

·宝玉石地质·

锆石铀含量变化及其宝石学意义 ——兼论宝石放射性问题

张洪石^①

(南京地质矿产研究所, 南京 210016)

内容提要 锆石是地壳中一种常见的副矿物, 又是一种可用作宝石的矿物原料。通过对锆石铀含量变化的研究, 探讨了宝石放射性及其对人体是否安全的问题。研究表明, 绝大多数天然宝石所含放射性物质是极其微弱的, 故不会对人体健康构成危害。对目前一些天然宝石的人工改善品中会残留放射性问题, 指出要加强防护监测。

关键词 锆石 宝石 铀含量 放射性

0 前言

锆石是地壳中一种广泛分布而含量甚微的副矿物, 多产于花岗岩、正长岩、花岗闪长岩、霞石正长岩中, 也可以在碱性玄武岩中成为巨晶矿物。锆石的形成主要是在岩浆岩的结晶阶段, 一般认为它的晶出多在主要造岩矿物结晶之前。在不同时间、不同条件下形成的锆石往往在颗粒大小、颜色、透明度、晶面特征以及某些微量元素的含量上有差异, 这些差异包含着可以反映出所经历的地质过程的大量信息。锆石的化学成份主要是 ZrO_2 、 HfO_2 和 SiO_2 , 其总量占 99.50—99.95%, 其它微量元素占 0.05—0.5%, 在这些其它组份中, 含量较高的有铀、钍及稀土元素。在锆石中铀、钍多呈四价离子状态以类质同象的形式存在于结晶格架中, 其含量可达千分之几至百分之几。铀在锆石中的含量主要取决于锆石形成的地质条件和地球化学环境。

锆石颗粒虽小, 但硬度较大, 化学性质稳定, 耐高温, 即使岩石遭受强烈风化, 变质蚀变, 甚至熔蚀等地质作用之后, 仍有相当一部分保存下来。宝石级的锆石主要产在玄武岩或变质岩中, 如同大多数宝石一样, 有工业意义的矿床大都产在残坡积、冲积等矿床中。锆石在天然宝石中折射率仅低于钻石, 金刚光泽, 色散高, 有钻石的“出火”现象, 因此无色透明的锆石酷似钻石, 一度成为钻石最好的代用品。锆石还有泰国钻、斯里兰卡钻的别称。

人类使用锆石作为宝石原料, 已有几百年的历史, 但一直不被人重视。大约在五六十年

^① 收稿日期: 1997-10-28

作者介绍: 张洪石, 男, 1939 年生, 大学本科, 副研究员。长期从事构造地球物理、岩石学专业。现任江苏省地质学会理事、副秘书长、学术委员会秘书长、岩矿专业委员会委员, 江苏省地震学会理事, 江苏矿经济学会理事。

前,泰国产的蓝锆石(重 103.2 克拉)在国际上受到人们喜爱而畅销,这才奠定了锆石在世界宝石市场上的一席之地。目前,在天然锆石宝石中以蓝色、红色特别是紫红色为最佳。

70 年代以来(我国在 80 年代后期),由于世界范围内宝石热的兴起,国际珠宝贸易大幅度上升,开发利用宝石资源越来越引起许多国家的重视,同时也大大激发了人们对天然宝石人工改善技术和工艺的研究兴趣。但现代珠宝研究却是一个年轻的领域。有关宝石放射性即是其中人们敏感的一热点问题。近年来,新加坡《联合晚报》上(1996)就有人提出“宝石之所以具有绚丽的色彩和令人眩目的光辉,主要是因为它在几百万年的地质运动中,缓慢地接受地壳低放射线影响造成的”;国内某晚报(1994, 1997)曾相继转载题为《名贵宝石对人体有害》和《佩带宝石饰品也能丧生》的文章,文章说由于宝石含放射性,长期配戴会致癌。报导刊出后在公众中造成极大的影响,同时引起一些珠宝商店和宝石加工厂的恐慌。此外,在有的书刊中也时常见到对宝石锆石含放射性的阐述。那么,实际情况如何,名贵宝石对人体健康有害吗?本文现从锆石的铀含量变化,对宝石的放射性问题做些初步分析和讨论。

1 锆石铀含量与岩石铀含量的关系

1.1 中酸性岩浆岩中锆石铀含量变化

地壳中各种岩石的矿物成份和化学成份极不相同。在超基性到酸性的各类岩浆岩中不仅成份有别,而且很多稀散元素也显示了很大的差异性。例如,在由基性到酸性岩中, Li、Be、U、Th 等即随着 SiO₂ 的增加而增加。一些副矿物中的某些微量元素也有这种规律,表 1 统计了从花岗岩到闪长岩七种不同岩石中锆石的铀、钍含量,可以看出,锆石的铀含量与岩石有着密切的关系。从花岗岩到闪长岩,锆石的铀、钍含量有递减的特点。

表 1 各种岩石中锆石的铀、钍含量
Table 1 Uranium and thorium content in different rocks

岩石	铀 含 量($\times 10^{-6}$)		钍 含 量($\times 10^{-6}$)		Th/U
	范 围	平 均	范 围	平 均	
花 岗 岩	190 - 8685	1900	107 - 9990	1910	1.01
正 长 岩	58 - 2278	1241	61 - 2568	1072	0.86
花岗闪长岩	260 - 2026	897	240 - 2769	740	0.83
混合花岗岩	118 - 2049	821	122 - 1948	589	0.72
二 长 岩	616 - 1265	811	672 - 3304	1598	1.97
斜 长 岩	575 - 1133	649	256 - 412	310	0.47
闪 长 岩	49 - 943	403	29 - 2070	498	1.20

据文献[2]

岩石中的铀可以呈多种形式存在。其中,有相当一部分铀呈类质同象存在于副矿物中,当岩浆中铀的含量很高时,不仅形成铀矿物的数量增加,而且进入副矿物中的铀也明显增加,反映出这一关系最明显的是锆石。根据一些岩体的资料统计表明^[2],锆石铀含量普遍高于其所赋存的岩石铀含量,一般高出 60 - 200 倍。总的看来,锆石铀含量随着岩石铀含量的增加而增加,两者之间具有良好的正相关关系(图 1)。

1.2 玄武岩中锆石与花岗岩中锆石的铀、钍含量变化对比

我国东部沿海地区广泛发育和分布着第三纪和第四纪的新生代玄武岩,经研究玄武岩

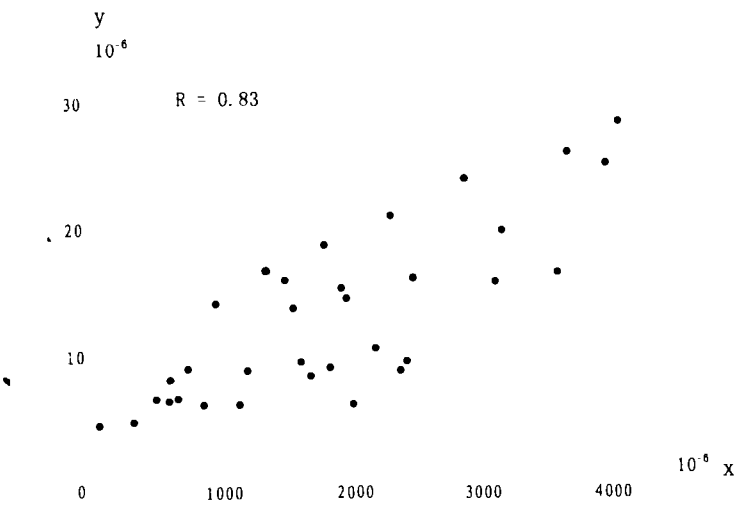


图 1 锆石铀含量(X)与岩石铀含量(Y)相关散点图

Fig.1 A sketch showing the content of uranium in zircon and rocks

中锆石含放射性元素铀、钍等仅万分之几至十万分之几，与花岗岩中锆石相比，玄武岩中锆石的铀、钍等元素含量明显低得多^[3]。我国花岗岩中锆石含 UO_2 和 ThO_2 分别为 0.18－0.26% 和 0.1－0.3%，而玄武岩中锆石含 UO_2 仅为 0.001－0.004%，含 ThO_2 仅 0.004－0.02%。表 2 例举了苏北高邮地区早第三纪玄武岩亲石元素丰度，表明玄武岩中铀的含量明显低于中酸性岩的铀含量。

表 2 玄武岩亲石元素丰度($\times 10^{-6}$)
Table 2 Contents of lithophylic elements in the basalts ($\times 10^{-6}$)

样品	M11-2	M13-5	M15-5	M15-17	M16-20	M17-4	M21-4	M23-5	M11-9	M13-21	M15-35	M21-8
Rb	13.9	23.7	19	22.1	12.3	12.6	13	13	16.2	23	11.3	15.4
Sr	330	421	413	415	271	371	325	286	381	530	337	437
Ba	240	340	290	338	174	271	190	174	302	337	193	228
Zr	83	107	95.3	109	74.8	85.3	75.1	78	97.5	122	61.6	76.9
Nb	3.5	40.5	33.2	12.2	11.2	12.2	6.3	3.6	11.5	31.5	6.3	5.6
Ta	0.4	1.4	1.1	2	2.3	1.6	0.4	0.7	1.6	1.1	1.1	0.6
Y	17.5	20.8	17.9	20.3	18	17.9	17.7	18.2	18.3	21.8	16	18.9
U	2.9	0.5	0.8	0.9	0.8	1.9	0.9	0.8	1.7	1.3	2	1.5
Th	14.1	14.1	5.4	12.8	7	8.3	3.7	5.4	7.0	7	7.4	6.5

据文献[7]

2 不同时代锆石的铀、钍含量变化

地球自形成以来，已经历了漫长的演变时期，分化后的各圈层的成份是很不相同的，如在地核、下地幔、上地幔、地壳中硅、铝、钾、钠、铀、钍等元素的丰度(表 3)，随着大陆壳地球演化有明显的差异，每经历一次地质运动，各圈层之间的物质就会发生变化，硅铝物质及其它亲石元素不断往上迁移，地壳厚度加大。因此，也就出现了一些元素有随时间推移的特

征。在地壳的演化中,铀、钍的分配发生了明显的变化,在一些经过长期、多次改造、重熔和交代的地质体中都显示出有增加的趋势。随着地质历史的演化,放射性元素在地壳中越来越富集,这可能是产生锆石铀含量随着时代变化的主要原因^[2]。

表 3 地球及其层壳几种元素丰度($\times 10^6$)
Table 3 Some element abundance in the earth and crust

	Na	Al	Si	K	U	Th
地壳	23000	83000	280000	17000	1.7	5.8
上地幔	9100	25000	200000	2300	0.13	0.75
下地幔	5700	4500	190000	300	0.003	0.005
地核	—	40	40	—	0.03	0.024
地球	4900	9100	130000	830	0.045	0.024

据文献[1]

我国岩浆活动的时间很长,也很频繁。就全国范围来说,各期岩浆岩都做过锆石的铀、钍同位素地质年龄测定,已获得了大量有关数据^[4]。由锆石测得的同位素年龄最老是2690Ma,出现在我国华北地台东北缘;最新是42Ma,位于喜马拉雅褶皱带。另据研究,我国中酸性岩浆岩中锆石铀含量变化很大,有随着年龄的增加,即由老到新(新生代除外),锆石铀、钍含量有增加的趋势,这一随着时间变化的特点并不是偶然的,其原因在于:一是铀、钍的自然衰变;二是大陆壳的地球化学演化。

而对于同一单个岩体的不同期次所形成的锆石,铀、钍含量变化亦十分明显。汪相(1992)研究了出露在法国东南部阿尔卑斯山脉南端的阿根特拉花岗岩中的锆石,结果表明锆石相演化的多阶段性:最早结晶的“析离相”代表了深源物质在上升中的产物;“主体相”以它的广泛的晶型分布及较大的体积比例,说明了它的结晶伴随一个较长的岩浆结晶分异过程;最后在残余岩浆中所含的锆由于温度下降,锆的络合物分解而结晶出“残余相”。三个锆石相的微量元素平均 UO_2 含量($\times 10^{-6}$)分别为:420、760、1200; ThO_2 分别为:1600、890、730。从铀含量看,以“析离相”幔源花岗岩中锆石铀含量最低,而壳源花岗岩中锆石则缺失“析离相”,显示从“主体相”到“残余相”铀含量趋于增加。

3 不同地区的岩体中锆石铀、钍含量变化

由于所处的区域地质条件的不同。锆石铀含量分布具有很明显的分区性,我国大量岩体中锆石铀含量的变化也反映出分区性的特征,它可以作为铀的地球化学分区的标志之一。表4显示有北低南高、华南地区为最高场的变化趋势。例如,华南北东部、东北地区锆石的铀含量最低,约 850×10^{-6} ,川滇、西藏地区平均为 1124×10^{-6} ,秦岭、河西走廊一带为 $1100 - 1200 \times 10^{-6}$,东南沿海地区较高,可达 1600×10^{-6} ,华南为最高,平均达 2100×10^{-6} 以上。从地质分区上看各个构造单元内岩体的锆石铀含量也有明显差异,如中朝准地台北东部的非产铀岩体内锆石铀含量为 765×10^{-6} ,与其相邻的兴安岭地槽褶皱区非产铀岩体内锆石铀含量达 869×10^{-6} ,扬子准地台海南地台岩体的锆石铀含量平均为 1812×10^{-6} ,而华南地槽系岩体的锆石铀含量高达 2100×10^{-6} 以上。这种变化特征,说明了由于地壳活动带比稳定区

有较多次的构造－岩浆活动及其他地质作用而导致了铀的富集。

表 4 不同构造单元岩体中锆石铀、钍含量表

Table 4 Contents of uranium and thorium in the rocks belonging to different tectonic unites

构造单元	U($\times 10^{-6}$)	Th($\times 10^{-6}$)	Th/U	样品个数	
兴安地槽褶皱区	869	579	0.67	3	
中朝准地台北东部	849	965	1.14	46	
昆仑秦岭地槽褶皱区 { 秦岭褶皱带	1206	2353	1.95	32	
	1153	1033	0.90	9	
走廊过渡带					
扬子准地台北东段	1503	1291	0.86	5	
滇藏地槽系	1124	3080	2.74	17	
华南地槽系 { 沿海断裂带	1650	1539	0.93	18	
	右江褶皱区	1445	1106	0.76	29
	其他地区	2197	1843	0.84	190
海南地台	1967	1770	0.90	8	

据文献[2]

4 铀、钍含量变化对锆石性质的影响

锆石是一种成分和晶体结构变化较大的矿物。当锆石中的 Hf、U、Th 等杂质元素含量较高时,可引起晶体结构的畸变,产生变晶作用。锆石的变晶作用又叫锆石的非晶质化,主要是由于锆石所含 U、Th 等放射性元素衰变而产生的辐射造成晶格的破坏。辐射破坏的实质是放射性元素衰变生成的 α 与 γ 粒子与锆石晶格中的原子互相碰撞,引起对锆原子的替代和空位取代,使得锆石晶格中的原子逐渐无序化,晶质锆石逐渐变成微晶质和非晶质,物理性质也发生变异^[11]。高、低型锆石性质的区别见表 5。

表 5 高型锆石与低型锆石性质比较表

Table 5 Comparison of character between high-type and low-type zircon

种类	高 型 锆 石	低 型 锆 石
颜 色	无色、红色、褐色、黄色、绿色、紫色 (浅红及褐色经热处理呈无色、蓝色、金黄色)	绿色、暗绿色、灰黄色
折射率	1.92－1.98(No:1.92－1.96)(Ne:1.96－1.98)	1.62－1.78
双折射率	0.06, 重影明显	基本均质体
硬度	6.5－7.5	4.5－6
比重	4.5－4.7	3.7－4.3
色散	0.039	无
吸收光谱	红区 653.5nm 和 659nm 特征线	红区及紫区 模糊不清或不存在
偏光镜下	一轴晶, 正光性	均质体
晶 形	较完整	见不到晶形
包裹体	少, 干净	常具聚片双晶和环带, 含骨架状、棱角状包体, 混浊

如前所述, 锆石由于成因、形成时代和产地的不同, 其变晶程度亦不相同。矿物学家据此将锆石划分为晶质、过渡和变晶的, 并分别称作高型锆石、中间型锆石和低型锆石。低型

锆石一般为绿色、暗绿色,硬度6,比重可低到3.95–4.10,折射率低至1.78–1.84,并可减低成单折射,无荧光。但如果经过一段时间的高温加热,这些锆石可重新获得晶质锆石的光学和物理特性,从而产生一系列带中间性质的中间状态的锆石,有人称之为“中间型”。如果受U、Th等杂质元素影响不严重,则为高型锆石,高型锆石分子式接近 ZrSO_4 ,折射率1.92–1.98,双折射率为0.06,比重4.7,色散0.039,锆石的颜色种类很多,有无色、红、褐色等,强荧光,表现为红色荧光。宝石级锆石主要赋存在高型锆石中。

5 关于锆石的人工改性改色

加热可以消除变晶现象。锆石热处理的实质在于消除辐射引起的锆石晶格中原子的无序状态,恢复它原有的晶体结构,从而也就使它具有了晶体的晶莹透明的宝贵性质。但并非所有变晶锆石均能用热处理方法恢复晶质状态。因为大多数过渡型的和完全变晶的锆石,由于晶体结构受到了严重的破坏,大部分晶质 ZrSO_4 已转化为非晶质的 ZrO_2 和 SiO_2 ,即使加热到接近锆石的分解和熔化温度,也难以使其恢复到完全的结晶状态。目前宝石界对锆石热处理的范围仅限于轻微变晶的高型锆石。

宝石级的天然锆石多呈褐、红褐和褐红色,少数呈浅蓝–蓝色。根据王福泉等人(1988)对海南红锆石的研究表明:红锆石的红色或红褐色是由色心吸收造成。此色心是由辐照作用引起,而辐照作用来自于自身的U、Th等放射性衰变。该色心的对应吸收峰为480–500nm。ESR测试结果证实,此心为空穴心。色心的浓度不但与U、Th有关,而且与TR含量有关。

对锆石的热处理可分为3种:中温、高温和超高温。而锆石的辐照处理则与热处理结果是相反的逆变化过程。几乎所有经过热处理得到的高型锆石改善品,经辐照处理(X射线、 γ 射线、高能电子等)都可能恢复热处理前的颜色,甚至变深。就是那些天然产出的锆石,在辐照下也会发生变色。不过这类辐照改色锆石往往不稳定,在光照或加热时会很快恢复原状。一般来说,锆石改善品的放射剂量都是安全的。

6 关于宝石放射性问题讨论

6.1 名贵宝石对身体健康有害吗?

提出宝石对身体有害的说法是因为许多宝石带有一些放射性质。带放射性的宝石一般有三种情况:一是与放射性矿床共生的宝石往往有可能带有放射性;二是一些如以锆石为原料的宝石因为含有铀钍成分带有一些放射性;三是宝石人工改善处理工艺中,如辐照改色会使宝石残留放射性。但前二种原因使天然宝石带有的放射性是极其微弱的,当锆石受铀钍等放射性元素含量变化的影响较大时,晶体结构遭受破坏,这样产生的低型锆石,不能用作宝石,因而也就不存在对人体构成什么危害;而用作宝石的高型锆石放射性元素含量极少,甚至连专业测量仪器也检测不到,所以可以认为绝大多数天然宝石是不带有放射性的。

然而,由于某些报刊将宝石(特别是几种名贵宝石)的形成说成是“在几百万年的地壳演变过程中,长期受地壳低强度射线作用的结果”,以致造成一些认识上的误区,使有些人误以为宝石的五彩斑斓都同放射性有关。

现代科学研究表明,宝石颜色是宝石对组成自然光的红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七色光选

择性吸收的结果。经典矿物学关于颜色分类是以颜色与化学成分有关的理论为基础的。除化学元素致色外,还有色心致色、电荷转移致色和能带致色等致色机理。色心致色是当晶体在生长过程中或生长后受到高能辐射(X射线、 γ 射线)时,非过渡元素离子或因缺少电子形成的晶体缺陷中也可出现产生颜色的未成对电子,这就是色心。例如,紫色萤石、烟晶、紫晶、蓝黄玉等都是色心致色。再如蓝宝石,则属于电荷转换致色,这种致色机理是以分子轨道理论为基础的。是含微量铁和钛的蓝色宝石级刚玉,微量铁(Fe)和钛(Ti)进入刚玉(Al_2O_3)的晶体中,以($\text{Fe}^{2+} + \text{Ti}^{4+}$)和($\text{Fe}^{3+} + \text{Ti}^{3+}$)两种价态方式占据 Al^{3+} 的位置,由于这两种价态中($\text{Fe}^{3+} + \text{Ti}^{3+}$)能量较高,电子由 Fe 转换给 Ti 时需要能量,造成黄—红色光全部被吸收,使宝石呈现蓝色和蓝绿色。而能带致色是以能带理论为基础的,这种理论认为,在晶体中电子不是属于某个原子或几个原子,它可以在整个晶体中有序的运动,电子被束缚在能量不同的能带中运动。这些能带之间存在较大的能量差(称为带隙能),当自然光的能量低于带隙能时,光能不足于造成电子由低能带跃迁到高能带,各色光全部通过,宝石无色。当可见光能量高于带隙能时,全部被吸收,宝石呈灰或黑色。当可见光中部分色光能量高于带隙能,又有部分色光低于带隙能时,高能色光被吸收,低能色光通过,宝石呈现通过的低能色光的台色。例如,纯净的金刚石,带隙能高于可见光,不被吸收,金刚石无色。当金刚石含氮时,由于晶体内有杂质造成带隙能降低,使得紫光 and 靛色光能高于带隙能而被吸收,金刚石呈黄色^[8]。综上所述,可见由于射线作用造成色心致色的宝石是很有限的,而名贵宝石的颜色成因则主要是由宝石的化学成分(致色元素、杂质致色元素)和晶体结构特性决定的。

其实我们人类就是生活在一个辐射世界中,每个人不可避免地要承受来自宇宙射线和周围环境中微量放射性元素产生的自然辐射作用以及空气、水源、食物中含有的微量放射性元素进入人体时所引起的辐射作用,也就是说,人类处于放射性的包围之中,关键在于接触放射性的量有多少。这些自然辐照的剂量当量(用以反映人体或生物体对辐射剂量的最大允许吸收量,主要用于辐射防护)在通常情况下对人体是安全的,不会引起人体器官的病变和伤害。

6.2 研究宝石成因将有助于探讨宝石的放射性问题

关于金刚石的成因,过去认为温度和压力对金刚石的形成起着主要的控制作用,现在研究证实除了温度和压力外,氧逸度在金刚石的形成过程中同样起着不可缺少的作用^[9]。在岩石圈的底部,即氧化还原状态变化较大的岩石圈—软流圈的结合处是最有利于天然金刚石形成的部位。这一点已被天然金刚石包裹体的研究所证实。但金刚石形成之后,如果没有适当的保存条件,那么岩石中也不会出现金刚石或者金刚石含量很微。因此,金刚石的品位不仅与金刚石的形成条件有关,而且也与金刚石的保存条件有关。研究表明,影响金刚石稳定性的因素主要有含金刚石的岩浆的温度、岩浆在地壳内的停留时间和氧逸度的大小。岩浆的氧逸度越大、温度越高、金刚石运移的时间越长,则金刚石越易被氧化掉,越难保存下来。其表现为金刚石表面的三角形凹坑越大、越多。当氧逸度增大到一定程度时,金刚石会全部被氧化掉而保存不下来。这可由 Cull 等(1986)的实验得到证实^[11]。实验结果表明,金刚石的氧化速率随氧逸度增大(温度恒定)或温度增加(氧逸度恒定)而加快。因此在氧逸度较高的环境或在更高温的情况下金刚石的氧化速率更快。所以相对较还原环境和岩浆的快速上升对金刚石的保存是必要的。再如分布在我国山东昌乐、海南蓬莱、福建明溪、江苏六合等地第三纪碱性玄武岩型的蓝宝石,是我国较为重要的蓝宝石矿床。蓝宝石与锆石往往

共生,而且是大型蓝宝石、锆石砂矿的源岩。据邹进福、袁奎荣(1996)对中国东部含蓝宝石玄武岩的研究,蓝宝石成因是:蓝宝石为岩浆早期晶出的高压巨晶,在岩浆快速上升的条件下,来不及与熔浆完全反应、下沉,被带到地表保存在碱性玄武岩质岩石中。而如果岩浆向地表缓慢上升,刚玉与熔浆有时间发生反应会转变成斜长石。因此,玄武岩中含刚玉的必备条件是,高压和岩浆快速上升。由此不难看出:金刚石、蓝宝石(或伴生有宝石级的红锆石),要在地壳中“长期接受低强度辐射作用”显然是不可能的。

6.3 宝石人工改善品中辐照处理会残留放射性,防护的关键在于辐射监测

在辐照改色中,主要是防止宝石改善品中残留放射性,这些残留放射性的宝石会对人体造成很大危害。辐照处理改善品是目前占宝石改善品比例较大的一类,它们都是用高能粒子束(光子、电子、中子、质子、氘核)辐照宝石,使宝石中原子的价电子态、晶格结构等发生变化,产生色心,导致宝石外观特征变化,从而达到改善宝石的目的。几乎所有的宝石经某种辐照都会不同程度地发生外观特征(颜色或透明度)的变化,这主要取决于宝石本身的化学成分、晶体结构、辐射源类型、辐照强度和时间等。常见的辐照改善品有:蓝色黄玉、各色金刚石(黄、绿、蓝绿、黑等)、尖晶石、绿柱石类宝石、烟水晶、紫水晶等。如黄玉宝石的主要成分为硅和铝的氧化物,杂质元素有 Ta、Sc、Cr、Sr、Fe、Mn、Cs、Co 等,这些元素经热中子辐照之后,被活化成带有放射性的核素,它们可以放出不同辐射强度的 γ 射线。不同放射性核素半衰期是不同的,短者仅几分钟,长者可达几年,甚至更长。黄玉宝石的放射性活度是被活化的多种放射性杂质核素放射性的综合反映。为了监测辐照处理宝石的放射性残余对人体是否安全,国际原子能机构(IAEA)的国际辐射单位与测量委员会(ICRP)制定了“辐射防护基本标准”,要求各成员国使用这些标准作为制定国家辐射防护法律的基础。目前,国内尚无统一的限制残留放射性的安全标准。有人建议采用我国国家技术监督局发布的国家标准“对辐射源和实践豁免管理的基本标准”文件中有关规定,把 74Bq/g 作为宝石放射性比活度豁免值,低于该值的宝石即为非放射性宝石。世界许多国家和地区对辐照宝石放射性比活度豁免值都采用 74Bq/g 。在有残留放射性的改善品中,有些在比较短的时间内可以迅速衰变到安全标准(如有人提出是半年);有些需要较长的时间(几年至几十年)。对前一种改善品,可以划定一个消除残留放射性的时间期限,在期限满之前不允许出售;对于后一种宝石改善品,应禁止生产和销售,以免不明真相的消费者受害。应该看到,随着现代科学技术的迅速发展,只要按照有关辐射防护安全的规章和规定,采取适当防护措施,辐射的危害是可以减少和防止的。

7 结语

我国东部沿海地区玄武岩中的锆石放射性元素含量较低,似晶化程度不高,大部分合乎粒径要求的锆石均可作为宝石资源得到利用;而花岗岩中的锆石很少有成为宝石的。研究锆石铀含量变化的更深层的意义还在于揭示象锆石这样自身含有放射性元素的宝石,也是存在很大差别的,达到宝石级的高型锆石,对人体健康无任何有害影响。

通过对宝石放射性问题的讨论,笔者认为,天然宝石的成因机理是一个比较复杂的地质过程。矿物是自然界各种地质作用的产物,是构成地壳的物质组成。宝石是精美的矿物,它们的形成既有共性,又有其独特性。因此,不宜简单地将实验室里的人工辐照改色与天然放

射源的照射等同起来。迄今,我们尚未见到“宝石、玉石是在几百万年地质演变过程中,经地壳低放射强度射线作用下形成的”有关证据。

目前,随着我国珠宝业的发展和市场对宝石玉石需求量的增大以及科学技术的进步,天然宝石人工改善品也越来越多,加强对辐照法可能带来的残留放射性的安全监测,制定相应的国家标准,做好科普宣传,倒是十分重要的。

本文参阅并引用了郑懋公、邓燕华、吕新彪等同志的有关资料,在此一并致谢。

7 主要参考文献

- 1 南京大学地质系. 地球化学, 科学出版社, 1979
- 2 郑懋公, 朱杰辰. 我国中酸性岩浆岩锆石铀含量变化及其地质意义. 放射性地质, 1984: 17-22
- 3 邓燕华, 彭芳美等. 我国玄武岩中锆石的宝石学特征及品级分类. 珠宝, 1992: 5-11
- 4 全国同位素地质年龄数据编纂小组, 全国同位素地质年龄数据汇编(第二集)、(第三集), 北京: 地质出版社, 1977、1983
- 5 汪相, J. P. Pupin, 法国阿根特拉花岗岩中锆石的微量元素地球化学特征及地质意义, 地质论评, 1992, 38: 260-269
- 6 吕新彪, 李珍. 天然宝石人工改善及检测的原理与方法. 武汉: 中国地质大学出版社, 1995
- 7 杨祝良等. 苏北高邮地区埋藏早第三纪玄武岩储油地质模型. 火山地质与矿产, 1997, 增刊, 19
- 8 白洪生, 陈学明. 关于宝石颜色分类的讨论, 中国宝玉石, 1997: 52-53
- 9 张宏福, 上地幔的氧逸度与金刚石的成因. 地质科技情报, 1990, 9(1): 9-15
- 10 邹进福, 孔蓓, 袁奎荣. 中国东部含蓝宝石玄武岩的特征及其成岩成矿模式. 矿床地质, 1996, 15 卷(增刊), 36-37
- 11 Speer, J. A. Zircon. In: Ribbe P H. ed. Orthosilicates. Washington Mineralogical Society of America, 1988, 67-78
- 12 Cull F A, et al. Oxidation of diamond at high temperature and 1 atm, total pressure with controlled oxygen fugacity, The 4th International Kimberlite Conference Extended Abstracts, 1986, PP. 377-379

THE VARIATION OF URANIUM CONTENT IN ZIRON AND ITS SIGNIFICANCE IN GEMMOLOGY ——DISCUSSION ON GEM RADIOACTIVITY

Zhang Hongshi
(IGMR Nanjing, 210016)

Abstract

Ziron is a common accessory mineral which can be used as material for gem. Studying on variation of uranium content in ziron makes it clear whether gem radioactivity can be safe for human being. The research result shows most natural gems contain so little radioactive minerals that they can't be harmful to health. As to residual radioactivity in man-improved gems from nature more protection and inspection should be enhanced.