



中国东部区域极端降水事件特征— 两种监测方法对比

南京信息工程大学大气科学学院

余锦华

叶梦茜

贵阳，2021年10月



目录

引言

资料与方法

主要研究结果

结论

引言

- 洪、涝、泥石流等灾害发生与区域性极端降水过程相关联

我国南方2020年入汛以来因洪、涝引起的灾情

安徽歙县因洪涝，2020年7月7日高考无法如期进行

四川阿坝小金县发生泥石流

时间	地区	伤亡情况
6月1日-6月12日	广西壮族自治区	6人死亡，3人失踪
6月8日-6月14日	贵州省各市县	10人死亡，14人失踪
7月6日	四川省阿坝州小金县	3人死亡，1人失踪
7月6日-7月11日	江西各市县	4人死亡
截至7月12日	湖北省荆州	1人死亡
截至7月20日	湖南省各市县	24人死亡
7月25日-7月27日	湖北省恩施土家族苗族自治州建始县	5人死亡，1人失踪
7月25-7月27日	重庆市各区县	4人死亡
7月26日	四川省宜宾市叙州区	2人死亡



引言

2021年7月19—21日河南地区极端降水引起郑州的城市内涝，死亡350人，失踪50人



引言

区域性极端降水过程的科学定义

日降水阈值

无日降水阈值

Tu et al. (2011) : 聚类分析距离 200 km 内的超过 10 个气象站发生降水大于 50 mm 的事件。

Ren et al. (2012) : 将极端降水逐日影响范围串到一起, 识别区域性极端事件。

翟盘茂等 (2005) : 单站的基础上, 时间重叠至少 1d, 相邻站点小于 200km, 核心区域至少 3 个站点, 构成区域事件。

景丞 (2017) : 通过选取既定时间尺度 (1, 3, 5, 7d), 将连续面积上超过百分位阈值的格点集合定义为事件。

Rodriguez and Laio (2014), Lu et al. (2017): 基于降水聚类中心的降水时空聚集性最大相对强度定义为极端降水事件。

2010

2014

2015

2017

问题的提出

- **如何在三维时空中，估算降水的时空聚集性强度，识别区域极端降水过程？**
- **阈值和非阈值区域极端降水过程监测方法有什么差异？**

资料与方法

资料

- ◆ 大气要素场由ERA-Interim再分析数据提供，网格分辨率为 $1.5^\circ \times 1.5^\circ$
- ◆ 降水数据采用中国气象局提供的1979-2015年CN05日降水数据集，网格分辨率 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$

方法

- ◆ **非阈值方法**：基于格点降水中心（聚类方法），考虑围绕降水中心的**降水时空聚集性 (TSG)** 的区域降水过程的确定。

聚类方法

- 格点降水属性（4维）：纬度、经度、时间；降水份额
- 降水中心：一个参数，健壮指数

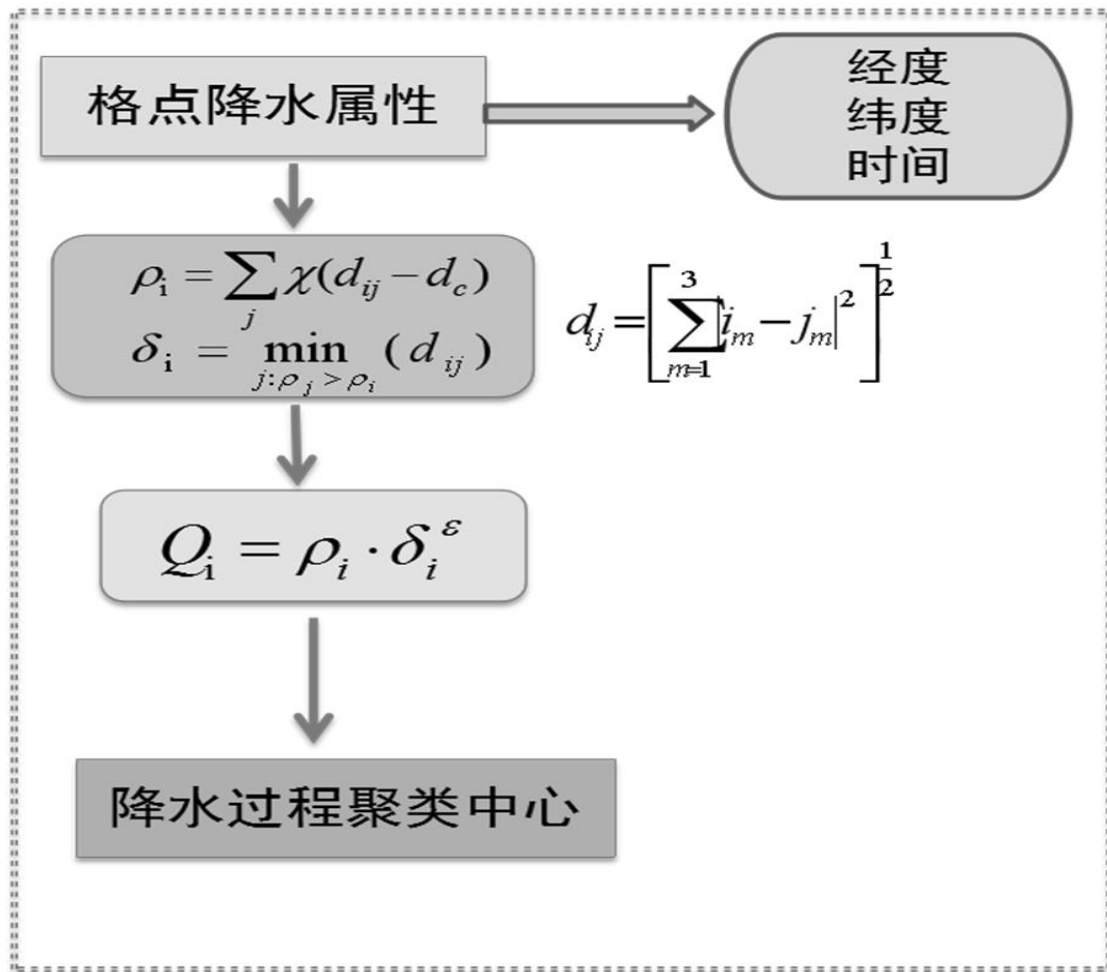
格点降水密度参数 $\rho_i = \sum_j \chi(d_{ij} - d_c)$

区分度参数

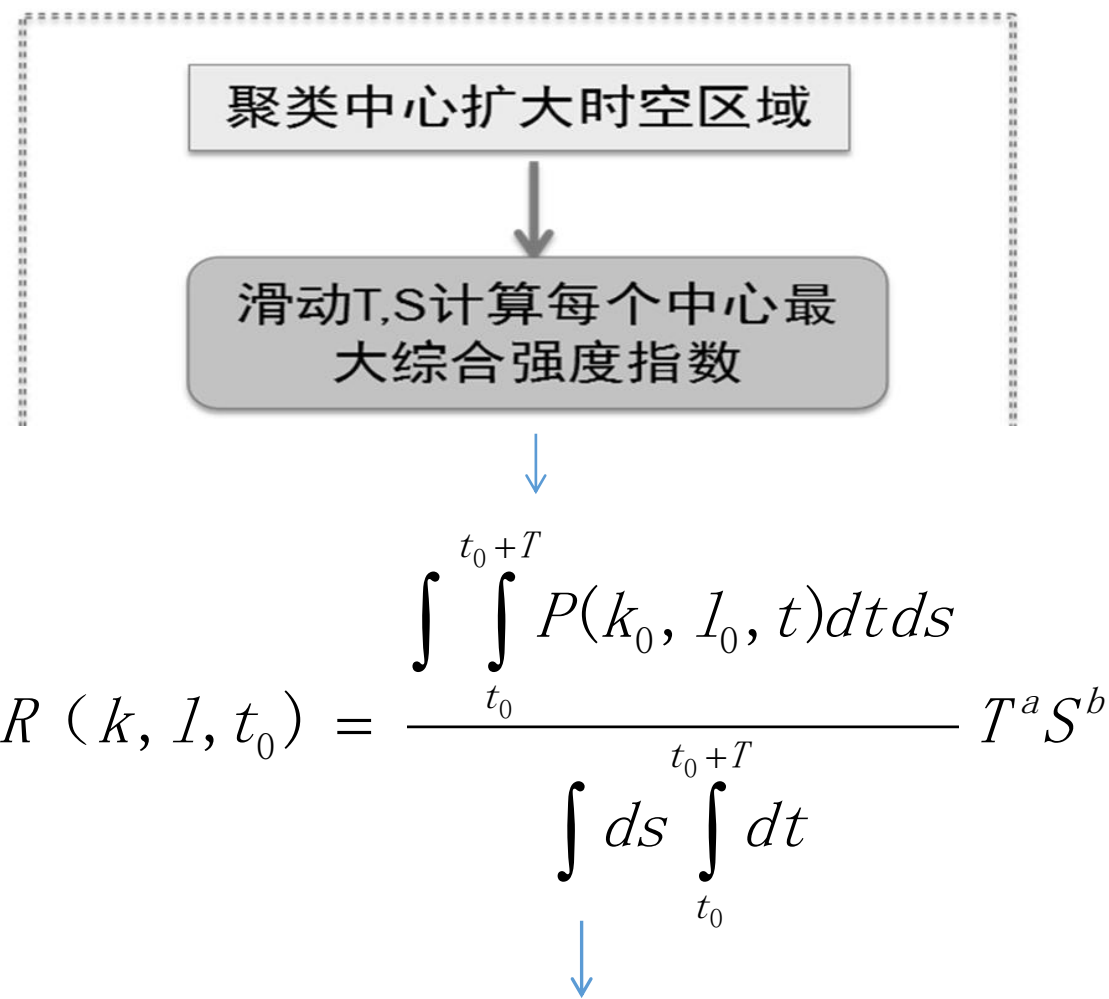
$$\delta_i = \min_{j: \rho_j > \rho_i} (d_{ij})$$

$$Q_i = \rho_i \cdot \delta_i^\varepsilon$$

$$d_{ij} = \left[\sum_{m=1}^3 |i_m - j_m|^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$



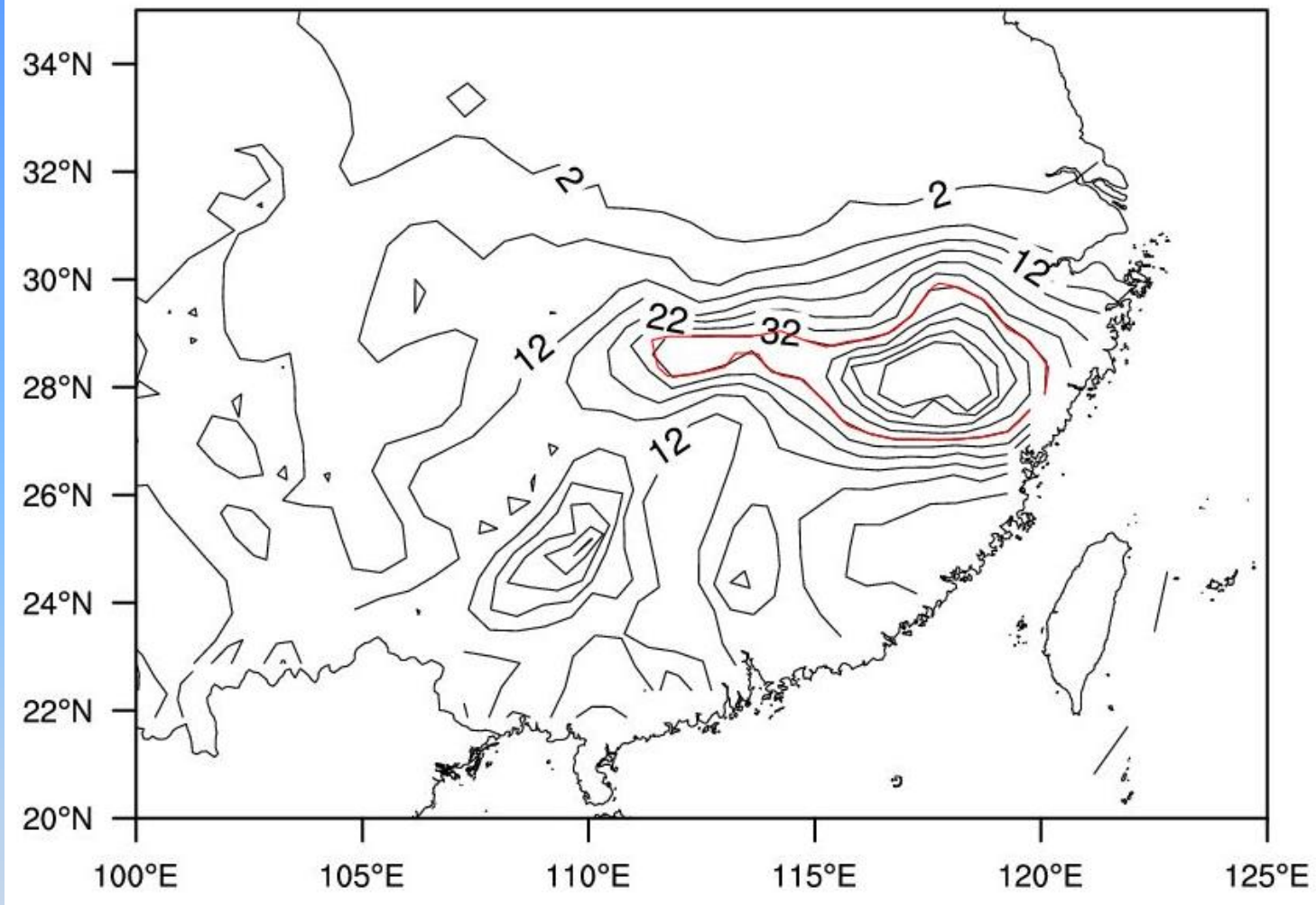
降水过程的初始降水中心确定



降水过程强度（核心位置、影响面积，开始和结束时间）

区域降水强度

	开始日期		结束日期					
	6月21	6月22	6月23	6月24	6月25	6月26	6月27	6月28
6月9	287.98	306.97	303.70	319.97	321.56	323.25	316.96	308.97
6月10	294.50	311.32	307.32	323.36	326.94	328.83	322.05	313.41
6月11	307.66	323.58	318.30	334.09	337.84	339.22	331.57	322.15
6月12	325.46	339.99	332.98	348.44	350.98	351.56	342.90	332.40
6月13	333.32	348.11	339.77	355.11	355.89	355.54	345.40	334.13
6月14	307.66	329.86	321.87	340.12	339.39	337.07	326.42	315.33
6月15	277.79	304.80	296.99	319.72	321.15	320.24	310.78	299.70
6月16	269.34	295.88	287.84	317.01	319.00	321.38	311.85	300.17
6月17	258.92	295.64	286.90	312.53	311.19	312.16	302.19	290.27
6月18	247.61	289.79	278.73	306.71	307.53	311.42	300.61	287.40
核心 纬度	核心 经度	起始 日期	结束 日期	边界 等值线	影响面积 (km ²)	极值 (mm/day)	强度	持续 时间
28.25	117.75	1998/6/13	1998/6/25	32	135091.25	199.5	355.89	13



1998年6月13-25日发生在长江以南的一次降水过程日平均降水量分布，红线所围区域为极端降水发生的区域

阈值法-气候中心业务方法

附件 1

区域性暴雨过程监测和评价指标

业务方法

01

绝对阈值**50**mmd⁻¹

02

相邻**350**km内的比例达到**0.8%**

03

单日区域极端降水事件

时间连续
空间中心不超过**1050**km

04

区域持续性极端降水过程

$$Z = f(I_a, A_a, T) = I_a \times A_a^{0.5} \times T^{0.5}$$

一、区域性暴雨过程监测指标

1. 全国范围区域性暴雨过程的判定:

日降水量 ≥ 50 毫米的相邻站点(距离 ≤ 350 公里)数至少20站(0.8%),则当日的相邻站点形成一个全国范围内的区域性暴雨站组;

若当日的区域性暴雨站组与前一日的区域性暴雨站组的中心距离不超过1050公里,区域性暴雨过程持续,且为同一个暴雨过程,否则另计为一次全国范围内的区域性暴雨过程。

监测站点 A(LonA, LatA)与监测站点 B (LonB, LatB)之间的距离(D)计算公式如下:

$$D=R*\arccos(\sin(\text{LatA})*\sin(\text{LatB})+\cos(\text{LatA})*\cos(\text{LatB})*\cos(\text{LonA-LonB}))*\pi/180$$

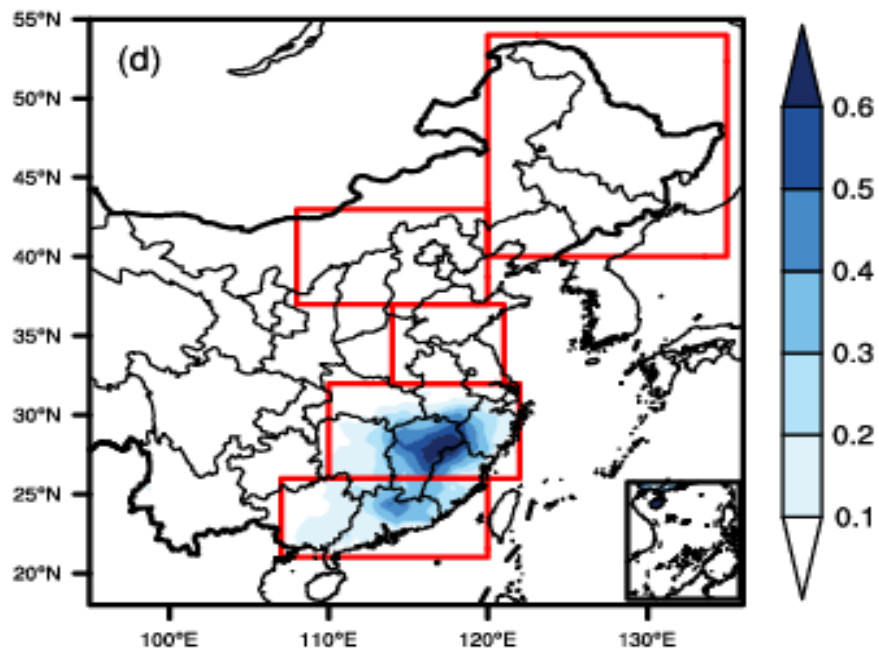
其中:

R为地球平均半径,取6371公里; $\pi=3.14$;

LonA、LatA和LonB、LatB分别为A站、B站的经度和纬度。

主要研究成果-统计特征对比

业务法与TSG法识别区域极端降水过程数的对比



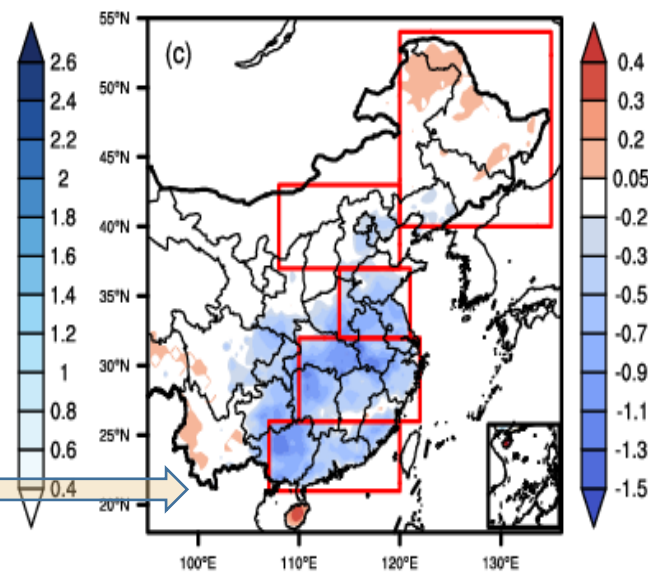
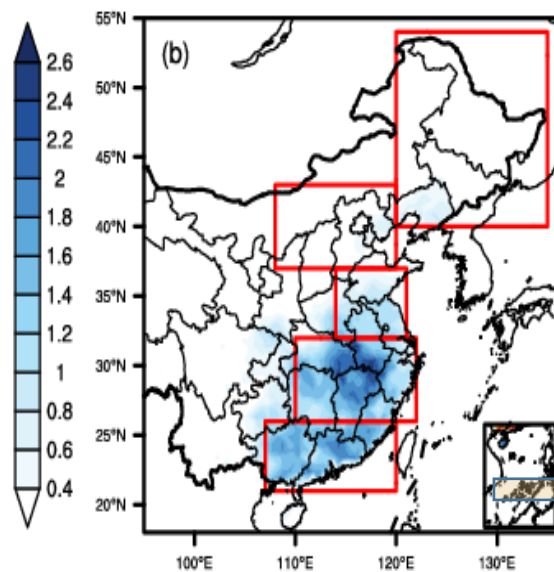
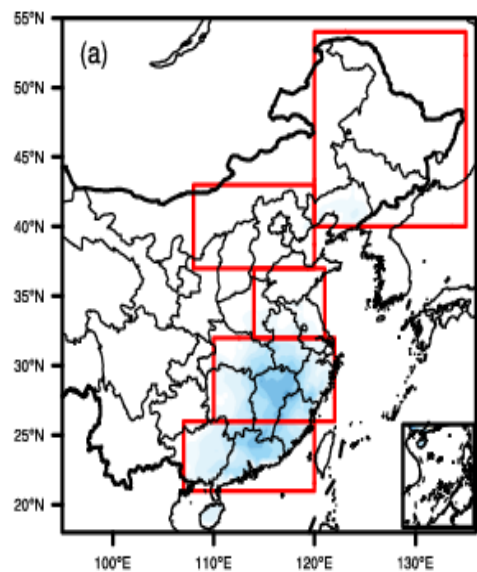
地区	方法	频次	持续 $\geq 3d$	持续时间(day)		影响面积 ($10^5 km^2$)
				max	mean	
中国东部	业务	561	36	5	1.41	1.57
	TSG	561	72	26	1.79	1.09
华南地区	业务	142	5	4	1.32	1.50
	TSG	144	22	19	2	1.11
长江流域	业务	219	22	5	1.58	1.79
	TSG	186	32	24	2.12	1.32
黄淮地区	业务	51	0	2	1.27	1.25
	TSG	37	2	4	1.19	0.81
华北地区	业务	20	1	3	1.36	1.35
	TSG	15	0	1	1	0.79
东北地区	业务	43	0	3	1.14	1.19
	TSG	66	0	3	1.12	0.96

TSG法

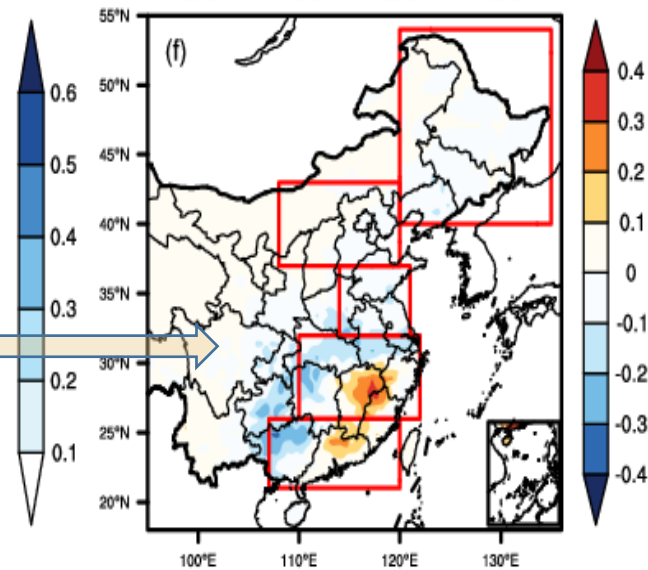
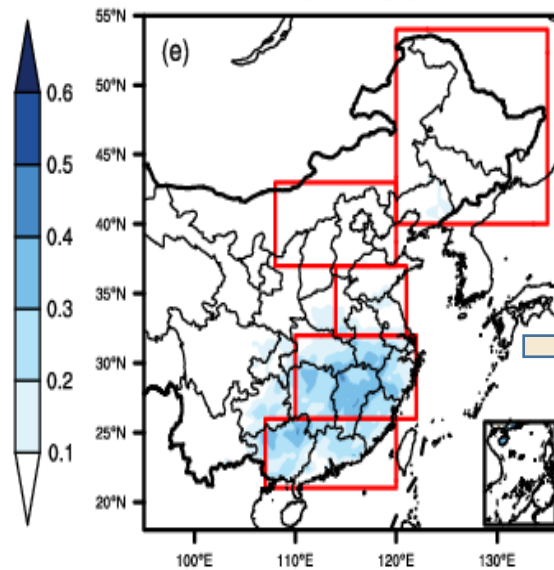
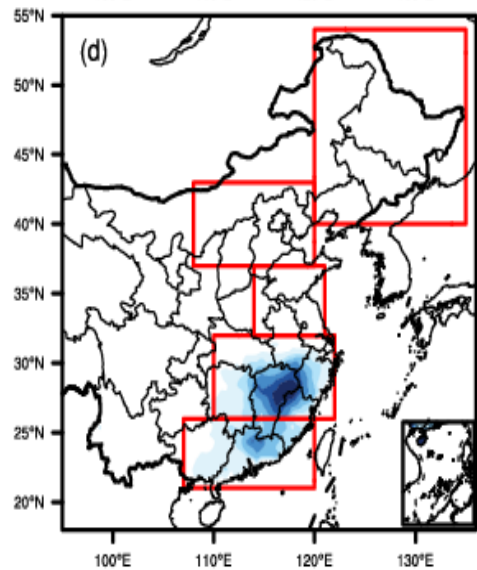
业务法

TSG-业务法

年平均频数



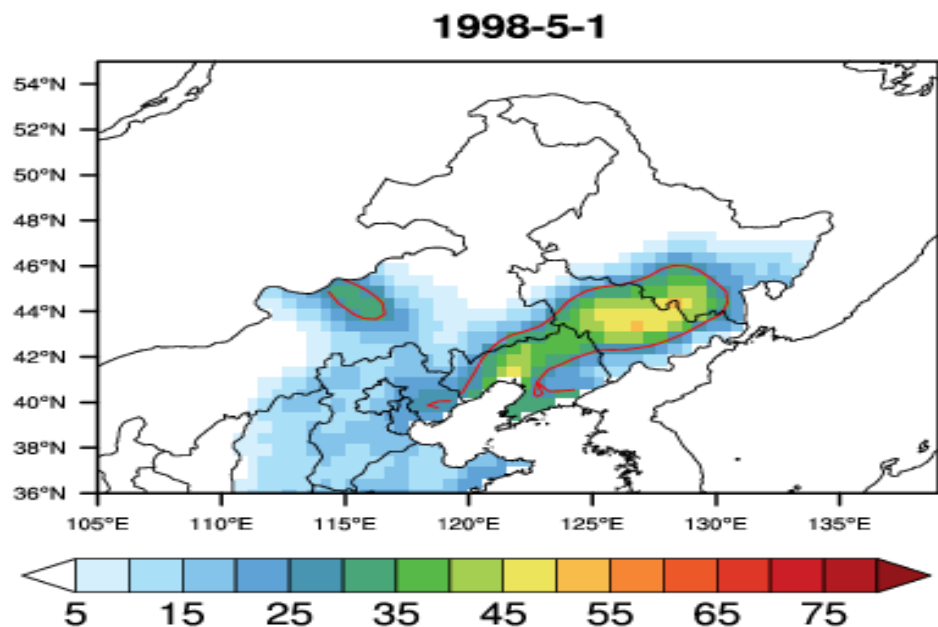
降水事件
3天及以上持续性极端



个例对比

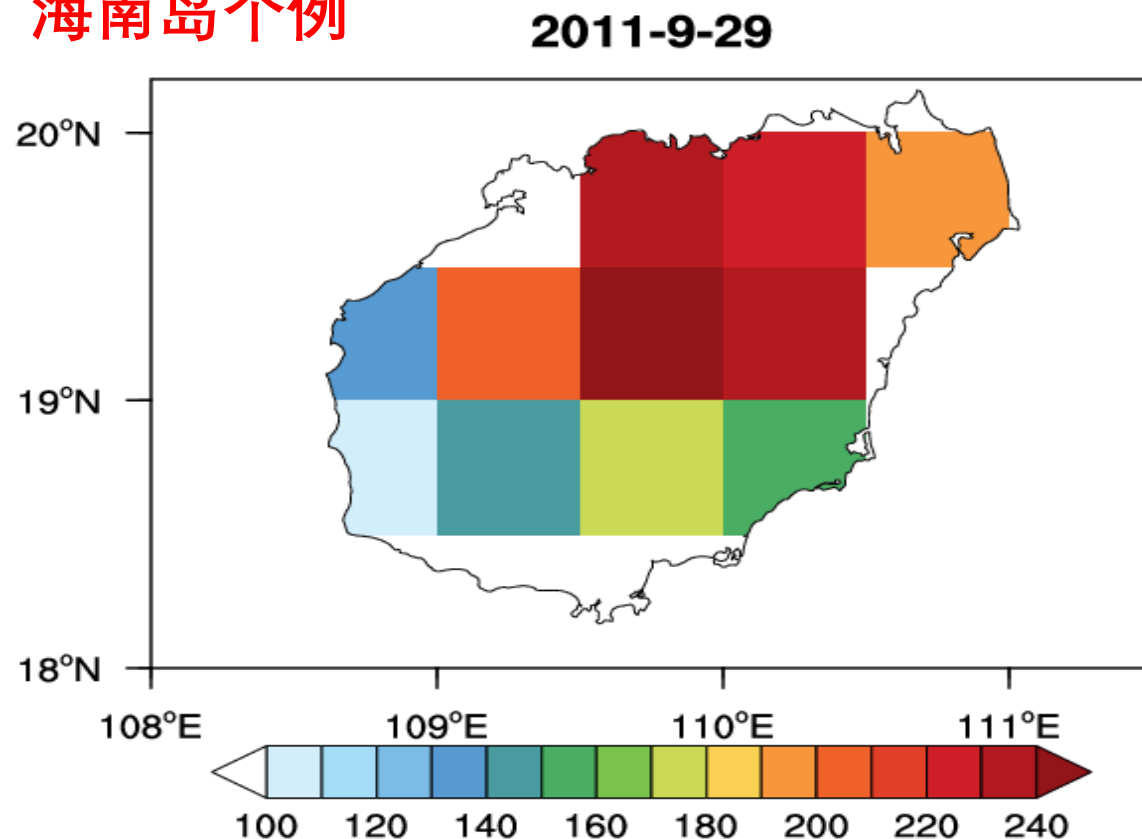
TSG识别东北、海南岛的极端降水过程，业务法未识别出

东北个例



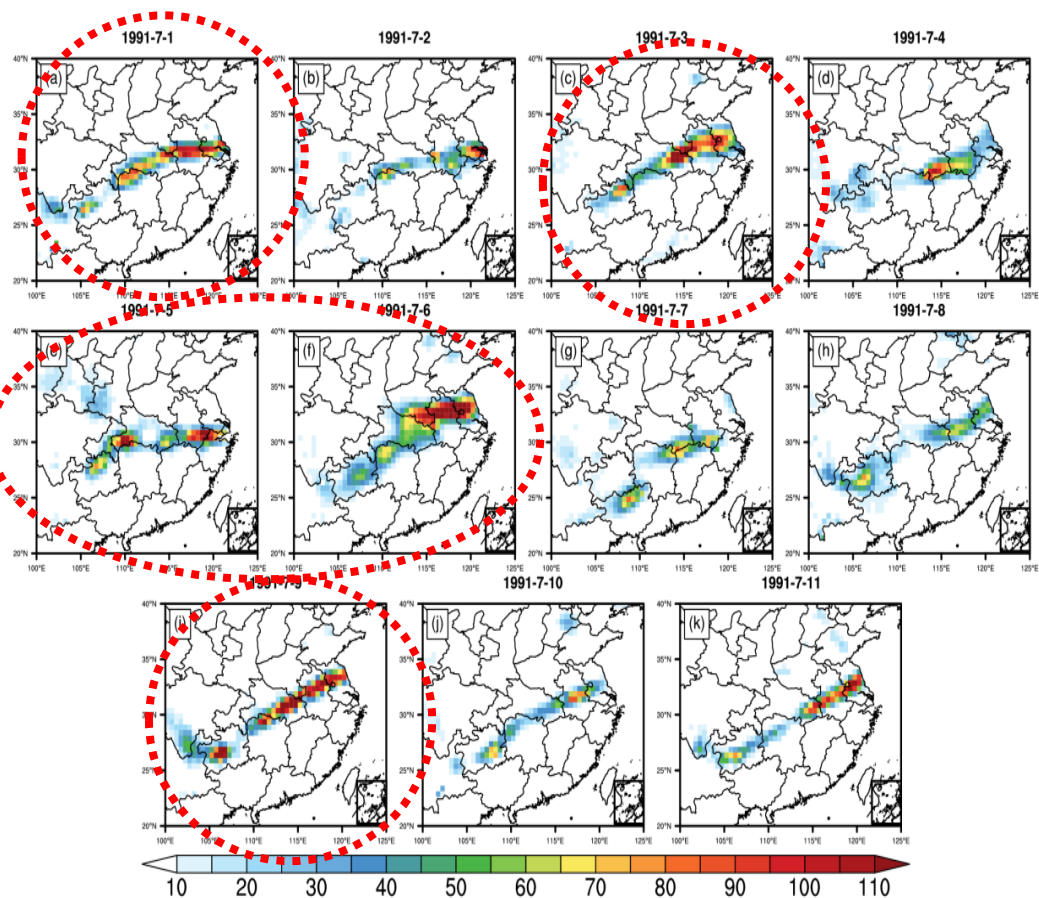
发生在1998年5月1日的东北一次极端降水过程的降水量分布

海南岛个例



发生在2011年9月29日的海南岛一次极端降水过程的降水量分布

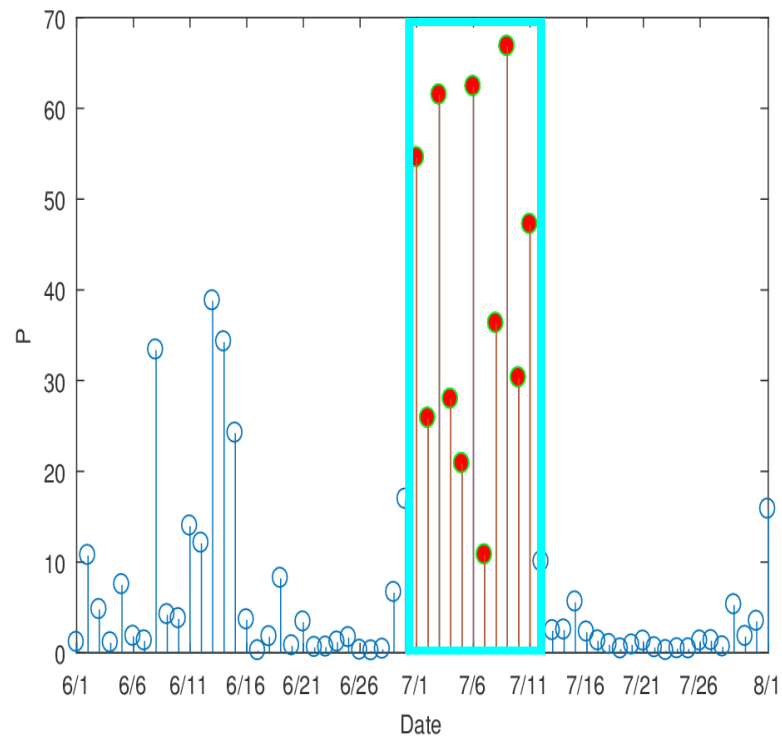
一次持续性降水过程的识别



1991年7月1-11日TSG识别的一次过程

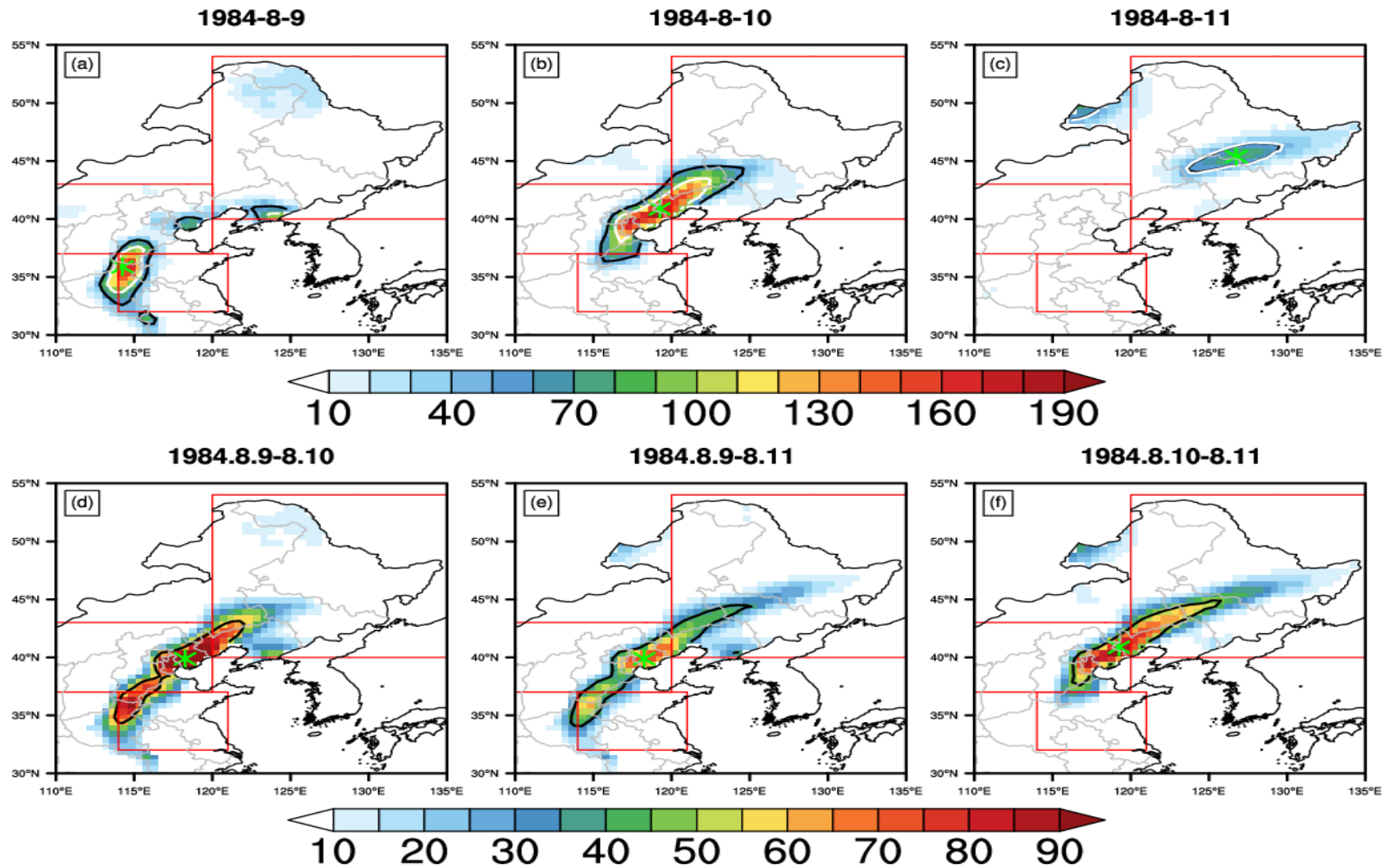
(红圈为业务法识别结果)

考虑间歇期



对应区域平均降水量演变

TSG: 一次长江中下游1991年7月1日-11日的降水事件
业务法: 识别出4次降水过程



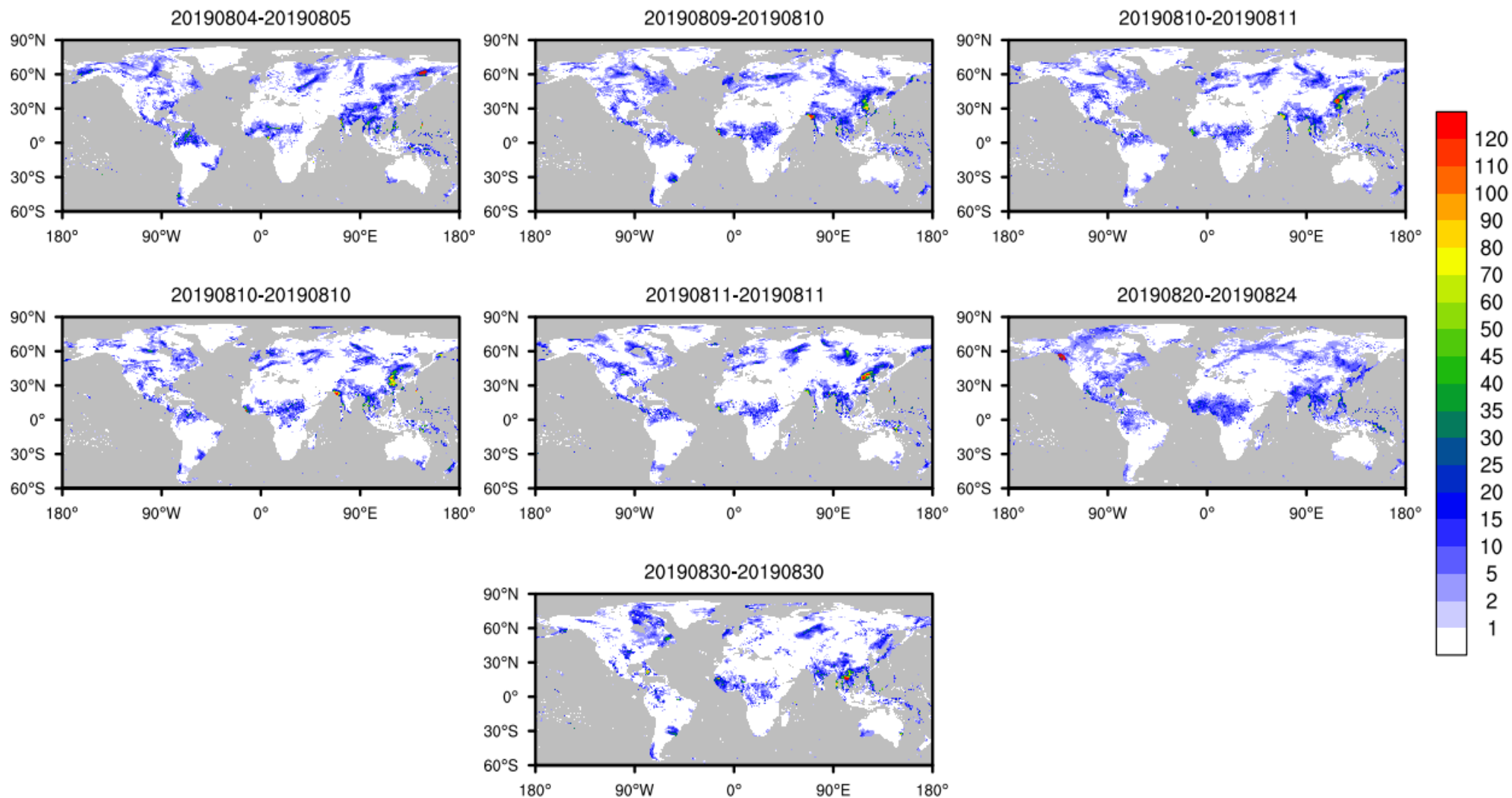
- 业务法识别的发生在1984年8月9日-11日区域极端降水过程的日降水量分布

- TSG只识别出8月10日一天的极端降水过程

开始\结束	8月9日	8月10日	8月11日
8月9日	319.5 (k=88.5 mm)	360.2 (k=61.5 mm)	286.9 (k=35.5 mm)
8月10日	-	449.9 (k=105 mm)	307.4 (k=49 mm)
8月11日	-	-	209.4 (k=48 mm)

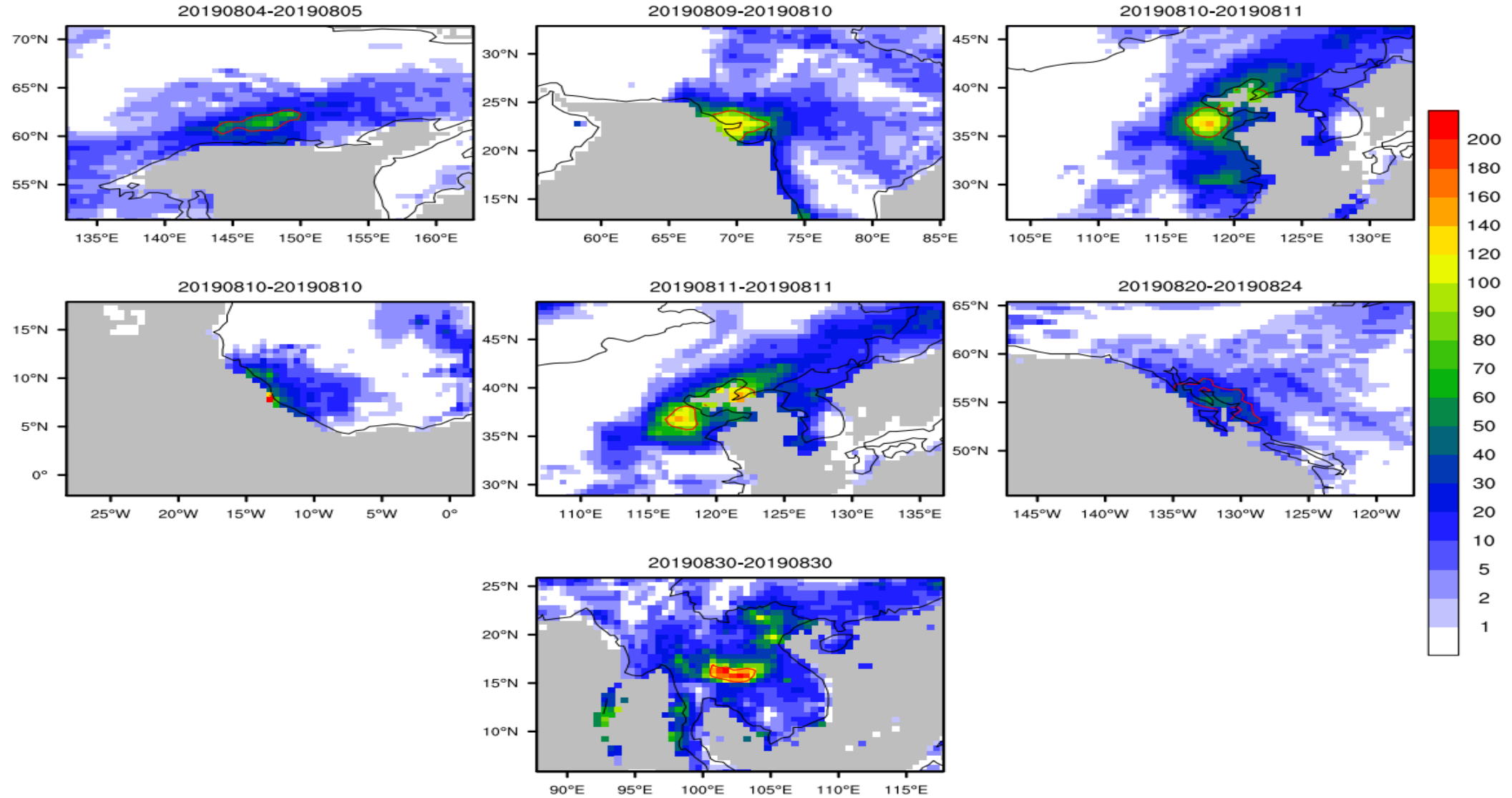
Global Regional Extreme Precipitation (REP) Monitor : 201908

Precipitation(shaded) Affected area(red contour)



全球陆地区域2019年8月极端降水过程的降水量分布

Global Regional Extreme Precipitation(REP) Monitor :201908 Precipitation(shaded),Affected area(red contour)



2019年8月全球范围内区域性极端降水过程的降水量分布及影响的区域

主要结论

1. 两种方法识别的持续时间为1-2天、影响面积为20万平方公里内的极端降水事件特征相近。我国华南及长江流域地区，TSG方法监测出的3天以上持续性极端降水事件频次多于业务法，降水过程最长的持续时间也远长于业务法。
2. 业务法的优势表现为，将一次过程每天的降水中心独立确定，有利于识别降水中心移动较快的2天以上的极端降水事件，TSG识别的一次极端降水事件的降水中心是唯一的，**适合确定区域极端降水过程的识别。**

3. TSG方法的优势表现在，未设定降水阈值，可以客观自动化识别日降水小于50mm的区域极端降水事件，如东北地区等；容许降水过程中间歇期的存在，可客观监测持续性的区域极端降水事件，这类过程，业务法往往将原本一次的降水事件分裂为几次的极端降水过程。

4. TSG方法可扩展到全球范围内的区域性极端降水过程的客观自动识别，对全球模式输出识别区域极端降水过程提供了途径，如‘一带一路’区域极端降水监测等。

谢谢！敬请指正！