

DOI:10. 13491/j. issn. 1004-714x. 2019. 03. 024

• 辐射监测/论著 •

珠三角五市水源水中总 α、总 β 放射性本底调查

崔凡, 刘彦兵, 吴自香, 邹剑明, 贾育新

广东省职业病防治院, 广东 广州 510300

摘要: **目的** 摸清广东省珠三角地区水源水中放射性本底水平, 及时发现并处理水源水的放射性风险。**方法** 本文中的数据源于“广东省饮用水水源放射性水平调查”, 调查综合考虑广东省各地市地质条件, 人群饮用水密集程度等, 设置采样点, 采集 2016 年丰、枯水期的水源水样品进行放射性分析, 本文整理汇总调查中珠三角地区广州、深圳、珠海、佛山、惠州五市水源水中总 α、总 β 放射性水平数据进行放射性水平的分析。**结果** 广州、深圳、珠海、佛山、惠州五市的总体水平为, 总 α 放射性 0.022 (0.008 ~ 0.037) Bq/L, 总 β 放射性 0.088 (0.062 ~ 0.114) Bq/L [M (P₂₅, P₇₅)]。**结论** 结果显示, 本次调查珠三角广州、深圳、珠海、佛山、惠州五市水源水中的放射性水平处于正常本底范围, 均未超出《生活饮用水卫生标准》GB 5749-2006 中规定的总 α、总 β 放射性指导值, 可安全饮用。

关键词: 珠三角; 水源水; 总放射性; 调查

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X (2019) 03-0307-02

Total alpha and total beta radiation levels in some drinking water sources in pearl river delta region, 2016

CUI Fan, LIU Yanbing, WU Zixiang, ZOU Jianming, JIA Yuxin

Guangdong Province Hospital for Occupational Disease Prevention and Treatment, Guangzhou 510300 China

Abstract: **Objective** To investigate the total alpha and total beta radiation levels in drinking water sources from five cities of Pearl River Delta Region of Guangdong province and to detect and deal with the radioactivity risk of source water in time. **Methods** In this paper, the data comes from "Radiation level Monitoring and Risk Prediction of Drinking Water Sources in Guangdong Province", 145 samples were collected in wet season and dry season in the five cities (such as Guangzhou, Shenzhen, Zhuhai, Foshan and Huizhou), and samples were determined by low background alpha - beta measuring apparatus referring to the Standard Examination Methods for Drinking Water - Radiological Parameters. **Results** The total alpha radioactivity in Guangzhou, Shenzhen, Zhuhai, Foshan and Huizhou was 0.022 (0.008 ~ 0.037) Bq/L, and the total beta radioactivity was 0.088 (0.062 ~ 0.114) Bq/L [M (P₂₅, P₇₅)]. **Conclusion** The results show that the radioactive levels in the water sources of Guangzhou, Shenzhen, Zhuhai, Foshan and Huizhou in the pearl river delta region are within the normal background range, and none of them exceed the total alpha and total beta radioactive guidelines limits in the Standard of Sanitary Drinking Water (GB5749-2006), which is safe to drink.

Key words: Pearl River Delta Region; Total alpha; Total beta; Radiation level; Drinking water sources

Corresponding author: JIA Yuxin, E-mail: jiayx333@163.com

水是生命之源, 饮用水的安全是人民健康生活的基本保障。随着广东省经济的发展, 放射源的应用越来越广泛, 核电站、核医学以及工业放射源的使用等人为活动的影响可能使水体中的放射性水平增高, 环境中的放射性污染及其对人体的影响也逐渐受到公众的重视。为保障居民饮用水安全, 进一步摸清饮用水水源的放射性安全现状, 广东省职防院对全省饮用水水源放射性状况做了大范围的检测与调查。

1 材料与方法

1.1 样品的采集 综合考虑广东省各地市地质条件, 人群饮用水密集程度等因素, 选择具有代表性的 67 个在用水源地取样监测 (具体分布见表 1), 丰水期 (2016 年 6 月 ~ 8 月) 和枯水期 (2016 年 11 月 ~ 2017 年 1 月) 各采集样品一次, 水样品的采集与保存按照《生活饮用水标准检验方法—水样的采集与保存》(GB/T

基金项目: 广东省饮用水水源放射监测及其风险预测 (粤财农 [2016] 91 号)

作者简介: 崔凡 (1986 -), 女, 河北唐山人, 环评工程师, 从事放射化学实验室检测工作。E-mail: 742022324@qq.com

通讯作者: 贾育新, E-mail: jiayx333@163.com

5750.2—2006)^[1] 执行;

1.2 检测方法 水质总 α 总 β 放射性检测按照《生活饮用水标准检验方法-放射性指标》(GB 5750.13—2006)^[2] 执行。

1.3 检测仪器 总 α 总 β 放射性检测:MPC 9604 型低本底流气式总 α/β 测量仪(ORTEC 公司),四个通道,使用的气体为 P10 气体(10% CH₄ +90% Ar);

1.4 质量控制 实验室已通过中国实验室国家认可委员会有关 GB/T 27025—2008《检测和校准实验室能力的通用要求》的评审^[3],且每年参加并通过年审;相关仪器设备均经质监部门检定校准,并按时完成期间核查;每年参加全国比对,结果均合格;在每一批样品的测量前先进行本底测定,用标准源校正仪器,本底和效率达到要求后再进行样品测定;监测员均取得上岗资格证并定期参加培训;建立每台仪器的本底质量控制图和计数率质控图。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 19.0 软件进行统计分析,计量资料经正态性检验不符合正态分布,呈现正偏态分布。为了更好地描述整体数据的趋势,各地区检

测数据以中位数(第 25、75 百分位数) $[M(P_{25},P_{75})]$ 描述,为了便于与国内其他参考文献比较,同时以平均数(第 0、100 百分位数) $[\bar{x}(P_0,P_{100})]$ 描述,多组间中位数比较采用 Kruskal-Wallis 单因素 ANOVA 检验,检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

1.6 评价标准 按照《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)进行评价,总 α 和总 β 放射性指导值分别为 0.5 Bq/L 和 1.0 Bq/L。

表 1 水源水采样分布表格

序号	所在地市	采样点数	平行样数量	采样数量	
				丰水期	枯水期
1	广州(GZ)	10	1	11	11
2	深圳(SZ)	23	2	25	24
3	珠海(ZH)	9	0	9	9
4	佛山(FS)	7	2	9	9
5	惠州(HZ)	18	1	19	19
样品总数		67	6	73	72

2 结果与分析

总 α 检测结果汇总于表 2,总 β 检测结果汇总于表 3。

表 2 广东省饮用水水源水 α 放射性核素检测结果汇总

地区	丰水期 Bq/L			枯水期 Bq/L		
	样品数	$\bar{x}(P_0,P_{100})$	$M(P_{25},P_{75})$	样品数	$\bar{x}(P_0,P_{100})$	$M(P_{25},P_{75})$
广州	11	0.038(0.008~0.111)	0.038(0.017~0.053)	11	0.023(0.008~0.036)	0.024(0.018~0.028)
深圳	25	0.021(0.008~0.054)	0.017(0.008~0.031)	24	0.016(0.008~0.094)	0.008(0.008~0.019)
珠海	9	0.065(0.028~0.149)	0.064(0.044~0.068)	9	0.059(0.022~0.163)	0.049(0.038~0.067)
佛山	9	0.037(0.017~0.061)	0.036(0.033~0.041)	9	0.022(0.008~0.037)	0.023(0.016~0.029)
惠州	19	0.029(0.008~0.121)	0.008(0.008~0.037)	19	0.014(0.008~0.029)	0.008(0.008~0.022)

注:对低于分析方法探测下限的数据,按探测下限的一半参与统计。总体水平按照丰、枯水期结果的平均值计算。

表 3 广东省饮用水水源水 β 放射性核素检测结果汇总

地区	丰水期 Bq/L			枯水期 Bq/L		
	样品数	$\bar{x}(P_0,P_{100})$	$M(P_{25},P_{75})$	样品数	$\bar{x}(P_0,P_{100})$	$M(P_{25},P_{75})$
广州	11	0.105(0.043~0.176)	0.115(0.074~0.130)	11	0.093(0.079~0.103)	0.093(0.086~0.100)
深圳	25	0.085(0.014~0.149)	0.088(0.061~0.106)	24	0.085(0.036~0.150)	0.086(0.053~0.113)
珠海	9	0.163(0.113~0.241)	0.139(0.121~0.192)	9	0.145(0.079~0.271)	0.115(0.095~0.178)
佛山	9	0.078(0.056~0.111)	0.072(0.060~0.100)	9	0.064(0.018~0.115)	0.056(0.036~0.107)
惠州	19	0.122(0.039~0.705)	0.067(0.055~0.126)	19	0.085(0.040~0.271)	0.073(0.055~0.091)

注:对低于分析方法探测下限的数据,按探测下限的一半参与统计。总体水平按照丰、枯水期结果的平均值计算。

将丰水期和枯水期的数据进行比较,结果显示数据无统计学意义上的差异。对五市的检测结果进行两两比较,选取中位数较低的深圳地区作为对照地区,各市水源水总放射性活度比较,结果显示,珠海地区的总 α 、总 β 放射性结果与对照地区相比,差异具有统计学意义($P<0.02$)。其他三市均与对照组无统计学意义上的差异。广东省历年水源水总放射性监

测结果见表 4,国内其他地区水中总放射性监测结果见表 5。

3 讨论

2016 年,五市的总体水平为,总 α 放射性 0.022(0.008~0.037) Bq/L $[M(P_{25},P_{75})]$,0.028(0.008~0.163) Bq/L $[\bar{x}(P_0,P_{100})]$,总 β 放射性 0.088(0.062~0.114) Bq/L $[M(P_{25},P_{75})]$,0.099(0.014(下转第 312 页))

河北医科大学,2013.

[9] 王进,杨春勇,许翠珍,等. 部分介入放射 X 射线机的辐射防护性能检测与分析[J]. 中国辐射卫生,2007,16(3):318-319.

[10] 陈子满,黄美萍,罗纯,等. 悬吊防护屏对介入医师最佳防护方案的模体研究[J]. 介入放射学杂志,2015,24(7):637-641.

[11] 邓君,王拓,范胜男,等. 2015 年我国医用放射工作人员职业外照射个人剂量水平与分析[J]. 中国辐射卫生,2017,26(4):398-400.

[12] 谭维维,钟恩德,桑军阳,等. 2015 年南通市城区放射工作人员个人剂量监测结果分析[J]. 中国辐射卫生,2016,25(6):666-668.

[13] 赵红胜,程晓军,田崇彬,等. 某医院心脏介入手术致患者和放射工作人员受照剂量调查[J]. 中国辐射卫生,2012,21(3):284-285.

收稿日期:2018-12-16

(上接第 308 页)

表 4 广东省历年水源水总放射性监测结果数据表

年份	总 α(Bq/L)		总 β(Bq/L)	
	范围	均值	范围	均值
1988—1993	0.105~0.170	0.049	0.022~0.180	0.086
1994—2000	0.004~0.160	0.023	0.01~0.48	0.118
2016—2017	0.008~0.163	0.028	0.014~0.705	0.099

表 5 国内其他地区水中总放射性监测结果数据表

地区	年份	总 α(Bq/L)		总 β(Bq/L)	
		范围	均值	范围	均值
北京市	2014	0.031~0.151	0.082	0.038~0.145	0.088
淄博市	-	0.016~0.486	-	0.031~0.782	-
常州市	2014—2016	0.010~0.087	0.038	0.051~0.250	0.116
蚌埠市	2011—2017	0.003~0.08	-	0.10~0.33	-

~0.705) Bq/L $[\bar{x}(P_0,P_{100})]$ 。与 1988 年-2000 年广东省水源水中放射性监测数据结果^[4]相比,2016-2017 年我省珠三角地区的总放射性结果并无太大差别,同北京市自来水^[5]、淄博市地下水^[6]、常州地区^[7]和蚌埠市^[8]水源水的总放射性水平基本一致。本次调查珠三角广州、深圳、珠海、佛山、惠州五市水源水中的放射性水平处于正常本底范围,均未超出《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2006 中规定的总 α、总 β 放射性指导值,可安全饮用。但珠海地区的总放射性测量值会相对高于其他地区的结果,与陈迪云等^[9]的研究结果一致,主要与珠海的花岗岩地质背景有关。一般认为,总 α 放射性主要贡献核素为天然铀、钍和镭,总 β 放射性活度的主要贡献核素为⁴⁰K^[10]。具体是哪种

核素导致其总放射性活度偏高,还需要进一步的核素分析。

参考文献

[1] 中华人民共和国卫生部. GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社,2006.

[2] 中华人民共和国卫生部. GB /T 5750. 13—2006 生活饮用水卫生标准检验方法放射性指标[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.

[3] 中华人民共和国卫生部. GB /T 27025—2008 检测和校准实验室能力的通用要求[S]. 北京: 中国标准出版社,2008.

[4] 吴自香. 广东省自来水放射性水平年度变化趋势分析[J]. 中国公共卫生,2003,19(9):1108-1109.

[5] 孙亚茹,武云云,万玲,等. 北京市生活饮用水放射性水平调查分析[J]. 首都公共卫生,2014,8(4):155-157.

[6] 亓恒振,王俊民,成翔. 淄博市重点区域地下水总 α 和总 β 放射性水平[J]. 中国环境监测,2018,34(5):88-90.

[7] 付强,王强,汤健彬,朱建全. 2014-2016 年常州市生活饮用水总 α /β 放射性水平监测与分析[J]. 中国辐射卫生,2017,26(3):340-342.

[8] 王蕾. 蚌埠市 2011-2017 年度饮用水源地地表水总 α、总 β 放射性水平监测分析[J]. 环境与发展,2018,30(7):134-135.

[9] 陈迪云,王湘云,关晓丽,等. 珠海市地下水中放射性元素及对室内氡浓度的影响[J]. 环境化学,2000,19(4):377-381.

[10] Turhan, Ozcitake, Taskin H, et al. Determination of natural radioactivity by Gross alpha and beta measurements in ground water samples [J]. Water Research, 2013, 47(3):3103-3108.

收稿日期:2018-11-04