

ATMOSPHERIC SCIENCE RESEARCH AND APPLICATION

大气科学研究与应用

(2010·2)

中国气象局上海台风研究所 编

大气科学研究与应用

(2010 · 2)

(第三十九期)

中国气象局上海台风研究所 编

图书在版编目(CIP)数据

大气科学研究与应用. 2010. 2 / 中国气象局上海台风研究所编. —北京:气象出版社, 2011. 5

ISBN 978-7-5029-5209-9

I. ①大… II. ①中… III. ①大气科学-文集 IV. ①P4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 073432 号

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>

策划编辑:沈爱华

责任编辑:蔺学东 俞卫平

封面设计:刘 扬

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:210 千字

版 次:2011 年 5 月第 1 版

定 价:25.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:周诗健 汪勤模

责任技编:吴庭芳

印 张:8.25

印 次:2011 年 5 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

前 言

《大气科学研究与应用》是由上海区域气象中心和上海市气象学会主办、中国气象局上海台风研究所编辑、气象出版社出版的大气科学系列书刊。

自 1991 年创办以来,每年 2 本,至今共出版了 39 本,刊登各类文章 600 多篇共约 600 多万字,文章的作者遍及于全国各地气象部门和相关大专院校,文章的内容几乎涵盖了大气科学领域的各个方面,以及和气象业务有关的一些应用技术。经过历届编审委员会的努力,《大气科学研究与应用》发展成为立足华东、面向全国,以发表大气科学理论在业务应用和实践中最新研究成果为主的气象学术书刊,在国内具有一定的知名度。作为广大气象科研和业务技术人员进行学术交流的园地,受到了华东地区乃至全国气象台站、气象研究部门和相关大专院校师生(包括港、台)的欢迎。

从 2005 年开始,根据各方面的意见,我们将对书刊的封面和部分版式、内容进行适当的调整,例如在目录中不再划分成论文、技术报告和短论等栏目,而统一按文章的内容进行编排,使之更为符合本书刊所强调的理论研究与实际应用相结合的特色。

从 2007 年第 2 期(总第三十三期)起,《大气科学研究与应用》被《中国学术期刊网络出版总库》全文收录。

与此同时,希望继续得到大家的关心和热情支持,对书刊存在不足和今后发展提出宝贵意见和建议,使《大气科学研究与应用》能更好地为广大气象科技工作者服务。

《大气科学研究与应用》第三届编审委员会

主编 徐一鸣

《大气科学研究与应用》第三届编审委员会名单

顾 问:秦曾灏 朱永禔

主 编:徐一鸣

副主编:端义宏

委 员:(以姓氏笔划为序)

王守荣	王迎春	王以琳	边富昌	许健民	刘万军
李泽椿	李永平	李 文	陈联寿	陈双溪	沈树勤
邵玲玲	罗哲贤	周诗健	钮学新	柯晓新	钟晓平
徐一鸣	钱永甫	梁建茵	崔春光	曹晓岗	黄 炎
黄家鑫	董安祥	雷小途	端义宏		

大气科学研究与应用

(2010 · 2)

目 录

2009 年 5—9 月上海区域中尺度模式降水预报效果检验	
..... 徐 同 李 佳 王晓峰等(1)	
0908 号台风“莫拉克”天气分析及预报效果检验	朱佳蓉(15)
上海 2009 年“倒黄梅”天气特征分析	王 智(28)
MIMIC 微波遥感资料在热带气旋探测及分析中的运用	
..... 黄宁立 方哲卿(37)	
0515 号台风“卡努”发展过程的 FY-2 卫星遥感图像分析	
..... 谢丽萍 黄宁立 郝晓静等(43)	
ArcGIS 在气象信息系统中的应用	黄 波 华韵子(53)
0908 号台风“莫拉克”的异常移动原因简析	
..... 王 慧 陈智强 曹晓岗等(60)	
太湖流域面雨量预报方法及效果检验	
..... 邹兰军 韩 昌 曹晓岗(69)	
洋山站风的变化特征分析	朱智慧 黄宁立(75)
嵊泗站大风的统计特征及其与平均风的关系	刘 敏 漆梁波(83)
气温对大棚黄瓜生长和产量的影响	薛正平 李 军 张莉蕴等(93)
上海市金山区近 50 a 气温和降水的气候变化分析	罗 毅 张 静(98)
上海市两类风灾时空变化分析及区划	顾宇丹 王 强 黄晓虹等(104)
三明市 2009 年冬季一次强寒潮、雨雪冻雨天气诊断分析	
..... 章达华 沈永生 刘 玉等(113)	

Contents

Evaluation on the Precipitation Forecast of Shanghai Regional Mesoscale Numerical Weather	
Prediction System during May- September 2009	XU Tong LI Jia WANG Xiaofeng, <i>et al.</i> (1)
Analysis and Forecast Verification of Typhoon Morakot (0908)	ZHU Jiarong (15)
Synoptic Analysis of the ‘Anti-Meiyu’ Period of Shanghai in 2009	WANG Zhi (28)
Application of MIMIC Data to Tropical Cyclone Detection and Analysis	
.....	HUANG Ningli FANG Zheqing (37)
Analysis on Typhoon Khanun(0515) with FY-2 Satellite Remotely Sensed	
Imagery	XIE Liping HUANG Ningli HAO Xiaojing, <i>et al.</i> (43)
Application of ArcGIS to the Meteorological Information System	HUANG Bo HUA Yunzi (53)
Analysis of the Anomaly Movement of Typhoon Morakot	
.....	WANG Hui CHEN Zhiqiang CAO Xiaogang, <i>et al.</i> (60)
Methods of Areal Rainfall Forecast over Taihu Basin and Result Validation	
.....	ZOU Lanjun HAN Chang CAO Xiaogang (69)
Statistics on Wind Variation Characteristics at Yangshan Station	
.....	ZHU Zhihui HUANG Ningli (75)
Statistic Characteristics of Gale in Shengsi Station and the Relationship between	
Gale and Average Wind Force	LIU Min QI Liangbo (83)
Effects of Temperature on Growth and Yield of Cucumber in Plastic Greenhouse Tunnel	
.....	XUE Zhengping LI Jun ZHANG Liyun, <i>et al.</i> (93)
Analyses on Climate Changes of Temperature and Precipitation in Shanghai Jinshan	
in Recent 50 Years	LUO Yi ZHANG Jing (98)
The Analysis and Zoning of Temporal and Spatial Changes of Wind Disasters in Shanghai	
.....	GU Yudan WANG Qiang HUANG Xiaohong, <i>et al.</i> (104)
Diagnostic Analysis on a Strong Cold Wave in 2009 Winter of Sanming	
.....	ZHANG Dahua SHEN Yongsheng LIU Yu, <i>et al.</i> (113)

2009 年 5—9 月上海区域中尺度模式 降水预报效果检验

徐 同 李 佳 王晓峰 陈葆德 杨玉华

(中国气象局上海台风研究所中国气象局上海台风预报技术重点实验室 上海 200030)

提 要

随着数值预报技术的飞速发展,模式定量降水预报已成为天气预报业务工作中的主要参考依据。本文对上海区域中尺度数值模式 2009 年 5—9 月降水预报性能采用传统定量降水检验评估方法和基于目标的空间检验诊断技术(MODE)进行综合评估,检验结果表明:模式对华东大部分地区有无降水预报总体效果较好,其中华东南部地区评分相对较高,TS 评分随着预报降水量级增大而减小,模式空报率高于漏报率,模式对降水目标的空间位置预报比较准确,但预报降水强度较观测偏强,尤其表现在降水中心区域。

关键词 降水 检验 MODE

一、引 言

上海区域中尺度数值模式预报系统(STI-WARMS)是基于美国 ADAS-WRF 建立的,WRF 模式^[1]是美国国家海洋大气局(NOAA)、美国国家环境预测中心(NCEP)与美国国家大气研究中心(NCAR)等单位联合开发的用于业务预报和研究的新一代中尺度模式。其控制方程组都写为通量形式,采用 Arakawa C 格点,有利于在高分辨率模拟中提高准确性。ADAS^[2]是由美国 Oklahoma 州立大学国家强风暴实验室开发的一套气象数据分析与同化系统,从 LAPS 发展而来。ADAS 具有非绝热初始技术,主要是依靠复合云分析模块实现,ADAS 以 GFS 分析场为初猜场,同化各种观测资料之后得到 WRF 模式的初始场,同时侧边界条件也由 ADAS 生成。STI-WARMS 目前提供每日 4 次华东地区的常规气象要素数值预报等产品,供上海中心气象台作为天气预报会商参考。随着该系统产品的丰富及应用领域的不断扩展,迫切需要对该模式系统的预报效果进行检验,本文通过传统检验方法与空间检验诊断技术(MODE)相结合的方式对区域模式在 2009 年 5—9 月降水预报效果进行检验,目的是分析其预报性能及优缺点,为有效应用其产品和进一步改进模式提供依据。

二、模式概况

1. 模式方案

STI-WARMS 模式参数化方案如表 1 所示。模式预报范围主要为我国华东地区,模

式水平分辨率为 9 km,垂直方向包括 35 层,中心点设在(30°N,117°E),网格点数为 265×265,分别在 00UTC、06UTC、12UTC、18UTC(对应北京时 08 时、14 时、20 时、02 时)启动预报,预报时效为 72 h。

表 1 模式方案设计

参数类型	选择方案
水平分辨率	9 km
格点数	265×265
微物理方案	WRF Single-Moment 6-class scheme
长波辐射方案	RRTM
短波辐射方案	Dudhia scheme
陆面物理方案	Noah Land Surface Model
行星边界层方案	Yousei University scheme

三、资料和检验评估方法简介

1. 资料的选取

本文中用于检验评估的降水观测资料为 MICAPS 实况资料(主要考虑到 MICAPS 资料具有较高的质量和公认度),检验时间段为 2009 年 5—9 月。

2. 检验系统

本文所涉及的统计分析数据均来自于 MET 检验系统的 Grid-Stat 统计分析组件和 MODE 分析组件,模式检验工具(MET)是由美国国家大气研究中心(NCAR)开发实验中心(DTC)开发的一套专业模式检验工具,其开发的目的是为数值天气预报用户群提供专业成熟的检验系统,实现预报和检验业务一体化。图 1 为模式检验工具结构流程图,主要包括数据输入、数据格式转化、中间输出、统计分析 & 结果输出 5 个阶段。其中,Grid-Stat 组件提供预报数据与观测数据之间对应格点的检验统计;MODE 组件提供基于空间对象的检验诊断分析。

3. 降水检验评估方法

(1)格点定量降水检验统计量

本文中定量降水检验采用的传统统计方法主要有 TS 评分^[3~6]、空报率、漏报率,计算公式如下:

$$TS = \frac{n_{11}}{n_{11} + n_{10} + n_{01}}$$

(1)

式中: n_{11} 代表模式检验区域内报对的格点数, n_{10} 代表空报格点数, n_{01} 代表漏报格点数。当预报的降水格点数与实况格点数完全一致时,则 $TS=1$, TS 越接近于 0,表明预报技巧越差。

$$FAR = \frac{n_{10}}{n_{11} + n_{10}}$$

(2)

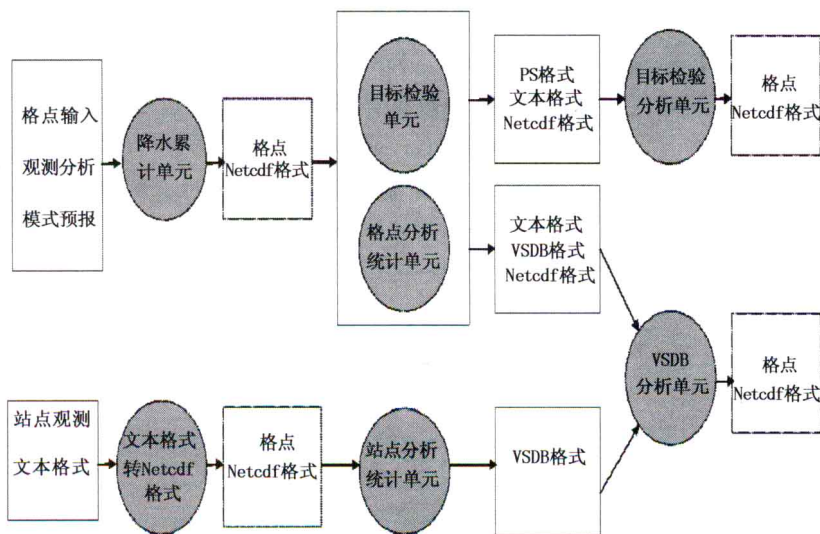


图1 模式检验工具主要组件及流程示意图(阴影区域代表模式检验工具中主要组件)

$$NAR = \frac{n_{01}}{n_{01} + n_{11}} \quad (3)$$

FAR 和 NAR 值越小表示预报技巧越高,二者均为 0 时说明预报完全正确。

(2) 空间降水检验方法(MODE)简介

空间预报检验技术是近年来发展起来的新兴检验技术,主要面向中尺度天气数值预报模式。近年来,国外学者致力于开发更多反映预报位置误差的诊断信息检验方法^[7~9], Davis 等发展了一种基于目标的诊断评估方法(Method for Object-Based Diagnostic Evaluation)^[10,11],该方法可以客观地从预报和观测场中识别出检验目标,并且可以对预报和观测目标的相关属性进行对比,这些属性包括诸如位置、形状、移向等。

在对中尺度雨区进行检验的过程中,为了能够识别更加毗邻的雨区,首先需要从空间和时间上对数据进行过滤以除掉一些小尺度的波动。例如,一个中尺度对流系统可以由多个强对流单体组成,但若关注的是中尺度结构本身,就无需将单个对流单体作为一个独立的目标。此外,也并非所有降水系统都需要关注。因此,需要消除一些特别弱或雨区面积足够小以至于模式无法解决的降水系统,就需要对数据采用阈值的方法,该方法中对每一个格点都采用阈值的方法平滑降水量。

MODE 中用于分解原始数据场降水对象的过程称作卷积阈值过程(图 2)。原始数据场先由滤波函数进行卷积,如式(4)所示:

$$C(x, y) = \sum_{u, v} \varphi(u, v) f(x - u, y - v) \quad (4)$$

式中: f 代表原始数据场, φ 代表滤波函数, C 代表处理后得到的卷积场。变量 (x, y) 和 (u, v) 代表格点坐标。滤波函数 φ 是一个有影响半径 R 和高度 H 决定的简单圆柱形滤波器。

$$\varphi(x, y) = H \quad \text{如果 } x^2 + y^2 \leq R^2, \text{ 否则 } \varphi(x, y) = 0 \quad (5)$$

其中,参数 R 和 H 并不是相互独立的,满足如下关系式:

$$\pi R^2 H = 1 \quad (6)$$

因此,影响半径 R 是卷积过程中的唯一可调参数。即 R 值确定后, H 值由上面的方

程确定。对处理后的卷积场 C 设定阈值得到屏蔽场 M ：

$$M(x, y) = 1 \quad \text{如果 } C(x, y) \geq T, \text{ 否则 } M(x, y) = 0 \quad (7)$$

对象是 $M=1$ 的连续区域。最后,原始数据被重新恢复到初始对象中获得对象场 F ：

$$F(x, y) = M(x, y) f(x, y) \quad (8)$$

这样,两个参数(影响半径 R 和阈值 T)控制着原始场分解对象的整个过程。

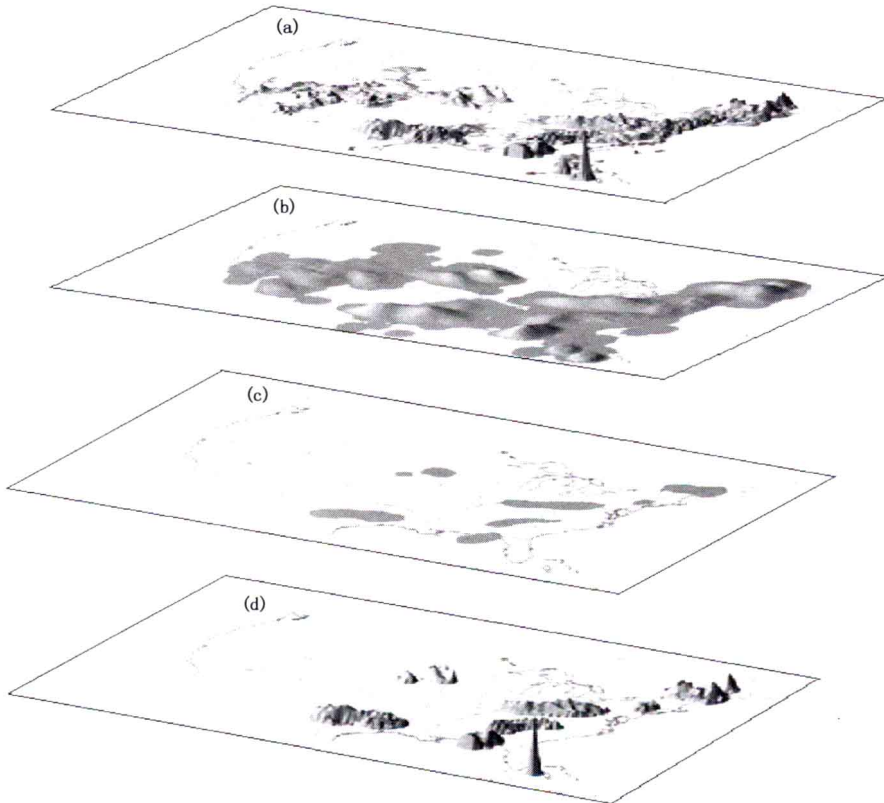


图2 MODE 目标识别图示

(a)初始降水场;(b)卷积(平滑)场;(c)应用阈值后的屏蔽场;(d)掩盖对象用原始降水场数值重新填充

图3为MODE统计分析流程图,依次经过识别、测量属性、合并、配对、对比和概要统计最后输出统计量。

计算目标属性主要有3个目的:①在单个预报场或观测场中合并目标;②在预报和观测目标之间进行配对;③通过对比配对观测目标与预报目标属性,对预报效果进行评估。多数属性从几何学定义,如位置、尺寸、纵横比等。所有这些属性的数学概念由Davis等于2006年定义^[11]。其他属性则主要由目标内部降水值决定,目前MODE可以计算出一些降水值分位数(如0.25th、0.50th、0.75th和0.90th分位数),这些分位数反映了目标内部降水值的分布情况。在单目标属性基础上,进一步定义配对目标属性值,这些属性值在合并与配对过程中得到应用。典型的配对属性值包括几何差、几何比及降水的强度分布,如质心距离(观测与预报目标之间的质心距离)、面积比(观测与预报目标面积之比)、交叉面积(观测与预报目标之间重合的面积)、角度差(观测与预报目标之间方向差)等。

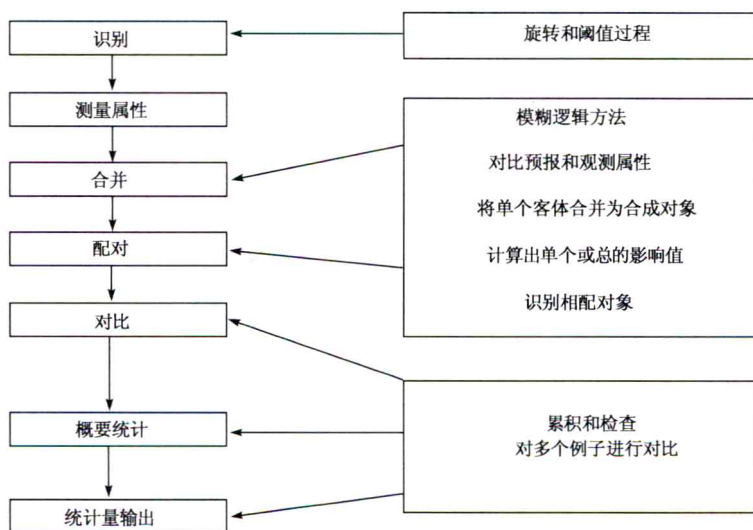


图 3 MODE 统计分析流程图

当对象各个属性 $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ 计算出后,其中一部分被输入到模糊逻辑引擎中执行配对和合并步骤。合并指在单一场中组合目标,配对指在不同场中组合目标(这里指预报场与观测场)。第一步先求出每个属性 α_i 的关联图 I_i ,关联图可以显示某一属性的不同值在配对过程中的关联重要性,即一个属性值在什么取值范围内时关联值比较高,当目标的属性值在该取值范围内时可考虑对目标对进行配对。关联值范围从0(代表没有关系)到1(高相关)。接下来是为每个属性定义置信图 C_i 。置信图 C_i 可反映某一属性值的可信程度,即当属性值在某一个取值范围内时可信度高。最后,为每个属性选择相应的标量权重系数 W_i ,可以反映出各个属性值的相对重要性。所有这些组成部分最终形成总的关系系数 $T(\alpha)$:

$$T(\alpha) = \frac{\sum_i w_i C_i(\alpha) I_i(\alpha_i)}{\sum_i w_i C_i(\alpha)} \quad (9)$$

接着对关系系数进行阈值控制,同一物理量场中对高于阈值的目标进行合并,对不同物理量场之间高于阈值的目标进行匹配。本文中选取60个格点长度作为影响半径 R 。

四、检验结果分析

1. 格点定量降水检验

表2给出了区域模式20时起报的华东各省市24 h、48 h有无降水预报技巧评分。结果显示,模式对华东大部分地区24 h降水预报评分较高,多月平均值一般高于0.5。与上海区域数值模式早期版本相比,模式对华东区域有无降水预报TS评分略有提高,例如,马雷鸣等于2003年对上海区域数值预报系统的检验评估中^[4],模式对华东大部分地区的24 h降水预报TS评分一般在0.4以上。

综合而言,华东南部地区评分较高,其中以福建最高(24 h 预报平均值为 0.67,48 h 预报平均值为 0.63),华东北部地区评分较低,其中以山东最低(24 h 预报平均值为 0.47,48 h 预报平均值为 0.40)。比较 24 h 与 48 h 多月平均预报技巧评分,48 h 预报能力略有下降,评分也相对较低。

表 2 华东地区各省市有无降水预报 TS 评分(9 km 模式,20 时起报)

	时间	山东	安徽	江苏	上海	浙江	江西	福建
24 h 预报	2009 年 5 月	0.57	0.45	0.51	0.72	0.71	0.73	0.72
	2009 年 6 月	0.38	0.54	0.46	0.64	0.64	0.60	0.73
	2009 年 7 月	0.56	0.58	0.61	0.64	0.65	0.56	0.61
	2009 年 8 月	0.53	0.68	0.67	0.67	0.72	0.6	0.72
	2009 年 9 月	0.43	0.51	0.52	0.64	0.61	0.45	0.59
	多月平均	0.47	0.55	0.55	0.66	0.66	0.60	0.67
48 h 预报	2009 年 5 月	0.49	0.37	0.33	0.63	0.51	0.56	0.63
	2009 年 6 月	0.31	0.40	0.52	0.6	0.58	0.55	0.68
	2009 年 7 月	0.43	0.53	0.55	0.56	0.58	0.49	0.56
	2009 年 8 月	0.40	0.60	0.60	0.73	0.70	0.61	0.68
	2009 年 9 月	0.36	0.45	0.46	0.62	0.61	0.45	0.62
	多月平均	0.40	0.47	0.49	0.63	0.62	0.54	0.63

图 4 为区域模式与 EC 全球模式及 T639 模式预报评分对比,检验时间均为 2009 年 5—9 月,如图所示,上海区域模式 24 h 降水预报各量级评分均略高于 EC 和 T639 模式,其中上海区域模式 24 h 小雨预报 TS 评分为 0.61,EC 和 T639 评分分别为 0.53 和 0.52,但 48 h 暴雨预报评分要略低于 EC 和 T639 模式。

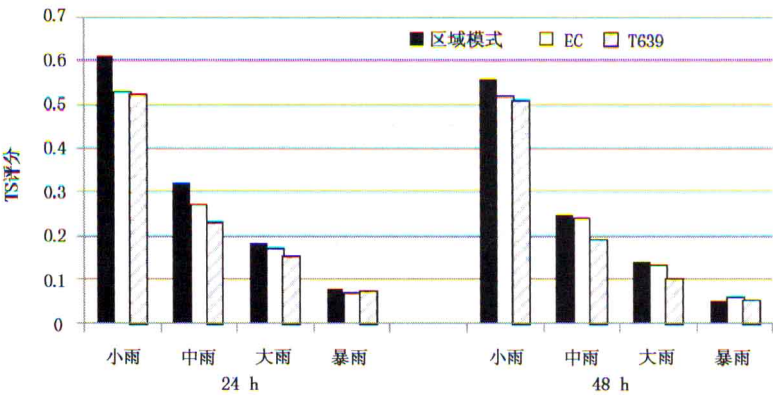


图 4 区域模式与 EC、T639 检验评分对比

根据常用的分级检验方法,将华东地区降水分为 4 个等级,分别为小雨(0.1~9.9 mm)、中雨(10.0~24.9mm)、大雨(25.0~49.9 mm)、暴雨(≥ 50 mm)、进行 TS 评分和空报、漏报检验。

从各预报量级的 TS 评分来看,小雨评分最高,中雨次之,其次是大雨和暴雨。从图 5a 可以看出,随着预报时效的增长,预报评分逐渐减小,如 24 h 小雨预报 TS 评分为 0.61,48 h 为 0.56,24 h 大雨预报 TS 评分为 0.18,48 h 为 0.14。

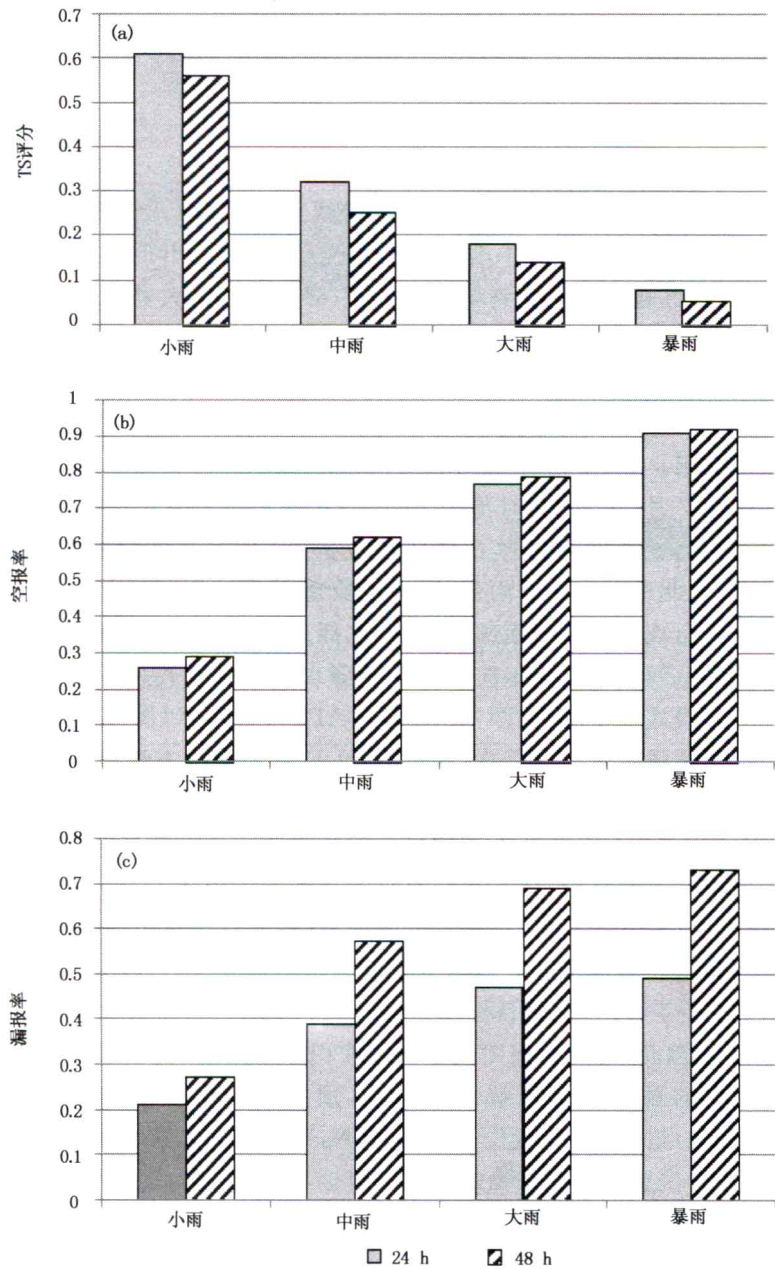


图 5 华东区域中尺度模式 24 h、48 h 降水预报 TS 评分(a)、空报率(b)、漏报率(c)

从图 5b 可见,模式空报率随着降水量级的增大而增大。24 h 小雨空报率为 0.26,暴雨空报率为 0.91。48 h 小雨空报率为 0.29,暴雨空报率为 0.92,24 h 与 48 h 空报率预报差异并不显著。

漏报率分析结果显示(图 5c),中雨漏报率较小雨明显增大,而大雨以上漏报率基本相当,如 24 h 大雨与暴雨漏报率分别为 0.47 和 0.49,48 h 大雨与暴雨漏报率分别为 0.69 和 0.73。

比较空报率与漏报率两项检验指标,总体而言,模式对华东地区降水空报率高于漏报率,其中分级检验 24 h 大雨、暴雨空报率分别为 0.77 和 0.91,漏报率为 0.47 和 0.49,差异比较显著。

2. 空间检验方法结果分析

(1) 西风槽东移影响降水检验个例分析

2009 年 7 月 21—25 日,受高空槽和低层切变线共同影响,华东地区出现大范围暴雨天气;21—22 日,安徽中北部、江苏中南部出现大到暴雨,局地出现大暴雨;22—23 日,雨区略有北移,安徽、江苏普遍出现大到暴雨,安徽东部局地出现大暴雨;23—24 日,雨带南移至 28°N 附近,江苏、安徽南部及江西、浙江北部出现大到暴雨,其中,安徽南部出现大暴雨;24—25 日,雨带进一步南移,江苏、安徽两省降水停止,浙江、江西大部分地区出现中到大雨。针对本次过程,对上海区域中尺度模式 24 h 降水预报产品采用 MODE 方法进行评估,分析预报效果。

以模式 2009 年 7 月 21 日 20 时预报为例,图 6 分别给出模式预报 24 h 累计降水与 MICAPS 降水实况图,从 MICAPS 实况降水图分析(图 6b),主要存在 3 个降水区域,其一是位于江淮流域西北—东南走向雨带,影响区域范围从河南西部向东一直到浙江东北部。其中,暴雨主要出现在江苏西南部、安徽西北部及河南中西部。第 2 个降水区域主要位于河北东部,同样呈西北—东南走向。第 3 个降水区域则主要位于辽宁北部。从主观检验判断,对比分析模式预报降水(图 6a)与 MICAPS 实况降水(图 6b),本次降水的影响范围基本准确,但预报强度较实况偏强,通过 MODE 空间检验方法可以对本次预报效果从空间上做详细分析。

如图 7 所示,由 MODE 方法在本次预报中的预报场和观测场之间识别出 3 个配对目标,目标 1、2、3 分别对应于江淮、河北东部及辽宁北部 3 个雨区。

表 3 中列举出了图 7 中配对目标的部分属性,这些属性包括了面积、质心距离及百分位强度比率等属性,这些属性值客观地从空间反映出模式预报的性能。以目标 1 为例,预报目标面积(格点数)为 4772,观测目标面积(格点数)为 4411,两者面积(格点数)之差为 361,面积比为 1.08,因此,可见预报面积和观测面积非常接近,说明模式对本次江淮流域降水预报范围大小的预报较为准确。经计算,预报目标的质心位置位于(32.68°N , 115.28°E),对应观测目标质心位置位于(32.95°N , 115.29°E),因此,模式对于江淮雨区的预报从空间上来看位置是比较准确的。预报目标与观测目标之间的质心距离为 3.3 个格距,约为 64.8 km,并且两者之间交叉面积(格点数)达到 3654,说明预报对象与观测对象之间空间偏差很小。预报目标轴角为 -19.53° (目标轴定义为穿越目标质心并且能最佳描述目标方向的直线,其与 X 轴方向的夹角定义为轴角,东北西南走向的目标轴角定义为正值,反之为负),对应观测目标轴角为 -20.12° ,均为西北—东南雨带,说明雨区走

向预报基本正确,轴角差仅为 0.59° 。从预报强度来看,预报目标的 0.5th 分位强度为 25.55,即预报场中有 50% 的格点降水强度大于 25.55 mm,对应观测目标 0.5th 分位强度为 24.23,两者之比为 1.05,强度基本相当;预报目标的 0.9th 分位强度为 113.82,即预报场中有 10% 的格点降水值大于 113.82 mm,而观测目标的 0.9th 分位强度为 63.32,两者之比为 1.80,模式预报明显偏强。同理可对配对目标 2、3 采用类似的检验方法进行空间检验。

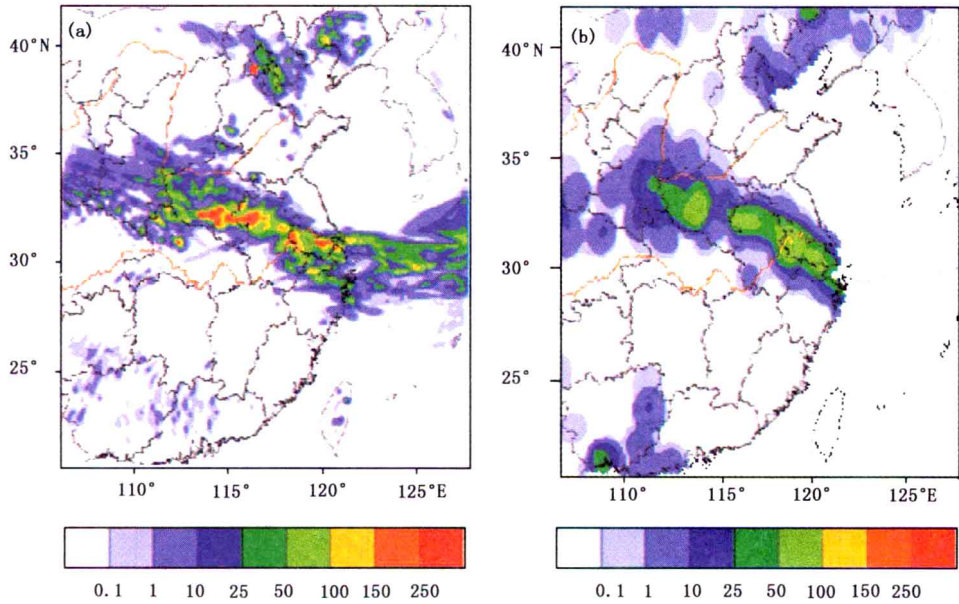


图 6 区域中尺度模式 24 h 降水预报与 MICAPS 实况降水(a)7 月 21 日 20 时—7 月 22 日 20 时(模式 24 h 预报累计降水);(b)7 月 21 日 20 时—7 月 22 日 20 时(MICAPS 实况累计降水)

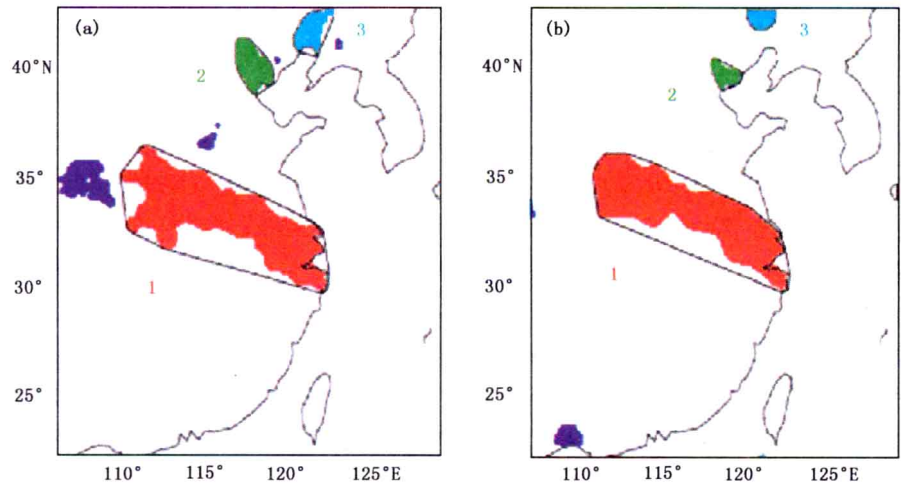


图 7 区域模式 7 月 21 日 20 时单次预报中识别出的合成目标

(a)区域模式;(b)MICAPS 分析(不同颜色识别多个合成目标,深蓝色代表没有配对的目标)

表 3 图 4 中配对目标空间属性值

对象属性值/比值	合成对象序号		
	1	2	3
预报目标面积(格点数)	4772	580	438
观测目标面积(格点数)	4411	272	225
交叉面积(格点数)	3654	200	48
面积差(格点数)	361	308	213
面积比	1.08	2.13	1.95
预报目标质心纬度(°N)	32.68	40.06	41.69
观测目标质心纬度(°N)	32.95	39.67	42.35
预报目标质心经度(°E)	115.28	117.37	121.92
观测目标质心经度(°E)	115.29	117.99	120.97
质心距离(格距)	7.2	7.4	11.54
预报目标轴角(°)	-19.53	-56.07	47.95
观测目标轴角(°)	-20.12	-24.17	0.46
轴角差(°)	0.59	31.90	47.49
预报场 0.5th 分位强度(mm)	25.55	21.05	16.90
观测场 0.5th 分位强度(mm)	24.23	13.03	18.71
0.5th 分位强度比率	1.05	1.62	0.90
预报场 0.9th 分位强度(mm)	113.82	47.31	43.10
观测场 0.9th 分位强度(mm)	63.32	17.12	36.55
0.9th 分位强度比率	1.80	2.76	1.18

上海区域中尺度模式对本次过程 21—25 日 20 时共 5 次预报,经 MODE 方法共识别出影响华东区域的 5 个降水配对目标,目标属性平均值如表 4 所示。面积比为 1.18,说明对本次过程,模式预报降水范围与实况比较接近。从雨区预报空间分布看,预报与观测对象之间平均质心距离(格距)为 7.76,平均轴角差为 4.76°。从目标对象之间的分位强度比率来看,模式预报降水强度较实况偏强,尤其是表现在 0.9th 分位强度比率上,两者之比为 1.68。

由于 TS 评分技术是从点对点的角度对模式预报技巧进行评估,缺少从空间角度整体的评价能力。例如,有些时次模式的预报 TS 评分并不突出,但经由 MODE 检验方法统计的指标显示模式预报仍具备较好的指示作用,对预报员使用模式预报结果有积极的意义。

以模式 7 月 29 日 20 时预报检验为例(图 8),从传统检验指标评分来看,模式对华东区域 24 h 暴雨预报 TS 评分仅为 0.45,相对较低,但从空间检验指标分析,预报目标与观测目标之间的质心距离仅为 66 km,轴角差仅为 0.48°,说明模式对雨带的位置预报比较