

江苏省 2007年辐射环境质量监测与评价

李 芳,陆继根,徐 萍,黄福琴,崔 杨,周 程

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2008)04—0458—02

【摘要】 目的 为了确保辐射安全,对江苏省辐射环境质量进行监测与评价;方法 依据国家环境保护总局通知精神和国家相关的标准规定的分析监测方法。结果 2007年江苏省原野及道路 γ 辐射辐射水平为 48~120 nGy/h 土壤中 ^{232}Th ^{226}Ra ^{40}K 含量的平均值分别为 54.8 Bq/kg 39.4 Bq/kg和 658.6 Bq/kg 重要水源水中总 α 总 β 分别为 0.058 Bq/L和 0.14 Bq/L另外还监测了主要流域断面的放射性核素浓度和江苏省的电磁辐射水平。结论 江苏省辐射环境质量良好,处于正常范围以内。

【关键词】 辐射环境;监测;评价

随着社会的发展和科学技术的进步,伴生矿利用、纱罩制造以及核技术在江苏省(以下简称我省)工业、农业、医疗、能源、科研和教育等领域的应用日益广泛,随之而来的核与辐射安全及环境保护问题也日趋突出,辐射环境污染事故和民事纠纷呈逐步上升趋势,公众对辐射环境质量的要求越来越高。

我省 2003年制定的《江苏省辐射环境监测方案(暂行)》主要针对重点地区和重点污染物进行辐射环境监测。从 2004年开始,江苏省环保厅对省会南京地区和淮河、太湖、长江流域的主要国控断面进行了监测。2006年,总局《关于印发〈国家环境监管能力建设“十一五”规划(草案)〉的通知》(环办函〔2006〕335号文)对全国质量监测提出了更高的要求,我省根据总局的要求,结合自身特色以及全省辐射环境监测能力建设情况,对原有方案进行扩充,由原来的省会南京一个市扩大到全省 13个市,全面监测全省的辐射环境质量。并根据方案于 2007年开始对全省辐射环境进行全面监测。

1 辐射环境质量监测布点及质量保证

1.1 辐射环境监测方案布点的原则及 2007实施情况 辐射环境质量监测以全省 13个省辖市为主,部分项目延伸到每个县(市),各监测和采样点都通过 GPS定位确定经纬度。13个省辖市在所在地布设 γ 辐射连续监测点、 γ 辐射瞬时监测、累积剂量、氡浓度及其子体和电磁辐射监测点,空气、水和土壤采样点,并在所辖县(市)选择敏感点进行 γ 辐射瞬时空气吸收剂量率和 γ 辐射累积剂量监测;环境地表水和底泥在长江、淮河、太湖及南水北调流域的国控断面选点进行监测,考虑到全省辐射环境监测能力建设问题,2007年制定了相应的实施计划,计划如下:气溶胶、土壤和电磁辐射项目全部按照方案执行,底泥和沉降物项目不开展, γ 辐射空气吸收剂量率连续监测只开展了南京市的 1个点位,其他项目都有开展,但与方案对比,在点位和频次上有所减少。

到目前为止,2007年的辐射环境监测工作已经全部结束,除了镇江和泰州的气溶胶监测项目因为仪器设备未到位而未开展外,其他项目均按照 2007年实施方案开展。

1.2 质量保证 本方案的质量保证执行江苏省辐射环境监测管理站质量体系文件(《质量手册》、《程序文件》、《作业指导书》)。主要措施有:所有监测人员均经过专业培训和考核后持证上岗;测试分析方法采用国家标准(GB)方法、环境保护行业标准(HJ)方法或核工业部门行业标准(EJ)方法;监测、采样布点、样品采集与制备、分析测量与数据处理等监测工作的全过程均按《辐射环境监测技术规范》实施;用于刻度放射性测量仪

器的标准源、标准溶液和标准物质,均由中国计量科学研究院等权威计量部门提供,测量的量值可溯源到国家基准,所有对分析测试结果的准确性和有效性有影响的计量或检定设备,均由计量部门或其授权单位进行校准或检定,以保证所进行的检测具有溯源性;实验室分析测量坚持空白样测定,随机抽取 10%~20%样品作平行双样测定;随机抽取 5%~10%样品进行加标回收率测定,并绘制各个项目质量控制图,用质量控制图来控制质控样的质量,同时不定期添加“盲样”作对照分析,控制分析结果的准确度。

2 监测结果及评价

由于我省全面的辐射环境质量监测 2007年刚开始,故某些项目监测点位和频次比较少,数据不足,笔者只对瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率、土壤、水和电磁辐射监测结果进行评价。

2.1 瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果及评价 2007年我省对覆盖全省的 158个监测点位进行了瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率监测,监测结果见表 1 从表中可以看出,2007年我省原野、道路瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率测值范围为(48~120) nGy/h均值为 76.6 nGy/h 监测结果在全国天然本底调查^[2]时我省原野、道路 γ 辐射剂量率水平范围内。

表 1 瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

所在地区	监测点位数	监测结果 (nGy/h)	
		范围	均值
南京市	8	62~95	75.5
无锡市	5	53~99	63.8
徐州市	17	49~95	72.0
常州市	8	74~106	92.4
苏州市	15	62~100	76.3
南通市	15	67~96	81.3
连云港市	13	59~77	70.7
淮安市	15	59~109	75.5
盐城市	18	70~120	92.6
扬州市	11	60~88	73.3
镇江市	11	48~98	68.4
泰州市	12	60~88	74.0
宿迁市	10	67~106	80.5
全省	测值范围	48~120(未扣宇宙响应值)	
	平均值	76.6	
江苏省原野、道路 γ 辐射剂量率水平	范围	47~131(未扣宇宙响应值)	

2.2 土壤监测 2007年我省对覆盖全省的 27个土壤点位进行了监测,监测结果见表 2 从表中可以看出,土壤中 ^{238}U

作者单位:江苏省辐射环境监测管理站,江苏 南京 210096
作者简介:李芳(1977~),女,硕士,从事辐射环境监测与评价工作。

^{232}Th ^{226}Ra ^{40}K ^{90}Sr 放射性核素含量范围分别为 ($< 19.2 \sim 67.9$) Bq/kg ($34.1 \sim 72$) Bq/kg ($22.1 \sim 55.3$) Bq/kg ($484 \sim 864$) Bq/kg ($< 0.13 \sim 1.5$) Bq/kg 均值分别为 38.9Bq/kg 54.8Bq/kg 39.4Bq/kg 658.6Bq/kg 0.43Bq/kg 土壤中天然放射性核素 ^{238}U ^{232}Th ^{226}Ra ^{40}K 浓度水平, 除上方山公园土壤中 ^{238}U 含量和丹徒新区市政广场土壤中 ^{232}Th 分别为 67.9Bq/kg 和 72.0Bq/kg 比天然本底调查时的最高含量 62.1Bq/kg 和 67.9Bq/kg 稍高, 其他均在我国天然本底调查^[2]时我省的水平范围内。

表 2 土壤放射性核素含量

所在地区	点位名称	放射性核素含量 (Bq/kg)				
		^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{90}Sr
南京	草场门	57	57.1	35.7	708	0.34
	土桥	45.2	62.3	47	587	0.25
苏州	上方山公园	67.9	56.7	52.3	484	0.55
无锡	鼋头渚公园	37.3	59.5	49.7	634	0.16
常州	常州环境监测中心站	49.4	55.5	49.2	619	0.75
	春江镇安家办事处	37.3	59.5	49.7	634	0.24
徐州	淮海烈士纪念馆塔	39	67.5	44.5	632	0.16
	铜山县双塘果园取水口东院	43.4	46.1	33.3	640	0.36
扬州	瘦西湖	53.1	50.2	36.6	530	< 0.13
	润扬森林公园	54.6	65.1	45.9	655	0.4
镇江	职教中心自动站	40.2	65.4	47.1	676	1.1
	丹徒新区市政广场	55.3	72.0	50	629	0.85
南通	南郊子站	44	50.8	34.5	629	0.32
连云港市	苍梧公园	20.5	34.1	22.1	673	0.39
	新浦公园	< 19.2	57.1	31	851	0.96
	海滨公园	< 19.9	59.3	30.5	864	1.5
	大浦污水处理厂	29.7	63.8	41.9	821	0.14
淮安	钵池山公园	27.4	45.3	34.4	605	0.32
	大运河广场	59.8	45.8	35.1	681	0.41
	楚秀园	53.9	43	34.5	697	0.15
盐城	人民公园	< 19.9	57.5	36.2	773	0.54
	盐城世纪公园	< 19.2	55.3	32.8	711	0.33
泰州	滨河广场	31	54.1	39.2	660	0.29
	人民公园	57.6	53.1	39.2	603	< 0.13
	民兴外国语学校	36.4	49.2	37	572	< 0.13
宿迁	黄河公园	24	40.7	31.2	675	0.31
	嶧山森林公园	46.6	53.2	43.3	540	0.26
全省	测值范围	$< 19.2 \sim 67.9$	$34.1 \sim 72$	$22.1 \sim 55.3$	$484 \sim 864$	$< 0.13 \sim 1.5$
	平均值	38.9	54.8	39.4	658.6	0.43
	标准差	16.9	8.7	7.6	90.3	0.35
	江苏省 90年代土壤天然放射性水平浓度	$14.1 \sim 62.1$	$17.9 \sim 67.9$	$13.1 \sim 89.6$	303	~ 876

注: 小于检出限的值按照检出限一半参加计算。

3.3 重点饮用水水源地监测 2007年我省对覆盖全省的 14 个重点饮用水水源地点位进行了监测, 监测结果见表 3 从表中可以看出, 各饮用水水源地水中总 α 含量测值范围为 ($0.017 \sim 0.13$) Bq/L 总 β 含量测值范围为 ($0.057 \sim 0.28$) Bq/L 符合《生活饮用水卫生标准》^[3]中总 α 限值为 0.5Bq/L 总 β 限值为 1Bq/L 的要求。

3.4 主要流域辐射环境质量监测 2007年我省对覆盖全省的 18 个主要流域断面水点位进行了监测, 监测结果见表 4 从表中可以看出, ^{238}U ^{232}Th ^{226}Ra ^{40}K 总 α 、总 β 、 ^{90}Sr ^{137}Cs 放射性含量分别为 ($3.5 \sim 50$) mBq/L ($0.44 \sim 3.9$) mBq/L ($< 2 \sim 3.9$) mBq/L ($0.048 \sim 0.5$) Bq/L ($< 0.01 \sim 0.98$) Bq/L ($0.074 \sim 0.74$) Bq/L ($0.82 \sim 9.1$) mBq/L 和 $< 1.8\text{mBq/L}$ 除沙庄桥点位的 ^{238}U 和石浦点位的 ^{40}K 含量分别为 50mBq/L 和 0.5Bq/L 较我省水体中天然放射性浓度最高值 37mBq/L 和 0.25Bq/L 稍高外, 其它点位的 ^{238}U ^{232}Th ^{226}Ra ^{40}K 浓度均在我省水

体中天然放射性浓度范围内。

表 3 重点饮用水水源地监测结果

所在地区	监测点位名称	放射性核素含量 (Bq/L)	
		总 α	总 β
南京市	上元门水厂水源地	0.033	0.091
	北河口水厂	0.038	0.057
苏州市	横山水厂	0.082	0.16
无锡市	沙渚	0.1	0.28
常州	长江魏村取水口	0.075	0.11
徐州	张集水厂	0.06	0.065
扬州	瓜州源水厂	0.051	0.089
镇江	金西水厂取水口	0.017	0.094
南通	狼山水厂水源地保护区	0.063	0.1
连云港	蔷薇河	0.076	0.26
淮安	城南水厂	0.13	0.22
盐城	盐城市饮用水源取水口	0.045	0.18
泰州	三水厂	0.018	0.085
宿迁	京杭运河	0.027	0.16
全省	测值范围	$0.017 \sim 0.13$	$0.057 \sim 0.28$
	平均值	0.058	0.14
	标准差	0.032	0.072

注: 小于检出限的值按照检出限一半参加计算。

表 4 主要流域国控断面放射性核素浓度

流域	断面 名称	²³⁸ U	²³² Th	²²⁶ Ra	⁴⁰ K	总 α	总 β	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
		(mBq/L)	(mBq/L)	(mBq/L)	(Bq/L)	(Bq/L)	(Bq/L)	(mBq/L)	(mBq/L)
长 江	江宁河口	7.1	0.54	<2	0.06	0.038	0.074	2.9	<1.8
	九乡河口	8.4	1.3	<2	0.067	0.05	0.12	2.8	<1.8
	焦山尾	7	0.44	<2	0.079	0.021	0.088	2.6	<1.8
	姚港	6.1	0.69	<2	0.048	0.056	0.092	5.7	<1.8
淮 河	盱眙淮河大桥	18	0.69	<2	0.11	0.032	0.14	4.7	<1.8
	蔺家坝	32	0.89	<2	0.18	0.049	0.25	2.8	<1.8
	槐泗河口	11	0.72	<2	0.069	0.053	0.14	0.82	<1.8
	艾山西大桥	25	1.7	<2	0.2	0.049	0.28	1.2	<1.8
南 水 北 调	江都西闸	20	0.84	<2	0.1	0.015	0.081	3.4	<1.8
	老山乡	16	3.9	<2	0.11	0.11	0.19	4.4	<1.8
	五叉河口	28	1.3	<2	0.13	0.98	0.74	5.3	<1.8
	沙庄桥	50	0.83	<2	0.21	0.29	0.58	2.7	<1.8
太 湖	椒山	10	3.8	3.9	0.2	0.068	0.28	7.5	<1.8
	泽山	12	1.1	<2	0.16	0.11	0.28	6.1	<1.8
	太浦闸	13	0.83	<2	0.18	0.022	0.23	6.6	<1.8
	江边闸	8.8	0.98	<2	0.077	0.029	0.12	2.7	<1.8
	王江泾	11	1.1	<2	0.25	0.027	0.31	9.1	<1.8
	石浦	3.5	0.95	<2	0.5	<0.01	0.42	7.3	<1.8
全 省	测值范围	3.5~50	0.44~3.9	<2~3.9	0.048~0.5	<0.01~0.98	0.074~0.74	0.82~9.1	—
	平均值	15.9	1.26	—	0.15	0.11	0.25	4.4	—
	标准差	11.6	0.99	—	0.11	0.23	0.18	2.3	—
	江苏省水体中天然放射性浓度	1.4~37	0.041~3.3	2.0~20	0.013~0.25				

注: 小于检出限的值按照检出限一半参加计算。

3.5 电磁辐射监测 2007年我省对覆盖全省的 48 个监测点位进行了电磁辐射综合场强监测, 监测结果见表 5 监测结果均符合电磁辐射防护规定的限值^[4]。

建筑陶瓷地砖表面氡析出及其对室内空气中氡浓度的影响

闫世平¹,林立雄¹,郑家概¹,牟德海¹,曾德朝²

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2008)04—0460—03

【摘要】 目的 主要探讨建筑陶瓷地砖表面析出的氡对室内环境空气中氡浓度的影响。方法 建立了一种采用局部静态法测量陶瓷表面氡析出率的测量方法,并根据本实验模型推出了表面氡析出率的计算公式。结果 委托制作了系列高镭含量的建筑陶瓷砖样品,并测量了其表面氡析出率;研究了建筑陶瓷地砖镭含量同表面氡析出率的关系,估算了引入建筑陶瓷地砖对室内空气氡浓度的影响程度。结论 发现建筑陶瓷地砖的表面氡析出率小于0.003 mBq·m⁻²·s⁻¹,造成室内空气中氡浓度的增加量小于1 Bq/m³。

【关键词】 建筑陶瓷;氡析出率;内照射

近年来,抛光砖、釉面砖、耐磨砖等经过加工的石材和花岗石、大理石等天然石材被广泛用于建筑物的装饰中,这些质地坚硬、光滑耐磨和自然美观的新兴建材确实美化了人们的生活环境,这些建材同时又含有一定量的放射性物质,如果放射性水平较高,会危及久居其中人们的健康,因而建材放射性引起了人们的普遍关注。建材放射性对人体的影响分内照射和外照射两部分,内照射来自氡的体内衰变,氡随呼吸进入人体后对人体形成近距离照射,氡及子体衰变放出的α粒子轰击周边细胞,特别是氡的子体是重金属粒子,很容易被呼吸系统所截留,并不断地累积,因其半衰期短,全部在原处衰变,从而对人的呼吸系统造成辐射损伤^[1]。自然界中氡主要有三种同位素,分别为²¹⁹Rn、²²⁰Rn、²²²Rn,分别来自铀系、钍系和铀系。因²¹⁹Rn、²²⁰Rn的半衰期很低短(²¹⁹Rn的半衰期为3.96s,²²⁰Rn的半衰期为55.6s)可以不予考虑。²²²Rn来自²²⁶Ra的衰变,生成的氡经迁移、扩散和对流等作用,最后散布到空气中,吸入后

基金项目:广东省科学技术厅工业攻关项目(项目编号:2002C1030508)
作者单位:1 中国广州分析测试中心,广东省化学危害与事故应急重点实验室,广东 广州 510070
2 广东东鹏陶瓷股份有限公司,广东 佛山 528031
作者简介:闫世平(1972~),男,山西平遥人,工程师,主要从事放射性检测工作。

对人体造成内照射损伤,因此可以说内照射源于²²⁶Ra,因而国标GB 6566—2001给出了²²⁶Ra的限量值。陶瓷地砖是使用量较大的一类建筑装饰材料,研究引入建筑陶瓷后对人体产生的附加内照射具有明确的现实意义,即:如果可以证明建筑陶瓷表面氡析出不会影响室内空气中氡浓度,陶瓷产品的内照射指数可不作要求,从而有助于提高生产厂家的产品合格率。笔者考察了建筑陶瓷中²²²Rn的析出率及²²²Rn析出与²²⁶Ra含量之间的关系。作为对比,还考察了部分花岗岩的²²²Rn析出率,由此也验证了本测量模型的可靠性。²²⁶Ra的含量采用γ能谱法测量,表面氡的析出采用局部静态法测量。

1 材料与方法

1.1 样品采集与准备 从市售的陶瓷地砖中采集了不同生产厂家、不同时间生产的样品共50个;作为对比和方法确认,同时选取市售花岗岩板材10个。

为考察建筑陶瓷中镭活度同氡析出关系,委托陶瓷生产厂家制作了系列高镭含量陶瓷地砖样品:将镭含量为4.58×10⁶ Bq/kg的沥青铀矿粉末按一定比例与陶瓷原料混匀,底层铺普通原料,上层铺混入镭粉原料,压实后按照陶瓷砖的生产条件烧制成高镭含量陶瓷地砖样品一批。为防止放射性粉尘

3 结论

(1)2007年我省原野、道路瞬时γ辐射空气吸收剂量率监测结果在全国天然本底调查时我省原野、道路γ辐射剂量率水平范围内。

(2)土壤中天然放射性核素的水平,除丹徒新区市政广场土壤中²³²Th稍高外,其他均在我国天然本底调查时我省的水平范围内。

(3)各饮用水水源地水中总α含量和总β含量符合《生活饮用水卫生标准》中总α限值为0.5 Bq/L,总β限值为1 Bq/L的要求;主要流域段面水除部分点位的²³⁸U、²³²Th、²³⁵Ra、⁴⁰K浓度与我省水体中天然放射性浓度在同一水平。

(4)覆盖全省的48个监测点位的电磁辐射综合场强监测结果均符合电磁辐射防护规定的限值。

综上所述,江苏省辐射环境质量良好,处于正常范围内。

参考文献:

[1] HJ/T 61—2001 辐射环境监测技术规范[S].
[2] 国家环保总局. 中国环境天然放射性水平[Z]. 北京: 1995.
[3] GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准[S].
[4] GB 8702—88 电磁辐射防护规定[S].

(收稿日期: 2008—05—24)

表 5 电磁辐射监测结果			
所在地区	监测点位数	监测结果 (V/m)	
		范围	均值
南京市	5	0.26~1.56	1.02
无锡市	2	0.38~0.72	0.55
徐州市	2	0.78~0.81	0.8
常州市	5	<0.2~0.46	0.27
苏州市	4	<0.2~1.61	0.58
南通市	2	0.78~0.81	0.8
连云港市	5	<0.2~1.4	0.77
淮安市	5	0.21~0.58	0.31
盐城市	5	1.02~1.36	1.13
扬州市	2	<0.2~0.53	0.32
镇江市	4	<0.2~0.62	0.29
泰州市	5	0.47~0.87	0.6
宿迁市	2	1.24~1.25	1.24
全省	测值范围	<0.2~1.56	
	平均值	0.67	

注: 小于检出限的值按照检出限一半参加计算。