

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.

文章编号:1006-4354(2019)05-34-06

2005—2018 年陕西短时强降水时空分布特征

李萍云,赵 强,王 楠,屈丽玮

(陕西省气象台,西安 710014)

摘 要:利用陕西省 99 个国家级气象站逐小时降水量资料,分析了 2005—2018 年 5—10 月陕西短时强降水时空分布特征,结果表明:(1)2005—2018 年陕西极值雨强呈振荡减小趋势,7 月出现的强降水累计频次最多,而 8 月极值雨强最大;短时强降水主要发生在午后到夜间,日变化呈单峰分布,强降水频次峰值出现在 17—00 时,但极值雨强易出现在 22—00 时。(2)陕南为陕西短时强降水高发区,极值雨强可达 40~80 mm/h,镇巴、平利雨强可达 90 mm/h;榆林北部特别是西北部短时强降水日数少,极值雨强小,最大不超过 50 mm/h;关中平原地区短时强降水日数少,但极值强,最大可达 101.5 mm/h。5—10 月陕西各地区短时强降水日、极值雨强有明显月际差异,7—8 月短时强降水出现的范围广,日数多,强度大;5、6 和 9 月范围、日数及强度均较小。(3)陕西各区域短时强降水日变化差异明显,陕北西部、关中西部呈单峰型,陕北东部、关中东部双峰明显,陕南日变化相对较小。陕西极值雨强主要出现在 17—23 时,关中东部、安康极值雨强多出现在 19 时,商洛极值雨强多出现在 18 时。

关键词:短时强降水累计频次;短时强降水日;极值雨强;时空分布;陕西

中图分类号:P426.6

文献标识码:A

短时强降水是一种典型的强对流天气现象,由空气强烈的垂直运动造成,常伴随有雷电、大风、冰雹等天气,易造成明显的城市内涝、中小河流水位暴涨、甚至是地质灾害等气象灾害及其衍生灾害,对人民生命财产安全构成重大威胁。此类天气具有历时短、雨强大、局地性强等特点,很多学者利用小时降水量资料分析其时间、空间分布特征。如:2012 年彭芳^[1]等利用贵州区域 84 测站 1991—2009 年汛期(4—9 月)逐小时降水资料统计了贵州省短时强降水时空特征;2015 年鲁

俊^[2]利用安徽省 1995—2010 年逐小时降水量数据得到了安徽省短时强降水的高分辨率时空分布特征;杨学斌等^[3]利用山东 2006—2015 年 5—9 月 123 个国家级气象观测站 10 年逐小时降水量资料,统计分析了山东短时强降水的时空分布特征。对于陕西短时强降水的时空分布也有研究,2014 年蔡新玲等^[4]利用 1961—2011 年陕西省 23 个气象站的逐时降水量资料,分析了汛期(5—9 月)降水时数、小时雨强、极端强降水时数和极端降水强度的时空变化,指出短时强降水时数和强

收稿日期:2019-03-31

作者简介:李萍云(1982—),女,汉族,山西夏县人,硕士,高工,主要从事短临天气预报与研究。

基金项目:中国气象局预报员专项(CMAYBY2019-115)

[8] 沈娇娇,徐虹,李建科,等.渭河流域 2011 年 9 月 16—19 日致洪暴雨诊断分析[J].陕西气象,2012(5):12-17.

[9] 胡皓,薛春芳,潘留杰,等.陕西现代气象一体化格点预报平台简介[J].陕西气象,2017(2):22-24.

[10] 王建鹏,薛春芳,潘留杰,等.陕西省精细化网格预

报业务系统技术方法[J].气象科技,2018,10(5):910-918.

[11] 孙建华,周海光,赵思雄.2003 年 7 月 4~5 日淮河流域大暴雨中尺度对流系统的观测分析[J].大气科学,2006(6):1103-1118.

度具有阶段性的特点。此研究优点是数据序列较长,缺点是站数较少,代表性相对较差。本文利用陕西省 99 个国家级气象站逐小时降水量资料,分析陕西汛期短时强降水(以降雨强度 ≥ 20 mm/h 为标准)时空分布特征,旨在为陕西短时强降水短临预警及防灾减灾提供参考依据。

1 资料和方法

参照中国气象局《全国短时、临近预报业务规定》,定义短时强降水为 1 h ≥ 20 mm 的降水,选取资料为陕西 2005—2018 年 99 个国家级气象台站小时雨强数据,提取大于等于 20 mm/h 数据进行统计分析。此分析不对灾害类型进行分类、不对天气现象种类进行划分,纯粹只对降水现象进行统计。

为方便统计分析,定义:某站 1 h 降水量大于等于 20 mm,记为该站 1 次短时强降水;以某时段内所有站点出现短时强降水次数的总和(单位为站次)记为短时强降水频次,以短时强降水频次分析陕西短时强降水的年、月、日时间变化特征;以某站 1 d 出现 1 次及以上短时强降水计该站为 1 个短时强降水日,以短时强降水日统计分析短时强降水的空间分布特征;以某站某时段内小时雨强的最大值记为该站极值雨强(单位 mm/h),以某时段内全省所有站点中极值雨强最大值分析陕西极值雨强的年、月、日时间变化特征,以各站极值雨强分析极值雨强的空间分布特征。

2 全省短时强降水的时间变化特征

2.1 短时强降水频次和极值雨强的年变化

2005—2018 年,陕西短时强降水出现频次共 1 668 站次,年平均 119 站次。由图 1 可知:陕西短时强降水年发生频次维持较为稳定的趋势,每 3 a 出现一次峰值,2014 年最少为 71 站次,2010 年最多为 194 站次。14 a 间陕西短时强降水极值雨强呈波动变化趋势,4~5 a 为一个峰值,峰值振荡减小,振荡范围为 48.6~101.5 mm/h,最大值出现在 2006 年,最小值出现在 2005 年。

可见,近 14 a 陕西短时强降水年累积频次维持较为稳定的趋势,而极值雨强在振荡中有减小趋势。蔡新玲^[4]指出:1961—2011 年陕西区域平均降水时数长期趋势变化不明显,而降水强度呈明显增

强趋势,本文结论有出入,这是由于本文研究时间范围短,显示的特征说明近 14 a 极值雨强处于减弱阶段。印证了极值雨强阶段性特征明显。

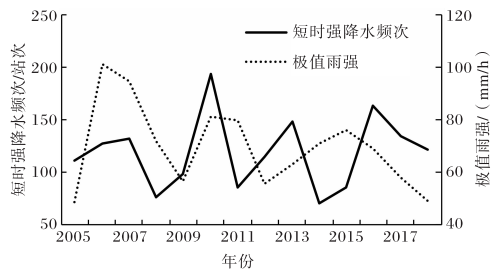


图 1 2005—2018 年陕西短时强降水年累积频次和全省极值雨强的年变化曲线

2.2 短时强降水频次和极值雨强的月变化

陕西短时强降水发生在 5—10 月(图 2),且强降水累积频次变化呈现明显单峰型:5 月为 52 站次,6 月增大到 183 站次,7 月达到峰值 760 站次,8 月减少为 583 站次,9 月迅速减小为 82 站次,10 月最少,仅 2 站次。7—8 月出现频次占总频次的比例高达 80.5%。全省极值雨强月变化也呈单峰型:5 月为 36 mm/h,6 月增大到 58.5 mm/h,7 月继续增大到 78.7 mm/h,8 月达到最大值 101.5 mm/h,随后开始减小。

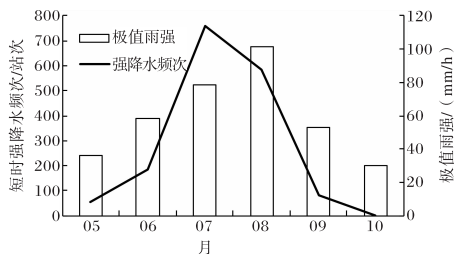


图 2 2005—2018 年陕西短时强降水频次和全省极值雨强的月变化

可见,陕西短时强降水在 7—8 月最为活跃,其次是 6 月、9 月。短时强降水累积频次和全省极值雨强均呈单峰分布。7 月出现的强降水累积频次最多,而 8 月极值雨强最大。这是因为:7—8 月,亚洲大陆受热低压控制,位于其东北部的陕西受偏南偏东气流影响。同期,高空北支西风急流北撤减弱,副热带高压西进北抬。副热带高压西侧的偏南暖湿气流与西北侵入的冷空气不断在陕西交汇,且不断有中小尺度系统发展,所以短时强降水在 7—8 月显著增多^[5-6]。8 月,副热带高压

位置偏西偏北,陕西受副高控制,短时强降水频次少于7月。然而8月不稳定能量和大气可降水量达到一年中的峰值,当有弱冷空气或中尺度辐合线触发不稳定能量释放时,易出现强度更大的短时强降水。

2.3 强降水频次和极值雨强的日变化

陕西短时强降水日变化趋势显示(图3):陕西短时强降水频次和全省极值雨强日变化呈单峰型;对于短时强降水频次来说,12时发生频次最少,总共出现22站次,午后迅速增加,19时达到峰值,124站次,随后又缓慢减少;极值雨强变化趋势类似,雨强最小值出现在12时,为36 mm/h,雨强最大值出现在22时,为101.5 mm/h。可见,短时强降水频次和极值雨强的日变化趋势较为一致,低值均出现在12时,峰值时间不同,前者在19—00时,后者在22—00时。

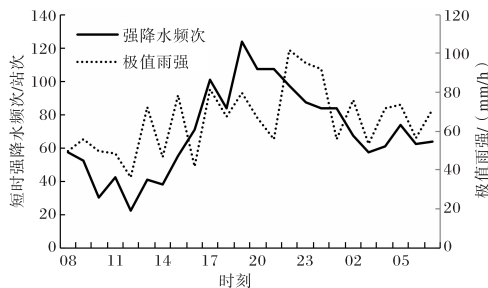


图3 2005—2018年陕西短历时强降水频次和最大雨强的日变化特征

陕西短时强降水易发时段是下午到傍晚,这是因为陕西下垫面差异明显,下午到傍晚局地热对流旺盛,容易出现短时强降水。陕西降水强度表现为上午雨势减小,中午降水最少,入夜降雨增强^[6]。这可能原因是由于夜间摩擦力减小,超地转低空急流的形成^[7],加强了西南气流,使得入夜后的雨强增强。

3 短时强降水空间分布特征

3.1 短时强降水年平均日数和年极值雨强

陕西南北狭长,地处青藏高原东北侧,秦岭山脉贯穿其中南部,北部为黄土高原,中部为关中盆地,南部为秦巴山区。由于下垫面差异较大,短时强降水的空间分布有较大差异。2005—2018年的14 a间,陕西年平均短时强降水日空间分布自南向北呈两高两低状(图4),短时强降水日为0.4~

2.7 d/a。位于秦岭以南的陕南地区,短时强降水日最多,大部地区超过1.2 d/a,其中商南为全省之冠,为2.7 d/a;关中盆地是强降水日的低值区,为0.4~0.8 d/a;位于黄土高原的陕北南部到盆地北部强降水日又复增多,为0.8~1.6 d/a;位于风沙滩地的陕北北部强降水日较少,其中府谷是全省强降水日最少的县区,小于0.4 d/a。极值雨强空间分布自南向北呈三高两低分布:陕南镇巴、平利为极值雨强大值区,极值雨量70~90 mm/h;安康北部、宝鸡南部为极值雨强低值区,极值雨量30~50 mm/h;关中盆地为极值雨强大值区,50~101.5 mm/h,其中武功为全省极值雨强之最;陕北极值雨强西低东高,陕北东部的吴堡、清涧、延长一带的极值雨强较大,极值雨量60~70 mm/h;安塞、吴起为极值雨强的低值区,30~40 mm/h。

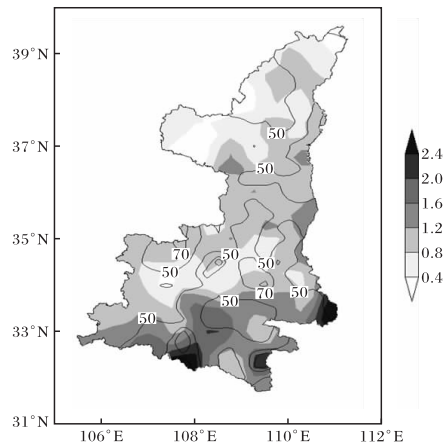


图4 陕西2005—2018年短时强降水空间分布特征
(阴影为年平均短时强降水日数,单位为d/a;
等值线为年极值雨强,单位为mm/h)

可见,陕西短时强降水日空间分布不均,陕西北部、关中中部强降水日最少,陕北南部、关中北部次之,陕南最大,其中商南为全省之冠。与姚静^[8]短时强降水空间分布结论相似。全省雨强分布不均,陕北雨强最小,其中西部小于东部;陕南次之;关中最大。此结论与李亚丽^[9]的陕西短历时降水极值特征较为一致。说明陕南为全省短时强降水高发区,极值雨强可达40~80 mm/h,镇巴、平利雨强可达90 mm/h。榆林北部特别是西北部短时强降水频次低,极值雨强小,最大不超过50 mm/h。关中平原地区短时强降水频次低,但极值强,最大可达101.5 mm/h。

3.2 短时强降水月平均日数和月极值雨强

根据前文所述,陕西全省短时强降水发生频次各月差异较大,而与该地区强降水密切相关的环流形势如西风槽、冷涡、副热带高压的位置等同样也有较明显的月差异。因此本文重点关注短时强降水日空间分布的月际特征。

5 月陕西出现短时强降水的站点达 39 站,占全省总站点的三分之一。这些站点主要位于延安东部、关中东部、陕南大部(图略)。这些站出现强降水日较少,平均不到 0.1 d/a;空间上呈西少东多、北少南多的分布特点;短时强降水日大值区主要位于陕南东部,其中商南最多,年平均 0.3 d/a。极值雨强范围 20~36 mm/h,发生强降水的站点平均极值雨强为 25.7 mm/h;空间上呈北低南高,西低东高分布特点;超过 30 mm/h 的区域主要出现在陕南南部的宁强、汉滨区、平利县和陕南东部的商南、丹凤,最大中心为商南。陕南

西部偏南地区短时强降水日偏少,但极值雨强较大。

6 月陕西出现短时强降水的站点超过全省总站点的一半,达 76 站。这些站点主要位于陕北南部偏西地区、关中及陕南(图 5)。短时强降水日较 5 月有所增加,平均 0.17 d/a;空间上呈陕北西部、陕南偏多,陕北东部、关中偏少的特点;短时强降水日大值区位于延安西部、陕南,其中志丹、宁强、汉台区、佛坪、石泉、平利、山阳短时强降水日数最多,年平均 0.3 d。极值雨强范围 20~58.5 mm/h,发生强降水的站点平均极值雨强 30.5 mm/h;该月极值雨强空间分布与强降水日空间分布一致;极值雨强大值区分别位于延安西北部的志丹、关中南部的周至和华阴、汉中南部的宁强、安康南部的紫阳和岚皋、商洛东部柞水和丹凤,其中最大中心位于丹凤。关中周至和华阴短时强降水日较少但极值雨强较大。

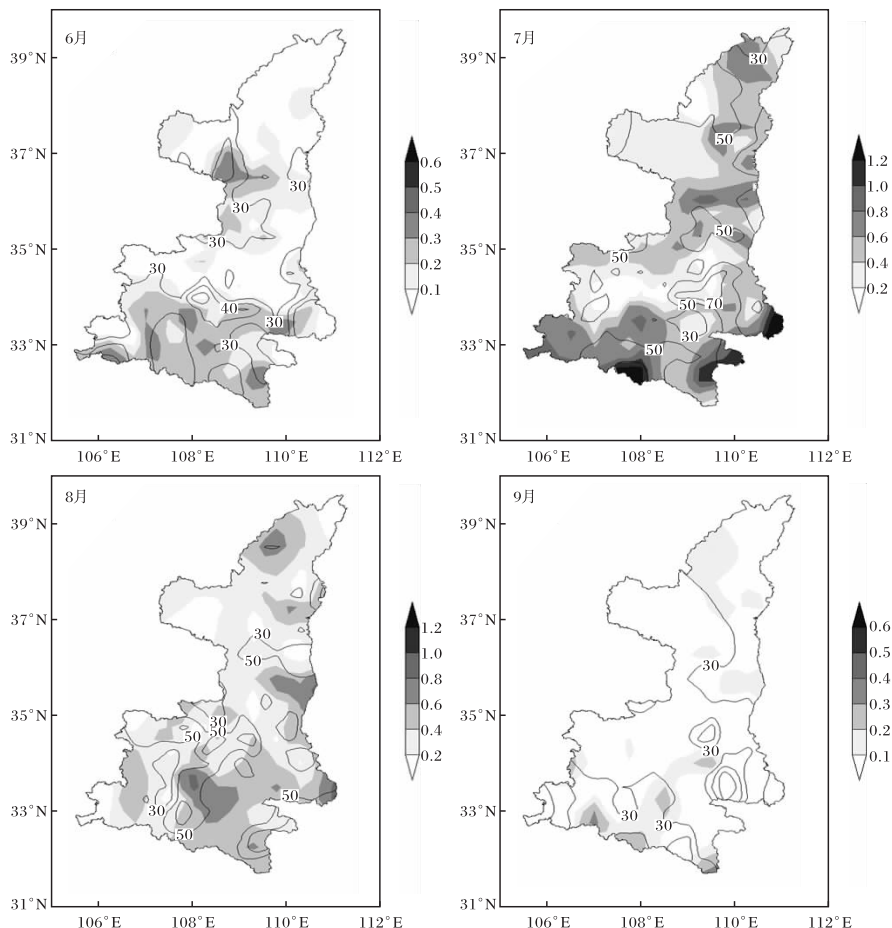


图 5 陕西 2005—2018 年逐月短时强降水空间分布特征

(阴影为月平均短时强降水日,单位为 d/a;等值线为月极值雨强,单位为 mm/h)

7月全省14 a间仅太白、临渭区未出现短时强降水。短时强降水日迅速增多,平均0.55 d/a。强降水日空间分布同年平均强降水日分布特征(图5),分布特点为:陕北西部、关中中部少于陕北东部、关中北部和陕南,其中陕南最大;最大中心位于镇巴、平利和商南,多年平均超过1.2 d/a。极值雨强范围20~78.7 mm/h,发生强降水的站点平均极值雨强44 mm/h;空间分布呈西低东高的分布特点;超过70 mm/h的区域主要位于关中东部的蓝田—华州区一带和陕南南部的镇巴,最大中心位于蓝田。关中东部的短时强降水日较少但极值雨强较大。

8月全省14 a间仅府谷、吴起2站未出现短时强降水。短时强降水日较7月有所减少,平均0.43 d/a。短时强降水日空间上呈西少东多的分布特点(图5);大值区位于关中东部的韩城和陕南的佛坪、商南,年平均接近1 d/a。极值雨强范围23~101.5 mm/h,发生强降水的站点平均极值雨强47 mm/h;分布呈北部地区西低东高,中南部地区中西部偏高的特点;极值雨强大值区主要位于关中中部,最大中心位于武功。极值雨强大值区与强降水日大值区位置并不对应。

9月陕西出现短时强降水的站点接近全省总站点的一半,为48站。短时强降水日继续减小,多年站点平均0.12 d/a。空间分布呈北少南多、西多东少的分布特点(图5);年平均短时强降水日大值区位于陕南中西部,最大中心位于南郑区和镇坪,多年平均0.3 d。极值雨强范围20~52.8 mm/h,发生强降水的站点平均极值雨强为30 mm/h;空间分布呈西低东高分布;极值雨强大值中心位于陕南东部的山阳。极值雨强最大中心与短时强降水日数大值中心不对应。

10月陕西出现短时强降水的站点仅2站(图略),分别位于宝塔区和南郑区。雨强为27.4~29.9 mm/h。

上述分析表明,5—10月陕西各地区短时强降水日、极值雨强有明显月际差异,7—8月短时强降水出现的范围广,日数多,强度大;5月、6月和9月范围、日数及强度均较小。短时强降水全省大部易出现在7月,黄龙、韩城、佛坪易出现在

8月。5—6月极值雨强大值区与短时强降水日大值区较为一致。7—9月极值雨强大值区与短时强降水日大值区存在较大差异。7—8月最大雨强出现在关中地区,其中7月出现在关中东部的蓝田,8月出现在关中中西部的武功;5月、6月和9月极值雨强均为与陕南东部的商洛地区,5月位于商南、6月位于丹凤、9月位于山阳。

3.3 短时强降水频次和极值雨强日变化的区域分布特征

分析发现,陕西各地短时强降水日变化特征不同,陕北西部和陕北东部、关中西部 and 关中东部分差异较大,而陕南各地各不相同,因此在此基础上利用全省99个国家气象站数据,将陕西落区分为陕北西部、陕北东部、关中西部、关中东部分、汉中、安康、商洛等7个区,分别分析各区强降水频次及极值雨强出现频次的日变化特征,旨在得到不同区域强降水和极值雨强出现的主要时段。

陕西7个区短时强降水频次日变化分布显示(图6):从北到南,短时强降水出现的时间逐渐增多。各区域出现短时强降水的时段分别为:陕北为15—22时,关中为16—次日02时,陕南为16—次日09时。各区域强降水频次日变化特征不同,陕北西部、关中西部呈单峰型,峰值分别为15—22时和18—02时。陕北东部、关中东部分双峰明显,主峰值时段均出现在15—22时,次峰时

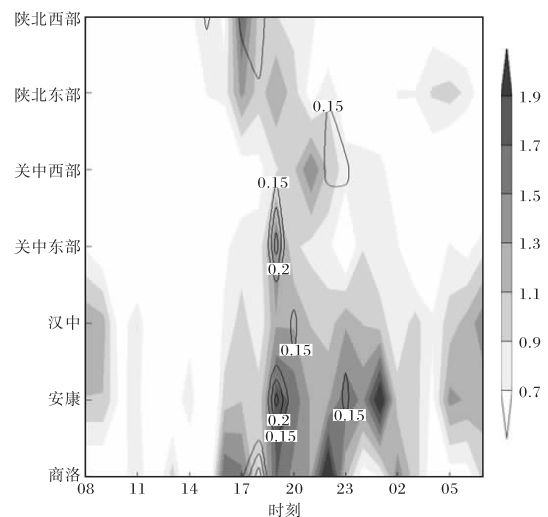


图6 2005—2018年陕西短时强降水频次(阴影;单位为站次)和极值雨强出现频次日变化特征(等值线;单位为站次)

段分别出现在 03—06 时、00—02 时。陕南日变化均相对较小;汉中 19—21 时、07—09 时出现频次相对较高,09—16 时相对较低;安康 19—次日 02 时、03—07 时出现频次相对较高,09—16 时相对较低;商洛 16—次日 00 时、01—03 时相对较高,03—16 时相对较低。各区域强降水频次自北向南逐渐增加,这与强降水频次的空间分布特征相对应。

分析陕西各站点极值雨强发生频次可知,陕西区域极值雨强主要出现在 17—23 时。各区域又存在一定差别,陕北西部在 17—18 时,关中西部在 22 时左右,关中东部、汉中、安康、商洛在 18—20 时。从出现频次的量级大小可以看出,极值雨强出现频次最大值是关中东部和安康的 19 时,商洛的 18 时,频次最大中心达 0.25 次,说明这些区域出现极值雨强的时间较为集中;延安东部出现频次值均小于 0.15,说明该区域出现极值雨强的时间较为分散。

4 结论与讨论

陕西气候特点和地形变化复杂,其短时强降水频次及极值雨强的时空分布也有独特性,主要结论如下:

(1)2005—2018 年陕西极值雨强呈振荡减小趋势;陕西短时强降水在 7—8 月最为活跃,其次是 6 月、9 月;7 月出现的强降水累计频次最多,而 8 月极值雨强最大;短时强降水主要发生在午后到夜间,日变化呈单峰分布,强降水频次峰值出现在 17—00 时,但极值雨强易出现在 22—00 时,低值均出现在 12 时。

(2)陕南为全省短时强降水高发区,极值雨强可达 40~80 mm/h,镇巴、平利雨强可达 90 mm/h;榆林北部特别是西北部短时强降水日偏少,极值雨强小,最大不超过 50 mm/h;关中平原地区短时强降水日偏少,但极值强,最大达 101.5 mm/h。5—10 月陕西各地区短时强降水日、极值雨强有明显月际差异,7—8 月短时强降水出现的范围广,日数多,强度大,5 月、6 月和 9 月范围、日数及强度

均较小。全省大部短时强降水易出现在 7 月,黄龙、韩城、佛坪短时强降水易出现在 8 月。最大雨强 7—8 月易出现在关中地区,5 月、6 月、9 月易出现在陕南东部地区。

(3)陕西各区域出现短时强降水时段不同:陕北为 15—22 时,关中 16—次日 02 时,陕南 16—次日 09 时。陕西各区域短时强降水日变化差异明显:陕北西部、关中西部呈单峰型,陕北东部、关中东部双峰明显,陕南日变化相对较小。陕西极值雨强主要出现在 17—23 时,关中东部、安康极值雨强多出现在 19 时,商洛极值雨强多出现在 18 时。

参考文献:

- [1] 彭芳,吴古会,杜小玲. 贵州省汛期短时降水时空特征分析[J]. 气象,2012,33(3):307-313.
- [2] 鲁俊,郝莹,陶寅. 短时强降水的高分辨率时空分布特征[J]. 中国农学通报,2015,31(25):247-254.
- [3] 杨学斌,代玉田,王宁,等. 2006—2015 年山东短时强降水时空分布特征[J]. 海洋气象学报,2018,38(2):103-109.
- [4] 蔡新玲,叶殿秀,孙炯,等. 1961—2011 年陕西省汛期短时降水变化特征[J]. 高原气象,2014,33(6):1618-1626.
- [5] 韩宁,苗春生. 近 6 年陕甘宁三省 5—9 月短时强降水统计特征[J]. 应用气象学报,2012,23(6):691-701.
- [6] 杜继稳,侯明全,梁生俊,等. 陕西省短期天气预报技术手册[M]. 北京:气象出版社,2007:215-251.
- [7] FU Peiling, ZHU Kefeng, ZHAO Kun, et al. Role of the nocturnal low-level jet in the formation of the morning precipitation peak over the Dabie Mountains[J]. Adv Atmos Sci, 2019, 36(1):15-28.
- [8] 姚静,屈丽玮,朱庆亮,等. 陕西省强对流天气气候特征分析与对流指标探讨[J]. 陕西气象,2017(3):29-35.
- [9] 李亚丽,雷向杰,余鹏. 陕西短历时降水极值特征和致灾性分析[J]. 陕西气象,2016(4):18-23.