

经验介绍

确定大气扩散稳定度等级的时间序列问题

郭 力 氏

(浙江省气候应用所)

一、引言

目前大气扩散稳定度等级一般利用常规气象资料来确定,但是对所用的气象资料的时间序列却无统一的规定。在我们已进行过的工作中,有的根据十年的气象资料来确定,有的则用五年的,还有用三年的,甚至还碰到用一年的。目前对气象资料使用的时间序列并无一致的要求,往往是根据各自的意愿而提出使用气象资料的年限。利用气象资料确定大气扩散稳定度等级时,资料的时间序列究竟该多长,才能较实际地反映出某地长时期内的大气扩散能力,又能尽量少用气象资料以减少人力、财力的花费。本文对这个问题,将通过不同时间序列的比较来加以论证。

二、大气扩散稳定度等级的确定

规定大气扩散稳定度等级按修正的 Pasquill 稳定度分类法^[1],分为强不稳定、不稳定、弱不稳定、中性、较稳定和稳定六级,分别以 A、B、C、D、E、F 来表示。首先由云量(包括总云量和低云量)与太阳高度角从太阳辐射等级表中查出太阳辐射等级数,再由辐射等级数与地面风速(指离地面 10 米高处 10 分钟平均风速)从大气稳定度等级表中确定稳定度等级。太阳高度角按下式计算:

$$\sin h_a = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \tau \quad (1)$$

式中 ϕ 为地理纬度, δ 为太阳赤纬, τ 为地方时角。

三、不同时间序列下大气扩散稳定度等级的频率分布比较

为了使本文论证的问题具有一定的说服力,作者选用了建站较早,资料代表性较好的化工城市一衢州市气象站现有的气象资料,分别做了 1971—1986 年(16 年)、1977—1986 年(10 年)、1982—1986 年(5 年)、1984—1986 年(3 年)四个不同时间序列下的大气扩散稳定度等级的频率分布表(见表 1)。从表 1 得知,全年各稳定度等级在各时间序列下出现的频数都很接近。各时间序列下都以 D 级(中性)为最多;E、F 级之和(稳定)次之;A、B、C 级

之和(不稳定)出现最少。

就月而论,16 年、10 年和 5 年三个时间序列下的大气扩散稳定度等级的频率分布较一致。各月仍以“中性”最多。除六月份“不稳定”频率大于“稳定”外,其它各月“稳定”次之,“不稳定”最少。3 年时间序列下的大气扩散稳定度等级的频率分布与 16 年、10 年和 5 年三个时间序列下的频率分布却有一定的差异,它们之间不同之处表现在二月、四月、七月、八月四个月中。在 3 年时间序列下,二月和四月是“不稳定”频率大于“稳定”频率;七月是“稳定”最多,其次是“不稳定”,最少是“中性”。八月是“稳定”多于“中性”,出现较少的是“不稳定”。

可见,用 16 年、10 年和 5 年三个不同时间序列的气象资料做的大气扩散稳定度等级的频率分布,三者之间较相一致,稳定性好。因此,可以认为,利用常规气象资料确定大气扩散稳定度等级时,资料年限取五年为好。这样既能较实际地反映出某地长时期内的大气平均扩散能力,又能少用气象资料,把人力和财力的花费减少到最低限度。

要说明的是,为什么最长的时间序列取为 16 年呢?这是因为从七十年代初起气象站的测风仪器陆续换为电测风仪,可自动记录风向风速,而在此之前,是用人为性较大的维尔德测风器测量风向风速的。为了排除两种仪器记录间存在的误差及保障资料的可靠性,风资料仅采用自记记录,所以,最长的时间序列为 16 年。

四、可靠性检验

以 5 年气象资料确定的大气扩散稳定度等级究竟能否代表大气长期平均扩散能力呢?我们知道,由于太阳高度角每年变化基本是相同的,所以大气稳定度各级的频率变化主要受制于风和云气象要素的变化。假如风、云等要素存在一个 5 年或更长周期的变动,即连续出现低值或高值,那用高值的 5 年和用低值的 5 年资料分别确定的大气扩散稳定度等级,两者的频率分布可能会有较大的差异。从图 1

表 1 各时间序列下大气扩散稳定度等级的频率分布(%)

年 月	频率 级别	不 稳 定				中 性	稳 定		
		A	B	C	Σ	D	E	F	Σ
1971—1986	1	0.25	3.58	4.08	7.91	65.62	13.66	12.80	26.46
1977—1986		0.40	3.39	3.79	7.58	67.26	12.42	12.74	25.16
1982—1986		0.65	4.19	3.71	8.55	63.55	13.23	14.68	27.91
1984—1986		0.54	4.84	3.23	8.61	64.52	12.90	13.98	26.88
1971—1986	2	2.38	8.19	4.37	14.94	68.31	8.30	8.46	16.76
1977—1986		2.13	7.89	4.70	14.72	68.97	8.07	8.24	16.31
1982—1986		1.24	6.03	4.26	11.53	76.77	7.09	4.61	11.70
1984—1986		1.18	6.76	5.00	12.94	74.71	6.76	5.59	12.35
1971—1986	3	1.81	6.80	5.75	14.36	69.76	7.11	8.77	15.88
1977—1986		1.29	5.00	5.32	11.61	75.08	6.13	7.18	13.31
1982—1986		1.77	4.68	6.13	12.58	73.06	5.81	8.55	14.36
1984—1986		1.88	5.11	7.26	14.25	69.89	6.99	8.87	15.86
1971—1986	4	1.82	8.28	6.04	16.14	64.43	10.00	9.43	19.43
1977—1986		1.42	8.50	6.25	16.17	65.25	9.58	9.00	18.58
1982—1986		1.50	8.67	7.50	17.67	63.00	10.33	9.00	19.33
1984—1986		2.22	8.61	7.22	18.05	64.17	9.17	8.61	17.78
1971—1986	5	1.97	9.12	7.61	18.70	59.98	11.69	9.63	21.32
1977—1986		1.94	10.40	8.06	20.40	55.97	12.66	10.97	23.63
1982—1986		2.26	11.45	7.74	21.45	52.90	11.61	14.03	25.64
1984—1986		2.69	12.10	7.53	22.32	53.76	10.22	13.71	23.93
1971—1986	6	3.49	12.60	9.32	25.41	51.61	14.84	8.13	22.97
1977—1986		3.50	12.67	8.83	25.00	52.67	14.25	8.08	22.33
1982—1986		2.83	12.17	9.50	24.50	56.33	11.50	7.67	19.17
1984—1986		3.33	13.61	10.28	27.22	51.67	11.94	9.17	21.11
1971—1986	7	3.43	14.16	10.84	28.43	37.00	21.63	12.95	34.57
1977—1986		3.06	14.03	11.29	28.38	36.94	22.42	12.26	34.68
1982—1986		2.90	14.35	10.48	27.73	36.94	22.42	12.90	35.32
1984—1986		2.96	17.47	11.83	32.26	29.03	23.92	14.79	38.71
1971—1986	8	3.48	13.10	11.90	28.48	39.87	15.07	16.58	31.65
1977—1986		3.55	12.02	12.02	27.59	41.13	15.00	16.29	31.29
1982—1986		4.68	14.84	10.97	30.49	35.48	15.16	18.87	34.03
1984—1986		3.49	15.05	13.44	31.98	32.80	16.13	19.09	35.22
1971—1986	9	2.92	11.41	9.06	23.39	49.22	10.57	16.82	27.39
1977—1986		3.00	10.67	9.00	22.67	50.92	10.00	16.42	26.42
1982—1986		3.00	11.00	9.00	23.00	49.50	10.17	17.33	27.50
1984—1986		3.33	10.83	9.72	23.88	48.33	10.83	16.94	27.77
1971—1986	10	3.02	11.59	8.77	23.38	49.34	10.38	16.89	27.27
1977—1986		3.23	12.90	9.44	25.57	45.24	10.73	18.47	29.20
1982—1986		2.74	10.97	7.90	21.61	52.90	10.48	15.00	25.48
1984—1986		2.69	10.75	7.53	20.97	53.23	11.83	13.98	25.81

续表 1

年月	频率	级别	不 稳 定				中 性	稳 定		
			A	B	C	Σ	D	E	F	Σ
1971—1986	11		1.35	8.96	5.68	15.99	49.90	16.77	17.03	33.80
1977—1986			1.67	10.17	5.67	17.51	49.33	16.42	16.75	33.17
1982—1986			1.33	12.00	4.50	17.83	49.17	15.33	17.67	33.00
1984—1986			1.39	13.61	4.17	19.17	50.00	13.33	17.50	30.83
1971—1986	12		0.00	4.69	5.19	9.88	53.98	18.35	17.79	36.14
1977—1986			0.00	5.24	5.81	11.05	50.08	19.11	19.76	38.87
1982—1986			0.00	5.65	5.65	11.30	50.16	18.06	20.48	38.54
1984—1986			0.00	4.84	5.65	10.49	54.03	17.20	18.28	35.48
1971—1986	全年		2.16	9.37	7.41	18.94	54.83	13.24	12.97	26.21
1977—1986			2.09	9.41	7.54	19.04	54.80	13.11	13.05	26.16
1982—1986			2.08	9.68	7.30	19.06	54.82	12.65	13.47	26.12
1984—1986			2.14	10.31	7.76	20.21	53.70	12.66	13.44	26.10

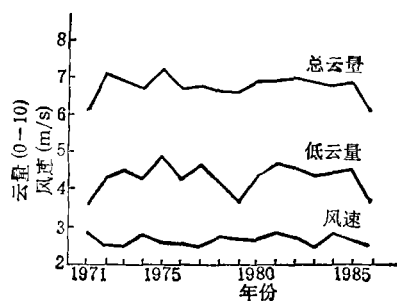


图 1 衢州历年年平均风速、总(低)云量变化曲线

中可以看出,无论是风还是云都无明显的这种现象。把图 1 中的历年年平均风速、总(低)云量值,按下式:

$$\bar{X}_t = \frac{1}{5} \sum_{i=t-2}^{t+2} X_i = \frac{1}{5} (X_{t-2} + X_{t-1} + X_t + X_{t+1} + X_{t+2}) \quad t > 1 \quad (2)$$

分别做风速、总(低)云量的 5 年滑动平均,其值见表 2。从表 2 看出,风和云要素的 5 年滑动平均值都较平稳,且任何 5 年平均值都与常年平均值很接近,这说明年平均风速和总(低)云量年际间的变化不大,不存在连续出现 5 年(或更长)高值或低值的可能性。

作者又用较大样本的历年年平均总(低)云量值上机做谱分析以求得它们的变化周期,结果低云量在零阶即拟合,未见明显周期变化。总云量频率为

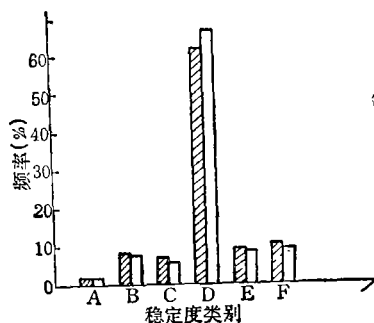


图 2 衢州春季各稳定度出现频率图 2—6 中实线柱表示 1973—1977 年空心柱表示 1982—1986 年

$f_i = \frac{1}{2}$ 的贡献最大,即它的变化周期为 $T = \frac{1}{f_i} =$

2 年。谱分析的结果也证明了云要素值不可能连续 5 年(或更长)出现高值或低值。由于风资料的样本较小,故未上机做谱分析,但根据 5 年滑动平均值也可以说明问题。

为了更说明问题,随机取了衢州 1973—1977 年 5 年的气象资料做了大气扩散稳定度等级频率分布表(表省略),与以 1982—1986 年 5 年资料做的大气扩散稳定度等级频率分布表相比较,结果两者间无论是年还是月,各级的频率分布都是相一致的。图 2—6 是衢州 1973—1977 年和 1982—1986 年两个时期的春(三、四、五月)、夏(六、七、八月)、秋(九、十、十一月)、冬(十二、一、二月)四季和年大气扩散稳定度等级的频率分布直方图。从图中可以直观地看出

表 2 衢州风速、云量五年滑动平均值

项 目 \ 时 间	71—75	72—76	73—77	74—78	75—79	76—80	77—81	78—82	79—83	80—84	81—85	82—86	16 年平均
风速 (m/s)	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8	2.7	2.7
总云量(0—10)	6.8	6.9	6.9	6.8	6.8	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	6.9	6.7	6.8
低云量(0—10)	4.3	4.5	4.5	4.5	4.4	4.3	4.3	4.3	4.4	4.5	4.6	4.4	4.3

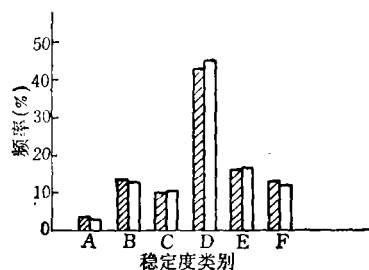


图 3 衢州夏季各稳定度出现频率

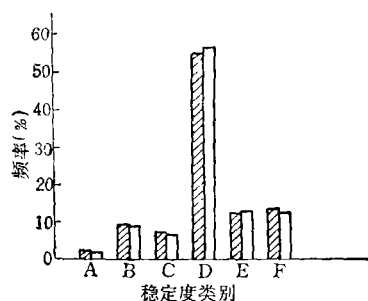


图 6 衢州全年各稳定度出现频率

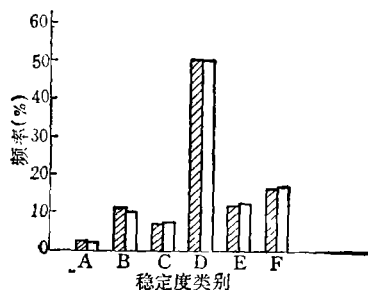


图 4 衢州秋季各稳定度出现频率

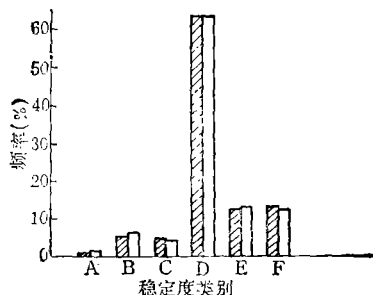


图 5 衢州冬季各稳定度出现频率

两者间各季的各级频数都是很接近的。

检验证明,以一地连续 5 年为序列的气象资料确定的大气扩散稳定度等级是能够代表该地大气长

期平均扩散能力的,并且取哪一时段上的连续 5 年资料关系都不大,之间不会存在显著差异。也就是说,不一定要用最近的 5 年气象资料来确定大气扩散等级。

五、小 结

利用一地常规气象资料来确定该地的大气扩散稳定度等级时,应该用连续 5 年的气象资料,且可用任意时段上的连续 5 年资料,这样既能较好地反映出该地长时期内的大气平均扩散能力,又能少用气象资料。通过检验证实这一结论是正确的。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家标准,制订地方大气污染物排放标准的技术原则和方法(GB 3840-83),中国标准出版社,1984 年。
- [2] 李宗恺等,空气污染气象学原理及应用,269—271 页,气象出版社,1985 年。
- [3] 王润庭等,实用污染气象学,93—94 页,气象出版社,1981 年。
- [4] 徐二女等,杭州地区大气扩散级别若干气候特征,浙江气象科技,1985 年第 4 期。
- [5] 屠其琛等,气象应用概率统计学,370—373 页,404—408 页,气象出版社,1984 年。

(收稿日期 1987 年 9 月 28 日)