

35°S 以北的印度洋的气候状况和季风特征

姜德忠 解思梅 包澄澜

(国家海洋环境预报中心, 北京)

陈信雄 吴江俊

(中国海上卫星测控部, 北京)

摘 要

35°S 以北的印度洋位于热带和副热带。北印度洋和印度次大陆及东南亚是全球最显著的季风气候区。北印度洋冬季为东北季风控制; 但由于青藏高原阻断了冷空气, 没有寒冷天气。夏季风在南亚和东南亚陆上主要表现为暴雨, 在北印度洋上主要表现为强劲的西南风; 特别是在阿拉伯海的索马里急流区, 夏季经常有 6~8 级以上的西南大风。在春秋季节的季风过渡季节, 北印度洋时有台风发生, 强风暴潮给孟加拉国造成极大的灾难。在南印度洋的副热带, 全年都有副热带高压控制。南印度洋热带海区则为信风气候区, 夏半年热带辐合带活跃, 东西两部分都有台风发生发展, 强西南季风和台风是海上航行的主要灾害性天气。

关键词: 印度洋, 季风气候, 西南大风, 台风。

一、主要特征 —— 季风气候

印度洋是世界第三大洋。其南端紧接南极大陆。35°S 以北的印度洋, 西起非洲, 东接澳大利亚, 印度尼西亚和中印半岛, 北倚阿拉伯半岛, 伊朗和印度次大陆。地处副热带, 热带和赤道的低纬度。北方大陆上更高耸着伊朗—阿富汗高原和世界屋脊——青藏高原。因而, 印度洋区域的气候特别受到海陆相互作用的严重影响, 而形成显著的季风气候。

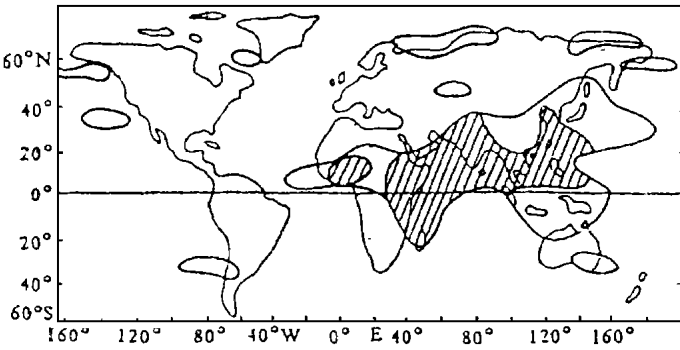


图1 季风气候区域分布图

(实线为季风指数 $I = 40\%$ 等值线; 斜线阴影区为 $I > 60\%$ 的明显季风区)

季风是海陆分布, 大气环流 (地球上的行星风带) 的季节变化和高原大地形等三种因素复杂影响下的综合现象。所谓季风气候, 主要是指一个地区冬夏之间盛行风向有明显的季节性变化。

从图 1 可以看出(Ramage, 1973), 北印度洋区域, 10°S 以北的西南印度洋区, 东非, 印度次大陆, 东南亚, 南海华南到东北, 日本和西北太平洋都是显著季风气候区。季风气候的另一个特征是温度和湿度, 冬季干冷, 夏季湿热。特别是印度次大陆, 东南亚和东非更有明显的干湿季之分。如印度的孟买, 5 月以前是干季, 月雨量少于 20mm, 6 月突增为将近 500mm, 7 月更超过了 600mm。夏季西南季风的突然爆发也是雨季的突然来临。图 2 示出南亚西南季风爆发和撤退日期的分布。

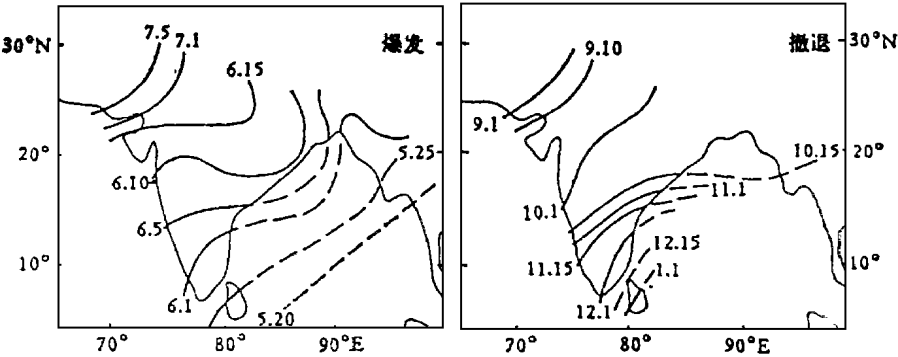


图 2 南亚西南季风爆发和撤退日期分布图

二、气压场

图 3 是印度洋区域的气压场(林之光等, 1991)。冬季, 欧亚大陆上的蒙古冷高压一直扩

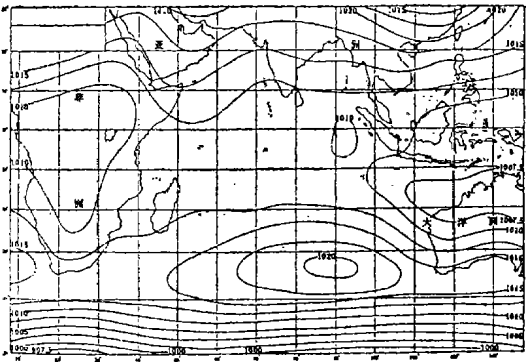


图 3a 1 月印度洋海平面气压场

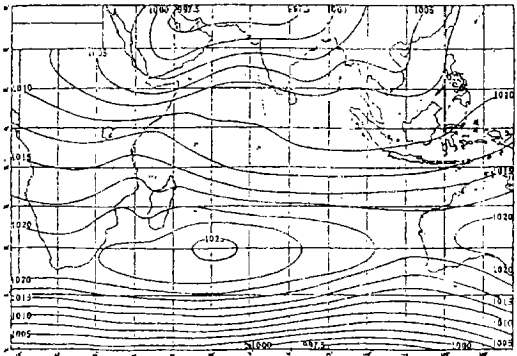


图 3b 7 月印度洋海平面气压场

展到印度次大陆和中印半岛南缘。南半球副热带高压脊线在 35°S 左右。两者之间为赤道低压带, 槽线在 10°S 左右, 东部略北, 西部略偏南。春季, 北方冷高压已明显减弱, 4~5 月, 印度次大陆和整个北印度洋为较弱的低压区。7 月, 亚洲大陆上的热低压强烈发展。而南半球副热带高压一直维持着, 只是高压中心略为西移到马斯克林群岛附近, 并从约 35°S 北

移到 30°S 左右。在整个热带和赤道印度洋区域存在较强的南北向气压梯度。

三、风 场

与气压场相对应,并且最能体现季风气候特征的是地面风场(图4)。冬季的北印度洋风区,源于冷高压的东北季风从南亚进入北印度洋,风向风力稳定。风力较弱,一般为 $4\sim 7\text{m/s}$ 。只有在索马里外海,平均风力达 8m/s 以上。东北季风越过赤道后,转向成赤道西风,在南半球低纬度与来自副热带高压的东南信风交汇成一串辐合中心的信风辐合带,风力很弱。东南信风的风速也只有 $6\sim 7\text{m/s}$ (范隆, 1990)。4月是南亚季风的过渡季节北印度洋大部分区域仍盛行偏北气流,但风向最不稳定,风力最弱。南半球东南信风往北推进接近赤道,赤道区域仍为西风,从而形成印度洋上南北两支较弱的热带辐合带共存。到夏季7月,正是南亚季风最强盛期,从马斯克林高压往北的强东南信风(平均风速 $8\sim 9\text{m/s}$ 以上),越过赤道转向成强烈的西南季风。其中索马里和阿拉伯半岛外的海面上形成 13m/s 以上的最大风速中心,即著名的索马里急流。盛夏印度洋上的风向风速都很稳定。10月和11月则是北印度洋上由东北季风代替西南季风的过渡季节,风场与春季相似。

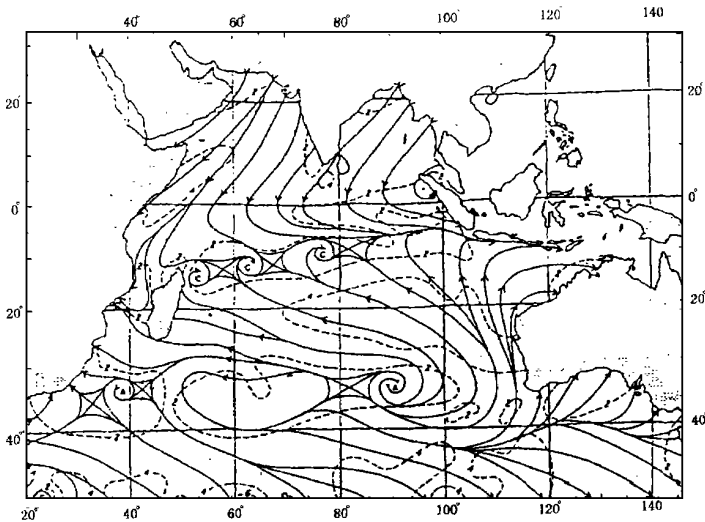


图4a 1月印度洋海面合成风

对海上航行最危险的是8级以上的大风, 35°S 以南的咆哮西风带终年都有8级以上大风, 常年平均的大风频率最大都在20%以上, 7月更达30%以上。但在 35°S 以北的印度洋上, 由于南北都有热带气旋发生发展, 而能出现8级以上, 甚至12级以上的大风。但在常年平均而言, 大风频率一般都在0.5~1%以下。只有在索马里急流区, 夏季常有大风出现, 大风集中在6~8月, 尤其7月最多, 高达30~40%, 频率之高在三大洋中是少见的, 不过最大风速很少超过10级以上。

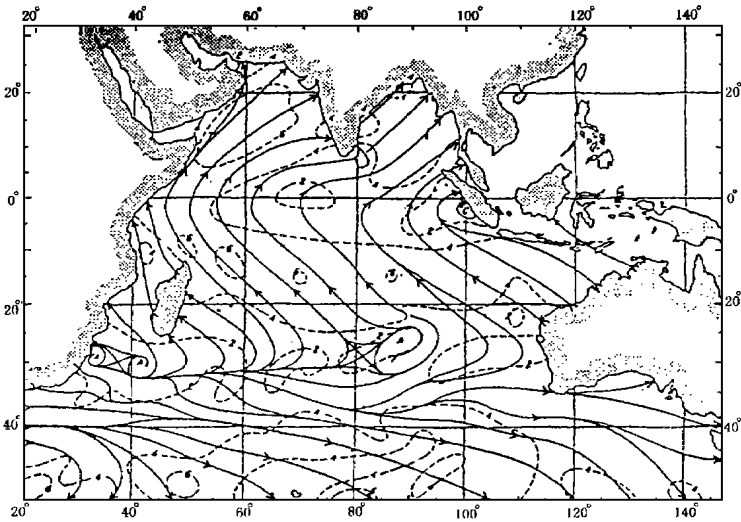


图 4b 7 月印度洋海面合成风

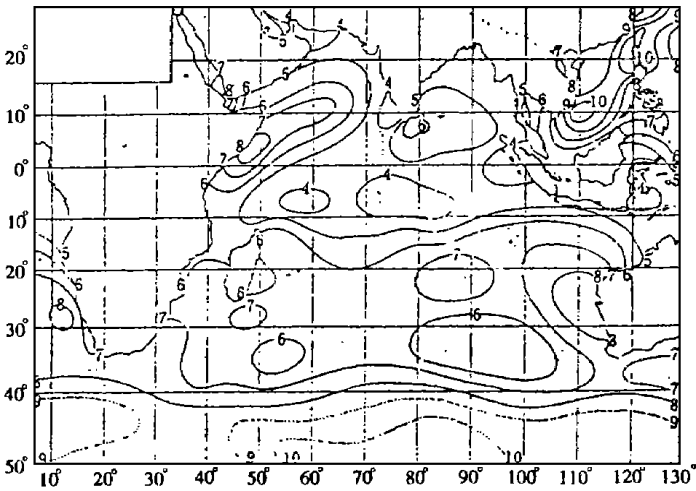


图 4c 1 月印度洋平均风速

我们根据 1993~ 1995 年三年资料统计,发现阿拉伯海 6 级以上大风一般始于每年的 5 月底,9 月上旬基本结束。5 月份平均 1~ 2 次,6 月份平均 5~ 6 次;每次持续时间约 24~ 48h;且风力多为 6~ 7 级。7~ 8 月份几乎全月均可出现大风,月平均为 7~ 8 次(7 月更多些);每次可持续 2~ 3d,最多可持续 6d;风力多为 7~ 8 级,最大达 10 级。

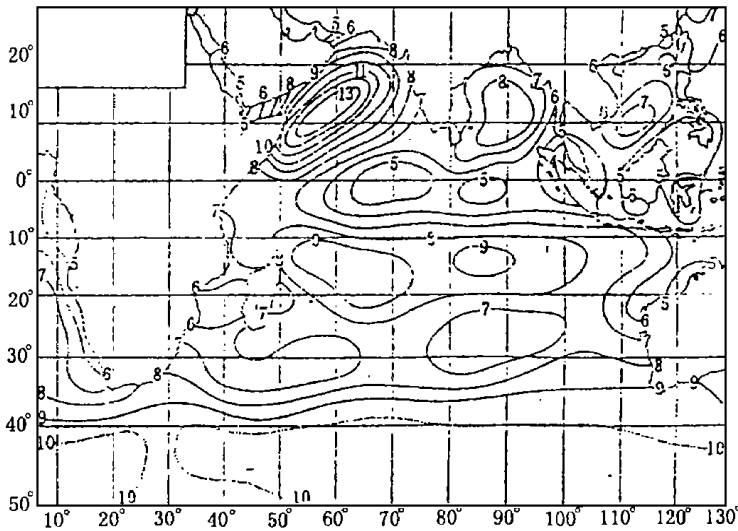


图 4d 7 月印度洋平均风速

四、重要天气系统

1. 温带气旋

在我们讨论的区域以南的 $35^{\circ} \sim 55^{\circ}\text{S}$ 纬度带上, 是中高纬绕南极的温带锋面气旋的发生频率最大中心区之一, 因而在 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}\text{S}$ 的南印度洋洋面上, 也常常可受到温带气旋边缘的影响, 出现 6~7 级的大风。但在北印度洋洋面上, 由于纬度较低, 而且北面受到高原阻挡, 所以全年没有温带锋面气旋活动。

2 热带辐合带(ITCZ)

热带辐合带是出现在热带地区的, 行星尺度的, 基本上呈东西向的, 由信风或季风交汇而成的风的辐合带。对流活动强烈, 其上常常发生发展出热带气旋或台风。热带辐合带常有季节性变移。在印度洋区域, 热带辐合带活动有其特殊性。在北半球冬季的 12~3 月只有一条热带辐合带, 位于南半球的 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}\text{S}$ 之间。在过渡季节的 4~5 月和 10~11 月, 印度洋上有南北两条热带辐合带。而在北半球夏季的 6~9 月, 正是南亚西南季风期间, 在北半球较高的低纬度出现一条很强的热带辐合带—季风槽带, 6 月和 9 月位于印度半岛南部, 7~8 月则位于印度次大陆北部, 喜马拉雅山南麓, 这是热带辐合带在全球最偏北的位置。这个辐合带上往往伴有极其巨大的季风云团, 南北宽达 10~15 个纬距, 东西长达 20~30 个纬距。造成了南亚和东南亚夏季雨季的极其丰沛的降雨量。

Webster(1994) 指出, 在太平洋——印度区域, 每年从春季到夏季, OLR(外逸长波辐射)

最小区, 亦即最强对流区, 从暖池区往东亚和南亚迁移; 反之, 从秋季到冬季, OLR 最小区则往反方向迁移。而在北非和中东, 全年都存在一个 OLR 极大区。这已成为季风区的重要特征之一。

3 季风低压

在热带辐合带——季风槽上, 常常有季风低压发生发展(包澄澜, 1980)。图 6 给出季风低压的发生频数。季风低压扰动往往发生于孟加拉湾北部, 叠加在季风槽之上, 并沿季风槽往西北西方向移动, 经印度北部平原而与印度西北—巴基斯坦的热低压合并。季风低压的发生频数在孟加拉湾北部和印度东北部, 可以达到平均每季度 3 个, 而在印度西北部, 可以少到每 5 年才有 1 个。季风低压也可能伴有 5~ 6 级大风, 但主要是造成大范围的暴雨。季风低压和季风槽是季风环流中最主要的造成降水的天气系统。

世界海洋学界和气象学界的一个热门课题是南亚—东亚季风和 ENSO 的关系和可预报性。目前比较权威的看法是, 从滞后相关来看(图 7)(Yasunari et al), 季风对其后的 ENSO 现象有明显的影响; 而 ENSO 对其后的季风现象影响较小。

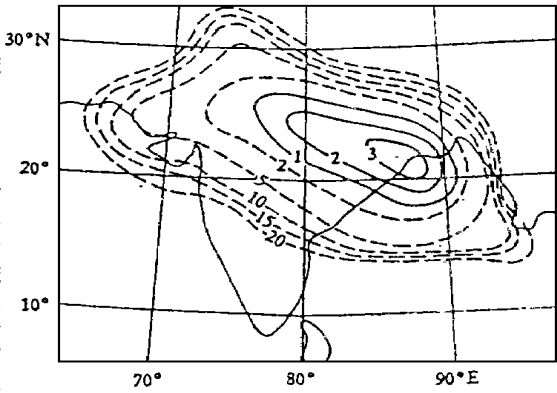


图 6 季风低压发生频数图
(实线数字为每季度次数, 虚线数字为二次低压发生之间相距年数)

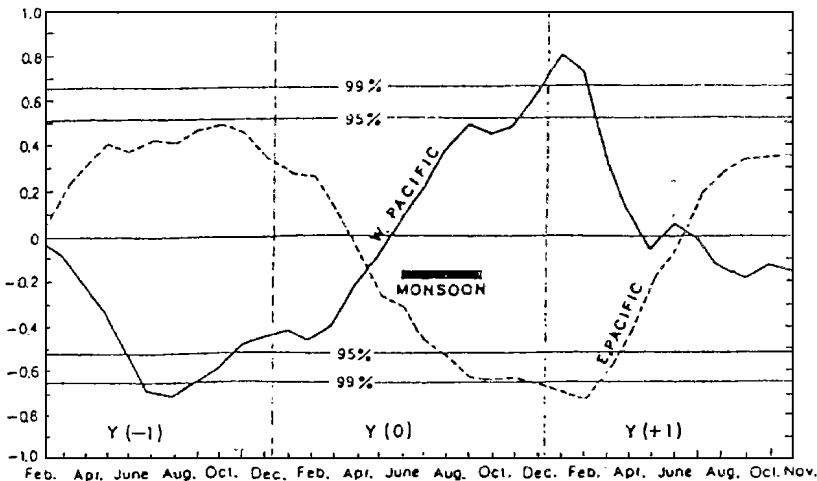


图 7 印度季风雨量与赤道太平洋东部和西部 SST 的滞后相关变化
(Y(0) 为季风年, Y(-1) 和 Y(+1) 分别为前一年和后一年)

4 索马里低空急流

每年北半球从春季进入夏季时,南印度洋副热带高压从东往西,从南往北移动,而且强度有所增强。其北侧东南季风也随之增强,越过赤道后转向成西南气流也不断增强,并往北扩展。加上东非沿岸高原地形(约高 1,000m)的阻挡约束而进一步加强,到夏季就形成著名的索马里低空急流(图略)。索马里附近冷海水上涌使海表面气温下降到 20℃以下,最低达 14℃,而西北非洲大陆气温高达 34℃,这一持久的强烈温差使该处出现极大的气压梯度,有助于索马里急流的维持和加强。在月平均图上,索马里急流位于 1~2km 高处,长达 700~800km,宽 250km,厚仅 0.5km。7 月平均最大风速达 15m/s 以上,逐日最大风速可达 25~50m/s,1972 年曾观测到 63m/s 的极大值。索马里急流和 90°E, 105°E, 140°E 等处强烈的越赤道气流的出现和加强,对于南亚季风和东亚季风的爆发和维持密切相关。而稳定的索马里低空急流更与 7~8 月阿拉伯海海面频繁的大风过程直接有关。

5 副热带高压

南印度洋上常年都存在一个副热带高压单体。夏季(1 月)偏东偏南,略接近澳大利亚;冬季(7 月)偏西偏北,略接近南非—马达加斯加,称为马斯克林高压。强度反而比夏季要强。因而副高北侧的东南信风也是冬季较强,越过赤道后转向形成的西南气流也强得多。形成强劲的索马里低空急流,和强烈的南亚夏季西南季风。

由于特殊地形和强烈的季风现象,北印度洋上不存在明确的副热带高压。每年夏季 7~8 月,500hPa 图上有一个几乎围绕全北半球一圈的副热带高压环带(其中有几个副热带高压中心),只是在北印度洋区域存在一个很强的印度季风低压而中断。而在更高层的 100~200hPa 图上,却出现一个以青藏高原为中心的,从北非直到西北太平洋上的,纬向分布的,巨大的行星尺度的高压,称为南亚高压。其南侧从南海直到阿拉伯半岛和北非上空为一条高层东风急流。南亚高压和高层东风急流在南亚地区造成的强烈的高层辐散,对于南亚季风低压的形成和维持起了相当重要的作用。

6 台风

台风是海上最猛烈的天气系统。其最大风力可达 12 级以上。

南北印度洋都可以有台风发生发展。从多年平均来看,100°E 以西的西南印度洋上每年(主要是 12~4 月)生成热带风暴 10.4 个,其中达到台风强度的 4.4 个,分别占全球总数的 12.4% 和 9.9%。在 100°~140°E 澳大利亚附近的东南印度洋上则为 6.9 个和 3.4 个,分别占全球总数的 8.2% 和 7.6%。在北印度洋的阿拉伯海和孟加拉湾,每年平均生成的热带风暴和台风为 5.4 个和 2.5 个,分别占全球总数的 6.5% 和 5.6%。但由于盛夏的南亚季风季节对流层上下垂直风切变太大,不利于台风的发生。北印度洋台风主要发生在季风期前后的过渡期,即 5~6 月和 10~11 月(Elsberry)。但是由于海底和陆上地形影响,孟加拉湾台风往往引起巨大的风暴潮,常常在孟加拉国造成成千上万人死亡。

五、洋 流

印度洋的洋流与其它大洋不同,主要是北印度洋受季风气候的明显影响没有构成完整的北赤道洋流环流圈,流向随着冬夏风向的变化而改变。夏季西南季风期,北印度洋上形成右旋的环流圈;同时南赤道洋流的北分支,沿东非海岸北上,形成索马里寒流(上升流);然后并入上述右旋环流圈。此时不存在赤道逆流。冬季东北季风期,北印度洋上形成左旋的漂流。同时,东北季风洋流与北上的南赤道洋流北分支汇合东去,形成赤道逆流。

10°S 以南的洋流与其它大洋一样,构成一个反时针旋转的南赤道环流圈。其西部的南赤道流的南分支,因岛屿的影响又分为马达加斯加暖流,莫桑比克暖流和厄加勒斯暖流,这是最强大最稳定的暖流之一。最南部为西风漂流。其北分支为西澳寒流,强度较弱。

六、气温场

印度洋 1 月最热的纬度大致在 10°S 附近,气温为 28℃ 左右;15°N 以南还高于 26℃,即使印度洋最北部也不低于 20℃。4 月最热的纬度已北上移到 10°N,全北印度洋平均气温高过 28~ 29℃。南印度洋的中纬度已降到 20℃。5 月是全年全印度洋 29℃ 以上高温区面积最大的月份,孟加拉湾西部甚至达 30℃ 以上。7 月北印度洋正是雨季,高温区缩小,29℃ 只出现在北印度洋的最北端。南印度洋正值隆冬,南回归线以南都在 20℃ 以下。

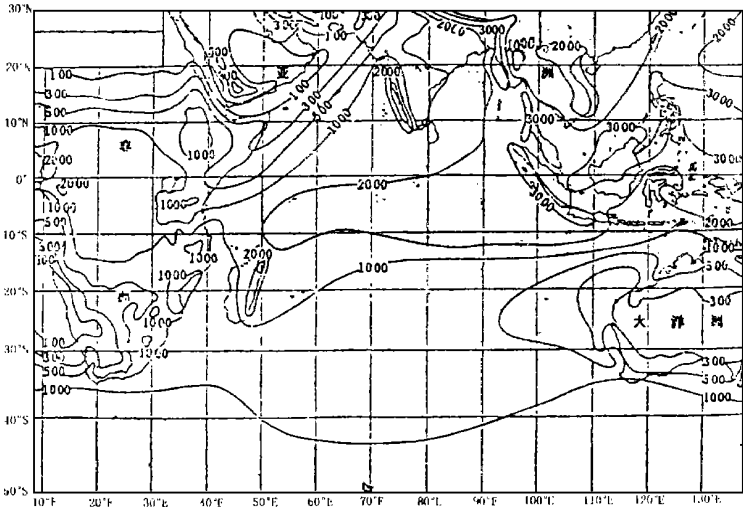


图 8 印度洋年平均雨量(mm)分布图

七、降雨量

北印度洋的降水具有显著的季风特征。图 8 为年雨量分布。从马达加斯加岛东部海面经查戈斯群岛至苏门答腊岛, 马来半岛, 和孟加拉湾东部海面是东北—西南向的多雨带, 年雨量都在 2000mm 以上。印度, 缅甸, 马来半岛和苏门答腊岛西岸附近海面, 因处于西南季风的迎风面, 年雨量大于 3000mm。从索马里以东洋面到阿拉伯海大部分洋面, 西南季风期气流来自非洲大陆或阿拉伯半岛, 年雨量都在 1000mm 以下, 近阿拉伯半岛的海面更在 100mm 以下。南印度洋的信风区和副热带高压区, 年雨量也在 1000mm 以下, 澳大利亚西北角附近海面竟不足 300mm。

参 考 文 献

- [1] Ramage, C. S., Monsoon Meteorology, Academic press, New York and London, 1971。
- [2] 林之光等, 三大洋气候, 气象出版社, 640, 1991。
- [3] Vol Loon H. 主编, 许启望等译, 大洋气候, 海洋出版社, 581, 1990。
- [4] Webster, P. J., The monsoon: Structure, properties, and role in interannual variability, Proc. of Intern. Conf. on Monsoon Variability and prediction at Trieste, Italy, May, WMO/TD No. 619, 1~ 8, 1994。
- [5] 包澄澜, 热带天气学, 科学出版社, 268, 1980。
- [6] Yasunari, T. et al, Role of tropical/ extratropical interaction of the monsoon/ atmosphere- ocean system(MAOS) in the tropics, Proc. of Intern. Conf. on Monsoon Variability and Prediction at Trieste, Italy, May, WMO/Td No. 619, 9~ 16, 1994。
- [7] Elsberry, R.L. et al, Global Perspectives on Tropical Cyclones, WMO/TD No. 693, 289, 1995。

CLIMATE AND MONSOON FEATURES OF THE INDIAN OCEAN NORTH OF 35°S

Jiang Dezhong Xie Simei Bao Chenglan

(*National Marine Environmental Forecasting Center, Beijing*)

Chen Xinxiong Wu Jiangjun

(*China Satellite Observe and Monitor Agency over the Sea, Beijing*)

Abstract

The Indian Ocean to the north of 35°S locates in the tropics and sub-tropics. The North Indian Ocean, the India sub-continent and Southeast Asia are the most famous monsoon regions. The North Indian Ocean is controlled by northeast monsoon in winter but it is not cold because cold air is blocked by Tibetan Plateau. The summer monsoon is expressed mainly as heavy rainfall in the South-Southeast Asian continent, and as strong southwest wind over North Indian Ocean. Especially in Somalia jet stream region over the Arabian Sea, strong SW wind of force 6~ 8 grades or more usually blows in summer. In spring and autumn, the transit season of monsoon, sometimes, typhoon occurs over North Indian Ocean with very strong storm surge to leave very severe disaster in the Bangladesh. While in South Indian Ocean, subtropical high during summer half year prevails over the sub-tropics the whole year. It is trade wind climate in tropics. During summer half year ITCZ is very active and typhoon occurs both in the western and eastern parts. Strong SW wind and typhoon are principal disastrous weather systems for navigation.

Key words: Indian Ocean, Monsoon climate, Strong SW wind, Typhoon.