

白鲢等各类鱼种 110 万尾, 年底起捕成鱼 5 万斤; 1982 年冬至 1983 年春投放花白鲢等各类鱼种 120 万尾左右, 年底起捕成鱼 11 万斤。1983 年比 1982 年增收成鱼 6 万斤。种植水生植物后除净化了水质, 提高了鱼产量之外还美化了环境市容, 调节了空气并为饲养家畜、家禽及鱼类提供青饲料 400—500 万斤, 促进了畜牧业和渔业的发展。

四、讨 论

1. 在有机污染的水域中, 种植水生植物具有明显的净化水质减轻水质污染的作用, 也是调节水质提高鱼产量的措施之一, 投资少, 见效快, 收益高, 效果明显。

2. 在有机污染的水面种植水生植物, 不但可以净化水质提高鱼产量, 同时也为畜、禽、鱼提供了丰富的青饲料, 并且美化了市容环境, 调节了空气, 是一举数得的事情。

3. 要因地制宜地在有机污染的水域种植水生植物净化水质, 但也要解决好与防洪、交通等方面的矛盾问题。

4. 当有大量的含重金属污染的水流入水体时, 利用此水面种出的水生植物, 在作畜、禽、鱼饲料时, 就应预先对水生植物进行分析。因水生植物对水体中的重金属具有很强的富集作用, 重金属集于植物体内, 当利用这部分水生植物饲养畜、禽、鱼时, 又将使重金属元素在这些动物体内进一步高度富集产生积累。如将这部分畜、禽、鱼产品作为食品, 将会使大量的重金属元素进入人体内, 从而带来极大的危害性。在应用这部分水生植物作为鱼、畜、禽饲料时, 要严加注意。

致谢: 徐州市环保科学研究所粟多寿、杨家骥、王淑霞同志参加了本试验并提供部分资料, 在此表示衷心的感谢。

大气颗粒物与 SO_2 的相互作用

张秋彭 李三民 路洪荣 苏维瀚

(中国科学院环境化学研究所)

大气中的固体粒子吸附二氧化硫, 成为富集、传递二氧化硫的载体。被吸附的二氧化硫有时会与固体粒子发生化学反应, 甚至会被催化氧化, 最后形成硫酸盐。这一非均相反应过程常常与固体粒子的性能, 环境条件等因素有关。固体粒子的性能又常常取决于它的化学组分, 粒度, 比表面积、活性等。由此可见二氧化硫与固体粒子的相互作用较为复杂。因此研究固体粒子和大气中二氧化硫的相互作用对探讨二氧化硫转化及其归宿有一定的意义。

一、实 验

实验设备如图 1 所示。将称量过的样品置于反应器(直径约 10mm, 长约 100mm)内。实验前将样品加热至 150°C , 通入 N_2 15 分钟, 冷至室温后放入恒温水套中, 在 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 进行实验。

空气通过 5 \AA 分子筛柱, 活性炭吸附柱去除杂质, 用转子流量计计量后进入增湿器(内装 CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 等饱和溶液)。气流增湿后进入配气瓶。瓶内装有 SO_2 渗透管,

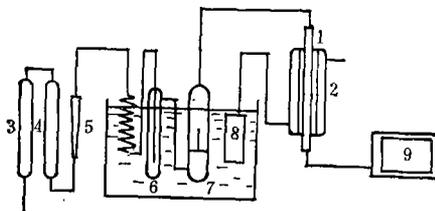


图 1 试验设备示意图

1 反应器. 2 恒温水套. 3 分子筛柱. 4 活性炭柱. 5 流量计. 6 增湿器.
7 配气瓶. 8 水泵. 9 SO₂ 测定仪.

这样在配气瓶出口得到一定流量,湿度,浓度的 SO₂ 气流,进入反应器进行实验.

用气相色谱-火焰光度法测量气流中 SO₂ 浓度. 反应停止后将反应器置于电炉中加热至 130°C,并同时通入 N₂ 进行脱附实验. 用四氯汞钠溶液收集 SO₂,并测定其量.

颗粒物样品天津第一发电厂烟道湿式除尘器前后,除尘器内及距烟囱数十米平台上收集的飞灰样品.

二、结果与讨论

1. 燃煤发电厂飞灰与 SO₂ 的相互作用

烟道内飞灰粒子直径大部分在 100 μ 以下. 最大粒子直径为 400—900 μ . 各级粒子的重量百分比随着粒径的增加而减少. 粒径小于 76 μ 的粒子占总重量的 90% 以上. 按粒子数计算,在 0.5—100 μ 的粒子中,90% 左右的粒子粒径小于 5 μ . 除尘器后样品的粒度较除尘器前的稍小一些. 粒子的形状为不规则状,球状、纤维状等*. 样品的比表面积在 2—3m²/g 之间, pH 值 10 左右 (150mg 样品于 100ml 去离子水中测定). 用中子活化分析测定样品中所含元素二十余种,有关元素列检表 1.

用 3.5ppm 的 SO₂ 与飞灰样品进行实验,当把 SO₂ 通入反应器时,SO₂ 立即与样品相互作用. 经一小时左右,反应器入口、出口的 SO₂ 浓度基本相同,此时反应达平衡. 每克样品消耗 SO₂ 约为 0.16—0.25mg. 前半小时消耗 SO₂ 平均速率为 0.52—1.72 $\times 10^{-2}$ mg/g \cdot min. 其中湿式除尘器内的样品速

表 1 飞灰样品元素浓度 (μ g/g)

样品 元素	入口灰(1)	湿灰(2)	出口灰(3)	降灰(4)
Na	1100	1300	1400	1300
K	5600	6400	8000	7400
Ce	120	150	240	170
Cr	66	77	100	81
Zr	320	500	690	—
Fe	48000	44000	37000	42000
Co	12	15	23	18
Zn	4.0	73	210	200

率最大. 表 2 示出上述实验结果. 从中亦可看到烟囱外所采集样品消耗 SO₂ 的能力稍大于除尘器入口、出口处样品,这是由于该样品中除飞尘外尚有其它来源降尘,因而有较大的消耗 SO₂ 能力. G. Hauvy^[1] 曾测定了燃煤发电厂飞灰化学组成,绝大部分元素以氧化物形式存在. Corn, M. 等^[2,3] 研究了一些金属氧化物,炭粒等与 SO₂ 相互作用. 发现 Fe、Mn、Cu、Ti、Zn、Cr 金属氧化物和炭粒有较大的消耗 SO₂ 能力. 这些颗粒物以物理吸附、化学吸附及化学反应消耗 SO₂, 有些并催化氧化 SO₂ 为 SO₄²⁻. 在本工作中进行脱附实验,有结果表明,有 20—40% 所消耗的 SO₂ 被解析出来.

Liberti^[4] 曾提出颗粒物与 SO₂ 相互作用分为两个阶段进行: 第一阶段为颗粒物吸附 SO₂, 第二阶段为被吸附 SO₂ 进一步氧化形成硫酸盐,而且前一步进行较快. 其反应速率可用一级反应方程式表示: $\lg [q_e/(q_e -$

* 曹悦卿等,京津区域环境研究报告 第二辑, p34—38(1981).

表 2 飞灰与 SO₂ 的相互作用

样品号	飞 灰			实 验 结 果			
	取样地点	表面积 (m ² /g)	pH 值	消耗 SO ₂ 能力 (mg/g)	SO ₂ 脱附 量 (mg/g)	脱附量 消耗能力 [%]	平均反应*速率 (mg/g·min)
1	除尘器入口	3.0	10.6	0.17	0.05	29	0.54×10 ⁻²
2	除尘器内	2.5	10.7	—	0.04	—	1.72×10 ⁻²
3	除尘器出口	2.6	9.2	0.16	0.06	38	0.52×10 ⁻²
4	烟囱外降灰	2.6	9.2	0.25	0.10	40	0.78×10 ⁻²

* 反应前半小时平均值
实验条件 SO₂: 3.5ppm, 相对湿度: 51%, 温度: 25±0.1℃

qt)] = Kt, 式中 qe, qt 分别表示平衡时及在时间 t 时 SO₂ 的消耗量。按上式计算, 本实验所测定反应速率常数 (K = 5-7.5 × 10⁻²min⁻¹) 与该文测定结果 (K = 4-5 × 10⁻²min⁻¹) 非常接近。该文测定燃煤发电厂飞灰吸附 SO₂ 容量, 与本文结果在同一数量级。

综上所述, 燃煤发电厂的飞灰在排到大气以后, 特别是在 SO₂ 浓度较高的烟羽中, 能与气相中的 SO₂ 相互作用。大气中的 SO₂ 从气相被吸附到颗粒物上, 与颗粒物发生作用或转化为颗粒物的一部分, 从而使大气中 SO₂ 浓度降低。

2. 降尘与 SO₂ 的相互作用

降尘是大气颗粒物重要组分之一。在我国的一些城区降尘量较高, 可达数十吨/月。

平方公里, 比国外一些城市高几倍至十几倍。据此情况我们收集北京市几个地区降尘样品, 研究它们与 SO₂ 的相互作用。实验结果列于表 3。当一定浓度的 SO₂ 气流通过样品时, 立即发生作用。经一定时间达到平衡, 说明降尘具有消除 SO₂ 的能力。不同地区的降尘消耗 SO₂ 有所不同。从表 3 所列数据可看到, 工业区(如首钢焦化厂)降尘消耗 SO₂ 的能力要低于居民区(如甘家口)。风景区(如北海团城)降尘消耗 SO₂ 的能力最高。此种现象可能是由于工业区的大气中含有污染物种类多, 而且浓度较高, 在采样期间即与气体污染物发生作用, 因而消耗 SO₂ 能力偏低。在反应前曾用 X-荧光分析样品总含硫量, 北海团城, 甘家口, 首钢焦化厂三个地区样品中总含硫量分别为 0.10%, 0.13%,

表 3 降尘与 SO₂ 的相互作用

样品编号	采 样 地 点	消耗 SO ₂ 能力 (mg/g)	SO ₂ 脱附量 (mg/g)	脱附量 消耗能力 (%)	前半小时平 均反应速率 (mg/g·min)
5	二里沟	0.78	0.29	37	1.9×10 ⁻²
6	朝阳区委	0.78	0.22	28	2.3×10 ⁻²
7	北海团城	1.02	0.22	22	2.5×10 ⁻²
8	甘家口	0.65	0.25	38	2.1×10 ⁻²
9	府右街	0.90	0.26	29	2.6×10 ⁻²
10	西城区规划局	0.79	0.28	35	2.2×10 ⁻²
11	新街口	1.08	0.18	18	2.3×10 ⁻²
12	苹果园	0.51	0.20	40	1.6×10 ⁻²
13	首钢焦化厂	0.46	0.12	26	1.1×10 ⁻²

表 4 相对湿度对降尘与 SO₂ 相互作用的影响

样品编号	采样地点	相对湿度 [%]	消耗 SO ₂ 能力 (mg/g)	SO ₂ 脱附量 (mg/g)	脱附量 消耗能力 (%)	前半小时平均反应速率 (mg/g·min)
5	二里沟	51	0.78	0.29	37	1.9×10^{-2}
		31	0.70	0.20	29	1.8×10^{-2}
		10	0.51	0.24	47	1.5×10^{-2}
10	西城区 规划局	51	0.79	0.28	35	2.2×10^{-2}
		31	0.54	0.14	26	1.6×10^{-2}
		10	0.39	0.18	46	1.3×10^{-2}

0.19%。Liberti 也曾发现,用苯萃取过的飞灰样品与未经萃取的样品相比较,吸附 SO₂ 的容量可相差二倍。这是由于颗粒物表面的一些活性位置被一些有机物所占据。

表 4 示出不同湿度条件下实验结果,降尘消耗 SO₂ 的能力及平均反应速率随着湿度的增高而增加。这也许是固体颗粒物含有金属氧化物和盐,这些物质首先吸附气相中的 SO₂ 进一步发生化学反应消耗 SO₂,有的进行催化氧化最后形成硫酸盐,如果在干燥的空气中只限颗粒物表面,或者说一旦颗粒表面活性位置被占满,反应即会停止,然而当湿度较大时,在颗粒物表面会形成水膜,形成的硫酸盐会被溶解,使表面活性位置不断活化,因而显示出湿度的影响。这现象与参考文献^[5]的结果是一致的。现场监测^[6]也曾发现当阴天,湿度较高时 SO₂ 转化为硫酸盐的反应速率增大。

三、小 结

用燃煤发电厂飞灰,城市降尘进行实验,

这些固体粒子与 SO₂ 发生物理吸附,化学吸附及化学反应,消耗气相中的 SO₂。

本实验所采集的飞灰,降尘样品消耗 SO₂ 能力分别为 0.16—0.25, 0.40—1.0mg/g。平均反应速率分别为 $0.54—1.72 \times 10^{-2}$, $1.1—2.6 \times 10^{-2}$ mg/g·min。在上述颗粒物与 SO₂ 相互作用中湿度对其影响比较显著。

致谢:本实验中高能物理研究所杨绍晋,钱琴芳进行中子活化分析,降尘样品由北京市环境监测中心提供,比表面积测定由曹美秋同志完成,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] Hauvy, G., *Atmospheric Environment*, 12, 281—287 (1978).
- [2] Corn, M., Cheng, R. T., *J. Air Pollut. Contr. Ass.*, 22(11), 870 (1972).
- [3] Judeikis, H. S., *Atmospheric Pollution*, 30, 9—245 (1978)
- [4] Liberti, A. et al., *Atmospheric Environment*, 12, 255—261 (1978).
- [5] 张秋影等, *环境科学*, 3(5), 6(1982).
- [6] 苏维瀚等, *环境科学学报*, 2(4), 329(1982).

环境信息

英国的一个大型垃圾处理装置

英国 Castle Bromwich 研制并安装了一个大型垃圾处理装置,每年可处理 10 万吨垃圾,仅需 17 个工人操作。用垃圾制成的商品有三种:煤球、金属和地面覆盖物,可供有关部门使用。

垃圾先用廉价有效的弹道分离法装置进行分选,然后用压缩装置加以压缩,并通入热空气使之脱

水干燥,最后经制球机制成可燃烧的煤球。其具体制造方法如下:铲车将垃圾送到水平输送机上,送入初级粉碎机内粉碎成 150 毫米的物体,再进入初级旋转筛,其直径 2.4m,长 9.4m,筛板孔直径 15mm。筛选后的垃圾颗粒被传送到两个作为弹道分选的振动进料器内进行分选,分出轻质可 (下转第 70 页)