

AREM 模式对 0604、0605 号台风的预报分析

公颖 李俊 廖移山 张兵

(中国气象局武汉暴雨研究所, 武汉 430074)

摘要 对 2006 年 7 月中下旬由西太平洋地区生成, 登陆我国, 并对我国造成严重影响的强热带风暴“碧利斯”(0604 号)和台风“格美”(0605 号)的基本情况做了详细的总结, 并基于武汉暴雨所 AREM(Advanced Regional Eta Model)模式预报的 700 hPa 流场、900 hPa 风场及降水量场, 就模式对台风登陆时间、登陆地点、移动路径及其引发的附近最大风力和降水过程的预报情况做了分析。结果表明:“碧利斯”达强热带风暴强度, 于 7 月 14 日 12:50 在福建霞浦登陆, 后西行, 造成位于 21°N 以北、28°N 以南东西向的带状雨区, “格美”为台风强度, 于 7 月 25 日 15:50 在福建晋江围头镇登陆, 后西行, 造成华东地区近西南—东北走向的雨带, 两台风给沿途及附近省份造成严重的气象灾害和人、财损失; AREM 模式总体上对两台风附近最大风速, 风雨带的基本位置、形态、走势、强度预报较好, 对一些强降水中心的预报较为理想, 但多数强中心的预报与实况存在位置和强度上的偏差; 模式对于台风登陆时间和地点的预报较好, 偏差较小, 对于两台风西行走势的预报也基本符合实况, 但也存在一定的预报位置偏差。

关键词 AREM 模式 台风 预报

引言

台风是威胁人类正常生产生活和生命财产的重要自然灾害之一^[1], 我国深受由西太平洋地区生成台风的影响, 历年都因此造成人民生命财产及国家经济的重大损失^[2, 3]。2006 年也是受台风影响较大的一年, 到 2006 年 8 月中旬由西太平洋生成并编号的热带风暴及台风共 11 个, 其中 7 个已登陆我国, 分别为 0601 号“珍珠”、0602 号“杰拉华”、0603 号“艾云尼”、0604 号“碧利斯”、0605 号“格美”、0606 号“派比安”、0608 号“桑美”, 8 个已对我国造成影响(包括 0609 号“宝霞”)。本文选取给我国带来严重影响的 0604 号强热带风暴“碧利斯”和 0605 号台风“格美”两个过程, 就武汉暴雨所 AREM 模式对这两次台风过程的移动路径和引发降水的预报情况进行了分析和总结, 研究其预报得失, 有利于今后对台风预报的改进。

1 强热带风暴“碧利斯”、台风“格美”基本情况

0604 号强热带风暴“碧利斯”, 7 月 9 日 14:00 (北京时, 下同)在菲律宾以东洋面(136.8°E, 13.5°N)生成, 生成后朝西北方向移动, 7 月 11 日 14:00 加强为强热带风暴, 7 月 14 日 12:50 以强热带风暴强度在

福建省北部霞浦沿海登陆, 中心气压 985 hPa, 中心风速 28 m/s, 继续沿西北偏西方向移动, 14 日 19:00 中心位于赣闽交界(116.3°E, 26.8°N), 中心气压 989 hPa, 中心风速 28 m/s, 15 日中心位于江西南部, 强度减弱, 08:00 中心位于(114.4°E, 26.1°N), 中心气压 997 hPa, 中心风速 18 m/s, 09:00 停止编号, 下午在江西西部减弱为热带低压, 16 日强度继续减弱, 08:00 中心位于湖南, 20:00 闭合低压消失, 以后以倒槽形式影响西南地区东部, 7 月 13~18 日给沿移动路径及其邻近的省份带来强降水, 并造成狂风、暴雨、山洪、滑坡、泥石流等严重的灾害。据统计, 截至 7 月 24 日 16:00, “碧利斯”引发的浙江、福建、江西、湖南、广东、广西 6 省区洪涝灾害, 已造成死亡 612 人, 失踪 208 人, 紧急转移安置 306.8 万人, 仅浙闽两省直接经济损失 40 亿元。

0605 号台风“格美”于 7 月 19 日下午在菲律宾以东洋面生成, 分别于 7 月 20 日下午和 21 日上午加强为强热带风暴和台风, 7 月 25 日 15:50 在福建晋江围头镇沿海登陆, 登陆时中心气压 989 hPa, 中心附近最大风力达 12 级(33 m/s), 向西北方向移动, 17:00 减弱为强热带风暴, 至 26 日 00:00, 强度维持, 中心气压 997 hPa, 中心风力 18 m/s, 中心位

于闽南地区(116.1°E, 24.8°N),以后在西移过程中减弱,26日03:00停止编号,27日中心移至湖南南部并向广西北部移动,28日08:00中心位于桂西北,20:00以后闭合低压消失,减弱为台风倒槽,造成25~28日我国华东南地区强降水过程。“格美”给沿途省市也带来较为严重的人员伤亡和经济损失,据不完全统计,“格美”造成安徽省7人死亡,63万人受灾,造成广东省5人死亡,97470 hm²农作物受灾,全省直接经济总损失12.69亿元。

2 两台风引发的降水实况

随着“碧利斯”的经过,浙、闽、赣、湘、两广及滇等省份发生强烈的降水过程,7月14~18日,浙闽沿海、广东、广西、湘赣南部等大范围地区普降暴雨,14日广东省惠阳站24 h降水量达217 mm,五华站208.7 mm,15日闽南的漳州站雨量261.4 mm,湘南的永兴、郴州、宜章及粤西北的连县24 h雨量均在200 mm以上,16日桂南钦州站雨量183.7 mm,17日桂南灵山站雨量159.9 mm。

“格美”也给浙、闽、赣、湘、两广、滇几省带来了强降水天气,7月25日粤东北五华站降水量达

167.8 mm,26日粤东北连生站雨量156.8 mm、南雄站155.1 mm,赣南的龙南、定南、寻乌等站降水也超过100 mm,27日,粤西南罗定站降水量达160.3 mm,桂东南玉林站降水131.9 mm。

图1为“碧利斯”和“格美”的过程日平均降水量分布图,时间分别为7月13~18日和7月25~28日。由图1a可知,强热带风暴“碧利斯”引发的降水集中在21°N以北、28°N以南东西走向的带状区域,暴雨以上量级占雨带近一半的面积,过程日平均降水在50 mm以上的强中心共有5个,分别位于福建中部和东南沿海,湘东南与粤、赣交界处,以及桂东南的两块区域。由图1b可知,台风“格美”引发的降水主要分布在桂东—粤—闽东—湘中部南部—鄂中部、东南—豫东南部,一个近西南—东北走向带状区域,日平均降水在50 mm以上的3个中心,分别位于粤东北部、湘东南部和桂粤交界的沿海地区。如前所述从登陆时中心风力和气压看,“碧利斯”和“格美”强度差不多,但从引发的降水过程持续时间和暴雨区面积及强度等方面看前者强于后者,另一方面“格美”虽然路径较“碧利斯”偏南但却影响了较北区域的强降水,相比之下“碧利斯”的影响偏南偏西。

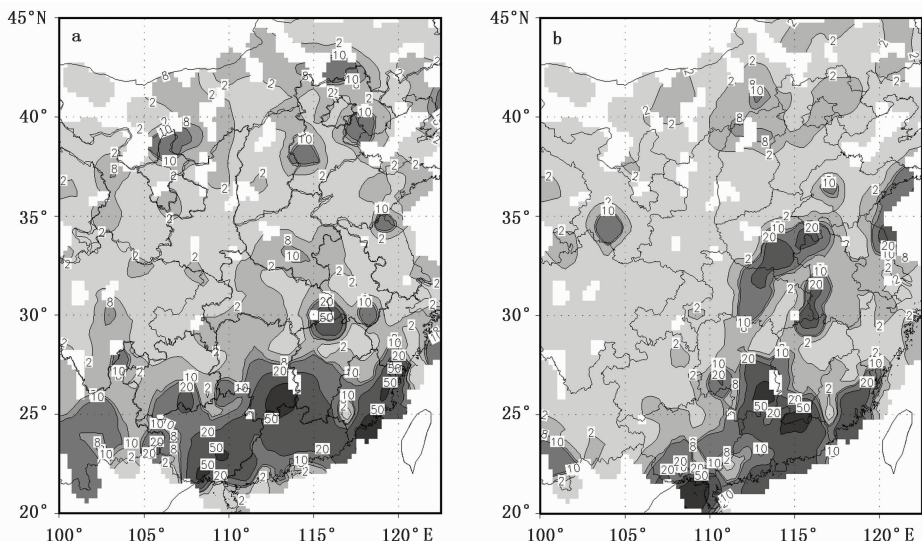


图1 2006年7月13~18日“碧利斯”(a)和25~28日“格美”(b)降水过程实况日平均降水(单位:mm,下同)分布

3 模式对台风的预报情况

3.1 模式对台风降水的预报情况

3.1.1 预报降水与实况降水情况对比分析

从2006年7月13~18日每天实况降水与模式

预报降水(图略)对比来看,模式较好的预报了主降水带从浙闽沿海(13日),扩展到浙—闽—粤北—赣南—湘东南地区(14日),后演变为闽沿海—两广—湘东南—赣南雨带(15日)、两广—湘南雨带(16日)、桂—黔—滇雨带(17日),最后收缩减弱为云南

地区中到大雨为主的雨带的发展演变过程。对于暴雨中心,模式准确的预报了7月14日粤东北五华站附近的强降水中心,位置和量级均与实况相吻合(图略),对7月15日位于闽东南漳州附近超过200 mm强降水中心的预报也较为准确(图2),此外对于湘东南郴州附近超过150 mm强降水中心的预报也较好,对其他暴雨中心的强度和位置模式也都有一定程度的预报,只是与实况有一定的偏差。

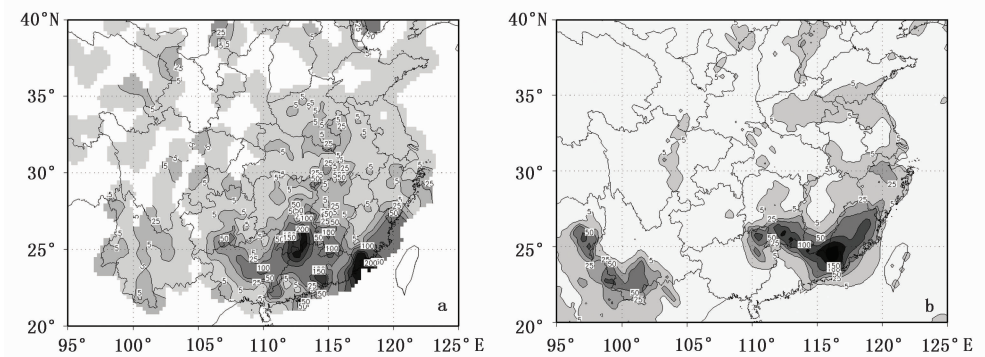


图2 2006年7月15日实况(a)与模式预报(b)降水

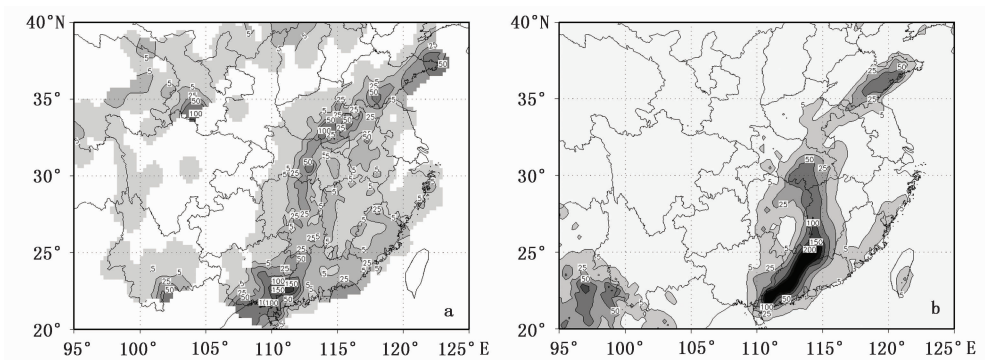


图3 2006年7月27日实况(a)与模式预报(b)降水

图4a,b分别为“碧利斯”和“格美”过程AREM模式日平均降水预报图。分别与图1a,b对比来看,对于“碧利斯”降水过程,模式预报出了台风一路西行造成的东西向的强降雨带,也较好的预报出了前述闽东沿海两个过程日平均降水在50 mm以上的中心,对桂东南北侧的一个50 mm以上的降水中心预报稍偏北,但对南侧的中心以及湘东南降水中心没有预报出来;对于“格美”降水过程,模式对降水集中在东南沿海,呈西南东北走向的形势有较好的预报,对粤东北的过程日平均降水在50 mm以上的强降水中心预报偏东偏北,桂粤交界南部沿海地区的强

从2006年7月25~28日降水的逐日预报情况(图略)看,模式对台风“格美”降水的预报效果不如对“碧利斯”降水的预报,其中25~26日的预报效果较差,模式对雨带有一定程度的把握,但位置和强度与实况相差较大,27~28日,模式对于东北西南向狭长延伸的雨带的预报情况与实况较为符合,对于主暴雨中心位置和强度的预报与实况也较为一致(图3)。

中心预报偏南,而湘东南强中心没有预报出来,此外,对湘南强降水及长江中游的倒槽降水预报强度也偏弱。但总体上讲,模式对两台风雨带的基本位置、形态、走势、强度均有一定程度的把握。

3.1.2 台风降水过程预报评分情况

预报的网格资料通过双线性方法插值到观测站点,进行站点对站点的评分,采用全国400个基本站的站号表。

雨量等级划分:小雨: ≥ 0.1 mm;中雨: ≥ 10 mm;大雨: ≥ 25 mm;暴雨: ≥ 50 mm;大暴雨: ≥ 100 mm。评分中将降水实况资料中微量降水(实况降

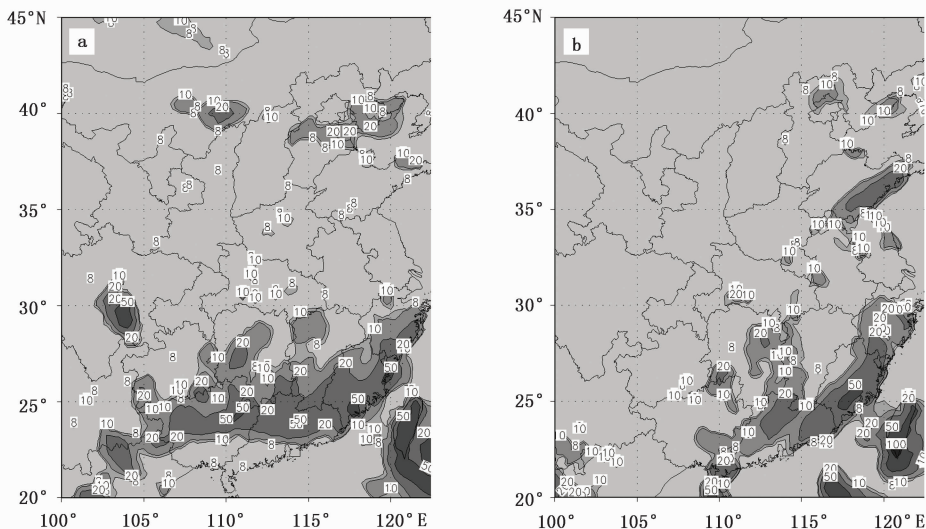


图 4 2006 年 7 月 13~18 日“碧利斯”(a)和 7 月 25~28 日“格美”(b)降水过程模式预报日平均降水分布

水资料中 0 mm 降水)赋值 0.1 mm,这样小雨量级的预报评分也就是晴雨预报评分。对这两次台风降水过程仅做 TS 评分和预报偏差的统计。

$$\text{TS 评分: } \frac{\sum_{d=1}^n N_A}{\sum_{d=1}^n (N_A + N_B + N_C)} \times 100$$

$$\text{预报偏差: } \frac{\sum_{d=1}^n (N_A + N_B)}{\sum_{d=1}^n (N_A + N_C)}$$

其中 N_A 表示预报时段内在检验区域内预报和实况降雨量都出现在某一降水等级内的站点数,即预报命中的站数; N_B 表示预报出现而实况未出现的站点数,即空报的站数; N_C 表示未预报而实况出现的站点数,即漏报站数, d 表示评分天数(1, ..., n)。

根据过程降水时间分布特点,对“碧利斯”过程评分选取 7 月 13~18 日的 6 天时间,对“格美”过程的评分选取 7 月 25~28 日的 4 天时间。

根据雨带分布特点,对“碧利斯”降水过程评分区域选为(100°~123°E, 18°~29°N),因“格美”降水过程主雨带较为偏东,所以评分区域选为(105°~123°E, 18°~29°N)。

从图 5a, b 看, AREM 模式对于“碧利斯”和“格

美”降水过程的晴雨预报 TS 评分基本在 60 以上,最高达 70 以上,对中雨以上量级降水预报的 TS 评分基本在 20 以上,最大超过 40,说明模式对于雨带的总体预报较为准确,在大到暴雨以上量级模式对“碧利斯”降水的预报好于对“格美”降水的预报,前者 TS 评分在 12 以上,后者大雨以上量级 TS 评分明显小于前者,特别在暴雨以上量级“格美”降水预报 TS 评分明显降低,而大暴雨以上量级两过程降水 TS 评分又近乎在同一水平上(除 0~24 h 预报,“格美”过程 TS 评分明显高于“碧利斯”过程 TS 评分),说明模式对“碧利斯”过程强降水中心的把握好于对“格美”过程降水中心的把握。

图 6 为“碧利斯”和“格美”过程模式降水预报偏差,从图中可知,对于“碧利斯”降水过程,小雨以上量级偏差均在 1 附近,而量级越高偏差基本呈随之减小趋势,说明模式总体对台风降水把握可以,但对强降水估计不足;对于“格美”过程,小雨以上量级偏差均大于 1,中到大雨以上量级偏差也在 1 附近,只是暴雨到大暴雨偏差有所减小(12~36 h 预报除外),说明模式对此过程降水估计强于对“碧利斯”降水过程的估计,模式对小雨到大雨量级的估计较好,但对暴雨、大暴雨以上量级降水还是估计不足。

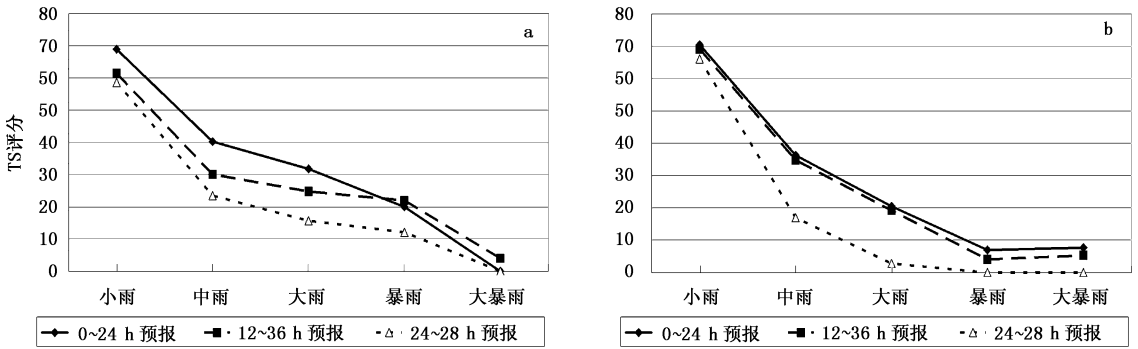


图5 “碧利斯”(a)、“格美”(b)过程降水预报 TS 评分

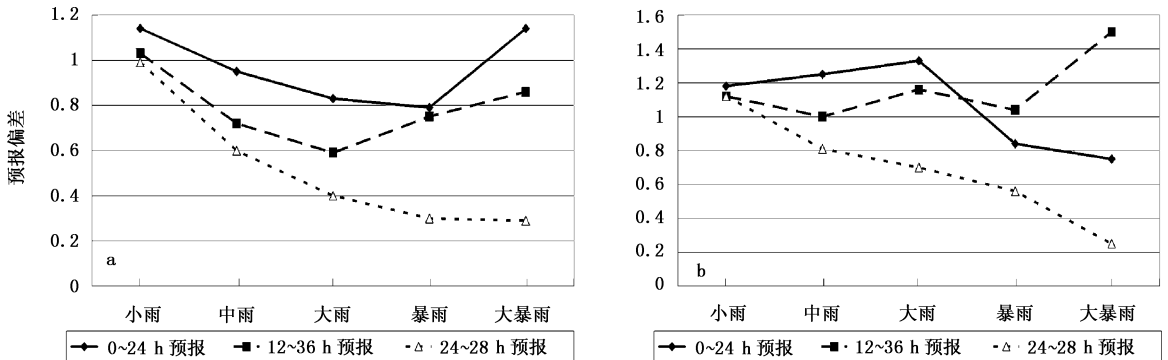


图6 “碧利斯”(a)、“格美”(b)过程降水预报偏差

3.2 模式对台风附近最大风力的预报情况

将模式输出的台风中心附近最大风速与实况台风最大风速做比较(表1),可知模式预报风速与实

况基本接近,平均相差2~4 m/s(除“格美”过程的26日20:00,相差7 m/s外),说明模式对台风附近最大风力的预报情况较好。

表1 实况与模拟台风中心附近最大风力

	14日 12:00	14日 14:00	14日 16:00	14日 18:00	14日 19:00	15日 00:00	25日 19:00	26日 08:00	26日 20:00	27日 14:00	27日 18:00	28日 00:00
实况	20	20	20	20	20	18	20	20	20	20	20	20
模拟	18	18	18	18	18	18	24	22	27	20	20	22

注:模拟风力用前一日20:00预报的900 hPa风速代表。

4 模式对台风移动路径的预报情况

两台风的移动路径如前所述,两者的移动方向相似,均是在华南地区西行,“格美”路径较“碧利斯”略偏南,图7给出两台风的实况路径及模式预报路径,表2、3分别给出两台风中心预报位置与实况位置距离偏差,模式预报台风中心位置根据前一日20:00起报的700 hPa流场预报场的环流中心确定。由图可见模式对两台风登陆后西行的总体趋势预报较好,移速跟实况相差不大,但存在一定的偏差,如表2、3所示,“碧利斯”台风中心位置预报偏差

平均约200 km,“格美”台风中心位置预报偏差平均约250 km,相比之下前者偏差变化较稳定,路径跟实况较接近,后者预报位置偏差变化较大,路径在实况轨迹附近波动较大。

“碧利斯”于7月14日12:50在福建省北部的霞浦登陆,“格美”在7月25日15:50在福建省南部的晋江围头镇登陆,从模式输出的低层流场看模式对台风登陆情况的预报(图8),由图8a可以看出气旋型环流中心7月14日13:00恰好位于福建东北部霞浦附近沿海,由图8b可见7月25日16:00气旋型环流中心也基本位于福建南部晋江附近沿海。

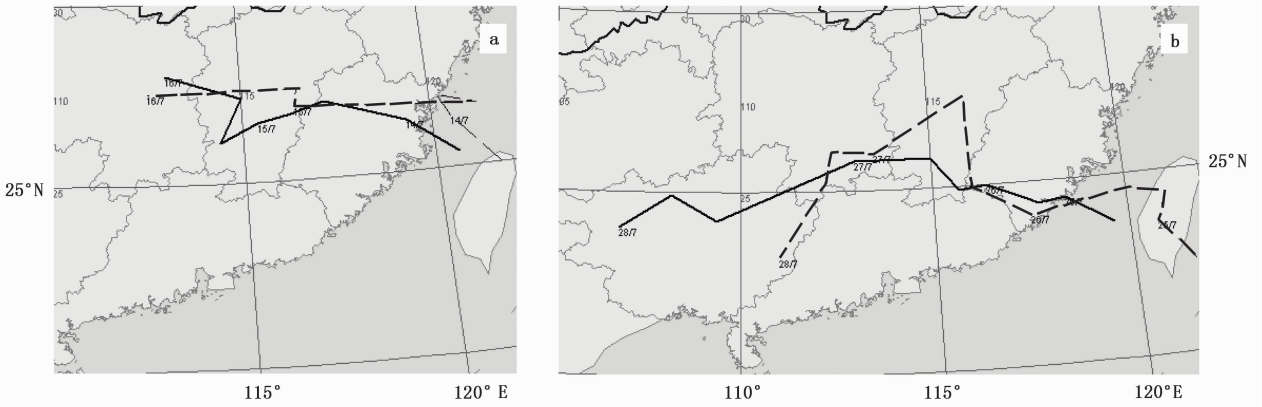


图 7 “碧利斯”(a)、“格美”(b)实况与预报路径(实线为实况路径,虚线为预报路径)

以上事实说明模式对强热带风暴“碧利斯”和台风“格美”的登陆时间、地点、移动路径及移速的预报基本接近实况,但也存在如前所述的偏差。

表 2 “碧利斯”台风中心实况与预报位置距离差

km

	14 日 00:00	14 日 07:00	14 日 14:00	14 日 19:00	15 日 00:00	15 日 08:00	15 日 20:00	16 日 08:00
位置差	110	120	297	487	109	260	101	74

表 3 “格美”台风中心实况与预报位置距离差

km

	25 日 00:00	25 日 08:00	25 日 12:00	25 日 19:00	26 日 00:00	26 日 08:00	26 日 20:00	27 日 05:00	27 日 14:00	27 日 18:00	28 日 00:00
位置差	236	254	334	253	150	32	214	55	369	404	427

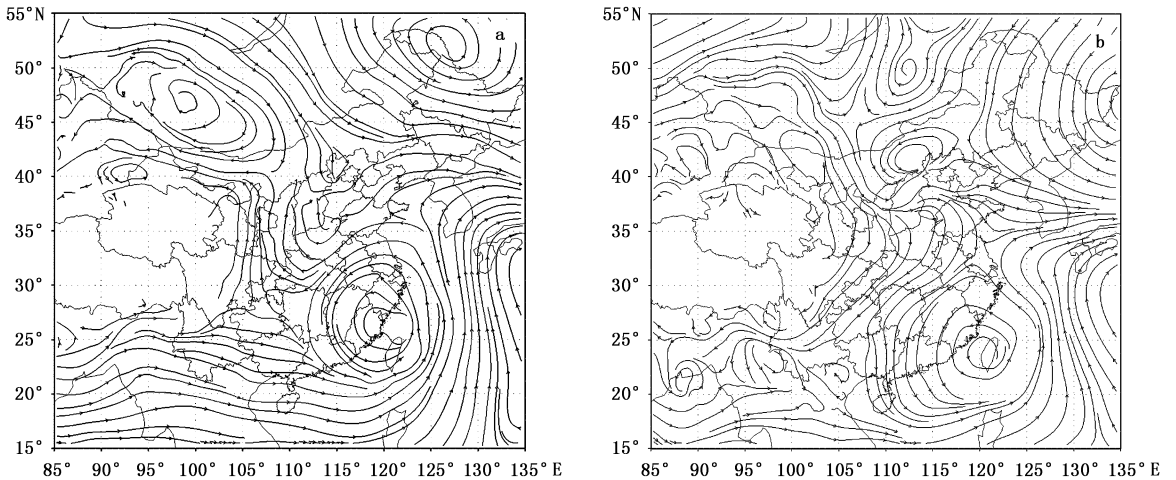


图 8 模式输出的 700 hPa 流场:(a) 7 月 13 日 20:00 起报,积分 17 h(7 月 14 日 13:00), (b) 7 月 24 日 20:00 起报,积分 20 h(7 月 25 日 16:00)

5 结论和讨论

(1)“碧利斯”为强热带风暴强度,于 7 月 14 日 12:50 在福建霞浦登陆,后沿闽中部偏北—赣中部

偏南—湘中部偏北的路径西行,造成 21°N 以北、28°N 以南的带状雨区,“格美”为台风强度,于 7 月 25 日 15:50 在福建晋江围头镇登陆,后沿闽南—赣南—湘南—桂北路径西行,造成桂东—粤—闽东—

湘中部南部—鄂中部、东南—豫东南部,一个近西南东北走向的带状降水区域,两台风给沿途及附近省份造成严重的气象灾害和人、财损失。

(2)AREM 模式对两台风中心附近最大风力预报与实况接近,对两台风雨带的基本位置、形态、走势、强度总体上预报较好,对一些强降水中心的预报较为理想,但多数强中心的预报与实况存在位置和强度上的偏差。

(3)模式对“碧利斯”降水过程小雨以上量级的预报偏差在 1 附近,但对强降水估计不足,偏差基本上都小于 1;对“格美”降水过程小雨到大雨量级的预报偏差均在 1 左右,但对暴雨、大暴雨以上量级降水还是估计不足。

(4)模式对台风登陆时间和地点的把握较好,偏差较小,对两台风西行走势预报也基本符合实况,但对台风中心位置及移动路径的预报与实况存在一定的偏差。

综上,强热带风暴“碧利斯”和台风“格美”给我 国华南及江南大片区域带来了重大的影响,AREM 模式对两台风的登陆时间、地点、移动路径及其带来的降水过程均有较好的预报,为预报员提供了有价值的参考,但由于模式初值及物理过程等方面带来的偏差以及台风本身的不易把握性等原因,导致模式对台风的预报尚未达到理想的效果,这是以后我们工作的重点。

参考文献

- [1] Elsberry R L, Frank W M, Holland G J, et al. 热带气旋全球观[M]. 陈联寿,董克勤,金汉良等译. 北京:气象出版社,1994.
- [2] 冯利华,骆高远,王红英. 登陆台风的可公度性[J]. 气象科技, 2005,33(1):22.
- [3] 姜允迪. 渭河汉江流域秋雨成灾台风龙王造成福建严重损失[J]. 气象,2006,32(1):126-127.

Prediction and Analysis of Typhoon Bilis and Geami with AREM

Gong Ying Li Jun Liao Yishan Zhang Bing

(Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074)

Abstract: The circulation patterns of the typhoon BILIS and GEAMI are described and summarized. Both occurred in July 2006 over the West Pacific Ocean, landed in the southeast coast of China, and caused serious damages. Based on the outputs of the 700 hPa stream field, 900 hPa wind field and rainfall field of AREM (Advanced Regional Eta Model), the predictions of landing time, landing location, moving route and the maximum wind and precipitation of typhoon are analyzed. The results show that Bilis landed at Xiapu, Fujian Province at 12:50 14 July, then moved to west, and there formed a north-west rain zone between 21°N and 28°N; Geami landed at Jinjiang, Fujian Province at 15:50 25 July, moved to west and there formed a southwest-northeast rain zone over Southeast China. Both brought severe meteorological disasters and life and wealth damages to the provinces on the way. As a whole, AREM forecasts of maximum winds around the typhoon center and the position, shape, moving direction, and intensity of typhoon rain belts are satisfactory, and the forecast for some strong rain centers are good, but the bias between fact and simulation are obvious for most strong rain centers. The predictions of the landing times and positions of the typhoons are good; the bias is small; and the predictions of the moving route also basically accord with the facts, but there also are some biases in the positions of the typhoon centers.

Key words: AREM (Advanced Regional Eta Model), typhoon, prediction