

肖贻青,郭莉,汪媛媛,等. 秦巴山区近 30 年暴雨和短时强降水时空特征分析[J]. 陕西气象,2023(3):31-36.

文章编号:1006-4354(2023)03-0031-06

秦巴山区近 30 年暴雨和短时强降水时空特征分析

肖贻青^{1,2,3},郭莉⁴,汪媛媛⁵,张云鸽⁶

(1. 陕西省气象台,西安 710014;2. 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室,北京 100081;

3. 陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室,西安 710006;

4. 商洛市气象局,陕西商洛 726099;5. 陕西省气象服务中心,西安 710014;

6. 杨凌区气象局,陕西杨凌 712100)

摘要:利用秦巴山区 44 个国家级自动观测站的数据,统计分析 1992—2021 年秦巴山区暴雨和短时强降水时空特征。结果表明:秦巴山区年平均暴雨日为 21.4 d,近 30 a 暴雨日呈增加趋势,巴山地区的暴雨日远多于秦岭山区;暴雨集中在 6—9 月,占全年暴雨日的 87.9%,上半年的暴雨以局地暴雨为主,下半年区域性暴雨比例则明显增加,7 月局地暴雨和区域性暴雨均为全年最多。秦巴山区暴雨日与年平均降水量自北向南有增加趋势,而暴雨贡献率自北向南则有减小趋势;年平均降水量南多北少,暴雨平均降水量西多东少。秦巴山区年平均短时强降水频次为 58 h,自北向南有增加趋势,其中秦岭山区自西向东短时强降水的强度呈增加趋势,尤其在秦岭东北部多站的雨强大于 70 mm/h。秦巴山区短时强降水呈明显的“夜雨”特征,午后为次高峰。

关键词:秦巴山区;暴雨;短时强降水;时空特征

中图分类号:P426.6

文献标识码:A

秦巴山区包括秦岭、秦岭北麓的关中平原地区以及巴山和汉江谷地,地形以山地、丘陵为主,地貌复杂多变,生态系统脆弱,极易受到暴雨影响,常常诱发山洪、滑坡、泥石流等地质灾害,对公共安全造成了极大影响。而在这样独特的生态气候和地理环境下,秦巴山区成为气候变化研究的热点。已有大量学者对秦岭山区的降水特征进行了深入分析。宋琳琳等^[1]分析了 2011—2018 年间秦岭南北降水的空间分布差异,认为秦岭北麓降水量空间差异小,南麓的降水量自西向东空间变化较大;李双双等^[2]探讨了秦岭—淮河区域的极端降水时空变化特征,认为降水日有所减少,但降水强度增加,并与 ENSO 事件有密切关系。刘荷等^[3]对秦岭山地降水时空变化特征的分析表明,秦岭的年降水量呈减少趋势,尤其是高海拔地

区减少趋势最为明显,降水变化存在明显的周期性。朱梅等^[4]分析了秦巴谷地夏季降水特征,认为降水量的线性变化趋势不明显。还有学者^[5-7]利用不同降水资料对秦巴山区的降水进行研究和评估,得到了一些降水特征分布情况及数据偏差。另外还有大量学者^[8-12]对秦巴山区暴雨的成因和物理机制进行了深入分析,认为其特殊的地形会影响水汽条件输送、产生次级环流从而使秦巴山区降水加强。

近几年在全球气候变暖的背景下,出现了越来越多的异常降水事件。2017 年华西秋雨异常偏多^[13],2018 年四川盆地暴雨频繁出现^[14],2019、2020 年秋季气候异常^[15-16],尤其是 2021 年华西秋雨较常年偏早 17 d,雨量偏多,使秦巴山区的暴雨也发生了明显变化。本地学者对陕西

收稿日期:2022-04-13

作者简介:肖贻青(1990—),女,汉族,陕西渭南人,硕士,工程师,研究方向为灾害性天气机理及预报。

基金项目:陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室开放基金课题(2022Y-2);灾害天气国家重点实验室开放课题(2022LASW-B20);陕西省自然科学基金基础研究计划(2022JM-142)

省^[17]和黄土高原地区^[18]近 10 多年的短时强降水特征进行了分析,但资料时间过短,且针对秦巴山区暴雨和短时强降水特征的研究较少。秦巴山区暴雨成因复杂,地形对强降水的影响显著,预报难度较大,了解其气候变化特征可对防灾减灾、气象预报及决策气象服务等方面提供更科学的依据。

1 资料与方法

选取的资料包括秦巴山区 44 个国家气象站的 24 h(08—08 时)降水量数据。秦巴山区(陕西段)包括秦岭山脉和大巴山脉,涉及范围及气象站分布如图 1 所示。其中巴山山区为汉中、安康盆地以南,包括勉县、南郑、城固、西乡、镇巴、紫阳、岚皋、镇坪、平利 9 站,其余 35 站属于秦岭山区。秦巴山区暴雨的定义:区域内任意一个气象站 24 h(08—08)降水量为 50 mm 或以上,记为一个暴雨日(单位为 d)。24 h 内出现 3 站及以下的暴雨记为一次局地暴雨(单位为 d),出现相邻 4 站及以上的暴雨记为区域性暴雨(单位为 d);若区域内出现 3 站以下暴雨,但与周边省市相邻暴雨站共同达到 4 站及以上,也记为一次区域性暴雨(单位为 d)。分析短时强降水特征时,只要 1 h 降水量达到 20 mm 或以上,短时强降水频次记为 1 h。涉及的地图是基于陕西测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为陕 S(2018)006 号的陕西省地图,地形数据来源于中国海拔高度(DEM)空间分布数据,分辨率为 90 m。

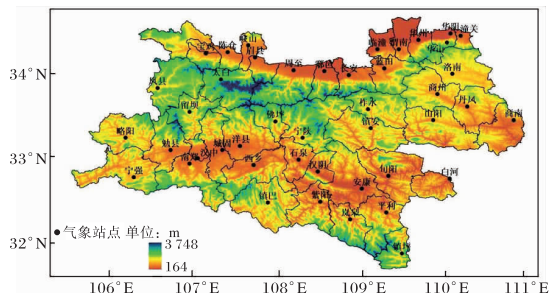


图 1 秦巴山区(陕西段)地形及气象站点分布
(审图号为陕 S(2018)006 号)

2 秦巴山区暴雨气候特征

2.1 年际变化

经统计,1992—2021 年秦巴山区共出现暴雨日 612 d,年平均暴雨日 20.4 d。暴雨日 1997 年最少,全年仅 11 d;2021 年最多,共 44 d。暴雨日年际变化总体呈增加趋势(图 2a),其中 1998、2011 年和 2021 年出现暴雨日的峰值。

对秦巴山区 44 个自动气象站近 30 a 出现的暴雨日进行统计表明,该区域暴雨日在 18~140 d 之间,平均 42.8 d。从空间分布图(图 2b)可以看出,秦岭北麓的平原地区暴雨日明显少于秦岭南麓和巴山地区,巴山地区的暴雨日整体远多于秦岭山区。暴雨日高于平均水平的站主要集中在 33.4°N 以南和 106.2°E 以东,以汉中南部、安康南部为主,秦巴山区北麓大部分站暴雨日较少,其中渭南和眉县暴雨日最少,不足 20 d。而镇巴和紫阳暴雨日最多,分别为 140 d 和 85 d,远远多于其他站,是秦巴山区最容易发生暴雨的地区。

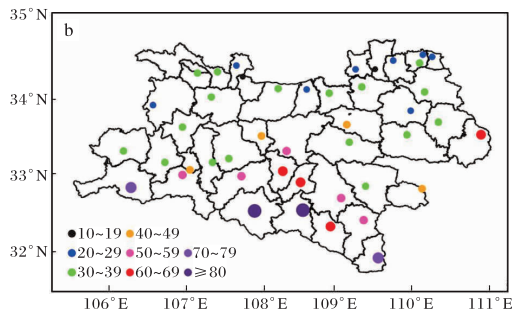
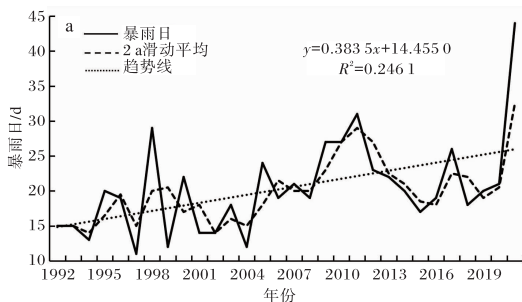


图 2 1992—2021 年秦巴山区(陕西段)暴雨日的年际变化(a)及空间分布
(b,单位为 d;审图号为陕 S(2018)006 号)

2.2 月变化

1992—2021 年秦巴山区各月的累计暴雨日

统计结果见图 3。暴雨日主要出现在 6—9 月,共有 538 d,占全年暴雨日的 87.9%,其中 7 月暴雨

最多,共有 195 d,占全年的 31.9%;而 4、5、10 月暴雨日较少,仅 14、36、24 d,分别占 2.3%、5.9%、3.9%。无论局地暴雨还是区域性暴雨,从 4 月开始逐渐增加,到 7 月达到峰值后开始下降,且下半年的暴雨日远远多于上半年。其中 4—8 月局地暴雨远多于区域性暴雨,分别占各月暴雨过程的 71.4%、77.8%、65.9%、63.6%、68.1%;而 9 月和 10 月的区域性暴雨明显增加,占比从 4—8 月的 20%~40% 分别增加至 50.5% 和 50.0%。说明 4—8 月秦巴山区对流性质的局地暴雨过程较多,9—10 月则更容易出现系统性的大范围暴雨,而 7 月局地暴雨和区域性暴雨均是全年出现次数最多的。

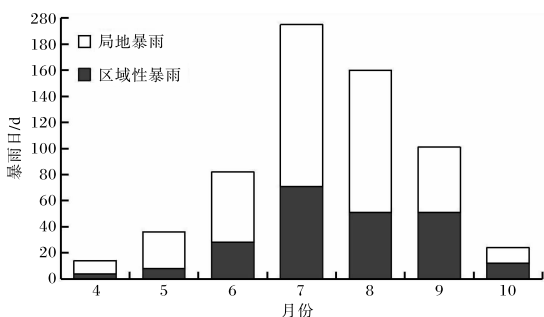


图3 1992—2021年秦巴山区(陕西段)区域性暴雨日和局地暴雨日月变化

3 暴雨降水量与总降水量关系

秦巴山区各站累计暴雨日及年平均降水量分布如图 4 所示。从图 4 可以看出,秦巴山区自北

向南暴雨日呈增加趋势,即秦岭南部暴雨日多于北部,巴山地区暴雨日多于秦岭山区,这与图 2b 的结论一致。从图 4 还可以看出,秦巴山区各站的年平均降水量在 500~1 300 mm 之间,平均降水量为 783 mm,从北至南也呈明显的增加趋势。年平均降水量最少为渭南站的 581.6 mm,最多为镇巴站的 1 292.3 mm,这两个站的暴雨日也是所有站中最少和最多的。

图 5 为秦巴山区各站 30 a 暴雨平均降水量与暴雨贡献率(暴雨降水量与总降水量之比)的分布。可以看出秦巴山区各站的暴雨平均降水量在 60~80 mm 之间,最大为镇巴的 76.8 mm,最小为渭南的 61.0 mm,整体表现出从北向南呈弱增加趋势,各站之间变化较大。从暴雨对降水的贡献率可以看出,秦巴山区由北至南呈明显的减少趋势,说明对秦岭北麓来说,暴雨对年降水量的贡献占比较大,而秦岭南麓和巴山地区的一般性降水的占比更大。贡献率最大为潼关站的 12.1%,最小为镇巴站的 5.9%。结合暴雨平均降水量、年平均降水量和暴雨日综合判断,潼关的暴雨日和年平均降水量均较少,但暴雨平均降水量和暴雨贡献率很高,说明潼关的降水过程相对较少。潼关出现的 23 d 暴雨日中,区域性暴雨有 15 d,局地暴雨 8 d,暴雨日最大降水为 153.5 mm,说明其发生暴雨过程时降水强度较大,并且多为区域性过程。镇巴的暴雨日、暴雨平均降水量及年

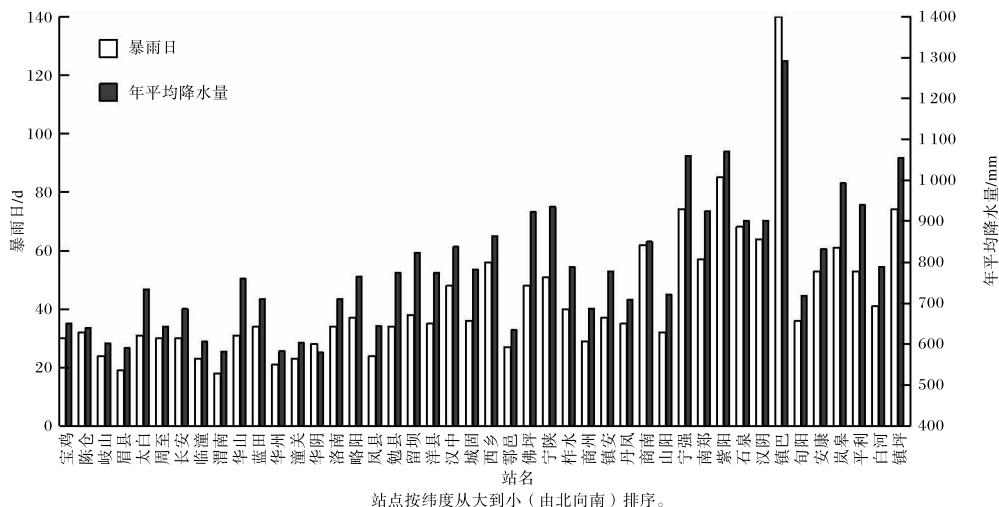


图4 1992—2021年秦巴山区(陕西段)各站累计暴雨日与年平均降水量

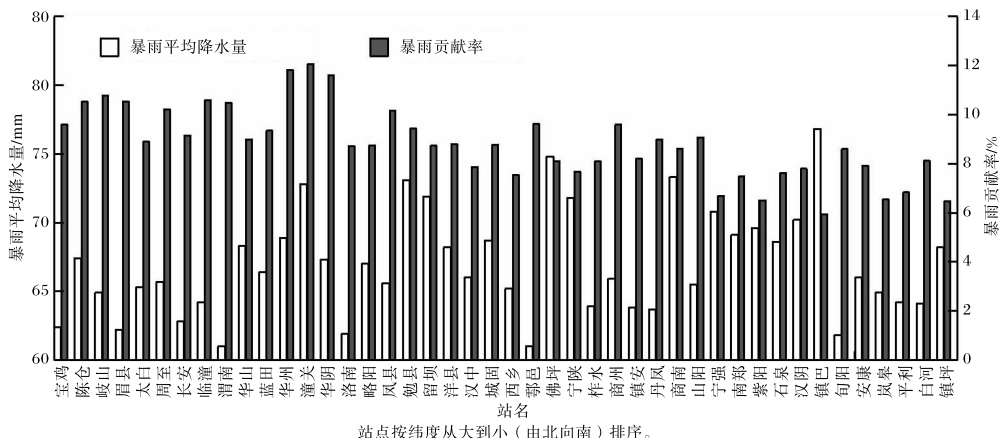


图5 1992—2021年秦巴山区(陕西段)各站暴雨平均降水量与暴雨贡献率

平均降水量均为秦巴山区最高,140 d暴雨日中,区域性暴雨95 d,局地暴雨45 d,区域性过程更多,且暴雨日最大降水量为229.2 mm,降水强度非常大;但暴雨贡献率最低,说明镇巴地区的一般性降水过程多,从而使年平均降水量远远高于其他站,而暴雨平均降水量与其他站的差距不大。

秦巴山区年平均降水量的空间分布(图6a)也反映出秦岭南麓的降水量明显大于秦岭北麓,

巴山地区的降水量明显大于秦岭山区,呈南多北少的分布特征,降水中心位于镇巴,年平均降水量达到1292.3 mm,降水大值区沿着陕南西南边界呈东西向分布。暴雨平均降水量的分布(图6b)表现为西多东少的特征,秦巴山区西部(108.5°E以西)的暴雨降水量明显大于东部,且存在两个暴雨降水量大值区,分别为镇巴76.8 mm和佛坪74.8 mm。

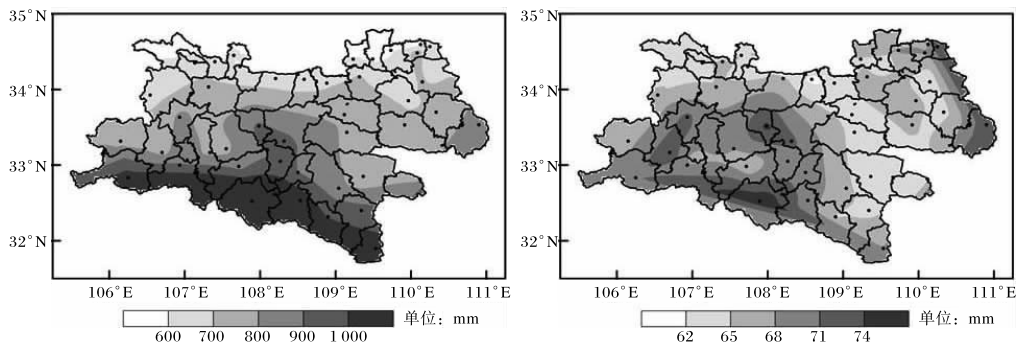


图6 1992—2021年秦巴山区(陕西段)年平均降水量(a)及暴雨平均降水量(b)分布

(审图号为陕S(2018)006号)

4 秦巴山区短时强降水特征

4.1 年际变化与空间分布

1992—2021年秦巴山区累计短时强降水频次如图7a所示,区域内各年短时强降水总频次在25~108 h之间,年平均58.3 h,其中2010年最多为108 h,1993年最少为25 h。

从空间分布(图7b)可以看出,巴山地区的短时强降水频次整体上远多于秦岭山区,这与暴雨日的分布特征一致。秦巴山区44站近30 a平均

短时强降水频次为39.0 h,且自北向南呈增多趋势。最多为商南站102 h,这可能与商南的特殊地形有关,未来还需对商南的短时强降水个例进行分析,探究其原因。其次为镇巴站,共出现84 h,而且镇巴的暴雨日也为近30 a秦巴山区暴雨日的最大值,说明镇巴站同时具有较高的系统性降水和对流性降水。最少出现在泾河站,仅出现11 h短时强降水。

秦巴山区近30 a短时强降水的最大强度分

布见图7c,平均为57.7 mm/h,其中,最大为汉中西乡站的81.5 mm/h,最小为宝鸡眉县站的31.3 mm/h。秦岭山区自西向东短时强降水强度为增加趋势,尤其在鄠邑、长安、临潼及华州这4个位于秦岭东北麓的站,均出现了大于70 mm/h的降水强度;巴山区域内除镇巴、勉县、紫阳和平利站的短时强降水大于70 mm/h外,其他站的短时强降水强度均低于平均值,差异较大。由此可见,虽然巴山区域的短时强降水频次整体高于秦岭山区,但其强度并无此特征。

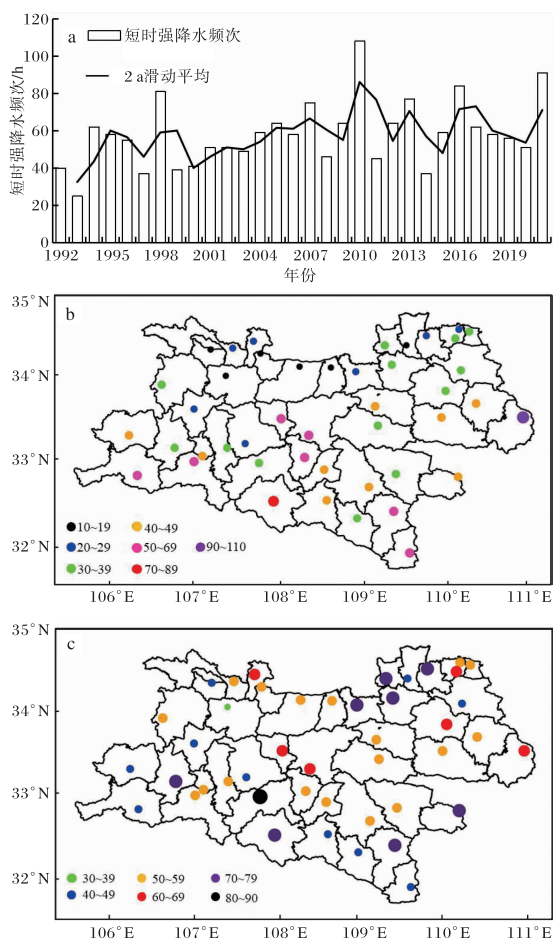


图7 1992—2021年秦巴山区(陕西段)累计短时强降水频次(单位为h)的年变化(a)和空间分布(b)及最大小时降水量(c;单位为mm)空间分布(审图号为陕S(2018)006号)

4.2 月变化和日变化

由图8a可以看出秦巴山区短时强降水频次月变化呈正态分布,主要出现在6—8月。短时强降水频次由高到低分别为7、8、6、9、4、5、10月,各

月平均值大于中位数,且向上异常值均偏离中位数较大,说明个别年份的短时强降水频次异常多,如4月短时强降水频次的中位数为0 h,但在1998年出现了11 h;9月短时强降水频次的中位数为2 h,但在2021年出现了17 h。同时这种异常年份对应的暴雨日也较多,进而说明短时强降水对暴雨日有一定的贡献。

由短时强降水的日变化(图8b)可以看出,短时强降水频次20时最少为32 h,而03时和05时最多为111 h,且从20时之后有明显的增多趋势,在02—08时维持较高的频次,08时之后开始下降,呈现出比较明显的“夜雨”特征,并且在14—17时出现次峰。这与王夫常等^[19]对我国西南降水研究得出的“夜雨现象”和午后次峰的结论较为一致。夜雨现象与秦巴山区的特殊地形有重要关系^[9],也与低空急流在午夜至凌晨最强有关^[21]。

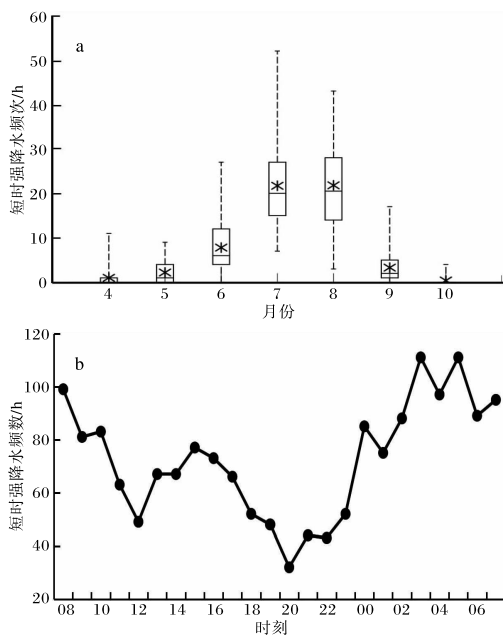


图8 1992—2021年年秦巴山区(陕西段)短时强降水频次月变化箱线图(a,*为平均值)和日变化曲线(b)

5 结论

利用自动气象站的观测资料,对1992—2021年秦巴山区暴雨和短时强降水的年际变化、月变化和日变化的时空特征进行了分析,得到以下结论。

(1)秦巴山区暴雨日年平均为21.4 d,近30 a

整体呈增多趋势,尤其是2021年最多达到44 d,且秦岭北麓的暴雨日少于秦岭南麓和巴山地区,镇巴和紫阳是秦巴山区最容易出现暴雨的地区,暴雨日分别为140 d和85 d。

(2)秦巴山区暴雨发生在4—10月,暴雨日的月变化呈明显的准正态分布特征,暴雨主要集中在6—9月,占全年的87.9%。4—6月易出现局地暴雨,7月后区域性暴雨明显增加,9—10月区域性暴雨发生频率最高。4月暴雨日、局地暴雨及区域性暴雨全年最少,7月为全年最多。

(3)秦巴山区自北向南各站的暴雨日和年平均降水量均呈增多趋势,暴雨贡献率则自北向南呈减小趋势。年平均降水量表现出南多北少的特征,暴雨平均降水量则表现为西多东少的分布特征。

(4)秦巴山区年平均短时强降水频次为58.3 h,区域内各站平均短时强降水频次为39.0 h,且自北向南呈增加趋势,总频次最多为商南站的102 h,最少为泾河站的11 h;短时强降水强度最大为镇巴站81.5 mm/h,最小眉县站31.5 mm/h,在秦岭北部自西向东强度有增加趋势。

(5)短时强降水的月变化也呈明显的正态分布特征,主要集中在6—8月,且短时强降水对暴雨日有一定的贡献。另外,短时强降水的日变化具有“夜雨特征”,午后为次高峰。

参考文献:

- [1] 宋琳琳,郝成元,何素楠. 秦岭南北降水空间分异研究[J]. 地球与环境,2021,46(9):615-622.
- [2] 李双双,杨赛霓,刘宪锋. 1960—2013年秦岭—淮河南北极端降水时空变化特征及其影响因素[J]. 地理科学进展,2015,34(3):354-363.
- [3] 刘荷,邓晨晖,邵景安,等. 1964—2017年秦岭山地降水时空变化特征及其南北差异[J]. 水土保持研究,2021,28(2):210-216.
- [4] 朱梅,肖天贵,余兴,等. 秦巴谷地夏季降水的时空特征分析[J]. 气象科技,2014,42(4):663-670.
- [5] 杨晓柳,王平,高大威,等. 1979—014年秦巴山区MSWEP降水数据精度评估及变化特征分析[J]. 水土保持研究,2020,12(6):146-152.
- [6] 雷蕾,程志刚,冯东蕾,等. 近16年秦巴山区TRMM降水资料的降尺度研究[J]. 成都信息工程大学学报,2018,33(2):190-196.
- [7] 廖伟,程志刚,李跃清. 基于TRMM数据的秦巴山区降水特征分析[J]. 高原山地气象研究,2020,40(1):11-17.
- [8] 王沛东,李国平. 秦巴山区地形对一次西南涡大暴雨过程影响的数值试验[J]. 云南大学学报(自然科学版),2016,38(3):418-429.
- [9] 赵强,王建鹏,王楠,等. 2012年夏季秦巴山区暴雨过程的地形作用诊断[J]. 气象科技,2017,45(1):139-147.
- [10] 毕宝贵,刘月巍,李泽椿. 秦岭大巴山地形对陕南强降水的影响研究[J]. 高原气象,2006,25(3):485-494.
- [11] 李萍云,王楠,戴昌明,等. 一次秦岭南麓暴雨中秦巴山区地形作用模拟分析[J]. 陕西气象,2018(1):1-9.
- [12] 马晓华,梁生俊. 2011年秦巴山区秋季区域性暴雨数值模拟及诊断分析[J]. 陕西气象,2014(5):14-20.
- [13] 彭韵萌,徐海明. 2017年华西秋雨异常偏多的环流特征及其成因分析[J]. 气象科学,2021,41(3):363-373.
- [14] 何光碧,师锐,曾波. 2018年7月四川盆地降水异常特征及成因分析[J]. 气象与环境学报,2020,36(6):21-30.
- [15] 孙林海,王永光. 2019年秋季我国气候异常及成因分析[J]. 气象,2020,46(4):566-574.
- [16] 杨明珠,陈丽娟. 2020年秋季我国气候异常及成因分析[J]. 气象,2021,47(4):499-509.
- [17] 李萍云,赵强,王楠,等. 2005—2018年陕西短时强降水时空分布特征[J]. 陕西气象,2019(5):34-39.
- [18] 张建康,刘慧敏,康磊,等. 陕西黄土高原短时强降水时空分布及环流特征[J]. 陕西气象,2021(2):17-23.
- [19] 王夫常,宇如聪,陈昊明,等. 我国西南部降水日变化特征分析[J]. 暴雨灾害,2011,30(2):117-121.
- [20] 刘鸿波,何明洋,王斌,等. 低空急流的研究进展和展望[J]. 气象学报,2014,72(2):191-206.