

2019年海面风网格化预报检验

张弛¹, 蔡靖泽^{1*}, 吴伦宇^{1,2}, 宋晓姜¹, 刘凯¹, 陈越³

(1. 国家海洋环境预报中心, 北京 100081; 2. 国家海洋环境预报中心 自然资源部海洋灾害预报技术重点实验室, 北京 100081;
3. 深中通道管理中心, 广东 中山 528400)

摘 要: 使用 FNL(Final Operational Global Analysis)再分析资料中的 10 m 风速和我国沿海 23 个浮标的风速数据, 并采用 Cressman 插值的方法对 FNL 再分析数据进行订正, 将浮标数据融合到 FNL 中作为观测值, 与欧洲中期天气预报中心(ECMWF)的数值预报进行对比, 以达到对全国渔业网格化预报产品更优的检验效果。根据全国智能网格气象预报业务规定(试行)中的风向、风速检验规则进行判定, 结果表明: 2019 年 24 h、48 h 和 72 h 的风向预报评分均可达 0.80 分以上, 24 h 和 48 h 的风向预报准确率达 60% 以上, 72 h 准确率则不足 60%; 24 h 和 48 h 风速预报评分可达 0.80 分以上, 72 h 风向预报稍逊色, 随着预报时效延长, 预报准确率略有下降, 预报偏强、偏弱率仅有 2% 左右的衰减, 误差在 1 m/s 左右。自 2022 年起 ECMWF 数值预报已被国家海洋环境预报中心自主研发的集合预报产品取代, 本文为其权重分配起到重要参考作用。

关键词: FNL 再分析资料; 数值预报; 网格化; 预报检验

中图分类号: P732.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2023)04-0056-08

0 引言

随着海洋项目日益发展, 海洋气象要素网格化预报已成为当今主流趋势^[1], 大量的业务需求也使直观的海洋预报要素网格化预报产品成为主要输出手段。20 世纪 90 年代, 美国国家环境预报中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)开始研发网格化预报技术, 并于 21 世纪初正式使用。澳大利亚紧随其后开始网格化预报技术的研发。欧洲中期天气预报中心(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF, 简称 EC)于 2010 年开始网格化预报产品的制作, 其中海表 10 m 风场预报是其最具代表性的网格化预报产品。网格化预报已成为国际海洋预报的发展趋势。

智能网格化预报技术是在数值预报的基础上, 通过人工智能的方法并结合历史和实况数据分析对预报产品进行释用、订正, 从而提高预报精度。

我国国家气象中心的网格化预报开展较早, 自 2015 年起开始制作并发布精细滚动的全要素海陆网格指导产品, 其中涉及海洋预报要素的国家级海洋指导网格预报是其代表性核心产品。2016 年 11 月, 国家海洋环境预报中心引进的高性能计算机有效地提升了运算速度, 使得海洋预报能力大幅提升, 尤其在近海、近岸预报业务方面, 具备了向更加精细化方向发展的计算条件, 为海洋预报向“智能网格化”预报的转变提供了运算支持。依托全国海洋渔业生产安全环境保障服务系统建设, 基于国家海洋环境预报中心、海区分中心、沿海省预报台上下联动的预报发布机制, 针对中国近海 1 449 个渔区的地理位置分布情况, 国家海洋环境预报中心实现了中国近海渔区网格化预报保障的 24 h、48 h、72 h 服务。该预报产品基于 EC 数值预报、EC 集合预报与新一代全球集合预报(Global Ensemble Forecast System, GEFS)开发。

收稿日期: 2022-03-01。

基金项目: 广东省重点领域研发计划资助(2019B111105012)。

作者简介: 张弛(1991-), 男, 工程师, 学士, 主要从事智能预报技术研究。E-mail: 723561088@qq.com

*通信作者: 蔡靖泽(1992-), 男, 工程师, 硕士, 主要从事海浪预报技术研究。E-mail: caijz@nmefc.cn

预报准确率是网格化预报业务化运行的前提和业务发展的核心。检验产品的预报准确率有助于进一步提升产品质量,满足日益增长的网格化预报业务需求。本工作着眼于对2019年每日的逐24 h、48 h、72 h海面风预报,分别进行风向和风速预报检验。

1 数据与方法

中国近海渔业网格化预报用的是EC集合预报与GEFS融合处理后的预报结果,空间分辨率为 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$,选用2019年各月的逐12 h预报数据进行分析。为了评估模式的预报性能,使用对应时期的FNL(Final Operational Global Analysis)融合数据作为观测值。选择每格点为预报站点,对其进行转换后与对应格点的观测值对比进行检验。

1.1 浮标数据和再分析数据

本文采用NCEP的FNL再分析资料中的10 m风速(一天4个时次,分别为02时、08时、14时、20时,北京时,下同,水平分辨率为 $0.25^\circ \times 0.25^\circ$,垂直方向为1 000~10 hPa,共26层)^[2]以及我国沿海23个浮标数据(浮标数据为每小时1次,为了方便检验,将浮标数据时间与FNL的标准时间同样提取一天4个时次)对全国渔业网格化预报产品进行检验。之所以选择FNL数据,是因为美国国家环境预报中心/美国国家大气研究中心(NCEP/NCAR)的CFSV2数据、EC数据以及CCMP(Cross-Calibrated Muti-Platform)风场数据等高精度的再分析数据更新较慢、时效性较差,不能满足渔船季报检验的时效要求,经综合考虑选择精度、时效均能满足要求的FNL再分析数据。我国沿海的23个浮标数据是目前尚未公开的数据,对评估我国沿海数值预报效果和再分析数据的准确度具有重要作用,是沿海海面风预报参考的重要实况数据。再分析数据以及数值预报结果的释用和订正都没有对浮标数据进行融合。FNL作为实时性较强的再分析数据,其数据本身并未引入我国浮标信息,与浮标实况之间的相关性较低、误差较大,即再分析数据反映出的天气过程影响的起止时间和强度与实际均存在一定的差异,因此对后续的检验准确度具有一定的影

响。本研究将利用Cressman插值方法对FNL数据进行融合,达到更好的检验效果。

1.2 数据处理方法和效果

空间内插是指通过已知点的数据推求同一区域其他未知点数据。由于数据点空间位置的分布不同,利用不同的插值方法也会导致不同的结果^[3]。常用的方法有距离反比加权法^[4]、Kriging法^[5]和Cressman客观分析方法^[6]等。冯锦明等^[7]对上述的插值方法进行了详细的对比总结,结果表明若已知点的数据较密,则上述几种插值结果相近,若已知点的数据较分散,则插值结果差异较大。将上述3种插值方法得到的结果与观测结果对比发现,Cressman客观分析方法偏差最小,距离反比加权法次之,Kriging法的偏差最大。

Cressman客观分析方法是一种将离散点内插到规则格点引起误差较小的一种逐步订正内插方法,被广泛应用于各种诊断分析和数值预报方案的客观分析中^[8]。先给定第一猜测场,接着用实际观测场逐步修正第一猜测场,直到订正后的场逼近观测记录为止^[9]。计算方法如下:

$$a' = a_0 + \Delta a_{ij} \quad (1)$$

$$\Delta a_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^k (w_{ijk}^2 \Delta a_k)}{\sum_{k=1}^k w_{ijk}} \quad (2)$$

式中: a_k 为任一气象要素(如降水、风、温度等); a_0 是 a 在格点 (i, j) 上的第一猜测; a' 是变量 a_k 在格点 (i, j) 上的订正值; Δa_k 是观测点 k 上的观测值与第一猜测值之差; w_{ijk} 是权重因子,分别由香蕉形、椭圆形和圆形权重函数决定,数值在0.0~1.0之间; k 是影响半径(R)内的台站数。Cressman客观分析方法最重要的是权重函数 w_{ijk} 的确定,它的一般形式为:

$$w_{ijk} = \begin{cases} \frac{R^2 - d_{ijk}^2}{R^2 + d_{ijk}^2} & \text{当 } d_{ijk} < R \\ 0 & \text{当 } d_{ijk} \geq R \end{cases} \quad (3)$$

式中: w_{ijk} 一般取为1、2、4、7和10几个常数; d_{ijk} 是格点 (i, j) 到观测点 k 的距离。

为了减小FNL再分析数据在我国沿海的预报误差,本文采用Cressman客观分析方法对FNL再分析数据进行订正,并将浮标数据融合到FNL中。数

据处理流程图见图1。首先将FNL数据采用双线性插值法插值到浮标坐标点上,计算出浮标数据与FNL数据之间的误差W1;再利用Cressman客观分析方法按照距离权重将W1插值到FNL的格点上,超过影响半径的距离误差视为0,得到W2;最后将W2与FNL相加得到融合后的数据。

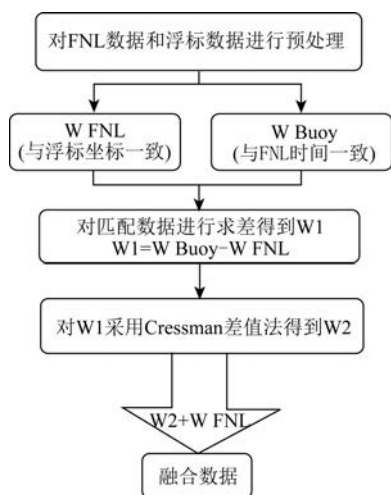


图1 数据处理流程图

Fig.1 Data processing flow chart

图2为2019年10月13日一次冷空气过程的风场数据对比。在此次冷空气过程中,渤海南部海域浮标的实测风速达18.6 m/s,而原始FNL再分析数据中渤海海域风速明显较实测偏小;而在东海台湾以东洋面,原始FNL再分析数据风速又较实测偏大。以渤海QF105浮标为例,经计算,2019年该浮标实测数据与原始FNL再分析数据风场的平均误差为1.53 m/s。融合浮标数据后的风场数据更加接近实际观测值。

2 风预报检验

本文参考了中国气象局《城镇气象要素预报的风预报质量检验办法(试行)》,对中国近海渔业网格化预报的风向、风速以及风预报综合技巧分别进行了检验。

2.1 风向预报检验

风向预报检验是将各格点的风向预报按8个方位进行换算后再进行检验计算。公式如下:

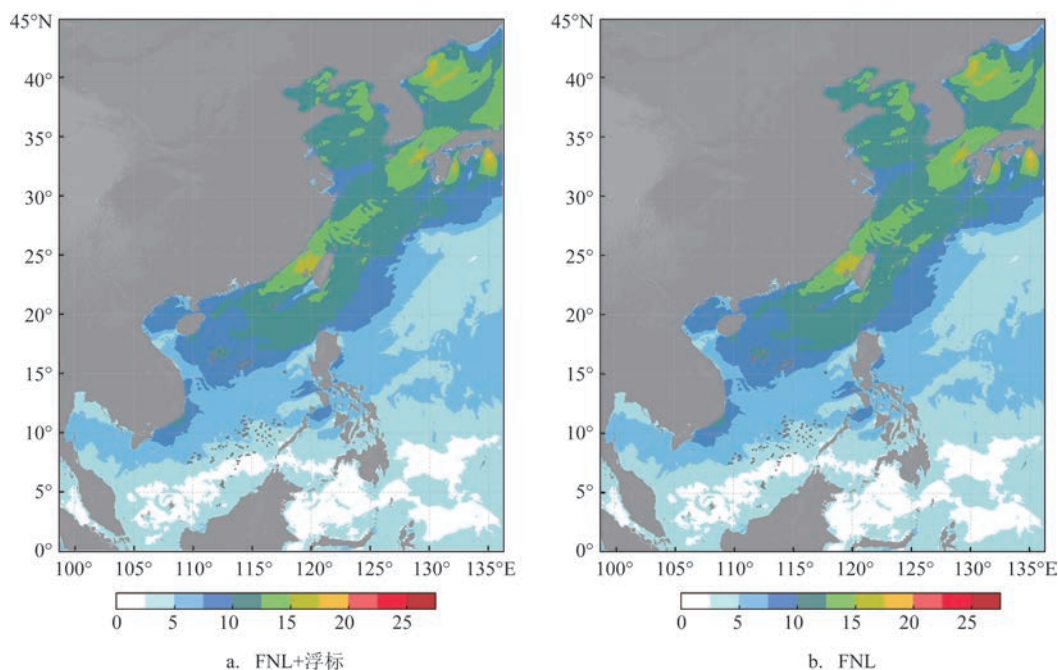


图2 融合风场与原风场对比(单位:m/s)

Fig.2 Comparison with fused wind field and original wind field (unit:m/s)

$$\text{风向预报准确率: } AC_d = \frac{\sum_{i=1}^k NR_{d,i}}{N_F} \quad (4)$$

$$\text{风向预报评分: } SC_d = \frac{\sum SC_{d,i}}{N_F} \quad (5)$$

式中: $NR_{d,i}$ 为对第 i 个方位预报正确的站(次)数, 其定义是预报风向中心角度与实况风向角度差在 $\pm 45^\circ$ 内的站数(详见表1风向预报评分中标值为1的情况); $SC_{d,i}$ 为第 i 个站风向预报得分(见表1); N_F 为预报总站(次)数; k 取值为 $1 \sim 8$, 代表8个方

位。

图3为2019年风向预报评分综合分布。经计算(见表2), 24 h风向预报评分为0.86分, 风向预报准确率为65.37%; 48 h风向预报评分为0.83分, 风向预报准确率为61.98%; 72 h风向预报评分为0.81分, 风向预报准确率为59.63%。

从时间尺度来看, 24 h预报由于时间跨度较小, 预报相对更准确, 评分相对最高, 而48 h、72 h较24 h预报时效的评分和准确率略有下降。从空间分布来看, 24 h预报对我国台湾海峡南口、南海西部大部、巴士海峡北部的预报能力较强, 评分可达0.9分(含)以

表1 风向预报评分对照表

Tab.1 Comparison of wind direction forecast score

实况/ $^\circ$	预报/ $^\circ$							
	0~22.5 337.5~360.0	22.5~ 67.5	67.5~ 112.5	112.5~ 157.5	157.5~ 202.5	202.5~ 247.5	247.5~ 292.5	292.5~ 337.5
0~22.5 337.5~360.0	1.0	0.6	0	0	0	0	0	0.6
22.5~67.5	0.6	1.0	0.6	0	0	0	0	0
67.5~112.5	0	0.6	1.0	0.6	0	0	0	0
112.5~157.5	0	0	0.6	1.0	0.6	0	0	0
157.5~202.5	0	0	0	0.6	1.0	0.6	0	0
202.5~247.5	0	0	0	0	0.6	1.0	0.6	0
247.5~292.5	0	0	0	0	0	0.6	1.0	0.6
292.5~337.5	0.6	0	0	0	0	0	0.6	1.0

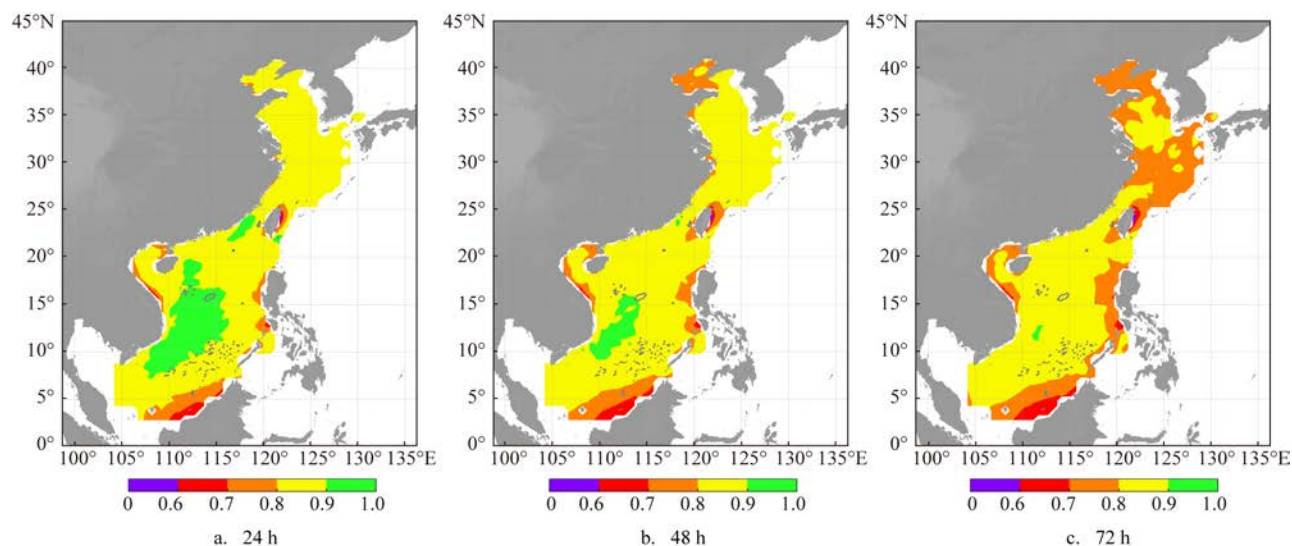


图3 2019年风向预报评分综合分布图

Fig.3 Comprehensive distribution of wind direction forecast score in 2019

表2 2019年风向预报统计

Tab.2 Wind direction forecast statistics in 2019

时效/h	风向预报评分	风向预报准确率/%
24	0.86	65.37
48	0.83	61.98
72	0.81	59.63

上;对渤海、黄海、东海、南海东部大部、北部湾海域的预报能力次之,评分在0.8(含)~0.9分(不含)之间;对台湾以东洋面、南海南部近岸海域的预报能力最弱,评分小于0.8分;而48 h、72 h预报中渤海、黄海、南海西部海域的预报评分进一步下降。由此可见,EC对短时效、开阔海域的风向预报质量较好,在近岸海域因其无法较好地反映因海拔高度、海陆分布、局地地形等因素造成的局地性风向差异,导致风向预报能力相对较差,由此说明EC预报产品具有一定改善空间。

2.2 风速预报检验

风速预报检验是将各格点的风速预报按蒲氏风力等级^[10-11]进行换算后再进行检验计算。公式如下:

$$\text{风速预报准确率: } AC_s = \frac{\sum_{i=1}^k NR_{s,i}}{N_F} \quad (6)$$

$$\text{风速预报偏强率: } FS_s = \frac{\sum_{i=1}^k NS_{s,i}}{N_F} \quad (7)$$

$$\text{风速预报偏弱率: } FW_s = \frac{\sum_{i=1}^k NW_{s,i}}{N_F} \quad (8)$$

$$\text{风速预报评分: } SC_s = \frac{\sum SC_{s,i}}{N_F} \quad (9)$$

$$\text{风速平均绝对误差: } W_{MAE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F_i - O_i| \quad (10)$$

式中: AC_s 为第 i 级风速预报正确的站(次)数,表示预报风速和实况风速在同一等级; $NS_{s,i}$ 为第 i 级风速预报偏强的站(次)数,表示预报风速大于实况风速等级; $NW_{s,i}$ 为第 i 级风速预报偏弱的站(次)数,表示预报风速小于实况风速等级; N_F 为预报总站(次)数; k 为风速预报等级,取值1~13; $SC_{s,i}$ 为第 i 个站风速预报得分; F_i 为第 i 站(次)预报风速; O_i 为第 i 站(次)实况风速。 $NR_{s,i}$ 、 $SC_{s,i}$ 的计算结果详见表3。

图4为2019年风速预报评分综合分布。经计算(见表4),24 h风速预报评分为0.82分,风速预报准确率为57.57%,风速预报偏强率为21.92%,风速

表3 风速预报评分对照表

Tab.3 Comparison of wind speed forecast score

实况/(m/s)	预报/(m/s)													
	0~0.2	0.3~1.5	1.6~3.3	3.4~5.4	5.5~7.9	8.0~10.7	10.8~13.8	13.9~17.1	17.2~20.7	20.8~24.4	24.5~28.4	28.5~32.6	32.7~36.9	≥37.0
0~0.2	1.0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3~1.5	0.6	1.0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.6~3.3	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.4~5.4	0	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5~7.9	0	0	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0	0
8.0~10.7	0	0	0	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0
10.8~13.8	0	0	0	0	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4	0	0	0	0	0
13.9~17.1	0	0	0	0	0	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4	0	0	0	0
17.2~20.7	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4	0	0	0
20.8~24.4	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4	0	0
24.5~28.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4	0
28.5~32.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	1.0	0.6	0.4
32.7~36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	1.0	0.6
≥37.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	1.0

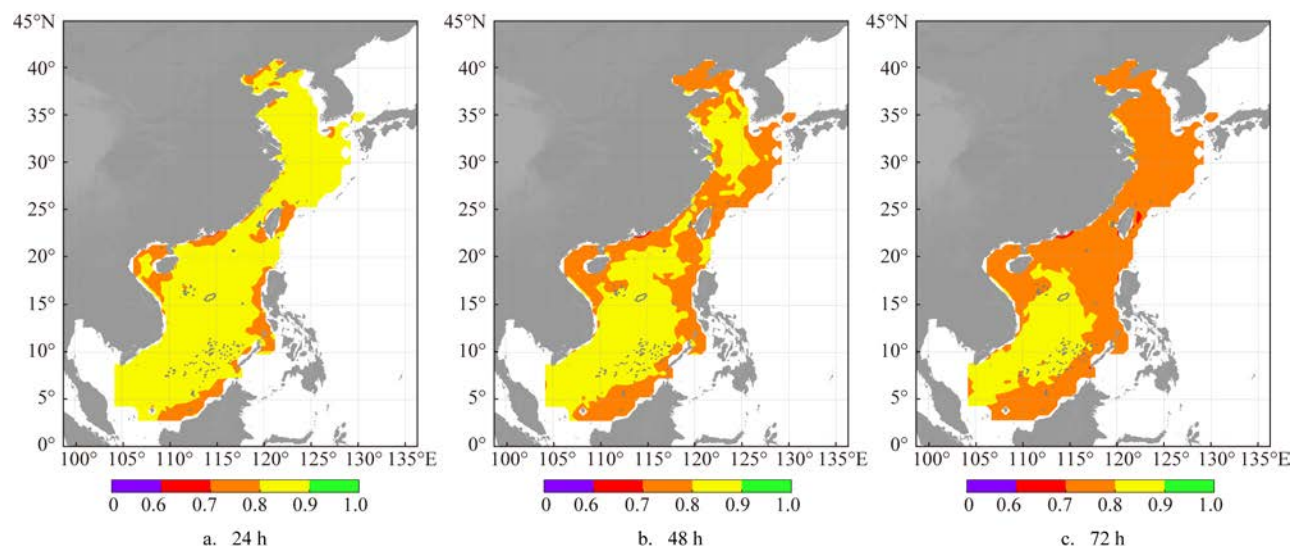


图4 2019年风速预报评分综合分布图

Fig.4 Comprehensive distribution of wind speed forecast score in 2019

表4 2019年风速预报统计

Tab.4 Wind speed forecast statistics in 2019

时效/h	预报评分	预报准确率/%	预报偏强率/%	预报偏弱率/%	误差/(m/s)
24	0.82	57.57	21.92	20.51	0.92
48	0.80	53.68	23.89	22.42	1.05
72	0.78	50.17	25.35	24.47	1.18

预报偏弱率为20.51%,误差为0.92 m/s;48 h风速预报评分为0.80分,风速预报准确率为53.68%,风速预报偏强率为23.89%,风速预报偏弱率为22.42%,误差为1.05 m/s;72 h风速预报评分为0.78分,风速预报准确率为50.17%,风速预报偏强率为25.35%,风速预报偏弱率为24.47%,误差为1.18 m/s。

由上述结果可见,24 h、48 h风速预报评分可达0.80分以上,72 h预报稍逊色。随着预报时效延长,风速预报准确率略有下降,预报偏强、偏弱率仅有2%左右的衰减,误差在1 m/s左右。从空间分布图来看,靠近陆地的格点受海拔、地形等因素影响,误差比远离陆地的格点更大。

按照《全国智能网格气象预报业务规定(试行)》将风速分别按小于6级、6~8级和大于8级进行检验计算。此处选取最具代表性的24 h预报作为示例(见图5)。在2019年所有格点的统计数据中,小于6级、6~8级和大于8级的样本数分别占比

92%、7%以及1%。

经计算,当实况风力小于6级时,24 h风速预报评分为0.82分,风速预报准确率54.42%,风速预报偏强率为23.30%,风速预报偏弱率为19.28%;当实况风力为6~8级时,24 h风速预报评分为0.83分,风速预报准确率60.27%,风速预报偏强率为4.85%,风速预报偏弱率为34.88%;当实况风力大于8级时,24 h风速预报评分为0.58分,风速预报准确率18.80%,风速预报偏强率为1.60%,风速预报偏弱率为79.60%。从预报偏强率、偏弱率来看,当实况风力小于6级时,预报偏强率较低,偏弱率较高,且二者较为接近,随着实况风速的增强,预报偏弱率显著提升。而上文总体检验结果呈现的偏强率比偏弱率稍高,这是由于实况风力小于6级的样本数量占9成以上所致。在风力 ≥ 6 级的后两种情况下,预报偏强率远不及偏弱率,即风速 ≥ 6 级时,预报风速有偏小趋势。

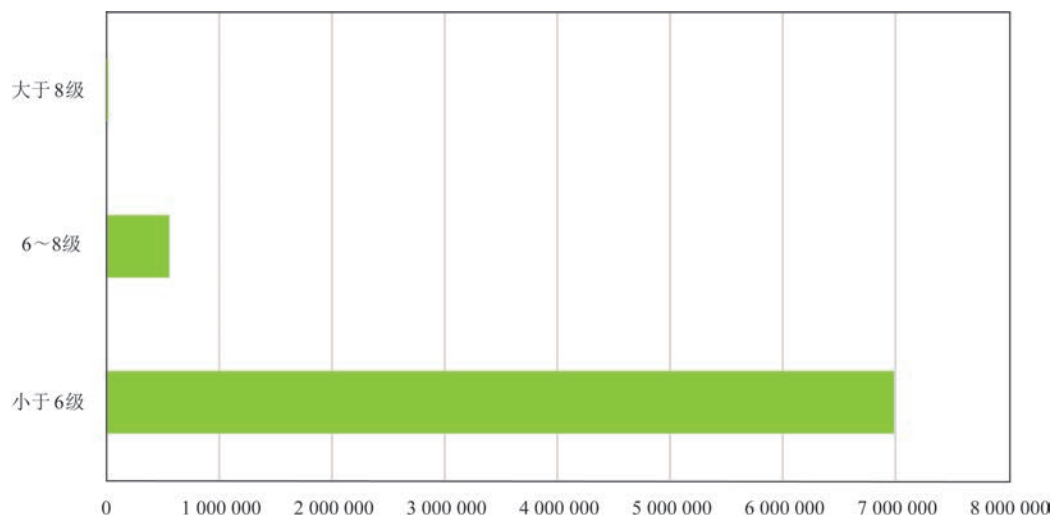


图5 实况风速样本数量分布图

Fig.5 The distribution of the number of real wind speed samples

3 结果与讨论

总的来说,将中国近海渔业网格化预报结果与FNL融合数据进行对比,24 h、48 h和72 h风向预报的检验结果接近,评分均在0.80分以上,准确率保持在60%左右;近岸海域由于海陆分布、地形等因素造成局地性风向变化较快,其得分相对近海海域偏低。24 h、48 h的风速预报评分可达0.80分以上,72 h稍逊色。随着预报时效延长,风速预报偏强、偏弱率仅有2%左右的衰减,误差在1 m/s左右。

从空间分布来看,风向预报对我国黄海南部、东海北部、台湾海峡、南海大部、巴士海峡的预报能力较强;对渤海、黄海北部、东海南部、北部湾海域的预报能力次之;对台湾以东洋面、南海南部近岸海域的预报能力最弱。在风速预报中,靠近陆地的格点受海拔、地形等因素影响,误差比远离陆地的格点更大。

虽然风力小于6级的样本数量多达九成以上,但在实际业务应用中,当海面风力小于6级时,预报员极少发布海上灾害警报信息。当实况风力为6~8级时,风速预报评分最高,达0.83分,优于另外两种情况。因此可以认为,当实际业务中需要发布例如海浪蓝色、黄色警报时,即预报风力在6~8级的情况下,预报可信度最高。而在极端大风情况下,

例如有较强冷空气南下、热带气旋等容易出现8级以上大风时,由于预报偏弱率明显增加,预报员应酌情提高风力预报等级和警报等级。

综上所述,ECMWF的海表面风数值预报产品对我国渔区网格整体预报质量较好。对于开阔海面的风向也具有较好的参考性,但无法精细地反映因海拔高度、海陆分布、局地地形等因素造成的局地性风向差异,导致其在近岸海域的风向预报能力相对较差,尤其是对于我国渤海、北部湾、南海南部及台湾以东洋面的近岸海域。风速预报的释用应更为谨慎,更多考虑在极端大风情况下预报偏弱率高的特点。自2022年起ECMWF数值预报已被国家海洋环境预报中心自主研发的集合预报产品取代,本文为其权重分配起到重要参考作用。

参考文献:

- [1] 宋毅,宋晓姜,高志一,等. 基于贝叶斯理论的中国近海网格化气象要素概率预报研究[J]. 海洋预报, 2017, 34(3): 1-9.
SONG Y, SONG X J, GAO Z Y, et al. Probabilistic forecast of gridding 10 meter wind over China sea based on Bayesian theory [J]. Marine Forecasts, 2017, 34(3): 1-9.
- [2] 刘凯,宋晓姜,王彰贵,等. 1522号强台风“彩虹”近海急剧增强特征及机理分析[J]. 海洋预报, 2017, 34(4): 32-41.
LIU K, SONG X J, WANG Z G, et al. The features and mechanism analysis on rapid intensity change of NO.1522 typhoon "Mujigae" over the offshore of China[J]. Marine Forecasts, 2017, 34(4): 32-41.

- [3] 陈飞, 施平, 杜岩, 等. 基于Cressman客观分析的南海北部海区数据同化实验[J]. 热带海洋学报, 2010, 29(4): 1-7.
CHEN F, SHI P, DU Y, et al. Assimilation of hydrographic data in the northern South China Sea based on the Cressman objective analysis[J]. Journal of Tropical Oceanography, 2010, 29(4): 1-7.
- [4] 王家华. 克里金地质绘图技术: 计算机的模型和算法[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999.
WANG J H. Kriging Geological Mapping Technique: Models and Algorithms on Computers[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1999.
- [5] FRANKE R. Scattered data interpolation: tests of some method[J]. Mathematics of Computation, 1982, 38(157): 181-200.
- [6] CRESSMAN G P. An operational objective analysis system[J]. Monthly Weather Review, 1959, 87(10): 367-374.
- [7] 冯锦明, 赵天保, 张英娟. 基于台站降水资料对不同空间内插方法的比较[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(2): 261-277.
FENG J M, ZHAO T B, ZHANG Y J. Intercomparison of spatial interpolation based on observed precipitation data[J]. Climatic and Environmental Research, 2004, 9(2): 261-277.
- [8] 苏志侠, 程麟生. 两种客观分析方法的比较—逐步订正和最优内插[J]. 高原气象, 1994, 13(2): 194-205.
SU Z X, CHENG L S. The comparative study of two objective analysis methods: successive correction and optimum interpolation [J]. Plateau Meteorology, 1994, 13(2): 194-205.
- [9] 张红杰, 马青云, 吴焕萍, 等. 气象降水分布图制作中的插值算法研究[J]. 气象, 2009, 35(11): 131-136.
ZHANG H J, MA Q Y, WU H P, et al. Research on the interpolation algorithm for meteorological precipitation choroplethic map[J]. Meteorological Monthly, 2009, 35(11): 131-136.
- [10] MONMONIER M. Defining the wind: the Beaufort scale, and how a 19th Century admiral turned science into poetry[J]. The Professional Geographer, 2005, 57(3): 474-475.
- [11] WHEELER D, WILKINSON C. From calm to storm: the origins of the Beaufort wind scale[J]. The Mariner's Mirror, 2004, 90(2): 187-201.

Validation of gridded sea surface wind forecasts in 2019

ZHANG Chi¹, CAI Jingze^{1*}, WU Lunyu^{1,2}, SONG Xiaojiang¹, LIU Kai¹, CHEN Yue³

(1. National Marine Environmental Forecasting Center, Beijing 100081, China; 2. Key Laboratory of Marine Hazards Forecasting, National Marine Environmental Forecasting Center, Ministry of Natural Resources, Beijing 100081, China; 3. Shenzhen-Zhongshan Link Administration Center, Zhongshan 528400, China)

Abstract: We use 23 buoys data over China offshore areas to optimize the 10 meter wind in the Final Operational Global Analysis (FNL) data by using the Cressman interpolation method, and then use the optimized FNL data to validate the national fishery gridded forecast product by comparison with the European Centre of Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) product. With respect to the wind direction and speed inspection rules from the national smart grid weather forecast service regulations (trial), the wind direction forecast scores of 24 h, 48 h and 72 h show a decreasing trend over time but all exceeding 0.80. The accuracy of 24 h and 48 h wind direction forecasts are more than 60% while that of 72 h forecast is less than 60%. Wind speed forecast scores of 24 h and 48 h are higher than 0.80. Along with the increase of forecast leading time, the forecast accuracy slightly decreases, and the rate of forecast bias only has an attenuation of 2%, while the wind speed error is about 1 m/s. Since 2022, the National Marine Environmental Forecasting Center utilizes the self-developed operational ensemble wind forecast product instead of the ECMWF data. This study provides an important reference in determining weights of the multi-products.

Key words: FNL reanalysis data, numerical forecast, gridded, forecast test