

我国东部海面台风路径突然西折的成因分析

陈 联 寿

(中央气象台)

提 要

我国东部海面(黄海、东海)台风路径的突然西折是最不容易报准的异常路径之一。1970年以来,这类路径先后发生6次,其中有5次都使有关地区遭到突然袭击。目前国内外各种统计的和动力的预报方法对这类异常路径一般报不出来。本文分析了6个台风发生西折的成因,分析后指出,造成西折路径的原因有6个,其中切断冷涡的吸引作用是一种常见而基本的原因。本文结果对这类台风的业务预报有较好的参考价值。

一、引 言

沿我国东部海面向偏北移动的台风,其后期路径绝大多数都向东北方向转向,为数极少的台风突然发生西折,登陆我国。这种突然西折的路径往往报不出来,使我国东部有关海区和沿岸遭到台风的突然袭击,引起伤亡和损失。1970年以来,黄海和东海这类突然发生西折的路径共有6次,其中5次因没有及时预报、防备不及,使有关地区遭受了不同程度的灾害。

我国东部海面台风突然西折的路径是台风异常路径中的一种。目前异常路径的预报是预报员最感困难的问题之一。这种突然西折的路径,出现的概率很小,有时和引导气流的偏角很大。由于这两个特点,因此使得以引导原理为基础的动力学方法和以历史样本为根据的统计学方法在预报这类路径时失效。

本文对6次东部海面台风西折时台风四周流场的突变过程作了分析;并指出了造成这种西折的主要原因。

二、一般特征

我国东部海面西折的台风路径可分两类:一类是黄海西折的路径,台风在山东半岛或其以北沿海登陆;第二类是东海西折路径,台风在长江口及其以南的华东沿海登陆。这两类路径的出现有明显的季节特征,表1是黄海西折路径的出现频率,括号内的数字是西

表 1 1949—1974 黄海西折台风路径逐月频率

月	1—5	6		7		8		9—12
频 率	○	个数	(%)	个 数	(%)	个数	(%)	○
		1	(1.9)	5	(4.5)	1	(0.6)	

折路径次数占统计年份内该月累年台风总数的百分比。黄海西折路径只出现在 6、7、8 三个月,其中尤以 7 月最为集中。表 2 是东海西折路径的出现频率。东海西折路径出现在 7、8、9 三个月,其中以 8 月频率最高。

表 2 1884—1977 年东海西折台风路径逐月频率¹⁾

月	1—6	7		8		9		10—12
频 率	○	个 数	(%)	个 数	(%)	个数	(%)	○
		5	(1.3)	11	(2.5)	5	(1.2)	

在我国东部海面台风突然折向的地点也有相对集中的趋势(图 1)²⁾。图 1 是按表 1

和表 2 中统计年份点出的折向点分布。黄海西折台风折向点分布在朝鲜济州岛的附近海面 and 地区,东海西折路径的折向点分布在琉球群岛的中西部两侧。

西折路径在折向点前后,台风移速出现了明显的不连续。折向点以后,台风突然加速移动,甚至出现“跳跃”的现象。例如 7203 号黄海西折台风,西折之前的移速为 32 公里/小时,西折之后的移速竟达 74 公里/小时,在 6 小时之内,从济州岛附近海面猛跃至我国山东半岛成山头附近海面。又如 7504 号东海西折台风在西折之前移速为 15 公里/小时,西折之后移速达到 30 公里/小时。台风路径的突然西折和西折以后移速的这种加快,往往使沿海地区防台措施赶不上,因而造成损失。

三、几个个例分析

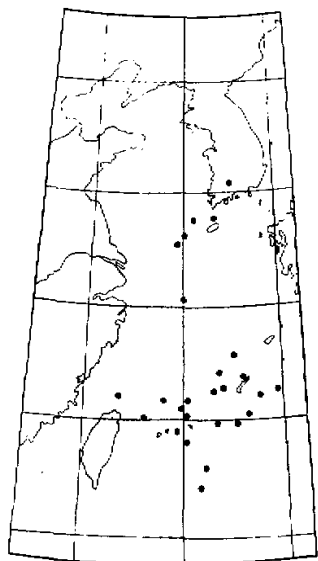


图 1 东部海面西折路径折向点的地理分布

我们对近年来 6 次突然西折的台风路径进行了分析,图 2 给出了这 6 次台风的路径。这些路径都是先在我国东部海面向偏北方向移动,尔后,它们的移向突然发生西折。

【例 1】1970 年 6 月 12—16 日一个未编号台风

这个台风于 11 日生成在南海东北部,在 14 日之前这个台风是朝东北方向移动着的,当时有关各国的气象部门都预报这个台风将继续朝东北方向移动。但在 14 日,东亚沿海

1)、2) 北大 77 年毕业生杜顺义、吕培志做了部分统计

岸的中纬度环流形势出现急变,在我国东北地区建立了一个很强的阻塞高压,同时在华东上空的高空槽中切断出一个冷涡(图3)。这时台风位于济州岛附近海上,台风与其西侧的冷涡距离很近(7个纬距左右)。

14日20时以后,这个台风便受到冷涡和阻塞高压之间的东南气流牵引,突然折向西北方向移近我国青岛附近海面,同时台风与冷涡合并,使得台风变成温带气旋,强度有明显加强,我国辽鲁沿海、渤海和黄海北部遭到了11级大风的突然袭击。

【例2】7203号台风

这个台风于7月5日在关岛附近海面生成,历经3次打转,在海面移行了20天之后,于25日移到我国东部海面并向偏北方向移动。26日8时移到济州岛附近海面,这时台风位于一个加深的长波槽前方(图4a),当时有关各国气象部门都预报这个台风将向东北方向移动。但这时候东亚的流型发生了突变(图4b),中国东部上空的深槽断裂为二,南部为切断冷涡,北部为浅槽收缩,副热带高压(主体位于日本海)在断裂区向西伸。台风受到切断冷涡与副热带高压脊之间的强东南风牵引突然折向西北方向加速移动。这个台风在西折时,同样与西侧的低层冷涡合并而加强,使我国辽鲁沿海、渤海和黄海北部再次受到狂风暴雨的突然袭击。

【例3】7303号台风

这个台风7月13日在菲律宾以东洋面生成后基本上沿 125°E 经线向正北方向移动,18日台风移到济州岛西南方海面。这时在它的西南方6—7个纬距处出现了7304号台风。由于双台风的迴旋运动^{[17][2]},使得7303号台风发生西折(图5),并在山东半岛登陆。7304号台风是17日在广东中部登陆的,登陆后向

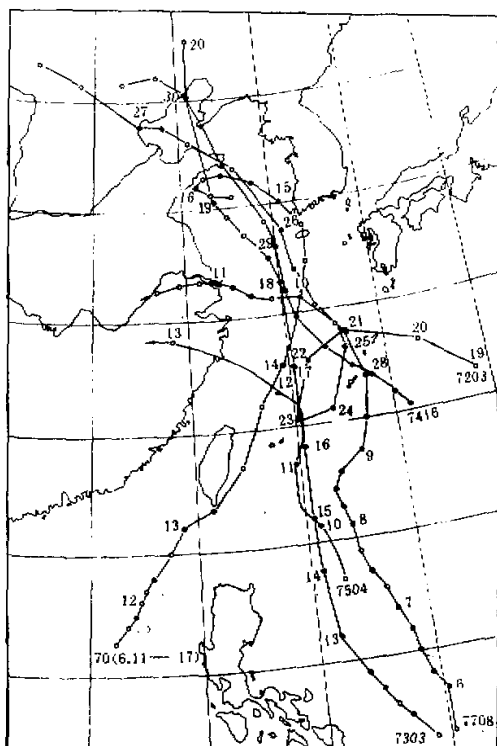


图2 六条西折台风的路径

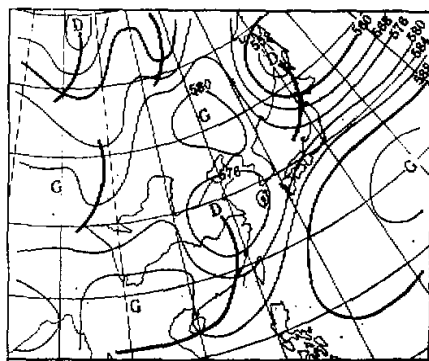


图3 1970年6月14日20时500毫巴高度场

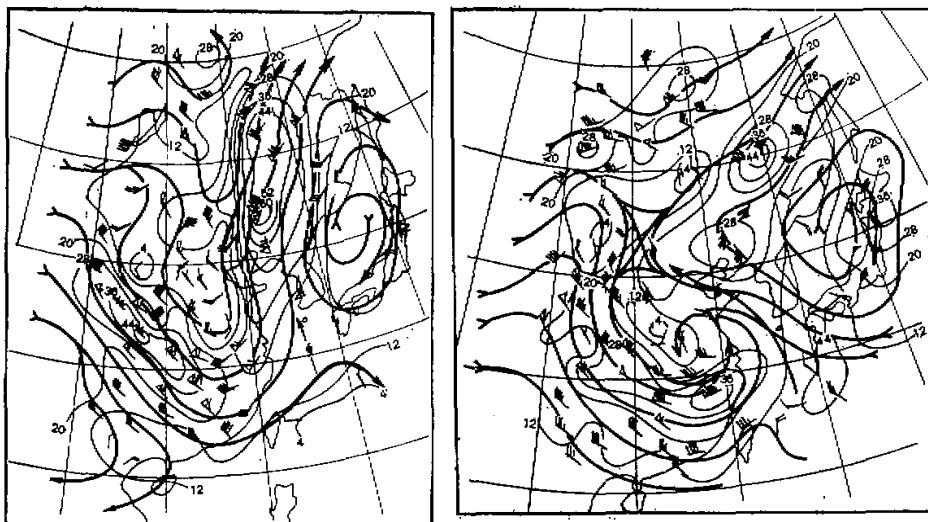


图4 7203号台风西折时的形势突变

4a: 7月25日20时300毫巴流场 4b: 7月26日20时300毫巴流场

细实线为等风速线

东北方向移动与7303号台风接近。

【例4】7416号台风

这个台风在8月27日晚生成,28日20时台风的强度已减弱。29日8时台风低层环流受西北方一个冷涡的吸引并与之合并,中层受我国东海岸深槽中冷涡外围东南气流引导而使它折向西北方(图6),并出现加速。由于和冷涡合并以及冷空气的侵入,使这个已经减弱的台风迅速变性并发展为一个很强的黄海温带气旋^[5],这使我国北方沿海第三次受到10—12级大风的突然袭击。

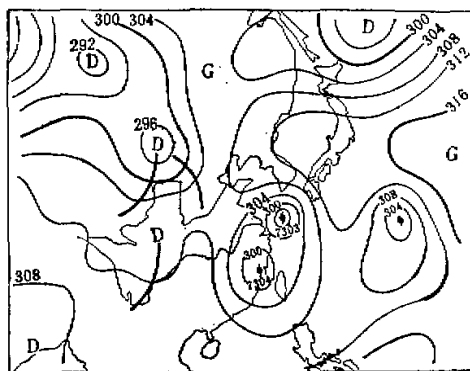


图5 1973年7月18日8时700毫巴高度场

台风西侧(图7),并使距离缩短到7—8个纬距。于是冷涡对台风产生了明显的吸引和迴旋作用,使7504号台风突然西折,最后在浙江温岭登陆。

【例6】7708号台风

【例5】7504号台风

这是一个在东海突然西折的台风。这个台风于8月10日在我国台湾省东南方海面生成,并向偏北方向移动。11日台风移到冲绳西南方附近海面,这时候在朝鲜上空一个深槽中有冷涡切断出来。切断冷涡先位于台风的北侧,以后冷涡向西南方向移到

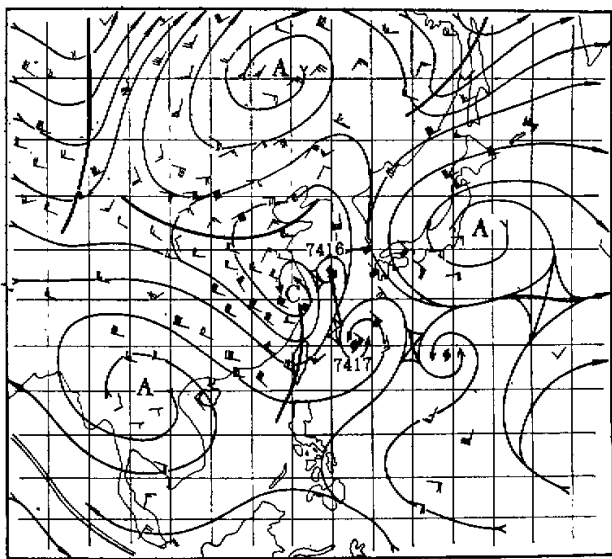


图6 1974年8月29日8时500毫巴流线图

这个台风于9月2日在西太平洋生成,6日以后向偏北方向移动,10日移入东海。9月8日日本海的深槽中在朝鲜半岛南端有一个冷涡切断下来,以后冷涡向西南方向移动,移到台风的西侧。10日8时冷涡已位于台风西侧相距近达4个纬距处(图8)。9日20时,台风已受到位于其西北方位冷涡的吸引折向西北方向移动;10日8时,位于台风西—西南侧冷涡的作用使7708号台风猛向西折,使很少有台风正面登陆的上海市遭到了这个

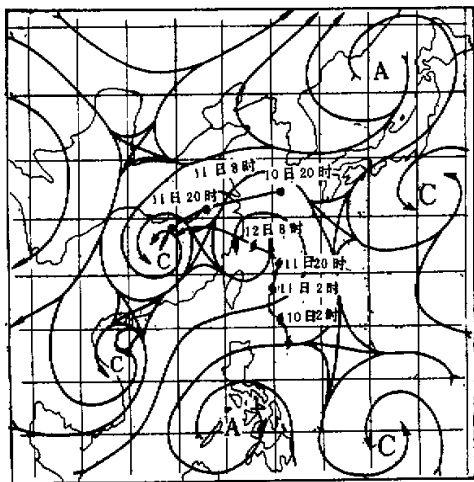


图7 1975年8月12日8时500毫巴流线图。

黑圆点为冷涡路径,台风符号为台风路径

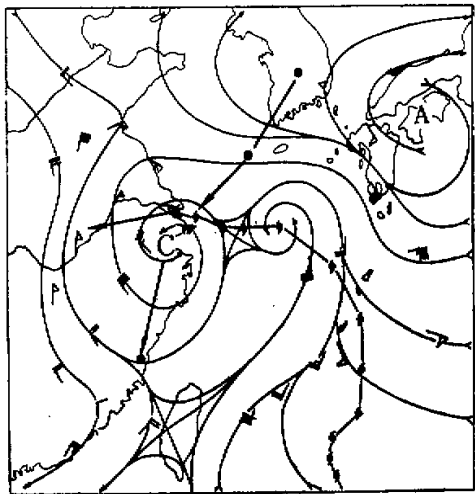


图8 1977年9月10日8时200毫巴流线图。

黑圆点为冷涡中心路径,台风符号为台风中心路径

台风的突然袭击。

从我们分析的 6 个突然西折的个例中,有 5 个例子同高空切断冷涡有关,还有一个例子是双台风的相互作用,可见高空切断冷涡对东部海面台风的突然西折有密切关系。从上述个例分析中可以看出,我国东北地区的阻塞高压、副热带高压脊从冷涡切断处的西伸加强以及双台风作用均与东部海面台风的突然西折有关。

四、台风路径突然西折的原因

从上面 6 个西折路径的例子和其他一些个例的分析,作者认为,台风路径的突然西折有下面 6 个原因:

(1) 高空切断冷涡的作用

当台风周围西风带的深槽中有冷涡切断时,冷涡环流将使台风四周的流场发生突变,从而使台风路径发生突然转折。高空冷涡对台风路径有两种作用,即牵引作用和吸引作用。

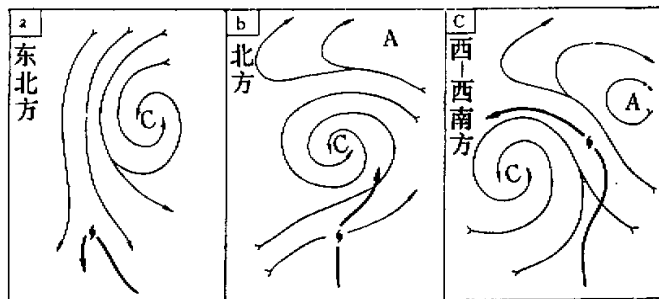


图 9 冷涡牵引作用的三个部位

牵引作用发生在当高空冷涡环流波及到台风的范围时,这时台风中心的移动将受到冷涡外围流场的牵引。移动方向基本与冷涡外围气流方向一致。高空冷涡外围流场对台风的牵引常见有三种情况(图 9): 当冷涡位于台风东北方时,这时冷涡外围气流将使台风向偏南移动(图 9 a)。例如 7204 号台风在移近汕头附近时,这时在台风中心东北方的长江口上空,突然从一个深槽中切断出一个高空冷涡。台风中心上空原来盛行副高南侧一支偏东气流,冷涡切断后已改变为冷涡外围的偏北气流。在这支北风牵引下,台风中心由原来向西北方向移动突然折向偏南方向移动而不在汕头登陆^[4]。这个高空冷涡曾使 7204 号台风最终形成一条极其复杂的异常路径。当冷涡位于台风的北方时(图 9 b),冷涡南部外围的偏西风使台风有向偏东移动的趋势,由于台风内力的作用,实际台风的路径是向东北方向移动的。7504、7708 号台风当高空冷涡位于其北方时,都曾经出现过一致向北偏东移动的路径。当冷涡位于台风的西或西南方时(图 9 c),这时台风将受到冷涡东侧或东北侧外围东南气流的牵引,使台风折向西北或偏西方向移动。我国东部海面台风路径突然西折时,常常在其西或西南方有高空冷涡存在。图 10 是 7708 号台风以冷涡中心为原

点、台风相对于冷涡的移动。冷涡外围流场对台风运动的牵引作用可以明显地看出来。

当冷涡与台风之间的距离充分接近时,两者出现相互吸引的作用。作用在台风圆柱界面上的总压力可写成

$$\oint\oint P d\sigma = \iiint \nabla P d\tau$$

设靠近冷涡一侧的半圆柱界面为 σ_1 , 背离一侧为 σ_2 , 当冷涡与台风充分接近时, σ_1 这一侧的气压梯度力将明显减小, 故有

$$\oint\oint_{\sigma_2} P d\sigma \gg \oint\oint_{\sigma_1} P d\sigma$$

于是将台风推向冷涡, 甚至并入冷涡, 这就是冷涡的吸引作用。在实际天气过程中, 当冷涡移到台风的西北方或西方时, 这是冷涡移动过程中与台风相距最近的时候, 冷涡对台风产生明显的吸引作用, 使台风向冷涡所在的位置——西北方向猛跌。

冷涡与台风的吸引合并过程经常在对流层的中低层表现出来。这在卫星云图上表现为两块云团的合并。合并以后的云团经常表现出更为清楚的螺旋结构, 说明合并后的系统一般均有明显加强, 或者使原来的台风变性为一个强的温带气旋。

关于冷涡影响下台风的移速问题, 在图 9 的三种情况中差别较大。图 9a 冷涡外围气流的引导与台风内力这两种因素对台风移向的作用完全相反或抵消, 冷涡影响下台风的移速最慢。图 9b 其次, 因上述两种作用并不抵消。图 9c 将使台风猛烈加速。当冷涡切断后向西南方向移动时¹⁾, 原在冷涡北侧或东侧的副热带高压南部的偏东风又将紧贴台风起牵引作用, 因此, 这时冷涡牵引气流、副热带高压的引导气流、台风内力(向西北)以及冷涡对台风的吸引等这 4 种作用方向相同, 都一致地把台风推向西北方向移动。这是台风西折时产生异常加速的原因。

(2) 我国东北地区的高空高压

在我国东北地区上空是一个高压区还是西风急流区, 这是判断东部海面北上台风西折的第二个判据。在我国东北地区出现西风急流时, 移到黄海的台风不大可能西折; 当出现阻塞高压或较强高压脊时, 黄海北部和渤海将盛行偏东或东南气流, 牵引台风折向西北方向移动。

在预报我国东部海面台风是否发生西折时, 有时这个东北地区的高空高压原先就存在, 例如[例 1]中东北上空阻塞高压在台风向东北方向移动时已经建立, 当台风靠近这个阻塞高压南部时促使这个高压明显加强, 这对预报西折是一个重要根据。但有时这个

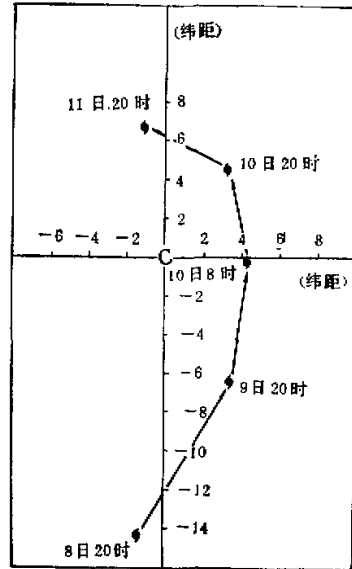


图 10 7708 号台风中心对于冷涡中心的相对位移路径

1) 中纬高空切断冷涡受到东北或偏东气流引导其路径一般都是向西南方向移动的。

高压的建立和台风西折几乎同时发生,这是形势突变的一个结果,如[例 2]中的高压就是如此。这个高压在深槽断裂处(切断冷涡的北侧)建立,这时预报西折要着眼于形势调整的估计。

(3) 孟加拉湾风暴对西折的作用

盛夏东部海面台风西折一般都要求副高有一次加强西伸,孟加拉湾风暴的活动是使我国东部海面副高西伸加强的方式之一,而这种方式尚未引起足够的注意。

当较强大的孟加拉湾风暴登陆时,青藏高原对流层中上层形势会发生一种突变。这时高原上可能建立一个由孟加拉湾风暴和西风槽相结合的深厚的长波槽。而在下游半波长的地方(我国东海岸)将是建立长波脊的位置。这时我国东部海面上空的副热带高压脊加强西伸。如同时有台风北上,台风便会在副高的南侧折向西移。7413 号台风的西移是一个例子。8 月 15—16 日有一个较强的孟加拉湾风暴登陆,并与原在巴尔喀什湖的一个槽在青藏高原结合,形成一个振幅很大的长波深槽。原在青藏高原的高压被向东北方向推动,造成东北地区上空 500 毫巴上建立一个动力反气旋,它是东移的青藏高原与副热带高压合并加强(负涡度达到 87)的结果。这种突变使位于东海的 7413 号台风向正西移动(图 11),并于 19 日晚在浙江省北部登陆。

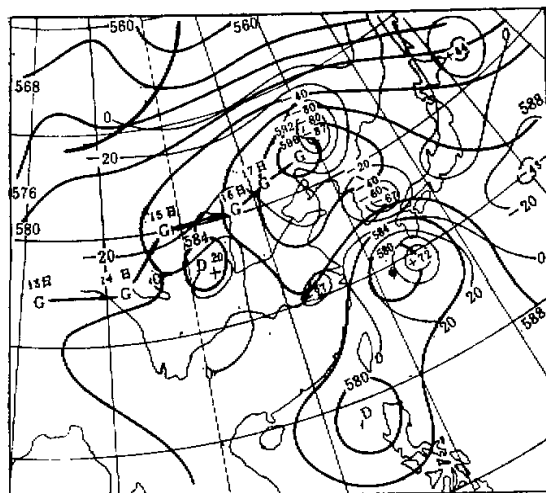


图 11 1974 年 8 月 18 日 20 时高度场, 箭头表示青藏高压中心路径,
细实线为 18 日 8 时涡度分布(单位 20×10^{-4} /秒)。

我们曾统计 1961—1970 年孟加拉湾风暴活动^[5]与西太平洋台风路径的关系(表 4),发现当有孟加拉湾风暴活动时,其对应的西太平洋台风在盛夏有 93% 为西移,秋冬季节 94% 为西移。

(4) 双台风作用

双台风的作用也是东部海面台风西折的原因之一。当另有一个台风移近在东部海面偏北移动的台风的西南侧或南侧时,则双台风之间逆时针方向的回旋运动将使这个台风

表 4 1961—1970 年孟加拉湾风暴活动时期西太平洋台风路径趋势

月	1—6	7—9	10—12	合 计
对应数	5	28	18	51
西 移	2(40%)	26(93%)	17(94%)	45(88%)
转 向	3(60%)	2(7%)	1(6%)	6(12%)

路径西折。1970 年以来,至少有三次台风的西折(即 7009—7010、7203—7204、7416—7417)与双台风作用有关系。

(5) 非对称结构和非地转效应

我国东部海面特有的气压场分布对在这个海面上向偏北移动台风的西折还有两种明显的作用。第一种作用是台风范围内风速的不对称分布引起的,东部海面北上台风由于其东部经常与副热带高压相邻,西部与我国沿海岸一个深槽相邻,在少数情况中,高压很强,槽很深,这时的气压梯度将使台风环流东部和北部的风速远大于西部和南部的风速,两者差值十分悬殊,因此将牵引台风西折^[3]。这种风速分布在天气图上可以看到台风等压线在其东北方密集、西南方疏散,形成台风中心偏在东北一侧的偏心结构。

第二种作用是由我国东部海面南北走向的等高线梯度不均引起的,这种等高线北部梯度大、南部梯度小。当台风受到一支偏南气流牵引在东部海面向偏北移动时它将从等高线的疏散区(引导气流速度小)向密集区(引导气流速度大)移动(图 4 a),于是对台风的牵引将产生非地转效应。这种非地转效应将使向偏北移动的台风点涡移到基本气压场等高线的密集区时,将折向低压一侧(西折)并产生加速^[6]。这是台风点涡在这类大型基本气压场中地转平衡适应过程的结果。

本文承陶诗言先生提供宝贵意见,张树荣同志制图,作者一并致谢。

参 考 资 料

- [1] Brand, S., 1970, The interaction of binary tropical cyclone on the north-west pacific ocean, *J. of Applied meteor.*, vol. 9, No. 3
- [2] Haurwitz, B., 1951, The motion of Binary tropical cyclone, *Archiv Für Meteorologie Geophysik und Bioklimatologie*, Serie A, Band 4
- [3] 任泽君、袁信杆、陈隆勋、沈如金、杨义碧、陈联寿, 1979, 1974 年十六号台风减弱变性发展为温带气流的过程

$$1) \text{ 台风移速和风速分布的关系为 } C_x = \frac{1}{2} (u - u' - 4\Omega R \sigma_p^2 \cos \bar{\varphi}) \quad C_y = \frac{1}{2} (v - v') \quad C_x, C_y \text{ 分别为台风}$$

东西方向和南北方向的移速分量,向东和向北为正。 u, v 为台风风速正值分量(即西风 and 南风), u', v' 为负值分量(东风 and 北风), $\bar{\varphi}$ 为台风范围平均纬度, σ_p 为台风半径(纬距), R 地球半径, Ω 为地球自转角速度。因气压分布使 $v > v', u < u'$, 故 $C_x < 0, C_y > 0$; 使台风折向西北方向移动。

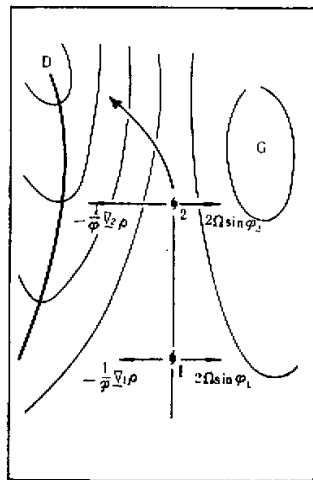


图 12 台风偏北运动时的非地转效应

分析, 中国科学院大气物理研究所集刊第 8 号, 科学出版社.

[4] 陈联寿, 1973, 中纬度高空切断冷涡对台风路径的影响, 卫星云图的分析 and 接收, 第 5 集.

[5] 日本气象学会, 1973, 1940—1970 台风径路图 30 年集.

[6] 正野重方, 1952, 台风の运动について, 研究时报, Vol. 4, pp. 31.

ON THE CAUSAL ANALYSIS OF TYPHOON TRACKS WHICH TURNING DIRECTION WESTWARD SUDDENLY OVER THE SEA AREA NEAR THE EASTERN CHINA

Chen Lian-shou

(*Central Meteorological Observatory*)

Typhoons turning direction westward suddenly over East China Sea or Yellow Sea is an anomalous track which occurred six times since 1970. Most of them made a certain damage to the related areas. Current predict methods, the statistic, dynamic and statistical-dynamic approaches, failed to make a tolerable forecast for this kind of track in generally. Having analysed all six cases, the author points out that the cut-off low of high layer in middle latitude, blocking high in north-east China, the tropical cyclonic storm in Bengal Bay, the asymmetry wind distribution in typhoon system, the ageostrophic effect of basic flow and the effect of binary tropical cyclones are all favorable conditions to the turning direction westward. However, the author put the stress that the attractive effect of cut-off low in middle latitude to typhoon played a basic role. The result of analysis gives some useful indications for operational diagnosis and prediction of such typhoon tracks.