DOI:10.15964/j.cnki.027jgg.1999.01.001

中国宝石和宝石学研究现状与进展

亓利剑 裴景成
(中国地质大学，武汉，430074)

人类对宝石材料的开发与利用，最早可追溯到旧石器时代。削石制器，取砾为饰，成为古代中国人装点生活、以求生存的主要途径。战国时代，是中国宝石业得以繁荣和发展的重要时代，《山海经》一书可视为最早研究宝石矿物的专著。然而，真正把宝石学作为一门独立的学科来研究，可能始于80年代初。我国的王福泉、栾秉璈、傅林堂、欧阳秋眉、刘国彬、张仁山等老一辈宝石学家，率先开创了宝石学研究的先河，他们的一系列专著和论文，为后人的进一步研究奠定了坚实的基础。

近10年来，由于国外宝石学新理论、新技术、新方法的引进，特别是新的天然与合成宝石材料的开发利用，使我国宝石学研究领域发生了质的飞跃。从传统、宏观、定性的描述，向微区、微观、微量方向发展，初步实现了与国际宝石学研究接轨的目标。

宝石学最初源于矿物学、岩石学、工艺美术学，现已发展成为一门多学科相互交叉、渗透的新兴综合性学科。它的研究对象主要是天然宝石、合成宝石和人造宝石，其研究内容涉足到宝石的形成、找矿、开采、优化处理、加工、设计与镶嵌、直到成为商品的全过程。研究范围之广，为其它学科所无法比拟。纵观近年来国内宝石学研究成果，参照国外宝石学最新研究动态，拟就中国宝石学研究现状与进展归总如下。

1 宝石资源

目前，国内宝石资源的研究主要涉及地质基础理论、找矿方法和经济评价等方面。在具体研究过程中，多注重宝石的成矿地质条件、成矿规律、成矿动力学及母岩含矿性。以传统的重砂找矿方法并配合先进的物、化探方法已被证明是寻找宝石原生矿的有效手段。

1.1 金刚石

研究资料表明，中国金刚石原生矿主要分布在地台区，包括华北地台的辽宁瓦房店和山东蒙阴金刚石矿，扬子地台的贵州镇远、凯里和湖南宁乡金刚石矿。此外，塔里木地台也曾发现有少量的金刚石。

路凤香等人(1996)经研究后认为，金刚石的主要寄主岩——金伯利岩及橄榄钾镁煌斑岩，是处于地幔—岩浆—流体三组分体系中、并在一定的岩石圈动力学环境中、由地幔物质、低程度熔融的富钾超镁铁—镁铁质岩浆及以C，H，O，N，S为主要成分流体的相互反应、混熔而固结形成的混杂岩。由此得出金刚石的结晶生长除与温度压力及氧逸度有关外，熔/流体的成矿作用也起到重要的作用这一结论。

近年来，辽宁地质六队采用重砂与高精度地面磁法测量新技术，在原有金刚石矿的基础上，经过艰苦勘查，终于在瓦房店岚崮山地区又新发

收稿日期：1998-01-08
第一作者简介：亓利剑，男，1956年生，副教授，地球化学专业，主要从事宝石学研究和教学工作。

现三个含金刚石的金伯利岩岩体，取得了金刚石找矿方法的突破性进展。

1.2 红、蓝宝石

目前，我国具经济开采价值的蓝宝石矿主要分布在新生代碱性玄武岩及其冲积砂矿中，如山东、海南、福建、江苏、黑龙江等地，其中以山东昌乐蓝宝石矿床的经济开采价值最大。邹进福、袁奎荣(1994)经研究后认为，这类蓝宝石属低度熔融的富 Al_2O_3 玄武岩浆早期晶出的高压巨晶，其母岩的含矿性及品位受控于岩浆的上升速率，并建立了玄武岩成岩成矿模式。

资料表明，国内现已发现的红宝石矿(点)床就有十余处，它们主要分布在云南、青海、黑龙江、安徽、新疆等地。相比之下，云南哀牢山红宝石矿床最具经济开采价值和潜在的远景。该红宝石赋存在扬子地台西缘的造山带内，在大理岩中呈浸染状、条带状及斑晶状产出，属区域变质作用与晚期高温热液作用叠加所致，且构造控矿作用明显(钱天宏等，1996)。

1.3 其它宝石

邹天人等人(1996)对新近发现的新疆天山方钠石、透辉石和阿斯喀尔特海蓝宝石及伟晶岩型金绿宝石的矿床地质特征进行了较详细的研究，并对其成矿规律及矿床成因一并作了较深入的探讨。王义昭、刘永先(1995)对新近发现的云南文山祖母绿的成矿作用与成因也进行了较详细、深入的研究，从而填补了我国宝石资源的空缺，为进一步寻找这类祖母绿矿及综合开发利用提供了依据。近年来，中国地质大学(武汉)珠宝学院在国家自然科学基金资助下，对湖北绿松石的矿床成因、找矿方向进行了较深入系统的研究。目前正对新近发现的四川平武绿柱石矿床地质特征进行研究。

2 人造与合成宝石

人造与合成宝石是高科技的结晶，它随科学技术的发展而发展。与国外先进的国家相比，我国合成宝石的研究起步较晚。自 50 年代后，焰熔法合成刚玉、水热法合成水晶、合成工业级金刚石相继投放市场。80 年代开始，我国合成宝石的研究进入一个全新时期，壳熔法合成立方氧化锆、晶体提拉法人造钇铝榴石、钆镓榴石、合成变石先后研制成功。特别是进入 90 年代后，上海李达明教授研制合成钻石初获成功，广西桂林宝石研究所曾骥良教授研制的水热法合成祖母绿、红宝石成功问世，标志着我国合成宝石的研究开始步入世界先进行列。目前，对人造与合成宝石的研究主要涉及到生长工艺条件、晶体生长特征、晶体缺陷、呈色机理、内含物、谱学以及物、光性特征等，充分显示了人造与合成宝石学研究的潜力。依据合成宝石的生长条件，反演天然宝石矿物的结晶生长过程与物化条件，将成为实验宝石学研究的前沿课题。

3 宝石学测试技术与方法

近年来，由于国外一些新理论、新方法和先进的电子微束、波谱分析测试技术的引入及应用，使我国宝石学研究领域发生了长足的变化，从传统、宏观、定性、粗浅的描述性研究，转入先进、微观、定量的理论性研究，由此摆脱过去那种单一的鉴定对比研究模式，使宝石学研究向全方位、微观、微量的纵深发展。红外光谱作为波谱分析这一新兴学科中最常见的技术之一，近年在国内宝石学研究领域中得到了广泛的应用。宝石学家主要用它来解决至今依靠传统常规的检测仪器所无法解决的疑难、热点问题，例如，依据水分子的存在形式和振动特征，红外光谱可将内部纯净的红宝石与水热法合成红宝石、祖母绿与助熔剂法合成祖母绿及某些水热法合成祖母绿区分开。特别对充填处理翡翠(B 货)中的高分子聚合物的鉴别更是卓有成效。此外，对钻石与合成钻石中氮的存在形式及其分类研究也获显著效果。不容置

疑，红外光谱技术在宝石学研究与鉴定领域中将发挥出愈来愈重要的作用。

激光拉曼光谱是一种新兴的无损微区分析技术，它为宝石学家提供了一种研究物质分子振动特征的有效手段。拉曼探针与显微测试技术的结合，极大方便了研究人员对宝石中微米量级的内含物(晶体、熔体、流体、气体)成分的深入研究。例如，郑建平等人(1994)利用激光拉曼技术对辽宁金刚石中包裹体进行研究，首次发现流体包裹体，这一重要发现为金刚石流体成矿作用及其成因提供了重要的依据。此外，激光拉曼光谱也常用于检测宝石内部所充填的高分子聚合物及无机材料(如铅玻璃)。尽管激光拉曼光谱技术在我国宝石学中的应用研究尚属初期，但其应用前景看好。

电子顺磁共振(ESR)谱。作为宝石学应用研究的一个新领域，近年来受到人们的关注。它的研究对象主要是宝石中过渡金属离子的成分、价态、占位和色心(电子、空穴、辐射损伤心)、精细结构及顺磁性。蔡秀成等人(1987)率先采用 ESR 技术，对湖南、贵州金刚石的来源、成矿条件进行研究，取得了有意义的成果。研究结果表明，不同产地金刚石的 ESR 谱不尽相同，可视为一个地区或某种类型矿床中金刚石的标型特征，从谱学角度证实了湖南金刚石砂矿的补给区不在贵州，而另有新的源头。而后，中国地质大学(武汉)珠宝学院利用 ESR 技术，对中子辐照黄色蓝宝石的色心和谱学特征进行过研究，从而揭示了该宝石的颜色是由辐射损伤心与杂质离子心的复合色心共同作用所致。目前，他们正与有关科研单位对辐照处理绿色钻石的呈色机理、鉴定要素这一世纪难题进行联合攻关。

电子探针作为宝石微区、微量、无损检测的一个重要技术，近年来，在宝石学研究与鉴定领域中发挥着愈来愈重要的作用。中国地质大学(武汉)珠宝学院研究人员利用电子探针、有效地解决了宝石鉴定中的疑难、热点问题，并发现在宝石矿物中普遍存在成分配比不均性及结构变异现象，由此提出了一些新的观点和新的认识。

利用同步辐射 X 射线貌相技术和荧光微探针，对宝石矿物的微量元素成分、结构缺陷进行研究(田亮光，1997；曹亚文，1997)，是近年来国内宝石学研究的又一个热点。它的应用不仅开拓了人们的研究思路，而且使人们从一个全新的角度去认识和探索问题。此外，穆斯堡尔谱、核磁共振、阴极发光、离子探针等测试方法的应用，有助于深入研究宝石矿物的光、电、磁、热等特征及内在变化规律，使宝石学这门既古老又新兴的学科得以全面发展。

4 宝石优化处理实验工艺

应用高新优化处理技术去展示天然宝石的潜在美，使自然界中原本就十分有限的宝石资源得以充分利用，是我国宝石研究者面临的重要研究课题。我们高兴地看到，近年来我国在宝石优化处理方面取得了较显著的成果，如高秀清、向长金、何金明、杜光庭等人，利用先进的辐照装置，对无色黄玉、蓝宝石、绿柱石及电气石进行辐照改色处理研究，并获得成功。山东蓝宝石的热处理改色试验研究，曾一度成为国内一些大专院校和研究所的热门研究课题。目前，对金刚石的辐照改色处理的试验研究正悄然兴起。

然而，与国外一些先进国家相比，我国的宝石优化处理无论在基础理论研究方面，还是在实验工艺及实验装置方面均存在明显的差距。进一步加强对宝石晶体结构、晶体化学、色心物理学等基础理论方面的研究，提高优化处理和检测技术水平，将是今后宝石优化处理这一研究领域的发展趋势。

只有将宝石优化处理成果与技术迅速转变为生产力，即缓解人们对天然宝石的供需矛盾，又产生巨大的经济效益，才能使宝石优化处理这门新兴的研究领域更加充满活力，更具广阔的应用

前景。

5 宝石鉴定

现代高新技术的发展，促进了新的合成或人造宝石及优化处理宝石的不断面市。一些合成宝石与天然宝石之间的差别正日趋缩小，一些优化辐照处理宝石的特征与天然宝石相差无几。由此导致宝石鉴定中的一些难点、热点问题相应出现。早期那种传统、宏观、粗浅的描述性对比研究方法，与当今宝石学发展水平已不相适应。正因如此，才促使人们对宝石鉴定中的热点问题进行综合、系统、深入的研究，由此推动了宝石鉴定技术与研究水平不断向纵深发展。

宝石鉴定作为宝石学的核心部分，它构成了宝石学相关学科的重要研究基础。也正因如此，中国大陆、香港、台湾地区的宝石学家都十分注重宝石鉴定技术与方法的研究，并相应取得了卓有成效的研究成果。目前，宝石鉴定与研究的热点相应集中在新的合成与人造宝石、优化处理宝石、宝石内含物、鉴定技术与方法、缅甸翡翠的分类等方面上。

由国家珠宝玉石产品质量监督检验中心张蓓莉等人编写的《珠宝玉石鉴定》、《珠宝玉石名称》、《钻石分级》三个国家标准，对规范国内珠宝市场、维护消费者的合法权益起到了积极的作用。近年来，中国地质大学(武汉)珠宝学院就热处理红宝石、水热法合成红宝石、扩散处理红宝石、辐照处理黄色蓝宝石、翡翠、合成钻石等热点问题，先后进行了较深入的研究，并取得了一批具指导意义的研究成果。目前，正联手研究辐照处理绿钻石、黄色绿柱石的谱学特征与呈色机理等热点问题，力争在鉴定方法上有所突破。

6 结语

当今世界高新技术的日新月异，无疑给我国宝石学研究带来了新的机遇和挑战。因此，只有加强国内、外宝石学学术交流与合作，大力开展宝石学的应用研究，以应用研究带动并促进基础理论研究，才有可能提高我国宝石和宝石学基础理论与应用研究的整体水平，使中国宝石和宝石学研究早日跻身世界先进行列。

以下列举的具代表性研究文献，基本上反映出90年代后中国宝石学各领域的研究现状与进展。

1 池际尚，路凤香，刘永顺等. 中国原生金刚石. 武汉：中国地质大学出版社，1996. 1～96

2 陈丰，陈积昌，郭九卓等. 金刚石中首次发现高钾高氯包裹体. 科学通报，1992，37(10)：921～923

3 郑建平，路凤香，郭晖等. 金刚石中流体包裹体研究. 科学通报，1994，39(3)：253～256

4 邹天人，於晓晋. 中国天然宝石及矿床类型和主要产地. 矿床地质，1996，15：1～8

5 邹天人，徐珏. 天山蓝——中国天山方钠石矿床. 矿床地质，1996，15：40～41

6 钱天宏，姚锁柱，王义昭. 云南哀牢山红宝石矿床地质特征及其意义. 矿床地质，1996，15：29～30

7 罗益清. 中国红宝石矿床. 矿床地质，1996，15：26～29

8 王义昭，王厚强. 滇南祖母绿矿床地质特征. 矿床地质，1996，15：24～26

9 邓燕华. 宝(玉)石矿床. 北京：工业大学出版社，1991

10 张培元. 中国金刚石找矿有重大进展. 中国宝石，1993，3：4～5

11 沈才卿. 我国人造宝石业现状与问题. 中国宝石，1996，1：58～60

12 陈庆汉，黄晋荣，沈才卿. YAG仿祖母绿宝石的研制及其特征. 珠宝科技，1997，2：19～20

13 彭明生. 宝石优化处理与现代测试技术. 北京：科学出版社，1995

14 郑楚生，王英，张惠芬. 含蜡翡翠A货与B货的拉曼光谱鉴别. 矿床地质，1996，15：133～136

15 侯舜瑜，曹姝昱，方小波. 利用拉曼光谱鉴定翡翠A、B、C. 中国宝石，1995，1：49

16 魏家秀，王立华，陈克樵. 流体包裹体的激光拉曼探针研究与宝玉石成分检测. 矿床地质，1996，15：129～132

17 高岩，张蓓莉. 红外光谱技术在宝石学中的应用. 中国宝石，

1998，1：113～115

18 张蓓莉，高岩. 石英晶体中的水及其意义. 中国宝石，1996，1：52～54

19 郑巧荣. 电子探针分析在宝玉石上的应用. 珠宝科技，1995，2：28～31

20 吕新彪，李珍. 天然宝石——人工改善及检测原理与方法. 武汉：中国地质大学出版社，1994. 49～150

21 吴瑞华，王春生，袁晓江. 天然宝石的改善及鉴定方法. 北京：地质出版社，1994. 101～175

22 何金明，史军，郭福文. 宝玉石加工改色工艺与检测. 乌鲁木齐：新疆人民出版社，1995. 57～120

23 向长金. 黄玉及其辐照改色. 珠宝科技，1992，1：17～18

24 王树根. 黄玉优化的实验研究. 珠宝科技，1996，2：18～21

25 王传福. 宝石改色的一种新方法——熔盐法. 珠宝科技，1993，3：44～45

26 欧阳秋眉，李汉声. 黑色翡翠的成色机理. 中国宝石，1998，4：63～65

27 欧阳秋眉. 翡翠 ABC. 香港：天地图书有限公司，1997

28 余树桢，李建兴，吴舜田. 加工处理翡翠之拉曼光谱检测分析. 台湾地质，1995，15(1)：153～169

29 吴舜田. 猛速红宝石. 台湾：珠宝界，1994，30：100～101

30 黄义仁，李育成，陆寿康. 墨翠之研究，台湾：珠宝界，1998，46：129～133

31 苑执中. 新的钻石仿品——合成碳化硅. 台湾：珠宝界，1998，46：86～87

32 颜慰萱，韩国翠. 中国宝玉石，1997，2：36～37

33 陈志强. 翡翠的结构和赌石预测. 中国宝玉石，1997，2：32～33

34 袁心强. 绿松石与某些代用品的鉴别. 矿物学岩石学论丛. 北京：地质出版社，1993. 53～57

35 亓利剑，叶松. 红宝石的发光谱与其标型特征及宝石学意义. 矿物学岩石学论丛. 北京：地质出版社，1993. 45～51

36 亓利剑. 辽宁金刚石激光发光谱特征及成因意义. 地球科学——中国地质大学学报，1995，20(6)

37 亓利剑，叶松，向长金. 中子辐照黄色蓝宝石的色心及谱学特征. 地球科学——中国地质大学学报，1998，23：32～35

38 亓利剑，颜慰萱，杨明星. 中国湖北绿松石. 宝石学杂志(The Journal of Gemmology)，1998，26：1～12

39 亓利剑，郑曙，谭振宇. 缅甸辉石玉常见种属及宝石学特征. 珠宝科技，1998，29：51～56

40 亓利剑，向长金. 中子辐照黄色蓝宝石的结构缺陷. 宝石季刊(台湾)，1995，4：5～8

41 亓利剑. 红外光谱在宝石学中的应用. 珠宝科技，1994，2：35～37

42 亓利剑. 热处理红宝石中硼酸钠充填物. 珠宝科技，1995，1：39～40

43 亓利剑. 热处理红宝石中内含物的形成与演变. 中国宝石，1996，3：28～34

44 亓利剑，吴照明. 表面具烧结特征的深扩散处理红宝石. 中国宝石，1997，2：97～99

45 亓利剑，林蒿山. 泰罗斯水热法合成红宝石特征与鉴别. 中国宝石，1998，1：122～124

46 亓利剑，苑执中，刘海彬. 查塔姆合成钻石特性与鉴别. 中国宝石，1998，2：55～59

47 李立平，颜慰萱. 养殖珍珠的结构特征及其与珍珠色泽的关系. 中国宝石，1998，5：68～70

48 郭守国，王以群. 结构——B 翡翠鉴定之关键. 中国宝石，1996，1：55～57

49 何雪梅，吴国忠，余晓艳. 金刚石的宝石学特征及改色研究. 矿床地质，1996，15：149～152

50 余晓艳，吴国忠，何雪梅. 山东蓝宝石的成色机理及改善. 矿床地质，1996,15:153～157

(因篇幅所限，对未列出文献的作者表示歉意)