

北京地区低能见度的气候特征及影响因素^{*}

王淑英 徐晓峰

(北京市气象科学研究所, 北京 100089)

摘要 利用近 10 年地面常规气象观测资料及 1998 年 1 月至 2000 年 7 月主要空气污染物浓度资料, 分析了北京地区 <1 km 低能见度的气候变化特征及出现低能见度的气象条件和污染状况, 总结出北京地区 <1 km 低能见度的季、日变化特征、主要影响因素和形成条件。

关键词 低能见度 气候特征 空气污染

引言

能见度是影响海、陆、空交通运输的重要因素, 而低能见度的出现不但影响交通运输的正常进行, 还具有极大的危险性, 是诱发重大交通事故的主要气象条件, 也给人们的工作、生活带来极大不便。因此, 研究和掌握低能见度的变化特征及生成低能见度的主要影响因素, 对进一步搞好低能见度的预报、确保交通安全、减少事故发生具有重要意义。

以往的研究中, 曾经有对北京地区 ≤ 4 km 低能见度的气候特征及影响因素分析的论述, 本文利用北京观象台近 10 年地面气象要素观测资料, 对北京地区 <1 km 的低能见度及其对应的地面气象要素, 进行气候特征统计分析, 找出低能见度的气候变化规律、气象影响因素及其统计指标; 利用近几年空气污染监测资料, 分析低能见度与空气污染的对应关系, 进而分析各主要空气污染物对低能见度生成的影响程度, 得出北京地区出现低能见度的气象和空气污染综合影响因素及形成条件。

1 低能见度的气候特征

1.1 资料

北京市观象台 1990 ~ 1998 年大气能见

度及地面气象要素常规观测(每日 4 次)资料。低能见度指水平视程 <1 km 的能见度。

北京市环境监测中心城区自动监测站 1998 年 1 月至 2000 年 7 月 SO_2 和 TSP 日平均浓度资料, 1999 年 4 月至 2000 年 7 月 PM_{10} 日平均浓度资料。

1.2 低能见度的年际变化

图 1 为 1989 ~ 1999 年北京市观象台 <1 km 能见度出现次数年际变化曲线。由图 1 看出, 11 年间共出现 3 个明显的峰值, 其中以 1990 年出现最多(30 次), 1994 年出现第 2 峰值(26 次), 第 3 峰值出现于 1997 年(21 次)。明显的低谷分别出现于 1993 年和 1995 年, 出现次数分别为 10 和 11 次。近 11 年总体看来, <1 km 能见度, 1990 ~ 1993 年为逐年下降趋势, 1995 ~ 1999 年为逐年上升趋势。

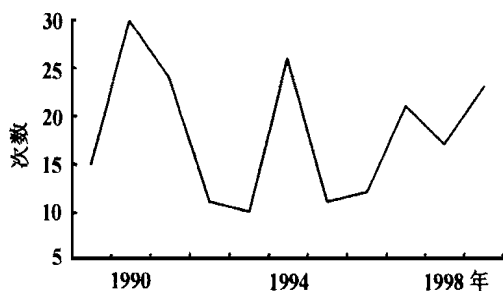


图 1 <1 km 能见度出现次数年际变化

^{*} 本文得到国家科技部“北京大气污染综合治理对策研究”项目资助

1.3 低能见度出现次数的日变化特征

(1) 各季日变化特征:图 2 为北京观象台各季低能见度出现频率日变化。由图 2 看出,各季均以 08: 00 低能见度出现最多,春、夏、秋、冬各季分别为 0.8 %、1 %、3.8 %和 3.1 %。夏、秋、冬各季均以 02: 00 为次多,分别为 0.4 %、2.7 %和 3.0 %。秋季以 14: 00 出现最少,为 0.5 %;冬季以 20: 00 出现最少,为 0.7 %;春季以 02: 00 和 20: 00 出现最少,为 0;夏季以 14: 00 和 20: 00 出现最少,为 0。

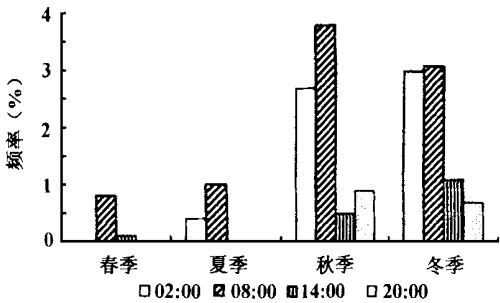


图 2 各季低能见度出现频率

(2) 年日变化特征:图 3 为北京观象台各时段低能见度出现次数的逐年变化曲线。由图 3 可看出,北京地区 1989 ~ 1999 年均以 08: 00 低能见度出现最多,02: 00 为次多,20: 00 出现最少。表明低能见度的生消和持续变化过程,即一般情况下,低能见度多生成于夜间,清晨是能见度最低的时段,也是低能见度出现最多的时段,通常低能见度维持到中午前后即可好转,而持续 24 h 以上的情况

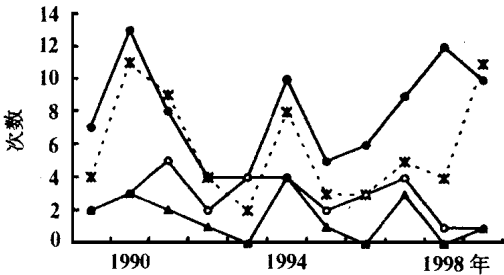


图 3 各时段低能见度出现次数的年际变化
(* :02: 00 , ● :08: 00 , ○ :14: 00 , ▲ :20: 00)

很少,所以 20: 00 是出现最少的时段。

1.4 低能见度出现次数的月际变化

图 4 为 1990 ~ 1998 年 08: 00 低能见度出现日数月际变化。由图 4 看出,北京地区低能见度多出现于 11 月(年均 2.2 天),其次是 2 月份出现较多(年均 1.3 天),5、6 月为低发期(低能见度日数为 0)。

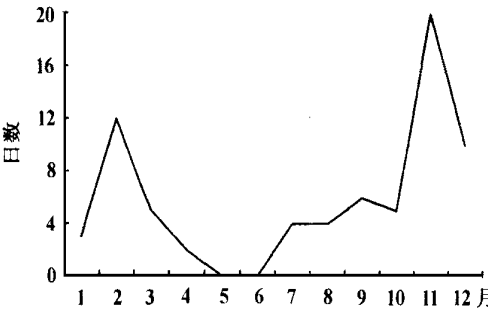


图 4 1990 ~ 1998 年 08: 00 低能见度日数月际变化

2 低能见度影响因素统计特征

2.1 低能见度的气象条件特征

(1) 相对湿度:1990 ~ 1998 年北京观象台各时段低能见度时相对湿度统计结果表明,低能见度时平均相对湿度约为 92 %,最小相对湿度在 74 %以上。低能见度时,各时段平均 24 h 变湿均为正值,最大平均变湿为 37 %,出现在 14: 00,最小平均变湿为 5 %,出现在 02: 00。08: 00 各站低能见度情况下各档相对湿度出现频率见表 1。各档 24 h 变湿范围出现频率见表 2。

表 1 和表 2 表明,低能见度多出现于相对湿度大的情况下,其中相对湿度 $\geq 95 %$ 情况下出现最多,其次在 90 % ~ 94 % 范围内出现较多;24 h 变湿以正变湿为最多。表明低能见度的生成与相对湿度和相对湿度的变化趋势密切相关, $\geq 90 %$ 的空气湿度和 24 h 正变湿是形成低能见度的有利条件。这可能是因为湿度增大易形成雾且容易吸附空气中悬浮的污染物,从而影响大气透明度,造成能见度降低。

表 1 08: 00 低能见度时各档相对湿度出现频率

出现频率(%)	相对湿度				
	≥95 %	90 % ~ 94 %	85 % ~ 89 %	80 % ~ 84 %	< 80 %
	61	32	4	3	0

表 2 08: 00 低能见度时各变湿范围出现频率

出现频率(%)	变湿范围		
	> 0	< 0	= 0
	77.5	14.1	8.4

(2)地面风: 低能见度时地面风速的统计结果表明,低能见度时各时段平均风速均 ≤ 2.0 m/s,其中以 02: 00 平均风速最小(0.7 m/s),1990 ~ 1998 年低能见度时各时段最大风速为 3 ~ 4 m/s。

表 3 为 1990 ~ 1998 年 08: 00 低能见度情况下各档风速出现频率的统计结果。由表 3 看出,08: 00 低能见度情况下 ≤ 2 m/s 风速出现最多(90 % 以上),表明 ≤ 2 m/s 风速是形成低能见度的主要原因之一。

表 3 08: 00 低能见度时各档风速出现频率

出现频率(%)	风速(m/s)			
	≤ 2	3	4	5
	91.2	7.5	1.4	0

表 4 为北京观象台 1980 ~ 1998 年出现低能见度时静风及各风向出现次数统计结果。由表 4 看出,北京地区低能见度时除静风出现最多外,02: 00 和 08: 00 以偏北风较多,分别为 18.4 % 和 22.5 %;14: 00 以偏北风和偏南风较多,均为 28.6 %;20: 00 以偏南风出现较多,为 23.1 %。

表 4 低能见度时静风及各风向出现频率(%)

风向	02: 00	08: 00	14: 00	20: 00
N	18.4	22.5	28.6	15.4
NE	8.2	7.0	10.7	0
E	6.1	8.5	14.3	0
SE	0	2.8	0	0
S	8.2	7	28.6	23.1
SW	0	1.4	3.6	7.7
W	4.1	7	0	7.7
NW	4.1	1.4	7.1	7.7
C(静风)	51.0	42.3	7.1	38.5

从表 3 和表 4 看出,北京地区低能见度多生成于吹地方性风,即山谷风环流的情况下。这种情况下风力较小(多为 ≤ 2 m/s),白天多偏南风,夜间多偏北风,空气污染较为严重^[1],容易造成能见度降低。

(3)地面 24 h 变压:表 5 为 08: 00 低能见度时各变压范围出现频率统计结果。由表 5 看出,低能见度时负变压出现最多,表明低能见度的形成与气压场变化趋势有关,气压场减弱有利于低能见度的形成。

表 5 08: 00 低能见度时各变压范围出现频率

出现频率	变压范围		
	> 0	< 0	= 0
	28.2 %	71.8 %	0

(4)低能见度时的天气现象:根据 1998 年 1 月至 2000 年 7 月北京观象台地面观测资料统计,该段时间内 08: 00 < 1 km 低能见度出现 25 次,当时的天气现象均为雾;02: 00 < 1 km 低能见度共出现 18 次,其中有 17 次为雾,有一次为间歇性小雨天气;14: 00 < 1 km 低能见度出现 2 次,其中一次为雾,另一次为中雪天气;20: 00 < 1 km 低能见度只出现 1 次,天气现象为雾。由此看出,雾是导致低能见度的主要天气,这与气象学中雾的定义是相吻合的^[2]。

2.2 低能见度与空气污染的关系

表 6 为北京观象台 1998 年 1 月至 2000 年 7 月日平均能见度 < 1 km 时,空气污染物各等级污染出现次数统计结果。表 7 为北京观象台 1998 年 1 月至 2000 年 7 月 08: 00 能见度 < 1 km 时,空气污染物各等级污染出现次数统计结果。

由表 6 和表 7 看出,SO₂、PM₁₀ 和 TSP 3 种空气污染物中,PM₁₀ 对能见度的影响最大,其次是 TSP,特别是 PM₁₀ ≥ 4 级污染是

导致低能见度的主要原因之一。

表 6 低能见度(日均值)时空气污染物各等级污染出现次数(天)

	SO ₂	PMI0	TSP
有效资料	5	5	3
≤2 级	0	0	0
3 级	3	0	0
≥4 级	0	5	3

注:表中各污染物有效资料天数出现了不一致现象,这是因为各污染物监测起始日期不一致(SO₂和TSP浓度监测在多年前就已开展,而PMI0浓度监测自1999年4月16日开始有资料)以及有的污染物监测日期具有不连续性所造成的,下同

表 7 08:00 低能见度时空气污染物各等级污染出现次数(天)

	SO ₂	PMI0	TSP
有效资料	25	11	19
≤2 级	10	0	4
3 级	15	4	4
≥4 级	0	7	11

3 结语

(1)北京地区 <1 km 低能见度,以冬、秋季出现最多,春季出现最少;从月际变化看,11 月出现最多,2 月次多,5、6 月出现最少,一日中以 08:00 出现最多,02:00 次之,以 14:00和 20:00 出现最少。

(2)影响能见度的主要因素为空气湿度、地面风速、08:00 24 h 小时变压和空气污染物。

(3)出现低能见度的综合条件为,相对湿度 ≥90 %、24 h 变湿 > 0、地面风速 ≤2 m/s、24 h 变压 < 0、PMI0 ≥4 级、TSP ≥4 级。

参考文献

1 王迎春,吴正华,赵习方.山谷风环流的数值模拟及环流对北京地区污染物输送的影响.中国气象局“八五”期间气象科学基金研究论文汇编.北京:气象出版社,1997.154-162

2 朱炳海,王鹏飞,束家鑫.气象学词典.上海:上海辞书出版社,1985.913

《气象科技》第二届编审委员会

主 任:徐祥德 张人禾

副主任:恽耀南 王春乙

编审委员会委员(按姓氏笔画为序):

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁一汇 | 丁国安 | 马舒庆 | 毛节泰 | 卞林根 | 方宗义 |
| 王迎春 | 王春乙 | 王晓云 | 王馥棠 | 吕达仁 | 刘式适 |
| 张人禾 | 吴正华 | 吴国雄 | 李泽椿 | 陈受钧 | 陈联寿 |
| 陈隆勋 | 周明煜 | 赵四强 | 胡志晋 | 恽耀南 | 贾朋群 |
| 徐祥德 | 陶诗言 | 曾书儿 | 谢 庄 | 程明虎 | |