

台风分析与预报

中央气象局气象台

中国科学院大气物理研究所

陈联寿

丁一汇

(下 册)

杭州大学地理系气象专业

一九七七年十二月

目 录

(下 册)

第八章 台风的异常路径	258
§ 8—1 异常路径类型和概率	258
§ 8—2 中纬度高空切断冷涡对台风路径的影响	260
§ 8—3 黄海台风的西折	272
§ 8—4 孟加拉湾风暴对西太平洋西部台风路径的影响	287
§ 8—5 东风波对台风路径的影响	293
§ 8—6 蛇形路径的环流背景	295
§ 8—7 南海台风的北翘	305
§ 8—8 正面登陆辽鲁的台风	314
§ 8—9 回旋路径的特点分析	320
§ 8—10 台风的突然加速和跳跃	330
§ 8—11 台风的突然减速和停滞	344
§ 8—12 大型岛屿诱生作用对台风路径的影响	354
第九章 台风路径的客观预报方法	362
§ 9—1 概率统计方案概述	362
§ 9—2 多元线性回归	365
§ 9—3 事件概率回归	367
§ 9—4 逐步回归	369
§ 9—5 判别分析	372
§ 9—6 熵和信息	379
§ 9—7 前期路径相似法	381
§ 9—8 第一类动力模型	386
§ 9—9 第二类动力模型	388
§ 9—10 统计——动力方案	391
第十章 台风天气及其预报	395
§ 10—1 台风天气及其灾害	395

§ 10—2	影响台风降雨的物理因子	397
§ 10—3	环境流场对台风降雨的影响	403
§ 10—4	冷空气对台风降雨的作用	415
§ 10—5	地形对台风降雨的影响	419
§ 10—6	孟加拉湾风暴对我国降雨的影响	424
§ 10—7	台风中的强烈天气	427
§ 10—8	台风特大暴雨成因分析	429
§ 10—9	台风暴雨的诊断和预报	444
§ 10—10	台风中的大风	452
§ 10—11	台风引起的长浪和海潮	461

第八章 台风的异常路径

对于台风路径的预报问题，我们认为可以有三种看法：

(1) 大概率路径处于长波稳定阶段：预报这类路径，按目前的技术水平问题不大。无论经验预报或者各种客观和半客观的预报，一般都可以取得比较满意的效果。

(2) 大概率路径处于长波调整阶段：这种路径预报的时候很困难。预报台风西行但突然发生转向；预报转向但又继续西行或突然登陆。但事后来看那条路径，还是大概率正常路径。这类路径的预报往往有一个关键时刻。如果在这个时刻没有报出这种突然转折，就会使防台措施处于被动。

路径的这种突然变化，是长波调整的结果，因此预报的关键在对于长波某种调整的预见性，这我们在第二章已作了系统讨论。对这类路径的预报虽然有困难，但目前的经验预报和客观预报还有一定的办法对付它。近年来我国准地转斜压模式和初始方程多层模式的试验表明，对长波调整以及波系之间的相互作用有一定的预报能力。另外，因为这类路径是大概率事件，故统计预报也可给出有价值的预报结论。我们认为解决这类路径的预报问题应该为期不远，前景已经看到了。

(3) 小概率路径：长波调整有两类产物，一类是路径剧变的大概率路径，另一类便是小概率路径，或叫做异常路径。异常路径在预报的时候十分困难。不仅变化急剧无定，就是事后来看那条路径，也是不可想象的，因为在历史上从未见过或者多年一遇。

小概率路径的形成原因十分复杂。除长波调整以外，还经常存在着天气尺度环流系统对一个台风的直接作用。有时候是长波调整和一个天气尺度环流系统两种影响的叠加与一个台风相互作用的结果。另外，小概率路径还出现在基本气流非常弱，或者出现在多种引导力量相互作用的环境里。因此是一个极为复杂的动力学问题。

小概率路径的预报目前存在着显著的差距。实际情况经常是这样：在小概率路径面前，各种预报方法产生各种各样的分歧或同时宣告失败。从理论上讲，目前的各种客观预报方法对小概率路径成效甚微。因为动力学方法还不能合乎实际地来处理不同尺度系统之间的相互作用，而统计学方法，因这类路径的小概率性，而动摇了统计方法的物理基础。解决这类路径的预报问题，我们还需要作出艰巨的努力。

本章主要对小概率路径即异常路径进行天气学分析，这是发展异常路径预报最起码的工作，

§ 8—1 异常路径类型和概率

异常路径很难分出一定的类型，因为它的概率小，很少有代表性。但可以从异常路径中分解出几种异常的类型，实际的异常路径可以是其中的一种、两种或两种以上异常情况的组

合。另外，一条正常路径其中也可以包含异常的部分。下面，结合对我国的影响，将异常路径分为八种型式（图8—1）。

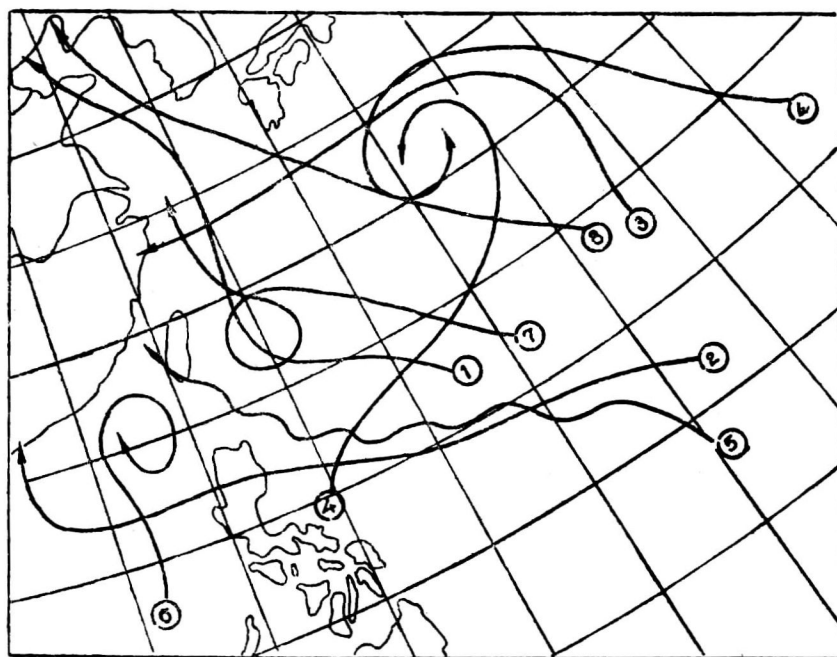


图8—1 异常路径 8 种型式

(1) 黄海台风西折：这就是上一章中的Ⅲ₁类。其主要特点是台风沿 125°E 附近北上到黄海时突然西折，袭击辽鲁冀三省沿海。正常路径是在这一带向东北方向转向。

(2) 南海台风北翘：此即Ⅴ₁类。正常路径是在南海北部继续西移，登陆我国广东西部、海南岛或越南。这类台风主要特点是到南海北部急转，基本沿经线方向北上，正面袭击广东省。

(3) 倒抛物线路径：此即Ⅵ类。台风生成以后，正常路径是向西北方向移动或成抛物线向东北方向转向。这类倒抛物线与此相反，而是折向西南方向移动，有少数在我国华东登陆。

(4) 迴旋路径：当两个台风距离足够接近时，在太平洋上常见到互相作逆时针方向迴旋，并存在互相吸引的趋势。日本藤原咲平 (Fujiwhara) 曾对此作过实验，并指出其间相互吸引的作用，故也有人称这种作用为藤原效应。

(5) 蛇形路径：当台风在前进过程中，同时出现左右来回摆动。事后来看来是一条蛇形路径。但在当时，每一次摆动，都可能引起预报结论的混乱，或不断的改变预报结论。

(6) 顺时针打转：台风打转是其移向急变的一种方式，打转以后往往选择一条新的路径移动，使原来的预报失败。顺时针打转一般发生在基本流场很弱的环境里。

(7) 逆时针打转：有一部分逆时针打转发生于存在几种基本气流并互相作用的环境里，这和顺时针打转基本气流很微弱的环境不同。

(8) 高纬正面登陆：这类台风生成以后一直朝西北方向移动，登陆朝鲜和我国辽宁一

带。这类路径很稳定，但概率很小。在同一个经度上，这种路径比正面登陆华东的Ⅳ类路径要偏北10—15个纬度。

另外，除了这八种基本的异常型式外，还有移速的异常。如稳定移动的台风，突然加速或跳跃，突然减速或停滞。这些异常情况的发生，对路径预报都将产生很大的影响。

我们对路径的这八种异常型式作了频率统计。用1969—1974年的路径资料求得这八种异常型式的月频率。从表8—1可知：台风路径出现异常情况的机会还是较多的，占29%左右。其中包括异常路径和正常路径中的异常部分（例如整条路径趋势是正常的，但在某一阶段打了一个转）。异常情况中最多的是打转，西太平洋地区逆时针打转的次数远多于顺时针打转。还可以看出，除了打转这种异常情况外，异常路径有显著的季节性，都集中出现在盛夏。高纬正面登陆，黄海西折和倒抛路径登陆华东这三类异常路径出现的次数最少，集中于盛夏。但台风打转几乎在各季都可以出现。

表8—1 1969—1974年逐月各型异常路径平均月频率

类 型	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		Σ	
	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%	次	%
(1)	0		0		0		0		0		1	2	5	5	1	1	0		0		0		0		7	1
(2)	0		0		0		1	6	2	8	2	4	5	5	4	3	5	4	3	3	5	7	0		27	4
(3)	0		0		0		0		0		0		1	1	4	3	1	1	0		0		0		6	1
(4)	0		0		0		0		0		0		7	7	5	3	2	1	0		0		0		14	2
(5)	0		0		0		0		0		0		5	5	3	2	4	3	2	2	1	1	1	3	16	2
(6)	3	23	0		0		2	11	3	12	1	2	5	5	8	5	6	4	9	8	6	8	5	13	48	6
(7)	1	8	0		1	8	2	11	2	8	2	4	18	16	20	13	12	8	7	7	9	12	3	8	77	10
(8)	0		0		0		0		0		0		2	2	1	1	0		0		0		0		3	0.4
其他异常	0		0		0		0		0		1	2	3	3	5	3	2	1	4	4	2	3	2	5	19	3
台风总数	13		8		12		18		25		53		111		153		142		107		76		40		758	

§ 8—2 中纬度高空切断冷涡对台风路径的影响

中纬度高空切断冷涡是一种天气尺度系统。夏季在西太平洋和东亚地区从一个充分发展

的长波槽里切断出冷涡的过程是常见的。冷涡切断以后，对台风周围的基本流场有很大改变，从而来改变台风路径。冷涡切断以后，在原来的基本气流上叠加了冷涡环流、叠加以后的气流在对流层上部经常表现为围绕冷涡中心的大范围气旋性环流。如果台风周围的基本流场受到了这种改变，则台风的移动将受到这个气旋性环流引导。由于冷涡切断过程很突然，切断以后，冷涡也不如行星尺度系统这样稳定，因此使得台风路径发生急剧而异常的变化。

下面我们用两个例子来说明高空切断冷涡对台风路径的影响。

(1)冷涡的排斥作用：1972年7月13日在东亚沿海的长波槽里切断了一个冷涡，切断以后，冷涡从东北南部移到长江口（图8—2）。切断过程在卫星云图上反应出高云的气旋性纹

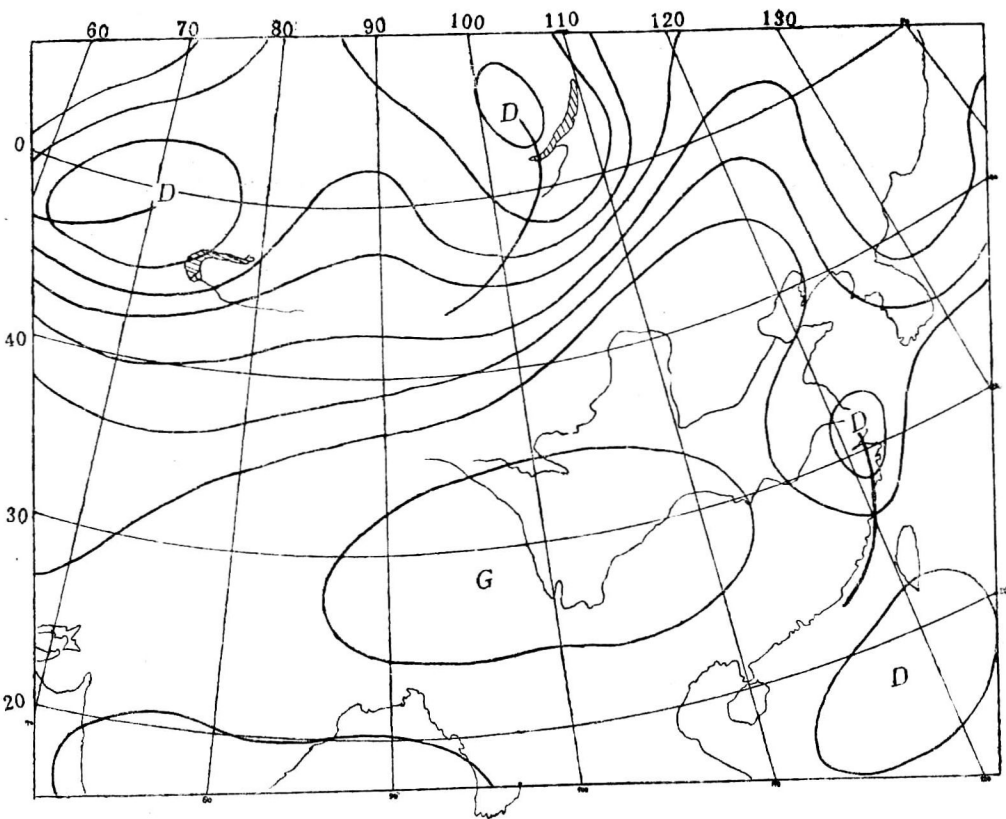


图8.2 1972年7月13日20时300毫巴高度场

理（图略）。这个冷涡切断以后使我国华东、华中、华南和南海北部的基本流场发生急变。图（8—3）是冷涡切断以前的流场，华南和南海北部基本为偏东气流控制。图（8—4）是切断以后，这

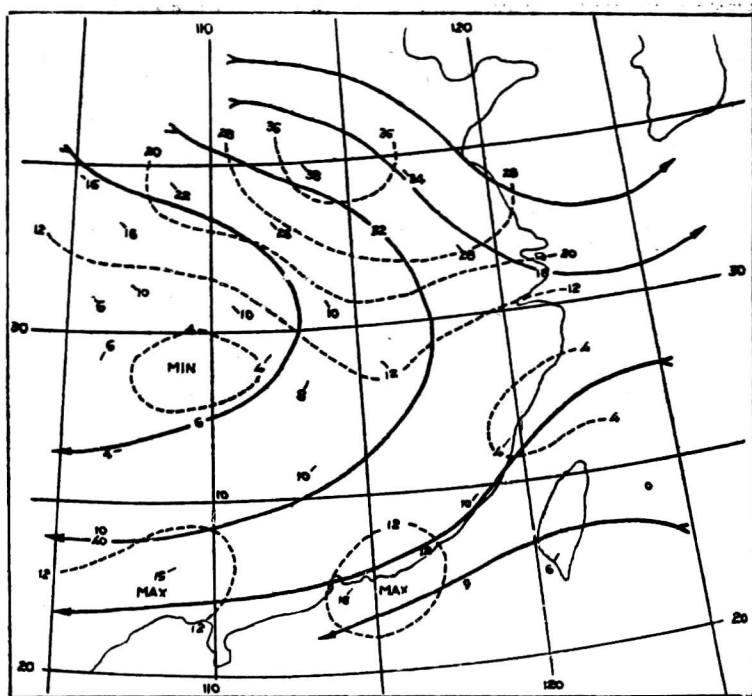


图8—3 1972年7月11日20时300毫巴流场和风速分布

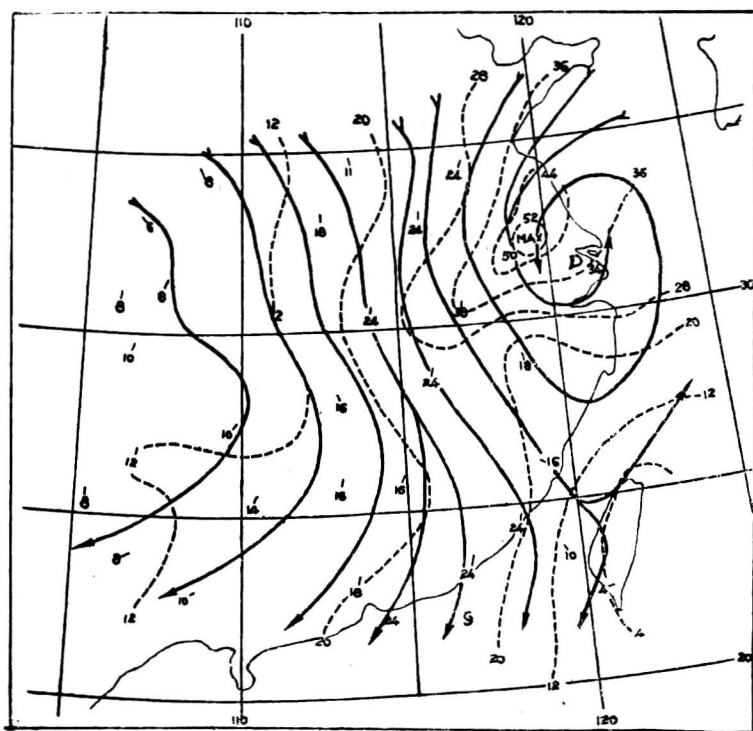


图8—4 1972年7月13日20时300毫巴流动场和风速分布

一带全部转变为偏北气流控制。风速的北风分量也相应急变,从图(8—5)可以看到,华中和华南四站300毫巴上北风分速在冷涡切断以后剧增,汕头从0增大到23.3m/s。

对流层上部基本气流的急变,使当时一个台风的路径(1972年4号台风)发生了急剧的改变。

这个台风在7月5日可追溯到吕宋岛东南方的洋面上。以后穿过吕宋岛进入南海,13日已移到汕头的海边,相距海岸仅20公里。一般认为这个台风登陆汕头是无疑的,但正是在这个时

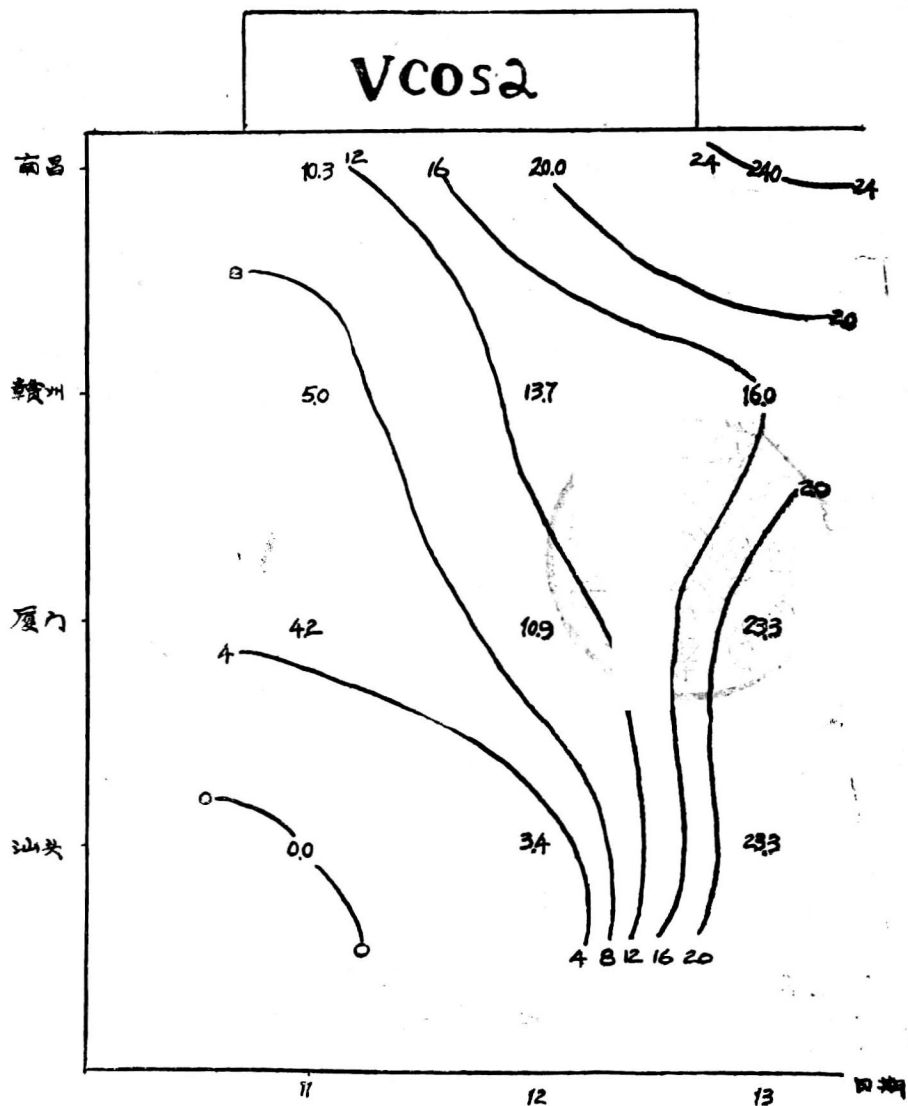


图8—5 4站300毫巴上北风风速的时间剖面图 ($\cos \alpha$ 为实测风与经线交角)

候，发生了冷涡的突然切断和高空流场的剧变。图(8—6)是7204号台风与中纬度300毫巴上切断冷涡的综合路径图，13日这一天，冷涡在台风的东北方位切断，相距10个纬距左右。随着冷涡切断和台风上空北风气流的突然建立，使这个台风竟在汕头海边沿高空偏北气流折回西南

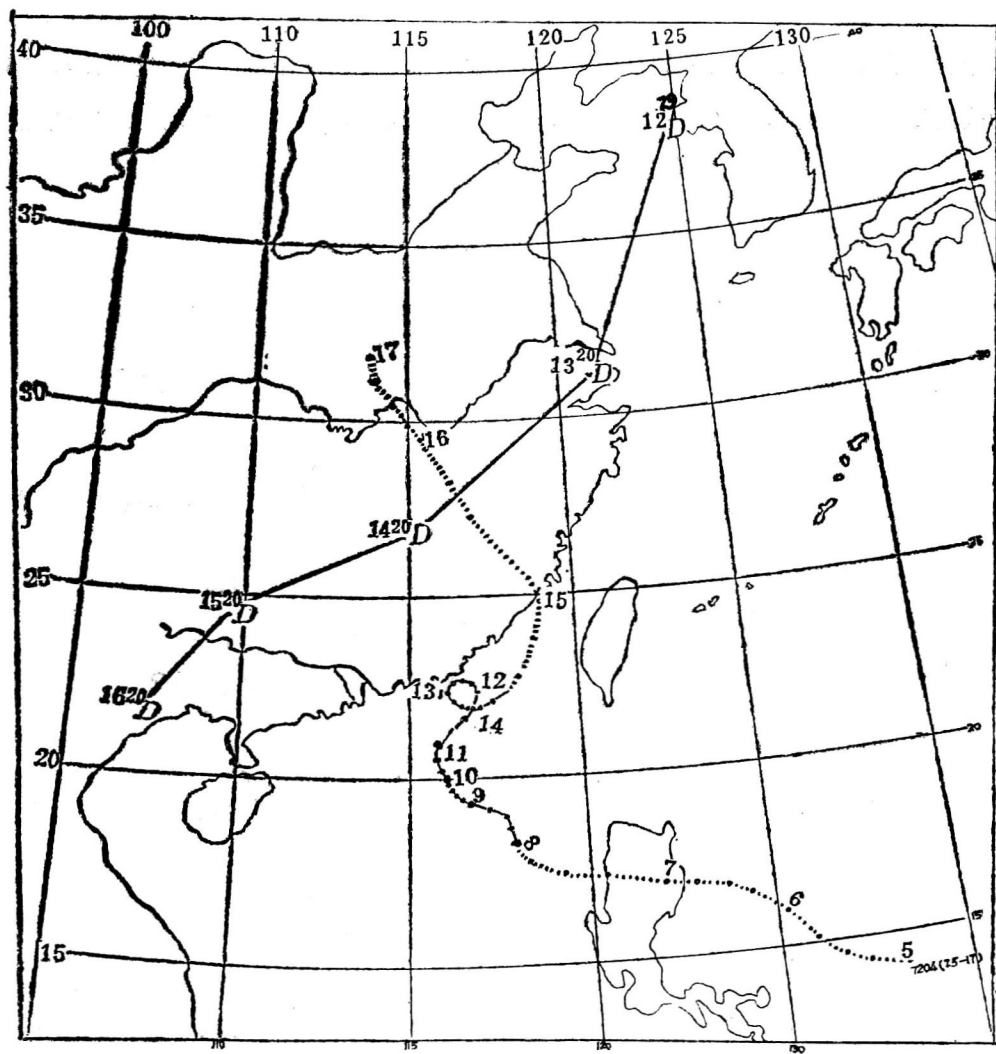


图 8—6 7204号台风与300毫巴上高空切断冷涡综合路径图

方向的海面移去而不登陆。这种使台风远离冷涡的趋势称为排斥作用。

冷涡切断以后连续向西南方向移动，这和东北信风对冷涡的引导有关。14日8时后，冷涡已移到台风西北方位（图8—6），这个位于赣洲附近的冷涡又使台风上空的偏北气流转变为西南气流（图8—7），这时台风路径也相应改变，由向西南方向转变为东北方向，与当时冷涡在台海上空的西南气流一致，这在图(8—7)上是很清楚的。15日8时后，冷涡中心移到台风

西南方位。从卫星云图上可以看到冷涡有了明显加强（图略）。台风在冷涡中心东北象限

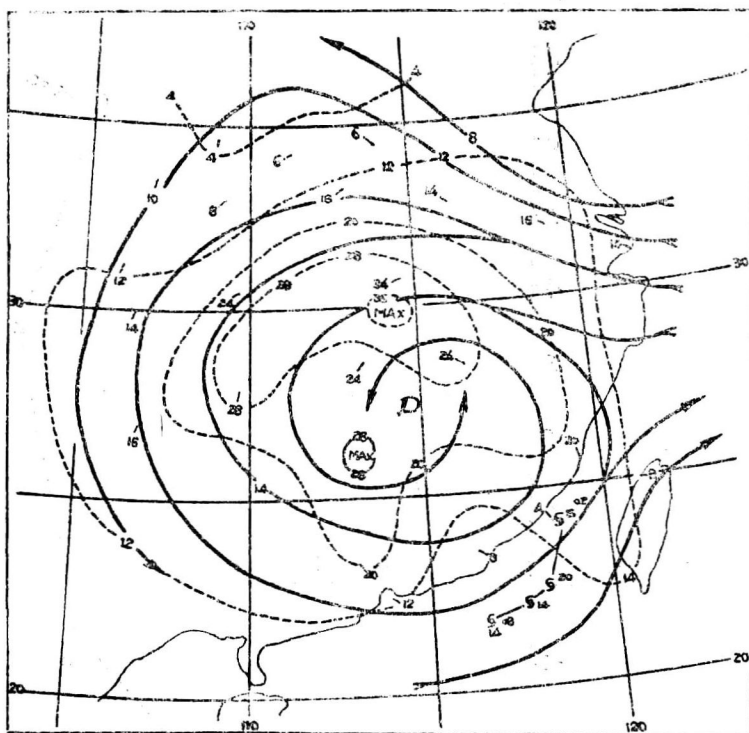


图8—7 1972年7月14日20时300mb流场

里东南气流的牵引下，方向又有改变，由原来向东北移动转变成向西北移动，最终在福建登陆，以后又向西北方向移到江西北部。

冷涡对台风的牵引运动在相对位移路径上可以清楚地表现出来，图（8—8）是以冷涡中心为原点，坐标系上台风的路径。这个图表明，台风对冷涡的相对位移，与冷涡在台风上空的气流方向是完全一致的：即当台风位于冷涡东南方向时向东北方向移动。位于冷涡东北方向时向西北方向移动。

（2）冷涡的吸引作用 1972年7月26日我国华东地区又有一个冷涡从东亚沿海的长波槽里切断下来。冷涡切断以后使东亚和西太平洋地区对流层上部的环流发生剧变。图（8—9）和（8—12）分别是冷涡切断前一天和切断时西太平洋西部和东亚地区的流场。从图中可以看出，冷涡切断前一天的25日，东亚有一个长波槽得到强烈的经向发展，槽前海面上为强烈的南风急流。当时有一个台风（1972年3号台风）在打了一个转以后，正沿着这支南风急流向

偏北方向移动（图 8—9）。12 小时后，这个长波槽在苏北地区切断一个冷涡（图 8—10），

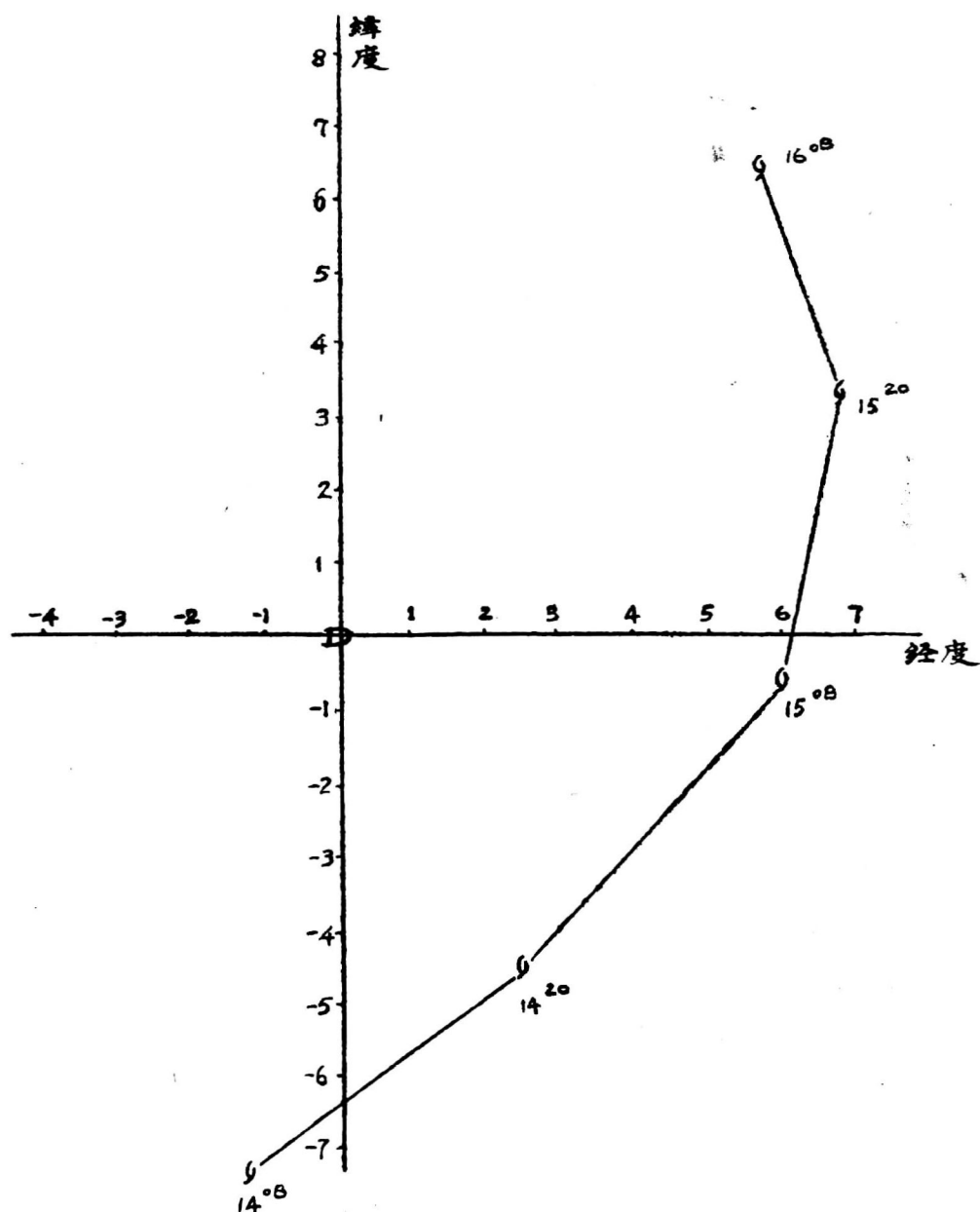


图8—8 7204号台风对冷涡的相对位移路径

冷涡切断以后，使东亚和西太平洋西部以及台风所在地区对流层上部的基本气流发生了急剧的改变，由冷涡切断前的偏南气流转变为冷涡东北象限的偏东气流。

基本气流的急变使 3 号台风的路径发生了突然而急剧的改变，使原来向偏北方向移动转变成折向西北方向移动，且移速猛增。台风路径折向西北方向移动这一点与当时台风上空基

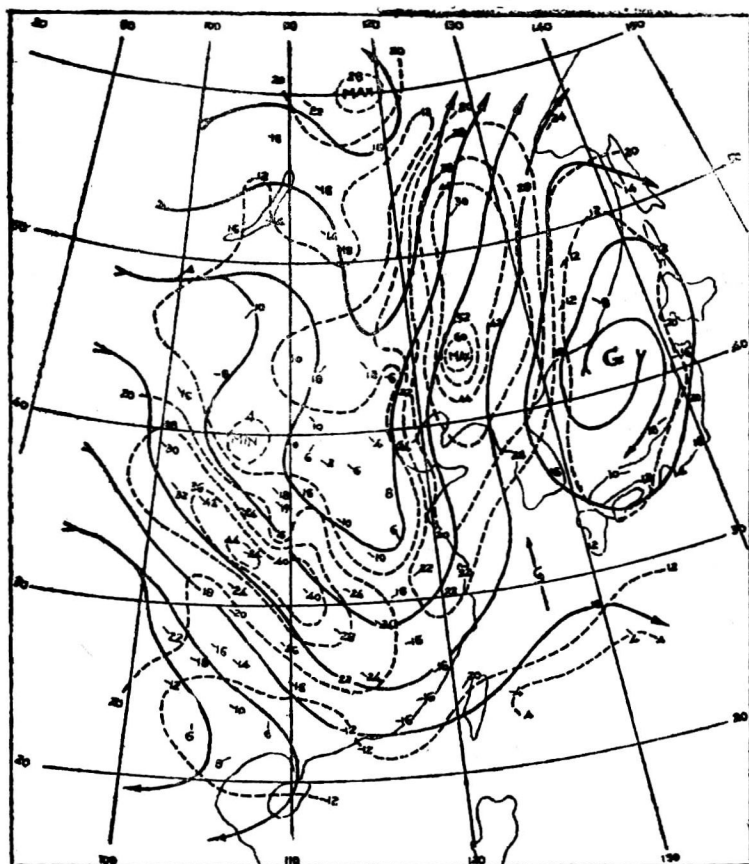


图 8—9 1972年 7 月 25 日 20 时 300 毫巴流场及风速分布

本气流由偏南风急转为偏东风是完全一致的，使台风迅速与冷涡靠近。称这种靠近冷涡的趋势为吸引作用。

此例中冷涡与台风的距离仅 5 个纬距，因此这种作用是很明显的。图(8—11)是在以冷涡中心为原点的坐标系上 3 号台风的相对位移路径。结论和上例一样，台风受到冷涡外围基本气流的牵引、当冷涡位于台风西南方时，台风将折向西北方向移动。另外还可以看到，在 25 日 20 点—26 日 08 点，冷涡对台风有明显的吸引作用。

从以上这两个例子的分析可以得到以下几点看法：

(1) 在台风所在经度的中高纬度当有冷涡切断时，冷涡受到 NE 气流（副热带高压南侧）引导一般都向 SW 方向移动靠近台风所在的纬度。并使台风周围的基本流场发生剧变，从而使台风路径发生突然而异常的变化。

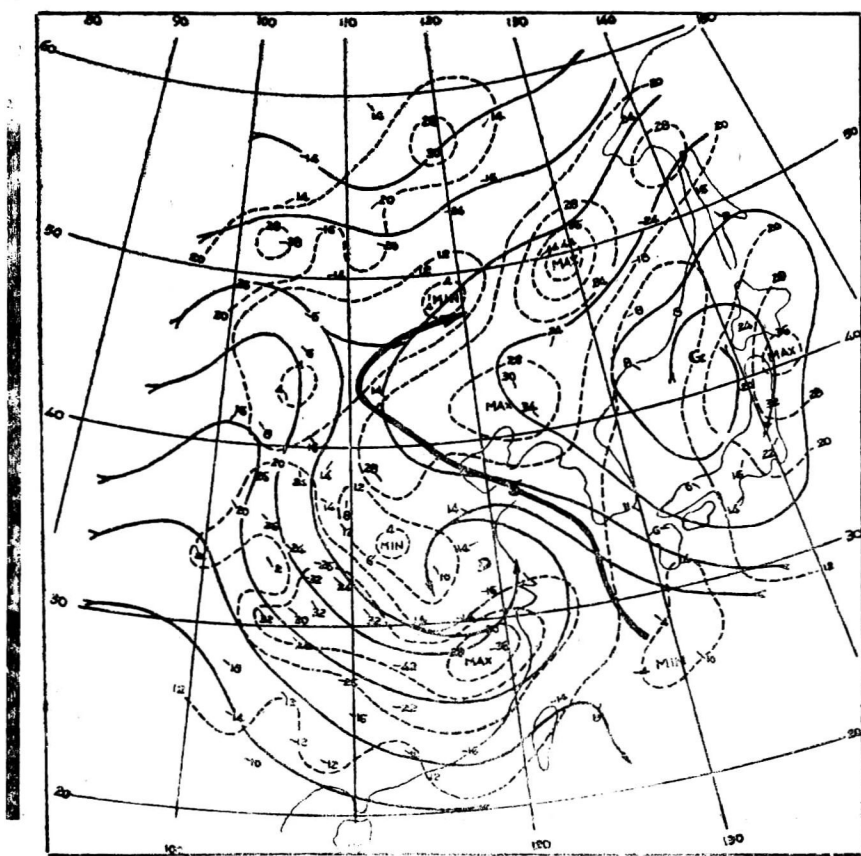


图 8—10 1972年 7月26日20时300毫巴流场及风速分布

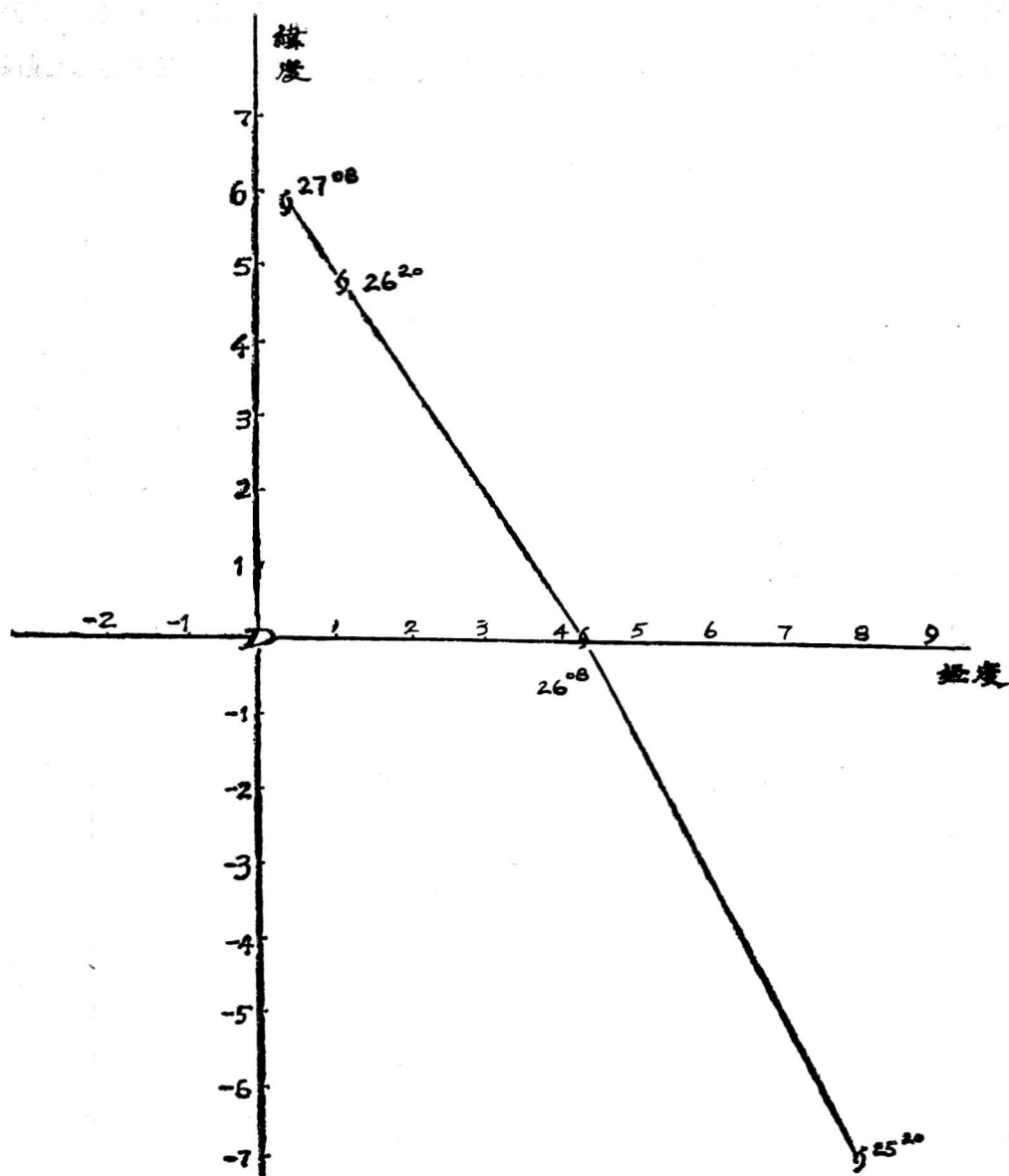


图 8—11 7203号台风对切断冷涡的相对位移路径

(2)冷涡对台风的这种作用,和两者的距离、强度、冷涡路径有关。一般5—10个纬距,冷涡外围气流对台风有牵引作用,台风的移动与冷涡外围的基本气流大体一致。 ≤ 5 个纬距,冷涡对台风有明显的吸引作用。

预报这一类异常路径,关键在于能否在前一天把冷涡的切断过程报出来。这在技术上目前还是很困难的。因为冷涡切断过程很突然,切断以后立即可以引起台风上空流场的急变,因此使预报的时效大受影响。

对比下面两种流场，可以清楚地看到，图（8—12 a）冷涡是不容易切断的，流场槽后这种风速是随流线增大的，横向质量辐散将使槽填塞。图（8—12 b）冷涡是很容易切断的，槽后风速随流线减小，横向质量辐散将使槽加深。

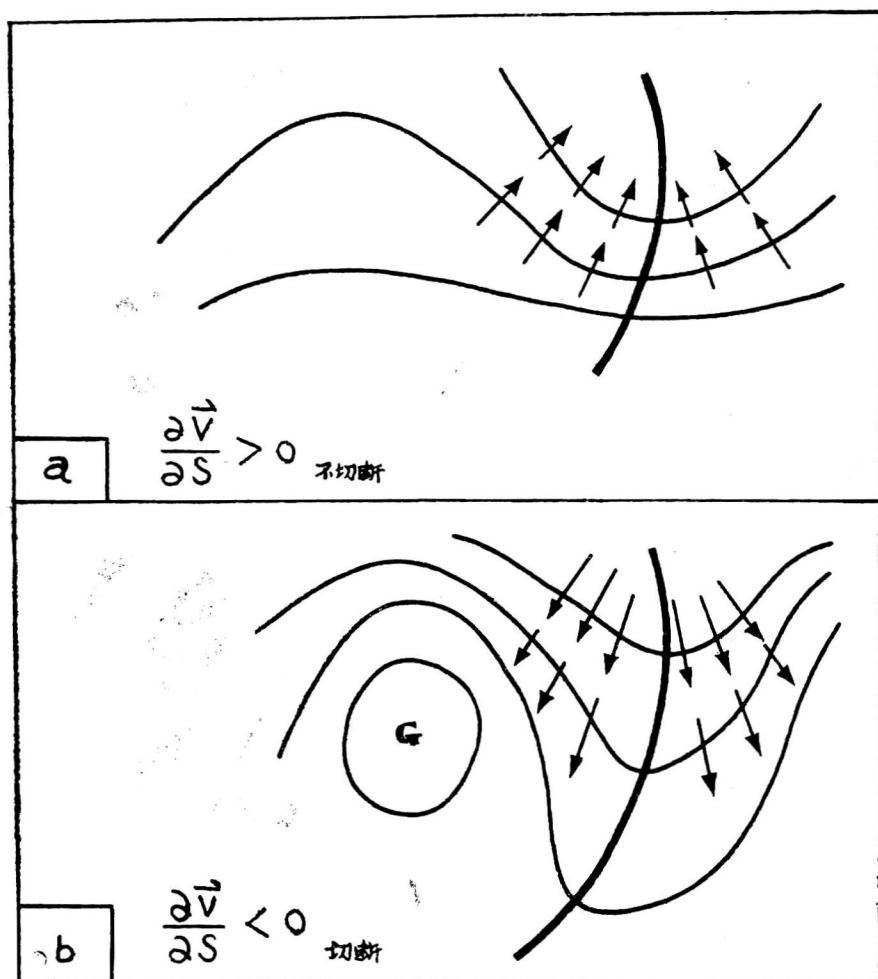


图 8—12 冷涡不切断和切断的两种流型（小箭表示质量流向）

怎样才能造成图(8—12 b)的流场、造成 $\frac{\partial V}{\partial S} < 0$ 的条件？实际天气过程表明，一般都需要长波槽后的高压脊轴线作顺时针方向扭转使脊前顶部的等高线加密。脊的这种变化是由脊后有一个迅速东移的槽叠加于脊上造成的。脊的上游当发生长波替换过程时，替换出来的迅速东移的槽将使脊的轴线作顺时针扭转（脊的基部少动，脊顶东移），另外，长波槽下游半个波长范围内，如果有太平洋高压脊的稳定或西伸加强（槽底以北的部分），这对切断过程也是很有利的，因此，对切断过程可以概括为一个模式（图 8—13）。这个模式包括了三个

特点:

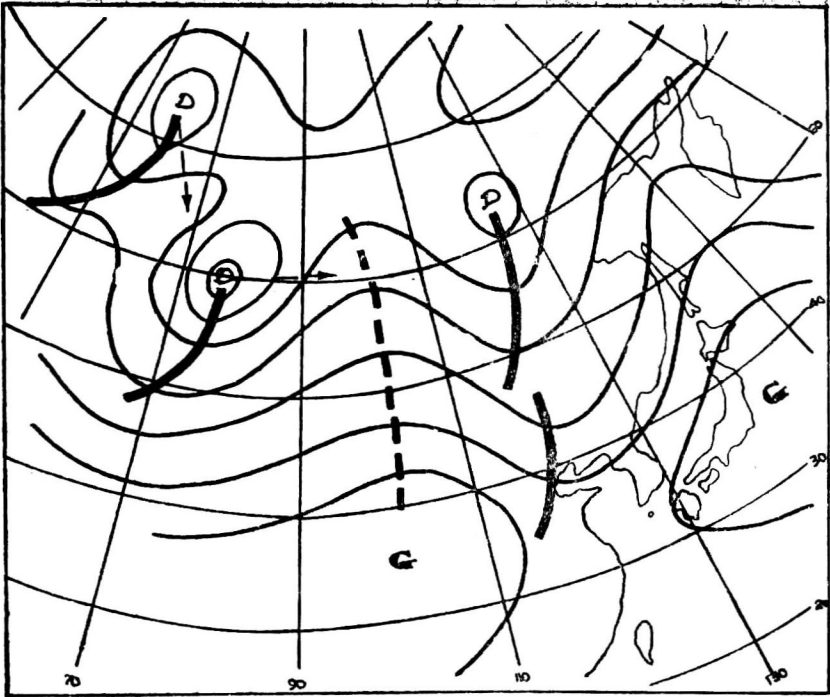


图 8—13 冷涡切断模式图(a)

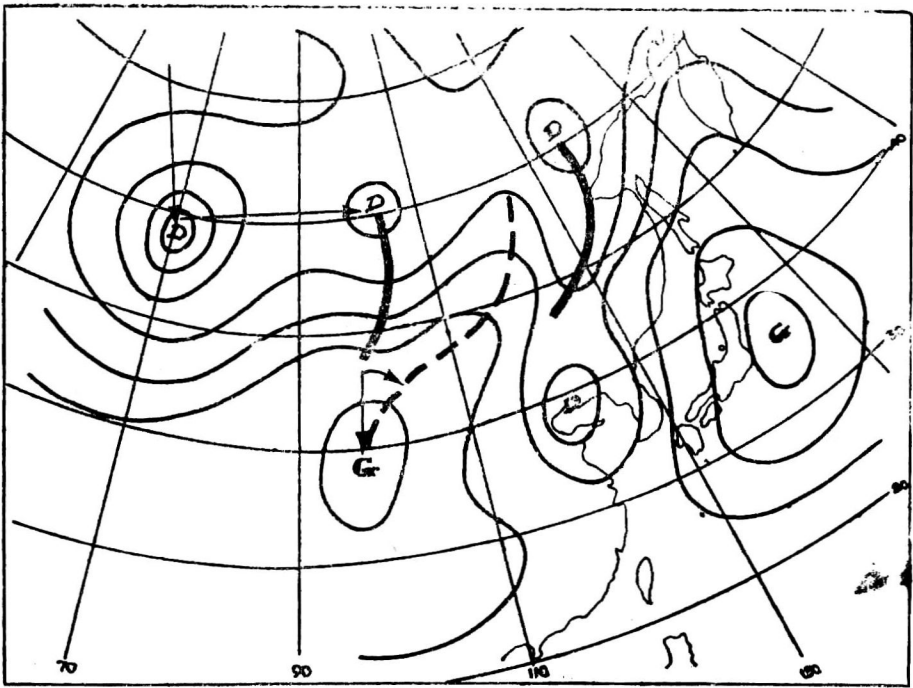


图 8—13 冷涡切断模式图(b)