

# 风云四号卫星辐射产品介绍

FY-4辐射产品算法研发组

国家卫星气象中心



风云四号卫星资料用户培训

2016-11-07



# 提 纲

## FY-4辐射产品概况

- 产品算法目标
- 产品内容
- 产品算法概要
- 产品主要应用领域

## 讨论与展望



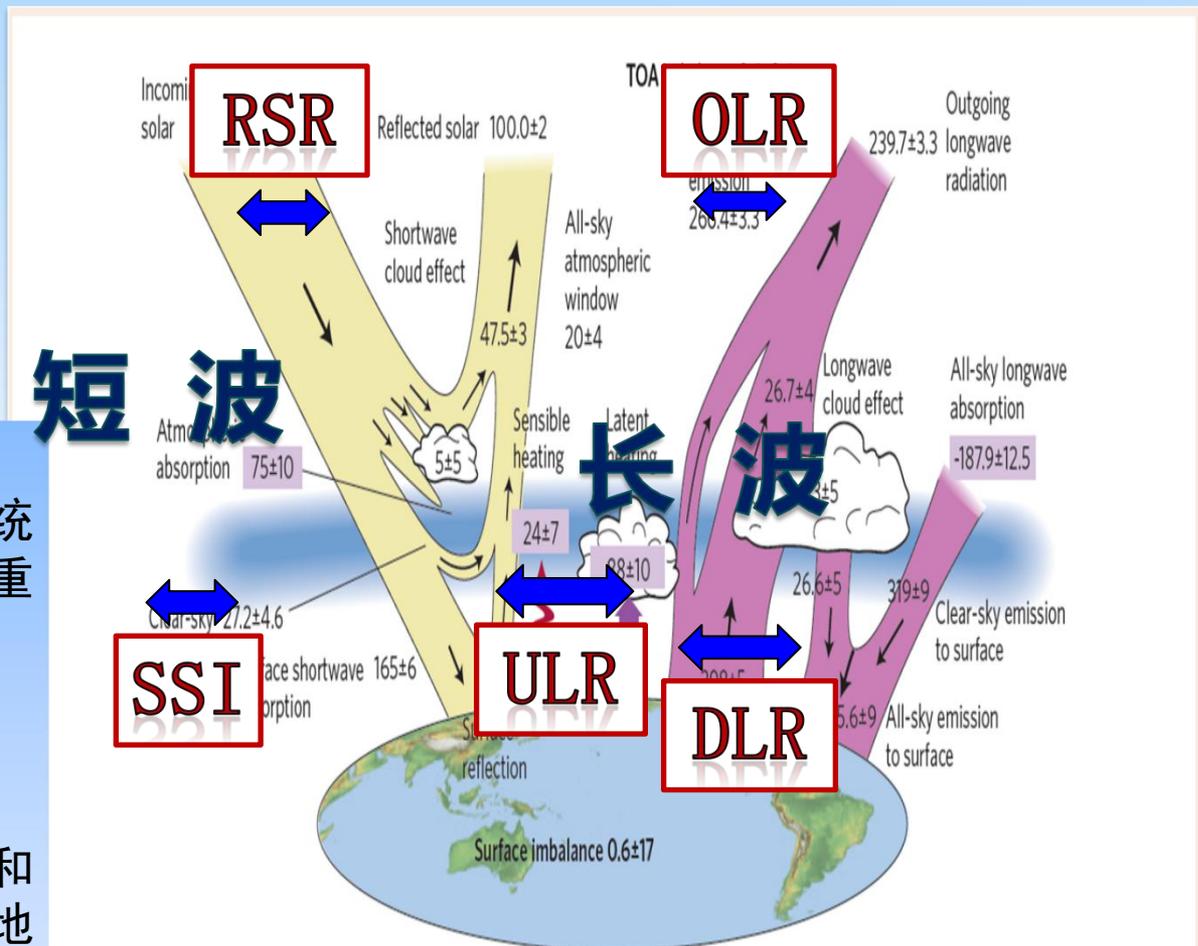
# FY-4辐射产品概况：产品算法目标

目标：

反演得到地球——大气系统辐射收支和能量平衡中最重要的几个辐射分量

意义：

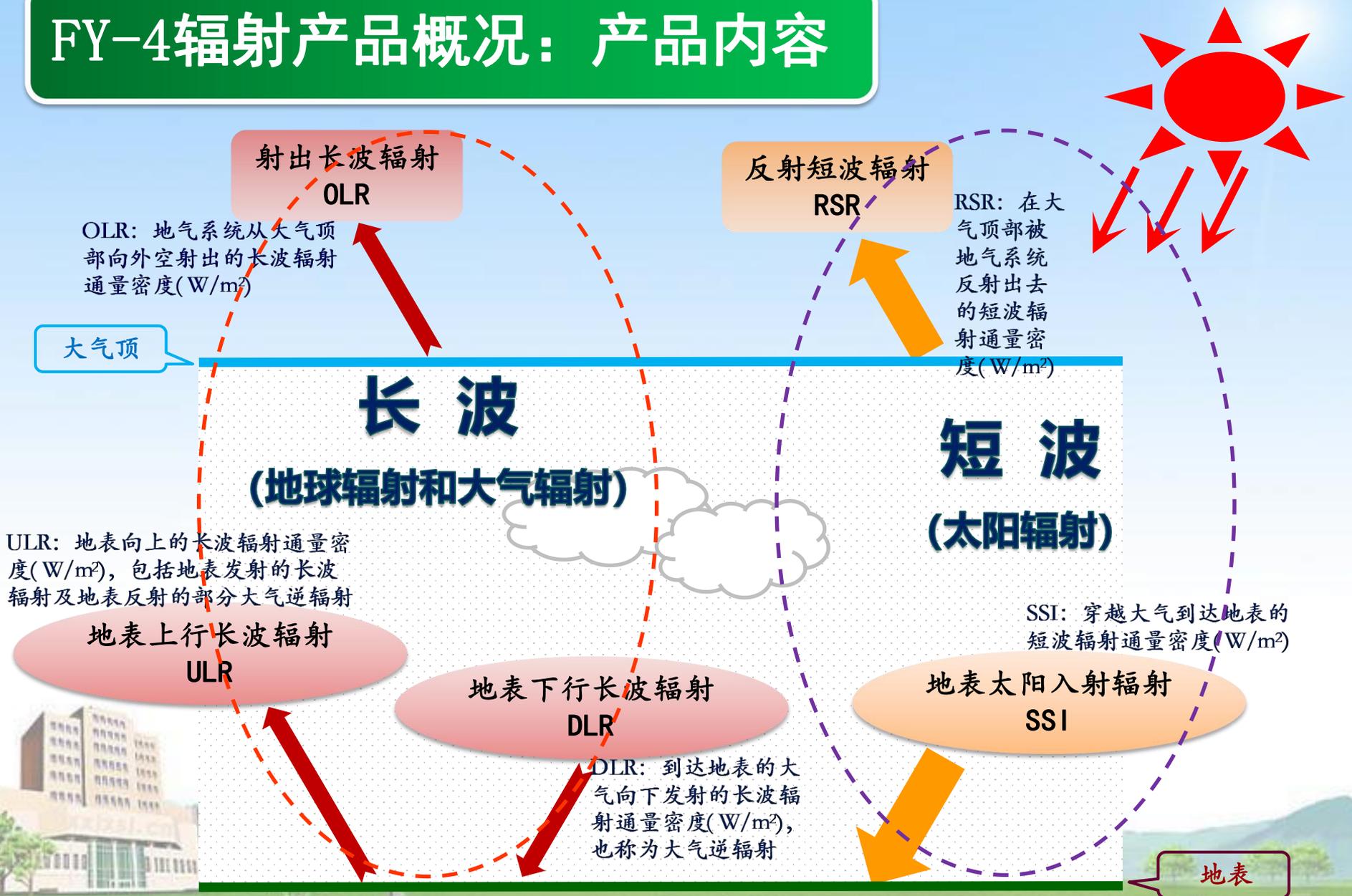
这些辐射量对气候的形成和变化、天气系统的驱动、地表生态环境等都有极其重要的作用



2000-2010年全球年平均能量收支（通量单位：Wm<sup>-2</sup>）（Stephens 等，2012）



# FY-4辐射产品概况： 产品内容



# FY-4辐射产品概况： 产品内容

基于FY-4卫星多通道扫描成像辐射仪生成

- 反射短波辐射 (RSR)
- 地表太阳入射辐射 (SSI)
- 射出长波辐射 (OLR)
- 地表上行长波辐射 (ULR)
- 地表下行长波辐射 (DLR)

光谱范围

- 短波：小于4微米
- 长波：大于4微米

覆盖范围

- 全圆盘

投影方式

- 无投影

空间分辨率

- 4公里 (星下点)

生成频次

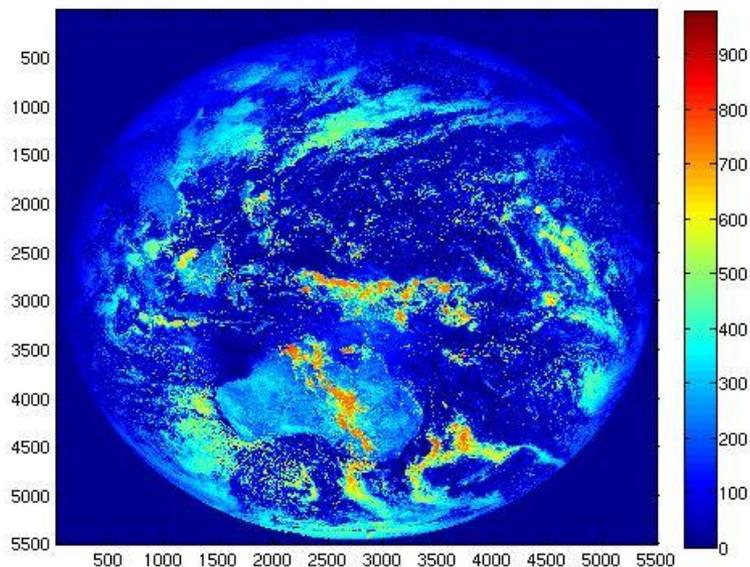
- 每小时一次 (短波仅白天时次)



# FY-4辐射产品概况：产品算法概要

通道序号	光谱波段 (微米)	空间分辨率 (公里)	算法中是否采用
1	0.45~0.49	1	
2	0.55~0.75	0.5~1	√
3	0.75~0.90	1	√
4	1.36~1.39	2	
5	1.58~1.64	2	
6	2.10~2.35	2~4	
7	3.50~4.00	2	
8	3.50~4.00	4	
9	5.80~6.70		
10	6.90~7.30		
11	8.00~9.00		
12	10.3~11.3		
13	11.5~12.5		
14	13.2~13.8		

## 反射短波辐射产品算法 (RSR)



窄宽波段转换 (NTB)

角度模型转换 (ADM)

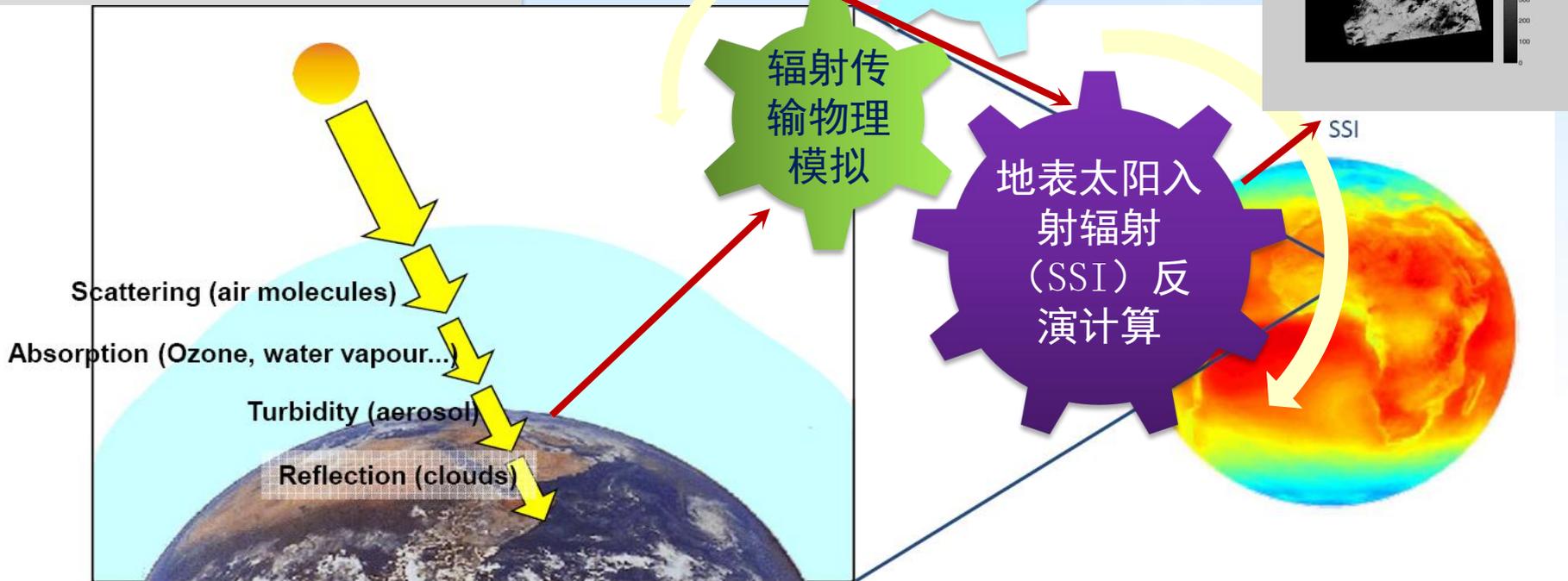
反射短波辐射计算 (RSR)



# FY-4辐射产品概况：产品算法概要

## 地表太阳入射辐射产品算法 (SSI)

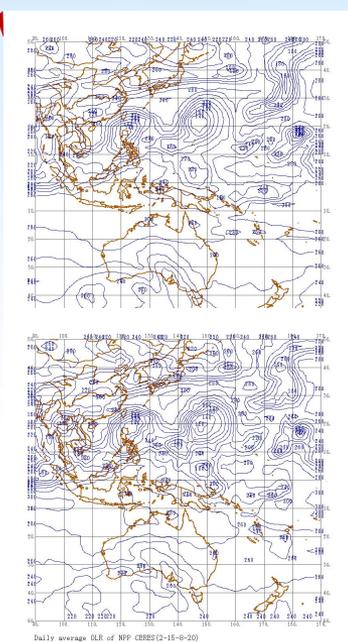
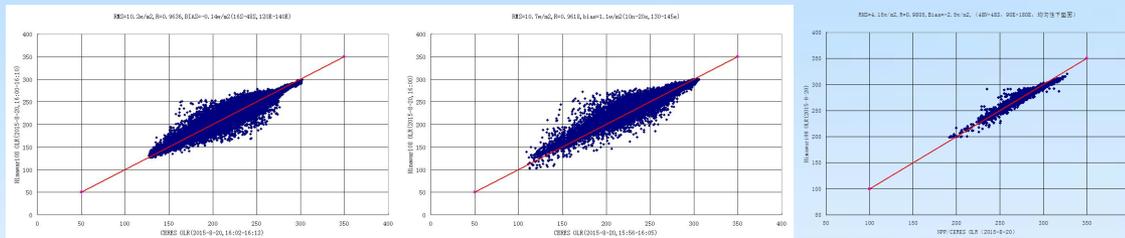
通道序号	光谱波段 (微米)	空间分辨率 (公里)	算法中是否采用
1	0.45~0.49	1	√
2	0.55~0.75	0.5~1	√
3	0.75~0.90	1	√
4	1.36~1.39	2	√
5	1.58~1.64	2	√
6	2.10~2.35	2~4	√
7	3.50~4.00	2	



# FY-4辐射产品概况：产品算法概要

通道序号	光谱波段 (微米)	空间分辨率 (公里)	算法中是否采用
1	0.45~0.49	1	
2	0.55~0.75	0.5~1	
3	0.75~0.90	1	
4	1.36~1.39	2	
5	1.58~1.64	2	
6	2.10~2.35	2~4	
7	3.50~4.00	2	
8	3.50~4.00	4	
9	5.80~6.70	4	✓
10	6.90~7.30	4	✓
11	8.00~9.00	4	✓
12	10.3~11.3	4	✓
13	11.5~12.5	4	✓
14	13.2~13.8	4	✓

## 射出长波辐射产品算法 (OLR)



辐射传输  
计算

建立反演  
模型

射出长波  
辐射  
(OLR)  
反演计算

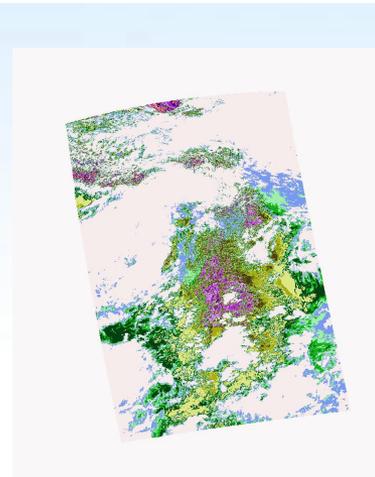
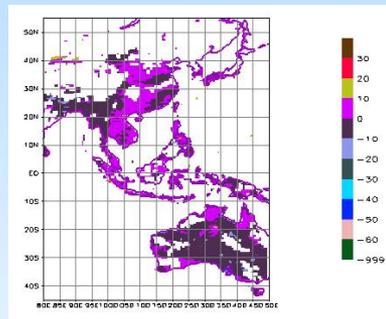
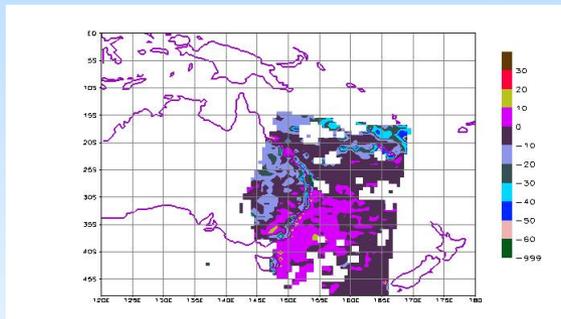
$$OLR = a_0(\theta) + a_1(\theta)R_{11} + a_2(\theta)R_{14} + a_3(\theta)R_{12} + a_4(\theta)R_{10} + b_1(\theta)R_{12}^2 + b_2(\theta)R_{10}^{0.5} + b_3(\theta)R_9^{0.5}$$



# FY-4辐射产品概况：产品算法概要

## 地表上行长波辐射产品算法 (ULR)

通道序号	光谱波段 (微米)	空间分辨率 (公里)	算法中是否采用
1	0.45~0.49	1	
2	0.55~0.75	0.5~1	
3	0.75~0.90	1	
4	1.36~1.39	2	
5	1.58~1.64	2	
6	2.10~2.35	2~4	
7	3.50~4.00	2	
8	3.50~4.00	4	
9	5.80~6.70	4	
10	6.90~7.30	4	
11	8.00~9.00	4	✓
12	10.3~11.3	4	✓
13	11.5~12.5	4	✓
14	13.2~13.8	4	✓



辐射传输  
计算

建立反演  
模型

地表上行  
长波辐射  
(ULR)  
反演计算

$$ULR = a_0(\theta) + a_1(\theta)R_{11} + b_1(\theta)R_{12} + c_1(\theta)R_{13} + d_1(\theta)R_{14} + a_2(\theta)R_{21}^2 + b_2(\theta)R_{22}^2 + c_2(\theta)R_{23}^2 + d_2(\theta)R_{24}^2$$

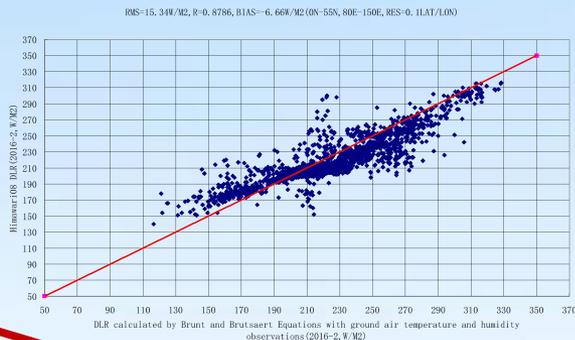
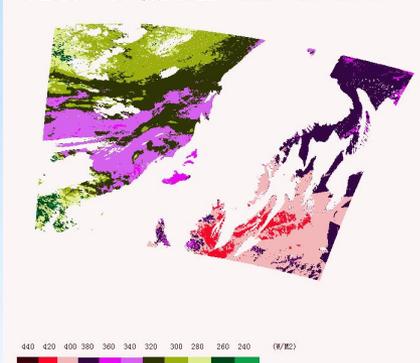


# FY-4辐射产品概况：产品算法概要

## 地表下行长波辐射产品算法 (DLR)

通道序号	光谱波段 (微米)	空间分辨率 (公里)	算法中是否采用
1	0.45~0.49	1	
2	0.55~0.75	0.5~1	
3	0.75~0.90	1	
4	1.36~1.39	2	
5	1.58~1.64	2	
6	2.10~2.35	2~4	
7	3.50~4.00	2	
8	3.50~4.00	4	
9	5.80~6.70	4	
10	6.90~7.30	4	
11	8.00~9.00	4	
12	10.3~11.3	4	✓
13	11.5~12.5	4	
14	13.2~13.8	4	✓

晴空地表下行长波辐射通量 (2012-7-21, 06: 30)



$$DLR = \varepsilon \sigma T_e^4$$

$$\varepsilon = a_0(z) + a_1(z)w + a_2(z)\sqrt{w}$$

$$T_e = b_1 T_1 + b_2 T_2 + b_3 T_S$$



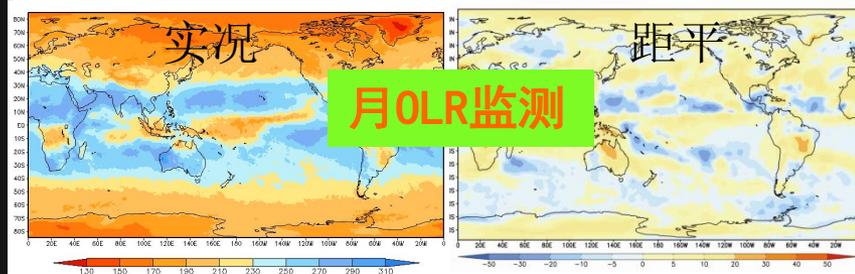
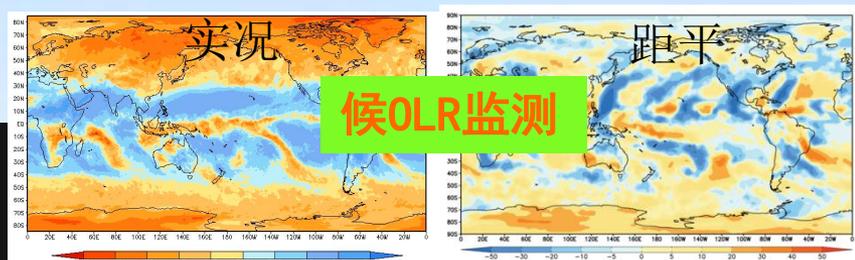
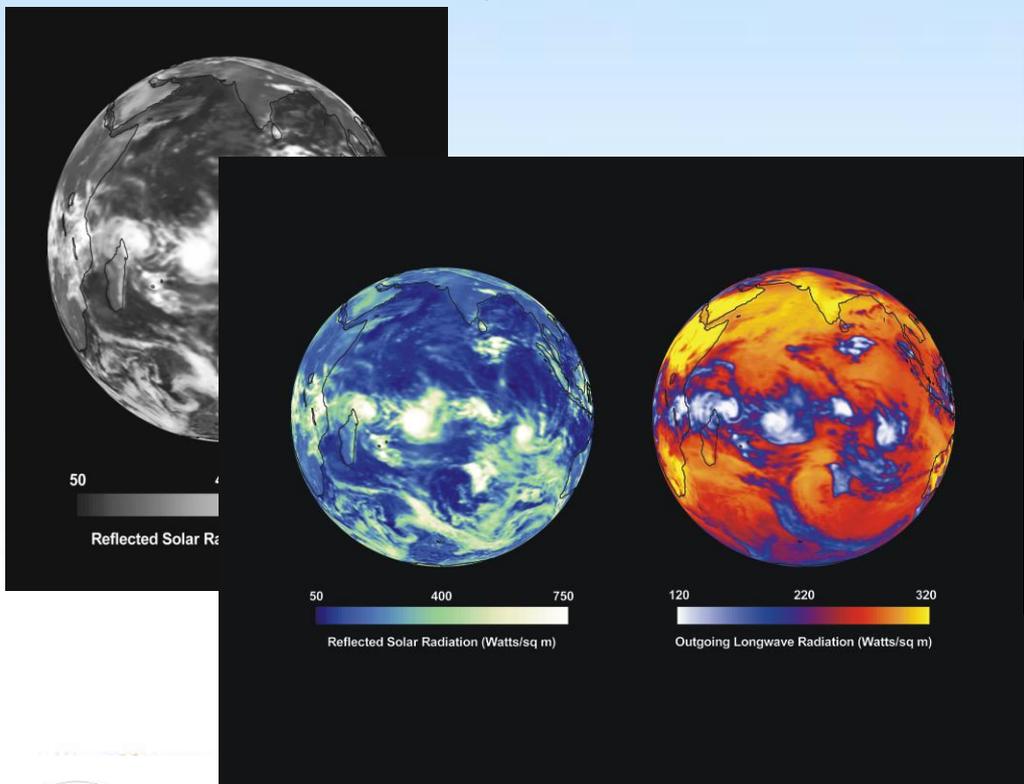
地表下行长波辐射 (DLR) 反演计算

# FY-4辐射产品概况：产品主要应用领域

## 1. 热带对流活动监测

反射短波辐射产品 (RSR)

射出长波辐射产品 (OLR)



国家气候中心采用我国FY系列卫星OLR资料对热带对流活动进行监测



# FY-4辐射产品概况：产品主要应用领域

## 2. 沙尘辐射强迫监测和研究

## 反射短波辐射产品 (RSR)

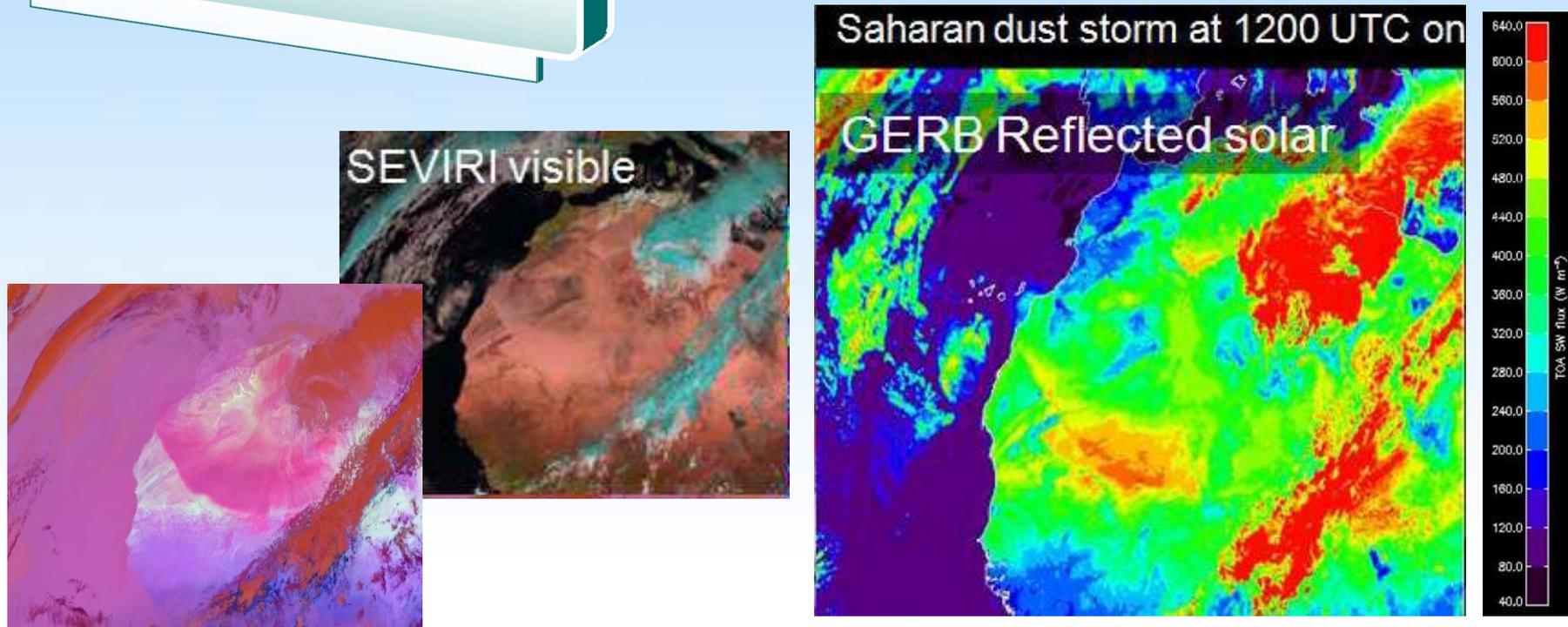


Figure : Left: SEVIRI RGB image of dust plume over North-west Africa; Right: Corresponding GERB shortwave flux.

# FY-4辐射产品概况：产品主要应用领域

## 3. 云辐射强迫监测和研究

- $CLW = Fclr - F$
- $CSW = S(\alphaclr - \alpha)$
- $C = CLW + CSW$

**CLW:** 云的长波辐射强迫

**Fclr:** 晴空云辐射强迫

**F:** 所有视场的长波辐射强迫

**CSW:** 云的短波辐射强迫

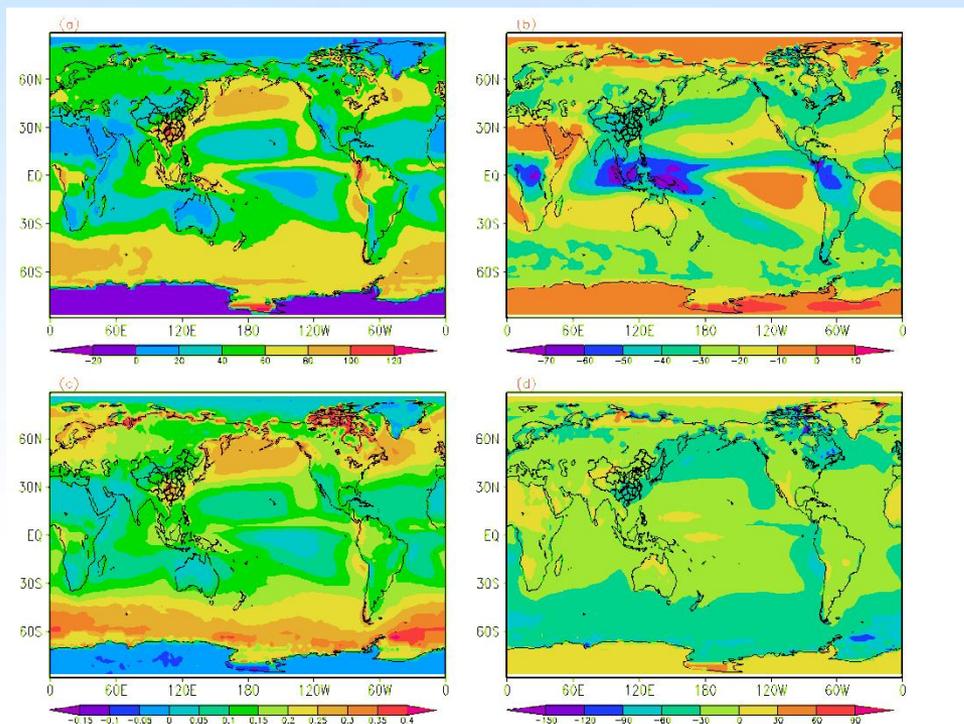
**S:** 太阳辐照度

**$\alpha$ :** 行星反照率

**C:** 净的云辐射强迫

反射短波辐射产品 (RSR)

射出长波辐射产品 (OLR)



大气顶的云辐射强迫 (a)CLW (b)CSW (c) 反照率差异(即: $\alphaclr - \alpha$ ) (d)Net CRF

# FY-4辐射产品概况：产品主要应用领域

## 4. 数值模式验证和比较

反射短波辐射产品 (RSR)

射出长波辐射产品 (OLR)

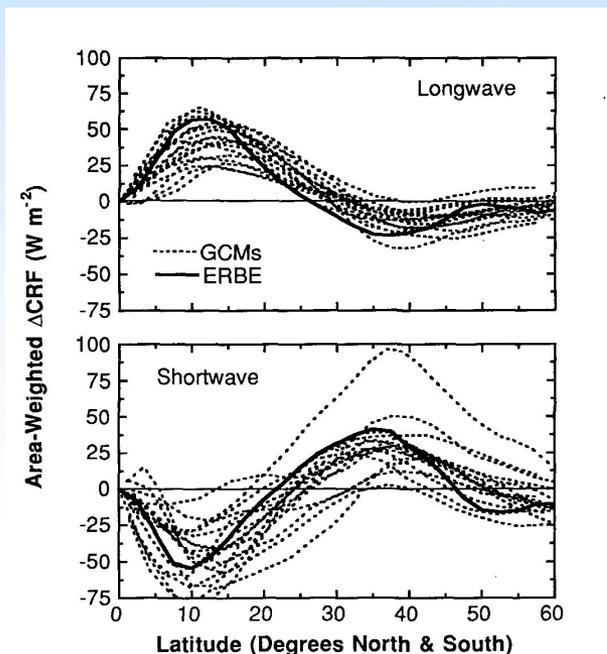


FIG. 4. Comparison of zonal-mean DCRF for 17 GCMs to the ERBE data. These represent 4-yr means.

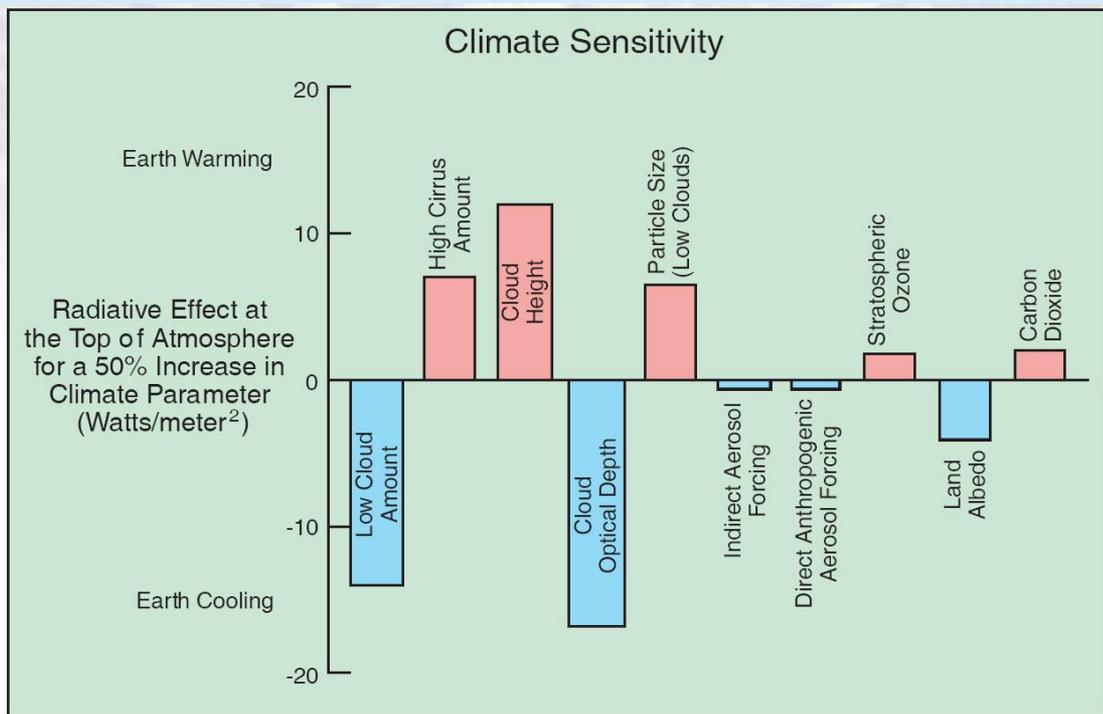


# FY-4辐射产品概况：产品主要应用领域

## 5. 评估气候敏感性

反射短波辐射产品 (RSR)

射出长波辐射产品 (OLR)

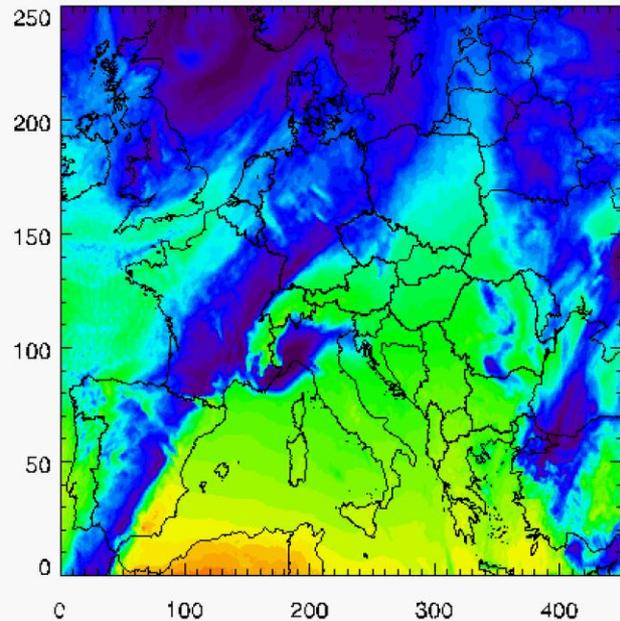


# FY-4辐射产品概况：产品主要应用领域

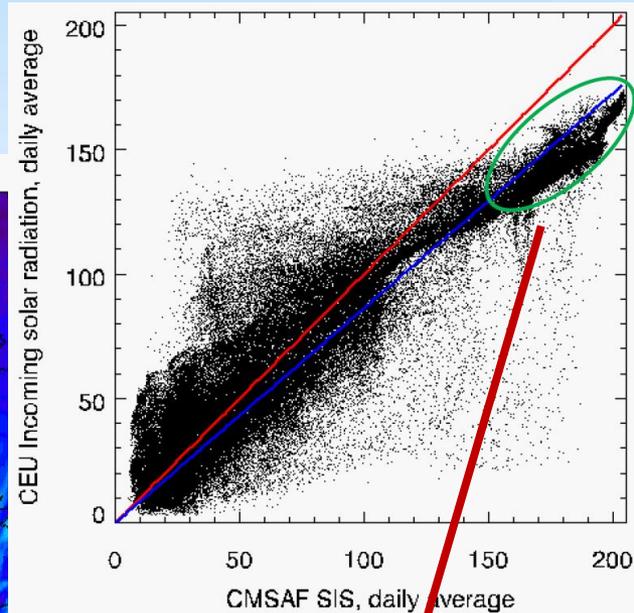
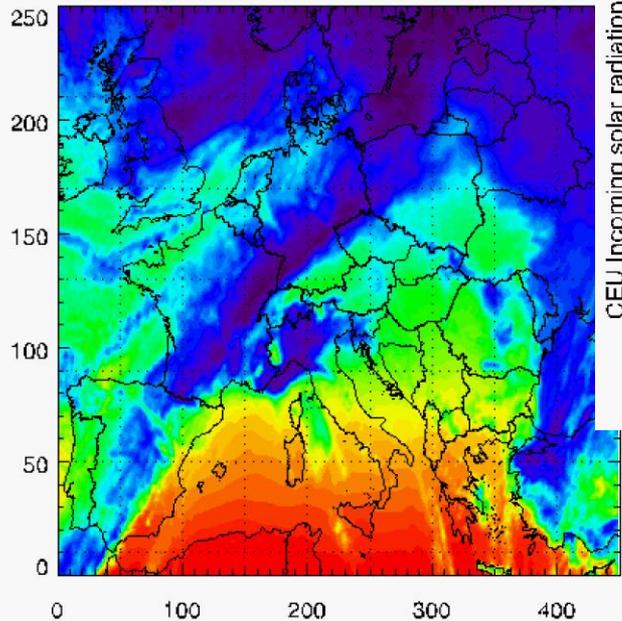
6. 评估天气预报模式  
短波辐射过程的准确性

## 地表太阳入射辐射产品 (SSI)

GEU Incoming solar radiation, daily average



CMSAF SIS, daily average



Model underestimates radiation.  
reason: too much aerosols



# FY-4辐射产品概况：产品主要应用领域

7. 气候模式输入

8. 水文及农业领域

9. 地震研究

10. 气候监测和诊断

地表上行长波辐射产品 (ULR)

地表下行长波辐射产品 (DLR)

射出长波辐射产品 (OLR)

作为地面净辐射的参量之一，ULR和DLR是各种气候模式的输入要素

由于地面净辐射在陆面过程中的重要性，ULR和DLR产品也将应用于水文、农业领域

ULR可作为地震诊断的特征量

OLR产品可用于ENSO监测、中国的南海季风诊断



# FY-4辐射产品概况：产品主要应用领域

## 地表太阳入射辐射产品（SSI）

11. 天气、气候形成及  
气候变化研究

在大气环流模式、气候模式、陆面模式中，SSI产品可以作为一个输入量，提供基于观测的强迫项；也可以作为一个独立的参量，用于模式评估

12. 农业气象学和生态  
学研究

SSI是驱动蒸发、植物蒸腾的能源，对作物生长模型研究、水的循环研究等具有重要价值

13. 太阳能工业

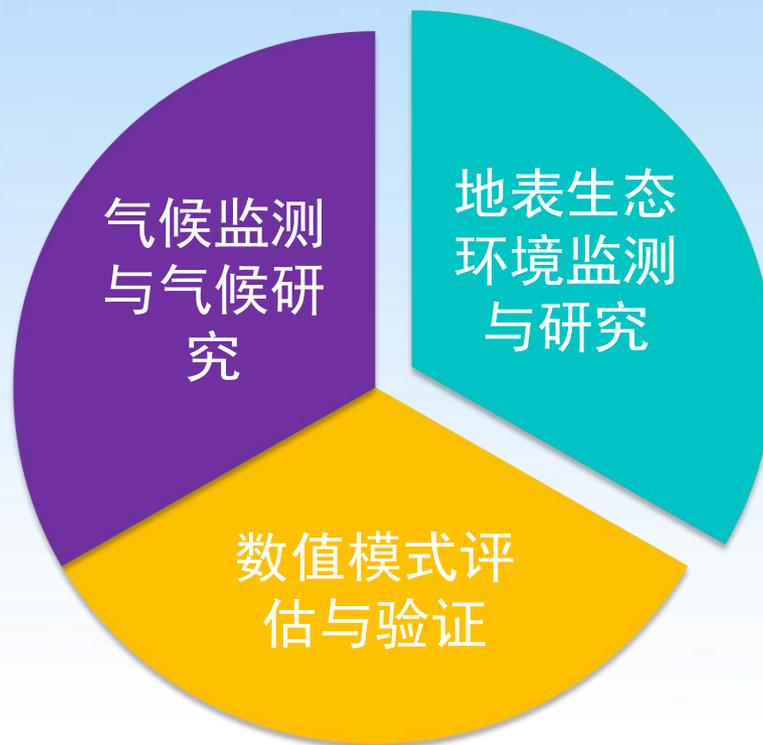
发展太阳能工业需要对SSI进行实时估计和短期预测，以建立和优化太阳能的利用模型

14. 火险监测预警

与SSI高值相关的地表干燥程度信息，可用于森林、草场等的火险监测预警



# FY-4辐射产品概况：产品主要应用领域



# 讨论与展望：FY-4发星后的后续工作

利用FY-4辐射仪通道光谱响应数据更新算法中的反演模型数据

对算法进行进一步的试验和验证

根据需求调整和发展算法



# 讨论与展望：期待任何的意见和反馈



# Thanks for your attention!

Your feedback is welcome

