

热带气旋降水监测及评估业务系统

赵珊珊 高 歌 任福民 刘秋锋 孙家民

(国家气候中心 中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081)

提 要: 采用热带气旋降水的客观分离方法和实时的热带气旋路径、强度以及同期的气象观测资料建立了热带气旋实时监测与评估系统。系统主要包括热带气旋实时资料接收, 热带气旋降水客观分离, 热带气旋降水资源评估和对社会经济影响估算以及图形显示等功能。通过降水客观分离方法技术的引入和业务系统的自动化实现, 大大提高了对热带气旋影响评估的时效和能力。

关键词: 热带气旋 降水 客观分离 影响评估

Operational System of Monitoring and Impact Assessment of Tropical Cyclone Precipitation

Zhao Shanshan Gao Ge Ren Fumin Liu Qiufeng Sun Jiamin

(Laboratory for Climate Studies, National Climate Center, China Meteorological administration, Beijing 100081)

Abstract: Originally Objective Method (OOM) and real-time dataset including tropical cyclone path, strength and station precipitation are used to develop operational system of monitoring and impact assessment of tropical cyclone precipitation. The system is composed of four functions: receiving of real-time tropical cyclone data, separating of precipitation caused by tropical cyclone, impact assessment of tropical cyclone precipitation on water resource and social economy, and display of figures. By introducing OOM technique and automatism of the operational system, the ability and efficiency of tropical cyclone assessment are improved greatly.

Key Words: tropical cyclone precipitation originally objective method assessment

本研究由中国气象局新技术推广项目“基于GIS的台风降水潜在影响评估系统”(LY-090504-新技术推广 2006-A-3)资助。
收稿日期: 2007年5月17日; 修定稿日期: 2008年1月24日

引言

我国是世界上遭受热带气旋影响最严重的国家之一。1949—2003 年期间共有 488 个热带气旋在我国登陆,平均每年约有 9.2 次热带气旋登陆,登陆我国的热带气旋主要集中在沿海省份^[1]。热带气旋带来的降水可以使水库增容,缓解旱情,有利于农业生产。但伴随而来的强降雨和大风又常常给国民经济及人民生命财产造成重大损失,甚至酿成巨大灾难^[2-3]。2006 年第 4 号强热带风暴碧利斯造成福建、广东、湖南、广西、浙江、江西等省(区)843 人死亡,农作物受灾面积 133.75 万公顷,直接经济损失高达近 350 亿元。“碧利斯”是近 12 年来造成死亡人数最多的一个热带气旋。热带气旋降水是热带气旋灾害的主要致灾因子之一。因此,有必要对热带气旋带来的降水进行实时监测并进行影响评估^[4],为政府部门防灾减灾提供理论基础和科学依据。

许多研究都从气候的角度研究热带气旋降水^[5-8]。一种识别热带气旋降水的方法是天气图人工分析法。该方法已经在上海台风研究所使用了 50 余年,称之为专家主观法(Expert Subjective Method, ESM)。ESM 可为预报员提供比较准确结果,但较费时,且不利于结果的客观化。此前的一些研究^[5]使用距离台风中心确定半径范围的固定圆来定义台风降水,但识别得到的热带气旋降水往往是不可靠的。任福民等^[6]发展了一种分离热带气旋降水的数值客观方法,称之为原客观法(Originally Objective Method, OOM)。该方法较好地克服了上述固定圆或变化圆所存在的不足。本系统从热带气旋降水入手,采用热带气旋降水的客观分离方法,初步研制开发并建立了热带气旋降水的监测和评估系统。

1 系统结构和功能

热带气旋降水监测和评估业务系统主要包括四部分:(1) 资料的实时提取;(2) 热带气旋降水客观分离;(3) 热带气旋降水监测、过程降水统计分析及降水资源和社会经济影响评估;(4) 图形加工和系统自动化。具体流程见图 1。

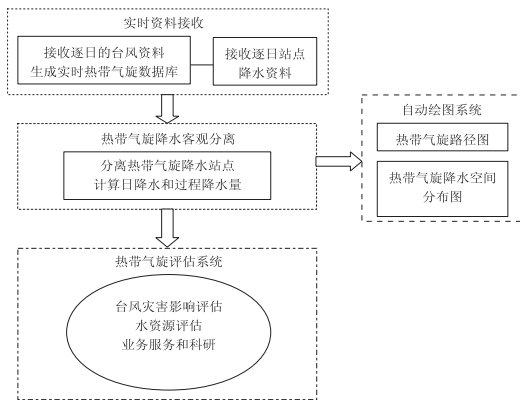


图1 热带气旋降水实时监测与评估业务系统流程图

1.1 资料的实时提取和热带气旋实时资料库的建立

资料从气象部门的 9210 数据库库实时提取,包括:热带气旋中心点位置、气压、风速和全国 2000 多个站点实时日降水观测资料。热带气旋实时资料库中以编号命名的文件包括了热带气旋实时资料的各项要素,以年份命名的文件包括了各个热带气旋的生成、消亡、中心最低气压和中心最大风速。

热带气旋资料与常规观测资料存在很多区别,具有热带气旋生成和消亡的时间不确定,热带气旋观测资料上报次数不规则,同一时间存在的热带气旋个数不确定等特点。这些都给热带气旋实时资料库的建立带来困难。本业务系统针对上述问题,改进资料接收方法,建立了热带气旋实时资料库。

1.2 热带气旋降水客观分离

本系统采用任福民等^[8-9]的热带气旋降水客观分离技术方法,提高了热带气旋降水识别能力和效率,为开展热带气旋灾害实时影响评估奠定了基础。

1.3 热带气旋降水监测、过程降水统计分析及评估

根据分离出来的热带气旋降水台站,计算热带气旋的逐日降水以及过程降水;根据热带气旋的过程降水,计算热带气旋的降水面积和体积。我们还引入全国 2000 多个县的社会、经济、人口方面的地理信息,结合降水强度和覆盖的面积,对热带气旋降水造成的潜在影响进行评估。

1.4 图形加工和系统自动化

利用 Grads 绘图软件开发自动绘图系统^[10],根据实时热带气旋路径资料,绘制热带气旋路径图,实时显示热带气旋逐日降水和过程降水。采用批处理文件制作,实现整个系统的自动化,输出结果通过网页显示,供用户使用。

1.5 系统开发运行环境

系统主要基于工作站和 PC 进行开发,操作系统为 Unix, Windows XP; Fortran 程序的编译、运行软件为 Compaq Visual Fortran; GrADS V1.8s19. win32 或更高版本,也可从网上下载,网址: <http://grads.iges.org/grads/>。

2 主要技术及方法

2.1 热带气旋降水的分离技术

本系统利用任福民等^[7-8]研究的客观方法对热带气旋降水进行分离。其基本思路

为:首先,进行自然雨带分离,将降水场划分为不同的雨带;第二步是进行台风雨带识别,根据这些雨带与热带气旋中心之间以及各台站与热带气旋中心之间的距离来确定热带气旋降水。通过与上海台风研究所的主观分析结果比较,该客观方法对热带气旋降水具有较强的分离能力。

首先接收前一天 08 时至当天 08 时全国 2000 多个站点降水资料,然后根据站点的经度、纬度、降水量、各个时次热带气旋中心点经度、纬度、热带气旋各个时次最大风速的日平均值,利用客观分离方法,得到热带气旋的日降水量,日降水量文件包括热带气旋降水的站点总数、站号、降水量、站名及省份。对热带气旋日降水量累计得到热带气旋过程降水量。过程降水量文件包括热带气旋过程降水的站点总数、站号、过程降水量、日最大降水量、站名及省份。

2.2 评估技术

为计算热带气旋降水的面积,首先需要将热带气旋降水的台站资料网格化。在本系统中采用反距离插值法将台风雨带的台站降水资料转化为 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 的网格化资料。格点化处理被限制在原台站降水分布的热带气旋雨带范围内进行,并保证热带气旋降水区域只出现在中国大陆及海南岛和台湾岛。台站降水资料网格化以后得到各个网格上的降水量,将各网格上的降水量与网格单位面积相乘并累计,就得到热带气旋降水的体积。

在业务系统运行中,对逐日和过程的热带气旋降水量分别计算面积和体积。同时根据降水强度的不同,分别计算 ≥ 50 毫米, ≥ 100 毫米, ≥ 200 毫米的过程降水的面积和体积。根据热带气旋降水台站所在的省份不同,分别计算热带气旋逐日及过程降水对各省的影响面积。

基于 GIS 信息库提取全国县级单位的

行政面积、社会经济、行政人口等信息,与气象站的经纬度信息相结合,得到每个气象站点对应的县级行政面积、行政人口和GDP。将热带气旋降水分离出来后,通过每个降水站点对应的县级信息,对不同等级的热带气旋降水量造成的潜在影响进行评估。根据热带气旋降水和大风的影响,利用致灾因子评估灾情是热带气旋评估的重要工作。本文利用1982—2006年期间151次登陆台风的灾情,综合考虑死亡人口,受灾面积和直接经济损失,利用逐步回归方法挑选出5个

致灾因子(登陆时的中心气压,暴雨(50mm以上)面积,6级和8级以上大风影响范围内的GDP,日最大降水量),对灾情进行评估。

2.3 绘图技术

鉴于GRADS软件提供的地图资源和功能有限,不能直接满足图形分析业务系统的需求,因此本系统开发了自动图形显示系统。

自动绘图系统每天定时作业,接收当日热带气旋路径要素,绘制热带气旋路径图。热带气旋路径图有经纬度投影和北半球极地

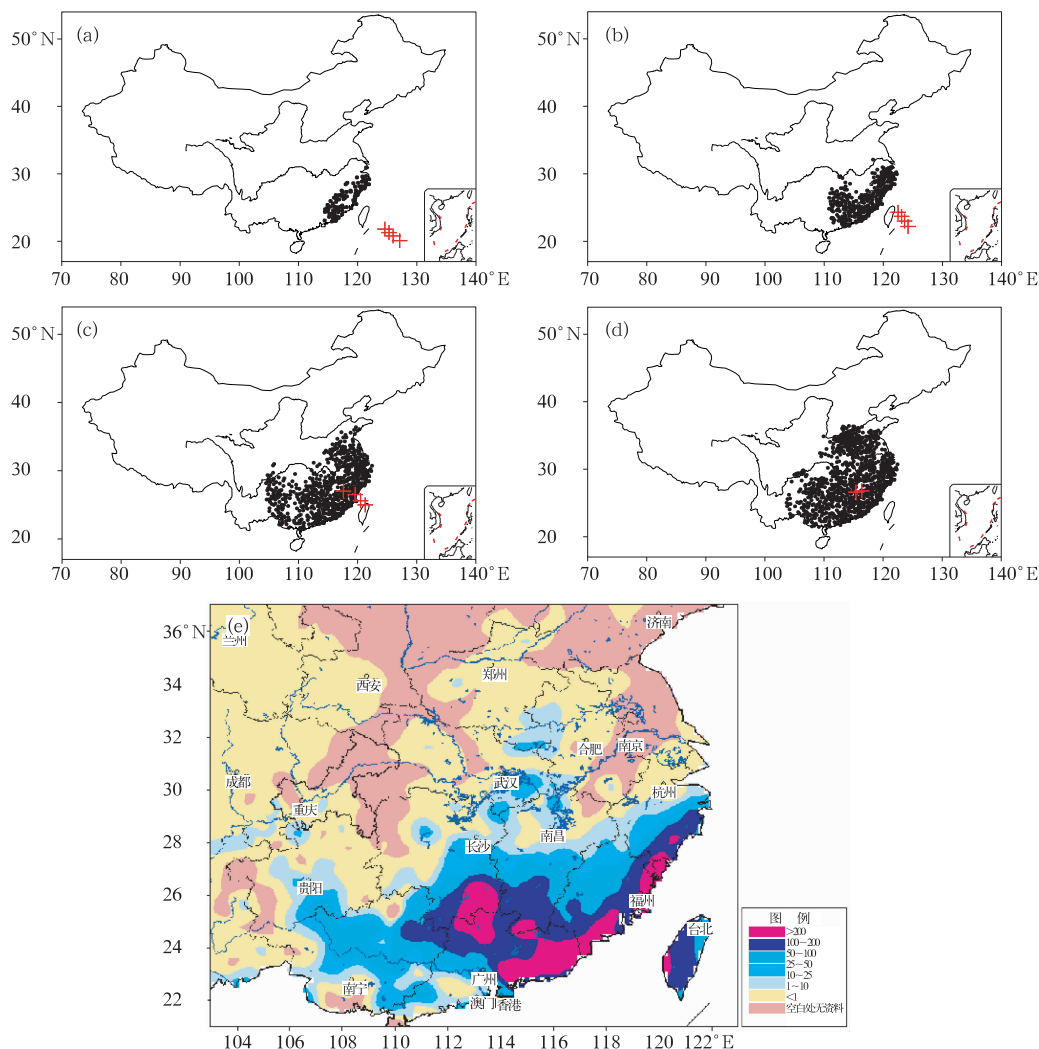


图2 强热带风暴碧利斯逐日和过程降水量分布图

(a) 2006年7月12日 (b) 2006年7月13日 (c) 2006年7月14日 (d) 2006年7月15日 (e) 过程降水量

投影两种形式选择。热带气旋路径图的范围固定在 $95^{\circ}\sim 180^{\circ}\text{E}$, $10^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 范围内。

自动绘图系统定时从工作站接收热带气旋日降水和过程降水资料,根据热带气旋降水站点的经、纬度,确定图形显示范围、图形坐标轴的刻度以及站点资料的插值精度。通过自动绘图程序,绘制当日热带气旋降水空间分布。自动绘图程序具有叠加省会城市名称,主要河流,地图行政区划不同精度自主选择等功能,为业务服务提供灵活多变,直接美观的图形。GrADS 图形绘制方法参见文献[9-10]。

3 业务产品

综合上述热带气旋降水监测、评估的研制技术和方法,经过合理的业务系统流程设计,建立了热带气旋降水监测与评估业务系统。这里以 2006 年第 4 号强热带风暴碧利斯为例,展示热带气旋实时监测和评估产品。

7 月 12 日,受“碧利斯”外围云系影响,广东、福建、浙江等省开始出现降水,降水量普遍偏弱(图 2a)。7 月 13—15 日,随着“碧利斯”逐渐靠近大陆并登陆,降水范围也逐渐增大,7 月 15 日达最大。整个过程降水量的空间分布(图 2e)可见,“碧利斯”降水主要分布在福建、广东、湖南、广西、浙江、江西等省,降水量普遍有 50~300 毫米,部分地区降水量达 300 毫米以上。

图 3 显示了 2006 年登陆中国的热带气旋降水总量及面积。可见,2006 年对中国影响最严重的热带气旋是强热带风暴碧利斯,

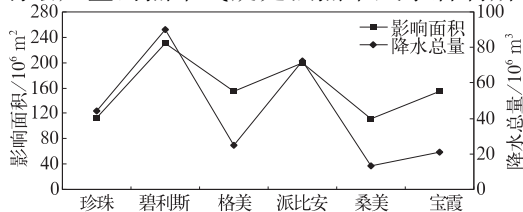


图 3 2006 年登陆中国的热带气旋降水总量及面积估算

其降水面积和体积都最大,造成的灾情也最严重。第 6 号台风派比安降水面积和降水总量次之。

此外,根据历年热带气旋降水体积和面积,可以评估当年热带气旋的影响程度。图 4 显示了 1957—2005 年中国热带气旋降水面积和体积。可见,1957 年以来,中国热带气旋降水的面积和体积都呈减少趋势,尤其是 2000 年以后下降趋势更为显著。程正泉等^[11]研究也表明,1960 年以来,我国受热带气旋影响的绝大部分地区热带气旋降水呈波动下降趋势。

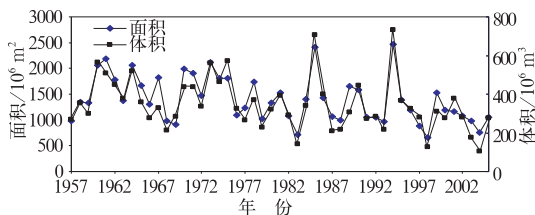


图 4 1957—2005 年中国热带气旋降水面积和体积

对 2007 年登陆我国的热带气旋灾情的模拟结果表明(表 1),实际的灾害综合指数比风雨灾情评估指数低了 1~2 级,其原因很大可能归功于气象部门预报正确和政府部门对热带气旋防御的重视。

表 1

TC 名	综合灾情级别	风雨评估等级	检验
桃芝	1	1	0
帕布	1	2	1
蝴蝶	1	2	1
圣帕	3	3	0
韦帕	2	4	2
范斯高	1	3	2
利奇马	1	2	1
罗莎	2	2	0

4 小 结

热带气旋降水监测与评估业务系统通过实时资料接收,利用热带气旋降水的客观分离方法、社会经济信息和灾情资料和影响评

估方法、以及 GrADS 气象显示和分析软件,实现了对影响中国的热带气旋降水的实时监测和影响评估功能。该业务系统的产品包括资料库、热带气旋降水站点资料、热带气旋降水的面积和体积以及对社会经济和人口的影响评估结果等。

该系统于 2005 年 10 月投入国家气候中心业务服务,目前运行稳定。基于系统制作的业务服务产品为国务院、国家台风委员会等相关部门提供了有用的决策服务信息。系统在业务服务中可以灵活应用,大大提高了业务自动化水平和效率。目前已经在部分省市推广应用,效果良好。尽管该系统对于热带气旋降水的实时监测已经基本能够满足业务需要,但是在热带气旋的影响评估和风险评估、预评估等领域还有很大的开发和应用潜力。

参考文献

- [1] 陈玉林,周军,马奋华. 登陆我国台风研究概述[J]. 气象科学,2005,25(3):319-329.
- [2] 徐良炎. 我国台风灾害的初步分析[J]. 气象,1994,20(10):50-55.
- [3] 徐良炎,高歌. 近 50 年台风变化特征及灾害年景评估[J]. 气象,2005,3:41-45.
- [4] 钱燕珍,何彩芬,杨元琴,等. 热带气旋灾害指数的估算与应用方法[J]. 气象,2001,27(1):14-24.
- [5] Phil J. Englehart, Arthur V. Douglas. The role of eastern North Pacific tropical storms in the rainfall climatology of western Mexico [J]. Inter. J. of Clim., 2001, 21(11): 1357-1370.
- [6] Ren, F. M., B. Gleason, D. R. Easterling. TC Impacts on China's Precipitation During 1957-1996 [J]. Adv. Atmos. Sci., 2002, 19(5): 943-952.
- [7] 任福民, B. Gleason, D. R. Easterling. 一种识别热带气旋降水的数值方法[J]. 热带气象学报, 2001, 17(3): 308-313.
- [8] 王咏梅,任福民,王小玲,等. 中国台风降水客观分离方法的改进研究[J]. 气象,2006,32(3):6-10.
- [9] George P. Cressman. An Operational Objective Analysis System [J]. Monthly Weather Review, 1959, 87(10): 367-374.
- [10] 高歌,张强,高波. 中国地面气候要素图形分析业务系统[J]. 气象,2001,27(6):47-50.
- [11] 程正泉,陈联寿,刘燕,等. 1960—2003 年我国热带气旋降水的时空分布特征[J]. 应用气象学报,2007,18(4):427-434.