

黄雪松,李妍君,何洁琳,等. 广西 2022 年“龙舟水”期间极端暴雨特征及强度分析[J]. 气象研究与应用,2023,44(1):76–80.

Huang Xuesong, Li Yanjun, He Jielin, et al. Characteristics and intensity analysis of the extreme dragon-boat precipitation in Guangxi in 2022[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2023, 44(1): 76–80.

# 广西 2022 年“龙舟水”期间极端暴雨特征及强度分析

黄雪松, 李妍君, 何洁琳\*, 李艳兰, 廖胜石, 谢 敏, 秦 川, 陆 甲

(广西壮族自治区气候中心, 南宁 530022)

**摘要:** 利用广西 91 个国家级地面气象观测站和 2790 个区域自动站降水量观测资料, 采用广西区域性暴雨过程综合强度定量评估方法, 对 2022 年“龙舟水”期间区域性极端暴雨过程特征进行分析。结果表明, 2022 年广西出现了新中国成立以来最强的一次“龙舟水”, 期间全区平均累计降雨量为 1951 年以来同期最多; 共出现 4 次区域性暴雨过程, 其中 6 月 16—21 日过程综合强度最强。1961—2022 年, “龙舟水”期间广西暴雨过程综合强度达到特强等级的过程有 24 次, 特强暴雨过程发生了年代增多变化; 62a 间, 仅 2000 年和 2022 年出现了 2 次特强过程, 且 2022 年的特强过程平均综合强度比 2000 年过程强。

**关键词:** 广西; “龙舟水”; 暴雨过程综合强度

**中图分类号:** P458.1+21.1

**文献标识码:** A

**doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2023.1.13

## 引言

每年在小满至夏至期间 (5 月下旬至 6 月中), 南方暖湿气流活跃, 与从北方南下的冷空气在华南的广东、广西及福建一带交汇, 往往会出现持续性的、大范围的强降水, 这期间正值端午节龙舟竞渡之时, 人们将这期间的强降水称之为“龙舟水”<sup>[1]</sup>。

华南地区“龙舟水”期间暴雨强度、落区、强降水极端性因地域的差异而有所不同, 胡娅敏等<sup>[2]</sup>专家对华南“龙舟水”的降水分型进行了分析; 王凤等<sup>[3]</sup>统计分析了 2020 年 6 月上旬广东省最强“龙舟水”暴雨过程特征。广西气象科技工作者相继对 2020 年 6 月广西持续性暴雨强度特征、1960—2018 年贵港市暴雨过程综合强度、2020 年广西开汛暖区暴雨特点及预报偏差进行了研究<sup>[4-8]</sup>。但针对“龙舟水”期间暴雨分析的文献较少。高魏等<sup>[4]</sup>的研究显示, 由多种天气系统共同作用而导致了 1994 年 6 月 12—17 日持续 5d 的暴雨过程, 此次暴雨过程累计雨量达到 500mm 的有 10 个县, 两个暴雨中心的暴雨持续天数和过程累计雨量均达到百年来有据可查的历史极

值; 张凌云等<sup>[5]</sup>研究显示, 柳州市 2020 年 6 月 24—26 日的“龙舟水”过程可划分成前期北部的暖区暴雨和后期南部的持续暴雨阶段, 在暖区暴雨阶段, 迎风坡地形抬升和喇叭口地形收缩对暖区暴雨有增幅作用。由此可见, 广西气象部门有关“龙舟水”降雨特征研究仍较欠缺, 因此深入开展“龙舟水”暴雨特征研究显得尤为必要。2022 年 5 月 21 日—6 月 21 日, 广西出现新中国成立以来广西最强的一次“龙舟水”, 致使西江流域发生 4 次洪峰, 广西 14 个地市均出现洪涝灾害, 累计直接经济损失 114.5 亿元。本文对 2022 年新中国成立以来最强“龙舟水”暴雨过程特征开展定量分析和总结, 旨在为今后“龙舟水”强降水的监测预测研究提供科学依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料

降水资料来自广西国家级地面气象观测站和区域自动站的观测资料, 全区国家级地面气象观测站数 91 个, 区域自动站 2790 个。气候标准值 (常年值) 采用 1991—2020 年平均值。

收稿日期: 2022-11-28

基金项目: 广西科技计划项目 (AB 21075005)、广西自然科学基金项目 (2022GXNSFBA035586)

作者简介: 黄雪松 (1966—), 女, 高级工程师, 主要从事气候分析与气象灾害研究工作。E-mail: xshuang98@163.com

\* 通讯作者: 何洁琳, 博士, 正研级高级工程师, 从事气候与气候变化、监测影响评价工作。E-mail: hjlchinese@163.com

## 1.2 方法

### 1.2.1 广西区域性暴雨过程判别标准

单站暴雨指单站日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 。

广西区域性暴雨过程定义为: 广西 91 个国家级地面气象观测站中, 逐日暴雨站数 $\geq 1$  站持续天数在 1d 及以上, 其中至少有 1d 的暴雨站数在 10 站及以上的降水过程。

### 1.2.2 广西区域性暴雨过程综合强度定量评估方法

根据中国气象局气预函[2019]63 号文件<sup>[9]</sup>对暴雨过程综合强度评估方法进行本地化<sup>[10]</sup>。

#### (1) 区域性暴雨过程的评价指标

以广西区域性暴雨过程的持续时间、平均暴雨强度、平均影响范围作为评估指标进行区域性暴雨过程评估。

区域性暴雨过程的持续时间(T)。区域性暴雨过程的开始日(日暴雨站数 $>1$  站)至结束日之间的日数为该次区域性暴雨过程的持续时间(T)。

区域性暴雨过程的平均暴雨强度(I)。某次区域性暴雨过程的平均暴雨强度是指该过程中平均每天每个暴雨站点的降水量, 具体计算公式为:

$$I_a = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^{M_t} S_{m,t}}{\sum_{t=1}^T M_t} \quad (1)$$

式中: T 表示区域性暴雨过程的持续时间;

$S_{m,t}$  表示第 m 站点的第 t 天降水量;

$M_t$  表示第 t 天区域内出现暴雨站数。

区域性暴雨过程的平均影响范围( $A_a$ ): 某次区域性暴雨过程的平均影响范围, 以暴雨过程中平均日暴雨站数来代表。

具体计算方法为:

$$A_a = \frac{\sum_{t=1}^T M_t}{T} \quad (2)$$

其中,  $A_a$  为区域性暴雨过程的平均暴雨站数;  $M_t$  为区域性暴雨过程中第 t 天出现暴雨站数。

#### (2) 区域性暴雨过程的综合强度指数(Z)

综合考虑一次区域性暴雨过程的平均暴雨量、平均范围和持续时间来确定该次过程的综合强度指数(Z)。

具体方法为:

$$Z = f(I_a, A_a, T) = I_a \times A_a^{0.5} \times T^{0.5} \quad (3)$$

其中:  $I_a$  为区域性暴雨过程的平均暴雨量;  $A_a$  为区域性暴雨过程的平均范围; T 为区域性暴雨过程的持续时间。

(3) 区域性暴雨过程的综合强度评价划分等级标准

采用百分位数法, 基于最近 3 个整年代(1991—2020 年) 的各次区域性暴雨过程综合强度指数, 将区域性暴雨过程综合强度划分为一般、较强、强和特强 4 个等级(表 1)。

表 1 区域性暴雨过程综合强度划分等级和标准

暴雨过程综合强度等级	综合强度指数的百分位数/%
特强	$> 95$
强	$95 \sim 80$
较强	$80 \sim 50$
一般	$\leq 50$

## 2 “龙舟水”期间暴雨总体特征

5 月 21 日至 6 月 21 日, 广西“龙舟水”期间降雨量明显偏多, 共出现 4 次区域性暴雨过程, 具有累计雨量大、空间分布不均、暴雨日数多、极端性强、多次过程强降雨落区重叠等特点。

### 2.1 累计雨量大, 暴雨落区集中

据广西气象观测站资料统计, 2022 年 5 月 21 日—6 月 21 日(统计 08—08 时累计日雨量), 全区平均降水量 490.8mm, 是常年同期的 1.6 倍, 为 1951 年以来同期最多(图 1)。

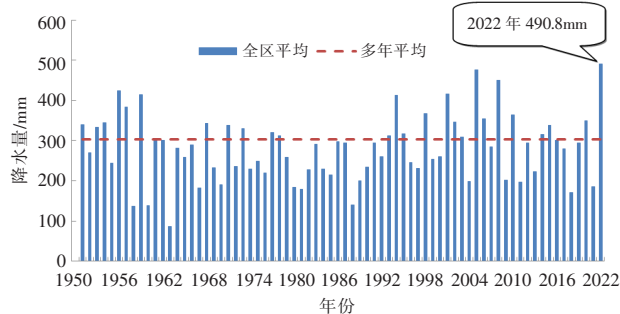


图 1 1951—2022 年 5 月 21 日—6 月 21 日广西平均累计降水量变化(mm)

5 月 21 日—6 月 21 日, 广西大部累计降雨量有 200~500mm, 桂林、柳州、河池、贺州、梧州和来宾等市的部分地区有 600~1000mm, 桂林和贺州超过 1000mm; 其中柳州融水县怀宝镇 1618.3mm、桂林临

桂区宛田乡 1616.1mm。

另据广西国家级地面气象观测站雨量资料统计,5月20日20时—6月21日20时,各地降雨量115.5~1242.6mm;与常年同期相比,大部地区比常年同期偏多,其中桂东大部地区偏多70%至2.3倍,贺州市大部、桂林市部分地区及三江、蒙山、象州、金秀、北海等地偏多1倍以上。全区有龙胜、兴安、灌阳、灵川、桂林、雁山、临桂、永福、恭城、平乐、三江、富川、钟山、贺州、蒙山、昭平等16个站累计降雨量为历史同期最多。

2.2 暴雨过程频繁,暴雨日数多,落区高度重叠

根据广西区域性暴雨过程判别标准,“龙舟水”期间,广西连续出现4次区域性暴雨过程,分别在5月23日—6月1日、6月4—8日、10—14日和16—21日(图2)。据广西气象观测站资料统计,强降雨主要分布在桂林、柳州、河池、贺州及钦州等市,集中出现在桂东北;桂林、灵川、临桂、融安、融水、富川、昭平、蒙山等地共出现8~12d暴雨,比常年同期偏多6d,最多为灵川三街镇12d。桂林全州,柳州融水、融安、三江等地连续3d出现暴雨;兴安、灵川连续4d

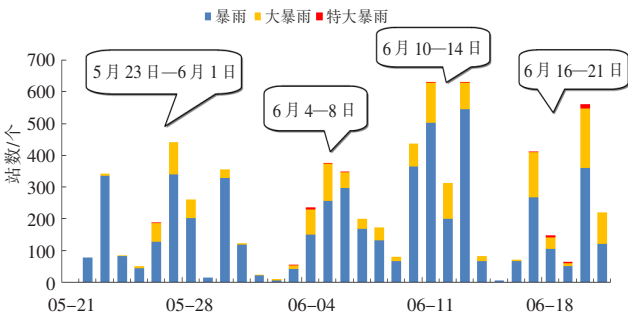


图2 2022年5月21日—6月21日广西逐日暴雨站数统计

出现暴雨,刷新当地暴雨最长持续时间纪录。

2.3 局地雨强猛,多站点破历史极值,极端性强

据广西气象观测站资料统计,5月21日—6月21日4次暴雨过程中,1h、3h、6h最大雨量分别达149.4mm、271.6mm、427.6mm,均出现在柳州市融水县香粉乡(6月18日),其中6h最大雨量打破广西全区历史纪录。4次暴雨过程中,2次出现日雨量大于250mm的是柳州市融水香粉乡和融水四荣乡(均出现在6月4—8日过程和6月16—21日过程)。

3 “龙舟水”期间暴雨过程综合强度定量评估

3.1 2022年广西“龙舟水”期间区域性暴雨过程强度评估

区域性暴雨过程综合强度指数定量反映了区域性暴雨过程的持续时间、暴雨范围以及平均暴雨量,指数值越大,表明暴雨影响时间、范围及雨强等的综合强度越强。根据区域性暴雨过程综合强度定量评估方法,2022年广西“龙舟水”期间出现的4次区域性暴雨过程综合强度见表2。可见,4次过程的持续时间都在5d及以上,5月23日—6月1日的过程持续时间最长(10d);6月10—14日过程的暴雨平均影响范围最大(13站);平均暴雨量、综合强度指数最大的是6月16—21日过程。5月23日—6月1日、6月4—8日、10—14日和16—21日过程综合强度分别为强、强、特强、特强等级。其中最强的是6月16—21日过程,综合强度达829.8,这次过程中的暴雨影响范围达12站,平均暴雨量达每天每站98.9mm,均是4次过程中最大,小时雨量和日雨量极端性最强也出现在这次过程。

表2 2022年广西“龙舟水”期间区域性暴雨过程强度评估表

规程时段	持续时间/d	平均影响范围/站	平均暴雨量/ $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{站}^{-1}$	综合强度指数	综合强度等级
5月23日—6月1日	10	7	61.6	566.2	强
6月4—8日	5	8	86	552.6	强
6月10—14日	5	13	85.5	689.3	特强
6月16—21日	6	12	98.9	829.8	特强

3.2 1961年以来历史情况对比

1961年以来,广西“龙舟水”期间区域性暴雨过程综合强度为特强的共有24次过程。其中,20世纪60年代3次、70年代1次、80年代1次、90年代6

次,21世纪00年代7次,10年代4次,2022年2次<sup>[11-14]</sup>。这表明“龙舟水”特强区域性暴雨过程在20世纪90年代以来发生增多的变化,反应了暴雨综合强度的增强,这与气候变暖背景下极端暴雨频率增

强的变化特征一致<sup>[15-16]</sup>。1961—2022 年中, 仅有 2000 年和 2022 年“龙舟水”期间出现特强过程 2 次, 是特强暴雨过程最多的年份。

将 1961 年以来 24 次特强区域性暴雨过程的暴雨综合强度指数从大到小进行排序得表 3, 可见, 1961 年以来“龙舟水”期间区域性暴雨过程综合强度最强的是 2008 年 6 月 5—21 日暴雨过程(综合强度指数高达 1303.5), 其持续时间长达 17d, 过程平

均暴雨量达到  $92.4\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{站}^{-1}$ ; 持续时间最长的是 2005 年 5 月 31 日—6 月 21 日的过程, 达 22d; 1998 年 6 月 16—21 日过程平均影响范围最大, 达 14.5 站, 即过程中平均每天有 15 个国家站发生暴雨; 1994 年 6 月 12—17 日过程平均暴雨量最大 ( $104.9\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{站}^{-1}$ ), 即过程中平均每天出现暴雨站的日雨量强度达到  $104.9\text{mm}$ 。2022 年 2 次过程的综合强度与历史相比, 分别位于第 7 位和第 15 位(表 3)。

表 3 1961 年以来广西“龙舟水”期间综合强度为特强的区域性暴雨过程一览表

序号	过程时段	持续时间 /d	平均影响范围 /站	平均暴雨量 $/\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{站}^{-1}$	综合强度 指数	综合强度 等级
1	2008 年 6 月 5—21 日	17	12	92.4	1303.5	特强
2	2005 年 5 月 31 日—6 月 21 日	22	9	87.3	1243.8	特强
3	1994 年 6 月 12—17 日	6	21	104.9	1186.8	特强
4	2020 年 5 月 30 日—6 月 10 日	12	9	92.2	980.1	特强
5	1971 年 5 月 30 日—6 月 10 日	12	7	100.3	885.8	特强
6	2015 年 6 月 5—15 日	11	10	82.7	843.4	特强
7	2022 年 6 月 16—21 日	6	12	98.9	829.8	特强
8	1998 年 6 月 16—21 日	6	15	87	811.5	特强
9	2002 年 6 月 15—18 日	4	14	104.2	779.8	特强
10	2014 年 6 月 3—12 日	10	8	87.4	761.9	特强
11	1991 年 6 月 6—12 日	7	8	99.5	731.2	特强
12	2000 年 6 月 8—12 日	5	13	88.3	717.4	特强
13	1995 年 6 月 1—8 日	8	9	82.8	712.3	特强
14	1983 年 6 月 15—21 日	7	9	90.2	710.2	特强
15	2022 年 6 月 10—14 日	5	13	85.5	689.3	特强
16	1964 年 6 月 7—17 日	11	8	75.2	681	特强
17	1961 年 6 月 9—14 日	6	14	73.3	679.8	特强
18	2019 年 5 月 25 日—6 月 1 日	8	7	88.9	671.2	特强
19	2010 年 5 月 31 日—6 月 2 日	3	12	113.3	670.3	特强
20	2006 年 5 月 25—27 日	3	18	91.2	670.2	特强
21	2000 年 5 月 26—31 日	6	12	79.2	657.9	特强
22	2007 年 6 月 4—10 日	7	9	83.5	657.5	特强
23	2001 年 6 月 6—13 日	8	10	73.8	655.9	特强
24	1968 年 6 月 12—21 日	10	7	76.7	655.3	特强

4 结论

2022 年广西“龙舟水”为新中国成立以来最强, 期间全区平均降雨量是常年同期的 1.6 倍, 为 1951 年以来最多; “龙舟水”共出现了 4 次区域性暴雨过程, 具有累计雨量大、暴雨落区集中、暴雨日数多、落区高度重叠、局地雨强猛、多站点雨量破历史极值、极端性强等特点。其中, 4 次区域性暴雨过程分别出现

在 5 月 23 日—6 月 1 日、6 月 4—8 日、10—14 日和 16—21 日, 过程的综合强度分别达到强、强、特强和特强等级。

1961 年以来, 广西“龙舟水”综合强度为特强的区域性暴雨过程共有 24 次; “龙舟水”期间区域性暴雨过程综合强度最强的是 2008 年 6 月 5—21 日暴雨过程; 持续时间最长的 2005 年 5 月 31 日—6 月 21 日区域暴雨过程时间长达 22d; 1998 年 6 月 16—

21 日过程平均影响范围最大;1994 年 6 月 12—17 日过程平均暴雨强度最大。2022 年“龙舟水”期间的 2 次暴雨过程综合强度分别位于历史同期第 7 位和第 15 位。

#### 参考文献:

- [1] 百度百科. 龙舟水 [EB/OL]. <https://baike.baidu.com/item/>, (2022-06-21)[2022-11-10].
- [2] 胡娅敏, 杜尧东, 罗晓玲. 近 49 年华南“龙舟水”的降水分型[J]. 气象, 2013, 39(8): 1031-1041.
- [3] 王凤, 彭勇刚, 张华龙, 等. 2020 年最强“龙舟水”天气的决策气象服务回顾[J]. 广东气象, 2021, 43(2): 46-49.
- [4] 高魏, 廖桂奇, 卢笙. 山雨欲来风满楼—广西抗洪抢险气象服务纪实[J]. 广西气象, 1994, 15(3): 145-149.
- [5] 张凌云, 刘蕾. 柳州 2020 年一次“龙舟水”成因及预报偏差分析[J]. 气象研究与应用, 2022, 43(3): 67-71.
- [6] 蔡悦幸, 何慧, 陆虹, 等. 2020 年 6 月广西持续性暴雨的天气气候特征[J]. 气象研究与应用, 2021, 42(1): 113-117.
- [7] 周幼婵, 何林宴, 林雪香, 等. 广西贵港市暴雨过程综合强度评估及分析[J]. 气象研究与应用, 2020, 41(3): 27-31.
- [8] 梁依玲, 覃月凤, 陈见. 2020 年广西开汛暖区暴雨特点及预报偏差分析[J]. 气象研究与应用, 2022, 43(3): 77-82.
- [9] 中国气象局预报与网络司. 预报司关于印发《区域性重要过程监测和评价业务规定》的通知[EB/OL]. (2019-12-16)[2022-11-10].
- [10] 邹燕, 叶殿秀, 林毅, 等. 福建区域性暴雨过程综合强度量化评估方法[J]. 应用气象学报, 2014, 25(3): 360-364.
- [11] 何洁琳, 谢敏, 黄卓, 等. 广西气候变化事实[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(3): 11-15.
- [12] 何洁琳, 李艳兰, 蔡悦幸, 等. 广西区域气候变化的研究新进展[J]. 气象研究与应用, 2020, 41(4): 56-61.
- [13] 覃卫坚, 李栋梁, 雷雪梅, 等. 广西暴雨非均匀性分布特征研究[J]. 热带气象学报, 2012, 28(2): 258-264.
- [14] 覃卫坚, 李栋梁, 王慧, 等. 近 50 年广西大范围暴雨的大气环流异常分析[J]. 高原气象, 2014, 33(2): 515-521.
- [15] 夏军, 王惠筠, 甘瑶瑶, 等. 中国暴雨洪涝预报方法的研究进展[J]. 暴雨灾害, 2019, 38(5): 416-421.
- [16] 李柔珂, 李耀辉, 徐影. 未来中国地区的暴雨洪涝灾害风险预估[J]. 干旱气象, 2018, 36(3): 341-352.

## Characteristics and intensity analysis of the extreme dragon-boat precipitation in Guangxi in 2022

Huang Xuesong, Li Yanjun, He Jieli<sup>\*</sup>, Li Yanlan, Liao Shengshi, Xie Min, Qin Chuan, Lu Jia  
(Guangxi Climate Center, Nanning 530022, China)

**Abstract:** Using the precipitation observation data of 91 national meteorological observation stations and 2790 regional automatic stations in Guangxi, the characteristics of regional rainstorm process during the dragon-boat precipitation period in 2022 were analyzed by using the quantitative assessment method for the comprehensive intensity of regional rainstorm process in Guangxi. The results show that Guangxi experienced the strongest dragon-boat precipitation since the founding of China, and the average cumulative rainfall in the whole region during this period was the highest relative to the same period in history since 1951. There were four regional rainstorm processes, of which the combined intensity of the process from 16 to 21 June was the strongest. There were 24 times that the comprehensive intensity of the rainstorm process in Guangxi reached the level of extraordinarily strong level during the dragon-boat precipitation period from 1961 to 2022, and the process of extraordinarily strong rainstorm underwent an increase in the interannual scale. Only 2 extraordinarily extreme rainstorm processes occurred in 2000 and 2022, and the average comprehensive intensity of the processes in 2022 was stronger than that in 2000.

**Key words:** the dragon-boat precipitation; comprehensive intensity of rainstorm process