

大气中二氧化硫卫生标准

—— 科研报告·文献资料

《大气中二氧化硫卫生标准》修订组

一九八五年九月

目 录

- 1、二氧化硫嗅阈的测定..... 1
- 2、大气中二氧化硫年容许浓度的研究..... 3
- 3、大气中二氧化硫卫生标准的探讨..... 3 2
- 4、二氧化硫对家兔呼吸功能的影响..... 4 6
- 5、国外大气中二氧化硫卫生标准概况..... 4 8

二氧化硫嗅阈的测定

嗅阈测定是比较特异的灵敏的方法，也是制订大气卫生标准必须进行的工作之一。

二氧化硫嗅阈在国外已有不少报导，美国二氧化硫最敏感嗅阈为1.5毫克/立方米，苏联二氧化硫最敏感嗅阈为1.6毫克/立方米。国内报导在电厂附近，当二氧化硫浓度为1.2毫克/立方米时，采样者明显感到有刺激感，但因有其他气体的干扰，因此需在实验室进行嗅阈的测定，为制定二氧化硫卫生标准提供科学依据。

一、实验室仪器和配气装置

1. 实验仪器

- 1) 二氧化硫纯钢瓶 北京分析仪器厂；
- 2) 0.01~0.1升/分转子气体流量计和LZB15 转子流量计 6米³/时；
- 3) 嗅筒（直径10厘米容积1升）；
- 4) 流量控制阀；
- 5) 净化过滤器；
- 6) CDSO₂-1 携带型大气二氧化硫检测仪及记录仪。

2. 配气程序及装置（见图）

用经过活性炭过滤后的压缩空气将二氧化硫纯钢瓶气进行两次稀释，流速分别为15升/升和20升/升。在多泡混合器中的二氧化硫气体，用CDSO₂-1型检测仪使其浓度控制在1.5毫克/立方米、1毫克/立方米和0.8毫克/立方米，连续测试嗅

筒进行试验，同时用空白嗅筒（流速15升/分）作对照。

二、实验方法

由十名嗅觉正常的健康青年为受试对象，用双筒法进行嗅阈测定。两个嗅筒放在另一房间，一个通含二氧化硫的气体（控制在一定的浓度）另一个通清洁空气，每个嗅筒可交替地给予二氧化硫气体或清洁空气，让受试者轮流在每一个筒口反复吸气，并指出在哪一个筒能嗅到有刺激性气体，每天进行1~2次，每次结果用“+”或“-”表示，当某一种浓度在三次试验中，有两次被正确的判断，该浓度被认为是最小可嗅浓度。

三、实验结果

在十名受试者中，大多数人（7人，占受试者的70%）对大气中二氧化硫的最小可嗅浓度为1毫克/立方米，最大不可嗅浓度为0.8毫克/立方米，有一名二氧化硫最小可嗅浓度为0.8毫克/立方米。

大气中二氧化硫年容许浓度的研究(草稿)

上海市卫生防疫站

1985年5月

二氧化硫是大气中普遍存在的污染物质,世界各国和国际组织(WHO)将二氧化硫列为大气监测中必测指标之一。二氧化硫污染对人体健康影响和对环境破坏作用世界上早已有记载,一些大气公害事件均谈及二氧化硫的污染问题。随着科学的发展,对二氧化硫容许浓度的研究也日趋深化,研究方法已从环境卫生学调查,公害事件回顾分析,发展到应用生理生化,免疫、致畸致突变等现代先进技术。

本文是以上海市市区二氧化硫污染现状为基础,试从大气污染与人群死亡率,污染对人群肺功能影响,以及大气污染浓度的组成结构研究探讨二氧化硫的年容许浓度。

一、方法

(一) 资料来源

1. 大气污染资料 上海市卫生防疫站和各区卫生防疫站自1974年至1982年定期定点逐年监测资料,作为分析大气污染的动态。全球环境监测系统上海市商业区、居住区大气监测点1981年至1984年每月15天监测资料作为逐月污染浓度的变化和浓度频率分布结构组成的分析资料。

2. 人群死亡率资料,上海市卫生防疫站及有关区卫生防疫站的死因统计组掌握的死亡报告统计资料作为逐年死亡动态分析。全球大气监测点所在街道地区在监测日人群中逐日死亡报告卡的统计。

3. 肺功能资料 选择上海市市区二氧化硫污染浓度二个差异较

大地区的初中一学生为对象，所测得的肺功能资料。

(二) 研究内容

1. 市区年二氧化硫浓度与年人群死亡率关系分析
2. 逐月二氧化硫浓度与逐月死亡率关系的分析；
3. 二氧化硫浓度对学生肺功能影响的测定；
4. 上海市二氧化硫浓度结构的模式研究。

二、结果与分析

1. 上海市市区1974年至1982年大气污染动态与人群死亡率动态

上海市市区大气污染属典型的燃煤型城市，主要污染物是飘尘（SPM）和二氧化硫（SO₂），根据全市区15—30个监测点每季度监测七昼夜的数据，每天出现二个污染峰，即晨6:00~8:00，晚18:00~20:00。1974—1982年九年年均值变动幅度不大，平均浓度列于表1。

表1 上海市市区1974—1982年大气污染浓度比较
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

年度	74	75	76	77	78	79	80	81	82
SO ₂	0.10	0.11	0.11	0.11	0.09	0.08	0.12	0.10	0.09
SPM	0.36	0.44	0.40	0.37	0.44	0.35	0.32	0.31	0.30

SO₂ —— 二氧化硫， SPM —— 飘尘

上海市市区1974—1982年人群中死亡率的逐年动态变化幅度为600.26—696.58/10万，以1977年为最高。呼吸系统疾病死亡率为103.69—131.78/10万，循环系统疾病死亡率为211.63—248.67/10万，没有出现逐年上升现象。而肺癌死亡率为28.39—38.38/10万，有逐年增高的趋势。有关主要死因列于表2。（表2见下页）

经分析大气污染与死亡率二者的关系，首先将二组数值绘曲线动态图，全死因、呼吸系统疾病、循环系统疾病的死亡率似与大气污染值有相同趋势。（见图一），但用回归方程统计结果仅有SO₂浓度与呼吸系统疾病死亡率有非常显著的意义。其他死因与大气污染都无相关性。各相关数r及P列于表3。

表2 上海市市区1974—1982年逐年死亡率比较(1/10万)

年 度	74	75	76	77	78	79	80	81	82
全死因	600.26	617.89	637.57	696.58	665.70	633.17	683.77	673.43	650.55
呼吸系统	120.66	113.64	121.12	131.78	109.50	103.69	122.74	114.89	111.11
循环系统	216.89	211.63	221.20	248.67	235.50	232.04	245.58	234.60	221.33
肺癌	28.39	32.17	35.26	35.00	36.90	35.90	38.38	36.12	33.33
鼻咽	2.36	2.32	2.76	2.64	2.03	2.04	2.15	2.29	2.29

表3 大气污染浓度与死亡率相关系数r比较

死 因	全死因	呼吸系统	循环系统	肺 癌	鼻 癌
SO ₂	0	0.231	0	0	0
SPM	0	0.824	0.139	-0.092	0.604
	-0.320	-0.035	-0.317	-0.333	0.242

●●——P < 0.01
 0 —— P > 0.05

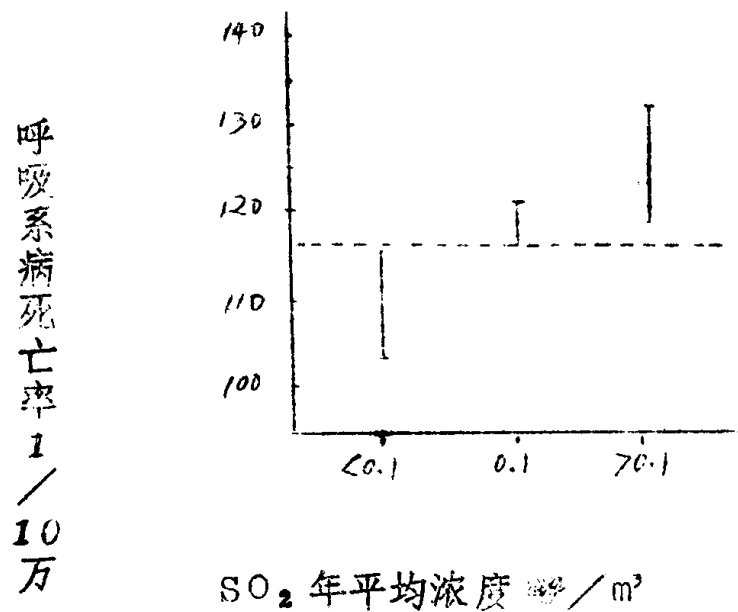
二氧化硫的年平均污染值与呼吸系统疾病死亡率的方程式为：

$$Y = 1g^{-1}(1.873 + 1.945x)$$

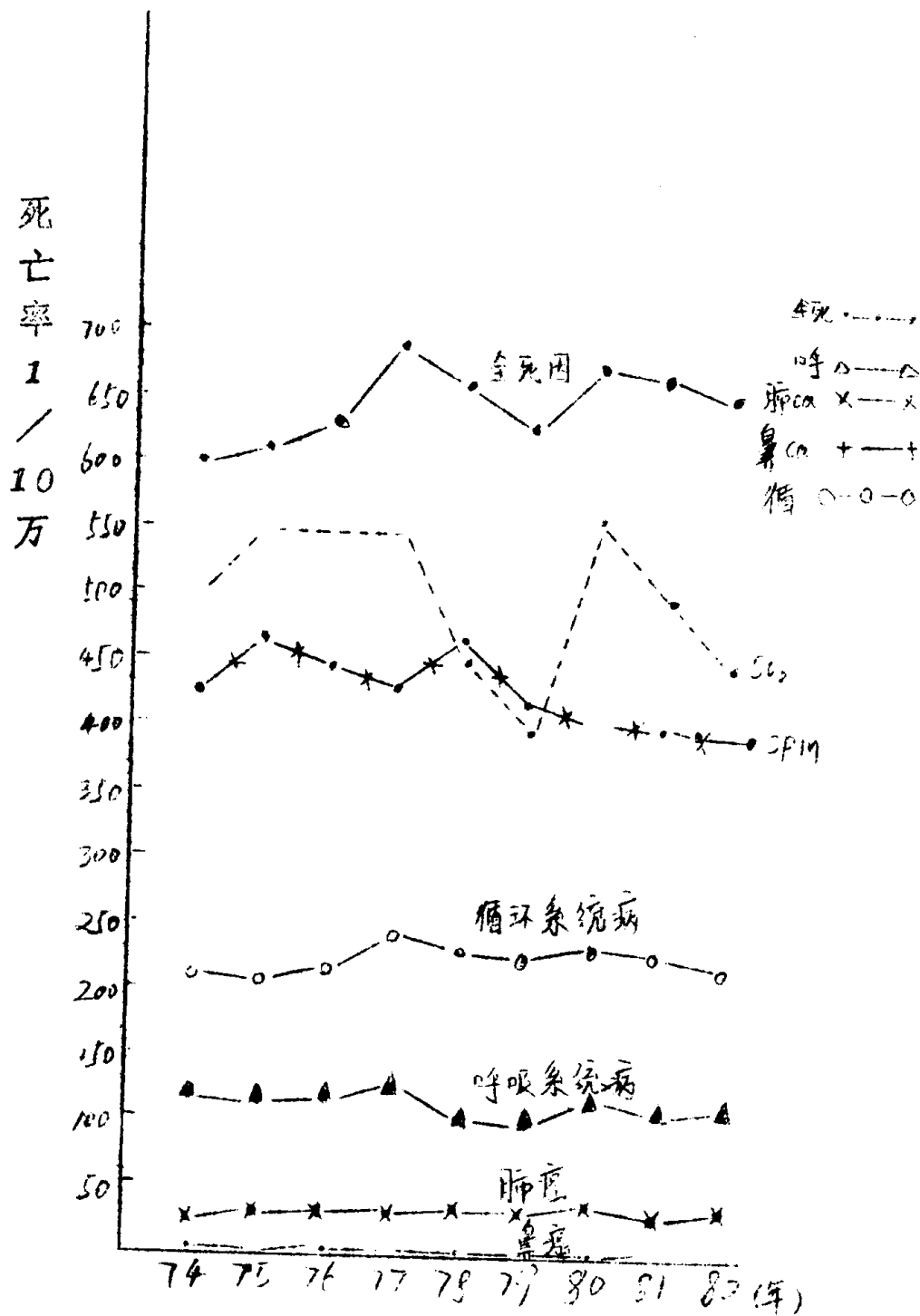
式中 Y —— 呼吸系统疾病死亡率 (1/10万)

x —— 二氧化硫年平均污染浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

另外，把九年二氧化硫浓度分成三组 (<0.10 0.10 >0.10)，比较相对的死亡率 (见图二)，可见呼吸系统疾病死亡率明显不同，分别为 $103.69 - 115.88 / 10$ 万， $114.82 - 120.66 / 10$ 万， $118.64 - 131.78 / 10$ 万而循环系统疾病死亡率无这种现象。如果按方程式计算，二氧化硫浓度增加 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，呼吸系统疾病死亡人数将递升 5% 左右。由于上海市市区大气污染较重即使是处于低污染 也不能算为容许浓度水平。(或谓空气清洁水平。)



图二 上海市市区 SO₂ 与呼吸系病死亡关系



图一 上海市市区1974—1982年
大气污染与主要死因

2. 大气污染逐月浓度与逐月人群死亡率的关系

上海市于1981—1983年全球大气监测点每月监测15天SO₂、SPM的浓度，商业、居住区居民比较集中，在采样点一公里半径范围内各选二个街道，每年各有人口8.5万左右。

将监测日的死亡报告卡逐日登记，按死因进行分类统计，由于逐日死亡人数较少难以说明问题，故以月为单位（15天）合并计算，死因分类系根据全国统一死亡报表归类。

大气污染浓度考虑到平均值、污染高值、以及SO₂和SPM的联合作用，把SO₂计算为几何均值，95%位数值，及与SPM乘积，三种污染值按实测幅度范围各分成8个浓度组。

人群死亡率按死因分成全死因、呼吸系统疾病、循环系统疾病三类。把死亡人数分男、女，合计计算为死亡率，按1964年全国人口普查结果的人口构成比进行标化调整。另外死亡人数按相应8个浓度组分别统计死亡率和调整死亡率。由于浓度组出现月频数不等，为求得各浓度组死亡率的可比性，最后将死亡率统一调整为预计年死亡率。

大气污染浓度与预计年死亡率关系见表4—1、4—2、4—3，图三。商业区、居住区逐月大气污染浓度与死亡人数的关系见图四。

从图四可见污染浓度与死亡率关系有相同的趋势。但在夏季二者的趋势却截然不同。污染浓度下降，死亡人数上升，反映了季节的气象条件对人群死亡有影响，而且个别月份出现相反现象，即污染浓度上升，死亡率下降，如：1983年9月。二个地区的污染规律不同点是平均污染值SO₂，居住区高于商业区SPM则相反，而离散度商业

区明显大于居住区，可是人群中死亡率商业区高于居住区（见图四、五）。

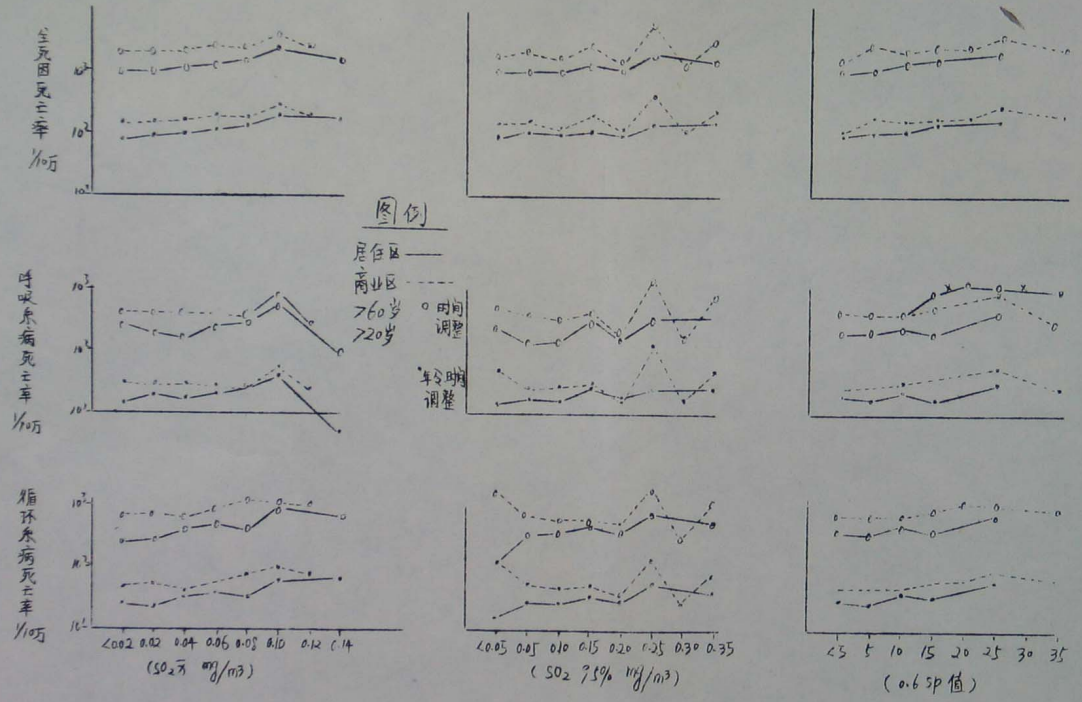
为进一步分析大气污染对人群死亡的关系，采取以地区平均死亡率（或死亡调整率）为基础，把各污染浓度组的死亡率变换为相对系数，变换后的数值列于表5。各浓度组的死亡率相对系数经卫生统计的回归方程计算相关性结果，在二氧化硫和 $0.6SP$ 的污染值对全死因、循环系统疾病死亡率是随污染值上升而上升，呈正相关，有显著性意义。其相关关系见表6、表7。在住宅区， SO_2 的95%相对系数对全死因也有相关意义，其他均无显著相关性的显示。从上述统计分析结果，反映了二氧化硫平均值和二氧化硫与飘尘的乘积具有同等的作用，但是相关系数的 r 值均以前者大于后者，这就说明了二氧化硫的影响作用超过了飘尘。

假设死亡率的相对系数1属于正常死亡水平，则按其二氧化硫的平均浓度为 $0.042 \mu g/m^3$ ， $0.6SP$ 的值为7.3—7.6。另外二氧化硫与飘尘二者具有非常显著的相关性（ $\hat{y}_1 = 167.96 + 0.85x_1$ ， $\hat{y}_2 = 133.95 + 1.50x_2$ ， $\hat{y}_{1,2}$ ——分别为居住区、商业区的飘尘： $\mu g/m^3$

$x_{1,2}$ ——为二氧化硫 $\mu g/m^3$ $r_1 = 0.5502 \quad P_1 < 0.01$
 $r_2 = 0.8134 \quad P_2 < 0.01$)。如

果二氧化硫的浓度为 $0.042 \mu g/m^3$ ，相对的飘尘浓度应该为 0.201 — $0.204 \mu g/m^3$ ，用 $0.6SP$ 关系来分析二氧化硫的污染浓度，即 $0.6P$ 或 $0.6S$ 时计算结果，估计二氧化硫的浓度范围在 0.02 — $0.06 \mu g/m^3$ 。

确定年二氧化硫容许浓度是以月最大污染值为基础进行推算，估算95%位数浓度值，按几何离散度关系计算。即： $y = 2.339 -$



图三 大气污染浓度组与估计年死亡率关系

表5 大气污染值与人群平均死亡率相对系数关系

污染浓度组的死亡率
($\frac{\text{污染浓度组的死亡率}}{\text{人群平均死亡率}}$)

地区	计算值	全死因系数							呼吸系病系数							循环系病系数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
居住区	$SO_2 \bar{x}$	> 60岁	0.84	0.82	0.88	1.00	1.24	1.91	-	1.22	1.24	0.76	0.64	1.07	1.22	2.36	-	0.34	0.58	0.68	0.99	1.13	1.01	2.24	-	1.56
		> 20岁	0.74	0.84	0.90	1.07	1.15	1.65	-	1.47	0.88	1.00	0.76	0.95	1.23	1.86	-	0.24	0.76	0.59	1.00	1.10	0.97	1.86	-	1.90
	SO_2	> 60岁	0.90	0.89	0.82	1.11	0.90	1.59	-	1.15	1.01	0.54	0.61	1.46	0.68	1.46	-	1.52	0.29	0.82	0.87	1.12	0.88	1.88	-	1.26
		95%	> 20岁	0.84	1.05	0.87	1.07	0.93	1.35	-	1.37	0.72	0.83	0.77	1.29	0.85	1.16	-	1.26	0.45	0.86	0.86	1.11	0.91	1.77	-
	0.68P	> 60岁	0.82	0.93	1.13	1.37	-	1.59	-	-	0.83	0.88	1.10	0.84	-	1.86	-	-	0.88	0.87	1.14	0.97	-	1.95	-	-
		> 20岁	0.89	0.96	1.00	1.32	-	1.54	-	-	0.96	0.86	1.10	0.78	-	1.50	-	-	0.92	0.83	1.17	0.99	-	1.86	-	-
商业区	$SO_2 \bar{x}$	> 60岁	0.89	0.92	1.01	1.15	1.02	1.68	1.07	-	1.04	1.01	0.96	0.96	0.87	2.12	0.68	-	0.94	0.97	0.81	1.14	1.56	1.46	1.25	-
		> 20岁	0.89	0.91	0.97	1.14	1.08	1.75	1.15	-	1.04	1.01	0.98	0.91	0.84	1.82	0.85	-	0.92	0.95	0.83	1.10	1.46	1.78	1.33	-
	SO_2	> 60岁	0.78	1.02	0.70	1.26	0.64	2.82	0.57	1.54	1.16	0.91	0.79	1.08	0.46	3.85	0.39	1.73	2.50	1.00	0.84	0.85	0.73	2.81	0.38	1.42
		95%	> 20岁	0.93	0.94	0.72	1.24	0.69	2.67	0.47	1.52	1.65	0.87	0.89	0.96	0.51	4.10	0.55	1.58	2.33	1.00	0.87	0.90	0.68	2.50	0.55
	0.68P	> 60岁	0.64	1.22	0.75	1.10	1.06	1.68	-	1.06	0.88	0.98	1.06	1.40	-	2.12	-	0.68	0.94	0.92	0.90	1.20	1.46	1.46	-	1.25
		> 20岁	0.63	1.20	0.96	1.10	1.11	1.75	-	1.26	0.87	1.00	1.07	1.33	-	1.82	-	0.85	0.93	0.91	0.92	1.15	1.25	1.77	-	1.33

• 1—8 为污染值顺序。

表 6

大气污染值与估计年死亡率系数直线回归方程计算结果的数值

年 令	计算值 (n)	全 死 因				呼 吸 系 病				循 环 系 病			
		a	b	r	p	a	b	r	p	a	b	r	p
>60	SO ₂ X	0.810	4.893	0.644	<0.05	1.012	1.248	0.096	>0.05	0.686	7.628	0.743	<0.001
	(14) SO ₂ 95%	0.796	1.860	0.375	>0.05	0.739	2.572	0.341	>0.05	1.011	0.975	0.154	>0.05
	(15) 0.6SP	0.885	0.017	0.593	<0.05	0.911	0.017	0.404	>0.05	0.835	0.023	0.726	<0.05
	(11)	$\hat{y} = a + bx$		注1 \hat{y} —死亡率系数		x—SO ₂ \bar{x} 、SO ₂ 95%、0.6SP的污染值							
>20	SO ₂ X	0.756	5.830	0.806	<0.01	1.008	0.286	0.029	>0.05	0.643	8.586	0.857	<0.01
	(14) SO ₂ 95%	0.814	1.826	0.412	>0.05	0.879	1.887	0.244	>0.05	1.019	0.845	0.157	>0.05
	(15) 0.6SP	0.847	0.021	0.722	<0.01	0.931	0.017	0.419	>0.05	0.810	0.025	0.773	<0.01
	(11-12)	$X = \frac{\hat{y} - a}{b}$		注2: X污染值单位 SO ₂ — $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0.6SP—为0.6SP				SPM— $\mu\text{g}/\text{m}^3$ —为0.6SP·10 ³					

表7略