

北京等地气象能见度的变化特性分析

邱金桓

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

本文统计分析北京、沈阳、广州和西安等地从1954年至1981年气象能见度资料。结果表明,1967年左右,四个城市的能见度都较好,约从1968年以后,能见度都倾向于变坏,北京能见度的变坏更为严重,约从1967年的23公里降为1979年的11公里。最后,本文分析了能见度与相对湿度和地面气温之间的相关特性。

一、引 言

能见度不仅是气象上的一个重要参数,也是评价环境污染的一个重要指标。能见度的监测与研究对于气象、航空、环境评价和人们的日常生活都有很大意义,引起了许多学者的重视。Sloane等人曾经研究了丹佛地区从1948年至1978年气象能见度的变化历史^[1],指出了在这一期间该地区的能见度下降了10%—20%。Okada等人根据1945—1977年间日本名古屋的气象能见度资料^[2],研究了能见度与相对湿度以及矿物燃料消耗量之间的依赖关系。

本文的主要目的是研究北京、广州、西安和沈阳等地气象能见度的年变化规律,研究北京能见度与相对湿度和地表气温之间的相关特性。

二、统计分析方法

气象能见度的定义为

$$V_L = 3.912/\sigma, \quad (1)$$

式中, σ 为5500 Å波长大气消光系数。在地面,5500 Å波长的分子消光系数一般远小于气溶胶消光系数, σ 可视为气溶胶的消光系数。根据Charlson的研究^[3],在相对湿度小于70%的条件下,能见度 V_L 和大气气溶胶的质量密度 m 近似满足如下的简单表达式

$$V_L = K/m, \quad (2)$$

K 为一常数。气象能见度反比于气溶胶的质量密度,它是评价气溶胶污染的一个重要指标。

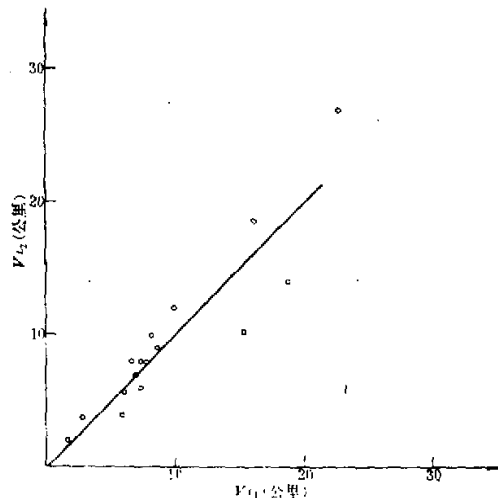
本文采用的能见度资料抄自国家气象局。表1表示1980年北京气象能见度的月平

均结果,其中 V_2 , V_8 , V_{14} 和 V_{20} 分别表示 2:00, 8:00, 14:00 和 20:00 四个时刻的能见度平均值, V_L^* 则表示上述四个时刻的平均值。如表所示, 8:00 时刻的能见度一般最差, 有时偏小一倍以上, 14:00 时刻能见度一般最好。清晨, 炊事等人类活动集中, 气溶胶污染比较严重, 加上边界层内经常出现逆温层结, 抑制了气溶胶粒子的向上输送, 粒子大量堆积在地表附近导致 8:00 时刻的能见度最差。随着日照加热地表, 逆温消失, 霾层消散, 下午 2 点的能见度一般较好。从表 1 看, 8:00 和 14:00 两个时刻的能见度均值 V_L 与四个时刻的均值 V_L^* 很接近, 最大偏差不超过 15%。西安、广州和沈阳的能见度具有类似的特点。因此, 本文一般只统计 8:00 和 14:00 两个时刻的能见度资料, 并取其平均值。

表 1 1980 年北京气象能见度月平均值

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V_2	7.77	8.84	11.67	11.01	12.88	8.64	9.88	5.94	12.15	9.29	7.53	11.14
V_8	3.86	4.36	5.41	7.24	8.47	9.80	6.75	3.76	11.30	6.20	4.73	6.30
V_{14}	9.40	11.55	12.80	12.84	12.25	14.90	12.57	10.90	20.97	14.18	9.33	12.33
V_{20}	6.97	10.33	12.28	12.92	11.77	12.50	14.18	8.40	18.07	11.07	7.65	8.83
V_L	6.63	7.97	9.10	10.04	10.37	12.35	9.66	7.33	16.13	10.19	7.03	9.33
V_L^*	7.00	8.77	10.51	11.00	11.34	11.46	10.85	7.25	15.62	10.18	6.58	9.65

图 1 把北京气象台观测的能见度和我们采用激光雷达探测的能见度作了比较。1984 年 3 月至 5 月进行的总共 16 组的观测结果表明, 两者的相关系数达到 0.832。毛节泰等人曾采用望远光度计测得的能见度与北京气象台测得的能见度作了比较^[3], 发现两者的相关系数为 0.81。因此, 就大量观测资料的统计平均而言, 气象台站的能见度资料是可信的。

图 1 激光雷达探测能见度 V_L 和北京气象台站所测能见度资料 V_{L1} 的比较

三、结果和讨论

图 2 表示北京、沈阳、广州和西安四个城市从 1954 年至 1981 年的能见度年平均值的变化趋势 (1961 年和 1962 年能见度资料缺), 其数值以及由能见度推算的消光系数值列于表 2。从该图表可以看出:

(1) 广州的能见度最好, 北京次之, 沈阳最差。从 1954 年至 1981 年, 广州、北京、西安、沈阳的平均能见度分别为 21.68 公里, 15.80 公里, 9.31 公里和 6.49 公里。

(2) 广州、北京、沈阳的能见度变化趋势类似, 从 1954 年起, 能见度先是趋好, 后又变差。西安的情形则不同, 五十年代中期能见度较好, 从 1955 年至 1981 年, 能见度年平均值约变小一倍。

(3) 1967 年左右, 四个城市的能见度都较好, 约从 1968 年至 1981 年, 能见度都趋向变坏, 北京能见度的下降最为严重、广州次之。从 1967 年至 1979 年, 广州能见度年平均

表 2 能见度和消光系数的年平均值

年份	北京		广州		西安		沈阳	
	V_L	σ	V_L	σ	V_L	σ	V_L	σ
1954	13.6	0.288	20.5	0.191	14.8	0.264	4.94	0.793
1955	14.8	0.264	20.2	0.194	16.2	0.241	5.31	0.737
1956	14.4	0.272	23.9	0.164	11.2	0.349	5.69	0.687
1957	15.7	0.249	23.4	0.167	10.2	0.384	5.36	0.730
1958	16.1	0.243	27.0	0.145	10.1	0.387	5.07	0.772
1959	16.6	0.236	26.0	0.150	10.5	0.373	4.69	0.834
1960	14.1	0.277	25.9	0.151	10.7	0.366	5.38	0.727
1963	19.0	0.206	24.6	0.159	11.1	0.352	8.77	0.446
1964	16.0	0.245	25.8	0.152	9.63	0.406	8.63	0.453
1965	21.7	0.180	23.4	0.167	8.92	0.439	8.33	0.470
1966	21.3	0.184	24.2	0.162	8.75	0.447	7.36	0.532
1967	23.1	0.169	25.6	0.153	10.6	0.369	7.53	0.520
1968	22.2	0.176	24.9	0.157	9.10	0.430	7.59	0.515
1969	19.0	0.206	24.9	0.157	8.16	0.479	7.56	0.517
1970	18.3	0.214	24.5	0.160	7.67	0.510	7.68	0.509
1971	15.8	0.248	24.0	0.163	7.55	0.518	7.43	0.527
1972	17.0	0.230	24.2	0.162	6.18	0.633	6.87	0.569
1973	16.3	0.240	20.8	0.188	8.04	0.487	6.12	0.639
1974	13.8	0.283	17.7	0.221	7.46	0.524	6.62	0.591
1975	13.9	0.281	17.0	0.230	7.22	0.542	6.04	0.648
1976	11.9	0.329	16.7	0.234	6.86	0.570	6.36	0.615
1977	12.2	0.321	18.0	0.217	6.95	0.563	6.25	0.626
1978	11.7	0.334	16.4	0.239	9.22	0.424	6.39	0.612
1979	11.3	0.346	15.8	0.248	8.46	0.462	6.50	0.602
1980	9.3	0.421	14.7	0.266	7.35	0.532	4.90	0.798
1981	11.7	0.334	13.2	0.296	9.10	0.429	5.24	0.747

注: V_L 单位为公里 σ 单位为 1/公里

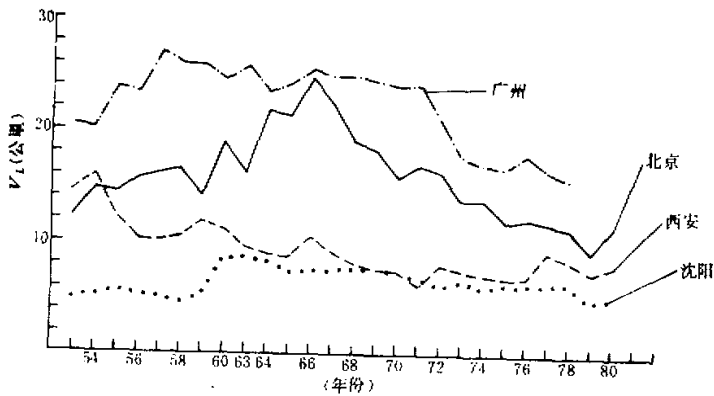


图2 广州、北京、西安、沈阳能见度年变化

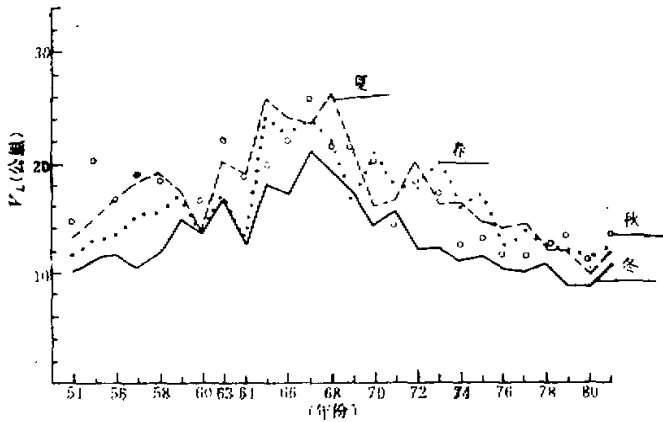


图3 不同季节下北京能见度的变化

值约从 26 公里降到 16 公里,北京则从 23 公里降到 11 公里,后者变小一倍多。

图 3 表示春夏秋冬四个季节下北京能见度的年变化。其中冬季指 12、1、2 三个月的能见度平均结果;春季指 3、4、5 月;夏季指 6、7、8 月;秋季指 9、10、11 月的平均结果。与图 2 所示的北京能见度年平均结果的变化趋势相一致,春、夏、秋、冬四个季节下北京能见度的年变化具有一个共同的特点,从 1954 年至 1966 年,能见度倾向于变好,但从 1967 年以后能见度倾向于变坏,尤为冬季变坏更严重。在四个季节中,冬季的能见度一般最坏,在五十年代和七十年代以后,冬季的能见度尤其差。相对而言,七十年代以来春季的能见度较好。

图 4 表示从 1951 年至 1980 年北京出现有烟、霾和扬沙低能见度天气(能见度小于 10 公里)的年总天数(资料抄自国家气象局)。如图所示,由烟的污染导致能见度低的天气一般为最多,特别是在五十年代和七十年代中期,一年高达 200 天以上。1953 年至

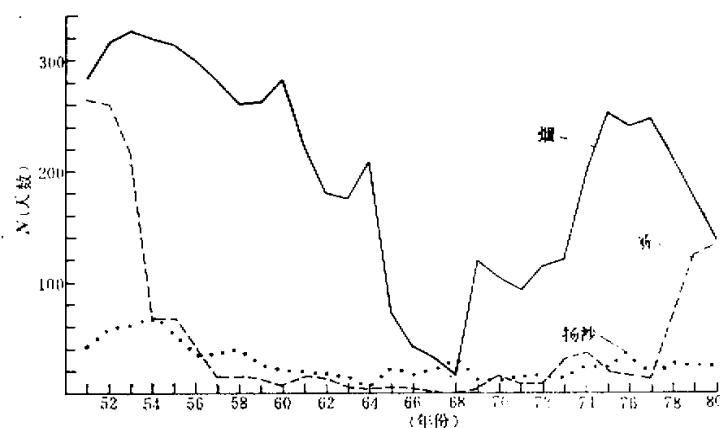


图4 北京出现能见度小于10公里有烟霾和扬沙天气的总天数

1955年,出现能见度小于10公里的扬沙天气较多,高达60天左右,六十年代以来,约在15天至42天之间变化。王明星曾指出^[1],北京以烧煤为主,冬季和春季气溶胶的主要来源是燃煤排放。北京能见度的变化趋势密切依赖于烟羽污染状况。五十年代初期,许多家庭采用小火炉靠烧煤做饭和取暖,烟囱很低,排放大量的烟尘粒子,这可能是导致五十年代初期水平能见度较低的一个重要原因。1967年左右,由于烟羽污染引起的低能见度天气比较少,年平均能见度比较好,七十年代以来,出现低能见度的有烟天气的概率增大,能见度变坏。北京冬季采暖期间,增加了许多采暖烟囱,昼夜排放大量的烟尘粒子,因此冬季的能见度一般最差。

从表3可以看出北京的能见度与地面的相对湿度和气温之间的相关特性。表中 r_{vm} 和 r_{vt} 分别表示从1963年至1980年北京能见度的月平均值与相对湿度和地面气温的相关系数。如表所示,所有月份的能见度平均值都与相对湿度呈负相关,即能见度随着相对湿度的增大而变小,这是由于气溶胶粒子的大小一般随着相对湿度的增大而增大的缘故。能见度与地面气温的相关特性比较复杂,在冬季,两者呈负相关,而在春季呈正相关。

表3 能见度和地面湿度及气温之间的相关特性

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
r_{vm}	-0.603	-0.237	-0.352	-0.077	-0.426	-0.670	-0.441	-0.528	-0.212	-0.329	-0.369	-0.633
r_{vt}	-0.331	-0.215	0.026	0.162	0.484	0.202	-0.116	0.193	-0.135	0.024	-0.278	-0.517

四、结 束 语

气象能见度是评价气溶胶污染的一个重要指标。从1954年至1981年,北京、广州和沈阳的能见度具有类似的变化特点,从1954年至六十年代中期,能见度倾向于变好,1967

年左右,能见度最好,约从 1968 年以后,能见度变坏,北京和广州的能见度变坏更为严重。值得引起注意的是,1968 年以后,北京和广州的能见度都大大变坏了,大约下降了一倍左右。

北京春、夏、秋、冬四个季节中,冬季取暖期间能见度最差。

参 考 文 献

- [1] Sloane, C. S. et al., *Atmos. Envir.*, **15**(1981), 2631—2638.
- [2] Okada, K. et al., *J. Meteor. Soc. Jap.*, **60**(1982), 776—786.
- [3] Charlson, R. J. et al., *Atmos. Envir.*, **1**(1967), 469—478.
- [4] 毛节泰等, *大气科学*, **8**(1984), 170—177.
- [5] 王明星, *科学探索*, **3**(1983), 13—20.

AN ANALYSIS OF ANNUAL VARIATION OF VISIBILITY IN BEIJING AND OTHER PLACES

Qiu Jinhuan

(Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica)

Abstract

In this paper, the statistical data of visibility in Beijing, Shenyang, Guangzhou and Xi'an during 1954—1981 are analyzed and the results show that visibility was higher in 1967 but tended to decreasing since 1968 in the four cities. Particularly in Beijing, the visibility decreased from 23 km in 1967 to 11 km in 1979. Finally, the correlativity between visibility and relative humidity as well as temperature is also analyzed.

勘 误

本刊 10 卷 3 期“我国‘环流-天气气候-谷物天气产量’体系的长期振动”一文中图 5 曲线 C 在绘制过程中有误,现列表给出每五年一个气压数据(10 年滑动平均值)作为更正如下:

年 份	1876	1881	1886	1891	1896	1901	1906	1911	1916	1921	1926	1931	1936	1941	1946	1951	1956	1961	1966	1971	1976
$\bar{P}$ 值 (hPa)	15.6	15.9	16.6	16.6	17.2	18.2	18.0	17.1	17.0	17.1	16.3	14.0	15.0	16.4	16.8	17.7	17.6	16.3	17.2	17.3	16.9