

# 风云四号（A星）天气产品简介

FY-4A天气产品工作组

覃丹宇

游然，寿亦萱，曹东杰，孙逢林

# 天气组产品概况

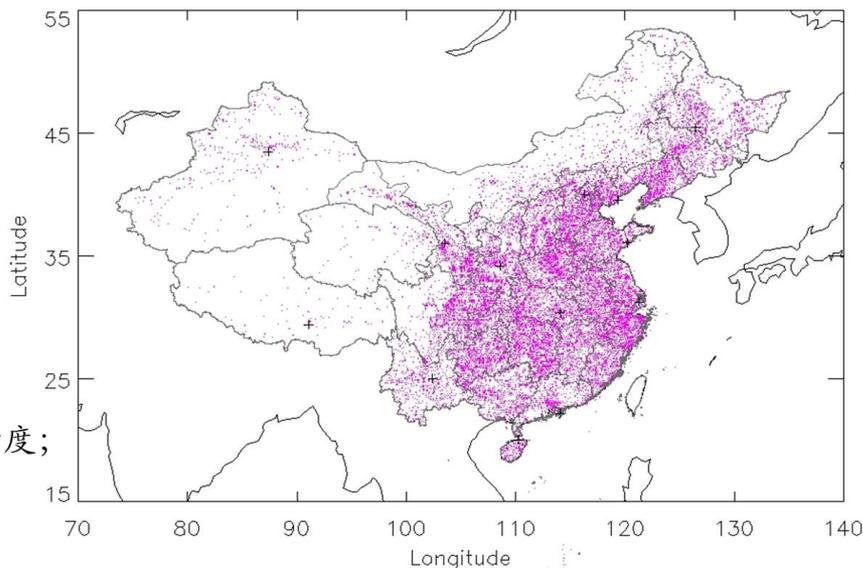


# 1. FY-4 降水率 (QPE) 产品算法概要

## 资料和方法

截止目前有约6万个自动雨量站

- 现有资料
  - 风云卫星光学观测: 30min/4km;
  - 多源卫星微波降水产品;
  - 地面加密雨量计资料: ~6万个;
- QPE方法: 多源资料融合
  - **方法:** 概率密度匹配方法与统计方法相结合;
  - 利用**极轨卫星微波降水**提高我国西部和周边洋面的精度;
  - 利用**地面加密雨量计**提高陆面的精度。

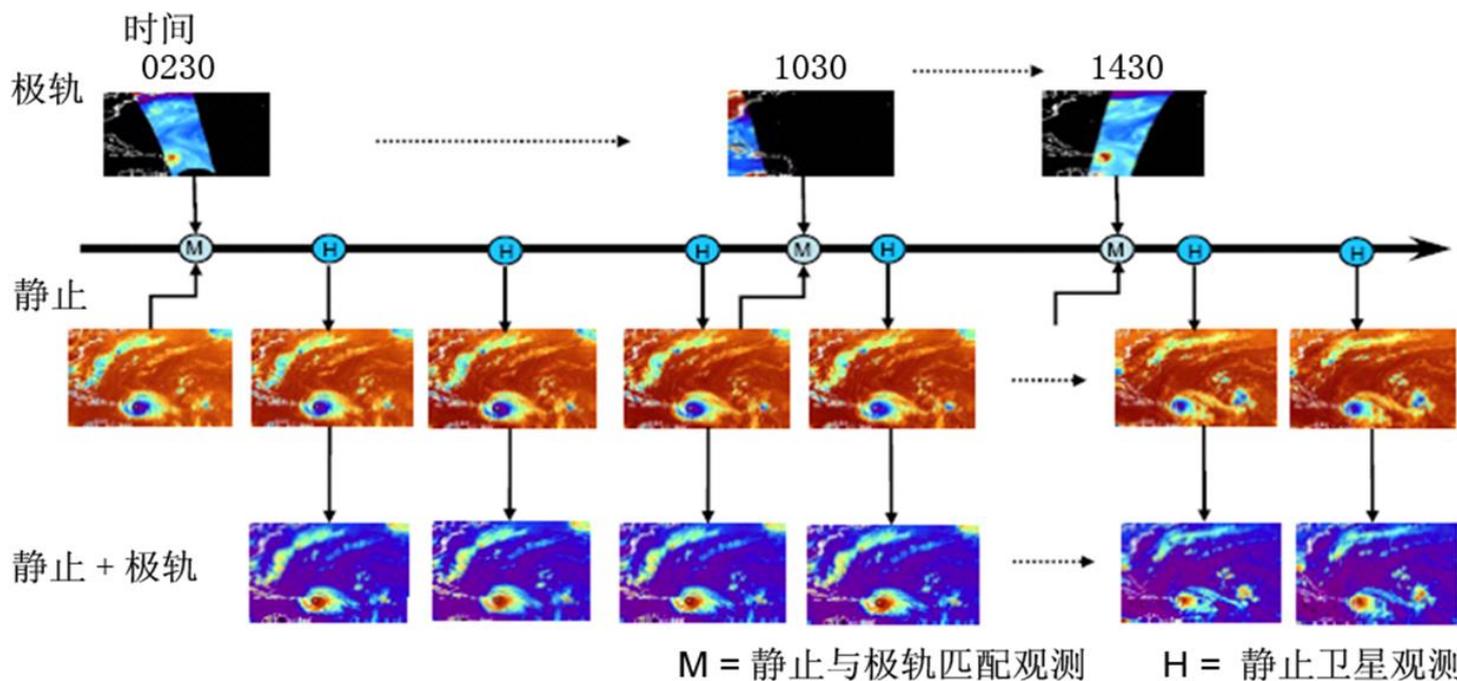


采用多源融合的方法，离线生成算法所需的阈值和降水估计系数，并与地面雨量计资料进行融合。

离线参数：根据历史数据在旬/月的基础上进行更新；

# 红外和微波降水融合

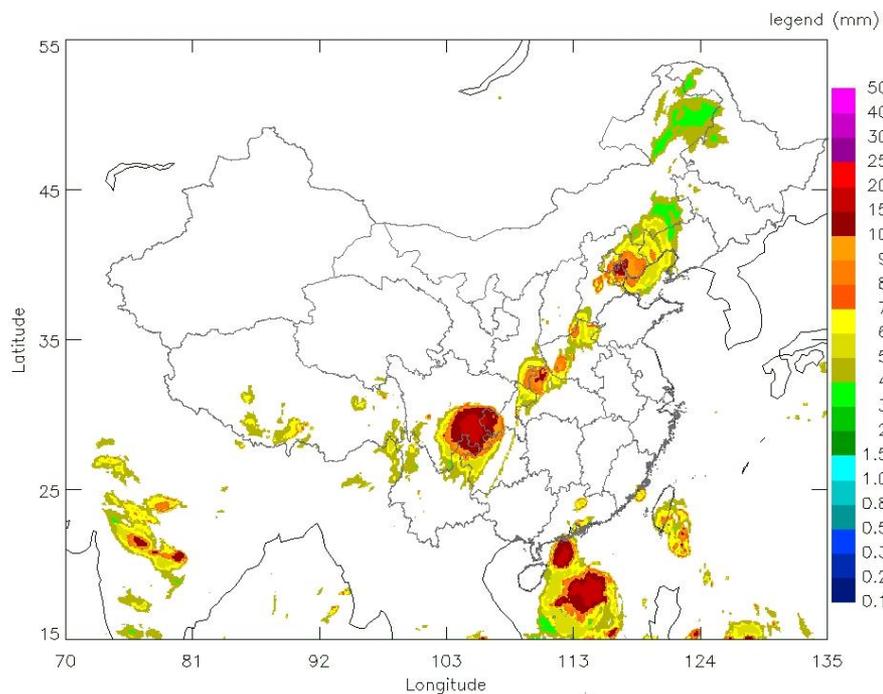
微波：



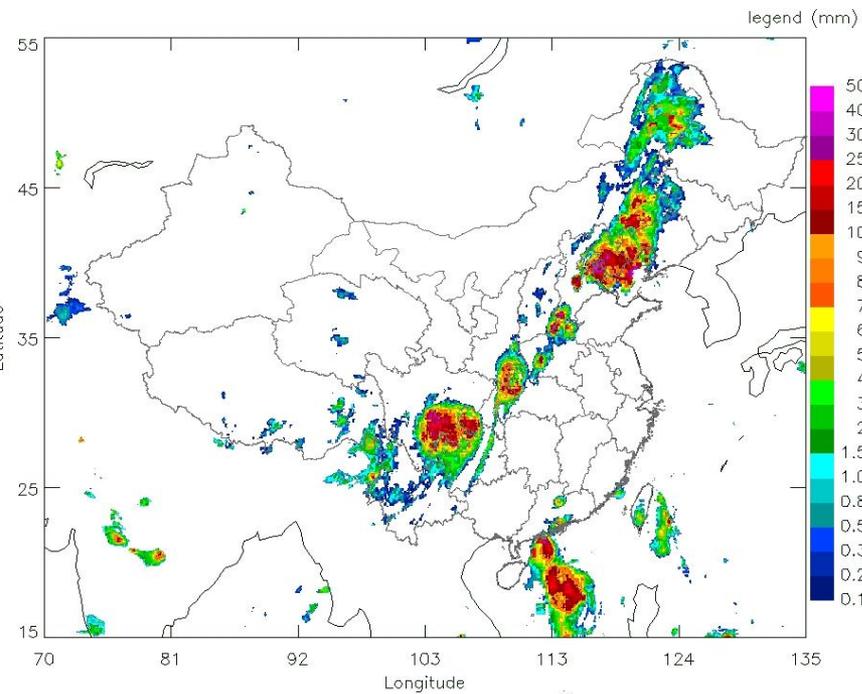
资料间一致性研究：视差、角度订正→数据间时空匹配→概率密度匹配  
极轨卫星微波降水之间、静止卫星红外资料之间

from Turk

# 卫星估计小时降水得到了改进

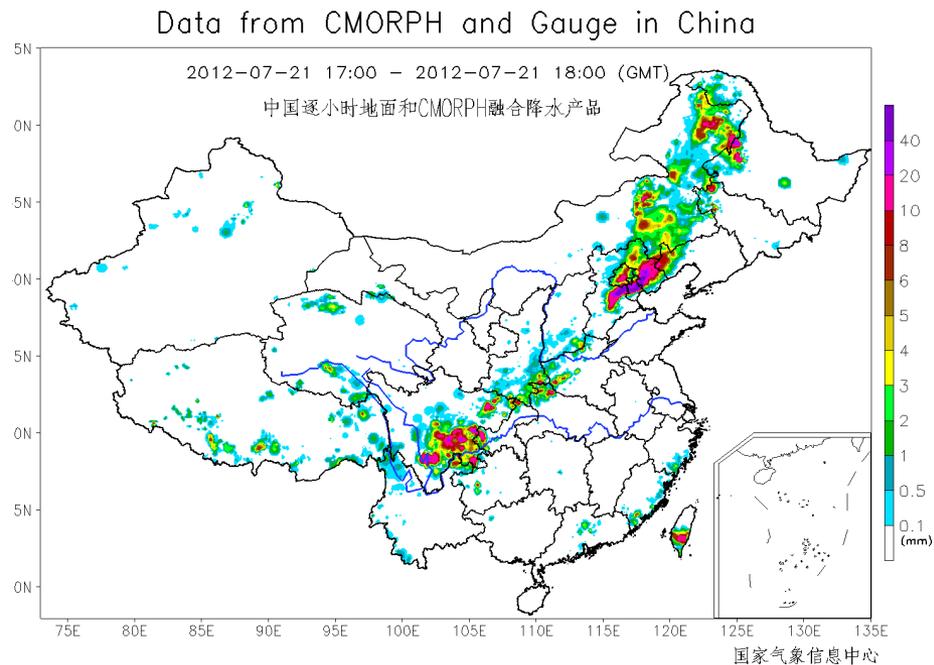
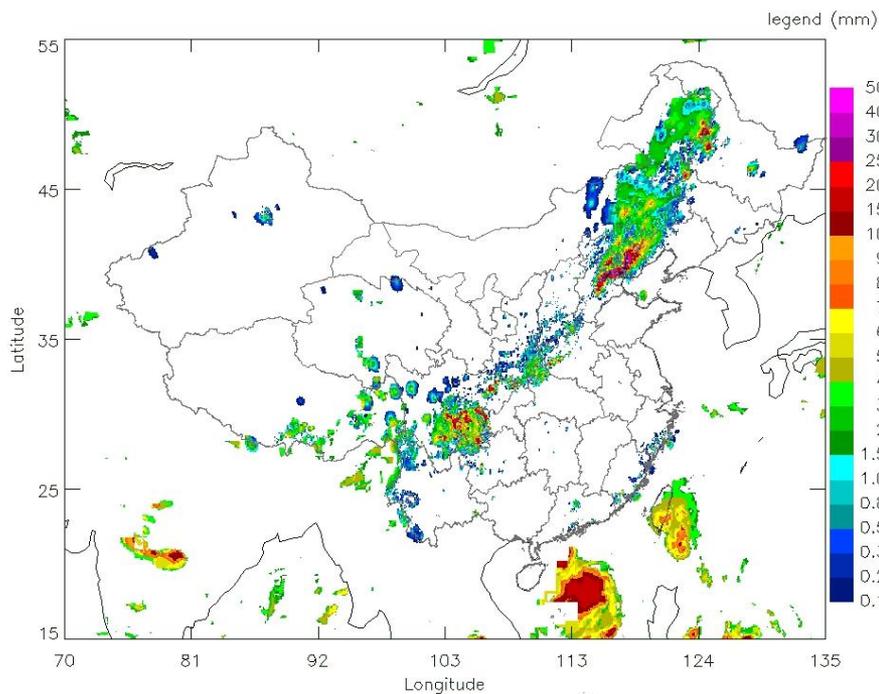


改进前



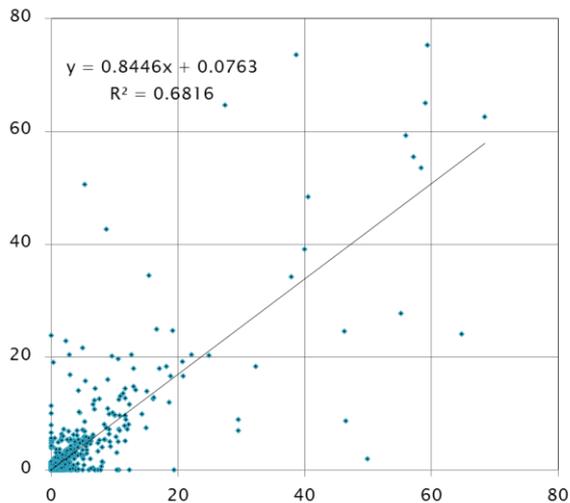
改进后

# 卫星与地面雨量融合小时降水得到了改进



# 用雨量计对卫星融合降水进行检验

2013.06



平均降水

协方差  
偏差

提取出了10%的雨量计，未用于降水融合过程。  
时间：2012.7.21 17-18UTC  
二者相关系数：83%

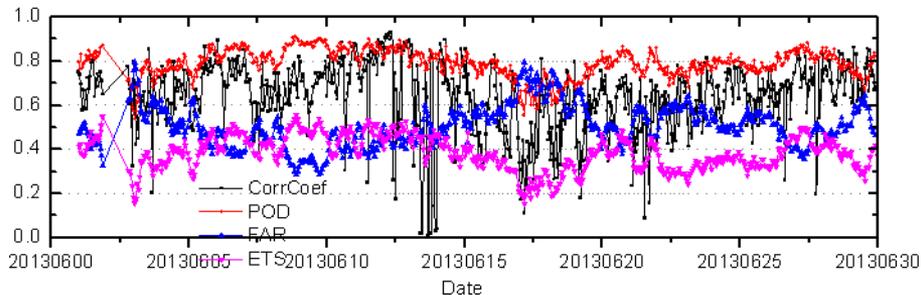
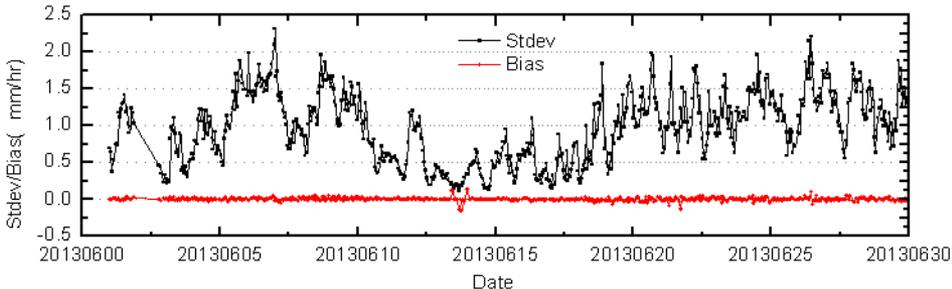
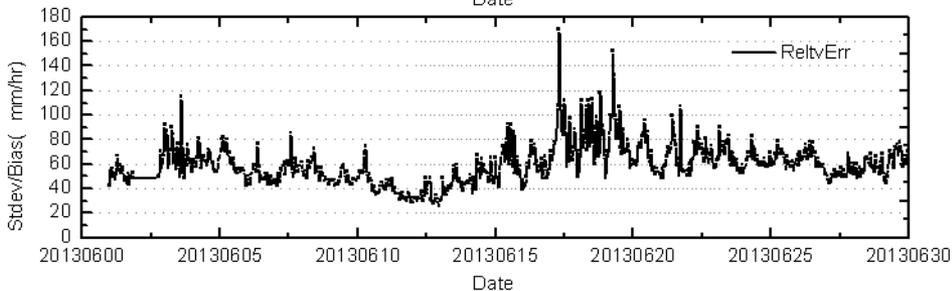
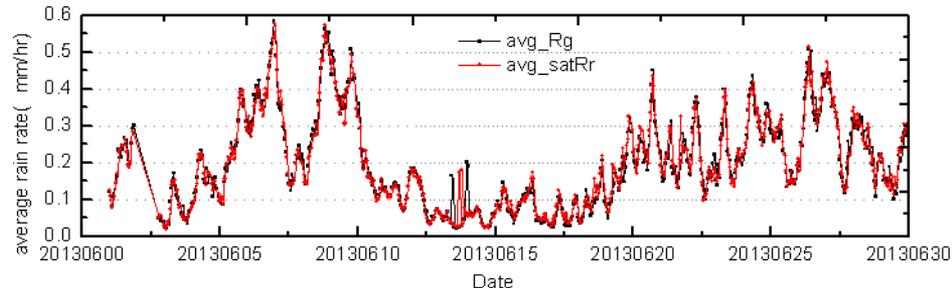
相对误差

相关系数

POD

FAR

ETS

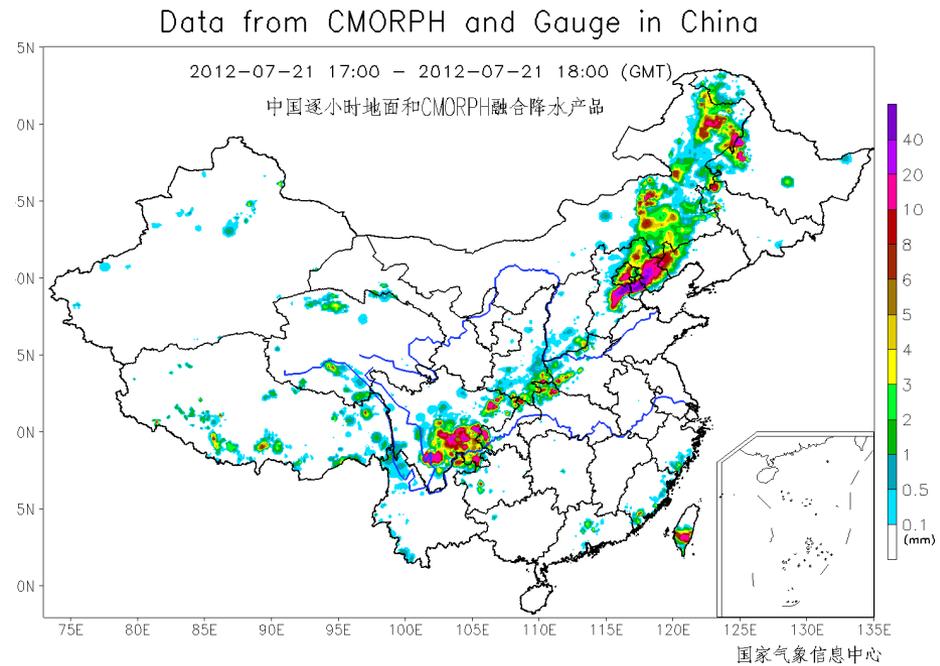
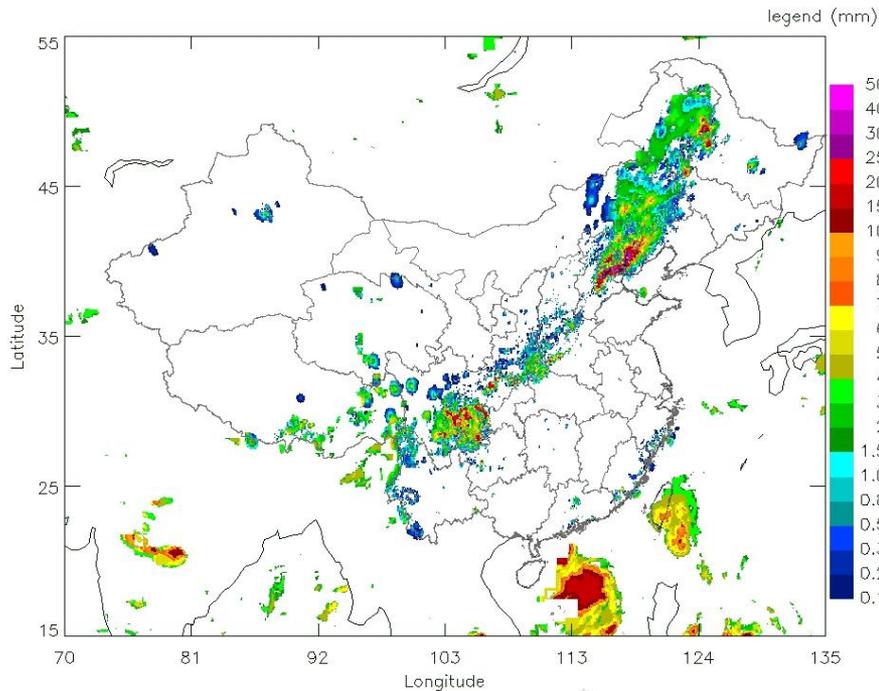


卫星中心: FY-2E + Raingauge

**VS.**

信息中心: CMORPH + Raingauge

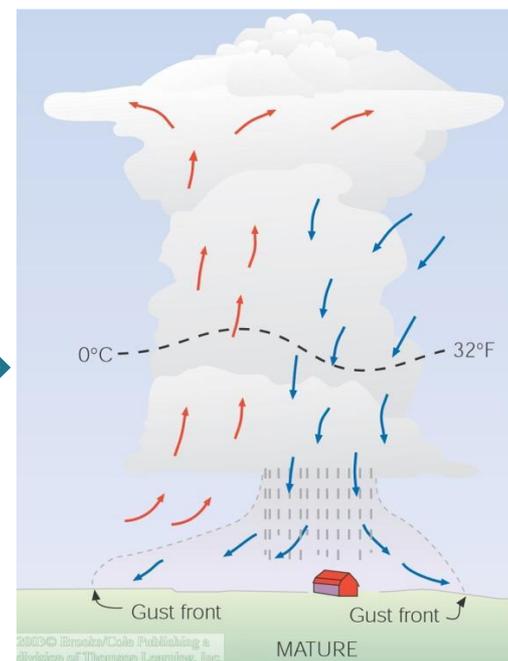
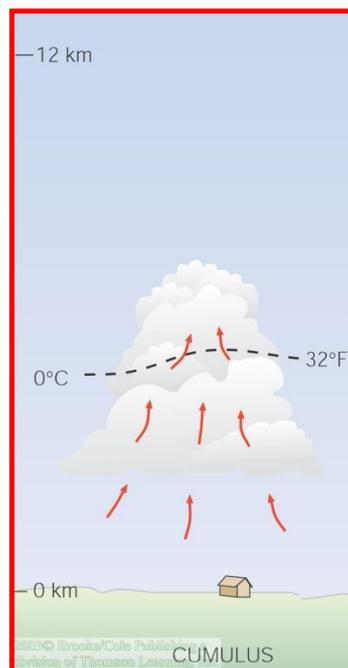
(时间: 2012.7.21 17-18UTC)



## 2. FY-4初生对流/活跃对流产品

- FY-4发展对流产品（Developing Convection, 简称DC）主要利用成像仪L1级多光谱数据，监测由于对流而快速抬升的云顶（快速降温，云体厚度和相态变化），据此判识出活跃的对流及其可能发生的地点。其中，convective initiation（CI）判识对应雷达>35dBZ的回波区域。

- 强上升气流→云粒子**上升很快**，云顶温度**下降快**，云厚度**变厚**，云相态**改变**。对流发展，捕捉强上升气流信号是关键。
- 对流发展初期，云顶降温率有明显跃变。
- 检测云顶降温率等参数变率，可获得DC产品，并利用多光谱判识方法改进判识结果。

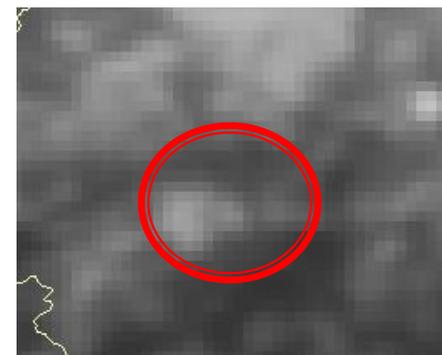
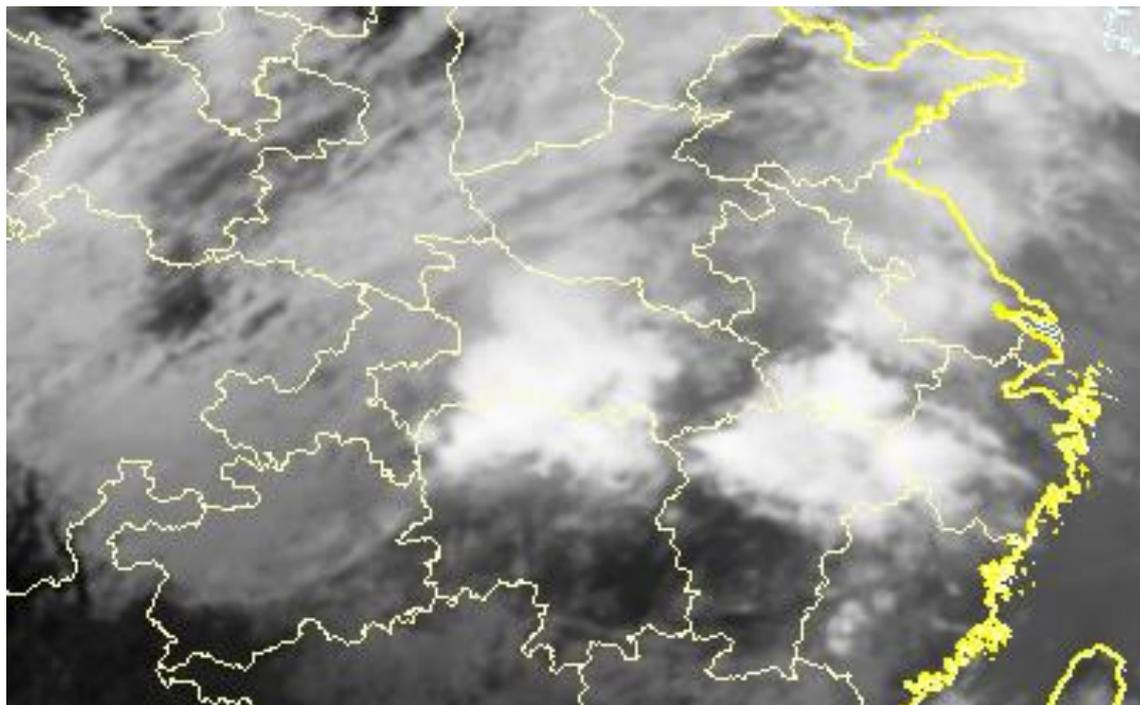


$$DC = CI + DCC$$

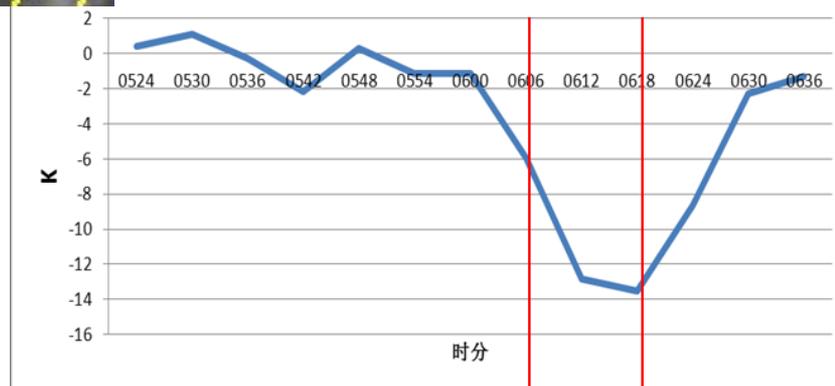
Developing  
Convection

Convective  
Initiation

Developing  
Deep  
Convection



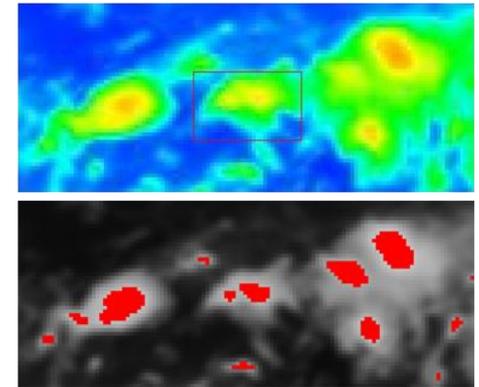
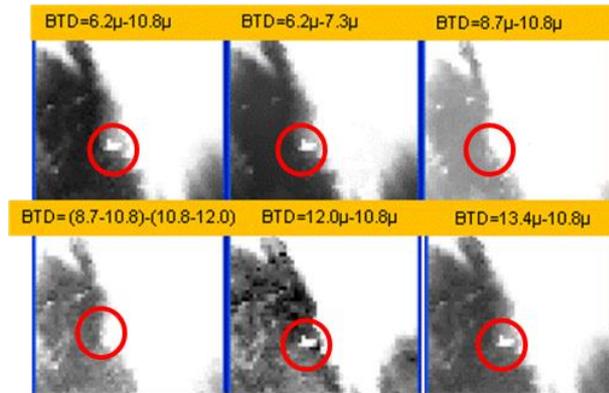
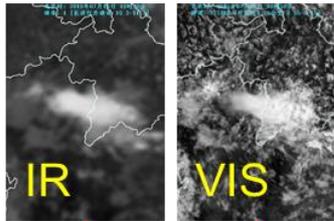
对流初生云顶降温率



# 1. Convective targets Identification

# 2. Multi Targets Trace

# 3. Cloud Top Cooling rate

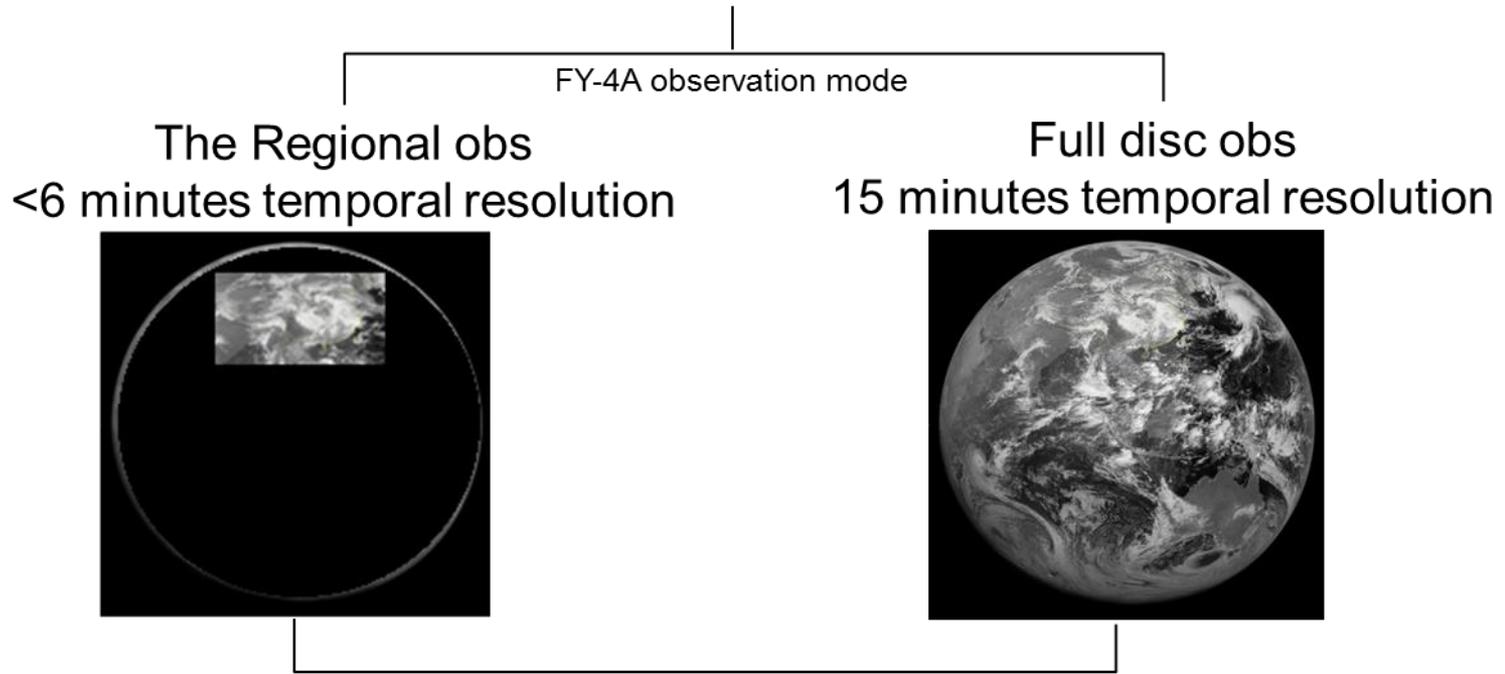


- IR and VIS thresholds

- Multi channel tests

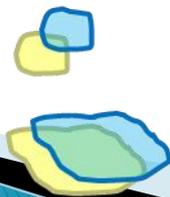
- Water shed method

# Multi Targets Trace

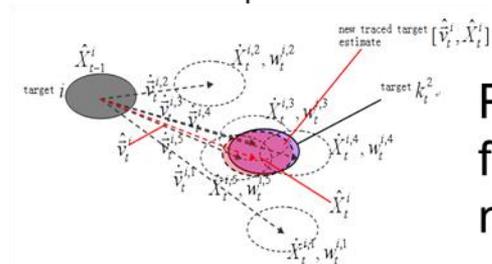


Pyramid\_Lucas Kanade  
optical flow method

Automatic  
tracing  
method



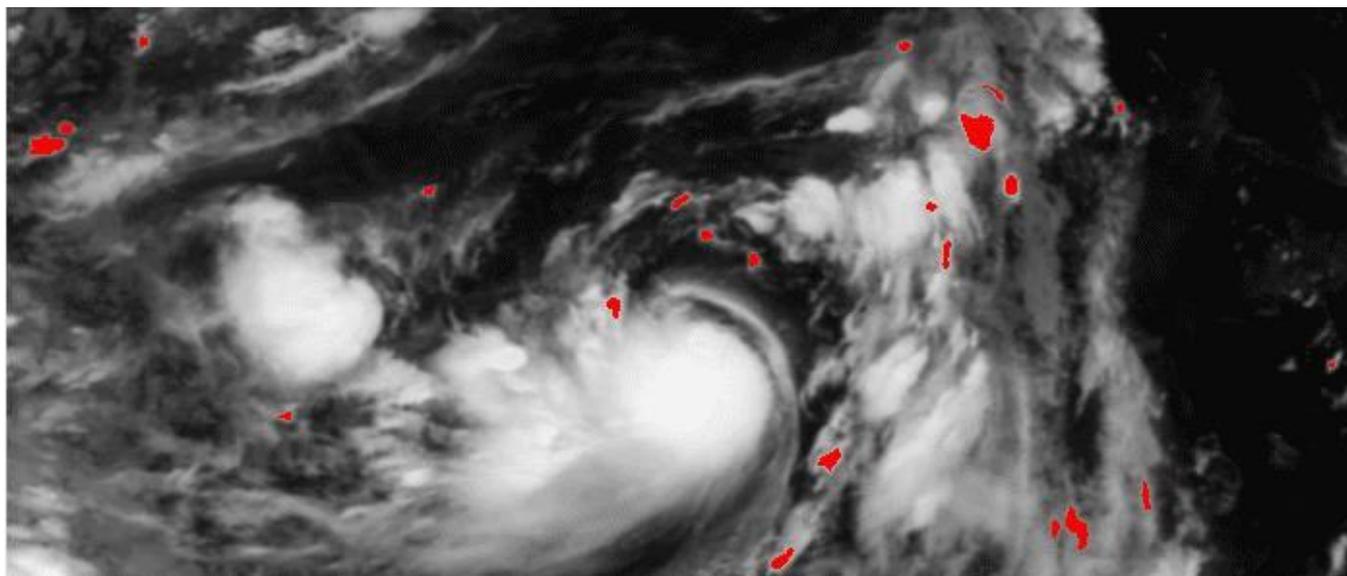
Overlap  
method



Partial  
filter  
method

# 使用FY-2F 6min快速扫描资料降级处理的结果

1912-2354UTC, 20130801



多光谱判识test3内容:

- ❑ CTC < -2.0 K/6min
- ❑ 10.8 $\mu$ m-12.0 $\mu$ m
- ❑ 10.8 $\mu$ m-6.9 $\mu$ m

Channel	Bands ( $\mu$ m )	Used
VIS	0.55-0.90	
IR1	10.3-11.3	✓
IR2	11.5 - 12.5	✓
WV	6.3-7.6	✓
IR4	3.5 -4.0	

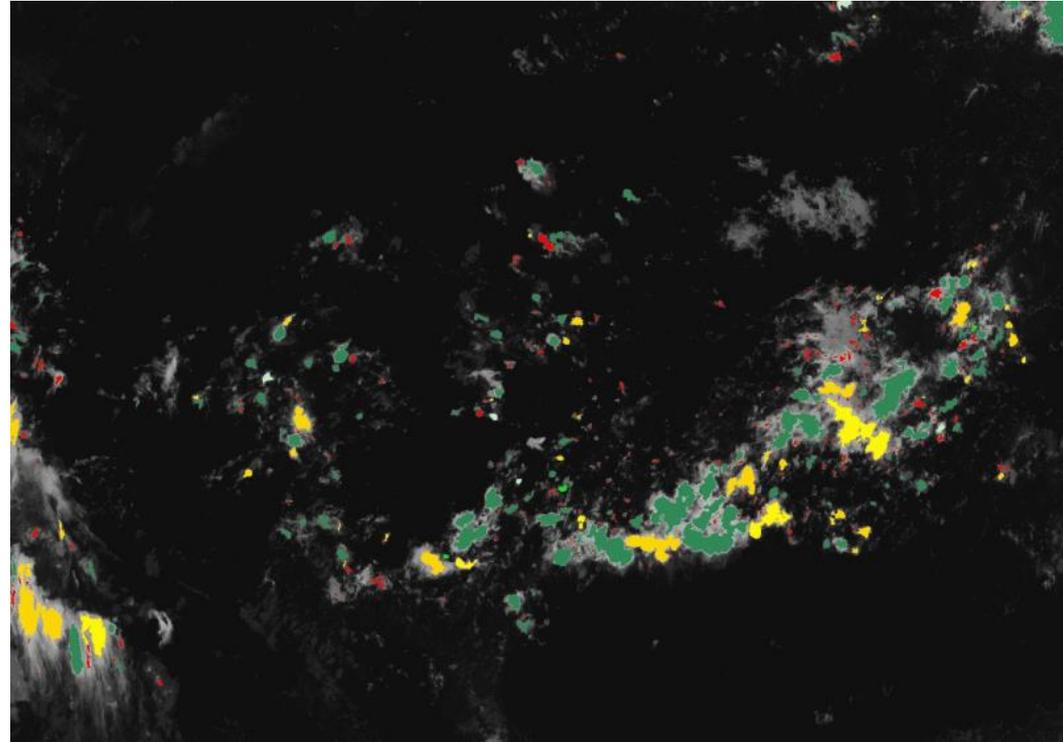
	所有 个数	HIT	MISS	FALSE	POD	FAR	CSI
CI	311	260	51	67	0.83	0.20	0.69

# Test by Using Himawari-8 AHI Data

## Bands for Himawari-8 AHI

Spectral Band	Wavelength [μm]	Spatial Resolution/Quantization
1	0.47	1 km/11 bit
2	0.51	1 km/11 bit
3	0.64	0.5 km/11 bit
4	0.86	1 km/11 bit
5	1.6	2 km/11 bit
6	2.3	2 km/11 bit
7	3.9	2 km/14 bit
8	6.2	2 km/11 bit
9	6.9	2 km/11 bit
10	7.3	2 km/12 bit
11	8.6	2 km/12 bit
12	9.6	2 km/12 bit
13	10.4	2 km/12 bit
14	11.2	2 km/12 bit
15	12.4	2 km/12 bit
16	13.3 (CO <sub>2</sub> )	2 km/11 bit

10min



### 3. 对流层顶折叠检测 (TFTP) 产品

基于卫星和数值预报资料，结合位涡和高空急流，进行对流层顶折叠强度识别。

输入数据：

MSG、FY2E或FY4模拟数据

所用的成像仪通道：

通道8 (SEVIRI) 通道3 (VISSR)，通道9 (AGRI)

依赖的辅助数据：

NWP：温度、气压高度、对流层顶温度（如果有）、风场

FY导风资料

产品：

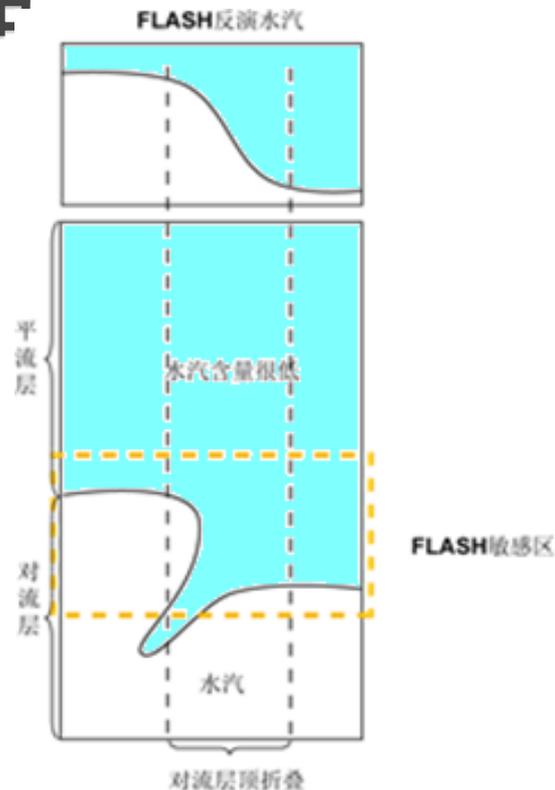
对流层顶折叠分布

对流层顶折叠下边界

对流层顶折叠上边界

危险飞行方向#1

危险飞行方向#2

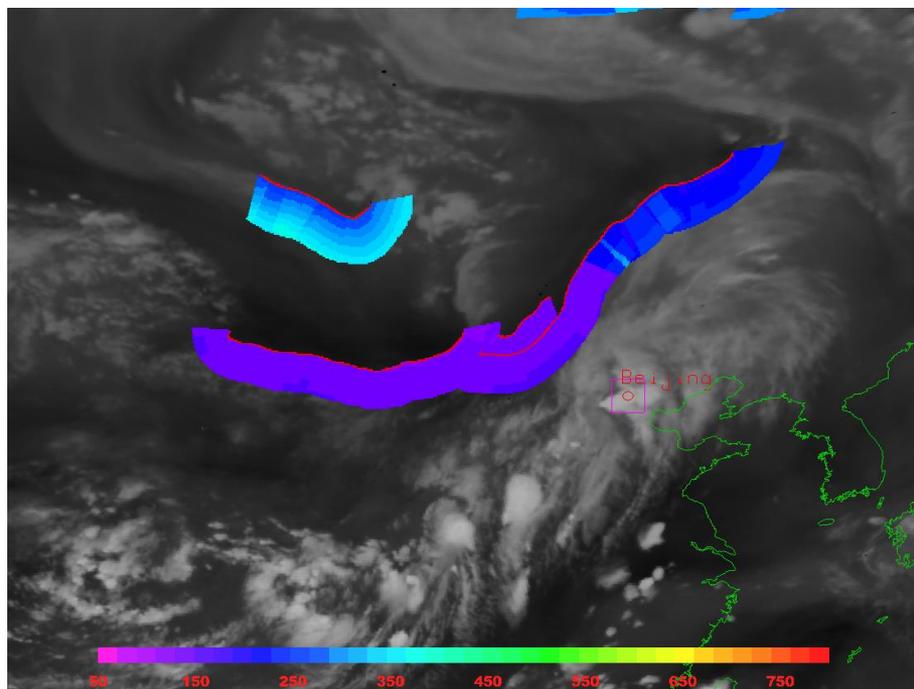


- Step1: 对流层上部平均比湿反演；
- Step2: 干湿区分割及滤波；
- Step3: 对流层顶折叠边界提取（初猜）
- Step4: 对流层顶折叠边界优化调整；
- Step5: 对流层顶折叠区高度指定；
- Step6: 危险飞行方向计算；

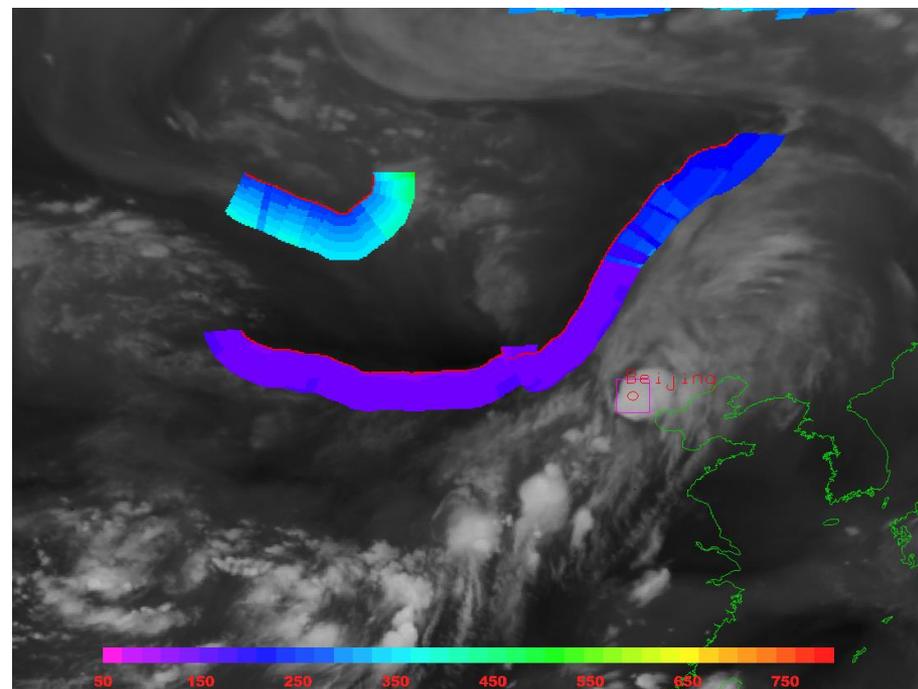
# 算法初步结果及检验

代理数据I: FY2E通道3数据

测试个例: 2012年7月21日北京特大暴雨

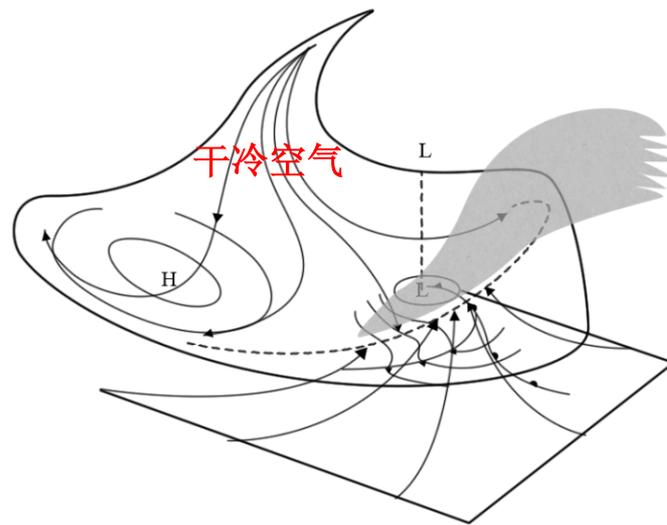


2012年7月21日10UTC

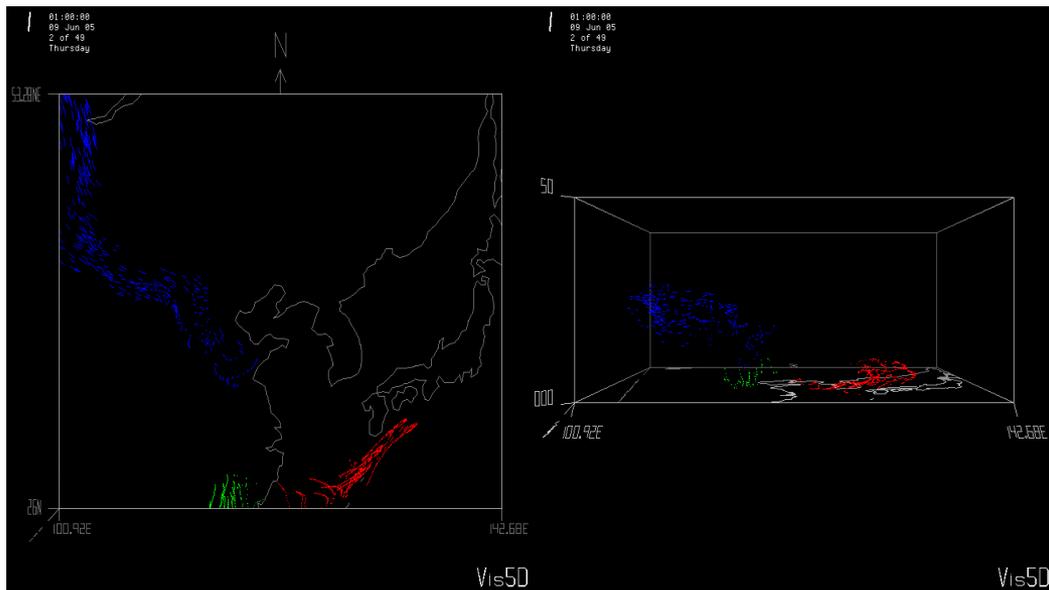


2012年7月21日12UTC

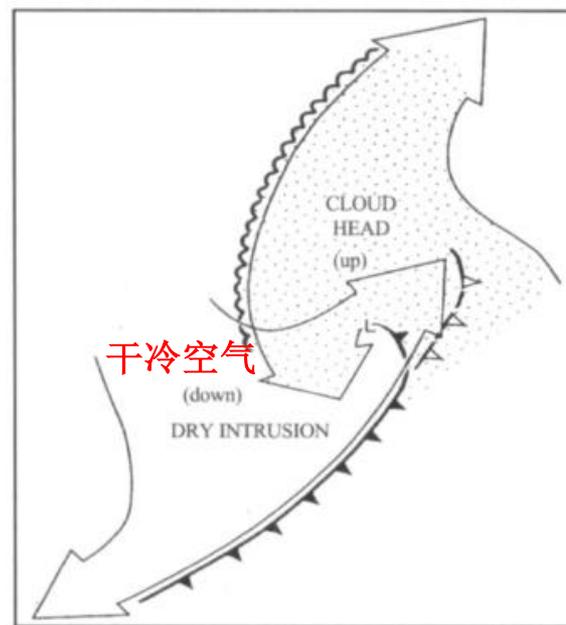
对流层顶折叠（干侵入）：源于平流层下层和对流层上层（简称“**UTLS**”）下沉至对流层中低层的高位涡、低温、低湿的空气。



等熵面上干侵入气流从对流层顶折叠附近扇状下沉至地面冷锋的三维流场结构图(Danielsen 1964)



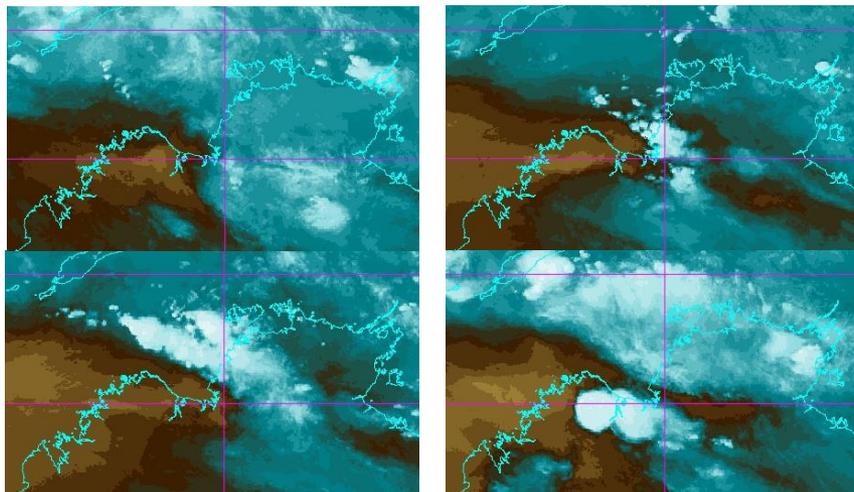
2006年5月24日江淮流域强降水过程中气流轨迹分析结果



气旋中心附近干侵入和湿气流之间关系的理想概念模型(Browning 1997)

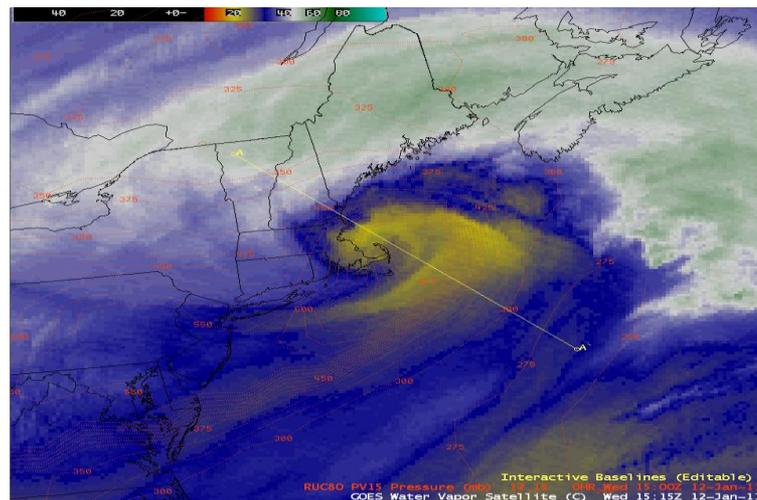
- 常出现在垂直切变很大，水平温度梯度大的地区（高空急流、锋区）；
- 在卫星水汽云图上，表现为所谓的“干裂缝”（或称暗区）。
- 是一个准守恒的结构，可以通过追踪它在水汽图像上的位置预报气旋爆发和强对流的产生。

干侵入激发对流例子：



2005年11月19-20日MTSAT时间序列水汽图像

干侵入促进气旋发展例子：



GOES水汽图像

Geraint Vaughan  
 ” Influence of tropopause-level  
 disturbances on convection”

# 个例I: 2012年7月21日北京特大暴雨天气过程

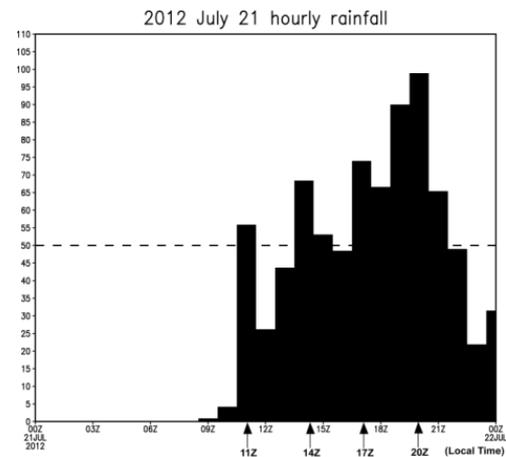
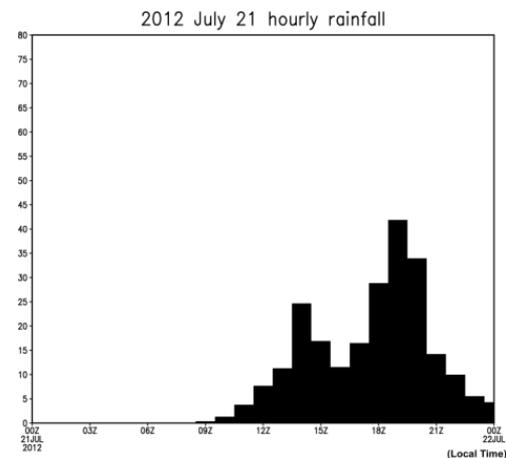
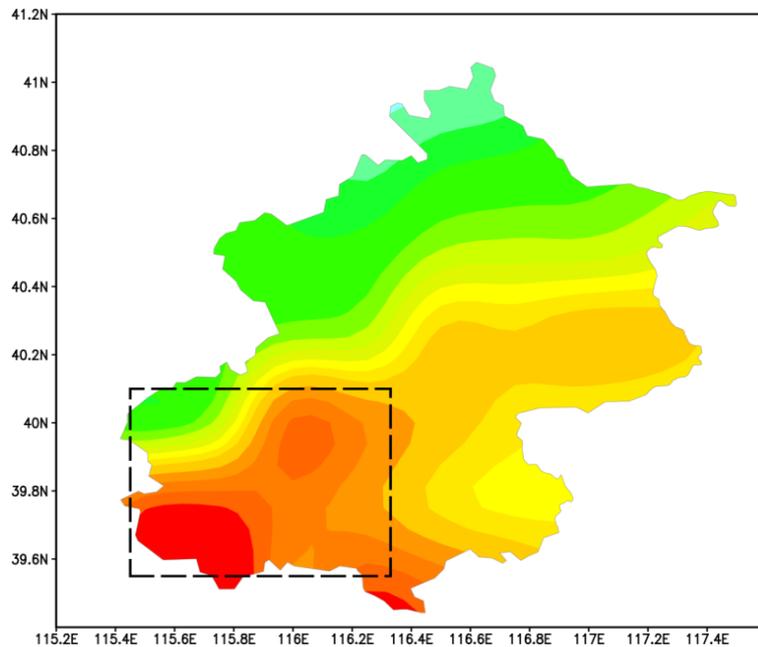
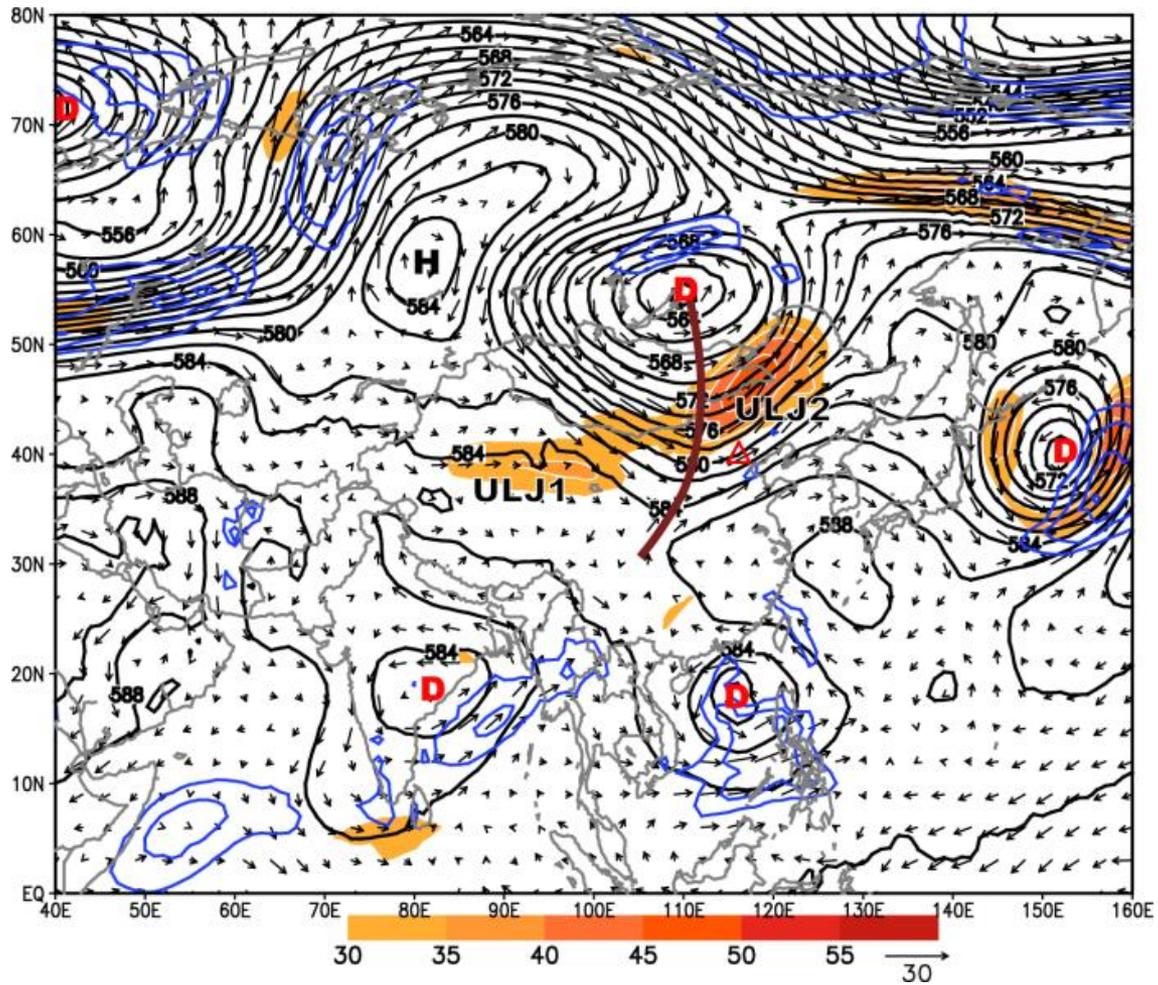
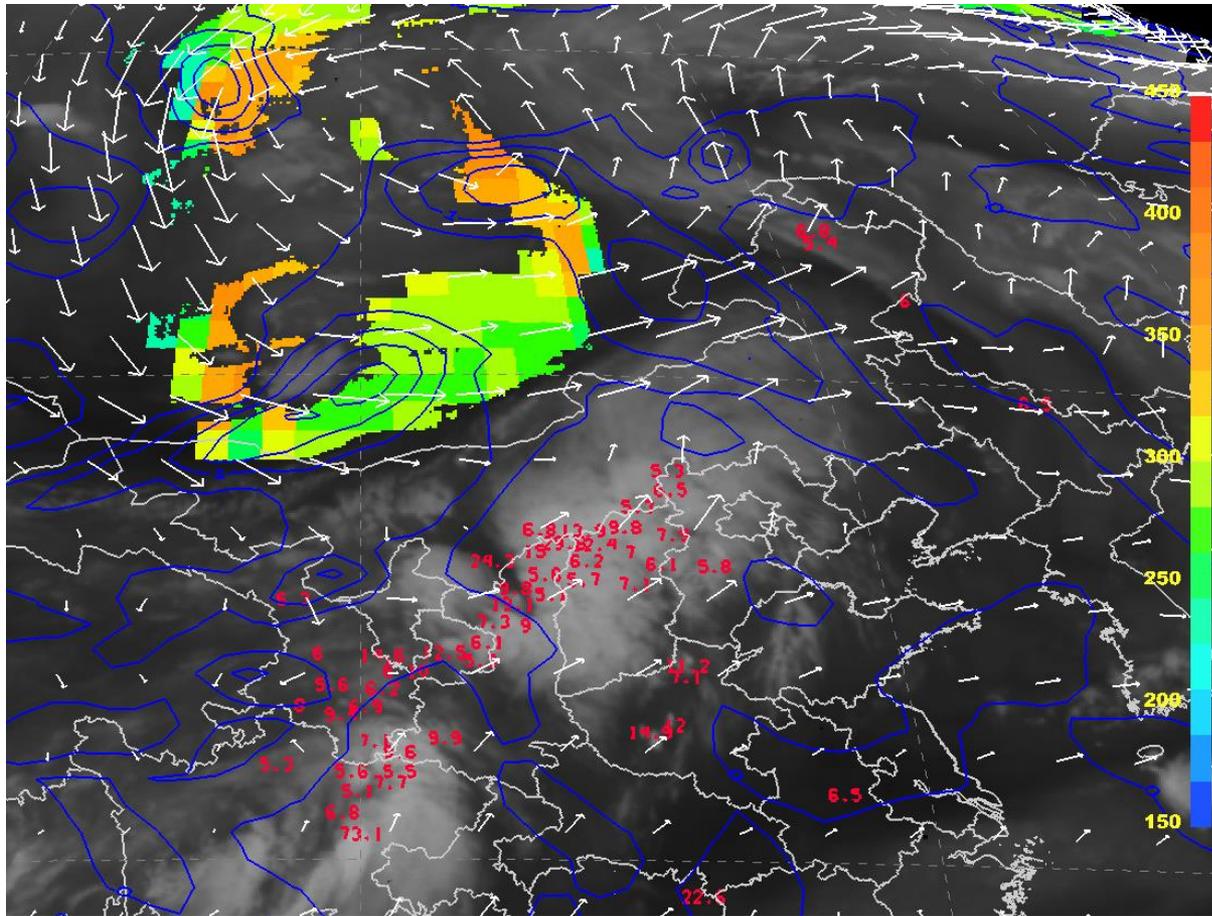


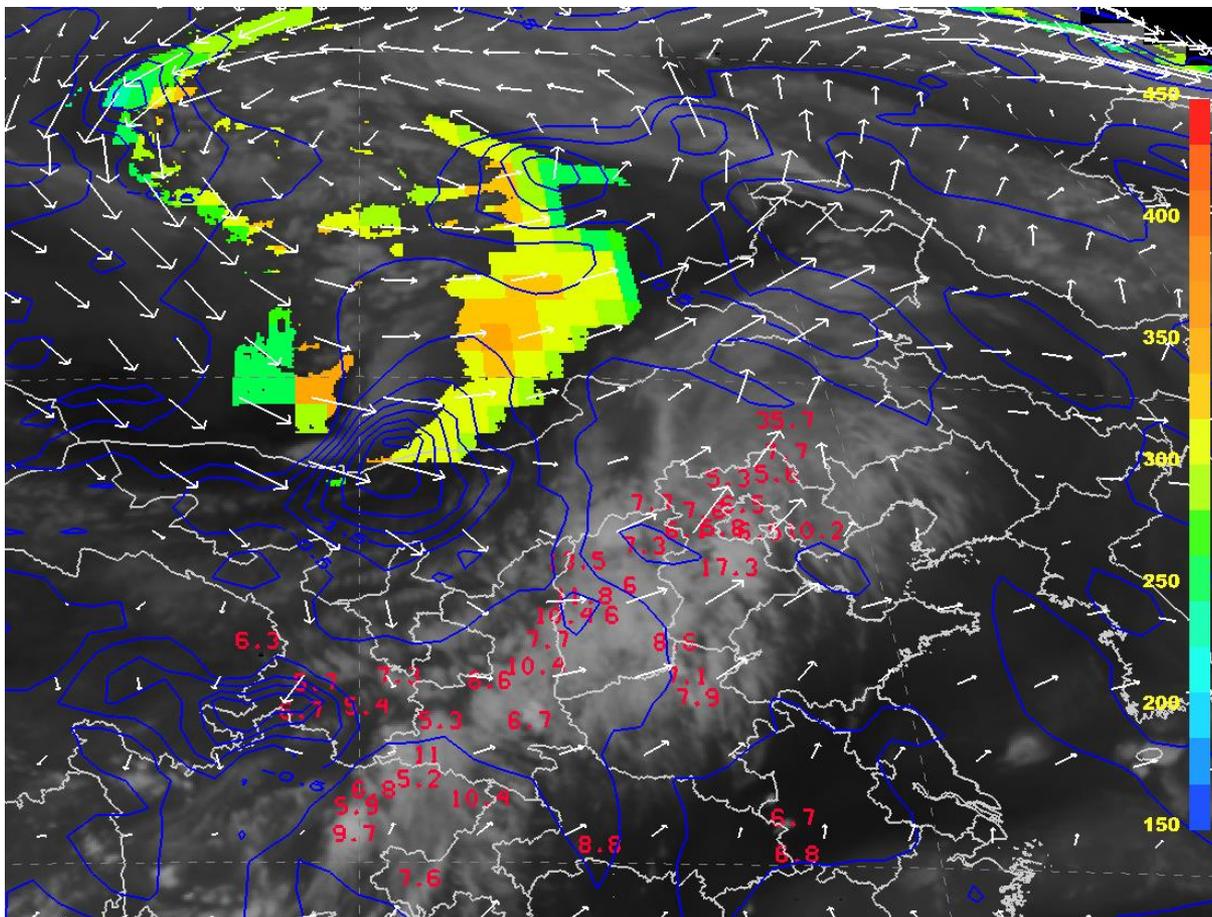
图. 2012年7月21日降水量图 a) 21日08时-22日08时北京地区面雨量分布图 (单位: mm); b) 21日00时-22日00时图1a中黑色虚线框内平均小时雨量 (单位:mm); c) 黑色虚线框内最大小时雨量 (单位: mm) (时间同图b) (资料来源: 地面观测)



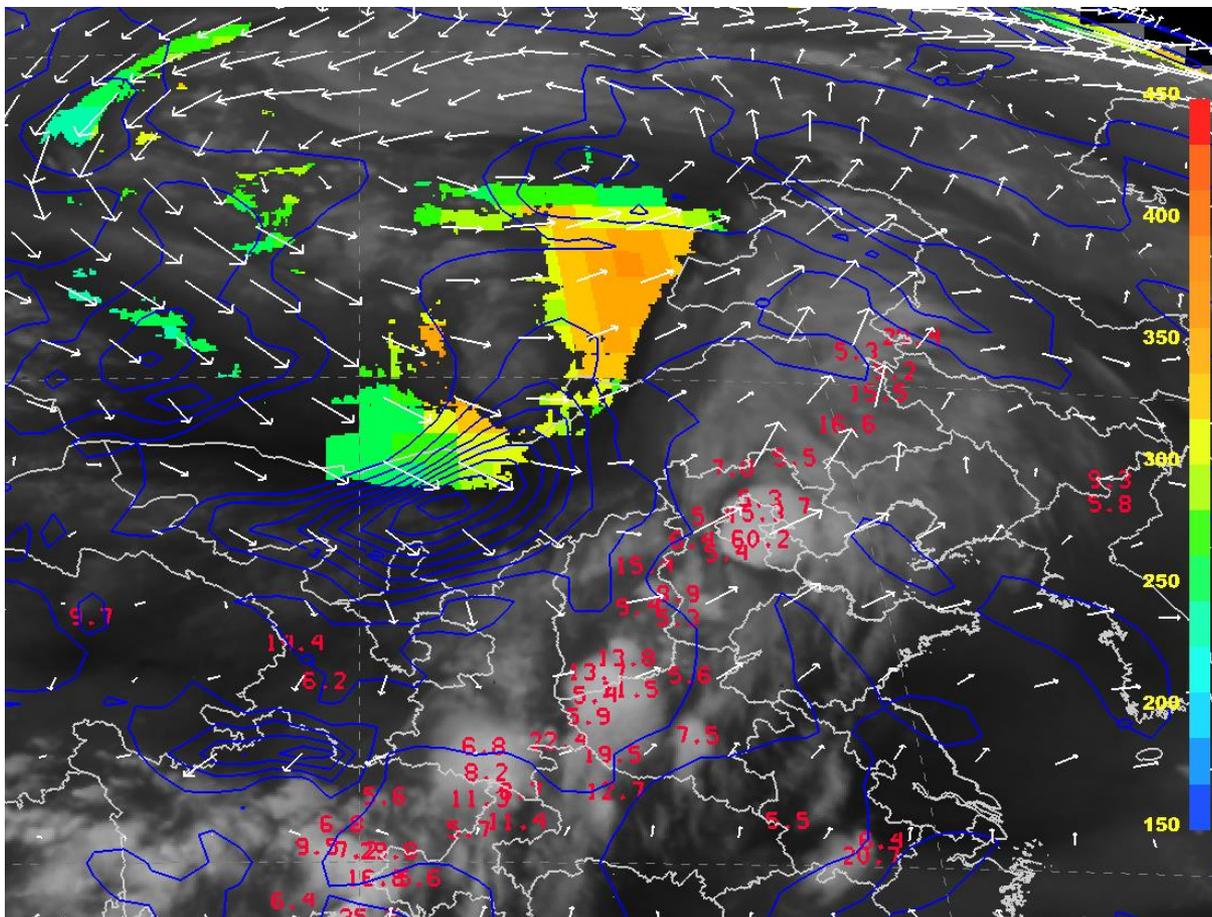
7月21日00UTC-22日00UTC 500hPa平均高度场（黑色粗实线、H表示高压、D表示低压）及风场（箭头）、200hPaULJ（填色）、850hPaLLJ（风速>12m/s，蓝色粗实线）合成图



2012年7月21日08时 干侵入检测结果（彩色填色）叠加WV云图、320K冷平流及风场、以及实况观测小时雨量



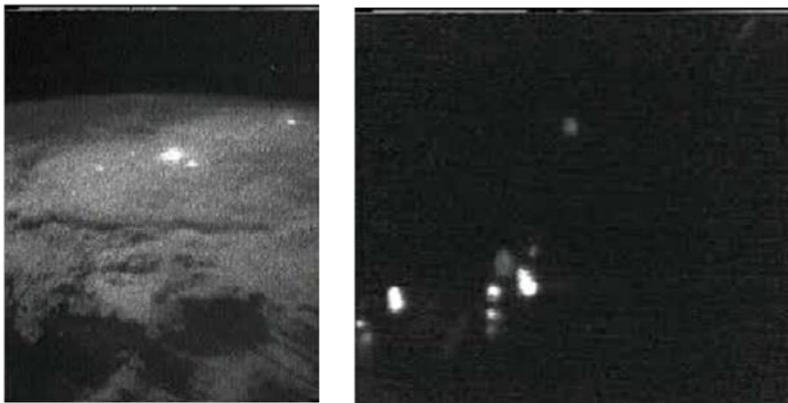
2012年7月21日14时 干侵入检测结果（彩色填色）叠加WV云图、320K冷平流及风场、以及实况观测小时雨量



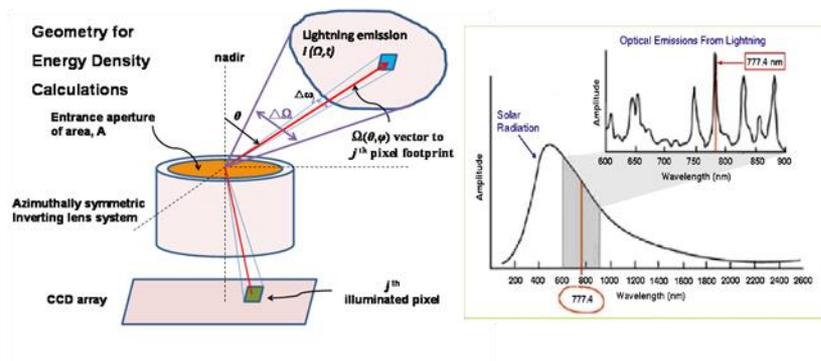
2012年7月21日20时 干侵入检测结果（彩色填色）叠加WV云图、320K冷平流及风场、以及实况观测小时雨量



# 4. 闪电成像仪产品 (GLI)



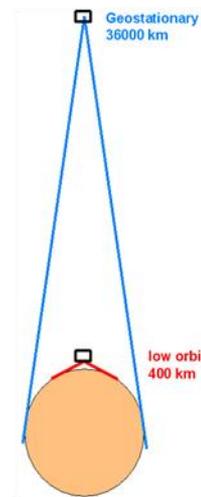
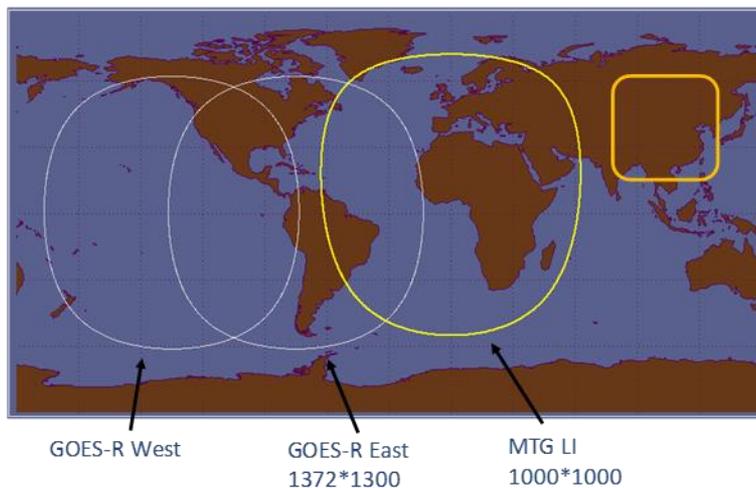
航天飞机拍摄的闪电



GLM ATBD 文档

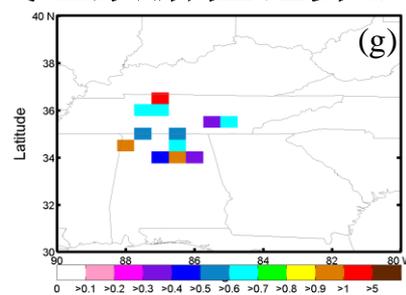
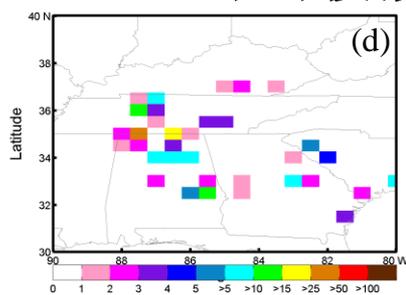
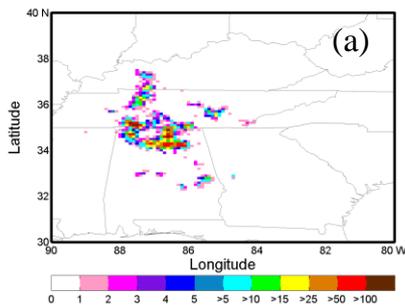


地面拍摄的闪电



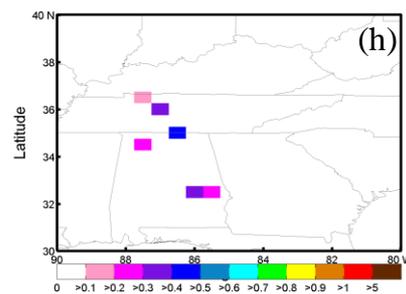
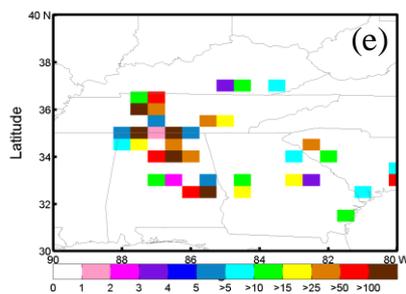
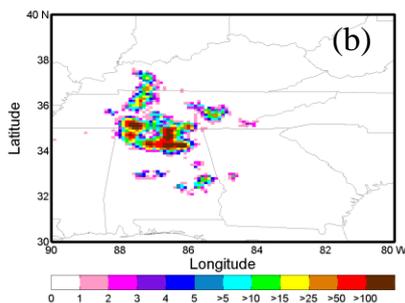
# 20050608 17:00UTC 一小时模拟代理数据检验算法

“闪电”



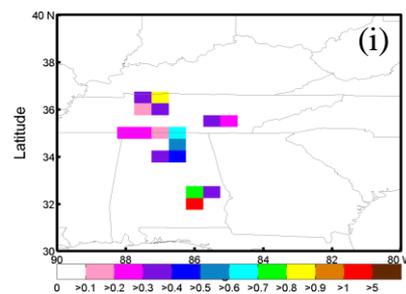
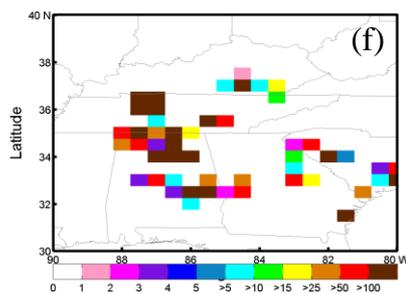
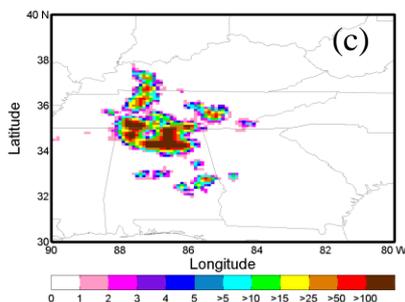
Flashes 140  
LIS 104  
Max 1.1667  
Min 0.3333  
Mean 0.4744

“组”



Groups 236  
LIS 1329  
Max 0.479  
Min 0.0323  
Mean 0.0775

“事件”



Events 5484  
LIS 2196  
Max 1.7  
Min 0.1551  
Mean 0.2575

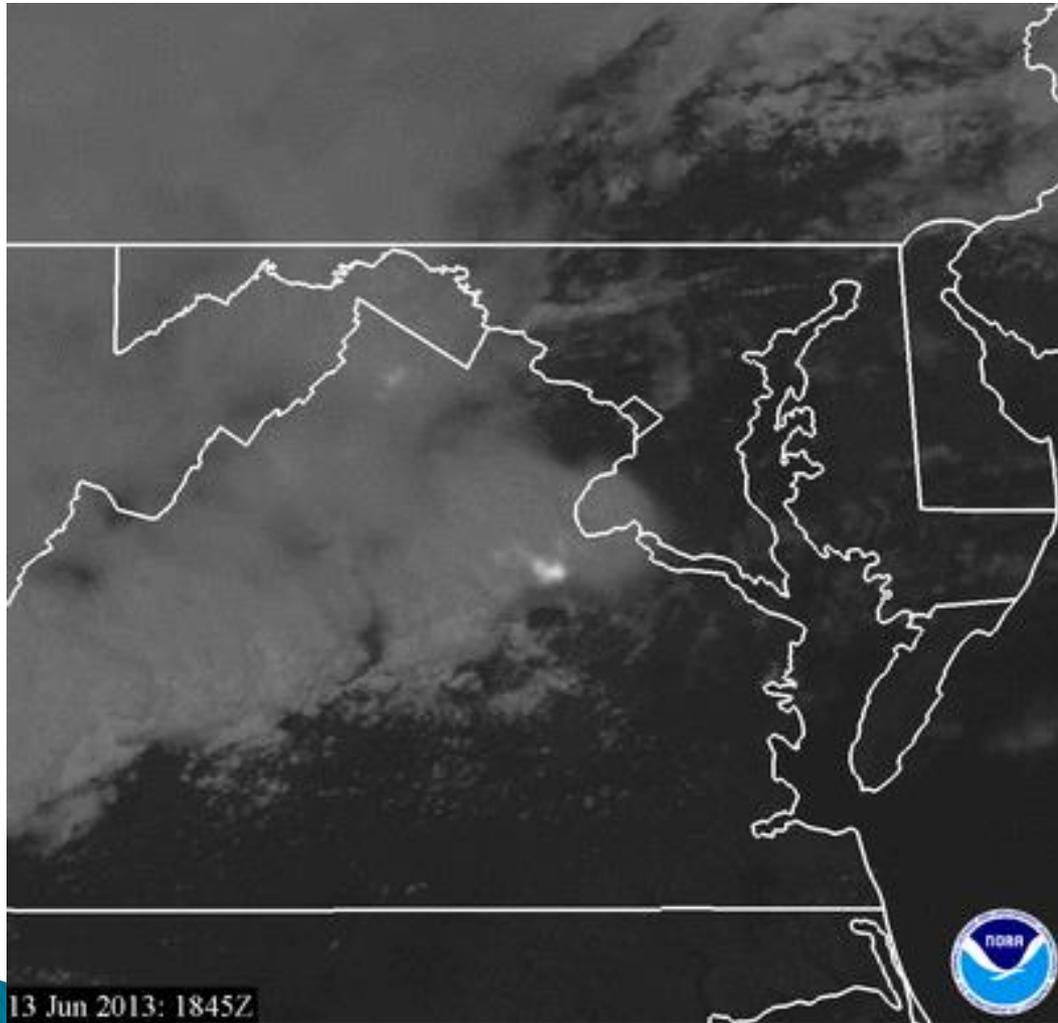
算法输出

LIS

对比结果

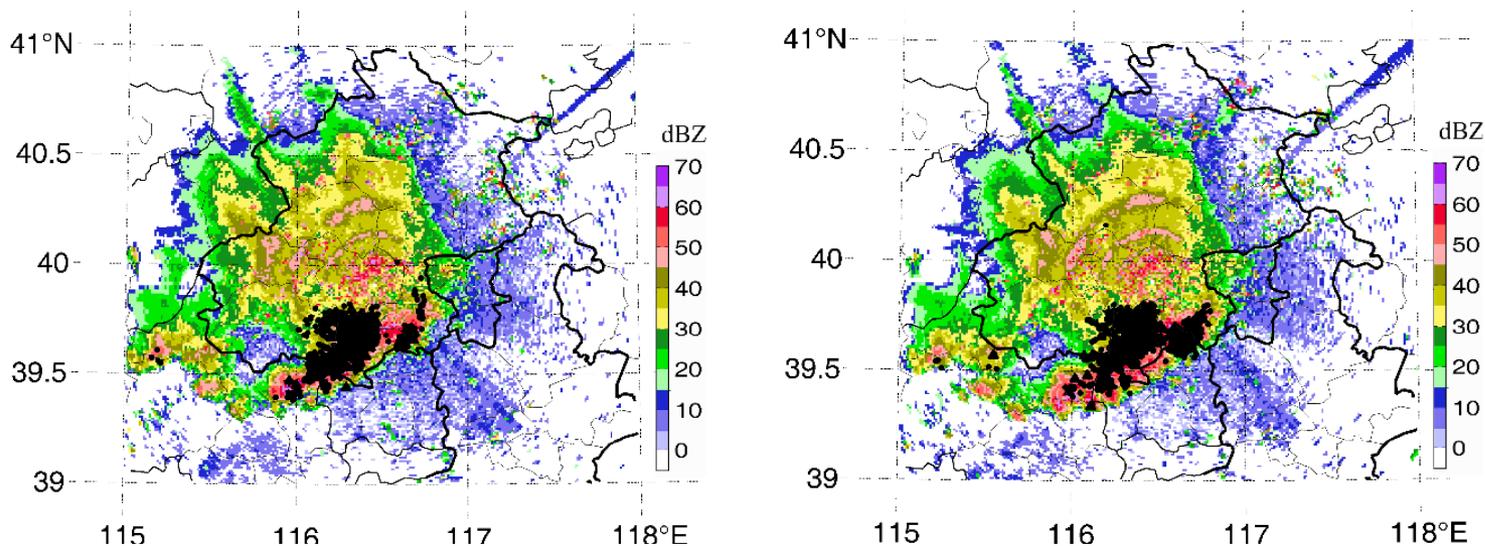
产品包括“事件”、“组”和“闪电”等基本产品，并建立“闪电”、“组”和“事件”之间呈树状结构的从属关系。其中闪电产品对应于真实的一次闪电放电过程，能够提供闪电位置、闪电强度和闪电发生时间等，能够统计出一定时间和空间范围的闪电数

# GLM与ABI模拟



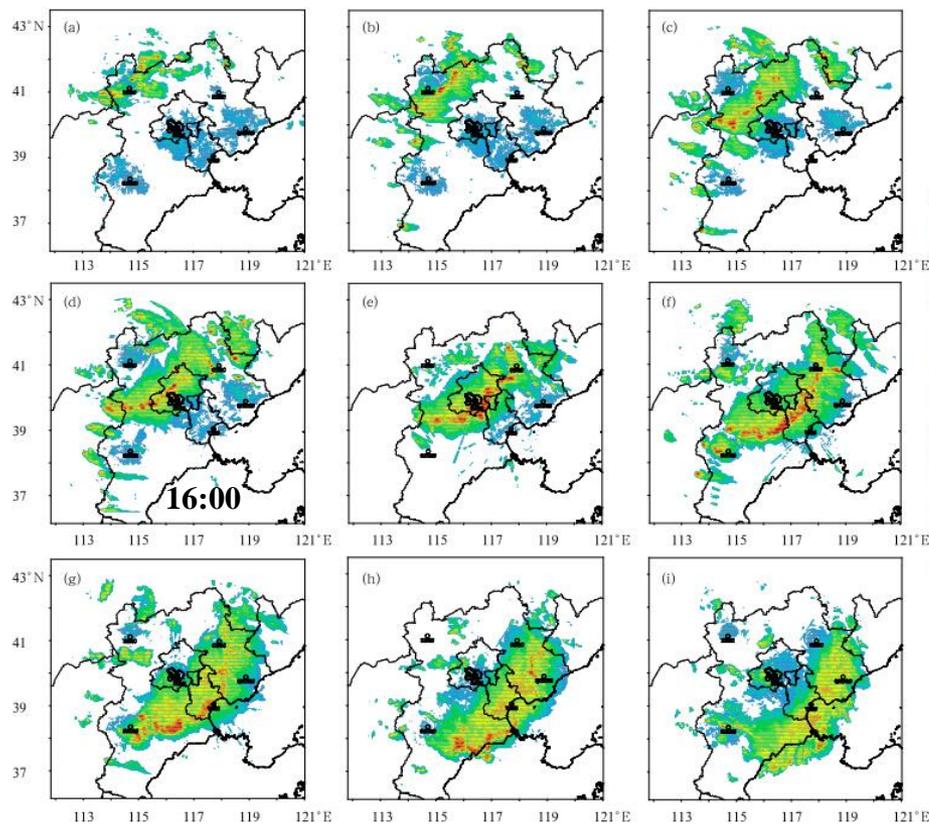
GLM代理数据与ABI动画模拟  
揭示了闪电活动与强风暴的关系  
红线标示了两次龙卷风的轨迹和  
位置  
闪电频数在龙卷风到达前**20分**发  
生明显增加

# 卫星闪电产品在对流预警中的应用

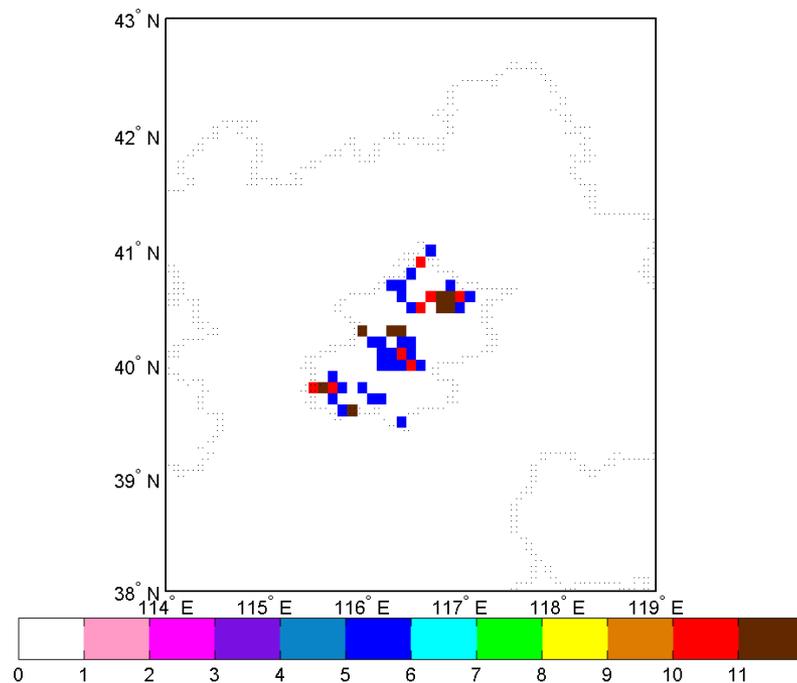


线状 MCS 演化过程显示闪电活动与雷达回波、地面降水有很好的对应关系，闪电密度最大值发生在强对流区域，层云区产生的闪电较少，但大多为正地闪（Liu, 2013）

# 卫星闪电产品在对流预警中的应用



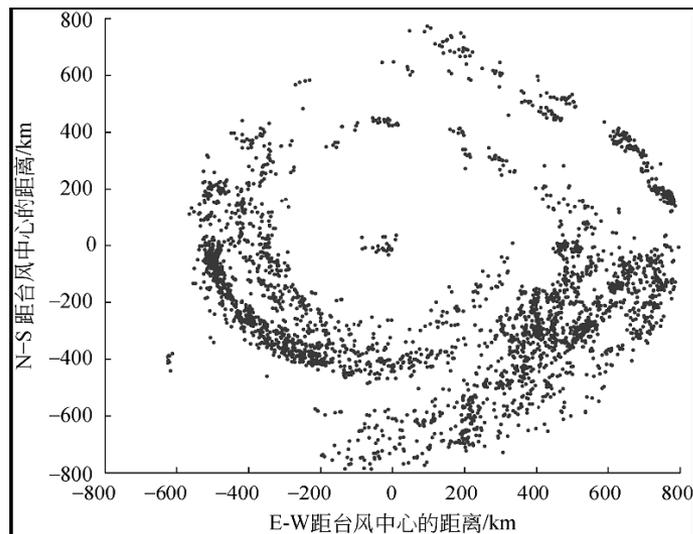
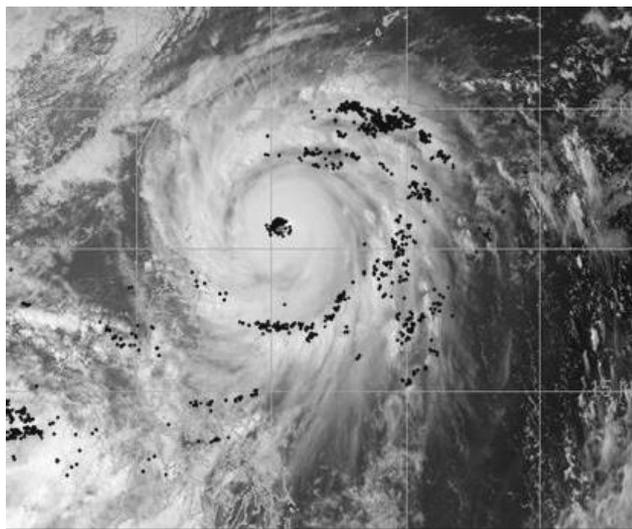
多普勒雷达基本反射率



15:50-16:10 闪电频数分布

华北地区一次飊线过程，在14时，形成一条结构比较完整的飊线，并不断向东南方向移动和发展。17时30分，飊线经过北京到达天津地区

# 卫星闪电产品在台风监测中的应用

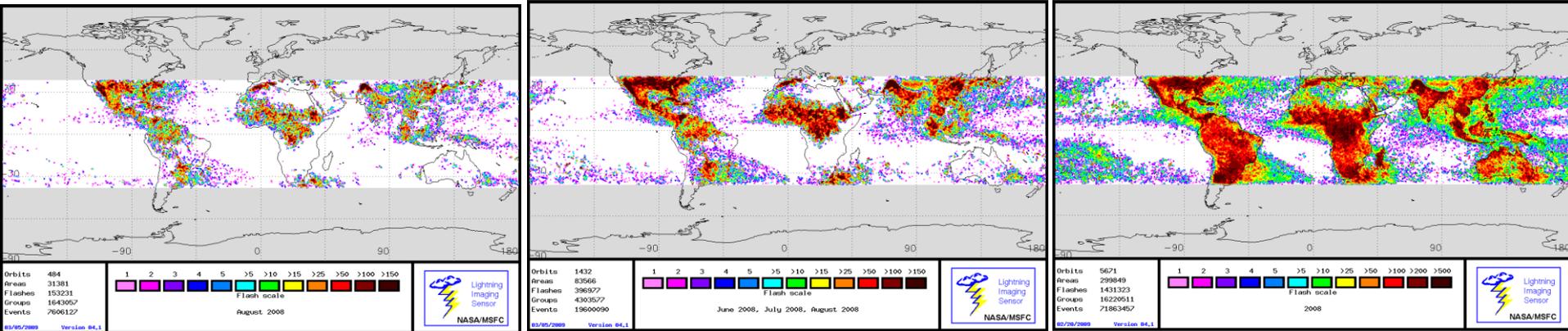


大部分台风阶段的平均闪电密度呈现出明显的三圈分布结构，闪电密度峰值出现在外雨带，平均闪电密度远高于内雨带和眼壁区域，眼壁区域存在一个较小的闪电密集区，内雨带区域闪电密度接近于零，外雨带中的闪电具有不对称分布，主要发生在深厚对流区域

(Pan, 2010)

# 其他卫星闪电探测产品

## TRMM LIS



月平均

季平均

年平均

# FY-4 天气类产品规格

降水产品	定量瞬时降水率实时1小时产品	QPE	AGRI	HDF	全圆盘 4KM	观测时次产品
	定量瞬时降水率实时3小时产品	QPE	AGRI	HDF	全圆盘 4KM	观测时次产品
	定量瞬时降水率实时6小时产品	QPE	AGRI	HDF	全圆盘 4KM	观测时次产品
	定量瞬时降水率实时24小时产品	QPE	AGRI	HDF	全圆盘 4KM	观测时次产品
对流初生/活跃对流产品	对流初生实时产品	CI	AGRI	HDF	中国区域 原分辨率	观测时次产品
对流层顶折叠检测产品	对流层顶折叠检测实时产品	TFTP	AGRI	HDF	全圆盘 4KM	观测时次产品
闪电产品	闪电产品	LI	GEOLI	HDF	区域 8KM	观测时次产品

# 应用方向（1）短时临近预报

## TFTP

有利于对流风暴生成的  
环境条件监测

➤ 干侵入



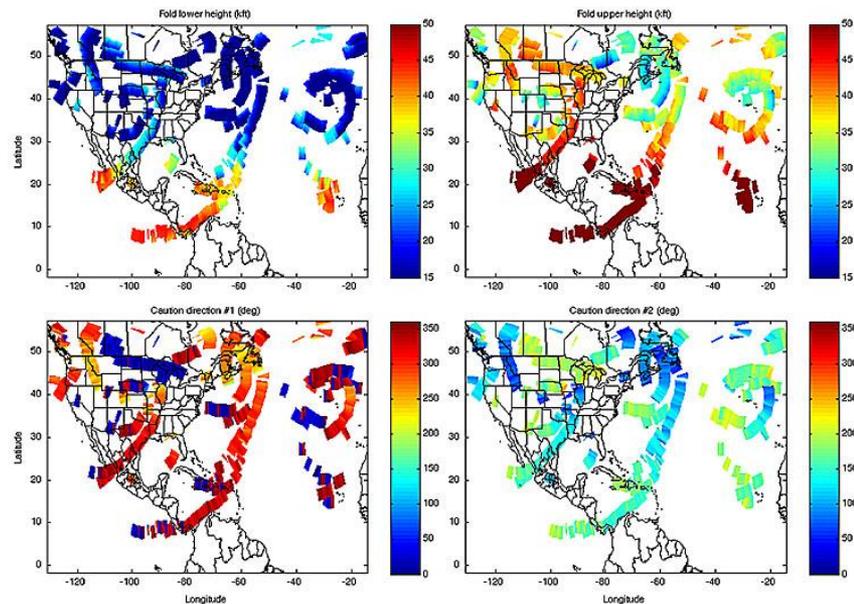
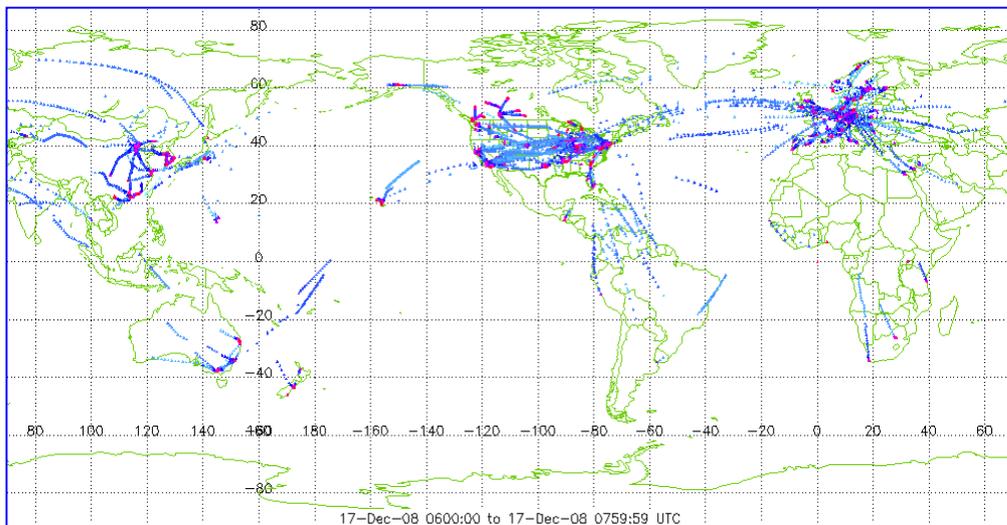
QPE, CI/DC, GLI

与预报业务部门合作，包括气象中心和省台

# 应用方向（2）航空应用

CI/DC, GLI, TFTP

TFTP: 晴空湍流



The end

Question?