

公颖,林春泽,李俊.AREM 模式预报体系对 2010 年 5 月我国南方连续暴雨过程预报效果评估[J].暴雨灾害,2010,29(4):356-362

AREM 模式预报体系对 2010 年 5 月我国南方连续暴雨过程预报效果评估

公颖,林春泽,李俊

(中国气象局武汉暴雨研究所,武汉 430074)

摘要:对 AREM 模式预报体系各成员 2010 年 5 月我国南方连续性暴雨过程的预报效果和预报特点进行了详细分析。结果表明:AREM 模式预报体系各成员对此次过程的预报效果较好,且各具优势;业务模式对主雨带位置、范围有较好的预报效果;快速更新循环预报系统具有提供短时临近预报的优势;集合预报系统的降水集合平均和概率预报的有机结合能够为主雨带及其降水中心的预报提供较有价值的参考依据。

关键词:AREM 模式预报体系;华南连续暴雨过程;效果评估

中图分类号:P459.9 文献标识码:A 文章编号:1004-9045(2010)04-0356-07

1 引言

当一个数值预报模式发展到较为成熟、稳定的阶段,对其进行快速循环系统和集合预报系统的开发,实现模式预报功能扩展,使其在确定性预报的基础上,实现甚短期临近预报和短期概率预报,是当前数值模式发展趋势。这一发展思路与气象业务的需求密不可分,对于提高气象服务质量和天气预报水平有着重要意义。中国气象局武汉暴雨研究所自 2003 年将 AREMV2.3 模式(AREM-YW)投入业务运行至今,不断进行预报效果评估^[1-3]和模式的改进与完善。在引入局地分析与预报系统(LAPS)基础上,实现模式热启动,发展了 AREM 快速循环系统(AREM-RUC),又考虑到模式初值和侧边界条件的不确定性,采用 NCEP

的增长模繁殖法 BGM(Breeding of Growing Mode)方案,建立了 11 个成员的短期集合预报系统(AREM-EPS)^[4],两套新系统均于 2009 年汛期投入准业务试验,从而建立了一套较为完备的 AREM 预报体系。该体系各成员均基于 AREMV2.3 开发,采用相同的物理方案,主要差异如表 1 所示。在预报体系建成后,各成员的预报情况及相互之间能否实现优势互补,体现体系的优越性,是系统开发及业务应用人员较为关心的问题。在以往对 AREM 模式预报效果进行评估总结的基础上^[1-8],本文就预报体系各成员对 2010 年 5 月华南 5 次连续的暴雨过程预报情况进行分析,旨在揭示预报体系的优势和不足,以便在今后开发和使用过程中扬长避短,更好的发挥其在天气预报中的指导作用。

表 1 AREM 预报体系各成员主要差异

模式	垂直方向层数	模式层顶高度	背景场及初值方案	侧边界条件
AREM-YW	25 层	100 hPa	T213 预报场、观测, Barnes 方案	固定边界
AREM-RUC	32 层	10 hPa	NCEP 预报场, LAPS 分析场	时变边界
AREM-EPS	32 层	10 hPa	NCEP 预报场, BGM 方案	时变边界

2 2010 年 5 月我国南方强降水预报客观检验

2010 年 5 月 5—7 日,受高空槽、中低层切变线和东移出川的西南涡影响,我国江南、华南、西南地区东部出现一次大暴雨天气过程,暴雨区主要有南北两片,北片暴雨区呈西北-东南向带状,最大过程雨量出现在湖南醴陵(171 mm),南片暴雨区位于广东中东部

及江西南部 and 福建西南,大部分地区过程雨量超过 100 mm;5 月 8—11 日,受副热带高压东退时偏南气流影响,伴随西南低涡东移和华南暖式切变气流中低值涡旋发生发展,江南至华南的浙江、福建、江西、两广等省区出现暴雨,3 天共有 110 站发生暴雨,其中大暴雨 7 站次,累积雨量 50~200 mm,最大过程雨量出现在广东新会(196 mm);5 月 12—15 日,受再次西伸

收稿日期:2010-07-28;定稿日期:2010-10-11

资助项目:科技部公益性行业(气象)科研专项(GYHY200706012、GYHY200906010)和武汉暴雨研究所科研业务费项目(0903,1008)

作者简介:公颖,女,1978 年生,工程师,主要从事天气学分析和模式预报效果评估研究。E-mail: gongying74@sohu.com

的副热带高压和低层切变影响,伴随低纬暖湿气流中不断新生的中尺度涡旋,江南至华南开始第三次持续暴雨天气过程,强降水出现在浙江、福建、湖南、江西、广东、广西等6省区,范围大、雨势强,50 mm以上降水覆盖湖南中东部、江西大部及福建西部,其中湖南、江西、广东有多个100 mm以上雨量中心,广东阳江达203 mm,湖南湘乡达177 mm;5月16—20日,受稳定强盛的副热带高压、高空低槽及中低层切变及切变上新生涡旋的影响,强降水首先出现在长江中下游地区,然后一路南移到达华南,江南至华南先后有120站次出现暴雨,其中大暴雨21站次,强降水区位于湖北东南部、江西、福建及广东西部沿海;5月20—23日,受高空槽、低层切变和西南低涡东移影响,伴随西南至华南西部暖式切变气流新生涡旋的发展东移,大暴雨区主要集中在湖南中东部、江西中部、福建西北部及广东和福建交界的沿海地区,广东潮阳过程雨量达216 mm^[9]。为了解AREM预报体系各成员对此次持续强降水过程的整体预报效果,对各成员5月5—23日降水预报进行客观检验,检验区域为江南至华南

(105°—123°E, 20°—35°N),共733个雨量站,实况资料采用08时的24 h累积降水,降水量级划分:小雨(以上)量级>0 mm,中雨(以上)量级 ≥ 10 mm,大雨(以上)量级 ≥ 25 mm,暴雨(以上)量级 ≥ 50 mm,大暴雨(以上)量级 ≥ 100 mm。

图1给出AREM预报体系各成员四个预报时效降水预报的 T_s 评分。由图可知:总体上各成员60 h以内预报效果较为稳定, T_s 评分随时效衰减速度维持在可接受的范围内。从各量级看,小雨量级评分基本为70%~80%,各成员评分总体差别不大,集合平均预报评分随时效延长变化相对较小,其中业务模式36~60 h预报评分较低;中雨量级评分基本为23%~43%,总体为集合平均评分较高、业务模式其次、RUC模式评分最低;大雨量级基本为15%~30%,0~24 h集合平均预报评分较高,其他时效均为业务模式评分较高;暴雨量级评分基本为4%~17%,0~24 h、12~36 h RUC、集合平均预报评分均较高,24~48 h、36~60 h,业务模式评分较高,集合平均预报评分较低;大暴雨量级基本为0%~6%,0~24 h预报集合平均评分达6%。

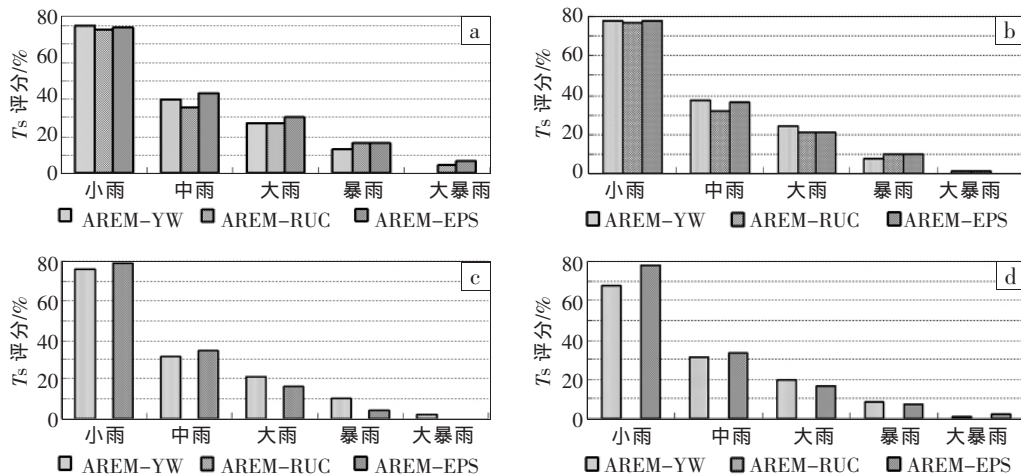


图1 2010年5月5—23日各模式0~24 h(a)、12~36 h(b)、24~48 h(c)与36~60 h(d)降水预报 T_s 评分

从各预报时效看,0~24 h预报集合平均评分略高于其他模式;对于12~36 h预报,小雨-大雨量级业务模式评分较高,暴雨量级各模式评分基本相当;24~48 h预报,小雨-中雨量级集合平均预报评分较高,暴雨量级业务模式评分较高,大暴雨量级业务模式评分较高;36~60 h预报,小雨-中雨仍为集合平均评分较高,大雨量级为业务模式评分较高。

总之,集合平均0~24 h预报各量级评分基本均高于其他模式,小雨-中雨量级评分在各预报时效均较高,大雨-大暴雨量级在短预报时效内仍高于其他模式,但在较长预报时效评分较低,尤其在24~48 h、36~60 h评分衰减较快,12~36 h、24~48 h、36~60 h的大雨量级评分业务模式较高,暴雨-大暴雨量级评

分业务、集合平均评分相当。

预报偏差是某一量级降水预报站点数与实况站点数之间的比值,在将预报降水与实况降水插到同一站号表后,预报偏差即表示该量级降水预报范围与实况范围之比,预报偏差数值范围为 $[0, +\infty)$,偏差越接近于1,则该量级降水预报范围越接近实况范围;偏差大于1,则该量级降水预报范围大于实况范围,偏差越大,则预报范围较实况越偏大;偏差小于1,则该量级降水预报范围小于实况范围,偏差越小,则预报范围较实况越偏小。

从预报偏差统计结果看(图2),0~24 h预报,业务模式各量级偏差均接近1,集合预报偏差小雨-暴雨量级均略大于1,大暴雨量级(为0.3)明显小于1,RUC模

式预报偏差均大于 1,且随量级增大而明显增大,中雨以上各量级预报偏差均明显大于 1,大暴雨以上量级偏差达 5.7;12~36 h 预报,业务模式各量级偏差也均基本接近 1,RUC 模式偏差随量级增大而明显增大(RUC 模式偏差增大更快),大暴雨量级偏差远大于 1,集合预报小雨-暴雨量级偏差大于 1,且随量级增大而

增大,大暴雨量级偏差略小于 1;24~48 h 各模式各量级预报偏差均接近于 1(集合预报大暴雨量级偏差为 0 除外);36~60 h 预报,业务模式各量级偏差均基本接近于 1,集合预报系统小雨-暴雨量级偏差均大于 1,且随量级增大而增大,暴雨量级偏差达 2.3,大暴雨量级偏差明显小于 1。

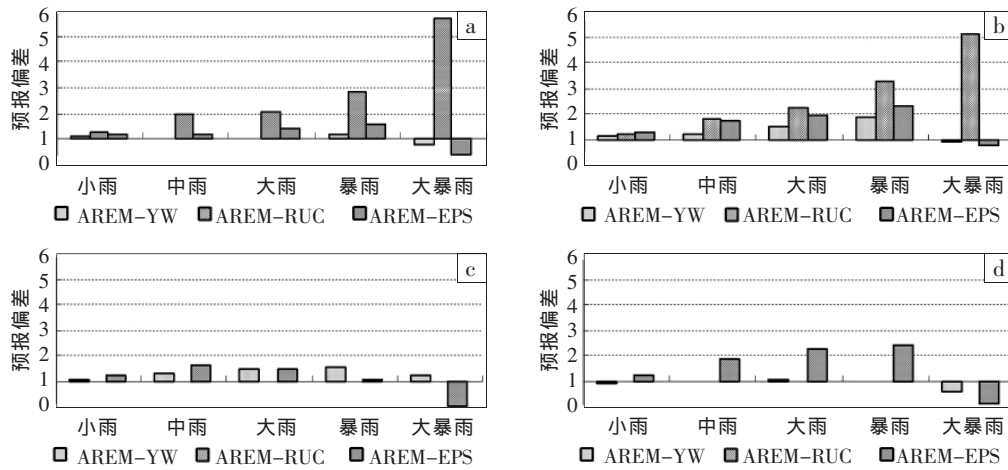


图 2 2010 年 5 月 5—23 日各模式 0~24 h(a)、12~36 h(b)、24~48 h(c)与 36~60 h(d)降水预报偏差

总之,业务模式各时效、各量级降水预报范围均与实况较为接近;RUC 模式量级越大,预报范围较实况越偏大,大暴雨量级偏差大于 5;集合预报各时效小雨-暴雨量级预报范围均较实况略偏大,大暴雨量级各时效预报范围均较实况偏小,尤其在 24~48、36~60 h 的较长时效,预报范围明显偏小。

3 我国南方五次强降水过程预报情况分析

由 AREM 模式预报体系各成员 5 次强降水预报与实况对比可知,AREM 模式预报体系对 5 月 5—7 日暴雨过程预报效果相对较差,各模式对雨带位置预报均略偏北,对其它四次过程的预报效果较好。最能体现 AREM-RUC 逐步订正能力的是对 5 月 9 日强降水的预报。AREM-EPS 在五个强降水过程预报中均表现较好(尤其是 0~24 h 预报),其 50 mm、100 mm 以上概率预报图,对强降水区及降水中心位置有较好的指示作用。本文分别以 5 月 9 日强降水、5 月 13 日强降水为例对 AREM-RUC、AREM-EPS 的预报情况进行详细说明。

3.1 AREM-RUC 对 5 月 9 日强降水过程预报效果分析及与其他模式对比

AREM-RUC 每隔 3 h 起报 1 次,每日起报 8 次,因此对当日 08 时的 24 h 累积降水实况,AREM-RUC 共有 5 个时次预报与其对应,分别是前一日 20 时起报的 12~36 h 预报、前一日 23 时起报的 9~33h 预报、当日 02 时起报的 6~30 h 预报、当日 05 时起报的 3~

27 h 预报与当日 08 时起报的 0~24 h 预报,其起报时间逐步临近实况起始时间,在没有 RUC 模式情况下的气象预报业务中,预报员制作当日白天到夜间 24 h 预报时,由于 08 时起报的模式预报结果尚未算出,可参考的只有前一日 20 时起报的预报结果,而 AREM-RUC 模式除此之外还有三个时次的预报结果可提供参考,且由于其起报时次逐渐逼近实况起始时间,模式的初值场与实况更为接近(热启动不存在 SPIN UP 问题),对同一时段的预报效果一般会有较好的改进。

5 月 9 日 08 时至 10 日 08 时强降雨带从赣浙闽地区移至两广地区,100 mm 以上降水中心位于广东省中西部,最大中心(202 mm)位于广东西部的德庆(见图 3a),次日减弱南退。对应该时段内的降水,AREM-RUC 8 日 20 时 12~36 h 预报、23 时 9~33 h 预报以及 9 日 02 时 6~30 h 预报和 05 时 3~27 h 预报情况分别如图 3b-e。从图中可看出,12~36 h 预报的强降雨带位于赣闽南部-粤北地区,100 mm 以上降水中心位于湘粤赣交界地,较实况明显偏北;9~33 h 预报的强降雨带位置与前一时次的预报基本一致;6~30 h 预报的雨带有所调整,预报主雨带位于湘赣闽南部-两广交界地区,在两广交界地区南部预报一个暴雨中心,较实况暴雨中心略偏南,但大面积的强降雨区仍然报在湘赣闽南部,在闽南预报一个较大范围的暴雨区,虽然实况在闽南地区有一个中到大雨区,此大面积的强降雨区仍为明显的空报;3~27 h 预报的强降雨带位于两广-闽南地区,暴雨区主要位于广东至两广交界地区,与

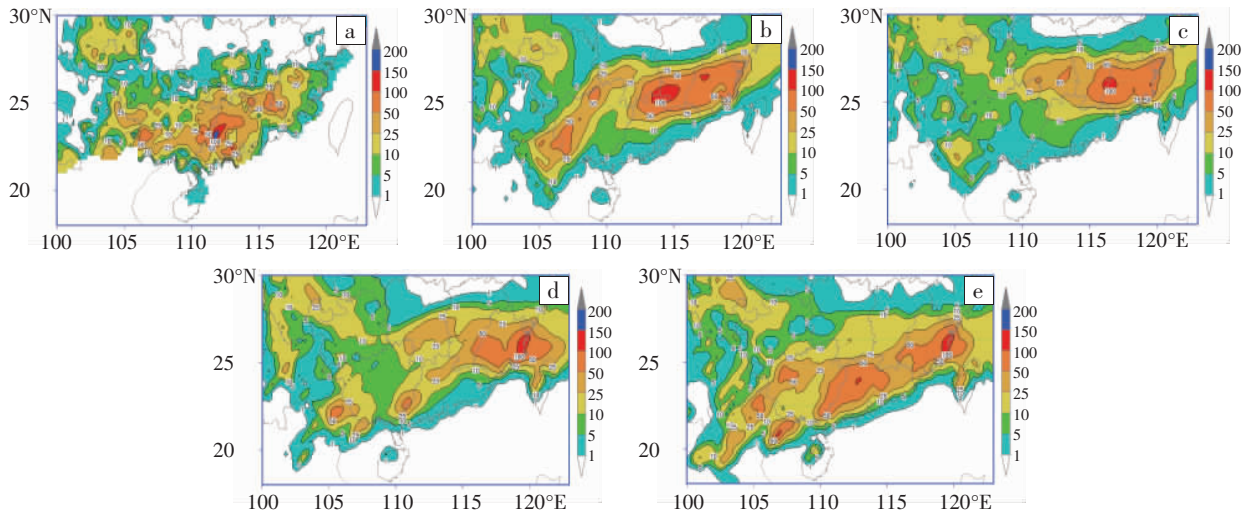


图 3 2010 年 5 月 9 日 08 时至 10 日 08 时降水实况(a)以及对应的 AREM-RUC 12~36 h(b)、9~33 h(c)、6~30 h(d)、3~27 h(e)的降水预报图(单位:mm)

实况基本吻合,但对于闽南地区降水量级预报偏大,实况为中到大雨,预报以大到暴雨为主。

T213、T639 模式 12~36 h 降水预报效果一般,对广西降水预报偏强,对广东降水预报偏弱,对强降水中心位置预报与实况存在较大偏差,T213 预报的 100 mm 强降水中心位于江西省南端,T639 预报的 100 mm 以

上强降水中心位于广西西北部(见图 4a、b)。JAPAN 模式 12~36 h 预报雨带的位置、范围及强降水中心的位置与实况差别不大,但强度预报较实况明显偏弱,预报强降水中心为暴雨量级,实况强降水中心为大暴雨量级(图 4c)。此外,AREM 业务、AREM-EPS 模式对主雨带预报明显偏北。

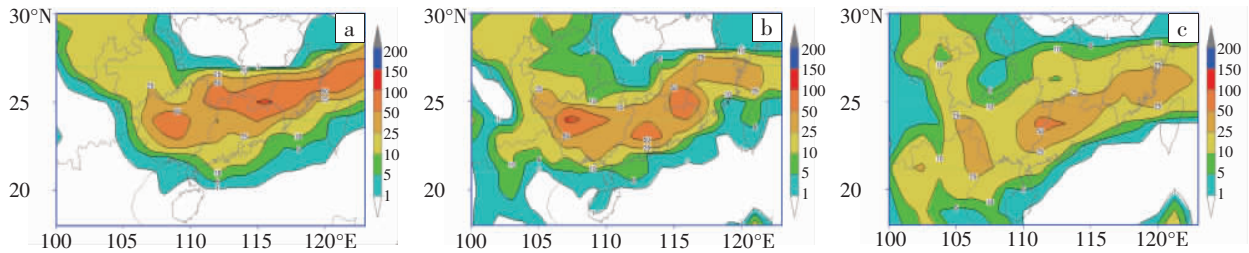


图 4 对应 2010 年 5 月 9 日 08 时至 10 日 08 时实况降水的 T213(a)、T639(b)、JAPAN(c)模式 12~36 h 预报图(单位:mm)

总之,对 2010 年 5 月 9 日 08 时至 10 日 08 时华南强降水的预报,在 T213、T639、JAPAN、AREM 业务、AREM-EPS 模式 12~36 h 预报效果不是很好的情况下,AREM-RUC 模式显示了其短时效临近预报的优势,其 3~27 h 预报对主雨带的位置、范围、强度预报均与实况较为吻合,能够在其他模式预报效果较差的情况下,为降水预报提供有价值的参考。

3.2 AREM-EPS 对 5 月 13 日强降水预报效果分析

图 5 给出了 2010 年 5 月 13 日 08 时至 14 日 08 时降水实况及对应的 AREM-EPS 降水预报及概率预报图。AREM-EPS 预报结果分四类,分别是控制预报、集合平均、降水概率和面条图,其中集合平均为集合预报各成员的平均降水预报场(图 5b、e、h),集合降水概率图为各量级降水预报的概率分布(图 5c、d、f、g、i、j),50 mm、100 mm 以上降水概率图能够指示强降水区和降水中心的概率分布,其中概率越高的区域即为

强降水最可能发生的区域。

2010 年 5 月 13 日 08 时至 14 日 08 时 24 h 实况强降水区位于湘赣-浙闽交界处,集合预报的 0~24 h 预报降水平均图与实况基本吻合,只是在广西北部预报略偏弱,50 mm 以上概率图,60%~80%以上概率主要分布在湘东北-赣北-闽北-浙南地区,其意义为,此处极有可能发生暴雨以上强降水,虽然预报范围较实况略偏窄,但其明显指示了实况暴雨带大部分的位置和范围,这对降水预报有重要的参考价值,100 mm 以上概率图上,可能发生大暴雨的地区为湘东北-赣北-浙闽交界处,30%以上的概率零散分布在这条带上,实况大暴雨发生在赣东北和赣东南,概率预报情况也较好。12~36 h 集合平均降水预报主雨带与实况也基本一致(在广西预报也偏弱),但对雨带内部的降水分布预报与实况存在差别,对江西降水预报明显偏弱,对湖南降水预报偏强(在湘北预报一大暴雨中心,

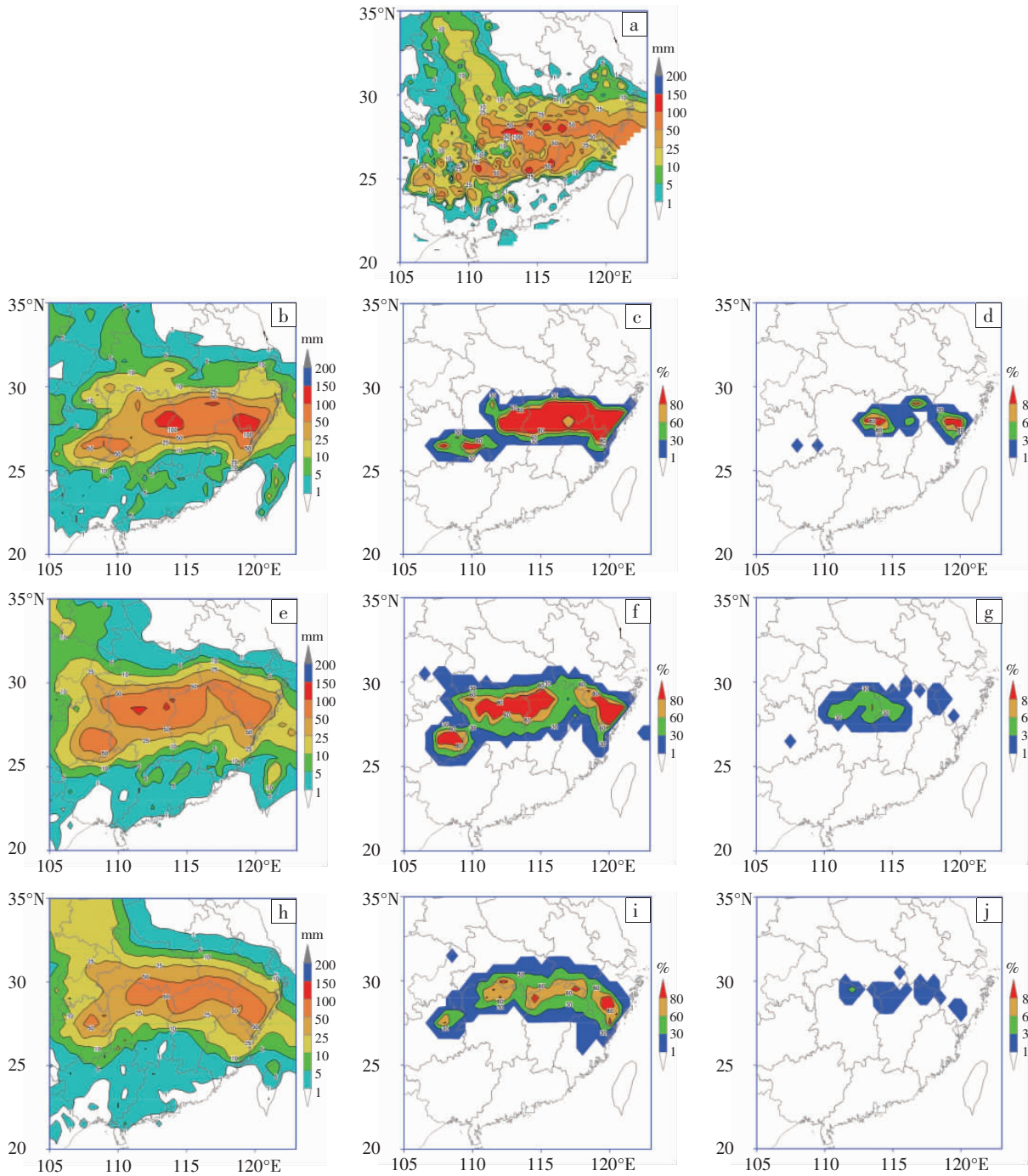


图 5 2010 年 5 月 13 日 08 时至 14 日 08 时降水实况(a)和对应 AREM-EPS 的 0~24 h(b)、12~36 h(e)、24~48 h(h)降水预报以及 AREM-EPS 的 0~24 h(c)、12~36 h(f)、24~48 h(i) 50 mm 以上降水概率,0~24 h(d)、12~36 h(g)、24~48 h(j)100 mm 以上降水概率分布图

实况湖南最大降水量级为暴雨), 50 mm 以上概率预报降水可能发生的位置、范围与实况基本一致, 只是漏报了湘赣两省南部的暴雨以上强降水, 100 mm 以上概率预报 60% 以上分布在湘北-赣西北, 实况在赣东北和赣东南。24~48 h 预报雨带总体偏北 2~3 个纬度, 但预报出东西向延伸, 南北跨度 5~6 个纬度, 东西跨度 7~8 个经度的暴雨带(图 5h、i、j)。此外, AREM 集合平均的 0~24 h 预报, 对五个过程均有较好的预报效果。总之, AREM 集合预报系统的降水集合平均

和概率预报的有机结合能够为天气预报提供很好的依据。

4 各模式日平均降水预报情况

从 5 月 5—23 日、5 月 5—7 日、5 月 8—11 日、5 月 12—15 日、5 月 16—20 日、5 月 20—23 日实况与各模式 0~24 h、12~36 h 预报的日平均降水图的对比分析可知: 总体上, 各模式对日平均雨带的位置、强度、范围均有明显的指示, 0~24 h 预报效果总体好于

12~36 h 预报效果,RUC 模式总体预报明显偏强。对应 5—23 日实况的 0~24 h 预报中,业务模式预报与实况较为接近(图 6)。对应 5—7 日实况的 0~24 h 预报中,业务模式、集合平均预报与实况较为接近,集合平均 12~36 h 预报效果也较好(图 7)。各模式 0~24 h 预报均报出 5 月 8—11 日华南地区东北-西南向的雨带,效果均较好,其中业务模式对强降水位置、范围的预报略好于其他模式(图 8)。对应 5 月 12—15 日实况的 0~24 h 预报中,集合平均预报效果较好(图 9)。各模式对 5 月 16—21 日、5 月 20—23 日日平均降水的预报效果均一般。总之,从 0~24 h、12~36 h 日平均降水预报情况分析看,业务模式表现较好,集合平均次之,这也从另一方面反映了业务模式对大雨以上量级即主雨带的较好预报效果。

5 结论与讨论

通过对 AREM 模式预报体系各成员在 2010 年 5 月华南强降水过程中的预报效果分析,得出以下结论:

1)从 T_s 评分看,集合平均 0~24 h 预报各降水量级评分总体高于其他模式,小雨-中雨量级评分在各预报时效均高于其他模式,大雨-大暴雨量级评分在短预报时效仍高于其他模式,但较长预报时效评分较低,12~36 h、24~48 h、36~60 h 的大雨量级业务模式评分较高,暴雨-大暴雨量级业务、集合平均评分相当。

2)从预报偏差看,业务模式各时效、各量级的降水预报范围均与实况较为接近,RUC 模式在 36 h 预报时效内,各量级预报范围均较实况偏大,且偏大程度随量级增大而增大,集合预报各时效小雨-暴雨量

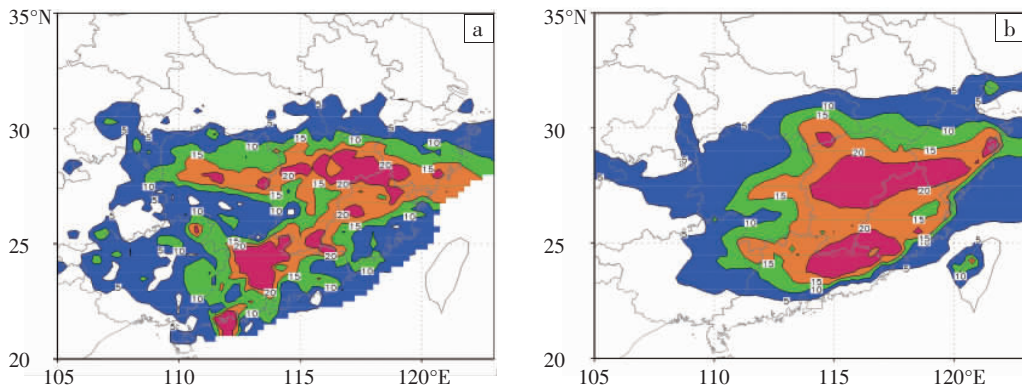


图 6 2010 年 5 月 5—23 日实况(a)与业务模式 0~24 h 预报(b)的日平均降水图(单位:mm)

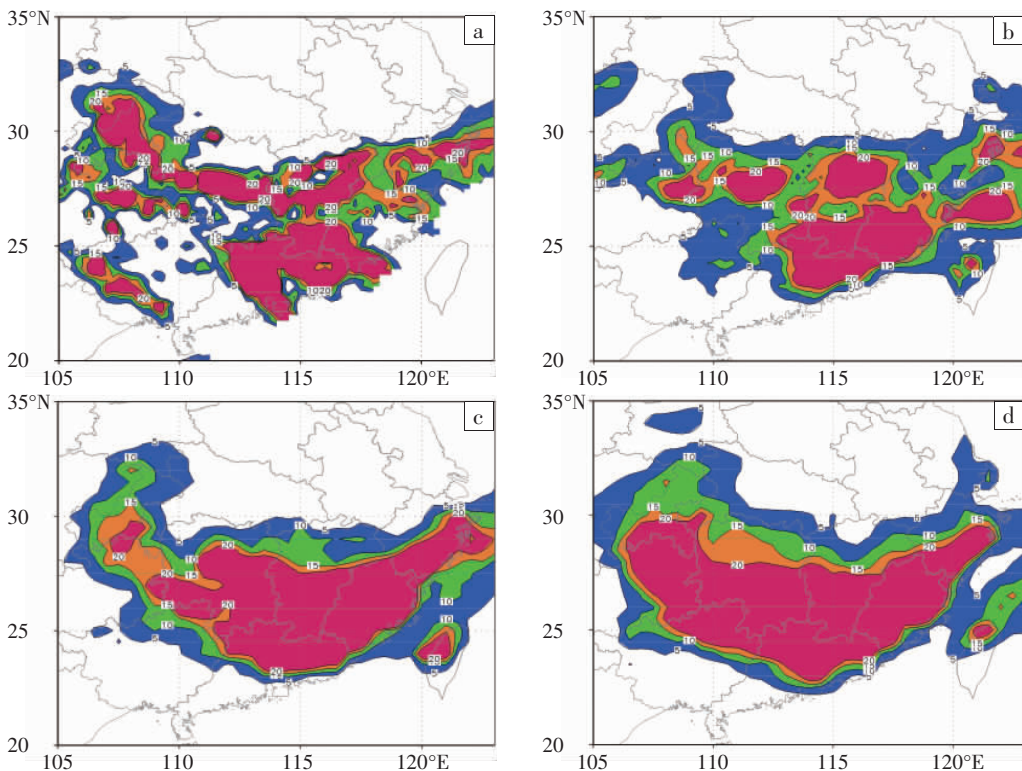


图 7 2010 年 5 月 5—7 日实况(a)与业务(b)、集合平均 0~24 h 预报(c)与集合平均 12~36 h 预报(d)的日平均降水图(单位:mm)

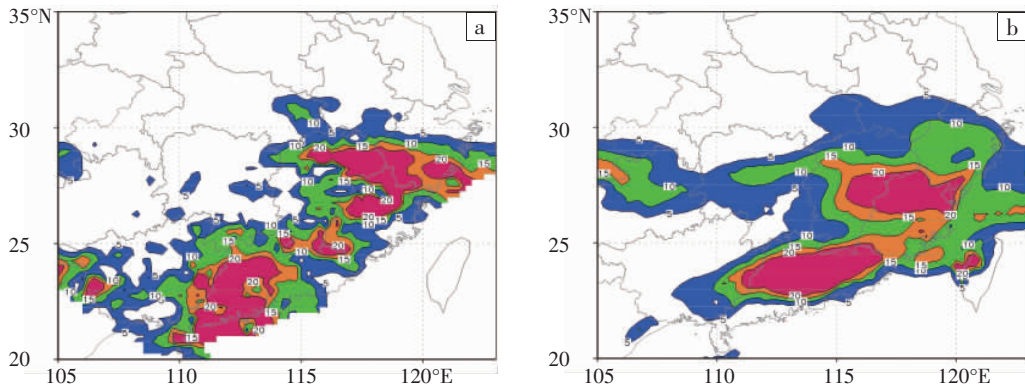


图 8 2010 年 5 月 8-11 日实况(a)与业务模式 0~24 h 预报(b)的日平均降水图(单位:mm)

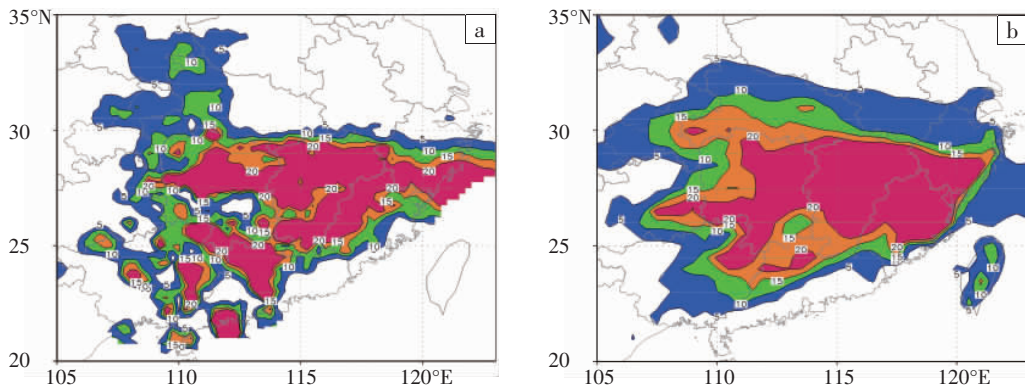


图 9 2010 年 5 月 12-15 日实况(a)与集合平均 0~24 h 预报(b)的日平均降水图(单位:mm)

级预报范围均较实况偏大,大暴雨量级各时效预报范围均较实况偏小,尤其是 24~48、36~60 h 较长预报时效,其预报范围明显较实况偏小。

3)AREM-RUC 模式具有提供短时效临近预报的优势,能够为降水预报提供更有价值的参考。

4)AREM 集合预报的降水集合平均和概率预报的有机结合能够为主雨带的分布及其中心位置的预报提供较良好的依据。

5)从日平均降水实况与预报图对比分析可知,总体上,业务模式表现较好,集合平均次之,这也从另一方面反映了业务模式对大雨以上量级即主雨带的较好预报效果。

参考文献:

[1] 公颖.2005 年 AREM 模式汛期试验结果检验分析[J].气象,2007,33(1): 88-93.

[2] 公颖. 2007 年汛期 AREM 模式降水预报效果检验分析[J].暴雨灾害, 2007,26(4):372-380.

[3] 公颖,李俊,廖移山,等. AREM 模式对 0604、0605 号台风的预报分析[J].气象科技,2008,36(1):8-14.

[4] 李俊,王明欢,公颖,等.AREM 短期集合预报系统及其降水预报检验[J].暴雨灾害,2010,29(1):30-37.

[5] 公颖,李俊.不同背景场条件下 AREM 模式预报效果评估分析[J].气象科技,2009,37(1):1-8.

[6] 肖玉华,何光碧,陈静,等.AREM 对 2008 年西南地区低温雨雪天气预报能力的检验[J].暴雨灾害,2009,28(2):152-156.

[7] 吴蓁,郑世林,李朝兴,等.T213 与 AREM 模式分级降水预报对比检验[J].气象与环境科学,2008,31(3):1-4.

[8] 吴秋霞,史历,翁永辉,等.AREMS/973 模式系统对 2004 年中国汛期降水实时预报检验[J].大气科学,2007,31(2):298-310.

[9] 王晓芳,徐明,闵爱荣,等. 2010 年 5 月我国南方持续性暴雨过程分析[J].暴雨灾害,2010,29(2):193-199.

(下转第 376 页)

- [2] 陈传雷,蒋大凯,孔令军.近 53 年辽宁雾的时空分布及成因分析[J]. 气象与环境学报, 2006,22(1):21-24.
- [3] 童尧青,银燕,许遐祯,等. 南京地区雾的气候特征[J]. 南京气象学院学报.2009,31(1):115-120.
- [4] 陈连友,李月英,曹秀芝,等. 秦皇岛地区雾天气气候特征及预报[J]. 气象,2009,35(12):126-132.
- [5] 郭刚,罗春田,郭玲. 辽西地区区域性大雾气候统计特征及预报[J]. 气象与环境学报,2006,22(3):7-10.
- [6] 洪国平,李银娥,罗学荣,等. 汉宜高速公路沿线城市大雾天气特征及预报模型[J]. 湖北气象,2004,23(1):41-43.

Analysis of the Climatic Characters and Origin of Mountain Fog in Enshi

LIU Jian, ZHOU Jian-shan, GUO Jun, LIU Ming-hao

(Enshi Meteorological Office of Hubei Province, Enshi 445000)

Abstract: Using the surface observation data from 1971 to 2007 and upper air observation data from 1980-2007 in Enshi, the spacial and temporal distribution of Enshi mountain fog and the distribution of related elements of different types of the fog were analyzed statistically. The results show the following: (1) Enshi mountain fog has an obvious local character and comes about owing to the different elevation and terrain. The fog distributes are more in the west area than in the east area as a whole. The central area of the fog presents like a belt from NNE to SSW. (2) On the different terrain the distribution of the fog is more obvious different. The distribution of the fog has a remarkable consistency relatively on the same terrain and same elevation. (3) The average fog day is 11.8-63.7 annually. The number of the fog day in the west area is more than that in the east area. There are two foggy center areas. (4) In the winter the number of fog day decreases as the altitude ascends, but in the summer the number increases as the altitude ascends. (5) The concentration of the fog is different obviously in the different seasons. The concentration of the fog on high-land is deeper than that on the low-land. (6) There are three types of Enshi mountain fog. They are radiation fog (77%), advection fog (16%), and front fog (7%). (7) The different types of fog have different boundary layer temperature, different humidity conditions and different horizontal and vertical distribution of wind.

Key words: Mountain fog; Orographic condition; Spatial and temporal distribution

(上接第 362 页)

The Forecast Effect Evaluation of AREM Prediction System for Successive Heavy Rain Courses in South China in May 2010

GONG Ying, LIN Chun-zhe, LI Jun

(Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074)

Abstract: In order to know the forecast effect and character of each member of AREM prediction system, the precipitation forecast of AREM prediction system for five successive heavy rain courses in South China in May 2010 were verified and assessed. The results show that every member of the AREM prediction system had good performance with its own forecast features. Operational model had better forecast effect for the location, range and intensity of the main rain belt. AREM-RUC had the advantage of nowcast in short time prediction. AREM-EPS could provide important reference to forecast the main rain belt and the rain center based on the organic combination of the ensemble average prediction and probable prediction.

Key words: AREM prediction system; Successive heavy rain courses in South China; Ensemble forecast