

85-906-07 课题组

台风科学、 业务试验 和天气动力学 理论的研究

第三分册

国家科技攻关 85-906 项目
台风、暴雨灾害性天气
监测、预报技术研究

气象出版社

前 言

台风和暴雨是影响我国的两类主要重大灾害性天气,几乎每年都给我国国民经济建设和人民生命财产造成严重损失。据有关部门统计,随着我国经济的高速发展,自然灾害带来的损失也呈迅速上升的趋势,平均每年直接经济损失超过 1000 亿元人民币,死亡数千人。近几年中,洪涝灾害严重的 1991 年和 1994 年经济损失分别达 1215 亿元和 1876 亿元,其中台风和暴雨带来的洪涝等灾害损失最为严重。因此,加强对台风、暴雨灾害性天气监测、预报以及服务手段的研究,减轻台风、暴雨等气象灾害造成的损失,已成为各级政府和广大人民群众迫切需求,成为气象科技发展的当务之急。

为此,1989 年初,中国气象局、中国科学院和国家教委联合提出在“八五”期间开展台风、暴雨灾害性天气监测、预报技术研究的申请,得到了国家科委和国家计委的高度重视和积极支持。经过两年多的组织准备,于 1991 年 7 月 26~27 日,由国家科委主持,对“项目可行性研究报告”进行了可行性论证。1991 年 10 月 16 日,国家科委正式批准同意台风、暴雨灾害性天气监测、预报技术研究项目列入“八五”国家科技攻关计划,编号为 85-906。从此,代表国家水平的台风、暴雨攻关研究正式实施。

一、项目攻关的研究目标和内容

1. 攻关最终目标

研制东海、南海和长江、黄河流域防汛重要地域台风、暴雨灾害性天气的监测、预报技术,使我国台风、暴雨灾害性天气的预报水平在现有基础上有明显提高,达到或接近 80 年代中后期的国际先进水平。

2. 研究内容

(1) 研究台风、暴雨的位置、强度和动向等关键监测技术和方法;

(2) 研究台风、暴雨重大灾害性天气的监测资料、预报信息的快速、可靠的通信传输及数据处理技术和方法;

(3) 研究台风发生发展、加强、运动和台风暴雨的物理成因、演变规律和定量预报方法,特别是研究台风在近海突然加强和路径突变、台风暴雨突然增幅的物理机制和诊断预报方法;

(4) 研究我国黄河、长江流域防汛重要地域的暴雨发生发展规律、物理机制和客观预报方法;

(5) 研究和完善全国、东海、南海和长江、黄河防汛重要地域的台风、暴雨的警报和服务系统,开展台风、暴雨灾情评估方法的研究。

根据上述研究内容,共设置 10 个课题,构成较为完整的系统。它们分别是:

01——台风、暴雨灾害性天气探测、数据采集技术的研究;

02——台风、暴雨灾害性天气信息通信传输技术和数据处理技术的研究;

03——台风、暴雨业务数值预报方法和技术研究;

04——台风、暴雨数值预报新技术的研究;

05——台风及其灾害性天气业务预报方法的研究;

06——暴雨业务预报方法和技术研究;

- 07——台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究；
- 08——暴雨科学、业务试验和天气动力学理论的研究；
- 09——台风、暴雨预报、警报系统和灾害诊断评估预测技术方法及防灾对策研究；
- 10——台风、暴雨灾害性天气监测和服务系统的研制。

这 10 个课题分别根据其研究内容和研究任务，共分解为 55 个专题。

3. 项目(课题)“八五”考核目标

(1)完成以数字化气象雷达和气象卫星为主，配合其它遥感设备的台风、暴雨监测系统和通信传输系统所必需的一整套技术的研制，并在试验区对台风和暴雨进行有效监测，实现监测资料的快速和可靠传输，为台风、暴雨重大灾害性天气的预报提供及时和准确的信息。

(2)完成国家级和区域级以数值预报产品为基础的台风客观预报系统的研制，在具备业务运行条件时，使台风的预报时效提高到 2~3 天。

(3)上述系统的 24 小时和 48 小时台风预报、警报位置误差达到国际先进水平，使一般台风的 24 和 48 小时平均位置误差分别小于 200 和 400 公里。对台风路径突变，台风的突然加强和台风暴雨突然增幅具有一定的诊断和预警能力。

(4)完成国家级和区域级以数值预报产品为基础的暴雨客观预报系统的研制，在具备业务运行条件时，有能力发布 24 小时大范围暴雨概率警报和 48 小时暴雨概率预报，以及 72 小时大范围雨带的趋势预报。

(5)上述系统的 24 小时和 48 小时区域性暴雨预报的准确率(T_s 评分)，比目前提高 10%~15%。

二、项目组织实施的主要经验

1. 明确指导思想，保证攻关研究与业务发展需求的紧密结合

科技攻关的根本宗旨是研究、攻克国民经济和社会发展中的重大或关键技术问题，促进科技成果转化现实的现实生产力。对本项目而言，就是攻克监测预测技术中的关键技术问题，建立和完善台风暴雨监测预报系统，提高业务监测、预报和服务能力，这是一项系统性工程，有着明确的应用目的。因此，从项目设立一开始就明确了以下攻关指导思想：

(1)注重项目的攻关目标、任务和进程与气象业务建设计划的协调，使本项目在促进气象业务发展的同时也能与其互为支持，互为依托。

(2)中央和地方科技攻关任务密切结合，通过设立对台风、暴雨灾害影响较大的东南沿海和长江、黄河流域四个试验示范区域，争取地方政府的支持，推动攻关成果在重点地区的应用。

(3)重视台风、暴雨应用基础研究和技术开发研究相结合，确保在有一批攻关成果迅速投入业务应用的同时，为下一代业务系统的发展提供技术储备。

(4)积极发挥业务、科研、教育等部门的作用，充分调动中央和地方的积极性，大力组织协同攻关，在出成果的同时出人才。

五年来，906 攻关项目的全体科技人员正是按照这一指导思想进行攻关研究的，这是 906 攻关项目能够取得今天这样的成绩，能获得国家有关主管部门充分肯定的一个根本保证。

2. 加强组织管理，确保攻关任务顺利进行

为了保证科技攻关宗旨的实现，使攻关成果真正能转化为业务能力，906 项目采用按科技内容分类为主，即课题、专题为主的组织方式，避免了研究内容和类似专题的重复设置，考虑了课题分解的科学性和系统性。为克服研究与需求脱节，实行了“双向合同制”，即专题既要

题负责,也要对主要应用的业务实体负责。在专题合同的签订中,规定必须明确成果应用单位,比较可靠地提供了研制成果向业务能力转化的途径。

为了使上述组织管理工作得到保证,确保攻关研究工作的整体性和系统性,中国气象局、中国科学院、国家教委三个组织部门联合采取了强化的组织措施。

(1)成立项目领导小组。由项目组织部门的领导和管理专家组成,负责与项目有关的重大问题的审批、监督、检查、成果验收、协调和决策,由中国气象局任组长,中科院和教委分别任副组长。设立项目攻关办公室负责与项目有关的日常管理,挂靠在中国气象局科教司,以便于与上级主管部门、地方以及攻关实施单位及时取得联系。

(2)设立项目技术组与项目攻关办公室。由课题负责人、国家和区域业务化实体的主持人和三大主持部门的专家组成技术组,以中国气象局科教司为主,中科院和教委派员参加组成攻关办公室。技术组与攻关办分别负责项目有关的技术工作和学术活动的计划、组织、检查、评估、鉴定、验收和协调等。

(3)根据国家计委、国家科委、财政部的《“八五”国家重点科技项目(攻关)计划管理办法》,国家科委的《“八五”国家科技攻关计划实施管理细则》并结合该项目的特点,制定了本项目的实施管理规定,从制度上给予保证。

3. 重视攻关研究成果的集成,形成攻关研究对业务发展的系统性贡献

加强攻关成果的集成,一直是 906 攻关项目领导小组十分重视的问题。为此,在攻关项目的课题设计中创造性地设立了 10 个课题,要求参与攻关的各有关业务单位,充分发挥现有现代化装备的作用,将攻关技术成果组装,适时投入业务试用,并在试用中进一步优化,以便尽快形成业务能力。在实施过程中,项目领导小组、技术组注意跟踪有重大潜力的攻关研究课题和专题的动态,认真分析和解决影响攻关成果集成和总装的难点,并在技术环境、资金调度和组织管理上给予重点支持,确保了重大攻关成果组装集成工作的顺利进行。通过五年的攻关,形成了以下五方面的集成性成果:

(1)形成比较现代化的探测与通信传输能力,并在 1995 年汛期进行业务性试验。

(2)形成不同层次,可以业务运行的台风、暴雨数值天气预报业务方案。该方案具有相当水平的预报能力。

(3)新一代的台风、暴雨预报系统与方法,其时间、空间与强度的预报结果均达到攻关规定标准。

(4)形成了一批经过现场试验、计算机模拟和分析归纳得到的新认识、新理论、新技术与新方法。

(5)建立了台风、暴雨灾害评价系统和资料库、对策方案及快速方便的现代化警报、预报服务手段。

4. 狠抓攻关成果的转化,努力提高业务应用能力

在 906 攻关项目实施的全过程中,项目组织部门和领导管理机构通过狠抓攻关研究与业务发展的结合,确保了重大攻关成果转化工作的顺利进行。从项目立项开始,中国气象局多次召开局长办公会,协调并研究解决如何加强攻关研究与业务发展的结合问题,较好地解决了多普勒天气雷达研制和台站使用、地基遥感系统的业务试用、分布式数据库在大中型工程项目中的采用,以及 VSAT 气象通信可行性试验与 9210 工程的结合等一系列问题,推动了攻关成果在“八五”业务建设和发展中的系统性应用。

除此之外,906 攻关项目还在积极吸引地方经费配套支持攻关研究等方面也取得了很大

的成绩。通过这五年的攻关研究,一批攻关成果已经或将在国家和区域的台风、暴雨的监测、预报和服务业务中发挥作用,部分已经构成业务系统。

为便于成果的交流应用和相互借鉴,项目领导小组决定将这些成果汇编成册,分批出版。第一批成果按 10 个课题,分成 10 册出版。

在总结经验,肯定成绩的同时,我们也清醒地看到,在诸如台风疑难路径和暴雨的定量、定时、定点的预报等方面仍然有大量工作要做,国民经济建设和社会越发展,对减轻这类灾害造成的损失的需求就越迫切,要求将越高,还有更为艰巨的科技难关需要我们去攻坚。

展望未来,任重道远。希望各有关部门和单位以及广大气象科技人员发扬我国大气科学界团结协作的优良传统,在各级政府的大力支持下,在台风、暴雨等重大灾害性天气的监测、预报和服务工作中再创佳绩,为我国国民经济建设作出新贡献。

85-906 项目领导小组组长

A large, bold, handwritten signature in black ink, which appears to be '马鹤立' (Ma Heli), the name of the project leader.

1995 年 9 月 19 日

目 录

前言

近海热带气旋迅速加强的气候特征.....	闫俊岳(1)
西北太平洋热带气旋增强的气候特征分析.....	张秀芝(8)
热带气旋迅速加强标准的研究(摘要).....	阎俊岳等(14)
西北太平洋迅速增强热带气旋及其类型特征.....	张秀芝(16)
台风眼结构和环境场变异与近海台风强度突变的研究.....	陈乾金(24)
环境场对近海台风强度突变影响的数值试验.....	林元弼等(31)
数值模式中近海台风强度突变的物理机制.....	林元弼等(39)
台风与环境场相互作用时台风强度突变影响的技术总结报告.....	林元弼(44)
近海突然加强台风的统计特征.....	容广坝等(46)
近海突然加强台风能量场的诊断分析.....	刘春霞等(51)
台风突然加强与环境场关系的气候分析(摘要).....	刘春霞等(56)
有关台风变性对台风强度突变影响的研究(摘要).....	徐祥德(58)
热带气旋变性的结构特征和能量分析(摘要).....	亢迪等(59)
台风暴雨次天气系统影响因素及扰动传播路径.....	解以扬等(62)
台风变性过程的锋面结构特征及其对暴雨形成影响的初步分析与数值模拟试验.....	徐祥德等(67)
SPECTRUM 台风 Abe 和 Gene 结构变化与运动关系的研究.....	杨元琴等(71)
9417 号台风路径特点和强度变化的分析.....	薛秋芳等(79)
8807 号台风突然加强与其中尺度结构关系的研究.....	王继志等(87)
9216(Polly)台风中尺度结构变化与深入内陆低压环流的维持.....	王继志等(95)
台风异常运动及强度突变影响因子敏感性的数值试验.....	杨元琴等(104)
9417 号台风积云对流结构与强度变化关系的数值试验.....	王继志等(112)
强台风强度及其变化的气候和地理特征.....	沙文珍等(118)
9216 号台风强度维持的天气学简析.....	杨贵名(124)
海温变化对热带气旋强度影响的数值试验(Ⅰ)——热带气旋强度的数值模拟和海温试验.....	端义宏等(129)
海温变化对热带气旋强度影响的数值试验(Ⅱ)——海气耦合模式的试验结果.....	端义宏等(135)
海洋对热带气旋响应的研究(Ⅰ)(摘要)——海洋对静止、移速不同的热带气旋的响应.....	朱建荣等(141)
海洋对热带气旋响应的研究(Ⅱ)——不同的海洋热力结构下的情况.....	朱建荣等(142)
海洋对静止热带气旋响应的某些特征(摘要).....	朱建荣等(146)
热带气旋和海洋相互作用的数值研究(摘要).....	春曾灏等(147)
武夷山及台湾地形对台风路径与强度的影响.....	温之平等(148)
武夷山和台湾地形对台风结构的影响.....	姜丽娟等(153)

8014 号热带气旋发生发展过程的能量学诊断研究(摘要)	梁必骐等(159)
POTENTIAL ENSTROPHICAL DIAGNOSTIC ANALYSES ON THE	
MECHANISM OF CHANGE OF TROPICAL CYCLONE INTENSITY	
.....	Liang Biqu(160)
台风的诊断与数值模拟研究(Ⅰ)——涡度平衡.....	梁少卫等(161)
台风的诊断和数值模拟研究(Ⅱ)——动能收支与数值模拟.....	梁必骐等(165)
9018(Dot)台风的结构和强度的诊断分析	杨才文等(171)
9018(Dot)台风的位涡收支诊断分析	杨才文等(178)
台风内核与外围强度突变的机理分析.....	郑祖光等(185)
台风内核与外围能量发展的物理因子(摘要).....	郑祖光等(191)
用非线性模型研究环境温度场和涡度场对台风发生、发展的影响(摘要)	杨成彬等(192)
热带气旋的非对称流场(摘要).....	刘式适等(193)
热带气旋的内、外区结构(Ⅰ)——正压模式(摘要)	刘式适等(194)
热带气旋的内、外区结构(Ⅱ)——斜压模式(摘要)	刘式适等(195)
“热带气旋尺度变化”机制的初步分析(摘要).....	陈联寿等(196)

近海热带气旋迅速加强的气候特征

阎俊岳
(国家气候中心)

提 要

根据我国近海热带气旋发生、发展的气候特征,规定 12h 中心附近最大风速增大值 $\geq 10\text{m/s}$ 为迅速加强。通过 1949~1990 年近海出现迅速加强的 80 多个热带气旋个例分析,阐述了迅速加强时段的时间分布、地区分布及迅速加强前后气象要素变化的气候特征。

关键词: 热带气旋 迅速加强 气候特征

一、引 言

热带气旋的突然加强是目前台风预报中的一大难题,由于它加强迅速,经常给海洋生产带来巨大灾难或者给沿海经济造成重大损失。例如,7314 号台风在海南岛东面突然加强,24 小时中心最大风速突增 40m/s ,登陆点海南省琼海县城被夷为一片废墟。8807 号台风在浙江近海突然加强,12 小时中心最大风速增大 15m/s ,登陆杭州时也造成了严重灾害。

60 年代初曾有人将西北太平洋上每小时降压 $\geq 2\text{hPa}$ 定为台风迅速加强或迅速加深(Rapid Intensifying or Rapid Deepening)。1972 年 Brand 提以 24 小时中心风速增大 $\geq 25\text{m/s}$ 为西北太平洋台风迅速加强,1979 年 Holliday 和 Hompson 又定义 24 小时降压 $\geq 42\text{hPa}$ 为迅速加强台风(RD)。我国出版的西北太平洋热带气旋气候图集则定义 24 小时中心气压降低 $\geq 45\text{hPa}$ 者为迅速加深。

由于迅速加强的概念和标准认识不一致,给台风强度分析和预报业务造成一定困难。另外西北太平洋热带气旋移入中国近海多处于减弱状态,近海生成的热带气旋生命期短,发展程度弱,因此,近海热带气旋迅速加强不可能套用西北太平洋的标准。本文根据 1949~1990 年近海热带气旋发生发展的气候统计结果,采用以 12 小时中心附近最大风速增值达 10m/s 以上为迅速加强(RI)。通过对近海 42 年中发生迅速加强的 84 个个例(94 个迅速加强过程)分析,得出迅速加强时段的时间分布、地区分布及加强前后气象要素的变化特征。

二、近海热带气旋迅速加强标准的确定

我国近海是指以 40°N 、 125°E 点到 25°N 、 125°E 、 20°N 、 122°E 、 15°N 、 108°E 连线至我国大陆之间的海域(图 1);凡在此海域生成或者移入海域的热带气旋即称为近海热带气旋。

(一)迅速加强的判据

过去热带气旋迅速加强多采用中心气压变化来判别,其原因是在相当长时间内,热带气旋的中心气压资料精度较之中心最大风速精度高。但是,目前国际上已经规定使用热带气旋中心附近地面最大风速作为强度分级的标准,越来越多的文献也使用中心最大风速作为强度变化的主要判据。

本研究基于上述情况,并注意到台风中心附近最大风速是衡量台风破坏力的主要依据。1988 年西北太平洋飞机探测报告停止以后,利用卫星云图等探测手段确定台风中心最大风速的能力逐渐高于确定中心气压的能力,因此,规定以热带气候气旋中心附近最大风速(以下简

称最大风速)作为判别强度变化的唯一判据。

(二)迅速加强的判别时段

西北太平洋热带气旋迅速加强可以采用 24 小时作判别时段,中国近海范围小,如仍以 24 小时作判别时段,不少突然加强的个例未到 24 小时就登陆了或者强度减弱了,因而近海热带气旋突然加强宜采用 12 小时作判别时段。我国近海 1949~1990 年任意 12 小时段热带气旋加强过程总次数为 2100 次,平均 12 小时加强速率 $\Delta V_{12}=5.8\text{m/s}$,标准差 $S=2.9\text{m/s}$,规定 12 小时风速增大值 ΔV_{12} :① $0<\Delta V_{12}<5\text{m/s}$ 为强度少变;② $5\leq\Delta V_{12}\leq 9\text{m/s}$ 为缓慢加强;③ $\Delta V_{12}\geq 10\text{m/s}$ 为迅速加强;④ $\Delta V_{12}\geq 15\text{m/s}$ 为特别迅速加强。按此标准,在近海范围达到热带风暴强度的 524 个热带气旋中, $0<\Delta V_{12}<5\text{m/s}$ 占 2%, $5\leq\Delta V_{12}\leq 9\text{m/s}$ 占 37%, $\Delta V_{12}\geq 10\text{m/s}$ 占 16%,合计共约占 55%。不同程度的减弱状态者约占 45%(表 1)。

表 1 近海范围内热带气旋强度变化

强度	强度少变	缓慢加强	迅速加强	别迅速加强	稳定或减弱
频数	$0<\Delta V_{12}<5$	$5\leq\Delta V_{12}\leq 9$	$\Delta V_{12}\geq 10$	$\Delta V_{12}\geq 15$	$\Delta V_{12}\leq 0$
出现频数	9	193	84	18	233
频率	2	37	16	3	45

三、迅速加强热带气旋的时间分布

(一)发生频数

在 1949~1990 年近海出现的 524 个热带气旋中,经历迅速加强阶段的有 84 个,占总数的 16%;42 年平均,每年出现 2 个;有的年份出现较多,如 1973 年有 6 个,1966、1989 年分别有 5 个;也有的年份却没有出现,如 1951、1963、1977、1979、1982,及 1984 等年。42 年中生成于南海发生迅速加强热带气旋有 45 个,占近海迅速加强总数的 1/2 强。平均每年发生 1.07 个,占南海发展成热带风暴总数的 30%。

(二)发生频率的日变化

近海迅速加强热带气旋各月发生频率相差颇大,最早出现在 5 月,5~9 月渐次增多,10 月复又减少。5、6、10 三个月频率均不足 10%,7 月升为 17%,8 月达 25%,9 月最高为 40%(表 2)。与西北太平洋热带气旋发生月频率比较,最高频率月份推迟一个月,这是因为南海 9 月热带气旋出现频率较高的缘故。旬际之间比较,9 月上中旬发生最多,合计占全年发生频数的 1/3。

表 2 近海迅速加强的热带气旋发生频率的月变化

月份	5			6			7			8			9			10		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
频数	1	1		4	2	1	2	6	6	4	9	8	15	12	7	7	1	
合计	2			7			14			21			34			8		
频率(%)	2			8			17			25			40			10		
西北太平洋热带气旋发生频率(%)	4			7			15			21			18			14		

(三)迅速加强开始时间的日变化

在 84 个迅速加强的热带气旋中,有 9 个出现两次以上迅速加强过程(迅速加强过程即风速从某一时间起,连续加强达 10m/s 或以上,至稳定或减弱止。如台风在加强中出现 24 小时

稳定,然后再迅速加强,算作另一过程),因此,近海发生迅速加强过程 94 次。这些过程的开始时间以 02 时居多,占总数的 33%,其次是 20 时,占 29%,再次为 08 时,占 26%,中午 14 时发生最少,频率仅有 13%。这说明夜间较之白天台风迅速加强的频率高,它与热带海洋上对流发展强烈的时间相一致。

四、热带气旋迅速加强的地理位置

迅速加强现象发生的区域主要是南海北部、东海、黄海及沿岸。南海北部发生频率约占总数的 2/3,东海(包括台湾岛东面)约占总数的 22%,黄海及沿岸发生频率为 10%。

(一)南海北部

迅速加强区比较集中于 $18^{\circ}\sim 21^{\circ}\text{N}$,大致在海南岛至巴士海峡,其中东沙群岛附近最为集中,约占南海迅速加强过程的 1/4 (图 1)。海南岛东面(距岛约一个经度以东)至东沙之间海区,迅速加强的次数约占南海总数的 1/3。南海北部迅速加强区形成一个带状,其位置与 8~9 月热带辐合区位置接近,海洋环境上又恰是水深急剧变化带,该区北面水面水深约 50~200m,南面水深 3000~4000m,迅速加强与海底地形之间是否具有某种关系是一个值得探讨的问题。

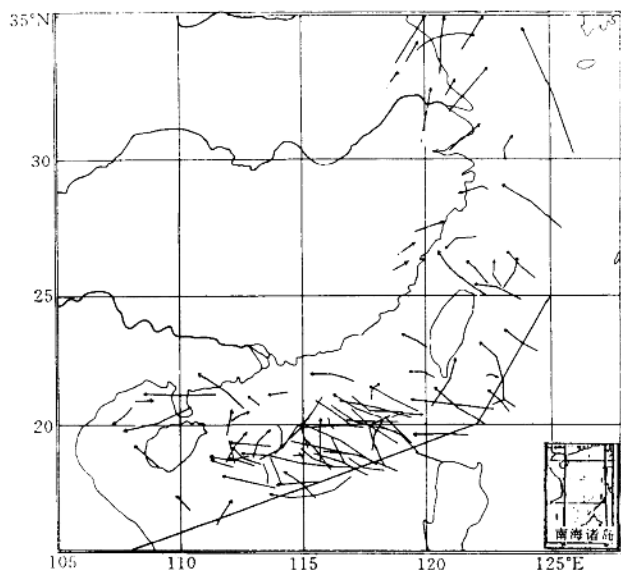


图 1 近海热带气旋迅速加强时段的路径

(二)东海

东海迅速加强过程的数量大大小于南海,约占近海发生总数的 1/4。迅速加强发生在三个区域:台湾岛及其东面、东北面,多为西北太平洋台风西行、西北行到此海区突然加强;少数在浙闽沿岸登陆的热带气旋,在陆上减弱后继续向东北方向移动,再次进入东海,也会出现突然加强;台湾海峡比较狭窄,对台风强度影响不大,但 9018 号台风副中心在海峡南部迅速发展作为一个特例。

(三) 黄海及沿岸

黄海热带气旋迅速加强的过程很少,其特点是热带气旋登陆浙闽后继续向东北方向移动,从上海至连云港之间进入黄海,在台风入海前后,中心风速突然增大。另外台风在黄海上过程中也可能出现迅速加强,如 7416 号台风,中心到达济州岛附近迅速加强,12 小时之内中心最大风速由 20m/s 增大到 30m/s。

(四) 发生海区随季节的变化

6 月迅速加强过程主要发生在东沙群岛附近,约占总数的 3/4。7 月发生的位置略向北移,东沙群岛附近发生的频率约占 35%,同时东海出现迅速加强个例,黄海沿岸也开始出现由陆上移入黄海迅速加强的个例。

8 月发生的位置有三个特点:一是东沙至西沙之间非常集中,约占月总数的 46%,二是北部湾出现了 4 次迅速加强过程,占年总数的 4/5,三是东海发生次数比 7 月增多。9 月海南岛东部至东沙群岛南面特别集中,占月总数的 54%,另外台湾岛东面、巴士海峡出现较多的个例,占月总数的 20%。自陆上移入黄海迅速加强的频率达到高峰。10 月迅速加强区移至海南岛东面至东沙之间,其它地区基本上不再发生迅速加强现象。

就三个海区而言,黄海发生季节短,除 7 月下旬外,主要集中于 9 月上旬。东海大致出现在 7 月中旬~10 月上旬,5 月下旬及 6 月上旬偶有发生,集中时间是 8 月下旬~9 月中旬,约占东海发生总数的 46%。南海迅速加强发生季节持续较长,除 9 月频率达 40%外,6、7、8、10 月各占频率 10%~20%。北部湾沿岸迅速加强主要集中在 8 月中旬~9 月上旬较短时间内,这与该区水温最高期相吻合。

五、迅速加强热带气旋分型

迅速加强现象按其发生时间及路径特点可分成四种类型,即初生阶段迅速加强、发展过程中迅速加强、登陆前迅速加强及登陆后入海迅速加强。

(一) 初生阶段迅速加强

它是指热带气旋在初生阶段很快出现迅速加强现象,加强前风速为 10m/s 或 15m/s。这类个例约占全部过程的 18%,12 小时增强幅度为 10m/s,发生区集中于南海北部,发生时间较分散,7~10 月各出现 3~4 次。除个别台风外,加强后的风速均为 25m/s,刚能达到强热带风暴。

(二) 发展过程中迅速加强

它是指热带气旋已发展成为风暴,在移行过程中发生迅速加强,加强后距登陆时间仍在 24 小时以上。这一类型约占全部数量的 24%,其加强前风速分别处在 20、25、30、35m/s 四个档次(热带气旋中心风速级差多为 5m/s),主要发生在东沙群岛至巴士海峡,7~9 月发生频率达 80%以上,尤其是 9 月发生频率占 40%。这种类型加强幅度除两例达 15m/s 外,其余均为 10m/s,全部平均为 10.5m/s。

(三) 登陆前迅速加强

热带气旋登陆之前 12~24 小时迅速加强,因而对沿海威胁甚大。它们包括了少数初生阶段迅速加强的个例,因而全部频率高达 47%。它们迅速加强前的风速分布在 15~65m/s 范围内,15~25m/s 者约占 58%。主要发生区位于南海北部及台湾岛东面,发生时间在 7~9 月,其中 9 月占 41%。增强幅度已有较多数量达 15m/s 以上,因而总平均加强 12.3m/s。人们所熟知的迅速加强个例如 7314、8807、8909、5719、6213 及 7118 号等都属于这一类型。

在这类热带气旋中,有个别靠近海岸时仍出现迅速加强现象,例如 8702 号台风,迅速加强前风速为 25m/s,登陆时风速达 30m/s,登陆后加强至 35m/s。

(四)登陆后入海迅速加强

热带气旋登陆后中心风速降至 10m/s 以下,由陆上重新移入海中前后,发生迅速加强。按其入海位置又可分成三类,即入黄海、入东海及入北部湾,各类特征列于表 3。

表 3 各类入海迅速加强的热带气旋特征

区域	频数	集中月份	陆上强度(m/s)	加强幅度(m/s)
入黄海	9	9月上中旬	10	10
入东海	3	5~6月及10	10	10~15
入北部湾	5	8月中下旬	15	10~15

六、迅速加强过程中强度变化特征

(一)迅速加强过程中的风力变化

热带气旋发生迅速加强之前,多数风力较弱,根据 94 个过程统计,有 42 个处在热低压阶段,达到热带风暴强度的有 16 个,强热带风暴 22 个,台风以上强度者仅 14 例。初始风速为 15~20m/s 者约占总数的 45%,也就是说,最大风速处在 15~20m/s 阶段的近海热带气旋,比较容易出现迅速加强。

经历了迅速加强阶段后,强度提高一级者(例如,由热低压发展成热带风暴)占 46%,强度提高两级者(例如,由热低压发展到强热带风暴)占 40%,强度提高三级者占 41%。94 个过程平均提高 11.3m/s,12 小时加强最大值为 30m/s。

表 4 给出了不同强度的热带气旋经过迅速加强阶段后风力变化的结果,可以看出热低压已不复存在,热带风暴数量减少了 5 个,强热带风暴增加了 15 个,台风增加了 33 个。

表 4 迅速加强过程中的风力变化

强度变化	热低压	热带风暴	强热带风暴	台风
加强前频数	42	16	22	14
加强后频数	0	11	37	47
增加数			15	33

(二)迅速加强时段的风速变化特征

(1)12 小时内中心最大风速增值 10m/s。迅速加强台风中心最大风速增值有 10、15、20m/s 等,其中增值 10m/s 者占绝大多数,频率为 77%。它们的加强过程分两种,一是均速加强,即 12 小时中前后 6 小时各加强 5m/s,这种过程占总数的 80%。另有 20%的热带气旋迅速加强局限于 6 小时之内,它主要出现在台风由陆地移入海洋的过程中。

(2)12 小时最大风速增值 15m/s。12 小时最大风速增大 15m/s 以上者,称为特别迅速加强,近海共出现 18 例,其中 12 小时加强 15m/s 者 14 例,这 14 例中迅速加强之前初始风速多数较低,7 例(占 58%)初始风速在 15m/s 以下,10 例(占 71%)初始风速在 20m/s 以下,12 例(占 85%) 在 25m/s 以下。它们的多数(占 71%)前 6 小时加强了 5m/s,后 6 小时加强 10m/s,增强速率前低后高;少数(占 29%)增强速率前高后低。它们迅速加强后风力多数(占 86%)强度上跨两个等级,少数(占 14%)强度上跨一个等级。14 例中有 6 例(占 43%)发生在 8 月,9 月仅发生 4 例,其余发生在 7 月和 6 月,这比一般迅速加强过程发生时间提前。

(3)12 小时最大风速增值 20m/s。1949~1990 年中近海仅发生 3 例,它们是 6110、7216

及 9018 号台风。6110 号台风曾以每 6 小时 10m/s 的速率加强,18 小时之内加强 30m/s,加强地点在台湾岛东面。7216 号台风在西沙附近先以每 6 小时风速变化 5m/s 的速率加强,后以每 6 小时风速变化 10m/s 速率加强,24 小时之内共加强 30m/s。9018 号台风中心在台湾海峡急剧发展,6 小时之内中心最大风速由 15m/s 增大到 35m/s,成为 42 年中近海发展最快的两个热带气旋之一。

(4)12 小时内最大风速增值 30m/s。42 年中仅有一例即 7314 号台风,1973 年 9 月 12 日由菲律宾洋面移入南海东部,12 日 20 时开始加强,最初的 12 小时中心最大风速加强了 10m/s,以后急剧加强,从 13 日 08 时至 14 时 6 小时之中加强了 10m/s,再后的 6 小时又加强了 20m/s,使台风中心最大风速达到 60m/s,成为近海中加强最快的又一台风。该台风不仅加强快而且范围小,移动快,登陆海南岛之后台风半径约 200km,12 级以上大风范围约 30km。该台风的迅速加强主要是由于冷空气的激发作用造成的。

(5)持续加强过程及其风速增大值。在 94 个迅速加强过程中,79 个(占 84%)加强持续时间都在 12 小时之内,12 小时之后出现稳定(或减弱),但也有 15 个过程(占 16%)持续时间超过 12 小时,像前面所列 7314 号台风那样,达 18 小时或 24 小时。统计结果表明,持续 18 小时者 7 例,持续 24 小时者有 8 例,尚未发现超过 24 小时者。它们的初始风速一般较低,60%低于 20m/s;增强后风速较大,80%达到台风强度;发生时间多在 8 月上旬~10 月上旬,占总数的 80%;发生地区主要在海南岛东面、巴士海峡、东沙群岛附近、台湾岛东面,近岸及北部湾几乎不发生;加强速率基本上是每 6 小时风速变化 5m/s,部分在后半部时间速度加快达每 6 小时 10m/s 甚至 20m/s。

七、迅速加强时段的气压变化

热带气旋在迅速加强之前中心气压分布如表 5 所示,初始气压在 1000hPa 以上者有 15 例,990~999hPa 者有 47 例,两者合计占总数的 66%,这说明迅速加强之前多数中心气压较高,随着中心气压的下降,较低气压的热带气旋数量急剧减少,980~989hPa 之间者仅 19 例,970hPa 以下者仅有 13 例。

表 5 迅速加强之前后气压分布

气压等级(hPa)	≥1000	999~990	989~980	979~970	969~960	≤960
频数	15	47	19	9	4	0
频率(%)	66		20	14		

12 小时(或更长时间)迅速加强之后,热带气旋中心气压显著下降,降压值在 4~12hPa 的约占总数的 61%,少数气压下降在 3hPa 以下,它们主要是登陆后重新入海发展的热带气旋,入海前后气压变化很小,甚至有的气压升高。12 小时气压变化在 13hPa 以上者也很少,只占总数的 20%,且大部分集中于 13~15hPa。气压下降达 20hPa 者仅有两例,它们是 7216 和 7314 号两个台风。

八、热带气旋的迅速加强与月平均水温场的关系

通过月平均表层水温场分析,可以看出迅速加强的位置与水温分布有一定的关系,即各月发生的区域水温几乎都在 28℃以上。6~8 月,随着 28℃线向北推进,发生位置也向北移(除了登陆后入海热带气旋发生迅速加强外)。8 月北部湾其水温较高,发生次数最多,10 月虽然有些过程发生在 27℃附近,由于这些过程均发生在月初,月初的水温比月平均值要高。这说明近

海热带气旋能否在海洋上迅速加强,28℃是一个重要参考依据。

九、小 结

(1)在近海热带气旋中,16%可出现迅速加强,年平均约2个。迅速加强过程发生在5~10月,9月发生频率最高达40%。夜间较之白天发生频率高,这可能与洋面上夜间对流发展较强有关。

(2)迅速加强具有较强的地区性,南海北部发生频数约占总数的2/3,东海约占总数的22%,黄海发生频率仅占10%。6~7月主要在南海北部,东海8月发生数增多,9月主要仍在南海北部,移入黄海的迅速加强过程也主要发生在这个月。

(3)迅速加强现象按其发生时间及路径特征可分为新生阶段迅速加强、发展过程中迅速加强及登陆前迅速加强,登陆后入海迅速加强四种类型。它们各自具有不同的特点。

(4)最大风速处在15~20m/s的近海热带气旋发生迅速加强的机率较高。经历了迅速加强阶段后,强度提高一级者占46%,二级者占40%,三级者占10%。94个过程强度平均提高11.3m/s,12小时加强10m/s者(占77%)基本上是匀速加强,12小时加强15m/s者加强速率多为前低后高。

(5)迅速加强主要发生在28℃水温以上区域。

参 考 文 献

- [1] I. H. Aspects of Typhoon Development—As Viewed from Observational Data in the Lower Troposphere, Tokyo Tech Report, No. 21, Meteor Agency, Tokyo, 1963.
- [2] Samson Brand, Rapid Intensification and low latitude Weakening of Tropical Cyclones of the Western North Pacific Ocean, Journal of Applied Meteorology, Vol. 11, 1973.
- [3] R. Holliday and H. Thompson, Climatological characteristics of Rapidly Intensifying Typhoons, Monthly Weather Review, Vol. 107, 1979.
- [4] 上海台风研究所, 西北太平洋热带气旋气候图集, 气象出版社, 1990.
- [5] 闫俊岳、张秀芝、陈乾金等, 热带气旋迅速加强的标准, 气象, 21(5), 9~13, 1995.

西北太平洋热带气旋增强的气候特征分析

张秀芝

(国家气候中心)

提 要

本文统计了西北太平洋 1949~1990 年热带气旋中心最大风速每 6 小时增强 $\geq 5\text{m/s}$ 和 24 小时增强 $\geq 20\text{m/s}$ 的有关要素,揭示热带气旋增强的时空分布规律,探讨黑潮与热带气旋增强的关系,分析热带气旋迅速增强的各类统计特征,试图为热带气旋增强预报提供有用参考。

关键词: 热带气旋 增强 统计特征

一、资料及统计规定

本文根据 1949~1990 年《台风年鉴》中心位置资料,分别进行了 6 小时和 24 小时中心最大风速变化计算。其中每个热带气旋每 6 小时的风速变化相对于其途经的地点和时间是独立的,因而,能比较客观地反应热带气旋的时空分布特征;24 小时风速增强值 $\geq 20\text{m/s}$ 则认为能恰当地描述热带气旋增强的状况,但由于 24 小时风速增强值由滑动计算所得,因此,对于一个热带气旋可连续出现多次增强,如 25 日 02 时至 26 日 02 时 $V=20\text{m/s}$,25 日 08 时至 26 日 08 时 $=30\text{m/s}$,这时只取其风速增强最大的作为一次迅速增强过程,对于中间出现间断,且间隔时间超过 24 小时,则各挑选一个最大值并作为两次增强过程处理。24 小时风速增值 $\geq 30\text{m/s}$,则认为达到特别迅速增强,取值原则与迅速增强相同。

二、增强热带气旋的区域分布特征

由 6 小时风速增强 $\geq 5\text{m/s}$ 频数分布图可见(图 1),从 $3^{\circ}\sim 49^{\circ}\text{N}$, $102^{\circ}\text{E}\sim 167^{\circ}\text{W}$ 均会出现增强,相对集中区位于 $8^{\circ}\sim 24^{\circ}\text{N}$, $122^{\circ}\sim 153^{\circ}\text{E}$,约占总增强次数的 52%,菲律宾以东 135°E 以西洋面为增强最集中的区域,这里常年高温高湿,有利于热带气旋的发展与加强。南海中部和北部也是一个相对增强的高频区,约占总增强次数的 11%。沿黑潮主干区,即琉球群岛的南部以及东海域增强频数明显高于东西两侧海域。

在中纬度地区也会出现热带气旋增强的现象,但多数为热带气旋变性成温带气旋之后再度增强的。如日本海共出现 10 次增强,变为温带气旋增强的就有 9 次; 34°N 以北 140°E 以东洋面共出现 41 次增强,其中 28 次是变为温带气旋后增强的。

随着季节的变化,增强区域产生大幅度的南北位移。1~2 月份增强位置最南,一般只出现在 13°N 以南 130°E 以东;3~4 月份位置大幅度北移西进,最北可达 29°N ,西至菲律宾附近海域,南海开始出现增强;6、7、8 三个月分别以每月 10° 左右的速度向北推进,8~9 月增强位置达最北,一般 45°N 左右都可出现不同程度的增强,进入南海和南海生成的热带气旋也常常得到加强;此后开始南移,但速度要缓慢得多,10 月一般不超过 40°N 。热带气旋强度变化的这种南北位移,正好与西太平洋海表温度 $26\sim 28^{\circ}\text{C}$ 线的季节性变化一致。

南海热带气旋增强区域的季节性变化另具有特色,10~2 月一般位于 $6^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{N}$ 之间;6~9 月则多出现在 10°N 以北;8、9 月份北部湾中部和北部常出现热带气旋增强。

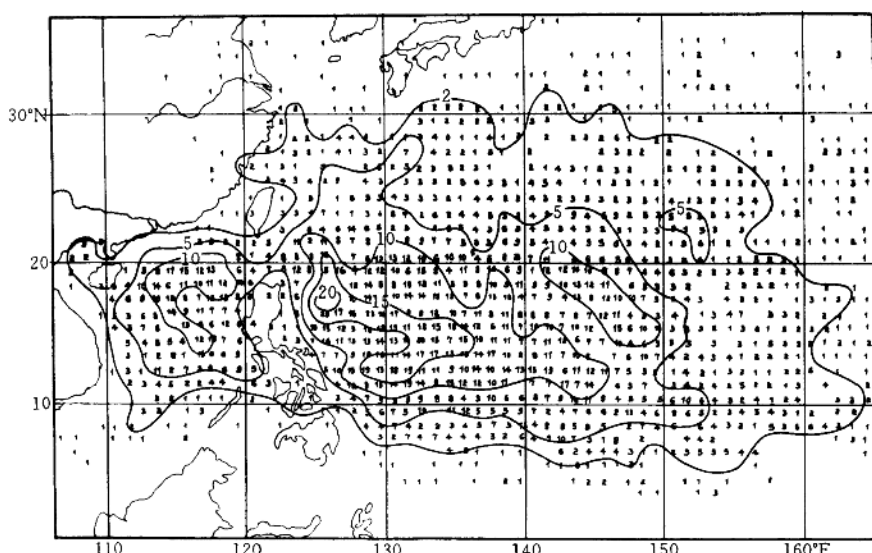


图1 西北太平洋热带气旋6小时风速增强 $\geq 5\text{m/s}$ 分布图

三、增强热带气旋的时间分布

(一)年际变化

由图2可见,从50年代中期到60年代末,无论6小时增强次数还是24小时迅速增强过程数均明显偏高。究其原因,除了这一时期西北太平洋热带气旋发生偏多外,还有一重要因素,即50~60年代《台风年鉴》中热带气旋中心最大风速具有系统性误差,风速值偏大,因而本文分两段进行分析。50~60年代分别出现1952~1954,1957~1960,1963~1965,1967~1969四个增强高频期,70~80年代,则1971~1972,1974,1976,1981~1982,1986~1987,1989~1990增强频数偏多。值得注意的是,这些增强高频期大多出现在厄尔尼诺发生期。

(二)年变化

西北太平洋热带气旋增强具有明显的年变化。7~14月为热带气旋最易增强的季节,增强次数约占全年的79%,其中8、9两月最多见;2、3月份为西太平洋水温最低的时期,因而为全年热带气旋增强最少的时期(见表1)。

表1 各月热带气旋增强变化表

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6小时增强次数	105	28	75	160	224	329	853	1154	1130	985	647	315
24小时增强过程	8	3	4	10	13	13	65	70	73	67	46	21

旬增强次数可更细致地反映西太平洋热带气旋强度变化的演变过程。由图3可见,2月上旬~3月上旬为热带气旋增强最少的时期;4月中旬为第一突增期,但此后的两旬增强次数大幅度减少,直到5月中旬再一次增多之后一直稳定到六月中旬;6月下旬~7月上旬为第二次突变期,较前期增强次数增加约一倍;7月中旬~8月上旬出现第三次增强期;8月中旬增强次数再次突变并达到最高,一直维持到9月上旬;之后逐渐减少,但减少速度与增多过程相比则缓慢的多。

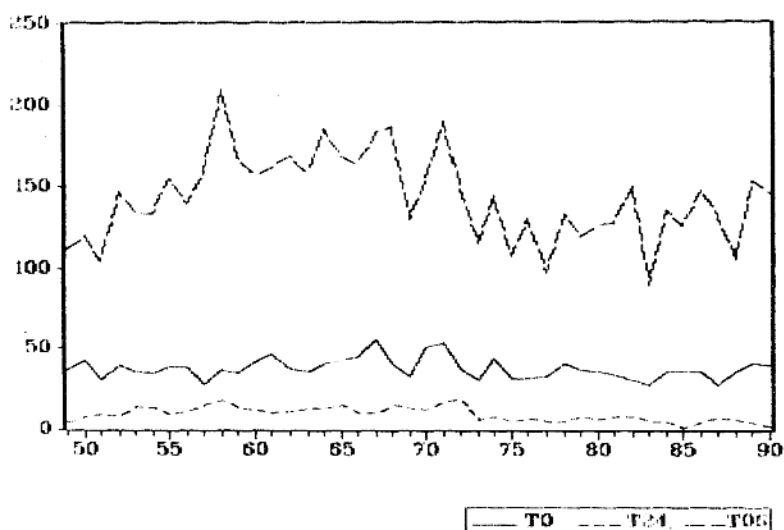


图2 热带气旋增强的年际变化

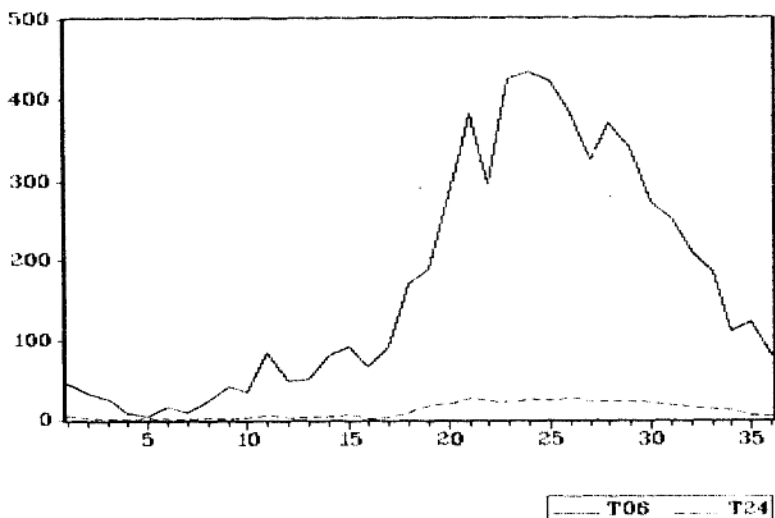


图3 各旬热带气旋增强演变图

(三)日变化

热带气旋增强具有明显的日变化。6小时增强 $\geq 5\text{m/s}$ 各时次统计结果表明,后半夜和上午较易发生增强,各占总增强次数的30%和28%,下午至半夜增强次数少于后半夜至上午,各占总增强次数的21%和22%。