

2007 年夏季 GRAPES_MESO15 及 30km 模式对比检验

李 勇 王 雨

(国家气象中心, 北京 100081)

提 要: 对 2007 年 6—8 月两种 GRAPES 模式产品进行天气学检验。结果表明: GRAPES 模式对 7 月上旬淮河流域降水位置预报较为准确, 但两种模式对降水量值预报均偏小。在淮河流域强降水期, 两种模式对 500hPa 中高纬度平均槽脊的位置预报较为准确, 15km 模式对中低纬度印度半岛地区高度场预报更加准确, 且对副热带高压 588 线平均北界位置的预报好于 30km, 但两种模式对副热带高压西伸脊点的位置预报偏东。GRAPES 模式对 850hPa 温度趋势有较好的预报能力, 都能够准确预报出 850hPa 温度的转折, 15km 模式比 30km 模式预报更为接近实况。此外, 两种 GRAPES 模式对 0709 号台风的预报效果均不太理想, 台风邻近登陆前 850hPa 气旋性环流仍不清楚, 登陆后环流中心清楚, 但预报中心位置偏向西南, 路径预报存在偏差, 同时登陆前的台风中心附近风速明显偏小。

关键词: GRAPES 模式 性能检验 温度 降水 环流形势

Contrast Tests of 15 and 30 km GRAPES Model Products in Summer of 2007

Li Yong Wang Yu

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract: In order to improve the ability to use the products of GRAPES model, the 15 and 30km GRAPES model products in the whole summer of 2007 was verified. The results shows that the GRAPES models have good forecasting performance in aspect of predicting the position of precipitation, however, the two types of GRAPES models have the smaller precipitation intensity than the real observational precipitation at the Huaihe River Basin in

资助项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目“灾害天气精细数值预报系统及短期气候集合预测研究”之 01 课题“我国新一代数值预报系统 GRAPES 的应用开发”第五子课题“GRAPES 检验评估”以及“高分辨、非静力中尺度暴雨数值预报模式的发展及其预报系统的建立”共同资助

收稿日期: 2007 年 12 月 13 日; 修定稿日期: 2008 年 8 月 25 日

the first ten days of the July. The position of average trough and ridge is consistent with that of the analytic data at 500hPa geo-potential height field. The forecast efficiency of 15km model is better than that of the 30km model for the height field in Indian peninsula and western Pacific region. The position of north boundary of 5880 geo-potential meters is also close to the analysis field, but the western ridge spot of subtropical high is eastward in comparison with the analysis field. The temperature transitions at 850hPa are all reflected by the two types of GRAPES models, and the temperature simulated by the 15km model is close to observations. Some errors of GRAPES models were found in predicting path and intensity of typhoon SEPAT. The center of circulation is not evident before the SEPAT lands our main land and the wind speed is obviously small.

Key Words: GRAPES model performance examination temperature rainfall

引 言

GRAPES 模式是中国气象科学研究院开发的我国新一代具有自主知识产权的数值天气预报模式,该模式在非静力中尺度模式、三维变分资料同化、标准化、模块化、并行化模式程序软件等方面取得了突出成果,部分成果已在业务上得到了应用,具有良好的性能和发展潜力^[1-5]。2003 年以来,GRAPES 模式在发展中逐步得到完善与应用,通过各种物理参数化方案的设计,发展出了专门预报沙尘暴^[6-7]及台风^[8]等天气过程的业务模式。部分研究工作表明 GRAPES 模式对 2005 年长江流域灾害性天气过程显示了较好的预报性能^[9],使用该模式产品直接制作的淮河流域面雨量预报产品在实际工作中具有较高的参考价值^[10],对引起暴雨、暴雪等灾害性天气的系统也有较好的预报能力^[11-12]。但上述这些研究工作或是针对模式本身进行评价,或是针对某次天气过程进行分析,或是对某一区域天气进行检验,对于夏季平均状况的研究工作还很少。另一方面,已有的工作主要对某一种分辨率的 GRAPES 模式进行检验,而目前 GRAPES 模式有多种分辨率产品。为了进一步了解不

同分辨率 GRAPES 模式对我国夏季环流形势、天气系统及天气要素的短期预报能力,方便预报员在实际业务中使用该模式,本文将针对 2007 年我国东部地区发生的灾害性降水天气及对应大气环流、天气要素,检验比较 30km 和 15km 两种分辨率的 GRAPES 模式产品的预报性能。

1 资料

本文使用 2007 年 6—8 月不同分辨率(30km 和 15km)GRAPES 模式(GRAPES 模式初始场资料是 T213 模式前一个时次预报场)的数值预报产品进行天气学检验,检验 08 时(北京时)24 和 48 小时预报场预报性能,资料主要选用模式 500hPa 高度场、850hPa 温度场及风场。GRAPES 模式 30km(15km)资料分辨率为 0.3×0.3 (0.15×0.15)经纬度网格。为了便于比较,还用到了我国每日 08 时 24 小时降水量及高空探测资料。

2 结果分析

2.1 东部地区降水检验

为了检验异常降水时期对应的大尺度环流,首先给出 2007 年 6—8 月我国东部地区

(114~120°E) 纬向平均的降水时间-纬度剖面图(图 1)。从图 1a 实况观测可以看到,6 月份以来,我国东部地区降水存在明显的阶段性特征,6 月前半月 24°N 附近有一个降水大值区,中心值超过 50mm,对应降水主要发生在我国长江以南地区。针对这一主要降水时期,从 GRAPES 模式 24(图 1b、d)及 48(图 1c、e)小时预报场来看,降水位置预报的较为准确,24 小时降水强度预报较实况偏弱

较多。从模式不同分辨率资料来看,30km(图 1b、c)模式与 15km(图 1d、e)模式对降水位置和强度预报差别不大。6 月下旬开始,随着副热带高压的向北推进,降水中心相应向北移动,到达 33°N 附近,而淮河流域也随之出现强降水。6 月 29 日至 7 月 26 日淮河流域内平均降水量达到 465.6mm,发生了仅次于 1954 年的流域性大洪水。但是从预报来看,对于淮河流域的强降水,30km(图 1b、c)

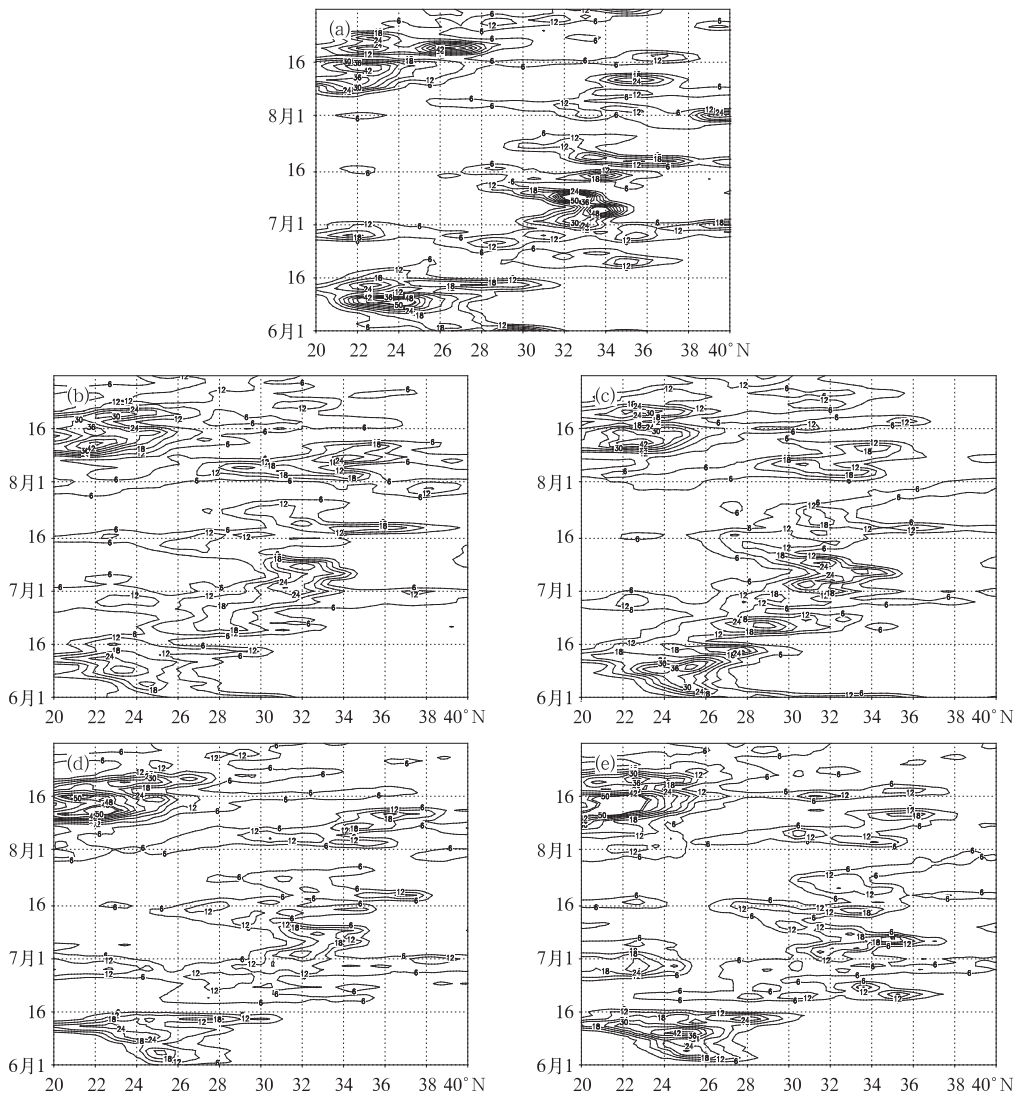


图 1 2007 年 6—8 月纬向平均(114~120°E)降水纬度-时间剖面图(单位:mm)

(a) 实际观测; (b、c): 30km 模式的 24 及 48 小时预报; (d、e): 15km 模式的 24 及 48 小时预报

和 15km(图 1d、e 的 GRAPES 模式无论是 24 还是 48 小时位置预报与实况较为接近,但强度预报均偏弱。进入 8 月以后,我国南方,特别是华南一带再次出现较强降水。30km 模式 24 小时及 48 小时预报的位置和强度均与实际观测较为一致,但 15km(图 1d、e)模式预报值略偏大。总体上,GRAPES 模式对于 2007 年夏季三次较为集中的降水过程具有较好的预报能力,对前两次降水的量值预报偏小,15km 模式对第三次降水过程量值预报略偏大。

2.2 500hPa 形势场检验

强降水的发生通常伴随着大尺度环流的异常,实际预报业务中对大尺度环流形势的预报直接影响具体天气要素的预报。由于 2007 年淮河流域强降水异常特征明显(图 1 中第二次降水过程),且造成了严重的洪涝,因此,下面主要针对淮河流域强降水时期的环流场进行检验。图 1a 中显示的淮河流域强降水主要发生在 6 月下旬至 7 月上旬,结合实际站点降水资料,我们选择 6 月 30 日至 7 月 9 日作为检验的主要时段。

图 2 是 6 月 30 日至 7 月 9 日淮河流域强降水发生最为集中的时期 500hPa 平均高度场,可以看到,105°E 附近贝加尔湖地区为宽广的高空脊,印度半岛地区为一个深厚的高空槽,120°E 副热带高压脊线位于 25°N 以北,西伸脊点已跃上我国大陆上空。高空脊前北方中高纬冷空气向东移动过程中逐渐南下,而此时南方有两支暖湿气流北上,一支气流来自印度半岛槽前西南气流,另外一支暖湿气流沿着副高外侧向淮河流域输送,淮河流域处于冷暖空气交汇地区,由于大气环流形势长期较为稳定,伴随北方冷空气一股股南下,淮河流域出现了几次强降水过程。

不同分辨率的 GRAPES 模式对这段时期的环流形势预报性能有差异,对于 30km

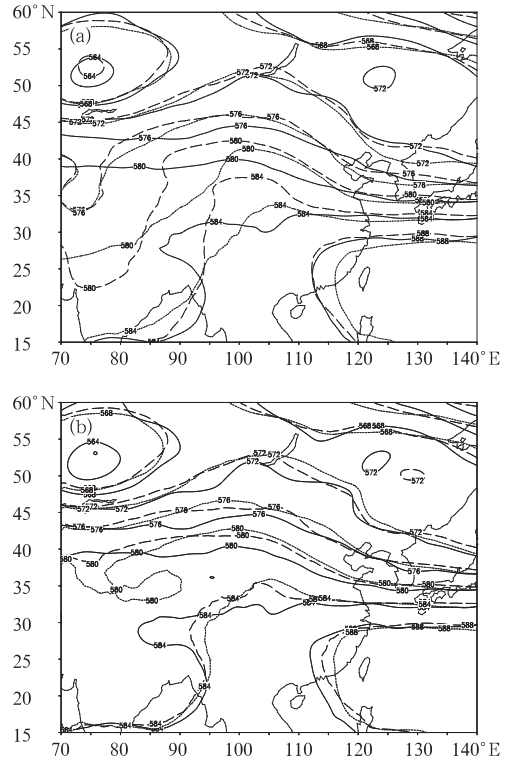


图 2 2007 年 6 月 30 日至 7 月 9 日 30km(a)及 15km(b)分辨率 GRAPES 模式 500hPa 平均高度场
单位:10gpm,实线为模式分析场,
虚线为 24 小时预报,点线为 48 小时预报

模式(图 2a),45°N 以北的中高纬地区 24 及 48 小时预报与分析场相比较为准确,特别是平均槽脊的位置预报较好,强度略偏强,对印度地区高度场预报误差较大,24 及 48 小时预报比分析场偏低,反映在图上是高空槽明显偏强。对副热带高压的 24 小时预报较为准确,588 线与对应分析场较为吻合,48 小时预报副高 588 线偏南,西伸脊点偏东。15km 模式(图 2b)对中高纬度平均槽脊位置预报同样较为准确,与 30km 模式相比,对印度半岛地区的高空槽的预报效果有明显改善,对副热带高压北界预报效果好于 30km,但西伸脊点同样偏东,这与徐双柱等^[13]的分析结果一致。总体上,两种分辨率的模式对中高纬度平均槽脊的预报性能相近,对槽脊位置

预报准确,强度略偏强,但对中低纬度系统预报性能有差异,15km 模式对印度半岛地区高度场预报明显好于 30km 模式,对副热带高压 588 线北界位置预报也比 30km 模式准确,但两种分辨率模式对副高西伸脊点的预报均较模式分析场偏东。

2.3 850hPa 温度预报检验

温度是人们时常关注的一个重要气象因子,2007 年夏季,我国出现了大范围高温伏旱天气。6 月份全国平均气温比常年偏高 1°C ,7 月至 8 月上旬,江南、华南等地出现大范围持续高温天气,与常年相比,大部分地区高温日数偏多 5~15 天,造成严重的干旱。由于地表面温度与对流层低层的温度关系密切,实际预报业务中,进行地面温度预报时,低层 850hPa 温度是一个重要的参考依据,因此,有必要对 GRAPES 模式预报的 850hPa 温度进行检验。为了增加分析的客观性,文中除进行不同分辨率模式比较外,还将模式预报场与实际高空探测资料进行对比分析。

为了有针对性地检验 GRAPES 模式对 850hPa 温度的预报性能,选择全国 77 个具有连续探测资料的探空站,首先计算各站点 6—8 月温度日际方差,方差越大表明温度的日变化相对也越大,再结合站点地理位置,最终选择其中的 10 个站点进行分析,同时采用双线形插值方法将不同分辨率模式产品分别插值到相应站点,与探空站点实际观测温度进行对比分析。

2007 年夏季我国南北方温度变化存在显著差异(图 3)。一方面,北方站点温度日变化明显大于南方站点,反映在图中温度曲线波动较大,对应温度日方差都较大,新疆、黑龙江等地的站点日方差在 20°C 左右,明显

大于其它地区温度的方差。而位于东南沿海一带的站点温度日方差相对较小,温度曲线较平直,变温幅度相应也较小。另一方面,温度变化呈现区域性的特点,地理上相近的站点往往温度趋势较为一致,降温升温日期也相近,表明温度变化受到天气尺度系统的影响较大。如新疆、甘肃等西北地区的站点(图 3a、b)、东北地区黑龙江、内蒙古等地站点(图 3c、d)、南方等地站点(图 3i、j)温度变化都具有较好的一致性。

从 GRAPES 模式预报的情况来看,模式对全国各站点的温度趋势预报与实况较为吻合,对于夏季由于冷空气的活动造成的降温有较好的预报能力,但不同分辨率的模式预报效果不同。15km 模式 24 小时预报与实况更为接近,温度曲线峰谷值位相对应较一致。值得注意的是东北、内蒙古地区部分站点的预报与实况误差非常小,显示出模式对该地区温度具有较好的预报性能,而陕西、重庆等地的站点存在系统性偏差,两种分辨率模式 24 小时预报比实况观测温度偏高,但趋势预报仍然较为准确。GRAPES 模式对 850hPa 温度的 48 小时预报性能与 24 小时相近(图略)。

总体上来看,GRAPES 模式对于 850hPa 温度有较好的预报性能,基本上能够准确预报出温度的转折,即使对于陕西、重庆等地区站点 24 小时温度预报存在系统性偏高现象,但温度趋势预报依然较为准确。从预报时效考虑,24 小时预报准确性明显高于 48 小时预报。不同分辨率模式比较而言,15km 模式对 850hPa 温度预报更加准确。10 个站点实况观测与模式 24 小时预报场平均相关系数高于实况与 48 小时预报场相关系数,15km 模式比 30km 模式预报更加准确,其实况与预报场相关系数更高(表 1)。

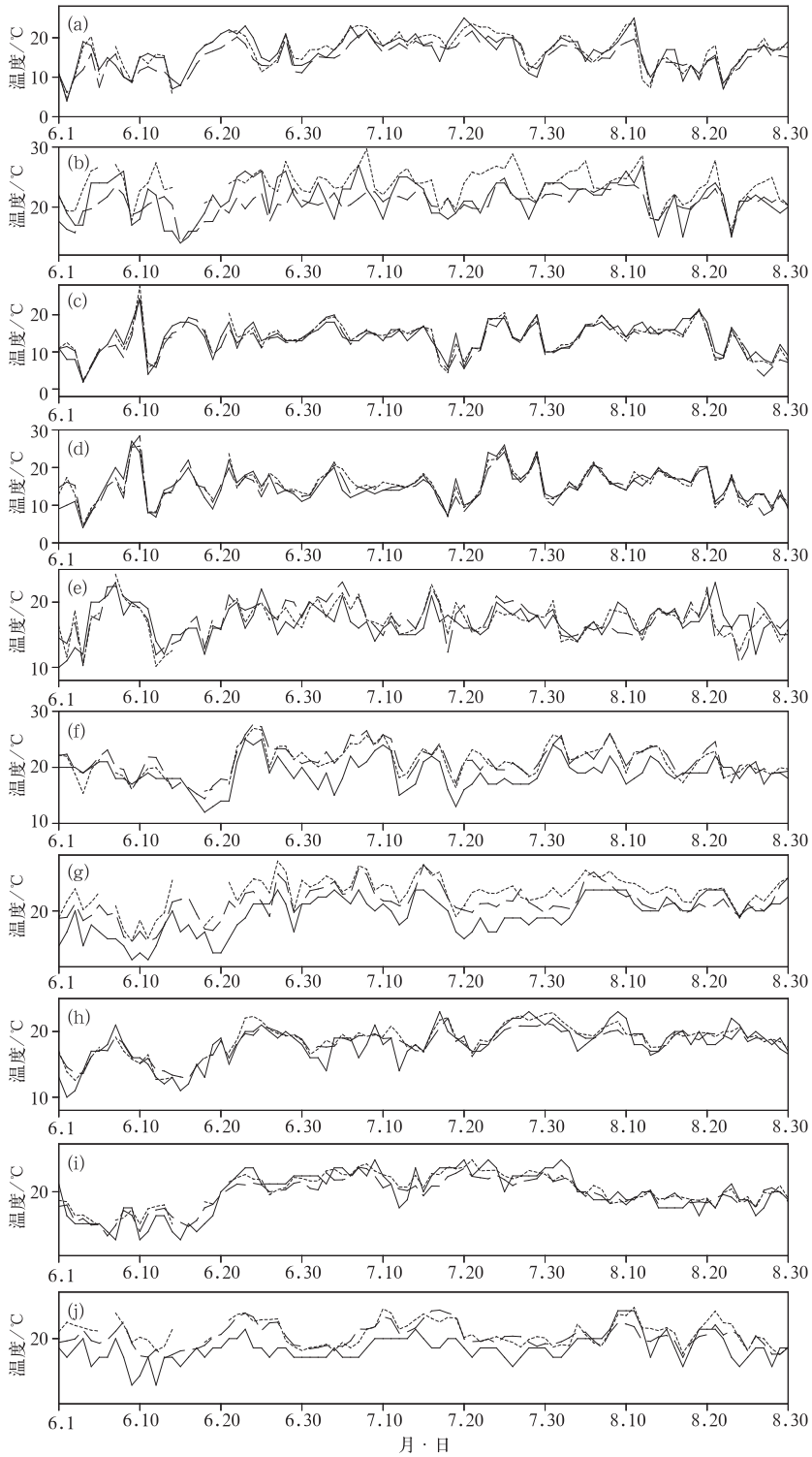


图 3 2007 年夏季全国 10 个站点实况与 GRAPES 模式 24 小时预报时间序列
图中实线为高空观测,长虚线为 30km 分辨率,短虚线为 15km 分辨率
图中左上角 a···j 分别表示 10 个站点

表 1 实况观测与 GRAPES 模式(15km 和 30km 分辨率)24 小时及 48 小时温度预报相关系数

站点	24 小时预报		48 小时预报	
	30km	15km	30km	15km
51076	0.86	0.89	0.82	0.86
52418	0.63	0.69	0.68	0.76
50557	0.91	0.93	0.80	0.82
50834	0.89	0.92	0.82	0.83
54401	0.53	0.64	0.52	0.53
57131	0.77	0.75	0.52	0.59
57516	0.79	0.82	0.54	0.64
58150	0.86	0.85	0.71	0.72
58665	0.91	0.90	0.87	0.86
59023	0.53	0.62	0.37	0.36
平均	0.768	0.801	0.665	0.679

2.4 0709 号台风圣帕环流场检验

夏季,台风是影响我国的一个重要天气系统,2007 年 6—8 月有 4 个台风登陆我国,其中 0709 号台风圣帕对我国造成的影响最大,下面对该台风进行 GRAPES 模式预报检验。由于该台风 8 月 18 日凌晨和 19 日凌晨先后在我国台湾省花莲市秀姑峦溪口沿海及福建省惠安县崇武镇附近沿海登陆,为便于比较登陆前后模式对台风强度及位置的预报能力,选择 8 月 17 日 08 时、18 日 08 时以及 19 日 08 时三个时次进行分析。

17 日 08 时圣帕位于我国台湾省东南方洋面上,从 GRAPES 模式 24 小时预报场上来看,我国广东省沿海一带以及 129°E 低纬度地区存在两个气旋性环流,但台风中心附近的气旋性环流并不清楚,表明在台风登陆前,模式对台风环流的预报存在较大误差。事实上,从台风登陆前模式的初始场(图略)可以发现,模式的初始场本身也没有明显的台风环流,从而使 24 及 48 小时预报场的台风环流不是很清楚,而初始场台风环流不清楚可能是由于登陆前可利用的海洋上观测资料较少造成的。18 日 08 时,台风已经登陆台湾岛,相对于 17 日,此时已经能够看到较

为清楚的环流中心,只是中心位置较实际位置偏南,即台湾岛南部沿海一带有一个气旋性环流中心。到了 19 日 08 时,台风中心已经位于我国福建境内,从模式风场上可以清晰地看到台风环流,但环流中心位置依然偏西南方向。对于不同分辨率的模式,24 小时预报场模拟的环流形势较为一致,表明两种分辨率模式对低层风场的 24 小时预报比较接近。

综合以上情况,台风登陆前,由于模式初始台风环流场不清楚,两种分辨率的 GRAPES 模式对 0709 号台风 24 小时环流预报场模拟的效果均不好。在登陆后随着资料的增加,情况有所改善,台风环流逐渐清晰。越靠近我国大陆,台风中心位置也越接近实际位置,但位置始终偏南或偏西南,这表明两种分辨率的 GRAPES 模式对台风的路径预报可能存在一定的误差。此外,从强度来看,台风登陆前一般较强,登陆后由于地面摩擦等因素的影响,通常台风迅速减弱,这一点可以从 EC 模式分析场上看到,但从 GRAPES 模式预报场情况来看,从 17 日至 19 日,台风环流中心风速在不断加强,而 19 日 08 时台风中心风速与实际风速接近。这表明当台风位于距离我国大陆较远的海洋上时,模式模拟的台风中心风速明显偏小,误差也较登陆后明显偏大。

3 结 论

(1) GRAPES 模式对 2007 年夏季我国东部大范围降水具有较好的预报能力,特别是对雨带的季节性变动预报较为准确,能较为准确地预报淮河流域的降水位置,但两种分辨率模式对降水强度的预报比实况偏弱。

(2) GRAPES 模式对淮河强降水发生时期 500hPa 高度场的预报性能随纬度变化存在差异,整体上 45°N 以北的中高纬地区预报

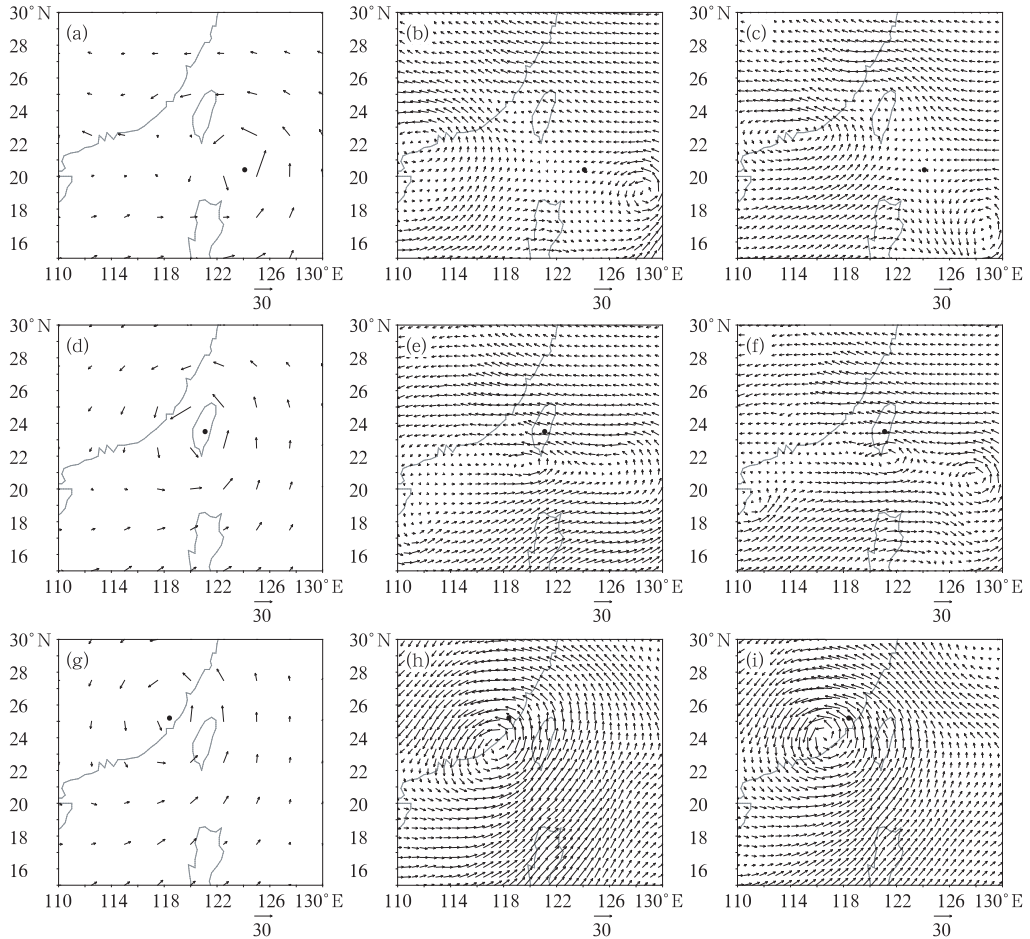


图 4 2007 年 8 月 17 日(a,b,c)、18 日(d,e,f)和 19 日(g,h,i)850hPa 风场
(a,d,g)为 EC 模式分析场;(b,e,h)为 30km 分辨率 24 小时预报;(c,f,i)为 15km 分辨率 24 小时预报
图中小圆点表示台风中心位置,取自中央气象台的台风定位信息

较为准确,主要长波槽脊位置偏差较小。在中低纬,15km 模式对印度地区高度场预报明显好于 30km 模式,且对副热带高压 588 线北界位置预报更加准确,但两种分辨率模式预报的副高西伸脊点位置均偏东。

(3) GRAPES 模式对于 850hPa 温度有较好的预报性能,基本上能够准确预报出温度的转折。相比较而言,15km 模式预报效果比 30km 模式的效果好。24 小时预报比 48 小时预报偏差小,预报更为准确。

(4) GRAPES 模式对 0709 号台风圣帕的预报在台风登陆前后均存在误差,但在登

陆前的误差明显大于登陆后的误差,在台风距离我国大陆较远的海洋上时,台风中心位置较实际位置偏向西南方向,中心附近风速也明显偏小。此外,两种分辨率模式的结果差异不大。

参考文献

- [1] 陈德辉,沈学顺.新一代数值预报系统研究进展[J].应用气象学报,2006,17(6):773-777.
- [2] 沈元芳,胡江林. GRAPES 模式中的坡地辐射方案及其对短期天气过程模拟的影响[J]. 大气科学,2006,30(6):1129-1137.

- [3] 张华,薛纪善,庄世宇,等. GRAPES 三维变分同化系统的理想试验[J]. 气象学报,2004,62(1):31-41.
- [4] 黄丽萍,伍湘君,金之雁. GRAPES 模式标准初始化方案设计与实现[J]. 应用气象学报,2005,16(3):374-384.
- [5] 伍湘君,金之雁,黄丽萍,等. GRAPES 模式软件框架与实现[J]. 应用气象学报,2005,16(4):539-546.
- [6] 李耀辉,赵建华,薛纪善,等. 基于 GRAPES 的西北地区沙尘暴数值预报模式及应用研究[J]. 地球科学进展,2005,20(9):999-1011.
- [7] 赵建华,李耀辉. GRAPES_SDM 沙尘模式应用及存在的问题[J]. 干旱气象,2006,24(1):7-13.
- [8] 朱振铎,端义宏,陈德辉. GRAPES-TCM 业务试验结果分析[J]. 气象,2007,33(7):44-54.
- [9] 叶成志,欧阳里程,李象玉,等. GRAPES 中尺度模式对 2005 年长江流域重大灾害性天气过程预报性能的检验分析[J]. 热带气象学报,2006,26(4):393-399.
- [10] 朱红芳,王东勇,朱鹏飞,等. GRAPES 模式在淮河流域面雨量预报中的应用[J]. 气象,2007,33(3):76-82.
- [11] 伍红雨,陈德辉. 应用 GRAPES 模式对贵州暴雨过程的模拟试验[J]. 气象,2006,32(12):29-35.
- [12] 宗志平,刘文明. 2003 年华北初雪的数值模拟和诊断分析[J]. 气象,2004,30(11):3-7.
- [13] 徐双柱,张兵,谌伟. GRAPES 模式对长江流域天气预报的检验分析[J]. 气象,2007,33(11):65-71.