



Taizhan Taifeng Yubao Fuwu Fangfa he Silu

台站台风预报服务 方法和思路

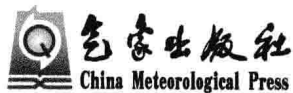
● 叶子祥 著

 气象出版社
China Meteorological Press

台站台风预报服务

方法和思路

叶子祥 著



内容简介

本书是在作者总结多年从事台站台风预报技术研究的成果和台风预报服务实践经验的基础上,针对地、县(市)气象台站在台风预报诊断分析和预报服务中的几个主要问题,阐述台站台风预报服务的方法和思路。

本书参考了前人的台风研究成果,运用现代天气学和动力学的理论,通过多个典型台风的预报决策诊断分析实例和历史个例的相关研究,探讨台站在预报服务中对台风路径、台风暴雨、台风强度变化、台风灾害等预报诊断分析的思路。

本书可供沿海台站天气预报人员开展台风预报业务、服务和防灾减灾工作参考,也可在台站台风课题研究及台风业务培训提供帮助。

图书在版编目(CIP)数据

台站台风预报服务方法和思路 / 叶子祥著. —北京:
气象出版社, 2013. 4

ISBN 978-7-5029-5698-1

I. ①台… II. ①叶… III. ①台风—天气预报
IV. ①P457. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 073279 号

Taizhan Taifeng Yubao Fuwu Fangfa he Silu

台站台风预报服务方法和思路

叶子祥 著

出版发行: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室: 010-68407112

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑: 张锐锐

封面设计: 博雅思企划

印 刷: 北京京华虎彩印刷有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm

字 数: 340 千字

版 次: 2013 年 4 月第 1 版

定 价: 50.00 元

邮政编码: 100081

发 行 部: 010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审: 汪勤模

责任技编: 吴庭芳

印 张: 13.75

印 次: 2013 年 4 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

序

根据国际上有关灾害研究机构的统计分析,90%以上的自然灾害是气象灾害及其引发的相关灾害。在气象灾害中,台风及其引发的风灾、洪灾、风暴潮灾害以及由此衍生的泥石流和山体滑坡等地质灾害造成的损失最为惨重,对人民生命财产和社会安全构成极其严重的威胁。包括浙江省在内的中国东南沿海地区每年都会受到台风的影响。历史上中外台风造成的巨大灾害不胜枚举。

1970年11月一个孟加拉湾风暴引起10 m高的潮位,把一个岛屿淹没,使30万人丧生,100万人无家可归。1991年4月,上述同一海区,一个风暴使13万9千人丧生,直接经济损失达30亿美元。

登陆台湾、闽南后北上的7503号台风造成河南特大暴雨,总雨量1631 mm,林庄的日最大雨量1005.4 mm,两座大水库崩溃,洪灾之后又发生瘟疫,使几个地区数十万人受到历史上罕见的大灾。

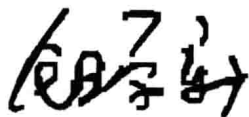
1994年第17号台风在温州市梅头镇登陆,浙江1300多万人受灾,1198人死亡,直接经济损失178亿元人民币。2004年“云娜”台风于8月12日20时在浙江省温岭市石塘镇登陆,造成浙江省859万人受灾,死亡115人,失踪16人,直接经济损失共计153.3亿元人民币。

在与自然灾害的斗争中,人们可以根据积累的经验和知识,发挥主观能动作用,以便防御和减轻灾害造成的损失。随着国民经济建设的快速发展,社会和各级政府对台风灾害的防御提出了越来越高的要求。对台风突变及其致灾规律的理解和认识是推进台风科学研究发展及提高其预警有效性的关键,在提高台风预报技术的同时提高决策服务能力,长期以来受到各国政府和科研人员的关注和重视。

本书作者叶子祥同志自1970年起一直在温州地区从事气象预报服务工作,每年都工作在防台、抗台减灾工作的第一线,积累和总结了大量的预报、服务经验。为解决业务工作的一些难题,他30多年一直坚持台风预报的研究和服务技术总结,取得了丰硕成果。难能可贵的是,他退休之后还在不断探索台风预报服务工作中的一些实用技术方法。特别是近3年来他在胃癌手术后,仍坚持做大量分析研

究总结工作,并撰写了《台站台风预报服务方法和思路》一书,这种敬业精神令人钦佩。

《台站台风预报服务方法和思路》内容有:台风路径和风雨强度的诊断预报技术方法,预报服务和决策服务技术与思路,大部分是作者的分析研究成果和实际经验。书中通过对典型台风个例或多个例分析,并结合他人取得的相关成果或经验,归纳总结得到此类台风预报服务的方法和思路,这是一种科学的研究和总结方法。书中内容虽然大部分是对浙江省和温州地区的台风灾害的预报服务,但是其方法和思路对于东南沿海等地区也有借鉴意义。所以这是一本对于台风实际预报服务工作乃至台风灾害的防灾减灾工作很有参考价值的著作;可供东南沿海地区气象台站预报服务人员和领导参考,特别是对经验不足的年轻一代业务人员和刚刚从事抗台、防台减灾的领导提供帮助。因此,希望这本著作能早日出版发行,以飨读者。



2012年9月20日

前 言

热带气旋是中国东南沿海地区的主要灾害性天气系统。根据 GB/T 19201—2006《热带气旋等级》国家标准,热带气旋按中心附近地面最大风速划分为 6 个等级,即热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风。为了叙述方便,本书除特别说明外,把上述统称为台风。

浙江省特别是温州市是台风危害的重灾区,台风造成的损失不胜枚举。据温州市的气候资料统计,历年的气象灾害 80% 以上和台风有关,而且台风及其引发的灾害是危害最大的自然灾害,据统计,1988—2006 年台风在中国引发的灾害损失年均达 292 亿元,年均死亡 496 人;浙江平均每年遭受 2~3 个台风影响,影响和登陆浙江的台风最多的年份分别有 7 个和 3 个。例如,9417 号台风在温州市梅头镇登陆。由于登陆时,正值大潮汛,大风、大暴雨、风暴潮三碰头,12 级以上的大风、特大暴雨和超历史的特高潮位造成温州市 1200 多人丧生、近百亿元的惨重损失。又如 2004 年台风“云娜”在浙江温岭市石塘镇登陆,乐清市礅头 24 h 降水量达 873 mm,超浙江省 24 h 最大降水的历史记录,特大暴雨引发山洪、泥石流灾害,全省 859 万人受灾、115 人死亡,失踪 16 人、经济损失 153.3 亿元。

近 20 年来,气象现代化建设快速进展,使得地市、县台站每天能获得和省级气象台几乎相同的大量信息资料,对台风的预报业务水平也明显提高。随着国民经济建设的快速发展,社会和各级政府对台风灾害的防御提出了越来越高的要求,但是,台站目前的台风灾害预报决策能力与这些要求还有较大的差距。

据调查,地市、县台站预报员,特别是近几年新来到市(县)台站的年轻预报员在台风预报诊断分析时,面对海量的信息资料缺乏客观有效的分析思路和方法。为此,作者在 36 年台风预报课题研究成果和预报经验的基础上,同时参考十几年来各地专家、学者相关的研究成果,通过大量的台风历史个例的分析,撰写了《台站台风预报服务方法和思路》。本书在内容上着重对以下三个方面进行阐述:

一、着眼于地市气象台和县(市)气象台(站)在台风预报诊断分析中的实际预报业务和服务,针对为地方政府提供预报决策服务中的具体要求,阐述台站台风预

报诊断分析的一般思路和方法。

二、着眼现代天气学理论、现代天气动力学理论的应用和数值预报产品的释用技术,采用 NCEP 再分析资料、多种数值预报场的资料、雷达和卫星探测实时资料、天气形势场实况及台站实测资料、各种物理量场的计算资料等进行综合分析。

三、着眼于历史个例和预报服务实例的分析,通过某一类型的台风多个个例的对比或统计分析,运用上述理论进行解释,并根据作者 36 年从事台站台风预报业务的实际经验,探讨其中的共性特征,为台风预报诊断分析和服务提供思路。

由于台风诊断分析预报和理论研究上还有许多难点问题没有解决,本书主要是针对浙江省基层台站的台风预报诊断分析和服务,也希望能为沿海其他省市的台站预报员的台风预报分析提供参考。

本书中的绝大部分内容是作者的研究成果和技术总结,其中大多已经在气象类刊物或大型学术会议上发表。

本书的完成得到了钮学新研究员的指导和帮助;温州市气象台余贞寿高工编写了 3.2、3.3 两节,李怀川同志编写了 3.8、4.4 两节;温州市气象局周功铤和乐清市气象局庄千宝、陈宣森等同志参加了部分工作,本书的出版得到乐清市气象局领导的大力支持,作者在此一并致谢。

本书付梓仓促,错误之处在所难免,敬请不吝指正,作者深表感谢。

作者
2012 年 9 月

目 录

序	
前 言	
第 1 章 绪论	(1)
1.1 台站台风预报业务技术的发展和现状	(1)
1.2 台站台风预报诊断分析中的几个问题	(3)
第 2 章 台站台风预报方法和思路的研究	(7)
2.1 台风登陆前后路径和浙江省影响程度的统计特征分析	(7)
2.2 建立现代天气预报分析新思路的探讨	(15)
2.3 从台风数值预报误差分析探讨决策预报中的几个问题	(25)
2.4 利用数值预报产品结合卫星云图做台风预报	(32)
2.5 9417 台风路径及特高潮位的分析和预报	(38)
2.6 超强小型台风“桑美”的特征及其强度突变的探讨	(44)
2.7 台风“圣帕”(0709)引发浙南强龙卷的过程分析	(56)
2.8 “罗莎”(0716)异常路径的分析及其预报诊断思路的探讨	(63)
2.9 台风环境场特征相似预报系统	(72)
第 3 章 台风暴雨的预报诊断分析	(82)
3.1 浙东南台风风雨时空分布和灾害风险的统计特征	(82)
3.2 超强台风“圣帕”(0709)特大暴雨过程的完全螺旋度分析	(89)
3.3 台风“韦帕”(0713)引发华东强降水过程的诊断比较	(98)
3.4 台风“泰利”(0513)外围发生特大暴雨过程的分析及闽南登陆西行类台风 影响温州的预报诊断	(108)
3.5 “海棠”“凤凰”“诺瑞斯”登陆后不同暴雨强度的对比分析及闽中登陆西北 行类台风暴雨预报诊断	(116)
3.6 台风“海鸥”(0807)特征分析及浙江北上类台风暴雨的诊断	(127)

3.7	登陆台风的物理量场锋面分析及 1990 年第 5、12、18 号台风过程雨量诊断	(138)
3.8	台风“珍珠”(0601)路径、暴雨过程分析以及南海北上类台风的预报诊断	(143)
3.9	华东地区台风降水分类气候概况及影响降水的因素	(159)
第 4 章	台风远距离外围及东风急流的大暴雨	(172)
4.1	台风外围大暴雨及其初始形势场特征	(172)
4.2	8116 台风外围特大暴雨的初步分析	(175)
4.3	两次低空东南风急流大暴雨过程及其超地转特征对比分析	(180)
4.4	1117 台风远距离外围特大暴雨过程分析及其邻近预报探讨	(189)
4.5	浙南梅汛期大暴雨的天气形势场、物理量场及 Q 矢量散度场的特征分析 ...	(200)

第 1 章 绪 论

1.1 台站台风预报业务技术的发展和现状

台风(本书对热带气旋的统称,下同)是华东、华南沿海的主要灾害性天气。据温州 40 a 气象资料统计,温州市平均每年受到 1.4 次台风的严重影响(过程雨量 >100 mm,最大日降水量 >50 mm,沿海最大风速 10 级以上)。台风带来的大暴雨、强风和台风引发的山洪、泥石流、风暴潮、龙卷等自然灾害往往造成人民生命财产的重大损失。但在东南沿海地区夏秋干旱季节,台风暴雨又能起到解除或缓解旱情的作用。因此,对于台风预报方法的研究一直是浙闽台站的重要课题。

1.1.1 近十年来台站台风预报业务技术的进展

近十年来,随着气象现代化建设快速推进以及大气探测和数值预报水平的日益提高,台站的台风预报业务水平也取得明显的进展。主要反映在以下几个方面:

(1)气象信息网络和数据处理系统的建设

2001 年气象卫星综合应用业务系统(9210 工程)和气象信息综合分析处理系统(MICAPS 系统)在台站投入业务运行;其后,地市、县宽带(SDH 2M 专线)气象通讯网建成,实现了省、市、县气象信息联网及可视会商。气象信息网络和数据处理系统的现代化建设使得县(市)台站每天可及时获得和省级气象台几乎相同的大量信息,也为提高台站台风预报业务水平提供了条件。

(2)气象探测和监测技术的进展

2003 年开始,台站气象观测手段开始实施从人工观测向自动观测的转变,2006 年基本建成由气象台站和乡镇自动气象站组成的中尺度地面监测网,并实现了中国各大区域联网,台站可以 1 h(小区域 5 min)一次获取几个大区域最新的地面实时探测资料。

20 世纪后期以来,气象部门布局建设新一代多普勒天气雷达监测网,近几年,仅浙江省就在 6 个地区先后建成这类雷达系统,且实现区域联网。新一代天气雷达 24 h 运转,每 6 min 自动扫描一次,台站可通过信息网络及时获得回波反射率、回波顶高、风廓线、垂直积分液态含水量、中尺度气旋、1~3 h 累积降水等几十种产品。

以上信息为台站台风预报特别是台风临近或短时预报及时提供了可靠的依据和有效的服务手段。

(3)台站数值预报模式的释用和应用

近十多年来,数值预报模式的改进及其预报精度的提高,为台站台风预报业务提供了极为有利的条件。例如,台风路径预报的精度有了明显的提高,2009 年中央气象台台风路径综合

预报的 24、48 h 预报误差分别达到 119 和 205 km,对风雨分布的预报也显示出一定的参考价值^[1]。不少地市气象台建成以多种数值预报模式产品释用为基础的台风预报诊断系统投入业务,在台风暴雨预报服务中也开始取得实际应用成果。

2000 年开始,不少地市气象台开展有限区域的数值模式业务试验。例如温州气象台先后将 MM5、ARPS、WRF 模式的数值预报系统投入业务。其中 WRF 模式使用美国 GFS 资料作为初始场,采用三重嵌套方案计算(分辨率分别为 36、12、4 km,垂直方向 28 层),间隔 3 h 为一预报时段,针对本地预报诊断分析的具体需求,输出 72 h 本区域 28 种形势场、物理量场和要素场的预报产品。该模式提供的产品已开始温州台风预报诊断分析中得到应用。

2005 年,温州气象台进行多普勒天气雷达实时资料经同化处理后进入 ARPS 数值模式的业务试验,分析结果表明^[2],雷达实时探测资料能够调整中高层风场、温度场,改善模式初始场,对台风 12 h 移动路径、中心强度、降水强度、雨区分布预报有所改进。

(4) 人才队伍的建设

2000 年之前,在地市气象台预报员中的大气科学研究生和县(市)台站的本科生很少见;近几年来则已是很普遍了。另外,通过培训,台站原中专学历也普遍提高到大专以上。大气科学的研究生、本科生充实到基层台站使得预报业务技术人员的专业素质明显提高。台站从事台风预报课题的研究具备了人才条件,反映到学术交流会上,来自一线台站的论文明显增多。

综上所述,近十多年来,随着中外台风理论研究的深入和台风数值预报技术的发展,以及中国台站气象现代化建设、人才队伍的建设取得长足的进展,台站台风预报业务、服务水平有所提高,同时也为今后台站台风预报技术的进一步发展打下基础。

1.1.2 台站台风预报业务的现状

和气象现代化建设的进展相比,台站台风预报业务水平的提高相对滞后。随着社会和国民经济的发展,对台风灾害性天气服务要求不断提高,目前,台站对于台风灾害的预报决策服务能力还不能适应社会和地方政府的需求,主要问题是:

(1) 数值预报产品释用技术的研究仍是薄弱环节

迄今为止,多数台站、特别是县(市)气象台站很少有系统地开展针对本地台风预报服务的数值预报产品释用技术的研究,对数值预报产品的应用,仅仅停留在定性分析的水平上。特别是当多种数值预报模式预报结果出现较大分歧或不稳定多变时,预报服务往往处于被动。

(2) 台站预报人员对于台风预报诊断分析缺乏思路和方法

面对大量的实时形势场、物理量场、数值预报场和天气雷达、气象卫星、自动气象站监测网的资料,缺乏预报诊断综合分析的思路和方法,这是目前台站预报员普遍存在的问题。特别是 20 世纪 90 年代后期以来进入预报岗位的预报员,由于对台风预报既缺乏实践经验,又没有对本地台风影响的特点进行过系统的研究,在台风预报诊断分析中往往抓不住要点,于是盲目跟从上级台发布预报。

(3) 省、地(市)、县业务界面分工不明晰

据 2001 年中国气象局天气预报警报管理司关于“台风业务和服务规定(修订版)”对省、地(市)、县关于台风分析和预报的规定:“各级台站之间的电话预报会商,应有台站各自作出预报结论并承担责任。”上下级气象台站业务界面分工不明晰,但县(市)气象台站目前还缺乏客观有效的对上级台预报意见进行补充订正的工具和方法。

(4) 台风风雨的时空分布预报仍然十分困难

文献[1]的研究指出:目前在台风风雨预报方面,中国尚无有效的客观预报方法供业务应用。沿海各省根据自身的需要研制半理论半经验或诊断统计方法预报台风大风及暴雨强度和落区。预报台风暴雨的数值研究工作主要还只是在模拟和诊断研究上,业务上用数值模式进行台风暴雨预报仍需要大量的工作和长期艰苦的努力。

在受台风影响时,面对当地政府的防台、抗台要求,由于缺乏台风风雨预报手段和依据,台站往往只是转达上级预报的意见,有时服务出现被动。

(5) 台风引发的泥石流、风暴潮等灾害的研究还处于探索阶段

台风引发的地质灾害(泥石流、山体滑坡)和风暴潮灾害危害极大,这些自然灾害已被地方政府作为台风防御的重点工作,但由于这些灾害的研究需要水文、地质、海洋等部门共同参与,目前台站对这些灾害的研究还处于探索阶段,缺乏预报、预警手段。

1.2 台站台风预报诊断分析中的几个问题

1993年中国气象局在“气象事业发展十年规划”中明确提出,“建立以数值天气分析预报产品为基础,以人机交互工作站为主要手段,综合应用多种技术方法和信息,具有逐级指导和较高自动化水平的现代天气预报业务技术流程,逐步建立相应的天气预报业务技术规范”。十多年来,台站预报业务的实践证明这样的发展思路无疑是正确的。

20世纪70—80年代初,台站对台风的预报诊断分析基本上还是以传统的天气学分析方法为主——即从实况形势场分析入手,采用天气学方法外推,或凭预报经验做出天气形势预报,据此,再做出台风未来路径和局地风雨的预报。有的台站采用统计方法研究本地的台风预报方法,分析台风进入警戒区时的初始场要素和未来台风路径及台风暴雨的相关关系,建立统计客观预报模式。这些预报方法在当时条件下的台风预报服务中也发挥了一定的作用。

随着数值预报技术的发展和台风理论及相关机理研究的深入,特别是台风涡旋初始化、卫星和雷达资料同化处理等关键技术的发展,台风数值模式预报精度有了明显的提高。实践证明,由于数值预报对于大尺度天气系统的短期预报特别是大尺度天气形势发生调整时的预报准确率已明显高于人工的主观预报;在环境场较稳定背景下的台风路径和强度变化趋势预报基本可靠,且已明显优于有经验的预报员主观预报水平;所有这些因素都促使台站在台风预报业务中,把研究重点放到数值预报产品的释用和气象卫星、天气雷达及实时地面自动监测网资料的综合分析应用上。

近十多年来,各地政府为了做好台风灾害的防御工作,对气象部门提出了越来越高的要求,由于地市、县台站处于气象服务的第一线,遇到的问题也较省(市)台更具体、更直接。一般情况下,台风影响本地前24~36 h,台站需要为当地政府的防汛指挥部提供台风未来路径、强度变化趋势及受台风影响本地风雨分布情况的预报意见,其中,做好台风影响前24 h及短时临近预报是地方政府采取防灾应急措施的关键。但是,当发生台风灾害时,3~12 h的短时决策预报经常给预报员带来很大的压力。例如,2007年10月7日14时,受台风“罗莎”的影响,浙江乐清市、永嘉县的县(市)城镇已被淹,同时,两地上游的中型水库已超危险警戒水位,是否立即开闸泄洪就决定于气象台对未来12 h的过程雨量及3 h最大雨强的预报;如开闸泄洪,

两个城镇将面临灭顶之灾,全部人口要紧急转移;如不开闸而继续发生大暴雨则有可能发生水库垮坝,后果不堪设想。两地气象台通过数值预报产品和卫星、雷达、自动监测网的信息综合分析,果断做出了未来 12 h 无大暴雨的预报,且和实况相符,得到市政府的表彰。

目前,尽管台风的数值模式预报精度有了明显的提高,但是对于复杂或疑难路径的台风,24 h 路径预报距离误差超过 300 km 甚至接近 500 km 的现象仍时有发生;在弱环境流场或大尺度环境发生调整的背景下,对台风路径突然转折和移速的突然变化、强风暴雨的落区和量级等的预报能力仍十分有限。实际业务中,近海台风是否登陆,正面袭击何处,影响时段,登陆后的移动路径、强度变化和风雨分布的精细化预报等仍难以把握,预警不足或过度预警也时有发生,这都是台风预报业务中的最大难点和防台减灾服务中的焦点。

综上所述,结合目前台站的实际业务条件和业务建设能力,我们认为,台站在台风预报诊断分析和预报方法研究上应加强以下几个问题的研究:

(1) 建立本地历年台风灾害数据库,分析台风影响本地时的气候统计特征

资料分析表明,受台风影响时,在一个地(市)范围内影响程度也可能有很大的差异,这和台风的路径、强度、结构(范围)、环境场、地理环境及地形有关。对某地来说,地形和地理环境的条件是固定的,在不同类型的台风影响下、在不同的环境场中可能有不同的风雨时空分布,这种分布一般有一定的气候统计特征。台站应分析本地的这些特征,作为台风预报服务的参考依据,为此需要建立台风灾害数据库。

建立台风灾害数据库是台站的一项基础工作。例如:乐清市气象台将 1951—2011 年从广东到浙江北部沿海登陆或近海转向的 376 个台风个例资料建立数据库。该数据库除了每个台风的台风年鉴资料外,还包括乐清市 10 多个站点(含水文站)的过程雨量、最大 24 h 雨量、最大 3 h 雨量、最大 1 h 雨量、最大风速、全市灾情等,同时将每个台风过程的某范围多层次的形势场和多种物理量场(格点值)都放到数据库中。分析该数据库可以给出很多供台风预报分析的气候特征图表。如将影响乐清的台风的路径进行分型,得出每一类路径下乐清市台风风雨强度的平均分布图和最大过程雨量分布图、各时段最大雨量分布图、灾情分布图、各类路径台风特大暴雨的物理量场和形势场特征图等。这些图表可作为台站台风预报诊断分析的重要依据。

(2) 台风风雨灾害的短时、临近预报水平亟待提高

受台风影响时,台站在服务的第一线,沿海的强风和大暴雨的强度、发生地段、是政府对台风影响地区人员撤离和转移具体决策的依据;而到目前为止尚未建立台风风雨短时临近预报业务,风雨灾害的精细化水平远不能满足地方防台抗台的实际要求^[1]。

中国气象局 2010 年下发的全国短时、临近预报业务规定:“市级气象台负责本行政区内强对流天气的监测、短时和临近预报及服务业务,在省级气象台指导下,制作发布本地区的强对流天气短时和临近预报产品。县级气象台(站)负责本行政区域内强对流天气的监测和服务,并视情况对上级短时和临近预报产品进行订正预报。”因此,做好台风风雨的短时、临近预报是台站的基本业务之一。

台风暴雨的临近精细化预报是天气预报业务中的难点,临近预报所依靠的主要是非常规观测资料如气象卫星、天气雷达及实时地面自动监测网资料,利用这些实时资料和较高时空分辨率的中尺度数值预报产品的释用进行综合分析作台风暴雨的临近预报,近 10 年来已经有不少研究成果^[3~5],台站应加强这方面的研究。

(3) 地市台 MM5 等中尺度模式的产品开发和应用

近几年来 MM5、WRF 等中尺度模式在地市气象台逐步推广应用于预报业务。大量的业务试验表明^[6], 地市台的中尺度模式 MM5、WRF 用于登陆台风暴雨的模拟预报有一定成效, 能较好地模拟出台风及其暴雨等天气系统, MM5 模拟台风降水的能力随模式水平分辨率的提高而加强, 目前该模式已被广泛地应用于台风暴雨的诊断和预报研究中。陈力强等^[7]的研究指出: 对高分辨率的 MM5 模式进行释用, 由于不受资料输出种类、数量、资料分辨率等条件的限制, 能构造出多个全面反映降水模型特征的物理因子, 更适合作县级站点定量降水预报。实际应用证明, MM5 的 0~24 h 形势场和物理量预报场对台风影响本地的中小尺度系统分析有较好的参考意义, 而中小尺度系统往往是台风暴雨的主角。台站应开展对于本地市中尺度模式产品释用技术的研究, 并结合天气尺度的其他中外数值模式产品的释用和气象卫星、天气雷达及实时地面自动监测网资料的综合分析作为本地台风风雨精细化预报的依据。

(4) 台风相似预报方法是台站的一种较实用的预报手段

1.1 节已经提到, 目前在台风风雨预报方面, 沿海各省(市)根据自身的需要研制半理论半经验或诊断统计方法预报台风大风及暴雨强度和落区。不少研究成果^[8~10]表明, 相似预报方法在台站台风短期暴雨预报(12~48 h)中已普遍被采用, 并取得较好的效果。

乐清市气象台^[11]采用环境场特征的场相似分析方法, 建立台风暴雨相似预报系统。利用 NCEP 再分析资料, 计算关键区域的物理量场特征值; 设计图形识别程序, 获取每个台风过程的天气形势场各种特征值; 建立台风暴雨的环境场及物理量场特征数据库和相应的台风过程降水实况资料库。预报时, 利用数值预报产品和实况资料计算特征值, 采用逐步相似筛选的方法, 在特征数据库里选出相似历史个例, 再从台风灾害数据库中提取相似台风个例的风雨分布图作为台风暴雨预报参考。检验表明: 该系统对 2007—2009 年的台风暴雨雨量预报效果较好。

(5) 预报经验的总结和运用

薛纪善^[12]指出: 目前, 尽管数值预报取得了巨大的成就, 并在业务预报中发挥了巨大作用, 但预报员的作用依然是不可替代的, 预报员在实践中积累的经验来源于对真实天气过程的体验, 有可能对模式不能把握的天气过程做出更好的预报。例如, 进行台风暴雨的相似预报诊断时, 在选取相似要素、相似场区域及确定相似个例时, 都有人工经验的参与。

实践证明, 总结台风过程预报的成功经验或失败教训是提高台站的台风预报业务水平的重要环节, 预报员的台风预报经验也都来自平时预报实践和对过程的总结。对浙江沿海地区来说, 台风影响过程平均每年仅 2~3 次, 每一个过程都应有认真的总结分析。例如: 温州气象台 1994 年 8 月 19 日提前 48 h 作出 9417 号强台风将正面袭击温州的预报, 是在当时所有数值预报模式都预报 9417 台风在海上转向北上的情况下作出的, 这次预报的成功在很大程度上得益于 7504 号台风预报失败教训的总结^[13], 因为 9417 和 7504 两个台风的形势场和物理量场都非常相似。

(6) 台风暴雨预报是台站研究的重点

目前在日常业务中, 暴雨预报使用的方法大致可分为 4 个方面: ①天气概念模型; ②数值预报产品动力释用; ③相似预报方法; ④利用卫星、雷达等非常规观测资料的短时外推诊断预报方法。对台风暴雨的预报主要是运用上述的第 2 和第 4 种方法^[14]。

由于发生暴雨的物理机制非常复杂, 数值预报对于台风暴雨的时空分布的预报产品离业

务实际应用还有很大差距,而受台风影响的暴雨预报是地方政府防御台风决策最关注的问题。观测资料表明,台风暴雨的空间分布很不均匀,一般都有明显局地性特征。因此,局地台风暴雨的预报诊断方法的研究,在相当长的时期内仍是台站需长期努力探索的重点研究课题。

程正泉等^[6]指出:台风暴雨的预报不仅涉及台风路径、强度、移速、本身结构,还和台风环流与下垫面、不同纬度尺度环流系统的相互作用有关。不少研究成果表明:台风暴雨的时空分布特征和局地的地形、地理环境密切相关^[14]。采用 NCEP 再分析历史资料,结合当地的地理地形环境特点,分析受各种类型的台风路径、不同的台风强度、不同的结构(范围、三维空间流场等)台风影响时,本地区台风暴雨和环境场、物理量场变化的关系,探讨台风暴雨的局地暴雨分布统计模式,在此基础上利用数值预报产品释用技术和雷达、卫星、自动气象站网实时资料建立短期、短时预报模型,可取得有实际应用意义的成果。

参考文献

- [1] 许映龙,张玲,高栓柱.我国台风预报业务的现状及思考.气象,2010,36(7):43-49.
- [2] 余贞寿,周功铤,赵放等.雷达资料对 0414 号台风“云娜”数值预报的改进.热带气象学报,2008,24(1):59-66.
- [3] 班荣贵,黄飞.多普勒雷达资料在短时邻近预报中的应用.气象研究和应用,2009,30(增刊 1):24-25,44.
- [4] 陈雷,戴建华,陶岚.雷达回波外推技术在台风降水邻近预报中的应用//第四届长三角科技论坛论文集(上册).2007.
- [5] 陈宏义,戴素如.使用卫星云图辅以雷达图邻近判断直登型台风影响程度//第八届长三角气象科技发展论坛论文集.2011.
- [6] 程正泉,陈联寿,徐祥德等.近 10 年中国台风暴雨研究进展.气象,2005,31(12):3-9.
- [7] 陈力强,韩秀君,张立祥.基于 MM5 模式的站点降水预报释用方法的研究//天气预报技术文集.2001,140-144.
- [8] 黄山江,刘星燕,李景宇.用场相似方法释用分县预报//天气预报技术文集.北京:气象出版社,2008,244-246.
- [9] 钟元,潘劲松,朱红等.一种台风过程雨量的相似预报方法.热带气象学报,2009,25(6):681-689.
- [10] 梁明珠,朱红,陈世春.多元相似预测在台风风雨相似中的应用//全国热带气旋科学讨论会文集.2009,217-224.
- [11] 庄千宝,叶子祥,陈宣森.台风环境场特征相似预报系统.暴雨灾害,2010,29(2):69-74.
- [12] 薛纪善.和预报员谈数值预报.气象,2007,33(8):3-11.
- [13] 叶子祥,沈武,谢亮.9417 台风路径及特高潮位的分析和预报.浙江气象,1995,16(3):1-4.
- [14] 李江南,王安宇,杨兆礼等.台风暴雨的研究进展.热带气象,2003,19(增刊):152-158.

第2章 台站台风预报方法和思路的研究

2.1 台风登陆前后路径和浙江省影响程度的统计特征分析

台风是浙江省的主要灾害性天气,每年夏、秋季,受台风带来的狂风、大暴雨和风暴潮的影响,往往给浙江省造成严重的经济损失和人员伤亡。

对于台风影响浙江的气候特征,曾有不少研究成果。许浩恩等^[1]利用1949—2007年的台风资料的统计分析指出,年均受台风影响次数最多的是浙江东部沿海地区,东南部沿海地区降水受影响最明显,近几年登陆台风有增加的趋势。刘庭杰等^[2]采用浙江省1949—1994年社会综合库灾害资料分析,提出因全省受台风影响,不同地区灾情明显不同,浙江应对台风采取不同的防灾措施。俞燎霓等^[3]对1949—2005年登陆浙江的台风登陆位置、登陆后的移速和路径变化与降水分布特征关系及登陆后台风强度衰减情况进行统计分析,结果表明:登陆浙江的台风陆上维持时间和登陆时的强度成正比,登陆后移向偏北分量大且移速加快的台风,主要降水区出现在路径右侧的可能性较大。经验表明,浙江省受台风影响时,台风影响程度(灾情)的决定因素非常复杂,登陆地点、登陆前后的强度及登陆后的移动路径是主要因素,也是预报员最关注的问题。但是,对这些因素特别是登陆后移动路径和影响程度时空分布的关系很少有分析研究,这里着重对这些方面进行分析探讨。

2.1.1 资料及处理

根据1951—2011年台风年鉴及乐清市2011年建成的台风资料数据库和2004—2011年浙江自动气象站网资料,挑选在广东珠海以东到浙江一带沿海登陆或在浙江近海转向、登陆时台风中心风力 ≥ 8 级且在浙江省至少有3个站以上出现大于30 mm的过程降水或7级以上大风的台风共163个个例。

为了便于分析和业务应用,对于台风影响程度等级、及浙江地域的分区作如下处理:

(1) 影响程度的分级

参考“气象灾害防御规划”的台风灾情统计结果,对台风的影响程度作如下规定:

1) 0级为无明显影响:区域内 $R_g < 100$ mm或 $R_{24} < 50$ mm,且平原 $V < 9$ 级(R_g 、 R_{24} 、 V 分别代表过程雨量、24 h最大降水量、最大风力,下同)。

2) 1级为一般影响:区域内至少有2个地市(气象站记录)或一个地市有4个以上站点发生 $150 \text{ mm} > R_g \geq 100 \text{ mm}$ 且 $100 \text{ mm} > R_{24} \geq 50 \text{ mm}$,或 $11 \text{ 级} > V \geq 9 \text{ 级}$ 。

3) 2级为严重影响:区域内至少有2个地市(气象站记录)或一个地市有4个以上站点发生 $250 \text{ mm} > R_g \geq 150 \text{ mm}$ 且 $150 \text{ mm} > R_{24} \geq 100 \text{ mm}$,或 $12 \text{ 级} > V \geq 11 \text{ 级}$ 。

4) 3级为灾害性影响:区域内至少有2个地市(气象站记录)或一个地市有4个以上站点

发生 $R_k \geq 250 \text{ mm}$ 且 $R_{24} \geq 150 \text{ mm}$, 或 $V \geq 12$ 级。

以上影响程度分级由于 9 级以上的大风大都出现在沿海平原, 所以, 除了沿海平原外主要考虑 R_k 和 R_{24} 。

(2) 影响区域的划分

为了分析受台风影响时浙江省影响程度的空间分布特征, 参考 2004—2011 年 20 个台风自动气象站网过程平均雨量的统计计算结果, 我们将浙江省和浙东南地区作如下的分区:

1) 浙江省分区(图 2.1-1)

A. 浙东南地区: 温州地区, 丽水东部地区的青田、缙云、丽水、云和, 台州南部地区的玉环、温岭、椒江(28.5°N 以南)。

B. 浙中地区: 宁波地区, 台州地区北部的临海、仙居、三门、天台, 绍兴地区东部的上虞、嵊州、新昌, 金华地区的东阳、永康、义乌。

C. 浙西北地区: 杭州地区(不含淳安、建德), 嘉兴地区, 湖州地区, 绍兴地区的绍兴、诸暨, 金华地区的浦江。

D. 浙西南地区: 巨州地区, 丽水地区西部的遂昌、龙泉、庆元, 金华地区的兰溪、金华、武义, 杭州地区的淳安、建德。

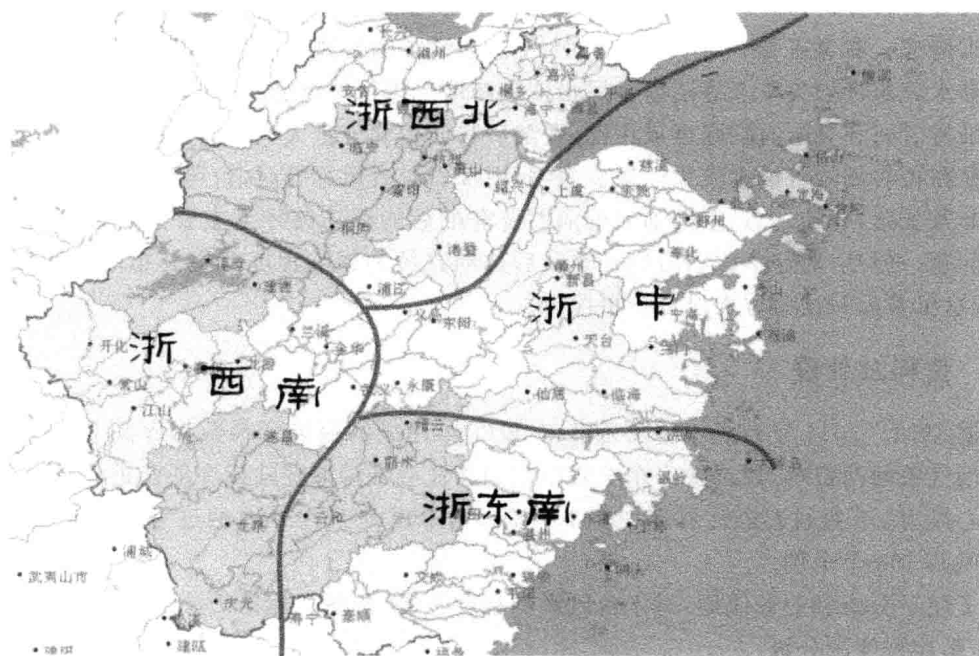


图 2.1-1 浙江省分区图

2) 浙东南地区的分区

浙江省东南沿海地区(温州及周边地区)是全省台风灾害风险最大的地区, 为了分析该地域台风影响程度的空间分布特征, 将浙南沿海再细分为 4 个小区。

- a. 北部沿海: 温州市区、乐清市、温岭、玉环、椒江。
- b. 南部沿海: 瑞安市、平阳、苍南。
- c. 西北部: 永嘉、青田、缙云。
- d. 西南部: 文成、泰顺、云和。