第40卷 第2期 气 象 学 报 Vol. 40, No. 2
1982 年 5 月 ACTA METEOROLOGICA SINICA May, 1982

转向过程中快速与慢速移动台风的环境场特征

王志烈 陈企岗

(上海台风研究所)

台风速度是其路径预报中的一个重要问题，尤其是在我国近海转向的台风，移动速度的快慢及其变化，直接关系到台风是否会登陆以及台风预报、警报发布的成败，需要认真研究。Burroughs 和 Brand[1] 曾对西北太平洋台风在转向以后二天内的移速进行了详细统计分析，还设计了一个转向后 36 小时移速统计预报方程。台风的移速和周围环流系统的配置和强弱的关系很大，因此本文着重于台风的环境场特征来进行研究。

由于西北太平洋和中国大陆附近的海洋上资料缺乏，企图通过个别台风或少数样本去认识不同性质台风的主要特征是有困难的，为此本文应用 1960—1979 年 20 年的资料，对在 140°E 以西转向过程中快速和慢速移动台风的环境场（取台风中心周围 3.5°—10.5°纬距范围）的气象参数进行了综合分析，找出两者的异同之处和相应的天气学模式，这对预报台风移速可能会增加一些诊断的依据。

1. 样本资料分析

综合分析要求同一类型的天气系统性质基本一致，这样得出的平均结果特征就明确。为此本文只研究转向过程中快速移动（≥24 公里/时）和慢速移动（≤12 公里/时）台风的环境场特征。由于台风转向时刻应是朝北移动的，所以在进行综合分析时，就不再需要方向的订正。除分析转向时刻的两类台风外，为了能对转向前一天和转向时刻环境场作一比较，又分析了转向前一天两类不同移速台风的综合环境场参数。

用以综合分析的两个时刻不同移速的台风样本数及速度分布情况分别列在表 1—4 中。从表中可见，除转向前一天的慢速台风（S_{-24}）次数较少为 13 例外（见表 4），其它三

表 1 转向时快速移动台风样本数和速度分布

移速（公里/时）	24—27	28—31	32—35	36—39	>39	合计
台风数	15	8	6	0	2	31

表 2 转向前一天快速移动台风的样本数和速度分布

移速（公里/时）	24—27	28—31	32—35	36—39	>39	合计
台风数	19	10	1	0	3	33

* 本文于 1980 年 5 月 31 日收到，1981 年 7 月 14 日收到修改稿。

表 3 转向时慢速移动台风样本数和速度分布

移速（公里/时）	12—9	8—5	<5	合计
台风数	13	11	4	28

表 4 转向前一天慢速移动台风样本数和速度分布

移速（公里/时）	12—9	8—5	<5	合计
台风数	8	5	0	13

种情况均超过 28 例。转向时和转向前一天的快速台风（F_0 和 F_{-24}）数分别为 31 和 33 个，数量是足够多的。还可以看到，无论是快速还是慢速台风，大多数（近 70%）的移速变化幅度均在 8 公里内。由于各类台风速度的离散度不大，因此综合得出的参数特征应是有代表性的。对转向时快速（F_0）、转向时慢速（S_0）、转向前 24 小时的快速（F_{-24}）和转向前 24 小时的慢速（S_{-24}）四种台风，均读出一天两次（北京时 08 时和 20 时，下同）台风周围各挂限内探空实测风记录的高度、风向、风速和温度等要素，然后分析 850、700、500、300、200 和 100 毫巴六层等压面的综合平均风场和温度场。最后，将各点的综合平均风分解成 u，v 分量，取 200 公里的空间步长计算 700、500 和 300 毫巴三层的相对涡度和散度等物理量。

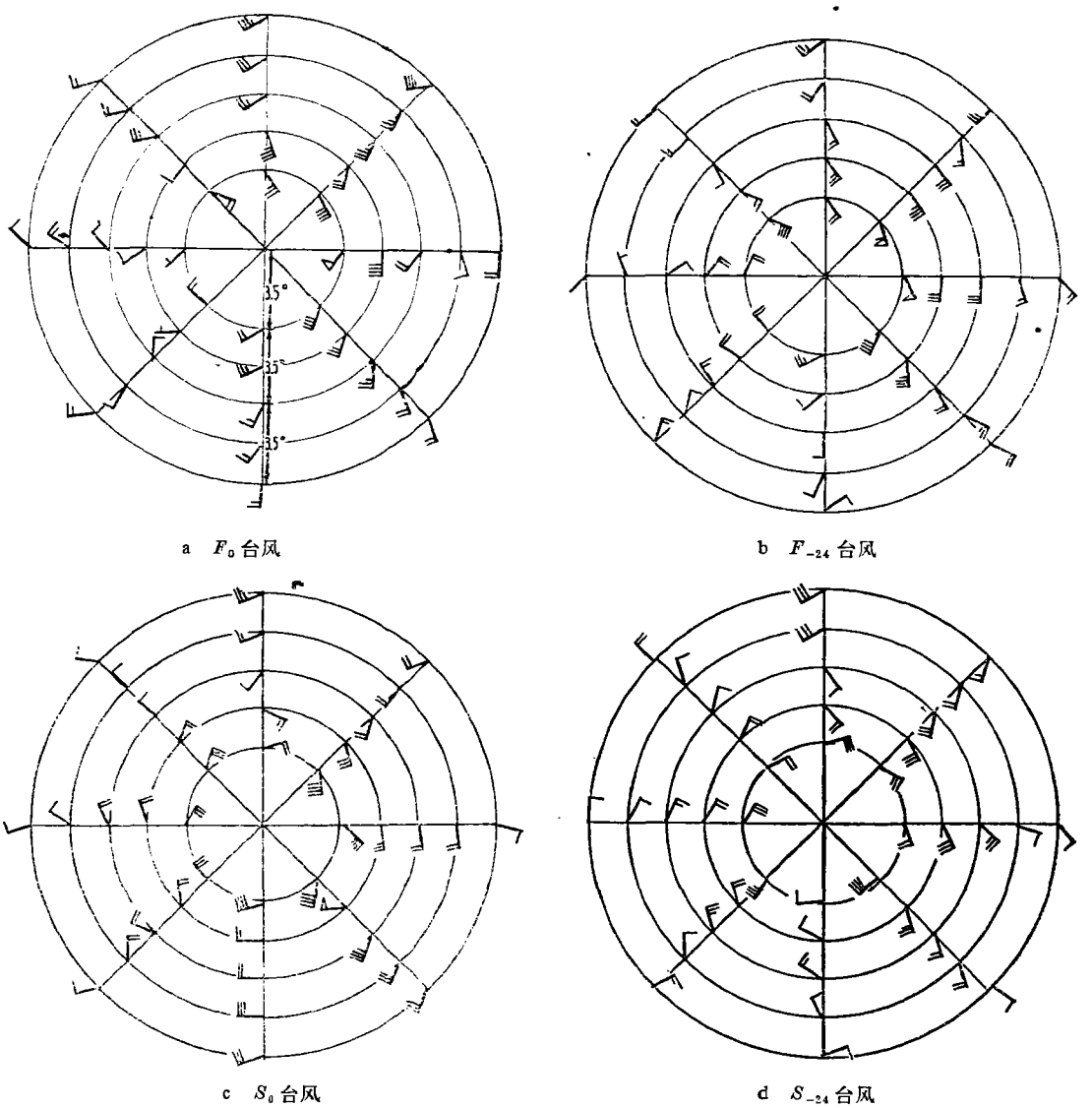
2. 环境场特征

本节讨论台风转向过程中，快速移动和慢速移动两种类型各等压面上气象参数的环境场特征。

1）风场

比较各等压面上的综合风场，就可发现两类不同速度的台风，在 500 毫巴和 300 毫巴上差别最为明显。700 毫巴及以下的对流层下部，环境风场除风速大小略有差别外，基本的分布型式是一致的。图 1 a—d 是转向时和转向前一天快速和慢速移动台风 500 毫巴综合平均环境风场。在 F_0 台风的环境风场上（图 1 a），西北象限里均盛行偏南风，从台风的内区逐渐向外顺转，风向由东南转为西南。相反，S_0 台风的西北象限均为偏北风，风向由里向外逆转，先东北后西北（见图 1 c）。风场另一个不同处在台风中心的正南方，F_0 和 F_{-24} 台风在这个区域主要是西南风，而 S_0 台风这里主要为偏西风；S_{-24} 台风则盛行着西北风（见图 1 d）。还可以见到两个不同时刻的快速和慢速台风的综合环境风场基本上是相同的。

300 毫巴 F_0、F_{-24} 和 S_0 台风的环境风场特征与相应的 500 毫巴极为相似，但 S_{-24} 台风西北象限里的偏北风只限于距中心 7 个纬距的半径范围内，再向外，就出现微弱的偏南风了（图略）。在 700 毫巴和 850 毫巴上，两类台风之间的差别已不明显，S_0 台风的西北象限里盛行一致的东北风，而 F_0 台风在这里也是偏北风，只是相比之下，风速较小而已。



a F_0 台风　　b F_{-24} 台风

c S_0 台风　　d S_{-24} 台风

图 1　500毫巴综合环境风场

(图上每一圆圈为单位纬距，下面图 2 和图 3 上均同此。)

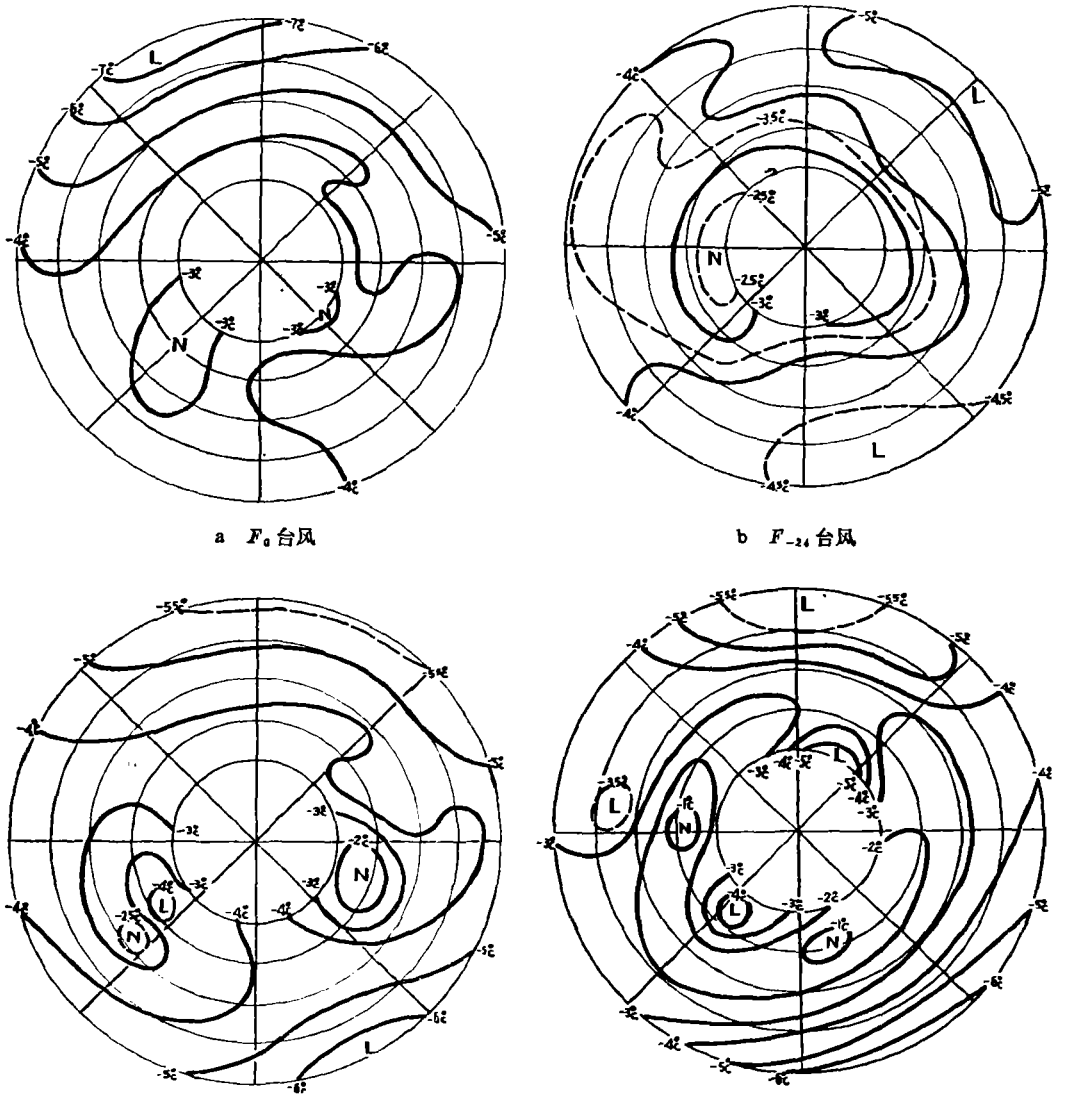
关于究竟以那个高度作为西北太平洋台风的引导层最为合适的问题，虽然有不少研究指出以 500 毫巴和 700 毫巴较好[2,3]，但有的统计却出现不同的结果[4]，近年来更有人强调"低层引导"的重要性，认为 850 毫巴对台风的移动往往起很大的作用。从上面台风移动速度的环境场分析，快速和慢速台风周围流场的主要差别表现在 500 和 300 毫巴上这个事实，这就再次表明，从平均的意义上讲，用 500 毫巴等压面，或是以这两层的平均作为台风的引导层是恰当的。

2) 温度场

两类不同速度台风在环境温度场上的差别，几乎从 850 毫巴到 300 毫巴各个层次都反映出来。这个差别转向时刻比转向以前更清楚，低层比高层更明显。图 2 给出了两个

时刻两类不同速度台风的500毫巴综合温度场。无论是转向时，还是转向前一天，快速台风在北到西北象限里的等温线走向主要为西南—东北向。F_0台风在5个纬度外的温度梯度相当大，每一纬距里的平均温度差达0.7°C，但 F_{-24} 台风相应的温度梯度要小得多。另外，在台风中心外围的西南方出现一个暖区，F_0 和 F_{-24} 台风的情况十分一致(见图2a和2b)。慢速台风环境温度场，在北半圈里的等温线大体上呈东西走向，整个温度场的分布型式比较对称，在南面，暖区分布则较分散(见图2c和2d)。事实上，700毫巴等压面上也是如此，台风中心北面等温线的东西走向以及温度梯度的密集程度甚至更加明显(图略)。

两类不同速度台风的环境温度场特征反映了台风外围环流系统的配置情况。转向过



a F_0台风　　b F_{-24}台风

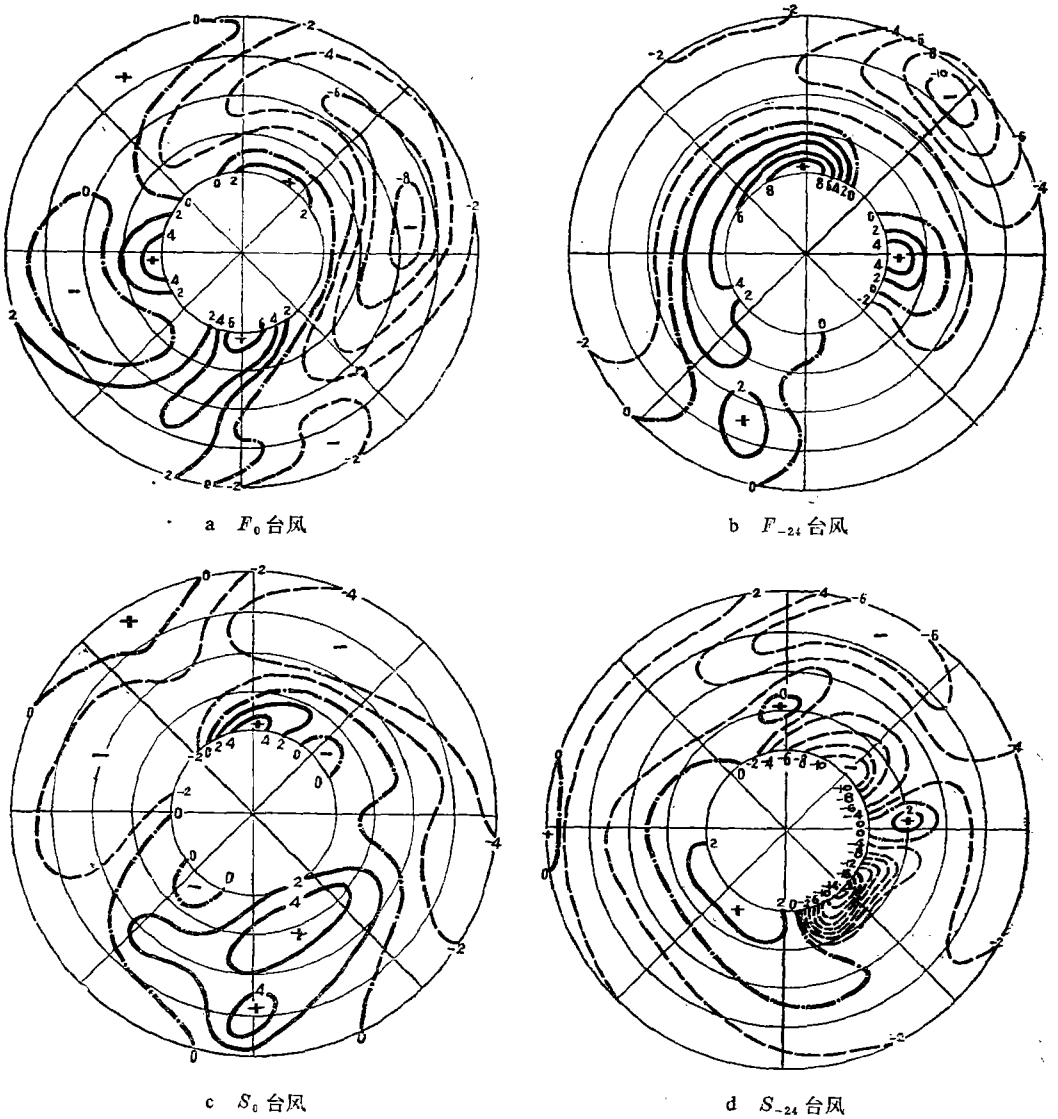
c S_0台风　　d S_{-24}台风

图2 500毫巴综合环境温度场

程的快速移动台风多数处在对流层深厚西风槽的前方，东西两侧气压系统的性质和强度均不同。而慢速移动的台风一般位于两环副高之间的鞍形场内，东西两侧的气压系统基本上是对称分布的。关于这方面在下一小节中还要讨论。

3）相对涡度场

同时刻相同速度的台风，700、500 和 300 毫巴的综合相对涡度场特征比较接近，而不同速度类型台风则差别较大，这里仅以 500 毫巴的情况进行说明（图 3）。总的说来，500 毫巴上台风环流本身的正涡度大致限于 5 个纬距的半径范围内，再向外主要是反映周围气压系统了。F_0 台风（图 3a）的环境场上有两个主要负涡度中心，一个在台风中心正东方，势力强，中心数值为 -8×10^{-5} 秒$^{-1}$。另一个在西南偏西方向，较弱。在西南和西北象限内各有一正相对涡度区，前者较强，后者较弱。图上最醒目的一个特点是北半圈内涡度



a F_0 台风　　b F_{-24} 台风

c S_0 台风　　d S_{-24} 台风

图 3　500 毫巴相对涡度环境场（单位：10^{-5} 秒$^{-1}$）

分布的非对称性，而相应时刻的 S_0 台风（图 3 c）北半圈除正北方近中心一侧为一正涡度中心，以及西北边缘有一小块弱的正区外，其余都是负涡度的范围。负涡度中心有两个：东北一个强，西北的一个弱。分明为两个反气旋环流，它们在综合风场上已有反映。在台风正南方，则是一大片正涡度区域。

F_{-24} 台风北半圈相对涡度的不对称性仍然存在。虽然都是负涡度区，但东北象限的负中心要强得多，最大中心值为 -10.8^{-5} 秒$^{-1}$。西侧仅为一个弱的负区，强度只有前者的四分之一（见图 3 b）。S_{-24} 台风北半圈环境场，几乎都是负相对涡度的范围，主要负中心在台风的北偏东方，但强度较 F_{-24} 弱。与 S_0 台风相似，南半圈内正涡度范围较大，强度也较弱。从图 3 的 500 毫巴相对涡度场分布特征可知，前面所述快速和慢速移动台风 500 和 300 毫巴环境风场上的差别，对形成不同移速有其特殊的重要性。一个热带气旋的移动很大程度上取决于系统周围涡度平流的分布[5]，快速台风前方盛行偏南气流，与相对涡度场配合起来，这里正是正涡度平流区；台风南侧为负涡度平流区，因此有利于气旋系统向北迅速移动。相反，慢速台风西半圈盛行着偏北风，虽然在台风北侧一部分地区是正涡度平流（也不如快速台风强），相当大的一部分区域内是负涡度平流（当然也较弱），这样热带气旋的移动速度就慢了。

3. 天 气 学 模 式

我们根据上述两类不同移速台风的综合环境场特征，普查了 1960—1979 年 20 年天气图上的环流形势，归纳出转向过程中快速移动和慢速移动台风的天气学模式，如图 4 所示。模式的具体指标如下：

1）快速台风 A 型（由 27 个样本归纳出，见图 4 a）

（1）台风西侧有深厚的低槽或准静止低值系统中心，槽线距台风 15 个经度左右。

（2）在台风周围 10.5 个纬距半径范围内，除西南象限和西北象限近中心一个小区域为偏北风外，其余均为偏南风，偏南风范围约占环境场的 70%。

（3）台风的东到东北方向，距中心 14°—18°纬距处为副高中心，强度为 592—596 位势什米。

2）快速台风 B 型（由 10 个样本归纳得出，见图 4 b）

（1）西风带里有一个宽槽位于台风的西北方，纬度较高。距台风中心 12—15 个纬距有一弱反气旋，台风西北象限的环境场内有一切变线。

（2）环境场中约 70% 为偏南风，偏北风仅限于西北西—西南方，且风速较小（4—6 米/秒）。

（3）在台风东北—东方 10—16 个纬距处有副高中心，强度 594—598 位势什米。台风东侧偏南风达 14—20 米/秒。

3）慢速台风 A 型（由 16 个样本归纳出，见图 4 c）

（1）西风带里低槽或低压中心位于台风的正北方，台风环境场内近二分之一为偏北风。

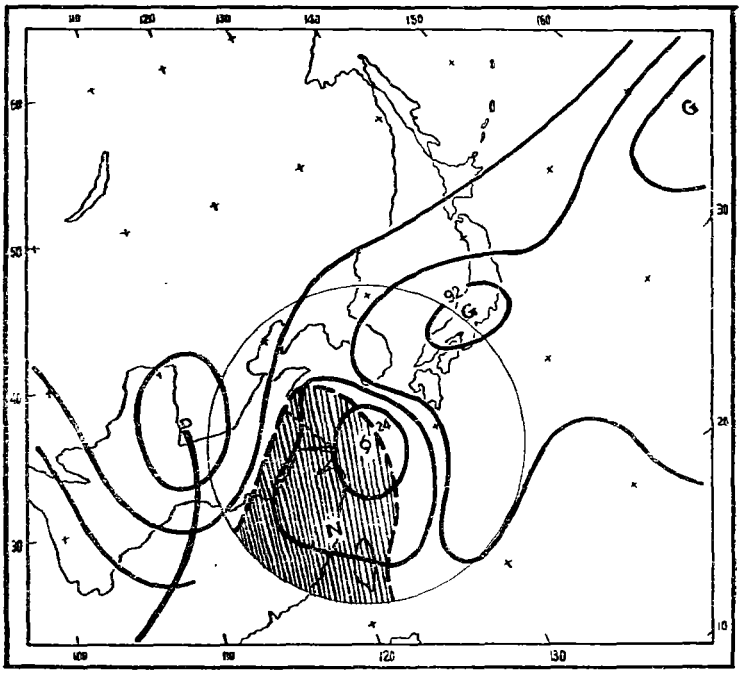
（2）台风东西两侧均有一副高，副高中心离台风的距离虽不相同，但副高强度比较接近。

4）慢速台风B型(由 10 个样本归纳出，见图 4 d)

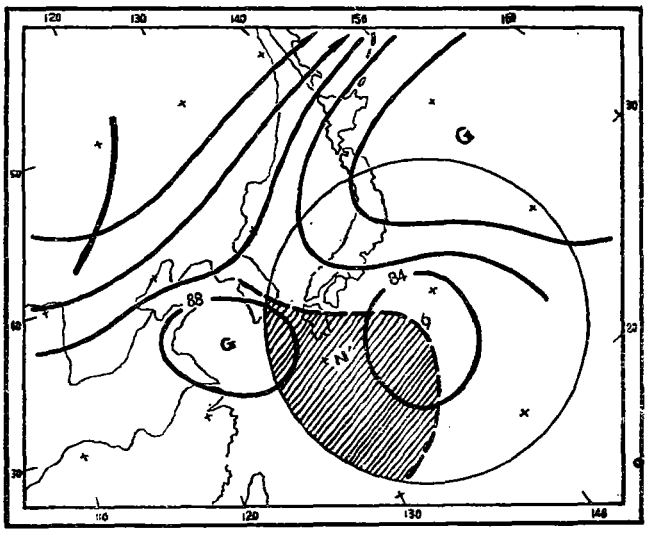
(1) 台风西北方虽有深槽出现，但一个西风带低压中心位于台风正北方，台风西侧为一明显的反气旋，低槽切变伸入台风环境场的北侧。

(2) 台风环境场内除北偏西方有一小块偏南风外，东西半圈内南北风近乎对半分布。

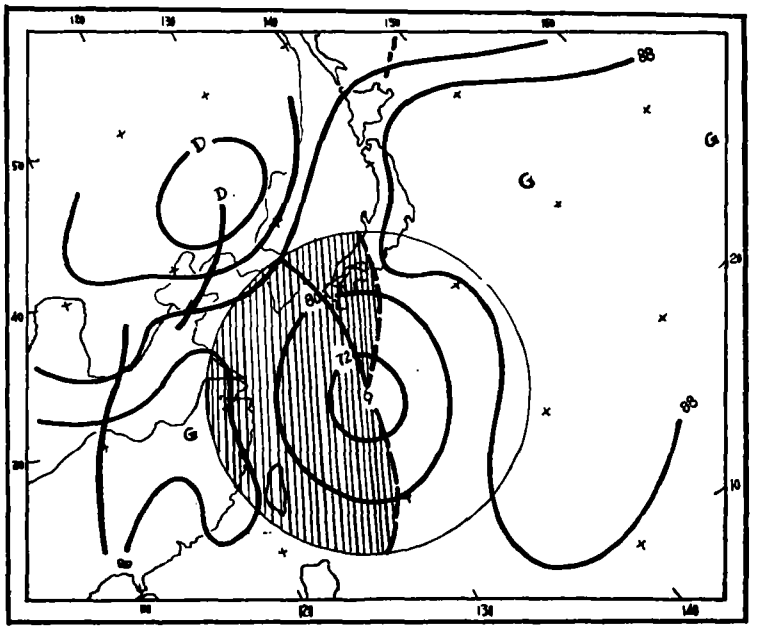
(3) 台风东北较远的地方(一般距 14 个纬距以上)有一个中等强度的副高，中心数值



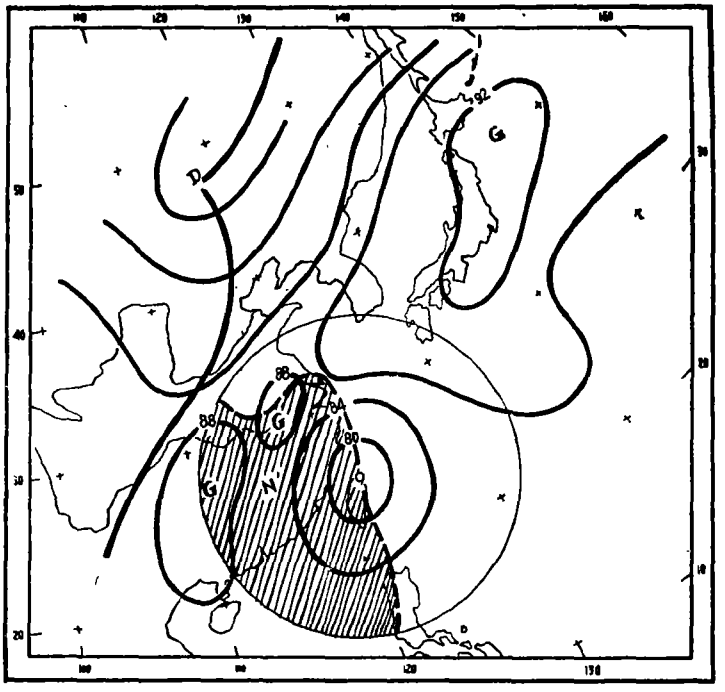
a　快速A型



b　快速B型



c 慢速A型



d 慢速B型

图 4 转向过程快速和慢速台风500毫巴天气学模式

(图上圆圈所代表的台风环境半径为10.5个纬距,阴影部分为偏北风区域。)

为 590—592 位势什米。

4. 结　　语

转向过程中，快速移动和慢速移动两类台风气象参数的环境场有明显的差别。风场上主要差别出现在 500 和 300 毫巴上，再次表明西北太平洋台风以 500 毫巴或上述两层结合作为引导层较好。

一般说来，快速台风环境场上要素分布与台风中心不对称，周围环流系统也较强。相反慢速台风的要素场在台风的北半圈分布比较对称，周围系统也较弱。

根据多年历史样本归纳出来的快速和慢速台风天气学模式和指标可直接供预报应用。本文得出的结论可能对台风移速具有一定的普遍意义。

黄士松先生和董克勤同志曾对本文提过宝贵意见，资料的整理和计算工作由王道钰、徐静远及徐维屏等同志完成，车布克同志制图，作者在此一併致谢。

参 考 资 料

[1] Burroughs, L. D. and S. Brand, Speed of tropical storm and typhoons after recurvature in the Western Pacific Ocean, *J. Appl. Meteor.*, **12**, No.3, 1973.

[2] Renard, R. J., Forecasting the motion of tropical cyclones using a numerically derived steering current and its bias, *Mon. Wea. Rev.*, **96**, No.7, 1968.

[3] 董克勤，500 毫巴空间平均流场与台风路径预报的初步分析，《天气月刊》，1958 年 8 月号。

[4] Renard, R. J., S. G. Colgan, M. J. Daley and S. K. Renard, Forecasting the motion of North Atlantic tropical cyclones by the objective MOHATT scheme, *Mon. Wea. Rev.*, **101**, No. 3, 1973.

[5] 费亮、薛宗元、邱君瑞，副热带高层冷涡对台风路径的影响，上海国际台风学术讨论会交流文件，1980 年 10月。