

Plants Monitoring on SO₂ Pollution Evaluation in Jiaozuo City

Bingjuan MA¹, Aiyun FENG¹, Rui MA¹

¹School of Resources and Environment, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, China

Email: m_bj@tom.com

Abstract: As plants have some ability to absorb and accumulate SO₂ in the environment, in this paper, the wet acid digestion - barium sulfate turbidimetry was used to determine the sulfur content in pine needles of 12 monitoring points in Jiaozuo City. Then using pollution index method, SO₂ pollution in the atmosphere of Jiaozuo City was evaluated. The results show that, atmospheric SO₂ pollution of Jiaozuo City is serious, sulfur content of the leaves under the Fengshanzhen was significantly higher than other places, followed by Forest Park and nearby the Bronze-horse. As can be seen in Jiaozuo City's main source of SO₂ in the atmosphere is electric, chemical and non-metallic mineral manufacturing industry emissions, then, SO₂ emissions from transport. Finally, based on air pollution in Jiaozuo City, this article proposes specific control measures.

Keywords: Plant leaf; Sulfur dioxide Pollution; Sulfur content

利用植物监测法评价焦作市大气 SO₂ 污染

麻冰娟¹, 冯爱云¹, 马瑞¹

¹河南理工大学, 河南省焦作市, 中国, 454000

Email: m_bj@tom.com

摘要: 依据植物对环境中 SO₂ 具有一定的吸收和积累能力, 本文采用酸性湿消化-硫酸钡比浊法对焦作市 12 个监测点的松树叶含硫量进行测定, 然后运用污染指数法, 对焦作市大气中 SO₂ 污染状况进行了质量评价。结果表明, 焦作市大气 SO₂ 污染比较严重, 缝山针脚下叶片含硫量明显高于其他地方, 其次是森林公园和铜马附近。从中可以看出焦作市城区大气中 SO₂ 的主要来源为电力、化工和非金属矿物制造等行业的排放, 其次是交通排放的 SO₂。最后, 本文依据焦作市的空气污染状况提出了具体的控制措施。

关键词: 植物叶片; SO₂ 污染; 含硫量

1 引言

植物监测是指利用对大气污染反应灵敏的指示植物来反映空气中有害气体的种类和含量或大气污染程度, 以了解大气环境质量状况。由于植物对环境中各种污染物特别是二氧化硫都有一定的吸收和积累能力, 因此利用植物的这一特性可以用来监测大气中 SO₂ 的浓度。

焦作是一个以能源、化工、电力、冶金、建材、陶瓷为主的重工业城市, 是典型的以 SO₂ 为污染特征的北方煤烟型城市。SO₂ 污染环境已成为制约焦作市城市发展的重要因素之一。因此, 本文以焦作市

松树叶为研究对象, 通过实验监测焦作市松树叶片中含硫量, 评价大气中 SO₂ 污染状况, 为综合防治 SO₂ 污染提供参考依据。

2 样品的采集与分析

2.1 布点与采样

植物体本身代谢的硫量是一定的, 在正常情况下, 一般为 0.1%~0.3%, 本文选择了适应性强, 分布普遍、多年生木本植物针叶形松树作为实验材料。采样高度 1.5~2m 处, 采样点数目 12 个。采样点布设方法采用网格布点法。

2010年4月5号在焦作市12个地点采集样品，在采集植物样品时，考虑到叶片中污染物的积累量与叶片中着生部位，叶龄、生长状况等因素有关，为了提高评价的精确性，本文在各点选取树龄适宜，生长良好，周围空气流通的植株作为实验树。在树冠中部的不同方位，选择生长良好的枝条，在枝条上剪取健康，成熟的叶片作为试样，采集量为20~30克。各样品分别用干净塑料袋盛装，每一袋样品中放一张注明采集日期、地点，采样点周围环境概况等内容的标签。

2.2 样品分析方法的原理

本文采用酸性湿消化-硫酸钡比浊法测定。植物样品在催化剂和氧化剂的作用下，有机硫被氧化，植物中硫变为硫酸盐形式，再加上定量的酸和起浊剂，生成硫酸钡浮液，在440nm下比浊，一定范围内，浊度与样品中硫酸根浓度成正比。本法回收率为93.3%~104.7%。

2.3 样品分析

2.3.1 分析前处理

从现场采集回来的新鲜样品用自来水冲洗2~3次，再用蒸馏水冲洗2次，除去吸附在叶面上的灰尘。叶片清洗后，去叶柄，叶脉，晾干，80℃烘箱内烘干，研磨，过60目筛。将过筛后的样品充分混合均匀，然后用四分法取10~15g左右的分析样品放入聚乙烯瓶中备用。

2.3.2 仪器和试剂

(1) 仪器：电热板，722型分光光度计，50mL具塞比色管。

(2) 试剂：

①标准硫溶液：将2.173g硫酸钾（105℃烘2小时，干燥器中冷却）溶于1000mL蒸馏水中，定容，即为含硫0.4000g/L的母液。

②消化液：将1.7g偏钒酸铵(NH₄VO₃)放在烧杯中，小心加入1050mL硝酸，再加入1200mL高氯酸(密度1.2~1.25)。称取7.5g重铬酸钾(K₂Cr₂O₇)，加热溶解于250mL水中。将上述混合酸液与重铬酸钾溶液混合。

③混合酸液：将50mL冰醋酸、20mL 盐酸和20mL磷酸混合用水稀释至1000mL。

④起浊剂：将100g氯化钡(BaCl₂·H₂O)加热溶于500mL水中，再加50mL吐温，加水定容至1000mL，摇匀，过滤后放置24小时后使用，稳定期为半个月。

2.3.3 分析步骤

(1) 绘制标准曲线：

以母液稀释配制分别含0.00g/L、0.02g/L、0.04g/L、0.06 g/L、0.08g/L、0.10g/L和0.12g/L的工作液。分别吸取1.00mL不同浓度的工作液于25mL具塞比色管，加水至20.00 mL，再加入5.00 mL起浊剂，立即反转5次（反转次数要一致，用力均匀），15min后在分光光度计上（440nm波长）以蒸馏水作参比测定吸光度。以吸光度为纵坐标，绘制标准曲线。测定标样数据及标准曲线图分别如表1、图1所示。

Table 1. Data of standard curve

表 1. 标准曲线数据

标液硫含量 (g/L)	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12
吸光度	0.028	0.068	0.094	0.110	0.137	0.152	0.172
校正吸光度	0	0.04	0.066	0.082	0.109	0.124	0.144

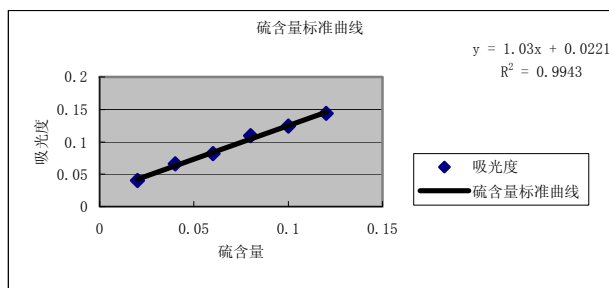


Figure1. Standard curve of sulfur content

图 1. 硫含量标准曲线

(2) 样品消化：

称取0.2000g样品于100mL三角瓶中，加入5mL消化液，待样品完全湿润后，插上玻璃漏斗，置于电热板上逐渐升温(控制在80℃以下)直至黄烟冒完(约需1小时左右)，此时消化液为淡绿色。然后继续升温，待冒白烟，且溶液产生红色沉淀，表示消化过程结束。取下三角瓶，冷却至室温，提起漏斗，并用水冲洗漏斗和瓶口，加10mL混合酸液，定容至25mL。

浊度测定：

吸取1.00mL上述消化液于25mL具塞比色管中，加水至20mL，再加5.00mL起浊剂，立即反转5次，15分钟后按标准曲线的方法测定吸光度。

(3) 结果计算：

按如下公式：

$$\text{总硫}(\text{mg/g}) = \left(E \times \frac{V_0}{V} \right) / W$$

式中,

E—标准曲线上查得相应的硫含量(mg);

V₀—定容后的消化液体积(mL);

V—测定去试样体积(mL);

W—称样质量(g)。

3 实验结果与讨论

本文采用酸性湿消化-硫酸钡比浊法对焦作市12个采样点树木叶片中含硫量进行测定,并以轮胎厂作为清洁对照区,评价大气中SO₂的污染状况。测定结果如表2和图2:

Table 2. Determination results

表 2. 测定结果

样品编号	采样点名称	吸光度	叶片总硫含量 (mg/g)	含污量指数
1	龙源湖公园	0.084	7.5121	3.77
2	轮胎厂	0.039	1.9941	—
3	雕塑公园	0.087	7.7905	3.91
4	东方红广场	0.053	3.7444	1.88
5	人民公园	0.067	5.3527	2.68
6	世纪新区院内	0.045	2.7233	1.37
7	月季公园	0.08	6.9365	3.48
8	电厂院内	0.061	4.6904	2.35
9	森林公园	0.115	11.1241	5.58
10	火车站旁	0.069	5.6494	2.83
11	缝山针脚下	0.122	11.9978	6.02
12	铜马附近	0.093	8.5616	4.29

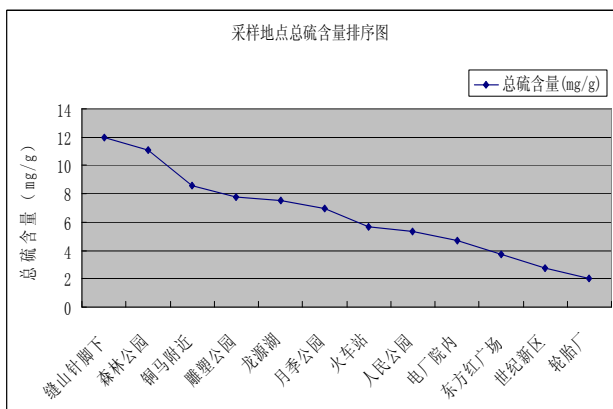


Figure 2. Sort total sulfur content of sampling sites

图 2. 采样点总硫含量排序图

(1)从图2中可以看出,缝山针脚下叶片含硫量很明显高于其他地方,原因主要有两个方面。其一是缝山针脚下东南方向1~2km远处有市金属冶炼厂、热电分公司、水泥制品厂等,这些厂排放出相当数量的SO₂气体。而焦作市夏季主导风向为东南风,使烟气顺着风向扩散。其二是缝山针脚下北面是山,风从其他方向吹来,烟尘扩散受阻。

(2)采样点中总硫含量的第二个高峰出现在森林公园,主要因为焦作电厂有三个高烟囱,烟囱排放的烟气顺着东南风扩散到森林公园,烟尘中的SO₂便被植物吸收,因此含硫量较高。另外,森林公园西边有一朱村乡砖瓦厂,秋季刮西南风时对叶片中含硫量也有贡献。

(3)采样点中总硫含量的第三、四个高峰出现在铜马附近和雕塑公园,由于该地点处在交通繁忙区,且又是十字路口,车流量很大,排放尾气较多,所以植物叶片中含硫量较高。

在城市环境中,SO₂的另一来源是汽车燃料的燃烧过程,尤其是以柴油为燃料的机动车运行过程产生的尾气。伴随着焦作市经济的快速发展,交通运输业发展迅速,市区机动车辆迅猛增长,机动车的增长引起的尾气污染逐渐取代煤烟型污染;交通尾气中主要的污染气体成分有CO、NO_x、SO₂、TSP、HC、VOC等^[1-2]。

(4)月季公园松树叶片中含硫量也较高,主要因为焦作电厂有三个高烟囱,在春季主导风向为西南风,烟囱排放的烟气顺着西南风扩散,烟尘中的SO₂便被植物吸收,因此含硫量较高。

4 结论与建议

4.1 结论

焦作市采样点中松树叶片含硫量缝山针脚下、森林公园、铜马附近和雕塑公园比其他地方都高,从中可以看出这些地方受SO₂污染还是比较严重的。焦作市SO₂污染主要来自煤的燃烧,例如电厂、工业锅炉和窑炉燃煤。SO₂的另一主要来源则是汽车燃料的燃烧过程,尤其是以柴油为燃料的机动车运行过程中产生的尾气。

4.2 建议

(1) 对于燃煤电厂SO₂污染治理要从根源抓起, 燃料煤尽量选用低硫煤。但由于天然的低硫燃料远远不能满足改善大气质量的需要, 可以采用把高硫燃料在燃烧前先脱去其中的硫分变为低硫燃料。另外, 在燃烧过程中, 通常加入吸附剂吸附所产生的SO₂。从合理利用自然资源的考虑出发, 烟道气中的SO₂是重要的硫资源, 应加以回收, 加工成硫酸、元素硫或液态SO₂, 作为电厂的副产品。

(2) 对于工业锅炉和窑炉燃煤排放的SO₂, 在大力发展集中供热的同时, 采用湿法高效的脱硫装置, 减少SO₂的排放。同时对燃料进行控制, 把其加工成型煤, 其中加入适量的固硫剂及添加剂, 使煤在燃烧的过程中把硫固定到煤渣中。就目前的情况来看, 煤的燃烧过程中, 可燃性挥发分未经燃烧的现象是极为平常的。对于广泛地分布在耐火材料、水泥、砖瓦窑等行业的燃煤工业窑炉, 由于燃烧技术落后, 燃料利用率低, SO₂污染严重, 改进燃烧方式, 采用先进的燃煤工艺是节煤、控制SO₂释放比较可行的办法。从长期来看, 发展新型的燃料是能源发展的趋势, 大力发展新能源, 例如太阳能, 使之逐步取代煤, 是减少SO₂排放的必由之路。

(3) 要减少交通排放的SO₂应加强道路建设, 减

少汽车对城区的影响。其次, 环保、公安、交通等部门大力配合, 开展机动车尾气监测和管理, 充分考虑进行年检, 年审和路检等工作。最后要对超标排放尾气的机动车辆督促安装尾气净化器, 研制推广使用汽油、柴油添加剂等。

(4) 根据焦作市的地理、气象条件, 并结合环保要求和可持续发展原则, 应调整工业布局、优化产业结构, 加快城区内重污染企业的搬迁, 同时要逐步限制能耗高、污染重、工艺落后、缺乏技术优势和市场的行业的发展。同时, 加强环境管理制度, 严格执法。

References

- [1] Elbir T, Muezzinoglu A, Estimation of emission strengths of primary air pollutants in the city of Izmir, Turkey[J], *Atmospheric Environment*, 2004, 38(13): P1851-P1857
- [2] Gonzalez C M, Pignata M L, Orellanna L. Application of redundancy analysis for the detection of chemical response patterns to air pollution in lichen[J]. *The Science of the Total Environment*, 2003, 312(1-3): P245-P253
- [3] Carreras H A, Canas M S, Pignata M L. Comparative biomonitoring of atmospheric quality in five zones of Cordoba city employing the transplanted lichen *Usnea* sp.[J]. *Environmental Pollution*, 1998, 103(2-3): P317-P325
- [4] Jiang Jinrong, Xu Yigang, Shi Lei, Relationship between Sulfur Content in Plants and Atmospheric SO₂ Concentration in Nanjing City and Its Application in Assessment of Air Pollution.[J], *Environmental Science*, 1992, 13(1): P71-P76(Ch)
江静蓉, 徐亦钢, 石磊, 城市植物叶片含硫量与SO₂污染关系及其在污染状况评价中的应用, *环境科学*, 1992, 13(1): P71-P76