

# 广州迈向国际大都市的大气环境生态问题

范绍佳 谭冠日

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

**摘要** 分析广州迈向国际大都市过程中大气环境  $\text{SO}_2$ 浓度和酷热两个因子对健康的影响. 研究表明广州冬季高浓度下死亡比低浓度多 10%, 夏季酷热天气 (高于  $34^\circ\text{C}$ ) 下死亡比平日多 10%, 未来广州大气污染物种类及浓度将增加, 气候和市区变暖, 夏季暑期延长酷热难挡. 必须严格控制污染排放, 改善能源结构, 加强绿化; 城市规划、布局和建筑设计要考虑到由于全球变暖和城市热岛可能造成更严重的酷暑; 改善医院的设施并建立大气污染预报和医疗气象预报系统.

**关键词** 广州, 国际大都市, 大气环境, 生态问题

## 1 目的和资料

严重的大气污染可以致命. 英国伦敦 1952年冬浓重的  $\text{SO}_2$ 和 TSP在几天内使 2000余人丧生. 对广州, 王志瑾统计出鼻咽癌死亡率和  $\text{SO}_2$ 浓度 (下略“浓度”两字) 有明显的相关; 黄兰芳等统计出各区呼吸疾病和肺癌死亡率分别与各区 TSP和苯并 (a) 芘的浓度大小有关<sup>[1]</sup>. 环境学界已认定苯并 (a) 芘有致癌作用,  $\text{SO}_2$ 也可能助长致癌<sup>[2]</sup>. 世界各地, 包括我国都有报导, 严寒或酷热天气往往有超额的死亡<sup>[3,4]</sup>.

广州能否在 15年内建成国际大都市, 其环境质量是一个很重要的因素. 本文主要分析与大气环境有关生态问题中  $\text{SO}_2$ 和酷热两个因子, 并不意味着其他污染物和气象要素对健康无足轻重. 国外有研究认为颗粒物对死亡的影响甚至比  $\text{SO}_2$ 的影响还大<sup>[5,6]</sup>. 事实上, 煤烟型污染的几种污染物常常相伴排放,  $\text{SO}_2$ 可以看成是一个代表. 至于酷热, 则是夏季对广州和上海人死亡影响最大的气象因子<sup>[3]</sup>.

本研究采用的  $\text{SO}_2$ 资料, 是广州市大气环境自动监测系统中一个位于市中心的测站 1986~ 1988年间冬季和夏季的日平均值. 日数虽然不多, 却是在一个定点的多次取样, 随机误差不可避免, 但无主观性偏歧. 同期死亡记录来自广州殡仪馆. 气象资料是广州气象站的正式记录.

## 2 冬季大气环境与死亡

### 2.1 大气污染与死亡

将日死亡数从大到小排列, 可以发现: 冬季死亡最多的 10 天中, 有 8 天  $\text{SO}_2$  超过其中位数 ( $0.190 \text{ mg/m}^3$ , 单位下同); 死亡最少的 10 天中, 有 7 天  $\text{SO}_2$  小于中位数。

将  $\text{SO}_2$  按大气质量日平均浓度标准分组 (表 1)。

表 1 冬季  $\text{SO}_2$  不同浓度下平均日死亡数

Tab. 1 Average daily mortality vs.  $\text{SO}_2$  concentration level in winter

$\text{SO}_2$ 范围 ( $\text{mg/m}^3$ )	日数 (%)	$\text{SO}_2$ 平均值 ( $\text{mg/m}^3$ )	平均日死亡数
达到 级标准 < 0.15	17 (31)	0.125	49.9
达到 级标准 0.15- 0.25	23 (41)	0.195	47.1
超过 级标准 0.25- 0.50	13 (24)	0.355	52.9
严重超标 > 0.50	2 (4)	0.576	53.0
合计或平均	55 (100)	0.225	49.6

由表可见, 当  $\text{SO}_2$  超过 级标准时死亡数明显增加。

尽管资料不充分, 我们还是试图探讨  $\text{SO}_2$  和死亡的剂量-反应的约略型式。将  $\text{SO}_2$  从小到大排列, 分别对  $\text{SO}_2$  和死亡数求 10 点滑动平均, 看到:  $\text{SO}_2$  浓度极低时死亡数的变化很大, 并与  $\text{SO}_2$  无关。  $\text{SO}_2$  超过 0.15 (级标准) 时死亡数随  $\text{SO}_2$  的变化似抛物线的上升一段。这种型式和伦敦死亡与“英国烟雾” (British Smoke) 的关系相似<sup>[5]</sup>。其特点是低浓度污染对死亡也有影响; 死亡随污染浓度的变化在低浓度时比高浓度时大; 污染物对健康的影响不存在一个“阈值”。在这种情况下, 大气质量标准的卫生学意义就受到质疑。

为了探索污染对不同原因的死亡有无不同影响, 将  $\text{SO}_2$  超过 级标准各类病当天 (或当天加次日) 死亡数和达标的当天 (或当天加次日) 死亡数相比得表 2。

表 2  $\text{SO}_2$  超过三级标准死亡数多于达标日死亡数的百分数

Tab. 2 Percentage of increase daily mortality by  $\text{SO}_2$  concentration exceed the standard III

死因	总计	传染	癌症	内分泌	精神	循环	呼吸	消化	妇产	其他	意外
当日	9.5	12.5	10.9	-	-	12.2	7.3	-	-	8.2	14.8
当日加次日	8.2	25.5	5.2	-	-	8.4	8.6	-	-	4.4	19.2

从表看到, 超标当日死亡比达标当日死亡多出将近 10%。循环系病、癌症以及传染病死亡的上述百分比都超过 10%。与人们想象不同的是, 呼吸系病的百分比却很小。“当日加次日”的上述百分比也大于零, 意味着污染的急性影响不只一天。

### 2.2 低温和 $\text{SO}_2$ 与死亡

大气的物理和化学性质都对人体有影响, 而且它们有时又是互相作用的。比如寒冷时死亡增多就有气候和污染的共同影响; 冬季低温使血管收缩 血压升高; 冷空气刺激呼吸道; 冷锋过境对生理和心理都是一种冲击<sup>[7,8]</sup>。低温时气层较稳定, 大气污染物积聚在低层, 浓度较大。这样, 要分辨多种物理、化学因子对死亡影响的份额颇为困难, 往

往只能通过统计予以定性地估计。把各日按  $\text{SO}_2$  高于或低于中位数同时最低温度高于或低于平均值 ( $10.8^\circ\text{C}$ ) 划分为 4 组, 统计各组的平均死亡数如表 3。

表 3 冬季  $\text{SO}_2$  和最低温度 ( $T$ ) 不同组合下的日平均死亡数

Tab. 3 Average daily mortality vs.  $\text{SO}_2$  concentration and minimum temperature in winter

$\text{SO}_2$ 浓度	$< 0.19\text{mg m}^{-3}$	$\geq 0.19\text{mg m}^{-3}$	平均(合计)
$T < 10.8^\circ\text{C}$	51.5 (13)	53.3 (19)	52.6 (32)
$T \geq 10.8^\circ\text{C}$	43.7 (15)	48.8 (8)	45.4 (23)
平均(合计)	47.3 (28)	51.9 (27)	49.6 (55)

注: 括号内是日数

从表 3 可以统计出: 在寒冷天气, 死亡数在高污染时比低污染时多 3.5%; 在不冷天气, 死亡数在高污染时比低污染时多 11.2%。在低污染情况下, 死亡在寒冷时比温暖时多 17.9%; 在高污染情况下, 死亡在寒冷时比温暖时多 9.2%。在寒冷和高污染的不良大气环境下, 死亡比温暖和低污染的良好大气环境下多 21.9%。

### 3 夏季大气环境与死亡

#### 3.1 大气污染与死亡

广州夏季大气污染比冬季轻, 一方面是夏季不必取暖 (不过空调的日渐普及将急剧增加夏季燃煤发电), 另一方面是夏季气层较不稳定, 污染物易于弥散。

表 4 夏季  $\text{SO}_2$  不同浓度下的日平均死亡数

Tab. 4 Average daily mortality vs.  $\text{SO}_2$  concentration level in summer

$\text{SO}_2$ 范围 ( $\text{mg m}^{-3}$ )	日数	$\text{SO}_2$ 平均值	平均日死亡数	
达到 1 级标准	$< 0.050$	7	0.032	37.3
达到 2 级标准	$0.050 \sim 0.150$	31	0.100	40.3
超过 2 级标准	$> 0.150$	6	0.209	40.7
平均	44	0.104	39.9	

从表 4 可以看到,  $\text{SO}_2$  超过一级标准时死亡仍有增加。

#### 3.2 酷热与死亡

夏季死亡资料是广州殡仪馆 1979~1989 年 10 个夏季全部 33673 个死者的记录。从资料的严格统计分析得到: 夏季在最高温度达  $34.0^\circ\text{C}$  以上当天死亡数明显上升。热日 (达到临界温度以上的日子) 平均死亡数超过非热日平均死亡数达 10.5%。热日多出的死亡, 有 95% 是病人, 有 65% 是 6 岁以上的老人。可见酷热对人, 特别是对病人和老人是一个重要的死亡因素。

从表 5 可以看出, 除癌症和消化系病外, 其他病在酷热天气下死亡增加较快。

广州热日死亡数与最高温度、最低温度成正比; 热浪后期死亡比初期多。然而, 晚夏死亡比初夏同样气象条件下死亡要少, 有季节内的适应性。广州人生活在温热气候中, 身体状况、生活习惯以及人工环境如城市布局、住宅形式等等, 都在一定程度上适应了

## 温热气候.

表 5 不同炎热日子死亡数对“非热日”死亡数之比

Tab. 5 Some heat- related mortality vs. " non- heat- related mortality" in summer

项目	传染	意外	癌症	内分泌	精神	循环	呼吸	消化	妇	其他	总计
G (34)	1.04	1.06	1.08	1.13	-	1.09	1.08	1.11	-	1.17	1.11
G (35)	1.16	1.19	1.09	1.13	-	1.12	1.18	1.26	-	1.29	1.18
G (36)	1.16	1.32	1.02	1.32	-	1.25	1.24	1.05	-	1.43	1.24

注: ① 定义“非热日”为最高温度低于 $34^{\circ}\text{C}$ 的日子; ② G (34) 表示最高温度高于等于 $34^{\circ}\text{C}$ 的日子的平均死亡数对“非热日”平均死亡数之比. 其余类推; ③“-”表示不计算比值, 因为基数太小

## 4 广州主要大气环境问题及对策

### 4.1 大气环境对人体健康的影响

冬季大气污染较重. 市内各区 TSP日平均浓度超过世界卫生组织标准的超标率为 $9\% \sim 17\%$ ;  $\text{SO}_2$ 超标率为 $0 \sim 22\%$ <sup>[1]</sup>. 在寒冷时, 高污染浓度下死亡比低浓度多 $3\% \sim 4\%$ ; 不冷时高浓度下死亡比低浓度多 $10\%$ . 夏季污染较轻, 但对健康以至死亡仍有影响. 夏季酷热天气 (高于 $34^{\circ}\text{C}$ ) 下死亡比常日多 $10\%$ . 冬季严寒时死亡也增加.

### 4.2 城市建设对大气环境的影响

大工业和乡镇企业的发展, 不可避免地会增加煤烟型污染. 汽车的迅猛增加必使尾气污染加重. 大气污染又会使酸雨增加.

城市面积的扩大必然使城市热岛加强, 城市温度更高. 热岛使大气趋于不稳定.

由于人类活动使大气  $\text{CO}_2$ 增加, 全球气候趋于变暖. 广州计划在 15年内建成国际大都市, 而广州 15年的气候变暖, 保守的估计是 $0.1 \sim 0.3^{\circ}\text{C}$ , 也有的估计是 $1.2 \sim 1.5^{\circ}\text{C}$ <sup>[3]</sup>. 变暖以下层大气为主, 使大气趋向不稳定.

### 4.3 大气环境的未来变化对人体健康和生态环境的影响

污染物种类增多及其浓度增加, 对健康肯定有害. 酸雨增加使城市建筑物和郊区农业及树木森林遭到损害.

城市上气层不稳定有利于局地污染物的弥散, 是减轻市区污染浓度的一个因素. 但总体上大气污染并未减少, 酸雨和广州附近地区的大气污染仍然增加.

气候变暖和市区变暖, 使冬季寒冷减弱, 冷期缩短, 有利于健康. 但夏季暑期延长, 酷热难当, 对健康极其有害.

### 4.4 主要大气环境问题的对策

(1) 严格对排污企业的环境影响评价; 严格执行新建企业防治污染的各项制度; 研究和采用减轻污染的工艺流程; 控制污染排放. 改善能源结构, 增加轻污染或无污染能源的比例.

(2) 加强城市绿化, 保护和扩大园林.

(3) 城市规划、布局和建筑设计要有环境意识和对未来环境变化的预见性. 要考虑到由于全球变暖和城市热岛可能造成更严重的酷暑.

(4) 改善医院的环境, 例如增加防尘、采暖和空调设施等.

(5) 建立大气污染预报和医疗气象预报. 天气预报要更有针对性, 例如酷热预报的标准应是  $34^{\circ}\text{C}$ .

### 参 考 文 献

- 1 黄兰芳等. 广州市全球大气监测十年动态研究. 广州环境科学, 1993, 8(2): 9~13
- 2 唐永奎等. 广州汽车尾气污染的动态规律及其对策研究. 广州: 中山大学出版社, 1992. 49
- 3 谭冠日. 全球气候变暖对上海和广州人群死亡数的可能影响. 环境科学学报, 1994, 14: 368~373
- 4 谭冠日, 黄劲松. 气候影响评价的两种统计方法——论广州天气对死亡率的影响. 南京气象学院学报, 1990, 13: 359~366
- 5 Schwartz J, Marcus A. Mortality and Air pollution in London: A Time Series Analysis. American Journal of Epidemiology, 1990, 131(1): 185~194
- 6 Schwartz J, Dockery D W. Particulate Air Pollution and Daily Mortality in Steubenville, Ohio. American Journal of Epidemiology, 1992, 135(1): 12~19
- 7 谭冠日, 严济远, 朱瑞兆. 应用气候. 上海: 上海科学技术出版社, 1985. 240~241
- 8 夏廉博. 人类生物气象学. 北京: 气象出版社, 1986. 157

## Ecological Problems Concerned with Atmospheric Environment During the Process to Build Guangzhou into an International Metropolis

*Fan Shaojia\* Tan Guanri*

**Abstract** This paper presents the impacts of atmospheric environmental  $\text{SO}_2$  concentration and intense heat on the people's health during the process to build Guangzhou into an international metropolis. Basing on the statistical analysis of human mortality in summer and winter, it is found that deaths from high daily  $\text{SO}_2$  concentration are 10 percent more than those from low daily  $\text{SO}_2$  concentration in winter and deaths from "hot day" with maximum temperature higher than  $34^{\circ}\text{C}$  are 10 percent more than those from ordinary day's temperature in summer. Because of the pollutant varieties and pollutant concentrations will increase, the climate and urban district will become warmer, and the summer day will become longer and extremely hot, in order to build Guangzhou into an international metropolis, it needs to control the pollutant's emission strictly, to improve the energy structures and plant more trees in and around the city. On city planning, distribution and designing of architecture, it must be considered the global warming and the intense heat due to city hot island. It needs to improve the medical facilities and establishing both air pollution forecast system and medical weather forecast system.

**Keywords** Guangzhou, international metropolis, atmospheric environment, ecological problems

\* Department of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275