

登陆华南台风特异—特弱或特强降水 发生的环境条件*

王沛霖 陈 隽**

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

摘 要 本文采用 1979~1988 年登陆华南台风逐日雨区各站日雨量资料、台风中心附近的探空资料和雨区附近的地形资料, 用对比度分析方法研究了登陆台风过程的特弱降水和特强降水发生的环境条件, 结果发现这两种特异降水发生的环境条件是迥然不同的, 文中还对一些重要结果作了讨论。

关键词 华南 登陆台风 降水 环境条件

1 引言

台风通常都会产生暴雨, 对台风暴雨发生的环境条件已有一定的认识^[1-2], 只有少数的台风能产生特异降水, 即特弱或特强降水, 研究台风特异降水发生的环境条件(高空气象学条件和地形条件)对于认识和预报台风特异降水有重要意义, 一些作者对罕见的台风暴雨, 如河南省“75.8”特大暴雨作过详细分析^[3], 得到的结果很有参考价值。但关于台风特异降水的环境条件则尚未见有系统性的分析工作。本文采用逐日跟踪台风移动的资料, 用统计分析方法对此作较系统的探讨。

2 资料

本文采用 1979~1988 年登陆华南(包括台湾省和海南岛)的全部 71 个台风, 从台风登陆前一个纬距开始至消失共 138 天的资料, 包括《台风年鉴》上台风中心 08 时的位置、地面气压和风速, 台风雨区各站未来 24 小时(08~08 时)雨量和最靠近台风中心一个探空站的 08 时探空资料。由于 1985~1988 年《台风年鉴》不再提供雨区各站日雨量资料, 故改用雨区中各站 20~20 时日雨量资料(抄自《中国地面月报表》), 于是与之匹配的台风中心位置、地面中心气压和风、最靠近台风中心的探空都是采用 20 时的资料。计算雨区附近地形坡度所用的地形资料取自《中华人民共和国自然地图集》和《广东省地图集》, 地形等高线数值为 0、50、100、200、500、1000、2000、3000 和 5000 m。

3 统计分析方法

本文通过统计登陆台风中心附近逐日探空的各种参数和地形参数与未来 24 小时特

1994-03-13 收到, 1994-09-19 收到再改稿

* 本文由“八·五”攻关课题“85-906-05-03”资助

** 1993 年应届毕业生

弱降水或特强降水的相关来研究台风流场中特异降水发生的环境条件。这些参数是地面台风中心气压和风速, 各规定等压面上的高度、温度、湿度、风, 各层间的温度递减率, 垂直风速切变和假相当位温差, 以及地形坡度、爬坡风和坡距度三个地形参数。

特异降水划分标准是:

特弱降水: 全部测站日雨量小于 50 mm;

特强降水: 全部测站中至少有一站日雨量不小于 250 mm。

特弱降水只有 5 天, 特强降水有 19 天, 分别约占全部天数的 3.6% 和 13.8%。

取雨区附近地形最高一根闭合等高线的走向作为地形走向, 在测站与地形走向垂直的方向上计算地形坡度

$$S_l = \frac{H_l - H_b}{L},$$

其中 H_l 和 H_b 分别为最高一根闭合等高线和山脚闭合等高线的高度, L 为此两根等高线的水平距离。

爬坡风为

$$W_c = S_l(\bar{V}\sin\beta),$$

其中 $\bar{V}$ 为地面到 850 hPa 的平均风速, β 为风向与地形走向之间的夹角。

坡距度为

$$S_D = \frac{S_l}{D},$$

这里 D 是测站到山脚等高线的水平距离。平均而言 D 可表示台风与地形接近的程度。

上述所说的测站, 对非特强降水日为选定的探空站, 对特强降水日为特强降水落点的雨量站。我们只研究特强降水与地形的关系。如同一天有多个站雨量不少于 250 mm, 则当天的地形参数取为这几个站地形参数的算术平均值。

特异降水发生与否属 0-1 事件, 为了描述 0-1 型数据的事件与连续型数据的参数之间的相关关系, 我们采用一个统计量——相关对比度 (C_{NT}), 参数与事件发生之间的对比度定义为

$$C_{NT} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_0}{\bar{X}_f - \bar{X}_c},$$

其中 $\bar{X}_1$ 和 $\bar{X}_0$ 分别为事件发生和不发生时参数 X 的算术平均值, $\bar{X}_f$ 和 $\bar{X}_c$ 为当 $\bar{X}_1 \geq \bar{X}_0$ 时参数 X 是从高值向低值排列得到的序列的前 n 个和后 $N-n$ 个参数的算术平均值, 当 $\bar{X}_1 < \bar{X}_0$ 时, 分别为该序列的前 $N-n$ 个和后 n 个参数的算术平均值, 这里 n 是事件发生的频数, N 是事件发生和不发生的总频数。 C_{NT} 大于 (或小于) 零称为正 (或负) 相关, 表示事件倾向于发生在参数高值 (或低值) 一侧, $C_{NT} = 0$ 表示事件发生与否和参数不相关, $C_{NT} = 1$ (或 -1) 为完全正 (或负) 相关, 这时, 事件全部发生于参数高值 (或低值) 一侧, $|C_{NT}|$ 越大, 相关越显著, 根据经验, 可以 $|C_{NT}| = 0.2$ 作为判断相关显著的临界值。

4 台风特异降水发生的环境条件

将环境参数和特异降水相关对比度的计算结果列于表 1 中, 下面就根据表 1 中的结果讨论特弱降水和特强降水发生的环境条件。

表 1 环境参数与特弱降水 (A) 和特强降水 (B) 相关的对比度 (C_{NT} , %)

参数	等压面或气层 / hPa 特异降水	地面 中心	地面	850	700	500	400	300	200	850 至 700	850 至 500	850 至 300	850 至 200	700 至 400	500 至 200
气压或 高度	A	54	42	42	42	55	42	14	-16						
	B	-29	-36	-50	-49	-25	-27	-19	-3						
风速	A	-78	-62	-52	-48	-62	-47	-57	-44						
	B	25	24	13	21	22	22	17	5						
垂直风 速切变	A									5	1	3	12	2	17
	B									17	6	5	-10	-3	-27
温度	A		-15	-1	-4	4	-42	-58	-36						
	B		4	32	33	34	40	36	23						
温度 递减率	A									3	-6	61	36	44	
	B									3	-2	-16	-9	-24	
露点	A		-12	-1	-38	-55	-34	-42	-48						
	B		21	33	27	48	36	34	18						
露点差	A		-5	0	44	60	26	23	29						
	B		-23	4	-3	-36	-19	-20	-4						
假相当 位温	A		-13	-1	-31	-49	-43	-57	-37						
	B		15	35	30	-43	40	34	23						
假相当 位温差	A									-44	-56				
	B									-5	3				

4.1 气压条件

特弱降水与 400 hPa 以下气压 (高度) 显著正相关, C_{NT} 最大值出现在 500 hPa, 达到 0.55, 而特强降水在深厚气层中与气压 (高度) 显著负相关, 在 850 hPa 的 C_{NT} 达到 -0.5, 表明特弱降水倾向于发生在气压明显偏高的台风中, 特强降水倾向于发生在气压明显偏低的台风中。

4.2 风速和垂直风速切变的条件

特弱降水和各层风速有十分显著的负相关, 地面台风中心风速的 C_{NT} 高达 -0.78, 而特强降水和 400 hPa 以下各层风速几乎都是正相关。

特弱降水和各层风速切变没有什么关系, 特强降水与中高层 (500~200 hPa) 切变呈明显负相关。

4.3 温度和温度递减率条件

特弱降水的特点是高层温度显著偏低, 在 300 hPa 温度的 C_{NT} 达到 -0.58, 与之成为对照的是特强降水在 850 hPa 以上温度明显偏高, 在 400 hPa 上温度的 C_{NT} 为 0.4, 相应的温度递减率, 特弱降水在 850~300 hPa 层高达 0.61, 而特强降水在 700~400

hPa 层为-0.24，在其它层相关均不显著。

4.4 露点和露点差的条件

特弱降水倾向于发生在几乎整层为水汽含量（露点）和相对湿度（露点差）都异常偏小的条件下，前者的对比度高达-0.55，后者高达 0.6。特强降水则多发生在整层水汽含量高和 500 及 300 hPa 层相对湿度都偏高的条件下，500 hPa 露点的对比度最大，为 0.48，露点差的对比度相对较小。

4.5 假相当位温和假相当位温差的条件

特弱降水和 700 hPa 以上各层的假相当位温显著负相关，而特强降水在 850 hPa 以上各层为显著正相关，这表明特弱降水是和低温低湿相联系，而特强降水是和高温高湿相联系。相应地 700 减 850 hPa 和 500 减 850 hPa 假相当位温差和特弱降水相关的对比度分别达到-0.44 和-0.56，可见特弱降水和对流层中下层显著位势不稳定有关，而特强降水与位势稳定与否无明显关系。

4.6 地形条件

表示地形条件的三个参数，即地形坡度、爬坡风和坡距度与特强降水相关的对比度都很大，分别达到 0.62、0.77 和 0.82，表 2 给出特强降水发生频率随地形参数的分布，表中所说的序列分段是参数从高值向低值排列，按等距（16 或 17 天）划分的，共有 8 段。可见特强降水相当集中于地形参数高值一侧。经统计，在坡距度 ≥ 0.0042 (km^{-1}) 的 21 天中有 13 天发生了特强降水，小于该值的 112 天中只有 6 天出现特强降水，表明坡距度大的地形对特强降水的形成十分重要。

表 2 特强降水发生频率（%）随地形坡度、爬坡风和坡距度的分布

参数序列分段	1	2	3	4	5	6	7	8
地形坡度分段中特强降水发生频率	69	6	13	6	0	12	6	6
爬坡风分段中特强降水发生频率	69	25	6	6	0	6	0	6
坡距度分段中特强降水发生频率	56	25	13	0	12	0	0	12
分段频数	16	16	16	17	17	17	17	17

5 小结和讨论

(1) 特弱降水发生的有利条件是：整层气压显著偏高，风速和湿度显著偏小，层结不稳定和中下层位势不稳定。

特强降水发生的有利条件是：深厚气层中气压偏低，风速和水汽含量偏大，中高层垂直风速切变小，台风附近有坡度大的地形存在。

(2) 特弱降水倾向于发生在层结不稳定和对流层中下层显著位势不稳定条件下，故多属短历时对流性降水；特强降水发生时，台风中心附近的层结倾向于中性或稳定，这是由于台风先期降水的潜热释放使中高层变暖，层结中性化的结果。由于特强降水与位势不稳定无显著相关，即是说，位势稳定、中性或不稳定时特强降水都可能发生，因此，特强降水可以是对流性或稳定性降水。

(3) 台风中心附近中高层负切变越大（台风中一般为负切变），特强降水越容易发

生。这可由上层风速小,有利于水份保持在雨区中下落来解释。

(4) 地形因子,特别是坡度参数对特强降水的影响较之其它参数显著得多,表明强台风趋近坡度大的地形时,台风和地形产生的上升运动的迭加是特强降水形成的主要原因。

(5) 台风中心气压和风速是表征台风发展强度的指标,本文的结果表明:弱台风倾向于产生特弱降水;强台风倾向于产生特强降水。在弱台风中环境条件不利于产生大的降水,例如,它的中心气压偏高而不可能有强辐合上升,湿度显著偏低对凝结过程不利,风速小不能有强的水汽输入,也不利于位势不稳定的维持或重建等。强台风的环境条件对产生大的降水十分有利,它的强辐合上升,加上坡度大的地形的配合,容易产生特强降水。

参 考 文 献

- 1 陶诗言等,1980,中国之暴雨,科学出版社,127~133.
- 2 梁必祺、王安宇、梁经萍等,1990,热带气象学,中山大学出版社,211~212.
- 3 丁一汇、蔡则怡、李吉顺,1978,1975年8月上旬河南特大暴雨的研究,大气科学,2,276~289.

On the Environmental Conditions of Genesis of Very Small Rainfall and Very Heavy Rainfall in the Landing Typhoon in South China

Wang Peilin and Chen Juan

(Department of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract By using the data of rainfall amount of stations in the rainfall area of landing typhoons in South China, the sounding data of a station nearby the center of the typhoon from 1979 to 1988, and the data of topography around the rainfall area, the environmental conditions of genesis of very small rainfall and very heavy rainfall in the typhoons are analyzed. It is found that the conditions of the two kinds of rainfall are totally different. Finally, some important conclusions have been discussed.

Key words South China landing typhoon precipitation environmental condition