

吕维翔,张鑫,汪子琪. 浙江西南部一次大暴雨过程分析[J]. 陕西气象,2020(2):12-17.

文章编号:1006-4354(2020)02-0012-06

浙江西南部一次大暴雨过程分析

吕维翔,张鑫,汪子琪

(丽水市气象局,浙江丽水 323000)

摘要:利用常规气象观测资料、浙江省区域自动站观测资料、NCEP $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 逐6 h再分析资料,对2019年6月6日发生在浙江省西南部地区的一次大暴雨过程进行了诊断分析。结果表明:该过程是以北方高空冷槽侵袭南支槽槽前和副热带高压西北侧的暖湿空气为背景,在低空急流和低空切变线的配合下产生的,强降水落区主要位于地面辐合线附近,此处有利于暖湿气流被强迫抬升形成对流系统;强降水发生前,浙江西南部地区上空形成了不稳定的大气层结,强降水发生时,水汽供应充足,上升运动较明显;欧洲中心高分辨率数值预报对该过程的降水量预报出现了较明显偏差,主要原因在于数值预报场上南支槽东移速度和低层切变线南压速度均慢于实况,且700 hPa上的急流强度小于实况。

关键词:浙江西南部;大暴雨;天气形势;物理量场;数值预报

中图分类号:P458.121

文献标识码:A

暴雨是我国主要的灾害性天气之一,对农业、林业、渔业生产、水电和交通运输业以及广大居民的日常生活有着破坏性的影响,暴雨预报也是我国天气预报业务的重点。随着大气科学和大气探测技术的进步,气象学家对我国暴雨的特点、环流形势、形成机理、预报方法等进行了大量研究^[1-2]。马晓华等^[3]对陕西一次区域性暴雨过程进行了诊断分析,表明偏南气流突然加强对暴雨有先兆作用,而地面辐合线与强降水落区有一致性。纪凡华等^[4]对鲁西北西部一次大暴雨过程进行了分析,表明大暴雨发生在水汽通量高值区右侧的密集带偏西位置及暖湿空气沿着冷空气爬升的能量锋上。刘嘉慧敏等^[5]对陕西中南部初夏和盛夏暴雨过程进行对比分析,认为盛夏暴雨呈现出明显的高温高湿特点,具有明显的位势不稳定,而初夏暴雨发生时需关注中纬度系统的快速发展和高空冷空气的干侵入作用。王春玲等^[6]对濮阳市一次大暴雨过程成因进行了分析,发现涡度场和散度场同时表现出的低层辐合、高层辐散的配置,为暴

雨的产生提供了有利的动力条件。黄哲等^[7]利用自动气象站降水资料,分析了浙西北山地暴雨的时空分布特征。沈杭锋等^[8]对2013年6月浙江北部一次短时大暴雨进行了中尺度分析,表明了该暴雨过程与中尺度辐合线之间的密切关系。近年来气象学者从多方面对暴雨的天气特征和成因进行研究,但针对浙江西南部地区暴雨天气的研究较少,而据浙江省气象台的统计,浙江西南部地区是浙江省降水集中期暴雨频次相对较多,受强降水影响较大的地区,因此,本文使用常规气象观测资料,浙江省区域自动站观测资料,NCEP $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 逐6 h再分析资料,对2019年6月6日发生在浙江西南部地区的一次大暴雨天气过程进行了分析,以期了解此次大暴雨发生的成因,为今后浙西南地区的暴雨预报提供一些经验。

1 暴雨概况

2019年6月6日下午到夜间,浙江西南部地区出现强降水,其中江山、遂昌出现了大暴雨,局地出现特大暴雨。据区域自动站监测统计,6日

收稿日期:2019-10-11

作者简介:吕维翔(1992—),男,汉族,云南省华坪县人,学士,助工,主要从事短期天气预报。

14时至7日08时,江山市有43个雨量站雨量超过100 mm、19个站超过200 mm、超过300 mm的有莲华山为311 mm、耕读村为304 mm;遂昌县有23个雨量站雨量超过100 mm、3个站超过200 mm,最大黄沙腰镇为228 mm。江山城区站6月6日降雨量为182 mm,位居1956年建站以来日雨量第二位(仅次于1973年6月25日的193 mm)。此次大暴雨过程具有明显的局地性强、降水时段集中、降水强度大的特点。致灾性明显,据不完全统计,此次大暴雨过程导致衢州和丽水多地出现道路塌方、村庄停电、民房受损、农田水利设施损毁等灾情,并造成7人死亡,各地转移安置共计万余人。

2 环流形势特征和影响系统

2019年6月6日20时200 hPa高空图(图1a)上,我国川渝东部到江淮流域一带上空自西向东有一条高空急流带,急流中心最大风速达38 m/s以上,而浙江西南部地区处于该高空急流带南侧的

分流辐散区,有利于上升运动的发展。500 hPa高空图(图1b)上,整个东亚地区大气环流呈径向型分布。贝加尔湖低涡分裂出的冷槽东移至渤海湾到江苏东部沿海一带,北方干冷空气可随槽后西北气流侵袭至长江下游一带,而湖南、湖北附近有一南支浅槽东移,南方暖湿空气可被槽前西南气流携带至江南一带,与前述北方干冷空气在江西东部、浙江西南部一带汇合。同时,西太平洋副热带高压呈东西走向,副高588 dagpm线西伸至浙南与福建北部一带,副高西北侧边缘的西南暖湿气流可为浙江西南部地区带来充沛的能量和水汽。850 hPa高空图(图1c)上,原位于江苏北部的低涡东移进入黄海,低涡西南侧有一条冷式切变线东移南压至浙江西北部至江西东部一带,而在切变线南侧,从华南到江南东部一带有一条中心风速大于12 m/s的低空西南风急流为浙江、江西交界附近的浙西南地区供应了充足的水汽,并且低空急流为大暴雨的产生提供了充足的能量^[9]。

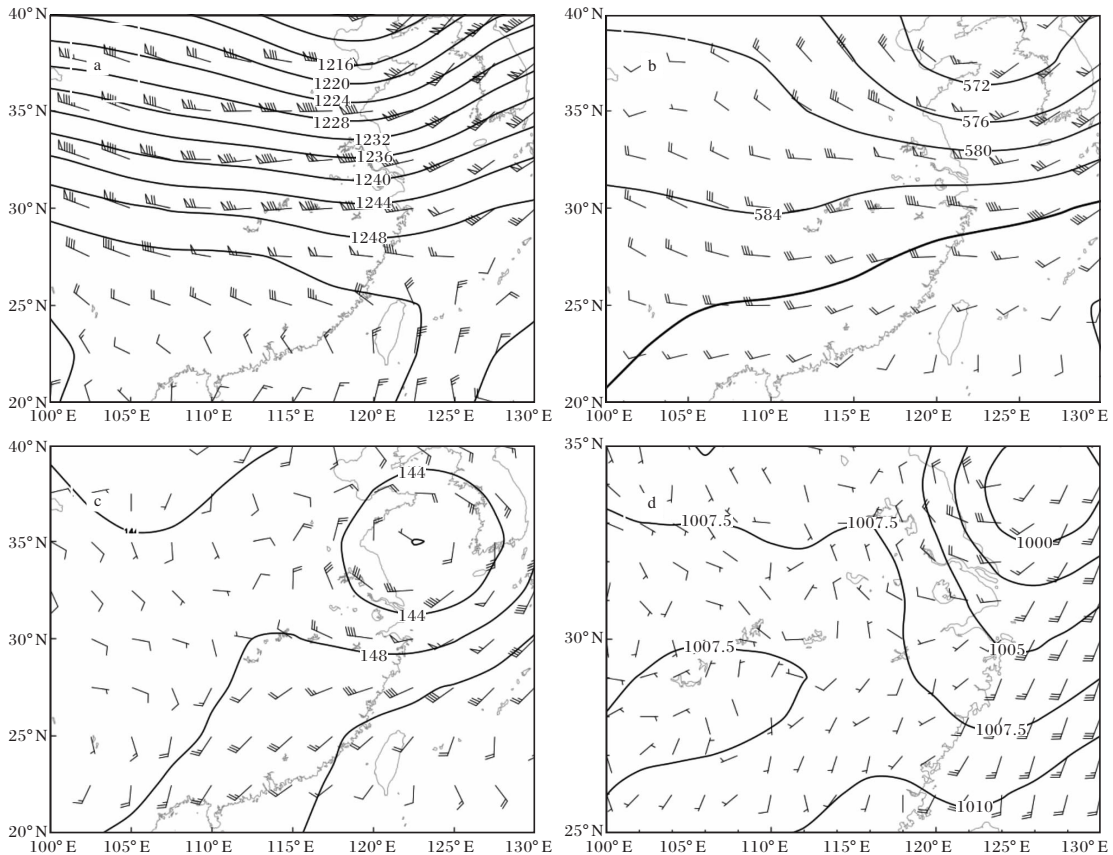


图1 2019-06-06T20 200 hPa(a)、500 hPa(b)、850 hPa(c)高度场(单位为 dagpm)及风场和地面气压场(单位为 hPa)和风场(d)

地面图(图 1d)上,黄海有一低压,有一条地面辐合线位于江西北部到浙江西部一带。浙西南地区位于辐合线附近靠南侧的位置,而大量的暖湿空气可以在该区域辐合抬升,触发强降水的发生。

3 物理量场诊断分析

3.1 不稳定能量

首先对暴雨发生前的对流潜势进行分析。衢州站是浙江西南部主要的探空站点,6日 08 时衢州站的探空资料曲线图(图 2a)上,衢州上空存储了较强的不稳定能量,对流有效位能较大,虽然垂直风切变偏小,但低层西南风风速已达到急流强度,且低层的相对湿度较高,水汽充足,高空 500 hPa 以上存在干区,850 hPa 以上垂直温度递减率大,形成低层暖湿,高层干冷的层结,有利于对流性强降水的发生发展,且自由对流高度在 850 hPa 左右,需要一定强度的触发条件对流量才能释放,

这有利于不稳定能量的积累。而从 08 时的对流有效位能(CAPE)分布(图略)来看,浙江西南部地区的江山和遂昌等地区对流有效位能超过 800 J/kg,表明该区域储存了较多的能量。K 指数是反映中低层稳定性和湿度条件的综合指标,根据王晓明和倪慧^[10]的研究,描述大气是否稳定的 K 指数中,暴雨的 K 指数平均为 29.5 °C,从 08 时的 K 指数分布可知浙西南地区 K 指数普遍在 34 °C 以上,符合该指标。6 日 08 时的假相当位温分布图(图 2b)上,在 850 hPa 浙江和江西基本都处于假相当位温大于 345 K 的大值区,形成一个高能暖舌,浙西南地区都处于高能舌内;通常 500 hPa 与 850 hPa 的假相当位温差值可以表征不稳定性,负值越大,表明大气越不稳定^[11]。图 2b 中显示浙西南地区均处于 -6 K 及以下区域,具有明显的不稳定层结。

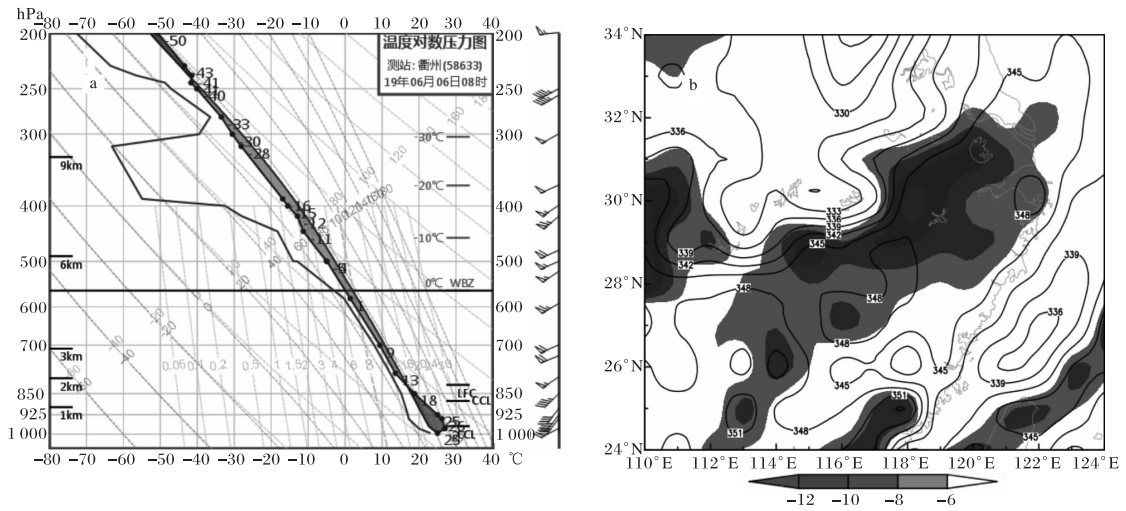


图 2 2019-06-06T08 衢州站探空曲线(a)、850 hPa 假相当位温(等值线,单位为 K)和 500 hPa 与 850 hPa 的假相当位温差(阴影,单位为 K)(b)

3.2 水汽条件

水汽供应是产生暴雨的必要条件。暴雨的发生不但要有很好的局地水汽条件,还应有持续不断的水汽输送,据统计,大气中大约 90% 以上的水汽集中在 500 hPa 层以下^[12]。而反映大气层结中水汽状况的物理量常用的有比湿,大气可降水量、水汽通量,水汽通量散度,相对湿度等。6 日 08 时 850 hPa 比湿分布图(图 3a)上,浙西南地区比湿普遍在 13 g/kg 左右,过程发生前本地的

水汽条件较好。另外,08 时浙西南地区上空的大气可降水量(图 3b)普遍达 50 mm 以上,大气中的可降水量非常充足。水汽通量散度体现了水汽输送的集中程度,水汽通量散度负值区为水汽辐合的区域,该区域与暴雨落区也有较好的对应关系,一般暴雨发生在水汽通量辐合区的右侧,6 日 20 时 850 hPa 水汽通量散度场(图 3c)上,浙西南地区基本处于较强水汽辐合区的右侧,且该区域为流场的汇合区,水汽集中程度较大,可不断为降

水区域供应水汽。此次大暴雨过程的雨带呈东西向分布,且大致沿 28°N 附近东移,因此沿 28°N 作出相对湿度剖面图(图 3d),图中浙西南及其上

游地区($117^{\circ}\text{E}\sim 119^{\circ}\text{E}$)850~200 hPa 的相对湿度均达到 90% 以上,水汽近于饱和,可在抬升过程中凝结产生降水。

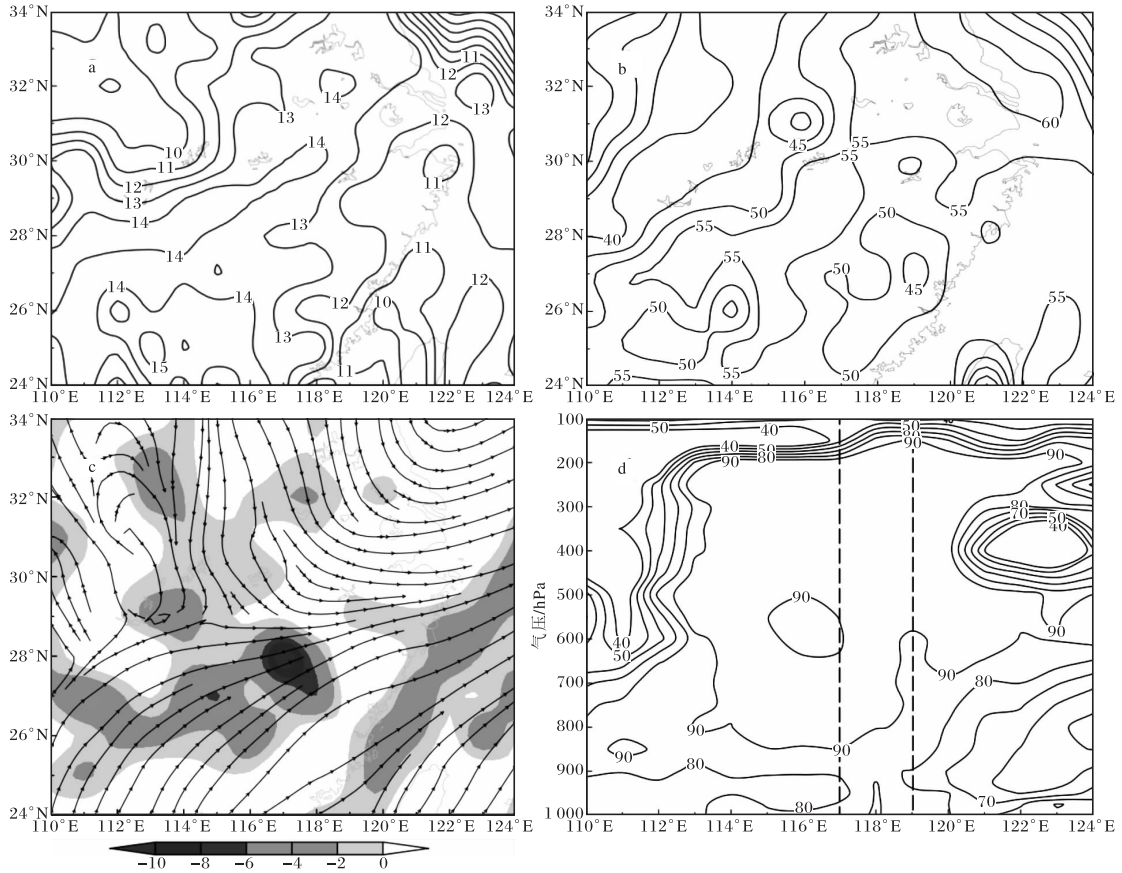


图 3 2019-06-06T08 850 hPa 比湿场(a 单位为 g/kg)、大气可降水量(b 单位为 mm)、2019-06-06T 20 850 hPa 水汽通量散度场(c 单位为 $10^{-7}\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$)、沿 28°N 相对湿度(%)剖面(d 虚线方框内为发生强降水的大致区域)

3.3 动力抬升条件

中、小尺度系统是产生暴雨的直接系统,较强的上升运动提供了中、小尺度系统产生的环流背景和环境条件^[13]。6日20时的散度剖面图(图4a)上,浙西南及其上游地区低层为明显的辐合区,中高层为明显的辐散区,形成了低层辐合,高层辐散的形势,中高层的抽气作用,非常有利于对流运动发展,使浙江西南部地区上游的暖湿空气不断抬升,形成强降水云团并随着较强的西南气流东移,从而在浙江西南部地区形成强降水。6日20时700 hPa的垂直速度图(图4b)上,该时刻浙江西南部到上游的江西东部有一垂直速度小于 $-0.4\text{hPa}/\text{s}$ 的区域,是明显的上升运动区,湿

空气在该区域得到了明显的动力抬升,并在东移过程中不断产生降水,而从实况对比来看,在江西东部到浙江西南部确实形成了一条不断东移的强降水雨带(图略)。

4 数值模式预报检验

在浙江省气象部门实际业务中,由于欧洲中心高分辨率数值预报(下简称“ECthin”)具有较高的时空分辨率,且 ECthin 模式的风场和降水量预报较其他模式具有更高的可用性和稳定性,因此成为很多预报业务人员的主要参考依据。但在本次大暴雨过程中,通过对比该过程的实况降水(图5a)可知,ECthin 模式对浙江西南部的降水量预报出现了较明显的偏差,其中6日08时起报的

24 h 降水量(图 5b)对于衢州南部和丽水西部的降水量级预报明显偏小,且降水大值中心偏西偏北。下面对其偏差原因进行分析。

对 6 日 08 时 ECthin 起报的 0~24 h 500 hPa、700 hPa 及 850 hPa 的高度场和风场进行检验分析。500 hPa 上 ECthin 预报 6 日 20 时南支浅槽位于重庆到贵州一带,比实况偏西(实况高空图上该时刻南支浅槽已移至湖南—湖北附近),北方冷槽与副热带高压位置与实况接近。700 hPa 上 ECthin 预报 6 日 20 时西南风急流强度仅

12 m/s 左右,但实况此时急流强度已达 18 m/s, 850 hPa 上 ECthin 预报 6 日 20 时低涡切变线位于江苏到安徽中部一带,比实况切变线位置偏北,而 7 日 08 时,ECthin 预报低涡切变线位于靠近强降水区的浙江西部到江西东北部一带,但此时实况该区域已转为西北偏西风,降水已趋于停止。所以,此次过程 ECthin 模式预报场上南支槽东移速度和低层切变线南压速度均慢于实况,700 hPa 上的急流强度小于实况,导致此次过程暴雨预报落区与实况有明显偏差。

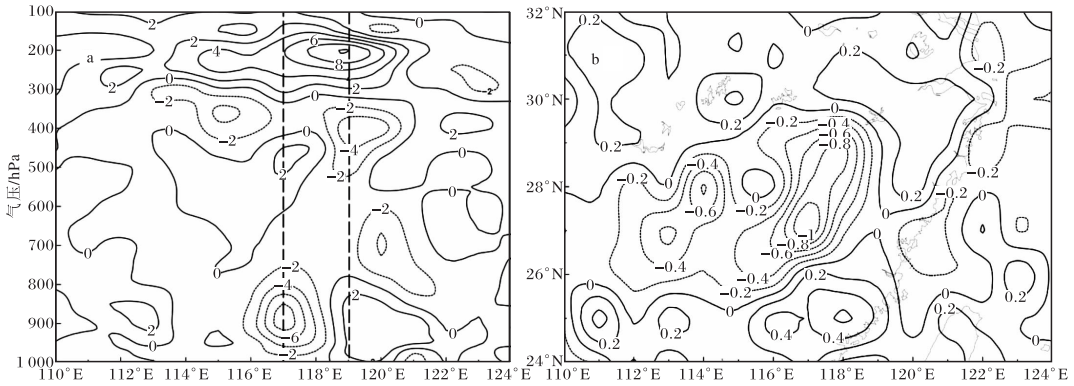


图 4 2019-06-06T14 沿 28°N 散度剖面(a 单位为 $10^{-5} s^{-1}$,虚线方框内为发生强降水的大致区域)、2019-06-06T20 700 hPa 垂直速度场(b 单位为 hPa/s)

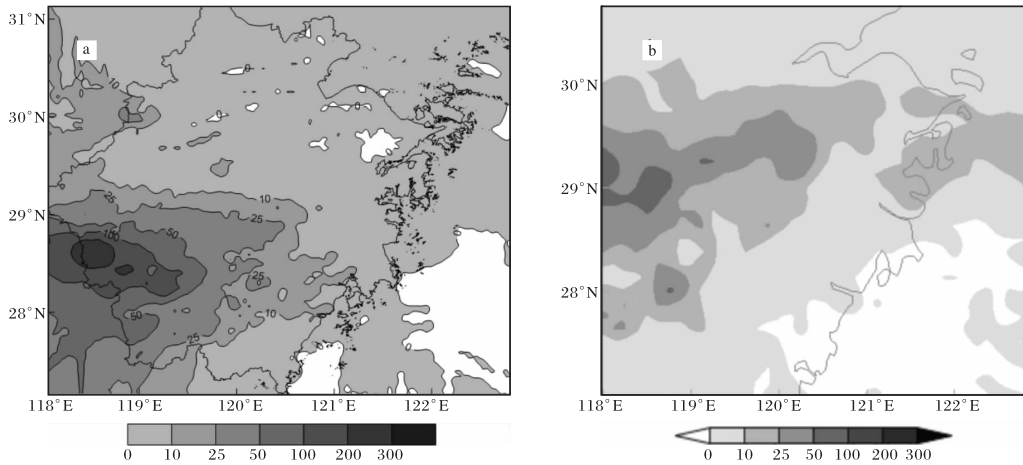


图 5 2019-06-06T08—07T08 浙江省实况降水量(a 单位为 mm)、欧洲中心高分辨率数值预报降水量(b 单位为 mm)

5 结论

(1)高空槽的东移、副高西北侧强盛西南气流和低空急流的维持,低层切变线东移南压和地面辐合线的发展为此次大暴雨过程提供了有利的天气形势,强降水发生在地面辐合线附近暖湿空气

被强迫抬升的区域。

(2)对物理量的分析可知此次过程浙江西南部地区强降水发生前物理量配合较好,不稳定能量较大,存在高层干冷,低层暖湿的层结,且降水发生时水汽供应充足,上升运动较为明显,非常有

利于对流性强降水的发生,强降水主要出现在850 hPa 高能暖舌内以及较强的水汽通量辐合区的右侧。

(3)欧洲中心高分辨率数值预报对该过程的降水量预报出现了较明显偏差,主要原因在于数值预报场上南支槽东移速度和低层切变线南压速度均慢于实况,且700 hPa 上的急流强度小于实况。

参考文献:

- [1] 寿绍文. 中国暴雨的天气学研究进展[J]. 暴雨灾害, 2019, 38(5): 450-463.
- [2] 杜惠良, 钮学新, 曾欣欣, 等. 浙江省暴雨预报技术研究[J]. 科技通报, 2006, 22(3): 309-318.
- [3] 马晓华, 马青, 刘嘉慧敏, 等. “7·11”陕西区域性暴雨诊断分析及预报着眼点[J]. 陕西气象, 2019(4): 1-7.
- [4] 纪凡华, 徐娟, 韩风军, 等. 鲁西北西部一次大暴雨过程成因诊断分析[J]. 陕西气象, 2014(4): 24-28.
- [5] 刘嘉慧敏, 马晓华, 黄少妮, 等. 陕西中南部初夏和盛夏暴雨过程对比分析[J]. 陕西气象, 2019(1): 1-11.
- [6] 王春玲, 崔力, 许庆娥, 等. 濮阳市一次大暴雨过程成因分析[J]. 陕西气象, 2017(4): 6-10.
- [7] 黄哲, 查贲, 沈杭锋, 等. 浙江西北部山地暴雨特征[J]. 浙江大学学报, 2019, 46(2): 217-224.
- [8] 沈杭锋, 陈光宇, 金成, 等. 浙江北部一次短时大暴雨的中尺度分析[J]. 气象科技, 2017, 45(3): 508-515.
- [9] 赵娴婷, 魏建苏, 朱定真. 急流在梅雨期持续暴雨过程中的作用[J]. 气象科学, 2011, 31(2): 211-216.
- [10] 王晓明, 倪慧. 在Micaps系统下应用物理量场制做暴雨预报简介[J]. 吉林气象, 2000(3): 15-21.
- [11] 刘健文, 郭虎, 李耀东, 等. 天气分析预报物理计算基础[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 85.
- [12] 章淹. 暴雨预报[M]. 北京: 气象出版社, 1990: 55-64.
- [13] 王镇铭, 杜惠良, 杨诗芳, 等. 浙江省天气预报手册[M]. 北京: 气象出版社, 2013: 216.