



中国气象局
China Meteorological Administration

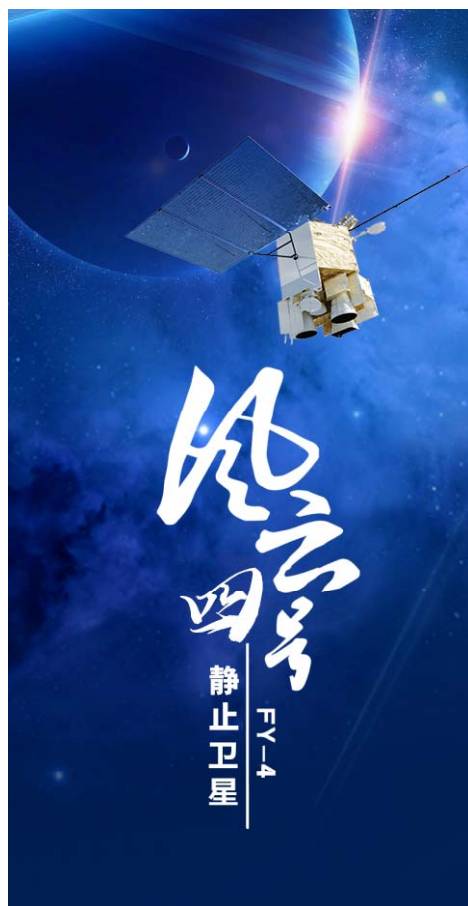


国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

新一代静止轨道气象卫星FY-4B 定量和图像产品介绍

报告人：李博
国家卫星气象中心
二〇二二年六月

报告大纲



CONTENTS



概述

01

定量产品介绍

02

图像产品介绍

03

小结

04

一、概述

- 将气象卫星有效载荷实时观测结果转换成能反映大气、陆地和海洋变化特征的多种定量地球物理参数，并且生成实时业务产品，为天气监测预警、气候预测、环境评估以及环境变化监测提供信息和技术支持。

	仪器	FY-4A业务系统	FY-4B系统设计
生成定量产品种类	成像仪	25	40
	探测仪	1	12
	闪电仪	2	
	快速成像仪		1
	总计	28	53

载荷	载荷特点	
先进的静止轨道辐射成像仪 (AGRI)	改进	增加了7.24-7.60 μ m的水汽通道
静止轨道干涉式红外探测仪 (GIIRS)	改进	星下点分辨率提升至12km
快速成像仪 (GHI)	新增	实现了高空间分辨率 (250米)、高时间分辨率 (小于1分钟) 的成像能力

利用三个载荷的观测，目前生成53种定量产品和52种图像产品（24种合成图像产品和28种通道图像产品）。产品涵盖云、辐射、陆表/海表、大气参数和大气环境5大类。



报告大纲



概述

01

定量产品介绍

02

图像产品介绍

03

小结

04

CONTENTS

成像仪定量产品

序号	产品名称	星下点分辨率	序号	产品名称	星下点分辨率
1	云检测产品	4公里	21	大气顶反射短波辐射	4公里
2	云顶类型	4公里	22	沙尘检测	4公里
3	云顶相态	4公里	23	气溶胶光学厚度	4km
4	云顶高度	4公里	24	地表反照率	4公里
5	云顶气压	4公里	25	积雪覆盖	4公里
6	云顶温度	4公里	26	海表温度	4公里
7	白天云光学厚度	4公里	27	火点/热点检测	4公里
8	白天云滴有效粒子半径	4公里	28	陆表温度	4公里
9	白天云中冰相含水路径	4公里	29	陆表比辐射率	4公里
10	白天云中水相含水路径	4公里	30	红外大气运动矢量	32公里
11	夜间云光学厚度	4公里	31	水汽大气运动矢量	32公里
12	夜间云滴有效粒子半径	4公里	32	大气总可降水量	4公里
13	夜间云中冰相含水路径	4公里	33	大气高层水汽含量	4公里
14	夜间云中水相含水路径	4公里	34	大气中层水汽含量	4公里
15	雾检测	4公里	35	大气低层水汽含量	4公里
16	云覆盖率	4km	36	降水率	4公里
17	地表上行长波辐射	4公里	37	相当黑体亮度温度	4公里
18	地表下行长波辐射	4公里	38	对流初生	4公里
19	射出长波辐射	4公里	39	对流层顶折叠检测	4公里
20	地表短波辐射	4公里	40	晴空辐射	12公里

包含：云（16）、辐射（6）、陆表/海表（6）、大气参数（10）、大气环境（2）
共5类40种产品



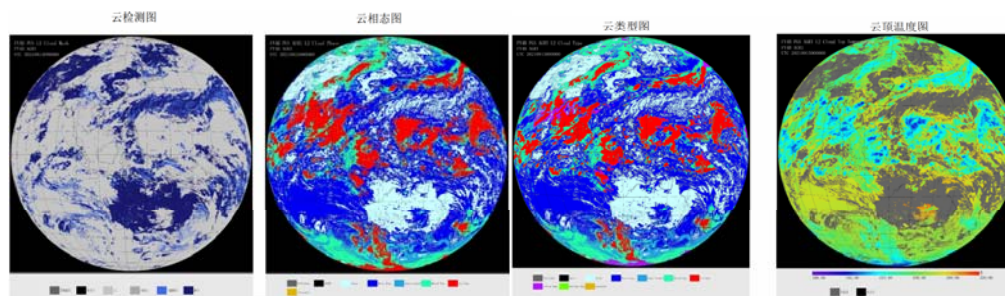
探测仪定量产品

序号	产品名称	水平分辨率	扫描覆盖范围	误差 (偏差)	标准差
1	晴空大气温度廓线	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	1 K (100 – 700 毫巴) 1.5 K (700 – SFC)	1 K (100 – 700 毫巴) 1.5 K (700 – SFC)
2	晴空大气湿度廓线	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	15%	15%
3	云天大气温度廓线	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	2 K (100 – 700 毫巴) 2.5 K (700 – SFC)	2.5 K (100 – 700 毫巴) 3.0 K (700 – SFC)
4	云天大气湿度廓线	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	25%	35%
5	大气臭氧廓线	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	15% (250毫巴以上)	15% (250毫巴以上)
6	臭氧总含量	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	18 DU (6%)	18 DU (6%)
7	大气抬升指数产品	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	3 K	3.5 K
8	对流有效位能产品	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	200 J/ kg	300 J/kg
9	SI指数产品	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	3K	3.5K
10	K指数	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	3.5K	5K
11	TT指数产品	12 公里	65 度天顶角 (LZA)	3.5K	5K
12	分层水汽产品	12公里	65 度天顶角 (LZA)		

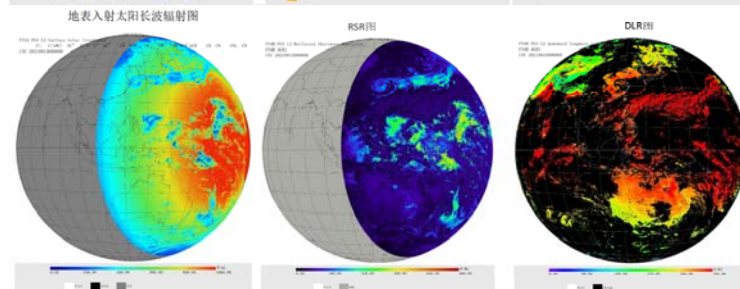


FY-4B典型定量产品：为定量应用提供支撑

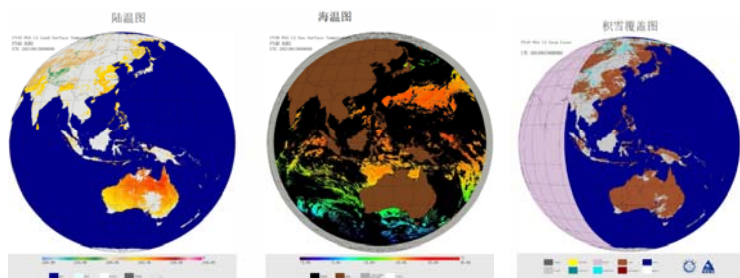
云产品



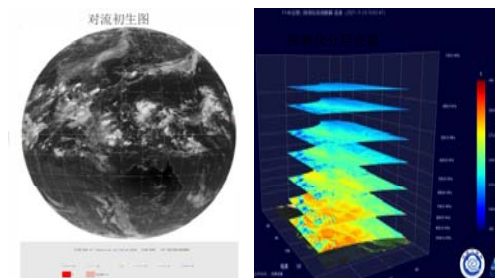
辐射产品



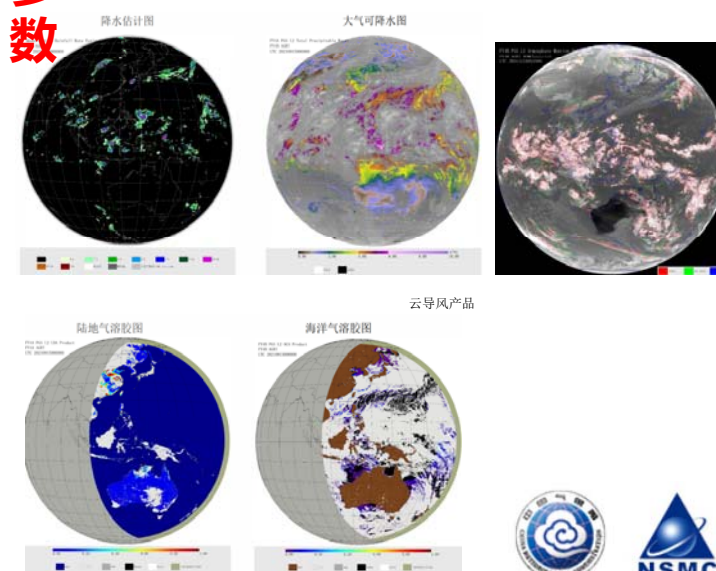
陆表产品



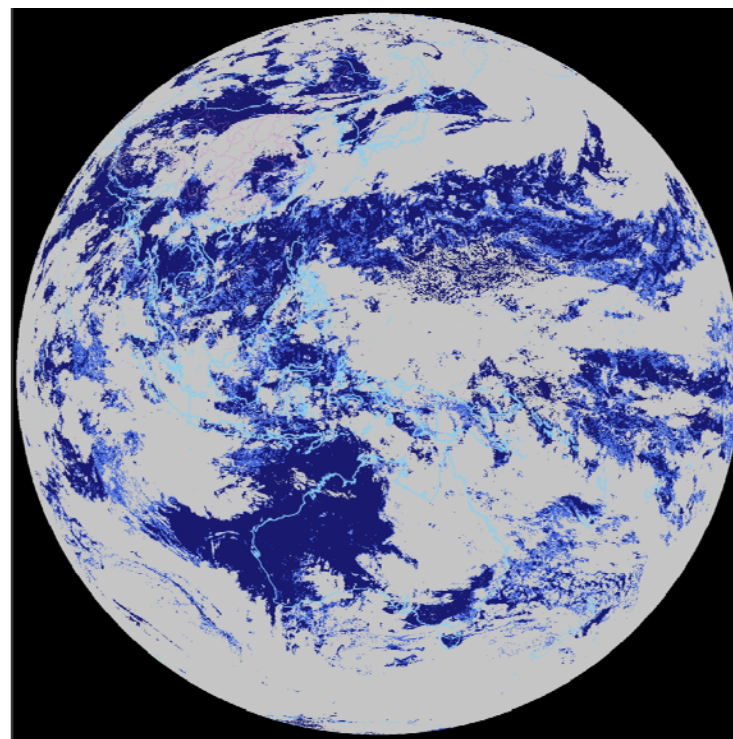
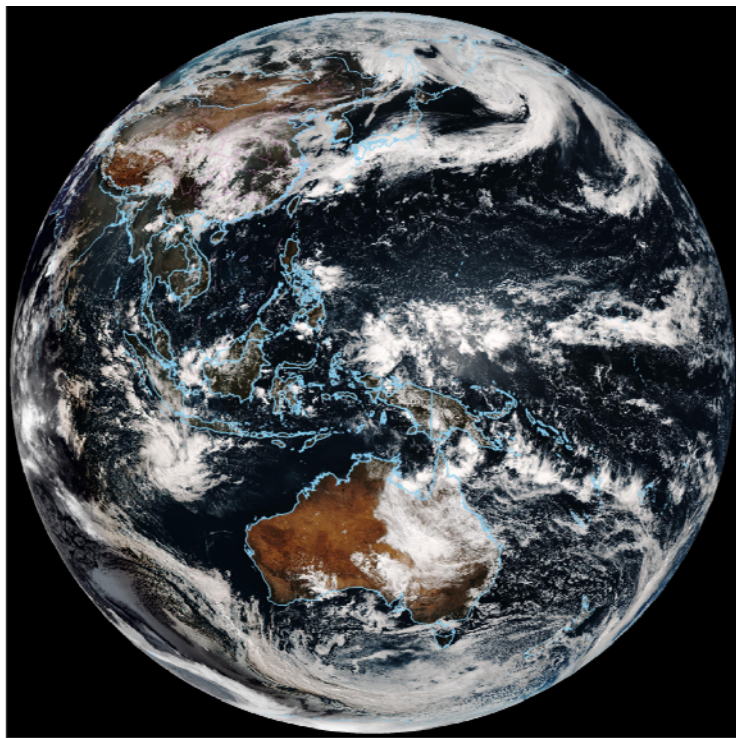
大气参数



大气成分



云产品——云检测（云、辐射、陆表产品开发的前端输入）

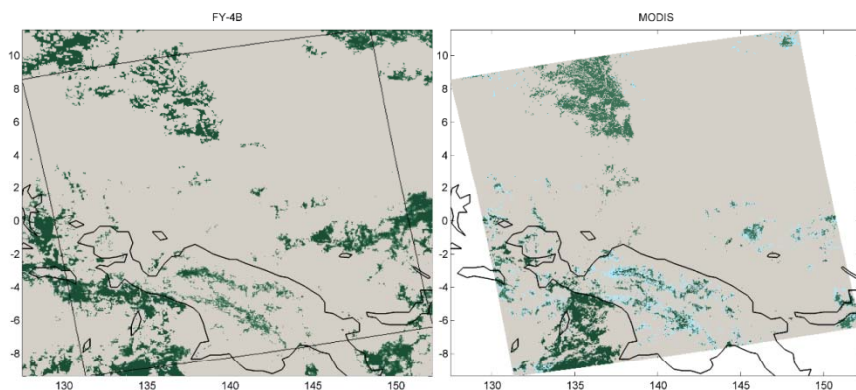


2022-04-24 0100UTC

云检测产品输出：云（白色）、可能云（灰色）、可能晴空（淡蓝色）、晴空（蓝色）共4类像元

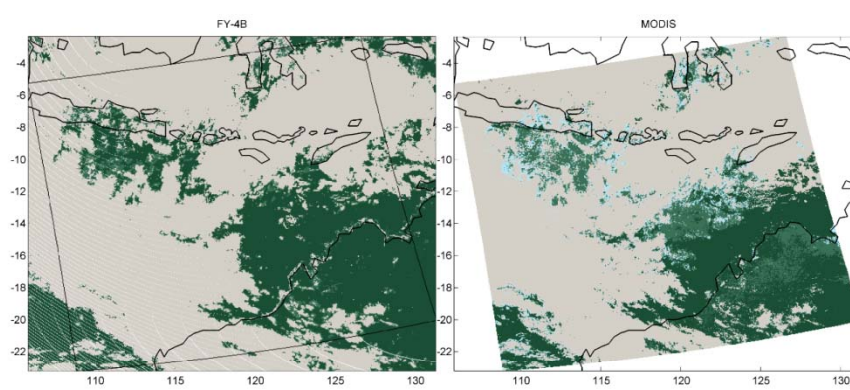


云检测产品质量



FY-4B/AGRI云检测（202204220415UTC）与MODIS云检测

（202204220415UTC）对比情况(深绿色：晴空；浅绿色：可能晴空；浅蓝色：可能云；灰色：云)



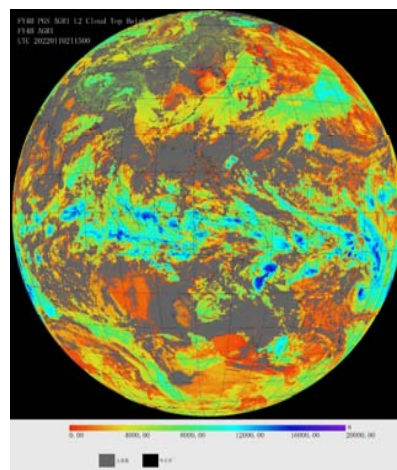
FY-4B/AGRI云检测（202204220545UTC）与MODIS云检测

（202204220550UTC）对比情况(深绿色：晴空；浅绿色：可能晴空；浅蓝色：可能云；灰色：云)

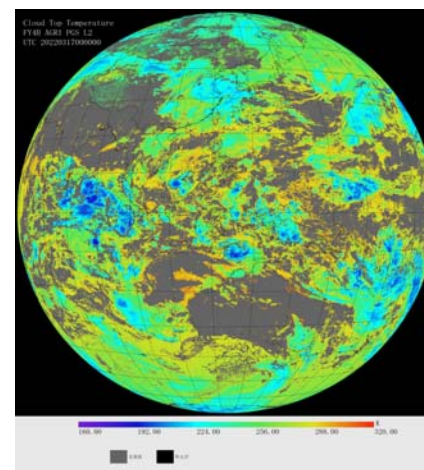
Index	Day	Night	sum
PODclr	0.84	0.64	0.74
PODcld	0.94	0.93	0.94
HR	0.93	0.87	0.90
KSS	0.79	0.57	0.68



云产品——云顶性质产品



FY-4B云顶高度

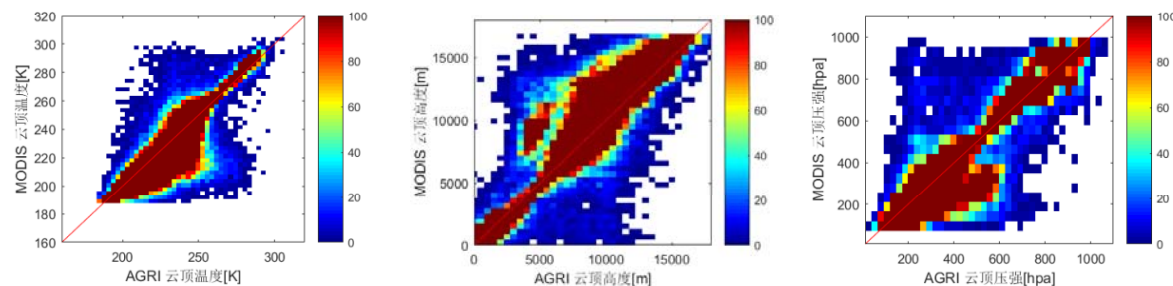


FY-4B云顶温度

云顶高度作为基本的云参数，在云的热辐射强迫的估算、航空气象保障、强天气监测、气候变化评估等领域有着广泛的用途。FY4B云顶高度产品是基于FY-4B先进的静止轨道辐射成像仪（AGRI）观测的红外辐射资料针对有云区域反演得到。图中清晰显示了与赤道附近的对流活动相伴的高云区（蓝色），灰色表示晴空区域。



云顶性质产品质量情况



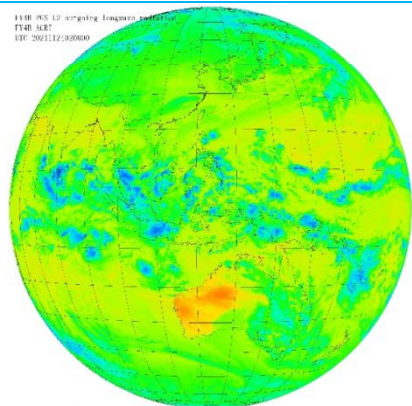
	偏差	均方根误差	样本数
水云	-1.62	2.60	18838
过冷水云	-1.53	4.04	6943
混合云	3.04	9.71	65987
厚冰云	4.87	7.51	179518
卷云	14.62	9.53	797
多层云	26.39	16.50	7366
全部	3.32	9.15	279449

	偏差	均方根误差	样本数
水云	0.12	0.78	18838
过冷水云	0.05	0.98	6943
混合云	-0.83	1.76	65987
厚冰云	-0.71	0.99	179518
卷云	-1.86	1.23	797
多层云	-3.49	2.30	7366
全部	-0.51	1.36	279449

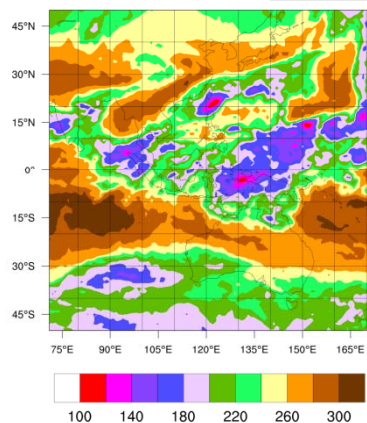
	偏差	均方根误差	样本数
水云	-19.75	71.14	18838
过冷水云	-12.63	70.81	6943
混合云	6.91	83.99	65987
厚冰云	-7.31	31.99	179518
卷云	-2.27	50.55	797
多层云	85.61	109.08	7366
全部	-2.44	58.19	279449

选取距离AGRI观测时间5分钟以内、距离1km以内的MODIS观测数据进行时空匹配，并选择MODIS和AGRI均为有效值且局地天顶角小于 62° ，云顶比辐射率大于0.8的的匹配点进行统计分析。选取2022年5月24日-29日5天的匹配数据进行统计，结果如图所示。云顶温度精度为 $3.32 \pm 9.15\text{K}$ ，云顶高度精度为 $-0.51 \pm 1.36\text{km}$ ，云顶压强精度为 $-2.44 \pm 58.19\text{hpa}$

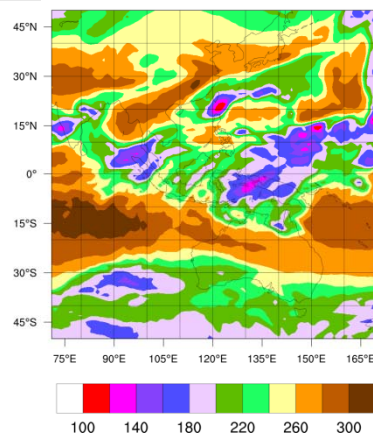
辐射产品——大气顶向外长波辐射



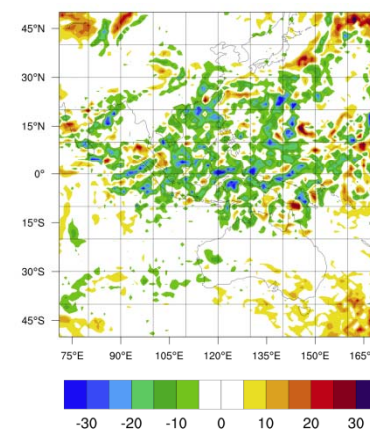
大气顶射出长波辐射OLR是地球大气系统向外空辐射出去的热辐射通量密度，是地球大气辐射能量平衡的重要参量之一。OLR可以反映大气中的对流活动，可应用于降水、厄尔尼诺、热带辐和带、季风爆发等监测研究。FY-4B的OLR基于FY-4B星先进的静止轨道辐射成像仪的观测反演而来。左图为2021年12月24日2:00时瞬时观测的FY-4B OLR圆盘图，其中橘色代表地表高温，蓝色代表云区。



2022年2月1日
NOAA CDR OLR
日产品



FY-4B OLR
日产品



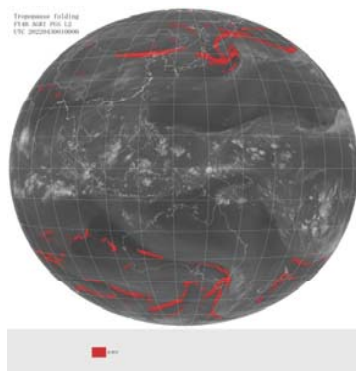
FY-4B与NOAA
CDR OLR日产品
差值图

RMSE=8.362 W/m²; Bias=0.737 W/m²; R=0.978

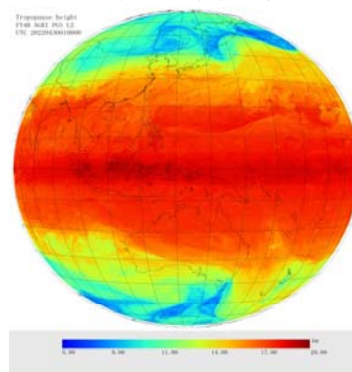


大气参数——对流层顶折叠检测

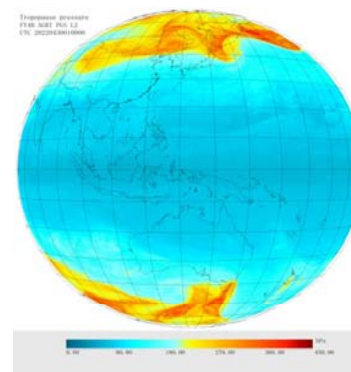
对流层顶折叠检测



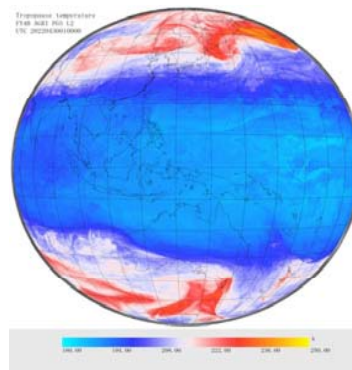
对流层顶高度



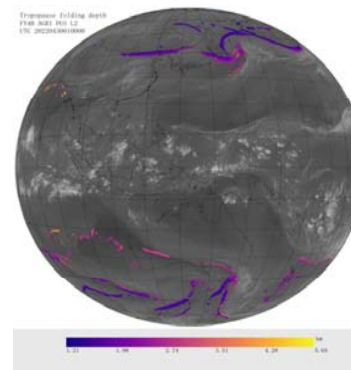
对流层顶气压



对流层顶温度



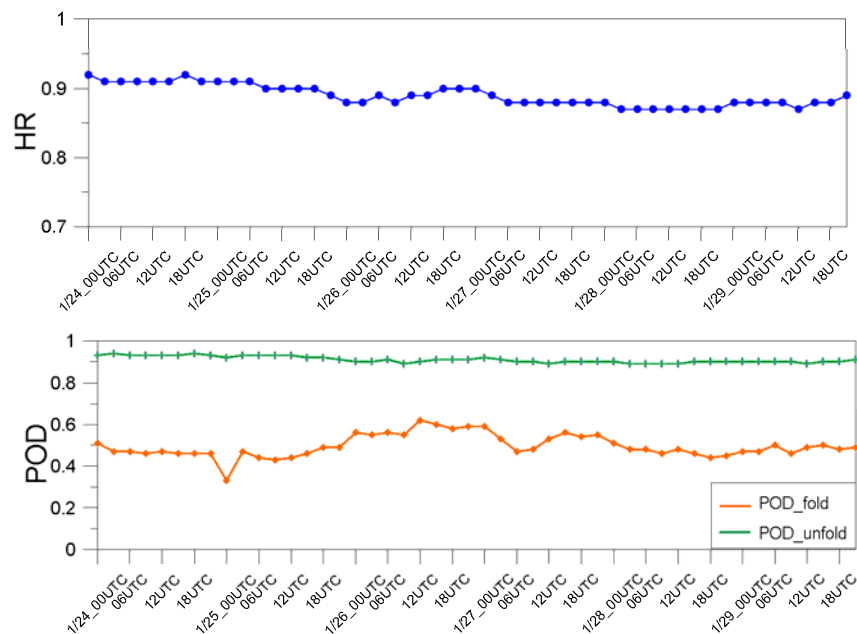
对流层顶折叠深度



对流层顶折叠指平流层高位涡空气挤进对流层的过程，与高空急流/锋动力过程密切相关的对流层上部的特殊大气现象。会触发气旋生、强对流，引起对流层上部晴空颠簸。FY-4B的对流层顶折叠检测产品的一级产品为对流层顶折叠检测（0：非对流层顶折叠区；1：为检测的对流层顶折叠区）；二级产品包括对流层顶气压（单位为hPa）、对流层顶温度（单位为K）、对流层顶高度（单位为m）和对流层顶折叠深度（分别以气压和高度表示，单位分别为hPa和m）。

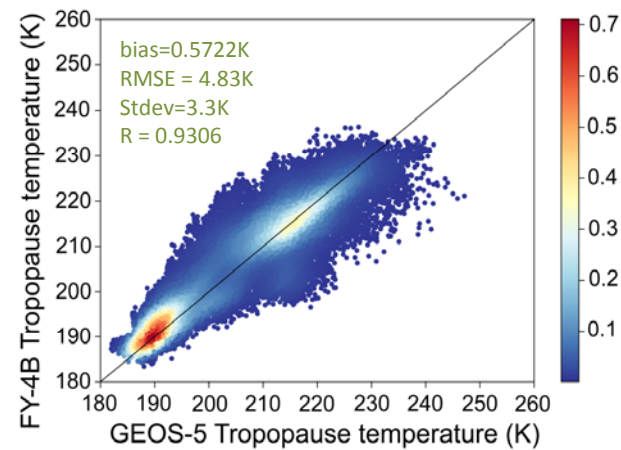
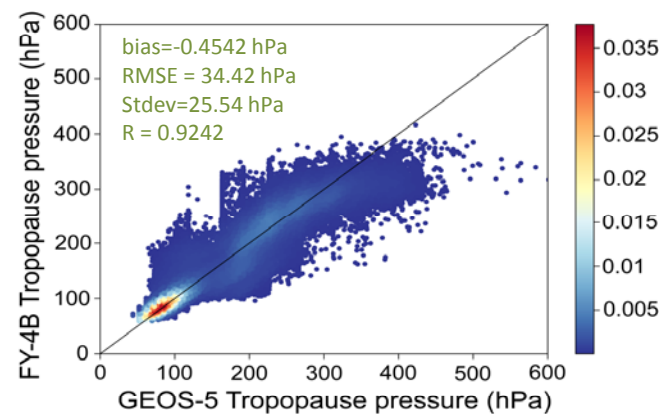


对流层顶折叠检验结果

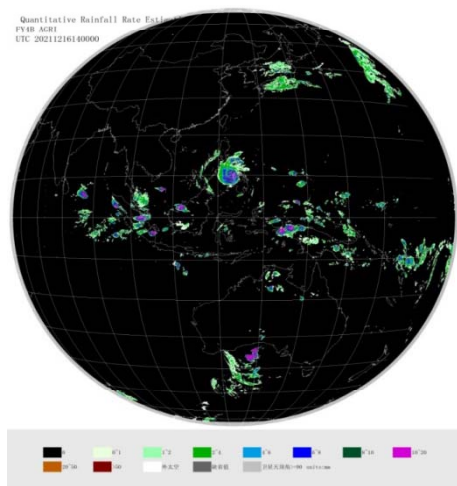


	FY4B 对流层顶折叠检测
HR	0.89
POD_fold	0.51
POD_unfold	0.91

FY-4B对流层顶折叠检测结果精度统计结果 (与GEOS5/MERRA-2结果比较)



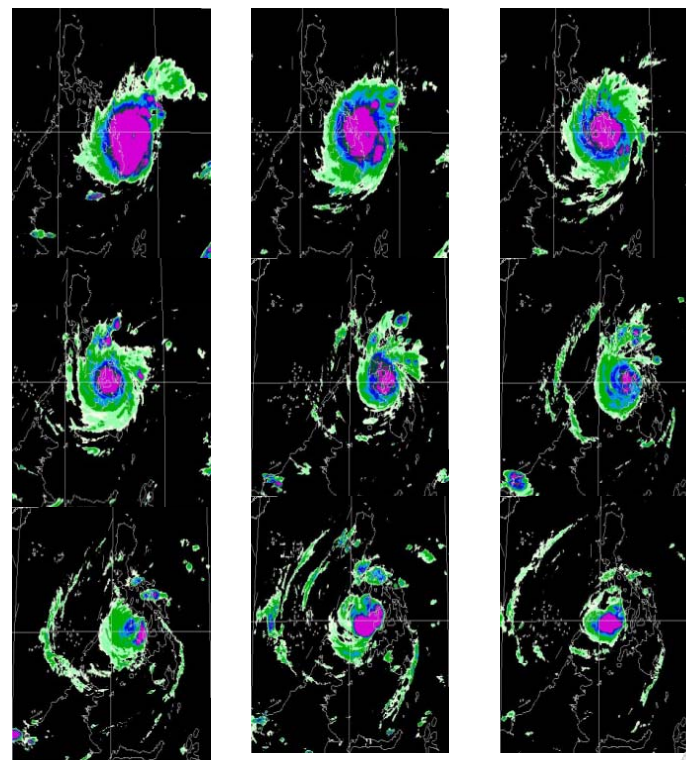
大气参数——定量降水估计



2021年12月16日14:00-14:15 UTC
FY-4B定量降水估计产品 (QPE)

卫星地面降水产品可以有效监测降水的强度、面积、趋势走向；可以为天气分析和预报、洪涝监测预报服务；结合其他信息，可以为模式模拟、同化提供重要的初始场数据。**FY-4B的定量降水估计产品 (QPE)** 是基于FY-4B卫星先进的静止轨道辐射成像仪 (AGRI) 观测结合地面雨量计资料，反演而来。

以下9张图为FY-4B于2021年12月16日00- 2021年12月17日00时**每3小时的台风雷伊降水图**：



大气参数——云导风产品

用连续三幅气象卫星图像追踪图像上示踪图像块的位移，并计算示踪图像块所代表的云或水汽特征所在的高度层次，从而获得这些层次上风的大小和方向。

- 产品种类
 - IR(10.8 μ m) winds
 - WV(6.25 μ m) winds
 - WV(6.95 μ m) winds
 - WV(7.42 μ m) winds
- 时间分辨率的
 - 3小时->15分钟

产品覆盖范围：

卫星天顶角62°以内

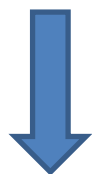
产品空间分辨率：

风矢量间隔：8个红外像元
(星下点32KM)

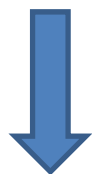
示踪块尺寸：首次追踪
24x24



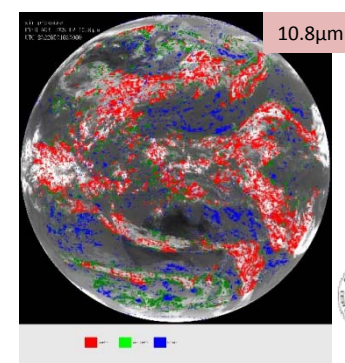
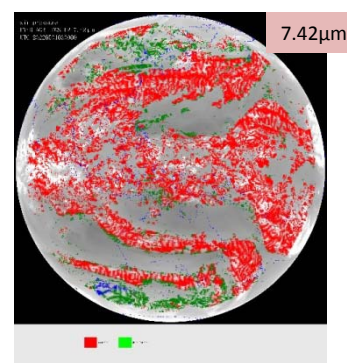
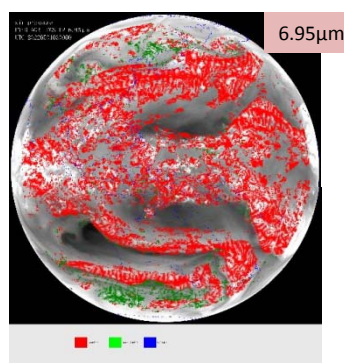
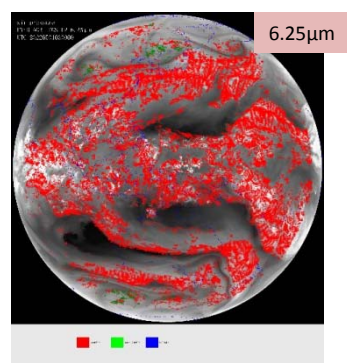
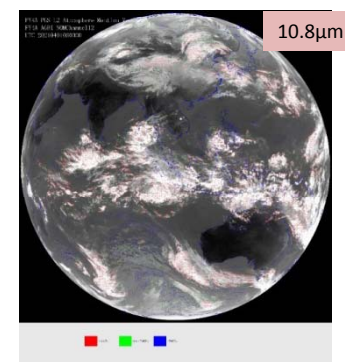
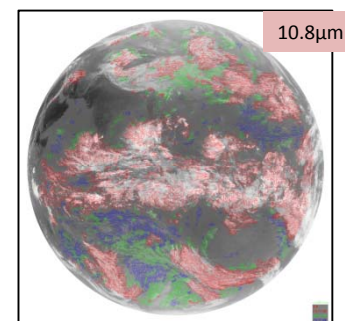
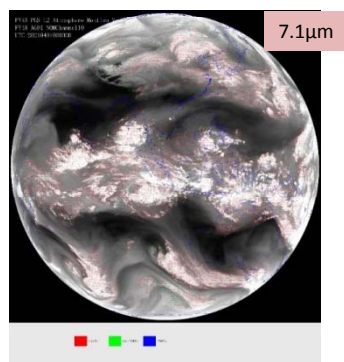
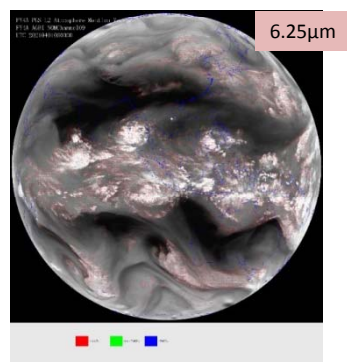
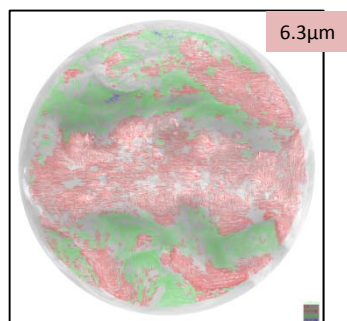
FY2G
云导风产品



FY4A
云导风产品



FY4B
云导风产品



云导风产品精度情况

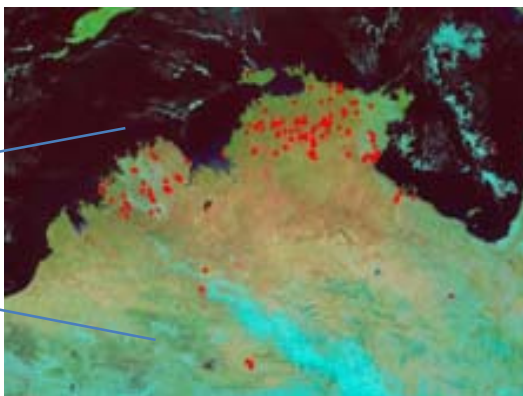
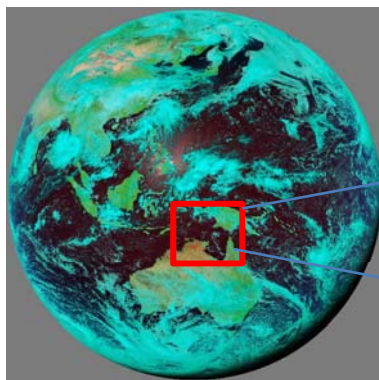
从2022年5月1~15日云导风精度分析结果（QI>80）可见：

- 四个通道的高层风精度达到了很高的水平
 - 红外（10.8 μm ）、水汽（6.25 μm 、6.95 μm 、7.42 μm ）云导风的高层风偏差平均值分别为-0.54、-1.05、-0.69和-0.26m/s，偏差标准差分别为4.62、4.47、4.16和4.96m/s，而且高层风在全样本中占比很高，分别为57.72%、100%、92.92%、和100%。

	样本数 (个)	偏差平均值 (m/s)	偏差标准差 (m/s)
FY-4B水汽通道6.25um	3038425	-1.05	4.47
FY-4B水汽通道6.95um	3750180	-0.81	4.32
FY-4B水汽通道7.42um	2933010	-0.26	4.96
FY-4B红外通道10.8um	2845585	0.32	6.04

陆表类产品——火点/热点检测

火点/热点检测产品为农、林、牧业提供火险监测。我国国土辽阔，气候及自然条件复杂，火灾问题时有发生。火灾突发性强、毁灭性大，因此及时有效地监测到火灾的发生是防火工作的重要部分，FY-4B气象卫星将在森林、草原火情监测及评估中发挥重要作用。火点/热点检测产品的分辨率为2km/15分钟。



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	类	
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/热点检测产品质量情况

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

蒙古国东部两省发生草原大火

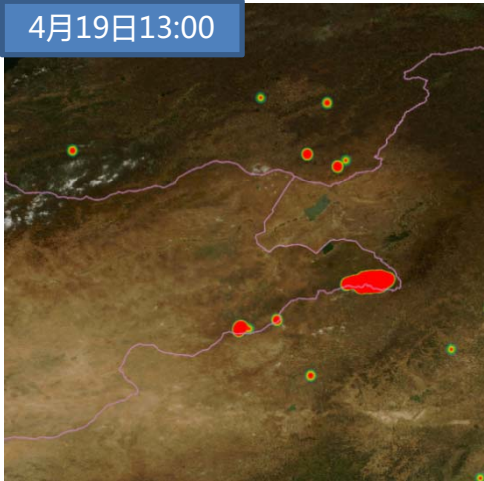
2022-04-20 20:02来源： 新华网

新华社乌兰巴托4月20日电(记者阿斯钢 苏力雅) 蒙古国政府新闻办公室20日通报称，18日在该国东部东方省哈拉哈高勒县和苏赫巴托尔省达里甘嘎县发生的草原大火，目前仍未完全被扑灭。

根据蒙古国政府新闻办公室的通报，两地草原大火过火面积已达56万公顷。通报称，干燥、大风天气，对灭火作业造成阻碍。目前，由专业消防队员、边防部队和当地居民组成的数百人仍在全力扑灭大火。

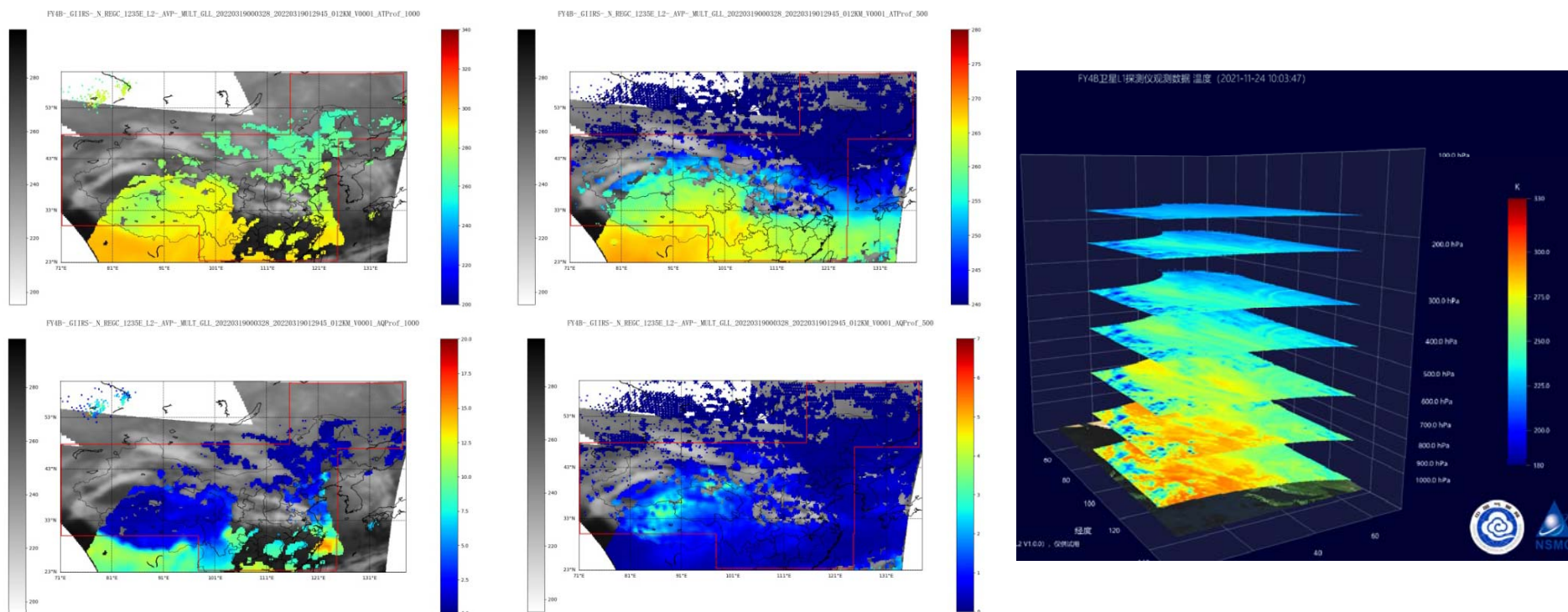
蒙古国春季干旱多风，极易发生草原火灾。据当地媒体报道，今年以来，蒙古国共计发生森林草原火灾20余次，同比增长31.8%。

[责任编辑：侯甜]



气象卫星火情监测信息表															
观测时间 (世界时)：2022-04-19 13:00															
HUAYUN Shinetek制作															
序号	行号	列号	纬度	经度	火点类型标识符	火点类型	T4	T11	R1	T4Aver	DTAver	T11Aver	T4-AVE	T4-T11	省地界
1	194	4269	52.060001	115.690002	3	秸秆焚烧火点	306.200012	272.899994	0.188000	296.082367	23.447060	272.635315	10.117645	33.300018	中国区域外
2	208	4471	51.919998	117.709999	1	森林火点	330.700012	275.100006	0.127000	297.105560	24.822226	272.283325	33.594452	55.600006	中国区域外
3	209	4470	51.910000	117.699997	3	秸秆焚烧火点	336.899994	273.899994	0.143000	303.300018	31.684620	271.615387	33.599976	63.000000	中国区域外
4	343	3698	50.570000	109.979996	1	森林火点	336.399994	288.300018	0.120000	302.728577	16.871428	285.857147	33.671417	48.099976	中国区域外
5	344	3699	50.560001	109.989998	1	森林火点	336.399994	288.300018	0.120000	304.504761	18.128574	286.376190	31.895233	48.099976	中国区域外
6	353	4409	50.470001	117.089996	2	草场火点	336.500000	280.000000	0.151000	307.638885	27.961113	279.677795	28.861115	56.500000	中国区域外
7	353	4410	50.470001	117.089998	3	秸秆焚烧火点	346.200012	282.399994	0.164000	306.268433	26.705267	279.563171	39.931580	63.000018	中国区域外
8	353	4411	50.470001	117.110001	1	森林火点	332.500000	280.100006	0.191000	302.805573	23.611111	279.194458	29.694427	52.399994	中国区域外
9	354	4409	50.459999	117.089996	1	森林火点	336.500000	280.000000	0.151000	307.300018	28.100002	279.200012	29.199982	56.500000	中国区域外
10	354	4410	50.459999	117.099998	1	森林火点	338.200012	279.600006	0.159000	306.726318	27.505264	279.221069	31.473694	58.600006	中国区域外
11	354	4411	50.459999	117.110001	1	森林火点	330.899994	279.000000	0.168000	303.361115	24.416664	278.944458	27.538879	51.899994	中国区域外
12	371	4527	50.290001	118.270004	3	秸秆焚烧火点	347.600006	282.899994	0.155000	305.577789	24.483332	281.094452	42.022217	64.700012	中国区域外
13	387	4502	50.130001	118.020004	3	秸秆焚烧火点	327.100006	293.300018	0.154000	309.850006	16.237499	293.612518	17.250000	33.799988	中国区域外
14	388	4501	50.119999	118.009995	3	秸秆焚烧火点	337.000000	292.800018	0.159000	308.847076	15.476467	293.370605	28.152924	44.199982	中国区域外
15	388	4502	50.119999	118.020004	3	秸秆焚烧火点	364.100006	296.700012	0.155000	310.755554	17.311111	293.444458	53.344452	67.399994	中国区域外
16	389	4501	50.110001	118.009995	3	秸秆焚烧火点	327.800018	292.300018	0.147000	307.664703	14.499996	293.164703	20.135315	35.500000	中国区域外

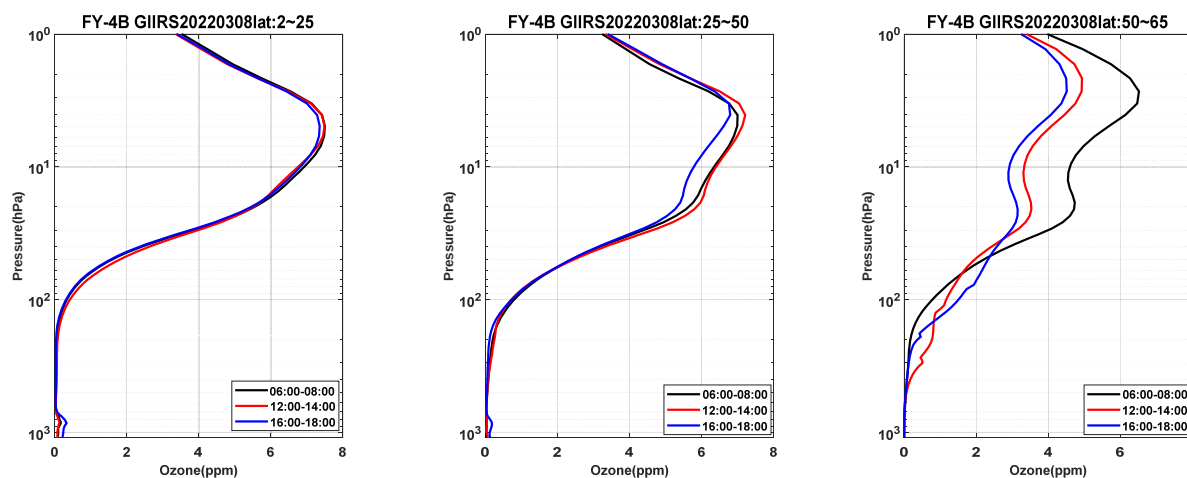
大气参数——大气温湿度廓线产品



FY-4B产品图（3月19日20时03分28秒）

1000hPa温度	500hPa温度
1000hPa湿度	500hPa湿度

大气环境类产品——GIIRS臭氧廓线



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



报告大纲



概述

01

定量产品介绍

02

图像产品介绍

03

小结

04

CONTENTS

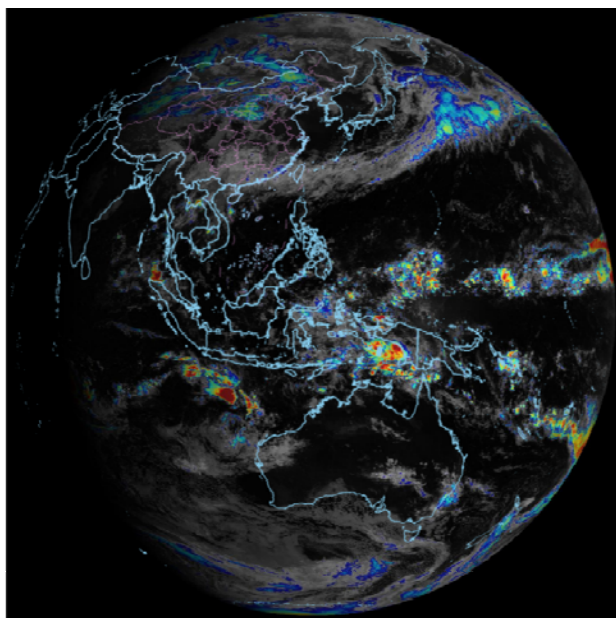
图像类产品：24种合成图像产品和28种通道图像产品

成像仪	气团图像产品	探测仪	产品快视图	快速成像仪	250M原始真彩色合成图
	火山灰图像产品		大气温湿廓线三维展示		500M大气校正真彩色合成图
	沙尘图像产品				250M真彩色合成图
	24小时微物理图像产品				500M真彩色合成图
	白天微物理图像产品				250M通道1灰度图
	夜晚微物理图像产品				500M通道2灰度图
	强风暴图像产品				500M通道3灰度图
	积雪图像产品				500M通道4灰度图
	火图像产品				500M通道5灰度图
	自然色图像产品				500M通道6灰度图
	真彩色合成图				2000M通道7灰度图
	雾图像产品				250M通道合成图（融合对流）
	红外立体云图				红外立体云图
	融合对流产品				真彩立体云图
	通道图……				真彩色云图……

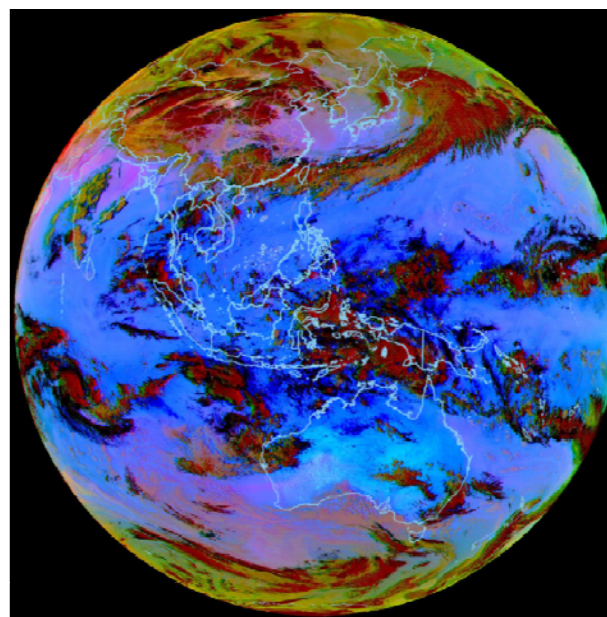


根据WMO图像合成方案合成了多种图像产品，包括云团、火点、融合对流、火山灰、积雪、大雾、沙尘、白天和夜间云微物理特征、真彩图等，直接提供给用户“看图说话”

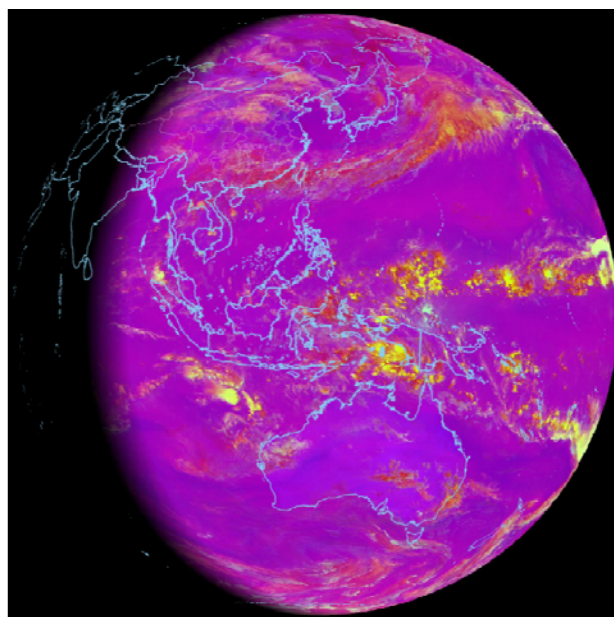
融合对流图



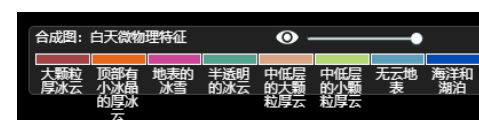
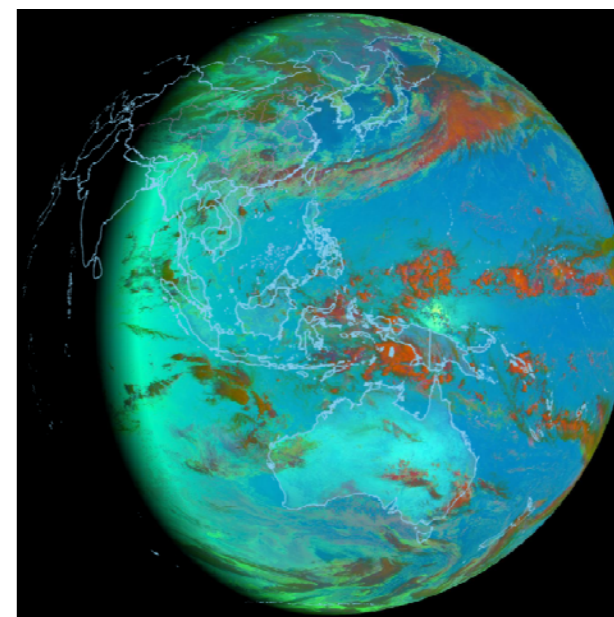
沙尘



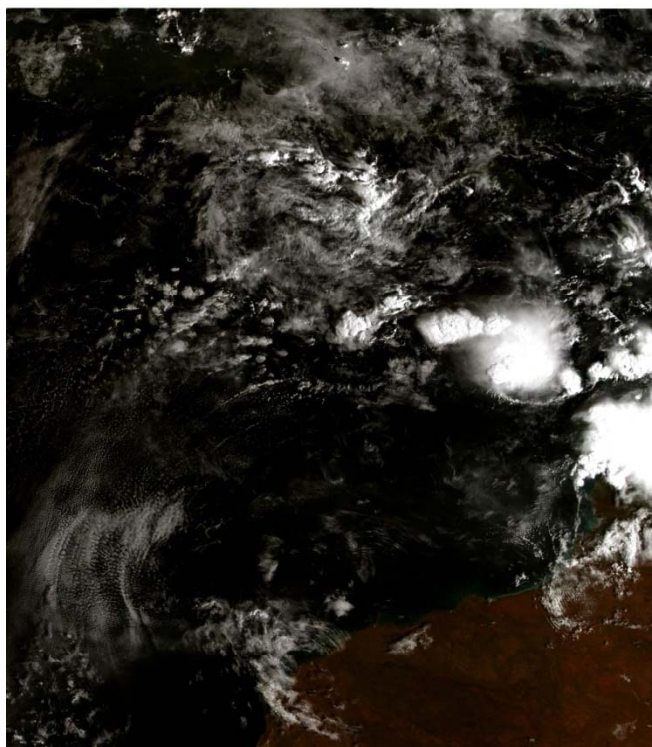
强风暴



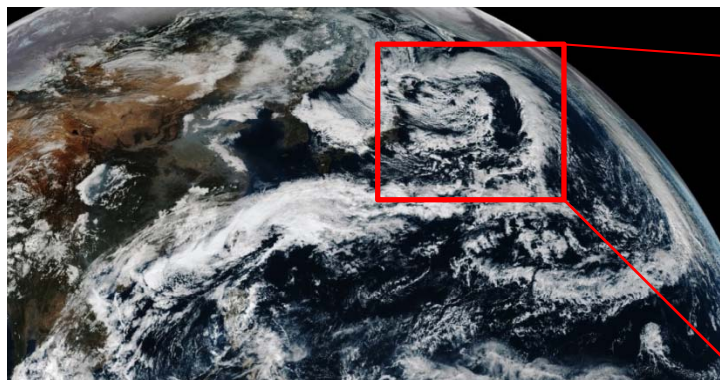
白天云微物理特征



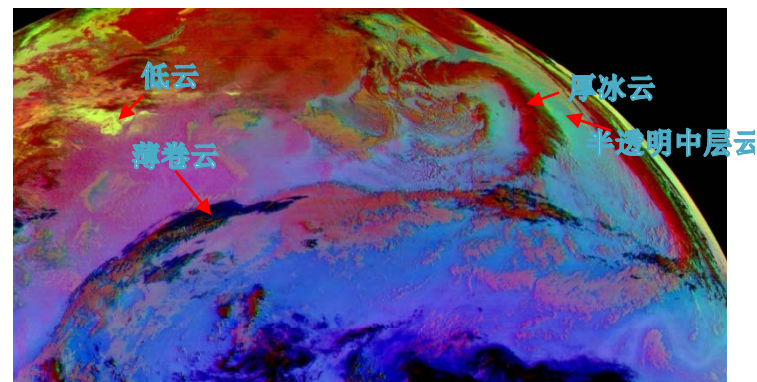
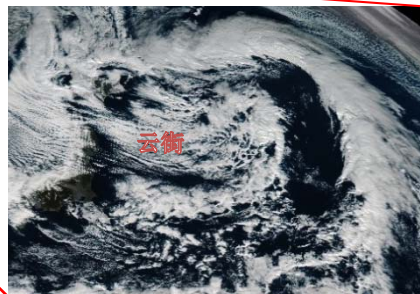
1分钟、百米级的快扫云图能够清晰呈现云的纹理特征、对流云团和上冲云顶



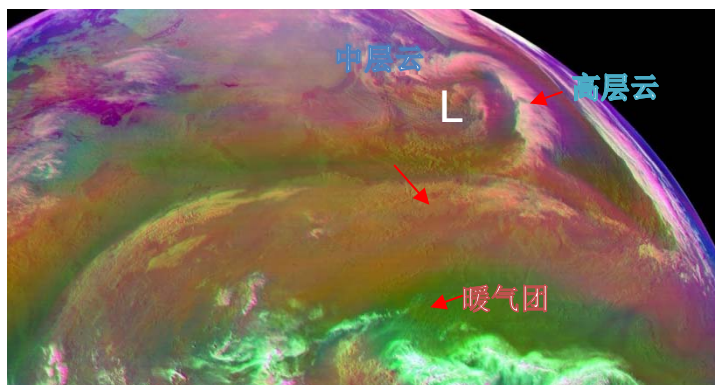
寒潮天气监测



FY-4B 真彩色云图



FY-4B 云微物理合成图



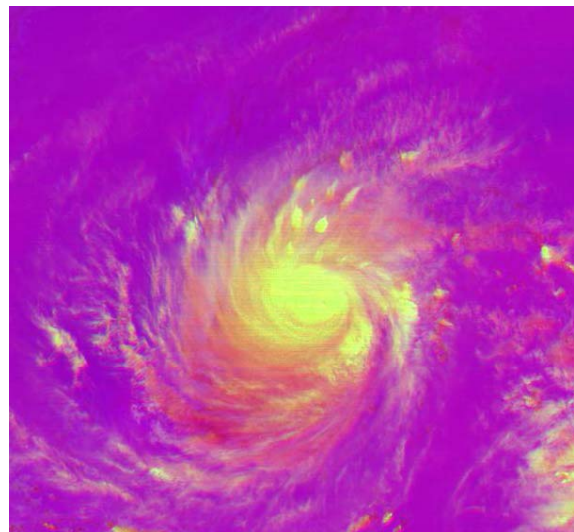
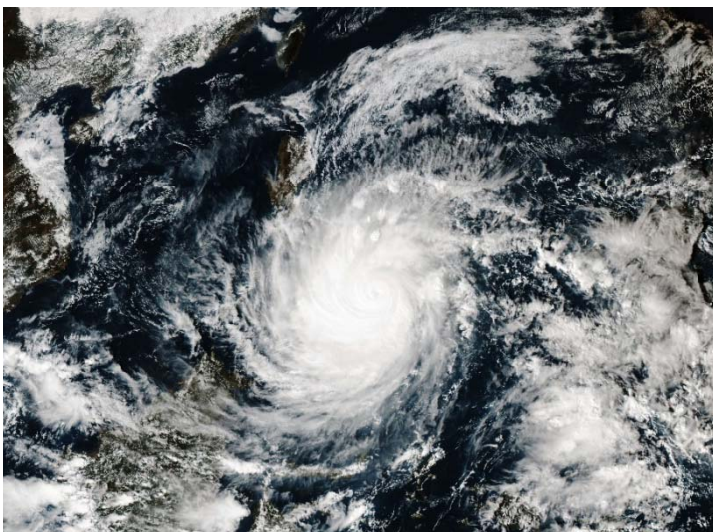
FY-4B 气团合成图

2021年12月22日，我国迎来新一轮寒潮天气，强大的冷空气与南支槽前暖湿空气相遇，在我国中东部地区形成一条数千公里的锋面云系，云系高度由南向北逐渐增高，北侧边界光滑，云顶主要由薄卷云和冰云组成，而南侧呈丝缕状，以水云为主。

从气团合成图上可以看到，云系南侧靠近低纬度地区，副热带高压及其周围分布着大量暖湿空气（图中偏绿色区域），这些暖湿空气沿着高压西北侧输入锋面云系。

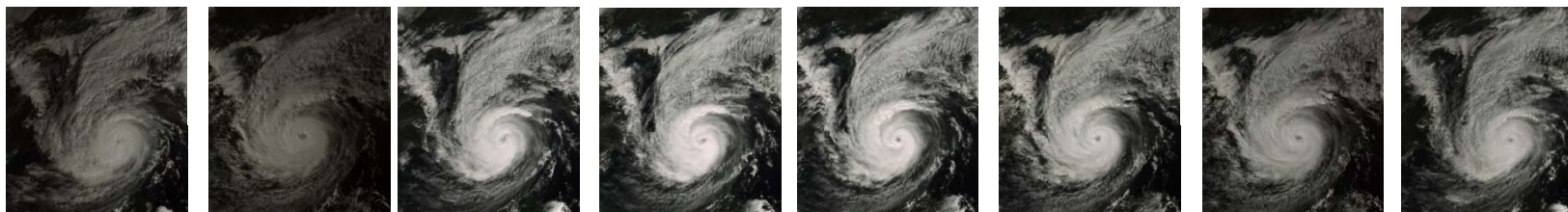
隆冬的超强台风“雷伊”

2021年12月16日凌晨起，台风雷伊在强大的海洋热能支持下，在菲律宾以东洋面迅速增强，云顶亮温最低达到 -90°C ，甚至超过了“风王”海燕。



2021年12月16日
06:45 UTC 强风
暴合成图（黄色：
厚冰云，顶部非
常冷；紫色：薄
冰云，有大冰晶）

2021年12月16日 06:45 UTC FY-4B 真彩色合成图



1218010200

1218020200

1218030200

1218040200

1218050200

1218060200

1218070200

1218080200



报告大纲



概述

01

定量产品介绍

02

图像产品介绍

03

小结

04

CONTENTS

四、小结

FY-4B参加第一批上线发布审查的产品包括：

- 定量产品7种：云检测、大气顶向外长波辐射、定量降水估计、云导风、对流层顶折叠、火点检测、云顶性质（云顶温度、云顶高度和云顶气压）
- 图像产品



对流层顶折量指平流层高度随空气折进对流层的过程，它常常引起气旋生、强对流以及晴空湍流，这些特征在卫星观测的水汽云图上表现得非常明显，常常表现为大尺度的条带状分布。对流层顶折量区就是指出于边界延伸一定距离至折量区的区域。对流层顶折量检测产品是与对流层顶折量有关的大气物理量分布量检测产品，FY-4B的对流层顶折量检测产品分为两级，一级产品包括对流层顶气压（单位为 hPa）、对流层顶温度（单位为 K）以及对流层顶高度（单位为 m），二级产品包括对流层顶折量检测结果（0：非对流层顶折量区；1：为检测的对流层顶折量区；127：无效值）和对流层顶折量误差（分别以气压和高度表示，单位为分 hPa 和 m）。无内容

产品名称，	投影方式，	覆盖范围，	空间分辨率，	更新频率，
对流层顶折叠检测产品，	名称，	全国空域，	4km，	15 分钟，

产品名称:	投影方式:	覆盖范围:	空间分辨率:	更新频率:
对流层顶臭氧监测产品	名称:	全国陆域:	4km:	15分钟:

- PT46-AGRI--R01SX_123SX_12--TTP--WIL7_NCM_20220301001500_20220301002969_4000M_V0001.M
- list
- lon
- TR06PV
- TR06H
- TR06T
- TR07P
- Trapo_F_depth
- Trapo_S_depth
- Qa_Fine_TR06PV
- Qa_Fine_TTP
- Qa_Fine_TTPdepth
- DQF

$$f(x) = \frac{1}{2}x^2 - 2x + 2 \quad \text{for } x \in [0, 2] \quad \text{and} \quad f(x) = \frac{1}{2}x^2 - 2x + 2 \quad \text{for } x \in [2, 4]$$

1. 产品定义	1
2. 产品规格	1
3. 产品算法原理	1
(1) 初值问题	1
(2) 微分问题	4
4. 产品处理流程	6
4.1 输入文件	6
4.2 输出文件	6
4.3 处理流程	6
5. 产品示例	8
6. 产品精度	9
7. 产品格式	10
8. 产品使用说明	10
8.1 产品读取使用说明	10
8.2 应用限制条件	10
8.3 建议引用文献	10
9. 产品制作及技术支持	10
9.1 产品技术责任人	10
9.2 产品工程负责人	10
9.3 文档编写者	10

对凯里褶皱带内是热力学稳定的还是具有非常大的垂直切变, 其上下边界具有程度的切变但热力学稳定性不同, 这使得这个区域内部易产生粘滞, 从而

FY-4B 对流层顶折叠检测产品详细验证方法及检验结果参见《风云四号 B 星对流层顶折叠 (TFP) 产品检验文档》。

序号	姓名	单位	联系电话	电子邮箱
1→	寿亦萱	国家卫星气象中心	15110005457	shouyx@cma.gov.cn

为了强调这一点, Shapiro (1980) 给出了证据证明对流层平流层内气流存在倾斜的混合。即一般源自平流层的臭氧由对流层, 对应有一般源自平流层的气流被吸入对流层平流层 (图 2-2), 另外在其他的飞行试验和光雷达的观测中也证实了这种化学和物理混合的情况 (例如 Johnson 和 Venzke 1981; Cho 等 1999; Revell 等 2002)。



边试用、边反馈、边改进





中国气象局
China Meteorological Administration



国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

欢迎提出您的宝贵意见 谢谢！

李博, boli@cma.gov.cn

风云四号

