

呼和浩特市 2012 – 2015 年市政水厂 出厂水总 α 、 β 放射性水平分析

崔建平, 解希帝, 张海燕

呼和浩特市疾病预防控制中心, 内蒙古 呼和浩特 010070

摘要: **目的** 了解呼和浩特市 2012 – 2015 年市政水厂出厂水放射性水平。**方法** 对 10 个市政水厂出厂水按照 GB/T 5750.13 – 2006 进行检测, 再收集整理实验结果进行分析。**结果** 呼和浩特市 2012 – 2015 年市政水厂出厂水总 α 、总 β 放射性结果均值(范围)分别为 0.100 ± 0.040 ($0.033 \sim 0.250$) Bq/L、 0.121 ± 0.046 ($< 0.028 \sim 0.227$) Bq/L。**结论** 呼和浩特市 2012 – 2015 年市政水厂出厂水总 α 、总 β 放射性均符合国家标准。

关键词: 市政水厂出厂水; 总 α 、 β 放射性水平

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004 – 714X(2017)05 – 0557 – 03

随着核电工业的发展, 不断有核电厂核泄漏事故的报道。尤其是近几年有些国家的核危机, 更是引起了各国政府和人民对环境放射性水平的关注。水体的总 α 、总 β 放射性一定程度上能反映环境中放射性水平。另外, 饮用水的好坏直接关系到人民健康。为了更好了解呼和浩特市生活饮用水放射性水平, 本文对 2012 – 2015 年 10 个市政水厂的出厂水总 α 、总 β 放射性进行监测, 并对结果进行分析, 结果报告如下。

1 方法

1.1 水样品处理

1.1.1 水样蒸发、酸化 取水样用浓盐酸调 pH 值至 2 ~ 4 (如浑浊需过滤), 用量筒量取 1 L (可根据实际残渣量调整水量) 水样品蒸发, 待水样蒸发到 50 mL 左右后冷却。将此浓缩溶液转移到经 450℃ 预先恒重 (两次称量小于 1 mg) 的瓷蒸发皿中。用刻度吸管加 1 mL 的硫酸, 并搅拌均匀。在红外灯下蒸干, 直到硫酸冒烟后, 取下放到电热板上, 继续加热到烟雾赶尽为止。

1.1.2 残渣灰化 将蒸发皿连同残渣放入高温炉, 在 450℃, 0.5 h, 取出, 置于干燥器中冷却至室温, 准确称量, 计算灼烧后残渣质量 (mg)。记录从高温炉取出样品的日期和时间。

1.2 标准盘制备 取一定量的 ^{241}Am (α 标准品)、KCl (β 标准品), 仔细研磨使之成为小于 100 目的粉末, 准

确称取 160 mg。铺于洁净的样品盘内, 每盘滴入少量的体积比为 1:1 的乙醇与丙酮混合溶液, 用环形针使样品盘内的粉末平整均匀, 再用红外灯把有机溶剂彻底烘干。

1.3 样品盘制备 用样品勺将灼烧后称量过的残渣刮下, 仔细研磨使之成为小于 100 目的粉末, 准确称取 160 mg。铺样同标准盘制备。

1.4 测量

1.4.1 本底测量 开启仪器预热 30 min 后, 连续测量其本底, 每次 100 min, 连续测量 10 次。

1.4.2 标准测量 将制备好的 α 、 β 标准盘, 送入仪器内进行测量, 每次 100 min, 测量 5 次, 共 300 min。

1.4.3 样品测量 将制备好的水样品盘, 送入仪器内进行测量, 每次 60 min, 测量 5 次, 共 300 min。记录样品测量的起止日期和时间。

1.5 计算 按以下公式计算水中总 α 、 β 放射性体积活度。

$$c = (R_1 - R_0) * m * A / \varepsilon_s * m_1 * V$$

$$S_c = m * (R_1/t_1 + R_0/t_0) * (1/2) / \varepsilon_s * m_1 * V$$

c – 水样总 α 、 β 放射性体积活度, Bq/L; R_1 – 样品盘 α 、 β 计数率, 计数/s; R_0 – 标准盘 α 、 β 计数率, 计数/s; m – 由水样品制得的固体残渣质量, mg; ε_s – α 、 β 标准盘效率, %; m_1 – 装入样品盘中被测样质量, mg; V – 水样体积, L; A – 修正系数, 在默认情况下, $A = 1$; t_1 – 样品测量的总时间, s; t_0 – 本底测量的总时间, s。

2 结果和讨论

2012 – 2015 年 37 份市政水厂出厂水中总 α 、总 β

放射性均值分别为 0.100 ± 0.040 Bq/L、 0.121 ± 0.046 Bq/L, 均符合国家标准 ($\alpha: 0.5$ Bq/L; $\beta: 1$ Bq/L)^[1]。但是, 2015 年的总 α 、 β 放射性和固体残渣量均较

表 1 呼和浩特市 2012–2015 年市政水厂出厂水总 α 、 β 放射性检测结果 (Bq/L) ($\bar{x} \pm s$)

时间	样本数 n	总 α (范围)	总 β ¹⁾ (范围)	固体残渣 (mg) (范围)	β/α
2012	15	0.091 ± 0.031 (0.055 ~ 0.177)	0.104 ± 0.045 (<0.028 ~ 0.227)	405.9 ± 123.9 (286.0 ~ 740.0)	1.1
2013	12	0.087 ± 0.033 (0.033 ~ 0.156)	0.114 ± 0.040 (0.061 ~ 0.202)	391.0 ± 103.7 (284.1 ~ 627.3)	1.3
2015	10	0.127 ± 0.051 (0.056 ~ 0.250)	0.155 ± 0.039 (0.077 ~ 0.206)	414.1 ± 128.2 (295.6 ~ 701.4)	1.2
合计	37	0.100 ± 0.040 (0.033 ~ 0.250)	0.121 ± 0.046 (<0.028 ~ 0.227)	403.3 ± 116.0 (284.1 ~ 740.0)	1.2

注: 1) 生活饮用水总 β 放射性检测方法探测线为 0.028 Bq/L。

2015 年总 α 、 β 放射性较 2012、2013 年高, 可能由于其固体残渣量较高有关。将 2012–2015 年的总 α 、 β 放射性活度与固体残渣量做相关回归分析, 得到残渣 (mg) 与总 α 、总 β 放射性活度 (Bq/L) 的相关系数分别为 0.397 和 0.526。可由本次回归分析的相关系数得出总 α 放射性活度与固体残渣量呈弱线性相关 ($0.2 < r < 0.5$), 而总 β 放射性活度与固体残渣量呈直线相关 ($r > 0.5$)。另外, 笔者又随机抽取水库水 30 份, 研究水样残渣量与总 α 、总 β 放射性活度之间的关系。得到残渣 (mg) 与总 α 、总 β 放射性活度 (Bq/L) 的相关系数分别为 0.871 和 0.831, 残渣量与总 α 、总 β 放射性活度呈直线相关 (相关系数 r 均大于 0.5)。这也与其他学者的研究结果相似。Sajeddah M.^[2] 等人得出总 α 、 β 放射性活度与总溶解性固体呈弱的线性相关 (r 分别为 0.46 和 0.23, $0.2 < r < 0.5$)。张瑞菊^[3] 研究了 30 份水样残渣量与总 α 、 β 放射性活度之间的关系, 认为残渣量与总 α 放射性活度之间有直线相关关系 ($r = 0.522$), 而残渣量与总 β 放射性活度之间无直线相关关系 ($r = 0.177$, $r < 0.2$)。李恒^[4] 研究得出海水盐度和总 β 放射性活度之间有

2012、2013 年高, 而总 α 、 β 放射性活度比值 (β/α) 与 2012、2013 年保持一致。结果见表 1。

直线相关关系 ($r = 0.726$)。

3 小结

呼和浩特市 2012–2015 年市政水厂出厂水总 α 、总 β 放射性检测结果均符合国家标准。但是, 2015 年总 α 、 β 放射性水平较 2012、2013 年高, 提醒我们要加强对水质监测的力度, 警惕放射性水平持续性增高, 要做到早发现, 早治理, 全力保证饮用水安全。

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5749–2006 生活饮用水标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [2] Sajeddah M A, Ibrahim F A, Tahseen A, et al. Natural radioactivity in tap water and associated age-dependent dose and lifetime risk assessment in Amman, Jordan [J]. Applied Radiation and Isotopes, 70: 692–698.
- [3] 张瑞菊. 苏州市各类水体中总放射性水平的分析研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2006.
- [4] 李恒. 青岛近海放射性核素的调查研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.

收稿日期: 2016–03–16 修回日期: 2017–02–20

(上接第 549 页) 清晰。空间分辨率, 密度分辨率满意。重建效果是否良好。本研究中应用的是回顾遴选病例图像充分考虑了伦理因素, 最高剂量组图像均为优, 满足诊断 100%。低剂量组 I 组 II 满足诊断率也在 100%, 与最高组对比无统计学意义。组 III 满足诊断率为 55% 其构成比 χ^2 检验 $P < 0.05$, 差异有统计学意义。所以可以认为 100 kV, 300 mAs 组的低剂量即可满足成像和诊断^[3]。

4 结论

只需要高辐射剂量一半左右 (51.58%) 的小儿泌尿系结石 CT 低剂量扫描就可满足诊断, 在墨玉地区

值得推广这种低剂量扫描。

参考文献

- [1] 付传明, 王开华, 陈义加, 等. 低剂量 CT 在颅脑—颌面部外伤联合扫描中的应用[J]. 临床放射学杂志, 2010, 29(4): 535–538.
- [2] 王秋霞, 万常华, 陈亮, 等. 64 层螺旋 CT 检测泌尿系结石低 kV 扫描的优化选择及临床应用[J]. 放射学实践杂志, 2010, 25(10): 1157–1160.
- [3] 郑敏文, 赵宏亮, 徐健, 等. 多层螺旋 CT 主动脉低剂量与常规剂量扫描的对照研究[J]. 中国医学影像技术杂志, 2008, 24(3): 443–446.

收稿日期: 2016–12–14 修回日期: 2017–05–25