

· 解析评价 ·

doi:10.3969/j.issn.1674-6732.2011.03.010

苏州市区能见度变化特征及影响因素分析

邹 强, 宋福明, 张晓华, 丁黄达

(苏州市环境监测中心站, 江苏 苏州 215004)

摘 要:近一年的观测结果表明, 苏州市区能见度年均值为 15.8 km。一年之中, 7 月能见度水平最高, 11 月能见度水平最低, 月均值为 10.5 km。一日之中, 早 8 时左右能见度最差, 14 时左右最好。导致苏州市区能见度水平下降的主要污染因子为 $PM_{2.5}$, 相同 $PM_{2.5}$ 浓度下, 能见度随着湿度的升高而下降。

关键词: 苏州市; 能见度; $PM_{2.5}$; 黑碳

中图分类号: X513

文献标识码: B

文章编号: 1674-6732(2011)-03-0041-04

Analysis on the Variation Characteristics and Effect Factors of Visibility in Suzhou

ZOU Qiang, SONG Fu-ming, ZHANG Xiao-hua, DING Huang-da

(Suzhou Environmental Monitoring Central Station, Suzhou, Jiangsu 215004, China)

ABSTRACT: Based on the study and monitoring of visibility in Suzhou recently, the results show that the annual average value of visibility is about 15.8 km. Through a year, the maximum visibility occurs in July, and the minimum occurs in November, which was about 10.5 km. In a day, the lowest visibility appeared at 8 a. m., and the highest visibility appeared at 2 p. m. The major causes of the decrease of visibility is $PM_{2.5}$. With the same concentration of $PM_{2.5}$, the higher relative humidity is, the lower visibility is.

KEY WORDS: Suzhou; visibility; $PM_{2.5}$; blackcarbon

近年来, 苏州市区环境空气中二氧化硫、二氧化氮以及可吸入颗粒物浓度持续下降, 市区环境空气质量逐年改善, 全年环境空气优良天数稳步上升。但是, 老百姓却没能感受到环境空气质量的改善, 造成老百姓切身感受与现行空气质量评价体系间存在差异的主要原因是“蓝天”不蓝, 大气能见度降低。引起大气能见度下降的主要原因是大气污染^[1,2], 其中主要的污染因子为细颗粒物^[3,4,5]。此外, 影响大气能见度的因素包括人眼视觉、大脑对眼睛接受信号的反应以及光和大气的作用、大气气溶胶粒子数浓度及谱分布等。研究能见度与污染物的相关性, 找出主要影响因子和污染源, 采取有效的对策措施, 还蓝天于民, 已成为环保工作者的重要课题。

1 材料与方法

1.1 仪器

能见度仪是美国 Belfort 公司生产的 6000 型

能见度传感器, 它是一种单光路前向散射仪。能见度测量范围: 6 m~80 km, 测量精度: $\pm 10\%$ 或 3 m, 散射角度: 42° 标称。

黑碳采用美国 Magee Scientific 公司生产的 AE-31 七波段黑碳分析仪, 可使用 370, 470, 520, 590, 660, 880 和 950 nm 7 个波段的光源测量黑碳气溶胶的光吸收, 亦可使用全波段测量黑碳气溶胶的光学吸收。测量精度: $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 min, 采样流量 3 L/min), 仪器流量控制在 5 L/min。本次观测数据以 880 nm 红外光作为黑碳的检测光, 其中黑碳质量衰减系数 σ 取 $1.616 \text{ m}^2/\text{g}$ 。

$PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 采用美国热电公司生产的 1405-DF 型颗粒物在线分析仪, 测量范围 $< 10 \text{ g}/\text{m}^3$; 检测下限 $< 0.005 \text{ mg}/\text{m}^3$; 精度 $< \pm 2\%$ 满量程; 温

收稿日期: 2011-7-21

作者简介: 邹强(1970—), 男, 高级工程师, 本科, 从事环境自动监测工作。

度零漂 $<1\%/10^{\circ}\text{C}$;温度满漂 $<1\%/10^{\circ}\text{C}$ 。

气象要素采用美国 Metone 公司生产的自动气象观测仪器。

1.2 数据采集及分析

为了避免降雨时雨滴对能见度的影响,剔除降雨时间段内的数据。根据世界气象组织的相关资料,在相对湿度小于 80%时,能见度受空气中水汽的影响较小。因此,本文数据分析采用相对湿度小于或等于 80%时的能见度(能见度与相对湿度的关系除外)。

2 结果与讨论

2.1 能见度年监测结果分析

2009 年 7 月—2010 年 6 月,苏州市区平均能见度为 15.8 km,全年能见度小于 2 km 的小时数合计 27 h,能见度小于 10 km 的小时数合计 1 795 h,

全年能见度大于 50 km 的小时数合计 169 h(图 1)。

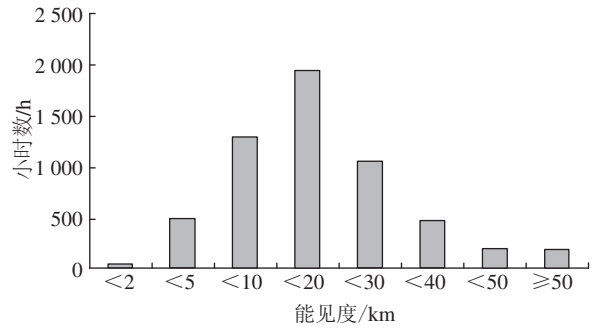


图 1 2009 年 7 月—2010 年 6 月苏州市区小时能见度区间分布

2.2 能见度月监测结果分析

2009 年 7 月—2010 年 6 月,苏州市各月平均能见度与各月能见度小于 10 km 出现的比例见图 2 和表 1。

表 1 苏州市区低能见度月统计结果

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
能见度小于 10 km 的比例/%	10.6	36.4	10.1	24.1	63.5	55.7	42.8	38.3	28.1	15.9	14.6	42.2
最低小时能见度/km	4.9	1.5	3.8	2.9	1.6	1.3	1.4	3.3	2.8	2.9	2.4	2.5

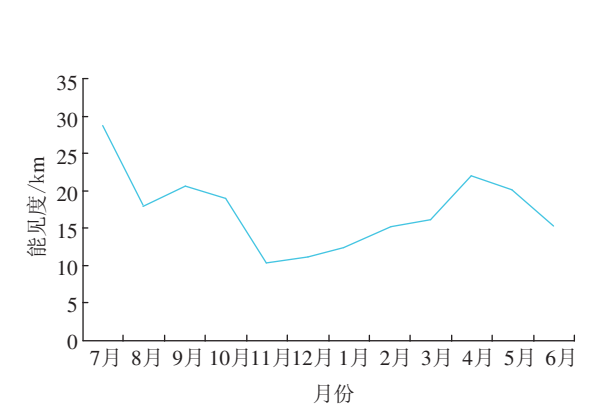


图 2 苏州市区能见度月均值变化

由图 2 和表 1 可知,能见度月均最大值出现在 7 月,其值为 28.7 km;最小值出现在 11 月,其值为 10.5 km。月小时能见度小于 10 km 的比例 7 月最低,为 10.6%;11 月最高,为 63.5%;6 月能见度小于 10 km 的比例也达到了 42.2%。导致 11 月和 6 月能见度下降的重要原因是农村地区秸秆焚烧产生了大量的颗粒物。从能见度的季节变化

来看,夏季能见度最高,平均达到 19.1 km;冬季能见度最低,平均只有 12.9 km。造成这种状况的主要原因是夏季大气对流运动剧烈,有利于垂直方向上空气的交换,影响大气能见度的污染物容易扩散;9 月空气中湿度降低,能见度也随之变好;冬季大气层结较稳定,不利于垂直方向上空气交换,而且冬季容易形成近地逆温,抑制近地层湍流运动,不利于污染物的扩散,造成大气能见度较差。

2.3 能见度日监测结果分析

苏州市区典型日能见度逐时变化见图 3,由图可见,苏州市区早 8 时左右能见度最差,中午逐渐变好,14 时左右最好。这与北京地区大气能见度的日变化特征相同。主要是因为早晨和夜间大气层结较稳定,近地面常有逆温出现,抑制了低层空气中气溶胶粒子向上输送,导致能见度下降;日出之后,随着太阳辐射的加强,空气湿度减小,逆温逐渐抬升消失,大气垂直交换加强,空气污染物容易扩散。

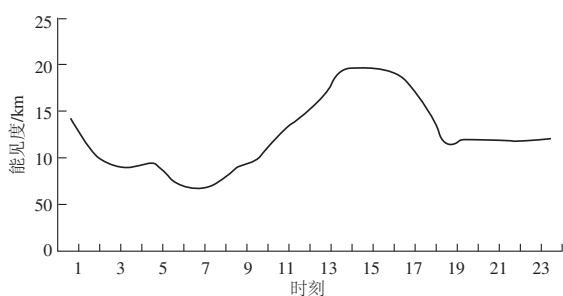
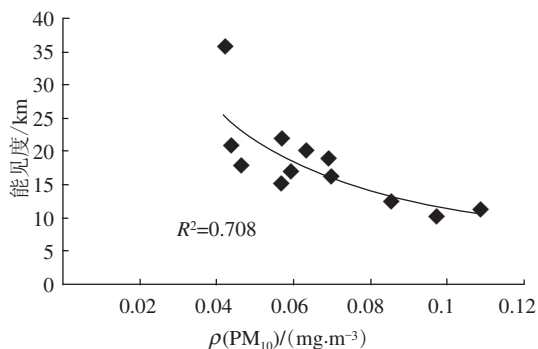
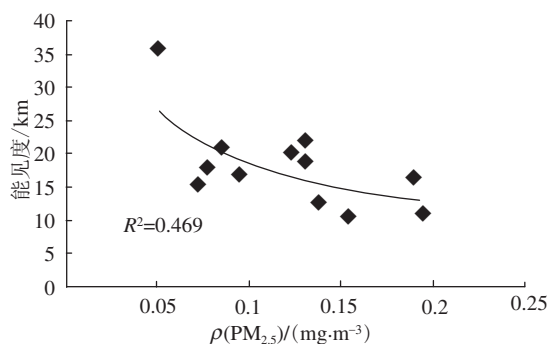


图3 苏州市区能见度逐时变化

2.4 颗粒物对大气能见度的影响

空气中漂浮的细小颗粒对光具有吸收和散射的作用,颗粒物的增加会导致大气透明度降低,使大气能见度降低,而空气中漂浮的细小颗粒物大部分来自大气污染物的排放和转化,可见,能见度的变化与空气污染密切相关。

2009年7月—2010年6月,苏州市区南門子站能见度月均值与 $PM_{2.5}$ 变化关系见图4,能见度月均值与 PM_{10} 的关系见图5。由图可见,能见度与 $PM_{2.5}$ 相关系数 $R^2=0.708$,与 PM_{10} 相关系数 $R^2=0.469$ 。与 PM_{10} 相比,苏州市区能见度与 $PM_{2.5}$ 具有更好的相关性。表明引起苏州市能见度下降的主要污染因子为 $PM_{2.5}$,降低环境空气中 $PM_{2.5}$ 的浓度可有效提高能见度水平。

图4 能见度与 $PM_{2.5}$ 关系图5 能见度与 PM_{10} 关系

2.5 能见度与黑碳相关性分析

黑碳气溶胶是悬浮在大气中的黑色碳质颗粒物,对从可见到红外波长范围内的光线均有强烈吸收。在大气中,黑碳气溶胶化学性质稳定,只能通过干湿沉降过程去除。图6为苏州市区大气能见度与黑碳浓度关系。由图可知,虽然黑碳只占苏州市区 $PM_{2.5}$ 质量浓度的9%左右,但其对大气能见度的影响却比较显著。大气能见度与黑碳浓度呈负相关性,相关系数 $R^2=0.502$ 。黑碳气溶胶的来源可分为自然源和人为源两种。火山爆发、森林大火等自然现象可造成部分黑碳气溶胶排放,但此类自然现象的发生具有一定的区域性和偶然性。人为源是黑碳气溶胶的主要来源,黑碳气溶胶通常来源于工业燃煤、机动车尾气及生物质燃烧等^[16]。除6月和11月,苏州城区周边有秸秆焚烧外,其他时段苏州城区周围生物质燃烧很少,而苏州城区黑碳小时浓度变化与交通状况密切相关,由此可推断苏州城区黑碳主要来源于机动车尾气,部分来源于工业燃煤等其他污染源。

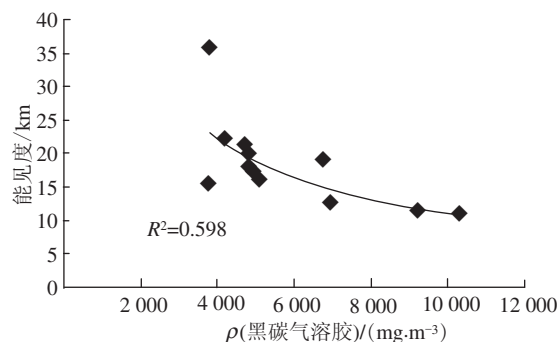


图6 能见度与黑碳关系

2.6 能见度与相对湿度的关系

2009年7月—2010年6月,在不同 $PM_{2.5}$ 小时浓度下,苏州市区能见度与相对湿度关系见图7。由图可知,在相同 $PM_{2.5}$ 小时浓度下,随着相对湿度的增加,能见度逐渐降低,特别是相对湿度大于80%时,能见度随着湿度的增加快速下降。能见度随着相对湿度增加而下降主要是由于气溶胶所含的硫酸铵、硝酸盐、氯化钠等吸湿性物质,随着相对湿度的增加改变了颗粒物的粒径、折射率,对光的散射增强,从而造成能见度水平下降。在相对湿度大于80%时,能见度主要受水汽的影响,随湿度的增加而快速下降。

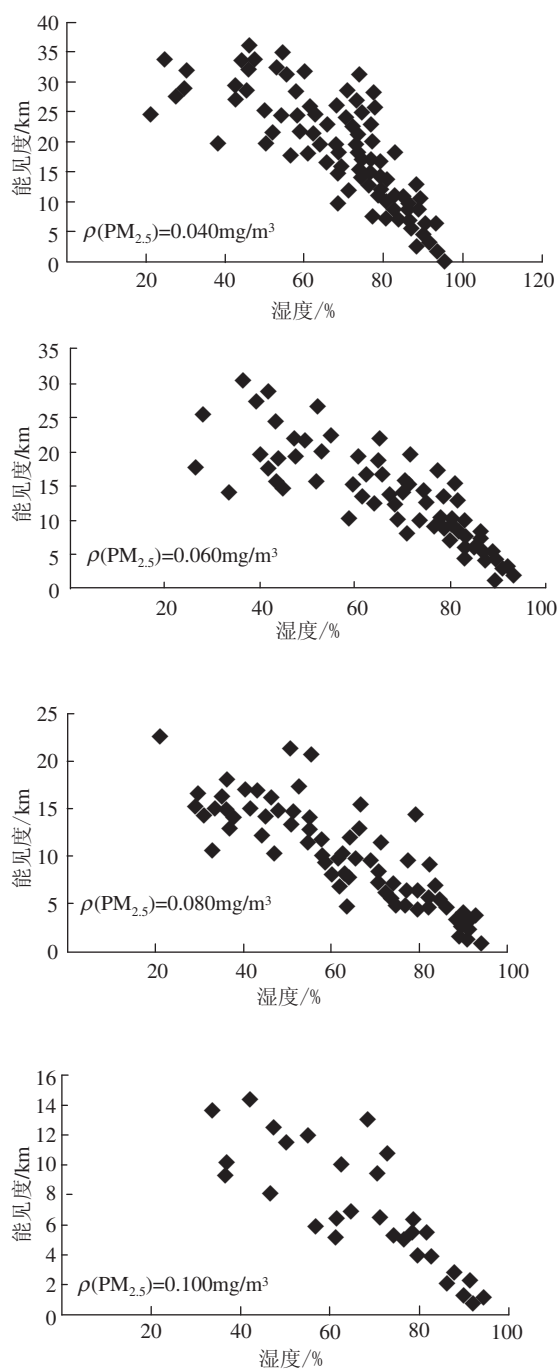


图7 $PM_{2.5}$ 某一浓度下能见度与相对湿度的关系

3 结论与建议

3.1 结论

(1) 苏州市区大气能见度的变化存在着显著性季节差异, 一年中冬季能见度最低, 夏季最高; 一日中早8时左右能见度最低, 14时左右最高。

(2) 能见度与相对湿度呈显著性负相关, 在某一 $PM_{2.5}$ 浓度下, 能见度随着湿度的上升而下降,

湿度越大, 下降的幅度越大。

(3) 能见度与 $PM_{2.5}$ 相关系数 $R^2=0.708$, 表明引起苏州市能见度下降, 引起灰霾天气的主要污染因子为 $PM_{2.5}$, 降低环境空气中 $PM_{2.5}$ 的浓度可以有效提高能见度水平。

(4) 大气能见度与黑碳浓度呈负相关, 相关系数 $R^2=0.502$ 。虽然黑碳只占苏州市区 $PM_{2.5}$ 浓度的9%左右, 但对大气能见度的影响却比较显著。

(5) 秸秆焚烧是影响苏州市区6月和11月大气能见度水平的重要因素。

3.2 建议

(1) 在夏收和秋收季节, 杜绝秸秆集中焚烧可有效提高6月和11月大气能见度水平。

(2) 加强基础设施建设, 加大市政道路的建设力度, 改善城市道路交通环境, 减少由于交通拥挤堵塞造成车辆尾气集中排放, 且难以扩散的现象。

(3) 加强对机动车尾气排放的监督监测, 限期淘汰旧的机动车辆, 加强在用车辆的管理, 建立一套完整的在用车检查/维护技术法规与检查维护网络。适当限制行驶时间和路线, 也是减少机动车尾气污染的重要措施之一。

[参考文献]

- [1] 沈家芬, 冯建军, 谢利, 等. 广州市大气能见度的特征及其影响因子分析[J]. 生态环境, 2007, 16(4): 1199-1204.
- [2] 范引琪, 李二杰, 范增禄. 河北省1960—2002年城市大气能见度的变化趋势[J]. 大气科学, 2005, 29(4): 526-535.
- [3] SISLER J, MAIM W C. The relative importance of soluble aerosols to spatial and seasonal trends of impaired visibility in the united states[J]. Atmospheric Environment, 1994, 28(5): 851-862.
- [4] 王淑英, 张小玲, 许晓峰. 北京地区大气能见度变化规律及影响因子统计分析[J]. 气象科技, 2003, 31(2): 109-114.
- [5] 宋宇, 唐孝炎, 方晨, 等. 北京市能见度下降与颗粒物污染的关系[J]. 环境科学学报, 2003, 23(4): 468-471.
- [6] STREETS D G, SHALINI G, STEPHANIE T, et al. Black carbon emissions in China[J]. Atmospheric Environment, 2001, 35: 4281-4296.

(本栏目编辑 黄 珊)