

Multi-Mode Numerical Forecast Test of a Snowstorm Process in Changji, Xinjiang

Qiuxia Huang, Chunyan Wang, Xiaoxiao Tao, Rong Fan, Wen Fang, Bingzhang Zhu*

Xinjiang Changji Meteorological Bureau, Changji Xinjiang
Email: 861095043@qq.com

Received: Nov. 30th, 2018; accepted: Dec. 12th, 2018; published: Dec. 19th, 2018

Abstract

Using conventional ground observation data, EC-thin, T639-thin, ED-thin and DOGRAFS data, the multi-model numerical forecast effect of the heavy snow process in Changji from 10 to 12 Dec, 2015 was tested and analyzed. By analyzing the forecast of four numerical models of the precipitation time interval, falling area, magnitude and Ts score were tested respectively. The results showed that: the forecast of snowfall time interval was mainly early at the beginning and late at the end. The forecast effect of 24-hour time interval was better than that of 48 and 72 hours, and EC-thin and T639-thin were better than others. The three time-dependent snowfall areas were accurate, but the range of large value areas (storm) was small, mainly concentrated in the central and Western regions, while the eastern prediction was one order of magnitude smaller; ED-thin had good reference value in sunshine (rain), general precipitation (snowstorm), and missing rate; the intensity of weather system forecasted by each model was slightly weak. The main reason for the deviation between the forecast and the actual situation was that the difference degree of the model forecast results in the difference of the forecast snowfall magnitude.

Keywords

EC_Thin, T639_Thin, ED_Thin, DOGRAFS

新疆昌吉州一次暴雪过程的多模式数值预报检验

黄秋霞, 王春燕, 陶笑笑, 樊荣, 方雯, 朱炳璋*

新疆昌吉州气象局, 新疆 昌吉
Email: 861095043@qq.com

收稿日期: 2018年11月30日; 录用日期: 2018年12月12日; 发布日期: 2018年12月19日

*通讯作者。

文章引用: 黄秋霞, 王春燕, 陶笑笑, 樊荣, 方雯, 朱炳璋. 新疆昌吉州一次暴雪过程的多模式数值预报检验[J]. 气候变化研究快报, 2019, 8(1): 18-25. DOI: 10.12677/ccrl.2019.81002

摘要

利用常规地面观测资料、EC_thin、T639_thin、ED_thin、DOGRAFS资料对2015年12月10日~12日昌吉州暴雪过程多模式数值预报效果进行检验分析。通过分析EC_thin、T639_thin、ED_thin、DOGRAFS四家数值模式的预报,分别对降水时间段、落区、量级和Ts评分进行检验,结果表明:降雪时段的预报以开始时间偏早,结束时间偏晚为主,24 h时效的预报效果较48 h和72 h好,且EC_thin和T639_thin预报效果较好;3个时效的降雪落区准确,但大值区(暴量)范围小,主要集中在中西部,东部预报偏小一个量级;晴(雨)、一般性降水(暴雪)、漏报率,ED_thin具有很好的参考价值;各模式预报的天气系统强度略偏弱,是造成预报与实况有偏差的主要原因,而模式预报的差异程度造成了预报降雪量级存在差异。

关键词

EC_Thin, T639_Thin, ED_Thin, DOGRAFS

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

暴雪是新疆冬季常见的灾害性天气之一。随着社会经济的发展,暴雪对城市生活、交通运输、农牧业生产等造成的影响越来越大。很多气象学者从不同角度对暴雪过程进行了研究[1][2][3][4],讨论了强降雪的环流背景及动力、热力、水汽条件等物理量特征,具有一定的预报参考价值。

在气象业务现代化建设快速发展的背景下,高分辨率的中尺度数值模式的发展,为广大预报员的日常预报提供了参考依据[5]。开展数值预报产品检验有利于加深对数值预报模式的认识,择优选择数值预报产品,是提高天气预报准确率的有效途径,也为研究数值预报产品的释用方法提供一定的科学依据,目前已有诸多学者对不同的数值模式产品进行了检验[6]-[15]。由于数值模式初值物理过程存在一定误差,主要为地形、地貌和下垫面复杂的特征,土地利用和土地覆盖的不均匀,陆气相互作用的多样性,所以数值预报产品也存在一定预报误差[16][17]。

本文采用中国气象局下发的 EC_thin、T639_thin、ED_thin 和 DOGRAFS 模式,对 2015 年 12 月 10~12 日发生在昌吉州一次暴雪过程的多模式数值预报进行检验,以期在以后的预报工作中对预报效果较高的数值模式择优选择或增加参考权重,提高预报准确率。

2. 资料和评定标准

本文使用国家气象局 2015 年 12 月 07 日~09 日 20 时所下发的数值预报模式,其中 EC_thin (欧洲数值预报)、T639_thin 和 ED_thin (德国数值预报)每日分两个时次(20 时、08 时)更新各气象要素预报,DOGRAFS (基于沙漠绿洲戈壁区域同化预报系统)分四个时次(02 时,08 时,14 时,20 时)。EC_thin 的空间分辨率为 $0.125^{\circ} \times 0.125^{\circ}$,时间分辨率为 3h; T639_thin 的空间分辨率为 $0.28^{\circ} \times 0.28^{\circ}$,时间分辨率为 3 h; ED_thin 的空间分辨率为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$,时间分辨率为 6 h; DOGRAFS 的空间分辨率为 $0.12^{\circ} \times 0.12^{\circ}$,时间分辨率为 1 h、3 h、6 h、12 h 和 24 h。

根据中国气象局降水评分办法,采用 TS 评分对昌吉州国家站点进行降水预报量进行评定,分一般性

降水和暴雪两部分统计。当预报有雪，若实况降水量 $R_{实} \geq 0.1 \text{ mm}$ 评定为正确(NA)，若实况无雪或降水量为 0.0 mm 则评定为空报(NB)；当预报为无雪，若实况无雪或降水量 0.0 mm 不作评定，若实况降水量 $R_{实} \geq 0.1 \text{ mm}$ 评定为漏报(NC)；若预报与实况观测均没出现某量为 ND。晴(雨)准确率公式为 $PC = \frac{NA + ND}{NA + NB + NC + ND}$ ；漏报率公式为： $PO = \frac{NC}{NA + NC}$ 。一般性降水等级 TS 评分中，公式为 $TS = \frac{NA}{NA + NB + NC}$ ，得分越高，反映模式对有效降水预报的准确程度越高。

3. 天气概况及特点

12月10日12时至12日20时，受北方冷空气和西南暖湿气流的共同影响，昌吉州出现历史罕见最强降雪天气过程，9个县(市)暴雪超过12 mm，最大过程降雪量22.1 mm，出现在昌吉市(图1)，其中玛纳斯、昌吉、蔡家湖、阜康、吉木萨尔、奇台、木垒7站突破1960年以来冬季日雪量极值，新增积雪厚度18~32 cm。

受暴雪影响，国道、省道等多条线路的多路段实行单、双向交通管制；阜康市被困牲畜7.6万头只、涉及牧民379户、需要疏通的牧道118公里；木垒县牧民暖圈损坏85座，受灾牧民242户，紧急转移牲畜13,000头(只)，西吉尔镇三处15公里牧道被封。

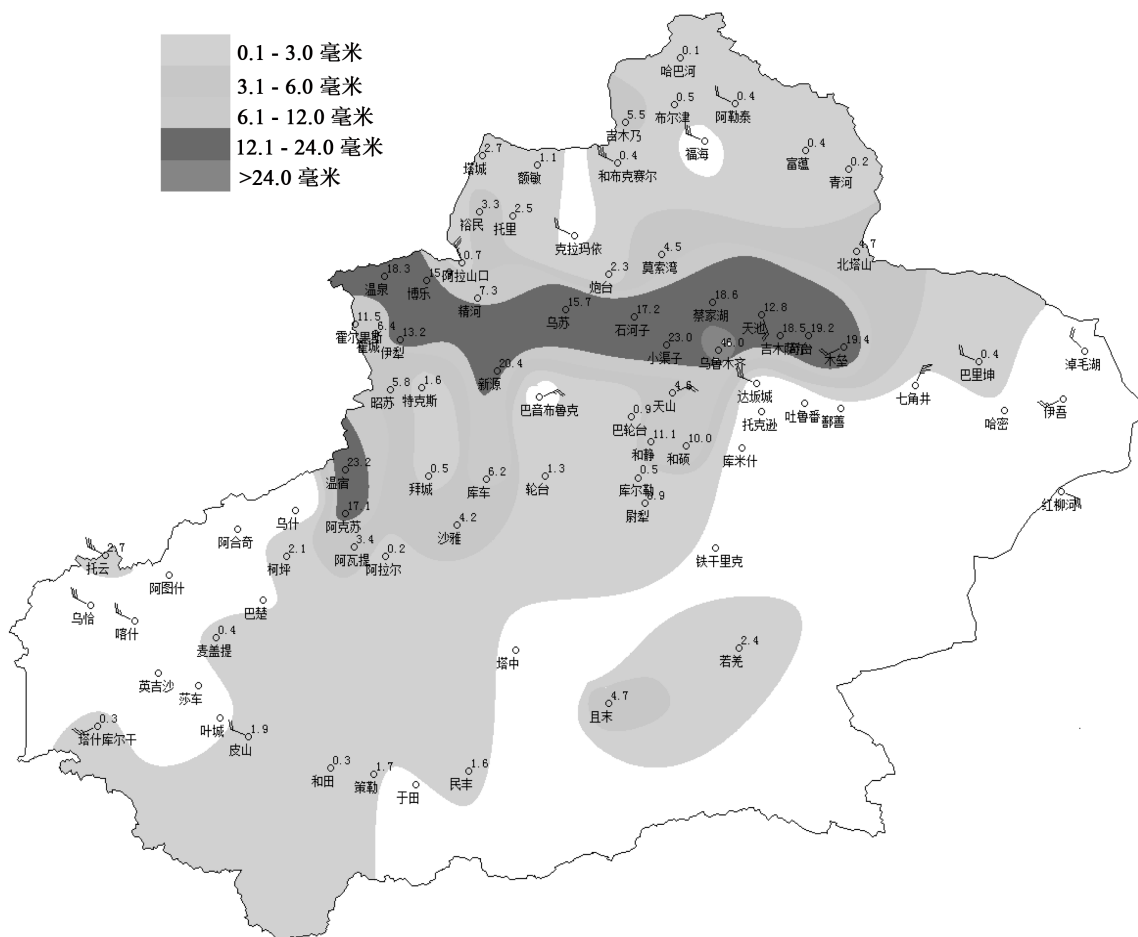


Figure 1. Snowfall distribution from 12:00 to 20:00 on Dec. 10, 2015 (mm)
图 1. 2015 年 12 月 10 日 12 时~12 日 20 时降雪量分布(mm)

4. 主要影响系统分析

通过分析 10 日 08 时实况图发现(图 2), 乌拉尔山大槽经向度加大并缓慢东移, 此时 200 hPa 西南急流达 30 m/s, 且昌吉州为西南风风速的辐合区, 西南急流不断南压, 向东传播, 高空的西南气流对大降水产生的“抽吸”作用, 有利于次级环流的形成, 加强了暴雪产生的动力作用; 500 hPa 由偏西气流转为西南急流, 同时对比 700、850 hPa 水汽通量场来看, 低值系统自身携带的水汽较为充足, 配合西南气流携带少量来自阿拉伯海的水汽, 为昌吉州降雪天气的产生提供源源不断的水汽供给。此外, 北疆大部地区处在 700~500 hPa 温度等值线 $> 10^{\circ}\text{C}$ 的区域内, 表明大气静力稳定度较小, 有利于上升运动加强。北疆北部、西部地区中低层温度露点差 $\leq 3^{\circ}\text{C}$, 大气已处于高湿状态下。同时, 位于里海地区的高压中心强度达 1040.0 hPa, 高压前部已进入北疆西部地区。昌吉州上游地区低层的切变线和辐合线的存在, 不但有利于水汽的输送, 还为降雪天气提供了良好的辐合抬升动力条件。高空低槽和地面高压东移至北疆时, 在北疆上空稳定少动, 移动缓慢。配合 FY-2G 红外云图可以看出低槽云系呈东北-西南向狭长的带状, 南北跨越 20 纬距以上, 自巴尔喀什湖东移北上, 云系南端位于新疆南部的山区, 云系南端在移动中不断发展, 范围扩大, 昌吉州长时间受低槽云系的影响, 配合天气形势, 造成能了维持长时间的降雪天气。

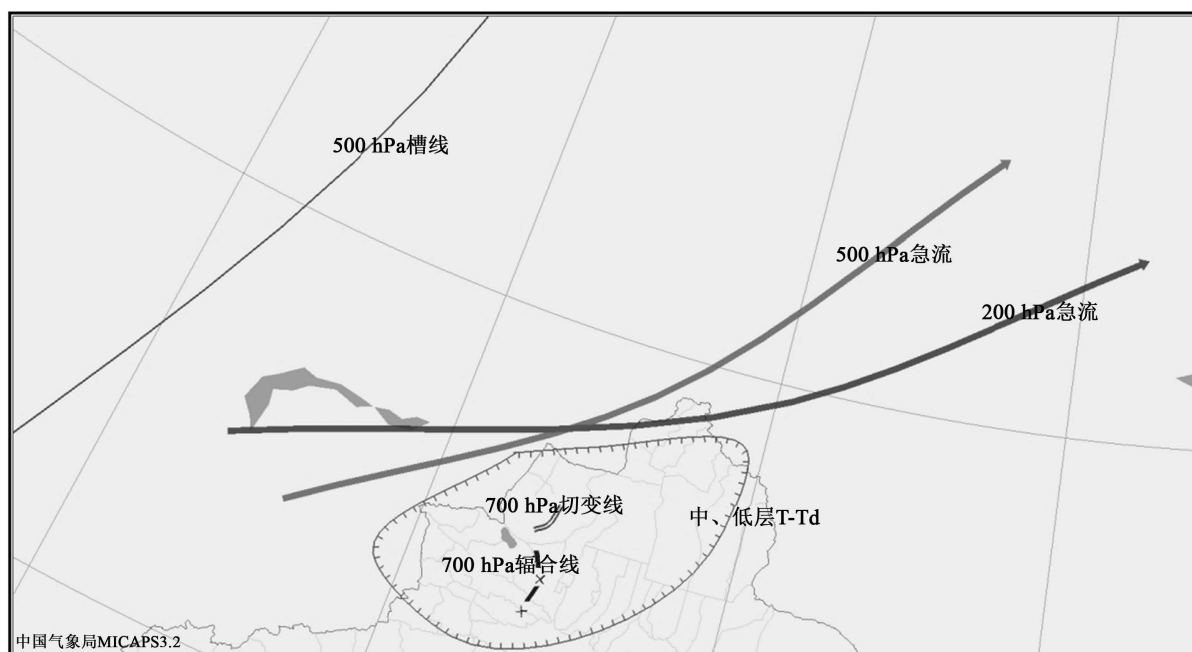


Figure 2. Fact-finding map at 08:00 am on 10 December 2015

图 2. 2015 年 12 月 10 日 08 时实况图

5. 多种模式对暴雪的预报检验

5.1. 降雪时间段的数值模式预报检验

通过对比 EC_thin、T639_thin、ED_thin 和 DOGRAFS 24 h 时效的各站点过程降水时间段的检验可以看出(见表 1), 24 h 预报效果较 48 h、72 h 预报效果好。EC_thin、ED_thin 和 DOGRAFS 开始时间偏早 3~5 h, T639 偏晚 7 h 左右。结束时间 ED_thin 预报效果较差, 偏晚约 10~15 h, 其他三家预报效果较好, EC_thin 普遍偏晚 6 h 左右, T639 在实况前后 6 h 内, DOGRAFS 偏早 5 h。

Table 1. Snowfall time period of 48-h time-dependent prediction processes with various numeric models
表 1. 多种数值模式 48 h 时效预报过程降雪时间段

模式 \ 站点	玛纳斯	呼图壁	昌吉	蔡家湖	阜康	天池	吉木萨尔	奇台	木垒
EC_thin	10.14~12.17	10.14~12.20	10.14~12.20	10.17~12.20	10.17~12.20	10.14~12.20	10.17~12.20	10.17~12.20	10.20~12.20
T639	10.17~12.08	10.17~12.08	10.17~12.08	10.17~12.08	10.17~12.08	10.17~12.08	10.17~12.17	10.17~12.17	10.20~12.17
ED_thin	10.08~12.20	10.08~12.20	10.08~12.20	10.08~12.20	10.08~12.20	10.08~12.20	10.08~12.20	10.08~12.20	10.08~12.20
DOGRAFS	10.07~11.07	10.14~10.20	10.09~10.21	10.09~10.21	10.10~12.03	10.11~12.08	10.12~12.08	10.12~11.10	10.15~12.08
实况	10.13~11.19	10.17~11.17	10.19~12.05	10.21~12.05	10.22~12.08	10.19~12.15	11.00~12.05	11.00~12.11	10.17~12.18

48 h 时效中, EC_thin 预报中西部降雪开始时间较实况提前 3 h 左右, 东部和天池提前 5~6 h, 预报结束时间较实况明显偏晚(平均 13 h); T639 预报开始时间大部偏早 2~4 h, 较实况最为接近, 时间误差最短, 结束时间大部较实况偏晚, 时间误差也较短; ED_thin 由于预报时间间隔为 6 h, 在判断降雪开始时间和截止时间上很模糊, 主要集中在 10 日 08 时至 12 日 20 时, 与实况出现的时间段一致; DOGRAFS 预报降雪开始时间和结束时间提前较明显, 与实况出现的时间误差较大。由此得出, T639 和 EC_thin 预报开始时间和结束时间效果相对较好。

由于 T639 和 DOGRAFS 72 h 时效的预报时间长度短, 不能有效估算过程降水的结束时间, 从降水开始时间来看, 仍以偏早为主。EC_thin 预报西部时间较中东部准确, 西部提前时间 1~5 h, 中东部提前 10 h 左右, 结束时间西部偏晚 13~15 h, 中东部偏晚 3~9 h; T639 预报开始时间偏早 5~10 h, 结束时间未知; ED_thin 预报开始时间中西部偏早 14~25 h, 东部 3~4 h, 结束时间各地普遍偏早 9~14 h; DOGRAFS 预报开始时间偏早 9~15 h, 结束时间段未知。可以看出 72 h 时效的预报中, 开始时间均偏早, EC_thin 和 T639 预报效果较好, 结束时间 EC_thin 预报略好。

5.2. 降雪落区和量级的数值预报检验

通过对比 24 h 时效的数值模式预报落区来看(图略), 四家数值模式均预报出此次天气过程为全州范围, 但从降水大值区的落区来看, 四家数值预报模式均预报大值区出现在昌吉州中西部, 且量级大部为暴量, 中西部预报效果较好, 但东部地区仅 ED_thin 和 DOGRAFS 预报出暴量, EC_thin 和 T639 预报量级为大量, 较实况偏小一个量级。

从 48 h 时效的数值模式预报落区来看(图略), 四家数值预报准确, 但从降雪大值区来看(图 3), 与 24 h 时效的预报相似, 除 DOGRAFS 预报东部及山区基本为暴量, 中西部为中到大量外, 其他三家预报中西部暴量, 东部大量。

从 72 h 时效的模式预报来看(图略), 除 DOGRAFS、T639 由于时效短无法预报出结束时间外, 其他两家均预报出此次天气过程, 大值区也为中西部及山区, 且预报出了暴量的部分站点, 其中 EC_thin 预报的暴雪站点主要集中在中西部, 而 ED_thin 的暴雪站点较为分散。

5.3. 不同时效的数值模式 TS 评分检验

通过对四家数值预报模式 24 h、48 h 和 72 h 时效的降雪预报差值到各站点的 NA (正确站次数)、NB (空报站数)、NC (漏报站数)、ND (预报与观测均没出现某量级降水个数)的统计, 来进行晴(雨)准确率、一般性降水以及空报漏报的计算(表 2)。

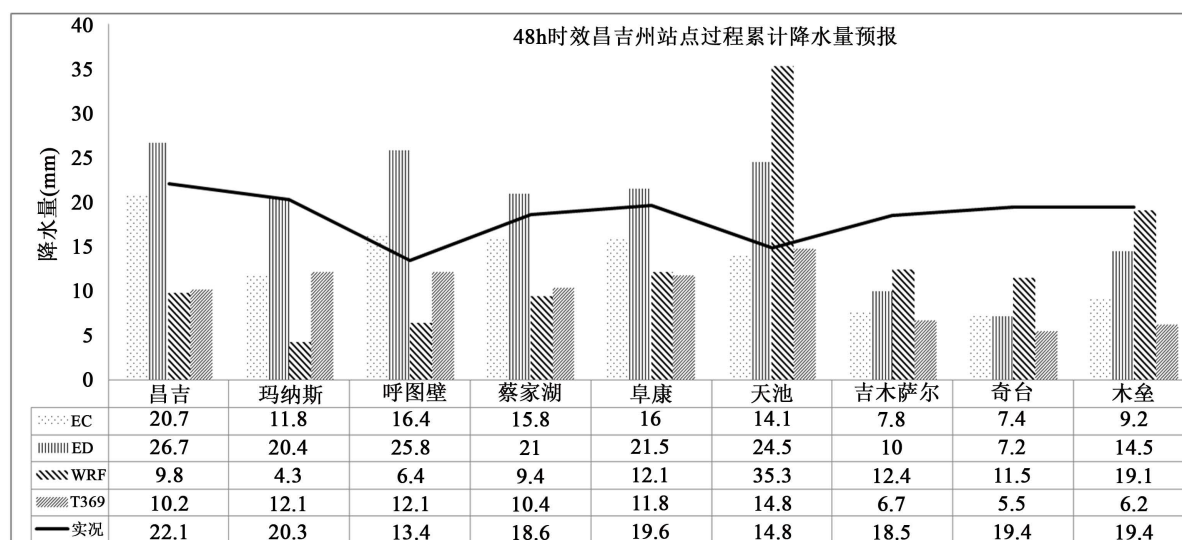


Figure 3. Accumulated precipitation processes forecast of 48-hour time-limited in Changji

图 3. 48 h 时效昌吉州各站点过程累计降水量预报

Table 2. Correct, empty and unreported of 48-hour time-limited multimodal model

表 2. 48 h 时效多模式的预报正确、空报、漏报站数

Ime	NA	NB	NC	ND
EC_thin	5	0	4	0
T639	3	0	6	0
ED_thin	7	0	2	0
DOGRAFS	4	0	5	0

从 24 h 时效的晴(雨)准确率(PC)、一般性降水的 Ts 评分来看, EC_thin 的准确率和一般性降水 Ts 评分均为 66.67%; T639 为 33.33%; ED_thin 和 DOGRAFS 的预报效果最好, 为 100%。由于此次天气过程昌吉州 9 县(市)均为暴雪, 故分量级的一般性降水仅有暴雪量级的 Ts 评分, 与不分量级的一般性降水 Ts 评分结果一致。从漏报率(PO)来看, EC_thin 的漏报率为 33.33%; T639 为 66.67%; ED_thin 和 DOGRAFS 为 0。

从 48 h 时效来看, EC_thin 的准确率和一般性降水 Ts 评分为: 55.56%; ED_thin 为: 77.78%; DOGRAFS 为 44.44%; T639 为 33.33%。晴(雨)准确率和一般性降水的 Ts 评分的预报效果上, ED_thin 优于 EC_thin, DOGRAFS 和 T639 效果不理想。从漏报率(PO)来看, EC_thin 的漏报为 44.44%; T639 为 66.67%; ED_thin 为 22.22%; DOGRAFS 为 55.56%, 故 ED_thin 预报效果较好。

从 72 h 时效来看, 除 T639 和 DOGRAFS 预报时间长度短无法计算过程累计降水量外, EC_thin 和 ED_thin 的准确率和一般性降水的 Ts 评分均为: 66.67%。从漏报率(PO)来看, EC_thin 和 ED_thin 的漏报为: 33.33%。

由于四家模式均报出此次天气过程的定量降水, 不存在空报率。

综合来看, 针对此次强天气过程, 24 h 时效中 ED_thin 和 DOGRAFS 预报效果较好; 48 h 时效中 ED_thin 预报效果较好; 72 h 时效中, EC_thin 和 ED_thin 效果较好, 总体来看, ED_thin 具有很好的参考价值。

6. 不同数值预报模式表现差异性的原因

本文通过对比 12 月 10 日 20 时的 500 hPa 高度场、海平面气压场、700 和 850 hPa 的相对湿度来探讨模式预报结果存在差异性的原因。

通过对比 500 hPa 高度场可以看出(图略), 24 h 时效中 EC-thin 预报的高度场的强度和底槽位置与实况基本一致, 其他三家无 24 时效的预报, 不做比较; 48 h 时效预报效果较 72 h 预报效果好, 低槽的位置均与实况较为接近, 预报效果较好的为 EC_thin 和 T639_thin, DOGRAFS 偏弱 6 位势什米, ED_thin 偏弱 12 位势什米。72 h 时效中, 各家模式预报效果相差较大, EC_thin 所预报的较实况最为接近, 等高线的强度较实况仅偏小 4 位势什米; 其次为 T639-thin 和 DOGRAFS, ED_thin 位置接近实况, 但强度偏小 8~12 位势什米。4 家模式预报强度偏弱, 可以看出, EC_thin 预报效果较好, 强度均偏弱, 与结论接近。

从海平面气压场来看(图略), 24 h 时效只有 EC_thin 与实况最为相近, 其他 3 家无 24 h 时效预报, 不作比较; 48 h 时效中 ED_thin 强度一致, 其他三家强度偏弱 10~12 hPa; 72 h 时效中, EC_thin、ED_thin 和 DOGRAFS 与实况接近, 强度偏弱 4~7 hPa, T639 偏弱 10~12 hPa。

从 700~850 hPa 相对湿度来看(图略), 四家数值模式所预报相对湿度与实况较为接近。

综合要素场来看, 由于四家模式预报的天气系统和高压强度略偏弱, 是造成预报与实况有偏差的主要原因, 而模式预报的差异程度造成了预报降雪量级存在差异的主要原因。

7. 结论

- 1) 此次暴雪天气具有降雪强度强、范围广、降雪量异常偏多等特点。
- 2) 乌拉尔低槽东移为暴雪的发生提供了大尺度环流背景, 槽前强盛的西南急流、低层的切变线和辐合线、地面的冷高压是暴雪的直接影响系统。
- 3) 从降雪的时间段来看, 四家数值模式预报以开始时间偏早, 结束时间偏晚为主, 24 h 时效的预报效果较 48 h 和 72 h 好, 四家数值模式中 EC_thin 和 T639 预报效果较好。
- 4) 四家数值模式 3 个时效的降雪落区均预报出为全州范围, 但大值区(暴量)范围小, 主要集中在中西部, 东部预报量级偏小。
- 5) 从晴(雨)、一般性降水(暴雪)、漏报率 Ts 评分来看, ED_thin 具有很好的参考价值。
- 6) 各模式预报的天气系统强度略偏弱, 是造成预报与实况有偏差的主要原因, 而模式预报的差异程度造成了预报降雪量级存在差异的主要原因。

参考文献

- [1] 吴晓. 2008 年初全国雨雪冰冻天气的 OLR 资料分析[J]. 气象, 2009, 35(4): 87-93.
- [2] 陈涛, 崔彩霞. “2010.1.6”新疆北部特大暴雪过程中的锋面结构及降水机制[J]. 气象, 2012, 38(8): 921-931.
- [3] 赵俊荣, 郭金强. 天山北坡中部一次罕见特大暴雪天气成因[J]. 干旱气象, 2010, 28(4): 438-442.
- [4] 孙欣, 蔡芩宁, 陈传雷, 等. “070304”东北特大暴雪的分析[J]. 气象, 2011, 37(7): 863-870.
- [5] 张宁娜, 黄阁, 吴曼丽, 等. 2010 年国内外 3 种数值预报在东北地区的预报检验[J]. 气象与环境学报, 2012, 28(2): 28-33.
- [6] 张泽铭, 张翠翠, 张熙, 等. 济宁市“8·17”暴雨天气分析与数值预报检验[J]. 现代农业科技, 2012(8): 20-21.
- [7] 胡雪松, 张琳. “7.18”暴雨过程的数值预报检验评估[J]. 山东气象, 2008, 1(28): 22-25.
- [8] 肖明静, 盛春岩, 石春玲, 等. 2010 年汛期多模式对山东降水预报的检验[J]. 气象与环境学报, 2013, 29(2): 27-33.
- [9] 马超, 贾丽红, 杨霞, 等. 对 ECWMF 和 T639 数值模式产品在新疆暴雪影响系统预报能力中的检验[J]. 沙漠与绿洲气象, 2015, 9(2): 31-37.

- [10] 贾丽红, 张惠岚, 肖开提·多莱特, 等. T639 数值产品对影响新疆主要系统的预报检验评估[J]. 气象, 2012, 38(8): 971-976.
- [11] 张秉祥, 王立荣, 杨荣珍, 等. 数值预报产品对寒潮天气过程的预报能力检验[J]. 干旱气象, 2010, 28(1): 96-101.
- [12] 买买提·阿不都拉. 数值预报产品在和田市 2009 年汛期降水预报中的准确性检验[J]. 沙漠与绿洲气象, 2010, 6(4): 20-23.
- [13] 张超, 李娜, 贾健. ECMWF 细网格模式 2m 温度产品在乌鲁木齐市温度预报中的检验[J]. 沙漠与绿洲气象, 2015, 9(5): 62-68.
- [14] 万瑜, 曹兴, 窦新英, 等. ECMWF 细网格数值预报产品在乌鲁木齐东南大风中的释用[J]. 沙漠与绿洲气象, 2014, 8(1): 32-38.
- [15] 张俊兰, 李圆圆, 张超. ECMWF 细网格模式降水产品在北疆暴雪中的应用检验[J]. 沙漠与绿洲气象, 2013, 7(4): 7-13.
- [16] 屠妮妮, 何光碧, 张利红, 等. 成都区域气象中心业务数值预报产品检验分析[J]. 高原山地气象研究, 2010, 30(1): 21-28.
- [17] 琚陈相, 李淑娟, 于晓晶, 等. GRAPES 模式中不同陆面方案对新疆一次强降水事件的模拟[J]. 沙漠与绿洲气象, 2014, 8(6): 16-22.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ccrl@hanspub.org