

北京地区局地强风暴发生的环境条件

王沛霖 许丽章 孙 方

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

摘 要 采用 1980~1988 年北京地区局地强风暴和北京探空资料,研究了本地区局地强风暴发生的环境条件,有利的环境条件是:对流层低层为低压;层结不稳定和中下层位势不稳定;中低层水汽含量高和对流层深厚气层中相对湿度大.局地强风暴生成与中层干燥、高空强风和垂直风速切变无明显关系.

关键词 北京地区,局地强风暴,环境条件

分类号 P425.61

局地强风暴是一种产生雷暴大风、龙卷和雹等强对流天气的中尺度系统,迄今人们对它的认识还很不够,对它的准确预报还有许多困难.其中,强风暴发生的环境条件是最基础的研究课题之一.它包括强风暴发生的天气学条件和高空气象学条件.目前许多学者都认为我国中纬度地区强风暴发生的高空气象学条件是:①大尺度流场具有气旋性涡度,②对流层中下层有明显的位势不稳定,③高空强风和强的垂直风切变,④低空非常暖湿,中空很干燥^[1].有关的研究大都只涉及对强风暴个例的综合分析^[2~5],而没有讨论无强风暴时的情况.本文采用北京地区多年的包含有和无强风暴的逐日资料,用对比度分析的方法进行研究,发现低层气旋性低压、湿度大、层结不稳定和中下层位势不稳定是强风暴发生的有利条件,这与前人研究结果一致;而中层干燥、高空强风和垂直风速切变与强风暴发生没有明显关系.

1 资料和分析方法

本文采用 1980~1988 年 4~9 月,北京周围 600 km×600 km 范围内 30 个测站的 20 时探空和未来 24 h 常规观测资料,用对比度分析方法^[6]分析局地强风暴和气象参数的相关关系,从而研究局地强风暴发生的环境条件.若当天区域内有不少于 3 站出现强对流天气(雷暴大风、龙卷或雹),则确定当天为区域性局地强风暴日(以下简称为局地强风暴日).经统计,局地强风暴频率以 6 月和 7 月最高,5 月和 8 月次之,4 月和 9 月最低.由逐日资料计算的局地强风暴和北京探空各参数相关的对比度(CNT)列于表 1.在下面分析中以 $|CNT| \geq 0.2$ 为显著相关,否则为相关不显著^[6],CNT 正(负)值表示正(负)相关.

收稿日期:1995-02-27 王沛霖,男,58岁,副教授

表 1. 北京地区各月局地强风暴与参数相关的对比度 /%

Tab. 1 Contrast of the relation between severe local storm and meteorological parameters in Beijing area

月份	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9
(hPa)	气压或高度						风 速						温 度					
P_0	-47	-30	-21	-18	-37	-21	4	-15	-19	5	-9	2	19	11	-11	-10	8	14
850	-43	-24	-24	-24	-35	-17	2	0	9	5	6	0	26	27	4	-4	27	18
700	-24	-1	-19	-22	-14	-3	9	-8	4	11	2	-10	26	33	4	-11	13	20
500	0	22	-19	-10	-16	1	0	-16	-7	11	1	-21	18	21	-24	-40	-21	-3
400	5	20	-21	-33	-16	-6	-14	-21	-18	4	-1	-16	9	9	-20	-35	-13	2
300	6	17	-24	-35	-16	4	-13	-27	-14	17	1	-13	-5	-3	-21	-23	-12	-4
200	4	5	-22	-29	-15	-6	-10	-17	-10	19	4	13	2	-28	-12	20	-9	3
月份	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9
(hPa)	露点						露点差						假相当位温					
P_0	-58	52	27	10	27	-24	-37	-39	-26	-16	-16	-30	49	40	19	2	20	29
850	57	50	21	12	21	43	-40	-31	-16	-13	-4	-34	49	47	17	9	25	38
700	50	43	24	1	20	33	-36	-21	-22	-8	-16	-27	43	40	15	-9	16	26
500	26	33	15	8	11	19	-27	-32	-30	-27	-25	-31	19	23	-11	-25	-8	3
400	18	21	4	-3	5	12	-23	-25	-20	-19	-19	-20	10	10	-18	-30	-10	2
300	9	14	1	-5	-1	7	-25	-31	-24	-15	-14	-20	-5	-2	-20	-23	-11	-4
200	17	8	1	21	2	12	5	-39	-20	-7	-14	-15	23	-20	-14	20	-9	1
月份	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9
(hPa)	垂直风速切变						垂直温度递减率						假相当位温差					
850-700	8	-7	-4	6	-3	-8	4	-6	0	5	11	-2	-30	-31	-9	-22	-14	-29
850-500	-2	-15	-12	5	-3	-19	11	7	22	21	38	16	-46	-41	-33	-28	-10	-10
850-400	-16	-20	-20	3	-4	-15	16	13	19	28	28	11						
850-300	-15	-27	-16	16	-1	-13	26	30	19	21	25	11						
850-200	-14	-17	-12	19	2	13	-13	35	14	-11	25	7						
500-400	-27	-15	-21	-6	-3	-1	19	19	-1	9	-7	-5						
500-300	-21	-23	-13	13	1	5	31	28	5	-1	0	29						
500-200	-15	-9	-9	15	4	23	9	38	-4	-36	-4	-3						

2 局地强风暴发生的环境条件

(1) 各月局地强风暴与地面气压和 850 hPa 高度几乎都是显著负相关, 表明本地区局地强风暴倾向于发生在对流层低层为低压的形势下, 气旋性低压区盛行上升运动, 为局地强风暴生成提供触发条件, 成为强风暴发生的有利条件, 6 月和 7 月在 400 hPa 以上还出现明显负相关, 表明高空低压也有利于强风暴发生。

(2) 局地强风暴与风速和垂直风速切变, 除个别层次外, 一般无明显正相关, 在 4~6 月某些层次上还出现明显负相关, 这一结果与 Dessens 和 Marwitz 的结论并非涉及同一个问题, 他们的结果仅表明风切变越强, 强风暴发展得越强^[3,7], 均未涉及强风暴生成与风切变大小的关系, 对北京 58 例强风暴的统计得出, 通过云层的强切变类和弱切变类的局地强风暴所占的比例是相同的^[5], 这说明弱切变或强切变时局地强风暴生成的机会是相同

的. 本文通过有和无强风暴的对比, 进一步表明我国中纬度地区高空强风和通过云层的垂直风速切变的大小与局地强风暴生成没有明显关系, 仅在个别层次上, 出现风切变小有利于局地强风暴生成的情况.

关于风切变作用的争论由来已久, 风切变有利于对流发展的作用被认为是多方面的. 通常认为强切变能造成云中有组织的倾斜的上升和下沉气流对强风暴生成和发展有利, 但云中的这一倾斜垂直环流至今仍未被模拟出来. 一些理论分析却主张风切变不利于对流^[6]. 本文的研究表明, 风切变和强风暴生成没有明显关系.

(3) 在 6 月和 7 月份, 局地强风暴与中上层(500 hPa 以上)温度呈明显负相关, 其它月份则与 850 或 700 hPa 温度呈明显正相关, 它们都有利于不稳定层结形成. 从表 1 中可见, 强风暴都与 850 hPa 以上某一个较深厚气层的温度递减率明显正相关, 尤其 5 月和 8 月不稳定层可达到 200 hPa 的高度. 因此, 层结不稳定是北京地区局地强风暴发生的有利条件.

(4) 局地强风暴和对流层下层(850~700 hPa)露点显著正相关(7 月除外), 其中 4~5 月相关最为显著. 局地强风暴和露点差几乎都是负相关, 这表明对流层低层水汽含量高、深厚气层中相对湿度大是强风暴发生的有利条件.

(5) 除 6 月和 7 月份外, 局地强风暴都和 850 或 700 hPa 以下的假相当位温显著正相关, 这是高温高湿的结果. 相应地, 强风暴与 700 减 850 hPa 假相当位温差显著负相关(6 月和 8 月除外), 与 500 减 850 hPa 假相当位温差全都是显著负相关. 这一结果显示对流层中下层明显的位势不稳定是强风暴发生的一个很有利的条件.

综上分析可见, 局地强风暴发生的条件并无明显季节变化. 因此, 我们将 4~9 月的资料综合在一起, 再计算一次, 结果见表 2.

表 2 北京地区局地强风暴和参数相关的对比度 /%

Tab. 2 Contrast of the relation between severe local storm and meteorological parameters in Beijing area

规定层或层间/hPa	地面	850	850	850	850	850	500	500	500						
		700	500	400	300	200	700	500	400	300	200				
气 压	-40	-33	-6	11	11	11									
风速和垂直风速切变	-9	-1	-3	-13	-18	-12	2	-3	-13	-18	-12	-3	-15	-5	3
温度和温度递减率	22	33	31	12	11	7	8	-1	13	12	14	14	0	12	5
假相当位温及其差值	32	35	31	15	10	6	7	-25	-42						
露 点	-12	41	38	26	18	14	19								
露点差	-31	-27	-25	-30	-22	-22	-19								

表 3 和表 4 分别给出了表 2 中关于同类参数中相关最显著的参数的有和无局地强风暴时的平均值, 和局地强风暴频率随该参数值增减而变化的情况. 表 3 表明有和无强风暴时参数平均值的对比是显著的. 表 4 中所指的参数区间是将参数从高值向低值排列成的序列按总天数等分为 8 个区间, 并统计各区间中强风暴的频率, 表 4 的结果表示强风暴发生的频率随参数有显著的变化趋势.

表 3 有和无强风暴时最明显相关的参数的平均值

Tab. 3 Average value of parameters with the largest value of |CNT| for the cases with and without severe local storm genesis /C

参 数	地面气压 /hPa	850 hPa 温度	500 减 850 hPa 假相当位温差	850 hPa 露 点	地面露点差	850 hPa 假相当位温
有强风暴	998	16.8	-3.0	8.0	8.5	53.5
无强风暴	1003	14.2	2.7	2.5	11.8	45.5

表 4 局地强风暴频率随最明显相关的参数的变化(平均频率为 15%)

Tab. 4 Variations of the frequency of severe local storm genesis with the parameters of maximum |CNT| /%

参数区间	1	2	3	4	5	6	7	8
地面气压	3	5	8	10	20	22	22	30
850 hPa 温度	21	25	20	20	12	9	10	4
500 减 850 hPa 假相当位温差	2	5	8	11	16	22	24	32
850 hPa 露点	27	19	21	19	17	9	6	2
地面露点差	6	11	8	12	20	20	22	22

3 小 结

北京地区处于我国中纬度,局地强风暴发生的环境条件随季节变化不大,有利的环境条件是①对流层低层为低压,②层结不稳定和中下层为显著位势不稳定.③中低层水汽含量高,深厚气层内相对湿度大.高空强风和通过云层的垂直风速切变,以及中层干燥均与局地强风暴生成关系不大,这和通常的概念是不同的.

参 考 文 献

- 1 陶诗言. 中国之暴雨. 北京: 科学出版社, 1980. 11~13
- 2 Dessens H. Severe hailstorms are associated with very strong wind between 6000 and 12000 meters. *Geophys. Monog.*, 1960, 333~338
- 3 陶诗言, 丁一汇, 周晓平. 暴雨和强对流天气的研究. *大气科学*, 1979, 3(3): 225~238
- 4 丁一汇, 李鸿洲, 章名立, 等. 我国飑线发生条件的研究. *大气科学*, 1982, 6(1): 18~27
- 5 李吉顺, 田生春. 北京地区强对流天气环境风垂直分布的一些统计特征. *强对流天气文集*, 北京: 气象出版社, 1983. 149~152
- 6 王沛霖. 珠江三角洲局地强风暴发生的环境条件. *气象学报*, 1994, 52(2): 252~256
- 7 Marwitz J D. The structure and motion of severe hailstorms, Part I ~ III. *J. Appl. Meteor.*, 1972, 11: 166~201
- 8 徐华英, 吉武胜, 黄美元. 风切变对积云发展影响的数值模拟研究. *大气科学*, 1988, 12(4): 405

The Environmental Conditions of the Genesis of Severe Local Storm in Beijing Area

Wang Peilin * *Xu Lizhang* *Sun Li*

Abstract By use of the daily data of severe local storm in Beijing area and Beijing's sounding from April to September of 1980~1988, the favourable conditions for the storm genesis are identified. They are (1) low pressure in the lower troposphere, (2) unstable stratification in the troposphere and potential instability in the middle-low troposphere, (3) high vapour content in the lower troposphere and large relative humidity in a deep tropospheric layer. The storm genesis is independent of strong wind in high troposphere, vertical wind speed shear and dryness in the middle troposphere.

Keywords Beijing area, severe local storm, environmental condition

* Department of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275