

文章编号: 2096-1618(2022)04-0435-07

# 1991–2020年西南湿季小时极端降水特征与区域差异

陈妙霖<sup>1</sup>, 毛文书<sup>1</sup>, 师春香<sup>2</sup>, 栗运<sup>1</sup>

(1. 成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都 610225; 2. 国家气象信息中心, 北京 100081)

**摘要:**为研究西南地区小时极端降水特征,利用西南地区1991–2020年5–9月的逐小时降水数据,采用第97百分位阈值法,对西南小时极端降水的空间分布和时间变化特征进行分析。结果表明:(1)小时极端降水阈值空间分布差异较大,从西北川西高原地区的4~5 mm/h向东南的云南东南部和贵州南部递增至10~15 mm/h;3个小时极端降水量大值中心分别位于四川盆地西部—川西高原过渡带、云南南部和贵州南部地区,达300 mm以上。(2)多年平均的小时极端夜雨量集中在四川盆地西部—川西高原的过渡带和贵州西南部地区;小时极端昼雨量集中在云南南部,呈带状分布。(3)四川、重庆、云南、贵州小时极端降水频数的变化趋势与小时极端降水量相对一致,在四川地区为单峰型,存在显著的夜雨特征,而重庆、贵州和云南地区均为双峰型。(4)西南各区域小时极端降水量与小时极端降水频数的变化趋势较为一致,增加时次多集中在后半夜与白天。

**关键词:**气象学;小时极端降水;百分位法;气候倾向率;西南地区

**中图分类号:**P426.62

**文献标志码:**A

**doi:**10.16836/j.cnki.jcuit.2022.04.012

## 0 引言

在全球气候变暖的背景下,极端天气气候事件明显增加。降水作为一种非连续的气象变量,具有空间分布的不均匀性及时间变化的不稳定性。降水的时空变化特征及其形成机理是理解洪涝灾害成因的基础<sup>[1-2]</sup>。由于极端降水的致灾性强,有关极端降水的研究一直受到广泛关注<sup>[3-9]</sup>。

目前,国内对西南地区的降水研究已有许多,唐红玉等<sup>[10]</sup>利用1960–2000年的逐月逐日逐时降水资料研究发现四川、重庆和贵州部分地区夜雨频繁,而云南的降水则以白天降水为主。袁文德等<sup>[11]</sup>利用西南1962–2012年逐日降水数据研究西南地区极端降水事件的时空变化特征。丁文荣<sup>[12]</sup>利用西南1960–2011年的逐日降水量资料研究发现云南西南部、贵州大部和四川盆地中部是极端降水频发区,而川滇交界处的元谋—会理和四川盆地北部山区则较少发生极端降水。由以上可知,许多研究是基于逐日或更长时间尺度的降水资料来进行的,用传统的日降水资料表征降水强度时,可能会高估长时间弱降水的强度,低估短时强降水的强度。因此,提高降水数据的时间分辨率对极端降水的研究很有必要。

西南地区包括四川、云南、贵州、重庆,地势西高东低、北高南低,起伏极大,属于典型的喀斯特地貌,气候类型复杂,气候变化有着自身的规律和特点,分布着众多长江上游支流,是中国地质灾害和洪涝灾害频发区域之一<sup>[13-15]</sup>。因此,研究西南地区小时极端降水事件

的变化特征,为研究极端降水引发的洪涝灾害提供参考依据,具有重要意义。然而纵观已有的研究成果,西南地区极端降水的研究多针对全年<sup>[11-12]</sup>,对整个雨季的研究较少。张武龙等<sup>[16]</sup>利用定义的月强度指数得出西南5–9月连续5个月偏湿,为西南地区的湿季,5–9月降水量占全年降水的70%以上<sup>[17]</sup>。因此,选取西南地区5–9月逐小时降水数据做小时极端降水特征研究。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区域及数据

研究区域为西南地区(云南、贵州、四川、重庆),其降水站点的空间分布以及地理高程特征如图1所示。研究数据为西南地区1991–2020年5–9月逐小时降水数据,该数据来自国家气象信息中心的中国国家级地面气象站逐小时降水数据集(V2.0),并通过了气候学界限值或极值检验、内部一致性检查。

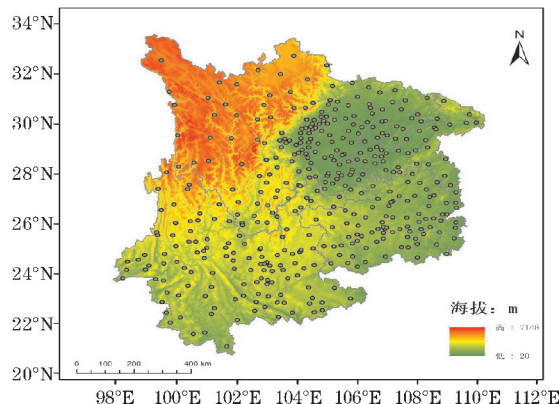


图1 西南地区站点空间分布

收稿日期:2021-08-09

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2018YFC1506601);国家国际科技合作基金资助项目(2011DFG23150);国家自然科学基金重点资助项目(91437220)

1.2 研究方法

受复杂地形和天气气候条件的影响,西南地区的极端降水特征及其变化趋势都存在明显的区域差异,因而对极端降水的定义应参考当地的气候条件,采用相对的阈值大小而非统一的划分标准<sup>[18]</sup>。因此,采用百分位阈值法计算各个站点的小时极端降水阈值;把1991–2020年5–9月逐小时降水序列的第97个百分位值的多年平均值定义为极端降水事件的阈值(H97prcp),当某站某小时的降水量超过阈值,即认为出现小时极端降水事件。将一年中5–9月小时极端降水总和记为该年汛期小时极端降水量(H97pre)。一年中5–9月小时极端降水次数记为该年的小时极端降水频次(H97fre)。小时极端降水强度为小时极端降水量与小时极端降水频次的比值(H97int)。此外,采用最小二乘法计算分析了1991–2020年西南地区站点小时极端降水的线性变化趋势,并对其进行显著性检验。

2 西南地区5–9月小时极端降水空间分布

2.1 不同强度小时极端降水特征

从西南各站不同百分位小时极端强降水阈值(表1)可以看出,西南各站相同百分位的小时降水阈值的最大值和最小值差异较大,第99.5百分位最小值为6.55 mm/h,最大值达到37.23 mm/h,为最小值的6倍。在目前的预报业务中,将大于20 mm/h的降水定义为短时强降水,西南各站第99.5百分位均值为20.42 mm/h,达到标准,但其降水量百分比仅为10.67%,占比过小。第99百分位最小值为5.69 mm/h,最大值为28.37 mm/h,降水量占比为16.09%,也较小。由于西南地区毗邻青藏高原,内有高原、山地、丘陵、盆地等地貌,降水空间分布差异大,第99和99.5百分位小时极端降水量占比最大仅为16.09%,小时降水阈值过于严格,易导致川西高原区域降水过少,不利于研究西南地区的小时极端降水特征。第97百分位最小值为3.70 mm/h,最大值为16.27 mm/h,均值为9.19 mm/h,降水量占比达到30.26%。第95百分位平均值为6.67 mm/h,降水量占比达到39.65%,占比较高。第90百分位平均值为4.01 mm/h,降水量占比达到55.20%,占比过高。根据尺度分析和降水量与垂直速度的关系, $\geq 10$  mm/h的降水一般由中小尺度天气系统造成<sup>[19]</sup>,第90和95百分位的阈值过小,不具有典型的小时强降水特征,第97百分位均值为9.19 mm/h,接近10 mm/h,结合西南地区的降水空间差异特征,因此选择第97百分位的阈值结果分析西南地区的小时极端强降水特征。

表 1 西南不同百分位小时极端强降水阈值

百分位	小时强降水阈值/(mm/h)			降水量 百分比/%
	最小值	最大值	平均值	
99.5	6.55	37.23	20.42	10.67
99	5.69	28.37	15.89	16.09
97	3.70	16.27	9.19	30.26
95	2.97	11.37	6.67	39.65
90	2.06	6.20	4.01	55.20

2.2 小时极端降水阈值空间分布

H97prcp的空间分布大体上从西北川西高原地区的4~5 mm/h向东南的云南东南部和贵州南部递增至10~15 mm/h。H97prcp存在3个大值中心,分别位于四川盆地北部、贵州南部和云南东南部,其中贵州南部H97prcp最大,达到13.41 mm/h,如图2所示。

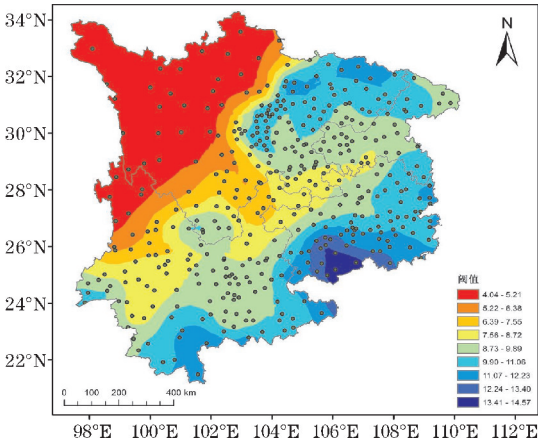


图 2 1991–2020 年西南地区小时极端降水阈值分布

2.3 小时极端降水量、极端降水频次和极端降水强度的空间分布

小时极端降水量 H97pre 的空间分布大体从西北向东南递增,存在3个大值中心,分别位于四川盆地的西部与川西高原交界地区、云南南部地区、贵州南部地区,达到300 mm以上。川西高原地区 H97pre 较小,约为100~156 mm,如图3(a)所示。小时极端降水频次 H97fre 的空间分布与 H97pre 有较大不同,自西向东逐渐减小,有2个大值区域,一个位于四川南部的横断山脉所在区域,达到20次,另一个位于云南的西部地区,达到21.58次。此外,H97fre 还存在3个小值区域,分别位于四川盆地北部地区、云南东部与北部地区、贵州的东部地区,H97fre 约为11.6~13次,说明这3个区域5–9月的多年平均总降水次数较少,进而通过百分位阈值法计算的多年平均 H97fre 较小,如图3(b)所示。H97int 的空间分布与 H97prcp 大体一致,只是量级不同,自西北向东南递增,西北川西高原与云南西北少部分区域强度约为6~8 mm/h。东部存在3个大值

中心,分别为四川盆地的西北部与川西高原的过渡带,达到19 mm/h,贵州的南部地区,达到23.54 mm/h,云南的南部与东部沿线小部分地区,达到17 mm/h,如图 3(c)所示。

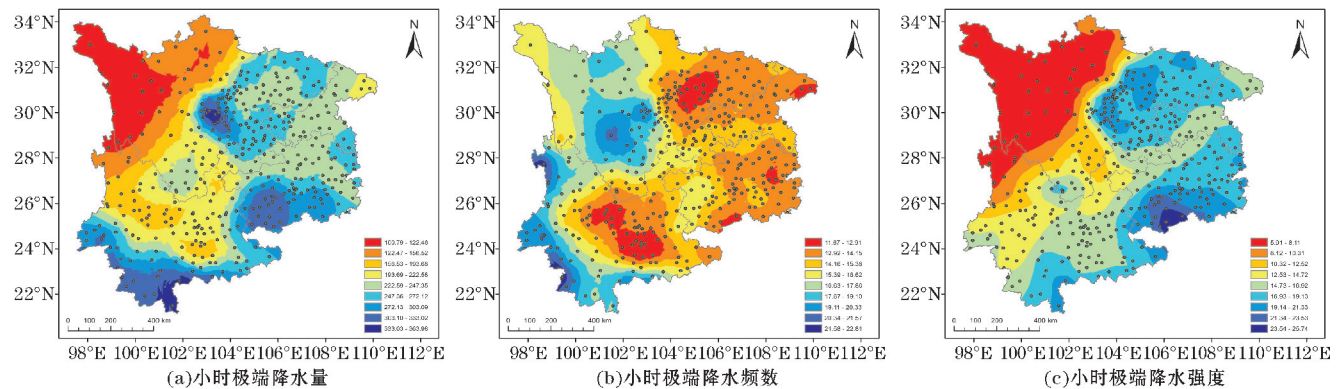


图 3 1991–2020 年西南地区多年平均小时极端降水量、降水频次和降水强度的空间分布

2.4 昼雨、夜雨空间分布特征

参考苏锦兰等<sup>[20]</sup>研究云南昼雨、夜雨分布特征的方法,以 20 时至次日 07 时的小时极端降水统计值作为小时极端夜雨量。同样,以 08–19 时的小时极端降水统计值作为小时极端昼雨量。从图 4(a)可知,西南地区多年平均的小时极端夜雨量在川西高原最小,为 60.00 ~ 80.00 mm,其次为云南北部地区,约为 81.00 ~ 102.00 mm,此外,存在两个大值中心,最大值位于四川盆地西部—川西高原的过渡带,达到226.59 mm,另一大值中心位于贵州的西南部地区,达到205.86 mm。从图

4(b)可知,西南地区多年平均的小时极端昼雨量大值区域在云南南部,达到176.86 mm,呈带状分布,与之相比,云南北部小时极端昼雨量仅为67.20 ~ 85.47 mm,为南部的 1/3,此外,川西高原小时极端昼雨量仍旧为西南全区最小,为30.64 ~ 48.91 mm。图 4(c)为小时极端夜雨量减去小时极端昼雨量的差值的空间分布,可看出,差值为负区域主要集中在云南南部地区,说明云南南部白天小时极端降水量较大。此外,四川东南部夜雨特征显著,四川盆地西部与川西高原的过渡带存在一大值中心,达到120.00 mm,贵州南部夜雨特征也较显著,达到 100.00 mm。

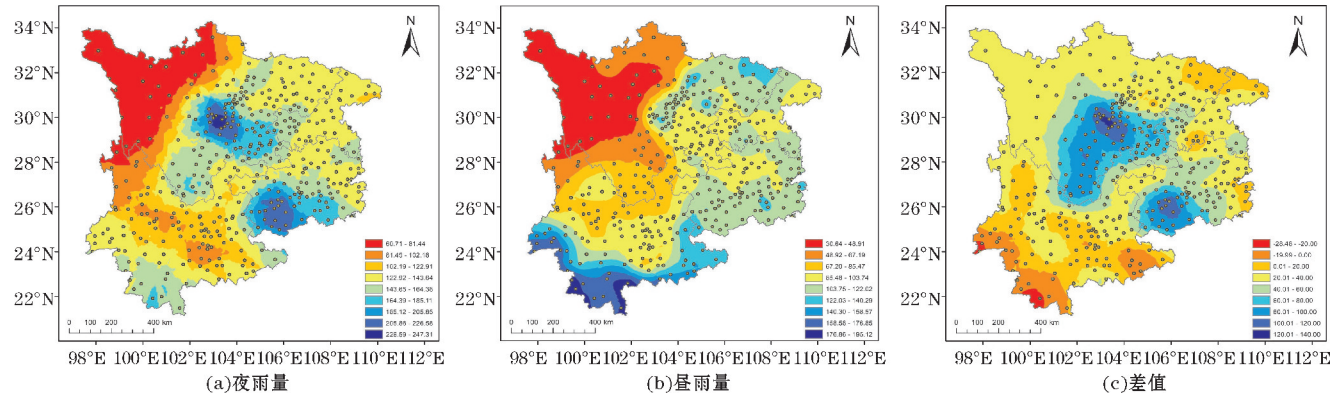


图 4 1991–2020 年西南地区多年平均小时极端夜雨量、小时极端昼雨量和两者差值的空间分布

2.5 5–9 月小时极端降水量的贡献率

西南地区的 5–9 月小时极端降水量的贡献率自西向东逐渐增加,其中贡献率最大与最小的区域均位于四川。川西高原贡献率总体为18.69% ~ 22.51%,四川东部的四川盆地西部地区为33.98% ~ 35.88%。此外,整个贵州地区、重庆南部、云南东部地区贡献率达到 30%,H97pre 占 5–9 月总降水比重较大,易造成洪涝灾害,应注意防范,如图 5 所示。

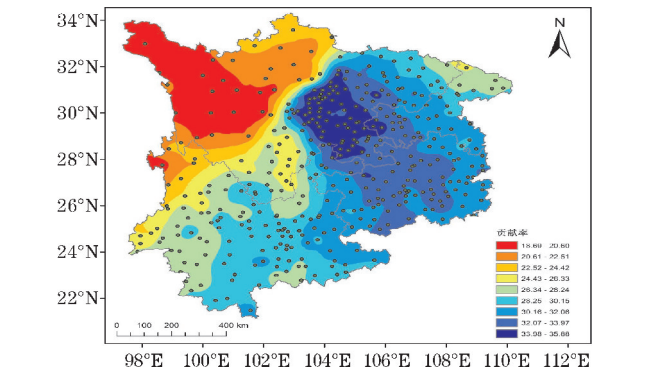


图 5 1991–2020 年西南地区小时极端降水对 5–9 月总降水量的贡献

### 3 西南地区 5-9 月小时极端降水的日变化特征

#### 3.1 小时极端降水的日变化特征

按照行政区域将西南地区划分为 4 个地区,重庆的 H97pre 日变化特征为双峰型,一个位于 16-17 时,达到 8 mm,另一个位于 02-03 时,达到 12 mm;贵州的 H97pre 日变化特征为单峰型,其中 16-20 时的 H97pre 量级相似,约为 10 mm,峰值位于 01 时,达到 15 mm;四川的 H97pre 与其他地区的 H97pre 日变化特征较为不同,为单峰型, H97pre 的谷值位于 16-17 时,低于 6 mm,峰值位于 03 时,达到 14 mm,存在显著的夜雨特征;云南的 H97pre 为明显的双峰型,16 时的峰值达到 11 mm,03 时的峰值达到 10 mm,与其他地区不同的是,云南午后的 H97pre 比夜间的大,如图 6(a) 所示。H97fre 的变化趋势与 H97pre 相似,各个区域的峰谷值时间一一对应。重庆为双峰型,峰值较小的位于 16 时,达到 0.4 次,峰值较大时次位于 02 时,达到 0.7 次;贵州与重庆相似,小峰值位于 16 时,达到 0.5 次,大峰值位于 01 时,达到 0.7 次;四川为显著的单峰型,14-17 时为谷值区,谷值小于 0.4 次,峰值位于 00-01 时,达到 0.8 次,存在显著的夜雨特征;云南为双峰型,且午

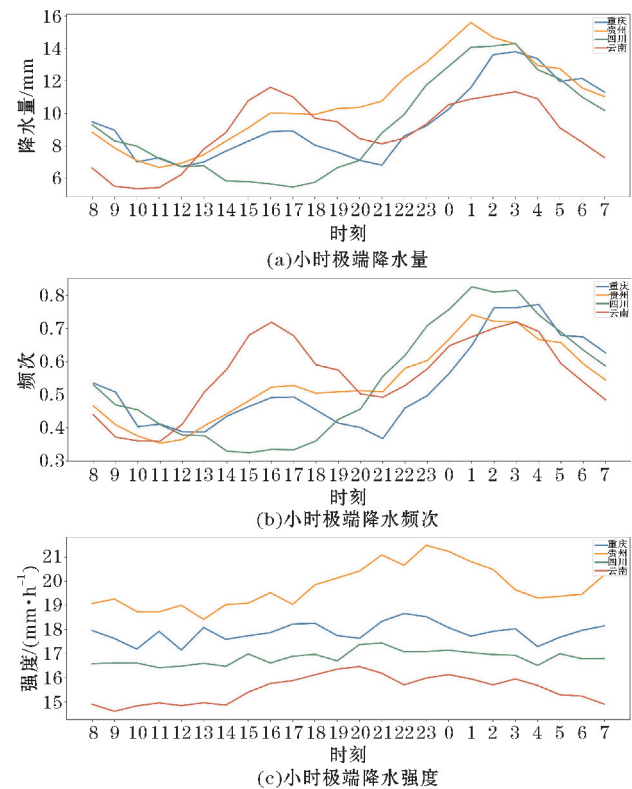


图 6 1991-2020 年 5-9 月多年平均小时极端降水量、小时极端降水频次、小时极端降水强度的逐时变化

后的峰值比夜间的大,16 时峰值达到 0.7 次,03 时峰值约为 0.6 次。总体而言,各区域 H97fre 的变化趋势与 H97pre 大体一致,除四川区域为单峰型,存在显著的夜雨特征外,重庆、贵州、云南均为双峰型,且云南午后的 H97fre 较夜间的更显著,如图 6(b) 所示。贵州 H97int 最大,总体达到 19 mm/h,日变化特征变化较明显,夜间强度较大,21-00 时达到 20 mm/h;其次为重庆地区,总体强度达到 17 mm/h,日变化特征不明显;四川 H97int 更小,总体为 16.5 mm/h,日变化特征不显著;云南 H97int 量级最小,总体达到 15 mm/h,从 14 时开始 H97int 开始增加,20 时达到最大,为 16 mm/h,随后 H97int 开始减小,如图 6(c) 所示。

#### 3.2 小时极端降水的月变化特征

重庆的 H97pre 主要集中在 7-8 月的 02-03 时,达到 3.5 mm,另一小值中心位于 7 月的 17 时,达到 3 mm;贵州的 H97pre 主要位于 6 月的 00-03 时,达到 4.5 mm,为全西南地区 H97pre 最大的区域,另一小值中心位于 7 月的 17 时,达到 3 mm;四川与西南其他地区不同,只存在一个大值中心,位于 7-8 月的 00-03 时,达到 4.5 mm,存在显著的夜雨特征;云南为显著的双峰型,H97pre 的一个大值区位于 7-8 月的 01-03 时,达到 3 mm,另一大值区位于 7-8 月的 15-17 时,达到 3 mm,与夜间的 H97pre 量级相当。总体而言,除贵州 H97pre 位于 6 月外,重庆、四川和云南 H97pre 主要位于 7-8 月,贵州 H97pre 量级最大,达到 4.5 mm,云南 H97pre 量级最小,约为 3 mm,如图 7 所示。

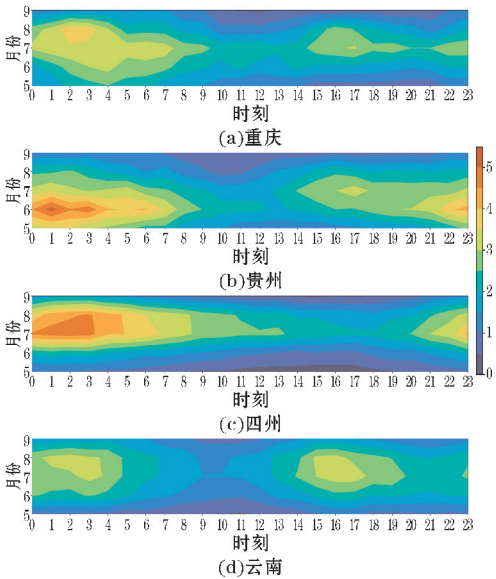


图 7 1991-2020 年西南地区多年平均的 5-9 月小时极端降水量的各月逐时变化

#### 3.3 小时极端降水变化趋势

西南地区 H97pre、H97fre、H97int 的 30 a 逐时变化

趋势如图 8 所示。重庆的 H97pre 在 08–18 时为增加趋势,其中 13 时达到  $2.5 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ,通过 0.01 的显著性检验;重庆 H97fre 的变化趋势与 H97pre 大体一致,09–18 时为增加趋势,变化趋势不显著;重庆 H97int 的变化趋势较复杂,除 11 时、15 时、18–21 时外均为正变化趋势,其中 04 时的 H97int 为显著增加,达到  $1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 。

贵州的 H97pre 增加时次位于 04–16 时,其中 10 时 H97pre 通过显著性检验,达到  $4 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;贵州 H97fre 的 30 年逐时变化趋势与 H97pre 大体相似,06–16 时为增加趋势,其中 10 时显著增加,达到  $0.2 \text{ h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ,贵州的 H97int 除 20–01 时为减少趋势外,大体为增加趋势,无显著变化时次。

四川 30 年逐时变化趋势是西南地区最显著的。其中,四川 H97pre 在 05–19 时为增加趋势,且 07–17 时除 11 时、16 时外均为显著增加时次,说明四川 30 年来白天的 H97pre 显著增加,目前原因尚未知。此外,四川 H97pre 在 20–04 时为减小趋势,这对夜雨特征显著的四川来说是一个好消息。四川 H97fre 变化趋势与 H97pre 大体一致,05–18 时为增加趋势,且 07–16 时均通过 0.01 的显著性检验,最大达到  $0.25 \text{ h} \cdot$

$(10 \text{ a})^{-1}$ , 20–04 时的 H97fre 为减小趋势。四川 H97int 在 00–13 时为减小趋势,说明 05–13 时四川 H97pre 的增多是 H97fre 增多导致的。此外,值得注意的是,四川 H97int 在 14–23 时均为增加趋势,且 18 时、20 时显著增加,说明尽管四川 20–23 时的 H97pre 在减小,H97int 反而在增加,H97pre 的减少主要是由 H97fre 的减少导致。

云南的 H97pre 的变化趋势是西南全区最小的。其中增加趋势较大时次集中在 07–14 时,且 09 时、10 时、12 时为显著增加趋势,达到  $1 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;H97fre 的变化趋势与 H97pre 的大体一致,07–14 时为增加趋势,且 10 时为显著增加,达到  $0.1 \text{ h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;云南 H97int 在 02–15 时为增加趋势,且 04 时、06 时、09 时、12 时通过显著性检验,总体达到  $0.5 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 。

总体而言,西南地区各个区域的 H97pre 与 H97fre 变化趋势较为一致,增加时次多集中在后半夜与白天,四川的变化幅度最大,通过显著性检验的时次也最多。通过分析得出,四川 H97pre 的变化趋势多受 H97fre 的变化趋势的影响。

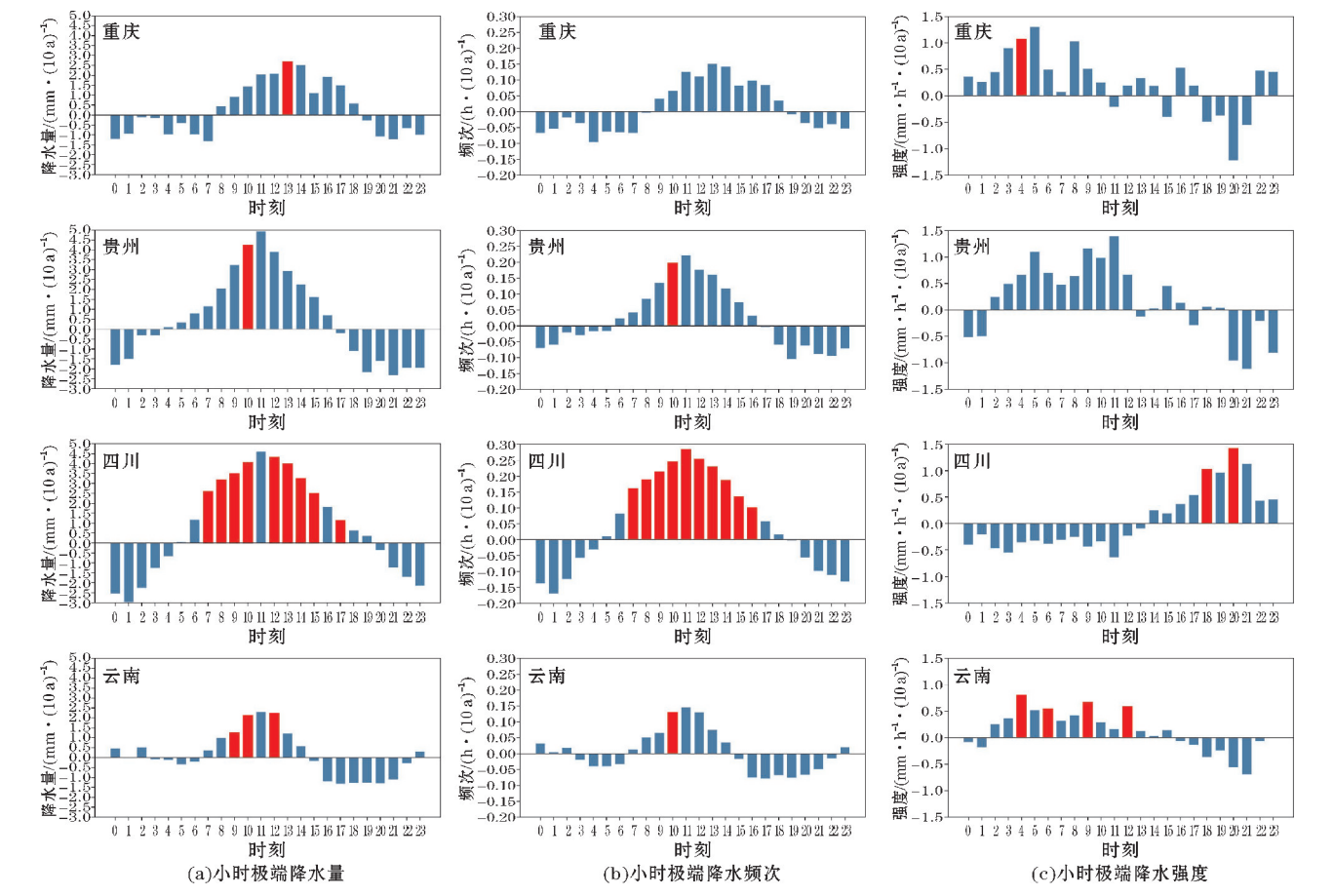


图 8 西南地区 5–9 月小时极端降水量、小时极端降水频次和小时极端降水强度气候倾向率的逐时变化(红色柱表示通过了 0.01 显著性检验)

## 4 结论和讨论

利用 1991–2020 年西南地区湿季逐时降水资料,计算出小时极端降水阈值,分析了西南不同区域小时极端强降水事件各降水指标的基本特征和长期变化趋势,结论如下:

(1)西南地区 3 个小时极端降水量大值中心分别位于四川盆地西部与川西高原的过渡地区、云南南部和贵州南部地区;小时极端降水量的贡献率在四川盆地西部、贵州、重庆南部和云南东部地区达到 30% 以上,易造成洪涝灾害。小时极端降水频数自西向东减小,大值区位于云南西部和四川南部横断山脉所在区域。小时极端降水强度大值中心分布与小时极端降水量相对一致。

(2)西南地区多年平均的小时极端夜雨量大值中心位于四川盆地西部—川西高原过渡带和贵州西南部,达到 200 mm 以上;小时极端昼雨量大值区域在云南南部,呈带状分布,达到 176.86 mm。将西南地区分为四川、重庆、云南、贵州来研究各自的日变化特征。小时极端降水量在四川为单峰型,存在显著的夜雨特征,云南为双峰型,午后较夜间更显著,贵州为不明显的双峰型,夜间降水量级较白天更显著。

(3)西南各个区域小时极端降水量的变化趋势与小时极端降水频数相对一致,增加时次多集中在后半夜与白天。四川变化的幅度最大,通过显著性检验的时次也最多,通过分析得出四川小时极端降水量多受小时极端降水频数的影响。

(4)利用百分位法研究西南地区近 30 a 小时极端降水时空特征,结合西南地区的降水特点,选取合适的小时极端降水阈值对研究结果影响较大。选择第 99 百分位时,小时极端降水量占比为 16.09%,小时降水阈值过于严格,易导致川西高原区域降水过少。选择第 97 百分位时,小时极端降水量占比为 30.26%,同时小时降水阈值也具有典型的小时强降水特征,有利于研究西南地区的小时极端降水特征。此外,本文仅对西南小时极端降水的特征进行了统计分析,对于西南极端降水形成的物理机制尚未涉及。下一步对形成极端强降水的动力机制和云物理条件等进行更加深入的研究。

## 参考文献:

[1] 董旭光,顾伟宗,曹洁,等. 山东省汛期小时极端强降水分布和变化特征[J]. 气象,2017,43(8): 953–961.

[2] 张灵玲,许遐桢,韩珏静,等. 近 30 a 江苏夏季降水日变化的气候学特征[J]. 气象科学,2016,36(6):826–833.

[3] 杨金虎,江志红,王鹏祥,等. 中国年极端降水事件的时空分布特征[J]. 气候与环境研究,2008(1):75–83.

[4] 王志福,钱永甫. 中国极端降水事件的频数和强度特征[J]. 水科学进展,2009,20(1):1–9.

[5] 余敦先,夏军,张永勇,等. 近 50 年来淮河流域极端降水的时空变化及统计特征[J]. 地理学报,2011,66(9):1200–1210.

[6] Zhang Huan, Zhai Panmao. Temporal and spatial characteristics of extreme hourly precipitation over eastern China in the warm season[J]. Advances in Atmospheric Sciences,2011,28(5).

[7] 任正果,张明军,王圣杰,等. 1961–2011 年中国南方地区极端降水事件变化[J]. 地理学报,2014,69(5):640–649.

[8] Qiao Panjie, Gong Zhiqiang, Liu Wenqi, et al. Extreme rainfall synchronization network between Southwest China and Asia-Pacific region[J]. Climate Dynamics,2021(2).

[9] Zou Shan, Abuduwailli Jilili, Duan Weili, et al. Attribution of changes in the trend and temporal non-uniformity of extreme precipitation events in Central Asia[J]. Scientific reports,2021,11(1).

[10] 唐红玉,顾建峰,俞胜宾,等. 西南地区降水日变化特征分析[J]. 高原气象,2011,30(2):376–384.

[11] 袁文德,郑江坤,董奎. 1962–2012 年西南地区极端降水事件的时空变化特征[J]. 资源科学,2014,36(4):766–772.

[12] 丁文荣. 西南地区极端降水的时空变化特征[J]. 长江流域资源与环境,2014,23(7):1071–1079.

[13] 马振锋,彭骏,高文良,等. 近 40 年西南地区的气候变化事实[J]. 高原气象,2006(4):633–642.

[14] 王钧,蒙古军. 西南喀斯特地区近 45 年来气候变化特征及趋势[J]. 北京大学学报(自然科学版),2007(2):223–229.

[15] 张琪,李跃清. 近 48 年西南地区降水量和雨日的气候变化特征[J]. 高原气象,2014,33(2):372–383.

[16] 张武龙,张井勇,范广洲. 我国西南地区干湿季降水的主模态分析[J]. 大气科学,2014,38(3):590–602.

[17] 王瑞英,肖天贵. 西南地区雨季降水的时空分布及

预报试验[J]. 气象科学,2020,40(3):354–362.

[18] 杨霞,周鸿奎,赵克明,等. 1991–2018年新疆夏季小时极端强降水特征[J]. 高原气象,2020,39(4):762–773.

[19] 陈炯,郑永光,张小玲,等. 中国暖季短时强降水分布和日变化特征及其与中尺度对流系统日变化关系分析[J]. 气象学报,2013,71(3):367–382.

[20] 苏锦兰,张万诚,宋金梅,等. 云南小时降水的时空分布变化研究[J]. 气象,2021,47(2):133–142.

## Characteristics of Hourly Extreme Precipitation in Southwest China from May to September from 1991 to 2020

CHEN Miaolin<sup>1</sup>, MAO Wenshu<sup>1</sup>, SHI Chunxiang<sup>2</sup>, SU Yun<sup>1</sup>

(1. College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. National Meteorological Information Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

**Abstract:** In order to study the characteristics of hourly extreme precipitation in Southwest China, the spatial distribution and temporal variation characteristics of hourly extreme precipitation in Southwest China were analyzed by using the 97th percentile threshold method based on the hourly precipitation data from May to September from 1991 to 2020. The results show that: (1) the threshold of hourly extreme precipitation varied greatly in spatial distribution, increasing from 4–5 mm/h in western Sichuan plateau to 10–15 mm/h in southeastern Yunnan and southern Guizhou. The three high value centers of hourly extreme precipitation were located in the transitional zone of western Xichuan Basin and western Sichuan Plateau, southern Yunnan and southern Guizhou respectively, reaching more than 300 mm. (2) The annual average hourly extreme night rainfall is mainly in transitional zone between western Sichuan Basin and western Sichuan Plateau and the southwestern region of Guizhou. (3) The variation trend of hourly extreme precipitation frequency in Sichuan, Chongqing, Yunnan and Guizhou regions is relatively consistent with that of hourly extreme precipitation. In Sichuan province, there is a single peak pattern, and there is a significant night rain pattern, while in Chongqing, Guizhou and Yunnan regions, there is a double peak pattern. (4) The variation trend of hourly extreme precipitation and hourly extreme precipitation frequency in each region of southwest China is consistent, and the increasing times are mainly concentrated in the latter half of night and daytime.

**Keywords:** meteorology; hourly extreme precipitation; percentile method; climate tendency rate; Southwest region