

浅论欧泊的加工

李宏博¹⁾ 吕林素^{1, 2)} 章西焕¹⁾

1) 中国地质博物馆, 北京 100034; 2) 中国地质大学, 北京 100083

摘 要 欧泊具有特殊的变彩效应, 是一种含水宝石和含有脉石的宝石, 具有独特的加工性质, 如硬度低、脆性强、怕热、色彩丰富、透明度多样、折射率极低、具有星光和猫眼特殊光学效应等。本文从欧泊的加工性质和品种分类出发, 阐述了琢型设计和定向设计, 着重探讨了欧泊的加工技巧, 即在检查一定位—分割—预型—打磨—抛光加工全过程中自始至终处于冷加工状态, 磨机、夹具和磨料之间的协同关系以及各种加工注意事项。最后从定向、琢型、比例、平衡性和抛光修饰度等几个方面探讨了欧泊的切工质量评价标准。

关键词 欧泊, 加工性质, 分类, 加工技巧

A Tentative Discussion on the Manufacturing Characteristics and Skills of Opal

LI Hongbo¹⁾ LÜ Linsu^{1, 2)} ZHANG Xihuan¹⁾

1) Geological Museum of China, Beijing 100034; 2) China University of Geosciences, Beijing 100083

Abstract Precious opals have a unique play-of-color effect and are composed of hydrous gems and gangue-bearing gems, which have particular fashioning properties such as low hardness, strong brittleness, sensitivity to heat, abundant hues, various transparencies, low refractive index, and optical effects of cat's-eye and star. On the basis of studying systematic fashioning properties and species classification of opals, this paper describes the designing of cuts with special emphasis on the cooling fashioning from the beginning to the end, tongs, abrasive powders and the correlations of gem opals and various notes in the whole cutting process of inspecting and orientating, dividing (sawing), performing (shaping), cutting (faceting), and polishing. On such a basis, this paper puts forward the appraising standards for the quality of the cut of gem opals from the aspects of orientation, shape of cut, proportions, balance and polishing.

Key words opal, fashioning character, classification, manufacturing skill

欧泊(opal), 指具有变彩效应的贵蛋白石。欧泊是稀有矿产, 属于工艺美术矿产资源(张英军等, 1995)。欧泊, 按体色分为黑欧泊、白欧泊和火欧泊三大类, 其中以黑欧泊最为珍贵, 也最令人想往的, 因为它最好的展示了变彩效应。博学的古罗马学者普林尼(Pliny)这样称赞欧泊:“红宝石的火, 紫水晶的亮紫色, 祖母绿的翠绿色, 所有色彩不可思议地联合在一起发光”。欧泊, 10 月生辰石, 象征希望、纯

洁和幸运, 被誉为“希望之石”。

1 欧泊的加工性质

1.1 结构构造

非晶体, 局部为晶质体。欧泊由相同大小的二氧化硅球粒紧密堆积而成, 球粒具有圈层构造, 球粒的直径大小介于 150~350 nm 之间, 即具有纳米结构^①。欧泊一般没有固定的外形, 呈块状、葡萄状、

本文由中国地质调查局“地学专项挂图编制”工作项目(编号:200313000049)资助。

责任编辑: 刘志强; 收稿日期: 2006-12-20; 改回日期: 2007-02-01。

第一作者简介: 李宏博, 男, 1978 年生, 助理研究员, 主要从事矿物学、宝石学领域研究; 通讯地址: 100034, 北京市西城区西四羊肉胡同 15 号; 电话: 010-66557460; E-mail: li_h_b@sina.com.cn。

① 吕林素. 1995. 欧泊的宝石矿物学特征及其变彩机理探讨. 中国地质大学(北京)硕士学位论文。

钟乳状或皮壳状。

1.2 力学性质

无解理;断口贝壳状。摩氏硬度低,为5~6(陈忠惠,2004);韧性可变,非常差到中等,多数性脆。

1.3 光学性质

可出现各种体色。白色变彩欧泊,可称为白欧泊;黑、深灰、蓝、绿、棕或其他深色体色的欧泊,可称为黑欧泊;橙色、橙红色、红色欧泊,可称为火欧泊(张蓓莉,2006)。玻璃光泽。透明至不透明。均质体,透明欧泊常见异常双折射。色散很弱,折射率为1.45,火欧泊可低至1.40,通常1.44~1.46(陈忠惠,2004),无双折射率。特殊光学效应为变彩效应,其中最好的欧泊要变彩鲜明,并具有较强的亮度和透明度,且呈现光谱的红端色;除了特殊的变彩之外,有些欧泊石还具有猫眼效应。

1.4 内含物特征

含针状普通角闪石的“灯泡形”二相包裹体;可含黑色针状普通角闪石、红褐色针状针铁矿、近无色透明立方体与八面体聚形萤石、无色自形柱状石英以及极细小亮黄色立方体黄铁矿等单相晶体包裹体^①。色斑呈不规则片状边界平坦且较模糊,表面呈丝绢状外观(陈忠惠,2004)。

1.5 化学性质

化学成分为 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$,通常含水6%~10%(陈忠惠,2004),因而表现为性脆、质软。过热会失去水分而变成白色或微棕色,甚至失去变彩,俗称“脱水”。在加工时,突然的温度变化可导致欧泊裂开,产生细裂纹或龟裂现象。欧泊不能放进沸腾的溶液里。另外,许多具有腐蚀性的物质,如酸、碱等,都不能与欧泊接触,因此,欧泊不能用酸碱溶剂清洗(李劲松,2001)。

2 欧泊的加工分类与工艺要求

2.1 加工分类

根据加工特性、有无特殊光学效应和透明度高,将欧泊划分为透明欧泊、半透明至不透明欧泊、猫眼欧泊、基质欧泊和普通欧泊等五类。

2.2 工艺要求

欧泊应在体色、变彩、坚固性和大小等四个方面达到相应的工艺要求(吕新彪,1993)。一是体色越深越好,以黑欧泊最佳,火欧泊和白欧泊次之。二是要有变彩,以色彩变化丰富、以红色火彩为主、变彩均匀完整^②。三是坚固性要好,即无裂纹,否则容

易破损,杂质还要少。四是原石应不小于0.5克拉,厚度不小于0.6 mm,超过2克拉者就很珍贵。

3 欧泊的琢型选择

3.1 透明欧泊的设计

一般说来,欧泊不适宜加工成刻面型宝石。不过有少数几种欧泊可以加工成刻面型宝石,他们是火欧泊石、玉滴石和胶欧泊石(李劲松,2001)。比如透明的火欧泊石就可以加工成小面型宝石,其中圆多面型是常用的款式(包德清,1995)。

3.2 半透明至不透明欧泊的设计

常可制成厚度很小的低平单弧面型或扁平双弧面扁豆型(吕新彪,1993),并且要达到做首饰的牢固程度。这样设计既省料又能体现其美丽的变彩,还可增加亮度。对于包裹体较多的原石,还可用作雕刻材料。

3.3 猫眼和星光欧泊的设计

对于半透明或亚透明的、含有一组或多组平行密集排列的初始裂开或纤维状结构或线状包裹体(由二氧化硅球粒或方英石组成,或针铁矿的残余)的欧泊原石(陈忠惠等,2003),设计成高弧面型,即椭圆弧面型和圆弧面型,可呈现猫眼和星光效应。

3.4 基质欧泊的设计

基质欧泊包括两种,“漂砾欧泊”和“脉石欧泊”(李劲松,2001)。基质欧泊类似于欧泊二层石,但它的底部不是人工粘合上去的,而是利用欧泊石的天然围岩一起琢磨而成,可设计成带岩石基质或粘接衬板的单弧面型欧泊。

3.5 普通欧泊的设计

无变彩,半透明至不透明的,呈绿色(葱绿欧泊)、蓝白色多孔状(美欧泊)、乳白色略带波状光学效应(青欧泊)、深棕色至黑色(木欧泊),这些普通欧泊通常设计成珠型,串成手链或项链,也可设计成弧面型,还可用于玉石雕刻。

4 欧泊的加工技巧

4.1 检查

欧泊有两种类型,其中以古风化壳型为主。这种类型的欧泊多聚集于风化壳的最下部的风化程度较弱的岩石(蒙脱石混层矿物(李德文等,2002))中,多呈瘤状、脉状或透镜状或薄层状,其表面往往带有砂土或灰尘或氧化铁薄膜,可以用砂纸磨掉或用冷草酸浸泡去除(毛骞等,1994),否则不能看到欧泊内部变彩的情况而无法定位。彻底检查欧泊,将欧泊

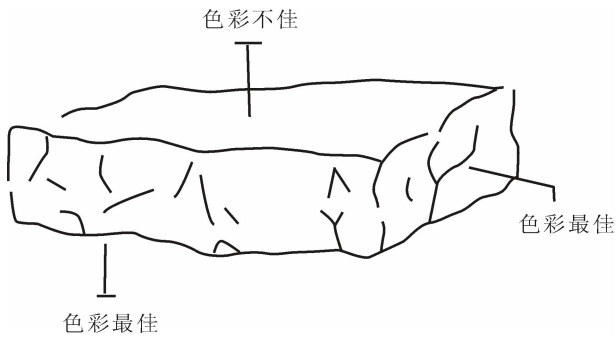


图 1 欧泊的最佳变彩方向(据周树礼,2002)

Fig. 1 The best play of color direction of Opal
(from Zhou, 2002)

原石湿润后,在白炽灯光的垂直上方,检查欧泊变彩的有无、多少和强弱^①;或将欧泊原石置于温水盘中,在强光下,转动宝石,确定变彩效果的最佳方位,观察变彩层的分布情况;还可检查欧泊内部缺陷和包裹体的情况(毛骞等,1994),以及内部是否含有砂岩夹石。

4.2 定位

清除夹石后,重新检查,将最佳变彩方位作为宝石的顶面。边缘若有最佳变彩,其面上也会有好的变彩,如澳大利亚产的欧泊,其侧面的变彩最佳(图1;周树礼,2002),可将此面作为冠部或顶面。毛骞等(1994)认为:若欧泊变彩遍布整个原石,当变彩层较厚并且较宽时,定向简单,切割时可使背底平行于原石侧缘;当变彩层较薄且与原石的顶底面斜交时,定向较困难,切割时可使背底平行于变彩层。欧泊的变彩效应在一个近于平面上的效果最好。若欧泊有多层变彩时,可将原石切割成数块,使每层变彩都得到充分利用;若欧泊只有一层变彩,则可定位于顶部。对于夹层欧泊有两种切割方法,并得到两种不同的欧泊成品。若基岩为松散的砂岩,太软,欧泊层又太薄,可将欧泊夹层一边的砂岩磨掉,并磨平,用黑色沥青作为粘接剂,将磨平的裸露面与其它材料如玉髓、玻璃或劣质欧泊拼合,再去掉另一边的夹石,最终琢磨成欧泊二层石或三层石,使变彩效应更为醒目,还增强了耐磨能力。若基岩为坚硬的富铁岩石,可将欧泊层一边的夹石磨掉,而另一边的夹石可作为衬板,磨制成类似于欧泊二层石的漂砾欧泊戒面;若夹石中间的欧泊层较厚且变彩较多,可将原石一切为二,加工成两块以夹石为衬底的弧面型欧泊。

万方数据

4.3 粘持

欧泊在预型、打磨和抛光过程中,通常需要粘持,特别是较小的原石必须粘持,否则难以加工。欧泊上粘杆时切忌加热,尽量选用熔点相对较低的粘结剂,为避免不均匀加热造成纹裂,应使用可控加热装置,如专用安全加热器等。最好采用冷粘,可用环氧树脂、502胶、硅酸钠及杜克家用胶等作为粘结剂(毛骞等,1994)。采用冷夹磨法,首先用可溶于水的白胶将平的夹具与平板连接在一起,并将待琢磨的欧泊置于夹具中央,干燥约1h;然后用少量“五分钟”或330环氧树脂做成小球,将欧泊粘于夹具上,放置4~5h,待环氧树脂硬化后才进行琢磨^②。在通风良好的地方,用环氧树脂粘持的欧泊,可浸于丙酮或专用溶胶剂中,数小时后自动脱开;用硅酸钠粘持的欧泊,可浸于温水中取下;用蜡粘持的欧泊,可浸于冰水中取下(毛骞等,1994)。

4.4 分割

欧泊原石较大或有几层火可供利用时,需用宝石锯切割。若原石形状极不规则,可先在边缘磨出一个平面,也可将原石粘在木块上,以便放在锯台上。锯切时,针对欧泊性脆而珍贵的特性,最好采用极薄的且滚压有W40金刚石微粉的青铜锯片(0.15~0.2mm);也可采用极薄的马口铁锯片,配以W63~W40的碳化硅微粉与水的悬浊液进行切割(吕新彪,1993),尽量减少刀口损失。切割中尽量减小机械振动,进料推进要均匀(周树礼,2002)而缓慢;切割时沿直线方向轻轻用力,临近末端时用力要减小到最低限度;切割中要随时用水或轻质可溶性油冷却锯片,以防欧泊破裂(毛骞等,1994)。

4.5 预型

欧泊预型时,可用砂轮去除围岩或夹石。先用粗磨轮(100~180[#])打磨夹石,然后用细磨轮(220[#])清除顶部和边部的夹石以及覆膜;也可以用平抛盘如3M型金刚石抛盘加磨料清除夹石与覆膜(毛骞等,1994)。当快磨到欧泊层时,要频繁检查,以免磨损变彩层。欧泊常有包裹体和绺裂等缺陷,加工时不但要尽量避开,同时尽量减少原石的损耗,更要注意变彩效应。预型过程中,确保砂轮磨面光滑平整,且转动时不会有任何偏摆和振动,最好选用金刚石砂轮(包德清,1995);操作时用力要轻,不要引起剧烈振动;要时刻保持冷却水,否则会导致欧泊破裂。

4.6 打磨

通常刻面型欧泊可用有机盘(甲基丙烯酸剂)或锡磨盘进行打磨,先打磨亭部刻面,后打磨冠部刻面;先用 320[#] 的钻粉磨盘进行粗磨,后用 800[#] 的钻粉磨盘进行细磨(包德清,1995)。而弧面型欧泊可用含氧化锡和氧化铈的毡轮进行打磨。欧泊的打磨可分为粗磨和细磨。粗磨一般在平滑磨轮上进行,可先用 100[#] 磨轮,打磨到一定程度再换用 220[#] 细磨轮;而细磨则在专用的橡皮轮和砂布上完成,最好选用旧砂或非常细的打磨用碳化硅砂布来完成。目前,欧泊的细磨普遍采用金刚石磨轮和各种金刚石磨料配合进行。也可用 180[#] 和 400[#] 的石英质水磨砂纸分别进行粗磨和细磨(包德清,1995)。由于欧泊的脆性和热敏感的特性,打磨时必须保证磨轮、橡皮轮的平滑和选用砂粒均匀的优质砂布,并且最好将砂布用水浸湿或使用大量水冷却,切忌干磨,以免过热而造成欧泊破损或失去变彩。磨光时只用细砂轮。打磨中用力要轻,要不断摇动、转动宝石,以免磨出平面,还要频繁检查,以免磨损欧泊层,因为随着欧泊宝石重量的增大,其价值成倍增加。

4.7 抛光

欧泊在抛光之前,有时需在皮革(糙面朝外)、毛毡和粗帆布等上用极细的碳化硅(1000[#])或硅藻土与水混合进行预抛光。刻面型欧泊可用氧化铬或氧化铈在有机盘上抛光(包德清,1995)。而弧面型欧泊抛光时,最适宜用带氧化铬、氧化锡、氧化铈、氧化铝、硅藻土或红宝粉的毛毡、皮革、呢绒、平纹细布、天鹅绒和粗帆布等复合材料;或用含氧化铬、氧化锡的锡磨盘;亦可用紫铜抛光盘加钻石微粉或碳化硅微粉(600~1400[#]) (周树礼,2002);或用林德 A 粉在皮盘上进行,均可得到最佳抛光效果。抛光过程中,设法保持充分冷却,不要使抛光盘和宝石太热;抛光时间不宜过长,以免产生高热;抛光所用压力要最轻,以免磨损欧泊;确保抛光盘上不要沾上粗磨料,以免划伤欧泊。

然而,对于中低档欧泊,则可采用全自动欧泊切割机,即澳大利亚机器人自动切磨成标准尺寸的欧泊。据《澳大利亚宝石学家》(1992)报道,该切割机由输入台和磨床两大部分组成,其中输入台由自动上胶仪和条码指读器组成;而磨床则由 GMF 型机械手、PLC 控制的装卸定位系统、条码指读器、多个金刚石砂轮和主控电脑等组成。上机前先进行预加工,即检查欧泊原石,根据原石的厚薄、变彩分布进行设计,分割并去除原石表面的夹石,磨平底面,使

之平行于变彩。将预加工后的毛坯放置到输入台上,借助主控电脑进行设计,通过上胶仪使毛坯上杆,然后按每一粒固定好的毛坯的条码,输入相应的参数:形状、大小、尺寸、厚度和曲面,然后进行全自动加工。在磨床上,主控电脑将所存储的条码及相应的参数传到机械手,在电脑控制下便自动琢磨,大约 1.5 min 即可磨好一粒戒面,每隔 20 min 装卸一次欧泊毛坯。最后将琢磨后的戒面成批(每批数千粒)进行滚动抛光,5 d 才能完成。

5 欧泊的切工评价

欧泊的切工应从定向、琢型、比例、平衡性和抛光修饰度等方面进行评价。

5.1 定向

对于欧泊来说,如何体现变彩效果是第一位的。加工时,必须使欧泊成品的底面平行于变彩层。在琢磨时,根据欧泊的变彩特征,务必注意变彩方位,选用变彩效果最佳的方向作为宝石的顶面,从而使变彩效应达到最佳(毛骞等,1994),即变彩遍布整块宝石,其色彩变化丰富、均匀完整。对于具有猫眼效应的欧泊,切磨时使椭圆弧面型的长轴方向与包裹体或裂开排列方向垂直,并使其底面平行于包裹体或裂开排列方向,且弧面略高,使宝石的猫眼线变得细而尖。同样对于具有星光效应的欧泊,切磨时使包裹体方向平行于圆弧面型,以便产生星光效应。

5.2 琢型

欧泊的变彩不因款式而增减,其魅力主要在于变彩效应,因而常加工成薄面式,且以不规则的弧面或平面为主。欧泊通常切磨成扁平的腰圆扁平形、自然随形,偶尔也切磨成刻面型。根据原石的自然形态、变彩的强度和分布特点,因材施教,材尽其用,通常设计加工成最适宜展现欧泊变彩效应的任意形状,如心形、二角形、圆三角形和不规则形等,可磨成高、中、低冠,特别是具有美妙变彩的原石,得到尽可能大的欧泊成品(毛骞等,1994)。对于墨西哥所产具有高透明度和变彩效应的火欧泊,往往切磨成高弧面椭圆型或蛋圆型^①。对于低档欧泊,最好使之符合标准尺寸(毛骞等,1994),可批量琢磨和镶嵌,从而节省加工时间和费用。据 Zeitner(1989)统计,55%的宝石工匠首先将欧泊加工成椭圆弧面型戒面,39%的愿意将欧泊作雕刻品之用,仅有 6%的将欧泊切磨成刻面型戒面。欧泊以腰圆扁平型最受欢迎。

5.3 比例

扁平欧泊的厚薄要适中,太厚会减弱欧泊变彩效应;而太薄又会因欧泊性脆而容易破碎。对于刻面型欧泊,冠角 41° 、亭角为 45° 。切磨的款式一般不予考虑,但必须考虑亭角,因欧泊的折射率低,其亭角为 45° ,甚至更大,否则会漏光^①。

5.4 平衡性

欧泊变彩的多少、分布、色彩组合以及形状千变万化,琢磨时必须注意变彩的平衡性。将最佳变彩置于琢型的中央,若将一小点变彩或根本无变彩的“死斑”放在宝石的一端,则无法产生迷人的效果。

5.5 抛光修饰度

欧泊的抛光修饰度一般较好。欧泊成品多呈玻璃光泽或油脂光泽,使宝石油润而闪亮。

6 结论

欧泊是一种含水宝石和含有脉石的宝石,具有特殊的变彩效应。欧泊加工的关键在于正确选择变彩方位,从而呈现出最佳的欧泊变彩。欧泊具有太软太脆、怕热的特性,琢磨中自始至终处于冷加工状态(周树礼,2002),慢速加工,避免任何振动和冲击。加工中应保持充分冷却,注意温度不能过高,最好把温度控制在 $20\sim 30^\circ\text{C}$ 以内(周树礼,2002),要防止原石过热,否则会因失水而变色,甚至失去变彩。加工中所施加的磨削压力要小,接触磨具的时间不宜过长,以免过度磨削和产生不必要的浪费。若欧泊含有脉石,就采用不同的加工方法。总之,欧泊在预型、细磨和抛光的整个加工过程中,小心谨慎,兼顾各方,防止突然裂开或产生细裂纹,讲求加工技巧,从而磨制出工艺精湛的欧泊宝石精品。

参考文献

- 包德清. 1995. 实用宝石加工工艺学. 武汉:中国地质大学出版社, 222.
- 陈运胜, 刘彬. 1993. 欧泊全自动切割机(据《澳大利亚宝石学家》, 1992, 5). 珠宝科技, 5(3): 47~48.
- 陈忠惠, 颜慰萱, 欧阳秋眉. 2003. 珠宝首饰英汉一汉英词典(下册, 修订版). 武汉:中国地质大学出版社, 249.
- 陈忠惠. 2004. 宝石学基础教程 FGA. 武汉:中国地质大学出版社, 188.
- 李德文, 崔之久, 刘耕年. 2002. 风化壳研究的现状与展望. 地球学

报, 22(3): 283~288

- 李劲松, 赵松龄. 2001. 宝玉石大典(下). 北京:北京出版社, 1170~1184.
- 吕林素. 1995. 珠宝鉴定与商贸实务. 北京:中国轻工业出版社, 219~227.
- 吕新彪. 1993. 宝石款式设计与加工工艺. 武汉:中国地质大学出版社, 82.
- 毛骞, 徐海江. 1994. 欧泊加工技术. 珠宝科技, 6(1): 30~31.
- 张蓓莉. 2006. 系统宝石学(第二版). 北京:地质出版社, 380~385.
- 张英军, 笪沪增. 1995. 简论矿产资源分类及其意义. 地球学报, (04): 397~400.
- 周树礼. 2002. 欧泊的宝石学特征及加工技术. 超硬材料与宝石, 14(3): 63~64.

References

- Bao Deqing. 1995. Practical gem processing technology. Wuhan: China University of Geosciences Press, 222 (in Chinese).
- Chen Yunsheng, Liu Bin. 1993. Opal completely automatic cutter. China Lapidary, 5(3): 47~48 (in Chinese with English abstract).
- Chen Zhonghui, Yan Weixuan, Ouyang Qiumei. 2003. Jewellery English-Chinese and Chinese-English dictionary (Final volume, revised edition). Wuhan: China University of Geosciences Press, 249 (in Chinese).
- Chen Zhonghui. 2004. Basic Course of Gemology FGA. Wuhan: China University of Geosciences Press, 188 (in Chinese).
- Li Dewen, Cui Zhijiu, Liu Gengnian. 2002. Present Situation and Prospects of Researches on Weathering Crust. Acta Geoscientia Sinica, 22(3): 283~288 (in Chinese with English abstract).
- Li Jinsong, Zhao Songling. 2001. Canon of Gems and Jades. Beijing: Beijing Publishing House, 1170~1184.
- Lu Linsu. 1995. Jewelry identification and business practice. Beijing: China Light Industry Press, 219~227 (in Chinese).
- Lu Xinbiao. 1993. Gem Style Design and Processing Technology. Wuhan: China University of Geosciences Press, 82 (in Chinese).
- Mao Qian, Xu Haijiang. 1994. Opal Processing Technology. China Lapidary, 6(1): 30~31 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Beili. 2006. System Gemology. Beijing: Geological Publishing House, 380~385 (in Chinese).
- Zhang Yingjun, Da Huzeng. 1995. On the Classification of Mineral Resources and Its Implications. Acta Geoscientia Sinica, 397~400 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Shuli. 2002. Gemmological Characteristics of Opal and Processing Technology. Super Hard Material & Gem., 14(3): 63~64 (in Chinese with English abstract).