

乌鲁木齐市 SO_2 浓度的分布及其可能原因

杨 舵 王淑民 桑修诚

(新疆维吾尔自治区气象局, 乌鲁木齐 830002)

提 要

根据乌鲁木齐市 1994~1997 年 SO_2 浓度和气象监测资料,分析了 SO_2 浓度的时空分布特征及其可能原因,并对各监测点 SO_2 污染等级作出了评价。

关键词: SO_2 浓度 时空分布 污染等级

引 言

据世界卫生组织 1998 年的报告,乌鲁木齐市的空气污染严重程度已列为全球第 4 位,国内 47 个重点城市中的第 3 位。新疆维吾尔自治区及乌鲁木齐市政府提出要用 5 年时间彻底改变现状并付诸行动,这无疑会使乌鲁木齐市的空气质量得到极大的改善。

为了有效地防治大气污染,首先应了解乌鲁木齐市污染浓度时空分布的现状。乌鲁木齐市污染物构成全年虽以 TSP 为主,但 SO_2 的危害较大。因此,本文依据乌鲁木齐市 1994~1997 年 SO_2 浓度监测资料分析了

SO_2 浓度日均值、季(月)日均值及年日均值的时空分布特征,评价了各监测点 SO_2 浓度的月、季、年污染等级,并讨论了上述分布的可能原因。

1 SO_2 浓度的时空分布规律

本文采用乌鲁木齐市的北门、新华南路、人民会堂、铁路局和四宫 5 个大气常规地面监测点(附图)的 SO_2 浓度资料。四宫为清洁对照点。乌鲁木齐市的值是指前 4 个监测点的平均值。气象资料是乌鲁木齐市的单站观测值。资料年限均为 1994~1997 年。



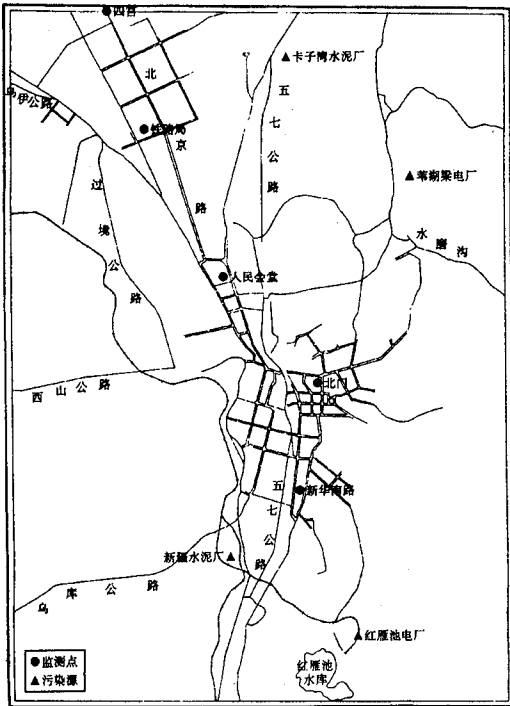


图1 乌鲁木齐市大气污染监测点及主要工业污染源分布示意图

1.1 SO₂ 的日平均浓度特征

根据《大气环境质量》(GB3095-1996)2级标准,日平均浓度标准值为 0.15mg · m⁻³。将浓度分为4个等级:<0.05mg · m⁻³为1级;0.05~0.15mg · m⁻³为2级;0.15~

0.25mg · m⁻³为3级;≥0.25mg · m⁻³为4级。1~2级不超标,3~4级超标,其中4级严重超标。

各等级 SO₂ 浓度的年出现频率表明:乌鲁木齐市年超标率为 17.8%,严重超标率为 10.4%,其中,北门 SO₂ 浓度超标率最高,为 24.0%,严重超标率为 15.0%;新华南路超标率为 20.6%;铁路局为 15.5%;人民会堂为 11.0%;四宫最低,仅为 4.9%。北门的超标率是四宫的 5 倍,严重超标率约是四宫的 12 倍。

上述超标现象主要出现在冬半年,最早可出现于 10 月(如北门 1995 年开始于前一年的 10 月 18 日),最迟可维持到来年 4 月(如北门 1996 年持续至 4 月 16 日)。但具体起止时间可随监测点、年份的不同而不同,详见表 1。冬半年(10~4 月)各等级 SO₂ 浓度的出现频率:乌鲁木齐市超标率为 30.8%,严重超标率为 18.0%。其中,北门超标率为 41.7%,严重超标率为 26.0%;新华南路超标率为 35.6%,严重超标率为 22.5%;铁路局超标率为 26.7%,严重超标率为 12.1%;人民会堂超标率为 19.0%,严重超标率为 11.2%;四宫超标率为 8.4%,严重超标率为 2.2%。

表1 SO₂ 浓度最高日均值及超标起止时间

测点	1994年					1995年					1996年					1997年				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
最高日均值/mg · m ⁻³	0.868	0.683	0.618	0.488	0.531	0.470	0.401	0.272	0.398	0.124	0.573	0.432	0.373	0.343	0.200	0.385	0.469	0.289	0.303	0.167
出现月	12	1	1	1	1	2	1	1	2	2	12	2	2	1	2	12	1	12	1	12
超标开始日期	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	10.18	10.24	12.14	11.11	12.12	11.10	12.20	12.21	12.7	1.23	11.22	11.20	12.6	12.10	无
超标截止日期	3.28	3.21	3.18	3.18	3.11	3.21	3.21	1.16	3.21	12.22	4.16	2.16	2.16	2.16	2.5	3.12	2.28	1.17	2.26	无

①:1 北门 2 新华南路 3 人民会堂 4 铁路局 5 四宫 ②:表中最高日均值出现月是当年的;超标起止日期是跨年的,如 1995 年北门超标的开始日期 10 月 18 日(表中以 10.18 表示),实际上是 1994 年 10 月 18 日

超标现象在 12~3 月持续性较强。冬季(12~2 月)乌鲁木齐市超标率为 60.3%,严重超标率为 39.0%,其中,北门超标率达 75.0%,严重超标率为 53.8%;新华南路超标率为 70.9%;铁路局为 55.2%;人民会堂

为 40.3%;四宫为 19.6%。可见,除对照点四宫外,其余监测点冬季大部分或近半数时间超标。

各监测点 1994~1997 年最高日均值超标率达 95%(表 1),且均出现于冬季,其中最

大值 0.868 在 1994 年出现于北门,超标 5.8 倍。

上述分析中的另一个事实是,无论年、冬半年还是冬季,SO₂ 浓度超标率大小顺序均为:北门>新华南路>铁路局>人民会堂>四宫。

1.2 SO₂ 浓度的月、季、年日平均值特征

4 年平均而言,北门的最大日均值出现于 2 月,其余各监测点均出现于 1 月。但每年的月日均值的最大值可分别出现于 12、1、2 月。SO₂ 浓度的污染次序按月排列为:12、1、2 月>3、11 月>4、10 月>5~9 月。概括而言,各监测点冬半年各月 SO₂ 浓度均大于夏半年(5~9 月)各月。按季节区分,冬季浓度最大,其次为春(3~5 月)、秋季(9~11 月),夏季最小。

SO₂ 浓度的年日均值变化范围,北门为 0.075~0.145;新华南路为 0.066~0.111;人民会堂为 0.030~0.097;铁路局为 0.056~0.088;四宫为 0.013~0.067。平均而言,乌鲁木齐市 SO₂ 浓度的年日平均值在 1994 年最大,1996 年次之,1997 年第 3,1995 年最小。求 4 年平均,则 SO₂ 在不同监测点的污染次序与日均值的结论相同,即:北门>新华南路>铁路局>人民会堂>四宫。

2 SO₂ 污染等级评价

采取常用的大气质量指数法^[1]对 SO₂ 浓度进行评价,其数学表述式为

$$I = \sqrt{\max\left(\frac{C_i}{S_i}\right) \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{S_i}\right)}$$

其中: I 为大气质量指数; C_i 为实测日均 SO₂ 浓度值(mg·m⁻³); S_i 为大气质量标准值,仍取 0.15mg·m⁻³; n 为日均值个数。

表 2 为大气质量指数分析表。

表 2 大气质量指数分析表

级别	I	大气污染水平
清洁	<0.6	清洁
轻污染	0.6~1.0	一般
中度污染	1.0~1.9	警戒水平
重污染	1.9~2.8	警戒水平
极重污染	>2.8	紧急水平

每年的月 SO₂ 指数表明,各监测点 5~9 月均属清洁级,而 10~4 月会出现不同程度的污染级,且污染级别又依测点位置、年份、月份而异。

对各月的 SO₂ 指数求 4 年平均,则各监测点 4、10 月平均也属清洁级。分析 11~3 月,乌鲁木齐市 1、2、12 月达中度以上污染级,其中 1 月为重污染级。北门污染最重,1、2、3、11、12 月均达中度以上污染级,其中 1、2、12 月为重污染级;新华南路 1、2、11、12 月达中度以上污染级,1、2、12 月为重污染级;人民会堂 1、2、12 月达中度污染级;铁路局 1、2、12 月达中度污染级;对照点四宫则仅在 1、2、12 月出现轻污染。

由各季 SO₂ 指数的分析可知,冬季 SO₂ 指数最高,4 年平均,乌鲁木齐市为重污染级。其中,北门为重污染级;新华南路为重污染级;人民会堂、铁路局均为中度污染级;四宫为轻污染级。春、秋季次于冬季,夏季各监测点均为清洁级。

分析年 SO₂ 指数的 4 年平均值发现,乌鲁木齐市平均为中度污染级,其中,北门、新华南路、铁路局均达中度污染级,人民会堂为轻污染级,四宫为清洁级。SO₂ 污染次序为北门>新华南路>铁路局>人民会堂>四宫。由乌鲁木齐市平均值看,SO₂ 污染次序为 1994 年>1996 年>1997 年>1995 年。1994 年污染较重,5 测站均在中度污染级以上。

3 SO₂ 浓度时空分布不均的可能原因

综上所述,乌鲁木齐市 SO₂ 浓度的分布在时间上有冬半年>夏半年、冬季>春、秋季>夏季、12、1、2 月>3、11 月>4、10 月>5~9 月、1994 年>1996 年>1997 年>1995 年、超标现象在 12~3 月持续性较强;在空间上有北门>新华南路>铁路局>人民会堂>四宫的特点。平均而言,乌鲁木齐市在 1、2、12 月均达中度或中度以上污染级,冬季为重污染级。

上述冬半年,尤其是冬季超标率高的现象与乌鲁木齐市冬季取暖,排放源增加密切相关。但仔细分析冬半年逐日的资料,可发现

12~3月间也时常可出现浓度值突然减少的现象,由于在短期内污染源一般变化不大,或至少不会发生突变。因此,这种污染浓度的逐日变化与污染物的输送、扩散和沉积有关,即受气象条件的制约。以北门为例分析冬季乌鲁木齐市 SO_2 浓度与相应的日平均风速和降水的关系:首先将 SO_2 浓度值分为两类,浓度突然减轻1级或为1~2级的简称 I 类,占 37.1%;其余的简称 II 类,占 62.9%。由于 SO_2 日平均值是指前一日 11 时至当日 11 时的测值,而日平均风速和日降水是指前一日 20 时至当日 20 时的值,故分别统计当日和前一日的日平均风速和日降水量的情况。经计算可知, I 类中,当日或前一日风速 $> 2.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 或出现降水的情况占 87.8%, $< 2.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 且无降水的情况占 12.2%; II 类中,当日或前一日风速 $> 2.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 或出现降水的情况占 51.8%, $< 2.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 且无降水的情况占 48.2%。可见,较大的风速及出现降水对污染浓度的减轻起到了重要的作用。统计 1994~1997 年冬季风速资料可知, $< 2.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的风速占冬季风速的 85%,可以说,风速小、静风频率高是乌鲁木齐市冬季超标率高的的重要原因之一。此外,乌鲁木齐市冬季逆温强度大、频率高、大气层结稳定,是其超标率高的又一个重要因素。据统计^[2],乌鲁木齐市冬季 07 时逆温出现频率达 100%, 19 时达 96%;年平均而言,07 时达 89%, 19 时达 55%。

SO_2 浓度的空间分布与污染源的分布和气象条件密切相关。乌鲁木齐市周围有多个工业源,主要分布在南郊、北郊及东北部(附图),市区内也有许多锅炉、茶浴炉及餐饮、居民炉灶,特别是冬季更多。北门、新华南路位于老城区中心地带,人口最密集,污染源相对集中,这是乌鲁木齐市 SO_2 浓度空间分布特征的直接原因。但从深层次分析,潜在的不利气象条件则起了决定的作用。乌鲁木齐市地处天山北麓,地势南高北低,因热力作用常形

成局地的山谷风环流,白天易出现 N 或 NE 风,夜间以 S 或 SE 风为主,加之静风和微风频率高,冬季逆温频率高、强度大,致使 SO_2 滞留于市区,反复污染。考虑到日出前后和日落以后通常是 SO_2 浓度的峰值,本文统计了冬季 08 时和 20 时不同风向下各监测点不同等级 SO_2 浓度的出现频率。在 08 时, S、静风及 SE 风出现最多,20 时, NE、静风及 N 风出现最多,相应 SO_2 的超标率见表 3。可见,在静风或微风情况下,监测点受局地污染源影响较大;有风时,周围污染源的 SO_2 也吹向测点。又由于冬季静风、微风频率较高,因此, SO_2 浓度的空间分布与污染源的分布较为一致。

表 3 冬季主导风向下 SO_2 日平均浓度的超标率/%

	08 时			20 时		
	S	C	SE	NE	C	N
北门	64.4	70.8	76.5	66.6	88.3	87.5
新华南路	67.8	78.5	76.4	69.1	70.0	77.8
人民会堂	25.0	46.4	23.6	27.6	47.4	43.8
铁路局	51.5	44.0	50.0	40.0	60.0	62.5
四宫	3.1	35.7	12.5	11.3	25.1	35.3

4 结语

综上所述,乌鲁木齐市冬季的气象条件对污染物的输送和扩散极为不利,加强污染源的治理确已迫在眉睫。但是对已有的工业区,由于实际的能源条件和技术、经济条件的限制,单从对污染源本身着手采取防治措施是不完善的,即使各污染源排放达标,污染物总量仍有可能超标。因此有必要对乌鲁木齐市空气污染进行“动态治理”,即在总量控制的前提下,建立乌鲁木齐市空气污染的监测、预测、预警、防治系统。

参考文献

- 1 城市大气污染总量控制典型范例. 国家环境保护局、中国环境科学研究院编,中国环境科学出版社.
- 2 季元中,杨青. 新疆应用气候,北京:气象出版社.

The Distribution Features of SO₂ Concentration and its Possible Causes in Urumqi City

Yang Duo Wang Shumin Sang Xiucheng

(Xinjiang Meteorological Bureau, Urumqi 830002)

Abstract

A spatial and temporal distribution features of SO₂ concentration and its possible causes were analyzed according to the data of SO₂ concentration and meteorological data in Urumqi city in 1994—1997 from routine air-monitoring stations. Also, pollution assessment of every station was given.

Key Words: Urumqi city SO₂ concentration spatial and temporal distribution pollution