

全国热带气旋 科学讨论会论文集

陈联寿 徐祥德 朱永禔 黄幸媛 费 亮
罗哲贤 钮学新 董克勤 贺 忠 周增奎

主编

气象出版社

全国热带气旋科学讨论会论文集

陈联寿 徐祥德 朱永提 黄幸媛 费亮
罗哲贤 钮学新 董克勤 贺忠 周增奎 主编

173E ml

20-21

024

气象出版社

内 容 简 介

这本论文集收入了第九、第十两届全国热带气旋科学研讨会的论文 66 篇,反映了国家“八五”科技攻关 85—906 项目中有关台风科学试验和理论研究以及台风路径预报方法等的部分研究成果,内容包括热带气旋运动、结构和强度变化、台风的影响和灾害、台风监测、分析预报业务系统等方面。尤其发表了部分有关热带气旋突变问题的研究结果以及一些新的预报方法、模式和 Bogus 技术等。全书内容较新,在一定程度上反映了过去若干年内我国热带气旋研究的新进展。

本书可供大专院校高年级学生、研究生和从事台风研究和业务预报的专家参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

全国热带气旋科学讨论会论文集/陈联寿等主编. —北京:气象出版社, 2001. 1

ISBN 7-5029-3049-3

I. 热… II. 陈… III. 热带低压-天气学-学术会议-文集 IV. P444-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 58483 号

全国热带气旋科学讨论会论文集

陈联寿 徐祥德 朱永谟 黄丰媛 费亮 主编
罗哲贤 钮学新 董克勤 贺忠 周增奎

责任编辑:成秋影 黄丽荣 终审:纪乃晋

封面设计:陈寄平 责任技编:刘祥玉 责任校对:张妍

* * *

气象出版社出版

(北京市海淀区白石桥路 46 号 邮政编码:100081 电话:68406961)

北京市白河印刷厂印刷

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:19.375 字数:496 千字

2001 年 1 月第一版 2001 年 1 月第一次印刷

印数:1~1000

ISBN 7-5029-3049-3/P·1060

定价:48.00 元

前 言

“八五”期间设立了“台风、暴雨灾害性天气监测、预报技术研究”这一科技攻关研究项目，科研和预报专家经过了五年的攻关合作研究和开展了台风现场科学业务试验（CATEX, SPECTRUM 等），已取得了一批丰硕而重要的研究成果。这些成果表明，台风的探测和资料分析有了新发展；得到了一些有关台风结构和强度变化的新认识；台风非对称结构和地形等对运动影响的研究和台风运动突变的机理研究都有明显的进展；台风暴雨的分析和物理机制的模拟研究也有了新的改进。另外，还揭示出一些新的事实，提出了一些新的理论观点，有的还正在业务预报中试用，取得了令人鼓舞的结果。在过去业务应用多年的 9 种客观预报方法的基础上，一批采用新技术的客观预报方法也已形成，有的方法在台风突变运动的预报中还取得一定的效果。把台风监测、分析、预报技术组装成一个整体的工作站，其功能水平也有了新的提高。尤其值得称道的是，目前已完成设计并投入业务应用的三套台风业务数值预报模式（即 MTTP、ETCM、STCM），已经分别对西北太平洋海域、东海和南海海域的台风提供实时预报结果，并且具有良好的效果。这使我国台风数值预报的业务化上升到一个新的水平。在完成台风基金项目研究目标之后，在过去 5 年中我国对热带气旋尤其是台风突变的研究达到了一个新的高潮。

与此同时，国际上对台风内部结构及突变运动也给予了高度重视。为了搞清其机理，需要得到新的观测事实。于是在 1990 年 7~8 月间在西北太平洋海域同时开展了三个台风现场特别试验，其代号分别为 TCM（美国主持）、SPECTRUM（亚太台风委员会主持）、TYPHOON（前苏联主持），并开展了相应的科学研究。国际的台风研究也在这 5 年间出现了一个相应的高潮。这对开展国际科技合作、学术交流、互相促进颇为有利。

全国热带气旋科学讨论会（以前曾称全国台风技术交流会）是一个系列性的传统学术会议。自 1972 年南宁会议以来，每隔 2 年（有时 3~4 年）一届从未间断。第九届（1994，南京）、第十届（1996，杭州）两届会议的特点主要是交流了“八五”攻关和 SPECTRUM-90 热带气旋丰硕的研究成果；并讨论某些研究成果

的业务应用途径和今后热带气旋研究的方向。第二十三届天气与极地气象学委员会及其热带气旋和减灾学组将继续为促进热带气旋的研究、学术交流和成果的业务应用做出努力。

这本文集是第九、十两届全国热带气旋科学讨论会论文的合订本。

第九届全国热带气旋科学讨论会后没有经费来出文集，由于第九、第十两届会议基本反映“八五”期间科技攻关的研究成果，故将论文集合并出版。两届会议共收到论文 218 篇，由于“八五”科技攻关中的有关论文已寄给有关学报发表，另有一部分论文已在国际 1~4 届 SPECTRUM 学术会议上交流，本文集收集了 66 篇汇编出版，内容涉及热带气旋运动、结构和强度变化、台风的影响和灾害、台风监测、分析预报业务系统等。从 1991~1996 年这 5 年中更为全面的研究成果请参阅气象出版社 1996 年 1 月出版的《台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究》一书第 1~4 分册和《台风及其灾害性天气业务预报方法的研究》。

出版这本文集的经费，除了论文作者少量的版面费外，经费的主要部分得到了部分主编人员有关课题经费的资助，在此一并致谢。

全国台风会议文集自 1972 年出版第一集以来，在此期间共出版了 8 本台风论文集、5 本台风译文集，这套系列性的论文集反映了我国台风科研在不同时期（全国台风科研大协作、全国台风科研基金项目、国家“八五”科技攻关重点项目）的主要特色，也成为年轻一代台风业务和科研人员很有价值的参考书。这套文集在将近 30 年中能延续出版至今实非易事，束家鑫、祝启桓、王志烈、韦有暹、陈瑞闪、金一鸣、吕兆驩、王达文、吴中海、金汉良、倪允琪、范永祥、李叔庭、王作述、刘式适等专家、教授为这系列性文集的出版做出很大的贡献。在此要向为这 8 套文集出版竭尽努力的所有参与编辑工作的专家表示深切的谢意。

第九、第十两届热带气旋科学讨论会组委会主席

陈联寿

1999 年 11 月 20 日

目 录

特邀报告

全文

热带气旋运动研究进展的综述	陈联寿 (1)
热带气旋路径客观预报技术的设计和发展	钮学新 (10)
弱环境流场中台风运动及可预报性若干问题的研究	罗哲贤 (18)
我国热带气旋强度变化研究的新进展	秦曾灏 端义宏 (25)
近年来台风暴雨增幅的机理研究综述	党人庆 (31)
大尺度环境场对热带气旋异常运动影响的数值研究进展	朱永提 (39)

热带气旋路径

全文

外围环流变化对东海热带气旋移向突变的影响	钟 元 (45)
SPECTRUM 台风 Abe 和 Gene 对环境气流显著偏离运动的观测研究	 杨元琴 王继志 陈联寿 (54)
大尺度系统调整对热带气旋移动影响的数值模拟研究	周黎明 朱永提 (61)
热带气旋穿越副热带高压的数值试验研究	杨美川 朱永提 (67)
涡动力学在台风异常路径研究中的应用	李家春 林 緬 凌国灿 刘国华 (73)
台风路径数值预报模式的改进及其在业务上的应用	 王诗文 陈德辉 麻素红 徐德勇 (79)
南海热带气旋数值预报业务系统	王康玲 万齐林 (84)
不同涡旋相互作用对台风运动的影响	马镜娴 赵远东 (90)
热带气旋路径客观预报若干问题的探讨	钟 元 (94)
中尺度模式 (MM5) 预报热带气旋路径个例试验	周小珊 李用左 张立祥 (101)
东海区域热带气旋路径集成预报研究	沈树勤 魏建苏 樊永富 朱定真 (109)
热带气旋路径集成预报系统	樊永富 沈树勤 朱定真 魏建苏 杨秋明 (113)
西北太平洋热带气旋路径统计释用预报的研究	 金一鸣 钟 元 吴钟俊 李 泓 (119)
热带气旋非对称热力结构对其移动影响的数值研究	周霞琼 朱永提 (127)
台风环流非对称结构理论在 TC9012 异常路径预报中的应用	仰国光 (134)
三维非对称动力结构影响热带气旋运动的数值分析	顾建峰 殷鹤宝 端义宏 (138)
我国东部海面热带气旋异常西折路径的分析预报	周桂芝 张 鹏 (145)
摘要	
大型岛屿对热带气旋的影响	梁必骐 谭盛东 (151)
非线性水平动量平流作用对热带气旋运动的影响	杨平章 贺海晏 (152)

台风路径突变诊断预报研究	贺 忠 胡斯团 陈 多	(153)
西北太平洋热带气旋路径的统计动力预报方案 (SD-90) 及其业务试验结果		
.....	薛宗元 李佐凤	(154)
热带气旋路径突变模糊概率预报	毛绍荣 贺 忠	(155)
9414 号热带气旋移动路径异常影响因子的数值研究	蒋贤安 朱永提	(156)
线性 β 项对热带气旋移动和发展的影响	田永祥 钮学新	(157)
非线性项对热带气旋移动和发展的影响	田永祥 钮学新	(158)
台湾地形对台风 Dot 运动影响的数值研究	杨平章 万齐林 杜华武	(159)
斜压涡旋中的通风气流与热带气旋移动的关系	田永祥	(160)

热带气旋结构、强度、发生

全文

水汽凝结加热对热带气旋发生、发展和移动的影响	钮学新	(161)
非绝热加热对热带气旋结构影响的动力分析	雷小途	(165)
9414 号热带气旋 (DOUG) 非对称结构及其数值模拟		
.....	丁金才 姚祖庆 唐新章 黄 立	(170)
9414 (DOUG) 和 9417 (FRED) 热带气旋强度突变和维持的研究		
.....	姚祖庆 丁金才 唐新章	(174)
近海加强的登陆台风统计分析	梁必骥 陈 杰	(180)
9302 号台风次生云图爆发性发展对其定位的影响	杨望月 吴兴国	(186)
摘要		
影响青藏高原的孟加拉湾热带气旋非对称结构的初探		
.....	吴迪生 王允宽 曹勇生 李 勤	(190)
我国东部海区内热带风暴形成和强度突变的判别	吴达铭 端义宏 秦曾灏	(191)
A Comparative Study on the Effects of Plateau Topography on the Tropical Cyclone over the Bay of Bengal	王允宽 吴迪生 曹勇生 李 勤	(192)

热带气旋的影响

全文

热带气旋对四川盆地西部突发性暴雨影响的数值试验	郁淑华 何光碧 滕家漠	(193)
登陆北上台风暴雨形成机制的研究	黎清才 王成恕 曹钢锋	(199)
9610 热带风暴的中尺度涡旋及其相伴随的特大暴雨的数值模拟分析		
.....	陈逢流 刘 铭	(206)
一次热带低压引发的中尺度特大暴雨分析	林 毅 刘爱鸣 周信禹	(212)
9608 号台风低压环流与华北暴雨某些特征的观测研究	杨元琴 王继志	(218)
华东热带气旋暴雨落区的统计释用预报	沈树勤 于 波	(224)
海南岛热带气旋特大暴雨天气气候分析与预报	周砚耕 陈景耀	(233)

黑龙江省台风暴雨的卫星云图特征分析 张晰莹 (238)

热带气旋大风预报统计释用方案的研究 范淦清 郑和文 朱 双 (242)

热带气旋及其风暴潮业务数值预报方案 沈振芬 朱永提 (247)

摘要

LASG η 坐标有限区域数值预报模式对数次登陆台风特大暴雨的数值试验.....

..... 蔡则怡 宇如聪 (253)

华东地区台风暴雨突然增幅的气候特征和环境条件分析 金秀兰 (254)

热带气旋大风圈的预报 钮学新 (255)

9406 号台风与中纬度天气系统相互作用的数值分析 薛秋芳 杨 英 王建中 (256)

热带气旋业务系统及其他

全文

现代台风诊断预报综合平台技术的研究与进展 王继志 杨元琴 (257)

SAPC 法的应用 何夏江 曾 琮 许永鏖 (265)

用数字云图监测热带气旋的客观方法及其检验和应用

..... 范蕙君 李修芳 燕芳杰 胡治波 姚祖庆 赵 明

..... 杨露华 徐继业 赵小宪 (270)

西北太平洋热带气旋人工智能预报系统的研制 蒋乐贻 (276)

华东地区热带气旋暴雨的气候特征分析 张觉芳 沈树勤 (283)

热带气旋暴雨气候资料管理分析业务化系统 张觉芳 沈树勤 (291)

不同区域大尺度涡旋系统相互影响的初步研究 黄小莉 (295)

摘要

中国台风灾害及其影响的研究 梁必骐 梁经萍 温之平 (300)

热带气旋业务预报制作系统 孙松青 黄晓虹 袁招洪 杨礼敏 戴建华 (301)

热带气旋监测、预报人机交互工作站 黄晓虹 孙松青 (302)

注：全文 46 篇，摘要 20 篇。

特 邀 报 告

热带气旋运动研究进展的综述

陈联寿

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

引 言

大尺度基本气流和 β 效应往往是引起热带气旋运动的基本因子,但在弱引导场中,台风内部的非对称结构、台风内部和外围的小尺度运动、海岸陆地岛屿以及海温分布对台风运动将产生明显影响,应当把热带气旋运动看成是中低纬度大气环流和不同尺度系统以及台风内部不同结构相互作用的产物,对台风未来运动的预测是一个十分困难的问题。

几十年来,大气科学理论研究有了较大的进展,观测手段也有了划时代的创新。但预报误差的缩小却极为缓慢,尤其对异常运动,即运动方向和运动速度的突变束手无策。科学家认为,它和台风内部观测资料稀少和对台风运动物理机制的了解不够有关。为此,ESCAP/WMO 台风委员会各成员国于 1990 年 8、9 月间在太平洋海域联合发动了台风现场实验和研究计划 SPECTRUM—90 (Special Movement Concerning Typhoon Recurvature and Unusual Movement)。与此同时,前苏联和美国也在同一海域开展了台风现场试验 TCM—90 (Tropical Cyclone Motion, USA) 和 Typhoon—90 (USSR)。这三个试验的主要科学目标是研究台风异常运动的物理机制。三个试验是独立进行的,但在目标台风的选取,主要探测内容等方面都进行了协商与合作。TCM—90 主要探测台风的内部结构, TYPHOON—90 主要探测台风内部海气的相互作用, SPECTRUM—90 主要探测台风广阔的环境大气结构。它们共同选取的 7 个目标台风(图 1)具有典型的异常路径特征,如突然转向、打转、双台风的间接相互作用、蛇形运动以及岛屿和海岸地形造成的异常运动等等。通过这三个现场实验获得了大量很有价值的包括常规和利用先进观测手段获得的加密观测资料,是台风科研的重要基础。

继 SPECTRUM—90,中国于 1993 年和 1994 年夏秋季开展了国内台风现场试验 CATEX (China Abnormal Typhoon Experiment)。其目的是探测近海台风的强度突变、路径突变和暴雨的突然增幅,获取台风内部及其环境的加密资料。该实验的目标台风包括具有典型异常特征的 8 个实时台风和两个历史台风(范永祥等, 1996),这些每小时一次的加密观测资料极大地推动了数值模式的改进和业务能力的提高。

1. 台风非对称结构对运动的影响

近年来,台风非对称结构对其运动的影响越来越引起科学家们的关注。台风的非对称结构主要包括动力和热力两个方面。动力不对称方面,观测研究(罗哲贤、陈联寿, 1991)表明台风风场分布常表现出一种不对称特征,即西行台风转向前,其东北象限常有一等值线密集区(强风区),且该密集区有时会绕台风中心作逆时针旋转。强风区出现在西北象限时有可能造成台风的打转或向西南方向的运动。当强风区出现在西南象限时,台风将减速并转向。而

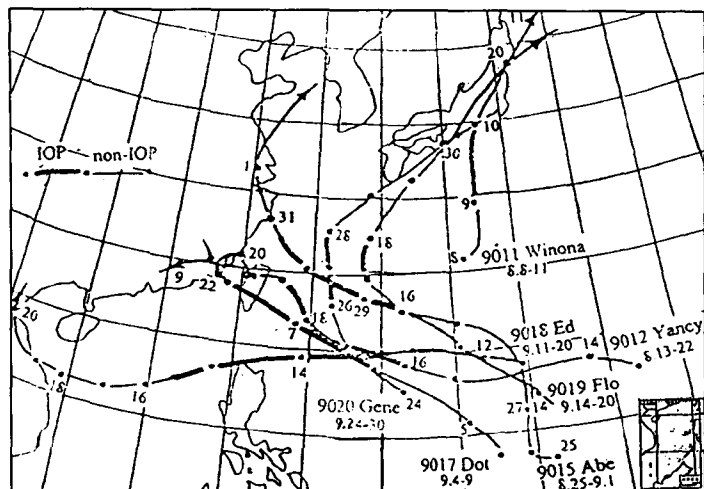


图1 SPECTRUM—90 的目标台风路径图

当强风区出现在东南象限时，风暴一般已移至副热带高压的北侧。此外，数值试验（罗哲贤、陈联寿等，1996）表明， β 效应和非线性平流是影响台风结构的两类本质性因子。 β 效应通常造成台风东西方向的不对称，形成西疏东密流型，而非线性平流则相反，它是将 β 效应在东西方向的影响力散布到台风区域的各个方位（图2）。

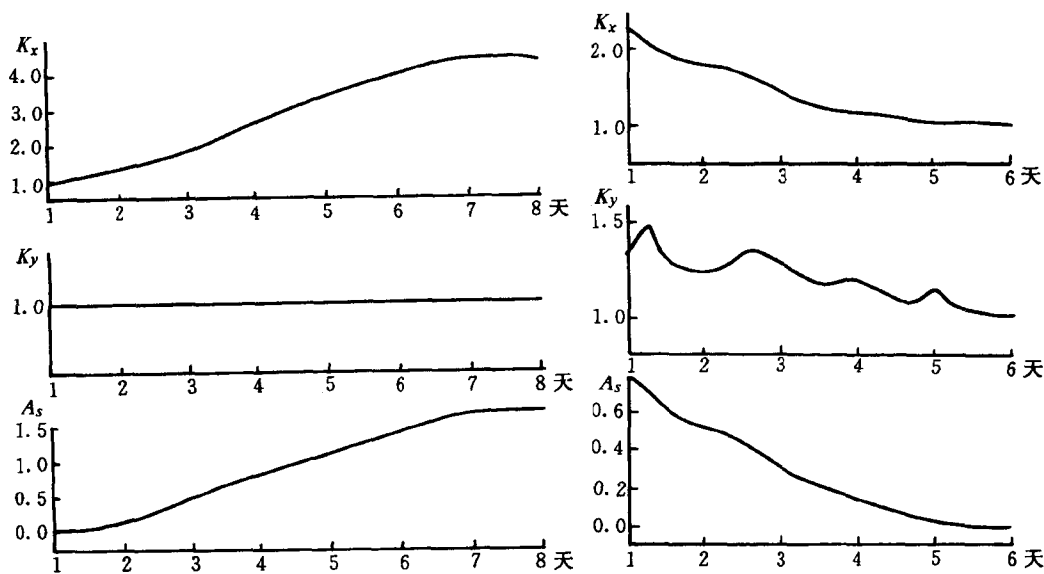


图2 非对称参数随时间的变化

K_x : 东西方向, K_y : 南北方向, A_s : 台风总体
(a) 只考虑 β 效应 (b) 只考虑非线性平流

利用 TCM—90 的加密观测资料，徐祥德等（1993）研究了加密观测在热带气旋动力非对称结构分析中的重要性。当把加进探空和飞机下投资料后的分析场减去无加密观测资料的纯

T_{42} 分析场后, 500hPa 的差值流场上的台风环流区域会出现一对偶极子 (图 3 (a)、(b))。该偶极子的气旋和反气旋之间的通风流恰与台风移向一致。而且, 200hPa 偏差流场上同时出现了另外一种辐散、辐合中心的偶极子结构 (图 3 (b)、(d)), 两个中心的连线也恰与台风运动方向一致。

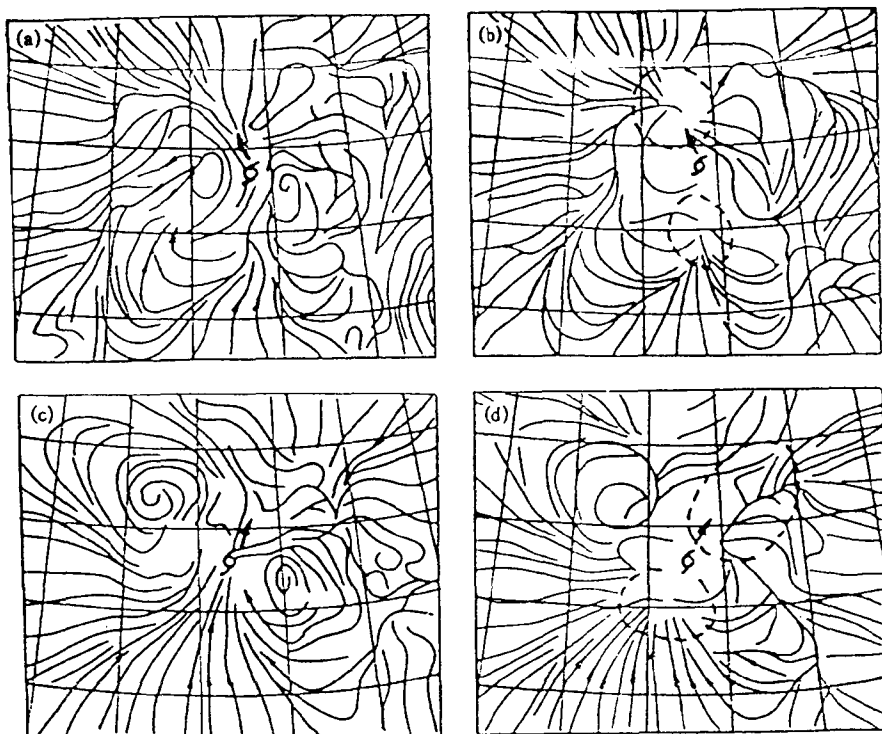


图 3 台风 Flo (9019) 的偏差流场

(a) 1990 年 9 月 16 日 0000UTC, 500hPa (b) 1990 年 9 月 16 日 0000UTC, 200hPa
(c) 1990 年 9 月 17 日 0000UTC, 500hPa (d) 1990 年 9 月 17 日 0000UTC, 200hPa

热力不对称方面, 数值试验表明 (陈联寿、徐祥德等, 1997) 热带气旋中心有向台风内部对流不稳定区移动的趋势。这种热力非对称可表现为一种吸引作用, 而导致台风打转、转折等异常运动 (图 4)。而且对流越强, 吸引力越大。

2. 中小尺度涡旋与台风的相互作用对台风运动的影响

台风的运动有时还会受到其周围中尺度对流系统的影响, 研究表明 (陈联寿等, 1995) 台风与其周边中尺度系统 (MSS) 的相互作用可导致台风路径的振荡 (图 5)。当 MSS 位于风暴的东北象限时, 风暴路径的振荡最大 (图 5 (b)), 当 MSS 位于东北或东南象限时, 风暴路径将比无 MSS 的路径偏西 (图 5 (b)、(e)), 而当 MSS 位于西北或西南象限时, 风暴路径将偏东 (图 5 (c)、(d))。

小尺度涡旋不仅能够影响台风的运动, 还会影响台风的结构。利用准地转正压模式, 罗哲贤 (1994) 讨论了线性平流、 β 项以及非线性平流在不同尺度涡旋演变过程中的作用。结果表明线性平流的作用将促使小尺度涡旋的发展和延伸 (图 6 (b))。

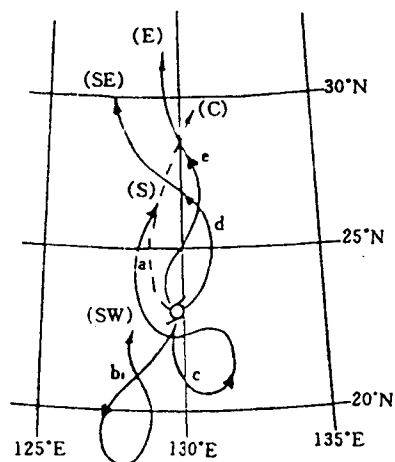


图 4 不同方位的不稳定对流对台风 Flo (9019) 路径的影响
实线: MSS 分别位于台风东部 (E)、东南部 (SE)、南部 (S)、西南部 (SW)
的敏感性试验的台风路径; 虚线: 台风的实际路径

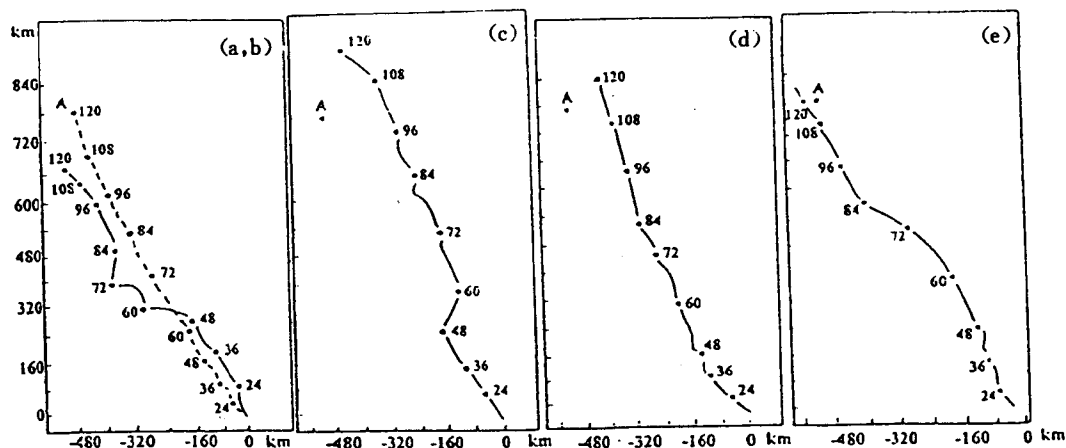


图 5 不同象限的中尺度对流系统对台风运动的影响
(a, b) 无 MSS (虚线) 及 MSS 在台风的东北象限
(c) MSS 在西北象限 (d) MSS 在西南象限 (e) MSS 在东南象限

β 效应可造成热带气旋的非对称结构 (图 6 (c))。非线性平流的作用主要是使小尺度涡旋破碎, 并形成更小尺度的涡旋。而综合考虑上述三项所得到的台风非对称结构以及台风边缘区域小尺度涡旋的分布 (图 6 (d)) 与台风的实际情况十分类似。

3. 地形作用

在引导气流较弱的条件下, 热带气旋不仅会受到其内部结构以及不同尺度系统相互作用的影响, 地形效应也是一个十分重要的影响因子。

数值研究 (孟智勇等, 1996) 表明台湾岛可在背景场中诱生出一对偏差偶极涡 (有台湾地形的平均积分场减去无地形平均积分场)。在东风背景下, 偶极涡的低压中心位于岛屿西侧,

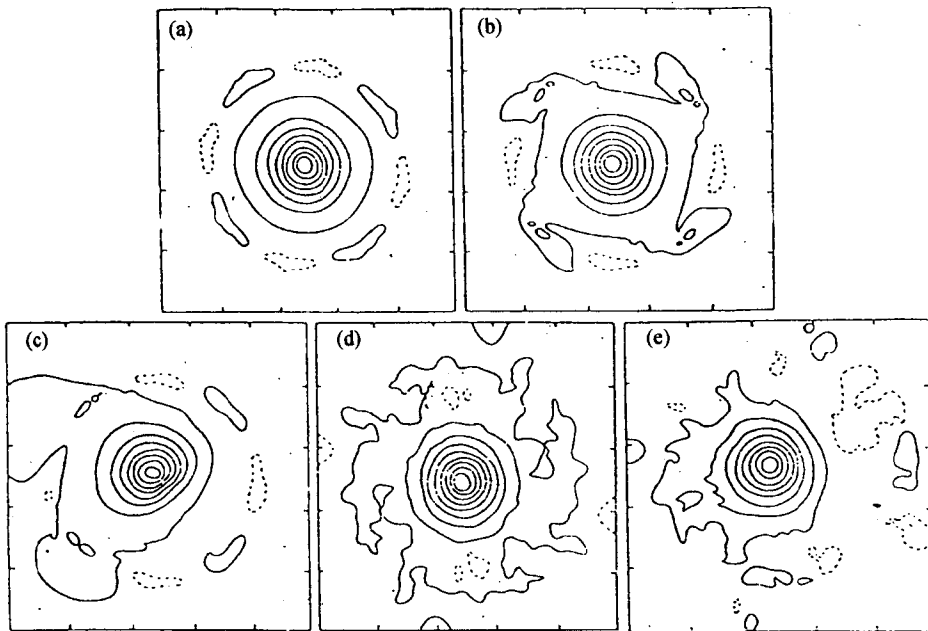


图 6 不同物理过程作用下台风边缘区域小尺度系统与台风结构的演变

区域面积为 $2000\text{km} \times 2000\text{km}$, (a) 初始场, 下面四幅图均为 24 小时积分场

(b) 只考虑线性平流 (c) 只考虑 β 效应 (d) 只考虑非线性平流 (e) 三种因子的综合效应

高压中心位于岛屿东侧。理论分析表明, 这对偶极涡可使从不同方位趋近岛屿的台风形成不同的转折路径。其他研究(罗哲贤等, 1995)也表明当台风距台湾岛约 150km 左右时, 其路径会受地形影响而向右偏转, 这可能是由于地形造成的台风环流的最大风速区向中心收缩的缘故。

此外, 杨平章等(1995)通过对热带气旋运动方程的分析指出: 地形可能会通过强迫抬升, 动量、质量和水汽的交换以及摩擦和地形造成的大尺度环流的演变等直接或间接地影响台风的运动。

另一方面, 台湾地形不仅会影响台风的运动, 还会影响台风的结构。数值研究(孟智勇等, 1996)表明当台风接近台湾岛时, 在岛屿的另一侧会有诱生涡旋生成。在适当条件下, 台风原来的低层中心因地形的阻挡而消失, 高压中心移过岛屿与低层的诱生涡旋耦合, 使诱生涡旋得以发展、加强而代替原来的台风。模拟结果清晰地展现了这一“跳跃”过程(图 7)。分析结果表明岛屿诱生涡旋的形成与山脉背风坡低压有密切关系。此外, 地形的高度、台风的强度和大小、登陆点以及海峡宽度也会影响诱生涡旋的强度。

4. 热带气旋登陆问题的研究

热带气旋的登陆问题十分特殊, 它体现了热带气旋与海表及陆地地形三者之间复杂的相互作用。在热带气旋的登陆过程中, 其结构、强度、运动以及海表特征均会发生很大的变化。热带气旋的登陆同时也会造成严重的社会问题, 人民的生命财产在热带气旋登陆期间将遭受重大损失。因而, 热带气旋登陆问题正逐渐引起更多科学家们的关注。

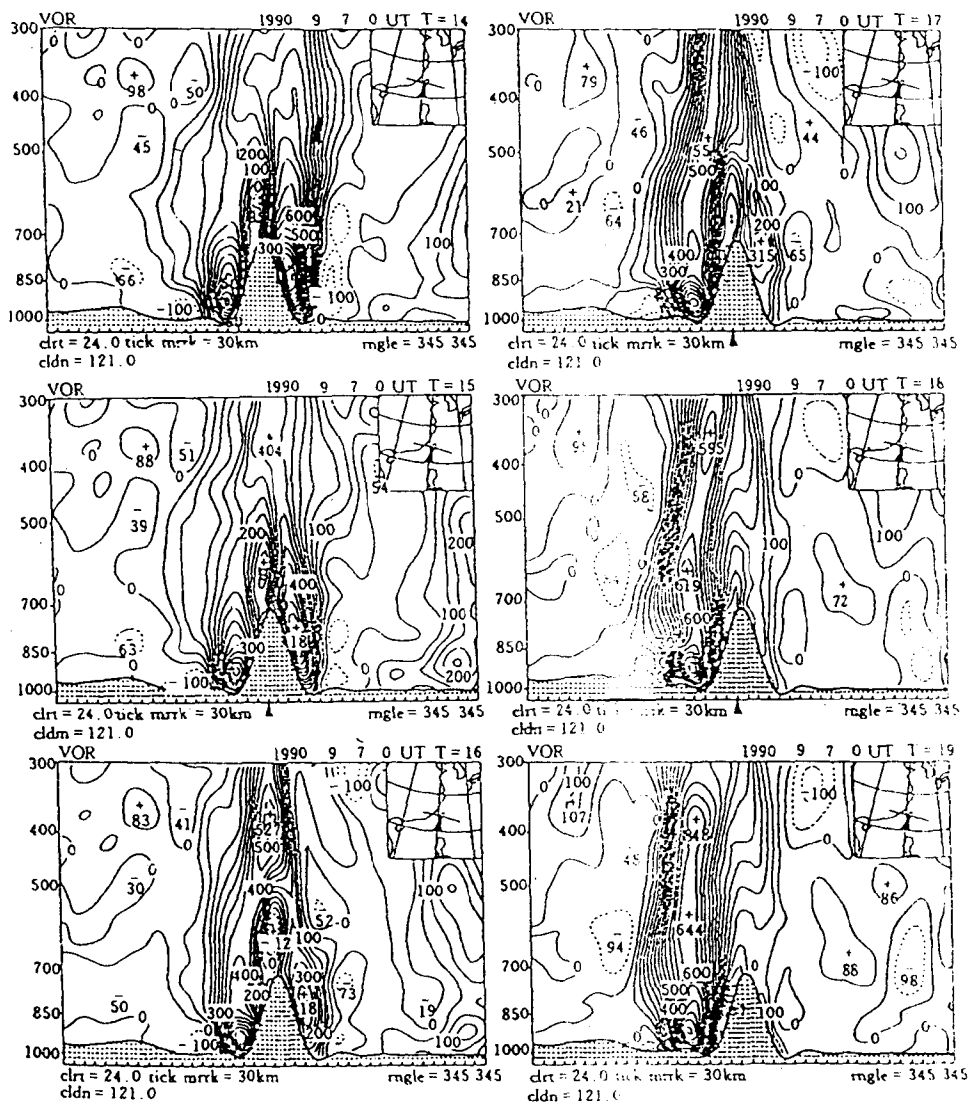


图7 台风Dot (9017) 与诱生涡旋的耦合过程

统计分析 (张胜军, 1998) 表明, 热带气旋在陆地上维持时间的长短与热带气旋的强度、发生季节及地表特征有关。平均而言, 登陆时台风越强, 它在陆地上维持时间越长。就季节效应而言, 在 8 月份登陆的台风在陆地上的维持时间最长 (图 8)。另外, 根据地表的粗糙程度, 中国东南沿海可分为 4 个区, 统计结果表明, 粗糙度较大的大范围山区及高原地区可使 65.7% 的台风在登陆后 24 小时内消亡, 而平原地区则只有 10% (图 9)。

热带气旋登陆后维持还是消亡主要与以下三方面的物理过程有关: (a) 水汽供应条件。热带气旋登陆后, 直接来自海面的水汽输送被切断, 热带气旋将因地面摩擦而减弱、消亡。如果登陆后的热带气旋能够继续以其他渠道获得大量的水汽供应, 那么它将在陆地上维持较长时间。(b) 台风与中纬度天气系统的相互作用。例如台风与冷锋相互作用, 可使斜压位能转换成其继续维持所需要的动能。(c) 大尺度环流的作用。如果台风在登陆后移到一个具有

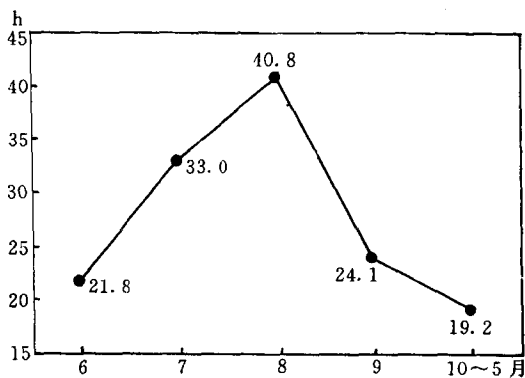


图 8 登陆台风平均可持续时间的月分布

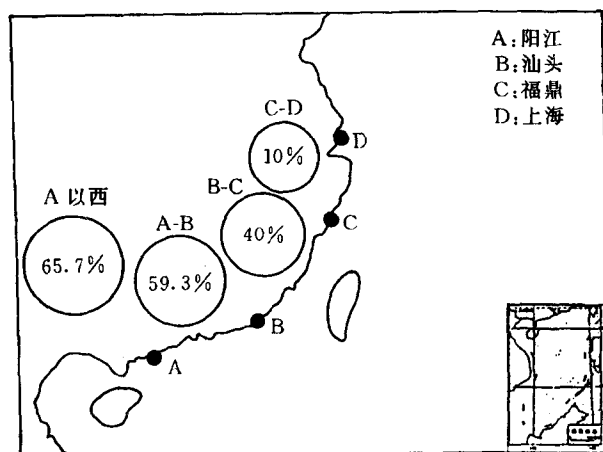


图 9 在不同下垫面登陆的台风 24 小时内的衰减率

A 以西：大范围高山区 A—B：中国南部山区 B—C：低矮山区 C—D：平原区

强流出气流的尺度较大的稳定高层反气旋之下，将有利于台风的维持。另外，西风带高空槽的活动也会影响登陆台风的维持。

热带气旋的登陆问题涉及气象、海洋及社会等多方面的内容。气象方面需要进一步了解热带气旋登陆前后路径、风场结构、强度变化特征及物理机制，尤其是台风登陆后，引发的暴雨及龙卷等中小尺度天气的发生机制。海洋方面主要是研究大气、海表、浅海大陆架地形以及沿海地区地形之间的相互作用。社会方面主要是发展和完善防灾减灾措施。

5. 热带气旋的业务预报方法

目前，台风业务预报方法主要包括数值模式、统计动力模式、统计天气方法、统计气候方法和经验预报方法等等。本文主要介绍一下数值预报方法。

5.1 国家气象中心的台风路径预报模式 (MTTP)

该模式是国家气象中心在有限区暴雨预报模式 (LAFS) 基础上发展起来的 (王诗文, 1995)，是一个单向双重嵌套模式。其粗 (细) 网格的范围为 $0 \sim 49.69^\circ\text{N}$ 和 $84.38 \sim 159.38^\circ$

E ($10.31^{\circ}\sim 40.31^{\circ}\text{N}$ 和 $105^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$), 格距为 1.875° (0.9375°)。垂直方向包括 15σ 层。

5.2 上海区域气象中心的台风预报模式 (ETCM)

该模式主要用于进入东海警戒区的热带气旋的预报。它是在 MM4 的基础上发展起来的 (顾建锋等, 1996)。其水平方向为单向移动套网格, 即细网格随台风移动。粗 (细) 网络距分别为 150 公里 (50km)。垂直方向为 10σ 层。

5.3 广州区域气象中心的台风预报模式 (STCM)

该模式主要用于进入中国南海警戒区的热带气旋的预报。它是在热带有限区业务预报模式 (TL10) 基础上发展起来的 (王康玲等, 1996)。水平方向为单向双重套网格。粗 (细) 网格为 $56.6^{\circ}\text{N}\sim 31.2^{\circ}\text{S}$ 和 $50^{\circ}\text{E}\sim 170^{\circ}\text{E}$ ($36.2^{\circ}\text{N}\sim 3^{\circ}\text{S}$ 和 $89^{\circ}\text{E}\sim 150^{\circ}\text{E}$), 格距为 333km (111km)。垂直方向为 10σ 层。

对各种预报方法的误差 (预报与观测台风位置之间的距离) 分析 (表略) 表明, 官方预报比统计方法及 48 小时的数值预报要好得多。平均来讲, MTTP 要优于各预报中心所用的各种统计预报方法。对三种数值预报模式而言, STCM 似乎优于 ETCM 和 MTTP (表略), 这也可能与样本数不一样有一定关系。

6. 小 结

本文着重讨论了台风内部非对称结构、中小尺度系统相互作用以及地形效应对台风运动的影响。

由于灾害常伴随着台风登陆而生, 因而台风的登陆问题越来越吸引科学家们的兴趣。本文讨论了台风登陆后维持与否的物理机制, 并对台风登陆问题从气象、海洋及社会三方面进行了分析。

此外, 文章还总结了目前台风运动的业务预报方法。误差分析表明数值预报有着很大的发展潜力。数值预报的一个关键问题是初始场的准确性, 由于在海上缺乏观测资料, 因而应开展卫星资料在台风数值模式中的应用研究, 通过卫星资料的分析处理, 给出尽可能真实的台风结构及其环境特征, 这必将有助于台风数值预报能力的提高。

参 考 文 献

1. 陈联寿, 罗哲贤. 影响台风移动的两类本质性因子. 台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究, 第二分册. 气象出版社, 357~364, 1996
2. 范永祥, 任泽君. 台风现场科学业务试验综述. 台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究, 第一分册. 气象出版社, 1~4, 1996
3. 孟智勇, 徐祥德, 陈联寿. 台湾岛地形诱发次级环流系统对热带气旋异常运动的影响机制. 大气科学, **22** (2), 156~168, 1998
4. 杨平章, 贺海晏. 非线性水平动量平流作用对热带气旋运动的影响, 中山大学学报, **34** (1), 82~89, 1995
5. Chen Lianshou (1991). The Effect of Different Motion Scales Interaction and Structure Features on Tropical Cyclone Motion, Papers Presented at the Second Technical Conference on SPECTRUM, WMO/TD-No. 472, IV. 1~IV. 15
6. Chen Lianshou, Luo Zhexian (1995). Effect of the Interaction of Different Scale Vortices on the Structure and Motion of Typhoons, *Advances in Atmospheric Sciences*, **12**, (2), 207~214

7. Chen Lianshou, Xu Xiangde, et al. (1997). Tropical Cyclone Unusual Motion and the Effect of Asymmetric Thermodynamic Structure in Outer Region of the Storm, *Chinese J. Atmos. Sci.* **21**, (1), 83~90
8. Gu Jianfeng, et al. (1996). The Test Run Result of Tropical Cyclone Track Forecasting Model for East China Sea, The Studies of Operational Numerical Forecasting Method and Technology of Typhoon and Heavy Rain, China Meteor. Press, 52~58
9. Luo Zhexian, Chen Lianshou (1995). Effect of the Orography of Taiwan Island on Typhoon Tracks, *Chinese J. Atmos. Sci.* **19**, (4), 390~396
10. Luo Zhexian (1994). Effect of Smaller Vortices in the Pheripheral Region on typhoon Structure, *Adva. Atmos. Sci.*, **18**, 299~306
11. Meng Zhiyong, Nagata Masashi, Chen Lianshou (1996). A Numerical Study on the Formation and Development of Island—Induced Cyclone and Its Impact on Typhoon Structure Change and Motion, *Acta Meteorologica Sinica*, **10**, (4), 430~443
12. Wang Shiwen (1995). Numerical Typhoon Track Prediction of National Meteorological Center, Beijing, China, Presented at the Fourth International Technical Conference on SPECTRUM (Held in Japan)
13. Wang Kangling, et al (1996). Experimental Study of Numerical Prediction Model of Typhoon Track for South China Sea, The Studies of Operational Numerical Forecasting Method and Technology of Typhoon and Heavy Rain, China Meteor. Press, 44~51
14. Xu Xiangde, Chen Lianshou (1993). The Effect of the Interaction among Multi—Scale Systems and the Asymmetric Dynamic and Thermodynamic Structures of Tropical Cyclone on Its Track, Annual Report of Chinese Academy of Meteorological Sciences, 1993~1994, 11~20