

邓汝伊,蒋健,梁栋,等. 广西 8 月一次大范围暴雨过程的预报检验分析[J]. 气象研究与应用,2022,43(3):98–102.

Deng Ruyi,Jiang Jian,Liang Dong.Analysis on forecast and inspection of a large-scale heavy rain process in August in Guangxi[J]. Journal of Meteorological Research and Application,2022,43(3):98–102.

广西 8 月一次大范围暴雨过程的预报检验分析

邓汝伊, 蒋 健, 梁 栋

(百色市气象局, 广西 百色 533000)

摘要: 利用中央气象台、广西壮族自治区气象台、欧洲中心和 CMA 模式等主客观预报产品对广西 2021 年 8 月一次大范围暴雨过程预报进行检验。结果表明:(1)本次暴雨过程发生在低层切变线、季风槽和地面弱冷空气的广西汛期暴雨经典天气系统配置下,影响范围大、过程雨量大、雨势强、桂北–桂南双雨带特征明显。(2)各家预报产品对系统性降水把握较好,但对季风槽降水考虑不足。(3)欧洲中心和 CMA–GFS 对天气形势的预报具备稳定性和延续性,均能较准确预报天气系统影响时间节点。(4)CMA–3KM、CMA–SH 和 CMA–GD 模式产品对双雨带特征反应较明显,强降水落区略有偏差,有空报现象,其余各家预报产品均出现不同程度的漏报现象。

关键词: 暴雨;数值预报;检验

中图分类号: P458.121.1

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45–1356/P.2022.3.18

引言

近年来,气象工作者深入研究了数值天气预报水平的发展,其中包括资料同化方案的先进程度、模式动力过程的优越程度和物理过程参数化水平等方面^[1]。然而,数值预报和实况始终存在偏差,预报员必须了解数值模式产品的预报性能,对其加以订正和评估,才能有效的提高模式应用水平和订正能力。

目前,已有学者对欧洲中期天气预报中心(ECWMF)、中国气象局(CMA)模式等国内外不同尺度的数值预报产品进行了检验分析^[2–6],产品性能各有优劣。如张娇等^[7]对使用 ECWMF 降水和 500hPa 高度场资料进行了强降水预报偏差的订正工作,建立主雨带位置和暴雨强度的订正方法;丁凡等^[8]认为 ECWMF 在强对流天气预报中,0℃层高度、 $T_{850}-T_{300}$ 值和相对湿度等影响因子的预报能力较其他因子优越;曲巧娜等^[9]对多种模式的强降雨落区检验结果表明,ECWMF 降水预报优于其他模式;孙素琴等^[10]认为 ECWMF 对主雨带预报多数较偏北,各种模式对降水量级的预报总体偏弱;林开平等^[11]认为

刘国忠等人利用数值预报产品建立的桂西北持续性暴雨 24h 短期客观预报工具,实现了暴雨预报年平均正确率稳定在 10% 以上;赵飞等^[12]分析 2016 年台风“浪卡”的数值预报效果得出:ECWMF 降水预报偏差原因是对副热带高压环流和低空急流强度的预报偏差;苏兆达等^[13]使用由华南中尺度数值模式(CMA–GD R1KM 模式)经本地化改造研发的广西对流尺度数值预报模式产品进行检验得出其对短临预报存在指导意义。近十年来,数值预报模式预报能力的提高直接促使对各种产品释用方法的深入研究和应用成为提高预报质量的主要手段之一,广西暴雨预报转为数值预报及基于数值预报产品释用技术的客观方法预报,预报员逐渐由以经验为主的主观预报转为开展主客观融合的定量预报。目前广西已建立以数值预报为基础的预报业务体系,较好地实现了数值模式产品在广西的解释应用,但研究发现各家模式在 2019–2020 年的分级降水,特别是暴雨以上量级降水的预报能力不足,预报员仍能发挥较大的作用^[14]。

本文对广西 2021 年 8 月一次大范围暴雨过程

收稿日期: 2022–04–10

基金项目: 百色市气象科研项目(百气科 2021M01)

作者简介: 邓汝伊(1985—),女,高级工程师,主要从事短期、短时天气预报。E-mail:dengrui1985@163.com

的中央气象台和广西壮族自治区气象台指导产品、ECWMF、CMA 模式等数值预报产品进行检验,着重分析降水强度和落区预报,结合广西本地天气气候特征,给出调整建议,以期对未来相似暴雨预报提供参考和帮助。

1 资料和方法

本文选取的主观预报产品包括 2021 年 8 月 13 日 08 时—15 日 08 时中央气象台、广西壮族自治区气象台逐日起报的降水预报产品,数值模式产品包括:同时期欧洲中期天气预报中心高分辨率预报模式(ECWMF)和中国气象局全球同化预报系统(CMA-GFS)的 500hPa 高度场、850hPa 和 10m 风场、气压场,ECWMF、CMA-GFS、中国气象局华南中尺度模式预报系统 CMA-3KM、中国气象局上海数值预报模式系统(CMA-SH)、中国气象局广东快速更新同化数值预报系统(CMA-GD)的降水预报产品。ECWMF 的分辨率为 $0.125^{\circ} \times 0.125^{\circ}$,CMA-GFS 的分辨率为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$,CMA-3KM 和 CMA-GD 的分辨率为 3km,CMA-SH 的分辨率为 9km。所有产品的预报时效为 24~72h,检验时段为 8 月 13 日 08 时—16 日 08 时的逐日广西降水实况。从天气系统检验和降水检验方面开展天气系统位置、强度、影响时间、降水落区和降水量级等的天气学检验和预报效果分析。

2 雨情概况

2021 年 8 月 13—16 日,广西出现了持续性大范围暴雨过程,落区呈现东北—西南向的双雨带形态,桂北的百色市—河池市和桂南的防城港市—钦州市为暴雨中心。据 13 日 08 时—16 日 08 时统计,过程雨量超过 250mm 的有 17 站,100~249.9mm 有 375 站,最大过程雨量 395.8mm 出现在防城港市,最大 24h 雨量 239.2mm 出现在河池市,最大 12h 雨量 215.1mm 出现在百色市。13 日大暴雨落区分散出现在桂西北和桂南;14 日雨区明显扩大、雨势增强,桂北出现大到暴雨、局部大暴雨,桂南降水增强且集中,全区暴雨以上站次由 170 站增至 370 站;15 日桂北雨势减小,大暴雨集中出现在桂南。此交过程降雨范围广、过程雨量大、雨强大,强降雨位置和出现时间较为分散,对各家预报形成不小的挑战。

3 天气形势分析

2021 年 8 月 13—15 日,200hPa 上南亚高压中

心位于西藏南部,广西始终处在高压环流辐散区,加强中低层上升气流。13 日,500hPa 高纬为两槽一脊且槽强脊弱,巴尔喀什湖附近低涡中心值为 564dagpm,不断分裂小槽东移南下;东北大槽底部到达江淮地区,引导地面冷空气南下影响华南地区。13 日 08 时副热带高压环流 588dagpm 线位于粤闽沿海,经过不断地西伸北抬,15 日 20 时 588dagpm 线到达两广交界,北侧到达长江中下游地区,广西处在加强的偏南气流中。13 日 850hPa 切变线由贵州北部逐渐南下到达桂西北,受到偏南气流加强的影响,加强为季风槽,至 15 日 08 时停留在桂西北,向广西不断输送暖湿水汽。13 日 20 时冷空气南下进入广西,冷空气前沿激发的强对流云系发展旺盛。14 日 08 时冷空气到达沿海,广西转为冷垫。冷空气不断补充影响,直至 15 日 20 时广西大部出现 3~5hPa 的 24h 正变压。在季风槽、切变线和地面弱冷空气的共同作用下,广西发生了本次大范围持续性暴雨过程。

4 上级指导产品检验

双雨带和大暴雨的落区预报是本次降水过程的预报难点。使用 8 月 13—15 日 08 时起报的中央气象台、广西气象台降水预报产品滚动检验 13—16 日逐日降水预报。其中 13 日指 13 日 08 时—14 日 08 时雨量,以此类推,下文不再赘述。

对照 8 月 13—15 日逐日降水实况,对中央气象台和广西气象台 24h 降水指导产品进行对比检验。

中央气象台 24h 时效降水预报中,13 日暴雨落区偏北、偏东,漏报大暴雨和桂南暴雨。14 日预报效果较好,已能体现系统性暴雨过程的特征,桂北雨带位置和大暴雨中心较接近实况,增加了对桂南局地暴雨的预报,但范围和量级略有偏小。15 日,预报桂北部分地区仍将出现暴雨,漏报桂南大暴雨。相比之下,广西气象台预报 13 日桂北强降水落区偏北、偏大,但桂南落区预报效果比中央气象台好;14 日落区预报对河池、柳州的暴雨中心预报较好,但漏报了桂西暴雨区,漏报大暴雨,量级有偏差;15 日由于对强降雨结束时间估计过早,导致预报落区和量级整体偏小。

对比中央气象台和广西气象台 48h 预报时效指导产品发现结论较为一致,均对桂北暴雨区有所反应,但同样漏报桂西及桂南暴雨。与 24h 预报相似,广西气象台 15 日的预报量级偏差较大。72h 预报产品可见中央气象台预报桂北暴雨及大暴雨落区相当

接近实况,广西区台虽漏报大暴雨,但桂北暴雨区延伸至桂西右江河谷一带,与实况接近,两者均漏报桂南暴雨。

综上所述,由实况与中央气象台和广西气象台的预报指导产品的对比可见:(1)对桂北暴雨区的持续预报可以体现出对本次冷空气南下触发暴雨的过程把握较大,也可体现系统性降水的可预报性较强。(2)两家均能报桂北地区大部地区出现大到暴雨,中央气象台对桂北大暴雨落区的预报相当接近实况,广西气象台略有偏差;(3)广西气象台对13日24h预报产品已考虑到桂南暴雨,体现出预报员对本地天气具备一定的订正能力,但两家均漏报了桂南大暴雨;(4)由于对降水过程结束时间估计过早,导致广西气象台15日预报偏差较大。在本次过程中,对季风槽动力条件及能量供应的低估是漏报桂南大暴雨的主要原因。预报员应综合参考两家指导产品,充分考虑天气系统对降水的影响程度,适当调整量级预报;对于局地性强降水,可参照广西本地预报经验进行订正预报。

5 数值预报产品检验

使用ECWMF、中国气象局全球同化预报系统(CMA-GFS)、中国气象局华南中尺度模式预报系统CMA-3KM、中国气象局上海数值预报模式系统(CMA-SH)和中国气象局广东快速更新同化数值预报系统(CMA-GD)等不同尺度模式产品对本次过程进行滚动检验,对ECWMF和CMA-GFS检验天气形势预报,对所有模式产品检验降水预报。

5.1 天气形势预报检验

在本次过程中,副热带高压(简称“副高”)高西进后,其边缘的偏南气流得以加强,并与季风衔接,使得中高层保持一致的偏南气流,为强降水提供从南海和孟加拉湾朝广西输送的暖湿水汽。

使用500hPa位势高度场预报检验副高位置和强度(以588dagpm线西段为界)。检验12日20时—15日08时总共6份间隔12h的ECWMF产品发现:ECWMF对副高变化的预报是稳定且具有延续性的,不同时次起报的588dagpm线位置偏离不大,15日20时的位置预报高度一致,均能明确显示广西处在副高西侧偏南气流控制下。CMA-GFS对副高位置把握较好,588dagpm线较ECWMF偏西,但风速偏小。

使用850hPa风场检验切变线影响时间,两家预

报产品对850hPa切变线于14日凌晨进入桂西北的结论较为一致,14日白天切变线南下到达的位置略有差别,15日北退并逐渐转为偏南气流控制,基本上均能有效预报出切变线移动、调整的时间节点。

结合气压场和10m风场预报产品对冷空气南下影响广西的时间节点进行判断,多数起报场显示14日08时桂北开始出现2~3hPa的24h正变压,记为冷空气影响时段起点;10m风场显示桂西北始终存在气旋性辐合流场,是降雨维持的重要原因。

由此可见,ECWMF和CMA-GFS的850hPa、地面形势预报,与强降水落区由桂西北扩大至桂北的转变相当吻合,13日桂西北出现的强降水由850hPa线触发,14日受切变线和地面冷空气共同影响导致桂北强降水,15日切变线减弱,雨势随之减弱。但与之形成明显对比的是桂南强降水的完全漏报,在副高和孟加拉湾季风槽共同影响下出现的偏南气流的脉动引发的持续性强降水易被忽略,这仍是亟待重视和解决的预报难点之一。

5.2 降水预报检验

使用13—15日08时起报的24~72h时效产品检验降水预报。在本次过程中,ECWMF对24h、48h时效报出桂北强降水,范围偏小,大暴雨落区有偏差,所有时效均漏报了桂南强降水。

14日08时和15日08时起报的CMA-3KM、CMA-SH和CMA-GD的24h时效产品效果最优:三家均能报出南北双雨带的特征,CMA-3KM对桂北大暴雨落区把握比CMA-SH好,但桂南大暴雨落区偏强、偏北;CMA-SH对强降水落区进行了适当调小,能反映出桂南强降水的预报连贯性。CMA-GFS模式产品漏报情况较明显。48h和72h时效预报产品中,仅CMA-GD模式对桂南大暴雨有所反应,其他模式漏报明显。

综上所述,各家数值预报模式能随着时效临近调整预报,ECWMF和CMA-GFS对桂北的系统性降水预报把握较好,CMA-3KM、CMA-SH和CMA-GD均能预报出双雨带特征,量级有所偏差。当区域模式产品对非系统性降水落区出现连续预报时,预报员需提高警惕,参考上级指导产品和本地经验调整预报思路。

6 结论与讨论

(1)本次强降水过程发生在低层切变线、季风槽和地面弱冷空气的广西汛期暴雨经典天气系统配置

下,影响范围大、过程雨量大、雨势强、桂北-桂南双雨带特征明显。

(2)对上级指导产品的检验显示,中央气象台和广西气象台均能较好预报出桂北系统性降水,对桂南强降水考虑不足,落区和量级均存在偏差,对降水过程结束时间考虑不足导致了较大预报偏差。

(3)对数值预报产品的检验显示,ECWMF 和 CMA-GFS 对天气形势的预报具有稳定性和连贯性,对副高西进、低层切变线和地面弱冷空气南下等关键时间节点均能较好地预报,对季风槽的影响时间把握较好;但降水预报偏差较大,存在漏报。CMA-3KM、CMA-SH 和 CMA-GD 模式产品在降水预报中均能报出双雨带特征,降水量级和范围略有偏差,出现一定程度的空报。CMA-GFS 模式出现较多漏报现象。

(4)本次过程中,各家数值预报性能体现出随预报时效加长而减弱的特征,大尺度预报相对较好。

在中短期预报中,预报员对数值预报产品的检验应具有持续性,积累对强降水过程的预报经验,收集不同季节、多次过程、多家产品的预报特点,结合季节特征和本地经验等进行综合参考,才能减少空报、漏报现象。

参考文献:

- [1] 尚可政,程一帆,李旭,等.天气诊断分析与数值预报产品释用[M].北京:气象出版社,2016.
- [2] 宫宇,张楠,孙赫敏,等.一次华南准静止线状对流系统触发维持机制研究[J].暴雨灾害,2022,41(1):33-41.

- [3] 王晓峰,周荣卫.全球模式降水预报在雅砻江流域汛期的效果检验[J].气象,2021,47(10):1193-1205.
- [4] 吴俞,冯箫,李勋,等.GRAPES_GZ 3km 模式对 2019 年海南岛暖季非台风降水预报的时空检验[J].热带气象学报,2021,37(4):633-646.
- [5] 赵宁坤,张秀年,孙俊奎,等.高分辨率区域模式降水预报在云南的检验[J].暴雨灾害,2021,40(1):78-86.
- [6] 陈伟斌,韩慎友,刘国忠.欧洲集合预报产品降水预报检验分析[J].气象研究与应用,2017,38(2):6-9,113.
- [7] 张娇,王东勇,郑淋淋,等.ECMWF 模式强降水预报偏差订正方法研究及应用[J].暴雨灾害,2021,40(4):430-436.
- [8] 丁凡,安婷婷,陈小苏,等.ECMWF 细网格数值预报产品在山东汛期强对流天气预报中的检验[J].陕西气象,2020(4):21-25.
- [9] 曲巧娜,盛春岩,车军辉,等.山东省多模式强降水落区预报检验[J].气象科技,2016,44(3):392-399.
- [10] 孙素琴,郑婧,金米娜,等.基于多模式 2015 年江西省汛期区域性暴雨的检验[J].气象与环境学报,2017,33(2):1-7.
- [11] 林开平,陈伟斌,刘国忠,等.广西暴雨业务预报技术回顾与展望[J].气象研究与应用,2020,41(4):13-19.
- [12] 赵飞,包文雯,张雪波,等.“浪卡”台风(2016)暴雨成因及数值预报模式偏差分析[J].气象研究与应用,2021,42(3):83-87.
- [13] 苏兆达,潘杰丽,梁岱云,等.广西对流尺度数值预报模式产品在南宁的应用初探[J].气象研究与应用,2022,43(1):66-72.
- [14] 曾小团,翟舒楠,梁依玲,等.数值天气预报在广西的业务应用与进展[J].气象研究与应用,2020,41(4):34-41.

Analysis on forecast and inspection of a large-scale heavy rain process in August in Guangxi

Deng Ruyi, Jiang Jian, Liang Dong

(Baise Meteorological Bureau, Baise Guangxi 533000, China)

Abstract: Using the subjective and objective forecast products such as the Central Meteorological Observatory, Guangxi Observatory, the European Center and CMA model, a forecast test was carried out for the large-scale heavy rain process in Guangxi in August, 2021. The conclusions show that: (1) This rainstorm process occurred under the typical configuration of the weather systems of heavy rain in the flood season in Guangxi, including the low-level shear line, monsoon trough and the weak cold air on the ground. The process had the characteristics of the large influence range, the heavy accumulated precipitation, the strong rain intensity and the obvious characteristics of the double rain belt in northern and southern Guangxi. (2) Each forecast product had a certain ability to forecast systematic precipitation, with slightly different degrees of deviation, and all of them had insufficient consideration of monsoon trough precipitation. (3) The forecast of the weather situation by the European Center and the CMA-GFS products were stable and continuous, and both can more accurately predict the time node of the impact of the weather system. (4) In the precipitation forecast, the CMA-3km, CMA-SH and CMA-GD model products had obvious responses to the characteristics of double rain belts, and there is a slight deviation in the heavy precipitation area, and there were some empty reports; the other forecast products had different degree of underreporting.

Key words: rainstorm; numerical forecast; test