

王玉龙,张子涵. 2011—2018年东营短时强降水时空分布特征[J]. 陕西气象,2020(2):24-29.

文章编号:1006-4354(2020)02-0024-06

2011—2018年东营短时强降水时空分布特征

王玉龙,张子涵

(东营市气象局,山东东营 257091)

摘要:利用东营2011—2018年自动气象站逐小时降水量资料,分析东营地区短时强降水的发生规律,包括短时强降水的空间分布和年、月、日以及强度变化特征。结果表明:东营地区短时强降水呈现西北部多南部少的分布特征;短时强降水年变化无明显规律,降水范围越大,出现次数越少;月分布呈单峰状,7—8月是多发月份,4—10月均有短时强降水发生;日变化呈波浪型,出现高峰时段在傍晚前后。东营地区产生短时强降水的天气系统可分为西风槽型、副高边缘型、切变线型、高空冷涡型、台风型等5种类型,其中切变线型出现次数最多,并给出了这5种类型的天气学概念模型,同时得出不同范围和不同类型短时强降水过程关键环境参量的阈值。

关键词:短时强降水;时空分布;天气分型;东营

中图分类号:P468

文献标识号:A

短时强降水是指短时间内降水强度大,降水量达到或超过某一量值的天气现象。短时强降水具有历时短、雨强大、局地性强的特点,其预报难度大,且极易致灾,往往对农业生产、交通、建筑、电力、通讯和人民生命财产等造成较严重影响。近些年,国内很多气象工作者已经对短时强降水的气候特征、形成机制、预报模型等进行了大量的研究。吴迎旭等^[1]等分析得出黑龙江省短时强降水时空分布特征及高低空系统配合对短时强降水连续性的作用。李萍云等^[2]得出陕西短时强降水频次及极值雨强的时空分布有其独特性。文献[3-6]对南北方不同省市短时强降水气候特征类型进行了相关研究分析。孙丽娜等^[7]通过研究得出风廓线雷达能够较好地反映短时强降水的强度变化以及降水起止时间。徐慧燕等^[8]、邱双等^[9]也对短时强降水的成因和物理指标特征进行了分析研究。山东省内的部分学者也对山东境内短时强降水进行了相关研究,如徐娟等^[10]、杨学斌等^[11]对山东省短时强降水天气特征进行了分析,尹承美等^[12]、张永婧等^[13]对济南市区短时强降水

特征和天气分型进行了研究分析。张凯静等^[14]对青岛市短时强降水的气候特征及天气系统分型进行了研究分析。由于短时强降水大多是由中小尺度系统造成的,其影响因素较多,受局地环境影响大,因此寻找适合本地特征的预报预警指标显得尤为必要。由于早期东营境内区域自动站数量有限,实际观测到的过程也较少,且对于东营本地短时强降水也未有系统性的研究分析。2010年之后,全市的自动气象站分布更加合理,基本涵盖各县区的乡镇街道以及重要地区。本文基于近年来全市50个自动气象站逐小时降水量资料,分析了短时强降水的时间、空间和强度变化特征,结合其发生时环境背景场资料,建立了天气学概念模型,同时得出了关键环境参量阈值,以为东营短时强降水临近预报预警及防灾减灾提供参考依据,更好地为当地政府和社会公众服务。

1 资料与分析方法

利用东营市境内5个国家级自动站和45个区域自动站逐小时降水量资料,数据样本时间段选择为2011—2018年。根据《全国短时临近预报

收稿日期:2019-08-18

作者简介:王玉龙,(1987—),男,山东东营人,学士,助工,主要从事天气预报预测研究。

业务规定》,短时强降水定义为1 h降水量 ≥ 20 mm的降水。本文中资料以20时为日界,某日1个站点出现一个时次1 h降水量 ≥ 20 mm,则该日统计为1个短时强降水日;1个站点出现一个时次1 h降水量 ≥ 20 mm即统计为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。短时强降水发生的范围按照出现的站数分为4种类型,分别是:局地性短时强降水(出现短时强降水的站数/总站数 $< 10\%$)、小范围短时强降水($10\% \leq$ 出现短时强降水的站数/总站数 $< 30\%$)、区域性短时强降水($30\% \leq$ 出现短时强降水的站数/总站数 $< 50\%$)、大范围短时强降水(出现短时强降水的站数/总站数 $\geq 50\%$)。

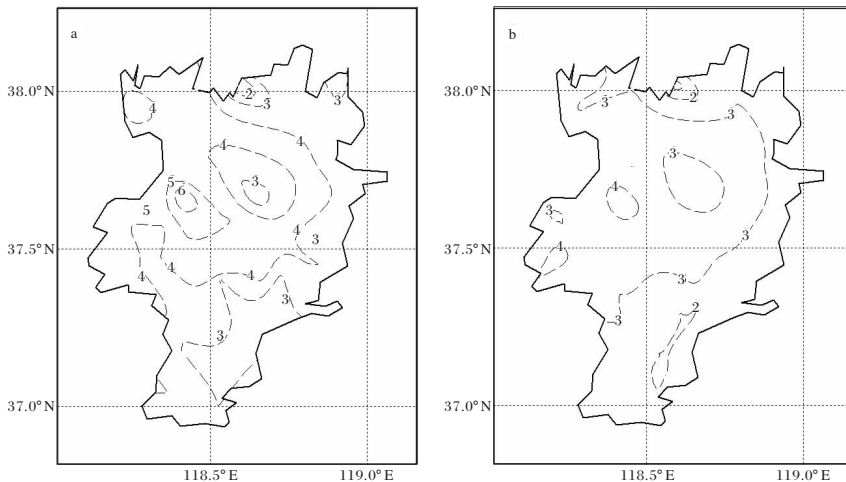


图1 2011—2018年东营地区短时强降水年均频次(a,单位:站次)和年均日数(b,单位:d)分布特征

2.2 时间分布

2.2.1 年变化特征

2011—2018年东营短时强降水共出现1566站次,年平均196站次。如图2所示,2018年最多为412站次,2014年最少为51站次,但短时强降水出现频次和日数的年变化无明显规律。

由表1可见,2011—2018年共有短时强降水日196 d,年平均为24.5 d,其中2017、2018年最多为29 d,2014年短时强降水日数最少为16 d,短时强降水日数年度差异较大。从短时强降水范围的等级来看:局地性短时强降水天气过程最多为123 d,占比63%;小范围短时强降水次多为49 d,占比25%;而区域性和大范围短时强降水

2 短时强降水时空特征

2.1 空间分布

统计分析近8 a东营50个自动气象站出现短时强降水频次和日数,结果见图1。由图1可看出,短时强降水频次和日数均是西北部偏多,南部地区偏少。其中,利津县陈庄出现频次最多,共计48站次,年均出现6站次;利津城区短时强降水日数最多,为36 d,年均4.5 d。另外,短时强降水频次和日数排在前10的自动站中,50%以上都出现在西北部的利津县,而排在后10位的当中有50%以上出现在南部的广饶县。分析其原因,短时强降水多与局地地形有关。从东营地形分析可知,以黄河为界,黄河以北地区较黄河以南地区,短时强降水频次和日数明显偏多。

日数分别为14 d和10 d,占比分别为7%和5%。由此可看出,短时强降水范围越大,天气过程出现的次数越少。

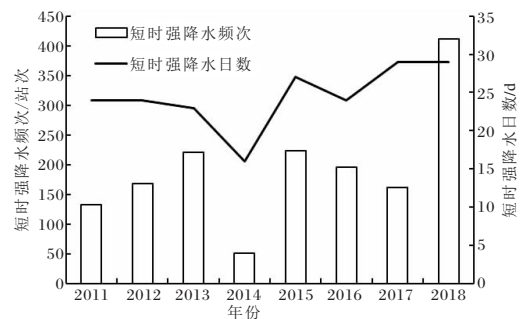


图2 2011—2018年东营地区短时强降水出现频次和日数年变化

表 1 2011—2018 年东营地区短时

年份	强降水日数年变化				单位:d
	总日数	局地性	小范围	区域性	
2011	24	18	4	2	0
2012	24	17	4	2	1
2013	23	12	7	4	0
2014	16	13	3	0	0
2015	27	16	7	1	3
2016	24	13	6	4	1
2017	29	19	9	1	0
2018	29	15	9	0	5
总数	196	123	49	14	10
年均	24.5	15.4	6.1	1.8	1.3

2.2.2 月变化特征 2011—2018 年,东营地区短时强降水最早出现在 4 月中旬(2017 年),最晚出现在 10 月下旬(2012 年),11 月至次年 3 月均未出现短时强降水。如图 3 所示,东营短时强降水出现频次和日数随月份的分布特征完全一致,均呈单峰状。8 月短时强降水频次最多,达到 683 站次,占比 43.6%;其次是 7 月,为 571 站次,占比 36.4%,7—8 月短时强降水出现频次占总数的 80%,4 月和 10 月短时强降水频次均不足 10 站次。

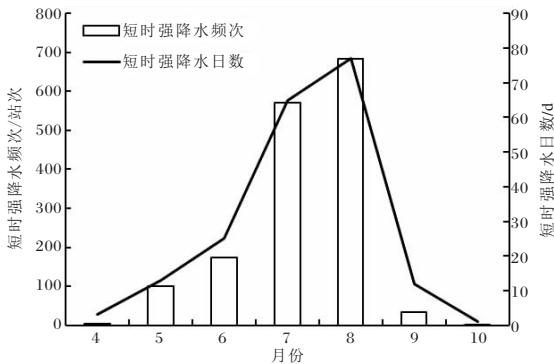


图 3 2011—2018 年东营地区短时强降水出现频次和日数月变化

由表 2 可见:2011—2018 年东营地区短时强降水出现日数最多的月份为 8 月,共 77 d,占总日数的 39%;其次是 7 月,共 65 d,占总日数的 33%。从短时强降水范围来看,局地性、小范围和大范围短时强降水出现日数最多的月份均为 8 月,区域性短时强降水出现日数最多的月份为 7 月。另外,4 月和 10 月仅出现了局地性短时强降水。

分析短时强降水月变化明显的原因:7—8 月中低纬度系统发展旺盛,南方暖湿气流输送频繁,加之西南涡、台风等天气系统的共同作用,易形成低空急流带;此外,7—8 月平均气温较其他月份明显偏高,导致中低层不稳定能量增强,使对流发展更加旺盛,降水效率大大提高。

表 2 2011—2018 年东营地区短时强降水天气

月份	过程月变化				单位:d
	总日数	局地性	小范围	区域性	
4	3	3	0	0	0
5	13	8	3	0	2
6	25	14	10	1	0
7	65	38	15	11	1
8	77	48	21	2	6
9	12	11	1	0	0
10	1	1	0	0	0

2.2.3 日变化特征 与其他强对流天气一样,短时强降水的日变化特征明显。图 4 为东营地区短时强降水频次日变化图。

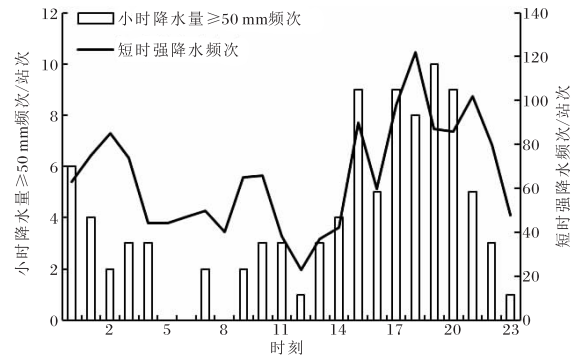


图 4 2011—2018 年东营地区短时强降水频次和最大雨强日变化特征

由图 4 可看出,04—12 时是短时强降水的低发时段,共出现 417 站次,占比 26.6%;12 时过后,短时强降水出现频次突增并持续增加,直至 18 时达到峰值;21 时后骤减。可以看出午后(15 时)至前半夜(21 时)为短时强降水的高发时段,共出现 645 站次,占比 41.2%。此外,通过统计不同时段内 ≥ 50 mm 的短时强降水频次发现,其日变化趋势与短时强降水频次日变化趋势基本一

致。短时强降水的高发时段与低发时段相比,不仅出现频次明显偏多,而且出现 ≥ 50 mm的频次也明显偏多。主要原因是下午受太阳辐射影响,地面增温明显,下垫面温度较高,热力条件较好,容易形成下暖上冷的不稳定层结,大气对流活跃,有利于不稳定能量的触发和释放。

3 东营地区短时强降水天气形势分析

短时强降水发生于有利的大尺度环流背景下,因此分析研究2011—2018年东营地区短时强降水天气所有个例的天气形势和影响系统,以500 hPa为主,700 hPa、850 hPa和地面天气形势为辅,通过归类比较,可将东营地区短时强降水发生时的天气系统分为5种类型:西风槽型、副高边缘型、切变线型、高空冷涡型和台风型。从表3中可以看出:切变线型产生的短时强降水次数最多,占比为36.2%;其次是副高边缘型和西风槽型,分别占比25.5%和24.5%;高空冷涡型占比10.2%;台风型出现次数最少,占比3.6%。

表3 东营地区短时强降水天气系统分型

天气系统分型	西风槽型	副高边缘型	切变线型	高空冷涡型	台风型
出现频次/次	48	50	71	20	7
出现比例/%	24.5	25.5	36.2	10.2	3.6

选取不同类型短时强降水的典型过程进行天气分析,利用典型个例的高空和地面MICAPS实况资料,通过合成平均,总结归纳出不同类型短时强降水的天气形势。图5为造成东营短时强降水的5种天气系统的概念模型。西风槽型(图5a)环流特征表现为500 hPa高度场上槽脊活动较为明显,中纬度环流有西风槽,槽后有冷平流,西风槽东移加强,低层有系统配合,向北输送水汽。副高边缘型(图5b)环流特征表现为500 hPa副热带高压与大陆高压连通呈带状分布,副高脊线西伸,588 dagpm线以北环流平缓,主要为偏西气流,西风槽东移并携带冷空气入侵,此时低层配合气旋性、切变线辐合、低空急流等。切变线型(图

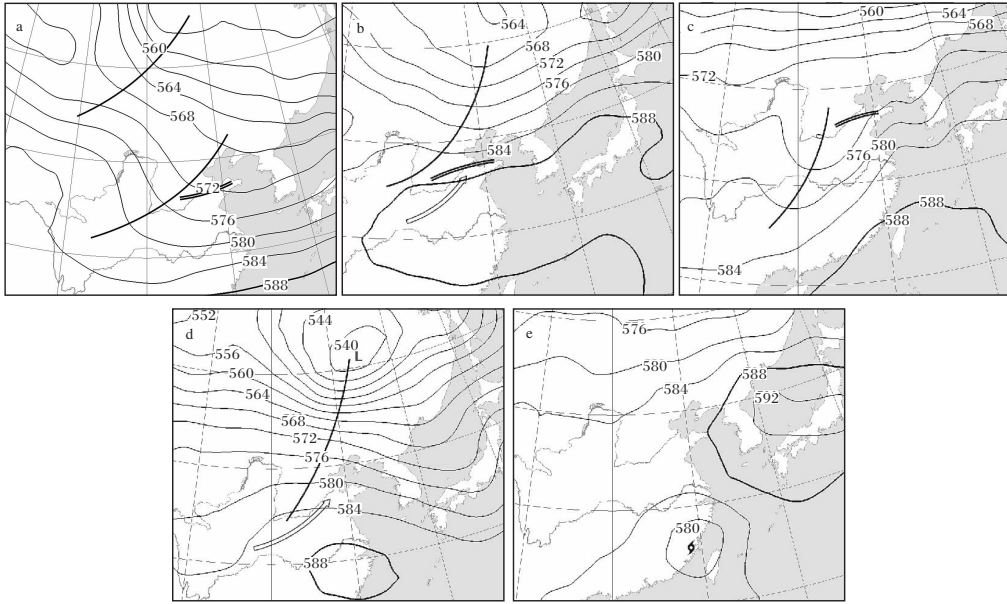
5c)环流特征表现为在高空天气图上,从高层到低层,均可能存在切变线,有冷式切变线和暖式切变线两种类型。高空冷涡型(图5d)环流特征表现为500 hPa天气图上 $110^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 、 $35^{\circ}\text{N}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 范围内存在闭合冷中心,500 hPa低槽东移影响山东,槽底位于河北至鲁西北一带,同时配合低层暖脊和湿区,有利于东营附近出现短时强降水。台风型(图5e)过程较少,其主要分为沿近海北上和深入内陆两种类型,主要表现为受台风外围云系影响,以及登陆后减弱的低压环流、台风倒槽、东风波等影响,有时台风倒槽还会和西风槽结合形成中低纬相互作用的形势。

4 东营地区短时强降水环境参量

选取的环境参数包括:表示大气水汽条件的低层(850 hPa)比湿,表示大气温压湿综合影响的850 hPa假相当位温,表示大气动力抬升条件的最大上升速度,表示降水效率的暖云层厚度。

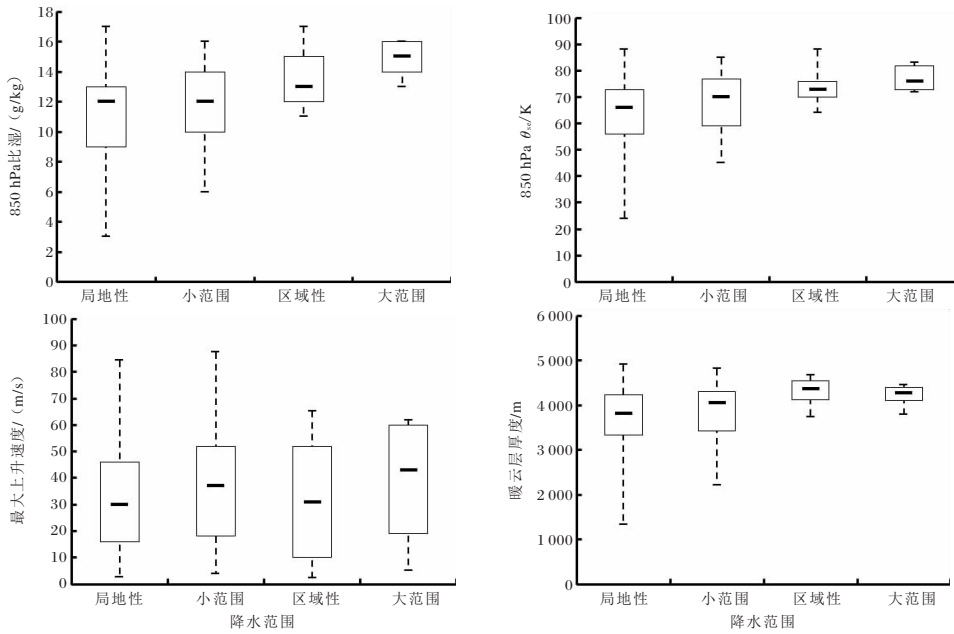
图6为东营地区不同范围短时强降水环境参量箱线图。从850 hPa比湿箱线图中可知,短时强降水范围越大,其中位数和平均值越大,上下边界范围区间则越小。不同范围短时强降水的上限差异不大,但下限差异明显,大范围 and 区域性过程的下限明显大于小范围和局地性过程。同时850 hPa比湿上四分位值、下四分位值和下限均随降水范围的增大而增大,就箱体宽度来看,大范围 and 区域性过程的分布较为集中,而小范围和局地性过程分布较为分散,箱体宽度随降水范围增大而变窄。850 hPa假相当位温的变化特征与850 hPa比湿基本一致。在最大上升速度箱线图中,局地性和小范围过程的上限大于区域性和大范围过程,下限基本持平,区域性过程箱体宽度最为分散,局地性过程最为集中。从暖云层厚度箱线图可以看出,四种过程上限和上四分位值较为接近,下限差异较大,局地性和小范围过程小于区域性和大范围过程,同时前两者下四分位值较小,箱体较宽。

利用MICAPS提供的欧洲中心细网格初始场资料,对东营近8 a短时强降水个例进行统计,在去除异常值的基础上,得出东营不同范围 and 不同类型短时强降水的关键环境参量的阈值范围(表4、表5),可在实际预报业务中参考应用。



细实线为 500 hPa 等高线(单位为 dagpm);粗实线为 500 hPa 槽线;双实线为切变线;箭头为低空急流。

图 5 东营不同类型短时强降水的天气学概念模型(a 西风槽型,b 副高边缘型,c 切变线型,d 高空冷涡型,e 台风型)



线段两端为统计内限;箱形的上部框线为上四分位值;下部框线为下四分位值;箱内横线为中位数。

图 6 东营地区不同范围短时强降水环境参量箱线图

表 4 东营不同范围短时强降水环境参量阈值

范围	850 hPa 比湿/(g/kg)	850 hPa θ_{se} /K	最大上升速度/(m/s)	暖云层厚度/m
局地性	3~17	31~88	0~8	2 080~4 910
小范围	6~16	45~85	0~9	2 210~4 820
区域性	11~17	64~86	0~6	3 740~4 670
大范围	13~16	72~83	0~6	3 790~4 450

表5 东营不同类型短时强降水环境参量阈值

类型	850 hPa 比湿/(g/kg)	850 hPa θ_{se} /K	最大上升速度/(m/s)	暖云层厚度/m
西风槽型	4~16	32~85	0~7	1 950~4 640
副高边缘型	8~17	61~88	0~9	3 920~5 190
切边线型	5~16	37~82	0~6	2 720~4 560
高空冷涡型	3~16	24~83	0~6	1 670~4 260
台风型	14~16	72~83	0~6	4 060~4 770

5 结论

(1)东营地区短时强降水出现频次和日数呈现西北部多南部少的分布规律,这与局地地形有关。黄河以北地区较黄河以南地区短时强降水出现频次和日数偏多。

(2)东营地区短时强降水每年均有出现,短时强降水出现频次和日数年变化无明显规律;短时强降水范围等级越高,天气过程出现的次数越少;短时强降水出现频次和日数的月分布特征均呈单峰状,最早出现在4月中旬,最晚出现在10月下旬,主要集中在7、8月,此时大气环流系统对暖湿气流的输送和垂直方向上强烈的上升运动是短时强降水频发的原因;东营地区短时强降水日变化特征明显,15—21时是短时强降水高发期,峰值出现在傍晚,其原因是午后大气层结更有利于不稳定能量的触发和释放。

(3)东营地区短时强降水的天气形势主要有5种类型:西风槽型、副高边缘型、切变线型、高空冷涡型、台风型,其中切变线型是最易发生短时强降水的天气形势。通过统计分析,得出不同范围和不同类型短时强降水的关键环境参量阈值范围,以期在实际预报工作提供重要参考。

参考文献:

- [1] 吴迎旭,周一,孟莹莹,等. 2008—2016年黑龙江省短时强降水分布特征及影响系统[J]. 自然灾害学报, 2017, 26(6): 175-183.
- [2] 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.
- [3] 毛冬艳,曹艳察,朱文剑,等. 西南地区短时强降水的气候特征分析[J]. 气象, 2018, 44(8): 1042-1050.
- [4] 沈澄,颜廷柏,刘冬晴,等. 2008—2012年南京短时强降水特征分析[J]. 气象与环境学报, 2015, 31(1): 28-33.
- [5] 周玉都,刘艳杰,周贺玲,等. 廊坊市短时强降水特征分析[J]. 中国人口资源与环境, 2014, 24(3): 377-381.
- [6] 吴照宪,胡建春,张明明,等. 2006—2016年池州地区短时强降水天气类型特征分析[J]. 气象与减灾研究, 2016, 41(2): 112-118.
- [7] 孙丽娜,陈楠,李妙英,等. 南京地区一次短时强降水风廓线雷达资料特征分析[J]. 陕西气象, 2017(5): 13-16.
- [8] 徐慧燕,邓霞君,周国华. 丽水地区短时强降水时空分布特征及成因分析[J]. 气象与环境科学, 2016, 39(3): 44-49.
- [9] 邱双,王俊驿,吴亚平,等. 雅安市短时强降水天气模型及其物理指标特征[J]. 中低纬山地气象, 2018, 42(4): 49-54.
- [10] 徐娟,杨晓霞,韩风军,等. 山东省短时强降水天气的特征分析[J]. 山东气象, 2012, 32(2): 13-15.
- [11] 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.
- [12] 尹承美,梁永礼,冉桂平,等. 济南市区短时强降水特征分析[J]. 气象科学, 2010, 30(2): 262-267.
- [13] 张永婧,高帆,于丽娟,等. 济南市区短时强降水特征分析与天气分型[J]. 海洋气象学报, 2017, 37(3): 109-116.
- [14] 张凯静,江敦双,丁锋. 青岛市短时强降水的气候特征和天气系统分型[J]. 海洋气象学报, 2018, 38(1): 108-114.