

全球 ITCZ 的气候特征研究*

蒋尚城

(北京大学地球物理系)

热带辐合带(ITCZ)是大气环流的重要成员之一,它的活动与变化不仅对于热带天气,而且对于中纬度地区的旱涝^[1]以及全球大气环流的变化都有重大影响。ITCZ最初着重于用风场资料来研究,但由于海洋上测站稀少,往往难于精确地确定。但在这种热带辐合区内一般都伴有对流云雨的发展,所以卫星成为观测 ITCZ 的很好工具。利用早期卫星测得的云反射的亮度或平均云量研究 ITCZ 已有不少的工作^[2-7]。但或由于资料年代短,或只局限于某一地区,至今尚无全球范围的比较详细和有代表性的 ITCZ 的气候学研究。1974年6月以来,NOAA¹极轨卫星系列开始了射出长波辐射(OLR)的业务观测,由于 OLR 值可以很好地描述 ITCZ 的活动及其变化,同时又有了较长时期的观测资料,这就使我们有可能利用 OLR 资料进一步揭示全球 ITCZ 的气候学特征和太平洋上双 ITCZ 的有趣的年振荡现象,这就是本文的目的。

1. 资料及处理

根据 NOAA-2,3,4,5, TIROS-N 及 NOAA-6,7 卫星一天两次所测的射出长波辐射资料(详细说明见文献^[8]),取日夜平均作为每日的平均,以便过赤道时间不同的卫星观测可加以比较。对在全球 40°N — 40°S 范围内 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 经纬度网格上先求出各年每月的平均,然后再求 1974年6月—1984年5月(除 1978年3—12月卫星缺测)的九年平均作为气候平均值,分别求出年、季及月的 OLR 气候分布图作为基本资料集。

由于 OLR 是卫星上观测的地气系统的射出长波辐射,它主要决定于云顶及下垫面的温度,所以它是云和下垫面温度的函数,在热带地区,温度的时空变化都比较小,OLR 的变化主要受云的影响。一般说来在 ITCZ 的深对流发展地区 OLR 最小。故定义 30°N — 30°S 之间 $\text{OLR} < 240 \text{ W/m}^2$ 区域内最小值所在的纬度为 ITCZ 轴所在的位置,以其最小 OLR 的数值表示其强度,由此得到全球 ITCZ 的气候图(图 1),同时根据不同经度上的最小 OLR 的纬度位置及数值的逐月变化来分析不同地区 ITCZ 的气候特征(图 2)。此外还利用了对应时期的三大洋(太平洋、大西洋、印度洋)上的 $2^{\circ}\times 2^{\circ}$ 格点的海温资料,以比较它与海洋上 ITCZ 的关系。

2. 结 果

图 1(a)和表 1 为 ITCZ 的全年平均位置和强度。在海洋上,ITCZ 基本上是在赤道附近与纬圈平行,大西洋平均位置在 5.6°N ,太平洋在 6°N ,印度洋则位于 5°S ,另外西南太平洋上还有一条 ITCZ 位于 5°S 左右(这比 1972 年 Gruber^[9]所作图上的位置偏北 5° 左右),构成西太平洋地区的双 ITCZ。南美洲和非洲大陆 ITCZ 略呈西西北-东东南走向,其平均位置在非洲为 2°N ,南美洲在 2°S 。西南太平洋上的 ITCZ 最强(220 W/m^2),北大西洋上的 ITCZ 最弱(237 W/m^2)。

由图 1(b-e)及图 2(a-f)可以看到不同地区 ITCZ 季节变化的特征,

* 本文于 1986 年 9 月 8 日收到, 1987 年 1 月 8 日收到修改稿。

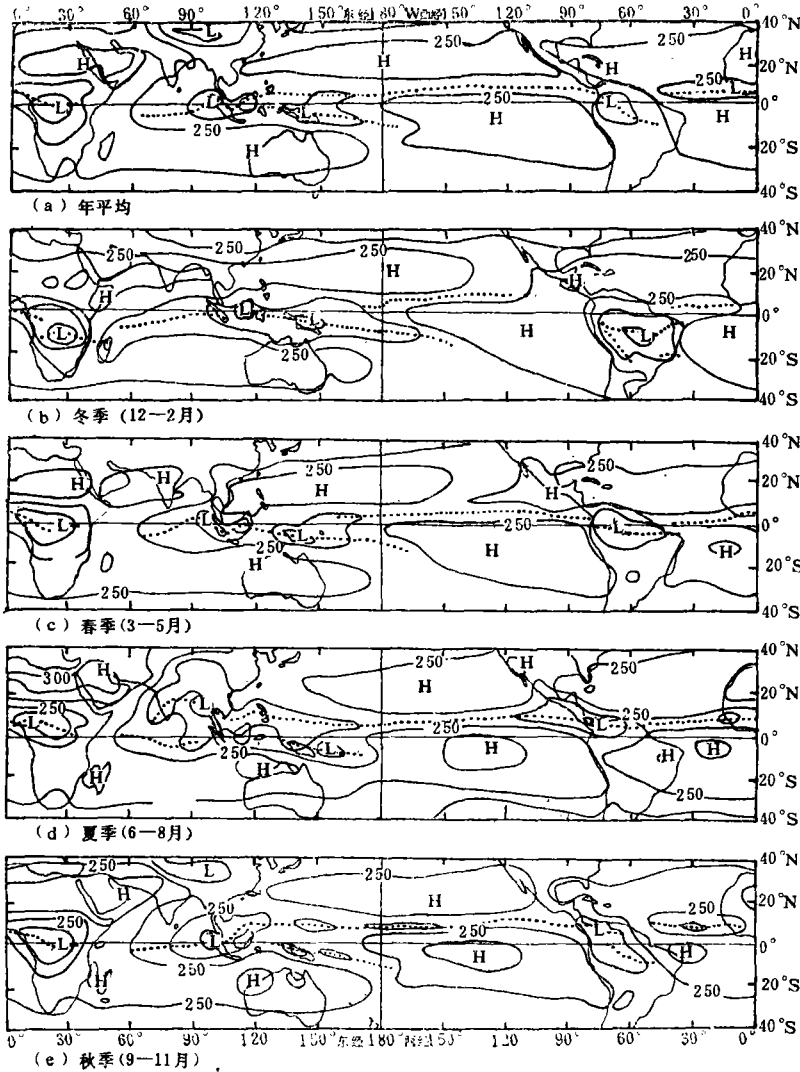


图 1 年、季平均(1974—1984)的 OLR 及 ITCZ 分布图
(实线:OLR等值线,间隔为 25 W/m²,虚线:ITCZ轴线)

表 1 热带不同地区 ITCZ 的平均位置及强度

地区	大西洋	东太平洋	西太平洋	印度洋	非洲	南美洲	
位置强度	10°W—40°W	172.5°W—80°W	120°E—170°W	65°E—90°E	5°E—35°E	52.5°W—80°W	
位置	5.6°N	6°N	6°N	5°S	5°S	2°N	2°S
强度 (W/m ²)	237	234	226	220	230	221	221

- 1) 大西洋 ITCZ 最稳定, 终年都在北半球, 随季节有微弱的南北位移和强度变化。
 - 2) 东太平洋 ITCZ 也是全年都在北半球, 和大西洋 ITCZ 很类似, 但其变化的振幅较后者为大。
- 由早期的 ESSA 卫星观测所得的平均亮度图就已揭示了太平洋上存在双 ITCZ 的事实 (Korn-

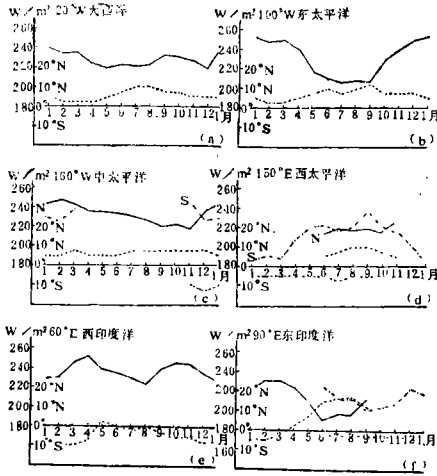


图 2 三大洋不同地区的 ITCZ 位置和强度的年变化
(实线：北半球 ITCZ 的强度(W/m^2),
点划线：南半球 ITCZ 的强度(W/m^2),
虚线：ITCZ 的位置(纬度))

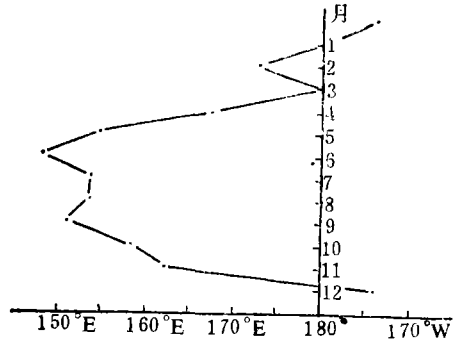


图 3 太平洋双 ITCZ 平均经度位置的
纬向季节振荡

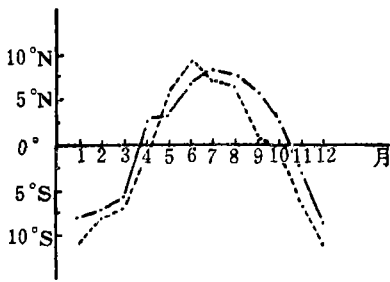


图 4 热带大陆 ITCZ 平均纬度位置
的经向季节振荡
(实线：南美洲，虚线：非洲)

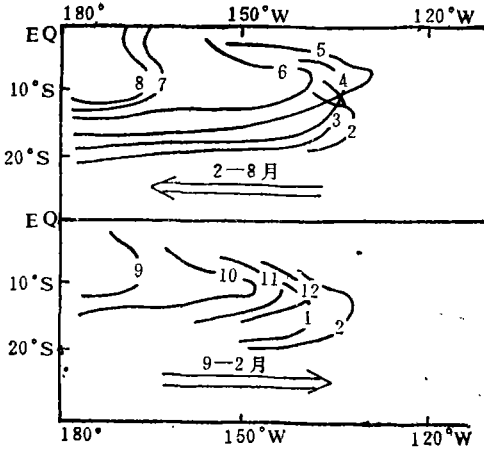


图 5 南太平洋特征海温线($SST=28^{\circ}C$)的逐月变化
(曲线： $SST=28^{\circ}C$ 的特征等温线，数字表示出现月份；
双箭头：暖水舌东端季节移动的方向)

field et al.^[9], Hubert et al.^[4])。这里，我们发现了双 ITCZ 的另一重要现象即其季节振荡现象。从 OLR 气候平均图(图 1)及双 ITCZ 的平均经度位置的逐月变化图(图 3)可以看到双 ITCZ 的位置存在着明显的东西向振荡，而其强度则有南北振荡。事实上，南半球 ITCZ 在西太平洋上一年四季都存在(图 1)，只是夏季(指北半球，南半球应为冬季，下同)最弱，其东端位置最西。从夏到冬，强度增加，同时其东端不断向东伸展，冬季达最东($150^{\circ}W$)。由冬到夏，则减弱和西缩。相应的北半球太平洋上的 ITCZ 则终年都存在于中东部。由冬到夏，其强度不断增强，并向西伸展，6 月份西太平洋出现 ITCZ，北半球太平洋上出现了从东到西连续的全球最长的 ITCZ，并持续到 11 月，从夏到冬变化相反，西太平洋上 ITCZ 完全消失，而南半球 ITCZ 伸到最东。其结果造成双 ITCZ 位置的的东西向振荡。显然这种位置

振荡是由于赤道两侧 ITCZ 随季节有东西向的此长彼消,新陈代谢所造成的,而其强度的南北振荡则与太阳辐射的年循环有关。

4) 印度洋东部与西部的 ITCZ 变化有很大差别。在西印度洋(60°E)上,大多数月份 ITCZ 都在南半球,且强度很弱(图 2(e));在东印度洋(90°E)上,ITCZ 从 4 月开始移到赤道以北,4—6 月位置明显北推,7,8 月达最北位置(17.5°N),6 月份达最大强度(191 W/m^2),同时在南半球又重新出现 ITCZ,构成双 ITCZ 结构(图 2(f)),显然这与印度季风密切相关。

5) 在热带大陆,我们取 OLR 最小值所在纬度作为 ITCZ 平均轴的位置,分析其逐月变化(图 4),可以看到在非洲、美洲两大陆上的 ITCZ 变化非常一致,都有明显的南北振荡,其变化与太阳倾角的年循环一致。非洲大陆 ITCZ 的南北振荡与非洲赤道附近($5^{\circ}\text{N}-10^{\circ}\text{S}$)一年中出现两次雨峰^[10]相吻合。

6) 我们还利用和 OLR 对应时期的海温资料,分析了洋面上 ITCZ 与海温分布的关系。发现大西洋和太平洋上 ITCZ 都与暖水带相联系,尤其是太平洋上的双 ITCZ 及其变化都可以从对应的双暖水舌及其季节变化来解释。图 5 给出了南太平洋暖水舌的特征等温线($\text{SST}=28^{\circ}\text{C}$)的逐月分布。其东西向的季节移动与双 ITCZ 位置的纬向振荡是完全吻合的。而印度洋 ITCZ 只在冬季(11,12,1月)与南半球的暖海区相对应,夏季则与海温的关系不明显,显然这时的 ITCZ 除了受海温的影响之外更受到海陆之间的季风的强烈影响。

由此,可以认为影响热带大陆和海洋上的 ITCZ 年循环的因子可能是不同的。大陆上,可能是更主要和直接地受太阳辐射的年循环所控制;海洋上,则要通过太阳辐射及洋流的作用所造成的海温分布,再通过海气之间的相互作用而导致太平洋和大西洋上 ITCZ 分布的经向与纬向的非对称性及双 ITCZ 位置的纬向振荡等复杂情形。而在印度洋上 ITCZ 的变化还受海温和季风的共同影响。

参 考 文 献

- [1] Jiang, S. C., and J. S. Winston, The characteristics of outgoing longwave radiation related to flood and drought over the Yangtze River basin, WMO/TD. No. 87, 431-435, 1986.
- [2] Godshall, F. A., Intertropical convergence zone and mean cloud amount in the tropical Pacific Ocean, *Mon. Wea. Rev.*, **96**, 172-175, 1968.
- [3] Bjerknes, J., et al., Satellite mapping of the Pacific tropical cloudiness, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **50**, 313-322, 1969.
- [4] Hebert, L. F., et al., The double intertropical convergence zone—Fact or fiction? *J. Atmos. Sci.*, **26**, 771-773, 1969.
- [5] Gruber, A., Fluctuations of the ITCZ in the Atlantic and Pacific Oceans, *J. Atmos. Sci.*, **29**, 193-197, 1972.
- [6] Saha, K. R., Global distribution of double cloud bands over tropical oceans, *Quart. J. R. Met Soc.* **99**, 551-555, 1973.
- [7] Sikka, D. R., On the maximum cloud zone and the ITCZ over Indian longitudes during the southwest monsoon, *Mon. Wea. Rev.*, **108**, 1840-1853, 1980.
- [8] Gruber, A., and A. F. Krueger, The status of the NOAA outgoing longwave radiation data set, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **65**, 958-962, 1984.
- [9] Kornfield, J. A., et al., Photographic cloud climatology from ESSA III and V computer produced mosaics, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **48**, 878-883, 1967.
- [10] Nicholson, S. E., Rainfall and atmospheric circulation during drought periods and wetter years in west Africa, *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 2191-2208, 1981.

THE CLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE ITCZ ALL OVER THE GLOBE

Jiang Shangcheng

(Department of Geophysics, Peking University)

Abstract

The outgoing longwave radiation (OLR) data derived from the NOAA polar orbiting satellites during the period June 1974 through May 1984 have been used to construct the climatic charts of ITCZ all over the globe. The monthly variation of the ITCZ over different parts of the tropical continents and oceans and its climatic characteristics are researched. Especially it is revealed that there is annual oscillation of the double ITCZ over the Pacific Ocean.