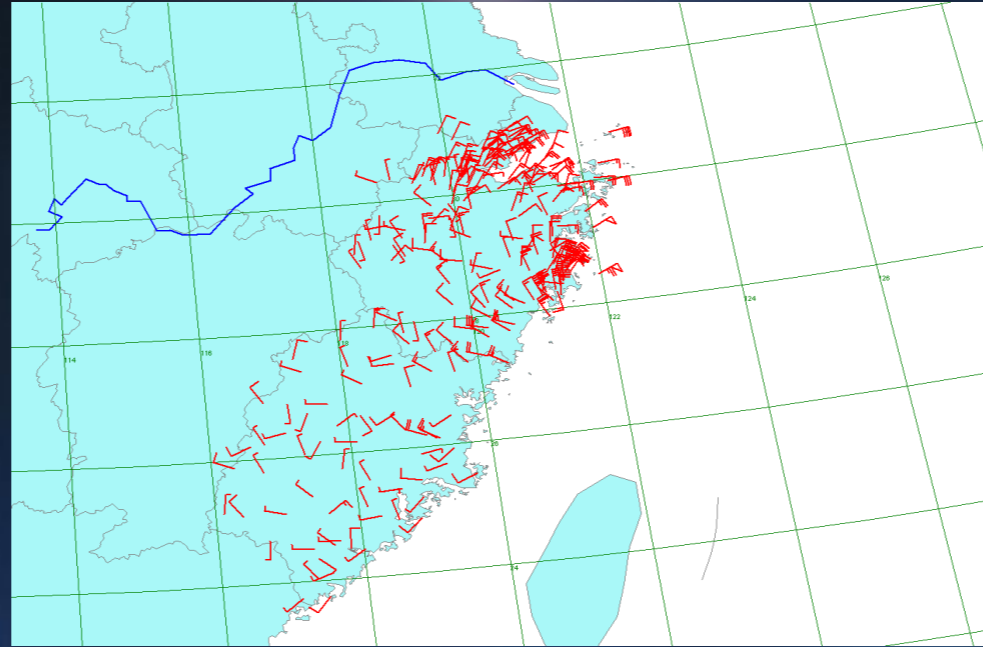


## 8.2 台风大风的监测



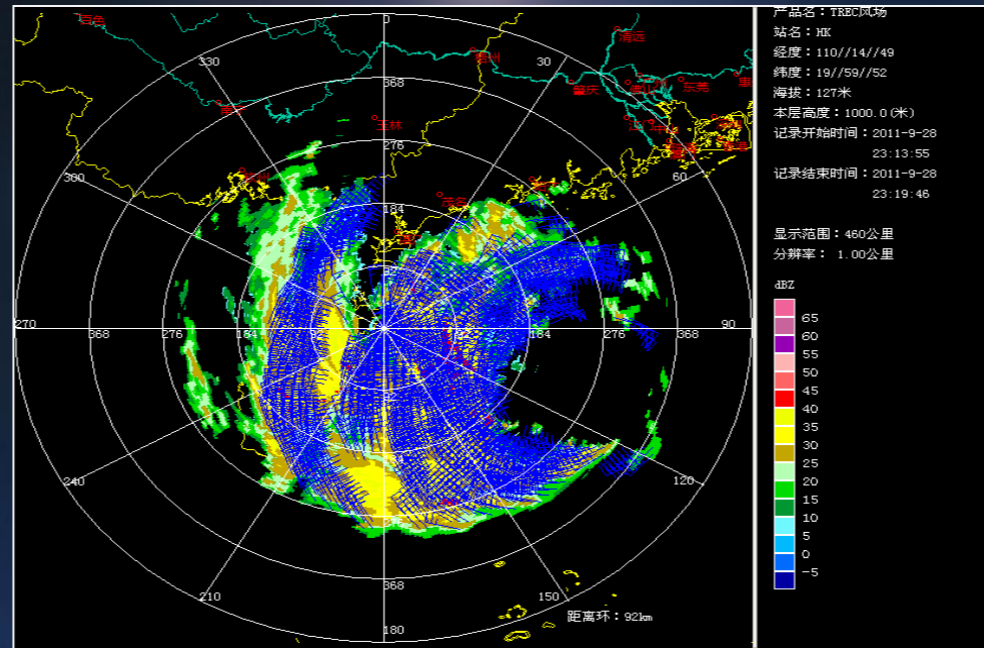
# 台风大风的监测

- 地面加密气象自动站



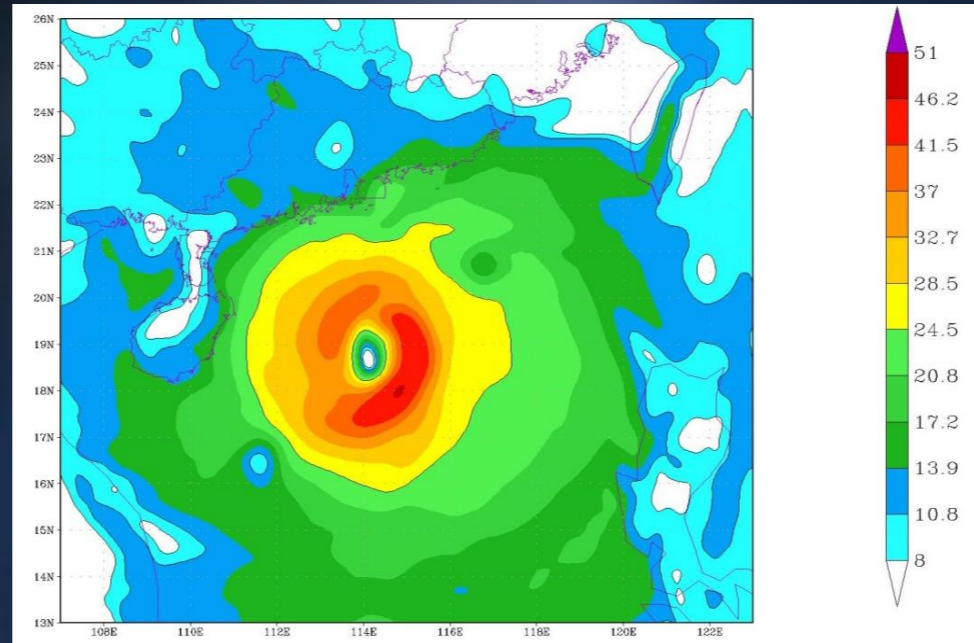
# 台风大风的监测

## ● 雷达风场反演



# 台风大风的监测

- 地面雷达资料同化分析



# 台风大风的监测

## ● 极轨气象卫星遥感风场

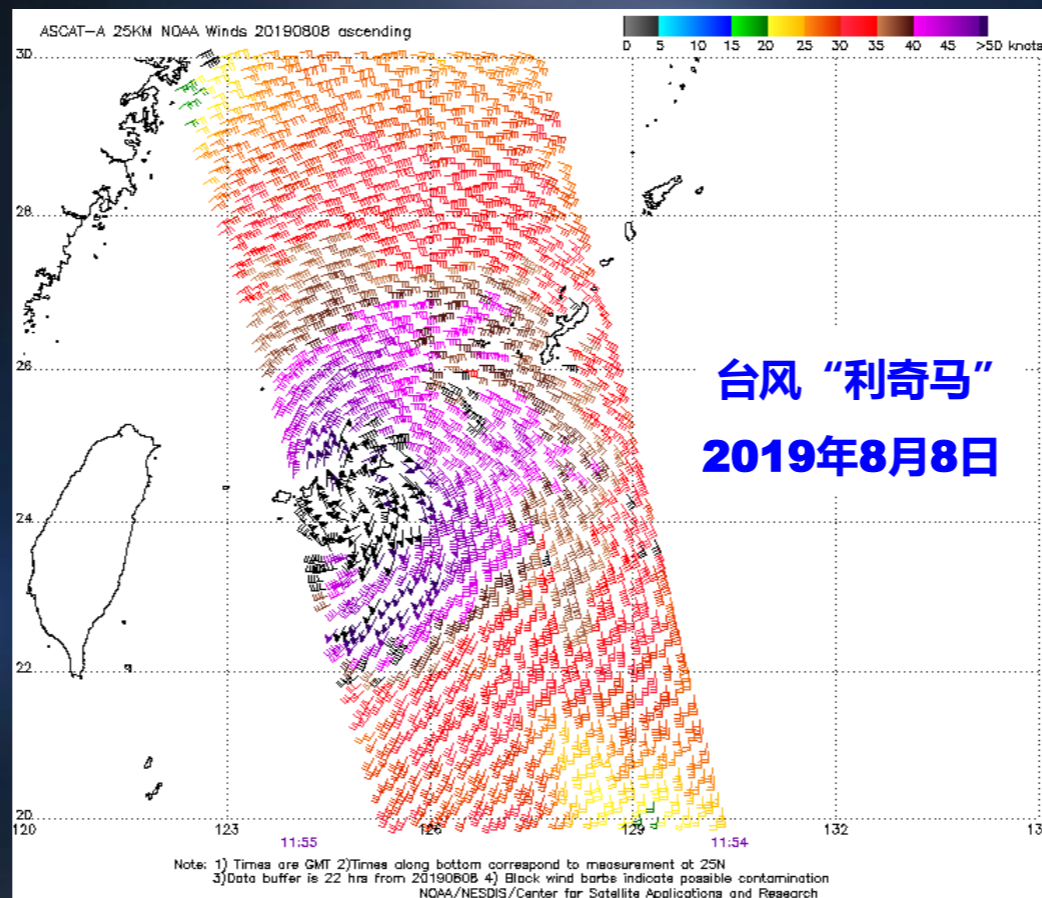
✓ 目前在轨运行至少达10种以上

- QuikSCAT/SeaWinds ( 2009年11月23日停止运行 )
- OSCAT
- RapidSCAT
- ASCAT
- WindSAT
- Altimeter
- SMAP
- ERS-2
- SSM/I
- GCOMW1/AMSR2
- CYGNSS
- NASA Hurricane Imaging Radiometer (HIRAD)
- Oceansat-2/3 ( 印度 )
- SCATSAT ( 印度 )
- ICE PRODUCTS
- FY3C/D/E/G
- 海洋二号卫星 ( HY-2 )

# 台风大风的监测

## ● 极轨气象卫星遥感风场

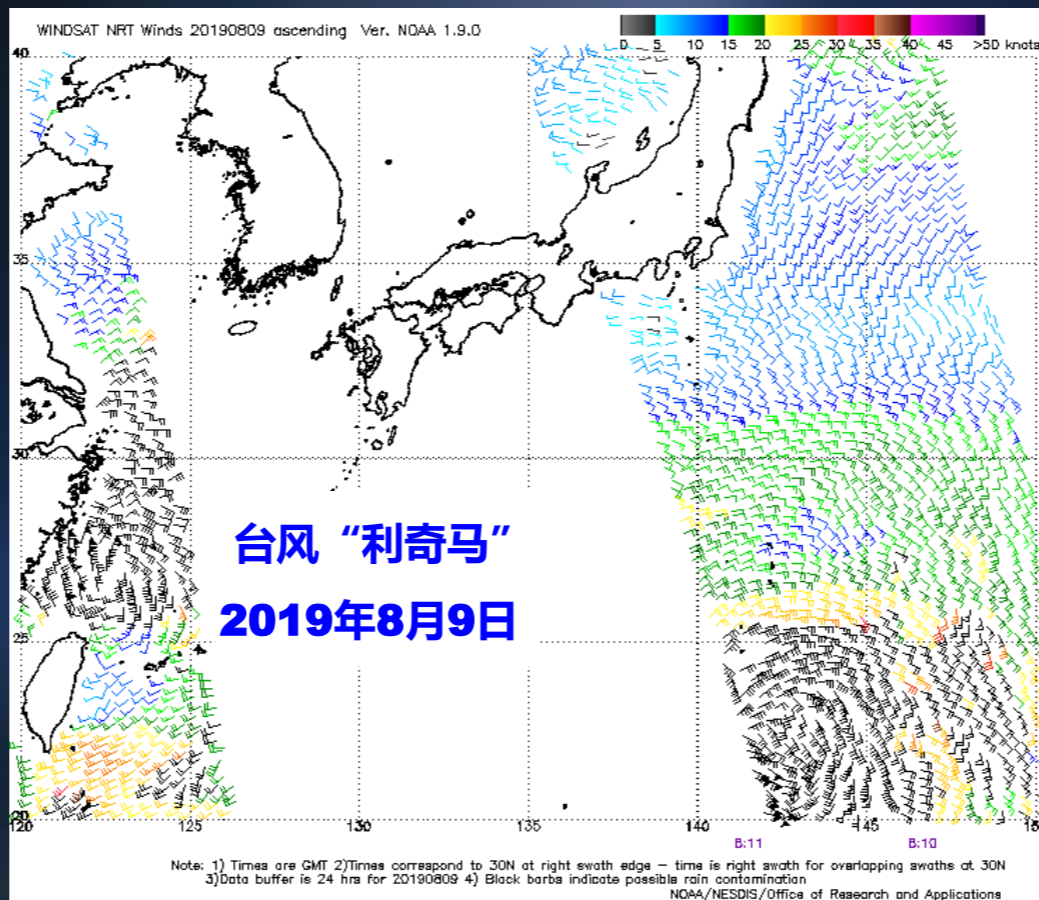
### ✓ ASCAT



# 台风大风的监测

- 极轨气象卫星遥感风场

✓ WindSAT



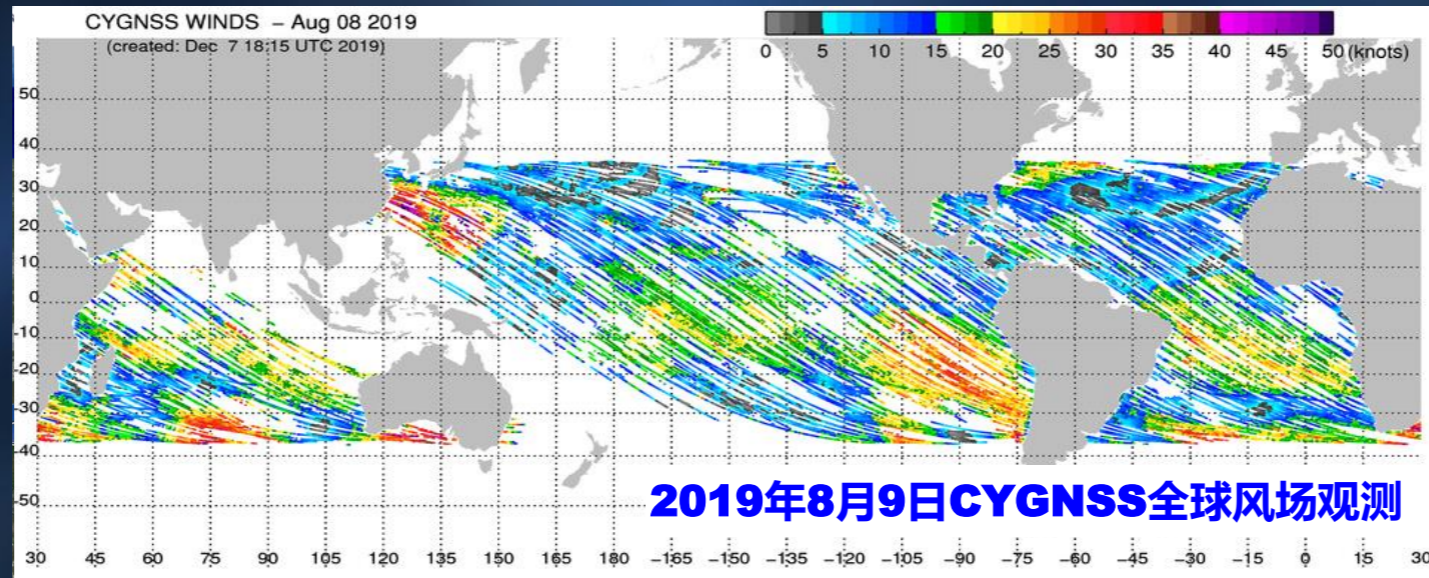
# 台风大风的监测

- 极轨气象卫星遥感风场

- ✓ **CYGNSS**

- Cyclone Global Navigation Satellite System**

- A constellation of eight small satellites
- Deriving Surface Wind Speeds in Tropical Cyclones
- Launch Window Open at 08:00 EST on 12 Dec 2016

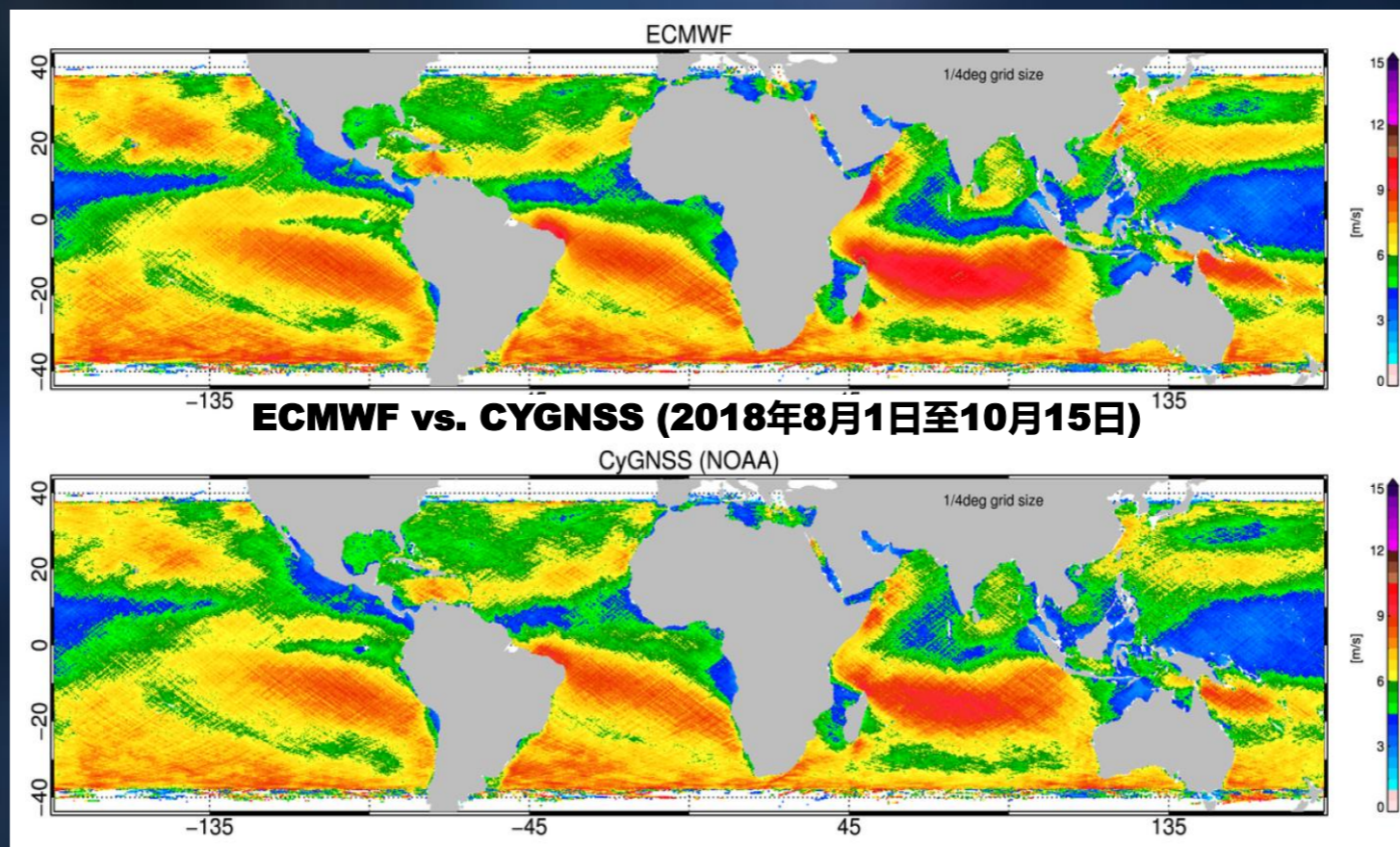


# 台风大风的监测

- 极轨气象卫星遥感风场

- ✓ **CYGNSS**

## Cyclone Global Navigation Satellite System

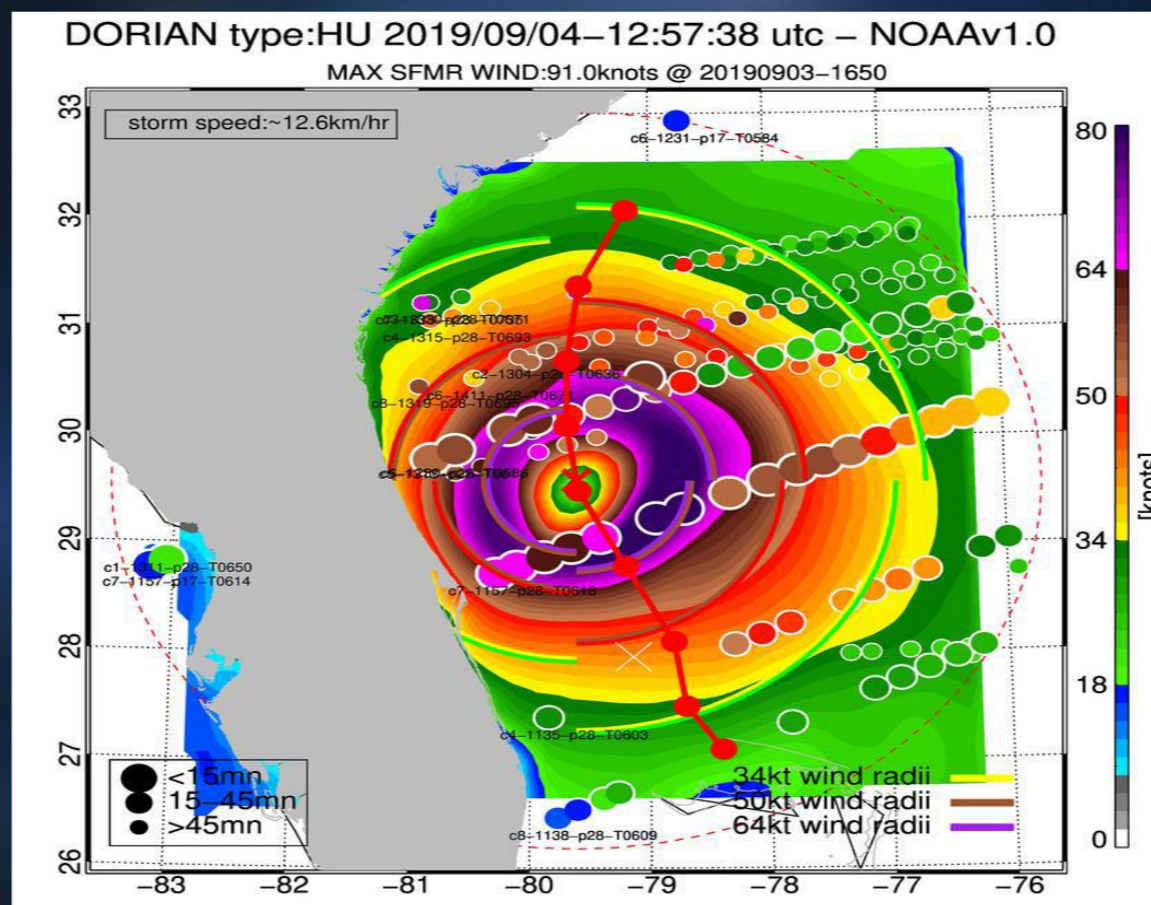


# 台风大风的监测

- 极轨气象卫星遥感风场

✓ **CYGNSS**

**Cyclone Global Navigation Satellite System**



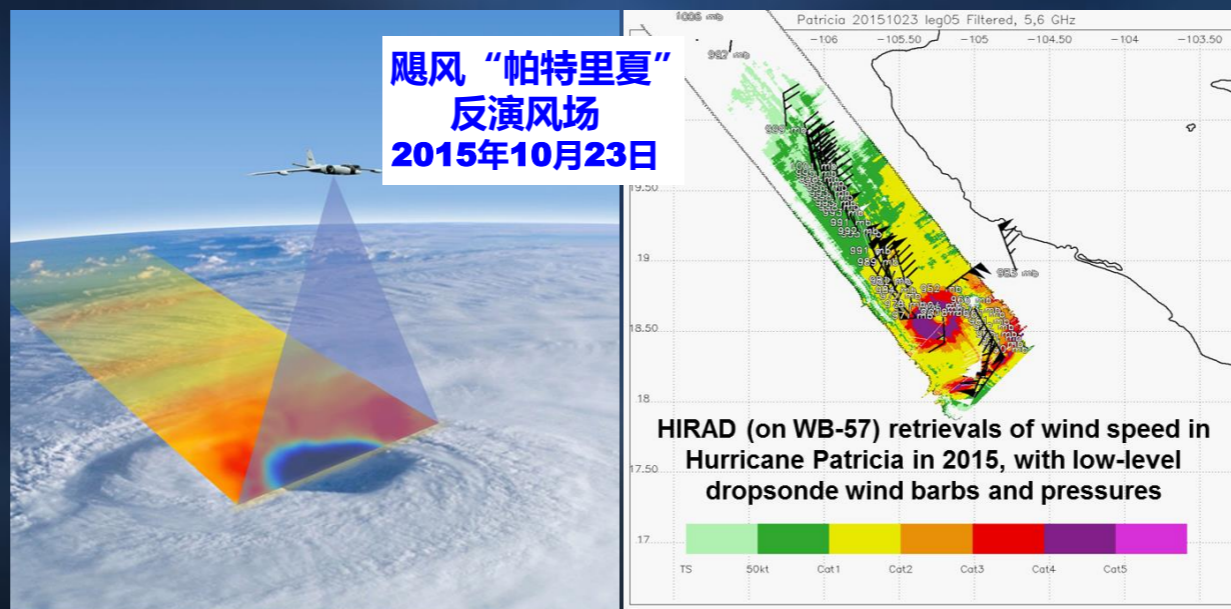
# 台风大风的监测

## ● 极轨气象卫星遥感风场

### ✓ HIRAD

## NASA Hurricane Imaging Radiometer

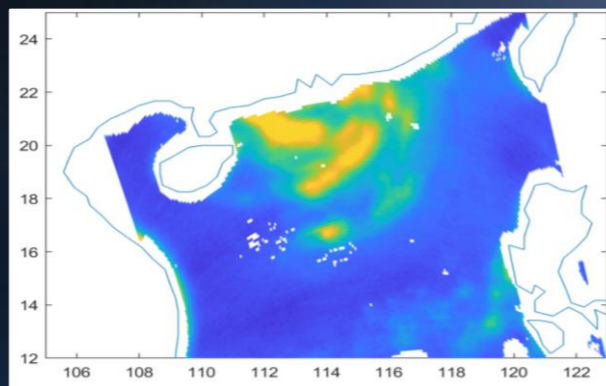
- Dual-polarization version of HIRAD to measure wind speed and direction from Low Earth Orbit (LEO)
- Want to develop airborne version of this capability first, then LEO



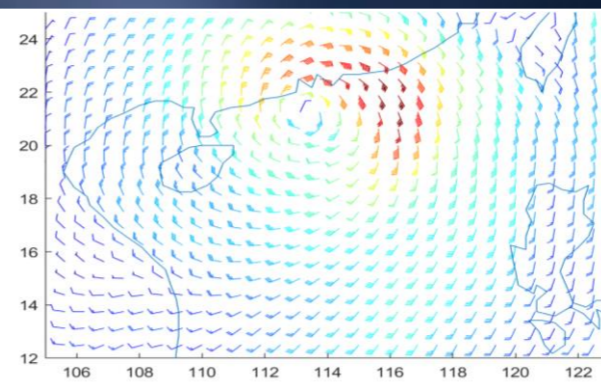
# 台风大风的监测

- 极轨气象卫星遥感风场

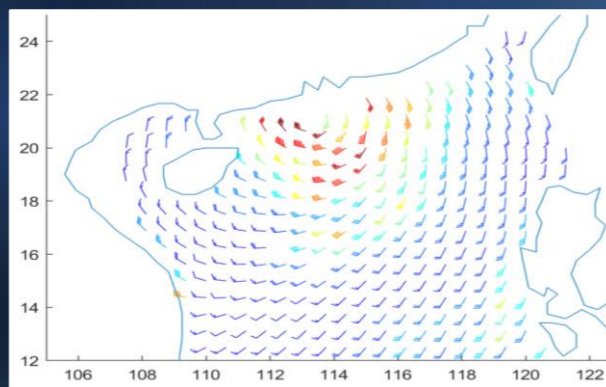
✓ **FY3C/D/E/G**



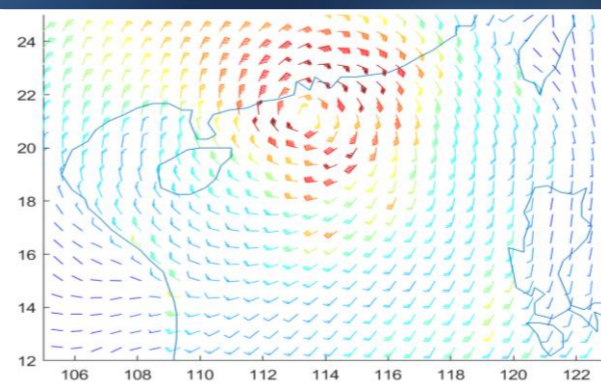
台风山竹的FY3C-MWRI海面风场



相同区域临近时刻台风EC风场



融合EC模式风向的台风山竹的  
FY3C-MWRI海面风场



利用最优插值法融合EC模式  
与微波成像仪的海面风场产品

# 台风大风的监测

## ● 基于FY3C/D和AMSU/资料的风场反演

### 椭圆形平衡方程

$$f\nabla^2\psi + 2(\psi_{xx}\psi_{yy} - \psi_{xy}^2) + \psi_x f_x + \psi_y f_y = \nabla^2\phi$$

### $\omega$ 方程

$$\begin{aligned} \nabla^2(\sigma\omega) + f\zeta_a \frac{\partial^2\omega}{\partial p^2} = f \frac{\partial}{\partial p} (V_\varphi + V_x) \cdot \nabla\zeta + \frac{R}{p} (\nabla^2 V_\varphi + \nabla^2 V_x) \cdot \nabla T - f \frac{\partial}{\partial p} (\zeta \nabla^2 \chi) \\ + f \frac{\partial}{\partial p} (\omega \frac{\partial\zeta}{\partial p}) + f \frac{\partial}{\partial p} (\nabla\omega \cdot \nabla \frac{\partial\phi}{\partial p}) - \frac{R}{C_p P} \nabla^2 Q \end{aligned}$$

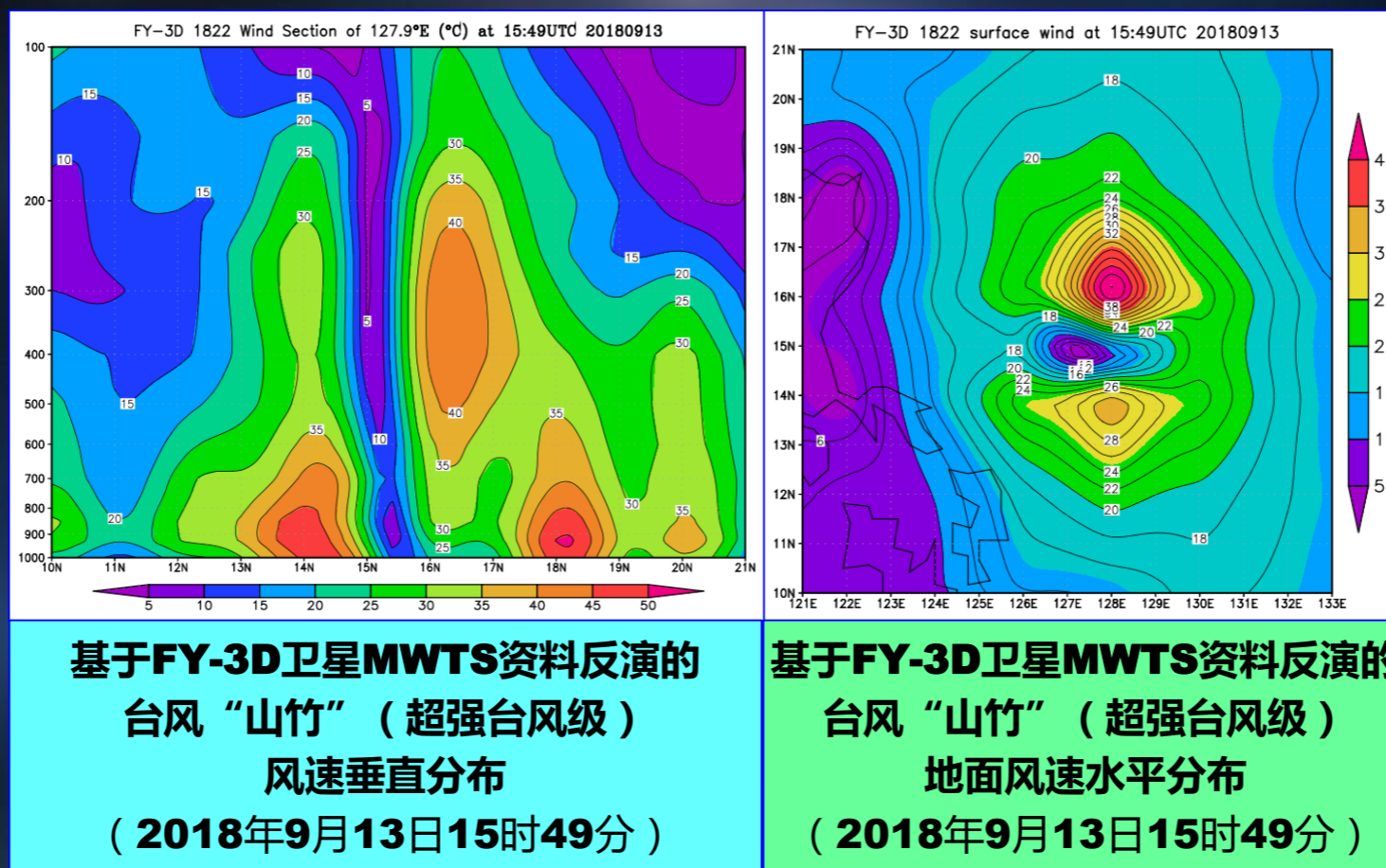
### 边界条件

$$\nabla^2\chi + \frac{\partial\omega}{\partial p} = 0$$

其中 $\phi$ 为位势高度,  $\psi$ 为流函数,  $\sigma = -(RT/p\theta)(\partial\theta/\partial p)$ ,  $Q$ 为非绝热加热率。

# 台风大风的监测

## ● 基于FY3C/D和AMSU/资料的风场反演



# 台风大风的监测

- 基于FY3C/D和AMSU/资料的风场反演

## 基于FY-3D卫星MWTS资料反演的

台风“山竹”（超强台风级）

台风中心强度

不同方位7/10/12级大风圈半径

（2018年9月13日15时49分）

中心最低气压：**921 hPa**

近中心最大风速：**67.8m/s**

7级风圈半径（NE,SE,SW,NW）

**292 214 191 256 nmi**

10级风圈半径（NE,SE,SW,NW）

**144 117 108 132 nmi**

12级风圈半径（NE,SE,SW,NW）

**93 79 74 87 nmi**

## 中央气象台实时业务分析

台风“山竹”（超强台风级）

台风中心强度

不同方位7/10/12级大风圈半径

（2018年9月13日18时）

中心最低气压：**910 hPa**

近中心最大风速：**65.0m/s**

7级风圈半径（NE,SE,SW,NW）

**380 380 215 297 nmi**

10级风圈半径（NE,SE,SW,NW）

**113 97 65 92 nmi**

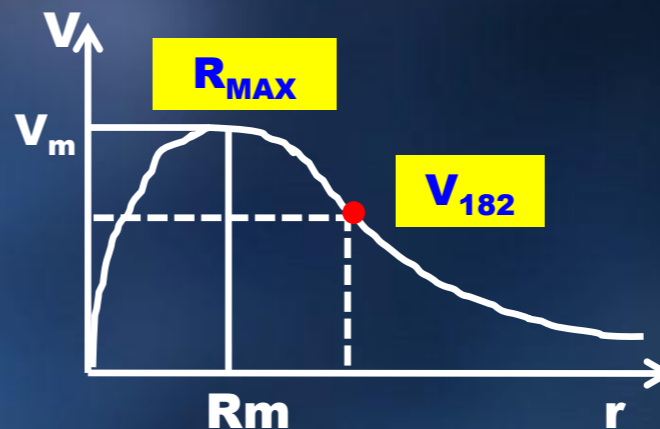
12级风圈半径（NE,SE,SW,NW）

**43 43 43 43 nmi**

# 台风大风的监测

- 基于静止气象卫星云图的台风风场反演
- ✓ Rankine 涡旋（对称结构）

$$V(r) = V_m \left( \frac{r}{R_m} \right) \quad r < R_m,$$
$$V(r) = V_m \left( \frac{R_m}{r} \right)^x \quad r > R_m,$$

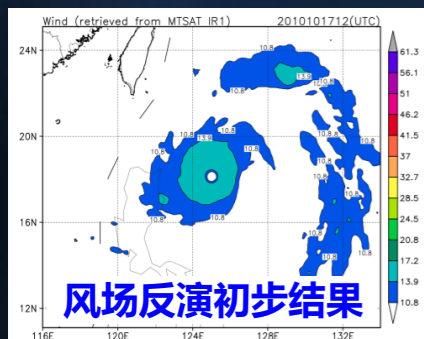
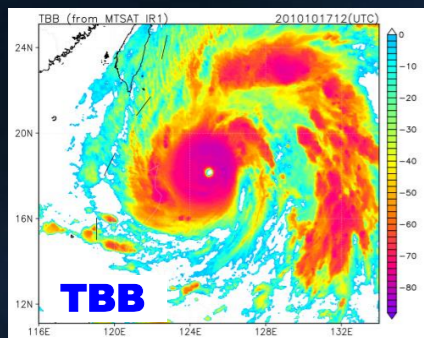


- $R_{MAX}$  : 最大风速 $V_m$ 的方位平均
- $V_{182}$  : 182km半径处的对称切向风速
- $R_{MAX}$  和 $V_{182}$ 是估计Rankine涡旋的两个参数
- 通过卫星资料多元线性回归确定 $R_{MAX}$  和 $V_{182}$

# 台风大风的监测

## ● 基于静止气象卫星TBB资料的大风反演

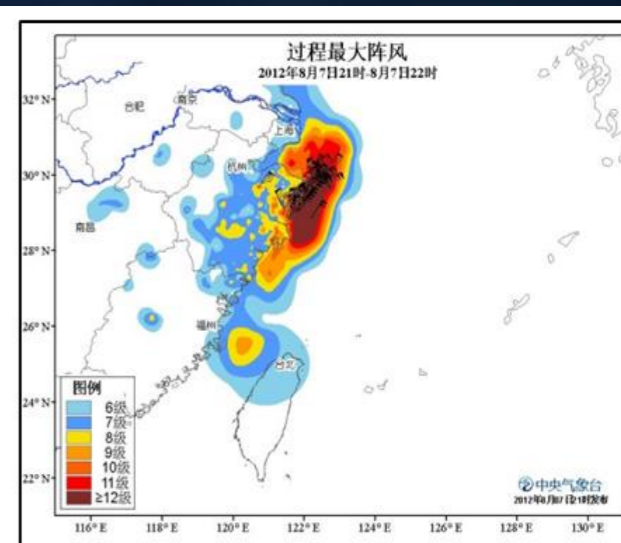
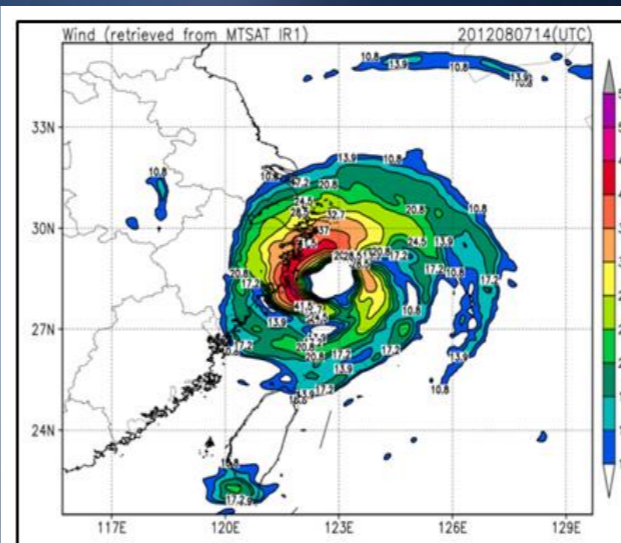
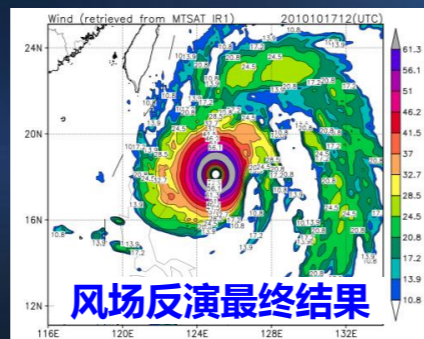
✓ 利用葵花8号卫星TBB、EC细网格10米风场、台风风速经验廓线和实时定强进行大风反演



业务定强

$V_{max\_obs}$   
72m/s

风速廓线

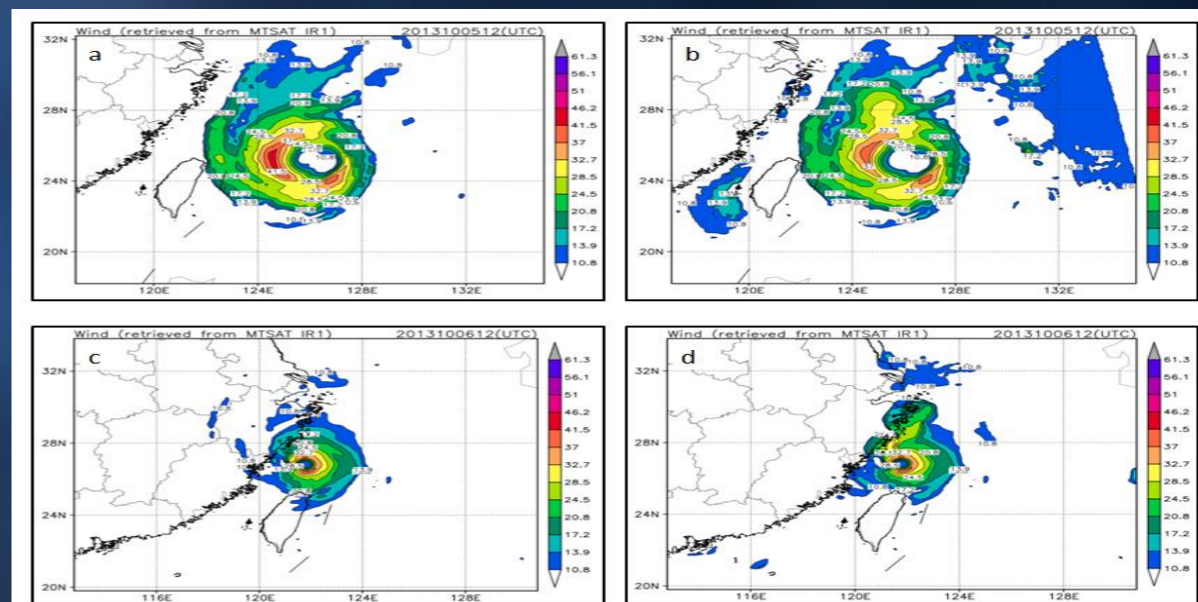
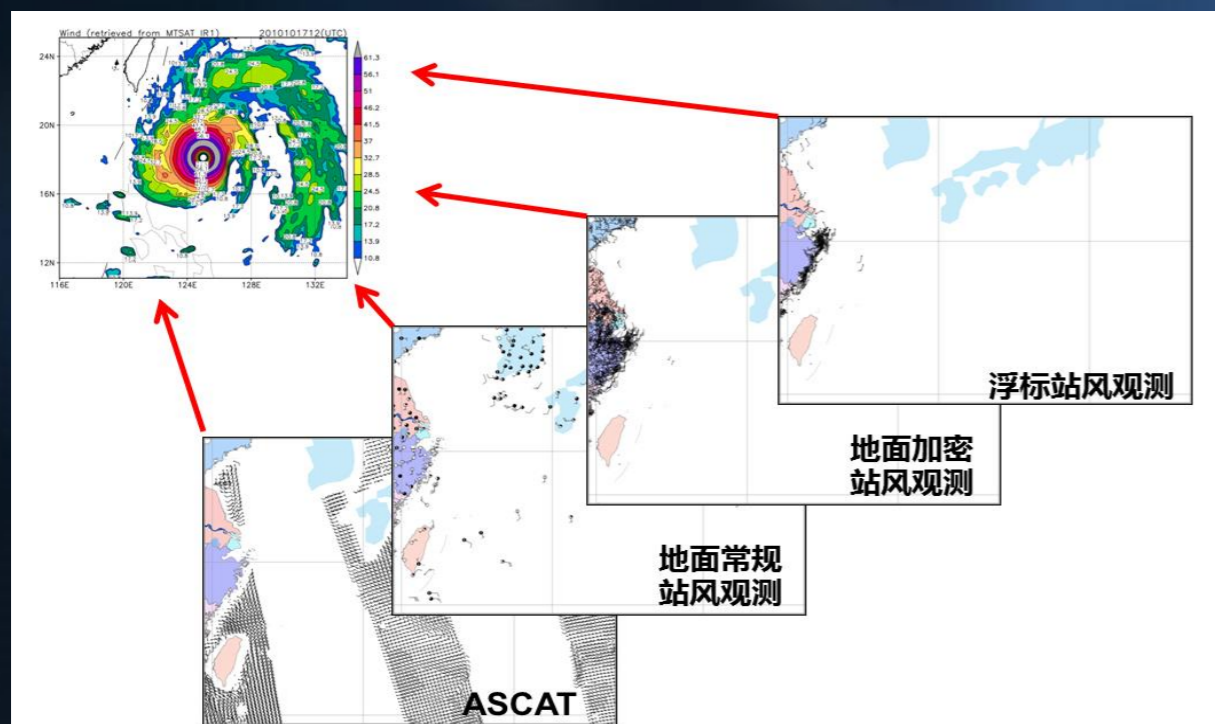


卫星反演的强台风“海葵”（左，2012年8月7日14时）风场分布和实况风场分布（右，2012年8月7日14时）对比

# 台风大风的监测

## ● 基于静止气象卫星TBB资料的大风反演

- ✓ 采用Cressman插值方法，将地面观测、浮标、船舶及ASCAT风场等多源资料与基于TBB资料的反演风场结果进行融合

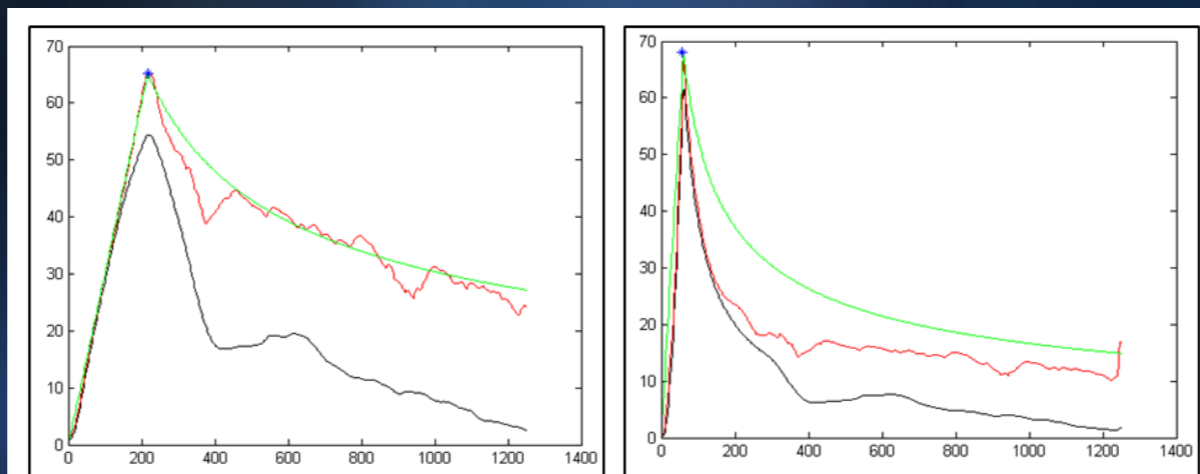


多源观测资料融合前后强台风“菲特”的大风反演风场结果对比  
(左列为融合前，右列为融合后)  
(a、b为2013年10月5日12时；c、d为6日12时)

# 台风大风的监测

- 基于静止气象卫星TBB资料的大风反演

- ✓ 在台风环流范围内，严格风速经验廓线最大风速半径限制，纠正风场反演在台风外围风速偏大的问题，特别是台风登陆前后



台风风速经验廓线关系最大风速半径控制订正

左图为改进前，右图为改进后

纵坐标为风速 ( m/s )，横坐标为距台风中心的距离

红线为最大风速廓线，黑线为平均风速廓线，绿线为经典风速廓线

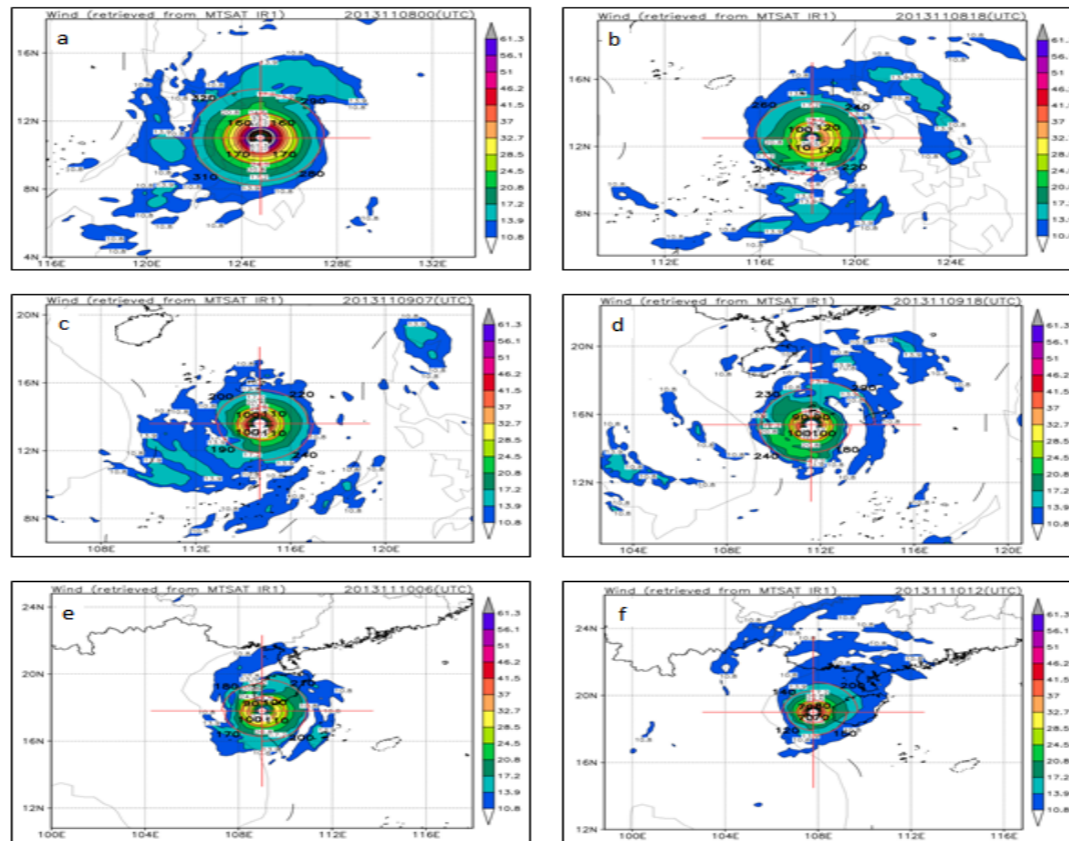
# 台风大风的监测

## ● 基于静止气象卫星TBB资料的大风反演

- ✓ 经过多源观测资料融合订正和风速经验廓线订正后的反演风场分布具有如下特征：
  - 径向分布兼顾云顶亮温变化和风速经验廓线
  - 风速分布与云型非对称结构大致吻合
  - 风速最大值与台风业务定强一致
  - 较大风速地面站点反演风速与观测风速一致

# 台风大风的监测

- 基于静止气象卫星TBB资料的大风反演



1330号超强台风“海燕”反演风场分布情况  
a、b、c、d、e和f分别为2013年11月8日00时、8日18时、9日07时、9日18时、10日06时和10日12时(世界时)

# 台风大风的监测

## ● 卫星遥感资料反演风场的特点

### ✓ RapidSCAT

- 2014年3月3日发射
- K波段雷达 ( 13.4GHz )
- 通过海表粗糙度估计表面风场
- 理论观测上限为30m/s
- 强降水条件下估测能力下降
- 对台风内核区风速误差较大



# 台风大风的监测

## ● 卫星遥感资料反演风场的特点

### ✓ ASCAT

- C波段雷达 ( 5.22GHz )
- 空间分辨率25km
- 对于低风速的误差较大
- 整体增大5%来校正低速误差
- 对台风内核区风速误差较大

# 台风大风的监测

## ● 卫星遥感资料反演风场的特点

### ✓ AMSU/FY3D微波反演风场

- 由微波温度计资料通过求解平衡方程反演得到风场
- 只选取台风中心700km以内的风场
- TC内核区准确度较低
- 适于对环境场气流进行估计

# 台风大风的监测

## ● 卫星遥感资料反演风场的特点

### ✓ 云导风及水汽导风 ( **CDFT&WV** )

- 由于高云覆盖，**CDFT**通常只能反映台风外围环流
- 通常反映了**600hPa**以下的风场特征（飞行高度）

# 台风大风的监测

- 卫星遥感资料反演风场的特点

- ✓ 基于静止气象卫星红外云图资料的台风风场反演（**IRWD**）
  - 假设台风为对称结构的**Rankine**涡旋，适用于内核区拟合风场

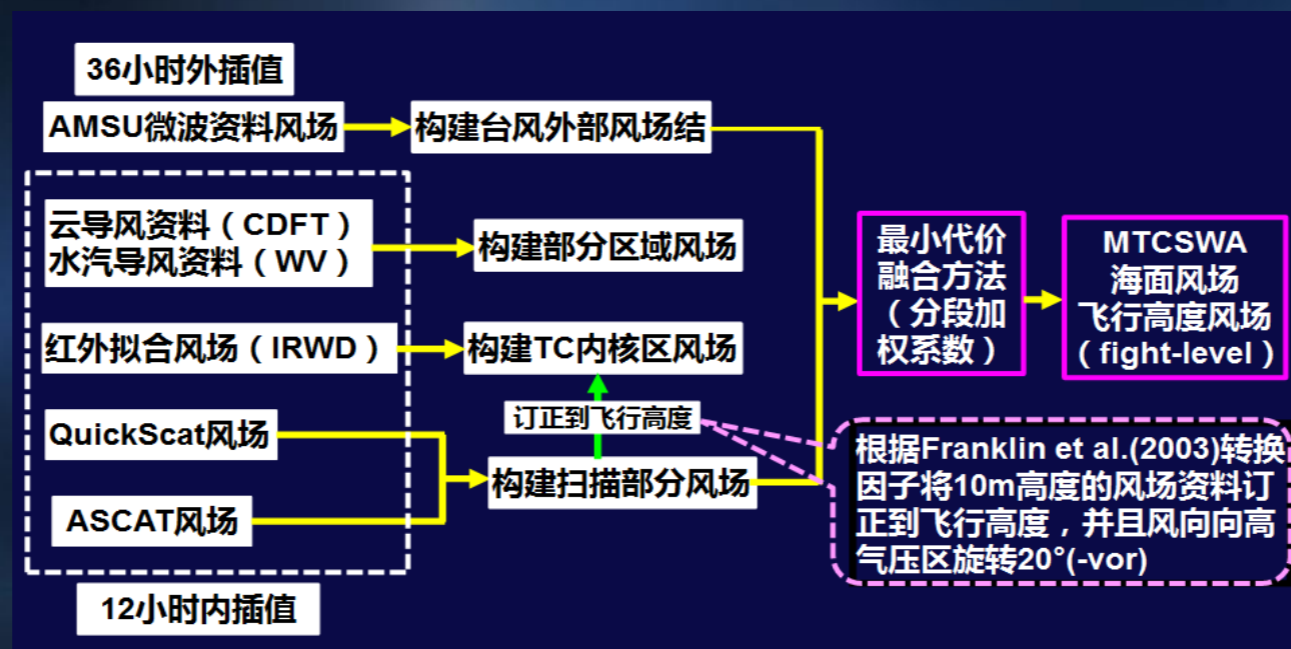
# 台风大风的监测

## ● 卫星遥感资料反演风场的特点

### ✓ 多平台台风风场分析 (MTCSWA)

#### Multipatform TC Surface Wind Analysis

- 融合多种卫星资料，构建以台风中心为原点的 $7.5^\circ$ 为半径范围内的 $0.1 \times 0.1^\circ$ 的10m风场



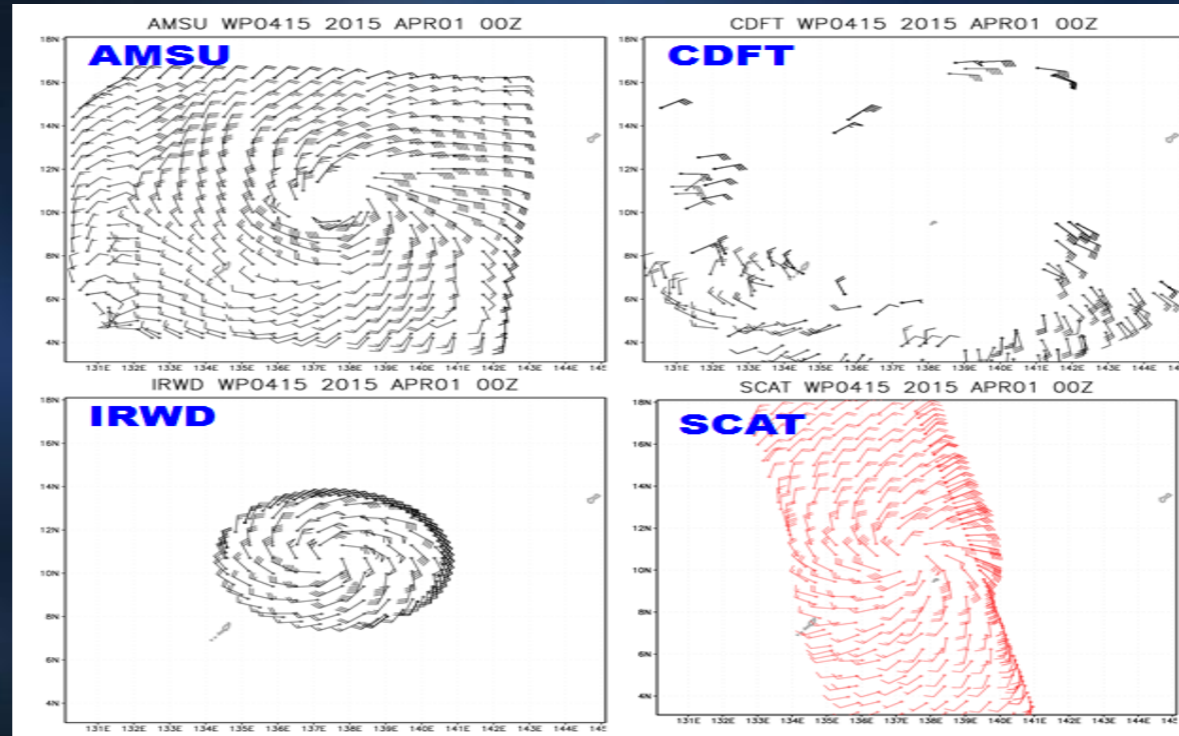
# 台风大风的监测

## ● 卫星遥感资料反演风场的特点

### ✓ 多平台台风风场分析 ( MTCSWA )

#### Multiplatform TC Surface Wind Analysis

- 融合多种卫星资料，构建以台风中心为原点的 $7.5^\circ$ 为半径范围内的 $0.1 \times 0.1^\circ$ 的10m风场



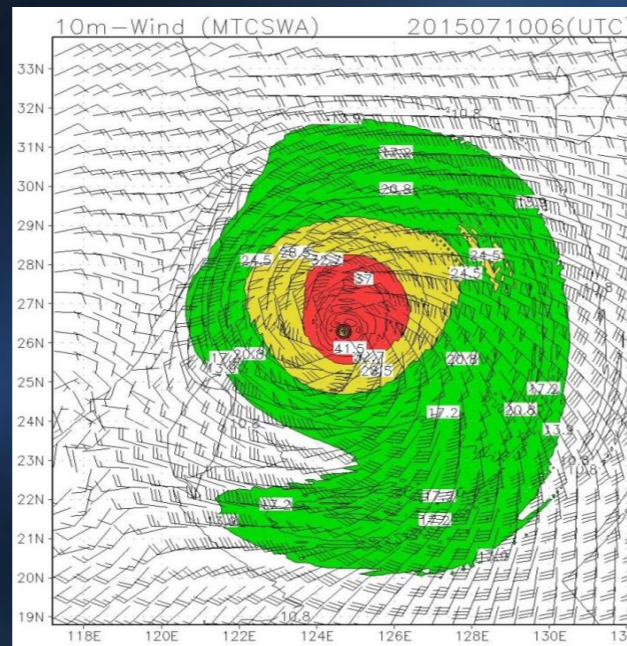
# 台风大风的监测

## ● 卫星遥感资料反演风场的特点

### ✓ 多平台台风风场分析 ( MTCSWA )

#### Multiplatform TC Surface Wind Analysis

- 提供逐6小时台风风圈特征分析参考产品



**WP09 2015071000**

**TC center: 25.5N 125.6E**

**max value of wspd (m/s): 56**

**radii of max wspd (km): 30**

	<b>NE</b>	<b>SE</b>	<b>SW</b>	<b>NW</b>
<b>radii of 28kts</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>402</b>	<b>464</b>
<b>radii of 34kts</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>352</b>	<b>439</b>
<b>radii of 50kts</b>	<b>442</b>	<b>301</b>	<b>177</b>	<b>308</b>
<b>radii of 64kts</b>	<b>320</b>	<b>114</b>	<b>74</b>	<b>158</b>