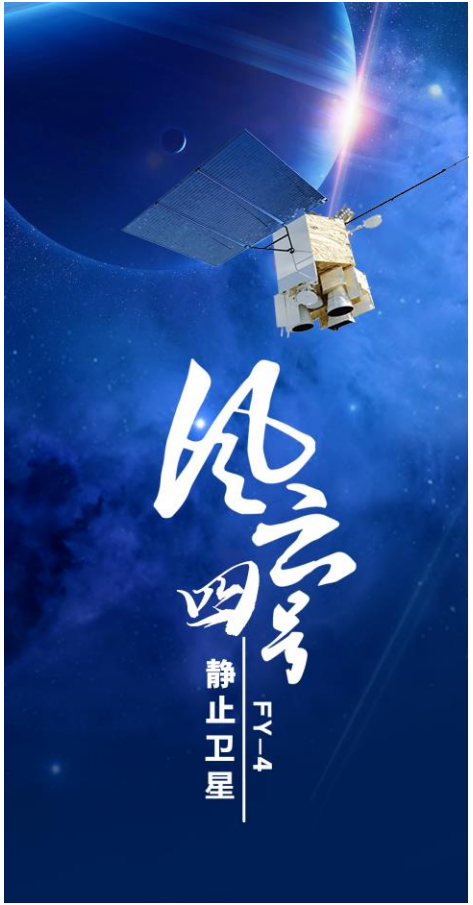
FY-4B大气环境类产品介绍

报告人：司一丹
国家卫星气象中心
二〇二三年八月

中国气象局

国家卫星气象中心
（国家空间天气监测预警中心）

报告大纲



CONTENTS

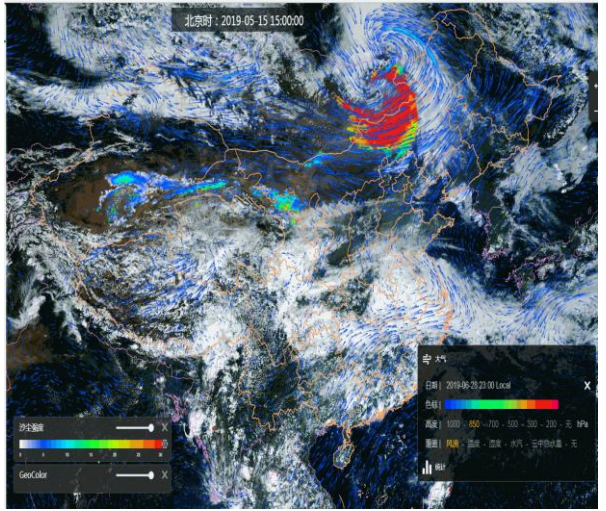
概述 01

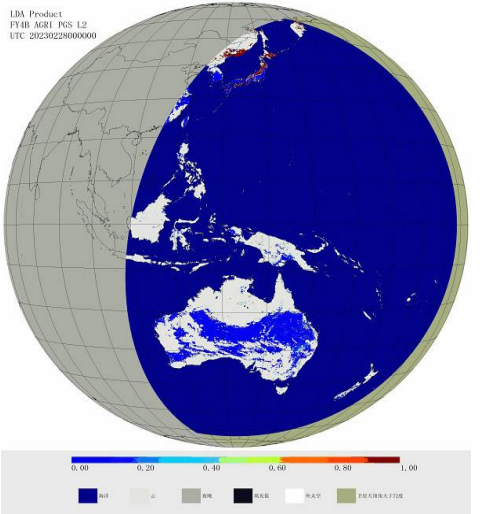
定量产品介绍 02

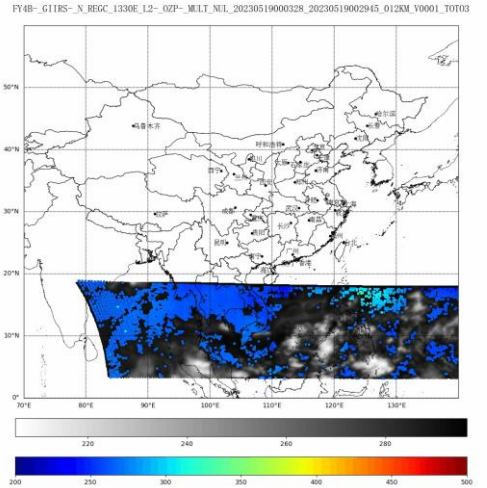
应用场景介绍 03

一、概述

- **沙尘在气象上一般以能见度区分，能见度大于1公里的为沙尘天气，能见度小于1公里的为沙尘暴。大气气溶胶指的是悬浮于其中的固体或者液体颗粒组成的分散体系，作为表征大气污染状态的一个最常用参数。臭氧是一种重要的大气成分，关于臭氧时空分布特征及垂直分布特征的研究对气候、空气质量和天气系统具有重要的意义。**
- **静止卫星具有高时间频次的特点，在大气环境类事件监测中发挥重要作用。**







二、定量产品介绍

➢ 产品规格

序号	产品名称	仪器	时间分辨率	空间分辨率	垂直分辨率	扫描角覆盖范围	设计指标(左侧误差、右侧标准差)	
1	沙尘检测	AGRI	每15分钟	4公里	/	75°天顶角	当LZA<60°时，陆地海洋检测精度优于0.8	
2	陆地气溶胶	AGRI	每15分钟	4公里	/	72°天顶角	±0.05±0.18τ	0.13@τ≤0.04; 0.25@0.04<τ≤0.8; 0.35@τ>0.8.
3	海洋气溶胶	AGRI	每15分钟	4公里	/	72°天顶角	0.02@τ≤0.4; 0.1@τ>0.4.	0.15@τ≤0.4 0.23@τ>0.4
4	臭氧	GIIRS	每2个小时/区域	12km	臭氧廓线3-5km	65°天顶角	臭氧廓线：15%（250毫巴以上）	臭氧廓线：15%（250毫巴以上）
					/	65°天顶角	臭氧总量：18DU	臭氧总量：18DU

二、定量产品介绍

➢ 产品算法——沙尘检测

光谱聚类 → 亮温差 → 比值 → 背景场法 → 均一性

光谱聚类	亮温差	比值	背景场法	均一性
0.64um反射率 0.47um反射率 11um亮温 3.7um亮温 1.38um反射率	11um与12um亮温差 11um与3.7um亮温差	NDSI NDVI $R_{0.4}/R_{0.64}$ NDDI ICSD	11umTBB背景 0.64um反射率背景 NDVI 背景 （FY4-可选）	海洋上反射率标准差

12组判识指标，选取判识的标准是能有效将沙尘与一种或者几种其他成分区别开；
其中5个必通过，另7个选择性通过即认为所计算的像素属于沙尘区，并且每有一个指标通过阈值得1分。

创新点：沙尘标识由单纯的0/1增加可能沙尘，由沙尘分数决定。沙尘分数由通过的判识指标个数及阈值分数决定。

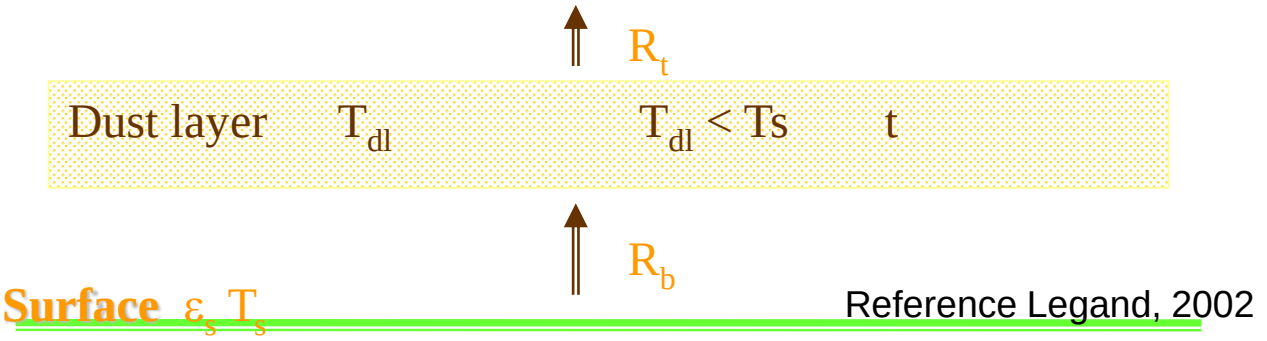
二、定量产品介绍

➢ 产品算法——沙尘检测

定义：IDDI = Ts – BT， *BT 是卫星观测亮温，Ts 为背景地表温度*

解释：

- **由于沙尘层的存在，相对于晴空（背景）卫星接收到的能量能够被存在的沙尘层所衰减**
- **沙尘越厚，能量衰减越大**
- **IDDI 能够用来表征沙尘的强度**

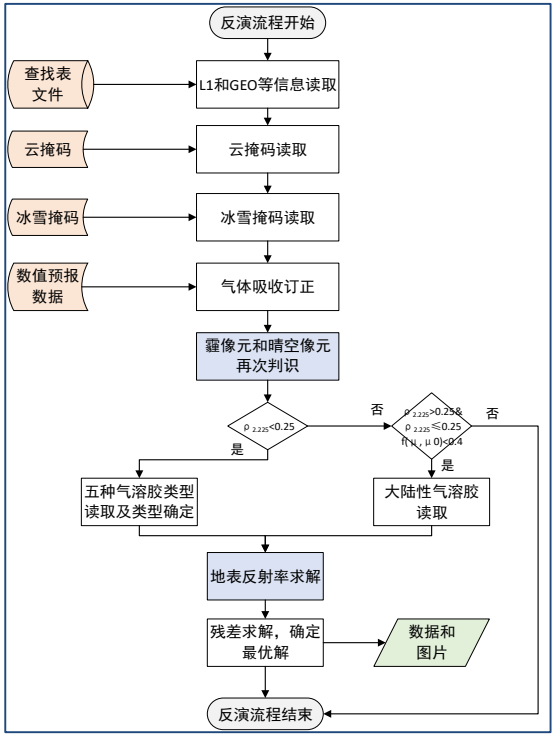


Reference Legand, 2002

$$I_\lambda \approx B_\lambda(Ts)\cdot exp(-\tau_\lambda) + (1-exp(-\tau_\lambda)\cdot B_\lambda(Ta)$$

二、定量产品介绍

➢ 产品算法——陆地气溶胶



算法思想：暗像元算法。

1输入：云检测产品CLM、冰雪检测产品SNC（业务产品）

NCEP水汽和臭氧数据（依赖外部数据）

2霾判识：结合AGRI多通道光谱信息、DEM设计云-霾-晴空判识方法，从“可能云”和“可能晴空”将霾像元恢复出来

3气溶胶模型：大陆型、强吸收/中等吸收/弱吸收（均为粗细双模态混合）、沙尘（粗细双模态混合）

4地表反射率模型：

k_650_2220=0.5421*exp(0.7809*NDVI_swir),

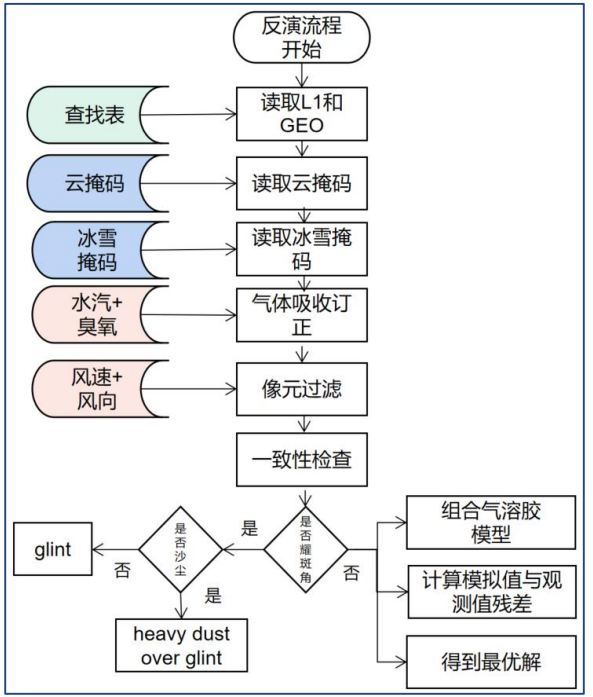
yint_650_2220 = 0.04.

k_470_650=-0.0052*viewZenith+0.5957,

yint_470_650=-0.0005*viewZenith+0.017.

二、定量产品介绍

➢ 产品算法——海洋气溶胶



算法思想：多通道算法。

1输入：云检测产品CLM、冰雪检测产品SNC（业务产品）

水汽和臭氧数据（依赖外部数据）

风速、风向（依赖外部数据）

2气溶胶模型：4种细模态（水溶性，水溶性+相对湿度）

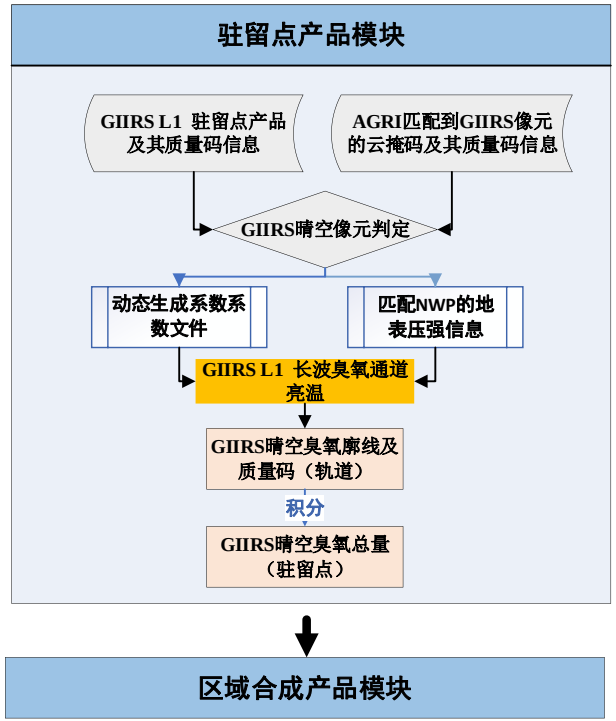
5种粗模态（海盐+沙尘）

3地表模型：利用经验关系可计算得到

4辐射传输模型：正向模拟得到不同通道反射率，用于残差计算

二、定量产品介绍

➢ 产品算法——臭氧



算法思想：利用特征向量法将卫星观测值与大气廓线同时进行经验正交展开，建立展开系数之间的统计回归关系。

1 晴空像元判定：根据AGRI匹配到GIIRS的云掩码信息进行云像元的判定，相关信息存储在GIIRS L2A数据中；

2 动态系数文件生成：根据GIIRS的经纬度信息，在经度10°，纬度5°的范围内，生成臭氧反演的系数文件；

3 臭氧廓线及臭氧总量：根据GIIRS的L1长波亮温信息及步骤2生成的系数文件，生成晴空像元的臭氧廓线并积分得到臭氧总量及其质量标识；

质量码设计：

数据质量码为0：可用

数据质量码为1：1)臭氧总量>500DU || 臭氧总量<150DU

数据质量码为2：L1 不可用

4 区域合成文件生成：根据驻留点产品，按照区域观测的时间表，合成区域文件。

二、定量产品介绍

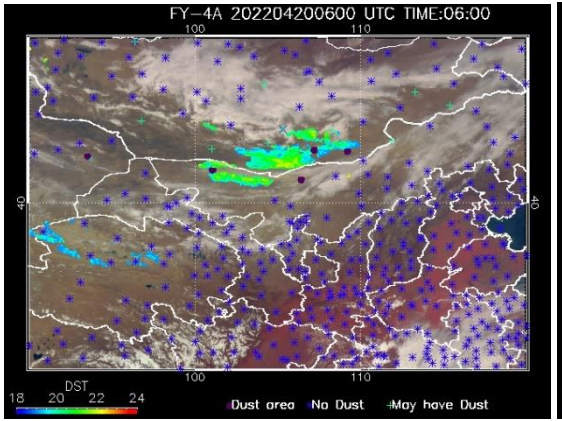
➢ 产品检验——沙尘检测

YY为卫星和地面站点观测均为沙尘；NN为卫星和地面站点观测均不为沙尘；YN为卫星观测为沙尘而地面站点观测不为沙尘；NY为卫星观测不为沙尘而地面站点观测为沙尘。

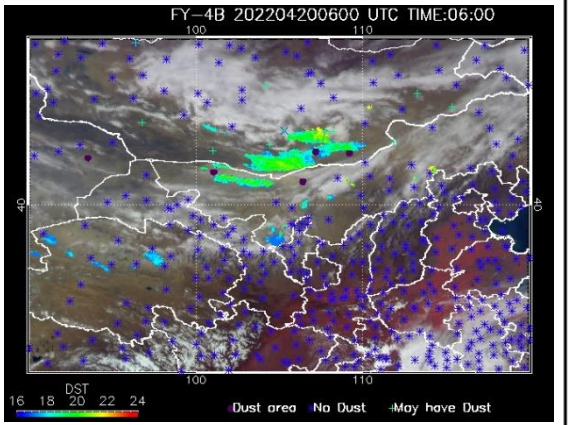
准确率 $$\text{Accuracy} = \frac{YY + NN}{YY + NN + YN + NY} = 97.5\%$$

成功率 $$\text{CSI} = \frac{YY}{YY + YN + NY} = 37.5\%$$

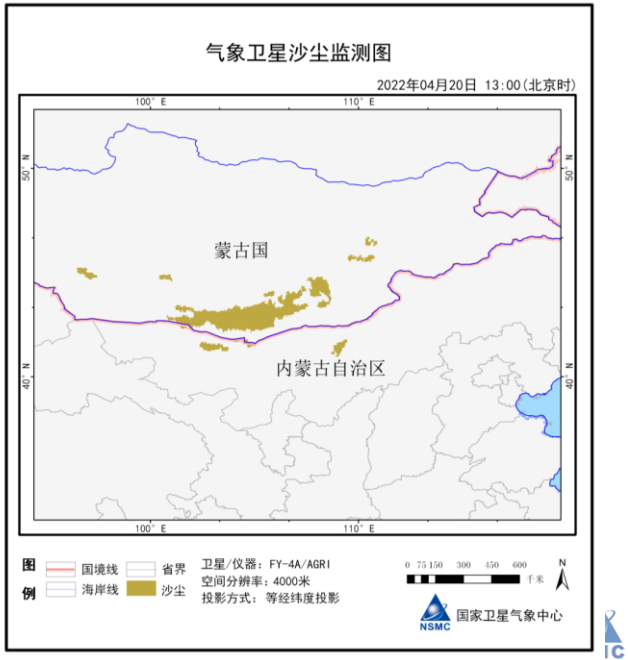
检出率 $$\text{Detection} = \frac{YY}{YY + YN} = 85\%$$



FY4A



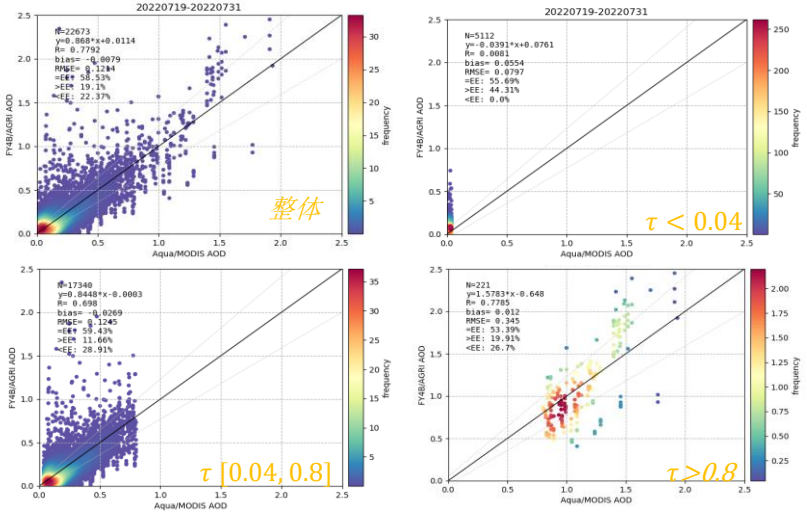
FY4B



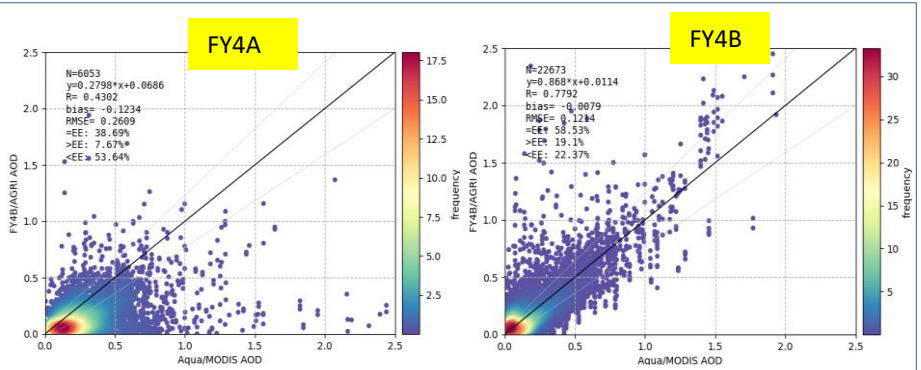
二、定量产品介绍

➢ 产品检验——陆地气溶胶

- 选取2022年7月19日-2022年7月31日中间所有数据与MODIS产品进行检验，完全满足设计指标



误差/精度	±0.05±0.18*τ	58.53%
标准差	当τ < 0.04时，σ < 0.13;	0.0797
	0.04<τ < 0.8时，σ < 0.25	0.1245
	当τ > 0.8时，σ < 0.35	0.345



- 经过算法调整，4B反演结果较4A有了较大改进，低估问题得到改善。

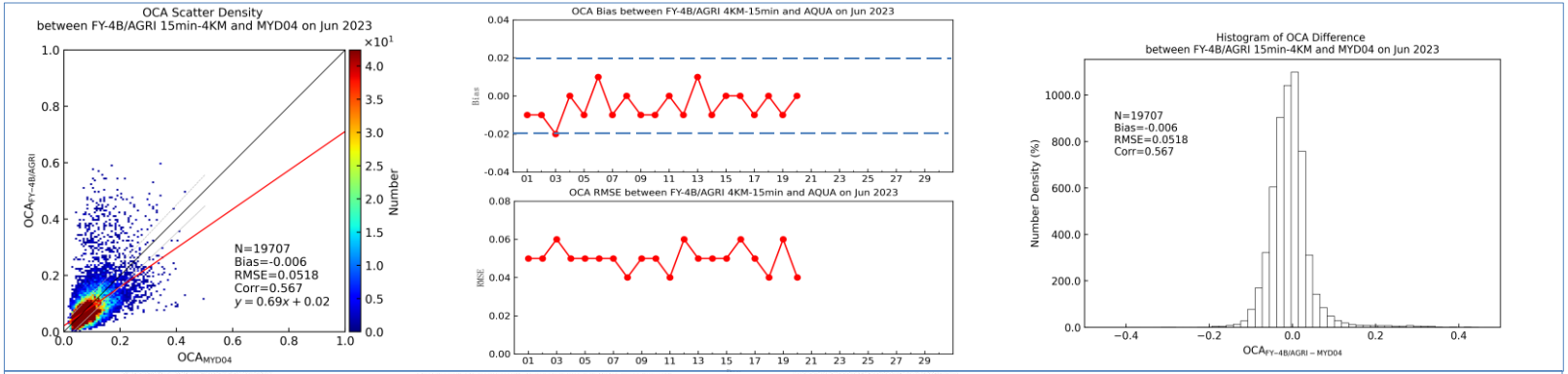
	4A/AGRI	4B/AGRI
N	6053	22673
斜率	0.2798	0.868
截距	0.0686	0.0114
bias	-0.1234	-0.0079
RMSE	0.2609	0.1214
=EE	38.69	58.53
>EE	7.67	19.1
<EE	53.64	22.37

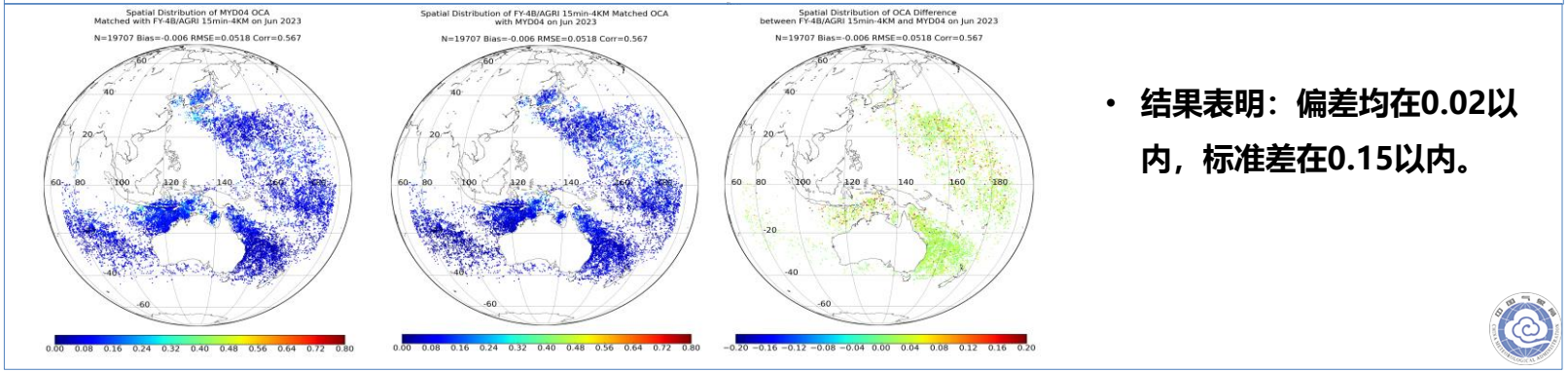
MODIS来源：https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/

二、定量产品介绍

➢ 产品检验——海洋气溶胶

- 选取2023年6月1日-2023年6月20日中间所有数据与MODIS产品进行检验，完全满足设计指标



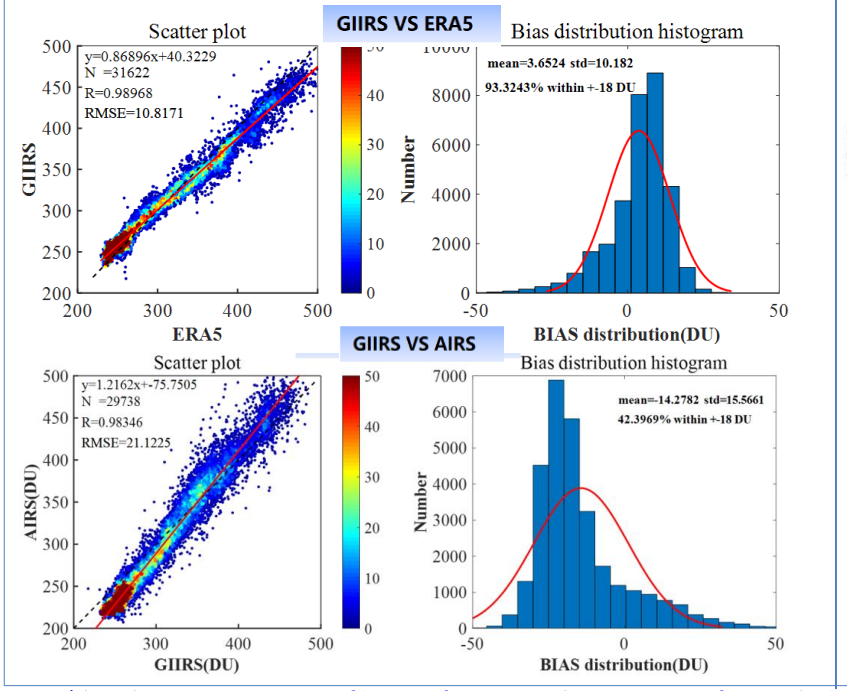


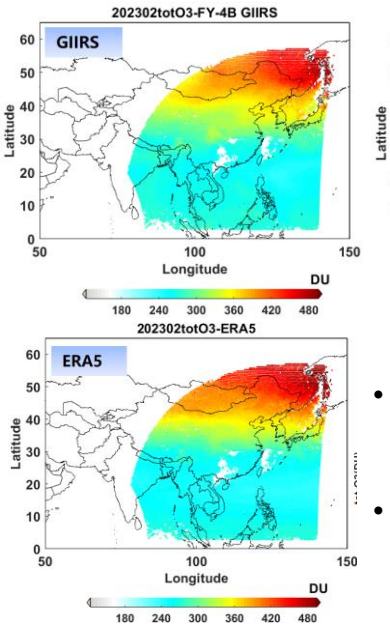
- 结果表明：偏差均在0.02以内，标准差在0.15以内。

二、定量产品介绍

➢ 产品检验——臭氧

- 选取2023年2月1日-2023年2月10日中间数据进行多日合成，臭氧总量完全满足设计指标





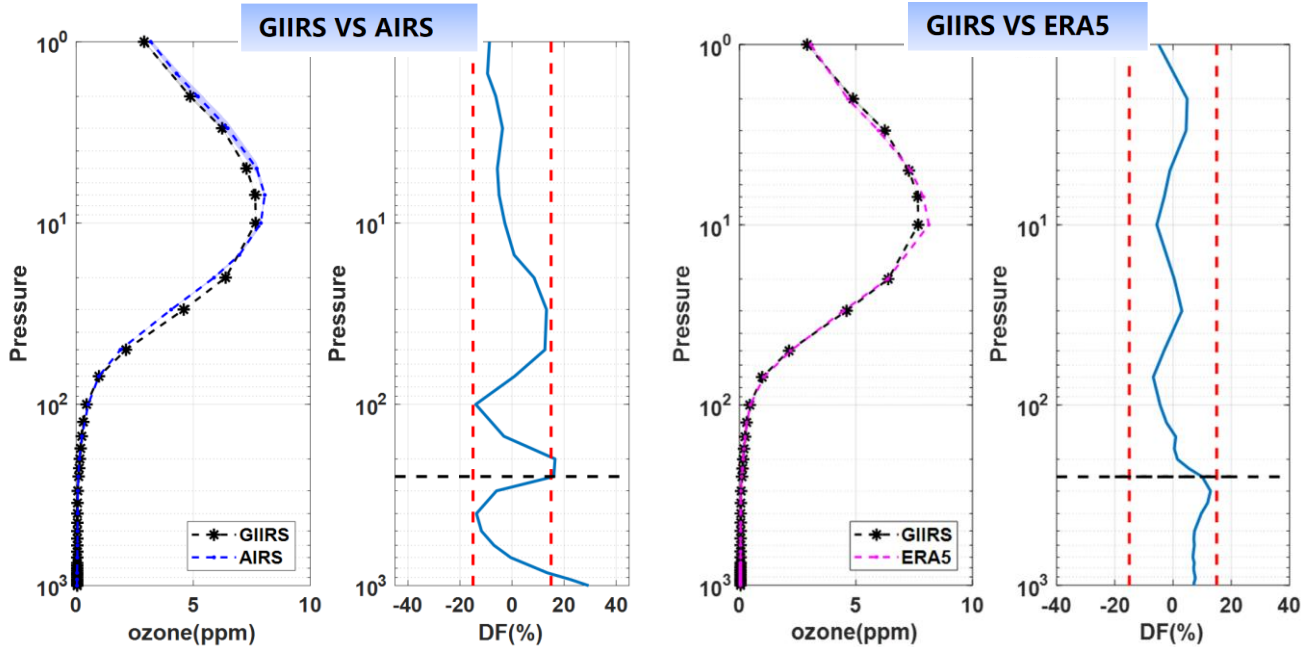
- GIIRS臭氧总量与EAR5的标准差为10.182；
- GIIRS臭氧总量与AIRS的标准差为15.56.

ERA5来源：https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5
AIRS来源：https://search.earthdata.nasa.gov/search?fp=AQUA&q=AIRS&portal=idn

二、定量产品介绍

➢ 产品检验——臭氧

- 选取2023年2月1日-2023年2月10日中间数据进行多日合成，臭氧廓线完全满足设计指标

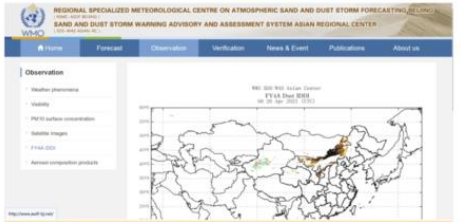


- GIIRS臭氧廓线与EAR5、AIRS的偏差在15%以内。

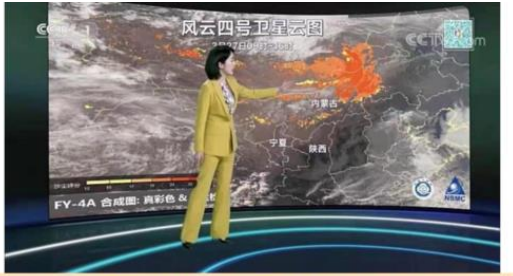
三、应用场景介绍

➢ 沙尘检测

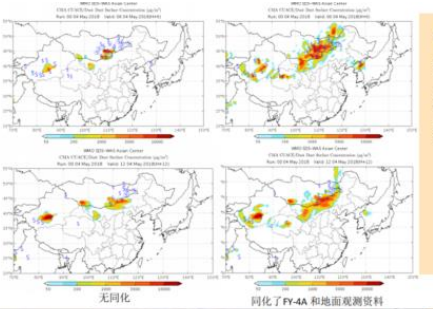
- 相关结果用于WMO亚洲区域沙尘预警中心、气象中心环境预报台（系统部署）、卫星遥感应用中心（系统部署）等业务单位；
- 数次登上相关部门的网站、微信公众号、微博和新闻联播气象预报；
- 风云卫星沙尘产品也已经用于中国气象局CUACE/Dust 沙尘预报系统，为精准沙尘预报提供了精密的监测数据；



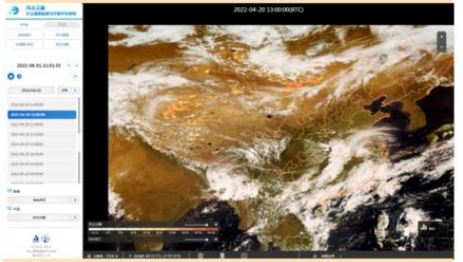
亚洲区域沙尘预警中心网站展示风云卫星监测沙尘过程



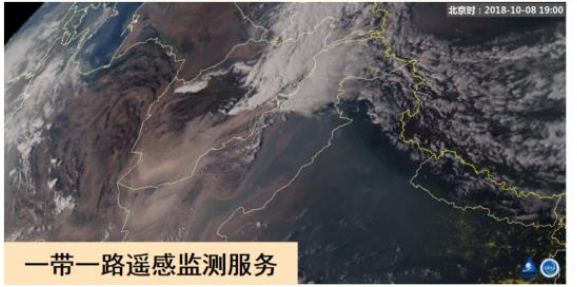
CCTV1展示FY4A沙尘产品与彩色合成叠加图



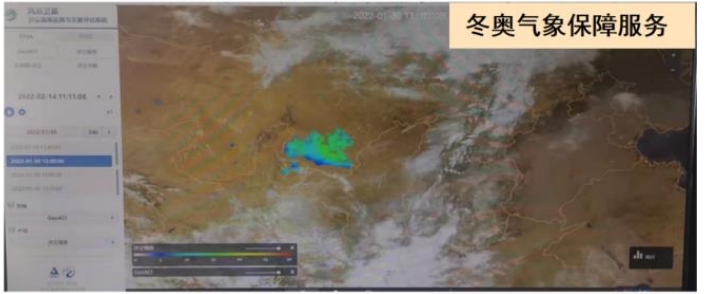
CMA的CUACE沙尘预报系统在同化了沙尘产品后取得了较好的正效果



系统部署业务应用



一带一路遥感监测服务



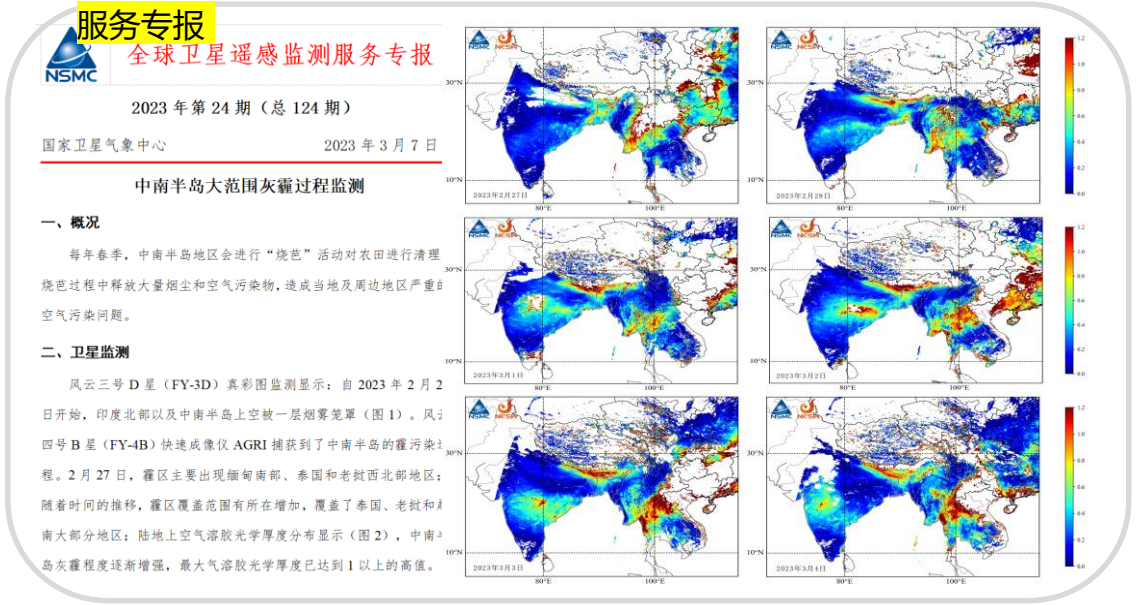
冬奥气象保障服务

三、应用场景介绍

➢ 气溶胶

- **基于FY4B/AGRI产品撰写全球卫星遥感监测服务专报《中南半岛大范围灰霾过程监测》；**
- **也为大气所模式同化提供数据支持，模拟精度提高了10.23%。**

服务专报



NSMC 全球卫星遥感监测服务专报

2023 年第 24 期（总 124 期）

国家卫星气象中心　　2023 年 3 月 7 日

中南半岛大范围灰霾过程监测

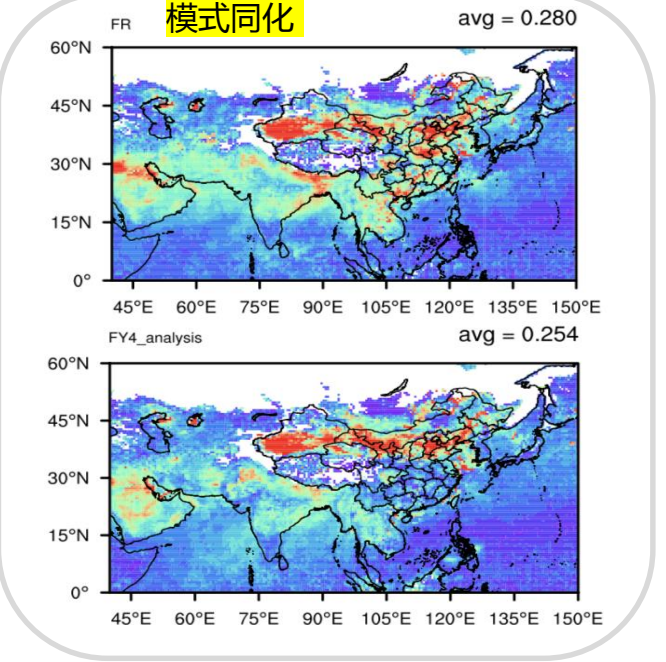
一、概况

每年春季，中南半岛地区会进行“烧芭”活动对农田进行清理
烧芭过程中释放大量烟尘和空气污染物，造成当地及周边地区严重
空气污染问题。

二、卫星监测

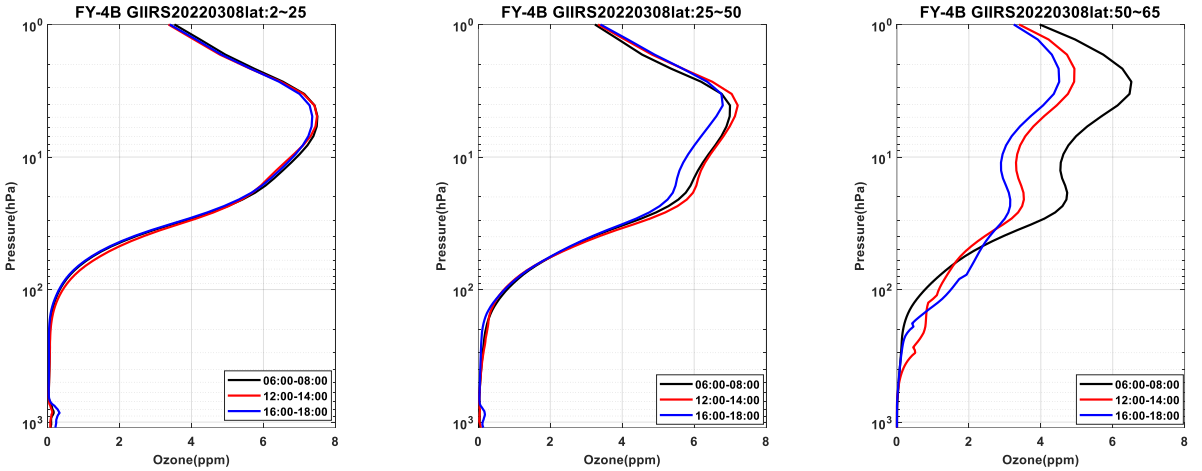
风云三号 D 星（FY-3D）真彩图监测显示：自 2023 年 2 月 2
日开始，印度北部以及中南半岛上空被一层烟雾笼罩（图 1）。风
四号 B 星（FY-4B）快速成像仪 AGRI 捕获到了中南半岛的霾污染
程。2 月 27 日，霾区主要出现缅甸南部、泰国和老挝西北部地区；
随着时间的推移，霾区覆盖范围有所在增加，覆盖了泰国、老挝和
南大部分地区；陆地上空气溶胶光学厚度分布显示（图 2），中南
岛灰霾程度逐渐增强，最大气溶胶光学厚度已达到 1 以上的高值。

模式同化



三、应用场景介绍

➢ 臭氧



利用GIIRS高光谱垂直探测资料进行全天候臭氧廓线产品反演

FY-4B GIIRS臭氧廓线产品图（不同纬度带_不同观测时刻）

1）能体现区域变化特征

2）能体现日变化特征

产品科学责任人清单

欢迎下载和使用数据，请提宝贵意见！

序号	产品名称	产品责任人	电话	邮箱
1	沙尘检测	陈林/田林	010-68406704 010-68408697	chenlin@cma.gov.cn tianlin@cma.gov.cn
2	陆地气溶胶	司一丹	010-68407237	siyd@cma.gov.cn
3	海洋气溶胶			
4	臭氧	王雅鹏	010-68400905	wangyp@cma.gov.cn

中国气象局

谢 谢

报告人：司一丹

国家卫星气象中心
二〇二三年八月

国家卫星气象中心
（空间天气监测预警中心）