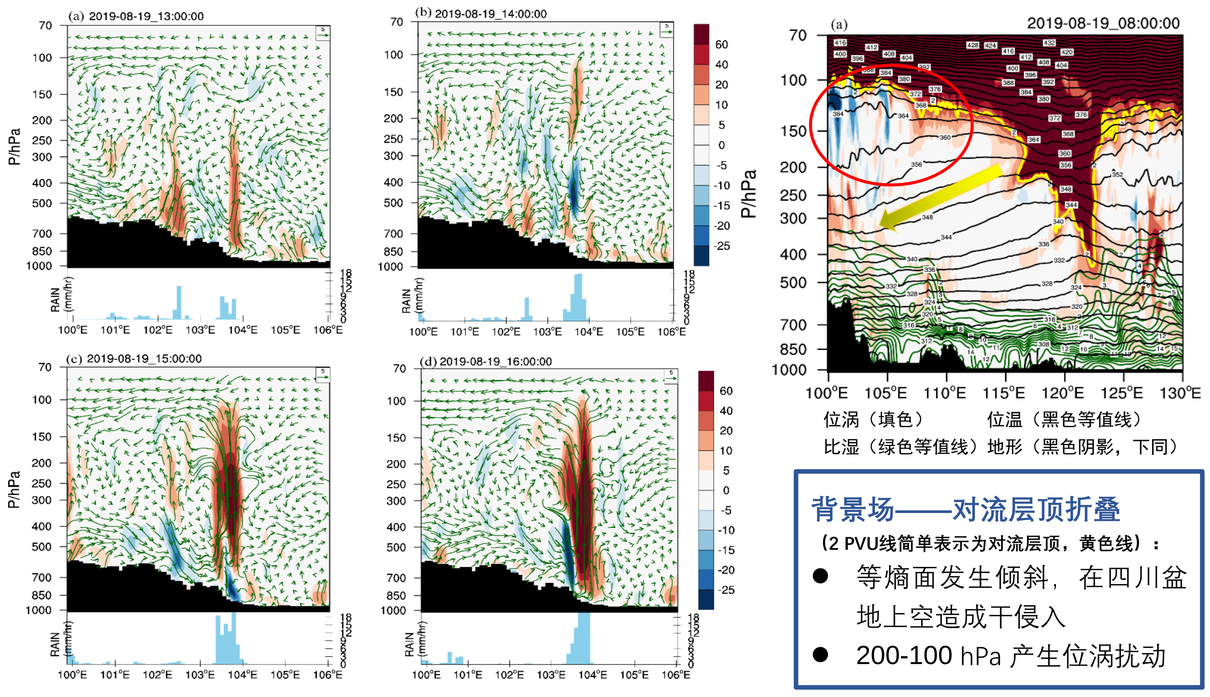
四川盆地两次穿透性对流形成机制

赖子洋 张泓池 周玉淑

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（LACS）

个例一：2019年8月19日



背景场——对流层顶折叠

（2 PVU线简单表示为对流层顶，黄色线）：

- 等熵面发生倾斜，在四川盆地上空造成干侵入
- 200-100 hPa 产生位涡扰动

形成过程分阶段进行 (图左，扰动垂直速度)

①对流层对流的触发 ②高层上升运动的发展 ③中层垂直运动的变化

个例二：2017年8月7日

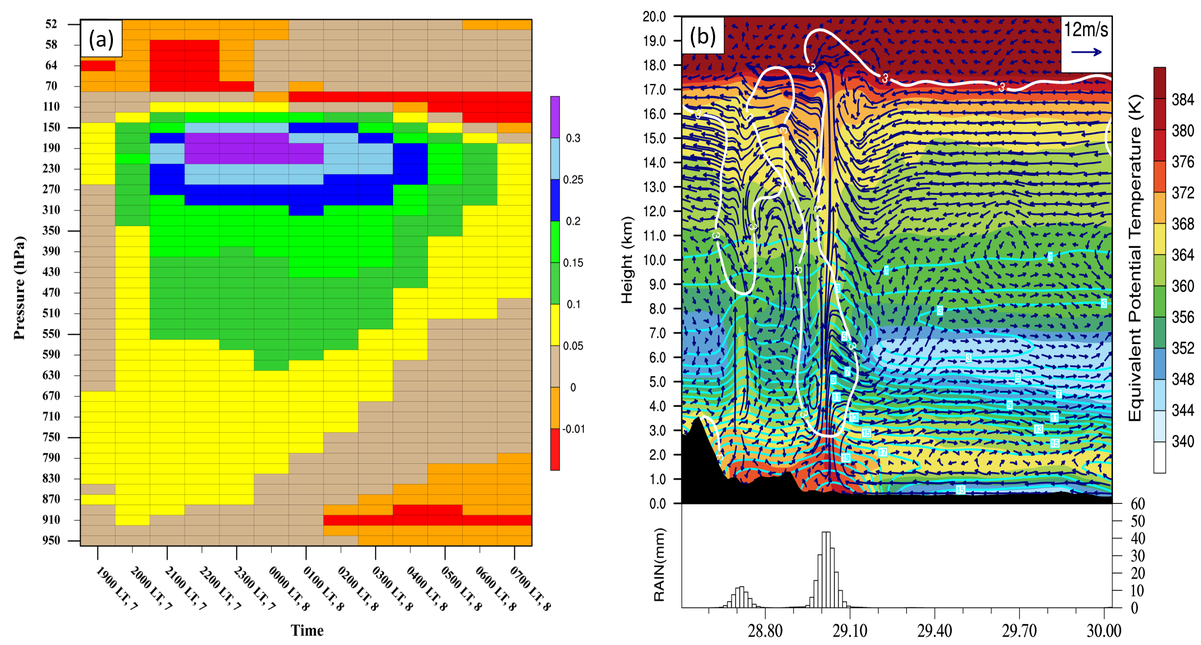
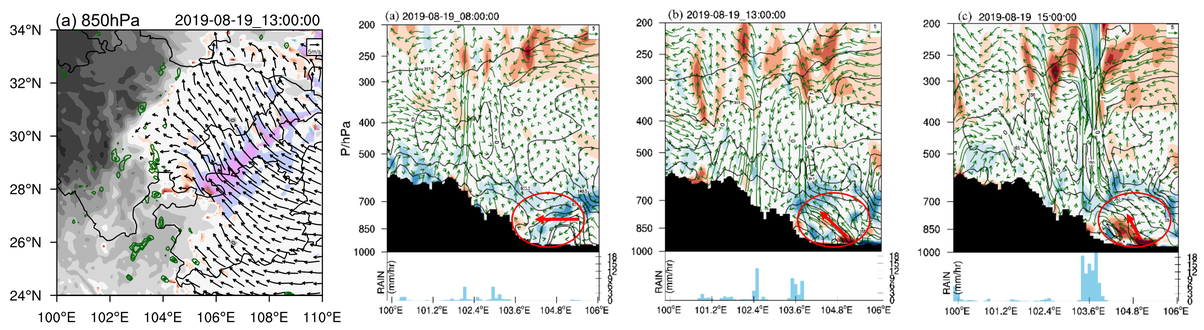


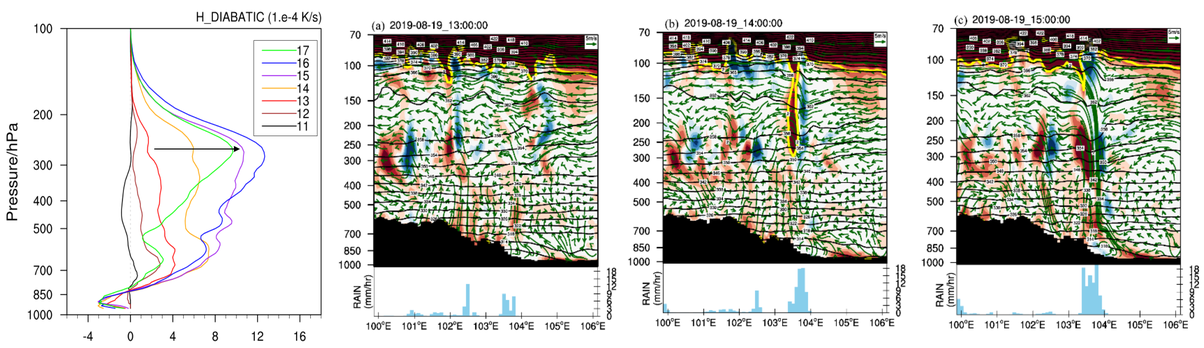
图 1. (a) 强对流区域平均垂直风速 (填色, $m\cdot s^{-1}$) 日变化的垂直分布； (b) 穿透性对流触发时的风矢量(海蓝色矢量，$m\cdot s^{-1}$)、等效位温(阴影， K)、比湿(青色实线，$g\cdot kg^{-1}$) 和位涡(白色实线, 3 PVU) 的纬度—高度剖面

- 本次个例穿透性对流的判断标准：对流突破对流层顶 (采用基于位涡PV的动力对流层顶, PV = 3 PVU)

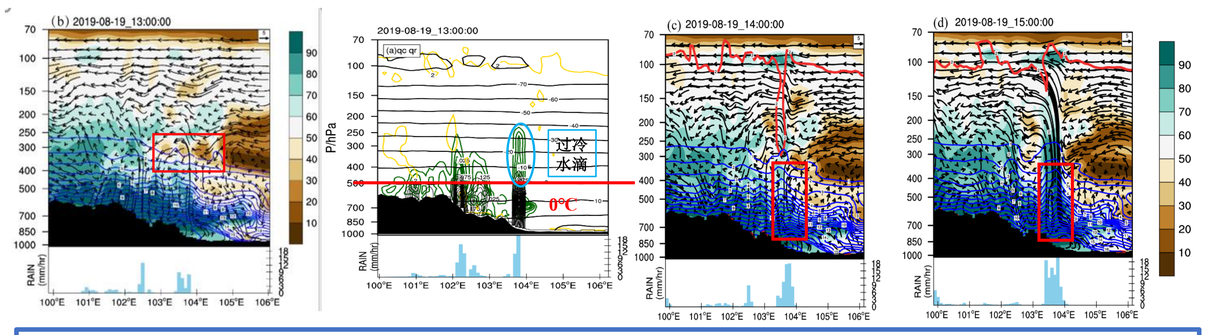
穿透性对流的形成机理



- **对流触发←低空急流发展**
  （背景不稳定层结下，低空急流左侧气旋性切变结合地形抬升作用）
- **低层上升运动的维持←倾斜涡度发展**
  （低空急流作用下高能暖湿舌向盆地内部发展和低层垂直风切变增强）



- **高层上升运动发展←PV扰动发展**
  （**非绝热加热**作用增强垂直加热梯度导致高层位涡扰动发展增强）



- **中层垂直运动变化←下沉运动造成局地干冷空气入侵**
  （干环境下粒子相变导致冷却下沉加剧对流不稳定，下沉转为上升运动）

穿透性对流的形成机理

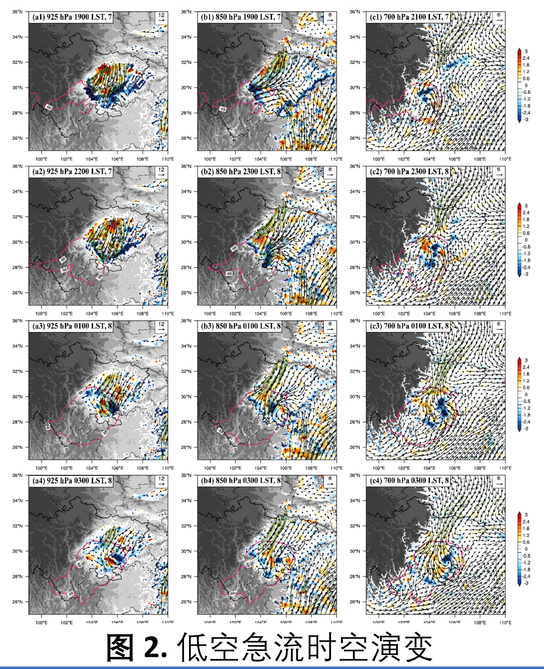


图 2. 低空急流时空演变

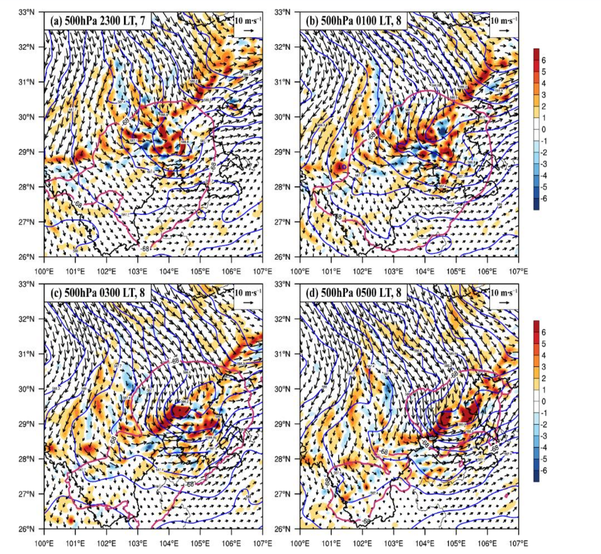


图 3. 相对涡度(阴影, $10^{-4}\ s^{-1}$)和位势高度(海蓝色实线)和等效黑体温度(红线,℃)

- **低层偏北低空急流**：引起低层对流和局地辐合、对流不稳定能量释放
- **中层中尺度对流涡旋**：在对流成熟期出现，维持中层上升运动

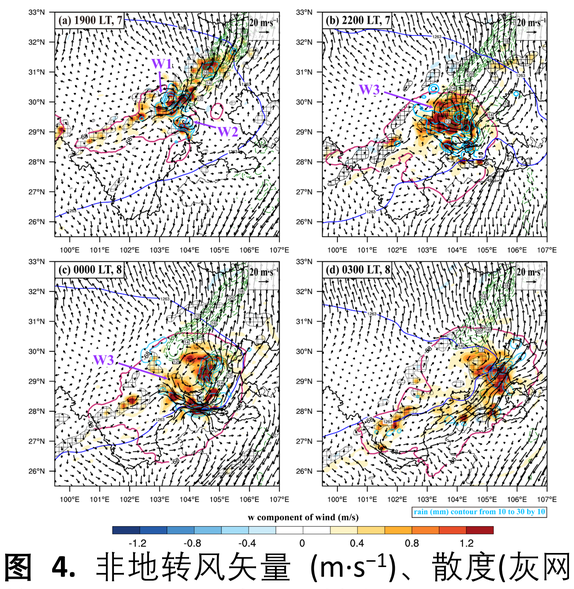


图 4. 非地转风矢量 ($m\cdot s^{-1}$)、散度(灰网格)、200 hPa垂直风 (填色，$m\cdot s^{-1}$)、850 hPa LLJ (绿虚线) 和等效黑体温度(红线,℃)

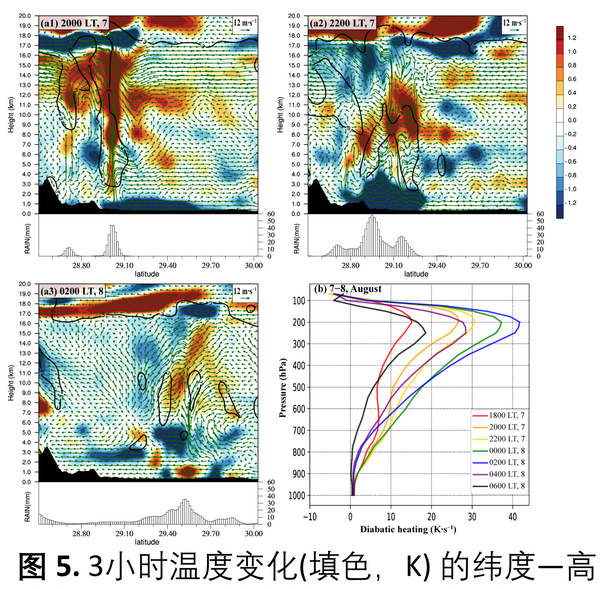


图 5. 3小时温度变化(填色，K) 的纬度—高度剖面；(b) 平均非绝热加热时间演变

- **高层加强的非地转风抽吸效应**：加强高层上升运动
- **非绝热加热**：降水释放潜热加热高层大气，维持穿透性对流

联系方式

周玉淑 邮箱：zys@mail.iap.ac.cn

赖子洋 809913613@qq.com

张泓池 839592799@qq.com