

张超,李娜,贾健.ECMWF 细网格模式 2 m 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.
doi:10.3969/j.issn.1002-0799.2015.05.010

ECMWF 细网格模式 2 m 温度产品在乌鲁木齐市温度预报中的检验

张超¹,李娜¹,贾健²

(1.新疆气象台,新疆 乌鲁木齐 830002;2.乌鲁木齐市气象局,新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:利用 2011 年 7 月—2014 年 6 月的 ECMWF 细网格模式 2 m 温度预报产品,采用格点映射站点和双线性插值法挑选最优预报参考格点,并用天气学检验方法,对该模式在不同季节、不同天气时的乌鲁木齐市温度预报能力进行检验。检验表明:该产品对制作乌鲁木齐市未来 24 h 和 48 h 温度预报具有很好的指导意义,未来 24 h 全年最高、最低气温预报准确率可达 74%~75%,未来 48 h 最高、最低气温预报准确率较未来 24 h 偏低 10%左右;模式对降雨、降雪时的温度预报较好,大雾时最差,并且会使最低气温预报严重低于实况,对东南风时最高气温预报好于最低气温,预报有逆温时,最高气温预报不可信,但最低气温预报可作参考。该产品整体在准确率和稳定性上均优于国家气象中心指导预报,预报时效越长,优势越明显。

关键词:ECMWF 细网格;温度检验;2 m 温度;乌鲁木齐

中图分类号:P457.3

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2015)05-0062-07

近年来,越来越多的气象工作者通过数值预报模式产品检验释用提高预报准确率和精细化水平,取得了较好的效果^[1-9]。新疆接收 ECMWF 细网格模式预报产品已近 4 a,其在很多方面都优于 ECMWF 粗网格模式。国内一些气象工作者利用该模式产品针对大雾、降水、温度预报等方面做了检验和释用^[10-13]。在新疆的 ECMWF 细网格模式预报产品的释用检验工作中,张俊兰等^[14]检验了 ECMWF 细网格模式的 LSP 大尺度降水预报产品在 2012 年前冬 3 场暴雪天气中的预报效果,万瑜等^[16]利用 ECMWF 细网格模式产品对一次乌鲁木齐东南大风做了释用,都显示出了 ECMWF 细网格模式产品出色的预报性能,大大提高了各类天气预报的精细化程度,但这些仅是针对某次天气过程的研究,缺乏对长时间序列预报效果的检验。

ECMWF 细网格模式 2 m 温度产品的空间分辨率为 25 km,为乌鲁木齐市单站预报提供更多的参考格点,具有未来 72 h 内时间间隔 3 h 的温度预报产品,未来 12~36 h 的最高、最低值可选取作为该模式次日未来 24 h 的最高、最低气温预报,未来 36~60 h 的最高、最低值可选取作为该模式次日未来 48 h 的最高、最低气温预报,但此产品对乌鲁木齐市温度的预报效果如何,最佳参考格点如何选取并未进行过客观的检验分析。由于乌鲁木齐地形复杂,周边模式格点所在海拔高度、下垫面性质差异大,模式各格点预报数值差异也较大,需获取能代表乌鲁木齐温度的最优预报值。本文对 2011 年 7 月—2014 年 6 月 ECMWF 细网格模式 2 m 温度产品资料未来 24 h 及 48 h 温度预报进行检验评估,结合格点映射站点和双线性插值 2 种方法获取乌鲁木齐温度预报值,选出代表乌鲁木齐温度预报的最优值,统计和归纳不同季节、不同天气现象下 ECMWF 细网格模式对温度预报的性能。此工作将为制作准确、精细的温度预报提供参考,并对做好复杂天气背景下温度预报具有重要意义。

收稿日期:2014-05-07;修回日期:2014-07-21

基金项目:中国沙漠气象科学研究基金(Sqj2014009)和中国气象局预报员专项(CMAYBY2014-078)共同资助。

作者简介:张超(1987-),男,工程师,现从事短期天气预报分析与预报服务工作。E-mail:64418696@qq.com

1 资料与方法

1.1 资料

实况温度资料选用2011年7月—2014年6月共3 a乌鲁木齐市地面自动观测站逐小时温度资料;ECMWF细网格模式资料采用2011年7月—2014年6月20 h起报2 m温度预报资料,空间分辨率为 $0.25^\circ \times 0.25^\circ$,时间分辨率为3 h,数据缺失日不检验,共有1 047 d的有效检验样本;为同国家气象中心指导预报进行对比检验,还选用了2013年1—12月国家气象中心下发的最高、最低气温指导预报。

1.2 方法

提取08—08时内地面自动观测站逐小时温度最高、最低值作为实况的最高、最低气温,采用格点映射站点和双线性插值法提取预报检验值,并将模式预报未来12~36 h和36~60 h的温度最高、最低值,作为ECMWF细网格模式2 m温度产品未来24 h和48 h的最高、最低气温预报。

格点映射站点方法:ECMWF细网格模式2 m温度产品为格点数据,乌鲁木齐站不在格点上,周边存在4个预报值,分别位于乌鲁木齐左上、左下、右上、右下4个方位,用以上4个方位格点数据映射到乌鲁木齐站点上,用 $T_{左上}$ 、 $T_{左下}$ 、 $T_{右上}$ 、 $T_{右下}$ 格点映射数据代表ECMWF细网格模式2 m温度资料对乌鲁木齐的预报值。

双线性插值法:又称为双线性内插,在数学上,双线性插值是有两个变量的插值函数的线性插值扩展,其核心思想是在两个方向分别进行一次线性插值。若未知函数 f 在点 $P=(x, y)$ 的值,假设我们已知函数 f 在 $Q_{11}=(x_1, y_1)$ 、 $Q_{12}=(x_1, y_2)$ 、 $Q_{21}=(x_2, y_1)$ 以及 $Q_{22}=(x_2, y_2)$ 四个点的值。首先在 x 方向进行线性插值,然后在 y 方向进行线性插值。本文将模式的格点映射值通过双线性插值法插值到乌鲁木齐站点上,得到 $T_{差值}$ 。

检验方法:采用预报准确率、平均误差、平均绝对误差等统计方法检验(公式如下),对乌鲁木齐左上($T_{左上}$)、左下($T_{左下}$)、右上($T_{右上}$)、右下($T_{右下}$)及插值($T_{差值}$)后的ECMWF细网格模式的2 m温度预报值按月、季、天气类型分别进行检验。

$$\text{预报准确率: } TT_k = \frac{Mr_k}{Mf_k} \times 100\%, \quad (1)$$

$$\text{平均误差: } T_E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i), \quad (2)$$

$$\text{平均绝对误差: } T_{MAE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F_i - O_i|. \quad (3)$$

其中, F_i 为第 i 站(次)预报温度, O_i 为第 i 站(次)实况温度, K 为1、2,分别代表 $|F_i - O_i| \leq 1^\circ\text{C}$ 、 $|F_i - O_i| \leq 2^\circ\text{C}$, Mr_k 为预报正确的站(次)数, Mf_k 为预报的总站(次)数。

$$\text{技巧评分: } SST = \frac{T_{MAEN} - T_{MAEF}}{T_{MAEN}} \times 100\%. \quad (4)$$

评分技巧是指ECMWF细网格模式2 m温度预报产品的最高、最低气温预报平均绝对误差相对于国家气象中心指导预报的提高率, T_{MAEN} 为国家气象中心指导预报最高、最低气温预报平均绝对误差, T_{MAEF} 为ECMWF细网格2 m温度预报产品的最高、最低气温预报平均绝对误差。

2 预报检验结果

2.1 高、低温预报逐月检验

根据中国气象局对各省、地(市)气象台的考核标准,用误差为 2°C 以内作为温度预报准确率的阈值。图1为2011年7月—2014年6月ECMWF细网格模式2 m温度的未来24 h最高、最低温度预报准确率。图1a中,最高气温预报准确率从高到低排列分别为 $T_{左下}$ 、 $T_{差值}$ 、 $T_{右上}$ 、 $T_{右下}$ 、 $T_{左上}$,左下格点 $T_{左下}$ 夏半年的最高气温预报准确率最高,尤其是5—8月最高气温预报准确率均超过了85%,7月准确率最高,达到92.3%;右上格点温度预报 $T_{右上}$ 的准确率呈现出“双峰型”,在春季和秋季准确率明显高于其他时期,4月、10月超过了 $T_{左下}$ 的准确率,达到了84%;左上格点 $T_{左上}$ 的准确率最低,5—8月不到50%,6、7月最低,不到20%;双线性插值预报的准确率均低于 $T_{左下}$ 。可见不同格点的预报能力存在明显差异,插值的温度预报 $T_{差值}$ 并没有预期的优越性,在春、夏、秋季均低于 $T_{左下}$ 的最高气温预报准确率。冬季各格点预报能力普遍较差,预报准确率都偏低,在30%~60%之间。

由图1b可知各参考点的预报能力具有更为明显的季节性变化, $T_{右上}$ 的最低气温预报准确率同样呈现出“双峰型”,在3—5月和9—1月有着明显的优势,4月、5月、9月、10月的预报准确率都超过了80%,其中10月的最低气温预报准确率达到91.8%,6月开始, $T_{右上}$ 的最低气温预报准确率开始明显下降,7月降到了54.9%;而 $T_{差值}$ 预报在6月、7月表现较好,准确率分别达到了69.7%、74.7%,对 $T_{右上}$ 夏季的不足有了较好的弥补;在所有参考点中, $T_{右下}$ 的最低气温预报能力最差,对乌市单站的最低气温预报缺乏参考意义;在12月—翌年2月,各格

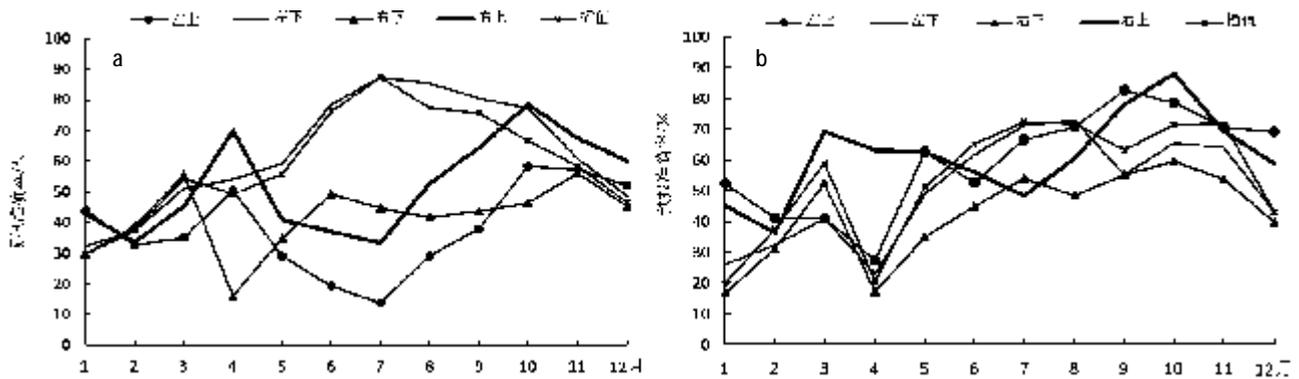


图1 2011年7月—2014年6月ECMWF细网格2 m温度对乌鲁木齐温度未来24 h预报准确率/%
(a.最高气温;b.最低气温)

点最低气温预报准确率也较其他月份差, 准确率在20%~60%, 2月, $T_{左上}$ 的最低气温预报准确率最高, 可达到59.2%, 12月和1月的最低气温预报准确率仍然是 $T_{右上}$ 最高, 准确率分别达到71.4%、55.2%。

图2为2011年7月—2014年6月ECMWF细网格模式2 m温度未来24 h的最高、最低气温的误差分析, 检验模式预报的平均误差和平均绝对误差, 其中平均误差能够量化预报和实况之间的平均偏差, 也是模式预报的系统误差, 平均绝对误差能够量化预报与实况的总体偏差程度。由图2a可以看出, 4个格点最高气温预报平均误差随季节也有明显变化, $T_{右上}$ 和 $T_{左上}$ 在2—10月都为预报正误差, 即预报偏高误差, 在5—8月平均误差都接近3℃, 11—1月逐渐转为负误差; 而 $T_{左下}$ 、 $T_{右下}$ 及 $T_{差值}$ 平均误差月分布正好相反, 在3—11月为负误差, 其中 $T_{左下}$ 的平均误差最小, 12—翌年2月逐渐转为正误差, 开始转换的时期正是冬春和秋冬的过渡时期。从图2c来分析, $T_{右下}$ 和 $T_{左上}$ 的预报值较实况偏离程度明显高于其余参考点, 偏离值为2~3.5℃; $T_{左下}$ 和 $T_{差值}$ 的预报值在3—11月较实况偏离程度较小, 均低于1.6℃, 但在11—2月偏离程度迅速加大, 偏离值达2.5~3.5℃, $T_{右上}$ 的平均绝对误差呈现出了“双谷型”, 4月、10月为两个低值, 偏离值在1.5℃以下, 其他时段在2~2.5℃之间。由图2b可知, 各格点最低气温的平均误差季节分布规律与高温类似, 在夏半年 $T_{左下}$ 、 $T_{右下}$ 及 $T_{差值}$ 的温度预报较实况略偏低, 而在冬半年迅速转为偏高, 1月偏高幅度达到最强, 为3~4℃, 转换的时期也正是冬春和秋冬的过渡时期; $T_{右上}$ 和 $T_{左上}$ 在5—8月温度预报较实况有所偏高, 其他月偏低, 总体来看平均误差在-2~2℃之间。由图2d可以看出, 在各月4个格点较实况偏离范围在1~4.5℃之间, $T_{右上}$ 的偏离程度最小, 在1~2.5℃之间, 冬季

普遍高于其他季节。

通过2011年7月—2014年6月ECMWF细网格模式2 m温度的未来48 h最高、最低气温预报准确率和预报误差分析。发现, 各格点预报水平有同未来24 h相似的逐月变化规律, 依然具有很好的指导意义。全年最高、最低气温预报准确率为65%左右, 但较未来24 h最高、最低气温预报准确率偏低10%左右, 其中春季偏低幅度最大, 为10%~28%, 夏秋季降低幅度最小, 仅为1%~5%, 这同春季模式调整频繁有关。

综上所述, ECMWF细网格模式2 m温度产品对制作乌鲁木齐未来24 h和48 h温度都具有很好的指导意义, 随着季节的变化, 不同参考点对乌鲁木齐市高低温预报能力也相应变化, 在冬春和秋冬的过渡时期, 各格点的系统误差会发生明显变化, 多数时间格点映射站点的方法要优于双线性插值法。经过分析, 可以把 $T_{左下}$ 的日最大值代表2月、3月、5月、6月、7月、8月和9月的最高气温预报, $T_{右上}$ 的日最大值代表1月、4月、10月、11月和12月的最高气温预报, $T_{右上}$ 的日最小值代表1月、3月、4月、5月、9月、10月、11月、12月的最低气温预报, $T_{差值}$ 的日最小值代表6月、7月的最低气温预报。 $T_{左上}$ 的日最小值代表2月、8月的最低气温预报, 未来24 h全年最高、最低气温准确率可以达到74%~75%, 未来48 h最高、最低气温预报准确率较24 h偏低10%左右, 其中春季降低幅度最大, 为10%~28%, 夏秋季较小, 为1%~5%。

2.2 高、低温预报季度检验

为了便于统计、分析, 采用3—5月为春季、6—8月为夏季、9—11月为秋季、12月—翌年2月为冬季的季节划分。重点分析ECMWF细网格模式2 m温度未来24 h预报产品逐季节预报准确率, 发现有明

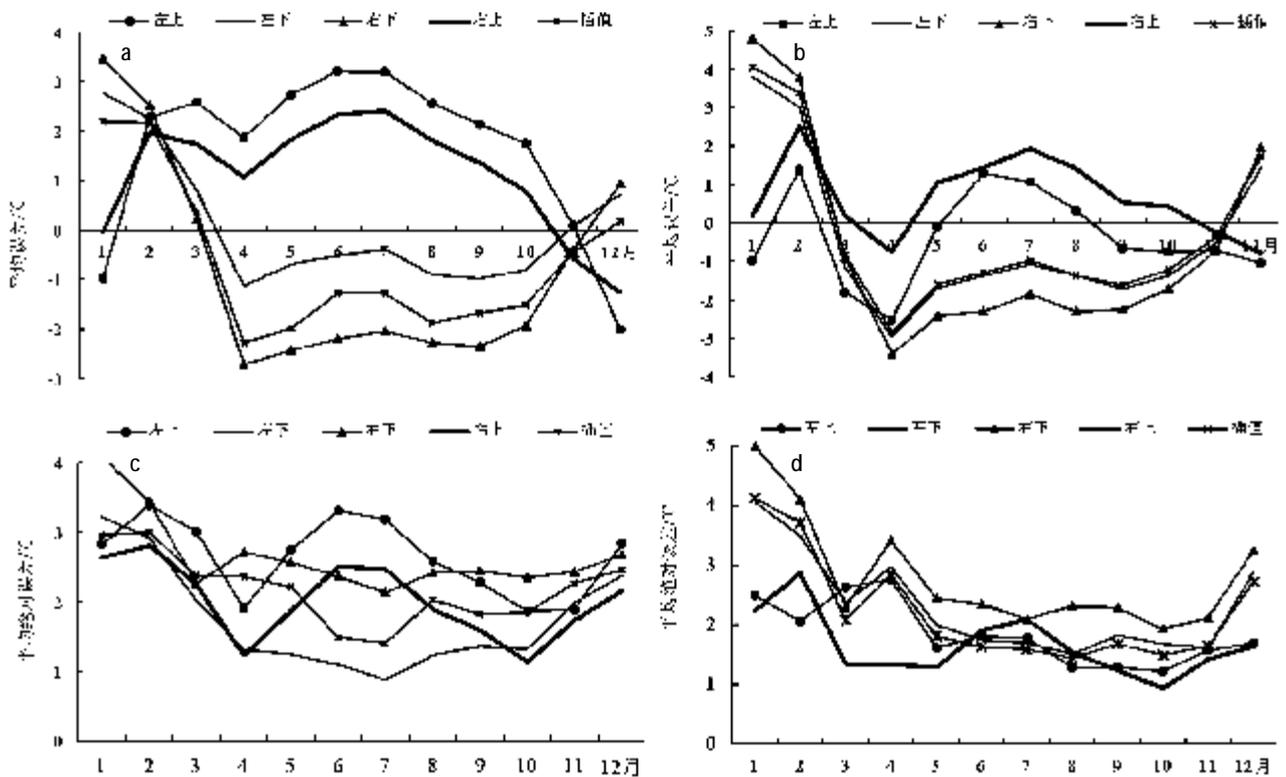


图2 2011年7月—2014年6月ECMWF细网格2 m温度的未来24 h预报误差分析
(a.高温平均误差;b.低温平均误差;c.高温平均绝对误差;d.低温平均绝对误差)

显的季节变化,夏半年的预报准确率高出冬半 10%~25%。最高气温准确率在夏季最高,可达到 88.7%,冬季最低,仅有 53.3%,夏季高出冬季 35%;而最低气温预报准确率,秋季最高,为 83.1%,冬季最低,准确率为 63.2%,秋季高出冬季 20%,且最低气温预报准确率在春、秋、冬季均高出同季节最高气温预报 3%~9%,夏季,最高气温预报准确率高出最低气温预报准确率 14%。最高气温预报在夏季偏离实况的程度最小,平均绝对误差在 1℃附近,冬季最大,平均绝对误差接近 2.5℃;最低气温预报在秋季偏离实况程度最小,冬季最大,并且最低气温预报的平均绝对误差在春、秋、冬季均低于同季节最高气温预报的平均绝对误差,在夏季高于最高气温预报的平均绝对误差。冬季最高、最低气温预报偏离实况程度最大,同时也是降低全年温度预报准确率的主要季节,这与冬季逆温影响有关。

2.3 重要天气过程的温度预报检验结果

为检验 ECMWF 细网格模式 2 m 温度预报未来 24 h 产品在不同天气过程中的预报能力,选取 2011 年 7 月—2014 年 6 月影响天气出现日,共 304 d 有效样本,依照不同天气性质特点分成降雨日、降雪日、东南大风日、大雾日四类。由于雨雪春秋季节多为

雨雪转换时期,不好区分降雨降雪状态,为方便研究,我们把 4—10 月 08—08 时出现 0.1 mm 以上的降水定义为降雨日,共 108 d;11 月—翌年 3 月 08—08 时出现 0.1 mm 以上的降水定义为降雪日,共 92 d;全年 08—08 时出现极大风速超过 13 m·s⁻¹ (5 级)的东南风定义为东南风日,共 39 d;全年 08—08 时出现能见度小于 1 km 的雾,定义为大雾日,共 65 d,分别分析各类天气发生时期,模式的温度预报效果(表 1)。

表 1 2011 年 7 月—2014 年 6 月 ECMWF 细网格 2 m 温度在不同天气情况下最高、最低气温预报效果

影响天气	最高气温	最低气温	最高气温	最低气温	最高气温	最低气温	最高气温	最低气温
	准确率	准确率	平均	平均	平均绝对	平均绝对	最大	最大
	%	%	误差/℃	误差/℃	误差/℃	误差/℃	误差/℃	误差/℃
降雨	77.8	78.7	0.1	1.1	1.4	1.5	5.3	5.0
降雪	68.5	65.2	-0.1	-0.2	1.5	1.7	5.5	-5.4
东南大风	71.8	59.0	-1.1	-1.5	1.7	2.3	-4.6	-5.8
大雾	53.9	52.3	-0.1	-0.8	2.7	2.1	12.0	-6.3

降雨日时最高、最低气温预报准确率相对较高,分别为 77.8%、78.7%,均超过了全年的平均准确率,且稳定性较好,平均绝对误差都在 1.5℃以下,从平

均误差看,模式预报普遍较实况偏高,最低气温预报表现更为明显,正误差达到了 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,最高、最低气温预报的最大误差分别为 $5.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$,但出现大幅偏离实况的次数不多,108 d中,最高、最低气温预报都只有3 d偏离幅度超过 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$,且均为正误差。

降雪日最高、最低气温预报准确率低于降雨日,分别为68.5%和65.2%,这由于降雪日时逆温的破坏与维持都会对温度预报有影响。最高气温预报的稳定性略好于最低气温。最高、最低气温预报平均绝对误差分别为 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,平均误差都较小,无法找出明显的系统误差,最大误差分别为 $5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $-5.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在92 d中,最高气温预报偏离幅度超过 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况出现了4次,有2次正误差,2次负误差;最低气温预报偏离幅度超过 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况出现了8次,有3次正误差,5次负误差。

乌鲁木齐市东南大风出现时,由于空气干绝热下沉运动,会使温度异常偏高,增加了对温度预报的难度,ECMWF细网格模式2 m温度产品在东南风日的温度预报中最高气温预报较好,准确率可以达到71.8%,最低气温预报较差,准确率仅为59%。最高气温预报相对稳定,平均绝对误差为 $1.65\text{ }^{\circ}\text{C}$,最大误差为 $-4.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,偏离幅度超过 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况仅出现了1次;最低气温预报稳定性较差,平均绝对误差为 $2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,最大误差到达 $-5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,偏离幅度超过 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况达到了7次,且均为负误差,出现概率超过17%。东南风对最低气温的影响远大于最高气温,东南风的起风时间,持续时间以及强度的不同会对模式的最低气温预报造成不同影响,东南大风在夜间的持续时间越长,对低温的影响越大,7次较大的低温预报误差中,有4次都出现在持续2 d以上的强东南风过程,2次出现在隆冬季节短暂的东南大风过程。

在各类天气中,ECMWF细网格模式2 m温度产品受大雾影响最大,最高、最低气温预报准确率为53.8%和52.3%,准确率是几类天气过程中最低的,且预报的稳定性均较差,平均绝对误差都超过了 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。最高气温预报的最大误差达 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$,偏离幅度超过 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况出现15次,出现概率超过了23%,其中6次为正误差,9次为负误差;最低气温预报的最大误差为 $-5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,偏离幅度超过 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况出现10次,出现概率超过了15%,其中2次为正误差,8次为负误差。可见,大雾天气下多会使模式最低气温预报严重低于实况。逆温是造成大雾天气的重要条件,大雾时温度预报准确率低与模式无法很好处理逆温

时的温度预报有很大关系。

总体来看,模式对降雨、降雪时的温度预报较好;大雾时最差,并且会使最低气温预报严重低于实况;对东南风温度预报时最高气温预报好于最低气温,东南风的起风时间,持续时间以及强度的不同会对模式的最低气温预报造成不同影响,东南大风在夜间的持续时间越长,对低温预报的影响越大。

2.4 ECMWF细网格预报逆温时的检验结果

将2011年7月—2014年6月ECMWF细网格上格点850 hPa温度与925 hPa的温度差值,作为逆温预报值,将未来24 h最强逆温大于 $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 作为一个逆温预报日,共63 d。检验表明,最高、最低气温预报准确率为31.74%和63.5%,最高温度的预报明显偏低。最高气温预报的最大误差达 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$,偏离幅度超过 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况出现21次,出现概率超过33%,其中13次为正误差,8次为负误差。最低气温预报的最大误差为 $-5.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,偏离幅度超过 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况出现8次,出现概率为13%,均为负误差。可见,当ECMWF细网格预报明显逆温时,最高温度预报不可信,但最低温度可作参考,并且会使最低气温预报低于实况,这同大雾天气的温度预报情况相似。

2.5 ECMWF细网格模式2 m温度产品与国家气象中心指导预报对比检验

为更好地衡量ECMWF细网格模式2 m温度产品在乌鲁木齐市的预报能力,选取其2013年全年资料,同国家气象中心指导预报温度产品进行对比检验,发现ECMWF细网格模式2 m温度产品整体在准确率和稳定性上均优于国家气象中心指导预报,预报时效越长,优势越明显,尤其在春季温度预报中有明显优势。从图3a可以看出ECMWF细网格模式的未来24 h预报产品在3—5月,最高气温预报准确率高出国家气象中心指导预报30%~40%;最低气温预报准确率高出国家气象中心预报准确率20%~35%;从图3b来看,最高气温预报较指导预报在3—6月、10月有30%~40%的正技巧,1月、9月、11月为负技巧,其中11月的负技巧达67%;对于最低气温预报而言,2—4月、10月有30%左右的正技巧,1月为64%的负技巧,其他月份预报水平相当。图3c可以看出,ECMWF细网格模式的未来48 h最高气温预报准确率仅在7月、11月低于国家气象中心指导预报,其余月份都高于指导预报,最低气温预报准确率在2月、5月、8月、9月低于国家气象中心指导预报,其余月份都高于指导预报;图3d可以看出,仅在11月ECMWF细网格模式的未来48 h最

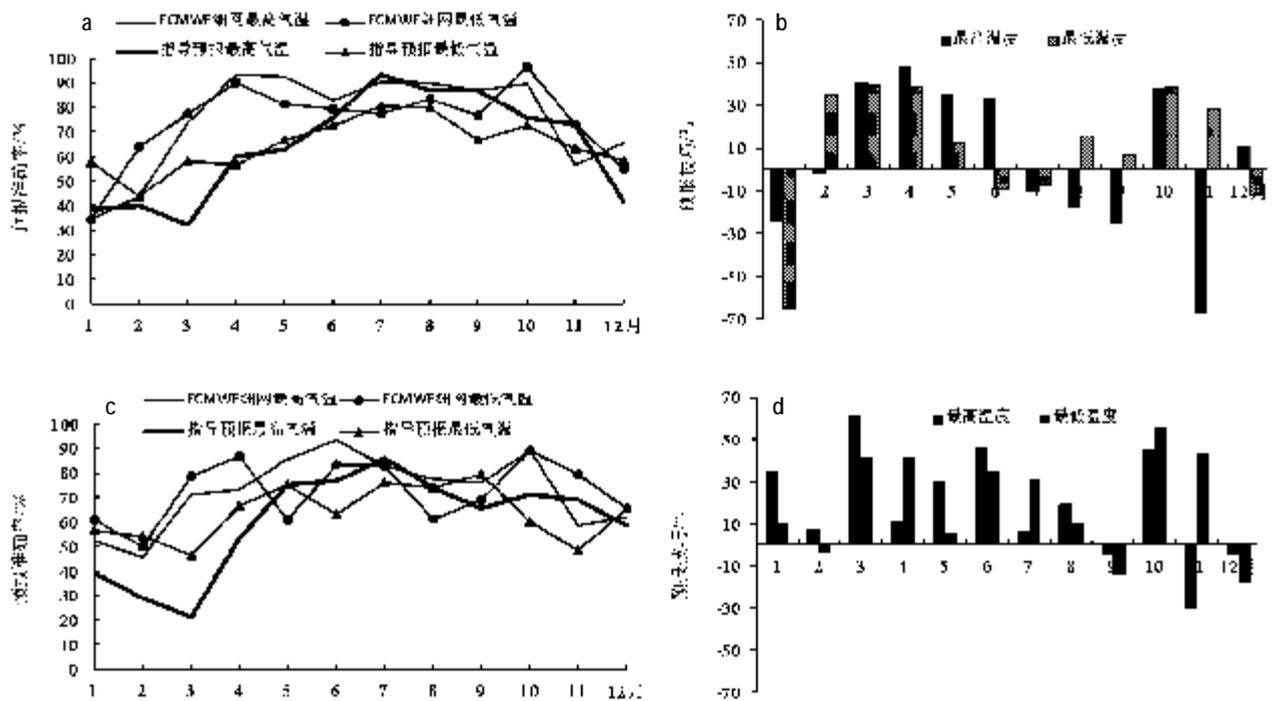


图3 2013年ECMWF细网格2 m温度产品同国家气象中心指导预报对比检验结果
(a.未来24 h预报准确率;b.未来24 h预报技巧;c.未来48 h预报准确率;d.未来48 h预报技巧)

最高气温预报较指导预报有30%左右负技巧,其余时间都接近或为明显正技巧。虽然ECMWF细网格模式2 m温度产品整体在准确率和稳定性上均优于国家气象中心指导预报,但在秋冬季的一些时间也会劣于国家气象中心指导预报,两种模式产品存在一定互补性。

3 结论

(1)ECMWF细网格模式2 m温度预报产品对制作乌鲁木齐未来24 h及48 h温度预报具有很好的指导意义。随着季节的变化,不同参考点对乌鲁木齐市最高、最低气温预报能力也相应变化。多数时间格点映射站点的方法要优于双线性插值法,经过分析,可以把 $T_{左下}$ 的日最大值代表2月、3月、5月、6月、7月、8月和9月的最高气温预报, $T_{右上}$ 的日最大值代表1月、4月、10月、11月和12月的最高气温预报, $T_{右上}$ 的日最小值代表1月、3月、4月、5月、9月、10月、11月、12月的最低气温预报, $T_{差值}$ 的日最小值代表6月、7月的最低气温预报。 $T_{左上}$ 的日最小值代表代表2月、8月的最低气温预报。未来24 h全年最高、最低气温预报准确率可以达到74%~75%,未来48 h最高、最低气温预报准确率较24 h偏低10%左右,其中春季降低幅度最大,为10%~

28%,夏秋季较小,为1%~5%。

(2)模式季节变化明显,夏半年的预报准确率高出冬半年10%~25%,冬季最高、最低气温预报偏离实况程度最大,同时也是降低全年温度预报准确率的主要季节。

(3)模式对降雨、降雪时的温度预报较好,大雾时最差,并且会使最低气温预报严重低于实况;对东南风时最高气温预报好于最低气温,东南风的起风时间,持续时间以及强度的不同会对模式的最低气温预报造成不同影响,东南大风在夜间的持续时间越长,对低温的影响越大;预报逆温时,最高气温预报不可信,但最低气温可作参考,并且最低气温预报低于实况。

(4)该产品整体在准确率和稳定性上均优于国家气象中心指导预报,预报时效越长,优势越明显,尤其在春季温度预报中有明显优势。但在秋冬季的一些时间也会劣于国家气象中心指导预报,两种模式产品存在一定互补性。

参考文献:

- [1] 贾丽红,卢新玉,崔彩霞,等.新疆15地州首府城市最高、最低气温预报检验[J].沙漠与绿洲气象,2013,7(1):16-20.
- [2] 肖明静,隋明,范苏丹,等.3种数值模式温度预报产品在

- 山东应用和误差分析与订正[J].干旱气象,2012,30(3):472-477.
- [3] 康岚,冯汉中,屠妮妮,等.Grapes模式预报西南地区夏季2m温度检验评估[J].高原山地气象研究,2009,29(2):26-32.
- [4] 欧徽宁,邹哲馨,孙小龙.中央台精细化温度指导预报产品在贺州市的检验[J].气象研究与应用,2012,33(2suppl1):150-152.
- [5] 贾丽红,张慧岚,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.
- [6] 佟华,姚明明,王雨,等.T213L31全球中期数值天气预报系统2m温度误差源分析[J].气象,2006,32(2):52-57.
- [7] 张冰,魏建芬,裴海璇.2006年T213模式在江苏的降水和温度检验评估[J].气象科学,2008,28(4):468-472.
- [8] 李国翠,连志鸾,赵彦厂,等.石家庄温度预报检验及影响因素分析[J].气象与环境学报,2009,25(1):15-18.
- [9] 吴爱敏,路亚奇,李祥科.利用ECMWF产品对庆阳极端气温释用效果分析[J].干旱气象,2009,27(3):288-292.
- [10] 汤浩,贾丽红.背景场和物理过程对WRF模式在新疆区域预报性能的影响[J].沙漠绿洲与气象,2014,8(3):27-33.
- [11] 陈晓红,朱佳宁,周扬帆.EC细网格数值预报产品在一次大雾预报中的释用[J].大气科学应用与研究,2012,43(2):94-100.
- [12] 陈海凤,黄世芹,金建德,等.EC细网格数值预报在贵阳地区的释用效果分析[J].贵州气象,2014,38(4):22-25.
- [13] 陈海凤,黄世芹,金建德,等.基于ECMWF细网格模式产品的湿螺旋度在四川盆地强降水预报中的应用检验[J].气象,2014,40(9):1088-1096.
- [14] 陈海凤,黄世芹,金建德,等.T639、ECMWF细网格模式对2012年5—8月四川盆地降水预报的天气学检验[J].高原山地气象,2013,38(1):22-25.
- [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] 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.

Test of ECMWF Refined Net Numerical 2 m Temperature Forecast Data in Temperature Forecasting in Urumqi

ZHANG Chao¹, LI Na¹, JIA Jian²

(1.Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002, China;
2.Urumqi Meteorological Bureau, Urumqi 830002, China)

Abstract Using ECMWF refined net numerical 2 m temperature forecast data from July 2011 to June 2014, grid mapping site and bilinear interpolation method are used to select the optimized reference points, finally apply the synoptic testing method to test its temperature forecasting ability in different seasons and different types of weather in Urumqi. The result shows that it is helpful to making nest 24 hours and 48 hours temperature forecast, The next 24 hours prediction accuracy of annual maximum and minimum temperature is 74%~75%, the next 48 hours forecast accuracy is 10%, lower than the next 24 h; forecast accuracy of temperature is better in rainy days and snowy days, worse in foggy days; the actual minimum temperature is significantly below the forecast temperature; the forecast accuracy of maximum temperature is better than the forecast accuracy when southeastly wind happens; when the temperature inversion is forecast, the maximum temperature forecast cannot be trusted, but the minimum temperature forecast is trusty. The accuracy and stability of ECMWF refined net numerical 2 m temperature forecast data are better than guidance forecast data from the National Meteorological Center of CMA. The longer the forecast period is, the more obvious advantages there are.

Key words ECMWF refined net; temperature test; 2 m temperature; Urumqi