

## ERA-Interim和ERA-5再分析资料中台风模拟精度评估

李江夏, 胡玉植

### Assessment of typhoons in ERA-Interim and ERA-5 reanalysis datasets

LI Jiangxia, HU Yuzhi

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12170/20200222001>

#### 您可能感兴趣的其他文章

##### Articles you may be interested in

##### 施工期台风浪作用下沉箱碰撞破坏分析

Pounding damage analysis of caissons during construction under action of storm wave

水利水运工程学报. 2018(4): 112 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2018.04.016>

##### 基于Holland风场的台风浪数值计算

Numerical calculation and research of typhoon waves based on Holland wind field

水利水运工程学报. 2017(4): 28 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2017.04.005>

##### 钱塘江涌潮对风场响应的三维数值研究

Three-dimensional numerical study on the Qiantang River tidal bore under winds

水利水运工程学报. 2019(6): 77 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2019.06.009>

##### 长江口海域风浪场的计算与特征分析

Calculation and characteristic analyses of wind wave fields in the Yangtze Estuary

水利水运工程学报. 2020(5): 48 <https://doi.org/10.12170/20200102003>

##### 基于层面参数等效的碾压混凝土坝渗流场与应力场耦合分析

Coupling analysis of seepage field and stress field of roller compacted concrete dam based on equivalent layer parameters

水利水运工程学报. 2017(5): 88 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2017.05.013>

##### 大型河工模型分布式表面流场测量系统研制及应用

Development and application of measurement system for surface flow field in large-scale river model test

水利水运工程学报. 2018(1): 17 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2018.01.003>



扫码进入官网, 阅读更多精彩内容



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

DOI:10.12170/20200222001

李江夏, 胡玉植. ERA-Interim 和 ERA-5 再分析资料中台风模拟精度评估 [J]. 水利水运工程学报, 2021(1): 62-69. (LI Jiangxia, HU Yuzhi. Assessment of typhoons in ERA-Interim and ERA-5 reanalysis datasets[J]. Hydro-Science and Engineering, 2021(1): 62-69. (in Chinese))

# ERA-Interim 和 ERA-5 再分析资料中 台风模拟精度评估

李江夏<sup>1,2</sup>, 胡玉植<sup>3</sup>

(1. 长沙理工大学 水利工程学院, 湖南 长沙 410114; 2. 水沙科学与水灾害防治湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410114; 3. 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 湖南 长沙 410014)

**摘要:** 针对海洋水动力模拟中常用的 10 m 高度风速和海平面气压参数, 通过对欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 的 ERA-Interim (ERA-I) 和其最新开发的 ERA-5 两套再分析风资料中的台风中心、最大风速和中心气压等要素进行识别, 分析了 2013—2015 年两套资料对西北太平洋台风的模拟精度。结果表明: ECMWF 再分析风资料对台风中心位置的反映存在一定偏差, 台风强度越低, 台风中心位置模拟的偏差越大; 再分析资料中的台风最大风速较实测偏低, 中心低压较实测偏高; ERA-5 资料对台风的模拟精度显著优于 ERA-I 资料, 但在西北太平洋仍低估了台风的强度, 且台风强度越高, 低估越明显。基于 ERA-5 资料建立了台风风场再分析最大风速与实测最大风速的相关关系, 提出了在不具备实测台风数据的情况下直接修正 ERA-5 资料的方法。通过与实测资料比较, 修正后风场显著优于修正前。

**关键词:** ERA-Interim; ERA-5; 再分析风场; 西北太平洋; 台风

**中图分类号:** X43

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1009-640X(2021)01-0062-08

随着数值模式和计算机技术的不断发展, 国内外学者在对波浪和潮位等重要海洋水文要素进行研究时, 为了克服实测资料缺乏的问题, 常常使用数值模拟的方法, 对所关心海域的水文要素进行计算。其中, 风作为海洋水动力模拟中最重要的表面边界, 其精度直接决定了模型计算结果的准确性。由于实测气象资料时空分布不均, 难以给水动力模型提供合适的表面边界。20 世纪 80 年代, 科学家们提出了利用数据同化技术把各类型与来源的观测资料与数值天气预报产品重新融合的“再分析”方法, 使用该类产品计算得到的再分析气象产品具有气象要素多、时间序列长、覆盖范围广的优点, 被广泛应用于海洋水文要素的数值模拟计算中。目前常用的再分析气象产品主要包括美国国家环境中心 (NCEP) 和大气研究中心 (NCAR) 的 NCEP/NCAR 资料, NCEP 与美国能源部 (DOE) 的 NCEP/DOE 资料, NCEP 的气候预测系统再分析资料 (CFRSR), 欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 的 ERA-15、ERA-40 以及 ERA-Interim (ERA-I) 资料, 以及日本气象厅 (JMA) 的 JRA-25 资料等<sup>[1]</sup>。

虽然各类再分析资料的精度越来越高, 但仍有学者在使用它们作为表面边界条件模拟台风期的水动力要素时发现计算结果并不准确。Appendini 等<sup>[2]</sup> 分别将 NCEP/NCAR, ECMWF ERA-I 以及 NARR 这 3 种再分析风资料输入 MIKE21 SW 波浪模块, 对墨西哥湾的波浪进行模拟, 并比较了 3 种资料的适用性, 研究表明上述资料能很好地模拟冬季大风引起的波浪过程, 但明显低估了飓风发生时期的波高。吴欢等<sup>[3]</sup> 使用 ECMWF 高精度风场资料对浙江海域几场台风浪过程进行模拟, 发现采用 ECMWF 资料得到的极端条件下

收稿日期: 2020-02-20

基金项目: 国家自然科学基金青年项目 (51909013)

作者简介: 李江夏 (1991—), 女, 湖南长沙人, 讲师, 博士研究生, 主要从事海洋灾害模拟与评估等研究。

E-mail: jiangxia@csust.edu.cn

的波高模拟效果欠佳。目前,对 ERA-5 资料在台风影响区域的适用性研究鲜有所见。

为了探究再分析资料对台风模拟的准确度,各国学者进行了一系列的研究。Onogi 等<sup>[4]</sup>研究了欧洲中期天气预报中心 ERA-40 和日本气象厅 JRA-25 再分析资料中可检测到的热带气旋的出现频率,发现 JRA-25 中 80% 的热带气旋都可以检测到,而 ERA-40 中仅有小于 60% 的台风可以检测到。Hart 等<sup>[5]</sup>定量分析了 40 年长度的 ECMWF ERA-40 资料中热带气旋的环境“记忆”。Jourdain 等<sup>[6]</sup>评估了 ECMWF-OA 和 ECMWF-Interim 再分析资料捕捉热带气旋表面风信号的能力,研究表明再分析风资料对台风的模拟精度随资料空间模拟精度的提高而提高,但较高精度(T1279)的再分析资料仍存在显著的偏差。对于台风浪和风暴潮的模拟,输入风资料中台风的中心位置以及强度是保证模拟精度最重要的因素。Schenkel 等<sup>[7]</sup>比较了 CFSR、ERA-4、ERA-I、JRA-25 和 MERRA 几套全球再分析资料中台风中心位置和强度与 Best-Track 资料的区别,研究表明几套再分析资料均低估了台风强度,台风中心位置也出现一定偏差。在台风频发的西北太平洋海域,针对区域性的海洋数值模拟计算中所必需的 10 m 风速和气压资料,对再分析风资料中台风期风速和气压准确性的研究仍较少见,特别是对于新推出的 ERA-5 资料,尚需进一步探究。

基于以上考虑,本文重点研究了 2013—2015 年西北太平洋区域内,特别是对中国沿岸有影响的多场台风。针对 ECMWF ERA-I 和 ERA-5 再分析风资料中的 10 m 风速和海平面气压两个要素,通过提取再分析风资料中台风的中心位置、最大风速和中心气压等信息,与实测的最佳路径数据进行比较,分析了台风在两套再分析风资料中的模拟情况,并提出了一种在台风期对 ERA-5 资料进行修正的方法,可以为海洋水动力模拟计算等研究中使用再分析风资料的情况提供参考。

## 1 研究区域及数据资料

研究区域为西北太平洋 100°E 至 150°E、10°N 至 45°N 的海域(图 1)。研究区域包括全部的中国大陆岸线、东中国海、南中国海的北部以及其他邻近海域。该海域受台风影响频繁,在洋面上生成的台风常常在我国东南沿海地区登陆,同时带来大风、强降雨等气象灾害和台风浪、风暴潮等海洋灾害。

气象资料为 ECMWF(<https://www.ecmwf.int>)的 ERA-I 和 ERA-5 的再分析 10 m 风速资料和海平面气压资料,资料时间间隔为 6 h,即格林威治时间每日的 0 时、6 时、12 时和 18 时,研究时长为 2013—2015 年全年。这里需要说明的是,本文中使用的资料均为插值到 0.125° 网格的版本。

台风资料采用中国气象局热带气旋资料中心的“CMA 最佳路径数据集”<sup>[8]</sup>,该资料提供了西北太平洋台风期每 6 h 的台风中心、最大风速和中心气压实测数据。

2013—2015 年在研究区域内共发生 65 场台风,其中 2013 年 25 场,2014 年 15 场,2015 年 25 场,台风路径如图 1 所示。根据国家热带气旋分类标准(GB/T 19201—2006),台风可根据其达到最大强度时中心附近的最大风速划分为 6 类,使用该分类方法对 2013—2015 年影响研究区域的 65 场台风进行分类,其中强台风和超强台风所占比例较大,例如,2015 年该两类台风所占比例为 68%。若仅考虑超强台风,该分类的台风在 2013、2014 和 2015 年分别占 24%、33% 和 56% 的比例。可以看出,高强度的台风数量在这 3 年呈显著上升趋势。

由于台风在其生命周期内强度是不断变化的,本文对 ECMWF 风场进行评估时,不以整场台风为研究对象,而使用台风周期内每 6 h 的单个风场为研究对象。这样,每场台风则被拆分成多个不同强度的台风风场。类似于单场台风的强度分类,本文定义单个风场的强度分类由该时刻台风的近中心最大风速决定。

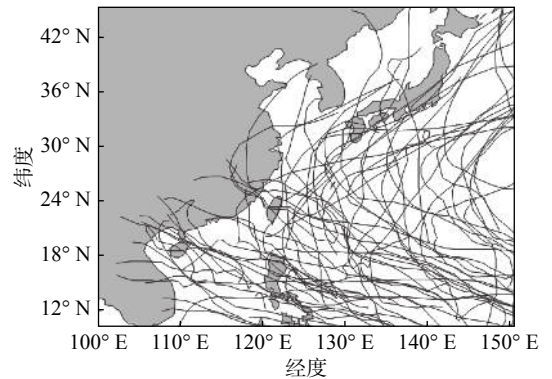


图 1 研究区域及台风路径(2013—2015 年)

Fig. 1 Study domain and typhoon tracks (2013—2015)

## 2 数据分析方法

首先在研究区域内选取一场代表台风,以 ERA-I 资料为例,对使用的分析方法进行说明。选取 2013 年 19 号台风“天兔”为代表台风,分析台风期的台风中心、风速和气压的变化过程在 ERA-I 风资料中的模拟情况。台风“天兔”是发生在 2013 年的超强台风,表 1 列出了“天兔”生命周期中,其强度等级随时间变化的情况。由表 1 可见,其发展过程由热带低压开始,强度逐渐增大,最终峰值达到超强台风的等级,并在超强台风的强度保持 2 d,随后减弱。其发展规律符合台风发展的普遍过程,发展过程中经历由弱到强 6 个强度等级,具有代表性。

为了识别 ECMWF 风场中的台风中心,提出了使用旋度确定再分析风资料台风中心位置的方法。首先对再分析风资料中台风期每 6 h 的风场中各点进行旋度计算,旋度最大的点即为台风中心的位置(北半球为旋度最大,南半球为旋度最小)。旋度的计算式为:

$$\omega = \partial v / \partial x - \partial u / \partial y \quad (1)$$

式中: $\omega$ 为各点的旋度; $v$ 和 $u$ 为 $y$ 和 $x$ 方向上的分速度。

通过对风场中每个网格点计算旋度,确定了“天兔”台风期间所有风场中的台风中心位置。图 2 绘制了 2013 年 9 月 20 日中午 12 时,ERA-I 资料中的风场(箭头)、气压场(左图等值线)、旋度场(右图等值线)以及实测资料中该场台风的路径(白色圆圈,红色圆圈为该时刻台风中心位置)。

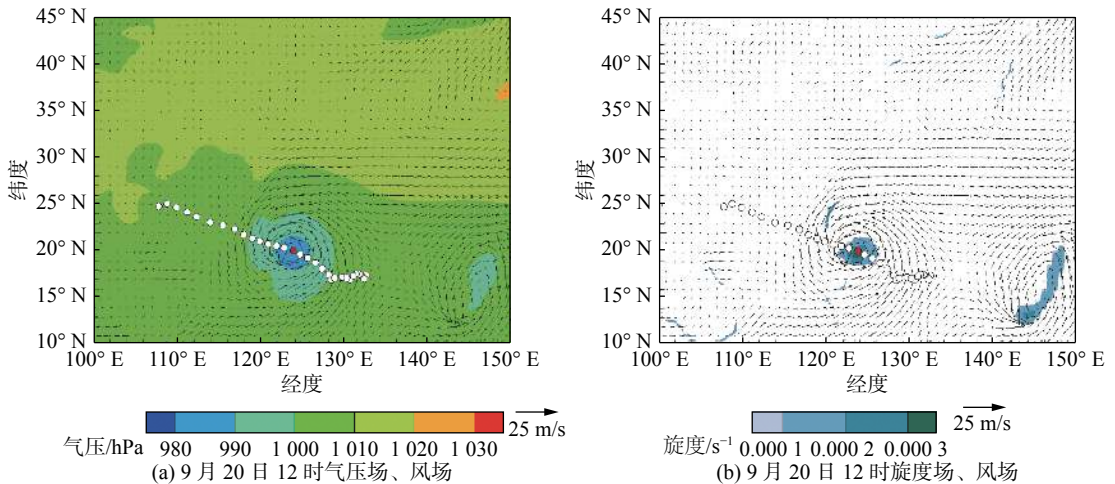


图 2 “天兔”台风路径及代表时刻风场、气压场与旋度场分布

Fig. 2 Typhoon track and the distribution of wind velocity, air pressure and vorticity during TC “Usagi”

由图 2 可见,旋度最高的点与实测台风中心位置相近,这说明通过计算再分析风场的旋度能在一定程度上反映台风中心的位置。旋度最高的点与气压场中气压最低的位置基本重合,这与台风中心位置气压最低的事实相符。台风中心附近风速的涡旋结构清晰明显,这也说明 ERA-I 资料能够在一定程度上反映台风中心的涡旋结构。但是中心附近风速较其他位置增大并不明显,由于实际发生的台风,其中心附近一定范围内的风速会显著增大,所以从定性上看,ERA-I 资料对台风风速的模拟可能存在低估。

表 1 “天兔”强度等级变化  
Tab. 1 Intensity of typhoon “Usagi”

时间	等级
2013-09-16T 06:00—2013-09-16T 12:00	热带低压
2013-09-16T 18:00—2013-09-17T 18:00	热带风暴
2013-09-18T 00:00—2013-09-18T 06:00	强热带风暴
2013-09-18T 12:00—2013-09-19T 00:00	台风
2013-09-19T 06:00	强台风
2013-09-19T 12:00—2013-09-21T 12:00	超强台风
2013-09-21T 18:00—2013-09-22T 12:00	强台风
2013-09-22T 18:00	台风
2013-09-23T 00:00—2013-09-24T 00:00	热带低压

### 3 再分析风资料中的台风评估

#### 3.1 台风中心位置

利用对代表台风评估的方法, 对 ECMWF 风资料中 2013—2015 年的 65 场台风表现进行统计分析。图 3 绘制了 2013—2015 年两套资料各强度等级风场中中心位置差的平均值。如图 3 所示, 平均中心位置差的量值随台风强度等级增大而减小, ERA-5 资料的平均中心位置差显著小于 ERA-I 资料。ERA-5 资料与实测中心位置差较 ERA-I 资料在 TD、TS、STS、TY、STY 以及 SuperTY 这 6 个强度分类下分别改进 21%、30%、44%、54%、60% 和 65%。这说明台风实际强度越强, ECMWF 风资料对台风中心位置的模拟相对越准确; 反之, 偏差越大。而台风强度越大, ERA-5 资料模拟的优势也越显著, 对中心位置的模拟更准确。虽然 ERA-5 对台风位置的捕捉显著优于 ERA-I, 但仍不够准确, 在使用该资料进行台风期气象要素的分析, 或是相关海洋动力要素的模拟时, 有必要对台风中心位置进行必要的修正。

#### 3.2 最大风速

除了对台风中心位置的检验, 还对 ECMWF 风资料中的台风近中心最大风速( $v_{max}$ )进行了检验。近中心最大风速是度量台风强度的指标, 其模拟的准确性对于台风风场十分重要。本文检验的 ECMWF 风资料中的最大风速值, 为从台风中心向外搜索, 受台风影响区域内(本文规定半径约 500 km)风速最大点的风速值。以台风“天兔”为例, 最大风速的比较见图 4。

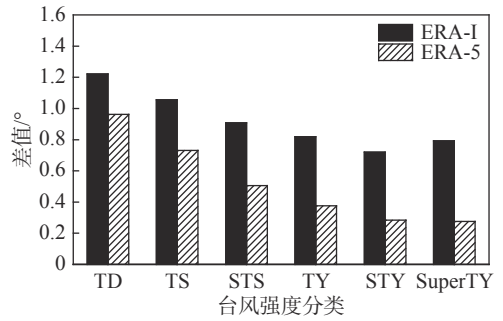
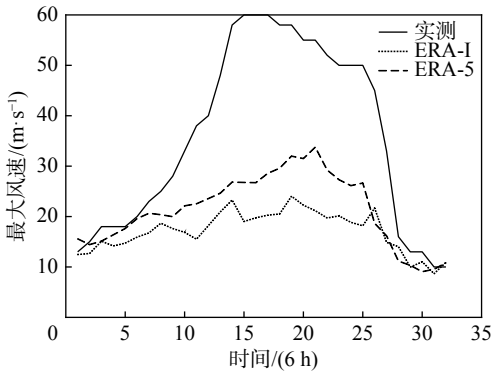
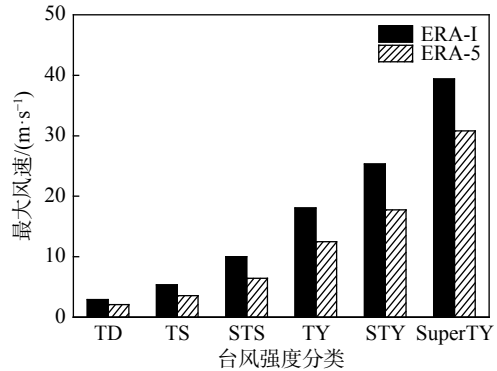


图 3 2013—2015 年台风平均中心位置差

Fig. 3 Averaged absolute bias of center positions for typhoons from 2013 to 2015



(a) “天兔”实测最大风速与 ECMWF 资料最大风速比较



(b) 2013—2015 年各强度分类 ECMWF 资料与实测最大风速差的平均值

图 4 台风最大风速值检验

Fig. 4 Evaluation of typhoon maximum wind speed

图 4(a) 为该场台风过程中实测最大风速的变化过程和 ECMWF 风资料最大风速变化过程的比较。可见, ECMWF 风资料中的台风最大风速显著小于实测, 这说明 ECMWF 风资料中的台风强度显著低于实测。实测的台风最大风速呈明显的先增加后减小的过程, 而 ECMWF 风资料中的最大风速则一直处于较稳定的平均状态。图 4(b) 为 2013—2015 年各强度分类下两套 ECMWF 风资料中的最大风速与实测最大风速差值的平均值。可见, 随着风场强度等级增大, 最大风速差的平均值显著增大。这说明 ECMWF 风资料模拟的最大风速值比较平均, 无法反映实际发生的台风中风速急剧增长的变化过程, 实际发生的台风强度越大, ECMWF 风资料中的台风模拟越不准确。这可能是因为在再分析风资料计算时空间精度不够高, 无法刻画台风这种尺度较小的气象事件, 从而无法模拟出急剧增大的风速。其中 ERA-5 资料的最大风速变化过程较 ERA-I 与实测更接近, 平均风速差更小, 但仍存在明显的低估。ERA-5 资料与实测最大风速较 ERA-

I 资料在 TD、TS、STS、TY、STY 以及 SuperTY 这 6 个强度分类下分别改进 28%、33%、35%、30%、29% 和 21%。与台风中心位置的模拟不同, ERA-5 对最大风速模拟的改进程度不随台风强度的增大而增大, 但其至少能在 ERA-I 的基础上改进 20%。

### 3.3 中心气压

本文检验的 ECMWF 风资料中的中心气压值( $P_{low}$ )为台风中心处气压最低点的气压值。以台风“天兔”为例, 图 5(a)为该场台风过程中实测中心气压和 ECMWF 风资料中心气压变化过程的比较。可见, 实际发生的台风强度越大, 中心气压越低, 而 ECMWF 资料中的中心气压明显高于实测, 随台风强度的变化也不明显, 这说明了 ECMWF 风资料对台风强度的低估。图 5(b)为 2013—2015 年, 各强度分类的风场中 ECMWF 风资料与实测资料中心气压差的平均值。与最大风速差的分布类似, ECMWF 资料中的中心气压处于较稳定的平均状态。因此, 随风场强度等级增大, 平均最低气压差显著增大。同时, 通过比较, ERA-5 资料中的台风中心低压变化过程较 ERA-I 资料更接近, 平均中心低压差更小, 但仍然无法准确模拟台风中心急剧降低的气压。ERA-5 资料与实测最大风速较 ERA-I 资料在 TD、TS、STS、TY、STY 以及 SuperTY 这 6 个强度分类下分别改进 1%、15%、32%、44%、49% 和 33%。总体而言, ERA-5 资料对中心气压的模拟显著优于 ERA-I 资料, 随台风强度的增大, 改进程度越明显。

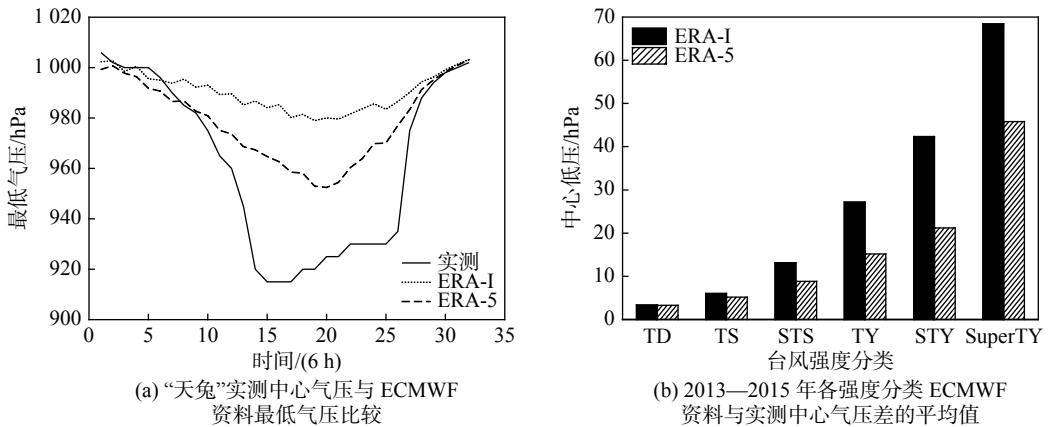


图 5 台风中心低压检验

Fig. 5 Evaluation of typhoon center air pressure

## 4 ECMWF 风资料中的台风修正

两套 ECMWF 再分析风资料对台风中心位置的反映存在一定偏差, 对台风强度有明显低估。因此, 使用该资料模拟台风影响下的海洋及海岸水动力过程时, 或是在台风多发地区使用该资料进行科学研究时, 有必要对 ECMWF 风资料在台风中心附近的数据进行一定的修正和改进, 以提高结果的准确性。

在对 ECMWF 再分析风资料中台风影响区域的数据进行修正时, 可以根据实测台风最大风速与再分析风资料台风最大风速的差, 通过使用经验公式修正台风中心附近的风速, 如 Pan 等<sup>[9]</sup>在其研究中提出的对再分析风场的直接修正方法; 也可以通过构造参数化的台风模型和再分析风场的混合风场, 对台风影响区域的风场数据进行重构, 如 Li 等<sup>[10-11]</sup>在其研究中提出的混合风场构造方法。然而, 以上方法均在一定程度上依赖实测的台风路径、最大风速和中心低压数据, 在实测数据缺失的情况下无法实施。

本文基于 2013—2015 年台风期共 1 988 个台风风场, 提取 ERA-I 和 ERA-5 资料台风风场中的中心最大风速, 与实测最大风速进行比较。图 6 分别绘制了两套再分析资料中台风中心最大风速与实测最大风速的散点图。

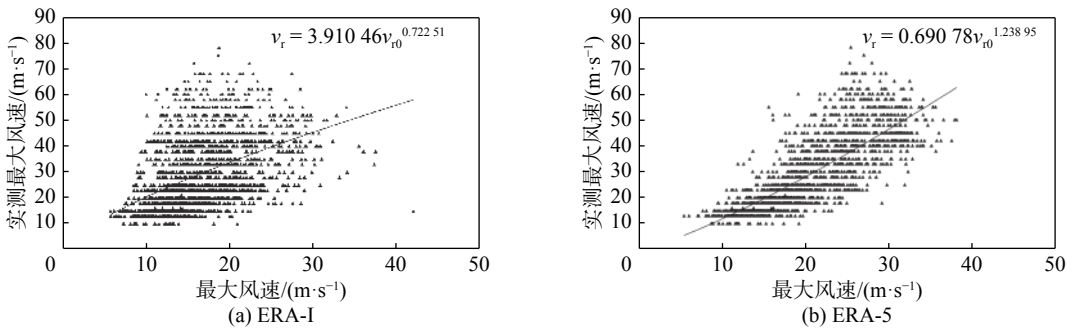


图 6 再分析最大风速与实测最大风速散点图

Fig. 6 Scatters of maximum wind speed in reanalysis and measurement data

由图 6 可见,使用 ERA-I 资料绘制的散点图较为杂乱,规律性较差,  $R^2$  为 0.219 9。ERA-5 资料绘制的散点图具有一定的规律,  $R^2$  为 0.627 0, 拟合结果较好,这说明 ERA-5 资料中的台风中心最大风速可以与实测最大风速建立一定的相关关系。通过拟合,ERA-5 再分析最大风速与实测最大风速的相关关系可以用下式描述:

$$v_r = av_0^b \tag{2}$$

式中:  $v_r$  为实测最大风速;  $v_0$  为再分析资料中的最大风速;  $a$  和  $b$  的取值根据图 6(b) 分别取 0.69 和 1.24。

根据 Pan 等<sup>[9]</sup> 提出的对再分析风场的直接修正方法:

$$v_{fix} = \begin{cases} v_{rea} \left[ \frac{r}{R_{max}} \left( \frac{v_r}{v_{r0}} - 1 \right) + 1 \right], & r < R_{max} \\ v_{rea} \left[ \frac{R_{bnd} - r}{R_{bnd} - R_{max}} \left( \frac{v_r}{v_{r0}} - 1 \right) + 1 \right], & R_{max} \leq r < R_{bnd} \\ v_{rea}, & r \geq R_{bnd} \end{cases} \tag{3}$$

式中:  $v_{fix}$  为修正后的风速;  $R_{max}$  为最大风速半径;  $R_{bnd}$  为修正范围,一般取 6 倍的最大风速半径。将式(2)代入式(3),即可在不具备实测最大风速的情况下直接对 ERA-5 再分析资料的台风中心附近风速进行修正。

基于以上方法,分别对 2010 年的 Meranti 台风和 2011 年的 Nanmadol 台风进行了计算。图 7 绘制了两场台风过程中在实测站点 (119.36°E, 25.18°N) 处 ERA-I、ERA-5 和修正后的 ERA-5 (mERA-5) 的风速比较。可见,ERA-5 资料较 ERA-I 资料与实测值更接近,但两套资料在实测风速较大时均出现明显的低估。修正后的 ERA-5 资料能较好模拟台风期的风速,特别是在风速出现峰值时与实测值拟合良好,较修正前有了显著改进。在没有实测台风资料的情况下,本文提出的对 ERA-5 再分析风资料直接进行修正的方法能够有效地对台风期的再分析风速进行修正,修正后的资料可以应用于相关区域的海洋水动力模拟中。

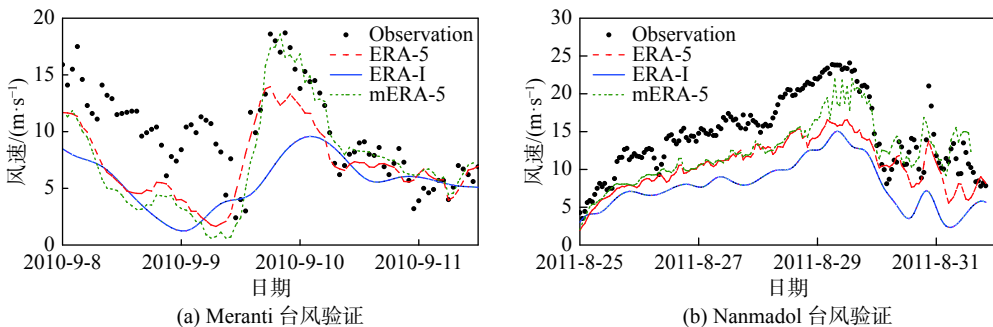


图 7 计算值与实测站点台风风速比较

Fig. 7 Comparison between wind speed in reanalysis and measurement data

## 5 结 语

利用中国气象局热带气旋资料中心的“CMA 最佳路径数据集”中 2013—2015 年的台风中心、最大风速和中心气压资料,评估了 ECMWF 的 ERA-I 和 ERA-5 两套再分析风资料对西北太平洋台风的模拟能力。通过对风场旋度的计算,分析了 ECMWF 资料在台风期对台风中心位置描述的情况;同时,评估了最大风速和中心气压等台风要素在资料中的模拟情况,得到了以下主要结论:ECMWF 风资料能在一定的程度上反映台风的位置和涡旋结构,但台风中心位置的模拟并不十分准确;ECMWF 风资料中的台风强度远小于实际发生的台风,模拟值较为平均,无法反映急剧升高的台风风速和急剧降低的气压,从而导致再分析资料中台风影响区域的风速偏小,气压偏高。ERA-5 资料对台风的模拟精度显著优于 ERA-I 资料,但由于再分析风资料模拟的空间精度一般较低,依然无法准确刻画台风这种尺度较小的天气现象。如果直接使用 ECMWF 再分析风资料作为水动力模型的输入边界条件,会对台风期的水动力要素产生低估。因此,使用再分析资料模拟台风影响下的海洋及海岸水动力过程时,或是在台风多发地区使用该资料进行科学研究时,有必要对其在台风中心附近的数据进行一定的修正和改进,以提高结果的准确性。

基于 ERA-5 资料建立了多个台风风场再分析最大风速与实测最大风速的相关关系,提出了在不具备实测台风数据的情况下直接修正 ERA-5 资料的方法,修正后的风速在台风期与实测数据拟合较好,证明了本文提出的风场修正方法的合理性。

## 参 考 文 献:

- [1] 邓小花,翟盘茂,袁春红. 国外几套再分析资料的对比与分析[J]. *气象科技*, 2010, 38(1): 1-8. (DENG Xiaohua, ZHAI Panmao, YUAN Chunhong. Comparative analysis of NCEP/NCAR, ECMWF and JMA Reanalysis[J]. *Meteorological Science and Technology*, 2010, 38(1): 1-8. (in Chinese))
- [2] APPENDINI C M, TORRES-FREYERMUTH A, OROPEZA F, et al. Wave modeling performance in the Gulf of Mexico and western Caribbean: wind reanalyses assessment[J]. *Applied Ocean Research*, 2013, 39: 20-30.
- [3] 吴欢,汪一航,滕涌,等. 浙江海域MASNUM海浪模式在台风“达维”“海葵”及“布拉万”过程的波浪数值模拟[J]. *应用海洋学学报*, 2017, 36(2): 249-259. (WU Huan, WANG Yihang, TENG Yong, et al. Numerical simulation for waves of typhoon “David” “Anemone” and “Bolaven” by MASNUM wave model[J]. *Journal of Applied Oceanography*, 2017, 36(2): 249-259. (in Chinese))
- [4] ONOGI K, TSUTSUI J, KOIDE H, et al. The JRA-25 reanalysis[J]. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 2007, 85(3): 369-432.
- [5] HART R E, MAUE R N, WATSON M C. Estimating local memory of tropical cyclones through MPI anomaly evolution[J]. *Monthly Weather Review*, 2007, 135(12): 3990-4005.
- [6] JOURDAIN N C, BARNIER B, FERRY N, et al. Tropical cyclones in two atmospheric (re)analyses and their response in two oceanic reanalyses[J]. *Ocean Modelling*, 2014, 73: 108-122.
- [7] SCHENKEL B A, HART R E. An examination of tropical cyclone position, intensity, and intensity life cycle within atmospheric reanalysis datasets[J]. *Journal of Climate*, 2012, 25(10): 3453-3475.
- [8] YING M, ZHANG W, YU H, et al. An overview of the China meteorological administration tropical cyclone database[J]. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 2014, 31(2): 287-301.
- [9] PAN Y, CHEN Y P, LI J X, et al. Improvement of wind field hindcasts for tropical cyclones[J]. *Water Science and Engineering*, 2016, 9(1): 58-66.
- [10] LI J X, CHEN Y P, PAN S Q. Modelling of extreme wave climate in China Seas[J]. *Journal of Coastal Research*, 2016, 75(Suppl1): 522-526.
- [11] 丁瑞,朱良生. 条件变化对海口湾风暴增水的影响分析——以海鸥台风为例[J]. *海洋工程*, 2018, 36(4): 147-154. (DING Rui, ZHU Liangsheng. Impact of condition on storm surge in the Haikou Bay[J]. *The Ocean Engineering*, 2018, 36(4): 147-154. (in Chinese))

## Assessment of typhoons in ERA-Interim and ERA-5 reanalysis datasets

LI Jiangxia<sup>1,2</sup>, HU Yuzhi<sup>3</sup>

(1. School of Hydraulic Engineering, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410114, China; 2. Key Laboratory of Water-Sediment Sciences and Water Disaster Prevention of Hunan Province, Changsha 410114, China; 3. Zhongnan Engineering Corporation Limited, Power Construction Corporation of China, Changsha 410014, China)

**Abstract:** Based on two of the most commonly used parameters in ocean hydrodynamic simulation, i.e. 10 m wind speed and sea level pressure, we obtained the typhoon centres, maximum wind speeds and central air pressures from the ECMWF ERA-Interim (ERA-I) reanalysis dataset and the most recently released ERA-5 reanalysis dataset, and used them to evaluate their representation of typhoons in the northwest Pacific region from 2013 to 2015. The results indicate that there are differences in the locations of the typhoon centres provided by the ECMWF reanalysis wind data and the measurement data. When the typhoon intensity decreases, the bias in the location of the typhoon centre in the ECMWF data increases. The maximum wind speed of typhoons in the reanalysis data is lower than that in the measurement data, whereas the central air pressure is higher. Although the precision of ERA-5 wind data is greatly improved for the simulation of typhoons from that of the ERA-I data, it is still not sufficiently accurate in the description of typhoon intensity in the northwest Pacific Ocean, which is underestimated. When the typhoon intensity increases, this underestimation is more obvious. In this study, we established an empirical correlation between the maximum wind speed of typhoons in ERA-5 and best-track data. On this basis, the ERA-5 data can be improved using a direct modification method without the requirement for observed typhoon track data. After validation based on the measured wind speed, the modified ERA-5 reanalysis data during the typhoon period was confirmed to have greatly improved accuracy compared to the original data.

**Key words:** ERA-Interim; ERA-5; reanalysis wind field; northwest Pacific; typhoon