

落下灰污染水中放射性的去除

路德元 刘同水 蔡小玲 李 明

(上海 38601 部队)

在未来战争中,核武器爆炸或施放放射性战剂都可能污染饮用水及其水源,造成对人体的危害。因此对于放射性落下灰污染后的饮用水必须净化,使之达到战时饮用水标准。采用压缩蒸馏、电渗析、反渗透等方法虽然净化效率高,但是还存在一些没有解决的技术问题,而且设备庞大、价格昂贵。一般的简易方法虽然效果较差,不能满足净化要求,但作为辅助手段,仍为人们所重视^[1,2]。本文采用一些净化材料和“饮水去沾染净化剂”对核爆炸放射性落下灰(以下简称落下灰)污染水进行试验和验证。认为“饮水去沾染净化剂”的净化效率是令人满意的,可达 80%;单独对水中 ¹³¹I 放射性进行净化试验,净化效率达 99%;效果优于“饮水除沾染粉”。

实 验 与 结 果

一、落下灰的接收

在下风向云迹沾染区距爆心 12 公里的 60° 弧线上,每隔 1.2 公里布设一只接收袋(共 14 只)。接收袋的上口面积为一平方米的圆锥形(漏斗状)塑料袋。

取爆后 24 小时回收所接收的落下灰 30.0 克,测得落下灰的放射性强度为 116 毫居里(爆后 27.5 小时测量,仪器探测效率为 1.06%),放射性比度为 3.87 毫居里/克。

二、落下灰污染水的配制

称取落下灰 15.0 克放入白搪瓷桶中,加 50 升水,搅拌溶解,放置 4 小时。取 0.5 毫升置于不锈钢测量盘中烘干,测量放射性。加入水中的放射性为 1.16 毫居里/升,溶解在水中的放射性为 0.2 毫居里/升,溶解度

17.2%。

溶解度比文献报道的数据(1—10%)略高,可能是锶、铯、碲、碘等易溶性核素含量较高的原因。

三、放射性污染水的净化

取 2.00 毫升污染水置于不锈钢测量盘中烘干,测量放射性强度 I_0 。再取 200 毫升污染水置于 250 毫升烧杯中,加入净化材料或净化剂,搅拌 3 分钟,放置片刻,待溶液澄清(或过滤),取上层清液 2.00 毫升,烘干,测量放射性 I 。

测量放射性使用 JHS-4 型自动定标器和钟罩型计数管,全部结果的放射性测量误差小于 5%。

$$\text{净化效率} = \frac{I_0 - I}{I_0} = 1 - \frac{I}{I_0}$$

式中, I_0 为净化前放射性; I 为净化后放射性。

1. 活性炭、土壤、炉渣、草木灰、明矾、石灰等对落下灰污染水的净化效率

从表 1 中可以看出,十三种净化材料对落下灰污染水都有程度不同的净化效果。当缺乏其它有效的净化措施时,可以根据具体情况选用这些材料进行净化,减少对人体的危害。

2. “饮水去沾染净化剂”和“饮水除沾染粉”对落下灰污染水的净化效率

“饮水去沾染净化剂”配方投料比为高锰酸钾:硫酸亚铁:硫酸铁:磷酸氢二钠:2#活性炭:土壤:氢氧化钡:明矾:羟基氯化铝=0.048:0.14:0.1:0.1:1.0:0.5:0.15:0.005:0.06。

表 1 单一净化材料对落下灰污染水的净化效率

净化材料	投加量 (g/l)	净 化 效 率 (%)						净化后水 的 pH 值	
		爆后 3 天			爆后 5 天		爆后 7 天		
2# 活性炭	5	43.2	41.5	36.8	32.3	27.6	45.7	36.7	6
8# 活性炭	5	37.3	35.7	42.4	16.1	11.0	21.9	37.1	6
上海活性炭	5	45.6	47.4	47.5	35.1	32.7	50.9	49.2	6
椰壳活性炭	5	32.9	33.0	35.5	18.1	19.5	39.2	33.1	6
骨碳(自制)	5	36.7	34.5	37.1	8.2	22.4	24.4	29.2	6
土 壤	5	33.4	34.2	33.4	10.0	9.0	31.5	25.7	6
活 性 白 土	5	47.6	41.4	44.7	23.7	24.8	27.6	23.1	5
草 木 灰	5	39.4	37.2	38.4	9.2	14.8	25.8	25.4	6.5
大 同 煤	5	38.6	35.1	34.1	0.7	13.1	24.4	28.4	6
炉 渣	5	41.0	38.8	39.9	28.4	20.6	27.2	24.5	6
石 灰	5	61.3	62.2	64.8	46.0	41.7	61.9	48.2	12
明 矾	0.25	53.9	53.8	51.7	22.0	19.1	29.4	19.8	5
硷 面	0.5	46.6	42.8	44.3	16.4	24.9	27.5	22.4	10

按上述比例配制后每升水投加 10.4 克,其中凝聚剂羟基氯化铝单独包装,在投加净化剂搅拌 3 分钟后再投加,并搅拌 1 分钟.羟基氯化铝主要是加速澄清(下文中“饮水除污染粉”和“水中 ¹³¹I 放射性净化剂”亦同).

“饮水除污染粉”的配方比为活性炭:膨润土:磷酸钠:硫酸银:羟基氯化铝=1:1:0.5:0.5:0.6.

将“饮水去污染净化剂”和“饮水除污染粉”分别按配方规定的投加量加入到落下灰污染水中,净化处理后测定其净化效率,结果列于表 2.

从表 2 数据看出,爆后不同时间各净化剂的净化效率有所变化,可能是短寿命核素衰变后核素组成发生变化所致.其中“饮水去污染净化剂”的净化效率较高,不同时间的变

表 2 不同净化剂的净化效率

	爆后 1.5 天		爆后 4 天		爆后 5 天		爆后 7 天		爆后 9 天	
	单个样品	平均值	单个样品	平均值	单个样品	平均值	单个样品	平均值	单个样品	平均值
饮水去污染净化剂					80.5		75.1		83.6	
					80.3	81.8	78.0	76.6	83.6	83.6
					82.6					
饮水除污染粉*	80.7		36.9		46.6		53.7		60.2	
	81.3	80.0	31.3	36.3	39.7	43.2	53.8	53.8	57.4	58.8
	78.0		41.1							

* 报道值为 80—90%

化比较小.

3. 不同净化剂对 ¹³¹I 的净化效率

“水中 ¹³¹I 放射性净化剂”^[3]的配方比为高锰酸钾:硫酸亚铁:硫酸铁:磷酸氢二钠:2#活性炭:土壤:羟基氯化铝=0.006:0.02:0.1:0.1:1.0:0.5:0.06.

不同净化剂对 ¹³¹I 污染水的净化效率列于表 3. 从表 3 数据看出,“饮水去污染净化剂”和“水中 ¹³¹I 放射性净化剂”对水中 ¹³¹I 的净化效率较高.核爆炸早期落下灰中放射性元素碘的含量很高,一般在 10—20%.

落下灰经多道 γ 谱仪测定,爆后零时刻

表 3 不同净化剂对¹³¹I 的净化效率

净 化 剂	净 化 效 率 (%)				平 均 值 (%)
饮水去沾染净化剂	99.9	99.7	99.6	99.5	99.7 ± 0.2
水中 ¹³¹ I 放射性净化剂	98.5	99.6	99.7	99.6	99.4 ± 0.5
饮水除沾染粉	73.8	73.2			73.5*±0.3

* 报道值为 85%

¹³¹I、¹³²I、¹³³I、¹³⁵I 的总含量为 21.6%，爆后 9 天仍有 18.2%。所以放射性碘的去除是个重要问题。

小 结

1. 从实验数据看，“饮水去沾染净化剂”对落下灰污染水和 ¹³¹I 污染水的净化效率比“饮水除沾染粉”高；“水中 ¹³¹I 放射性净化剂”对 ¹³¹I 污染水的净化效率也比“饮水除沾染粉”高。

2. “饮水除沾染粉”投加量虽然比“饮水去沾染净化剂”和“水中 ¹³¹I 放射性净化剂”小，但是配方中含有有毒物质银离子，净化处理饮用水并不十分合适。而另两种净化剂可保持原有饮水水质，并有较好的杀菌消毒作用^[3]，用来净化处理饮用水比较合适。

3. 根据放射性物质战时容许标准（十天总量 75 微居里，一天容许量 25 微居里），如果日饮水量为 3 升（包括食物），放射性污染程度为 40 微居里/升，经过“饮水去沾染净化剂”处理后，可以达到战时容许标准。若超过这一污染水平，则需要控制饮水量或采取其它措施。

4. 当缺乏有效的净化措施时，本文所试验的 13 种常见材料均可选用，亦能去除一部份污染水的放射性。

参 考 文 献

[1] John Rosinski, C.T. Nagamoto, *Ind. Eng. chem.* **52**, 429, (1960).
[2] A. S. Smirnov; *Mendeleeva*, **5**, 651, (1960). *
[3] 路德元等，水中 ¹³¹I 放射性净化剂的研究，辐射防护，**3**，(1982).

J 江底质中重金属分布的一个相关矩阵

贺 锡 泉

(渡口矿务局)

用江河湖海底质中重金属的含量和分布规律来调查、评价其水体的污染程度是当前人们常用的方法。这方面的研究自本世纪七十年代以来，国内外的报道日渐增多。最早见于 De Groot 对 Ems 河底质的研究，发现富集在底质中的重金属和 16 微米粒度呈良好的线性关系^[1]。国内有人对江苏沿海底质重金属的研究，发现与小于 0.01 毫米和小于 0.001

毫米两级粒度的颗粒及有机质含量皆成密切正相关。Skei 等人(1972)对工业污染的挪威海湾底质进行研究，得出一个十种重金属的相关矩阵，矩阵元素普遍在 0.7 以上，Zn—Cu 竟高达 0.993^[2]。

笔者试就 J 江底质重金属检测数据加以计算，得出一个相关三角矩阵，并提出其相关分布律的粗浅看法。