

翡翠原石的放射性水平研究

欧阳慧萍¹, 张珠福²

(1. 北京大学 地球与空间科学学院, 北京 100871; 2. 深圳出入境检验检疫局工业品检测技术中心, 广东 深圳 518067)

摘要: 为了准确掌握翡翠原石的放射性水平, 消除公众对珠宝玉石存在放射性的疑虑, 本文选取了 3 种翡翠原石的 10 件样品, 利用高纯锗型 (HPGe) 低本底多道 γ 能谱仪测量了样品中天然放射性核素 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 和 ^{40}K 的比活度值。结果表明, 样品中有关核素的比活度值低于或仅略高于仪器检测限, 样品的内照指数 (I_{Ra}) 和外照指数 (I_{γ}) 均远远低于国家对建筑材料中放射性核素的限量规定, 说明翡翠原石的放射性水平很低, 与环境的天然本底相当, 不存在所谓的放射性危害。

关键词: 翡翠原石; γ 能谱仪; 比活度测量; 放射性水平

中图分类号: P578.954; X837

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2014)S2-0074-03

A study of the radioactive level of rough jadeites

OUYANG Hui-ping¹ and ZHANG Zhu-fu²

(1. School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 2. Shenzhen Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shenzhen 518067, China)

Abstract: In order to determine the exact radioactive level of rough jadeites with the purpose of clearing people's minds of doubt concerning radioactivity of gems and jades, the authors analyzed the specific radioactivities of natural radionuclides such as ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in ten samples from three different types of rough jadeite using low background multichannel gamma spectrometer (HPGe). The results show that the specific radioactivities of radionuclides concerned are lower or only a slightly higher than the minimum detectable limits, and both internal exposure index (I_{Ra}) and external exposure index (I_{γ}) of the samples are by far below relevant national provision of radionuclides in building materials. These data indicate that the radioactive level of rough jadeites is rather low and corresponds to natural radioactive background, and hence there is no harm of radioactivity.

Key words: rough jadeites; gamma spectrometer; specific radioactivities; radioactive level

中国拥有悠久的玉石文化, 历朝历代的文人雅士、巨商富甲直至庶民百姓, 都有爱玉、赏玉和佩玉的习俗。古人还将仁、义、礼、智和信等五德赋予玉石。《礼记》曰: 君子无故, 玉不去身。可见, 玉石在我国漫长的历史文化长河中具有极其重要且不可替代的作用。

然而, 自上世纪 80 年代末、90 年代初开始, 社会上时不时出现一些珠宝玉石存在放射性、佩戴宝石

有危险甚至会致癌的片面报道(梁伟伯, 1993; 窦云龙, 1996; 施祥云, 2003), 耸人听闻、令人不安。尽管著名宝石学家沈才卿专门著文驳斥了这些缺乏科学依据且不负责任的言论(沈才卿, 2003), 但仍然有一些消费者怀疑珠宝玉石存在放射性, 其中“宁可信其有、不可信其无”的更不在少数。这种情况必将对我国珠宝首饰产业的健康、持续发展产生一定的负面影响和不利因素。

本文借助于高纯锗型(HPGe)低本底多道 γ 能谱仪, 通过测量翡翠原石中天然放射性核素 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 和 ^{40}K 的比活度值, 从而准确地掌握翡翠的放射性水平, 消除公众对珠宝玉石存在放射性的疑虑。

1 比活度测量

1.1 测量方法

每一种天然存在的放射性核素, 每时每刻都在释放出一个或多个能量值的 γ 射线。这些射线会激发 γ 能谱仪的探测器产生电脉冲, 再通过从探测器到数字谱仪之间的一系列电子/数字转换, 最后在能谱图的不同位置(代表不同的能量值)形成特征峰, 这些特征峰的面积大小与相关核素的浓度(即比活度)成正相关关系(侯胜利等, 2006)。所以, 通过测量样品中各种放射性核素的比活度值, 就能确定样品的放射性水平。

1.2 仪器

本次测量工作在深圳出入境检验检疫局工业品检测技术中心完成, 测量采用美国 ORTEC 生产的低本底多道 γ 能谱仪, 高纯锗探测器(HPGe)的型号为 GEM30PH, 其对 ^{60}Co 1332 keV 能量的分辨率为 1.72 keV。本测量方法的探测下限见表 1。

表 1 测量方法的探测下限

Table 1 The minimum detectable limit of the measurement

核素	能量/ keV	核素分 支比/%	探测 效率	空盒本底 净计数	基线本底 计数	探测下限/ (Bq/kg)
^{226}Ra	351.2	37.1	0.015 2	451	1 479	2
^{232}Th	911.1	27.0	0.010	91	342	1
^{40}K	1 460.8	10.7	0.006 8	341	499	7

注: 样品量为 0.300 kg, 测量时间为 85 002 s。

1.3 测量条件

测量时探测器(HPGe)和样品均置于复合屏蔽铅室内, 屏蔽壳由外层(110 mm 厚)的铅和内层(3 mm 厚)的铜所组成。样品杯是从中国计量科学研究院采购、由本身不含放射性元素的聚乙烯材料制成, 装载样品和标准物质的样品杯几何形态完全一致(直径 75 mm、高 70 mm 的圆柱形), 装样的体积也与标准物质的体积相同。

测量所用的标准物质为国家建筑材料测试中心生产的石材产品放射性标准样品(编号为 GSB 08-1953-2005), 其标准值见表 2。

表 2 标准物质的标准值

Table 2 The standard values of the reference material

核素	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
比活度标准值(Bq/g)	98.7	106.8	1276.4
总不确定度(2σ)(%)	8.2	9.4	4.4

2 结果和讨论

2.1 测量结果

翡翠原石样品的放射性核素比活度测量结果见表 3。

表 3 翡翠原石的放射性核素比活度测定结果

Table 3 The specific radioactivity of rough jade

样品编号	核素比活度(Bq/kg)			内照射指数 (I_{Ra})	外照射指数 (I_{γ})
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K		
Jade-1	1.7	1.8	2.5	0.01	0.01
Jade-2	1.8	1.0	5.0	0.01	0.01
Jade-3	2.9	1.5	3.8	0.02	0.02
Jade-4	2.1	0.3	2.8	0.01	0.01
Jade-5	1.3	1.4	5.9	0.01	0.01
Jade-6	0.9	0.6	5.4	0.01	0.01
Jade-7	1.9	0.9	5.3	0.01	0.01
Jade-8	1.6	0.3	5.2	0.01	0.01
Jade-9	1.2	0.4	5.3	0.01	0.01
Jade-10	1.8	1.2	4.3	0.01	0.01
环境天然本底	1.6	0.9	3.7	0.01	0.01

注: Jade1~4 为黑沙皮翡翠原石, Jade5~7 为黄沙皮翡翠原石, Jade8~10 为白沙皮翡翠原石; 测试者: 张珠福、欧阳慧萍。

2.2 翡翠原石的放射性水平分析

近代核物理学的理论和实验均已证明, 自然界中的所有物质都含有放射性元素。人类世代生存和繁衍着的栖息地就是一个具有放射现象的环境, 人类每时每刻都在接受各种天然放射线的照射, 它们来自于宇宙射线和存在于土壤、岩石、水和空气中的放射性核素, 这些因素构成的辐射剂量称为天然本底辐射。人类在具有天然本底辐射的环境中生衍发展, 已经适应了天然本底辐射。因此, 决定一种物质是否对人体或生物存在放射性危害, 取决于该物质放射性辐射剂量水平的高低, 即取决于人体或生物接受射线照射的量; 天然本底辐射不会损害人类的健康, 但过量的照射或累积低剂量照射就可能使人体遭受暂时的或永久性的伤害, 甚至死亡。

从本次工作的测量结果可以看出:

(1) 大多数样品的比活度值低于仪器检测限,少数样品的测量值略高于仪器检测限。

(2) 所有样品的内照指数(I_{Ra})和外照指数(I_{γ})均远远低于国家对建筑材料中放射性核素的限量。该限量(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2010)规定,放射性水平最低的 A 类建筑材料(其使用不受限制)的内照指数(I_{Ra})和外照指数(I_{γ})必须同时满足以下条件:

$$I_{Ra} = C_{Ra}/200 \leq 1.0$$

$$I_{\gamma} = C_{Ra}/370 + C_{Th}/260 + C_K/4200 \leq 1.3$$

式中, C_{Ra} 、 C_{Th} 和 C_K 分别为核素 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 和 ^{40}K 的比活度值。

(3) 在放射性核素 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 和 ^{40}K 的比活度值、内照指数(I_{Ra})和外照指数(I_{γ})等方面,本项目测量的样品均与环境的天然本底基本一致。

因此,有理由认为,翡翠原石的放射性水平是很低的,与环境的天然本底相当,不存在放射性危害。

References

Dou Yunlong. 1996. The precious gemstones to harmful for human health[J]. Medical Education on AV., 1: 20(in Chinese).

General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. 2010. Limits of Radionuclides in Building Materials[S]. Beijing: China Standard Publish-

ing House, 1~2(in Chinese).

Hou Shengli and Fan Weihua. 2006. The application of multichannel spectrometer with low background for to measuring radioactivity on building materials[J]. Chinese Journal of Radiologic Medicine and Protection., 26(1): 87~88(in Chinese).

Liang Weibo. 1993. The precious gemstones are harmful to human health[J]. Youth Science, 8: 230(in Chinese).

Shen Caiqing. 2003. The relationship of gemstones and radioactivity[J]. Uranium Geology., 19(1): 62~63(in Chinese).

Shi Xiangyun. 2003. Why the gemstones, the more valuable, the greater the damage to human bodies[J]. Grand Garden of Science., 3: 28~29(in Chinese).

附中文参考文献

窦云龙. 1996. 对人体健康有害的名贵宝石[J]. 医学视听教育, 1: 20.

侯胜利, 樊卫花. 2006. 低本底多道能谱仪建材放射性测量中的应用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 26(1): 87~88.

梁伟伯. 1993. 名贵宝石对人体有害[J]. 青年科学, 8: 230.

沈才卿. 2003. 宝石与放射性的关系[J]. 铀矿地质, 19(1): 62~63.

施祥云. 2003. 为什么宝石越名贵对人体危害越大[J]. 科学大观园, 3: 28~29.

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 2010. GB6566-2010 建筑材料放射性核素限量[S]. 北京: 中国标准出版社, 1~2.