

石家庄市农村居室内氡浓度调查

赵智慧, 周开建, 张京战, 程亚梅

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)04-0455-01

【摘要】 目的 了解石家庄市农村居民留驻时间最长的居室内氡浓度水平, 找出不同地区、不同建筑材料、不同装修材料、不同建筑年代居室内氡浓度的变化情况, 从而找出最主要的影响因素。方法 采用固体核径迹法测量累积剂量。结果 调查表明近年来农村居室氡浓度水平未有明显变化。结论 石家庄市农村居室内氡浓度均未超过标准, 可能与地质结构及建筑材料的相对稳定有关。另外, 装修材料的应用, 不同程度的影响室内氡浓度水平。
【关键词】 农村居室; 氡浓度; 建材; 装修; 内照射剂量

氡及其子体是人类受到天然持续照射的主要辐射源, 其所致剂量约占有天然辐射的 1/2。广大公众因吸入其所致的辐射照射的年剂量当量为 $1.2\text{ mSv}^{[1]}$ 。引起呼吸系统内照射, 在肺癌诱因中仅次于吸烟^[2], 为具有确定性效应的 A 类致癌物质。随着经济的发展, 人们对生活质量的要求不断提高。居住环境发生了巨大变化, 随之而来的建筑材料的更新、建筑结构、装修材料等的不断更新, 室内氡浓度水平的影响因素亦相应复杂, 居室环境的放射性污染逐渐显现出来并引起公众的重视。

我们此次对石家庄市农村居室内氡浓度进行了调查, 并估算其所致居民内照射剂量, 以期了解目前农村居民受辐射现状。

1 调查方法

1.1 样本选择 本次调查选取石家庄市属 3 个不同地质条件的村庄, 共布放房间 60 间, 每个村庄放置 20 间, 均为平房, 其中 6 个房间放置平行样。

1.2 布放原则 探测器均于上午布放于人员留驻时间最长的卧室, 远离通风口, 气流稳定的地方, 高度为与人的呼吸带同高 ($1.5\sim1.8\text{ m}$), 距墙 20 cm 在正常生活状态下采样。

1.3 测量方法 采用固体核径迹法测量室内累积氡浓度, 应用的探测器为中国疾病预防控制中心辐射安全所研制的 LHH 型氡累积探测器, 采用被动扩散杯和 CR-39 固体核径迹探测器, 对 ^{222}Rn 的灵敏度为 $4.13\sim4.81\text{ Tmm}^{-2}(\text{ kBq}\cdot\text{h})^{-1}$, 测量范围为 $6\sim2\,000\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, 放置 3 个月, 回收后进行蚀刻处理, 用显微镜读取探测器上的径迹数, 然后计算氡浓度。

2 结果

2.1 总体氡浓度 石家庄市农村居室氡浓度在 $9.3\sim61.1\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ 之间, 算术平均值为 $25.8\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, 标准差为 $9.7\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, 未超过国家标准《住房内氡浓度控制标准》^[3]。依据文献^[4]所提供的方法, 平衡因子取 0.5 估算居民呼吸系统所受内照射剂量为 0.79 mSv/a 未超过国家标准 GB18871-2002 中所规定的公众的剂量限值 1 mSv/a 。

2.2 不同地区居室氡浓度(表 1) 由表 1 可知, 山区与平原居室氡浓度的平均值仅相差 $0.4\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, 差异无显著性。山区为变质岩低山区, 房屋的建筑材料主要为石英岩或板岩, 平原为太行山前冲积平原, 房屋建材主要为粘土砖和实木, 以上可见本地两种建筑材料的氡水平相当, 这与本地石材及以本地粘土为材料的砖中铀、钍、镭含量较低有关。

表 1 不同地区居室氡浓度

地区	房间数	最大值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)	平均值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)	标准差
山区	20	54.5	25.7	11.8
平原	40	61.1	26.1	9.2

3.2 不同建筑材料居室氡浓度水平(表 2) 由表 2 可见, 以天然石材及实木为主材料建造的房屋, 居室内氡水平略高于以砖混及砖木为主材料所建房屋, 表明天然石材中放射性元素较粘土砖及混凝土高, 对局室内氡浓度贡献较大。

表 2 不同建筑材料居室氡浓度

主要建筑材料	房间数	最大值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)	平均值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)	标准差
石木	8	54.5	27.7	12.6
砖木	27	45.0	24.7	8.2
砖混	24	61.1	25.9	11.1

3.3 装修对居室氡浓度的影响(表 3) 由表 3 可见, 未装修的居室内氡浓度高于装修过的约 29.7%, 因农村房屋均为平房, 故受土壤中氡子体释放的影响较大, 因此造成未装修房屋内氡浓度偏高, 可见装修可一定程度阻挡氡子体向室内的扩散。另外所有装修的居室装修材料均为瓷砖及涂料, 亦可说明所应用的材料的放射性比土壤的低。

表 3 装修与否的居室氡浓度

装修情况	房间数	最大值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)	平均值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)	标准差
否	10	54.5	31.7	1.5
是	50	61.1	24.6	9.1

3.4 不同建筑年代居室内氡浓度水平(表 4) 由表 4 可见, 各地居室内氡浓度随着年代的增长, 无论装修与否, 相对比较, 均未有明显变化, 表明近年来农村房屋建筑材料结构相对稳定。另外, 同年代未装修较已装修房屋的室内氡浓度偏高, 与表 3 显示结果一致。

表 4 不同建筑年代居室氡浓度

年代	装修	房间数	最大值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)	平均值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)	标准值
80 年代前	否	6	54.5	30.6	13.3
	是	6	41.5	27.4	9.4
80~90 年代	否	4	45.0	33.4	9.7
	是	36	61.6	24.4	9.8
2000 年后	是	8	38.5	24.2	8.0

4 讨论

综上所述, 石家庄地区农村房屋总体居室内氡浓度 $25.8\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, 未超过全国 2000 年后的平均值 $43.8\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ^[6], 可能与

作者单位: 河北省疾病预防控制中心, 河北 石家庄 050021
作者简介: 赵智慧 (1971~) 女, 河北石家庄人, 副主任医师, 从事放射卫生工作。

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 mSv/a 所致公众集体年有效剂量当量为 7.450 manSv/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 cm ; 室内采用五点法, 即房屋四个角(距墙壁 30 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 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 ± 2.57	$9.69 \sim 22.35$
荔湾	14	16.97 ± 1.33	$14.94 \sim 18.60$
越秀	16	18.48 ± 2.03	$15.38 \sim 21.13$
海珠	49	16.57 ± 1.95	$12.76 \sim 20.61$
天河	41	18.09 ± 2.75	$11.40 \sim 25.84$
芳村	12	19.05 ± 1.88	$16.18 \sim 23.10$
白云	25	18.48 ± 2.82	$15.10 \sim 27.54$
黄埔	10	16.04 ± 2.08	$13.20 \sim 18.40$
番禺	17	16.02 ± 3.09	$9.66 \sim 19.26$
花都	18	17.90 ± 3.66	$14.24 \sim 25.84$
从化	18	20.50 ± 1.45	$17.34 \sim 22.35$
增城	10	17.08 ± 3.77	$13.20 \sim 25.00$
平均	274	17.61 ± 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。

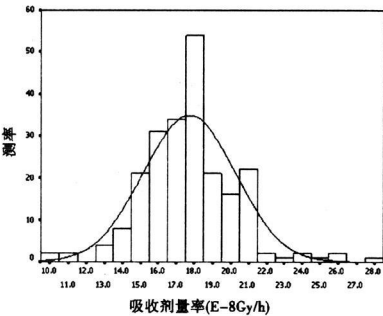


图 1 室内天然 γ 辐射频率分布

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 Nations, 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)