



中国气象局
China Meteorological Administration



国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

风云三号E星“黎明星” 总体介绍

胡秀清
风云三号技术团队

2022.01.07

风云





目录

CONTENTS

风云三号及FY-3E 卫星总体情况 01

FY-3E 在轨测试完成情况 02

FY-3E 仪器及性能指标 03

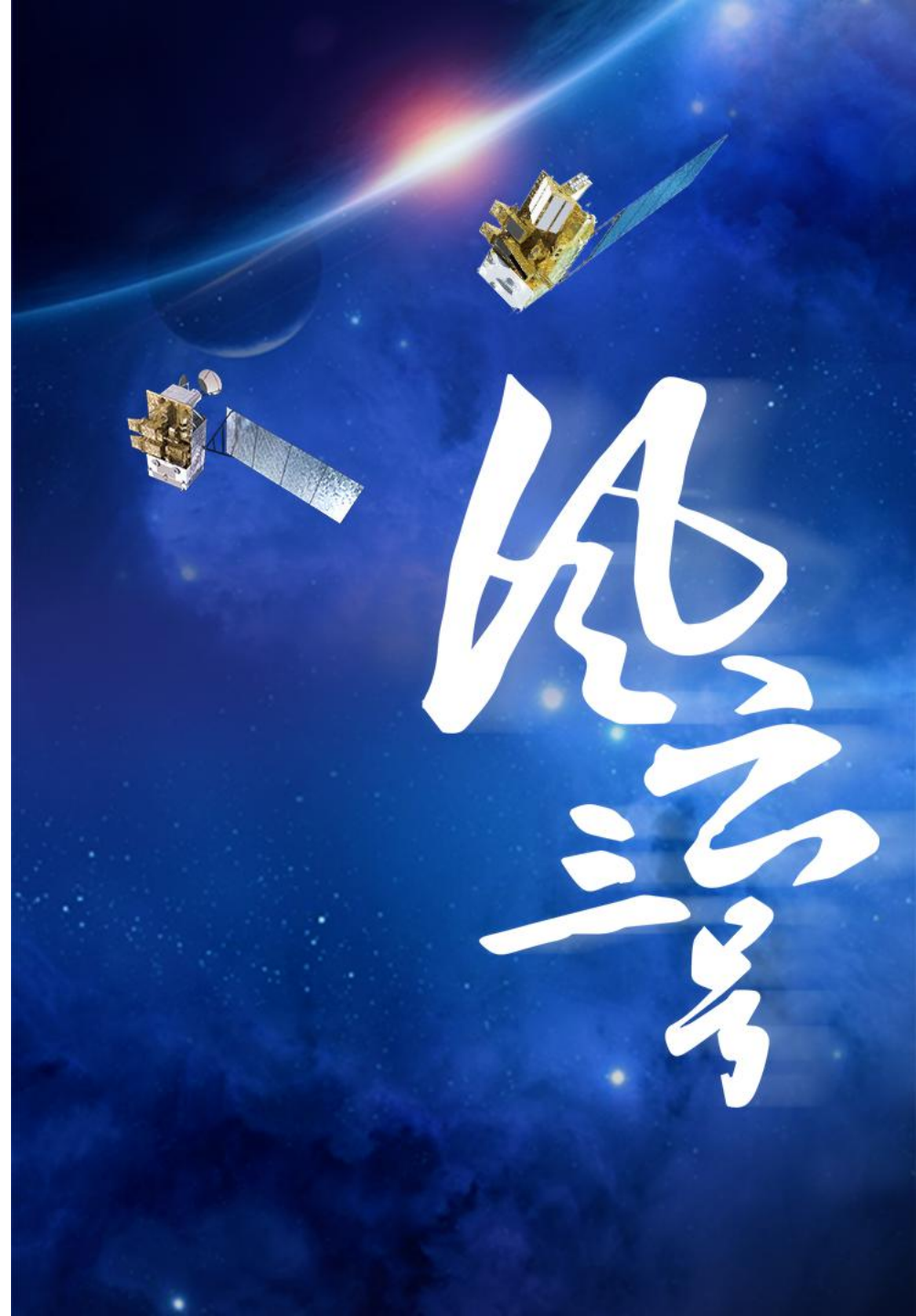
FY-3E L2产品情况 04

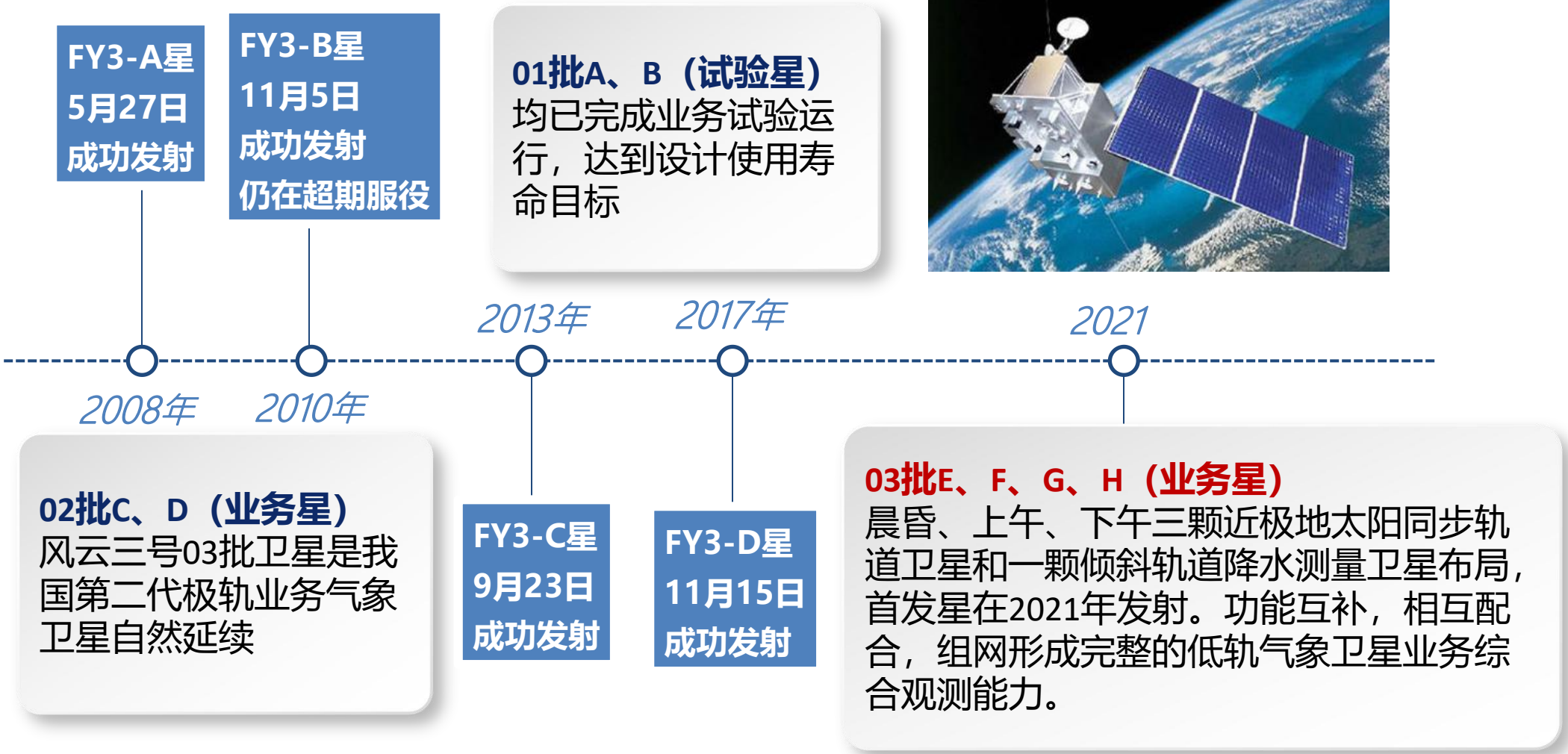
FY-3E数据政策及服务 05

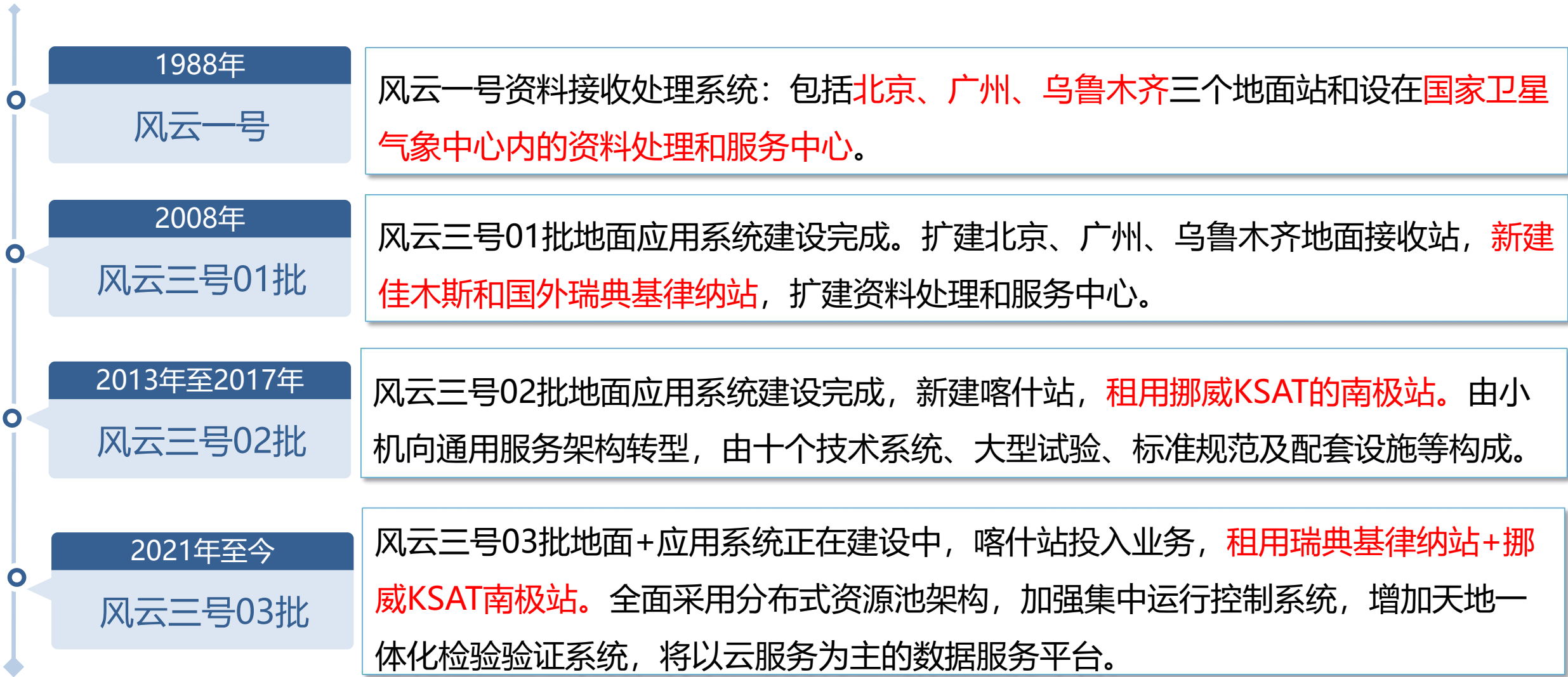
致谢

PART 01

风云三号序列卫星及 FY-3E 总体情况







■风三（01批）卫星FY-3A/3B

新一代极轨气象卫星升级换代（解决代际跨越问题）

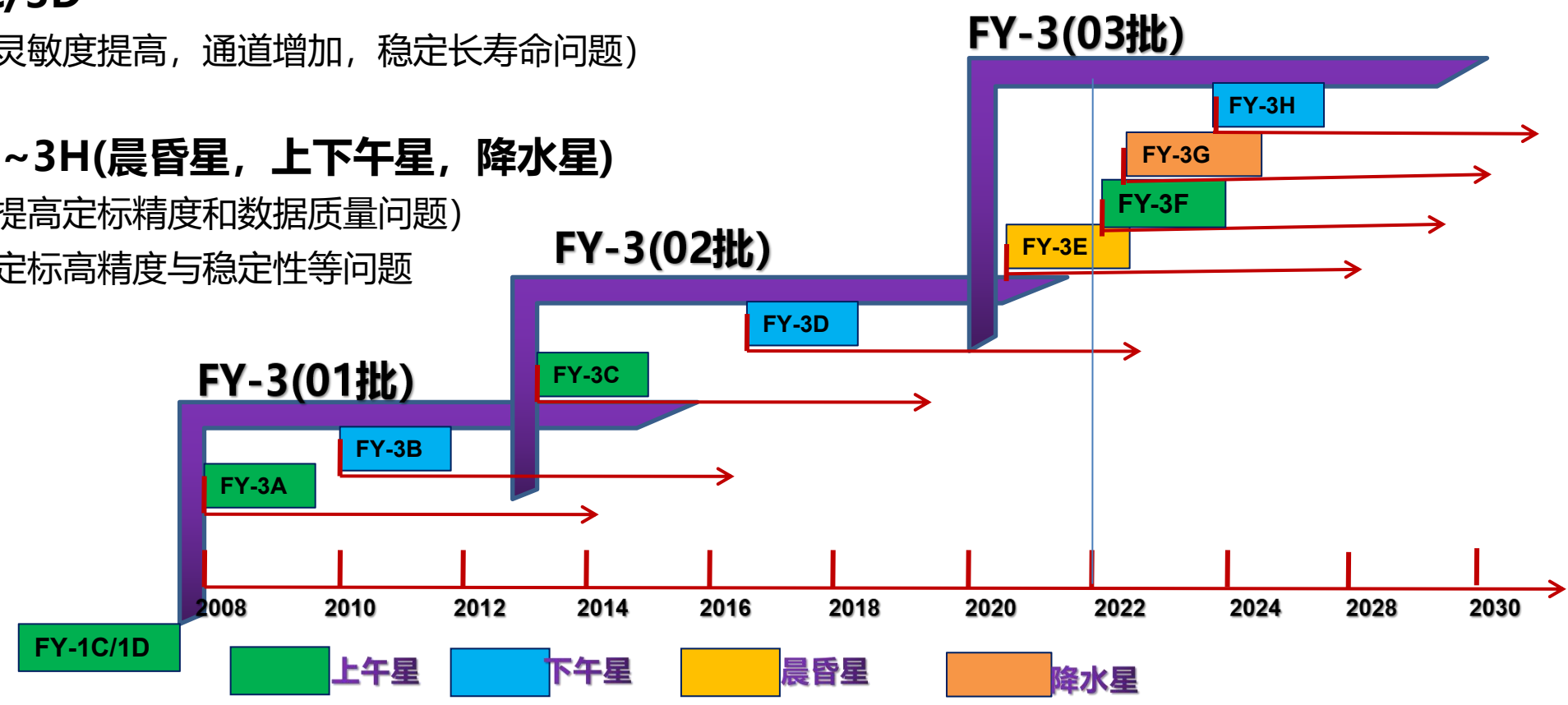
■风三（02批）卫星FY-3C/3D

全面提升仪器探测性能问题（灵敏度提高，通道增加，稳定长寿命问题）

■风三（03批）卫星FY-3E~3H(晨昏星，上下午星，降水星)

迈向高质量发展气象现代化（提高定标精度和数据质量问题）

完全依赖星上定标，解决仪器定标高精度与稳定性等问题



序号	仪器包	卫星	FY-3E星	FY-3F星	FY-3G星	FY-3H星
			晨昏星	上午星	降水星	下午星
		计划发射时间	2021	2022	2022	2023
1.	光学成像仪器	中分辨率光谱成像仪	√ (微光)	√	√ (降水)	√
2.	被动微波仪器	微波温度计	√	√		√
		微波湿度计	√	√		√
		微波成像仪		√	√ (降水)	√
3.	掩星探测仪器	全球导航卫星掩星探测仪	√	√	√	√
4.	主动微波探测仪器	风场测量雷达	√			
		降水测量雷达			√	
5.	高光谱探测仪器	红外高光谱大气探测仪	√	√		√
		高光谱温室气体监测仪				√
		紫外高光谱臭氧探测仪-天底		√		
		紫外高光谱臭氧探测仪-临边				
6.	辐射观测仪器包	地球辐射探测仪		√		
		太阳辐射监测仪	√	√		
		太阳辐照度光谱仪	√			
7.	空间天气仪器包	空间环境监测器	√			
		广角极光成像仪				√
		电离层光度计	√ (多角度)			√
		太阳X-EUV成像仪	√			

- 共22类34台遥感探测仪器：
- ◆ 业务继承（湿度计）1类，3台
 - ◆ 升级改进（中分微光和降水，微波成像仪降水，温室气体）12类
 - ◆ 全新研制（降水）6种

全新研制

升级改进

业务继承

1.5 FY-3E 卫星仪器配置

FY-3E卫星装载了11个仪器:

3台全新研制仪器:

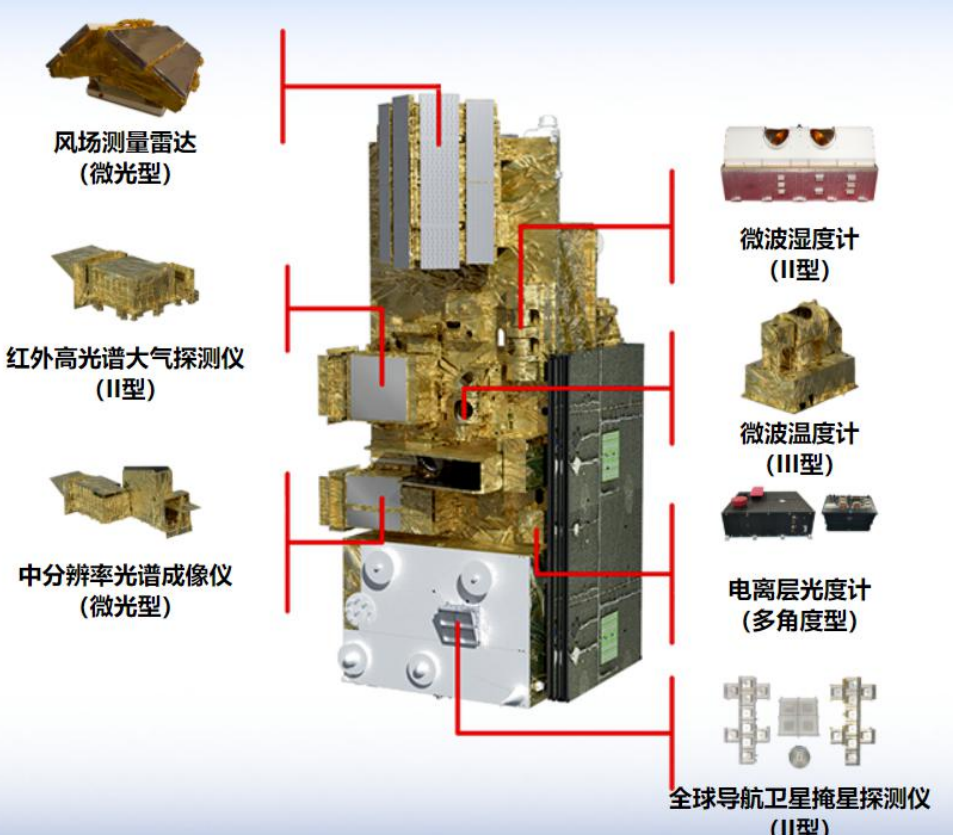
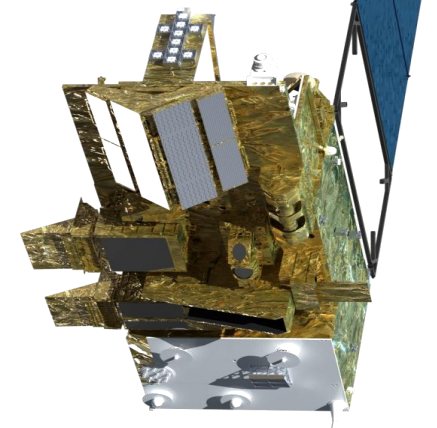
- 双频风场雷达 (WindRAD)
- 太阳辐照度光谱仪 (SSIM)
- 太阳 X-EUV成像仪 (XEUVI).

7台升级换代仪器:

- MERSI-LL 中分微光成像仪
- MWTS-3 微波温度计增加了4个通道
- HIRAS-II 红外高光谱探测仪有7项重大改进升级
- GNOS-II 全球导航卫星掩星探测仪增加 GNSS-R
- SIM-II 太阳辐射监测仪搭载瑞士研制DARA监测仪
- SEM 空间环境监测仪增加了磁强计 (MFD)
- Tri-IPM 多角度电离层光度计 (白天-星下点-夜间)

1台继承升级仪器:

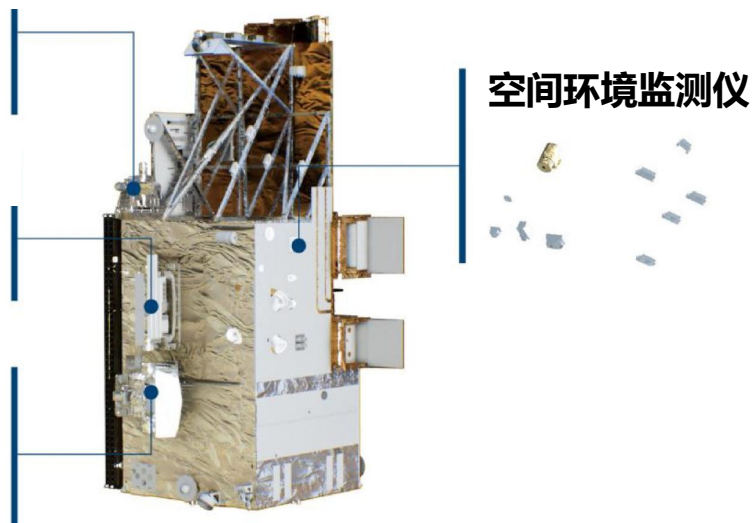
- MWHS-II微波湿度计.



太阳辐射监测仪II

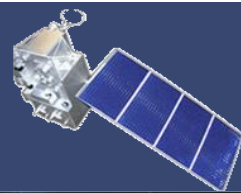
太阳辐照度光谱仪

太阳 X-EUV成像仪





FY-3E 卫星特点

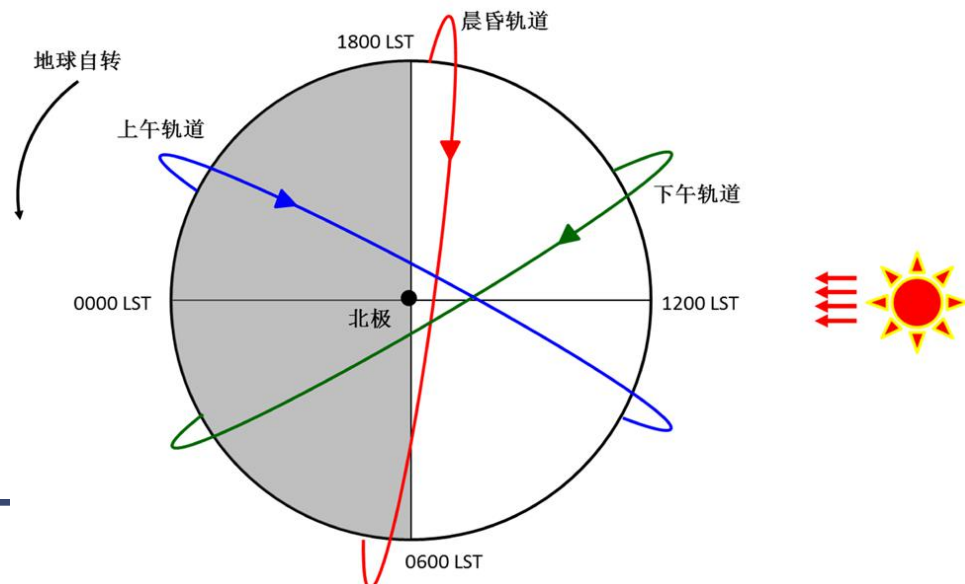
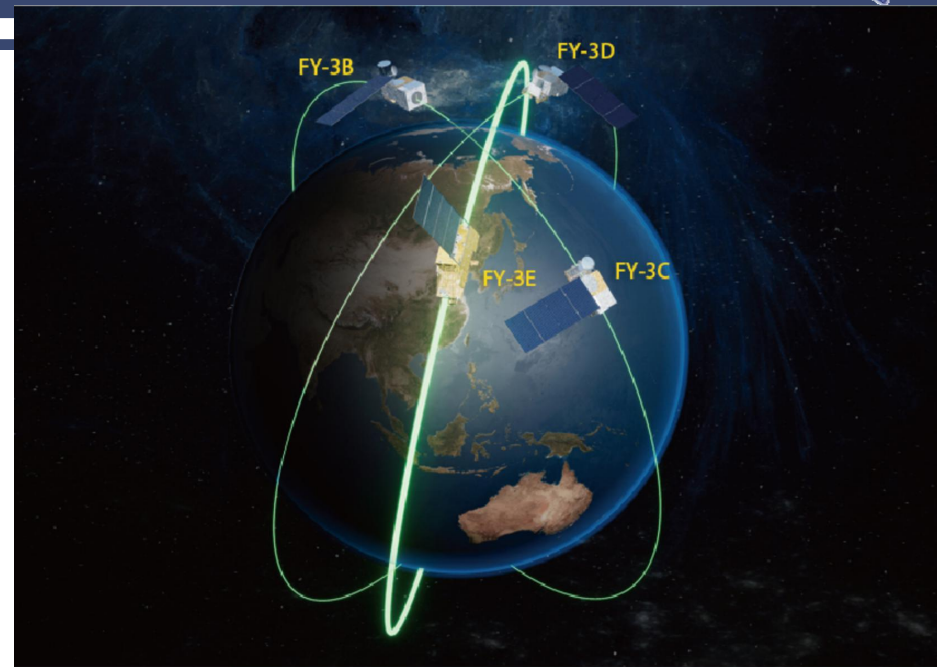


FY-3E星是风云三号卫星序列的第五颗卫星，是风云卫星家族里首颗晨昏轨道卫星，也是世界业务气象卫星家族中首颗晨昏轨道卫星，将于2021年7月5日成功发射。

FY-3E填补了国际气象卫星技术空白,上午、下午、晨昏卫星三星组网可以实现全球数值天气预报模式每6小时同化窗内全球观测资料100%覆盖，对有效提高和改进全球数值天气预报精度和时效。

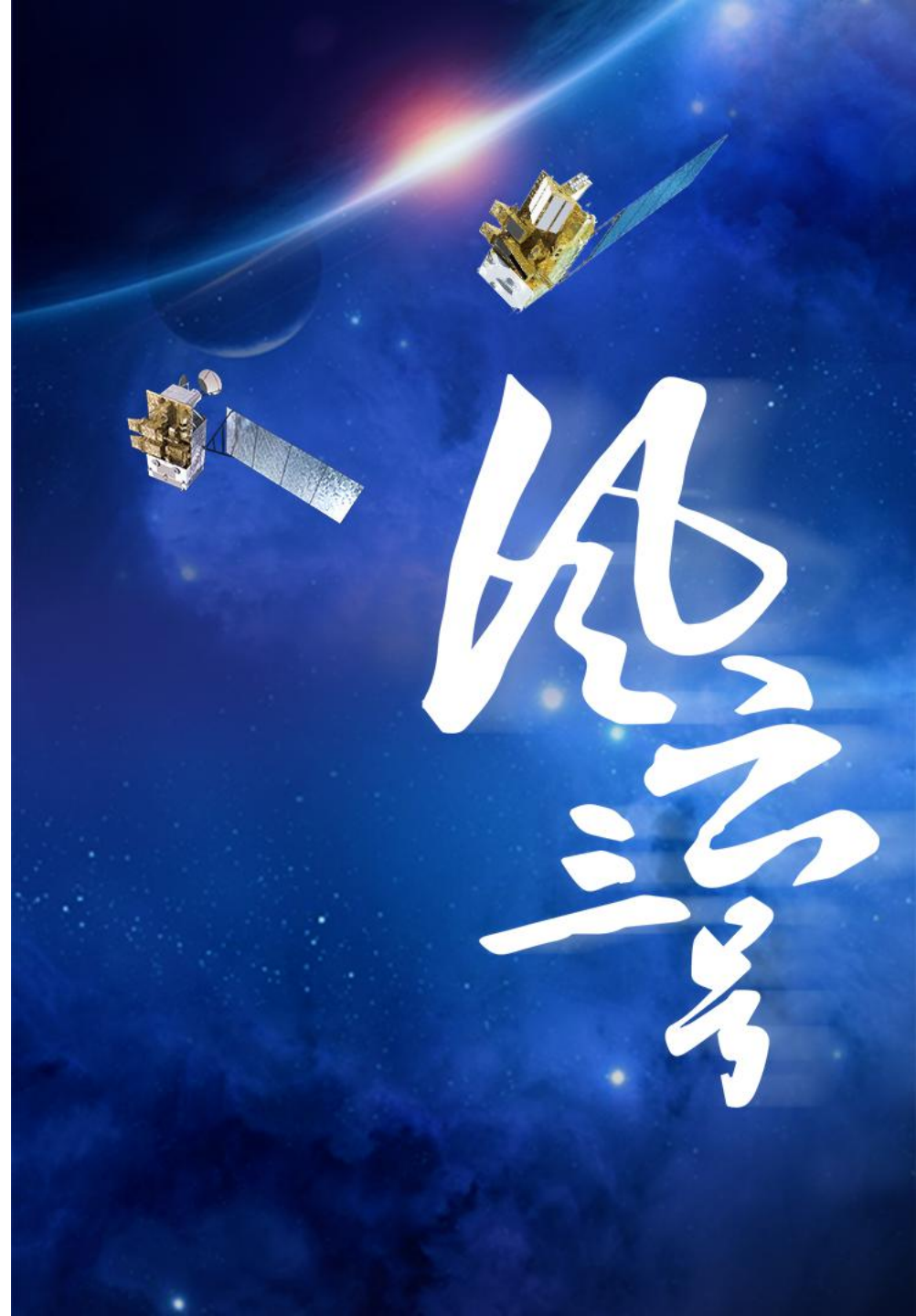
风云三号E星综合观测能力主要有四大特色：

- 第一，高精度光学微波组合大气温度湿度垂直分布探测能力；
- 第二，主动遥感仪器风场精确探测能力；
- 第三，高时效的全球百米量级分辨率光学成像观测能力；
- 第四，太阳和空间环境综合探测能力

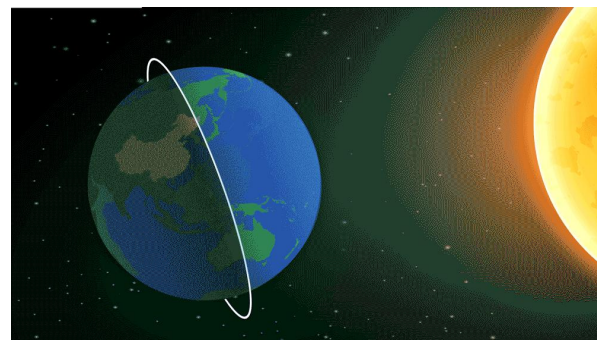
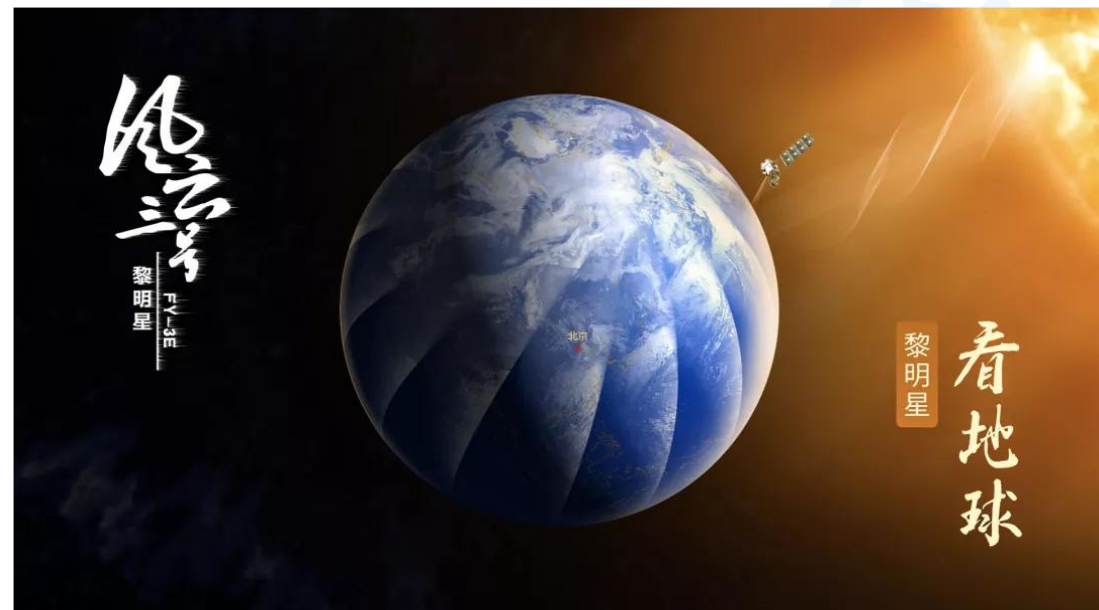


PART 02

FY-3E 在轨测试 完成情况



FY-3E在轨测试总体安排



FY-3E星在轨测试重要节点



● 2021.01~06在轨测试准备

- 5月份完成放行测试大纲的评审。5月份启动3E星在轨测试大纲的撰写，6月份完成大纲评审；
- 6月完成2021试验计划和任务书制定，9月完成大型试验方案评审。
- 8月完成在轨测试细则的编写和评审。

● 2021.07~12仪器开机及在轨测试过程

- 7月9日大部分仪器开机，启动在轨测试，卫星平台和仪器测试。
- 9月6日MERSI红外通道开机，启动红外通道测试。
- 10月12日HIRAS开机光校，10月11日南极站开启数据接收。
- 9月下旬开展敦煌、青海湖和西北地区在轨测试辐射校正试验，10月中旬锡林浩特风场雷达地面定标。

● 2021.09~12在轨测试成果汇报与展示

- 在轨测试现场指挥组汇报会：7月28日第一次，10月下旬第二次，12月下旬第三次。
- 9月6-7日在轨测试第一阶段进展汇报会
- 三看成果展示：9月2日黎明星看太阳首图；9月29日黎明星看大气首图；11月4日黎明星看地球首图。
- 11月12日在亚大会和风云卫星国际用户会上进行了展示FY-3E在轨测试进展结果
- 11月13日张主任在央视“开讲啦”科普黎明星，现场讲述三看科学内涵和背后故事
- 11月18日在轨测试第二阶段平台和仪器进展汇报会，完成平台测试总结。
- 11月23日开始的一周完成地面各分系统初验评审会
- 12月24日在轨测试第三阶段遥感仪器总结审查会。



FY-3E 黎明星首图发布计划

● 卷1主题(Volume 1): 黎明星看太阳

- 遥感仪器: X-EUVI太阳极紫外X射线图像, SSIM 太阳光谱
- 发布日期: **2021年9月2日**

● 卷2主题(Volume 2): 黎明星看大气

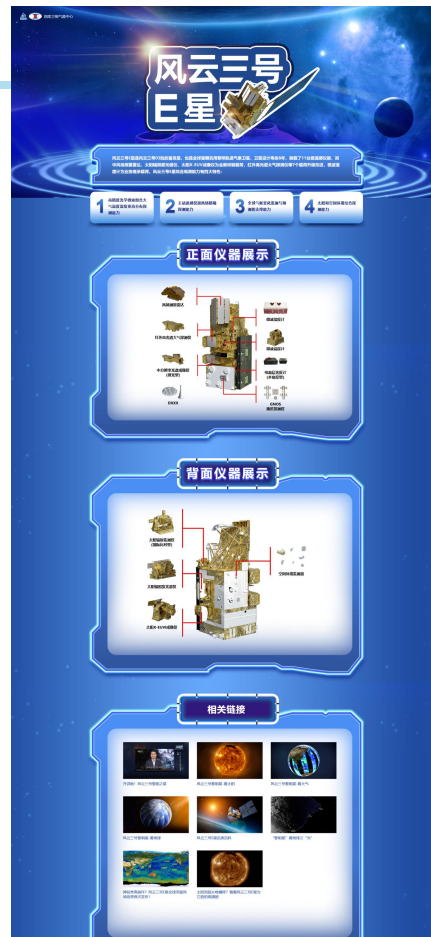
- 遥感仪器: , WindRAD, GNOS-R, MWTS/MWHS, MERSI
- 展示图: 全球海面风场, 极地云导风, 全球温湿三维图
- 发布日期: **2021年9月29日**

● 卷3主题(Volume 3): 黎明星看地球

- 遥感仪器: MERSI-LL, HIRAS-II红外高光谱,
- 展示图: 微光/红外图像, MERSI-LL城市光产品, 陆表温度
- 发布日期: **2021年11月4日**

● 卷4主题(Volume 4): 黎明星2022新年灯光秀

- 发布日期: **2022年1月1日**

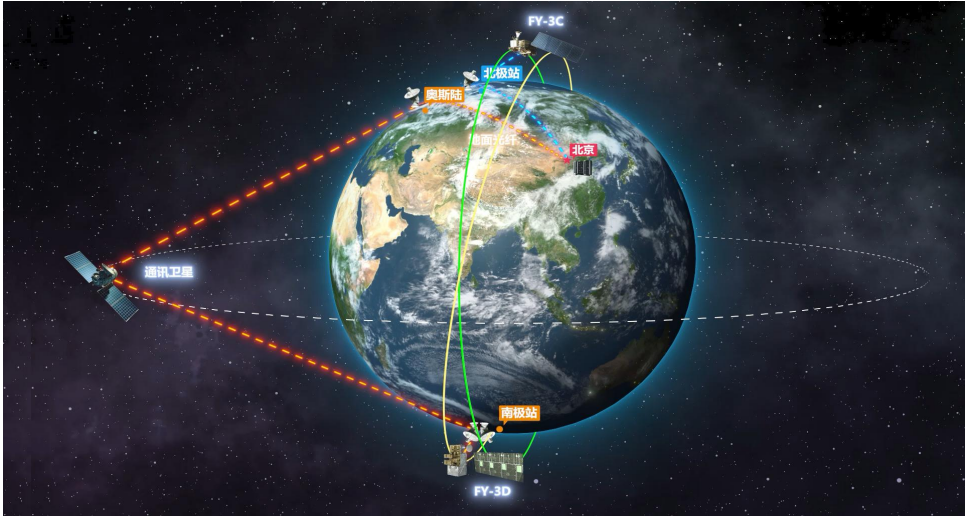
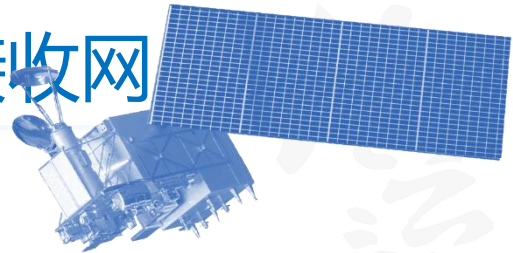


FY-3E星地面系统迈上新台阶

- **数据接收系统DAS**：任务的设备智能编排；智能化站区环境监测平台；统一传输平台，**一周内实现全球数据完整齐全**。
- **集成运行控制系统（IOCS）**：实现卫星安全与业务测控管理，一体化的地面接收资源调度，全流程监视监控，六站一中心业务运行管理中枢，**一个月全系统跑通**。
- **数据预处理分系统（DPPS）**：升级仪器算法改进和新研仪器的算法研制全部完成，建成**准业务化的仪器状态监视和L1质量监测系统**。
- **产品生成系统PGS**：标准化的科学算法工程化；**工程与科学紧密结合，快速迭代实现工程优化**；实时轨道收工提高产品时效；产品近实时展示；
- **数据存档与服务系统（ARSS）**：“**云+端**” **数据共享服务**，时空一体化数据库，全生命周期管理，多源数据获取，异地数据备份；
- **计算机与网络系统（CNS）**：**异构集群作业调度，资源池管理和监视**，基于容器技术的应用性能管理，提供业务仿真流程测试，建立业务程序准入规范。
- **一体规划多模调度，星地一体化的全流程监视**；
- **科学算法工程化及优化**：产品科学算法迭代升级，多节点并行+循环计算优化，**CUDA**并行；
- **全面完备的支撑系统**：自动化设备评估，系统运行和卫星平台健康监视，系统运行时效科学分析，**L1产品质量多手段准实时监测**，产品快视及展示图像的专业化加工。

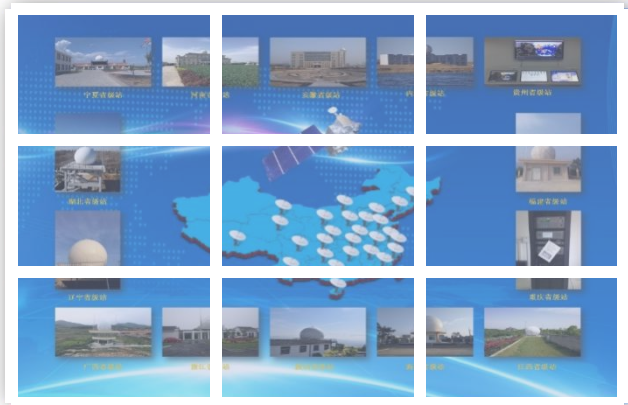


风云三号E星接收系统-强大、稳定、高时效的数据接收网



- 强大的接收能力
- 两极+国内极轨站网分布
- 高时效的数据业务网
- 27个应用示范站覆盖全国

- G/T 值 $G/T > 36\text{dB}$
- 利用极化复用，实现双极化四路信号同时下行
- DPT信道单路码率提高至550Mbps
- 支持更多的纠错编码方式
- 系统具有升级潜力
- 全面的站运行要素收集
- 更宽的回传网络



接收站	站所属性	天线	目前具备双极化接收能力	馈源满足双极化接收条件
佳木斯	自有	4部12米天线	2	4
广州	自有	2部12米天线	1	2
乌鲁木齐	自有	3部12米天线	2	3
乌鲁木齐前端-喀什	自有	3+1部12米天线 (1部在建)	1	4
基律纳站	商业站 (2部12米天线自有)	2+1部12米天线 (1部外方提供)	1	2
南极troll	商业站	4部天线 (8米天线1部/7.3米3部均为外方提供)	4	4

L1产品时效:

5分钟段数据处理时效90%在2小时内
半圈数据处理时效在90%在3.5小时内
整圈数据处理时效在80%在3小时内

目前运行的载荷的处理粒度:

五分钟块的载荷有: HIRAS、MERSI、XEUVI

半圈处理的载荷有: GNOSO、GNOSR(南北半球)、 WRADK、 WRADC(升降轨)、 MWHS、 MWTS。

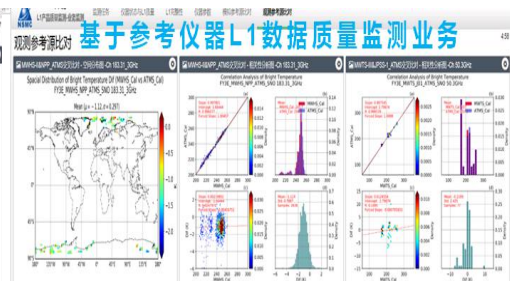
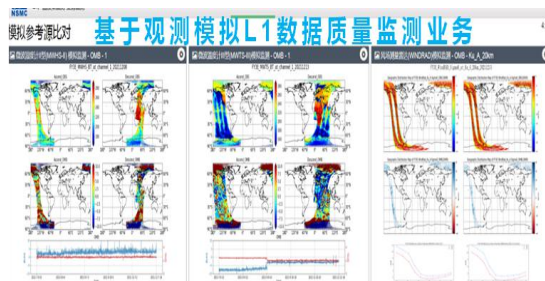
整圈处理的载荷有: SEM、 IPM、 SSIM、 SIM。

目前产品共上线8+9个产品模块。

L1产品质量监测业务运行情况

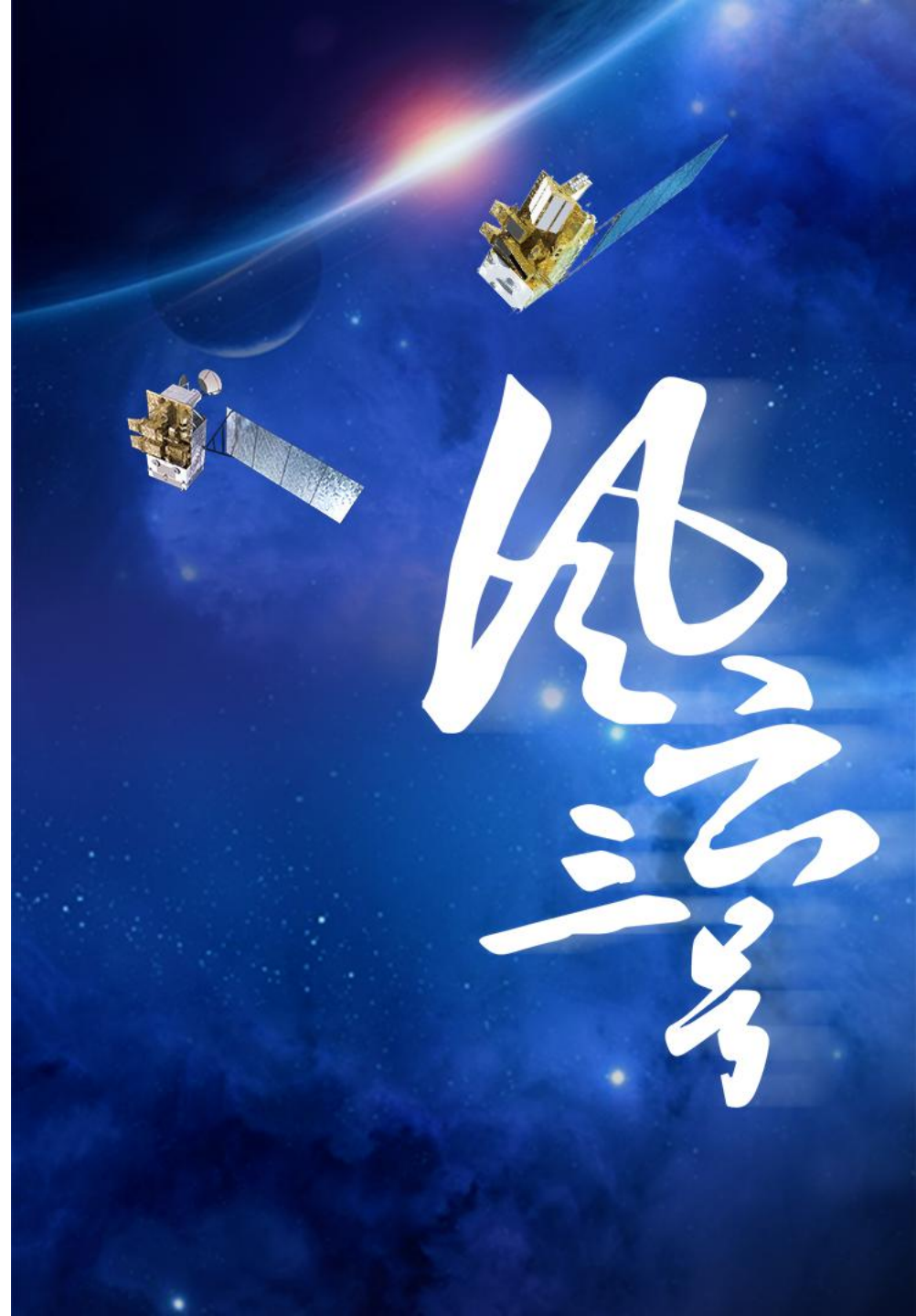
仪器状态参数监测/告警业务、参考仪器比对质量监测业务、观测模拟比对质量监测业务运行状态

编号	任务	业务运行成功率	是否满足指标要求	业务平均处理时效	是否满足指标要求
	指标要求	100%		观测时间40%	
1	仪器状态参数监测/告警	100%	是	3min/轨	是
2	MERSI与JPSS-1_VIIRS反射波段交叉比对	100%	是	1h/天	是
3	MERSI与METOP-A/B/C_IASI红外波段交叉比对	100%	是	1h/天	是
4	HIRAS与METOP-A/B/C_IASI交叉比对	100%	是	20min/天	是
5	MWTS与JPSS-1_ATMS交叉比对	100%	是	10min/天	是
6	MWHS与JPSS-1_ATMS交叉比对	100%	是	10min/天	是
7	HIRAS观测模拟比对	100%	是	5min/轨	是
8	MWTS观测模拟比对	100%	是	5min/轨	是
9	MWHS观测模拟比对	100%	是	5min/轨	是
10	MERSI红外波段观测模拟比对	100%	是	<5分钟/块	是
11	HIRAS观测模拟比对	100%	是	<5分钟/块	是
12	MWTS观测模拟比对	100%	是	<10分钟/轨	是
13	MWHS观测模拟比对	100%	是	<10分钟/轨	是
14	WindRAD观测模拟比对	100%	是	<10分钟/个L1文件	是



PART 03

FY-3E 仪器及性能指标

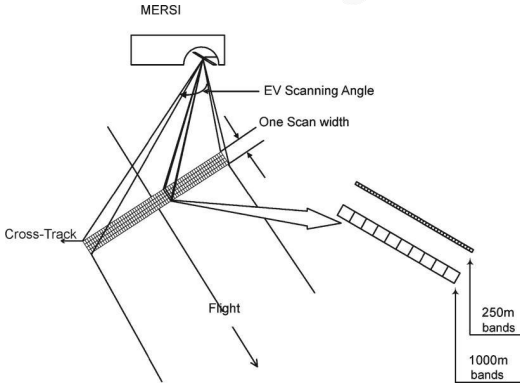
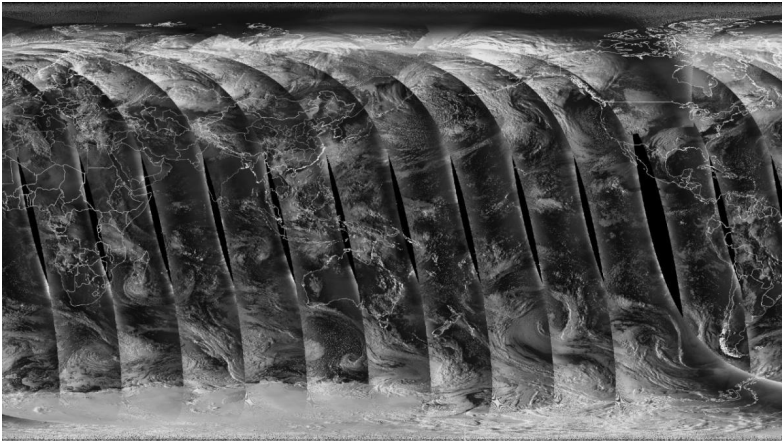
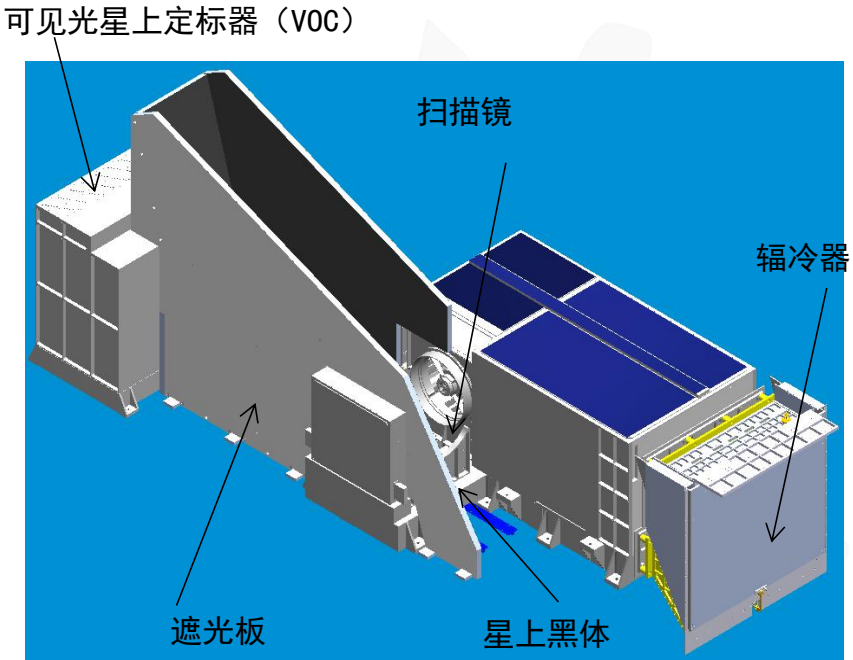


中分辨率光谱成像仪-微光型 (MERSI-LL)

- 中分辨率光谱成像仪-微光型 (MERSI-LL) 是搭载于晨昏轨道卫星FY-3E上的重要光学仪器，通过对微光和红外波段多光谱连续综合观测，实现云、水汽、陆表等地气特征参量的高精度定量反演。
- MERSI-LL继承了FY-3D/MERSI-II的扫描机制，采用360°旋转、45°扫描镜+K镜消旋系统进行对地扫描，10元（40元）并扫方式实现对地1000m和250m空间分辨率的对地成像。

序号	参数		指标
1	探测通道	太阳反射波段	微光通道代替MERSI-II可见近红外通道
2		红外发射波段	继承FY-3D/MERSI的红外通道
3	定标精度	太阳反射波段	微光通道：夜晚50%，白天10%
		红外发射波段	红外通道0.4K；
4	量化等级		12比特
5	扫描范围		(-54.7°~+50°) ±0.1°
6	扫描器转速		40转/分
7	每条扫描线采样点		1536 (~1000米) /6144 (~250米)
8	扫描稳定度		小于0.25个像元时间 (1KM)
9	通道MTF		>0.3
10	通道配准精度		<0.25像元
11	仪器寿命		连续运行8年以上

通道编号	中心波长(mm)	最大辐射值 L _{max} /T _{max} W/ m²/sr	最小辐射值 L _{min} /T _{min} W/ m²/sr	典型辐射值 L _{typ} /T _{typ} W/m²/ sr	灵敏度SNR/ NEΔT @L _{typ} /T _{typ}	测量精度 (%/T)
1	0.70	90	3e-5	4e-5(晚上) 50 (白天)	7 200	50% 10%
2	3.8	350K	186K	300K	0.25K	0.4K
3	4.05	380K	185K	300/380K	0.25K	0.4K
4	7.2	270K	186K	270K	0.30K	0.4K
5	8.55	330K	185K	270K	0.25K	0.4K
6	10.8	345K	185K	300K	0.30K	0.4K
7	12.0	345K	185K	300K	0.30K	0.4K



|| FY-3E大气探测类仪器

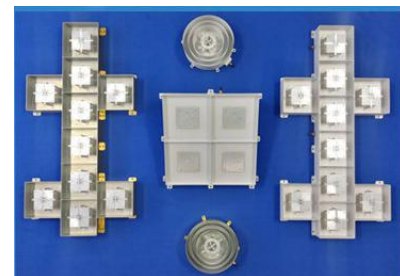
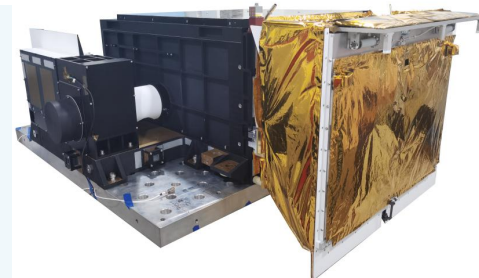
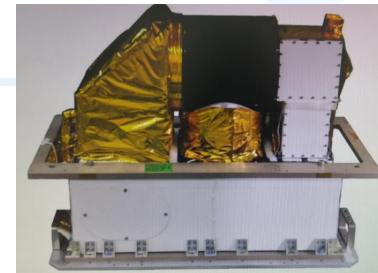
微波温度计（III型） MWTS-III 在MWTS-II 基础上提高了大气温度廓线探测能力和性能指标；增加23.8 GHz水汽柱总量测量通道和31.4 GHz窗区通道，增加对流层4 km和6 km高度温度探测的53.246 GHz和53.948 GHz通道，探测通道数达到17个。

微波湿度计（II型） MWHS-II 提升系统整体性能指标，窗区探测频率从150 GHz更改为166 GHz，通过4个探测频段、15个探测通道，提供全天候的全球大气湿度和温度的垂直分层信息，为数值天气预报提供更高精度的大气湿度和温度初始场信息，提升对台风、暴雨等灾害性天气的预报预警能力。

红外高光谱大气垂直探测仪（II型） HIRAS-II 国内首次提供热红外波段的连续高光谱红外观测，相比D星，单个驻留视场探元数从 2×2 变成 3×3 ，地面分辨率从16公里提升到14公里，灵敏度提升2倍以上，光谱和辐射定标精度显著提升，有望成为红外遥感仪器的比对参考仪器；主要用于数值天气预报、大气温湿度廓线和大气成分反演，以及沙尘、云量等探测。

全球导航卫星掩星探测仪（II型） GNOS-II 风云卫星首次实现GNSS反射探测，国际上首次实现掩星和反射信号的一体化探测，可以实现电离层、大气、海面的综合立体信息获取；增加海表风速获取能力；较之D星，接收北斗B3信号用于掩星探测；可获得数量更多、密度更高的大气和电离层垂直廓线，更好支持数值天气预报应用。

风场测量雷达 WindRAD 是风云系列卫星的第一部主动遥感仪器，国际上首次采用双频段探测，通过双频段双极化+扇形波束圆锥扫描体制，实现对全球海面风场矢量（风速和风向）的全天候、全天时、高精度、高分辨率测量，可为数值天气预报提供重要的初始场信息，提升对台风、灾害性天气的监测预警能力。

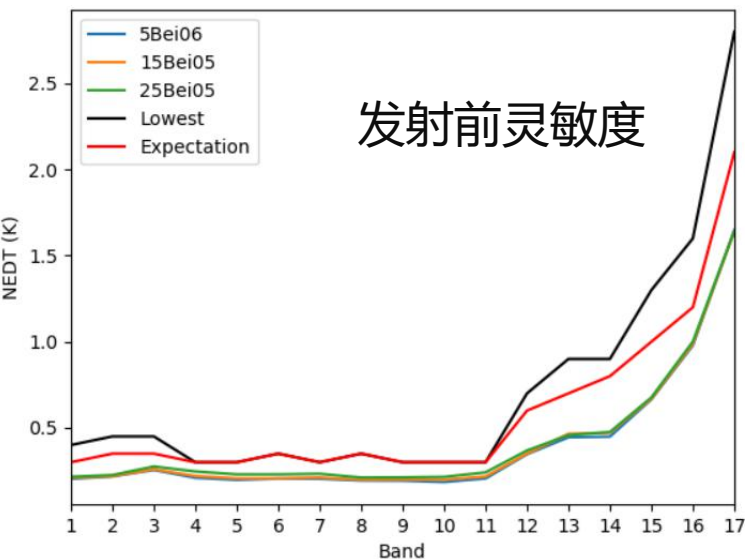


微波温度计-III型(MWTS-III)灵敏度和定标精度

评估数据:

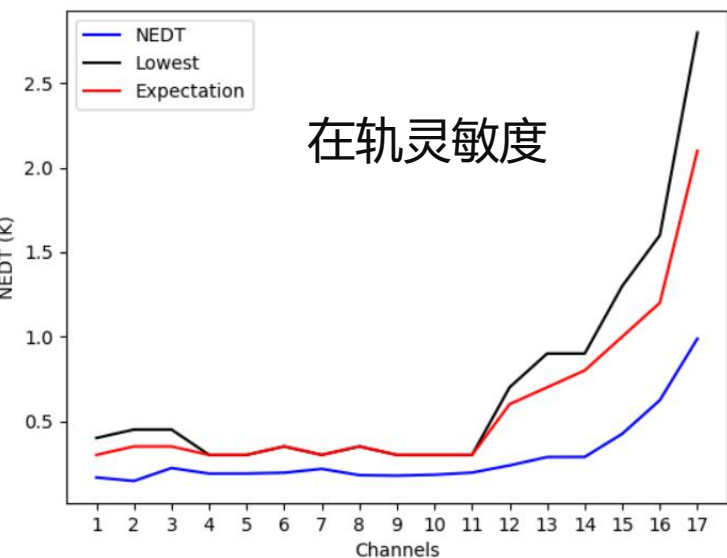
1) 同类型仪器观测数据: JPSS-1 ATMS

2) 模拟亮温数据: RTTOV+ERA5

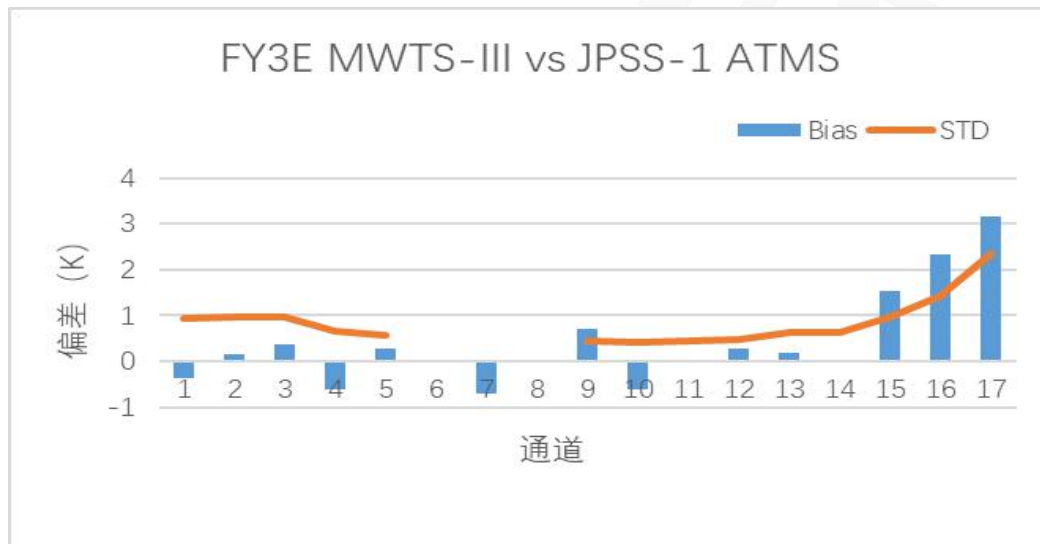


真空实验, 工况温度分别为5°C, 15 °C, 25 °C时灵敏度均符合设计指标。

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



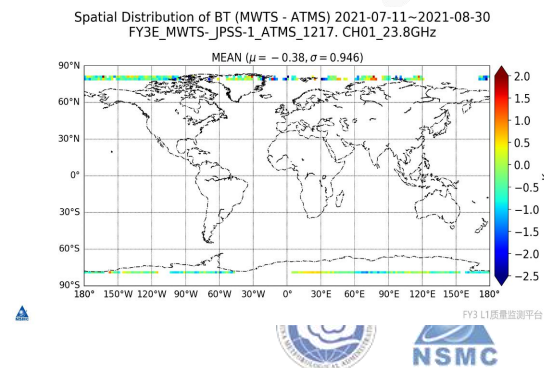
在轨测试各通道灵敏度均符合设计指标, 且优于真空实验结果。



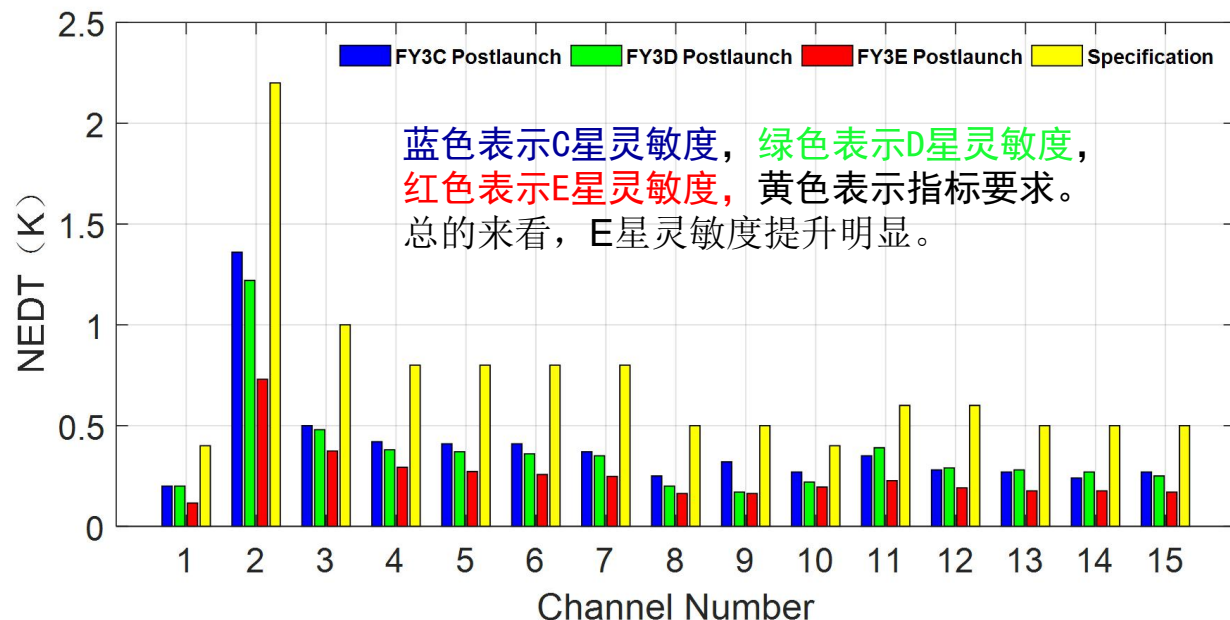
对比方案:

- 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

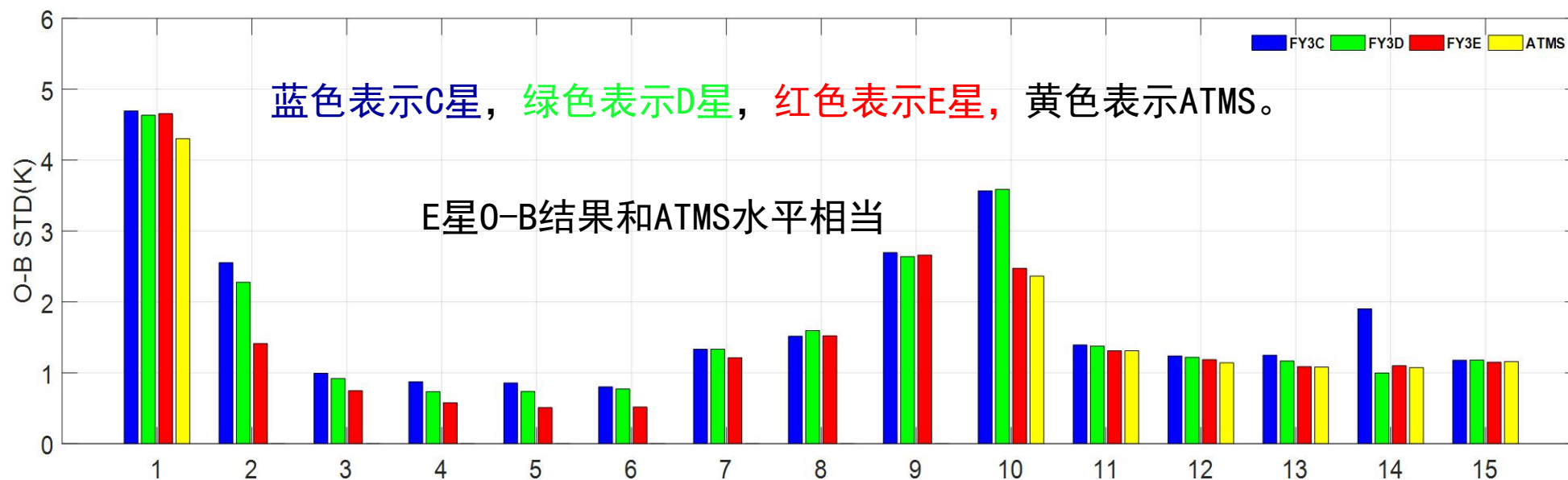


FY-3E MMHS-II在轨性能-灵敏度与定标精度 (O-B)



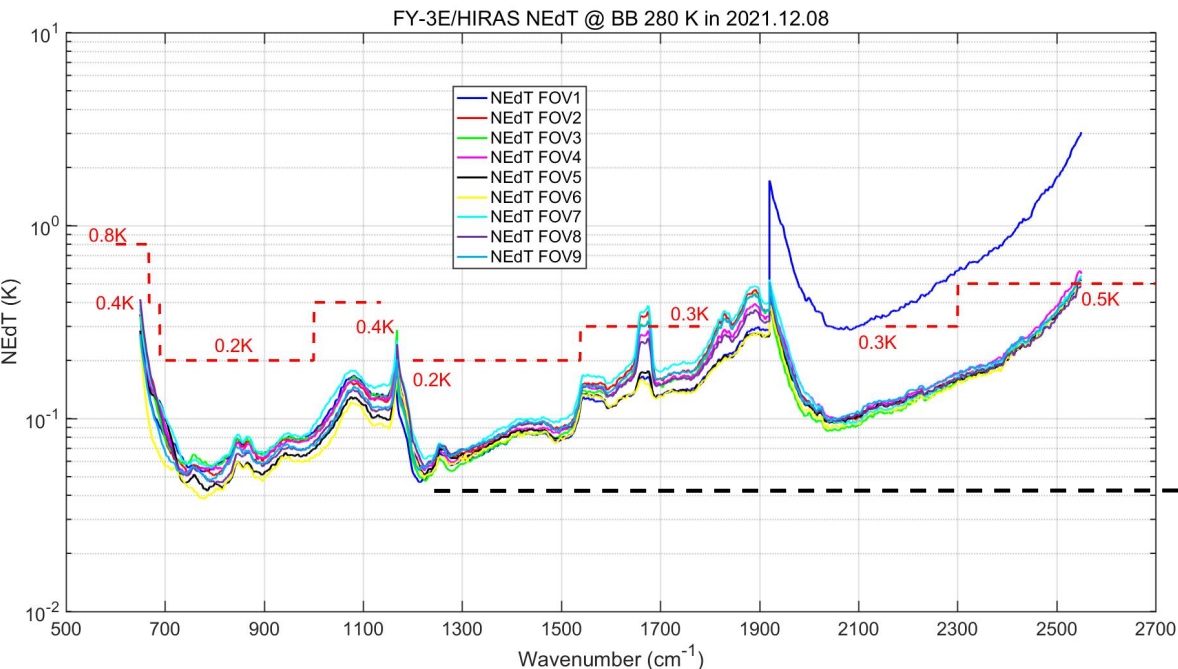
辐射传输模式: RTTOV 12.3 输入
数据: ERA5三小时 仪器:
FY3C/D/E MMHS-II和 ATMS

统计条件: 晴空、海洋和南北纬45°

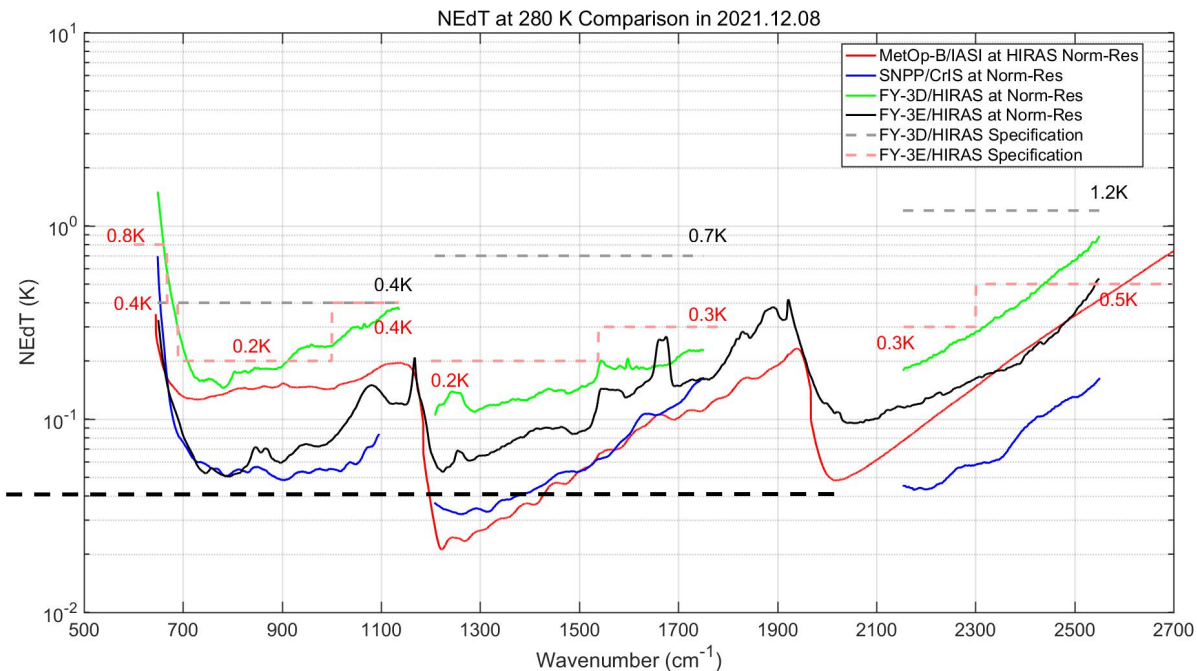


红外高光谱大气探测仪-II型(HIRAS-II)灵敏度

HIRAS-II灵敏度测试结果



HIRAS-II灵敏度与国际同类仪器对比



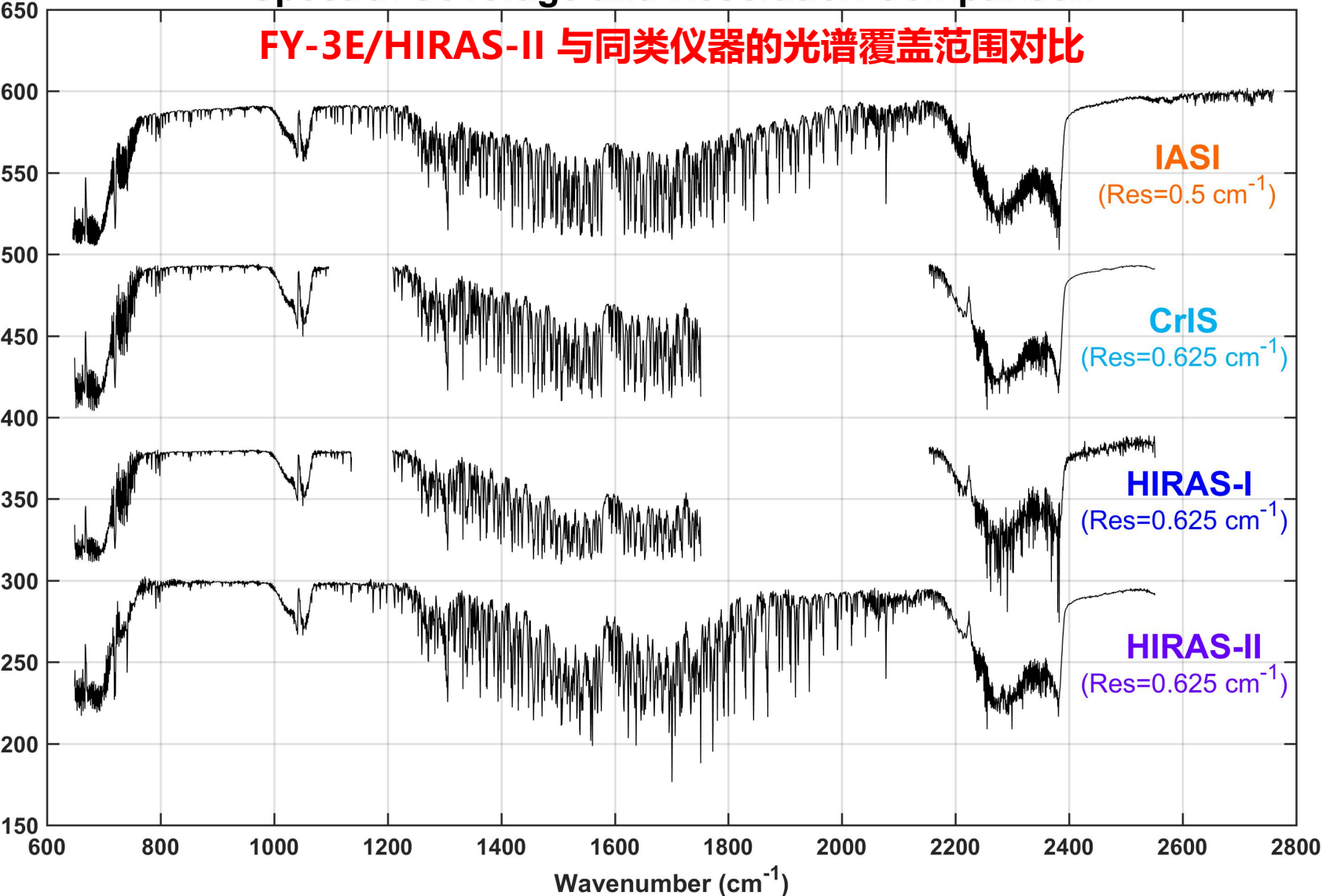
- 长波所有探元和通道满足要求;
- 中波**1700 cm^{-1}** 区域通道灵敏度超指标, 其他通道满足要求;
- 短波探元**1**灵敏度超标, 其他探元所有通道满足要求;
- 长波和短波达到国际相当水平。

红外高光谱大气探测仪-II型 (HIRAS-II) 与同类比较



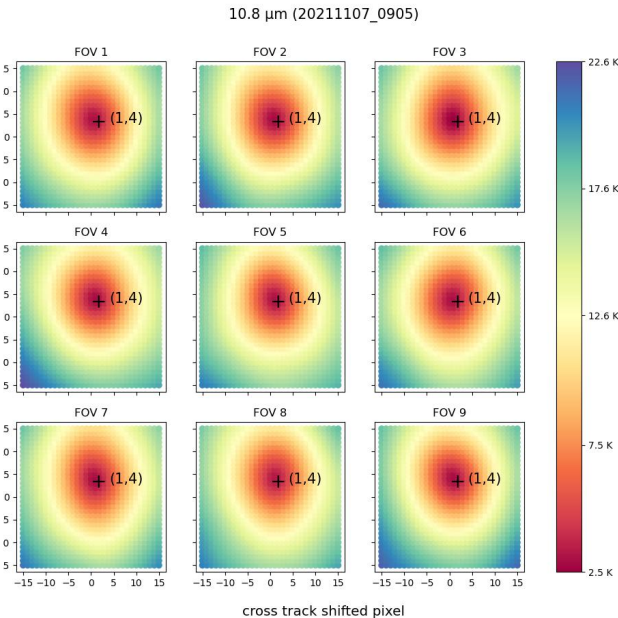
Spectral Coverage and Resolution Comparison

FY-3E/HIRAS-II 与同类仪器的光谱覆盖范围对比



ISI辐射定标差异0.5K以内(除4.05 μm 外)

7.2 μm	8.55 μm	10.8 μm	12.0 μm
0.44	-0.10	0.37	0.38
0.50	0.01	0.45	0.46
0.33	-0.09	0.36	0.37
0.37	-0.04	0.48	0.49
0.34	-0.13	0.35	0.36
0.36	-0.02	0.44	0.45
0.46	-0.09	0.37	0.38
0.48	-0.14	0.24	0.24
0.04	-0.31	0.20	0.19



风场雷达(WindRAD)



WindRAD是风云系列气象卫星的第一个主动微波遥感仪器，是一部双频、双极化雷达，采用扇形波束圆锥扫描体制，观测幅宽超过1200km，最小可检测风速为3m/s。

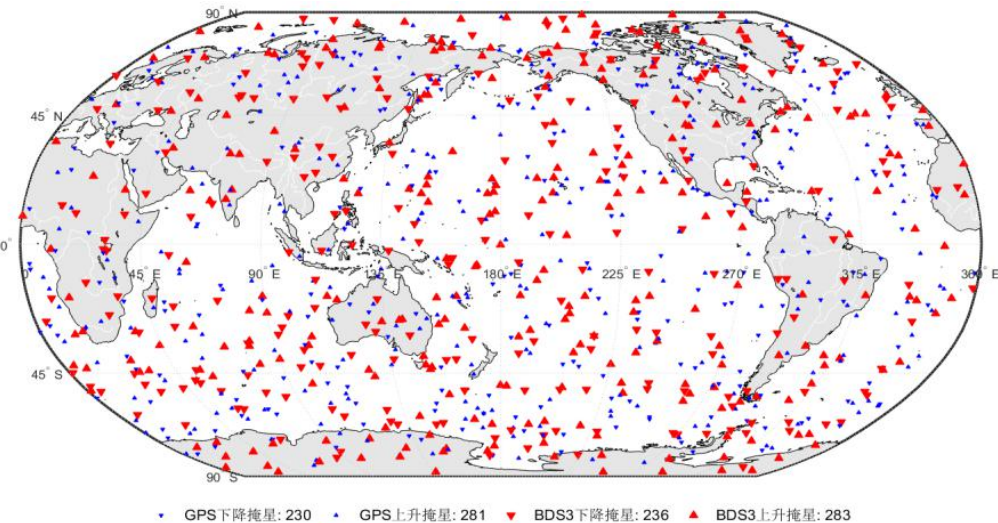
雷达采用C和Ku双波段同时工作，每个波段包含水平和垂直两种极化测量方式，同频段的两种极化测量分时间间隔进行，不同频段之间的测量相互独立。

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

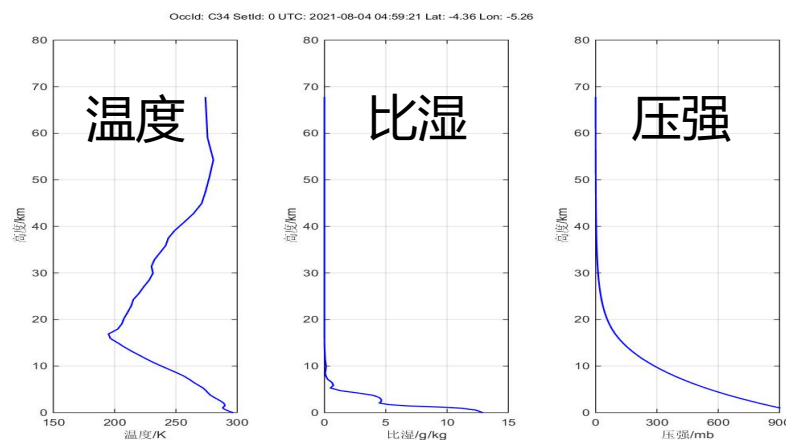
风场测量雷达通过地球系统的后向散射测量获取全球海洋表面的高精度风场信息，包括风速和风向，为同化应用研究和天气预报提供重要数据。

全球导航卫星掩星探测仪-Ⅱ型 (GNOS-II) 产品示例

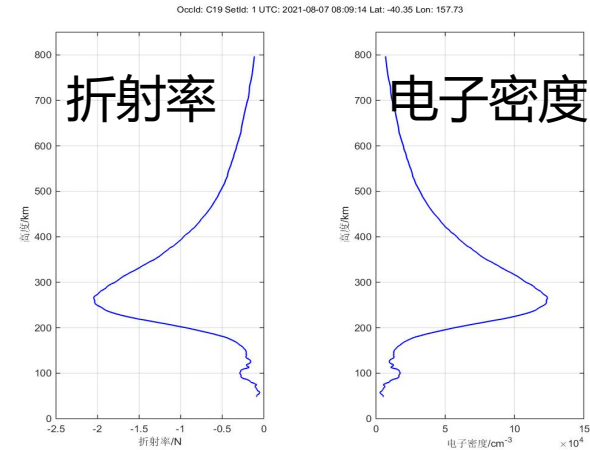
GNOS-II电离层掩星事件全球分布图



大气廓线



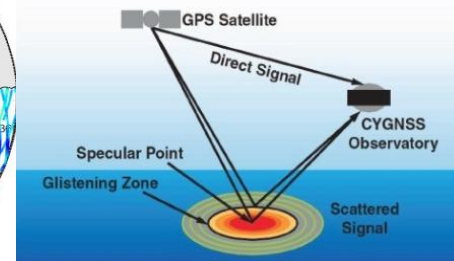
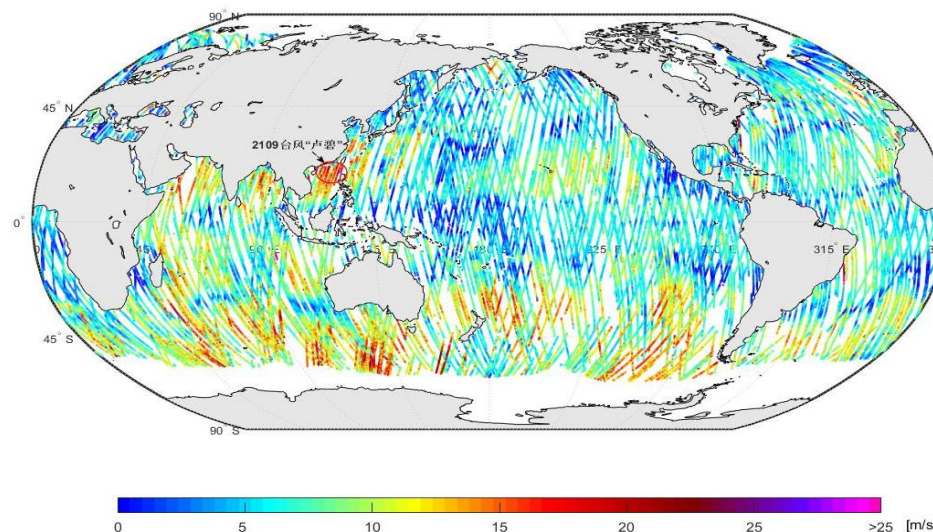
电离层廓线



GNOS-II在接收GPS和北斗2信号基础上, **首次接收北斗3号导航信号**, FY-3E总掩星数量为FY-3D的**2倍以上**。

每天可观测500次以上GPS大气掩星事件、500次以上BDS大气掩星事件, 每天可为数值天气预报业务提供约1000条**大气参数廓线**, 为空间天气业务提供1000条以上**电离层参数廓线**。

FY3E GNOS II 海面风速观测结果 (BDS & GPS)
UTC: 20210802T003355 — 20210807T004245



FY-3E 太阳与空间天气观测仪器

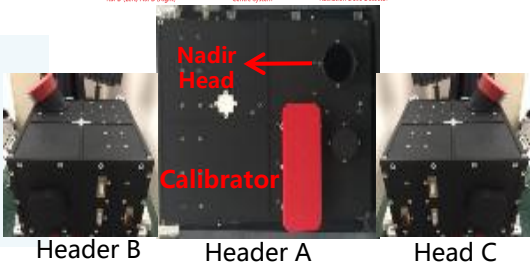
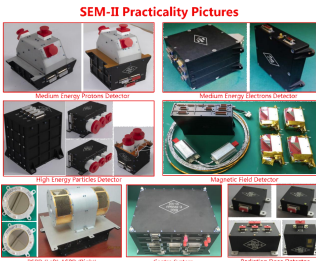
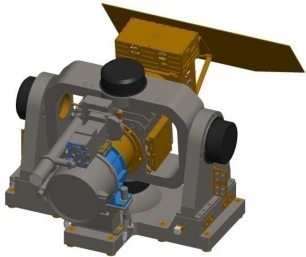
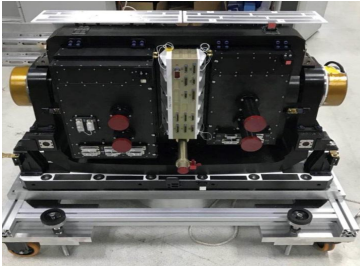
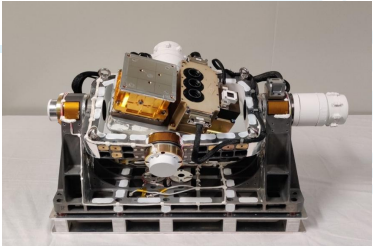
太阳辐射监测仪（II型） SIM-II 以绝对辐射计为探测器，实现太阳总辐射测量，相较C星增加一台备份辐射计，提高了在轨衰减监测能力；缩短观测周期，有效数据较C星提高5倍；通过国际合作，形成同类仪器同平台比对观测，可持续提供长期准确的基本气候变量—太阳总辐照度。

太阳辐照度光谱仪 SSIM 是国内首个太阳光谱辐射测量仪器，可提供165–1650 nm光谱范围内高精度、高稳定度的连续太阳光谱辐照度观测，可用于监测太阳活动变化对太阳光谱辐射的影响，改善辐射传输模式参数精度，支持日–地响应机制研究等。

太阳X射线极紫外成像仪 X-EUVI 是国内首个空间太阳成像观测仪器，国际上首次实现将X射线和极紫外两个波段一体化成像观测，可获得太阳在X射线（0.6–8 nm）和极紫外（19.5 nm）波段的多通道、全日面、高灵敏度图像，可为太阳活动爆发过程研究和空间天气预报提供重要数据。

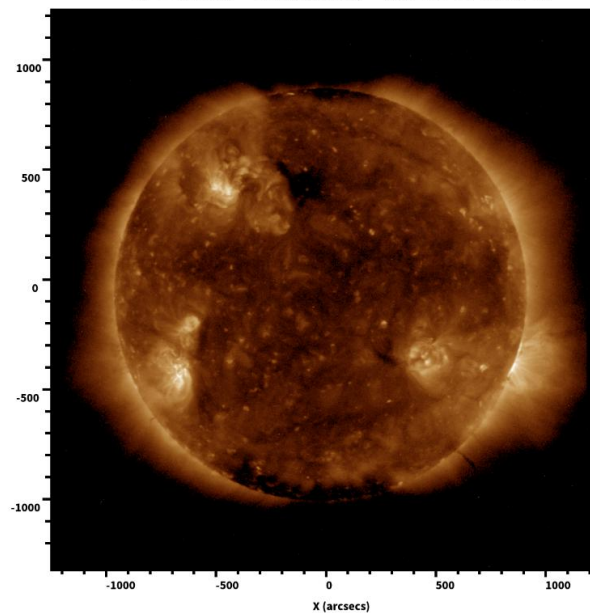
空间环境监测器（II型） SEM-II 首次在国内极轨气象卫星上实现了多方向全能谱（30 eV~300 MeV）粒子探测，首次在国内低轨卫星上实现无伸杆磁场矢量探测。较之D星，新增磁场探测、拓展了粒子探测能谱范围和方向性，提高了辐射剂量探测器的灵敏度和精度，实现了卫星绝对电位的测量；可为空间天气预报预警业务/航天工程应用/辐射带建模研究等领域提供数据支持。

电离层光度计（多角度型） Tri-IPM 通过OI 135.6 nm和N2 LBH的气辉辐射强度探测，实现日夜交界面上气辉变化的监测，通过三个角度测量可分别获得日边、夜边和曙暮时段的电离层气辉强度信息，有望获得电离层在晨昏时刻的变化情况，补充电离层全天候的变化过程。

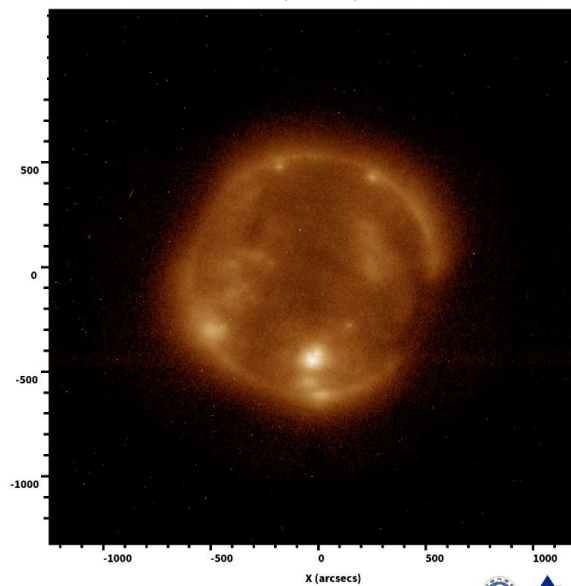


太阳X射线和极紫外图像

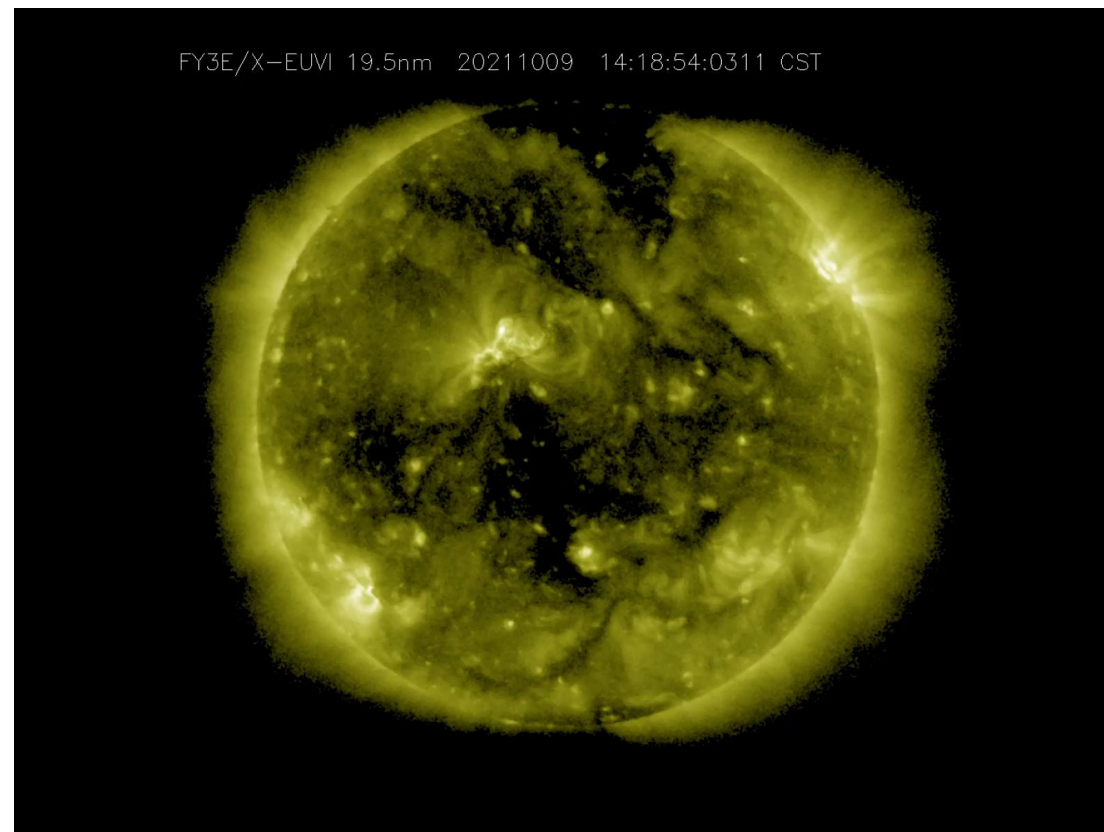
FY-3E X-EUVI EUV (19.5nm) 2021-11-09 01:15 UT



FY-3E X-EUVI XRY (0.6-8nm) 2021-08-24 10:28 UT



FY3E/X-EUVI 19.5nm 20211009 14:18:54:0311 CST

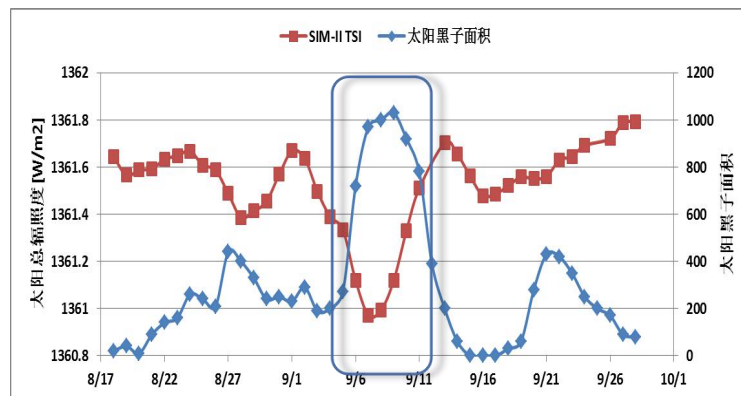
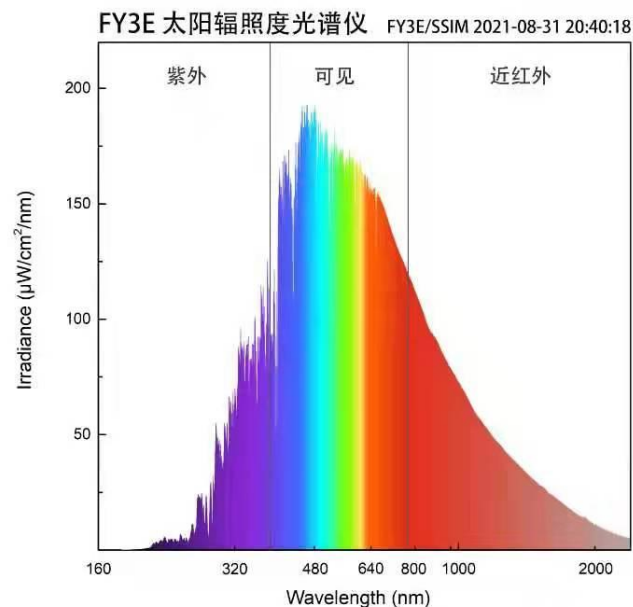


2021年10月9日M1.6耀斑动画

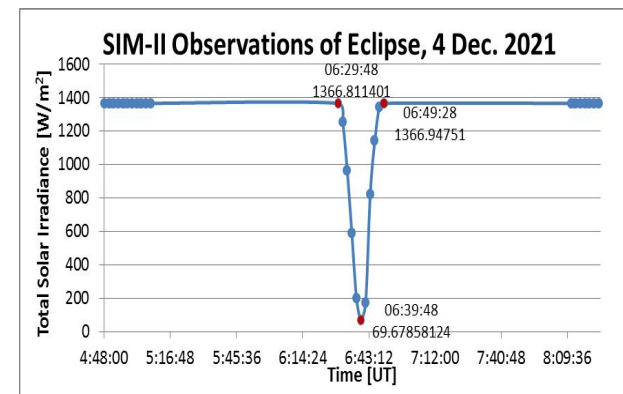


太阳高光谱和总辐射观测示例

SIM-II观测应用——太阳活动影响监测

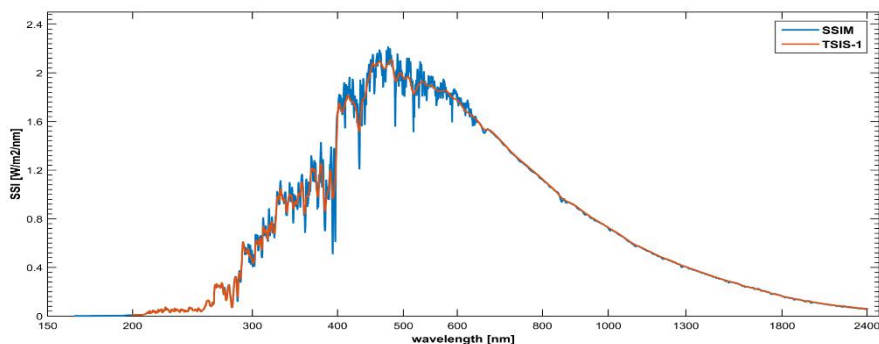


2021年9月8日太阳黑子面积增大，
引起太阳总辐照度显著降低

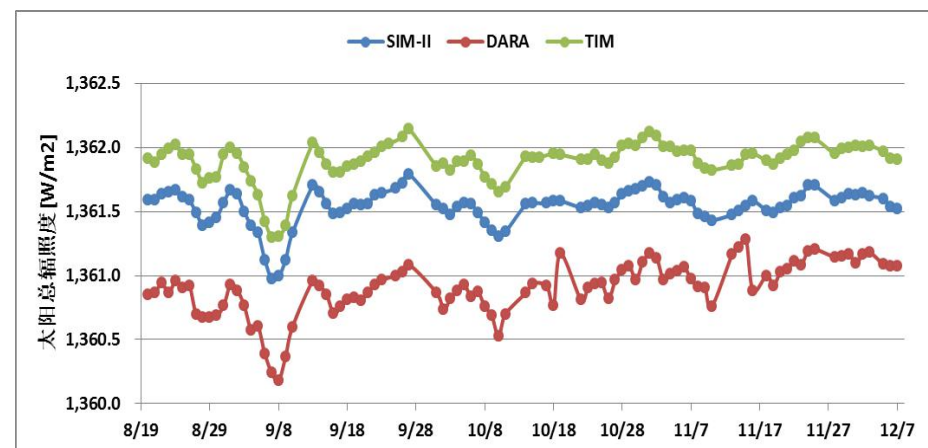


2021年12月4日日食过程对于太
阳总辐射观测影响

FY-3E/SSIM公开发布首幅太阳光谱辐照度图



在轨测试期间，基于TSIS-1观测对SSIM太阳光谱
定标精度评估，其中 $165-240\text{nm} \leq 3\%$ ； $240-1650\text{nm} \leq 2\%$ 。

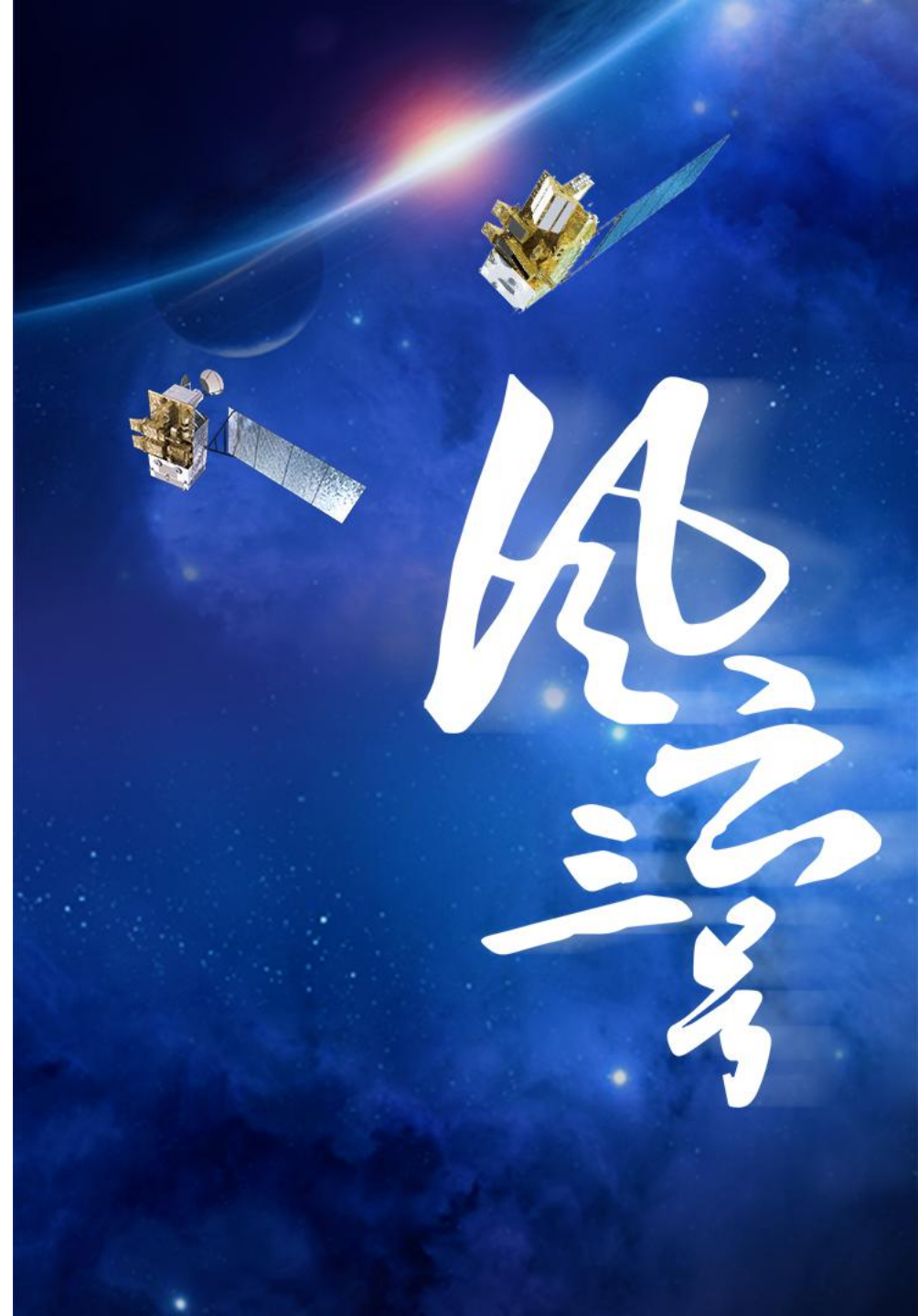


在轨测试评估显示，SIM-II与DARA二者的绝对偏差为
 $0.72 \pm 0.05 \text{ W/m}^2$ ($36\text{ppm}@1360.78 \text{ W/m}^2$)，相对偏差为0.05%。



PART 04

FY-3E L2 产品情况



FY-3D/FY-3E产品列表

FY-3D: 产品种类7类, 56种参数, 47个产品
FY-3E: 产品种类7类, 34种参数, 36个产品

仪器	产品类型	产品名称	
		FY-3D	FY-3E
中分辨率光谱成像仪 FY-3D MERSI-II FY-3E MERSI-LL	云	云检测、云量、云分类和云相态、云顶温度、云顶高度、云顶气压、云光学厚度和云粒子半径	云检测、云量、云分类和云相态、云顶温度、云顶高度、云顶气压
	辐射	射出长波辐射	射出长波辐射
	大气参数	大气可降水（近红外+红外）、极地云导风、雾识别、	大气可降水（红外）、极地云导风
	大气成分	气溶胶（海洋+陆地）、沙尘监测	/
	陆地	陆表温度、陆表反射比、植被指数、叶面积指数、土地覆盖分类、光合有效辐射吸收比、净初级生产力、火点监测	陆表温度
	海洋	海洋水色、海表温度	海表温度
	冰冻圈	海冰覆盖、积雪覆盖	积雪覆盖
微波成像仪(MWRI)	云	云水含量	/
	大气参数	海上大气可降水、地面降水	/
	陆地	陆表温度、土壤水分/干旱指数/洪涝指数	/
	海洋	海面风速、海面温度	/
	冰冻圈	雪深/雪水当量、极区海冰覆盖度	/
大气垂直探测组(VASS)	云	冰水厚度指数	冰水厚度指数
	辐射	等效晴空射出辐射	等效晴空射出辐射
	大气参数	降水检测、大气温湿廓线、大气衍生不稳定指数产品（k指数，抬升指数，沙氏指数和tt指数）	降水检测、大气温湿廓线、 大气臭氧廓线 、大气衍生不稳定指数产品（k指数，抬升指数，沙氏指数和tt指数）
风场测量雷达(WindRAD)	海洋	/	海风（风速/风向）
	冰冻圈	/	海冰范围&类型
辐射仪器包 (太阳辐照度光谱仪(SSIM), 太阳辐射监测仪II型(SIM-II))	辐射	/	总太阳辐照度、分光谱太阳辐照度
全球导航卫星掩星探测仪(GNOS)	大气参数	大气廓线（干大气、湿大气）	大气廓线（干大气、湿大气）
	海洋	/	海面风速
	空间	电离层密度	电离层密度
空间环境监测仪(SEM)	空间	空间环境（表面电位、辐射剂量、高能粒子）	空间环境（粒子产品、表面电位、辐射剂量、 磁场产品、电离层气辉和掩星电离层 ）
电离层光度计(IPM)	空间	氧氮浓度比	/
广角极光成像仪(WAI)	空间	极光图像投影产品	/
太阳X射线和极紫外线成像仪(XEUVI)	空间	/	太阳X射线图像、太阳极紫外线图像



FY-3E定量产品测试阶段进展



产品分类	示例产品	测试阶段进展
图像类	准恒定对比度图像	完成初步产品示例，提供台风会商服务，支撑完成第三批首图发布
	城市背景灯光合成	完成初步产品示例，提供台风会商服务，支撑完成第三批首图发布
	红外全球拼图	完成初步产品示例
	垂直探测三维展示图像	完成初步产品示例，支撑完成第二批首图发布
云和辐射类	云检测	完成初步产品示例
	射出长波辐射	完成初步产品示例
	综合大气温度、湿度廓线	正在开展
大气参数类	综合大气温度、湿度廓线—微波降级	完成初步产品示例，支撑完成第二批首图发布，提供台风+全运会会商服务
	GNOS-II大气温、湿度廓线（折射率、弯曲角）	完成初步产品示例，提供数值预报应用测试
	MWHS-II视场降水检测	完成初步产品示例
海、陆表	陆表温度	完成初步产品示例，支撑完成第三批首图发布，提供全运会会商服务
	WindRAD海面风场	完成初步产品示例，支撑完成第二批首图发布，提供台风和大风降温服务
	GNOS-II海面风速	完成初步产品示例
	GNOS-II电子密度廓线	完成初步产品示例
空间天气类	Tri-IPM总电子含量	完成初步产品示例
	SEM仪器包产品	完成初步产品示例
	X-EUVI图像	完成初步产品示例，支撑完成第一批首图发布
冰冻圈	WindRAD海冰产品	完成初步产品示例

测试内容

- ① 产品示例
- ② 质量评估

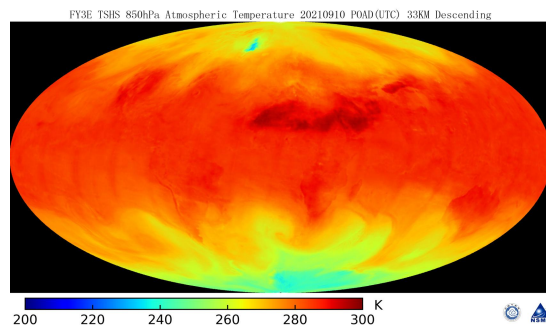


大气海陆表产品示范

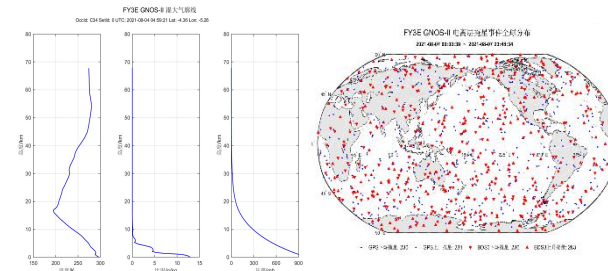
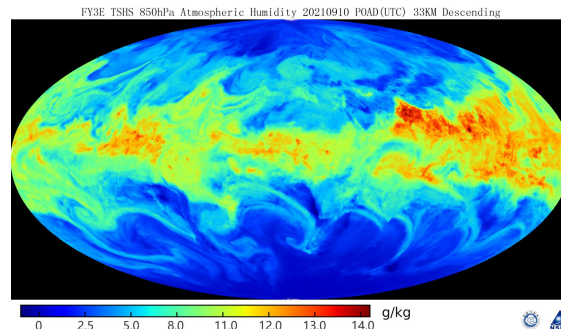
风云三号

大气

热力场

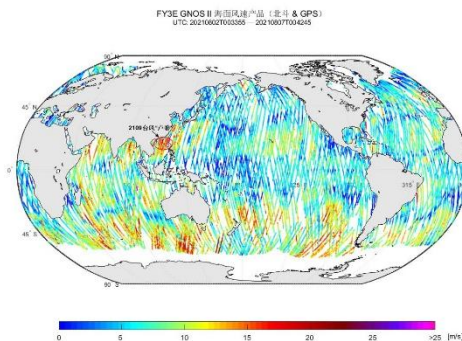
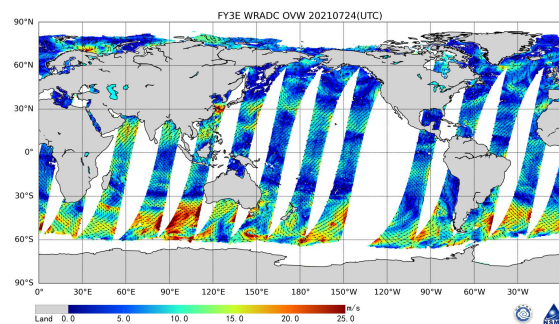


湿度场

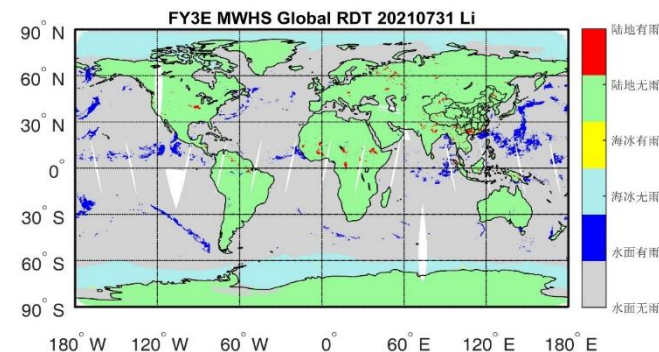


海陆表

动力场

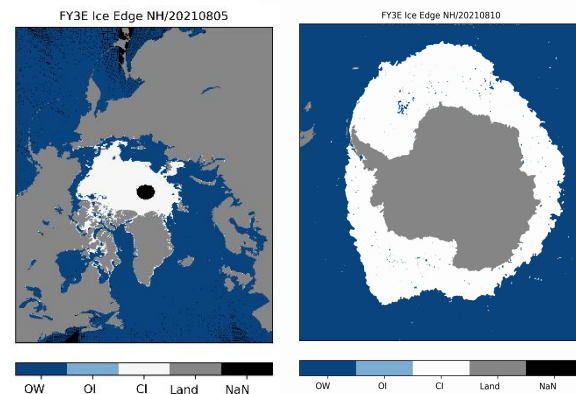


降水

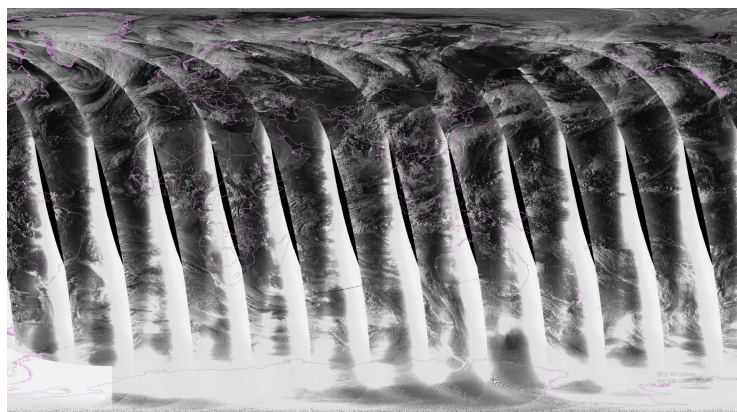


冰冻圈

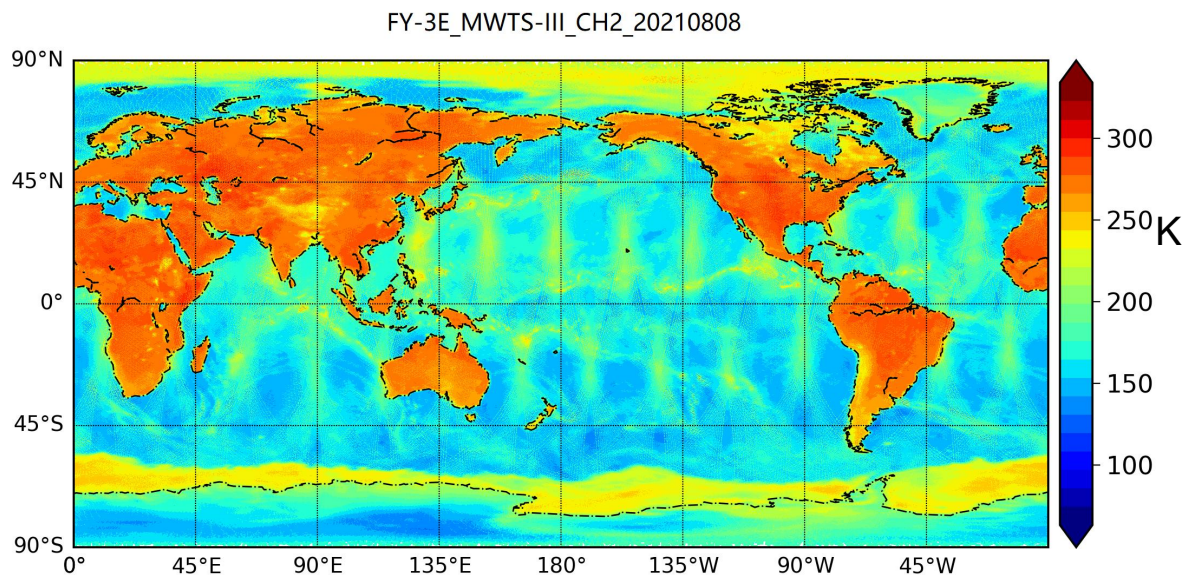
极地冰



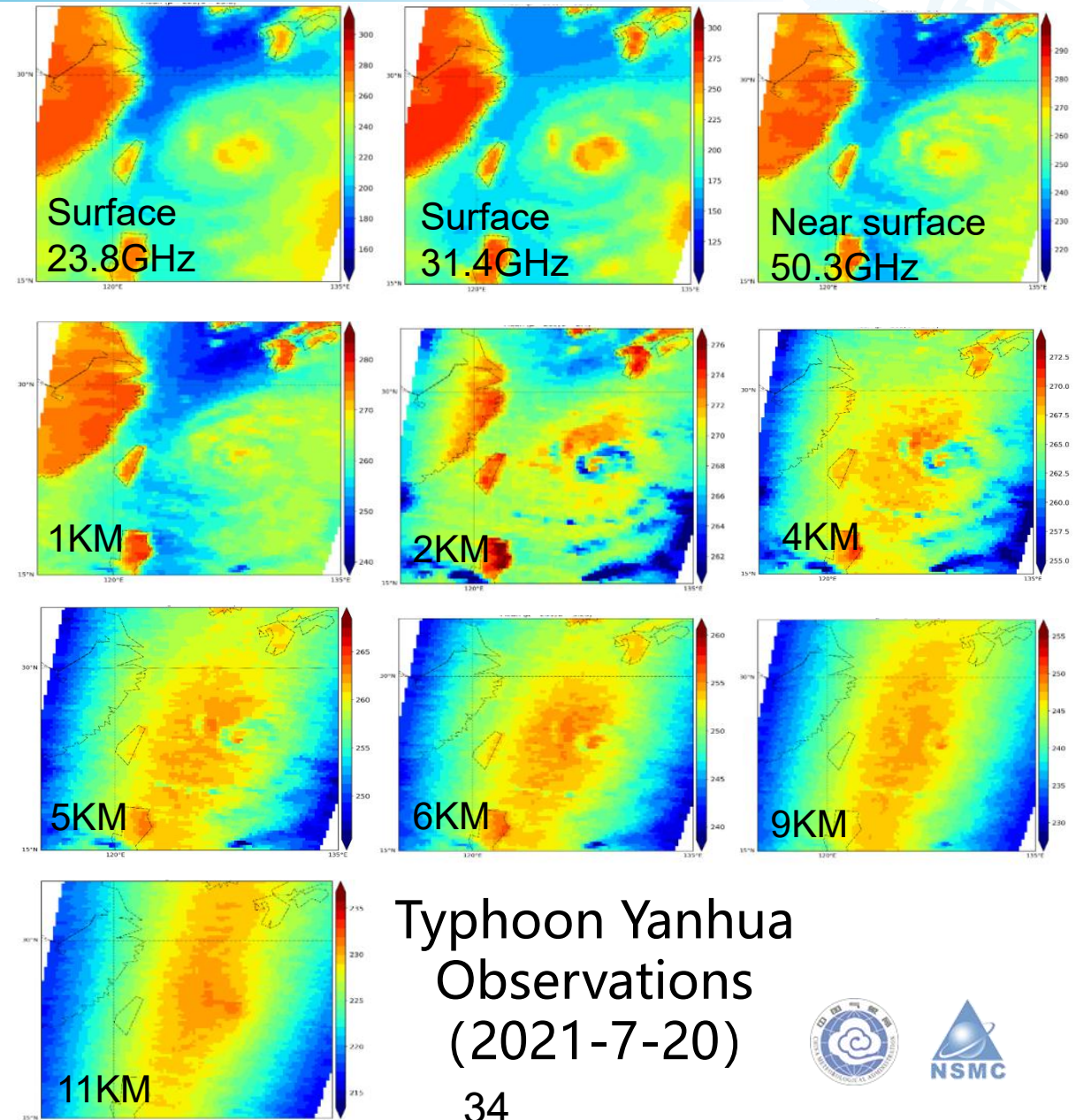
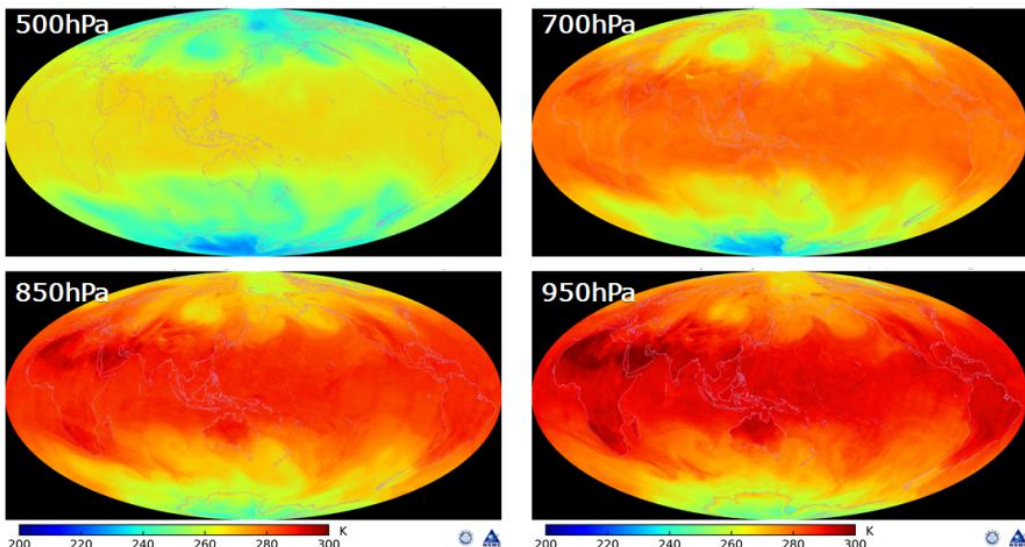
微光图像产品



大气温度廓线 from MWTS-III



Vertical atmospheric temperature



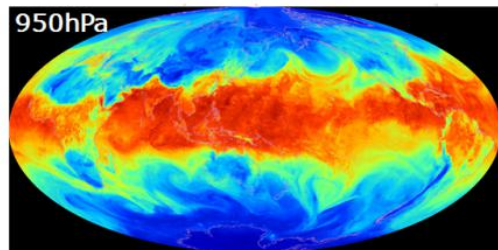
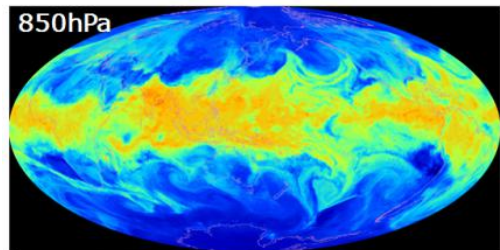
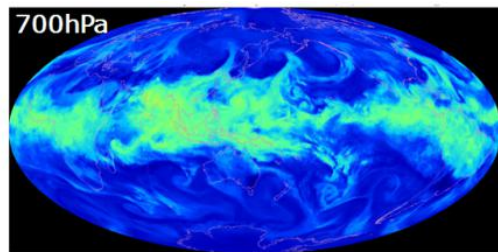
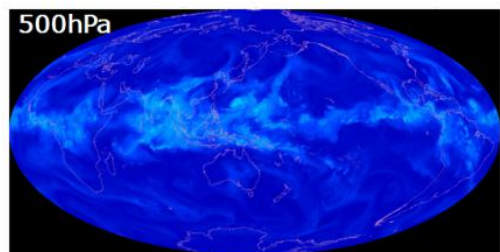
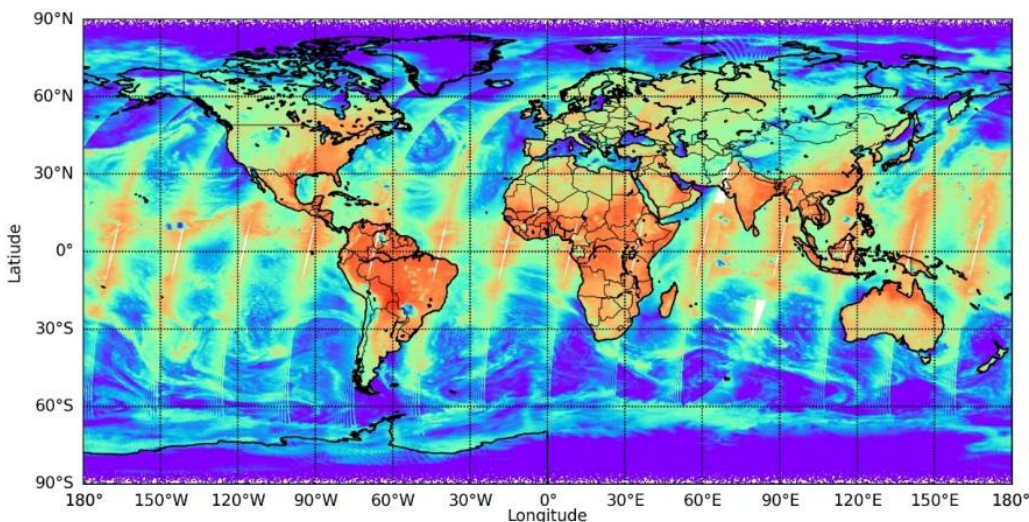
Typhoon Yanhua
Observations
(2021-7-20)



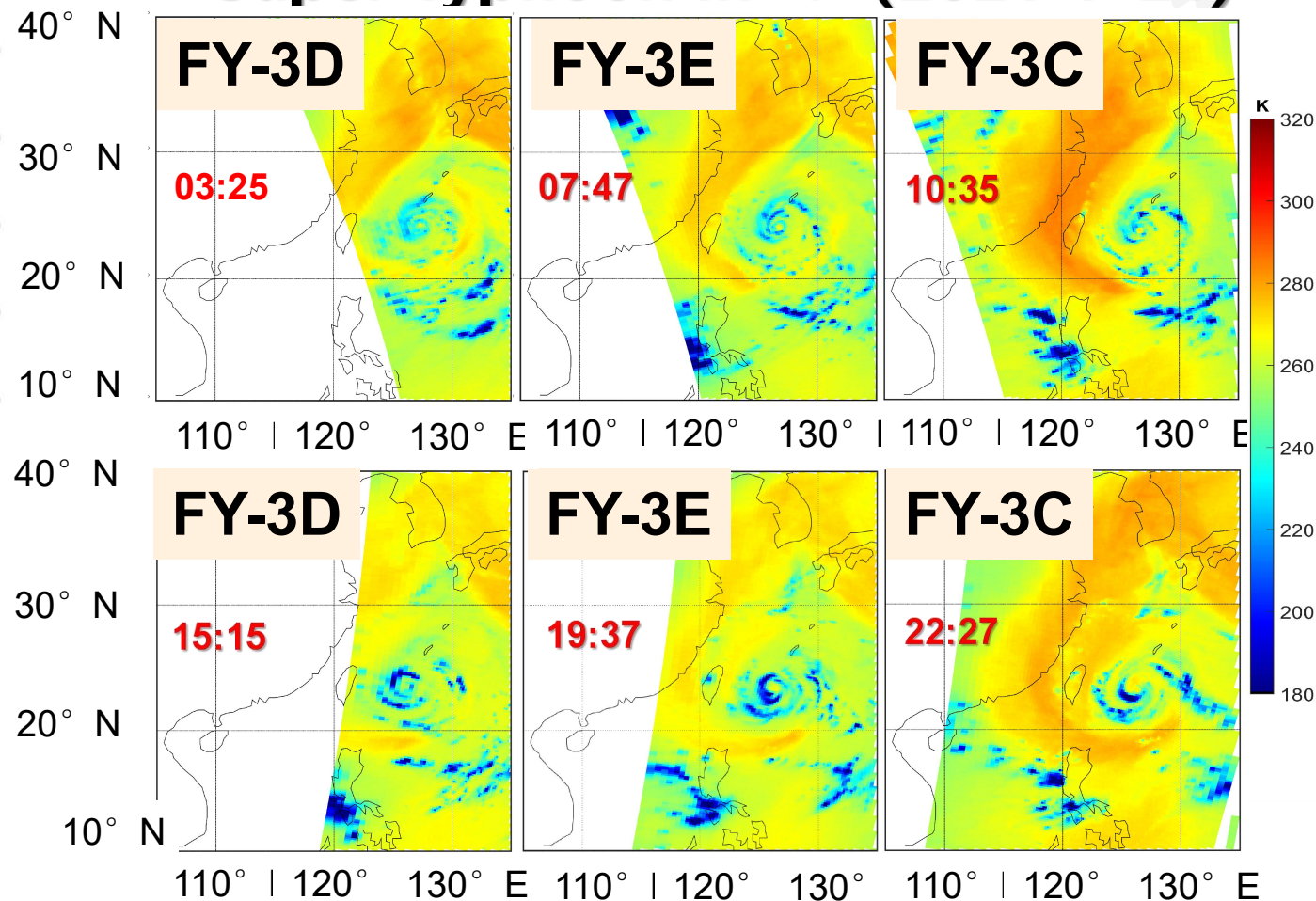
大气湿度廓线 from MWHS-II



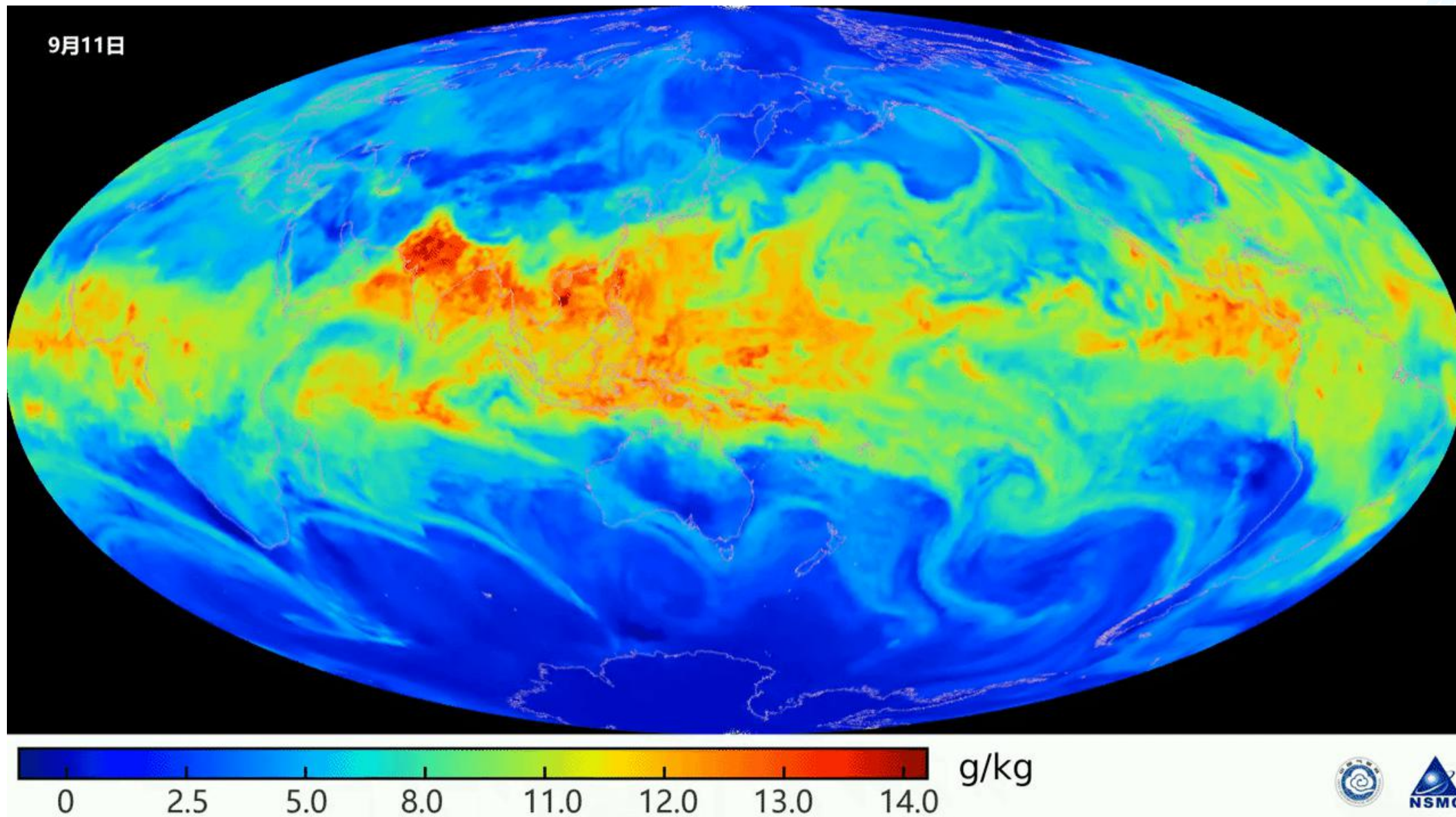
FY3E_MWHS-II_CH_01_D_89.0GHz_Bright_Temperature(K)



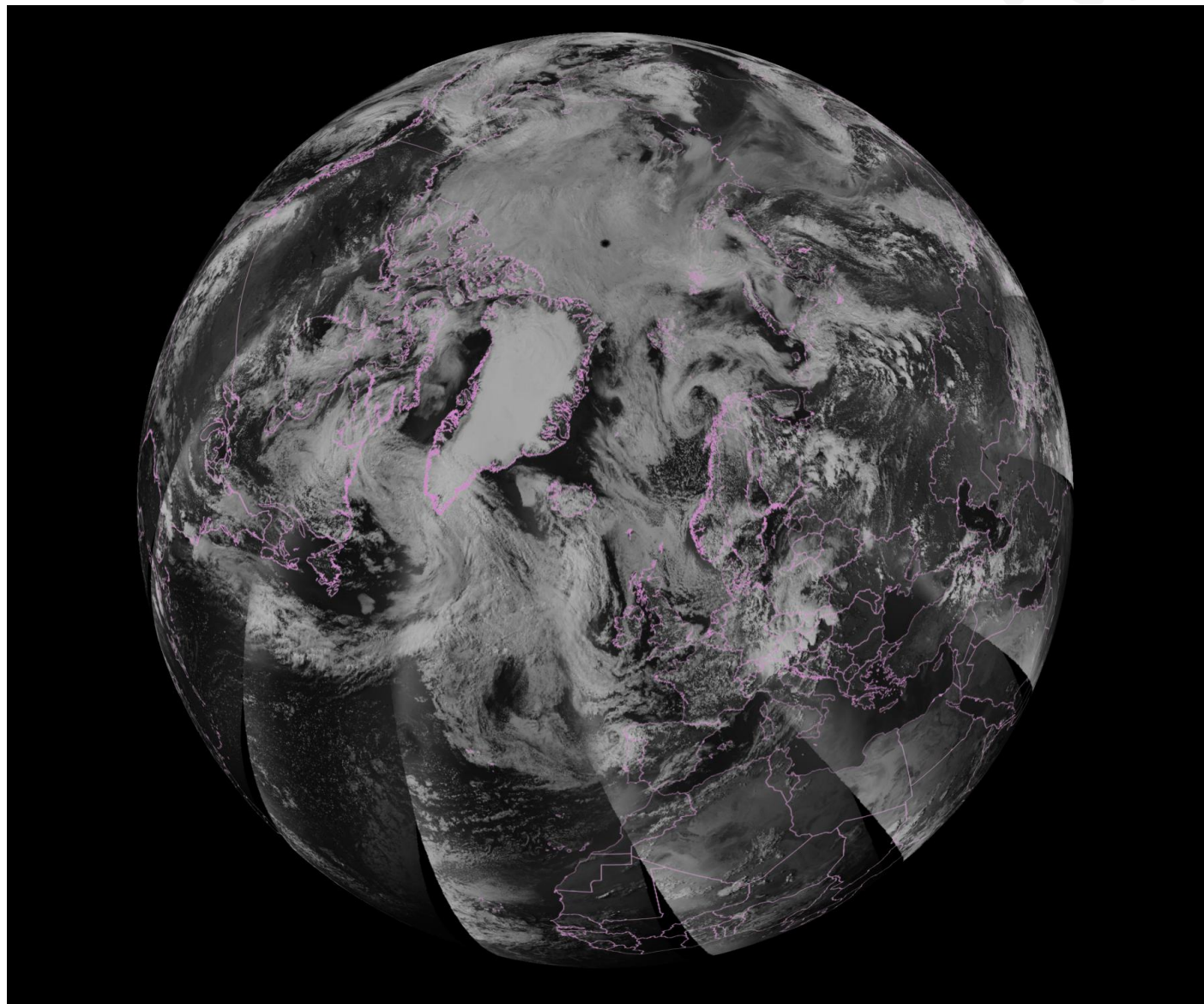
Super Typhoon In-fa (2021-7-21)

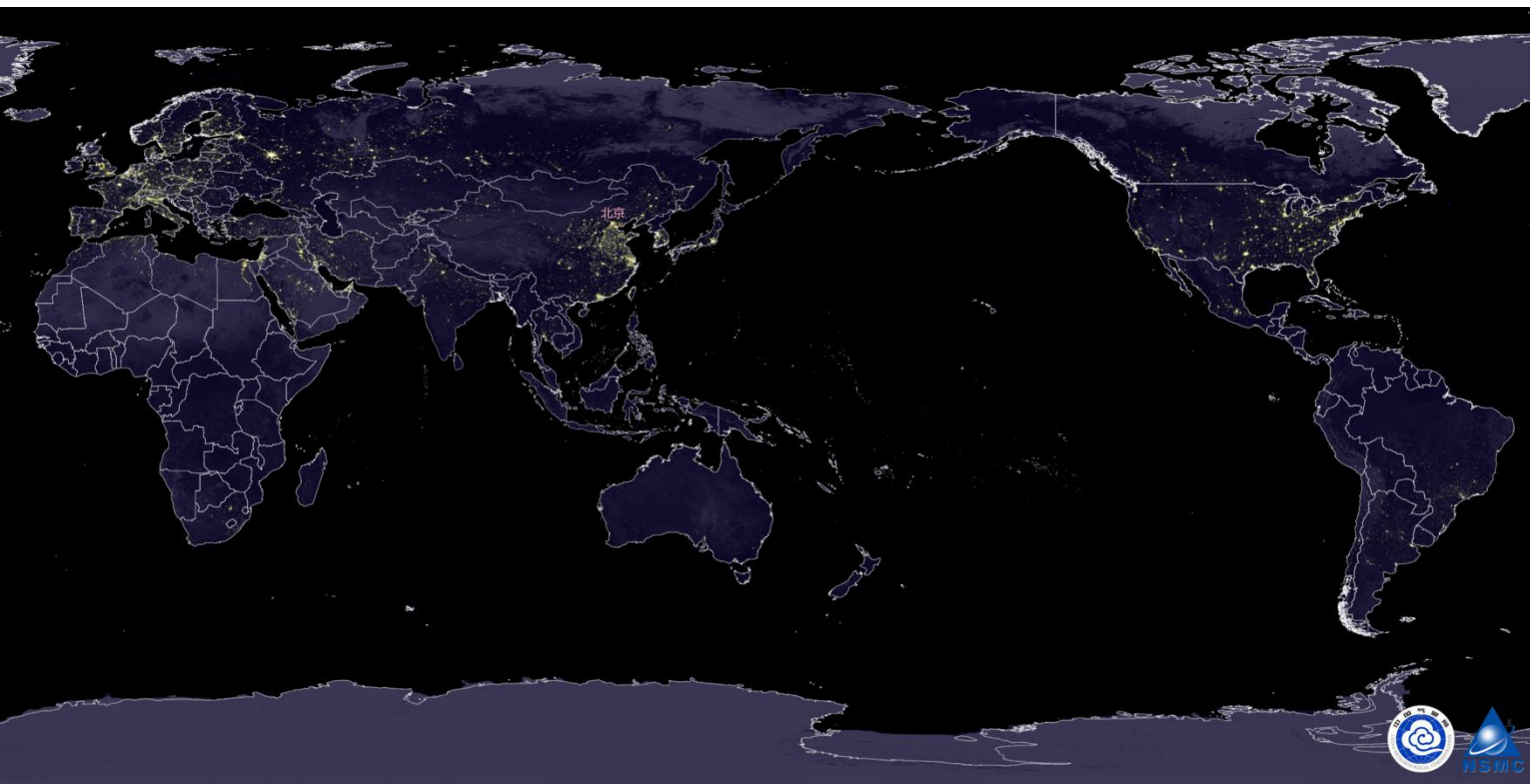


FY-3E 大气湿度动画(Sep. 11-26, 2021, 850hPa)



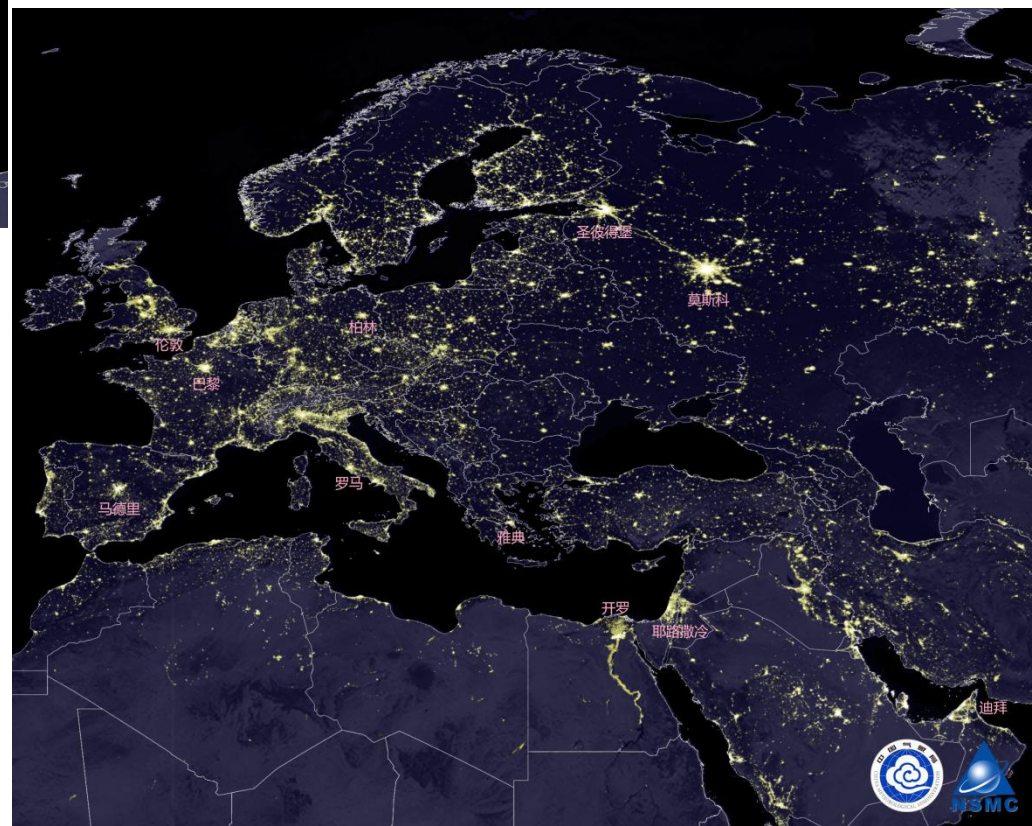
FY-3E MERSI 微光图像与城市灯光图





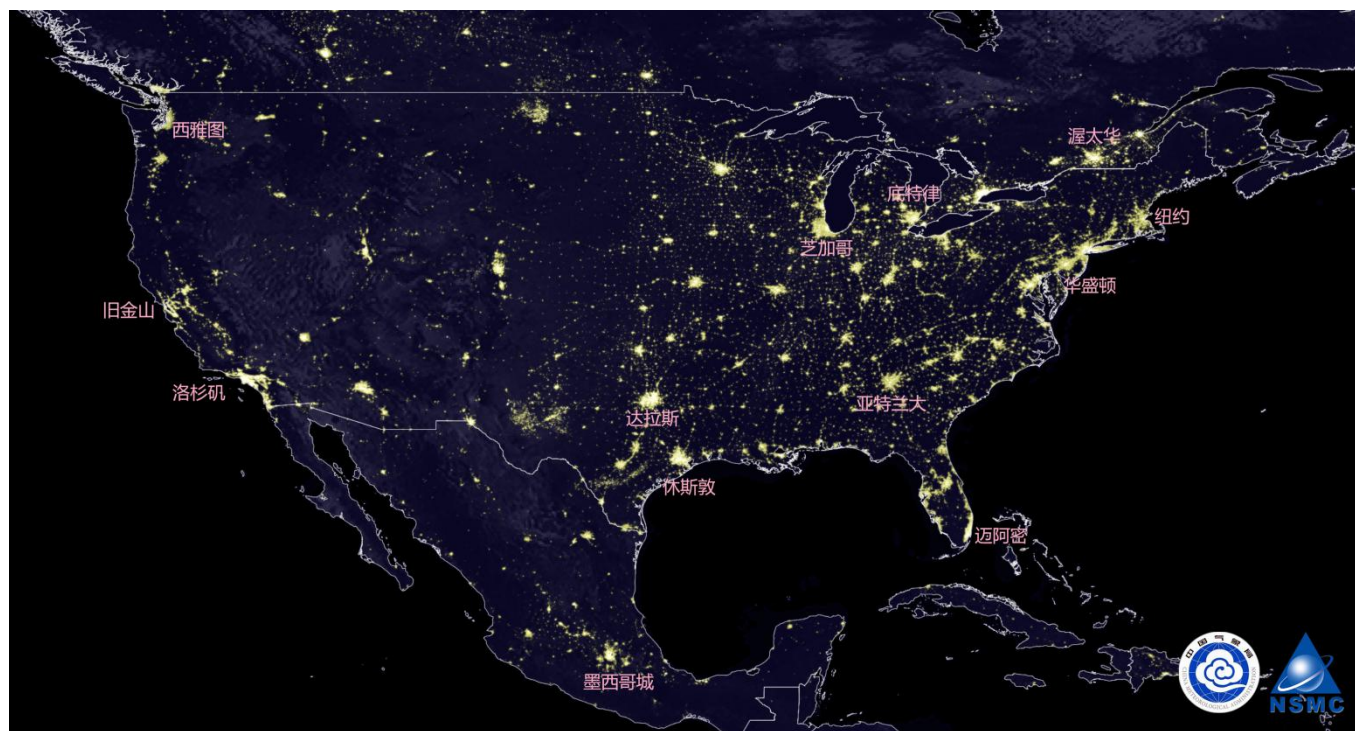
风云三号E星搭载的中分辨率成像仪首次配备微光通道，能够探测夜间微弱的可见光光源，极大地提升了我国对天气气候状态以及人类活动的监测能力。它所探测的夜间城市灯光可以反映一个城市的基础设施建设水平与能源消耗，间接地反映了城市的经济发展水平和人口数量。其变化可用于评估城市发展、自然灾害以及战争的影响。对于城市规划、人口政策制定有着重要的参考价值。本图是风云三号E星探测的全球灯光图，可以看出中国、美国和欧洲三个主要的灯光区呈“三足鼎立”之势。

欧洲的灯光十分密集。特别是西欧至中欧一带，大小城市星罗密布。莫斯科作为欧洲最大的城市，在灯光相对较少的东欧格外耀眼，仔细看，它与俄罗斯第二大城市圣彼得堡之间的路网清晰可见。另外，有趣的是埃及尼罗河流域沿河道布满了灯光，在向我们默默地诉说着一个古老文明的起源。



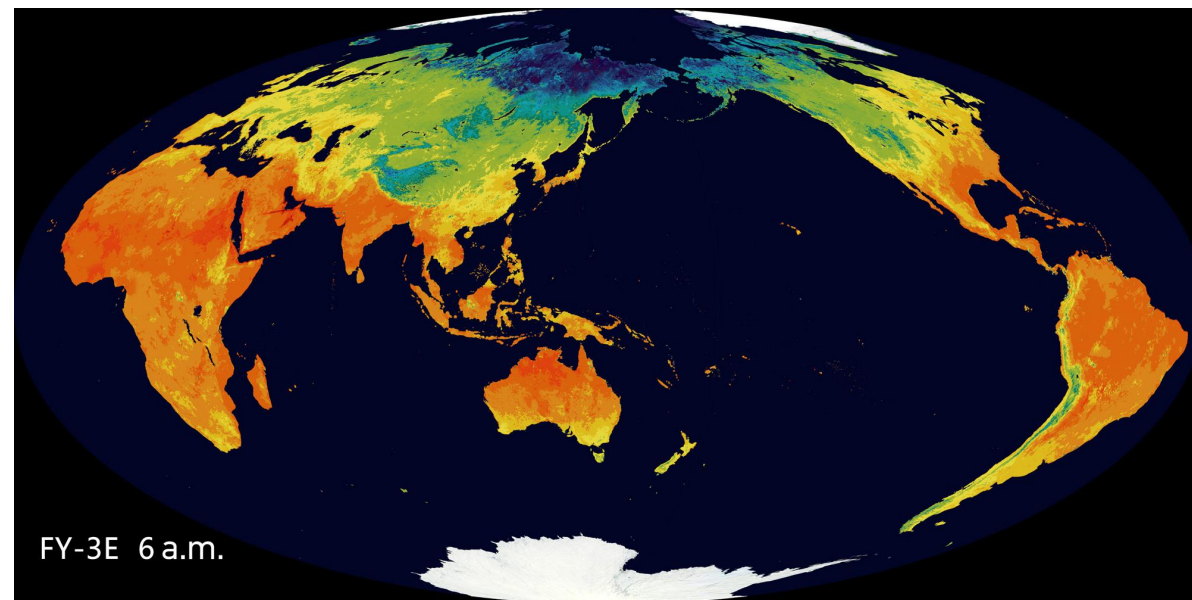
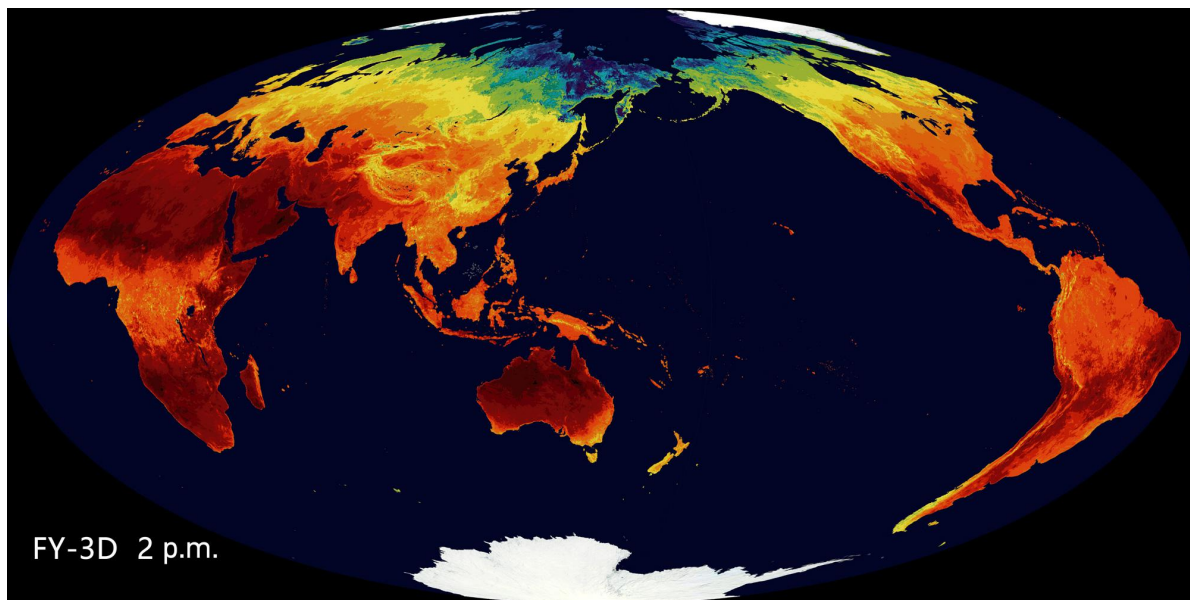
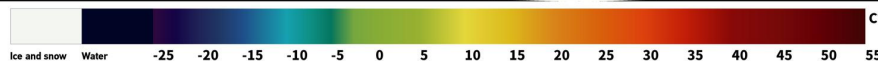
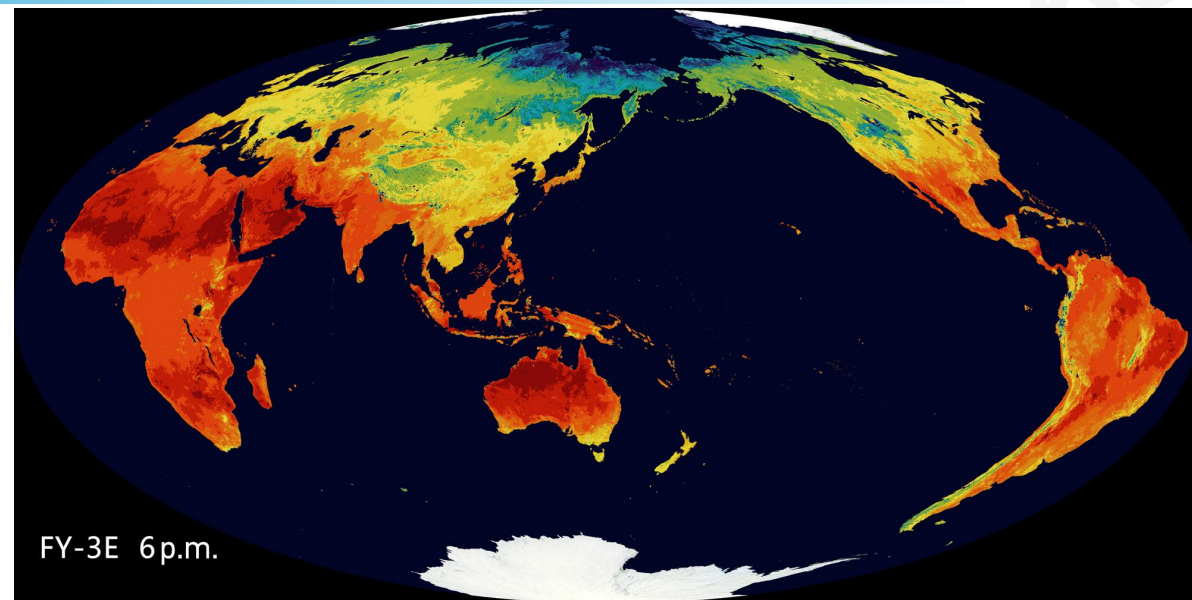
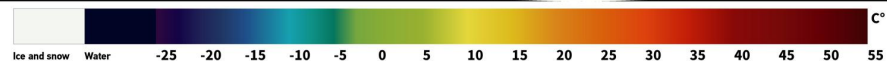
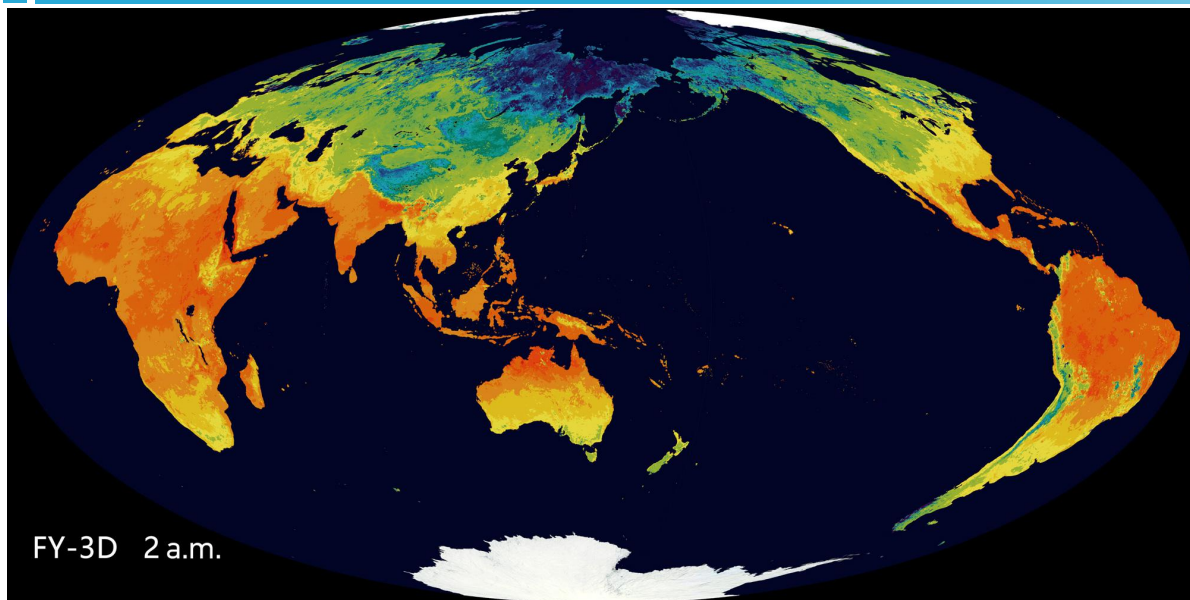


中国的灯光主要集中在东部，特别是京津冀、长三角和珠三角地区，发展出成片的灯光带。对于中西部各省，往往省会城市的灯光一直独秀，如郑州、西安、武汉、长沙、南昌，其它中小城市如繁星般散落在中心城市周围。值得注意的是，朝鲜半岛上韩国和朝鲜一明一暗，若隐若现的分界线在向我们平静地讲述着一个民族的故事。



美国在东海岸和五大湖区有成片的灯光区，这是两个世界级城市群：大西洋沿岸城市群和五大湖城市群。在中西部几个主要城市向外展现出交通路线，中小城市规则分布，使美国的中部和东部交织成一片城市网。相比之下，西部灯光略少，几个较大城市如洛杉矶、旧金山、西雅图等尤为显眼。

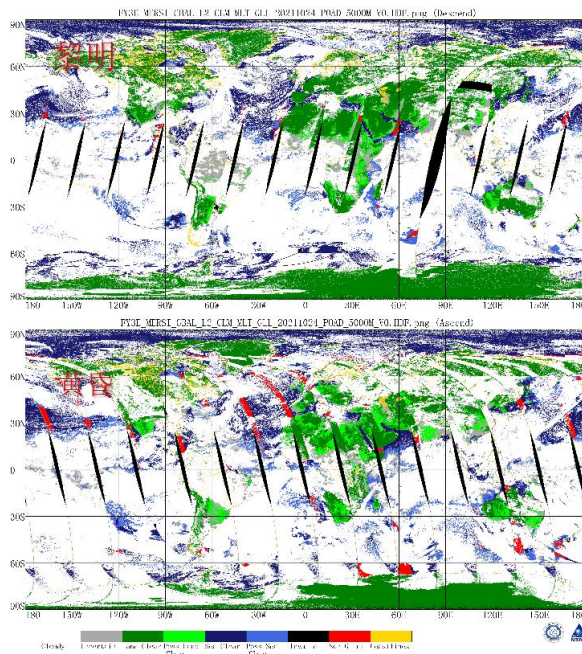
LST 日变化 from FY-3E and FY-3D (2021.10)



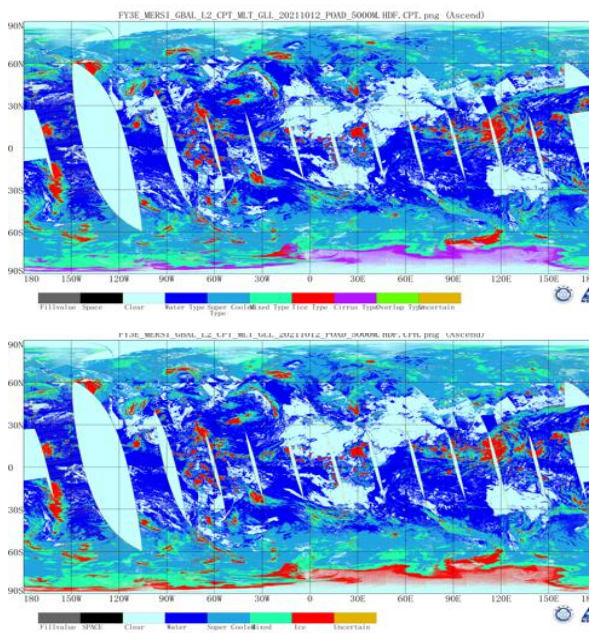
云-辐射产品示范



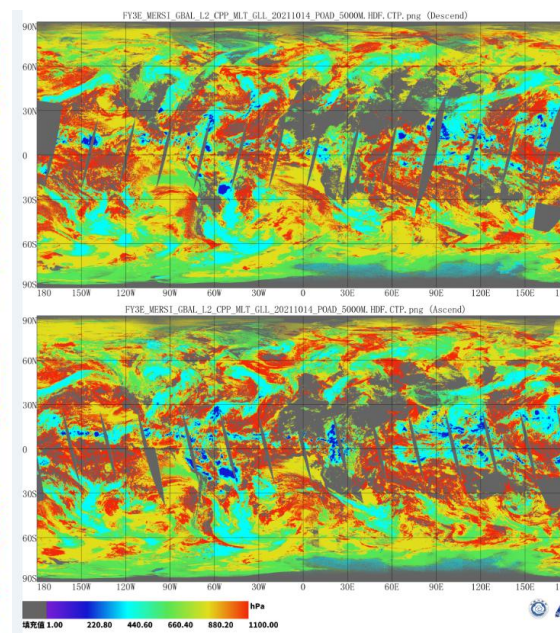
云检测



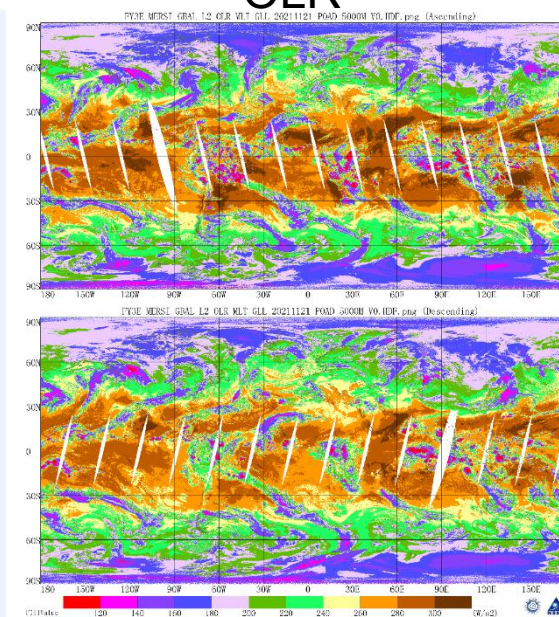
云相态



云顶性质



OLR



- 目前能够在业务流生成，结果正确性还需要进一步确认。

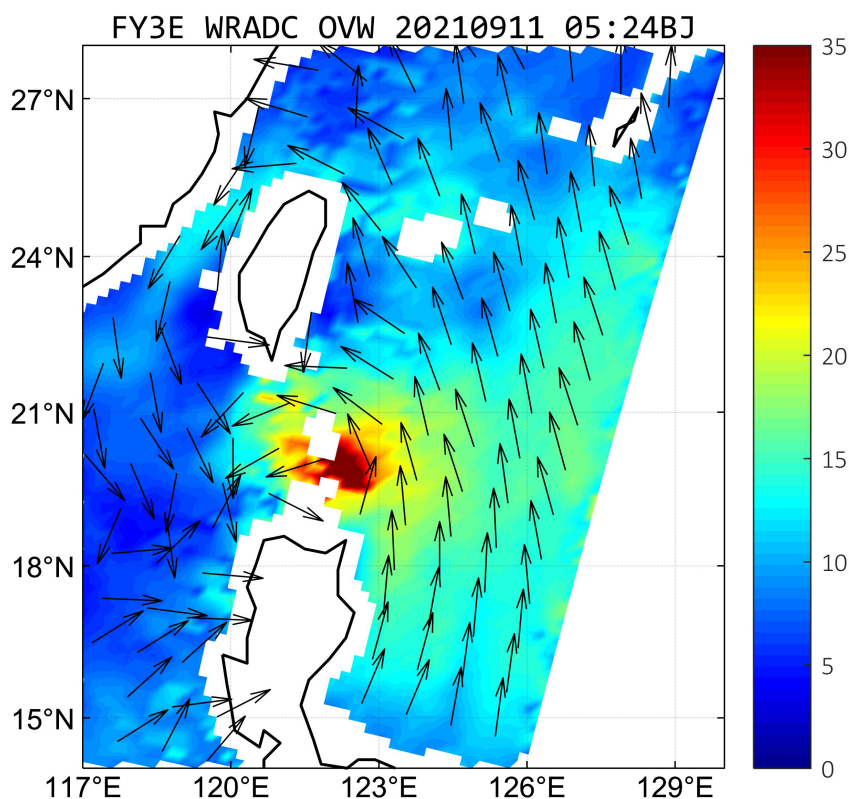
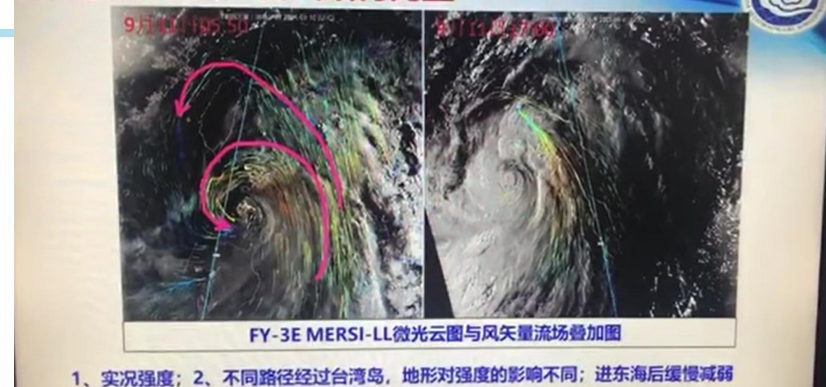


风场产品支撑台风应急服务保障

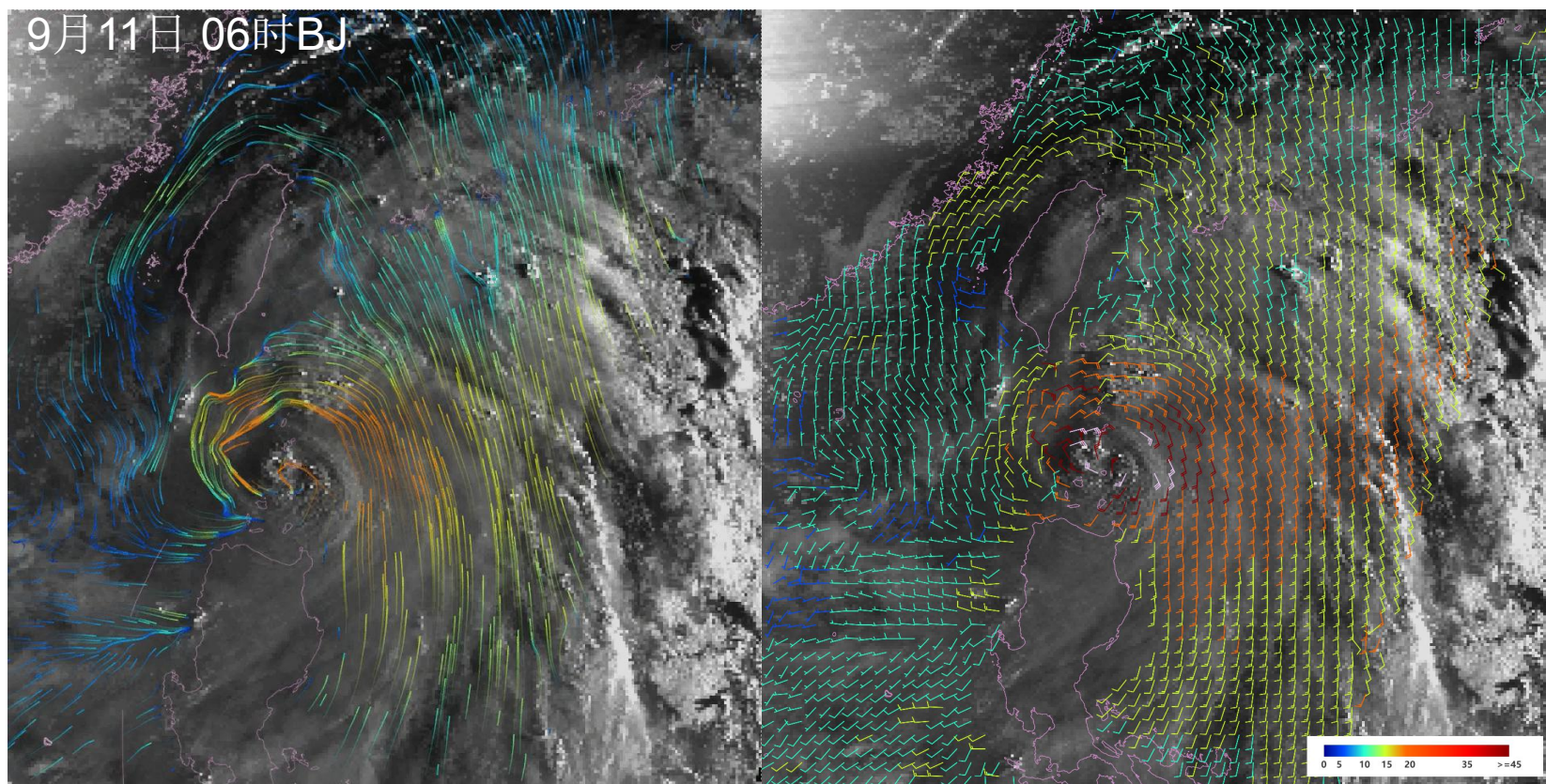
完成风场雷达C波段产品的业务生产，并针对台风监测服务生产多种应用示范联合诊断产品，为“灿都”的汛期服务提供产品应用保障，参与12日-13日台风会商。

9月11日早会商，气象中心会商材料

强度预报理由：台风结构完整



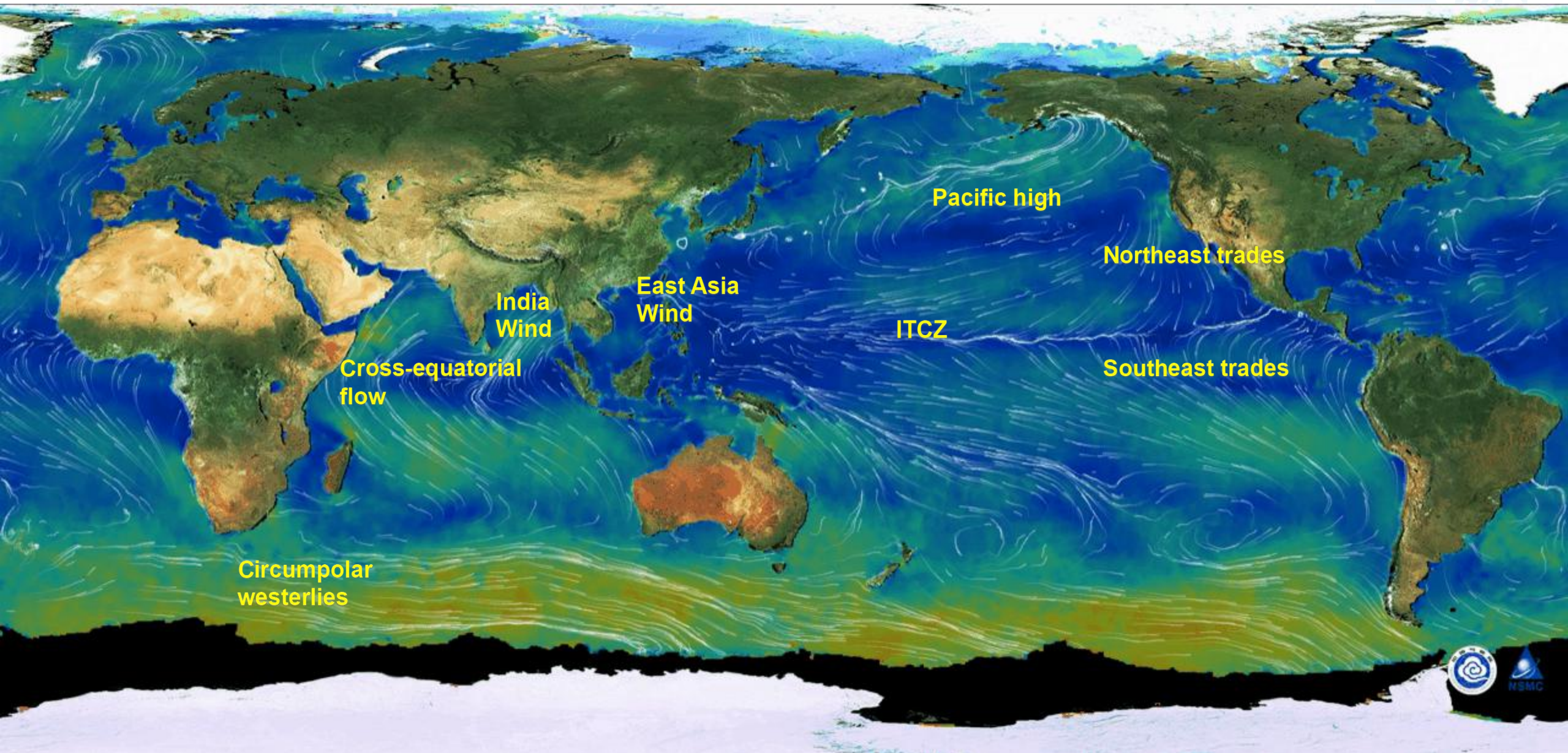
科学矢量图

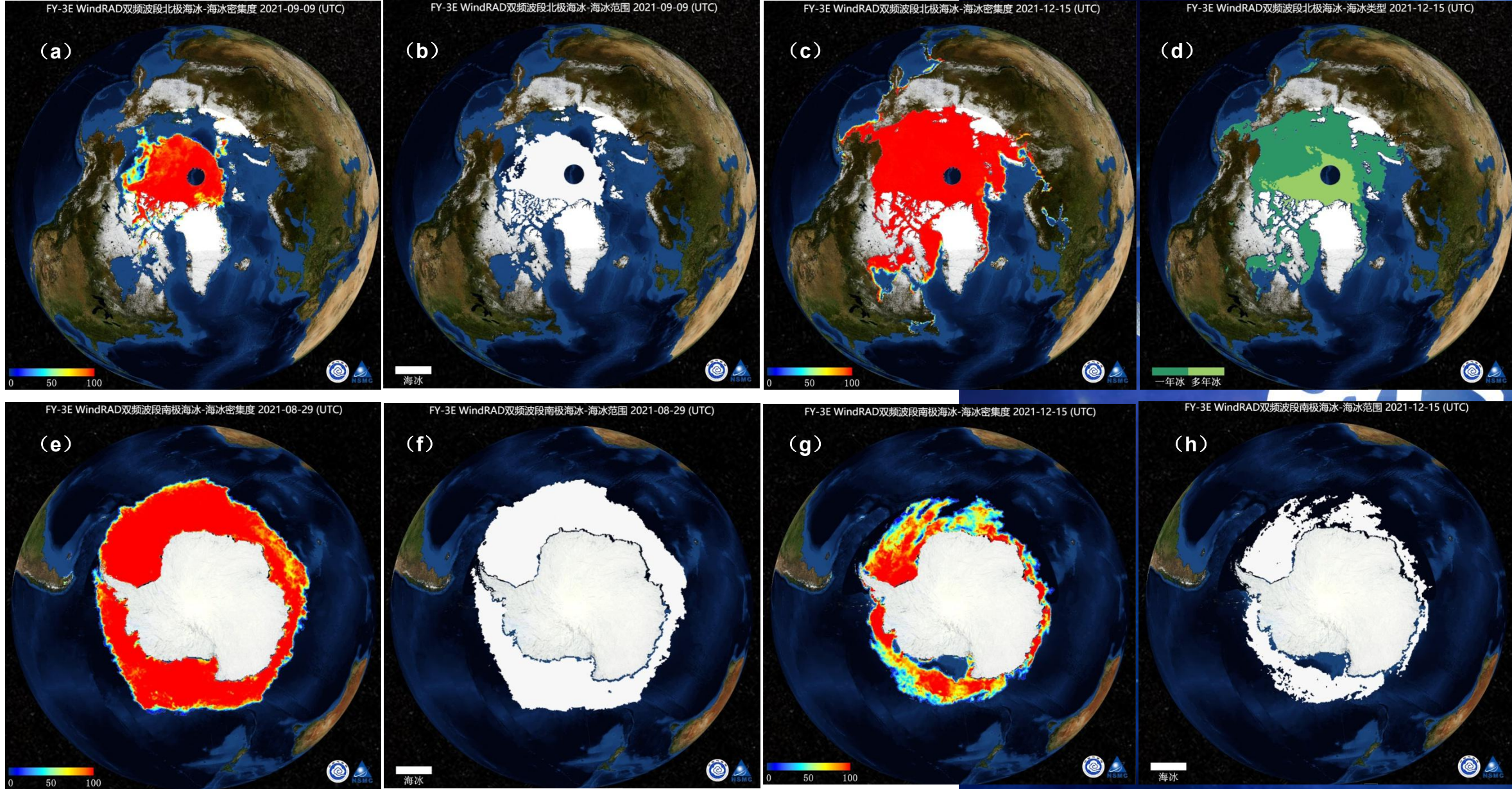


流场+微光叠图

风羽+微光叠图

FY-3E sea surface wind Monthly (September, 2021)

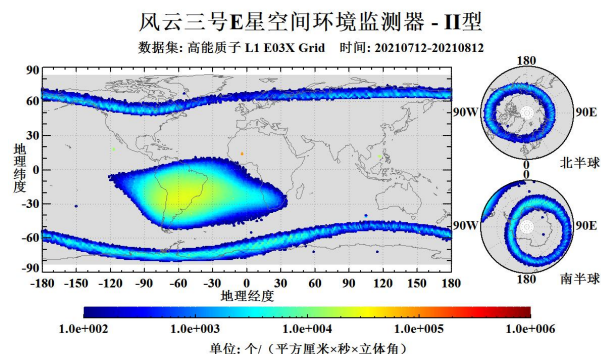




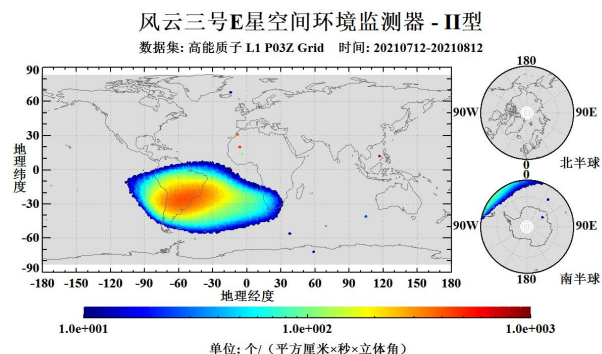
该图显示了FY-3E风场测量雷达（WindRAD）与FY-3D微波成像仪（MWRI）多源数据融合反演的全球海冰参数产品，分别为（a）2021-09-09 北极海冰密集度（b）2021-09-09 北极海冰范围（北极全年海冰范围最小）（c）2021-12-15 北极海冰密集度（d）2021-12-15北极海冰类型（e）2021-08-29 南极海冰密集度（f）2021-08-29南极海冰范围（南极全年海冰范围最大）（g）2021-12-15 南极海冰密集度（h）2021-12-15南极海冰范围。

空间天气类产品示例

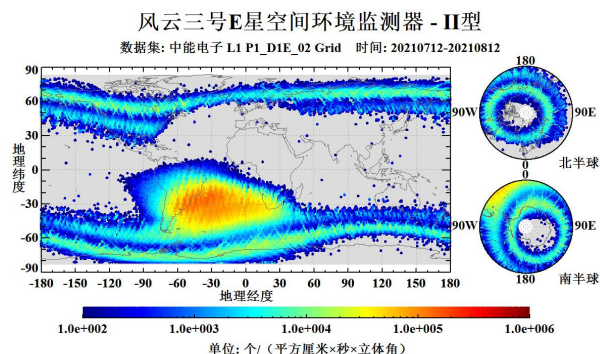
SEM-II空间环境产品



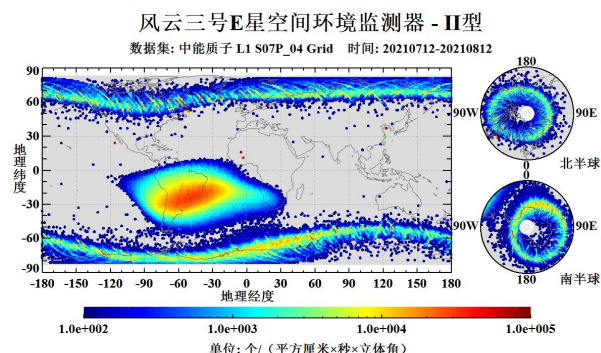
高能电子E3通道
(0.65 MeV ~ 1.20 MeV)



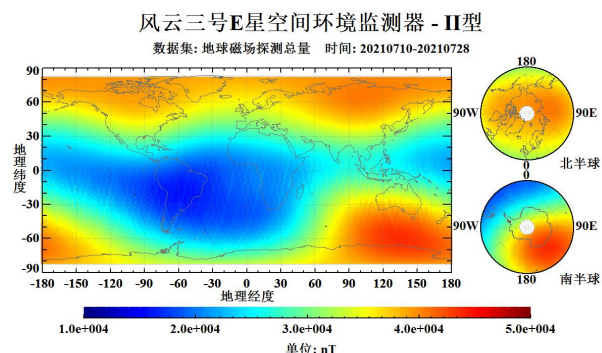
高能质子P3通道
(10 MeV ~ 26 MeV)



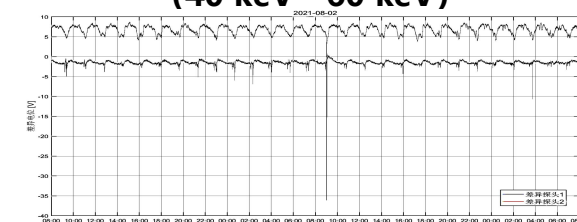
中能电子D1方向E2通道
(40 keV ~ 60 keV)



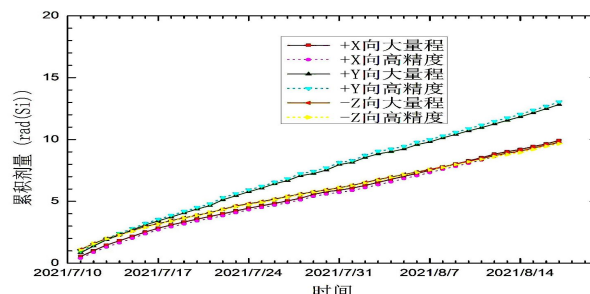
中能质子S7方向P4通道
(120 keV ~ 170 keV)



地球磁场探测总量



相对电位探测

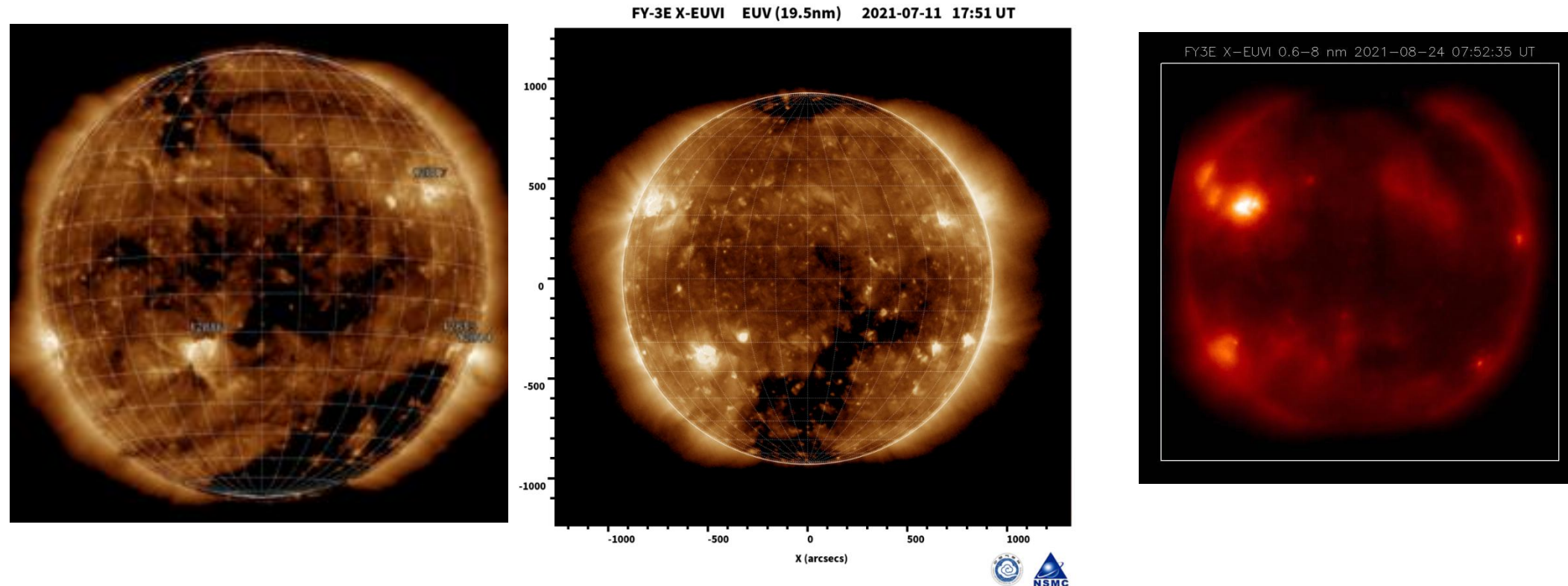


辐射剂量探测

- 粒子产品与辐射带模式 (AE8/AP8) 对比结果显示粒子分布和能谱特点与模式一致性较好, 与NOAA POES系列卫星粒子探测数据的交叉验证的初步结果显示SEM-II粒子探测数据的平均相对偏差小于25%, 满足使用要求。
- 磁场产品与国际地磁参考场 (IGRF) 的对比初步结果显示SEM-II探测的地球背景磁场与模式一致性好, 平均相对偏差在1%左右。
- 效应产品 (辐射剂量、电位) 显示辐射剂量增长情况和方向性差异符合空间辐射环境特点, 卫星充电事件的空间分布符合空间辐射环境特点和先前卫星探测的统计规律。
- 后续继续完成各单机产品的性能指标考察。



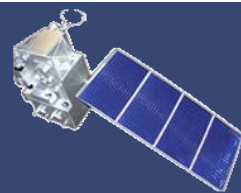
太阳X-EUVI成像仪图像产品



FY-3E X-EUVI 日冕太阳活动产品示例（左为示例产品，标识了太阳活动区的编号及位置，右图为用在轨测试数据做的示例产品，活动区编号及位置暂未标识）



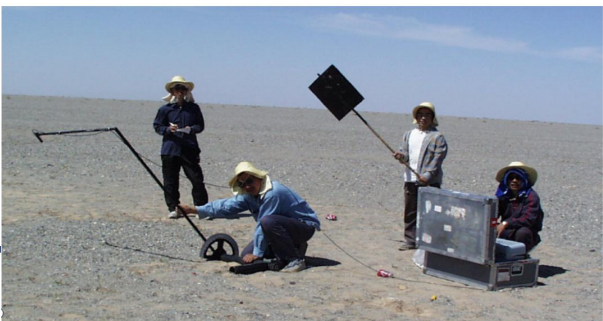
大型外场试验与产品检验



CAL/VAL

FY3-01批

- 以辐射定标试验为主，试验以人工观测为主；
- 开始设计产品检验系统，作为产品生产系统的一部分



FY3-02批

- 除了辐射定标试验，开始开展产品的检验试验；试验从人工转向自动观测；
- 产品检验系统独立出产品生产系统，开始进行第三方独立检验



FY3-03批

- 在气象局地面站网与风云工程规划下，开展遥感产品真实性检验场网建设；
- 产品检验系统除了开展星-星比对，更多的应用地面观测作为真实性检验依据

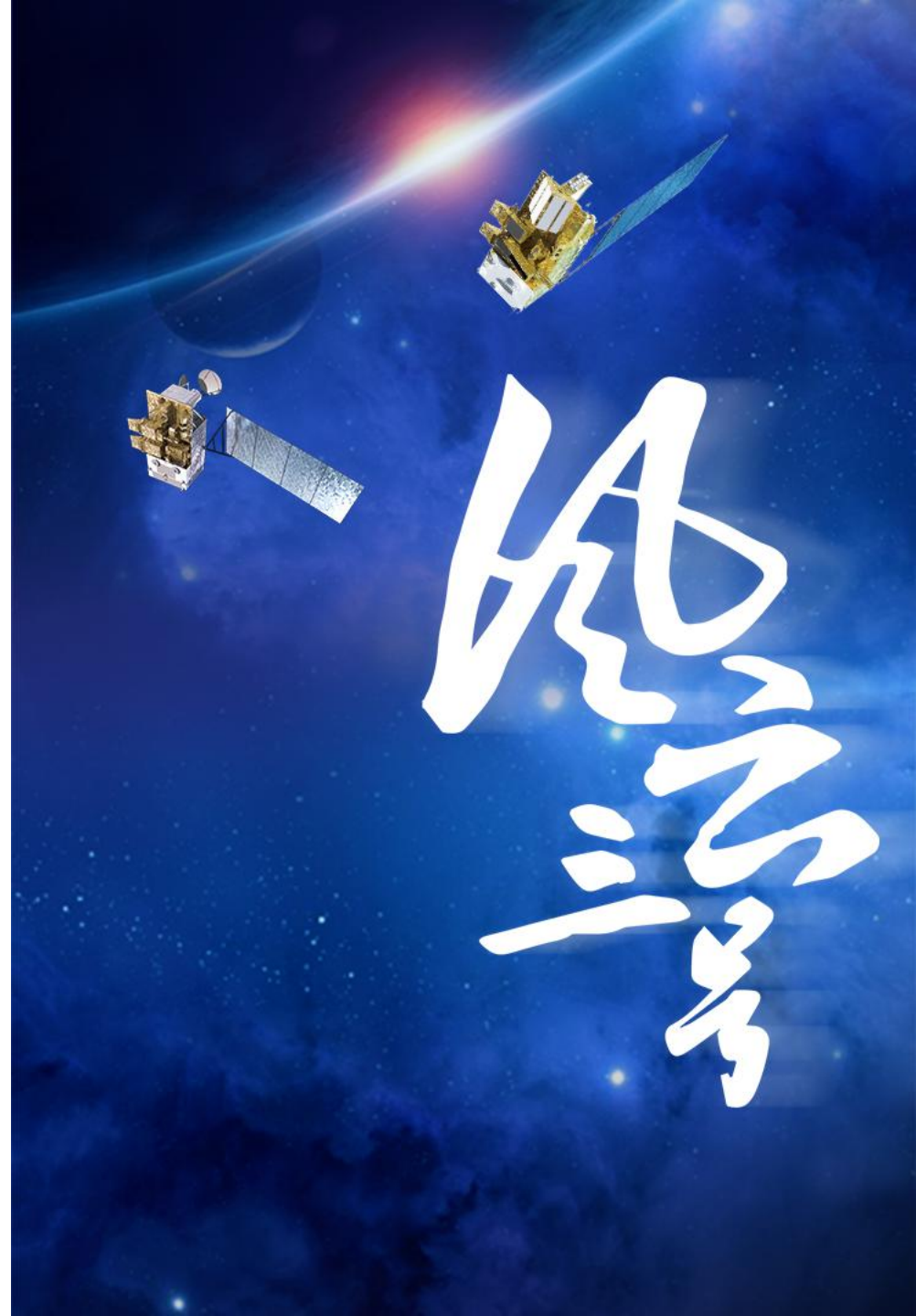


天地
一体
化检
验验
证体
系

遥感是一门试验科学，定标与检验验证不仅是数据和产品精度的保障，应用的前提，更是产品精度提升，算法模型和参数优化的来源。

PART 05

FY-3E数据政策 及数据产品服务



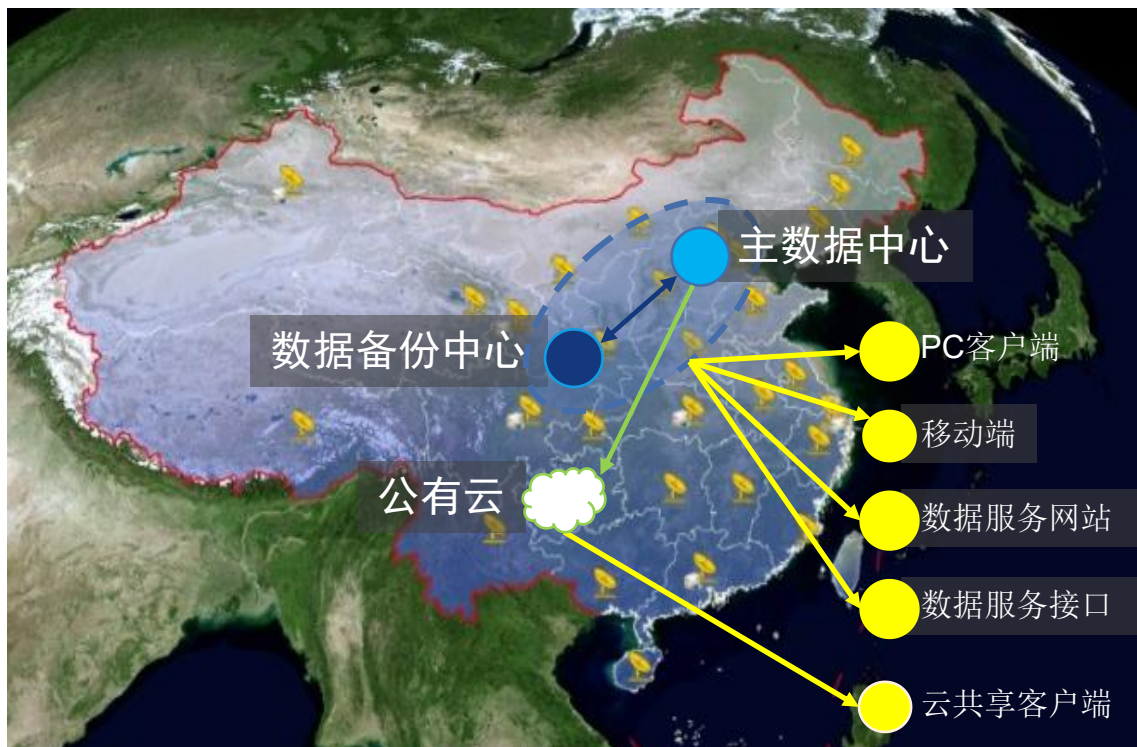
提升数据服务能力：云网融合，多端兼容，轻量化应用

“云+网+端”共享服务

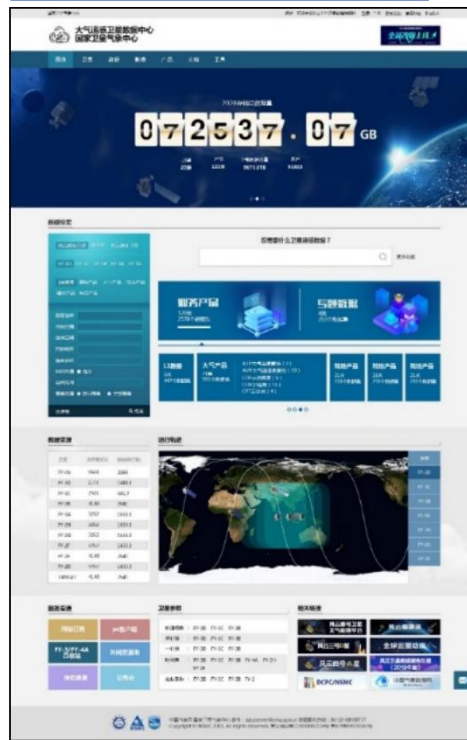
- 基于数据感知的云端数据订阅服务
- 多平台多终端高效数据传输与共享服务

多中心多平台多终端高效数据服务

- 多中心协同数据共享服务
- 数据检索订购接口化服务
- 基于大数据的智能化数据推荐服务
- 面向数据集的数据定制化处理服务



大气遥感数据中心网站



移动端



PC客户端



云共享客户端

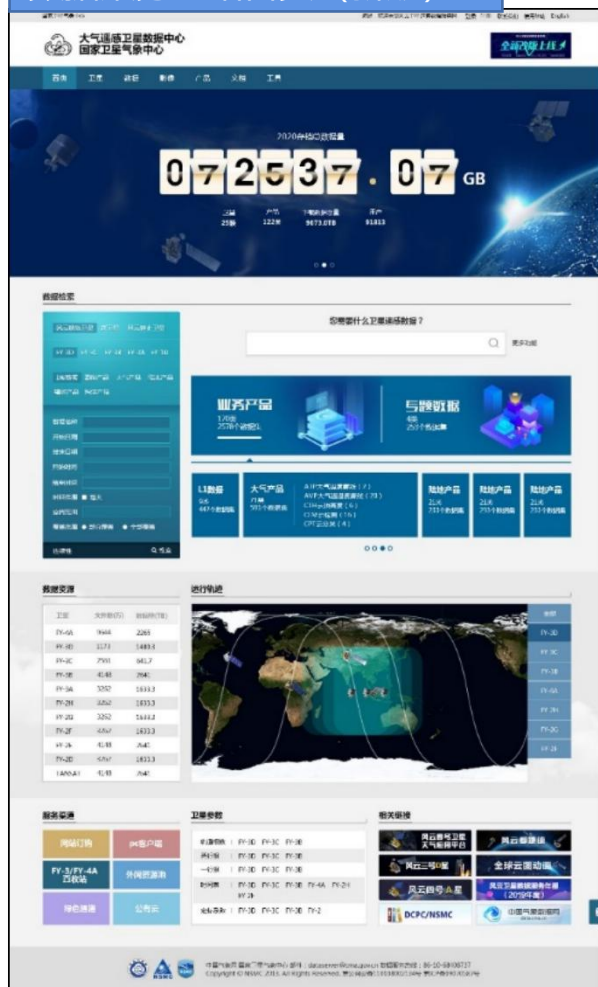


即将上线新版数据服务网站：富信息一站式综合服务

大气遥感数据中心网站服务

智能化数据路由，分布式数据下载，多维度数据检索，定制化数据处理

数据服务网站首页（新版）



数据检索与推荐页面（新版）



数据概览页面（新版）



在线数据直接下载页面（新版）

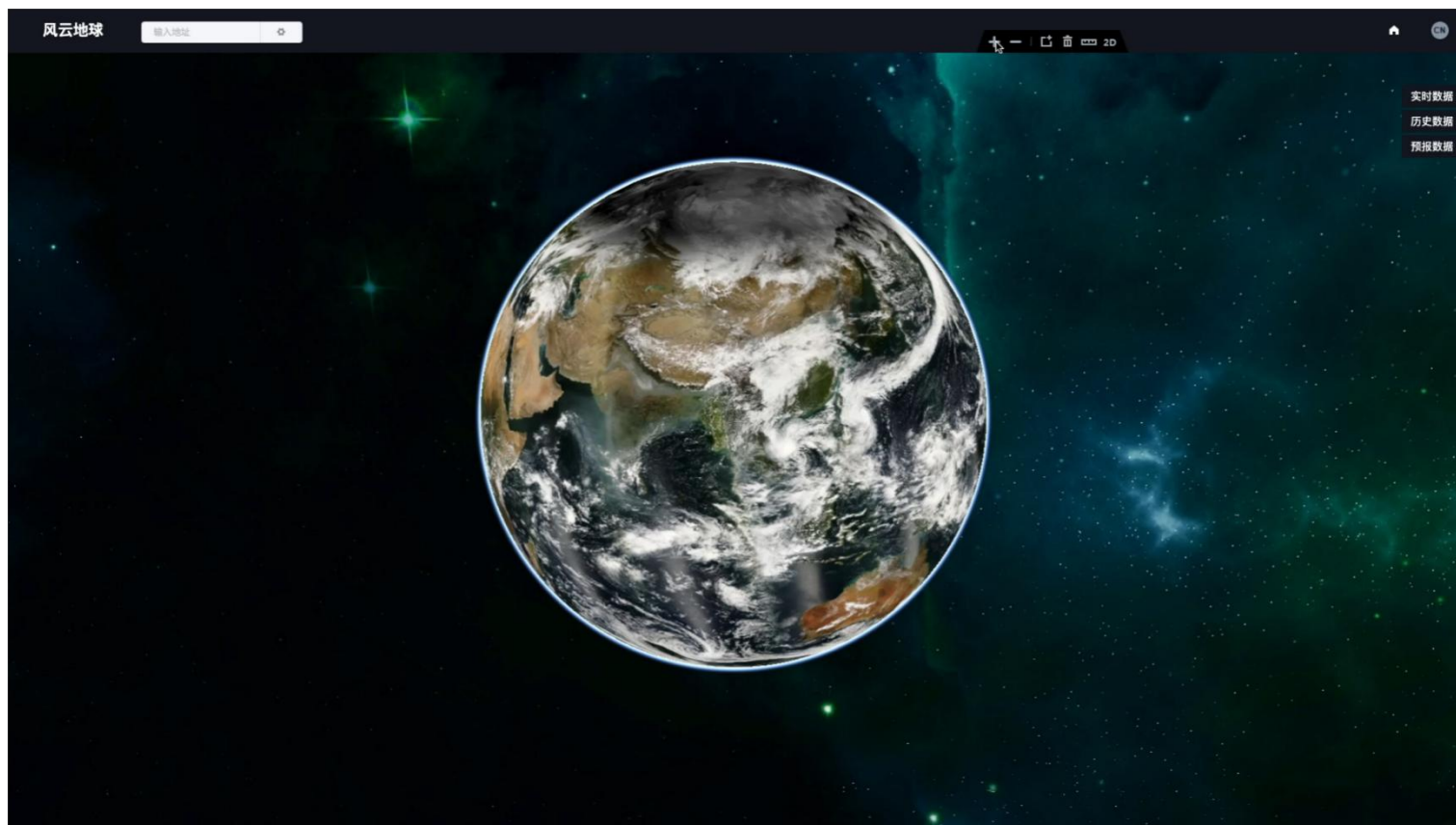


即将上线新版数据服务网站：可见即可得，服务产品化 服务可视化

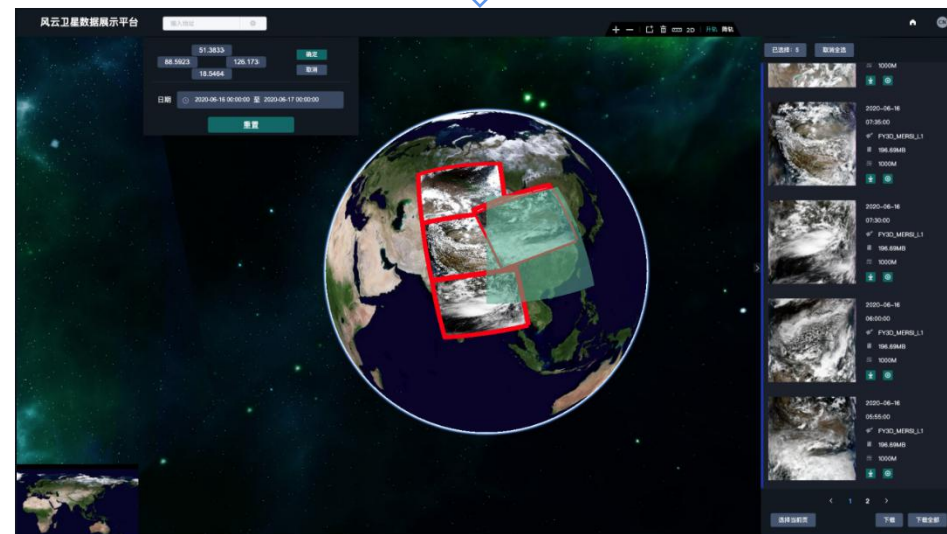
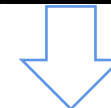
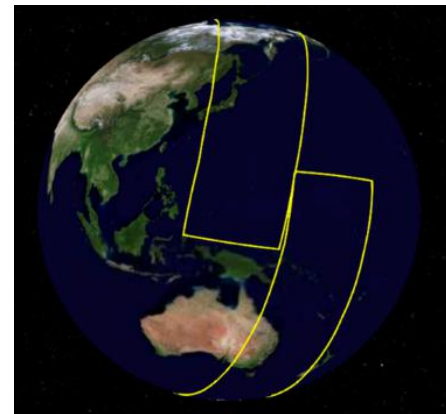


■ “风云地球” 可视化服务

- 多种实时定量产品基于WebGIS叠加实况展示
- 长时间序列卫星数据集时空一体化高效检索
- 基于卫星轨道预报的数据订阅，自动推送



GeoJSON点位信息3D/4D封装



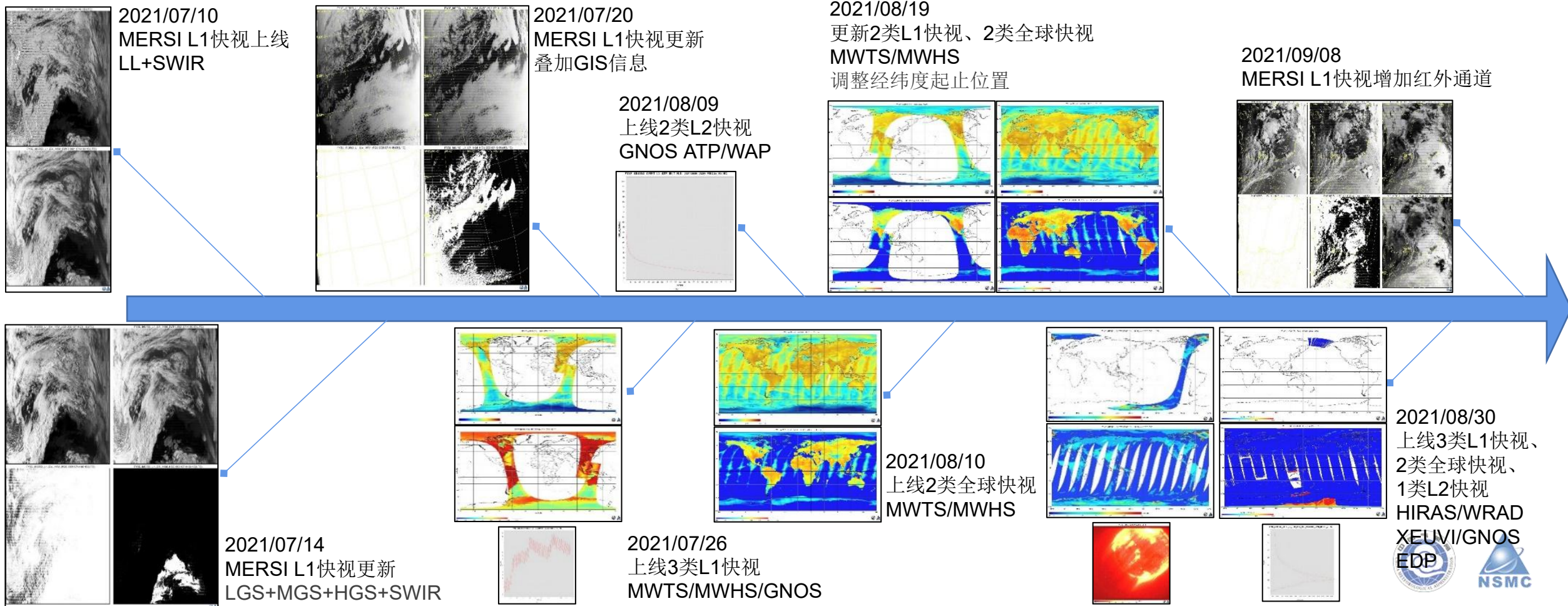
已发布的FY-3E数据相关资料



FY-3E 11个仪器L1产品的使用说明文档、相关参数和读取程

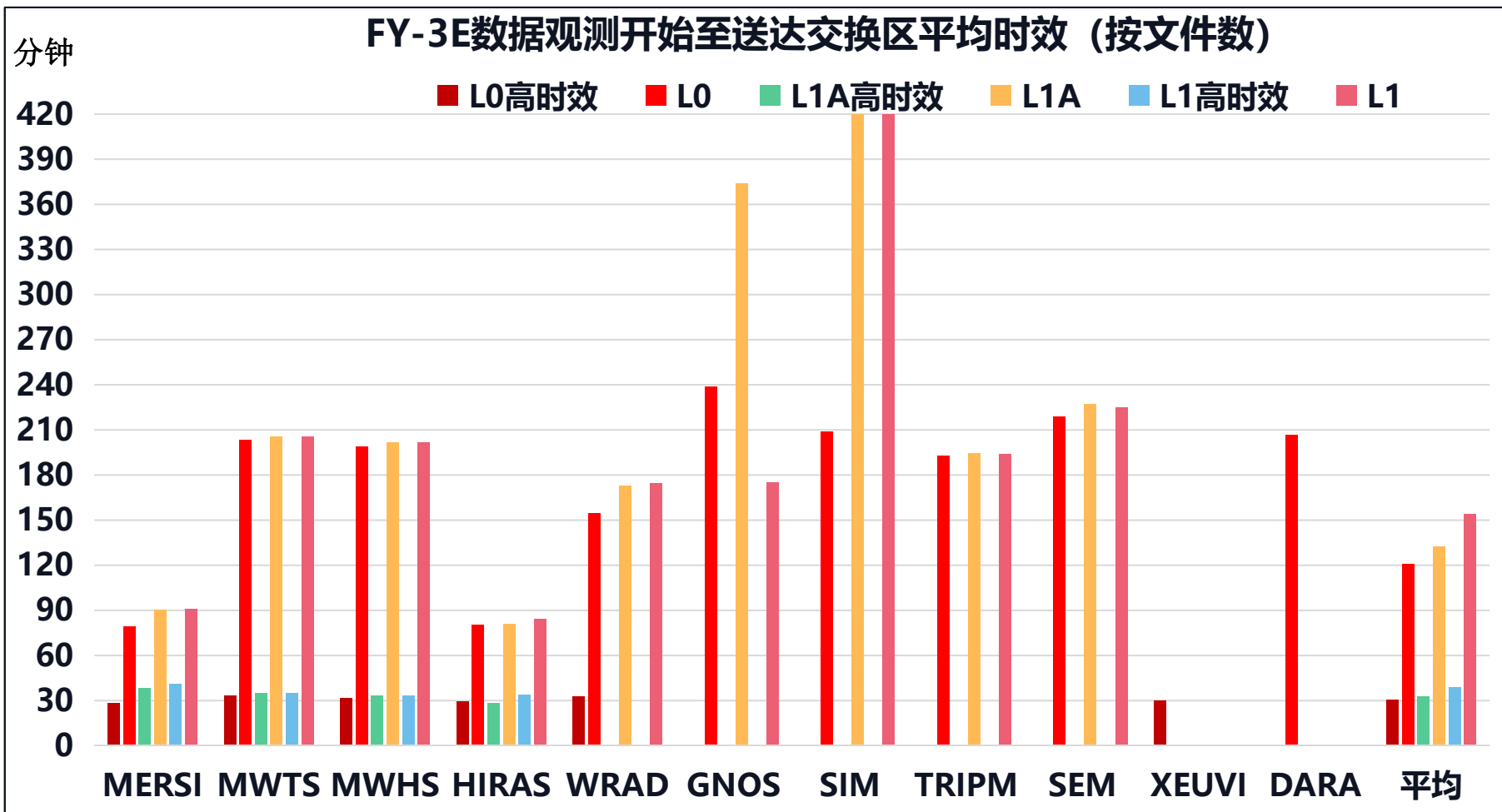
序号	仪器	文档名称	样例程序	仪器参数信息
1	HIRAS-II	HIRAS-II一级产品使用说明	HIRAS_example.cpp / HIRAS_example.py	FY3E_HIRAS_NEdT@280K.HDF
2	MERSI-LL	MERSI-LL一级产品使用说明	MERSI_example.cpp / MERSI_example.py	FY3E_MERSI_SRF_CH01_Pub.txt FY3E_MERSI_SRF_CH02_Pub.txt FY3E_MERSI_SRF_CH03_Pub.txt FY3E_MERSI_SRF_CH04_Pub.txt FY3E_MERSI_SRF_CH05_Pub.txt FY3E_MERSI_SRF_CH06_Pub.txt FY3E_MERSI_SRF_CH07_Pub.txt
3	MWHS-II	MWHS-II一级产品使用说明	MWHS_example.cpp / MWHS_example.py	
4	MWTS-III	MWTS-III一级产品使用说明	MWTS_example.cpp / MWTS_example.py	
5	WindRAD	WindRAD一级产品使用说明	WindRAD_ReadL1.cpp / WindRAD_ReadL1.py	
6	SEM-II	SEM-II一级产品使用说明	SEM_example.cpp / SEM_example.py	
7	GNOS-II	GNOS-II一级产品使用说明	GNOSR_example.cpp / GNOSR_example.py GNOSO_example.py	
8	SIM-II	SIM-II一级产品使用说明	SIM_example.cpp / SIM_example.py	
9	SSIM	SSIM一级产品使用说明	SSIM_example.cpp / SSIM_example.py	
10	Tri-IPM	Tri-IPM一级产品使用说明	TriIPM_example.cpp / TriIPM_example.py	
11	X-EUVI	X-EUVI一级产品使用说明	X-EUVI_example.cpp / X-EUVI_example.py	

- 自主研发，专家审订，符合规范，递进优化：与数据**同资源池目录服务**
 - 已业务化生成**7个**仪器的**33类**快视产品，包括**14类**L1快视产品、**9类**L2快视产品、**10类**全球快视产品
 - 文件快视生成时效（从数据送达交换区至快视图生成并在资源池共享）：目前平均**2分钟**



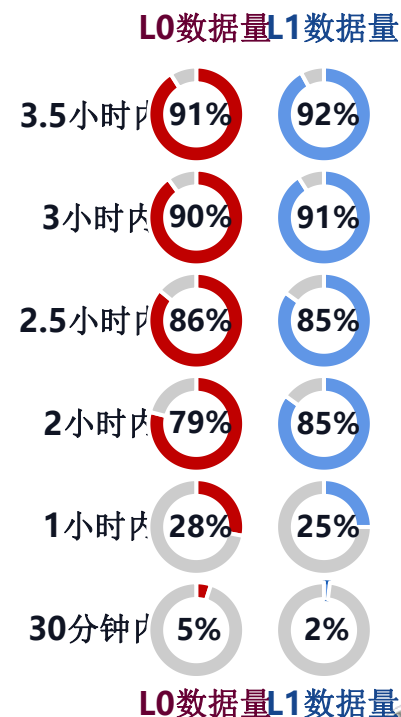
ARSS 运行概况：数据服务时效统计

◆ FY-3E 数据服务时效（从观测至服务就绪）：2小时之内约85%的数据可以提供服务
(按文件数统计)



统计时间段：2021年11月1-30日

分钟	L0	L1A	L1
高时效	30	33	39
全部	121	133	154



“黎明星”专题网站

 国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

风云三号

黎明星
FY-3E



CCTV 1 综合

CCTV.com

张鹏 风云三号极轨气象卫星工程地面系统总指挥

地面应用系统的总指挥



张鹏
风云三号极轨气象卫星工程地面系统总指挥

开讲啦！风云三号黎明之星

2021年7月5日，我国首颗晨昏轨道卫星风云三号E星发射成功。此后风云三号E星共发布“看太阳”“看大气”“看地球”三批照片内容，这在气象界和天文界都引起了很大的轰动。本期《开讲啦》邀请风云三号极轨气象卫星工程地面系统总指挥张鹏，结合风云三号E星“三看天地”的照片，详细解读风云三号E星“看太阳”“看大气”和“看地球”三批照片背后的故事。来源：央视网，2021年11月14日00:16。



黎明星专题网站

“黎明星看太阳” 专题网站

国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

风云三号
FY-3E
黎明星

黎明星看太阳

本次发布的“黎明星看太阳”，主要就是针对日冕层的观测图像，来自两台仪器，包括：太阳X射线极紫外成像仪观测的极紫外图像及多天动画、X射线图像，太阳辐照度光谱仪观测的紫外--短波红外波段的精细光谱辐射强度。

批次

01

— 01

— 02

— 03

黎明星
看太阳

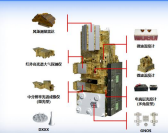


FY-3E专题网站

风云三号
E星

1 2 3 4

正面仪器展示



背面仪器展示



相关链接

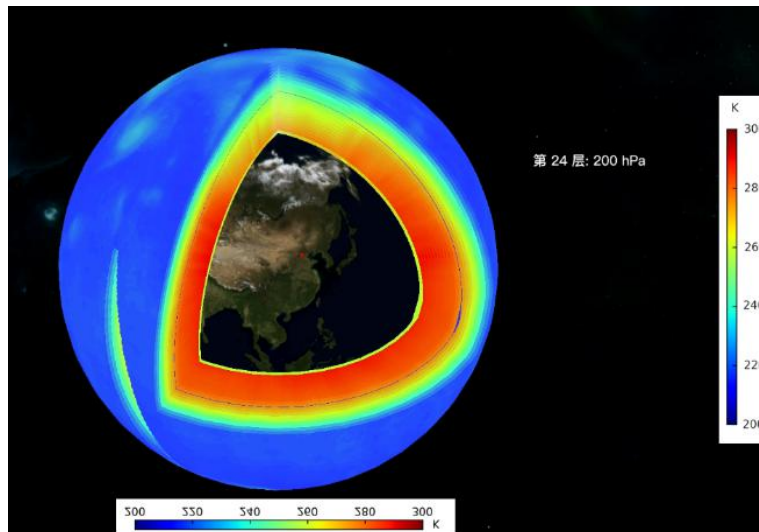


黎明星专题网站

“黎明星看大气”专题网站



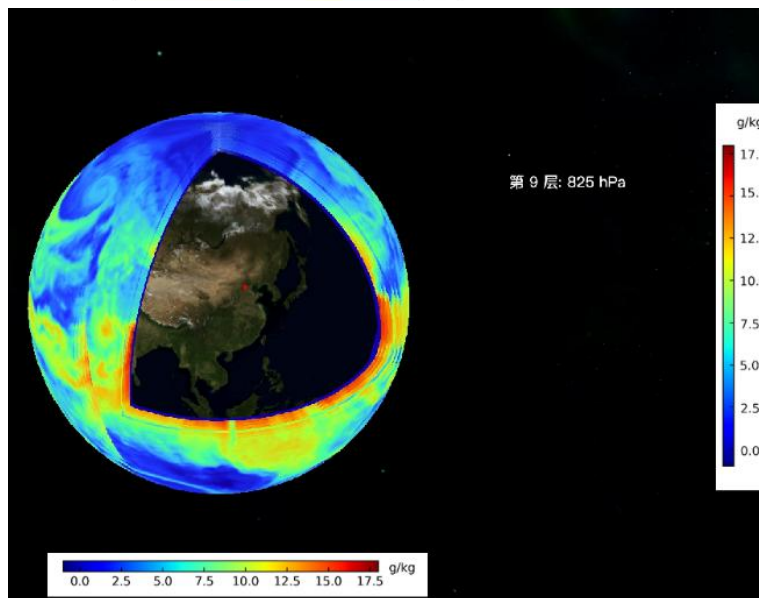
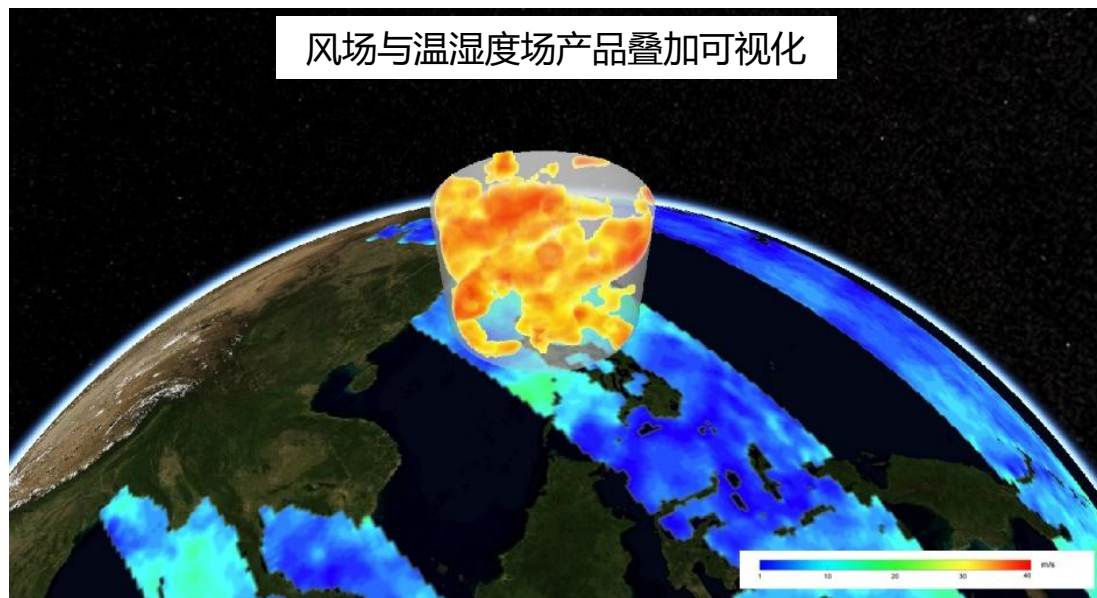
温/湿度场产品可视化



FY-3E首套图专题网站

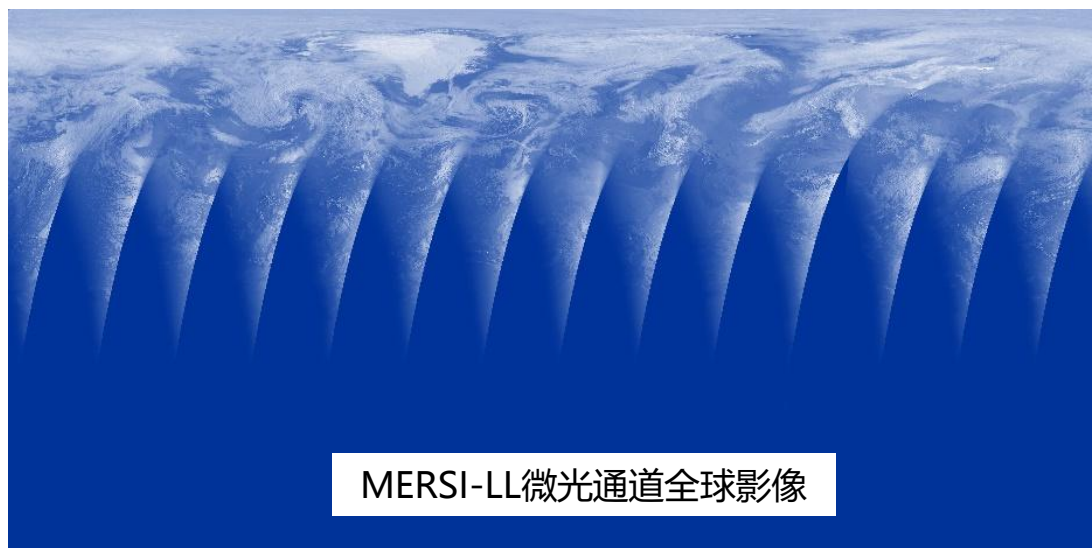
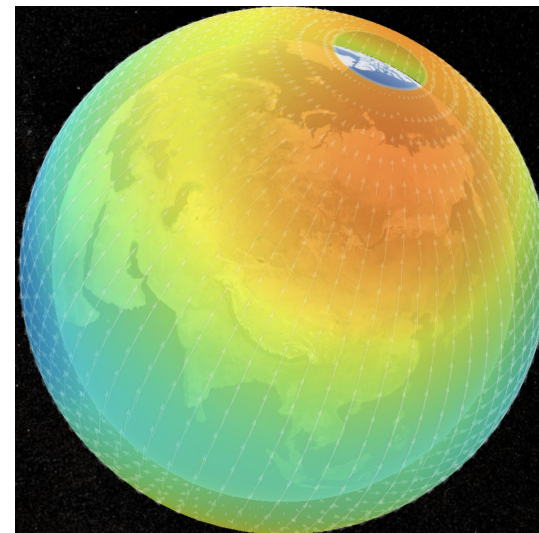


风场与温湿度场产品叠加可视化

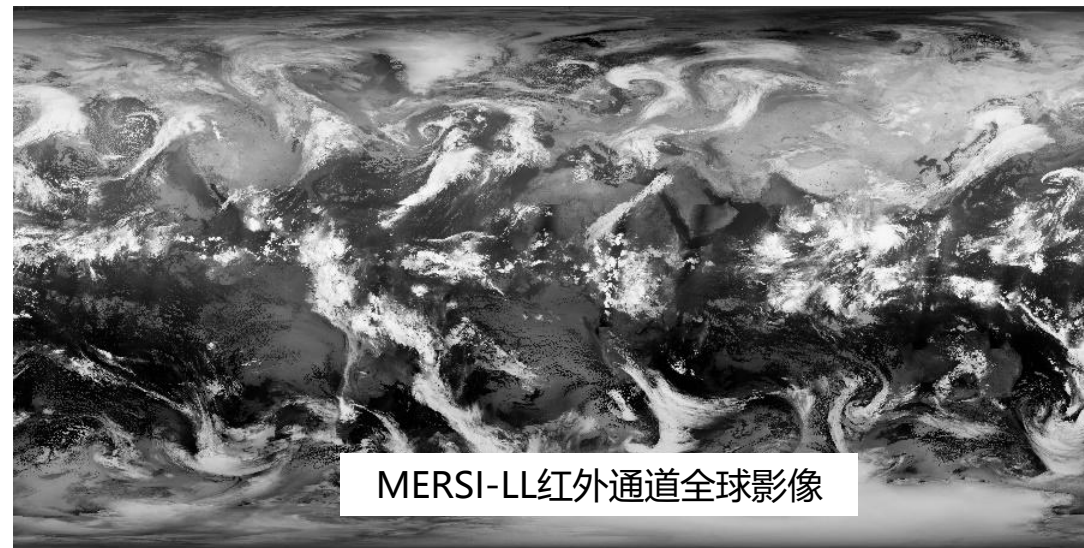




地球磁场探测总量产品可视化



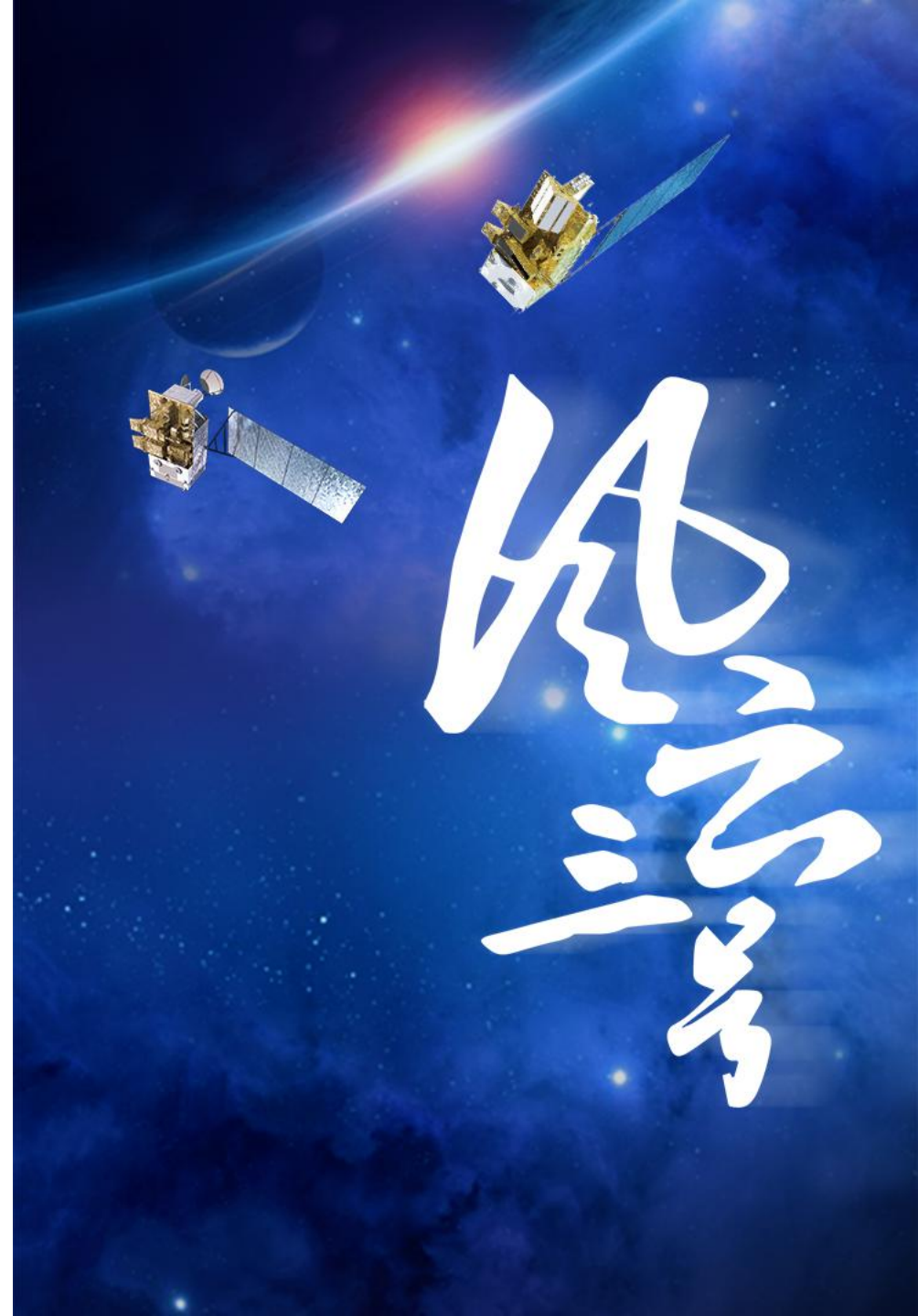
MERSI-LL微光通道全球影像



MERSI-LL红外通道全球影像

PART 06

致谢!



|| 致谢：FY-3E卫星及载荷研制团队



致谢：地面系统工程研制团队

风云三号气象卫星地面系统工程研制队伍





感谢您 对FY-3E黎明星的关注!

胡秀清

Email: huxq@cma.gov.cn

Tel: 17710267179