

RUC 产品在一次强降水预报中的应用分析

郑祚芳

(中国气象局北京城市气象研究所,100089)

提 要:应用北京区域气象中心的快速更新循环同化预报系统(RUC)的模式产品,分析了2008年8月14日发生在北京地区的一次局地暴雨过程。结果表明,位于北京南面的对流云团在移入本市过程中进一步合并、发展,导致了本次局地强降水过程。RUC产品对局地性降水发生的时间和影响区域均有一定指示意义,比冷启动模式更有参考价值,局地非常规探测资料中包含的有利于降水的信息在8月14日03时起报的模式中起到了重要作用。

关键词:快速更新循环同化系统 局地强降水 分析

引 言

暴雨及其衍生的气象灾害是我国最主要的自然灾害之一。由于其发生发展机制的复杂性,目前对于暴雨特别是局地突发性暴雨的预报在落区和时效上都还难以满足社会和公众的需求。由于造成局地暴雨过程的影响系统的尺度较小,常规气象观测往往很难捕捉到这类系统,即使是加密观测实验取得的资料,对研究和预报这类较小的中尺度系统仍显不够^[1-2]。近几年来,随着数值天气预报技术的发展和计算资源的改善,利用高分辨率数值模式产品来分析和研究城市暴雨的形成机理成为一种有益的尝试^[3-5]。伴随着数值天气预报模式的时空分辨率越来越高,而精细模式的初始化,即如何在高分辨率数值模式的初始条件中加入更为丰富和真实的中小尺度天气信息、更为精准地刻画大气在初始时刻的运动状态对现有的观测网和资料同化系统提出了新的要求。为了满足奥运气象保障无缝隙精细化的服务需求,中国气象局北京城市气象研究所在北京区域气象中心中尺度数值业务系统 WRF 模式(27/9/3km

三重嵌套)基础上建成了每3小时快速更新循环的3DVAR中尺度同化与预报业务系统(3h Rapid Update Cycle,简称RUC)。该预报业务系统除了同化常规的GTS全球交换资料以外,还同化了包括自动气象站观测、地基GPS可降水量观测等高时空分辨率的多种非常规观测资料。为我们系统性的了解以更新循环的方式来实现具有高时空分辨率的本地非常规观测数据的同化应用效果提供了一个很好的研究平台。针对该系统在2006—2007年汛期运行情况的检验评估结果表明,RUC系统的整体预报性能是令人满意的^[6-7]。

RUC系统在国内的业务应用还不多见,相关产品的释用分析也很初步。本文将应用RUC系统的模式输出产品,从业务预报的角度分析2008年8月14日发生在北京地区的一次局地暴雨过程,为RUC产品在实际天气预报中的应用积累经验。

1 降水实况及天气形势

2008年奥运期间北京降雨过程较多,期间北京市平原地区降水量累计为151.7mm,

比常年同期偏多 90%。降雨的局地性和突发性特征较为明显,城区降水多出现在午后或凌晨。8月14日 04—10 时(世界时,下同),北京地区就出现了一次伴有雷电的局地暴雨天气过程。这次降雨过程雨量分布很不均匀(图 1),许多站点的 1 小时降水都在

10mm 甚至 25mm 以上,全市平均降雨量 17mm,城区平均降雨量 25mm。过程雨量 50mm 以上达 10 站,其中顺义龙湾屯(116.85°E, 40.23°N)达 86.7mm,奥林匹克公园(116.39°E, 40.02°N)达 64.2mm,强降水导致正在进行的奥运会网球比赛被迫中断。

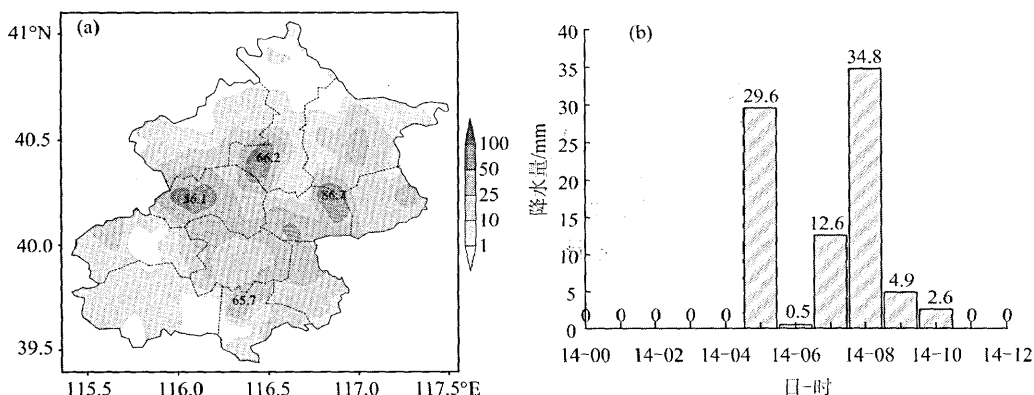
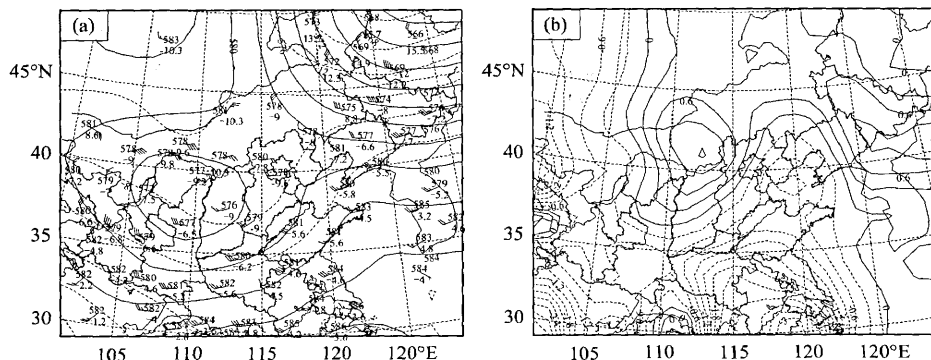


图1 北京地区2008年8月14日00-12时降水量(a)及顺义龙湾屯逐时雨量(b)



分辨率提高到 3km,为预报员提供每 3 小时更新的 18 小时预报参考,并为参加 B08FDP 项目的短时临近预报系统各成员提供数据支撑,得到了预报员和各方专家的认可。目前 RUC 系统由每天 12 UTC 进行冷启动开始,每隔 3 小时进行一次更新三维变分同化,同化分析在模式的 3 个区域进行,同化包括 GTS 全球观测资料、北京地区自动站(AWS)和地基 GPSPW 资料在内的常规和非常规观测资料,而后进行 18 小时预报,至第二天 12 时重新冷启动止(图 3 为示意图)。模式物

理过程的设置如下:27/9/3km 三重嵌套,WSM6 云物理方案,27/9km 区域均采用 MM5 版本的 KF 对流方案,3km 区域无对流方案,YSU PBL 边界层方案,Noah LSM 陆面模式,RRTM 长波和 Dudhia 短波辐射方案,关闭嵌套反馈作用。根据已有研究的经验^[8],我们将 3km 分辨率同化选项的背景场误差调节因子设为 0.5,减少背景场误差标准差 δb ,从而增加背景场的分析权重,目的是在有效吸收观测信息的同时可以更多地保留模式初猜场的动力协调性。

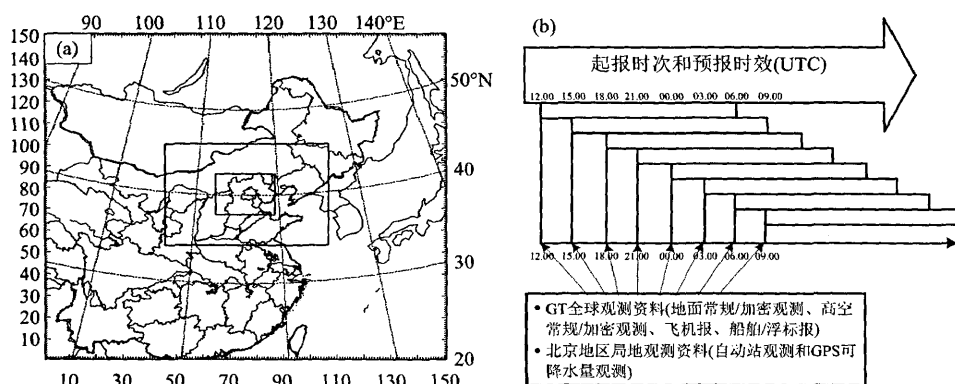


图3 快速更新循环同化和预报系统的预报区域(a)及流程图(b)

3 RUC 产品应用

图 4(见彩图第 6 页)给出的是 RUC 系统 8 月 14 日 03 时起报的北京地区 14 日 05—09 时逐小时雨量分布。可以看到,在主降水时段,模式预报的每小时降水分布都是很不均匀的,对降水的局地性、突发性特征刻画的很明显。预报的降水中心每小时降水量都在 15~40mm 以上。模式在连续几小时内都给出如此强的降水预报,足够给预报员以警示。事后对照实况降水资料我们能够很清楚的看到,虽然 RUC 模式在 03 时起报的降水量比观测有所偏小,预报的强降水中心的位置也有些偏差,但是其预报的雨区分布与观测实况是类似的,预报降雨出现的时间与实况降雨出现的时间也比较一致。我们注意

到,对于本次降水过程来说,在 8 月 14 日 03 时以前时刻起报的 RUC 产品中,均只显示出很弱的降水。这表明,是临近的局地非常规探测资料中包含的有利于降水的信息在 03 时起报的模式起到了重要作用。由于 RUC 系统每 3 小时进行一次三维变分同化,更新一次预报产品,因此应该关注每一次更新同化预报的产品,如果出现后一时次的预报较前一时次的预报有较大的改变,就应该引起足够的重视。

图 5(见彩图第 6 页)给出的是 RUC 系统 14 日 03 时起报的 06 至 07 时反射率因子及同时刻雷达回波拼图。预报的北京地区几个雷达回波中心强度均在 50dBz 以上,从 06 至 08 时,强回波中心进一步发展且有合并的态势。对流云团从北京南面移入本市,在移动过程中进一步合并、发展,导致本次局地强

降水过程。对照同时刻的雷达回波拼图可见,预报的强回波位置、回波强度及其发展趋势均与实际观测有类似的特征。

RUC 系统输出产品非常丰富,其中模式预报的探空曲线是较重要的一种,系统能够在预报区域内任意给定的位置输出模式探空曲线及各种指数分布,从中我们能够得到许多有用的信息。图6给出的是 RUC 系统在8月14日03时起报的14日05时、06时北京

站点(116.28°E, 39.93°N)探空曲线。可以看到,降水发生前(图6a)在800—750hPa左右高度上水汽为饱和状态,说明有低云存在。但是更低层仍然比较干,800hPa以下接近于绝热、等比湿,表明有下沉运动。到06时,低层温度降低,湿度明显增加,对流凝结高度保持在一个比较低的水平。SI 指数维持在-1以下,K 指数则从34增加到37,反映出层结不稳定有所加剧的趋势。

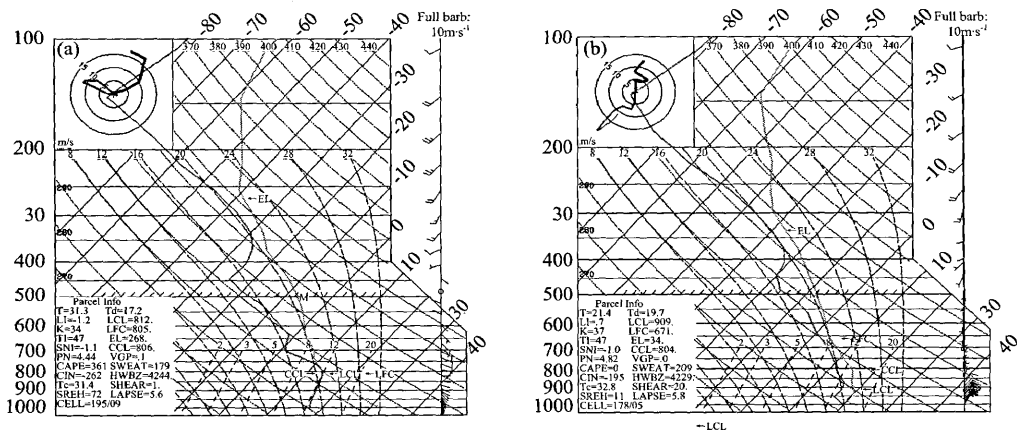


图6 RUC系统8月14日03时起报的14日05时(a)、06时(b)北京站点探空

4 结论和讨论

应用 RUC 系统的模式输出产品,从业务预报的角度分析了2008年8月14日发生在北京地区的一次局地暴雨过程。结果表明:

(1) RUC 系统产品对局地性降水发生的时间和影响区域均有一定指示意义,比单一时刻起报的冷启动模式更有参考价值,但是对突发性强降雨的雨强预报能力仍有差距。

(2) 从北京南面移入本市的对流云团,在移动过程中进一步合并、发展,导致了本次局地强降水过程。

(3) 局地非常规探测资料中包含的有利于降水的信息在8月14日03时起报的模式起到了重要作用,因此应关注每一次更新同化预报产品的变化并引起足够的重视。

参考文献

- [1] 何立富,黄忠,郝立生. “0374”南京特大暴雨中尺度对流系统分析[J]. 气象科技,2006,34(4):446-454.
- [2] 齐琳琳,赵思雄. 利用非常规资料对上海特大暴雨过程的模拟研究[J]. 气候与环境研究,2003,8(4):417-423.
- [3] 杨晓霞,李春虎,李锋,等. 山东半岛致灾大暴雨成因四个例分析[J]. 气象科技,2008,36(2):190-196.
- [4] 王欢,倪允琪. 2003年淮河汛期一次中尺度强暴雨过程的诊断分析和数值模拟[J]. 气象学报,2006,64(6):734-742.
- [5] 毕宝贵,李泽椿,李晓莉,等. 北京地区降水的特殊性及其预报方法[J]. 南京气象学院学报,2004,27(1):79-89.
- [6] 陈敏,郑祚芳,王迎春,等. 2006年汛期北京地区中尺度数值业务降水预报检验[J]. 暴雨灾害,2007,26(2):109-117.
- [7] 陈敏,仲路芹,郑祚芳. 北京地区一次强降水过程的多种观测资料四维变分同化试验[J]. 北京大学学报自然科学版,2008,44(5):756-764.
- [8] 范水勇,郭永润,陈敏,等. 北京地区高分辨率 WRF 三维变分同化在降水预报中的应用. 高原气象,2008,待刊.