

三种煤品的 CO 排放系数在 7.18—13.65 kg/t 之间,变化不很大。

HC 排放系数在 0.74—1.27 kg/t 之间,型煤最低,混煤最高,块煤在二者之间。

NO_x 与 SO₂ 的排放系数与煤的加工形成无关,而与原煤含硫含氮有关,NO_x 还与燃烧温度有关。

根据煤的含硫量(表 3)和 SO₂ 的排放系数(表 6),计算煤中硫转化成 SO₂ 的转化率为 50—70%。

小 结

1. 建立了锅炉烟气中 BaP、CO、CO₂、NO_x、SO₂、HC、O₂、烟尘、烟度等采样与分析方法。

2. 添加 6—8% 沥青作粘结剂的型煤,燃

烧时排放的 BaP 并未增加;而烧型煤比烧混煤的烟尘量减少一倍多;HC 和烟度也有明显的降低。因此,烧型煤比烧混煤能减少环境的污染,尤其是能减少烟尘。

3. 测得的锅炉烟气中各污染物的排放系数可供大气质量评价之用。

本试验所用型煤由矿业学院研究生部研制,北京矿务局门头沟矿综合厂提供;锅炉由中国科学院力学研究所提供;热工数据由清华大学热能系测定。在此一并致以谢意。

参 考 文 献

- [1] 工业锅炉热工试验, JB2829—80, 中华人民共和国第一机械工业部颁标准。
- [2] Federal Register, EPA 36(347), 24888, 1971.
- [3] 沈迪新, 姚渭溪等, 中国环境科学, 2 (4), 43, (1982).

北京大气中飘尘 ($<10\mu\text{m}$) 与元素浓度的变化规律

汪 安 璞 杨 淑 兰

(中国科学院环境化学研究所)

大气中的颗粒物有固态的和液态的,其粒径从几十个埃到几百个微米,差别很大。这与其来源、形成机制、物理化学性质及其在环境中的行为有密切关系。经研究表明^[1],对人体健康影响较大的颗粒物,其粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的,称之为“飘尘”。许多有害物质如 Pb、Cd、Cr、Ni 等金属元素、苯并(a)芘、硝基多环芳烃等有机物均集中在 $<2\mu\text{m}$ 的细粒部分。近年来许多国家在大气颗粒物监测项目中要求对飘尘进行测定(用小容量采样器),这方面工作我国还没有普遍进行。为此,了解北京大气中飘尘的浓度及其元素含量与时空变化规律,对了解该地区大气污染的程

度、评价大气环境污染的影响有其现实的意义。

我们用全天候 L-20 型小容量飘尘采样器(日本柴田公司)于 1981 年在北京七个地区(首钢、焦化厂、东单、有色院、中关村、环化所和怀柔水库)按季度进行采样。采样器是用多层板粒度分离装置使 $>10\mu\text{m}$ 的颗粒分离掉。流量为 20 升/分,用圆形 1 号测尘滤膜,直径为 55mm。采集空气量每次约 4.8 立方米。为了便于比较,在各采样点同时用 HVC-1000 型标准大容量采样器(日本柴田公司,流量 1000 升/分)采集总颗粒物(TSP)。现将所得结果讨论如下。

一、飘尘浓度的地区与季节变化

1. 北京大气总颗粒物中 $<10\mu\text{m}$ 颗粒所占的比例

由上述方法所得北京各地区飘尘 ($<10\mu\text{m}$) 与总颗粒物的浓度及两者的比值 (飘尘浓度/总颗粒物浓度), 列于表 1, 并示于图 1

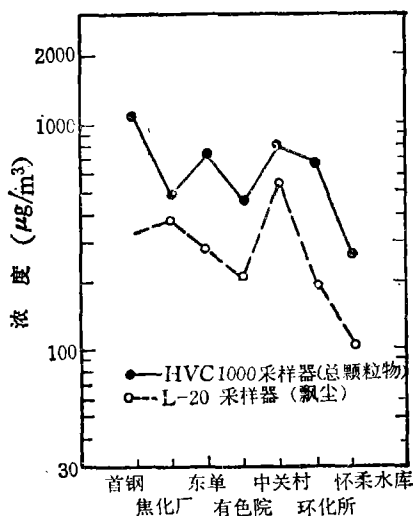


图 1 北京大气中总颗粒物与飘尘的浓度

表 1 北京各地区飘尘与总颗粒物的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 及其比值

项 目 \ 地 点	首 钢	焦化厂	东 单	有色院	中关村	环化所	怀柔水库	平 均
飘尘 ($<10\mu\text{m}$)	326	368	275	207	545	190	107	288
TSP	1075	496	711	451	795	673	254	637
比值	0.30	0.74	0.39	0.46	0.69	0.28	0.42	0.47

表 2 1981 年北京大气中飘尘 ($<10\mu\text{m}$) 的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

时 期 \ 地 点	首 钢	焦化厂	东 单	有色院	中关村	环化所	怀柔水库	平 均
春(3月)	395	681	132	301	764	150	—	404
夏(7月)	208	—	161	115	484	—	95	213
秋(9月)	236	168	245	172	249	184	97	193
冬(12月)	463	455	560	237	683	240	118	394
平均	326	368	275	207	545	190	107	288
采暖期	429	568	346	269	723	195	118	378
非采暖期	222	168	203	144	367	184	96	198
比值*	1.9	3.4	1.7	1.9	2.0	1.1	1.2	1.9

* 采暖期浓度 ÷ 非采暖期浓度。

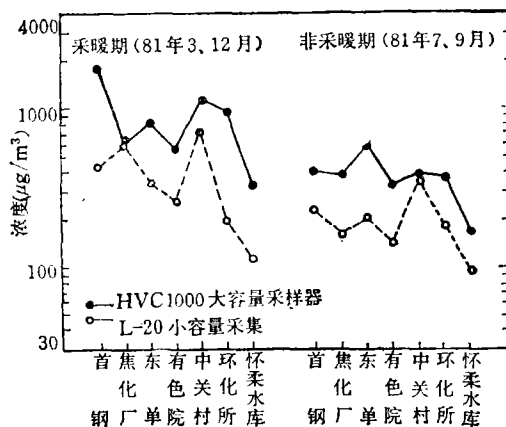


图 2 北京大气总颗粒物 (TSP) 与飘尘 ($<10\mu\text{m}$) 的浓度比较

中。

由表 1 和图 1 可知, 七个采样点上飘尘与总颗粒物浓度差异的趋势大体相近 (除焦化厂和中关村差别稍大外, 其比值约为 0.4 左右)。由此可知, 北京大气中飘尘 ($<10\mu\text{m}$) 约占总颗粒物的 47%, 其范围为 28—74%。日本城市大气中飘尘约占总颗粒物的 46%。东京 1976 年为 41%^[2]。但日本飘尘与总颗

表 3 北京大气总颗粒物与飘尘中元素的平均浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

颗粒物类别	采样器类型	Pb	Zn	Mn	Ti	K	Si	Al	Ca	Fe	S	Mg	P
TSP	大容量采样器	0.59	0.40	0.58	1.1	5.6	75	15	30	17	6.7	5.9	0.42
飘尘 ($<10\mu\text{m}$)	小容量采样器	<	<	0.36	0.32	2.8	27	7.7	11	8.7	7.2	3.9	0.30
TSP/飘尘的比值		—	—	1.6	3.4	2.0	2.8	2.0	2.7	2.0	0.93	1.5	1.4

[注] 总颗粒物浓度为 7 个采样点的平均值, 飘尘为 8 个点的平均值。“<”为小于检测极限。

表 4 总颗粒物与飘尘浓度比值

比值范围	≤ 1	1—1.5	1.5—2.0	2.0—3.0	> 3.0
元 素	S	P, Mn, Mg	Fe, Al, K	Si, Ca	Ti

粒物的浓度要比北京约低 4.6 倍。

2. 飘尘及总颗粒物浓度的季节变化

不同季节大气中颗粒物的浓度各不相同, 这与人为活动及自然条件的变化有关。北京采暖期燃煤量的增加是造成该地区颗粒物浓度增加的重要原因之一^[3], 但是 $<10\mu\text{m}$ 的颗粒物(飘尘)在不同季节、不同地区的变化, 特别是采暖期比非采暖期增大多少, 对环境污染的影响如何, 这是迫切需要了解的问题。为此, 用飘尘采样器及总颗粒物采样器在同一条件下进行采样, 所得结果如表 2 与图 2。从表 2 可知: 各地区飘尘浓度均为冬春季较高, 夏秋季较低, 这与总颗粒物的结果相似。采暖期与非采暖期飘尘浓度的比值平均为 1.9, 范围在 1.1—3.4。即采暖期飘尘量比非采暖期增大近一倍(采暖期飘尘约占全年飘尘的 66%, 非采暖期约占 34%)。图 2 表明, 采暖期与非采暖期各地区两种颗粒物的浓度变化趋势大体上很相近。

二、飘尘中元素分布的特点及季节变化

$10\mu\text{m}$ 以下的颗粒物对人体健康关系较大, 称之为“可吸入尘”(inhaled particles)。但是, 飘尘危害的程度还决定于它的化学组分、含有毒有害元素的量及其存在状态等等。我们用 X 射线荧光光谱法测定了飘尘与总颗粒

物中的 17 种元素^[4], 所得结果如下:

1. 飘尘与总颗粒物中元素浓度的差别

颗粒物中元素浓度是粒度分布的函数。进行飘尘与总颗粒物中元素的比较, 可以了解在可吸入范围内元素存在的异同。1981 年 3、7、9、12 月在七八个采样点所得样品测定的结果列于表 3。表 3 中 12 种元素除硫外, 其它各元素浓度均是总颗粒物中比飘尘中的高, 这与它们的平均重量浓度(表 1)是一致的。从总颗粒物/飘尘浓度的比值可以看出, 在两种颗粒物中不同元素的浓度差别是不同的。按其比值大小, 可作如下分类(见表 4)。这表明 $>10\mu\text{m}$ 的颗粒物中主要是地壳元素, 而硫(其比值为 0.93)在总颗粒物与飘尘中的含量几乎是相同的, 它主要集中在 $<10\mu\text{m}$ 的飘尘中, 反映了硫与其他元素的特性及来源不同, 这可能因燃煤等人为活动而造成的。

2. 飘尘、总颗粒物中元素的季节变化

北京采暖月用煤量比非采暖月增加 30% 左右, 大气中颗粒物的浓度也相应增加。为了探讨这种人为活动在两种颗粒物元素变化中的反映及其差异, 用前述方法获得的数据作图 3、图 4。从图 3、图 4 看出: 无论是总颗粒物还是飘尘, 其元素浓度在采暖期都比非采暖期要高, 这和两者的重量浓度是一致的(见图 2)。但用元素浓度来比较则有明显的特点。如图 3、图 4 所示, 在元素 Mn 的左

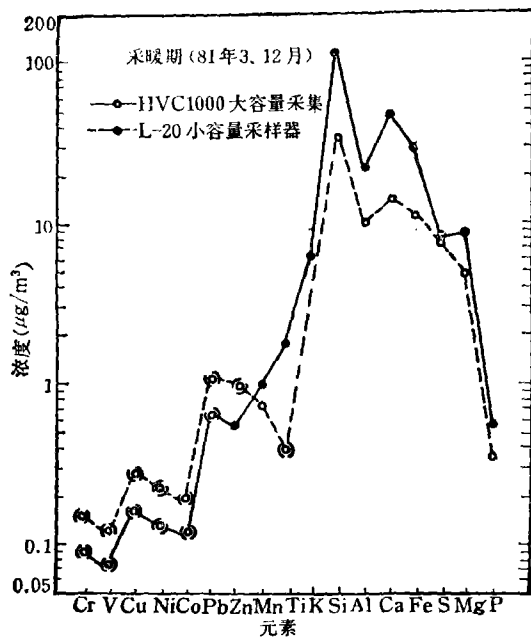


图3 北京大气颗粒物中元素浓度的比较
()内元素的浓度低于检测极限,图中所示系最高值

方主要属人为污染的元素, Mn 的右方主要为地壳元素(除 S 外);而 Cr、V、Cu、Ni、Co、Pb、Zn 等元素在 $<10\mu\text{m}$ 的飘尘中要比总颗粒物中的含量高。相反情况, Mn、Ti、K、Si、Al、Ca、Fe、Mg、P 等元素在总颗粒物中的含量高于飘尘。这表明地壳元素(主要是天然来源)在飘尘中较少,而人为污染元素则较高。然而,硫的性质很特殊,它在采暖与非采暖期的两种颗粒物中浓度很相近。分别为采暖期 7.8 与 $8.1\mu\text{g}/\text{m}^3$, 非采暖期 6.9 与 $5.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。这一情况也进一步证实了硫主要集中在飘尘中的论断。但是采暖期总颗粒物与飘尘中的硫均稍高于非采暖期,这也表明硫的来源主要与燃煤有关。

三、小 结

1. 北京大气中飘尘量约占总颗粒物的

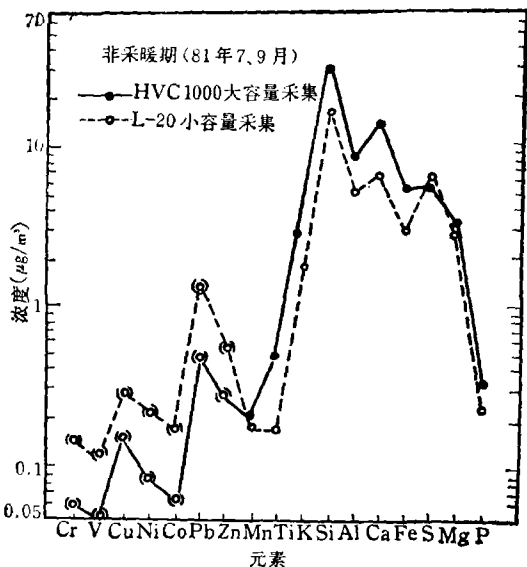


图4 北京大气颗粒物中元素浓度的比较
()内元素的浓度低于检测极限,图中所示系最高值

47%。在采暖期与非采暖期飘尘的重量百分比分别为 66% 与 34%;总颗粒物则分别为 70% 与 30%。

2. 飘尘中的地壳元素多数均低于总颗粒物中的浓度。硫主要集中在飘尘 ($<10\mu\text{m}$) 中,其浓度采暖期略高于非采暖期。硫与燃煤等人为活动有较大的关系。

本工作承马慈光、葛继荣、王庆广、茅世森、姜兆春等同志协助采样,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] Fine Particulate Pollution, A Report of the United Nations Economic Commission for Europe, Printed in Gt. Britain by Page Bros(Norwich) Ltd.(1979).
- [2] 日本环境厅编,环境白皮书, pp.142, 450. 1978年版.
- [3] 汪安璞等,环境科学学报,1(3), 220 (1981).
- [4] 崔凤辉、汪安璞等,环境化学,2(3) 52 (1983).