

图 10.24 华南登陆后东部海面入海的陆地路径族

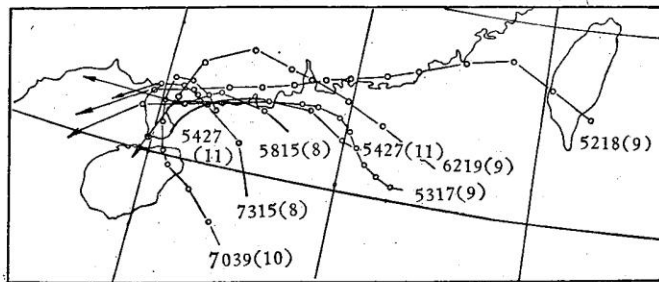


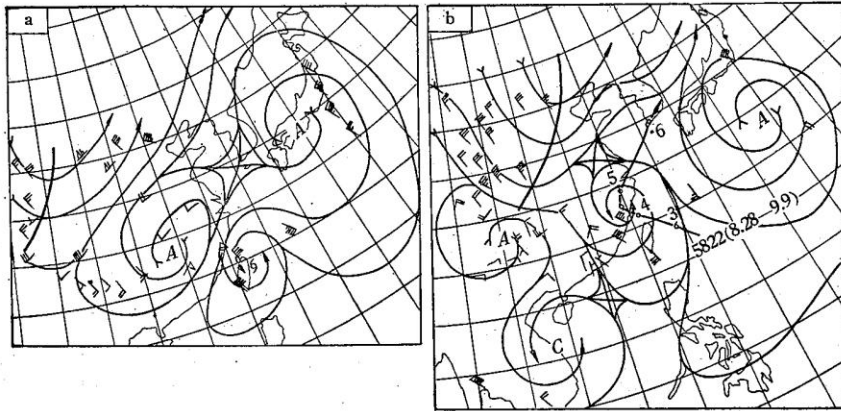
图 10.25 华南登陆后南部海面入海的陆地路径族

海。例如在图 10.26a 中，副热带高压较强，按照大陆上这环强高压还很难判断 5822 号(序号)台风登陆后是否入海。但 24 小时后(图 10.26b)，由于中纬度长波槽的发展，使大陆副热带高压退缩减弱，台风被“吸入”槽内，并随槽东移入海。

在中纬度长波槽发展南伸时，伴有冷空气和极锋从登陆台风西北方朝台风靠近(图 10.27)，这将促使台风沿东北-西南走向的极锋向东北方向移入海面。这一类入海路径几乎都和一次向东南方向推移的极锋遭遇，这种极锋活动对台风的东移入海很有利。

有少数台风的入海过程与极锋和中纬度槽的活动无关，它的入海主要是台风登陆后太平洋高压的一次南落并从台风后部伸向南海北部所造成(图 10.28)；例如 6208 号台风将近登陆时并无极锋活动，中纬度槽也无南伸发展(图 10.28a)但登陆后太平洋高压南落并从台风后部西伸(图 10.28b)，高压脊北侧的西南气流使 6208 号台风转向东北方向移入黄海。

有一部分入海台风登陆后，同时发生了中纬度长波槽的加强南伸、极锋向台风西北侧靠近和副热带高压的南落西伸，这对这类入海路径十分有利。



a 1958年9月3日 20时 500 毫巴流场 b 1958年9月4日 20时 500 毫巴流场

图 10.26 中纬度长波槽“吸入”台风入海

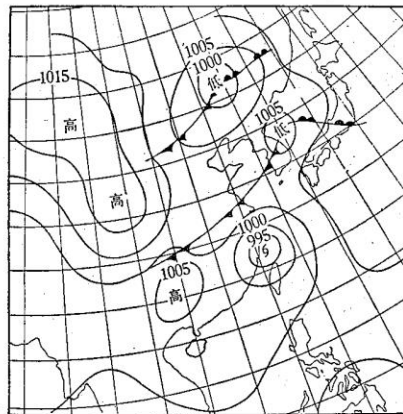
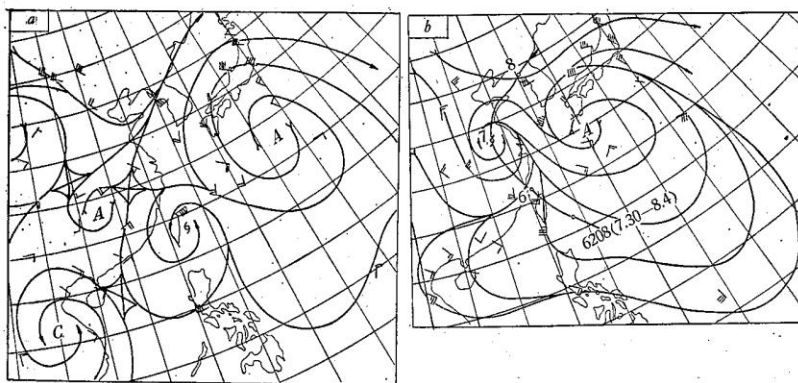


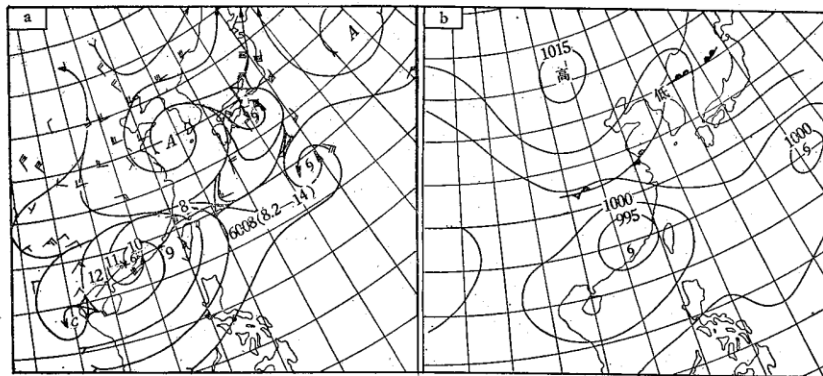
图 10.27 1958年9月4日 08时地面图



a 1962年8月5日 20时 500 毫巴流场 b 1962年8月7日 08时 500 毫巴流场

图 10.28 太平洋高压南落西伸时的入海路径

(2) 华东登陆台风在南部海面入海的环流特征: 仅有的一个华东登陆后移入南部海面的台风是 6008 号台风。个例分析表明, 台风登陆后正遇太平洋副热带高压加强西伸, 台风的北侧并无中纬度长波槽存在(图 10.29a)。登陆台风在加强西伸的副热带高压南侧偏东或东北气流引导下移入北部湾。极锋的活动是从对流层中部大陆副热带高压之下切入并靠近台风的北侧或东北侧(图 10.29b), 从而加强了对流层低层偏东风或东北风对台风折向西南方向移入南方海面的引导。极锋活动与东部入海台风不同, 东部入海台风, 极锋向东南推移时, 中层副热带高压是减弱的, 而本例极锋是从副热带高压之下切入, 副热带高压并不减弱; 东部入海台风, 极锋推向东南, 靠近台风西北方, 本例是靠近台风的北方或东北方。



a 1960年8月10日20时500毫巴流场 b 1960年8月9日20时地面图

图 10.29 加强的副热带高压对台风折入南海的引导

另有两个特征值得注意, 加强型副热带高压的东侧存在另一个台风, 阻挡副热带高压东退(日本东部大槽的发展也起同样作用); 南侧也有台风, 它与登陆台风联成热带辐合线, 从而阻挡了副热带高压的南落。

加强西伸的副热带高压当与我国大陆上青藏高原高压合并时, 将使副热带高压加强, 这也加强了使台风折向西南入海的引导作用。

(3) 华南登陆台风在东部海面入海的环流特征: 在夏秋季节, 这类台风都和台风登陆后副热带急流或西风急流的一次加强有关, 登陆台风在这种西南气流引导下转向东北方向移动在东海入海, 几乎没有在黄海入海的。比较有代表性的是 5906 号台风, 在珠江口以东登陆后, 太平洋高压向西南方向伸入南海北部(图 10.30)这使一支副热带急流在广东沿海的台风南部上空建立。另外, 台风登陆后其北侧与中纬度一支西风急流相遇, 这两支急流在日本海汇合, 登陆台风就处于这两支急流的入口区, 这对华南登陆台风移入东海是十分有利的环流条件。

盛夏华南登陆的台风, 登陆后如与其北方或东北方的另一个台风(或其他低压环流系统)靠近, 双台风回旋作用对华南登陆台风移入海面也很有利, 7304 号台风华南登陆后与位于其东北方的 7303 号台风相遇, 这一天以后, 使 7303 号台风折向西北方向移动(原来向正北移动), 而 7304 号台风向东北方向移入东海。

深秋华南登陆台风移入东海主要与南支槽前西南急流的加强有关。例如 7220 号台

风 11 月 8 日在广东西部登陆后,正好与一个向东移出的南支槽相遇,台风位于南支槽前西南急流和副热带高压西部边缘西南气流的汇合区(图 10.31),在这两支汇合气流引导下,7220 号台风最后在长江口入海。

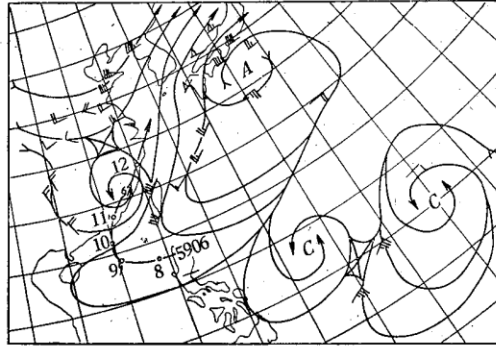


图 10.30 入海台风位于南北两支急流的入口区(1959 年 9 月 11 日 20 时 500 毫巴流场)

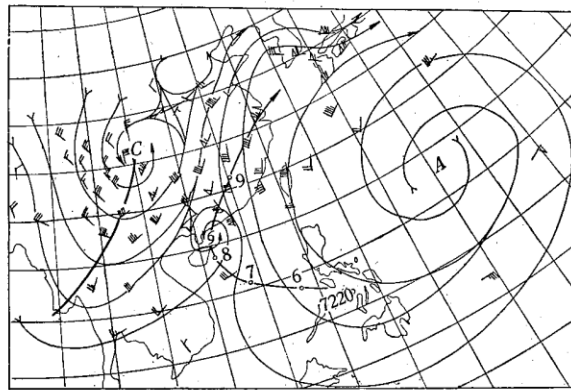


图 10.31 南支槽对深秋登陆华南台风的人海作用(1972 年 11 月 8 日 20 时 500 毫巴流场)

(4) 华南登陆台风在南部海面入海的环流特征: 台风在华南登陆后又折入南海(或北部湾)都与倒抛路径有关。盛夏倒抛路径都由台风登陆时台风北方副热带高压的加强引起的。这种加强一般是太平洋高压与大陆高压或青藏高原高压合并的结果。环流演变特征与图 10.29 类似。例如 5815(序号)号台风在广东电白登陆后倒抛折入北部湾与太平洋高压西伸控制华中并与青藏高原高压合并有密切关系(图 10.32)。合并加强过程发生在台风登陆时,这使台风登陆后即折入北部湾。

从图中可以看出,日本东部大洋上长波槽的发展对太平洋高压西伸加强有促进作用,因此这个槽的发展对倒抛路径形成有利。

有一部分个例表明,副热带高压加强和合并过程不明显,甚至登陆台风北方大陆上空画不出 588 位势什米等高线,但如果中纬度西风急流偏北(40°N 以北),台风北方和上空存在宽广和深厚的东北信风层,这对倒抛路径形成同样是有利的。

华南登陆台风的倒抛路径还出现在春末夏初和深秋季节,这时倒抛路径都和极锋活动有关。当台风在华南登陆后如与南压的极锋相遇,锋面和冷空气主力位于登陆台风的

北方或东北方,台风北方对流层低层存在着南北宽广的强东北信风,这支东北信风常将登陆台风再次向西南方向推入海洋。例如5804号台风,于5月31日—6月1日移到阳江海岸边,从极锋和锋区位置可以看出,正好与一次南移到南岭的极锋相遇,与冷空气南移相应出现一次东北信风爆发(图10.33),这使5804号台风形成了一条非常典型的倒抛路径折入雷州半岛东部海面。

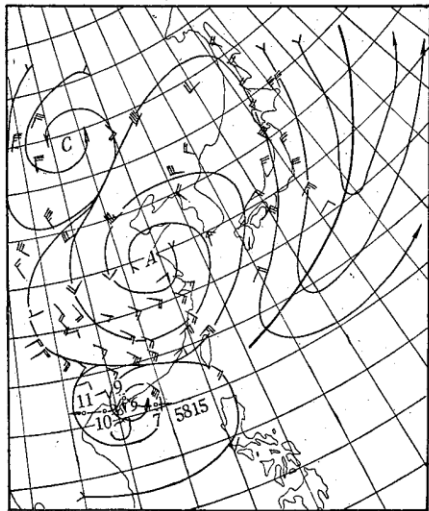


图 10.32 盛夏华南登陆台风倒抛路径的形成
(1958年8月8日20时500毫巴流场)

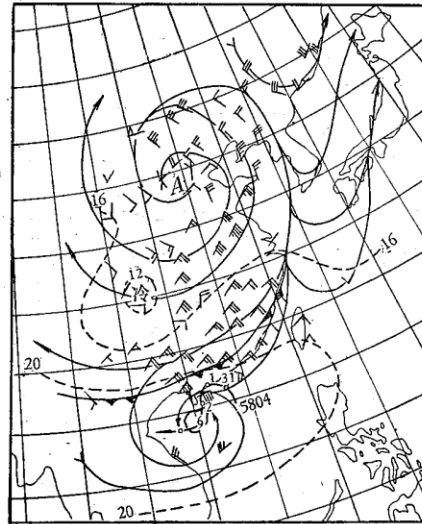


图 10.33 东北信风爆发期的倒抛路径
1958年6月3日08时850毫巴流场和锋区

个别华南登陆台风以正抛路线折入南海,例如7013号台风于10月17日登陆海南岛、雷州半岛以后折向右偏,这时遇到一次较强冷空气爆发,极锋迅速南压,7013号台风被这次向南爆发的冷空气压入海面,并被这次冷空气在海面上填塞。

最后必需指出,入海台风(或低压)首先要具备在陆上维持不消的条件。如登陆台风不能在陆上维持其环流,即使出现最有利的人海形势也是没有意义的。入海台风的个例分析表明,在这种台风的上空,即对流层上部一般都存在一个比较强的辐散流场,这对低空辐合环流维持不消十分有利。例如7123号台风在100毫巴上空存在一个很强的辐散流场,这个台风在福建登陆后就叠加在这个强辐散流场的中心之下(图10.34)。7123号台风在陆上维持的两天里,始终维持台风强度,纵贯华东,影响七省一市,最后在苏北入海。

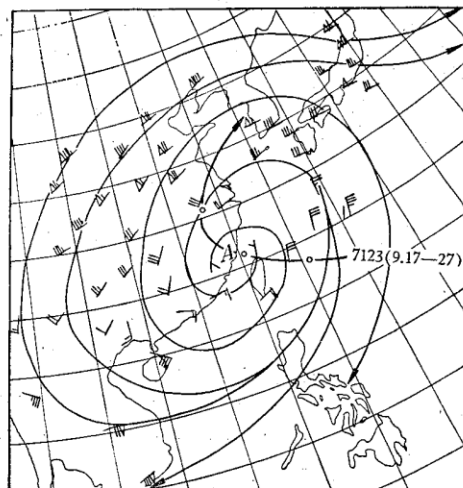


图 10.34 1971年9月23日20时100毫巴流场

§ 10.7 台风陆地路径的预报

台风登陆以后,由于能源、地形和环流特征等条件和海上不同,这使台风陆地路径具有与海上路径不同的特点。例如陆地路径要考虑台风在陆上是否维持、环流分裂和山脉产生新的诱生中心等问题,因此,预报台风陆地路径的着眼点也与海上路径有所区别。根据本章前几节的讨论,我们对预报台风陆地路径的着眼点和诊断程序可以概括为下面这张框图(图 10.35)。

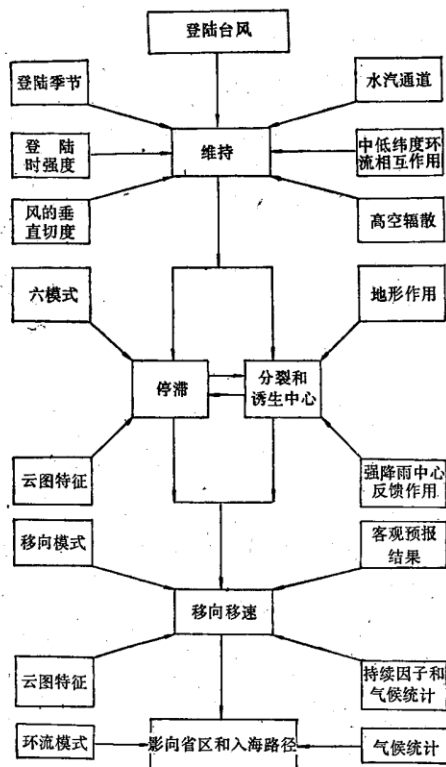


图 10.35 陆地路径预报框图

第三步: 如果不具备停滞条件, 这一步要考虑登陆台风的移向移速, 即陆地路径预报。目前可根据登陆台风移动的持续性因子, 不同登陆地段陆地路径的气候统计¹⁾、不同移向的环流模式、云图特征²⁾、以及台风路径各种客观预报的结果, 进行综合分析, 来确定登陆台风的移向移速, 即陆地路径预报。

如果台风环流发生分裂并形成新的诱生中心, 要注意原有中心的消失和新中心的加强发展。这时要根据新中心四周的基本流场及流场演变预报新中心的移动, 在发生分裂

图 10.35 把台风登陆后的路径预报分为 4 步, 对每一步的诊断内容和着眼点说明如下。

第一步: 诊断台风能否在陆上维持, 维持时间长短。维持条件可从五方面分析, 即登陆季节、登陆时强度、登陆后台风的水汽输送通道是否建立, 登陆台风上空对流层上层是否存在强的辐散流场, 以及登陆台风的风速垂直切变。天气图、卫星云图和常规气象观测报告可以提供以上五方面的诊断特征(参阅 § 14.8)。

第二步: 如果登陆台风具备维持条件, 下面就要考虑两个问题, 即台风的停滞和分裂。停滞可参考 § 10.5 中提出的六个模式来诊断。分裂即地形诱生中心的产生, 这可从地形作用进行分析。山脉地形的辐合区、强降雨中心所在处以及台风停滞期都有利于分裂和新诱生中心的形成。用大量登陆台风资料对产生诱生中心的优势季节和高频区进行统计, 对诊断台风是否分裂是有帮助的。

天气图和卫星云图上的一定特征可诊断登陆台风是否发生停滞和分裂。

1) 江苏省气象台, 台风登陆后的短期预报工具。

2) 陈联寿, 关于台风路径趋势与大范围环流形势关系的初步探讨。

时,特别应注意台风的移向剧变并出现加速跳跃。

第四步:预报台风可能移经的省(区)市、是否入海以及入海的海区。关于入海问题可按 § 10.6 中四类入海路径的环流模式和气候统计结果来作出判断。

第十一章 台风路径的诊断分析和预报

通过一定的分析方法,将影响台风运动的因素显示出来,用以定性判断台风未来移动的趋势,称为台风路径的诊断分析和预报。从60年代以来,我国不少台站开展了台风路径的诊断研究。尤其在最近十年以来,由于卫星气象和雷达气象的发展,从而丰富了诊断分析的工具和方法。目前对于一次台风路径的诊断,经常需要多种工具相结合,进行综合分析。我国沿海各级台站对台风路径的诊断都积累了丰富的经验,这也是发展客观预报的基础之一。

诊断分析在台风路径预报上有独到之处,例如云图诊断,能直观地显示出台风的实际范围、发展趋势、云系结构以及台风周围系统的势力和范围。这些因子在路径预报中都是很重要的,这在记录稀少的低纬洋面上,各种客观预报的初始场,却难以获得这类信息。另外,诊断分析操作起来简便迅速,便于推广,并在实际工作中常常很有参考价值。

目前,台风路径诊断分析的内容很广泛,主要可分为四类,即气象场诊断、卫星云图诊断、雷达回波诊断和综合诊断。气象场诊断是用气象要素场中与台风移动有关的因素,来判断台风未来的移动。一个具体的诊断方法,一般只能突出一、二个因素,不能反映影响台风运动的所有因素。因此当某一个诊断方法所代表的特点,与当时影响台风移动的主要原因一致时,才可能有较好的诊断效果。这就要求预报员熟悉各类诊断方法的特点和性能,以便合理应用。另外,在环流形势急变时期,诊断效果较差,需要用其他方法弥补。

§ 11.1 流场诊断

流场诊断主要突出引导原理,即求出引导气流来推算台风移动。在实际业务中有时也可以用某一层等压面上的气流来代替,简单做法有以下几种。

消去法 把台风当作点涡,受周围大型基本流场的引导。消去法就是在某一层高空等压面上挖掉台风,将基本气流显示出来。挖掉台风的方法如图11.1所示。以台风最外围一条等高线的平均半径为半径,以台风中心为圆心作一圆。对该圆东西南北四点内插读数得到高度值为 H_1, H_2, H_3, H_4 。台风中心点的高度值用下式平均求得:

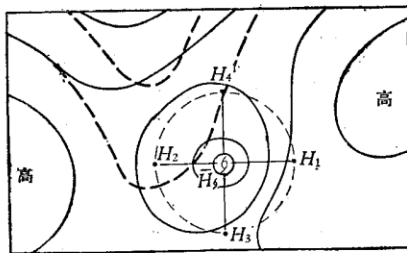


图 11.1 消去法求引导气流

$$\bar{H}_0 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 H_i$$

然后按这五个高度值重新调整等高线分布(图中虚线),即得到基本引导气流,以此确定台风移向。

台风移速可参考调整后靠近台风中心两侧等高线的疏密确定。根据统计¹⁾,如用500

1) 董克勤, 500毫巴空间平均流场与台风路径预报的初步分析。

毫巴等压面,台风移速与地转引导气流符合以下统计关系:

$$C_E = 0.82V_g \quad C_W = 1.10V_g$$

即东风带台风移速(C_E)略小于地转引导气流(V_g);西风带台风移速(C_W)略大于地转引导气流。

梯度法: 用台风外围大范围高度梯度的趋势确定基本引导气流。具体作法如图 11.2。用台风长轴(或直径)1.5 倍的长度为边,作一正方形,将方框中心放在台风中心上。在方框四边取对称 8 点,内插其高度值(图-11.2a)。分别求出东西对称 6 点的平均高度梯度 $\nabla_{E-W}H$ 和南北对称 6 点的平均高度梯度 $\nabla_{N-S}H$ 。然后在极坐标上标明这两个矢量值(图 11.2b),合成矢的角度读数即为台风移向,移速也可从合成矢的长度进行统计折算。

控制点法: 经验表明,台风移动主要受前进方向右侧气流引导。因此,可以在各层等压面上用统计方法,对台风前进方向右侧垂线上各点的风向,取其中与台风未来 24 小时内移向相符者为引导气流,该风所在位置称为控制点(图 11.3)。香港观象台^[1]对上述控制点进行普查和统计分析后表明:

- (1) 500 毫巴上的控制点位于垂线上距台风中心 5 个纬距处。
- (2) 700 毫巴上的控制点位于垂线上距中心 3—5 个纬距处。
- (3) 对于弱台风,控制点将向中心位移一个纬距左右。
- (4) 控制点上的引导风与台风移速的相关性不好,但可用台风移动惯性因子(即前 12 或 24 小时的移速)和移速气候因子的平均值来求得。

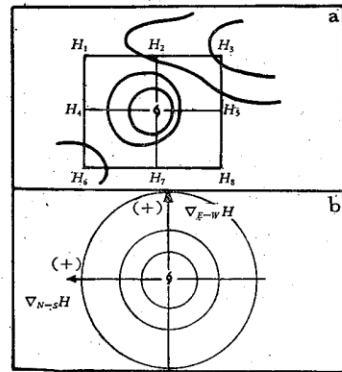


图 11.2 梯度法求引导气流

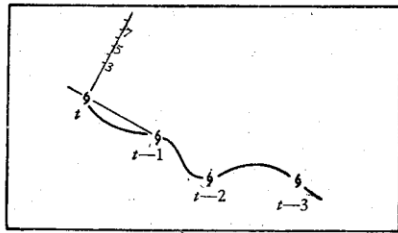


图 11.3 由控制点确定引导气流

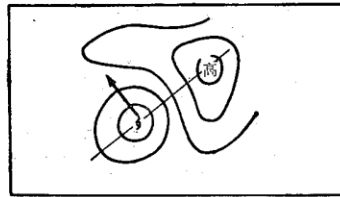


图 11.4 垂线法示意图

垂线法: 影响台风移动的因子很多,通常副热带高压是一个起主要作用的环流因子。垂线法是根据这一点,从台风中心作一条从台风中心到副热带高压中心联线的垂线,用以表示台风未来的移向(图 11.4)。广东惠阳气象台对这个方法的使用条件和移向订正作了分析,认为在 500 毫巴上使用效果较好,副热带高压中心要取台风东侧的一环,当台风和副热带高压的周围还有其它环流系统时,则还需根据这个系统对台风移动的影响,对垂线所示的未来移向加上一定的偏差订正。

流场诊断内容很丰富,我国预报员设计了很多简单易行的方法来突出引导气流。例

如车轮法¹⁾和三角圆弧法²⁾等都属于这一类内容。当副热带高压外围流场的引导对台风移动起主要作用时,这一类方法往往就能抓住“引导”这一个主要因子,提供出有效的诊断结果。但流场诊断存在着通病,它一般都把台风当作“点涡”来引导,忽略了台风对基本气流的反作用。因此,这种方法对于和引导气流交角很大、甚至正交(例如台风穿过副热带高压)的台风路径报不出来。另外,在副热带高压急剧变化的时期,诊断效果也很差。这种诊断方法一般只适合作12—24小时的短期分析和预报,当然,如与中低纬度形势数值预报图结合使用,就可以延长预报时效。

§ 11.2 温度场诊断

在一定条件下,台风有朝着暖气温区或暖海温区移动的趋势。其主要事实与基本特征我们在第七章趋暖运动一节中已作介绍。在实际业务中,厚度场、中层温度场、海温场均可用作趋暖运动的诊断工具。

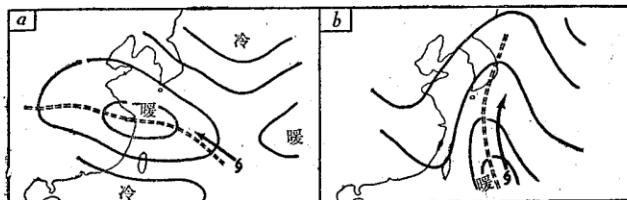


图 11.5 两类台风的温度场特征
虚线为暖脊

图 11.5 是两类台风的环境温度场特征。在图 11.5a 中,台风前方是一块大范围的暖温度区,控制我国东部地区 and 海面,温度脊线基本呈东西走向。这时台风将在暖区里西移,并登陆我国。图 11.5b 中,暖脊呈南北走向,我国沿海地区受冷槽控制。这时台风将在暖脊区向偏北移动转向,不会在冷槽区的我国沿海登陆。这个模式还表明,台风路径与大范围暖区的脊线趋势相一致。

个例分析表明,用 500—1000 毫巴厚度场或 500—700 毫巴厚度场效果较好。根据情况,也可用 700 毫巴温度场作为参考。另外,目前可用一部分卫星探测反演的 VTPR (温度垂直廓线) 资料,以增加海面上空温度资料密度,这对提高暖脊分析质量和诊断效果均有帮助。

根据海面温度分布对台风移动的研究,海温图就是一种有效的诊断工具。海温分布型式与台风路径的关系可概括为图 11.6 所示。当东海海面为冷舌控制时,台风不易登陆,将在南北向分布的暖海温区里向偏北或东北方向移动(图 11.6a)。图 11.6b 是登陆我国或西移台风的海温型式。台风将在南北两块冷海温区中间的暖区走廊中西移并登陆我国。路径北侧的冷海区,对台风近海转向或北上的路径起阻挡作用。图 11.6c 表明,当台风所在的暖海区被四周冷海区所包围,而且冷海区稳定维持已达数天,则台风将在暖区内停滞或打转。直到重建暖区通道后再移出。海温对路径仅是影响的一个方面,图 11.6d 表

- 1) 广东佛山地区气象台,取副高特征点预报太平洋台风路径的一种方法。
- 2) 南海舰队司令部航保处,预报西太平洋台风登陆点的一个方法。

明,当流场影响加强时,台风也可能被牵引入冷区,这种情况台风多数将发生显著衰减。当引导作用与暖舌牵引作用一致时,将加强诊断效果。

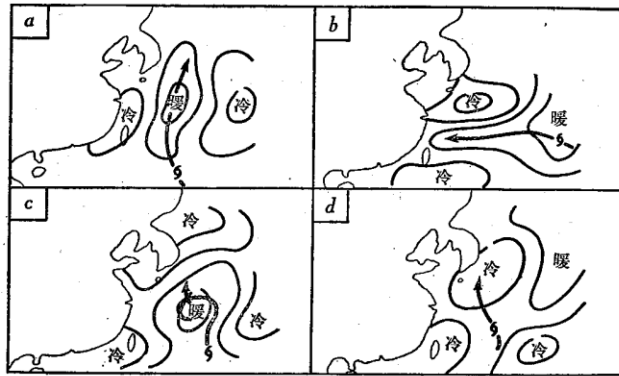


图 11.6 四种海温分布型与台风路径的关系

影响海温变化的因子虽然很多,但从总效果来看,海温保守性较大,一般在短期内稳定少变。在一定条件下,不失为一种较好的诊断工具。但对引起海温变化的因子也需考虑,并对诊断结果给以必要的订正。例如一个强台风的冷尾流(参阅第七章趋暖运动一节)对另一个尾随台风的排斥作用,如图 11.7 所示,对冷尾流(或用前一个台风的路径代替)北侧的尾随台风,有使它偏向北移的趋势。对南侧的尾随台风,有使它偏向南移的趋势。前后两个台风的时距越短,相距越近,作用就越显著。

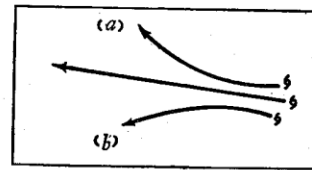


图 11.7 冷尾流的排斥作用

个例分析表明,在引导气流很弱或很零乱时,暖舌牵引作用就突出了,这时温度场的诊断效果就较好。预报员习惯用天气图根据引导气流做预报,而忽视温度场(尤其海温场的作用),因此可能造成错报,但在另一方面,当引导气流很强时,引导作用将超过暖舌的牵引作用,如过多考虑温度场的诊断结果也会造成预报错误,这要十分小心。

§ 11.3 参数诊断

从气象要素场推算出动力因子(诸如涡度、散度等)的分布和特征,用以判断台风的移动,称为参数诊断。广东省气象台¹⁾曾在业务预报中检验过这类诊断,有一定的效果。

涡度法 经验表明,台风有朝对流层低层正涡度中心移动的趋势。涡度的分布可由:

$$\zeta = \frac{4g}{fd^2} \left[\frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 H_i(x,y) - H(x,y) \right]$$

用高度场加减穿线求得或者利用计算机的产品。其中 d 为网格距, H_i 为网格东西南北四点高度值, H 为网格中心点高度值,其他为常规符号。台风前进方向上最靠近台风的一块正涡度一般能指示台风的移向。

1) 广东省气象台,涡度法、距平法、变压法预报台风移向。