

爆发性气旋的统计研究

丁治英 王劲松 何金海

(南京气象学院气象学系, 南京 210044)

摘要 用1980 ~1989年资料, 统计了发生在北半球的爆发性气旋的若干特征. 并通过不同区域、不同时间及强度的爆发性气旋发生的频率的对比, 得到了一些有意义的结果。

关键词 爆发性气旋, 统计特征

分类号 P443

爆发性气旋的概念最初由 Sanders 和 Gyakum^[1]在80年代早期提出, 他们把24 h 内海平面气压值下降达到或超过 $24 \sin \varphi \sin 60^\circ$ hPa(φ 为气旋中心所在纬度) 的温带气旋称为爆发性气旋, 又称“气象炸弹”(Bomb)。这种温带气旋的特点是发展速度快, 地面中心气压加深率可达24 hPa/24h, 风剧增到 30 m s^{-1} 以上, 并伴有暴雪等强烈天气。因为 Bomb 大多发生在海洋上, 所以常常对海上航行和作业造成严重威胁。近十几年来, 随着经济的发展和海上航运的需求, 以及由于长期以来海洋风暴业务预报的困难, 迫使人们要进一步对爆发性气旋作更全面和深刻的了解, 特别对其成因机制需作深入研究和探讨。

Sanders 和 Gyakum^[1]对北半球三个冬半年海洋温带气旋的统计分析表明, 海洋温带气旋主要发生在太平洋和大西洋的西海岸, 太平洋上另一多发区在 $40 \sim 50^\circ \text{N}$, $160^\circ \text{E} \sim 170^\circ \text{W}$ 之间, 而在阿留申和格陵兰地区没有爆发性气旋发生。在发生时间上, 北半球海洋温带气旋的发生从9月 ~ 次年1月逐月增多, 1 ~ 3月则不断减少, 1月是气旋发生的高峰月。强度上, 中弱类爆发性气旋, 大西洋上发生的个数少于太平洋, 而强爆发性气旋, 则是大西洋上发生的多于太平洋。大西洋地区(80°W 以东) 气旋发生最多是2月, 太平洋地区(120°W 以西) 是12月。而 Murty^[2]等得出10月是爆发性气旋发生的高峰月。

张培忠和陈受钧^[3]利用32年的资料对东亚及西太平洋的爆发性气旋做了统计, 得出, 爆发性气旋是随着其强度的增大, 发生的频数迅速减小, 说明了极强爆发性气旋发生的频数是不大的。统计还指出爆发性气旋的中心气压值出现的范围可从946 ~ 1 003 hPa。统计了368次爆发性气旋爆发发展时 p_{24} 的平均值是- 23.2 hPa, 最强值是- 46 hPa, 最弱值是- 14 hPa。

由于统计时间的长短以及统计范围各不相同, 造成各家结论不尽相同。本文利用北半球

收稿日期: 1997-09-30; 改回日期: 1997-12-31
第一作者简介: 丁治英, 女, 1954年12月生, 副教授

1980~1989年各年资料对爆发性气旋进行了统计分析,并对不同区域、不同强度爆发性气旋进行了对比研究,以找出更加详细的结果。

1 资料和处理方法

本文所用资料是1980~1989年中央气象台编制的《历史天气图》,统计范围为10°N~90°N的整个经圈。对逐日天气图根据文献1的定义及标准,把24h内海平面气压下降达到或超过 $24\sin\varphi\sin60^\circ\text{hPa}$ (φ 为气旋中心所在纬度)的温带气旋规定为爆发性气旋;气旋24h加深率以Bergeron(简记为B)为单位, $1\text{ B} = \frac{p_{24\sin 60^\circ}}{(24\sin\varphi)}$ 。爆发性气旋的强度以B值的大小来衡量,规定气旋加深率达到或超过1B时所在的位置,即爆发性气旋成熟期的位置。

2 年际、月际变化

据统计10年中北半球共有198个爆发性气旋发生,结果如表1所示。从中可以看出,各年爆发性气旋的个数不尽相同,最多的年份是1984年,出现了30个,最少的年份是1985年,出

表1 1980~1989年各月爆发性气旋数

Table 1 Monthly numbers of explosive cyclones in the Northern Hemisphere from 1980 to 1989

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
1980年	3	3			1				1	5	3	1	17
1981年	3	2	7							2	3	6	23
1982年	5		1	2		1				2	1	3	20
1983年	2	3	3		1				3	3	3	3	21
1984年	6	5	3	4		1				4	2	6	30
1985年	2	3	2	3					1		1	1	13
1986年	2	4	3							2	3	3	17
1987年	7	3	2	1					1	2	1	4	21
1988年	4	2	2	2					1	3	1	3	18
1989年	4	1	1	1						4	3	3	17
合计	38	31	24	13	2	2			7	27	21	33	198
百分比	19.20%	15.70%	12.10%	6.60%	1.00%	1.00%			3.50%	13.60%	10.60%	16.70%	

现13个,其余年份出现个数相当。10年平均,每年出现19.8个。文献4指出,1984年出现较多的原因可能与1982-1983年的强厄尔尼诺现象有关。从月际分布来看,各月发生个数的差别就比较明显,其中,出现最多的月份是1月(高峰月),这与文献1的统计结论一致;次多的是12月;而7、8月无爆发性气旋发生,5、6月分别为2个。按四季统计,爆发性气旋在冬季(12月~次年2月)出现的机率最大,共出现102个,占总数的51.8%。而在夏季(6~8月)出现的机率最小,仅占1.0%。秋季(9~11月)出现55个,占27.8%。春季(3~5月)出现39个,占19.2%。所以爆发性气旋的月际变化特征是冬季最多,秋季次之,春季较少,夏季最少。值得一提的是,在统计中,6月份出现了两次爆发性气旋,且均出现在阿留申地区。

在不同地区,各月爆发性气旋发生的频数分布见表2,各月太平洋上发生的爆发性气旋多于大西洋。10年中太平洋上爆发性气旋的总数比大西洋上多11.1%。除两大洋外,别的地区爆发性气旋发生的个数就非常少了。由表中还可看出,9~10月爆发性气旋频数突增,11月相对较少,12月又开始增加。

表2 不同地区各月爆发性气旋发生数

Table 2 Monthly numbers of explosive cyclones in different regions of the Northern Hemisphere from 1980 to 1989 个

地 区	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计	百分比(%)
太平洋	16	14	14	5	1				5	15	9	15	94	47.5
大西洋	17	11	7	4					2	9	9	13	72	36.4
其它地区	4	4	2	3						2	1	2	18	9.1
格陵兰-冰岛	1	2	1							1		1	6	3.0
阿留申地区				1	1	2					2	2	8	4.0

3 地理分布特征

全球范围内(30~80°N, 统计中在此范围以南和以北均无爆发性气旋发生), 每隔5个纬度和每隔30个经度为一区域, 统计爆发性气旋分布特征(表3)。由表见, 爆发性气旋多发区在

表3 北半球爆发性气旋在各经纬区经纬度的分布

Table 3 Distribution of explosive cyclones in the Northern Hemisphere over latitude/longitude grids 个

纬 度 (°N)	0~ 29°E	30~ 59°E	60~ 89°E	90~ 119°E	120~ 149°E	150~ 179°E	180~ 151°W	150~ 121°W	120~ 91°W	90~ 61°W	60~ 31°W	30~ 1°W
75~80			1		1							
70~74												
65~69							1				5	3
60~64	1					1	1			2	5	8
55~59						8	7	4			3	6
50~54					3	16	17	4		3	9	2
45~49					6	10	6			6	13	1
40~44					1	16	1			6	6	
35~39					2	5	2			4	1	
30~34						1						
合 计	1		1		13	57	35	8		21	42	20

120°E~120°W 和90~1°W, 正好位于太平洋和大西洋上。在太平洋和大西洋, 间隔10个经度进行统计, 在140°E~170°W(太平洋的偏西地区) 发生的频数为最多(见图1), 其次是

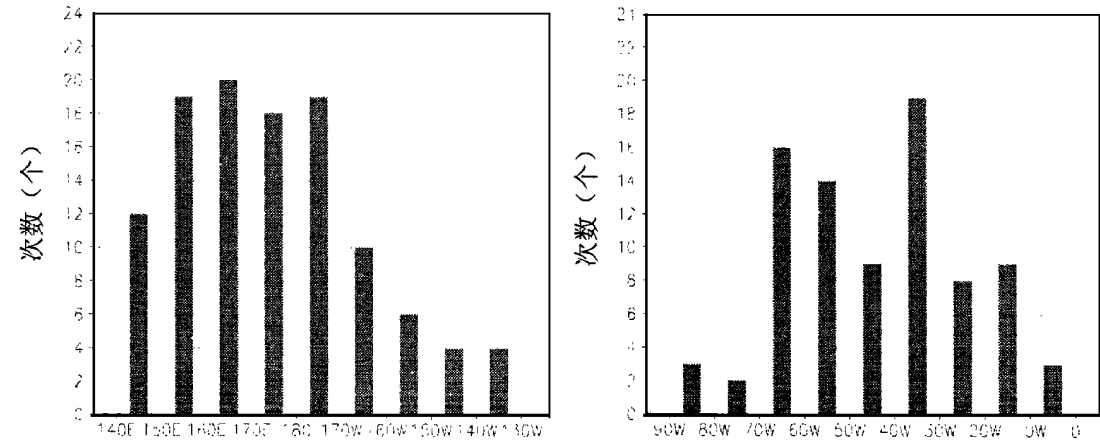


图1 爆发性气旋随经度的分布

a. 太平洋上; b. 大西洋上

Fig. 1 Longitudinal distribution of explosive cyclones in the Northern Hemisphere

a. Pacific ocean; b. Atlantic ocean

70 ~ 30°W (大西洋偏西地区)。从图1还可看出, 大西洋东海岸(30 ~ 1°W)的频数(20个)比太平洋东海岸(150 ~ 120°W)的频数(8个)多。分别占总数的10.1 %和4.4 %。说明了爆发性气旋主要发生在两大洋的西部, 与前人的结果一致。

从纬度带来看, 将北半球10年内每隔5个纬距的爆发性气旋个数相加(图2), 可看出, 爆发性气旋分布在35 ~ 69°N 之间, 其中50 ~ 54°N 最多。将图2与表3对应来看, 可知, 太平洋上爆发性气旋分布主要分布在40 ~ 59°N。大西洋上爆发性气旋分布较零散, 除45 ~ 49°N 外, 在35 ~ 69°N 分布相对均匀。

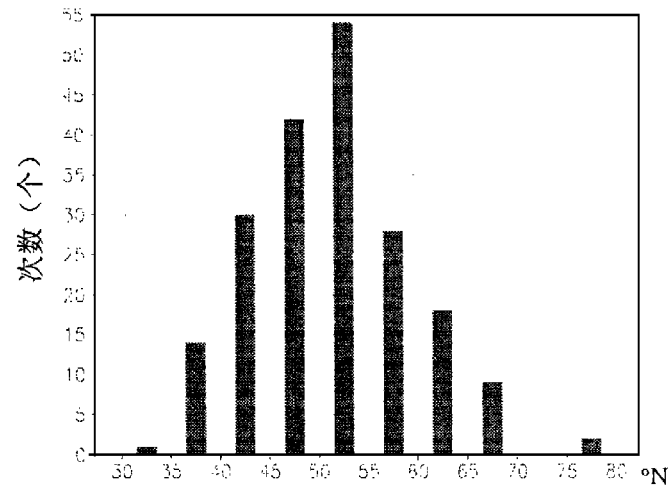


图2 爆发性气旋随纬度分布

Fig.2 Latitudinal distribution of explosive cyclones in the Northern Hemisphere

另一方面, 与文献1不同, 在格陵兰-冰岛和阿留申地区都有爆发性气旋产生, 两地区共有14个, 其原因可能是由于他们所用资料年代太短且只取冬半年资料, 势必会漏掉本来就发生得不多的个个。

4 强度特征

4.1 气旋加深率及月际变化

按前面定义, 当气旋的加深率 ≥ 1.0 B 即为爆发性气旋, 对各级强度及其随时间的分布进行统计(表4), 由表可见, 爆发性气旋的加深率以1.0 ~ 1.3 B 最多, 有141个, 占总数的71.2 %, 1.5 B 以上的爆发性气旋为42个, 占总数的21.2 %。

表4 气旋加深率的月际分布

Table 4 Temporal variation of the deepening rate of explosive cyclones 个

强度(B)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合 计
1.0	7	5	7	1		1			1	8	5	4	39
1.1	10	8	6	2	1	1			1	2	4	6	41
1.2	3	5	2	5	1				1	8	4	4	33
1.3	1	5	1	2					3	3	6	7	28
1.4	3	3	3							1		5	15
1.5	5	1	2	2					1	1	2	1	15
1.6	2									1		2	5
1.7	2		1										3
1.8		2	1	1						1	1	1	7
1.9	2	1										1	4
2.0	1												1
2.1	1									1		2	4
2.2	1		1										4
2.3													
2.4													
2.5													
2.6	1												1
合 计	38	31	24	13	2	2			7	26	22	33	198

2.0 B 以上的强爆发性气旋发生数较少, 仅占总数的4.0%, 说明爆发性气旋多数较弱, 能达到中等强度以上的个例较少。总的趋势是, 随着 B 值的增大, 爆发性气旋发生的个数也越来越少。在10年中, 最强气旋加深率为2.6 B(其纬度是36°N, 日降压为42.5 hPa)(而最强日降压为46.0 hPa, 但因该气旋处在54°N, 气旋加深率为2.1 B)。

由表4还可看到, 2.0 B 以上的爆发性气旋发生在10月、12月和1~3月; 4~9月加深率普遍较低, 除7、8月外, 5月、6月的加深率最低(在1.2 B 以下); 而11月加深率也较强, 但没出现大于2.0 B 的爆发性气旋。

4.2 气旋加深率区域分布

气旋加深率在不同地区存在着明显的差异(表5)。由表5可知, 大西洋地区的爆发性气旋强度最强, 2.6 B 的就发生在这个区域; > 2.0 B 的在大西洋上发生了6次, 而在太平洋上仅发生了2次, 在其它地区则没有。1.5~1.9 B 中等强度的爆发性气旋在太平洋上发生最多(24个), 大西洋上仅出现9个。因此, 极强爆发性气旋在大西洋上发生的频数多于在太平洋上的频数, 介于极强与中等强度之间的爆发性气旋太平洋上较大西洋上多得多(图3. a, b)。图中还可看出, 1.5~1.9 B 的爆发性气旋发生的范围较广, 太平洋上35~60°N, 140°E~150°W, 大西洋上45~60°N, 50~30°W 均有出现, 此外, 太平洋及大西洋的东岸爆发性气旋的个数不仅较少, 且均在中等强度以下; 2.0 B 以上的爆发性气旋分布范围较小, 太平洋上集中在日本千岛群岛以南, 黑潮暖流北部; 大西洋上主要位于墨西哥暖流附近。1.0~1.3 B 的爆发性气旋在太平洋上较大西洋多出10.0%。

表5 爆发性气旋强度在不同地区的分布

Table 5 Spatial distribution of explosive cyclones of different intensity 个					
强 度(B)	太平洋	大西洋	其它地区	格陵兰- 冰岛	阿留申地区
1.0	10	18	5	5	1
1.1	17	14	6	1	3
1.2	19	10	3		1
1.3	15	8	3		1
1.4	7	7	1		
1.5	9	5			1
1.6	3	2			
1.7	3				
1.8	6	1			
1.9	3	1			
2.0		1			
2.1	1	3			
2.2	1	1			
2.3					
2.4					
2.5					
2.6		1			

4.3 气旋爆发时其中心气压及 p_{24}

气旋爆发时其中心气压值的大小及爆发过程中24 h 变压 p_{24} 的强弱在一定程度上也代表了爆发性气旋的强弱。为此, 统计了气旋爆发时的中心气压值和 p_{24} 。结果表明, 气旋爆发时其中心气压值出现在931~1000 hPa 之间, 见表6, 其中, 气压值在971~980.9 hPa 的为最多, 占爆发性气旋总数的32.3%, 在961~970.9 hPa 的为次多占总数的26.3%。从各月来看,

1 1 月份的爆发性气旋的中心气压值以 961 ~ 970. 9 hPa 的为最多。若分别来讨论太平洋

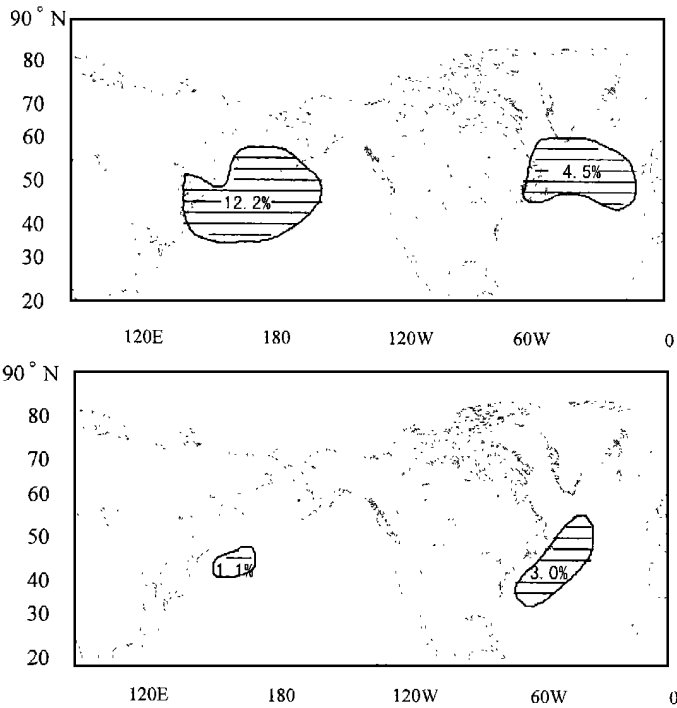


图3 太平洋和大西洋上不同气旋加深率频率分布图

a. 1. 5 ~ 1. 9 B; b. 2. 0 B 以上

Fig. 3 Frequency distribution of explosive cyclones of different deepening rate over the Pacific and Atlantic ocean

a. 1. 5 ~ 1. 9 B; b. ≥ 2. 0 B

表6 爆发性气旋中心气压在各月的分布

Table 6 Temporal distribution of explosive cyclones of different central pressures 个

中心气压(hPa)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计	百分比(%)
991.0 ~ 1 000	1									1			2	1.00
981.0 ~ 990.9	9	3	4	5	1	1			4	2	2	5	36	18.20
971.0 ~ 980.9	11	13	8	3	1	1			2	10	5	10	64	32.30
961.0 ~ 970.9	9	9	8	1					1	10	7	7	52	26.30
951.0 ~ 960.9	8	5	3	4						3	5	4	32	16.20
941.0 ~ 950.9		1	1							1	2	6	11	5.60
931.0 ~ 940.9												1	1	0.50
合 计	38	31	24	13	2	2			7	27	21	33	198	

和大西洋上气旋爆发时的中心气压值,得到的结果是(表略),在太平洋上爆发性气旋中心气压值以971 ~ 980. 9 hPa为多,占总数的57. 8 %,而在大西洋上只占28. 1 %,其余地区占14. 1 %;但大西洋上爆发性气旋中心气压值却以961 ~ 970. 9 hPa的为多,占总数的46. 2 %,而在太平洋上占38. 5 %,其余地区占15. 3 %。说明大西洋上爆发性气旋爆发时较太平洋上的深厚。从爆发性气旋 p_{24} 看,最强、最弱的 p_{24} 分别为- 46 hPa、- 15. 8 hPa,平均是

- 26.9 hPa, 与张培忠的结果比较, 除平均 p_{24} (较其大3.7 hPa) 有一定的差异外, 最大和最小 p_{24} 都很一致。太平洋上的平均 p_{24} 为- 27.4 hPa, 大西洋上的为- 26.9 hPa, 虽然两者相差不大, 但从加深率的定义可以看出, 太平洋上气旋平均加深率稍大于大西洋, 考虑这是一种平均效应, 其原因可能与太平洋上1.5 ~ 1.9 B 强度的气旋较大西洋多得多有关。

5 小 结

本文利用10年北半球历史天气图对不同区域、不同强度、不同时间爆发性气旋发生的频数统计分析发现:

(1) 10年中, 除7、8月份外, 其余各月均有爆发性气旋发生。1月最多(19.2%), 其次是12月(16.7%), 2月(15.7%), 3月(12.1%); 5、6月份最少, 各占总数的1.0%, 次少是9月(3.5%)。2.0 B 以上爆发性气旋发生月份为10、12、1~3月; 5、6月份爆发性气旋加深率最小, 在1.2 B 以下。

(2) 爆发性气旋在太平洋上主要分布于40~59°N, 140°E ~ 150°W 之间, 大西洋上经向分布除45~49°N 较多外, 在35~69°N 分布较均匀。纬向主要集中在70~30°W 之间。太平洋爆发性气旋发生的频率较大西洋多12.2%。太平洋西海岸较大西洋西海岸多21.2%, 而大西洋东部发生的频数较太平洋多5.6%。格陵兰-冰岛与阿留申地区也有爆发性气旋活动, 约占总数的7.0%。

(3) 2.0 B 以上的爆发性气旋主要发生在太平洋和大西洋的西部(占总数的4.0%), 位于日本千岛群岛南部、黑潮暖流北部和墨西哥暖流附近。太平洋上此类爆发性气旋明显少于大西洋。格陵兰-冰岛地区爆发性气旋强度最弱, 在1.1 B 以下。1.5~1.9 B 的气旋在太平洋上发生率为12.2%, 较大西洋(4.5%) 多得多, 分布范围与两大洋上气旋多发带一致; 在两大洋的东岸, 爆发性气旋发生个数少, 强度在1.5 B 以下。1.0~1.3 B 的气旋占总数的71.2%, 太平洋上较大西洋多10.0%。

(4) 太平洋上爆发性气旋爆发时的中心值在971~980 hPa 之间的发生个数最多, 而大西洋上961~970 hPa 发生的个数最多。因而大西洋气旋较太平洋气旋深厚。但从气旋中心平均 p_{24} 分析, 太平洋上的平均 p_{24} 为- 27.4 hPa, 大西洋上的为- 26.9 hPa。虽然两者相差不大, 但从数据上看太平洋上平均加深率大于大西洋。

参 考 文 献

1 Sanders, Gyakum. Synoptic dynamic climatology of the "Bomb". Mon Wea Rev, 1980, 108(10): 1589 ~ 1606

2 Murty T S, Mcbean G A, Mckee B. Explosive cyclogenesis over the northeast Pacific ocean. Mon Wea Rev, 1983, 111 (5): 1131 ~ 1135

3 张培忠, 陈受钧. 亚洲及太平洋地区温带气旋气候图集, 北京: 气象出版社, 1992

4 Chen Shou Jun, Ying HwaKua. Climatology of explosive cyclones off the east Asian coast. Mon Wea Rev, 1992, 120(12): 3029 ~ 3035

5 欧阳子济, 吕美仲, 侯志明. 亚洲与西北太平洋爆发性气型的一些统计特征, 空军气象学院学报. 1990, 11(1): 23 ~ 29

STATISTICAL STUDY OF EXPLOSIVE CYCLONES

Ding Zhiying Wang Jinsong He Jinhai

(Department of Meteorology , NIM , Nanjing 210044)

Abstract In the context of 10 years data (1980 ~ 1989), we get some statistical aspects of explosive cyclone in the northern hemisphere . And by comparing the occurrence frequency of explosive cyclone in different regions, times and intensities, some significant results are obtained.

Keywords explosive cyclone, statistic characteristics