

沿河县汛期短时强降水时空分布特征

蔡成瑶¹, 张红², 张东琴³, 邓苏⁴, 张李娟¹, 冉红玲^{1*}

¹贵州省铜仁市气象局, 贵州 铜仁

²贵州省兴仁市气象局, 贵州 兴仁

³甘肃省夏河县气象局, 甘肃 夏河

⁴贵州省江口县气象局, 贵州 铜仁

收稿日期: 2024年8月18日; 录用日期: 2024年9月18日; 发布日期: 2024年9月25日

摘要

利用沿河县2014年至2020年汛期(4~10月)含国家站在内的22个站点逐小时降水数据, 统计分析沿河县汛期短时强降水时空分布特征, 结果表明: 1) 沿河县汛期短时强降水发生频次空间分布表现为西北和东南部高值区, 中部低值区的特征, 且存在三个高值中心, 其降水强度空间分布表现为东强西弱, 县东南部的高值中心主要以40 mm/h以上短时强降水为主; 2) 沿河县汛期短时强降水高发期出现在6~7月, 4月和10月为降水强度较弱月份, 但平均降水强度却以5月和6月最大; 3) 短时强降水日变化表现出明显的夜雨性: 频发期主要集中在凌晨2时~次日早上9时, 占总站次百分比的51%, 且其强度分布表现为夜间降水大于白天; 4) 60 mm/h以上强度的短时强降水主要出现在晚上21时~次日早上10时, 累计站次达18站次, 其余时次仅出现5站次, 但早晨发生的短时强降水强度更大、站次更多, 进一步表明沿河县短时强降水夜雨性的特征。

关键词

沿河县, 短时强降水, 时空分布

The Spatiotemporal Distribution Characteristics of Short-Term Heavy Rainfall during the Flood Season in Yanhe County

Chengyao Cai¹, Hong Zhang², Dongqin Zhang³, Su Deng⁴, Lijuan Zhang¹, Hongling Ran^{1*}

¹Tongren Meteorological Bureau, Tongren Guizhou

²Xingren Meteorological Bureau, Xingren Guizhou

³Xiahe County Meteorological Bureau, Xiahe Gansu

⁴Jiangkou County Meteorological Bureau, Tongren Guizhou

*通讯作者。

文章引用: 蔡成瑶, 张红, 张东琴, 邓苏, 张李娟, 冉红玲. 沿河县汛期短时强降水时空分布特征[J]. 气候变化研究快报, 2024, 13(5): 1401-1408. DOI: 10.12677/ccrl.2024.135153

Abstract

Using hourly precipitation data from 22 stations including the national station in Yanhe County during the flood season from 2014 to 2020 (April to October), the spatiotemporal distribution characteristics of short-term heavy rainfall in Yanhe County during the flood season were statistically analyzed. The results showed that: 1) The spatial distribution of the frequency of short-term heavy rainfall during flood season in Yanhe County is characterized by high-value areas in the northwest and southeast, and low-value areas in the middle, and there are three high-value centers, whose spatial distribution of precipitation intensity is strong in the east and weak in the west, and the high-value center in the southeast of the county is mainly dominated by short-term heavy rainfall above 40 mm/h; 2) The high occurrence period of short-term heavy rainfall in Yanhe County during the flood season occurred in June to July, and the rainfall intensity was weak in April and October, but the average rainfall intensity was the highest in May and June; 3) The diurnal variation of short-term heavy rainfall showed obvious night rain: the frequent period was mainly concentrated from 2 am to 9 am the next day, accounting for 51% of the total station, and its intensity distribution was greater at night than during the day; 4) The short-term heavy rainfall with an intensity above 60 mm/h mainly occurred from 21 pm to 10 am the next day, with a total of 18 stops, and only 5 stops in the rest of the day. However, the short-term heavy rainfall occurred in the morning with greater intensity and more stops, further indicating the characteristics of night rain of short-term heavy rainfall in Yanhe County.

Keywords

Yanhe County, Short-Term Heavy Rainfall, Spatiotemporal Distribution

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

周晓敏[1]等分析发现我国西南地区暴雨过程中短时强降水对累积雨量的贡献最大,且随着暴雨量级的提升,暴雨总雨量中短时强降水的占比显著增长,使得山洪、山体滑坡等次生灾害发生概率增加,对人民生活 and 农业生产等造成较大影响。如:代瑞华[2]等统计发现在2014年4月14~17日印江县大范围持续性强降水天气过程中,有9个乡镇累计降雨量超过300 mm,其中累积雨量最大为郎溪镇574.3 mm,小时最大雨强达47.4 mm,持续的强降水导致山洪暴发,从而引发木黄镇革底村的山体滑坡,此次过程导致全县17个乡镇约38.87万人不同程度受灾,直接经济损失约达6.2亿元。因此准确预报短时强降水天气过程对做好气象防灾减灾工作意义重大,但因其突发性和局地性强的特点,一直是俞小鼎[3]-[5]等众多气象工作者的研究重点。肖蕾[6]等人分析发现贵州地形特征与该省短时强降水空间分布关系密切,整体呈南部和东部多、北部和西部少的特征分布,其日变化空间分布呈前半夜主要集中在贵州西部、后半夜多出现在省的东部和南部的特征;石艳[7]等人分析发现贵州省东北、东南及西南部是该省暴雨的主要区域,且多集中在23时~02时。而沿河土家族自治县(以下称沿河县)作为贵州东北部暴雨集中区的一部分,位于贵州东北部边缘,武陵山脉和大娄山脉的交错地带,每年汛期因短时强降水引发不同程度的洪涝、

山体滑坡等次生灾害，很难准确预报短时强降水落区和强度，为该县提前部署气象防灾减灾工作带来了一定困难。本文通过对比分析沿河县汛期短时强降水时空分布特征，掌握其降水特征，为该县强降水天气预报提供一定的参考依据。

2. 数据来源与处理

本文选取 2014 年至 2020 年汛期(4~10 月) 22 个气象观测站(含国家站)逐小时降水数据作为研究对象，图 1 为选取站点分布图。短时强降水标准以中央气象台业务规定为准，小时降雨量达到或超过 20 mm。若 1 个站点小时雨强大于等于 20 mm/h，则记为 1 次，若某一站点多个时次达到标准或多个站点同一时次达到标准，则进行累加统计。为更好地分析短时强降水时空分布特征，参考肖蕾[7]等人的标准，将短时强降水小时雨强分为[20, 40)、[40, 60)、[60, 80)和 80 mm/h 以上四个等级。

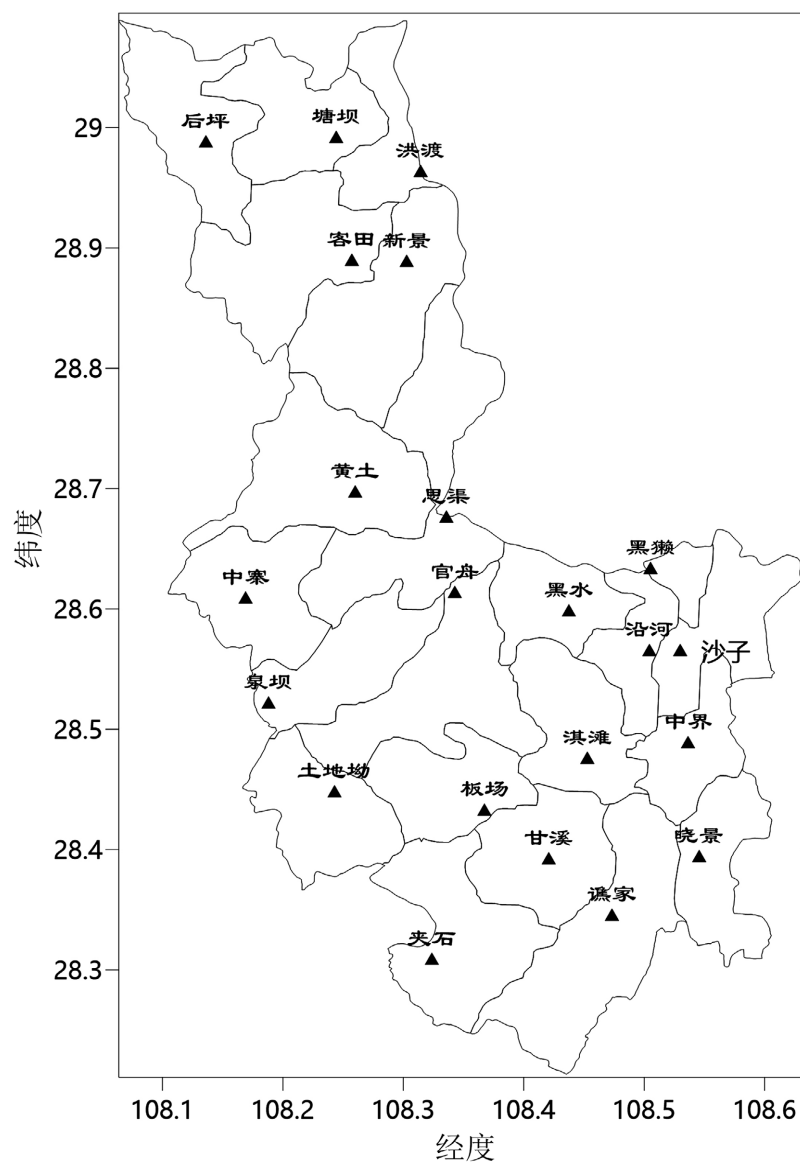


Figure 1. Distribution of selected meteorological stations in Yanhe County

图 1. 沿河县所选气象站点分布情况

3. 时空分布特征

3.1. 空间分布特征

图 2 为短时强降水空间分布情况，2010 年至 2020 年沿河县累计发生短时强降水 1115 站次，平均每站发生 51 次，后坪乡发生频次最高为 66 次、洪渡镇最少仅为 32 次(图 2(a))。其空间分布整体表现为县西北、东南部两个高值区，低值区主要集中在县中部、西南部，其北部高频中心主要位于后坪乡，而东南部高值区存在 2 个高频中心，主要位于黑水镇、淇滩镇，均大于 60 次/站；由平均降水强度空间分布(图 2(b))可知，2010 年至 2020 年沿河县短时强降水平均降水强度位于 26.5~32.2 mm/h 之间，空间分布整体表现为东强西弱，且东南部降水强度分布与站次频数分布较为一致，降水强度高值区主要集中在思渠镇、中界镇和谯家镇一带；最大小时降水强度(图略)位于 43.5~85.7 mm/h 之间，其空间分布与平均降水强度表现较为一致。值得注意的是，在县西南及东部边缘均表现为短时强降水低频中心和平均降水强度低值区，且以 20~40 mm/h 等级降水强度为主，县东南部短时强降水则以 40 mm/h 以上等级的降水强度为主。

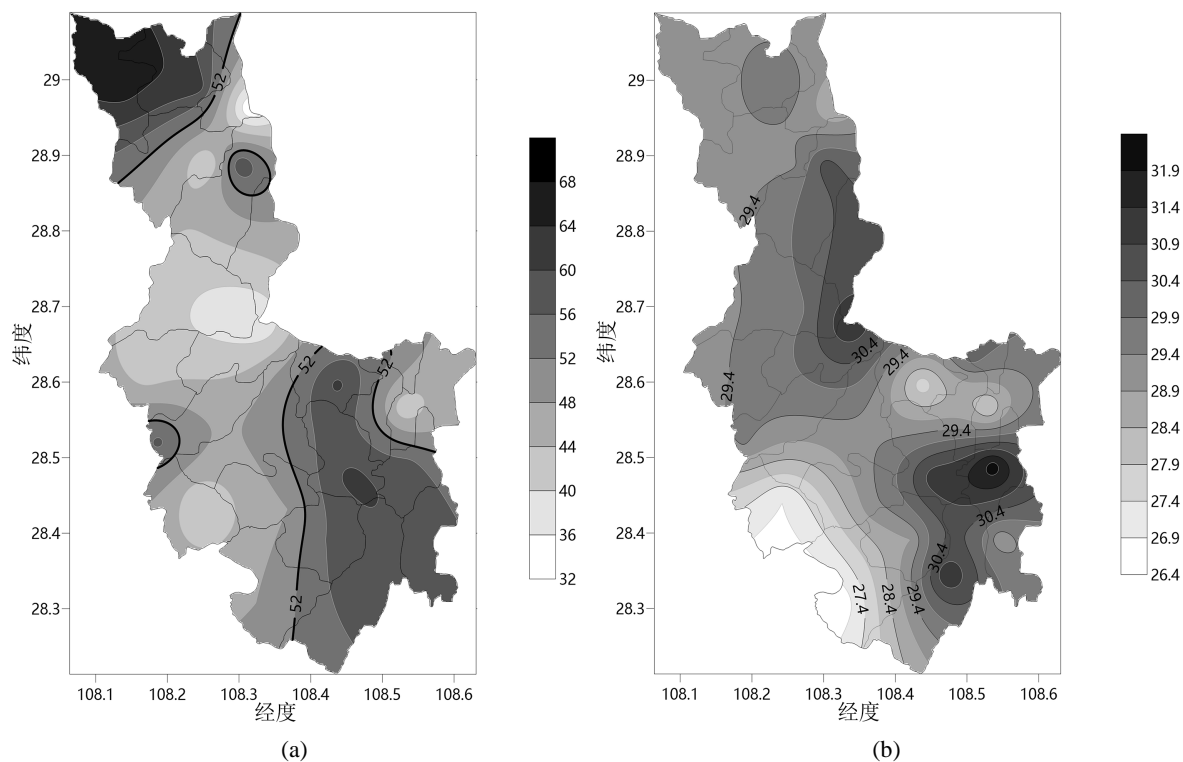


Figure 2. Spatial distribution of short-term heavy rainfall. (a) Frequency of occurrence (unit: times), (b) Average precipitation intensity (unit: mm/h)

图 2. 短时强降水空间分布图。(a) 发生频次(单位: 次), (b) 平均降水强度(单位: mm/h)

3.2. 时间分布特征

3.2.1. 年际变化特征

从沿河县 2010 年至 2020 年短时强降水发生站次和平均强度年际变化曲线(图 3)可知，该县短时强降水发生站次位于 65~169 站次之间，最低为 2015 年 65 站次，最高为 2016 年 169 站次。平均强度位于 28.5~29.4 mm/h 之间，峰值出现在 2019 年，整体呈波动状态，2013 年平均强度偏低。

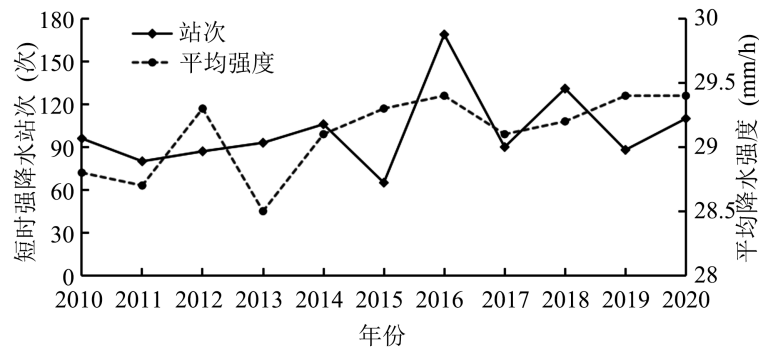


Figure 3. Inter annual variation of station frequency and average intensity of short-term heavy rainfall
图 3. 短时强降水发生站次和平均强度年际变化

3.2.2. 月季变化特征

从 2010 年至 2020 年沿河县汛期短时强降水发生站次和平均强度月际变化(图 4(a))可以看出, 该县短时强降水发生站次月际变化呈明显的单峰型, 峰值出现在 6 月达 372 站次, 10 月值最小 23 站次, 且 6~7 月为短时强降水高发期, 占比达 54%。与之相比, 平均降水强度大值区却主要集中在 5~6 月, 为 29.4 mm/h, 除 4 月降水强度较弱外, 其余月份降水强度未呈明显趋势变化。从各等级短时强降水站次月际分布(图 4(b))可知, 除 80 mm/h 以上等级降水强度发生站次外, 其余等级降水强度均表现为单峰型, 且峰值都出现在 6 月, 其中[20, 40)、[40, 60)等级降水强度次峰期为 7 月, 10 月概率最小, [60, 80)等级降水强度次高峰则出现在 5 月, 4 月和 10 月均无该等级强度降水发生, 而 80 mm/h 以上等级降水强度则只在 5 月、7 月、9 月各发生一次。

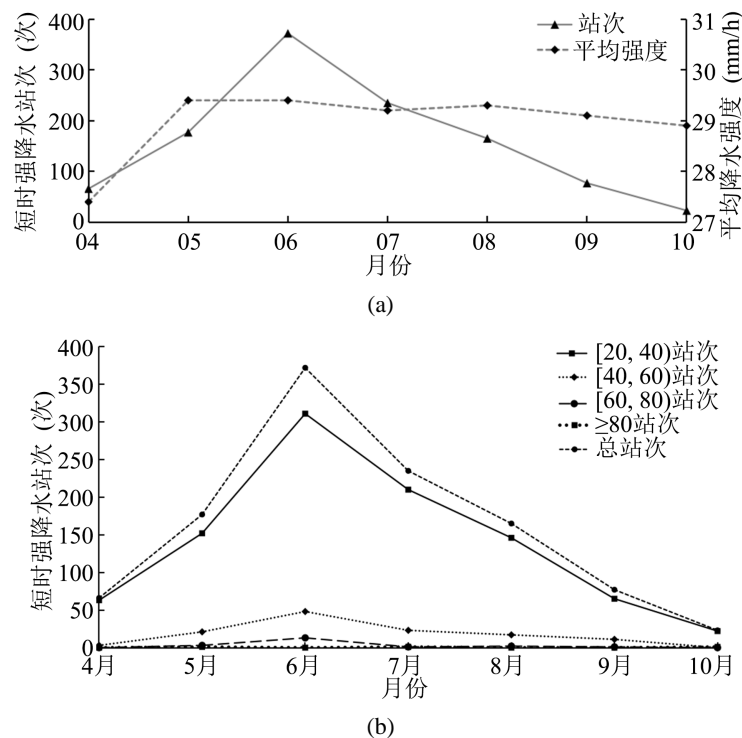


Figure 4. Inter monthly variation of short-term heavy precipitation occurrence and average intensity (a), and Station frequency of short-term heavy precipitation at different levels (b)
图 4. 短时强降水发生站次和平均强度月际变化(a)、各等级短时强降水站次(b)

3.2.3. 日变化特征

从该县短时强降水平均强度和发生站次日变化曲线(图 5)可知,沿河县短时强降水发生频次也表现为明显的单峰型,峰值出现在凌晨 4 时,为 99 站次,强降水频发期集中在凌晨 2 时~次日 9 时共 7 个时次,各时次均有 55 站次以上短时强降水,累计发生 565 站次,占总站次百分比达 51%,7 时后强降水发生站次逐时下降,于午时(12 时)达最低值,白天(早上 10 时~晚上 20 时)累计发生短时强降水站次占比仅为 31%,说明该县强降水以夜间降水为主,且主要降水时段从 23 时以后开始到 04 时达到高频期。相较而言,平均雨强的日变化特征整体表现不明显,但夜间到早晨的平均降水强度明显大于白天,峰值于 23 时达到最大,进一步说明该县短时强降水夜雨特征。

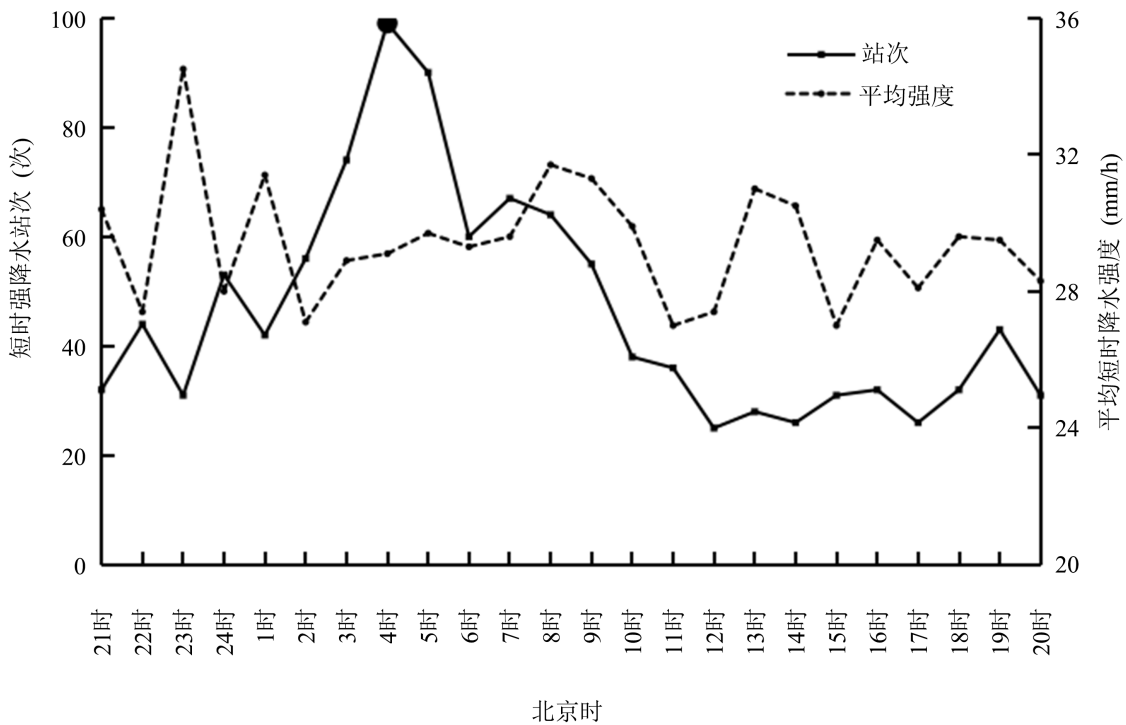


Figure 5. Daily variation of station frequency and average intensity of short-term heavy rainfall
图 5. 短时强降水发生站次和平均强度日变化

各等级短时强降水站次日变化曲线[8] (图 6(a))可以看出, [20, 40)等级的短时强降水日变化与总站次日变化趋势基本相同, 峰值为 99 站次, 依旧出现在凌晨 4 时, 最小值仅为 25 站次, 出现在 12 时, [40, 60)等级短时强降水主要集中在凌晨 3 时~9 时, 与总站次变化趋势差异较大, 并在 4 时和 9 时出现两个小高峰, 峰值为 11 站次, 而对于 60 mm/h 以上等级的短时强降水则主要出现在晚上 21 时~次日早上 10 时, 累计站次达 18 站次, 其余时次仅出现 5 站次。从各等级降水量占总降水量百分比日变化(图 6(b))可以看出[20, 40)等级强度降水在前半夜(21 时~2 时)多在 85%上下波动, 在 23 时达到最低值, 占比仅为 74%, 随即在凌晨 2 时达到小峰值后到次日早上 09 时都呈下降趋势, 而在白天时段(10 时~20 时), 该等级降水量占比又在 85%左右呈波动起伏状态, 且除在 13 时仅为 79%以外, 其余时次均大于 80%, 在 15 时更是达到了 100%。进一步表明该县小时雨强表现为白天弱于夜间, 此外值得注意的是, 09 时虽然发生短时强降水不算频繁, 但此时 40 mm/h 以上强度降水占比最大, 为 22%, 且以[40, 60)等级短时强降水为主。

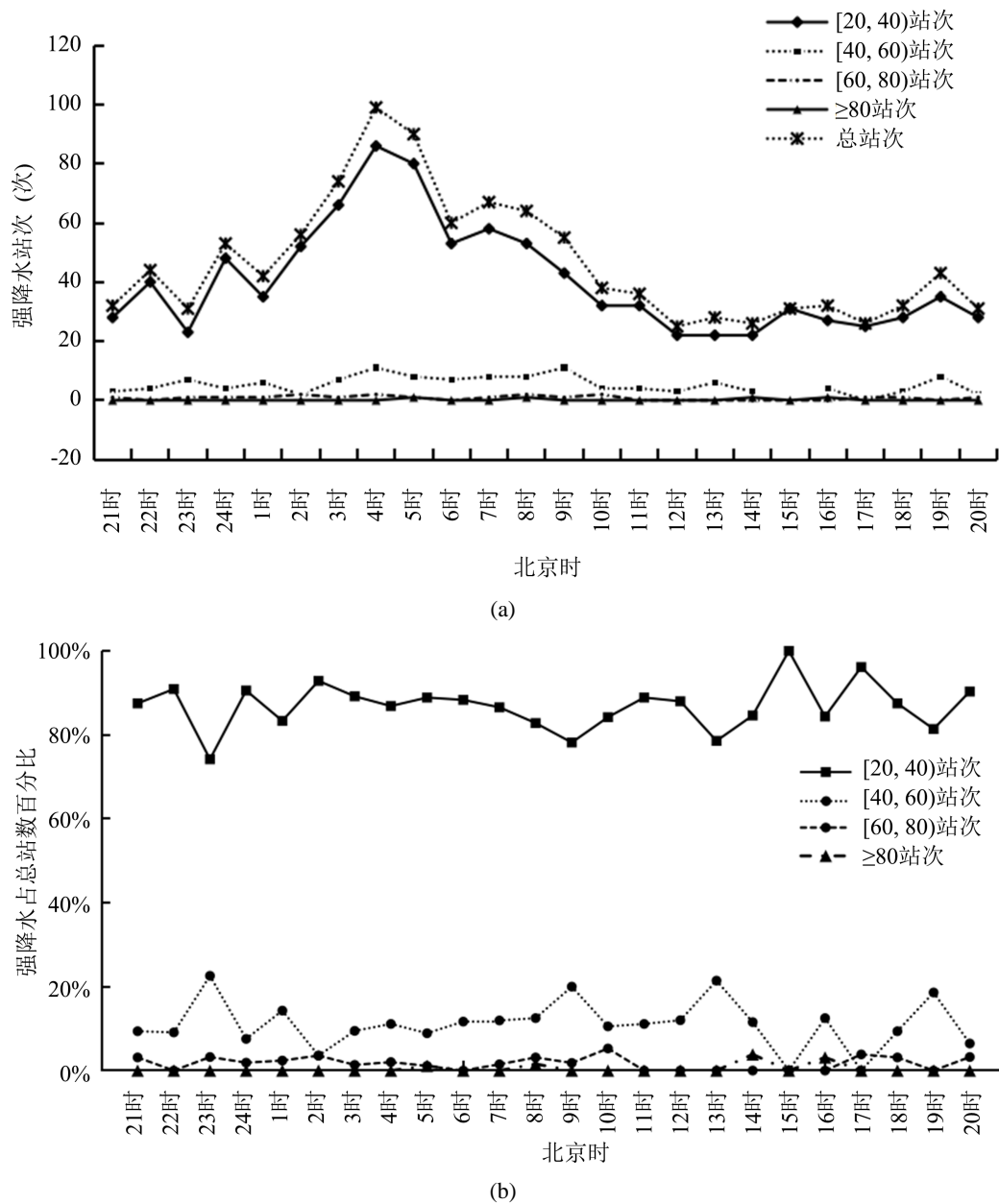


Figure 6. Daily variation curves of short-term heavy rainfall stations at different levels (a) and the percentage of precipitation at each level to total precipitation (b)

图 6. 各等级短时强降水站次(a)和各等级降水量占总降水量百分比(b)日变化曲线

4. 结论

1) 沿河县短时强降水发生频次空间分布表现为西北、东南高值区，且存在三个高值中心，其降水强度空间分布表现为东强西弱，县东南部谯家镇和中界镇两个高值中心主要以 40 mm/h 以上短时强降水为主，而西南部则以 20~40 mm/h 强度降水为主；

2) 沿河县短时强降水无明显的年际变化趋势，发生站次最多为 169 站次(2016 年)，最少为 65 站次(2015 年)；其发生站次月变化表现为明显的单峰型，6 月和 7 月为短时强降水高发期，4 月和 10 月降水强度较弱年份，但平均降水强度却以 5 月和 6 月为最大；

3) 沿河县短时强降水日变化表现出明显的夜雨性, 以凌晨 2 时~早上 9 时为短时强降水频发期, 占总站次百分比达 51%, 且其强度分布表现为夜间大于白天;

4) 60 mm/h 以上强度的短时强降水主要出现在晚上 21 时~次日早上 10 时, 累计站次达 18 站次, 其余时次仅出现 5 站次, 但早晨发生的短时强降水强度更大、站次更多, 进一步表明沿河县短时强降水夜雨性的特征。

基金项目

贵州省气象局登记式项目《沿河县汛期短时强降水时空分布特征及致灾阈值分析》(黔气科登[2021]12-06 号)。

参考文献

- [1] 周晓敏, 田付友, 郑永光, 等. 中国短时强降雨对暴雨的贡献特征[J]. 气象, 2023, 49(3): 267-278.
- [2] 代瑞华, 方启云. 印江县汛期短时强降水时空分布特征及“三个叫应”服务[J]. 中低纬山地气象, 2018, 42(1): 2096-5389.
- [3] 俞小鼎. 短时强降水临近预报的思路与方法[J]. 暴雨灾害, 2013, 32(3): 202-209.
- [4] 郝莹, 姚叶青, 郑媛媛, 等. 短时强降水的多尺度分析及临近预警[J]. 气象, 2012, 38(8): 903-912.
- [5] 张京英, 陈金敏, 刘英杰, 等. 大暴雨过程中短时强降水机制分析[J]. 气象科学, 2010, 30(3): 407-413.
- [6] 肖蕾, 杜小玲, 武正敏, 等. 贵州省短时强降水时空分布特征分析[J]. 暴雨灾害, 2021, 40(4): 383-392.
- [7] 石艳, 李天江, 毛显后. 基于 5a 区域站的贵州致灾强降雨特征分析[J]. 贵州气象, 2016, 40(2): 49-51+64.
- [8] 施倩雯, 柯莉萍, 聂祥, 等. 织金县短时强降水时空分布特征分析[J]. 气象水文海洋仪器, 2022, 39(2): 49-52.