

台风与西风槽相互作用 与赤道辐合带的北跳^①

仇永炎 马德贞 林玉成

(北京大学, 100871) (国家气象中心)

提 要

利用历史天气图、台风年鉴, 以及 ECMWF 和 NMC 再分析的风场等资料, 研究盛夏一些系统的活动特征及赤道辐合带北跳及其和台风与西风槽相互作用型的关系, 得到如下一些事实: ① 块状、自东向西移动的渤海日本海高压, 准定常的、河套以东西风槽, 低空偏东、偏南急流等系统的活动, 都有利于出现台风与西风槽相互作用, 有利于出现 400mm 以上台风降水。② “75.8”、“84.8”和“96.8”3 个台风与西风槽相互作用型年 7 月赤道辐合带都经过两次北跳, 达到它们一年的最北位置, 第一次在 7 月第 2 候, 第二次在 7 月第 4、第 5 候。6 个不是台风与西风槽型年一般无两次北跳。③ 北半球赤道辐合带北跳或者是受澳大利亚冷高压的东南气流影响, 或者是受西南太平洋上变性暖高压的东南气流影响, 当这种东南气流越过赤道, 在北半球适当环流条件下达到较北纬度产生出一连串气旋辐合带, 即赤道辐合带北跳。这种越赤道气流不仅对赤道辐合带有如此作用, 还能促使赤道辐合带上的热带低压发展成台风。

关键词: TT 相互作用型 赤道辐合带 澳大利亚冷高压

引 言

在讨论北方盛夏台风暴雨的文献中^[1~4], 常提到两类天气系统的活动: 一类是直接同台风与西风槽相互作用型(取台风和槽两个词英文字第一字母 TT, 简写成 TT 相互作用型, 下文同)相联系的, 如河套西风槽、渤海高压(中心在渤海日本海区高压的简称, 下文同)、低空偏东、偏南风急流、冷空气入侵等; 另一类是同台风源地有关的, 赤道辐合带(缩写成 ITCZ, 下同)北跳等。本文目的在于确认这些事实。

1 与 TT 相互作用型有关系统的统计

与 TT 相互作用型直接联系的系统, 除

去北上台风外, 还有渤海高压, 河套(110~120°E)西风槽, 冷空气入侵以及低空偏东、偏南急流等 4 个系统, 表达这些系统活动的参数都取自于历史天气图。弱冷空气入侵很难从现行历史图上定出, 只好暂不讨论。资料总长度为由 1949~1996 年共 48 年, 由于缺图, 无台风等原因, 能选上的年例一般只有 25 个, 可供统计讨论。此外, 文中常用到如北方台风、台风过程降水总量最大值(简称为台风降水, 下同)等之类的术语, 同文献[3]一样含意, 不再赘述。有关台风的资料, 都取自于台风年鉴^[5]。

1.1 渤海高压活动特征

① 由国家气象中心资助。

关于渤海高压,分3个方面考察:① 高压中心强度和形态的变化,② 在南北方向上的位置变化,③ 东西方向位置变化。高压强度以最内一圈等高线数值计,从历史天气图读出,并取 5880gpm 为正常值,凡 24 小时内变动在 ± 40 gpm 以内,都计作变化微小。如高压形态变为纬向型副高,或者高压中心移到 140°E 以东等异常情况时,都计为纬向

型及其它。至于高压中心南北位置主要考察它是否落在渤海日本海区。该区北界取在 40°N ,南界随经度而异, $135^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$ 南界取在 36°N , $130^{\circ}\sim 135^{\circ}\text{E}$ 取在 34°N , $125^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$ 取在 32°N , $120^{\circ}\sim 125^{\circ}\text{E}$ 取在 31°N 。

统计结果从表 1(a~c)可以看到如下事实:

表 1 台风降水最大值及 TT 相互作用型同渤海高压、河套槽、低空偏东急流等的统计关系

台风降水最大值/mm	<200	200~400	>400	按 TT 相互作用型	
				正型	亚型
年例个数	11	4	10	5	4
(a)渤海高压强度变化					
变化微小	3	2	10	5	4
减弱或明显变形	3	1	0	0	0
纬向型及其它	5	1	0	0	0
(b)渤海高压位置在南北方向变化					
在渤海地区	1	0	5	5	0
在日本南部岛屿	0	1	3	0	2
西太平洋、东海地区	3	2	2	0	2
纬向型及其它	7	1	0	0	0
(c)渤海高压在东西方向的变化					
自东向西移	1	2	7	4	1
变化不大	4	0	3	1	3
纬向型、向东移等	6	2	0	0	0
(d)河套($110^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$)西风槽					
有西风槽	4	1	9	5	4
无	6	2	1	0	0
涡或其它	1	1	0	0	0
(e)河套槽的移动趋势					
准定常或替换	2	0	5	3	2
减速	0	0	4	2	2
槽加速东移、无槽、其它	9	4	1	0	0
(f)850hPa 偏东或偏南风急流					
强急流	1	2	7	4	3
弱急流	4	1	1	0	1
无	5	1	0	0	0
无资料	1	0	2	1	0

台风降水在 400mm 以上,或 TT 相互作用型的实例,渤海高压的强度常变动不大,维持在 5880gpm 上下,并常自东向西移。而

降水量弱的实例常发生高压减弱,变型,或变为纬向高压带,而且高压中心常不在渤海日本海地区,或向东移,常移出 140°E 。

1.2 河套西风槽活动特征

主要分两个方面讨论:①在 $110^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 区域内有无槽底(按 500hPa 图上计)南伸到 40°N 以南的西风槽;②该槽是准定常态,或者前后两三个槽替换,还是加速东移,还是其他复杂情况。从表1(d)、(e)可以看到:

台风降水 400mm 以上(除去5612号台风例外)及TT相互作用型的实例都存在河套东部槽,而且该槽不是定常就是减速东移,或者是前后槽发生替换,而降水弱的实例大多无槽,或者西风槽加速东移或者其他情况。

1.3 850hPa 上华东地区偏东或偏南风急流

这个问题前不久蒋尚诚作过较详细讨论^[6],同其相比较这里在季节上,到达地区上加以限制性要求,并取较长年份实例作简单统计。绝大多数实例由 850hPa 图上上海和连云港两地风速定出偏东偏南风急流的存在(从台风登陆那天算起4天内有急流)及急流强弱(超过 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 定为强急流, $16\sim 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 内定为弱急流)。至于“63.8”实例根据参考文献^[7]定出。从表1(f)可以看到:台风过程降水超过 400mm 或TT相互作用型,几乎都存在偏东或偏南风低空急流。而台风降水弱,大多无低空急流。

总结上面讨论可知,在有台风北上的情况下,块状、自东向西移的渤海高压,有河套西风槽以及低空偏东南急流等都有利于出现TT相互作用型,有利于产生特大暴雨。

2 赤道辐合带北跳

我们分析西太平洋地区ITCA,东边大洋上着重于信风切变,西边注重赤道低压槽。“75.8”是用美国的TNMC热带资料,约 4.37° 纬度 $\times 5^{\circ}$ 经度网格。“84.8”例是用ECMWF7层资料。“96.8”例用ECMWF现行分析资料(“50.8”和“63.8”因缺资料,无法讨论)。根据这种情况把 850hPa 和地面资料,风场与气压场彼此参考进行分析。最后得到经过 130°E 、 140°E 和 150°E 3个经度平均

以及3天时间平均的ITCZ平均位置变化曲线(如图1所示),每幅小图包括3条曲线,粗实线为TT相互作用型年份,其他两年为其邻近年,作对比用的。

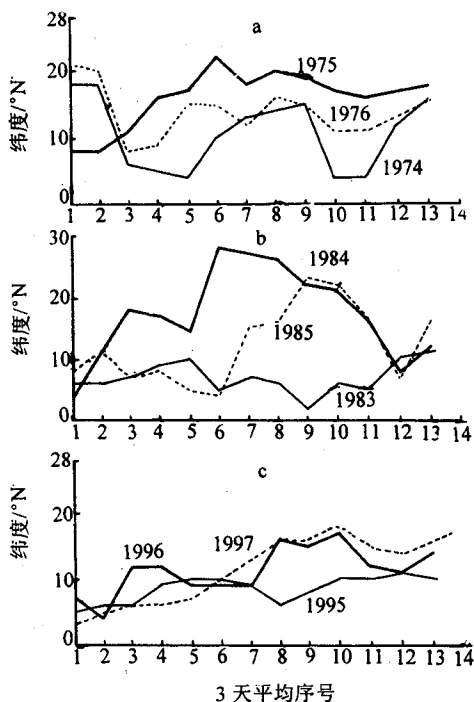


图1 赤道辐合带3天平均位置变化曲线

从图1可以看到,如果取3天间隔内ITCZ北移 5° 纬距作为一次北跳,那末除去1983、1985和1997三年外,其余6年都有两次北跳,而且绝大多数都发生在7月份。1975年两次北跳发生在7月9日和15日附近。1984年发生在7月6日和15日,1996年在7月6日和24日。如把TT相互作用型发生年同不是TT型年相比较,TT型年第一次北跳常发生在7月上旬末,比不是TT型年要早一些。如1984年比1985年要早10天以上。TT型年第二次北跳发生在7月第4、第5候期间,也比不是TT型年要早一些。1996

年第二次北跳晚,可是其邻近1995年没有第二次北跳,1997年没有北跳。就现有少数年份资料来看,7月份ITCZ两次北跳似乎是TT型特有性质,由于有两次北跳,容易使其达到偏北的纬度。不是TT型年在6年中只有1985年有两次北跳,其余年份或者没有北跳,或者只有一次。因此,TT型年常有两次很明显的北跳现象,北跳时间常常要早一些,而且,第二次北跳所达的纬度也异常偏北,比如1975年和1984年都跳过 20°N 。即使1996年北跳不显著,第二次北跳也达到 16°N 左右。

3 ITCZ 北跳与南半球环流的联系

早在60年代我国学者曾讨论过ITCZ的位置及它的组成风系与台风形成的关系,并认为ITCZ是由信风与赤道西风所组成,台风常在其上发生。根据他们所给的图例,多为8月份,而我们所讨论一般在7月份,印度季风还东伸不到 120°E 。

对1974~1976年以及1983~1985年7月逐日1000hPa和850hPa风场作了初步分析,得到如下事实。在南半球,当一个强大高压由南印度洋东北部移上澳洲大陆,特别是其中心在 140°E 以东时,高压东北部散发出来的东南(简写与SE,下同)气流,叠置并加强新几内亚岛东北侧的准定常SE气流,在 150°E 附近(可称为东支)越过赤道,到达北半球。当澳大利亚高压不强,或由其他高压派生出来的高压中心但其位置在 140°E 以西、 30°S 以北时,高压中心散发出来的东南气流,就在新几内亚岛西南侧经乌鲁古海处,在 $120^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$ 越过赤道,可称为西支气流。当冷高压从澳大利亚移出,移到暖洋面上,如通常考虑一样,变性为暖高压,其北部或东北部,也散发出SE气流,加强准定常SE气流,而后常在东支处越过赤道。如东北信风很弱区域,越赤道而来的SE气流先作反气旋弯曲,当离赤道远一些,受强信风作用,这股气

流要由反气旋弯曲变为气旋弯曲,产生很强辐合,对流发展。这样一来,对流活动带由赤道附近将北跳到远离赤道的位置,这就形成ITCZ北跳。越赤道气流这种变化,可以由位涡守恒定理说明。

现在先看1984年和1996年两年7月份例子。图2是1984年7月的地面流线图(1996年图略),资料来源于中央气象台分析的(未出版)热带历史天气图,除去内插一两条线条外大轮廓未作任何变动。图上1984年7月5日和15日大体上分别对应于ITCZ第一、第二次北跳的时间。从图2b、c两幅图上可以看到,在赤道以南流线的形态是自东南向西北的SE气流,而且比月初的a图较为有序。这些成片的SE气流越过赤道后先作反气旋弯曲,而后受NE信风影响作气旋弯曲,伴有辐合,形成一串气旋辐合带,表现为ITCZ北跳。

1984年7月3日起,有一新的冷高压移向澳大利亚,中心在 35°S 、 131°E ,于是澳大利亚东北洋面上南风分量加强,出现大片SE气流,首先在新几内亚岛西侧(西支)和东侧(东支)越过赤道。先作反气旋弯曲后作气旋弯曲。两天后(如图2b),西支在菲律宾产生强气旋,东支产生一弱气旋,原先在 2.5°N 的ITCZ北跳到 12°N 附近。在第二次北跳以前一周左右,原先的冷高压中心已移到澳大利亚以东洋面上约在 25°S 、 160°E 。以后每天平均东移 $3\sim 4$ 经度,有时甚至停滞。估计这个高压已变为暖性(图2c的左下方气旋是不强的新高压)。与此同时,在高压的北部或东北部不断地散发出SE气流,叠置在准定常SE信风气流,结果在澳大利亚东北方洋面上,新几内亚岛四周,出现大片强SE风,不断加强,不断扩大,越赤道气流也不断加强。过赤道后还是先作反气旋弯曲后作气旋辐合,于是15日在 30°N 附近,出现一连串气旋和ITCZ。因而ITCZ由 12°N 北跳到 30°N 附近。

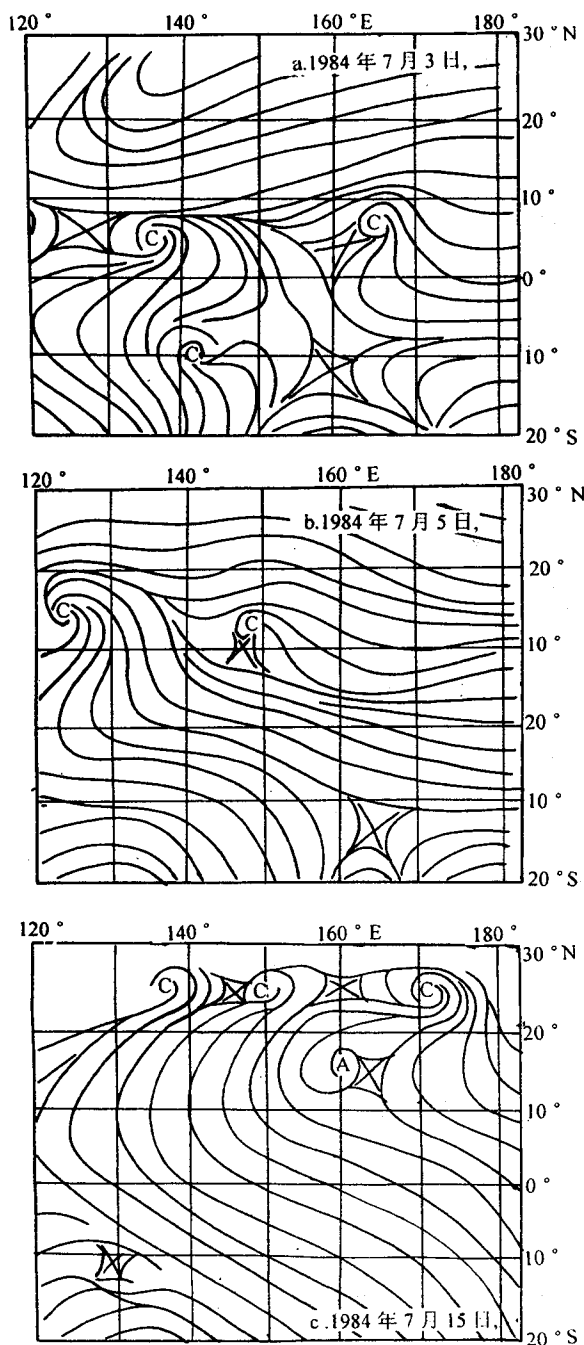


图2 1984年7月ITCZ北跳时段的地面流线图

C为热带低压和台风,A为反气旋

1975年7月ITCZ北跳的情况,基本上

同上述1984年相似。只是由于这年7月常出现双ITCZ,而且常不是纬向型,特别是偏北的一条,常是自西南走向东北,北跳情况复杂些,但仔细分析是可以确认的。这一小节把讨论重点放在:北跳后的ITCZ上的热带低压变成台风的过程同南半球SE气流的关系。25日在偏北ITCZ上有一热带低压生成(图3a),中心位于 18.5°N 、 142.5°E 。这个低压一直到28日才发展成台风,即7502号台风(图3b)。对比这两天风场图,可以看到,这个台风发展同新几内亚岛东西两侧SE气流越过赤道有关。原先东侧SE气流强劲些,23日抵达赤道,25日达到近赤道的ITCZ,并使其西边一段受到破坏。到26日西侧SE气流开始盛行,越过赤道后先向北运行,而后在28日转为SW风,冲过 20°N 线,卷入热带低压,促使低压发展成台风,之后脱离ITCZ,向西北方运行,消失在山东半岛。30日18时(世界时)在该ITCZ西端又有一个热带低压生成,由于受新几内亚岛西侧SE气流连续不断地越过赤道变为SW气流的影响,不到一天时间即发展成台风,这就是有名的7503号台风。现在考察促使这次台风发展的新几内亚岛东西两侧SE气流的来源,容易从图3上看到,它们是来源于中心约位于 35°S 、 170°E 的暖高压,这个高压是该月第二次侵袭澳大利亚的冷高压在大洋上变性而成的。由上述讨论可知,由澳大利亚冷高压或由其在大洋上变性的暖高压所散发出来的SE气流,叠置在澳大利亚东北洋面上的准定常SE气流上,成为强劲SE气流,这支SE气流不仅对于ITCZ北跳有影响,而且对于ITCZ上的热带低压发展成台风也有影响。

4 结束语

利用历史天气图、台风年鉴以及ECMWF和NMC风场资料,研究盛夏某些系统的活动特征,赤道辐合带的北跳及其与TT相互作用型的关系,得到如下一些事实:

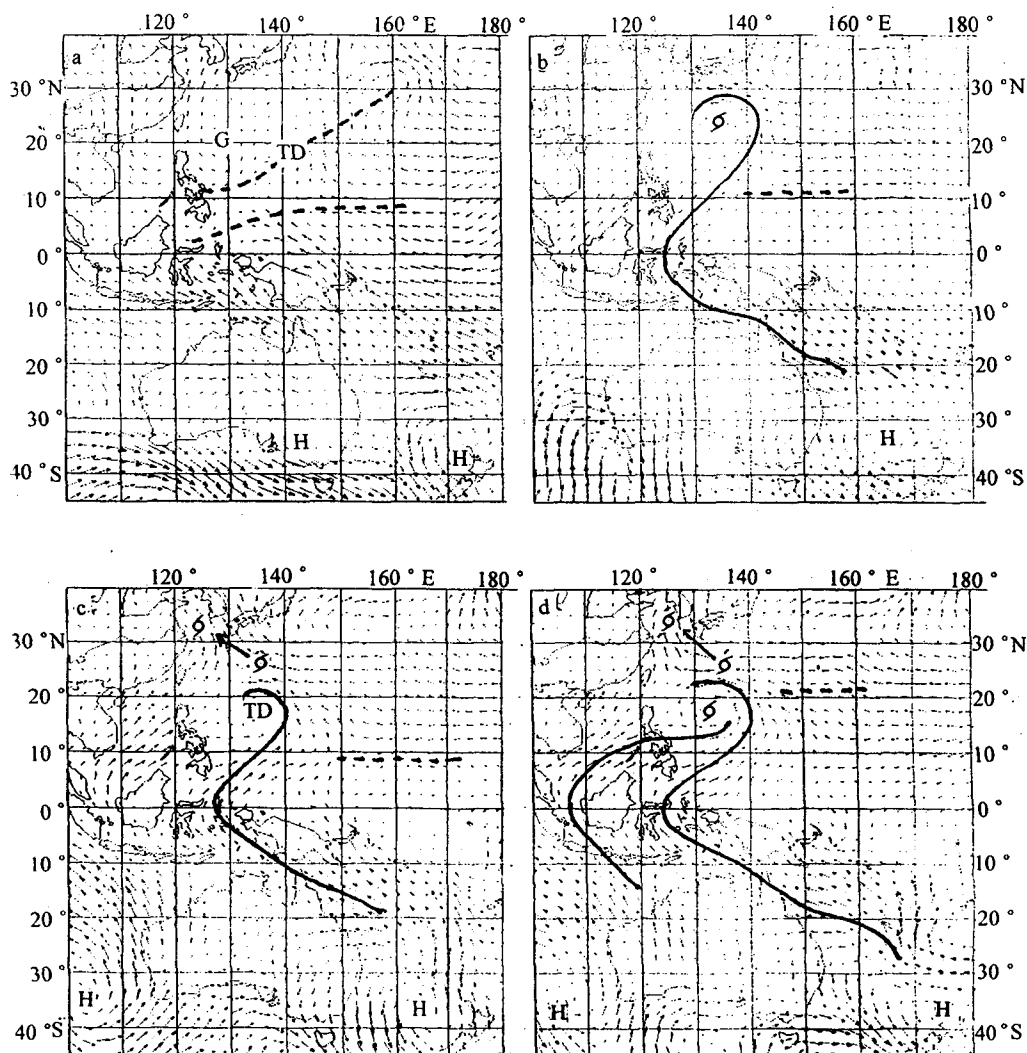


图3 1975年7月25日(a)、28日(b)、30日(c)及31日(d)1000hPa风场(根据NMC重新分析资料制作)
虚线为ITCZS,实线为流线(近似轨迹),TD为热带低压,H为南半球冷高压,G为北半球热带高压带或高压块的中心

① 块状、自东向西移的渤海高压,准定常的、河套以东西风槽,低空偏东偏南急流等都有利于北上台风与西风槽发生相互作用,有利于在北方出现大于400mm台风暴雨。

② 3个TT相互作用型年,ITCZ都有两次北跳,一次在7月上旬末,另一次在7月第

4、第5候期间;6个不是TT型年ITCZ北跳是多样化的。

③ 北半球ITCZ的北跳,主要是受南半球澳大利亚冷高压,或这种冷高在大洋上变性而成的暖高压,东北部散发出来的东南气流叠置在澳大利亚东北方洋面上的准定常SE气流上而成的强劲气流的影响,这股SE

气流不断越过赤道,在适当的环流条件下,达到偏北的纬度,产生 ITCZ 北跳。不但如此,这股气流还可以影响其上热带低压使其变为台风。由这些讨论可知,做夏季中期天气预报,不仅应注意北半球环流的变化,还应该注意南半球环流。

参考文献

- 1 仇永炎. 夏季西太平洋及东亚热带扰动的移动及结构. 气象学报, 1950, 23(1, 2): 85~98.
- 2 北京大学地球物理系气象专业, 河北省气象局气象台. 关于 1975 年 3 号台风的三个问题. 河北省“1975 暴雨文集”, 1976.
- 3 仇永炎. 北方盛夏台风暴雨的天气型及其年际变化. 气象, 1997, 23(7): 3~9.
- 4 仇永炎. 中期天气预报(第八章). 北京: 科学出版社, 1986: 257~308.
- 5 中央气象局. 台风年鉴. 1949~1996.
- 6 蒋尚诚. 中低纬度系统相互作用与特大暴雨. 华北暴雨, 北京: 气象出版社. 1992: 182.
- 7 华北区第一届气象技术经验交流会议论文汇编. 1963 年 8 月上旬华北地区特大暴雨分析. 河北省气象局, 1965: 147.
- 8 丁一汇. 1967 年和 1969 年盛夏西太平洋热带环流的差异及其与台风形成的关系. 台风与热带环流的研究, 北京: 气象出版社, 1979: 86~95.

The Relations Between the Intertropical Convergence Zone(ITCZ) Skipping Northward and the Interaction Between Typhoon and Westerly Trough(TT) Pattern

Chou Yongyan

(Beijing University, 100871)

Ma Dezhen Lin Yucheng

(National Meteorological Center)

Abstract

Using historical weather maps, typhoon year-books, and wind fields re-analyzed by ECMWF and NMC, the relations between the characters of some synoptic systems in summer, intertropical convergence zone (ITCZ) skipping northward and the interaction between typhoon and westerly trough (TT) pattern are studied. The results are as follows.

① The Bohai sea high and the Japan sea high moving westward, quasi-permanent westerly trough locating in the west of Hetao, and low-level southeasterly jet are beneficial to the interaction between typhoon and westerly trough and the precipitation being caused by typhoon more than 400mm. ② The ITCZ had skipped northward two times and reached to the most northern part of the whole year in July of three TT pattern years of "75. 8", "84. 8", and "96. 8". The first time of the ITCZ skipping northward was in the second pentad while the second time was in the forth or fifth pentad of July. The ITCZ had not skipped northward two times in other six non-TT pattern years. ③ The southeast air current of the Australia cold high or the southeast air current of the southwest Pacific warms high affect the ITCZ of the northern hemisphere and skipping the northward. When the cross-equatorial southeast flow reaches to certain latitude of the northern hemisphere under a suitable circulation condition and then a series of cyclonic convergence zone will be generated due to the ITCZ northward skipping. The cross-equatorial flow not only causes the ITCZ northward skipping but can also convert the warm low of the ITCZ into typhoon.

Key Words: TT interaction pattern ITCZ Australia cold high