

1975~2008年北印度洋热带气旋特征分析

韩晓伟^{1,2}, 周 林¹, 梅 勇¹, 王 博¹, 萧中乐³

(1. 解放军理工大学气象学院, 江苏 南京 211101; 2. 92858 部队水文气象中心, 浙江 宁波 315812; 3. 96631 部队, 北京 102208)

摘 要: 利用美国联合台风警报中心(JTWC)及印度气象局(IMD)公布的1975~2008年热带气旋资料, 对34年来发生在北印度洋的热带气旋进行统计分析, 得出北印度洋热带气旋的年际变化特征、逐月个数分布及强度变化特征、生成源地分布、移动方向和生命期特征, 并结合海表温度的分布特征, 指出北印度洋热带气旋的逐月变化与海温变化和夏季SW季风有着极大的关系, 而且海温也极大的影响着热带气旋的生成源地分布。

关键词: 北印度洋; 热带气旋; 特征分析; 海表温度

中图分类号: P444 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2010)06-0005-07

1 引言

热带气旋是发生在热带洋面上的一种具有暖心结构的强烈的气旋性涡旋, 是主要的灾害性天气系统之一。在热带气旋活动过程中, 常伴有狂风、暴雨、巨浪和风暴潮等, 严重威胁着船舶航行安全和沿岸国家人民生命财产安全。作为热带气旋多发区的北印度洋是沟通太平洋与大西洋航线的必经之地, 也是我国重要的海上能源通道, 且近年来索马里海域海盗活动猖獗, 严重威胁我国能源通道安全及船舶航行安全。因此, 分析研究北印度洋热带气旋的特征, 对维护我国海上能源通道及保障舰船安全航行有着重大的意义。

因我国濒临热带气旋发生最多的海域—西北太平洋^[1], 热带气旋对我国造成了极大的影响, 所以我国对热带气旋的研究开始的较早且取得了较多的成果, 但这些研究基本都是针对西北太平洋海域进行的, 而对北印度洋热带气旋的研究则相对较少。李培等^[2]在对北印度洋气候特点进行分析的时候简单总结了北印度热带气旋的一些特征; 杨良华^[3-4]对北印度洋热带气旋的生成源地及移动路

径进行了概括的总结; 杨亚新^[5]对北印度洋热带气旋的等级划分及发生季节进行了概略的描述。以上的这些研究大大增加了人们对北印度洋热带气旋的认识。然而近年来, 随着世界对印度洋的关注和各国海军在索马里海域进行军事护航等, 对北印度洋热带气旋特征的认识及了解则显得日益不足。

本文利用美国联合台风警报中心(JTWC)及印度气象局(IMD)公布的1975~2008年热带气旋资料, 对34年来发生在北印度洋的热带气旋进行统计分析, 并结合美国国家环境预报中心(NCEP)的海表温度资料, 对热带气旋逐月变化特征及生成源地分布原因进行了简单的分析, 得出了一些规律与特点, 不仅为进一步的深入研究提供线索和依据, 也为船舶航行及我海军护航编队在此海域执行护航等军事行动提供客观的背景资料和活动依据。

2 北印度洋热带气旋等级划分

在北印度洋地区, 各国对热带气旋的定义及划分略有不同, 根据世界气象组织(WMO)及印成

度气象局(IMD)的有关规定^[6-7],印度将热带气旋分为7级,分别为:低压区、低压、强低压、气旋风暴、强气旋风暴、非常强烈气旋风暴和超级气旋风暴,具体划分标准见表1。

3 北印度洋热带气旋的统计分析

3.1 热带气旋年际变化特征

1975~2008年北印度洋共生成热带气旋173个,其中阿拉伯海45个(26.0%),孟加拉湾128个(74.0%)。平均每年有5.09个热带气旋生成,年际变化较大,年生成热带气旋最多为1992年13个,而1980及1993年最少仅有2个,仅为最多年份的1/6~1/7(见图1)。其中非常强烈气旋风暴和超级气旋风暴(即中心最大风速 ≥ 64 kt)共有50个,占总数的28.9%,年平均1.47个,1998年最多为5个;气旋风暴和强气旋风暴(即中心最大风速介于34 kt与63 kt之间)则相对较多,有114个,占总数的65.9%,年平均3.35个,除1993年无气旋风暴和强气旋风暴生成外,其余年份均有生成,以1987年和1992年为最多,为8个;强低压(即中心最大风速介于28 kt与33 kt之间)仅有9个,占总数的5.2%,年平均0.26个。具体逐年分布情况见图2。

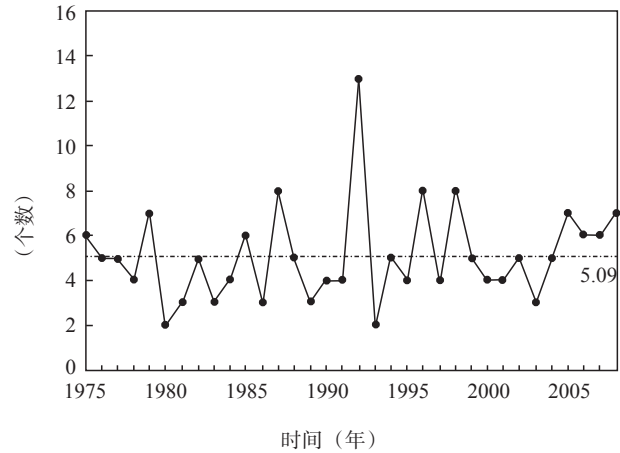


图1 1975~2008年北印度洋热带气旋逐年分布图

3.2 热带气旋逐月个数分布及强度变化特征

在1975~2008年共34年间,北印度洋累计每月均有热带气旋生成,但分布不均,逐月变化较大。由图3可以看出,北印度洋热带气旋多发生在4~6月和9月至翌年1月,呈双峰分布,最大值出现在11月份,5月份也有一个明显的大值。10~12月是热带气旋高发期,累计生成热带气旋99个,占总数的57.2%,尤其以11月份为最多,累计生成热带气旋45个,年平均1.32个;4~6月次之,共生

表1 北印度洋热带气旋等级划分表

热带气旋等级名称	英文全称	缩略语	中心附近最大风速(kt)	中心附近最大风力(级)
低压区	Low pressure area		≤ 16	≤ 4
低压	Depression	D	17~27	5~6
强低压	Deep Depression	DD	28~33	7
气旋风暴	Cyclonic storm	CS	34~47	8~9
强气旋风暴	Severe cyclonic storm	SCS	48~63	10~11
非常强烈气旋风暴	Very severe cyclonic storm	VSCS	64~119	12~17
超强气旋风暴	Super cyclonic storm	Super CS	≥ 120	>17

表2 各月各种热带气旋个数统计表

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	总计
SuperCS+ VSCS	0	0	0	4	12	3	0	0	1	4	23	3	50
SCS+ CS	5	2	1	1	12	17	2	1	9	29	19	16	114
DD	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2	3	0	9
总计	6	2	1	6	24	20	2	1	12	35	45	19	173
年平均个数	0.18	0.06	0.03	0.18	0.71	0.59	0.06	0.03	0.35	1.03	1.32	0.56	5.09
占总数比例(%)	3.47	1.16	0.58	3.47	13.87	11.56	1.16	0.58	6.94	20.23	26.01	10.98	100.00

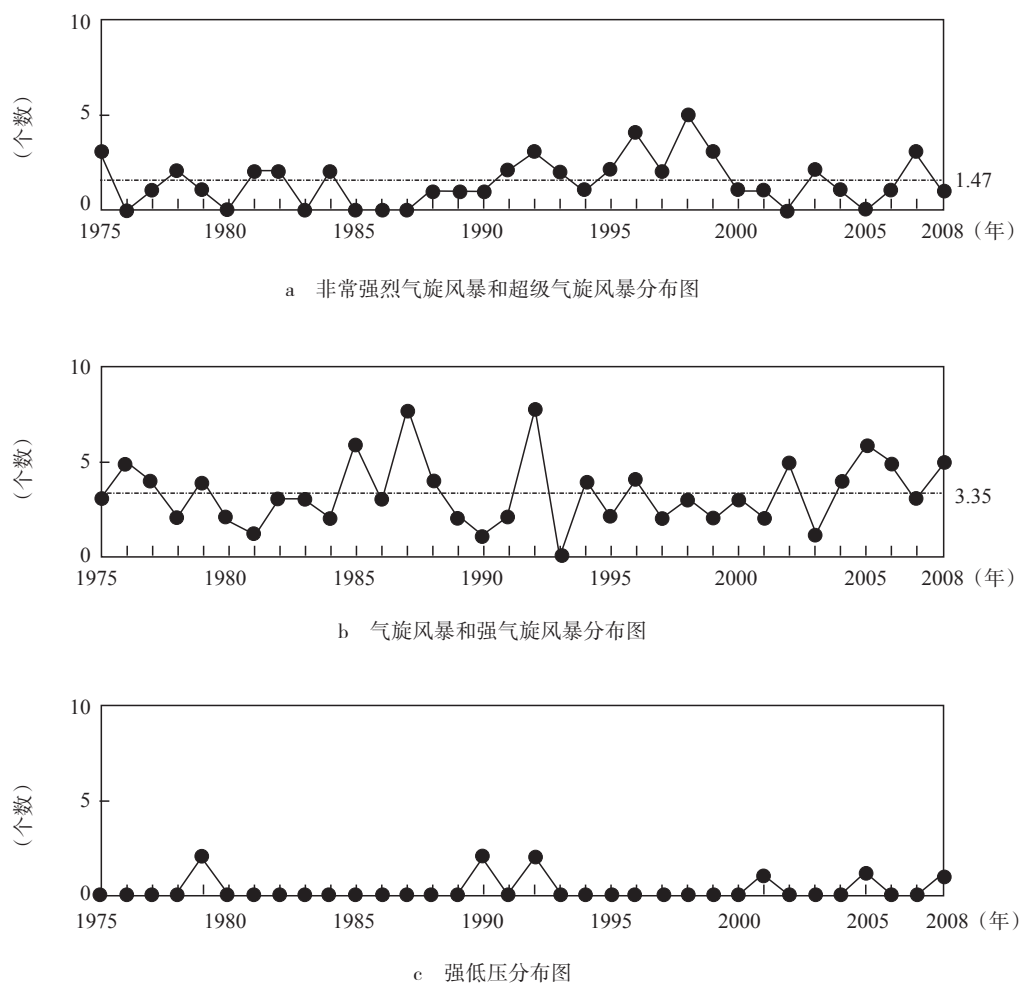


图2 1975~2008年各种热带气旋逐年分布图

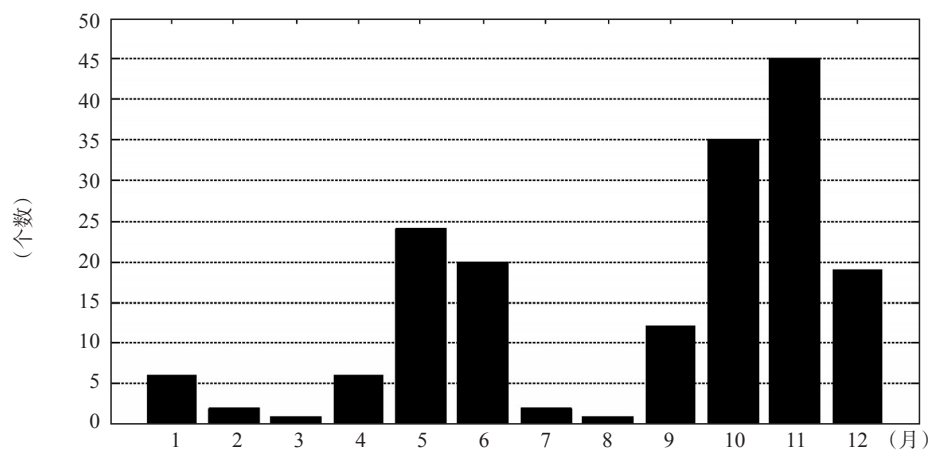


图3 1975~2008年北印度洋热带气旋逐月分布图

成50个,占总数的28.9%;而1~3月和7~9月均较少,共生成24个,仅占总数的13.9%,其中3月和8月是生成热带气旋最少的月份,各仅生成1个。

表2为1975~2008年间北印度洋各月各种热带气旋出现的次数。由表可见,非常强烈气旋风暴和超级气旋风暴仅仅发生在4~6月和9~12月,即主要集中在春末夏初、秋季和冬初,呈双峰分布,最大值出现在11月,累计为23个,占非常强烈气旋风暴和超级气旋风暴总数的近一半;次大值出现在5月,累计为12个。气旋风暴和强气旋风暴则累计各月均有生成,不过近90%集中在5~6月和9~12月,其中最多月份为10月累计29个,其余月份则相对较少,3月、4月和8月为最少月份,累计均为1个。强低压主要在9~11月份生成且个数较少(见表2)。

3.3 热带气旋生成源地分布

北印度洋热带气旋生成源地分布极不均匀,呈东多西少的分布状态,即热带气旋主要源于孟加拉湾海域,而阿拉伯海海域则相对较少。在1975~2008年间,孟加拉湾海域($0^{\circ}\sim 25^{\circ}\text{N}$, $75^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$)共生成热带气旋128个,占北印度洋热带气旋总数的74.0%。而阿拉伯海海域($0^{\circ}\sim 25^{\circ}\text{N}$, $40^{\circ}\sim 75^{\circ}\text{E}$)在34年间共生成热带气旋45个,仅占北印度洋热带气旋总数的26.0%,约为孟加拉湾海域的1/3。

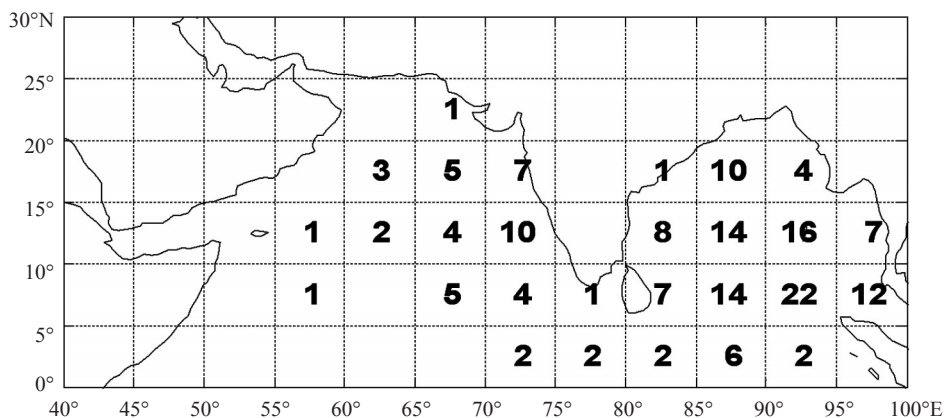
在孟加拉湾海域热带气旋的主要源地位于中部,集中于 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$, $85^{\circ}\sim 95^{\circ}\text{E}$ 海域,共生成热带气旋66个,占孟加拉湾海域热带气旋总数的51.6%。阿拉伯海海域的热带气旋主要源于东部,集中于 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$, $65^{\circ}\sim 75^{\circ}\text{E}$ 范围内,共35个,占阿拉伯海热带气旋总数的77.8%,尤其是 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$, $70^{\circ}\sim 75^{\circ}\text{E}$ 海域共生成热带气旋10个,占该海域热带气旋总数的22.2%(具体源地分布情况见图4)。

另外,从热带气旋源地的经纬度分布来看,各纬度上的总次数以 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}\text{N}$ 最多,共66个,占总数的38.2%;各经度上的总次数以 $85^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{E}$ 和 $90^{\circ}\sim 95^{\circ}\text{E}$ 最多,均为44个,各占总数的25.4%,两者之和占总数的一半还要多,为热带气旋的主要生成源地。

热带气旋源地分布南北跨度也较大,位置最南的热带气旋生成于 1.6°N ,为2004年11月份在阿拉伯海域生成的05号非常强烈气旋风暴AGNI,且该热带气旋曾一度南移至 0.7°N 附近;位置最北的生成于 22.0°N 附近,为1983年8月在阿拉伯海域生成的01号气旋风暴AURORA。

3.4 热带气旋移动方向

北印度洋的热带气旋在阿拉伯海和孟加拉湾生成后,其移动方向一般有:西向(含偏西)、西北向、北向、西北转东北、东北向、打转、特殊转向(指较少重复出现的转向)。由表3可以看出,



图中数字表示该 $5^{\circ}\times 5^{\circ}$ 海域范围内34年来累计生成热带气旋个数

图4 北印度洋热带气旋源地分布图

表3 热带气旋主要移动方向

	西向	西北向	北向	西北转东北向	特殊转向	打转	东北向	总计
阿拉伯海海域	16	7	2	3	8	6	3	45
孟加拉湾海域	27	35	23	17	12	7	7	128
总计	43	42	25	20	20	13	10	173
占总数比例(%)	24.86	24.28	14.45	11.56	11.56	7.51	5.78	100.00

表4 热带气旋生命期统计表 (表中生命期t的单位:h)

	t < 50	50 ≤ t < 100	100 ≤ t < 150	150 ≤ t < 200	200 ≤ t < 250	250 ≤ t < 300	t ≥ 300	总计
个数	10	49	46	43	10	11	4	173
占总数比例(%)	5.78	28.32	26.59	24.86	5.78	6.36	2.31	100.00

表5 热带气旋各月平均生命期统计表

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均生命期(h)	122.4	123.0	162.0	154.0	154.3	147.5	72.0	66.0	130.7	97.8	151.2	173.5

西向和西北向分别有43和42个,各占热带气旋总数的近25%,两者之和高达85个,占热带气旋总数的近一半,说明西向和西北向为热带气旋的主要移动方向;其次北向、西北转东北向和特殊转向所占比例也均超过10%。另外,在阿拉伯海海域,西向最多为16个,占该海域热带气旋的比例高达35.56%,即该海域超过1/3的热带气旋均为西向行;西北向在孟加拉湾海域最多,达35个,占该海域总数的27.34%,西向和北向也较多,均达20个以上。

此外,当热带气旋位于低纬度区域时多倾向于向西移动,而当热带气旋向高纬度移动时则常常会发生转向,转向点多位于副热带高压顶端所在的纬度区域。

3.5 热带气旋生命期

北印度洋热带气旋生命期长短不一,平均为139.5 h约6 d时间。最短的仅为12 h;而最长的达462 h,为1996年10月于孟加拉湾海域生成的非常强烈气旋风暴ARB 9605,该热带气旋在生成后向西北方向移动,横扫印度半岛后进入阿拉伯海继续增强发展,历时近20 d。由表4可以看出,近80%的热带气旋生命期在50~200 h之间,即介于2~8 d之间。

在不同月份生成的热带气旋,生命期也有所不同。表5为热带气旋各月平均生命期,由表可

见,8月平均生命期最短为66.0 h,7月和10月平均生命期也较小,均小于100 h,而12月平均生命期最长为173.5 h,约为8月的3倍,另外,平均生命期超过150 h的除12月外还有3月、4月、5月和11月。

4 热带气旋逐月变化特征及生成源地分布原因浅析

热带气旋发生、发展的必要条件一般有四个方面:热力条件、初始扰动、一定的地转偏向力作用和小的对流层风速垂直切变^[8]。图5为1982~2008年北印度洋5月、8月、11月及2月平均海表温度分布图,分别作为春、夏、秋、冬季的代表月份。

由图可见,北印度洋海温分布随季节变化较明显。春季(5月)海温较高,呈块状分布,整个海域的温度均在28℃以上,大多数海域在29℃以上,甚至在较低纬度海域海温高达30℃,整个海域的温差较小,高温区主要集中在阿拉伯海东南部和孟加拉湾中部海域。夏季(8月)阿拉伯海东南部和孟加拉湾海域海温较高,均在28℃以上,在孟加拉湾东南部海温超过29℃,而在阿拉伯海西部海域海温则相对偏低,等温线呈西南—东北走向,最低温度低于25℃,整个海域的东西温差超过4℃。秋季(11月)温差较小,整个海域的温度均在27℃以上,多数海域达28℃,高温区位于阿

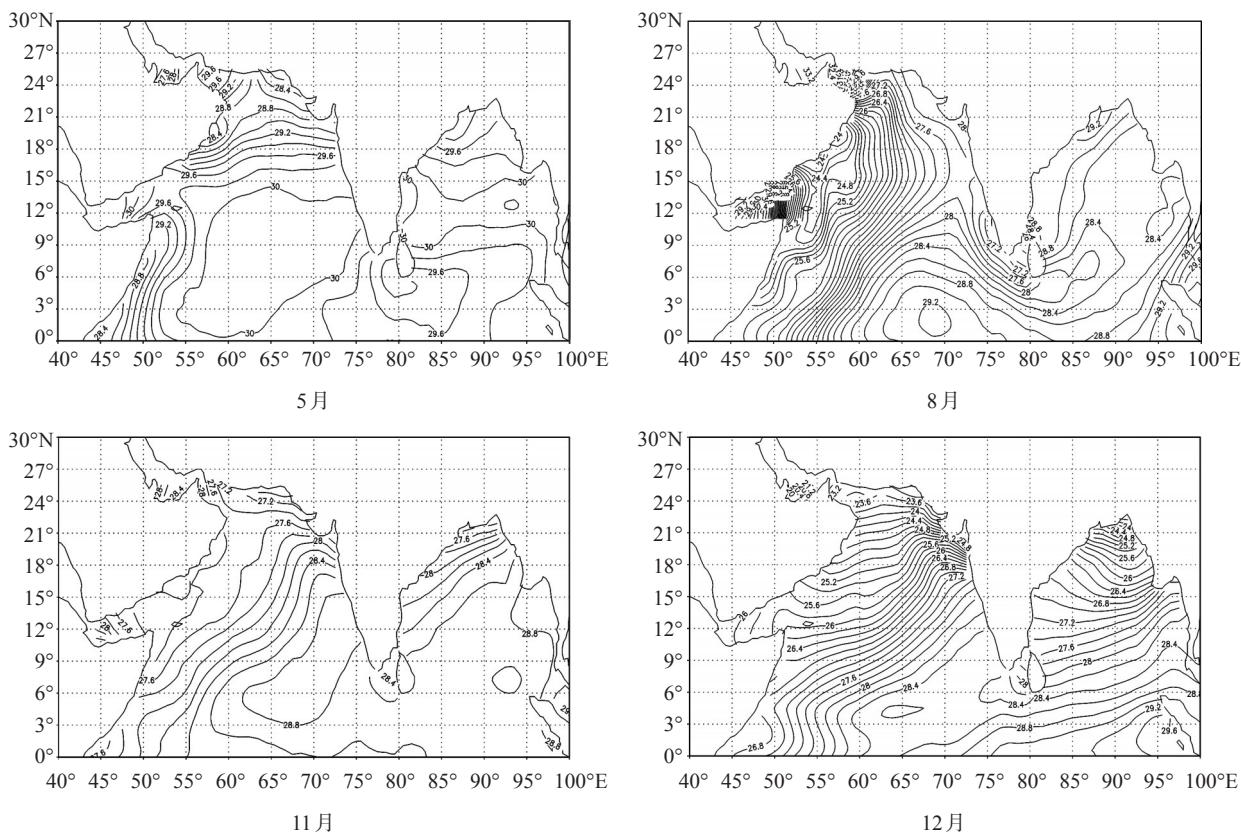


图5 月平均海温分布图

拉伯海中东部和孟加拉湾的中部海域。冬季(2月)海温较低,呈带状分布,南北温差较大,赤道附近海域海温达 28°C 以上,而在北部海域海温在 23°C 左右,相差约 5°C ,高温区依然集中于阿拉伯海中东部和孟加拉湾的中部海域。北印度洋东西海温的季节变化较大,这主要与印度洋强大的季风活动有关,夏季印度洋强劲的西南季风使西印度洋冷海水上翻,而在印度洋东部暖海水堆积,因此形成了东西海域明显的温度差异^[9]。

春、秋季整个海域的温差较小且海温均达到 27°C 以上,这就为热带气旋的发生、发展提供了足够大的暖洋面,是热带气旋主要集中生成于春、秋季的主要原因,另外,在春、秋季,北印度洋上空850 hPa和200 hPa之间的风速垂直切变平均小于 10 m/s ^[10],这就为热带气旋的发展提供了有利的条件。在夏季,虽然有较大的暖洋面,但一方面较大的夏季季风严重的抑制热带气旋的生成,另一方面850 hPa和200 hPa之间的风速垂直切变平均在 25 m/s 以上^[10],这也极大的限制了热带气

旋的发生发展。而在冬季海温偏低,多数海域海温低于 27°C ,且强大的冬季季风也不利于热带气旋的生成发展。这些就很好的吻合了热带气旋春、秋季较多而夏、冬季较少的分布特征。

在阿拉伯海东部和孟加拉湾中东部海域,全年海温均比其余海域要高,均达到 28°C 以上,而该海域正是北印度热带气旋的主要生成源地;而且孟加拉湾海域的海温全年都比阿拉伯海海温要高,这与孟加拉湾海域的热带气旋数远多于阿拉伯海海域热带气旋数相吻合。这就说明海温是北印度洋热带气旋生成源地分布的主要影响因素。

5 结论

(1) 北印度洋在1975~2008年共生成热带气旋173个,年平均5.09个,年际变化较大。年平均生成1.47个非常强烈气旋风暴和超级气旋风暴、3.35个气旋风暴和强气旋风暴、0.26个强低压;

(2) 北印度洋累计每月均有热带气旋生成,但

分布不均,多发生在4~6月和9月至翌年1月,呈双峰分布,最大值出现在11月份,5月份也有一个明显的大值。非常强烈气旋风暴和超级气旋风暴仅仅发生在4~6月和9~12月,也呈双峰分布,最大值出现在11月,次大值出现在5月;气旋风暴和强气旋风暴则累计各月均有生成,不过近90%集中在5~6月和9~12月;强低压主要在9~11月份生成且个数较少;

(3)北印度洋热带气旋生成源地分布极不均匀,呈东多西少的分布状态,即热带气旋主要源于孟加拉湾海域,而阿拉伯海海域则相对较少,仅为孟加拉湾海域的1/3左右;

(4)北印度洋近一半的热带气旋移动方向为西向和西北向,次之为北向、西北转东北和东北向。在阿拉伯海海域西向最多,而在孟加拉湾海域西北向最多;

(5)北印度洋热带气旋生命期长短不一,平均为139.5 h,最长为462 h,最短的仅为12 h,近80%的热带气旋生命期在50~200 h之间。12月平均生命期最长为173.5 h,8月平均生命期最短为

66.0 h;

(6)北印度洋热带气旋的逐月变化与海温变化有着极大的关系,而且海温也极大的影响着热带气旋的生成源地分布。

参考文献:

- [1] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文等.天气学原理和方法[M].北京:气象出版社,2007,509.
- [2] 李培,张弦,俞慕耕.北印度洋气候特点分析[J].海洋预报,2003,20(3):25-30.
- [3] 杨良华.印度洋的热带气旋及避离[J].航海技术,2003,(3):13-14.
- [4] 杨良华.各大洋热带气旋发生源地和移动路径[J].航海技术,2006,(5):14-15.
- [5] 杨亚新.全球热带气旋概述[J].世界海运,2005,28(2):3-6.
- [6] WMO.Tropical cyclone programme report [R].No. TCP21,2008.
- [7] IMD.Best track data of tropical cyclonic disturbances over the North Indian Ocean[R].2008.
- [8] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文等.天气学原理和方法[M].北京:气象出版社,2007,541-542.
- [9] 肖子牛.印度洋偶极型异常海温的气候影响[M].北京:气象出版社,2006,11-14.
- [10] H.范隆.大洋气候[M].北京:海洋出版社,1990,532-535.

Characteristics of the tropical cyclones in North Indian Ocean during 1975~2008

HAN Xiao-wei^{1,2}, ZHOU Lin¹, MEI Yong¹, WANG Bo¹, XIAO Zhong-le³

(1.The Meteorological Institute of PLAUST, Nanjing 211101 China; 2.Hydrometeorological Center of troop 92858 PLA, Ningbo 315812 China ; 3. Troop 96631 PLA,Beijing,102208 China)

Abstract: Characteristics of the tropical cyclones in North Indian Ocean during 1975~2008 are statistically analysed by applying the tropical cyclones data from Joint Typhoon Warning Center and India Meteorological Department. Annual variation characteristics of tropical cyclones, monthly distribution of number and variation characteristics of intensity, distribution of source region, direction of movement and characteristics of life duration are studied. Furthermore, combining with the distribution characteristics of the sea surface temperature, it pointed out that the SST of North Indian Ocean and summer SW monsoon are the significant factors of the monthly variation characteristics of tropical cyclones and the distribution of source region.

Key words: North Indian Ocean; tropical cyclone; characteristic; SST