

# 浙江省快速更新同化系统的建立与检验评估

邱金晶 陈锋 董美莹 余贞寿

(浙江省气象科学研究所, 杭州 310008)

**摘要:** 浙江省快速更新同化系统 (Zhe-Jiang WRF-ADAS Rapid Refresh System, ZJWARRS) 基于WRF模式和ADAS同化系统 (中尺度预报模式ARPS的数据同化系统) 建立, 每3h同化吸收最新观测资料进行短临预报。选取2014年夏季和台风“菲特”期间该系统的表现为例, 评估该系统在日常降水和台风暴雨预报中的应用效果。结果表明, ZJWARRS对夏季降水的时间演变和空间分布把握较好, 但预报总体偏强。对3h累计降水预报结果呈逐步修正趋势, 体现了快速更新同化系统预报时效越临近效果越好的优势, 预报水平较原浙江省中尺度数值预报业务系统有所提高。3h滚动更新对“菲特”路径预报修正效果明显。ZJWARRS能较好预报出台风降水强度逐渐加强后又逐步减弱的演变过程, 但降水强度和范围存在低估, 形态检验表明降水的结构预报和实况的相似度较高。

**关键词:** 快速更新同化系统, ZJWARRS, 预报评估, 台风, 夏季降水

**DOI:** 10.3969/j.issn.2095-1973.2015.06.001

## Establishment and Evaluation of Zhejiang WRF-ADAS Rapid Refresh System

Qiu Jinjing, Chen Feng, Dong Meiyang, Yu Zhenshou

(Zhejiang Meteorological Research Institute, Hangzhou 310008)

**Abstract:** The Zhejiang WRF-ADAS Rapid Refresh System (ZJWARRS) is built up based on WRF model and ADAS, providing the short-time numerical weather prediction by assimilating the latest observations every three hours. The real-time forecasting performance, during the period from June to August and Typhoon Fitow (1323) are accessed. The results show: (1) ZJWARRS has shown a fairly good accuracy in forecasting the spatial-temporal variation of precipitation during the flood season. On the regional average, ZJWARRS overestimates the amounts of precipitation. Based on the verification results of 3 h accumulated precipitation, one can draw a conclusion that the shorter the forecast time length is, the higher the prediction accuracy is. Compared with Zhejiang WRF ADAS Real-time Modeling System (ZJWARMS), ZJWARRS is better on forecast capacity. (2) For Typhoon Fitow, the track prediction improves greatly with 3h updates forecasts. As a whole, the system gives a good forecast on the evolution of Typhoon Fitow. The areas and amounts of 24 h accumulated precipitation during Fitow are both under-predicted. However, the result of MODE is a further indication of the conclusion that ZJWARRS correctly shows the structure of the main rain belts during Fitow.

**Keywords:** rapid refresh system, forecast assessment, typhoon, summer precipitation

### 0 引言

随着气象观测手段和计算机技术的不断改进, 如何充分、有效地利用各种常规、非常规观测资料来形成较为准确的模式初值场, 已经成为进一步提高数值预报水平的关键问题, 资料同化 (Data Assimilation) 和快速更新同化系统 (Rapid Refresh System, RRS) 的研究已经成为数值预报领域内的研究热点。

快速更新同化系统是在高分辨率数值模式的基础

上, 采用高频次更新的同化分析吸收密集的观 (遥) 测资料, 为数值模式提供高质量的初始场实现精细数值预报。RRS以前一时次的 (依据更新周期) 预报为背景场, 通过资料同化模块不断地吸收最新的观测资料来修正背景场, 形成预报初始场进行短临预报。美国快速更新同化预报系统 (RUC/RAP) 引入高时间密度观测资料实时运行, 可以有效地提高初值质量, 通过试验也表明了快速更新的预报系统非常适用于短临临近预报<sup>[1-3]</sup>。在国内, 快速更新同化系统研究和应用上也取得了一定的进展: 北京<sup>[4]</sup>、上海<sup>[5]</sup>、广东<sup>[6]</sup>、湖北<sup>[7]</sup>等省市都各自引进或建立了快速更新同化系统。这些快速更新同化预报系统在同化了各类常规及非常规资料后, 为预报模式提供高质量、高时空分辨率

收稿日期: 2015年3月27日; 修回日期: 2015年9月15日  
第一作者: 邱金晶 (1988—), Email: jinjing\_qiu@163.com  
资助信息: 浙江快速更新同化数值预报业务系统研发和应用 (二期) (2013ZD01)

的多种要素的精细初值，为天气分析提供高质量格点场，为精细化预报奠定了良好的基础，有效地提高了各省市（区）的短时临近预报业务能力。

浙江是全国自然灾害频发的省份之一，尤其以气象灾害更为突出。据统计，每年由气象灾害引起的经济损失占全部自然灾害经济损失的90%以上。台风、暴雨、冰雹、龙卷、雷暴、大风等中小尺度强对流天气，往往还会造成城市积涝、山洪暴发、泥石流肆虐等严重的自然灾害。这些中小尺度强对流天气具有局地性强和突发性强的特点，传统的临近预报技术和数值天气预报技术很难提前做出准确的预报。浙江省现有的中尺度数值预报业务系统（Zhejiang WRF ADAS Real time Modeling System, ZJWARMS），可提供72h预报时效、1h时间分辨率、12h更新频次的浙江省和中国东部两个区域的数值预报产品。ZJWARMS在降水数值预报中发挥了重要的作用，但仍存在不足：

（1）冷启动模式，模式需要较长的spin-up时间；  
（2）一天运行两次，12h更新一次模式初值，不能及时把握对流系统的发展过程。进行较短时间间隔的高频资料同化，建立快速更新同化系统是弥补上述不足、提高短时临近预报技术的有效手段。为此，基于曙光TC5000高性能计算机开发了浙江省快速更新同化系统（Zhejiang WRF-ADAS Rapid Refresh System, ZJWARRS）。

本文从系统总体设计、预报模式、同化系统、业务流程四个方面重点介绍浙江省快速更新同化系统，并针对2014年夏季（6—8月）以及台风个例“菲特”

期间模式预报的降水结果进行定量评估，展示同化系统的应用效果。

## 1 浙江省快速更新同化系统介绍

### 1.1 系统总体设计

图1为ZJWARRS的总体设计框架，该系统主要包括：（1）多源数据采集质控处理模块：自动收集GFS/T639资料、常规观测资料、自动站资料、雷达基数据资料等，并进行包括质量控制和格式转换在内的数据处理；（2）资料同化模块：利用中尺度预报模式ARPS的数据同化系统即ADAS同化系统中的Bratseth连续迭代方法、微物理调整系统和复杂云分析系统，对地面观测、探空资料、雷达资料等进行同化和三维云分析，构建一个具有高分辨率的三维初始场和降水场，再通过基于湿绝热或非绝热初始化的方法对温、湿和风分量等进行调整，获取融合更多观测信息的模式初始场；（3）数值模式积分模块：基于同化模块生成的初始场，利用WRF模式向前积分进行数值预报，得到预报结果；（4）数值产品生成分发显示模块：对模式原始预报结果进行解释应用，制作各类不同需求的数值预报产品，通过数据分发模块自动向各个需求部门发送每次预报的图片结果、数据结果、历史存档资料等，实现预报产品的全省共享；（5）模式评估检验模块：利用MET工具对模式预报结果进行准实时检验，给出降水及温度等预报要素的检验结果，包括误差、TS评分、ETS评分、空报率、漏报率等统计要素。

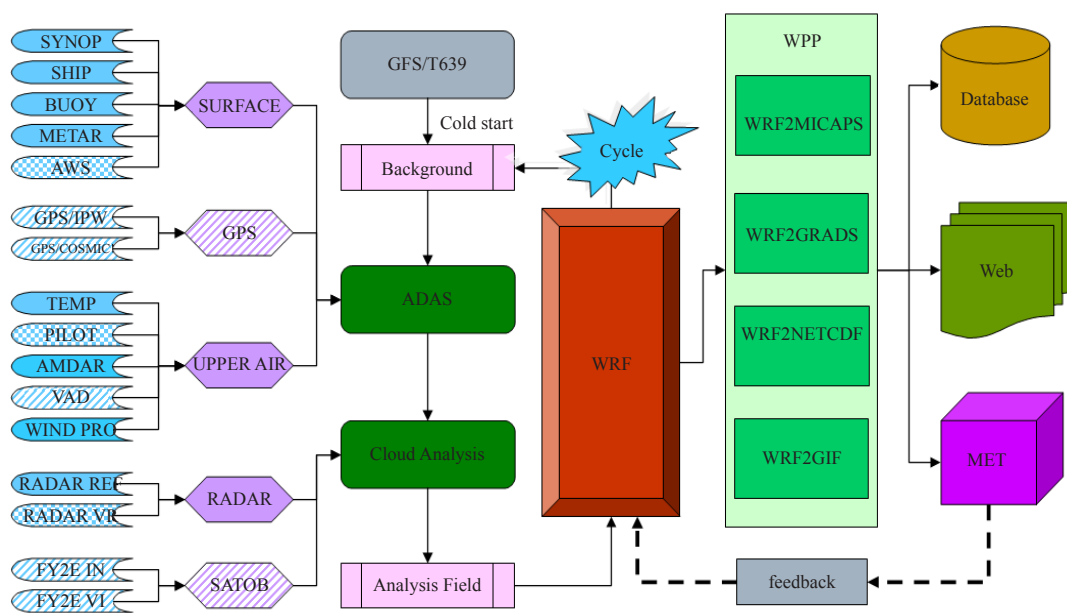


图1 浙江省快速更新同化系统（ZJWARRS）总体设计

## 1.2 预报模式

系统采用WRF 3.4.1为预报模式，选用双重嵌套，分辨率各为9和3km。9km分辨率的大区域（华东区域，大致范围：22°—42°N，106°—128°E）重点覆盖影响浙江的大尺度系统，3km分辨率的小区域（浙江区域，大致范围：26°—32°N，117°—124°E）重在识别影响浙江的中尺度系统。

为了进一步优化模式的物理过程，参考各方案的特点和现有研究结果，最终的模式物理方案为：两重区域的微物理方案均采用WSM 6-Class方案<sup>[8-9]</sup>，陆面过程使用Noah方案<sup>[10-12]</sup>及UCM城市方案<sup>[13-14]</sup>，行星边界层采用Yonsei University (YSU) 参数化方案<sup>[15]</sup>，表面层使用基于Monin-Obukhov的MM5相似理论<sup>[16]</sup>，长波、短波辐射选用RRTMG快速辐射传输方案<sup>[17]</sup>，不采用积云参数化方案。

## 1.3 同化系统

系统以ADAS系统同化观测资料，提供高质量的预报初始场，并用WRF模式向前积分进行预报。目前

ADAS同化了以下观测数据：探空观测和地面气象站观测（包括常规天气观测SYNOP，船舶观测SHIP，机场地面报METAR，浮标BUOY等）。另外，利用ADAS中的复杂云分析系统同化了新一代天气雷达CINRAD-SA/SB的反射率。

## 1.4 业务流程

系统在每日02时（北京时，下同）开始，每3h运行一次，一天共8次，每次预报24h。其中14时（06UTC）冷启动一次，初猜场为NCEP的GFS模式08时（00UTC）起报的6h预报场，其余时次的初猜场为ZJWARRS系统的3h预报场，经过ADAS同化观测数据后得到模式初始场。图2为ZJWARRS的业务流程示意图。在每次循环中，系统分七步完成作业流程：

（1）资料收集、质控及解码；（2）初猜场及边界条件的生成；（3）资料同化生成初始场；（4）主模式积分预报；（5）数值产品生成；（6）准实时评估检验；（7）产品发布。

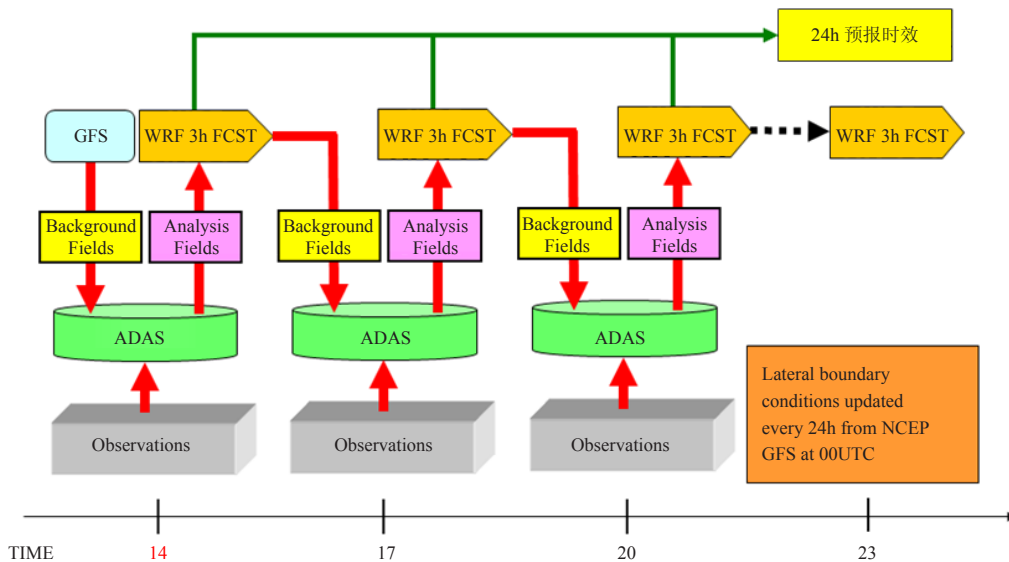


图2 ZJWARRS业务流程示意图

## 2 系统应用及评估效果

### 2.1 评估方案

浙江省快速更新同化系统已经投入业务运行2年多，下面选取2014年夏季和台风“菲特”期间，作为该系统在日常降水预报和台风暴雨中的应用案例进行效果评估，评估中还给出原有中尺度数值预报业务系统的结果，进行对比。

实况台风路径和强度资料取自中央气象台台风实时定位资料，实况降水资料选用浙江省1900多个包

括区域自动站在内的站点观测资料，要素为定时的小时雨量累计值，时间分辨率为1h。采用气象业务中常用的双线性插值方法，将快速更新同化系统和中小尺度数值预报系统预报数据插值到全省1900多个气象站点，将此作为数值模式对各个气象站点的降水预报资料，将实况站点资料和模式站点资料进行评估。除了偏差、均方根误差、皮尔森相关系数等常用的评估指标外，还给出了TS、ETS、击中率（PODY）、空报率（FAR）、漏报率（FOM）、范围偏差评

分(FBIAS)等多个检验量<sup>[18-19]</sup>,共同描述模式的降水预报性能。此外,还采用了基于目标诊断技术(MODE)<sup>[20-21]</sup>对台风降水形态进行检验,该方法将预报和观测进行分解,通过识别降水落区目标体,获取目标属性(面积、质心、轴向),计算预报降水落区和实况的相似程度,评估模式的预报能力,避免了传统检验方法仅给出结论而无诊断信息的弊端。

## 2.2 夏季降水评估结果

浙江省夏季的主要影响系统为梅雨、台风和强对流等高影响和灾害性天气,模式对这些天气的预报能力对于防御洪涝灾害具有重要意义。

### 2.2.1 24h 累计降水

2014年夏季降水过程比较明显,首先对快速更新同化系统24h累计降水预报进行评估。通过对比全省区域平均模式预报和实况的降水演变(图3),分析模式对全省降水总量随时间发展趋势的预报能力。由图3a可见,模式的预报较好地描述了降水发生、发展以及减弱的演变过程。6月下旬开始出现梅雨期降水、台风降水以及局地强对流降水,平均误差序列(图3b)表明误差多数情况下为正值,模式预报偏大程度较明显。统计评估时段内的预报24h累计降水量平均值为10.77mm,观测平均值为8.56mm,误差平均值为2.21mm,进一步证明了上述结论。由图3c的空间相关系数序列看到,预报与实况基本为正相关,空间相关系数最高可达0.9,平均值为0.22。

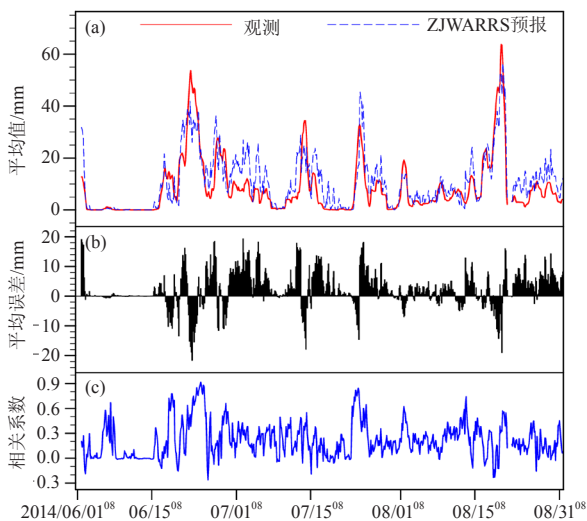


图3 2014年夏季24h累计降水ZJWARRS逐3h预报检验结果 (a) 预报和实况; (b) 平均误差; (c) 空间相关系数

由表1可知,同化系统对降水的预报能力随着降水量级的增大而减小,预报的TS评分从小雨以上级别的0.56逐步下降到大暴雨以上级别的0.01,命中率从0.76下降到0.03,范围偏差评分均大于1,表明模式预

报降水范围偏大,预报小雨以上级别的降水最接近于1,大雨以上级别降水预报范围偏大最多。比较空报率和漏报率可以看到,空报多,漏报少,可见模式预报误差主要是由于过分预报造成。综合各参数检验结果,模式对于小雨以上级别的降水应用价值最高。

表1 2014年夏季浙江省24h累计降水ZJWARRS预报累加检验结果

量级/mm	TS	ETS	FBIAS	PODY	FAR	FOM
≥0.1 (小雨及以上)	0.56	0.10	1.61	0.76	0.37	0.24
≥10 (中雨及以上)	0.25	0.10	3.22	0.47	0.64	0.53
≥25 (大雨及以上)	0.14	0.07	3.36	0.29	0.77	0.71
≥50 (暴雨及以上)	0.06	0.04	3.16	0.13	0.88	0.87
≥100 (大暴雨及以上)	0.01	0.01	2.67	0.03	0.95	0.97

### 2.2.2 3h 累计降水

选用更精细的评估要素——3h累计降水,对2014年夏季快速更新同化预报系统的3h滚动预报进行评估。全省平均而言,3h降水偏强,误差在0~1.2mm,绝对误差在1.5~2mm,均方根误差在4mm左右。从不同预报时效降水和实况的空间相关系数(图4)看到,空间相关系数随着提前预报时间的缩短不断提高,可见观测资料的不断引进使得同化系统对于降水的空间分布形态有一个逐步修订作用。

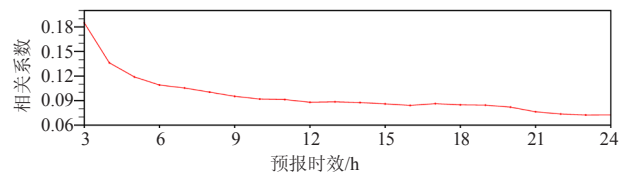


图4 不同预报时效的空间相关系数

利用TS、ETS等分级指标,得到的3h累计降水不同预报时效的评估指标序列(图5)表明,在相同预报时效的降水预报评分中,预报水平基本随着降水量级的减小而稳步提升。对于小雨、中雨、大雨、暴雨、大暴雨以上级别降水的TS评分、ETS评分、命中率、漏报率,随着提前预报时效的缩短,得分呈增加趋势,3h预报时效得分均为最高,进一步说明不断引进最新观测资料后,快速更新同化预报系统对于3h累计降水预报结果呈逐步修正趋势,体现了快速更新同化系统预报时效越临近效果越好的优势。

为了进一步说明快速更新同化系统的优势,将原有中尺度数值预报业务系统的评估结果与之对比。挑选全天8个时刻(00、03、06、09、12、15、18和21时),分别将提前量为0~24h的快速更新同化系统和提前量为0~72h的中尺度数值预报系统,针对2014年夏季上述8个时刻的所有3h累计降水预报检验结果分别进行累加平均,给出检验量平均偏差和小雨以上级

别降水TS评分的对比图(图6)。由图6a可知,除21时外,其他时刻同化系统预报偏差均小于中尺度数值预报系统,预报值更为接近实况;图6b表明同化系统的TS评分一致高于中尺度数值预报系统。由此可见,快速更新同化系统的预报水平较原有中尺度数值预报业务系统有所提高。

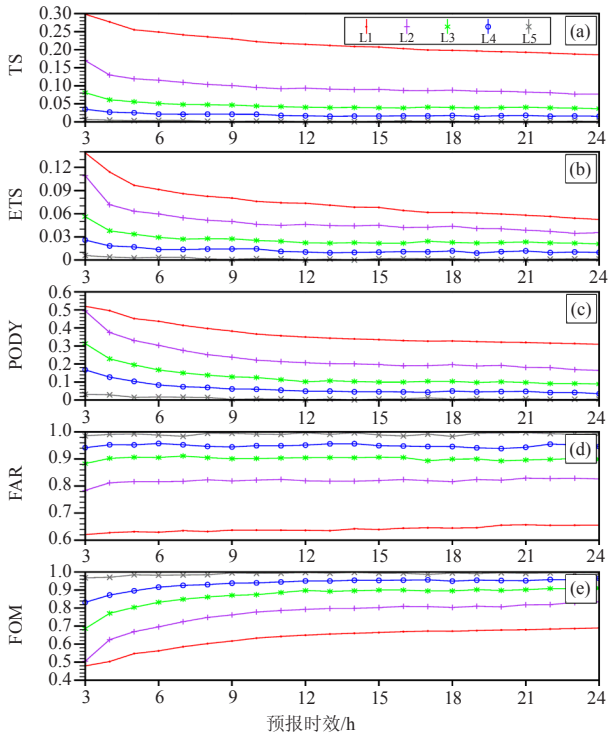


图5 不同预报时效的评估指标(L1:小雨以上级别;L2:中雨以上级别;L3:大雨以上级别;L4:暴雨以上级别;L5:大暴雨以上级别)

### 2.3 台风天气评估结果

“菲特”是1949年以来在10月登陆我国的最强台风,给浙江带来了罕见狂风暴雨,重创了宁波和余姚地区。下面以“菲特”为例,初步探讨快速更新同化预报系统对台风的预报效果。

#### 2.3.1 “菲特”台风路径和强度评估结果

“菲特”台风的实况路径和不同预报时效的预报路径(图7)表明,预报误差基本在23~32km,均值为27km,随着预报时效的缩短,路径误差逐步减小,可见,快速更新同化系统对台风路径预报有较好的修正作用。强度误差统计显示,初始时刻台风强度的定强误差较为明显,绝对误差达11.3hPa,绝对误差随着提前时间的增加呈V型变化,在提前15h的预报中出现5.6hPa最小绝对误差。对比气压偏差看到(预报值减去观测值),模式预报强度整体偏弱,初始定强偏弱最明显,为11.0hPa。12~24h预报时效误差较小,有较好的应用价值。由于台风初始定强存在较大误差,ZJWARRS系统对于台风强度的临近修正不明显,因此,今后要改进系统的预报性能,需要在台风涡旋初

始化方面开展工作,而如何减少初始时刻台风强度误差将是侧重点。

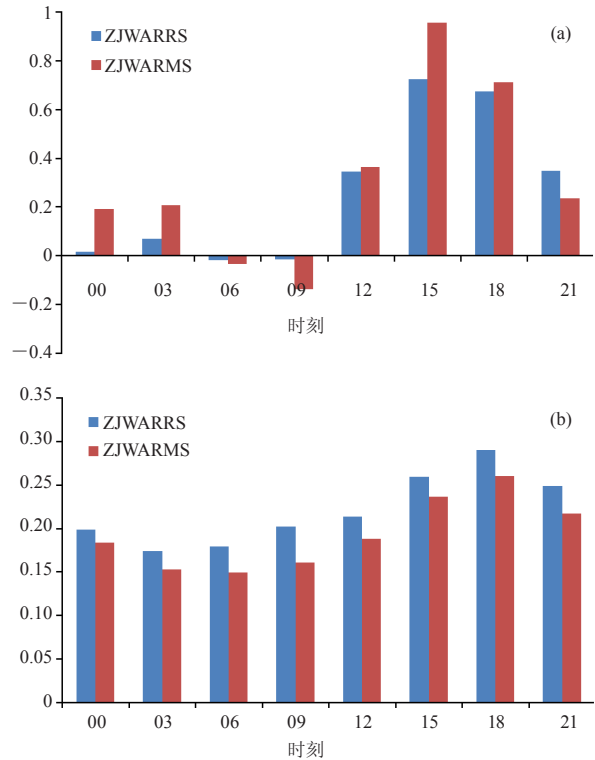


图6 ZJWARRS和ZJWARMS的3h累计降水预报检验对比(a)平均偏差;(b)小雨以上级别降水的TS评分

始化方面开展工作,而如何减少初始时刻台风强度误差将是侧重点。

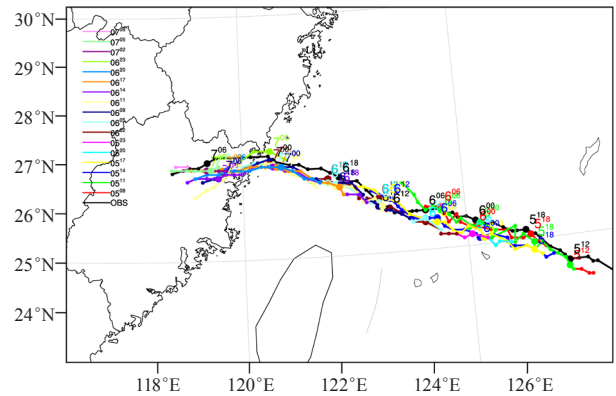


图7 “菲特”台风期间各时次起报的路径(彩色)和实况(黑色)

#### 2.3.2 “菲特”台风降水评估结果

比较5日20时至8日20时的24h累计降水实况和预报分布和演变看到(图8),模式较好预报出降水强度逐渐加强后逐步减弱的演变过程。5日20时—6日20时的24h累计降水,浙江东南沿海的雨带预报效果较

好,但是浙江西北角的降水预报偏弱。6日20时—7日20时,预报基本报出了温州、台州附近的降水中心,

而宁波到杭嘉湖地区的雨带强度和实况存在一定的偏差。7日20时—8日20时,雨带位置预报偏西。

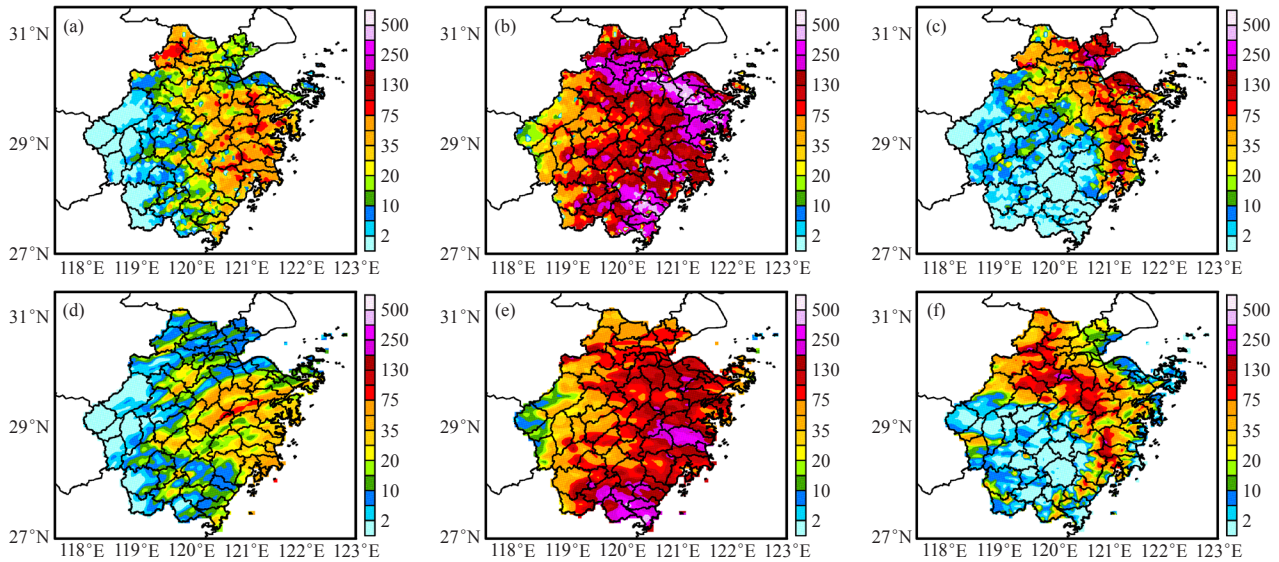


图8 2014年10月5日20时—8日20时的逐24h累计降水的实况(a~c,单位:mm)和预报(d~f,单位:mm)  
(a, d) 10月5日20时—6日20时; (b, e) 10月6日20时—7日20时; (c, f) 10月7日20时—8日20时

为了更好地评估模式结果,选取“菲特”台风雨强最强的10月6日20时—7日20时24h累计降水,采用基于目标诊断技术,对这一时段的降水形态进行检验,这里检验暴雨及以上级别的降水落区。结果(图9)表明,预报场有1个目标中心,与实况1号目标中心匹配很好,相似系数达到1,另外与实况2号目标中心也存在一定联系。由图9还可知,暴雨及以上级别的预报降水面积比观测面积偏小。可见模式24h累计降水预

报整体虽然存在降强度和范围都偏小的现象,但对降水的结构预报和实况相似较好,仍有较高应用价值。

### 3 结论与讨论

浙江省快速更新同化预报系统基于WRF模式和ADAS同化系统建立,目前该系统已经投入业务运行,每3h提供一次0~24h的预报产品。本文重点介绍了该系统的总体设计、预报模式、同化系统以及业务流程。相比于传统的数值模式,浙江省快速更新同化系统有如下优势:(1)实现了模式冷启动和热启动的合理组合,缩短了spin-up时间;(2)利用资料同化模块有效利用多种高密度、高频率观测资料,在临近预报中发挥了重要作用。

本文利用2014年夏季降水和台风“菲特”个例预报情况针对浙江省快速更新同化系统进行评估,结果表明,同化系统能较好反映夏季降水的时间演变和空间分布,预报降水总体偏强,预报能力随着降水量级的增大而减小。3 h累计降水的评估结果表明,不断同化吸收最新的观测资料后,预报系统对于3 h累计降水预报结果得到逐步改进,体现了快速更新同化系统预报时效越临近效果越好的优势,且预报水平较原有浙江省中尺度数值预报业务系统有所提高。随着预报时效的缩短,系统对台风“菲特”路径预报有较好的修正作用。虽然预报整体存在降水强度和范围都偏小的现象,但模式能较好地预报出“菲特”带来的强降水

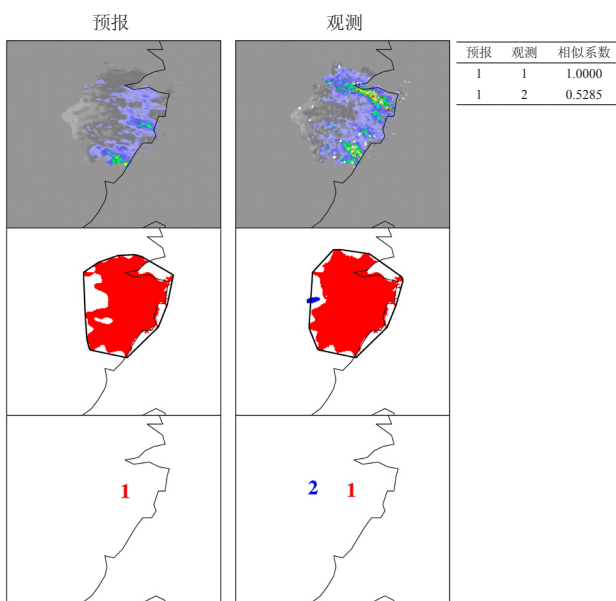


图9 基于目标诊断技术对10月6日20时—7日20时24h累计降水(暴雨及以上级别)形态检验结果

的落区、强度的大致分布和发展演变。mode检验进一步表明模式对降水的结构预报和实况相似较好，仍有较高参考价值。

评估结果体现了浙江快速更新同化系统的优势，为系统地使用提供了参考依据，也在一定程度上明确了今后改进浙江省快速更新同化预报系统需要进一步开展工作的方向。此外，本文仅针对“菲特”个例开展台风预报评估，所得结论有待今后更多个例的评估工作来验证，而且本文目前只对浙江省本地的两个模式进行了检验，今后还需要利用其他全球模式进行对比检验，加深对其的认识。

#### 参考文献:

- [1] Benjamin S G, Brundage K J, Morone L L. The Rapid Update Cycle Part I: Analysis/model description// Technical Procedures Bulletin No. 416, NOAA/NWS, 1994: 16pp.
- [2] Benjamin S G, Smirnova T G, Brundage K, et al. A 13-km RUC and beyond: Recent developments and future plans. Preprints, 11th Conf. Aviation, Range, Aerospace Meteor, AMS, Hyannis, MA, October 2004.
- [3] Benjamin S G, Moninger W R, Weygandt S S, et al. Technical Review of Rapid Refresh/RUC Project. NOAA/ESRL/GSD internal review, 3 Nov 2009.
- [4] 范水勇, 陈敏, 仲跻芹, 等. 北京地区高分辨率快速循环同化预报系统性能检验和评估. 暴雨灾害, 2009, 28(2): 119-125.
- [5] 陈葆德, 王晓峰, 李泓, 等. 快速更新同化预报的关键技术综述. 气象科技进展, 2013, 3(2): 29-35.
- [6] 陈子通, 黄燕燕, 万齐林, 等. 快速更新循环同化预报系统的汛期试验与分析. 热带气象学报, 2010, 26(1): 49-54.
- [7] 王叶红, 彭菊香, 公颖, 等. AREM-RUC 3h快速更新同化预报系统的建立与实时预报对比检验. 暴雨灾害, 2011, 30(4): 296-304.
- [8] Hong S Y, Dudhia J, Chen S H. A revised approach to ice microphysical processes for the bulk parameterization of clouds and precipitation. Mon Weather Rev, 2004, 132: 103-120.
- [9] Hong S Y, Lim J O J. The WRF single-moment 6-class microphysics scheme (WSM6). J Korean Meteorol Soc, 2006, 42: 129-151.
- [10] Koren V, Schaake J, Mitchell K, et al. A parameterization of snowpack and frozen ground intended for NCEP weather and climate models. J Geophys Res, 1999, 104(D16): 19569-19586.
- [11] Chen F, Dudhia J. Coupling an advanced land surface hydrology model with the Penn State-NCAR MM5 modeling system. Part I. Model implementation and sensitivity. Mon Weather Rev, 2001, 129: 569-585.
- [12] Ek M B, Mitchell K E, Lin Y, et al. Implementation of Noah land surface model advancements in the National Centers for Environmental Prediction operational mesoscale Eta model. J Geophys Res, 2003, 108(D22): 8851.
- [13] Kusaka H, Kondo H, Kikegawa Y, et al. A simple single-layer urban canopy model for atmospheric models: Comparison with multilayer and slab models. Bound -Layer Meteorol, 2001, 101: 329-358.
- [14] Kusaka H, Chen F, Tewari M, et al. Performance of the WRF model as a high resolution regional climate model: Model intercomparison study. The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June-3 July 2009, Yokohama, Japan.
- [15] Hong S Y, Pan H L. Nonlocal boundary layer vertical diffusion in a medium-range forecast model. Mon. Weather Rev, 1996, 124(10): 2322-2339.
- [16] Jimenez P A, Dudhia J, Gonzalez-Rouco J F, et al. A revised scheme for the WRF surface layer formulation. Mon Weather Rev, 2012, 140: 898-918.
- [17] Iacono M J, Delamere J S, Mlawer E J, et al. Radiative forcing by long-lived greenhouse gases: Calculations with the AER radiative transfer models. J Geophys Res, 2008, 113(D13):1395-1400.
- [18] 丁金才. 天气预报评分方法评述. 南京气象学院学报, 1995, 18(1): 143-150.
- [19] Brown B, Gotway J H, Bullock R, et al. The Model Evaluation Tools (MET): Community tools for forecast evaluation. Preprints, 25th Conf on International Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology, Phoenix, AZ, Amer Meteor Soc, 9A.6. 2009.
- [20] Davis C A, Brown B G, Bullock R G. Object-based verification of precipitation forecasts, Part I: Methodology and application to mesoscale rain areas. Monthly Weather Review, 2006, 134: 1772-1784.
- [21] Davis C A, Brown B G, Bullock R G. Object-based verification of precipitation forecasts, Part II: Application to convective rain systems. Monthly Weather Review, 2006, 134: 1785-1795.

## 第二届气象科技史研究学术研讨会召开

■ 陈正洪

2015年12月12-13日，“第二届气象科技史研究学术研讨会”在中国气象局气象干部培训学院召开。来自中国气象局、清华大学、北京大学等机构以及国际气象史学会首任主席James R. Fleming、国际气象史学会第三任主席Vladimir Jankovic、欧洲大学校际科学技术社会联盟主席Matthias Dörries等国际友人学者共120余人参会。

会议交流的34个报告，涉及气候变化、天气预报、气象科技发展、学科建设等领域。中国气象局副局长、气象干部培训学院院长许小峰主持第一天的会议时指出，研讨会目的在于交流和研讨大气科学技术的历史发展，挖掘创新规律，促进气象教育和干部培训水平的提高，促进气象科学事业的进一



步发展，凝聚更多力量。Fleming认为，这次研讨“有国际性、跨学科、跨代际，令我印象深刻”。

(作者单位：中国气象局气象干部培训学院)