



中国气象局  
China Meteorological Administration



国家卫星气象中心  
National Satellite Meteorological Centre

风云三号

# FY-3E风场测量雷达 仪器与L1产品介绍

汇报人：商建

国家卫星气象中心

2022-01-07

# 目录

风云三号

极轨卫星

FY-3

CONTENTS

仪器简介

01

仪器性能及数据质量

02

L1产品及使用指南

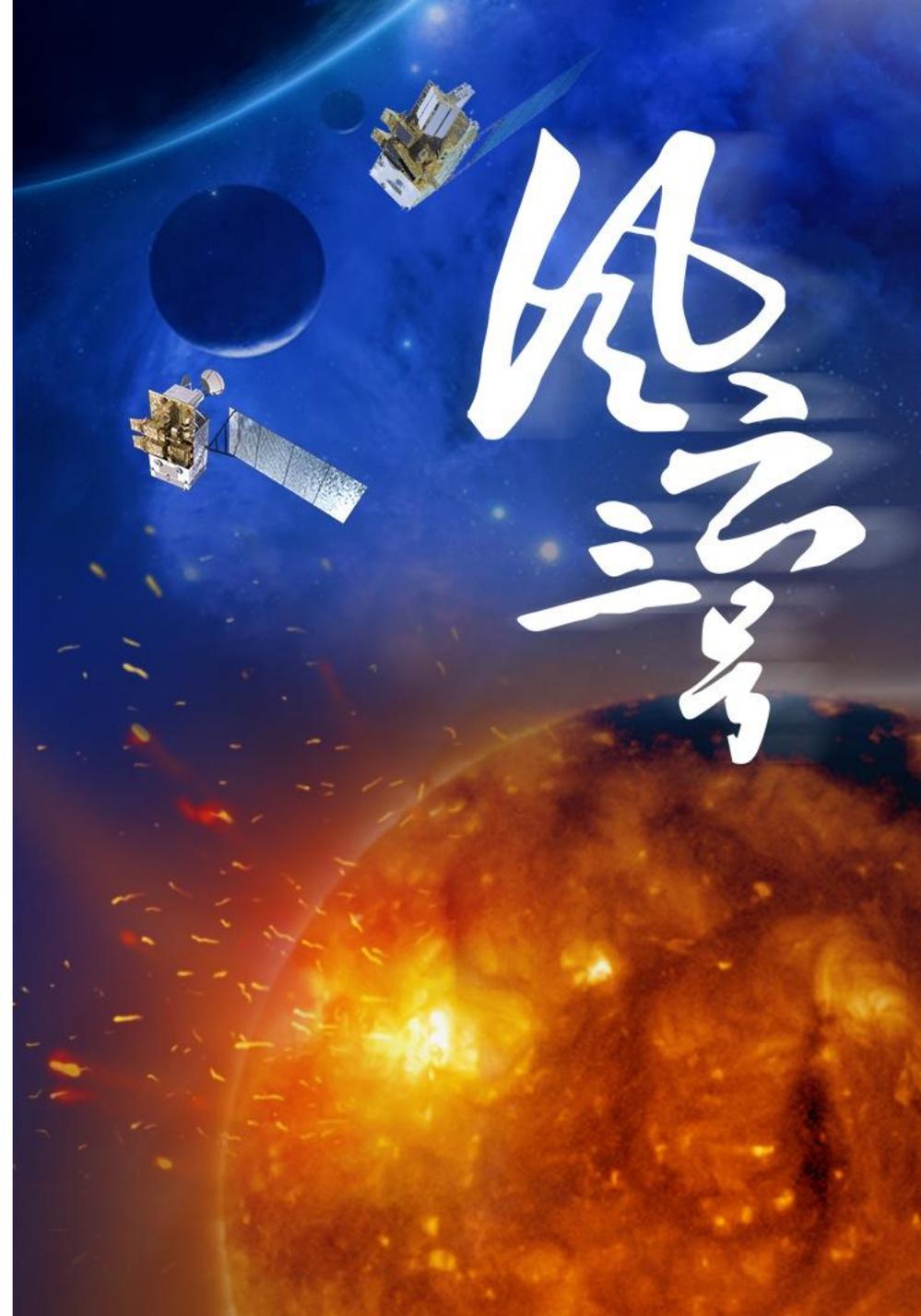
03

仪器典型产品与应用潜力

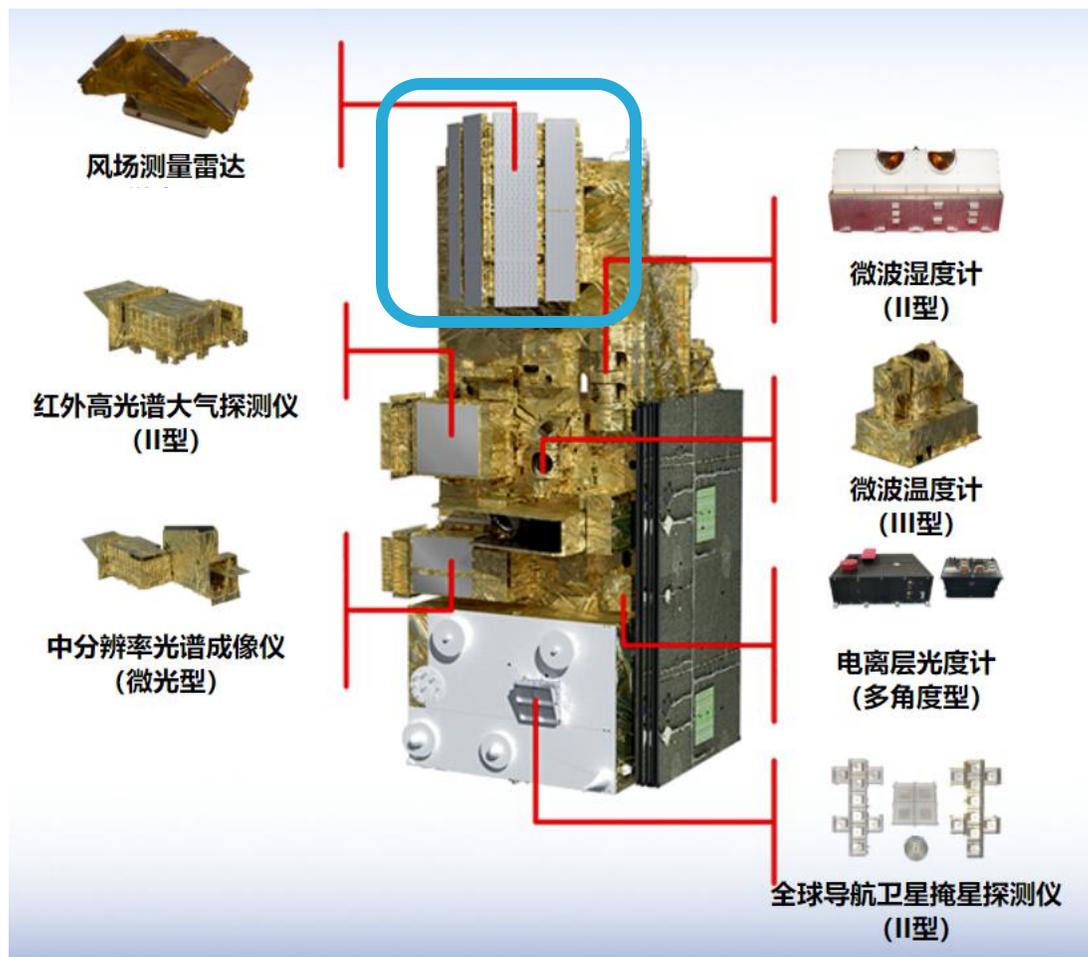
04

# PART 01

## 仪器简介



# 一、仪器简介



## FY-3E风场测量雷达 (WindRAD)

风场测量雷达是风云系列气象卫星的第一个主动微波遥感载荷，是一部双频、双极化雷达，采用C和Ku双波段同时工作，每个波段包含水平和垂直两种极化测量方式，同频段的两种极化测量分时间间隔进行，不同频段之间的测量相互独立。

雷达采用扇形波束圆锥扫描体制，观测幅宽超过1200km，最小可检测风速优于3m/s。

风场测量雷达通过地球系统的后向散射测量获取全球海洋表面的高精度风场信息，包括风速和风向，为同化应用研究和天气预报提供重要数据。



# 一、仪器简介



### WindRAD频谱指标

参数	指标	
	C波段	Ku波段
工作中心频率	5.4±0.010 GHz (C波段)	13.256±0.006 GHz (Ku波段)
极化方式	VV、HH	VV、HH
极化隔离度	≥ 30 dB	
工作方式	至少双通道同时工作	

### WindRAD观测几何指标

参数	指标	
	C波段	Ku波段
空间分辨率 (方位×距离)	25 × 0.5km	10 × 0.5km
观测刈幅	> 1200km	
入射角	> 30°	
扫描方式	360° 圆锥扫描	
波束指向精度	≤ 0.1°	
波束匹配精度	≤ 0.1°	

### WindRAD辐射指标

参数	指标	
	C波段	Ku波段
最小可检测风速	3 m/s(-26.2 dB)	3 m/s(-30.8 dB)
辐射分辨率 <sup>[注1]</sup>	0.5dB (刈幅远端, 风速≥ 5 m/s <sup>[注2]</sup> ) 1.0dB (刈幅远端, 风速= 3 m/s)	
辐射精度 (天线增益精度、内定标精度, 峰峰值)	≤ 0.6dB	
模糊度	2% (刈幅远端), 2% (刈幅近端)	

注1: 空间分辨率为25km×25km。

注2: 风速5m/s时对应的海面归一化后向散射截面分别为-24.2dB (C波段) 和-25.5dB (Ku波段)。



# 一、仪器简介

## FY-3E风场测量雷达 (WindRAD)

➤FY-3E风场测量雷达于2021年7月9日开机正常工作。

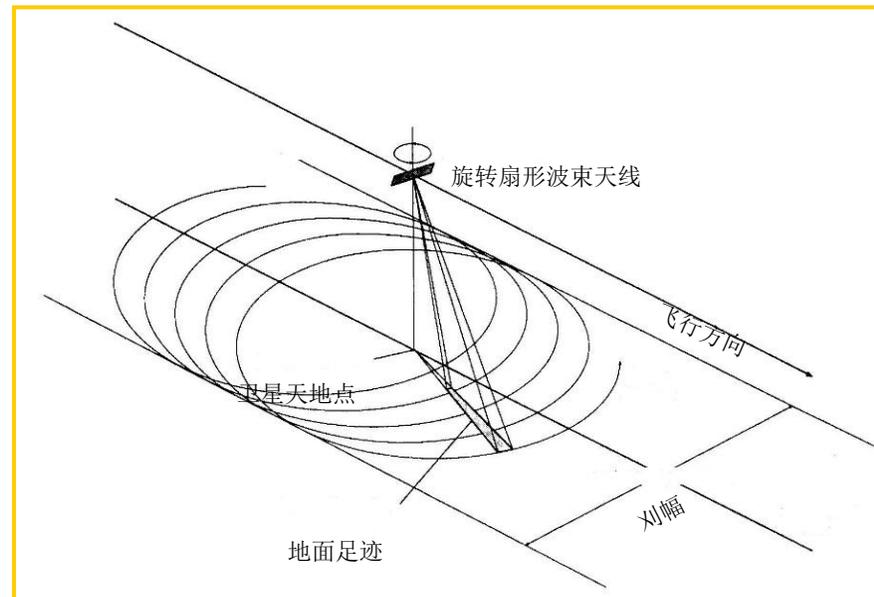
➤仪器状态基本稳定。

➤星上动作：

◆20210909

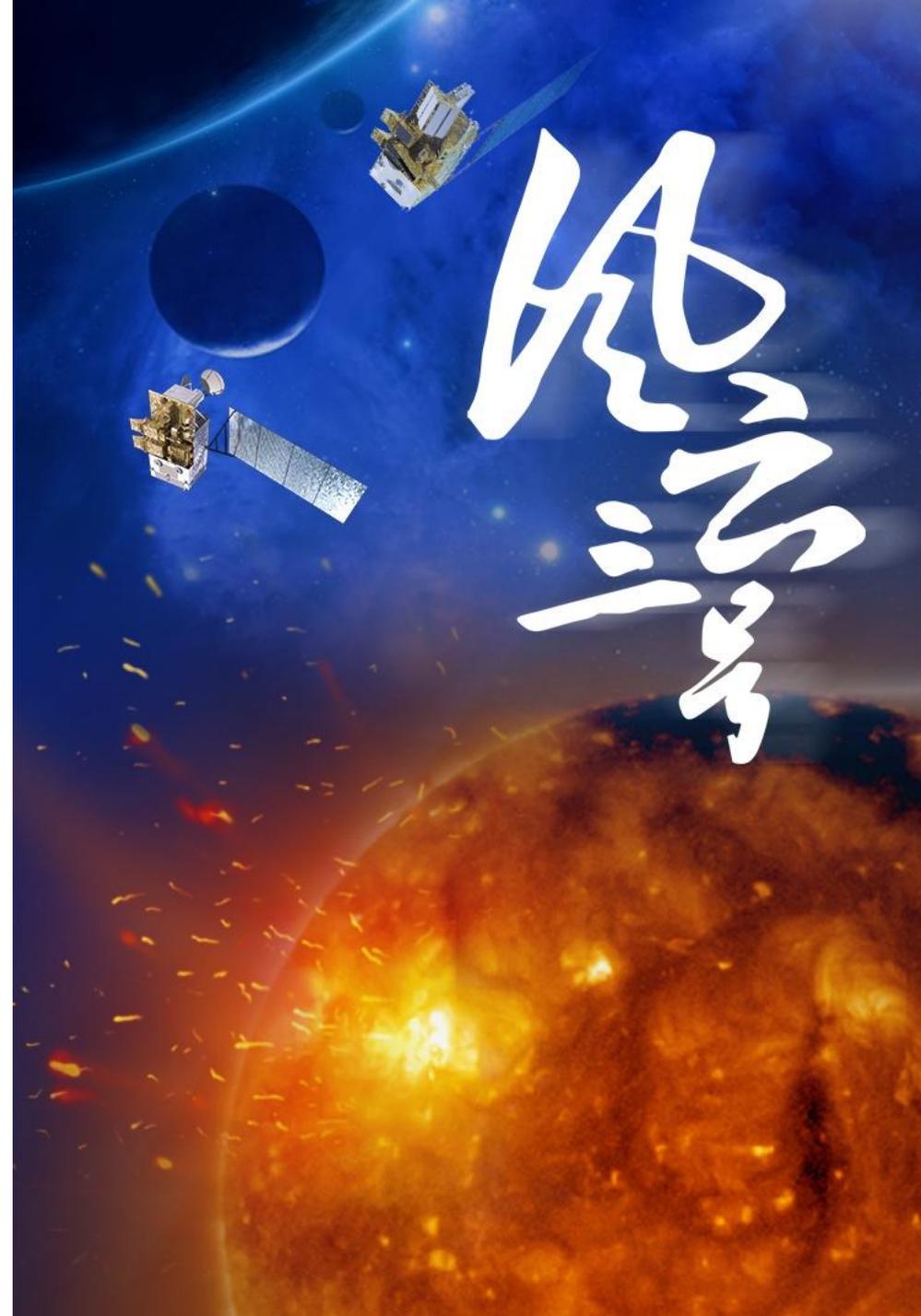
◆20210922

◆20211101



# PART 02

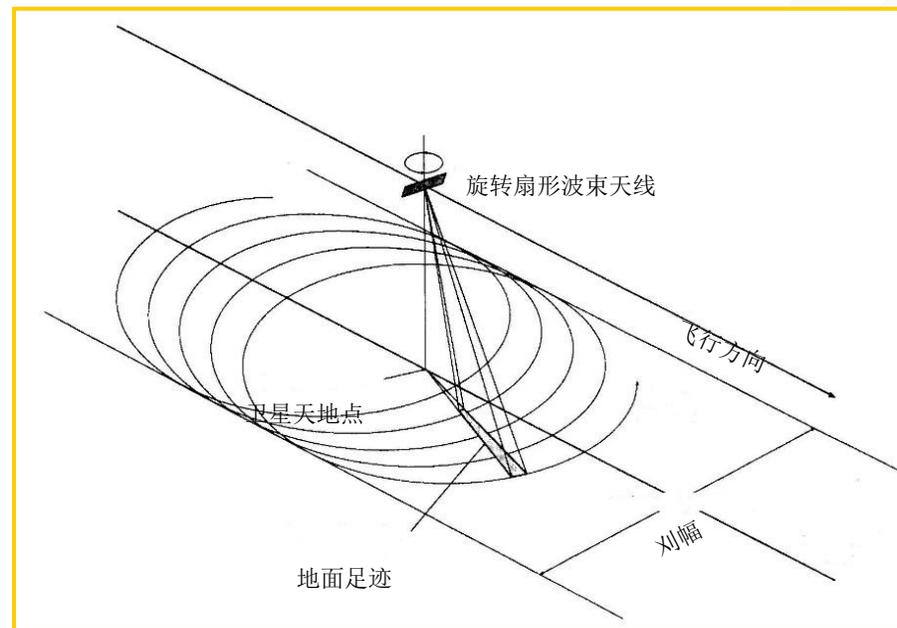
## 仪器性能及数据质量



## 二、仪器性能及数据质量

### 核心指标测试结果：

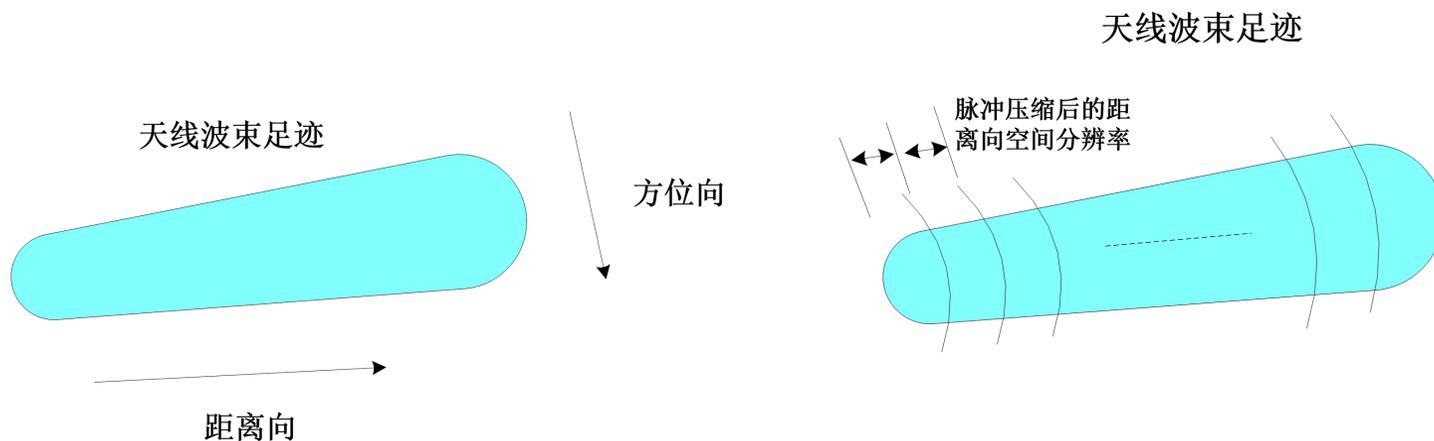
- ① 空间分辨率
- ② 辐射分辨率
- ③ 辐射精度
- ④ 观测精度



## 二、仪器性能及数据质量



### (1) 空间分辨率：方位向分辨率、距离向分辨率



◆方位向分辨率：由星地斜距和方位向双程天线波束宽度决定。

◆距离向分辨率：由发射信号带宽、非相干积累的距离门个数及频率分辨率三者共同决定。

测试内容	测试结果	指标要求	符合性
C空间分辨率 (方位×距离)	HH: 22.92km × 0.22km VV: 23.17km × 0.25km	25km × 0.5km	符合
Ku空间分辨率 (方位×距离)	HH: 10.24km × 0.25km VV: 10.62km × 0.25km	10km × 0.5km	符合

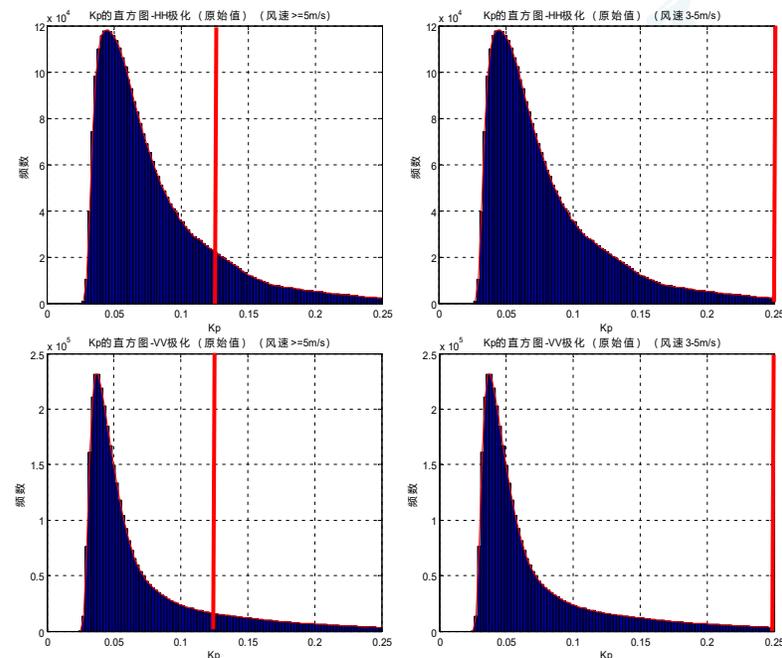


## 二、仪器性能及数据质量

### (2) 辐射分辨率

◆辐射分辨率的定义是后向散射系数测量值的相对标准差。辐射分辨率主要受回波信号衰落噪声和接收机热噪声影响。在对接收机热噪声多次测量的情况下，可用回波功率归一化标准偏差表示。根据计算的每个视数的  $K_p$ ，选取海洋上对应风速下的  $K_p$  值进行分析。

频率	极化		测试结果 (dB)	指标要求	符合性
C 20km网格	HH	$\geq 5\text{m/s}$	0.3306	0.5dB ( $\geq 5\text{ m/s}$ ) 1.0dB (3 m/s)	符合
		3~5m/s	0.3545		符合
	VV	$\geq 5\text{m/s}$	0.2912		符合
		3~5m/s	0.3276		符合
Ku 20km网格	HH	$\geq 5\text{m/s}$	0.3263		符合
		3~5m/s	0.3450		符合
	VV	$\geq 5\text{m/s}$	0.3113		符合
		3~5m/s	0.3319		符合



上图：HH极化  
下图：VV极化

## 二、仪器性能及数据质量



### (3) 辐射精度

- ◆ 辐射精度根据内定标精度和天线增益精度综合评估，天线增益精度采用发射前测试结果，内定标精度综合利用发射前测试结果和在轨数据进行计算分析。
- ◆ 基于在轨实时获取的遥感数据包中的内定标数据，统计分析内定标值的标准差，计算内定标精度。

测试内容	测试结果 (dB)	指标要求 (dB)	符合性
C内定标精度	0.2399	$\leq 0.6$	符合
Ku内定标精度	0.1937	$\leq 0.6$	符合



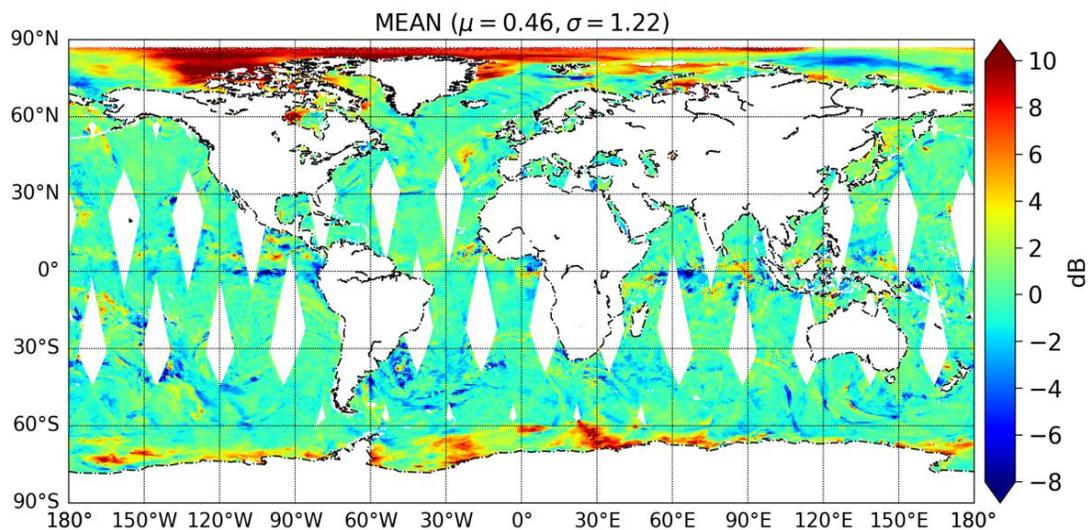
## 二、仪器性能及数据质量



### (4) 观测精度

- O-B: 根据GMF模型函数计算风场测量雷达正演模拟观测值

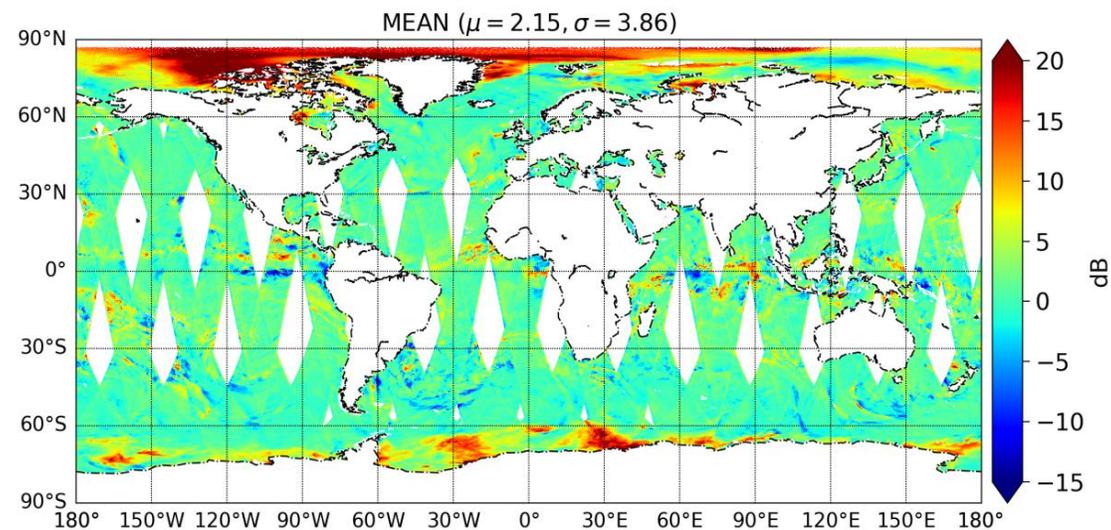
C - V - 10km OBS-GMF



FY3 L1质量监测平台



Ku - V - 10km OBS-GMF



FY3 L1质量监测平台



## 二、仪器性能及数据质量

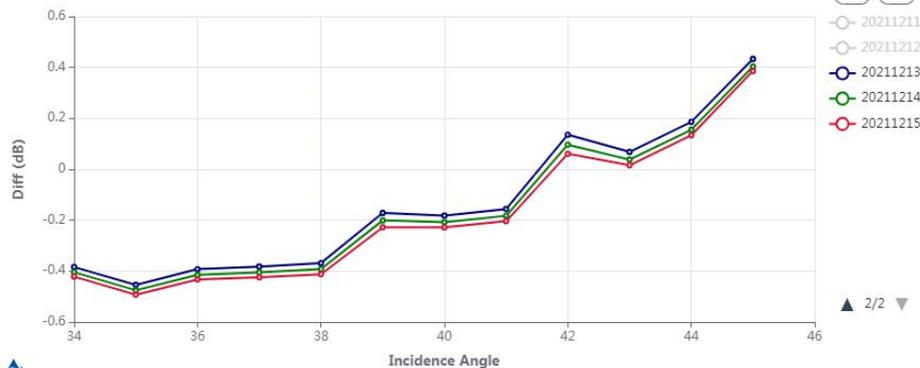


### (4) 观测精度

● 海洋定标:

Incidence Angle Distribute of Sigma0 difference (NOC)

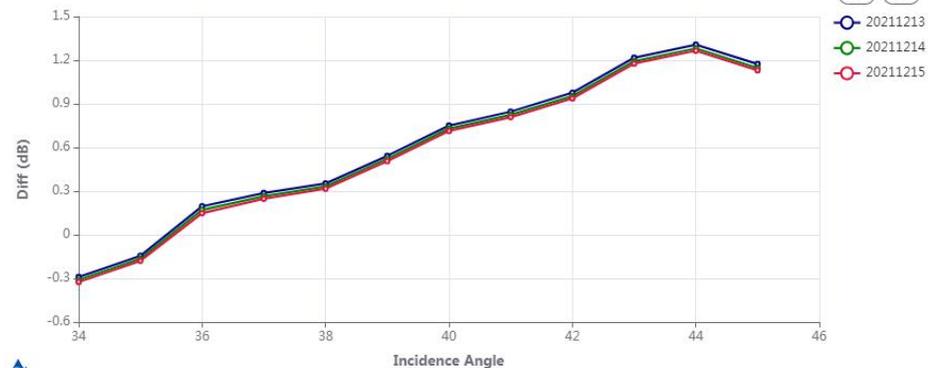
WindRAD-C ORBA HH 10km 14D 2021-12-01 ~ 2021-12-15



FY-3 L1 质量监测平台

Incidence Angle Distribute of Sigma0 difference (NOC)

WindRAD-C ORBA VV 10km 14D 2021-12-13 ~ 2021-12-15

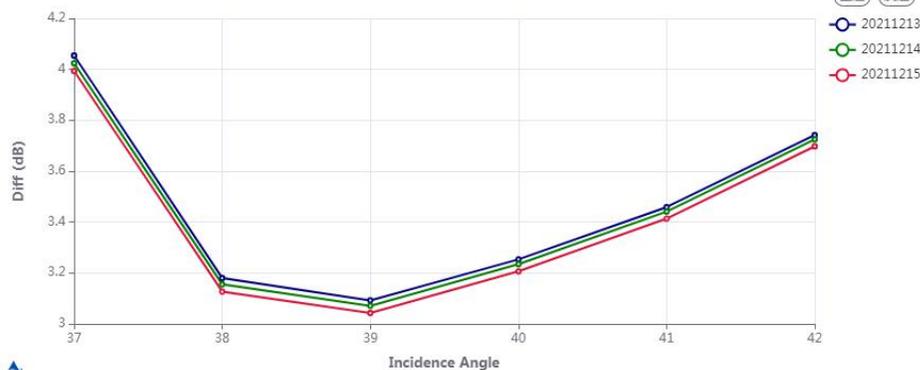


FY-3 L1 质量监测平台

C HH、VV升轨10km

Incidence Angle Distribute of Sigma0 difference (NOC)

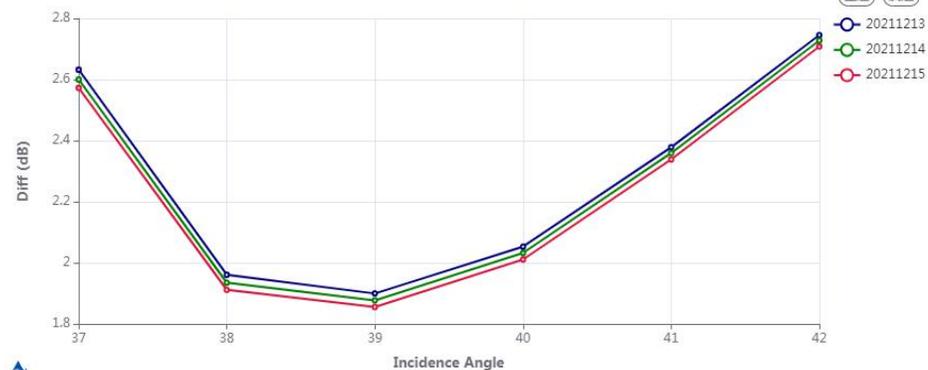
WindRAD-Ku ORBA HH 10km 14D 2021-12-13 ~ 2021-12-16



FY-3 L1 质量监测平台

Incidence Angle Distribute of Sigma0 difference (NOC)

WindRAD-Ku ORBA VV 10km 14D 2021-12-13 ~ 2021-12-15



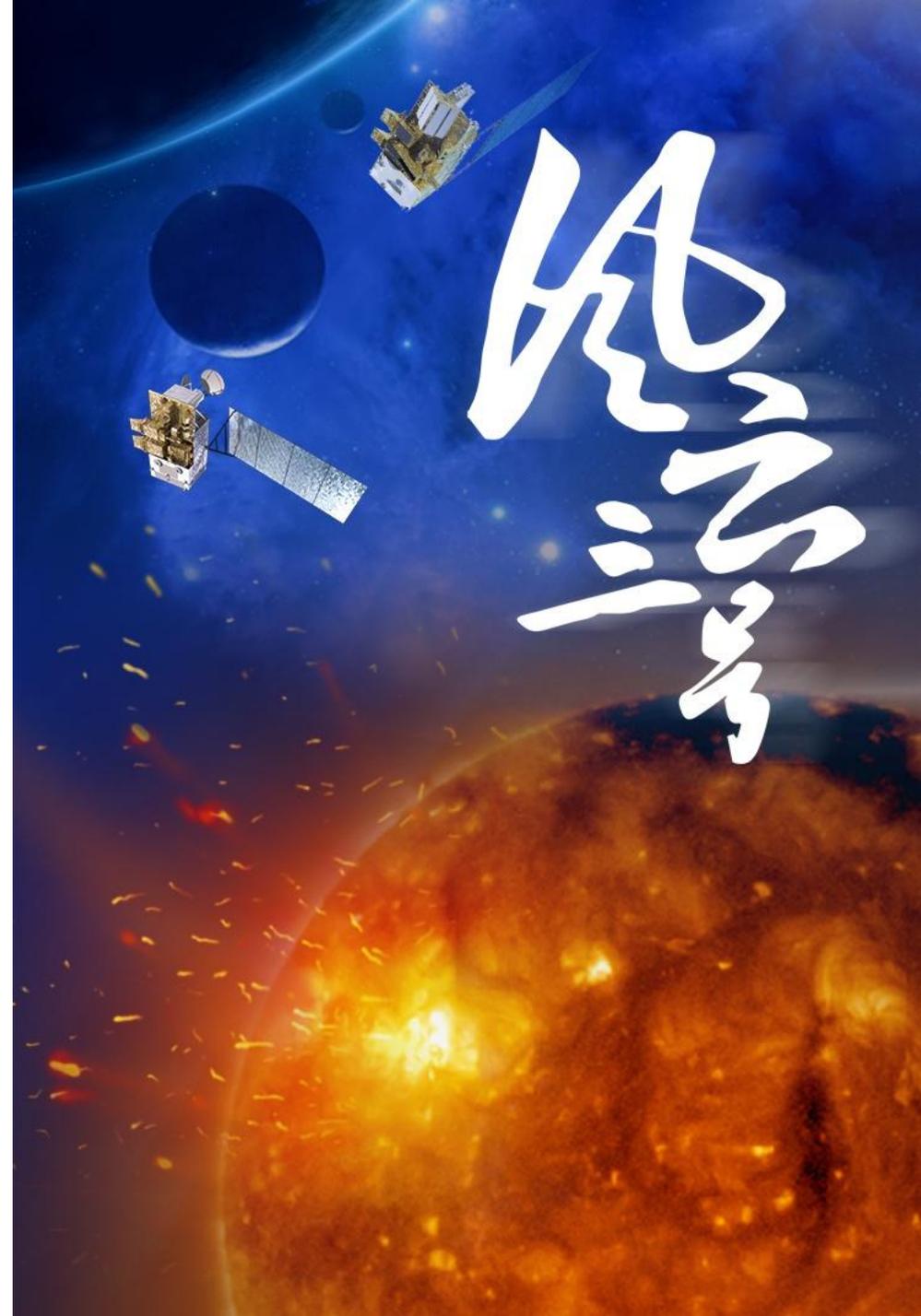
FY-3 L1 质量监测平台

Ku HH、VV升轨10km



# PART 03

## L1产品及使用指南



### 三、L1产品及使用指南



风场测量雷达一级产品处理与监测：

质检

定位

实时定标

外定标

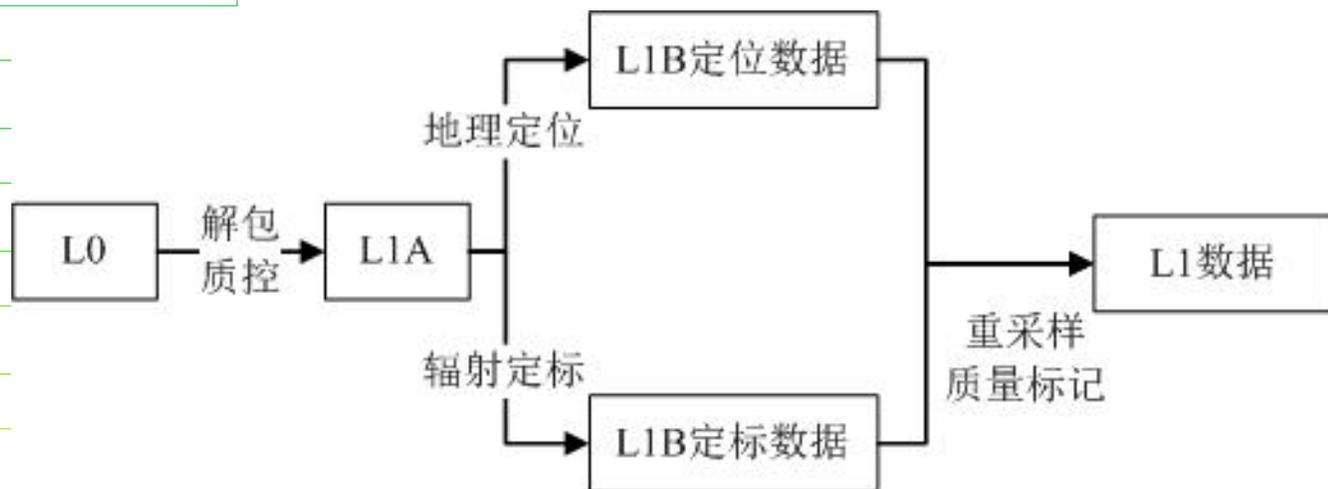
重采样

海洋定标

雨林定标

交叉定标

状态监测



### 三、L1产品及使用指南



#### ●风场测量雷达L1数据:

风云三号 (03 批) 气象卫星地面应用系统工程

E 星风场测量雷达 C 波段

L1 数据产品特性卡

(V1.0)

产品名称: FY-3E风场测量雷达C波段L1数据		
文件名约定: FY3E WRADC ORBA L1 YYYYMMDD HHmm 010KM Vn.HDF		
栏目	值	备注
卫星名	FY3E	
仪器名称	WindRAD C	
数据区域类型	ORBT	
数据级别	L1	
分辨率	10KM, 20KM	
数据格式名称	HDF	
分块方式	升降轨切分	升轨文件名包含“ORBA”,降轨文件名包含“ORBD”
更新频率	28	块
更新频率单位	天	
数据量	319	约319MB/块*28块/天=8.72GB/天
数据量单位	MB	



### 三、L1产品及使用指南

#### ●全局文件属性:

描述	属性名称	数据类型	数量	值
卫星名称	Satellite Name	8-bit signed char	不定长	FY-3E
仪器名称	Sensor Name	8-bit signed char	不定长	WindRAD C
传感器代码	Sensor Identification Code	8-bit signed char	不定长	WRADC
数据集名称	Dataset Name	8-bit signed char	不定长	WindRAD C-Band L1 Data
文件名称	File Name	8-bit signed char	不定长	FY3E_WRADC_ORBA_L1_YYYY MMDD_HHmm_010KM_Vn.HDF
文件别名	File Alias Name	8-bit signed char	不定长	WRADC_L1
产品生成地	Responser	8-bit signed char	不定长	NSMC
处理软件版本号	Version Of Software	8-bit signed char	不定长	V 1.0
处理软件更新日期	Software Revision Date	8-bit signed char	不定长	YYYY-MM-DD
定标参数版本号	Version Of Calibration Parameter	8-bit signed char	不定长	V 1.0
定标参数更新日期	Calibration Parameter Revision Date	8-bit signed char	不定长	YYYY-MM-DD
数据观测开始日期(包 括年月日)	Observing Beginning Date	8-bit signed char	不定长	YYYY-MM-DD
数据观测开始时间 (包括时分秒毫秒)	Observing Beginning Time	8-bit signed char	不定长	Hh:mm:ss.sss
数据观测结束日期(包 括年月日)	Observing Ending Date	8-bit signed char	不定长	YYYY-MM-DD
数据观测结束时间 (包括时分秒毫秒)	Observing Ending Time	8-bit signed char	不定长	Hh:mm:ss.sss



### 三、L1产品及使用指南



●私有文件属性:

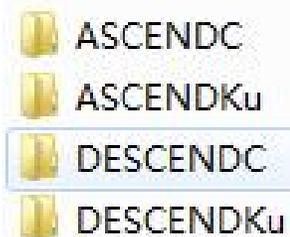
描述	属性名称	数据类型	数量	值
重采样行数	Resampling_lines	32-bit signed Integer	1	
完成数据预处理的重采样行数	Count_resampling_lines_calibrated	32-bit signed Integer	1	
丢失重采样行数	Count_Missing_resampling_lines	32-bit signed Integer	1	
时序出错重采样行数	Count_TimeSeqErr_resampling_lines	32-bit signed Integer	1	
定标失败重采样行数	Count_CaliErr_resampling_lines	32-bit signed Integer	1	
定位失败重采样行数	Count_GeolErr_resampling_lines	32-bit signed Integer	1	
每行的风矢量单元个数	Wind vector cell counts per Resampling_lines	16-bit unsigned Integer	1	
外定标数据更新时间(包括年月日)	Update time of external calibration data	8-bit signed char	不定长	YYYY-MM-DD
外定标数据更新时间(包括时分秒)	Update time of external calibration data	8-bit signed char	不定长	Hh:mm:ss.sss

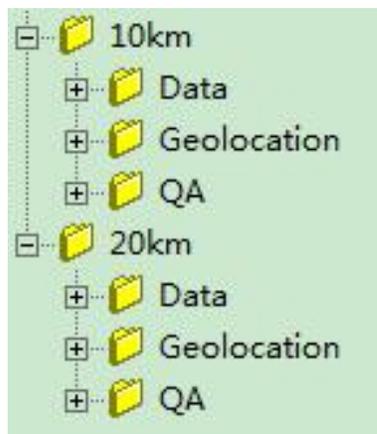


# 三、L1产品及使用指南

## ● 风场测量雷达L1数据规格:

- 半轨文件（升轨、降轨）
- C、Ku频段数据单独存储，每块数据中包含HH、VV双极化的后向散射系数数据与定位数据
- 提供10km、20km两类网格分辨率，可按需选用


  
ASCENDC
   
ASCENDKu
   
DESCENDC
   
DESCENDKu



		全局文件属性		私有文件属性		科学数据集	
分组名称	分组名称	分组名称	科学数据集名		科学数据集英文描述	科学数据集中文描述	
10km	Geolocation	GridInfo	SDS1	Latitude	Latitude in WGS84	10km分辨率纬度	
			SDS2	Longitude	Longitude in WGS84	10km分辨率经度	
			SDS3	SeaPercentage	Proportion of sea	10km分辨率海洋占比	
			SDS4	Day_Count	Day Count of Observation Time since 12:00:00 on Jan 1, 2000 in UTC of the nadir/nadir in each line	10km分辨率每行星下点的观测时间天计数，自世界时2000年1月1日中午12:00开始计数	
			SDS5	Millisecond_Count	0.1 Millisecond Count of Observation Time from 12:00 am of Each Day in UTC of the nadir/nadir in each line	10km分辨率每行星下点的观测时间的天内0.1毫秒计数，自世界时每天的中午12:00开始计数	
		HH	SDS6	SensorAzimuth	Sensor Azimuth	10km分辨率HH极化每个视数的仪器方位角	
			SDS7	SensorZenith	Sensor Zenith	10km分辨率HH极化每个视数的仪器天顶角	
		VV	SDS8	SensorAzimuth	Sensor Azimuth	10km分辨率VV极化每个视数的仪器方位角	
			SDS9	SensorZenith	Sensor Zenith	10km分辨率VV极化每个视数的仪器天顶角	
		Data	HH	SDS10	Sigma0	Backscatter coefficient	10km分辨率HH极化每个视数的后向散射系数
	SDS11			Kpc	Standard deviation of the backscatter coefficient	10km分辨率HH极化每个视数的后向散射系数标准偏差	
	SDS12			Num_Views	Number of views in each WVC	10km分辨率HH极化每个风矢量单元的视数	
	VV		SDS13	Sigma0	Backscatter coefficient	10km分辨率VV极化每个视数的后向散射系数	
			SDS14	Kpc	Standard deviation of the backscatter coefficient	10km分辨率VV极化每个视数的后向散射系数标准偏差	
			SDS15	Num_Views	Number of views in each WVC	10km分辨率VV极化每个风矢量单元的视数	
	QA	HH	SDS16	QualityFlag	Quality Flag for each view	10km分辨率HH极化每个视数的数据质量标识	
		VV	SDS17	QualityFlag	Quality Flag for each view	10km分辨率VV极化每个视数的数据质量标识	

### 三、L1产品及使用指南



- 风场测量雷达L1数据使用:

- 注意数据类型、单位、斜率、截距、有效范围、填充值等信息

SDS10. SDS 名称	数据类型	维数	数据量(字节)
Sigma0 归一化后向散射系数	Float32	[nscan,ncross,nview_max]	nscan × ncross × nview_max × 4
SDS属性名	数据类型	数量	值
Intercept	Float32	1	0.0
units	String	1	"dB"
long_name	String	1	Backscattering coefficients of the observation
valid_range	Float32	2	-50, 10
Slope	Float32	1	1.0
band_name	String	1	"none"
FillValue	Float32	1	-9999.9
Description	String	1	"Backscattering coefficients of the observation with 10km resolution when pulse in HH polarization"

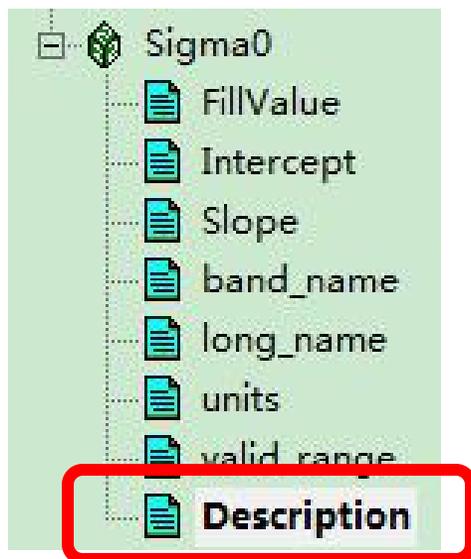
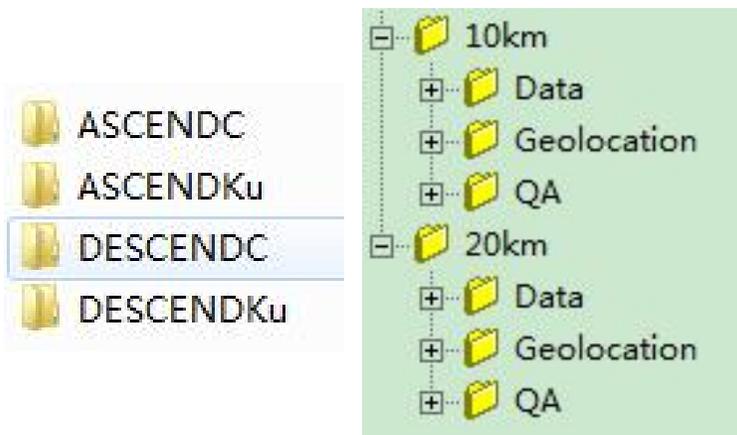


### 三、L1产品及使用指南



- 风场测量雷达L1数据使用:

- 提供16组初步校正量, 供用户参考



不同入射角下的校正量

C H升轨10km  
C H降轨10km  
C V升轨10km  
C V降轨10km  
C H升轨20km  
C H降轨20km  
C V升轨20km  
C V降轨20km

Ku H升轨10km  
Ku H降轨10km  
Ku V升轨10km  
Ku V降轨10km  
Ku H升轨20km  
Ku H降轨20km  
Ku V升轨20km  
Ku V降轨20km



# 三、L1产品及使用指南



## 风云三号 E 星风场测量雷达

L1 产品使用说明

(V1.2)

国家卫星气象中心

2021 年 06 月

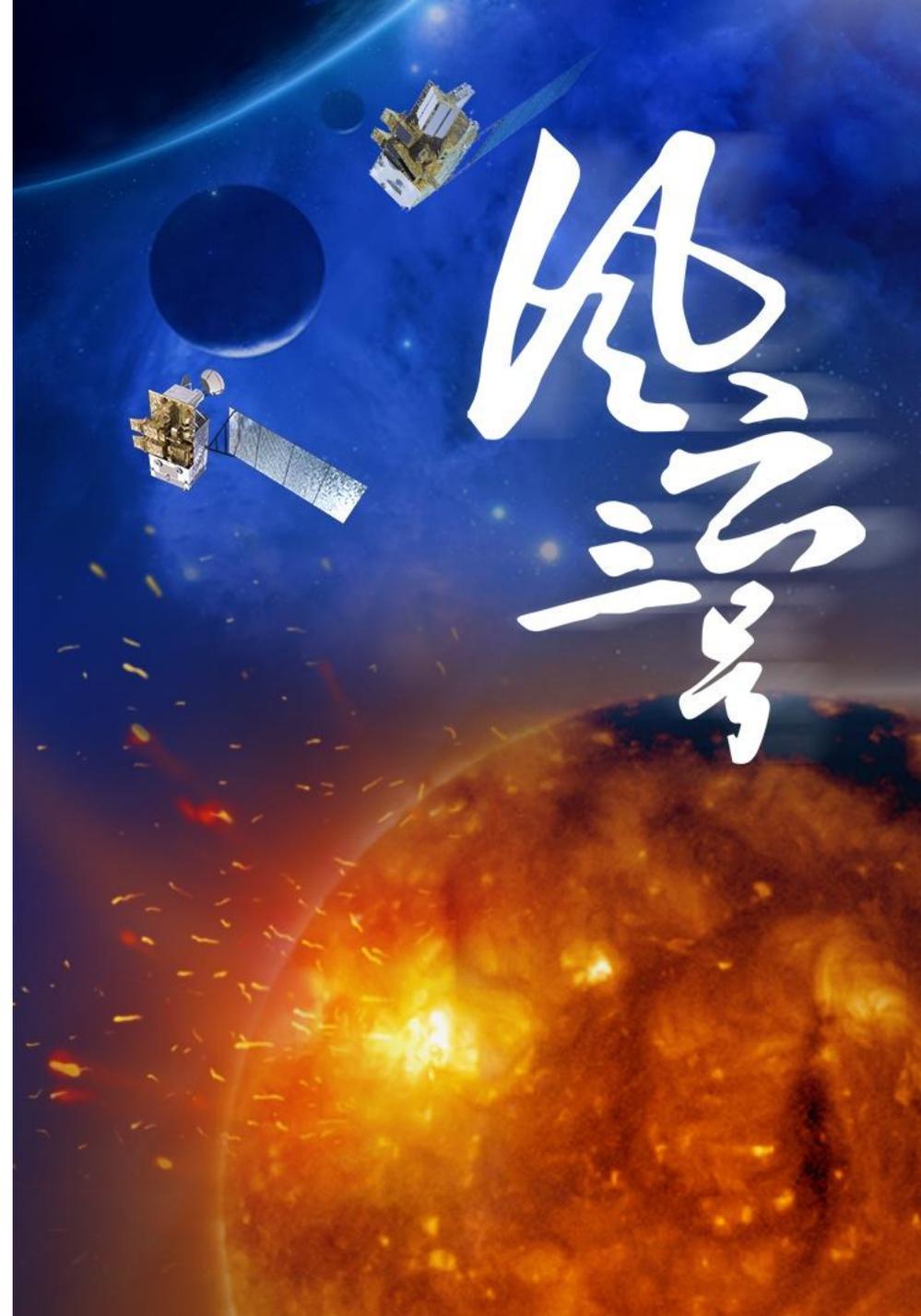
## 目 录

1. 引言.....	4
1.1 文档概述.....	4
1.2 依据文件.....	4
2. 仪器介绍.....	4
3. L1 产品处理简介.....	6
3.1 概述.....	6
3.2 产品处理.....	6
4. 数据简介.....	7
4.1 文件基本信息.....	7
4.2 核心科学数据集.....	13
4.2.1 辐射数据集.....	13
4.2.2 地理定位数据集.....	14
4.2.3 L1 产品质量码.....	15
5. 数据服务.....	15

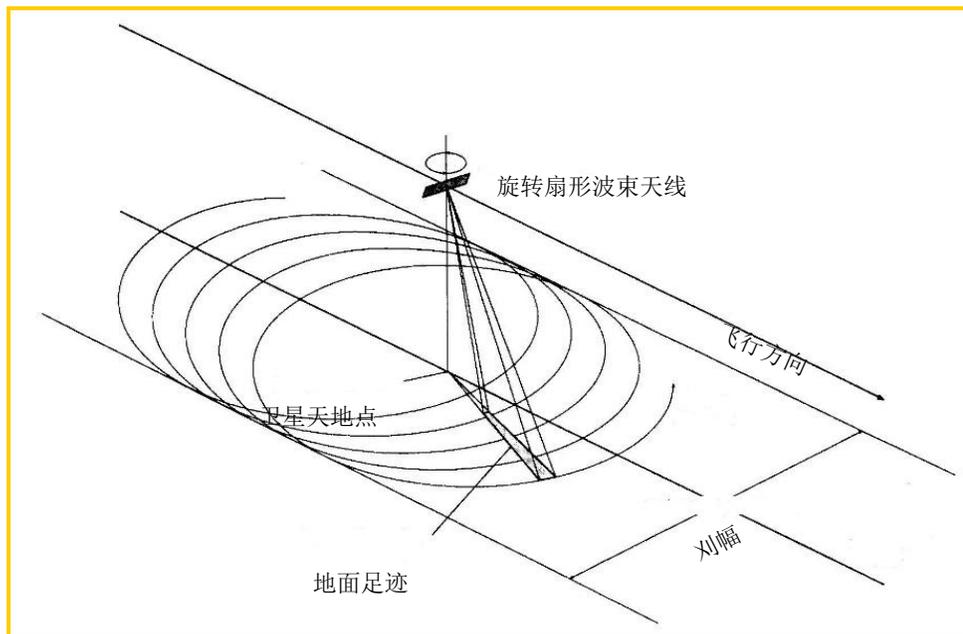


# PART 04

## 仪器典型产品及应用潜力



## 四、仪器典型产品及应用潜力



➤风场测量雷达的主要工作目标是对全球海面风场矢量（包括风速和风向）进行全天候、全天时、高精度、高分辨率测量，为同化应用研究和天气预报提供重要数据。

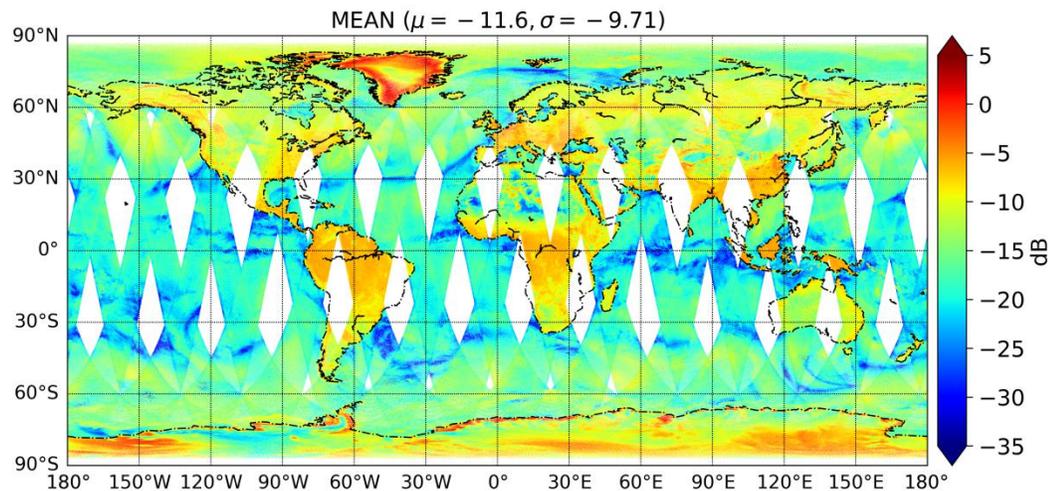
➤此外风场测量雷达也可对海冰、积雪、土壤等地物特性进行测量。

◆后向散射特性与冰雪的结构特性和组成成分密切相关，包括介电常数、温度、雪层厚度、湿度等，同时也与入射电磁波的类型有关，如方向、极化方式、波长、入射角等。

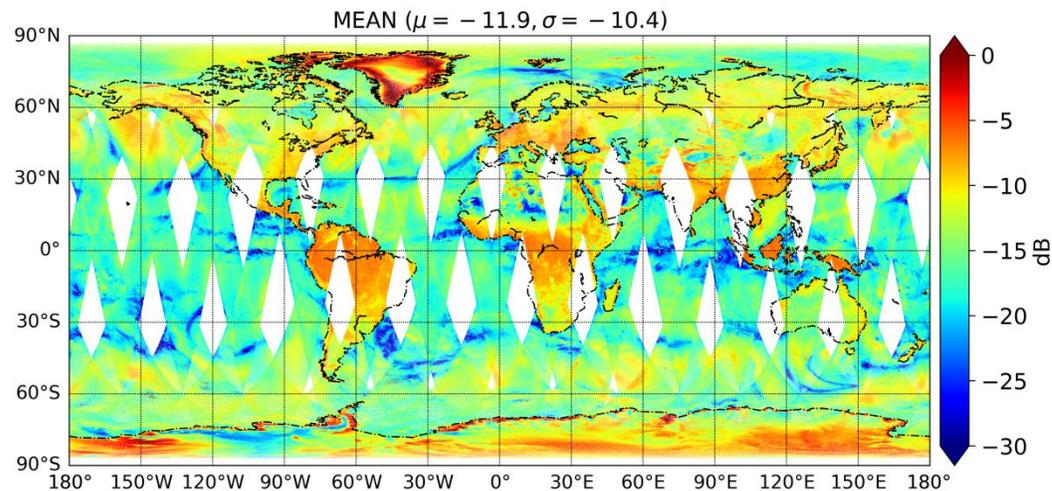
# 四、仪器典型产品及应用潜力

## 全球陆海表后向散射产品

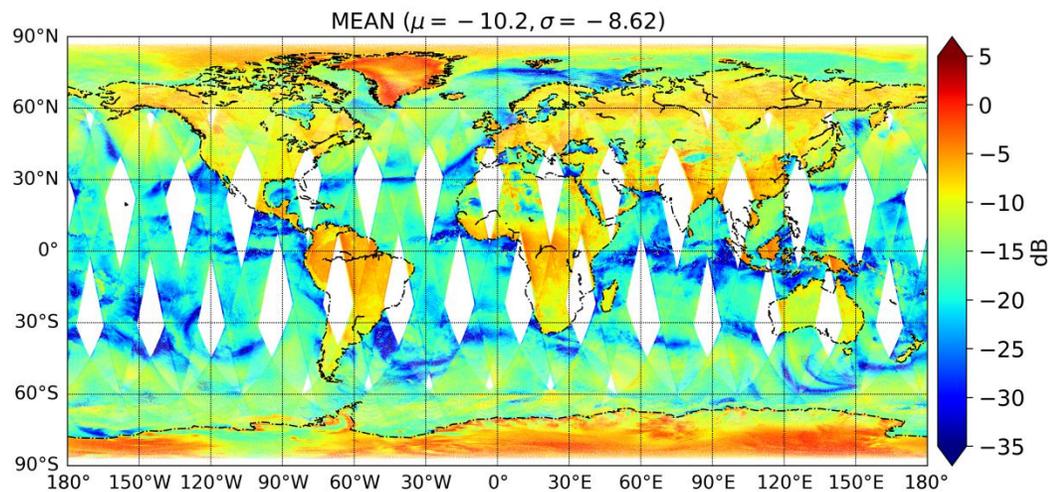
C - H - 10km OBS



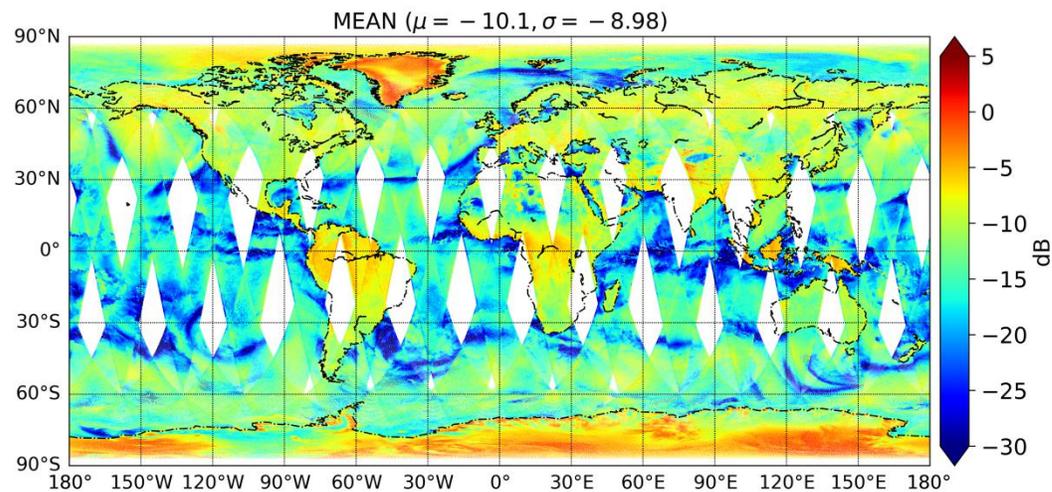
C - V - 10km OBS



Ku - H - 10km OBS



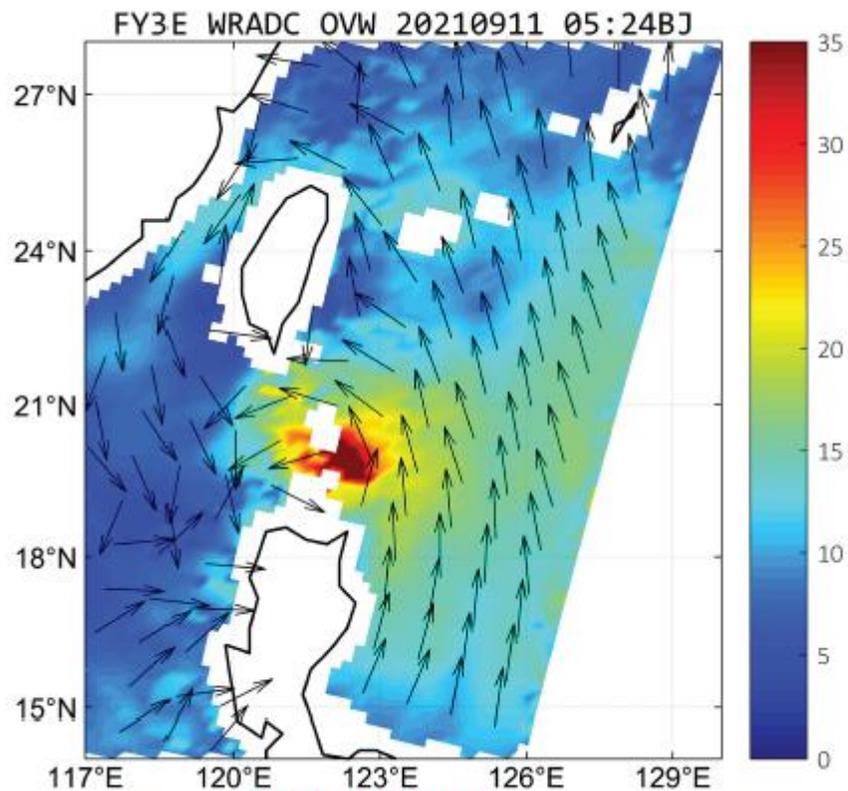
Ku - V - 10km OBS



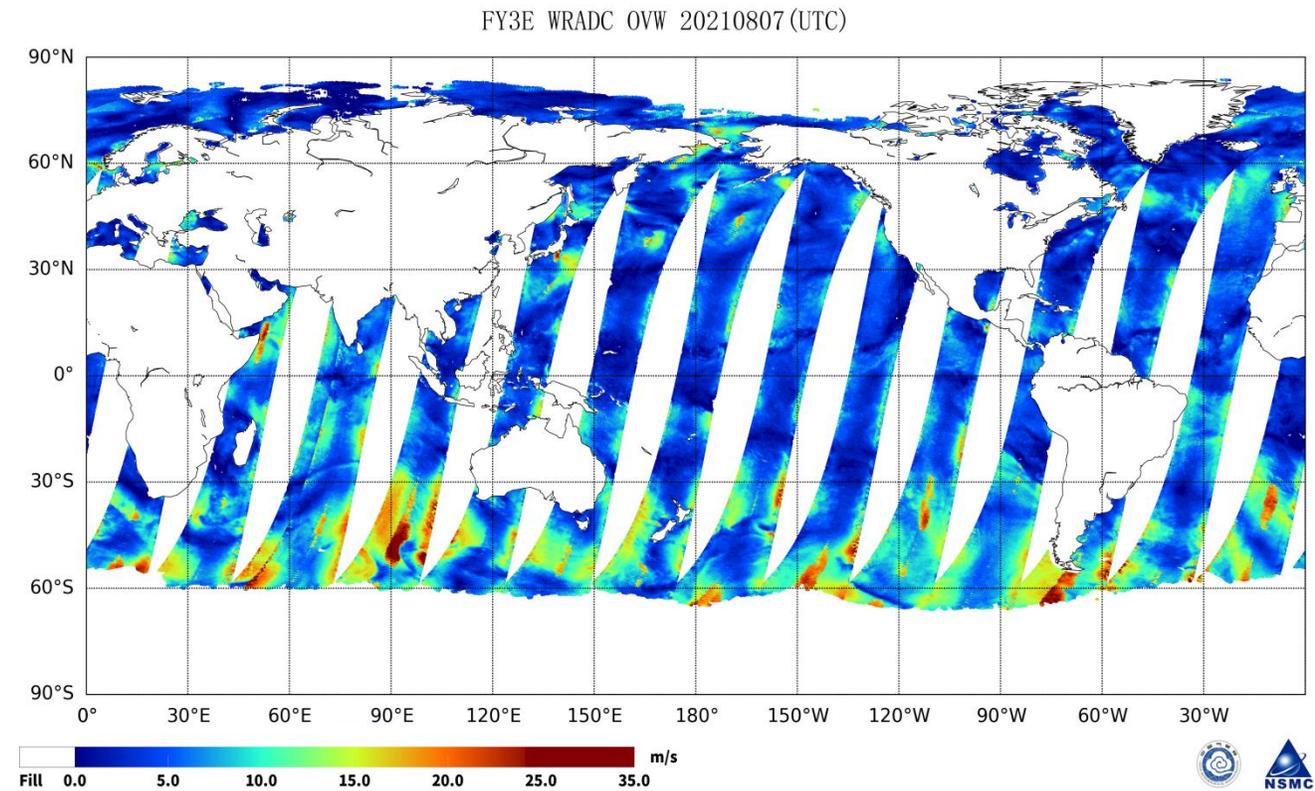
# 四、仪器典型产品及应用潜力



## 海面风场



科学矢量图



全球轨道拼图

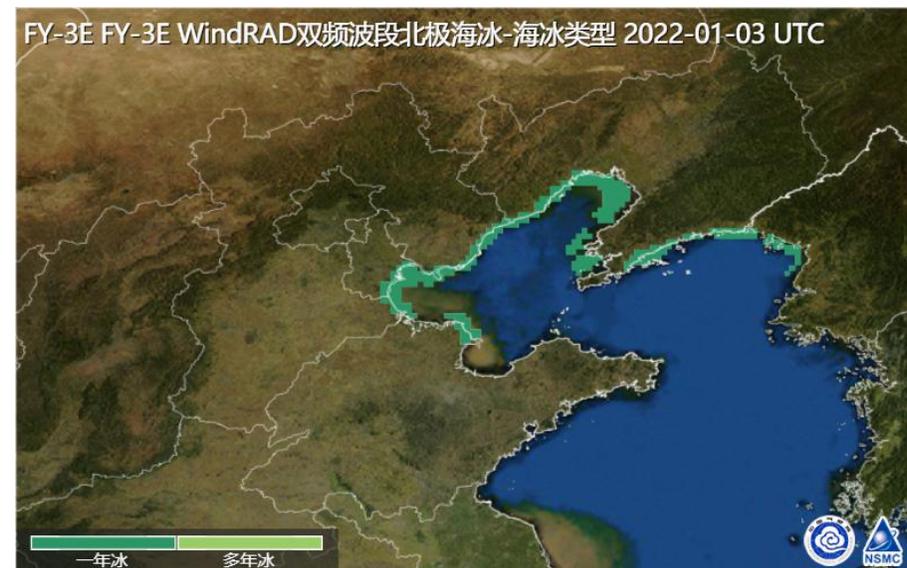
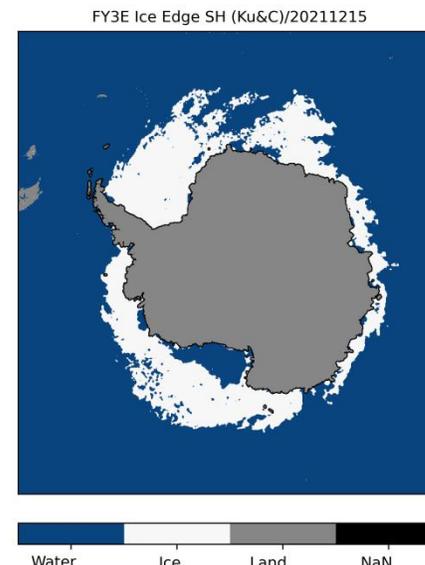
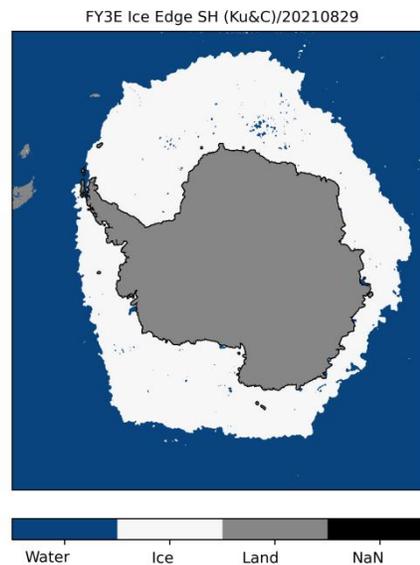
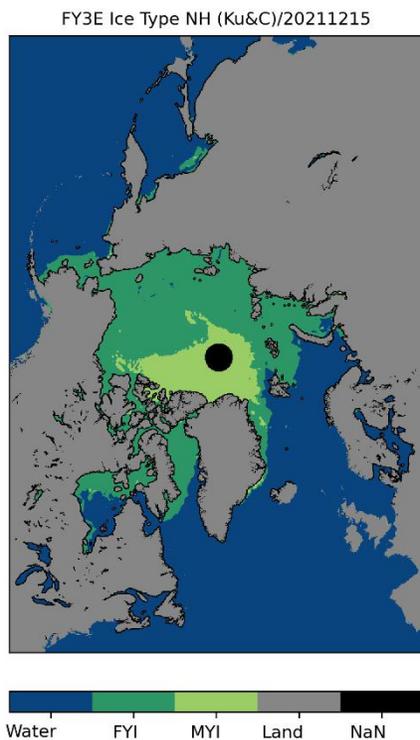
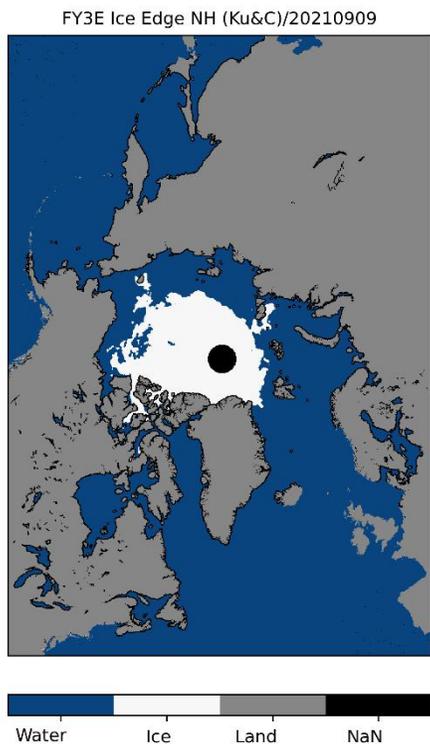
(窦芳丽)



# 四、仪器典型产品及应用潜力



## 海冰产品

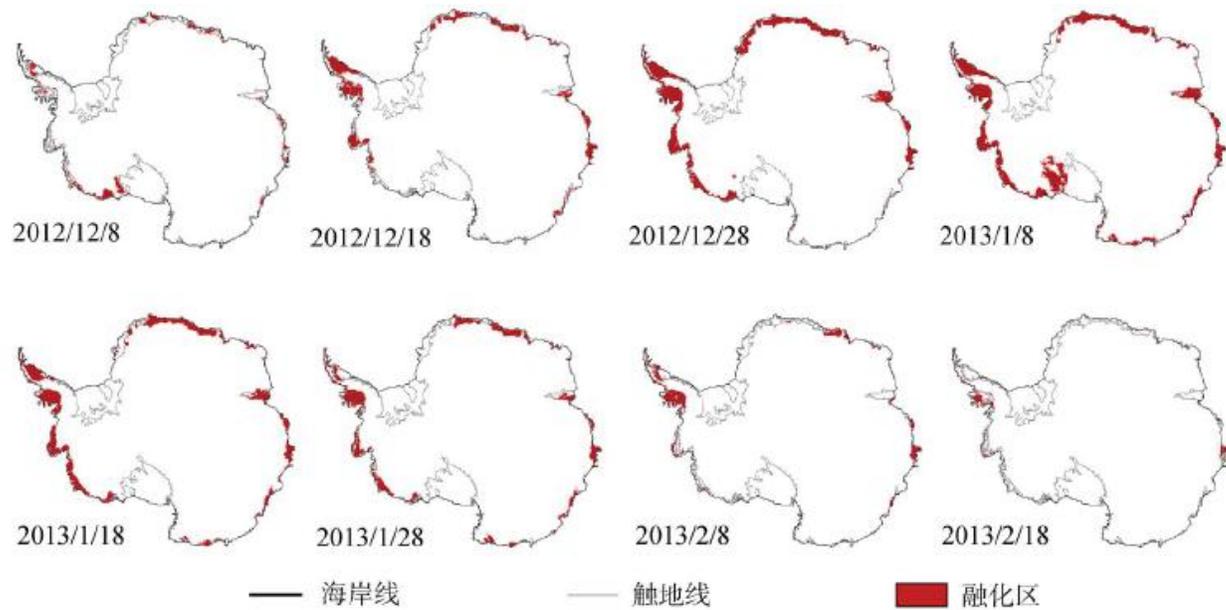


北半球&南半球

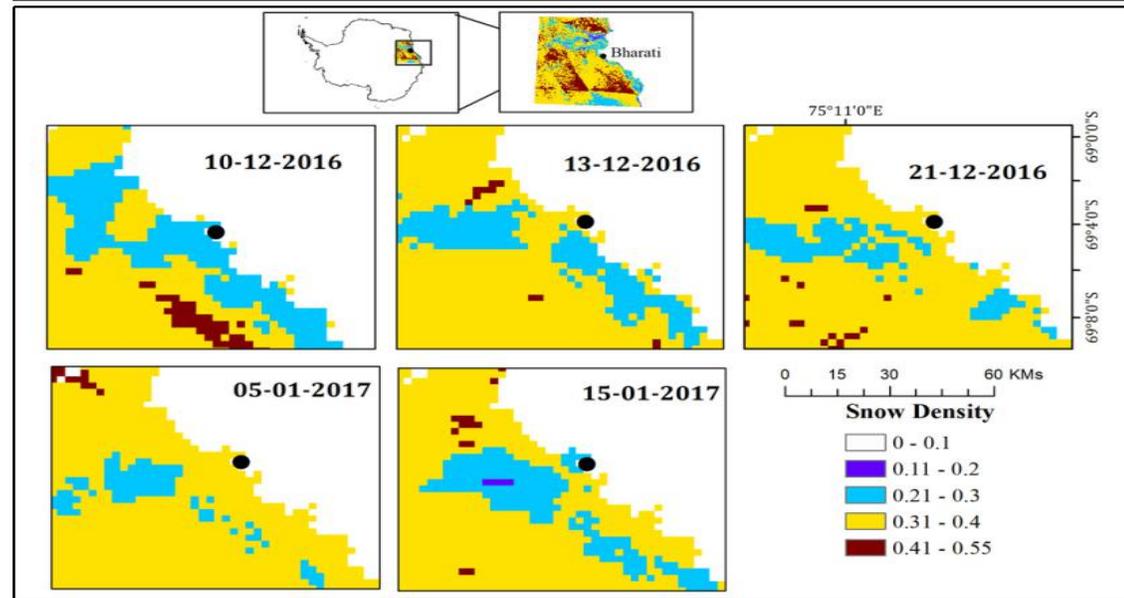
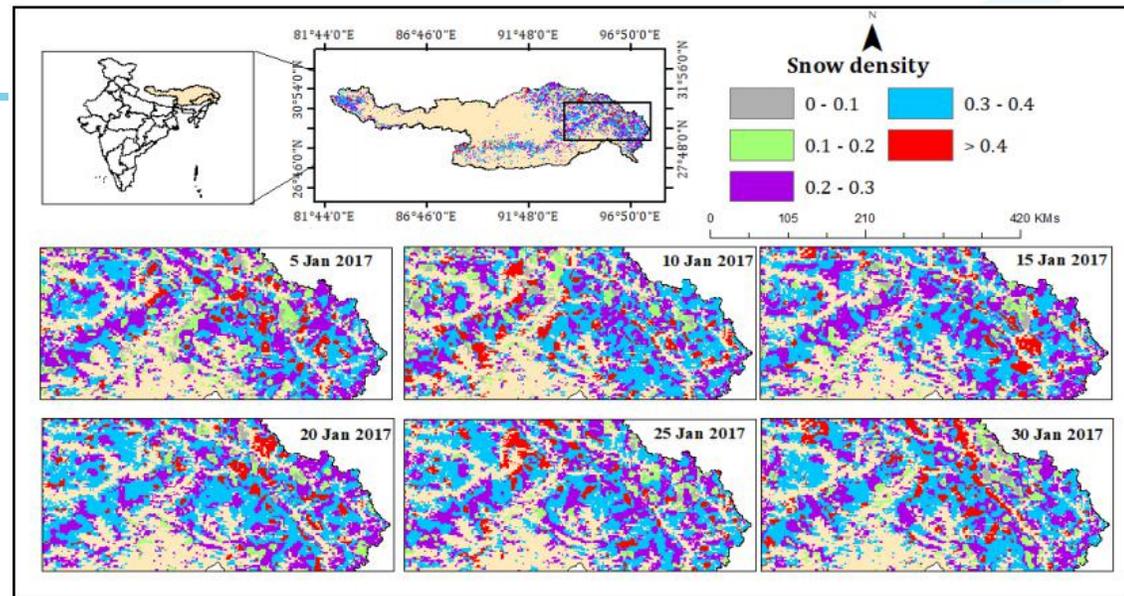
(翟晓春)



# 四、仪器典型产品及应用潜力



冰盖冻融检测

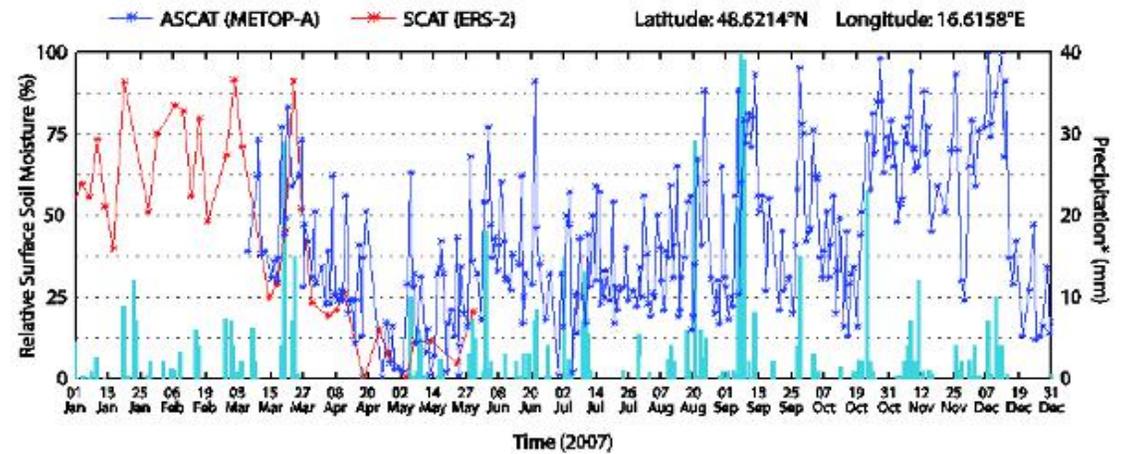
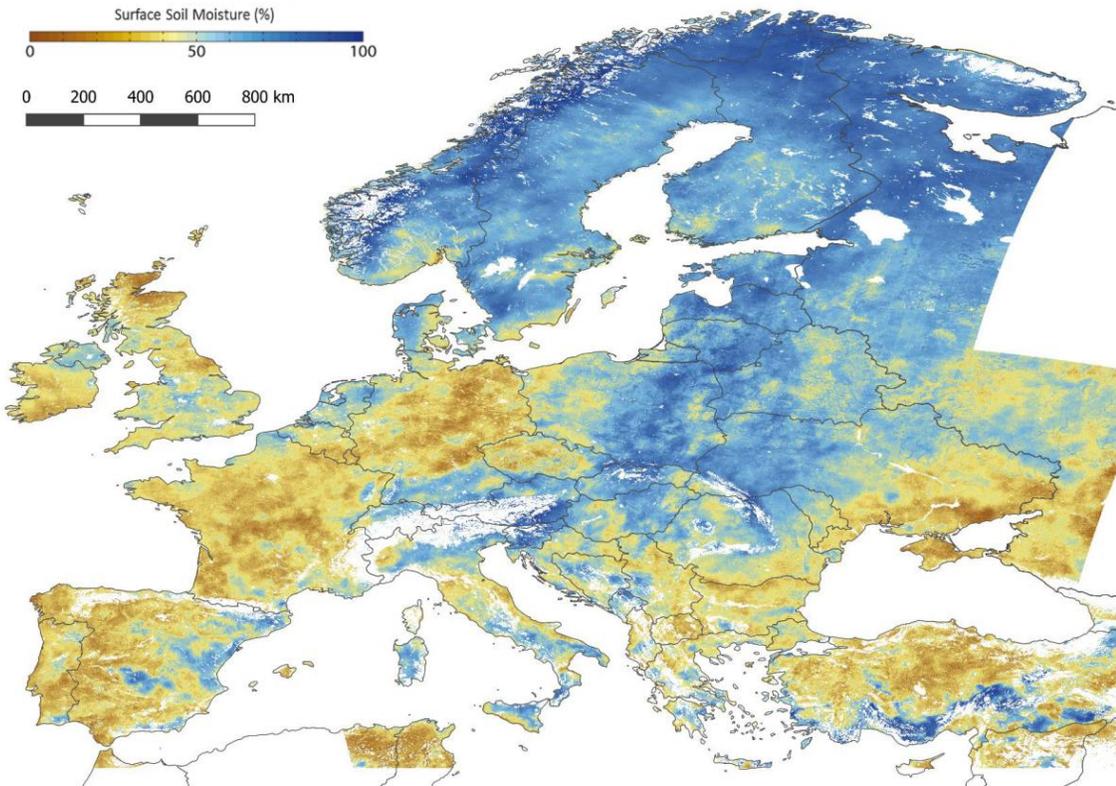


积雪密度估算

(前人研究成果)



# 四、仪器典型产品及应用潜力



\*DIS12.0 GPC data.  
Nearest meteorological station: WMO No.:11032 (POYSBORH)

## 土壤湿度

(前人研究成果)



- **FY-3E/WindRAD**仪器于**2021.07~2021.12**完成在轨测试，仪器状态稳定；
- 关键性能指标满足指标要求。
- **FY-3E/WindRAD**观测数据可应用于数值预报资料同化、全球海面风场反演、海冰、冰盖冻融、积雪密度、土壤湿度等产品开发。
- **2022.01**之后数据可以提供试用，**后续仍会调整。**
- 目前尚存在的问题：
  - 全新仪器，数据处理工作尚未结束，仍处于调优阶段
  - 在轨天线方向图待确认
  - 定标系数待更新
  - Ku波段后向散射偏大



**欢迎使用FY-3E WindRAD数据  
提出宝贵意见**

**联系人：商建**

**shangjian@cma.gov.cn**