

颗粒物质量浓度对大气能见度水平影响分析

韩毓,白志鹏,孙韧

(天津市环境监测中心,天津 300191)

摘要:通过观察不同天气条件下颗粒物质量浓度水平上升伴随大气能见度水平下降,对颗粒物质量浓度 - 大气能见度相关性分析,得到相关方程,根据颗粒物污染水平分析预测大气能见度,为灰霾预报提供依据。

关键词:灰霾;颗粒物;大气能见度;相关分析;天津市

中图分类号: X823 **文献标识码:** C **文章编号:** 1006-2009(2008)04 - 0060 - 02

Correlation Atmospheric Visibility with Particulate Matters Concentration

HAN Yu, BAI Zhi-Peng, SUN Ren

(Tianjin Environmental Monitoring Center, Tianjin 300191, China)

Abstract: The relevant phenomena of particulate matters concentration with atmosphere visibility in ambient air was observed in different weather conditions. The concentration of the particulate matters and level of visibility in the atmosphere correlated to form relevant equations. The level of particulate matters in atmosphere was used to predict the visibility and forecast haze.

Key words: Haze; Particulate matters; Atmospheric visibility; Correlation analysis; Tianjin

空气污染程度与气象条件有直接关系。在天气系统稳定,出现静风或逆温等不利于污染物扩散的气象条件时,会有雾或霾,使大气能见度明显下降,颗粒物浓度值相应上升,可见大气能见度与颗粒物浓度之间具有相关性。

升,能见度水平呈下降趋势,见图 1。

1 分析方法

收集 2005 年天津市武清区的气象资料。2005 年在天津市武清区(武清机场)四周不同方向、距离上选定若干固定目标物,根据这些目标物能见与否及其清晰程度来确定能见度^[1]。收集天津空气自动监测系统空气质量颗粒物监测数据。能见度和颗粒物质量浓度的监测频次均为 24 h/d;筛除有降水和沙尘天气发生时段的数据后,再对颗粒物质量浓度与能见度的相关性进行分析^[2]。

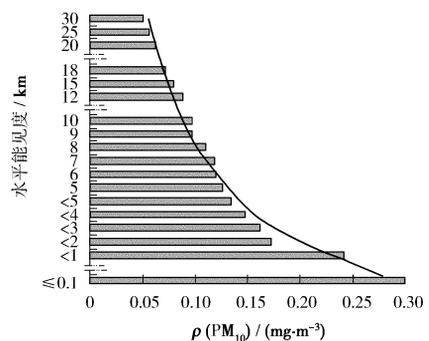


图 1 不同 PM_{10} 质量浓度均值和水平能见度的关系

当发生不利气象, PM_{10} 质量浓度值较高时,能见度可低至 0.1 km 以下;随着 PM_{10} 质量浓度均值逐步下降,能见度呈上升趋势,当 PM_{10} 质量浓度均值降至 0.10 mg/m^3 以下时,能见度可升至 10 km

2 结果分析

2.1 颗粒物污染程度与能见度水平分析

分析不同水平能见度条件下环境空气中 PM_{10} 的平均质量浓度值,表明随着 PM_{10} 质量浓度值上

收稿日期: 2008 - 01 - 24; 修订日期: 2008 - 03 - 23

作者简介: 韩毓(1976—),女,天津人,工程师,硕士,从事环境空气监测和研究。

左右;而当 PM_{10} 质量浓度均值降至 0.05 mg/m^3 以下时(一级优),能见度非常好,可达到 30 km。

2.2 不同相对湿度的颗粒物质量浓度与能见度对应关系

在大气层稳定的天气条件下,会出现静风、逆温等不利于污染物扩散的气象条件^[3],此时空气中的颗粒物等污染物质在近地面积聚,使大气能见度降低,形成雾霾天气^[4]。

雾与霾之间没有严格的界限,会随湿度的变化相互转换^[5]。在霾日里,导致能见度下降的主要原因是空气中存在的颗粒物和气体污染物对光的吸收和散射^[6-7]。而雾日里,除了在稳定天气条件下空气中污染物质的累积外,导致能见度下降的原因很大程度上与空气中存在的大量水汽有关。相对湿度对能见度影响很大,空气中高含量的水汽具有较强的吸光作用,吸收部分太阳辐射;同时,吸湿性的颗粒污染物易吸收空气中的水汽发生潮解,使消光系数随之增大^[8]。

将相对湿度划分为 $<80\%$ 、 $80\% \sim 90\%$ 、 $>90\%$ 三级^[5],统计在不同相对湿度环境空气中 PM_{10} 在不同水平能见度下的平均质量浓度值,见图 2。

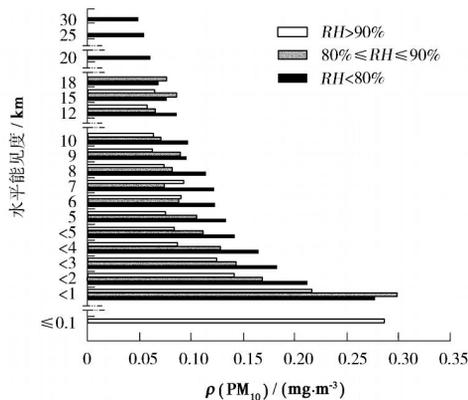


图 2 不同相对湿度环境空气中 PM_{10} 质量浓度与能见度的对应关系

由图 2 可见,随着颗粒物质量浓度的上升,能见度呈下降趋势。其中,当相对湿度影响较小时,即 $<80\%$ 时,其变化规律最为显著。当 PM_{10} 质量浓度升至 0.1 mg/m^3 以上时,会对能见度造成较为明显的影响。颗粒物质量浓度一定时,能见度随相对湿度的变化规律为:能见度随相对湿度的上升而降低。例如当颗粒物质量浓度同为 0.141 mg/m^3 水平时,相对湿度 $<80\%$ 时对应的能

能见度为 4 km ~ 5 km,而相对湿度 $>90\%$ 时对应的能见度为 1 km ~ 2 km,说明除颗粒物等污染物质影响外,空气中悬浮的水汽是导致能见度下降的另一重要因素。当能见度到 20 km 以上时,相对湿度均在 80% 以下,也就是说,如果相对湿度到 80% 以上,即使颗粒物质量浓度处于较低水平,能见度也不会到 20 km。另外,当能见度降至 0.1 km 以下时, $>90\%$ 的相对湿度样本数所占比例达到 100%。

2.3 不同相对湿度的颗粒物质量浓度与能见度相关性分析

2.3.1 相对湿度 $<80\%$ 颗粒物质量浓度与能见度的相关性分析

在相对湿度 $<80\%$ 的情况下,空气中的水汽对能见度的影响相对较小。因此,首先选取相对湿度 $<80\%$ 的监测数据进行分析,作 PM_{10} 质量浓度值与能见度之间的相关散点图(图 3)。

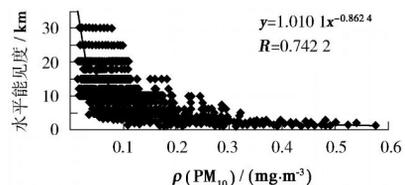


图 3 $RH < 80\%$ PM_{10} 质量浓度值 - 水平能见度相关散点图

经计算得到 PM_{10} 质量浓度值与能见度观测值之间的乘幂指数相关系数 $r = 0.7422$,乘幂指数回归方程如下:

$$y = 1.0101x^{-0.8624}$$

式中: x —— PM_{10} 质量浓度值, mg/m^3 ;

y ——水平能见度, km。

但是 PM_{10} 质量浓度值和水平能见度两者之间的相关性不好,在同一能见度水平下,可能会出现一个较宽的 PM_{10} 质量浓度值区间。

当颗粒物质量浓度较高时,能见度下降,且与颗粒物质量浓度有较好的对应关系;当颗粒物质量浓度较低时,能见度与颗粒物质量浓度的对应关系不明显,因为此时粒子消光在点消光中所占比例不大,其他因子的重要性上升。

2.3.2 不同相对湿度的颗粒物质量浓度与能见度相关性比较

(下转第 65 页)

低浓度的注入在一定程度上对河口区 PIP 含量的增高具一定的缓冲作用。

(2) 降雨所形成的地表径流对河口水域表层水中磷酸盐具有增加作用, 雨水携带沿岸土壤中的磷进入水体, 尤以表层水域中 PIP 的增高最为显著; 水中磷含量的增高对水域中浮游植物的生长繁殖也表现出一定的促进作用。

(3) 浮游植物生物量与 TP、TDP 和 DOP 呈显著正相关, 能响应 TP、DOP 及 TDP 的变化; 与 DIP 呈负相关, 表现对 DIP 的主动消耗; 生物活动在一定程度上控制表层水中磷形态的分布。

[参考文献]

- [1] 陈敏. 真光层的颗粒动力学—— $^{34}\text{Th}/^{238}\text{U}$ 不平衡的应用 [D]. 厦门: 厦门大学, 1996.
- [2] 陈淑美, 林建云, 傅天保. 厦门西港水体中的各形态磷 [J]. 海洋学报, 1992, 14(1): 47.
- [3] 陈松, 廖文卓, 许爱玉. 九龙江口水体中 1995 年磷的转移 [J]. 台湾海峡, 1998, 17(1): 71 - 75.
- [4] 洪华生, 戴民汉, 陈水土. 春季厦门港、九龙江口各种形态磷的分布与转化 [J]. 海洋环境科学, 1989, 8(2): 1 - 8.
- [5] 张水浸, 许昆灿, 陈其焕, 等. 厦门西港区一次赤潮的观测 [J]. 海洋学报, 1988, 10(5): 602 - 608.
- [6] 国家环保局《水生生物监测手册》编委会. 水生生物监测手

册 [M]. 南京: 东南大学出版社, 1993.

- [7] 陈水土, 阮五崎, 郑瑞芝. 九龙江口、厦门西海域磷的生物地球化学研究 I 水体中溶解态磷与颗粒态磷的含量、分布与转化 [J]. 海洋学报, 1993, 15(1): 62 - 70.
- [8] 韦蔓新, 童万平, 何本茂, 等. 北海湾磷的化学形态及其分布转化规律 [J]. 海洋科学, 2001, 25(2): 50 - 53.
- [9] 商少凌, 洪华生. 厦门西海域磷的研究 [J]. 海洋环境科学, 1996, 15(1): 15 - 21.
- [10] 陈淑美, 卢美鸾, 傅天保. 九龙江口水体中各形态磷的行为 [J]. 台湾海峡, 1997, 16(3): 299 - 305.
- [11] 杨广利, 韩爱民, 刘铁琨, 等. 洪泽湖富营养化与环境理化因子间的关系 [J]. 环境监测管理与技术, 2003, 15(2): 17 - 20.
- [12] 赖利 J P, 斯基罗 G. 化学海洋学 [M]. 2 版. 崔清晨, 译. 北京: 海洋出版社, 1982.
- [13] ARMSTRONG F A J. Phosphorus chemical oceanography [M]. London: Academic Press, 1965.
- [14] WATT W D, HAYES F R. Tracer study of the phosphorus cycle in sea water [J]. Limnol Oceanogr, 1963, 8(2).
- [15] 林玉辉, 连光山, 杨清良. 略谈我国的赤潮及对策 [J]. 福建水产, 1988, 6(2): 50 - 56.
- [16] 陈洪涛, 陈淑珠, 张经, 等. 南黄海海水中各种形态磷的分布变化特征 [J]. 海洋环境科学, 2002, 21(1): 9 - 13.
- [17] 黄清辉, 王子健, 王东红, 等. 夏季梅梁湾水体中生物有效磷的分布及来源 [J]. 中国科学 (D 辑), 2005, 35 (增刊): 131 - 137.

(上接第 61 页)

不同相对湿度条件下 PM_{10} 质量浓度值与能见度之间的相关性分析, 得到两个乘幂指数回归方程:

相对湿度在 80% ~ 90% 时:

$$y = 0.7237 x^{-0.8562} \quad (\text{相关系数 } r = 0.7316)$$

相对湿度 > 90% 时:

$$y = 0.1142 x^{-1.4168} \quad (\text{相关系数 } r = 0.6401)$$

由此可见, 当相对湿度 < 80% 时, 两者间相关性好, 而当相对湿度 > 90% 时, 两者间相关性差。

3 结论

颗粒物质量污染水平与能见度间存在较为明显的相关性, 应用数理统计的方法得到不同相对湿度条件下 PM_{10} 质量浓度与水平能见度间的相关方程, 由此进行大气能见度的分析预测, 从而为灰霾预报提供依据。但导致能见度下降的影响因素非常复杂, 除相对湿度等气象条件以及颗粒物质量浓度影响外, 颗粒物的粒径分布、颗粒物成分以及环境空气中气体污染物均会导致颗粒物对光的吸收

和散射作用不同, 导致能见度下降的程度不同。

[参考文献]

- [1] 国家环境保护总局《空气和废气监测分析方法》编委会. 空气和废气监测分析方法 [M]. 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2003: 201 - 203.
- [2] 张伟. 环境空气质量预报准确率分析 [J]. 环境监测管理与技术, 2005, 17(2): 44.
- [3] 孙韧, 刘伟, 张赞. 城市典型气象条件与大气颗粒物污染之间的关系 [J]. 中国环境监测, 2005, 21(2): 80 - 83.
- [4] BA I K N, KM Y P, MOON K C. Visibility study in Seoul, 1993 [J]. Atmospheric Environment, 1996, 30: 2319 - 2328.
- [5] 吴兑. 霾与雾的区别和灰霾天气预警建议 [J]. 广东气象, 2004, 4: 1 - 4.
- [6] 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.
- [7] BARTHELMIE R J, PRYOR S C. Implications of ammonia emissions for fine aerosol formation and visibility impairment: a case study from the lower Fraser valley, British Columbia [J]. Atmospheric environment 1998, 32(3): 345 - 352.
- [8] TANG I N. Chemical and size effects of hygroscopic aerosols on light-scattering coefficients [J]. Geophysical Research, 1996, 101(D14): 19245 - 19250.