

# 北京地区一次深入内陆海风锋 触发暴雨的机制研究

肖现

2023.8.10



# 汇报提纲

1

• 背景和意义

2

• 个例介绍

3

• 研究工具介绍

4

• 局地对流触发

5

• 总结



# 汇报提纲

1

• 背景和意义

2

• 个例介绍

3

• 研究工具介绍

4

• 局地对流触发

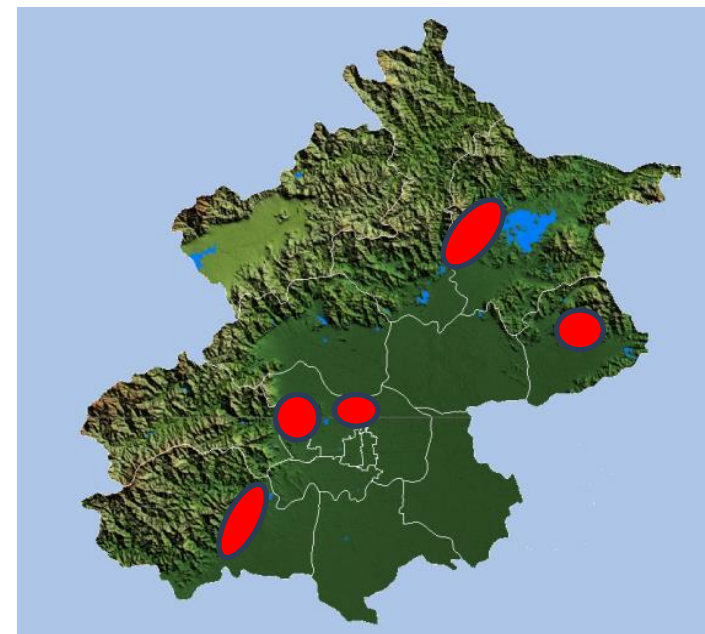
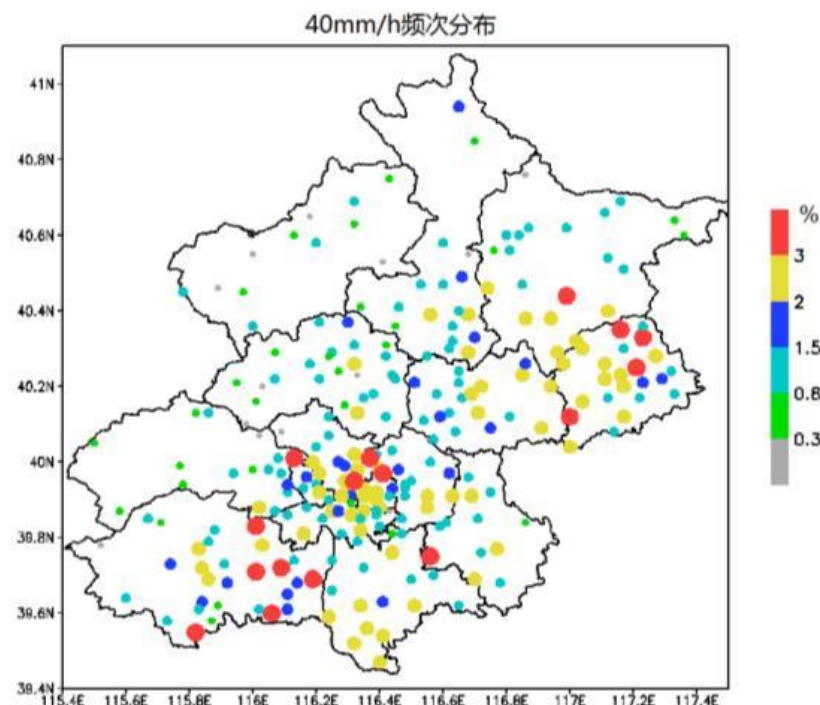
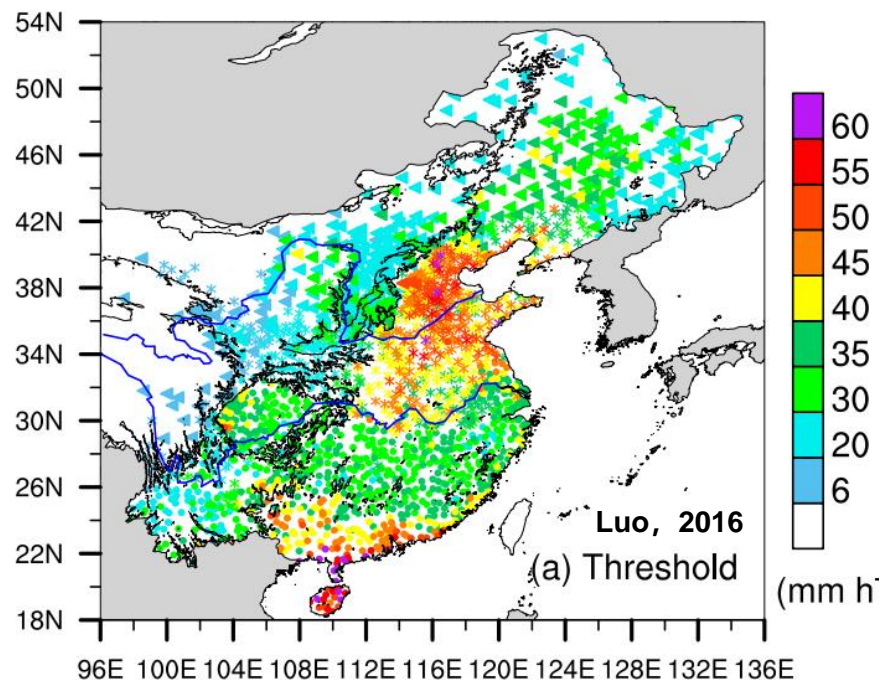
5

• 总结

# 北京地区常有极端降水出现

北京-天津-石家庄城市群常住人口超过4500万，北京和天津城市化率超过80%，石家庄超过75%，作为中高纬地区但是常有极端降水出现

全面贯彻落实中国气象局《全面提升首都气象精准预报能力工作方案（2022—2025年）》



北京市气象台



# 京津冀地区海风锋触发的研究

海风锋作为冷湿锋面，能够改变边界层热动力结构，对应的辐合和高湿度，有可能影响对流触发。但是现有的研究与大多研究集中在海岸线附近（Bai, Zhu, 2021），研究区域多集中在热带和亚热带地区。

对于北京地区（离海边超过140km）而言，也附近能观测到海风锋（Wilson 2010），也有研究表明海风锋组成的东南气流对对流增强等有帮助（Xiao 2017, 2019），但是几乎没有系统针对海风锋如何触发对流或降水增强作用进行研究。在以往的研究中甚至认为海风锋对降水仅能影响到天津地区（Wilson 2010; Chen et al. 2014）



# 汇报提纲

1

• 背景和意义

2

• 个例介绍

3

• 研究工具介绍

4

• 局地对流触发

5

• 总结

# 📌 个例回顾

## 局地累计降水量已超过100毫米，通州暴雨预警升级为红色



环球网

2019-05-17 19:43

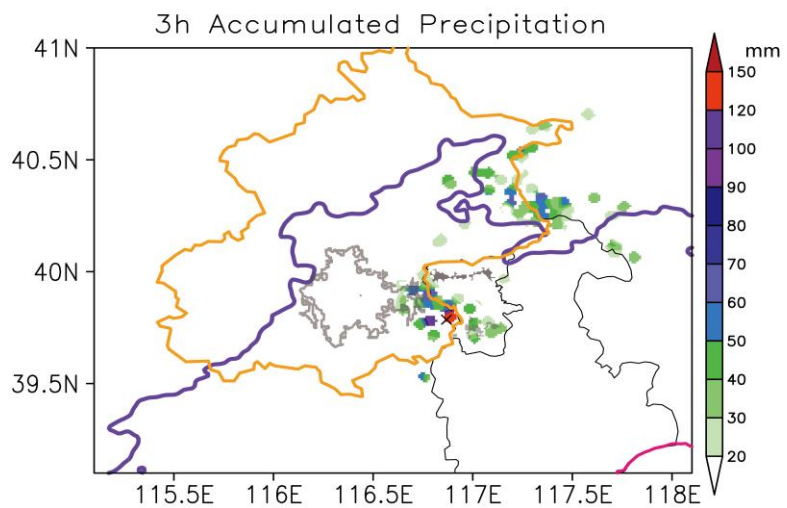
| 环球网官方帐号

关注

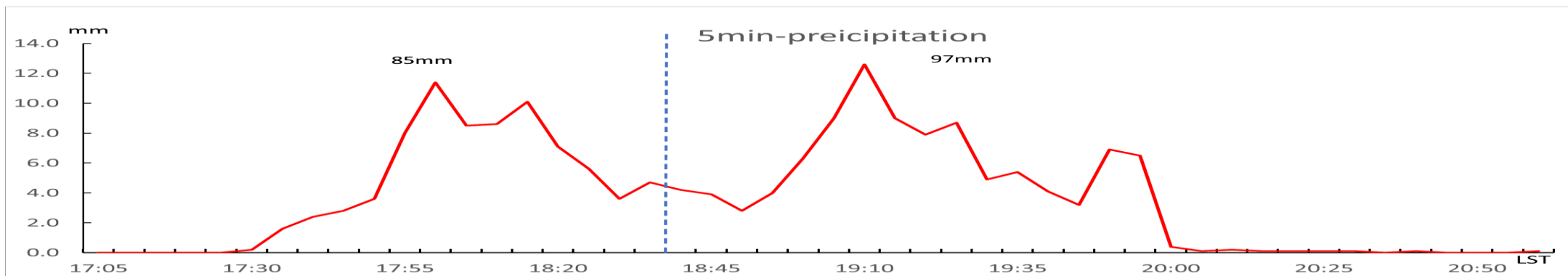
北京市气象台2019年5月17日19时40分发布暴雨黄色预警信号：预计当前至22时，怀柔东部、顺义、朝阳还将出现50mm左右降水；通州、密云、平谷还将出现50-100mm降水，请注意防范。

另据消息，通州区气象台2019年5月17日19时40分升级发布暴雨红色预警信号，目前通州区西集累计降水量已超过150毫米，预计至21时降水仍将持续，短时雨强较大，请注意防范。

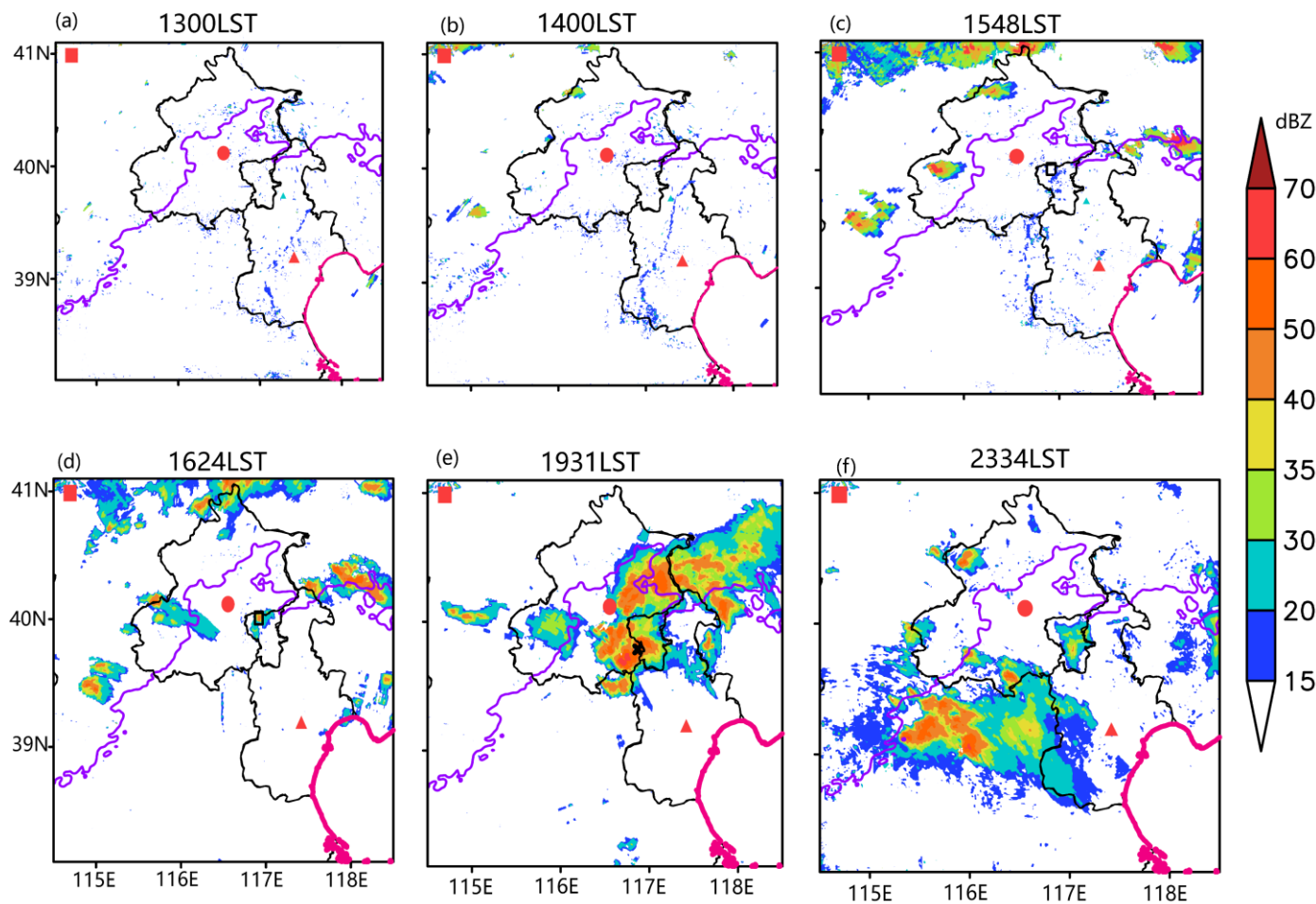
# 降水情况



降水局地性强，瞬时雨强大，  
降水集中在



# 回波演变情况



1300观测到了明显海风锋，向东北（北京），在1540LST经过CI位置，形成对流云，约40分钟后对流云发张成为storm ( $\geq 40\text{dBZ}$ )

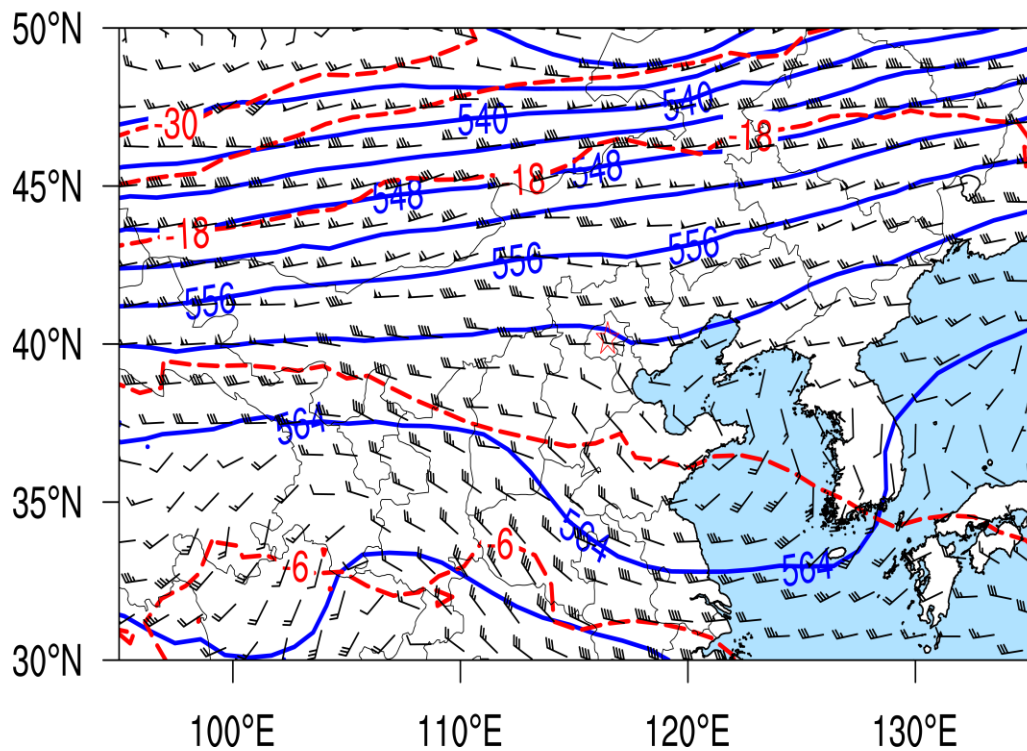
在13LST，海风锋天津中心和天津北部海风锋位置相近，但是值得注意的是，13-1400南路海风传播出现了向北延伸的特征



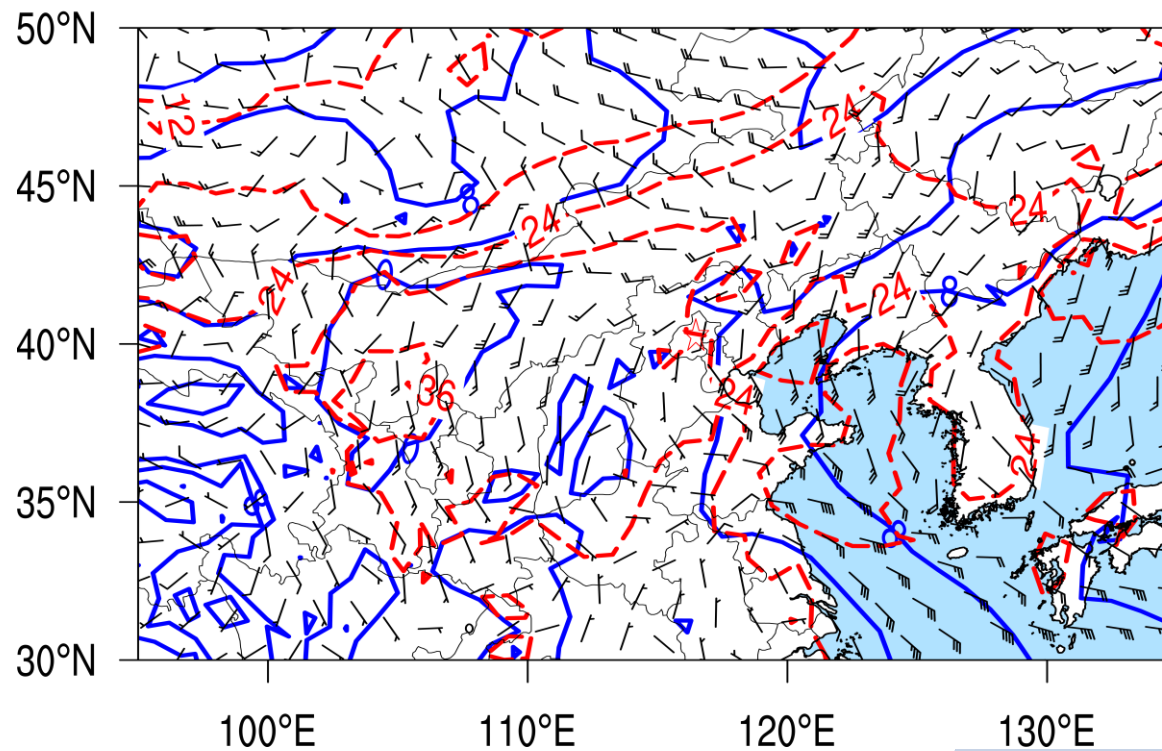
# 天气强迫

500hPa短波槽影响北京，地面太平洋高压在渤海湾形成了偏东南的海风

06 UTC 500 hPa



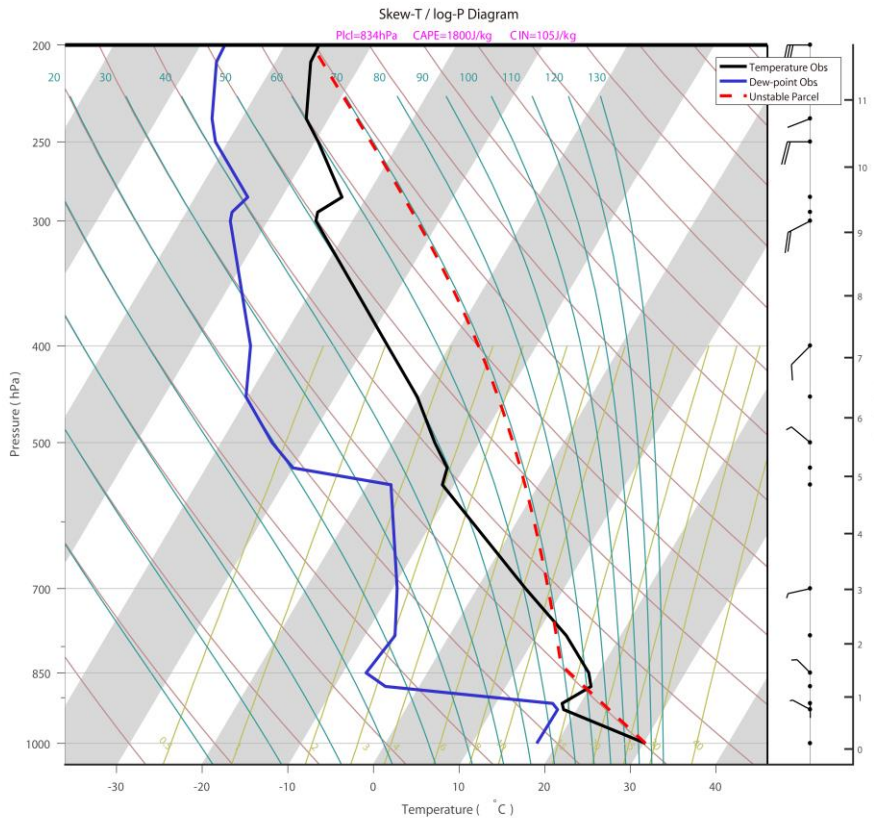
06 UTC 1000 hPa





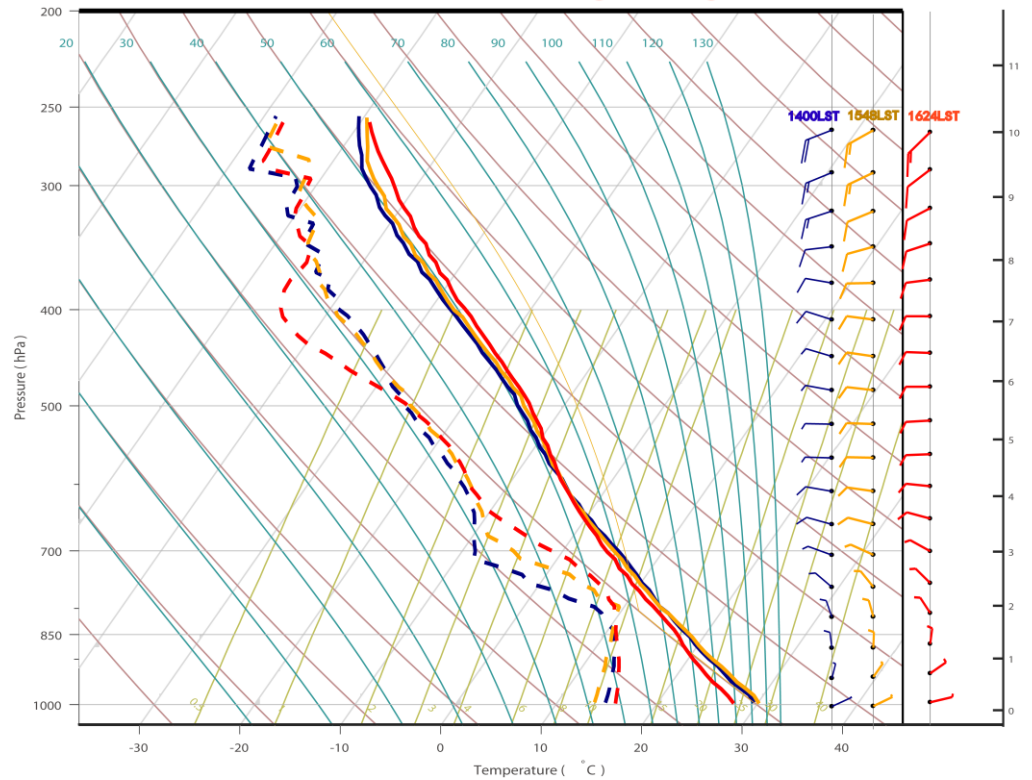


# 实际和虚拟探空



T-log P图  
08LST

Skew-T / log-P Diagram  
 LFC=2.9km P1C1=805hPa CAPE=1947J/kg CIN=60J/kg 1400LST  
 LFC=3.1km P1C1=789hPa CAPE=1665J/kg CIN=2J/kg 1548LST  
 LFC=2.2km P1C1=836hPa CAPE=1408J/kg CIN=96J/kg 1624LST



对流有效位能较强，  
 对流抑制能量很低，  
 低层0-1和0-2km，  
 风切变均很低，这种趋势是否有利于海风锋的传播？



# 汇报提纲

1

• 背景和意义

2

• 个例介绍

3

• **研究工具介绍**

4

• 局地对流触发

5

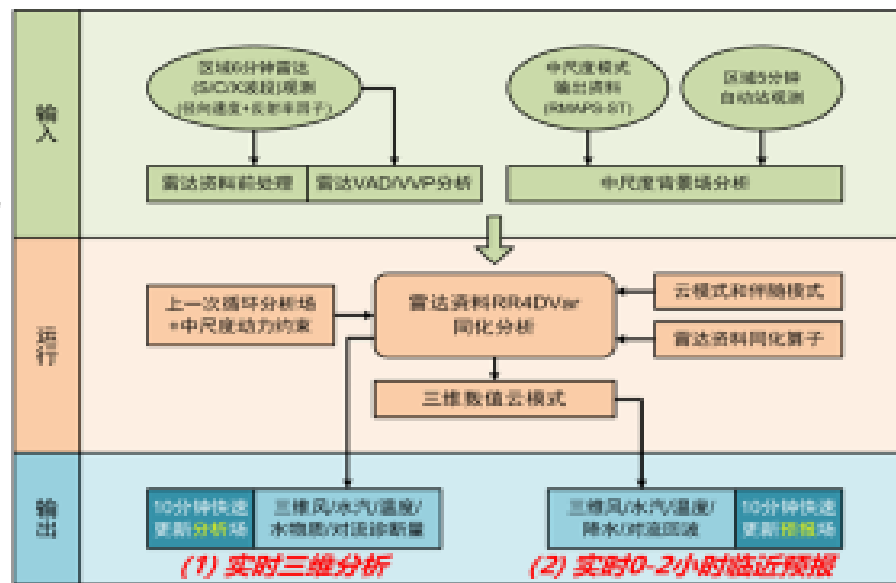
• 总结



# 系统介绍

## RMAPS-NOW系统简介

- 基于MPI-VDRAS最新代码核，开展**面向业务应用**的核心技术改进和代码优化
- 实现京津冀**8部多普勒天气雷达逐6分钟资料(Z+Vr)**、京津冀区域**5分钟自动站资料**、北京X波段雷达组网(**BJ-Xnet**)资料等的快速刷新四维变分同化(**RR4DVar**)
- 实现睿图-短期预报系统(**RMAPS-ST**)中尺度模式数据快速融合
- **V1.0版本实现实时试验运行**
- 提供京津冀区域**逐5~10分钟更新的三维气象场快速分析与0-2小时临近数值预报(5~10分钟间隔)**



RMAPS-NOW核心模块及流程



# 模式简介

## RMAPS-NOW系统简介

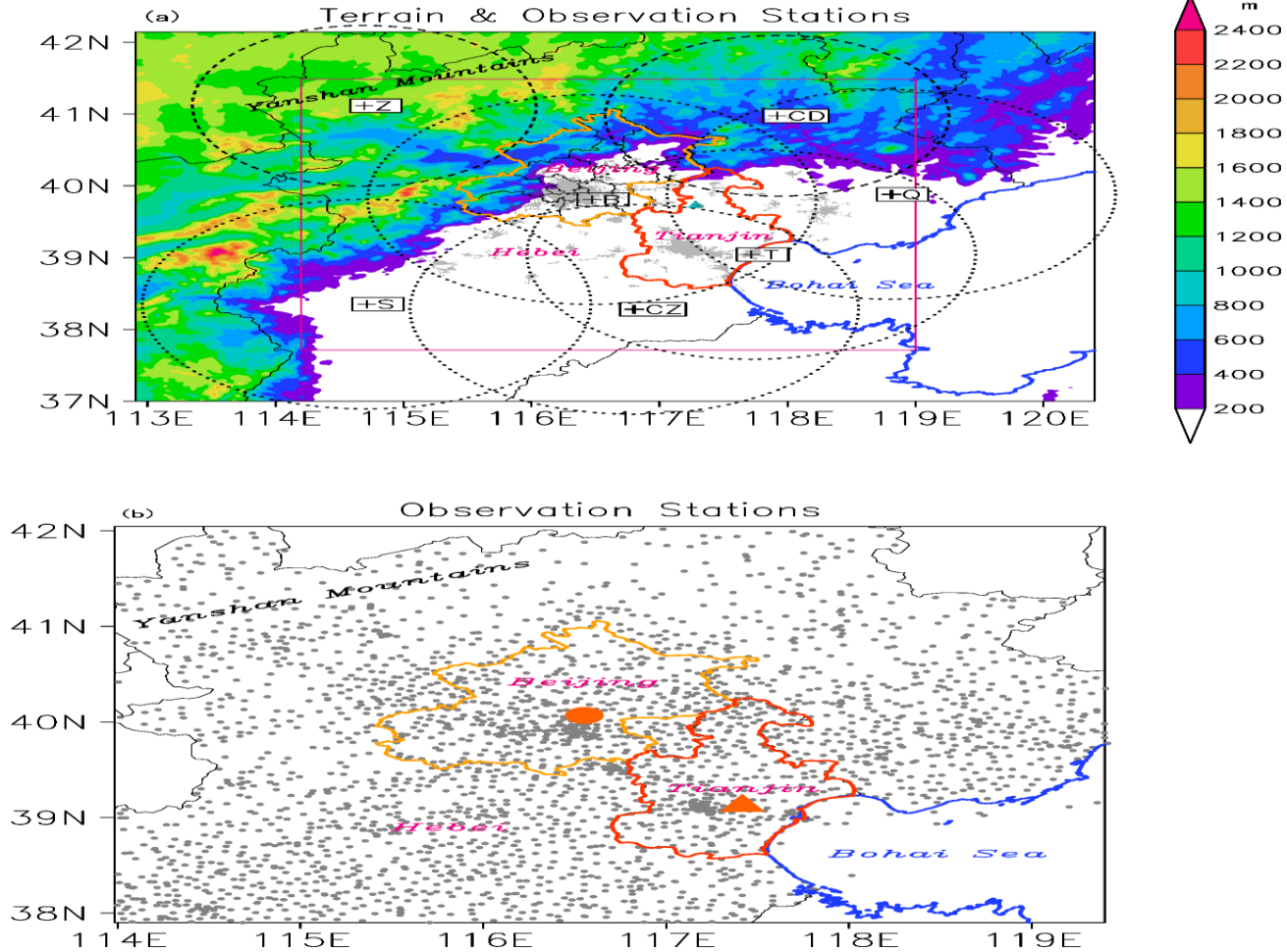
目前在继续研发和测试的关键技术：

- 优化区域内S/C波段雷达组网资料  
高分辨率**RR4DVA同化**
  - 获取对流尺度信息的关键
- 实现**新资料RR4DVA同化**
  - X波段雷达资料：实现更高精度临近预报
  - 闪电资料：有效弥补雷达对垂直速度探测的先天不足
  - 自动站资料(要素+降水)：改进近地面场同化分析效果
- 改进背景场**计算方案**
  - 确保大尺度动力平衡并有效保留中尺度信息

- 研发众核**高速并行**运算技术(GPU/CPU)
  - 业务临近预报系统“快、准”并重
  - 基本完成代码重构、测试
- 后端**关键产品衍生及显示技术**
  - 能否有效业务应用的关键
- 提升临近数值**预报能力**的后续研发
  - 模式内核更新换代(VDRAS简化云模式 → 中尺度模式) + 4DVar同化(雷达/地面/卫星廓线)
  - 做小(区域小、网格小)、做精(提升精准预报能力)



# 同化资料设定



VDRAS模式, 水平分辨率3km,  
垂直分辨率150m, Kessler和  
ice参数化方案

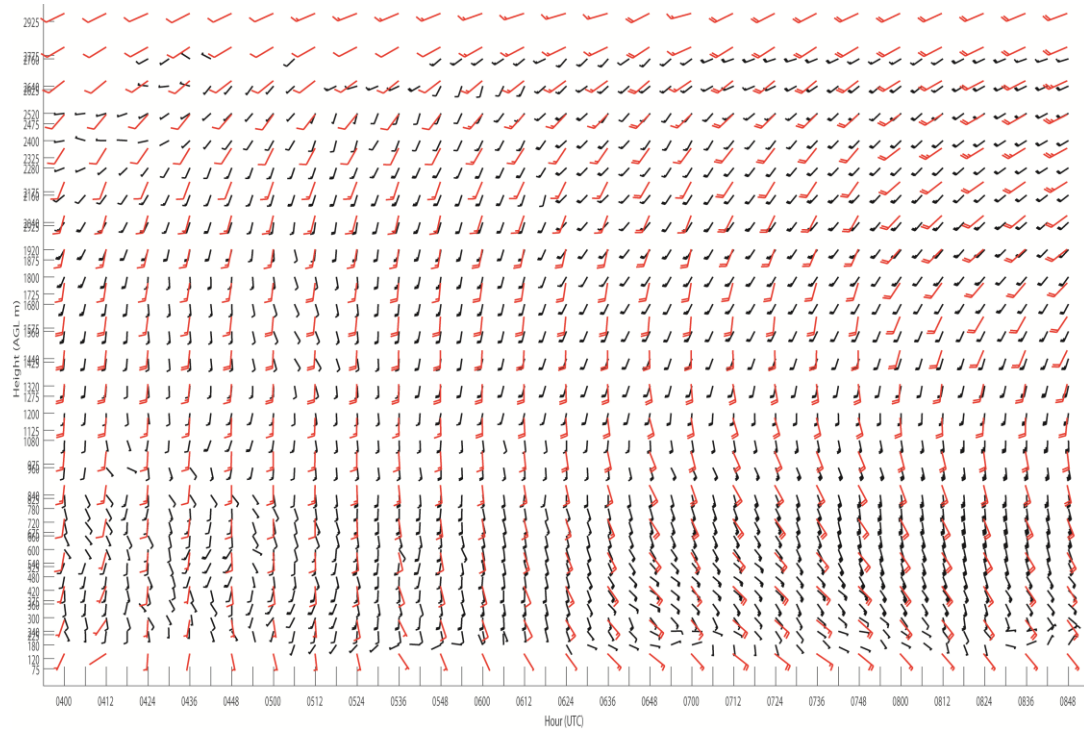
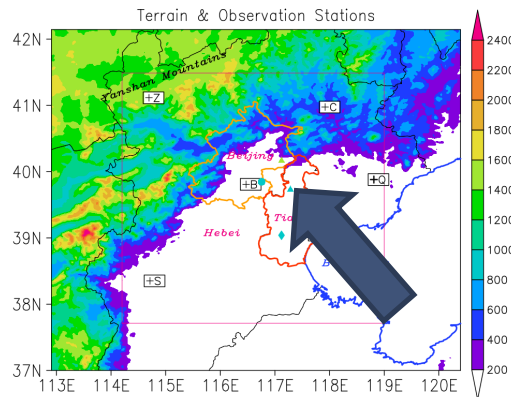
IBM (浸入地形) 方案

同化7部S波段雷达和常规地面  
站观测 (>4000)



# 同化结果的验证

与自动站相比，温度偏差在0.3度，与风廓线雷达相比，风场风速1.5m/s，风向在30度以内



海风锋比较浅薄，在0700后观测到了海风锋的影响，影响高度主要集中在地面至600m



# 汇报提纲

1

- 背景和意义

2

- 个例介绍

3

- 研究工具介绍

4

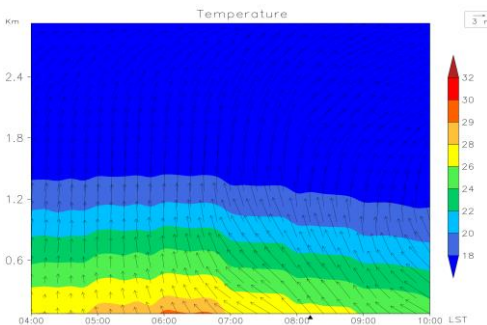
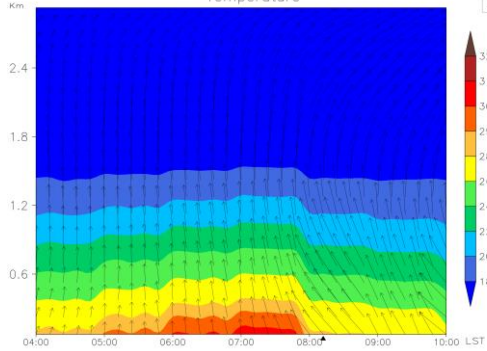
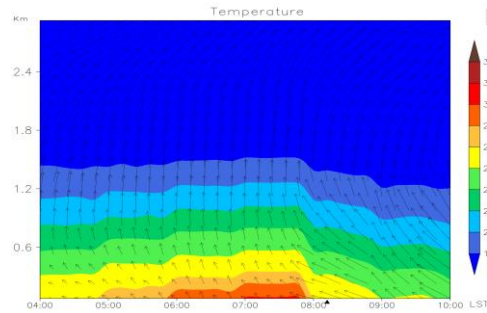
- **局地对流触发**

5

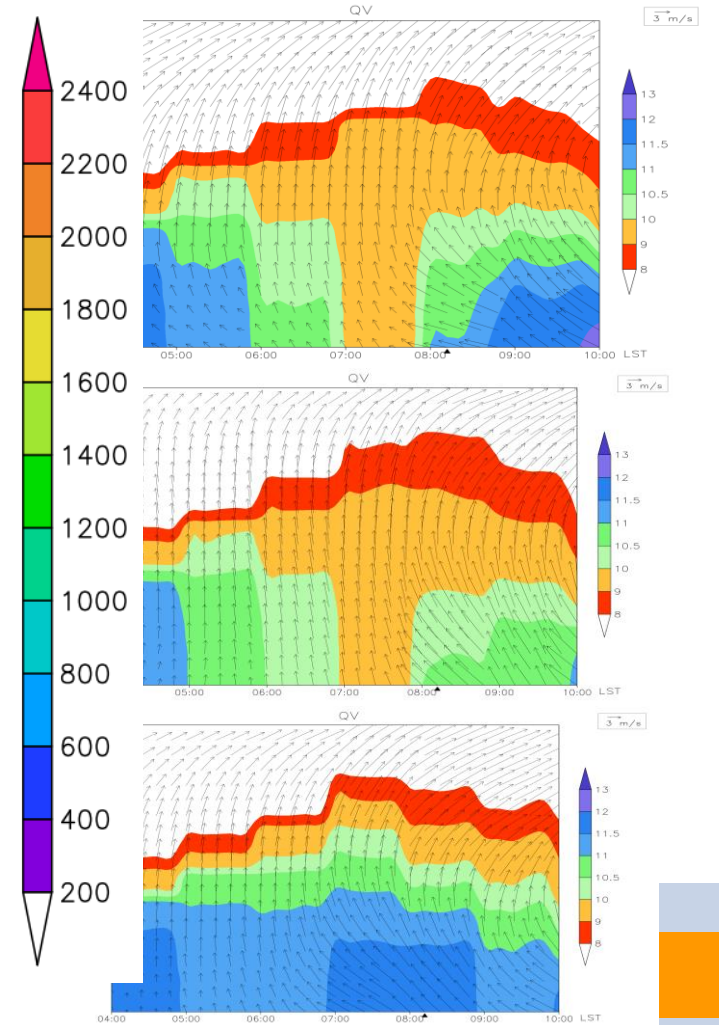
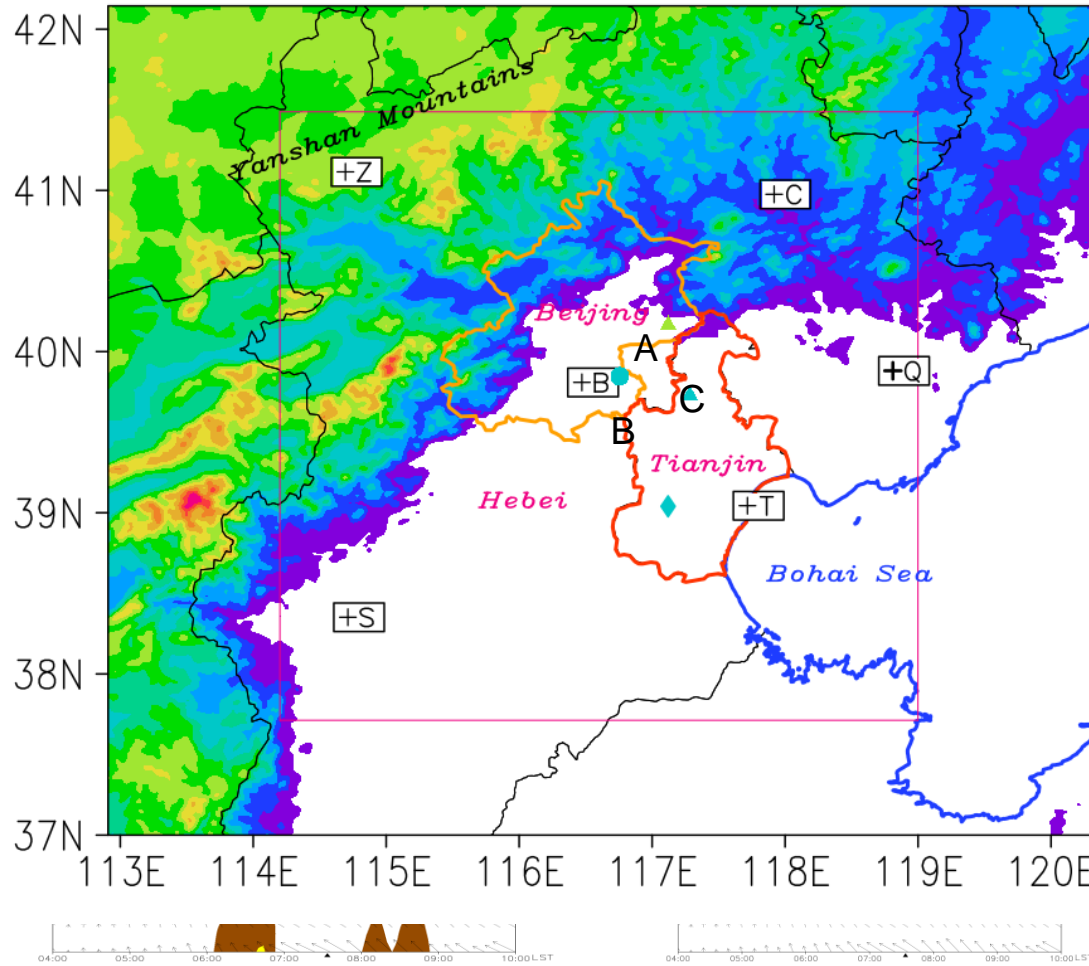
- 总结



# 风暴触发的原因



Terrain & Observation Stations



A

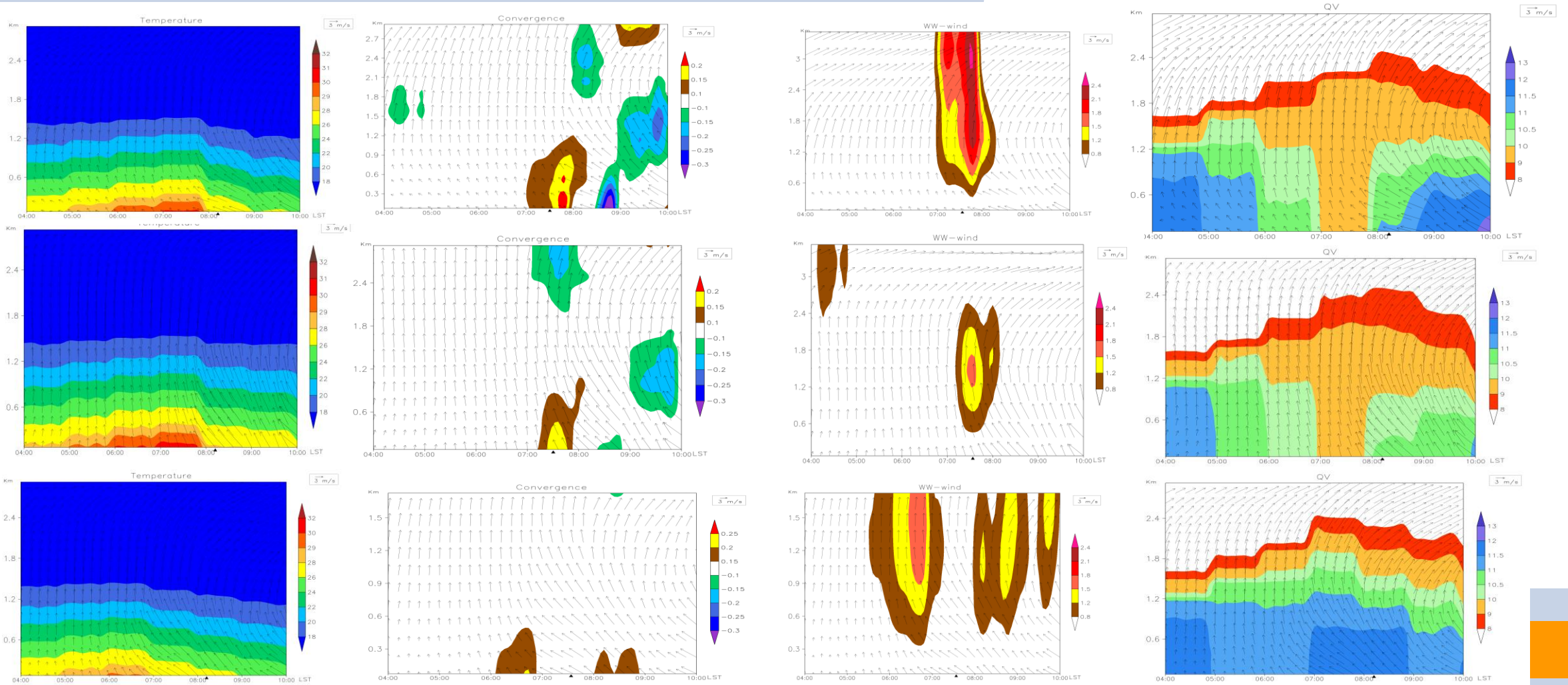
B

C





# 风暴触发的原因



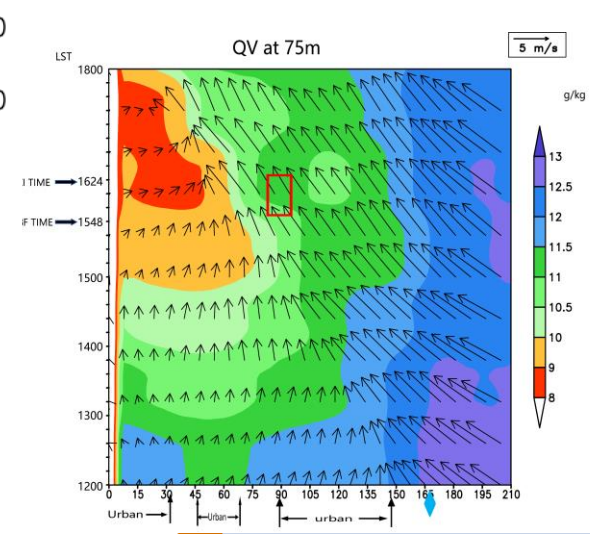
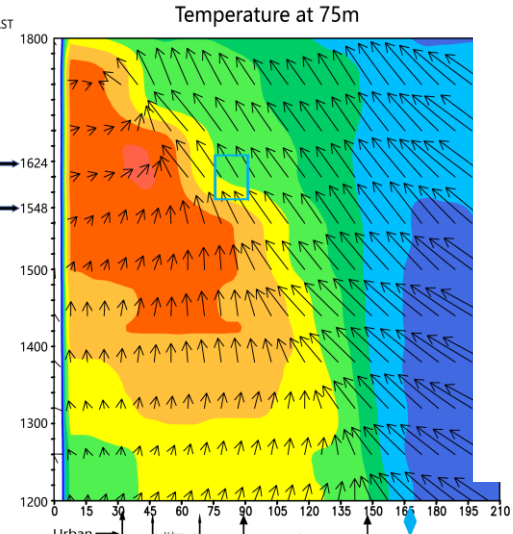
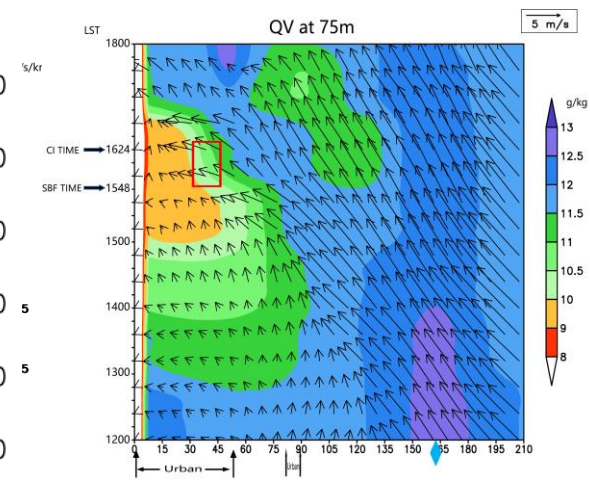
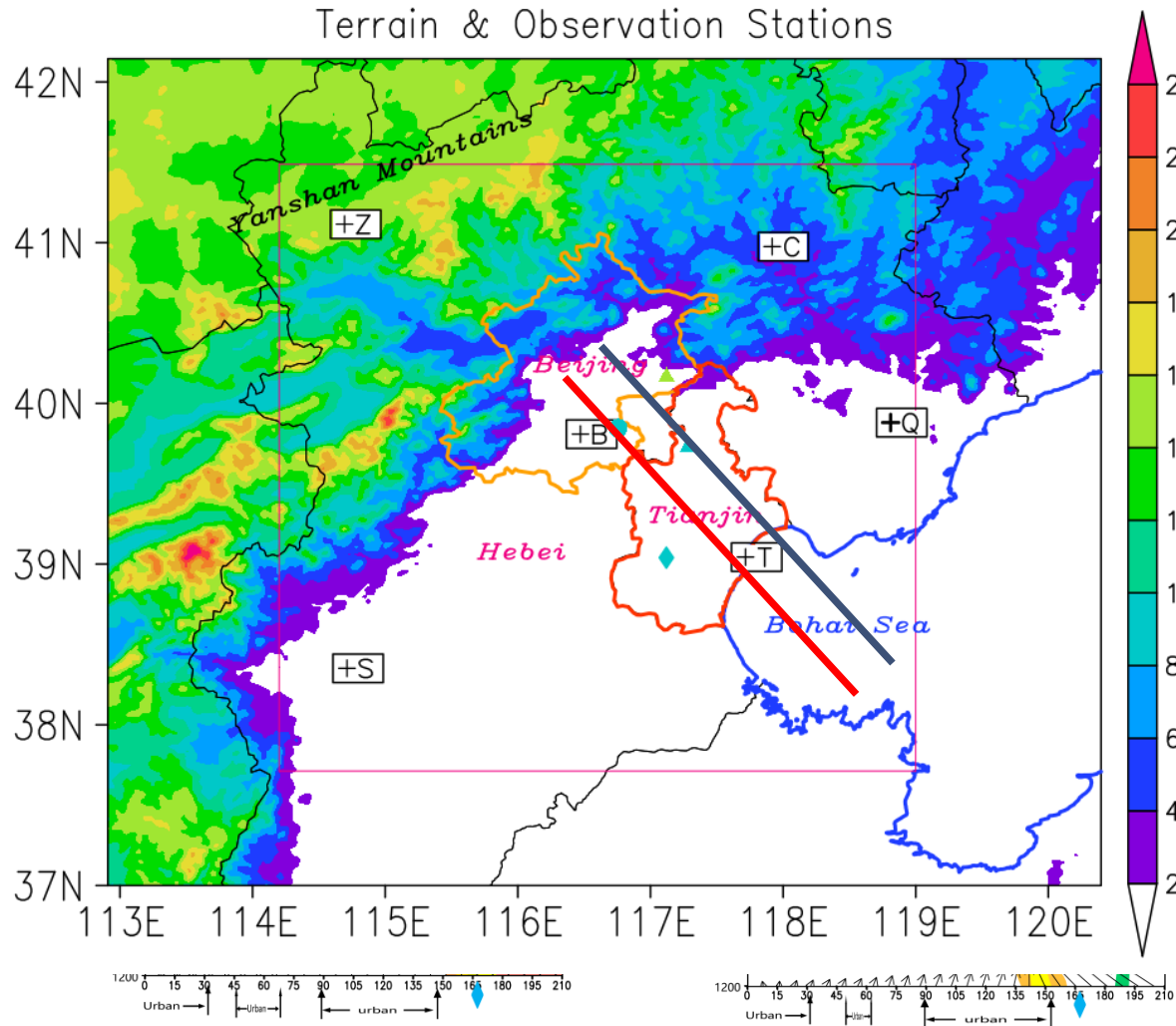
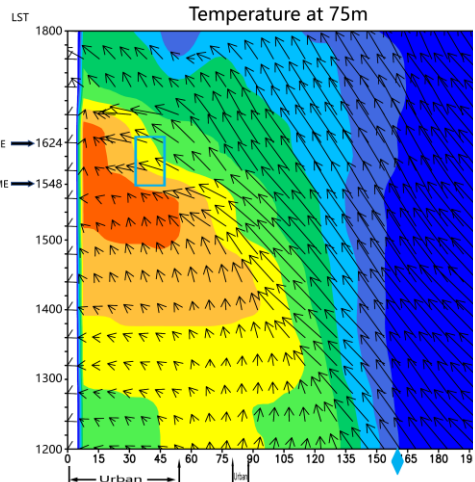
A

B

C



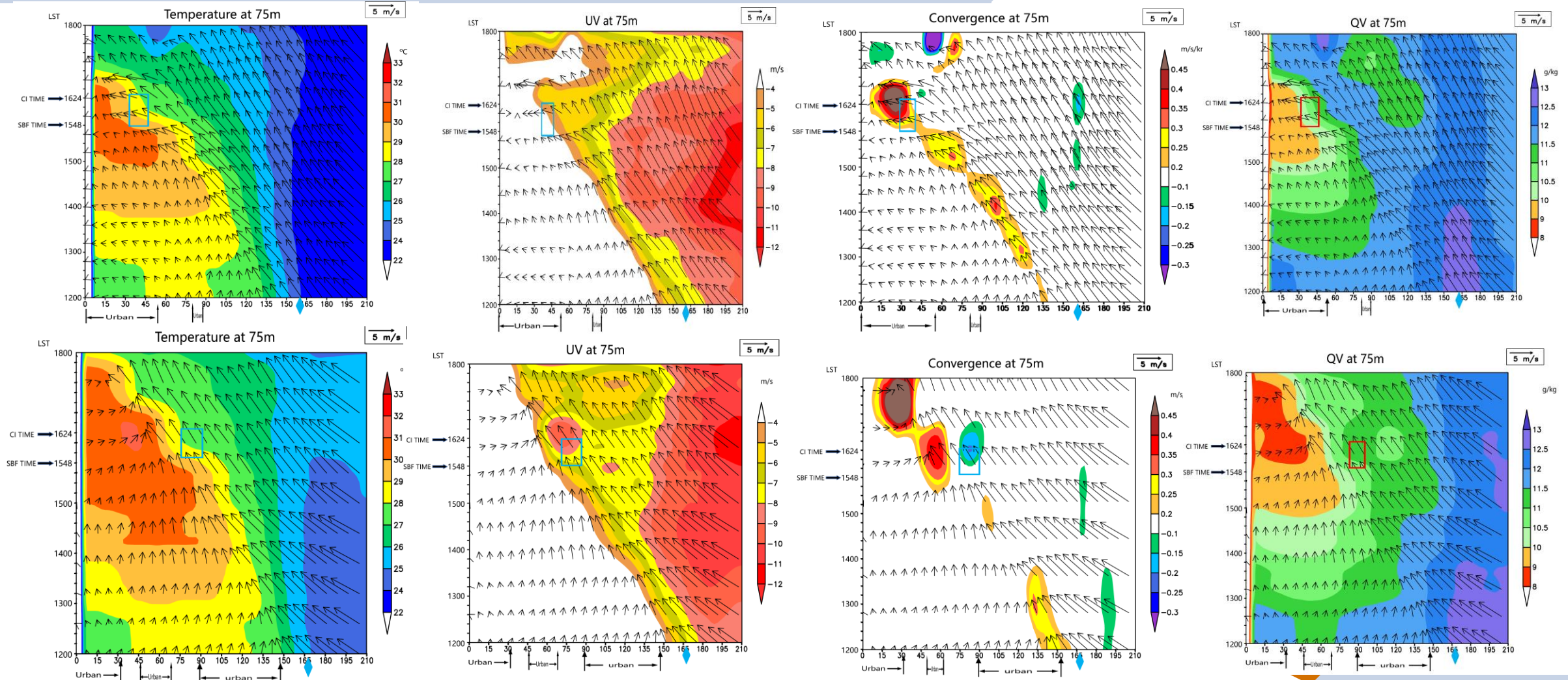
# 海风锋的变化







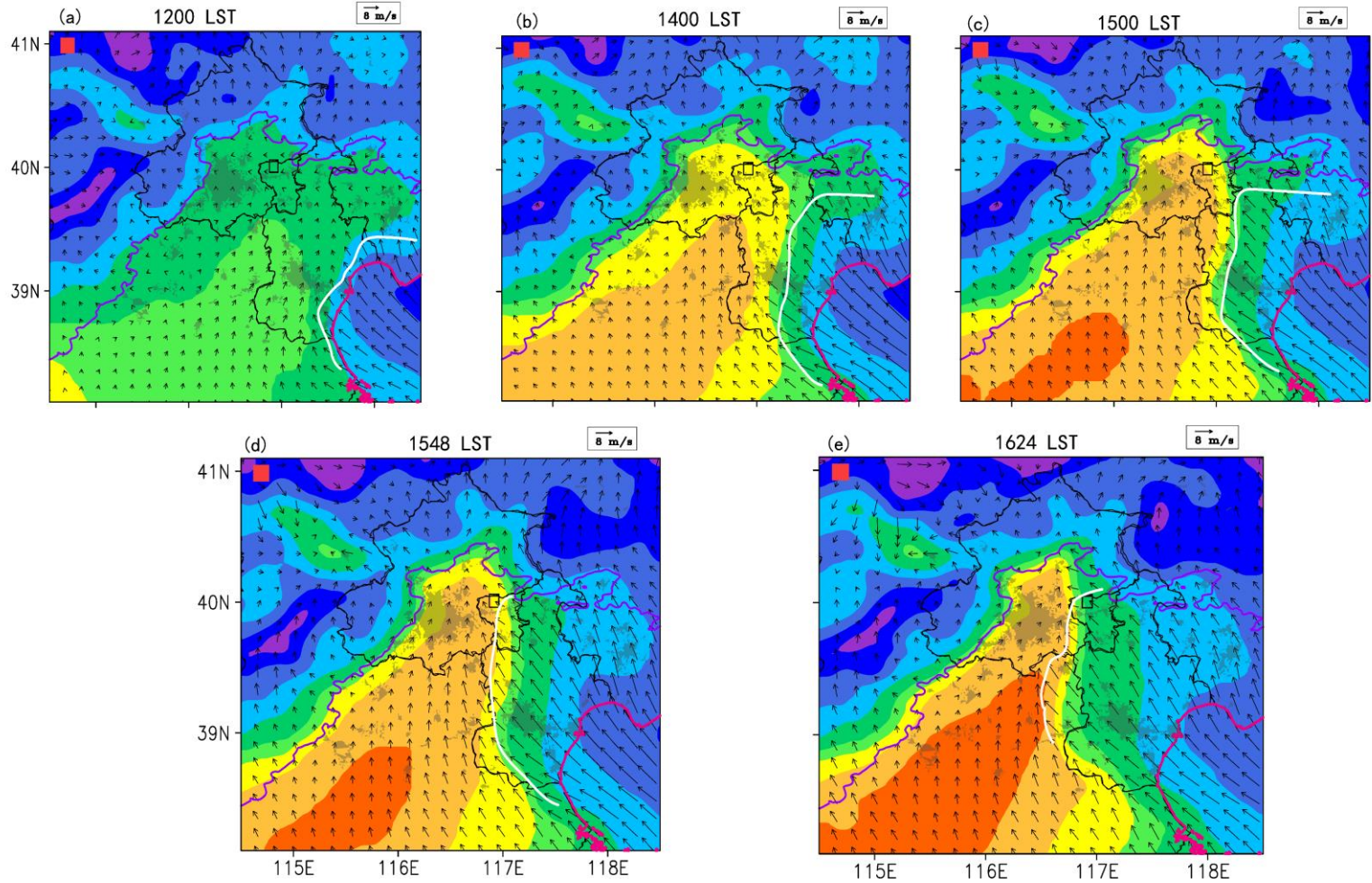
# 海风锋的变化



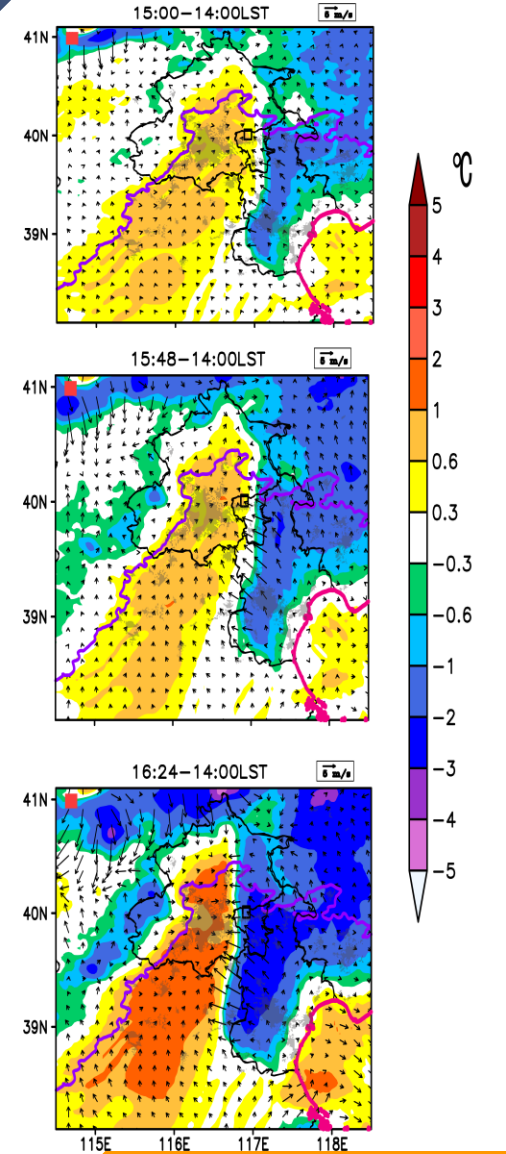


# 温度的变化

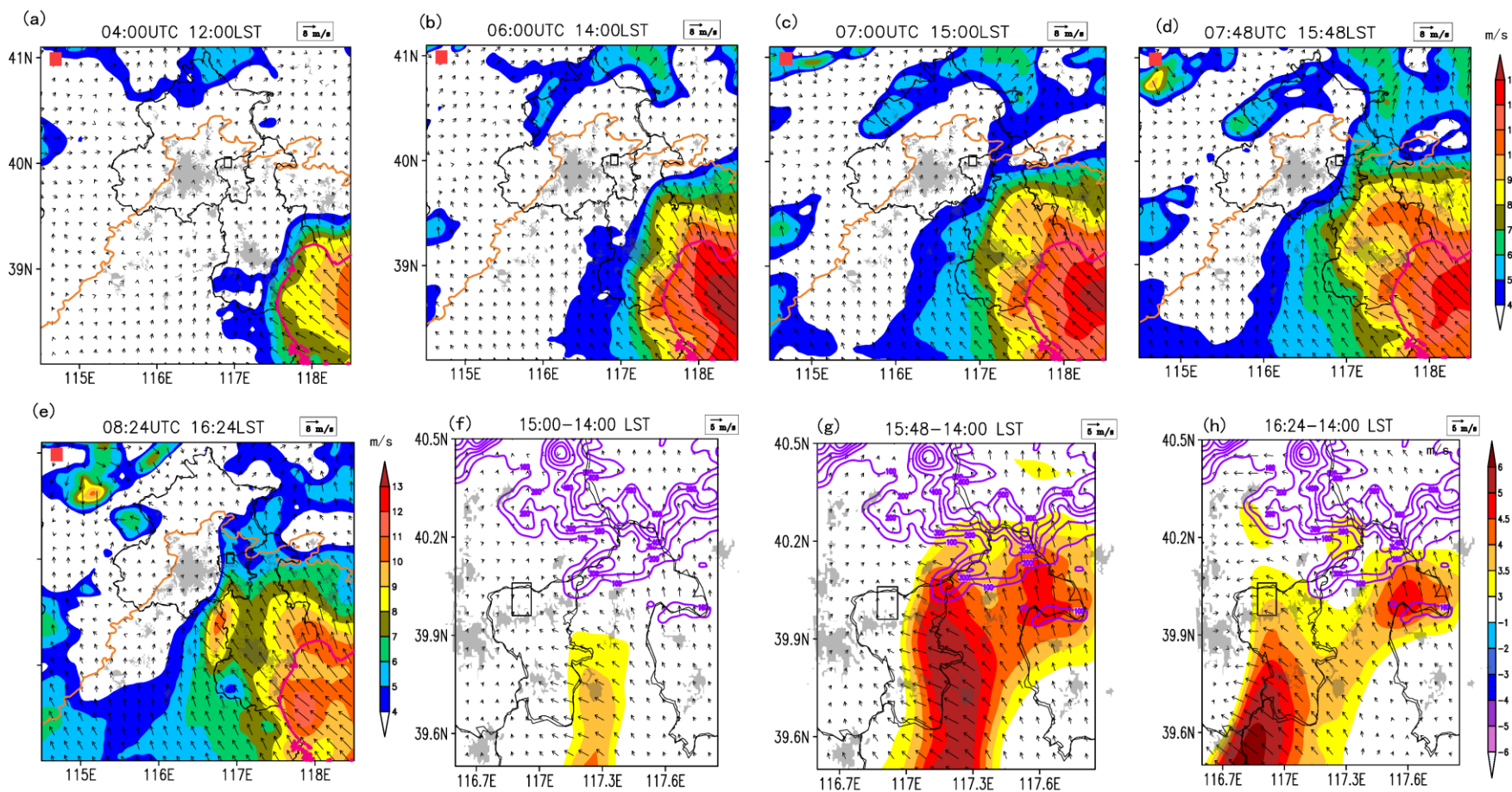
## Temperature



## Difference of Temperature

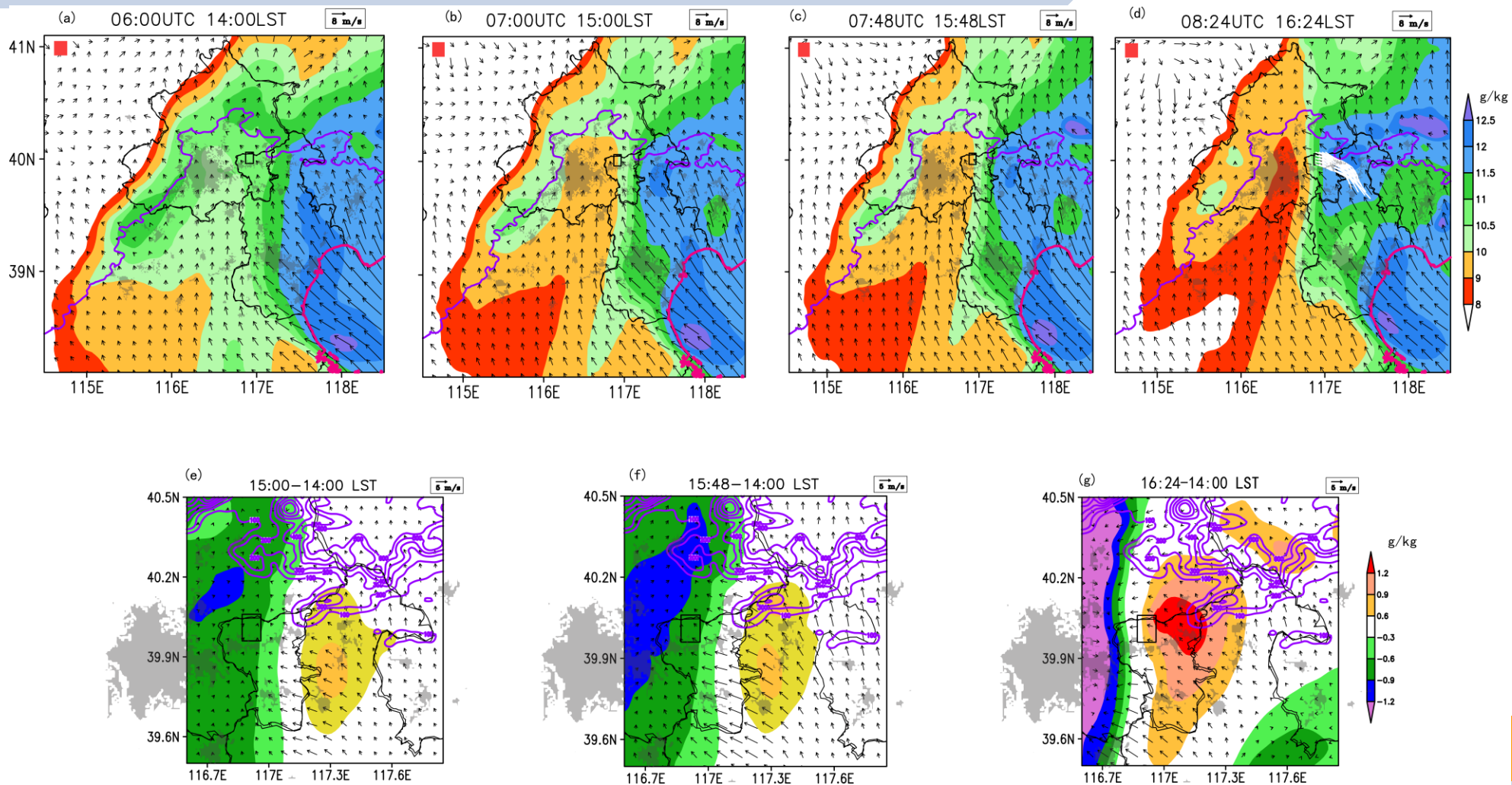


# 风速的变化





# QV的变化



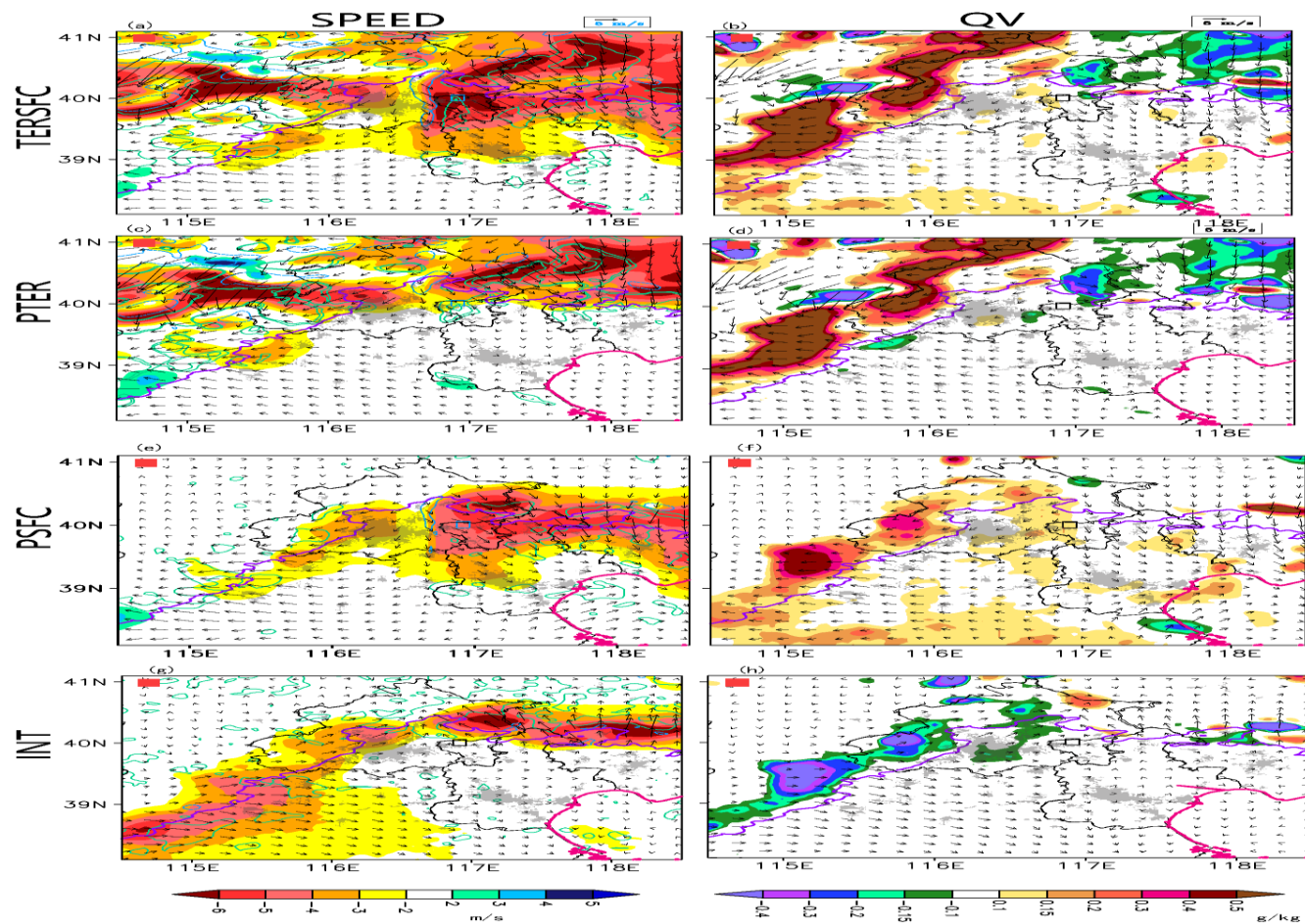
# 控制实验

	Topography	Surface observations
YTYS	Yes	Yes
NTNS	No	No
YTNS	Yes	No
NTYS	No	Yes
YT10S	Yes	10

$YTYS-NTNS=TERSFC$   
 $YTNS-NTNS=PTER$   
 $NTYS-NTNS=PSFC$   
 $TERSFC=PTER+PSFC+BIAS$

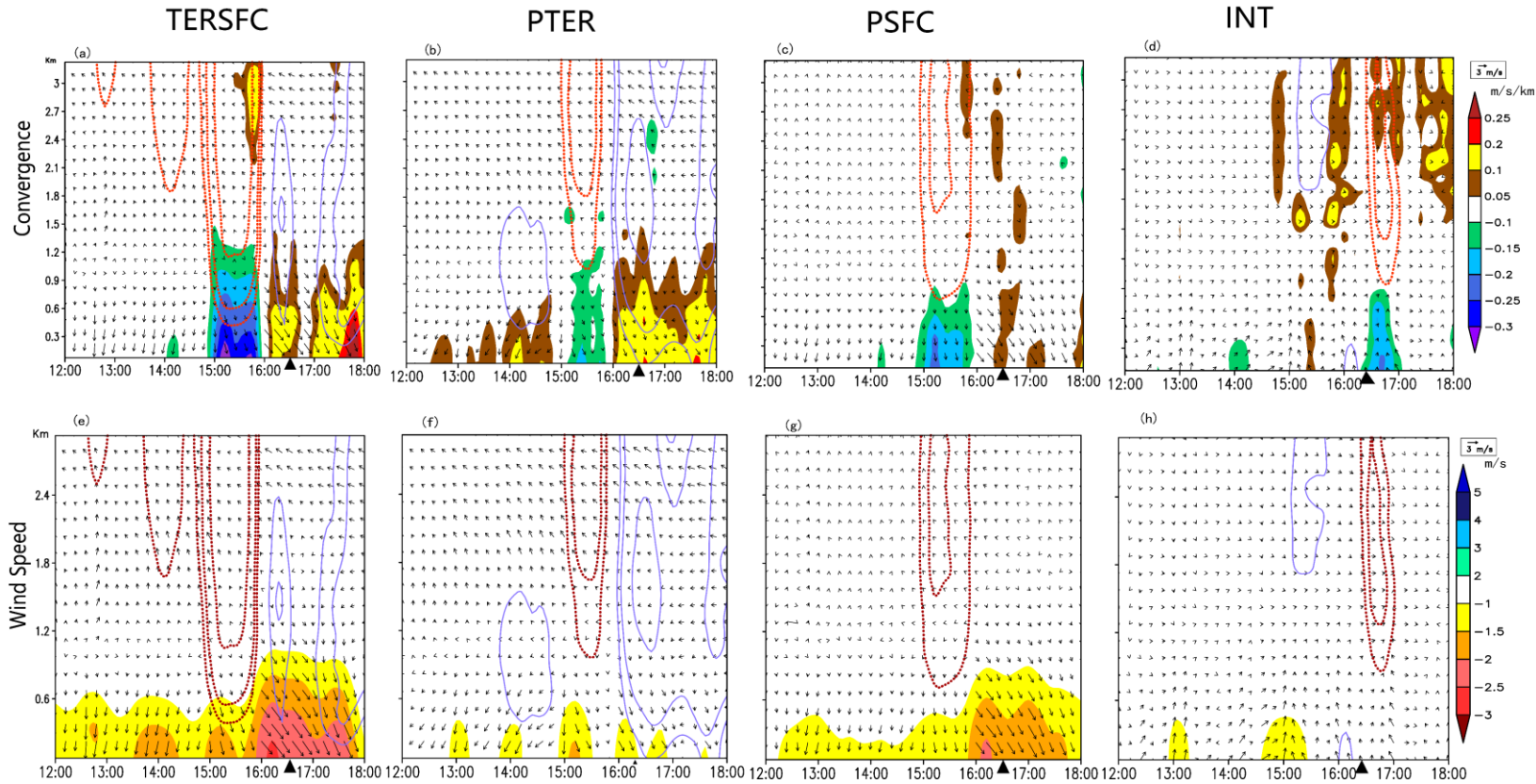
	作用
TERSFC	地形和下垫面作用
TER	地形作用（在下垫面作用下）
SFC	下垫面作用（在地形作用下）
PTER	仅地形作用
PSFC	仅下垫面作用
BIAS	下垫面和地形的非线性相互作用

# 控制实验



YTYS-NTNS=TERSFC  
YTNS-NTNS=PTER  
NTYS-NTNS=PSFC  
TERSFC=PTER+PSF  
C+BIAS

# 控制实验



YTYS-NTNS=TERSFC  
 YTNS-NTNS=PTER  
 NTYS-NTNS=PSFC  
 TERSFC=PTER+PSF  
 C+BIAS



# 汇报提纲

1

• 背景和意义

2

• 个例介绍

3

• 研究工具介绍

4

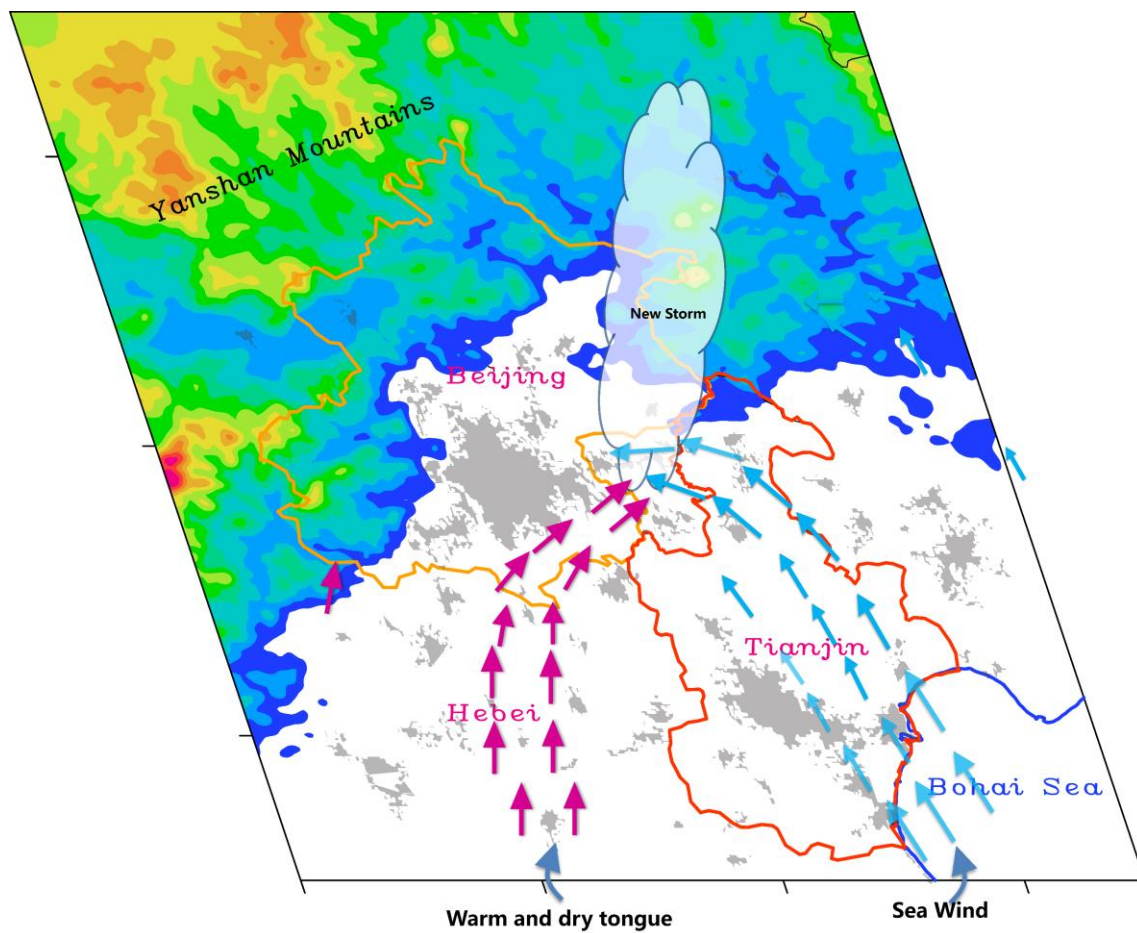
• 局地对流触发

5

• 总结



# 总结图



谢谢！一些浅显的认识，  
恳请批评指正