

文章编号:1000-582X(2003)05-0151-04

重庆市大气能见度变化趋势及影响因子*

洪全

(重庆师范学院 化学系,重庆 400047)

摘要:为了考察大气污染控制举措对能见度的影响,分析了重庆市主城区近15年的观测数据,并用二元相关和偏相关分析了大气能见度与气象因子和空气质量因子之间的关系,结果表明:重庆市能见度的季节变化较为明显,自20世纪80年代以来,能见度呈先下降后上升趋势,风使大气中的污染物和水蒸气迁移和稀释能力增强,从而增大能见度,而相对湿度和降雨量以及大气中TSP、NO_x、SO₂浓度的增加又将导致能见度下降。

关键词:能见度;空气质量因子;气象因子;重庆

中图分类号:X16

文献标识码:A

能见度的好坏不仅反映出一个地区大气环境质量,而且与人们的日常生活息息相关,特别是航空运输业受其制约更为明显^[1-3]。当能见度较低时,会导致机场关闭,班机停飞;车辆、渡轮缓行,甚至停止运行,给旅客带来诸多不便,也会给相应的运输公司造成巨额的经济损失。在我国1951-1998年间所发生的飞行事故中有245次与气象因子有关,其中19.2%是低能见度所造成的^[4]。所以,为了保证交通安全和改善大气环境质量,开展大气能见度的研究尤为必要。自20世纪90年代以来,由于重庆市城市建设规模不断扩大、人口增多、车辆增加和气候变迁等一系列原因,影响能见度的天气现象逐年增多,特别是烟雾等易受人为影响的天气现象显著增加,这已引起了许多学者的注意。

笔者以重庆市主城区近15年的观测数据为基础,系统分析了大气能见度的变化趋势及其与气象因子和空气质量因子之间的关系,以期能为重庆市的“蓝天工程”提供一些科学依据。

1 能见度变化趋势

1.1 能见度月和季节变化趋势

图1为重庆市主城区1986、1990、1995和2000年的能见度月均值。从图中可以看出:各年度能见度的

最大值出现在7、8月份,最小值出现在1月和12月份。

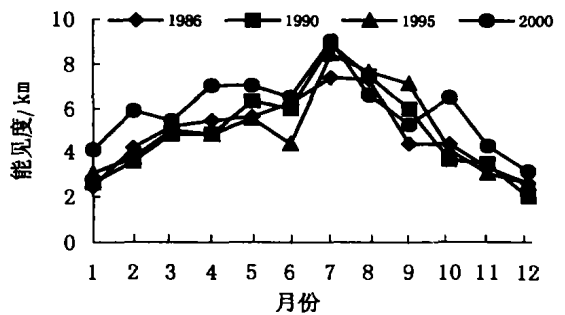


图1 能见度年月变化曲线

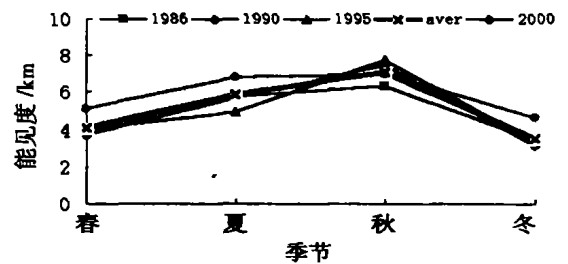


图2 能见度季节变化曲线

从能见度的季节变化来看(见图2),冬季能见度最低,其次是春季和夏季,秋季最高,15年能见度的平均值为冬季(3.45km) < 春季(4.08 km) < 夏

* 收稿日期:2002-12-16

作者简介:洪全(1956-),男,安徽铜陵人,重庆师范学院副教授,主要从事无机材料和环境科学的教学和科研工作。

季(5.88 km) < 秋季(7.12 km)。

1.2 能见度的年际变化趋势

图3为能见度年均值的变化趋势,从图可以看出:自1987至1991年,能见度呈显著的下降趋势,由1987年的6.0 km下降为1991年的4.4 km,下降了近27%。从1992年到1996年,能见度介于4.3~5.9 km之间。从1996-2000年,能见度一直呈上升趋势,与1996年相比,2000年的能见度增加了37%。

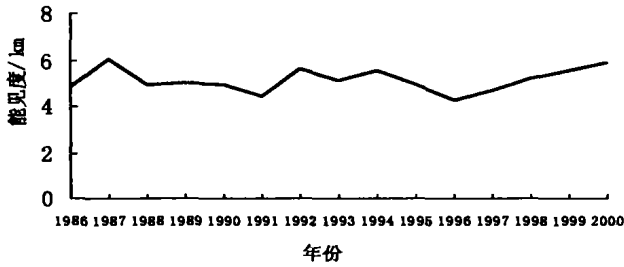


图3 能见度年际变化

2 影响能见度的主要因子的变化趋势

以往研究表明影响大气能见度的天气现象主要有烟幕、扬沙、浮尘、沙尘暴、雾、霾等^[5-6],烟幕由亚微米级的颗粒物、SO₂和NO_x形成;主要来源于各种燃烧过程、汽车尾气排放以及大气光化学反应产物。扬沙、浮尘、沙尘暴主要为TSP或更大的颗粒物,来自于干旱的土壤和道路扬尘;雾和霾为小液滴,主要为水蒸气冷凝所形成,其中部分液滴有凝结核,凝结核多为粒径较小的颗粒物。影响大气能见度的因子较多,笔者根据重庆市大气污染的特征选择部分气象因子(日照时间、降雨量、日平均气温、相对湿度和风速)和空气质量因子(总悬浮颗粒物(TSP)、二氧化硫(SO₂)和氮氧化物(NO_x))以作分析。图4为气象因子随年份的变化情况;图5为日均温度和风速随年份的变化情况;图6为空气质量指标随年份的变化情况。

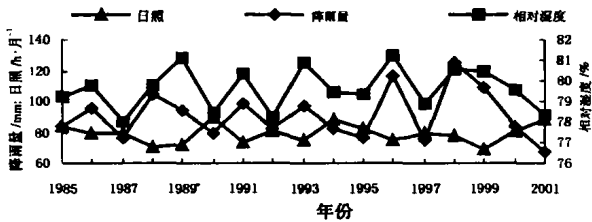


图4 气象因子年份变化曲线

从图4可以看出,自1986年至2000年,相对湿度的年均值介于78%~81%,整体上呈上升的趋势。年均降雨量的变化范围在70~125 mm之间,其变化趋势与相对湿度基本一致。年月均日照时间的变化范围在70~90 h之间,其变化趋势与相对湿度和降雨量完

全相反,从整体上看,月均日照时间呈上升趋势,但幅度较小。这表明降雨量较多的年份,相对湿度也较大,日照时间就相对较少。

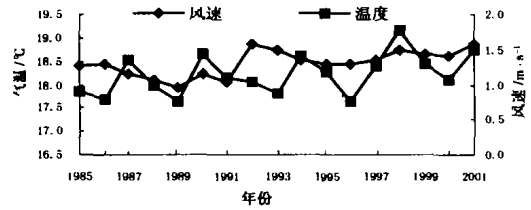


图5 日均温度和风速年份变化曲线

从图5可以看出:从1986-2000年的15年中,年均温度的变化范围为17.5~19.2℃之间。温度曲线的变化趋势与日照的颇为相似,说明日照时间较多的年份,年均气温也就较高。较大风速出现在1992年,为1.58 m/s;最低风速出现在1989年,为0.97 m/s。

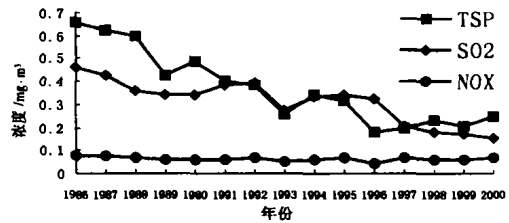


图6 空气质量指标年份变化

从图6可以看出:自1986年到2000年,TSP、SO₂和NO_x呈逐年下降的趋势,其中TSP和SO₂分别下降了62%和63%。NO_x浓度的最大值出现在1986年,为0.08 mg/m³,最小值出现在1996年,为0.04 mg/m³,自1996年以后,大气环境中的NO_x浓度又呈现上升趋势,这可能与重庆市直辖后,主城区机动车保有量不断增加有关。

3 能见度与主要影响因素的关系

为了探讨各气象因子和空气质量因子对能见度的影响,对能见度和其它因子作二元相关和偏相关分析。当所研究的两个随机变量服从二元正态分布时,其相关性可由pearson积矩相关系数加以描述。pearson积矩相关系数简称相关系数,即二元相关系数。二元相关显示了两个变量之间相互影响(包括直接影响和间接影响)的程度,不排除受第三变量的影响。在多元相关分析中,如果研究者希望将其它变量固定下来,单独考察两个变量之间的相关程度,则可以计算偏相关系数。这类方法排除了一些不易控制因素的干扰,相当于人为地将其它若干因子控制在恒定的条件下研究两个变量之间的关系。二者的显著性检验方法相同:当P ≤ 0.05表示具有显著性相关水平,P ≤ 0.01表示具

有极显著性相关水平。对能见度和某一影响因子进行二元相关分析,可以找出二者之间的大致相关性,但可能有其它因子的影响因素在内。在偏相关分析中,对

部分因子进行控制,排除其它因子的直接和间接影响。两种分析方法的对比可以看出能见度是受何因子的影响,及其影响程度^[7],分析结果见表 1。

表 1 相关分析结果

相关类型	控制因子	相关因子							
		TSP	SO ₂	NO _x	相对湿度/%	温度/℃	降雨量/mm	风速/m·s ⁻¹	日照/h
偏相关系数	TSP	0.467	-0.396	0.525					
	SO ₂	0.388	-0.372	0.574*	-0.321	0.183	-0.212	0.458	0.257
	NO _x	-0.293	-0.401	-0.117					
	湿度				0.083	0.232	0.070	0.474	0.003
	温度				-0.470	0.274	-0.473	0.410	0.234
	雨量	0.234	-0.133	0.317	-0.328	0.393	-0.390	0.519	0.104
	风速				-0.548*	0.295	-0.515*	0.554	0.270
	日照				-0.443	0.277	-0.336	0.417	-0.289
二元相关系数	—	0.115	-0.143	0.467	-0.556*	0.401	-0.480	-0.548*	0.376

说明：* 表示具有显著性相关水平 $P \leq 0.05$

由二元相关分析的结果可以看出:TSP、NO_x、日均温度、风速、日照与能见度有一定的正相关性。其中风速与能见度的相关性水平具有显著意义;日照、日均温度及 NO_x与能见度有较高的正相关性,但不显著;而 TSP 与能见度的正相关性水平较低。表明这些因子对增高能见度有一定的贡献,其中风速因子的贡献最为突出,而其它因子的贡献不明显。风可以使大气中的沙尘、TSP、SO₂、NO_x及小液滴快速迁移并稀释,从而使沙尘或烟或雾淡化,能见度就会增大。而且晴朗的天气(日照时间长、气温高)条件下,大气能见度较高。此时大气中 NO_x及 TSP 的浓度较高,NO_x尤为明显。

在二元相关的分析中,SO₂、相对湿度和降雨量与能见度有一定的负相关性,其中相对湿度与能见度有显著负相关性,相关系数为 -0.556。降雨量与能见度的负相关性较差,相关系数为 -0.48;SO₂与能见度的负相关性最低。说明空气中水蒸气较丰富时,相对湿度较大,小液滴容易形成,从而降低能见度。降雨量与能见度之间的相关性是通过相对湿度来实现的,即降雨量增加可增加空气的相对湿度,从而影响到能见度。但相对湿度与降雨量并非完全相关,因此降雨量与能见度的相关性较差。关于 SO₂与能见度的负相关性曾有过报道^[2]。SO₂是燃煤产生的主要污染物,重庆市是中工业区,耗煤量大。虽然近年来通过治理整顿,大气中 SO₂的浓度逐年降低,但是 SO₂依旧是煤烟型大气污染物的代表。因此 SO₂与能见度有一定的负相关

性。重庆市自古有雾都之称,主要原因在于重庆大气的相对湿度常年都处于较高的水平,燃煤产生的大气污染仅是次要因素。这也就是 SO₂与能见度的负相关性较低的主要原因。

由偏相关分析的结果(见表 1)可以看出:在不受其它因素影响的情况下,TSP、日均温度、风速、相对湿度与能见度有一定正相关性,其中风速、TSP 和日均温度与能见度的相关系数较大,分别为 0.553、0.466 和 0.273。说明风能够使能见度显著增高;而且气温越高,大气能见度越大。此时大气中 TSP 的浓度相对较高。SO₂、NO_x、降雨量、日照等与能见度有一定负相关性,相关系数分别为: -0.372、-0.116、-0.390、-0.289。说明降雨、SO₂、NO_x和日照对降低能见度有贡献。各因子与能见度的偏相关性均无显著性意义。

从表 1 可以看出,在不同的控制条件下,大气总悬浮颗粒物与能见度的相关系数不同,但相关性均不显著。其二元相关系数为 0.115;当控制气象因子时,相关系数为 0.234;当排除所有其它因子的干扰时,其相关系数为 0.467;当控制 SO₂和 NO_x时,相关系数分别为 0.388 和 -0.293。由此说明:气象因子和 SO₂能够降低 TSP 和能见度的相关性,NO_x则使其相关性增加。即气象因子可降低大气中 TSP 浓度,减小 TSP 对能见度的影响程度,其中风速和降雨量因子的贡献可能较大。SO₂与能见度的相关系数均为负值,相关性均不显著。气象因子增大了 SO₂与能见度的相关性,而

NO_x和 TSP 则大大减低了它们的相关性。各种因子的共同作用降低了其相关性。对于 NO_x, 各种气象因子作用的结果使它与能见度的相关性有较大增加。空气质量因子的作用则相反。当控制 SO₂ 干扰时, NO_x 与能见度具有显著相关性。说明 SO₂ 对其影响的程度大于 TSP。

在气象因子中, 在不同的条件下, 相对湿度和降雨量与能见度几乎均属负相关性。在不排除外界干扰的情况下, 相对湿度与能见度的相关系数为 -0.556, 具有显著性水平。当排除外界干扰时, 其相关系数为 0.083, 几乎无相关性。因此, 其它因素使相对湿度与能见度的负相关性增加, 气象因子作用明显。温度和风速能够有效减小降雨量和能见度的负相关性。在不同的控制条件下, 温度和风速因子与能见度均有正相关性。气象因子的综合作用可降低温度和能见度的相关性, 其中降雨量作用比较明显。当排除外界干扰时, 风速与能见度的相关系数为 0.554, 具有较高相关性。当使降雨量固定时, 其有显著相关性。当排除所有外界干扰时, 日照时间与能见度有一定负相关性, 在其它情况下有正相关性。其它因子的共同作用降低了日照时间和能见度的负相关性。

4 结 论

重庆市能见度的季节间变化较为明显, 表现为冬季 < 春季 < 夏季 < 秋季; 自 20 世纪 80 年代末至 90 年

代初, 重庆市能见度呈显著的下降趋势, 90 年代中期以后能见度又呈上升趋势; 大气能见度是各种气象因子和空气质量指标共同作用的结果, 风可以使大气中的污染物和水蒸气迁移和稀释能力增强, 从而增大能见度, 而相对湿度和降雨量的增加会使能见度有所降低, 大气中 NO_x、SO₂ 浓度的增加也将导致能见度下降。

参考文献:

- [1] 孟燕军. 北京地区答案雾日大气污染状况及气象条件分析 [J]. 气象, 2000, (3): 40-42.
- [2] 刘镇川. 西安郊区能见度恶化分析 [J]. 陕西气象, 1998, (2): 19-22.
- [3] 梁秀婷, 王丽春, 孟凡, 等. 呼和浩特市能见度与大气污染的特殊分析 [J]. 内蒙古气象, 1995, (1): 35-38.
- [4] 朱蕾. 乌鲁木齐机场低能见度天气气候特征 [J]. 湖北气象, 1994, (4): 8-10.
- [5] 赵习方. 北京地区低能见度区域分布初探 [A]. 大气环境科学进展 [C]. 昆明: 中国大气环境科学出版社, 2000. 30-35.
- [6] 孟燕军. 北京地区污染气候特征及其对大气能见度的影响 [A]. 大气环境科学进展 [C]. 昆明: 中国大气环境科学出版社, 2000. 24-29.
- [7] 贾恩志. 科研统计应用 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2001. 94-98.

The Trend of Visibility and Its Affecting Factors in Chongqing

HONG Quan

(Chemistry Department of Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract: In order to evaluate the effect of air pollution countermeasures on visibility, based on the 15-year monitor data in chongqing, this paper analyses the variation trend of visibility. And the inter relationship among visibility, meteorological factors and air quality factors was also discussed by means of bivariate correlation and partial correlation. The results showed that the seasonal and annual variation of visibility is very obvious. The variation trend of visibility was first down and then up since 1980's. Wind speed can increase visibility by accelerating the transportation and dilution of pollutants and vapour; however, the increase of relative humidity, precipitation, TSP, NO_x and SO₂ decrease the visibility.

Key words: visibility; meteorological factors; air quality factors; Chongqing

(责任编辑 张 苹)