

表 2 上海市成人头发中 10 个元素浓度的分析结果(单位, ppm)

元素	性别	样本数	范围	算术均值±标准差	几何均值 $\times$ 标准差	中值	几何均值 t 检验		算术均值 t 检验	
							t	p	t	p
Sr	男	120	<0.3—14.5	4.94±2.85	3.96 $\times$ 2.16	4.56	11.43	<0.001	12.96	<0.001
	女	120	2.40—29.0	11.5±4.77	10.4 $\times$ 1.62	11.75				
Pb	男	115 ^a	0.81—32.0	6.11±5.72	4.59 $\times$ 2.04	4.12	3.204	<0.01	2.969	<0.01
	女	113 ^b	0.90—19.6	4.27±3.22	3.44 $\times$ 1.91	3.42				
Zn	男	120	93.4—289	163±32	160 $\times$ 1.23	167	5.617	<0.001	3.977	<0.001
	女	120	112—357	181±38	178 $\times$ 1.21	177				
Cu	男	119 ^c	5.37—25.2	8.71±2.16	8.52 $\times$ 1.22	8.34	2.822	<0.01	2.452	<0.02
	女	119 ^d	5.59—38.0	9.68±3.70	9.26 $\times$ 1.31	9.02				
Ni	男	120	<0.4—3.38	0.64±0.44	0.53 $\times$ 1.85	0.56	5.750	<0.001	6.560	<0.001
	女	119 ^e	<0.4—7.94	1.53±1.41	1.13 $\times$ 2.16	1.12				
Fe	男	120	5.27—29.8	10.4±3.67	9.85 $\times$ 1.37	9.84	4.176	<0.001	4.035	<0.001
	女	120	5.01—56.4	13.4±7.47	11.9 $\times$ 1.53	11.7				
Mn	男	120	0.40—8.19	3.41±1.74	2.92 $\times$ 1.84	3.05	12.05	<0.001	11.88	<0.001
	女	120	1.06—21.1	8.14±4.0	7.14 $\times$ 1.72	7.54				
Cr	男	120	<0.5—6.55	0.71±0.76	0.49 $\times$ 2.30	0.59	2.693	<0.01	2.490	<0.02
	女	120	<0.5—1.89	0.51±0.44	0.37 $\times$ 2.17	<0.5				
Ti	男	120	<0.8—10.7	2.94±2.13	2.11 $\times$ 2.46	2.45	0.69	>0.05	2.527	<0.02
	女	120	<0.8—9.72	3.01±2.45	1.93 $\times$ 2.87	2.50				
Ca	男	120	359—8821	1590±965	1424 $\times$ 1.56	1445	5.715	<0.001	6.454	<0.001
	女	120	681—7863	2073±762	1973 $\times$ 1.36	1979				

a. 例外值为 50.3, 70.3, 144, 172, 548, b. 例外值为 46.2, 66.4, 123, 159, 183, 577, 1625, c. 例外值 87.8 d. 例外值 58.4, e. 例外值 44.

燃煤电厂烟道放出的放射性物质初步探讨

焉文祉 任礼华 吴锦海

裴永法 王雅珍 周天豹

(上海市工业卫生研究所)

能源是发展国民经济和保证人民生活需要的物质基础。其消耗与城市环境污染及环

境保护的关系很重要。世界上许多人反对核能源核电站,认为核电站将给人们带来不幸,

给环境带来污染。但是燃煤电厂对环境危害如何,有没有放射性污染?我们就这一问题进行了一些调研,并在某市做了一些初步工作。

一、燃煤电厂排出的放射性物质

火力发电(特别是煤)放出放射性物质,这是因为煤中的放射性物质铀、钍及其子体,在燃烧时可从烟囱排到环境中,不同的煤中放射性含量比虽然有很大差异,但一般认为铀、钍含量大体在 ppm 水平。煤中铀、钍含量虽少,但是电厂需要的燃料量很大,这样铀、钍的量就相当可观。煤火力发电为了排气必需设置高的烟囱直接向外排放,它放出的放射性物质主要是 α 粒子,其毒性远超过原子能发电放出的 β 粒子和 γ 射线。

铀、钍衰变,可分为 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{235}U 三个衰变体系。从三个衰变体系可知,火力发电放出的放射性物质范围广、种类多,近 50 种,且大部分半衰期长,毒性强。

二、某市燃煤电厂放射性调查

1. 一般情况

我们对该市四个燃煤电厂的发电量、煤来源、种类、除尘情况进行调查。从调查情况看,四个厂一年共用煤约 300 万吨,除尘设备均不完善,大多数用湿式除尘,除尘效率平均 85%,约 15% 排到外界环境。基本上依靠高烟囱直接向大气排放。这样每年可有数十万吨飘尘排入市区大气环境中。

2. 实验室分析

(1) 总 α 比放射性测定

将采集的煤(灰)样品经过破碎、研磨、过筛成 160 目煤粉,用低本底 α 测量仪以厚样法进行测定。测定结果见表 1。

(2) 铀、钍含量分析测定

煤中铀分析方法采用 P350 萃取分离偶氮胂 III 比色法测定。钍采用 P350 色层分离偶氮胂 III 比色法测定。这四个厂所用的

表 1 某市燃煤电厂煤及除尘灰总 α 比放射性强度

放 射 性	煤	除尘灰
总 α 比放射性 $n \times 10^{-8}(\text{Ci/kg})$	2.95 ± 0.35	11.64 ± 0.16
	1.15 ± 0.35	10.10 ± 0.22
	2.45 ± 0.07	9.38 ± 1.17
	3.50 ± 0.05	15.17 ± 0.84
	3.02 ± 0.33	15.56 ± 0.74
	2.27 ± 0.04	—

六种煤中铀的含量范围是 2.6—8.8ppm, 钍含量范围 4.0—17.0ppm。除尘灰中铀含量范围 6.1—16.5ppm, 钍含量 6.6—52.1ppm。煤中放射性元素 ^{238}U 含量为 1.00 ± 0.10 — 1.58 ± 0.15 微微居里/克, ^{232}Th 为 0.50 ± 0.09 — 1.37 ± 0.46 微微居里/克,除尘灰放射性元素 ^{238}U 含量 3.19 ± 0.71 — 4.30 ± 0.34 微微居里/克, ^{232}Th 为 1.07 ± 0.49 — 5.67 ± 0.32 微微居里/克。其结果见表 2。

表 2 某市燃煤电厂煤灰中放射性(Pci/g)

放 射 性	煤	除尘灰
^{238}U	1.00 ± 0.10	3.19 ± 0.71
	1.41 ± 0.35	
	1.30 ± 0.35	3.65 ± 0.40
	1.50 ± 0.22	4.30 ± 0.34
	1.60 ± 0.23	3.33 ± 0.45
	1.58 ± 0.15	
^{232}Th	1.37 ± 0.46	3.41 ± 0.46
	0.97 ± 0.15	
	0.69 ± 0.16	2.78 ± 0.26
	0.50 ± 0.09	1.32 ± 0.20
	0.63 ± 0.23	1.07 ± 0.49
		1.12 ± 0.52
		3.07 ± 0.72
		5.67 ± 0.32

从表 1、2 可看出,煤燃烧后,放射性物质在煤灰中浓集。总 α 比放射性在煤灰中浓集为原煤的 3—15 倍; ^{238}U 在煤灰中浓集为原煤的 2—4 倍, ^{232}Th 在煤灰中浓集为原煤的 3—10 倍。飘尘放射性强度及其他元素分析尚在进行中。

测定结果和国外日本学者岡本和人最近

报导某火力发电站结果基本类似(见表3),可以看出,煤燃烧时大部放射性物质浓集在煤灰中, ^{238}U 、 ^{232}Th 等元素在除尘灰中为原煤强度的4—10倍,在飘尘中更多,且随飘尘微粒扩散到大气中,其中 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 尤甚,可达煤的数10倍到100倍。

根据煤中铀、钍含量计算,四个电厂每年向上空排放总放射性可达600—1000毫居里。可见燃煤电厂对周围环境污染不应忽视。

表3 煤及煤灰中的放射性强度(pCi/g)

放射性	煤	灰	
		除尘器前(除尘灰)	除尘器后(飘尘)
^{228}Th	0.56	2.4	2.8—3.2
^{232}Th	0.33	2.2	2.9
	0.69	—	2.9—3.3
^{226}Ra	0.64	2.9	3.3—5.9
	0.031	1.8	0.89
^{238}U	0.85	3.5	5.4—12
	0.72	10.0	—
	0.70	—	—
^{210}Pb	0.68	2.2	38
	0.61	23	4.3—17
	—	—	105
^{210}Po	—	28	42

性大部浓集在煤灰中,除尘器一般使煤灰中大粒子积聚沉降除去,小粒子则成为飘尘从烟道逸出。飘尘粒子微小表面积大,对放射性物质吸附性高。即使只有重量1%的飘尘排入大气,但其放射量却远在1%以上。尤其 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 为挥发性物质容易在锅炉中气化经过烟道时由于温度下降而被煤灰吸附。因此煤灰中放射性浓度增高为原煤4—10倍,尤其 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 可浓缩为原煤数10倍。

核电站或多或少放出放射性物质,这是事实。但燃煤电厂放出的放射性水平、毒性、剂量不亚于核电站,并在它之上。因此煤火力发电对环境污染应该成为现代环境分析的主流,至少应和原子能设施放出的放射性一样对它的危害性应引起重视。采取措施,减少环境污染。

参 考 文 献

- [1] M. E. Eisenbud and H. G. Petrow, *Science*, **144**, 288, (1964).
- [2] 岡本和人,原子力工業, **25**(2), 65, (1979).
- [3] 岡本和人,日本物理學會誌, **33**, 635, (1978).
- [4] 編輯部,原子力工業, **25**(3), 63, (1979).

三、燃煤电厂放射性高的原因

根据国外文献报道,煤燃烧后,煤中放射

湘 江 环 境 问 题 浅 析

曾 北 危

(湖南环境保护科学研究所)

一、湘江流域的基本自然概况

湘江是我国亚热带地区一条有代表性的河流,湘、资、沅、澧四水汇入洞庭湖,然后进入长江,形成一个完整的水系。湘江发源于广西灵川县的海洋山,在湖南湘阴注入洞庭

湖,全长856公里(在湖南境内670公里),流域面积94,660平方公里。湘江流域地处亚热带温湿地区,热量丰富,季节分明,雨水充沛,年平均降雨量1200—1700毫米,4—9月集中了年降雨量的60—70%,而4、5、6月的雨季期间又占年降雨量的40—50%。湘江