

宝石学研究的过去、现在和未来

刘国彬

(中国科学院地球化学研究所)

宝石与人类文化生活的紧密关系由来已久。据考证,至少在公元前四千年人类就和宝(玉)石结下不解之缘。当时人们佩带宝石不仅仅因它精美奇丽,而且相信那些闪烁着光彩的石头具有超自然的能力,可以起到“御邪魔、斥鬼神”的作用。我国封建帝王时代,按照宝(玉)石的种类、制式可区分佩带者的等级地位。战国时代,我国的玉器已从礼器、装饰品演变为贵重的货币,“珠玉为上币,黄金为中币,刀布为下币”。尽管人们应用宝石历史久远,作为一门学科——“宝石学”(Gemmology)一般被认为是本世纪初发展起来的。它一开始就和晶体学、矿物学有不可分割的联系,直到现在它仍属于地学的一个分支学科。通常,宝石学研究的对象是矿物中被列为宝石矿物的那一部分。但它含有矿物学所不能包括的研究对象、方法和原理。例如,宝石学除研究天然宝石矿物外,还研究来源于动植物的宝石材料(珍珠、珊瑚、琥珀、象牙、煤精等),它还研究人工合成和仿制的各种宝石。宝石学不仅研究宝石材料的组成、结构、物理特性及鉴定方法,同时要研究宝石的雕琢式样、研磨工艺,以期被雕琢的宝石能充分地显示其光学特性,达到令人赏心悦目的艺术形象。由于宝石通常都很贵重,它一般不宜采用矿物学的常规检测方法而必须进行非破坏性检测。上述差别使得近代宝石学越来越趋于以一门完整的独立学科出现在学术界。

宝石学研究工作西方开始早一些,1838年第一部宝石学专著问世。1908年英国成立了国际上第一个宝石学协会。1931年美国在洛杉矶建立了美国宝石学研究所,这是一个以宝石鉴定和培养宝石学人才的专门机构,迄今有6000多各国学生从该所结业。1934年美国宝石学协会和德国宝石学协会正式成立。七十年代初,日本、澳大利亚、加拿大等许多国家也相继建立宝石学组织,发行刊物。国际性学术交流方面,最早的是从1951年举行的国际宝石学会议,今年10月将举行它的第十九届会议,在国际矿物协会第九届全会上(1974),决议设立宝石和宝石矿物工作委员会,此后每届会议都将宝石矿物列为专题讨论,去年第十三届全会上决议将工作委员会过渡为宝石材料委员会。此外,在国际晶体生长会议以及某些地区性会议上也专题讨论、交流宝石学方面论文。回顾过去数十年(1905—1960)宝石学发展历史,我们不妨称它为刚刚迈步的初期阶段,宝石学还只是以宝石商人为主的活动天地。

宝石学的现状

六十年代后期起,宝石学获得异乎寻常的发展。这种局面的形成主要是,宝石消费量激增(包括装饰用宝石及工业技术用两大方面);各种品质优异的人造宝石大量涌入市场,出现真伪莫辨的境况,从而迫使宝石检测技术朝着精确方向发展;一大批从事固体物理、晶体生长和矿物学研究的学者加入了宝石学研究行列、开创了宝石学研究的新局面。主要表现为:

1) 新找到的宝石品种明显增多。据统计,从本世纪初至二次大战前,全世界新发现的天然宝石仅铍尖晶石和钠柱晶石两种。然而,近卅年来发现的新品种达30余种,其中有知名的坦桑石、硅铍铝钠石(tugtupite)、铍镁尖石等。与此同时,新的宝石矿床也接二连三地发现。特别是在东非、中非、澳洲、南亚、南美的一些地区找到规模巨大的金刚石、红、兰宝石、祖母绿、钒石榴子石等宝石矿床,震动了宝石学界。有关实例参看本刊《第十八届国际宝石学会议》一文。与此同时,一些老的宝石生产国也找到不少新矿区,如斯里兰卡的兰宝石,巴西的祖母绿均属这种情况。

2) 人造宝石和处理宝石无论在品种或数量上都迅速增加,一个独立的人造宝石工业系统已在不少国家中形成。以熔熔法生长的刚玉(红、兰宝石)和尖晶石为例,1980年年产量估计达 10^8 克拉(20万公斤)。必须指出,今天不仅已合成出一大批单晶体材料(如金刚石、变石、祖母绿、红、兰宝石、锆石、紫晶等),非单晶宝石材料如蛋白石、绿松石、孔雀石等也已研制成功投放市场。还必须指出,从1905年长出红宝石到1948年止,进入宝石市场的只有人造红、兰宝石和尖晶石等三个品种。五十年代初到六十年代后期,增加了合成祖母绿、水晶及用作金刚石代用品的钛酸锶、YAG。七十年代起,新研制出来的合成宝石几乎以每年1—2种的速度投放市场。这里还没有包括那些仅外观、色泽与天然相当,而化学组成和结构与天然有别的仿制宝石或代用品。例如,目前市场上号称绿松石的至少有6—7种,但可称之为合成绿松石的只有一家公司产品;号称蛋白石也有4—5种,从组成到结构、外观都相当也只有2种。

当前,使人眼花缭乱的是出现一大批经人工处理过的天然宝石,它们原是一些品质较低的宝石,一经处理身价倍增。它们与未经处理的优质天然宝石很难区分。据统计,曼谷售出的红、兰宝石中95%是经过处理的。研究表明,宝石的人工处理方法已从行使多年的染色、加热方法发展为高能粒子的辐照致色,杂质扩散、表面涂膜及由几种品质不一宝石组合成的复合宝石。目前,仅红、兰宝石的处理方法就达9种之多,其中有四种方法完全模拟天然刚玉的着色作用过程,这类处理宝石极难与天然的区分开来。

3) 不难理解,当市场上流行的绝大多数宝石是天然产品的时候,鉴定工作较为简单。但是当多种多样的合成宝石、处理宝石、仿制宝石混杂于宝石领域,它们又是那样形神俱似,宝石鉴别家们再也不能仅仅凭他们的经验或者简单的工具从事了。于是,构成当代宝石学重要特征之一的就是精密的物理检测仪器的引入。国外任何一个重要的宝石学实验室,现在都装备有从电子探针、透射和扫描电镜、顺磁、核磁、穆斯鲍尔谱到吸

收谱、红外及莱曼光谱、X—射线形貌、热发光、阴极射线发光等现代化大型仪器。即便如此，鉴定结果也不是万无一失的。如合成紫晶，虽然有些样品中含有“面包屑”样包裹体可作判断依据，大多数的则与天然紫晶无异，尤其是已镶嵌上架的更难鉴别。所以，象美国宝石学研究所的宝石贸易实验室这种权威性机构，在颁发紫晶的鉴定证书时就不区分是天然或是合成的。辐照处理过的金刚石的鉴定也有类似情况。2—3年前，判别金刚石是否经过辐照处理的最重要依据是在595nm处的吸收线：处理过的普遍显示595nm吸收，未经处理的则缺失。最新的研究查明，上述准则并非确定无疑的，因为加热晶体到1000℃时，595nm吸收峰可完全消失而晶体颜色无多变化。为此，有人引入了低温检测法，即将样品置于-160k条件下分析对比两者的吸收谱，已取得初步结果。

4) 正是由于大型物理检测仪器的引入，邻近学科学者的参加，宝石学理论研究方面也逐步深入。近年来受到普通重视并已取显著进展的有：宝石矿物颜色形成机制，包括过去带有神秘色彩的“猫眼”、“星彩”、蛋白光等的起因；变石的变色效应机制及新的具有变色效应矿物的发现；天然蛋白石结构的揭开及某些蛋白石矿床的成因模式等。关于宝石矿物的颜色形成机制，贝尔实验室的K·纳赛归之为12个类型，分别用晶体场等理论给予解析。例如，他用晶体场理论概括了由过渡金属离子或色心所引起的自色和他色（孔雀石、石榴石、祖母绿、紫晶、茶晶等）；应用分子轨道理论解释由电荷转移及有机着色作用引起的颜色（兰色兰宝石、黄铁矿、青金石、琥珀、珊瑚、石墨等）；用能带理论解释了金属、半导体及掺杂质半导体（兰色金刚石）的颜色；用物理光学理论（色散、散射、干涉和衍射）解释了金刚石中的“火”及“星彩”、“猫眼”、“蛋白光”等现象。变石的变色效应过去曾错误地归为二色性。最近研究表明，变色的关键在于自然光和人工光源具有不同的光谱组成，如果在金绿宝石、石榴石、刚玉等宝石矿物的八面体晶体场位置上含有适量的 Cr^{3+} 或 V^{3+} ，则它们就在自然光下呈翠绿或浅紫色，人工光下显红色。可见变色效应并非变石所特有，事实也是如此。

宝石学的展望

随着世界人口不断增加，生活水平越来越高，装饰用和新技术用的宝石材料的需求量必然越来越大，宝石和宝石学研究的前景是很宽广的。那么，宝石学面临的任务是什么呢？

1) 加强宝石矿床成矿理论的研究，考虑到宝石的主要特点之一就稀少珍贵，它一般不形成通常意义的“矿床”，有人统计，大约每一百万颗祖母绿中有一颗是够宝石级的。显然，宝石是在特定的物理化学条件下形成的。这就要求不仅要划分大的成矿区（如前不久提出的冈瓦纳古陆、乌拉尔、北美三个宝石矿带），更须研究矿床地球化学和成矿作用机理。

2) 人造宝石今后的主攻目标预期是①努力使宝石级金刚石的合成从实验室走向工业性生产，改善金刚石仿制品的质量，特别是锎石和碳硅石的尺寸和颜色，②合成出宝石级的多色电气石、黄玉、兰色堇青石、绿色橄榄石、硅铍钠铝石、铈尖晶石等矿物，

③实现已努力多年的硬玉（翡翠）和软玉的人工合成；④合成出具有特殊光学效应的宝石材料，如具有星彩、猫眼、蛋白光等效应的绿柱石、玫瑰石英、尖晶石、月长石、拉长石，虎睛石、猫眼金绿宝石和猫眼电气石等；⑤在实验室中真正合成出珍珠，改变仅依赖海水或淡水养殖珍珠的现状。

3) 研制快速、精确有效的宝石鉴别技术，目前大型检测仪器的广泛使用虽然达到准确鉴定的目的，但毕竟不是轻易能配置全的。最近美国宝石仪器公司推出的手提箱式测试仪就是这方面努力的一个尝试。

4) 随着新型宝石材料的研制成功以及人们爱好的改变，宝石的雕琢切磨型式必须有所创新。正如目前美国切型取代了古老的欧洲切型一样，未来的切型也要取代当前流行的式样。

5) 在去年的国际矿物协会上，宝石学家们热烈讨论了宝石学术语统一及宝石学教育问题。宝石学术语过去非常混乱，近年来虽然剔除了一些重复的术语，为了进行资料的计算机编码检索，必须作更大努力。在大学讲授宝石学课程美国最早开始(1906—1913)，今后宝石与人们生活关系更加密切，加强宝石学教育势在必行。

1945年以来新发现的宝石矿物

第二次世界大战结束以来，全世界大约发现30个宝石类新矿物。其中除了具有矿物学意义的新矿物以外，还有一部分是由于独特的颜色或引人注目的外观，而具宝石价值的已知（甚至常见）矿物，也包括个别玉石。至于经热处理或辐照处理而成的宝石矿物，目前大有充斥国际宝石市场之势，可以说已经失去作为新矿物的意义，因此只作简单的介绍。

1 新矿物

磷铝钠石, Brazilianite, $\text{Al}_3\text{Na}(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$, 1945, 巴西。

铍镁晶石, Taffeite, $\text{BeMgAl}_4\text{O}_8$, 1945, 斯里兰卡。

硼镁铝石, Sinhalite, $\text{Mg}(\text{Al}, \text{Fe})\text{BO}_3$, 1952, 斯里兰卡。

锂磷铝石, Amblygonite, $\text{LiAl}(\text{F}, \text{OH})\text{PO}_4$, 1953, 巴西

硅钙铀钍矿, Ekanite, $(\text{Th}, \text{U})(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Pb})_2\text{Si}_8\text{O}_{20}$, 1953, 斯里兰卡。

红硅硼铝钙石, Painite, $\text{Ca}_4\text{BSiAl}_{12}\text{O}_{38}$, 1951, 缅甸。

硅铍铝钠石*, Tugtupite, $\text{Na}_4\text{AlBeSi}_4\text{O}_{12}\text{Cl}$, 1960, 格陵兰。

水铝氟石, $\text{CaAl}_2(\text{F}, \text{OH})$, 1976, 墨西哥。

• 拟译名, 下同。