

Forecasting Capability Test of Cold Wave Process by ECMWF Numerical Weather Prediction Products in Yili Region

Fengli Zhu, Xiaomei Zhu, Ting Bai

Yili Meteorological Bureau, Yining Xinjiang
Email: zxm394443923@sina.com

Received: Oct. 20th, 2018; accepted: Oct. 30th, 2018; published: Nov. 6th, 2018

Abstract

In this paper, using the Yili region conventional observation data, MICAPS data, numerical forecast products and ECMWF and ECMWF—thin numerical forecast products for three times in the spring and autumn period and the winter cold weather for inspection and analysis, the results concluded that cold weather process for the third time is early to maintain high temperature or heat up quickly, cool is larger. Cold weather leading system is three times of the ridge; ECMWF numerical model of leading system of cold wave system influences the development of the system and has good prediction ability to move. For the 850 hPa temperature, prediction models are relatively stable, and forecast the shorter the time; the stability is more obvious; EC numerical model of precipitation forecasts for low vortex effect system of precipitation forecast effect is better.

Keywords

Numerical Prediction Products, Cold Wave Forecast, Capability Test

ECMWF数值预报产品对伊犁地区寒潮天气过程的预报能力检验

朱风利, 祝小梅, 白 婷

伊犁州气象局, 新疆 伊宁
Email: zxm394443923@sina.com

收稿日期: 2018年10月20日; 录用日期: 2018年10月30日; 发布日期: 2018年11月6日

文章引用: 朱风利, 祝小梅, 白婷. ECMWF数值预报产品对伊犁地区寒潮天气过程的预报能力检验[J]. 气候变化研究快报, 2018, 7(6): 477-484. DOI: [10.12677/ccrl.2018.76052](https://doi.org/10.12677/ccrl.2018.76052)

摘要

本文利用伊犁地区常规观测资料、Micaps资料、ECMWF数值预报产品以及ECMWF-thin数值预报产品对春秋冬季三次寒潮天气进行检验和分析, 结果得出: 三次寒潮天气过程都是前期维持较高气温或者升温迅速, 降温幅度明显; 三次寒潮天气的主导系统都为欧洲高压脊; ECMWF数值模式对寒潮系统的主导系统及影响系统的发展及移动都有较好的预报能力; 对于模式850hPa温度预报均比较稳定, 而且预报时效越短, 稳定性体现的越明显; EC数值模式的降水预报对于低涡类影响系统的降水预报效果较好。

关键词

数值预报产品, 寒潮预报, 能力检验

Copyright © 2018 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

寒潮是新疆春秋冬季的主要的灾害性天气之一, 过去的研究[1]指出新疆的寒潮主要出现在春季, 约占寒潮总数的 39%, 秋季次之, 秋季最少, 其主要天气特征是剧烈降温和大风, 有时伴有雨(雪)天气。国内气象工作者对于寒潮天气已经有很多研究成果[2] [3] [4] [5] [6], 宁夏气象工作者陈豫英等[7] [8] [9] [10]也对宁夏的寒潮个例进行了分析, 总结出一些定量化指标。而新疆的气象工作者对新疆的寒潮做了大量的研究工作, 例如张家宝等[1]通过对新疆寒潮的研究, 得出了新疆发生寒潮时的各类高压及寒潮冷锋的路径、强度, 同时了得出了发生寒潮天气的天气形势, 还给出了一些预报欧洲脊、乌拉尔脊形成、稳定、崩溃以及南欧脊东移发展和能使新疆发生寒潮的低槽内冷空气强度的预报思考程序。李海燕、赵俊荣等[11] [12] [13]通过环流配置及物理量场对新疆寒潮个例进行了分析。随着数值模式的发展, 对于寒潮预报的水平也明显的提高, 国内的气象工作者曹春燕、李生艳、张秉祥等[14] [15] [16]也开始通过对数值预报产品在寒潮天气预报的解释应用, 也都为本地的寒潮预报提供了很好的参考价值, 但新疆还没有系统性的总结数值模式产品在寒潮天气中的应用, 伊犁地区位于新疆的西北部, 是新疆的主要的畜牧业生产基地之一, 寒潮是每年 11 月~次年的 4 月主要灾害之一, 寒潮天气给农牧业交通带来严重的不利影响。为提高寒潮预报的准确率, 本文通过对春、秋、冬三次寒潮天气过程的 ECMWF 数值预报产品进行综合分析, 以期对今后的寒潮天气预报有一定的参考意义。

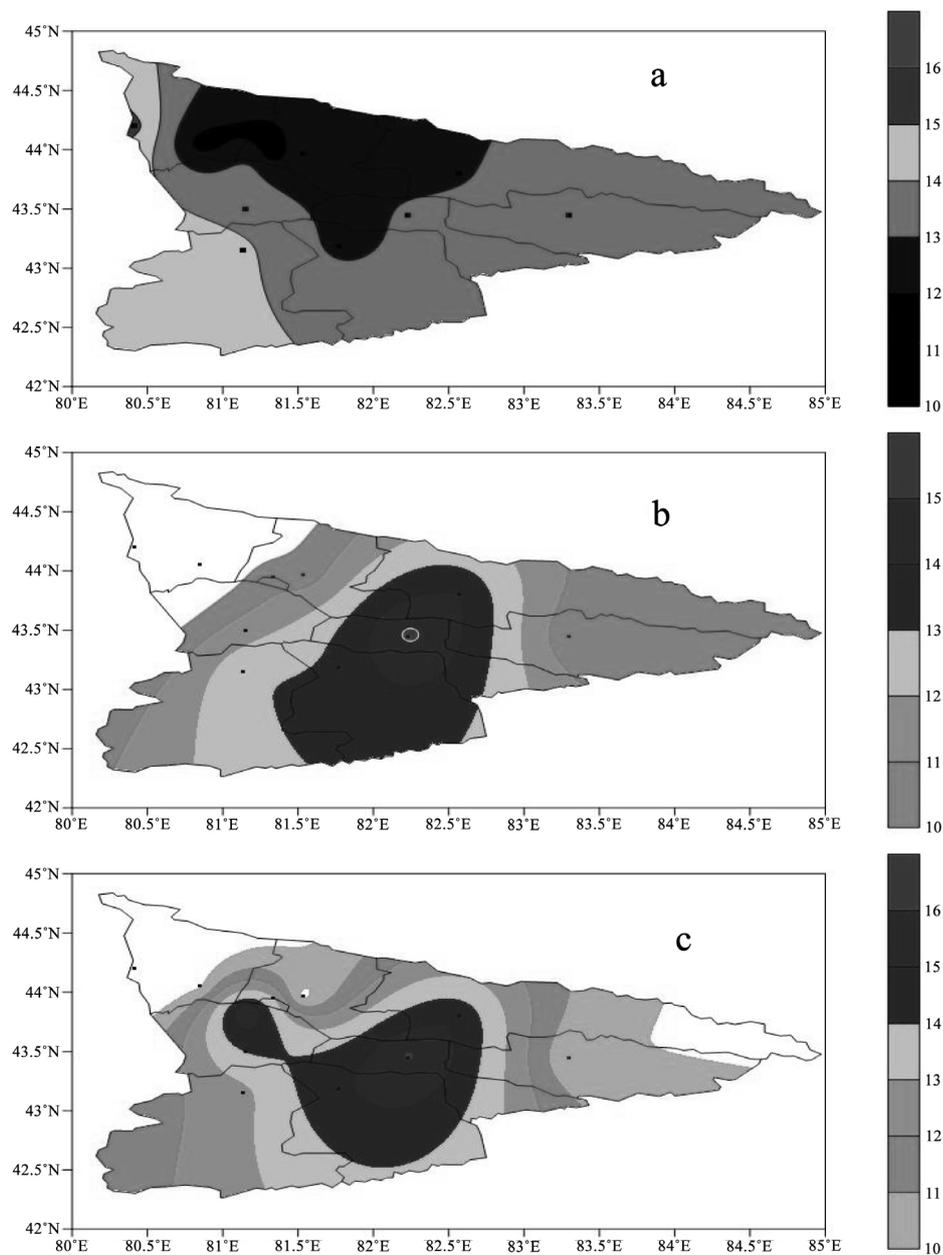
2. 资料和方法

本文利用伊犁地区常规观测资料、Micaps 资料、ECMWF 数值预报产品(后面简称 EC 模式)以及 ECMWF-thin 数值预报产品(后面简称 EC 细网格模式)对 2015 年 3 月 29~4 月 1 日(后面简称“3.29”), 2015 年 12 月 10~13 日(后面简称“12.10”), 2016 年 2 月 10 日~12 日(后面简称“2.10”)的出现在伊犁地区寒潮天气进行对比分析。

寒潮标准根据国家标准 GB/T 21987-2008 [17]中相关规定, 即: 最低气温 24 h 下降幅度大于或等于 8, 或 48 h 下降幅度大于或等于 10, 或 72 h 下降幅度大于或等于 12, 而且使该地日最低气温下降到 4 或以下。

3. 寒潮天气过程概况

“3.29”过程前期,伊犁地区受地面热倒槽影响,地面急骤升温,3月24日伊宁市最高气温升至 28.3°C ,较历年同期偏高 13.9°C ,25、26日受南支弱波动的影响,出现小量降雨,气温略有下降,27日伊宁市最高气温降至 19.6°C ,但仍较历年同期偏高 4°C ,过程前三天,平均气温较历史同期偏高 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。28日开始受西西伯利亚冷空气影响,伊犁地区出现全区性的寒潮天气,29~31日48 h最低气温普降 11.6°C 至 15.3°C (图1(a)),31日清晨伊犁地区最低气温降至 -7°C 至 -10°C ,其中昭苏降至 -14.6°C 。同时普遍出现 6.1 mm 以上的雪,其中伊宁县出现 14 mm 的暴雪。



(a): “3.29”天气过程, (b): “12.10”天气过程, (c): “2.10”天气过程

Figure 1. Cooling rate minimum temperature during the cold weather process
图 1. 寒潮天气过程最低温度降温幅度

“12.10”过程前期，伊犁河谷受热低压影响，地面升温明显，寒潮前三天平均气温较历史同期偏高3℃至6℃。10日受西西伯利亚冷空气影响，伊犁地区也出现寒潮天气，10个县市除霍城、霍尔果斯，10~12日48 h最低气温普降10℃至16℃(图1(b))，13日清晨伊犁地区最低气温降至-10℃至-18℃，其中昭苏降至-20.1℃。10、11日普遍出现3.1 mm以上的中雪，其中伊宁市11.2 mm的大雪，伊宁县、新源县分别出现13.9 mm、13.2 mm的暴雪。

“2.10”过程前期，伊犁河谷受热低压影响，地面升温明显，寒潮前三天平均气温较历史同期偏高4℃至7℃。10日受西西伯利亚冷空气影响，伊犁地区也出现寒潮天气，10个县市除霍城、霍尔果斯，过程中48 h最低气温普降10℃至16℃(图1(c))，12日清晨伊犁地区最低气温降至-15℃至-22℃，其中昭苏降至-24℃。10日普遍出现6 mm以上的大雪。

由以上结论中可以看出，这三次寒潮天气过程都是在前期强烈升温的基础上有较强冷空气从西西伯利亚南下侵袭伊犁地区，同时配合南支暖湿气流，造成剧烈降温和强降雪天气。冷空气都有降温明显、强降雪、平均风力不强等特点，但“3.29”过程的降温范围强于“12.10”和“2.10”过程。

4. 寒潮天气系统对比分析

在1987年出版的《新疆短期天气预报指导手册》中，张家宝等总结出新疆发生寒潮天气过程的基本环流形势可分为三类，分别为欧洲脊类、乌拉尔山脊类和纬向类。三次天气过程都属于欧洲脊类(图略)，表1列出了三次寒潮天气前一日20时500 hPa及地面与寒潮天气相关的一些特征量，从表中可以看出寒潮天气的高压脊线30°~50°E之间，有利于强北风带在30°~70°E之间建立，引导北方冷空气南下。500 hPa冷中心位置在50°~60°N，70°~80°E之间，冷中心强度在-38℃至-44℃之间。地面冷高压在欧洲中部，强度在1035 hPa以上。

Table 1. Three characteristics before the cold weather

表 1. 三次寒潮天气前特征量

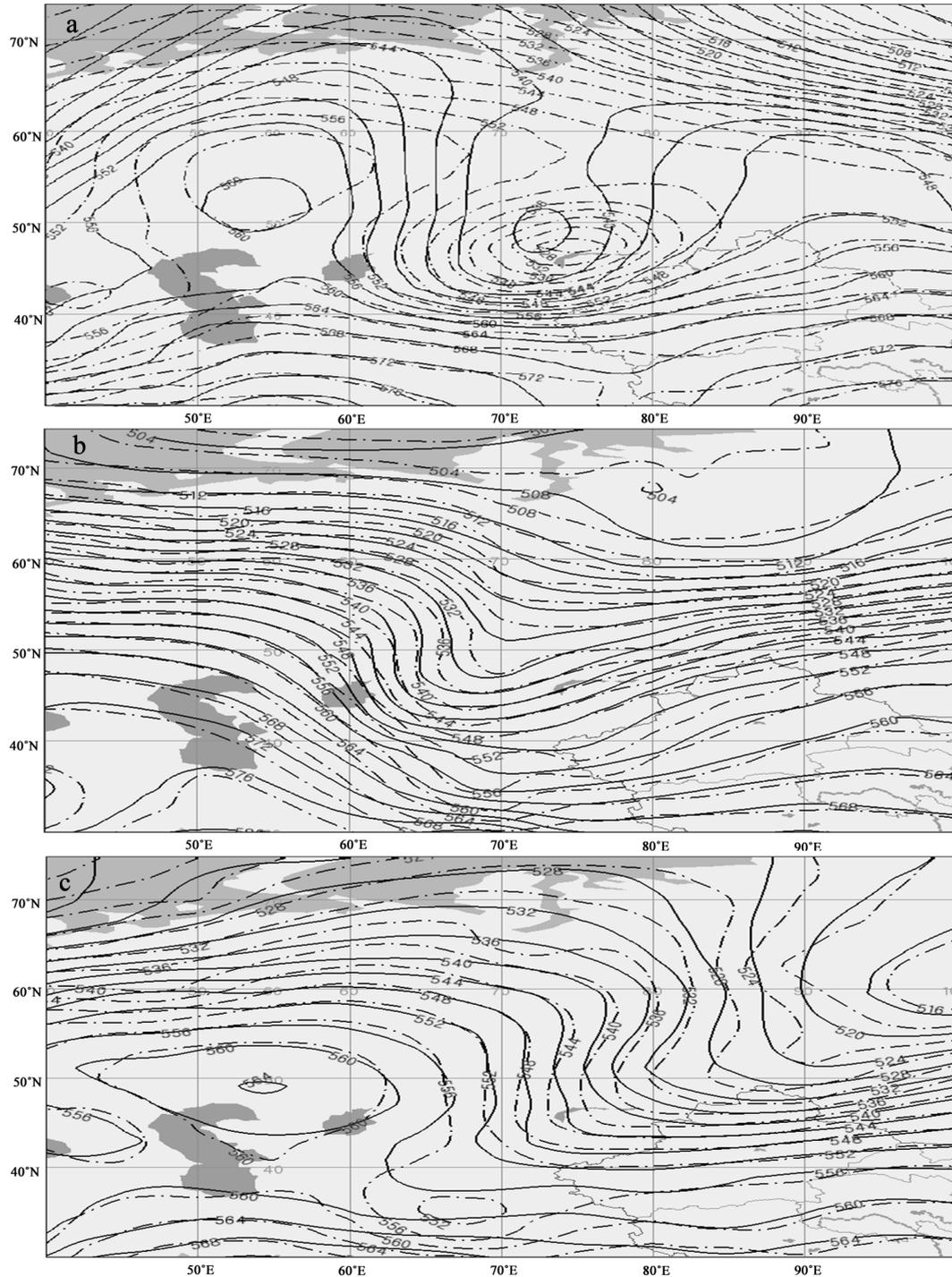
	“2015.3.29”	“2015.12.10”	“2016.2.10”
500 hPa高压脊线位置	50°~60°E	30°E	50°E
强北风带位置/最大风速(m/s)	(50°~62°E)/32	(30°~50°E)/58	(54°~70°E)/34
500 hPa冷中心位置/强度(℃)	(58°N, 68°E)/-44	(60°N, 77°E)/-38	(60°N, 78°E)/-44
地面冷高压位置/强度(hPa)	(55°N, 49°E)/1044.8	(50°N, 30°E)/1039.6	(44°N, 50°E)/1035.4
寒潮移动路径	西北	西方路径	西方路径

5. ECMWF 数值预报产品的释用

5.1. 500 hPa 环流背景

图2为寒潮爆发时的环流形势，从等高线的疏密程度和槽脊的分布情况来看，三个过程EC模式预告与实况基本一致，但“3.29”(图2(a))和“2.10”(图2(c))过程预告和实况都在乌拉尔山区形成阻塞高压，“3.29”过程阻塞高压中心最高位势高度都为560d gpm，但预告的高压脊也较实况略东北伸。影响系统都为中亚低涡，但实况的低涡中心值比模式预告的低涡中心值偏北且偏西2~3个纬距，范围也较大，且低涡中心实况值为536 d gpm，比模式预告的中心值偏高8 d gpm，整个低值系统也比EC模式预告值偏南1个纬距，但整个系统的演变预告及实况较一致。“12.10”和“2.10”过程影响系统都为西西伯利亚低槽，“12.10”(图2(b))过程对于主导系统实况和模式预告的基本一致，但对于影响系统，预告场上低槽南北支移速较不一致，北支移速较慢，南支移速较快，致使南北支略有些分断，且南支也略有些南掉。“2.10”过程乌拉尔山阻塞高压的位置与模式一致，但预告值较实况值偏低4 d gpm，影响系统为西西伯

利亚低槽,但预告场上在 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$, $60^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{E}$ 范围内低槽切断且形成低涡,阻断了西南暖湿气流的向北输送。从以上分析可以看出 EC 模式对寒潮系统的演变有较好的预报能力,但对于大于 15 个纬距以上的长波槽类的影响系统,要注意其 40°N 以南的变化。



(a): “3.29” 天气过程, (b): “12.10” 天气过程, (c): “2.10” 天气过程(实线为实况; 点划线为 EC 模式预告)

Figure 2. When the cold wave 500 hpa weather situation map
图 2. 寒潮时 500 hPa 天气形势图

5.2. 地面影响系统分析

张家宝等[1]总结出, 新疆的寒潮入侵路径有四条, 西方路径、西北路径、北方路径及超极地路径, “3.29”过程为西北路径(图略), 在寒潮入侵前的3月26日, 在波罗的海附近出现了中心值为1028 hPa的冷高压, 其形状为长轴呈准东西向的椭圆形, 随着系统的东移, 冷高压向东南方向移动, 到3月30日20时(图略)冷高压移至乌拉尔山南端, 中心值因强至1040 hPa, 脊轴也顺转成西北-东南向, 高压中心在50°N左右, 且高压外围南伸至40°N以南。“12.10”过程为西方路径(图略), 寒潮入侵前的12月7日, 在欧洲中部出现了中心值为1036的冷高压, 后期冷高压东移并略有南压, 到12月10日东移至咸海以南, 中心值也增至1040, 高压的脊轴呈东西向的椭圆形, 冷高压中心位于40°N左右, 高压的外围也南伸至30°N以南。“2.10”过程也是西方路径, 在寒潮入侵前的2月6日, 也在欧洲中部出现了中心值为1035的冷高压, 后期冷高压东移但没有南压, 且到2月10日东北移至巴尔喀什湖西北面, 中心值也增至1045, 脊轴呈东西向的椭圆形, 冷高压中心位于50°N左右。3次过程伊犁地区都位于冷高压的前沿, 且锋区全部呈东北-西南向, 但“12.10”过程的锋区位置较“3.29”及“2.10”过程偏南, 但“3.29”天气过程的锋区强度比另两次过程强。比较EC模式预报与实况看出, 三次过程预报等压线走向及梯度同实况基本一致, 高压中心区域的位置也基本吻合, 只是“2.10”过程高压中心强度预报值偏小1 hPa。通过连续几日EC模式地面系统预报与实况的对比分析(图略)还可以看出:二者对冷高压中心的移动路径和强度的预报与实况也比较吻合。

5.3. 温度检验

5.3.1. 850 hPa 格点预报

以伊宁市的格点(43.9°N, 81.3°E)为例, 分析3次寒潮过程出现前5日20时EC细网格模式850 hPa温度预报情况(表2)。具体计算时EC细网格模式采用(44°N, 81.27°E)、(44°N, 81.52°E)、(43.75°N, 81.28°E)、(43.75°N, 81.53°E)4个格点值的平均。“3.29”天气过程08时850 hPa最低气温出现在3月31日为-13.5℃, “12.10”过程出现在12月12日为-11.8℃, “2.10”过程出现在2月11日为-15.9℃。表2为三次寒潮天气过程中EC细网格模式850 hPa温度预报值和实况值, 比较连续几日850 hPa温度预报可知, EC细网格模式温度预报均比较稳定, 而且预报时效越短, 稳定性体现的越明显。从表3可以看出, 三次过程均预报出了强降温过程, “3.29”及“2.10”天气过程更接近于实况值, 特别对于冬季的寒潮预报准确性更高。

Table 2. Three times in the process of the cold weather EC fine grid pattern 850 hpa temperature forecast values

表 2. 三次寒潮天气过程中 EC 细网格模式 850 hPa 温度预报值

	“2015.3.29”	“2015.12.10”	“2016.2.10”
寒潮前5日EC细网格模式20时预报08时850 hPa温度(℃)	-10.7	-10.4	-17.0
寒潮前4日EC细网格模式20时预报08时850 hPa温度(℃)	-10.3	-9.8	-16.4
寒潮前3日EC细网格模式20时预报08时850 hPa温度(℃)	-12.2	-10.2	-15.9
寒潮前2日EC细网格模式20时预报08时850 hPa温度(℃)	-13.0	-10.3	-16.1
寒潮前1日EC细网格模式20时预报08时850 hPa温度(℃)	-13.1	-10.7	-16.1
08时850 hPa实况温度(℃)	-13.5	-11.8	-15.9

5.3.2. 最低温度检验

同样以伊宁市的格点(43.9°N, 81.3°E)为例(表 3), 分析 3 次寒潮过程出现前 5 日 20 时 EC 细网格模式最低温度预报情况。具体计算时采用分辨率为 $0.125^{\circ} \times 0.125^{\circ}$ 的 EC 细网格模式米温度预报的最低温度值, 伊宁站点的最低温度采用(44°N, 81.27°E)、(44°N, 81.52°E)、(43.75°N, 81.28°E)、(43.75°N, 81.53°E) 4 个格点值的平均插值。三次寒潮天气过程中, “3.29” 过程最低温度出现在 3 月 31 日早晨为 -7.5°C , “12.10” 过程最低温度出现在 12 月 13 日早晨为 -13.8°C , “2.10” 过程最低温度出现在 2 月 12 日早晨为 -18.4°C , 从表中可以看出 “3.29” 和 “12.10” 过程的最低温度的预报较不稳定, 误差也较大, “3.29” 过程在前 3 到 5 日, 最低温度预报值偏高, 但到前 1 到 2 日预报值又偏低, 但前 2 日的预报误差的绝对值在 0.1°C , 预报效果较好。“12.10” 过程低温度值较偏高, 但前 3 日和前 4 日预报效果较好, 预报误差的绝对值在 $1.5^{\circ}\text{C} \sim 1.6^{\circ}\text{C}$ 。“2.10” 过程最低温度值较偏低, 但除前 5 日误差较大外, 其余的误差范围都在 2°C 误差范围之内, 且预报时效越短, 误差也越小。从以上分析可以看出 EC 细网格模式 2 米温度预报的最低温度预报对于春秋两季的寒潮过后最低温度的预报较不稳定, 但对于冬季寒潮的最低温度预报的效果较好。

Table 3. Three times in the process of the cold weather EC minimum degree of prediction value fine grid pattern
表 3. 三次寒潮天气过程中 EC 细网格模式最低度预报值

	“2015.3.29”	“2015.12.10”	“2016.2.10”
寒潮前5日EC细网格模式20时预报最低温度($^{\circ}\text{C}$)	-5.4	-8.0	-19.4
寒潮前4日EC细网格模式20时预报最低温度($^{\circ}\text{C}$)	-5.5	-12.2	-17.3
寒潮前3日EC细网格模式20时预报最低温度($^{\circ}\text{C}$)	-4.4	-12.3	-17.2
寒潮前2日EC细网格模式20时预报最低温度($^{\circ}\text{C}$)	-7.6	-10.7	-16.9
寒潮前1日EC细网格模式20时预报最低温度($^{\circ}\text{C}$)	-10.3	-8.8	-17.1
最低温度实况($^{\circ}\text{C}$)	-7.5	-13.8	-15.9

5.4. 降水检验

三次寒潮天气过程除降温外, 还出现了一定的降雪天气, 同样以伊宁市的格点(43.9°N, 81.3°E)为例, 分析 3 次寒潮过程期间 EC 细网格模式降水量预报情况(表 4)。具体计算时采用分辨率为 $0.125^{\circ} \times 0.125^{\circ}$ 的 EC 细网格模式的降水预报, 伊宁站点的降水量采用(44°N, 81.27°E)、(44°N, 81.52°E)、(43.75°N, 81.28°E)、(43.75°N, 81.53°E) 4 个格点值的平均插值。从表中可以看出 “3.29” 天气过程降雪量预报值与实况值较接近, “12.10” 与 “2.10” 天气过程降雪量的预报值都较实况值偏少。从前面分析中知道, “3.29” 过程的影响系统是中亚低涡, “12.10” 与 “2.10” 天气过程的影响系统是纬距在 15 以上的长波槽, 可以看出 EC 细网格模式的降水预报对于低涡类的降水预报效果较好, 对于长波槽类的影响系统, 降水预报值较实况值偏小。

Table 4. Three times in the process of the cold weather EC fine grid pattern snowfall forecast values
表 4. 三次寒潮天气过程中 EC 细网格模式降雪量预报值

	“2015.3.29”	“2015.12.10”	“2016.2.10”
过程降雪量(mm)	10.2	8.4	6.7
实况降雪量(mm)	10.8	13.2	8.6

6. 小结

1) 三次寒潮天气过程都是前期维持较高气温或者升温迅速, 降温幅度明显, 容易达到寒潮的标准。

2) 综合分析三次寒潮天气过程可以得出一些寒潮天气的预报指标: ① 寒潮天气的高压脊线 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{E}$ 之间, 有利于强北风带在 $30^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{E}$ 之间建立, 引导北方冷空气南下; ② 500 hPa冷中心位置在 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{N}$, $70^{\circ}\sim 80^{\circ}\text{E}$ 之间, 冷中心强度在 -38°C 至 -44°C 之间; ③ 地面冷高压在欧洲中部, 强度在1035 hPa以上。

3) 从三次寒潮天气的高空系统及地面系统的演变来看, EC模式对寒潮系统的主导系统及影响系统的发展及移动都有较好的预报能力。

4) 从850 hPa温度检验来看, EC细网格模式温度预报均比较稳定, 而且预报时效越短, 稳定性体现的越明显。三次过程均预报出了强降温过程, “3.29”及“2.10”天气过程更接近于实况值, 特别是对于冬季的寒潮预报准确性更高。

5) 从最低温度的检验来看, EC细网格模式最低温度预报对于春秋两季的寒潮过程最低温度的预报较不稳定, 但对于冬季寒潮的最低温度预报的效果较好; 对于降水预报, EC细网格模式的降水预报对于低涡类的降水预报效果较好, 对于长波槽类的影响系统, 降水预报预报值较实况值偏小。

致 谢

本文受中央公益性科研院所基本科研业务项目(IDM2016001)、中亚大气科学研究基金项目(CAAS201820)、新疆气象局科研项目(201515)共同资助。

参考文献

- [1] 张家宝, 苏起元, 孙沈清, 等. 新疆短期天气预报指导手册[J]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1986.
- [2] 丁一汇, 王遵娅, 何金海, 等. 近50年来中国气候变化特征的再分析[J]. 气象学报, 2004, 62(2): 228-236.
- [3] 刘传凤. 我国寒潮气候评价[J]. 气象, 1990, 16(12): 40-43.
- [4] 姚正兰. 遵义市寒潮天气过程统计分析[J]. 贵州气象, 2000, 24(1): 10-13.
- [5] 樊明, 冯军, 尚学军. “2001.4.9”寒潮天气形成过程分析[J]. 气象, 2002, 28(3): 54-57.
- [6] 高振荣, 刘晓光, 田庆明, 等. 甘肃河西地区一次强寒潮天气个例诊断分析[J]. 干旱气象, 2009, 27(1): 34-39.
- [7] 陈豫英, 赵光平. 两次典型强沙尘暴过程的对比分析[J]. 气象, 2003, 29(9), 18—22.
- [8] 陈豫英. 宁夏两次典型寒潮天气的对比分析[J]. 陕西气象, 2004(2): 4-6.
- [9] 文润琴. 宁夏寒潮3-6天的客观因子模式预报方法[J]. 宁夏气象, 1994(1): 5-7.
- [10] 周翠芳, 张广平, 杨海山. 宁夏冬季寒潮天气过程对比分析[J]. 干旱气象, 2009, 27(2): 142-147.
- [11] 李海燕, 张慧岚. 2009年新疆一次入冬转折性天气分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2011, 5(6): 37-41.
- [12] 李海燕, 杨霞, 张超. 新疆一次超极地寒潮天气分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2012, 6(5): 12-19.
- [13] 赵俊荣, 郭金强, 田惠萍, 等. 2008年4月天山北坡一次强寒潮天气成因分析[J]. 气象与环境学报, 2010, 26(1): 54-58.
- [14] 曹春燕, 江崑. 欧洲数值预报产品在深圳2次强降温预报中的释用[J]. 广东气象, 2007, 29(1): 25-26.
- [15] 李生艳, 苏荣在, 高安宁. 2002年12月广西寒潮过程特征及数值预报产品的释用[J]. 广西气象, 2004, 25(1): 12-15.
- [16] 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.
- [17] 中华人民共和国国家标准 GB/T 21987-2008 寒潮标准[S].

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：ccl@hanspub.org