

# 厦门城市能见度和雾的特征 与城市环境演变

周学鸣 蔡诗树

(福建省厦门市气象台, 361012)

## 提 要

利用厦门城市 1980~2000 年 21 年地面资料和探空资料,对能见度和雾演变特征及其物理成因进行分析,结果表明:厦门城市夏季能见度明显好于冬季,这可能与冬夏盛行风向不同,输送排放污染源地不同以及不同季节天气气候条件相关。厦门城市冬季和夏季能见度呈下降趋势,尤以夏季为突出,轻雾以上的频数也日益增加,其重要因素是城市的热岛效应。厦门城市能见度虽然明显好于污染较为严重的北京,但冬季厦门城市能见度与北京呈反位相演变趋势。夏季厦门城市能见度有着明显的日间变化,这与夏季海陆风日变化的垂直环流圈有密切关系。

**关键词:** 城市环境 能见度 雾

## 引 言

随着城市的规模发展,工业、交通、建筑都使得城市环境污染日益加重。污染的加强,主要表现之一是城市能见度的下降,城市气溶胶浓度的增加,城市雾日随之增加<sup>[1]</sup>。随着城市人口激增,城市居民、工业能源、交通能源消费剧增以及城市建筑群的重新分布,城市环境大气的动力、热力结构发生了重大变化,形成了人类活动影响下的特殊局地气候特征,造成了城市“热岛”环境。经济发达区域可构成“城市群”,其城市与郊区排放源之间的污染扩散、混合效应,构成区域性大范围污染扩散、混合现象,经大气环流的动力效应,形成污染物远距离输送和二次污染物再扩散<sup>[2]</sup>。特定的地理位置和气象条件可造成能见度降低,也有利于雾的形成。

20 世纪 80 年代初期,厦门列为经济特区,经过二十多年来的建设和发展,已形成了经济繁荣、人口倍增、高耸建筑群落、交通密集、工业区密布的规模城市。厦门城市的发展改变了二十多年前的自然环境条件。本文

通过对 21 年来厦门测站能见度、雾、气温、风资料和东山测站温度资料以及厦门测站探空资料进行分析,找出厦门城市能见度和雾的演变特征和物理成因,并阐述厦门城市环境变化的规律,为厦门城市环境保护和治理提供基础信息。

## 1 厦门城市能见度的变化趋势

### 1.1 厦门城市能见度季节性差异显著

图 1 给出厦门 1 月和 7 月能见度的年际变化,图 1 表明:厦门城市夏季的能见度明显好于冬季,7 月份 21 年能见度平均值为 26km,而 1 月份能见度平均值为 15.8km,能见度多年平均值夏季(7 月份)比冬季(1 月份)高出 10.2km。近 21 年来厦门城市能见度夏季和冬季都呈转差趋势,尤以夏季更为突出。夏季(7 月份)能见度由 20 世纪 80 年代初的平均 29km,2000 年下降到 19km,下降幅度达到 10km,而冬季(1 月份)能见度由 80 年代初的平均 17km,2000 年下降到 12km,下降幅度达到 5km。显然,夏季能见度下降的幅度是冬季的 2 倍。

以上结果表明:厦门城市经过20多年来突飞猛进的建设和发展,已改变了80年代前的自然环境条件,使得城市能见度大幅降低,这一发展趋向值得重视。

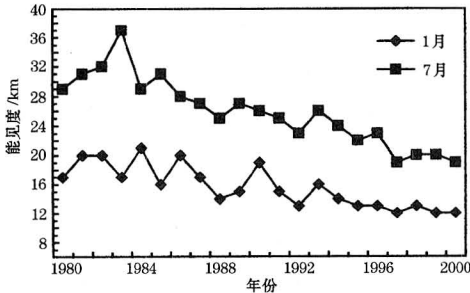


图1 厦门城市能见度冬季(1月)、夏季(7月)年际变化曲线图

### 1.2 厦门城市能见度特征与北京城市的比较

图2为1980~1999年北京城市夏季(7月)和冬季(1月)能见度变化趋势<sup>[3]</sup>。图中表明:北京城市能见度冬夏呈两种不同变化,夏季(7月)北京城市能见度也有转差趋势,由80年代初平均11km,到1999年降为7.5km,下降幅度为3.5km,相反,冬季(1月)能见度转好,由80年代初的平均9km,1999年上升到12km,上升幅度为3km。

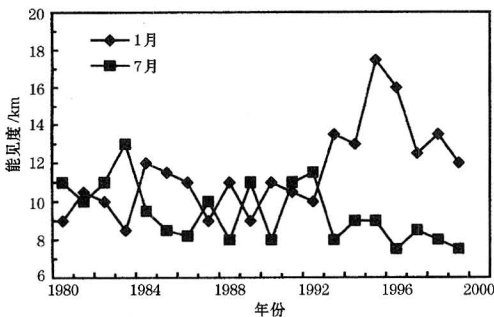


图2 北京城市能见度冬季(1月)、夏季(7月)年际变化曲线图

众所周知,北京城市是环境污染较为严重的一座北方大城市,与地理位置处在东南沿海的厦门城市相比,其能见度远差于厦门城市,这一点从图1和图2相比较就可以显而易见。值得注意的是北京城市由于进行环境治理使得冬季能见度呈好转趋势,而厦门

城市冬季(1月)能见度在20世纪末已下降到与北京相同的数值即12km。另一方面,厦门城市夏季能见度要比北京城市好得多,到20世纪末厦门城市夏季(7月)能见度为20km,而北京城市仅为7.5km。但厦门城市夏季能见度下降幅度又比北京城市大得多。

### 1.3 不同季节厦门城市能见度日变化特征

厦门城市能见度在冬季和夏季日变化特征存在较大的差异,表1为2000年1月和7月每日02、08、14、20时四次观测能见度月平均值。可见,夏季厦门城市能见度日间变化显著,最好的时段是在中午前后,而凌晨至早晨能见度较差。冬季厦门城市能见度并没有多大差异,四个时次之间相差0~2km。这种冬季能见度日变化不大,夏季变化显著,除了与人类活动的不同季节差异有关外,还与不同季节城市天气气候变化有关。

表1 2000年1月和7月厦门城市能见度四个时次月平均值(单位:km)

月份	02时	08时	14时	20时
2000年1月	12	11	13	12
2000年7月	18	15	23	20

### 2 厦门城市雾的变化趋势

厦门城市雾的发生频数也在增加。必须指出的是,厦门城市浓雾主要集中在3~6月份春雨和梅雨季节,而冬季和夏季以轻雾为最多。

统计厦门城市冬季(12月至次年1月)和夏季(7~8月)出现轻雾以上日频数逐年变化(图略),可以看到,两季节雾日频数呈增加趋势,这与厦门城市能见度逐年降低呈正相关。厦门城市冬季和夏季轻雾以上日频数增加说明了与厦门城市自然环境改变、城市局地风场特征的改变、大气气溶胶的输送以及水汽条件有着密切关系。

### 3 厦门城市能见度冬夏差异及演化趋势的影响因素分析

#### 3.1 厦门城市能见度冬夏差异与季节盛行风系关系密切

厦门城市夏季能见度明显好于冬季,这可能与冬夏盛行风向不同、输送排放污染源

地不同以及不同季节天气气候条件相关。

厦门城市冬季盛行风中,偏北风分量最大。由于北方冷空气频频向南侵入,这就造成北部工业城市群污染物构成区域性大范围污染扩散、混合现象,通过大尺度环流的动力效应,形成污染物的远距离输送和二次污染再扩散。在夏季,厦门城市盛行偏东风或偏南风,由于城市东南方是广阔的西太平洋,海洋上空的污染物相对要少得多,对于厦门城市输送的气溶胶密度远不如冬季。这是厦门城市能见度冬夏季节差异原因之一。

厦门城市能见度冬夏季节差异与天气气候条件如气温的时空变化差异有着密切关系。厦门城市冬季在受北方冷空气影响中,常常从近地面层以扩散的形式,使地面气温下降,造成城市上空有较强的逆温现象,这种特殊持续的城市逆温层类似于“大锅盖”效应条件,使得厦门城市局地产生的污染物以及北部工业城市输送来的二次污染物,不易向空间扩散,从而导致气溶胶浓度不减,造成长时间的能见度差的现象。夏季,厦门城市上空常受副热带高压控制,逆温层的“大锅盖”效应不明显,这使得厦门城市局地排放污染物能够充分向空间扩散,不利于堆积,因此能见度要明显好于冬季。

图3和图4分别为2000年1月1~15日和7月1~15日08时厦门测站气温随高度变化时间剖面图,可以看出:1月1~12日几乎为接地逆温,逆温中心出现在2日、9日、12日,最大的逆温强度达到 $2.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ,逆温层顶高度在 $400\sim 600\text{m}$ 之间,14

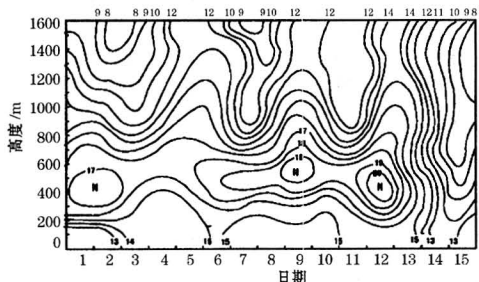


图3 2000年1月1~15日08时厦门测站气温随高度变化时间剖面图

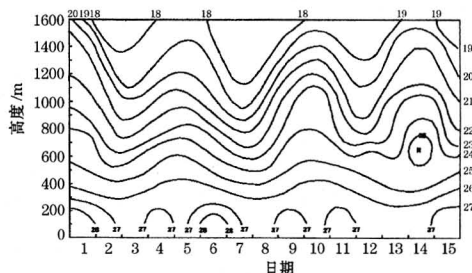


图4 2000年7月1~15日08时厦门测站气温随高度变化时间剖面图

~15日由于受强冷空气影响,逆温层消失。7月地面气温较高,一般在 $27\sim 28^{\circ}\text{C}$ 之间,逆温现象很不明显,仅在14日有较弱的悬浮逆温,逆温强度小于 $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ,逆温层顶高度在 $700\sim 800\text{m}$ 之间,混合层高度明显增高。由此可见,冬夏季节逆温层的存在和强度显著差异足以说明厦门城市能见度夏季好于冬季这一事实。

### 3.2 厦门城市“热岛”效应是能见度逐年下降的重要原因

研究指出<sup>[4~6]</sup>,城市热岛效应是城市发展、人类活动形成的城市小气候。近几年来,由于经济的发展,人口倍增,城市规模扩大,城市楼房向群落化、高层化发展,以水泥、沥青为主体的城市道路向高架、高速、宽带化发展,绿地面积萎缩,大建筑的施工,日益增多的汽车尾气排放以及空调设备的大幅增加,逐年增多的工业排放气体,使得城市热岛强度得以加强。城市热岛效应最终导致了建筑群及街道的湍流加强,改变了局地动力、热力结构及其特定的污染动力扩散条件,最终引起大气气溶胶浓度增多,导致能见度逐年下降。

为了分析厦门城市热岛的发展演变趋势,将与厦门城市地理位置和海洋性气候相似的东山岛进行气温对比分析,同时也对海拔高度分别为139m和53m的厦门测站和东山测站的地面气温作了 $0.5^{\circ}\text{C}$ 的温差订正,以确保一定的可比性。1980~2000年7月厦门城市月平均气温比东山县高出 $0.3\sim 1.1^{\circ}\text{C}$ ,特别是后10年气温稳定高出 $0.6\sim$

1.1℃,这说明了厦门城市热岛效应已显露出来,并有加剧的趋势。

### 3.3 夏季厦门城市能见度日变化与海陆风有密切关系

夏季在无热带天气系统的影响下,厦门城市的海陆风现象就明显表现出来。夏季中午日照增温达到最强,空气热膨胀上升,海面吹向城市吹偏东偏南风补充了新鲜空气,形成了在原有大气环流条件下叠加的垂直环流圈,城市上空上升运动使得污染物迅速向空间扩散,这就造成了夏季14时前后厦门城市能见度明显好于其他时次。相反,夜间由于城市辐射降温快,城市向海面吹偏西或偏北风,形成了反垂直环流圈,大气气溶胶有利于堆积下沉,相对来说能见度要差。表1中,2000年7月14时和20时平均能见度分别为23km和20km,而02时和08时分别为18km和15km,就说明了厦门城市夏季能见度日间变化的显著性。而厦门城市冬季受北方冷空气的影响频繁,海陆风的现象往往不太明显,边界层常有持续较强的逆温层存在,能见度的日间变化甚小。

图5为2000年7月14时与08时厦门测站地面u分量(西风为正值,东风为负值)风差值和厦门城市能见度差值关系曲线图,两曲线近乎以零值轴线呈反位相关系,14时与08时u分量风差值大多天数为负值,也就是说,14时东风分量和08时西风分量越大,

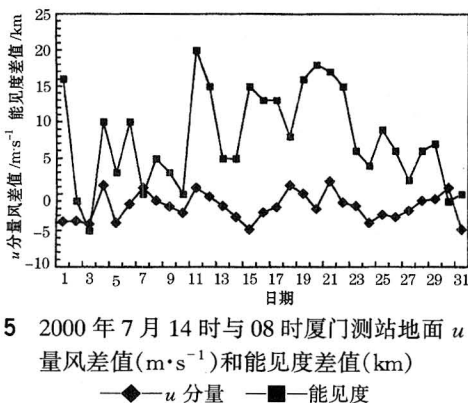


图5 2000年7月14时与08时厦门测站地面u分量风差值( $m \cdot s^{-1}$ )和能见度差值(km)  
 ◆—u分量    ■—能见度

海陆风日间变化就越明显,表明了夏季厦门城市能见度明显的日变化(14时与08时的能见度差值大)与持续的海陆风日变化有非常密切的关系。

### 4 结论

(1) 厦门城市能见度存在显著的季节性差异,夏季能见度要比冬季好得多,1月与7月的多年平均值相差10.2km。

(2) 厦门城市能见度冬夏季都呈下降趋势,尤以夏季更为突出。轻雾以上的频数也呈逐年增加。

(3) 厦门城市夏季能见度明显好于冬季的主要原因是:冬季厦门城市受北方冷空气影响频繁,盛行偏北风,北方的工业城市污染物扩散输送造成二次污染以及冬季边界层存在较强的逆温层形成“大锅盖”效应,造成了能见度差。而夏季盛行偏东偏南风,周边工业城市污染物输送较少,副热带高压控制,不常形成逆温层,能见度要好得多。

(4) 厦门城市的热岛效应已显露出来,它是造成厦门城市能见度逐年下降的重要原因。

(5) 夏季厦门城市能见度有着明显的日变化,最好的能见度出现在14时前后,02时至08时能见度最差,这与夏季明显海陆风日变化的垂直环流有密切关系。

### 参考文献

- Hodkinson RJ. Calculations of color and visibility in atmospheres polluted by gaseous  $NO_2$ , International J. of Air and Water Pollution. 1966, (10):137—144.
- 徐祥德. 城市化环境大气污染模型动力学问题. 应用气象学报, 2002, 13(特刊):1~12.
- 王继志, 徐德祥, 杨元琴. 北京城市能见度及雾特征分析. 应用气象学报, 2002, 13(特刊):160~169.
- Landsberg HE. City Climate. Word Survey of Climatology, 1981, (3):299~334.
- 卢敬华. 城市热岛效应的分析. 成都气象学院学报, 1991, (3):32~37.
- 桑建国. 城市热岛效应的分析解. 气象学报, 1986, 44(2):251~255.

## On Visibility and Fog Characters and Environment Evolvment in Xiamen City

Zhou Xueming Cai Shishu

(Xiamen Meteorological Office, Fujian Province 361012)

### Abstract

Based on visibility and fog data from 1980 to 2000, the characters of fog and visibility, and the evolvment rules are studied. The result shows that visibility in summer is better than that in Winter. This may be caused by different prevailing wind, transportation of pollutants, and different weather condition between winter and summer. There is a downtrend of Xiamen's visibility. Days of light fog are increasing. Visibility in Xiamen is much better than that in Beijing where is serious pollution. Xiamen's visibility has distinctly daily variations, it is related with sea-land breeze in summer.

**Key Words:** city environment visibility fog