



中国气象局
China Meteorological Administration



国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

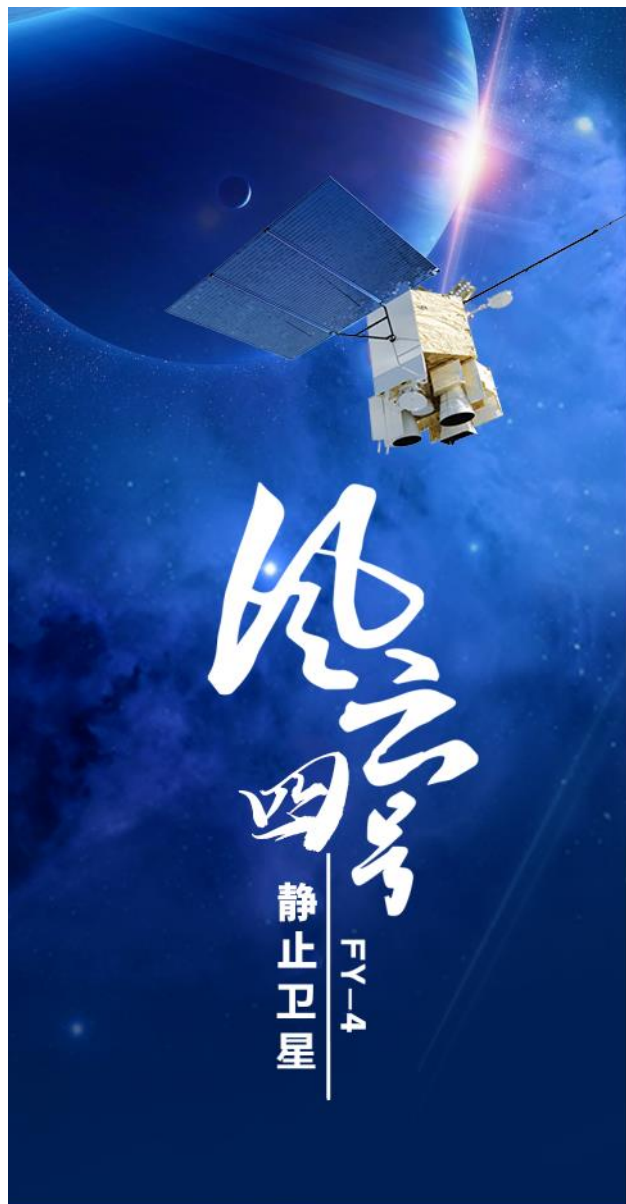
新一代静止轨道气象卫星 FY-4B系统综述

风云四号光学星地面系统总师：陆风

国家卫星气象中心

二〇二二年六月

报告大纲



CONTENTS

需求及研制背景

01

卫星观测能力

02

地面系统能力

03

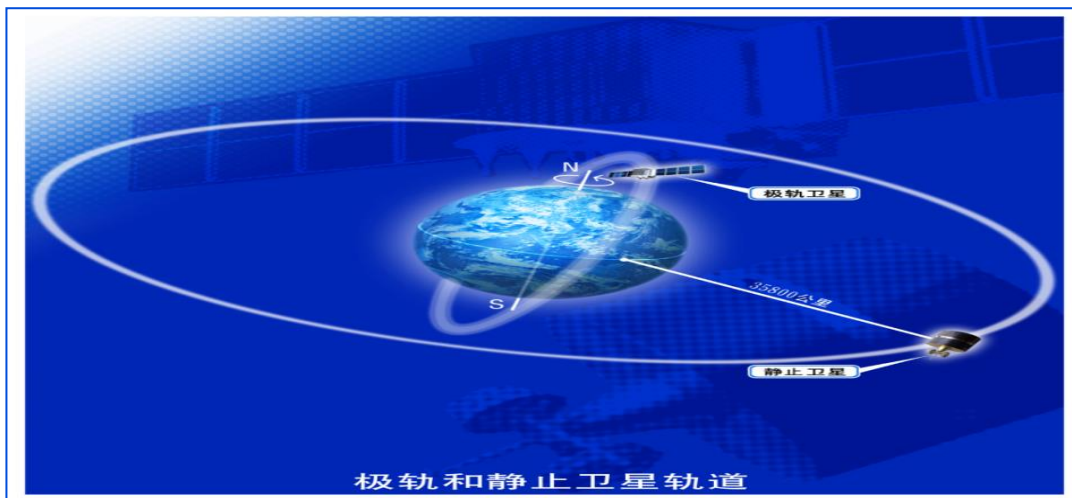
产品及应用样例

04

小结

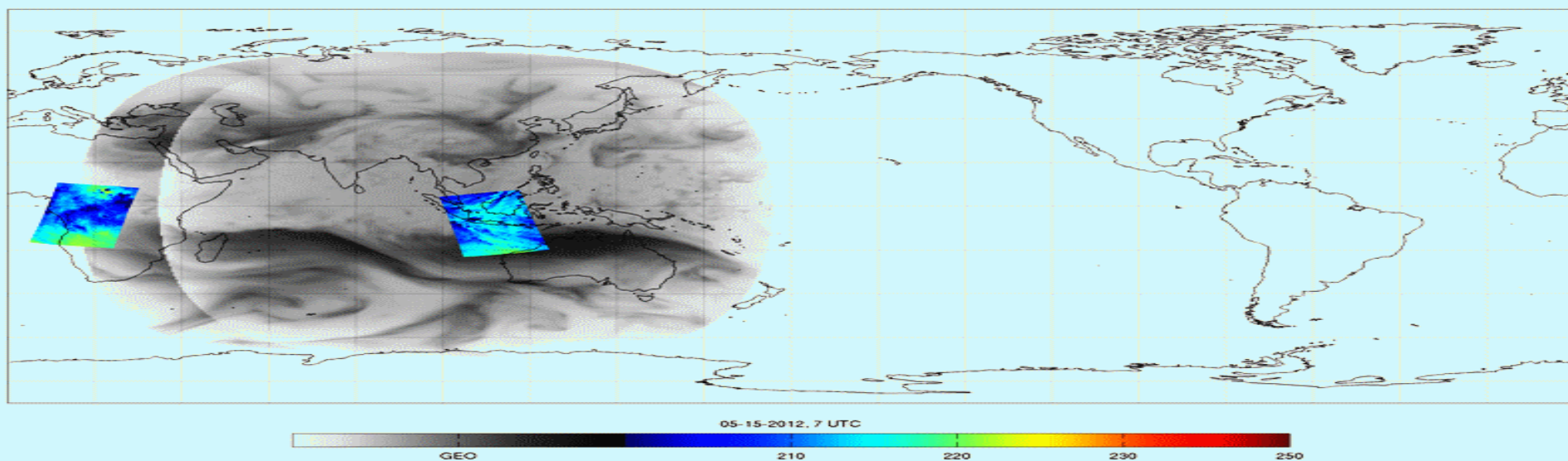
05

一、需求及研制背景



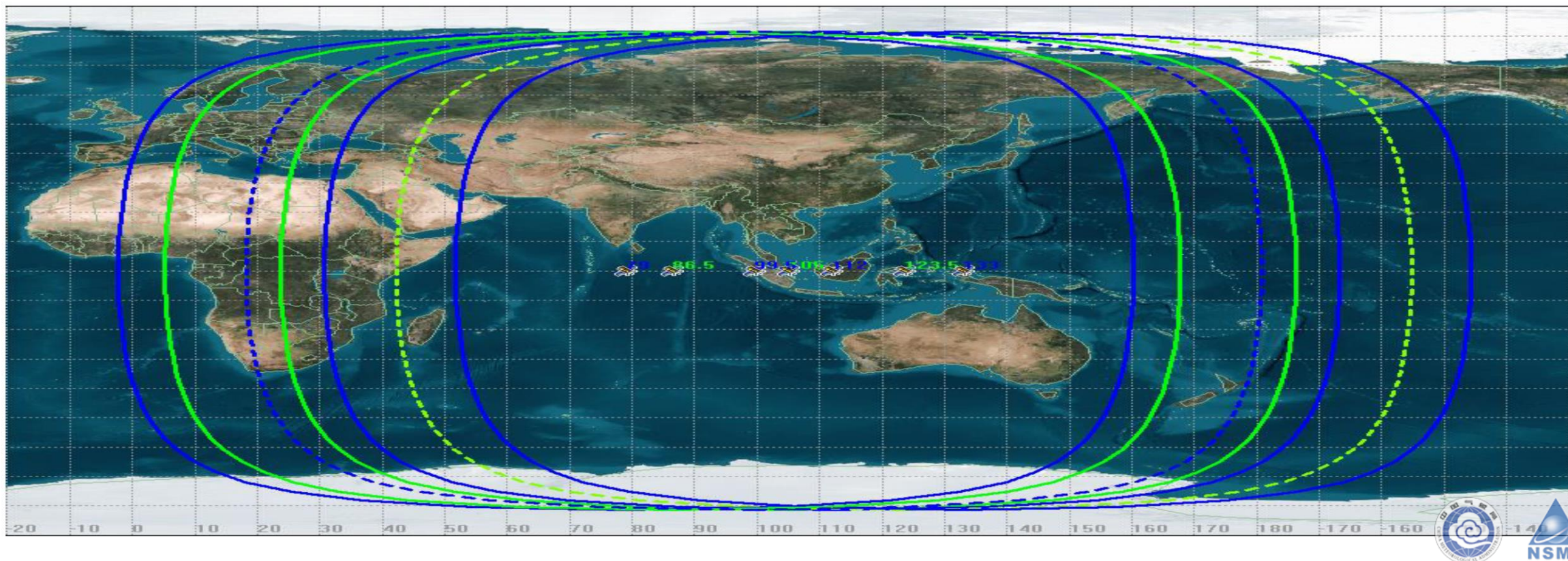
极轨气象卫星：绕地球南、北极飞行，可获得全球观测资料。
主要用途：改进天气预报模式，监测自然灾害、地球气候和生态环境。

静止气象卫星：相对地球静止可获取固定范围连续观测图像。
主要用途：天气监测和预报。



一、需求及研制背景

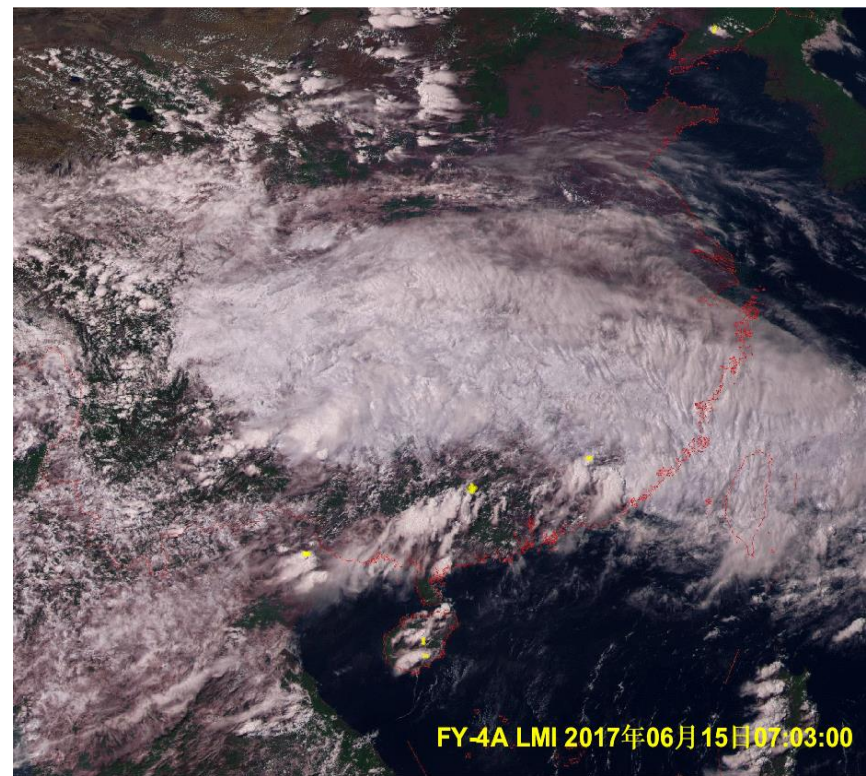
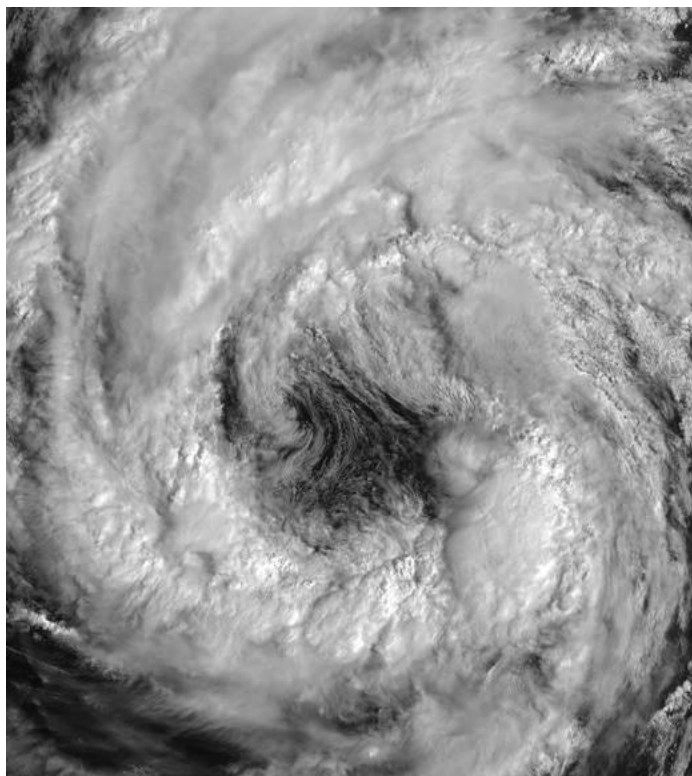
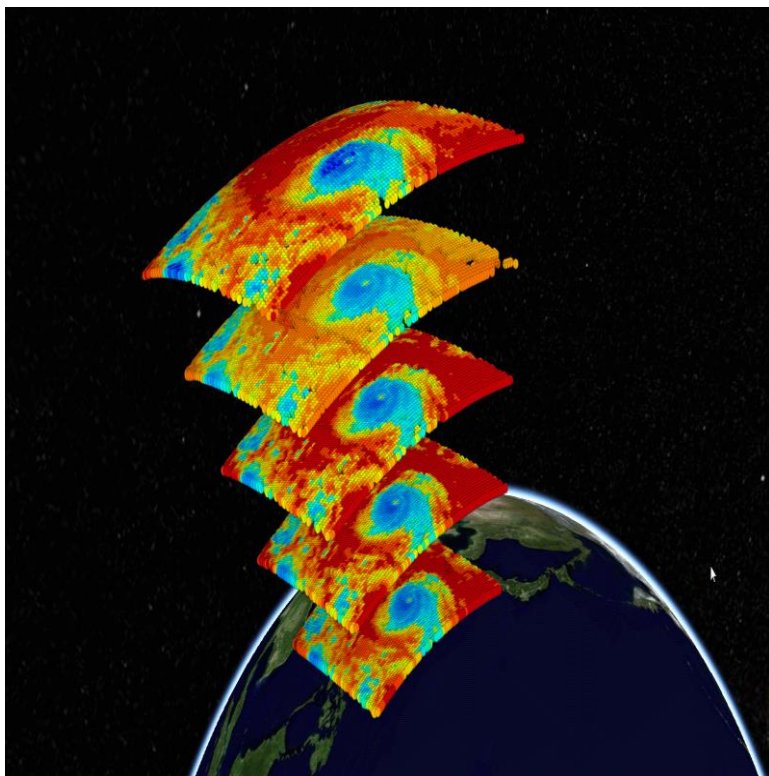
- **FY-2: 先后发射8颗**
- **FY-4A : 2016年发射试验卫星, FY-4A 2021年底到达设计寿命**
- **FY-4 02批: 接替FY-2和FY-4A, 支持2030年前后的气象卫星观测应用服务。**



一、需求及研制背景

业务应用对FY-4 业务卫星的观测和遥感处理功能性能提出新需求

全天候，全天时，完整要素，高时间空间分辨率，全面覆盖

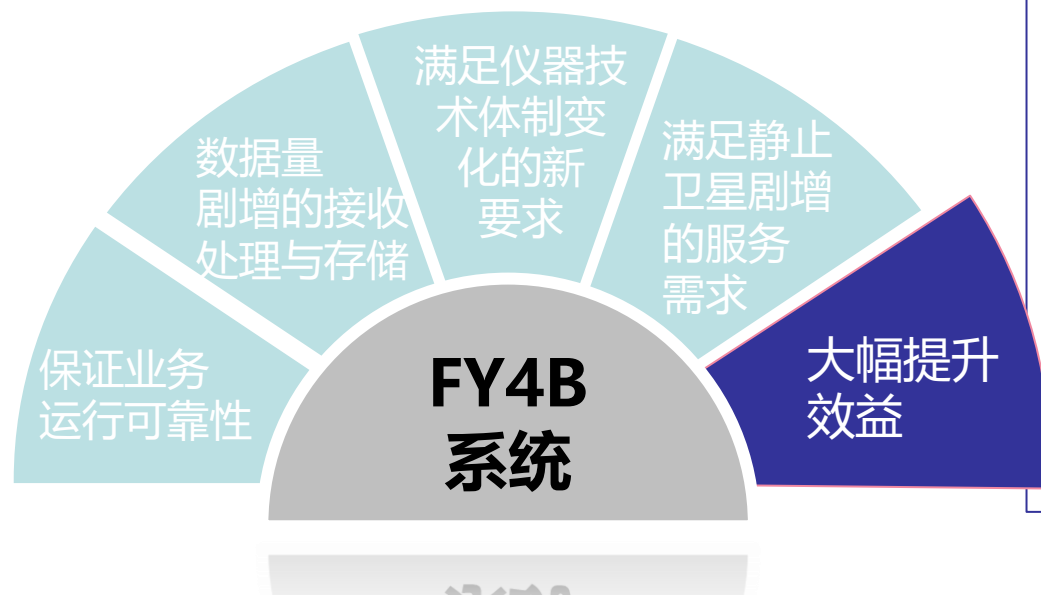


一、需求及研制背景

新一代静止气象卫星观测业务系统

发射卫星的主要目的是应用

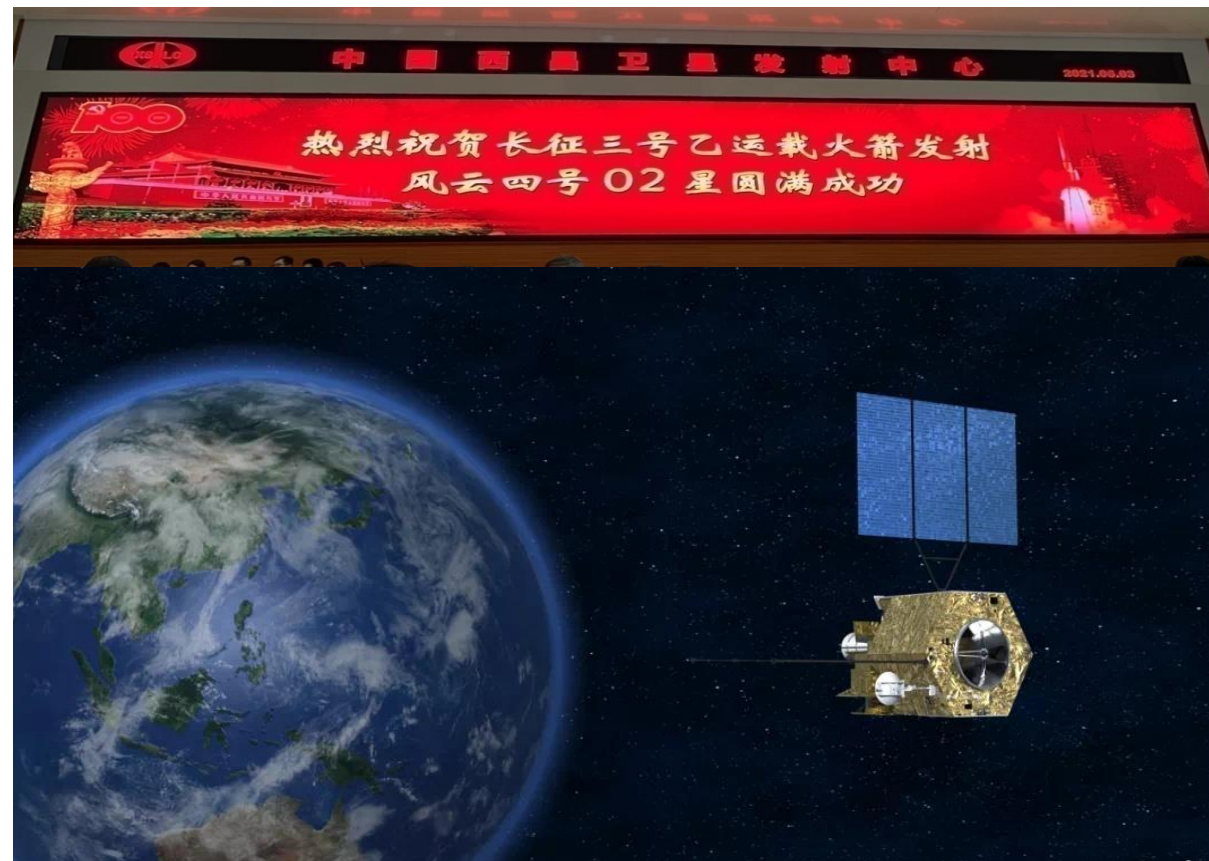
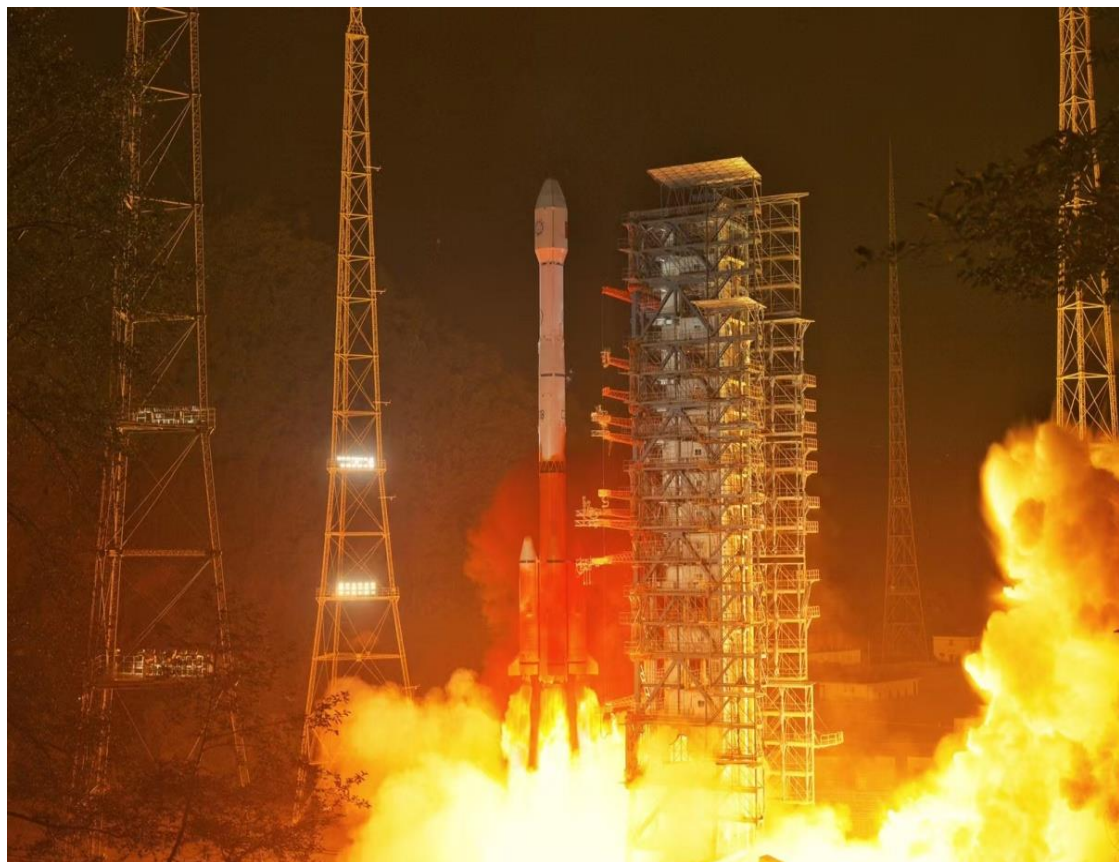
- ◆ 2018年，习近平总书记先后三次在重要外交场合提出**中方愿利用风云气象卫星为中阿、中非、上合等各方提供气象服务**。（2018年6月10日，上海合作组织青岛峰会；7月10日，中阿合作论坛第八届部长级会议；9月4日，中非合作论坛《北京行动计划》）
- ◆ 2020年李克强对风云气象卫星50周年做出重要批示强调，**要“深化成果运用，加强国际合作，加快建设气象强国，进一步提升防灾减灾救灾能力，为保护生命安全、服务生产发展、促进生活富裕、建设生态文明提供有力支撑，为推动高质量发展作出更大贡献！”**



- ✓ 增强**台风、暴雨、强对流监测预警**能力；
- ✓ 提高**区域数值预报模式**精度；
- ✓ 增强青藏高原等**复杂区域天气气候监测预报能力**，减小监测盲区；
- ✓ 增强气象防灾减灾及**生态文明气象保障服务**能力；
- ✓ 增强**军事及行业遥感应用支撑**能力；
- ✓ 提升**风云卫星国际应用服务**能力。

一、需求及研制背景

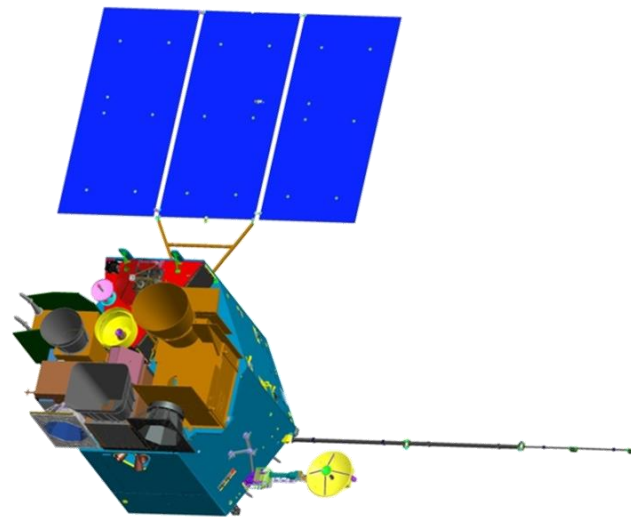
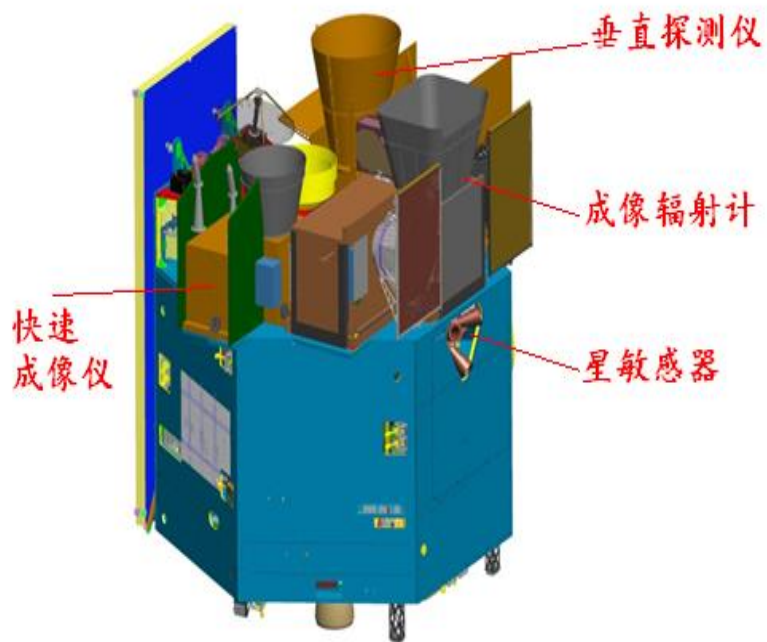
风云四号B星发射时间：2021年6月3日0时17分，定点于东经123.5度。
风云四号 B 星是我国新一代静止轨道气象卫星首发业务星，正式进入业务星阶段，对于保证我国连续、可靠和稳定的静止气象观测业务具有重要意义。



二、卫星观测能力

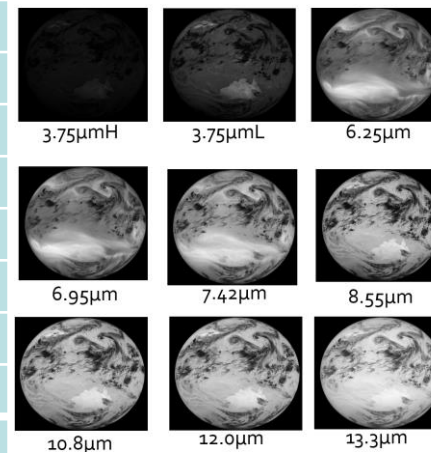
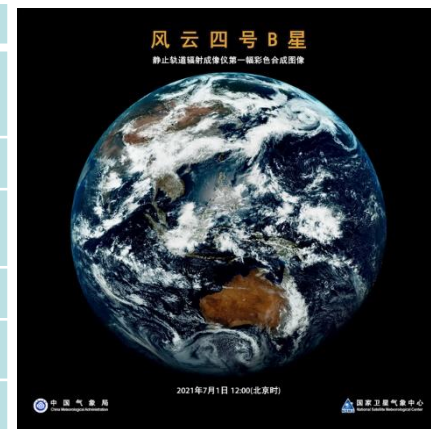
B星亮点:

- 15通道成像仪 (增加低层水汽)
- 提高性能的探测器 (空间分辨率提高到12公里, 拓展观测谱段)
- 独特的快速成像仪 (任意选择观测区域; 2000X1800km区域: 1分钟/250米全色, 昼夜成像)
- 磁强计: (风云静止卫星首次具备静止轨道持续业务观测能力)



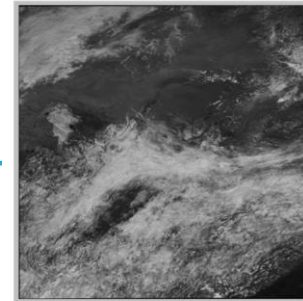
二、卫星观测能力:FY-4B成像仪

		风云四号A星	风云四号B星	FY4B AGRI			
				波段	中心波长 (μm)	带宽 (μm)	空间分辨率(Km)
通道数		14	15	1	0.47	0.45-0.49	1
空间分辨率	可见	0.5-1km	0.5-1km	2	0.65	0.55-0.75	0.5
	近红外	2km	2km	3	0.825	0.75-0.90	1
	红外	4km	4km	4	1.379	1.371-1.386	2
时间分辨率		15分/圆盘	15分/圆盘	5	1.61	1.58-1.64	2
灵敏度	可见	SNR=200 @p=100%	SNR=200 @p=100%	6	2.225	2.10-2.35	2
	红外	NEDT=0.2k @300k	NEDT=0.2k @300k	7	3.375	3.50-4.00(high)	2
				8	3.375	3.50-4.00(low)	4
辐射定标		1k	0.7k	9	6.25	5.80-6.70	4
				10	6.95	6.75-7.15	4
				11	7.42	7.24-7.60	4
				12	8.55	8.3-8.8	4
				13	10.80	10.30-11.30	4
				14	12.00	11.50-12.50	4
				15	13.3	13.00-13.60	4

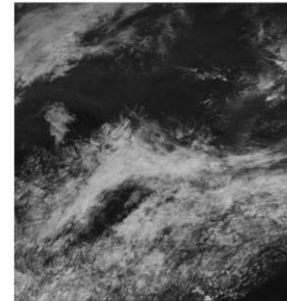


二、卫星观测能力: FY-4B快速成像仪

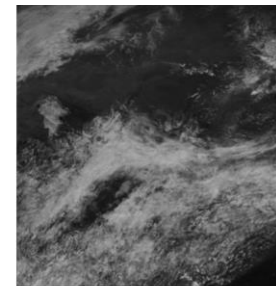
波段	波段 (μm)	空间 分辨率(Km)	灵敏度/信噪比	主要用途
1	全色	0.25	>300@100%	地表, 植被, 恒星
2	0.445~0.495	0.5	>200@100%	小粒子气溶胶, 真彩色合成
3	0.52~0.57	0.5	>300@100%	气溶胶, 真彩色合成
4	0.62~0.67	0.5	>300@100%	气溶胶, 真彩色合成
5	1.371~1.386	0.5	>150@100%	卷云
6	1.58~1.64	0.5	>300@100%	低云/雪识别, 水云/冰云判识
7	10.3~12.5	2	0.2K@300K	夜间成像



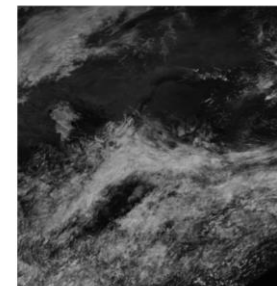
Band1



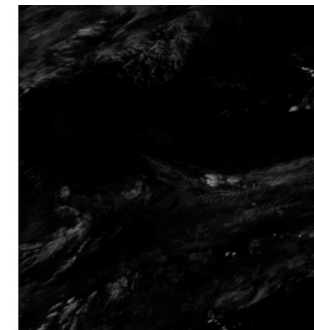
Band2



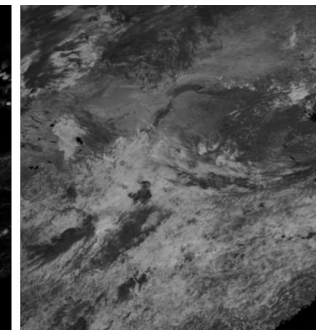
Band3



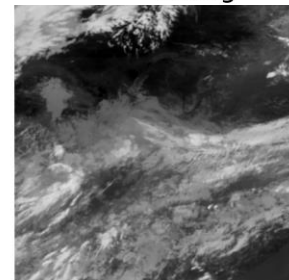
Band4



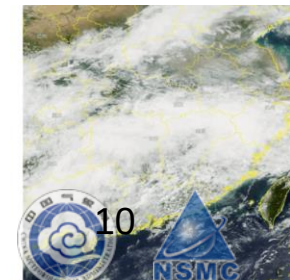
Band5



Band6



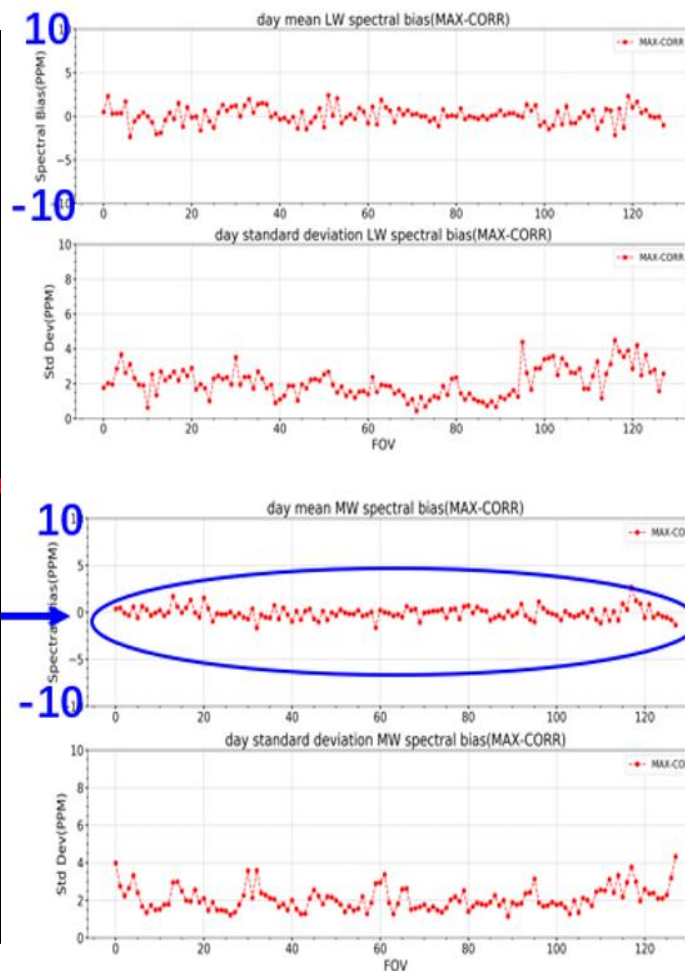
Band7



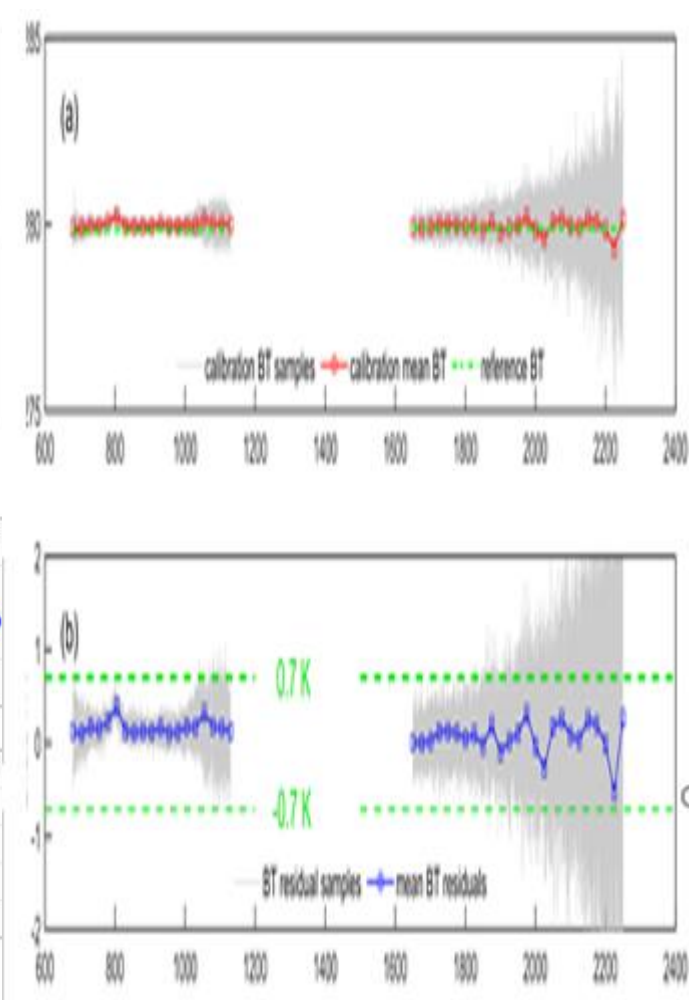
二、卫星观测能力：探测仪

仪器	指标\星	A星主要性能指标	B星主要性能指标
静止轨道干涉式红外探测仪 (GIIRS)	波段	长波：700cm ⁻¹ -1130cm ⁻¹ 中波：1650cm ⁻¹ -2250cm ⁻¹ 可见光：0.55-0.75μm	长波：680cm ⁻¹ -1130cm ⁻¹ 中波：1650cm ⁻¹ -2250cm ⁻¹ 可见光：0.55-0.75μm
	光谱分辨率	长波：0.625cm ⁻¹ 中波：0.625cm ⁻¹	长波：0.625cm ⁻¹ 中波：0.625cm ⁻¹
	时间分辨率	35min (1000*1000) 67min (5000*5000)	45min (5000*5000) (大步)
	灵敏度 (mW/m ² sr cm ⁻¹)/信噪比	长波：0.5-1.1 中波：0.1-0.14 S/N≥200 (=100%)	长波：≤0.5 中波：≤0.1 S/N≥200 (=100%)
	定标精度	辐射定标：1.5K 光谱定标：10ppm	辐射定标：0.7K 光谱定标：优于10ppm
	星下点分辨率	红外：16km 可见光：2km	红外：12km 可见光：1km

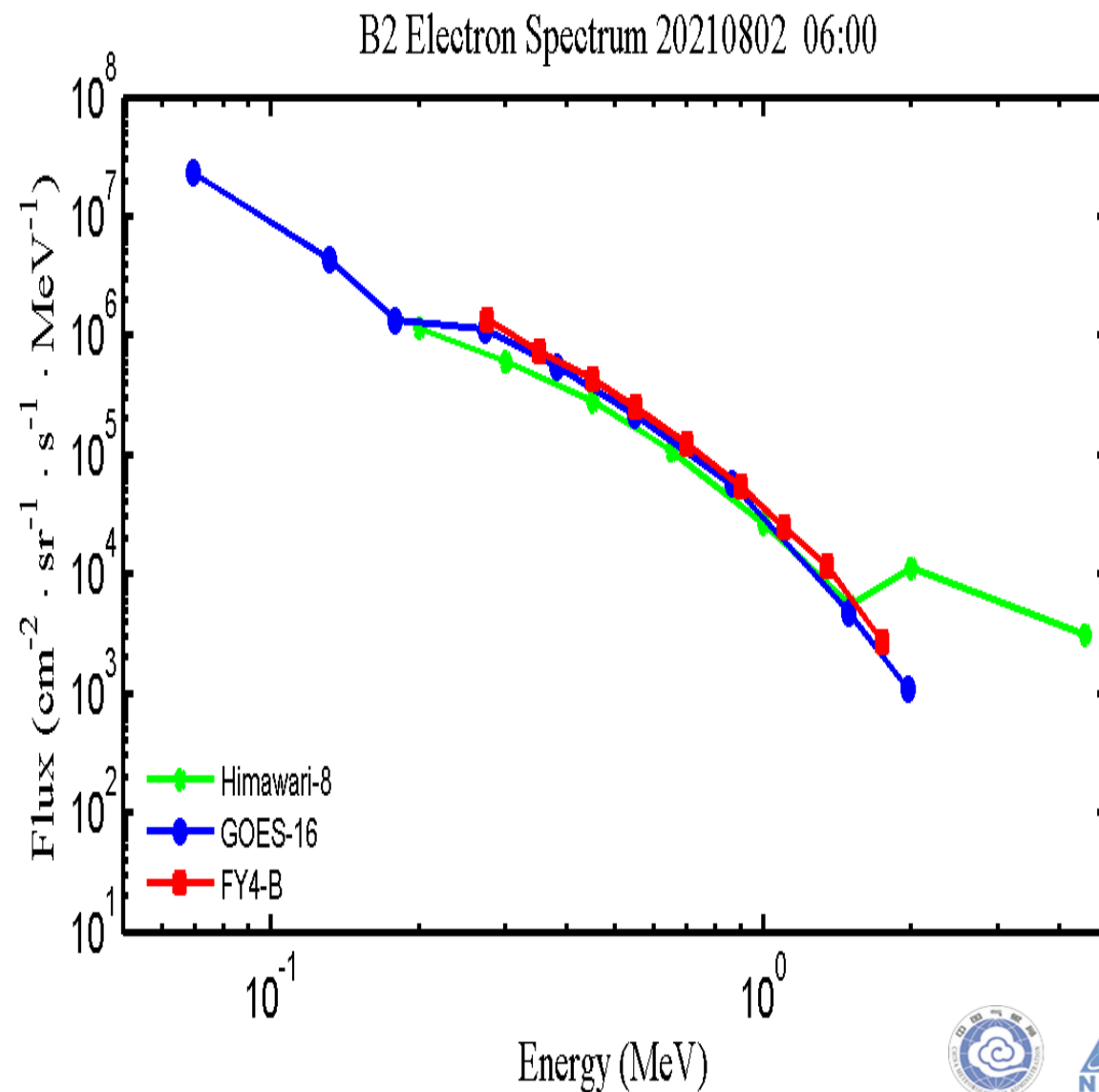
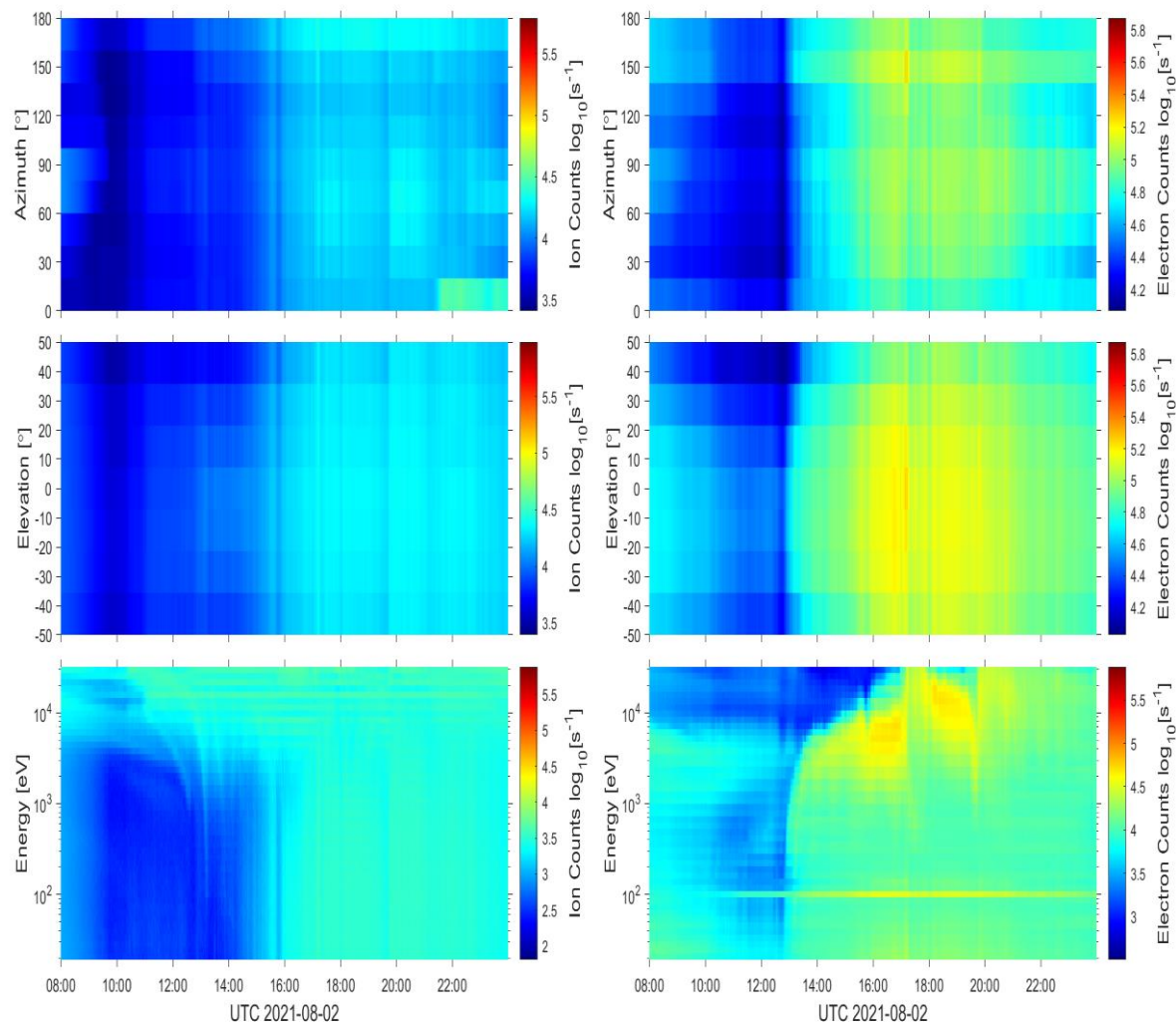
光谱定标满足设计要求



辐射定标满足设计要求



二、卫星观测能力：空间天气载荷



三、地面系统能力

FY-4B 地面应用系统与卫星同步发展

实现从并跑到领跑！

(1) 遥感原始数据极大增加



采用Ka频段传输

(2) 卫星功能性能的提升



复杂和强大的地面任务管理和控制

(3) 空间分辨率提高



新的导航配准方法

(4) 大规模焦平面器件



定标对定量化精度新的支撑

(5) 新的观测仪器



改进产品反演算法和研发新产品

(6) 数据量和各级产品增加



新的计算、网络和存储资源,新增数据服务能力

(7) 空间天气监测能力的



新的产品算法和服务

(8) 创新发展问题



算法仿真和性能跟踪分析

(9) 测控、数传和仪器模式改变



星地对接试验

(10) 新产品应用和新业务



建设产品检验与应用验证能力

(11) 提高应用水平



建设先进的共性技术服务与支撑能力

(12) 新一代静止轨道气象卫星业务



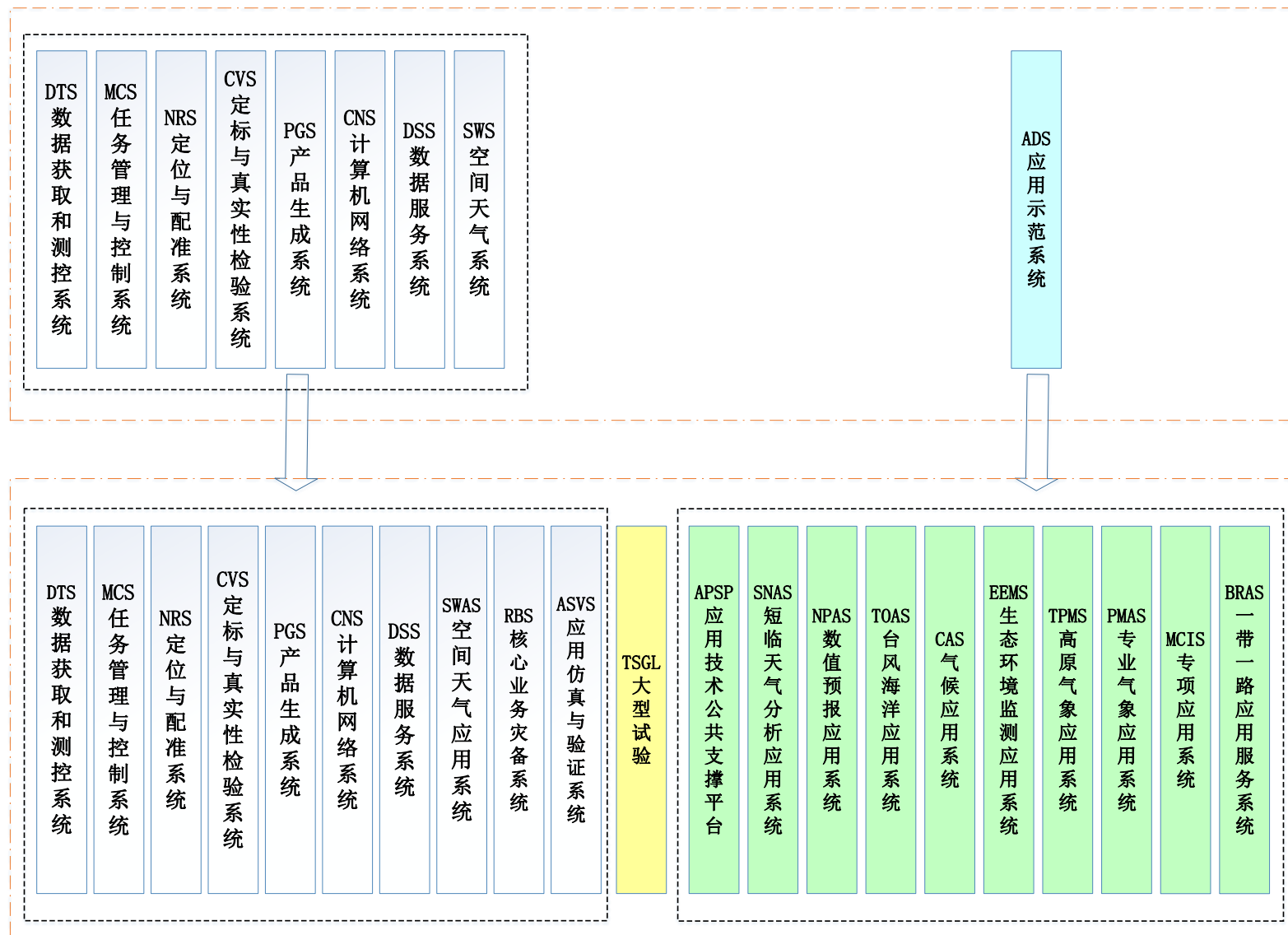
提高我国重大领域的应用能力和水平



三、地面系统能力

FY-4A
(9个系统)

FY-4 02批
(20个系统+大型试验)



三、地面系统能力

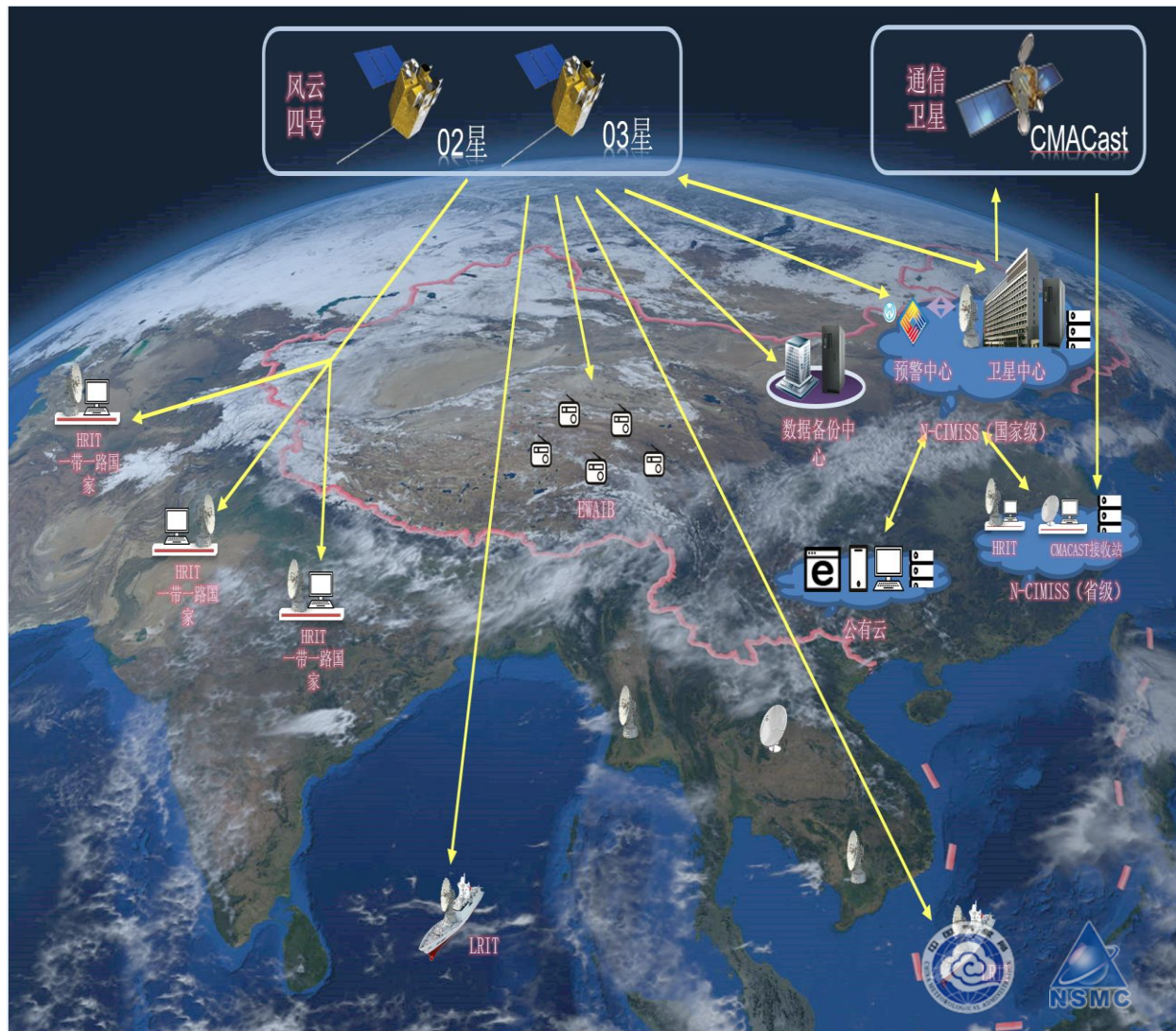
国内规模最大的大气卫星遥感数据处理中心 服务122国家，3000+用户，数据服务量12Pb

类型	FY-4 02批
计算能力	2.9 PFlops
总存储能力	在线存储裸容量87PB 磁带库备份40PB
骨干带宽	100GB骨干互联

500个并发检索与下载服务

检索与下载日流量15TB

外网云端数据平均共享时效：DSS接收到数据后10分钟内



三、地面系统能力

根据地面应用系统部署需求，全局设计布局如下：

北京：北京地面站、
运行控制中心，
北京数据处理中心；

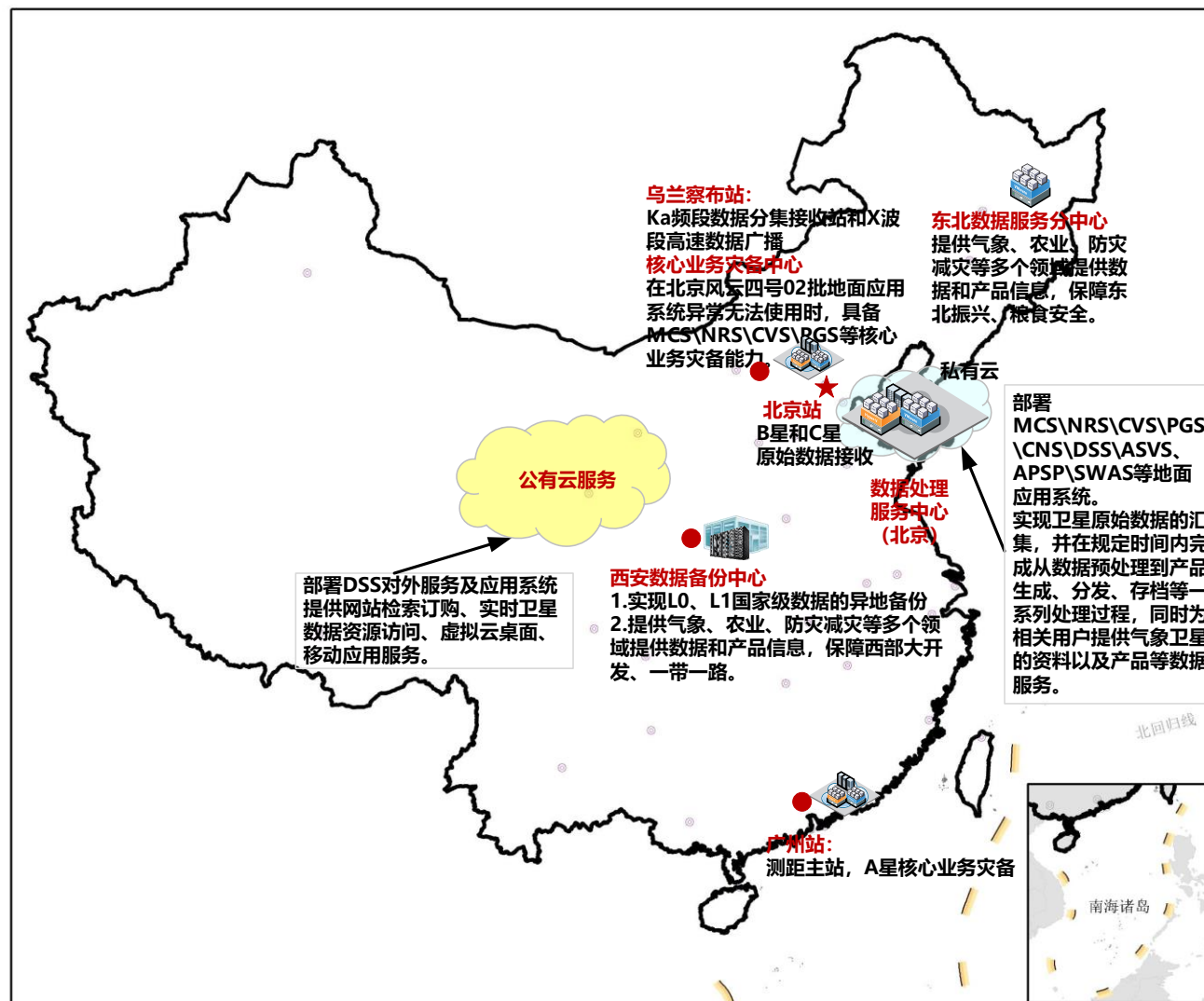
乌兰察布：分集站、核心业务灾备系统；

广州：广州地面站；

西安：西安数据备份中心；

佳木斯：东北数据服务分中心；

以及数据及应用服务**公有云**部署。



三、地面系统能力设计指标

辐射定标要求

仪器	FY-4A系统	FY-4B系统
成像仪	1K	0.7K/5%
干涉仪	1.5K	0.7K
快速成像仪	/	0.7K

		FY-4A	FY-4B
定量产品	成像仪	25	40
	探测器	1	12
	闪电仪	2	
	快速成像仪		1
	总计	28	53

光谱定标要求

仪器	FY-4A系统	FY-4B系统
干涉仪	10ppm	7ppm

成像仪 新增产品	白天云光学和微物理特性、夜间云光学和微物理特性、地表下行长波辐射、气溶胶检测、气溶胶光学特性、地表反照率、积雪覆盖、等效辐射等
探测器 新增产品	大气湿度廓线(晴空/云天)、大气温度廓线(云天)、大气臭氧廓线、臭氧总含量、指数（大气抬升、对流有效位能、SI、K、TT）分层水汽产品
快速成像仪 新增产品	相当黑体亮度温度



三、地面系统能力



重大挑战，观测时空分辨率同步提升受到高响应率的红外焦平面探测器规模的制约，**解决的办法**：星地一体协同，星上多载荷，地面高速精密处理



观测1幅圆盘，美国 ABI只需22次扫描，FY-4A成像仪却要687次扫描！

美国ABI成像仪：

完成1幅全圆盘
3次美国大陆
和30次2个中小尺度区域的观测

FY-4A成像仪：

只能完成1幅全圆盘观测



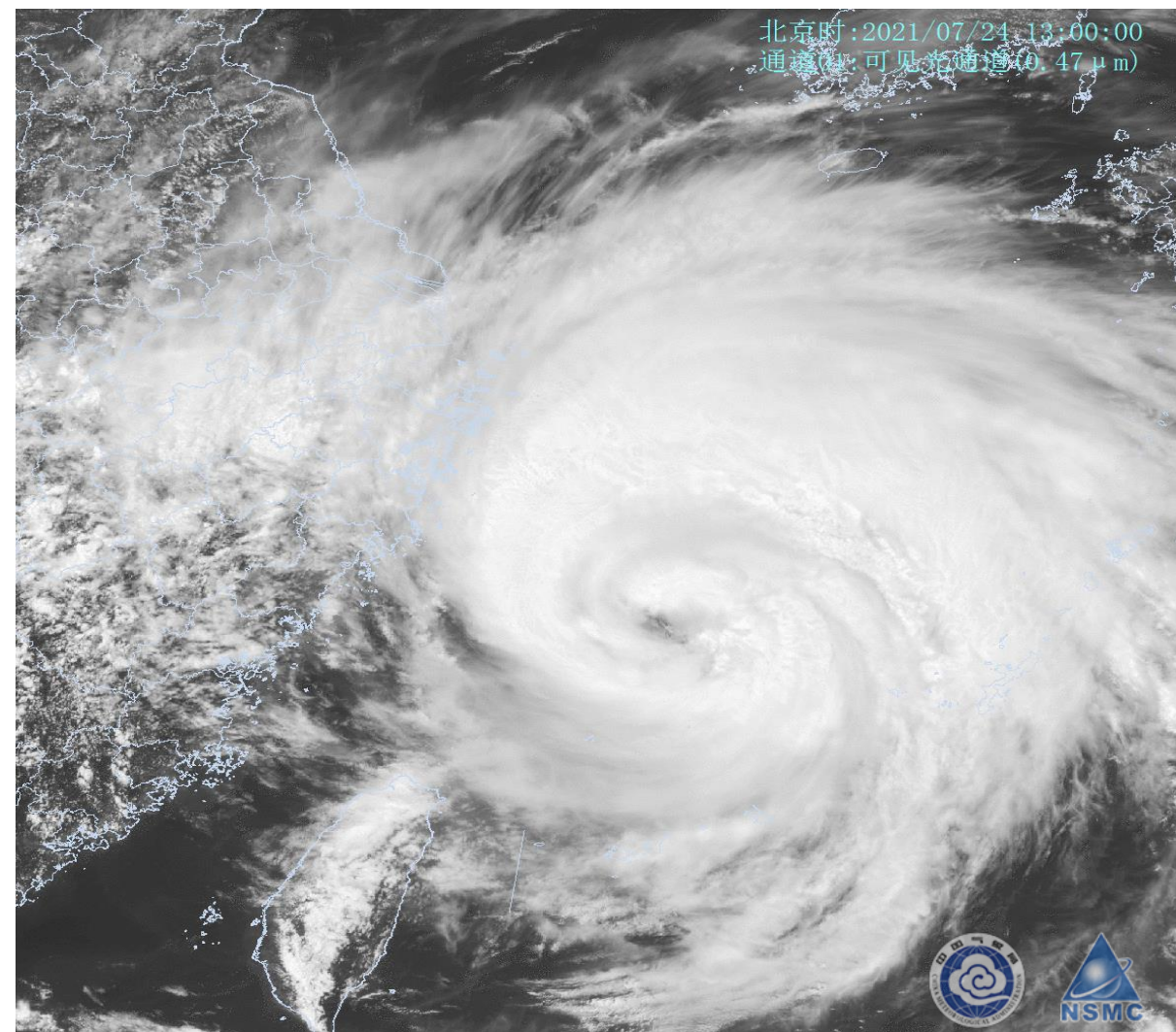
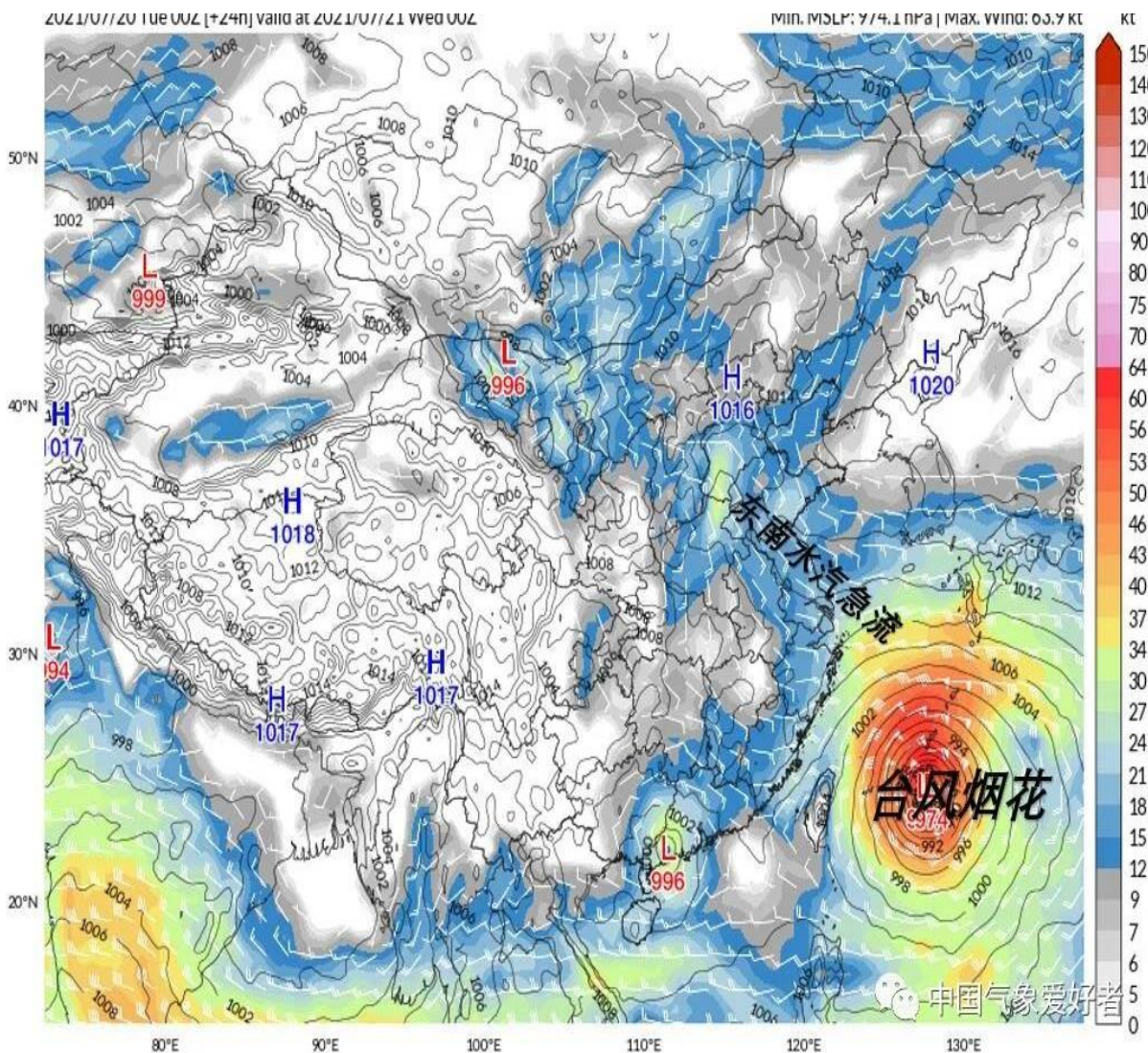
四、测试及产品情况

FY-4B卫星及地面系统完成了为期一年的测试 自2022年6月1日起，投入连续运行，发布数据

事项	内容	事项	内容
2021.6.18	X数传开机；辐射计、快速仪可见通道开机	2021.8.25	三台载荷导航配准AMC补偿开
2021.6.18	成像仪、快速仪太阳反射通道成像测试； 成像仪进行全圆盘成像、快速仪多个区域连续成像	2021.8.27	转发通道开机\Ka左旋通道开机\平台加热阈值调整
2021.6.21~7.1	成像仪全圆盘成像，快速仪区域连续成像，为建党100周年系列庆祝活动保障； 完成首图发布	2021.8.15~9.16	陕西全运会保障加密观测
2021.7.21~23	河南暴雨加密观测	2021.9.26	星上导航配准，载荷扫描控制程序上注测试，算法优化，建立 更稳定工作状态
2021.7.24~29	台风烟花加密观测	2021.9.28	卫星调头和南北位保
2021.7.26	成像仪红外通道开机 空间环境低能加高压2000V	2021.10.14	3台载荷午夜正负2小时后外，均正常工作
2021.7.28	空间环境低能加高压4000V	2021.10.21	载荷太阳规避星上判断功能验证试验
2021.7.29	第一次东西位保	2021.10.22	探测仪TMC开启测试
2021.7.30	空间环境低能加高压5000V	2021.10.29	成像仪和快速仪开始按照纪要安全规避约定，进行连续24小时 业务观测
2021.8.5	漫反射定标机构解锁	2021.11.17	成像仪TMC开启测试
2021.8.9	18:14~18:34漫反射定标测试	2021.12.2	快速仪TMC开启测试
2021.8.10	快速仪红外通道开机	2022.1.19~2.20	冬奥会气象保障加密观测
2021.8.13~14	湖北暴雨加密观测	2022.3.1~14	冬残奥会气象保障加密观测
2021.8.19	辐射计探测仪导航配准OMC补偿开	2022.3.21	卫星调头和南北位保
2021.8.24	探测仪红外通道开机	2022.3.25	FY-4B 向133.0E漂移



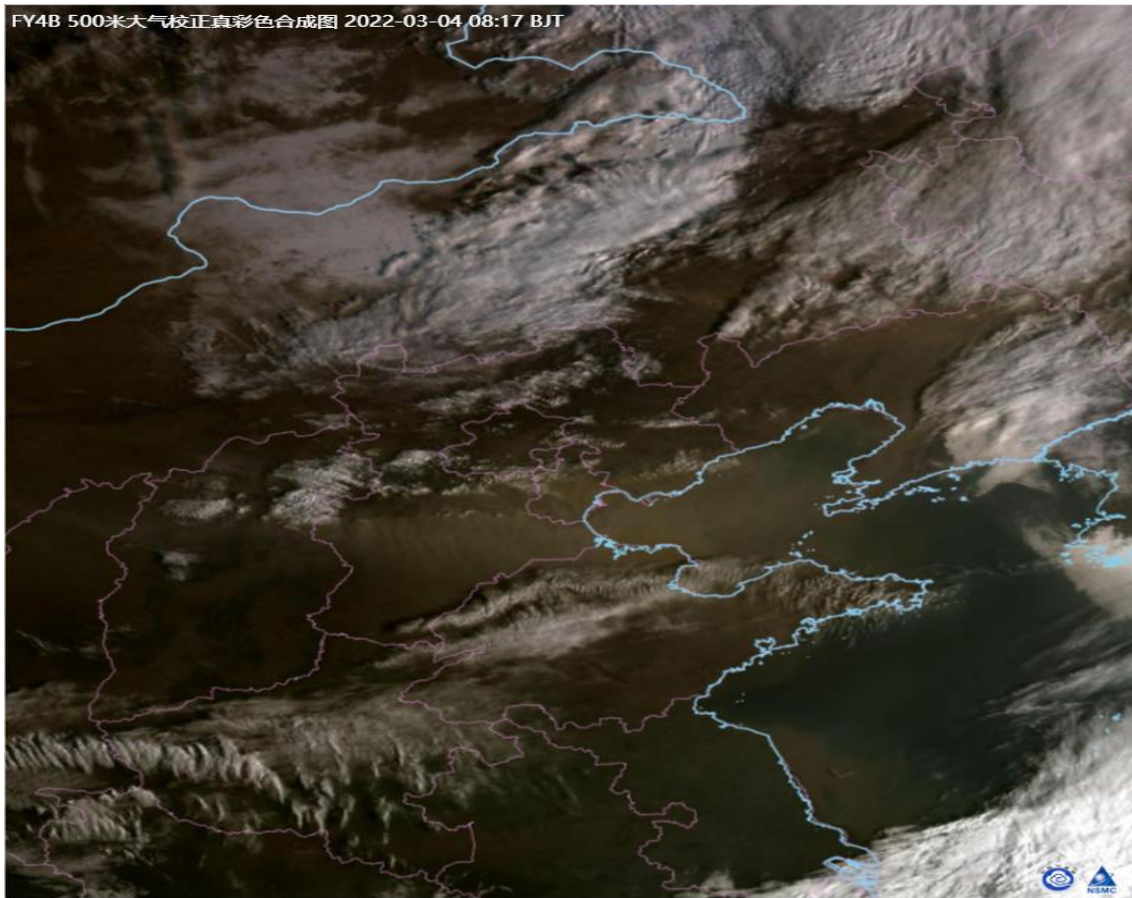
FY-4B静止气象卫星快速成像仪1分钟可见光动画
7月24日13:00-:14:20 (北京时)



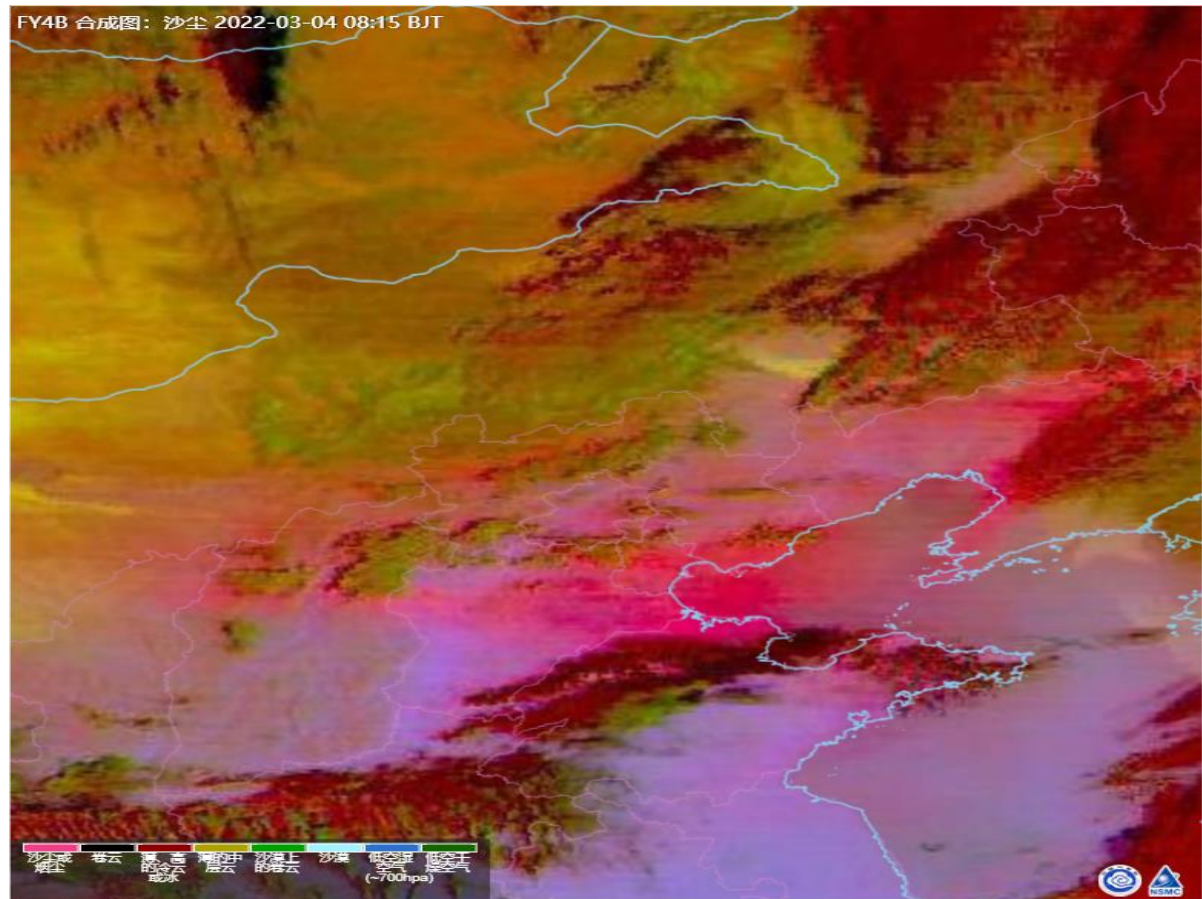


2022.3 沙尘天气监测

成像仪产品



FY-4B/AGRI 500m真彩色合成图

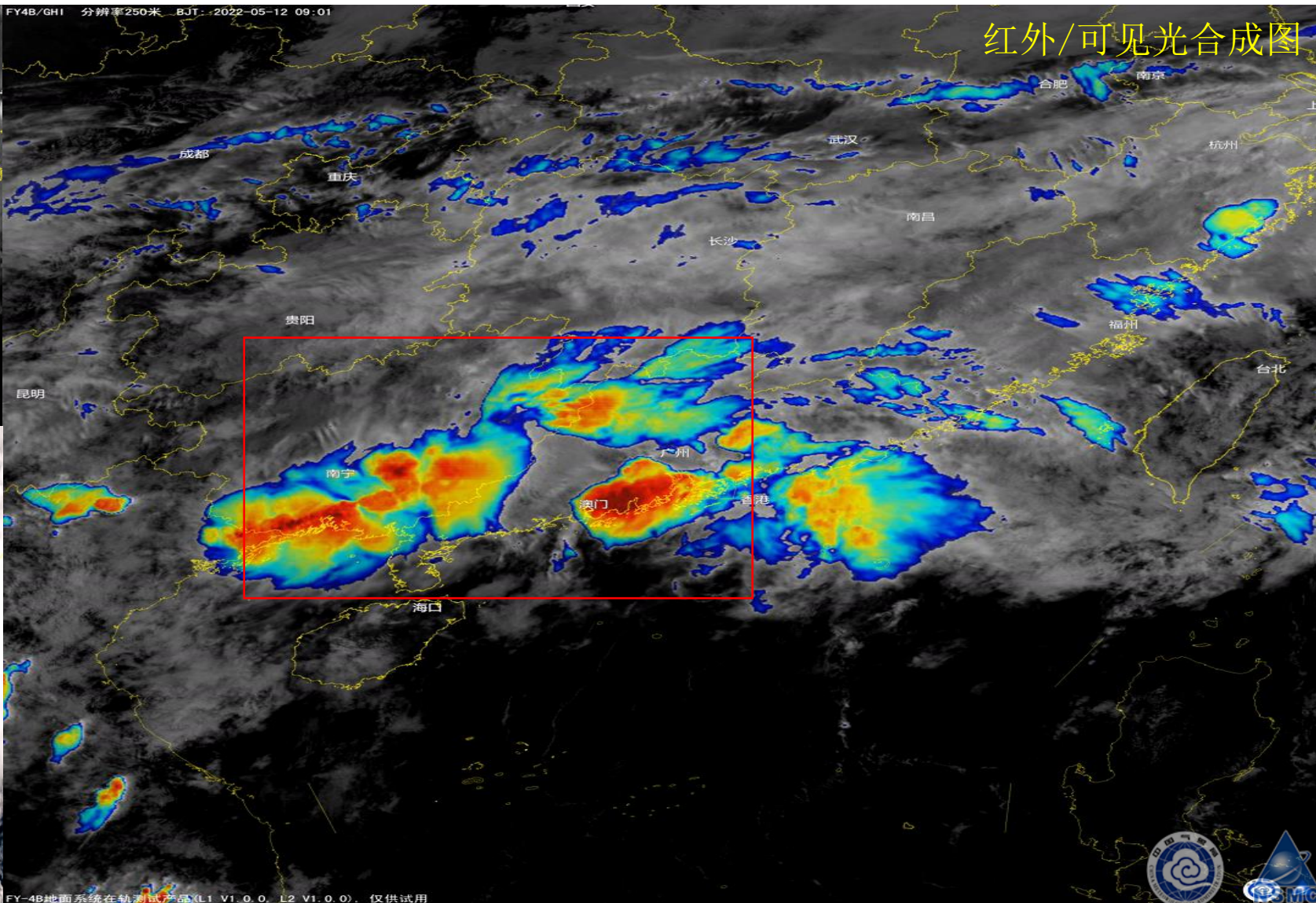
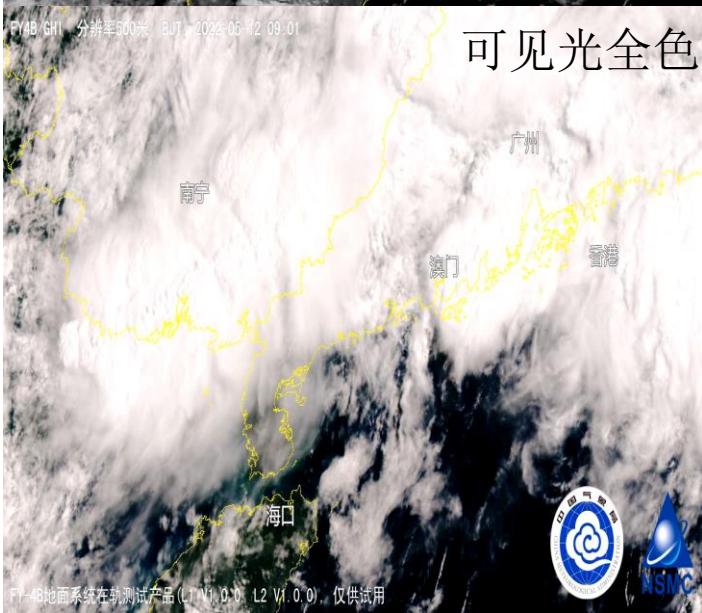
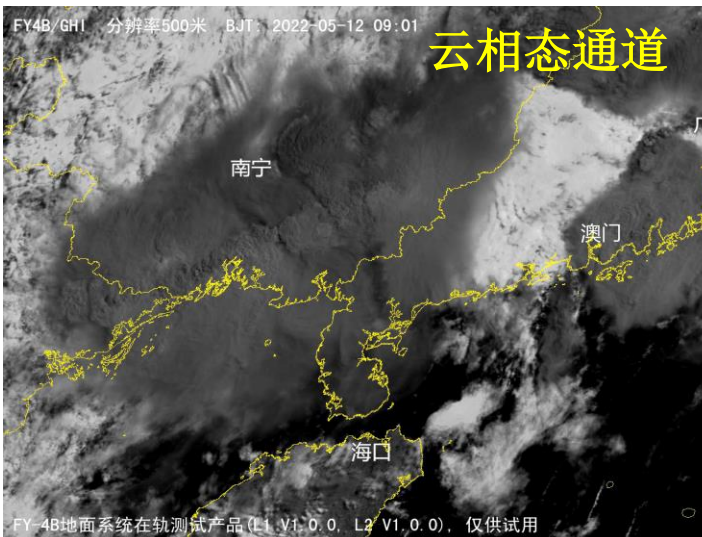


FY-4B/AGRI 沙尘RGB合成图

2022年3月4日受冷空气影响，华北、东北以及渤海海域出现沙尘天气。FY-4B成像仪真彩色合成图位于山东北部和渤海海域的沙尘清晰可见，沙尘区域在真彩色合成图上表现为棕黄色；沙尘RGB合成图中与真彩色图像中呈棕黄色的沙尘区上相对应，沙尘RGB合成图上该区域呈品红色色调。



2022.5 快扫1分钟间隔高分辨率观测华南强降水

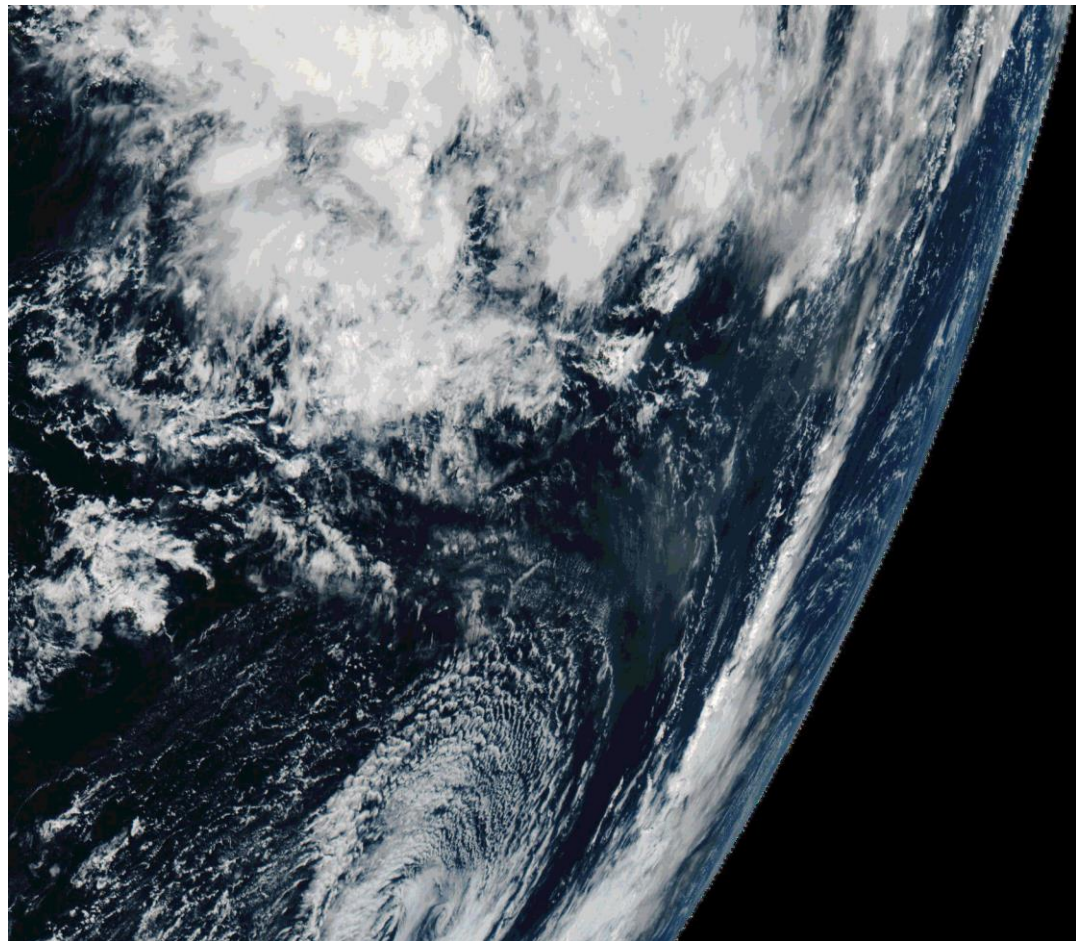




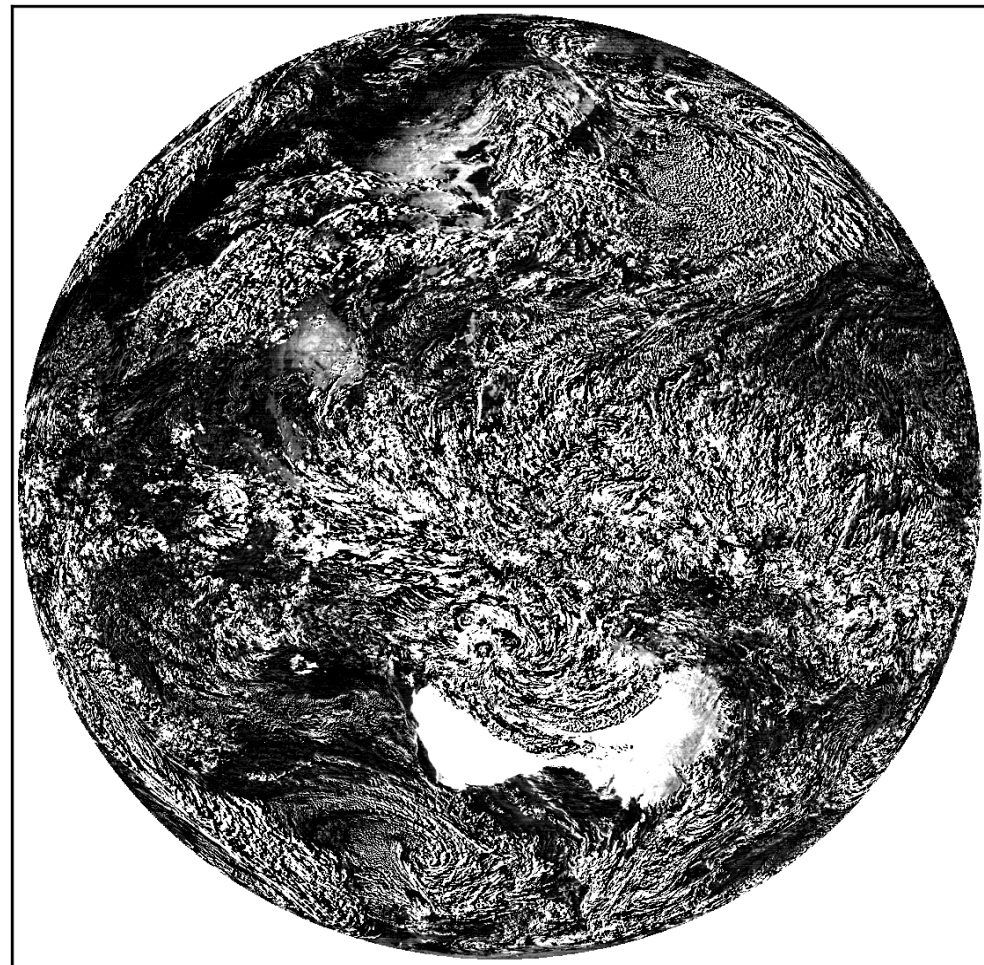
2022.1火山爆发监测

成像仪多通道产品

FY4B_AGRI_Channel13_Brightness Temperature_20220115001500



FY-4B成像仪监测汤加洪阿哈阿帕伊火山
真彩色影像动画（2022年1月15日）



FY-4B成像仪监测到汤加火山爆发冲击波

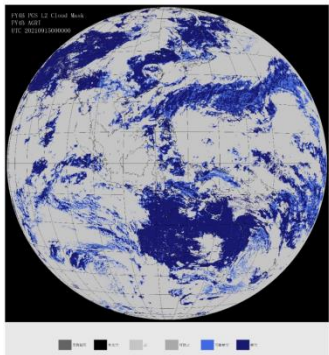




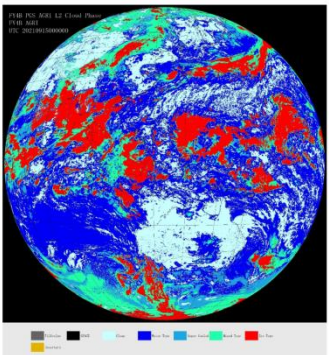
FY-4B典型定量产品研发

云产品

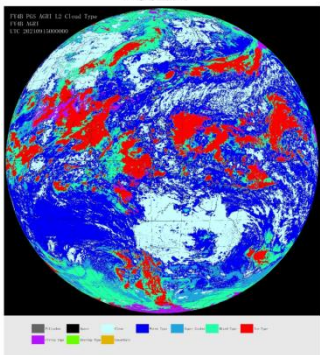
云检测图



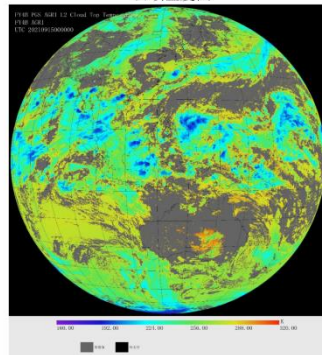
云相态图



云类型图

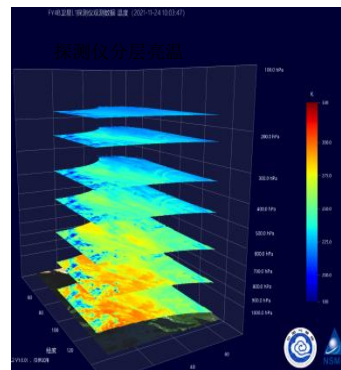
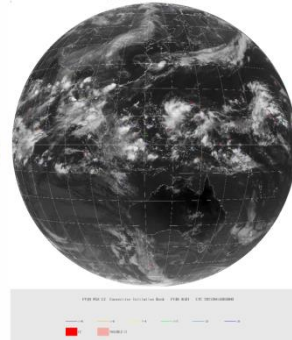


云顶温度图



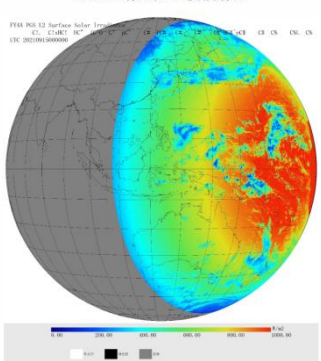
天气产品

对流初生图

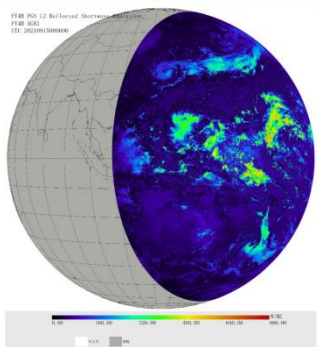


辐射产品

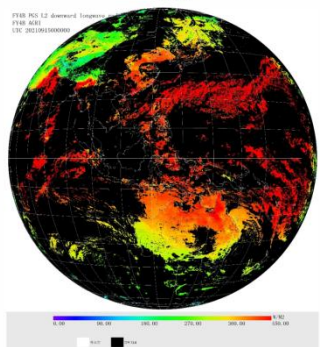
地表入射太阳长波辐射图



RSR图

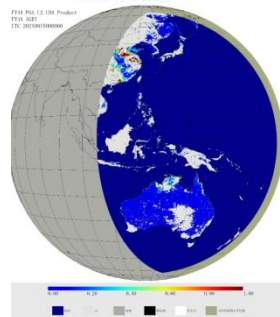


DLR图

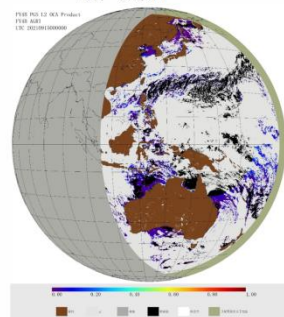


气溶胶产品

陆地气溶胶图

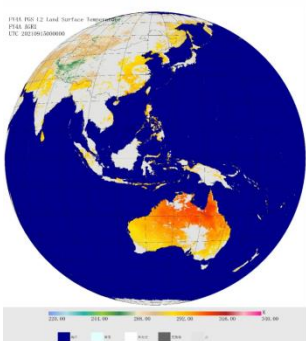


海洋气溶胶图

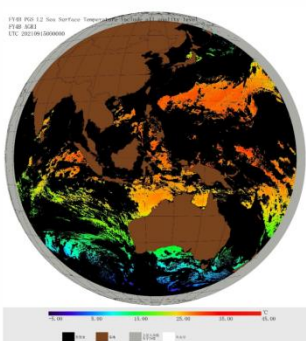


陆表产品

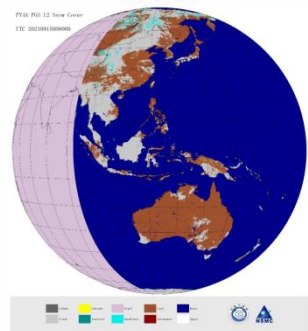
陆温图



海温图

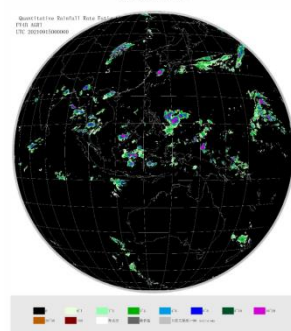


积雪覆盖图

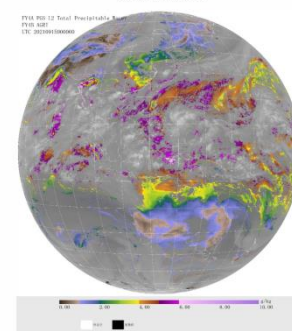


大气参数产品

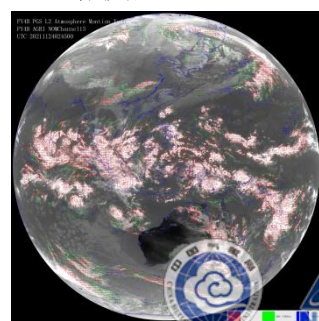
降水估计图



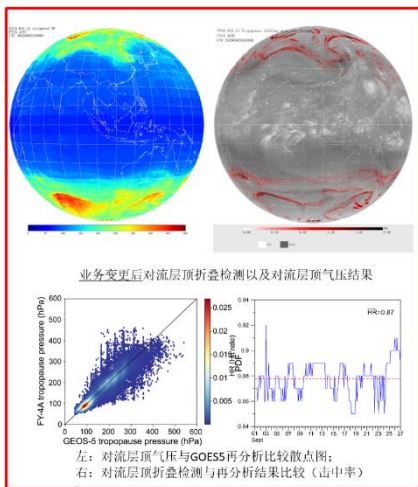
大气可降水图



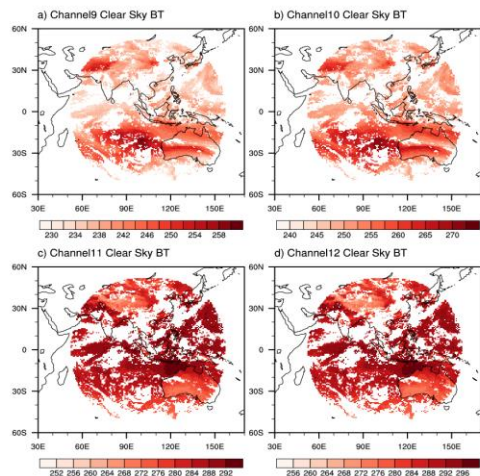
云导风产品



对流层顶折叠



晴空辐射



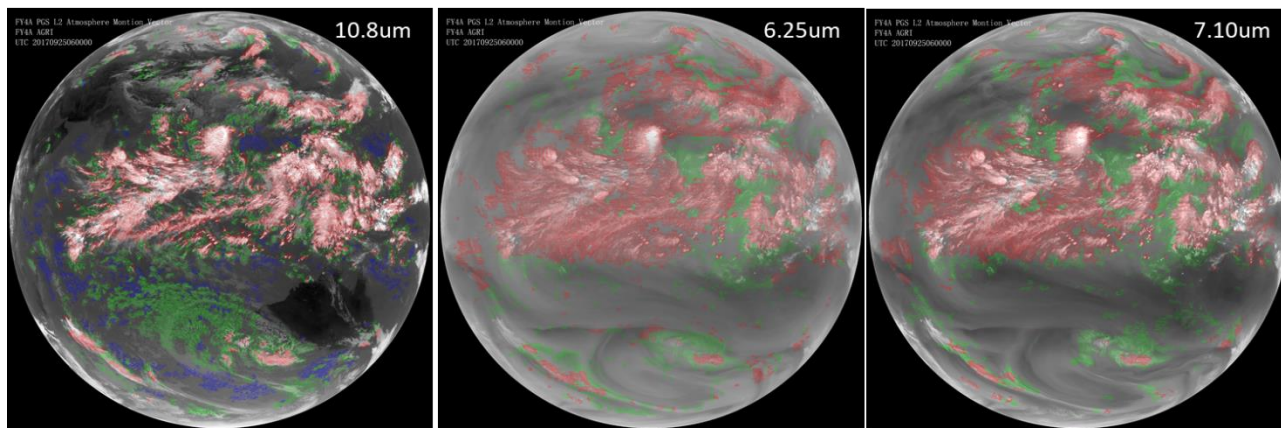
数值预报领域：云导风产品提供高时空分辨率风场，晴空辐射产品

航空服务领域：对流层顶折叠产品和闪电产品提供航线的安全保障

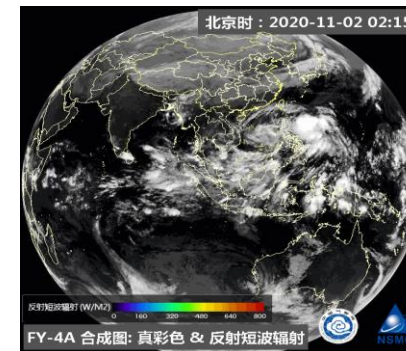
公共服务领域：短波辐射产品提供必要的太阳辐射能量信息

气象预报领域：降水估计产品提供了云团降水可能性和强度

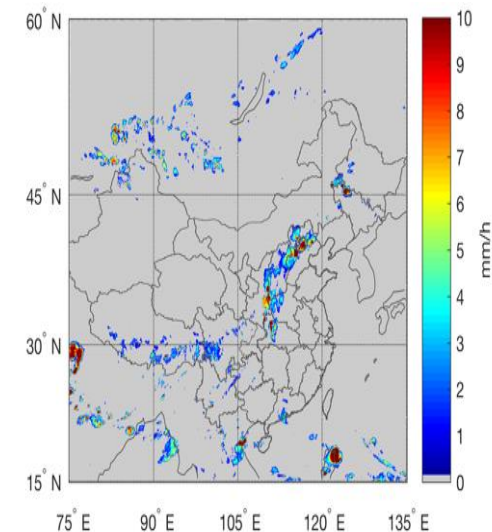
云导风产品



反射短波辐射



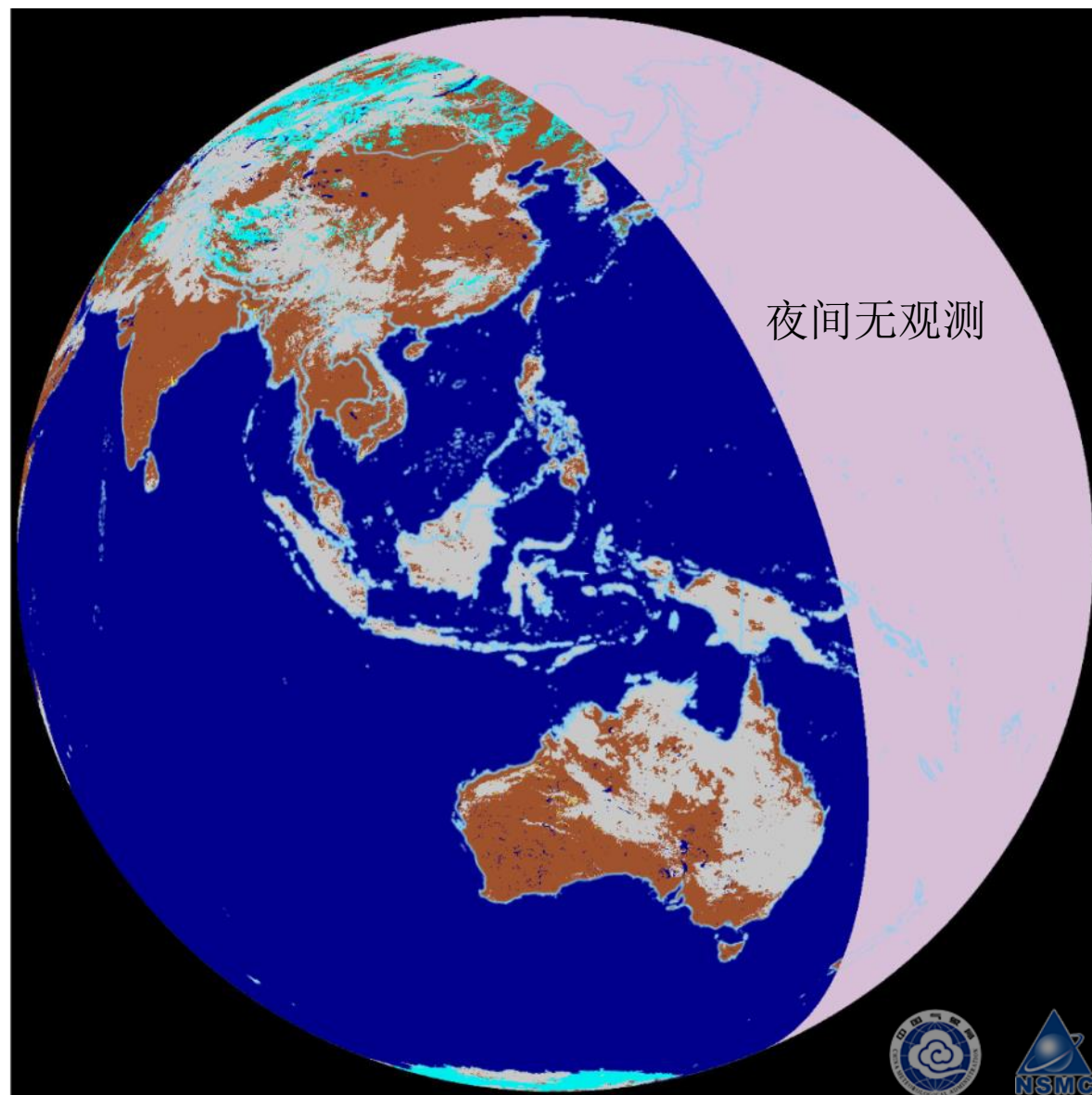
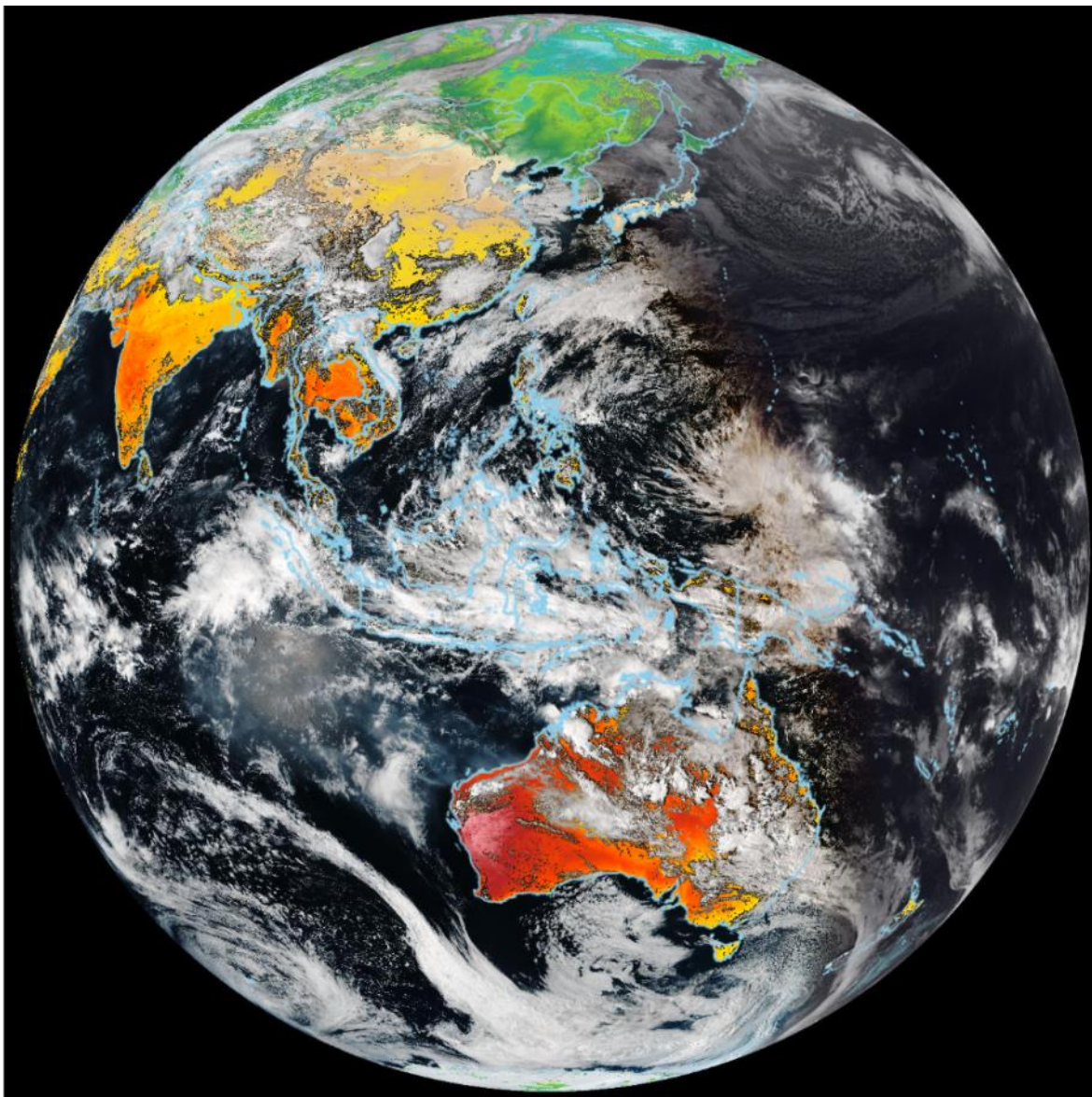
降水估计产品



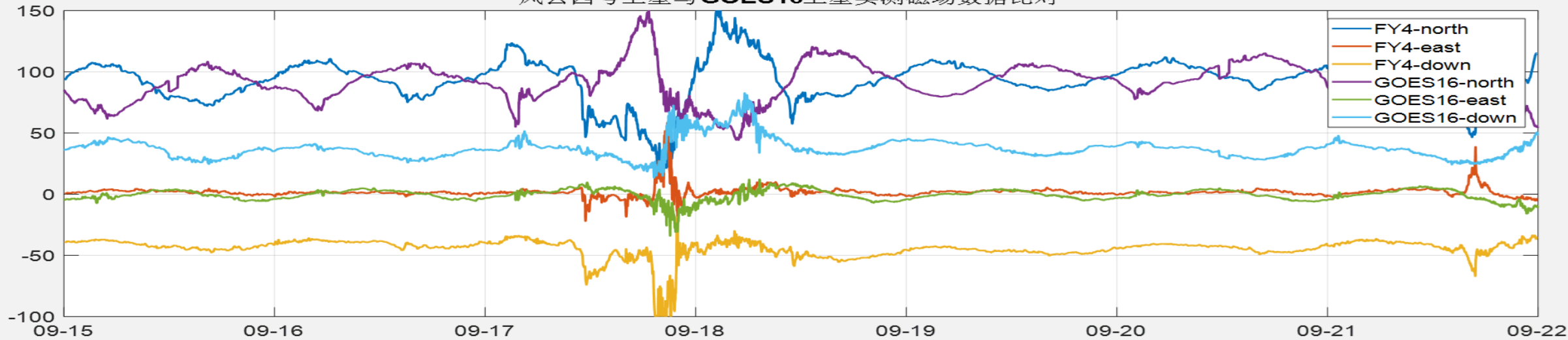


2022.2-3冬奥活动保障

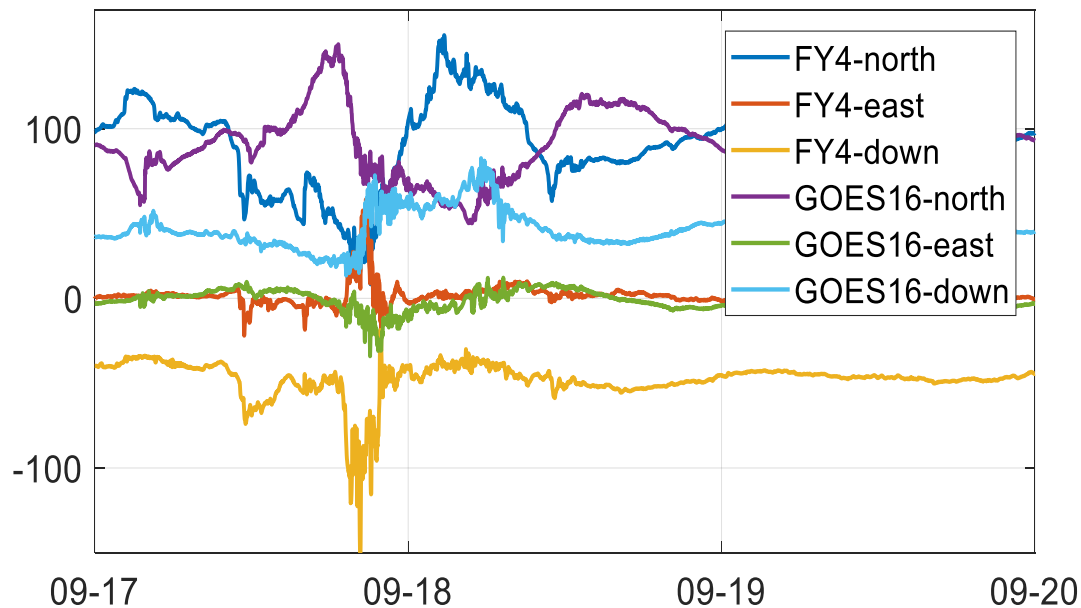
定量遥感地表温度，积雪产



风云四号卫星与GOES16卫星实测磁场数据比对



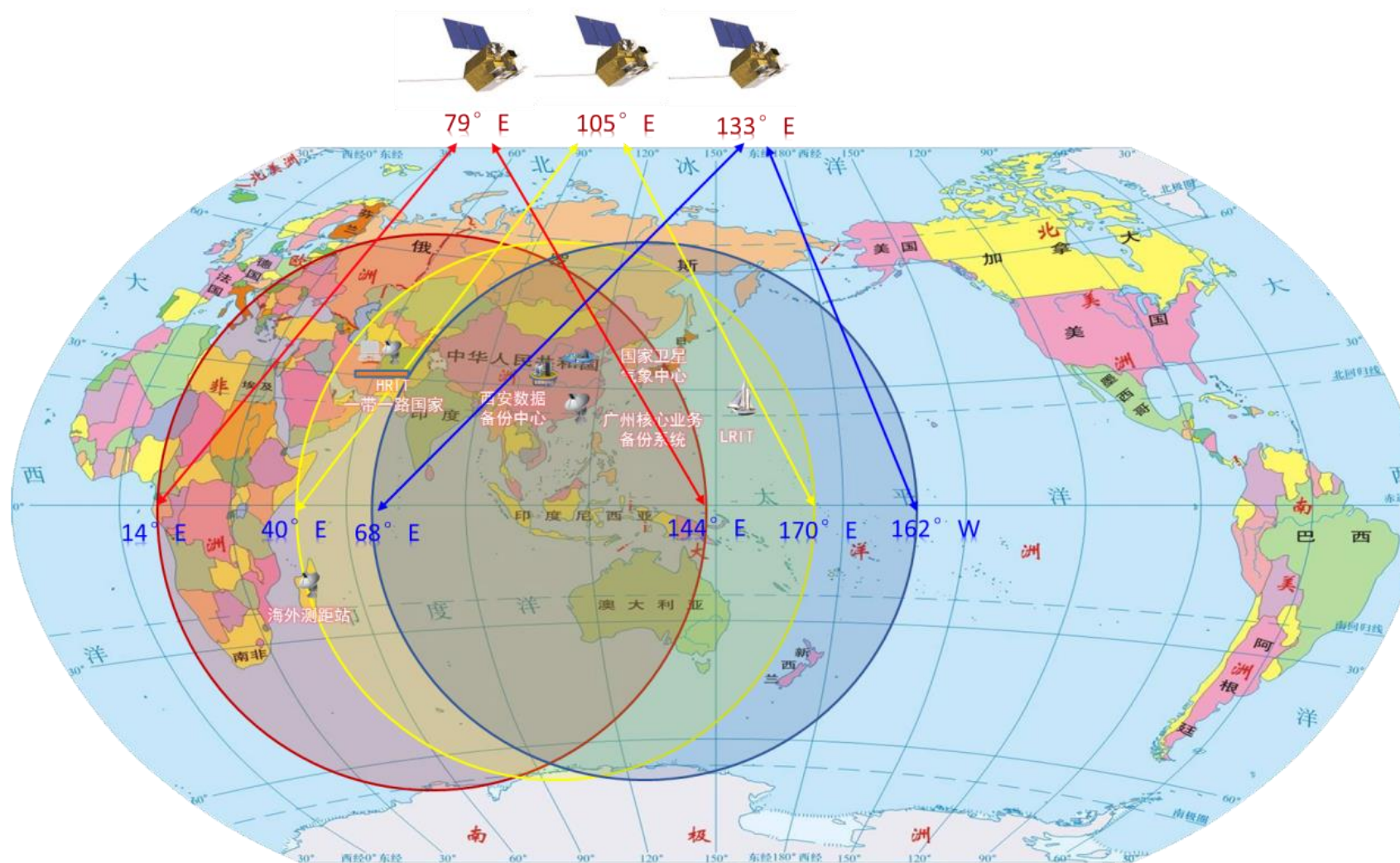
风云四号卫星与GOES16卫星实测磁场数据比对



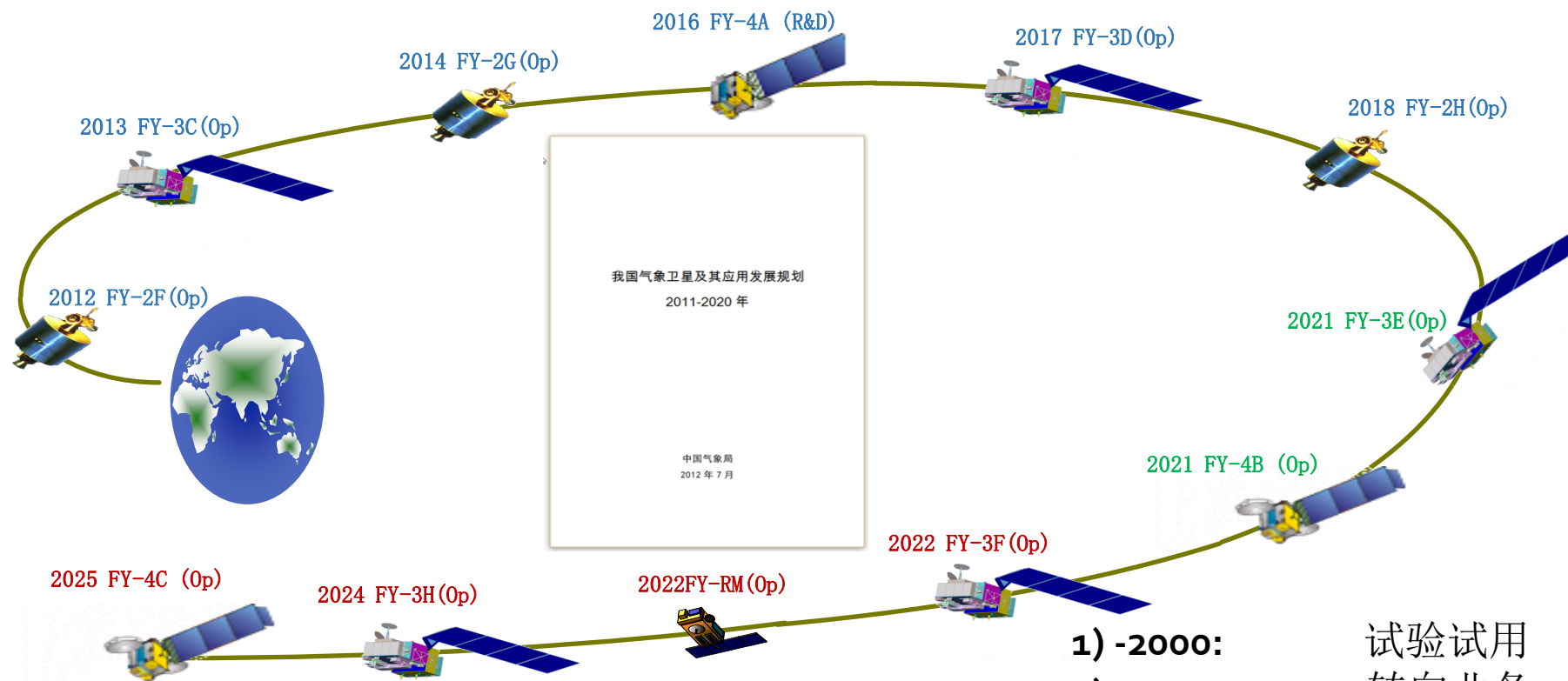
2021年9月18日磁暴事件

磁场对于磁层带电粒子分布、演化起着关键作用，对于磁层空间暴（磁暴、磁层亚暴、磁层粒子暴）的预警预测不可或缺，FY-4B空间天气系统，具备了对GEO轨道空间环境关键要素（粒子、磁场和效应）完备的分析能力，能够对重点空间天气事件进行监视和预警。

小结



2025年前：4颗规划中计划发射的卫星



- 1) -2000: 试验试用
- 2) 2000 - 2010: 转向业务
- 3) 2010 - 2020: 定量应用



中国气象局
China Meteorological Administration



国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

谢谢

报告人：陆风

lufeng@cma.gov.cn 010-68409494

国家卫星气象中心

二〇二二年六月

