

热带气旋科学 讨论会文集

(1990)

气象出版社

热带气旋科学讨论会文集

(1990)

气象出版社

(京)新登字046号

内 容 简 介

收入本文集的论文共 40 篇,基本上反映出 1985—1990 年我国热带气旋科学研究成果以及当前的学术水平。内容包括热带气旋路径、热带气旋结构及变化、热带气旋发生、热带气旋暴雨、台风暴潮、热带气旋数值模拟、热带气旋业务系统等方面。其中的一些综合报告,不仅就某个方面进行了总结,而且还有科学的评论并指出问题及方向,对今后的研究工作有指导意义。

热带气旋科学讨论会文集

(1990)

责任编辑 徐 昭

* * *

气象出版社 出版

(北京西郊白石桥路46号)

国防科工委印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.5 字数: 386千字

1992年7月第一版 1992年7月第一次印刷

印数: 1—1000 定价: 11.80元

ISBN 7-5029-0962-1/P·0481

前 言

台风是夏秋季影响我国东南沿海最严重的灾害性天气系统之一。影响所及,几乎达大半个中国。新中国成立后,对台风科研和业务工作十分重视,通过40年来的努力,已经形成了一支具有一定数量和质量,以及专业人员与群众相结合的科研队伍,为台风科研和业务的提高作出了较大的贡献。

1972年开始,国家气象局在广西南宁集会,组织沿海及其毗鄰省(市)区气象业务部门,有关大专院校和科研机构,有针对性地开展全国台风科研大协作。为加强领导和推动台风学术活动,成立了台风科研协作领导小组和技术组,负责组织协调。南宁会上进行了首次学术交流,并选编出版了《1972年台风会议文集》。在此后的13年间,1974、1976、1978、1981、1983、1985年,分别在厦门、杭州、上海、南京、黄山、泰安等地召开了学术讨论会,编选出版了6本《台风会议文集》,其内容基本上反映出我国台风科研进展和业务水平的提高情况,也凝集了广大从事台风科技人员的心血,荟萃了他们的研究结晶。这些台风科研成果已形成一个较完整的系列,这不能不说是我国台风科研的一大进步。

在出版《台风会议文集》的同时,为了使我国台风科研向更为先进的水平发展,1977年台风科研领导小组会议决定,在每届全国台风科研协作会议之后,编译一本相应时期的《台风译文集》。1978年印出台风译文集(1),继之于1981、1985年出版了台风译文集(2)、(3),另外台风译文集(4)即《热带气旋全球观》将于1991年出版。实践证明,这样做对提高我国台风科研和业务水平大有好处。

从1986年到1990年正是在我国改革开放的思想指导下,台风科研协作进行变革的时期。组织上由台风科研协作演变为国家气象局气象科学基金委员会台风项目评审组,形式上从台风科研协作转变成台风科研基金招标制,内容上从台风业务技术科研为重点改变为应用基础理论研究为主。5年来科研重点主要放在热带气旋路径突变、强度突变、结构变化以及登陆后引起的特大暴雨上,取得了很多成果。为了交流成果,于1990年5月12日—15日在上海召开第八届全国热带气旋科学讨论会。这次会议着重交流了自1986年实行基金制以来台风科研基金支持的热带气旋科研成果。这次会议的开法,采用了一种新的形式,综合报告、研究报告和专题讨论穿插进行,全体会议、分会讨论相互结合,气氛活跃,讨论热烈,与会意识强,并按预定目标采用大会集体进行学术总结的方式,得出了我国当前热带气旋研究的进展、业务能力、存在问题和建议等评价性结果。

1. 热带气旋路径 热带气旋客观模式的改进,表现在扩大样本,改进路径预报的稳定性,将几种预报精度较高的模式作为子方法加以集成,进行多种客观方法综合预报试验等。

2. 热带气旋结构及其变化 开展了有关热带气旋结构的数值试验和流体动力模拟实验,成功地模拟了热带气旋的雨带,多尺度相互作用对热带气旋的影响以及冷空气和地形对结构的影响。另外,还试用“OLR”资料等探讨了热带气旋结构和强度变化。

3. 热带气旋的发生 研究的内容有所扩展,例如多尺度相互作用,非线性动力学分析,不用参数化方案,直接对水汽加热模拟热带气旋,均取得较好结果。厄尔尼诺与西北太

平洋热带气旋的相关关系得到进一步证实。

4. 热带气旋的影响 在热带气旋暴雨预报方法上,用水汽通量散度,熵等诊断物理量作了台风暴雨落区预报,数字化卫星云图,数字化雷达回波等新技术与新手段在热带气旋暴雨研究中应用,并重视暴雨区的中尺度物理特征。热带气旋的天气研究中采用了中尺度数值模式,数值试验等手段。

热带气旋风暴潮数值模拟和数值预报方法研究,已初步奠定基础,并已进入应用阶段。

5. 热带气旋数值模拟和预报 数值模拟能较成功地模拟出与实际相近的径向风、切向风分布和眼壁、暖心、螺旋云带等结构。在双涡旋相互作用,移向移速突变,环流垂直切变及温度平流影响等热带气旋运动数值研究方面也取得一定成果。

6. 热带气旋业务系统 开始应用较强功能的热带气旋业务预报系统,能在微机上快速自动检索,查询热带气旋各种历史资料和天气形势,改变了以往落后的手工操作状态。

7. 警报和防灾 1987年正式列为课题,目前正在进行灾情调查和数据收集整理,下一步工作是建立灾情数据库和开展灾情分析。

为开好热带气旋科学讨论会,台风项目评审组事先汇编了《1990年全国台风会议文摘》(预印本)共收集论文摘要134篇,由中国气象学会协助出版。经研究确定在会议上报告的论文66篇,最后选进本文集的为40篇,这本反映我国热带气旋近四年来成果的文集,当然不能概括其全貌,但却可起到举一反三的作用。

束家鑫

1991年10月

目 录

一、前言

二、热带气旋科学讨论会技术总结.....陈联寿 (1)

三、综合报告

热带气旋路径和业务系统的研究现状及其进展.....费 亮 (8)

热带气旋结构和结构变化研究的进展.....陈联寿 (16)

热带气旋发生综合评述.....董克勤 (25)

热带气旋路径数值预报业务与研究的进展.....朱永褪 (32)

台风暴雨综合报告.....束家鑫 贺 忠 (41)

我国台风暴潮的研究和预报进展.....秦曾灏 (50)

热带气旋警报和防灾系统的现状及发展.....陆家珩 (60)

四、研究报告

(一) 路径

台风移动轨迹曲率特征与异常变速运动.....徐祥德 (70)

非线性动力学的热带气旋路径预报方案(ND-88).....李天明 朱永褪 殷鹤宝 (76)

热带气旋与环境流场的相互作用对气旋路径的影响.....陈企岗 (84)

多台风移动路径特征初探.....包澄澜 施国强 (87)

台风路径完全预报方法.....郑和文 朱全明 (91)

西北太平洋热带气旋全路径趋势预报.....吴达铭 邱君瑞 孙 华 (95)

西北太平洋台风急剧加深的初步统计.....陈瑞闪 (98)

(二) 结构与结构变化

8807号台风结构中尺度变化的诊断分析及其研究.....杨元琴 汤桂生 王继志 (102)

台风前部的龙卷.....沈树勤 (109)

登陆热带风暴变性后重新增强的研究.....孙绩华 梁必骐 (112)

利用卫星云图预报珠江三角洲台风大风.....梁经萍 (115)

台风的中尺度结构特征.....仲荣根 (118)

对流层低层层结与CISK 过程的互馈和热带扰动发展的最优尺度王玉清 (122)

台风的同心双眼结构及转向运动.....陈善敏 (126)

(三) 发生

西北太平洋的季风槽短期变化型式和热带风暴形成的关系.....吴达铭 (130)

环境流场、温度场对热带气旋发生、发展和移动的影响.....钮学新 (137)

五层原始方程模式移动型双向套网格热带气旋路径预报的初步试验.....

.....王玉清 朱永褪 (143)

台风风暴潮数值预报业务试验方案.....吴辉碇 张占海 李国庆 (151)

南海北部海洋环境和海洋地形 Rossby 波与近海热带气旋的发生发展...

.....	袁叔尧 梁必骐 王昭正	(159)
基本气流垂直切变对台风移动影响的理论分析和数值试验.....	蒋 群 董克勤	(162)
上海地区热带气旋风暴潮数值模拟.....	王以农 秦曾灏	(165)
无辐散风引导气流与台风短期路径关系的初步试验.....	周正强 金汉良	(168)
(四) 影响		
西北太平洋热带气旋近中心最大风速历史资料的订正.....	陈锡章	(171)
大气熵变场及其在热带气旋暴雨诊断中的应用.....	符长锋	(179)
台风倒槽内诱生低压暴雨的诊断研究.....	唐章敏 金秀兰	(187)
东太平洋海温与中国夏秋季热带气旋降水的关系.....	励申申 寿绍文	(197)
8807号台风暴雨综合诊断分析.....	王崇州 邱爱武	(203)
用熵场特征作热带气旋降水预报.....	吕晋文 朱希宁	(206)
(五) 业务系统		
台风路径预报专家系统.....	丁长根 栾宝储 费 亮 吴天泉	(210)
我国热带气旋路径客观预报方法的性能分析.....	费 亮 吴天泉	(216)
辽宁台风路径预报客观定量自动化业务系统.....	王达文 周小珊 袁 健	(226)
“RSWA”模式更新与自动化业务流程	谢玲娟 朱庆阶	(233)
热带气旋演变过程中“OLR”场特征与流场的联系	肖文俊	(237)

热带气旋科学讨论会技术总结

陈 联 寿

(国家气象中心)

一、台风运动路径的研究

台风运动路径研究的进展主要表现在台风运动学理论研究与预报方法研究两个方面。台风移动与基本引导气流之间关系的研究仍然倍受重视。台风运动的突然转折,包括移向突变、移速突变是研究的重点之一,并且得到一些颇有意义的观点。对热带气旋的诊断研究,气旋与环流场的非线性相互作用,台风异常运动的原因,及双台风运动特征的研究等都取得了一定的进展。

对异常路径成因加深了认识。路径突变可由大尺度流场突变引起,但在稳定大尺度流场中也会发生路径突变。研究表明,往往在多平衡态情况下,突变是由一个平衡态转化到另一个平衡态时所发生的结果。近五年来,热带气旋客观预报方法中预报因子的选择有了改进,综合优化模式的研究进行了试验。

在台风移动与基本气流关系的研究中,台风相对于引导气流速度与方向的偏差是问题的焦点。朱复成提出^[1],台风的移动主要由台风切向风速和台风区 f 场来决定。台风相对于引导气流的速度无论在东风带或西风带均较慢(约为80%)。其偏角在西风气流中大于东风气流;并指出在西风气流中,台风移动偏向基本气流左侧。蒋群与董克勤^[2]着重讨论基本气流的垂直切变对台风移动的影响,但与上述结论不同,认为台风在东风带中移动快于基本气流,在西风带中慢于基本气流。

在台风移向移速突变的研究^[3]中指出,移向突变的原因是当台风进入斜压区后,深层平均气流从向西北方向骤然转变为向东北方向,非地转风作用猛增,台风右折;当深层平均气流从西北突然转向西南,非地转作用减少,台风突然左折;台风运动不仅和大尺度环流特征有关,而且还和台风内部的结构有关。南海台风移向移速突变的研究^[4]表明,如果台风环流内部流场与其气压场分布一致,台风移速可突增。台风内部流场与气压场分布不一致,台风移速突然减慢。还有人^[5]提出台风运动通道的概念,认为突然西折的台风路径是台风纵向通道逆时针转为横向通道的结果。吴中海^[6]还讨论了涡度方程非线性平流项在路径突变中的作用。

俞志平、陈联寿^[7]采用Composite技术将多时空状态的台风物理量场进行坐标平移和合成分析。研究发现,突变因素在环境场上有先兆反映,但仅在24小时前后反映显著。24—48小时前突然左转的台风,环境场在台风运动方向左侧有明显气旋性环流;右转时左侧为反气旋环流。台风的突然转向还有向200hPa环境辐散风场中心转折的趋势。

对双台风的很多研究均指出,双台风的相互作用具有临界距离效应^[8]。一般认为临界距离为6—7纬距。只有当双台风在临界距离以内,藤原效应才起作用。当环境场及切变大于藤

原效应时,双台风可做反气旋式旋转。研究还提出,双台风水平流场相互作用可产生一种次级环流,它可导致双台风间距的变化,双台风相互排斥与吸引的速率主要取决于次级环流的强弱。双台风互旋角速度大小主要取决于双台风的联合强度,强度越强,中心间距越小,则互旋越快。这些观点加强了对双台风相互作用原因的认识。

在台风路径业务预报模式的研究中,李天明、朱永湜^[9]等提出了台风路径非线性动力学研究方法,指出台风运动是受制于环境和台风内部非对称结构的相互作用。他还提出了一种以欧洲中心格点资料为基础的异模式嵌套“接力”预报方案。研究结果虽然与实际业务应用尚有差距,但在动力学预报模式的建立方面已经有了新的开端。

费亮等^[10]对我国四种台风路径预报气候持续性模式性能作了对比分析,谢玲娟对‘RSWA’模式进行了更新与优化研究^[11],结果表明,热带气旋业务预报研究的主要发展表现在:目前已将几种预报精度较高的模式作为子方法加以集成,进行了多种客观方法综合预报试验。扩大样本,改进了路径预报的稳定性,增加非线性预报因子,采用固定网格点因子自动读数等。这些工作表明,五年来,我国台风客观业务预报模式的总结、更新和改进工作仍在进行,但新的进展并不多,热带气旋路径预报水平仍处于徘徊状态,24与48小时预报误差分别为214km和444km,多数客观预报方法都具有技巧水平。疑难路径的预报能力仍较低。

当前台风路径的研究由于缺乏飞机探测资料,依靠卫星云图和雷达四波进行台风定位,误差较大,影响预报精度。目前尚无一个较高水平的客观预报集成模式投入业务使用。因此未来5年中要加强热带气旋监视的能力,研制优良的热带气旋数值预报模式,投入业务,并建立优化集成预报模式的研究,还建议重点对疑难路径形成的物理机制进行研究。

二、台风结构与强度变化

台风结构和结构变化研究的对象很广,不仅要搞清热带气旋基本结构的物理过程,还要了解由于结构和结构变化所引起热带气旋的强度突变、涡旋内部中小尺度系统所引起的暴雨。热带气旋结构和结构变化的研究是热带气旋研究中一个极为基本而又重要的部份。

从本届会议收到的论文看,五年来台风结构与强度变化的研究也取得一定进展。已收到的23篇论文中涉及的内容十分广泛。开展了热带气旋结构数值模拟实验,成功的模拟了热带气旋的雨带。有的提出了一些新的客观事实,如同心双眼台风,龙卷和强风暴等。研究了热带气旋突然加强和衰减机制。对台风眼区、密蔽云区的结构变化、尺度效应、结构突变、灾害成因等均作了讨论。研究中还引用了如“OLR”等一批新资料,采用了数字化红外卫星云图及反演、模拟等一些新的分析手段。

陈联寿与李斌对迅速发展的台风进行的诊断研究指出^[12],台风迅速发展加强与加强过程中,台风内区(半径138km内)与外区在物理过程上有显著差异。台风迅速加强前,台风内区动能增加不明显,外区相当明显;与此相反,在台风迅速加强期,内区动能增长非常剧烈。动能生产率和积云尺度与大尺度间能量转换达最大,高空反气旋制造也达最强,视热源和视水汽(Q_1 和 Q_2)也很强。这表明台风加强前与正在加强时外区与内区动能增长趋势是反位相的,这可以解释突然加强时,动能从侧边界向内区输送是一种非线性过程。谭锐志、梁必骥研究台风变性过程发现^[13],如果用相对角动量来指示台风动能变化,未减弱前(即西风带影响发生前)次网格效应及摩擦作用对角动量起消耗作用;在台风变性期,次网格尺

度作用和角动量在系统内部重新分配的特点仍是以角动量在低压内的消耗为特征(角动量汇),其动量来源为侧边界上的平均输送。对比台风的突然加强和缓慢变性,两者差异甚大。王作述^[14]等人的研究发现,登陆后消亡与不消亡的台风机制显著不同,前者主要是运动场与热力场不对称,暖区与上升区作偏心分布;后者是正压斜压共同起作用,台风强度变化的源和汇都在台风内部。

贺忠^[15]等对热带气旋中尺度强风暴进行了详细分析,发现强风暴云团是由多个雷暴组成的中尺度系统,水平尺度200—600km。还指出强对流风暴发展时,对流层温度的降温转为增温,纬向风垂直切变的增大等。仲荣根^[16]的研究发现,热带气旋发展时,在对流层上层和下层都可以观测到中尺度气旋和反气旋。沈树勤^[17]统计了近年来台风减弱过程中生成的龙卷,并做了中尺度分析。结果指出涡度方程各项中,倾斜项是龙卷风萌发的重要条件,并用图解归纳出龙卷萌发的概念模式。

研究表明,台风的突然加强与减弱除上述与台风内部结构、能量传送机制有关外,还与台风的宏观特征、台风的环境特征有关。强台风的突然加强,低层正涡度同时增大,高低层涡度对比度大;中等强度台风的突然加强,高层负涡度增加明显,低层正涡度增加不多;弱台风的突然加强,低层正涡度有增加,高层负涡度变化不大^[18]。

台风中尺度结构的研究,包括涉及台风中心浓密云团、台风螺旋结构强度、积云对流强度的定量分析的方法研究取得可喜进展,汤桂生、王继志、杨元琴通过对每小时间隔的数字化卫星云图的色谱分析、过滤分析、积分分析等,给出了对台风积云对流强度、螺旋结构度、中心最低气压的数字化诊断方法,为诊断和发现台风中尺度系统提供了新的工具^[19]。他们对在杭州湾造成强灾害天气的8807号台风中尺度结构进行了观测研究^[20],结果表明,台风的积云对流,台风的螺旋卷入强度都存在中尺度的周期变化;并且发现螺旋度的中尺度周期变化与积云对流变化呈反位相。螺旋结构强度峰值与杭州湾风灾出现相一致。还发现海面气压有中尺度与小尺度扰动的叠加,在两种尺度波动低值同位相叠加时,振幅出现非线性放大,出现生命史中海平面气压最低值,并形成杭州湾强风灾害。

综合上述研究可以发现,在台风内区,似有这样一种突变过程:积云对流强烈发展→台风内区动能制造率增大,动能急骤增加^[21]→台风螺旋结构度非线性加强→台风低层中尺度强风突发^[20]→伴有积云对流的减弱→一次突发性增强过程结束。上述一些结果对台风灾害的诊断具有十分重要的实际意义。

应当看到,由于客测资料不足,热带气旋中尺度结构的研究的开展是很艰难的。现有资料的整编和提供也不能满足需要。还由于模拟研究的水平不高,对于强灾害发生率很高的近海台风,快速发展,快速移动的台风结构及演变机制的研究是迫切需要解决的问题。建议“八五”期间,加强热带气旋强度变化机制、变性过程、结构及其影响等方面的诊断和理论研究,期望这方面的研究能有较大进展。

三、台风的发生发展

热带气旋发生发展研究薄弱,进展缓慢。从现有报告内容看来,涉及了一些新的领域,研究内容有所扩展。

目前研究的进展是讨论了多尺度相互作用、非线性动力学分析、直接用水汽加热模拟热

带气旋,取得较好效果。在发生条件的研究中,考虑了海气相互作用。通过数值模拟研究,对惯性重力波、热成风适应以及非线性突变理论的应用也进行了初步研究。ElNino与西北太平洋热带气旋活动的相关关系得到进一步探讨。海底地热对热带气旋发生的影响,引潮力与热带气旋发生间的相关等都引起了注意。

袁叔尧、梁必骥^[21]以8311号台风为例讨论南海台风源地的海洋环境特征。对地形Rossby波的非线性共振相互作用进行研究,结果指出,由于地形Rossby波的作用引起海水28℃水温层加厚,以此对南海北部台风多发生与早发生作出解释。山东气科所朱良富、张苏平^[22]从海洋地质地貌出发,讨论海底热效应的差异与热带气旋多发生的地点的联系。把海底扩张、板块构造理论与太平洋台风发生源地联系在一起。任振球的工作强调天文因子对台风发展的影响的重要性^[23]。指出引潮力在特定天文现象出现时的放大对台风发生起作用。这些研究构想比较新颖。虽然,文章中有些结论,目前尚未提出足够的证据,但这些工作的出现,说明我们在台风发生发展研究的领域开拓,思路开扩等方面正在向前走,而不是停滞或僵化。

厄尔尼诺事件与台风发生的联系说法较多,我们这次会上收到的文章,讨论了海水(黄渤海)冰情与北上台风频数的关系,把厄尔尼诺事件对台风活动的影响与黄渤海海冰冰情联系起来,认为多冰期,台风频数多,北上袭击黄渤海可能性大,此时太平洋低纬地区为非暖水期,与厄尔尼诺事件发生联系。

当前存在的问题是对于我国近海的热带气旋发生监测手段不足,预报能力不能满足实际业务需要。需加强这方面的研究与开发。建议加强监视手段的研究,通过立法和行政协调,增加海上观测资料。

四、台风暴雨的研究

台风暴雨研究取得了进展。这些论文可以反映出以下4个特点:1)重视新方法,如用水汽通量散度、熵等诊断物理量作台风落区预报取得一定结果。2)台风暴雨中尺度现象的诊断和数值模拟工作有新的进展,如对台风暴雨和大风的模拟。3)台风暴雨天气尺度系统的研究提出了概念模式、系统性质分类等研究。4)初步建立了一批台风暴雨、风暴潮和大风的业务预报系统。

采用气压滤波分离中尺度扰动,讨论了重力波对暴雨的激发作用^[24];李玉兰使用高斯加权客观分析滤波方法分析了7层等压面上暴雨中尺度系统的物理特征^[25]。应当指出,中尺度暴雨系统的研究,滤波分离方法是重要的,也是必要的。与中尺度滤波分析方法相对应的中尺度天气系统的概念与理论也必然会有发展与更新。那种低压辐合上升、高压辐散下沉的天气尺度系统模型不会原封不动的套用到中尺度暴雨系统中来。因此,新的方法引进是重要的,新的观测事实与结论,对新事实的解释还应当多做工作。

广东台吕晋文^[26]、河南台符长锋^[27]都做了熵变场分析与台风暴雨的关系,他们的结果比较一致,认为负变熵对台风暴雨起组织作用,700hPa变熵梯度最大处及零线附近出现大暴雨可能性大。这些概念的引进,开阔了人们对台风暴雨宏观过程的理解。认为大气中熵平衡是暴雨天气尺度与次天气尺度不可逆过程的一种定量描述。

王崇武等对8807号台风进入湖北境内的暴雨过程进行了中尺度诊断分析^[28],通过对逐时的地面风场、雨量场及WRS-815数字化雷达资料的分析,诊断暴雨发生发展的过程。指

出‘喇叭口’地形汇合作用在暴雨发生中的作用。蔡则怡^[20]使用 Anthes 中尺度模式对河南 75·8 暴雨作了数值试验研究。这些暴雨中尺度过程的诊断与模拟研究比过去有了新的进展。

在台风暴雨天气尺度系统研究中,也出现了新的概念模型和分类研究。束家鑫、贺忠^[30]对登陆台风特大暴雨的条件作了分析。蒋尚城等^[31]的研究表明,台风暴雨的发展具有阶段性,不同阶段中因天气尺度系统性质不同台风暴雨有显著差异,认为内陆台风暴雨一般有二个阶段:‘混血’性质的温带、热带混合暴雨阶段及温带性质的温带气旋暴雨阶段。以混合暴雨阶段的雨量最为集中。许多文章讨论台风倒槽诱生低压的暴雨机制,对这类倒槽低压暴雨系统的模式^[32];提出了蕴酿、诱生、发展温带气旋三个阶段的过程及其特征与联系,给台风暴雨天气诊断提供了有价值的模式依据。励申申、寿绍文从台风登陆后衰减机制的研究出发,认为台风通过外围暴雨向环境输送能量,使台风减弱,把暴雨做为台风变为低气压的一种能量输送过程来研究。这些结果表明,台风暴雨的研究已经取得了许多有意义的进展。

目前热带气旋暴雨的研究中,还没有提出明确的三维物理图象可供业务预报应用,或者提供具有物理意义的“概念模式”。近年来热带气旋暴雨预报方法研究尚未受到重视,因而与业务应用的结合存在问题比较突出。

今后应加强台风的特大暴雨和特小降雨的对比分析研究。开展暴雨预报的业务分析和预报方法的设计和研究。开展热带气旋结构强度变化与暴雨发生相互作用的研究。

五、台风风暴潮的研究

我国海岸线长,台风风暴潮对我国沿海影响很大,海洋部门作了许多这方面的研究工作。本次会议收到的论文虽然不多,但从不同侧面反映了台风风暴潮的研究取得了新的进展。王以农、秦曾灏^[33]对 12 次台风风暴潮进行了数值模拟试验,他们的试验模式能给出较好的结果,最高水位相位差小于 30cm,时差不大于 1 小时。利用这个模式他们还得到了意外的发现,当模型中梯度风系数改变时,与台风转向的经度存在一定关系。吴辉碇、张占海给出了一个台风风暴潮数值预报业务方案^[34],考虑了移动网格的台风预报结果。李国庆、张占海用正压原始方程模式,采用大小网格嵌套技术制作台风路径预报,然后预报风暴潮^[35]。这些工作表明,风暴潮的研究工作、数值模式设计研究向实际业务预报能力转化的工作已经取得了进展。

六、业务系统

近年来天气分析预报业务系统的研究取得了较大进展。热带气旋业务工作中涌现了大批微机业务系统,这是近五年来计算机技术与台风预报业务相结合的新发展。是科研与业务能力转化中的一个新的特点,对热带气旋业务预报工作有较大推进。具有较强功能的热带气旋预报系统已建立并应用于业务。能在微机上快速自动检索、查询热带气旋各种历史资料和天气形势。一些系统具备处理实时资料,客观预报,建立人机结合的路径和暴雨专家系统,以及确定热带气旋最佳定位等多种功能,输出产品图文并茂。改变了过去气象台热带气旋预报工作中手工操作的落后面貌。

上海台风所完成的台风路径分析与预报系统,吴中海和丁长根、费亮^[36]等研制的台风

业务预报专家系统, 中央气象台研究设计的百年台风资料图形自动检索及台风预报业务系统等, 在历史资料、实时资料动态检索、分析预报程序库设计、图形自动检索输出等方面都作出较好的工作, 在近年来业务预报中发挥了一定的效益。这些业务预报系统的研究与设计基本上相当于国际上同类业务系统的研究水平。本届会议收到论文13篇, 从不同角度反映了近年来台风业务预报、诊断分析、专家系统等方面的进展。

目前设计的台风业务专家系统通常能做出72小时台风路径预报, 对疑难台风路径具有一定的预报能力。在IBM/PC微机上建立台风历史资料库系统、台风路径客观自动化专家系统, 对于台风预报客观化、自动化程度的提高, 区域台风预报水平的提高将发挥出好的效益。

一个值得注意的动向是, 目前存在预报系统设计较多, 但有重复劳动现象, 有的系统, 自动化程度有待改进, 设计思路整体性较差。随着计算机技术的发展, 图形图象技术在天气分析预报中的应用将会向更深、更广领域发展。台风-作为十大自然灾害之一的重要灾害天气系统, 应用计算机图形、图象技术的发展, 对台风系统中灾害天气区、成灾天气系统诊断技术的提高是十分重要的。卫星图象与天气图的合成显示技术可以揭示台风中‘发展’系统的“突变”过程^[13]。我们在大力发展分析预报业务系统、专家系统的同时, ‘八五’期间要特别注意对计算机图形图象技术、多维气象信息同化合成技术及时空诊断技术的开发与研究。完善热带气旋警报系统。增加预报评价、警报评估、灾情模式等系统的工作使其在台风灾害天气诊断分析、预报中发挥更好效益。

参 考 文 献*

- [1] 朱复成, 影响台风移动因子的数值试验。
- [2] 蒋群, 董克勤, 基本气流垂直切变对台风移动影响的理论分析和数值试验。
- [3] 刘科成, 中国东部近海台风移向突变的动力诊断分析。
- [4] 刘伯汉, 南海台风移速突变的诊断分析。
- [5] 周桂芝, 我国东部沿海台风西折西行登陆路径分析和预报。
- [6] 吴中海, 热带气旋移动中的突变现象。
- [7] 愈志平, 陈联寿, 台风移向突变与大尺度环境场关系的研究。
- [8] 王玉清, 朱永提, 双台风相互作用机制分析及数值研究(一), (二)。
- [9] 李天明, 朱永提, 非线性动力学台风路径业务预报模式。
- [10] 费亮, 吴天泉, 我国四种台风路径预报的气候持续模式性能分析。
- [11] 谢玲娟, ‘RSWA’模式更新自动化流程模式。
- [12] 陈联寿, 李斌, 迅速发展的台风的诊断分析研究。
- [13] 谭锐志, 梁必骐, 登陆台风变性过程的诊断研究。
- [14] 王作达, 何煜光, 近海台风结构能量平衡。
- [15] 贺忠等, 热带气旋中尺度强风暴云团的初步研究。
- [16] 仲荣根, 台风中尺度结构特征。
- [17] 沈树勤, 台风前部龙卷风特征及其萌发条件探讨。
- [18] 容广熏, 黄键, 南海台风登陆前突然加强的诊断分析。
- [19] 汤桂生, 杨元琴, 数字化卫星云图分析与识别在台风分析预报中的应用。
- [20] 王继志, 杨元琴, 8807号台风中尺度结构的观测研究。
- [21] 袁叔尧, 梁必骐, 南海北部热带气旋发生源地的海洋环境与海洋地形 Rossby 波。
- [22] 朱良富、张苏平, 热带气旋生成与海底热效应的探讨。
- [23] 任振球, 热带气旋三大难点与引潮力异常。

* 所有参考文献, 均为本会议上交流的论文。

- [24] 全秀兰, 台风倒槽内暴雨中尺度系统分析。
- [25] 李玉兰, 台风倒槽暴雨中尺度扰动特征的分析。
- [26] 吕晋文, 用形势场特征和熵场作台风降水预报, 用增强显示云图预报台风大风。
- [27] 符长锋, 大气熵变场及其在热带气旋暴雨诊断中的应用。
- [28] 王崇武等, 8807号台风暴雨诊断分析。
- [29] 蔡则怡, 1975年8月河南大暴雨雨量预报数值试验研究。
- [30] 束家鑫、贺忠, 台风暴雨综合报告。
- [31] 蒋尚城、林楠, 台风在东北地区变性为温带气旋及其暴雨分析。
- [32] 唐章敏, 台风倒槽诱发低压云系的概念模式。
- [33] 王以农、秦曾灏, 上海地区台风风暴潮数值试验。
- [34] 吴辉定、张占海, 台风风暴潮数值预报业务方案。
- [35] 李国庆、张占海, 用移动套网格正压模式和相似法预报台风路径风暴潮数值预报系统。
- [36] 丁长根、费亮, 台风业务预报专家系统。

热带气旋路径和业务系统的研究现状及其进展

费 亮

(上海台风研究所)

摘 要

本文介绍了当前国内外热带气旋的业务预报水平、客观预报模式的研制和改进、热带气旋业务系统的进展以及运动理论研究现状。最后指出影响热带气旋业务预报水平的主要问题并提出今后改进的若干建议。

一、引 言

热带气旋路径的业务预报一直是一个受到重视和关切的问题。为提高预报精度,全球在开展和完善客观预报模式以及热带气旋移动的理论研究方面做了大量工作。我国自1985年全国台风会议以来,在客观模式的改进和研究、业务预报系统的完善以及对路径突变的物理机制等研究上都有不同程度的进展。

本文对最近五年来有关热带气旋路径的研究和业务预报现状作一简要的评述,并对今后工作提出一些建议。

二、热带气旋路径业务预报水平

陈联寿曾指出^[1],由于热带地区常规资料的缺乏,尽管卫星探测技术有所提高,路径预报误差减小的趋势仍不太明显,尤其是转向台风及异常路径较多的年份,误差还将明显上升。这种现象在最近5年业务预报中无明显改进。根据1985—1990年关岛、日本、菲律宾、中国和香港地区天文台官方预报的检验(表1),24小时路径预报的平均距离误差在210km,其中以关岛的误差稍低。香港的精度虽然仅184km,但其主要预报只限于进入南海的西行台风。48小时误差一般在400km左右。相比之下,我国误差较大,达437km。值得注意的是,日本的官方预报自1988年连续3年来的预报水平明显提高。24小时平均距离误差都小于200km,即使是疑难路径较多的1989年,24小时误差也只有193km,1989年开始发布的48小时预报,其误差都不超过400km。

我国有关气象台发布的综合预报精度与所处的地理位置关系较密切。由表2可见,凡位于 25°N 以南的气象台,24小时误差平均在200km以下,48小时误差不超过400km。但位于 25°N 以北的气象台,不论是24或48小时误差均明显偏大。这可能是台风在低纬移行时路径相对较稳定所致。

疑难台风和定位误差将直接影响路径预报正确率。1986年和1989年中疑难路径及中心

眼不清晰的台风相对较多,因而这两年的预报误差也偏大。

表1 西北太平洋(包括南海)台风路径预报的平均距离误差(单位: km)

方 法	1985 24 48	1986 24 48	1987 24 48	1988 24 48	1989 24 48	1990 24 48	平均 24 48
中 国	239.0 499.8 (124) (87)	231.5 438.4 (152) (106)	174.8 375.8 (161) (135)	200.6 438.5 (118) (79)	226.9 490.0 (164) (119)	198.5 379.6 (170) (138)	211.9 437.0 (889) (664)
关 岛	209.6 414.3 (317) (244)	221.5 480.6 (201) (157)	168.3 356.4 (109) (85)	198.9 389.1 (115) (80)	242.8 467.1 (113) (91)	183.5 354.2 (155) (127)	204.1 410.3 (1010) (784)
日 本	219.4 (241) /	258.2 (216) /	249.3 (213) /	181.3 (129) /	193.1 396.4 (179) (95)	180.1 337.8 (168) (139)	213.4 402.5 (1146) (234)
香 港	170.3 309.7 (111) (65)	221.5 439.1 (165) (123)	168.2 336.1 (57) (32)	240.2 378.1 (15) (6)	143.6 340.6 (28) (18)	160.8 330.1 (20) (16)	184.1 355.6 (396) (260)
菲律宾	232.9 (92) /	202.3 (125) /	226.3 (84) /	244.3 (18) /	212.9 (23) /	154.7 (26) /	212.2 (368) /

表2 我国台风路径综合预报距离误差

单位: km

方 法	1985 24 48	1986 24 48	1987 24 48	1988 24 48	1989 24 48	1990 24 48	平均 24 48
中央台	239.8 499.8 (124) (87)	231.5 438.4 (152) (106)	174.8 375.8 (161) (135)	200.6 438.5 (118) (79)	226.9 490.0 (164) (119)	198.5 379.6 (170) (138)	211.0 430.8 (889) (664)
江 苏	/ /	236.8 288.9 (4) (1)	278.9 283.4 (4) (1)	/ /	174.3 320.9 (7) (1)	216.4 / (13) /	217.7 297.7 (28) (3)
上 海	215.9 503.1 (52) (17)	196.5 484.1 (48) (39)	209.6 458.3 (40) (27)	149.4 330.7 (20) (11)	251.2 563.5 (32) (21)	166.7 308.8 (66) (48)	198.0 430.1 (258) (163)
浙 江	/ /	158.6 389.0 (7) (7)	235.8 532.5 (13) (5)	37.8 (1) /	275.5 296.7 (15) (5)	169.7 290.8 (20) (8)	209.6 367.8 (56) (25)
福 建	202.4 309.9 (5) (4)	247.7 521.1 (35) (25)	163.7 471.6 (24) (16)	164.4 151.1 (9) (2)	238.7 418.6 (28) (17)	173.7 354.1 (38) (27)	203.5 426.3 (137) (91)
广 州	225.3 444.6 (47) (31)	195.0 408.8 (89) (61)	151.0 352.1 (52) (42)	179.2 478.6 (23) (9)	145.0 276.0 (50) (34)	212.8 366.6 (42) (31)	185.2 377.7 (303) (208)
广 西	105.3 (3) /	150.1 150.4 (4) (1)	/ /	175.5 429.5 (8) (4)	85.9 122.7 (6) (2)	175.4 384.8 (19) (12)	154.2 354.3 (40) (19)
海 南	/ /	/ /	/ /	108.4 (3) /	150.2 346.2 (24) (11)	143.7 371.5 (10) (6)	145.1 355.1 (37) (17)

我国客观预报模式原有10种。经最近5年来技巧水平的鉴定,目前有7种方法参加业务发报。其中24小时距离误差在200km以下的有6种,占85%。48小时误差在400km以下的有两种,占29%。经不同海域、不同天气形势的检验^[2],浙江气象科学研究所的统计预报、上海台风研究所的统计动力方案和复合统计模式的预报性能较好。尤以25°N以北海域的北上台风路径为最佳,它们对业务预报有较好的参考作用。北京相似法(MAM81)对20°N以南海域的西行台风路径有较高的预报精度。福建Fj方案对北上路径的转向点预报比其它方法要敏感。

束家鑫曾指出, 70 年代末期的客观方法平均距离误差略大于中央台的官方预报^[3]。到 80 年代后期, 我国客观方法误差明显下降, 除数值预报模式外, 其它方法的精度都高于官方预报^[4]。分析其原因, 除某些方法在预报因子选取和样本扩充等方面作了一些改进外, 绝大部分方法都使用了后 6 小时的实时警报位置, 而计算误差时并没有扣除这 6 小时, 因而实际预报时效只有 18 小时。客观模式的另一个通病是对定位非常敏感。往往由于初始位置的摆动而得到二条差别较大的预报路径。另外客观方法对疑难台风仍缺乏预报能力。

三、客观预报模式的研制和改进

全球用于热带气旋路径预报的业务客观模式可概括为气候持续性、统计-天气、统计-动力、正压动力和斜压动力模式等 5 类。由于计算机速度和储存功能的迅速增强, 已经有能力使全球谱模式的分辨率大为提高, 同时还能使模式包含更为详细的物理过程参数化。表 3 列出当前从事热带气旋预报的气象中心所用的全球模式分辨率^[5]。Krishnamurti (1989) 曾检查了 T170 高分辨全球模式的性能。该模式在赤道附近的变换网格距为 70km, 由该模式所作的预报路径与实况相当吻合。除了全球谱模式外, 还有些有限区域谱模式已在业务上应用, 如日本气象厅的 TYM 台风专用模式 (水平分辨率 50 km, 垂直层次 8 层), 美国国家飓风中心的 QLM 模式 (水平分辨率 40km, 垂直层次 16 层) 都有一定的预报能力。QLM 模式经 1987 年检验, 在每一预报时段内, 误差都明显低于 MFM (活动性细网格模式, 是美国 1989 以前的台风业务预报模式) 模式。从 1989 年开始该模式已取代了 MFM 模式, 投入业务应用。

表 3 业务全球模式的分辨率

气象中心	垂直层次	水平分辨率
英国气象局	15	15°×1.875°
日本气象厅	16	T63* (1.875°)
美国国家气象中心	18	T80 (1.48°)
欧洲中期天气预报中心	19	T106 (1.12°)

* T63表示三角截断波数63, 括号内数字为网格间距, 以度表示。

统计动力模式 NHC83 采用了完全预报方法得到热带气旋运动和位势高度场之间的统计相关。根据 1988 年美国国家飓风中心的官方预报和 7 种客观模式的误差比较, NHC83 的精度最高(表 4)^[6]。因此尽管在一些业务中心着重于原始方程为基础的有限区域动力模式, 并作一定的改进, 但目前其精度仍低于 NHC83, 至少在路径预报的前期是如此。在动力模式中, 为弥补洋面资料的不足, 一般采用人造资料。据认为改进人造资料的处理方法是提高动力模式性能的一个重要手段。正确的初始条件、提高模式分辨率、改进物理过程参数化是今后几年内研究动力学模式的主要方向。

大气环流调整、热带气旋与大尺度环境流场之间的相互作用以及风暴的非对称结构等因素会造成热带气旋运动偏离引导气流, 从而使影响热带气旋运动的因子更为复杂。因此, 目前还缺乏一个占绝对优势的客观预报模式。多种客观模式的预报位置经常会出现不一致, 甚至相互抵触的情况。为了克服这种现象, 在一些业务部门已经建立客观预报集成方案。James