天气气候分析

北印度洋热带风暴及其与西藏降水的关系

王友恒　王素贤

（中央气象台）

提　要

本文利用1973—1987年北印度洋热带风暴资料，及近10年天气图、卫星云图等资料，分析了北印度洋热带风暴与我国西藏地区降水的关系，指出了风暴是否影响西藏地区降水与风暴活动、登陆地区以及其环境流场有关。最后给出了一个判断北印度洋热带风暴是否影响西藏地区的流程图。

一、引言

北印度洋是经常形成热带风暴的地区之一，全球有6%的热带风暴发生在该地区[1]。近年来，随着气象、远洋航运、科学考察以及旅游等事业的迅速发展，人们对北印度洋热带风暴(以下简称风暴)的活动以及它们对我国天气的影响，特别是对西藏地区的影响日益关注。有些气象工作者已注意到孟加拉湾风暴对我国天气的影响，作了一些有益的工作[2，3]。近来，我们在日常预报工作中发现，不仅孟加拉湾风暴对我国有影响，阿拉伯海的风暴在有利的大尺度环流条件下，也经常给西藏地区带来大范围的雨雪天气，造成严重灾害。本文利用1973—1987年风暴资料，给出北印度洋风暴的概况。并利用近10年的风暴、卫星云图和天气图资料，分析了北印度洋风暴与西藏降水的关系，试图找到风暴影响西藏降水的条件，并为预报北印度洋风暴是否影响西藏地区提供一个流程图。

二、北印度洋风暴概况

表1给出了1973—1987年北印度洋风暴发生频数，其中分别给出了孟加拉湾和阿拉伯海风暴发生频数。由表1可见，15年中北印度洋共有74个风暴，平均每年4.9个。1976年发生风暴最多（8个）、1980、1981年最少（2个）。我们统计的风暴平均数与阿特金森[1]统计的平均数（4.7个）非常接近，但与Gray[4]统计的（8个）相差较大。

从表1还可以看出，北印度洋大部分风暴发生在孟加拉湾。15年中，孟加拉湾共发生51个风暴，占北印度洋风暴的69%，最多年份发生5个，最少年份1个，每年平均3.4个；阿拉伯海发生23个风暴，占北印度洋所有风暴的31%，最多年份3个，1981年没有风暴发生，每年平均1.5个。

孟加拉湾、阿拉伯海和整个印度洋风暴生成频数如图1所示。从图1可以看出，孟加拉湾、阿拉伯海和整个北印度洋风暴年变化很明显地呈双峰型分布，峰期都分别在11月和5月。北印度洋11月和5月的月平均频数分别为1.5和0.9个。风暴主要发生在5、10和11月，这3个月发生的风暴数占全年的69%，而3月和7月没有风暴发生。

孟加拉湾11月和5月风暴发生的平均数

表 1　　1973—1987年孟加拉湾和阿拉伯海热带气旋发生频数

年＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合 计
1973					1/0	1/0				0/1	0/2	0/1	2/4
1974				1/0	1/0	0/1			1/1		0/1		3/3
1975	0/1				1/1					1/1	0/2		2/5
1976					1/1				0/1	2/0	0/2	0/1	3/5
1977					0/1	1/0				0/1	0/2		1/4
1978					0/1					0/1	1/1		1/3
1979					0/1	1/0			1/1		1/1		3/3
1930											1/0	0/1	1/1
1981											0/1	0/1	0/2
1982					0/1	0/1				0/2	1/0		1/4
1983								1/0		0/1	0/1		1/2
1984					1/0					0/1	0/2		1/3
1985					1/1					0/2	0/1	0/1	1/5
1986	0/1										1/1		1/2
1987		0/1				1/1				0/2	0/1	1/0	2/5
合计	0/2	0/1		1/0	6/7	4/3		1/0	2/3	3/12	5/18	1/5	23/51

注：斜线上，下分别为阿拉伯海和孟加拉湾热带风暴发生频数。

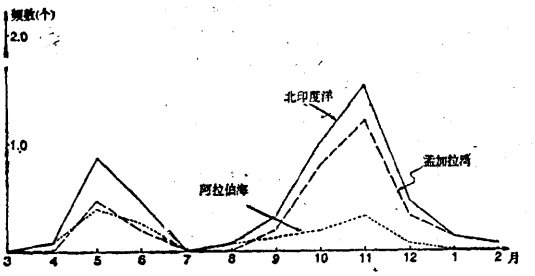


图1　北印度洋、孟加拉湾和阿拉伯海热带风暴逐月平均频数

分别为1.2和0.5个，主要集中在5、10和11月，3、4月和7、8月没有风暴生成。阿拉伯海5月和11月的月平均数为0.4和0.3个，1—3月和7月没有风暴发生。从图1可以看出，孟加拉湾风暴发生数只是在10—12月比阿拉伯海风暴形成数大得多，而其它月份两个地区风暴发生数差不多。

北印度洋热带扰动发展成热带风暴的初始位置相对集中（图2）。在孟加拉湾，5、6月份一般在其北部（13°N以北），9—12月、1月主要在其西部（92°E以西）。整个来看，风暴形成区主要集中在6°N以北、92°E以西地区，即其西部和北部地区[5]。在阿拉伯海则主要集中在其东北部，即10°N以北、60°E以东地区。

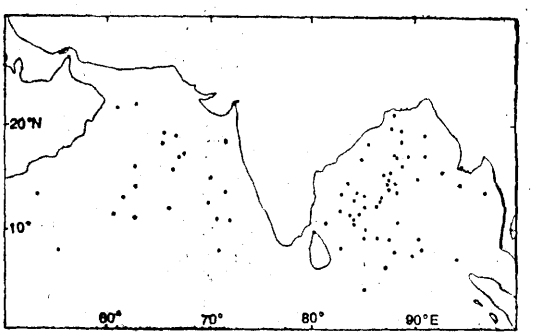


图2　1973—1987年北印度洋热带风暴形成位置

风暴路径与其生成的区域和季节有关。孟加拉湾春季，90°E以东生成的风暴，其路径为转向型，即西北行转东北行，85—90°E生成的风暴，路径为偏北行或西北行，

85°E以西生成的风暴则向东行；秋冬季，形成于12°N以北的风暴，绝大部分是偏北行或西北行，在12°N以南生成的风暴，绝大多数是偏西行。而阿拉伯海风暴，4—6月，其路径西行或北上；在其它月份，则是西行或东北行。

三、北印度洋风暴与西藏降水的关系

由于北印度洋风暴登陆时，离我国西藏地区最短距离也有6—7个纬距，风暴在移动过程中，往往会迅速减弱，加上西藏南部的喜马拉雅山脉的阻挡作用，故对西藏的影响主要是降水。

一般来说，风暴的降水区是比较对称的，但北印度洋风暴在南支槽的作用下，风暴降水区非常不对称，而且分布相当广泛。风暴中心附近有一明显的降水区，伴随南支槽前、风暴东北方向辐散气流处有一带状的降水区。北印度洋风暴一般不会象西北太平洋或南海热带风暴那样，对我国天气的影响是通过热带风暴本身的直接侵袭所致，而是在南支槽或副热带急流等特定环流形势的作用下，其降水区一直伸展到西藏地区造成影响。尽管降水是风暴和南支槽或其它系统共同作用的结果，但我们在此归于受风暴影响。

我们首先普查了1978—1987年10年北印度洋42个风暴活动期间或登陆减弱成低气压后的一段时间内西藏的降水情况（见表2）。由表2可见，42个风暴中，与西藏降水有关的风暴为17个，平均每年1.7个，占所有风暴的40%，与西藏降水无关的有25个，占60%。从风暴的位置来看，在孟加拉湾顶端或西北部沿海登陆和在阿拉伯海东部海面活动或在其沿海登陆时，绝大部分风暴会影响西藏地区降水；而在其它地区的风暴，绝大部分不会影响西藏地区降水。因此，根据风暴活动及其登陆地区把风暴分为七类：

1. 风暴在孟加拉湾海上减弱消失。

2. 风暴在22°N以南的孟加拉湾东部沿海登陆。

3. 风暴在22°N以北的孟加拉湾东部沿海和17°N以北的孟加拉湾西部沿海一带登陆。

4. 风暴在14—17°N孟加拉湾西部沿海登陆。

5. 风暴在14°N以南孟加拉湾西部沿海登陆。

6. 风暴在65°E以东的阿拉伯海东部海区活动或在其东部沿海登陆。

7. 风暴在65°E以西的阿拉伯海西部海面活动或在其西部沿海登陆。

我们发现风暴是否影响西藏地区与风暴在什么地区活动（或登陆）有很大关系（见表2）。从表2可以看出，当风暴属于1、2、5和7类时，风暴不会影响西藏地区；当风暴是3类时，肯定会给西藏带来降水；当风暴属于4类时，33%的风暴会影响西藏，而67%的风暴对西藏无影响；当风暴是6类时，71%的风暴会给西藏带来降水，而29%的风暴与西藏降水无缘。

表2　北印度洋各类热带风暴与西藏降水关系

类型	热带风暴数	与西藏降水有关的		与西藏降水无关的	
		个数	百分比(%)	个数	百分比(%)
1	3	0	0	3	100
2	4	0	0	4	100
3	9	9	100	0	0
4	9	3	33	6	67
5	3	0	0	3	100
6	7	5	71	2	29
7	7	0	0	7	100
合计	42	17	40	25	60

统计表明，属于3类的风暴一般会给西藏88°E以东的地区带来降水，而属于4和6类的风暴，对西藏的影响更偏西，一般在80°E以东地区。

根据以上分析，预报员根据风暴活动

的区域不同，就可以大致判断风暴是否会影响西藏地区，以便作好西藏的降水预报。

四、风暴是否影响西藏的环流特征

西藏地区海拔高，南部又有喜马拉雅山脉的特定地形，南支槽和风暴的相互作用在对流层上部最显著，因为南支槽前的副热带急流在200hPa附近达到最大值，而风暴的高空辐散场一般也是在200 hPa 上最明显，所以我们分析环流特征时，主要着眼于200hPa层。

对西藏无影响的几类风暴，由于它们在海上就已减弱消失，或者它们活动、登陆的地方偏东（孟加拉湾东部沿海）或远离西藏（65°E以西或14°N以南），再加上它们活动期间，环流都比较平直，风暴或与其相连的云雨区都不会向西藏靠近或伸展，所以它们对西藏不会造成影响。对这几类风暴我们就不一一加以评述，下面我们着重探讨对西藏可能有影响的几类风暴的环流特征。

1． 3类风暴（即在22°N以北孟加拉湾东部沿海和17°N 以北的孟加拉湾西部沿海一带登陆）一般受南支槽影响或两高压间的中性点区特定环境制约下影响西藏地区。

一种情况是，当风暴登陆时，风暴处在200hPa 高压脊线附近，此时西部有南支槽东移并逐步接近风暴所在地区（图 3），促使风暴北上到高压脊线以北。风暴或风暴减弱后的低气压处在副高脊线北侧、南支槽前的西南气流中。一方面，风暴在西南气流引导下会向东北方向移动；另一方面，风暴在这种形势下，在其东北象限会伸展出一条很长的云带，即降水带。这一降水带是由于风暴和南支槽共同作用的结果。风暴提供水汽，南支槽前高空辐散产生低层辐合和上升运动。在风暴还远离西藏时，雨区已扩展到西藏地区。

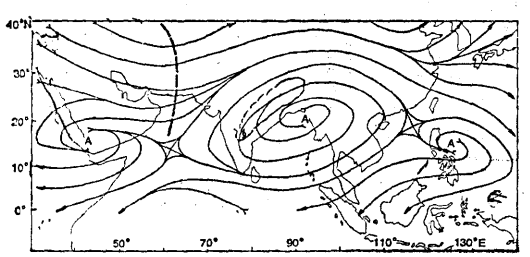


图3 风暴与南支槽结合影响西藏地区的200hPa环流型

另一种情况是200hPa 图（图4）上，东

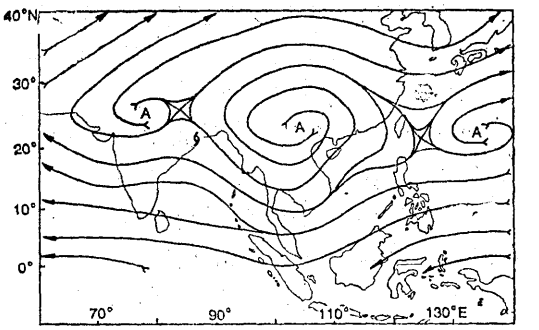


图4 风暴在中性点区特定环境下影响西藏地区的环流型

半球热带地区在25°N 有一个高压带，其高压中心分别在西北太平洋、我国西南地区和印度大陆上，其中我国西南地区的高压有时是从孟加拉湾东北部移来的，其强度最强，南北方向的脊也比较明显，这使孟加拉湾处在偏南气流中。风暴登陆时，处在我国西南部高压和印度高压中间的中性点区内，由于东部高压强，而且南北方向脊清楚，风暴主要受其偏南气流引导，北上影响西藏地区，或者风暴云系在偏南气流输送下向北扩展，造成西藏地区降水。

2． 4类风暴（在14—17°N 的孟加拉湾西部沿海登陆）有时对西藏有影响，有时无影响，其环流特征分别叙述如下。

a． 对西藏无影响时的环流特征

在200hPa图上，副高扁平，在100°E以东、我国东部沿海有一明显的槽区，使 20°N 以北、100°E以西地区为一致的偏西或西北气流（图略）。在这种形势下，风暴或其雨

区都无法向东北方向移动或扩展，所以对西藏没有影响；有时副高位于大陆上，其脊线位于20°N附近，印度大陆被东北或偏东气流控制（图略），风暴受其影响向偏西方向移动，无法北上或其云系无法向北扩展。所以不会对西藏造成影响。

b． 对西藏有影响时的环流特征

环流形势与图3类似。一般表现为副高呈块状，中心在20°N附近，而且有南支槽东移。当南支槽移到印度半岛时，速度变慢。此类风暴对西藏的影响，与前面讲的南支槽作用相似，在此就不重复了。

3． 6类风暴（在65°E以东阿拉伯海东部海面活动或在其东部沿海登陆）

这类风暴大部分对西藏有影响，少数没有影响，其环流特征分述如下。

a． 对西藏无影响时的环流特征

这类风暴活动时，30°N以南地区为一致的平直西风气流或西北气流（图略），受其影响，风暴只在低纬度活动，无法北上。

b． 对西藏有影响时的环流特征

这类风暴存在时，主要有三种有利情况：一种是风暴已移到23°N以北地区，该地区正好是副高脊北侧的偏西气流。由于所处的纬度较高，在西风气流引导下也会造成对西藏地区的影响；一种是经向型，环流经向度很大，在印度半岛到西藏西部为一致的西南气流（图5）。受强盛的西南气流影响，风暴在阿拉伯海东部沿海活动时，风暴云系已扩展到西藏高原上，随着高压脊缓慢东移，风暴或风暴减弱的低气压及其雨区也随之东移，对西藏中部和东部地区造成影响。另一种是开始整个北印度洋为偏西气流，后在孟加拉湾形成一个高压，风暴或其减弱的低气压在高压西部的偏南气流引导下影响西藏地区。

五、小结

1． 北印度洋平均每年有4.9个热带风暴形成，其年变化呈双峰型分布，峰值出现在11月和5月，生成的区域主要在靠近印度半岛的孟加拉湾西部和阿拉伯海东部。

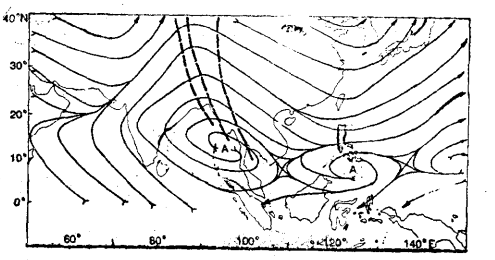


图5 风暴在经向型环流下影响西藏地区的200hPa流线图

2． 北印度洋的40%的热带风暴对西藏天气会产生影响。热带风暴与西藏降水关系取决于风暴活动或登陆的区域以及对流层上层的环流形势。对于如何预报北印度洋热带风暴是否会影响西藏地区降水，我们归纳为一个流程图（图6）。

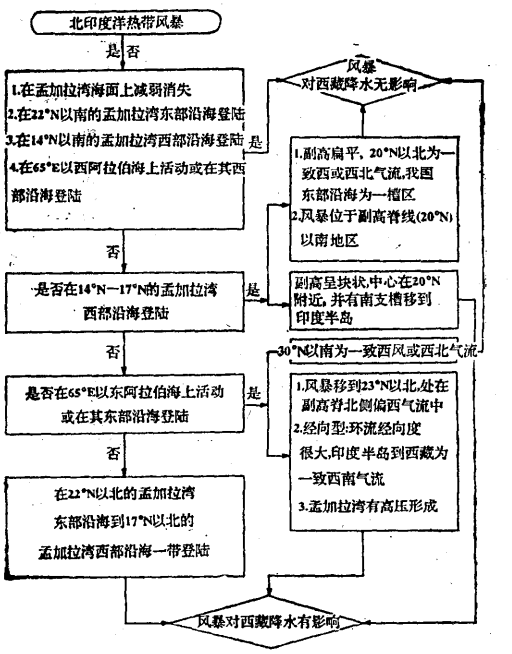


图6 北印度洋热带风暴是否会影响西藏地区降水的预报流程图

参考文献

〔1〕 阿特金森，热带天气预报手册，上海人民出版社，1974。

〔2〕北京大学地球物理系热带天气研究组、国家海洋局水文气象预报总台，孟加拉湾风暴的活动及其对我国天气的影响，热带天气会议论文集，1976年。

〔3〕丁一汇，南支槽与台风高空流场的相互作用及其对对天气的影响，全国气象卫星云图接收应用会议论文集。

〔4〕W. M. Gray, Global view of the origin of tropical disturbances and storms, M.W.R, Vol.96, No.10.

〔5〕王友恒，王素贤，孟加拉湾热带风暴的初步分析，气象，1988年第6期。