

·剂量·防护·

用天然石材装饰房屋的放射卫生评价

张淑蓉

(卫生部工业卫生实验所, 100088)

中图分类号: R145; X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2000)01-016-02

人类生活在地球上, 难免受到来自天然辐射源的照射, 比如在房屋的建筑材料中都存在有天然放射性核素铀、钍、钍、钾等。但人们减少这些天然辐射源的照射, 在建造和装修房屋时可选择放射性水平低的建筑材料。随着国民经济的发展和人们生活水平的提高, 对建筑和装修的要求也越来越高, 对色泽美观, 质地坚硬的天然石材更加喜欢, 但这类建材是否超过国家有关放射性限制标准, 就需要了解天然石材的放射性水平。为此我们采集并分析了我国主要产地的天然石材中的天然放射性核素水平, 并对使用天然石材作为建筑材料的房屋进行了室内 $\gamma$ 照射剂量估算及放射卫生评价。

1 材料和方法

1.1 样品的采集和制备

在我国出产石材的主要地区, 如福建、广东、广西、江西、湖北、湖南、四川、山东、北京、新疆等地的矿石区采集了各类石材, 有花岗岩、闪长岩、辉长岩、板岩等 51 个样品。将石材样品用粉碎机粉碎, 其颗粒小于 60 目, 经过烘烤, 即可装样。

1.2 分析方法

采用 $\gamma$ 能谱仪分析石材样品中的天然放射性比活度。样

品装在 660ml 的环行样品盒中, 密封后放置 3~4 周即可测量。被测样品置于灵敏体积为 150 立方厘米的 Ge(Li)探测器上表面, 探测器放在 60cm $\times$ 60cm $\times$ 60cm, 壁厚为 10cm 的铅室中, 系统在 50~2000keV 能区的积分本底为 140min<sup>-1</sup>。

2 测量结果和讨论

2.1 天然石材的放射性水平

不同地区同一类岩石的放射性水平相差较大, 比如对所测的基性岩、中性岩、酸性岩、变质岩样品中<sup>226</sup>Ra 的放射性比活度而言, 变异系数分别为 74%、68%、46%、47%。由表 1 数据可知, 这五类岩石中以酸性岩石的水平最高, 酸性岩类最常见的有花岗岩、流纹岩、斑状花岗岩, 它们在地壳中分布很广, 约占大陆壳的一半, 分布在我国秦岭、天山、南岭、闽浙等地。也是用于建筑、装修最广的建筑材料之一。

表 1 给出测量的天然石材放射性比活度, 它与德国、北欧等国家的结果很接近<sup>[1]</sup>, UNSCEAR 1993 年报告给出的值为, <sup>226</sup>Ra: 90 Bq/kg, <sup>232</sup>Th: 80 Bq/kg, <sup>40</sup>K: 1299 Bq/kg。

表 2 给出各种岩石的镭当量浓度  $C_{Ra}^e$  (Bq/kg), 内照射限制系数  $m_{Ra}$ , 外照射限制系数  $m_r$ , 由表中范围值看出,  $C_{Ra}^e$ 、 $m_{Ra}$

表 1 天然石材的放射性比活度 (Bq/kg)

岩石类型	样品数	<sup>226</sup> Ra		<sup>232</sup> Th		<sup>40</sup> K	
		平均值	范围值	平均值	范围值	平均值	范围值
沉积岩	1	9.9		3.2		241	
基性岩	4	14.8	4.0~25.4	29.6	4.0~53.5	473	199~787
中性岩	3	83.5	46~155	103	43.3~201	1160	640~1618
酸性岩	37	112	18~374	112	21.1~214	1121	166~1513
变质岩	6	71.5	23~172	43.4	18.4~72.4	965	735~1307
平均值	51	90.7	4.0~374	95.4	3.0~214	1037	166~1618

表 2 各类岩石的镭当量浓度 (Bq/kg)

岩石类型	样品数	$C_{Ra}^e$		$m_{Ra}$		$m_r$	
		平均值	范围值	平均值	范围值	平均值	范围值 <sup>c</sup>
沉积岩	1	37.5		0.05		0.09	
基性岩	4	105	27~166	0.05	0.02~0.13	0.27	0.08~0.47
中性岩	3	324	164~534	0.42	0.32~0.78	0.92	0.47~1.51
酸性岩	37	352	139~594	0.65	0.09~1.87	1.02	0.52~1.68
变质岩	6	215	136~327	0.28	0.11~0.38	0.59	0.39~0.76
平均值	51	307	27~594	0.48	0.02~1.87	0.87	0.08~1.68

$m_r$ 的最大值分别为 594、1.87、1.68 (Bq/kg)。在这几类岩石中以酸性岩的平均镭当量浓度 352 (Bq/kg) 为最大, 按照国家标准《天然石材产品放射防护分类控制标准》, 只有满足  $C_{Ra}^e \leq 350$  和  $C_{Ra} \leq 200$  时才能为 A 类石材, 即方可作为居室饰面用。依照 GB(6566-86), 建材只有满足  $m_{Ra} \leq 1$ ,  $m_r \leq 1$  时才能用于建造住房和公共生活用房的建材成品。天然石材是常用建材中放射性水平较高的, 表 3 列出了有关数据<sup>[2,3]</sup>。

2.2 室内 $\gamma$ 外照射剂量估算

室外的外照射源来源于宇宙射线、室内空气中氡气子体和建筑材料中的天然放射性 $\gamma$ 辐射, 其中室内空气中氡气子体贡献很小, 宇宙射线可被建筑物屏蔽, 因此除了木制结构或

类似轻型结构的建筑物外, 室内 $\gamma$ 辐射主要取决于建筑材料中的放射性水平的高低。由公式  $D = K_{Ra}C_{Ra} + K_{Th}C_{Th} + K_KC_K$

表 3 常用建筑材料的放射性比活度 (Bq/kg)

材 料	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K
天然石材	91	95	1037
砖	50	50	700
水泥	55	36	176
砂石	39	47	573
石灰	25	7.1	35
土壤	38	55	58

可估算室内空气吸收剂量率, 式中  $C_{Ra}$ 、 $C_{Th}$ 、 $C_K$  分别为建筑材料中的<sup>226</sup>Ra、<sup>232</sup>Th、<sup>40</sup>K 的放射性比活度,  $K_{Ra}$ 、 $K_{Th}$ 、 $K_K$  分别表示在 4 $\pi$  条件下从建筑材料中核素比活度计算空气吸收剂量率的转换

作者简介: 张淑蓉 (1942~), 女, 山东省人, 副研究员, 主要研究方向: 放射卫生监测。

因子。它们分别是<sup>[4,5]</sup>: 0.084 0.97, 1.32( $\text{rGy} \cdot \text{h}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。由于各种建筑材料中的放射性水平不同, 因此剂量贡献也不同。对于某种建筑物而言, 要根据各类建筑材料在建筑物中所占比例来计算各类建筑物内空气吸收剂量率。表 4 给出了计算值和测量值的室内空气吸收剂量率<sup>[2,6]</sup>及年有效剂量

量当量。铺有石材的房屋其室内空气吸收剂量率明显高于其它房屋, 相应的年有效剂量当量也高, 若用酸性岩计算则更高。ICRP60号出版物对公众平均年有效剂量当量的限值为 1mSv, 用天然石材铺地或再加墙围的房屋, 年有效剂量当量接近或超出该值。因此在使用这种材料时要慎重。

表 4 不同结构房屋内空气吸收剂量率

建筑物类型	空气吸收剂量率 $D(10^{-8}\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1})$		年有效剂量当量 ( $\mu\text{Sv}$ )	
	计算值	测量值	计算值	测量值
铺石材地板的砖房	17.1(18.3)	18.6	938(1018) *	1032
铺石材地板和墙围	20.4(22.5)	/	1121(1224) *	/
普通砖楼房	15.4	14.5	875	792
高层建筑	15.2	13.7	866	792
普通楼房	13.2	15.0	767	856

\* 括号内数值是用酸性岩的比活度计算

近年来用天然石材建造和装饰房屋的比例在上升, 因此必须注意选取放射性水平低的石材。在我们分析的样品中有 36%左右的天然石材超出了“建筑材料放射卫生防护标准”(GB6566-86)及“天然石材产品放射性防护分类控制标准”(JC518), 人们生活中每天有 80%时间在室内, 如果常年居住在超标准的环境中会有损健康, 因此生产厂家应该严格按照国家有关规定生产成品, 监督部门要加大对天然石材的生产监督力度, 消费者更要严格选取所用天然石材。

参考文献:

[1] UNSCEAR Report[R]. 1993.

[2] 张淑蓉. 深圳特区土壤和建筑材料中的放射性水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1988, 8(2): 88~93.  
[3] 张淑蓉. 我国土壤中放射性核素水平及分布[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1989, 增刊(2): 1~15.  
[4] 任天山. 建筑材料放射性和室内 $\gamma$ 辐射水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1987, 1(7): 59~63.  
[5] Stranden E. Radioactivity of building materials and the gamma radiation in dwellings[J]. Phys. Med. Biol. 1979, 24: 921.  
[6] 建筑施工手册编写组. 建筑施工手册[M]. 北京中国建筑工业出版社, 1981. 收稿日期: 1999-06-30

。工作报告。

粮食及矿泉水的放射性检验结果分析

张继勉 董慧芬

(天津市卫生防病中心, 天津 300011)

目前市场上销售的矿泉水品牌繁多, 按照卫生要求, 均必须进行放射性检验。近年粮食类产品出口也呈上升趋势, 但一般进口国对此类产品的放射性指标要求比较严格, 因而对粮食及矿泉水的放射性检验需求增加。本文对 1998 年至今我们检验过的粮食类产品 4 种共 53 个样品、矿泉水共 65 个样品的检验结果进行了汇总和分析。

1 检验方法

1.1 粮食类产品 一般要求检测两个指标即<sup>137</sup>Cs 和去钾总 $\beta$ 比活度。将粉碎后的样品取可食部分 2 克, 放于样品盘中压平, 在 FJ-1914 低本底 $\beta$ 测量仪上测量(探测限为 4.2Bq/kg), 测出总 $\beta$ 比活度, 再从总 $\beta$ 中将<sup>40</sup>K 减去, <sup>40</sup>K 及<sup>137</sup>Cs 比活度检验方法见 1.3 的 $\gamma$ 谱仪方法。

1.2 矿泉水 一般要求检测三个指标即总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 和<sup>226</sup>Ra 比活度。取矿泉水 0.5 升在电炉上蒸发至干, 将残渣研细成粉末, 称粉末状样品 200 毫克, 样品盘中铺平, 在 BH-1217C 弱 $\alpha$ 、 $\beta$ 测量仪上测量(探测限为 0.02Bq/L<sup>-1</sup>)测出总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 比活度。<sup>226</sup>Ra 检验方法见 1.3 的 $\gamma$ 谱仪方法。

1.3  $\gamma$ 谱仪方法 粮食样品经碾磨成粉状, 称取 320 克装入 $\phi 75 \times 75\text{mm}$ 的样品盒中, 压实待测; 矿泉水样品取 2000ml 经电炉蒸发浓缩到 300ml 装入上述样品盒中待测。将样品盒放入 10 厘米厚的复合屏蔽铅室中 NaI(Tl)晶体探头, 探头接 BH-1224 型 $\gamma$ 谱仪微机系统。谱仪对<sup>137</sup>Cs 的分辨率好于 7%, 谱仪能量线性好于 1%, 测量时间 200 分钟, 单次测量误差小于 15%, 能谱显示为 1024 道, 计算机中存有逆矩阵法解谱程序, 可定量分析出粮食中的<sup>137</sup>Cs、<sup>40</sup>K 及水中<sup>226</sup>Ra 等核素的含量。(其探测限分别为 0.16, 14.1, 0.01Bq/kg)

2 检验结果

2.1 粮食类产品 53 个样品的结果是: <sup>137</sup>Cs 比活度平均为

1.99Bq/kg, 最低为 0.18Bq/kg, 最高为 7.50Bq/kg; 去钾总 $\beta$ 放射性平均为 68.72Bq/kg, 最低值在探测限下未测出, 最高值为 325.10Bq/kg。

2.2 矿泉水 65 个样品的结果是: 总 $\alpha$ 比活度除四个样品测出分别为 0.01Bq/L 和 0.002Bq/L 外, 其余样品均未测出; 总 $\beta$ 放射性平均为 0.14Bq/L, 最低值未测出, 最高值为 1.32Bq/L; <sup>226</sup>Ra 放射性平均为 0.28Bq/L, 最低值为 0.02Bq/L, 最高值为 1.04Bq/L。

3 结果分析

3.1 粮食类产品 标准中规定, 粮食中<sup>137</sup>Cs 限值为  $2.6 \times 10^2 \text{Bq/kg}$ , 去钾总 $\beta$ 比活度限值为  $9.6 \times 10^1 \text{Bq/kg}^{[1]}$ 。由检验结果可知所有样品<sup>137</sup>Cs 比活度均低于规定限值。样品中去钾总 $\beta$ 比活度除两个样品超过规定限值外, 其余均在限值以下。这两个样品均是云豆, 比活度分别为 325.10Bq/kg 和 226.10Bq/kg, 由于进口国有特殊需求而去钾总 $\beta$ 比活度可放宽至 600Bq/kg, 因此仍可满足出口要求。

3.2 矿泉水 标准规定, 矿泉水中总 $\alpha$ 比活度应低于 0.1Bq/L<sup>[2]</sup>, 总 $\beta$ 放射性应低于 1.50Bq/L, <sup>226</sup>Ra 放射性应低于 1.10Bq/L<sup>[3]</sup>, 检验结果三个指标均未超过标准限值。

4 小结

由结果分析可知, 目前天津市场上销售的具有卫生许可证的矿泉水其放射性检验指标均符合国家标准。出口的粮食类产品除个别进口国放宽某项指标限值以外, 其余均符合我国有关标准的规定。

参考文献:

[1] GB 14882-94, 食品中放射性物质限制浓度标准[S].  
[2] GB 5749-85, 生活饮用水卫生标准[S].  
[3] GB 8537-1995, 饮用天然矿泉水[S]. 收稿日期: 1999-06-30