

我国饮用水中总 α 、 β 放射性数据评价

尹亮亮, 吉艳琴, 申宝鸣, 周强, 范瑶华, 苏旭

中图分类号: R145 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2011)01-0001-05

【摘要】 目的 对全国饮用水中总 α 、总 β 放射性数据进行全面收集、整理, 研究全国各省、市、区的饮用水中总 α 、 β 放射性的水平及分布规律。方法 查阅整理了我国 2010 年前公开发表的关于饮用水中总 α 、总 β 放射性活度的书籍、公告及期刊, 以及本实验近年来对各省市饮用水本底测量的数据; 收集了从 1962 年开始至 2007 年全国 27 个省区、4 个直辖市的各种饮用水水体, 包括水源水、水库水、自来水、井水和泉水等近 5 000 条数据, 建立了全国总 α 、总 β 放射性活度数据库; 并按时间和水体类型对总 α 、 β 放射性活度数据进行了综合分析评价。结果 20 个省 1980~2005 年总 α 均值在 0~1.23 Bq/L, 总 β 均值在 0.02~0.67 Bq/L 范围内, 14 个城市 1964~2005 年水库水的总 α 、总 β 平均值分别为 0~0.08 Bq/L、0.02~0.46 Bq/L, 18 个城市 1964~2004 年井水中总 α 、总 β 均值分别为 0.01~0.25 Bq/L、0.04~1.22 Bq/L。结论 我国大部分地区的饮用水中放射性水平均达到 WHO 和我国规定的饮用水限值要求, 西部部分省区如新疆维吾尔自治区、青海省的总 α 浓度水平高于东南部各省, 20 世纪 60 年代我国饮用水中放射性水平最高, 随后呈逐年减弱的趋势, 1990 年后我国饮用水中放射性水平基本保持稳定。

【关键词】 总 α 、总 β ; 放射性; 饮用水

Overview on the Gross α , Gross β Survey Data in the Nationwide Drinking Water. YIN Liang-liang, JI Yan-qin, SHEN Bao-ming, ZHOU Qiang, FAN Yao-hua, SU Xu. *National Institute for Radiological Protection, China CDC, Beijing 100088 China*

Corresponding author: JI Yan-qin, Email: jiyinqin@nirp.cn

【Abstract】 Objective To investigate the distribution of gross α , gross β radioactivity concentrations data in drinking water in China. **Methods** Nearly 5 000 data during 1962~2007 involving 27 provinces and 4 municipalities from published books, journals, bulletins (before 2010) were collected, to establish the database of the gross α , gross β radioactivity concentrations, presenting a review on the gross α , gross β radioactivity concentrations value in drinking water according to the time and sample types. **Results** The range of gross α (mean) was 0~1.23 Bq/L and the range of gross β (mean), 0.02~0.67 for 20 provinces in 1980~2005. The range of gross α (mean) and gross β (mean) were 0~0.08 Bq/L, 0.02~0.46 Bq/L, respectively for 14 cities during 1964~2005. The range of gross α (mean) and gross β (mean) were 0.01~0.25 Bq/L, 0.04~1.22 Bq/L, respectively for 18 cities in 1964~2004. **Conclusion** In China, the drinking water in most regions are safe on the radioactivity under the WHO as well as the national guideline. The radioactivity concentration in drinking water in western provinces are higher than its in south-eastern provinces. The gross α and gross β were the highest during 1960's, becoming decreased in 1980's, and then keep to a steady state up to now.

【Key words】 Gross α ; Gross β ; Radioactivity; Drinking Water

天然辐射广泛存在于宇宙和人类生存环境中, 一个世纪之前人类还只是受到天然电离辐射源的照射^[1]。但是随着人类对核技术的开发和应用, 使人类生活的环境受到很大程度放射性污染。开展环境天然放射性现状水平、分布及其规律的调查研究, 可以为及时发现人为活动所致的环境污染、为科学评价资源开发可能对环境产生的影响、合理地拟定环境放射性监测和管理方案等提供科学依据。水是人类摄入天然放射性核素的主要途径之一, 因此水源是否受到放射性污染, 历来是人们普遍关心的问题。水中总 α 、总 β 放射性含量, 基本上能够反映出水体中放射性总体水平, 可作为水质放射性污染监测的一个重要指标。世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 关于生活饮用水中总 α 和总 β 的活度的推荐限值分别为 0.5 Bq/L 和 1 Bq/L^[3]。这个水平是基于 WHO 推荐的 0.1 mSv 年剂量照射制定的, WHO 指出经饮用水摄入放射性核素所致的 0.1 mSv 年剂量照射对健康的附加危险较低^[2], 这个参考剂量水平 (RDL) 已经被多数世界卫生组织成员国、欧盟、联合国粮食及农业组织等所采用。

在我国标准中, 生活饮用水中的总 α 、总 β 放射性沿用了 WHO 推荐限值^[3], 而对于饮用天然矿泉水, 总 β 活度则必须 <

1.5 Bq/L, 同时将总 α 活度作为参考指标^[4]。目前我国很多地区均有环境监测机构, 已积累了大量环境天然辐射本底数据。本研究集中对历年全国饮用水中总 α 、 β 放射性数据进行全面调查, 深入分析, 最后整理汇总, 建立对全国各省、市、地区的饮用水中总 α 、 β 放射性的水平及分布规律的数据系统。掌握相关地区水中放射性的本底水平, 为快速初判可能发生的核与辐射突发事件及时上报信息提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 数据来源 查阅 2010 年以前历年公开出版的关于我国各种水源生活饮用水中总 α 、 β 放射性活度的书籍、刊物, 包括中国环境放射性水平及卫生评价^[1]、环境放射性与健康^[5]、中国环境放射性污染监测系统^[6-8]和中国全文数据库网等的数据库; 分析整理了从 1962 年开始至 2007 年全国 27 个省区、4 个直辖市的各种饮用水水体, 包括水源水、水库水、自来水、井水和泉水等近 5 000 条总 α 、 β 放射性活度数据, 以及本实验近年来对各省市饮用水本底测量的数据。

1.2 分析方法 选用 Microsoft Access 数据库存放数据, 记录内容包括调查省份、县市、采样点、监测年月、水体类型、总 α 和总 β 的测量数据 (样品数、平均值、误差及范围值)。建立了全国总 α 、总 β 放射性活度数据库, 该库中包含了饮用水中的绝大多数水体类型。本研究集中对在饮用水中占较大比例的自来水、水库水和井水的数据进行分析整理, 根据不同地区、年代、水体类型进行分类, 以各省或市一段时期内某种水体的平

基金项目: 卫生行业科研专项基金 (200802018)

作者单位: 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 北京 100088

作者简介: 尹亮亮 (1979~), 女, 蒙古族, 内蒙古人, 研究实习员, 从事研究放射卫生监测工作。

通讯作者: 吉艳琴, Email: jiyinqin@nirp.cn

均值和范围值为依据 ,研究全国各省、市、地区的饮用水中总 α、β 放射性的水平及分布变化。

2 结果

我国对于饮用水中总 α 的监测数据没有总 β 丰富 基本是 1980 年后才开始有记录 20 世纪 90 年代监测较普遍。

2.1 部分省饮用水中总 α 和总 β 放射性水平 数据分布时间主要为 1980 ~2005 年 涉及辽宁、吉林等全国 20 个省的自来水、水库水、井水、泉水和天然矿泉水等多种饮用水体 ,以及广东大亚湾核电站和浙江秦山核电站运行前后饮用水的总放水平(表 1)。由表 1 可以看出 所有饮用水的总 α 平均值为 0.01 ~1.23 Bq/L ,新疆维吾尔自治区 1985 ~1987 年的自来水、井水、泉水、湖库水和地下水、地表水的总 α 均超过国家饮用水标准规定的 0.5Bq/L ,其余省中只有山西 1988 ~1997 年的井水超

标。青海、新疆维吾尔自治区、河南的饮用水中总 α 水平较其他各省偏高:在这 3 个省中 ,大部分水体总 α 平均值超过了 0.1Bq/L;而其他各省除井水、天然矿泉水等地下水外 ,地表水的总 α 平均值几乎不超过 0.1Bq/L。20 个省的总 β 平均值水平为 0.02 ~0.67Bq/L ,均未超过国家标准 1Bq/L。新疆维吾尔自治区饮用水中总 β 的浓度(均值 0.41Bq/L) 依然高于其他各省(均值 0.14Bq/L) 。广东大亚湾核电站 GNPS 饮用水总 β 值 1994 年运行前为 0.07Bq/L ,与广东省 1988 ~1993 年自来水的总 β 值为 0.06Bq/L 保持一致。大亚湾核电站运行后 1994 ~2001 年 GNPS 饮用水总 β 值为 0.04Bq/L ,水库水总 β 值为 0.05Bq/L ,与运行前相比略低 ,但无显著差异。浙江秦山核电站运行前后周边饮用水总放水平也不超过国家标准规定限值 ,运行前后均未见显著变化。大亚湾核电站和秦山核电站运行稳定 未对周边饮用水造成污染。

表 1 我国部分省饮用水中总 α、总 β 水平^[1,5-28]

地点	时间		总 α (Bq/L)		总 β(Bq/L)	
			平均值	范围	平均值	范围
辽宁	1990 ~1994	自来水	0.05	0.01 ~0.16	0.19	0.08 ~1.07
	1996	自来水	0.06		0.19	
吉林	1981 ~1989	自来水			0.13	0.06 ~0.27
	1981 ~1985	井水			0.07	
黑龙江	1998 ~2005	天然矿泉水	0.02		0.06	
	1998 ~2005	天然矿泉水	0.14		0.11	
山西	1988 ~1997	自来水	0.08		0.07	
	1988 ~1997	井水	0.98		0.1	
陕西	1981 ~1987	自来水			0.07	
	1990 ~1993	自来水	0.01		0.05	
宁夏回族自治区	1990 ~1993	井水	0.02		0.11	
	1990 ~1993	泉水	0.02		0.15	
	1990 ~1993	河水	0.04		0.18	
	1985 ~2006	水源水	0.14	0.01 ~0.97	0.14	0.01 ~0.97
青海	1985 ~2006	泉水	0.24		0.17	
	1985 ~2006	井水	0.13	0.01 ~0.31	0.14	0.03 ~0.66
	1985 ~2006	河水	0.15		0.1	
	1985 ~2006	水库水	0.12	0.04 ~0.20	0.1	0.04 ~0.19
	1985 ~1987	自来水	1.23		0.52	
新疆维吾尔自治区	1985 ~1987	井水	1.16		0.67	
	1985 ~1987	泉水	0.53		0.26	
	1985 ~1987	河水	0.4		0.36	
	1985 ~1987	湖库水	0.83		0.56	
	1985 ~1987	地下、地表水	0.84		0.48	
	2001 ~2004	饮用水	0.09	0.01 ~0.59	0.16	0.01 ~0.74
山东	1998 ~2005	天然矿泉水	0.14		0.24	
	1998 ~2005	天然矿泉水	0.05		0.13	
河南	1993 ~2003	地下水	0.2	0.01 ~1.38	0.13	0.01 ~1.59
	1993 ~2003	自来水	0.05		0.38	
	1993 ~2003	湖库水	0.06	0.03 ~0.08	0.1	0.07 ~0.14
	1993 ~2003	河水	0.17		0.14	
	1993 ~2003	矿泉水	0.36		0.18	
	1998 ~2005	天然矿泉水	0.19		0.13	
	2006	地下水	0.17	0.01 ~0.46	0.13	0.02 ~1.02
	1981 ~1988	自来水			0.02	
江苏	1990 ~1995	自来水	0.02	0.01 ~0.09	0.05	0.01 ~0.21
	1990 ~1995	水源水	0.05		0.09	
安徽	1998 ~2005	天然矿泉水			0.08	
	1980 ~1981	自来水	0.07		0.07	
四川	1984 ~1986	自来水	0.05		0.07	
	1987 ~1988	自来水	0.05		0.07	
	1980 ~1981	井水	0.06		0.07	
	1984 ~1986	井水	0.12		0.1	
	1986 ~1989	井水	0.05	0.00 ~0.17	0.24	0.01 ~2.44
	1980 ~1981	泉水	0.44		0.1	
	1984 ~1986	泉水	0.1		0.11	
	1986 ~1989	泉水	0.15	0.00 ~1.18	0.12	0.01 ~0.61

续表 1 我国部分省饮用水中总 α、总 β 水平^[1 5-28]

地点	时间		总 α (Bq/L)		总 β(Bq/L)	
			平均值	范围	平均值	范围
浙江	1986 ~ 1989	湖库水	0.03	0.00 ~ 0.05	0.09	0.04 ~ 0.23
	1986 ~ 1989	江河水	0.02	0.00 ~ 0.04	0.04	0.02 ~ 0.05
	1986 ~ 1989	泉水、湖库水、江河水	0.07	0.00 ~ 1.18	0.08	0.01 ~ 0.61
	1988	自来水	0.02		0.02	
	1991	井水	0.02		0.5	
	1992 ~ 2005	井水	0.08	0.02 ~ 0.20	0.17	0.05 ~ 0.43
	1992 ~ 2005	饮用水	0.04	< 0.04 0.17	0.13	0.02 ~ 0.38
	1992 ~ 2005	湖塘水	0.07	0.02 ~ 0.16	0.15	0.05 ~ 0.27
	1992 ~ 2005	陆地淡水	0.07	< 0.04 ~ 0.20	0.15	0.02 ~ 0.43
江西	1999	自来水	0.02		0.02	0.00 ~ 0.05
	1999	江河水	0.03		0.03	0.00 ~ 0.08
	1999	湖库水	0.02		0.02	0.01 ~ 0.03
	1999	地下水	0.02		0.02	0.01 ~ 0.03
湖北	1998 ~ 2005	天然矿泉水	0.07		0.13	
湖南	1998 ~ 2000	饮用水	0.08		0.08	
福建	1984	地下水	0.07	0.00 ~ 1.16	0.10	0.01 ~ 0.54
	1984	井水	0.02			
	1984	泉水	0.02			
	1984	温泉水	0.04			
	1984	自来水	0.05			
	1984	河水	0.06			
	1984	水库水	0.03			
	2001 ~ 2002	主要河流	0.02	0.01 ~ 0.06	0.10	0.04 ~ 0.18
	2001 ~ 2002	主要河流	0.02	0.00 ~ 0.04	0.12	0.07 ~ 0.33
	2001 ~ 2002	主要饮用水	0.01	0.00 ~ 0.02	0.06	0.04 ~ 0.09
广东	2001 ~ 2002	主要饮用水	0.01	0.00 ~ 0.02	0.06	0.03 ~ 0.09
	1988 ~ 1993	自来水	0.03	0.02 ~ 0.04	0.06	0.05 ~ 0.08
	2006	水库水	0.03	0.01 ~ 0.05	0.07	0.03 ~ 0.11
	1987 ~ 1997	矿泉水水源水	0.37	0.01 ~ 10.70	0.25	0.01 ~ 6.78
	1976 ~ 1988	露天水源水		0.02 ~ 0.11		
	1998 ~ 2005	天然矿泉水	0.37		0.25	
	1994 年以前	GNPS 饮用水			0.07	0.04 ~ 0.01
	1994 ~ 2001	GNPS 饮用水			0.04	0.02 ~ 0.07
	1994 ~ 2001	大坑水库			0.05	0.03 ~ 0.09
	1994 年以前	水库水、饮用水				0.04 ~ 0.15
海南	1994 ~ 2001	水库、饮用水				0.02 ~ 0.27
	1997 ~ 2001	地面水	0.02	< 0.00 ~ 0.52	0.10	0.01 ~ 0.91
	1997 ~ 2001	地下水	0.03	< 0.00 ~ 0.89	0.13	< 0.00 ~ 5.37
	1998 ~ 2005	天然矿泉水	0.09	0.01 ~ 0.54	0.14	0.01 ~ 0.61

2.2 全国部分城市饮用水中总 α 和总 β 放射性水平

2.2.1 自来水中总 α 和总 β 放射性水平 包括全国 35 个城市 1964 ~ 2005 年自来水中总 α、总 β 放射性浓度数据见表 2。由表 2 可以看出,35 个城市自来水的总 α 平均值为 0 ~ 0.23 Bq/L,总 β 平均值为 0.01 ~ 0.54Bq/L,总放射性水平均符合国家饮用水标准。但是 1980 年前的总 β 放射性活度值较之后的要高,长春市自来水总 β 值 1964 ~ 1980 年为 0.54Bq/L,20 世纪 80、90 年代的分别为 0.13 和 0.12Bq/L;南昌市自来水总 β 值 20 世纪 70 年代为 0.22Bq/L,20 世纪 80、90 年代的分别为 0.13 和 0.06Bq/L;福州自来水总 β 值 1980 年前为 0.09Bq/L,1980 ~ 1989 年为 0.06Bq/L,1990 ~ 1993 年为 0.05Bq/L。我国卫生系统曾就 1980 年前后我国各种水源水中总 β 放射性浓度进行比较,得出自来水和井水中 20 世纪 60 年代总 β 浓度最大,20 世纪 70 年代减弱为 20 世纪 60 年代的 50%,20 世纪 80 年代仅为 20 世纪 60 年代的 25% 左右。这与 1980 年前,尤其是 20 世纪 60 年代进行的大气核实验有关^[1]。由表可看出同一城市,20 世纪 80 年代的自来水中总放数据与 20 世纪 90 年

代相比,未见特殊差异。西宁市自来水的总 α 放射性浓度在 0.2Bq/L 以上,高于其他地区,这与青海省饮用水中总 α 水平较高一致。

2.2.2 水库水、井水中总 α 和总 β 放射性水平 全国 14 个城市 1964 ~ 2005 年水库水中总 α、总 β 放射性浓度数据见表 3。由表 3 可以看出,14 个城市水库水的总 α 平均值为 0 ~ 0.08Bq/L,总 β 平均值为 0.02 ~ 0.46Bq/L,均符合国家饮用水标准。全国 18 个城市 1964 ~ 2004 年井水中总 α、总 β 放射性浓度数据见表 4,总 α 平均值为 0.01 ~ 0.25Bq/L,总 β 平均值为 0.04 ~ 1.22Bq/L,可以看出总 α 浓度均小于 0.5Bq/L 的限值,总 β 除 1973 年苏州井水中为 1.22Bq/L,其余均低于 1Bq/L。水库水的总放射性水平低于井水。西宁市的井水中总 α 浓度水平为 0.25Bq/L,高于其他各市的平均值 0.04Bq/L,符合青海省水中总 α 水平较高的特点。长春市水库水中总 β 浓度 1964 ~ 1980 年前为 0.46Bq/L,20 世纪 80 年代则为 0.17Bq/L,后者低于前者。从表 3、4 可看出同一地区的同种水体,20 世纪 80 年代的总放数据与 20 世纪 90 年代相比,变化较小。

表 2 我国部分市自来水中总 α、总 β 水平^[1 5-8 13 19 29-34]

地点	时间	总 α (Bq/L)		总 β(Bq/L)		地点	时间	总 α(Bq/L)		总 β(Bq/L)	
		平均值	范围	平均值	范围			平均值	范围	平均值	范围
沈阳	1981 ~ 1987			0.05	0.03 ~ 0.09	郑州	1981 ~ 1983			0.12	
	1989			0.12		南京	1981 ~ 1988			0.02	0.01 ~ 0.02
	1990 ~ 1997	0.05	0.02 ~ 0.07	0.23	0.08 ~ 0.38		1988	0.07			
大连	1982			0.23			1992 ~ 1997	0.05	0.02 ~ 0.08	0.08	0.04 ~ 0.13
	1991			0.02		连云港	1981 ~ 1989			0.13	0.06 ~ 0.30
	1995	0.02		0.26	0.25 ~ 0.27		1988 ~ 1991	0.03	0.02 ~ 0.04		
长春	1964 ~ 1980			0.54			1990 ~ 1991			0.03	
	1981 ~ 1989			0.13	0.06 ~ 0.27		2004	0.03		0.08	
	1990 ~ 1994			0.12		苏州	1983	0.03		0.11	
	1992 ~ 1994	0.01	0.00 ~ 0.01				1993	0.02		0.11	
延边	1981 ~ 1988			0.11	0.07 ~ 0.84		2003 ~ 2004	0.04		0.11	
哈尔滨	1981 ~ 1985			0.06	0.01 ~ 0.12	上海	1981 ~ 1989			0.09	0.01 ~ 0.15
	2001 ~ 2003			0.06			1987 ~ 1989	0.03	0.02 ~ 0.03		
佳木斯	1981 ~ 1985			0.10			1990 ~ 1991	0.03		0.13	
	1991 ~ 2000	0.03		0.07			1997 ~ 2001	0.01		0.12	0.10 ~ 0.16
呼和浩特	1981 ~ 1989			0.07		合肥	1981 ~ 1982			0.06	
	1993 ~ 1994			0.10			1988 ~ 1997	0.02	0.01 ~ 0.04	0.06	0.03 ~ 0.87
北京	1990			0.04		武汉	1992 ~ 1993			0.18	
	1995 ~ 2002	0.09	0.00 ~ 0.54	0.08	0.00 ~ 0.34		1994 ~ 1998	0.00	0.00 ~ 0.05	0.05	0.02 ~ 0.13
天津	1992 ~ 1996			0.06	0.04 ~ 0.09	重庆	1981 ~ 1982			0.03	
石家庄	1981 ~ 1982			0.09		成都	1986 ~ 1989	0.07	0.00 ~ 0.66	0.15	0.02 ~ 0.82
	1987 ~ 1995			0.10	0.01 ~ 0.38		1990 ~ 1991	0.05	0.01 ~ 0.10	0.04	0.02 ~ 0.09
	1992 ~ 1995	0.03	0.01 ~ 0.04			拉萨	1981			0.08	
太原	1981 ~ 1987			0.14	0.06 ~ 0.28	杭州	1981 ~ 1983			0.03	0.01 ~ 0.06
	1992 ~ 1997	0.02	0.01 ~ 0.04	0.06	0.05 ~ 0.08		1988 ~ 1991	0.01	0.00 ~ 0.02	0.03	0.01 ~ 0.06
西安	1981 ~ 1989			0.07	0.05 ~ 0.12	南昌	1970 ~ 1979			0.22	
	1990 ~ 1993			0.04	0.00 ~ 0.07		1980 ~ 1989			0.13	
银川	1981 ~ 1989			0.08	0.04 ~ 0.16		1990 ~ 1996			0.06	0.02 ~ 0.15
	1990 ~ 1993	0.00		0.04	0.02 ~ 0.06	贵阳	1982 ~ 1983			0.10	
兰州	1981 ~ 1989	0.06	0.03 ~ 0.09	0.14	0 ~ 0.25	福州	1963 ~ 1979			0.09	0.04 ~ 0.28
	1990 ~ 1997	0.10	0.03 ~ 0.22	0.12	0.02 ~ 0.31		1980 ~ 1989			0.06	0.04 ~ 0.60
西宁	1988 ~ 1989	0.23		0.06			1989	0.05			
	1993 ~ 1999	0.2		0.12			1990 ~ 1993	0.04	0.00 ~ 0.08	0.05	0.01 ~ 0.08
济南	1981			0.05		广州	1981 ~ 1989			0.09	0.04 ~ 0.09
	1984			0.01		深圳	1993 ~ 2005	0.02		0.06	
	1994 ~ 1999	0.02	0.00 ~ 0.11	0.04	0.00 ~ 0.57	南宁	1981 ~ 1988			0.05	0.03 ~ 0.07
	2000 ~ 2003	0.01	0.00 ~ 0.06	0.06	0.01 ~ 0.42		1993 ~ 1996			0.04	0.03 ~ 0.05
青岛	1983 ~ 1985			0.08			1996	0.02			
	1991			0.08		昆明	1981 ~ 1985			0.04	0.01 ~ 0.07
	1994			0.09							

表 3 我国部分市水库水中总 α、总 β 水平^[1 5-9]

地点	时间	总 α (Bq/L)		总 β(Bq/L)		地点	时间	总 α (Bq/L)		总 β(Bq/L)	
		平均值	范围	平均值	范围			平均值	范围	平均值	范围
沈阳	1981 ~ 1990			0.16	0.03 ~ 0.30	济南	1980 ~ 1985			0.06	0.03 ~ 0.10
	1994 ~ 1997	0.02	0.02 ~ 0.03	0.14	0.02 ~ 0.24		1991 ~ 1992	0.01		0.10	
大连	1991			0.02		青岛	1990			0.08	
	1994 ~ 1997			0.03	0.01 ~ 0.05		1991	0.00			
长春	1964 ~ 1980			0.46			1994	0.00		0.09	
	1981 ~ 1989			0.17		连云港	1981 ~ 1989			0.06	0.02 ~ 0.16
	1990 ~ 1994			0.26	0.12 ~ 0.46		1988 ~ 1991	0.01	0.00 ~ 0.02		
	1992 ~ 1994	0.01	0.01 0.02				1990 ~ 1991			0.04	
天津	1992 ~ 1993			0.11		合肥	1981 ~ 1982			0.04	
石家庄	1981 ~ 1982			0.10		成都	1989	0.08			
	1988 ~ 1995			0.16	0.01 ~ 0.39		1991	0.03		0.06	
	1992 ~ 1995	0.05	0.00 ~ 0.10			福州	1973 ~ 1979			0.07	0.04 ~ 0.12
敦煌	1989	0.01		0.19			1980 ~ 1984			0.08	0.06 ~ 0.09
乌鲁木齐	1992 ~ 1997	0.07	0.05 ~ 0.10	0.13	0.05 ~ 0.24	深圳	2006	0.02		0.08	

表 4 我国部分市井水中总 α、总 β 水平^[1 6-9 13 19 33]

地点	时间	总 α (Bq/L)		总 β(Bq/L)		地点	时间	总 α (Bq/L)		总 β(Bq/L)	
		平均值	范围	平均值	范围			平均值	范围	平均值	范围
大连	1984 ~ 1987			0.04	0.02 ~ 0.08	苏州	1990 ~ 1991			0.07	
	1994 ~ 1996			0.06	0.01 ~ 0.10		2004	0.04			
长春	1964 ~ 1980			0.54			1973	0.04		1.22	
	1981 ~ 1989			0.07			1983	0.06		0.86	
	1992	0.01		0.05			1993	0.04		0.09	
延边	1981 ~ 1988			0.20	0.09 ~ 0.57	成都	2003 ~ 2004	0.08		0.38	
银川	1990 ~ 1993	0.01		0.05			1986 ~ 1989	0.06	0.00 ~ 0.17	0.23	0.02 ~ 2.03
银北	1990 ~ 1993	0.03		0.11			1981 ~ 1983			0.32	0.04 ~ 0.87
银南	1990 ~ 1993	0.03		0.15		杭州	1988 ~ 1991	0.02	0.00 ~ 0.06	0.15	0.01 ~ 0.29
西宁	1988 ~ 1989	0.25		0.07			1970 ~ 1979			0.36	
哈密	1981 ~ 1989			0.25			1980 ~ 1989			0.33	
青岛	1983 ~ 1985			0.04	0.02 ~ 0.06	贵阳	1982 ~ 1983			0.24	
郑州	1981			0.07		南宁	1981 ~ 1984			0.10	0.02 ~ 0.20
连云港	1981 ~ 1989			0.16	0.04 ~ 0.30	昆明	1981 ~ 1985			0.14	0.01 ~ 0.21
	1988 ~ 1991	0.03	0.02 ~ 0.04								

3 讨论

一般认为 ,水中总 α 放射性的贡献主要来自 U、Th、²²⁶Ra; 总 β 放射性核素主要是⁴⁰K。地下水在其形成过程中 ,可能溶入一定量的天然放射性物质 因此对于同一地区来说 ,井水、泉水等地下水的总放射性水平要高于水库、河水等地表水 ,如表 3 中水库水总 α 浓度平均值为 0.03Bq/L ,总 β 浓度平均值为 0.12Bq/L; 表 4 中井水总 α、总 β 浓度平均值分别为 0.05 Bq/L 和 0.24Bq/L。而自来水由于水源的不同 ,则总放射性水平跨度范围较大 ,如表 2 中所示自来水的总 α 平均值为 0 ~ 0.23Bq/L ,总 β 平均值为 0.01 ~ 0.54Bq/L。总体上 ,我国大部分地区的饮用水中放射性水平都没有超过 WHO 和我国规定的饮用水限值要求 ,西部部分省区如新疆维吾尔自治区、青海省的总 α 浓度水平高于东南部各省 ,这可能与其地质结构有关。1980 年停止大气核实验后 ,饮用水中放射性水平普遍下降 ,现在已达到稳定水平。将饮用水中总 α、总 β 放射性水平作为监测指标 ,开展饮用水中总放水平的持续调查研究工作 ,对及时发现人为活动所致的环境污染、科学地评价相关技术与资源开发对环境可能造成的影响 ,以及核事故应急响应具有重要意义。

参考文献:

[1] 朱昌寿. 中国环境放射性水平与卫生评价[M]. 北京: 人民卫生出版社 ,1984.

[2] WHO. Guidelines for Drinking - water Quality ,First Addendum to Third Edition Volume 1 Recommendations , Geneva , 2005.

[3] GB 5749 - 2006 ,生活饮用水卫生标准[S].

[4] GB 8537 - 1987 ,饮用天然矿泉水[S].

[5] 杨孝桐. 环境放射性与健康[M]. 福建: 海风出版社 , 2005.

[6] 中国卫生部卫生法制与监督司. 中国放射性污染监测系统监测数据公报[M]. 北京: 人民卫生出版社 ,1981 - 1987.

[7] 中国卫生部卫生法制与监督司. 中国放射性污染监测系统监测数据公报[M]. 北京: 人民卫生出版社 ,1987 - 1991.

[8] 中国卫生部卫生法制与监督司. 中国放射性污染监测系统监测数据公报[M]. 北京: 人民卫生出版社 ,1992 - 1997.

[9] 林立雄 ,陈志东 ,闫世平. 广东省地表水中总 α、总 β 放射性水平调查[J]. 中国辐射卫生 ,2009 ,18(1): 28 - 30.

[10] 马俊杰 ,李涤 ,吴洪竹 ,等. 辽宁城镇居民饮用水总放射性水平调查[J]. 环境科学 ,1995 ,16(2): 67 - 68.

[11] 孙小娜 ,张聚敬 ,王玉文. 新疆饮用天然矿泉水放射性水平测定及卫生学评价[J]. 中国辐射卫生 ,2006 ,15(4): 473 - 475.

[12] 冯斌 ,白林凯. 山西省主要地市饮用水总 α、总 β 放射性水平[J]. 中华放射医学与防护杂志 ,1999 ,19(6): 430 - 440.

[13] 王永远 ,宋达勤 ,崔志庆 ,等. 宁夏部分地区生活用水中总 α、总 β 放射性水平及评价[J]. 中国辐射卫生 ,1994 , (2): 96 - 98.

[14] 闫海珠 ,朱阿娜 ,龙启萍. 青海省不同水源水及不同年份放射性水平动态评价分析[J]. 中国辐射卫生 ,2007 ,16(3): 332 - 334.

[15] 孙小娜 ,张聚敬 ,王玉文. 新疆维吾尔自治区 2001 ~ 2004 年饮用水放射性水平测定及卫生学评价[J]. 中国辐射卫生 ,2005 ,14(2): 120 - 121.

[16] 武丽 ,秦文华 ,王建华 ,等. 河南省地下水总 α、总 β 放射性水平及质量评价[J]. 中国辐射卫生 ,2004 ,13(2): 121 - 122.

[17] 武丽 ,王建华 ,丁华光. 河南省矿泉水中总 α、总 β 放射性水平[J]. 河南预防医学杂志 ,1998 ,9(3): 140 - 141.

[18] 武丽 ,秦文华. 2006 年河南省地下水总 α、总 β 放射性抽查结果及分析[J]. 中国辐射卫生 ,2007 ,16(3): 326 - 327.

[19] 喻佩珩 ,吴品森 ,何木生 ,等. 安徽省自来水中总 α、总 β 放射性水平与评价[J]. 安徽预防医学杂志 ,1997 ,3(1): 20 - 21.

[20] 陈国佩 ,赵义坊 ,王赞信 ,等. 浙江省部分自来水厂水样总 α、总 β 放射性监测及水平分析[J]. 中国辐射卫生 ,1992 ,1(3): 116 - 117.

[21] 梁海燕 ,叶际达 ,吴虔华 ,等. 1992 ~ 2005 年秦山核电基地外环境放射性监测[J]. 辐射防护通讯 ,2007 ,27(5): 6 - 14.

[22] 何加芬 ,杜建明 ,李志龙. 江西省生活饮用水中总 α 总 β 放射性含量监测[J]. 湖北预防医学杂志 ,2000 ,11(1): 17.

[23] 张雷 ,张奇志 ,李先福. 湖南省生活饮用水总 α、总 β 放射性水平[J]. 中国辐射卫生 ,2002 ,11(2): 93.

[24] 王文武 ,朱耀明 ,黄菁华 ,等. 福建省地表水总 α、总 β 测量[A]. 全国放射性流出物和环境监测与评价研讨会论文集汇编[C]. 532 - 535.

[25] 吴自香 ,张瑞香. 1988 ~ 1993 年广东省自来水放射性水平与评价[J]. 中华放射医学与防护杂志 ,1995 ,15(2): 129 - 131.

[26] 黄嘉麟 ,郭义曹. 广东省露天水源水中天然放射性核素浓度水平[J]. 职业医学 ,1989 ,16(1): 12 - 14.

[27] 陈志东 ,邓飞 ,刘瑛 ,等. 大亚湾核电站周围陆地环境放射性水平简介[J]. 辐射防护通讯 ,2003 ,23(1): 26 - 30.

[28] 林智 ,王川健 ,陈玉琚 ,等. 海南省生活饮用水中放射性水平调查研究[J]. 中国辐射卫生 ,2001 ,10(3): 149 - 150.

[29] 赵昌元 ,周长艳 ,程学辉 ,等. 佳木斯市 1991 ~ 2000 年生活饮用水中总 α、总 β 含量分析[J]. 职业与健康 ,2002 ,18(8): 68 - 69.

[30] 马永忠 ,万玲 ,王文海 ,等. 北京市生活饮用水中总放射性的测量[J]. 中华放射医学与防护杂志 ,2003 ,23(6): 465 - 467.

[31] 李青云. 西宁市居民生活饮用水中总 α 总 β 放射性水平[J]. 中国辐射卫生 ,2000 ,9(2): 110.

[32] 王亚东 ,邱玉会 ,陈晗 ,等. 济南市自来水总 α、总 β 放射性 10 年动态分析[J]. 中国辐射卫生 ,2004 ,13(4): 284.

[33] 涂馥 ,俞荣生 ,张海江 ,等. 苏州市区各种水体中总放射性水平检测及评价[J]. 工业卫生与职业病 ,2005 ,31(5): 301 - 304.

[34] 谢炜 ,陆丹 ,吴坤宇. 上海市自来水总 α、总 β 放射性监测与分析[J]. 云南环境科学 ,2002 ,21(3): 62 - 64.