

# 北京市大气能见度规律及下降原因

宋宇, 唐孝炎, 张远航, 胡敏, 方晨, 曾立民

(北京大学环境科学中心环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100871)

**摘要:** 利用历史资料和外场观测数据, 对北京市大气能见度的规律进行了分析。结果发现, 北京市大气能见度较差的时间占全年的近一半。夏季能见度最好, 冬季最差。通常中午能见度最好。高浓度的颗粒物是北京市大气能见度下降的主要原因。局地重污染天气和沙尘暴天气虽然发生几率小, 但可以使北京市大气能见度下降得很低。

**关键词:** 能见度; 北京市; 颗粒物污染

中图分类号: X513 文献标识码: A 文章编号: 1001-6929(2003)02-0010-03

## The Study of the Status and Degradation of Visibility in Beijing

SONG Yu, TANG Xiao-yan, ZHANG Yuan-hang, HU Min, FANG Chen, ZENG Li-min

(State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Center for  
Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** The visibility rules in Beijing were analyzed on the basis of historic data and field observational data. It was found that the visibility is some low in Beijing among almost half of the year. The summer is the best season for the visual range in Beijing, while the winter is the worst one. The highest visibility was found usually around the noon. The high-concentration particulates are the main reason to the visibility degradation. Although the possibility of sand storm and local severe polluted events is quite low in Beijing, it could lead a very low visual range.

**Key words:** visibility; Beijing; particulate pollution

能见度下降是重要的城市大气环境问题之一, 低能见度会给人们的日常生活带来诸多不便, 如车辆受阻、航班延误等, 并可能造成严重的交通事故。国外已经对城市能见度问题展开了研究<sup>[1-3]</sup>。北京市大气能见度一直是人们关注的焦点。每年春天发生的沙尘污染, 以及局地重污染都可以使北京市能见度低于1 km, 例如, 在2000-04-06和2002-03-20发生的沙尘暴, 使北京市的能见度不足50 m, 而1999-10-05产生的局地重污染, 市区能见度也不超过1 km。笔者利用1996—2000年的历史资料和1999—2000年的野外观测资料, 对北京市大气能见度规律进行了系统分析, 得出其下降的主要原因。

### 1 北京市能见度概况

1996—2000年北京市环境状况年度公报表明, 北京市大气能见度及烟雾日情况大致如下: 1996年出现大雾12 d, 轻雾162 d, 浮尘3 d, 扬沙5 d, 霾8

d; 1997年出现大雾22 d, 轻雾177 d, 全年烟雾日共出现181 d; 1998年出现大雾26 d, 轻雾212 d, 全年烟雾日共出现166 d, 浮尘、霾各出现1次; 1999年出现大雾天气22 d, 轻雾197 d, 浮尘1次, 扬沙4次; 2000年出现扬沙天气14次, 浮尘8次, 全年大雾15 d, 轻雾168 d。

由此可见, 近些年来, 北京市烟雾日的发生频率较高, 达到45%~50%, 也就是说, 北京市大部分时间处于能见度较差的状态。其中每年都要受到沙尘天气的影响。

### 2 能见度的观测时间和气象背景

在1999—2000年期间, 利用浊度计(nephelometer)对能见度进行了实验观测, 原始数据为1 min采样, 经处理得到1 h平均值。观测时段分不同季节, 具体时间、地点和气象背景为:

夏季: 1999-06-10—07-01, 6月17日前在北京大学光华管理学院楼顶(高30 m), 6月18日后在国安宾馆21层(高约80 m)。从24日开始北京市出现气温超过35℃的持续高温天气, 风速约3 m/s, 相对湿度约40%。

收稿日期: 2002-10-23

基金项目: 北京市“蓝天工程”

作者简介: 宋宇(1970-), 男, 湖北仙桃人, 博士。

秋季:1999-09-26—10-15,10月1日前在北京大学光华管理学院楼顶,10月1日后在国安宾馆21层。气温约14℃,风速低于2m/s,有时甚至处于静风状态,相对湿度较高,约80%。除了10月1—3日外,其他时间大气扩散条件较差。

冬季:2000-01-20—29,采样地点为国安宾馆21层。气温约-6℃。23日前,大气比较稳定,风速小于1m/s,相对湿度约80%。24日开始,冷空气南下,风速约3m/s,相对湿度约40%。27日后风速逐渐变小。

### 3 能见度的变化规律

#### 3.1 季节变化

图1~3分别表示夏季、秋季和冬季的观测结果。从图1可以看出,在整个夏季观测期间,能见度低值在4~5km,高值达50~60km。平均能见度可以达到13.28km。

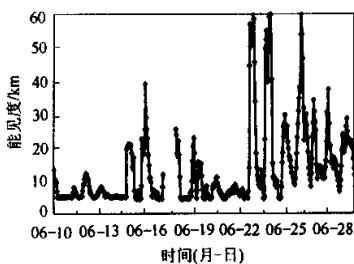


图1 1999-06-10—28 T 15:00 能见度  
观测结果(17日前在北京大学,  
18日后在国安宾馆21层)

Fig.1 Visibility in 1999-06-10—28 T 15:00

为庆祝国庆50周年,北京市政府采取了一系列大气污染控制措施,包括40多家工厂停工或部分停工,限制机动车车辆出行等等,时间为9月28日—10月7日。因此,10月1—3日能见度较好,能见度小时平均值可以超过50km,日平均在20km以上(图2)。这是采取大气污染控制措施的结果。但是在10月4—7日,受恶劣天气影响,北京市仍然发生了重污染。从10月4日起颗粒物开始富积起来,能见度也显著下降。10月5日早上和下午的地面风速基本上为静风,中午风速较小,为2m/s左右。10月6日能见度达到最低,仅为2km左右。10月13日前后又出现重污染情况,能见度再次变差(图2)。

图3显示,冬季能见度最高值约为10km,最低仅为1km左右。平均能见度仅4.77km。

从目前有限的观测数据来看(见表1),夏季能见度最好,冬季最差(1999年冬季观测期间由于有强冷空气南下,天气晴朗,能见度比平时要好许多)。

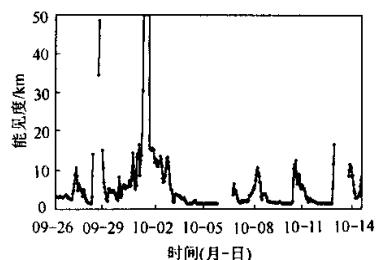


图2 1999-09-26—10-14 T 16:00 能见度  
观测结果(10月1日前在国安宾馆,  
10月1日后在北京大学)

Fig.2 Visibility in 1999-09-26—10-14 T 16:00

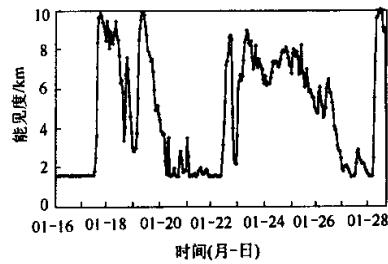


图3 2000-01-16—29 T 19:00  
能见度观测结果

Fig.3 Visibility in 2000-01-16—29 T 19:00

表1 不同季节能见度的小时平均值

Table 1 1 h visibility in seasons km

季节	监测时间	数据量/个	最大值	最小值	平均值
夏季	1999年6月	474	60	4.37	13.28
秋季	1999年9—10月	373	50	1.47	6.04
冬季	2000年1月	305	10.2	1.11	4.77

#### 3.2 日变化

图4为北京市大气能见度日变化。由图4可以看出,能见度日变化明显,而且在不同季节表现不同。夏季能见度最差的时刻一般在早上,因为这时候北京正好处于小风、静风时间,扩散条件不好,而在中午和下午的时候,由于大气混合加强,风力加大,污染物可以得到及时地扩散,使能见度比较好。

冬季能见度的日变化相对不明显,这是由于冬季扩散能力比较弱,同时受采暖燃煤会增加颗粒物等污染物的排放等原因所致。受到太阳辐射作用,

冬季中午混合层发展起来,此时污染程度较轻,这样,通常中午的能见度最好,下午逐步变差,午夜一般很差。

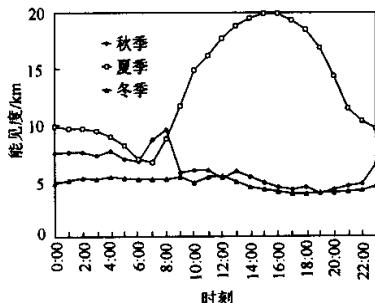


图 4 不同季节能见度日变化

Fig. 4 Daily variation of visibility in seasons

秋季早晨能见度一般很好,中午以后能见度开始下降,这与国庆节期间市政府采取一系列的大气污染控制措施有关。

#### 4 造成北京市能见度下降的原因

从理论上讲,太阳辐射在通过大气时,对能见度的削弱作用主要是由两种消光效应决定:气体分子散射(大气中可以忽略)与吸收(主要是  $\text{NO}_2$  污染),以及颗粒物的散射与吸收。研究表明,颗粒物对可见光的散射和吸收是造成能见度下降的主要原因<sup>[2,4]</sup>。

北京市每年都会发生局地重污染事件(空气污染指数可以达到 4 级或 5 级),这时候北京市一般受到变性空气造成的弱气压以及华北平原中尺度低值系统的影响,并伴随出现静风、小风天气,同时湿度较高,低层大气出现逆温等,这些条件都不利于污染物的扩散。1999-10-05-06 的 2 d 为局地重污染事件,空气污染指数分别达到 5 级和 4 级。在 10 月 6 日这天里,城近郊以内的地区和房山、顺义部分地区能见度只有 1 km,其中石景山的能见度仅有 0.2 km。这与严重的颗粒物污染是分不开的,北京市环保局监测数据表明,在 1999-10-05-06 的 2 d 里,城区 7 个监测点首要污染物的  $\text{PM}_{10}$  分别高达 435 和  $409 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\text{PM}_{10}$  的质量浓度详见表 2),此外,在北京大学校园内对  $\text{PM}_{2.5}$  的观测中,其质量浓度分别高达 197 和  $303 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2000-04-06 北京市发生了沙尘暴,4 月 7 日该沙尘暴已经基本通过了北京市。根据北京市环保监测中心监测结果,这 2 d 里  $\text{PM}_{10}$  为首要污染物,空

气质量为 5 级和 4 级。4 月 7 日沙尘暴开始减弱,因此  $\text{PM}_{10}$  的质量浓度比 4 月 6 日减少许多(见表 2)。4 月 6 日市区地面能见度为 2~15 km,4 月 7 日为 8~15 km。

表 2 北京市城区 7 站点  $\text{PM}_{10}$  质量浓度

Table 2  $\text{PM}_{10}$  mass concentrations in 7 substations, Beijing

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

监测点	1999-10-05	1999-10-06	2000-04-06	2000-04-07
车公庄	426	398	931	298
前门	485	389	924	388
东四	未测	534	941	354
天坛	422	322	906	361
奥体中心	376	421	862	237
农展	446	335	909	296
古城	456	465	956	284
七站平均	435	409	918	317
污染指数	319	284	500	183

由此可见,很高的颗粒物浓度可造成大气能见度大幅下降。

#### 5 结论

通过对气象资料的统计和现场观测结果的分析,对北京市大气能见度现状得出如下结论:

- 北京市烟雾日的发生频率较高,可达到 45%~50%。
- 能见度夏季最好,秋季次之,冬季最差。
- 北京市大气能见度日变化明显,一天中,通常中午的能见度最好,下午至午夜逐步变差。
- 高浓度的颗粒物是使北京市大气能见度下降的主要污染物。
- 局地重污染天气和沙尘暴天气发生几率虽然小,但却可使北京市颗粒物污染达到很高水平,进而引起能见度十分低下。

由此可以认为,为提高北京市大气能见度,必须降低颗粒物的污染。但颗粒物粒径和化学组成与能见度下降程度之间的定量关系,尚需做进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] Larson S M, Cass G R. Characteristics of summer midday low-visibility events in the Los Angeles area [J]. Environ Sci Technol, 1989, 23: 281.
- [2] Baik N, Kim Y P, Moon K C. Visibility study in Seoul, 1993 [J]. Atmos Environ, 1996, 30: 2319~2328.
- [3] Chan Y C, Simpson R W, McTainsh G H, et al. Source apportionment of visibility degradation problems in Brisbane (Australia) using the multiple linear regression techniques [J]. Atmos Environ, 1999, 33: 3237~3250.
- [4] 章澄昌,周文贤.大气气溶胶教程 [M].北京:气象出版社,1995.328.