

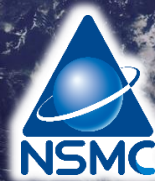
风云四号B星/FY-4B仪器与数据宣讲

FY-4B陆/海表类产品

报告人：郑照军
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



概述

01

产品定义与期望目标

02

产品算法和精度介绍

03

产品应用服务场景

04

小结

05

CONTENTS

一、概述

FY-4B陆海表产品列表

序号	产品名称	卫星仪器	星下点分辨率	产品限制条件	发布状态
1	地表反照率	成像仪 (AGRI)	4公里	太阳天顶角≤70度，卫星天顶角≤67度	已发布
2	积雪覆盖		4公里	太阳天顶角≤85度，卫星天顶角≤67度	已发布
3	海表温度		4公里	卫星天顶角≤67度	已发布
4	陆表温度		4公里	卫星天顶角≤67度	已发布
5	火点/热点检测		2公里	卫星天顶角≤67度	已发布

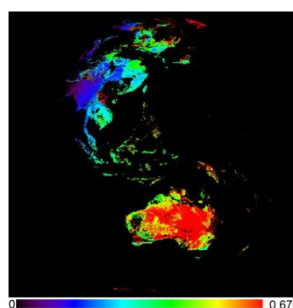
FY-4B陆海表产品包含上表5个参数，均由成像仪AGRI生产；
产品可为天气和气候监测预测、环境变化监测评估提供信息支持。

二、产品定义与期望目标

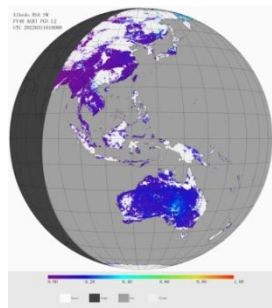
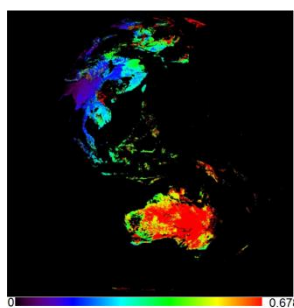
1. 地表反照率

地表反照率 (Land Surface Albedo) 产品定义： 地表面元反射的能量与入射能量的比值。FY-4B地表反照率产品提供地表短波黑空反照率 (BSA) 和短波白空反照率 (WSA)。

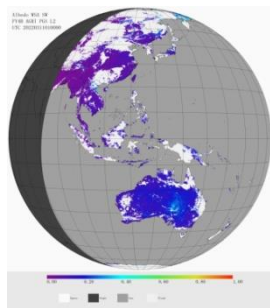
仪器	时间分辨率	空间分辨率	时间覆盖	空间覆盖	处理时效	设计指标
AGRI	15分钟 日	4km@星下点	20220420~今(时次) 20221024~今(日)	圆盘	2分钟(时次) 5分钟(日)	Bias 0.15, 期望0.1 RMSE 0.25, 期望0.2



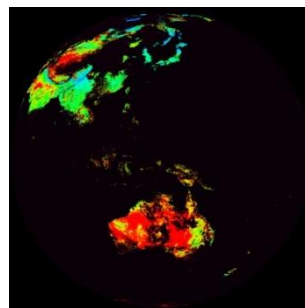
FY4B_20220311_4000M UTC 1
点 BSA (左) WSA(右)



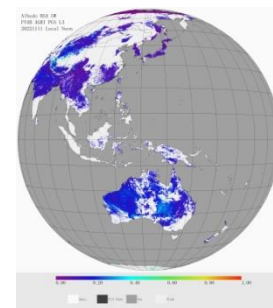
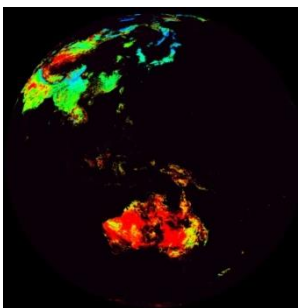
FY4B_20220311_4000M UTC 1
点 快视图 BSA (左) WSA(右)



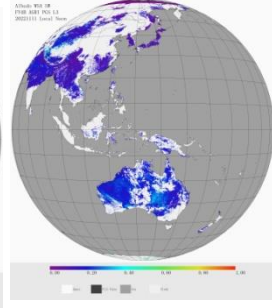
时次产品样例



FY4B_20221111_4000M
日合成产品 BSA (左) WSA(右)



FY4B_20221111_4000M
日合成产品 BSA (左) WSA(右)



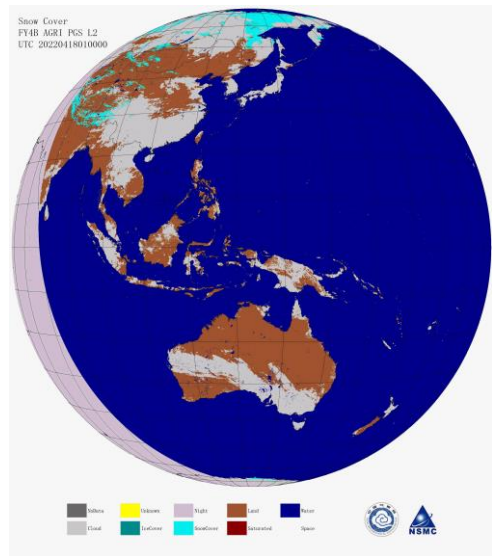
日产品样例

二、产品定义与期望目标

2. 积雪覆盖

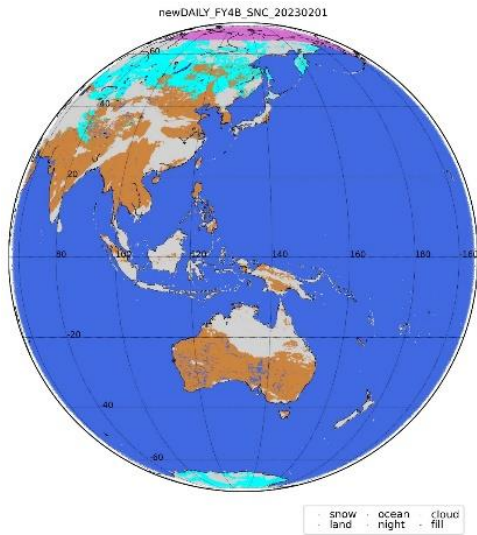
风云四号积雪覆盖产品（SNow Cover, SNC）产品定义：依据AGRI白天观测时次多通道资料，判识陆地像元在观测时刻是否被积雪覆盖，若不被积雪覆盖，则判断该像元是晴空还是被云覆盖。分别由日/旬内的时次/日积雪覆盖产品信息，合成日/旬积雪覆盖。

仪器	时间分辨率	空间分辨率	时间覆盖	空间覆盖	处理时效	设计指标
AGRI	15分钟 日旬	4km@星下点	20220417~今(时次) 20230511~今(日旬)	白天圆盘	0.5分钟(时次) 1~2分钟(日旬)	积雪判识准确率 ACC ≥ 88%



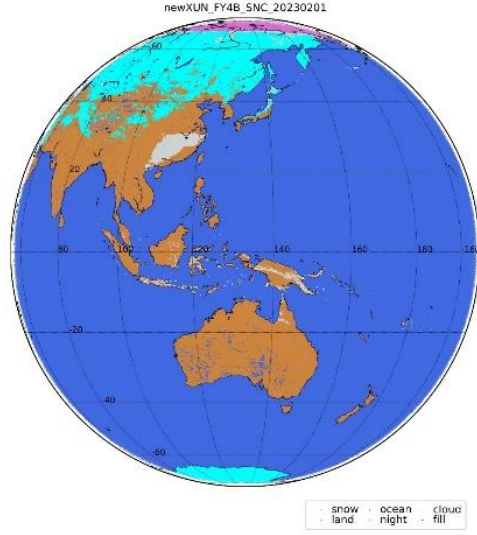
每天自动生产，DISK (95次)；
卫星观测结束后5-7分内生成；
推荐使用UTC 04:30前后各2.5小时产品。

时次积雪覆盖 (2022.04.18)



次日00:41 (UTC) 生产

日积雪覆盖 (2023.02.01)



每旬最后一天的次日01:14 生产

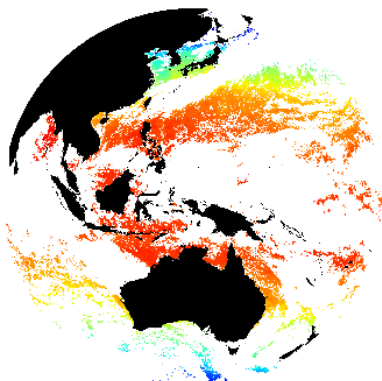
旬积雪覆盖 (2023.02.01)

二、产品定义与期望目标

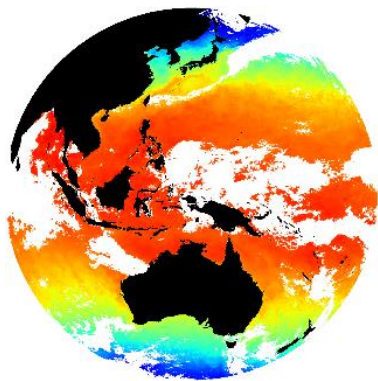
3. 海表温度

FY-4B海表温度 (Sea Surface Temperature, SST) 产品定义: 由AGRI成像仪的热红外通道反演的全球海表面上层约20cm深度的海水温度。

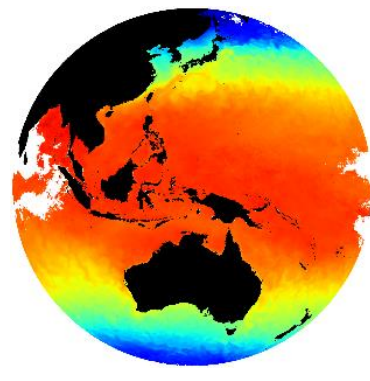
仪器	时间分辨率	空间分辨率	时间覆盖	空间覆盖	处理时效	设计指标
AGRI	15分钟 日旬月	4km@星下点	20220420~今(时次) 20221024~今(日旬月)	圆盘	2分(时次) 5分(日旬月)	Bias 1.0K, 期望0.8K 标准差1.5K, 期望1.0K



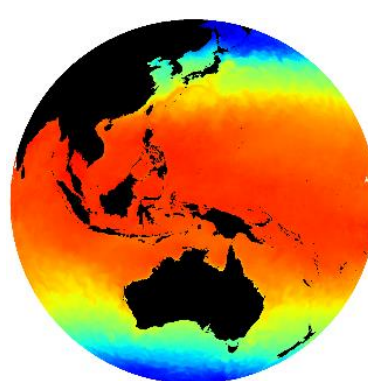
全圆盘海温
2023.05.01 02:00



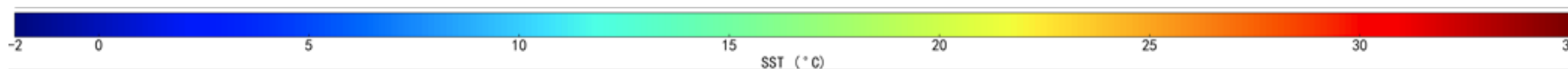
日合成产品
2023.05.01



旬合成产品
2023.05.01~2023.05.10



月合成产品
2023.05.01~2023.05.31

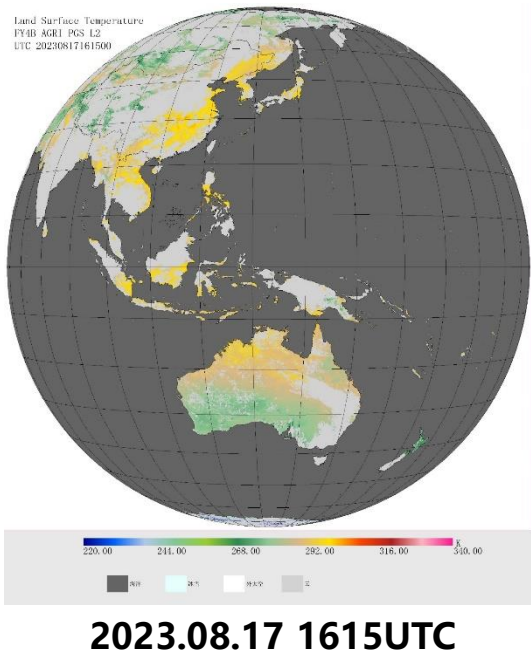
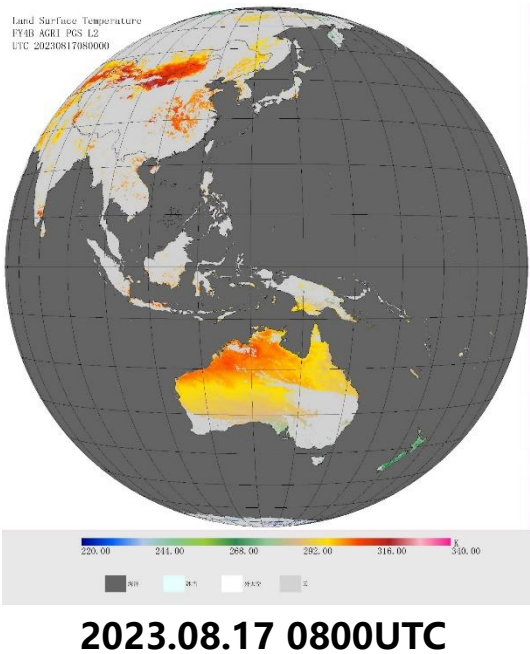
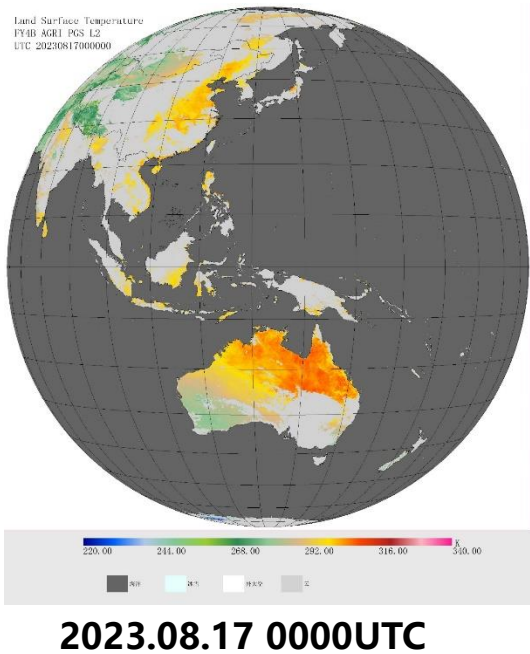


二、产品定义与期望目标

4. 陆表温度

FY-4B陆表温度 (Land Surface Temperature, LST) 产品定义: 依据普朗克黑体辐射定律，用两个AGRI热红外通道（10.8和12.0um）亮温数据，反演的晴空条件下地球陆地表面温度。

仪器	时间分辨率	空间分辨率	时间覆盖	空间覆盖	处理时效	设计指标
AGRI	15分钟	4km@星下点	20220511~今(时次)	圆盘	5分钟	RMSE≤2.5K

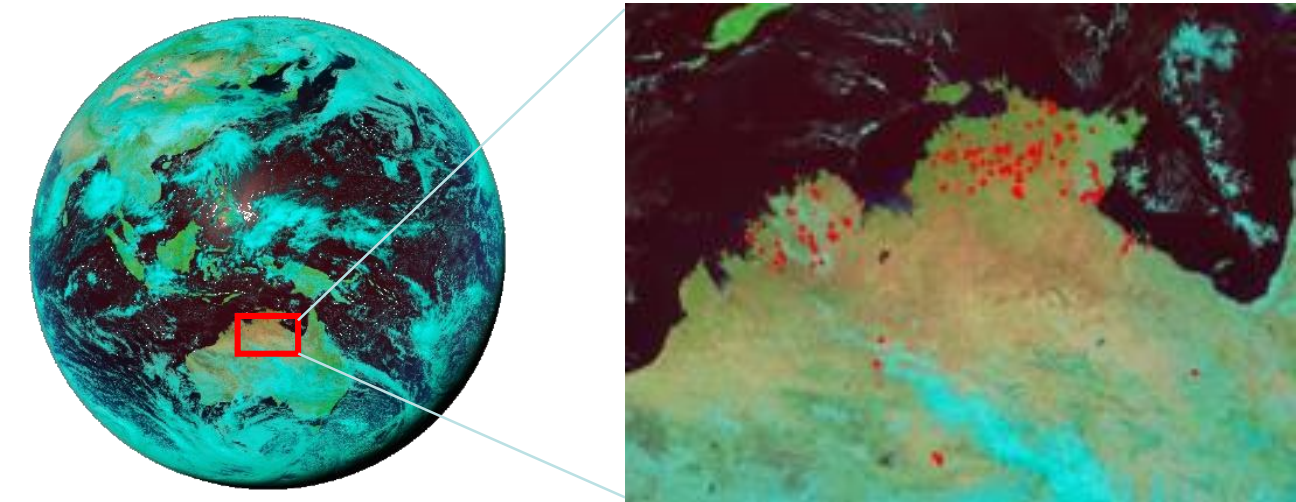


二、产品定义与期望目标

5. 火点/热点检测

风云四号火点/热点产品（Fire/Hot Spot, FHS）产品定义：利用AGRI资料，生成FY-4B观测区域内的火点信息（包括火点位置、亚像元火点面积）和火点强度列表文件产品，并生成火点专题图产品。

仪器	时间分辨率	空间分辨率	时间覆盖	空间覆盖	处理时效	设计指标
AGRI	15分钟	2km@星下点	20220511~今(时次)	圆盘	5分钟	火点/热点判识准确率 ≥ 90%



全圆盘火点/热点
2022.05.19 04:00

判识出的火点/热点

气象卫星火情监测信息表										
观测时间 (世界时) : 2022-05-19 04:00						中国气象局国家卫星气象中心制作				
BeginLine 0 EndLine 2799										
BeginPixel 0 EndPixel 5495										
火点编号	像元火区编号	可信度	纬度	经度	像素面积 (平方公里)	明火区面积(公顷)	FRP	强		
1	1	4	69.28	135.29	23.21	0.24	43.90	1	农地	
2	1	2	69.28	135.34	23.21	0.23	42.02	1	农地	
3	2	2	60.42	96.54	22.25	0.04	134.46	3	其他	
4	2	2	60.41	96.60	22.19	0.40	70.99	2	其他	
5	3	2	58.68	90.89	24.52	0.28	50.99	2	其他	
6	3	2	58.67	90.96	24.44	0.42	74.47	2	其他	
7	4	2	57.29	90.42	22.92	0.26	45.92	1	农地	
8	4	2	57.28	90.49	22.85	0.34	60.50	2	农地	
9	5	2	57.08	92.30	21.06	0.32	57.69	2	其他	

火点信息列表
2022.05.19 04:00



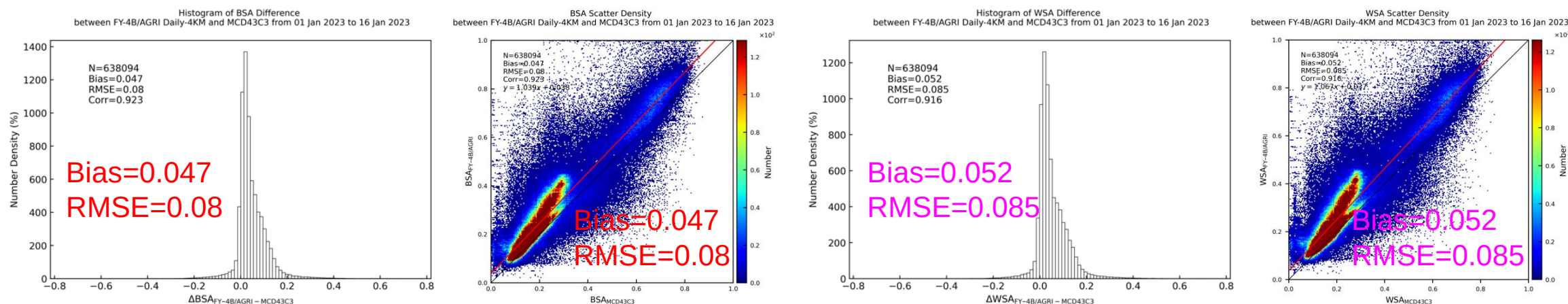
三、产品算法和精度介绍

1. 地表反照率

算法：地表反照率（Land Surface Albedo, LSA）采用直接反演算法。算法假设地表变化不影响大气层顶表观反射率和地表宽波段反照率之间的关系。算法公式如下：

$$A = C_0(\theta_i, \theta_r, \varphi) + \sum_{i=1,2,3,5,6} c_i(\theta_i, \theta_r, \varphi) \rho_i(\theta_i, \theta_r, \varphi)$$

精度对比：将日合成产品做16天均值合成后，和MODIS官方产品MCD43C3对比



验证数据源: <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov>

三、产品算法和精度介绍

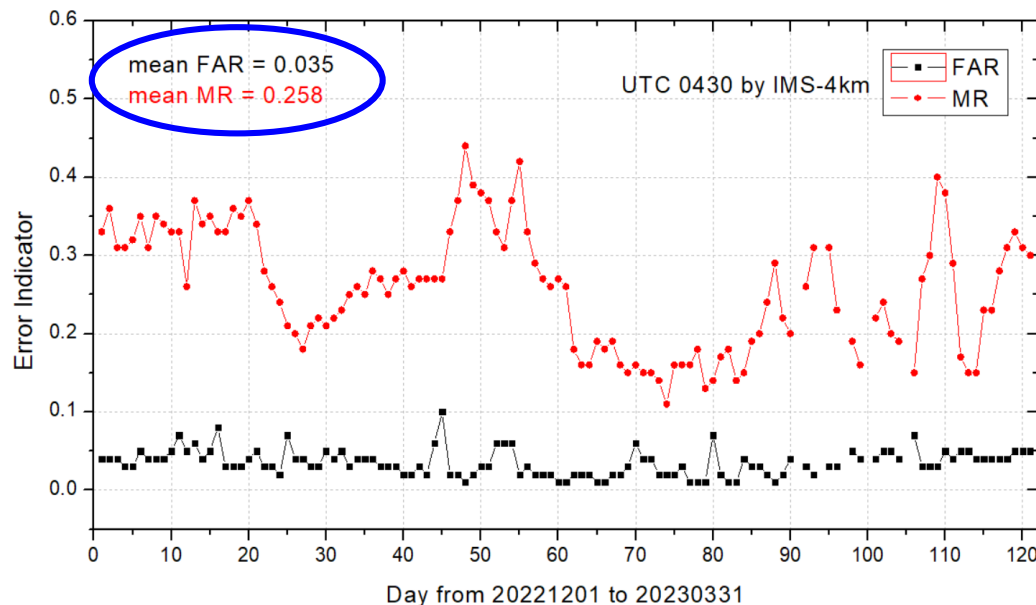
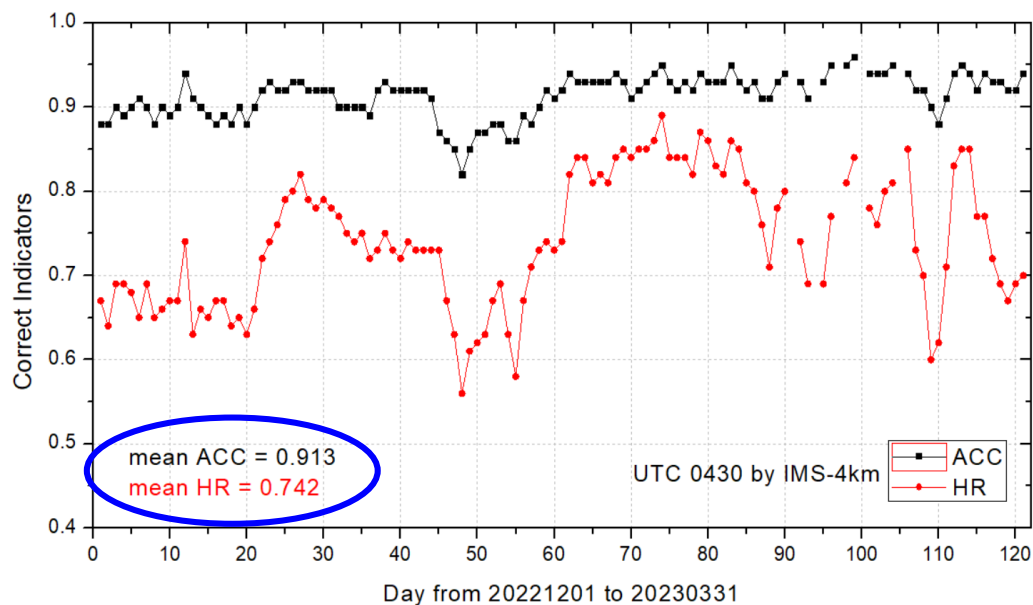
2. 积雪覆盖

算法：决策树动态阈值单时次云雪判识方法，比较优先级的日旬合成方法。

精度对比：

(1) 用中国气象站逐小时雪深观测数据（中国气象局天擎系统）验证，判识准确率0.91，积雪命中率0.48，误检率0.02，漏检率0.52；

(2) 用IMS-4km产品（<ftp://sidads.colorado.edu/pub/DATASETS/NOAA/G02156>）验证，判识准确率最低0.90，积雪命中率最低0.65，误检率最高0.05，漏检率最高0.35。



三、产品算法和精度介绍

3. 海表温度

算法：采用NLSST算法

$$NLSST(D/N) \quad T_s = a_0 + a_1 T_{11} + a_2 T_{FG} (T_{11} - T_{12}) + a_3 (T_{11} - T_{12}) (\sec \theta - 1)$$

T_s : 反演海温

T_{FG} : 第一猜测海温, OSTIA或30年日平均海温

θ : 卫星天顶角 $a_0 \sim a_3$: 回归系数

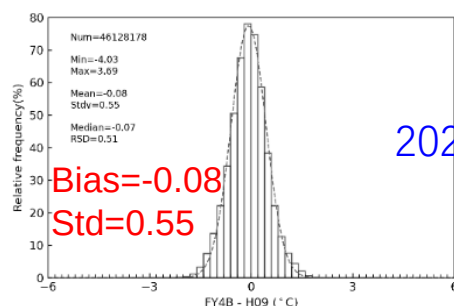
T_{11}, T_{12} : 分别为通道 $11\mu m$ 、 $12\mu m$ 的亮温

精度对比: (1) 与葵花9海温H09 L2C小时产品

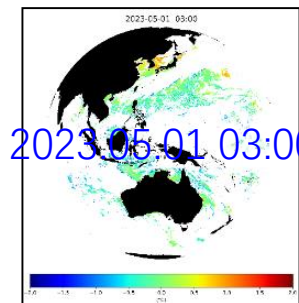
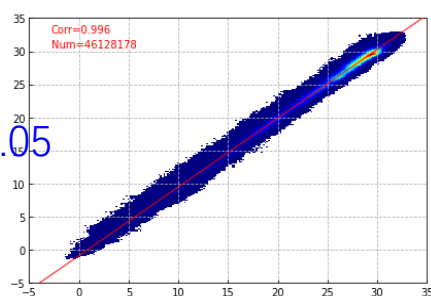
(ACSP0 AHI SST provided by NOAA STAR)

(2) 现场海温, 匹配窗口

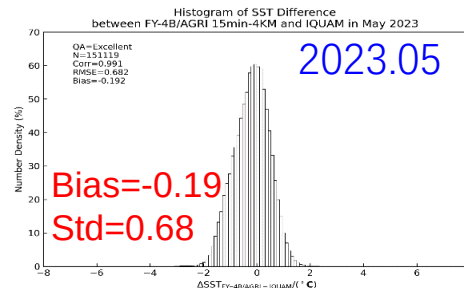
(NOAA iQuam, Xu and Ignatov, 2014)



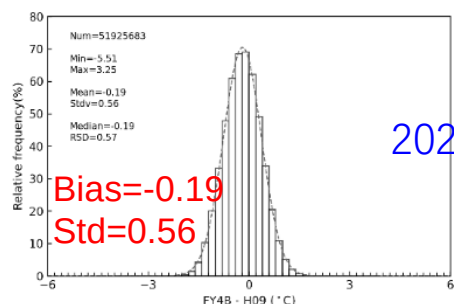
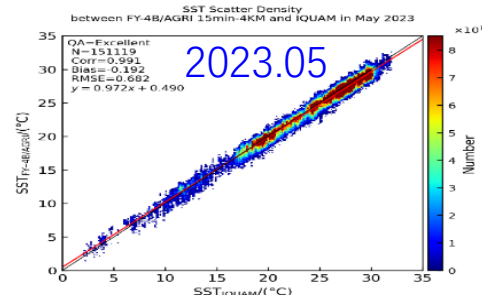
2023.05



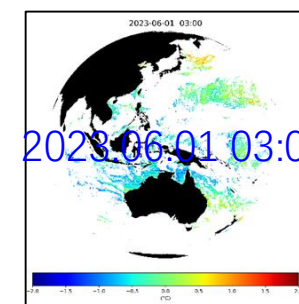
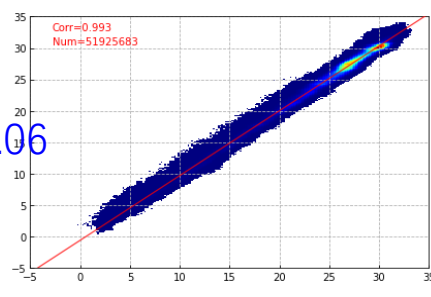
2023.05.01 03:00



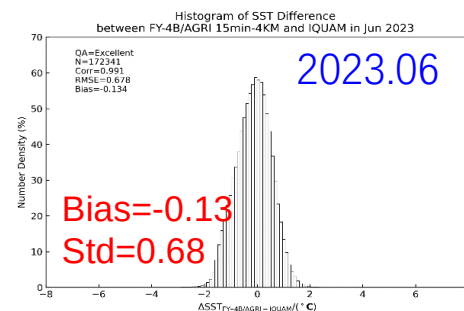
2023.05



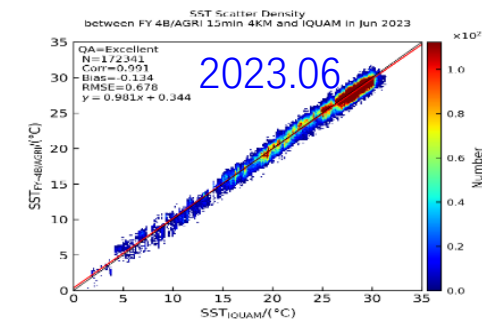
2023.06



2023.06.01 03:00



2023.06



三、产品算法和精度介绍

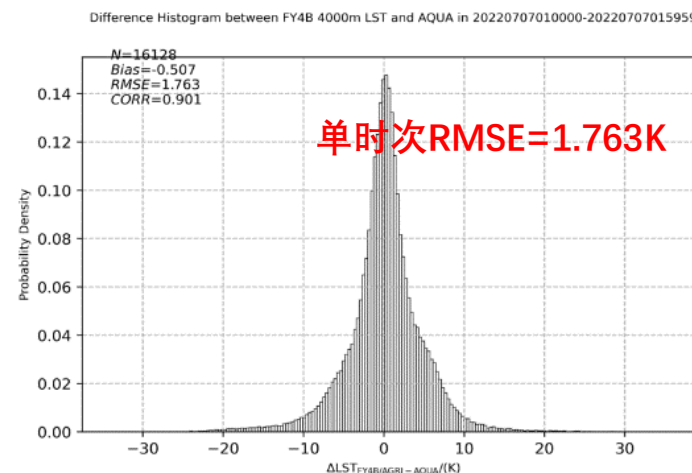
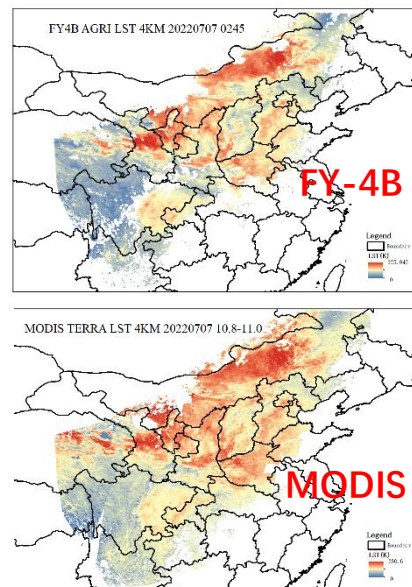
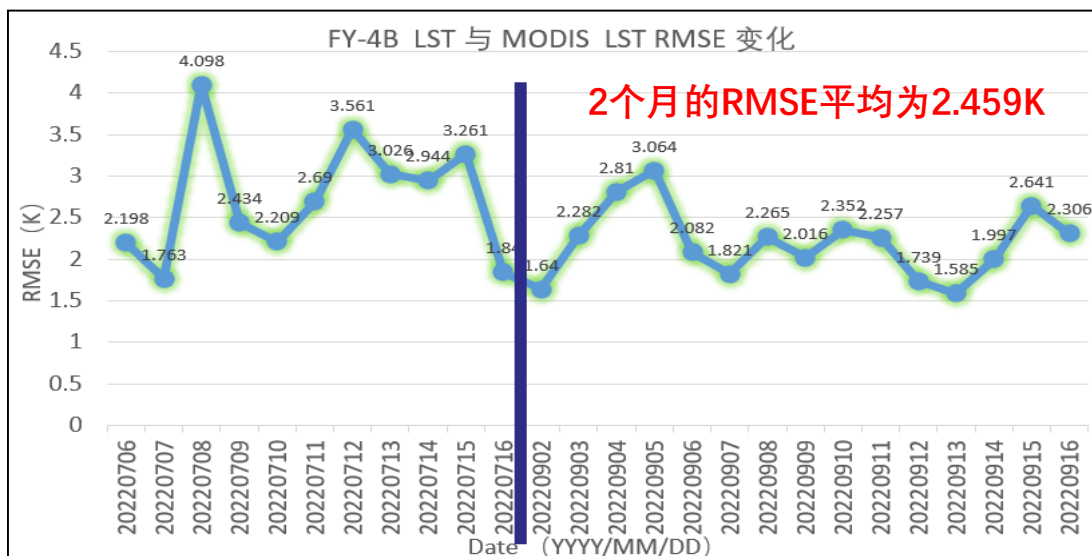
4. 陆表温度

算法：采用Ulivieri & Cannizaro（1985）算法

$$T_s = C + A_1 T_{11} + A_2 (T_{11} - T_{12}) + A_3 \varepsilon + D (T_{11} - T_{12}) (\sec \theta - 1)$$

精度对比：

用TERRA/MODIS的官方产品MOD11A1（<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov>）验证，干大气条件下RMSE优于2.5K，湿大气条件下RMSE略高于2.5K，干湿大气平均RMSE=2.459K。



三、产品算法和精度介绍

5. 火点/热点检测

算法：根据可见光及中红外通道进行像元类别标记，找出潜在火点后，结合阈值模型与上下文模型进行火点判识。

精度对比：

- (1) 葵花8一天中火点持续2h以上的点个数作为火点事件（源于国家卫星气象中心）；
- (2) 历史火点数据（国家DW公司）。

历史火点和FY-4B对比结果

案例日期 (UTC)	地面真实数据	FY-4B火点 检测结果	FY-4B火点 检测精度
20220419_0500 (蒙古国火情)	17	17	100%
20220425_1130	0	0	100%

葵花8和FY-4B对比结果

日期	葵花8火点	FY-4B结果	精度
2022. 3. 04	109	103	95%
2022. 3. 05	78	72	92%
2022. 3. 06	64	59	93%
2022. 3. 07	37	36	97%
2022. 3. 08	29	27	93%
2022. 3. 09	15	12	80%
2022. 3. 10	7	6	86%
2022. 3. 11	0	0	100%
整体精度			92%



四、产品应用服务场景

1. 地表反照率

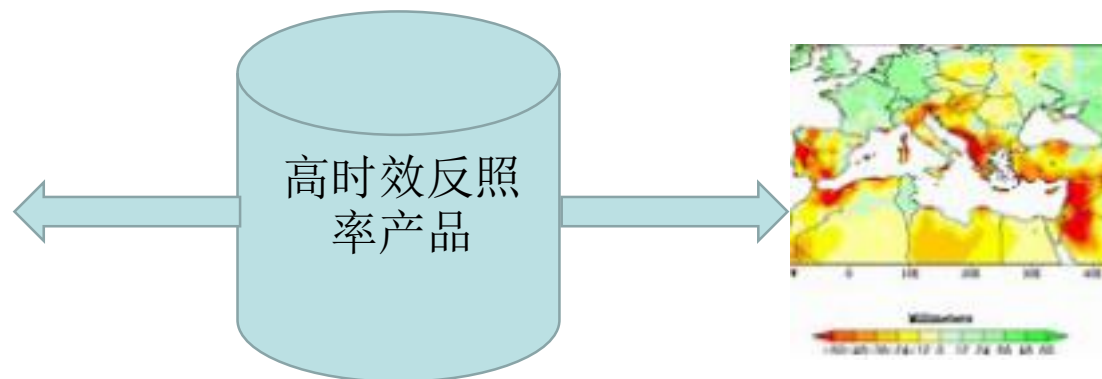
地表反照率是一个广泛应用于地表能量平衡、中长期天气预测和全球变化的重要参数。

主要用户和应用领域：

- (1) 从事天气预报、气候分析和数值模式研究的科研人员及相关产品应用人员；
- (2) 高精度、实时性高的地表反照率产品也可用于雪灾监测、干旱预警等场景。



雪灾监测



干旱预警

四、产品应用服务场景

2. 积雪覆盖

主要用户和应用领域：

- 国家气象信息中心
 - ✓ 陆面同化输入（提高局实况业务产品精度）
- 国家气候中心
 - ✓ 气候监测预测（支持其应用先行计划）
 - ✓ 气候变化分析，包括灾害
- 国家卫星气象中心
 - ✓ 灾害监测分析（雪灾与融雪洪水预警监测）
- 数值预报中心
 - ✓ 气候模式同化（日内多时次观测合成）

用户证明

按照《实况业务建设实施方案（2021-2023 年）》（气预函〔2021〕25 号）和预报司制定的 2022 年实况业务建设重点任务要求，为进一步提升积雪多源融合实况分析产品质量和处理时效，国家气象信息中心业务处致函国家卫星气象中心，商请将风云四号积雪覆盖产品生成功能融入到 CLDAS 积雪多源融合实况分析系统中。对此，卫星中心高度重视，风云卫星积雪产品负责人郑照军和工程负责人李冠楠，协助信息中心将改进后的风云四号 AGRI 积雪覆盖判识算法工程软件，集成到国家气象信息中心 CLDAS 积雪多源融合实况分析系统中，并于 2022 年 7 月实现试运行，提升了 FY4 反演积雪覆盖产品时效与稳定性。在此基础上，信息中心实现了 FY4 积雪覆盖产品的陆面同化，积雪深度实况分析产品均方根误差全国平均降低 10%，并降低了积雪虚警率，应用效果良好。

特此证明。

国家气象信息中心业务科技处

2023 年 3 月 20 日

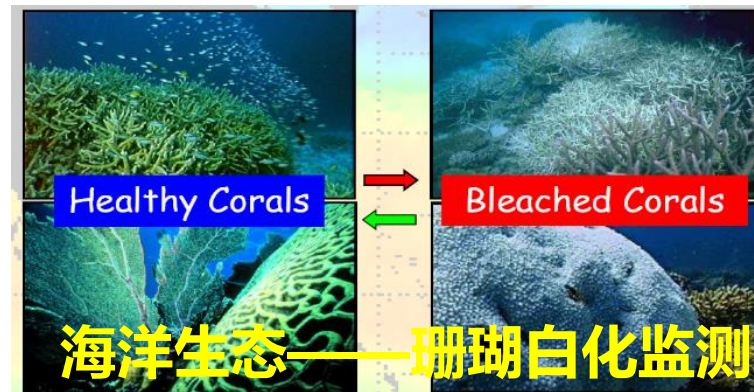
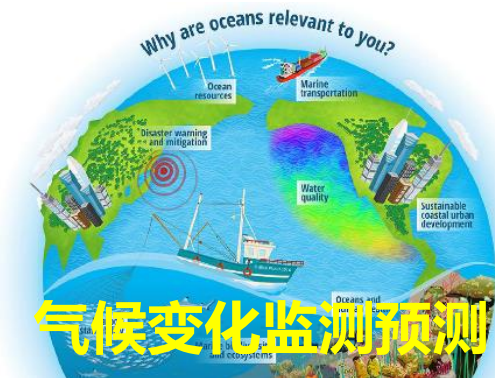


四、产品应用服务场景

3. 海表温度

主要用户和应用领域：

- 国家气候中心
 - ✓ ENSO监测，气候变化预测参考
- 数值预报中心
 - ✓ 气候模式应用输入
- 国家卫星气象中心
 - ✓ 旅游和海洋渔业的事件型监测服务
- 各沿海省市气象局
 - ✓ 海洋生态评估（北部湾珊瑚白化监测）



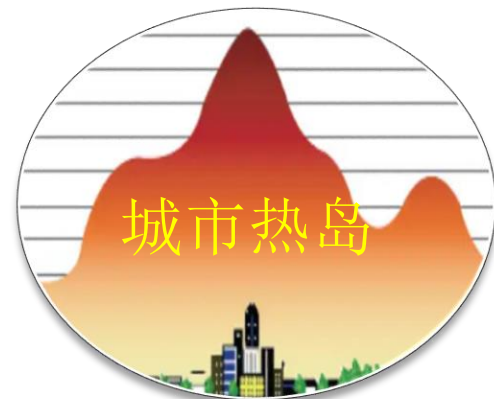
四、产品应用服务场景

4. 陆表温度

陆表温度是地表能量预算的关键因子，广泛用于水文、气象和气候研究中。

主要用户和应用领域：

- 在地表净辐射收支计算和作物与植被检测中具有重要基础作用；
- 是温室效应和地气能量通量的重要指示器；
- 可同化进入气候、大气和陆面模式进行潜热和显热通量的估算。



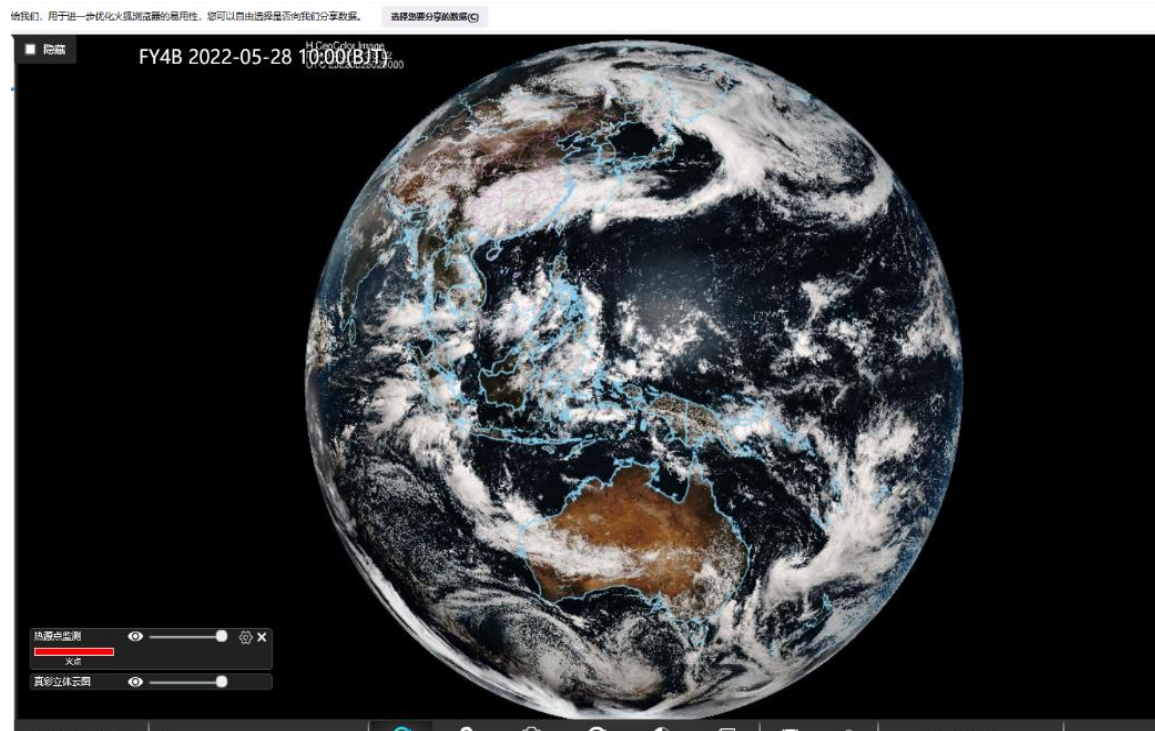
四、产品应用服务场景

5. 火点/热点检测

主要用户和应用领域：

- 为国家林业局森林防火办、农业部草原防火指挥部、草原火险天气预报部门等
 - ✓ 提供大范围火场连续动态监测信息
- 为中央气象台森林防火服务、国家环境保护总局等
 - ✓ 提供亚洲地区范围生物量燃烧（包括森林草原火灾、秸秆焚烧等）火情信息

服务平台



五、小结

- FY-4B已发布地表反照率、积雪覆盖、海表温度、陆表温度、火点/热点检测5个AGRI海陆表定量遥感产品，全圆盘范围，空间分辨率4km，时间分辨率为15分钟/日旬月（部分产品）；产品均通过验证，满足精度设计指标；
- 可经风云卫星遥感数据服务网下载，或经中国气象局数据湖内网在线访问<https://satellite.nsmc.org.cn/PortalSite/Default.aspx>

序号	产品名称	产品联系人	联系电话	邮箱
1	地表反照率	黄庆妮	010-68407037	huangqn@cma.gov.cn
2	积雪覆盖	郑照军	010-68406703	zhengzj@cma.gov.cn
3	海表温度	崔 鹏	010-68407077	cuipeng@cma.gov.cn
4	陆表温度	董立新	010-58993384	donglx@cma.gov.cn
5	火点/热点检测	郑照军	010-68406703	zhengzj@cma.gov.cn



中国气象局

谢谢

报告人：郑照军

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)

风云四号

风云四号

