

2012 - 2016 年黄河水(山东段)中镭 - 226 放射性水平调查

秦欢,常明杰,王蕾

山东省核与辐射安全监测中心,山东 济南 250117

摘要:目的 更好地监控国控点黄河水山东段水中镭 - 226 放射性水平,掌握枯水期和丰水期水中镭 - 226 放射性水平的变化情况。方法 通过对 2012 - 2016 年国控点黄河水山东段济南泺口和东营入海口 2 个点位进行连续采样监测,采用氢氧化铁 - 碳酸钙载带射气闪烁法对样品水中镭 - 226 分析。结果 黄河水济南泺口和东营入海口水中镭 - 226 放射性水平枯水期平均值分别为 8.15 mBq/L 和 7.60 mBq/L,丰水期的平均值分别为 7.58 mBq/L 和 5.70 mBq/L。结论 黄河水山东段济南泺口和东营入海口水中镭 - 226 放射性水平处于本底水平。

关键词: 镭射气;氡子体;放射性水平

中图分类号:X591 文献标识码:B 文章编号:1004 - 714X(2017)04 - 0451 - 02

黄河作为山东省内最大的河流之一,在山东省内全长 617 km,流域面积 1.83 万 km²^[1],流经济南,滨州,东营,对周边工农业生产起着重要作用。

上世纪九十年代,李福生^[1]等人对黄河水山东段水中镭 - 226 放射性水平进行了调查,距现在已有 20 年。在这期间我国人民生活、工业化水平都发生了巨大变化,之前的数据已经不能代表现有的放射性水平,需要重新进行一次调查。目前,每年国家对济南泺口和黄河东营入海口 2 个监测点位进行国控点网络水中镭 - 226 放射性水平监测,实时统计数据。因此对黄河水山东段水中镭 - 226 放射性水平进行长期动态监测是有必要的。

天然镭是三个天然放射性的成员,与铀、钍共存,它在矿石受地下水侵蚀时易被浸出。镭是剧毒元素,在它的同位素中,镭 - 226 的半衰期为 1600 a,由铀 - 238 衰变而来。镭 - 226 的子体是氡 - 222,半衰期 3.8 d。

环境样品中镭 - 226 放射性水平很低,对其测量是先进行分离、浓缩,最后测量其子体氡的活度。由于镭 - 226 及其子体处在一个长期放射性平衡状态中^[2],因此,其子体氡的活度就等于其活度。本文采用化学浓集的氢氧化铁 - 碳酸钙载带射气闪烁法^[3]测量氡 - 222 活度来测定水中镭 - 226 活度。

1 材料与方法

1.1 布点 在济南泺口和黄河东营入海口各设置 1

个采样点,该采样点为国家辐射环境监测网辐射环境质量水体监测点,确保了水样采集的代表性。

1.2 采样 分别在枯水期(3 ~ 6 月)和丰水期(7 ~ 10 月)各采样一次,每次采样 20 L,采样后立即送至实验室分析。

1.3 仪器设备和测量方法 FD - 125/HF - 643A 型氡钍分析仪,500 mL 闪烁室。采用化学浓集的氢氧化铁 - 碳酸钙载带射气闪烁法^[3],取 10L 澄清水样,以氢氧化铁 - 碳酸钙为载体,吸附载带水中镭,盐酸溶解沉淀物。溶解液封闭于扩散器中积累氡,转入闪烁室,测量、计算。此方法对 10 L 水样的全程回收率为 93% ~ 97%。

1.4 质量控制 每年将仪器送往南华大学检定,并对仪器进行稳定性检测,确保监测数据准确、可靠。

1.5 计算方法 氢氧化铁 - 碳酸钙载带射气闪烁法^[1]分析水中镭 - 226 计算公式:

$$C = [0.5 \times 10^{-3} K(\bar{I} - I_0)/R(1 - e^{-\lambda t}) - C_b]/V$$

式中, k 为闪烁室 K 值(Bq · cpm⁻¹ · m⁻³), \bar{I} 为样品平均计数(cpm), I_0 为闪烁室本底计数(cpm), R 为方法回收率, λ 为镭 - 226 衰变常数, t 为样品封样时间(s), C_b 为试剂空白的镭 - 226 的值(Bq), V 为样品用样体积(L)。

2 结果

2012 - 2016 年黄河水山东段中镭 - 226 放射性水平测量结果分别见表 1。从结果中可以看出黄河水济南泺口水中镭 - 226 枯水期变化范围为(3.6 ~ 12.4) mBq/L,平均值为 8.15 mBq/L。丰水期水中镭 - 226

变化范围为 (5.6 ~ 9.4) mBq/L, 平均值为 7.58 mBq/L; 黄河水东营入海口水中镭-226 枯水期变化范围为 (6.6 ~ 8.9) mBq/L, 平均值为 7.6 mBq/L。丰水期水中镭-226 变化范围为 (< LLD ~ 11.4) mBq/L, 平均值为 5.7 mBq/L。这 2 个点位水中镭-226 放射性水平总平均值为 7.26 mBq/L, 是黄河水山东段 2.50 mBq/L^[1] 的 2.9 倍, 是黄河水系 1.90 mBq/L^[4] 的 3.8 倍。是长江水系 6.0 mBq/L^[5] 的 1.2 倍。

表 1 2012-2016 年黄河水山东段水中
镭-226 放射性水平 (mBq/L)

时间	济南洛口			东营入海口		
	丰水期	枯水期	平均值	丰水期	枯水期	平均值
2012	5.6	-	5.6	-	-	-
2013	7.0	11.2	9.1	-	-	-
2014	9.4	12.4	10.9	< LLD	7.3	7.3
2015	8.3	3.6	5.95	11.4	6.6	9
2016	-	5.4	5.4	-	8.9	8.9
平均值	7.58	8.15	-	5.7	7.6	-

注: 水中镭-226 的探测下限 LLD 为: 2.0 mBq/L。

3 结论

(上接第 450 页)

次调查室内天然 γ 辐射累积本底剂量结果为 2013 年最高, 2015 年最低, 但均在正常范围内波动。

4.3 结论

1. 综述 3 年监测结果深圳市放射工作单位室内 γ 辐射累积本底剂量均值为 0.135 ± 0.036 mSv/月, 波动范围 0.06 ~ 0.29 mSv/月, 3 年以年度全市及行政区总体均数统计, 差异具有统计学意义, 以 2013 年最高, 2015 年最低。可能存在的误差部分单位本底布放没有严格按照要求。大鹏和坪山新区略高于其它地区, 与当地地质状况有关^[5]

2. 本次监测结果与 1994-1998 年深圳市放射性工作单位监测结果比较 (0.051 ~ 0.20 mSv/月) 变化

本文对 2012 ~ 2016 年黄河水山东段济南洛口和东营入海口水中镭-226 放射性水平进行了调查。结果表明, 黄河水山东段水中镭-226 放射性水平略高于现有国标法最低探测下限 2.0 mBq/L^[3], 说明黄河水山东段未发生镭-226 污染, 是安全的。通过实时监测黄河水山东段水中镭-226 放射性变化水平, 可以快速判断是否发生异常, 为环境保护部门对突发的放射性数据异常做出相应预案和措施提供依据。

参考文献

- [1] 李福生, 张连平, 程杰, 等. 黄河水系山东段放射性水平调查与评价[J]. 中国辐射卫生, 1998, 7(4): 214-216.
- [2] 徐四大. 核物理学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1992.
- [3] GB 11214-89 水中镭-226 的分析测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 1989.
- [4] 程杰, 李福生, 张连平, 等. 黄河水系放射性水平与卫生学评价[J]. 中国辐射卫生, 2000, 9(4): 212-214.
- [5] 李振平. 长江水系放射性水平调查及评价[M]. 北京: 原子能出版社, 1984: 1-16.

收稿日期: 2017-04-02 修回日期: 2017-07-01

不大, 处于深圳市居民区室内 γ 辐射累积本底水平监测正常波动范围之内。

参考文献

- [1] 宋滨芝, 郭久林. 佳木斯市天然辐射水平与剂量监测分析[J]. 佳木斯医学院学报, 1996, 19(1): 20-21.
- [2] 林凯, 王程强, 李大通, 等. 桂林、梧州地质环境 γ 放射本底的调查[J]. 华夏医学, 2014, 27(5): 36-30.
- [3] 李蓉. 天然本底外照射动态研究[J]. 中国辐射卫生, 1998, 7(4): 253-255.
- [4] 肖慧娟. 深圳地区室内天然贯穿辐射水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 10(20): 362-364.
- [5] 林涌钦, 王海军, 王小强. 广东大亚湾和岭澳核电站周围辐射剂量水平调查[J]. 职业与健康, 2012, 28(17): 2071-2073.

收稿日期: 2016-08-09 修回日期: 2017-03-30