

重庆远郊与市区SO₂的对比测量分析

邹有所 洪钟祥 周乐义 沈剑青 季凤英

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

张冬保 徐 放

(重庆市环境科研监测所)

提 要

1987年9月在重庆远郊四面山与市区观音桥同时进行了SO₂的对比测量。资料分析表明:(1)晴天时四面山SO₂日变化呈三峰三谷分布,峰值都为13—14 ppb,分别在05:00、11:00及18:00时,而夜间的SO₂几乎都接近0 ppb;市区观音桥的SO₂日变化呈双峰双谷分布,主峰在08:00时左右出现,浓度值达425 ppb。(2)降雨条件下,四面山SO₂全部被清洗,接近0 ppb,市区的SO₂也受到明显冲洗。(3)四面山SO₂日平均浓度为2 ppb,而市区观音桥日平均浓度为120 ppb,市区的SO₂浓度是远郊四面山的60倍。

关键词: SO₂; 对比分析; 降水冲刷。

一、引 言

重庆市北临秦岭大巴山,南有云贵高原,市区、县却座落在河谷低地上,海拔只有600 m,相对于四周海拔200 m的高原高山,对污染物的扩散很不利。加上重庆市年均风速只有1.3 m/s,静风频率年均达41%,使这个在1987年燃烧了61.6万吨含硫量高达5%的烟煤城市,成为我国SO₂污染最为严重的城市之一。在年均相对湿度高达80%,年雾日达69.3天、年均阴天达216日的高湿度条件下,重庆的酸雨污染也成了全国最为严重的地区之一,而且还向四周郊县扩展。因此进一步对重庆地区SO₂及酸雨污染进行监测,研究市区污染对郊区、县甚至远郊的影响就显得十分迫切。于是继1985年我所与重庆市环境科研监测所等单位合作,对重庆地区的酸雨及SO₂污染进行过大规模的空间、地面测量研究之后,又于1987年9月在远郊四面山和市区观音桥连续进行了20天的同步监测,获得了一批酸雨及SO₂同步的观测数据,从而为市区、远郊的对比研究、探讨市区污染向远郊县扩展的规律提供了依据。本文就是对这次获得的SO₂资料进行分析总结,给出了实际的结果。

二、测量概况

市区观音桥的测点设在嘉陵江北岸的市环境科研监测所实验大楼三楼的实验室里。

1991年7月20日收到修改稿。

仪器的样气进口由聚乙烯塑料管联接,伸向室外取样.这一测点代表着市区 SO_2 的重污染区.

远郊对比测点设在距重庆市区 90 km 远的正南方向的四面山响水滩. 8850 型 SO_2 荧光分析仪就安装在响水滩招待所的二楼,仪器置于室内,进气口由聚乙烯管联结伸向窗外.测点海拔 1100 m,周围都是苍翠的树木,这样一个远离工业污染区的山峰上,代表着 SO_2 的洁净环境.测点附近除了一个餐馆及几户护林职工住户的一日三次炊烟排放外,没有其它的排放源.特别应指出的是该测点在观测期间的气象条件与重庆市区大不一样,这里气候温和、湿润,晴天时相对湿度平均为 60%,气温日均变化很小,平均为 20°C 上下(整个观测期间最高为 27°C ,最低为 16°C).最多风向为东南风,风速 1m/s 上下.就是说,大气稳定度的周日变化很小,多为中性条件.观测从 1987 年 9 月 8 日开始至 9 月 28 日结束共 20 天.这期间四面山与市区观音桥受同一天气系统控制,两地天气形势基本相同.四面山具体的天气状况是:9 月 8 日至 12 日晴,13 日至 19 日阴雨,20—28 日晴到多云天气.

市区和远郊测点采用的测量仪器都是美制 8850 型 SO_2 荧光分析仪,仪器各项性能基本相同,只是记录方式不同.四面山的测点是将 SO_2 输出讯号送至一台单板机处理,然后打印记录.打印值有 5 分钟平均和 5 秒钟平均值两种选择,正常观测时,我们采用 5 分钟的平均值打印记录.观音桥的测点则是采用一台上海气象仪器厂出产的自记仪直接记录的,记录曲线上所占自记低格数的多少反映出 SO_2 浓度的大小,每个自记纸上的小格代表 5 ppb 的 SO_2 浓度.而 SO_2 仪的最高分辨率为 1 ppb,测量范围为 $0.001—10\text{ppm}$.

三、资料分析结果

1. 四面山及观音桥 SO_2 浓度变化的平均情况

图 1 给出了观测期间四面山响水滩及市区观音桥 SO_2 日变化的平均曲线.由图 1 可见,我们很容易将市区与郊区的 SO_2 浓度变化进行比较,市区观音桥的 SO_2 日变化平均呈二峰二谷分布,浓度最大值发生在北京时间 10:00 左右,达 245 ppb,次大值发生在 21:00 时,达 95 ppb,最低值在 15:00 时,只有 10 多个 ppb.另一谷值发生在凌晨 2:00—3:00,达 30 ppb;而远郊四面山的 SO_2 其主峰值平均只有 5—6 ppb,发生在 6:00 左右.另外还有两个次峰值分别发生在 11:00 及 19:00,其浓度都只有 3 ppb 左右.这种微弱三峰三谷的日变化与市区的二峰二谷日变化规律是很不相同的,这是由于两地的污染源排放及大气稳定度日变化规律的不同造成的;其次,市区与远郊 SO_2 日变化中的峰、谷值出现的时间也不一样,这说明两地的污染源排放强度日变化也是有差别的;市区的 SO_2 浓度大大高于远郊四面山的浓度,表明四面山确实是 SO_2 洁净区的理想测点.我们必须注意到,在图 1 上,四面山从 23:00 到次日 03:00 时, SO_2 浓度皆接近 0 ppb,这说明无论什么天气条件下,夜间四面山的 SO_2 浓度都接近 0 ppb.

2. 持续晴天条件下四面山与观音桥 SO_2 的日变化规律

9 月 8 日至 9 月 12 日,四面山都是连续的晴天, SO_2 的日变化趋势在这 5 天里都是

相同的, 即三峰三谷分布. 图 2 的 SO₂ 日变化曲线是由 9 月 11 和 12 日两天的 SO₂ 观测资料的平均得到的. 由图 2 可知, 晴天时四面山 SO₂ 日平均浓度为 6—7 ppb, 日变化呈三峰三谷分布, 峰值分别在 05:00 时 (14 ppb), 11:00 时 (14 ppb) 及 18:00 时 (13 ppb); 谷值分别在 21:00 到次日凌晨 03:00 (0 ppb), 08:00 时 (7 ppb) 及 16:00 时 (3 ppb). 在夜间 SO₂ 都接近 0 ppb.

图 2 也同时给出了观测期间的晴天条件下市区观音桥测点的 SO₂ 日变化曲线, 它呈二峰二谷分布, 峰值在 08:00 时 (425 ppb) 及 20:00—22:00 时 (约 250 ppb), 谷值分别在夜间 23:00—凌晨 03:00 时及 14:00—18:00 时, 浓度多在 30—50 ppb. 从图上看市区 SO₂ 的排放多集中在上午, 而下午的 SO₂ 浓度远小于上午的浓度.

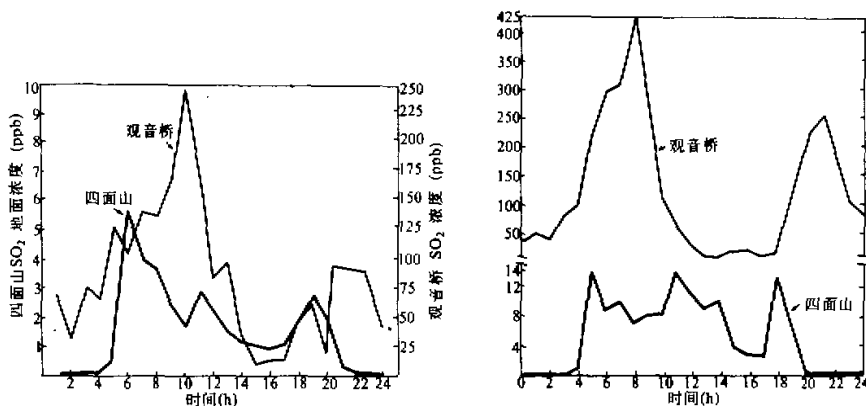


图 1 观测期间 SO₂ 平均日变化 (市区、远郊对比图) 图 2 典型晴天条件下重庆地面 SO₂ 日变化规律

市区观音桥与远郊四面山 SO₂ 日变化趋势的差异主要由两地大气稳定度的日变化和污染源的差异所致. 四面山的测点由于处在海拔 1100 m 的密林之中, 观测期间的温度日变化 (如前所述) 很小, 所以大气稳定度的日变化, 也就是大气扩散能力的日变化也不大. 林区居民每日三次的炊烟排放, 是四面山最主要的 SO₂ 排放源, 因而形成了 SO₂ 日变化的三峰三谷分布, 且三个峰值都是在 13—14 ppb, 浓度差别很小. 而市区的大气稳定度日变化, 如其它许多城市的观测结果一样, 昼夜比较明显, 往往在下午 02:00—6:00 大气稳定度达到全天最不稳定时段, 污染扩散迅速, 使得中午的炊烟 SO₂ 集中排放不能在地面空气中形成一个 SO₂ 浓度的峰值. 早、晚因大气比较稳定, 不利于 SO₂ 的扩散, 所以早、晚二次炊烟都在近地面形成 SO₂ 的峰值. 这就是许多城乡测点 SO₂ 日变化呈二峰二谷分布而四面山 SO₂ 日变化呈三峰三谷的原因. 然而城市里的 SO₂ 排放源分布多而广, 情况比较复杂, SO₂ 的二峰二谷分布日变化曲线的具体幅度和时间变率各城市各时段都可能很不相同.

3. 阴、雨天气下四面山与观音桥的 SO₂ 浓度变化

阴天时, 特别是在有雾的情况下, 四面山林区到处都是雾, 排放到空气中的少量 SO₂ 迅速被雾滴吸收, 使得四面山的 SO₂ 全天都在 0 ppb 附近 (在仪器检测能力之下). 表 1

给出了9月17日至19日四面山SO₂浓度逐时变化情况。

表1 阴天条件下四面山SO₂空间浓度(ppb)

浓度 ppb 日期 \ 小时	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	天气条件
9月17日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	无风 As, Ns, 10/10
9月18日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	无风, 有雾 As, Ac, Fe, 10/10
9月19日	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	无风, 有雾 As, Ac, 10/10

降雨的天气下,雨水对SO₂的清洗是明显的。9月13日至15日远郊四面山与市区观音桥皆为降雨天气,但两地的降雨时段及雨量是不同的。表2表明降水时,四面山的SO₂全为0ppb,完全被降水冲洗。因为四面山SO₂的本底本来只有几个ppb,稍有降雨、降雾即全被冲刷。

表2 降水对四面山SO₂的冲洗

浓度 ppb 日期 \ 小时	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	天气状况
9月13日	0	0	0	4	14	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	上午08时 开始降水
9月14日	0	0	0	0	0	0	2	2	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	07—11时阴, 其余雨
9月15日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	全天毛毛雨

由于降水冲洗,9月13日至15日观音桥SO₂日变化的二峰二谷分布已完全被破坏(见图3)。

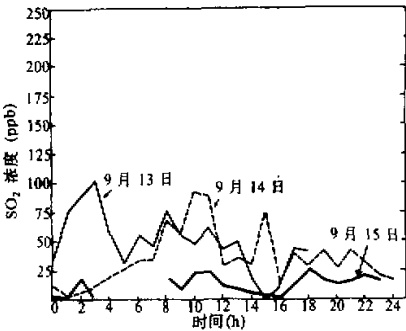


图3 降水条件下观音桥地面SO₂日变化(1987年)

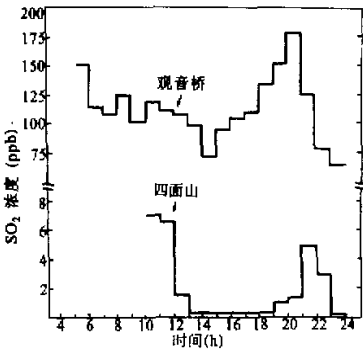


图4 SO₂日平均浓度的逐日变化(1987年9月)

4. 四面山与观音桥 SO_2 浓度逐日变化的对比

由图 4 可见四面山从 9 月 13 日到 19 日皆为降雨天气，故浓度为 0 ppb (小于仪器探测能力的浓度)，而观音桥的 SO_2 浓度此期间也处于最低阶段，说明和四面山一样受到降水冲洗。由于四面山地形复杂，虽距重庆只有 90 km，天气状况仍有不同之处，所以当四面山为阵雨天气时，市区可能为多云及其它天气，以致于市区出现了 SO_2 日均浓度的峰值时，四面山 SO_2 却受到了雨水的冲洗 (如 9 月 21 日)。取图 4 上四面山和观音桥的对比观测期间的 SO_2 浓度，分别平均后，得到四面山 SO_2 日均浓度为 2 ppb，而观音桥的日均浓度为 120 ppb，故市区的日均平均浓度为远郊四面山的 60 倍。

参 考 文 献

- [1] 张水和、朱聿来，1988，论重庆酸雨形成的气象条件，重庆师范学院学报第 1 期，43—48。
- [2] 黄美元、沈志来、吴玉霞，1988，重庆地区云水和雨水酸度及其化学组分的观测分析，大气科学，12 (4)，389—395。
- [3] 沈志来、肖辉、黄美元，1990，城市污染对重庆地区雨水酸化影响的观测分析，大气科学 14 (2)，193—200。
- [4] 邹有所、洪钟祥、周乐义、沈剑青，1991，上海地区 SO_2 的观测研究，大气科学 15 (3)，38—43。

Comparative Analysis of SO_2 Measurements in Unban and suburban areas of Chongqing City

Zou Yousuo Hong Zhongxiang Zhou Leyi
Shen Jianqin Ji Fengying

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Zhang Dongbao Xu Fang

(Chongqing Institute of Environmental Research and Monitoring)

Abstract

For comparative study of SO_2 in Chongqing area, measurements of SO_2 were conducted simultaneously at Guanyinqiao in the suburb of Chongqing City, and at Simianshan, a mountainous region 90 km south to the chongqing city during September 1987. The measured results indicate that: 1. In sunny days diurnal variation of SO_2 concentration at Simianshan is a three-mode curve, while at Guanyinqiao is a two-mode curve; 2. In rainy days SO_2 in the city is greatly washed out by precipitation while at Simian shan SO_2 is completely washed out with the concentration remaining at 0 ppb; 3. During the measurements, the concentration of SO_2 during night at Simianshan is 0 ppb or so and the average concentration is 2 ppb, while in the city the average concentration is 120 ppb or so, which is 60 times as much as that in the mountainous area.

Key words: SO_2 ; Comparative analysis; Precipitation washout.