

广州市天然 γ 辐射水平及所致公众照射剂量

张 林, 张静波

中图分类号: R146 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)04-0456-02

【摘要】 目的 了解广州市天然 γ 辐射水平及其分布规律, 估算其所致公众照射剂量。方法 采用 FD-71A 闪烁辐射仪测量了广州市室内外天然 γ 辐射水平, 计算了所致公众年有效剂量当量。结果 室内天然 γ 辐射水平范围为  $9.66 \times 10^{-8} \sim 27.5 \times 10^{-8} \text{ Gy/h}$  平均值为  $(17.61 \pm 2.61) \times 10^{-8} \text{ Gy/h}$  室外天然 γ 辐射水平范围为  $6.59 \times 10^{-8} \sim 28.39 \times 10^{-8} \text{ Gy/h}$  平均值为  $(13.32 \pm 2.86) \times 10^{-8} \text{ Gy/h}$  室内外天然 γ 辐射水平所致公众人均年有效剂量当量为  $1.027 \text{ } \mu\text{Sv/a}$  所致公众集体年有效剂量当量为  $7.450 \text{ } 8\text{man} \cdot \text{Sv/a}$  结论 广州市天然 γ 辐射属正常天然本底水平。

【关键词】 天然; γ 辐射; 有效剂量

广州市是广东省省会, 地处中国大陆南方, 广东省的中南部, 珠江三角洲的北缘, 接近珠江流域下游入海口。其范围是东经  $112^{\circ}57'$  至  $114^{\circ}3'$ , 北纬  $22^{\circ}26'$  至  $23^{\circ}56'$ 。广州市总面积为  $7\,434.4 \text{ km}^2$ , 土地类型多样, 分为成土母质以花岗岩和砂页岩为主的中低山地, 由砂页岩、花岗岩和变质岩构成丘陵地, 以堆积红土、红色岩系和砂页岩为主的岗台地, 以及冲积平原、滩涂。为了解广州市天然 γ 辐射水平及其分布规律, 进而估算其所致公众照射剂量, 我们于 2004 年 ~ 2006 年对广州市天然本底辐射外照射水平及进行了调查。

- 1 仪器与方法
- 1.1 仪器 采用上海电子仪器厂生产的 FD-71A 闪烁辐射仪, 测量结果用文献[1]的校正方法进行修正。
- 1.2 测量方法 检测方法采用《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)。测点包括室内、外、道路、原野, 仪器探头垂直向下测量, 高度为  $100 \text{ cm}$ ; 室内采用五点法, 即房屋四个角(距墙壁  $30 \text{ cm}$  左右)和中央, 结果取其平均值。室外和原野选择高建筑物  $50 \text{ m}$  以上, 在  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  范围内巡测四角和中央, 结果取其平均值。
- 1.3 数据统计方法 结果采用 SPSS 11.0 统计处理。

- 2 结果与分析
- 2.1 室内天然 γ 辐射水平
- 2.1.1 全市室内天然 γ 辐射水平(表 1) 全市室内天然 γ 辐射空气吸收剂量率的变化范围为  $9.66 \times 10^{-8} \sim 27.5 \times 10^{-8} \text{ Gy/h}$  平均值为  $17.61 \times 10^{-8} \text{ Gy/h}$  与文献[1]报道的广东省室内天然 γ 辐射  $18.0 \times 10^{-8} \text{ Gy/h}$  相近。各区域相比较, 从化

最高、番禺最低。

表 1 广州市室内天然 γ 辐射水平

区域	调查点次	γ 辐射 ( $\times 10^{-8} \text{ Gy/h}$ )	
		均值	范围
东山	44	$17.49 \pm 2.57$	$9.69 \sim 22.35$
荔湾	14	$16.97 \pm 1.33$	$14.94 \sim 18.60$
越秀	16	$18.48 \pm 2.03$	$15.38 \sim 21.13$
海珠	49	$16.57 \pm 1.95$	$12.76 \sim 20.61$
天河	41	$18.09 \pm 2.75$	$11.40 \sim 25.84$
芳村	12	$19.05 \pm 1.88$	$16.18 \sim 23.10$
白云	25	$18.48 \pm 2.82$	$15.10 \sim 27.54$
黄埔	10	$16.04 \pm 2.08$	$13.20 \sim 18.40$
番禺	17	$16.02 \pm 3.09$	$9.66 \sim 19.26$
花都	18	$17.90 \pm 3.66$	$14.24 \sim 25.84$
从化	18	$20.50 \pm 1.45$	$17.34 \sim 22.35$
增城	10	$17.08 \pm 3.77$	$13.20 \sim 25.00$
平均	274	$17.61 \pm 2.61$	$9.66 \sim 27.50$

2.1.2 室内天然 γ 辐射频率分布(图 1) 结果表明全市室内天然 γ 辐射频率呈正态分布。

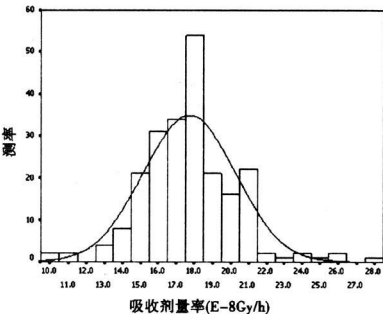


图 1 室内天然 γ 辐射频率分布

2.1.3 不同墙体材料的建筑物比较(表 2) 经最小显著差异法(LSD)多重检验, 结果表明墙体材料为高压蒸汽混凝土砌块

基金项目: 广东省科技厅科技计划项目(C31404)  
作者单位: 广州市疾病预防控制中心, 广东 广州 510080  
作者简介: 张林(1966~), 男, 重庆市人, 副主任技师, 主要从事放射卫生防护工作。

地区有关。剂量估算居室内氡及子体所致居民照射剂量均未超过国家标准的公众年剂量限值。不同建筑材料, 不同年代所建房屋室内氡浓度亦无明显变化。但鉴于居室内氡浓度又与气候、房屋结构、生活习惯等因素有关, 而此次测量是在春季进行, 本地风沙较大, 空气流动性好, 数值可能偏低, 因此我们有必要针对以上因素做更进一步的研究, 探讨适合本地区特点的防氡措施, 更好的保障人们的生活和健康。

参考文献:  
[1] UNSCEAR Report 1993 Radon in air[R]. 附录 D226-

228-1993 65-66  
[2] UNSCEAR Source and effects of ionizing radiation[R]. New York: United Nation, 2000  
[3] GB/T16146-1995 住房内氡浓度控制标准[S].  
[4] 王作元. 氡及其子体的特性和剂量估算考虑[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1984 4(3): 67-73  
[5] GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].  
[6] 郑天亮, 周竹虚, 尚兵, 等. 建筑工程防氡技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006 29-30  
(收稿日期: 2008-04-07)

的建筑物与红砖、混凝土的建筑物之间差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ) 其余建筑物之间差异无统计学意义。墙体材料为高压蒸汽混凝土砌块的建筑物室内天然  $\gamma$  辐射最高, 原因是加入了放射性水平较高的粉煤灰所致<sup>[3]</sup>。

表 2 不同墙体材料的建筑物室内天然 $\gamma$ 辐射水平			
墙体性质	调查点次	$\gamma$ 辐射 ( $\times 10^{-8}$ Gy/h)	
		均值	范围
高压蒸汽混凝土砌块	17	19.83 $\pm$ 0.97	17.99~20.93
红砖	131	17.69 $\pm$ 2.65	9.69~27.54
灰砂砖	37	18.00 $\pm$ 3.08	9.66~25.84
混凝土	49	17.22 $\pm$ 1.77	13.15~21.13
平均	234	17.71 $\pm$ 2.56	9.66~27.54

2.1.4 不同地面材料的建筑物比较 墙体材料同为红砖, 不同地面材料的建筑物室内天然  $\gamma$  辐射比较见表 3。经最小显著差异法 (LSD) 多重检验, 结果表明地面材料花岗岩与水泥、瓷砖与水泥的建筑物之间差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ) 其余间差异无统计学意义。原因是花岗岩、瓷砖放射性水平较水泥高所致<sup>[3]</sup>。

表 3 不同地面材料建筑物室内天然 $\gamma$ 辐射水平			
地面材料	调查点次	$\gamma$ 辐射 ( $\times 10^{-8}$ Gy/h)	
		均值	范围
花岗岩	26	18.04 $\pm$ 2.65	15.38~27.54
木材	14	17.37 $\pm$ 1.78	15.33~20.61
瓷砖	82	17.83 $\pm$ 2.70	9.69~25.84
水泥	9	15.94 $\pm$ 3.01	11.40~20.61
平均	131	17.69 $\pm$ 2.65	9.69~27.54

2.2 室外天然  $\gamma$  辐射水平  
2.2.1 全市室外天然  $\gamma$  辐射水平 (表 4) 全市室外天然  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率的变化范围为  $6.59 \times 10^{-8} \sim 28.39 \times 10^{-8}$  Gy/h 平均值为  $13.32 \times 10^{-8}$  Gy/h 与广东省  $13.2 \times 10^{-8}$  Gy/h<sup>[1]</sup> 相近。各区域相比较, 白云最高、芳村最低。

表 4 广州市室外天然 $\gamma$ 辐射水平			
区域	调查点次	$\gamma$ 辐射 ( $\times 10^{-8}$ Gy/h)	
		均值	范围
东山	153	14.70 $\pm$ 2.56	7.90~21.42
荔湾	116	12.99 $\pm$ 3.00	6.59~23.16
越秀	79	13.78 $\pm$ 3.29	9.64~22.29
海珠	125	12.76 $\pm$ 1.96	8.13~17.93
天河	165	13.64 $\pm$ 2.71	7.73~21.42
芳村	59	11.08 $\pm$ 1.49	7.90~15.66
白云	21	16.52 $\pm$ 4.59	10.52~28.39
黄埔	26	12.11 $\pm$ 2.30	8.77~17.06
番禺	52	11.15 $\pm$ 2.28	7.73~16.15
从化	13	14.05 $\pm$ 1.40	12.26~16.62
花都	12	13.56 $\pm$ 1.22	12.70~14.42
增城	12	13.87 $\pm$ 1.56	12.14~16.62
平均	833	13.32 $\pm$ 2.86	6.59~28.39

2.2.2 不同性质地面的天然  $\gamma$  辐射水平比较 (表 5) 泥地天然  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率的变化范围为  $7.73 \times 10^{-8} \sim 20.59 \times 10^{-8}$  Gy/h 平均值为  $12.82 \times 10^{-8}$  Gy/h 道路天然  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率的变化范围为  $6.59 \times 10^{-8} \sim 27.52 \times 10^{-8}$  Gy/h 平均值为  $14.71 \times 10^{-8}$  Gy/h 两者之间差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。

表 5 不同性质地面的天然 $\gamma$ 辐射水平			
区域	调查点次	$\gamma$ 辐射 ( $\times 10^{-8}$ Gy/h)	
		均值	范围
泥地	607	12.82 $\pm$ 2.40	7.73~20.95
道路	201	14.71 $\pm$ 3.50	6.59~27.52
平均	808	13.29 $\pm$ 2.83	6.59~27.52

2.2.3 室外天然  $\gamma$  辐射频率分布 (图 2) 结果表明全市室外

天然  $\gamma$  辐射频率呈正态分布。

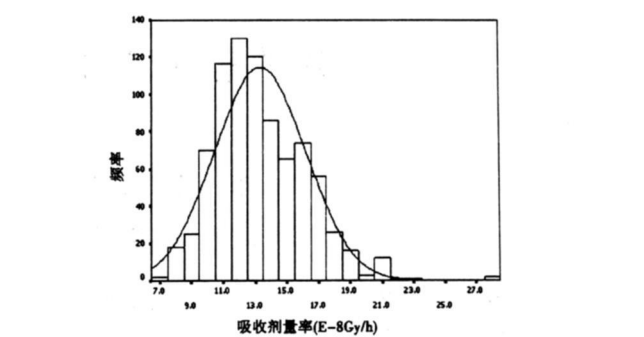


图 2 室外天然  $\gamma$  辐射频率分布  
2.2.4 天然  $\gamma$  辐射所致公众剂量 (表 6) 按 UNSCEAR 1982 年报告书<sup>[2]</sup> 提供的模式估算, 公众室内外停留时间分别按 7 008.1 752 人计算, 剂量转换系数取  $0.7 \text{ Sv}/(\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1})$ 。

表 6 天然 $\gamma$ 辐射所致公众剂量					
区域	人口 (万人)	人均年有效剂量当量 ( $\mu \text{ Sv/a}$ )			集体年有效剂量当量 ( $\text{man} \cdot \text{Sv/a}$ )
		室内	室外	合计	
东山	63.92	858.2	180.2	1 038.4	663.7
荔湾	52.03	832.6	159.2	991.8	516.0
越秀	42.18	906.6	168.9	1 075.5	453.7
海珠	83.96	812.9	156.4	969.3	813.8
天河	60.36	887.6	167.3	1 054.9	636.7
芳村	18.54	934.4	135.8	1 070.2	198.4
白云	86.4	906.6	202.5	1 109.1	958.3
黄埔	21.09	786.8	148.5	935.3	197.2
番禺	97.68	785.8	136.7	922.6	901.2
花都	62.1	878.0	172.3	1 050.3	652.2
从化	53.56	1 005.7	166.2	1 171.9	627.7
增城	83.38	838.0	170.0	1 008.0	840.5
平均	725.2	864.1	163.3	1 027.4	7 450.8
比例		84.1%	15.9%		

全市各区室内天然  $\gamma$  辐射所致公众年有效剂量当量变化范围为  $785.8 \sim 1 005.7 \mu \text{ Sv/a}$  平均值为  $864.1 \mu \text{ Sv/a}$  所致公众集体年有效剂量当量为  $6 266.5 \text{ man} \cdot \text{Sv/a}$ 。全市各区室外天然  $\gamma$  辐射所致公众年有效剂量当量变化范围为  $135.8 \sim 202.5 \mu \text{ Sv/a}$  平均值为  $163.3 \mu \text{ Sv/a}$ 。所致公众集体年有效剂量当量为  $1 184.3 \text{ man} \cdot \text{Sv/a}$ 。全市各区室内外天然  $\gamma$  辐射所致公众年有效剂量当量变化范围为  $935.3 \sim 1 171.9 \mu \text{ Sv/a}$  平均值为  $1 027.4 \mu \text{ Sv/a}$  与广东省  $970 \mu \text{ Sv/a}$ <sup>[1]</sup> 相近, 高于全国平均值 ( $590 \mu \text{ Sv/a}$ )<sup>[4]</sup> 和世界典型值 ( $500 \mu \text{ Sv/a}$ )<sup>[5]</sup>。全市室内外天然  $\gamma$  辐射所致全市居民集体年有效剂量当量为  $7 450.8 \text{ man} \cdot \text{Sv/a}$ 。总剂量中室内天然  $\gamma$  辐射占 84.1%、室外天然  $\gamma$  辐射占 15.9%。

### 3 结论

广州市室内外天然  $\gamma$  辐射水平及所致公众有效剂量属正常天然本底水平。

### 参考文献:

[1] 中华人民共和国卫生部. 中国电离辐射水平及居民受照剂量 (外照射部分) [J]. 1986. 3  
[2] The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation [M]. United Nations, New York, 1982.  
[3] 张林, 胡灿云, 梁婷婷. 广州市建筑材料放射性核素含量及所致人体外照射剂量估算 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 1999, 19(5): 351—352.  
[4] 朱昌寿. 中国人受电离辐射照射剂量份额研究 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 1998, 18(5): 340—345.  
[5] The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation [M]. New York: United Nations, 2001: 5.