

关于双台风相互作用的初步分析

阮均石 余学超* 吴中仁*

提 要

本文应用1961—78年西北太平洋30对双台风资料,分析了双台风互旋与双台风中心间距、强度及相互方位的关系,并应用天气学方法计算和分析了单纯的双台风互旋与环境流场引导气流的作用,指出在双台风形势下,环境流场的引导作用是重要的。

我国预报员熟知,双台风形势是引起台风疑难路径的一个重要原因,特别对于西台风而言,常会出现停滞、打转等现象。因此,它一直是国内外气象工作者研究的一个课题。特别近年来,我国气象工作者董克勤通过大量工作指出^{[1-2],**},大气基本流场具有明显的旋度,双台风的相对运动不仅与两个台风涡旋的藤原效应有关,而且受到环境基本气流的影响,文献[3]则从大气运动方程出发,从理论上讨论了双台风相互作用时双台风所受的力,指出大尺度背景流场的引导作用是重要的一项。

本文利用1961—78年“台风年鉴”及中央气象台的历史天气图资料,挑选了出现在西北太平洋上30对双台风,对它们的互旋与双台风中心间距、强度及方位作了初步的分析,并在此基础上对双台风互旋与环境流场的作用,用两种方案作了计算和分析,得出一些有意义的结果。

为了研究双台风互旋与双台风中心间距、强度及方位的关系,我们选择30对双台风时规定:在西北太平洋上把双台风同时出现的时刻(只要其中一个达到台风强度)作为双台风出现的时刻,并尽量挑选西台风已进入 20°N 以北、 130°E 以西的个例,然后计算08、20时的双台风中心间距(d ,纬距)及12小时互旋角($\Delta\theta$,规定气旋式旋转为正,反气旋式旋转为负)作成点聚图(图1)。由于考虑到 $\Delta\theta$ 中应包含环境流场和单纯的双台风互旋作用两部份,我们规定 $10^{\circ}\leq\Delta\theta\leq-10^{\circ}$ 为双台风互旋明显。从图1可发现,双台风12小时互旋角随 d 的减小而增大,当 $d\leq 20$ 个纬距以后, $\Delta\theta$ 明显增大,特别在 $d\leq 15$ 个纬距以

本文于1984年10月4日收到,11月5日收到修改稿

* 我院1982届毕业生

** 董克勤,双台风相对运动的问题,1984

后, 出现了明显的互旋, 其中气旋式互旋占绝大多数; 而在 $d \leq 10$ 个纬距以后, 气旋式互旋角迅速增大。在 $d > 20$ 个纬距时双台风互旋角已很小。同时, 也应看到, 当 $d \leq 15$ 个纬距时双台风互旋虽开始变得明显, 但仍有相当多的双台风互旋角 $\Delta\theta < 10^\circ$, 並有许多反气旋式互旋的情况, 这表明影响双台风互旋的因素是复杂的。

王作述等^[4]在研究双台风互旋中曾指出, 双台风互旋与它们的平均强度有关, 並认为当双台风平均强度过强或过弱时, 相互旋转就变慢。我们用双台风的地面近中心最大风速(V_0), 中心气压值(P_0)及东、西台风 V_0 、 P_0 的差值作为台风强度的因子与双台风 12 小时互旋角($\Delta\theta$)作出点聚图, 也发现凡气旋式互旋明显的都出现在双台风强度相近的情况下。例如, 当 $d \leq 15$ 个纬距时, 凡气旋式互旋明显($\Delta\theta \geq 10^\circ$)的时次, 西台风地面近中心最大风速(V_0)几乎都集中在 15—35 米/秒

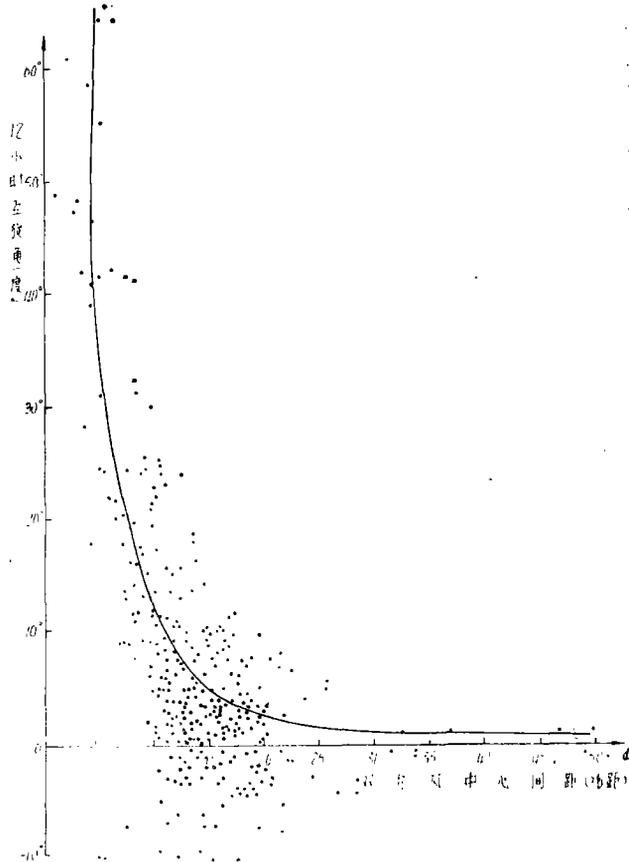


图 1 12小时互旋角与双台风中心间距的关系

之间, 西台风过强或过弱都不利于双台风的明显互旋。从东、西台风中心气压值的差来看, 气旋式互旋明显的双台风中心气压值差值集中在 0—20 百帕之间, 近中心最大风速差集中在 0—20 米/秒之间, 差异过大反而互旋不明显。

此外, 预报经验表明, 双台风互旋还与东、西台风所处的方位有关。为了探讨这个问题, 我们从上述例子中选择双台风地面近中心最大风速差 $\Delta V_0 \leq 20$ 米/秒, $0 < d \leq 15$ 个纬距的 137 个时次按不同方位作统计, 结果列于表 1。

由表 1 可见, 当双台风中心间距 $0 < d \leq 5$ 个纬距时, 不论东台风处于西台风的什么方位都会发生明显的气旋式互旋, 这似说明当双台风中心间距足够近时, 双台风的气旋式互旋作用是主要的; 当双台风中心间距为 $5 < d \leq 15$ 个纬距, 而东台风又处于西台风的东北方位时, 大约有 45% (41/91) 出现明显的气旋式互旋, 而大半则是互旋不明显的; 当东台风处于西台风的东南方位时, 则只有大约 18% (7/39) 出现明显互旋, 绝大多数则是互旋不明显的。这表明影响双台风互旋的因素除了间距、强度和方位外还有其它因素,

其中环境流场的作用是不容忽视的, 值得深入分析。

表 1 强度相当的双台风互旋与方位的关系

中心间距(d)	东台风处于西台风的 东北方位		东台风处于西台风的 东南方位	
	互旋明显	互旋不明显	互旋明显	互旋不明显
$0 < d \leq 5$	6	0	1	0
$5 < d \leq 15$	41	50	7	32
合 计	47	50	8	32

二

如上所述, 我们统计的 12 小时互旋角 $\Delta\theta$ 是包含有环境流场作用的, 不能认为是单纯双台风相互作用的结果, 但在天气图上要将环境流场和单纯的双台风互旋作用分开是十分困难的。我们试用天气学方法分别计算单纯双台风环流造成的互旋角及由环境流场引导造成的互旋角以讨论它们的作用。

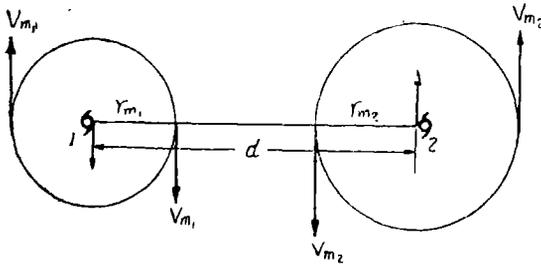


图 2 兰金涡的相互作用

台风互旋角速度公式^[5]

$$\omega = (r_{m1} V_{m1} + r_{m2} V_{m2}) / d^2$$

计算时应用每个台风的实测资料, 用每个时次 700 百帕上的最大风速半径, 求取每个台风的平均最大风速半径 r_{m1} 和 r_{m2} , 然后应用 08、20 时 700 百帕的最大风速值 V_{m1} 、 V_{m2} , 可求得 12 小时互旋角 $\Delta\theta_1$ 。这种计算方法与 Brand, S. 对任何台风都采用相同的最大风速半径的作法是不同的。

对于由环境流场的引导气流造成的互旋角则是这样计算的, 首先采用文献[6]的方法, 分别求取 500 百帕台风中心处的 08、20 时引导气流速度 V_{s1} 、 V_{s2} , 然后根据引导气流的方向和速度各自外推, 求得 12 小时后台风的位置, 再求得 12 小时互旋角 $\Delta\theta_2$ 。考虑到台风实际移速与 500 百帕的引导气流速度之间有一定的比例系数, 分别求得 $0.6 \Delta\theta_2$ 、 $0.8 \Delta\theta_2$, 最后, 求出合成的互旋角为 $\Delta\bar{\theta} = \Delta\theta_1 + 0.6 \Delta\theta_2$ 和 $\Delta\bar{\theta} = \Delta\theta_1 + 0.8 \Delta\theta_2$ 。

将计算的单纯双台风互旋角 $\Delta\theta_1$ 及合成的互旋角 $\Delta\bar{\theta}$ 分别和实际的互旋角 $\Delta\theta$ 按每个

选择上述 $5 < d \leq 15$ 个纬距中气旋式互旋明显的 47 个时次作如下计算。

对于单纯双台风相互作用造成的互旋角计算, 我们仍采用类似文献[5]的方案, 即假设双台风环流相互叠加且按彼此的剩余速度引导(图 2), 并采用兰金涡(Rakine Vortex) $Vr = \text{常数}$ 的模式, 则双

纬距内求平均值並作出图3。由图3可知,不论计算的互旋角还是实际的互旋角,双台风12小时互旋角都是随它们中心间距(d)的减小而增加的,特别在 $d \leq 7$ 个纬距后,增加更加迅速。这与图1的结果似是一致的;从图3还可知,按 $V_r = \text{常数}$ 模式计算出的单纯双台风互旋角明显的比实际情况偏小,若加上环境流场的引导气流所造成的互旋角则就与实况较接近,特别是 $\Delta\theta = \Delta\theta_1 + 0.6\Delta\theta_2$ 更接近实际互旋角*。上述结果表明,即使在双台风中心较接近的情况下($5 < d \leq 15$ 个纬距),其互旋时环境流场的引导气流仍是不可忽视的。

为了进一步讨论环境流场引导气流在双台风形势中的作用,我们采用了另一种计算方案並扩大计算的范围,选取1961—78年20对双台风110个时次。首先按中央气象台的历史天气图将上述时次按天气形势的主要特征分为下列四类:

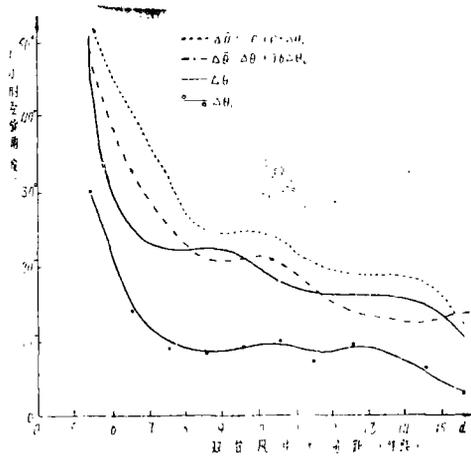


图3 双台风中心间距与平均的12小时互旋角的关系

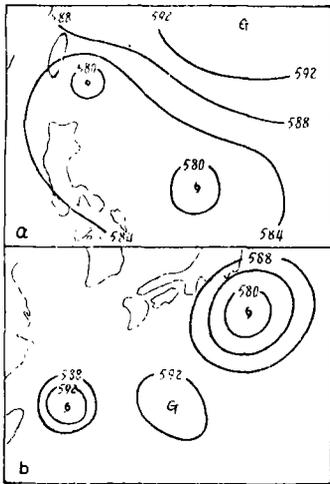


图4 台风形势分类示意图

I 近副高移动类。其特征是西台风中心距离588线小于500公里(图4a),共18次; II 双台风同处于辐合带类。共47次; III 阻隔类。东台风和西台风之间有高压存在(图4b),共9次; IV 其它类。除上述三类之外的各类形势,共37次。

我们着重考虑环境流场引导气流和东台风环流共同对西台风移动的影响。所以,采取下述计算方法。

计算环境流场对西台风的引导气流。采用以西台风中心为中心的长方形网格,用地转风公式

$$v_g = -\frac{9.8}{f} \frac{\Delta H}{\Delta y} \quad u_g = \frac{9.8}{f} \frac{\Delta H}{\Delta x}$$

求得西台风中心上空500百帕的引导气流,再求得合成速度 $\vec{V}_g = u_g \vec{i} + v_g \vec{j}$ 。

在计算中为充分考虑环境流场的特征(如副高、西风带槽等的位置),正方形网格的步长根据形势特点分别采用500公里、1000公里和1500公里几种,並预先按 $15^\circ N$ 、 $25^\circ N$ 和 $35^\circ N$ 三个纬度的地图比例尺制好网格。

关于东台风对西台风的影响则采用兰金涡 $V_r = \text{常数}$ 模式,用公式 $V_w = (V_w r_w)_g / d$,

* 包澹澜、阮均石、朱跃进,双台风互旋与环境流场的关系,即将发表

式中 d 为双台风中心间距, $(V_{mr_m})_E$ 为东台风在700百帕上近中心最大风速及最大风速半径。 V_w 为在西台风中心上空的东台风的剩余速度, V_w 的方向按东台风所处的方位性地确定, 最后按图5所示求得合成速度

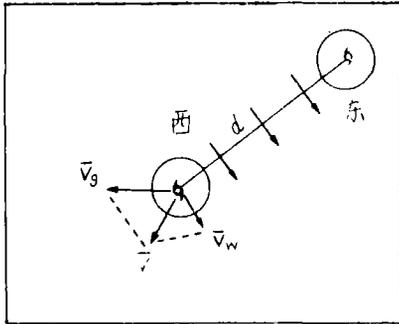


图5 合成速度的求法

$$\vec{V} = \vec{V}_g + \vec{V}_w$$

根据合成速度的方向及大小应用外推原则可求得西台风未来12小时和24小时的位置。最后, 将西台风的实际移向和按上述方法计算得到的预报移向作比较, 并规定: 预报的12小时和24小时移向与实际移向偏差角 $\alpha \leq \pm 25^\circ$ 时为正确或基本正确, 且分下列情况作统计。

1. 东台风影响明显: 是指作西台风的移向预报时, 既要考虑环境流场的引导气流作用, 又要考虑东台风的作用才正确者。

2. 仅须考虑引导气流: 是指作西台风移向预报时, 仅须考虑环境流场的引导气流作用就正确, 若加了东台风的作用反而不正确者。

3. 不正确: 是指作西台风移向预报时, 考虑了环境流场的引导气流作用不正确, 若加了东台风的作用后仍不正确者。

计算和分析的结果列于表2。

表2 西台风未来12小时移向与实况比较

天气类型	$d \leq 15$ 个纬距			$d > 15$ 个纬距		
	东台风影响明显	仅须考虑引导气流	不正确	东台风影响明显	仅须考虑引导气流	不正确
I	0	4	8	0	2	4
II	15	5	15	6	4	1
III	0	8	0	0	1	0
IV	26	2	7	0	1	1
合计	41	19	30	6	8	6
百分比	46%	21%	33%	30%	40%	30%

西台风未来24小时移向与实况比较

I	0	3	9	0	2	4
II	14	7	13	8	4	1
III	0	8	0	0	1	0
IV	19	7	8	1	0	1
合计	33	25	30	9	7	6
百分比	38%	28%	34%	40%	32%	28%

表2至少表明以下几点:

1. 当双台风中心间距 $d \leq 15$ 个纬距时, 不论作12小时或24小时西台风移向预报, 东台风作用明显的都占40—50%左右, 另外, 仅须考虑环境流场引导气流作用的在30%以内。这两种情况中都有环境流场的引导气流作用, 这表明在双台风形势下西台风的移向预报中必须充分考虑环境流场的引导作用。这一结果与以上的分析基本是一致的。

2. 双台风中心间距 $d > 15$ 个纬距时, 仅须考虑环境流场引导气流作用的比例比 $d \leq 15$ 个纬距的情况明显增多。这表明双台风中心间距增大后, 环境流场的引导气流作用显得更重要了。

3. 表2中 I 和 III 类天气形势, 没有一次是东台风影响明显的。这表明在这两种天气形势下环境流场的引导气流作用是主要的, 无须考虑东台风的作用, 从天气形势看这是可以理解的。

归纳上述分析, 我们可得出以下结论:

双台风中心间距在 $d \leq 20$ 个纬距以内时, 它们的互旋作用将逐渐变得明显, 特别当 $d \leq 15$ 个纬距而东台风又处于西台风的东北方位, 两个台风的强度又相近时, 更容易出现明显的气旋式互旋。但是这种互旋包含着环境流场引导气流的作用。因此, 在双台风形势下, 即使双台风中心间距 $d \leq 15$ 个纬距, 在考虑西台风移动时, 仍要重视环境流场引导气流的作用, 以上结果显然对实际预报工作有一定的参考价值。

参 考 文 献

- [1] 董克勤, 6413—3414号双台风互旋和合并的分析, 气象学报, 39卷, 3期, 361—370, 1981.
- [2] 董克勤, 双台风近距离顺时钟方向互旋的现象和原因, 气象, 1980, 6, 18—19.
- [3] 吴中海, 双台风相互作用的一种分析, 大气科学, 5卷, 1期, 32—42, 1981.
- [4] 王作述, 傅秀琴, 双台风相互作用及对它们移动的影响, 大气科学, 7卷, 3期, 269—274, 1983.
- [5] Brand, S., Interaction of Binary Tropical Cyclones of the Western North Pacific Ocean, J. Appl. Met., Vol. 9, No. 3, 433—441, 1970.
- [6] Shigeo Abe, Yasushi Nakazawa, A Statistic of the Movement of Typhoon, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 61, No. 4, 947—955, 1982.