

许多元素如 Fe、Ba、Cr、U、稀土等元素在飘尘中的相对浓度与其在地壳中的相对丰度非常接近,即 EF 值接近于 1,大多数元素的 EF 值均小于 10,只有 Se、Sb、As、Br、Zn 超过 10, Ga 和 W 接近于 10。北京各采样点飘尘中各元素的 EF 值分布趋势基本一致。天津地区飘尘中元素富集情况与北京相似,说明京津地区存在着类似的主要污染源。

(4) 飘尘的垂直分布情况 飘尘重量浓度及化学组分随高度分布的规律一般是随垂直高度的增加而减少,当气象因子在不同高度上有差异时,其规律就比较复杂^[2]。飘尘中所含元素的富集因子与高度的关系是:除 As、Br、Sb、Se 外,其它元素的 EF 值都小于 10,与高度无明显相关;As、Br、Sb、Se 的 EF 值明显地大于 10,通常是高层大于低层。后者可能因为它们是亲气元素而主要富集在飘尘的小颗粒上,因而很容易随垂直气流被携带到较高层次。当有逆温层时,抑止了飘尘的垂直交换,高层上这些元素的 EF 值有所下降。

(5) 飘尘中元素主要来源的探讨 飘尘中元素的来源可分为自然作用和人为排污两个方面。鉴于京津地区工业和人民生活大量消耗煤,尘埃严重,我们对有关燃煤过程和尘暴过程进行了研究:①燃煤:1980 年 12 月在天津一发电厂采集煤、炉灰、湿灰、入口灰、出口灰及厂区外 30、500、600 米处采飘尘样品,进行物料平衡计算,结果表明:As、Se、Br、Sb、Zn 挥发性元素大部分以气体或细颗粒排入大气。这恰好与同步采样的飘尘中富集的元素是一致的^[3],这些元素的 EF 值大于 10,说明燃煤是飘尘的一种污染源;②尘暴过程:我国西北干旱地区几乎每年春季都会产生尘暴并经过京津地区。1980 年 4 月 18 日在京津地区出现一次持续三天的强尘暴就是一个典型的实例。通过收集尘暴过程的飘尘样品,测定其样品中元素组成及颗粒度分布,计算各元素的 EF 值,证实了尘暴期飘尘中大部分元素的相对浓度与地壳中相对丰度非常接近,土壤或岩石风化的沙土被风刮入大气是飘尘的另一种来源。

综上所述,京津地区的大气污染是较严重的。为了减少飘尘污染,增进人民身体健康,除加强植树绿化、控制风沙外,进行锅炉改造加强消烟除尘是十分必要的。

参 考 文 献

- [1] 杨绍晋,环境化学,1,3,192(1982)。
- [2] 曲绍厚等,环境科学学报,2,4,317(1982)。
- [3] 杨绍晋等,环境化学,2,2,32(1983)。

Studies on chemical properties of the airborne particulate in Beijing and Tianjin area by INAA

Qian Qinfang Yang Yinan Yang Shaojin

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

Keywords: INAA airborne particulate

煤及其灰分中 41 个元素的仪器中子活化分析

金立云 杨 敏 李 云

(中国科学院原子能研究所)

关键词: 仪器中子活化分析 煤和飞灰

本文研究用仪器中子活化分析(INAA)测定煤及其灰分中的微量元素。根据测定核素的半衰期,选择了三种照射和冷却时间,联合测定了 41 个微量元素。同时,用本方法分析了煤标准参考物(SRM-1632a),其测定结果与 NBS 值及文献值相符。

样品于本所 HWRR-II 反应堆中照射,其照射和测量条件如表 1 所示。

用本法测定了山西煤样及其灰分中微量元素含量, 结果综合于表2。

结果表明, 本法共测定了煤样中41个元素的含量, 其中27个元素的相对标准偏差小于±10%, 11个元素的相对标准偏差介于10~20%之间, 仅少数元素相对标准偏差超过±20%。煤灰中微量元素的测定精密度与煤样类似。

表1 样品照射和测量条件

照射位置	中子通量 (n/cm ² ·s)	照射时间	冷却时间	测量时间 (s)
水平孔道	1~2×10 ¹⁵	100s	600s	300
中心孔道反射层	4~7×10 ¹⁵	1.5h	3~4d	2000
中心孔道反射层	4~7×10 ¹⁵	20h	14~20d	2000

表2 煤样及灰分中微量元素含量

测定元素	煤中含量 (ppm)	相对标准 偏差 (%)	灰中含量 (ppm)	相对标准 偏差 (%)	测定元素	煤中含量 (ppm)	相对标准 偏差 (%)	灰中含量 (ppm)	相对标准 偏差 (%)
In	0.049±0.037(4)*	±14	0.29±0.01(4)	±3.4	U	3.95±0.44(6)	±11	23.6±2.8(6)	±12
Al**	2.70±0.17(4)	±6.3	18.4±1.6(4)	±8.7	Sc	5.60±0.27(3)	±4.8	35.7±0.8(3)	±2.2
Ca**	0.11±0.02(4)	±18			Nd	7.65±0.64(3)	±8.3	57.0±2.78(2)	±4.9
V	24±1.9(4)	±7.9	183±24(4)	±13	Ce	38.7±1.6(3)	±4.1	259±9.0(3)	±3.4
Dy	2.50±0.11(4)	±4.4	18.3±1.0(4)	±5.4	Th	7.65±0.20(6)	±2.6	47.1±1.9(6)	±4.0
Cl	360±29(4)	±8.0	2323±38(4)	±1.6	Se	5.22±0.50(6)	±9.6		
I	0.31±0.06(4)	±19	1.58±0.70(4)	±42	Cr	17.6±1.2(3)	±6.8	134±9.0(6)	±6.7
Mn	45±1.7(4)	±3.8	285±15(4)	±5.3	Hf	2.91±0.07(6)	±2.4	17.9±0.1(6)	±6.0
Ti**	0.12±0.006(4)	±5.0	0.82±0.04(4)	±4.9	Tb	0.33±0.44(6)	±12	2.15±0.25(6)	±12
Ho	0.58±0.15(6)	±2.6	3.86±0.87(6)	±23	Sb	0.29±0.02(4)	±6.9	1.77±0.63(4)	±36
Mo	2.28±0.50(6)	±22	16.5±0.45(6)	±29	Cs	0.36±0.06(6)	±17	2.34±0.38(6)	±16
W	0.95±0.18(6)	±19	6.20±1.20(6)	±19	Zn	46.0±3.8(3)	±8.3	290±18(2)	±6.2
Sm	2.60±0.47(6)	±18	15.8±0.38(6)	±24	Fe**	0.91±0.03(6)	±3.2	5.58±0.23(6)	±4.1
Lu	0.24±0.02(6)	±8.3	1.52±0.25(6)	±16	Co	2.61±0.06(6)	±2.3	16.1±0.4(6)	±2.5
Yb	1.31±0.05(6)	±3.8	8.29±0.51(6)	±6.1	Eu	0.45±0.02(6)	±4.4	2.72±0.19(6)	±7.0
La	21.5±1.2(6)	±5.6	133±9.5(6)	±7.1	Ta	0.58±0.05(6)	±8.6	3.48±0.13(6)	±3.7
As	3.22±0.22(6)	±6.8	1.90±0.9(6)	±4.7	Zr*	70±12(6)	±17	497±103(5)	±21
Br	30.1±0.7(6)	±2.3			Hg	1.24±0.16(4)	±13		
Ga	8.19±0.51(6)	±6.2	50.5±1.8(6)	±3.6	Sr	83±6.0(2)	±7.2	481(1)	
Na	480±78(6)	±16	3145±696(6)	±22	Ba	106±23(6)	±22	97±15(6)	±15
K	669±36(6)	±5.4	4088±468(3)	±11					

* 表中括弧内数字指测定次数, 括弧前为1σ时的标准偏差; ** 测定元素含量单位为“%”; * 系以SRM-1632a为标准

The determination of concentration of 41 micro-elements in coal and fly-ash by INAA

Jin Liyun Yang Min Li Yun

(Institute of Atomic Energy, Academia Sinica)

Keywords: INAA coal and fly ash