



中国气象局  
China Meteorological Administration



国家卫星气象中心  
National Satellite Meteorological Centre

# FY-3E WindRAD

## 海面风矢量产品

汇报人： 窦芳丽  
国家卫星气象中心

2022. 6. 15

中国. 北京



# 目录

风云三号

极轨卫星

FY-3

CONTENTS

海风产品介绍

01

产品质量

02

产品格式说明及使用指南

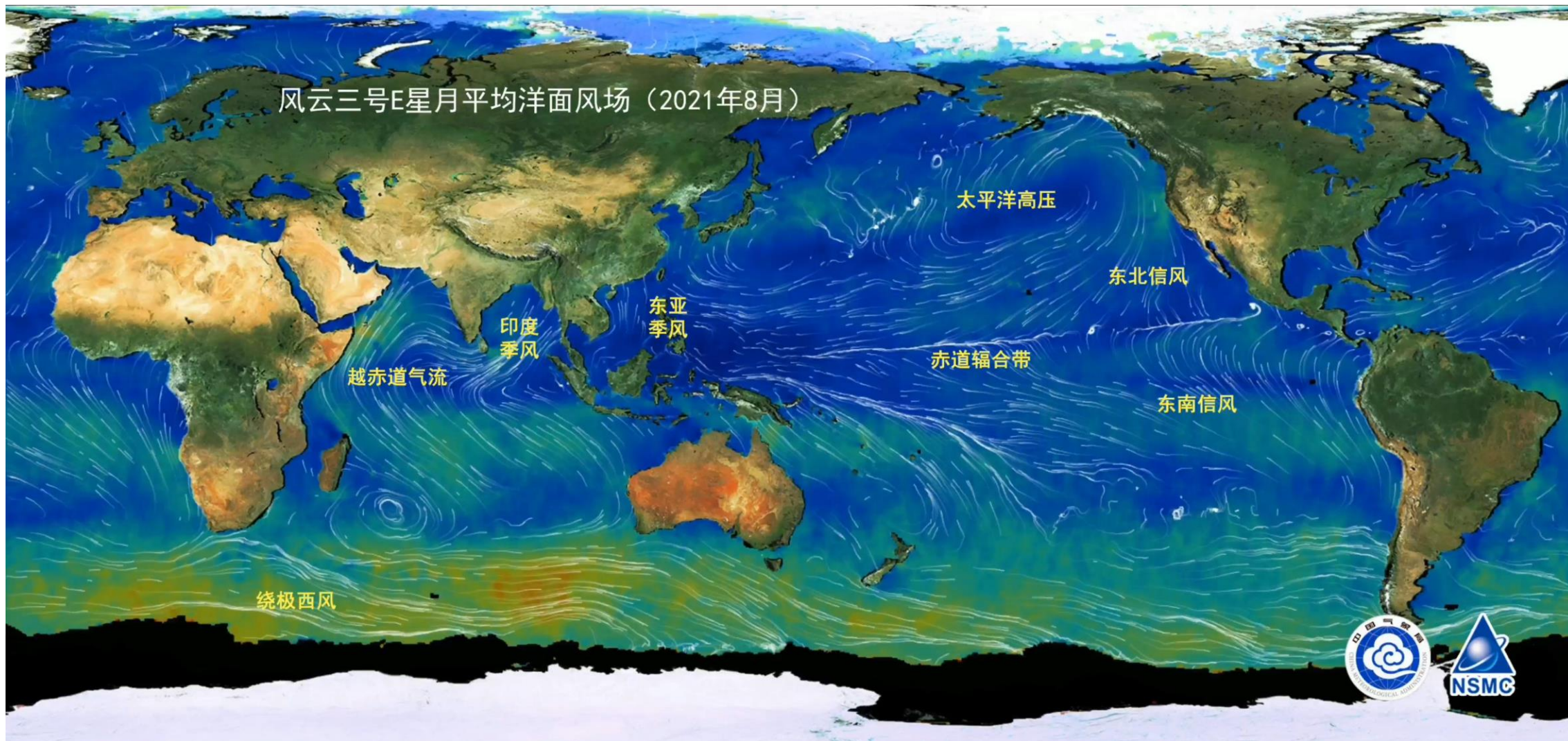
03

产品应用潜力

04



# 1、海风产品介绍



# 1、海风产品介绍

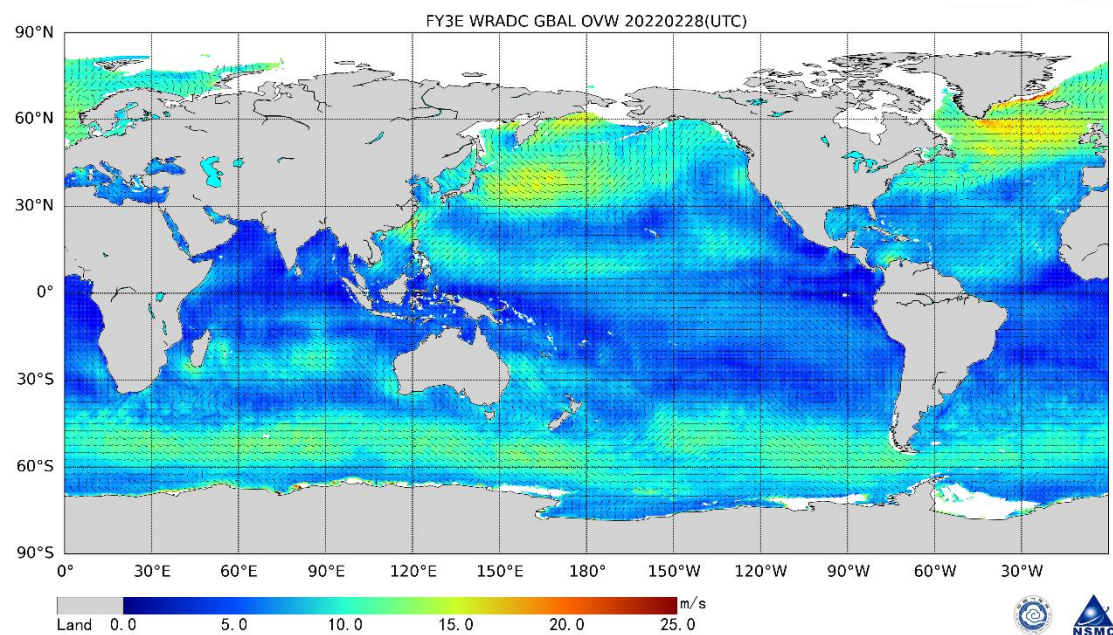
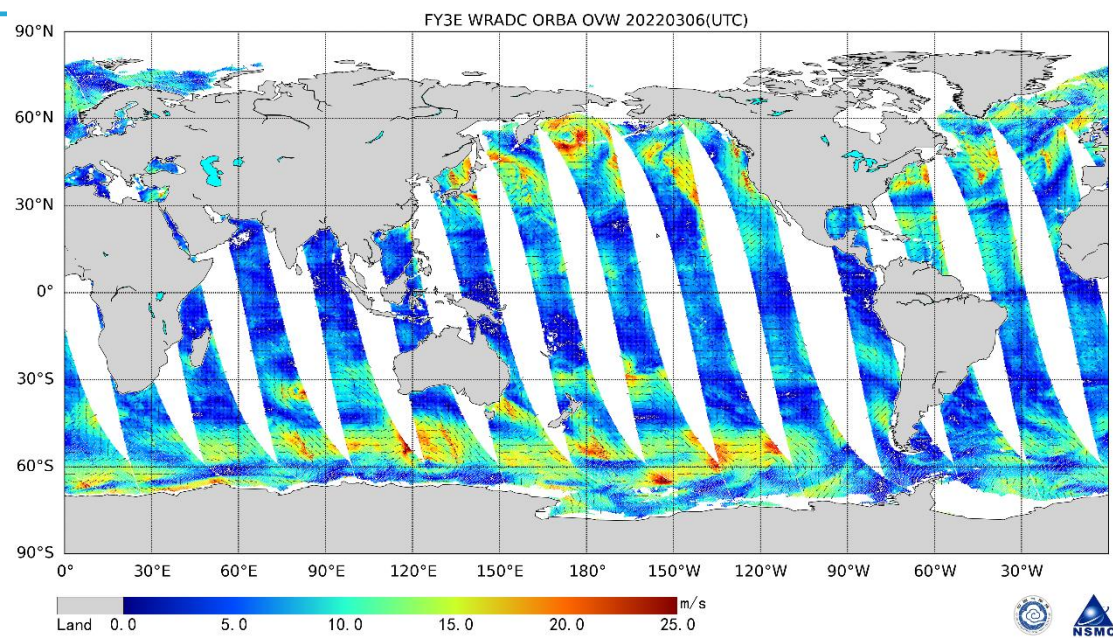
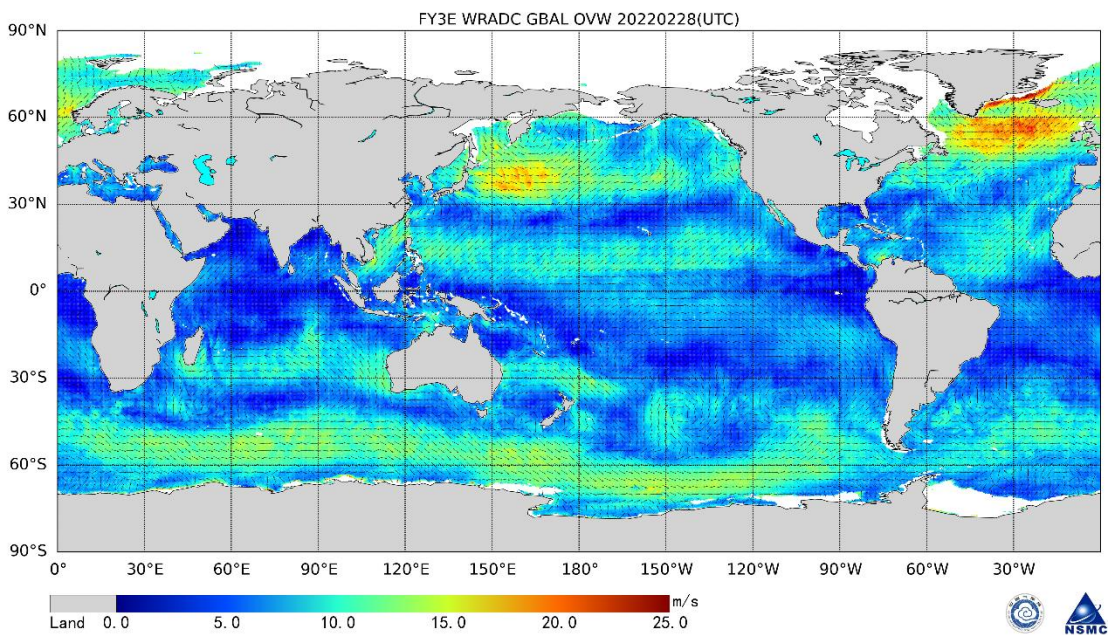
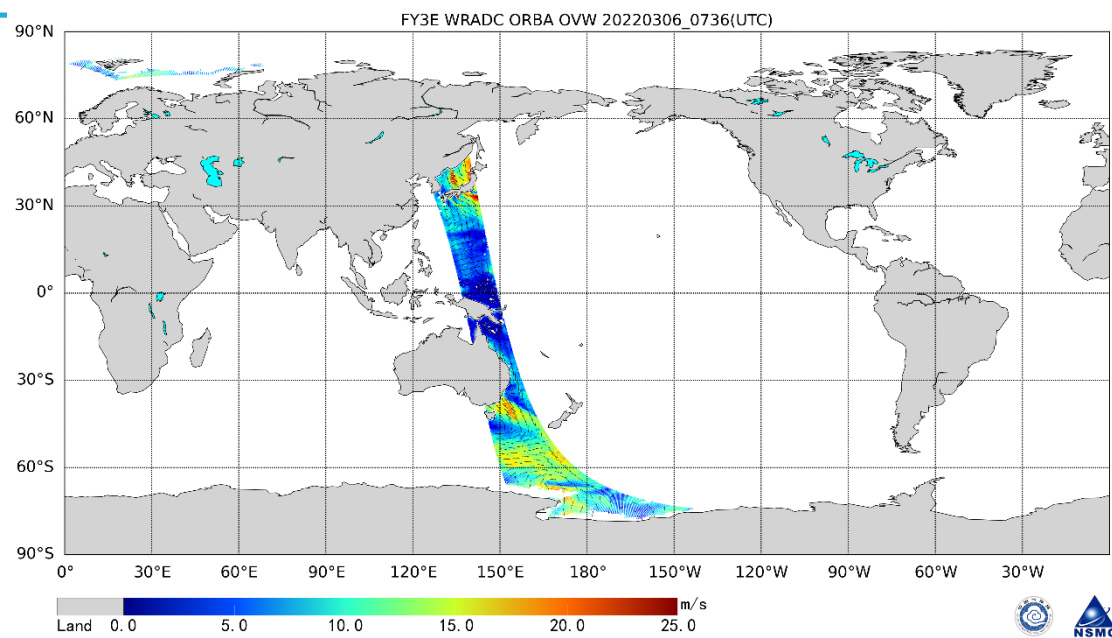
- 卫星观测到的海面风是海面10 米高度处的应力等效风（Stress-Equivalent wind，SE wind）
- 物理概念：传递了海面粗糙度测量到10米高度处去除了大气层结效应的风场

时效性：3小时

| 产品列表                     | 分组要素        | 空间分辨率              | 设计精度                                        | 类型             |
|--------------------------|-------------|--------------------|---------------------------------------------|----------------|
| WindRad海面风矢量<br>轨道产品     | C波段风矢量      | 20km（Grid spacing） | 风速均方根误差小于2m/s，<br>风向均方根误差小于25°<br>（3-20m/s） | 2级轨道产品<br>（存档） |
|                          | Ku波段风矢量     | 10km（Grid spacing） |                                             |                |
|                          | 双波段风矢量      | 20km（Grid spacing） |                                             |                |
| WindRad海面风矢量<br>中国区高时效产品 | C/Ku/双波段风矢量 | 同上                 | 同上                                          | 2级块产品<br>（存档）  |
| WindRad海面风矢量<br>日产品      | C/Ku/双波段风矢量 | 0.25°              | 同上                                          | 3级日产品<br>（存档）  |
| WindRad海面风矢量<br>旬产品      | C/Ku/双波段风矢量 | 0.25°              | 同上                                          | 3级旬产品<br>（存档）  |
| WindRad海面风矢量<br>月产品      | C/Ku/双波段风矢量 | 0.25°              | 同上                                          | 3级月产品<br>（存档）  |



# 1、海风产品介绍



# 1、海风产品介绍

## • 散射计风场主要算法

平方和（Sum Of Square, SOS）法

最大似然估计（Maximum Likelihood Estimation, MLE）法

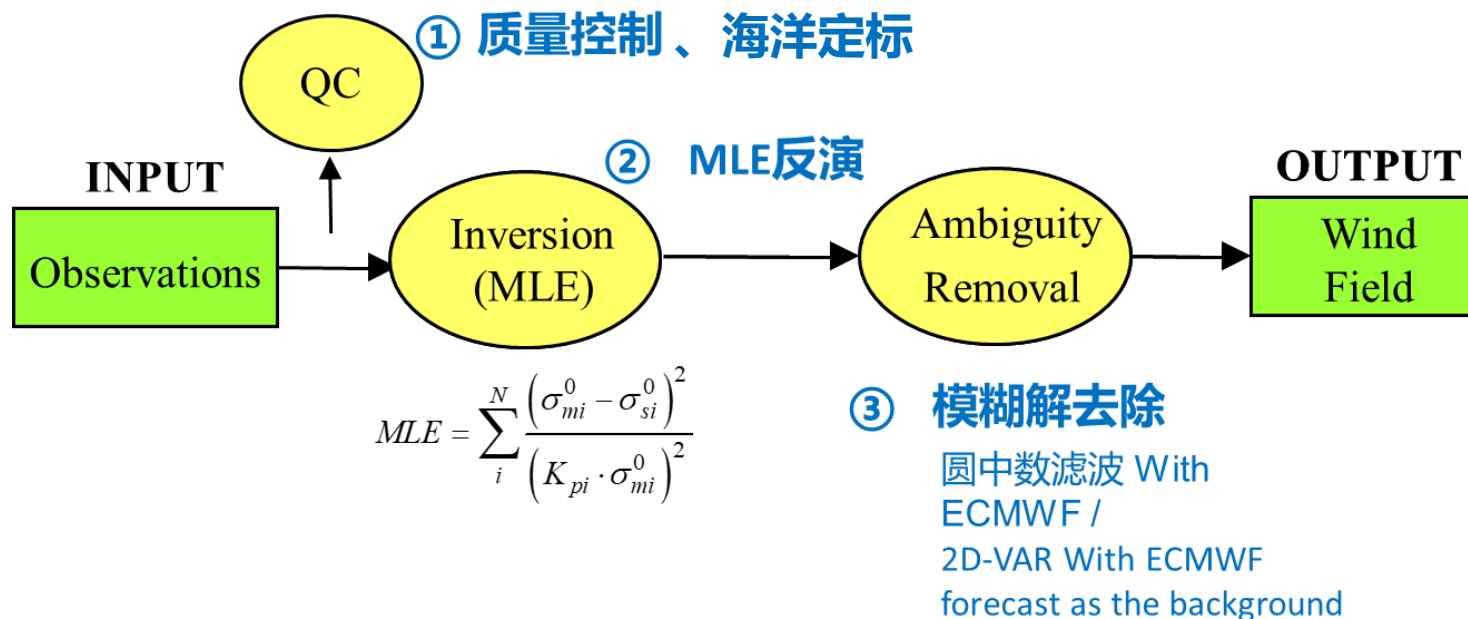
最小平方（Least Squares, LS）法

加权最小平方（Weighted Least Squares, WLS）法

1. 标准MLE算法 + 圆中数滤波  
模糊解去除（NASA）

2. MSS多解方案 + 2DVar模糊解  
去除（KNMI）

改进



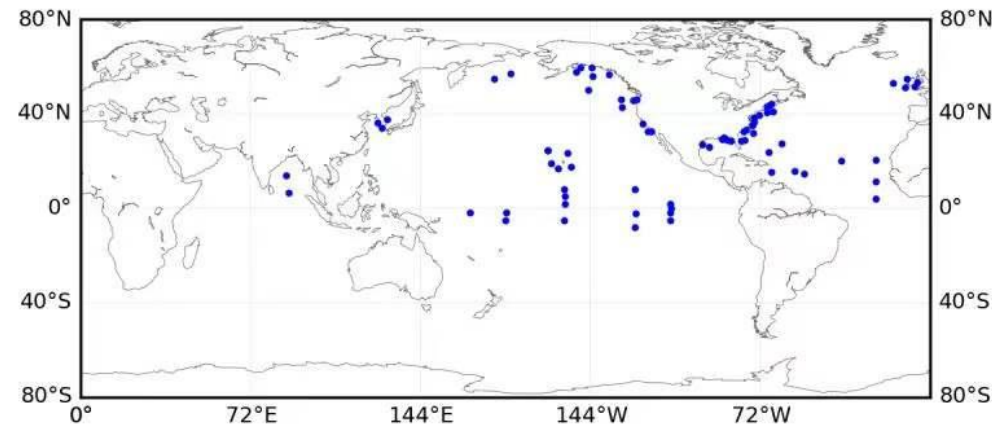


## 2、海风产品质量

### 基于浮标匹配数据的检验 – 检验源和算法

#### ● 1. 数据源

浮标数据包括热带TAO/TRITON、PIRATA浮标阵列，温带近岸的NDBC阵列，时间分辨率为10分钟，经过严格质控筛选。



WindRad L2产品数据：2021年12月20日-12月26日 C波段、Ku波段风场产品

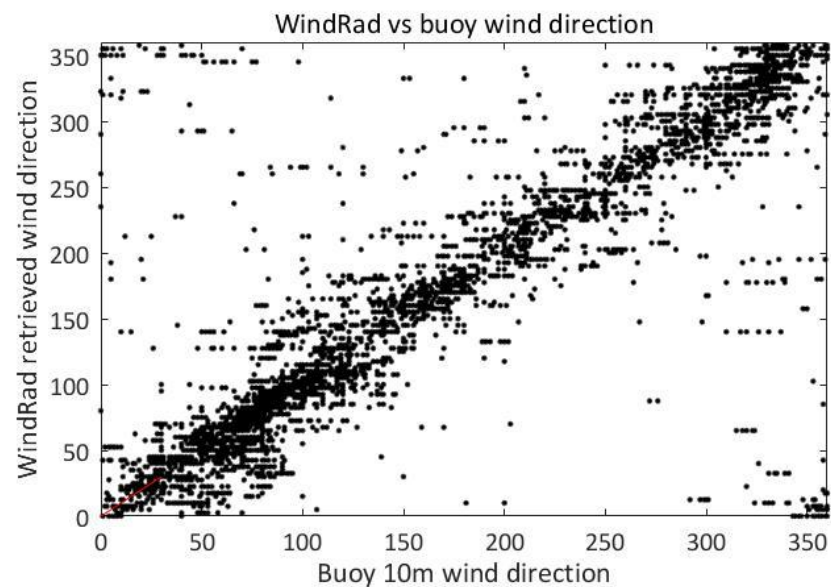
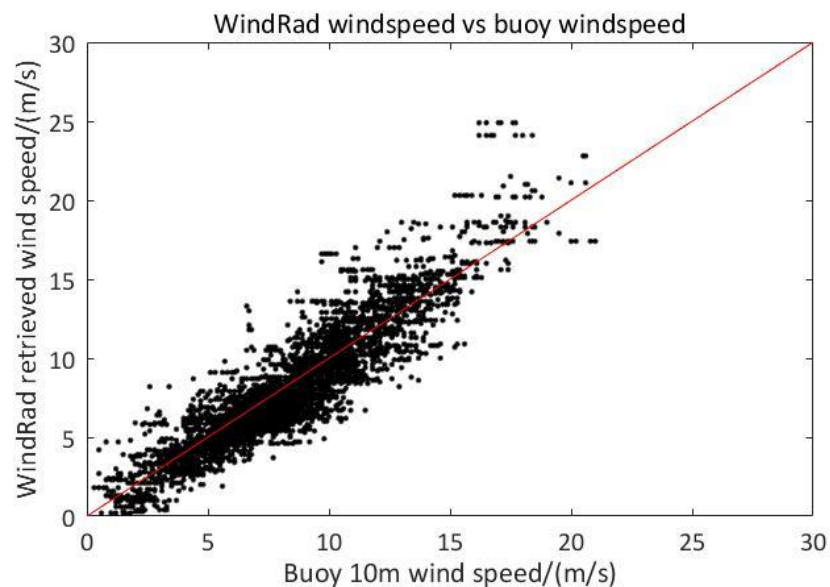
#### ● 2. SL (Surface Layer) 模型

浮标一般为3m或4m的10分钟平均风，需要通过边界层模式转成中性稳定层结风。将浮标瞬时风速转换为中性稳定层结风，使用的边界层模式为LKB code (Timothy Liu, JPL)

#### ● 3. 浮标匹配算法

匹配时间阈值为30分钟，空间阈值C波段单频反演和双频反演数据为 $20/\sqrt{2}$ km

## 2、海风产品质量



*Table 1 Wind comparison between scatterometer winds and buoy winds*

|            | <b>C-band</b> |       |             |                 | <b>Ku-band</b> |       |             |                 |
|------------|---------------|-------|-------------|-----------------|----------------|-------|-------------|-----------------|
|            | bias          | std   | <u>rmse</u> | <u>rmse(qc)</u> | bias           | std   | <u>rmse</u> | <u>rmse(qc)</u> |
| Wind speed | -0.76         | 1.5   | 1.81        | 1.43            | 0.51           | 1.57  | 1.75        | 1.36            |
| Direction  | 2.3           | 23.93 | 24.04       | 17.57           | 1.05           | 25.71 | 25.73       | 18.91           |
| U          | -0.42         | 2.72  | 2.75        | 1.76            | -0.06          | 2.91  | 2.91        | 1.82            |
| V          | -0.05         | 2.92  | 2.92        | 1.91            | -0.04          | 3.02  | 3.02        | 1.68            |



## 2、海风产品质量

### 基于数值预报资料的检验 – 方法介绍

FY-3E WindRad L2级产品数据：2021年12月14日-2022年2月24日的数据与数值预报资料进行匹配。

用于检验源的数值预报数据分为两类：

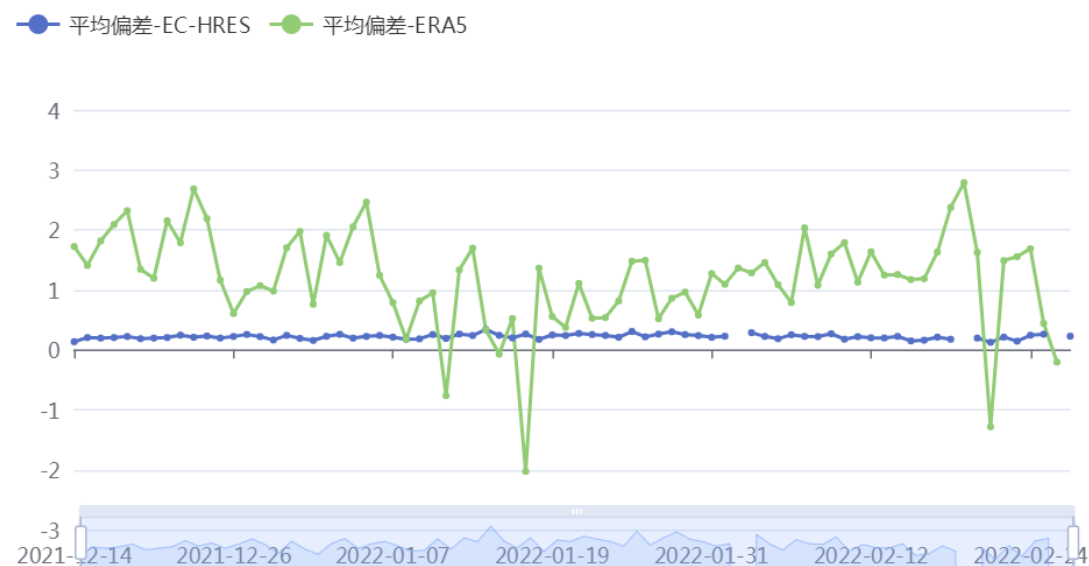
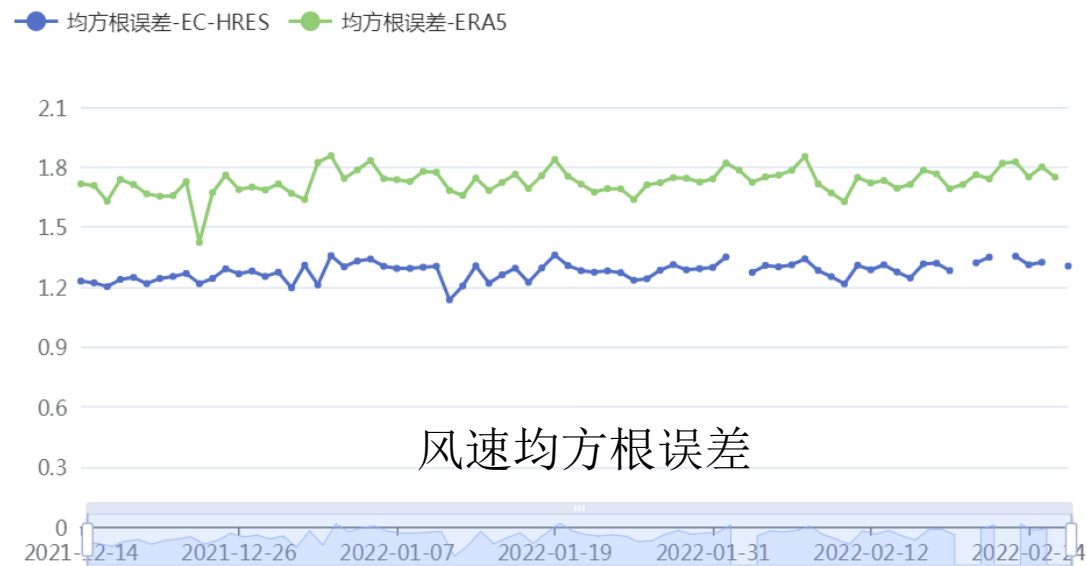
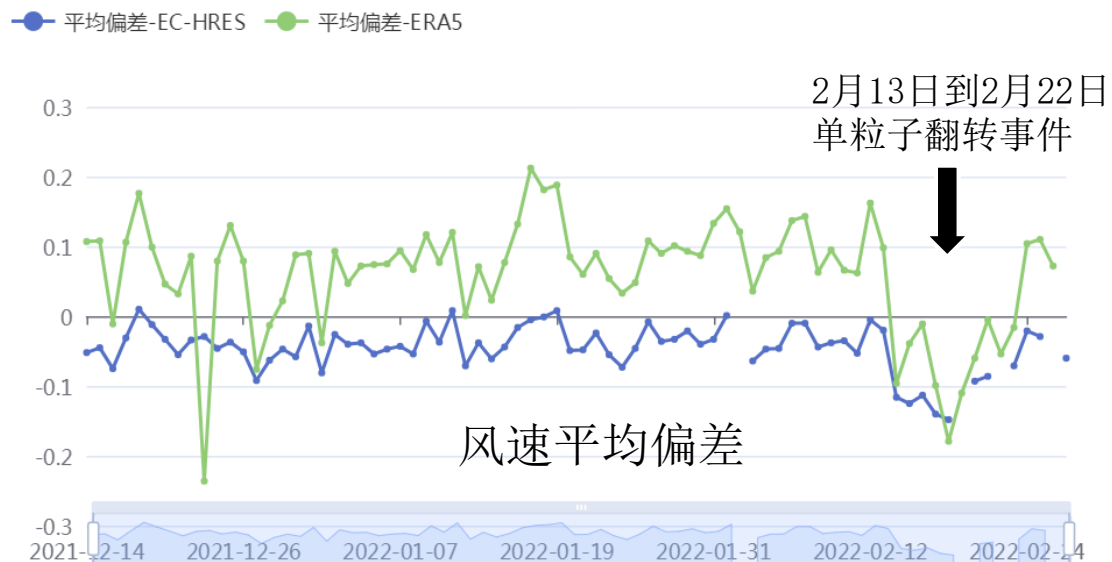
#### 1. ECMWF高分辨率大气模式确定性预报产品（HRES）

全球地面层预报场，分辨率 $0.125^{\circ} * 0.125^{\circ}$ ，区域为全球（ $0^{\circ} \text{ E} - 359.875^{\circ} \text{ E}$ ， $90^{\circ} \text{ N} - 90^{\circ} \text{ S}$ ）

#### 2. ERA-5再分析数据

该数据由欧洲CDS（Climate Data Store）分发，空间分辨率为 $0.25^{\circ}$ ，时间分辨率为逐小时。提取中性风uv分量和格点经纬度、时间信息，将再分析数据经空间、时间线性插值到卫星观测像元上进行比对。

该检验结果来源于国家卫星气象中心风云三号质量检验系统（QCS）。



风向平均偏差

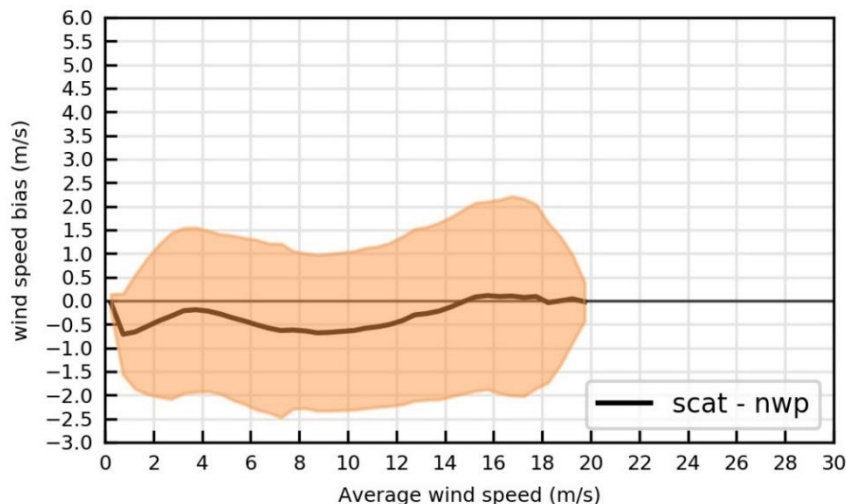
风向均方根误差

## 2、海风产品质量

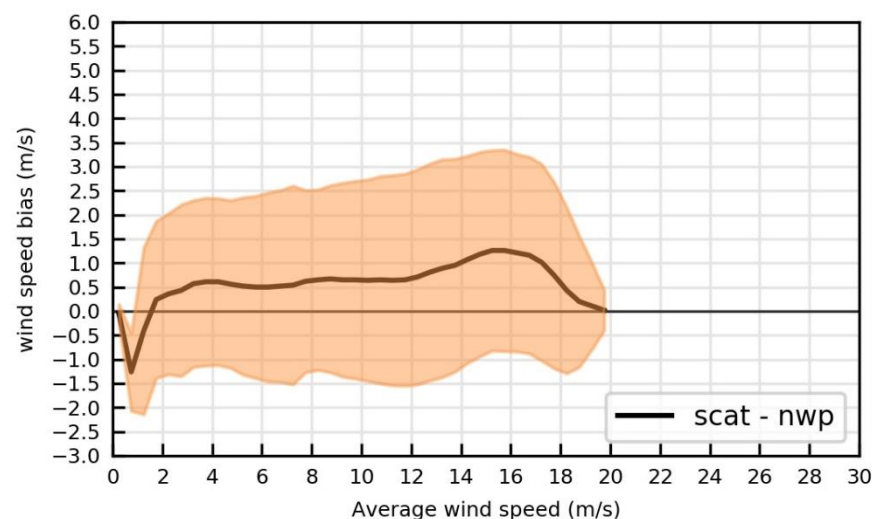
### 产品存在的问题

#### 1.非线性问题

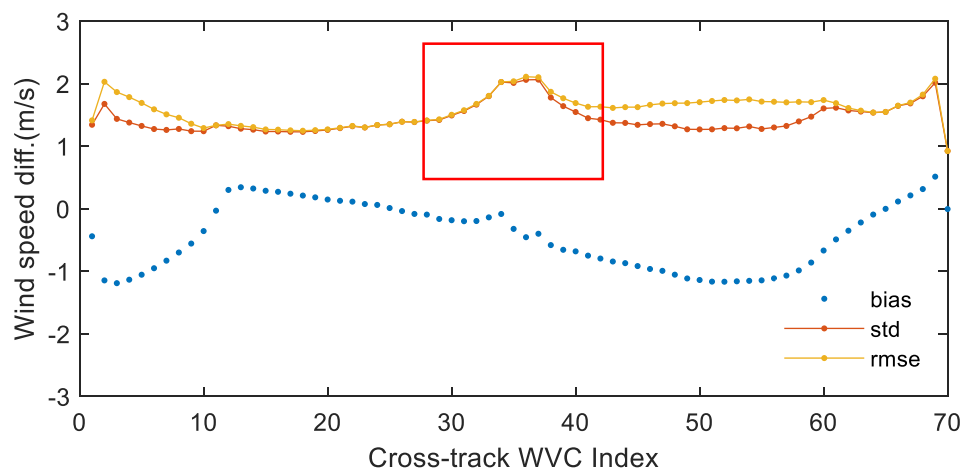
C波段非线性问题



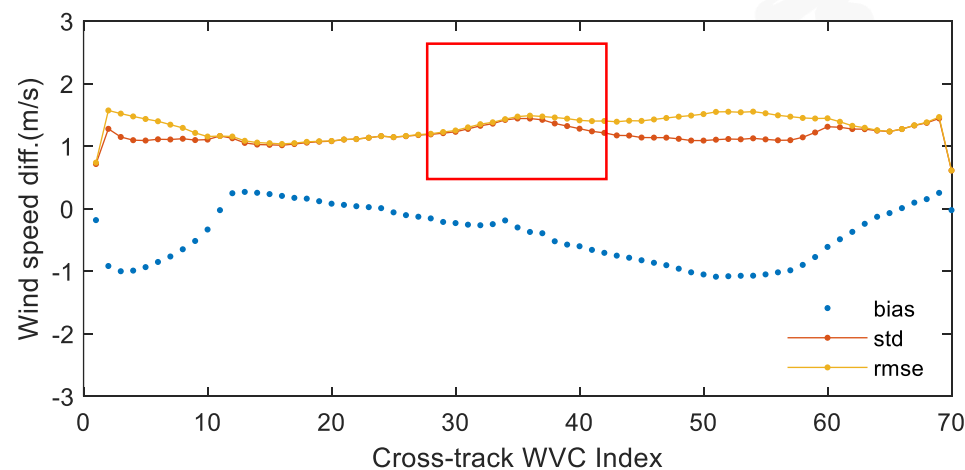
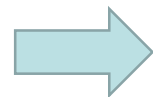
Ku波段非线性问题



C波段星下点问题



质量控制



#### 2.轨道边缘和星下点问题



### 3、产品格式说明及使用指南

| Name                                                        | Long Name                   | Type       |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|
| ▼ FY3E_WRAD-_ORBA_L2_OVW_MLT_NUL_20211214_0151_010KM_V0.HDF | FY3E_WRAD-_ORBA_L2_OVW_M... | Local File |
| ▼ C_band                                                    | C_band                      | —          |
| day_count                                                   | The cumulative days of t... | 1D         |
| millisecond_count                                           | The cumulative milliseco... | 1D         |
| mle                                                         | max likelihood              | 2D         |
| model_dir                                                   | NWP model wind direction    | 2D         |
| model_speed                                                 | NWP model wind speed        | 2D         |
| wind_dir_selected                                           | Retrieved wind direction    | 2D         |
| wind_speed_selected                                         | Retrieved wind speed        | 2D         |
| wvc_index                                                   | wvc index                   | 2D         |
| wvc_lat                                                     | latitude                    | 2D         |
| wvc_lon                                                     | longitude                   | 2D         |
| wvc_quality_flag                                            | wind vector cell quality    | 2D         |
| ► Dual_band                                                 | Dual_band                   | —          |
| ► Ku_band                                                   | Ku_band                     | —          |

```
import h5py
import numpy as np
```

```
# h5file is OVW file name
# eg. h5file='/FY3E_WRAD-
_ORBA_L2_OVW_MLT_NUL_20220306_
0736_010KM_V0.HDF'
#
f = h5py.File(h5file, 'r')
dataset1 = f['/C_band/wind_speed_mle']
data_speed = np.array(dataset1)
dataset2 = f['/C_band/wind_dir_mle']
data_dir = np.array(dataset2)
f.close()
```

#### 应用限制条件

- 1) 海风产品只在开阔洋面生成，陆地和近岸20km以内的数据使用海陆掩码去除。
- 2) 海风产品在有海冰、厚云、强降水等复杂海况和气象条件下精度受到影响，这些像元均保留反演结果，可以通过产品内部质量标识码进行识别。

### 3、产品格式说明及使用指南

#### “The L2 quality flag for each wvc”

Quality flag is designed for the 17-bit(Bit0-16) binary code, and each 0 or 1 indicates good or bad quality.

Bit7:distance\_to\_gmf\_too\_large

Bit8:no\_meteorological\_background\_used

Bit9:rain\_detected

Bit10:rain\_flag\_not\_usable

Bit11:small\_wind\_less\_than\_or\_equal\_to\_3\_m\_s

Bit12:large\_wind\_greater\_than\_30\_m\_s

Bit13:wind\_inversion\_not\_successful

Bit14:some\_portion\_of\_wvc\_is\_over\_ice

Bit15:some\_portion\_of\_wvc\_is\_over\_land

Bit16:not\_enough\_good\_sigma0\_for\_wind\_retrieval";

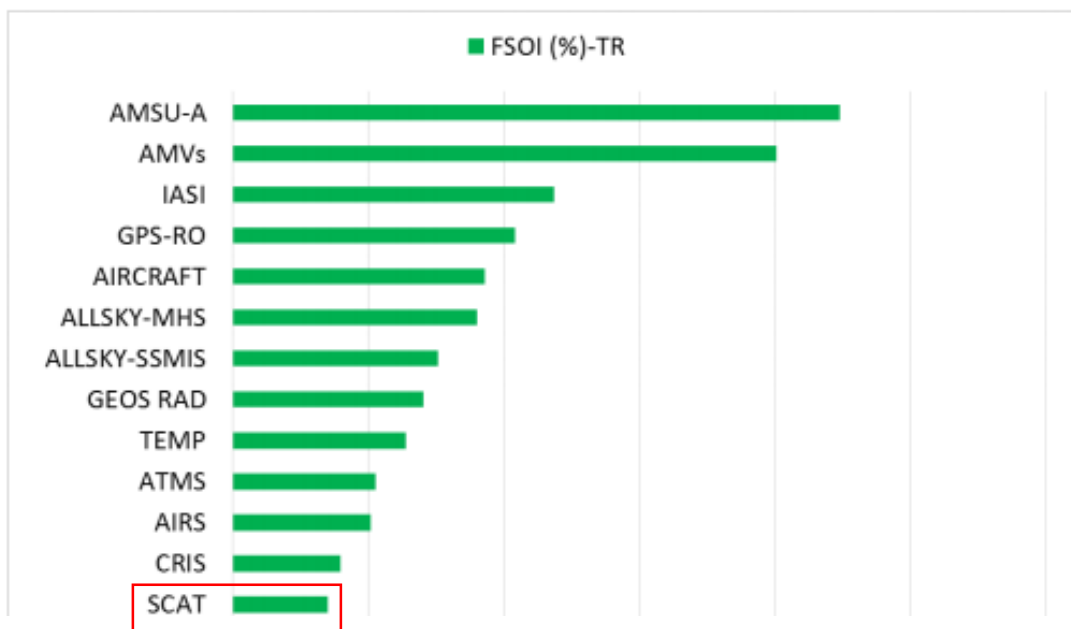
```
import h5py
import numpy as np
# h5file is OVW file name
# eg. h5file='/FY3E_WRAD-
_ORBD_L2_OVW_MLT_NUL_20220428_
0640_010KM_V0.HDF'
#
with h5py.File(filename,'r') as fn:
    data=fn['/C_band/wvc_quality_
flag'][:]

f = h5py.File(filename, 'r')
data = f['/C_band/wvc_quality_flag']
data_flag = np.array(data)

QAflag=(data_flag>>13) &
0b000000000000000001 #提取bit13的数据
print(data_flag)
print(QAflag)
```

## 4、产品应用潜力

ECMWF预报对观测的敏感性评分（热带）

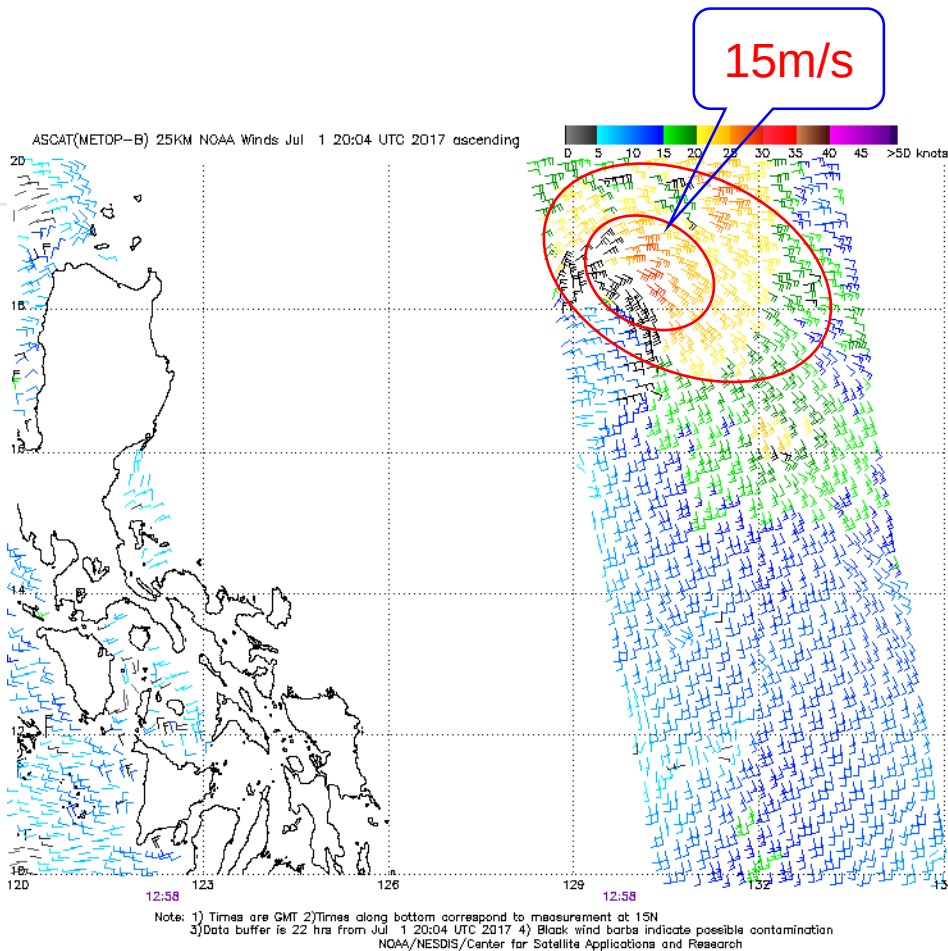
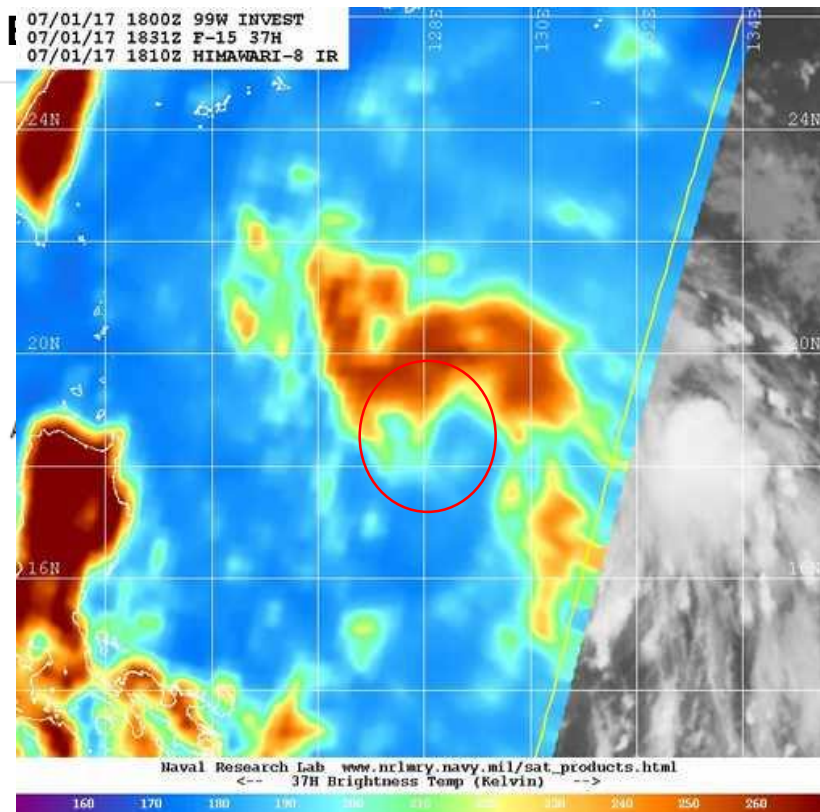


- 全球模式中同化散射计海面风场能够显著提高预报精度，对全球模式的影响在热带和南半球非常显著
- 在区域模式中的应用表明，散射计的同化能够显著改进热带中尺度降水系统的预报，改进台风大风圈和中心位置的预报

引自： C.Cardinali, ECMWF 2016



## 4、产品应用潜力



分析台风外围和内部低层流场和不对称性结构，对于分析其走向和强度变化具有一定的意义

微波辐射计37H通道亮温和散射计海面风场产品共同揭示了热带气旋低层环流的不对称性

## 5、小结

|                                     | 与浮标对比               | 与ECMWF对比        | 与ERA5对比         |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| 风速                                  | 均方根误差小于1.5m/s (qc后) | 均方根误差1.6-1.7m/s | 均方根误差1.5-1.6m/s |
| 风向                                  | 均方根误差小于20° (qc后)    | 均方根误差17-18°     | 均方根误差17-18°     |
| 指标：均方根误差小于2m/s，均方根误差小于25° (3-20m/s) |                     |                 |                 |

1. 海面风矢量产品在数值预报资料同化、海上强天气预报预警、气候预报和分析方面能够发挥重要作用
2. 目前海风产品运行稳定、质量达到设计指标、质控后能够解决目前产品中存在的问题
3. 后续计划从预处理和产品反演算法角度进一步提高产品质量，与用户加强沟通，针对用户反馈的问题持续对产品进行改进

**欢迎应用FY-3E 海风产品，提出宝贵反馈  
意见**

**联系方式：窦芳丽 (010-58993729 )**

**邮箱：[doufl@cma.cn](mailto:doufl@cma.cn)**