中 国 气 象 局
China Meteorological Administration

国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

FY-3E MWTS-III 仪器及数据介绍

汇报人：胡菊旸
国家卫星气象中心

2022. 01. 07　　中国. 北京

目录

CONTENTS

仪器简介 01

仪器性能及数据质量 02

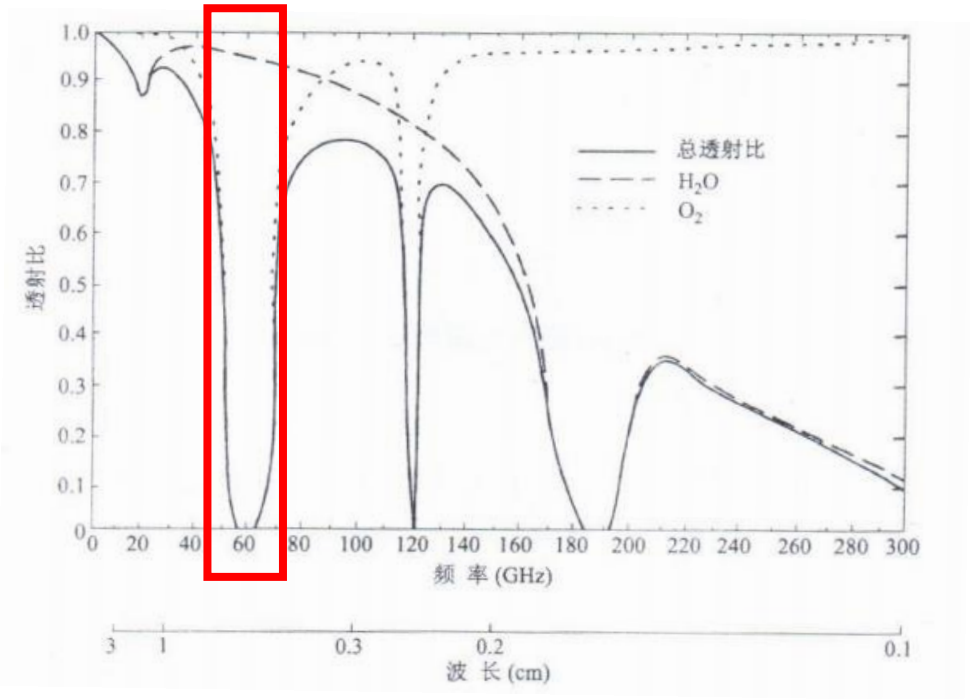
L1产品及使用指南 03

仪器典型产品及应用潜力 04

一、仪器简介

- 微波温度计（MWTS：MicroWave Temperature Sounder）

体温计+CT



（引自Liou《大气辐射导论》）

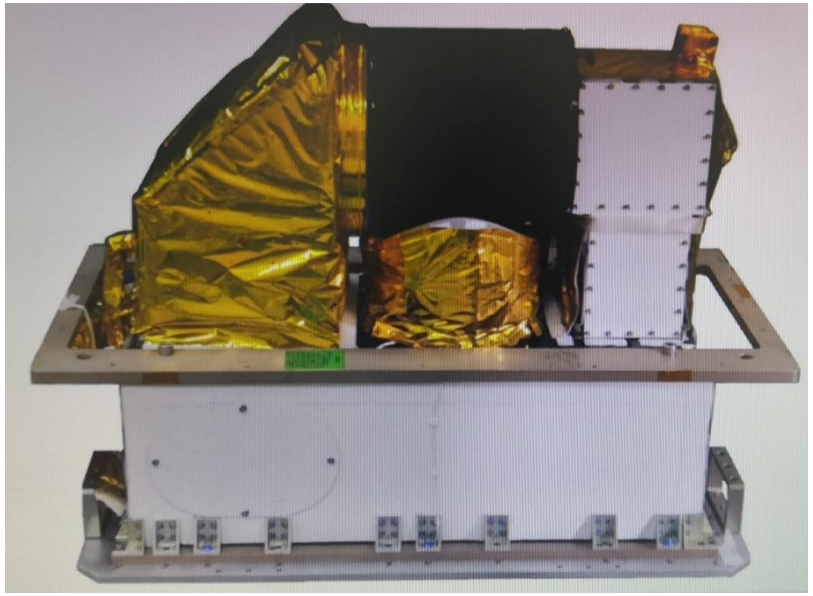
风云三号MWTS概况

卫星	仪器	工作时间
FY-3A	MWTS	2008.07.01~2013.05.06
FY-3B	MWTS	2010.11.11~2014.02.21
FY-3C	MWTS-II	2013.09.30~2015.02.28
FY-3D	MWTS-II	2017.11.25~
FY-3E	MWTS-III	2021.7.9~

一、仪器简介

微波温度计（III型）可以全天时、全天候观测大气垂直温度分布及其它全球气象信息，可以助力数值天气预报，提高天气预报的准确性。

微波温度计-III型在微波温度计-II型的基础上，提高了探测能力和性能指标。从原有50~60GHz频带上设置的**13个通道**增加到了**17个通道**，包括增加23.8GHz水汽柱总量测量通道，31.4GHz窗区通道，以及可进行对流层4 km和6 km高度温度探测的53.246±0.08GHz和53.948±0.081GHz通道。



参　　数	FY-3E 指　标	FY-3D 指　标
对地扫描张角	±53.35°　±0.2°	±49.5°　±0.2°
波束宽度	2.2°　（@53.596GHz）	2.2°　（@53.596GHz）
星上校正黑体	2个(暖黑体、冷空)	2个(暖黑体、冷空)
扫描点数	98个	90个
量化等级	14比特	13比特

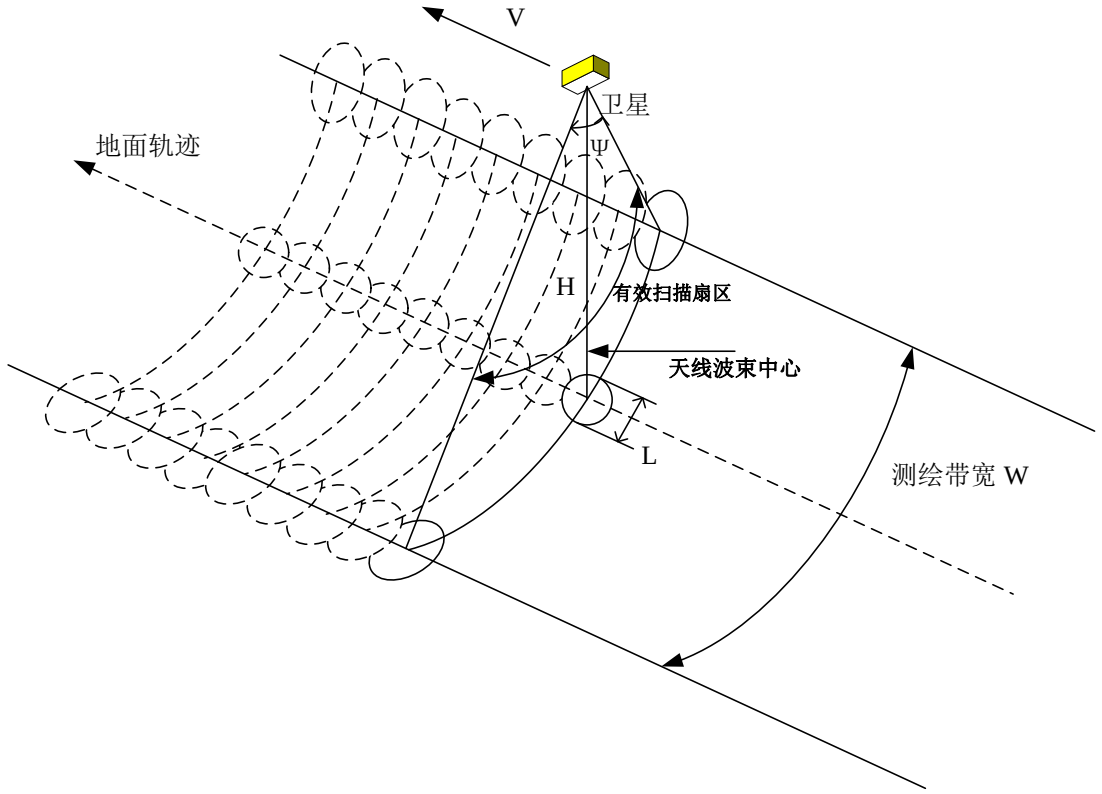
一、仪器简介

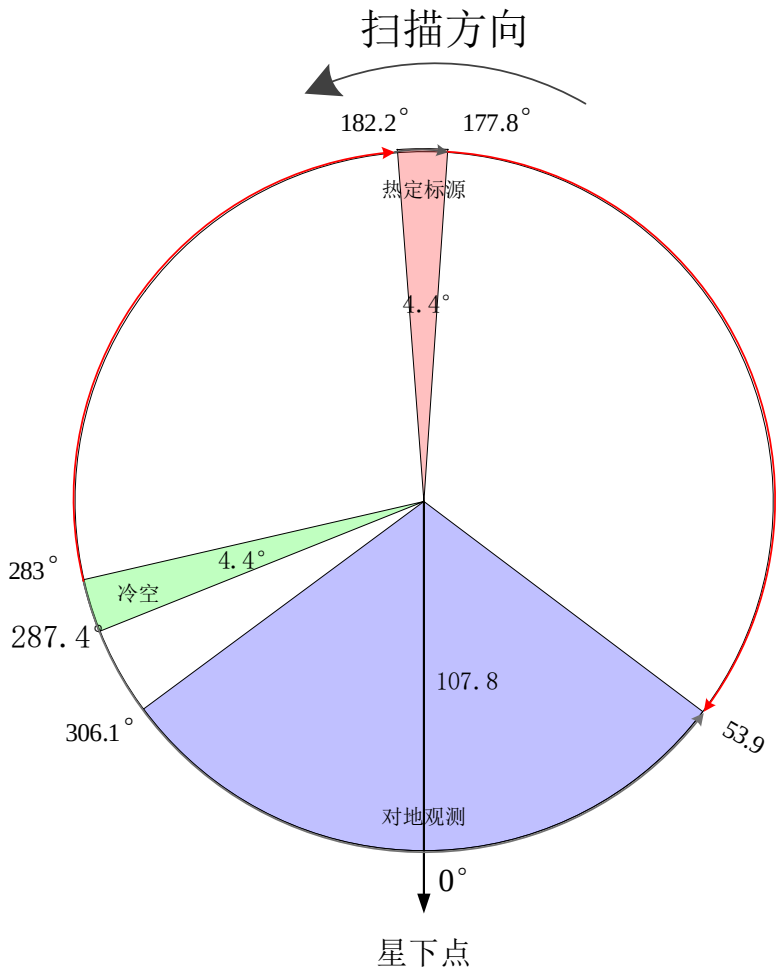
微波温度计通道特性参数

通道	中心频率（GHz）	3dB带宽（MHz）	灵敏度最低/期望（K）	FY-3D MWTS-II 灵敏度	主波束效率	极化方向	定标精度（K）	MWTS-II 通道号	ATMS 通道号	AMSU-A 通道号	用途及敏感高度(hPa)
1	23.8	270	0.4/0.3		≥95%	QH	1.2/0.8		1	1	地面
2	31.4	180	0.45/0.35		≥95%	QH	1.2/0.8		2	2	地面
3	50.3	180	0.45/0.35	1.2	≥95%	QV	1.2/0.8	1	3	3	618
4	51.76	400	0.3/0.3	0.75	≥95%	QV	1.2/0.8	2	4		575
5	52.8	400	0.3/0.3	0.75	≥95%	QV	1.2/0.8	3	5	4	490
6	53.246±0.08	2*140	0.35/0.35		≥95%	QV	1.2/0.8				410
7	53.596±0.115	2*170	0.3/0.3	0.75	≥95%	QV	1.2/0.8	4	6	5	371
8	53.948±0.081	2*142	0.35/0.35		≥95%	QV	1.2/0.8				300
9	54.40	400	0.3/0.3	0.75	≥95%	QV	1.2/0.8	5	7	6	208
10	54.94	400	0.3/0.3	0. 75	≥95%	QV	1.2/0.8	6	8	7	135
11	55.50	330	0.3/0.3	0. 75	≥95%	QV	1.2/0.8	7	9	8	97
12	57.290344(fo)	330	0.7/0.6	0. 75	≥95%	QV	1.5/1.2	8	10	9	55
13	fo±0.217	2*78	0.9/0.7	1.2	≥95%	QV	1.5/1.2	9	11	10	28
14	fo±0.3222±0.048	4*36	0.9/0.8	1.2	≥95%	QV	1.5/1.2	10	12	11	13
15	fo±0.3222±0.022	4*16	1.3/1.0	1.7	≥95%	QV	1.5/1.2	11	13	12	7
16	fo±0.3222±0.010	4*8	1.6/1.2	2.4	≥95%	QV	1.5/1.2	12	14	13	3
17	fo±0.3222±0.0045	4*3	2.8/2.1	3.6	≥95%	QV	2.5/1.5	13	15	14	1

NSMC

• 扫描模式





三种运行模式：

- 定点模式
- **匀速模式**
- 变速模式

相对MWTS-II改进小结

- 优化了**天线设计**，由抛物反射面扫描，改为平面反射面扫描，抛物反射面只实现聚焦功能。适应了增加探测频段的需求，提高了天线主波束效率，并减小了天线效率随扫描角的波动。
- **新研了23.8GHz和31.4GHz直接检波接收机**，完成了毫米波极化栅网、V频段波导开关等关键部件的技术攻关。
- 优化了接收通道的设计，进一步**提升了测温灵敏度和稳定性**。
- 优化了**探测头部的结构布局**，满足了天线和接收通道的设计要求，并适应了卫星布局的要求，减小了冷空定标的杂散干扰。

MWTS-III发射后开机、在轨调整、数据处理概况

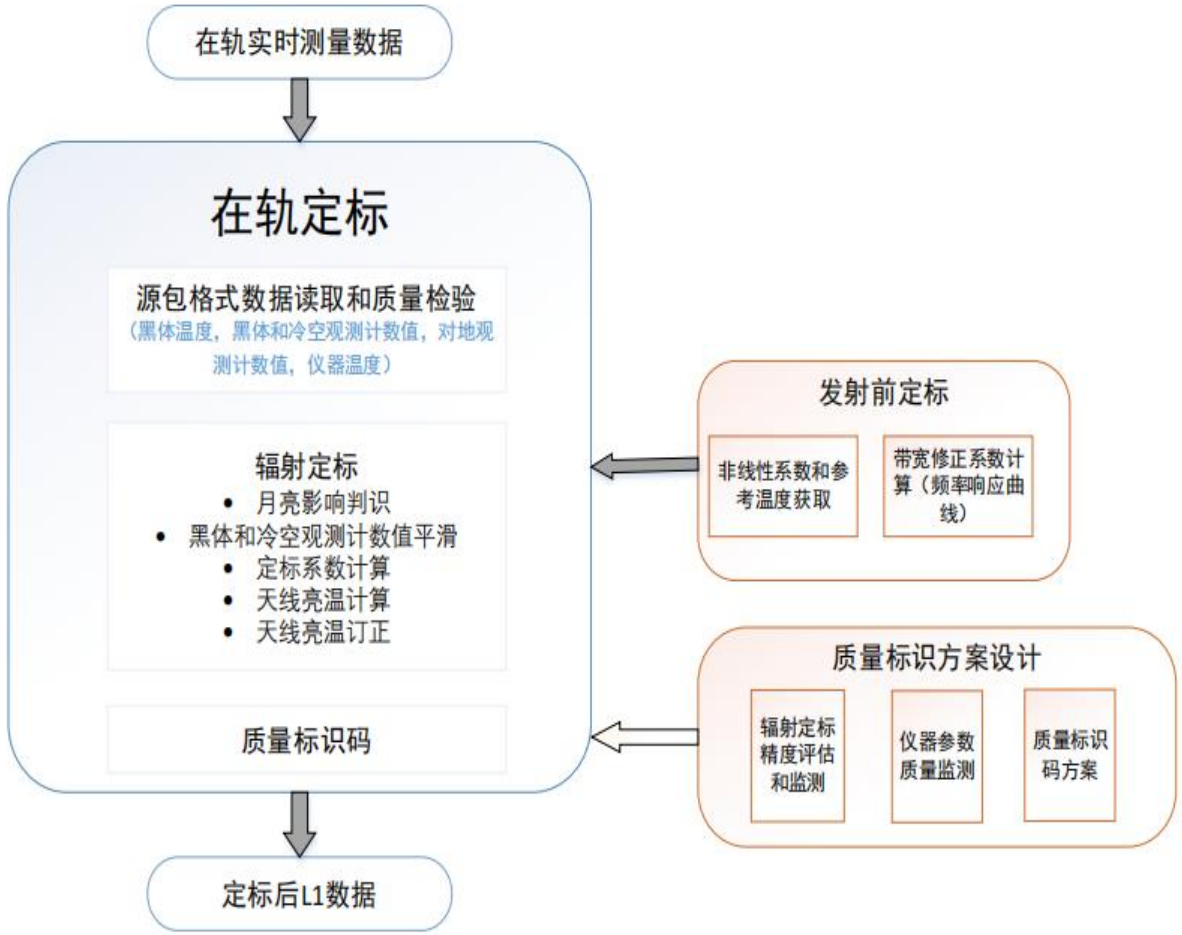
序号	日期	事件
1	07.05	07:28（BJT）E星发射成功
2	07.09	17:05（BJT）MWTS-III开机，数据接收正常
3	09.09	9:48（BJT）上注调整天线指向

观测数据处理流程

数据解码 → 质检 → 定位 → 定标

在轨实时监测

仪器状态参数监测 → 模拟数据对比定标质量评估（O-B） → 同类型仪器数据对比定标质量评估（SNO）



二、MWTS-III仪器性能及L1数据质量

1、仪器温度

2、灵敏度

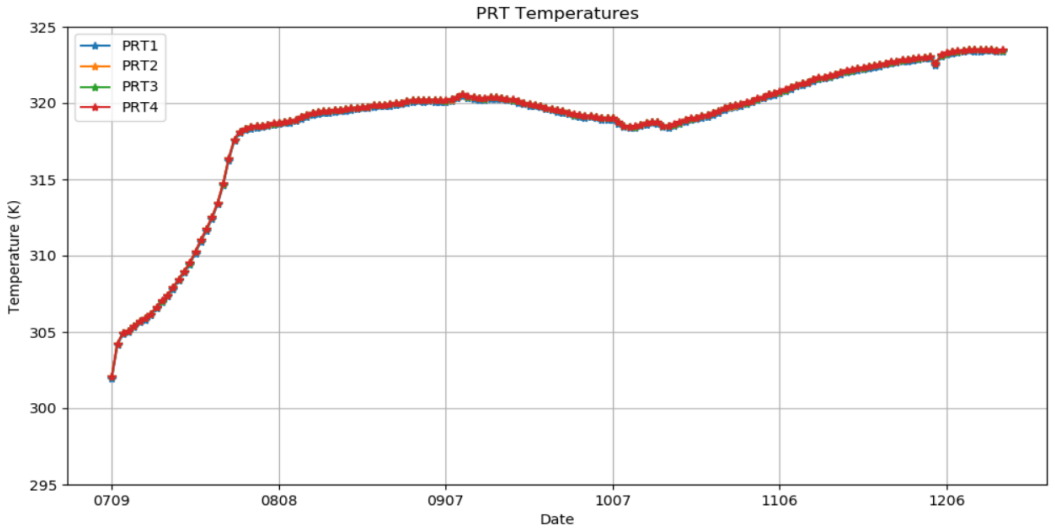
3、定标精度

4、定标稳定性

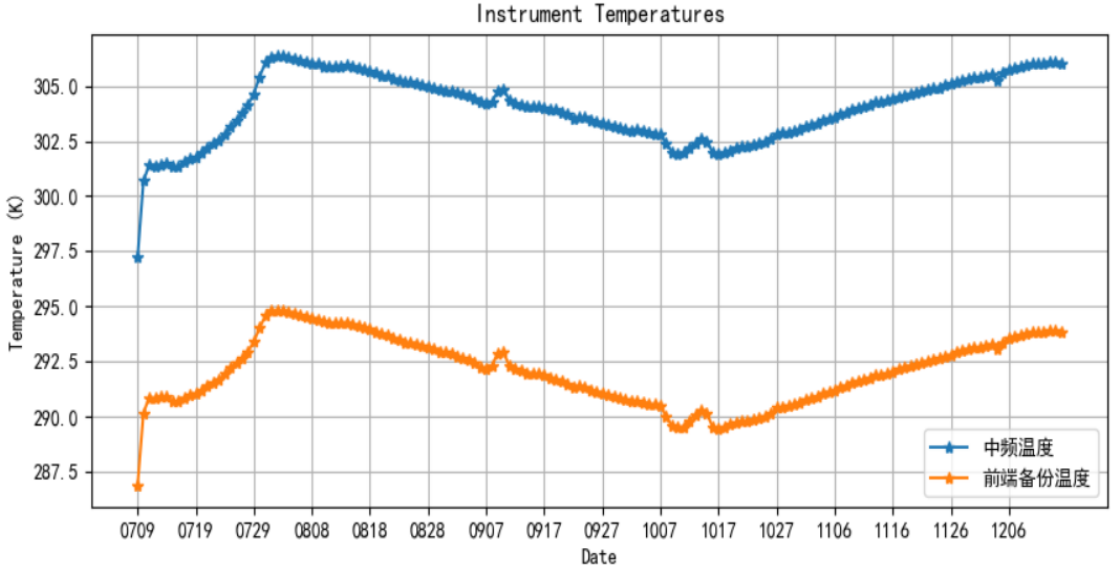
二、MWTS-III仪器性能及L1数据质量

仪器的温度特性

热源黑体温度测量值



前端温度和中频温度



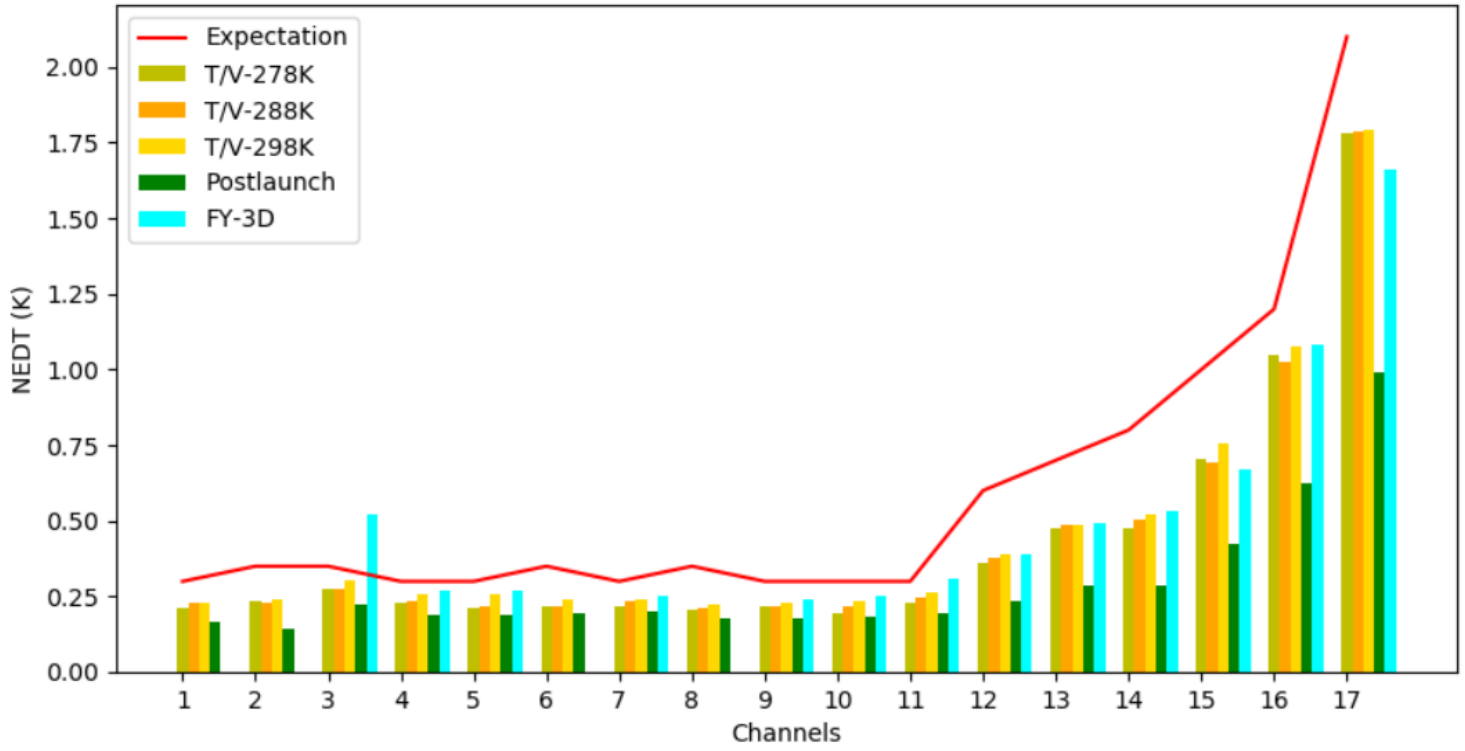
仪器在轨温度比上下午轨道上仪器温度高，且变化大。

二、MWTS-III仪器性能及L1数据质量

灵敏度

$$\Delta T = \frac{T_w - T_c}{V_w - V_c}\sqrt{(V_{crms}^2 + V_{wrms}^2)/2}$$

- 真空实验，工况温度分别为5℃，15 ℃，25 ℃时灵敏度均符合设计指标。
- 在轨测试，各通道灵敏度均符合设计指标，且优于真空实验结果。



二、MWTS-III仪器性能及L1数据质量

定标精度

评估数据：

1）同类型仪器观测数据：JPSS-1 ATMS

2）模拟亮温数据：RTTOV+ERA5

对比方案：

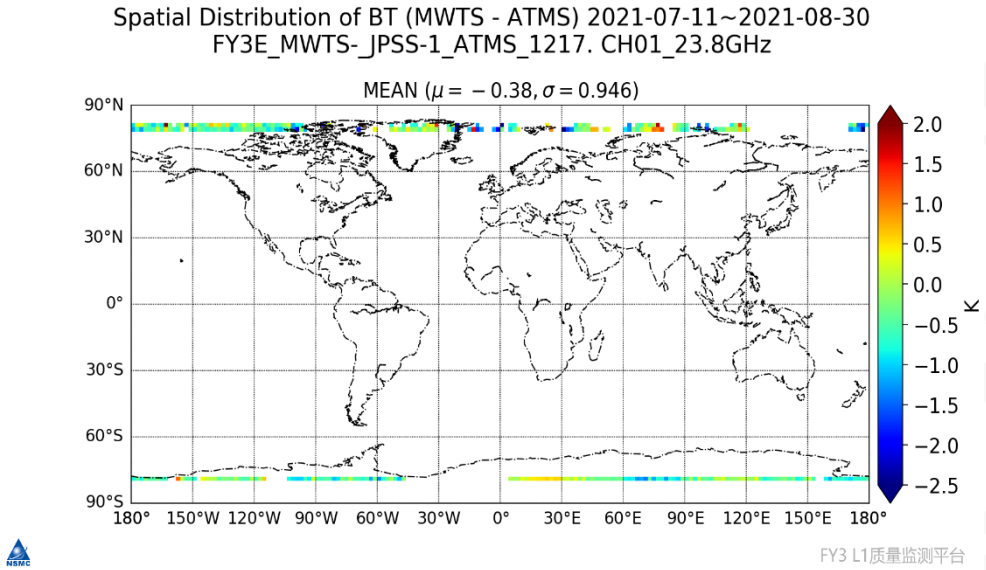
1）星下点左右两个像元；

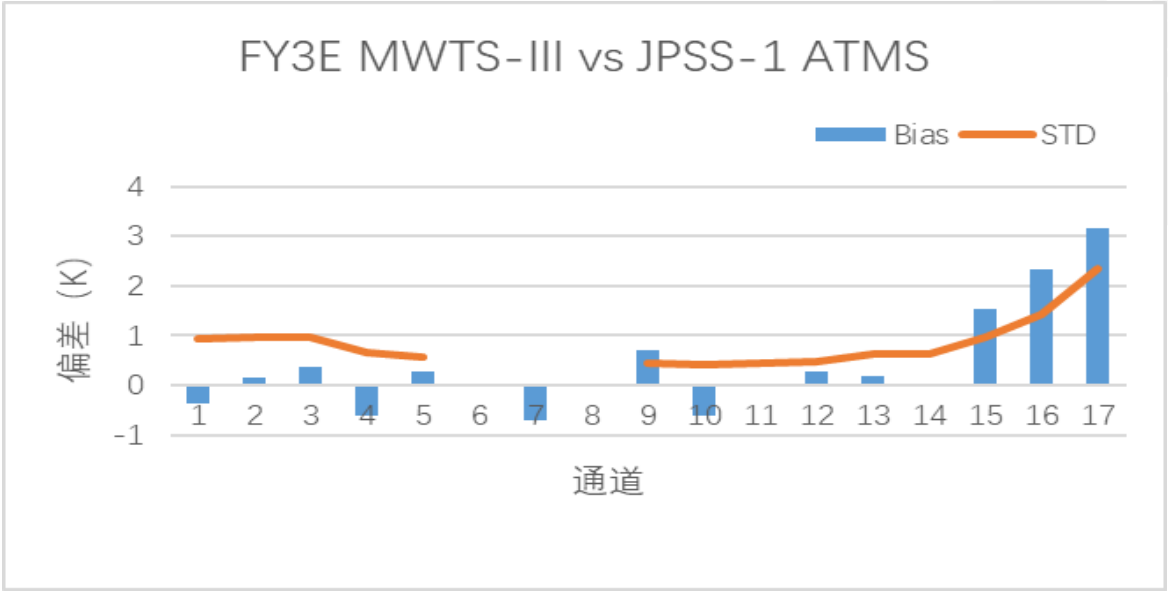
2）过境时间20分钟以内；

3）像元经纬度距离小于15km

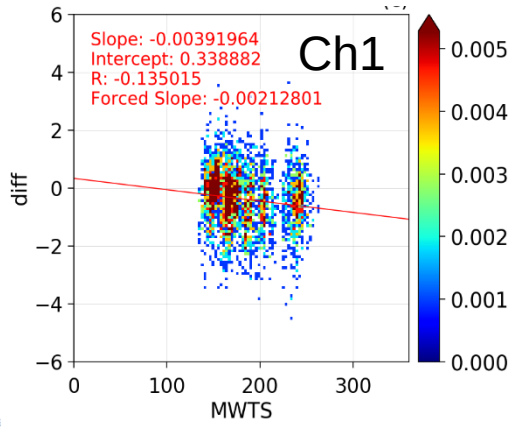
数据范围：

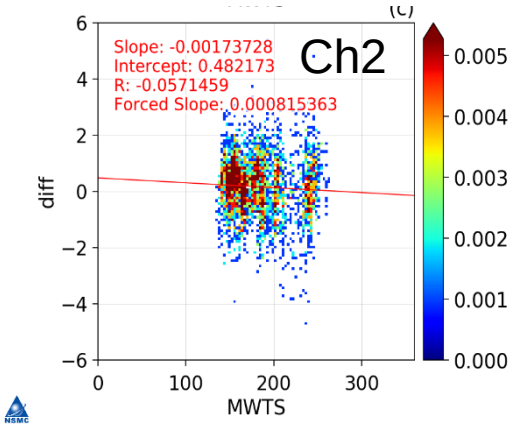
2021.7.10-8.30

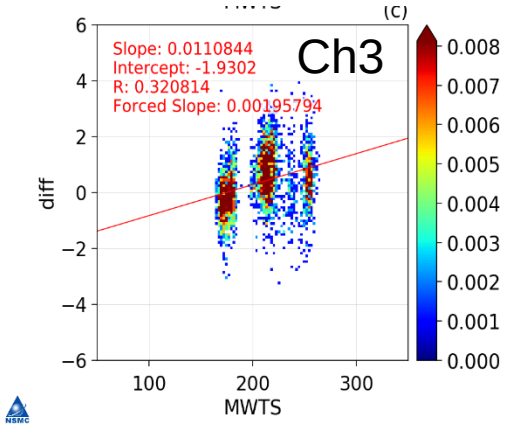


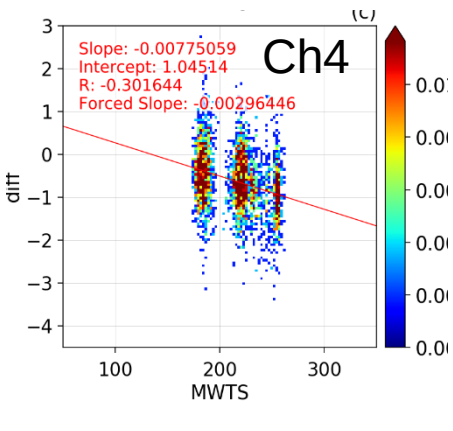


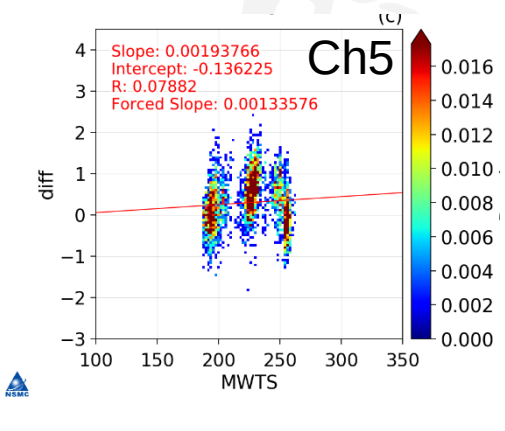
通道偏差随场景亮温分布

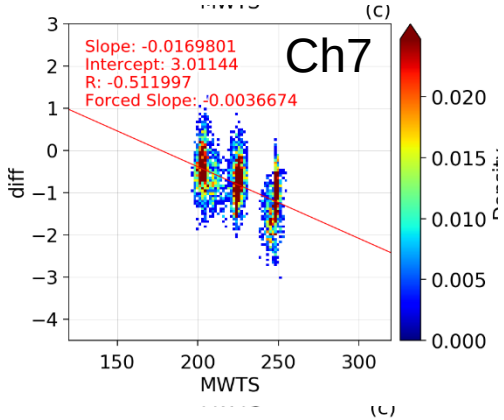


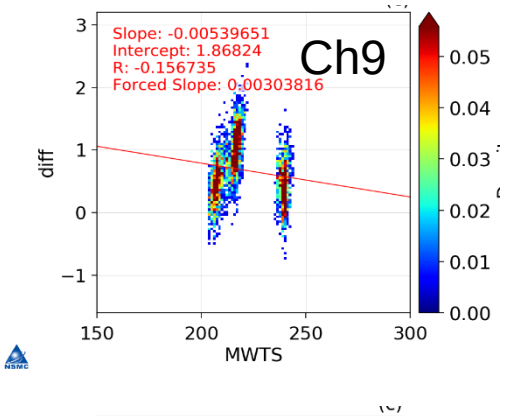


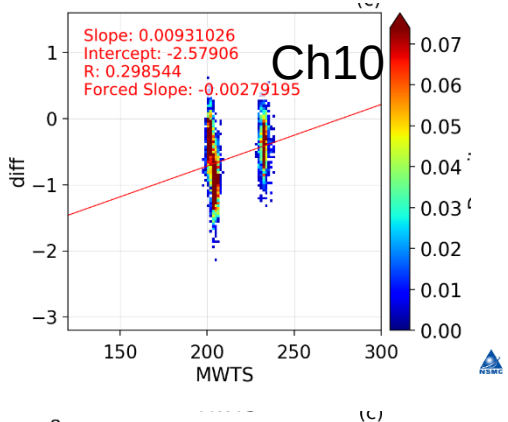


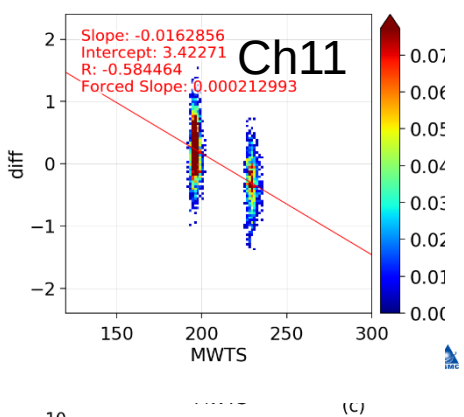


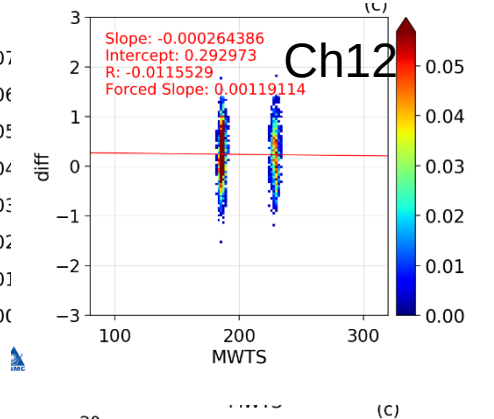


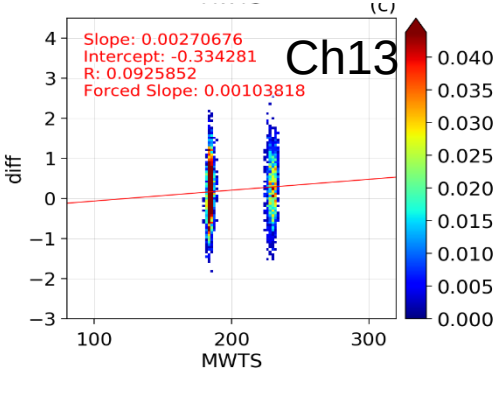


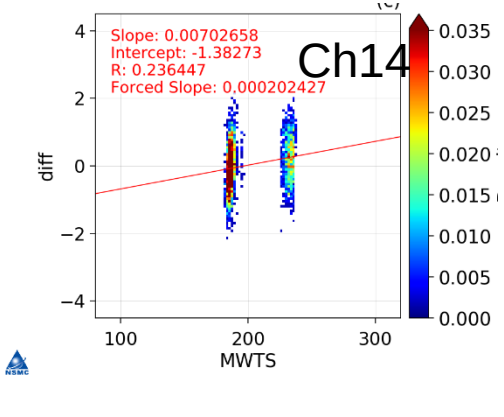


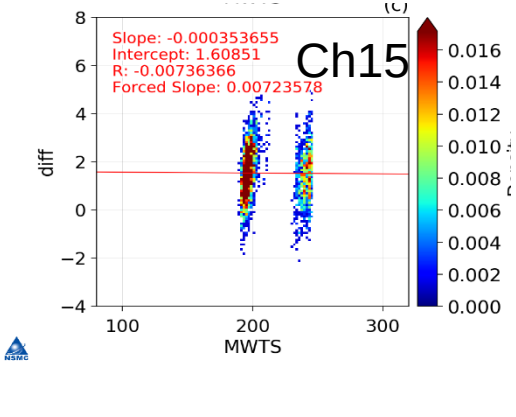


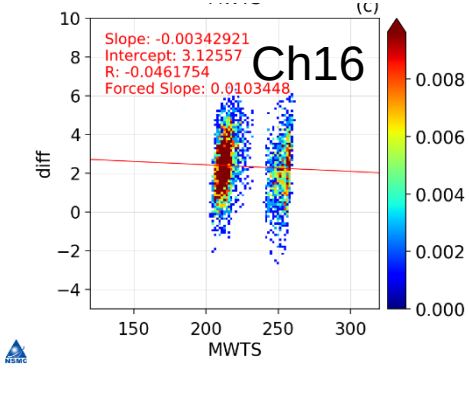


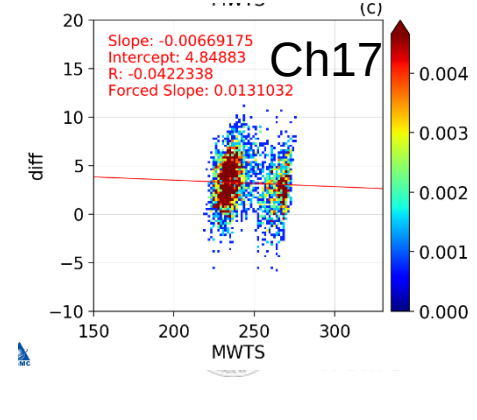












二、MWTS-III仪器性能及L1数据质量

定标精度

评估数据：

1）同类型仪器观测数据：JPSS-1 ATMS

2）模拟亮温数据：RTTOV+ERA5

对比样本筛选方案：

1）晴空（用ERA5云水和云冰含量判识）

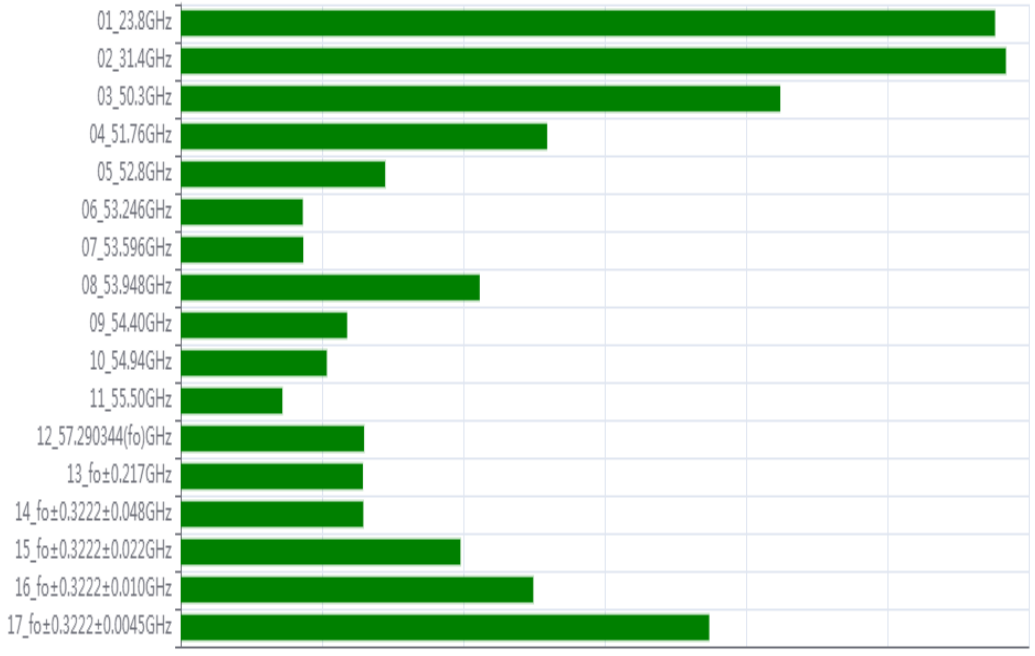
2）海洋

3）南北纬60°以内

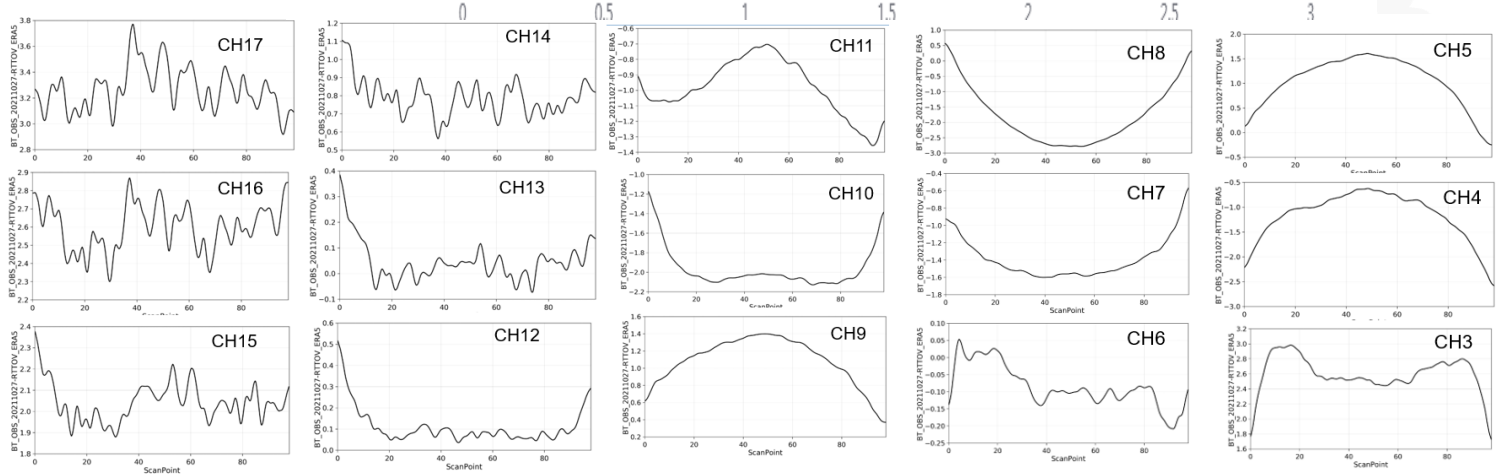
时间：

2021.7.10-11.5

O-B的标准差：高层和底层通道大，中间通道小



O-B随扫描位置偏差：各位置间差异较小



二、MWTS-III仪器性能及L1数据质量

定标精度稳定性　与模拟亮温数据（RTTOV+ERA5）对比偏差

Diagram of FY3E MWTS ERA5 20211220 LZA 03_50.3GHz

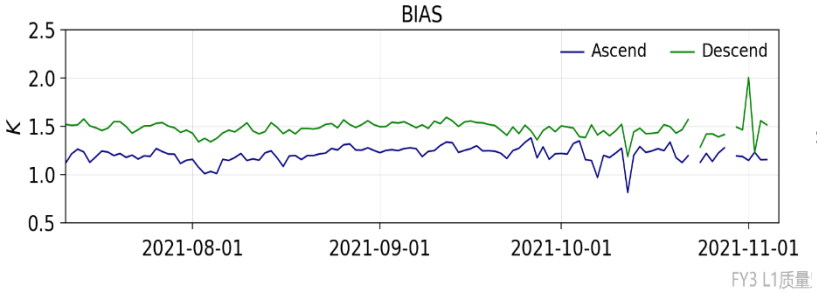


Diagram of FY3E MWTS ERA5 20211220 LZA 06_53.246GHz

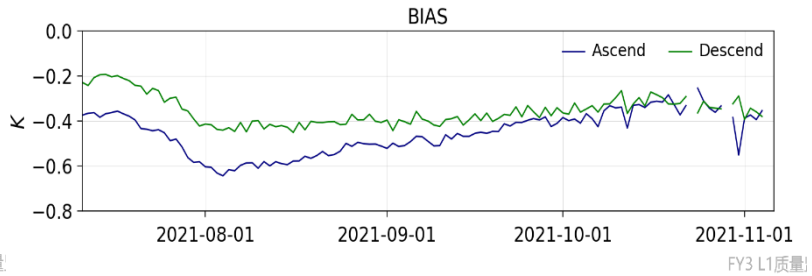


Diagram of FY3E MWTS ERA5 20211220 LZA 09_54.40GHz

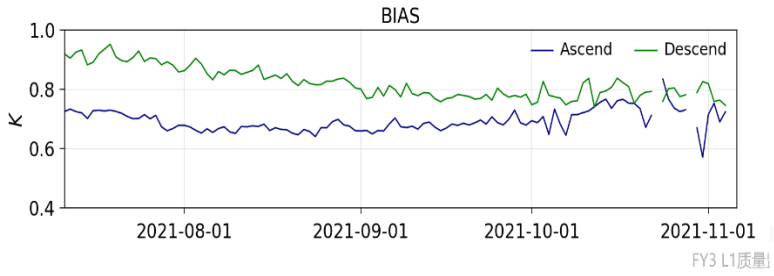


Diagram of FY3E MWTS ERA5 20211220 LZA 04_51.76GHz

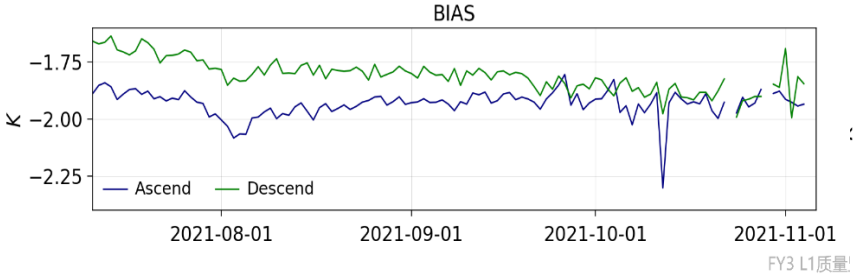


Diagram of FY3E MWTS ERA5 20211220 LZA 07_53.596GHz

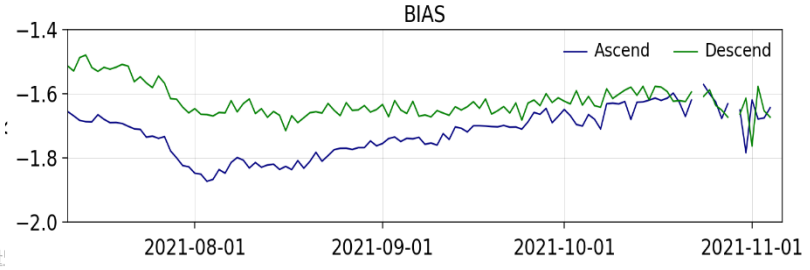


Diagram of FY3E MWTS ERA5 20211220 LZA 10_54.94GHz

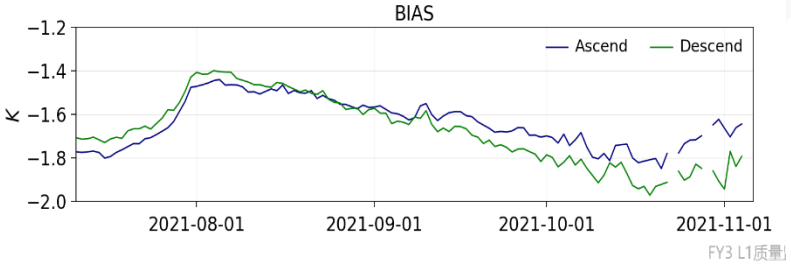


Diagram of FY3E MWTS ERA5 20211220 LZA 05_52.8GHz

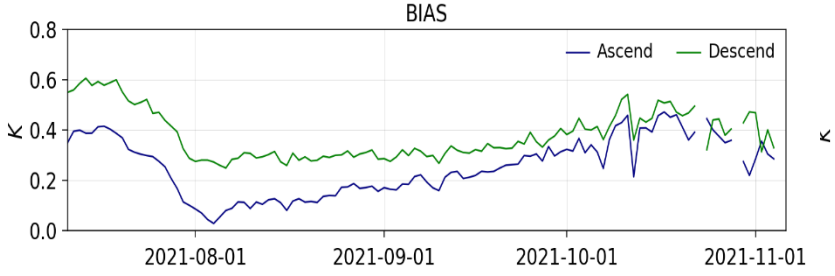


Diagram of FY3E MWTS ERA5 20211220 LZA 08_53.948GHz

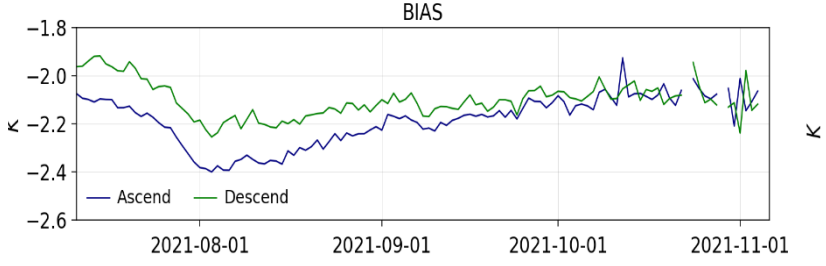
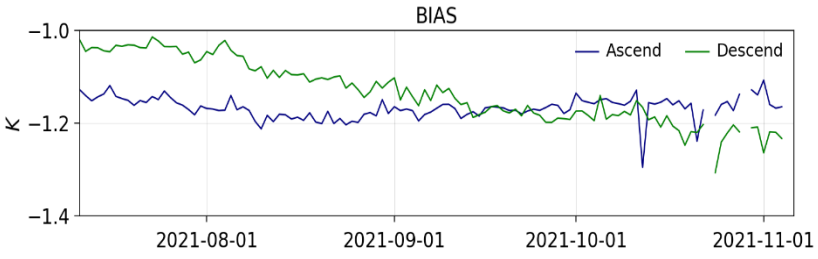


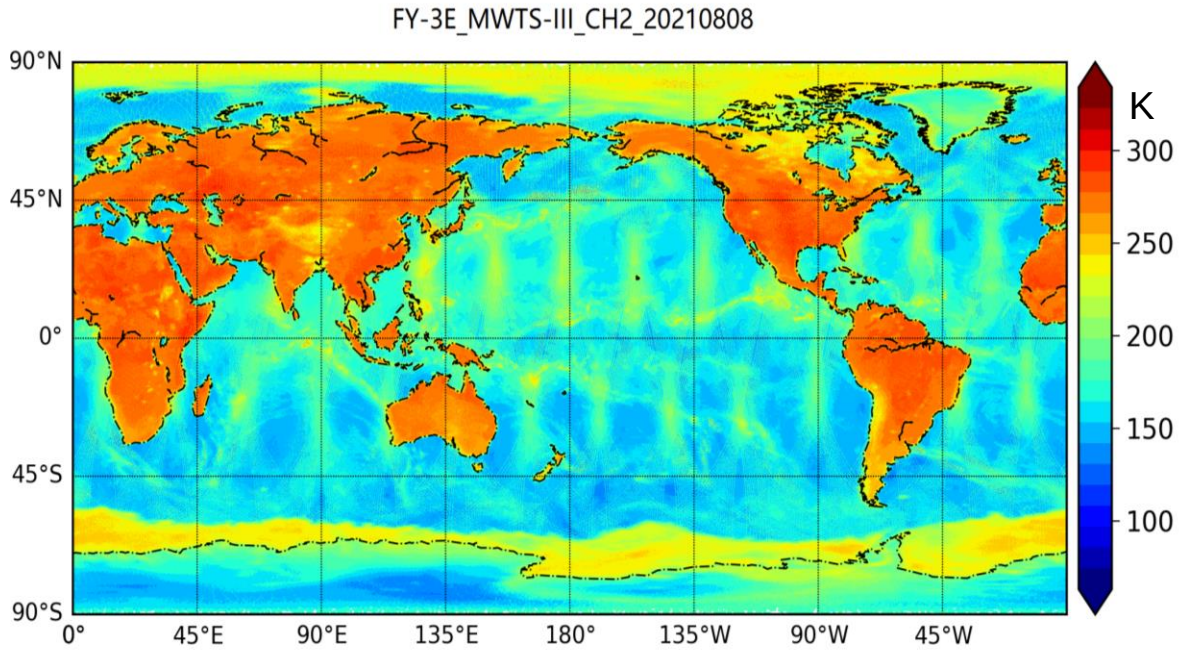
Diagram of FY3E MWTS ERA5 20211220 LZA 11_55.50GHz



三、L1产品及使用指南

- L1产品数据格式
- L1产品使用说明
- 数据获取及使用方式

L1产品：定标后数据

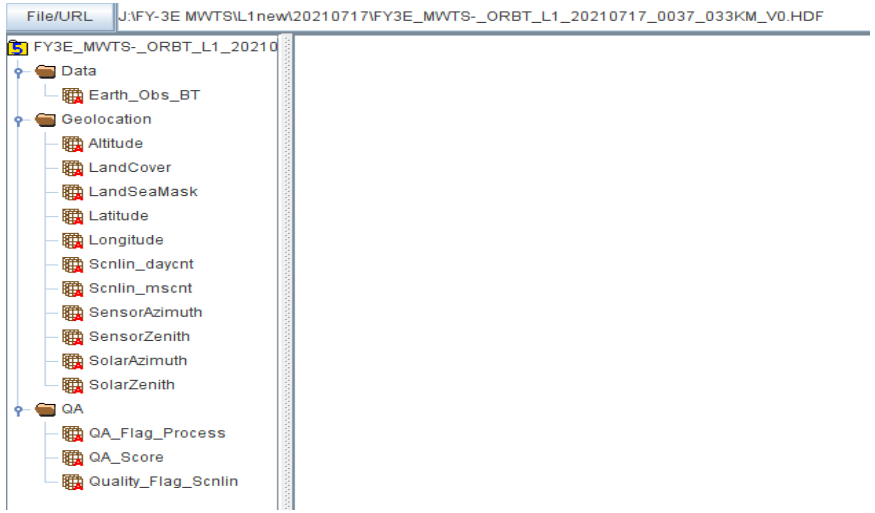


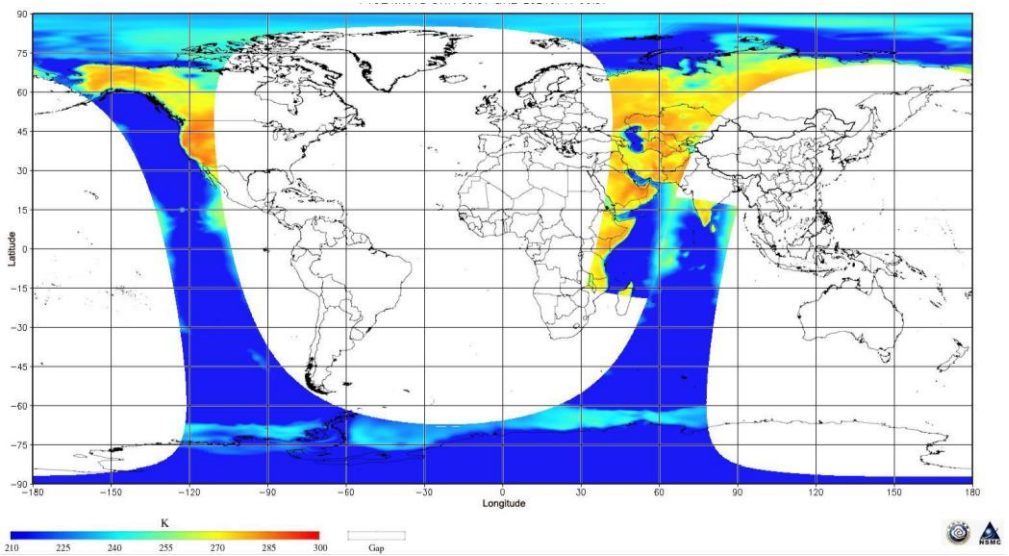
• L1产品数据格式

文件名：FY3E_MWTS-_ORBT_L1_20210717_0037_033KM_V0.HDF

FY-3E/ MWTS-III的核心科学数据集

科学数据集				
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
Geolocation Fields	SDS1	Latitude	Latitude	逐像元纬度
	SDS2	Longitude	Longitude	逐像元经度
	SDS3	Altitude	Altitude of each pixel on earth topography with terrain correction	地形校正后的大地高度
	SDS4	LandSeaMask	Land Sea Mask	海陆掩码
	SDS5	LandCover	Land Cover	陆地覆盖类型
	SDS6	SolarAzimuth	Solar Azimuth	太阳方位角
	SDS7	SolarZenith	Solar Zenith	太阳天顶角
	SDS8	SensorAzimuth	Sensor Azimuth	仪器方位角
	SDS9	SensorZenith	Sensor Zenith	仪器天顶角
	SDS10	Scnlin_daycnt	Scan Line Time (day count)	扫描线天计数
	SDS11	Scnlin_mscnt	Scan Line Time (milliseconds count)	扫描线毫秒计数
Data Fields	SDS12	Earth_Obs_BT	Earth Observation Brightness Temperature	对地观测亮温
QA Fields	SDS13	Quality_Flag_Scnlin	QA Flag for Scanline	扫描线预处理质量标识
	SDS14	QA_Flag_Process		处理过程质量标志
	SDS15	QA_Score	Earth Observation Brightness Temperature Quality Score	观测亮温质量评分





• L1产品使用说明

风云三号 E 星微波温度计-III 型

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 5
1.1 文档概述 5
1.2 依据文件 5
2. 仪器介绍 5
3. L1 产品处理简介 8
3.1 概述 8
3.2 产品处理 8
4. 数据简介 9
4.1 文件基本信息 9
4.2 核心科学数据集 10
4.2.1 辐射数据集 10
4.2.2 地理定位数据集 11
4.2.3 L1 产品质量码数据集 12
4.2.3.1 扫描线质量标识 13
4.2.3.2 处理过程质量码 13
4.2.3.3 质量评分 14
5. 数据服务 14

• L1产品使用说明

主要数据集介绍

a) 对地观测亮温

对地观测亮温（Earth_Obs_BT）数据集，包含了利用星上观测的冷空和黑体辐射两点定标，经过非线性订正、天线订正等修正后的各通道亮温值，单位为K。数据集维度为nch*nscan*98，即对每个通道，每条扫描线，每个扫描点有一个定标后亮温值。该数据集尺度因子为0.01，需要在应用之前进行尺度转换。

b) 经纬度

经纬度数据集名称分别为Latitude，Longitude，维数为nscan×98，nscan指一轨数据的扫描行数，98为对地扫描的FOV数目，也即对地观测的驻留步数。单位为度。

c) 扫描时间

时间包括天计数和毫秒计数两个数据集，天计数数据集名称为Scnlin_daycnt，FY-3系列卫星数据时间都是以2000年1月1日12时（世界时）为起始时间，天计数为相对于该起始时间的累加天数，毫秒计数数据集名称为Scnlin_mscnt，是指一天中的毫秒计数，以12时清零。这两个数据集维数均为nscan×1，每条扫描线一个扫描起始时刻计数值。

• L1产品使用说明

d) 仪器天顶角和方位角

卫星天顶角数据集名称为SensorZenith，定义的是地球表面观测像元中心与卫星的直线，与像元中心垂直于天顶方向直线的夹角，单位为度，有效值范围为0到180。仪器方位角数据集名称为SensorAzimuch，定义的是卫星在地平面投影地点与探元中心直线与参考方向（北方）之间的夹角，单位为度，有效值范围为0到360。这两个数据集数值的尺度因子均为0.01，需要在应用之前进行尺度转换。维数均为nscan×98，与经纬度维数意义一致。

e)太阳天顶角和方位角

太阳天顶角数据集名称为SolarZenith，定义的是地球表面观测像元中心与太阳的直线，与像元中心垂直于天顶方向直线的夹角，单位为度，有效值范围为0到180，90°表示太阳位于地平线以下。太阳方位角数据集名称为SolarAzimuth，定义的是定义的是太阳在地平面投影地点与探元中心直线与参考方向（北方）之间的夹角，单位为度，有效值范围为0到360。这两个数据集数值的尺度因子均为0.01，需要在应用之前进行尺度转换。维数均为nscan×98，与经纬度维数意义一致。

• L1产品使用说明

质量码数据集

- **扫描线质量标识**

扫描线质量码数据集名称为Quality_Flag_Scnlin，维数为nscan×1，每条扫描线上有一个扫描线质量码。

A: 扫描线总体预处理质量	=0，成功完成预处理(定标定位均成功)； =1，未能成功完成预处理；
B: 扫描线定标质量	=0，所有通道成功完成定标； =1，部分通道定标失败； =2，所有通道定标失败
C: 冷空观测数据污染情况	= 0 没有受污染； =1 受到污染
DE：扫描线定位质量	=00定位成功，GPS定位处理 =01定位成功，IOE定位处理 =02定位成功，TLE定位处理 =11时间码错误导致定位失败 =12三种定位技术均定位失败 =13其他因素导致定位失败

- **质量评分**

数据集名称为QA_Score，维数为17×nscan×98，每条扫描线每个波段每个FOV均有一个质量评分，评分码为0代表不可用数据，为100代表满足质量要求。

- **处理过程质量码**

处理过程质量码数据集名称为QA_flag_Process，维数为17×nscan×98，每条扫描线上每个波段上每个FOV均有一个质量码。

Bit0	= 1 DN值缺失或异常； = 0 DN值完整； 输入数据获取；
Bit1	= 1冷空计数值异常； = 0冷空计数值正常；
Bit2	= 1黑体计数值异常； = 0黑体计数值正常；
Bit3-4	=1 存在月亮污染 =0 无月亮污染
Bit5-6	=1，黑体温度异常； =0，黑体温度正常；
Bit7	=1，仪器温度>最高参考温度+5K, 或<最低参考温度-5K； =0，仪器温度在参考温度范围内；
Bit8	=1，定标亮温异常； =0，定标亮温在有效范围；
Bit9	=1，天线亮温异常； =0，天线亮温在有效范围

• 数据获取及使用方式

MWTS-III L1数据可从风云卫星遥感数据服务网获取：

http://satellite.nsmc.org.cn/

数据特性卡和ATBD文档在如下地址获取：

http://data.nsmc.org.cn，文档栏目

L1数据产品查看可以采用HDFView软件，官网下载地址：

https://www.hdfgroup.org/downloads/hdfview/

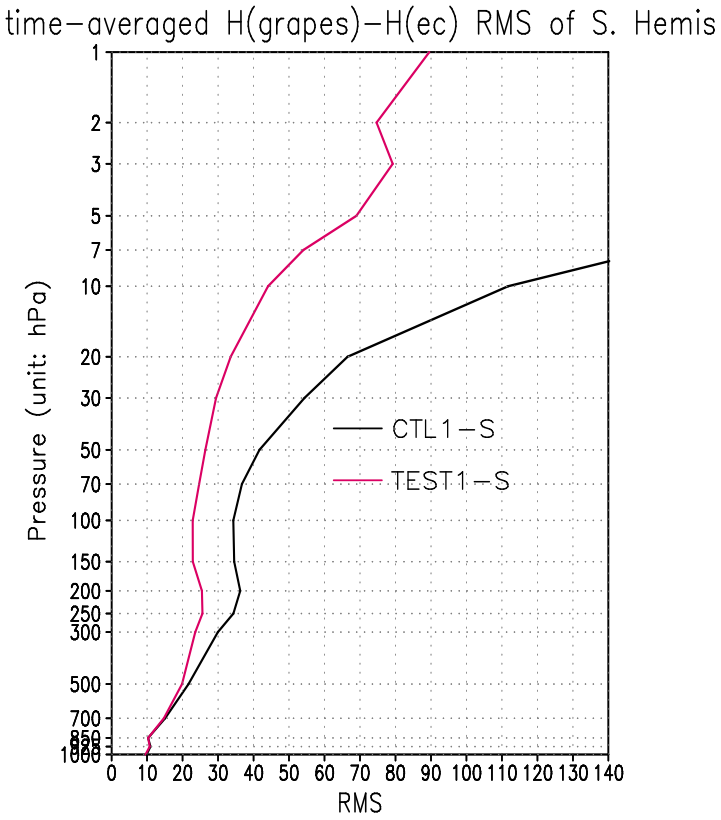
四、仪器典型产品及应用潜力-数值预报同化应用

FY-3E MWTS-III在CMA-GFS模式中的同化影响试验　　**分析误差显著降低**

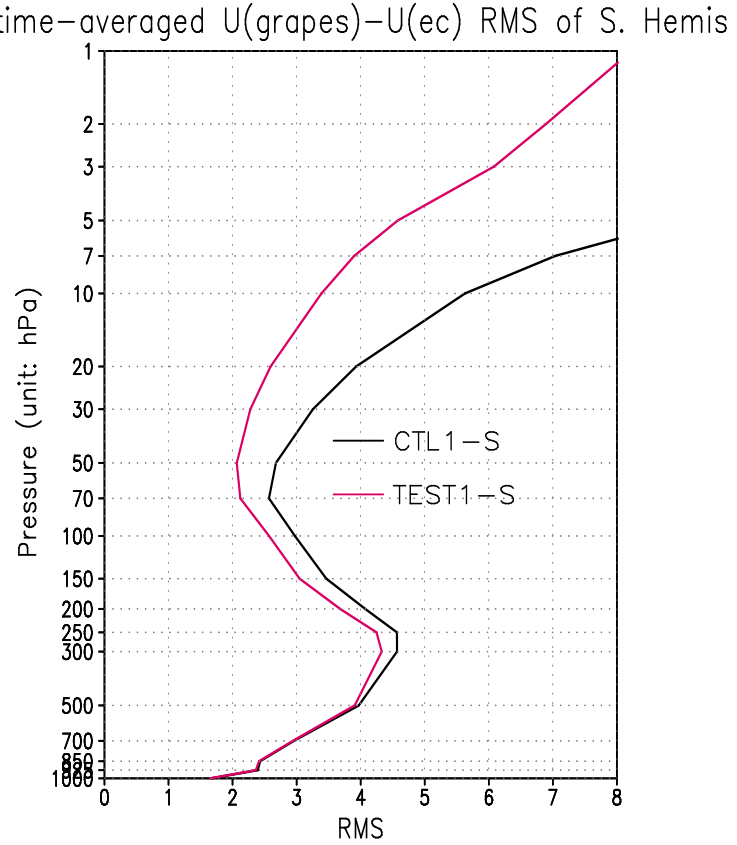
CTL1：常规资料

TEST1：常规资料 + FY-3E MWTS-III

重力位势高度



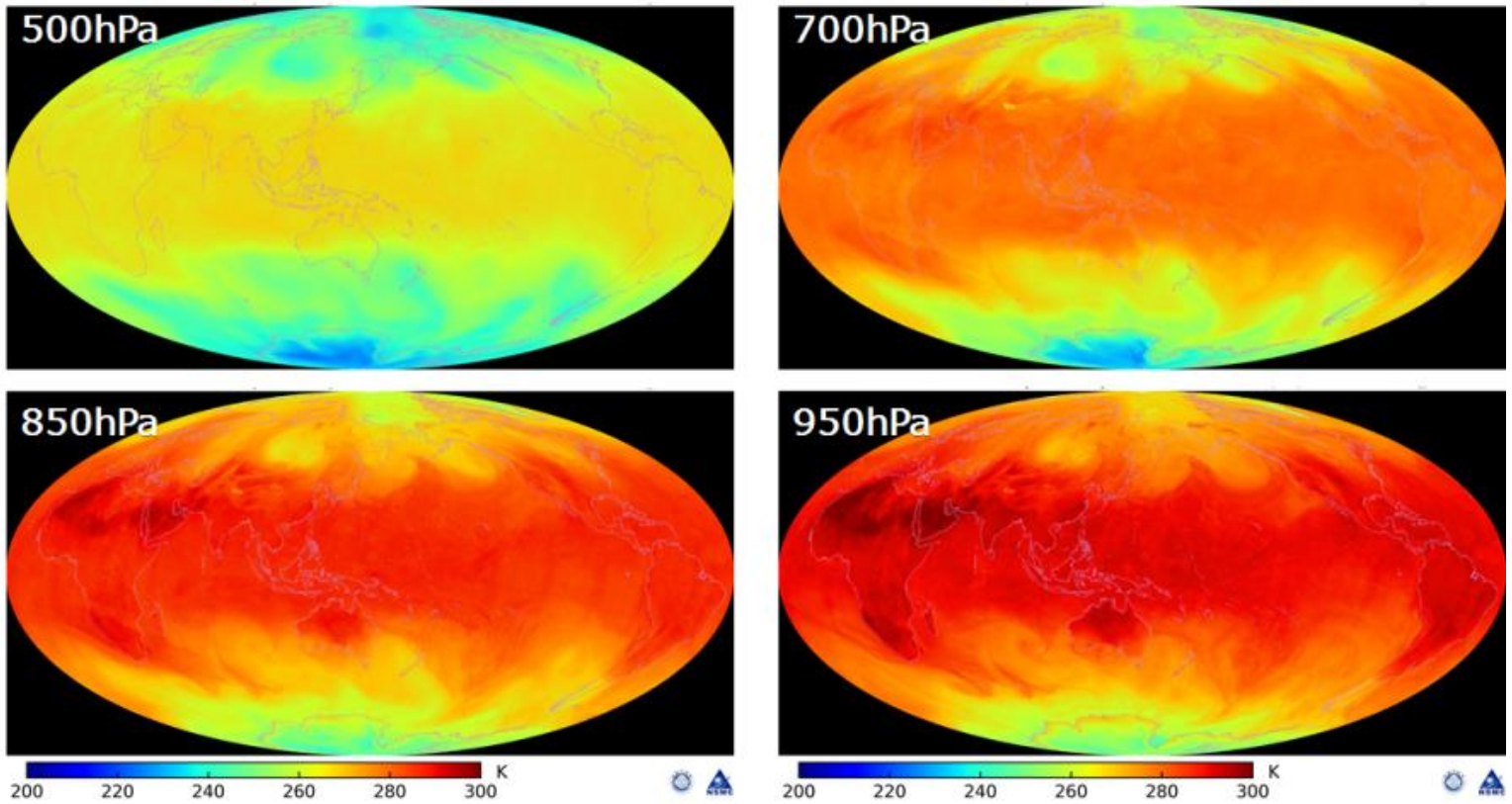
风场



（数值预报中心：李娟）

四、仪器典型产品及应用潜力-大气温度垂直廓线反演

Vertical section of atmospheric temperature

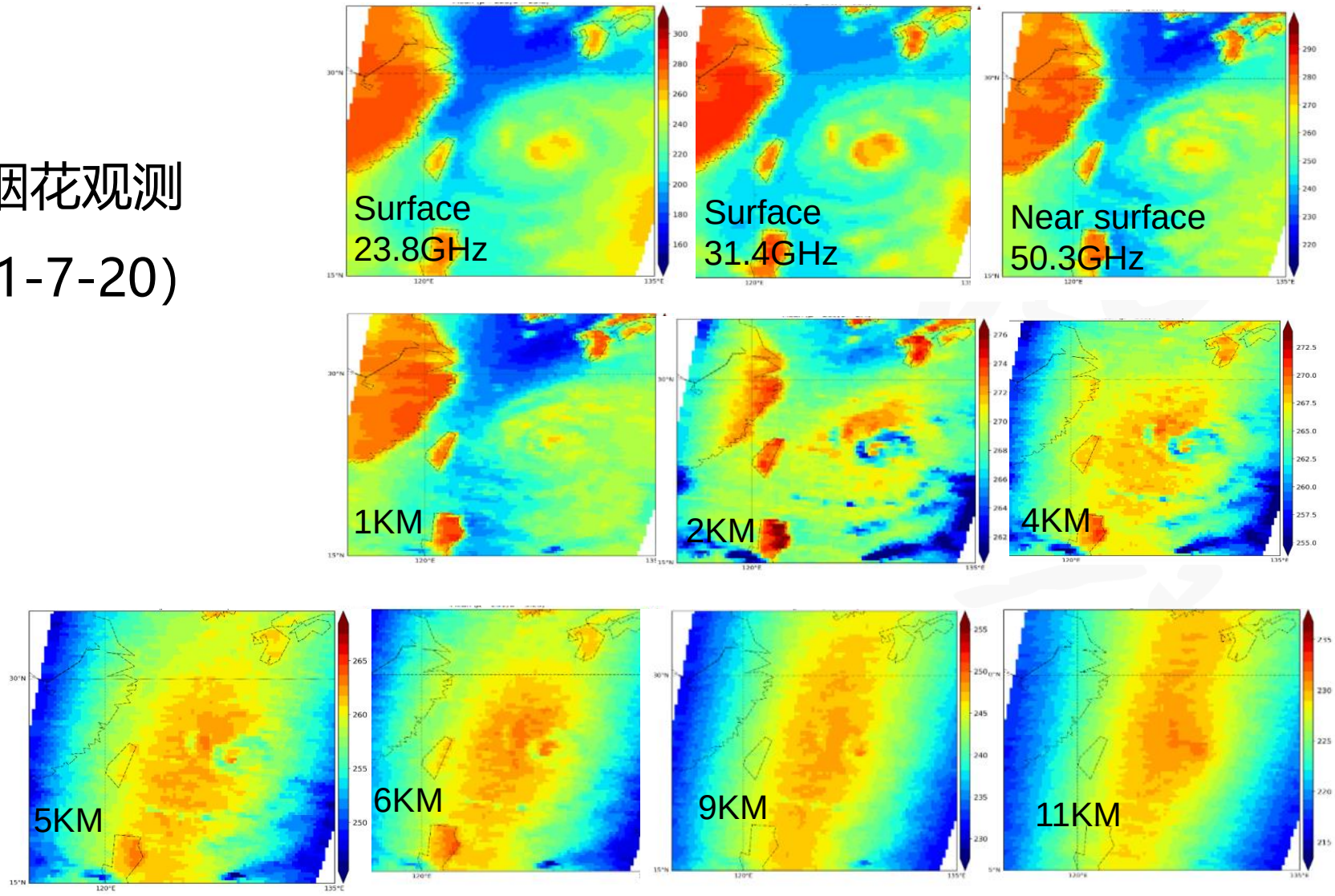


（大气温湿度廓线产品负责人：白文广）

四、仪器典型产品及应用潜力-天气分析

台风烟花观测

(2021-7-20)



小结

- FY-3E MWTS-III 自2021年7月9日17:15分开机后，顺利接收数据，L1数据顺利生成。
- 经过在轨测试，FY-3E MWTS-III数据质量符合指标要求。
- 质量控制方案正在完善中。
- FY-3E MWTS-III可应用于数值预报同化，大气温度廓线反演、云水含量、大气水汽总量等遥感产品的开发。
- L1产品可提供使用。

欢迎使用FY-3E卫星数据，
提出宝贵意见

联系人：胡菊旸
hujy@cma.gov.cn