

# EC细网格十米风场数值预报在阿拉山口地区的释用评估

依扎提·托留别克

阿拉山口市气象局, 新疆 阿拉山口

收稿日期: 2022年10月11日; 录用日期: 2022年11月10日; 发布日期: 2022年11月18日

## 摘要

随着EC十米风场在大风预报中的准确率越来越高, 也被愈来愈多的学者进行研究。选取阿拉山口市作为研究区域, 基于2019~2020年的数据, 利用TS评分评估EC十米风场预报值在阿拉山口的释用评估。结果表明EC集合预报系统对24小时里5~7级和8级及以上的大风具有较好的预报能力, 而对48小时8级及以上的大风预报能力较弱, 并且5~7级的产品间的TS评分值差异小, 8级及以上产品间的TS评分值差异较大。对于同级的大风预报, 大部分统计量产品随着预报时效的延长而小幅下降。EC十米风场对阿拉山口大风的起止时间、风速量级及落区的预报有较好的指示意义。因此深入研究环境相对恶劣的干旱、半干旱地区的大风特征揭示其区域分布特点、变化规律、形成机理及其全球变化背景下的发展情景对于防灾减灾、合理利用气候资源、改善生态环境是很有价值的。

## 关键词

EC十米风场, 预报效果, TS评分

# Evaluation of the Application of ECMWF Fine-Grid 10-Meter Wind Field Numerical Forecast in the Dzungarian Gate Region

Yi Zha Ti·Tuo Liu Bie Ke

Alashankou City Meteorological Bureau, Alashankou Xinjiang

Received: Oct. 11<sup>th</sup>, 2022; accepted: Nov. 10<sup>th</sup>, 2022; published: Nov. 18<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

With the increasing accuracy of EC 10-meter wind field in gale forecast, more and more scholars are studying it. Based on data from 2019 to 2020, the TS score was used to assess the release of EC 10-metre Wind Alashankou in Dzungarian Gate. The results show that the EC Ensemble Forecast System has a good forecast ability for gale force winds of magnitude 5~7 and 8 and above in 24 hours, but a weak forecast ability for gale force winds of magnitude 8 and above in 48 hours, the difference of TS scores between products of grade 5~7 is small, and the difference of TS scores between products of grade 8 and above is large. For the same level of Gale Forecast, most statistical products decrease slightly with the extension of forecast time. The EC 10-meter wind field is a good indicator for the forecast of the onset and cessation time, wind speed magnitude and wind falling area of strong winds in Dzungarian Gate. Therefore, it is valuable to study the characteristics of Gale in arid and semi-arid areas and to reveal its regional distribution, change law, formation mechanism and development scenario under the background of global change for disaster prevention and reduction, rational use of climate resources and improvement of ecological environment.

## Keywords

ECMWF Ten-Meter Wind Farm, Forecast Effect, TS Score

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 引言

空气流动即产生风, 风速达到一定等级就形成大风。我国大风天气活动频繁, 其产生的系统有多种。一是各类天气尺度、中小尺度系统在发生发展、移动和相互作用中引起的。如锋面、温带气旋、台风带来的大范围大风, 以及雷暴、飏线、龙卷等中小尺度强对流系统引起的局地大风[1]。二是在下垫面地形, 如峡谷、高楼间狭窄地带、高地山脉、海岸等的动力和热力效应下形成大风。

大风影响十分广泛且后果严重, 不仅摧毁林木建筑, 阻碍航运交通, 还可输送地面沙尘颗粒等污染物质, 威胁人民生命和财产安全。同时大风是强对流和台风的一个主要致灾因子[2]。因此研究大风产生机理, 提高大风预报技术, 有助于大风天气的预警和防御, 降低风灾损失; 另一方面, 风作为一种可再生清洁能源, 认识其活动规律对合理开发利用地球资源、环境保护、实现经济与社会可持续发展等均有重要意义[4]。深入研究环境相对恶劣的干旱、半干旱地区的大风特征揭示其区域分布特点、变化规律、形成机理及其全球变化背景下的发展情景对于防灾减灾、合理利用气候资源、改善生态环境是很有价值的。

## 2. 研究区概况

阿拉山口地区是阿拉套山和巴尔克鲁山之间狭长的朗库里谷地, 谷地地质构成为石漠、砾漠类。年平均风速为 6.0 m/s。春、夏、秋、冬四季, 分别以 3~5 月、6~8 月、9~11 月、12~2 月表示, 则大风出现最多的是在春、夏两季。其中, 夏季大风日数最多, 占全年总日数的 37%, 春季次之, 占全年总日数的

31%。秋季大风次数占全年的 22%，冬季出现大风的日数最少，仅占全年的 10%。各月出现的大风日数基本呈现对称的单峰型分布[3]。6、7 月间大风最多，其他月份少。

### 3. 数据与方法

#### 3.1. 数据源

2019、2020 年阿拉山口市国家基本站的大风站点实况资料,整理 2019~2020 年的春夏秋冬的 5~7 级、8 级及以上的风速,通过 Excel 表格建立了资料库。本文收集了 2019 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日两年的风速资料。由于目前全市的台站只有 1 个基本气象台站,站点信息如表 1 所示,本文要检验两年的大风预报质量,因此本次检验使用了 1 个台站的实况风速数据。

Table 1. Site information

表 1. 站点信息

站名	区站号	经度/°	纬度/°	海拔高度/m	观测率%
阿拉山口	51232	82.5481	45.1783	366.3	100

#### 3.2. 数据预处理

本文选用 2019~2020 年阿拉山口市国家级观测站的观测资料,以及欧洲中心细网格 10 米风场预报数据,起报时次为 20 时,预报时效选用 24、48 小时。将数值预报格点资料利用格点插值方法,插值到选取的 1 个站点,获得每个站点的预报值。检验时段为 2019 年 1 月~2020 年 12 月,风速采用 TS 方法进行检验。

##### TS 评分

采用中国气象局下发的《中短期天气预报质量检验办法》(气发 2005 年(109 号)),对阿拉山口市大风天气的预报效果进行检验和对比分析[5]。

$$TS = \frac{b}{a+b+c} * 100\%$$

其中 a 再分析达到对应风速,实测没有的数量;

b 再分析和实测都有对应风速的数量;

c 再分析没对应风速,实测有的数量。

过程区域大风预报检验:当预报有 5~7 级的风,若实况出现了 5~7 级的风速评定为正确,若实况没有出现或风速没有达到 5~7 级则评定为空报;当预报无风 5~7 级,若实况无 5~7 级风不作评定,若实况风速超过 7 级评定为漏报。

同理当预报有 8 级以上的风,若实况出现了 8 级以上的风速评定为正确,若实况没有出现或风速没有达到 8 级以上则评定为空报;当预报无 8 级以上的风,若实况无 8 级以上的风不作评定,若实况风速超过 8 级评定为漏报。

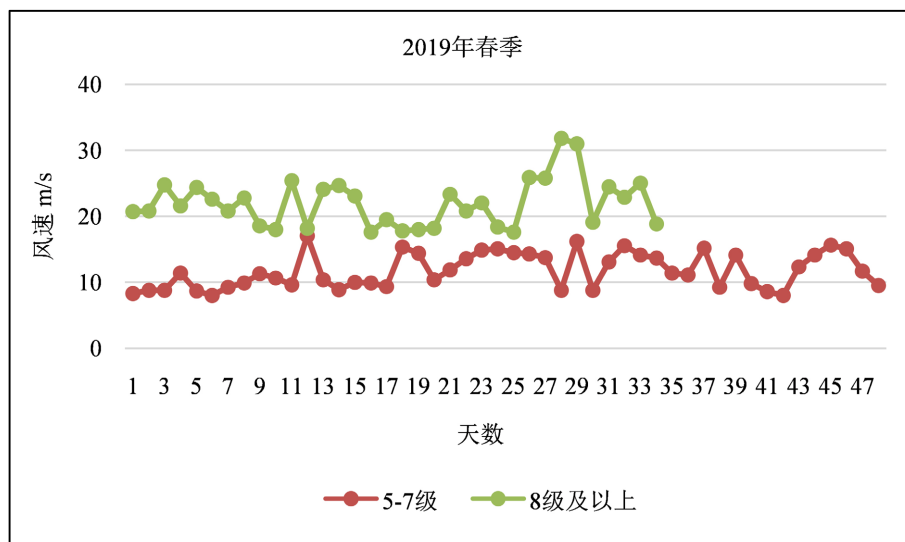
#### 3.3. 研究方法

收集阿拉山口市国家基本站 2019、2020 年的大风站点实况资料。选取阿拉山口国家基本气象站的实况数据,采用格点插值的方法将站点数据插值为格点数据。大风预报 24 h、48 h 预报时效与其对应的实况值进行检验分析,检验的客观方法选择 TS 评分检验。

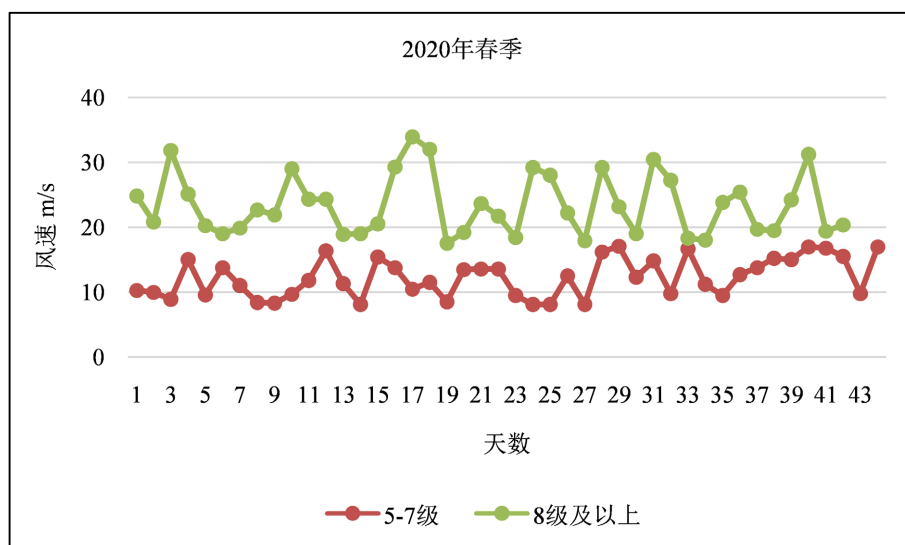
## 4. 结果分析

### 4.1. 2019~2020 年的春夏秋冬的 5~7 级、8 级及以上的风速

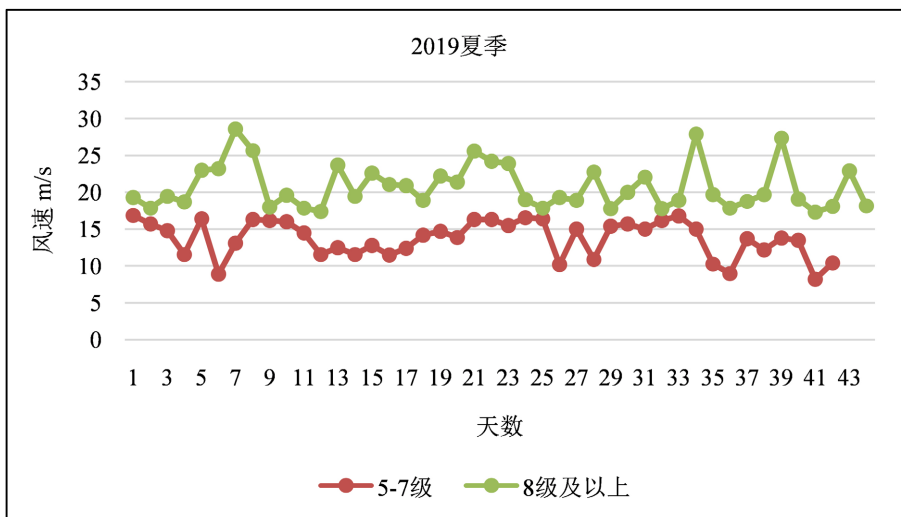
季节变化特征：阿拉山口的大风对其它地区大风所造成的影响，与冷空气入侵的强度及季节有关，冷空气势力强、范围广[6]。如图 1 所示，大风日数两年内总体表现为先增后减的变化规律，自 2 月开始增加，至夏季达到峰值，随后逐渐下降；进入冬季后，冷空气活动较频繁，但大风上升峰值却远低于夏季。4~6 月冷暖空气交替活动频繁，为大风多发月份。春季以冷空气活动形成的大风占大多数，持续时间较长，风力较强，危害性大；夏季大风次数虽多，但一般持续时间不长，多为对流形成的大风，冬季大风短暂，强度最弱，出现次数相对较少。由此可见，春夏季大风频发，秋冬季相对较少。造成大风日数季节分布差异的原因，可能是由于春夏中纬度地区大气环流不稳定，北方冷空气频繁入侵新疆北部所致，以及冷空气带来的气流通通过“狭管效应”增大所致。



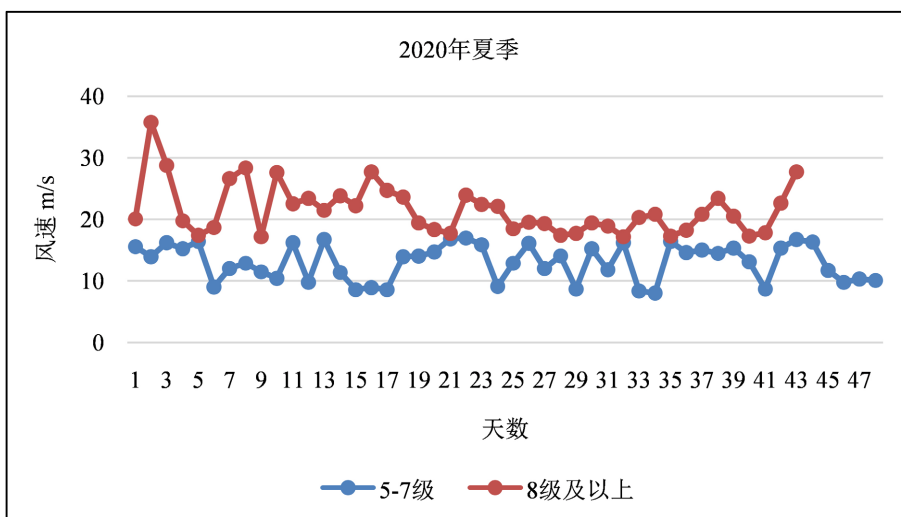
(1) 2019 年春季风速



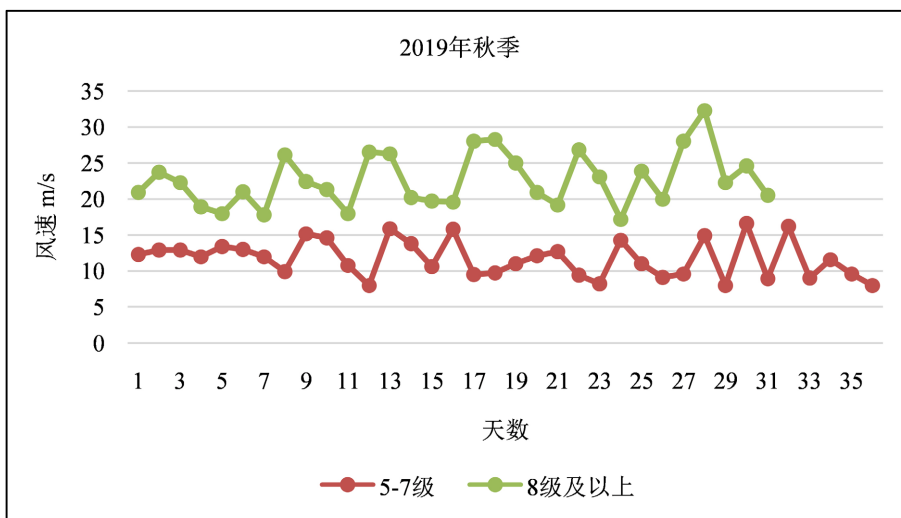
(2) 2020 年春季风速



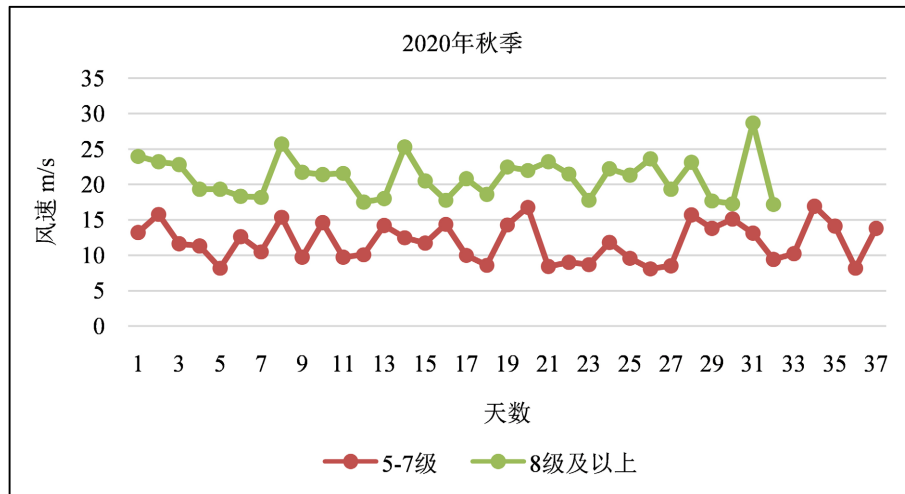
(3) 2019年夏季风速



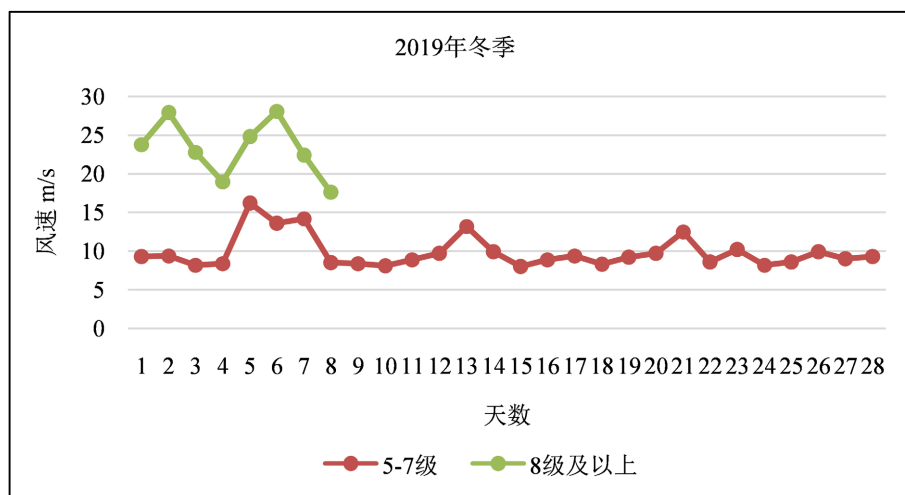
(4) 2020年夏季风速



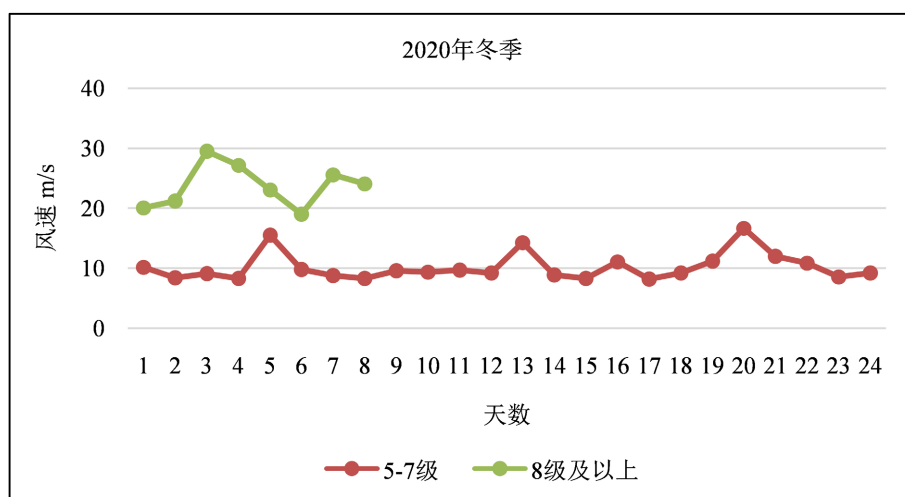
(5) 2019年秋季风速



(6) 2020 年秋季风速



(7) 2019 年冬季风速



(8) 2020 年冬季风速

Figure 1. 2019, 2020 four-season average wind speed  
图 1. 2019、2020 四季平均风速

阿拉山口地区同期大风的出现频次相差也很悬殊[7]。一年中大风出现次数相对少的季节(秋季至初春),其年际变化振幅小于大风频发阶段(4~8月)的振幅[8]。风速的日变化,2019年~2020年逐日24小时风速自记记录的分析后发现:白天风速大于夜间,午后至傍晚较大,17:00~19:00(北京时间,下同)时达到最大,午夜至早晨较小,7:00~9:00。从实况数据对比看,网格资料预报的起风时间和结束时间基本和实况吻合,且风速渐变的过程和间歇时段也和实况接近,只是在预报的量级上比实况值偏小。

一年中,大风次数及月平均风速大小的年变化有着深刻的天气气候背景[9]。春季蒙古高压开始减弱,冷暖空气交锋最为频繁,冷锋过境频繁,地区间气压差加大,风速增强。夏季地面增热强烈,下垫面和地形作用引发的对流旺盛,高层较大的风速可以传至低层,加大了近地面的风速,极易触发短时阵性大风[10],因此,春、夏是大风出现最多季节。秋季气层开始趋于稳定,大风日数比春、夏两季明显减少。冬季受强大蒙古高压的影响,气团性质稳定,冷空气堆在盆地低处,又因地面有积雪,辐射冷却强烈,在低层形成了稳定深厚的逆温层,犹如“冷垫”一般,南下的冷空气大多从逆温层顶部滑过,因此地面风速比春夏两季要偏小一些。

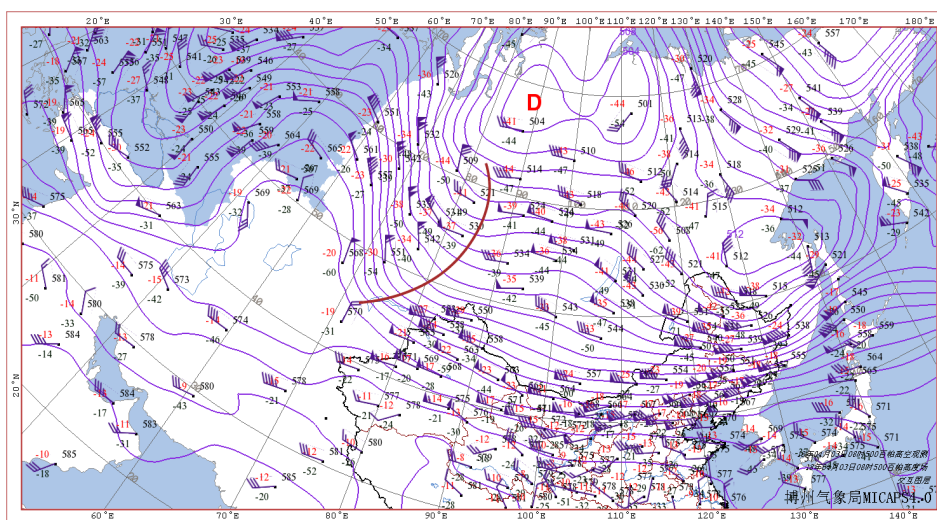
#### 4.2. 选取阿拉山口的一次大风天气进行分析

天气实况:受乌拉尔山北部冷空气东南下影响,在2019年3月31~4月4日,出现了一次大范围大风、降水、强降温天气。最低气温24小时内下降11.4℃,极大风力达到29.5 m/s(11级)。

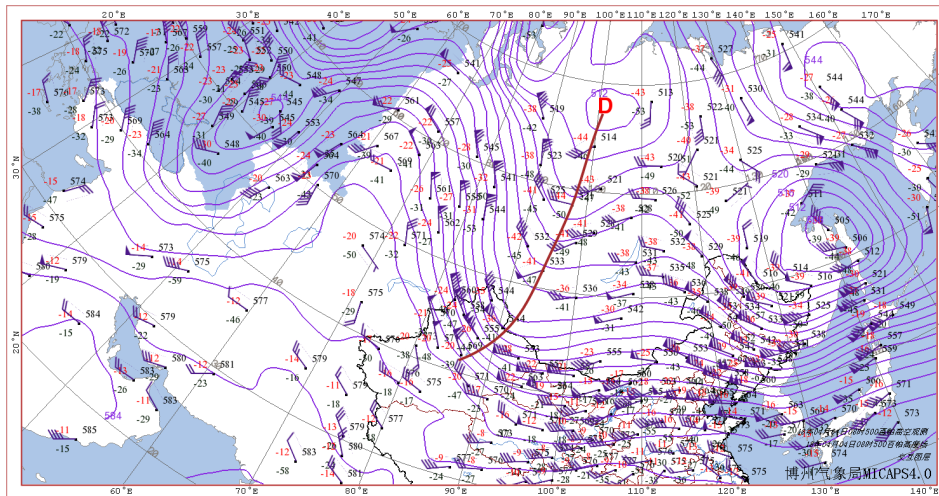
环流形势及EC细网格的要素预报:从图2可以看出:巴尔喀什湖以北,泰梅尔半岛至中亚维持一宽的槽区,槽线呈东北-西南向,并有一个-45℃的冷中心配合,槽底为强的急流锋区。锋从中亚自西向东经过新疆北部。咸海北部为脊区控制,脊前的偏北气流不断引导白海一带的冷空气南下,经过西伯利亚中部,在乌拉尔山西侧向东转向,补充到槽区中。使得槽区加深南压,冷空气进入博州。由此产生大风降温天气过程。

在4月3日由于欧洲脊东移,位于西西伯利亚平原的低值系统分裂短波,冷空气在巴尔喀什湖附近堆积,4日08时槽区移至中天山以北,冷空气进入博州。

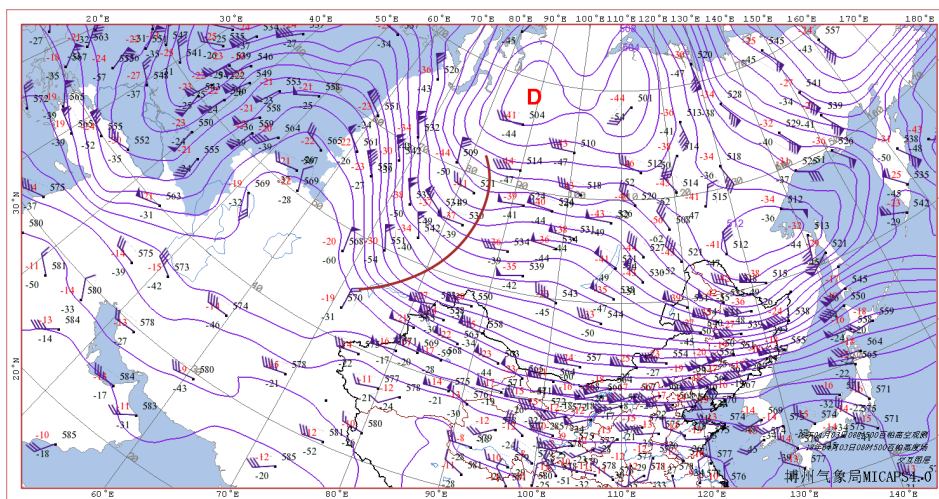
如图3所示,天气来临前夕,处于三小时变压负值区,中心值为-5.0 hPa;上游巴尔喀什湖附近三小时变压中心强度为+2.0 hPa,也就是从博州到巴尔喀什湖聚集了+7.0 hPa的变压差。同时,在东经70度到东经80度之间,聚集了8条等压线,超强的气压梯度造成了此次的大风天气。



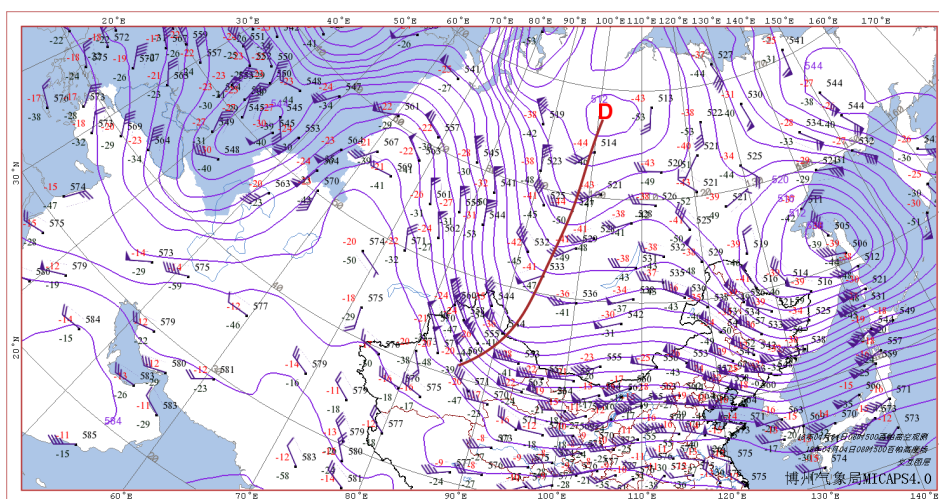
4月3日08时500 hPa高空图



4月4日08时500 hPa 高空图



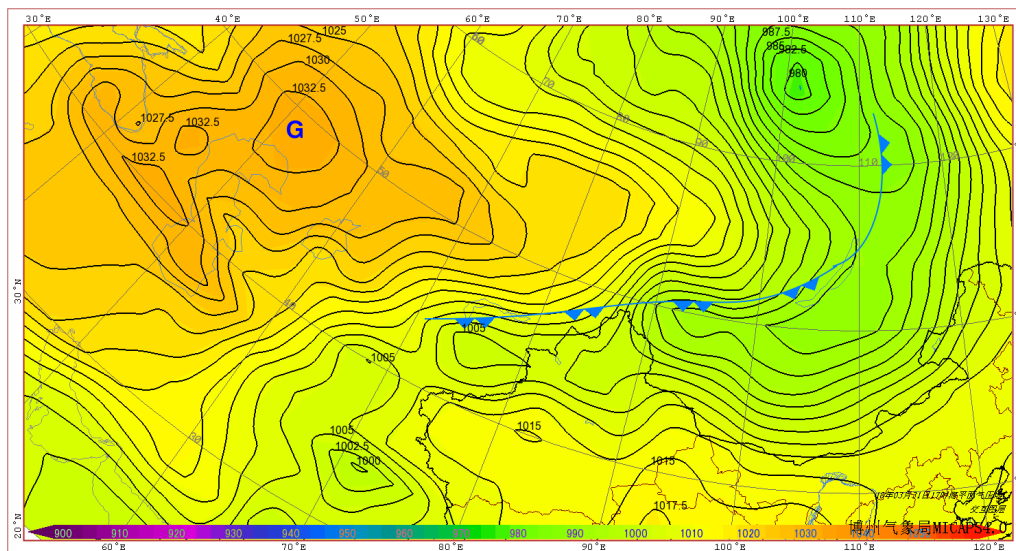
4月3日08时500 hPa 高空图



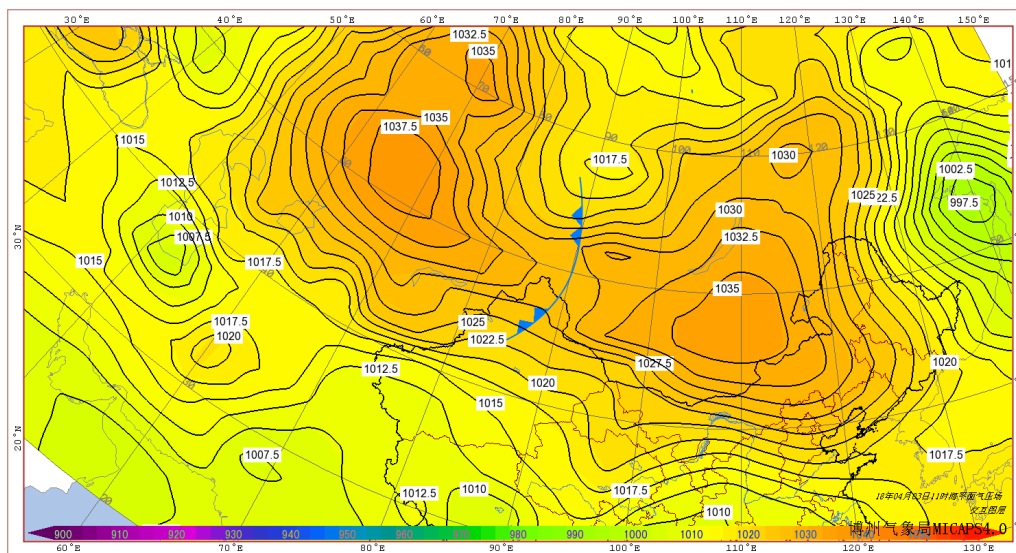
4月4日08时500 hPa 高空图

Figure 2. 500 hPa circulation situation field diagram  
图 2. 500 hPa 环流形势场图





3月31日17时地面图



4月3日11时地面图

Figure 3. Surface map of sea level pressure  
图 3. 海平面气压地面图

31日20时，天气来临，上游三小时变压中心进一步加强，达到+5.0 hPa。处于1007.5 hPa等压线控制，里咸海北部，存在一明显高压中心，中心强度在1032.5 hPa，在东经70度到东经80度之间，聚集了10条等压线。

4月2日14时，等压线北抬，天气有所减弱；但在3日，由于新地岛冷空气不断补充，在里海及巴尔喀什湖北部堆积，形成中心值为1037.5 hPa冷高压，逐渐东移影响北疆地区，导致持续降温。

Ec细网格3月30日20时海平面气压往后延伸至120小时预报对阿拉山口市单点预报场，由图4可以看出：3月31日08时，阿拉山口市气压在1008 hPa，20时，气压下降到1003.3 hPa，这与实况基本一致，后期20时至4月1日20时，单站海平面气压迅速提升，从1003.3 hPa上升至1025.7 hPa，并在1日20时至3日20时，维持1025 hPa至1020.0 hPa之间。

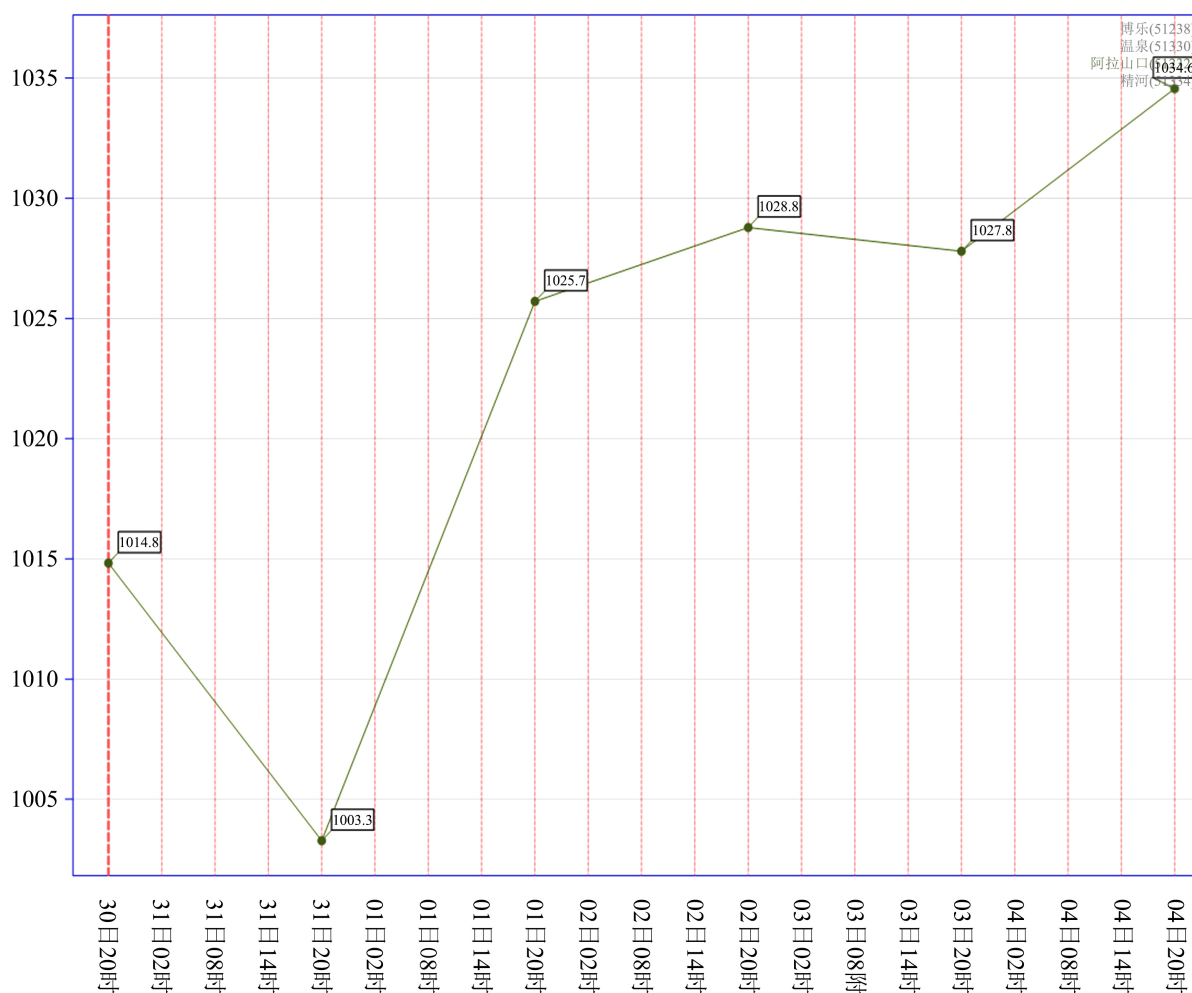


Figure 4. EC fine-grid sea-level pressure 120-hour forecast—Alashankou railway station at 20:00 on 30 March

图 4. Ec 细网格 3 月 30 日 20 时海平面气压 120 小时预报——阿拉山口站

从 Ec 细网格 3 月 30 日 20 时 10 米风场预报场(图略)上可以看出: 在 31 日 14 时阿拉山口市风向由东南风转向西北风, 在 31 日 20 时风速增大, 开始出现大风天气, 并在 1 日持续增大达到 20 m/s 左右。与实况相比, 阿拉山口市出现大风的时间主要集中在欧洲中心细网格海平面气压迅速升高和维持阶段。所以, Ec 细网格 10 米风场对于阿拉山口出现大风天气出现的时间和大小具有指示作用, 可以提供参考价值。

#### 4.3. 选取了阿拉山口国家基本气象站的实况数据, 采用格点插值的方法将站点数据插值为格点数据

如图 5 所示, 在春季, 8 级以上的大风占比最大, 其中 5~7 级的大风中实况和预报对比, 实况和预报相差较小; 8 级以上的大风比站点实况日数多, 5~7 级阵风较 8 级以上的大风的预报能力好, 预报准确力大; 夏季, 因大风天数较多, 其中 5~7 级的阵风的预报能力较 8 级以上的好, 站点实况和预报场的风速和出现时间相对较一致; 秋季的 5~7 级的阵风和平均风比 8 级及以上的预报能力低, 在实况中 5~7 级的风的天数远比预报场中的多, 相比较 8 级以上的实况和预报场的准确率较高; 冬季, 8 级以上阵风较少, 主要以 5~7 级的阵风为主, 但是其预报效果较差, 实况中 5~7 级的大风天数远比预报场的天数多。

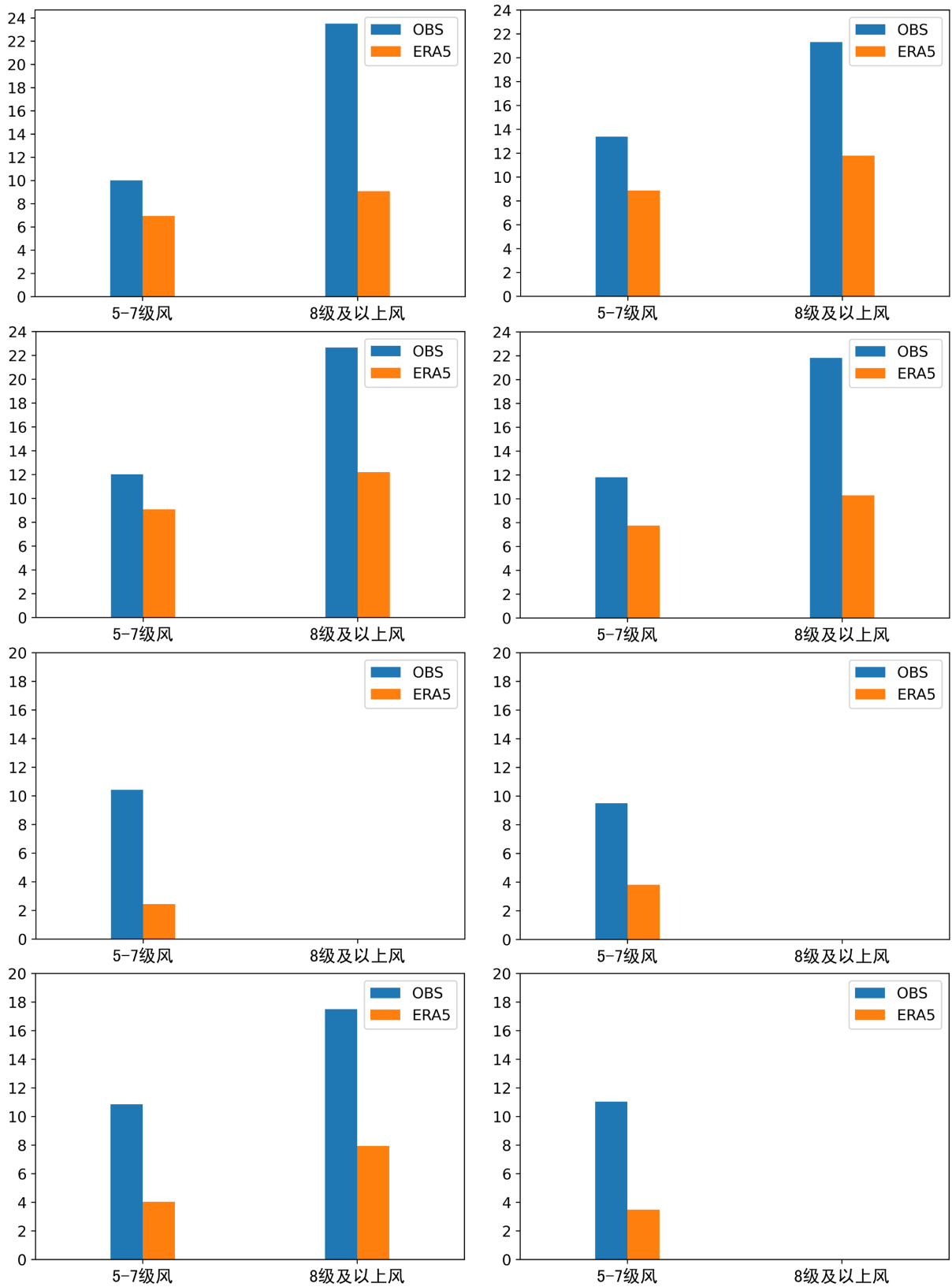


Figure 5. Comparison of wind speed between forecast field and actual situation

图 5. 预报场和实况的风速对比图

#### 4.4. 利用 TS 评分评估 EC 十米风场预报值在阿拉山口的释用评估

由表 2、表 3 可以看出, EC 模式对阿拉山口市 24 h 里 5~7 级阵风在季节性的 TS 评分表现为: 夏季 > 秋季 > 冬季 > 春季。24 h 8 级及以上的阵风 TS 评分为 100, 说明预报场同实况场高度一致, 可用性高; 48 h 里 5~7 级阵风在季节性的 TS 评分表现为: 秋季 > 夏季 > 冬季 > 春季; 48 h 里 8 级及以上在季节性的 TS 评分表现为: 春季 > 夏季 > 秋季 > 冬季;

**Table 2.** Results of mean wind TS scores

**表 2.** 平均风 TS 评分结果

	春	夏	秋	冬
24 h 5~7 级	100%	100%	100%	100%
24 h 8 级以上	-100%	100%	-100%	-100%
48 h 5~7 级	100%	100%	100%	100%
48 h 8 级以上	-100%	-100%	-100%	-100%

**Table 3.** Gust TS score results

**表 3.** 阵风 TS 评分结果

	春	夏	秋	冬
24 h 5~7 级	19.23%	66.3%	66.7%	39.72%
24 h 8 级以上	-100%	-100%	-100%	-100%
48 h 5~7 级	22%	79%	91%	55%
48 h 8 级以上	100%	16%	8%	2%

随风力等级增大, TS 评分显著减小; 随时效延长 TS 评分减小微弱; 24 h 的预报效果显著高于 48 h, 并且 5~7 级的产品间差异小, 8 级及以上产品间差异相对明显; 除 5~7 级外, 其他产品的预报评分低[10]。从集合预报产品预报时效内 TS 评分, 可以看出:

在 24 小时 5~7 级平均风和 8 级及以上平均风中, 随风的等级增大, TS 评分显著减小; 随时效延长 TS 评分减小微弱; 5~7 级的大风预报效果显著高于 8 级以上的大风, 并且 5~7 级的平均风的 TS 评分为 100%, 说明预报场再分析和实测都有对应风速的数量, 预报中出现了在 5~7 级的平均风速中, 在实况中必定会有 5~7 级的风; 8 级以上的大风产品间差异相对明显, 在 5~7 级阵风 and 8 级及以上阵风中, 5~7 级阵风的 TS 评分在夏季和秋季高于春季和冬季, 8 级以上的阵风在春季的评分为 100%; 8 级以上的平均风在春季、秋季、冬季中均没有在观测里对应的风速, 存在空报率, 说明 8 级以上的平均风的预报效果没有 5~7 级的效果好。可见, 24 小时内预报效果最好, 5~7 级阵风在季节里预报效果最好的是秋季, 其次是夏季; 8 级及以上的预报能力在 24 小时内表现最好, 说明在 24 h 内 8 级及以上的大风预报准确率高, 在 8 级及以上的大风天气预报把握高; 48 小时内预报效果除了春季的预报评分较低, 其他时次的预报效果较高, 48 h 内 8 级及以上的春季的预报效果明显好于 5~7 级的阵风, 其他季节的 8 级及以上的预报效果明显低于 5~7 级的阵风。

EC 集合控制预报为不加扰动的预报结果, 即日常业务中所用的确定性预报, 只是分辨率有所不同[11]。

结果分析发现：大部分统计量产品的检验值都随着预报时效的增加而略下降，说明预报时效对 EC 集合预报系统的大风预报性能影响较小。24 h、48 h 时效在夏季和秋季的大风预报检验均值都在 0.6 以上，表明集合预报在大风预报准确率方面对确定性数值预报的大风预报能力有明显的提高。

集合预报大风统计量产品短期时效的 TS 评分检验，结果分析发现：TS 评分值随着大风等级的增大而显著减小，即 EC 集合预报系统对 24 小时里 5~7 级和 8 级及以上的大风具有较好的预报能力，而对 48 小时 8 级及以上的大风预报能力较弱，并且 5~7 级的产品间的 TS 评分值差异小，8 级及以上产品间的 TS 评分值差异较大。对于同级的大风预报，大部分统计量产品随着预报时效的延长而小幅下降。

## 5. 结论

通过对 2 年阿拉山口市大风日中 ECMWF 集合预报产品 5~7 级和 8 级及以上的大风级别预报性能进行评估，并从大风的范围分析其对各产品性能的影响及对各产品逐年预报性能稳定性的影响[12]，最后从预报性能的讨论业务中如何使用预报产品，结果表明：

1) 集合预报产品在季节不同时有一样的表现，表现为夏季大风次数虽多，但一般持续时间不长，多为对流形成的大风，冬季大风短暂，强度最弱，出现次数相对较少。由此可见，春夏季大风频发，秋冬季相对较少。

2) 随风力等级增大，TS 评分显著减小；随时效延长 TS 评分减小微弱；24 h 的预报效果显著高于 48 h，并且 5~7 级的产品间差异小，8 级及以上产品间差异相对明显；除 5~7 级外，其他产品的预报评分低。由于数据有限，其中的关系还有待进一步研究。

3) EC 集合预报系统对 24 小时里 5~7 级和 8 级及以上的大风具有较好的预报能力，而对 48 小时 8 级及以上的大风预报能力较弱，并且 5~7 级的产品间的 TS 评分值差异小，8 级及以上产品间的 TS 评分值差异较大。对于同级的大风预报，大部分统计量产品随着预报时效的延长而小幅下降。EC 十米风场对阿拉山口大风的起止时间、风速量级及落区的预报有较好的指示意义。

## 参考文献

- [1] 夏祎萌, 何清, 李军, 等. 新疆大风灾害程度和危险度分析[J]. 中国沙漠, 2012, 3(4): 1025-1028.
- [2] 陈洪武, 辛渝, 陈鹏翔, 等. 新疆多风区极值风速与大风日数的变化趋势[J]. 气候与环境研究, 2010, 15(4): 479-490.
- [3] 庞玥, 王欢, 夏繁, 等. ECMWF 集合预报统计量产品在重庆降水预报中的检验与分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2019, 13(3): 1-7.
- [4] 万瑜, 曹兴, 窦新英, 陆辉, 贾健. ECMWF 细网格数值预报产品在乌鲁木齐东南大风预报中的释用[J]. 沙漠与绿洲气象, 2014, 8(1): 32-38.
- [5] 《强风地区大风局地短时预测预报系统研究》项目[J]. 沙漠与绿洲气象, 2016, 10(1): 95.
- [6] 孙蕾, 王小飞, 陈利华, 廖卫江, 张远新. 阿拉山口 1957-2007 年气候变化特征[J]. 沙漠与绿洲气象, 2010, 4(4): 22-25.
- [7] 孙鸣婧, 李如琦, 刘俊哲, 肉孜·阿基. 乌鲁木齐春季两类东南大风个例的对比分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2017, 11(5): 38-45.
- [8] 马媛媛, 杨毅, 胡小明, 戚友存, 张曼. WRF 中三种边界层参数化方案对新疆“2·28”大风过程模拟的对比分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2014, 8(3): 8-18.
- [9] 张俊兰, 张莉. 一次天山翻山大风天气的诊断分析及预报[J]. 沙漠与绿洲气象, 2011, 5(1): 13-17.
- [10] 刘鸿升, 余功梅. 偏北大风的数值预报释用方法研究[J]. 气象科学, 2002, 22(1): 100-106.
- [11] 李耀辉, 张存杰, 高学杰. 西北地区大风日数的时空分布特征[J]. 中国沙漠, 2004, 24(6): 715-723.
- [12] 钱燕珍, 孙军波, 陈佩燕, 等. 用数值预报释用方法做近海及登陆热带气旋强度预报[J]. 气象, 2013, 39(6): 710-718.