

85-906-05 课题组

台风 及其灾害性 天气业务预报 方法的研究

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

PDG

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,已成为各级政府和人民群众的迫切需求,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 and 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，促进科技成果转化成为现实的生产力。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”,即专题既要对课题负责,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。

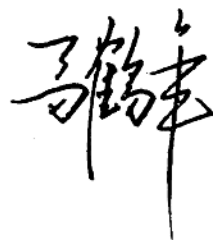
除此之外,906攻关项目还在积极吸引地方经费配套支持攻关研究等方面也取得了很大的成绩。通过这五年的攻关研究,一批攻关成果已经或将在国家和区域的台风、暴雨的监测、预报和服务业务中发挥作用,部分已经构成业务系统。

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



1995年9月19日

目 录

前言

第一部分 研究建立客观确定台风位置 and 强度的技术和方法

用数字云图确定热带气旋强度的原理和方法	范蕙君等 (3)
用数字云图确定热带气旋强度方法的进一步检验和应用	范蕙君等 (9)
应用卫星云图确定热带气旋大风圈方法的研究	姚祖庆等 (13)
应用雷达和地面探测资料确定台风中心位置、强度和风雨分布实时业务系统	余 勇等 (17)
利用台风雷达回波资料判定台风强度——多因子综合相关判别法	薛偕旺等 (21)
利用雷达回波特征和地面资料确定热带风暴强度	陈恒明 (23)
利用逐时雷达回波资料估算台湾海峡台风降水分布	还爱霞 (27)
用雷达资料确定热带气旋大风分布的初步探索	林仲青 (31)
热带气旋卫星云图四步定位法的计算机工作系统	王东风等 (34)
用数字云图确定热带气旋强度的人-机对话系统	燕芳杰等 (36)
应用气象卫星资料估计降水方法的研究	杨露华等 (37)
地形和热带气旋云系变化对热带气旋路径影响的卫星云图分析	姚祖庆等 (38)
利用雷达回波资料计算台风中心位置的一种方法	薛偕旺等 (39)

第二部分 台风路径、强度和天气(大风、降水)的动力、统计释用预报方法的研制

热带气旋路径统计动力业务预报方案(SD-90)的对比试验	薛宗元等 (42)
东海区域热带气旋路径统计动力预报研究	李慧武等 (47)
东海热带气旋路径统计动力预报业务系统	李慧武等 (52)
1994 年 DLH1 热带气旋路径预报方案试验	李曾中等 (58)
台风路径模式预报的统计订正和释用预报方法的研制	金一鸣等 (62)
西太平洋及东海热带气旋路径的综合客观预报模式	钟 元等 (66)
西太平洋热带气旋中期路径趋势的综合判别预报模式	钟 元 (73)
东海热带气旋中期路径预报模式	施 宁 (80)
南海台风路径预报试验(二)——卡尔曼滤波的引入	刘春霞等 (84)
用数值预报产品的逐步 LOGIT 动力统计释用台风暴雨预报试验	吕纯濂等 (90)
多维动态关联模型在台风预报中的应用研究	吕纯濂等 (96)
华东热带气旋暴雨落区的数值产品的释用	沈树勤等 (104)
华东地区热带气旋暴雨的气候特征分析	张觉芳等 (111)
干湿台风特征的对比分析	耿 慧等 (117)
云顶亮温值与华东热带气旋暴雨	魏建苏 (122)
热带气旋暴雨气候资料管理分析业务化系统	张觉芳等 (126)
南海热带气旋暴雨统计释用预报方法的探讨	马开玉等 (129)
东黄海沿海台风大风预报数值产品的统计释用研究	范淦清等 (134)

华东沿海台风大风 PP 统计释用工具的应用	范淦清等(141)
南海热带气旋大风预报	杨平章等(146)
南海热带气旋风力的逐步回归分析及预报	杨平章等(152)
南海区域热带气旋路径统计释用业务预报系统	万齐林等(158)
南海台风中期转向和加速运动趋势预报方法	黄立文等(166)
南海台风中期趋势判别预报的 PP 方法	胡基福等(174)
EOF 和 CCA 方法在台风路径预报中的应用及其 PP 模式	黄立文等(180)
西北太平洋热带气旋路径的统计动力预报方案(SD-90)及其试验结果	薛宗元等(192)
热带气旋路径的一种动力释用预报方法的研究	程戴晖等(193)
西北太平洋热带气旋强度的一种统计释用预报方法	徐 明等(194)
南海台风路径预报试验(一)	刘春霞等(194)
经济计量预测模式的气象应用初探	阵舜华等(195)
华南沿海台站热带气旋风力预报	杨平章等(195)
南海台风路径预报 CLIPER 模式	胡基福等(196)

第三部分 台风路径、强度、风强和雨强突变的研究及其诊断预报方法的研制

近海台风路径突变的天气气候特征分析	刘爱鸣等(199)
台风移向突变诊断预报方法与 1994 年试用结果	刘爱鸣等(207)
近海地区热带气旋移向突变的研究	刘爱鸣等(213)
热带云团对台风疑难路径的影响	陈瑞闪等(221)
热带气旋移速突变的气候特征及环流分析	张蓝蓝等(226)
一种台风移速突变的诊断预报方法	夏丽花等(231)
南海近海热带气旋强度突变诊断预报	丁松年等(236)
我国东部近海海区内热带风暴形成和强度突变的判别	吴达铭等(241)
华南登陆台风特大暴雨诊断预报业务系统	黄毅坚等(246)
两广登陆台风暴雨增幅到特大暴雨之天气型类别及落区特征的研究	广西课题组(251)
闽浙沿海地区台风暴雨突然增幅预报方案	骆荣宗等(256)
江苏及上海地区热带气旋特大暴雨预报方法	邓之瀛等(260)
南海北部热带气旋移向突变的气候特征	胡斯团等(265)
台风路径突变诊断预报方法与 1994 年试用结果	贺 忠等(265)
东风波对台风疑难路径的影响	陈瑞闪等(266)
台风移速突变的诊断及路径预报	仲荣根等(266)
台风移速突变的诊断预报方法	仲荣根等(267)
台风加(减)速运动的诊断预报方法及路径预报	仲荣根(267)
台风结构的非对称性对台风运动的影响	吴池胜(268)
热带气旋移速突变的气候分析	夏丽花等(268)
我国近海热带气旋强度突变的气候特征分析	冯锦全等(269)
广东台风特大暴雨预报	李献州等(269)
华南热带气旋特大暴雨统计特征分析	毛 夏等(270)
登陆华南台风的特弱降水和特强降水发生的环境条件	王沛霖等(270)

江苏及上海地区热带气旋突发性暴雨的天气气候分析·····	陈雪琴等(271)
热带气旋突发性暴雨气候规律的研究·····	骆荣宗等(271)
闽南台风特大暴雨天气分析及预报·····	张敬业(272)
厄尔尼诺与江苏及上海地区热带气旋暴雨的相关分析·····	邓之瀛(272)
8909(HOPE)台风环流结构的变化和突发性暴雨的关系·····	骆荣宗(273)
北上台风尾流暴雨云团的研究·····	张敬业(273)
几种特殊地形对台风区域性大暴雨的影响·····	骆荣宗(274)

第四部分 台风人工智能、客观综合集成预报方法的研究和客观评估技术的研究

天气系统的模式识别及台风智能数据库的建立·····	韩桂荣等(277)
台风人工智能预报方法的思路流程总体设计和功能特征·····	周曾奎(284)
热带气旋路径人工智能预报方法的研制·····	蒋乐贻等(289)
西折台风的诊断研究·····	袁 军等(293)
人工神经网络台风移动趋势预报系统·····	周曾奎等(298)
天气形势的相似识别·····	袁 军等(305)
热带气旋过程(动态)相似路径选取·····	耿 慧(310)
用概率圆法决策台风路径预报·····	朱定真等(312)
试用一种新“回归系数估计”方法制作南海责任区的台风路径集成预报·····	谢玲娟等(315)
用典型相关分析作热带气旋路径集成预报(二)·····	吴天泉等(322)
热带气旋路径预报评价方法研究 I. 单因子评价方法·····	李建平等(326)
热带气旋路径预报评价方法研究 II. 多因子综合评价方法·····	史久恩等(334)
对热带气旋路径业务预报评价的探讨·····	王德隽等(341)
一种公平技术评分方法在台风业务预报评估中的应用·····	丁裕国等(346)
热带气旋路径客观预报方法预报因子的可改进途径·····	邱君瑞(352)
图形、图像识别技术在热带气旋路径预报专家系统中的应用·····	蒋乐贻(355)
热带气旋路径客观综合集成预报方法的研制·····	谢玲娟(356)
用典型相关分析作热带气旋路径集成预报(一)·····	吴天泉等(356)
模糊贴近度在热带气旋路径预报评价中的应用·····	王德隽等(357)
评估台风路径预报技巧水平的一种客观方法·····	丁裕国等(357)
Using directional data method for analysis on typhoon movement and its probability distribution features ·····	Shi Jiuen et al. (358)
西北太平洋台风移向的概率分布研究·····	丁裕国等(358)

第五部分 台风监测、预报人机交互工作站的研制和建立

热带气旋业务预报制作系统·····	孙松青等(361)
热带气旋工作站的数据管理·····	黄晓虹等(366)
台风工作站的产品管理·····	郭 敏等(369)
热带气旋监测、预报人机交互工作站·····	黄晓虹等(371)
后记·····	秦曾灏(372)

第一部分

研究建立客观确定台风位置和强度 的技术和方法

用数字云图确定 热带气旋强度的原理和方法

范萑君 李修芳 燕芳杰 胡治波

(国家气象中心)

提 要

本文采用数字云图资料,分析热带气旋强度与热带气旋中云系结构的关系,提出了云系结构紧密度因子的概念并用云带旋转的圈数表示热带气旋强度的方法。本文对原有关于热带气旋中云系结构的某些因子的取值作了适当调整,改进了用增强红外云图确定热带气旋强度的方法。经过对 2446 组样本的拟合,热带气旋强度最大风速估计值的平均绝对误差为 $2.48\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。本方法可以实现人机交互,能更客观地作出定量估计。

关键词: 数字云图 热带气旋 强度估计

一、前 言

热带气旋强度(指最大风速)的确定是热带气旋分析预报中的一个关键问题。

1987 年飞机探测业务停止后,气象卫星资料成为确定洋面上热带气旋强度的唯一手段。

过去十多年来,我国已发展了使用卫星资料确定热带气旋强度的方法,并在业务预报中使用。联合分析组⁽¹⁾⁽²⁾用红外云图确定热带气旋强度的方法,主要适用于强度在 $40\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以下的热带气旋,且很大程度上取决于预报员的经验。1990 年,我们⁽³⁾⁽⁴⁾用增强红外云图对前述方法进行了重大改进,能适用于各种不同强度的热带气旋,但仍有不少不够客观的地方。另外,对强度在 $55\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上的热带气旋,用该方法确定的值往往容易偏小。

1989 年 1 月开始, GMS 卫星正式发送展宽数字资料(S-VISSR)以代替原来发送的 VISSR。这个资料以数字形式传输,便于计算机定量处理,可获得精度高、定位准确的图象产品和其它资料。

由这套数字资料生成的数字云图已先后在中央气象台、各省市和地区气象台使用,取代原有的云图。

本文提出用数字云图确定热带气旋强度的方法。这一方法能实现人机对话,能更客观地确定热带气旋的强度。

二、GMS 展宽数字云图资料的特点

GMS 展宽数字云图资料的特点是:(1)接收数字信息,便于计算机处理,精度高。(2)能给出任一区域或任一象素点(地理位置)上的温度值* (红外)或反照率** (可见光)。(3)时间分

* 温度指辐射亮温,即卫星探测器接收到的红外波段的能量对应的等效黑体温度。

** 反照率指卫星探测器接收的可见光波段的能量与到达地球边界的(这一波段的)太阳光能量的比值。

分辨率高,每小时一次。(4)空间分辨率,红外为 5km,可见光为 1.25km。(5)实时性强。

三、用数字云图确定热带气旋强度的方法

采用 1990~1992 年 GMS 展宽数字云图资料,每日四时次(02、08、14 和 20 北京时),当热带气旋靠近我国海岸、岛屿时,增加 05、11 和 17 北京时,共有 193 时次。热带气旋强度取自上海台风研究所编的《台风年鉴》资料。

我们分析了热带气旋强度与热带气旋云系结构的紧密程度的关系,提出了结构紧密度因子的概念和用云带旋转的圈数表示的方法(见图 1)。根据上述展宽数字云图资料的特点(2),可以克服增强云图只能给出固定温度等级范围的不足,对原有某些因子的取值作了适当的调整。

(1)眼的形状、直径和温度;当热带气旋较弱时,根据环流中心与浓密云区的相对位置确定。

(2)中心密蔽云区(简称 CDO)的最低云顶温度和面积。

(3)螺旋云带的最低云顶温度和条数。

(4)结构紧密度。

表 1 环流中心指数 A_1

环流中心与浓密云区的相对位置	指数 A_1
位于浓密云区之外	1.0
位于浓密云区边缘	1.5
位于浓密云区内部,距边缘 < 1.0 纬距	2.8
位于浓密云区内部,距边缘 ≥ 1.0 纬距	4.0
位于浓密云区中心	4.5

有关热带气旋强度的上述各类云系因子确定方法如下:

(1)眼指数(环流中心指数) A 的确定

无热带气旋眼时,根据热带气旋环流中心与浓密云区的相对位置(见表 1)来确定环流中心指数 A_1 值。

有热带气旋眼时,分别根据热带气旋眼的形状、直径和温度(见表 2)来确定眼指数 E_1 、 E_2 和 E_3 。得到 $A_2 = E_1 + E_2 + E_3$ 。确定眼的形状时,可参见图 2。

表 2 眼指数 A_2

眼的形状	指数 E_1	直径(纬距)	指数 E_2	眼的温度($^{\circ}\text{C}$)	指数 E_3
螺旋眼	3.0	0.0~0.3	1.0	>20	2.2
不规则眼	3.5	0.4~0.7	0.5	20~12	2.0
圆眼	4.0	>0.7	0.2	11~5	1.8
$A_2 = E_1 + E_2 + E_3$				4~-32	1.5
				-33~-45	1.0
				-46~-56	0.7
				-57~-74	0.4

(2)中心密蔽云区指数 B 的确定

根据中心密蔽云区最低云顶温度,由表 3 确定指数 B_1 。

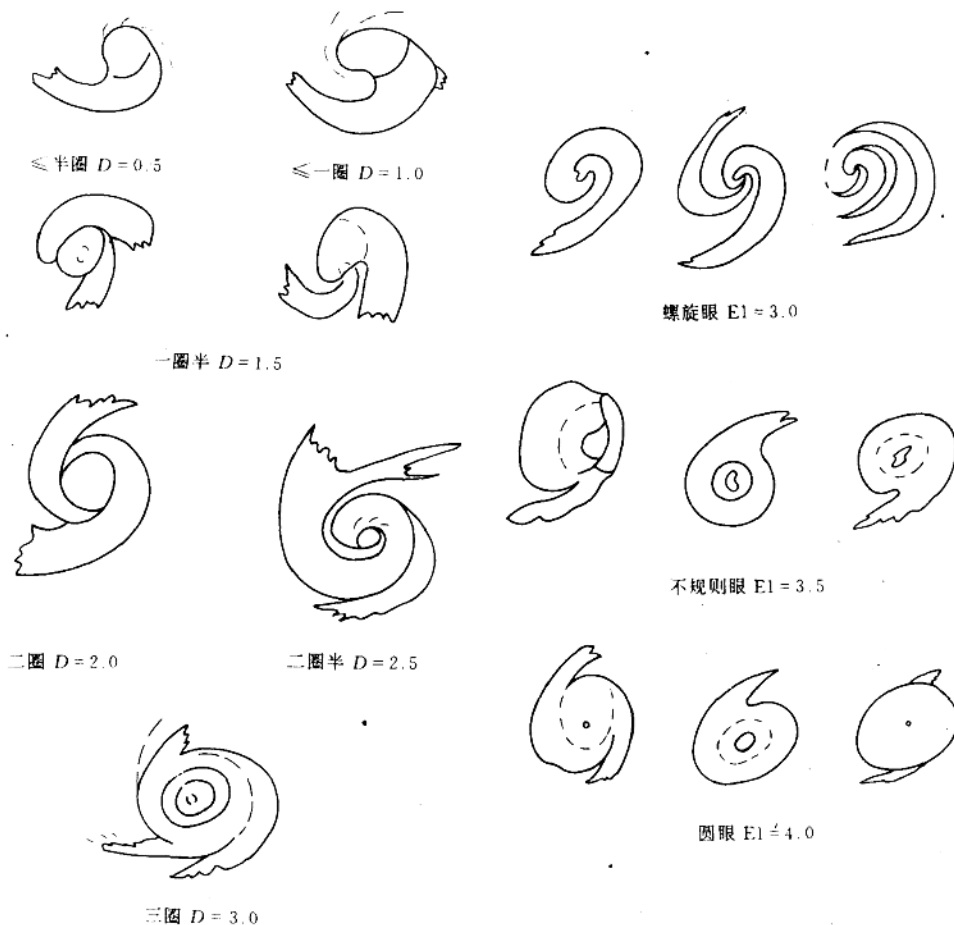


图1 结构紧密度

图2 眼的种类

根据中心密蔽云区云顶温度 $\leq -57^{\circ}\text{C}$ 的面积,由表3确定指数 B_2 。

当无CDO时,则指数 $B=0$ 。

表3 CDO指数B

CDO的最低云顶温度($^{\circ}\text{C}$)	指数 B_1	CDO的面积*	指数 B_2
-46~-56	1.0	1~5	0.2
-57~-73	1.5	6~10	0.8
-74~-80	2.0	11~15	1.2
≤ -81	2.5	16~20	1.6
$B=B_1+B_2$		>20	2.0

* CDO的 云顶温度 $\leq -57^{\circ}\text{C}$ 的面积,以 $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ (经纬度)为单位。

(3)螺旋云带指数C的确定

根据螺旋云带的最低云顶温度,由表4确定指数 C_1 。

根据螺旋云带的条数,由表4确定指数 C_2 。

得到 $C=C_1+C_2$ 。

表 4 螺旋云带指数 C

螺旋云带的最低云顶温度($^{\circ}\text{C}$)	指数 C_1	螺旋云带条数	指数 C_2
-33~-45	1.0	1	1.0
-46~-56	1.5	2	1.5
-57~-73	2.0	3	2.0
-74~-80	2.5	4	2.5
≤ -81	3.0	中心圆形强对流云带	3.5
$C=C_1+C_2$			

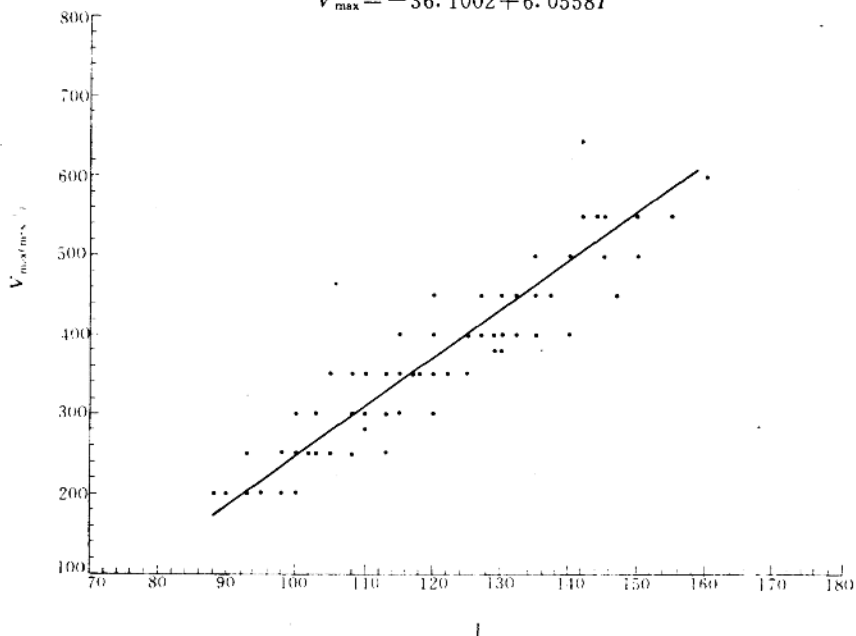
(4) 结构紧密度指数 D 的确定根据表 5 确定指数 D 值。表 5 结构紧密度 D 指数

云带旋转的圈数	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
指数 D	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0

热带气旋强度云指数是上述各个指数的和,即 $I=A+B+C+D$ 。

根据历史资料(1990~1992 年)求取热带气旋中心最大风速 $V_{\max}$ 与云指数 I 的拟合关系。采用一次(线性)、二次、三次、指数、对数等各种类型拟合,发现线性拟合的相关系数最高。其表达式为:

$$V_{\max} = -36.1002 + 6.0558I$$

图 3 1990~1992 年 193 组 I - $V_{\max}$ 值与拟合的线性函数关系

(图中坐标放大 10 倍)

图 3 给出 193 组 I - $V_{\max}$ 值与拟合的线性关系式的分布。其中,相关系数为 0.9586,平均绝对误差为 $2.27\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,标准差 $2.85\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

在热带气旋中心附近,可以根据风压关系来确定热带气旋中最低海平面气压 $P_{\text{orin}}^{(5)}$ 。

将这个方法概括成图 4 的流程。

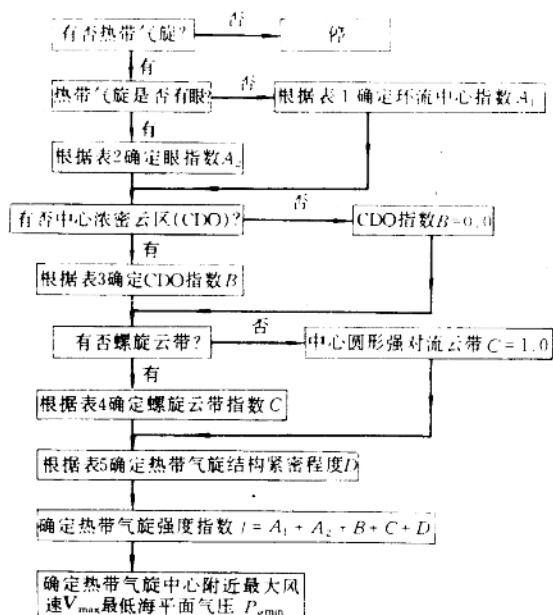


图 4 确定热带气旋强度流程

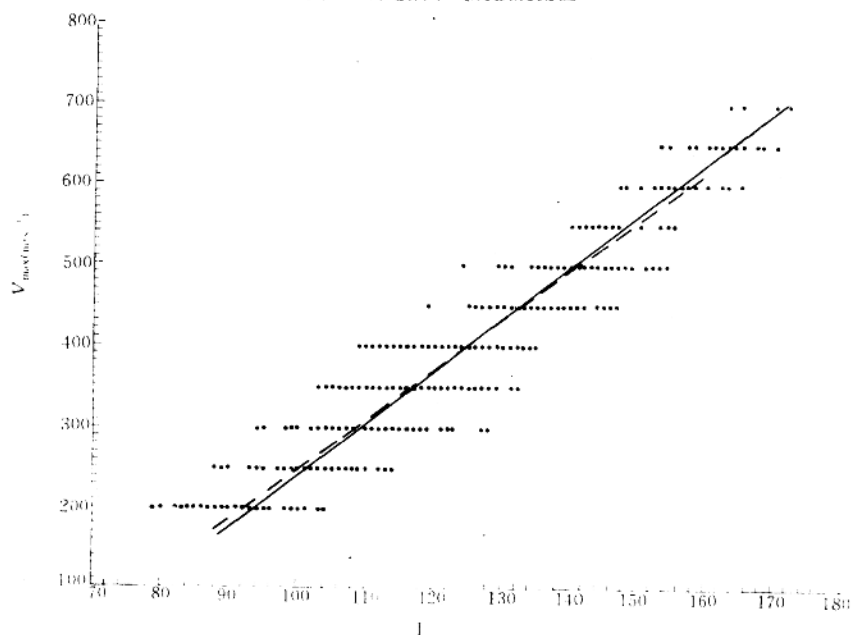


图 5 $I-V_{max}$ 值与拟合的线性函数关系

(实线:1983~1989 年(2253 组),虚线:1990~1992 年,图中坐标放大 10 倍)

在具体操作时,指数 A 、 B 、 C 、 D 采用人-机对话方式,根据表 1、表 2、表 3、表 4 和表 5 选取

对应值输入。由计算机自动完成运算,输出热带气旋中心最大风速值和中心最低海平面气压值。用这个方法,从接收到实时热带气旋云图资料,到获得 $V_{\max}$ 和 $P_{\min}$ 值只需1~2分钟便可完成。

四、采用数字云图和增强红外云图资料的结果比较

根据上节定义的热带气旋眼(环流中心)指数值、CDO指数值、螺旋云带指数值和结构紧密度指数值,用1983~1989年2253张增强红外图片重新计算云指数,并确定热带气旋强度,得到图5所示的热带气旋云指数和强度值与拟合的线性关系式的分布(见图中实线)。相关系数为0.9575,平均绝对误差 $2.48\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,标准差 $3.14\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。这一结果比原方法^[3]精度有所提高(原方法,平均绝对误差 $3.25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,标准差 $4.16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。)

将上节得到的1990~1992年的线性关系重叠在图5上(见图5中虚线)。可以清楚地看到,两条拟合的直线极为接近,几乎重合。据此,认为可以将方法的样本从1990~1992年的193次扩展到2446次(包括1983~1989年2253次)。经拟合,其关系式为:

$$V_{\max} = -31.5786 + 5.7340I$$

其相关系数为0.9573,平均绝对误差 $2.48\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,标准差 $3.13\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。这就是我们用来估计热带气旋强度的关系式。

本方法尽管在定量化、客观化方面有了显著的进步。但是,在确定云指数时,结构紧密度指数 D ,有时还需要一些人的经验。目前,可以通过对图象的多种增强显示帮助我们确定,同时也有待于计算机图象识别技术的提高。我们也正在研究更客观的方法。另外,对弱热带气旋来说,热带气旋定位误差有时会影响强度的确定。

参 考 文 献

- [1] 联合分析组,用卫星云图分析预报台风的方法,气象(9)、(10) 1980。
- [2] 方宗义等,用地球同步气象卫星红外云图估计热带气旋强度,气象学报,38(2),1980。
- [3] 范蕙君等,确定台风强度方法的改进,气象,(8) 1990。
- [4] 李修芳、范蕙君等,用增强显示云图确定热带气旋强度的方法,应用气象学报,(3) 1993。
- [5] 燕芳杰等,西北太平洋热带气旋平均最大风速与最低海平面气压,气象科技,(1) 1994。

用数字云图确定热带气旋强度方法的进一步检验和应用

范蕙君 李修芳 燕芳杰 胡治波

(国家气象中心)

提 要

本文以关岛飞机探测的热带气旋资料和登陆热带气旋的实测风资料为观测值,将用数字云图确定的热带气旋强度与观测值作比较,其平均绝对误差均不足 $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。并给出了1994年业务试运行的结果。检验结果表明,此方法具有业务应用价值。

关键词: 数字云图 热带气旋强度 检验和应用

一、前 言

1993年,作者提出了用数字云图确定热带气旋强度的方法^[1](以下简称云图定强)。以中央气象台整理后的强度值作为“最佳值”,来检验云图定强确定的热带气旋强度(指热带气旋中心附近最大风速)。对1993年12个热带气旋而言,平均绝对误差为 $2.31 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。应当说,这样的误差值已经在观测误差范围之内,可以在业务预报中应用。但是,需要指出的是,中央气象台整理的强度值作为所谓“最佳值”,并不是真正的观测值,它只是由现行的各种方法,包括云图方法估计的热带气旋强度的综合结果。因此,数字云图定强与“最佳值”之间的差值,并不能真正反映这一方法与观测值之间的误差。为保证业务应用,本文使用飞机探测资料和登陆热带气旋的实测风对云图定强方法作进一步的检验。并给出1994年台风季,我们对26个热带气旋作实时定强的检验结果。

二、与飞机探测资料比较

将云图定强与飞机探测进行比较的主要困难是如何实行两种方法的时间同步。

首先,同时具有飞机探测和云图资料的时段内,只有增强红外云图,没有数字云图。但是,根据作者的研究结果^[1],数字云图的方法已推广到增强红外云图资料。因此,本文分析的增强红外云图定强与飞机探测的比较结果,也适合于数字云图。

其二,由于GMS卫星观测是在正点前半小时内进行的,即06Z的卫星云图是在05:33~05:58Z卫星自北向南逐行扫描而来的。因此在做比较时,飞机探测的时间取卫星观测前后一小时时间范围内的。例如:06Z的卫星云图,取04:30~06:30Z飞机探测资料,其余以此类推。

按照上述“时间同步”的定义,1983~1987年期间,共有212个时次的资料符合上述条件。将云图确定的热带气旋强度与飞机探测的热带气旋强度进行比较。比较时,按热带气旋强度国际等级标准,分成台风、强热带风暴、热带风暴三个等级。其中,热带风暴只有13次,样本较少,