

# 中国大陆长短历时暴雨数据集（1961–2015）

孔 锋<sup>1,2,3</sup>

1. 清华大学公共管理学院应急管理研究基地, 北京 100084; 2. 中亚大气科学研究中心, 乌鲁木齐 830002;  
3. 中国气象局气象干部培训学院, 北京 100081

**摘 要:** 快速城市化和全球气候变化背景下, 全球多地暴雨事件频发, 导致城市看海现象频频上演, 给社会、经济等诸多方面造成了巨大损害。本文采用 1961–2015 年中国 659 个气象观测站点数据, 在中国气象局中央气象台对日暴雨的定义 (日降雨量  $\geq 50$  mm) 的基础上, 将持续 2 天及以上的暴雨事件定义为长历时暴雨; 将仅持续 1 天的暴雨事件定义为短历时暴雨; 将短历时暴雨和长历时暴雨事件总和定义为总暴雨。同时引入暴雨贡献率, 将长 (短) 历时暴雨雨量占总暴 (降) 雨量的比例定义为长 (短) 历时暴雨雨量对总暴 (降) 雨雨量的贡献率; 将总暴雨雨量占总降雨雨量的比例定义为总暴雨雨量对总降雨雨量的贡献率。根据变化趋势计算公式计算得到不同历时暴雨量及其贡献率数据集, 并采用七大地理分区统计各分区长短历时暴雨差异。该数据集包括中国总降雨、总暴雨、短历时暴雨和长历时暴雨量及其贡献率的 659 个站点空间演变特征数据集 (.doc 和.xlsx 格式); 中国七大地理分区数据 (.shp 格式), 数据量共计 780 KB (压缩为一个 zip 文件, 440 KB)。该数据集分析的科学研究已发表在《干旱区地理》2017 年第 40 卷第 2 期。

**关键词:** 长历时暴雨; 短历时暴雨; 暴雨贡献率; 地理分区; 中国

**DOI:** 10.3974/geodp.2018.03.09

## 1 前言

全球变化背景下, 全球多地暴雨事件频发, 给生产、生活和社会经济发展带来了严峻影响<sup>[1–5]</sup>。不同历时的暴雨可能是不同时间尺度天气系统的影响结果, 一般有着不同的物理机制<sup>[6]</sup>。短历时降水可能与太阳辐射加热密切相关, 因此, 短历时暴雨多是强对流型天气的产物, 一般雨强相对较大, 但持续时间较短<sup>[7]</sup>。洪涝灾害大都与短历时的极端强降水密切相关<sup>[8]</sup>。而长历时暴雨一般是天气系统过程的产物, 伴随着天气过程的发展而变化, 因而持续时间相对较长<sup>[9–11]</sup>。因此, 诊断长短历时暴雨空间分异对于深入认识暴雨空间演变过程具有重要意义。本文根据中国气象局中央气象台规定的暴雨阈值, 结合暴雨持续时间 (天数) 计算了中国长短历时暴雨数据集 (1961–2015)。该数据集可为分析不同持续时间的暴雨事件及其对总暴雨的贡献率提供重要数据支撑。

收稿日期: 2018-09-05; 修订日期: 2018-09-15; 出版日期: 2018-09-25

基金项目: 国家自然科学基金 (41801064, 71790611, 71642005, 41701103, 41775078); 中亚大气科学研究基金 (CAAS201804); 中国气象局 (CCSF201843, CCSF201844)

作者信息: 孔锋 P-2607-2018, 清华大学公共管理学院应急管理基地, kongfeng0824@foxmail.com

数据引用方式: [1] 孔锋. 中国大陆长短历时暴雨数据集(1961–2015) [J]. 全球变化数据学报, 2018, 2(3): 309–315. DOI: 10.3974/geodp.2018.03.09.

[2] 孔锋, 方建, 吕丽莉等. 中国长、短历时暴雨雨量特征数据集(1961–2015) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.05.13.V1.

2 数据集元数据简介

中国长、短历时暴雨雨量特征数据集（1961–2015）<sup>[12]</sup>的名称、作者、地理区域、数据年代、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 中国长、短历时暴雨雨量特征数据集（1961–2015）元数据简表

条目	描述
数据集名称	中国长、短历时暴雨雨量特征数据集（1961–2015）
数据集短名	GeographicRegionsChina
作者信息	孔锋 P-2607-2018, 清华大学公共管理学院应急管理基地, kongfeng0824@foxmail.com 方建 P-1535-2019, 武汉大学资源与环境科学学院, fangjian06@whu.edu.cn 吕丽莉 P-1203-2019, 中国气象局发展研究中心, lvll@cma.gov.cn 史培军 P-1601-2015, 北京师范大学, spj@bnu.edu.cn 刘凡 P-1607-2019, 北京师范大学, liufan.bnu@foxmail.com 王铸 P-2003-2019, 北京师范大学, bnuwangzhu@foxmail.com 杨旭 P-2101-2018, 北京师范大学, yangxu8@mail.bnu.edu.cn
地理区域	地理范围包括 4°00'N–53°31'N, 73°40'E–135°05'E 地理区域范围涉及整个中国陆地范围, 但不包含港、澳、台地区
数据年代	1961–2015 年
数据格式	.xlsx、.doc、.shp
数据量	780 KB（zip 压缩后 440 KB）
数据集组成	数据集由三个文件夹组成三部分数据, 分别是长短历时暴雨空间分异数据文件夹、站点统计数据文件夹和中国七大地理分区文件夹: 1. 长短历时暴雨空间分异数据文件夹, 包含 1 个.xlsx 文件, 是中国长短历时暴雨数据集（1961–2015）。数据量为 84 KB 2. 站点统计数据文件夹, 包含 7 个.doc 文件, 分别是中国及七大地理分区暴雨站点数统计。7 个表的数据量为 368 KB 3. 中国七大地理分区文件夹, 是.shp 格式的中国七大地理分区数据。数据量为 328 KB
基金项目	国家自然科学基金（41601561）; 中国博士后科学基金（2015M582263）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、实体数据（中英文）和通过《全球变化数据学报》（中英文）发表的数据论文。其共享政策如下:（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放, 用户免费浏览、免费下载;（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源;（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》（中英文）编辑部签署书面协议, 获得许可;（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则, 即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%, 同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 <sup>[13]</sup>

3 数据研发方法

3.1 长短历时暴雨及其贡献率定义

本文采用的 1961–2015 年日值降水数据来自中国气象科学数据共享服务网地面气象资料数据库中的中国地面气候资料日值数据集 V3.0<sup>[6]</sup>。本文根据中国气象局中央气象台颁布

的降水强度等级划分标准筛选暴雨事件，即取 24 小时降水总量为 50 mm 作为暴雨阈值，达到暴雨阈值及以上的降雨事件定义为暴雨事件；将仅持续 1 天的暴雨事件定义为短历时暴雨事件；将持续 2 天及以上的暴雨事件定义为长历时暴雨事件；将短历时暴雨和长历时暴雨事件总和定义为总暴雨事件；将 24 小时降水总量超过 0 mm 的事件定义为总降雨事件。

在上述定义基础上分别计算 1961-2015 年中国 659 个气象观测站逐年的总降雨雨量、总暴雨雨量、短历时暴雨雨量、长历时暴雨雨量总和。然后进一步引入降雨贡献率概念，将总暴雨雨量占总降雨雨量的比例定义为总暴雨雨量贡献率；将短暴雨雨量占总暴雨雨量的比例定义为短历时暴雨雨量贡献率；将长暴雨雨量占总暴雨雨量的比例定义为长历时暴雨雨量贡献率。

根据上述定义，本文计算出长短历时暴雨空间分异数据文件夹中.xlsx 文件里面的 3 个字段数据，即总暴雨雨量占总降雨雨量的比例、短历时暴雨雨量占总暴雨雨量的比例、长历时暴雨雨量占总暴雨雨量的比例。

### 3.2 变化趋势计算公式

本文所采用的变化趋势计算方法如下：对于 1961-2015 年中国 659 个气象观测站点，其样本量  $n=55$  的年际总降雨雨量、总暴雨雨量、短历时暴雨雨量和长历时暴雨雨量及其贡献率序列  $x_j$ ，用  $t_j$  表示所对应的时刻，建立  $x_j$  与  $t_j$  之间的一元线性回归方程：

$$\tilde{x}_j = a + bt_j \quad (1)$$

式中， $a$  为回归常数， $b$  为回归系数。利用最小二乘法可求出  $a$  和  $b$ 。

$$\begin{cases} b = \frac{\sum_{j=1}^n x_j t_j - \frac{1}{n} \left( \sum_{j=1}^n x_j \right) \left( \sum_{j=1}^n t_j \right)}{\sum_{j=1}^n t_j^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{j=1}^n t_j \right)^2} \\ a = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j - b \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_j \end{cases} \quad (2)$$

回归系数  $b$  表示气象观测站点的年际总降雨雨量、总暴雨雨量、短历时暴雨雨量和长历时暴雨雨量及其贡献率的线性变化趋势。 $b>0$  表明呈增加趋势， $b<0$  则表示呈减少趋势。 $b$  的大小反映增加或减少的速率。

根据上述公式，本文计算出长短历时暴雨空间分异数据文件夹中.xlsx 文件里面的 7 个字段数据，即总降雨雨量变化趋势、总暴雨雨量变化趋势、短历时暴雨雨量变化趋势、长历时暴雨雨量变化趋势、总暴雨雨量占总降雨雨量的比例的变化趋势、短历时暴雨雨量占总暴雨雨量比例的变化趋势、长历时暴雨雨量占总暴雨雨量比例的变化趋势。

### 3.3 中国七大地理分区数据及其站点统计

本文采用行政地理区划上的东北、华北、华中、华东、华南、西北和西南七大分区（不包含港澳台地区）将中国划分为七大地理分区，七大地理分区详细介绍见站点统计数据文件夹中的表 1 中国七大地理分区特征。采用七大地理分区统计全国及各分区年际总降雨雨量、总暴雨雨量、短历时暴雨雨量和长历时暴雨雨量及其贡献率变化趋势的站点数目，

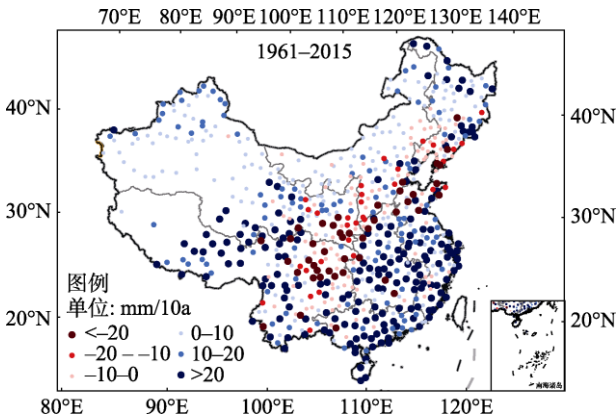
详细情况见站点统计数据文件夹中的表 2-表 7。

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成及可视化

数据集包括三部分数据，分别是：

（1）长短历时暴雨空间分异数据文件夹，包含一个.xlsx 文件，是中国长短历时暴雨数据集（1961-2015），数据包含了 1961-2015 年中国总降雨雨量变化趋势、总暴雨雨量变化趋势、短历时暴雨雨量变化趋势、长历时暴雨雨量变化趋势、总暴雨雨量占总降雨雨量的比例、短历时暴雨雨量占总暴雨雨量的比例、长历时暴雨雨量占总暴雨雨量的比例、总暴雨雨量占总降雨雨量的比例的变化趋势、短历时暴雨雨量占总暴雨雨量比例的变化趋势、长历时暴雨雨量占总暴雨雨量比例的变化趋势。上述 10 个字段数据的地图可视化如图 1-7 所示。



注：底图来源于中国国家基础地理信息中心 2008 年数据（下列地图均采用此底图数据）

图 1 中国总降雨雨量变化趋势空间格局的数据可视化图

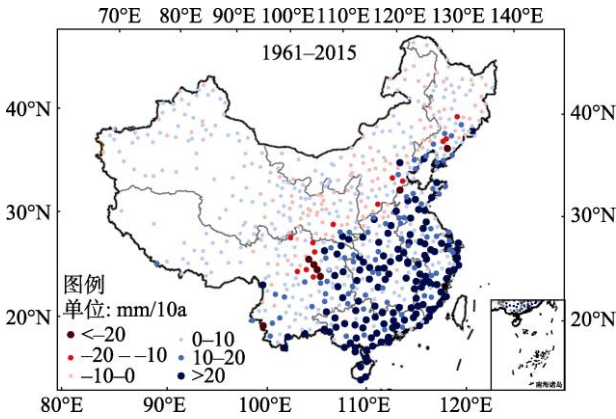


图 2 中国总暴雨雨量变化趋势空间格局的数据可视化图

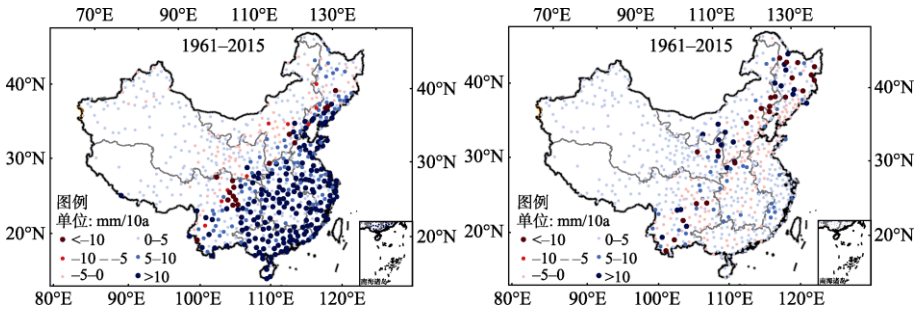


图 3 中国短历时（左）和长历时（右）暴雨雨量变化趋势空间格局的数据可视化图

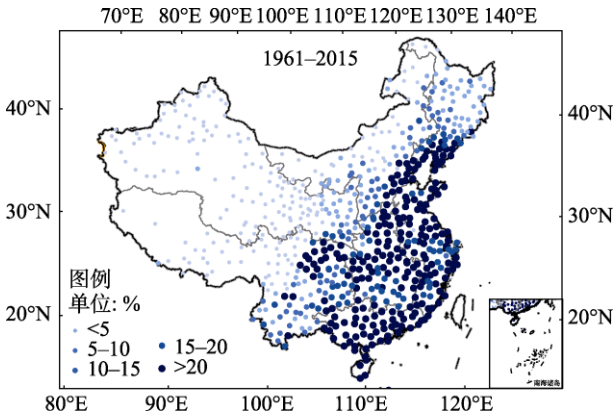


图 4 中国总暴雨雨量占总降雨雨量比例空间格局的数据可视化图

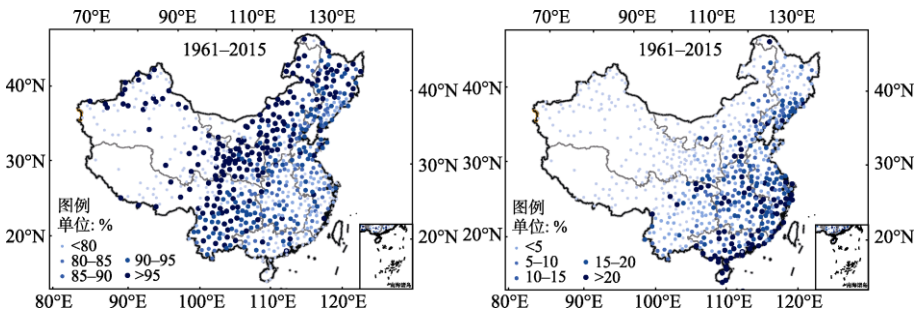


图 5 中国短历时（左）和长历时（右）暴雨雨量占总暴雨雨量比例空间格局的数据可视化图

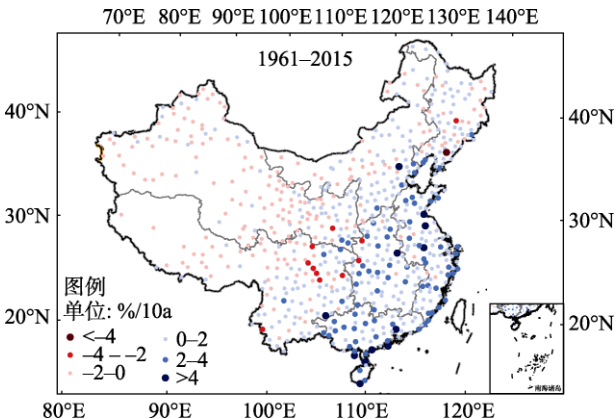


图 6 中国总暴雨雨量占总降雨雨量比例变化趋势空间格局的数据可视化图

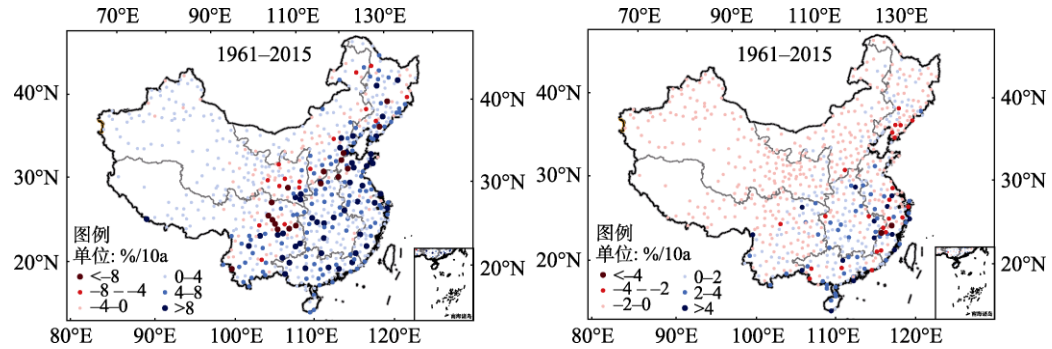


图 7 中国短历时（左）和长历时（右）暴雨雨量占总暴雨雨量比例变化趋势空间格局的数据可视化图

（2）站点统计数据文件夹，包含 7 个.doc 文件，分别是中国七大地理分区特征；中国总降雨、总暴雨和短、长历时暴雨雨量变化趋势的站点数统计；不同地区总降雨、总暴雨和短、长历时暴雨雨量变化趋势的站点数统计；中国不同历时暴雨雨量占总暴雨雨量比例的站点数统计；不同地区不同历时暴雨雨量占总暴雨雨量比例的站点数统计；中国不同历时暴雨雨量所占比例变化趋势的站点数统计；不同地区不同历时暴雨雨量所占比例变化趋势的站点数统计。

（3）中国七大地理分区文件夹，是.shp 格式的中国七大地理分区数据。

上述数据成果的科学发现已发表在《干旱区地理》2017 年第 40 卷第 2 期<sup>[6]</sup>。

4.2 数据结果讨论

中国七大地理分区中总暴雨雨量占总降雨雨量比例变化趋势和短历时暴雨雨量占总暴雨雨量比例变化趋势中呈增加趋势的站点明显多于减少趋势的站点（表 2）。在长历时暴雨雨量占总暴雨雨量比例变化趋势中，东北、华北、华东、西北和西南呈减少趋势的站点居多，而华中和华南呈增加趋势的站点居多。

表 2 不同地区不同历时暴雨雨量所占比例变化趋势的站点数统计

参数	变化趋势	站点数及不同历时暴雨雨量占总降雨雨量比例						
		东北	华北	华中	华东	华南	西北	西南
总暴雨雨量	<0	19 (2.88%)	31 (4.70%)	5 (0.76%)	3 (0.46%)	0 (0.00%)	32 (4.86%)	33 (5.01%)
	>0	59 (8.95%)	56 (8.50%)	70 (10.62%)	82 (12.44%)	58 (8.80%)	116 (17.60%)	95 (14.42%)
短历时暴雨雨量	<0	17 (2.58%)	26 (3.95%)	5 (0.76%)	14 (2.12%)	0 (0.00%)	34 (5.16%)	31 (4.70%)
	>0	61 (9.26%)	61 (9.26%)	70 (10.62%)	71 (10.77%)	58 (8.80%)	114 (17.30%)	97 (14.72%)
长历时暴雨雨量	<0	50 (7.59%)	73 (11.08%)	24 (3.64%)	50 (7.59%)	15 (2.28%)	137 (20.79%)	84 (12.75%)
	>0	28 (4.25%)	14 (2.12%)	51 (7.74%)	35 (5.31%)	43 (6.53%)	11 (1.67%)	44 (6.68%)

本文仅讨论该数据集的准确度及影响因素。本文采用的 1961-2015 年的日值降水数据来自中国气象科学数据共享服务网地面气象资料数据库中的中国地面气候资料日值数据集 V3.0。根据尽量保留最多站点并保证观测时间连续的原则，本文参考已有研究成果<sup>[10-11]</sup>，如果站点日值缺测超过 55 年日值 5% 的站点，则剔除该站点；站点日值缺测小于 55 年日值 5% 的站点，则利用临近站点补缺或用本站点的年代际该日值均值补缺本站点的缺测日值，

最后得到可用的 659 个降水观测站点。观测站点的补缺虽然可以校正数据质量, 缩小与实际数据的差异, 但是相比真实情况仍具有一定误差, 仍需要结合国内外多套不同源的观测数据进行对比。但可以肯定的是补缺后的数据并不影响中国长时间大范围的暴雨时空变化规律特征。目前学界内采用补缺观测数据诊断长时间暴雨时空变化仍是其他数据无法替代的, 且模式数据依赖观测数据的验证。不同历时暴雨数据及其贡献率对于认识暴雨时空演变特征具有重要意义。

## 5 结论

中国长短历时暴雨数据集(1961–2015)展示了 1961–2015 年中国 659 个站点的总降雨量、总暴雨雨量、短历时暴雨雨量和长历时暴雨雨量变化趋势及其贡献率变化特征的空间分异规律, 为科学诊断中国城市不同类型暴雨致灾强度和风险评估提供了重要基础性数据, 为科学有效管理水资源和制定相关政策提供了参考。

## 参考文献

- [1] IPCC SREX. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation [R]. London: Cambridge University Press, 2012.
- [2] IPCC AR5. Intergovernmental panel on climate change climate change 2013 fifth assessment report (AR5) [R]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013.
- [3] 谭畅, 孔锋, 郭君等. 1961–2014 年中国不同城市化地区暴雨时空格局变化——以京津冀、长三角和珠三角地区为例[J]. 灾害学, 2018, 33(3): 132–140.
- [4] 孔锋, 方建, 吕丽莉. 1961–2015 年中国暴雨变化诊断及与其与多种气候因子的关联性研究[J]. 热带气象学报, 2018, 34(1): 34–47.
- [5] 孔锋, 吕丽莉, 方建等. 基于中国气候变化区划的 1951–2010 年暴雨统计分析[J]. 水土保持研究, 2017, 24(5): 189–196, 203.
- [6] 孔锋, 方建, 吕丽莉等. 中国短历时和长历时暴雨对总暴雨贡献的空间差异性研究(1961–2015) [J]. 干旱区地理, 2017, 40(2): 293–303.
- [7] 孔锋, 方建, 吕丽莉等. 中国长短历时暴雨时空变化格局及其对总暴雨贡献的研究(1951–2010) [J]. 中国人口 资源与环境, 2016, 26(S2): 316–320.
- [8] 孔锋, 吕丽莉, 方建等. 中国不同强度暴雨年代际时空演变特征(1951–2010)[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2017, 38(5): 75–85.
- [9] 孔锋, 吕丽莉, 方建等. 基于日值和小时降水数据诊断中国暴雨时空变化差异的研究(1991–2010) [J]. 灾害学, 2017, 32(1): 72–79.
- [10] 史培军, 孔锋. 1951–2010 年中国年代际累积暴雨时空格局变化的相关因素研究[J]. 地理科学, 2016, 36(10): 1457–1465.
- [11] 史培军, 孔锋, 方佳毅. 中国年代际暴雨时空变化格局[J]. 地理科学, 2014, 34(11): 1281–1290.
- [12] 孔锋, 方建, 吕丽莉等. 中国长、短历时暴雨雨量特征数据集(1961–2015) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.05.13.V1.
- [13] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy.2014.05 (2017 年更新).