

# 酒泉地区水源中锶-90、铯-137含量调查及所致居民内照射剂量估算

雷尊成 高子和 王 岩

(甘肃省放射卫生防护监督监测所, 兰州)

环境水源中的放射性水平是人们普遍关注的问题, 水源中长寿核裂变产物的含量更是关心的热点。本文着重对我国在停止大气层核试验约十年的甘肃省酒泉地区水源中长寿核裂变产物 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 含量进行了研究, 并估算了所致居民内照射剂量。

## 一、材料和方法

选择长寿核裂变产物锶-90、铯-137在水源中的含量水平为调查对象。

### 1. 采样点确定

在选择采样点时以人口加权为主, 适当兼顾面积, 在水源的确定上以饮用水为主, 也考虑到其他水源, 采集的水样有自来水、河水、井水和泉水, 也采集了一些水库水。

在选择采样点时, 考虑了我国核试验烟

云的走向, 南北300余公里, 共设60个采样点。

2. 采样体积 每个采样点采水样不少于40升, 静置澄清后取40升分作两个平行样进行分析。

### 3. 分析测定方法

锶-90分析采用硝酸盐沉淀法<sup>[1]</sup>、先经碳酸盐共沉淀, 后经发烟—浓硝酸处理, 再经平衡后分离, 测其 $^{90}\text{Y}$ , 计算出 $^{90}\text{Sr}$ 含量。

铯-137分析采用磷钼酸铵法(即AMP法)<sup>[2]</sup>, 最后以碘铯酸铯形式称重、测量。

仪器对 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 的探测下限为 $4 \times 10^{-4}\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ , 其相对误差小于30%。

## 二、结果与讨论

将调查结果汇列于表1。

表1 酒泉地区水源中 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 含量( $\times \text{mBq} \cdot \text{L}^{-1}$ )

县 市	样品数	$^{90}\text{Sr}$		样品数	$^{137}\text{Cs}$	
		范 围	$\bar{X} \pm S_D$		范 围	$\bar{X} \pm S_D$
阿克塞	5	0.54~3.70	$2.36 \pm 1.37$	5	<0.40~2.62	$1.45 \pm 0.95$
肃 北	5	0.39~7.03	$2.45 \pm 2.68$	5	<0.40~2.70	$1.37 \pm 1.14$
敦 煌	7	1.17~19.90	$5.10 \pm 6.58$	7	0.40~4.80	$2.68 \pm 1.54$
安 西	9	1.36~27.50	$7.48 \pm 8.50$	9	<0.40~3.16	$1.75 \pm 1.05$
玉 门	8	<0.40~9.37	$4.32 \pm 3.72$	8	<0.40~4.22	$2.07 \pm 1.45$
嘉峪关	5	0.93~2.97	$2.24 \pm 0.94$	5	0.42~2.81	$1.58 \pm 1.01$
酒 泉	14	<0.40~18.61	$9.37 \pm 7.36$	14	<0.40~10.13	$2.30 \pm 2.47$
金 塔	7	1.84~11.00	$5.66 \pm 4.34$	7	<0.40~2.80	$1.81 \pm 1.04$
总平均		<0.40~27.50	$5.74 \pm 6.10$		<0.40~10.13	$1.97 \pm 1.58$

1. 水中 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 含量 由表1看出: 水中 $^{90}\text{Sr}$ 含量在 $0.40 \sim 27.50\text{mBq} \cdot \text{L}^{-1}$ 的范围, 全区平均值为( $5.74 \pm 6.10$ ) $\text{mBq} \cdot \text{L}^{-1}$ ; 而 $^{137}\text{Cs}$ 的范围为 $0.40 \sim 10.13\text{mBq} \cdot \text{L}^{-1}$ , 全区平均值为( $1.97 \pm 1.58$ ) $\text{mBq} \cdot \text{L}^{-1}$ , 水中 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 含量呈低水平、不均匀分布的特点。

将酒泉地区水中 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 含量与国内近年来资料<sup>[3]</sup>相比较, 见表2。

由表2, 可以看出酒泉地区自来水中 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 含量与国内城市自来水相比处于中间状态, 其河流中 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 含量亦在同一水平, 也不高于苏联资料<sup>[4]</sup>。

2. 酒泉地区各县市相互比较 经统计学处理, 酒泉水源中 $^{90}\text{Sr}$ ( $9.37 \pm 7.36$ ) $\text{mBq} \cdot \text{L}^{-1}$ , 显著高于阿克塞、肃北和嘉峪关( $P < 0.05$ ), 而与其他县市则无显著性差异。水源中 $^{137}\text{Cs}$ 含量除敦煌的 $^{137}\text{Cs}$ 显著高于

表2 自来水、河水中<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs含量比较(×mBq·L<sup>-1</sup>)

自 来 水				河 水				
地区	监测年限	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	地区	河名	监测年限	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
银川	88	1.2	0.4	银川	黄河	89	7.0	0.2
兰州	89	4.1	0.9	兰州	黄河	89	8.0	2.3
昆明	85	4.2	4.8	重庆	金沙江	84~86	2.1	<LLD
成都	87~89	1.5	0.4	重庆	长江主干	84~86	2.6	0.6
南昌	80~89	8.7	1.9	重庆	长江支州	84~86	3.7	0.6
福州	89	6.3	3.0	广州	珠江	88	2.8	<LLD
南京	88	7.2	1.0	济南	黄河	89	22.0	0.5
哈尔滨	89	11.2	6.1	福州	闽江	89	5.9	3.5
长春	89	16.0	10.0	南京	长江	88	8.7	1.0
呼和浩特	88	2.0	1.0	上海	长江	86	0.7	1.1
北京	89	5.2	1.0	哈尔滨	松花江	88	17.0	16.1
酒泉地区	本调查	4.1	1.9	酒泉地区	本调查	89	10.2	2.0

肃北水源外,其余无显著性差异。<sup>90</sup>Sr平均数高的县市为酒泉,而<sup>137</sup>Cs平均数高的为敦煌,这种微妙差异是否与该核素地面沉积量及进入水源的难易等诸因素有关。

3.地表水与地下水中<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs含量比较。将分析水样<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs结果按地表水和地下水统计,列于表3,可以得出:地表水中<sup>90</sup>Sr含量显著高于地下水(P<0.05),这说明<sup>90</sup>Sr对地表水源有轻微污染。两种水源中<sup>137</sup>Cs含量则无显著性差异(P>0.05);

表3 地表水与地下水中<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs含量(mBq·L<sup>-1</sup>)

水 别	<sup>90</sup> Sr		<sup>137</sup> Cs	
	样品数	$\bar{X} \pm S_D$	样品数	$\bar{X} \pm S_D$
地表水	27	8.08±5.76	24	2.07±1.14
地下水	33	3.18±4.88	37	1.91±1.83

4.依据我国成人每天饮水为2.2升<sup>[5]</sup>,计算出酒泉地区成人年摄入量,其中<sup>90</sup>Sr,在1.80~7.52Bq之间,平均值为3.87±2.09Bq;<sup>137</sup>Cs在1.10~2.15Bq之间,平均值为1.51±0.36Bq。

5.依据<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs向人体转移的剂量参数<sup>[5][6]</sup>计算由饮水摄入<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs的年有效剂量当量(表4),可以看出<sup>90</sup>Sr引起的剂量,最大值还不到0.3μSv,而<sup>137</sup>Cs的最大值仅为3×10<sup>-8</sup>μSv,分别为当地天然辐射所致居民外照射年有效剂量当量的万分之三和十万分之三,仅为1980年底以前所有大气层核试验所产生的该放射性核素造成北温带居民的有效剂量当量负担<sup>[7]</sup>的千分之一点六和万分之一。

表4 饮水摄入<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs所致年有效剂量当量(10<sup>-8</sup>Sv)

县 市	<sup>90</sup> Sr		<sup>137</sup> Cs	
	I	He	I	He
阿克塞	1.90	6.8	1.16	1.6
肃北	1.97	7.1	1.10	1.5
敦煌	4.10	14.7	2.15	3.0
安西	5.98	21.5	1.44	2.0
玉门	3.50	12.6	1.66	2.3
嘉峪关	1.80	6.6	1.27	1.8
酒泉	7.52	27.1	1.85	1.3
金塔	4.55	16.5	1.45	2.0
平均	3.92±2.08	14.1±7.0	1.51±0.36	1.9±0.5

6.器官待积剂量:根据年摄入量 and 对应器官h<sub>50.T</sub>,计算器官待积剂量当量,结果列于表5,看出由饮水摄入<sup>90</sup>Sr造成骨髓剂量在0.36~1.43μSv,以酒泉最高为1.43μSv,酒泉地区平均为0.74μSv,<sup>137</sup>Cs对性腺造成的剂量负担在1.54~3.01×10<sup>-8</sup>之间,最大值是敦煌,全区平均值为2.1×10<sup>-8</sup>μSv,<sup>137</sup>Cs对其他脏器的剂量贡献则处于低水平。

### 小 结

1.通过对酒泉地区水源中<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs的含量调查,得出这两种长寿命核裂变产物的含量不高,与全国其他地区水源中<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs处于同一水平的结论。

2.由饮水摄入<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs造成居民内照射年有效剂量当量为0.16μSv,仅为当地天然辐射所致年有效剂量当量的万分之一点四,这样低的附加剂量不会对居民健康产生

表5 饮水摄入<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs造成器官待积剂量当量(10<sup>-8</sup>Sv)

县 市	红骨髓		骨衬细胞		性腺	肝脏	乳腺	肺	甲状腺
	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs
阿克塞	36	1.5	80	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5
肃北	37	1.4	83	1.4	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4
敦煌	78	2.8	172	2.8	3.0	2.8	2.6	2.8	2.8
安西	114	1.9	251	1.9	2.0	1.9	1.7	1.9	1.9
玉门	67	2.2	147	2.2	2.3	2.2	2.0	2.2	2.2
嘉峪关	34	1.7	75	1.7	1.8	1.7	1.5	1.7	1.7
酒泉	143	2.4	316	2.4	2.6	2.4	2.2	2.4	2.4
金塔	86	1.9	191	1.9	2.0	1.9	1.7	1.9	1.9
全区平均	74	2.0	164	2.0	2.1	2.0	1.8	2.0	2.0

任何不良影响。

(张照周 高清林 曹叶全 毛晨等同志参与部分采样工作,致谢。)

#### 参 考 文 献

- 1.《环境放射性监测方法》编写组.环境放射性监测方法 北京.原子能出版社.1977; 178.
- 2.国家环境保护局.环境辐射监测分析方法及管理标准汇编,中国标准出版社.1992; 76-78
- 3.朱昌寿,等.中国环境放射性水平及卫生评价,

人民卫生出版社.1992

- 4.章仲候译.苏联居民1976—1981年度受到经由膳食摄入<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs的照射.国外医学放射医学分册 1985; 9 ( 1 ) ■ 27
- 5.中华人民共和国国家标准 (GB4792-84) 放射卫生防护基本标准.1984
- 6.ICRP Publication 30,limits for intakes of radionuclides by workes ICRP pergamon 1979
- 7.UNSCEAR Report. 1982

#### •短篇报道•

### 医用放射性废源再利用价值的探讨

俞荣生 吕建中

(苏州市卫生防疫站)

我省现有钴治疗机20台,平均每年有几枚废弃的钴源将退役。为废源再利用,我们对钴治疗机废弃源的再利用价值进行了探讨,经过半年多的实践,实现了“变核废为核宝”的愿望,并通过了省、市二级验收。

医用废源再利用可行性主要取决于二个因素:即具备利用价值和可供取用的客观条件。经医学临床实用表明,钴治疗机活度适用范围在37~111TBq,我们将二枚活度为37TBq的医用废源与江苏太湖农科所74年购进的新源(活度为11.8TBq)作比较,发现二种(医用,工业用)源的大小,尺寸基本相同,而且医用废源的比活度较工业用源高。对医用贮源罐进行剖析,结合农科所钴室旱井贮源实情,通过分析和模拟试验,确认可以安全取用。

医用废源转为工业用源,转化过程是在严格控制下实施的工艺流程,任何细节上的疏忽,都会导致整体失败。医用罐是侧向横开盖,内有二圆柱形孔,分放源抽屉与退位塞棒,而工业源罐则是顶开盖,因此关键问题是源的转向及取源方向。首先要确保能在操纵室内将源抽屉沿其轴向水平拉出,杜绝“半途卡壳”。其次是解决在操纵室内进行贮源构件(含钴源)纵向与横向移动的匹配,从而达到

既能垂直运动,又能水平运动。针对上述二个要点,我们自制了自由导向式源罐运输车,可调试导轨滑车、纵横卷扬机组,光学监视镜组等关键设备,在反复多次模拟试验后,最后顺利地将医用废源转化成工业用源。

医用废源转化利用的目的在于节省资金,创造财富,若医院要处理一枚活度为37TBq的放射源,将要支付运输费1000元,处理费2000元,而买方单位还要支付运输费1000元,购源费10000元,及其它有关开支。本次我们转化二枚活度为37TBq的钴源可直接节约资金35000元。

从长远看,随着医疗卫生事业的发展,钴治疗机日益增多,江苏省目前已有20台钴治疗机在运行,其10年内废源处理及利用节资测算可观的,如普及全国受益更大。

医用废源转化利用的成功,提供了“变核废为核宝”的途径,为弃源重新服务于社会开辟了新路,它不仅具有可观的经济效益,而且在环境保护、核能利用方面都有着积极的意义,随着技术的改进,设备的完善,医用废源将普遍转化成新的生产力。

(1993年2月1日收稿)