

付亚男<sup>1, 2</sup>, 孙建华<sup>1, 2\*</sup>, 傅慎明<sup>3</sup>, 张元春<sup>1</sup>, 马峰<sup>1</sup>

1 中国科学院大气物理研究所 云降水物理与强风暴重点实验室, 北京

2 中国科学院大学, 北京

3 中国科学院大气物理研究所 国际气候与环境科学中心, 北京

\*通信作者: sjh@mail.iap.ac.cn

## 研究背景

- 对流触发 ( $R \geq 35 \text{ dBZ}$ ) 是整个对流系统生命期中的关键环节
- 对流触发是制约对强流性天气预报准确率的瓶颈问题之一
- 卫星红外亮温可以提供对流触发的前兆信号
- MCS的时空分布特征
- MCS的环境背景特征
- 不同下垫面条件下MCS的发展演变特征

MCS如何从触发到形成?

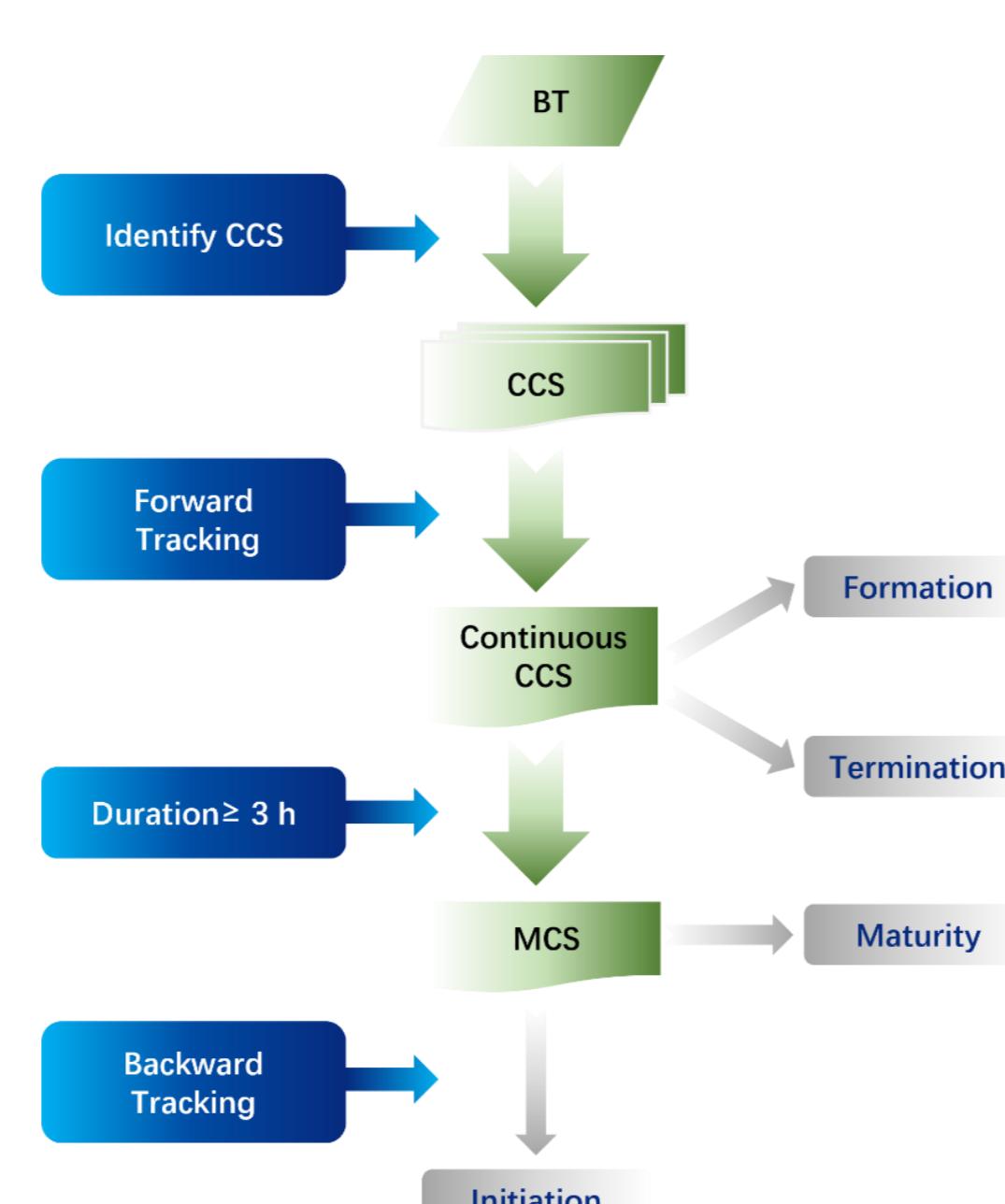
?

对流触发之后能否、以及如何发展为中尺度对流系统?

- 如何有效地将各种资料结合起来识别并追踪各个阶段的对流系统?

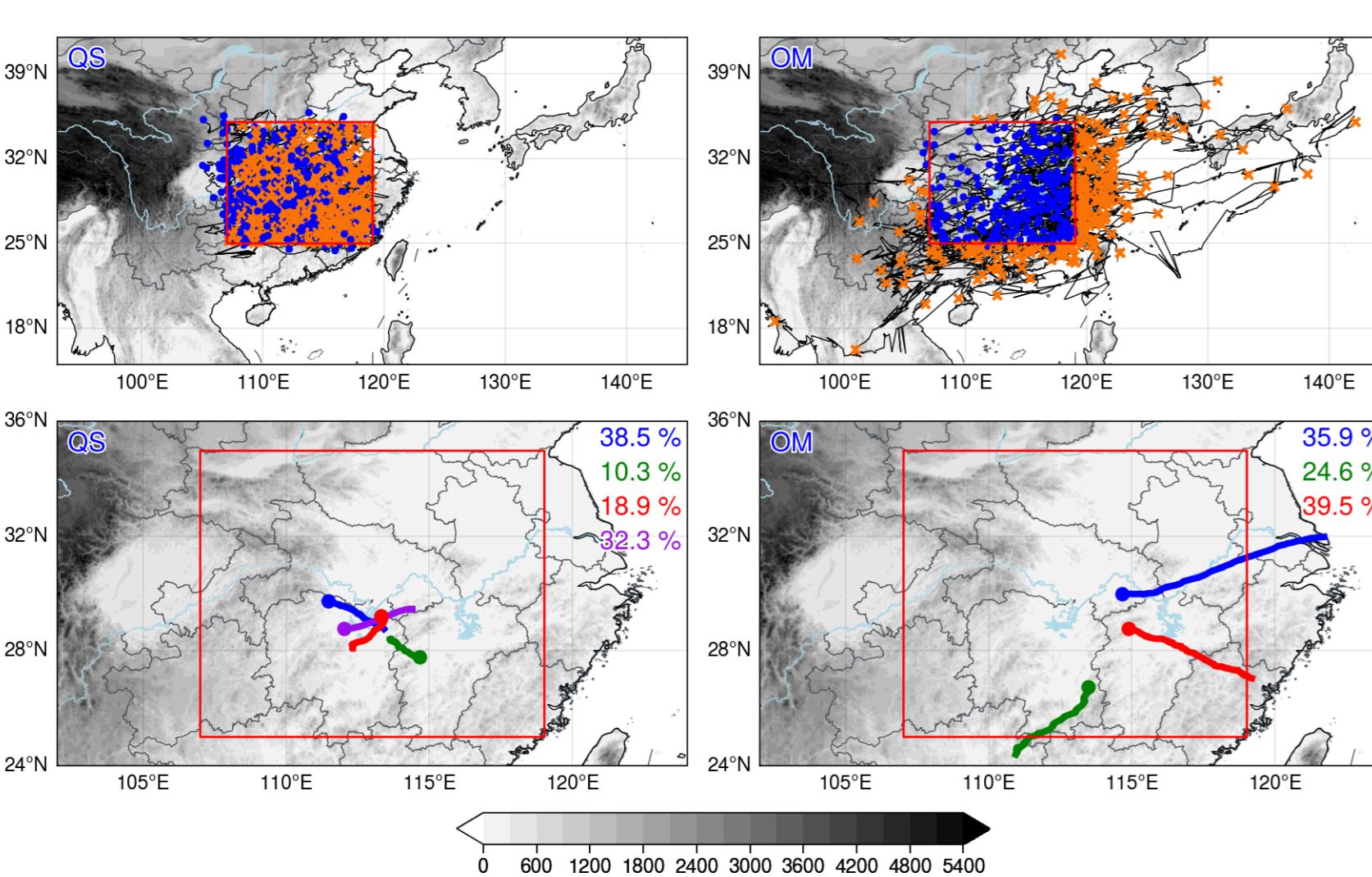
## 数据与方法

- 数据:**
  - FY-4A 10.8  $\mu\text{m}$  BT
  - ERA5
- MCS识别:**
  - BT  $\leq -52^\circ\text{C}$  的冷云面积  $\geq 5000 \text{ km}^2$
  - 持续时间  $\geq 3 \text{ h}$
- MCS追踪:**
  - 光流法
  - 面积重叠率
- 客观分类:**
  - k-means*
  - 轮廓系数



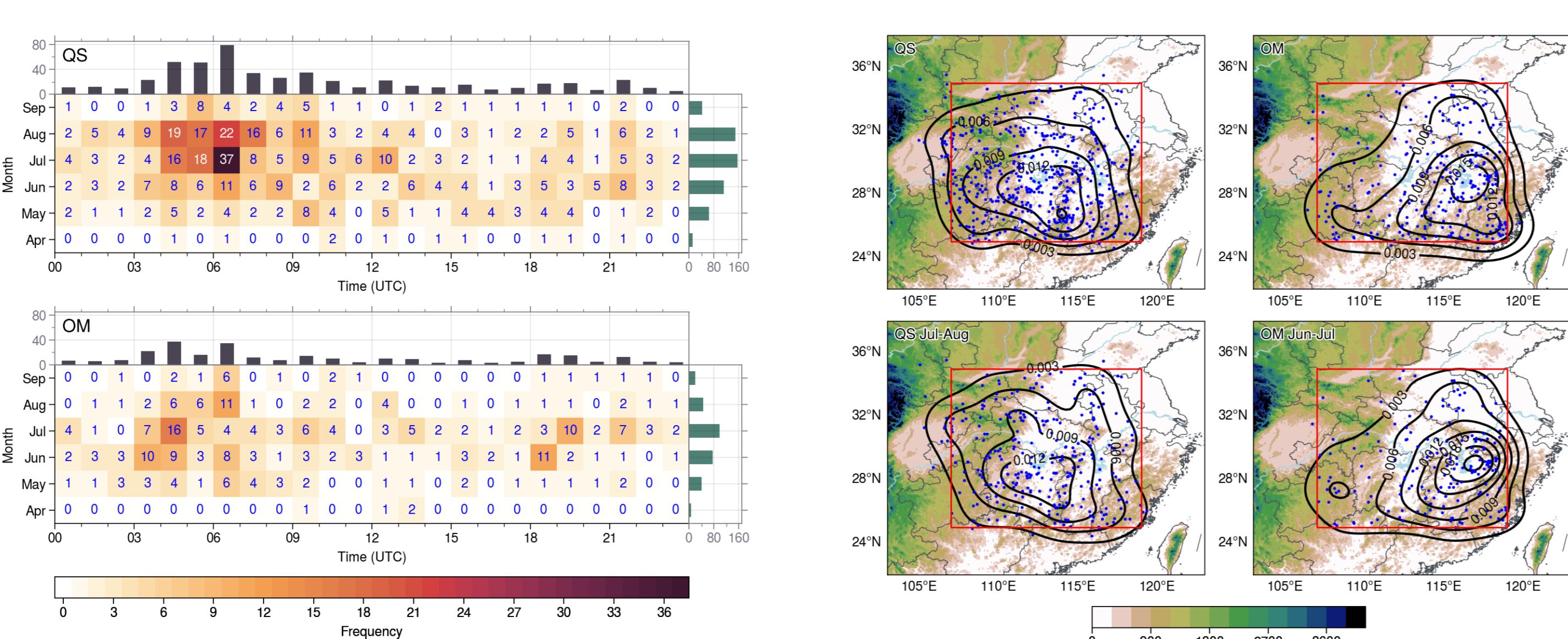
## 研究结果

## MCS的移动轨迹与路径



- 2018-2021年暖季(4-9月), 利用FY-4A的TBB数据识别出800个MCS形成于长江中游, 其中非移出型(QS)共计524个(65.5%), 移出型(OM)共计276个(34.5%)。
- 使用 *k-means* 聚类方法对2类MCS的轨迹进行聚类, 非移出型MCS的轨迹可以分为4类, 移出型MCS的轨迹可以分为3类。
- 对流多在山区触发, 然后向平原传播。

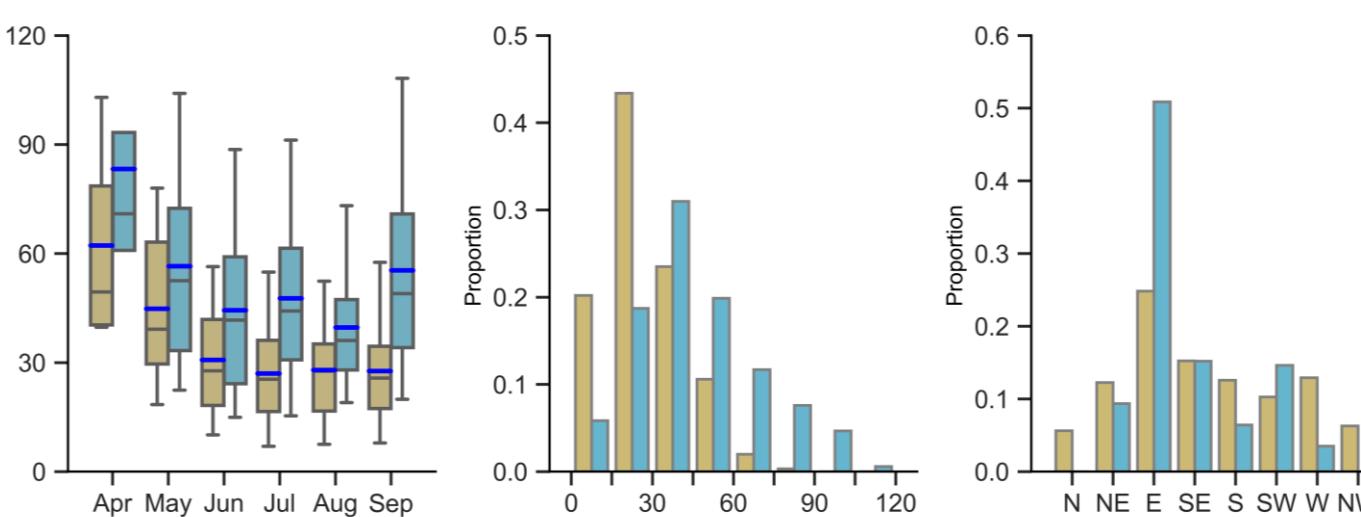
## MCS触发的时空分布



- 非移出型MCS在7-8月较多, 移出型MCS在6-7月较多。
- 非移出型MCS的触发的日变化特征为单峰型分布, 峰值在午后; 移出型MCS的触发的日变化特征为双峰型分布, 峰值分别在正午和后半夜。
- 非移出型MCS主要发生在山区, 这种分布在集中月份和整个暖季差异不大; 移出型MCS主要发生在平原, 并且在集中月份更趋于在鄱阳湖平原触发。

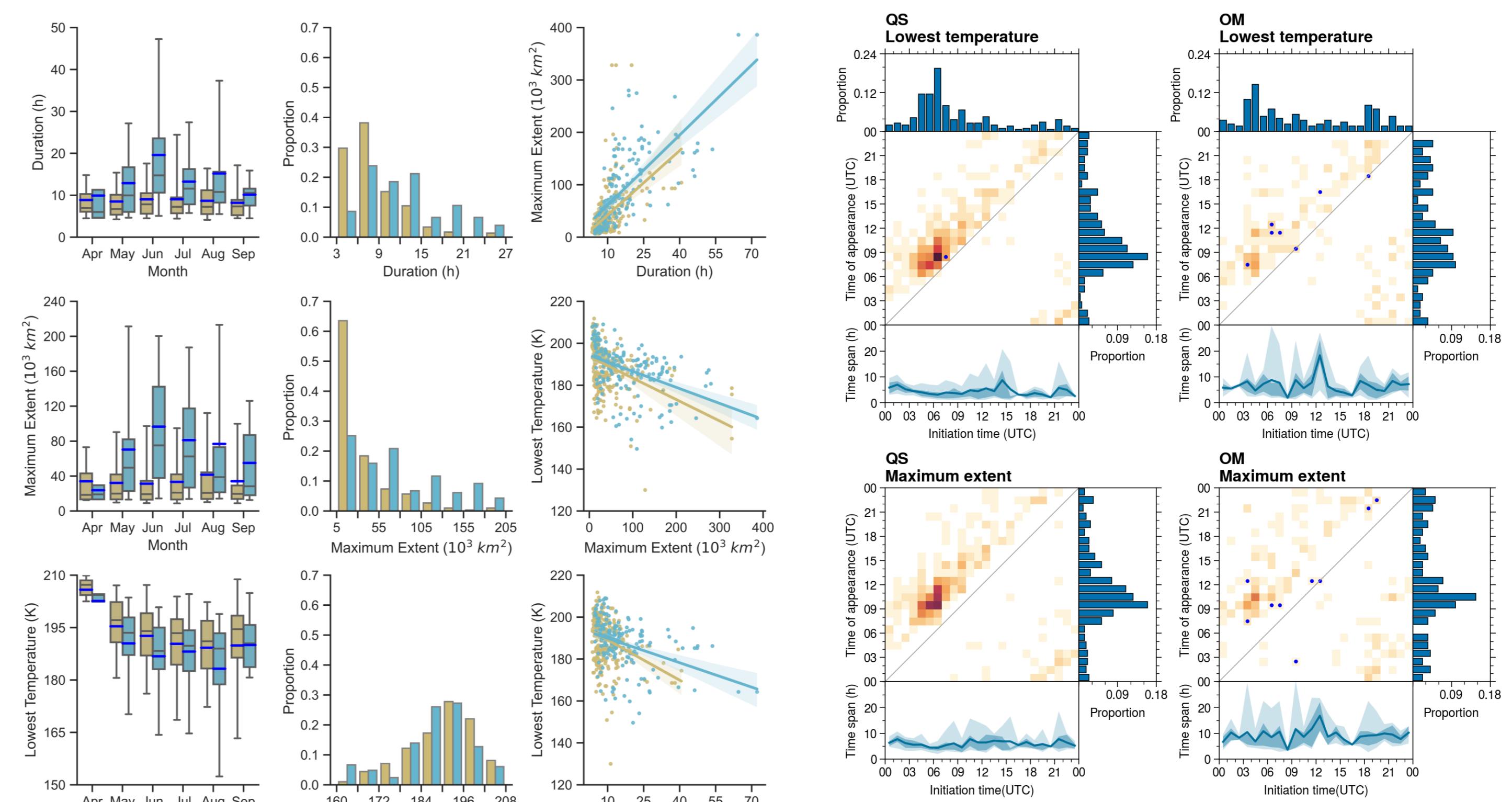
## 研究结果

## MCS的速度特征



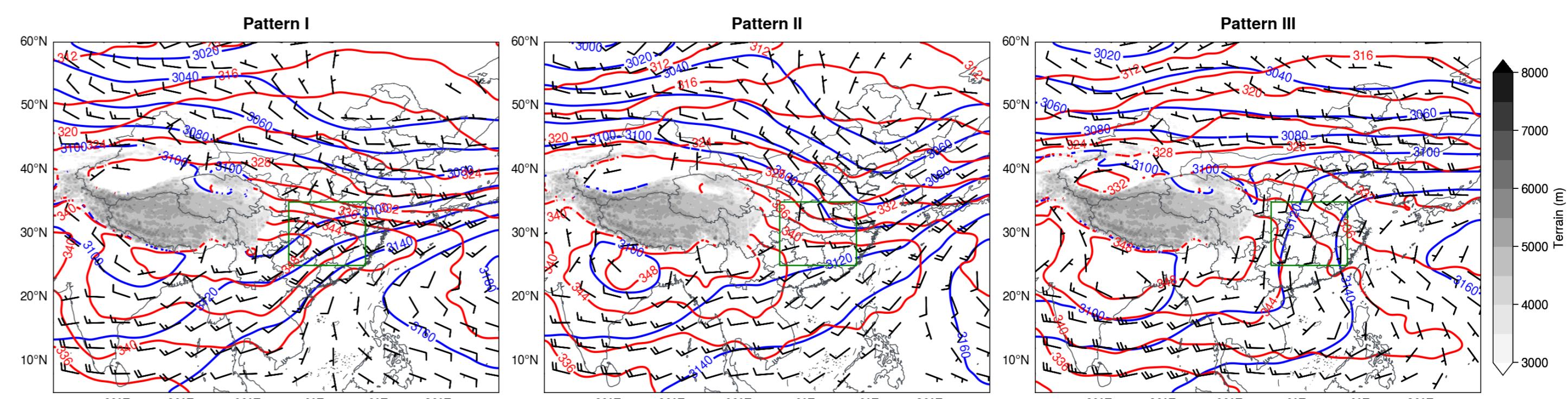
- 非移出型MCS的移动速度较慢, 移动方向的分布较为均匀。
- 移出型MCS的移动速度较快, 主要向东移动。

## MCS的属性特征

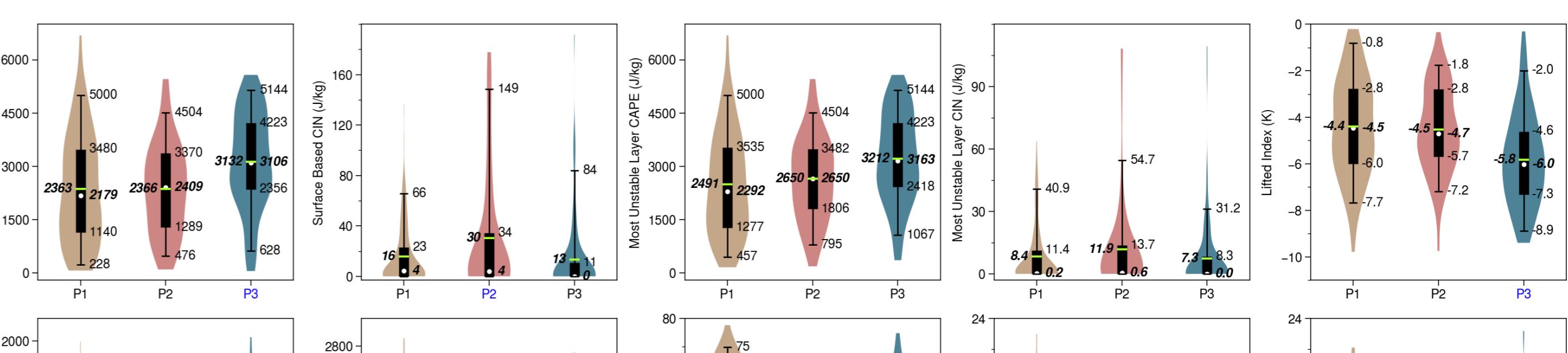


- 作为一个整体, 移出型MCS普遍比非移出型MCS持续时间更长、冷云面积更大。
- MCS中的对流单体能够发展的最大强度或高度, 移出型和非移出型差异不大。
- 非移出型MCS中的对流单体的发展具有日变化特征, 并且不同触发时刻的对流单体发展的快慢基本一致; 移出型MCS中的对流单体的发展日变化特征不明显, 不同触发时刻的对流单体发展的快慢也有所差异。
- 作为中尺度对流系统整体, 2类MCS的发展均具有日变化特征, 但不同触发时刻的MCS, 非移出型的发展快慢较为一致, 移出型的发展快慢则有所差异。

## 环流分型与环境条件



- P1对应典型江淮梅雨锋的形势, P2以西北气流和冷空气为主导, P3则主要受副高外围的偏南气流影响。
- 非移出型MCS在P1和P3中触发的频次相当, 在P2中触发的最少, 而移出型MCS在P1中触发的最多, 其次为P2, 在P3中触发的最少。



- P2的环流形势以偏北风为主, 对流层低层相对稳定。
- P3对应的环流形势下, 偏南风的增暖作用超过增湿作用, 对流层低层更倾向于干绝热甚至超绝热。
- P1对应的环流形势的低层风速较大, 甚至可能出现低空急流, 因此导致P1中SHR3和SHR6的取值相差较小。
- P1和P2中的水汽主要由西南气流从孟加拉湾输送, P3中的水汽主要由偏南气流输送, 因此局地水汽含量要比P1和P2小。

## 联系作者

fuyanan20@mails.ucas.ac.cn

