

# Spatial Distribution Characteristics of Rainstorm in Northeast Chongqing

Jikui Li\*, Yue Ma#, Xiaohua Liao, Shenzhi Li

Yunyang Meteorological Bureau of Chongqing, Chongqing  
Email: #251159187@qq.com

Received: Aug. 14<sup>th</sup>, 2019; accepted: Aug. 28<sup>th</sup>, 2019; published: Sep. 3<sup>rd</sup>, 2019

---

## Abstract

Using precipitation observation data of 9 national ordinary stations from 1960 to 2015 in northeast of Chongqing, the spatial distribution of local heavy rain has been statistically studied. The results show that, a) The frequency of heavy rain is higher in northwest and lower in southeast, with Kaizhou as the center. After 21st century, the east and southwest part experienced lower incidence while the region of Chengkou, Yunyang and Fengjie showed higher incidence. b) The relative higher possibilities of heavy rain from March to November mostly happen in the west part, with an overall distribution as “more in north than south and more in west than east”. The center of heavy rain moves from south to north according to the seasonal time series until its complete disappearance in late November.

## Keywords

Northeast of Chongqing, Heavy Rain, Spatial Distribution

---

# 渝东北地区暴雨空间分布特征分析

李继奎\*, 马月#, 廖小华, 李深智

重庆市云阳县气象局 重庆  
Email: #251159187@qq.com

收稿日期: 2019年8月14日; 录用日期: 2019年8月28日; 发布日期: 2019年9月3日

---

## 摘要

本文利用重庆渝东北地区1960~2015年的9个国家地面气象观测站点降雨观测资料统计分析了区域内暴

\*第一作者。

#通讯作者。

雨的空间分布特征。得出以下结论：1) 暴雨发生次数呈“西北多，东南少”的特征，开州为暴雨中心，东部和西南部在21世纪后呈减少趋势，城口至云阳、奉节一带呈增长趋势。2) 3~11月暴雨发生相对较大的区域基本都在偏西区域，总体呈“北多南少、西多东少”分布，暴雨中心随着季节整体从南向北移动，进入11月下旬完全消失。

## 关键词

渝东北，暴雨，空间分布特征

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

重庆是我国受暴雨影响较为严重的地区之一，而渝东北区域因其独特的山区地形，暴雨灾害尤其严重。暴雨灾害常常造成严重的经济损失，并危害人民的生命安全、严重影响工农业生产。了解渝东北地区暴雨的发生时间和强降雨时间段有利于人民群众趋利避害，减少暴雨带来的生命财产损失。

## 2. 资料与研究方法

### 2.1. 资料介绍

本文选用了1960~2015年渝东北区域内9个国家气象观测站的降雨资料，包括暴雨资料和暴雨日逐小时降雨资料。

### 2.2. 研究方法

主要运用了统计学方法和反距离插值法[1]。

- 1) 统计1960~2015年渝东北暴雨总暴雨次数、日数得到渝东北总的区域分布特征。
- 2) 统计年代际各站暴雨总次数,得到暴雨次数的年代际分布特征。
- 3) 统计2000年前后各站暴雨总次数，得到2000年前后暴雨发生次数的空间分布特征。
- 4) 统计各月各站暴雨总频数,得到暴雨频数月分布特征；月、旬统计方式与年际统计方式一致。

## 3. 渝东北暴雨空间分布特征

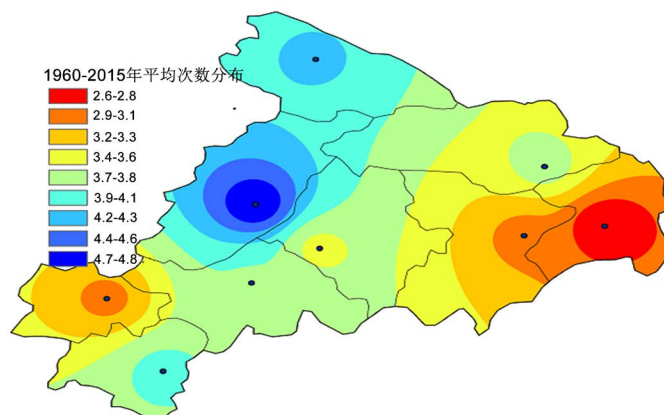
### 3.1. 暴雨平均次数空间分布

统计渝东北1960~2015年间各站暴雨出现平均次数[2] (图1)可以得出，渝东北暴雨分布呈现“北多南少，西多东少”的特征。从图中，可以明显看出开州是整个渝东北暴雨中心，平均为4.8次，比全区平均次数3.6次多出1.2次，巫山最少，仅2.6次，比全区平均次数少1次，最多与最少相差2.2次，相差十分明显。整体来说，开州和城口的暴雨次数居多，从奉节到巫溪增加，巫山再减少，从西往东整体呈现出减少的趋势。

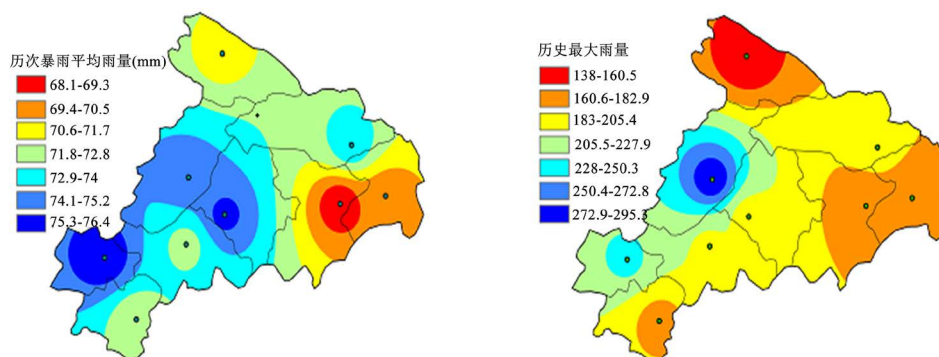
### 3.2. 暴雨平均雨量和最大雨量分布

从渝东北暴雨的平均雨量和最大雨量上[3]可以看出(图2)：1960~2015年渝东北暴雨发生后的平均强度中心在梁平、开州和云阳这一线弯曲的带上，以奉节的暴雨平均强度最弱。整体看来，暴雨强度较大

的在渝东北偏西区域，在偏东区域巫溪较大。历史最大雨量分布来看，以开州最强，西边的梁平次之，从西北向东南减少，但是最北边是一个最弱中心；最大值为开州 295.3 mm，比平均最大量 194.5 mm 多出 100.8 mm；最小值为城口 138 mm，比平均值少 54.5 mm。综合来看，无论是平均雨量还是最大雨量，开州都处于渝东北暴雨强度的中心区域。



**Figure 1.** Spatial distribution map of annual average frequency of heavy rain in northeast Chongqing from 1960 to 2015  
**图 1.** 渝东北 1960~2015 年暴雨年平均次数空间分布图



**Figure 2.** Distribution of mean and maximum rainfall of heavy rain in northeast Chongqing from 1960 to 2015  
**图 2.** 渝东北 1960~2015 年暴雨平均雨量和最大雨量分布

### 3.3. 暴雨年代次数空间演变特征

从渝东北暴雨年代内年平均暴雨发生次数[4]区域分布图(图 3)可以看出，无论是上个世纪还是本世纪，渝东北都是暴雨易发区域，基本上每年都有暴雨发生，不过 60 年代相对来说较少一些，最少为巫山县，暴雨在年代内平均每年只有 1.8 次，开州一直都是暴雨相对高发区，巫山一直是暴雨相对少的区域。

从 60 年代的平均次数分布来看，高发区域有 3 个中心，分别是开州、巫溪、万州区域，巫溪为最高平均每年 4.3 次，整个区域暴雨平均次数为 3.3 次，多出了 1 次，1 个年代内相比多出了 10 次暴雨；巫山最少，只有 1.8 次，东西差距显著，达到了 2.5 次，整个 60 年代差距达到了 25 天。

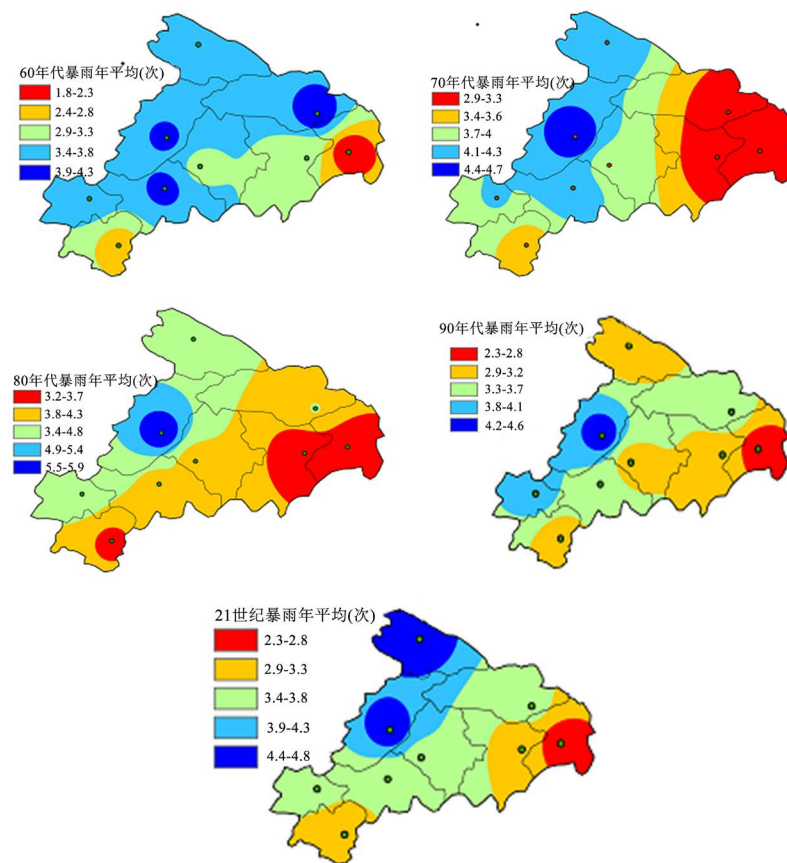
从 70 年代的分布来看，70 年代的暴雨相对高发区还是开州，为 4.7 次，而且相对于 60 年代，暴雨次数全区域都明显增多，整个区域年平均次数 3.7 次，比 60 年代多了 4 次。暴雨中心与最低的区域次数差距也缩小了，为 1.8 次。

从 80 年代来看，暴雨相对高发区域仍然为开州，相对较少区域为忠县、巫山、奉节，整个区域年平均次数为 4.1 次，最高次数为 5.9 次，较 80 年代多了 1.2 次，最低的区域也多了 0.3 次。

90年代,暴雨中心还是为开州,但是较80年代减少了1.3次,最低的巫山较80年代少了0.9次;区域平均为3.2次,较80年代减少了0.9次。

进入21世纪后,暴雨相对较多的区域为城口、开州区域,为4.8次,最低区域巫山相对于90年代持平,区域平均为3.5次,较90年代有所增加。

综合看来,渝东北在各个年代基本都呈“西北多,东南少”的特征。中部云阳和偏西偏北的城口、开州在60~80年代处于暴雨次数增加的阶段,90年代处于减少的阶段,在21世纪处于回升的阶段;巫山、奉节、忠县在60、70年代无变化,80年代增多,90年代和21世纪持平;巫溪60年代至70年代减少,80年代增加,90年代至21世纪都在减少;万州的峰值处于80年代,梁平的峰值在80年代。



**Figure 3.** Regional distribution map of annual mean heavy rain frequency in northeast Chongqing from 1960 to 2015  
**图 3.** 渝东北 1960~2015 年年年代年平均暴雨次数区域分布图

### 3.4. 暴雨次数空间分布世纪前后对比

近年来,很多研究表明全球变暖和气候变化导致极端天气事件频出,而气候变暖是从2000年后趋于明显,气候异常致使极端天气频频出现[5],故将1960~2000年的暴雨次数与2000年后的暴雨次数进行对比,分析研究21世纪前后暴雨次数分布变化。

从1960~2000年渝东北暴雨次数年平均分布图(图4)上可以看出,暴雨次数分布呈“西北多,东南少”的特征,暴雨的中心为开州,为4.8次。暴雨次数最少的为巫山,2.7次,东西差2.1次。从2000~2015年暴雨次数分布来看,呈“西北多,东南少”的特征,暴雨中心范围变大,南北分布表现更加明显,次数和2000年以前同为4.8次,最少的仍为巫山,2.3次,东西相差2.5次。

对比 21 世纪前后暴雨次数分布(图 4), 暴雨次数分布特征基本一致, “呈西北, 东南少” 的趋势, 21 世纪的暴雨中心范围更大, “南少北多” 的分布特征更为明显, 区域暴雨次数差距更大; 东部的巫溪、巫山和西南的万州、梁平、忠县在世纪后变弱, 减少最多的梁平年平均次数减少 0.7 次/年; 北部的城口至南部的云阳、奉节一带在世纪后增强, 最多的城口年平均次数增加 0.9 次/年; 西北部开州世纪前后无变化。

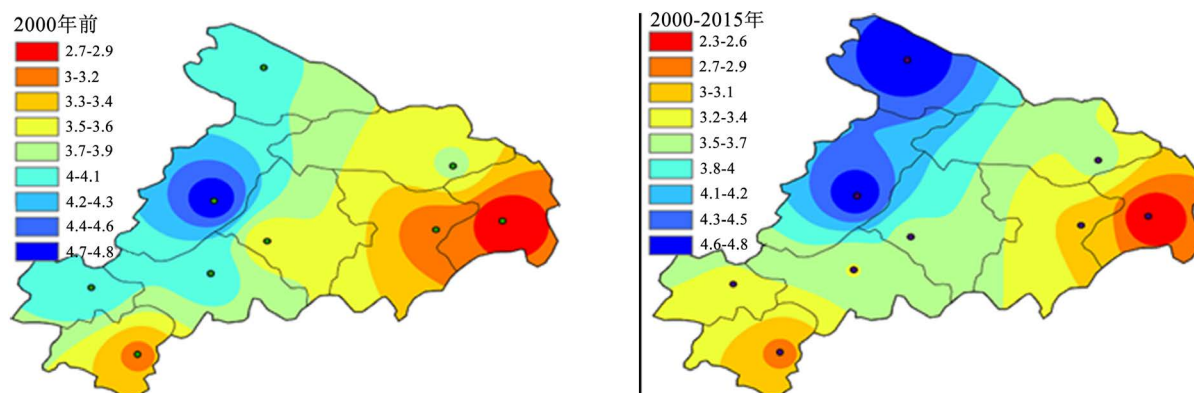


Figure 4. Regional distribution in the 21st century compared with before 2000  
图 4. 21 世纪较 2000 年前区域分布

### 3.5. 暴雨月次数空间分布

图 5 为渝东北 1960~2015 年暴雨总次数空间逐月分布图, 从图上可以看出, 渝东北 3 月暴雨分布在西南的梁平、万州、云阳一线和偏东的巫山区域, 而且 66 年以来累计出现均为 1 次, 发生概率为 2%, 也就是说 3 月暴雨在渝东北属于小概率事件, 统计发现, 3 月的暴雨基本与风雹天气一起出现。

从 4 月暴雨总次数分布来看, 整个渝东北片区的暴雨相对于 3 月有所增加, 最多的出现在渝东北中部区域的万州、云阳区域内, 开州、巫溪次之, 奉节最少, 最多次数为 10 次, 最大发生概率仅为 15.1%, 也就是说 4 月对于渝东北各区域发生暴雨的可能性也很小, 最大值与最小值相差 7 次。

从 5 月暴雨总次数分布可以看出, 暴雨最大次数区域为开州、万州, 32 次, 发生概率为 48.4%; 最小的区域为巫山, 仅 17 次, 最大区域较最小区域多 15 次。

从 6 月暴雨总次数分布可以看出, 暴雨次数最多区域为开州, 51 次, 发生概率为 81.8%, 基本上每年都有发生; 忠县、梁平次之, 最少的为巫山, 21 次, 也就是说 6 月渝东北偏西较偏东地区暴雨更多, 最多与最少相差 30 次。

从 7 月暴雨总次数分布可以看出, 暴雨次数最多区域为开州, 为 66 次, 发生概率为 100%, 城口相对较多, 巫山、云阳最少, 仅有 42 次, 整体看来, 7 月的暴雨分布西北较东南偏多, 最多与最少相差 24 次。

从 8 月暴雨总次数分布可以看出, 暴雨次数最多的区域为开州, 46 次, 69.6%, 相对较多的梁平、城口, 奉节最少, 20 次, 分布大体上还是西北多东南少的趋势, 最多与最少相差 26 次。

从 9 月暴雨总次数分布可以看出, 暴雨次数最多的区域为开州、城口, 为 54 次, 发生概率为 81.8%, 最少的为忠县、巫山, 仅 27 次, 整体分布上看从北往南逐渐减少, 最多与最少相差 27 次。

从 10 月暴雨总次数分布可以看出, 暴雨次数最多的为城口, 15 次, 发生概率为 22.7%, 最少的为忠县、万州、巫山, 3 次, 整体分布来看, 从北往南逐渐减少, 最多与最少相差 12 次。

从 11 月暴雨总次数分布可以看出, 暴雨次数最多的为开州, 2 次, 发生概率 3%; 城口、云阳、巫山、万州、梁平没有发生过暴雨; 整体来看 11 月暴雨分布在渝东北偏西、西南、和偏东的中部区域。



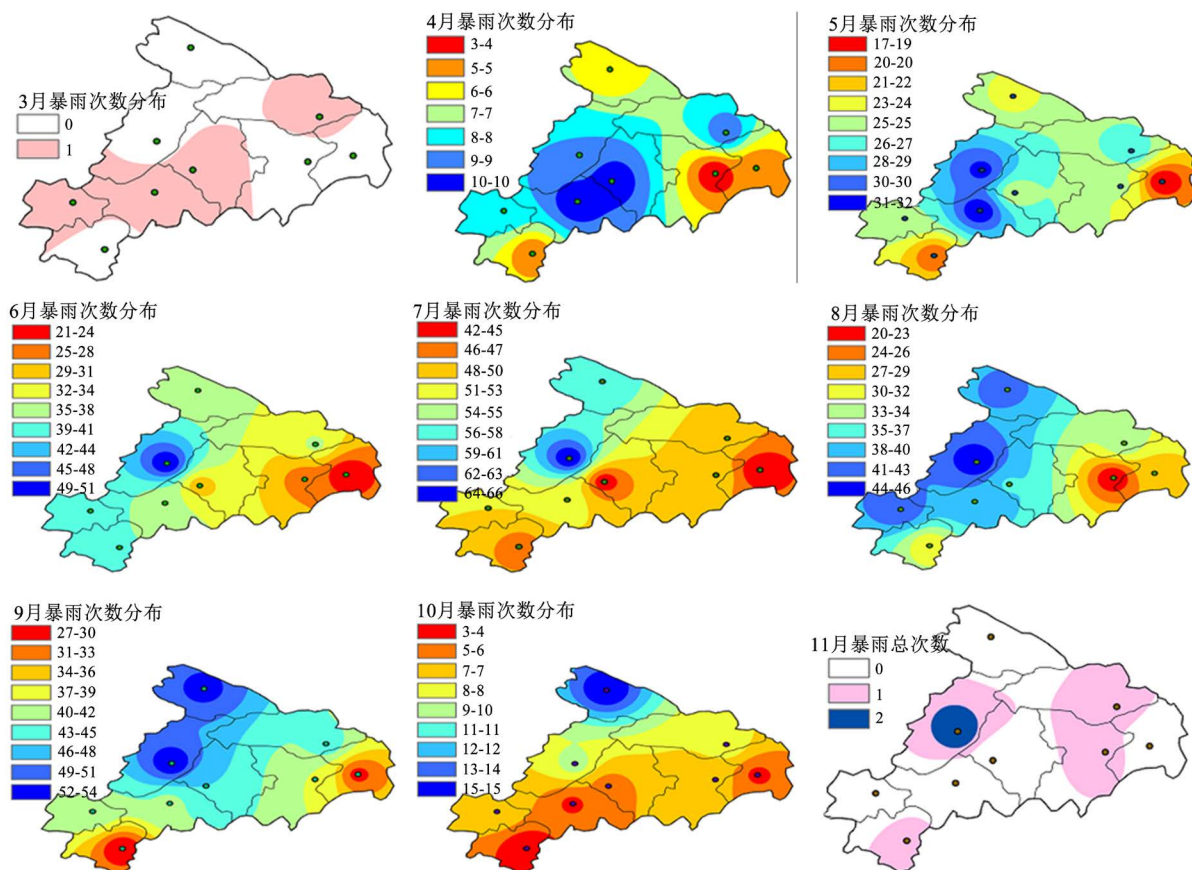


Figure 5. Monthly distribution of total heavy rain frequencies in northeast Chongqing from 1961 to 2015

图 5. 1961~2015 年渝东北暴雨总次数月分布(次)

综合暴雨月总次数分布, 渝东北 3~11 月暴雨发生相对较大的区域基本都在偏西区域, 偏东区域除了 3 月均比偏西区域少, 总体呈“北多南少、西多东少”分布; 暴雨中心随着季节整体从南向北移动, 以开州的区域在 4~11 月内(10 月除外)均为暴雨中心; 巫溪在 3~11 月均有暴雨产生, 3 月和 11 月的暴雨基本和风雹天气相关; 逐月暴雨最大区域发生的概率 3~7 月逐渐增加, 在 7 月达到 100%, 8 月减少, 与 8 月中上旬为渝东北伏旱高发期对应 9 月增加后逐渐减少, 6 月和 9 月一样; 逐月最多次数与最少次数差值在 3 月最小, 1 次, 6 月最多, 30 次, 这应该与西南涡的移动路径有关。

#### 4. 小结

1) 渝东北暴雨年平均分布呈现“北多南少, 西多东少”的特征, 开州地区是渝东北的暴雨中心, 暴雨中心与暴雨较少的区域差距很大, 达到 2.2 次/年。暴雨强度中心在开州、万州、云阳三县地区, 最大暴雨在开州地区, 历史极值 295.3 mm, 比最小的 138 mm 相差 157.3 mm。

2) 渝东北在各个年代基本都处于“西北多, 东南少”的特征。中部云阳和偏西偏北的城口、开州在 60~80 年代处于暴雨次数增加的阶段, 90 年代处于减少的阶段, 在 21 世纪处于回升的阶段; 巫山、奉节、忠县在 60、70 年代无变化, 80 年代增多, 90 年代和 21 世纪持平; 巫溪 60 年代至 70 年代减少, 80 年代增加, 90 年代至 21 世纪都在减少; 万州、梁平峰值在 80 年代。

3) 3~11 月暴雨发生相对较大的区域基本都在偏西区域, 偏东区域除了 3 月均比偏西区域少, 总体呈“北多南少、西多东少”分布; 暴雨中心随着季节整体从南向北移动, 进入 11 月下旬完全消失。

## 基金项目

重庆市气象局青年基金项目 QNJJ-201812。

## 参考文献

- [1] 严华生, 严小东. 中国降水场的时空分布变化[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2004, 26(1): 38-43.
- [2] 熊光洁, 王式功, 尚可政, 等. 中国西南地区近 50 年夏季降水的气候特征[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2012, 48(4): 45-48.
- [3] 陈豫英, 陈楠, 王式功, 等. 50a 来宁夏可利用降水的时空变化及其对生态环境的影响[J]. 中国沙漠, 2008, 28(4): 748-754.
- [4] 张艳梅, 江志红, 王冀, 等. 贵州夏季暴雨的气候特征[J]. 气候变化研究进展, 2008, 4(3): 182-186.
- [5] 黄利萍, 董凌, 孙道东, 等. 皖西北地区春季暴雨的特征分析[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(02): 112-118.

**Hans** 汉斯

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;  
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/> 顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ccrl@hanspub.org](mailto:ccrl@hanspub.org)