

近 31 年登陆北上台风特征及其成因分析

金荣花^{1,2,3} 高拴柱³ 顾 华³ 刘震坤³

(1. 中国气象科学研究院, 北京 100081; 2. 南京信息工程大学; 3. 国家气象中心)

提 要: 为探讨对我国产生严重影响的登陆北上台风的成因, 利用 1975—2005 年台风资料及 NCEP/NCAR 逐日再分析等资料, 分析了登陆北上台风的气候特征及其大尺度环流和物理量分布特征。结果发现, 不仅西北太平洋副热带高压位置和强度变化对台风登陆北上起决定性作用, 而且西风带系统和南亚高压活动有利于台风登陆后北折和持续北上也有不可忽视的影响。总结归纳台风登陆北上的预报着眼点, 希望有助于提高此类台风的预报预警能力。

关键词: 登陆北上台风 特征 成因分析

An Analysis on Characteristics of Landing and Going Northward Typhoons and Its Causes during 1975—2005

Jin Ronghua^{1,2,3} Gao Shuanzhu³ Gu Hua³ Liu Zhenkun³

(1. Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081;
2. Nanjing University of Information Science & Technology; 3. National Meteorological Center)

Abstract: Using observational data and daily NCEP/NCAR reanalysis dataset during 1975—2005, the climatic features of landing and going northward typhoon, the corresponding large-scale circulation patterns and the distributions of the meteorological parameters during the landing periods are discussed. Results show that the variation of the position and the intensity of the western Pacific subtropical high play a crucial role in going northward typhoons. Furthermore, the middle-latitude westerlies systems and the South Asian High actions have an important influence on typhoon's northward movements. Above results are hoped to be helpful in the track prediction of landing typhoons.

Key Words: landing and going northward typhoon climatic feature cause analysis

引言

在举世震惊的“75.8”台风暴雨造成的河南特大洪涝灾害 30 周年之际, 0509 号台风麦莎于 2005 年 8 月 6 日在浙江登陆, 尔后北上, 台风暴雨和强风先后席卷了我国东部浙、沪、皖、苏、鲁、冀、津、辽 8 个省市, 是 2005 年台风登陆后影响时间最长、影响地域最广和近 8 年来对我国东部沿海和华东地区影响最严重的台风。华东地区是经济最发达和人口最密集的地区, 台风登陆东南沿海地区后北上 (以下简称登陆北上), 造成的经济和人民财产损失最为严重。因此, 加强对此类台风的成因研究具有十分重要的现实意义。

台风登陆北上具有路径突然北折和持续北上的特点, 台风路径突变一直是业务预报难点。利用近 31 年台风历史资料, 对类似 0509 号台风陆地路径的历史个例进行气候统计分析。研究分析此类台风大尺度环流形势和物理量分布特征, 探讨台风登陆北上的成因, 进而给出此类台风的预报着眼点, 将有助于提高登陆北上台风的预报预警能力。

陈联寿等^[1]指出: 台风的陆地路径很重要, 台风登陆以后影响范围和风雨分布均与陆地路径密切相关。然而, 大多数对台风陆地路径的研究局限在气候统计或台风个例分析上^[2-6], 系统性研究台风陆地路径的成因和物理机制的工作不多见, 希望本文在此方面能够进行有意义的初步探讨。

1 资料

分析所用资料为 NCEP/NCAR 逐日再分析资料, 气候平均资料的时间长度为 1971—2000 年, 分辨率 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。降水

量资料来自国家气象中心逐日 08:00 (北京时) 24 小时降水量观测资料。台风编号和路径资料取自中国气象局热带气旋年鉴。西北太平洋副热带高压脊线位置读数由国家气象中心中期科提供。

2 登陆北上台风特征分析

2.1 路径特点

参考 0509 号台风的陆地路径特征, 规定所统计的登陆北上台风必须具有以下特点: 从福建诏安到上海市之间登陆, 登陆后主要在我国 115°E 以东取偏北路径北上, 到达山东, 或穿越山东进入渤海或经华北地区东部继续北移。普查 1975—2005 年登陆北上台风历史个例, 发现此类台风仅有 6 个 (见表 1)。

表 1 1975—2005 年登陆北上台风统计表

序号	台风编号	登陆日期和地点
1	8407	8月7日台湾宜兰, 8月8日福建罗源
2	9406	7月10日台湾新港, 7月11日福建晋江
3	9418	9月1日台湾宜兰—花蓮, 9月1日福建福清
4	9711	8月18日浙江温岭, 8月21日辽宁营口
5	0108	7月30日台湾花蓮, 7月31日福建连江
6	0509	8月6日浙江台州, 8月9日辽宁大连

文献 [1] 中指出, 台风陆地路径的分类, 与台风登陆前的移向和登陆点位置无关。台风登陆以后, 由于从海洋移入陆地, 地貌环境发生改变, 并受到大陆环流系统的影响, 路径变得更加复杂。若是台风登陆前后移向一致, 那么对登陆台风的路径预报变得较简单, 然而, 实际情况并非如此。通过对 6 个历史登陆北上台风的路径分析 (图 1), 发现这样两个特点: (1) 这 6 个台风登

陆前在海洋上均稳定西北或西北偏西行，登陆后在陆地上北折；(2) 此类台风陆地生命史长、影响范围广。台风北折后持续北上，途经江淮、黄淮，有的甚至穿越华北地区东部或渤海进入东北地区南部，在陆地停留时间达3~5天。因此，要探讨此类台风陆地路径的成因，关键在于研究台风登陆后北折和持续北上的原因。

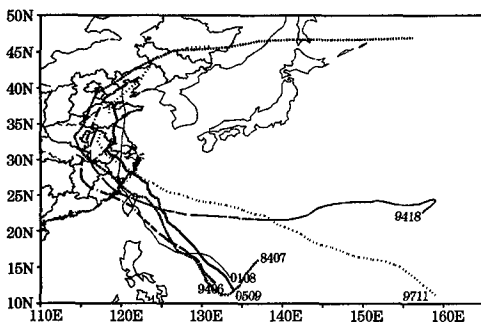


图1 6个登陆北上台风路径图

2.2 气候特征

通过对31年登陆北上台风的统计分析发现，登陆北上台风年出现频率较低，为19%。陈联寿等^[1]将1949—1974年登陆台风的陆地路径分为七类，对我国有明显影响的台风登陆地段分为五段。遵循这样分类规定，本文所指的登陆北上台风基本属于第二段登陆地段第四类陆地路径，文献[1]中登陆北上台风的年出现频率统计结果为20%，与本文结果基本一致。

登陆北上台风的发生具有明显的季节性特征，一般出现在登陆台风盛期的7—9月，集中在8月，最早在7月上旬末，最晚在9月上旬初，其它季节基本不会发生此类陆地路径台风。

按大约每隔10年来统计登陆北上台风的发生频次，第1个10年出现1个，第2

个10年出现2个，而后11年出现3个。可见，虽然登陆北上台风长时间尺度的年平均出现频次较低，但是以年代际为单位呈等差数列递增。因此，探讨和研究登陆北上台风的成因，提高此类台风的预报预警能力已经变得越来越迫切和重要了。

3 成因分析

台风运动虽然受到各种复杂因素的影响，但是业务实践和研究成果已经表明，大尺度环境流场引导气流的牵引作用是主要的。对于登陆后离开热带洋面并向中高纬度地区移动的台风，主要受副热带、西风带系统的影响，因此，有必要从副热带、西风带系统的大尺度环境场的急剧调整以及物理量分布特征着手，探讨登陆北上台风路径突变和持续北上的成因。

3.1 西北太平洋副热带高压

西北太平洋副热带高压（以下简称副高）的位置和强度对中国的登陆台风有重要影响。图2是台风登陆前1天开始的副高脊线110~130°E平均位置的演变，可以看出，一般在台风登陆的当天或第2天副高脊线位置最北，紧接着就有1~2天时间的南落，其中以0509号台风登陆北上期间副高南落幅度最大，为14个纬度；尔后再次缓慢北

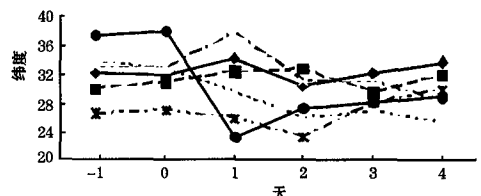


图2 西北太平洋副热带高压脊线110~130°E平均位置演变

—◆—8407, ---■---9406,9418
-·-·-·-·9711, —×—0108, —●—0509

拾。图 3 是 500hPa 位势高度和 700 ~ 500hPa 平均南风沿台风中心日平均纬度位置的时间-经度分布图, 可以发现, 6 个登陆北上台风的环境场有如下共性特征: (1)

台风登陆后, 台风东侧的副高 (用 588dagpm 特征等高线表示) 西边界大多维持在 120°N 附近, 强度逐渐加强, 均出现大于 590dagpm 等值线。(2) 在台风与副高

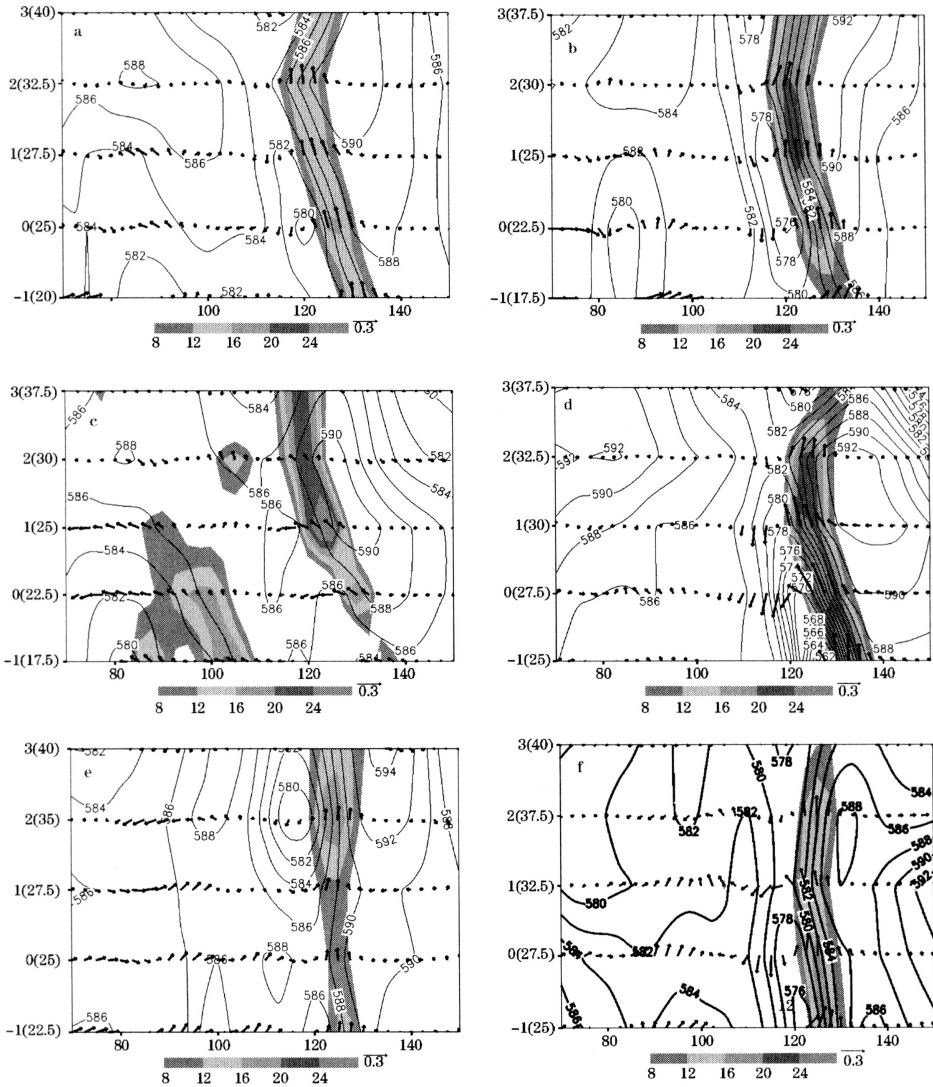


图 3 500hPa 位势高度 (实线, 单位: dagpm)、700~500hPa 平均南风 $> 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 区域 (阴影, 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) 和 850hPa 水汽通量矢量 $\mathbf{V} \cdot \mathbf{q}$ (箭头, 单位: $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$) 沿台风中心日平均纬度位置的时间-经度分布图

a: 8407 号; b: 9406 号; c: 9418 号; d: 9711 号; f: 0108 号; e: 0509 号

之间的引导气流南风，与台风和副高强度均呈正相关关系。(3) 台风登陆后的水汽来源主要是副高西南侧的东南低空急流将海上水汽从台风东侧卷入台风环流的。(4) 在台风登陆北上期间，除9406号和0509号台风外，其它4个个例在 110°E 以西的华西地区都有位势高度大于584dagpm的高压区。

以上分析表明，台风登陆前后副高发生了一定的变化。然而，正是这种变化使台风登陆前后的引导气流发生改变，从而导致台风登陆前后路径发生变化。台风登陆前，受副高西南侧东南风引导，台风沿西北路径移动；台风登陆后，副高南落，两者在经向方向上相向运动，加快了台风进入副高西侧偏南引导气流环境场的进程，使台风发生北折。副高西边界维持在 120°E 附近和副高缓慢北抬，起到阻挡台风呈抛物线路径入海的屏障作用，而且可以在稳定的偏南气流引导环境场中持续北上。副高强度加强，由于副高与台风之间的位势梯度加大使南风加强或维持，这不仅补偿了台风由于陆地摩擦作用而衰减的动量，也使台风东侧的水汽输送通道得以维持或加强，从而抑制了登陆后台风

强度的迅速衰减。

此外，台风登陆后，华西地区维持高气压，不仅阻挡台风进一步西移，而且与副高之间形成了两高之间的低值通道，这对台风北折和稳定北上十分有利。

3.2 西风带系统

从逐日500hPa位势高度资料分析来看，8407号、9406号、9711号和0108号台风在登陆后西风带都有低槽在 $110\sim 120^{\circ}\text{E}$ 之间向南伸展，台风沿槽前偏南气流北上。在对流层中层，台风向中纬度槽前或槽底靠近时，受槽前和副高西侧偏南气流引导，可导致路径北折^[1]，这在理论和实践中早已达成共识。然而，本文更有意义的观测分析结果是，9418号和0509号台风（见图4）在登陆北上过程中，贝加尔湖地区有高压脊东移控制我国华北北部和东北上空，与海上副高叠加，在台风东北侧形成向西北伸展的块状副高（9418号台风）或高压脊（0509号台风），台风东侧紧邻副高，西侧环境场气流较弱，受其东侧偏南气流引导稳定北上。

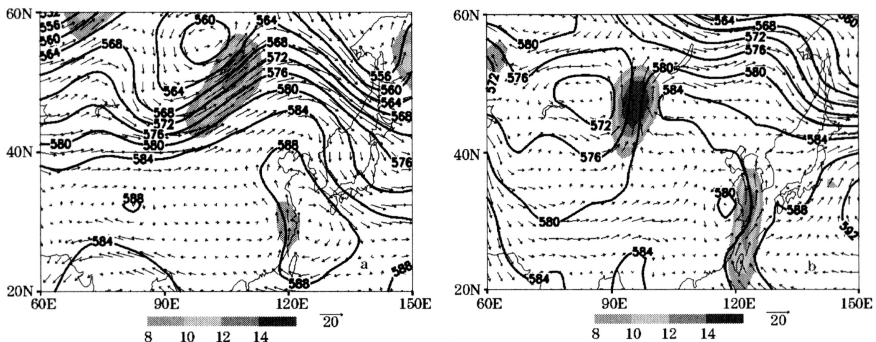


图4 1994年9月2日(a: 9418号台风)和2005年8月7日(b: 0509号台风)500hPa位势高度(实线, 单位: dagpm)、500hPa风场(箭头, 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)和 $>8\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 南风(阴影, 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

3.3 南亚高压

南亚高压是夏季对流层上部全球最强大、最稳定的高压，其位置和强度的变化会引起周围及中低层环流的改变^[7]。南亚高压在登陆北上台风活动盛期的 7 月上旬末至 9 月上旬初，脊轴位置相对稳定，强度达到最强，其东伸活动或分裂高压单体东移，都将加强我国东部地区上空反气旋性环流，从而改变该地区高低空环境场的垂直结构。从 6 个台风登陆北上期间的逐日 100hPa 形势图(图略)来看，贝加尔湖地区均有低槽向南加深，致使南亚高压分裂小高压单体(如 8407、9406、9711 和 0509 号台风)，或是造成南亚高压东部环流东伸活动(如 9418

和 0108 号台风)。由于篇幅有限，仅以 9711 号台风为代表，说明南亚高压活动对台风路径的影响(图 5)。在台风登陆的前 1 天，贝加尔湖地区低槽向南加深，南亚高压在我国上空 105°E 附近断裂，分裂的东部小高压单体中心闭合圈等值线在台风登陆前为 1676dagpm，登陆后加强到 1684dagpm，在我国东部地区高空产生和维持辐散流场，高空辐散的抽吸作用对登陆台风低压的垂直运动和低空辐合上升运动有正贡献，从而使台风低压环流在陆上维持或强度减弱缓慢。此外，台风移动方向与强辐散流场的脊轴方向一致，反映高空辐散流场通过改变低层环流分布对台风的移动方向具有一定的牵引作用。

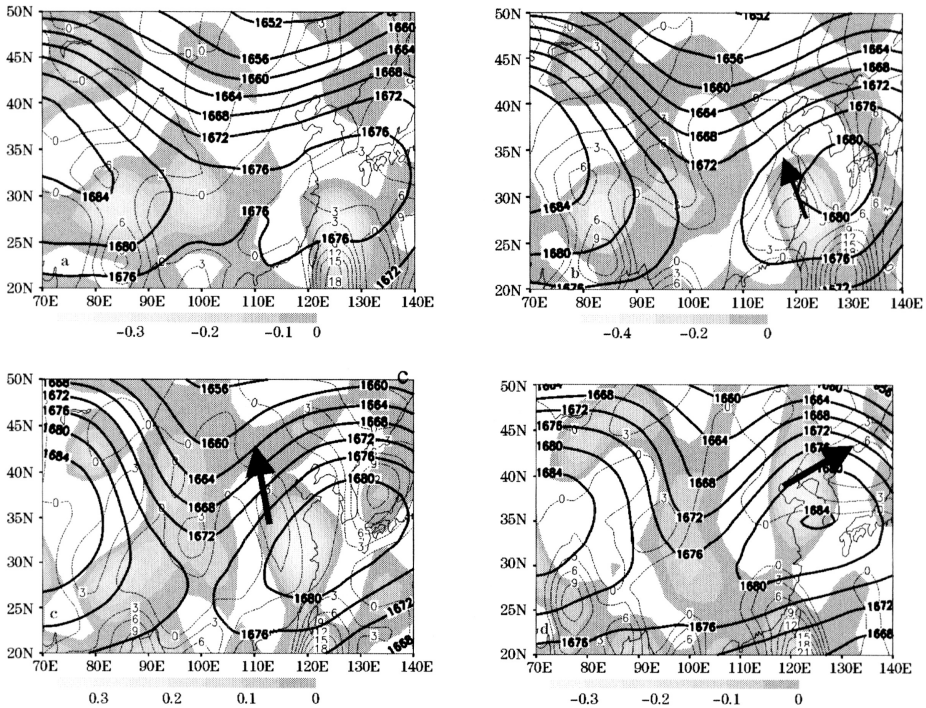


图 5 9711 号台风登陆前 1 天和登陆北上期间的 100hPa 位势高度等值线(实线, 单位: dagpm)、散度(虚线, 单位: $10^{-6} s^{-1}$)和低层 850Pa 垂直速度(阴影, 单位: $Pa \cdot s^{-1}$)

图中黑粗箭头为南亚高压单体内强辐散脊轴线

a: 8 月 17 日; b: 8 月 18 日; c: 8 月 19 日; d: 8 月 20 日

4 预报着眼点

通过以上分析,对登陆北上台风的气候统计规律和发生、发展的大尺度环流特征有了一定的系统性认识,为更好地为实际业务预报所应用,总结归纳预报着眼点如下:

(1) 在7月至9月上旬的台风活动的盛期,高度关注和密切监视此类台风出现的可能。

(2) 台风东侧的副高西边界能否稳定在 120°E 附近,台风登陆后副高南落以及随后强度加强和缓慢北抬,是判断台风登陆后北折和稳定北上的关键因素。同时,华西地区配合有大陆高压存在,台风登陆北上的可能性更大。

(3) 在满足前2个条件的情况下,500hPa在 $110\sim 120^{\circ}\text{E}$ 之间有低槽向南加深,对台风登陆北上有利。另外,如果在华北北部和东北地区以及我国东部海域为向西北伸展的副高或高压脊,台风东侧紧邻副高,台风西侧环境场气流较弱,可进一步确定台风登陆北上的可能性。

(4) 南亚高压在我国东部地区分裂出小高压单体或东部高压向东伸展,有助于台风低压环流在陆上维持或强度减弱缓慢,南亚高压单体内强辐散流场脊轴与台风的移动方向基本吻合。

5 结论和讨论

本文统计分析了近31年登陆北上台风的气候特征及其路径特点,从大尺度的环流特征研究了发生此类台风路径的成因,进一步总结归纳出此类台风的预报着眼点,得出的结论和有待深入讨论的问题如下:

(1) 台风登陆北上 是历史较低概率事件,其发生具有一定的季节性,1990年代中期以后有增多趋势。研究发现,不仅500hPa副高的演变特征对台风登陆北上具有决定性作用,而且,配合有西风带系统或南亚高压活动的共同影响,将更有助于台风登陆北上。

(2) 本文工作有意义的发现是,在华北北部和东北地区以及我国东部海域有向西北伸展的副高或高压脊,台风东侧紧邻副高,西侧环境场气流较弱,这也是台风登陆北上的有利环流形势。这是对此类台风预报的概念模型的一种补充。

(3) 不少研究工作单纯从物理量诊断分析中得出,高空辐散的抽吸作用加强了登陆台风低压的垂直运动和低空辐合上升运动。但是,从分析大尺度天气系统活动着眼,获得南亚高压活动及其对台风影响的观测事实,这方面的研究成果还比较少,希望今后在此观测事实的基础上进一步展开较深入的机理研究。

参考文献

- 1 陈联寿,丁一汇. 西北太平洋台风概论 [M]. 北京: 科学出版社, 1979: 325-328, 227-261.
- 2 陈敏,郑永光,陶祖钰. 近50年(1949—1996)西北太平洋热带气旋气候特征的再分析 [J]. 热带气象学报, 1999, 15 (1): 10-16.
- 3 李云泉,陆琛莉. 杰拉华台风登陆后迅速减弱的原因 [J]. 气象, 2001, 27 (9): 18-22.
- 4 何立富,尹洁,陈涛等. 0509号台风麦莎的结构与外围暴雨分布特征 [J]. 气象, 2006, 32 (3): 93-100.
- 5 许映龙,高拴柱,刘震坤. 台风云娜陆上维持原因浅析 [J]. 气象, 2005, 31 (5): 32-36.
- 6 程正泉,陈联寿,徐祥瑞等. 近10年中国台风暴雨研究进展 [J]. 气象, 2005, 31 (12): 3-9.
- 7 朱乾根,林锦瑞,寿绍文等. 天气学原理和方法(第三版) [M]. 北京: 气象出版社, 1992: 484-491.