

# 广州灰霾天气的气候特征分析<sup>①</sup>

刘爱君 杜尧东 王惠英

(广东省气候与农业气象中心, 广州 510080)

## 提 要

根据广州气象观测站 1961~2002 年观测资料,对广州市灰霾天气的气候特征及其成因进行了分析。结果表明,广州灰霾日数 12 月最多,6 月最少,秋冬两季占全年灰霾日总数的 70% 以上。年灰霾日数总体呈上升趋势,年灰霾日数变化可分为 5 个阶段,其中,70 年代末期至 80 年代中期、80 年末期至 90 年代中后期是灰霾的两个急剧上升阶段。灰霾日数年际变化多与大气中的污染物浓度有关,而月、季的分布多受天气形势和气象条件所控制。灰霾能够降低到达地面的太阳总辐射,减少日照时数。

**关键词:** 灰霾 气候特征 形成原因 太阳总辐射 日照时数

## 引 言

灰霾是指大量极细微的干性尘粒、烟粒、盐粒等均匀地悬浮在空中,使水平能见度小于 10.0km、空气普遍出现混浊的天气现象<sup>[1]</sup>,国际组织称这种现象为“亚洲棕色云”。1995~1999 年,美国、欧洲和印度等国的 200 多位科学家在印度和印度洋开展了一项国际大气科学试验。他们通过对飞机、船舶和卫星等携带设备观测资料的分析发现,在 12 月至 4 月,有一约三公里厚,面积达美国本土大

小的偏棕色气溶胶污染云层笼罩在印度洋、南亚和东亚上空,并将之称为亚洲棕色云(英文 Asian Brown Cloud,简称为 ABC)。灰霾不仅使公路、水路和机场的能见度降低,增加交通事故的次数,而且还能诱发鼻炎、支气管炎、小儿佝偻病等多种疾病,危害人体健康。广州作为珠江三角洲城市群的中心城市,改革开放以来城市化、工业化发展迅猛,机动车拥有量、建筑工地扬尘量和工业耗煤量、工业废气排放量都在不断增加,使广州成为我国

<sup>①</sup> 广东省科技计划项目“全球气候变化对广东省经济发展的影响与对策研究”(2004B32601001)资助

四个明显的灰霾区之一。1996年,广州市大气中的悬浮颗粒物为世界卫生组织标准的3~4倍,曾被列为世界上10个大气污染最严重的城市之一<sup>[2]</sup>。在美国卫星资料反演的2001年秋季气溶胶光学厚度图上可以看到,广州市气溶胶型污染的指标值已明显超过了国际上认定的污染临界值0.4。灰霾的形成、发展和消散与气象、气候条件密切相关<sup>[3]</sup>。本文根据广州40多年的灰霾、太阳总辐射、日照实际观测资料,分析灰霾的年内、年际变化及其原因,讨论灰霾对太阳辐射和日照时数的影响,以期对广州市灰霾的预测、防治及其影响评估提供科学依据。

## 1 资料来源

广州地面气象观测站1961~2002年的气象资料,包括灰霾日数、太阳总辐射、日照时数。花都(1961~2002年)、从化(1966~2002年)地面气象观测站灰霾天气日数。大气中总悬浮颗粒物资料来源于广东省志·环境保护志<sup>[4]</sup>及广州市环境状况公报。

## 2 灰霾的气候特征及成因

### 2.1 灰霾的月、季变化及成因

图1是广州市1961~2002年各月平均灰霾日数。可以看出,广州市不同月份灰霾日数明显不同。灰霾日数最多为12月,平均达5.9天,其次是1月份,平均灰霾日数5.0天,灰霾日数最少的为6月,仅0.7天。据实测资料统计,12月有64%以上的年份、1月有57%以上的年份都出现了灰霾天气。1983年12月、1986年1月的灰霾日数最多达18天和20天。而6月有近62%的年份都没有出现灰霾天气。从表1各季平均灰霾日数分布中可以看出,冬季(12~2月)灰霾日数占全年的42.6%,秋季占27.5%,秋冬两季占全年灰霾日总数的70%以上,夏季(6~8月)仅占全年的11.1%。表现出秋冬季节出现多,春夏季少的分布特征。这主要是由于秋冬季节冷空气活动频繁,广州市多位于变性高压脊内,空气干燥,气压稳定,风力微弱,地面附近的灰尘、汽车尾气难以扩散或稀释,从而导致灰霾天气的出现。而春夏季广州雨水充沛,雨水对空气中的灰尘等污染物起冲刷作用,不利于灰霾天气的形成。

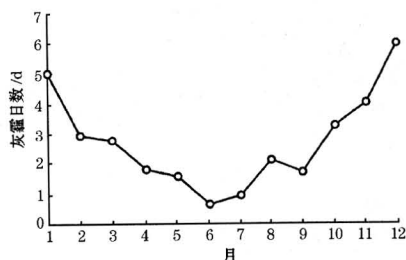


图1 广州市各月平均灰霾日数

表1 广州各季平均灰霾日数

季节	霾日数(天)	百分比(%)
春季(3~5月)	6.1	18.8
夏季(6~8月)	3.6	11.1
秋季(9~11月)	8.9	27.5
冬季(12~2月)	13.8	42.6
年	32.4	100

### 2.2 灰霾的年代际变化及成因

表2是广州市不同年代灰霾出现日数。可以看出,灰霾出现日数20世纪60年代平均只有2.0天,70年代虽有所增加,但也只比60年代多7.3天,80年代和90年代灰霾出现日数显著上升,平均日数分别达46.4天和71.9天。

表2 广州市不同年代灰霾出现日数

年代	60	70	80	90
出现日数	20	93	464	719
年平均	2.0	9.3	46.4	71.9

图2是广州市逐年灰霾日数的分布情况。为滤去年际间的随机变化,采用五年滑动平均对原灰霾日数序列进行了处理,同时用线性倾向估计分析了不同阶段灰霾日数的趋势系数(表3)。

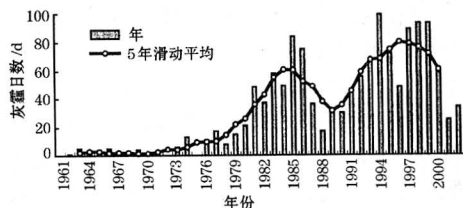


图2 广州站1961~2002年逐年霾日数图

从图2可以看到,广州市40多年来年灰霾日数总体呈上升趋势,年灰霾日数趋势系数为2.0天/年。灰霾日数最低值为0天,分别出现在1961、1967、1968、1972、1975年,最高值为99天,出现在1994年。

表3 广州灰霾日数年趋势系数

时段	趋势系数(天/年)
1961~2002年	2.0
1961~1977年	0.6
1978~1984年	8.0
1985~1989年	-16.6
1990~1996年	5.5
1997~2002年	-14.7

根据5年滑动平均曲线可以把年灰霾日数变化分成以下几个阶段(表3):

(1)60年代后期到70年代末期灰霾日数少而缓慢上升的阶段。该时段由于各种因素的综合影响,工业和交通运输的发展受到限制,环境的人为因素影响较轻,故灰霾日数很少,上升也比较缓慢<sup>[5]</sup>,年灰霾日数趋势系数仅0.6天/年。

(2)70年代末期至80年代中期的第一个急剧上升阶段。70年代末期开始,广州国民经济得到全面发展,人口增长,工业交通运输兴旺发达<sup>[5]</sup>,再加上观测站附近六运会赛场天河体育中心施工影响(1984~1986年),人为因素的影响与日俱增,广州市的灰霾日数出现了第一个急剧上升阶段,1985年灰霾日数达到84天,年灰霾日数趋势系数高达8.0天/年。

(3)80年代中期至80年代末期的明显下降阶段。原因在于经强化监督管理和大力综合治理,环境质量在这一时期明显改善,灰霾日数呈下降趋势,年趋势系数为-16.6天/年。

(4)80年代末期至90年代中后期的第二个急剧上升阶段。由于城区交通繁忙,机动车大量增加,机动车尾气污染严重,大气中总悬浮颗粒物浓度增加,80年代末期灰霾日数又开始增加,1993年底广州地铁一号线开始动工,当时的观测站正是在地铁施工天河段附近,对那段时期(1994~1999年)的霾天气形成有很大的影响。从图3可以看出,广州市大气中总悬浮颗粒物浓度与灰霾日数的变化趋势基本一致。这一阶段灰霾日数的年趋势系数为5.5天/年。

(5)90年代中后期开始的下降阶段。广州市积极实施“青山、碧水、蓝天”计划,治

理整顿污染源,搬迁城区工厂,增加绿地面积,努力建设绿色花园城市,有效地控制了污染物浓度,大气中总悬浮颗粒物浓度开始下降,灰霾日数也呈现出下降趋势。从1997至2002年的年趋势系数为-14.7天/年。但值得注意的是,虽然这一时期灰霾日数呈现下降趋势,但仍保持在较高的水平。

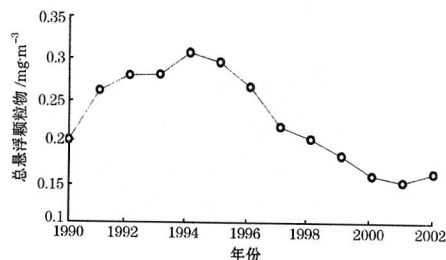


图3 广州市大气总悬浮颗粒物浓度变化

此外,灰霾天气的产生与城市化、工业化的发展密切相关。广州、花都、从化是三个相邻的城市,广州城市化、工业化的发展最快,花都次之,从化最慢。年灰霾日数也表现出广州最多,从化最少,花都居中的区域分布特征(图4)。

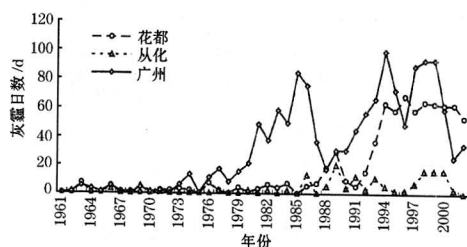


图4 广州、花都、从化逐年霾日变化曲线图

### 3 灰霾对太阳总辐射及日照时数的影响

从图5可以看出,广州1961~2002年期间年太阳总辐射及年日照时数呈逐年减少趋势,与年灰霾日数总体增加的趋势正好相反。表4是各年代灰霾日数、太阳总辐射、日照时数平均值。可以看出,各年代灰霾日数平均值呈上升趋势,80年代比60年代多44.4天,90年代比60年代多69.9天,而太阳总辐射80年代比60年代少 $670.09\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ,90年代比60年代少 $759.09\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ,日照时数80年代比60年代少386.4小时,90年代比60年代少435.4小时。2001年灰霾日数较少,年太阳总辐射量及年日照时数有所回升,但2002年灰霾日数的增加又导致太阳总

辐射量及年日照数的减少。可见广州灰霾日数的增减,对太阳总辐射和日照时数的影响是很大的。

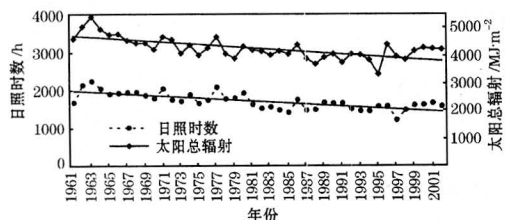


图5 广州市逐年日照时数、太阳总辐射  
(1961~2002年)

表4 各年代霾、太阳总辐射、日照时数平均值

项目	霾日数 /d	太阳总辐射 /MJ·m <sup>-2</sup>	日照时数 /h
60年代	2.0	4724.99	1939.2
70年代	9.3	4295.56	1827.2
80年代	46.4	4054.90	1552.8
90年代	71.9	3965.90	1503.8
2001年	25	4234.62	1651.0
2002年	34	4219.83	1566.5

#### 4 小结

①广州灰霾日数12月最多,平均达5.9天,6月最少,仅0.7天。秋冬两季占全年灰霾日总数的70%以上,夏季(6~8月)仅占全年的11.1%。

②广州市年灰霾日数总体呈上升趋势,

年灰霾日数变化分成以下五个阶段:60年代后期到70年代末期灰霾日数少而缓慢上升的阶段,70年代末期至80年代中期的第一个急剧上升阶段,80年代中期至80年代末期的明显下降阶段,80年代末期至90年代中后期的第二个急剧上升阶段,90年代中后期开始呈现下降但灰霾日数仍保持较高水平的阶段。

③灰霾天气的出现既与大气中的污染物浓度有关,也与天气形势和气象条件有关。灰霾日数年际变化多与大气中的污染物浓度有关,而月、季的分布多受天气形势和气象条件所控制。

④灰霾能够降低到达地面的太阳总辐射,减少日照时数。

#### 参考文献

- 1 中央气象局.地面气象观测规范.北京:气象出版社.1979:22~27.
- 2 何惠明.广东城市大气污染状况及防治对策.广东行政学院学报,2000,12(1):69~71.
- 3 吴兑,邓雪娇.环境气象学与特种气象预报.北京:气象出版社.2001:19~20.
- 4 广东省志·环境保护志.广东省地方志编纂委员会.广州:广东人民出版社.2001:54~61.
- 5 黄增明,梁建茵,吴艳标等.广州城市气候.北京:气象出版社.1994:56~59.

## Climatic Characteristics of Haze in Guangzhou

Liu Aijun Du Yaodong Wang Huiying

(Climatic and Agrometeorological Center of Guangdong Province, Guangzhou 510080)

### Abstract

According to the observation of Guangzhou Meteorological Observatory from 1961 to 2002, climatic characteristics and forming cause of haze in Guangzhou are analyzed. The results showed that in Guangzhou haze days was maximum in December and minimum in June, the haze days in autumn and winter accounted for more than 70 percent of annual total haze days. In general, annual haze days represented the increasing trend. The change of annual haze days could be divided into five stages, among which haze days from late 1970's to middle 1980's and from late 1980's to middle and late 1990's were increasing rapidly. Inter-annual change of haze days was associated with pollutant concentrations in the atmosphere, whereas monthly and seasonal distribution of haze days tended to be controlled by synoptic situation and weather conditions. Haze could decrease global solar radiation and reduce sunshine duration.

**Key Words:** haze climatic characteristics global solar radiation sunshine duration