

南水北调东线山东段沿线土壤的放射性水平

邓大平, 许家昂, 朱建国, 陈英民, 宋 钢, 卢 峰, 曹敬丽

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2006)04-0472-01

【摘要】 目的 摸清南水北调东线山东段通水前沿线土壤的放射性水平。方法 采用厚层法、硫酸盐 EDTA 络合沉淀法和  $\gamma$  能谱法。结果 土壤中的总  $\alpha$ 、总  $\beta$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{40}\text{K}$ 、 $^{238}\text{U}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{90}\text{Sr}$  和  $^{60}\text{Co}$  的活度浓度算术均值范围分别为  $7.30\times 10^2(0.63\sim 50.76)\times 10^2$ 、 $6.57\times 10^2(5.10\sim 8.58)\times 10^2$ 、 $4.80\times 10^{-1}(2.53\sim 9.10)\times 10^{-1}$ 、 $5.01\times 10^2(2.81\sim 6.97)\times 10^2$ 、 $2.40\times 10^1(1.35\sim 3.50)\times 10^1$ 、 $3.14\times 10^1(2.55\sim 4.27)\times 10^1$ 、 $3.47\times 10^1(2.71\sim 5.44)\times 10^1$ 、 $6.14(3.26\sim 8.35)$  和  $0\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。结论 南水北调东线山东段沿线土壤的放射性核素的平均活度浓度总体上处在本底水平。

【关键词】 南水北调; 山东; 土壤; 放射性

南水北调东线山东境内分为南北、东西两条输水干线, 形成“T”字形输水大动脉, 干线全长 1 191km。其中南北输水干线一路向北, 穿过黄河进入河北, 全长 487km; 东西输水干线由济南转弯, 接济整个胶东半岛, 全长 704km。采用统计学方法对沿线土壤进行放射性调查, 可以摸清沿线土壤放射性水平, 为南水北调东线山东段提供土壤放射性的背景资料。

1 材料和方法

1.1 仪器和标准源 中国原子能研究院研制的 HPGe- $\gamma$  能谱仪测量系统(型号: CIAE-MMCA 8000),  $^{137}\text{Cs}$  的能量分辨率为 1.69keV; BH1216 低本底  $\alpha$ 、 $\beta$  测量装置。铀镭平衡粉末标准源( $P-1\times 80-2$ , 1980 年 11 月); 天然铀标准溶液为一级纯, 用  $\text{U}_3\text{O}_8$  配制成 1mg/ml; 二级纯氯化钾。

1.2 样品采集 根据统计学要求和研究目的, 土壤采集布点分别为: 江苏入境至黄河段有韩庄泵站、万年闸泵站、台儿庄泵站、长沟泵站、邓楼泵站、八里湾泵站; 过黄河向北干线有聊城、夏津; 向东供水干线有济平渠首、睦里庄闸、柴庄闸、金家堰闸、宋庄泵站、王藕泵站、东宋泵站、黄河河泵站、村里隧洞、黄务泵站、卧龙隧洞。取样时选择在上述采样点附近平整地段, 采集耕作层的土壤样品 3kg。

1.3 测量方法

1.3.1 厚层法 总  $\alpha$ 、总  $\beta$  测量采用厚层法。

1.3.2  $^{90}\text{Sr}$  采用硫酸盐 EDTA 络合沉淀法。

1.3.3 HPGe- $\gamma$  能谱法 剔除杂草、碎石等异物的样品经  $100^\circ\text{C}$  烘干至恒重, 粉碎后 100 目过筛称重后装入与刻度谱仪的体标准源相同形状和体积的样品盒中, 密封, 放置 21d 周后用 HPGe- $\gamma$  能谱法测量。

1.4 统计学处理 采用统计学软件 SPSS, 对土壤有关核素进行直线相关分析。

2 结果

2.1 山东段主要湖区底泥中的放射性水平 南水北调东线山东段土壤放射性水平见表 1。从表 1 可知, 山东段土壤中总  $\alpha$  平均活度浓度为  $7.30\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 低于黄河土壤中总  $\alpha$  平均活度浓度  $10.04\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。山东段土壤中总  $\beta$  平均活度浓度为  $6.57\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 与黄河土壤中总  $\beta$  平均活度浓度  $7.07\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[1]}$  相接近。山东段各布样点土壤中  $^{60}\text{Co}$  均未测出, 未在表 1 中列出。山东段土壤中  $^{90}\text{Sr}$  平均活度浓度为  $6.14\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 低于黄河土壤中  $^{90}\text{Sr}$  平均活度浓度  $1.01\times 10^1\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[1]}$ , 但高于汉江沿岸与洞庭湖土壤中  $^{90}\text{Sr}$  平均活度浓度为 0.73、1.56  $\text{Bq}\cdot$

$\text{kg}^{-1[2,3]}$ 。山东段土壤中  $^{137}\text{Cs}$  平均活度浓度为  $4.80\times 10^{-1}\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 低于黄河土壤  $^{137}\text{Cs}$  平均活度浓度  $0.69\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[1]}$ , 低于我国陆地土壤中  $^{137}\text{Cs}$  平均活度浓度  $10.15\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[4]}$ , 远低于美国橡树岭泛洪平原土壤中  $^{137}\text{Cs}$  活度浓度范围  $0.74\sim 2.22\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[5]}$ , 也低于我国台湾省土壤中  $^{137}\text{Cs}$  活度浓度范围  $1.9\sim 11.1[6]$ 。山东段土壤中  $^{238}\text{U}$  平均活度浓度和范围与世界土壤中  $^{238}\text{U}$  平均活度浓度和范围相接近, 分别为  $2.40\times 10^1(1.35\sim 3.50)\times 10^1\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$  和  $2.50\times 10^1(1.0\sim 5.0)\times 10^1\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[7]}$ 。山东段土壤中  $^{226}\text{Ra}$  平均活度浓度与我国土壤中  $^{226}\text{Ra}$  平均活度浓度接近, 分别为  $3.14\times 10^1$  和  $3.76\times 10^1\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[4]}$ , 低于 1975 年美国公布的土壤中的背景值  $7.7\times 10^1\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[5]}$ 。山东段土壤中  $^{232}\text{Th}$  范围和平均活度浓度  $(2.71\sim 5.44)\times 10^1\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $3.47\times 10^1\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$  与黄河土壤中  $^{232}\text{Th}$  范围和平均活度浓度  $(2.40\sim 5.84)\times 10^1\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $3.94\times 10^1\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[1]}$  相接近。山东段土壤中  $^{40}\text{K}$  平均活度浓度与我国土壤及黄河土壤中  $^{40}\text{K}$  平均活度浓度接近, 分别为  $5.01\times 10^2$ 、 $5.64\times 10^2$ 、 $5.84\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[1]}$  但大于世界土壤中  $^{40}\text{K}$  平均活度浓度  $3.70\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1[7]}$ 。

表 1 山东段沿线土壤中的放射性水平( $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<sup>1)</sup>

项 目	范 围	均值±标准误
总 $\alpha\times 10^2$	4.11~9.44	7.30±0.30
总 $\beta\times 10^2$	5.10~8.58	6.57±0.19
$^{90}\text{Sr}$	3.26~8.35	6.14±0.31
$^{37}\text{Cs}\times 10^{-1}$	2.53~9.10	4.80±0.40
$^{238}\text{U}\times 10^1$	1.35~3.50	2.40±0.14
$^{226}\text{Ra}\times 10^1$	2.55~4.27	3.14±0.10
$^{232}\text{Th}\times 10^1$	2.71~5.44	3.47±0.15
$^{40}\text{K}\times 10^2$	2.81~6.97	5.01±0.21

注: 1) 样品数均为 19。

2.2 有关放射性核素的相关分析 南水北调东线山东段沿线土壤中有关放射性核素分析见表 2。土壤中只有  $^{226}\text{Ra}$  与  $^{238}\text{U}$  一项相关, 可能与土壤表面受到大气中的化学物质作用、水流冲刷、动植物及微生物的富集等作用, 使得放射性核素在土壤中再分布有关。

表 2 土壤中几种核素的相关性分析<sup>1)</sup>

组别	相关系数 r	t 检验( $\alpha$ 水平)	直线方程
总 $\alpha-^{238}\text{U}$	-0.276	不相关	
总 $\alpha-^{226}\text{Ra}$	0.142	不相关	
总 $\alpha-^{232}\text{Th}$	-0.528	不相关	
总 $\beta-^{40}\text{K}$	0.179	不相关	
总 $\beta-^{90}\text{Sr}$	0.045	不相关	
$^{226}\text{Ra}-^{238}\text{U}$	0.572	相关(0.05)	$Y=21.28+0.42x$

注: 1) 自由度均为 17。

基金项目: 山东省医药卫生项目(2003-15)  
作者单位: 山东省医学科学院放射医学研究所, 山东 济南 250062  
作者简介: 邓大平(1963~), 男, 重庆忠县人, 研究员, 研究方向: 辐射防护监测。

新疆饮用天然矿泉水放射性水平测定及卫生学评价

孙小娜, 张聚敬, 王玉文

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004- 714X(2006)04- 0473- 01

【摘要】 目的 测定新疆饮用天然矿泉水中总α、总β 和<sup>226</sup>Ra 放射性, 对 1998—2005 年间新疆饮用天然矿泉水放射性水平作出卫生学评价。方法 采集全疆各地水样 160 份, 采用直接蒸干厚层法测定矿泉水中总α 和总β 放射性活度浓度, 采用硫酸钡共沉淀射气法测定矿泉水中<sup>226</sup>Ra 放射性活度浓度, 与国家标准和其他省市进行比较并将八年的数值进行比较。结果 经比较, 8 年间总α、总β 和<sup>226</sup>Ra 测定结果没有明显变化( $P>0.05$ )。有 94.7% 的水样总α 放射性比活度符合国家限量值, 97.5% 水样的总β 放射性比活度均符合国家限量值, 97.6% 水样的<sup>226</sup>Ra 放射性比活度均符合国家限量值。结论 新疆饮用天然矿泉水中放射性水平处于本底水平相对稳定状态, 符合国家卫生学标准。

【关键词】 总α 放射性; 总β 放射性; <sup>226</sup>Ra 放射性; 矿泉水

矿泉水以其“天然、纯净、安全、卫生和有利健康”的特点被世人广泛接受。长期饮用天然矿泉水, 能促进人体发育, 防止一些慢性疾病的发生。我国饮用矿泉水资源十分丰富, 允许开采资源量为 2 285 500m<sup>3</sup>/d 约合 8.34 亿 m<sup>3</sup>/a。而天然矿泉水属深循环优质水源, 富含多种对人体健康有益的微量元素, 其有害成分、微生物含量较低。为保障公众健康, 国家于 1995 年颁发的《饮用天然矿泉水标准》(GB8537—1995) 及 2001 年颁布《生活饮用水规范》中规定对饮用水必须进行放射性物质含量监测。但对新疆地区的饮用天然矿泉水的放射性卫生检测尚未见报道。笔者对 8 年来所取得的新疆饮用天然矿泉水放射性的监测资料做系统性统计分析, 并从放射卫生学角度给予评价。

1 材料与方法

1.1 检测内容 按常规测定标准项目, 检测新疆天然饮用矿泉水中总α、总β 和<sup>226</sup>Ra 放射性活度浓度。

1.2 方法

(1) 使用 BH1227 型四路低本底 α、β 测量仪测量天然饮用矿泉水中总放射性活度浓度(Bq/L)。该仪器分别选用国家标准物质<sup>241</sup>Am(活度浓度为 5.87Bq/g)和 KCL(活度浓度为 14.3Bq/g)作为 α、β 标准源定期进行校核。称取样品和标准源各 0.45g, 制成质量厚度 28.3mg/cm<sup>2</sup> 的测量样品作相对测量, 测量时间均为 480min。仪器探测效率 α 为 1.43%, β 为 22.1%, 本底水平 α 为 1.09cpm, β 为 0.68cpm。检测仪器 BH1227 型四路低本底 α、β 检测装置, 北京核仪器厂产, α 本底计数率为 1.30~1.83cpm, β 本底计数率为 0.55~0.86cpm。

(2) 采用 FH-125 型室内氡钍分析仪配置 FH-408 型自动定标仪使用硫酸钡共沉淀射气法测量天然饮用矿泉水中<sup>226</sup>Ra

放射性活度浓度(Bq/L)。该仪器选用县<sup>226</sup>Ra 标准源定期校正闪烁室校正因子(K 值), 其探测下限是 3×10<sup>-3</sup> Bq/L。

(3) 统计分析 采用 SPSS11.0 各年间作单因素方差分析和方差不齐时作秩和检验。

2 结果

(1) 新疆 1998 至 2005 年天然饮用矿泉水中总α、总β、<sup>226</sup>Ra 放射性活度浓度列于表 1。矿泉水中总α 放射性活度浓度均值为 0.14Bq/L, 总β 放射性均值为 0.24Bq/L, <sup>226</sup>Ra 放射性均值为 0.19Bq/L。根据国家《生活饮用水规范》(2001) 总α 放射性活度浓度限制为 0.5Bq/L, 《饮用天然矿泉水》(GB8537—1995) 总β 放射性活度浓度限制为 1.5Bq/L, <sup>226</sup>Ra 放射性活度浓度限制为 1.1Bq/L, 可见所测的水样有 94.7% 总α 放射性活度浓度符合国家限值, 有 97.5% 总β 放射性活度浓度符合国家限值, 有 97.6% <sup>226</sup>Ra 放射性活度浓度符合国家限值<sup>[1,2]</sup>。

表 1 不同年份新疆饮用天然矿泉水中总α、总β <sup>226</sup>Ra 放射性活度浓度(Bq/L)

年份	总α		总β		<sup>226</sup> Ra	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
1998	20	0.08±0.07	20	0.09±0.06	20	0.055±0.041
1999	12	0.04±0.06	12	0.04±0.01	12	0.347±0.359
2000	32	0.14±0.11	32	0.20±0.13	32	0.041±0.062
2001	24	0.10±0.06	33	0.23±0.08	33	0.579±1.585
2002	12	0.05±0.02	12	0.11±0.02	12	0.138±0.065
2003	12	0.06±0.11	12	0.04±0.09	12	0.145±0.075
2004	12	0.18±0.26	12	0.24±0.42	12	0.368±0.294
2005	28	0.16±0.22	27	0.37±0.65	27	0.044±0.032
合计	152	0.14±0.16	160	0.24±0.39	160	0.185±0.737

作者单位: 新疆维吾尔自治区疾病预防控制中心, 新疆 乌鲁木齐 830011  
作者简介: 孙小娜(1979~), 女, 辽宁宽甸人, 医师, 研究方向: 生物样品的放射性与健康。

(下转第 475 页)

3 结论

本次调查表明, 南水北调东线山东段沿线土壤的放射性核素的平均活度浓度总体上处在本底水平。

参考文献:

[1] 程杰, 张连平. 黄河水系放射性水平与卫生学评价[M]. 济南: 黄河出版社, 1999.  
[2] 李素平. 汉江(陕西江段)沿岸土壤放射性水平调查. 长江水系放射性水平调查及评价[M]. 北京: 原子能出版社, 1988; 8.  
[3] 姚婉元. 湘江两岸及洞庭湖区土壤放射性水平调查. 长江

水系放射性水平调查及评价[M]. 北京: 原子能出版社, 1988; 94.  
[4] 张淑蓉. 我国土壤中放射性核素水平及分布[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1988, 8(增刊 2): 10.  
[5] Van P. Voris. Floodplain Data; Ecosystem Characteriotics and <sup>137</sup>Cs Concentrations in Biota and Soil. Environmental. Sciences Division Publication, No 938, 1976; 17~32. ORNL.  
[6] Ming lin Yu. Measurements of terrestrial α radiation in Taiwan. Health PHYSICS, 1987; 6: 805.  
[7] UNSCEAR, 1982. Scientific Annexes B. Exposure to natural radiation sources. United Nations. New York, 1982; 87  
(收稿日期: 2006—02—20)