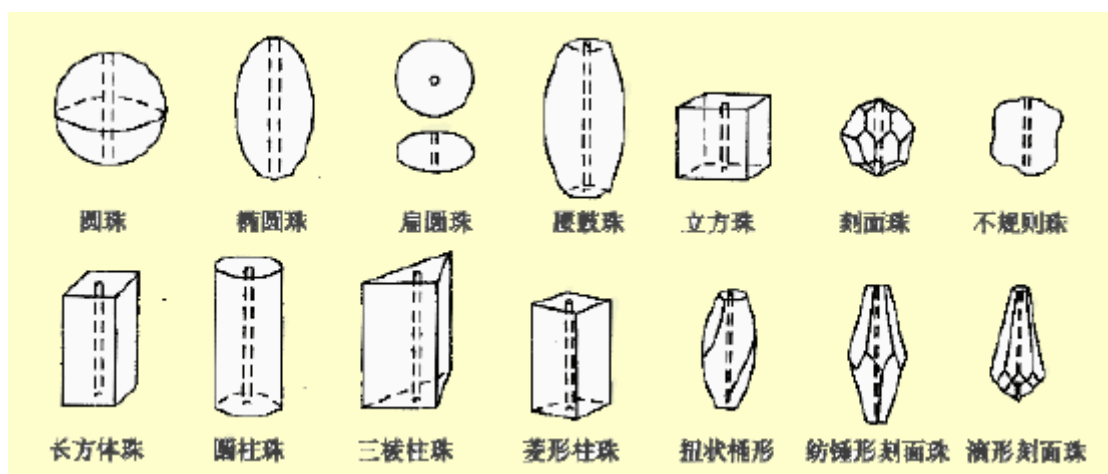


2.1.3 链珠琢型

链（念）珠琢型 (bead cut) 是指用于珠串的具规则或不规则形状的小件宝石。

常见的链琢型有：**圆珠** (round bead)、**椭圆珠** (oval 或 melon bead)、**扁圆珠** (saucer bead)、**腰鼓珠** (barrel-shaped bead)、**圆柱珠** (tube bead)、**棱柱珠** (prismatic bead)、**刻面珠** (faceted bead)、**不规则珠** (irregular bead 等)。

各种链（念）珠琢型的形状如下图所示：



链珠琢型适用于中、低档的半透明至不透明宝石材料，特别是玉石材料的加工，如玛瑙、翡翠、岫玉、绿松石、孔雀石、芙蓉石、玉髓、木变石及某些有机宝石材料。

由于珠子通常是串起来用作项链、手链或挂在耳饰及胸针上，其魅力并不主要表现在单粒珠子上，而是表现在由众多珠子所串成的整个珠串的造型上。

2.1.4 雕件及奇异琢型

1、雕件

雕件 (carving) 是指通过雕刻手段而产生的琢型。根据其表现方法可分为浮雕、凹雕和凹浮雕。

一般来说，适用于加工成雕件的宝石材料要具有中至低的硬度、较高的韧性、美丽的颜色条带、细腻的结构。具有这些特性的多为玉石材料和有机宝石材料，如翡翠、软玉、欧泊、玛瑙、珊瑚、象牙及贝壳等。

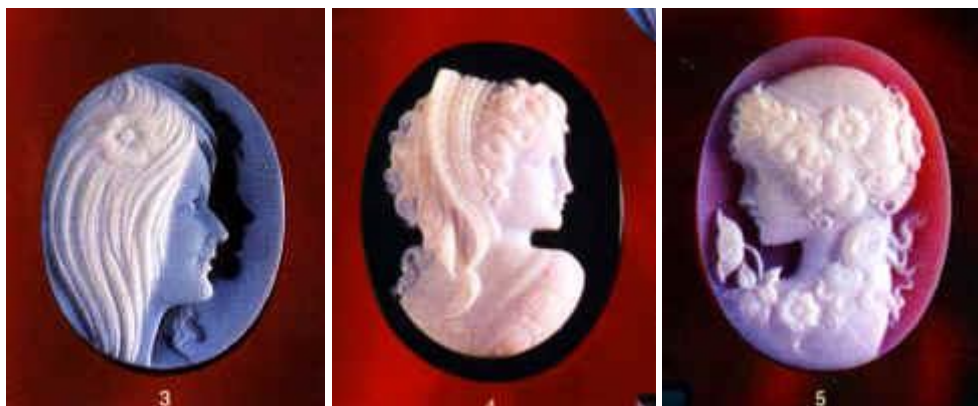


雕件的制作

不同颜色的层状玛瑙及其浮雕工艺品的制作过程

(1) 浮雕 (cameo)

浮雕主要是指在扁平的材料上雕刻，其图案稍高出雕刻品表面的雕件。通常是将一颜色层雕成图案，而以另一颜色层作为背景，使其具有明显反差。可单独用作装饰品，也可镶在胸针、吊坠、戒指上。最早的宝石浮雕装饰品是由希腊人制作的。很多宝石材料都可以加工成浮雕，如水晶、玉髓、珊瑚、煤精及贝壳等。



用各种层玛瑙（左、中）和红玉髓（右）的人像浮雕

(2) 凹雕 (Intaglio)

与浮雕相反，凹雕的图案低于雕件的表面。这种雕件通常也是利用宝石的不同颜色层，做成图案的不同部分和背景。凹雕既可单独用作装饰品，也可镶在戒指、扣子、胸针或吊坠上，但最多的是用于图章。常用于加工成凹雕的宝石材料有珊瑚、玛瑙、水晶及碧玉等。



早期的凹雕(层玛瑙)



盾形纹章(层玛瑙凹雕)



现代抽象雕件(层玛瑙)

(3) 凹浮雕 (curvette)

由材料向下雕出图案，但保持雕件的外缘与中心图案的最高点处于同一高度。

(4) 浮雕二层石 (cameo doublet)

其突起部分与底座不是一个整体而是粘上去的。浮雕二层石极少制作，仅见于某些陶瓷浮雕中。

2、奇异琢型

(1) 奇想琢型 (fantasy cut)

这类琢型的形状多变，由一系列相互交替的弯曲面和平坦刻面组成。

(2) 随形琢型 (巴洛克式滚圆宝石) (baroque stone)

即人工或天然滚圆的轮廓不规则的宝石，如雨花石、三峡石等观赏石即为随型石。通常要求材料裂纹少，结构细腻，内含物少，颜色鲜艳。低档宝石材料的小碎粒和部分中、高档宝石材料的边角料也可加工成随型。



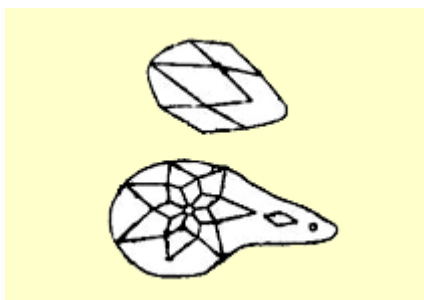
雨花石（玛瑙）



三峡石

3、自由型 (free form cut)

是混合琢型的一种类型，根据原石的自然形态，可用刻面和弧面组合在一起进行琢磨。



第 2 节 宝石刻面型琢型的演化

刻面型琢型主要包括尖琢型、桌形琢型、玫瑰花琢型、阶梯琢型、剪刀琢型、圆形明亮琢型及异形琢型等。

刻面琢型出现的确切时间已无法考究，但从现存的珠宝首饰推断，最早的刻面琢型宝石大约出现在公元前 2 世纪（amulet case），但真正有文字记录的大约出现在 11 世纪。刻面型琢型的演化和发展在很大程度上是依赖于人们对钻石性质的理解的不断加深，为了最大程度地体现“宝石之王”美丽的外观，钻石加工者的先驱者们付出了艰辛的劳动。在此，我们想依据钻石琢型的发展，来追寻刻面型琢型的演变发展历程。

从琢型出现的先后顺序，刻面型琢型的演化发展大体上经历了以下阶段：

(1) 尖琢型 (point cut)

(2) 桌形琢型 (table cut)

(3) 玫瑰花琢型 (rose cut)

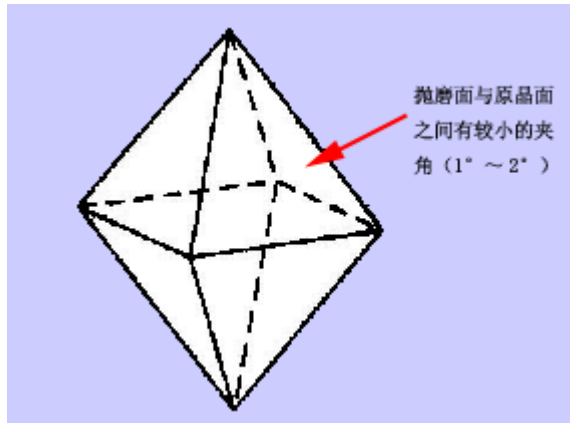
(4) 明亮琢型 (brilliant cut)

(5) 花式琢型 (fancy cut)

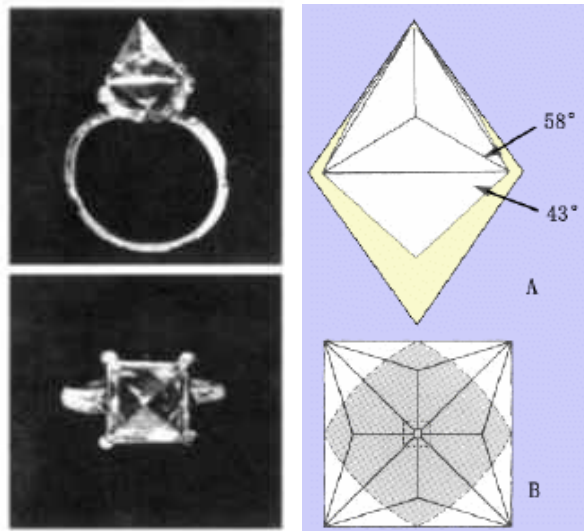
但是，在时间上，这些琢型的演化发展阶段并不是截然分开的，不同琢型之间都有一个重合的时间段。也就是说，在琢型发展的过程中，新琢型的出现与旧琢型的消失不是一下子就发生，而是经过一段很长时间的反复较量才逐渐完成相互之间的交替。这也是整个自然界发展演化的一般规律。

1. 尖琢型

尖琢型是最早的钻石刻面琢型，大约出现于 14 世纪。这种琢型是天然八面体晶面经人工打磨而成，以提高其对称性、光泽和透明度，称之为锥状尖琢型（图 1-1）。但由于八面体面为解理面，完全沿解理面抛光十分困难，因而抛磨的刻面与八面体面有一小的交角（至少 $1^\circ \sim 2^\circ$ ）。



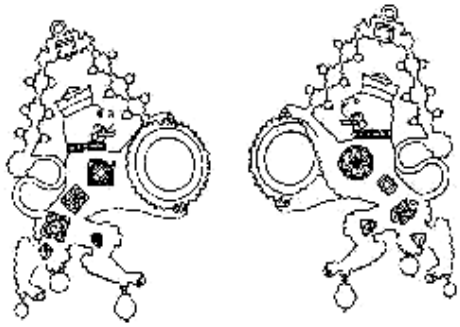
随着加工技术的发展以及人们对钻石性质的了解的不断加深，钻石琢型的外形和小面的琢磨有了一定的改变。如三角面尖琢型，下图所示的镶在 Hermitage 戒指上的三角面尖琢型钻石，即是按照三角三八面体的外形设计的。



Hermitage 戒指上的三角面尖琢型钻石

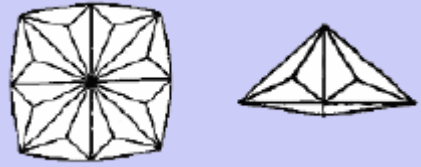
左图：镶有三角面尖琢型钻石的 Hermitage 戒指
 右图： A. 琢型与八面体轮廓相近
 B. 宝石呈现出的反射影像

后期的尖琢型出现了复杂的小面排列方式，而且不只限于八面体钻坯，菱形十二面体的钻坯也加工成尖琢型。如下图所示，镶在 Palatine 狮子吊坠上的三角面尖琢型钻石具有较为复杂的小面排列方式；而 Burgundian 尖琢型是由菱形十二面体原石加工形成，并演化成星形尖琢型。

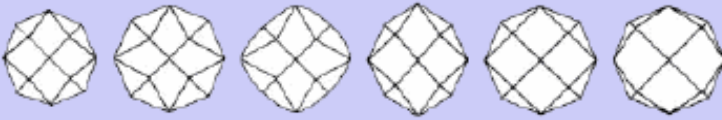


Palatine 狮子吊坠素描图

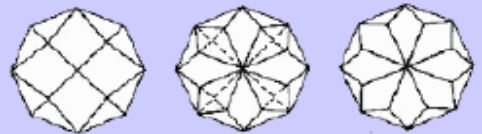
在狮子头的王冠顶上镶有三角形面尖琢型钻石，其他还有 1 粒星形尖琢型钻石、1 粒桌形琢型钻石、几粒玫瑰花琢型钻石等



Palatine 狮子吊坠上的三角面尖琢型钻石



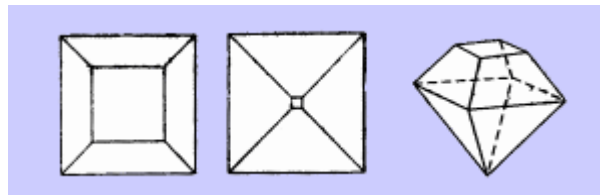
具有不同小面特征的 Burgundian 尖琢型



Burgundian 尖琢型(左)与星形尖琢型(中及右)的特点。从图中很容易看出星形尖琢型是由 Burgundian 尖琢型演化而来的。这两种琢型均由菱形十二面体加工而成

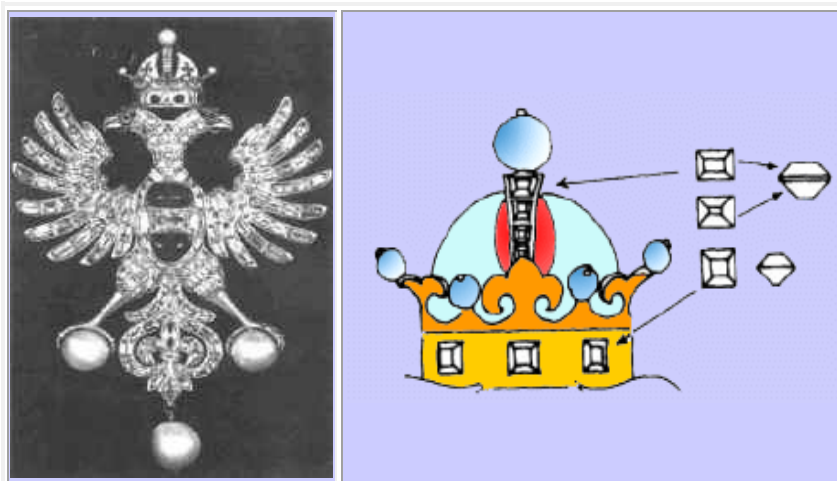
2. 桌形琢型

桌形琢型大约出现在 15 世纪早期。它也是利用了八面体钻石原石形状特点加工而成的，只是简单地磨掉八面体钻石原石的一个角顶，这样便形成了冠部有 1 个较大的四方形台面和 4 个（条）自然倾斜面（棱）的桌形。桌形琢型是首次出现的规则的钻石琢型（见下图）。

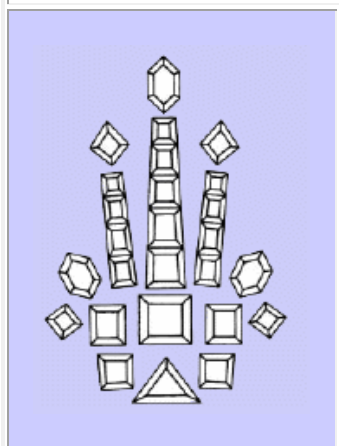


后来，桌形琢型逐渐演变为阶梯琢型。其方法是将其 4 条倾斜棱抛磨成 4 个小面，亭部的 4 个面抛磨成 4 个阶梯形小面。由于当时抛磨机器很原始，底小面磨损明显，形成很大的底小面。但在当时，这种过大的底小面却非常流行，如下图中的双鹰吊坠王冠、英国詹姆斯 I 世的珠宝首饰上都镶有多个桌形钻石。

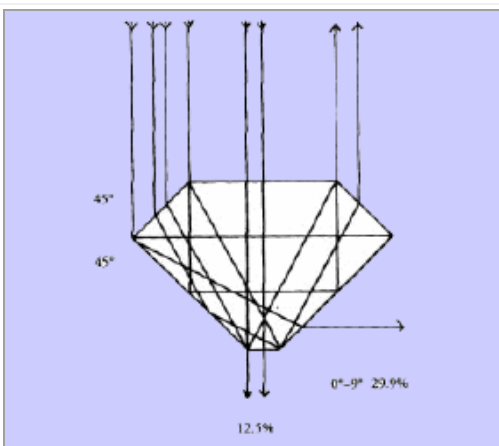
因为人们将底小面看成是一个小面，当从台面看下去，底小面就象一个窗口，可透过最多的光线。但是从现在的观点来看，大的底小面会使光从其中漏掉，不能产生全内反射，因而钻石的亮度不高。但因为有了底小面的存在，会降低钻石破损的程度。



双鹰吊坠王冠（1550）（左图）及其上的桌形钻石（右图）



英国詹姆士 I 世一件珠宝首饰上镶有大量的桌形钻石



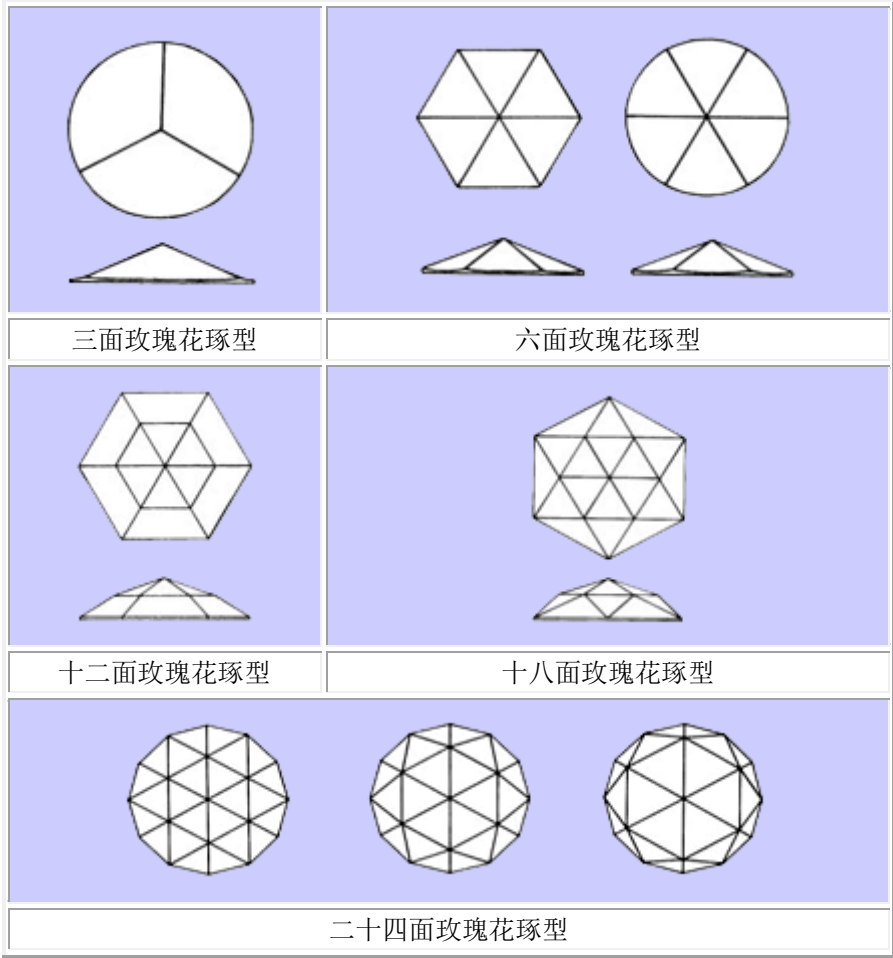
桌形钻石大的底小面及光路图

3. 玫瑰花琢型

玫瑰花琢型大约开始出现于 15 世纪，但也有人认为可能出现在 16 世纪中叶，这主要是由于对玫瑰花琢型概念的理解不同造成的。因为玫瑰花琢型有一

整套系列。其基本形状有一个平坦的底面和一个拱形的冠部，其上覆盖着成排分布的三角形小面。最早出现的玫瑰花琢型为，而后逐渐演变为双玫瑰花琢型。

早期的玫瑰花琢型小面数目较少，而且加工质量低劣，盾形平底玫瑰花琢型及三面玫瑰花琢型。而后其小面数目增加，由三面增加到六面、十二面、十八面，最终发展为二十四面，即全玫瑰花琢型，而且加工质量有了较大的改善。各种玫瑰花琢型的变化特征如下图所示。



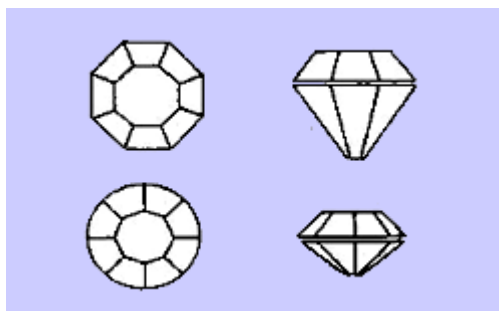
玫瑰花琢型的演变过程

到 19 世纪，较大的玫瑰花琢型均改切成明亮琢型。但市场上对玫瑰花琢型的需求仍较大，不过多用于装饰非正式首饰之用。

玫瑰花琢型的一个缺点就是其小面的排列可产生较多的外反射，但无法象明亮琢型那样产生内反射或亮度。因此后来出现明亮琢型，很多原先加工成玫瑰花琢型的钻石都改成了明亮琢型。

4. 圆多面形琢型

圆多面形琢型是从桌形琢型发展起来的。最早出现的多面形琢型为单多面形琢型，它类似于现在的八面琢型，但其轮廓不是圆的，而是呈不规则的形态，是4个角顶被磨掉的斜截的桌形琢型（见下图）。



老式的单多面形琢型的特点

后来，大约在1610年至1620年期间，单多面形琢型（single cut）逐渐演化成双多面形琢型。这是由于马扎林（Mazarin）主教倡导的结果，所以双多面形琢型又称马扎林琢型（Mazarin cut）。其外形似垫子，总共有34个小面，其中16个在冠部，16个在亭部，1个台面和1个底面。此外它还有两种变形，即英国星形琢型（English star cut）和英国方形琢型（English square cut）。

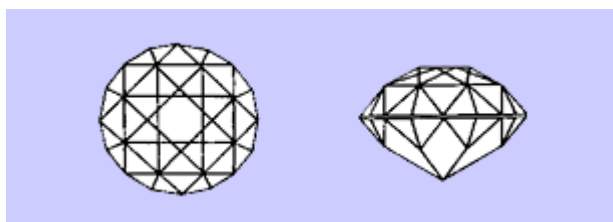
到17世纪中叶，出现了三重多面形琢型。很多文献都将该琢型的出现归功于帕鲁兹（Vincenzic Peruzzi）。帕鲁兹是威尼斯的一个钻石抛磨工匠，他把钻石小面增加到58个，其中包括台面和底面。这样就增加了钻石的亮度和火彩。但其外形仍是不规则的。三重多面形琢型典型的变形是巴西琢型（Brazilian cut）和里斯本琢型（Lisbon Cut）。

大约在20世纪初期，由于钻石加工机械的不断发明，钻石轮廓开始由不规则向规则演化，出现了全切琢型，即具有58个小面的标准圆形明亮琢型。最早的圆形明亮琢型是古典欧洲琢型（Old European cut），然后逐渐演变成托尔可夫斯基琢型（Tolkowsky cut）或美国琢型（American cut），最后发展成现代理想琢型。

首先对古典欧洲琢型作出重要改进的人是亨利·摩斯（Henry D. Morse）（1826-1888）。亨利是一个美国钻石加工商，他大约从1860年开始，研究如

何通过改变传统的欧洲琢型的设计以最大程度地体现钻石的亮度和火彩。那时，古典的欧洲琢型的冠角和亭角较大（冠角和亭角皆为 45° ，全深比为 66%），台面较小，且有一个小的底小面，外观看起来比较笨重。这些老式的钻石款式经亨利改过之后，能展示出强得多的明亮度，而且外观显得秀气，可重量损失相对较大。但这个问题很快便因查尔斯·费尔德斯（Charles Fields）发明了一种水力驱动的圆磨得以解决。查尔斯最初只是亨利家族钻石加工厂的一名仪器制造工，后来成了亨利的生意合伙人。他发明的这种水力驱动的圆磨，可以将钻石原石分割成几块，以便加工成不同的琢型，而且重量损失较小。

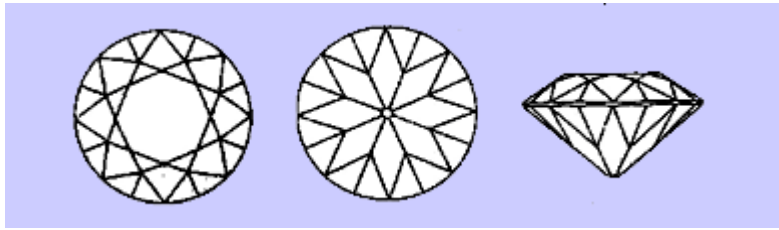
亨利通过 20 年（自 1860 年至 1880 年）的努力，逐渐掌握了一套能充分体现钻石亮度和火彩的琢型的比例，成为了当时著名的钻石加工商。亨利最初推出的琢型的特点是台面较小，只占整个琢型的三分之一，而冠部较高，约为亭部的三分之二。在紧靠台面的四周增加了 8 个刻面，使冠部的风筝刻面的数目增加，致使冠部斜刻面达到 40 个（见下图）。其琢型比例为：冠角 35° ，亭角 41° ，台面宽 40%，全深比 60%。这已与现今的比例较为接近。



Henry D. Morse 推出的琢型

a. 顶视图； b. 侧视图

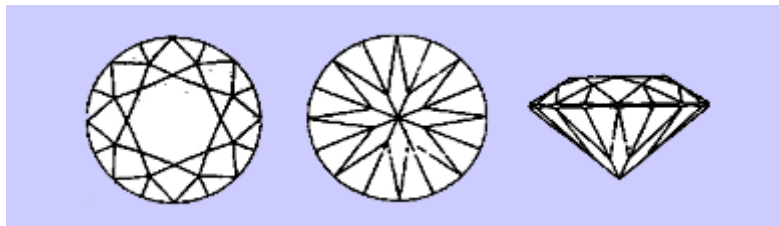
马歇尔·托尔可夫斯基（Marcel Tolkowsky）（1899–1991）是一位学者，因出身于比利时切磨世家，故他对钻石的加工比较了解。他对钻石加工业最重要的贡献就是利用科学的论点总结出了钻石琢型的最佳比例。他通过计算以往琢型特别是亨利加工出的琢型的各种比例，总结出了一套能充分展示钻石火彩和亮度的标准比例，这就是他在其著名的《钻石设计》（《Diamond Design》）（1919）一书中提出的所谓理想琢型，即台宽为 53%，冠角为 34.5° ，亭角为 40.75° ，全深比为 59.3%，腰厚为 0.9%，底小面大小为 1.3%。这是第一部根据光学原理计算出钻石比例的书籍。他所推出的这套比例被称为托尔可夫斯基琢型（图 2）。虽然这部书是在英国出版的，但由于他的比例与美国人亨利提出的比例相似，并最先被美国钻石业采用，按该比例加工出来的钻石在美国较受欢迎，并被认为是理想的琢型，故又称为美国理想琢型或美国明亮琢型。



最初的托尔可夫斯基琢型

a. 顶视图; b. 底视图; c. 侧视图

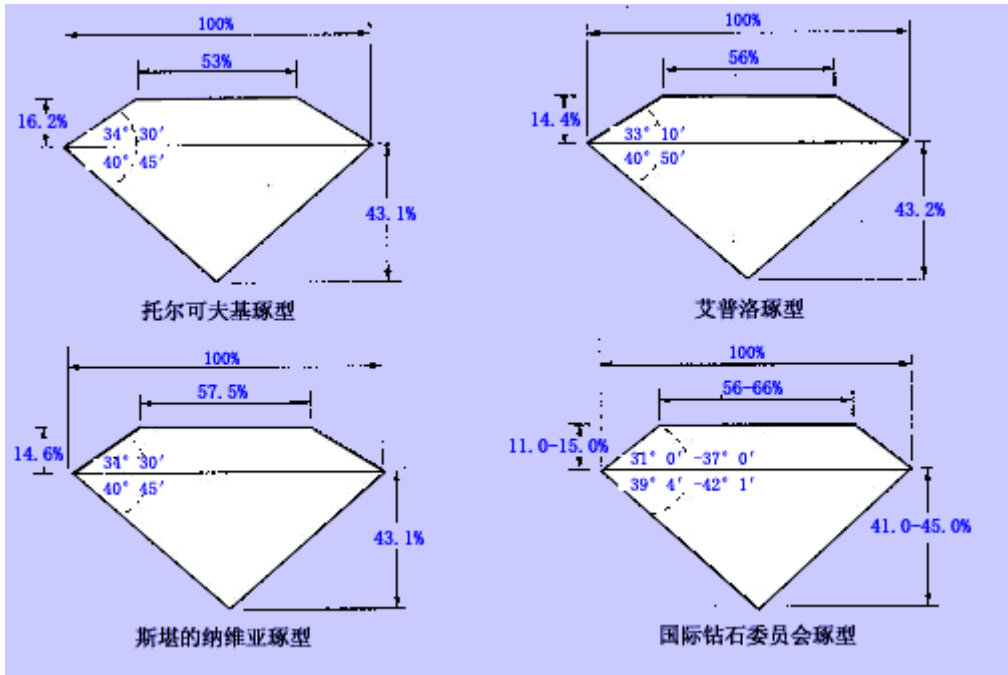
但目前的托尔可夫斯基琢型或美国理想琢型有了很大的改变：底尖变成了点状，亭部刻面变长了许多（图3）。20世纪50年代美国宝石协会（AGS）将托尔可夫斯基的比例稍作修改后，作为评价切工的标准，修改仅限于稍稍加宽台面，并加入腰棱厚度。GIA也采用美国理想琢型作为评价切工的标准。



目前的托尔可夫斯基琢型

a. 顶视图; b. 底视图; c. 侧视图

根据托尔可夫斯基提出的美国理想琢型的比例，以后又出现了两种圆形明亮琢型，这就是1939-1940由艾普洛（Eppler）推出的现代完美琢型和1969年推出的斯堪的纳维亚标准琢型以及国际钻石委员会琢型（图11.13）。



各种理想圆多面形琢型及其比例

5. 花式琢型

花式琢型的发展实际上与琢型的整个发展是平行的。花式琢型的出现可追溯到 500 多年前，即 16 世纪，当时出现的多为阶梯琢型。随后随着加工技术的日益成熟，出现了一些明亮形花式琢型。在 20 世纪 50 年代以后，各种各样的花式琢型不断涌现，极大地丰富了宝石琢型款式。



莉莉琢型 (Lily Cut)

天上之星 (Sky Star)

奇方士琢型 (Criss Cut)

目前阶梯琢型并没有其独立的位置，它只作为花式琢型的一种古典类型出现，但它早就已存在了，而且目前在市场上仍占有相当大的比例，特别是在彩色宝石加工方面使用更多。阶梯琢型最初是由桌形琢型发展而来，现在的祖母绿琢型则是由阶梯琢型演化得到。

明亮形花式琢型是圆多面形琢型的变种，多数出现在 20 世纪后半叶。其目的是为了保重或更好地体现钻石的光学效应。出现以前，阶梯琢型能够提高钻石的火彩，如垫形琢型。

到 20 世纪后半叶，花式琢型得到了迅速的发展，出现了很多及奇异琢型和新式琢型，如马头形、鱼形、肖像石、花朵系列琢型、索斯达琢型、邱比特琢型、莉莉琢型、天上之星琢型、奇方士琢型等等。这些琢型的出现主要是为了更好地体现钻石的光学效应及最大程度地保重，另一个重要的原因也是为了满足不同个性的消费者的特殊需求。

需要指出的是，在此我们给大家介绍的只是钻石琢型发展最基本的过程，事实上，宝石琢型的发展经过了非常漫长的时间，而且各种琢型的发展并没有必然的联系，有的琢型自出现到今，一直被利用，而有的琢型一出现即被淘汰。但有一点是肯定的，琢型发展的总是趋势就是以最能表现宝石美丽的特性为原则，为此切磨师们经过几个世纪的努力，将绚丽多彩的宝石献给了人们。

第3章 宝石琢型设计原理

教学目的和要求：

了解宝石琢型设计原理，掌握钻石的亮度、火彩和闪耀的定义和如何使琢型最大限度的展现切工之美。

教学重点和难点：

掌握标准圆钻的优质切工的比例和角度。

素质（思政）内容与要求：

树立科学发展观和大国工匠精神。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：10

教学内容：

第 1 节 宝石琢型设计光学原理

3.1.1 刻面琢型宝石的光学效果

刻面宝石的特殊光学效果是体现其美感的重要特征，主要表现在三个方面：



- [亮度 \(Intensity\)](#)
- [火彩 \(Fire\)](#)
- [闪烁 \(Sparkle\)](#)

亮度、火彩、闪烁的综合效果

称为：明亮度 (Brilliance)

1、亮 度

亮度也称明亮度，指刻面宝石在白光照射下的反射光强度，它包括宝石表面反射光和内部反射光两个部分，也称表面亮光和内部亮光，二者的总和即为宝石的整体明亮度。

(1) 表面反射光

宝石的表面反射光也称为光泽。宝石光泽的强弱主要取决于宝石的折射率 (N) 和反射率 (R)，二者之间有下列简化关系式：

$$R = \left(\frac{n - 1}{n + 1} \right)^2$$

由公式可见，折射率和反射率成正比关系。也就是说，宝石的折射率越大，则反射率越大，光泽就越强，其抛光表面也就更明亮。

例如，钻石的折射率 n 约为 2.42，反射率 R 为 17%，呈金刚光泽；而水晶的折射率 n 约为 1.55，反射率 R 为 4.6%，呈玻璃光泽。因此，从表面上看，钻石比水晶要显得“亮”得多。

(2) 内部反射光

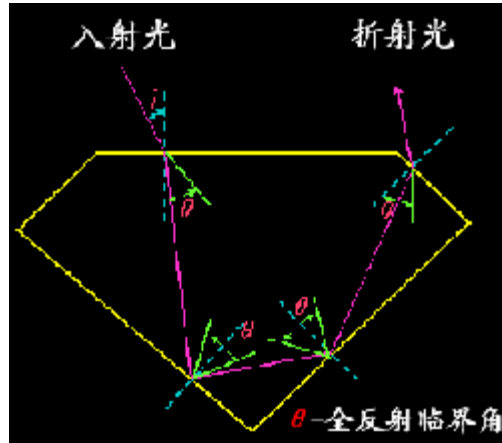
宝石的表面反射光（光泽）对其亮度的贡献固然重要，但与其内反射光作用相比，刻面宝石的内反射作用对亮度的影响则远胜于表面反射作用。以刚玉宝石为例，刚玉的折射率 N 约为 1.76，代入上述公式计算：

$$R = \left(\frac{n - 1}{n + 1} \right)^2 = \left(\frac{1.76 - 1}{1.76 + 1} \right)^2 = 0.076$$

则得到刚玉的表面反射率 R 为 0.076。也就是说仅有 7.6% 的入射光在表面发生反射，如果让其余 92.4% 的入射光在进入刚玉刻面宝石内部后，再通过内反射作用从正面射出，则宝石的亮度必将大幅度提高。由此可见，内反射作用

才是提高刻面宝石亮度的真正潜力。

如下图所示，只有设法使进入宝石体内的折射或直射光线在到达亭部各刻面的入射角大于全反射临界角，以及最后反射到冠部各刻面时的入射角小于临界角，这样才能使光线最大限度地从宝石正面（冠部）射出。



光线在宝石内的全内反射作用
i - 入射角；r - 折射角；θ - 临界角

宝石的临界角（ i ）与其折射率（ n ）有关，可用下式表示：

$$\sin i = \frac{1}{n}$$

由式中可以看出，宝石的折射率越大，则临界角越小。

由于折射率和临界角都是宝石的固有光学常数，无法改变，而唯一能改变的是使光线在进入宝石体内经过各个刻面时的入射角度。因此，根据宝石的折射率和临界角大小来合理的设计刻面宝石的琢型比例和角度，才是增强宝石亮度的唯一途径。

（3）刻面角度对亮度的影响

刻面角度对亮度的影响是非常明显的，尤其是亭主面角度和冠主面角度。如果这些角度设计不当，过大或过小都会导致刻面宝石的厚度过大或过小，使光线不能从正面出射而是在亭部漏失，造成宝石外观亮度的减弱。



主要刻面角度对产生内反射亮光的影响

- (a) 比例和角度合适，可产生较好的内反射光； (b) 亭角过大，造成亭部过深而漏光；
 (c) 亭角过小，造成亭部过浅而漏光； (d) 冠角过大，造成冠部全反射及亭部漏光

上图表示了琢型的主要刻面角度对产生内反射亮光影响的几种情况：

- ① 只有当琢型的各部分比例和角度合适时，才能使光线在亭部产生全内反射作用，而从冠部射出，呈现较好的内反射亮光；
- ② 如果亭部主面角度过大，会造成亭部的比例过深，使光线在亭部刻面上发生折射作用，从亭部侧面漏出体外（称第二次漏光现象），导致光线损失，亮度较弱；
- ③ 如果亭部主面角度过小，会造成亭部的比例过浅，也使光线在亭部刻面上发生折射作用，从亭部背面穿透漏失（称第一次漏光现象），导致亮度不佳；
- ④ 如果冠部的主面角度不当，除可能会造成亭部漏光外，还会使经过亭部的内反射光线在到达冠部刻面时再次发生内反射，最终也要导致亮光的重大损失。

下表是刻面宝石的折射率与其临界角、冠主面角和亭主面角的关系范围数据，可供刻面宝石琢型设计时参考。从表中可以看出，宝石材料的折射率越大，其临界角越小，琢型的冠角和亭角也应该相应减小。

刻面宝石折射率与其临界角、冠角、亭角的关系范围表

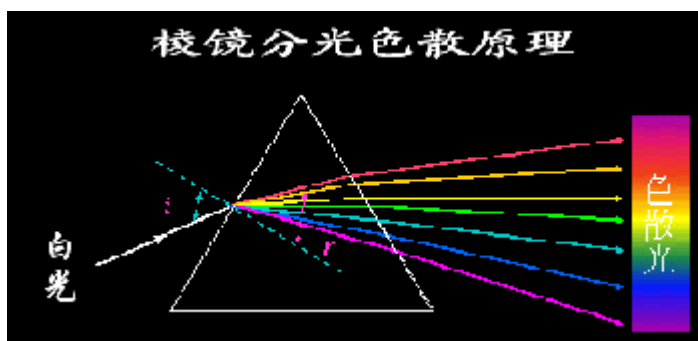
折射率	临界角	冠主面角	亭主面角
1.40 - 1.60	45° 36' - 38° 42'	40° - 45°	43° - 45°
1.60 - 1.80	38° 42' - 33° 42'	37° - 43°	39° - 43°
1.80 - 2.00	33° 42' - 30°	35° - 37°	41° - 42°
>2.00	<30°	34° - 35°	40° - 41°

2、火彩

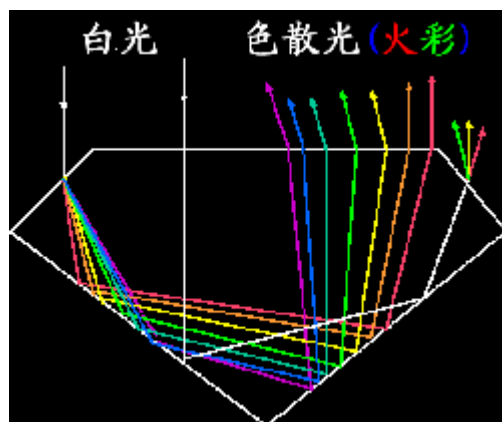
火彩指刻面宝石因色散作用而呈现光谱色闪烁的一种光学现象。火彩现象主要出现于具有高色散率的无色和浅色的透明宝石，并与琢型的比例和角度等因素密切相关。

(1) 色散与色散值

色散是由于组成白光的各种波长都以不同的角度折射而导致白光分解为可见光谱组成色的现象。如下图所示，当白光从玻璃棱镜的一侧入射其斜面后，原来在空气中都以相同方向传播的各种波长单色光，会因它们在玻璃中的折射方向不同而被分解开来，波长越短的（如紫光）折射角越小，而波长越长的（如红光）折射角越大。这样，白光通过玻璃棱镜后就被分解成了七色光谱。



同理，刻面型宝石是由若干个抛光平面构成的几何多面体，当白光经过其倾斜刻面时，也同样会发生与棱镜分光类似的色散作用，见下图。



色散值是反映材料色散强度的物理量。由于不同波长单色光在同一材料中

的折射角不同，必然会反映到它们的折射率也不同，波长较长的红光折射角较大而折射率较小，波长较短的紫光折射角较小而折射率较大。因而，一种材料的色散作用大小，可以用一定波长的紫光折射率与红光折射率的差值来衡量，差值越大，色散作用越强。

通常用弗朗霍芬谱线中的 G (430.8nm) 和 B (686.7nm) 相当的蓝紫光与红光所测得的折射率之差值作为色散值。以钻石为例：

钻石的 G 线折射率 = 2.451

钻石的 B 线折射率 = 2.407

则，钻石的色散值 = $2.451 - 2.407 = 0.044$

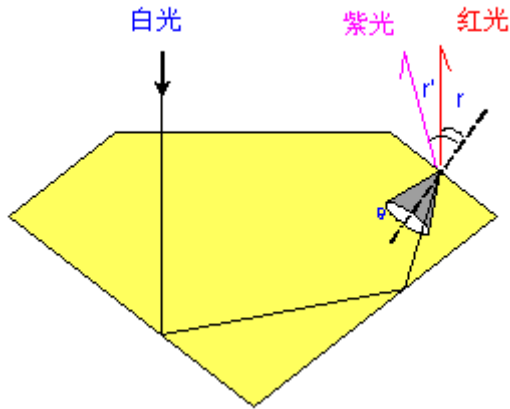
色散值是宝石材料的固有光学常数，色散值越大，反映其色散能力越强，产生火彩的潜力越大。在琢型设计中，对于色散值较高的无色或浅色透明宝石材料，应注重开发其火彩潜力。

(2) 火彩的形成方式

火彩是刻面宝石对白光的色散作用而产生的光谱色闪烁，色光会随着白光的入射角度不同而变化。假定白光从冠部正向照射宝石，火彩的形成方式可大致分为两种：

① 白光从冠部斜刻面出射的色散作用产生火彩

在这种方式中，从冠部斜刻面出射的色散光来自从台面垂直入射的白光。如下图所示，垂直台面进入宝石的白光经过亭部刻面的全反射，最后通过冠部的倾斜刻面射出，这时的入射角不等于 0，光线就会发生折射和色散作用，各种单色光因折射角不同而被分解开来，形成火彩。



光线从冠部斜刻面射出的色散作用

i - 入射角; θ - 临界角; r - 折射角; r' - 色散角

由于光线是从宝石（光密介质）向外即空气（光疏介质）折射，故各种色散光的折射角均大于入射角。火彩的强弱与冠部倾斜刻面的倾角有关，刻面倾角越大，光线的入射角也越大，各种色散光的差异也会随着入射角的增大而增大，色散作用也增强，火彩也越明显。

光线从钻石冠部斜刻面出射时的色散

入射角	色散角 (折射出钻石的紫光与红光之间的夹角)
0°	0°
5°	$0^\circ 19'$
10°	$0^\circ 42'$
15°	$1^\circ 12'$
20°	$2^\circ 13'$
$23^\circ 56'$	$12^\circ 57'$
大于 $24^\circ 26'$ (临界角)	发生全反射

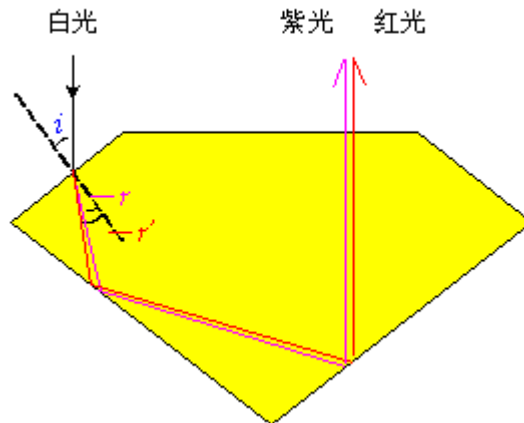
上表是根据钻石在不同色光下测得的折射率数据计算出不同的入射角及其所对应的紫光与红光的色散角（即紫光与红光的折射夹角）。从表中可以看出，色散角随着入射角的增大而增大，当达到临界角时则发生全反射。

因此，为了得到更强的火彩，就要使从宝石冠部出射光线的入射角越接近临界角越好。但这可能会产生另一种不利作用，易导致其它部分光线的入射角大于临界角，在冠部刻面处发生全反射，而不能折射出宝石，造成亮度与火彩

的损失。

②白光从冠部斜刻面入射的色散作用产生火彩

如下图所示，从宝石冠部正向照射的白光，在倾斜刻面上的入射角不等于0，因而光线要发生折射和色散作用，色散光经过亭部刻面的全反射作用后从台面射出，呈现火彩。



光线从冠部斜刻面射入的色散作用

i - 入射角； r - 折射角； r' - 色散角

在这种方式中，由于光线是从光疏介质（空气）向光密介质（宝石）内入射，根据折射定律，折射角小于入射角，而各种单色光的折射角均被限制在相对较小的折射角范围内，故相应的色散角也较小。

仍以钻石为例，根据钻石在不同色光下测得的折射率数据，也可以计算出不同的冠部角及其所对应的紫光与红光的色散角，见下表。

光线从钻石冠部斜刻面入射时的色散

冠部角 (冠部角指冠部主刻面与腰棱平面的夹角)	色散角
10°	0° 04'
20°	0° 09'
30°	0° 13'

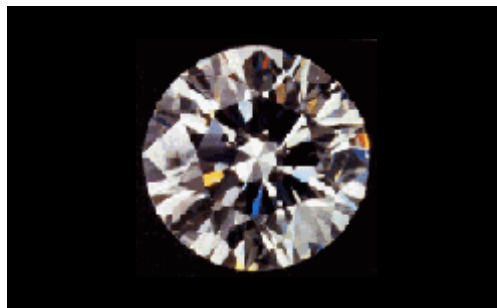
35°	0° 15'
40°	0° 17'

钻石的冠部角一般在 30° - 40° 之间，所产生的色散角不超过 0.2°。而且，亭部刻面对色散光线的反射不会使其色散角进一步扩大。所以，这种方式所产生的色散作用相对较弱，火彩也较弱。

需要注意的是，火彩和亮度是一对矛盾，这两种光学效果都与刻面宝石的全内反射作用有关，全内反射的一部分光线由于折射而产生火彩，另一部分光线则产生亮光。因此，不可能在同一个琢型宝石上得到最大的火彩和最大的亮度，在琢型设计研究中只能寻求它们的最优综合效果，即达到所谓的理想状态。

3、闪烁

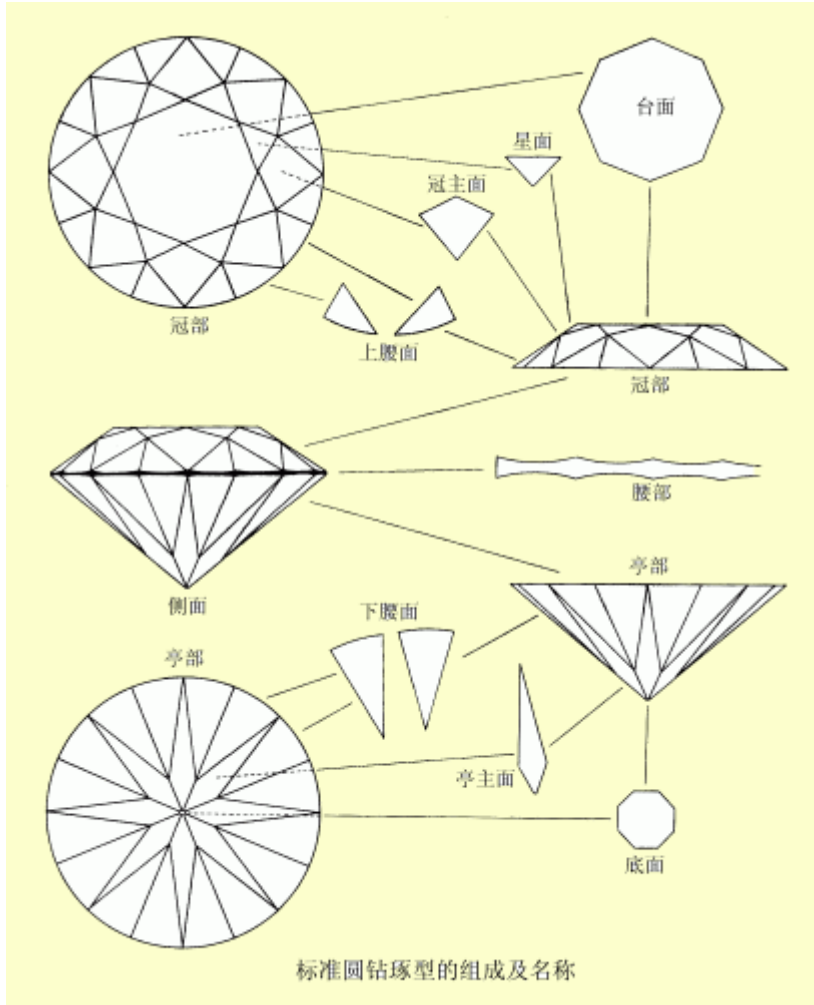
闪烁是指刻面宝石因光源移动，或观察角度的变化，引起刻面对光源的反射呈明暗交替变化的现象。



闪烁的效果与刻面的数量、大小、切磨角度以及光源或观察角度的变化速度等因素有关。一般来说，刻面的数量越多，闪烁效果越好。

但是，闪烁程度高的宝石并不一定都很漂亮。因为刻面的数量越多，必然会使各小面的面积变小，切磨角度的变化也越复杂，易导致漏光，影响宝石的亮度和火彩。

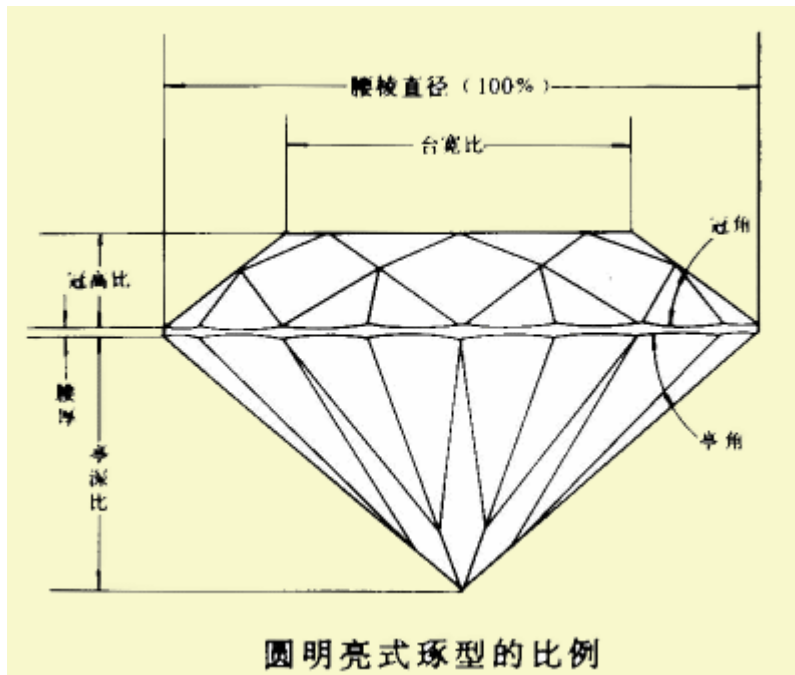
所以，闪烁应当是在发挥宝石的亮度和火彩效果的基础上，使宝石更加美丽的一种光学效果。



1.2.3 宝石琢型的三要素

(1) **琢型比例**：指琢型的各部分的长度（或高度）相对于腰部直径的比例，通常用百分数来表示。

图 1-2 是圆明亮式琢型各部分比例关系，包括台宽比、冠高比、腰厚、亭深比等，均是相对于腰部直径为 100% 的比例。但对于花式琢型来说，如果腰部存在长径和短径两个方向的腰径，则一般以腰部短径的宽度为 100%。



(2) **琢型角度**：指琢型的各个刻面与腰棱平面之间的夹角。其中冠部主要刻面与腰棱平面之间的夹角称为冠角，亭部主要刻面与腰棱平面之间的夹角称为亭角（图 1-2）。

(3) **圆周分度**：指琢型的各个刻面在琢型圆周上的分布方位，也称分度或分度指数。圆周平面平行于琢型的腰棱平面，一般将圆周(360°)划分为 96、80、72、64、48、32 等分度表示法，加工时以相应的分度轮来控制。

从理论上讲，利用刻面角度和圆周分度两项数据，可以在三维空间内精确指示或控制各个刻面在琢型上分布位置。

3.1.2 琢型面角比例与光学效果的关系

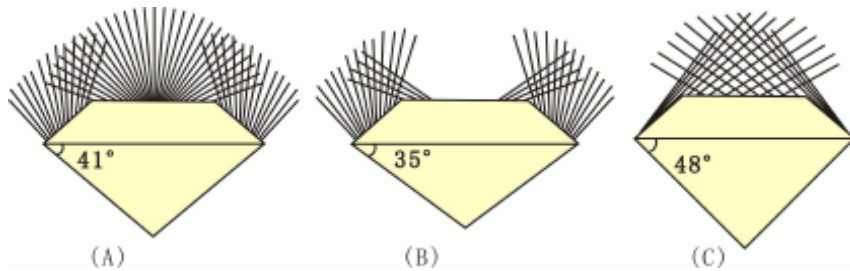
影响宝石光学效果的主要因素是：[亭部角度](#)、[冠部角度](#)、[台面比例](#)

1、亭部角度

亭部角度是影响明亮度的最重要因素，因为亭角决定了亭部的深度，亭角的陡缓决定了光线能否在亭部产生全内反射。只有使入射光线以大于临界角的角度射到亭部刻面上时，光线才能产生全内反射作用，这是产生亮光和火彩的

前提条件，而内反射光的强弱和分布又在很大程度上影响着宝石整体明亮度的强弱和分布特征。

亭部角度的变化对圆明亮琢型的明亮度影响最为明显。W. R. Eulitz 曾作过研究，经过对亭角为 35° 、 41° 和 48° 的计算，发现这三种亭角的圆明亮琢型钻石发出的光线如下图所示。



琢型亭角对光学效果的影响

(a) 明亮度均匀强烈；(b) 明亮度差，呈鱼眼现象；(c) 明亮度差，呈钉头现象

说明如下：

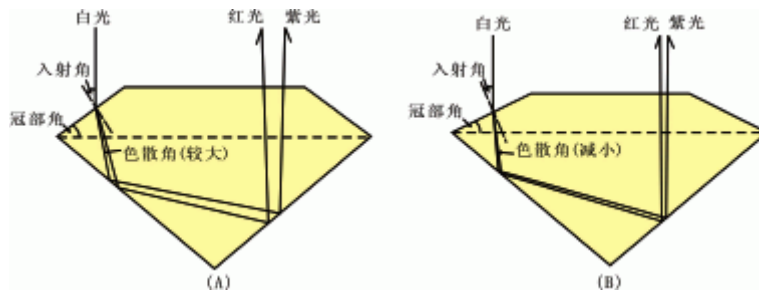
- 亭角为 41° 的琢型，亮光和火彩均匀强烈，明亮度最佳；
- 亭角为 35° 的琢型，冠部正中区域出现反射光空白，明亮度较差，这种亭深较小的宝石，透过台面可见到腰棱的映象，即形成“鱼眼”现象；
- 亭角为 48° 的琢型，冠部斜面区域的反射光因向正中偏斜而亮度较差，火彩损失殆尽，而且因亭深过大，透过台面可见到一个暗色中心，即形成“钉头”、“黑底”现象。

亭角变化对花式琢型的明亮度影响也较明显。如在橄榄形、梨形、椭圆形等花式变形明亮琢型中，由于它们的长、宽不等，比例不平衡，亭部角度应相应变化，但亭部主面角度过大或过小，都会造成光线的不均匀区域反射和透射。如果亭主面角度过大，则亭部太深，易出现蝶结状暗区，即“蝴蝶结”现象；如果亭主面角度过小，则亭部太浅，易出现与“鱼眼”现象类似的情况。

2、冠部角度

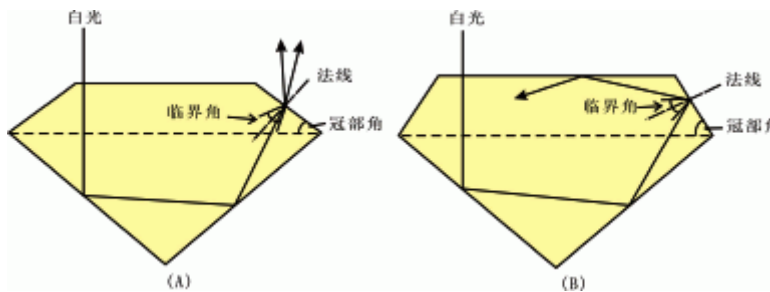
冠部角度对宝石光学效果的影响是显而易见的。从上节内容——火彩形成方式——的讨论中不难看出，请嵌怨庑 Y 挠跋煲脖硃衷馐椒矫妨?/p>

(1) 冠部角度影响到光线从冠部斜刻面入射时的入射角和色散角。冠部角越小，则光线的入射角越小，相应的色散角也减小，色散作用减弱。



冠部角度对从斜刻面入射光的影响
(a)冠角合适，色散较强；(b)冠角偏小，色散减弱

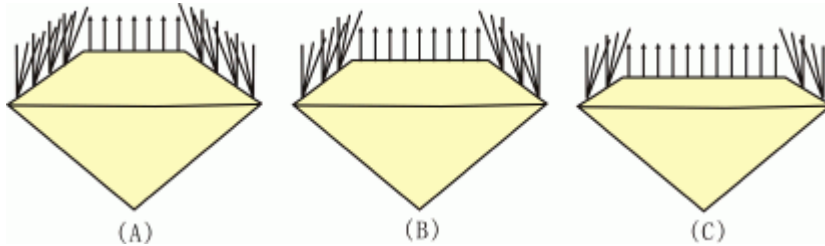
(2) 冠部角度影响到光线从冠部斜刻面出射时的入射角和色散角。在临界角范围内，出射光线的入射角会随着冠部角度的增大而增大，相应的色散角也增大，色散作用增强，火彩越明显。但若冠部角度过大，则会使出射光线的入射角超出临界角范围，在冠部刻面内发生全反射，无法射出宝石，造成亮光和火彩的损失。



冠部角度对从斜刻面出射光的影响
(a)冠角合适，光线在冠部射出；(b)冠角过大，光线在冠部全反射

3、台面比例

冠部的台面与倾斜小刻面的相对大小也是影响亮度和火彩的重要因素。如下图所示，在光线垂直照射宝石的情况下，由于只有冠部倾斜小刻面才能产生明显的火彩，因此，台面比例越大，倾斜小面所占的面积就越小，火彩会越弱；反之，台面比例越小，倾斜小面所占的面积就越大，火彩会越强。



冠部刻面大小对亮度和火彩的影响

(a) 台面过小，亮度和火彩受损；(b) 台面大小适中，亮度和火彩皆佳；(c) 台面过大，火彩不佳

但是，随着台面比例减小和火彩增强，亮度会相应减弱；并且，当台面小到一定程度后，不仅亮度受损，火彩也同样受损。所以，台面并非越小越好。合适的台面比例应当是使亮度与火彩达到较好的平衡效果。一般认为，台宽比在 53%~66%范围内为宜。

3.1.3 琢型角度和比列的确定

确定琢型角度和比例的方法很多，有[查表法](#)、[估算法](#)、[类推法](#)、理论计算法、电脑模拟法等，这里仅介绍前三种方法。

1、查表法

根据宝石材料的折射率和临界角可以计算出琢型的各部分刻面角度，常见宝石材料的折射率、临界角及其琢型主要角度数据见下表。

常见宝石材料的冠部角和亭部角

宝石材料	折射率	临界角	冠主角	亭主角
------	-----	-----	-----	-----

金红石	2.616-2.903	22° 21'	34°	41°
合成金红石	2.616-2.900	22° 31'	34°	41°
金刚石	2.419	24° 25'	35°	41°
立方氧化锆	2.165	27° 31'	36°	41°
锆石	1.925-1.991	32° 02'	35°	41°
石榴石	1.735-1.89	0 35° 05' - 31° 57'	37°	42°
刚玉	1.760-1.770	34° 37'	37°	42°
合成刚玉	1.760-1.770	34° 37'	37°	42°
金绿宝石	1.746-1.755	34° 56'	37°	42°
尖晶石	1.718	35° 36'	37°	42°
橄榄石	1.654-1.690	37° 18'	43°	39°
长石	1.654-1.673	37° 18'	43°	39°
电气石	1.642-1.644	38° 01'	43°	39°
磷灰石	1.632-1.646	37° 45'	43°	39°
黄玉	1.630-1.633	37° 50'	43°	39°
绿柱石	1.575-1.583	39° 13'	42°	43°
石英	1.544-1.553	40° 20'	42°	43°
蛋白石	1.450	43° 36'	41°	45°

通过查表，可以很方便的获得冠角和亭角数据（理论值），但这两项数据只能供设计冠主面和亭主面时参考，对于其它小面角度和比例的确定，还需要采用其它的方法。

2、估算法

该法是应用经验计算公式，首先根据宝石的折射率和临界角计算出宝石冠部角度和亭部角度（或通过查表直接获得冠角和亭角），然后再估算出其它各部分的角度和比例。此法主要适合于圆明亮式琢型及部分比较简单的花式琢型。

(1) 台面宽度

台面宽度是相对宝石的腰棱直径而言，通常用百分比表示。一般，对于圆明亮式琢型，台宽比应控制在 53%-60%(或 66%)为宜；对于花式琢型，如椭圆型、橄榄型、梨型、祖母绿型等，台宽比（短径方向）宜控制在 50%左右。

(2) 冠部角度

冠主面角度 = $8(45^\circ - \text{亭主面角度})$

星小面角度 = 冠主面角度 - $(12^\circ \sim 17^\circ)$

上腰小面角度 = 冠主面角度 + $(5^\circ \sim 9^\circ)$

(3) 腰棱厚度

腰棱厚度与宝石的大小有一定关系，宝石越大，要求腰厚也相应有所增大。腰棱厚度通常以腰围面宽度与腰棱（围）直径的百分比来表示，一般控制在 2~3%左右。

对于明亮式琢型而言，腰棱呈宽窄变化的波浪状，其厚度呈下式变化：

$$T = 0.017 + (0.05 \sim 0.08) / D$$

式中：T-腰棱厚度；D-腰棱（围）直径。

(4) 亭部角度

亭主面角度要利用宝石的折射率 RI 和临界角 ϕ 来计算求得：

$$\text{若 } 1.414 \leq RI \leq 2 \quad \text{亭主面角度} = (90^\circ + \phi) / 2$$

$$\text{若 } 2 \leq RI \leq \infty \quad \text{亭主面角度} = (270^\circ - \phi) / 6$$

下腰小面角度 = 亭主面角度 + $(2^\circ \sim 3^\circ)$

3、类推法

在一些宝石加工教科书或技术手册中,通常所给出的琢型角度只适合石英,即水晶角度。如果知道了石英的各种小面角度,可以运用下面的公式推算出其它宝石材料的相应小面角度,但冠主面和亭主面角度仍需查表。

下以圆明亮琢型为例,利用石英的角度推算出黄玉的角度:

石 英	黄 玉
冠主面 42°	冠主面 43°
星小面 -27°	差 值 -15°
-----	-----
差 值 15°	星小面 28°
上腰面 44° ~47°	冠主面 43°
冠主面 -42°	差 值 +2° ~5°
-----	-----
差 值 2° ~5°	上腰面 45° ~48°
下腰小面 45°	亭主面 39°
亭主面 -43°	差 值 + 2°
-----	-----
差 值 2°	下腰面 41°

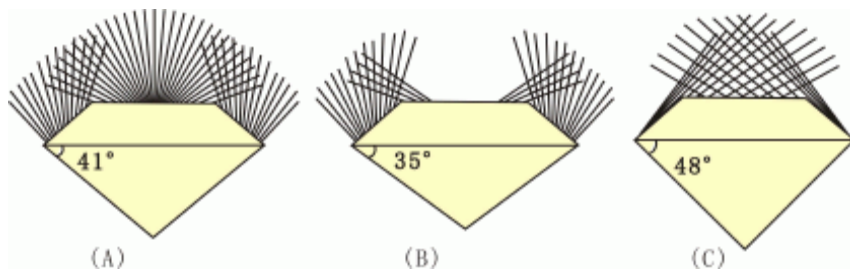
3.1.2 琢型面角比例与光学效果的关系

影响宝石光学效果的主要因素是：[亭部角度](#)、[冠部角度](#)、[台面比例](#)

1、亭部角度

亭部角度是影响明亮度的最重要因素，因为亭角决定了亭部的深度，亭角的陡缓决定了光线能否在亭部产生全内反射。只有使入射光线以大于临界角的角度射到亭部刻面上时，光线才能产生全内反射作用，这是产生亮光和火彩的前提条件，而内反射光的强弱和分布又在很大程度上影响着宝石整体明亮度的强弱和分布特征。

亭部角度的变化对圆明亮琢型的明亮度影响最为明显。W. R. Eulitz 曾作过研究，经过对亭角为 35° 、 41° 和 48° 的计算，发现这三种亭角的圆明亮琢型钻石发出的光线如下图所示。



琢型亭角对光学效果的影响

(a) 明亮度均匀强烈；(b) 明亮度差，呈鱼眼现象；(c) 明亮度差，呈钉头现象

说明如下：

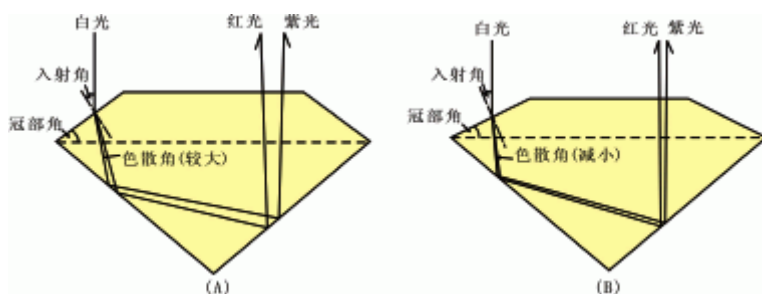
- 亭角为 41° 的琢型，亮光和火彩均匀强烈，明亮度最佳；
- 亭角为 35° 的琢型，冠部正中区域出现反射光空白，明亮度较差，这种亭深较小的宝石，透过台面可见到腰棱的映象，即形成“鱼眼”现象；
- 亭角为 48° 的琢型，冠部斜面区域的反射光因向正中偏斜而亮度较差，火彩损失殆尽，而且因亭深过大，透过台面可见到一个暗色中心，即形成“钉头”、“黑底”现象。

亭角变化对花式琢型的明亮度影响也较明显。如在橄榄形、梨形、椭圆形等花式变形明亮琢型中，由于它们的长、宽不等，比例不平衡，亭部角度应相应变化，但亭部主面角度过大或过小，都会造成光线的不均匀区域反射和透射。如果亭主面角度过大，则亭部太深，易出现蝶结状暗区，即“蝴蝶结”现象；如果亭主面角度过小，则亭部太浅，易出现与“鱼眼”现象类似的情况。

2、冠部角度

冠部角度对宝石光学效果的影响是显而易见的。从上节内容——火彩形成方式——的讨论中不难看出，请嵌怨庑 Y 挠跋煲脖硃衷讷椒矫妨?/p>

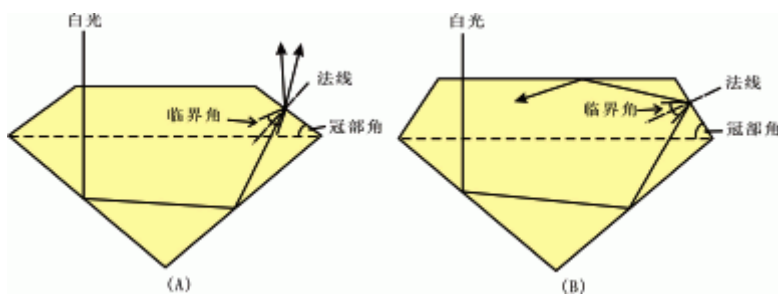
(1) 冠部角度影响到光线从冠部斜刻面入射时的入射角和色散角。冠部角越小，则光线的入射角越小，相应的色散角也减小，色散作用减弱。



冠部角度对从斜刻面入射光的影响

(a) 冠角合适，色散较强；(b) 冠角偏小，色散减弱

(2) 冠部角度影响到光线从冠部斜刻面出射时的入射角和色散角。在临界角范围内，出射光线的入射角会随着冠部角度的增大而增大，相应的色散角也增大，色散作用增强，火彩越明显。但若冠部角度过大，则会使出射光线的入射角超出临界角范围，在冠部刻面内发生全反射，无法射出宝石，造成亮光和火彩的损失。

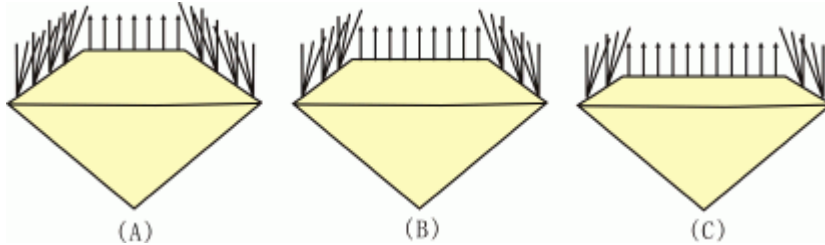


冠部角度对从斜刻面出射光的影响

(a) 冠角合适，光线在冠部射出；(b) 冠角过大，光线在冠部全反射

3、台面比例

冠部的台面与倾斜小刻面的相对大小也是影响亮度和火彩的重要因素。如下图所示，在光线垂直照射宝石的情况下，由于只有冠部倾斜小刻面才能产生明显的火彩，因此，台面比例越大，倾斜小面所占的面积就越小，火彩会越弱；反之，台面比例越小，倾斜小面所占的面积就越大，火彩会越强。



冠部刻面大小对亮度和火彩的影响

(a) 台面过小，亮度和火彩受损；(b) 台面大小适中，亮度和火彩皆佳；(c) 台面过大，火彩不佳

但是，随着台面比例减小和火彩增强，亮度会相应减弱；并且，当台面小到一定程度后，不仅亮度受损，火彩也同样受损。所以，台面并非越小越好。合适的台面比例应当是使亮度与火彩达到较好的平衡效果。一般认为，台宽比在 53%~66%范围内为宜。

3.1.3 琢型角度和比列的确定

确定琢型角度和比例的方法很多，有[查表法](#)、[估算法](#)、[类推法](#)、理论计算法、电脑模拟法等，这里仅介绍前三种方法。

1、查表法

根据宝石材料的折射率和临界角可以计算出琢型的各部分刻面角度，常见宝石材料的折射率、临界角及其琢型主要角度数据见下表。

常见宝石材料的冠部角和亭部角

宝石材料	折射率	临界角	冠主角	亭主角
金红石	2.616-2.903	22° 21'	34°	41°
合成金红石	2.616-2.900	22° 31'	34°	41°
金刚石	2.419	24° 25'	35°	41°
立方氧化锆	2.165	27° 31'	36°	41°
锆石	1.925-1.991	32° 02'	35°	41°
石榴石	1.735-1.89	0 35° 05' - 31° 57'	37°	42°
刚玉	1.760-1.770	34° 37'	37°	42°
合成刚玉	1.760-1.770	34° 37'	37°	42°
金绿宝石	1.746-1.755	34° 56'	37°	42°
尖晶石	1.718	35° 36'	37°	42°
橄榄石	1.654-1.690	37° 18'	43°	39°
长石	1.654-1.673	37° 18'	43°	39°
电气石	1.642-1.644	38° 01'	43°	39°
磷灰石	1.632-1.646	37° 45'	43°	39°
黄玉	1.630-1.633	37° 50'	43°	39°
绿柱石	1.575-1.583	39° 13'	42°	43°
石英	1.544-1.553	40° 20'	42°	43°
蛋白石	1.450	43° 36'	41°	45°

通过查表，可以很方便的获得冠角和亭角数据（理论值），但这两项数据只能供设计冠主面和亭主面时参考，对于其它小面角度和比例的确定，还需要采用其它的方法。

2、估算法

该法是应用经验计算公式，首先根据宝石的折射率和临界角计算出宝石冠部角度和亭部角度（或通过查表直接获得冠角和亭角），然后再估算出其它各部分的角度和比例。此法主要适合于圆明亮式琢型及部分比较简单的花式琢型。

(1) 台面宽度

台面宽度是相对宝石的腰棱直径而言，通常用百分比表示。一般，对于圆明亮式琢型，台宽比应控制在 53%-60%(或 66%)为宜；对于花式琢型，如椭圆型、橄榄型、梨型、祖母绿型等，台宽比（短径方向）宜控制在 50%左右。

(2) 冠部角度

冠主面角度 = $8(45^\circ - \text{亭主面角度})$

星小面角度 = 冠主面角度 - $(12^\circ \sim 17^\circ)$

上腰小面角度 = 冠主面角度 + $(5^\circ \sim 9^\circ)$

(3) 腰棱厚度

腰棱厚度与宝石的大小有一定关系，宝石越大，要求腰厚也相应有所增大。腰棱厚度通常以腰围面宽度与腰棱（围）直径的百分比来表示，一般控制在 2~3%左右。

对于明亮式琢型而言，腰棱呈宽窄变化的波浪状，其厚度呈下式变化：

$$T = 0.017 + (0.05 \sim 0.08) / D$$

式中：T-腰棱厚度；D-腰棱（围）直径。

(4) 亭部角度

亭主面角度要利用宝石的折射率 RI 和临界角 ϕ 来计算求得：

$$\text{若 } 1.414 \leq RI \leq 2 \quad \text{亭主面角度} = (90^\circ + \phi) / 2$$

$$\text{若 } 2 \leq RI \leq \infty \quad \text{亭主面角度} = (270^\circ - \phi) / 6$$

下腰小面角度 = 亭主面角度 + $(2^\circ \sim 3^\circ)$

3、类推法

在一些宝石加工教科书或技术手册中,通常所给出的琢型角度只适合石英,即水晶角度。如果知道了石英的各种小面角度,可以运用下面的公式推算出其它宝石材料的相应小面角度,但冠主面和亭主面角度仍需查表。

下以圆明亮琢型为例,利用石英的角度推算出黄玉的角度:

石 英	黄 玉
冠主面 42°	冠主面 43°
星小面 -27°	差 值 -15°
-----	-----
差 值 15°	星小面 28°
上腰面 $44^{\circ} \sim 47^{\circ}$	冠主面 43°
冠主面 -42°	差 值 $+2^{\circ} \sim 5^{\circ}$
-----	-----
差 值 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$	上腰面 $45^{\circ} \sim 48^{\circ}$
下腰小面 45°	亭主面 39°
亭主面 -43°	差 值 $+2^{\circ}$
-----	-----
差 值 2°	下腰面 41°

第 2 节 宝石琢型设计的美学原理

3.2.1 概 述

宝石琢型设计一般需要考虑体现质美和形美两个方面的因素。

所谓**质美**：

- 指由宝石自身性质产生的感官美，其中有些是显而易见的，如颜色、透明度、光泽、质地等。
- 有些质美是潜在的，如亮度、火彩、闪烁，以及猫眼、星光、月光等特殊光学效应等，需要合理的琢型设计及精良加工才能将这些美发挥出来。

所谓**形美**：

- 指宝石的艺术造型形式美，这是人们通过造型设计和精心琢磨而创造出来的美。
- 质美是形美的前提条件，没有质美的形美毫无价值，而形美又是质美充分表达的主要条件。宝石琢型设计强调质美和形美的高度和谐和统一。

本章第一节关于宝石琢型设计光学原理的讨论内容属于体现宝石质美的范畴，这一节再从美学原理的方面探讨宝石的形美问题，着重讨刻面宝石琢型设计的造型形式美法则。

3.2.2 宝石琢型设计的造型形式美法则

造型形式美法则是美学中的一个概念，其大意是指从形式美的独立意义出发，按照一定规律和法则创造美的形式的科学。

宝石琢型设计的造型形式美法则可概括为八项：

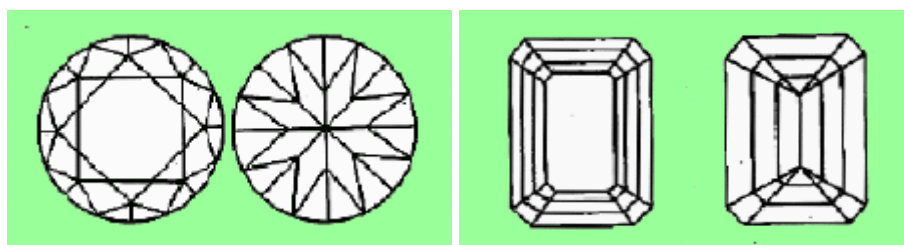
齐一 对称 对比 反复 渐变 韵律 比例 和谐

1、齐一

为单纯齐一的简称，指在造型中，相同刻面的大小、形状、角度、位置等应具有一致性，不能出现明显的差异和对立。这是琢型设计中的最基本的法则之一。

例如，标准圆钻型，冠部包括 1 个台面、8 个主面、8 个星面、16 个腰面，亭部包括 8 个主面、16 个腰面，其中每个主面、星面、腰面都必须形态均等，大小一致，整齐排列，体现出规则整齐，井然有序的特征（下图左）。

又如，如祖母绿型，四周以平行的梯形刻面围绕台面组成，以平行线条体现出规整、层次分明的特征（上图右）。



标准圆钻型

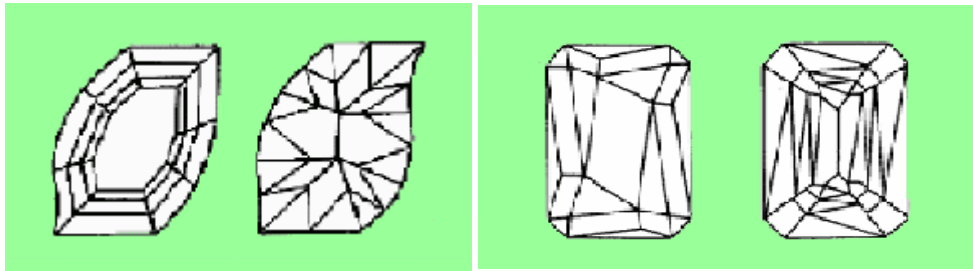
祖母绿型

2、对称

指在一个造型中，使其左右或上下的刻面各形态及形态组合形式呈镜像对应相同或相似。对称是琢型设计中的基本要素之一，也最常见的设计表现形式。对称造型又可分为完全对称和反转对称两种形式：

(1) 完全对称是一种单纯的绝对对称形式，绝大多数宝石琢型是完全对称的，如上述的标准圆钻型和祖母绿型等，这些款式给人的感觉是大方、庄重、秩序井然；

(2) 反转对称也叫逆对称，是一种在非对称造型形式的诱导下产生的变态对称形式，这种形式易使人产生动感，是一种现代感很强的对称形式，如圆弧混合型（下图左）和锯齿型（下图右）。

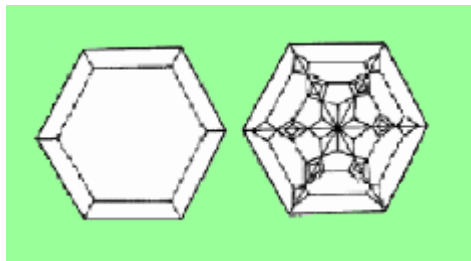


圆弧混合型

锯齿型

3、对比

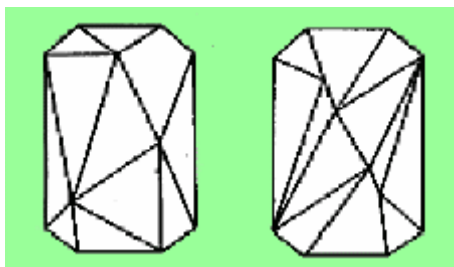
指在造型形式中，力求使不同刻面的形态、大小、位置等表现出差异和对立，突出反差，以求鲜明醒目。这是一种表现形式间差异性的法则，其主要作用在于使造型产生生动的效果，使之富于活力。如雪花琢型（见下图），就是一种典型的应用对比法则设计的刻面宝石琢型。在该琢型的设计中，冠部只有7个刻面而且配置简单平淡，而亭部有78个刻面且配置复杂严谨，通过冠部“简”和亭部“繁”的强有力对比，突出了亭部的刻面，使雪花状造型富于生动。



雪花琢型

4、反复

指在一个造型中，通过相同或相似的造型要素重复出现来求得形式的统一。这种造型形式能使琢型产生统一的秩序美，加深视觉印象。如歪斜琢型（图 ），整个造型是用三角形为主题，通过变化反复的的造型形式，创造一个既有多样的对比和变化，又有统一的秩序美和主调的生动造型形式。



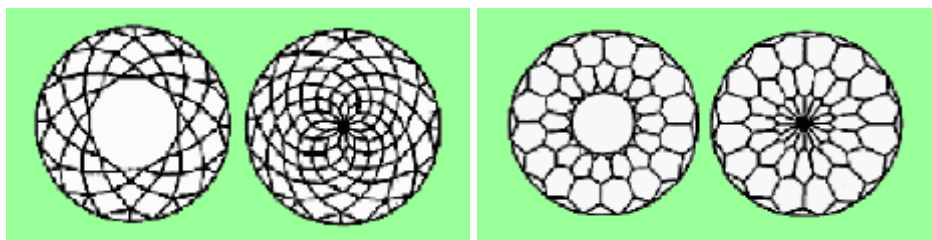
歪斜琢型

5、渐变

指在一个造型中，使刻面呈连续、近似形态的有秩序排列。这是一种通过类同要素的微差关系来求得形式统一的手段，在具体应用时，要注意渐变形式的数量在渐增或渐减中必须具有一定的秩序和比率。渐变造型形式能使人视觉产生含蓄柔和的感觉，具有抒情的意味。

例如，螺旋型，是利用四边形大小来体现渐变（见下图左）。

又如，蜂巢型，则是利用斜六边形大小的渐变来产生统一的效果（见下图右）。



螺旋型

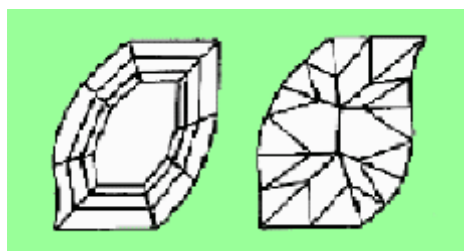
蜂巢型

6、韵律

指在一个造型中，使不同刻面间具有规律的节奏和律动变化，其作用是使造型产生动感、富有生气，或具有抒情的意味。实际上，韵律法则的应用在一些常见宝石琢型中都有所表现。如在琢型设计中，冠部的造型形式一般从台面→星面→主面→腰面，其大小变化是大→小→次大→小，显示出一定的节奏；

再如祖母型，其阶梯形刻面在排列组合上显示出一种动势，有间隔变化而不致于呆板，律动明显。

韵律按结构又可分为渐变韵律、起伏韵律、施转韵律、等差韵律、等比韵律和自由韵律等。如圆弧混合型（下图），其外形就显示了优美的“S”形自由韵律，增强了造型的动感和趣味。



圆弧混合型

7、比例

即在造型构成中，使宝石琢型的各部分比例及各刻面的大小配置符合理想的尺度，以体现出和谐的比例美。但琢型比例和角度的设计，应是以考虑宝石的自身物性（颜色、折射率、色散、临界角等），能使宝石产生较好的光学效果为前提

一般而言，刻面琢型的总高度与腰棱直径比例为 2:3；冠部和亭部的比例为 1:2；冠部星面和腰面与冠部高度之比为 1:2。祖母绿型琢型的长宽之比为 5:3 或 2:1，其四个斜角边之和约等于琢型总宽度。为了适合人们普遍的审美要求，一般对祖母绿型、椭圆型、梨型的腰形设计，其腰径的长宽比例以黄金分割律为合适，因为这样的比例容易引起美感。

8、和谐

和谐也称多样统一，也就是将造型形式的各要素集中于宝石琢型设计之中，使之成为完美和谐的统一体。和谐是对前面法则的高度概括，为造型设计中的最高法则，也是评价设计琢型美学效果的最终依据。从美学角度评价一个琢型的造型设计效果，就是看它整体上是否和谐，高度的和谐就是美感。

第4章 宝石琢型电脑辅助设计

教学目的和要求：

认识宝石切割的电脑辅助设计软件。

教学重点和难点：

掌握如何在电脑里对宝石进行切割。

素质（思政）内容与要求：

树立科学发展观和大国工匠精神。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：2

教学内容：

用计算机来设计刻面宝石琢型，需要使用专业设计软件，但此类应用软件很少。目前，已知的宝石琢型设计软件主要是由 Rober W. Streckland 开发的 GemCad 系列，包括 GemCad、GemRay、GemCad Print Utility for Win95/98 等；此外，还有与 GemCad 兼容的宝石琢型数据库 DataVue 2 等外挂软件。这些软件大多数属于较老的 DOS 版软件，但至今仍具有很高的实用价值，可作为宝石琢型设计和研究的辅助工具。

第 1 节 GemCad 软件的使用方法

GemCad 是用于设计刻面宝石琢型的计算机辅助设计程序，其最高版本为 4.5 版，大小为 852KB，属 DOS 版软件。该软件支持 Windows 系统，可以在 Win9X/2000/XP 下的 DOS 窗口中运行，用鼠标结合键盘操作。

GemCad 的主要功能是：按给定的参数变量建立宝石琢型的基本图形，分析琢型对单光线的折射和全反射作用效果，编辑修改琢型图和优选琢型角度，动态演示琢型的“切磨”过程。

4.1.1 软件的安装

4.1.2 操作界面和命令

4.1.3 圆形明亮琢型的设计方法

4.1.4 交叉矩形琢型的设计方法

4.1.5 琢型的光学分析及角度优化

4.1.6 琢型的切磨过程动画演示

第5章 宝石加工方法和设备

教学目的和要求：

主要了解加工的方法和磨料的基本性质。

教学重点和难点：

掌握经典圆钻的刻面的切割角度。

素质（思政）内容与要求：

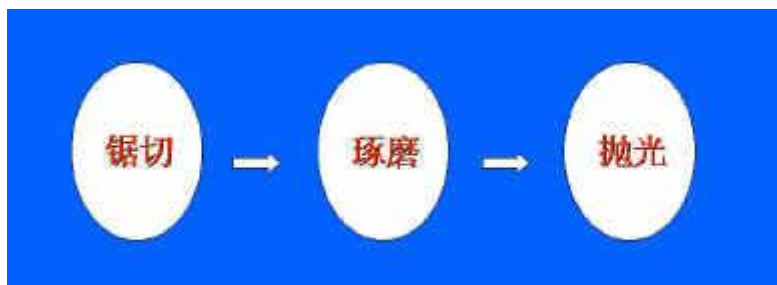
树立科学发展观和大国工匠精神。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：2

教学内容：

宝石加工的基本方法主要包括：锯切、琢磨、抛光。这三种方法的作业过程构成了宝石加工的三大工序。



宝石切磨加工的三大工序

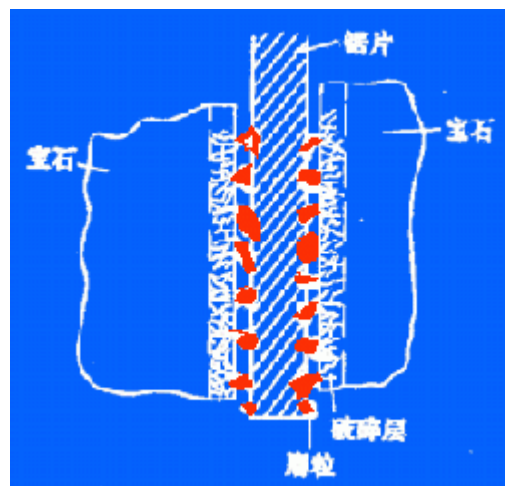
第1节 锯切法

5.1.1 锯切法原理

锯切是将宝石材料分割及修整成适当大小和形状的加工方法。锯切作业一般为宝石加工的第一道工序，以便为进一步的琢磨加工提供合适的坯料。不同的宝石材料应视其块度大小和贵重程度不同，使用不同的锯机和锯片。

1、锯切机理

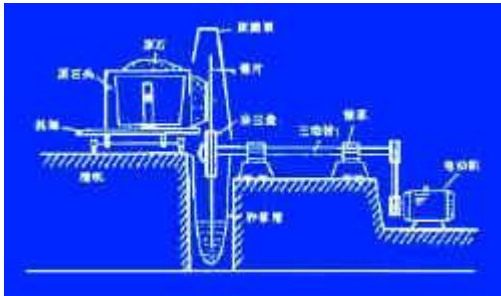
锯片带动磨料对宝石材料线性磨削的结果。如下图所示，磨削颗粒在支撑体（锯片）的带动下对宝石材料进行磨削，所产生的磨削力主要是侧向力，使磨削作用面呈线状向宝石材料纵深发展，形成切缝以及切缝两侧的微破碎层，从而使宝石材料被分割开来。



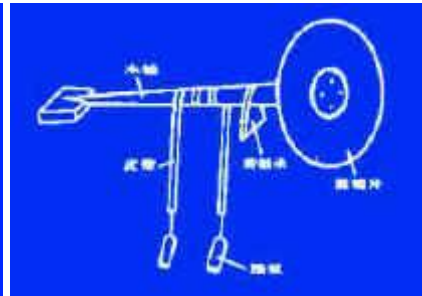
锯切法原理示意

2、锯切方式

(1) 使用散粒的磨料，调成砂浆，用钢制锯片带动游离的磨粒对宝石材料进行切割。此种锯法称为“泥砂锯”，由于游离磨粒的自身滚动会减弱其对宝石材料的切削作用，故锯切效率很低，现在已很少使用。



大型泥砂锯



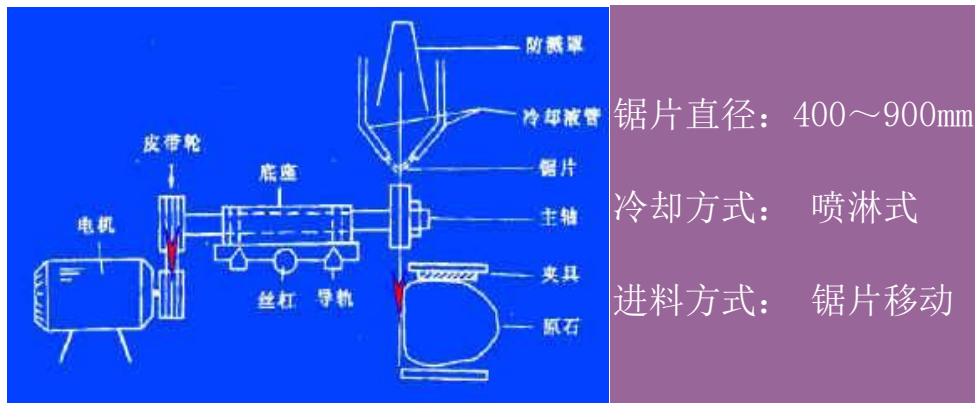
中国古代泥砂锯

(2) 使用固着磨料的锯片，如钻粉锯片，因磨粒被固定在锯片上，故对宝石材料的切削作用强，锯切效率高，这是现代锯切宝石的主要方法。

5.1.2 锯切加工的常用设备

1、开石机（开料机、下料机）

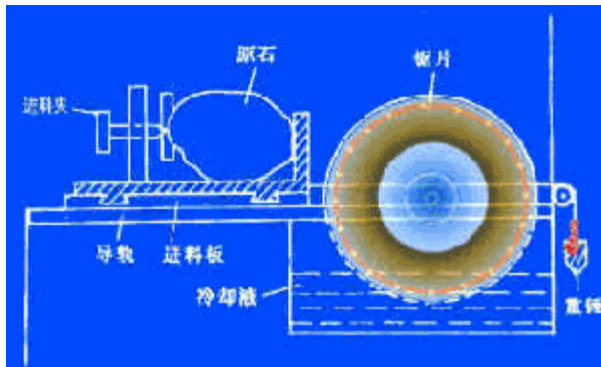
一种较大型的切割机，主要用来分割直径在 15-20cm 以上的大块宝石原料，也称开料机或下料机，这种机械有多种类型，其一般结构如下图所示。



开石机结构及工作方式

2、切片机（切块机）

一种较小型的切割机，主要用于将中等大小块度（直径 10-15cm）的原料切割成片、条、小块等毛料。切片机的代表性结构如下图所示。



锯片直径：300~450mm

冷却方式：浸润式 1/4~1/3

进料方式：原料移动

切片机结构及工作方式

3、修整机（宝石切割机）

一种小型或微型的切割机，适用于小块宝石（贵重宝石）原料的分割和毛坯的修整，常称为“宝石切割机”。其结构简单，如下图所示。



多切能宝石切割机

（右端为切割装置）

锯片直径：100、110、150mm

锯片厚度：0.15~0.3mm

冷却方式：浸润式
喷淋式（本机）

进料方式：手持进料

宝石切割机结构及工作方式

第2节 琢磨法

5.2.1 琢磨法原理

琢磨即研磨，是对宝石材料进行造型加工的基本方法，一般在将宝石材料分割及修整成一定规格大小和形状的坯料基础上进行，几乎所有加工余料都要通过琢磨去掉，直至工件具备成品形态。

1、琢磨方式

按磨料使用方式：

①以游离磨料琢磨——将磨料与水混合使之粘附在磨具上对宝石进行琢磨，现在已较少使用。

②以固着磨料琢磨——将磨料制成磨具直接对宝石进行琢磨，这是现代宝石加工的主要方式。

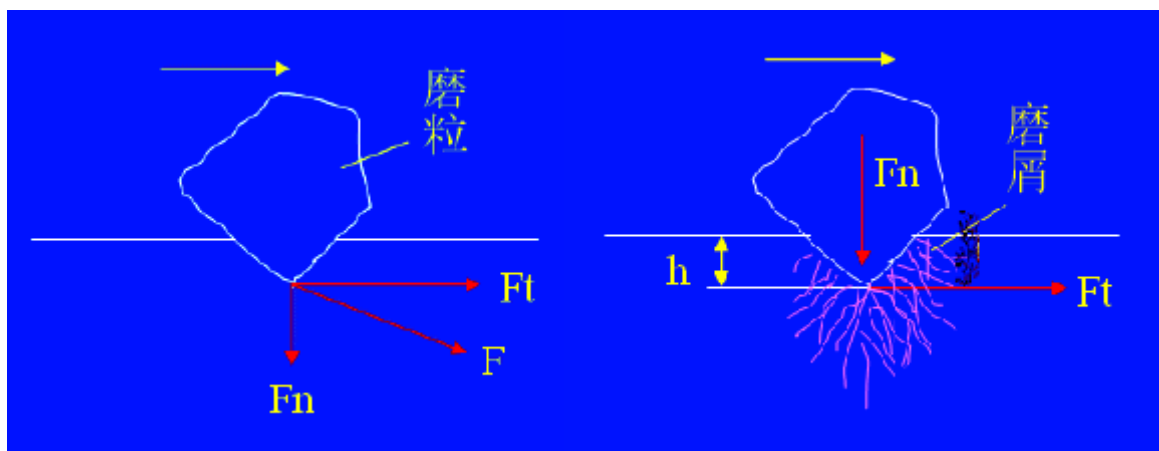
按磨具磨削方式：①轮磨 ②盘磨 ③带磨 ④滚磨

2、琢磨机理

一般认为，琢磨作用的过程主要是磨料对工件的摩擦切削作用，此外还有冲击压裂作用和化学水解作用的参与。

(1) 磨擦切削作用

首先分析一行单粒磨料颗粒对宝石材料的磨削力和磨削作用，如下图所示。



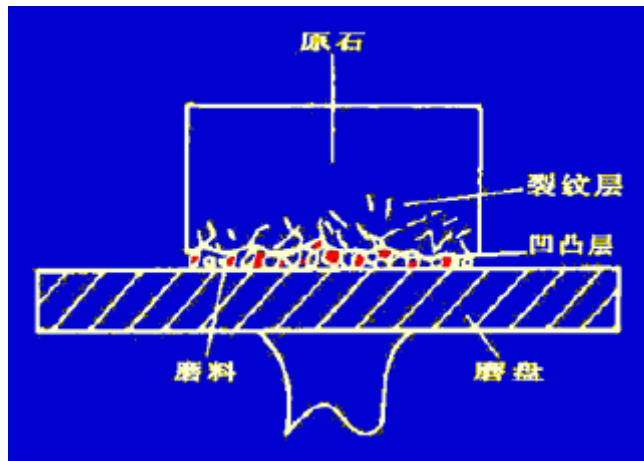
单粒磨料颗粒对宝石材料的磨削力矢量（左）及磨削作用（右）分析

磨粒对宝石的磨削作用有两个方面：

①对宝石表面的压碎作用，主要由径向压力 F_n 产生，使磨粒尖棱角部分压入宝石表层 (h)，并在产生范围更深的碎裂；

②对宝石表层的切削作用，主要由切向压力 F_t 产生，使磨粒尖棱角部分对宝石产生侧向挤压碎裂，并带出碎屑，形成一切向凹痕。

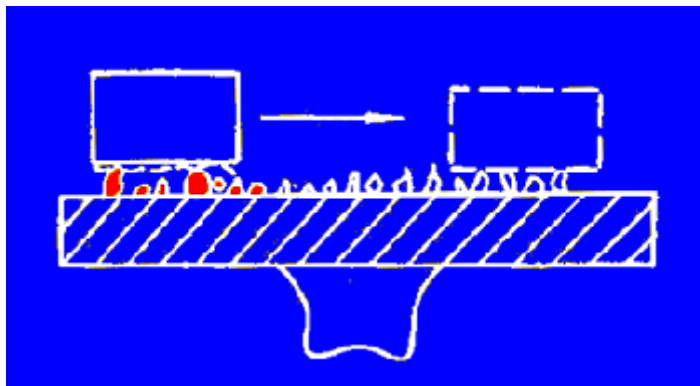
单个磨料颗粒对宝石材料的磨削作用是线磨削，而磨盘上大量随机分布的磨料颗粒所产生的许许多多的磨削凹痕相互穿插迭加就形成了面磨削作用。使宝石表面形成高低不平的凹凸层，其深度相当于磨粒的压入深度 h ，也称磨削深度。



面磨削作用示意图

(2) 冲击压裂作用

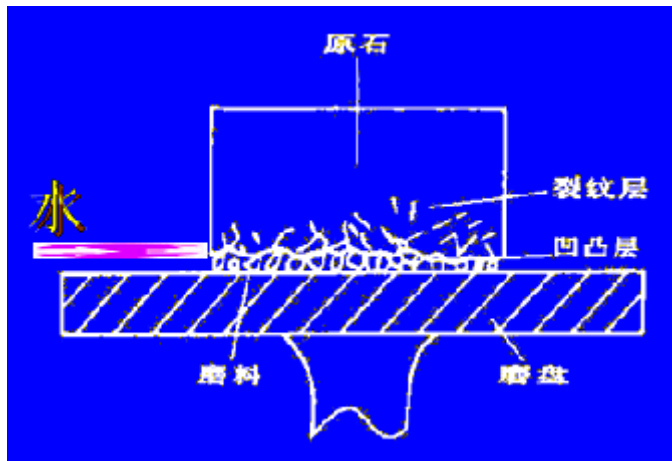
由于磨料颗粒的各向尺寸不同，粒度大小不均匀，被磨削的宝石表面总是支撑在部分少量的磨粒上，使琢磨具有振动冲击和压裂作用性质，从而加快磨削剥离速度。



冲击压裂作用示意图

(3) 水解裂挤作用

冷却水渗入压裂纹中，在摩擦热作用下发生膨胀，同时还可能与宝石新生裂面发生水解反应，如与硅质水解反应生成硅酸薄膜，体积增大，挤压裂 缝表面，加速琢磨过程。



水解裂挤作用示意图

5.2.2 琢磨加工的常用设备

(1) 轮磨机

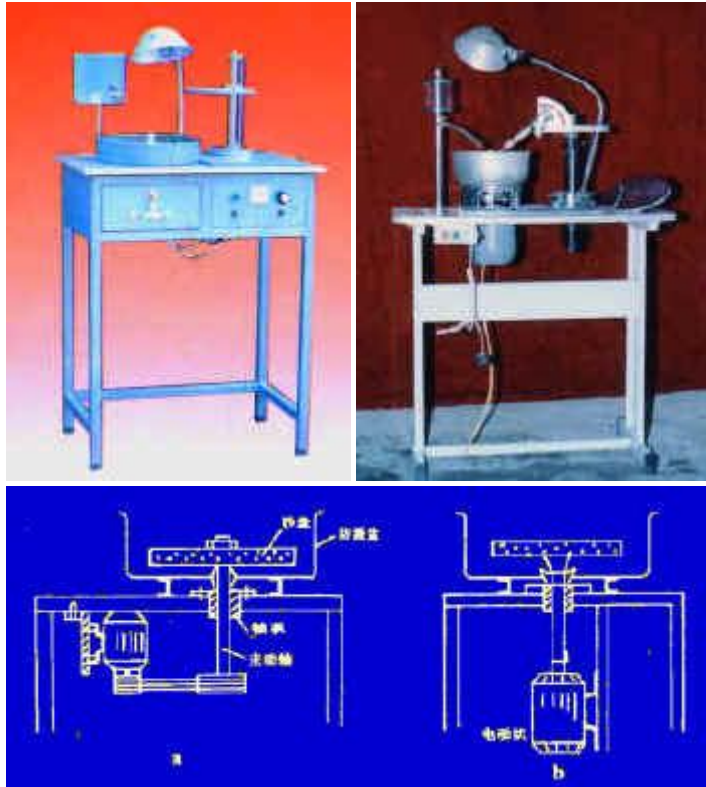
磨具是砂轮，主要用于磨削宝石毛坯，冲磨成所设计款式之雏形。



金刚石砂轮机（左端）

（2）盘磨机

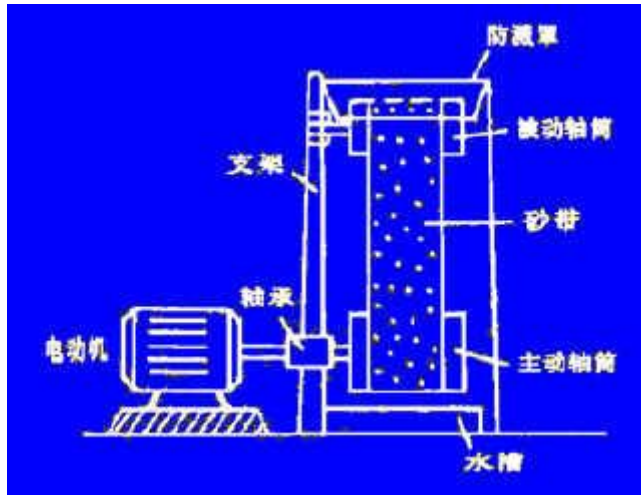
磨具是磨盘，主要用于磨削宝石平面，如刻面型宝石，也可用于弧面型宝石的造型。



两种结构类型的盘磨机

（3）带磨机

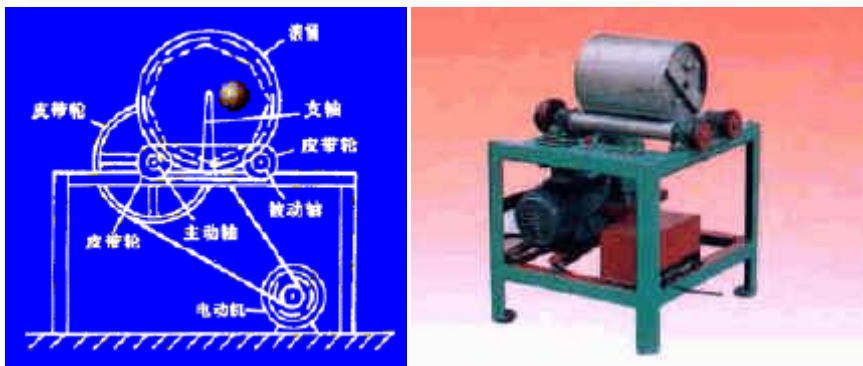
磨具是砂带，适用于磨削宝石的各种弧面，如凸面型宝石。



带磨机结构简图

(4) 滚磨机

磨具是滚筒，主要用于滚动磨削除去宝石毛坯和不规则小料的棱角，使之变圆滑。



滚筒研磨（抛光）机的结构（左）及外观（右）

第3节 抛光法

抛光是对于宝石进行光整加工的方法，一般是在宝石加工的最后，也是最关键的一道工序。其作用是消除宝石被加工表面因前道研磨工序所残留的破坏层（凹凸层、裂纹层），以获得光滑明洁的光学表面。宝石加工品只有通过彻底抛光，才能使其许多特有的光学性质或潜在美，如光泽、晶莹、火彩、星光等充分展现出来。

5.3.1 抛光法原理

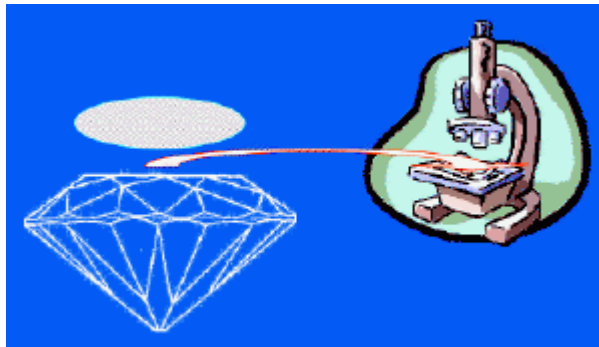
宝石的抛光机理十分复杂，至今尚未形成一种完善的理论。最为流行的抛光学说是如下两种：

1、微粒机械磨削说

抛光过程与研磨类似，都是以硬质的磨料磨削软质材料表面的过程，差别在于所用的磨料粒度不同，磨料粒度越细，被磨削宝石表面的磨痕也就越细密、轻微，当磨削深度在 100nm 左右时，表面就会出现光滑的镜面效果。

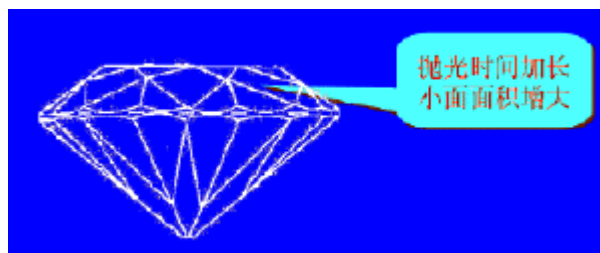
实验依据：

①已抛光的宝石表面在高倍显微镜下可见到明显的起伏（磨痕）现象，用多波干涉显微镜可测定其起伏深度；



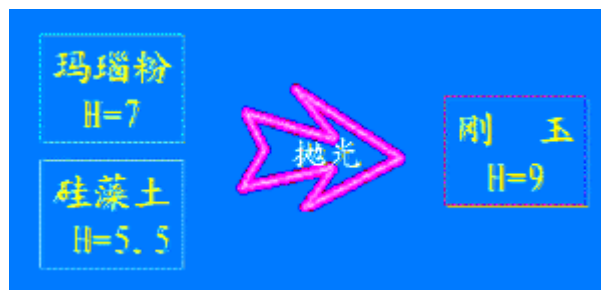
②金刚石微粉几乎可以对所有的宝石进行抛光，而且效果可达最佳，因为金刚石硬度最大。

③当用金刚石微粉对刻面宝石某一小面进行抛光时，随抛光时间加长，该小面面积增大，表明金刚石微粉有磨削作用。



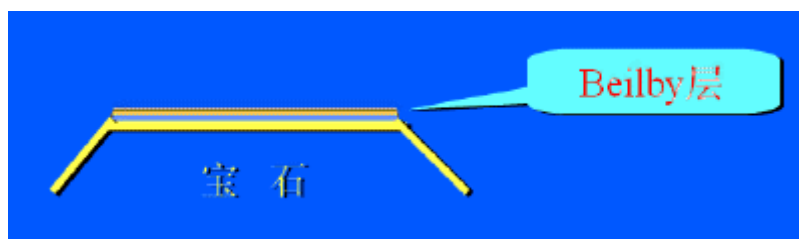
④用低于宝石硬度的抛光剂对宝石进行抛光，其效果一般不佳。

但有例外：不能解释某些低硬度抛光材料（如玛瑙粉、硅藻土）能很好地抛光高硬度宝石（如刚玉宝石）。



2、塑性流动说

20 世纪初，Beilby 研究发现，抛光过程是由于抛光面受到摩擦热作用，而引起在 *被抛光面微米级范围内产生热塑性-熔化流动的液状层重新分布*，形成一种光洁平整的表面层过程。该表面层称为“Beilby 层”。它就象一层清漆涂在表面的擦痕上，给被抛光面蒙上光泽。



Beilby 的观点可借助酸蚀实验使抛光面下面的原有形状擦痕再现来证实。

1937 年，Finch 利用电子绕射技术，揭示了抛光固体的表面层结构，证实和扩展了 Beilby 理论。通过对若干宝石材料试验，将抛光机理分为四种情况：

- ①Beilby 层全部保持非结晶性，这类宝石一般较难抛光，如尖晶石、锆石等；
- ②Beilby 层开始保持非结晶性，但在其形成后，在主要结晶面上有再结晶，如方解石、缟玛瑙、海蓝宝石等；
- ③Beilby 层形成后立即按其下面的结构再结晶，如刚玉、石英等；
- ④不形成 Beilby 层，这主要指钻石，其抛光只是一种简单的精细研磨。

总的来说，Beilby 层可以是非晶质性的，也可以是结晶性的。这主要与被抛光宝石材料的性质、抛光剂种类以及抛光所需要的温度和压力条件等因素有关。

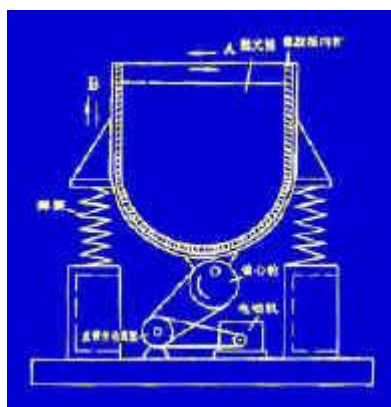
根据塑性流动说，可以解释某些较软质的抛光剂能对硬度很高的宝石进行抛光的现象。但按此种观点，将导致出现抛光宝石的表面不会损失宝石的重量的结论，而这与事实不符。

5.3.2 抛光加工的常用设备

由于抛光工序是琢磨工序的继续，工作方式基本相同，因此宝石加工中的许多琢磨设备与抛光是通用的。如加工刻面宝石和凸面宝石，只需把磨机上的磨具、磨料更换成抛光工具，然后再配合使用合适的抛光剂，就可进行抛光加工。

盘磨机	磨盘	←	抛光盘
轮磨机	砂轮	←	抛光轮
带磨机	砂带	←	抛光带

对于珠形和随形宝石的加工，则而要使作专门的抛光设备：振动抛光机、滚动抛光机。



振动抛光机



滚筒抛光机

第6章 宝石加工常用的工艺耗材

教学目的和要求：

了解各种磨料、磨具和辅料在宝石切磨中的重要作用。

教学重点和难点：

掌握磨料、磨具的性质，以便在实践中灵活运用。

素质（思政）内容与要求：

树立科学发展观和大国工匠精神。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：4

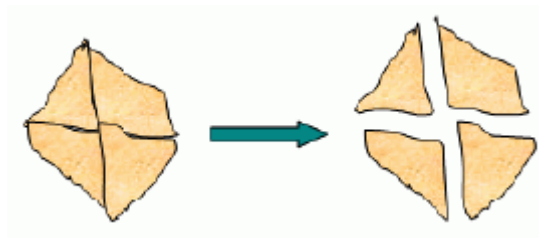
教学内容：

第1节 磨料

磨料指可用于研磨或抛光的材料，它们是一些具有棱角和一定硬度及韧性的粉状物质，可直接研磨工件和制成磨具用。

6.1.1 磨料的基本特性

- (1) 硬度较高，一般不应低于被加工材料的硬度。
- (2) 韧性较好，不能因有研磨压力而易变形和被磨损。
- (3) 自锐性较好，即当受研磨压力而碎裂时，破碎后的各部分仍保持尖锐的多棱角状。



自锐性示意图

- (4) 熔点或软化点较高，在研磨发热作用下，磨料尖角不易熔化或变软。
- (5) 化学稳定性较好，不与被加工的材料起反应。
- (6) 形状和粒度较均匀，每号磨料粒度在一定范围内。

6.1.2 磨料粒度的分类及适用范围

1、磨料的粒度等级

磨料粒度表示法：粒度号“#”、“W”

粒径尺寸“ μm ”

磨料粒度分类：磨粒 2000~40 μm (17 种)

微粉 40~0.5 μm (12 种)

- (1) **磨粒分级：** 12#、14#、16#、20#、24#、30#、36#、
46#、60#、70#、80#、100#、120#、
150#、180#、240 # 、280#

磨粒的粒度号用筛号表示，例如：

12#

表示 12#筛以下~14#筛以上的颗粒级

(2) 微粉分级: W₄₀ W₂₈ W₂₀ W₁₄ W₁₀ W₇ W₅ W_{3.5} W_{2.5} W_{1.5} W_{1.0} W_{0.5}

微粉的粒度号以微米值表示, 例如:

W₄₀

表示粒径 40~28 μm 级 (上限)

磨料的粒度号与粒径尺寸的对应关系见下表:

粒度号	粒径 (μm)	粒度号	粒径 (μm)	粒度号	粒径 (μm)
12#	2000-1600	80#	200-160	W ₁₄	14-7
14#	1600-1250	100#	160-125	W ₁₀	10-5
16#	1250-1000	120#	125-100	W ₇	7-3.5
20#	1000-800	150#	100-80	W ₅	7-3.5
24#	800-630	180#	80-63	W _{3.5}	3.5-1.5
30#	630-500	240#	63-50	W _{2.5}	2.5-1.0
36#	500-400	280#	50-40	W _{1.5}	1.5-0.5
46#	400-315	W ₄₀	40-28	W _{1.0}	<1
60#	315-250	W ₂₈	28-20	W _{0.5}	<0.5
70#	250-200	W ₂₀	20-14		

2、不同磨料粒度的适用范围

在宝石加工中, 不同粒度磨料的适用范围如下表:

粒度号	适用范围
46#-80#	大料切割, 毛坯倒棱
100#-120#	小料切割, 毛坯倒棱, 预形
150#-180#	成型粗磨, 预形, 穿孔, 小石切磨及修整
240#-W ₄₀	成型细磨, 穿孔
W ₂₈ -W ₁₄	成型精磨, 粗抛光
W ₁₀ -W _{0.5}	细抛光, 精抛光

6.1.3 磨料的种类和性能

磨料主要是一些具有一定硬度和韧性的粒状或粉状的矿物质材料。按成因可分为天然磨料和人造磨料两大类。

天然磨料：金刚石、刚玉、石榴石、石英，等等。

人造磨料：金刚石系、碳化物系、刚玉系，等三大系列。

1、金刚石

- 包括天然和人造金刚石。
- $H_m=10$, $H_v=10000\text{kg/mm}^2$ 。
- 有一定韧性，但脆性相对较大，因易沿八面体完全解理方向破裂，自锐性较高。因而，耐磨性强，磨削性能好。
- 耐热性良好，在无氧化条件下加热 1000°C 无变化。
- 化学性质稳定，与酸碱物质不起反应。

2、碳化硅 (SiC)

- 以石英、石油焦碳为主要原料在 1800°C 以上高温下炼成的结晶化合物，是一种常用人造磨料。
- 黑碳化硅 $H_v=3100\sim 3280\text{kg/mm}^2$, 性脆，自锐性好；
- 绿碳化硅 $H_v=3200\sim 3400\text{kg/mm}^2$, 性脆，自锐性好。
- 但绿碳化硅含杂质少，硬度和脆性比黑碳化硅高，自锐性更好，磨削能力更强。具良好导热性、耐高温和不受腐蚀等特性。
- 常用来制造砂轮、砂带、砂布等磨具，或供自由研磨用。

3、碳化硼 (B₄C)

- 人造成磨料的一种，由硼酸与碳在电炉中 2000°C 以上的高温下合成。
- 暗灰至黑色，硬度很高，耐磨性好， $H_v=4000\sim 5000\text{kg/mm}^2$
- 属高级磨料，常代替金刚石用作研磨和抛光中、高档宝石。

4、刚玉 (Al₂O₃)

- 包括天然和多种人造刚玉（棕刚玉、微晶刚玉、单晶刚玉、白刚玉、锆刚玉等）。
- 硬度高， $H_m=9$, $H_v=1800\sim 2400\text{kg/mm}^2$, 韧性较大，切削力强，但自锐性相对较低。
- 适于磨削韧性较大的翡翠、软玉、虎睛石等材料，而对其它宝石材料的磨削能力不如金刚石、碳化硅和碳化硼。

6.1.4 抛光剂的种类和性能

抛光剂是磨料中的一些可用于抛光的微粉状特殊材料。宝石加工常用的抛光剂有：

1、钻石粉 (C)

- 将天然或人造的工业级金刚石压碎成粉末，经分级，即可制成不同型号的钻石粉，呈灰白色，极精细（W10以下）的可用作抛光剂。
- 用法：干钻石粉与缝纫机油调成糊状；钻粉研磨膏可加适量缝纫机油稀释。
- 可用于抛光任何宝石，效果好，但成本高，一般仅用于抛光硬度 >7 的宝石。



2、氧化铝 (Al_2O_3)

- 铝氧化粉：纯度低，抛光性能差，但价格低廉，适合大量用于珠型和随型 宝石的抛光。
- 铝矾土：纯度较低，抛光性能较差，价格低廉，用途同铝氧化粉。
- 红宝粉：人造刚玉粉，红色，抛光性能好，主要用于刻面型和部分弧面型宝石的抛光。
- 蓝宝粉：人造刚玉粉，多呈白色，性能和用途与红宝粉一样。

3、氧化铈 (Ce_2O_3)

- 呈微黄粉红色，粉状。
- 易溶于浓硫酸或浓硝酸，不溶于稀酸和水。
- 适用于抛光脆性的中硬度宝石，如水晶、橄榄石、锆石、绿柱石、电气石等，效果可达极佳。

4、氧化锡 (SnO_2)

- 呈白色粉末状。
- 可用于各种中硬宝石的抛光，但效果一般。

5、氧化锆 (ZrO_2)

- 呈浓艳的红棕色粉末状，外观似红宝粉。
- 可用于中硬以下宝石的抛光，但效果不及红宝粉。

6、氧化铬 (Cr_2O_3)

- 呈深绿色粉状，俗称绿粉。
- 硬度中等 ($H_m=5\sim7$)。性质稳定，不溶于水。
- 适于中硬~中软 ($H_m=6\sim3$) 宝石的抛光，如翡翠、绿松石、孔雀石等，效果好。
- 缺点：
 - 常因颗粒粗细均匀，若掌握不好，易在抛光面上留下擦痕；
 - 易污染工件、工具、手指、衣物等，故对裂隙或孔隙的宝石不适合。

7、氧化铁 (Fe_2O_3)

- 呈深棕 红色，俗称红粉、铁丹。
- 性质稳定，不溶于水，但溶于盐酸。
- 粉状粒度一般在 $0.25\sim0.75\mu m$ ，细腻均匀。
- 可用于多种中硬以下宝石的抛光，效果一般。
- 缺点：易污染宝石材料，难清除。

8、硅藻土 (SiO_2)

- 用含硅藻壳骸的生物岩经粉碎、分选、提纯而成。
- 呈灰白~微黄色粉状，质地细腻。
- 硬度中等， $H_m=5.5\sim5.6$ 。
- 化学性质稳定，不溶于水，仅易溶于氢氟酸。
- 可用于玛瑙、翡翠等韧性较大或其它中硬宝石的抛光，对部分高硬度宝石如蓝宝石、海蓝宝石的抛光也可这到很好效果。

第2节 磨具

磨具是切割、研磨和抛光工具的总称。

磨具按功能分为三类：

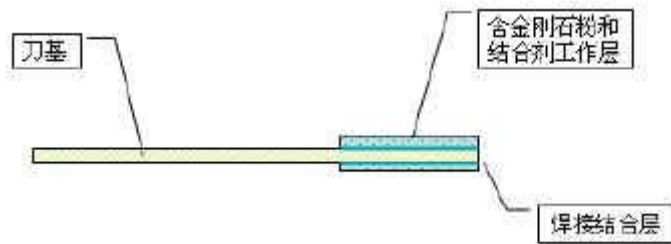
- 切割磨具——锯片

- 研磨磨具——砂轮、磨盘、磨头、砂带、砂布
- 抛光磨具——抛光轮、抛光盘

6.2.1 锯片

1、金刚石锯片的结构

金刚石锯片一般由刀基、金刚粉和结合剂三部分组成，如下图所示。



热铸钻粉锯片刀头结构

1) 刀基：承载并支撑金刚石粉的金属薄片。

- 大型锯片——硬质锰钢、锰硅钢片等材料。
- 中型锯片——软钢片、冲压铁片、冷轧铁片等材料。
- 小型锯片——薄冷轧铁片、青铜片等材料。

2) 金刚石粉：被附在锯片边缘，起类似“锯齿”的作用。

- 大型锯片——磨料粒度 46#~80#
- 中型锯片——磨料粒度 100#~180#
- 小型锯片——磨料粒度 240#~W40

3) 结合剂：把金刚石粘附在刀基上的材料。

通常用金属结合剂，如青铜粉、电镀金属等为结合剂材料。

2、金刚石锯片的种类

金刚石锯片有种类很多（见下图），按制作工艺可分为热铸法和电镀法两大类。

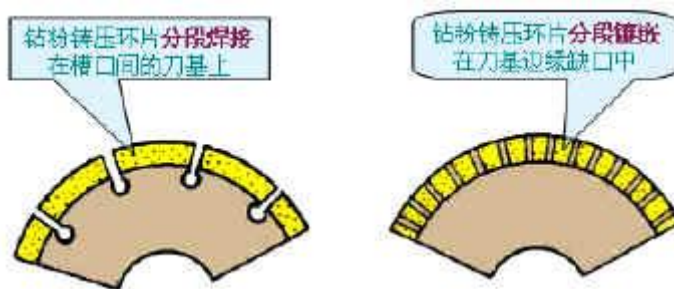


各种类型的金刚石锯片

1) 粉末冶金法（热铸法）锯片

• 制作方法:

- ①将金刚石粉与黄铜（或其它金属）粉相混合，压特制薄环模具内；
- ②加热使粉末熔合，烧结成圆环状薄片；
- ③将含金刚石粉的铸压环片分段焊接或镶嵌到刀基边缘两侧。



热铸钻粉锯片示意图

- 多为大、中型锯片，锯片直径 $>200\text{mm}$ ，厚度 $1\sim 4\text{mm}$ ，钻粉粒度 $50\#\sim 100\#$
- 适合切割大块的中低档宝玉石原料。

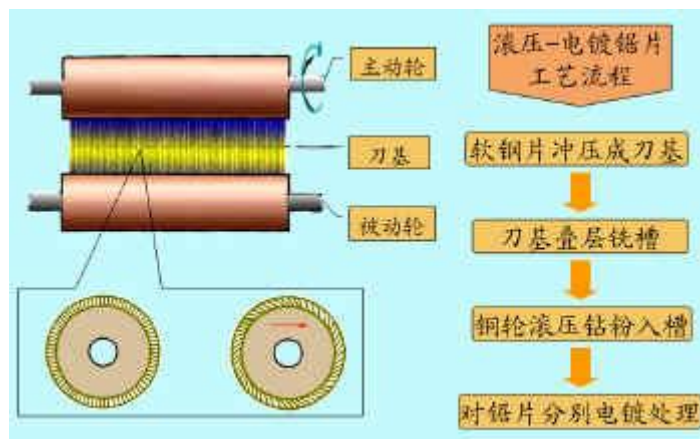
2) 滚压-电镀法锯片

在宝石加工中使用最多，多为中、小锯片，刀片薄，对材料损耗少，适合小块宝石材料的切割和修整。

• 制作工艺：

- ①将软钢片冲压成刀基，外径 100~150 mm，内径 20~40mm，厚度 0.15~0.40mm
- ②将刀基叠层，150 片/组，400~460℃退火处理，铣槽：槽宽 0.15~0.25mm，槽深 0.7~1.1mm，槽数 300~600 个。
- ③将钻石粉加甘油调成糊状，滚压入锯片边缘的铣槽中。
- ④对锯片分别电镀处理。

• 流压-电镀钻粉锯片示意图：



流压-电镀钻粉锯片示意图

• 安装使用要注意运转方向：

- 铣槽垂直锯缘 无运转方向限制
- 铣槽斜交锯缘 有运转方向限制（按箭头指向）

6.2.2 砂轮

用途：冲坯、倒棱、预形。

种类：刚玉砂轮、碳化硅砂轮、金刚石砂轮

1、碳化硅砂轮

(1) 砂轮材质：指砂轮的磨料成份。有绿碳化硅和黑碳化硅两种，前者更适用于宝石加工。

(2) 砂轮粒度：指砂轮中所用磨料的粒度。宝石加工用的一般在 46#~240# 之间。

(3) 砂轮结合剂：宝石加工常用的是陶瓷结合剂和树脂结合剂碳化硅砂轮，金属结合剂用于制做金刚石砂轮，宝石加工中也常用。各种结合剂的性能见下表。

结合剂类型	代号	磨具性能及应用
陶瓷结合剂	A	耐热，不怕水、油及酸碱，硬度高，耐磨性强，磨削效率较高但性脆，适合磨削高硬度脆性宝石
树脂结合剂	S	有一定弹性，耐冲击，自锐性好，磨削效率较高，但耐热抗酸碱碱性差，适合磨削中硬以下韧性宝石
橡胶结合剂	X	有较高强度，自锐性好，耐热性和化学稳定性差，很少用于宝石加工
金属结合剂	J	结合力强，耐用磨性好使用寿命长，但自锐性较差，磨削效率一般，适于磨削各种宝石

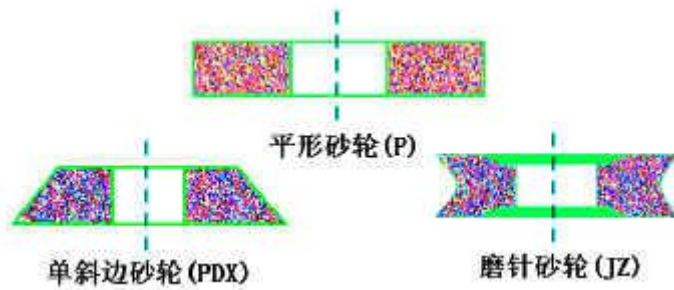
(4) 砂轮硬度：指磨表面上磨粒在外力作用下脱落的难易程度，与磨料本身硬度无关。磨粒易脱落者，硬度就低，反之则高。磨具硬度与结合剂有关，一般是：

金属结合剂 > 陶瓷结合剂 > 树脂结合剂

(5) 砂轮组织：指磨具中磨粒、结合剂和气孔三者的体积关系，以磨粒占磨具总体积百分比表示，百分比越大组织越紧密，反之越疏松。砂轮磨具组织级别及在宝石加工中的适用范围见下表。

级别	紧密				中等				疏松				
组织号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
磨粒占磨具体积百分比 (%)	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38
应用范围	适用于硬度较大的宝石出坯、倒棱、预形				适于各种宝石的倒棱、预形粗磨、细磨				适用于硬度中等以下，但韧性较大的宝石				

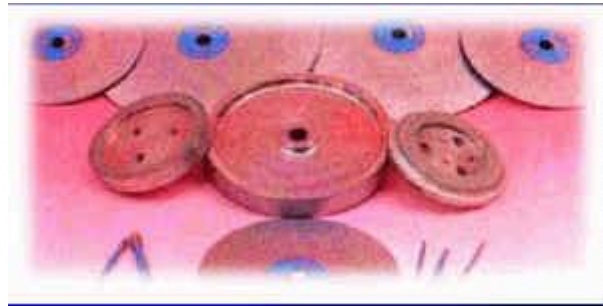
(6) 砂轮形状和尺寸：宝石加工中常用的碳化硅砂轮主要是平型砂轮、单斜边砂轮和磨针砂轮三种，砂轮直径一般为 150~250mm，厚度 15~50mm。



几种常见的砂轮形状

2、金刚石砂轮

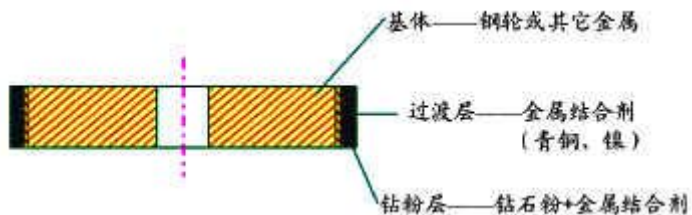
金刚石砂轮是用电镀或其它方法将金刚石固着在金属基轮的外缘表层而制成的一种磨具。



宝石加工用金刚石砂轮

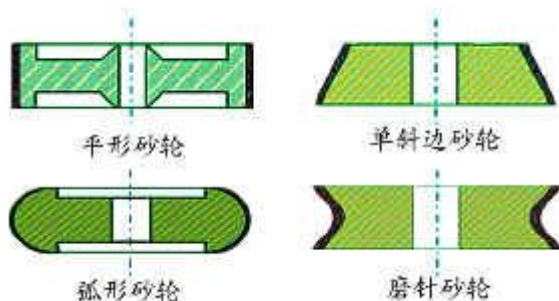
(1) 金刚石砂轮的结构

- 钻粉层——金刚石粉+金属结合剂。
- 过渡层——金属结合剂(青铜、镍)。
- 基 体——钢轮或其它金属。



金刚石砂轮的结构图

(2) 金刚石砂轮形状（见下图）



几种常用的金刚石砂轮形状

(3) 金刚石砂轮的一般规格

- 直径——150~200mm
- 厚度——15~50mm
- 粒度——70#~320#（钻粉）

金刚石砂轮具有强度高、磨削效率高、磨损小、不易变形、使用寿命长等优点，但价格昂贵。

6.2.3 磨盘

用途：研磨宝石表面（平面、凸面）

种类：铸铁磨盘、金刚石磨盘

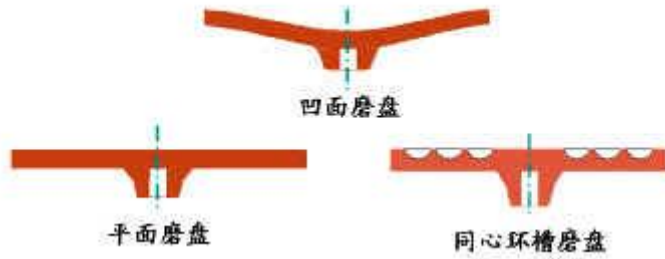
1、铸铁磨盘

一种使用游离磨料的磨盘磨具，多采用灰口铸铁材料制成。目前主要用于加工某些特殊宝石产品。

一般规格：平面直径 200~300 mm，厚度 25~30 mm。

使用磨料：一般用碳化硅，粒度 100~1000# (40W)

常见形状：平面（研磨平面）、凹面磨盘（研磨凸面）、同心环槽（研磨球面）。



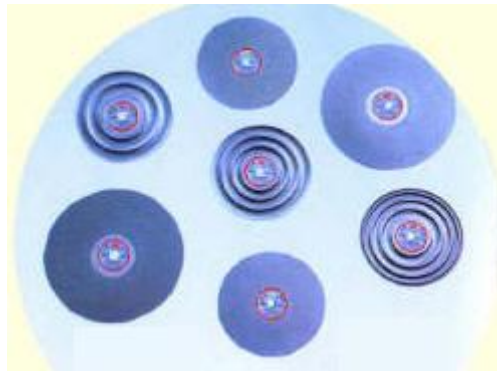
磨盘形状示意图

使用方法：

- 磨盘须平放，安装要平稳；
- 将磨料+水，调成糊状，用毛刷不断涂刷于盘面；
- 要适当控制磨盘转速，不宜过快。

2、金刚石磨盘

也称“钻粉磨盘”或“金刚石砂盘”，是一种固着磨料式的磨具磨盘，目前普遍采用。



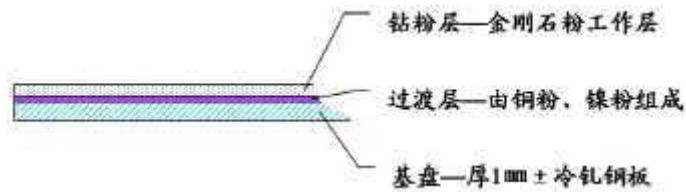
各种形状和规格的金剛石磨盘

(1) 金刚石磨盘类型

①热压金刚石磨盘

结构：由基盘、过渡层、钻粉层 三部分组成

特点：金刚石粉层厚(多层)，使用寿命长，造价高。

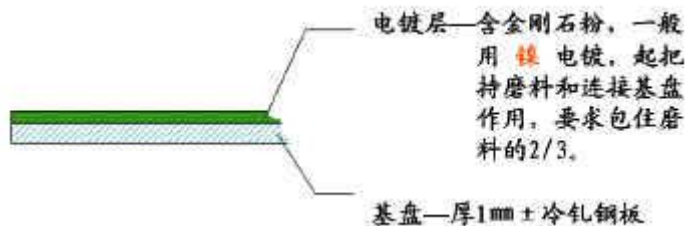


热压金刚石磨盘结构示意图

②电镀金刚石磨盘

结构：由基盘和电镀金刚石粉层 组成。

特点：金刚石粉层薄(一层)，使用寿命较短，造价较低。



电镀金刚石磨盘结构示意图

(2) 磨盘形状和规格

- 磨盘直径 150mm、200mm
- 磨盘粒度 120# ~ 1200# (W₄₀)
- 磨盘形状多为平面形，广泛用于刻面型宝石的造型、粗磨、细磨及精磨各道工序中。

6.2.4 抛光盘

抛光盘一般都属于游离磨料磨具，即在使用时，须在盘面上添加抛光剂，后者处于游离分散状态。

抛光盘按材质不同可大致分硬盘、中硬盘、软盘三类，各适合不同琢型和性质宝石的抛光。



各种材质的抛光盘

1、硬 盘

指用金属、合金材料等制作的抛光盘。多为平面盘，用浇铸法制成，直径主要有150mm、200mm两种，厚度10mm左右。

特点：导热性好、弹性差、韧性好、易修理、寿命长，适合刻面型和其它琢型平面的抛光，抛光面形状规整，棱角分明。

常用的硬盘有：紫铜盘、铝合金盘、锡盘、锡铅合金盘等。

(1) **紫铜盘**：以工业纯铜或电解铜材料制成，呈紫红色，硬度较高，适合红蓝宝石、石榴石等宝石的抛光。

(2) **铝合金盘**：硬度比紫铜盘低，适合海蓝宝石、绿柱石、金绿宝石、橄榄石、金红石、尖晶石、黄玉、电气石、锆石等到刻面型件的抛光。

(3) **锡 盘**：以纯锡浇铸制成，下面有铸铁或铸铝基盘衬托。熔点较低(360℃)，硬度也低，抛光速度较快。适于红蓝宝石、尖晶石、黄玉、绿柱石、锆石、石榴石、电气石、水晶、玛瑙、玻璃等刻面件的抛光。抛光剂用钻石粉、氧化锡、氧化铝、氧化铈等。

(4) **锡铅合金盘**：以锡、铅两种成分按一定配比浇铸而成。与锡盘相比，熔点更低、硬度也更低，抛光速度更快。适于红蓝宝石、尖晶石、黄玉、绿柱石、锆石、石榴石、电气石、水晶等刻面件的抛光。抛光剂用氧化铝、氧化锡等。

2、中硬盘

指用沥清、木材、有机玻璃及其它塑料等中硬质材料制成的抛光盘。

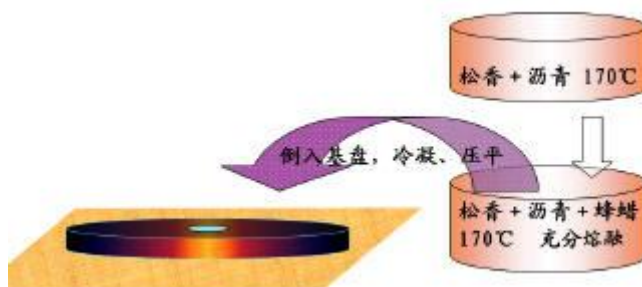
特点：性能和适用性介于硬、软盘之间，具较好的耐磨性、吸附性，并具有一定弹性，既适合刻面型宝石、也适于弧面型宝石的抛光。

常用的中硬盘有：有机玻璃盘、木盘、沥清盘等。

(1) **有机玻璃盘**：多制成平面盘，直径 150 mm，厚度 12 mm±。适于红蓝宝石、黄玉、电气石、水晶、玛瑙等到刻面件的抛光。抛光剂可用钻石粉、氧化铝、氧化铈等。

(2) **木 盘**：一般可根据宝石硬度采用较坚硬或较软质的木材自己制作，形状和大小视需要而定，如平面盘、凹面盘等。适于硬玉、红蓝宝石、水晶、玻璃等刻面件的抛光。抛光剂用钻石粉、氧化铬等。

(3) **沥青盘**：主要由沥青+松香按一定比例配制而成，制作方法见下面示意图，一般制成平面盘，厚度 15 mm±。在室温下，沥青盘具有适中的硬度和韧性，并具有轻微的流动性和吸附抛光粉的能力。适用于石英类宝石如水晶、欧泊等到的抛光最有效，也适于红蓝宝石、萤石、黑曜岩、金红石、蛇纹石等的抛光。

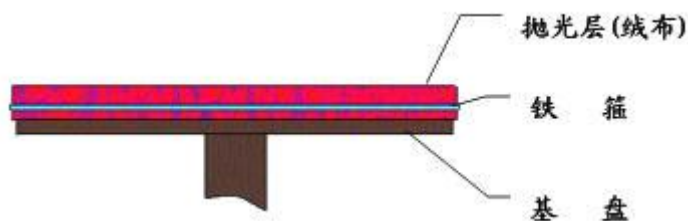


沥青盘制作方法示意图

3、软 盘

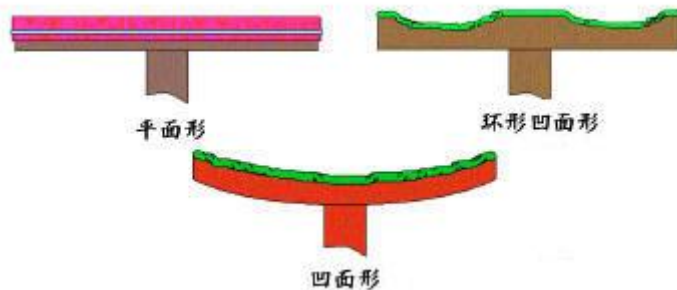
指用布、皮革、毛毡、尼龙等软质材料制成的抛光盘。

结构：由基盘、抛光层两部分构成。基盘可用铁盘、木盘、或其它材料，抛光层用上述软质材料。二者之间或用粘合剂粘接固定，或用铁箍绷蒙固定。



软面抛光盘的结构

形状：软面抛光盘的形状随基盘而定，常用的形状有平形、凹面形和环状凹面形。



软面抛光盘的形状

特点：抛光盘面柔软，当受到抛光工件的压力时易屈服成凹面，并可以适应工件形状变化，故适合于凸面型及其它琢型弧面的抛光。

常用的软盘有：布盘、皮革盘、毛毡盘、泡沫橡胶盘等。

(1) **布盘：**可用帆布、棉布、绒布、呢布、人造纤维等材料制做。特点是对抛光剂、水的吸附性较好，不致过快引起工件发热，但使用寿命短，易被工件棱角划破。主要适于硬度较低或耐热性差的宝石抛光，如琥珀、珊瑚、孔雀石、绿松石及水晶等。抛光剂可用氧化铬、氧化铈等。

(2) **皮革盘：**宜用未经人工处理（如染色）的牛皮、山羊皮等，正反面均可用，但要清洁。特点是韧性好、耐用磨性强、耐用热性良好，但对抛光剂的附着性较差。适合各种宝石的抛光，尤其是具剥蚀性和耐热性宝石，如翡翠、软玉、青金石、蛇纹石、虎睛石等。抛光剂可用氧化铝、氧化铬、氧化铈等。

(3) **毛毡盘：**使用优质羊毛压制而成。毛毡尽量压实，厚度 0.5 cm 左右，用环氧树脂或沥青粘固于基盘上。特点是盘面较坚硬，不利于抛光剂附着。使用时转速应适当放慢，600~800 转/分钟为宜。适于祖母绿、琥珀、月光石、绿松石、欧泊、青金石、翡翠、软玉、玛瑙等凸面型宝石的抛光。抛光剂常用氧化铬、氧化铈等

第 3 节 辅 料

6.3.1 冷却液

(1) 水

应使用清洁的水，如自来水。

特点：热容大，降温作用好，清洗力较强，能溶解多数非金属和金属氧化物，但润滑性较差，易使加工机械生锈。

由于水价低廉，适用性较好，被广泛用于宝石切割、琢磨、抛光等加工的各道工序。

(2) 皂化液

一般用 0.5% 的肥皂溶液。

特点：热容较小，表面活性大，张力大，清洗力强，润滑性较好。

常代水用作冷却液。

(3) 油

一般用柴油、机油。

特点：热容较大，降温作用较好，润滑性好，可防锈。

多用于封闭式切割机上，对机具的防锈和冷却都有利。

注意：油易燃，使用时要注意安全。

6.3.2 粘结剂

用途：用于把宝石粘结固定在某些工具上，以便于加工。

常用粘结剂：一号胶、二号胶、红火漆、黑火漆、虫胶片、502 胶等。

1、一号胶（绿胶）

(1) 配比成分

虫胶片 40%、氯化松香 15%、石膏粉 35%、环氧树脂 1%、白石蜡 9%、氧化铬粉适量。

(2) 制作方法

①将上述原料碾碎，放在一金属容器内；

②加热熬制成糊状，要充分搅拌，加热温度以不起烟为限；

③在模具内洒适量滑石粉，将胶糊倒入，浇铸成条状。

2、二号胶（红胶）

（1）配比成分

虫胶片 45%、红火漆 55%（松香 30%、滑石粉 63%、环氧树脂 1%、氧化铁粉 1%）。

（2）制作方法

①熬制红火漆：先将松香放入容器内加热熔化，然后加入其它原料，充分搅拌均匀（若此时倒出冷凝即成为红火漆胶）。

②熬制红胶：在红火漆中加入虫胶片，加热熬成糊状，然后浇铸成条状。

注意：加热时要充分搅拌，温度以不起烟为限。

6.3.3 清洁剂

用途：清除宝石表面的残余粘胶、油污及其它杂质。

要求：应具有对不同附着物的良好溶解能力，又不致引起宝石表面新的污染。

常用清洁剂：乙醇、乙醚、汽油、丙酮、松节油、苯、甲苯、二甲苯、稀盐酸等。

最常用的是乙醇。

第7章 刻面型宝石的加工工艺

教学目的和要求：

理解刻面宝石和弧面宝石设计的基本原理，掌握设计中考虑的关键因素，如何协调保重、无暇、颜色等各方面的关系掌握常见几种琢型的加工步骤。

教学重点：

掌握如何设计才能做大限度的提高宝石的价值

教学难点：

掌握常见琢型的各组小面的切割角度。

素质（思政）内容与要求：

树立科学发展观和大国工匠精神。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：40

教学内容：

第 1 节 刻面型宝石的设计

刻面型宝石指外形(琢型)轮廓由若干个小平面围成的几何多面体的宝石。又称“小面型宝石”、“棱面型宝石”、“翻面型宝石”。

刻面型主要适于透明的宝石原料，因为它不仅能体现宝石的晶莹透明和棱角分明的外观美，更主要的是能发挥宝石潜在的光泽、亮度、火彩等特殊光学效果美。

7.1.1 刻面型宝石的设计原则

总的原则：必须充分发挥宝石的美感（造型美、质地美、光学效果美等），最大限度地体现宝石的价值。

考虑因素：保重、面角比例、琢型定向、瑕疵处理。

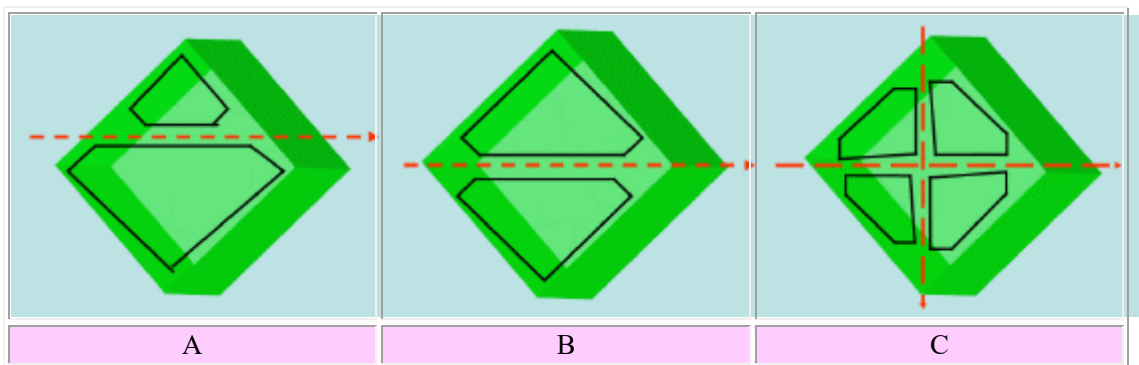
1、保重

设计原则：宝石设计中应尽可能保存宝石的最大体积（重量）。

处理方法：

- 对于小料，应因形设计，即原料适合什么琢型就设计成什么琢型，这样有利于保重。
- 对于大料，需要分割设计，则保重有两层含义：
 - 设法保有一粒主要成品尽可能大的重量；
 - 设法使所有宝石成品的重量总和最大。

下面是同一块宝石原料的三种不同的分割设计方案。显然，A方案最有利于宝石的保重和增值；B方案其次；C方案虽然分割的粒数多，但重量分散，损耗大，单粒售价和总体价值都会大幅度低。



分割设计方案分析示意图

2、面角比例

设计原则：所设计琢型的比例和角度应符合最理想的面角比率，以体现刻面宝石的造型美和发挥其特有的光学效果。

刻面宝石的光学效果主要表现在三方面：亮度、火彩、闪烁。

这三种特殊光学效果都与宝石的琢型比例和角度有密切关系，有关内容在第3章的第1节(3.1.1 刻面琢型宝石的光学效果)中已作了详细介绍，这里不再赘述。

如何正确处理亮度、火彩、闪烁的关系：

- 应通过周密分析和实践，力求寻找最佳切磨方案，使三种光学效应达到理想平衡状态。
- 对于不同性质的宝石，可以突出一、二种光学效应，以发挥其特有的美感。

例如：

- 色散值高的无色透明宝石，应突出发挥火彩、亮度；
- 色散值低或色彩浓艳宝石，应突出发挥亮度、闪烁。

3、琢型定向

刻面宝石琢型的定向设计一般以台面方向作为设定基准。

琢型的定向设计需要考虑多种因素，可分如下几类情况：

- 均质或多色性不明显的宝石
- 具有强烈双折射的宝石
- 具有明显多色性的宝石
- 具有色带、色团、色斑的宝石
- 具有完全解理的宝石

(1) 均质或多色性不明显的宝石

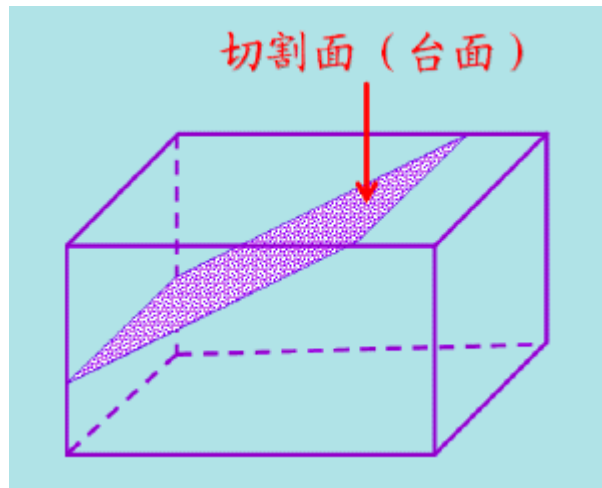
因这类宝石各向光学性质相同或无明显差异，故主要考虑如何充分利用原料。

处理原则：“大面做顶，尖角做底”，即利用原料上最大的一平面（或切割面）做成台面，对应的尖角部分则用做亭部。

适用原料：立方氧化锆、尖晶石、石榴石、锆石、水晶、橄榄石、海蓝宝石等。

例 1. 立方氧化锆戒面坯料分割设计一般是（见下图）：

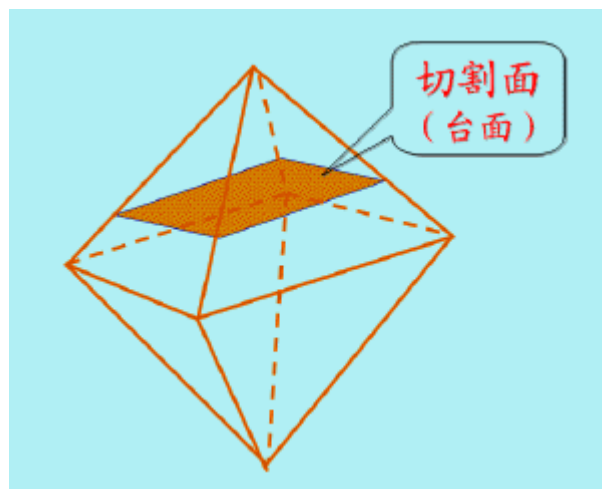
块状晶体原料→矩形或方形→沿平行对角面切割→切割大面做台面



立方氧化锆戒坯的分割与定向设计

例 2. 八面体晶体小料的定向切割设计一般是（见下图）：

八面体晶体原石 → 沿垂直 C 轴方向切割 → 切割面做台面



八面体原石的分割与定向

(2) 具强烈双折射的宝石

这类常见宝石有：高型锆石(0.059)、合成金红石(0.287)，等等。

特点：双折射率很高，易引起刻面宝石中出现明显的背面棱线双影，使宝石内面轮廓呈模糊状态，影响美观。

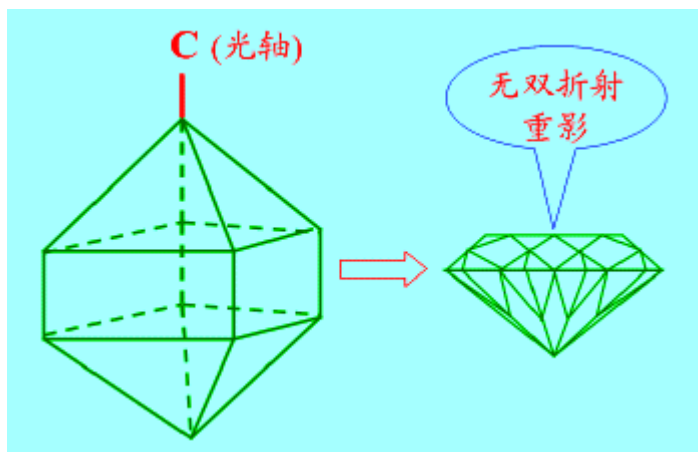
处理原则：尽可能使宝石台面垂直于晶体光轴，因光轴方向不产生双折射。

例 1. 合成金红石是双折射率（0.287）很高的材料，如果定向不当，刻面宝石中会出现强双影现象，如下图所示。



合成金红石刻面宝石中的双影

例 2. 锆石（高型）是天然宝石中双折射率（0.059）较高的材料，若定向不当也会出现明显双影现象，其正确的定向方式如下图所示。



高型锆石的定向切割

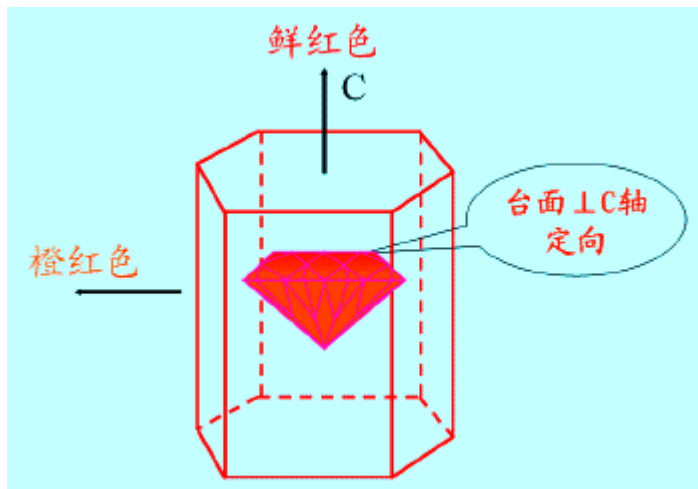
(3) 具明显多色性的宝石

多色性：指某些有色的非均质体宝石，在晶体的不同方向上呈现同颜色的性质。

强多色性宝石有：红宝石、蓝宝石、金绿宝石、坦桑石、电气石，等等。

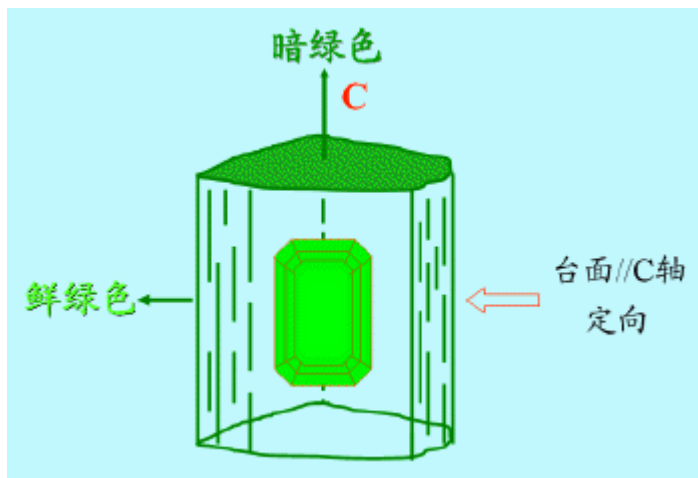
处理原则：将最好的颜色方向作为台面。

例 1. 红宝石的定向设计，如下图所示。



红宝石的定向切割

例 2. 绿色电气石的定向设计，如下图所示，对总体颜色较深者，台面定向应平行于 C 轴；但对于总体颜色较浅者，台面定向则应垂直于 C 轴。



绿色电气石的定向切割

(4) 具色带、色团、色斑的宝石

这类常见宝石有：蓝宝石、电气石、紫晶…等。

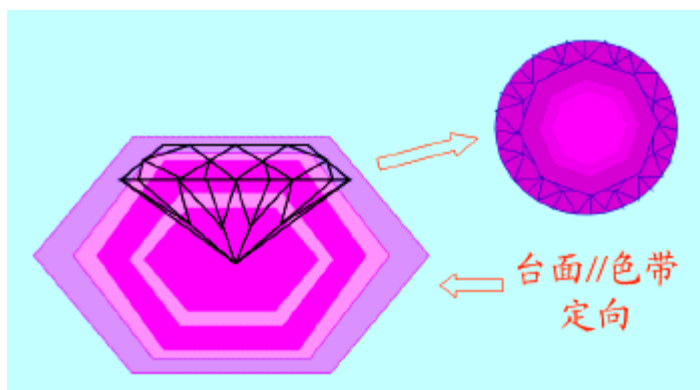
特点：颜色不均匀，常呈明显的色带、色团、色斑等现象。

处理原则：使色区位于台面正下方并占据尽量大的中央区域。

具体方法：

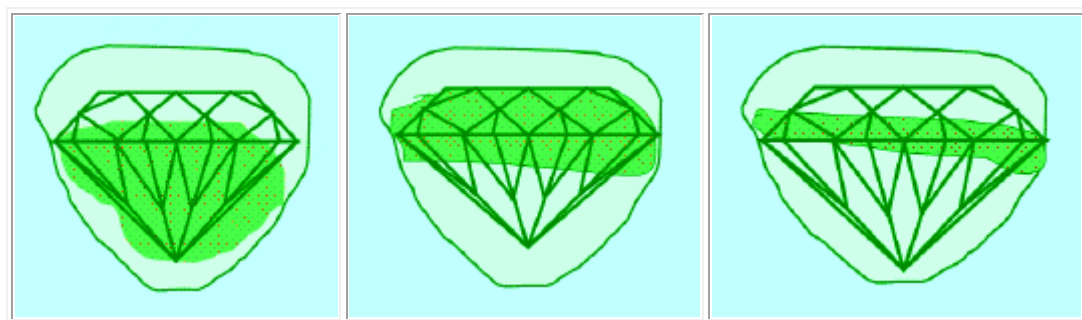
①对于有色带的宝石材料，应使色带方向与台面平行，并尽可能使颜色较好的色带区放在腰部。

例：紫晶常具有明显的色带现象，定向设计如下图所示。



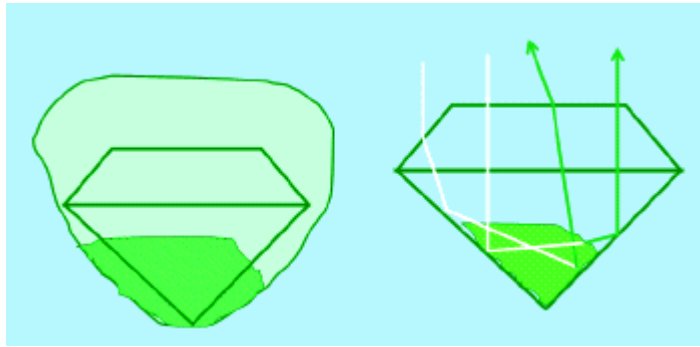
紫晶的定向设计

②对于有色团的宝石材料，可将色团放在刻面宝石的冠部、亭部或腰部，使色团的延长方向与台面或腰部平行，以占据尽大的平面区域。



色团宝石材料的定向设计

③对于有色斑的宝石材料，可将较好的色斑放在刻面宝石亭部近底尖的位置，使内反射光通过有色区达到增色效果。



色斑宝石材料的定向设计与光线分析

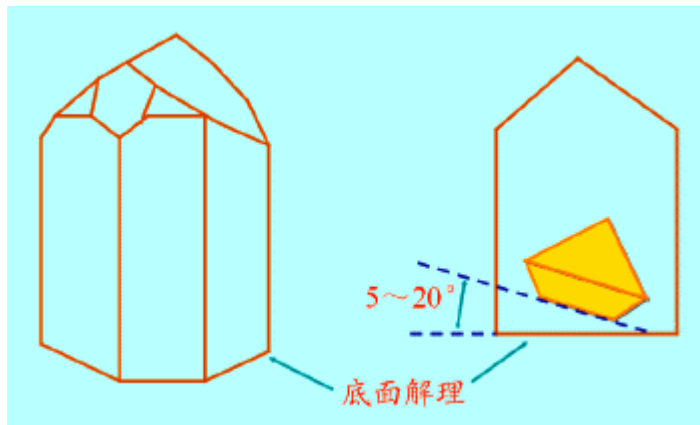
(5) 具完全解理的宝石

解理分级： 极完全—完全—中等—不完全—极不完全

解理对宝石加工的影响： 沿解理面方向难以抛光。

处理原则：尽可能不使刻面宝石的任何一个面尤其是台面与解理面平行。

例：黄玉有一组与底轴面平行的完全解理，设计时应使台面方向偏离解理面，夹角 $5\sim 20^\circ$ 。



黄玉的定向设计示意

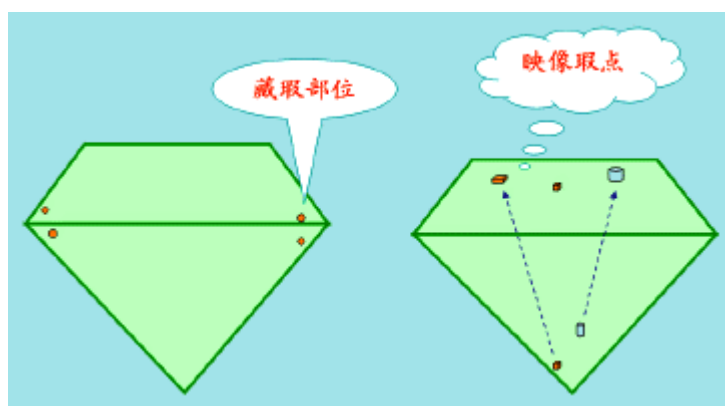
4、瑕疵的处理

瑕疵：指存在于宝石内部及表面有碍宝石美观的各种包裹体、裂纹或其它缺陷。

影响作用：刻面宝石对瑕疵敏感，它干扰或阻挡光线的正常穿越，影响宝石外观（下图右）。

处理原则：

- 尽可能在选用的琢型中可以避除明显的瑕疵。
- 对无法避除的瑕疵，要尽可能留小除大、留色差小除反差大的。
- 不能使裂纹性瑕疵保留在宝石成品内部。
- 对无法避除的非裂纹性瑕疵，应将其设计在宝石成品中的不重要位置，如腰边部位（下图左）。

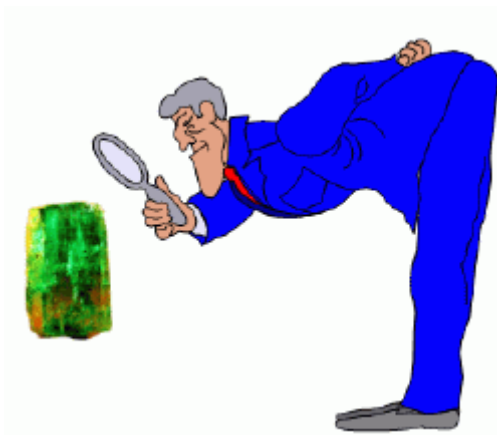


瑕疵对刻面宝石的影响及藏瑕部位

7.1.2 刻面宝石的设计程序

分两步进行：

- [审查宝石原料](#)
- [确定设计方案](#)



1、宝石原料的审查

(1) 审查内容

- ① 宝石原料的鉴定，正确定名。
- ② 宝石原料的形状和重量，包括自然形状、可用部分形状、成品估算重量。
- ③ 宝石原料的颜色，包括体色、色彩分布、多色性等。
- ④ 宝石原料的光学性质，包括透明度、折射率、双折射率、色散、光轴方向等。
- ⑤ 宝石原料解理的发育情况及方向。
- ⑥ 宝石原料中的裂隙及其它瑕疵情况，包括裂隙大小、延伸方向及深度，瑕疵种类、大小、数量等。

(2) 审查方法

- ① 浸润观察法：用水喷湿原料表面，或将原料浸入水中观察。
- ② 强光照射法：使用聚光手电筒或其它强光源照射观察。
- ③ 开窗观察法：对于有外皮的原料，可以在不重要部位切磨去一部分外皮再观察。

2、确定设计方案

确定设计方案应按上节所述的设计原则进行，通常在对原料审查完毕后，设计方案也基本形成。

对于一些没有裂隙的宝石，可根据原石形状进行琢型款式设计，而对有明显裂隙的原料，则须劈开或剖切后再设计。

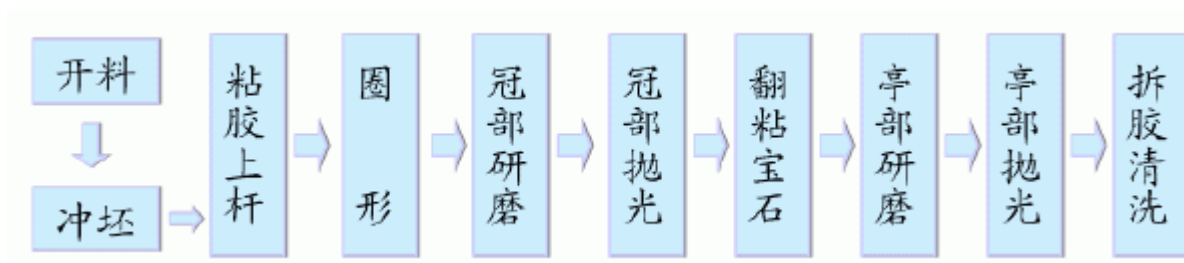
选择款式：

- 优先选用该宝石的惯用款式或流行款式；
- 优先选用最有利于保留成品最大重量的款式；
- 对于大粒贵重宝石，可采取制作模拟品试磨的方法来确定设计方案。

第2节 刻面型宝石的加工

7.2.1 刻面型宝石加工工艺流程

刻面型宝石加工工艺流程如下图所示：



说明：

- 开料工序主要是对大料而言，对于小料，可以直接进入冲坯工序。
- 亭部的研磨和抛光方法与冠部相同，因而上述的十道工序可以归纳为六道主要工序，即开料、冲坯、粘胶、圈形、研磨、抛光。
- 在下面的内容中，将按六道主要工序分别介绍。

7.2.2 刻面型宝石加工的主要工序

开料 → **冲坯** → **粘胶** → **圈形** → **研磨** → **抛光**

1、开料

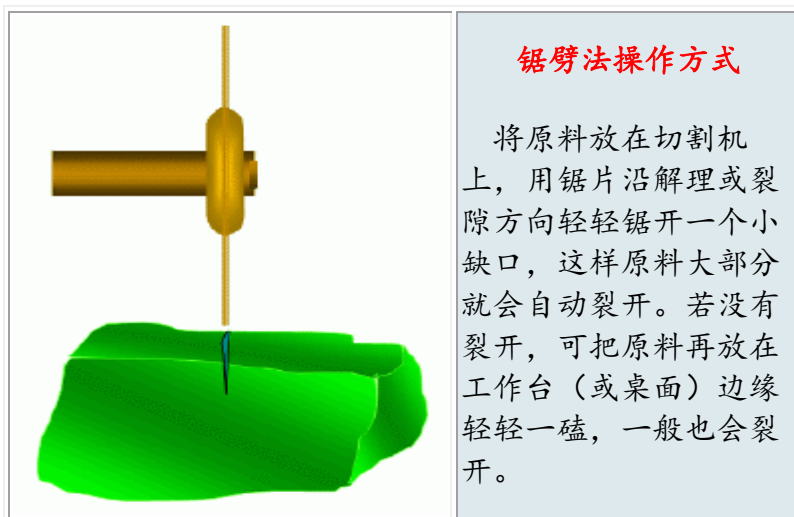
开料含义：按设计要求，通过一定加工手段将宝石原料分割开来，初步保留有用部分，去掉无用部分。

开料方法：劈裂法、锯切法

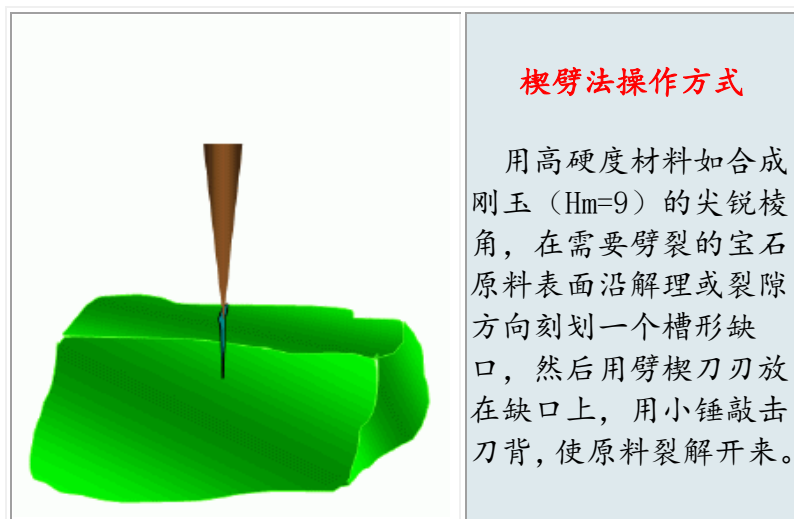
(1) 劈裂法

适于一些解理或裂隙较发育的宝石原料，有利于合理分解和利用宝石原料，并在一定程度上消除加工过程中易引发一步破碎的隐患。按所使用的工具不同，有锯劈和楔劈两种操作方式。

①锯劈法的操作方式，如下图所示：



②楔劈法的操作方式，如下图所示：



劈裂法操作要领：找准方向、由外及内、先易后难、动作果断。

(2) 锯切法

适于下列情况：

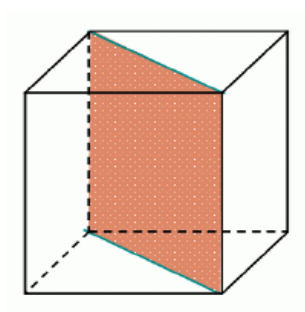
- 大块宝石原料，主要是中低档宝石原料；
- 解理、裂隙下发育的宝石原料，或有裂隙但使用劈裂法无足够把握；
- 宝石原料块度不大，但形状不合适，需要修整去掉不必要的部分。

①大料的切割

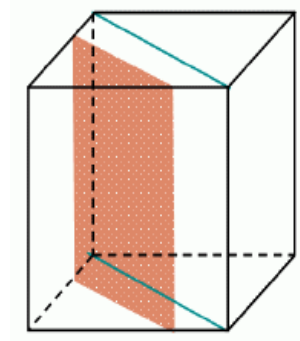
对于块度大的低档或人造成宝石原料，如果少裂隙和瑕疵，可先用切块机切割成小块，然后用修整机切割成毛坯。

切割方式：

- A. 原料→立方体 →沿对角线切面分割成大小相等两戒坯
- B. 原料→长方体 →沿对角平行面分割成大小不等两戒坯



A



B

注意事项：

- 沿裂纹较深方向先进刀；
- 若裂纹或杂质较多，应先内后外、保大弃小；
- 要求切出的毛坯大粒的多，小粒的少，边角废料少。

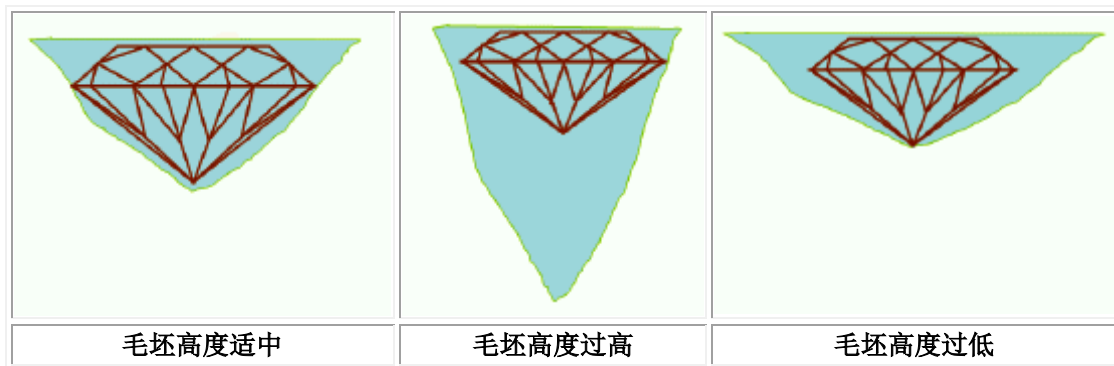
②小料的切割

对于块度较小的宝石原料，宜直接用修整机切割。切割方式视原料的形态、大小、瑕疵的发育和分布位置、适合何种琢型款式而定。

处理原则：大面作顶，尖角作底，细致修整。

一般要求：所获得的毛坯形状应与设计琢型款式相近，各向上要为后续工序留有充分加工余量。

下面是毛坯形状与琢型形状是否相适应的关系示意图，显然，后两种情况对原料的浪费较大。



切割机操作要领：

- 送料要用力均匀，平直向前推进；
- 若感觉阻力较大，可适当回退再推；
- 要不间断用水充分冷却。

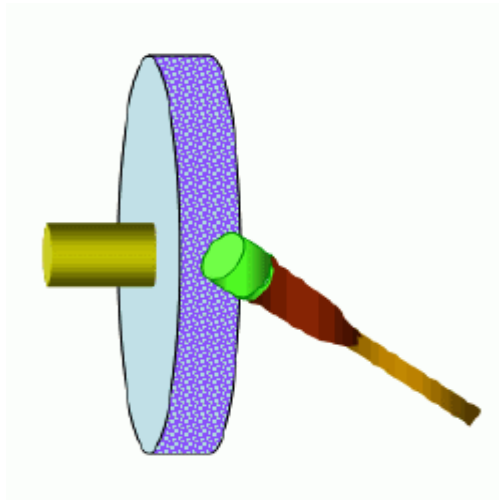
7.2.2 刻面型宝石加工的主要工序

开料 → 冲坯 → 粘胶 → 圈形 → 研磨 → 抛光

2、冲坯

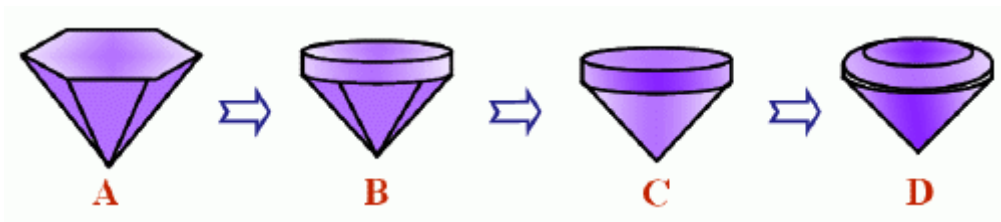
冲坯含义：用轮磨机对毛坯冲磨整形，使之成为更接近设计款式外形的粗坯。

冲坯机具：一般在砂轮机上进行，用陶瓷结合剂碳化硅轮，或金刚石砂轮。



(1) 冲坯步骤

冲坯的一般分四步进行,如下图所示:



- A. 冲磨坯料台面, 要求面大而平整, 可以放在细砂轮侧面或磨盘上打磨, 直至修平为止。
- B. 冲磨坯料腰围, 将之打磨成接近设计琢型腰围形态的柱面, 要求其高度稍大于粗坯高度的 $1/3$ 。
- C. 冲磨坯料亭部, 使之成为一个近似的圆锥体或其它琢型所要求的尖棱体, 一般要求其高度约占粗坯高度的 $2/3$ 。
- D. 冲磨坯料冠部, 沿其边缘打磨出一圈小斜面, 并为腰棱部位留出一定宽度。但如果坯料较小, 磨削量不易控制, 可以免去这道步骤。

(2) 冲坯注意事项

- 冲坯一般手持进行, 须拿紧捏稳, 若手持不便, 可将坯料粘在粘杆上冲磨;
- 要不断变换冲磨部位, 先磨削突出的多余边角, 逐步磨出与设计相近的形状, 多方向加工余量留 $0.3\sim 0.5\text{mm}$;
- 冲磨宜分两步, 先用粗砂轮 ($80\#\sim 100\#$) 倒棱, 后用细砂轮 ($220\#$) 冲磨;
- 注意不间断用水充分冷却。

2.2 刻面型宝石加工的主要工序

开料 → 冲坯 → 粘胶 → 圈形 → 研磨 → 抛光

3、粘 胶

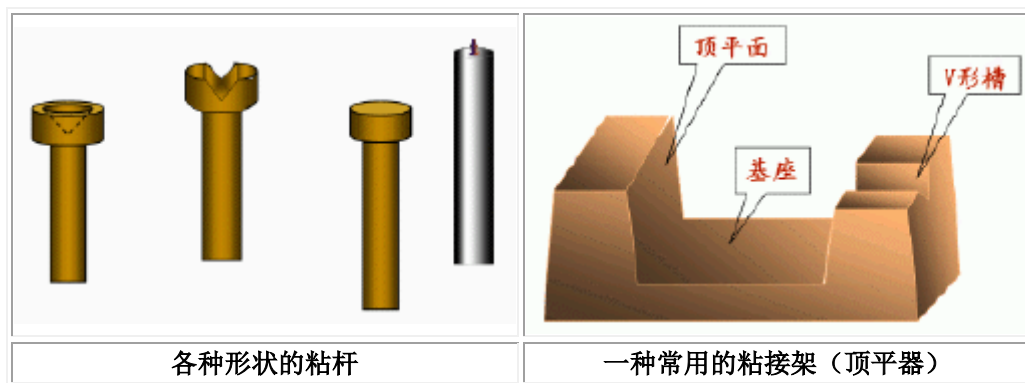
粘胶含义：利用粘结剂将宝石粗坯粘接到粘杆上，以便于后续工序的加工操作。

(1) 粘结剂及粘接工具

◆ **粘结剂**：常用一号胶（绿胶）、二号胶（红胶），也可以直接使用虫胶片。

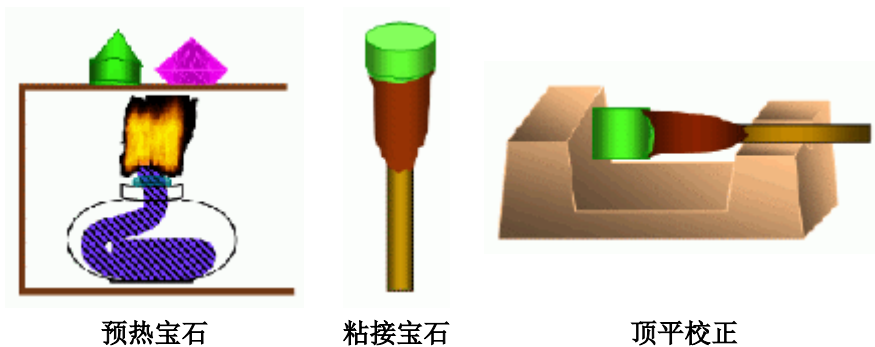
◆ **粘 杆**：有铜杆和铁杆两种，但前者的导热好，使用得较多。常用的粘杆形状见下图左。

◆ **粘接架**：为了粘胶方便和控制粘接精度而专门设计的一种粘接辅助装置，见下图右。



(2) 粘胶上杆的步骤

预热宝石坯料 → 加热粘杆前端并裹上适量胶 → 将宝石粘接到粘杆上 → 顶平和校正宝石



(3) 粘胶须注意的事项

- 粘胶前一定要把粘杆和宝石清洗干净。
- 热源宜使用酒精灯。
- 宝石预热要恰到好处，不能过快、过度。
- 粘杆一定要加后再裹胶，滚匀，以防出现“两张皮”现象。
- 粘结剂不宜在火焰上停留过久或燃烧，以防胶层老化。
- 粘接时要校正宝石，尽可能使宝石琢型设计与粘杆轴线重合。
- 粘胶后的宝石应待其自然冷却后再加工。

7.2.2 刻面型宝石加工的主要工序

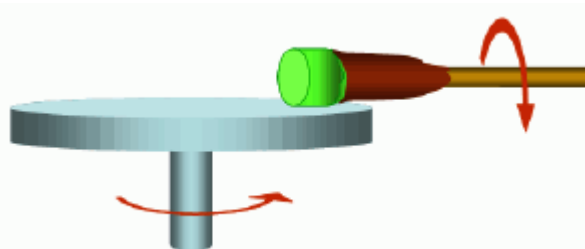
开料 → 冲坯 → 粘胶 → 圈形 → 研磨 → 抛光

4、圈形

圈形含义：将宝石粗坯圈磨出与设计款式相一致的腰围形状，即使其腰围形态与所设计款式的腰形基本吻合。

(1) 圈形方法

一般使用手工法圈形，有条件者可使用仿形架或圈形机自动圈形。手工圈形的操作方法如下图所示：



手工圈形示意图

(2) 圈形工序应注意的事项

- 圈形磨具宜用钻粉磨盘或砂轮，粗磨 180#~220#，细磨 240~W40；
- 粘杆心须平行于磨盘平面，才能圈磨出与顶面垂直的腰围面；
- 腰形轮廓应线条流畅、过渡自然、长宽比例合适，为了便于把握，可使用模板画线操作。

7.2.2 刻面型宝石加工的主要工序

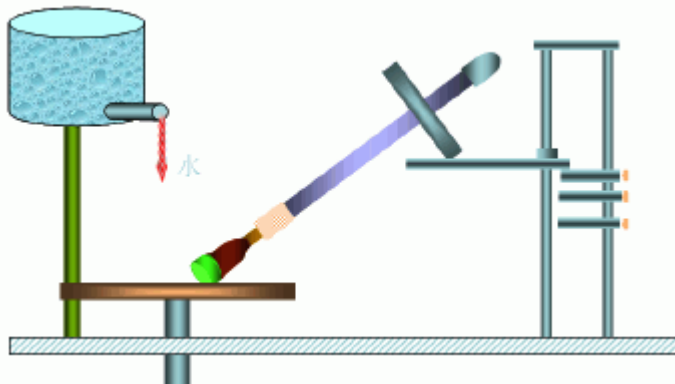
开料 → 冲坯 → 粘胶 → 圈形 → 研磨 → 抛光

5、刻磨

刻磨含义：在宝石刻磨机上，对宝石粗坯进行小面的研磨加工。

工序要求：心须将宝石几乎完全加工到设计的形状、尺寸、比例和角度，因为后续工序中基本不再消耗尺寸。

加工装置：如下图所示。



用八角手加工刻面宝石的机械装置示意

(1) 刻磨宝石的一般步骤

琢型磨序：一般是先加工冠部，后加工亭部。各部分的刻面研磨顺序因琢型而异。

研磨工序：各部分刻面的研磨一般都需要经过粗磨、细磨两道工序，为了便于抛光，最好再加一道精磨工序。

磨盘选用：粗磨，用 150#~180#钻粉磨盘
细磨，用 240#~400#钻粉磨盘
精磨，用 600#~W14#钻粉磨盘

(2) 刻磨工序注意的事项

- 刻磨力度要均匀，以保证同一组小面磨削深度相同；
- 随时检查研磨角度和圆周分度，以免磨出多余的小面；
- 自始至终要保持水冷。

注：刻磨工序的操作方法详情请见本章第四节—[7.4 刻面琢型的一般加工顺序和方法](#)

7.2.2 刻面型宝石加工的主要工序

[开料](#) → [冲坯](#) → [粘胶](#) → [圈形](#) → [研磨](#) → [抛光](#)

6、抛光

抛光含义：消除宝石被加工表面的研磨破坏层，获得光洁透明的光学表面，同时精确修正琢型宝石的几何形状，使之更符合设计要求。

抛光机具：刻面宝石的抛光作业也是在刻磨机上完成，将磨盘换成抛光盘，配合使用合适的抛光剂。

抛光顺序：对宝石各部分刻面的抛光顺序与研磨顺序基本一样。

(1) 抛光盘的选用

刻面宝石的抛光，应使用硬盘、中硬盘。硬盘适于抛光硬度较高的宝石，中硬盘适于抛光硬度较低的宝石。硬盘的合金材料不同，适用性亦不同，如成分以铅为主的合金盘适于抛光硬度 <7.5 的宝石；而以锡为主的合金盘适于抛光硬度 >7.5 的宝石。抛光盘还与抛光剂的配合使用有关。

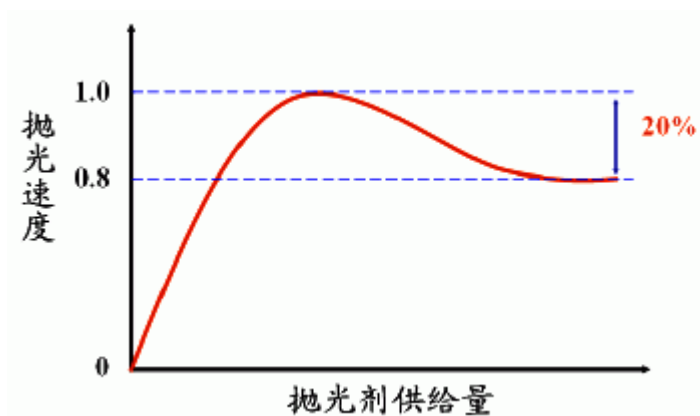
(2) 抛光剂的选用

抛光剂的种类不同，对不同宝石的抛光效果不同。一般，高硬度的抛光剂如钻石粉、红宝粉等，抛光效果均比低硬抛光剂好。抛光剂与抛光盘的配合使用是否得当，对宝石的抛光效果也有很大影响。

参考资料：[常见宝石在加工中抛光盘与抛光剂配合选择表](#)

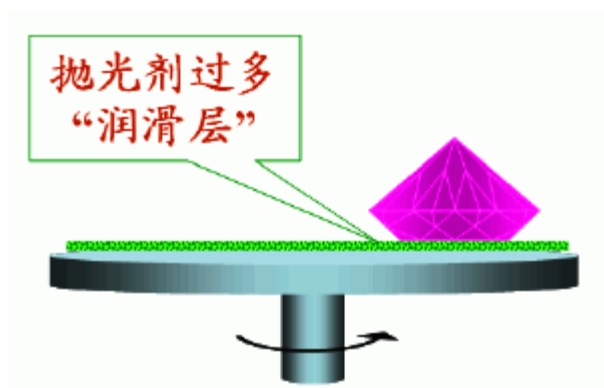
(3) 抛光剂的供给量

实验证明，抛光剂过多，不仅浪费抛光剂，而且还使抛光效率下降，如下图所示。



抛光剂供给量与抛光速度的关系

分析认为，过多的抛光剂存在于宝石抛光表面与抛光盘之间，形成“**润滑层**”，阻碍了磨粒的抛磨和微屑的排除，从而影响到抛光效率，如下图所示。



所以，在抛光宝石时，要适当控制抛光剂的供给量，抛光剂过多或过少都对抛光不利。

(4) 抛光工序应注意的事项

- 要注意适当调节抛光剂的浓度和控制供给量。
- 抛光时要适当施加压力。
- 对同一刻面的一次抛光时间不要过长，以免引起发热过高，使宝石灼伤，粘胶软化脱胶。
- 抛光盘的使用面积要大，以免因长时间使用抛光盘的某一局部而产生下凹变形。
- 随时检查抛光刻面的圆周分度和角度是否正确。
- 学会通过抛光中的感觉和观察来判断抛光进行是否正常。

第 3 节 常用的宝石刻磨设备

7.3.1 机械手刻磨机

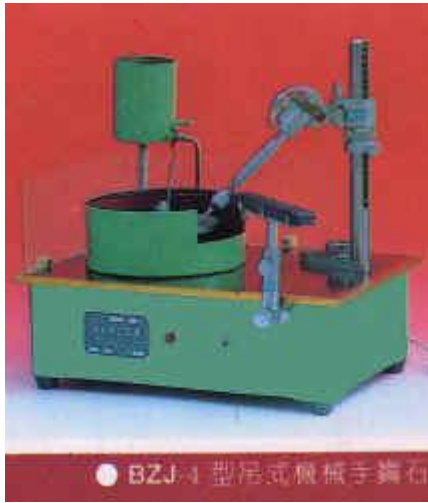
1、机械手刻磨机类型

机械手刻磨机有多种类型，但差别主要在于机械头与支撑装置的结构不同，可分三种类型。

(1) **支柱提升式机械手**：也称吊式机械手，机械头悬挂在一根直立的柱上，可以上下移动调整高度，见下图左。

(2) **丝杠升降式机械手**：机械头安装在一个直立的丝杠支柱顶端，通过丝杠的升降调整高度，见下图右。

(3) **卧式机械手**：机械手与磨机分离，由磨头、夹具和支架等组成一个单独的整体，小巧轻便，使用时直接用手拿着磨机上操作。



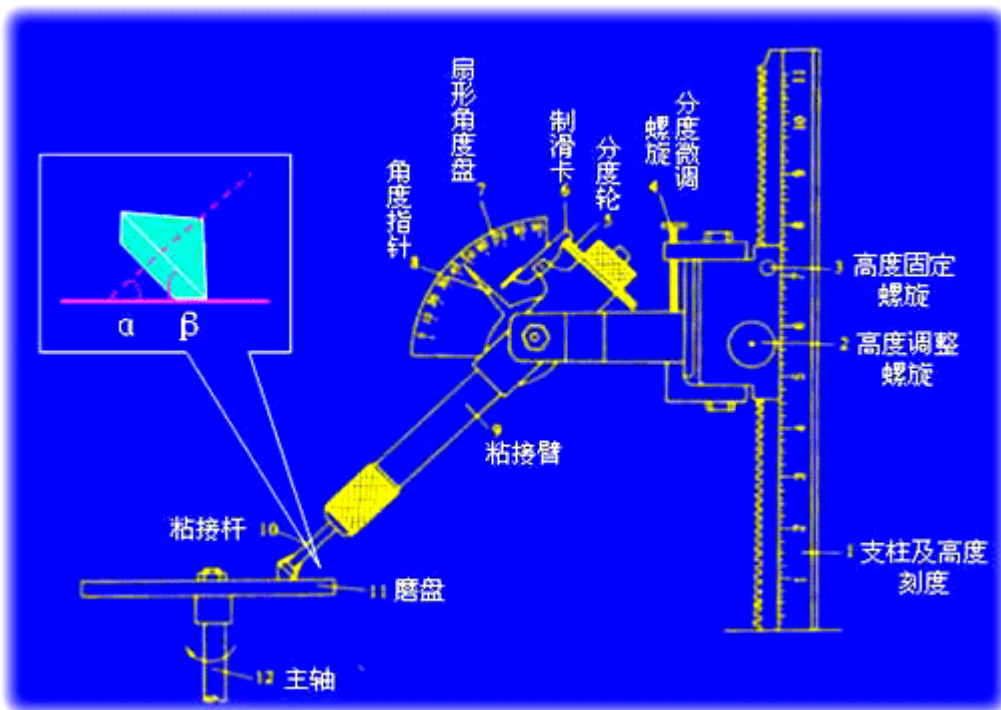
吊式机械手刻磨机



提升式机械手刻磨机

2、结构和工作原理

各种机械手刻磨机的结构大同小异，工作原理一样。下图是支柱提升式机械手的结构。



支柱提升式机械手的结构图

1、动力与磨盘

电机功率 250W，与磨盘之间通过皮带传动。

2、机械磨

分度齿轮：用于控制宝石切磨的圆周分度，一般配有 96、88、72、64、48、32 等分度齿轮。

分度制动卡：用于锁定分度齿轮。

扇形角度盘：固定在支架臂上，刻有 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 角度。

角度指针：固定在粘臂杆上，指示刻度值为粘杆臂轴线与磨盘表面夹角(α)的余角(β)，该角度正是宝石的刻面角度。

夹头杆：也称粘接臂，其前端装卡粘有宝石的粘杆，操作时手握杆臂研磨宝石。

3、升降支架

用于支撑机械手磨头夹具，调整上、下角度。有的机器上还设有分度微调螺旋，可调整 1 分度范围。

7.3.2 八角手刻磨机

八角手刻磨机是刻面宝石加工中最常用的机器，有台式和桌式两种，如下图所示。

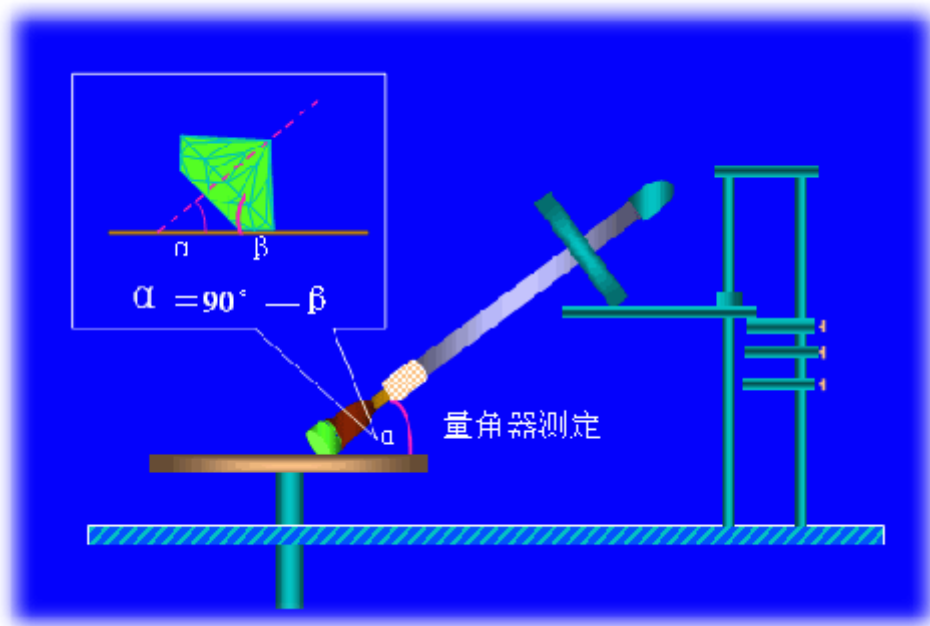


台式八角手刻磨机



桌式八角手刻磨机

八角手刻磨机的结构比较简单，与机械手相比，不同部分是主机右上部分的托盘支架和八角手夹具。其结构和工作原理如下图所示。



八角手刻磨机结构及工作原理

(1) 动力与磨盘

电机功率 250~300W，与磨盘同轴连接或皮带连接传动。

(2) 八角手夹具

主要由粘臂手柄和八角形模块组成。

通过模块上的不同孔、边组合，可实现调节圆周分度。

(3) 升降台支架

控制和调整宝石的切磨角度，如冠角、亭角等。

八角手轴线与磨盘平面间的夹角（ α ）为宝石切磨角度（ β ）的余角，可据关系式：

$$\alpha = 90^\circ - \beta$$

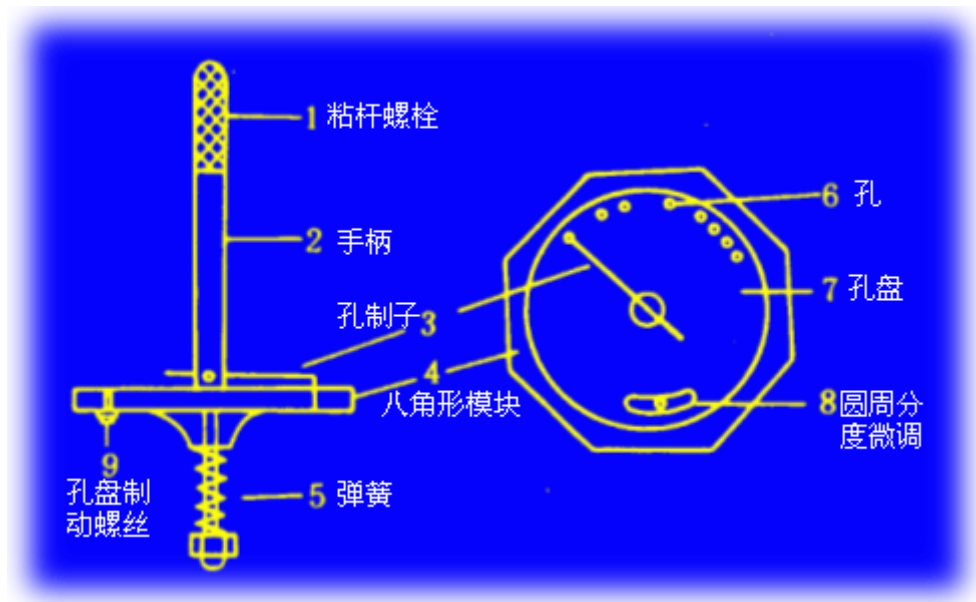
求出 α 角，再用量角器确定托盘高度。

与机械手相比，八角手加工宝石的效率较高，但精度较低，不适合加工造型复杂的琢型。由于用八角手加工刻面宝石时，刻面圆周分度位置是靠八角手模块上的孔、边组合来实现，关系复杂，对于初学者不易掌握。

7.3.3 八角手的设计原理

1、八角手的结构及其孔边分布规则

八角手的结构：主要由一个外形为八边形的塑料（或金属）模块、内部圆盘和中央手柄（夹头杆）等几部分组成，如下图所示。



八角手的结构图

孔边分布规则：

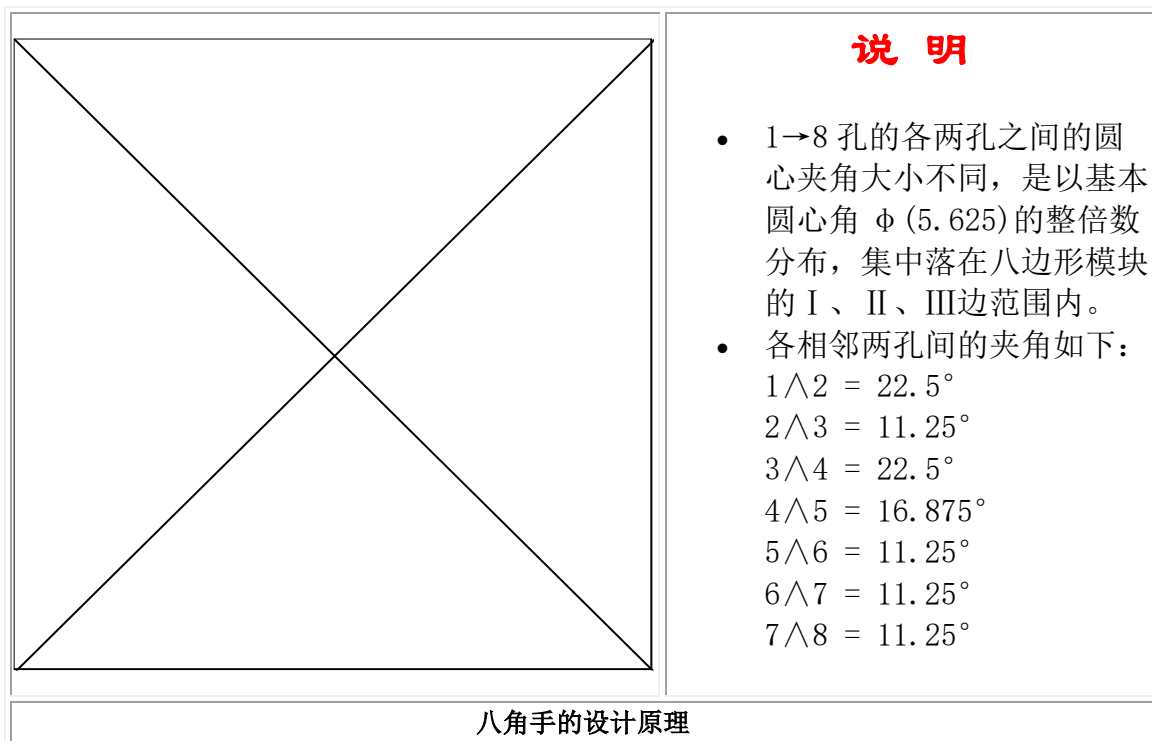
- 内部圆盘上设有八个小孔，按顺时针方向编号为 1、2、3、4、5、6、7、8。
- 八边形模块与其内部圆盘的相对方位，通过一预先设置的弧形槽孔，可有最大 40° 的变化，并通过一颗螺丝来固定，使圆盘上的 1 号孔位恰好与八边形模块一个直边的中点相对应。
- 八边形模块的八个边编号，按顺时针方向依次定为 I、II、III、IV、V、VI、VII、VIII。

2、八角手孔边组合与圆周分度的关系

八角手的设计思想，是以“等分圆”作为变化基础，即由 8 个边和 8 个孔组合成的 64 个变化单元去平分 360° 的圆。其最基本圆心角变化单元 (ϕ) 是：

$$\phi = 360^\circ / 64 = 5.625^\circ$$

设计时必须使变化角度为 ϕ 或 ϕ 的整倍数。1→8 孔的各两孔之间的圆心夹角既不全等于 ϕ ，也不全均等，而是以 ϕ 的整倍数分布，集中落在八边形模块的 I、II、III 边范围内，如下图所示。



据上述夹角关系可知，经过初始定位后，各孔与各边之间形成 ϕ 整倍数的变化规律，表现为圆心→各孔线段的垂线与各边不同的夹角关系。

在已定 1→8 孔间圆心夹角值下，此夹角的数值及与各孔、边的关系如表 A 所示：

A. 八角手孔、边与变化角度间关系表

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
①	0	45	90	135	180	225	270	315
②	337.5	22.5	67.7	112.5	157.5	202.5	247.5	292.5
③	326.5	11.25	56.25	101.25	146.25	191.25	236.25	281.25
④	303.75	348.75	33.75	78.75	123.75	168.75	213.75	258.75
⑤	286.88	331.88	16.88	61.88	106.88	151.88	196.88	241.88
⑥	275.63	320.63	5.63	50.63	95.63	140.63	185.63	230.63
⑦	264.38	309.38	354.38	39.38	84.38	129.38	174.38	219.38
⑧	253.13	298.13	243.13	28.13	73.13	118.13	163.13	208.13

由于表 A 中的各夹角数值与 $\phi (5.625^\circ)$ 所得的商数,即是等分圆由 0→64 的分度值,故再转换后得到表 B 中的实用数据。

B. 八角手的孔边组合与圆周分度的关系表

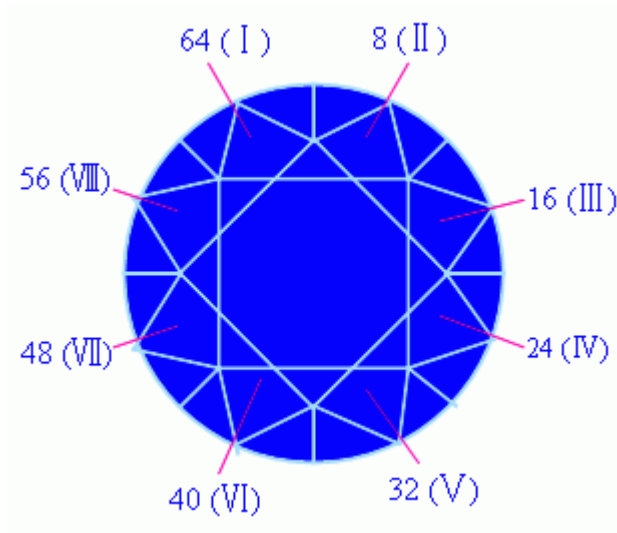
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
①	64	8	16	24	32	40	48	56
②	60	4	12	20	28	36	44	52
③	58	2	10	18	26	34	42	50
④	54	62	6	14	22	30	38	46
⑤	51	59	3	11	19	27	35	43
⑥	49	57	1	9	17	25	33	41
⑦	47	55	63	7	15	23	31	39
⑧	45	53	61	5	13	21	29	37

7.3.4 两种工具的沟通使用

八角手和机械手都是宝石加工常用的工具。但是,由于宝石设计人员设计宝石琢型款式,通常是以圆周分度指示刻面分布位置,因而设计方案用八角手无法直接实施加工。

应用上述的表 B (八角手孔边组合与圆周分度关系表),可以将圆周分度数值转换成八角手的孔、边组合关系,从而使八角手和机械手两种工具得到沟通使用。

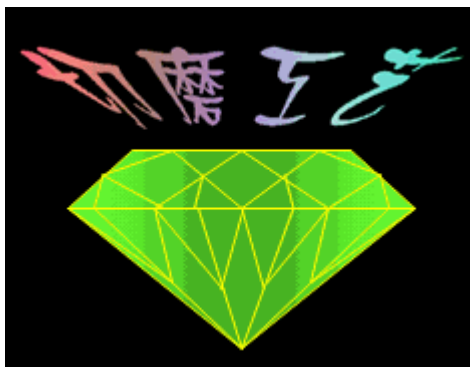
例如:标准圆钻型的八个冠主面的圆周分度如下图所示。



- 若用机械手加工，直接调整分度齿轮，按圆周分度顺序 64—8—16—24—24—32—40—48—56 进行加工；
- 若用八角手加工，可通过查表 B 将圆周分度转换成八角手孔边组合，即用 1 号孔位，按 I—II—III—IV—V—VI—VII—VIII 的边序进行加工。

第 4 节 刻面琢型的一般加工顺序和方法

(标准圆钻式琢型的加工顺序和方法)



刻面型宝石的加工顺序和方法，因琢型的种类及复杂程度不同而有所差别，但加工过程大同小异。一般而言，刻面数量较少、对称性好的琢型比较容易加工。

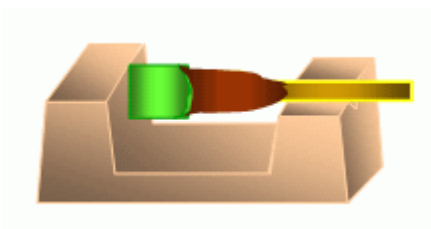
由于标准圆钻式琢型具刻面数量适中和对称性好的特点，通常作为学习宝石加工入门的基本琢型。

刻面宝石琢型的加工过程，一般可分为以下十个步骤进行：



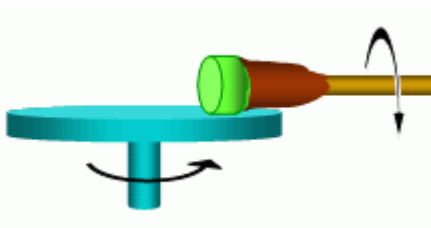
(1) 坯料制备

- 切割、冲坯。坯料的比例按成品琢型的比例估计，各部分要留有充足的加工余料。



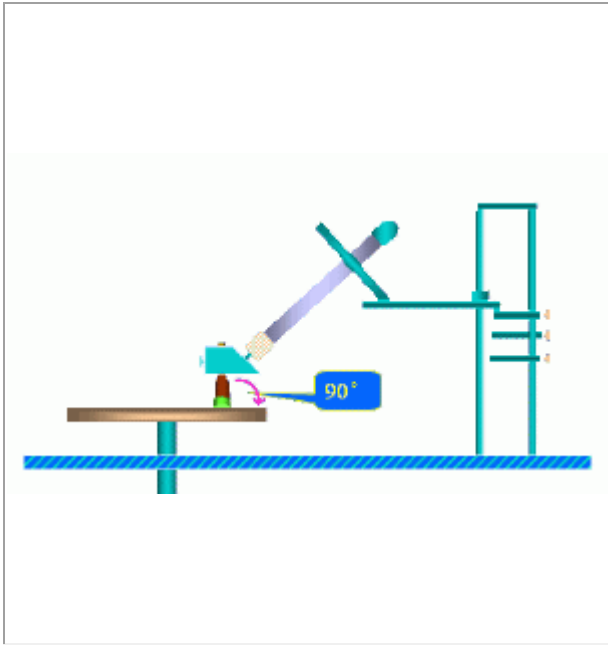
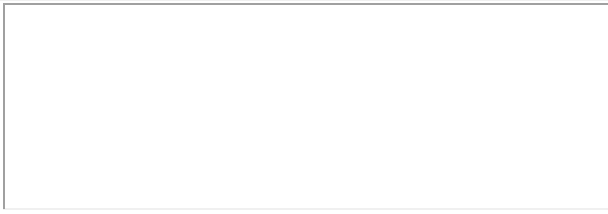
(2) 粘胶上杆

- 将坯料台面细磨，粘胶上杆，在顶平器上校正宝石。



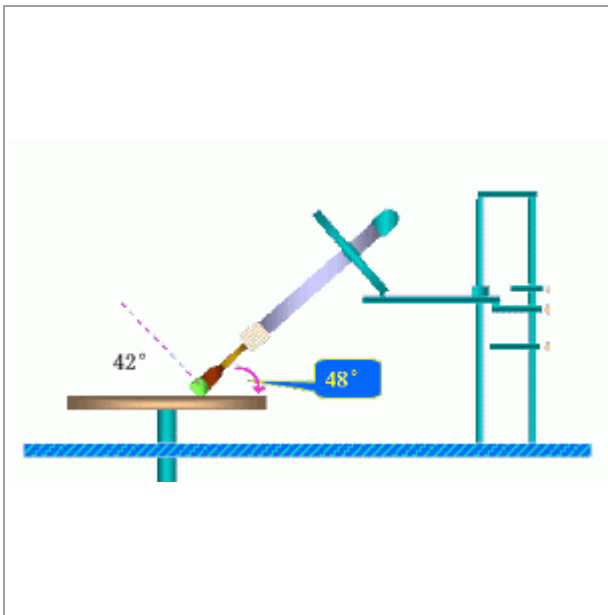
(3) 圈磨腰形

- 手持宝石粘杆，在细磨盘上将宝石腰部打磨成形。



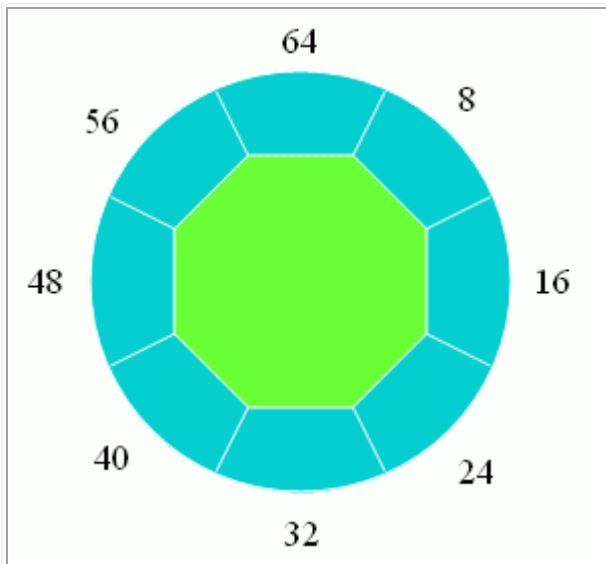
(4) 研磨及抛光台面

- 若用机械手加工，直接将宝石粘杆装卡在磨头夹具前端，并将指针调整到 0° ，使粘杆与磨盘面垂直，研磨宝石台面。
- 若用八角手加工，须通过 45° 块将宝石粘杆装卡在夹具上，用量角器测定粘杆轴线与磨盘面夹角成 90° ，固定相应的托台高度，研磨宝石台面。
- 台面磨完后，保持夹具状态，换上抛光盘，抛光宝石台面。



(5) 研磨冠部各小面

- 若用机械手加工，直接将磨头上的指针调整到所磨的斜刻面角度位置，按顺序研磨冠部各组刻面。
- 若用八角手加工，去掉 45° 块，将宝石粘杆装卡在八角手夹具前端，用量角器测定粘杆轴线与磨盘面夹角，使之成为所磨刻面角度的余角，按顺序研磨各组刻面。



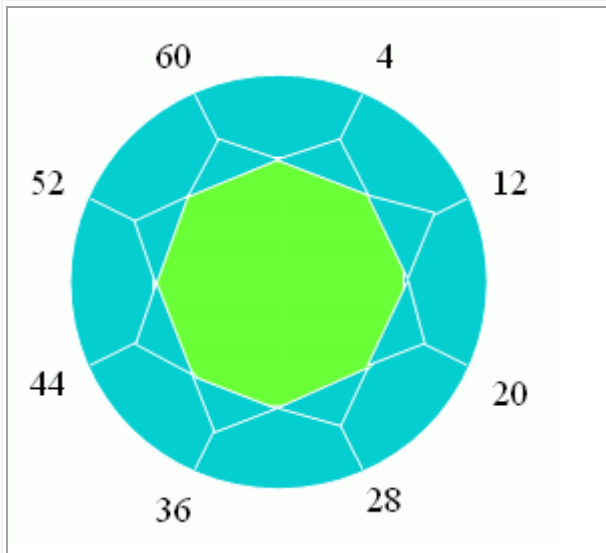
① 研磨冠主面

- 调整到冠主面角度位置（如水晶 42° ），依次磨出 8 个冠主面。
- 若用机械手加工

圆 周 分 度：
64—8—16—24—32—40—48—56

- 若用八角手加工
孔位：1 孔
边序：I → VIII

研磨顺序演示图



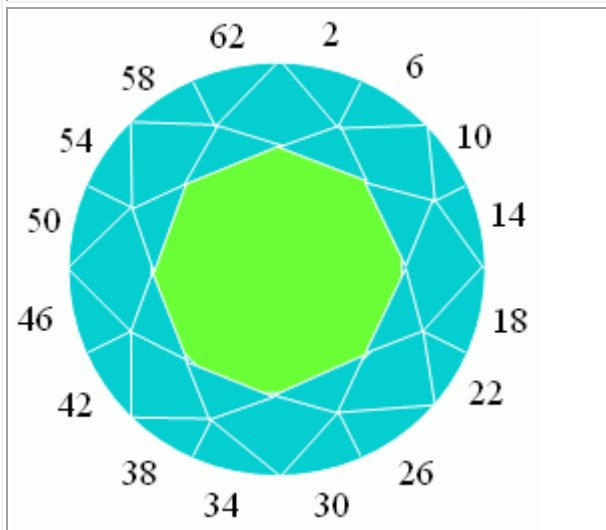
② 琢磨星小面

- 星主面切磨角度一般比冠主面角度小 15° 左右，如水晶 $27^\circ \pm$ 。
- 星小面共有 8 个，各星小面与相邻冠主面间隔 8 分度。
- 若用机械手加工

圆 周 分 度：
4—12—20—28—36—44—52—60

- 若用八角手加工
孔位：2 孔
边序：I → VIII

研磨顺序演示图



③ 琢磨上腰小面

- 上腰小面的角度一般比冠主面角度大 $2 \sim 8^\circ$ ，如水晶 $45^\circ \pm$ 。
- 上腰小面共有 16 个，从 2 分度开始，间隔 4 分度。可分两组分别进行琢磨。
- 若用机械手

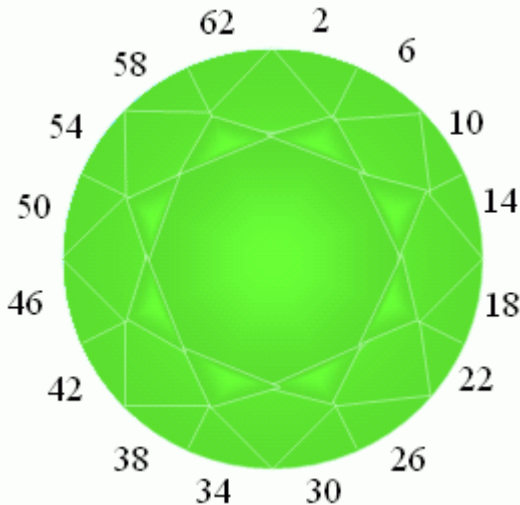
一 组：圆 周 分 度
2—10—18—26—34—42—50—58

二 组：圆 周 分 度

6—14—22—30—38—46—54—62

- 若用八角手
一组：孔位 3 孔；边序 I → VIII
二组：孔位 4 孔；边序 I → VIII

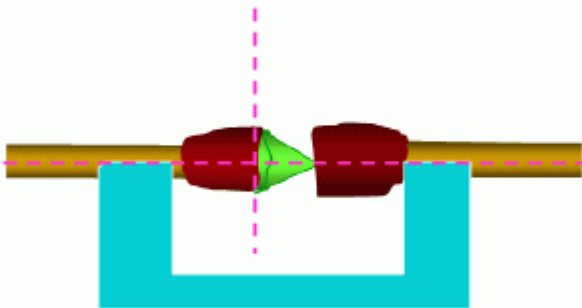
研磨顺序演示图



(6) 抛光冠部各小面

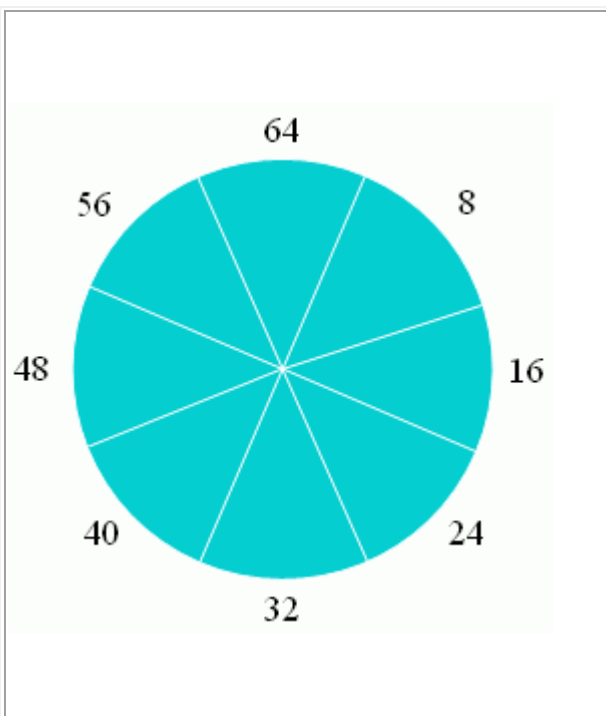
- 冠部全部小面细磨完后，才能转入抛光工序。
- 将磨盘换成抛光盘，涂布适量抛光剂。
- 按研磨时的角度和圆周分度依次抛光各组小面。
- 抛光顺序：

一般 冠主面→星小面→
上腰小面
或者 星小面→冠主面→
上腰小面



(7) 翻粘宝石

- 将宝石从粘杆上取下，翻转宝石重新粘接上杆。为了确保精度，宜在粘接架上进行。
- 要求：
 - 宝石台面垂直于粘杆轴线，宝石中心与粘杆轴心重合；
 - 冠部近腰处不要被胶裹盖，以便于确定腰的位置和厚度；
 - 粘胶及宝石加热温度适中，以免加工亭部时发生脱胶。

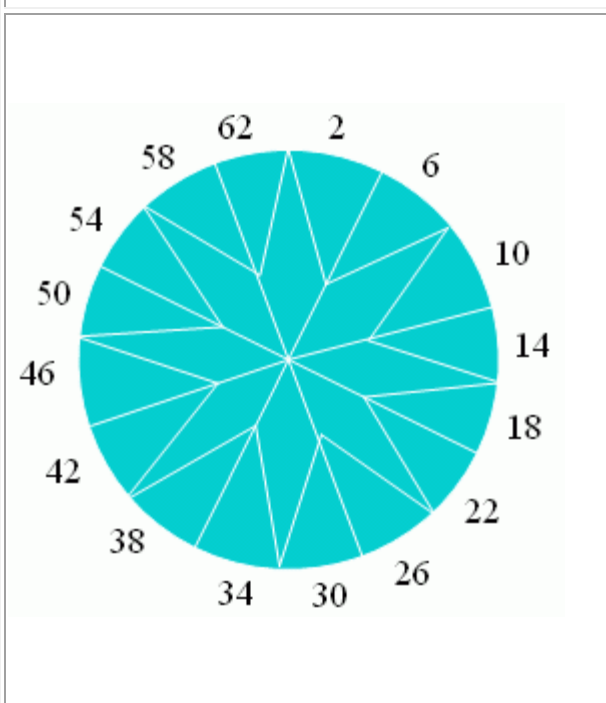


(8) 琢磨亭部各小面

① 琢磨亭主面

- 将翻粘宝石后的粘杆装卡在夹具上，调整到亭主面角度位置（如水晶 43° ）。
- 亭主面有 8 个，圆周位置与冠主面对应，要注意调整对齐。
- 若用机械手
圆周分度：
64—8—16—24—32—40—48—56
- 若用八角手
孔位：1 孔
边序：1 → 8 边

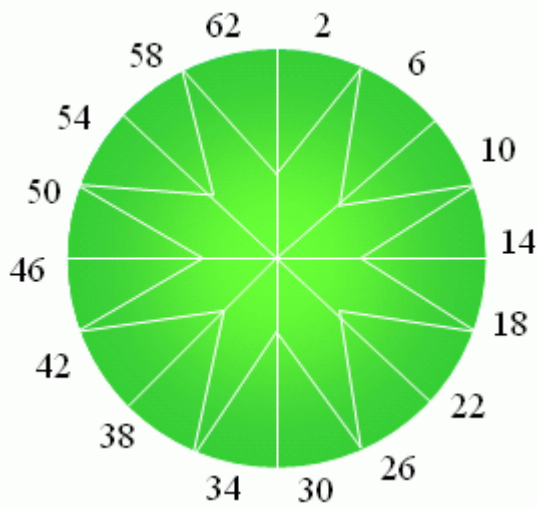
研磨顺序演示图



② 琢磨下腰小面

- 下腰小面切磨角度一般比亭主面大 $2\sim 3^\circ$ （如水晶 45° ）。
- 下腰小面有 16 个，圆周分度与上腰小面一致，也分两组分别进行琢磨。
- 若用机械手
一组：圆周分度
2—10—18—26—34—42—50—58
- 二组：圆周分度
6—14—22—30—38—46—54—62
- 若用八角手
一组：孔位 3；边序 1→8
二组：孔位 4；边序 1→8

研磨顺序演示图



(9) 抛光亭部各小面

- 亭部各组小面细磨完后，即可进行抛光。
- 将磨盘换成抛光盘，各组小面的抛光角度各圆周分度与琢磨时相同。
- 抛光顺序：

亭主面 → 下腰小面

(10) 拆胶、清洗宝石

- 将加工好的宝石从粘杆上卸下，宜先稍加热粘胶再拆开，切勿硬掰，以免宝石破损。
- 将宝石放入清洗液如酒精中浸泡，溶解去掉残胶，洗净宝石。

第8章 凸面型宝石的加工工艺

教学目的和要求：

理解凸面宝石设计的基本原理，掌握设计中考虑的关键因素，如何协调保重、无暇、颜色等各方面的关系掌握常见几种琢型的加工步骤。

教学重点：

掌握如何设计才能做大限度的提高宝石的价值

教学难点：

掌握常见琢型的比例美感。

素质（思政）内容与要求：

树立科学发展观和大国工匠精神。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：4

教学内容：

第1节 凸面型宝石的设计

凸面型宝石主要是指表面呈弧形突起的戒面、吊坠等一类款式的宝石，又称弧面型宝石、素身宝石等。

凸面型宝石琢型主要适用于各种半透明—不透明的宝石材料、具有特殊光学效应的宝石材料、色泽艳丽的玉石材料。常用的有：红宝石、蓝宝石、石榴石、星光宝石、猫眼宝石、月光石、欧泊、翡翠、绿松石、青金石、孔雀石、玛瑙、虎睛石、琥珀、珊瑚等。

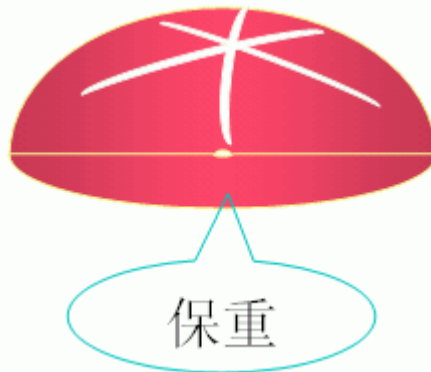
凸面型宝石设计的总原则是：保持和发挥宝石本身的优点，去除或掩饰宝石的瑕疵，尽可能表现宝石美的品质，提高宝石的价值。主要考虑如下因素：

- 重量
- 特殊光学效应
- 颜色
- 瑕疵处理

8.1.1 重量

尽可能保有宝石成品的最大重量仍是体现凸面型宝石价值的一个重要因素，高档宝石尤其如此。所以，在凸面型宝石的设计中要尽可能做到料尽其用。方法是：

- 对于小块的宝石原料，宜依据原料的形状来考虑设计加工成何种款式；
- 对于大块的宝石原料，要先考虑如何合理的分割，然后对个体进行设计；
- 在不影响宝石外观美感的前提下，可适当加厚琢型以保留更多的重量，如下图所示。



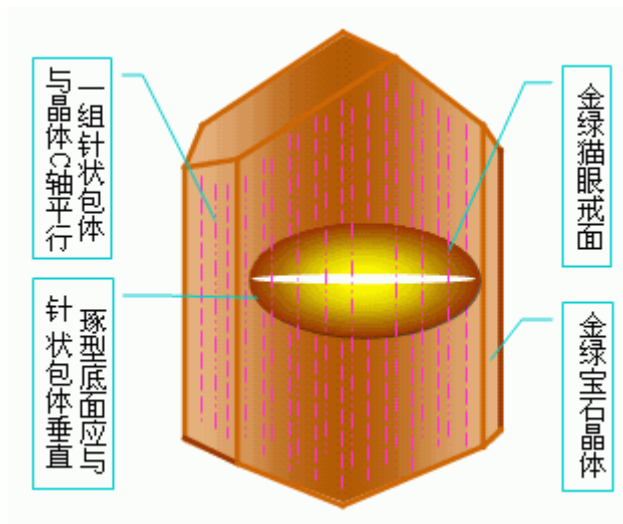
双凸型星光宝石有利于保重

不过，在某些情况下，保重的原则并不是首要的。如有时为了充分发挥宝石的特殊光学效应或颜色优势，必须对宝石定向或减薄加工，损失一定的重量是合理的，因为这样可以提高宝石的价值。

8.1.2 特殊光学效应

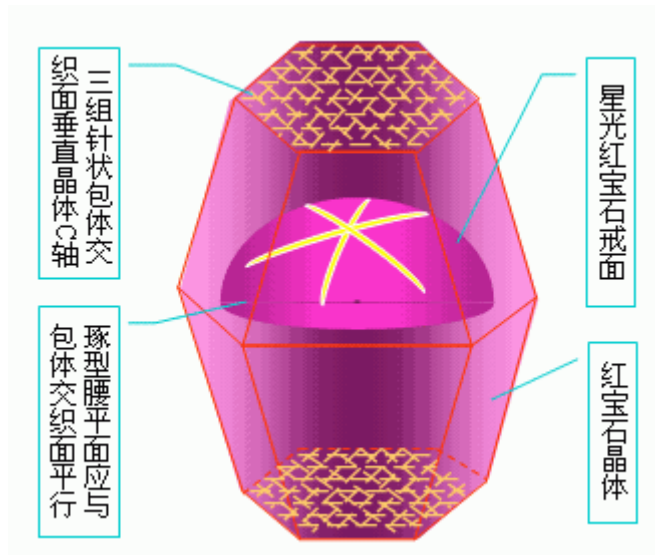
有些用作凸面型宝石的材料，常具有特殊的光学效应，如猫眼效应、星光效应、月光效应等，而这些光学效

(1) 猫眼效应与宝石内部的纤维或针状包体平行密集定向排列有关，应使凸面琢型的底面与包体排列面平行，这样才能在弧形面上产生猫眼光带。



金绿宝石的猫眼效应及定向设计加工

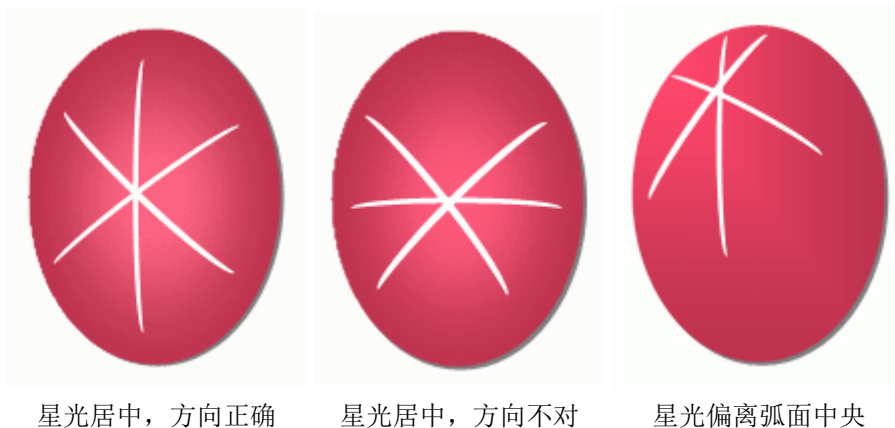
(2) 星光效应与宝石内部多组平行密集定向交织排列的纤维或针状包体有关，使凸面琢型的底面与包体交织面平行，在凸面方向才能出现星状光带。



红宝石的星光效应及定向设计加工

(3) 具有特殊光学效应的宝石可选择圆形或椭圆形琢型。但当加工成椭圆形时，具猫眼效应的宝石应使其光带出现在椭圆的长轴方向上；具有星光效应的

宝石应使其星线交点出现在弧面的正中位置，并且其中一道星线出现在椭圆的长轴方向上。



星光效应的三种情况

(4) 具有猫眼和星光效应的宝石宜选用中-高凸面型，因为弧面曲率越大，光带会越窄、越清晰。月光石也宜选用高凸面型，有利于曲面敛聚散射光线，增强月光效果。

8.1.3 颜色

对于大多数无特殊光学效应的凸面型宝玉石材料，在设计中，应主要考虑如何突出地发现其颜色优势。分以下几种情况：

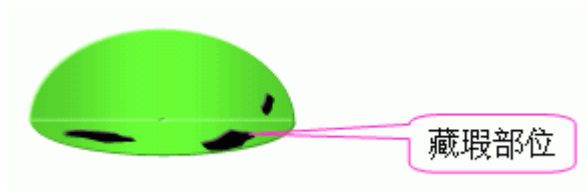
- 在一些透明度较好的凸面型宝石中，若颜色过深，可设计成薄形款式，如低凸型或凹凸型；若颜色较浅，则可设计成较厚型的款式。
- 许多凸面型宝石材料颜色不均匀，设计时要将最好的颜色放在凸面型宝石的顶部，并占据较大的面积。如翡翠的颜色常呈团块状分布，设计时应使颜色位于凸面的中部。
- 对于具有条纹带构造的凸面型宝石材料，如玛瑙、孔雀石等，设计时应使最好的纹带出现在凸面型宝石的顶面，纹带垂直于底面并与椭圆型款式的长轴方向一致。



颜色不均匀凸面型宝石的设计

8.1.4 瑕疵处理

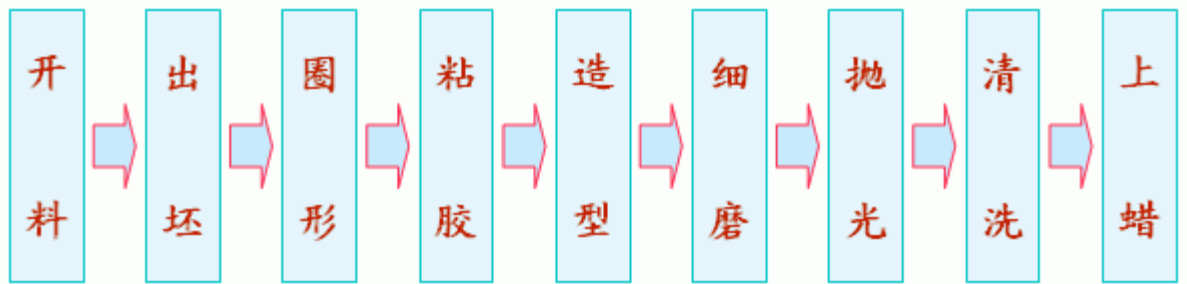
瑕疵也是凸面型宝石中常遇到的问题，如蓝宝石、翡翠等材料中常有明显的裂纹或脏点（斑）状杂质。在设计和加工中，要注意“避脏躲绺”，尽可能使瑕疵不出现在凸面型宝石顶面，可将其藏于宝石底部或边缘部位。



凸面型宝石的瑕疵处理

第2节 凸面型宝石的加工工艺流程

凸面型宝石的一般加工工艺流程如下图所示：

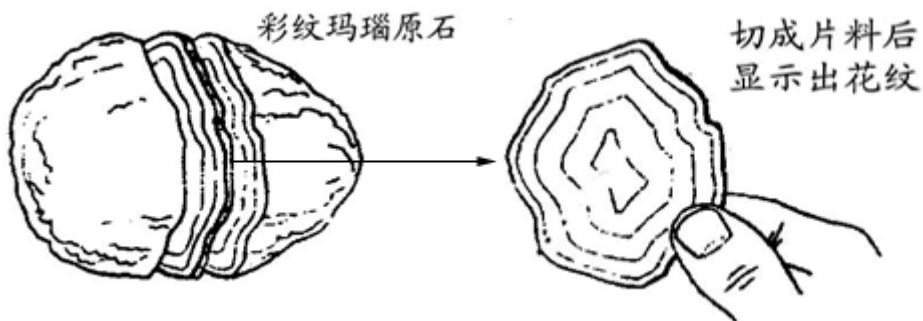


凸面型宝石加工工艺流程图

第3节 凸面型宝石的加工工序

8.3.1 开料

这道工序主要是针对分割一些较大块的原料而言。按照设计要求，将大块的宝玉石原料按设计要求分割成一定厚度的片料或小块料，以便于在进入下道工序（出坯）后进一步切割成粗坯。



在开料工序中，对于大块的原料（主要是一些玉料），时常需要使用较大型的切割机，如切片机；对于块度较小一点的原料，可直接在修整锯片切割。常用的锯片为直径 150-200mm、厚度 0.3-0.8mm 的钴粉锯片。而对高档的宝（玉）石原料，宜选用更薄一些的锯片，以减少刀缝损失。

对开料工序的要求主要是：

- 切割较大的块料时，一定要在较大型的切割机上进行，切割出的片料平行度要好，厚度均匀一致。
- 对于一些有特殊光纹图案的宝玉石原料，切割时也要注意定向，如玛瑙、孔雀石等。

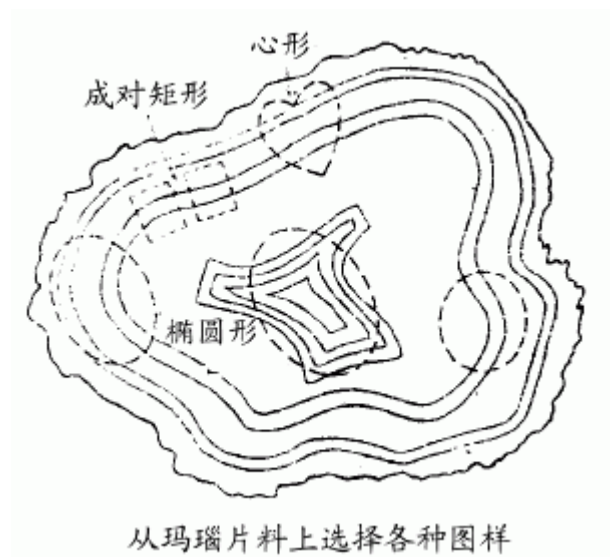
- 对于某些可能出现特殊光学效应的宝石原料，一定要先做仔细检查，定好方向后再切割。否则，将会影响到后续出坯工序时的定向加工，甚至造成无法弥补的损失。

8.3.2 出坯

将切割出的片料或小块料再切割修整成接近设计凸面宝石款式腰部形态的粗坯料。一般分两步进行：

(1) 画线

即在宝石材料上画出设计款式的腰形轮廓，以便于进一步切割、修整加工，如下图所示。



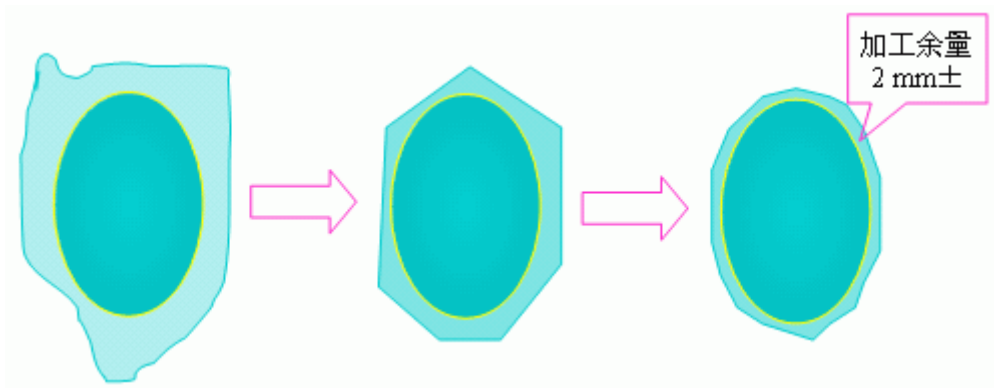
画线工具：

- 画笔——可利用青铜或铝质电线制作，剪取一段电线，将前端去皮磨尖即可。
- 模板——用有机玻璃片或不锈钢片制成，上有各种形状和尺寸的孔。常用孔形有圆形、椭圆形、橄榄形、心形等。

画线一般要选在宝石片料或小料的底面上进行，将模板上选定的孔形放在合适的取料部位上，用画笔勾绘出宝石的腰形轮廓。

(2) 切割修整

在修整锯上进行，将画好线的片料分割开来，并对单个小料按线样轮廓修整，逐步切除边角作料。

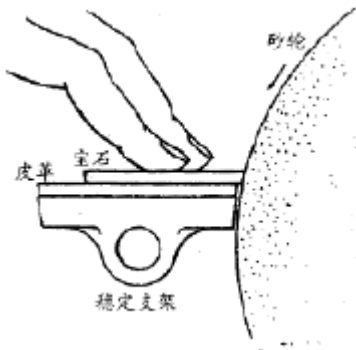


切割修整过程示意

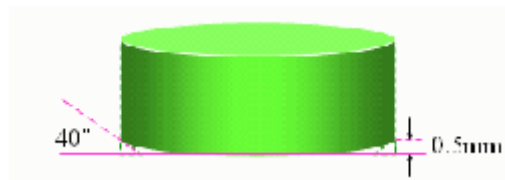
要求：切割边离轮廓线的距离要求至少留出 2mm 左右，以保留足够的加工余量。

8.3.3 圈形

将经过切磨修整后的坯料圈磨出所设计的腰形。



轮磨凸面型宝石侧面



底面边缘打磨出一圈小斜面

操作方法：

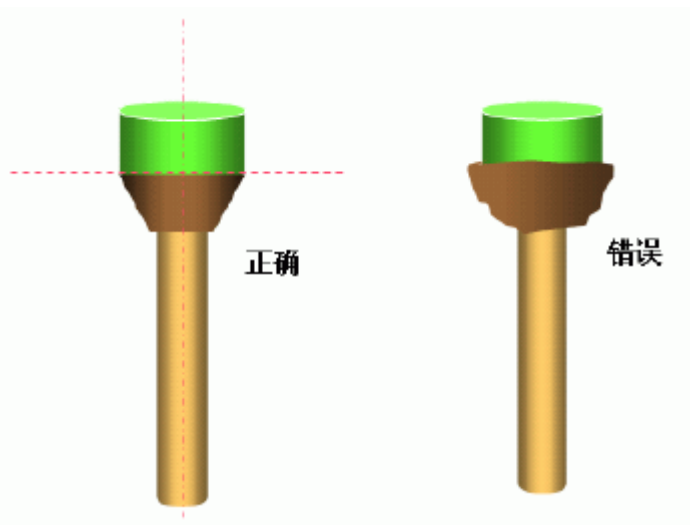
- 一般在砂轮机上进行，砂轮粒度以 100#—120#为宜。
- 手持操作，逐步磨削突出棱角，使之渐趋腰形。
- 对于脆性较大的宝玉石材料，宜放在稳定支架上，并垫一层皮革，以防破碎。
- 要注意用力适中，始终保持水冷。

工艺要求:

- 要保留一定加工余量，所圈形状与所画轮廓线基本平行，其间应留有 0.5mm 左右的加工余量。
- 为了防止底面边棱破损，在圈磨出腰形后，还需要在底面边缘打磨出一圈小斜面，一般以斜边角度 45°，厚度 0.5mm 为宜。

8.3.4 粘胶

用粘结剂将圈形后的坯料底面粘接到粘杆上，以便于加工凸面。宜用平头粘杆，若宝石较大，可使用粗一点的小木棒。粘结剂用 2 号胶（红胶）。不用粘接架，用手在酒精灯上直接粘接。



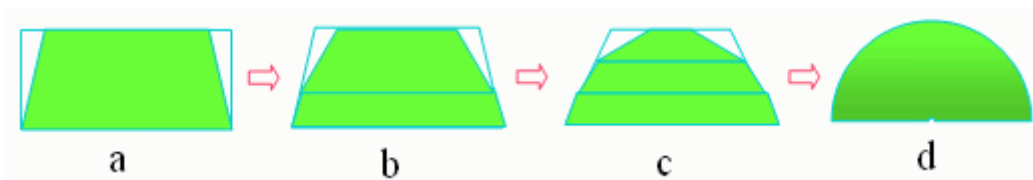
注意事项:

- 粘胶前要将宝石和粘杆清洗干净；
- 预热宝石、粘杆和加热粘胶时，不能太靠近火焰，避免过度受热使宝石炸裂、胶体老化；
- 粘接时，要尽量使宝石底面与粘杆轴心垂直，粘结剂不要超过坯料外缘；
- 粘接后，要等其自然冷却后再加工。

8.3.5 造型

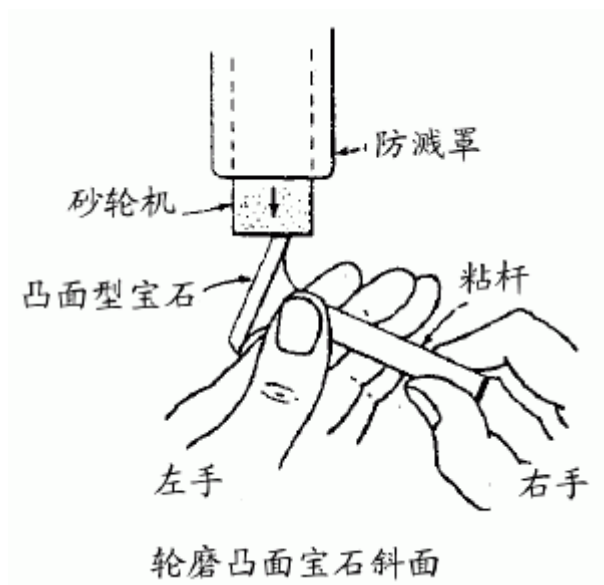
将宝石坯料的顶部打磨成弧面，并要求基本达到所设计的凸面形状。

成形步骤如下图所示：



凸面型宝石的成形步骤

操作方法：手握粘杆在砂轮机上打磨宝石，边打磨边转动，从边部逐层向中央打磨成弧形。

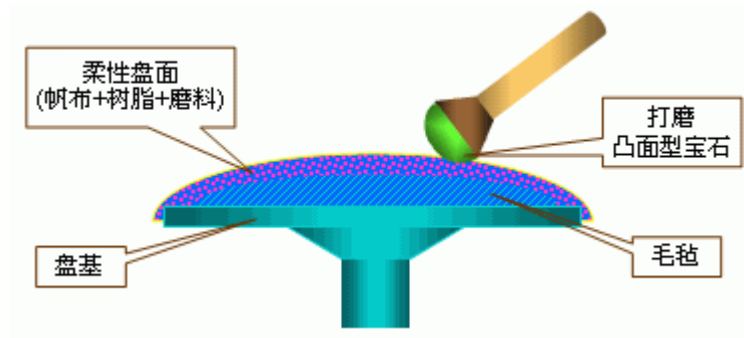


注意事项：

- 要根据宝石材料的性质不同选用合适的砂轮的粒度和转速；
- 要循序渐进，在任何方向上都不能一次过度打磨，以免造成因某一部位磨削过多而影响整体造型；
- 要为后续工序（细磨）保留少许加工余量，约 0.5mm；
- 要充分保持水冷。
-

8.3.6 细磨

精细研磨宝石凸面，使之成为圆滑的弧面。细磨加工可以在盘磨机、轮磨机或带磨机上进行，要选用有“屈服性表面”的磨具，如软面磨盘（见下图）、砂带等。



软面磨盘结构与柔性磨削作用

操作方法及注意事项：

- 磨盘转速不能太快，因转速成过快会使磨盘表面屈服性降低；
- 施加给宝石的压力要适当大些，使磨盘表面形成下凹的屈服面，包住宝石的被研磨面，以利将宝石打磨成圆滑的弧面；
- 打磨时要不停地转动粘杆和变换研磨角度，均匀磨削弧面各个部位；
- 要注意保持水冷，不能干磨。

8.3.7 抛光

抛光是凸面形宝石加工的最后一道重要工序，只有通过良好的抛光，才能使宝石获得光洁明亮的光学表面，同时体现出其美丽的颜色、光泽或特殊光学效应等优势品质。

凸面形宝石多采用软盘抛光，软盘即是用木料或金属材料作为基盘，上面蒙上帆布、呢绒、毛毡、皮革等软质材料制做而成的抛光盘。有时也采用布轮抛光，布轮一般用棉布制作，因为棉布对抛光剂的吸附能力较强。

抛光所用的抛光剂种类很多，如硅藻土、氧化锡、氧化铬、氧化铈、氧化铝、氧化铁等都是很好的抛光剂。

抛光操作中应注意如下几点：

- 抛光盘的转速要较细磨时快一些，所施加的压力也应更大一些，使抛光盘的屈服表面形成对宝石的包被趋势。
- 抛光时的操作手法与细磨一样，但要更快一些。要不停的摇动、转动宝石以变换抛光部位或从顶部扩展到边缘，或从边缘扩展至顶部，最终使整个弧面都得到均匀的抛光。

- 抛光剂通常用水（或其他分散剂）调成糊状，哟、用刷子涂于抛光盘上。要注意浓度适中，每次的涂量不要太多。一般是在抛光盘面近于干燥时，抛光效果最好。
- 由于抛光中一般不冷却，故在抛光时要特别注意宝石材料的发热问题，尤其是对一些耐热性差的宝石如欧泊、松石、孔雀石等，必要时可以间断抛光，待宝石冷却后再继续。
-

8.3.8 拆胶、清洗、修饰、上蜡

这些都是善后工序，在操作过程也要谨慎对待。

(1) 拆胶

拆胶时不得硬掰宝石，以免宝石破碎，可靠的方法是将宝石与粘杆的粘接部位加热，待粘合剂软化后，再拧下宝石。

(2) 清洗

一般用酒精清洗去掉残留在宝石上的粘胶。有些宝石也可用其他弱碱性、弱酸性或有机溶液清洗，但对于一些化学性质不稳定的宝石，如松石、孔雀石等，要避免与这些溶液接触。

(3) 修饰

凸面型宝石的顶面完成抛光后，通常对宝石底面还要加以修饰。如果宝石是不透明的，一般只须用 220# 的细砂纸或平磨盘，把底面稍加磨平则可，磨削量不能太多，要保存底面边缘的斜小面。如果宝石是半透明的，底面有时也要求抛光。修饰底面可以手持直接进行，也可以把顶面粘接在粘杆上进行。

(4) 上蜡

对于某些宝石，如有裂纹的宝石或多孔隙的玉石，上蜡是十分必要的。通过上蜡处理，一方面可以掩盖宝石的裂隙，或充填玉石的结构孔隙，使其性质稳定化；另一方面还可增强宝石的光泽，甚至改善宝石的颜色。

第9章 常见宝石的设计与加工要领

教学目的和要求：

了解其他宝石的光学性质和完美切割比例。

教学重点和难点：

掌握在学习原理的基础上掌握其他宝石品种的切割完美比例。

教学方法和手段：多媒体演示、实例讲解、提问

课时：4

教学内容：

9.1 刚 玉

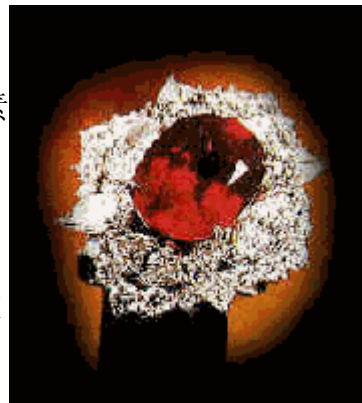
（红宝石和蓝宝石）

1、材料性质

[化学成分] 铝氧化物矿物，成分为 Al_2O_3 ，可含少量的杂质元素如 Fe, Ti, Cr, Mn, V 等。

[晶系] 三方晶系。

[结晶习性] 常呈桶状。少数呈板状或叶片状。多具晶面 横纹和三角形生长标志。





各种颜色的刚玉晶体和刻面琢型宝石

[解理] 解理差，但常发育有平行于底面和菱形面的裂理。

[摩氏硬度] 9。

[颜色] 无色、各种色调的红色、蓝色或蓝绿色、黄色、橙色、紫色。各种色调的红色直至深红色的刚玉称红宝石，其他均称蓝宝石，蓝色的蓝宝石可直接称蓝宝石，其他的颜色的蓝宝石应在蓝宝石前冠于其颜色特征。



六条星线垂直于平行排列的金红宝石包体 (10X)
和蓝绿色多色性;

[透明度] 透明—不透明。

[光泽] 亮玻璃光泽。

[折射率] 1.76—1.78。

[双折率] 0.008。

[色散值] 0.018。

[多色性] 多色性明显，如红宝石具红和橙红色多色性，蓝宝石具蓝

[**光学效应**] 常见星光效应，少见猫眼效应。三方晶系的刚玉常呈六方柱状，常含有三组平行于晶面的针状包裹体，加工成弧面型即可显示星光效应（见上图，红宝石星光效应）。

[**包裹体**] 生长环带和针状固体包裹体发育。

2、宝石设计

(1) 加工款式

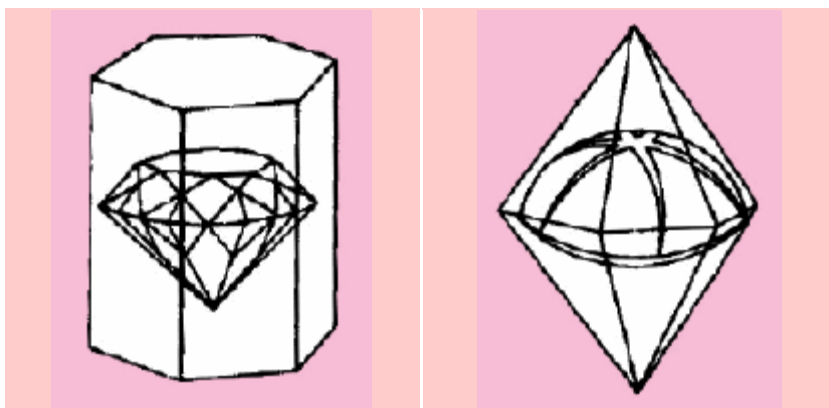
刻面型宝石：透明无暇的优质刚玉材料加工成刻面宝石。所选款式包括圆多面型和混和型。最常见有能体现刚玉宝石特征的是椭圆形混合琢型，这种琢型最能有效地体现红、蓝宝石绚丽的色彩和较强的光泽。为了充分显示抛磨后宝石的光亮度，亭部一般较深且厚，但这样相同腰圆大小的宝石其重量会更大。

弧面型宝石：半透明—不透明的材料或包裹体、裂纹过多的材料以及具星光、猫眼效应的材料均应加工成凸面型宝石，一般加工成双凸面型，主要是出于保重的需要。为了使星光明晰，顶部一般突起较高，底部一般不抛光。

(2) 定向设计

1) 定向设计考虑因素

①**多色性**：刚玉宝石的多色性强，加工时要求根据其多色性特点进行定向。尤其是红宝石和蓝色蓝宝石多色性最为明显。红宝石的//C轴为橙红色，垂直于C轴为红色、深红色；蓝宝石的//C轴为蓝绿色，垂直于C轴为蓝色和深蓝色。因此，为了使刻面型刚玉宝石得到理想的颜色，红宝石和蓝宝石在加工时必须使台面垂直于C轴（下图左）。



刻面型刚玉宝石的定向

星光刚玉宝石的定向

②**星光效应**：具平行密集排列的固体矿物包裹体发育的刚玉宝石，这类刚玉宝石加工时必须定向，才能使宝石显示出星光效应(上图右)。加工时，使弧面型宝石的底面或腰棱与C轴垂直。才能保证星光以弧面型宝石的顶点为中心，否则，会使星光偏移，甚至不出现星光效应。

③**生长环带**：有些刚玉宝石生长环带发育，尤其是蓝宝石，六边形环带十分明显，设计时应使台面与色带平行，这样通过台面观察时，色带就会不明显。如果使台面垂直于C轴，则对宝石的外观有严重的影响，因此，对于这种情况应考虑使宝石的台面平行于C轴。

2) 晶体方位判别方法

- 对于不规则的晶体碎块和卵石，定向相对困难。可以利用其二色性和生长环带结构来定向。
- 透明材料可用二色镜找出材料的不显二色性的方向，该方向即是C轴方向。
- 晶体碎块还可以根据表面生长纹确定C轴方向。
- 对于不透明又无生长纹的具星光效应的卵石只能借助色带来判断，色带的延伸方向C轴平行。
- 可以将卵石放入滚筒或抛光机抛光，这时将显示星光的出露位置。

3、加工要领

(1) 刚玉硬度大，韧性强，用80#—120#的金刚石砂轮冲坯加工。刻面宝石用180#及600#的钻石粉进行粗磨和细磨，用W3.5的钻石粉在锡盘或锌合金盘上抛光，台面宽度58%，冠部和亭部主小面的切磨角度分别为 37° 和 42° 。弧面型宝石用100和400#的碳化硅砂布进行粗磨和细磨，用W3.5的钻石粉在带有弧形凹槽的木质抛光盘上抛光，最后用硅藻土再抛光一次可以提高其光洁度。

(2) 注意加工过程中的发热问题。尽管刚玉导热性较好，加工过程中发热对宝石本身并无多大的影响，但发热可能使宝石从胶上脱落或移位。尤其在抛光过程中，发热可以造成宝石抛光面上产生火痕。

附图：红、蓝宝石的常用琢型和加工角度分解图

9.2 绿柱石

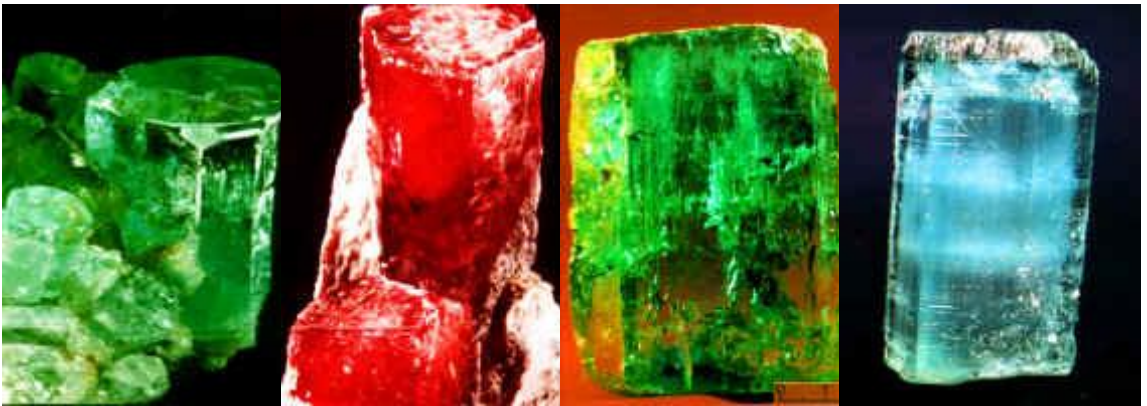
（祖母绿和海蓝宝石）

1、材料性质

[化学成分] 铍铝硅酸盐，分子式为 $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$

[晶系] 六方晶系。

[结晶习性] 六方柱状，由六方柱面、锥面和平行双面组成。宝石绿柱石多是结晶完好的晶体。



祖母绿晶簇

红绿柱石晶簇

绿柱石晶体

海蓝宝石晶体

[解理] 不完全底面解理。

[摩氏硬度] 7.25—7.75。

[颜色品种] 祖母绿、海蓝宝石、以及无色、粉色、黄色和绿色绿柱石。

[光泽] 玻璃光泽。

[折射率] 1.56—1.59。

[色散] 0.014。

[多色性] 多色性明显，祖母绿具有蓝绿和黄绿多色性，海蓝宝石具有蓝或绿和无色多色性。

[光学效应] 有些海蓝宝石和粉色绿柱石、黄色绿柱石显猫眼效应，但通常较弱。猫眼效应是由晶体中平行于C轴的针状、管状包裹体造成的。

2、宝石设计

(1) 加工款式

祖母绿的加工对其质量有重要的影响，因为祖母绿的折射率低，因此其美丽主要有颜色及透明度结合产生晶莹来显示。另外，祖母绿内裂纹及蔗渣纹等内含物多，因此，如何才能使祖母绿显得更漂亮，是加工的一个重要议题。



各种刻面琢型的绿柱石

透明无暇的优质绿柱石通常加工成刻面型宝石。祖母绿具有漂亮的颜色，因此常加工成阶梯型。祖母绿易脆，所以阶梯的四个角被去掉，成为外形为八边形的长方形——祖母绿型。根据材料外形还可以加工成正方祖母绿型、细长祖母绿型。很少采用圆多面型。据统计，巴西加工的祖母绿 60%为祖母绿形琢型，30%为椭圆形琢型，10%的为圆形、梨形和心形琢型。

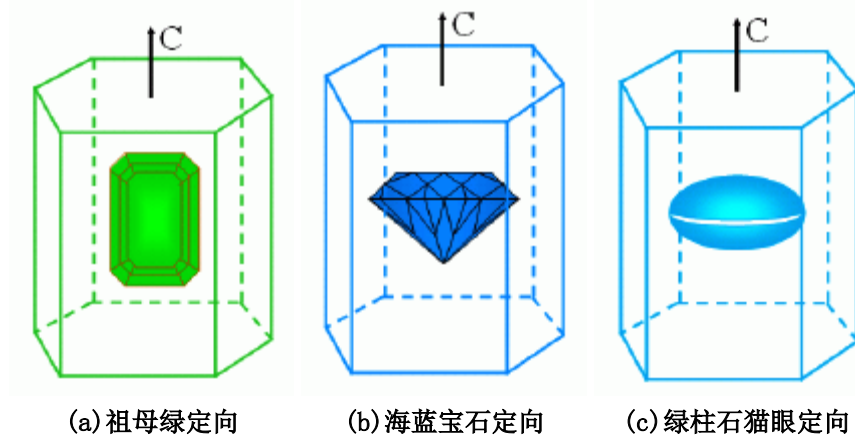
海蓝宝石和其他品种通常加工成圆多面型。瑕疵严重和具有猫眼效应的绿柱石加工成弧面型。

(2) 定向设计

绿柱石是具有多色性的宝石，尤其是深色绿柱石的多色性比较明显，垂直 C 轴方向的颜色较深，平行 C 轴方向颜色较浅；不同颜色品种的绿柱石，多色性颜色的优劣方向也不一样。因此，加工设计时通常需要进行定向。此外，具有猫眼效应的绿柱石则更要注意定向。

- 祖母绿的多色性，垂直 C 轴为翠绿、深绿色，平行 C 轴为蓝绿色，故垂直 C 轴方向的颜色通常较好，加工设计时应使刻面琢型的台面平行于 C 轴（下图 a）；

- 海蓝宝石的多色性，从无色、淡蓝色到蓝色，但通常是平行 C 轴方向的颜色较深或较好一些，因而加工设计时应使刻面琢型的台面垂直于 C 轴（下图 b）；
- 绿柱石（如祖母绿猫眼、海蓝宝石猫眼）的猫眼效应系晶体中含平行 C 轴定向密集排列的针、管状包裹体所致，加工设计时应使弧面型宝石的底面或腰棱与 C 轴平行，如果为椭圆弧面型则应使椭圆的长轴垂直于 C 轴，才能使猫眼光带聚集在椭圆长轴方向上（下图 c）。



(a) 祖母绿定向

(b) 海蓝宝石定向

(c) 绿柱石猫眼定向

3、加工要领

祖母绿宝石一般裂隙较发育，加工过程中注意过热造成的裂纹进一步扩大而破坏宝石。

刻面宝石的造型一般是在钻粉磨盘或钻粉砂轮上完成。用 260#和 800#的钻粉磨盘进行粗磨和细磨。用钻粉或氧化铈或红宝粉在铝合金盘或锡盘或锡铅合金盘上抛光，可以获得满意的抛光效果。抛光时施加压力不宜过大，以免宝石破裂。冠部和亭部主小面的刻磨角度分别为 42° 和 43° ，台面宽度 54%。

弧面型宝石用 100#---120#的碳化硅砂布粗磨，用 400#的砂布细磨，在皮盘上用刚玉粉抛光。也可用氧化铈在呢盘或毡盘上抛光，但效率太低。由于绿柱石裂隙发育，尽量不用氧化铬、氧化铁的易污染的抛光剂。

链接：[绿柱石的常用琢型和加工角度分解图](#)

9.4 电气石

(碧 玺)

1、材料性质

[化学成分] 复杂的硼硅酸盐，分子式可表示为 $WX_3Y_6SiO_{27}(O, OH, F)_4$ ，式中 W 是 Na, Ca 或 K; X 是 Mg, Al, Fe²⁺, Fe³⁺, Li, Al, Mn, Y 是 Al, Fe³⁺, Cr, V。

[晶系] 三方晶系。

[结晶习性] 以柱状为主，偶有板柱状。柱面有纵纹，截面常呈球面三角形。



多色电气石晶体



各种颜色电气石晶体



绿色电气石晶体

[解理] 无。

[摩氏硬度] 7—7.5。

[折射率] 1.62—1.65。

[光泽] 玻璃光泽；

[色散] 低, 0.017。

[多色性] 强—弱。

[颜色] 颜色丰富多彩, 红、蓝、无色、褐、黄、红紫色、绿、黑、亮绿色等。同一晶体常出现多种颜色, 颜色变化可以在晶体两端出现 (多色电气石), 也可以在晶体的内外出现 (西瓜电气石)。

[光学效应] 晶体内部常含有平行分布的管状包体, 密集者可产生猫眼效应。

2、宝石设计

(1) 款式选择

透明的电气石材料多加工成刻面型宝石，加工的款式为圆多面型和阶梯型。圆多面型宝石一般台面垂直于C轴，成品外形包括圆形和心形。阶梯型和椭圆多面型宝石台面平行于C轴。具猫眼效应的电气石应加工成弧面型款式。



(2) 宝石定向

多数电气石具有较强的多色性，应将美丽、鲜艳的颜色放在与台面垂直的方向上。

有些电气石C轴方向为深绿色或深橄榄绿色，而垂直于C轴方向为鲜艳的草绿色或蓝绿色，定向则应使台面平行于C轴方向（下图a）。对于颜色较浅的电气石则台面应垂直于C轴。

对于多色的电气石，平行于C轴加工可以使刻面宝石显示多种颜色（下图b），而对于西瓜电气石垂直于C轴加工也可以使同一宝石显示两种截然不同的颜色（下图c）。

具有猫眼效应的电气石，因管状包裹体平行于C轴分布，故弧面琢型的底面或腰棱应平行于C轴方向（下图d）。



a. 绿色电气石定向 b. 多色电气石(台面//C轴) c. 西瓜电气石(台面⊥C轴) d. 电气石猫眼定向

3、加工要领

(1) 造型工序在碳化硅砂轮上完成。刻面宝石用 260#和 600#的钻粉磨盘粗磨和细磨,用 W2.5 的钻石粉在锡合金盘上抛光。抛光过程中应不断地改变方向,压力也不要过大。冠部角和亭部角分别为 43° 和 39° 。

(2) 弧面型宝石用 100#和 400#的碳化硅砂布研磨,用刚玉粉或氧化铬在皮盘上抛光。由于电气石中孔隙发育,抛光剂容易渗入而污染宝石,所以,抛光前应将孔隙封住。可以将宝石稍稍加热,然后投入熔化的虫胶中,冷却后,胶被吸入孔隙。抛光完成以后,将宝石防在酒精中,胶便被清洗掉。

链接: [电气石常用琢型加工角度和顺序分解图](#)

9.5 橄榄石

1、材料性质

[化学成分] 镁铁硅酸盐, 分子式为 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{SiO}_4$ 。

[晶系] 斜方晶系。

[结晶习性] 柱状, 晶形完好的晶体少见。



橄榄石晶体(晶形较好)



橄榄石原石 (直径 0.9-2.1cm)



橄榄石原石(直径 2.1cm)

[摩氏硬度] 6.5。

[折射率] 1.65—1.69。

[色散] 中等，0.02。

[光泽] 玻璃光泽。

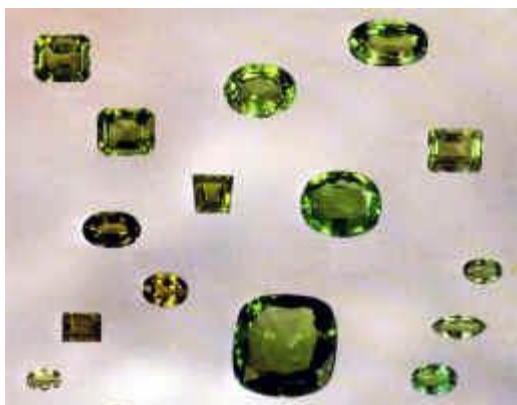
[多色性] 弱，绿和黄绿。

2、宝石设计

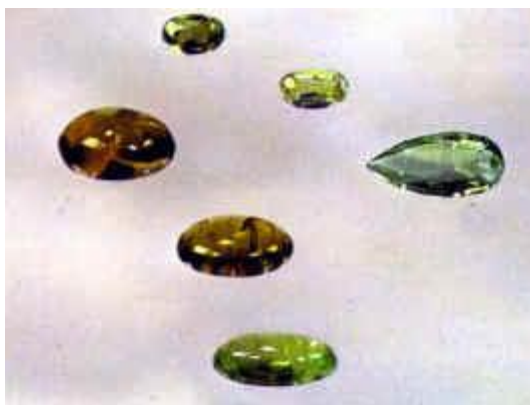
橄榄石的设计比较简单。它多色性不明显，加工中不存在定向问题。

对款式的选择也比较随意，可以根据原材料的外形设计成适合的款式，如圆多面型、阶梯型、混合型等。

透明度或净度较差的橄榄石原料可以加工成弧面型。



各种刻面型的橄榄石



左下三粒为弧面型橄榄石

3、加工要领

(1) 橄榄石性脆，加工过程中避免压力过大，震动和冲击，以免造成宝石破裂。避免过热易造成橄榄石原有的裂纹。 蠹蚤 碌牧盐啤?/p>

(2) 橄榄石的研磨和抛光注意事项：

- 冲坯工序在碳化硅砂轮上完成，用 260#和 800#的钻石粉磨盘进行粗磨和细磨；
- 用 W2.5—W1.5 的钻石粉在铅合金盘上抛光，可获得很好的抛光效果；

- 如果采用刚玉粉或氧化铬在铅合金盘上抛光，可能会出现划痕，这时应改变抛光方向并降低抛光盘的转速；
- 对于块度大的材料最好用有机玻璃或树脂盘抛光；
- 橄榄石近于干抛时效果较好，但要注意发热。

(3) 橄榄石的台面宽度为 54%，冠部和亭部主小面的刻磨角度分别为 43° 和 39° ，可以使宝石获得很好的亮度。较高的冠部可以增强双折射，使宝石外观更加美丽。

链接：橄榄石常用琢型的加工角度和顺序分解图

9.6 石榴石

1、材料性质

[化学成分] 石榴石具有相近化学成分和结晶习性的一个岛状硅酸盐矿物族，其化学分子式可表示为 $X_3Y_2[SiO_4]_3$ ，分为两个类质同象系列：

◆ **铝榴石系列** X 是 Mg, Fe 或 Mn，而 Y 为 Al，其端员组分为 $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$ （镁铝榴石）、 $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$ （铁铝榴石）和 $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$ （锰铝榴石）；

◆ **铬钙铁榴石系列** X 是 Ca，而 Y 可以是 Cr, Al 和 Fe，其端员组分为 $Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$ （钙铬榴石）、 $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$ （钙铝榴石）、 $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$ （钙铁榴石）。



各种石榴石晶体和琢型宝石

原石晶体(从左至右):铁铝榴石(四角三八面体和四角三八面体/菱形十二面体聚形),铁钙铝榴石(菱形十二面体)

琢型宝石(从左至右):锰铝榴石(2),铁铝榴石(3),翠榴石(2),钙铝榴石(3),钙铝榴石串珠。

[晶系] 等轴晶系。

[结晶习性] 菱形十二面体、四角三八面体及它们的聚形。

[解理] 无。

[摩氏硬度] 7—7.5。

[折射率] 单折射,折射率较高,不同品种不同,钙铁榴石(翠榴石)的最高为1.875。

[色散] 中等,钙铁榴石色散较强(0.057)。

[光泽] 玻璃光泽。

[颜色] 褐红、红色和绿色。镁铝榴石-钙铝榴石-锰铝榴石以红色调为主；钙铬榴石-钙铝榴石-钙铁榴石以绿色调为主。

[光学效应] 少数品种可产生星光效应、变色效应。

2、宝石设计

透明的石榴石材料适合加工成刻面宝石，加工无定向问题。加工的款式应根据颜色和外形可选择圆多面型、阶梯性、和混合型。

绿色的铬钒钙铝榴石可与祖母绿媲美，因而有时被加工成祖母绿琢型。但由于其折射率和色散值较高，具有高的亮度和强的光泽，传统的祖母绿切工压抑了石榴石的光彩，而明亮式切割可以发挥其潜能，故市场上常见琢型为刻面从中心呈辐射状排列的明亮式切割。

对于颜色较深暗的材料应当加工成薄型款式，不太透明的材料可以加工成低凸面型或凹凸型款式，以增强其透明度、改善颜色。

某些含有两组平行排列的针状包裹体的铁铝榴石，定向加工成弧面型，可显示星光效应，但一般比较弱。

3、加工要领

①石榴石略显脆性，对热的敏感性中等，加工过程中应避免机械震动，注意冷却，以防宝石破裂。

②刻面宝石用 260#和 600#的钴粉磨盘进行粗磨和细磨。W2.5 的钻石粉或刚玉粉在锡铝合金盘上抛光。台面宽度 56%，冠部和亭部主小面的切磨角度分别为 37 度和 42 度。

③弧面型宝石用 100#---120#和 400#的碳化硅砂布上进行粗磨和细磨，用刚玉粉或氧化铬在皮盘或毛呢盘上抛光。

链接：[石榴石常用琢型加工角度和顺序分解图](#)

9.7 尖晶石

1、材料性质

[化学成分] 镁铝氧化物，分子式为 $MgAl_2O_4$ 。

[晶系] 等轴晶系。[结晶习性] 八面体。



各种颜色的尖晶石晶体和刻面型宝石

[解理] 无解理，但易碎 摩氏硬度 8 。

[折射率] 1.712—1.730

[光泽] 明亮的玻璃光泽

[颜色] 无色—橙色、粉红色—白色、浅蓝—深蓝色、黑色，红色，深蓝绿色。其中以红色最为珍贵。

2、宝石设计

刻面型宝石 多数尖晶石切磨成刻面宝石，切磨的款式主要有圆多面型（标准圆多面型、椭圆形、梨形）、祖母绿型、混合琢型等。如左下图所示。



尖晶石的常用琢型

弧面型宝石 极少数具有星光效应的的尖晶石加工成弧面型。如右上图，暗灰紫色的尖晶石猫眼。

3、加工要领

(1) 尖晶石性脆，加工中施加压力不宜过大，应尽量避免机械震动，并不断保持冷却。

(2) 造型工序在碳化硅砂轮上完成。用 260#和 600#的钴粉磨盘进行粗磨和细磨。用 W2.5 的钻石粉在锡铅合金盘上抛光，效果比较好。冠角为 37° ，亭角 42° 。

链接：[尖晶石常用琢型加工角度和顺序分解图](#)

9.8 锆石

1、材料性质

[化学成分] ZrSiO_4

[晶系] 四方晶系。

[结晶习性] 柱状结晶习性，为四方柱与四方双锥的聚形，但有时因柱很短而呈假八面体状。



各色锆石晶体和锆石刻面宝石

[解理] 无，但性脆。

[摩氏硬度] 高型锆石为 7.5—7；低型锆石为 6.5。

[颜色] 天然锆石的颜色有黄、红、橙、褐、黄绿色、叶绿色和深绿色等，无色、金黄色和天蓝色锆石是热处理得到的。无色和蓝色最受人青睐，蓝色锆石价值最高。

[光泽] 亚金刚光泽—明亮玻璃光泽。

[透明度] 透明—不透明，只有透明的可用作宝石。

[折射率] 1.78—1.99 。

[双折射率] 0.006—0.06

[色散] 高，其值为 0.039 。

[多色性] 较弱，蓝色锆石较强，多色性变化为蓝色—无色。

2、宝石设计

(1) 款式选择

标准圆多面型是锆石最常用的款式，因为锆石在折射率、光泽、和色散等方面与钻石相似，而且常用来仿造钻石。

标准圆多面型切磨的的锆石宝石火彩强烈，外观与钻石相似。为了展示锆石的色散，锆石的冠部一般比钻石厚一些，切磨角度为 35° — 37° ，亭部角为 41° ，与钻石相似。

锆石也可加工成其他圆多面型，如椭圆形、橄榄型，但火彩不如钻石强。

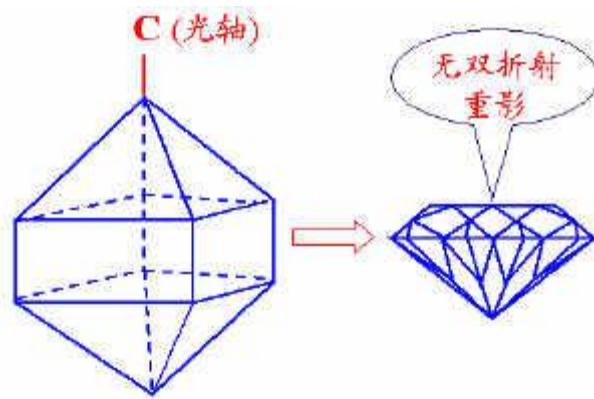


锆石的常用刻面琢型

(2) 定向设计

具多色性的蓝色锆石在设计时应进行定向，应以体现蓝色为目的因为蓝色锆石更为珍贵。

双折射率较高的高型锆石在加工成圆多面型时也要注意定向，应使台面应垂直于C轴方向，这样可以避免或减弱底刻面棱线重影（如下图所示）。否则，当透视宝石时会出棱线模糊不清的现象。



锆石定向示意图

3、加工要领

- (1) 锆石性脆，加工过程中尽量避免震动和冲击，也避免发热。
- (2) 造型工序在碳化硅砂轮上完成。用 260#和 600#的钻石粉进行粗磨和细磨，低型锆石的各部位硬度可能不一样，要注意各组小面的均匀一致。
- (3) 抛光可用 W2.5 的钻石粉在锡铅合金盘上完成，为了避免过热，可将钻石调制稀一些，稀释剂在宝石与抛光盘之间起润滑作用。对于有硬度差异的锆石，较软的小面可降低抛光盘的转速，并减小工作压力，以免小面抛光过度。

链接：锆石常用琢型的加工角度和顺序分解图

9.9 黄玉

（托帕石）

1、材料性质

[化学成分] 铝氟硅酸盐，分子式为 $\text{Al}_2(\text{F}, \text{OH})_2[\text{SiO}_4]$, F 和 OH 之间可以互相替代。

[晶系] 斜方晶系。

[结晶习性] 柱状晶体，两端终止于多种单形，但多数晶体的一端终止于底轴面解理面。



各种颜色的黄玉晶体和刻面宝石



黄玉中发育的底面完全解理

[解理] 平行于底轴面的完全解理。

[摩氏硬度] 8，是硅酸盐宝石中硬度最大者。

[颜色] 黄褐色、浅蓝色至蓝色、粉红色及无色，其中以酒黄色品种最为珍贵，市场上蓝色黄玉多是无色黄玉经过辐照—热处理得到的。

[光泽] 玻璃光泽。

[折射率] 1.61—1.64。

[双折率] 0.08—0.010。

[色散] 低，0.014。

[多色性] 弱——明显多色性。

2、宝石设计

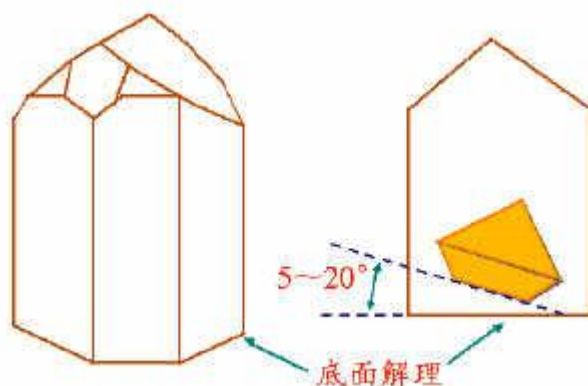
(1) 加工款式

一般加工成刻面宝石，很少加工成弧面型宝石。过去常选择的款式为圆多面型和混合型，现代切磨则以圆多面型和祖母绿型为主。

(2) 宝石定向

①由于黄玉有一组平行于底轴面的解理，因此，宝石定向必须使每个小面与解理面有不小于 5° 的斜交，否则，刻面将不能被抛光。再者如果定向使台面与解理方向垂直，则很容易在腰棱部位出现一些缺口。

②黄玉的某些品种具有明显的多色性，垂直于解理面方向颜色最好，但由于上述原因该方向不能作为台面方向，所以，黄玉的设计中要把握好这两个方面。



黄玉的定向示意图

3、加工要领

①黄玉发育一组解理，易碎，加工过程中应尽量避免震动和冲击。

②冲坯工序在碳化硅砂轮上完成。用 260#和 600#的钴粉磨盘进行粗磨和细磨。用 W2.5 的钻石粉在锡合金盘上抛光。抛光过程中压力不应过大，抛光盘旋转要平稳，否则将在抛光面上出现火痕。

③台面宽度 54%，冠部和亭部主小面的刻磨角度分别为 43° 和 39° 。

链接：黄玉常用琢型的加工角度和顺序分解图

9.10 长石

1、材料性质

[化学成分] K, Na, Ca 的铝硅酸盐。它主要分为钾长石和斜长石：

- **钾长石** 化学式为 KAlSi_3O_8 ，包括正长石、微斜长石、和透长石等同质多象体；
- **斜长石** 成分介于钠长石和钙长石之间的类质同像系列。



月光石

拉长石

天河石

日光石

在长石的宝石品种中：

- **日光拉长石**和**晕彩拉长石**是斜长石的一个宝石品种,其成分中 $\text{Na} [\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ (钠长石)分子占 50%-30%, $\text{Ca} [\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ (钙长石)分子占 50%-70%；
- **月光石**是正长石的主要宝石品种，它是钾长石和钠长石的固溶体；
- **天河石**是微斜长石的宝石品种；
- **日光石**是奥长石的一个宝石品种。

[晶系] 正长石和透长石属单斜晶系，其它为三斜晶系。

[结晶习性] 柱状晶体，聚片双晶发育。

[解理] 发育两组苯炔徒 溢苯璺耐耆 饫恣？

[摩氏硬度] 6—6.5 。

[折射率] 月光石、日光石、天河石的折射率在 1.52—1.53 之间，拉长石的折射率在 1.560—1.568 之间。

[光泽] 玻璃光泽。

[光学效应]:

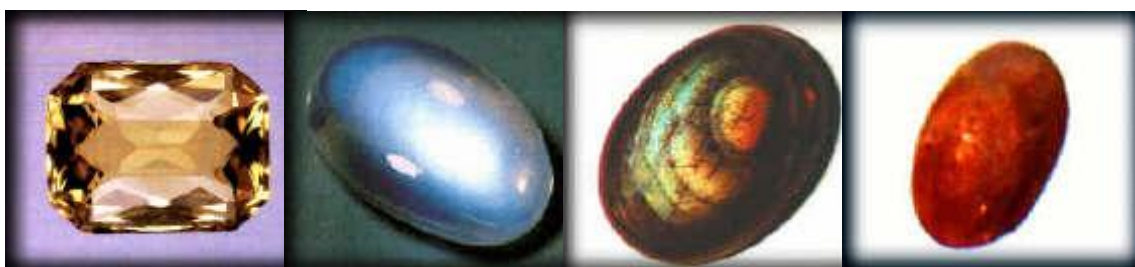
- **月光石的光彩**—月光石中薄层正长石与薄层钠长石互层导致反射光的干涉形成拉长石晕彩-拉长石的聚片双晶薄层，有时也因拉长石中的磁铁矿片晶引起光的干涉产生的；
- **日光石的砂金效应**—近无色的奥长石基质中大量平行排列的红色和橙色针铁矿或赤铁矿的片状晶体使日光石呈现金黄色或红褐色并似有金属光泽的闪光。

2、宝石设计

(1) 加工款式

刻面型宝石 透明的黄色正长石（下图 a）和稀有的黄色透明的拉长石常常加工成刻面宝石，圆多面型和阶梯型是最常见的款式。由于品种稀少，长石的硬度低，一般作为收藏品。长石的解理发育，设计时应避免个小面与解理方向平行，至少台面不要与解理面平行，否则，宝石将无法被抛光。

弧面型宝石 具有特殊光学效应的月光石、日光石和晕彩拉长石必须加工成弧面型，才能显示其光学效应（下图 b—d）。由于长石的解理发育，因此选择高凸型款式，避免宝石边缘因为太薄而易破损。再者突起越高光学效应越明显。弧面型宝石加工时要特别注意宝石的定向问题。



a. 贵正长石

b. 月光石(钠长石)

c. 光彩石(拉长石)

d. 砂金石(日光石)

(2) 定向设计

光彩月光石的定向：要做到底面或腰棱与结构层面平行，才能保证光彩聚集在弧面宝石的中心位置。如果因定向不准造成光彩在宝石中的移位而歪斜将严重地影响其价值。

猫眼月光石的定向：使弧面宝石的底面与结构层面垂直，保证猫眼光带集中在弧面型宝石的顶部中央。光彩月光石和猫眼月光石的定向的关键是找到互

层结构的层面方向。可以利用月光石的解理来判断，两组解理中有一组是和互层结构的层面方向一致，而且这一组解理的解理面上会出现乳白色或淡兰色的闪光。

日光石的定向：使底面与片状矿物包裹体延伸方向一致。

拉长石的定向：使底面与聚片双晶方向一致。在强光源下检查宝石可以迅速准确地进行定向。蓝绿色的天河石因解理发育可供切磨弧面型宝石和珠子。

3、加工要领

①长石易裂，不耐热。因此，加工过程中应避免机械震动和发热。

②造型工序在碳化硅砂轮上完成。砂轮转动不能有任何偏摆，并保持水冷切却。

③磨、抛要领：

- 刻面宝石用 260#和 800#的钴粉磨盘进行粗磨和细磨，用刚玉粉或氧化铈、氧化铬在有机玻璃盘或铅合金盘上抛光。台面宽度 52%，冠部和亭部主小面的切磨角度分别为 42 度和 43 度。
- 弧面型宝石用 180#和 600#的碳化硅砂布或石英砂布粗磨和细磨，用红宝石粉或玛瑙粉、氧化铬在皮盘和毛呢盘抛光均有好的抛光效果，但注意宝石发热。

链接：长石常用刻面琢型的加工角度和顺序分解图

9.11 水晶

1、材料性质

[化学成分] 分子式为 SiO_2 。

[晶系] 三方晶系。**[结晶习性]** 柱状。

[解理] 无解理，贝壳状断口。**[摩氏硬度]** 7。

[颜色] 无色、烟色、紫色和黄色。[光泽] 玻璃光泽。[折射率] 1.544—1.553。

[光学效应] 星光效应。星光是由水晶中平行排列的金红石针，适当的加工可使其显示星光效应，它是光在透射过程中照亮包裹体产生的，称为透星光。



无色水晶晶体



紫色水晶晶体



星光石英(14.98ct)

2、宝石设计

(1) 加工款式

白水晶、烟水晶：加工圆珠和多面体项链，水晶眼镜、水晶球和水晶雕刻品。

紫晶及其他有色水晶：加工成刻面宝石。

星光效应的水晶：加工成弧面型宝石。



各种颜色和琢型的水晶饰品

(2) 定向设计

加工时颜色的定向主要考虑颜色的不均匀问题。紫晶常常发育有与晶面平行的角状色带，每个色带之间的颜色差别比较大，设计时应注意定向（如下图所示）：

- 透明度好的紫晶应加工成刻面型宝石，将宝石台面与色带平行，颜色较好的色带放在刻面宝石的亭部，并尽可能使腰棱处颜色均匀一致。对于颜色较深的材料则应将颜色较浅得色带放在亭部。
- 透明度差的紫晶可以加工成弧面型宝石，将宝石的底面或腰棱与色带垂直。



紫晶的角状色带及其刻面型和弧面型宝石



紫晶色带与宝石琢型的定向

3、加工的要领

①造型工序在碳化硅砂轮上完成。

②刻面宝石用 260#和 800#的钴粉磨盘进行粗磨和细磨。用氧化铈或氧化铬在铅合金盘或有机玻璃盘上抛光，效果比较好。冠部角和亭部角分别为 42 度和 43 度。

③弧面型宝石用 100#和 400#的碳化硅砂轮进行粗磨和细磨。用刚玉粉或氧化铬在皮盘或毛呢上抛光。

链接：水晶常用琢型的加工角度和顺序

9.12 欧泊

（蛋白石）

1、材料性质

[化学成分] 分子式为 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，含水量在 6%--10% 之间。

[结构] 由含水的二氧化硅小球堆积而成。非晶质结构，无结晶的方向性。



各种欧泊原石和加工饰品

[解理] 性脆，无解理。[摩氏硬度] 5.5—6.5。

[折射率] 1.44—1.46. 火欧泊一般为 1.4。[光泽] 玻璃光泽。

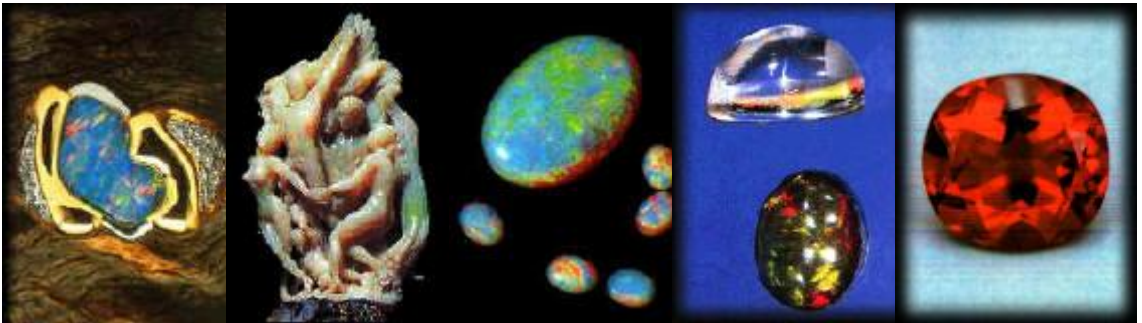
[体色] 黑色、白色、褐色、粉红色、橙黄色、绿色和蓝色。黑欧泊最为名贵，蓝绿色次之，白以纯白最佳，灰白、乳白较差，火欧泊价值较低，樱桃红火欧泊比较罕见。

[变彩效应] 优质的欧泊变彩颜色种类多，漂亮的变彩有红色、紫色、橙色、黄色、蓝色和绿色，变彩颜色是由冷色和暖色相间组成，颜色对比强烈鲜明，倍受青睐。

2、宝石设计

欧泊的加工是一件颇费心思的工作，要想加工出好的欧泊宝石饰品，技巧、耐心和三者都是不可少的。在对原石加工之前，首先必须确定原料是应该加工成实体欧泊（solid opal），还是加工成双层石或者三层石。对原料质量

的把握决定了欧泊宝石的最后价值。一般来说，欧泊的加工形式是根据原石的形态及变彩的分布来选择。



a. 随形黑欧泊戒指 b. 白欧泊雕刻品 c. 欧泊弧面石 d. 胶面夹层欧泊 e. 火欧泊刻面石 (2.27ct)

随形 市场上的欧泊特别是优质欧泊主要是随形加工的，将其中一面作为底面加工成水平，另一面则抛光成弧面或流线形，形状往往是不规则的，有时也会加工成鹅蛋形或水滴形，主要为了便于镶嵌作为首饰用（图 a）。

雕刻品 较大块的欧泊或不适宜切开的欧泊，包括在泥砂岩中基质中分布大量有变彩细脉的欧泊，用做雕刻以提高整块欧泊的价值（图 b）。

椭圆弧面型 这种款式最受欢迎。弧面要均匀，抛光要好，并且外形轮廓具有良好的对称性。弧面的高低要适宜，太高会减弱变彩且浪费材料，太薄则容易破裂，一般选择低弧面型（图 c）。

欧泊拼合石 较薄的欧泊将其切成薄片，粘结在铁质砂岩或其它基底上，使欧泊不易碎裂，增强其耐磨和抗破坏能力，并产生黑色的底色，作成二层石。如果欧泊实在太薄，则在欧泊的顶部粘一层透明的材料，如水晶或玻璃作顶，作成三层石（图 d）。

刻面型宝石 透明火欧泊加工成刻面宝石，圆多面型是常见款式（图 e）。

欧泊的设计 蚤娜∩危 灰 蚩钿蕉 跋穀洳市 B A E 凡闯 S 戌噶眩 o 冉 噶讶サ箠 1 危庠诩庸な绷严独∟ 螻 斐刹牧系乃鸮 A?

对于一些分布在化石中的欧泊，一般情况下将整件化石进行加工，以显示欧泊的变彩，同时也保持了化石的形态。

2、加工要领

欧泊的加工主要可分为四个步骤：粗磨成型，细磨成型，砂轮抛磨和皮轮细磨。

欧泊性脆，加工过程中尽量避免任何震动和冲击。欧泊怕热，突然升温 and 降温会使其裂开，过高的温度会使其脱水而失去变彩，因此，再加工过程中防止发热。

欧泊是以克拉计算价值的，切割时用薄的刀片，减少刀口的损失，以减少材料的浪费。

造型工序在细的碳化硅砂轮上完成，砂轮转动时不能有任何摆动和震动，比较安全的办法是在金刚石砂轮上完成造型。

磨抛技术要领：

- 刻面宝石用 320#和 800#的钴粉磨盘进行粗磨和细磨。用氧化铈或红宝粉在沥青盘或尼龙盘上抛光。
- 弧面型宝石用 180#和 400#的石英水磨砂纸进行打磨，用氧化铈在皮盘或毡盘上抛光。
- 细抛厚欧泊可投入酒精中用牙刷进行清洗。

9.13 黑曜岩

1、材料性质

[化学成分]以 SiO_2 为主，含有少量氧化铝、碱金属。

[结构]非晶质块体，有时可见流纹状结构，常有白色的方钠石包裹体及气孔。

[力学性质]硬度 5，性脆，断口贝壳状。

[颜色]体色为黑色，表色为黑色。

[光泽]玻璃光泽。 [折射率]1.5±，均质体。

[其他性质]对热敏感，受热易碎。



2、宝石设计

黑曜岩的款式设计要着眼于力量的显示，宜选用外形棱角分明的长方形、方形、剪刀形、菱形、三角形、风筝形等款式。并且尺寸要尽量大，如长方形为 $9\times 11\text{mm}$ 、 $10\times 12\text{mm}$ 、 $10\times 13\text{mm}$ 等规格尺寸，以其粗犷、豪迈、棱角分明来象征其拥有者的力量。市场上曾经流行的黑曜岩鸳鸯戒面采用的规格为 $10\times 10\text{mm}$ 和 $6\times 6\text{mm}$ 的配对方型款式。

此外，色深或透明度较差的黑曜岩材料也常加工成凸面型宝石。



3、加工的要领

(1) 开料

1) 磨除外壳。黑曜岩原料形态常呈泪滴状、浑圆状、似球状等不规则形状。外壳由于长期受风蚀作用而呈蜂窝状结构，不能利用。风化外壳的厚度不一，

形状不规则。加工时，应先用砂轮磨去外壳，以便确定实际能用材料部分的大小和形状。一般使用 120# 砂轮即可，磨时注意要加水却，不能干磨，否则易受热开裂。

2) 锯切毛坯。除去外壳后，再根据设计的款式和尺寸要求进行切割。由于黑曜岩性脆易裂，切割时宜选用 0.2~0.3mm 的薄锯片，进料速度不要太快，以防产生大量热而导致原石破裂。

(2) 圈形

由于黑曜岩的均质性，故一般只需根据所设计的款式及尺寸切割成的毛坯即成粗样。粗样的尺寸可比设计尺寸大 0.5~1.5mm，粘腰上杆后，再在围形机（或刻面机）上进一步精制获得接近成品的腰形。圈形所用的磨盘（或砂轮）使用 600# 粒度。

(3) 研磨

粗样的腰形完成后，即可进行琢型各个部分的刻面研磨。但要注意，黑曜岩内部常有不规则分布的白色雪花点方钠石包体及气孔等，由于黑曜岩色深常难以判断，造成在加工过程中，常因发现包体或气孔暴露到表面太多或太大而不得不半途而废。为了避免这种情况，在研磨时要用湿水法仔细检查，以确定近磨面的雪花点及气孔的分布以决定是否继续加工。

黑曜岩对光的吸收性较强，当其厚度大于 2 毫米时，其表面色即为铮亮的黑色。因此，要使黑曜岩戒面各小面均呈现出铮亮的黑色，则需保证各小面透射光线路径大于 2 毫米。如鸳鸯戒面即采用 $10 \times 10 \times 2.5\text{mm}$ 、 $6 \times 6 \times 2 \sim 6 \times 6 \times 2.5\text{mm}$ 的尺寸。如需加工成标准琢型，冠部角 $40 \sim 45^\circ$ ，亭部角 $35 \sim 40^\circ$ ，台宽比 50% 为宜。

由于黑曜岩的硬度较低且性脆，故研磨刻面宜使用 800~1200# 的细磨盘。使用这种磨盘：

- ① 可避免磨面边缘崩裂；
- ② 便于在较平滑的磨面上检查气孔及包裹体的分布，以便确定是否继续研磨；
- ③ 缩短抛光时间，减少摩擦热，防止半成品因受热而破碎。

(4) 抛光

黑曜岩的抛光,宜选用合金盘配合钻石粉抛光剂,这种方法速度快且效果好。亦可使用有机玻璃盘配合氧化铬抛光剂,或使用锡盘配合氧化铬抛光剂,但这两种方法的抛光速度较慢且有一定污染。

由于黑曜岩质软,受热易开裂,抛光时要求:

- ①尽量保持接触面湿润,抛光剂宜稀;
- ②抛光时间宜短,尤其是上光,宝石应尽量置于抛光盘中部,线速度愈小愈好;
- ③上光时用力可改向下压力为向前推力,以防抛面边崩裂或划痕等现象;
- ④如果上光不理想,可采用氧化铬抛光剂与皮或木抛光盘进一步处理。

上一页

下一页

9. 14 虎睛石

(硅化青石棉)

1、材料性质

[化学成分] 分子式为 SiO_2 .

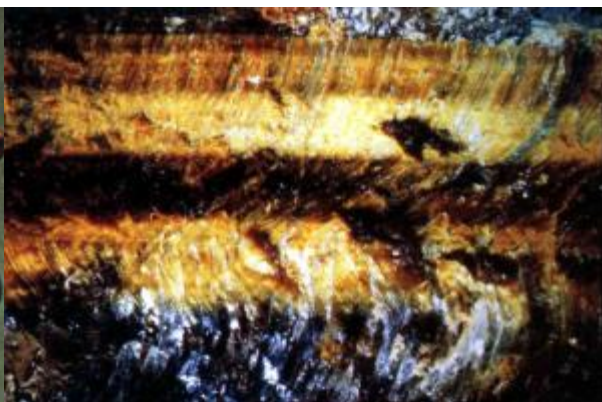
[结晶习性] 多晶集合体宝石,微晶结构。

[摩氏硬度] 6.5。[折射率] 1.53—1.54。

[光学效应] 猫眼效应,一系列交替出现的闪光的黄色和褐色条带,当转动时其位置会互换当切磨适当时会显示猫眼效应。



虎睛石原石及其弧面型宝石



虎睛石的纤维状结构及条带构造

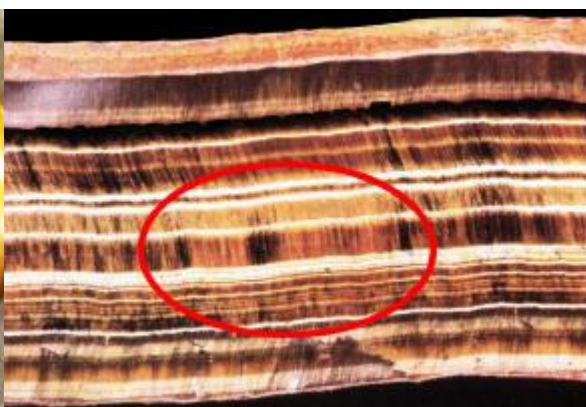
2、宝石设计

虎睛石可加工成弧面型宝石或加工成圆珠项链。

加工弧面型宝石时需要对宝石进行定向。弧面宝石的底面与石棉纤维的方向平行,椭圆长轴方向与纤维方向平行。



虎睛石弧面型宝石



虎睛石弧面宝石的定向

3、加工要领

- 造型工序在碳化硅砂轮上完成,用刚玉粉在皮盘或毛呢盘上抛光。
- 由于虎睛石内部结构不紧密,在平行于纤维方向存在孔隙,研磨时,磨削方向应当与纤维方向垂直,抛光也如此。
- 因内部结构孔隙较多,不要用易污染的抛光剂,用刚玉粉或玛瑙粉最合适。

9.15 翡翠

1、材料性质

[矿物成份] 主要由钠的碱性辉石（硬玉、钠铬辉石、和绿辉石）组成的多晶集合体宝石。

[结构] 粒状、纤维状交织结构。[摩氏硬度] 6.5—7。

[透明度] 半透明——不透明。[光泽] 玻璃——油脂光泽。

[颜色] 绿色、绿白杂色、蓝绿色、紫色、红色。



翡翠原料（开窗）

翡翠原料（切开）

翡翠显微镜下结构(放大 10×10)

2、宝石设计

大块度的翡翠材料用来制作各种雕件，小块料做挂件，更小的优质翡翠及雕件、挂件的边角料中色好的才用来作首饰石。



翡翠雕件和手镯

各色翡翠挂件

各色翡翠弧面型戒面

翡翠首饰石一般加工成弧面型宝石，单凸或双凸均较常见，弧面的高度视材料的厚度和透明度而定。宝石设计中应注意充分发挥翡翠的颜色和透明度、质地各方面的优势。透明度好，但颜色较淡的可以加工得厚一些。颜色浓但透明度差的可以加工得薄一些，有助于改善其透明度，并且使其颜色由沉闷变得鲜艳。

对于颜色不均匀的翡翠材料设计时应尽量使宝石的表面布满颜色，并且将颜色浓阳的部分放在顶部中央，一边有色而另一边无色是不受人欢迎的。原材料中常有斑点和裂隙，在加工前应该尽量去掉。即使不能去掉也应将它们放在不显眼的位置，如弧面型宝石的边缘或底部。

3、加工要领

造型工序在碳化硅砂轮上完成，用 100#和 400#的碳化硅砂布进行粗磨和细磨。

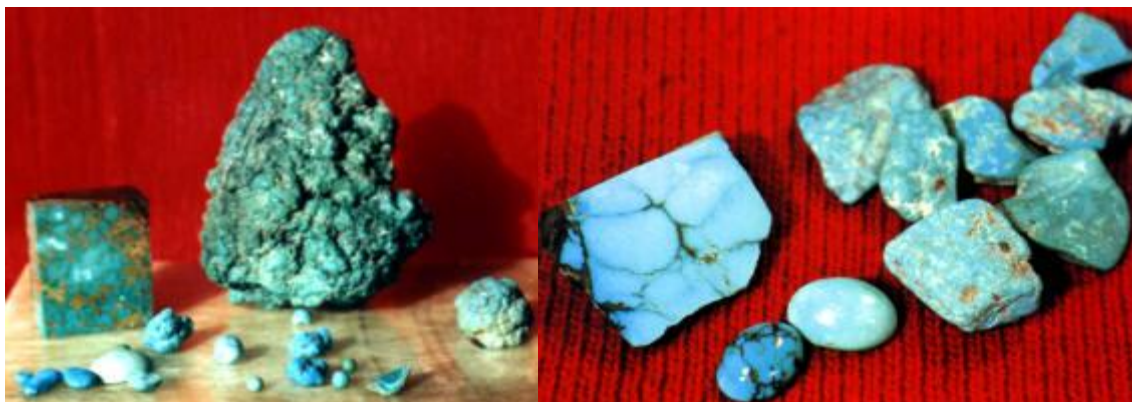
翡翠的抛光需要经验。一般用氧化铬在软盘上抛光，但易产生桔皮效应。而用钻石粉或刚玉粉在硬毡盘或软木盘上抛光可以避免这种现象。翡翠在近于干抛时效果最好，但干抛过火产生的热易使发闷。采用低速抛光技术并施加较大的压力，可以获得好的抛光效果。

9.16 绿松石

1、材料性质

[化学成分] 含水的铜铝硅酸盐，分子式为 $\text{CuAl}(\text{PO}_4)(\text{OH})_8\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

[结构] 多晶集合体微晶质结构，质地细腻，呈瓷器状的致密块体。



各种颜色的绿松石原石（湖北）

优质蓝色绿松石原石及戒面（湖北）

[解理] 无解理，断口呈贝壳状，韧性较差

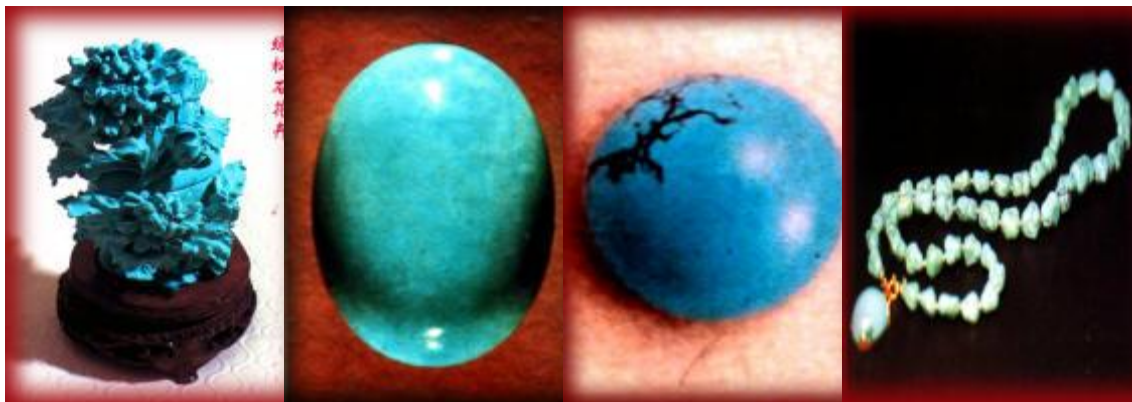
[摩氏硬度] 分三个等级：一级绿松石（瓷松）硬度为 5.3—6；二级绿松石（硬松）硬度为 4.5—5.3；三级是风化较严重的绿松石（面松），硬度在 4 以下。

[透明度] 不透明 光泽 蜡状光泽

[颜色] 天蓝色、蓝绿色、绿蓝色、绿色。在体色上分布着一些白色条纹、斑点或黑色铁线。

2、宝石设计

绿松石是由表生作用形成的、以脉状、结核状产出。大块度的质地致密的绿松石雕刻成玉雕摆件。小粒结核状绿松石抛光后作成串珠。细小的薄片镶嵌在杯、碗、花瓶、护身符、或木制的摆件上。色优质好的小料和边角料常用来制作首饰宝石，主要加工成单凸面型宝石戒面、吊坠、耳环和圆珠项链。



绿松石玉雕

绿松石弧面型宝石

绿松石圆珠

绿松石随形项链

3、加工要领

(1) 绿松石硬度较小，磨耗快，因此，造型工序可在粒度较细的碳化硅砂轮上进行。用 180#和 400#的碳化硅砂布完成研磨工序，也可在石英质水磨砂纸上加工，抛光则可选用玛瑙粉在软毡盘或毛呢上进行。圆珠的加工应尽量避免材料的损失，国内的做法是逐个加工。由于其韧性较差，机械加工时不用钢质窝珠盘，而用硬木或塑料窝珠盘，可以减少材料的破损。用黑色碳化硅做磨料，选用 120#—180#的磨料。窝珠时间一般只需 20—30 分钟抛光不能在震动抛光机中进行，用软盘抛光机较为理想。

(2) 绿松石为多孔隙宝石，吸附性较强，因此，加工过程中应保持宝石干净，避免与油脂、染料接触，以防止污染宝石，抛光时不能用氧化铬、氧化铁等易造成污染的抛光粉。

(3) 绿松石结构中含水，过热会使宝石失水而变黄，加工过程中始终注意冷却，尤其是在抛光时，应经常向抛光盘上添加抛光剂与水的悬浮液，只是在抛光结束前，可以将宝石略加干抛，提高光洁度，但须掌握好干抛的时间。

(4) 绿松石化学性质不稳定，易与酸碱发生反应，加工过程中应避免接触这些物质，以防对宝石的损坏。

(5) 为了掩盖结构缺陷，增加绿松石宝石的光洁度，所以绿松石宝石还有一道必不可少的工序——上蜡。

9.17 青金石

1、材料性质

[矿物成分] 由几种矿物，特别是蓝方石、方钠石、青金石和黝方石组成的集合体。青金石矿物属方钠石族，化学成分主要为 $(\text{Na}, \text{Ca})_8[\text{AlSiO}_4]_6[\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl}]$ 。另外还含有方解石，它使青金石（岩）带白斑；含少量的黄铁矿，使青金石（岩）显黄铜状闪光。此外，还含有少量透辉石、角闪石和云母等矿物。

[解理] 无。**[摩氏硬度]** 5.5。**[折射率]** 1.5 左右。**[光泽]** 蜡状——玻璃光泽。

[透明度] 不透明——半透明。[颜色] 绿蓝色——蓝紫色，以深蓝色（佛青蓝）为最优。



青金石原料及其凸面石



青金石中常含有黄铁矿和方解石白斑

2、宝石设计

(1) 青金石（岩）雕件：大块度的青金石材料可以用来加工雕刻工艺品。

(2) 凸面型宝石和珠子：青金岩材料本身不透明，常被加工成弧面型宝石和圆珠项链，也有加工成方形平板戒面用作男性饰品。



青金石玉雕



青金石饰品

3、加工要领

(1) 青金石 螺捅 κ 募庸い呵啾鹧矣捕冉闲。ズ目坎 蛇耍 煨凸ば蛟
取 6 冉舷傅奶蓟 泉奥稚贤甌桑 (3)乙 へ模 鞣澜植磕ハ鞣 浚慌心スば
蛭?80#和 400#的水磨砂纸很容易是粗糙的表面变光滑。

(2) 青金石易抛光，用氧化铬、红宝粉在布盘、皮盘或毡盘上抛光，均可获得理想的抛光效果。在抛光过程中要密切注意抛光的进程，一旦达到应有的光度，应立即停止作业。因为青金岩是由多种矿物组成的，不同矿物差异很大，抛光时间过长，差异磨削将会使本来已圆滑的表面变得不光滑，黄铁矿包裹体突出与表面。整个加工过程中避免发热及与酸接触。

(3) 青金石韧性一般，过热可能使宝石破裂；再者过热会使其中的黄铁矿氧化形成黑斑。与酸接触会造成材料的腐蚀损坏。

(4) 青金石圆珠的加工：青金石属高档材料，加工时应尽量避免材料的损失，一般做法是逐个加工。由于其韧性较差一般选用硬木或塑料窝珠盘，可以减少材料的磨损。由于其硬度低，窝珠时间一般只需 20—30 分钟。用软盘抛光机抛光效果好。

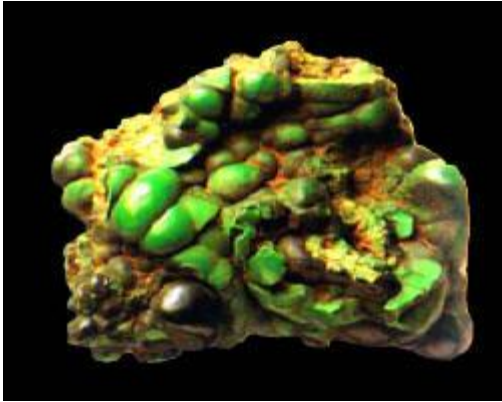
9.18 孔雀石

1、材料性质

[化学成分] 铜碳酸盐， $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ 。

[结晶习性] 多晶放射状集合体宝石。条带状、同心圆状、层状、结核状构造。

[颜色] 鲜艳的孔雀绿色。[透明度] 不透明。[摩氏硬度] 3.5—4.0。



孔雀石原石



孔雀石的纹带构造

2、宝石设计

孔雀石是一种多晶集合体宝石材料，用来作雕件、印章、凸面型戒面和圆珠项链。



孔雀石印章



孔雀石弧面型宝石



孔雀石圆珠项链

(1) **雕件**：须选择块度大、致密的原料，经人工的精心设计和雕琢来增加其工艺价值；

(2) **印章**：选择较厚的原料，经过设计画线、切磨、抛光可制成方章和圆章。由于孔雀石料花纹多变，加工时应尽量是印章的四个面显示各不相同的画面，充分显示其个性特点。对于具纤维结构的孔雀石材料在加工印章时应平行于纤维方向切割，可使切面上出现珍奇的游彩和平面猫眼效应。目前，国内只有铜绿山的孔雀石可用作印拢 牧纤鸢慕洗蟆？

(3) **圆珠**：加工时一般把原石直接倒棱、粗磨（化角）、窝珠、抛光、打孔即可。

(4) **戒面**：由于孔雀石是一种不透明宝石，所以常加工成凸面型宝石。

- 对于花纹多变、环带和条带状的孔雀石原料，在加工时，为了充分展现花纹的多变的特点，可以平行、垂直、斜交纹层切出不同纹饰的戒面。为表现条纹的完整性，将宝石加工的较为宽大。设计时还要使条带状条纹与凸面型宝石的长轴方向一致，同心圆状条纹的圆心放在凸面型宝石的顶部正中位置。
- 对于具有放射状结构的原料（俗称“纤维型”孔雀石，原石上可见闪烁现象）在加工时必须垂直纤维方向切磨，可以加工出孔雀石的猫眼宝石。纤维方向与层面方向垂直，因此定向是比较容易的。

3、加工要领

(1) 孔雀石硬度低，加工中磨耗较快，造型工序在 180#的碳化硅砂轮上进行，用 180#和 400#的砂布进行粗磨和细磨，使用玛瑙粉或硅藻土粉在毛呢上抛光。

(2) 孔雀石易脆，加工过程中应尽量避免机械震动，同时还应连续不断地保持冷却，中断冷却很可能使宝石发生破碎或产生裂纹，在使用皮盘抛光时，尤其要注意发热。

(3) 孔雀石是一种含水的碳酸盐矿物，易与酸起反应，加工中应避免与任何酸性物质接触。

9.19 琥珀

1、材料性质

[化学成分] 琥珀是石化的天然植物树脂，由树脂、酸和挥发性油等多种有机物组成。植物属种不同分泌的树脂不同，分子式可大致表示为 $C_{10}H_{16}O$ ，还含一定量的 H_2S 。

[结构] 非晶质结构，内部显示成串包裹体所增强的流线。**[摩氏硬度]** 2—2.5 。

[透明度] 微透明——透明；**[光泽]** 树脂光泽；**[颜色]** 黄到褐、浅红、有时为浅绿或浅蓝色；



琥珀原石块体



琥珀中含有昆虫包体

2、宝石设计

琥珀的加工对琥珀的价值影响较小，因此，市场上很多的琥珀饰物是随形加工串制而成。大块或含有独特的昆虫包体的琥珀可用来作雕件或者原块保存，较小块度的可以加工弧面型宝石，圆珠项链、刻面型项链和随形宝石项链（下图）。弧面宝石一般切磨宽度较大。



随形琥珀吊件



各种琢型的琥珀饰品

3、加工要领

琥珀硬度小，一般用小刀即可削制成型。弧面型琥珀宝石用 240#和 400#的石英砂纸进行粗磨和细磨。琥珀宝石的抛光用氧化铬、氧化铝或硅藻土抛光剂在布盘、皮革盘或毡盘上抛光均可获得好的抛光效果。

9.20 珊瑚

1、材料性质

珊瑚是海洋生物珊瑚虫的分泌物。文石组成的造礁珊瑚是由生活在水深不超过 100 米的温暖浅海海域中的珊瑚动物构筑的。由于质地疏松只能作观赏石。由方解石组成的贵珊瑚是由生活在深水海域的珊瑚动物在海底构筑的较小的分枝群体珊瑚。是重要的宝石材料。

[化学成分] 化学成分是 CaCO_3 。

[摩氏硬度] 3.5。[光泽] 玻璃光泽。[透明度] 微透明——不透明。

[颜色] 常见白色和红色，少见黑色和蓝色。以红色珊瑚最为受欢迎，与绿松石一样成为珍贵的宗教饰品。颜色深红的珊瑚被称为辣椒红，暗红色、光泽较暗的称为蜡烛红，大红色、光泽好，质如鲜枣的被称为关公脸，桃红、粉红，质地细润的称为孩儿面。



红珊瑚及其凸面宝石



白珊瑚随形串链



黑珊瑚随形串链

2、宝石设计

大的树枝状珊瑚可以用来做天然工艺品或加工成玉雕工艺品。小块度的边角余料通常加工成首饰工艺品。常加工的款式是弧面型宝石和项链珠子。



红珊瑚戒指

红珊瑚项链

白珊瑚项链

3、加工要领

(1) 红珊瑚颜色一般不均匀，最好的颜色常常在表面，因此，加工时注意定向，尽量少磨削其表面。

(2) 珊瑚硬度低，磨耗速度快，注意磨削不要过量。

(3) 弧面型宝石的造型在 180# 的碳化硅砂轮上进行或用小刀削制成型。用 280# 和 400# 的石英砂纸或碳化硅砂纸进行粗磨和细磨。

(4) 珊瑚易抛光，用氧化铝或氧化铁或硅藻粉做抛光粉在皮革盘上抛光。