

热带辐合区中 多台风同时发展的初步研究

丁一汇 范惠君 薛秋芳 陈桂祥

(中国科学院大气物理所)

(中央气象台)

一、前言

最近的研究^{[1][2]}表明,西太平洋台风和南海台风大多数是在热带辐合区生成和发展的。热带辐合区中台风生成和发展过程与东风波发展成台风的模式差异甚大。关于东风波发展成台风的问题过去已有不少研验^{[3][4]},但对热带辐合区中台风发展特点的研究并不多。谢义炳和陈受钧曾指出^[5],绝大多数西太平洋台风可看作赤道西风与信风间交界面的涡旋。但他们对这些扰动发展的条件和实际过程并没有作更多的分析。

根据近年来的卫星观测,夏季在南海和西太平洋地区经常存在着一条东西向热带辐合区云带,云带中有一些较稠密的云团,它们往往与辐合区中一系列涡旋或扰动对应。这种涡旋可迅速地发展起来,结果在西太平洋上出现几个台风并存的局面,东西排列有时达3—4个,这种情况几乎每年都可见到1—2次。

研究热带辐合区上台风同时发展的问题,对实际预报和了解辐合区扰动发展的特征都有重要意义。为此我们选取1960年以后西太平洋地区三个以上台风同时发展*的10个例子进行分析,试图说明这种辐合区中扰动同时发展的一些特点、条件和过程。在此基础上给出这类台风发生发展的天气学模式。

二、多台风同时发展时的一些环流条件

图1给出10个例子中所有三十个台风开始生成的位置。可以看到,当热带辐合区内有三个台风同时生成时常常集中在三个区域:南海、菲律宾以东洋面和马里亚纳群岛一带,它们之间距离大致相等。表1是10个例子的一些统计结果。此时热带辐合区的平均位置在 16°N ,主要呈东西或西南—东北向。从图1三个台风区纬度的差别也可以看到这一点。如果把把这个位置与多年平均热带辐合区位置相比,我们发现,东段纬度偏高,西段偏低。这意味着东段西南季风异常活跃,西段为强信风,就在辐合区两侧加强的基本气流

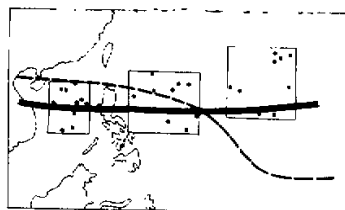


图1 10个例子的30个台风发生位置分布图。图中描有热带辐合区平均位置。双线:10个例子平均位置。虚线:多年平均位置(取自 Atkinson 热带天气预告手册。上海人民出版社,1974年,中译本)

1976年4月12日收到

*指在三天左右时间内,达到台风强度(中心最大风速大于8级)的台风。

作用下,形成一条东西延续 6—7 千公里的强水平切变区。同时出现的三个台风的范围一般从 110°—160°E, 约占 50 个经度,因而每个扰动的平均波长为 1700 公里。一个初生的涡旋加强到台风强度平均需 3 天左右的时间。

表 1 西太平洋地区连续辐合区中扰动的一些特点

个 例	热带辐合区位置 (纬度)	热带辐合区取向	三个扰动范围 (经度)	波长 (公里)	增长成台风的时间 (天)
1960 年 8 月 2 日—8 月 9 日 (13) (14) (15) 号*	20°N	西南—东北	44°(110°—154°E)	1500	2—3
1960 年 8 月 14 日—8 月 27 日 (21) (22) (24) 号	20°N	西南—东北	50°(110°—160°E)	1700	2—3
1964 年 9 月 13 日—9 月 27 日 (22) (23) (24) 号	20°N	东 西	45°(105°—150°E)	1500	2—3
1965 年 8 月 14 日—8 月 26 日 (25) (26) (27) 号	15°—20°N	东 西	60°(110°—170°E)	2000	1—2
1967 年 7 月 26—8 月 1 日 (6) (7) (8) 号	15°—20°N	西南—东北	60°(100°—160°E)	2000	3—4
1968 年 7 月 19 日—7 月 26 日 (3) (4) (5) 号	20°N	西南—东北	55°(100°—155°E)	1800	2—3
1972 年 6 月 29 日—7 月 10 日 (3) (4) (5) 号	10°—15°N	东 西	50°(110°—160°E)	1700	3—4
1972 年 9 月 6 日—9 月 19 日 (12) (13) (14) 号	15°N	东 西	50°(110°—160°E)	1700	3—4
1973 年 6 月 29 日—7 月 18 日 (3) (4) (5) 号	15°N	西北—东南	45°(110°—155°E)	1500	4
1973 年 9 月 28 日—10 月 8 日 (15) (16) (17) 号	15°N	东 西	50°(100°—150°E)	1700	4
平 均	15°—20°	东 西: 5 个 西南—东北: 4 个 西北—东南: 1 个	50°	1700	3

* 按中央气象局出版的“西太平洋台风路径图”中的编号。如为中央台编号台风,则用台风编号。另外,例中个别台风未达到台风强度。

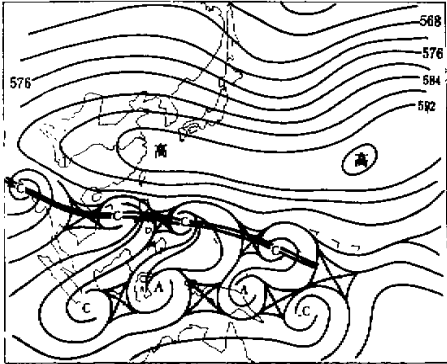


图 2 5 个例子台风生成前 500 毫巴环流形势平均图。(1967, 1968, 1972 年 7 月和 9 月, 1973 年 7 月共 5 个例子)。

赤道及南半球部份仅由 2 个例子画出, 仅供参考。

三个台风同时发展需要一定的大尺度环流背景, 这表现在西南季风和信风的加强和稳定, 并且信风要比平均情况向西扩展更远, 西南季风向东扩展到 160°E 附近, 由此可造成一条从南海一直延续到 160°E 附近的辐合区。图 2 是 1967 年以后 5 个个例台风生成前 5 天 500 毫巴平均图。热带辐合带或季风槽从中印半岛通过南海中部一直延伸到 160°E。再向东则为南、北半球信风造成的信风辐合区, 位置平均比季风槽低 10 个纬度。辐合区西段与印缅季风槽相连, 因而三个台风同时发展的辐合区是亚洲南部季风槽向东伸展到最东位置的结

果。在辐合区中有三个涡旋存在,它们大致与季风槽中的低压区对应。

在辐合区以北是东西向的带状高压区。脊线平均在 28°N 。副热带高压从大洋中部一直向西伸展到我国西南地区,在 $110^{\circ}\text{--}140^{\circ}\text{E}$ 间的高压区出现 500 毫巴高度正距平区。在东海地区,建立一高压中心,它与南海北部一带东风的加强有密切关系。高压带北面,西风带一般是高指数环流。上述纬向环流的配置有利于热带东风的加强和稳定。在辐合区南面是一片宽广的西南季风区。赤道附近的环流由于资料缺乏只能粗略地根据个别记录推论。在西南季风以南有一列涡旋,这叫赤道缓冲带。它的南北移动对北半球西风变化有重要影响。在 160°E 附近出现西南气流、东南气流和东北气流三支基本气流

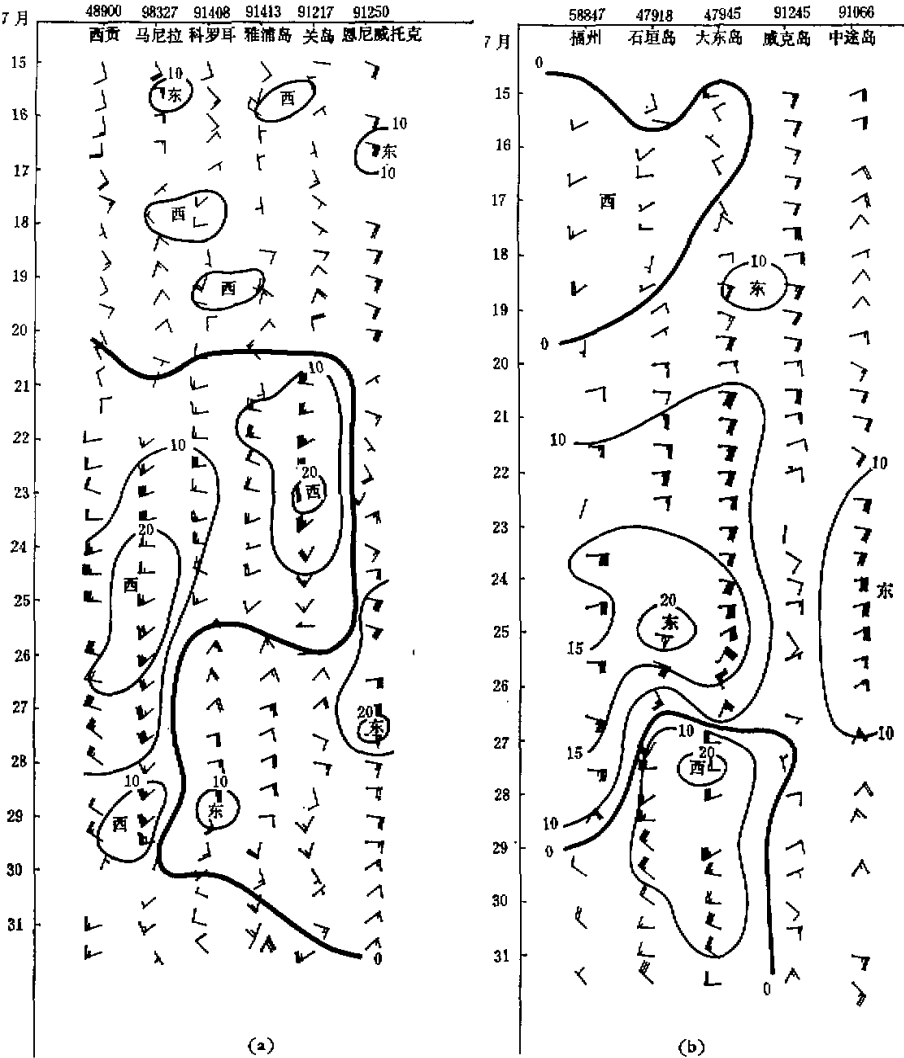


图 3 1968 年 7 月 15—31 日 700 毫巴风时间-经度剖面图。左图:辐合区以南;右图:辐合区以北。

的交汇区,辐合区中的不少涡旋扰动就是最先在这里出现的。

为了更清楚地了解台风同时发展时期基本气流的演变特征,我们分析了五个个例的风场。发现风场的变化大体上可分为两种类型。第一种可用1968年7月16—27日过程说明。图3a是辐合区南面各站700毫巴风场时间-经度剖面图。在20日以前,整个南海和西太平洋地区盛行东风。从20日开始,风场发生突然变化,从南海南部到关岛以东地区几乎同时建立起西风气流,并且在关岛一段西南季风的强度比西段要强,20米/秒的风速中心最先在这里出现。上述在6—7千公里范围内,在700毫巴上一天同时建立西风的事实表明:西风不可能是从西向东扩展过来的,而是南半球环流变化或调整的结果。西风的结束也很突然,26日当台风移出低纬地区后,东风以同样迅速的方式在菲律宾以东洋面建立。图4是91408站的风场时间剖面图。可以看出,20日以后西风层厚度从700毫巴以下迅速增到450毫巴,风速也有明显增加,25日西风结束,迅速恢复东风。总之这类西风的变化具有一定程度的“爆发性”,它可能与来自赤道地区或南半球大范围地区气流的涌进有密切关系。

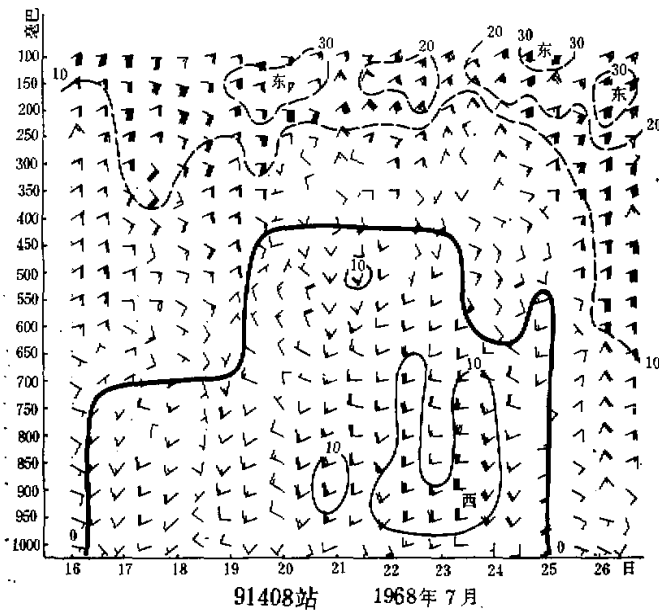


图4 辐合区以南91408站(科罗耳)风场时间剖面图。

辐合区以北东风的建立也是很迅速的。随着副热带高压的加强和西伸,东风迅速向西扩展。到20日,即当辐合区南侧西风突然建立时,整个北侧也建立东风,这时辐合区及涡旋扰动出现了。上述分析说明,这类热带辐合区的建立和扰动的发生是在西风和东风突然大范围建立或扩展的条件下完成的。西风的加强在东段最明显,东风的加强在西端最明显。

另一类风场变化的特点是东西风同时扩展时,没有明显的爆发性(图略)。以1967年7月24—8月3日为例,西风从南海向东逐渐扩展,到达大洋中部约5天时间,最大风速区

位于西段。因而这类缓慢由西向东推进的西风可能与第一类西风来源不同,它与东南亚季风爆发^[5]或赤道西风^[6]有关。这类西风厚度的变化也是缓慢的,逐渐增加和减小,与图4突然的变化有明显差异。东风的建立也表现为逐渐向西扩展的过程,从大洋中部到我国沿海约需4天。另外,如果分析一下东风扩展时期东西风界限的变化,可以发现东风还有南压现象。涡旋就生成在南压最明显的阶段。其它个例分析也大致揭示出类似的变化特征。这些结果表明辐合区和扰动的发生与两支基本气流的迅速建立或同时扩展有密切关系。在这个过程中还伴有东风的南压或西风的北推,这对辐合区两侧切变的加强十分有利。

当扰动发展时,扰动所在的环境条件也是影响扰动发展的因素。其中之一是风速垂直切变的大小。一般说来,弱垂直切变是扰动发展的有利条件。我们作了五个个例的风速垂直切变图,结果表明:整个辐合区及其中的涡旋都处于小于5米/秒的弱垂直切变区中,只有极个别部分的切变值是5—15米/秒(垂直切变由200毫巴纬向风减850毫巴纬向风得到)。值得指出,夏季在南海地区垂直切变一般较大,这被认为是盛夏南海台风发生较少的一个原因。但现在由于东风扩展到南海中、北部,故在南海大部份地区形成弱垂直切变区,这是多台风发生期环流变化的一个特点。

三、多台风发生时的天气过程

多台风发生时期的天气过程,主要有三个着眼点。一是海上副热带高压的变化;二是赤道地区和南半球天气系统的变化;三是西南季风、东南信风和东北信风三支基本气流汇合点附近高低空天气系统的变化。

前面讲过,在多台风发生时期,副热带地区要有带状高压从我国东部一直伸到太平洋中部或东部,脊线偏北。根据1967年以后6个例子,我们注意到带状高压的建立往往与500毫巴太平洋中部高压脊(或副热带高压区)的明显加强和西伸有关。当大洋中部(160°—180°E)中纬地区有高压脊发展时,其南侧副热带高压也相应加强,并不断西伸。位于日本附近的上游槽则不断减弱。如果此时东海地区再有副热带高压发展或东伸,很快可建立起一条东西向的高压带来。因此在预报几个台风同时发生时,注意大洋中部是否有副热带高压加强西伸是一个条件。从平均图(图2)上也可看出这点。由于高压的西伸,东风相应地逐渐向西扩展,前面风场分析已经指出过这种特点。

由于资料缺乏,对于赤道地区和南半球的天气过程只能作粗略的分析。西太平洋低纬地区西风的出现和加强,与近赤道环流演变有密切关系。赤道地区西风的加强过程大致上分两种,分别对应前述两种西风建立的情况。一种过程表现为赤道高压最先在西太平洋地区发展,以后迅速北上西伸的情况。图5(a)—(b)是一个明显的例子。在16日,从南海到西太平洋皆为偏东气流(图略),西风在105°E以西。两天以后(图5a),西太平洋低空出现西风(700毫巴以下),南海地区仍是东风。西太平洋地区西风最先出现可能与中太平洋地区一个强反气旋发展有关。与此同时,日本东南方有高压建立,结果在东西风间形成一条切变区,其上有弱低层涡旋出现。下一天赤道高压西伸,并有小反气旋分裂移入北半球,辐合区也相应西伸,有新的涡旋在原涡旋的西面产生(图略),这时菲律宾以西的南海地区仍是东风。20日以后,向西扩张的西风与中印半岛的西风汇合,且西风层

厚度增加,从南海到西太平洋地区皆转西风。在 21 日 (图 5b)南海地区又发生一个涡旋。这三个涡旋后来加强成台风,其发展强度和先后次序从东向西递减。

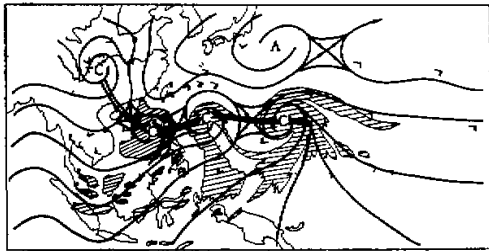
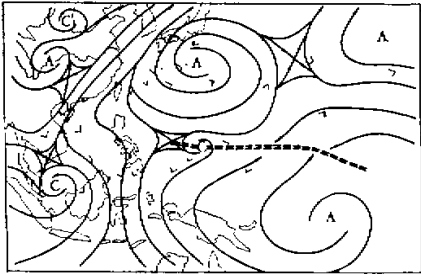


图 5 (a) 1968 年 5 月 18 日 08 点 850 毫巴流线图。
(b) 1968 年 7 月 21 日 08 点 850 毫巴流线图。

另一种是赤道高压先在西部建立,以后东移和北上的情况。1967 年 7 月底的例子即是如此。如 7 月 26 日,在 $110^{\circ}-115^{\circ}\text{E}$ 赤道地区已有一个反气旋生成,高压北侧西风到 150°E 附近,东风只限于 150°E 以东 (图 6a)。在东西风交汇处先有一个热带气旋生成。热带辐合区主要在中印半岛北部。这天最强的西风区位于南海一带。以后两天,赤道反气旋东移,28 日到达 135°E (图略)。此时高压北侧西风迅速增强,有些台站达到 20 米/秒的风速,并且西风东界到达 160°E 。另一方面东风也从大洋中部向西扩展,在 $20^{\circ}-30^{\circ}\text{N}$ 建立东风带。一个东风波迅速西移,后来在我国沿海发展成 8 号台风^[7]。在东西风两支基本

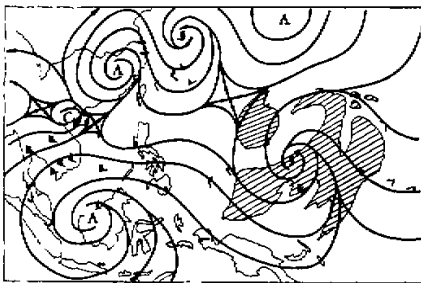


图 6 (a) 1967 年 7 月 26 日 08 点 850 毫巴流线图。(b) 1967 年 7 月 30 日 08 点 850 毫巴流线图。

气流分别按相反方向伸展和加强形势下,一条延续的辐合带形成,其上有三个涡旋发生。云系主要位于西南气流中。到 30 日 (图 6b),近赤道高压区北推,结果在西太平洋 5°N 附近出现一个明显的反气旋或赤道高压。辐合区东段受此北推的反气旋的影响,演变成西南—东北向,其上的三个台风几乎同时达到强台风。

在西南季风、东南信风和东北信风三支基本气流的交汇处,经常有扰动产生。Rodewald 在三十年代曾指出过^[8]:在三交点容易生成台风。根据我们几个例子的分析可看到,涡旋在三交点产生后,即沿着西侧辐合区西移,而新的涡旋又在三交点东侧产生。这样,三交点不断向东移动,辐合区也相应东延。一般在到达平均位置 (160°E 附近)常稳定少动,于是分布有许多西移涡旋的辐合区形成。三交点容易出现扰动主要与这里有较强的气旋性

涡度和辐合区有关。另外与中低层东风带和大洋中部高空槽中的扰动作用也有密切关系。Rodewald 曾指出三交点上空高空辐散是风暴产生的一个重要条件。我们发现,三交点处涡旋的产生和发展与低层东风波和大洋中部高空槽中冷涡的迭加分别有重要关系,它们或者使原三交点处的扰动加强,或者在其东侧激发新的涡旋产生。

1973年9月27日—10月8日是大洋中部高空槽作用的例子。在29日以前,季风槽从中印半岛中部向东南伸展到南海南部,115°E以东为宽广的东风区。以后两天,辐合区在南海加强的西风推动下北抬,东风也有相应加强。29日三支气流会合于菲律宾地区(图略),这时有一个涡旋产生,并有明显的云系配合。30日三交点移到145°E,有一新的涡旋产生。10月1日三交点移到150°E,又有一涡旋产生(南海西部也产生一个),结果在不断伸展的辐合区上已有四个涡旋存在,它们都具有明显的云系(图略)。以后两天四个涡旋经过合并最后有两个涡旋得到发展(即后来的15和16号台风)。但在5日以前,涡旋发展很慢,以后当200毫巴形势发生明显改变时,东面的一个涡旋才出现非常迅速的加深,成为15号台风。

根据高低空系统综合演变分析(图略)。可以得到,从1日以后,在200毫巴上北面(在日本南部)有一个高空槽发展,并向南延伸;同时大洋中部的高空槽也向西后退,4日

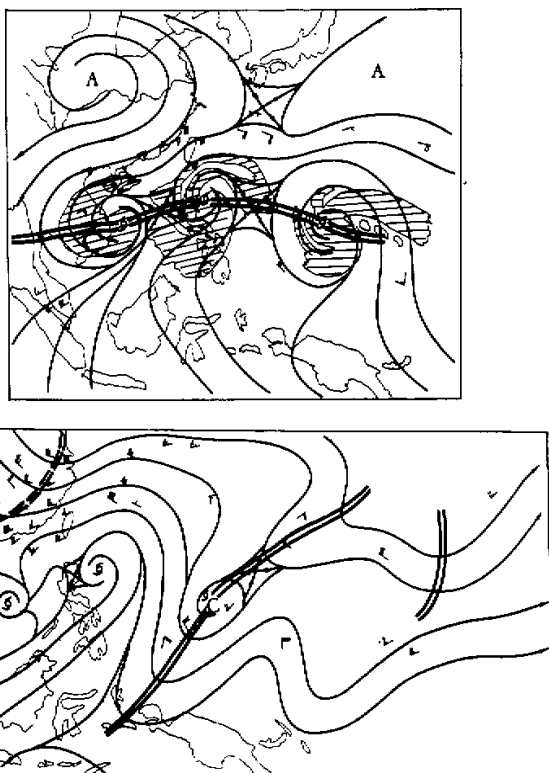


图7 (a) 1973年10月7日08点850毫巴流线图。(b) 1973年10月7日08点200毫巴流线图。

两个槽合并,在菲律宾以东形成宽广的横槽。西太平洋许多台站皆转西风。5日高空槽中有冷涡生成,地面扰动位于槽前或冷涡的南面。由于地面扰动周围风速垂直切变的减小(高低层都是西风)以及反高空气旋性环流的辐散作用,促使15号台风的地面扰动迅速发展起来。在36小时内气压下降95毫巴,其中50毫巴是在5日20时—6日02时6小时内下降的,这个下降速度比1971年30号台风下降还快(51毫巴/8小时),是打破历史记录。台风中心最低气压为875毫巴,是历史上中心气压最低的一个台风。下一天,槽迅速向东南移动,高空冷涡移到关岛附近,位于低层辐合区的东端,由于高空冷涡的加强和向下伸展,这次触发地面扰动生成,并在一天内加强成台风,即17号台风(图7a、b)。

在三交点以东,一般在低中层是东风气流,东风带中不断有东风波西移。当波动移到三交点附近,可在该处激发新的扰动产生。例如1972年9月5日,热带辐合区从南海中部到 145°E ,以东是东风。其中有一个扰动已移到关岛东面(图8a)。当这个波动与辐合区东端迭加时,立即在关岛附近产生一个涡旋,辐合区和三交点也移到 150°E 。以后几天,在三交点附近几乎每天都有一个扰动产生,不断沿辐合区东移,到10日已有6个涡旋出现在辐合区中(图8b),形成一条长的涡列。但这么多涡旋不可能都发展,只有其中三个(C_3, C_4, C_6)分别发展成12, 13, 14号台风。其中较强的是首尾两个台风。

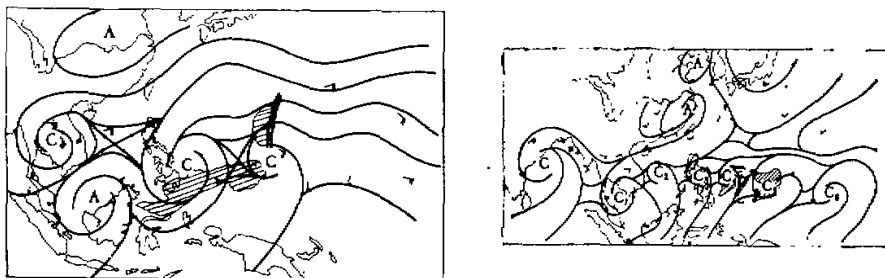


图8 (a) 1972年9月5日08时850毫巴流线图。(b) 1972年9月10日08时850毫巴流线图。

最后应该指出,同时发展的多台风在路径上也常有一定特点。一是经常表现出同样的运动趋向。如1967年个例都是西北行,1972年7月、1973年7月都是北上,1972年9月都是西行。这与稳定的环流形势有关。另一个特点是相邻台风之间经常出现相互作用,或者打转(1968年7月个例,1972年7月,1973年7月,1973年10月)或者合并(1968年7月,1972年9月),这些问题本文不再仔细讨论。

四、多台风同时发生发展期的天气学模式

关于热带气旋的发生发展问题,已经有许多研究,但至今看法并不完全一致。需要解释的关键问题是初生扰动在什么条件下发展成台风?关于台风发生发展的天气学模式,过去主要偏重于东风波模式,热带辐合区台风形成的模式并不多。至于热带辐合区中多台风发生的天气学模式还没有人研究过。在扰动发展过程中,最重要的是能量来源问题。对这个问题现在至少有三种观点。

初始扰动常常是冷心的,因而柳津认为扰动发展所需的能量主要从纬向气流的水平切变得到。这就是正压不稳定机制。新田和柳津^[9]根据夏季马绍尔群岛低层风实测资料

分析了正压不稳定条件,发现这种机制对信风波动的发展是满足的。最近 Lips^[10] 根据正压不稳定研究了热带辐合区扰动的增长,结果与实际情况有许多相似之处。这些都表明,正压不稳定可能是扰动初期增长的一个重要动力因子。

另一种能量的来源是来自扰动中积云的凝结加热作用。许多观测事实和理论研究证明了这种机制(第二类条件不稳定)的重要性。最近 Bates^[12] 研究了热带辐合区扰动动力学问题。他发现扰动在增长阶段,动能主要由纬向气流传给扰动,即正压不稳定起主要作用。最不稳定的波长是 2000 公里,以后扰动在正压和第二类条件不稳定机制共同作用下增长。但最后在成熟阶段,由凝结加热产生的涡旋位能转换为涡旋动能占主要地位。因而 Bates 的结果阐明了两种机制在不同发展时期分别起着不同的作用。关于第三种能量的来源是来自与中纬度的侧向相互作用。

根据我们所选的十个例子分析,三十个台风的初期扰动绝大多数都是冷心的,扰动区中积云对流不很旺盛和有组织,因而在初期凝结加热可能并不起主要作用。而另一方面,在扰动发生前,基本气流的水平切变有明显的增加过程。涡旋产生后,辐合区两侧维持有很强的水平切变区,因而正压不稳定可能是初始扰动增长的重要机制,但扰动增长是缓慢的。以后随着涡旋的发展,第二类条件不稳定机制的正反馈作用愈来愈明显,结果在扰动的高层出现迅速的增暖过程。这时第二类条件不稳定强迫下的涡旋斜压不稳定起着重要作用,使扰动得到很迅速的加深。我们根据这种想法把辐合区多台风同时发生发展的天气学模式概括成四个阶段。

1. 东风阶段 西太平洋地区盛行两半球的偏东信风。在东风内部 5° — 10°N 之间,两支信风形成辐合线,其附近有一些散乱云团。在辐合线北,常有东风波移动。有些在移到南海北部或台湾省以东海面时可发展成台风。季风槽限于菲律宾以西地区。在南海一段,槽区较宽,切变弱。而在南亚和中印半岛,季风云团较多,这相当于中印半岛的季风活跃时期,而在西太平洋则为台风稀少时期。

2. 扰动发生阶段 由于赤道附近或南半球环流变化,在大范围地区出现西风。相应副热带高压加强西伸。由于纬向气流加强,在东西风间形成强切变区。根据正压不稳定的小扰动增长理论,可有许多涡旋生成,此时形成一条东西向的热带辐合区。由于对流云凝结加热作用,辐合区气压略降低,成一低槽区。赤道附近为赤道缓冲带,云系主要分布在西南气流中,在涡旋附近云系不断在组织起来。高层没有辐散的卷云。这种初生的涡旋主要靠正压不稳定机制继续增长。我们计算了 6 个个例的平均风速纬向剖面及绝对涡度的纬向分布(图略)。根据新田和柳津, Lipps 的研究,在上述 6 个例子中这个条件是完全满足的。

在 110° — 160°E 地区,有时辐合区可同时出现 4—6 个涡旋环流,由于辐合区中正压不稳定条件基本相似,这些涡旋一般都同样有发展的可能。但由于扰动间的相互作用,其最终发展成台风的数目受波长限制。前面统计已经得出,此范围最多只能有三个台风同时发展,平均波长 1700 公里。这个观测事实与不少理论和计算结果一致*。这个时期平均时间 1—3 天,平均风速 5—6 级,中心气压 1006—1004 毫巴。

3. 波动阶段 在热带辐合区只剩下三个涡旋,由于振幅很大,不能再看作小扰动,

* 一般天气学分析和理论分析所得到最不稳定的波长是 2000—2500 公里,而波谱分析和综合法研究得到的热带波长是 3000—5000 公里,这可能是由方法上的差异造成。

此时正压不稳定不适用。这时涡旋中心大多处于风速垂直切变很小的深厚东风中。由有组织的对流加热在高层产生明显的暖心,从整个辐合区看是一条暖带。由于高层暖心建立,出现高空反气旋,从发生向外辐散的卷云也可以证明这点。在低层大量季风云团或云块被卷入到环流中。在这个阶段,除了潜热释放是发展的主要机制外,扰动所处的环境条件也是有利于发展的。这时扰动大部份位于辐合区北侧的东风气流中,此处水平切变大,6纬距内(辐合区南北各3°纬距),有15米/秒。辐合区以北为9米/秒/2°,气旋性切变涡度值为 4.1×10^{-5} 秒 $^{-1}$,与 f 值(18°—20°N处是 4.5×10^{-5} 秒 $^{-1}$)相近。此处垂直切变较弱($\Delta u_{200-350} = 5$ 米/秒),这种环境有利于扰动发展。这个阶段时间只1天左右,地面气压迅速下降,为1000毫巴—998毫巴。风力6—7级。

4. 台风级段 环流加强。流型和云型更加对称。相互之间断开。高空辐散更加明显,南侧赤道高压生成。中心气压在998毫巴以下,风力大于8级。

根据以上分析,我们认为:多台风同时发生期环流的出现是南北半球热带环流相互作用的结果,尤其与赤道地区和南半球环流关系更密切。据根6—8月南北半球中低纬度地区经圈环流图^[1],在这个时期,两支哈特莱环流上升支都在北半球。而南半球冬季的哈特莱环流比北半球强得多,质量流约大7—8倍。因而南半球哈特莱环流不大的变化就可引起北半球哈特莱环流显著的变化(通过上升支)。我们设想整个过程如下:如果南半球有某种大范围天气过程使哈特莱环流下沉的一支得到加强(例如冷空气活动,有冷高压合并到副热带高压处),则低层偏南风加强,越过赤道以后,造成一次西南季风爆发。如原来西太平洋热带地区主要盛行偏东风,则可形成切变区,激起很多积雨云发展。热量向上输送增加。因而北半球的哈特莱环流加强,这使下沉一支处的副热带高压加强、信风加强。另一方面,通过南流,南半球哈特莱环流也略有增强,这又加强了北半球西风。因而辐合区切变进一步增强。当达到一定值时,由于正压不稳定,扰动发生和增长。以后又通过第二类条件不稳定发展成台风,进入多台风时期。一旦发展成台风,原来辐合区破坏,积云对流减弱,南北半球哈特莱环流也相应减弱。西太平洋地区又恢复东风时期,东风内部弱辐合线即为哈特莱环流上升支位置,台风发生较少。整个过程约需10天。如果这种过程确是存在的话,抓住了这种过程,就可作出低纬度流型及台风发生的中期预报。

参 考 资 料

- [1] 陈隆动、王作述、方宗义等,西太平洋赤道辐合区中台风发生发展的初步分析,中国科学院大气物理研究所集刊第2号,科学出版社,1974年。
- [2] 范惠君、丁一汇,南海台风发生发展时的一些云图特征,同上书。
- [3] H. Riehl, Tropical Meteorology, McGraw Hill, New York (有中译本), 1954.
- [4] M. Yanai, a detailed analysis of Typhoon formation. *J. Met. Soc. of Japan*, 1961 **39**(4) pp. 187—214.
- [5] 谢义炳、陈受钧等,东南亚基本气流与台风发生的一些事实的统计分析,气象学报,1963, **33**(2)。
- [6] C. W. Ramage, Monsoon Meteorology, 1971.
- [7] 中国科学院大气物理研究所,1972年影响福建的两次东风波过程,1972年台风会议文集,上海人民出版社。
- [8] M. Roesswold, die Entstehungen der tropischen Orkane, *Met. Zeitschr.* 1936, **53**, pp. 197—211.
- [9] T. Nitta, M. Yanai, a note on Barotropic Instability of the tropical easterly current, *J. of Met. Soc. of Japan*, 1969, **47**(2).
- [10] F. B. Lipps, Barotropic stability and tropical disturbances *Mon. Wea. Rev.*, 1970, **98**(2).
- [11] J. R. Bates, Dynamics of disturbances on the Intertropical Convergence zone, *Q. J. R. M. S.*, 1970, **96**, pp. 677—701.
- [12] R. E. Newell et al., 1969. Interhemispheric mass exchange from Meteorological and trace Substance observations, *Tellus*, 1969, **21**(5), pp. 614—647.