



中国气象局  
China Meteorological Administration



国家卫星气象中心  
National Satellite Meteorological Centre

# FY-3E GNOS-II海面风速产品

汇报人：翟晓春  
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

**GNOS-II海面风速产品介绍** 01

---

**产品质量** 02

---

**产品格式说明及使用指南** 03

---

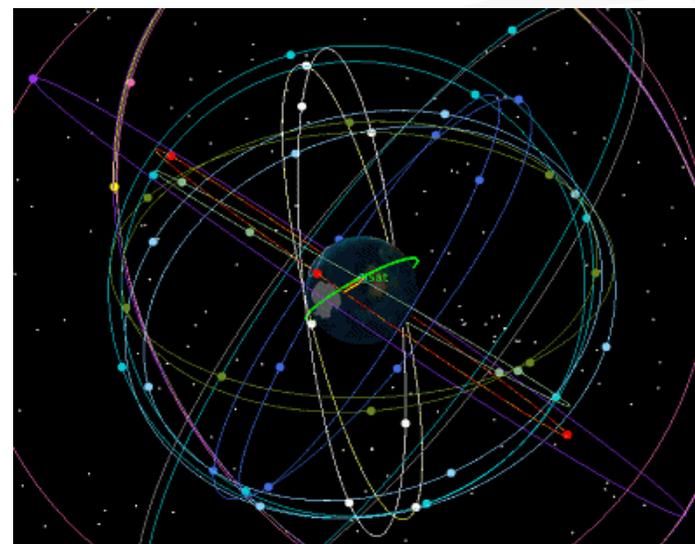
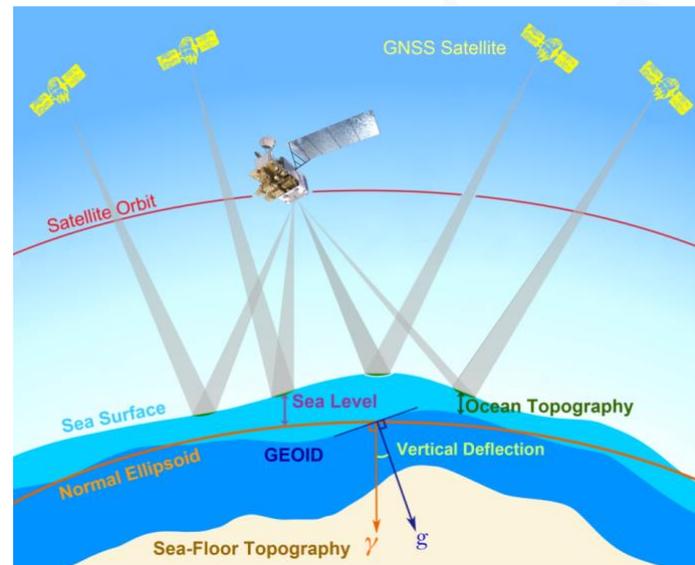
**产品应用潜力** 04

---

# 1、GNOS-II海面风速产品介绍

FY-3E星 GNOS-II探测仪的海面风速产品(Sea surface wind speed, SWS) 是指利用全球导航卫星的反射信号 (GNSS-R) 反演的**海面10米高度处的海面风速**。因使用**L波段**的导航信号，能**全天时全天候观测，不受强降雨影响**。

依据所采用的GNSS系统类型，GNOS-II海面风速产品中包含**GPS海面风速和BDS海面风速**两种。FY-3E GNOS-II的采样频率为1Hz，每秒最多可同时分别跟踪4颗GPS和4颗BDS卫星的反射信号，反演得到海面8个镜面反射点处的海面风速。



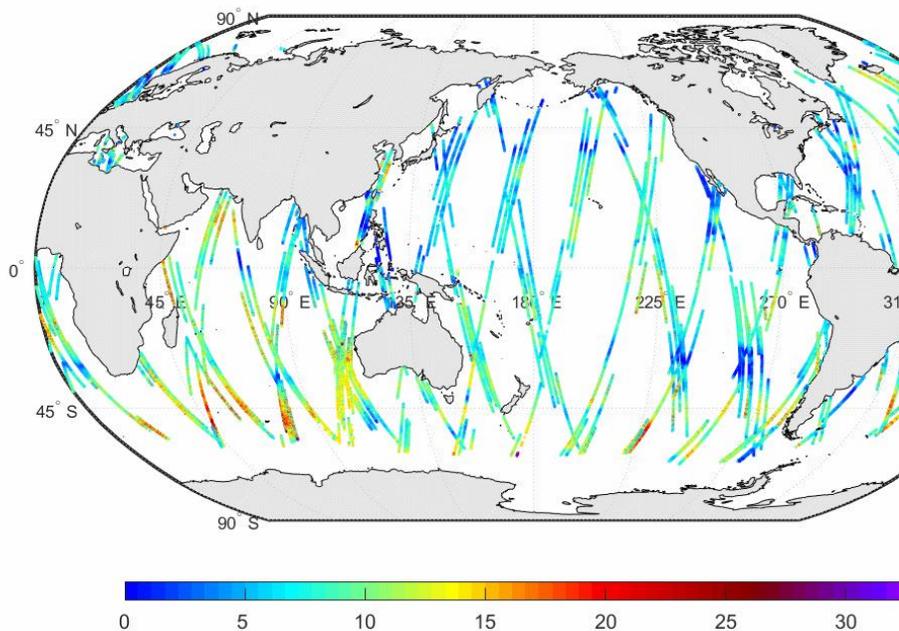
产品名称	覆盖范围	空间分辨率	更新频率	格式
GNOS-II海面风速产品	全球	25 km	半轨 (约50分钟)	HDF5

# 1、GNOS-II海面风速产品介绍

## 产品示例展示:

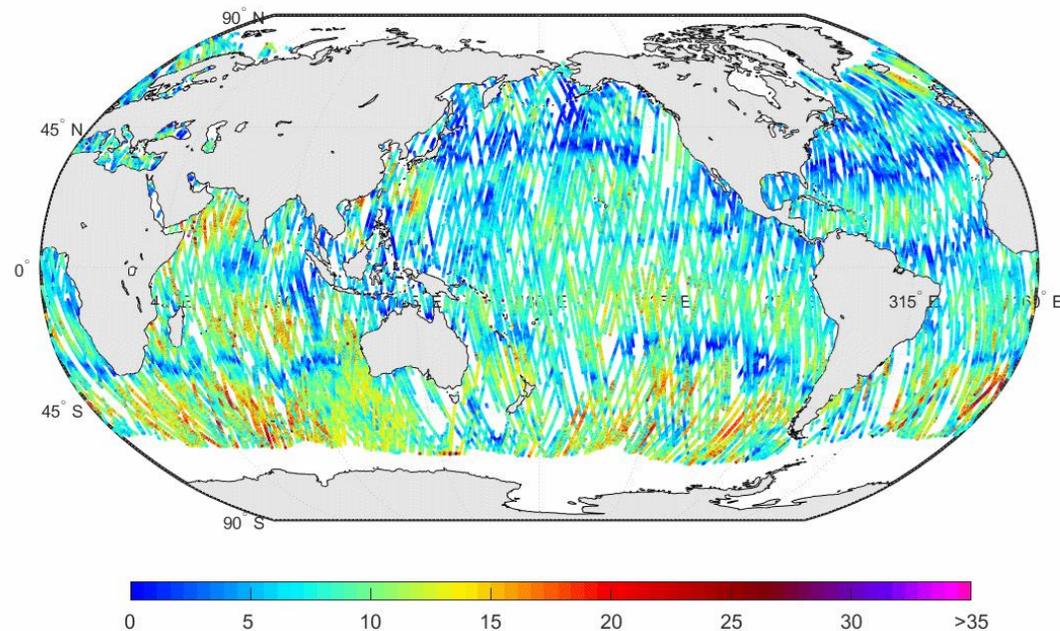
### 1天风速产品

FY3E GNOS II Sea Surface Wind Speed Product (BDS & GPS)  
UTC: 20210714T003210 — 20210715T002950



### 5天风速产品

FY3E GNOS II Sea Surface Wind Speed Product (BDS & GPS)  
UTC: 20210714T003210 — 20210719T005410

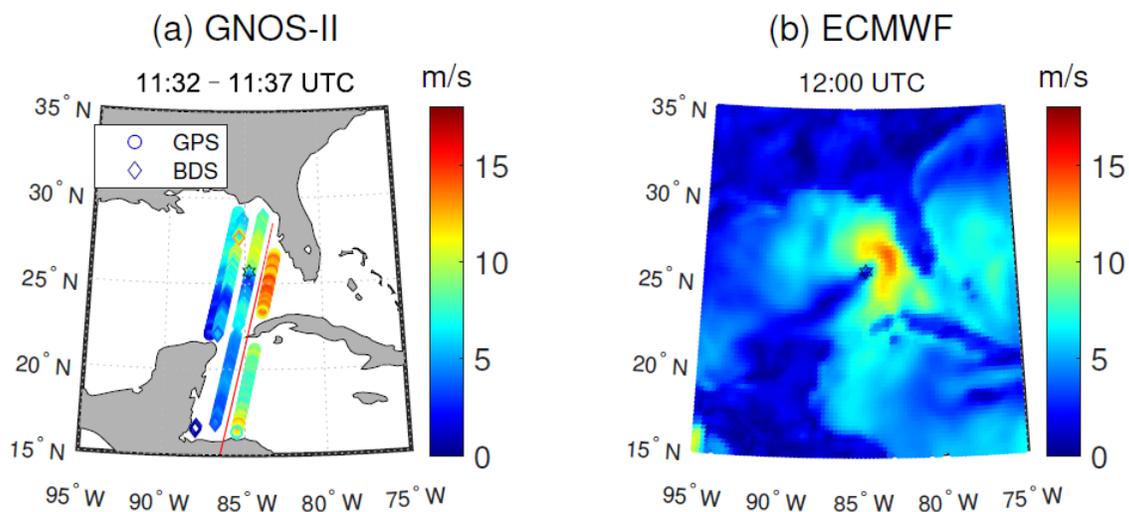


[m/s]

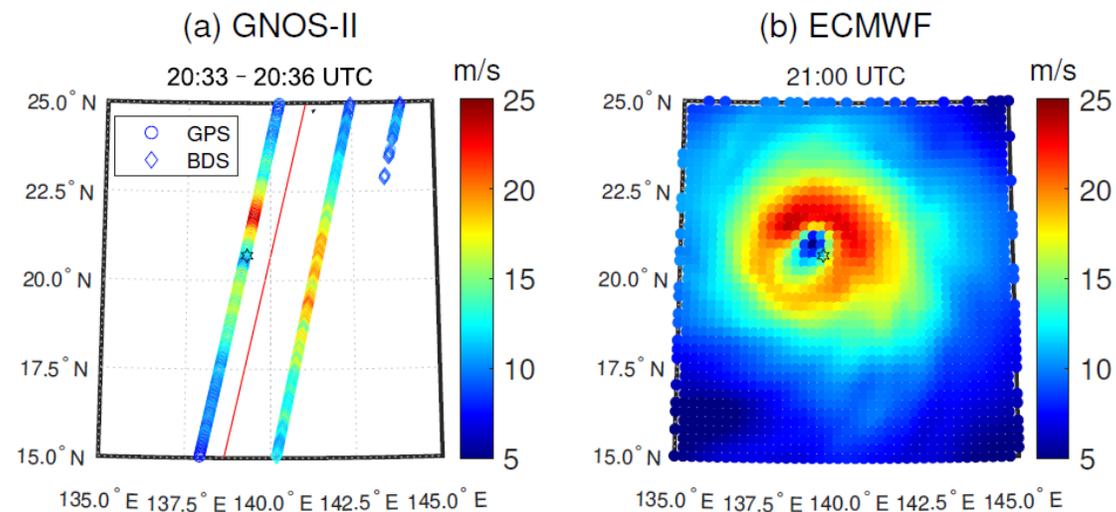
# 1、GNOS-II海面风速产品介绍

产品示例展示:

经过热带风暴“Fred” (2021.8.15)



经过台风“玛瑙” (2021.10.26)



# 1、GNOS-II海面风速产品介绍

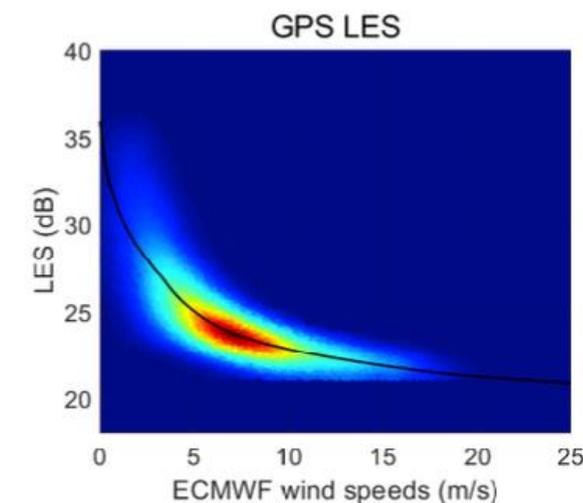
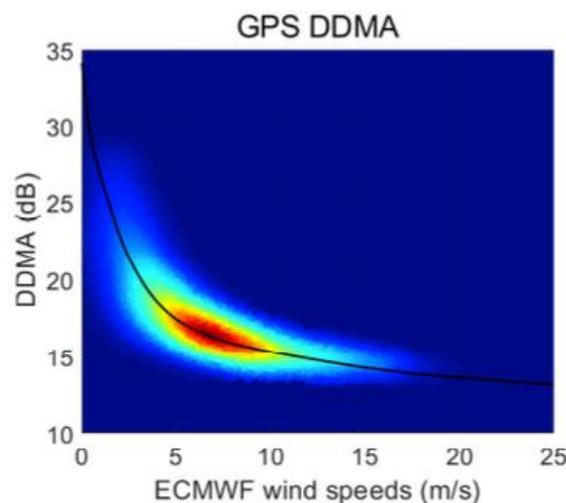
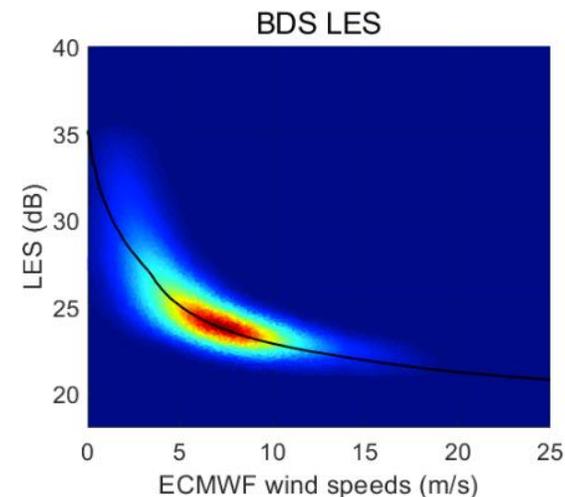
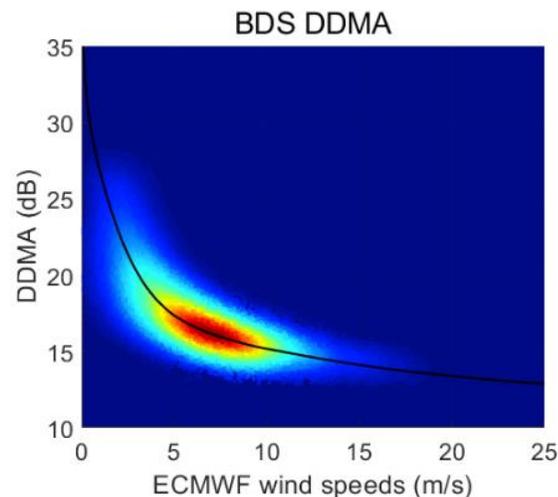
FY-3E GNOS-II海面风速产品的反演算法采用了目前国际上相对较成熟的多参量海面风速的协同反演算法，首先从DDM中提取与风速有关的观测量（DDMA, LES），与参考风速匹配训练得到GMF地球物理模型函数，再将不同观测量反演的风速组合起来，形成多参量海面风速的协同反演。

$$DDMA = \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 \sigma_{0ij}}{15}$$

$$LES = \frac{m \sum_{i=1}^m x_i y_i - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i}{m \sum_{i=1}^m x_i^2 - (\sum_{i=1}^m x_i)^2}, m = 5$$

$$u_{mv} = \vec{m} \cdot \vec{u}$$

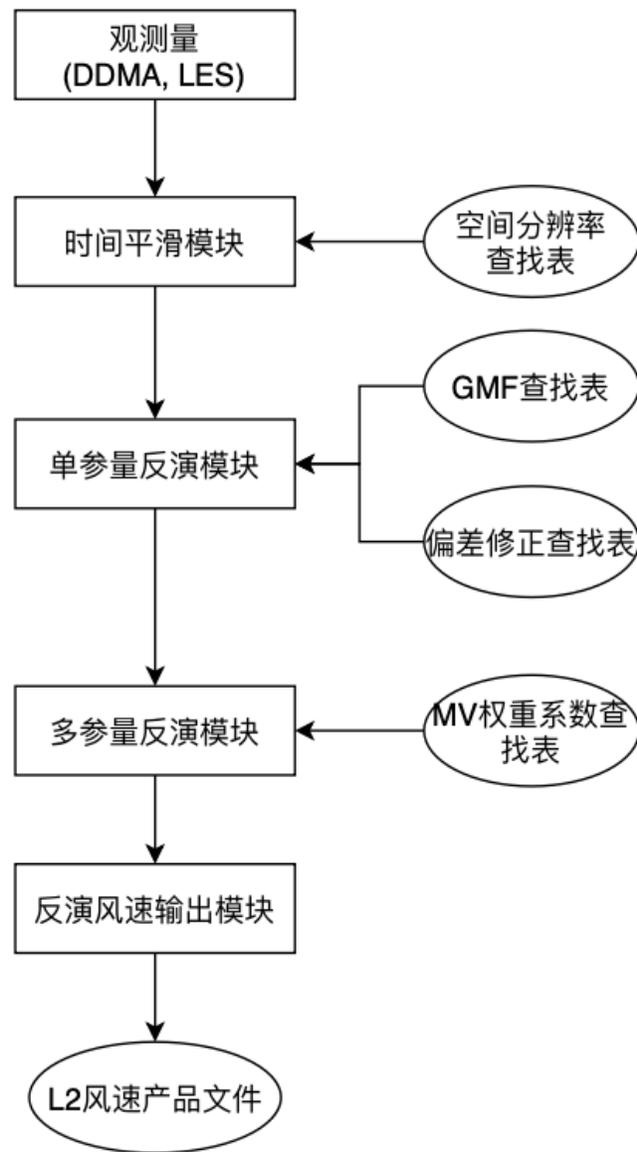
$$\vec{m} = \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_{ij}^{-1} \right) C^{-1} \mathbf{I}$$



# 1、GNOS-II海面风速产品介绍

GNOS-II海面风速产品的处理流程如下：

- 1) 从L1数据中读取DDMA、LES观测测量
- 2) 利用空间分辨率查找表对数据做时间平滑，输出平滑后的DDMA和LES观测测量
- 3) 利用GMF查找表和偏差修正查找表（与入射角和参考风速相关）计算单参量风速反演结果
- 4) 利用MV权重系数查找表（与入射角和参考风速相关）计算多参量风速反演结果，并做质量评估，计算质量标识符
- 5) 输出L2海面风速产品



质量码备注：

Bit0: 整体风速质量

Bit1: 风速为负数

Bit2: 风速超过最大范围

Bit3: TCG超过阈值

Bit4: GNSS卫星EIRP不确定

Bit5: 未使用模式预报场

Bit6: MV风速为填充值

Bit7: 平滑个数小于3

Bit8: 观测测量使用个数小于2

Bit9: NBRCS风速与LES风速相差过大

Bit10: DDM SNR小于阈值

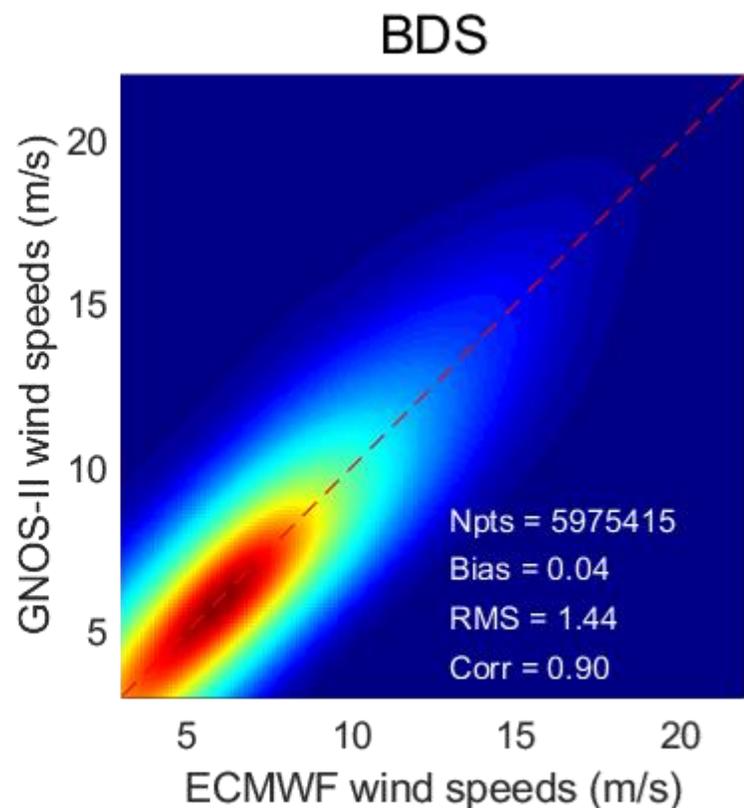
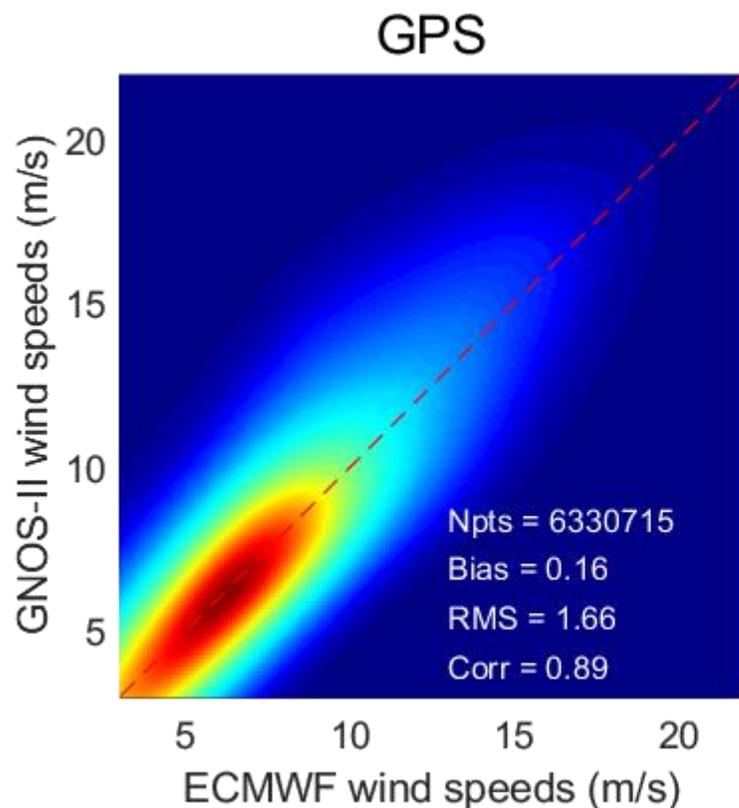
目前bit0为bit1 2 4 6 7 8 9 10的交集

## 2、GNOS-II海面风速产品质量

### (1) 基于ECMWF再分析场半年数据的精度评估 (2021.7.10 - 2021.12.31)

匹配方法：时间线性插值，空间线性插值

GNSS信号	匹配样本数	相关系数	平均偏差	均方根误差
GPS	6330715	0.89	0.16	1.66
BDS	5975415	0.90	0.04	1.44



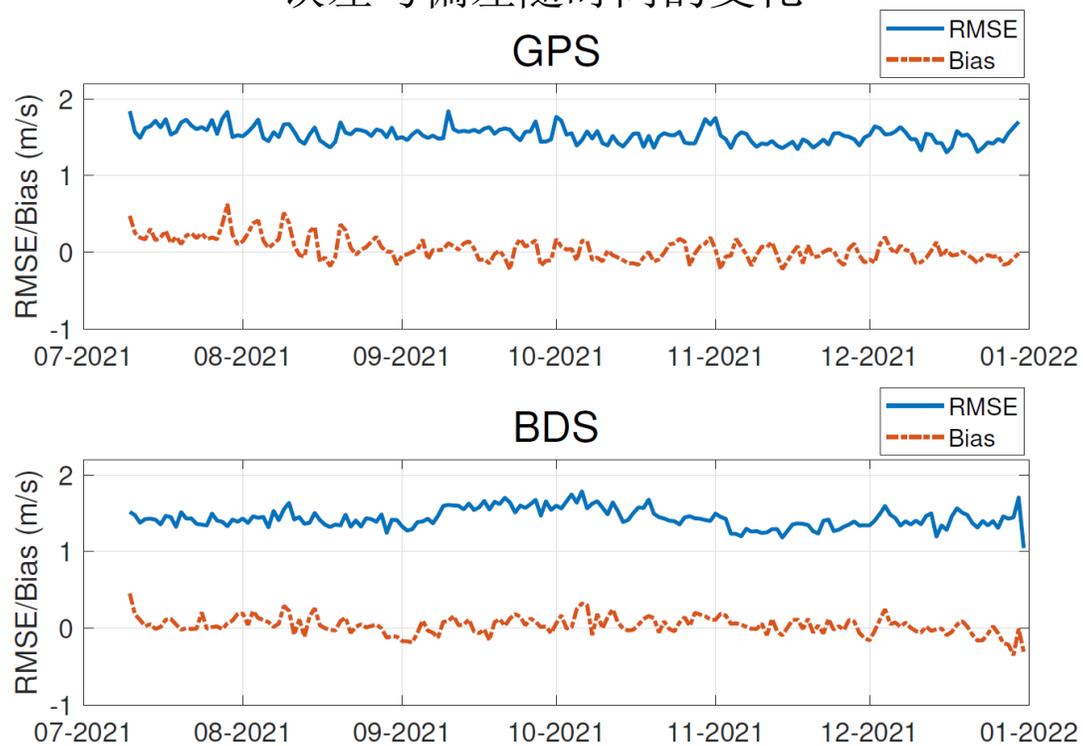
**数据质量控制：**采用整体风速质量标识码bit0为0的数据；

## 2、GNOS-II海面风速产品质量

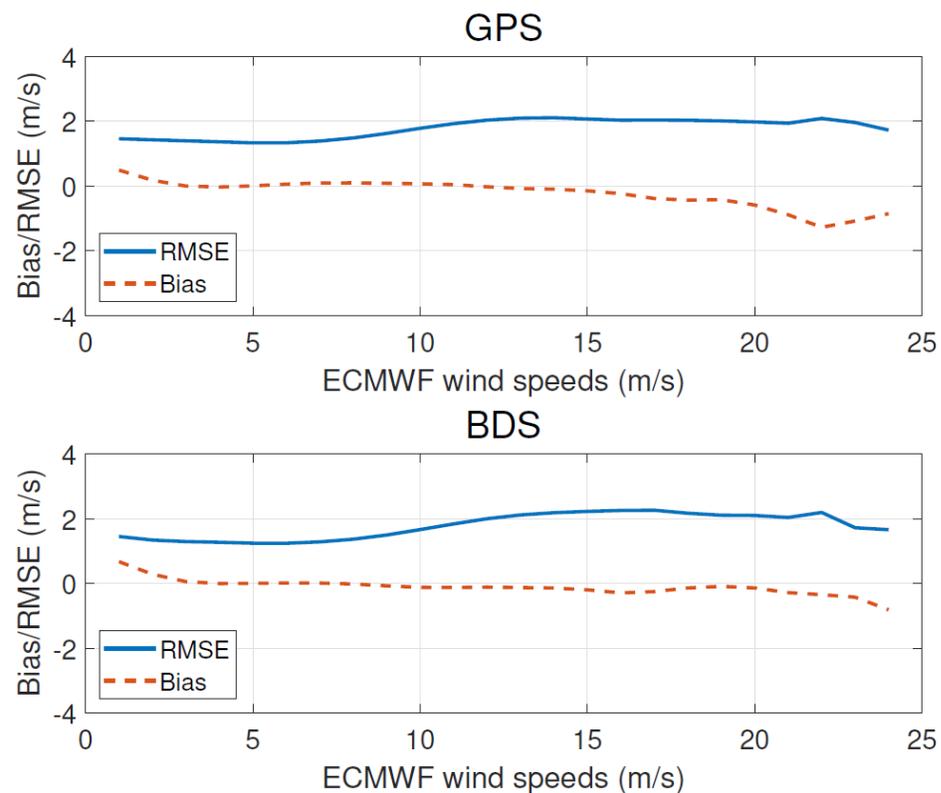
### (1) 基于ECMWF再分析场半年数据的精度评估 (2021.7.10 - 2021.12.31)

匹配方法：时间线性插值，空间线性插值

误差与偏差随时间的变化



误差与偏差随风速大小的变化



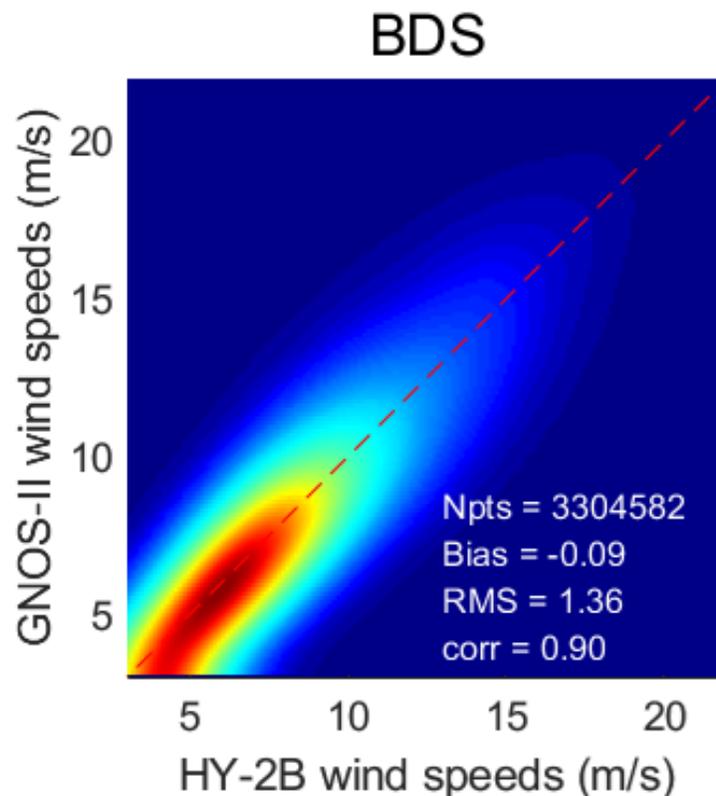
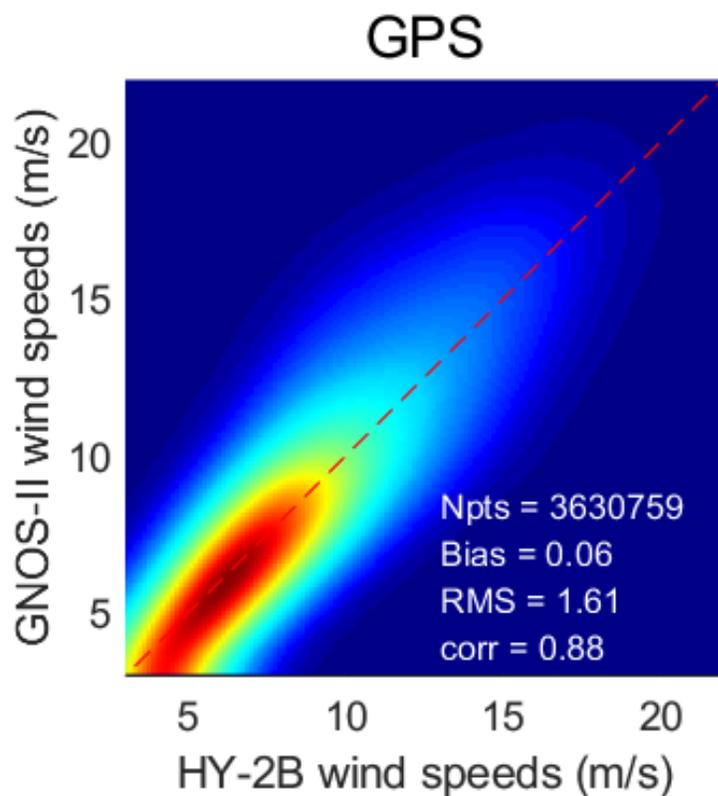
## 2、GNOS-II海面风速产品质量

### (2) 基于HY-2B散射计半年数据的精度评估 (2021.7.10 - 2021.12.31)

(HY-2B同为晨昏轨道卫星)

匹配方法: 时间阈值1小时, 空间阈值25km

GNSS信号	匹配样本数	相关系数	平均偏差	均方根误差
GPS	3630759	0.88	0.06	1.61
BDS	3304582	0.90	-0.09	1.36



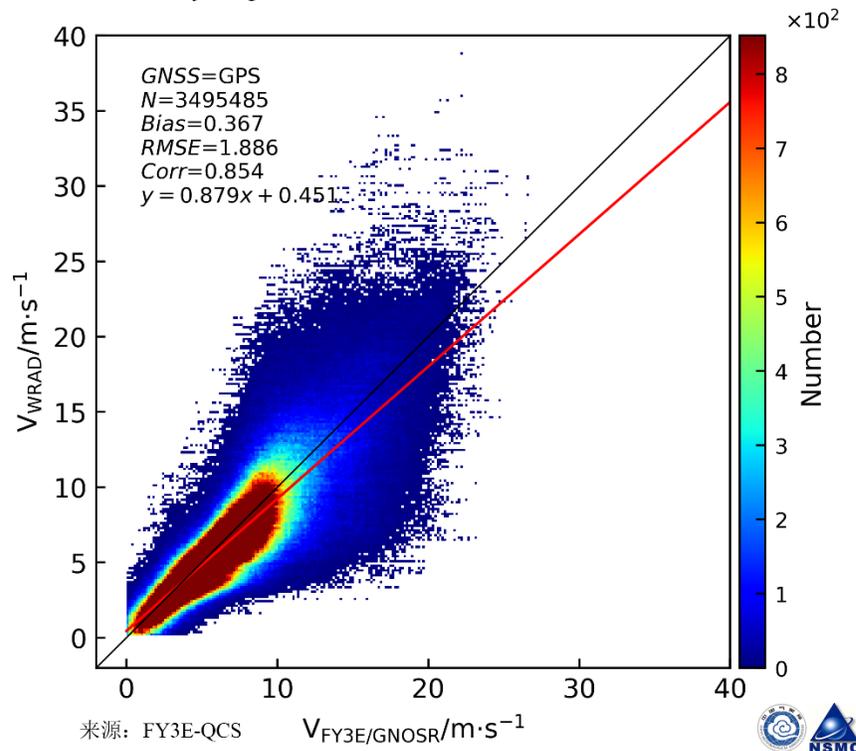
## 2、GNOS-II海面风速产品质量

### (3) 基于WindRad风场测量雷达一个月数据的精度评估 (2021.2.1 - 2022.2.28)

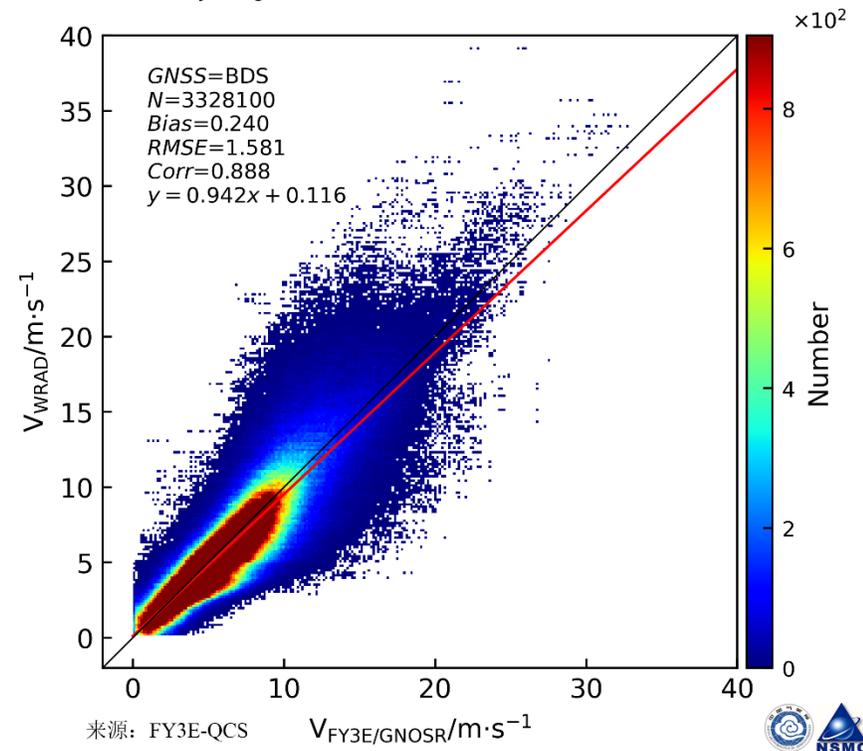
匹配方法：时间阈值1小时，空间阈值25km

GNSS信号	匹配样本数	相关系数	平均偏差	均方根误差
GPS	3495485	0.85	0.37	1.89
BDS	3328100	0.89	0.24	1.58

Speed Scatter Density Diagram between FY3E/GNOSR Orbit and WRAD in Feb 2022



Speed Scatter Density Diagram between FY3E/GNOSR Orbit and WRAD in Feb 2022



## 2、GNOS-II海面风速产品质量

### 与设计指标符合情况

- 与ECMWF再分析场对比，综合风速偏差0.10 m/s，均方根误差1.55 m/s。与HY-2B散射计风速对比，综合风速偏差-0.01 m/s，均方根误差1.49 m/s。
- **风速反演整体精度优于 2m/s，符合设计指标，与国际同类载荷精度相当（CYGNSS精度约为 1.6~2 m/s）。**

### 存在的问题

- GNOS-II使用GNSS导航卫星（GPS, BDS）的信号，导航卫星的退役及更新会影响海面风速的反演，**需要对导航卫星的状态进行及时监控、更新反演使用的查找表**

### 后续计划

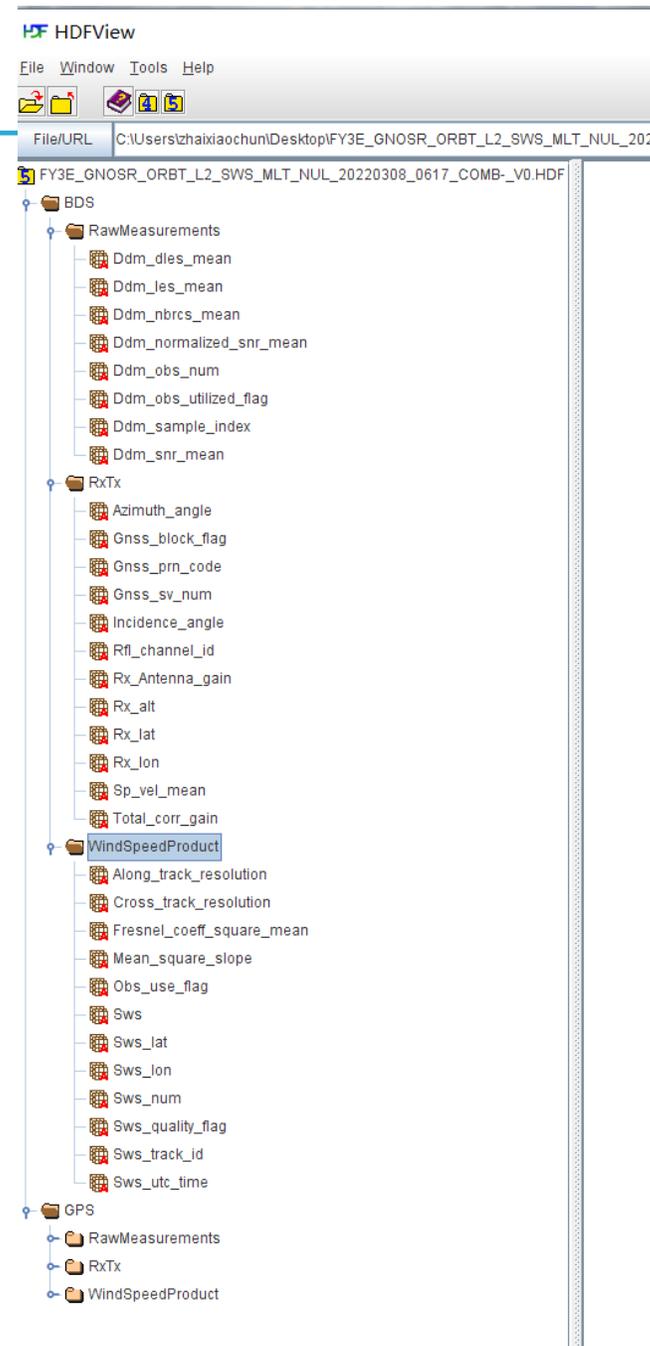
- 定期更新反演查找表及产品使用说明（约半年一次）
- **开发专门针对温/热带气旋的高风速产品**
- 在反演过程中加入有效波高辅助数据的使用

### 3、产品格式说明及使用指南

FY-3E星 GNOS-II探测仪的海面风速产品为**轨道产品，每半轨一个文件，格式为HDF5，包含GPS和BDS数据集**。每个数据集中，在**WindSpeedProduct**分组下含有风速、经度、纬度、时间、质量码等数据，在**RxTx**分组下含有与GNSS卫星、接收机、镜面反射点几何位置相关的参数数据，在**RawMeasurements**分组下含有与观测量有关的数据。

变量“Sws\_quality\_flag”为海面风速数据产品质量码，其中bit0表示整体的风速质量，0表示质量好。用户一般选择bit0为0（即整体质量码为偶数）的数据即可，也可根据需要自行选择。

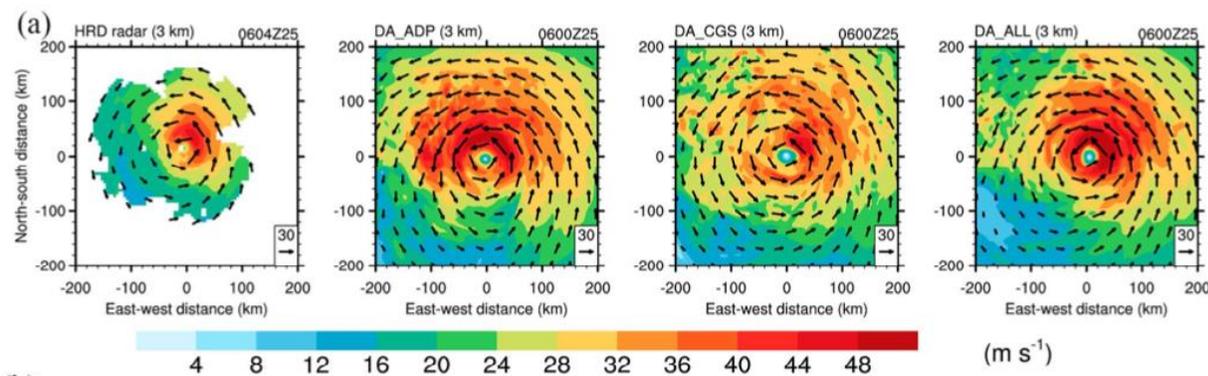
数据集详细说明见《GNOS-II海面风速产品使用说明文档》。



## 4、产品应用潜力

1. FY-3E GNOS-II为全球首个同时具有GNSS掩星和GNSS反射功能的业务化任务，将**同时提供电离层、大气层和海洋参数的立体探测数据**
2. FY-3E GNOS-II同时接收**北斗与GPS的反射信号**，进一步拓展了我国北斗系统的遥感应用范围
3. FY-3E GNOS-II的业务化海面风速数据将能应用于**台风监控、海上临近预报、数值天气预报模式同化及天气学研究**
4. FY-3E GNOS-II的北斗与GPS数据可为**不同导航系统的反射遥感机理研究**提供主要数据源

CYGNSS相关应用



# 欢迎应用FY-3E GNOS-II海面风速产品，提出宝贵反馈意见

联系方式：黄飞雄 010-62557975  
夏俊明 010-62557975  
翟晓春 010-68400907

邮 箱：[xiajunming@nssc.ac.cn](mailto:xiajunming@nssc.ac.cn)  
[huangfeixiong@nssc.ac.cn](mailto:huangfeixiong@nssc.ac.cn)  
[zhaixc@cma.gov.cn](mailto:zhaixc@cma.gov.cn)