

井宇,陈闯,胡启元. 2017年7月下旬无定河流域一次罕见洪灾研究[J]. 陕西气象,2019(2):8-13.

文章编号:1006-4354(2019)02-0008-06

2017年7月下旬无定河流域一次罕见洪灾研究

井宇¹,陈闯²,胡启元¹

(1. 陕西省气象台,西安 710014;2. 陕西省气象科学研究所,西安 710016)

摘要:为了提高对无定河流域洪灾的预报和预警能力,利用 NCEP1°×1°资料、常规观测资料、黄河水利委员会绥德站观测资料等,对 2017 年 7 月 25—26 日无定河流域发生的一次罕见洪灾进行了研究。结果表明:米脂站、子洲站 24 h 降水量突破历史极值,无定河流域出现范围广、强度大(雨强≥30 mm/h)、持续时间长的暴雨是洪灾形成的主要因素,上下游洪峰的叠加也是洪灾形成的另一个重要因素;卫星云图观测表明,无定河流域大范围暴雨是中尺度强对流云团相互作用形成的;暴雨发生在 500 hPa 低槽和 850 hPa 切变东侧,700 hPa 偏南气流前方的风速辐合区;地面冷锋的东移、锋前横切变线的生成是暴雨的触发机制之一。湿焔的高值舌和梯度大值区与暴雨区有较好的对应关系。

关键词:无定河流域;洪灾;大暴雨

中图分类号:P458.121

文献标识码:A

洪涝灾害是我国发生频度高、造成损失巨大的一种自然灾害^[1]。山洪泥石流大多由暴雨诱发,而暴雨则是在中小尺度系统直接作用下产生,它具有历时短、强度高、局部性强等特点。尤其是突发性暴雨,具有明显的中小尺度特征,由于前期征兆不明显,常常在非常短的时间内造成严重的洪涝灾害^[2]。有关陕西自然灾害:张雅斌等^[3]的研究表明,降雨是各类诱发因素中引发地质灾害的最主要因素;张弘等^[4]给出陕西暴雨若干特征;杜继稳等^[5]对突发性暴雨做了一些初步研究;苑海燕等^[6]研究表明,陕北暴雨以局地性为主,且历时短;雷向杰等^[7]在分析陕西极端天气气候事件与气象灾害指出,2012 年佳县出现百年不遇的极端降水,灾情严重。纵观上述研究,对陕北区域性大暴雨造成大洪灾方面的研究比较少。

榆林市地处黄土高原(毛乌素沙地东南部),西南部有青藏高原、北有阴山山脉、西有贺兰山脉、东有太行山脉,由于特殊的地理位置,中尺度暴雨时有发生^[8],而且这类暴雨雨强大,洪涝灾害严重。本文选取榆林市 2017 年 7 月 25—26 日陕西北部

发生的一次区域性大暴雨(局地特大暴雨)造成的罕见洪灾为研究对象,研究洪灾成因及暴雨落区成因,为陕西北部致洪大暴雨的预报服务提供有益依据。

1 暴雨概况及受灾情况

2017 年 7 月 25 日 08 时—26 日 08 时,陕西北部普降暴雨和大暴雨(图 1)。其中,子洲、米脂、绥德、横山、吴堡为大暴雨,靖边、佳县降暴雨,绥德赵家砭降特大暴雨,降水量达到 252.3 mm。由于暴雨范围广、强度大、持续时间长,无定河流域出现历史罕见大洪水。26 日 04 时,无定河支流大理河青阳岔站洪峰流量达 1 840 m³/s,为历史实测最大洪水,洪水导致大理河子洲段洪水漫堤,子洲县城被淹;26 日 05 时 05 分,绥德站洪峰流量达 3 160 m³/s,超过保证流量(1 350 m³/s),列 1960 年有实测资料以来第 1 位(历史次大流量 2 450 m³/s,1977 年 8 月),洪水导致无定河绥德段洪水漫堤,绥德县城被淹。

暴雨引发的洪灾造成榆林市 9 县区 39.67 万人受灾;因灾死亡 12 人(绥德县 6 人、子洲县 6 人),失踪 1 人(子洲县);紧急转移安置 8.41 万

收稿日期:2018-09-28

作者简介:井宇(1985—),女,陕西米脂人,硕士,工程师,从事短时天气预报。

基金项目:国家自然科学基金项目(41475050)、青年科研基金项目(2017Y-3)

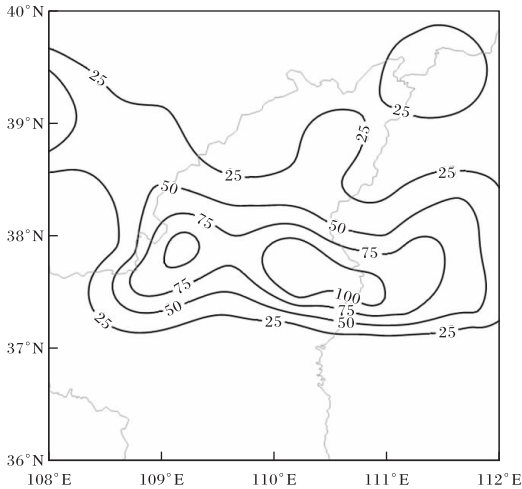


图1 2017-07-25T08—26T08 降水量(单位为 mm)

人,需紧急生活救助人口 5.11 万人;农作物受灾面积 51 620 hm^2 ,其中绝收面积 8 890 hm^2 ,毁坏耕地 126 hm^2 ,因灾死亡大牲畜 561 头,死亡羊只 3 329 只;倒塌房屋 507 户 1 083 间,严重损坏房屋 2 242 户 6 863 间,一般损坏房屋 4 472 户 12 218 间;直接经济损失 46.22 亿元(其中农业损失 3.83 亿元,工矿企业损失 6.89 亿元,基础设施损失 19.96 亿元,公益设施损失 3.56 亿元,家庭财产损失 11.98 亿元)。

2 洪灾成因

无定河流域绥德段特大洪水定义:流量达到 5 000 m^3/s 以上;无定河流域绥德段大洪水定义:2 000 $\text{m}^3/\text{s} \leq \text{流量} < 5 000 \text{ m}^3/\text{s}$ 。绥德处在无定河流域的丘陵沟壑区,特殊的地理地貌导致历史上发生数次洪灾。1919 年 8 月 6 日发生特大洪水,流量达到 9 210 m^3/s ,超过保证流量(1 350 m^3/s)接近 7 倍;1977 年 8 月 5 日发生大洪水,流量达到 2 350 m^3/s ,超过保证流量接近 2 倍;2017 年 7 月 26 日再次发生大洪水,流量达到 3 160 m^3/s ,超过保证流量 2.3 倍。

2017 年 7 月 25 日 08:00—26 日 08:00,横山(1954 年建站,无定河流域)、米脂(1970 年建站,无定河流域)、子洲(1971 年建站,大理河流域)24 小时降水量突破历史极值。

无定河流域米脂和绥德 2017 年 7 月 25 日 08:00—26 日 08:00 24 小时降水量:绥德赵家砭、四十铺降水量达到 252.3 mm 和 245.8 mm,另外

有 10 个乡镇降大暴雨,13 个乡镇降暴雨;分析大理河流域(无定河支流)子洲 2017 年 7 月 25 日 08:00—26 日 08:00 24 小时降水量:子洲县站和周俭镇降水量达到 218.7 mm 和 214.5 mm,另外有 3 个乡镇降大暴雨,4 个乡镇降暴雨;大范围的暴雨为大洪水的形成创造了有利条件。

无定河流域(米脂、绥德、横山)和大理河流域(子洲、靖边)2017 年 7 月 25 日 08:00—26 日 08:00 降水期间的雨强(图 2a):25 日 21:00,开始出现 $\geq 30 \text{ mm}$ 和 $\geq 50 \text{ mm}$ 的雨强;26 日 01:00, $\geq 30 \text{ mm}$ 雨强的乡镇上升至 13 个,26 日 00:00 同时出现两个乡镇雨强 $\geq 50 \text{ mm}$;02:00, $\geq 30 \text{ mm}$ 雨强的乡镇达到 19 个, $\geq 50 \text{ mm}$ 雨强乡镇达到 5 个;03:00, $\geq 30 \text{ mm}$ 雨强的乡镇达 23 个, $\geq 50 \text{ mm}$ 雨强乡镇达 6 个;04:00, $\geq 30 \text{ mm}$ 雨强的乡镇减至 14 个, $\geq 50 \text{ mm}$ 雨强乡镇减至 2 个;从 26 日 05:00 开始, $\geq 30 \text{ mm}$ 雨强的乡镇数量进一步减少。长达 8 小时以上大范围、大雨强的降水,是绥德、子洲洪灾形成的一个重要原因。

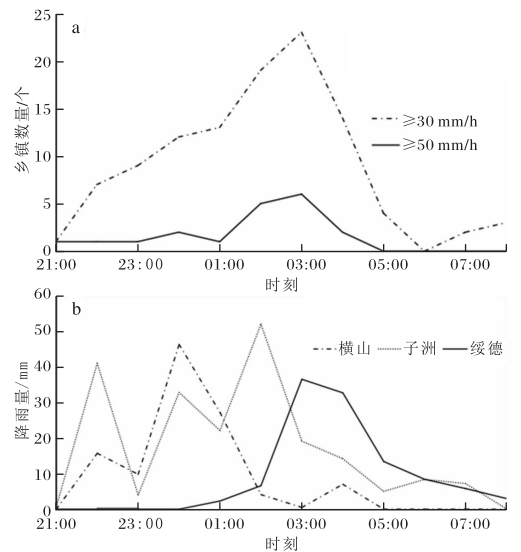


图2 2017-07-25T21—26T08 大理河和无定河流域 $\geq 30 \text{ mm/h}$ 和 $\geq 50 \text{ mm/h}$ 雨强乡镇数量随时间分布(a); 2017-07-25T21—26T08 绥德、横山和子洲降水量随时间变化(b)

绥德处在无定河和大理河(无定河支流)的交汇处,从绥德、横山和子洲小时降水量(图 2b)可见,子洲、横山(绥德上游)25 日 23:00 至 26 日 00:00 时出现 $\geq 30 \text{ mm}$ 降雨量,而绥德 26 日 02:00 至

03:00出现 ≥ 30 mm降雨量,两条河流洪峰的叠加也是绥德形成大洪水的另一重要因素。

3 卫星云图特征

从卫星云图(图3)和绥德、横山和子洲小时降水量(图2a)可以看出,25日18:00,河套内分布着零散的对流云团,TBB最低值达 -52 °C;21:00,云团在缓慢东移过程中合并发展,形成2个面积较大的对流云团,云顶红外亮温TBB最低达 -67 °C以下,河套南部云团的发展造成子洲第一次强降水;22:00,两云团进一步合并;23:00,在云团的西南方新生一 β 中尺度对流云团,且新生云团TBB最低达 -67 °C以下;26日00:00,原对流云团和新生 β

中尺度对流云团继续合并发展,云团强中心TBB降低至 -72 °C以下,横山、子洲强降水开始,25日23:00—26日00:00横山降水量达到46.3 mm,子洲降水量达到32.8 mm;26日01:00,云团合并的区域显著发展,TBB小于 -67 °C面积迅速增长,子洲、横山强降水持续;26日03:00,对流云团在东移过程中小于 -52 °C面积继续增长,但云团中心强度减弱,子洲降水强度大大减弱,而绥德强降水开始,26日02:00—04:00绥德降水量达到69.2 mm;26日05:00,云团强中心进一步减弱,绥德降水持续,但雨强很快减弱;26日06:00之后,云团逐渐东移出陕西境内,降水减弱。

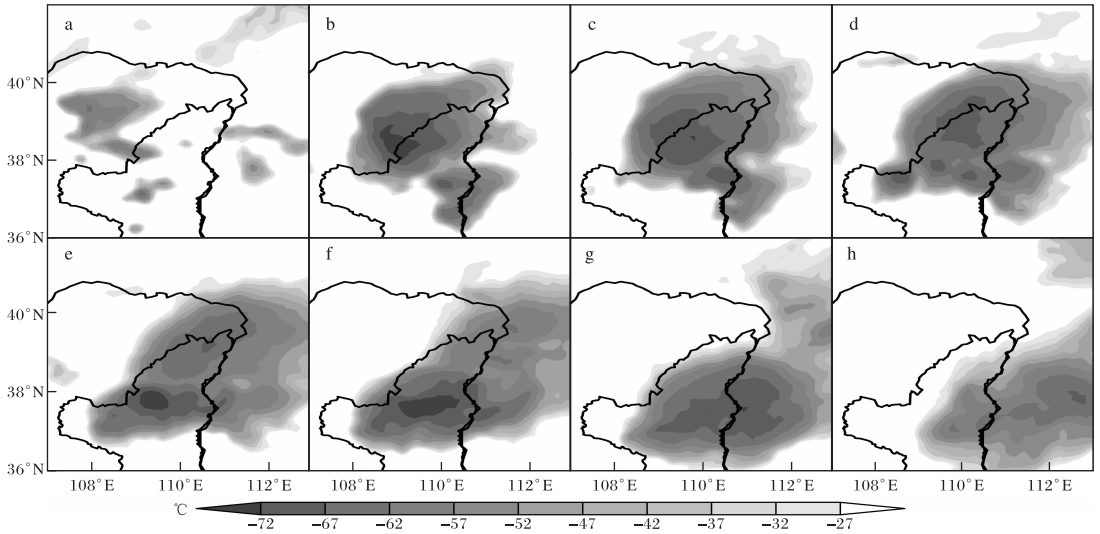


图3 2017年7月FY-2G红外卫星云图(a 25日18:00,b 25日21:00,c 25日22:00,d 25日23:00, e 26日00:00,f 26日01:00,g 26日03:00,h 26日05:00)

4 暴雨落区探讨

4.1 中尺度综合分析

暴雨即将开始时(25日20:00),500 hPa天气图上副高强盛,北界位于 35°N 附近,陕北受副高外围西南气流影响,副高北侧有短波槽东移至宁夏附近,700 hPa上广西至陕西北部形成较一致的偏南气流,偏南气流前方为温度露点差小于 5 °C的湿区,且存在明显的气流辐合区,850 hPa上切变位于河套西部,陕西北部仍然受偏南气流影响,暴雨发生在500 hPa低槽和850 hPa切变东侧及700 hPa偏南气流前方的风速辐合区(图4)。大暴雨中心剖面图显示低层长时间受强偏南气流影响,25日20:00暴雨区上空水汽通量中心

值高达 $18\text{ g}/(\text{cm}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$ (图5a),26日02:00增长至 $21\text{ g}/(\text{cm}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$ 以上(图5b),为暴雨的发生发展提供了有利的水汽条件。

4.2 地面中尺度分析

25日14:00,在河套西部存在一弱冷锋(图6a);20:00,河套弱冷锋北段东移(移至河套中部),在弱冷锋前方生成一横切变线,在横切变线上触发了强对流云团的发展,子洲第1次出现雨强 ≥ 30 mm/h的强降水(图6b);23:00,河套弱冷锋出现不连续后退(图6c),25日22:00—23:00,横山、子洲雨强出现大幅度减小;26日02:00(图6d),河套弱冷锋北段再次东移(移至河套中部),弱冷锋前方再次生成一横切变线,横切变线上再

次触发了强对流云团的发展,子洲出现第2次雨强 ≥ 30 mm/h的强降水,横山、绥德也出现雨强 ≥ 30 mm/h的强降水。

4.3 地面湿烔场与暴雨落区

从地面湿烔(图7)和(图2a)可以看出,25日20:00(图略),暴雨区南侧形成湿烔 ≥ 68 °C的高

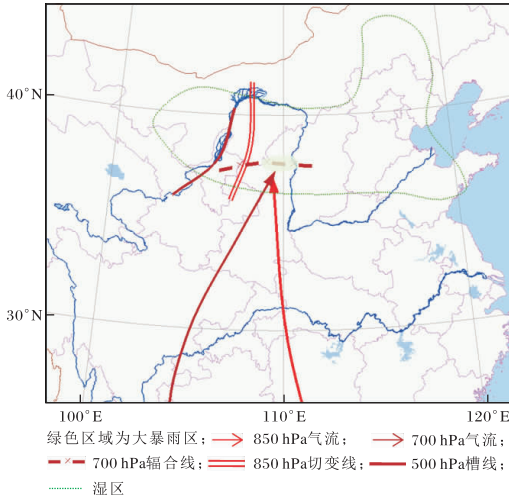


图4 2017-07-25T20 高空综合分析图

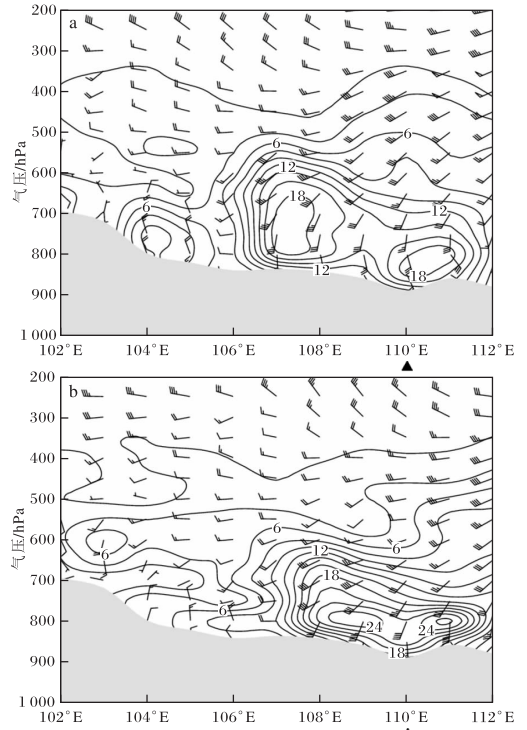


图5 2017年7月水汽通量(单位为 $g/(cm \cdot hPa \cdot s)$)和风场沿大暴雨中心剖面(a 25日20:00,b 26日02:00)

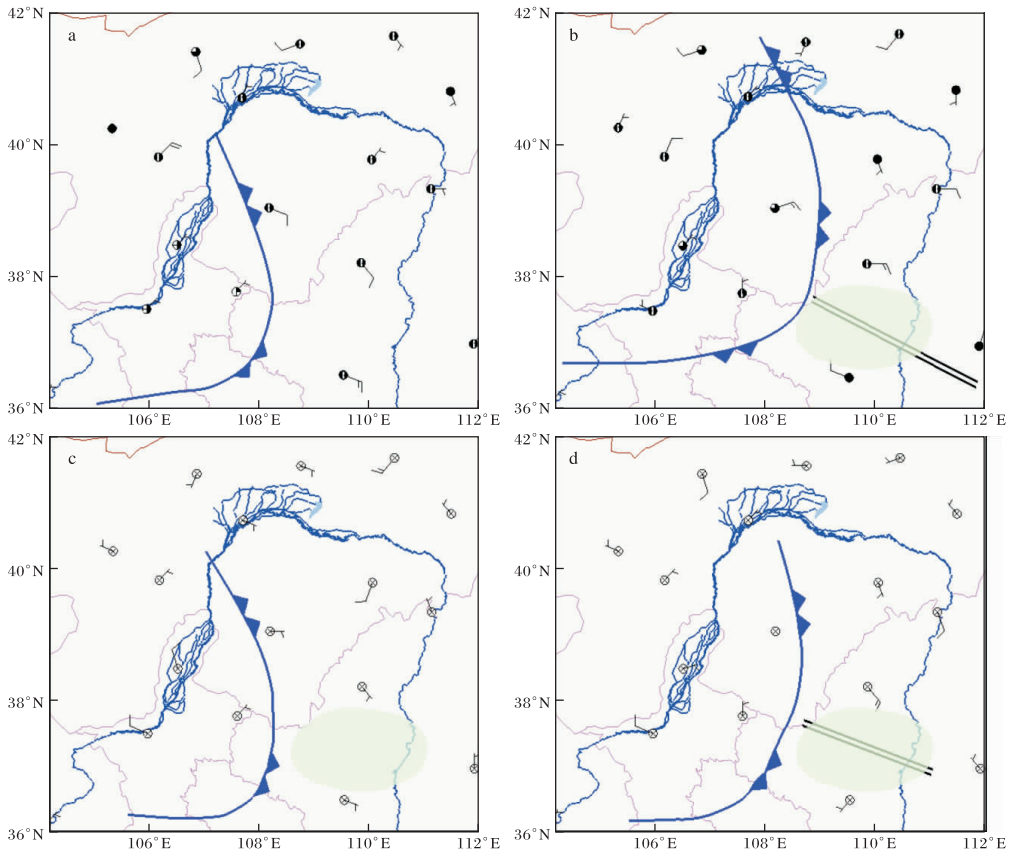


图6 地面中尺度系统的活动(绿色区为暴雨区;a 2017-07-25T14:00,b 2017-07-25T20:00, c 2017-07-25T23:00,d 2017-07-26T02:00)

能中心;21:00(图7a),伴随高能区西部 $\leq 60^\circ\text{C}$ 低能舌的入侵,触发子洲强对流云团的发展,子洲产生第1次雨强 $\geq 30\text{ mm/h}$ 的强降水;22:00(图略),低能舌减弱,22:00—23:00子洲雨强减弱;23:00(图7b),西部湿焔低能区范围增大(湿焔中心值 $\leq 50^\circ\text{C}$)和锋生,在低能舌内再次触发强对流云团的发展,横山和子洲25日23:00—26日00:00出现雨强 $\geq 30\text{ mm/h}$ 的强降水;之后湿焔中心值 $\leq 50^\circ\text{C}$ 的低能区维持、低能区和高能舌之

间湿焔等值线密集区维持(图略),暴雨维持,只是26日00:00—26日01:00雨强略有减小;7月26日02:00—03:00(图7c、图7d),随着湿焔 $\leq 50^\circ\text{C}$ 区域前方锋区扰动的生成和发展,触发强对流单体在绥德发展,绥德26日02:00—04:00出现雨强 $\geq 30\text{ mm/h}$ 强降水;7月26日04:00—07:00(图略),随着锋区扰动继续向东推进(高能舌的缩小),绥德、子洲雨强减小,直至26日08:00,降水减弱。

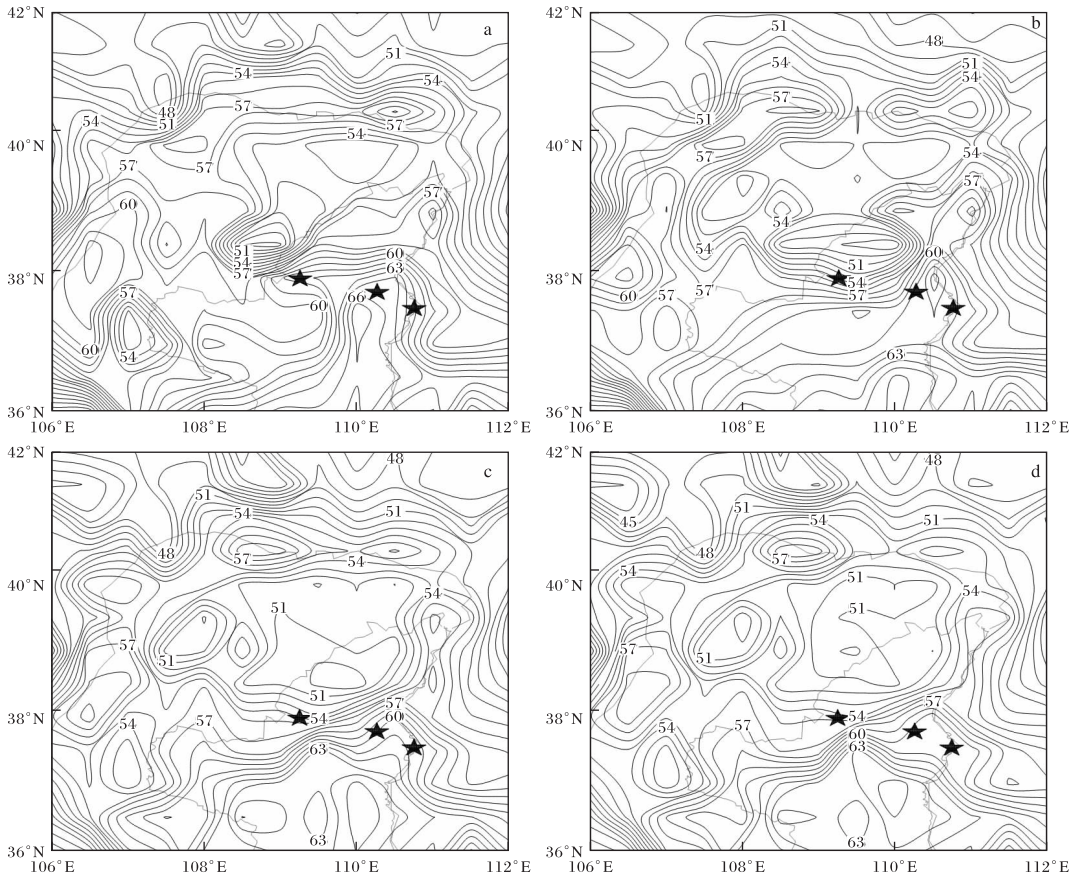


图7 地面湿焔(★为大暴雨站点;a 2017-07-25T21:00,b 2017-07-25T23:00,
c 2017-07-26T02:00,d 2017-07-26T03:00)

5 结论

(1)米脂、子洲24小时降水量突破历史极值,无定河流域出现范围广、强度大(雨强 $\geq 30\text{ mm/h}$)、持续时间长的暴雨,上下游洪峰的叠加是洪灾形成的重要因素。

(2)卫星云图观测表明无定河流域大范围的暴雨是中尺度强对流云团相互作用形成的,强降

水与对流云团合并发展密切相关。

(3)暴雨发生在500 hPa低槽和850 hPa切变东侧,700 hPa偏南气流前方的风速辐合区;地面冷锋的东移、锋前横切变线的生成是暴雨的触发机制之一。湿焔的高值舌和梯度大值区与暴雨区有较好的对应关系。

薛文博,沈菲菲,王琛,等.不同边界层方案对台风灿都路径和强度模拟的影响[J].陕西气象,2019(2):13-18.

文章编号:1006-4354(2019)02-0013-06

不同边界层方案对台风灿都路径和强度模拟的影响

薛文博,沈菲菲,王琛,许冬梅

(南京信息工程大学,南京 210044)

摘要:采用中尺度数值模式 WRF3.8.1,以 2010 年 03 号台风“灿都”为研究个例,采取控制变量的思想设计 YSU、MYJ、QNSE、MYNN2 四组不同边界层方案进行模拟试验,通过比较模拟和实况台风路径、MSLP(Minimum sea level pressure)和 MSW(Maximum surface wind),发现四组试验的模拟结果与实况都有一定的差异,路径偏差相似,强度均偏弱。总体而言,边界层方案为 YSU 的试验 WRF_YSU 模拟效果最佳。对试验 WRF_YSU 引入雷达观测资料后的同化试验(WRF_YSURD)后发现 WRF_YSURD 试验对台风强度的模拟结果有显著改善。通过进一步的诊断发现,不同边界层方案及是否进行雷达资料的同化会造成五组模拟试验中台风的散度、涡度及风场等的模拟结果不同,从而造成台风范围内的水汽场不同,进而影响最终的台风强度和路径模拟结果。

关键词:边界层方案;台风路径和强度;中尺度数值模式;雷达同化资料

中图分类号:P458.124;P456.7

文献标识码:A

热带气旋是发生在热带或副热带洋面上的低压涡旋,它是一种强大而深厚的热带天气系统。我国是受台风影响较多的国家之一,根据彭敏瑞^[1]的研究,仅在 2016 年生成于西北太平洋的

26 个热带气旋中就有 8 个在我国沿海登陆,福建、浙江、海南、广东、广西、上海等 8 省(自治区、直辖市)1 544 万人次受灾,全年直接经济损失高达 614 亿元。故准确预报台风的路径和强度对保

收稿日期:2018-05-09

作者简介:薛文博(1995—),女,陕西榆林人,本科,主要从事台风精细化风场研究。

基金项目:江苏省高等学校大学生创新创业训练计划项目(201710300052Y);江苏省自然科学基金项目(BK20170940、BK20160954);江苏省气象局北极阁基金项目(BJG201604);南京信息工程大学人才启动基金项目(2016r043、2016r27);国家重点研发计划(2017YFC1502102,2017YFC1502103)

参考文献:

- [1] 赵思健.自然灾害风险分析的时空尺度初探[J].灾害学,2012,27(2):1-6,18.
- [2] 金少华,段旭,艾永智,等.“070812”云南元江特大山洪泥石流气象成因分析[J].自然灾害学报,2011,20(6):62-66.
- [3] 张雅斌,杜继稳,蔡蕊,等.陕西省精细化地质灾害气象预报预警研究[J].灾害学,2011,26(3):28-34.
- [4] 张弘,侯建忠,乔娟.陕西暴雨若干特征的综合分析[J].灾害学,2011,26(1):70-74.
- [5] 杜继稳,李明娟,张弘,等.青藏高原东北侧突发性暴雨地面能量场特征分析[J].高原气象,2004,23(4):453-457.
- [6] 苑海燕,侯建忠,杜继稳,等.黄土高原突发性局地暴雨的特征分析[J].灾害学,2007,22(2):101-113.
- [7] 雷向杰,程肖侠,毛明策.陕西 2012 年极端天气气候事件与气象灾害[J].灾害学,2013,28(3):105-110.
- [8] 吴勇征.陕西气象灾害[G].西安:陕西省气象科学研究所,1992.