

文章编号 1000-5013(2002)03-0304-04

闽南常用石材天然放射性核素含量分析

胡恭任 于瑞莲

(华侨大学材料科学与工程学院, 泉州 362011)

摘要 报道闽南常用石材的33个样品中,天然放射性核素含量的分析结果,并按照国家有关石材产品分类标准进行划分。分析结果表明,所采集的33个石材样品,有3个样品的天然放射性核素(^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K)含量异常偏高,其放射性比活度大于C类控制值;而其余30个样品的天然放射性核素含量处于正常本底水平。所有石材比活度的范围: ^{226}Ra 为 $15.4\sim 478.0\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$; ^{232}Th 为 $15.3\sim 669.3\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$; ^{40}K 为 $155\sim 2103\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。根据国家标准和建设部行业标准的要求,只有11个石材样品(其放射性比活度属于A类控制值,内照射指数 M_{Ra} 和外照射指数 M_{r} 均小于1)能用于住宅建设和内装修。

关键词 石材, 天然放射性核素, 闽南, 卫生防护

中图分类号 TU 521.2(257) R 144 X 591

文献标识码 A

放射性危害是一种无色无味,不易为人们直接察觉的隐性危害。长期超剂量地接受放射性照射,会导致头昏、脱发、红斑,以及白血球的减少或增多,严重的还会导致癌变(如肺癌、皮肤癌等),并且有一定的遗传性^[1-3]。居民接受的放射性照射,包括体内照射和外照射(内照射剂量主要来源于室内氡及其衰变子体的 α 辐射(^{222}Rn 源自 ^{238}U 的衰变)。外照射剂量主要来源于室内建筑材料(包括装璜材料)的 γ 辐射(γ 辐射剂量取决于U, Th, Ra, K的放射性核素含量)。由于天然岩石中含有一定量的放射性元素,研究其中的放射性水平,对合理使用石材,避免较高水平的石材用于室内装饰,尽可能降低居民接受的放射性照射具有重要意义。在2000至2001年间,我们对闽南地区常用的各类石材进行了抽样调查分析,测定了其中的天然放射性核素 ^{226}Ra , ^{232}Th 和 ^{40}K 含量。同时,根据《GB 6566-2000 建筑材料放射卫生防护标准》^[4]和《C 518-93 天然石材产品放射防护分类控制标准》^[5]的标准进行分类分析。

1 样品采集与测量

1.1 样品采集与制备

闽南常用的石材品种多、来源广,我们有代表性地选择产于不同省份的不同品种石材共33个。对采集的石材样品进行粉碎,160目过筛。然后在110℃下烘干,各称取约350g样品以备测量分析。

1.2 测量方法与仪器

样品中的²²⁶Ra、²³²Th 和⁴⁰K 含量,由江西省核工业地质局测试研究中心分析,如表 1 所示。²³²Th、²²⁶Ra 和⁴⁰K 含量分析的相对误差,分别控制在 5%、4% 和 8% 以内。

表 1 样品分析方法和使用仪器

分析项目	分 析 方 法	分 析 仪 器	检出下限/Bq · kg ⁻¹
²³² Th	萃取色层分离 偶氮胂 分光光度法	7203 分光光度计	2.0 ± 0.1
²²⁶ Ra	闪烁射气法	FD-125 室内氡钍分析仪 FH-408 定标器	5.0 ± 0.2
⁴⁰ K	原子吸收光谱法	GGE-5 型原子吸收分光光度计	2.0 ± 0.16

2 测量结果分析

2.1 石材中天然放射性核素含量

表 2 列出所采集石材中天然放射性核素含量的测量结果。从表中可以看出,石材中天然放射性核素含量(Bq · kg⁻¹) 范围,分别是²²⁶Ra 为 15.4~478.0,²³²Th 为 15.3~669.3,⁴⁰K 为 155~2 103。所调查石材样品中,只有啡珍珠的天然放射性核素含量异常偏高,其放射性比活度大于 C 类控制值,内照射指数(*M*_{Ra}) 和外照射指数(*M*_r) 显著大于 1,分别在 1.92~2.39 和 3.89~4.38 之间。

表 2 闽南常用石材中天然放射性核素含量(Bq · kg⁻¹) 和按国家标准进行分类的结果

样品名称	产地	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	C _{Ra}	C _{Ra}	产品分类	<i>M</i> _{Ra}	<i>M</i> _r
01 蒙古黑	内蒙古	30.9	15.3	759	118.3	30.9	A	0.15	0.33
02 福鼎黑	福鼎	15.5	96.0	165	159.6	15.5	A	0.08	0.45
03 金彩麻	美国	21.5	141.2	1 840	374.0	21.5	B	0.11	1.06
04 永定红	永定	117.7	88.9	1 427	363.3	117.7	B	0.59	1.02
05 永定红	永定	81.2	28.4	1 459	247.9	81.2	A	0.41	0.69
06 西施红	河南	97.4	66.7	1 565	325.2	97.4	A	0.49	0.91
07 江西红	江西	145.7	192.9	1 809	565.3	145.7	B	0.73	1.59
08 江西红	江西	111.4	213.0	1 712	549.6	111.4	B	0.56	1.55
09 江西红	江西	173.1	295.3	1 815	731.5	173.1	B	0.87	2.06
10 印度红	印度	51.9	187.6	1 609	446.8	51.9	B	0.26	1.26
11 印度红	印度	343.7	236.7	1 624	806.2	343.7	C	1.72	2.25
12 印度红	印度	97.3	274.3	1 941	638.4	97.3	B	0.49	1.80
13 印度红	印度	43.5	95.3	1 834	333.5	43.5	A	0.22	0.94
14 印度红	印度	85.8	155.2	1 615	437.4	85.8	B	0.43	1.23
15 枫叶红	广西	87.1	123.6	1 653	399.4	87.1	B	0.44	1.12
16 枫叶红	广西	83.1	209.9	1 568	504.4	83.1	B	0.42	1.42
17 枫叶红	广西	149.6	149.7	1 584	491.1	149.6	B	0.75	1.38
18 枫叶红	广西	214.8	141.8	1 615	548.4	214.8	B	1.70	1.53
19 枫叶红	广西	135.9	136.4	1 518	453.6	135.9	B	0.68	1.27
20 虎皮黄	广西	166.1	228.2	1 790	631.7	166.1	B	0.83	1.77
21 虎皮黄	广西	112.6	158.4	1 690	475.2	112.6	B	0.56	1.34

续表

样品名称	产地	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	C _{Ra} ^e	C _{Ra}	产品分类	M _{Ra}	M _r
22 岑溪红	广西	85.0	113.0	1 195	342.7	85.0	A	0.43	0.96
23 岑溪红	广西	195.0	115.0	1 165	452.8	195.0	B	0.98	1.26
24 啡珍珠	不详	384.6	638.6	2 103	1 432	384.6	> C	1.92	4.02
25 啡珍珠	不详	478.0	669.3	2 050	1 562	478.0	> C	2.39	4.38
26 啡珍珠	不详	393.1	603.6	2 035	1 387	393.1	> C	1.97	3.89
27 罗源红	福建	52.8	64.2	1 603	280.5	52.8	A	0.26	0.79
28 安溪红	福建	75.0	73.0	1 100	270.4	75.0	A	0.32	0.78
29 海浪花	广东	64.2	52.8	1 603	276.5	64.2	A	0.32	0.78
30 大白花	广东	81.5	84.5	1 456	323.7	81.5	A	0.41	0.91
31 南非红	南非	58.8	122.2	1 578	362.6	58.8	B	0.29	1.02
32 黄金麻	不详	116.4	242.2	1 631	586.9	116.4	B	0.58	1.65
33 雅士白	河南	15.4	50.5	155	97.2	15.4	A	0.15	0.33

2.2 不同产地石材中天然放射性核素含量

由表 2 可见, ²²⁶Ra, ²³²Th 和 ⁴⁰K 含量(Bq · kg⁻¹) 最高的均为产地不详的啡珍珠, 分别为 478.0, 669.3, 2 103. ²²⁶Ra, ⁴⁰K 含量(Bq · kg⁻¹) 最低的为河南的雅士白, 分别 15.4, 155. ²³²Th 含量(Bq · kg⁻¹) 最低的为 15.3 的蒙古黑.

2.3 按有关标准对调查石材样品的分类

针对天然石材的开发利用, 1993 年建设部专门颁布了《C 518-93 天然石材产品放射防护分类控制标准》^[1]. 在该标准中, 规定了天然石材中放射性核素²²⁶Ra, ²³²Th 和⁴⁰K 比活度的分类控制值和产品检测要求. 它根据天然石材中放射性水平, 将石材产品划分为 A, B, C 三类. 其中, A 类产品的放射性核素比活度须同时满足 C_{Ra}^e 350 Bq · kg⁻¹和 C_{Ra} 200 Bq · kg⁻¹, 其使用范围不受限制. B 类产品的放射性核素比活度应同时满足 C_{Ra}^e 700 Bq · kg⁻¹和 C_{Ra} 250 Bq · kg⁻¹. 它不可用于居室内饰面, 可用于其它一切建筑物的内、外饰面. C 类产品的放射性核素比活度应满足 C_{Ra}^e 1 000 Bq · kg⁻¹, 可用于一切建筑物的外饰面. C_{Ra}, C_{Th}, C_K 和 C_{Ra}^e = C_{Ra} + 1.35 C_{Th} + 0.088 C_K 分别为天然石材产品中²²⁶Ra, ²³²Th 和⁴⁰K 的放射性比活度和镭当量浓度(Bq · kg⁻¹). 放射性比活度大于 C 类控制值的天然石材, 可用于海堤、桥墩及碑石等其它用途. 同时, 国家标准《GB 6566-2000 建筑材料放射卫生防护标准》又规定, 只有内照射指数 M_{Ra} 和外照射指数 M_r 同时不大于 1 的建筑材料, 才能用于住宅建设和内装修. 其表达式为

$$M_r = S_{Ra}/370 + S_{Th}/260 + S_K/4\,000, \quad M_{Ra} = S_{Ra}/200,$$

它们分别用于室内建材所致的外照射和氡的内照射水平. 在上式中, S_{Ra}, S_{Th}和 S_K 分别是建材中核素²²⁶Ra, ²³²Th 和⁴⁰K 比活度(Bq · kg⁻¹). 表 2 给出了所抽查的石材产品, 按国家标准和行业标准进行相应分类的结果. 由表中分类可知, 只有 01, 02, 05, 06, 13, 22, 27, 28, 29, 30 和 33 号等 11 个石材样品(放射性比活度属于 A 类控制值, 内照射指数 M_{Ra} 和外照射指数 M_r 均小于 1), 能用于住宅建设和内装修. 24, 25 和 26 号石材产品(均为啡珍珠)只能用于海堤、桥墩及碑石等其它用途. 11 号印度红样品, 只能用于建筑物的外饰面. 03, 04, 07, 08, 09, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 31 和 32 号样品不可用于居室内饰面, 但可用于其它一切建筑物的内、外饰面.

3 结束语

通过对闽南常用石材样品天然放射性核素含量的调查分析,我们认为在追求居室舒适、美观的同时,应加强环保意识,对放射性危害给予足够的重视.选购建材及装饰石材时,一定要检测石材的放射性.对花岗岩石材而言,饰纹漂亮的往往是相对危险的.限于市场所售的建材绝大多数无放射性检测报告,用户可以先取样送专业队伍检测.若大量购买时,也可以请专业人员到现场抽测,做到防范于未然.对已装饰妥的居室,若经专业机构检测认定其放射性水平的确超标时,应分析其原因,采取相应的防治措施.对那些大于 A 级(M_{Ra} 或 M_r 大于 1)的石材应及时更换,才可避免较高放射性水平的石材用于室内装饰.

参 考 文 献

- 1 Annex U. Ionizing radiation: Sources and biological effects[M]. New York: National Academy Press, 1982. 141~143
- 2 Nielson D L. Geotechnical and environmental geophysics: Reviews and tutorial[J]. Pub. by Society of Exploration Geophysicists, 1990, (1): 60~65
- 3 Adams J A S, London W M. Natural radiation environment[M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1975. 77~79
- 4 中华人民共和国标准局编. GB 6566-2000 建筑材料放射卫生防护标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000. 1~2
- 5 中华人民共和国建设部编. JC 518-93 天然石材产品放射防护分类控制标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993. 1~2

Analysing the Content of Natural Radioactive Nuclide in Building Stone Commonly Used in South Fujian

Hu Gongren Yu Ruilian

(College of Mater. Sci. & Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract A report is made on the results of analysis the content of natural radioactive nudide in 33 samples of building stone commonly used in South Fujian. And a division of them is made in the light of national standard. As indicated by analytical results, 3 out of 33 samples of building stone are very high in natural radioactive nuclide content, with a specific activity greater than control value of class C; while the content of natural radioactivenuclide ^{226}Ra , ^{232}Th , and ^{40}K in the other 30 samples are in normal background level. The specific activity of all the building stone are in the range of ^{226}Ra , 15.4 ~ 478.0 $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, ^{232}Th , 15.3 ~ 669.3 $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, and ^{40}K , 155 ~ 2 103 $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ respectively. In accordance with the demand of national and professional standard, only 11 samples of building stone can be applied to housing development and interior furnish. Their specific activity belong to control value of class A; and their index of internal exposure M_{Ra} and index of external exposure M_r are all smaller than 1.

Keywords building stone, natural radioactive nuclide, South Fujian, health protection