

青藏高原极端降水数据集(1961–2017)的研发与内容

马伟东¹, 刘峰贵^{1,2*}, 周强¹, 陈琼¹

1. 青海师范大学地理科学学院, 西宁 810008;

2. 高原科学与可持续发展研究院, 西宁 810008

摘要: 随着气候变暖的加剧, 青藏高原地区越来越多的冰川、积雪等固态水体融化, 造成了局地水循环中的水量增加, 使得极端降水事件增多, 因此了解青藏高原极端降水事件的空间分布特征及其变化规律显得迫切而必要。本数据集基于青藏高原地区 78 个气象站点的逐日降水数据, 采用百分位阈值法确定极端降水的阈值, 在此基础上衍生出 R99D、R99P、R99I 和 R99C 四个极端降水指数。数据集存储为.shp 和.xls 格式文件, 数据量为 459 KB, 其中.xls 文件包括 4 个 Sheet 表, 其中 Sheet-1 为各站点的极端降水阈值; Sheet-2 为极端降水事件的时间和降水量; Sheet-3 为各站点极端降水指数的值; Sheet-4 为 1961–2017 年逐年的各极端降水指数的值。

关键词: 青藏高原; 极端降水; 阈值

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2021.01.09>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2021.01.10.V1>.

1 前言

极端降水作为引发洪涝灾害的主导因素, 已被联合国教科文组织主导的国际水文计划作为其重点关注和研究的主题之一, 由于其突发性强、破坏性大的特点往往会对社会安全以及自然环境造成严重的影响^[1,2]。中国第二次青藏高原综合科学考察研究发布的成果表明, 过去的 50 年中, 青藏高原的冰冻圈在快速融化, 大量的冰川、积雪等固态水在迅速地转化为液态水, 湖泊面积增大, 地表径流增加^[3]。“亚洲水塔”的失衡会使得进入水循环中的水量增加, 进一步使得青藏高原地区原本就较为严重的洪涝灾害的风险加剧^[4,5]。

青藏高原地区虽然面积广阔, 但区域内的水文、气象观测站点分布稀疏, 高时间分辨率和高空间分辨率的观测设备架设的时间较短, 因此想要获取长时间序列、高时间分辨率和高空间分辨率的数据存在着较大的困难。这就要求我们在现有数据的基础上充分挖掘数据信息, 揭示青藏高原极端降水在过去 60 年中的变化。本数据集采用了青藏高原^[6,7]78 个气象站点 1961–2017 年的逐日降水数据, 按照百分位阈值法确定各站点的极端降水阈值, 基于此筛选各站点的极端降水事件, 进一步计算极端降水指数来刻画青藏高原极端降水的

收稿日期: 2021-01-26; 修订日期: 2021-03-08; 出版日期: 2021-03-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部(2019YFA0606900, 2019QZKK0906)

*通讯作者: 刘峰贵 L-8795-2018, 青海师范大学地理科学学院, lfg_918@163.com

数据引用方式: [1] 马伟东, 刘峰贵, 周强等. 青藏高原极端降水数据集(1961–2017)的研发与内容[J]. 全球变化数据学报, 2021, 5(1): 67–72. <https://doi.org/10.3974/geodp.2021.01.09>.

[2] 马伟东, 刘峰贵, 周强等. 青藏高原极端降水数据集(1961–2017)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.01.10.V1>.

时间变化和空间分布特征。

2 数据集元数据简介

《青藏高原极端降水数据集（1961–2017）》^[8]的名称、短名、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、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 《青藏高原极端降水数据集（1961–2017）》元数据简表

条 目	描 述		
数据集名称	青藏高原极端降水数据集（1961–2017）		
数据集短名	ExtremePrecip_TibetanPlateau		
作者信息	马伟东 AAB-3337-2021, 青海师范大学地理科学学院, mwd0910@sina.com 刘峰贵 L-8795-2018, 青海师范大学地理科学学院, lfg_918@163.com 周 强 AAB-3351-2021, 青海师范大学地理科学学院, zhouqiang729@163.com 陈 琼 AAB-3346-2021, 青海师范大学地理科学学院, qhchenqiong@163.com		
地理区域	青藏高原（26°00'12"N–39°46'50"N, 73°18'52"E–104°46'59"E），总面积约为 2.57×10 ⁶ km ² ，涉及青海、西藏、四川、云南、甘肃以及云南 6 个省区		
数据年代	1961–2017	时间分辨率	年
数据格式	.shp、.xls	数据量	459 KB
数据集组成	站点数据和.xls 表格文件，其中表格数据包括 4 个 Sheet 表 Sheet-1 为各站点的极端降水阈值 Sheet-2 为基于极端降水阈值确定的极端降水事件的时间和降水量 Sheet-3 为各站点极端降水指数的值 Sheet-4 为 1961–2017 年逐年的各极端降水指数的值		
基金项目	中华人民共和国科学技术部（2019YFA0606900，2019QZKK0906）		
数据计算环境	Microsoft Excel 2016；ArcGIS		
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn		
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）、通过《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》发表的实体数据和通过《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 ^[9]		
数据和论文检索系统	DOI, DCI, CSDC, WDS/ISC, GEOSS, China GEOSS, Crossref		

3 数据研发方法

1961–2017 年青藏高原 78 个气象站点的长序列降水日值数据来自于中国气象数据网¹。基于单个站点降水日值数据的长时序性、连续性以及建站以来历史上并未迁站的原则筛选出，对所有站点的数据进行了异常值校正，并进行了极值与一致性检验，所有站点均通过检验。

¹ 中国气象数据网. <http://data.cma.cn/>.

3.1 算法原理

由于中国降水量分布的空间异质性明显，针对三大气候分区中东部季风区降水集中而青藏高寒区和西北干旱区降水相对稀少的特点，将诸如达到大雨或暴雨的降水量等特定阈值作为青藏高原地区极端降水事件的阈值来定义极端降水事件，会造成数据的选择阈值过高，可用数据就太少。或者遗漏、缺失，且不同区域的极端降水阈值之间不具有可比性，无法进行相互参考或对比，因此选择百分位阈值法来厘定站点的极端降水阈值^[10,11]。先将站点降水日值数据剔除空值后升序排列，之后按百分位阈值法确定该站点的极端降水阈值。该方法避免了以往阈值的选取上“一刀切”的做法，同时让不同站点之间的阈值有了参照性。

3.2 技术路线

- 作者采用站点 1961–2017 年的逐日降水数据进行数据集研发，步骤如下（图 1）：
- （1）保留所有当天有降水产生的数据并按照降水量的多少进行升序排列，之后按照百分位阈值法将累积百分比达到 99% 的值作为该站点极端降水的阈值；
 - （2）按照站点的极端降水阈值去筛选极端降水事件，若某站点某天的降水量超过该站的极端降水阈值，则确定该天发生极端降水事件；
 - （3）按照筛选出的极端降水事件，统计并计算该站的各个极端降水指数；
 - （4）整体分析青藏高原极端降水的时间变化和空间分布特征。

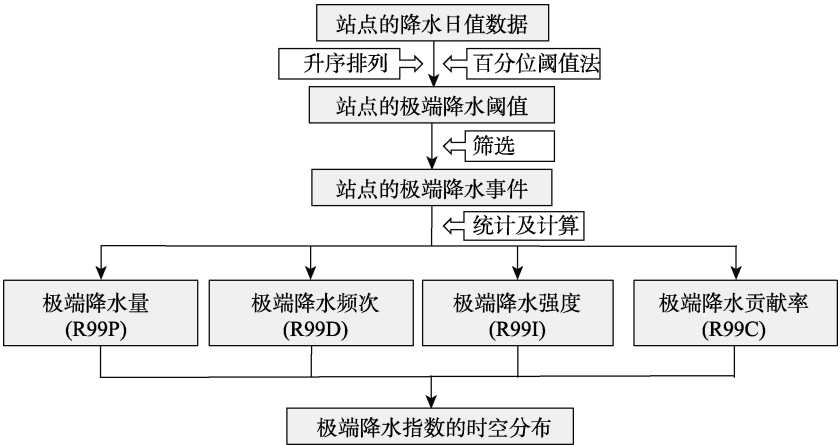


图 1 数据集研发技术路线流程图

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

数据集内.xls 文件包括 4 个数据表，其中 Sheet-1 为各站点的极端降水阈值；Sheet-2 为极端降水事件的时间和降水量；Sheet-3 为各站点极端降水指数的值；Sheet-4 为 1961–2017 年逐年的各极端降水指数的值。采用第 99 个百分位数来确定各站点的极端降水阈值后，选择 R99P、R99D、R99I 及 R99C 4 个指数来分析青藏高原极端降水事件的时空变化规律，极端降水指数及其定义如表 2 所示。

表 2 极端降水指数及其定义

指数	缩写	定义	单位
极端降水量	R99P	全年日降水量大于第 99 个百分位值的降水总和	mm
极端降水频次	R99D	全年日降水量大于第 99 个百分位值的频次的总和	d
极端降水强度	R99I	站点 R99P 与 R99D 的比值	mm·d ⁻¹
极端降水贡献率	R99C	R99P 占全年降水总量的百分比	%

4.2 数据结果

4.2.1 极端降水事件的阈值

基于百分位阈值法,将青藏高原 78 个气象站点 1961–2017 年逐年的非零日降水按从小到大的顺序排列,之后取其第 99 个百分位数值定义为各站点极端降水事件的阈值。其结果如图 2 所示。

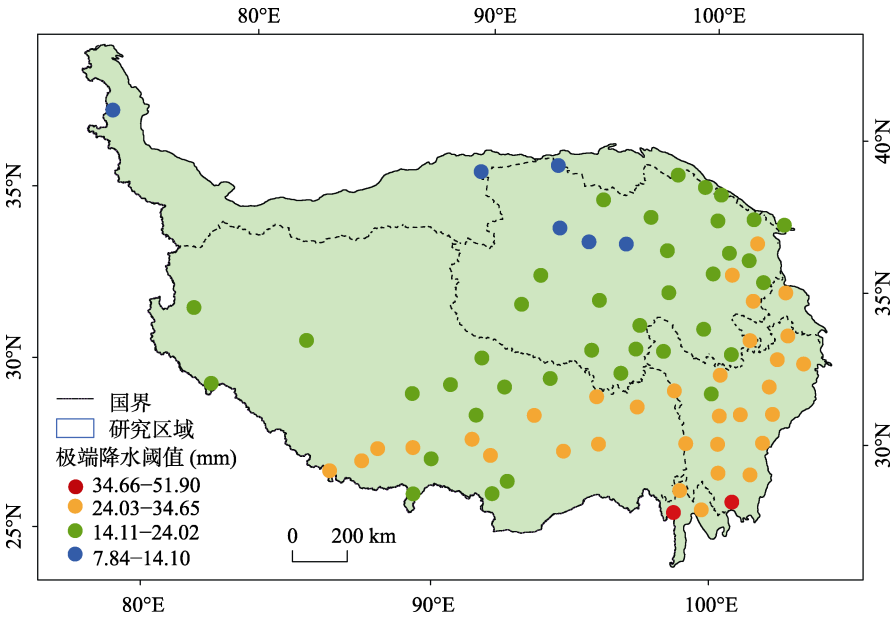


图 2 青藏高原各站点极端降水阈值的空间分布^[12] (审图号: GS(2020)4630)

青藏高原各气象站点极端降水阈值的取值范围为 7.84–51.90 mm,平均值为 23.11 mm。极端降水阈值的空间分布也呈现出自东南向西北递减的趋势,最大值出现在横断山区的贡山,极端降水阈值为 51.90 mm;最小值出现在柴达木盆地的小灶火,极端降水阈值为 7.84 mm。以极端降水阈值为标准,确定各站点的极端降水事件,计算极端降水指数并分析其时间变化和空间分布特征。

4.2.2 极端降水的时间变化

青藏高原各站点年均极端降水量为 37.59 mm,其中 1989 年各站点极端降水量均值达到了 53.04 mm,1976 年极端降水量均值仅为 26.32 mm;各站点年均极端降水日数为 1.22 d,其中 1989 年最多,极端降水日数为 1.55 d;1977 年最少,极端降水日数仅为 0.82 d;年均极端降水强度 30.79 mm·d⁻¹,其中 1968 年的极端降水强度最大,为 33.61 mm·d⁻¹;1991 年

的极端降水强度最弱，为 $27.33 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ；年均极端降水贡献率 7.94%，其中 2007 年的极端降水贡献率达到了 10.28%，在历年中最高；1977 年的极端降水贡献率最低，仅为 5.72%。从趋势变化来看，站点年均极端降水量呈现出上升的趋势，倾向率为 $2.00 \text{ mm}/10\text{a}$ ；站点年均极端降水日数以 $0.06 \text{ d}/10\text{a}$ 的速率在上升；极端降水强度的上升速率微弱，仅为 $(0.02 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1})/10\text{a}$ ；极端降水贡献率的上升速率为 $0.3\%/10\text{a}$ 。

4.2.3 极端降水的空间分布

从图 3(a)来看，青藏高原各站点的年均极端降水量的取值范围在 2.11–139.44 mm 之间。贡山与波密表现出了降水量高值特征的同时表现出了极端降水量为高值的特征，而聂拉木和若尔盖降水量虽然不高但其极端降水量却表现出高值特征。

各站点年均极端降水日数的取值范围在 0.14–2.23 d 之间。从图 3(b)空间分布来看，横断山脉及若尔盖高原地区、青南高原南部以及藏南河谷地区局部的许多站点都表现出了高值水平。羌塘高原、昆仑山区以及整个柴达木盆地区均表现出了低值水平。

各站点极端降水强度的取值介于 $9.81\text{--}62.59 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ 之间，站点间的极端降水强度差异较大。其中贡山的极端降水强度表现出高值水平，极端降水强度达到了 $62.59 \text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ 。

各站点极端降水贡献率的取值介于 7.34%–14.12% 之间。由图 3(d)可以看出，极端降水贡献率高的站点主要分布在高原的西南部和北部。柴达木盆地的极端降水量和极端降水日数虽然并没有表现出高值水平，但该地区的极端降水贡献率却表现了较高水平，表明该区域虽然降水量较少，但是降水往往以极端降水的形式产生的。

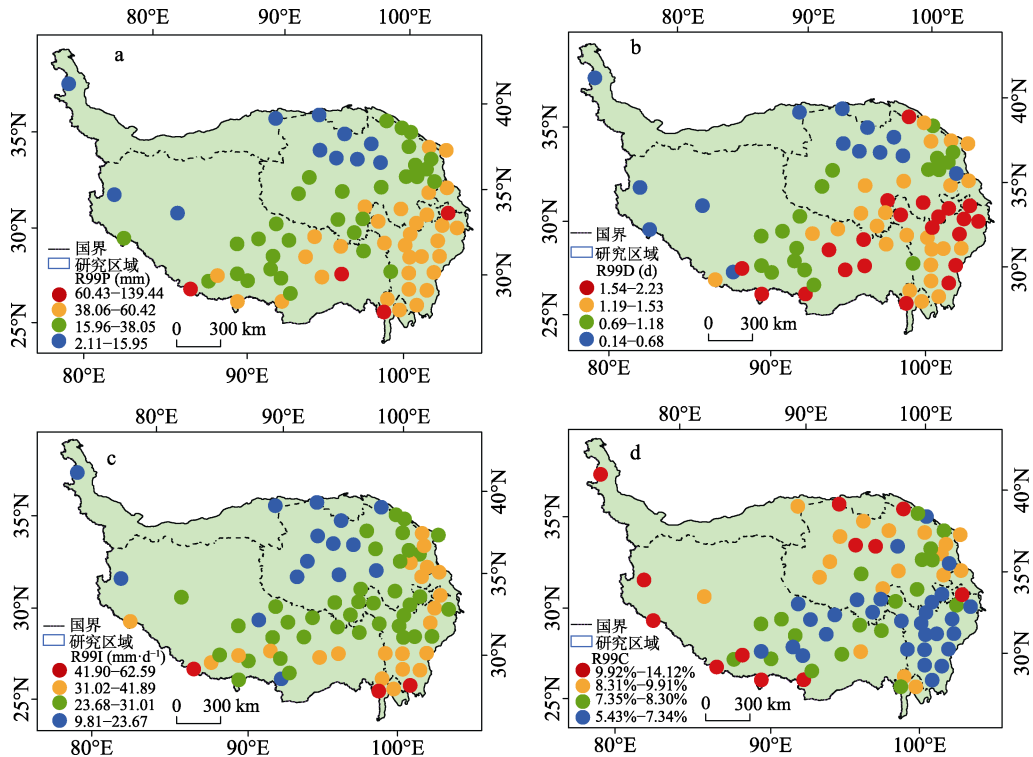


图 3 四个极端降水指数的空间分布（审图号：GS(2020)4630）

5 讨论和总结

本数据集基于气象站点数据来刻画青藏高原 1961–2017 年长时间序列极端降水的时间变化和空间分布特征,采用百分位阈值法来消除区域内降水量的空间差异,使得站点之间的极端降水特征有了可比性。数据集只反映了青藏高原整体的极端降水变化及空间分布特征,若是想研究局地或某一站点的极端降水变化,亦或是分析青藏高原极端降水在空间上的变化,可基于数据集中 Sheet-2 中所筛选出的极端降水事件来做进一步分析。

本数据集仅能反映整体或者某一站点极端降水的变化,无法反映全局在高空间分辨率上的极端降水变化特征,未来可考虑采用空间插值的方法,引进自然要素和非自然要素等多种影响因素来对插值结果进行校正,以生产更高空间精度的极端降水数据。

作者分工: 刘峰贵对数据集的开发做了总体设计;周强和马伟东采集和处理了极端降水数据;陈琼设计了算法;马伟东撰写了数据论文。

利益冲突声明: 本研究不存在研究者及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] Garca, J., Gallego, M. C., Serrano, A., *et al.* Trends in block-seasonal extreme rainfall over the Iberian Peninsula in the second half of the twentieth century [J]. *Journal of Climate*, 2007, 20(1): 113–130.
- [2] UNESCO. Phase VIII planning of the international hydrological plan (2014–2021) [OL]. 2013. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/ihp-viii-water-security>.
- [3] Zhang, D. M., Zhang, L. Dialogue with Yao Tangong: approaching the Second Qinghai–Tibet Plateau Scientific Expedition and Research [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2019, 64(27): 2765–2769.
- [4] Allen, M. R., Ingram, W. J. Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle [J]. *Nature*, 2002, 419(6903): 228–232.
- [5] Gao, M. F., Qiu, J. J. Study on characteristics and distribution law of major natural disasters in Qinghai–Tibet Plateau [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2011, 25(8): 101–106.
- [6] Zhang, Y. L., Li, B. Y., Zheng, D. Geographic information system data of the scope and boundary of the Qinghai–Tibet Plateau [J/DB/OL]. *Digital Journal of Global Change Data Repository*, 2014, <https://doi.org/10.3974/geodb.2014.01.12.V1>.
- [7] Zhang, Y. L., Li, B. Y., Zheng, D. The publication of the data of the article “On the scope and area of the Qinghai–Tibet Plateau”—data from the geographic information system of the scope and area of the Qinghai–Tibet Plateau [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(Sup.): 65–68.
- [8] 马伟东, 刘峰贵, 周强等. 青藏高原极端降水数据集 (1961–2017) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.01.10.V1>.
- [9] 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]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (Updated 2017).
- [10] Zhai, P. M., Pan, X. H. Extreme events of temperature and precipitation in Northern China over the past 50 years [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(S1): 1–10.
- [11] Zhai, P. M., Wang, C. C., Li, W. Observation of changes in extreme precipitation events [J]. *Climate Change Research*, 2007, 3(3): 144–148.
- [12] 马伟东, 刘峰贵, 周强等. 1961–2017 年青藏高原极端降水特征分析[J]. 自然资源学报, 2020, 35(12): 3039–3050.