

上海城市对雾的影响*

周淑贞 郑景春

(华东师范大学地理系)

上海是我国最大的工商业城市,城市气候效应十分显著^[1]。本文应用上海气象台(位于市区龙华)气象资料¹⁾和上海十个郊区气象资料²⁾,来分析上海城市对雾的影响。

1. 上海城市对雾的生消影响

上海是我国沿海多雾城市之一。我们曾根据上海近 24 a (1956—1979) 中出现的 990 次雾作了普查,按照成雾的物理机制不同,可以把上海的雾分成:辐射雾、锋面雾、平流雾和平流辐射雾四类。其中以辐射雾为最多,约占总雾日数的 44.8%。形成各类雾的天气形势和有关气象要素的变化虽各不相同,但其基本的成雾条件是:风速小,空气层结稳定(常有逆温),相对湿度大,有丰富的凝结核^[2-3]。要探讨上海城市对雾的生消影响,就必须从城市对上述成雾的四个条件所产生的效应进行分析研究。

上海城市人口高度集中,城区人口密度高达 43115 人/km²,相当于郊区的 47 倍强^[4],居民炉灶、工厂和市区汽车等排放至大气中的污染物远远超过郊区。这些污染物大多数是善于吸水的凝结核。城区的建筑物密度大(>56%),房屋鳞次栉比,参次不齐,下垫面粗糙度大于郊区。因此城区内的平均风速小于郊区^[5]。从凝结核多、风速小,这两个条件看来,上海城区是有利于雾的生成的。

但是,上海城区下垫面为人工铺砌的路面、建筑物等,它们所占有的不透水面积在 80%以上,绿化面积小,每人平均仅 0.466 m² ^[4]。因此,城市中蒸散量远远小于郊区。有干岛效应^[6-7]。再加上上海有明显的热岛效应,特别是在有利于辐射雾生成的无风及无云的天气下,热岛强度最大^[7-8]。这就使得上海城市的相对湿度比郊区更显得相形见绌。又由于城市热岛的存在,使低空的大气稳定度减弱,湍流加强。这几个因子综合起来,城市就不利于雾的生成。

为了从观测实践中来分析上海城市对雾的生消影响,我们普查了最近十年(1971—1980)上海台(龙华)与郊区气象站的雾的记录。分析上海台有雾而同时时间郊区无雾以及郊区有雾而同时时间内上海台无雾的两种不同情况的众多实例。发现上海城市有利于雾生的主要因子是大气污染,凝结核多,而有利于雾消的突出因子则是城市热岛效应。从表 1 可以看出:当上海城市热岛不显著时(Δt_{L-m} 很小),龙华台的相对湿度虽然比附近的嘉定、上海县和南汇三站都低,但仍然出现雾,而其它郊县站却无雾(见表 3 序号 1,2)。相反,当上海城市热岛较强时,尽管龙华的相对湿度并不过低,但仍出现郊县站均有雾而龙华无雾(见表 3 序号 3,4)的实况。

我们统计了:(一)最近十年龙华有雾而同时时间内嘉定、上海县和南汇等 3 个郊县站无雾(甲),以及龙华无雾而同时时间内嘉定等三站有雾(乙)的实例数,(二)最近十年内龙华有雾而郊区站(8—10 个站)均无雾(丙)以及龙华无雾而郊区站均有雾(丁)的实例数,其结果如表 2 所示。嘉定、上海县和南汇三站因风向关系受城市影响,其污染系数甚大^[9]。龙华与这三个站相比,城市雾消的影响远大于雾生的影响(表 2 中(乙)的总数比(甲)多 22 日)。但如与全地区相比,城市雾生的影响尚略大于雾消(表 2 中(丙)的总数比(丁)多 5 日)。

* 本文于 1986 年 2 月 4 日收到,1986 年 6 月 13 日收到修改稿。

1) 上海气象资料(1951—1980),上海市气象局,1981 年 6 月版;

2) 上海郊区 10 个站气象资料,均系上海市气象局 1981 年 12 月出版。

表 1 两种不同现象的实况举例

| | 序号 | 年月日 | 上海台雾时 (时、分—时、分) | 气象要素 | I 龙 华 | II 嘉 定 | III 上海县 | IV 南 汇 | Δt I-III |
|----------------------|----|------------|--------------------|--|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 上海台有雾 而同时郊县 无雾 | 1 | 1979 1 3 | 17:30—08:19 | 相对湿度(%) 气温($^{\circ}\text{C}$) 风向/风速 | 90 7.8 C | 94 7.0 C | 96 7.1 C | 99 7.4 WSW/1 | 0.7 |
| | 2 | 1979 2 8 | 07:40—08:35 | 相对湿度(%) 气温($^{\circ}\text{C}$) 风向/风速 | 83 -0.8 WNW/2 | 89 -0.5 NW/2 | 91 -1.0 C | 90 -1.0 NW/1 | 0.2 |
| 郊县有雾而 同时上海台 无雾 | 3 | 1979 2 8 | 嘉定雾时* —08:45 | 相对湿度(%) 气温($^{\circ}\text{C}$) 风向/风速 | 87 6.5 NNE/2 | 96 3.1 N/4 | 98 4.3 NNW/1 | 97 4.1 N/3 | 2.2 |
| | 4 | 1980 11 13 | —08:45 | 相对湿度(%) 气温($^{\circ}\text{C}$) 风向/风速 | 91 15.0 ENE/1 | 100 12.1 NNE/2 | 95 11.0 NNE/2 | 98 14.0 NNE/2 | 4.0 |

* 郊区站夜间不记雾生时刻，只记有雾无雾。

表 2 四种不同情况的实例统计(1971—1980)

| 类 别 | 月 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 | | | | | | | | | | | | 总 数 |
|-----|---|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 一 | 甲 | 10 | 4 | 6 | 4 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 4 | 5 | 5 | 45 |
| | 乙 | 5 | 4 | 4 | 2 | 3 | 7 | 9 | 8 | 5 | 7 | 9 | 4 | 67 |
| 二 | 丙 | 6 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | 23 |
| | 丁 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 4 | 3 | 18 |

2. 上海城市对雾的时空分布的影响

根据上海台近 30 a 雾日的统计资料看来，其逐个十年年平均雾日数有渐次递减的现象。与此同时，郊县十个站中有六个站是近十年比前十年雾日数增多的，只有四个站近十年的雾日数是比前十年减少，但其减少值均比龙华小得多（见表 3）。由此可见，从区域气候条件来讲，并没有使上海地区雾日数普遍减少的现象。龙华雾日数的递减主要是因为在城市发展过程中，城市的热岛强度(Δt)和干岛强度(ΔR_H)都同时增强（见表 4），城市对雾消的影响愈来愈大的缘故。

表 3 上海台与郊县各站近数十年雾日数的变化*

| | 上海台 (龙华) | 嘉定 | 上海县 | 南汇 | 崇明 | 宝山 | 川沙 | 青浦 | 松江 | 奉贤 | 金山 |
|-------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| I. 1951—60年年平均值 | 51.5 | | | | | | | | | | |
| II. 1961—70年年平均值 | 43.1 | 51.6 | 51.2 | 36.3 | 25.3 | 29.9 | 16.6 | 30.0 | 28.7 | 37.0 | 35.3 |
| III. 1971—80年年平均值 | 34.6 | 51.0 | 50.1 | 51.3 | 25.9 | 24.8 | 13.4 | 32.6 | 34.2 | 42.7 | 51.5 |
| III—II | -8.5 | -0.6 | -1.1 | 15.0 | 0.6 | -5.1 | -3.2 | 2.6 | 5.5 | 5.7 | 16.2 |

* 表中数字与文献[2]中的数字有出入。因文献[2]系根据上海市气象局1972年出版的“上海气候资料（地面部分）”P. 44. 所列的“各月雾日数”转录。此处系根据上海市气象局1981年出版的十个郊县气象资料统计而得。

表 4 上海近二十年来城市热岛强度(Δt)和干岛(ΔR_H)强度的变化*

| 年 | I 上海台 | | II 嘉定 | | III 上海县 | | IV 南汇 | | I—II | | I—III | | I—IV | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| | t | R_H | t | R_H | t | R_H | t | R_H | Δt | ΔR_H | Δt | ΔR_H | Δt | ΔR_H |
| 1961—1970 | 15.69 | 79.0 | 15.42 | 80.7 | 15.55 | 81.0 | 15.45 | 82.0 | 0.27 | -1.7 | 0.14 | -2.0 | 0.24 | -3.0 |
| 1971—1980 | 15.66 | 78.5 | 15.34 | 81.0 | 15.39 | 81.8 | 15.40 | 83.1 | 0.32 | -2.5 | 0.27 | -3.3 | 0.26 | -4.6 |

* 表中 t 示年平均气温($^{\circ}\text{C}$), R_H 示年平均相对湿度(%).

上海的雾日数有明显的季节变化。由表 5 可见各台站皆以仲秋至初冬的雾日数最多。春季其次,盛夏最少。这是区域气候因子所决定的。值得注意的是上海城市大气污染浓度、热岛和干岛强度的季节变化对龙华雾日的季变有明显的影响。10,11 两月城市热岛强度最大^[4],龙华的雾日数比其近郊嘉定和上海县都少。1 月份上海的大气污染浓度最高¹⁾,热岛强度相对于仲秋时稍弱,因此 1 月龙华的雾日数居全地区的首位。盛夏 7,8 月上海城市大气污染浓度最低,城乡之间相对湿度值最大,城区的热力湍流和机械湍流都比郊区强,因此这时龙华的雾日数低于全地区的平均值,近于末位。由于城市这些有利于雾生或雾消的因子的影响,导致龙华一年中雾日数的振幅(12 月的 5.6 日与 8 月的 0.7 日的差值 4.9 日)特别大。

上海雾日的地区分布受城市的影响十分显著。从全年平均雾日分布图看出,上海城区年平均雾日数在 40 d 以上,位于全区第 I 多雾区范围之内(另一多雾区 II 系受杭州湾影响),这显然与城区凝结核丰富、风速小等因子有关(参见表 2 第二组(丙)、(丁)两种情况的对比),但最多雾的中心在城区西北部的嘉定(53 d),其次为上海县(49.9 d)。因为这两地风向污染系数大而又在城市热岛范围之外的缘故。

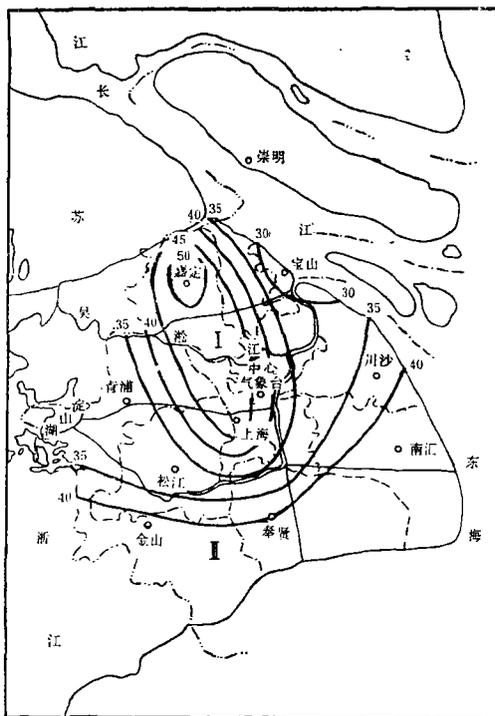
表 5 上海地区各台站平均雾日数的逐月变化(1960—1980)

| 月 | 站名 | 上海台 | 嘉定 | 上海县 | 南汇 | 崇明 | 宝山 | 川沙 | 青浦 | 松江 | 奉贤 | 金山 | 全区平均 |
|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | | 4.3 | 4.0 | 4.1 | 3.8 | 2.5 | 2.8 | 3.6 | 3.7 | 3.0 | 3.9 | 3.8 | 3.6 |
| 2 | | 3.7 | 3.8 | 3.3 | 3.1 | 2.0 | 3.1 | 3.4 | 2.8 | 2.6 | 3.0 | 2.9 | 3.1 |
| 3 | | 3.8 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 2.8 | 3.4 | 3.5 | 3.2 | 2.7 | 3.1 | 3.4 | 3.4 |
| 4 | | 3.8 | 3.9 | 3.7 | 3.7 | 2.7 | 3.0 | 3.7 | 3.0 | 2.7 | 2.8 | 3.1 | 3.3 |
| 5 | | 4.0 | 4.1 | 4.1 | 3.5 | 1.9 | 2.7 | 3.2 | 3.0 | 2.8 | 2.3 | 3.4 | 3.2 |
| 6 | | 2.4 | 4.7 | 3.5 | 3.4 | 1.3 | 1.7 | 2.6 | 1.7 | 1.7 | 2.1 | 2.8 | 2.5 |
| 7 | | 0.8 | 2.9 | 2.5 | 2.5 | 1.3 | 0.7 | 1.2 | 1.0 | 1.0 | 2.5 | 1.5 | 1.6 |
| 8 | | 0.7 | 3.0 | 3.4 | 2.0 | 0.6 | 0.3 | 1.1 | 0.9 | 1.1 | 2.6 | 2.5 | 1.7 |
| 9 | | 1.9 | 4.1 | 4.7 | 3.0 | 1.4 | 0.8 | 2.1 | 1.9 | 2.4 | 3.3 | 3.6 | 2.7 |
| 10 | | 4.6 | 5.7 | 5.3 | 4.2 | 2.7 | 2.1 | 3.1 | 3.5 | 3.9 | 4.8 | 5.4 | 4.1 |
| 11 | | 4.6 | 7.0 | 6.0 | 4.6 | 2.8 | 2.8 | 3.7 | 3.4 | 3.7 | 5.0 | 5.0 | 4.4 |
| 12 | | 5.6 | 5.8 | 5.2 | 5.3 | 3.6 | 4.1 | 4.8 | 3.4 | 4.0 | 4.6 | 5.7 | 4.7 |
| 年 | | 40.1 | 53.0 | 49.9 | 49.9 | 25.5 | 27.5 | 36.1 | 31.3 | 31.5 | 40.0 | 43.0 | 38.3 |

3. 结 论

上海城市既有有利于雾形成的因子,又有不利于雾产生的效应。在过去的文献中往往只强调前者而忽视后者,这一观点应予纠正。随着上海城市的发展,热岛和干岛效应不断增强,在区域气候和污染条件无大变化的情况下,上海城区雾日数将有减少的趋势。此外上海北郊为一少雾区,对飞机场和江轮码头的选址是有利的。

¹⁾ 见陆骏:上海大气中 SO_2 污染及其与气象因子关系的探讨。华东师大地理系油印本,34—35 页。



上海地区年平均雾日分布图(1960—1980年)

参 考 文 献

- [1] 周淑贞、张超,城市气象学导论,85—211,华东师范大学出版社,1985年。
- [2] 周淑贞等,上海的雾,地理学报,36卷1期,1981年。
- [3] 周淑贞等,上海雾的形成和分类,海洋湖沼通报,1981年,1期。
- [4] 周淑贞,上海城市发展对气温的影响,地理学报,38卷,4期,1983年。
- [5] 周淑贞,上海城市发展对风速和湿度的影响,地理科学,40卷,4期,1985年。
- [6] 周淑贞、张超,上海城市对湿度和降水分布的影响,华东师范大学学报(自然科学版),1983年1期。
- [7] 周淑贞、张超,上海城市气候中的四岛效应,《城市气候与城市规划》,128—137,科学出版社,1985年。
- [8] 周淑贞、张超,上海城市热岛效应,地理学报,37卷,4期,1982年。

SHANGHAI URBAN INFLUENCE ON FOG

Zhou Shuzhen Zheng Jingchun

(Department of Geography, East China Normal University)

Abstract

By comparing the simultaneous meteorological records in Shanghai urban area with those in its suburbs, we find the urban influence on fog is very remarkable. There are some favorable conditions for the formation of fog (such as weaker wind velocity and more heavy pollution products acting as atmospheric condensation nuclei) and some are unfavorable (such as heat island effect tended to diminish temperature inversion and relative humidity).