

广东省居民住宅室内氡浓度检测与评价

吴自香, 刘彦兵

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)03-0188-02

【摘要】目的 了解广东省居民室内氡浓度水平与相关影响因素。方法 采用被动式活性炭室内氡探测器进行测量。结果 本次调查的广东省室内氡浓度总算术平均值为 46.1 Bq/m³ (卧室)和 38.8 Bq/m³ (客厅)。室内不同建材类型地面氡浓度均值为:花岗岩(53.5±19.2) Bq/m³、瓷砖(45.4±32.0) Bq/m³、木地板(29.7±21.20) Bq/m³。冬季氡浓度比夏季多一倍多。结论 广东省居民室内氡浓度总算术平均值基本与世界平均值 40.0 Bq/m³ 相接近,其中中山、博罗室内氡浓度均值较世界均值约高 1 倍。

【关键词】 居民住宅; 氡浓度; 影响因素

氡及其子体是人类受到的来自天然辐射源。地球上每个人都不可避免的受到它的持续照射, 其所致剂量约占天然辐射年平均剂量 2.4 mSv 的 50%^[1]。目前, 氡的危害与评价已日益成为我国公众关心的居住环境质量问题, 有关住房等建筑物内氡的标准已陆续颁布实施^[2]。就广东省居民室内空气中氡水平来说, 上世纪 80 年代已开展了一些调查^[3], 限于当时技术条件是用瞬时采样的双滤膜法检测, 存在采样时间代表性与检测数据精度不足, 加之, 新的建筑材料, 尤其是室内装饰材料开发生产与应用必然对室内空气质量产生影响。为此, 我们采用近年发展起来的无源活性炭室内氡探测器的累积测量法, 对广东 6 个地区 98 户住宅室内空气中氡浓度进行了检测, 试图对广东省居民室内氡水平及其所致剂量作出新的评价。

1 材料与方法

1.1 调查地区与检测点的选择 依据广东省土壤中放射性核素含量及分布情况, 将全省分为高、中、低三个区, 高水平区中天然放射性核素铀—238、钍—232、镭—226、钾—40 含量分别为 178.23、314.34、163.08、750.65 Bq/kg; 中水平区中相应含量分别为: 83.46、114.39、82.05、468.70 Bq/kg; 低水平区中相应含量分别为: 25.82、39.63、28.26、112.25 Bq/kg; 并参考我省自然环境与人口密度、交通等条件确定调查点, 选择了广州、中山、茂名等六个地区。共布置了 98 个检测点, 测量了室内的厅和卧室的氡浓度。采样开始时间均为白天, 门窗关闭, 采样点位置设在厅内座椅或沙发处约 1.0 m 高处(呼吸带), 卧室为卧床头部。

1.2 检测方法 采用被动式活性炭室内氡探测器。炭盒选用粒度为 10~28 目的 CHO 型椰壳炭, 在 110~120℃ 的温度下烘烤 4~5 h 密闭储存备用。称取 46 g 活性炭置于高 35 mm、直径 75 mm 塑料盒中, 加盖密封。使用时开封去盖, 将炭盒暴露于室内空气中。暴露 3~4 d 后结束采样, 加盖密封, 带回实验室测量。采用 γ 能谱仪测量, 仪器系美国 ORTEC 公司引进的一套多道计算机系统, 带有高纯锗半导体探测器, 对 3 吋×3 吋(1 吋=

2.54 cm)NaI(Tl)的探测效率为 40%, 对⁶⁰Co 的 1332keV γ 射线能量分辨率 1.9 keV。炭盒中氡的活度用²¹⁴Pb 的 0.242MeV、0.295 MeV、0.352 MeV 和²¹⁴Bk 的 0.609 MeV γ 射线全能吸收峰面积确定。最小探测限为 1.9 Bq/m³。

1.3 数据处理 测量数据用平均值和标准差表示。并采用 UNSCEAR 推荐的系数, 计算对居民所致剂量。

2 结果与分析

2.1 广东不同地区室内氡浓度 按居民室内主要活动场所, 分别检测了 6 个地区住宅卧室与客厅空气中氡浓度, 检测样品总共 98 个, 结果列于表 1。

地区	客厅				卧室			
	样品数	范围	均数	标准差	样品数	范围	均数	标准差
广州	29	10.6~103.3	25.6	21.9	29	12.9~109.3	36.6	28.5
中山	13	30.5~109.7	63.2	21.5	13	22.8~100.6	63.2	21.2
茂名	26	3.12~33.9	14.3	9.06	21	2.37~59.9	17.8	16.2
博罗	6	20.0~92.8	63.8	32.2	8	38.9~114.0	82.6	28.1
东莞	13	27.8~75.8	47.4	16.0	13	30.6~80.9	54.1	17.8
番禺	11	10.3~26.9	18.4	5.4	11	11.8~44.1	22.4	9.9
平均	98		38.8		98		46.1	

由表 1 可见, 广东省 6 个地区住宅室内氡浓度总算术平均值为 46.1 Bq/m³ (卧室)和 38.8 Bq/m³。其中以博罗、中山、东莞三地较高, 居室内氡浓度为 54.1~82.6 Bq/m³; 广州和番禺(现属广州)两地次之, 其浓度为 22.4~36.6 Bq/m³; 茂名较低, 相应浓度为 17.8 Bq/m³。6 个地区卧室室内空气中氡浓度普遍高于客厅内的对应水平。以平均值相比较, 卧室氡浓度较客厅氡浓度约高 18.8%。

2.2 室内不同建材地面与氡浓度 基于建材是影响室内氡浓度的重要因素, 我们选择在墙体材料基本相同条件下三种常用不同建材所构造地面进行室内空气中氡浓度检测, 结果列于表 2。

作者单位: 广东省放射卫生防护所, 广东 广州 510300
作者简介: 吴自香(1955~), 女, 广东丰顺人, 主任技师, 主要从事放射性监测与防护工作。

从表 4 可见三种不同级别的医院诊断 X 射线工作人员的五年间平均剂量当量均低于 5 mSv, 虽然乡镇卫生院工作量较少, 但年人均剂量乡镇卫生院最高, 其次为县级医院。年剂量超过 5 mSv 的 22 人中有 14 人在乡镇卫生院, 而集体剂量贡献最大, 其主要原因是目前我市镇级卫生院防护相对落后, 透视时基本上还是利用普通荧光屏透视, 拍片时站于铅屏风后, 说明乡镇卫生院的防护条件有待进一步改善。

3 小结

综合我市 1999~2003 年开展放射工作人员个人剂量监测的情况可以看出, 经过 1999 年的常规监测和采取适当措施后, 在以后 4 年当中, 放射工作人员人均年剂量都比 1999 年下降,

但对少数工作人员仍应加强监督管理和培训(2003 年高于 5 mSv 有 12 人), 提高个人防护意识并积极采取行之有效的防护措施; 今后医用 X 射线特别是乡镇卫生院的医用 X 射线的防护应作为我市的工作重点。

参考文献:

[1] GB5794-85. 放射工作人员个人剂量监测方法[S].
[2] 夏予勇, 陈中雨. 杭州市放射工作人员个人剂量监测结果[J]. 中国辐射卫生, 2002, 11(1): 56.
[3] 程林. 徐州市放射工作人员外照射个人剂量 5 年监测结果评价[J]. 中国职业医学, 2001, 28(3): 66.

表 2 室内不同类型地面空气中氡浓度

地面砖类型	样品数	氡浓度(Bq/m ³)	
		均值	标准差
花岗岩	18	53.5	19.2
抛光砖	62	45.4	32.0
木地板	31	29.7	21.2

由表 2 可见, 相同墙体不同建材类型地面条件下室内氡浓度存在明显差别, 以花岗岩构造地面最高, 其值为 (53.5±19.2)Bq/m³, 瓷砖(抛光砖)次之, 其浓度稍低于花岗岩, 为 (45.4±32.0)Bq/m³, 木地板地面的室内氡浓度显著低于前两者, 仅为 (29.7±21.2)Bq/m³。

2.3 不同季节室内氡浓度 人类生活环境中温度与湿度变动将影响氡自屋基土壤和墙体建材中的析出与扩散, 从而导致室内空气中氡浓度改变。我们在广州市同一地点相同条件下检测了不同季节室内氡浓度, 结果于表 3。

表 3 不同季节住宅室内氡平均浓度(Bq/m³)

季节	月份	样品数	均值	标准差
春	3	5	69.9	9.7
夏	6	5	40.2	10.1
秋 ¹⁾	8	5	40.5	6.7
冬	11	5	82.0	4.1

注: 1) 立秋后。

由表 3 可见, 室内空气氡浓度, 不同季节存在明显差别。其中就广州市而言, 夏季与秋季时相应浓度变化不大, 且处于较低水平, 分别为(40.2±10.1)和(40.5±6.7)Bq/m³。冬季时浓度最高, 为 (82.0±4.1)Bq/m³, 春季时浓度次之, 为(69.9±9.7)Bq/m³。

3 讨论

(1) 室内空气中的氡主要来源于屋基及周围土壤、建材、室外空气、生活用水与燃料。其中第一项的屋基及周围土壤占室内氡浓度的 56.0%~60.4%^[2]。广东省土壤中放射性核素含量及分布调查检测显示, 与氡-222 密切相关的镭-226 含量, 以江门地区最高, 广州地区次之, 湛江地区最低^[4]。我们调查检测的广东省 6 个地区室内氡浓度按从高到低顺序排列, 存在与上述土壤中镭-226 含量类似趋势。由此推测, 不同地区室

内氡浓度差别原因, 当地屋基土壤(岩石)中天然放射性核素含量似是重要影响因素。

(2) 根据 UNSCEAR 1993 报告^[1]。全世界室内氡浓度用人口加权算术平均值为 40 Bq/m³, 室内平衡因子 F 值为 0.4, 用平衡当量浓度(EEC)表示, 对应为 16 Bq/m³。当居留因子(室内停留时间)取 0.8(相当于每年 7 008 h)由吸入氡所致照射所致年有效剂量当量为 1.0 mSv。广东省 6 个地区室内氡-222 浓度算术平均值为 46.1 Bq/m³(卧室)和 38.8 Bq/m³(厅), 基本上与全世界平均值相接近。其对应年有效剂量当量为 0.47~1.15 mSv。对个别地区(中山、博罗)来说, 其室内氡浓度均值较世界均值约高 1 倍, 其相应剂量可达 2.0 mSv 左右。

(3) 由上世纪 80 年代同类调查所得广东省居民住宅内空气中氡浓度均值为 19.0 Bq/m³^[3]。而本次调查结果相应浓度为 46.1 Bq/m³。两相比较, 后者较前者高了 1 倍多, 显示广东省居民住宅室内氡浓度呈增高趋势。究其原因, 可能与近年内应用新型建筑, 尤其是使用装饰材料有关^[5], 表 2 所列数据也支持此论点。此外, 笔者认为, 住宅条件下氡照射属非职业性照射, 使用瞬时测量进行检测难以获得较准确的照射量评价。

(本工作得到杨宇华副主任医师、中山市疾病预防控制中心关康年主管医师、茂名市职防所彭昌龙副主任技师、黄强主管医师等人的大力协助, 特此致谢!)

参考文献:

[1] 联合国原子能辐射效应科学委员会(UNSCEAR). 1993 年报告电离辐射与效应[M]. 北京: 原子能出版社, 1995. 50—54.
[2] 吴自香. 室内氡及其控制[J]. 中国职业医学, 2002, 29(5): 52—54.
[3] 吴增汉, 曾晋祥. 广东省居民室内外空气中氡钍及其子体潜能浓度水平及居民受照剂量[J]. 辐射防护, 1989, 9(6): 454—459.
[4] 陈子正. 广东省土壤中放射性核素含量及分布[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1988, 8(增刊 2): 84—91.
[5] 高兆华, 舒冬珍. 广东省建筑材料天然放射性水平与评价[J]. 中国辐射卫生, 1994, 3(3): 159—161.

(收稿日期: 2004—10—13)

【工作报告】

医科达 Precise 加速器水路故障检修

王 燕

中图分类号: R815 文献标识码: D

1 故障现象

水冷机不启动, 机器处于 initialised 状态。控制台电脑提示 M fil Vmon HT Crowbar, Diod O/L, GTO O/L 等错误。控制台不能进入医生操作模式, 显示 Failed login clinical, 只能进入维修模式(service mode)。用设置状态功能也不能改变机器状态。

2 分析及检修

检查紧急开关, 都没有闭合, 检查用户端子接线盒的 2、3 接线柱, 电压都为 24V, 说明没有紧急开关被按下。水泵开关的常闭节点 CB11—21、22 和水压保护电路并联后与紧急开关串联, 当水泵开关吸合, CB11—21、22 断开, 电流只经过水压保护电路给继电器 CONA 线圈供电, CONA 吸合后, 接通水泵电源和启动水冷机。水压保护电路中串联着水压保护开关, 电机过温开关(90℃)和水温过温保护开关(42℃)。检查水压保护开关 SW41—1 和电机过温开关 SW41—4 节点闭合, 而水温过温保

护开关 SW41—10 断开。说明内循环水温过热, 待自然冷却后重新启动, 机器可以正常工作。分析故障原因, 怀疑水冷机外循环散热不好。由于水冷机放置于一个封闭的室内, 屋顶只有一个小窗户, 有排风扇但是散热不够, 尤其在夏天易发生散热问题, 引起水温过高的故障。我们将水冷机组改造一下, 并联了一台制冷机置于室外, 可以任意选择其中一组工作(夏天用室外制冷机组), 或者同时工作。添加了水泵和蓄水箱水循环系统, 可以和另外一台 Varian 1800 型加速器共用制冷水循环。该管路设计有循环水通路和自来水通路两套通路, 可以在制冷机组故障的情况下用自来临时制冷, 保障加速器的正常工作, 不因制冷问题耽误临床治疗。该系统使用起来灵活方便, 解决了热保护的问题。

3 结论

加速器水路故障可以通过改造制冷机组来解决, 关键问题是内循环水温能够稳定保持机器正常运行所需的温度条件。

(收稿日期: 2005—01—23)