

## 6413~6414 号双台风互旋和“合并”的分析\*

董克勤

(中央气象局气象科学研究所)

1964 年 8 月中旬, 在西北太平洋上出现的 6413 (Marie) 和 6414 (Kathy) 号台风, 是历史上少见的双台风。它们明显反钟向互旋同时趋于接近的现象, 比 Riehl<sup>[1]</sup> 曾描述过的、著名的 1948 年 8 月出现的双台风更加明显, 本文对这次过程作比较细致的分析。

### 1. 互旋运动特征分析

图 1 给出 6413 和 6414 号台风的实测路径。这两个台风在 5 天的时间里, 各自绕了一圈 (约 360 度)。我们每隔 12 小时一次, 测量了两个台风中心之间的距离 (以下简称间距) 和此中心联线的方位, 并在极坐标图上, 将双台风中心联线的中点放在原点, 按其间距和方位点绘出两个台风的位置。这样就得到双台风关于其联线中点相对运动的演变图 (图 2)。从图中可以看出, 这两个台风最初主要相互趋近, 接着明显地相互反钟向旋转, 同时也逐渐趋于接近。

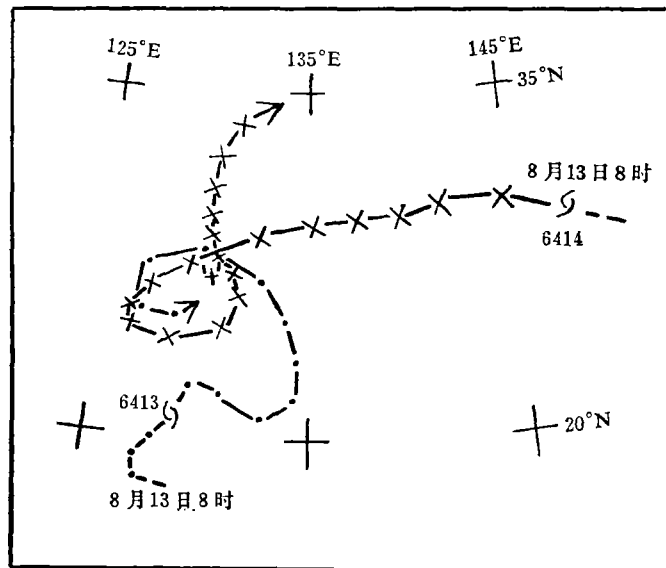


图 1 6413~6414 号台风路径  
(每隔 12 小时一点)

\* 本文于 1980 年 1 月 15 日收到, 1980 年 3 月 17 日收到修改稿。

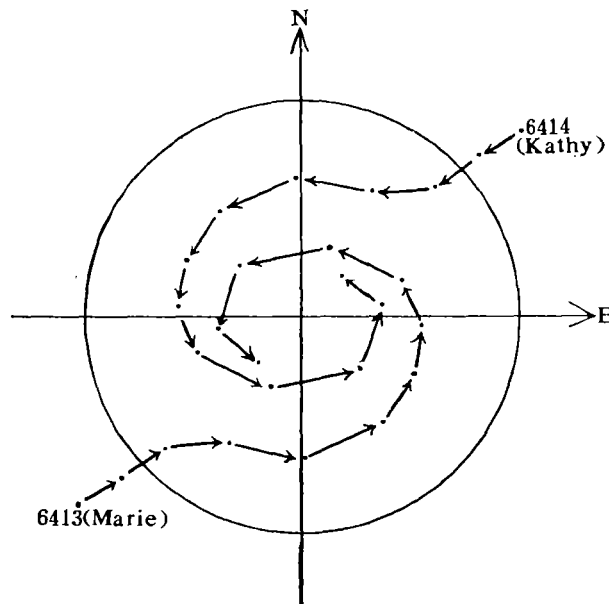


图 2 6413~6414 号双台风相对运动 (8 月 14 日 08 时—20 日 08 时)  
(图中圆半径为 6 个纬距)

在 Haurwitz<sup>[2]</sup>, Brand<sup>[3]</sup> 等人的双台风相对运动研究中, 认为两个台风反钟向互旋的现象, 是两个涡旋流场相互作用的结果, 并试用 Rankine 涡旋 ( $V R = \text{常数}$ ) 和  $V R^{\frac{1}{2}} = \text{常数}$  的涡旋, 作了理论计算和解释。

图 3 给出 6413~6414 号双台风互旋角速度的分布。图中互旋角速度等值线呈椭圆形, 其长轴近于南北向, 短轴近于东西向。它表示这两个台风的互旋速度不是圆对称的, 而是当双台风联线位于南北向时互旋较快, 位于东西向时互旋较慢。图 4 给出上述椭圆的长轴方向和短轴方向互旋角速度随双台风间距的分布。可以看出, 间距相同时, 长轴方向的互旋速度比短轴方向的互旋速度要大得多; 在资料比较充分的 4—10 个纬距的范围内, 两个方向的互旋速度之差为: 18—22 (度/12 小时)。上述 6413~6414 号双台风互旋运动的这些特征, 难以单纯地用两个涡旋之间的相互作用加以解释。

Hoover<sup>[4]</sup> 曾发现大西洋双飓风的互旋现象与双飓风所处的方位有关, 他所统计的双飓风多数作顺钟向互旋而且其间距比较远。因此, 环境流场的影响应是主要因素。为了分析 6413~6414 号双台风处于南北方向互旋较快、处于东西方向互旋较慢的原因, 我们查阅了其所处的环境流场。图 5 给出 6413~6414 号双台风共存时段所处的 700 mb 环境流场。在它们共存期间, 其环境流场始终为一东西向伸展的热带辐合带 (I.T.C.Z.)。辐合带南侧与北侧的气流之间具有较强的气旋性切变。图中两个台风所处环境基本气流 (近似引导气流) 的气旋性涡度和汇合趋势, 与它们明显反钟向互旋和趋近的现象很一致。在这种情况下, 当双台风处于南北向时, 辐合带环境流场使它们反钟向互旋的影响最大; 当双台风处于东西向时, 辐合带流场使它们反钟向互旋的影响将最小。考虑到 6413~6414 号双台风的互旋运动是两个台风涡旋相互作用和环境流场影响共同引起的, 而且没有理由认为两个涡旋的相互作用大小与其方位有关。这种东西走向的辐合带流场的影

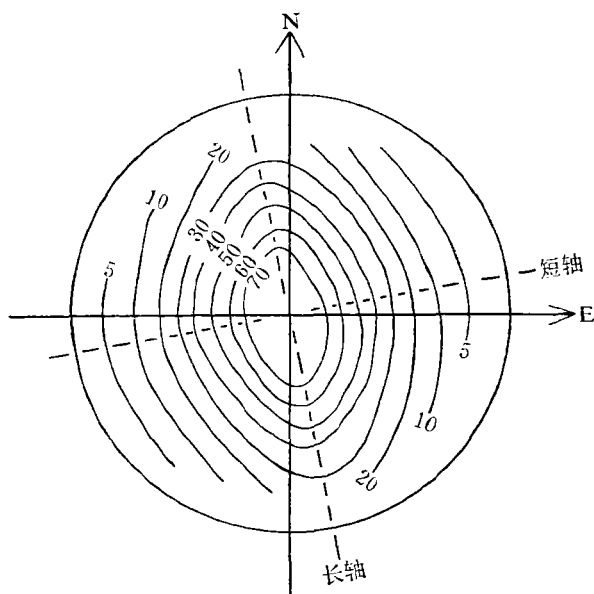


图 3 6413~6414 号双台风互旋角速度分布  
(等值线单位: 度/12 小时, 圆半径为 6 个纬距)

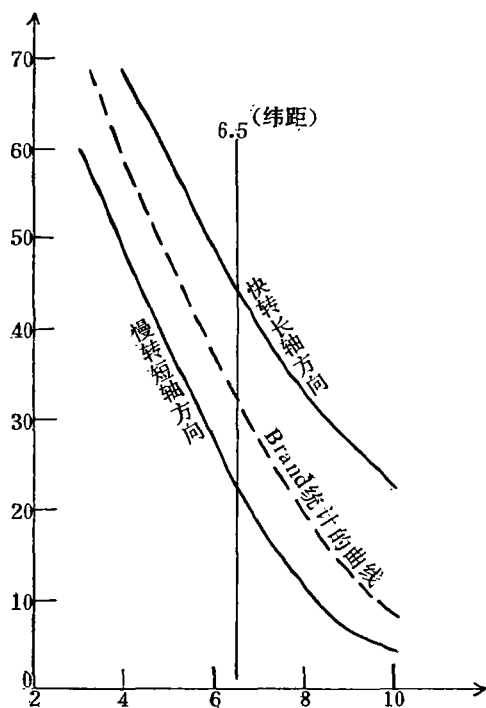
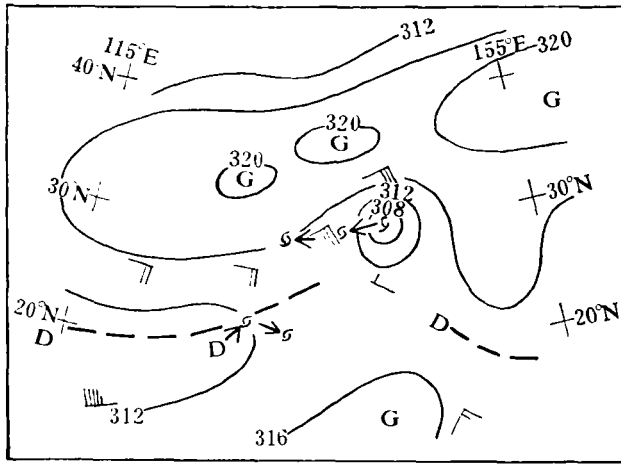
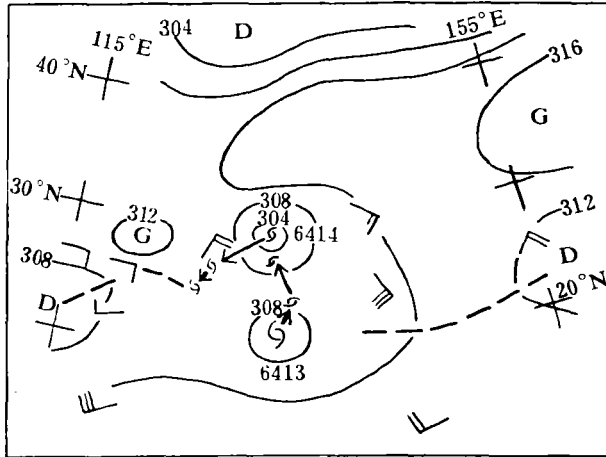


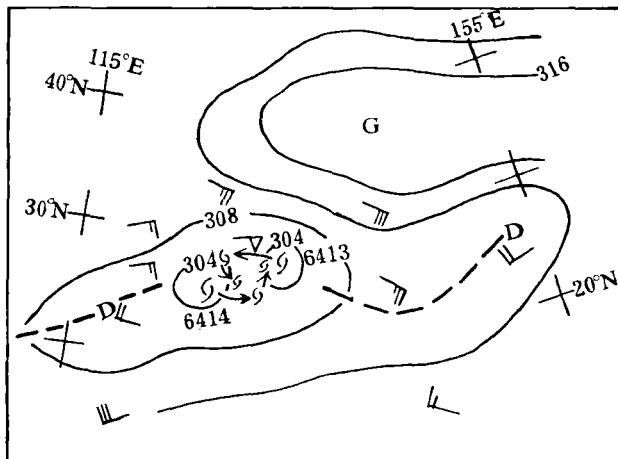
图 4 6413~6414 号双台风近于南北方位和近于东西方位时的互旋速度分布及 Brand<sup>[2]</sup> 统计的双台风互旋速度分布  
(纵坐标为每 12 小时互旋的角度, 横坐标为双台风间距 (纬距))



a



b



c

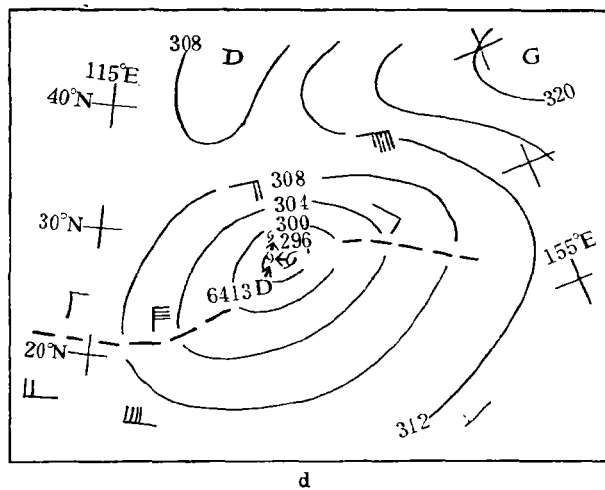


图 5(a—d) 1964 年 8 月 14 日 8 时—20 日 8 时 700 mb 高度(风)场  
(图中虚线为热带辐合带(J.T.C.Z.))

响,是导致 6413~6414 号双台风南北向时互旋较快、东西向时互旋较慢的原因。

因此,6413~6414 号双台风在南北(长轴)方向与东西(短轴)方向的互旋速度之差,是由辐合带环境流场对双台风的互旋作用引起的;而在东西(短轴)方向上的互旋速度则是双台风相互作用的结果。据图 4 可得出两者的大小如下:

双台风间距(纬距)	10	9	8	7	6.5	6	5	4(纬距)
环境流场影响(度/12 小时)	18	21	22	22	22	22	21	20(度/12 小时)
双台风相互作用(度/12 小时)	5	7	11	18	22	27	39	49(度/12 小时)

即,在 6413~6414 号双台风反钟向互旋的过程中,当台风间距 $>6.5$ 个纬距时,辐合带环境流场的影响大于双台风的相互作用;当台风间距 $<6.5$ 个纬距时,双台风相互作用可大于辐合带流场的影响。应当指出,由于我们度量互旋速度时,采用了 12 小时为时间单位,因此,即使双台风位于东西(短轴)方向,其互旋仍受到辐合带环境流场气旋性切变的影响。这样可能使上述双台风相互作用的估值偏大、环境流场影响的估值偏小;从而 6.5 个纬距间距的分界值也稍有偏大。

Brand<sup>[3]</sup>在其双台风研究中,认为台风间距小于 12.6 个纬距(750 哩)时,反钟向互旋的现象是双台风相互作用的结果,而没有考虑有利环境流场的影响。看来这并不符合实际情况。图 4 给出了 Brand 所统计得出的双台风互旋角速度随其间距分布的曲线,他的结果比 6413~6414 号双台风的相互作用估值要大。这是因为 Brand 的结果中包含有环境流场的有利影响。

## 2. “合并”情况的分析

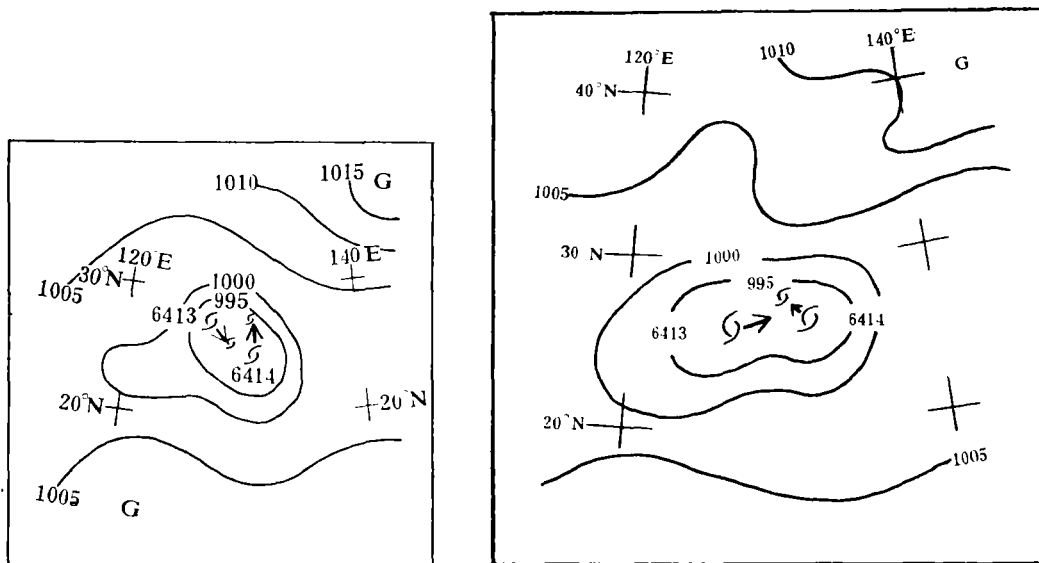
关于双台风中心是否在趋近后“合并”的问题,最近人们有一些不同的看法。例如,

对于陈联寿、丁一汇<sup>[5]</sup>曾描述过的另一对明显反钟向互旋的双台风——7009~7010号，按照当时中央气象台的分析，9月6日8时以后“合并”为一个中心。但包澄澜<sup>[6]</sup>指出，6日8时后，7009~7010号双台风虽很接近，但没有合并，两个中心继续同时存在。吴中海<sup>[7]</sup>从理论上算出，两个理想的圆形低涡相互作用不会导致两者最后合并。因此，对于双台风“合并”的问题值得进一步研究。本文对6413~6414号双台风“合并”前后的强度和范围演变情况作一点分析。

据中央气象局编制的《西北太平洋台风路径图》资料记载，8月20日8时以后，6413号台风合并入6414号。图6给出此双台风“合并”前后24小时地面气压场演变情况。如果取995 mb等压线表示地面台风环流的范围，在“合并”前24小时，两个台风的外部环流已经连通。以后，直到两个台风中心“合并”（20日14时），此双台风的环流范围明显地扩大。与此同时，6413号台风减弱为低压而后消失，6414号台风中心则不断有所加深。

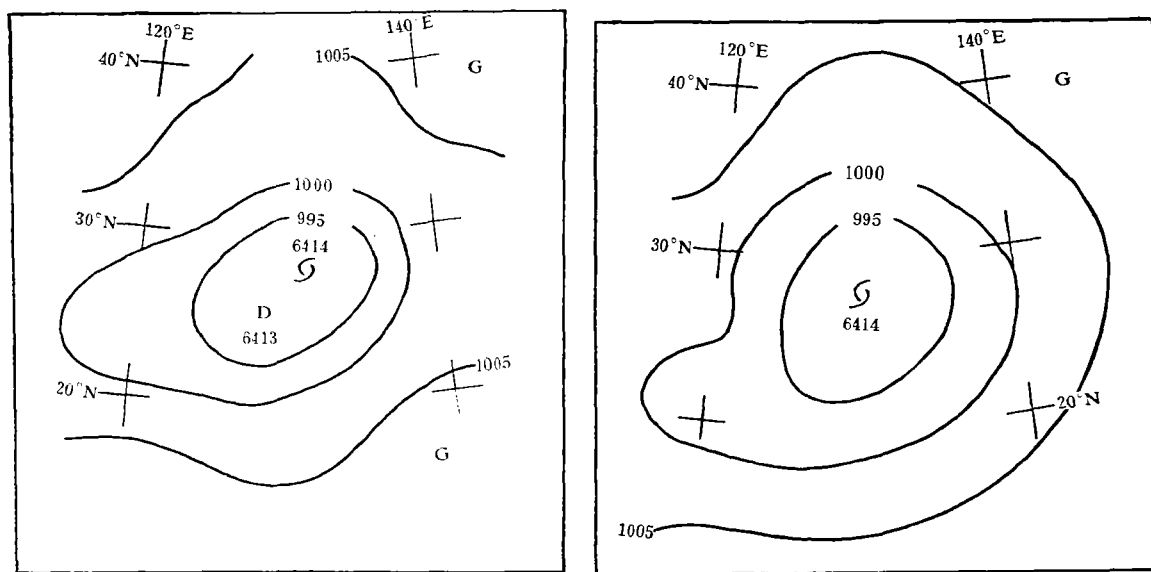
图7给出6413~6414号“合并”前后地面和500 mb中心强度的演变曲线。在“合并”前后，地面和500 mb台风强度的变化趋势很一致。从“合并”前24小时（台风间距4.3个纬距）开始，6414号台风中心不断加深，而6413号台风中心则缓慢填塞，到两个中心“合并”时，6414号台风中心达到极低值。图8是其“合并”前后地面和500 mb双台风环流范围的变化曲线。从“合并”前24小时开始，双台风在地面和对流层中层的范围一致明显地扩大，“合并”时达到极大值。

以上分析结果表明，所谓6413号台风与6414号台风的“合并”，实际上是两个台风相互趋近时，一个不断加深，另一个逐渐变浅以至中心消失，而其共同的环流范围陆续扩大的演变过程。同时，从图7可以看到，在“合并”前，无论在地面或对流层中部，6414号一直比6413号强得多。这样容易推断，当6413号台风的中心气压与其所在地点



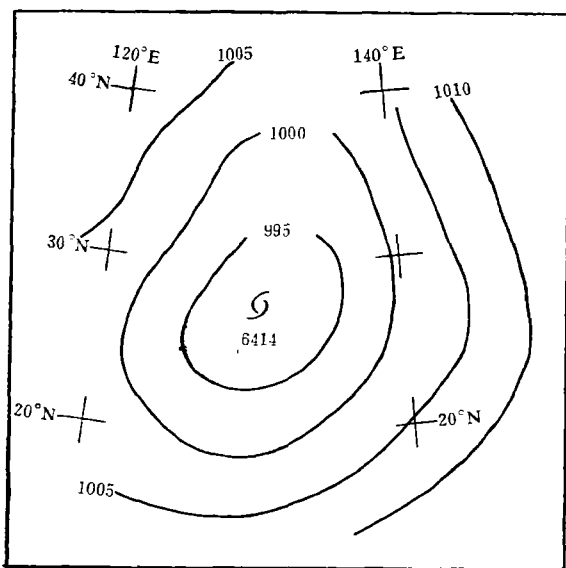
a. 19日8时

b. 19日20时



c. 20 日 8 时

d. 20 日 20 时



e. 21 日 8 时

图 6(a—e) 6413—6414 号双台风“合并”前后 (8 月 19 日 8 时—21 日 8 时) 地面气压场演变。

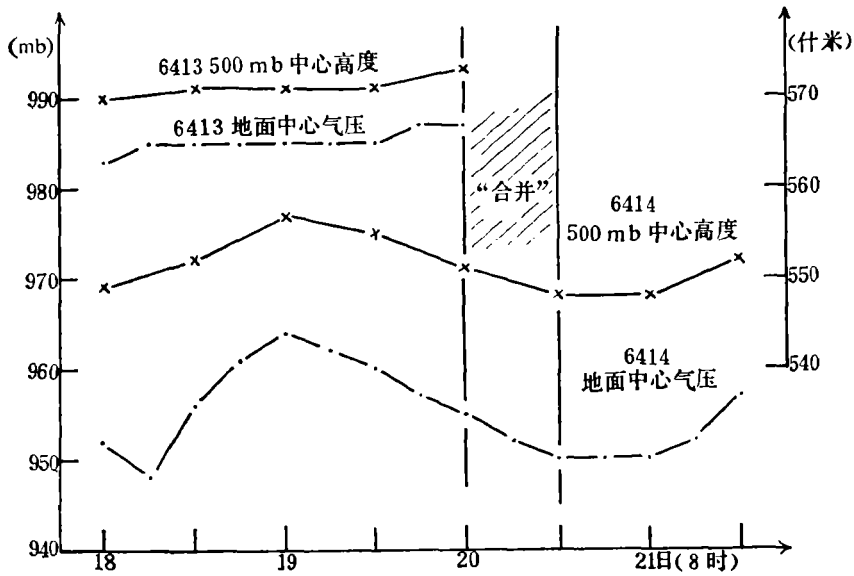


图 7 6413 和 6414 号台风“合并”前后地面和 500 mb 中心强度的变化

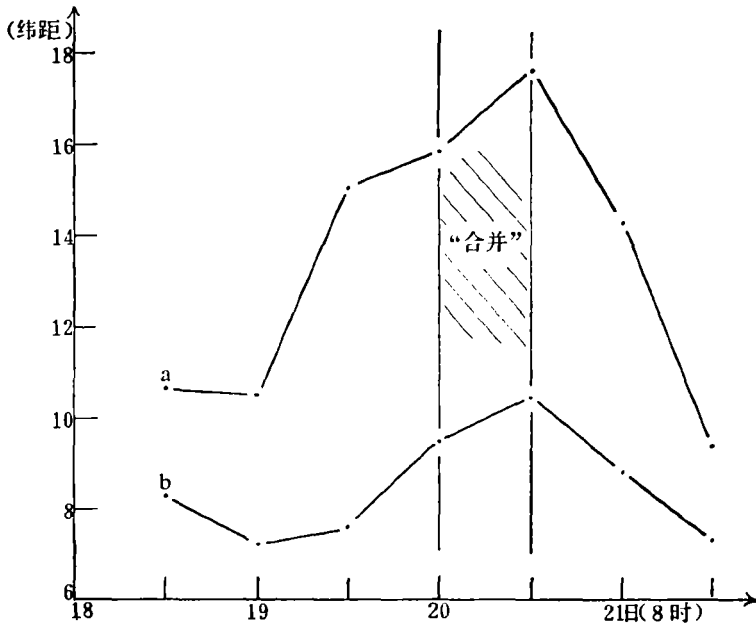


图 8 “合并”前后，地面和 500 mb 上 6413~6414 号双台风范围的变化  
(a. 500 mb 台风周围 580 位势什米等高线平均直径；b. 地面台风周围 995 mb 等压线平均直径)



的 6414 号台风系统的气压近于相等时,6413 号台风中心将不可能存在了。因此,6413~6414 号双台风的“合并”,实质上是较弱的 6413 号台风减弱消失。

表 1 给出了 1949—1978 年 11 次最后“合并”的双台风,“合并”前地面中心气压的演变。其中 8 个例子中,有两个台风的中心强度相差较大,只有 3 个例子两个台风的强度比较接近。这说明在多数情况下,双台风的“合并”可能象 6413~6414 号那样,是较弱

表 1 11 次双台风“合并”前地面中心气压演变

双台风号 (序号)	“合并”前 中心气压 (mb)	中心气压 差绝对值 (mb)	“合并”前12 小时中心气 压变化(mb)	双台风号 (序号)	“合并”前 中心气压 (mb)	中心气压 差绝对值 (mb)	“合并”前12 小时中心气 压变化(mb)
50(37)	940	60	0/0	68(32)	977	13	+11/+5
50(35)	1000			68(30)	990		
7415	955	40	0/+5	6511	985	9	-3/-1
7417	995			6512	994		
6218	968	37	+4/+5	6705	985	5	+2/+5
6219	1005			67(13)	990		
6803	984	36	+10/0	6714	990	5	+8/+3
6805	988			6713	995		
6414	955	32	-5/+2	50(10)	985	1	-3/0
6413	987			50(11)	984		
7010	976	14	-12/+2				
7009	990						

的一个台风中心减弱消失。从表中也可以看出,在“合并”前 12 小时的时段,较弱的一个台风多趋于填塞或少变,但较强的一个一般并不趋于加强,只有少数是趋于加深的。因此,在 6413~6414 号双台风“合并”的过程中,6414 号中心加深的现象可能与其它有利发展的因素有关,并非 6413 号消失或并入的必然结果。

### 3. 小 结

(1) 6413~6414 号双台风在较短的距离内,较长时间明显反钟向互旋和相互趋于接近的现象,虽然表面上符合“藤原效应”,但实际上并不单纯是两个台风涡旋相互作用的结果,而是辐合带环境流场影响和双台风相互作用共同所致。在台风间距 $>6.5$ 个纬距以前,辐合带流场对双台风互旋的影响是主要的;只当台风间距 $<6.5$ 个纬距以后,双台风的相互作用才超过环境流场的影响。

(2) Brand 关于双台风相对运动的研究,把台风间距 $<12.6$ 个纬距的反钟向互旋现象均归之于两个台风涡旋的相互作用,完全忽略了有利环境流场的影响。从本文分析来看,热带辐合带等气旋性环境流场对双台风反钟向互旋有较大的影响。6413~6414 号双台风在其间距为 4—10 个纬距时,辐合带流场使它们每 12 小时互旋 18—22 度。我们估计,Brand 的分析夸大了双台风的相互作用。

(3) 对 6413~6414 号双台风“合并”过程的分析以及对其它 10 次“合并”的双台风的普查表示,多数双台风的“合并”实际上是其中较弱的一个台风减弱消失。这与最近转盘

流体双台风模拟实验的结果相符<sup>1)</sup>。另外,在 6413~6414 号双台风“合并”的过程中,6414 号台风中心不断加深,双台风环流范围陆续扩大,表现出类似合并、加强的特点。

本文承蒙陶诗言先生给予热忱指正,作者表示衷心感谢。

### 参 考 文 献

- [1] Riehl, H., TROPICAL METEOROLOGY, 1954. (程纯枢译本, 337—338)
- [2] Haurwitz, B., The motion of binary tropical cyclones, *Arch. Meteor. Geophys. Biokim.*, B 4, 73—86, 1951.
- [3] Brand, S., Interaction of binary tropical cyclones of the Western North Pacific Ocean, *J. Appl. Meteor.*, 9, 433—441, 1970.
- [4] Hoover, E. W., Relative motion of hurricane pairs, *Mon. Wea. Rev.*, 89, 251—255, 1961.
- [5] 陈联寿、丁一汇, 西太平洋台风概论, 科学出版社, 299, 1979.
- [6] 包澄澜, 一次双台风路径特征分析(摘要), 江苏省气象学会论文摘要汇编(一), 56—57, 1978.
- [7] 吴中海, 双台风的相互作用的一种分析, 中国气象学会 1978 年年会交流材料(单行本), 1978.

---

<sup>1)</sup> 本文在修定前,有机会看到了魏鼎文、张捷迁关于双台风转盘流体实验的结果。在他们的实验中,两个台风接近后,其中一个逐渐变形以至消失,与本文分析结果一致。