

# 国家气象中心台风、暴雨预报服务系统的设计和研究的\*

徐夏因 李泽椿\*\*

(国家气象中心, 北京 100081)

## 提 要

国家气象中心台风、暴雨预报服务系统是以国家气象中心的现代化气象业务环境为依托, 系统地集成了国家气象中心和气象业务与科研单位近年来研究开发的台风、暴雨预报成果建立的实时预报服务系统. 该系统目前已初具规模, 1995年投入业务应用(部分投入业务试用). 文中简要介绍了该系统的设计目标、结构、功能, 以及在业务中应用和试用概况.

关键词: 台风暴雨; 预报; 系统设计; 预警产品.

## 引 言

经济的发展要求气象部门提供准确及时、优质的气象服务, 而灾害性天气事件的预报向气象工作者提出了最严峻的挑战. 进入90年代, 各国都在进行气象业务现代化调整. 美国在90年代气象发展战略计划中<sup>[1]</sup>, 提出了发展新一代雷达系统(WSR-88 D天气雷达)、新一代地面观测系统(ASOS)、新一代通信及预报工作站即高级天气交互处理系统(AWIPS-90). 此外, 新的空间观测系统即新一代地球静止(GOES, I-M)和极轨卫星及地基大气廓线仪(风廓线仪)网的建成<sup>[2]</sup>也是其现代化计划的主要组成部分. 美国国家气象局认为重新调整预报职能是现代化计划的关键<sup>[3]</sup>, 该计划的实现将使美国的气象服务水准又有较大幅度提高.

我国气象事业十年发展规划的实现也将使我国建成由静止气象卫星、极轨气象卫星和雷达及其它工具组成的监测系统. 采用卫星通信及计算机网络等先进技术组成的现代化气象信息网络, 将使我国的基本气象信息的加工、分析、预测能力增强. 但就目前而言, 面对由于气象探测、通信和信息加工条件的改善所获得的越来越多的大量信息, 如何充分利用、发挥其效益是摆在面前的十分迫切和现实的问题.

根据国家气象中心的任务, 及其在全国气象业务部门的气象预报和服务中的地位、作用, 以及国家气象中心、省地气象部门的业务现代化和科技研究开发的现状, 在国家

\* 本工作作为国家气象中心天气预报开放试验室任务, 得到85-906-10课题资助.

\*\* 参加本工作的还有董立清、刘宁、王继志、杨元琴、董守玉、纽从笑、周黎明等.  
1995-10-30收到, 1996-01-02收到修改稿.

气象中心建立一个以台风、暴雨的预报服务为主, 集成国家气象中心和气象业务与科研单位成果的台风、暴雨预报服务系统(以下简称系统), 使第一线预报员能够方便、快速的获得更多的监测信息, 使用多种预报工具和方法, 以减轻其工作强度, 有更多的时间从事研究和预报, 提高对这两类主要灾害性天气预报服务的水平。

目前, 系统已集成了台风和暴雨试验区及气象中心的部分研究成果, 初步形成了提供业务应用的工作平台。系统发展完善后可应用于其它预警服务。

## 1 系统设计目标和功能

在“七五”到“八五”期间, 国家气象中心已经建成了自动化气象通信系统和以 YH- II 和 Cray 巨型机为核心的计算机网络系统以及中期数值预报业务系统。即将完成的“台风、暴雨监测预报技术的研究”国家科技攻关项目在国家和试验区也都已取得了一批成果。因此, 系统设计既要考虑社会的需求、起点有一定的高度, 又要考虑现实状况、使其能够尽早实现, 在台风、暴雨预警业务中发挥作用。

### 1.1 系统设计目标

系统以国家级台风、暴雨的预报和服务任务为目标, 以国家气象中心的现代化业务环境为依托, 将国家气象中心承接的国家和部门的攻关任务、自筹开发研究的成果, 本部门 and 科研、院校等单位的成果, 经过系统化的集成, 使之成为完整的、可靠的实时台风、暴雨预报服务系统。

根据业务环境和需求, 集成成果的主要条件和原则是: (1) 有一定水平和先进性; (2) 有助于提高预报水平、增强服务能力; (3) 应用性强、使用方便; (4) 基本具备业务化条件。

### 1.2 系统的功能

要求系统具有国家气象中心的特点, 具备承担国家级预报服务的能力, 既能适合目前需求, 又要易于今后扩充和发展。国家级台风、暴雨预报服务系统的功能应该具有:

- (1) 综合集成计算机通讯、信息加工、预报服务的科研开发和业务建设成果;
- (2) 综合利用各种渠道天气信息;
- (3) 较强的监测、诊断功能;
- (4) 多种客观、定量预报模式和方法;
- (5) 自动生成预报服务产品;
- (6) 客观定量的预报服务评估;
- (7) 自动的预报警报产品分发。

## 2 系统结构

本系统采用模块结构, 便于系统的发展、完善、改进和更新。主要分为以下五个部分:

- (1) 台风、暴雨信息的检索、调用和存储 包括各种常规和非常规探测资料、数据

等产品的检索、调用及必要的存储,要求快速、及时、准确可靠,而且方便灵活。

(2) 台风预报 包括台风实况的确定、诊断、数值预报,以及各种统计、动力预报方法和综合预报及评估。

(3) 暴雨预报 包括暴雨的诊断、数值预报,以及各种统计、动力预报方法和综合预报及评估。

(4) 台风、暴雨图形、图像 将各种台风、暴雨的实时和历史信息、各种预报方法提供的预报结果和产品编辑生成各种图形、图像。

(5) 预警服务 将监测、预报产品及台风、暴雨影响程度或灾情的分析评估,经过可视化、多媒体技术的应用处理,成为用多种手段(包括文字、图形图像和声像)通过传播媒介,向政府有关单位及社会公众提供预警产品和减灾对策的建议。

这五个部分之间的联系和各自的作用可用图1表示。

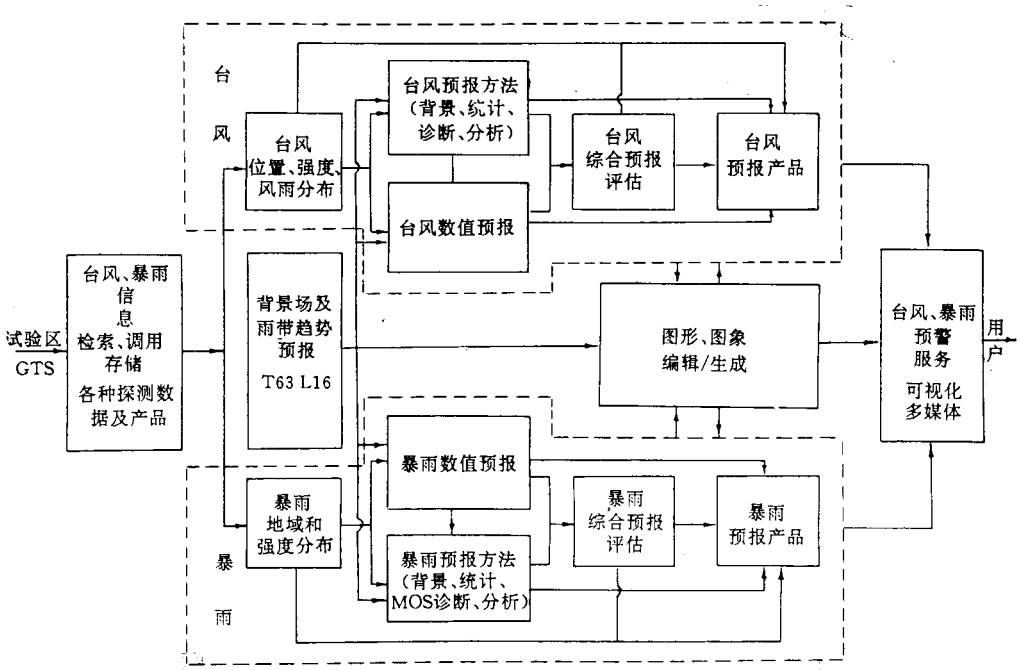


图1 台风、暴雨预报服务系统结构简图

Fig. 1 Diagram of the forecasting and service system for typhoon and heavy rain

### 3 系统功能

#### 3.1 汇集各种天气信息

将来自全球和区域通信系统(GTS和NTS)进入VAX6320计算机的和通过其它途径得到的各种有关信息进行加工处理,建立了热带气旋和暴雨预警服务所需的资料库。其中包括热带气旋和暴雨的各种非常规和常规观测资料等监测信息、热带气旋路径预报、暴雨预报和数值模式背景场预报等多种国内外分析预报信息和历史资料。采用自

动、定时存储和程序检索存储两种方式存储, 检索简便迅速、可随时调用, 以便提供制作各种图形、图像或加工成预警产品, 详见表 1.

表 1 台风、暴雨预报服务系统信息简表

Table 1 The information of the forecasting and service system for typhoon and heavy rain

类 别	内 容
监测信息	① 雷达回波图像(广州、香港、阳江、福州、厦门、长乐、上海、武汉、郑州和北京及长江中游 6 部雷达拼图) 热带气旋雷达探测报告(FFAA)国内(8 部), 日本若干部
	② 卫星图像(水汽、可见光、红外) 卫星云图分析报告(CCAA)中国、日本
	③ 每小时地面加密观测资料(国内)、高空加密观测资料、飞机飞行报告
	④ 中国及有关国家(地区)热带气旋定位报告
常规观测	地面(包括陆地和岛屿、船舶、固定和漂流浮标站, 陆地、礁石、海岛和钻井平台等自动站)报告 高空(陆地和船舶的探空和测风)报告
数值模式 背景场预报	国家气象中心 T63L16(12 UTC 24~168 h), T42L9(12 UTC 24~120 h), LAFS(00 UTC 24~48 h), HLAFS(00, 12 UTC 24~72 h) ECMWF (12 UTC 12~144 h 全球 $p$ 、 $Z$ 、 $T$ ) (12 UTC 24~72 h 45°S~45°N) JP (12 UTC 12~72 h $p$ 、 $Z$ ) KWBC (00, 12 UTC 24~48 h $p$ 、 $Z$ )
预报信息	① 客观预报 国内: 国家气象中心数值模式、Markov 相似模式、动力释用模式(从上海引入)各省(市)预报方法 国外: 英国(EGRR)5 天预报、日本(TYM)60 h 预报
	② 综合预报 国内: 国家气象中心定位及 72 h 内预报, 各省、市预报 有关国家(地区): 关岛、日本、菲律宾、香港预报
降水预报	国家气象中心 T63 L16(12 UTC 24~168 h)雨带 LAFS(00 UTC 0~48 h) HLAFS(00, 12 UTC 24~72 h) 强降水动力释用预报(00 UTC 24~48 h) 大降水 MOS 概率预报(00 UTC 24~48 h) JP(12 UTC 12~72 h)
历史资料	1884~1948 年西北太平洋热带气旋路径
	1949~1995 年西北太平洋热带气旋路径和强度
	1949~1992 年登陆和影响热带气旋的降雨资料( $\geq 25$ mm/d 的逐日、逐日最大和过程降雨量)
	1949~1992 年登陆和影响热带气旋大风资料( $\geq 8$ 级和 10 级的风圈)

### 3.2 监测诊断

热带气旋和暴雨的监测诊断与其预报准确率和服务效果紧密相关, 系统利用获得的

各种信息所建立的主要监测诊断手段和方法如下:

### 3.2.1 气象雷达

(1) 雷达图像 1995年汛期,在国家气象中心首次实现了实时获取观测站雷达图像的准业务试验.这些测站是广州、香港、阳江、长乐、上海、武汉、北京和福州、厦门、郑州等10个站.其中,福州、厦门和郑州3个站的数据是由设在台风试验区和暴雨试验区的3个VSAT数据站与国家气象中心的广域网相连得到的<sup>[5]</sup>.其它测站的数据由区域中心的通信系统进入国家气象中心.此外,还能及时得到长江中游地区(武汉、长沙、南昌、宜昌、恩施和十堰)气象雷达拼图<sup>①</sup>.在防汛抗台最紧张的时刻可以实时获得第一线的实况.

(2) 热带气旋雷达探测报告 利用国内8部雷达和日本雷达获得热带气旋近海时的探测位置和路径.

### 3.2.2 气象卫星

(1) 数字化卫星云图确定台风强度 利用GMS展宽数字云图资料,采用云系结构紧密度因子和云带旋转圈数表示热带气旋强度<sup>[6]</sup>.通过人机交互,可较为客观地估计热带气旋最大风速.1995年汛期进行了试用.

(2) 卫星水汽图像 1995年研制的由GMS气象卫星接收得到的卫星水汽数据反演加工成水汽图像获得成功,已提供监测天气使用.

(3) 卫星水汽图像估算的降水量 用卫星水汽图像的亮度定量估算的短时降水量,供短时天气监测服务试验应用.

原有的可见光和红外云图的图像仍在分析预报中应用.

### 3.2.3 地面和高空加密观测

能够及时得到地面每小时加密观测图,也可得到诸如大风、降水量等单要素图,并能实现任何时段的降水量累加,也能及时得到高空客观分析图和加密观测分析.

## 3.3 预报方法及产品

目前,系统的预报产品和方法主要是“八五”期间国家气象中心和有关单位开发研制的,主要有数值预报产品和数值产品释用方法.

### 3.3.1 台风、暴雨大型环流背景及雨带趋势预报

(1) 国家气象中心T63L16全球同化预报 每天12 UTC在Cray-C92巨型机上制作全球7天(168 h)预报,水平分辨率为三角截断波数63、垂直分层16层<sup>[7]</sup>.提供客观分析场、7天内逐日背景场和雨带趋势预报,由系统制作成图形供业务使用.

(2) 国外数值预报 欧州中期天气预报中心(ECMWF)12~144 h、东京(JP)12~72 h和华盛顿(KWBC)24~48 h等三个预报中心的形势预报图也提供预报参考.

### 3.3.2 台风预报

(1) 国家气象中心台风路径数值预报 采用Bogus人造台风技术、非线性正规模初值化,以及台风模式与T63L16谱模式异模式和台风模式粗细网格自模式单向嵌套技术,制作西太平洋区域48 h台风路径预报<sup>[8]</sup>.自热带风暴形成后,每天00和12 UTC制

① 该工作系湖北省气象局“八五”科技攻关成果.

作的路径预报结果自动进入系统生成图形。

(2) 热带气旋动力释用预报方法 该方法由上海气象局研制开发, 应用有辐散的正压方程导得的热带气旋移动的方程, 对数值预报形势进行动力释用, 获取热带气旋路径预报<sup>[9]</sup>。1995年6月移植安装于VAX 6320计算机, 有热带气旋时定时自动运行制作24、48 h路径预报。

(3) Markov相似模式 该模式是在80年代初研制的基础上作了改进, 在系统中定时制作热带气旋24~72 h路径预报并输出图形。

除了在国家气象中心运行的模式外, 获得的国内各省市的预报及英国的(EGRR)5天和日本模式(TYM)的热带气旋预报结果也提供参考。

### 3.3.3 降水预报

(1) 高分辨率区域同化预报(HLAFS) 该方法每天00和12 UTC制作70°~145°E 15°~65°N区域内的72 h形势和国内降水量预报, 水平分辨率1°×1°、垂直分辨率15层<sup>[10、11]</sup>。产生的分析预报产品进入系统的图形系统, 必要时可以给出每6 h的降水预报结果。

(2) 强降水动力释用预报 该方法每天00 UTC制作预报, 用00~06 UTC的6 h降水量推算出相应的降水强度和垂直速度, 并用它来修正国家气象中心有限区模式有关格点的垂直预报场, 再计算未来6~30 h和各个6 h时段的降水量, 分别制作24 h和48 h降水量预报<sup>[12]</sup>。

有限区分析预报和用B模式产品制作的大降水MOS概率预报的产品, 也可从系统中得到。

### 3.3.4 客观预报集成和评估

(1) 多种台风路径预报的集成 在计算机上, 采用自反馈函数原理自动调节权重系数, 可对多个预报中心的热带气旋路径预报或多种方法的预报结果进行客观集成, 这种集成的路径预报结果大部分优于任一单一预报<sup>[13]</sup>。1995年汛期进行了试验。

(2) 热带气旋路径预报评估 利用改进的Neumann方法对各种客观路径预报方法和综合预报的路径误差进行客观定量检验, 对各种预报的性能进行评估。

(3) 降水预报评估 对综合预报各降水等级的落区进行TS评分, 也可对各种数值预报结果进行评估。

### 3.3.5 预警产品的生成和分发

通过人机交互的方式, 在诊断结果和预报产品的基础上, 制作值班预报员的综合的热带气旋和暴雨的各种图形、图像以及文字形式的预报产品, 也可进行常规预报产品的制作。这些产品已提供气象传真、电视预报制作, 并通过光缆传输或远程通信传输等方式向国务院、国家减灾委、中央电视台、中国气象局机关、中国科学院大气物理研究所等单位提供灾害性天气信息和预警服务, 通过国家气象中心的通信系统向气象及有关部门提供预警指导产品。

## 4 系统工作平台

系统采用MIPS系统(气象交互处理系统)<sup>[14]</sup>和AFDOS系统(天气分析预报自动化

系统)<sup>[15]</sup>作为工作平台. 这两个系统具有很强的信息处理、图形图像显示和人机交互功能.

(1) MIPS 系统的系统配置为微机 586/90 MHz、16 MB 内存、500 MB 左右硬盘、2 MB 显示缓存区支持 1280×1024 256 色分辨率、网卡等<sup>[14]</sup>. 通过 SERVER(服务器)存储和处理数据, 由国家气象中心天气预报开放实验室近年研制并已投入业务.

(2) AFDOS 系统由 Sun spark 工作站和几个功能分布的微机组成, 与国家气象中心的主业务系统相联<sup>[15]</sup>. 经过多年的开发和业务应用, 仍在不断完善.

这两个系统的功能相互补充, 互为备份, 构成了初具规模的国家气象中心台风、暴雨预报服务系统, 并分别被有关省、地气象台引用.

## 5 结 语

国家气象中心的台风、暴雨预报服务系统在 1995 年的业务应用及试验中发挥了作用. 由于时间、人力及条件的限制, 系统尚需发展完善, 诚恳地希望气象业务与科研单位提供有关成果的信息, 我们将视条件考虑引进应用, 以提高对灾害性天气的监测预报水平和增强服务能力.

致谢: 本工作得到国家气象中心各有关业务和管理单位及成果研制者的积极支持, 在此表示感谢.

## 参 考 文 献

- 1 United States of America Department of Commerce, NOAA. Strategic Plan for the Modernization and Associated Restructuring of the National Weather Service. 1989.
- 2 国家气象局总体规划研究设计室. 美国国家气象局高级天气交互处理系统之预报制作系统. 国家气象局总体规划研究设计室编译, 北京: 气象软科学, 1992.
- 3 U. S. Department of Commerce, NOAA, NWS. Advanced Weather Interactive Processing System for the 1990's (AWIPS-90). 1990. 1
- 4 杨贵名, 徐夏因. 热带天气信息的处理技术和应用. 台风、暴雨预报报警系统和减灾研究. 北京: 气象出版社, 1996. 68~74.
- 5 85-906-02-04 专题. 强降水的雷达、卫星综合探测资料等的实时传输和分发技术. 台风、暴雨灾害性天气监测、预报技术研究. 85-906 国家科技攻关项目领导小组. 北京: 气象出版社, 1996. 115~117.
- 6 范蕙君, 李修芳, 燕芳杰, 等. 用数字云图确定热带气旋强度的原理和方法. 国家气象中心科技年报 A 册气象类 (1994), 1995. 267~276.
- 7 皇甫雪官, 杨学胜, 应祝明, 等. 高分辨率的全球环流背景预报模式. 台风、暴雨业务数值预报方法和技术研究. 北京: 气象出版社, 1996. 462~471.
- 8 中国气象局国家气象中心(编). 台风路径数值预报系统. 1995. 3.
- 9 程戴晖, 朱永祺. 热带气旋的一种动力释用预报方法. 第六次全国数值天气预报会议. 中国气象学会数值天气预报委员会, 南京: 1994. 10, 180~183.
- 10 朱宗申, 马清云, 陶士伟, 等. 国家气象中心区域资料同化系统. 台风、暴雨业务数值预报方法和技术研究. 北京: 气象出版社, 1996. 545~554.
- 11 闫之辉, 等. 暴雨预报模式实时资料预报试验. 台风、暴雨业务数值预报方法和技术研究. 北京: 气象出版社, 1996. 94~101.

- 12 夏建国, 晁淑懿, 皇甫雪官, 等. 区域性、持续性暴雨数值预报产品动力释用技术研究. 暴雨业务预报方法和技术研究. 北京: 气象出版社, 1996. 37~44.
- 13 杨元琴. 多种台风警报结论的计算机决策系统的研究. 台风、暴雨预报警报系统和减灾研究. 北京: 气象出版社, 1996. 75~80.
- 14 姚志, 钮从笑, 罗兵. MIPS 气象人机交互处理系统. 台风、暴雨灾害性天气监测和服务系统的研制. 北京: 气象出版社, 1996. 52~64.
- 15 王继志, 王昂生. 台风警报服务系统的设计与研究. 台风、暴雨预报警报系统和减灾研究. 北京: 气象出版社, 1996. 28~31.

## DESIGN AND STUDY OF THE FORECASTING AND SERVICE SYSTEM FOR TYPHOON AND TORRENTIAL RAIN IN NATIONAL METEOROLOGICAL CENTER (NMC)

Xu Xianan    Li Zechun

(*National Meteorological Center, Beijing 100081*)

### Abstract

A real-time forecasting and service system for typhoon and torrential rain in NMC was established based on the modern conditions of meteorological operation and scientific achievements. The structure and major functions of the system are brief introduced in this paper. Many monitoring information, forecasting and warning products for typhoon and torrential rain can be obtained by using this system. The system was put into the operation in the summer of 1995.

**Key words:** Forecasting and service system; Typhoon and torrential rain; System design; Forecasting and warning products.