

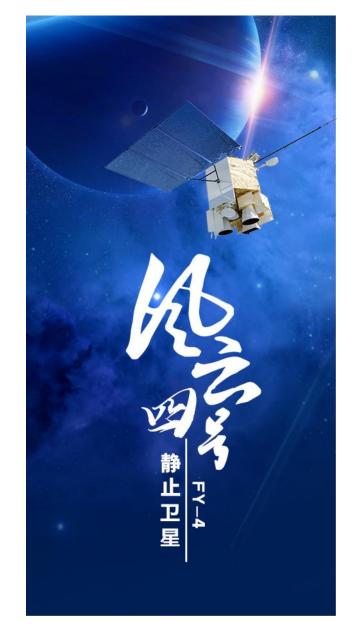
## 新一代静止轨道气象卫星FY-4B 静止轨道快速成像仪GHI 仪器及数据介绍

报告人: 王静 国家卫星气象中心 二〇二二年六月









仪器性能及L1数据质量
L1产品及使用指南
典型L1产品使用样例
小结

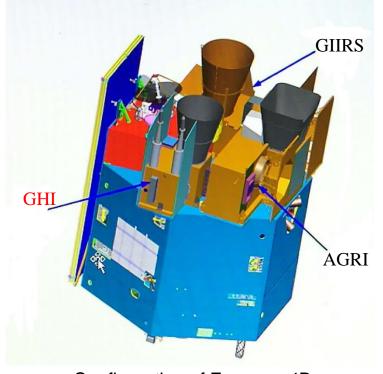
仪器简介

### 一、快速成像仪仪器简介

快速成像仪(Geo. High-speed Imager, GHI)作为FY-4B搭载的试验载荷,于2021年6月3日发射升空。它是一个灵活的"7通道"扫描成像仪,主要特点如下:

- ✓ 常规观测模式:近1 min连续2000km ×1800km 成像; ✓ 空间分辨率: 0.25km~0.5km(VNIR), 2km(LWIR);
- ✓ 提供静止轨道250m和500m真彩色图像;

✓ 250m全色通道具备恒星观测能力,以精确确定仪器指向。



Configuration of Fengyun-4B

表1 GHI通道设置

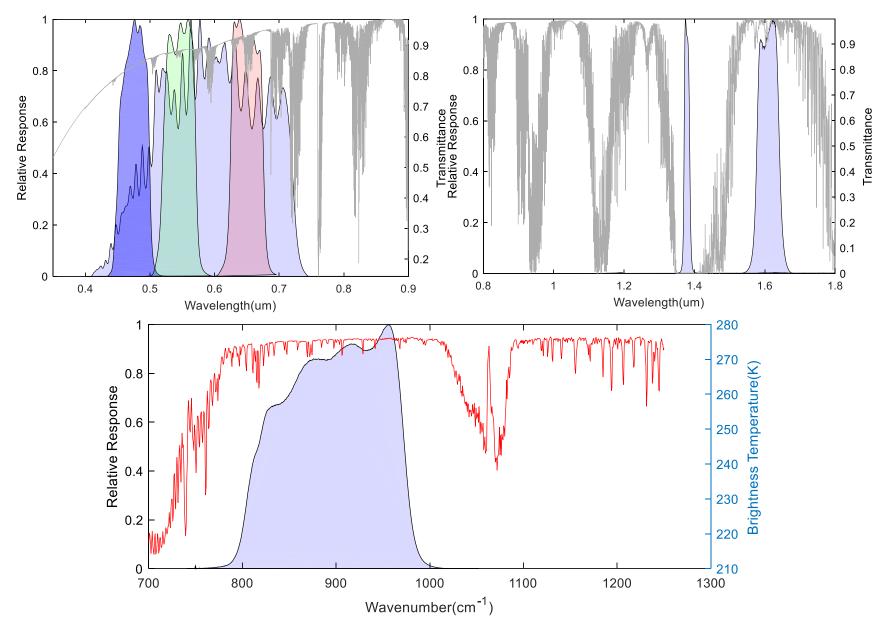
通道序	号	波长范围 (μm)	GSD(km)	探测器阵列	主要用途
	1	0.45~0.75	0.25	2048×1	全色,白天植被
	2	0.445~0.495	0.5	1024×1	蓝,白天气溶胶
VNIR	3	0.52~0.57	0.5	$1024\times2$	绿,白天气溶胶
VIVIK	4	0.62~0.67	0.5	1024×1	红,白天气溶胶
	5	1.371~1.386	0.5	$1024 \times 1$	白天薄卷云
	6	1.58~1.64	0.5	1024×1	白天云雪、水云/冰云识别
LWIR	7	10.3~12.5	2	256×4	夜间成像





## 一、快速成像仪仪器简介

#### 4个可见光+2个近红外+1个长波红外

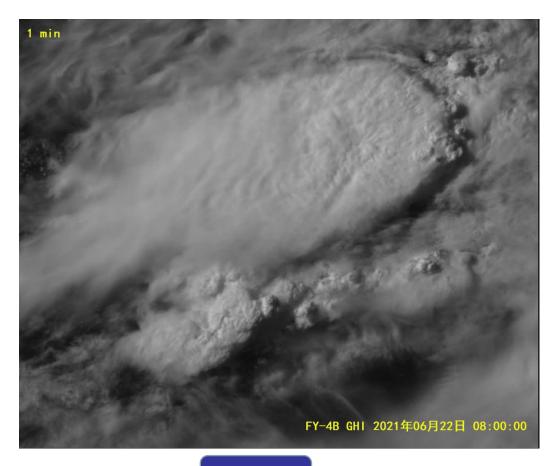


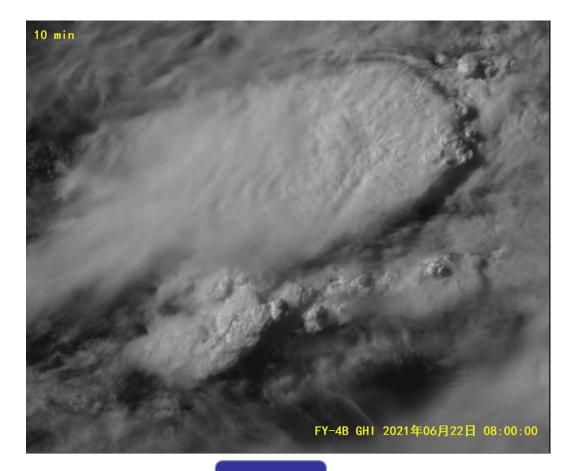




#### 一、快速成像仪仪器简介主要用途

□ 高频次的地气目标观测数据对快速变化的台风、强对流等极端天气有很好的观测与监视作用,对 预报员预报天气系统发展、提高气象业务服务能力有重要作用。

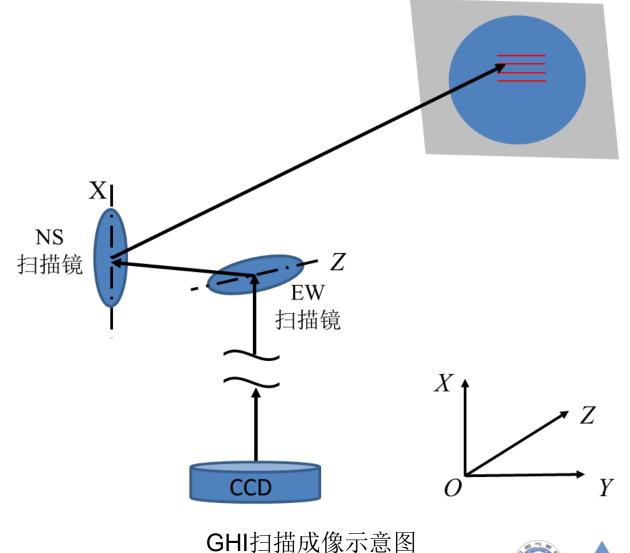








- □ 快速成像仪采用双扫描镜结合离轴三反光学 系统、长线阵探测器和机械制冷器,获取目 标区域的扫描成像资料。
- □ 快速成像仪采用双扫描镜式独立扫描设计, 两个扫描镜分别控制主光轴在东西和南北方 向移动,完成对整个地球全圆盘任意区域的 扫描。
- □ 双扫描镜设计使得整个系统在能耗最低的情 况下快速改变位置,确保快速成像仪能够灵 活获取不同扫描区域(如全圆盘、中国区、 常规区域和小区域)的可见近红外和长波红 外7通道观测图像。









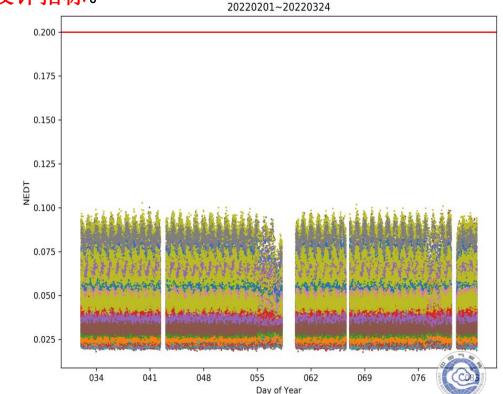
## 二、 快速成像仪仪器性能及L1数据质量

#### 2.1 仪器性能

- □ 在轨测试期间,定期获取场地、星下点区域及与SNPP VIIRS和IASI交叉的观测数据对快速成像仪可见近红外和长波红外通道的辐射定标精度进行评价。
- □ 基于FY-4B AGRI的同平台观测数据,实现FY-4B GHI可见近红外通道长期监测。
- □ 所有通道辐射定标精度达到指标要求,灵敏度显著优于设计指标。

表2辐射定标精度结果

通道 序号	波长范围/um	指标	定标偏差
C1	0.45~0.75	5%	4.41%
C2	0.445~0.495	5%	2.7%
C3	0.52~0.57	5%	-4.923%
C4	0.62~0.67	5%	-3.412%
C5*	1.371~1.386	5%	/
C6	1.58~1.64	5%	4.25%
<b>C7</b>	10.3~12.5	0.7K	0.5822K

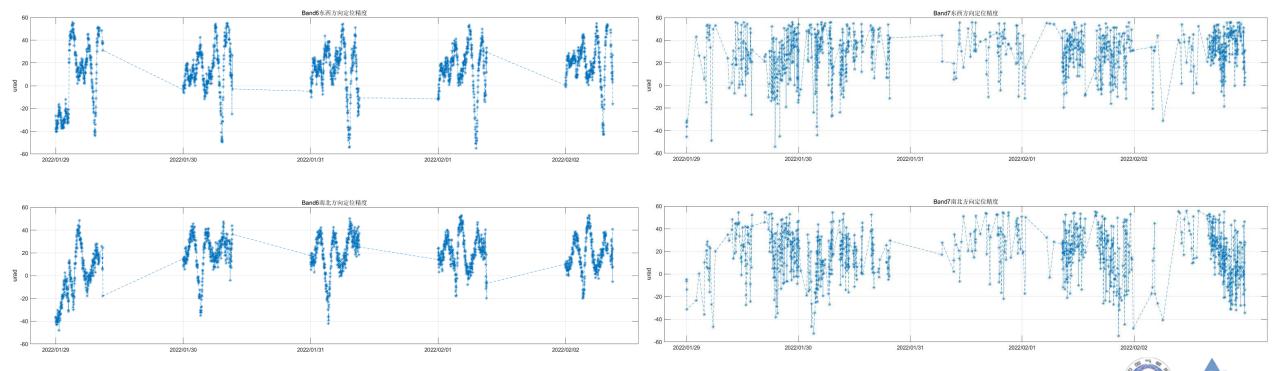




#### 2.2 定位与配准精度

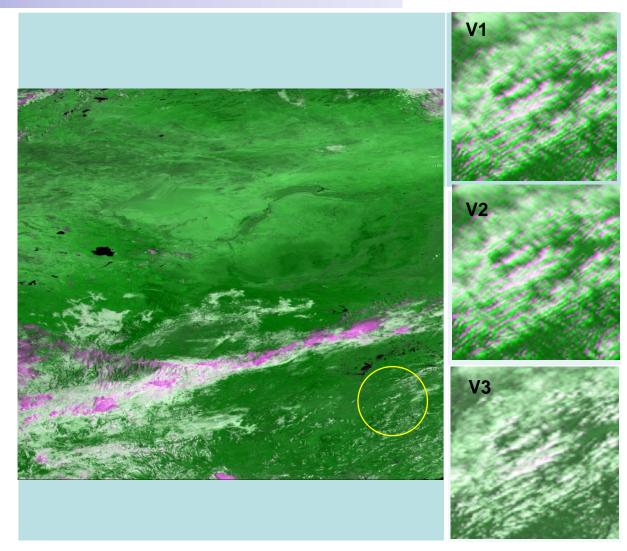
#### 优于2km(3σ)的指标要求

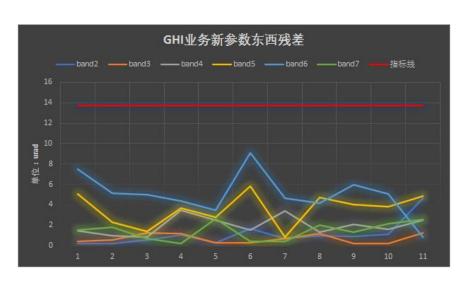
- □ 依靠恒星观测进行热变形补偿计算,通过"轨道补偿+姿态补偿+热变形补偿"实现高精度图像定位;
- □ 基于快速成像仪可见近红外第6通道(UTC0~12)以及红外第7通道全天的地标匹配结果,得到定位精度 优于2km (3σ)。



#### 2.2 定位与配准精度

#### 通道间配准达到10urad以内,优于14urad(500m)的指标要求









### 三、快速成像仪仪器L1产品及使用指南

#### 3.1 快速成像仪L1格式介绍

- 每个观测任务生成4个L1级数据(HDF文件)。
- L1级数据中,经辐射定标后的反射率(可见近红外通道)或辐亮度(长波红外通道)转换成变换后的反射率或辐亮度 (Scaled Reflectance or Radiance, SR),有效取值范围0~4095,填充值为65535,并以不同的空间分辨率存储在3个 FDI数据文件中,该文件名格式如下

FY4B-\_GHI---\_N\_REGX\_aaaaE\_L1-\_FDI\_MULT\_NOM\_yyyymmddhhmmss\_yyyymmddhhmmss\_rrrrlM\_Vbbbb.HDF

● 太阳天顶角、方位角、耀斑角,卫星天顶角和方位角按最低空间分辨率(2km)保存于GEO文件,该文件名格式如下: FY4B-\_GHI---\_N\_REGX\_aaaaE\_L1-\_GEO\_MULT\_NOM\_yyyymmddhhnnss\_yyyymmddhhnnss\_rrrrM\_Vbbbb.HDF

表9 文件名中斜体字母含义

表10 GEO数据格式结构

字符	说明		
aaaa	标称星下点经度*10,例如星下点经度123.5°时,取值为1235。注意,经度有效范围为[-180°, 180°]。		
yyyymmddhhn nss_yyyymmd dhhnnss	任务的观测开始时间_观测结束时间。其中, yyyy: year(4 digits) mm: month(01-12) dd: day(01-31) hh: hour(00-23) nn: minute(00-59) ss: second(00-59) 注意,此处时间为世界时。		
rrrr	快速成像仪以米为单位的星下点的空间分辨率, 取值包括0250、0500和2000。		
bbbb	处理软件版本号。		

		全局文件属	<b>属性</b>		
私有文件属性					
		科学数据	集		
分组名称	科学数据集		科学数据集名(英文)		
	SDS1	LineNumber	Line Number		
	SDS2	ColumnNumber	Column Number		
Naviantian	SDS3	NOMSatelliteZenith Norminal satellite zenith angle data			
Navigation Fields	SDS4	NOMSatelliteAzimuth	Norminal satellite azimuth angle data layer		
rieias	SDS5	NOMSunZenith	Norminal solar zenith angle data layer		
	SDS6	NOMSunAzimuth	Norminal solar azimuth angle data layer		
	SDS7	NOMSunGlintAngle	Norminal solar flare angle data layer		
QA Fields	SDS8	NavQualityFlag	Navigation Quality Flag		
Data_Info Fields	SDS9	VerSoftNR	Navigation and registration process version		

## E、 快速成像仪仪器L1产品及使用指南

#### 3.2 快速成像仪L1数据使用

#### 物理量转换

◆ 反射通道(Scaled Reflectance, SR)

NOMChannelXX变换后的反射率或辐亮度

反射通道提供了两种SR到反射率的转换方法:公式法和查找表法:

- ① CALChannelXX为SR与反射率的查找表,用于将SR转换成反射率;
- ② CALIBRATION\_COEF(SCALE+OFFSET)为转换成反射率提供斜率和截距,转换公式如下

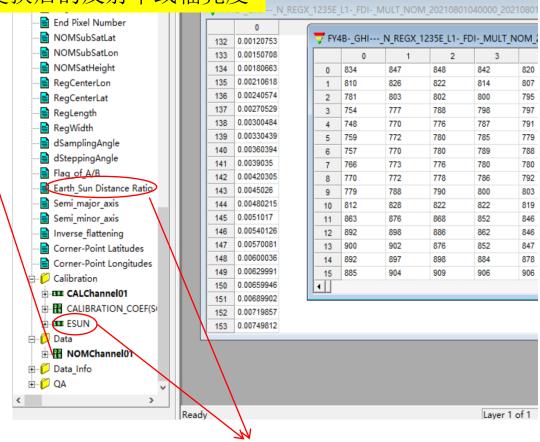
Ref = SR \* SCALE + OFFSET

◆ 热发射通道(Scaled Radiance, SR)

TEB通道提供了SR到辐亮度和亮温的转换方法:

- ① CALChannelXX为SR与亮温(K)的查找表,用于将SR转换成亮温;
- ② CALIBRATION\_COEF(SCALE+OFFSET)将SR转换成辐亮度(单位为W/(m² sr um))提供斜率和截距,转换公式如下

Rad = SR \* SCALE + OFFSET



用于将反射率转换成辐亮度.





### 三、快速成像仪仪器L1产品及使用指南

#### 3.2 快速成像仪L1数据使用

#### FY-4B L1数据行列号和经纬度查找表

□ 数据说明

该查找表文件按照分辨率生成,分别为250m、500m、1km、2km和4km生成,与FY-4B成像仪和快速成像仪L1数据配套使用。

- □ 文件格式
  - 1) 命名规则

该查找表文件按照如下方式进行命名:

"FY4B-\_DISK\_1235E\_GEO\_NOM\_LUT\_YYYYMMDDHHMMSS\_RRRRR\_V0001.DAT 其中RRRR为分辨率,取0250M、0500M、1000M、2000M、4000M。"

2) 文件格式

3) 标称网格大小

标称网格起始点为(**0**, **0**),不同分辨率的标称网格大小不同,对应关系见下表。 三、读取例程

以4000m查找表为例,matlab读取程序如下:

clear all;clc;

fid = fopen('FY4B-\_DISK\_1235E\_GEO\_NOM\_LUT\_20210913000000\_4000M\_V0001.DAT','r'); data = fread(fid, [5496, 2748],'double','l');

fclose(fid);

lat = data(1:2:end,:);%纬度 lon = data(2:2:end,:);%经度

分辨率	行数	列数
250米	43968	43968
500米	21984	21984
1000米	10992	10992
2000米	5496	5496
4000米	2748	2748





#### 表12参数列表

#### 3.2 快速成像仪L1数据使用

#### ● 行列号 经纬度

Step1.求 x,y

$$x = \frac{\pi \times (c - COFF)}{180 \times 2^{-16} \times CFAC} \, \, ^{\circ}$$

$$y = \frac{\pi \times (l - LOFF)}{180 \times 2^{-16} \times LFAC}$$

•Step2.求 sd,sn,s1,s2,s3,sxy

$$s_d = \sqrt{(h \times \cos(x) \times \cos(y))^2 - (\cos^2(y) + \frac{ea^2}{eb^2} \times \sin^2(y)) \times (h^2 - ea^2)}$$

$$s_n = \frac{h \times \cos(x) \times \cos(y) - s_d}{\cos^2(y) + \frac{ea^2}{eb^2} \times \sin^2(y)}$$

$$s_1 = h - s_n \times \cos(x) \times \cos(y) +$$

$$s_2 = s_n \times \sin(x) \times \cos(y) +$$

$$s_3 = -s_n \times \sin(y)$$

$$s_{xy} = \sqrt{S_1^2 + S_2^2} +$$

·Step3 求 lon,lat-

$$lon = \frac{180}{\pi} \times \arctan(\frac{s_2}{s_1}) + \lambda_D$$

• 
$$lat = \frac{180}{\pi} \times \arctan(\frac{ea^2}{eb^2} \times \frac{s_3}{s_{xy}})$$

#### FY-4B行列号和经纬度相互转换

#### 行列号 ● 经纬度[

Step1.检查地理经纬度。

·Step2.将地理经纬度的角度表示转化为弧度表示。

$$lon = \frac{lon \times \pi}{180}$$

$$lon = \frac{lon \times \pi}{180} \qquad lat = \frac{lat \times \pi}{180}$$

·Step3.将地理经纬度转化成地心经纬度。

$$\lambda_e = lon$$

$$\lambda_{\varepsilon} = lon$$
  $\phi_{\varepsilon} = \arctan(\frac{eb^2}{ea^2} \times \tan(lat)) + \cot(\frac{eb^2}{ea^2} \times \tan(lat))$ 

Step4. 
$$\Re r_e$$
,  $r_e = \frac{eb}{\sqrt{1 - \frac{ea^2 - eb^2}{ea^2}} \times \cos^2(\phi_e)}$ 

• Step 5. 求 r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>, r<sub>3</sub>,

$$r_1 = h - r_e \times \cos(\phi_e) \times \cos(\lambda_e - \lambda_D) + \cos(\lambda_e - \lambda$$

$$r_2 = -r_e \times \cos(\phi_e) \times \sin(\lambda_e - \lambda_D) +$$

$$r_3 = r_e \times \sin(\phi_e) \, \omega$$

·Step6.求 rn,x,y

$$r_n = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2} \, \omega$$

$$x = \arctan(-\frac{r_2}{r_1}) \times \frac{180}{\pi} \, \varphi$$

$$y = \arcsin(-\frac{r_3}{r_n}) \times \frac{180}{\pi} e^{-r_3}$$

•Step7.求 c,l

$$c = COFF + x \times 2^{-16} \times CFAC$$

$$l = LOFF + y \times 2^{-16} \times LFACy$$

序号₽	符号₽	名称₽	说明↩	
1€	ion +	地理经度₽	÷	=
2₽	lat ≠	地理纬度₽	₽	
3₽	<i>l</i>	标称上的行号₽	250m 范围:(0~43967)₽	
			500m 范围:(0~21983)₽	
			1000m 范围: (0~10991)₽	
			2000m 范围: (0~5495)₽	
			4000m 范围: (0~2747)₽	_
<b>4</b> ¢	<i>C</i> ₽	标称上的列号₽	250m 范围:(0~43967)₽	_
			500m 范围:(0~21983)↩	_
			1000m 范围: (0~10991)₽	_
			2000m 范围: (0~5495)₽	_
			4000m 范围: (0~2747)₽	_
5₽	<i>π</i> ↔		= 3.1415926535897932384626	_
6₽	ea ₽	地球的半长轴。	= 6378.137 [km] $\varphi$	_
7.	eb ₽	地球的短半轴₽	= 6356.7523 [km] $\varphi$	
8₽	h ↔	地心到卫星质心	=42164 [km]₽	_
9₽	2	卫星星下点所在	=133.00	
	λ <sub>D</sub> ↔			
10₽	COFF &	列偏移↩	250m: 21983.5₽	
			500m: 10991.5₽	_
			1000m: 5495.5₽	_
			2000m: 2747.5₽	_
			4000m: 1373.5₽	_
11₽	CFAC &	列比例因子₽	250m: 163730199 <sub>e</sub>	_
			500m: 81865099₽	
			1000m: 40932549e	
			2000m: 20466274₽	_
			4000m: 10233137₽	_
12₽	LOFF &	行偏移↩	250m: 21983.5₽	_
	2011	10 8110 12	500m: 10991.5¢	_
			1000m: 5495.5₽	_
			2000m: 2747.5₽	_
			4000m: 1373.5¢	_
13€	LFAC e	———————————— 行比例因子₽	250m: 163730199	
	27.110+	11 KON154 1 +	500m: 81865099₽	
			1000m: 40932549	
			2000m: 20466274	0
			4000m: 10233137	A
			4000ill: 10255157# NSM	C

### 三、 快速成像仪仪器L1产品及使用指南

#### 3.3 快速成像仪L1数据获取

**□**L1数据

http://satellite.nsmc.org.cn/PortalSite/Data/Satellite.aspx

□ FY-4B行列号和经纬度相互转换公式

http://satellite.nsmc.org.cn/PortalSite/StaticContent/DocumentDownload.aspx?TypeID=3

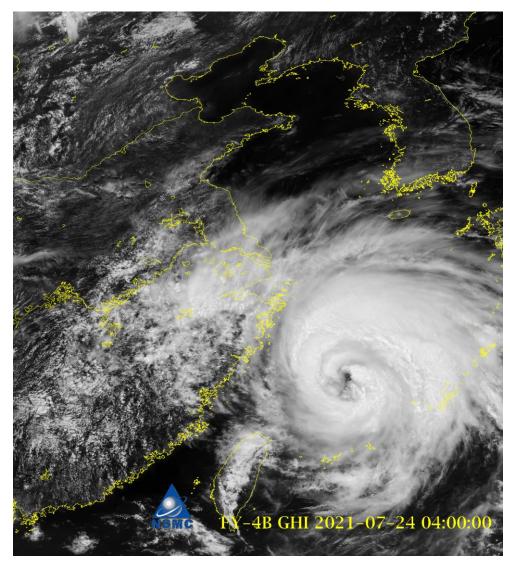
□ FY-4B L1数据行列号和经纬度查找表

http://satellite.nsmc.org.cn/PortalSite/StaticContent/DocumentDownload.aspx?TypeID=3

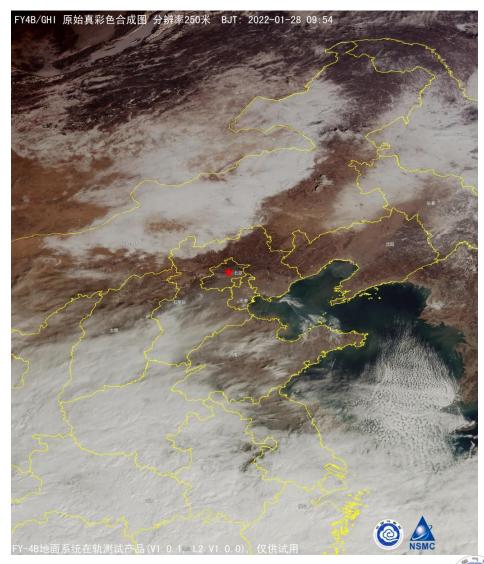




## 四、快速成像仪典型L1产品使用样例



"烟花"台风监测







GHI 250m真彩色图像

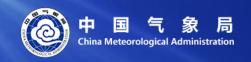
### 小结

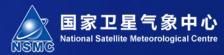
- □ 快速成像仪可以提供近1min连续2000km ×1800km 区域成像;
- □ 快速成像仪灵敏度显著优于设计指标,定位、定标质量达到指标要求,运行稳定;
- □ 自2022年6月1日起,快速成像仪进入业务试运行,L1数据对外发布。
  - ▶ L1数据
    - http://satellite.nsmc.org.cn/PortalSite/Data/Satellite.aspx
  - ➤ FY-4B行列号和经纬度相互转换

    http://satellite.nsmc.org.cn/PortalSite/StaticContent/DocumentDownload.aspx?TypeID=3
  - FY-4B L1数据行列号和经纬度查找表
    - http://satellite.nsmc.org.cn/PortalSite/StaticContent/DocumentDownload.aspx?TypeID=3









# 欢迎使用FY-4B快速成像仪数据,是出宝贵的反馈意见!

报告人: 王 静

电话: 010-58993312

邮箱: wjing@cma.gov.cn

国家卫星气象中心 二〇二二年六月