

文章编号: 2096-1618(2021)05-0523-09

2020年江淮地区夏季持续性强降水过程分析

付江云, 王伟, 胡佳洁

(成都信息工程大学大气科学学院 四川省高原大气与环境重点实验室, 四川 成都 610225)

摘要:2020年夏季,中国江淮流域发生持续性强降水,为研究持续性强降水的发生机理,采用美国国家环境预报中心(NCEP/NCAR)提供的逐日再分析资料以及1981-2010年平均的逐日再分析资料,对这次江淮强降水的降水过程和环流形势进行分析。结果表明:(1)本次持续性降水可以分为三个阶段。第一阶段6月18-24日,雨带分布上呈现带状,表现为无降水中心或多降水中心的特征,最大累计降水量为268 mm,位于安徽六安;第二阶段6月26-30日,雨带呈现分散的两条带状分布,最大累计降水量为220.7 mm,位于浙江衢州;第三阶段7月2-8日,雨带呈现纺锤形,最大累积降水量达到了606.8 mm,降水强度强于前两阶段,位于安徽六安。(2)冷空气来自东北路径。第一阶段江淮地区上空被暖气团控制不受冷空气影响,第二阶段和第三阶段冷空气均来自东西伯利亚低槽,且第三阶段冷空气更强。(3)南亚高压的强度上,三个阶段分别为强弱强,与西南水汽输送强度相对应。西太副高在第一阶段强度较弱,范围较大;在第二阶段强度较强,范围较小;第三阶段副高强度和范围都较大。南海的水汽输送强弱主要受副高强度控制。因此,受南亚高压和副高影响的不同,三个阶段来自孟加拉湾的西南水汽输送为强、弱、强;来自南海的水汽输送为弱、强、强,第三阶段水汽最为充沛。(4)第一阶段,日本南部低空急流较弱、存在索马里低空急流,高空急流在东北亚有中断;第二阶段,日本南部低空急流较强、无索马里急流,高空急流连续;第三阶段,日本南部低空急流较强、索马里急流较强,高空急流连续且在东北亚下凹。各阶段高低空急流配置与水汽和冷空气的输送情况相一致,对此次持续性强降水的发生发展起到推动作用。

关键词:气象学;气候与气候变化;江淮地区;持续性强降水;水汽输送;西太平洋副热带高压;南亚高压;急流

中图分类号:P458.121

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2021.05.009

0 引言

中国地处欧亚大陆东端,北临西伯利亚高寒地带,东临太平洋,同时受到青藏高原的热力与动力作用的显著影响,为复杂的季风气候区域^[1-2]。江淮流域指的是长江中下游及淮河流域,狭义上江淮地区指长江、淮河之间的地区,而广义上可以理解为中国大陆中东部地区(以下用此名称),其地理范围主要是:安徽大部、江苏大部、河南东部、湖北中东部、湖南北部、江西北部、浙江北部。江淮地区有明显的季风气候特征,四季分明,雨量充沛,天气复杂多变,灾害性天气频发^[3-4]。研究表明,中国旱涝灾害多集中在长江流域、淮河流域和东南沿海。江淮地区不仅是中国重要的工农业基地,也是经济发达地区^[5]。

江淮位于中国中东部,夏季主要为西北太平洋副热带高压(简称西太副高)脊控制。在大气低层(如850 hPa),西太副高西南侧的东南暖湿气流、南海的偏南暖湿气流和孟加拉湾的西南暖湿气流与北方相对干

冷气流时常相遇于中国东部,并形成准东西向雨带^[6],该雨带随着上述偏南暖湿气流和偏北干冷气流的强弱(弱强)而北进(南退),进而造成夏季长江流域至日本南部雨量的变化^[7-8]。此外,大尺度环流异常所引起的干冷、暖湿气流交换是强降水发生的重要原因。夏季中高纬度阻塞高压有利于经向环流的发生发展,有利于北方干冷空气输送至中国中东部地区,造成强降水的发生^[9]。

文中对2020年夏季江淮地区持续性强降水过程进行时空上的多尺度分析,并与气候态对比分析其异常气象要素的分布特征,总结这次强降水与以往降水的异同点,以期加深对灾害性强降水的科学认识。

1 数据和方法

选用美国国家环境预报中心(NCEP/NCAR)提供的逐日再分析资料和1981-2010年平均的逐日再分析资料,使用要素包括降水量、水平纬向风分量、经向风分量、比湿、位势高度场、温度场等。

夏季江淮地区7天内逐日平均降水量大于10 mm的天数超过5天的降水过程称为是持续性异常降水;若

收稿日期:2020-10-03

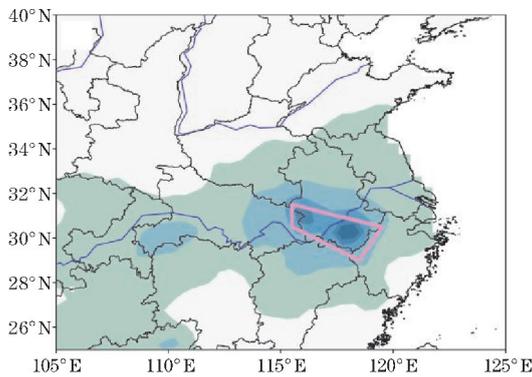
基金项目:国家自然科学基金资助项目(41005034);公益性行业(气象)科研专项资助项目(GYHY201506001)

7天后连续2天没有出现超过10 mm的降水,视为此次异常降水过程结束;若仍有超过10 mm的降水出现,则直到连续2天没有超过10 mm的降水出现为止^[10]。

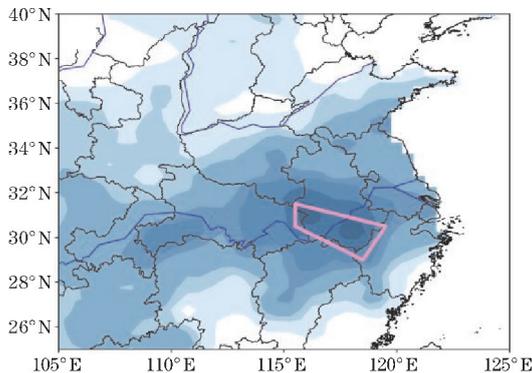
2 持续性降水过程

2.1 空间分布

图1为6月1日-8月1日累计降水量和累计距平分布图。如图1(a)所示,降水范围覆盖整个江淮流域,累计降水量基本都在500 mm以上,中心位于黄山站,降水量超过1500 mm。强降水带总体呈西北东南走向,其中900 mm以上的降水区域集中在安徽南部、湖北东部、江西北部以及河南东南部、浙江西部地区。从图1(b)同样可以看出,累计降水量距平偏高的地区位于长江流域和淮河流域,其中,江淮流域明显偏多,与累计降水量分布图相一致。特别是安徽西南部地区累计降水距平较大,六安站和黄山站降水累计距平超过900 mm。因此,为突出这次强降水的特征,选择图1四边形内的江淮流域区域作为研究范围。



(a) 降水量

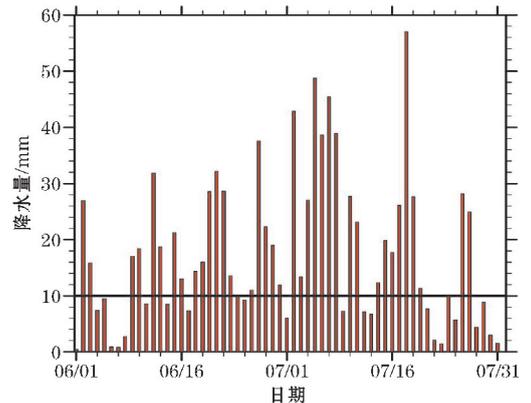


(b) 降水距平

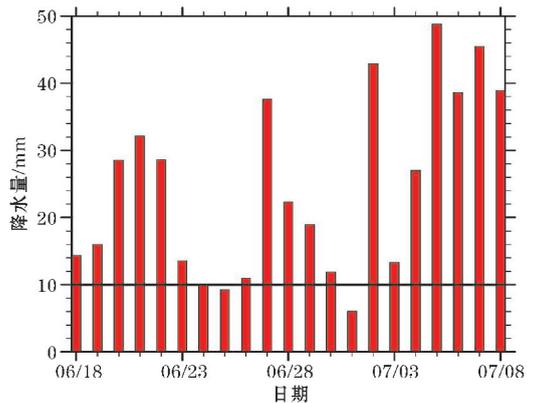
图1 2020年6月1日-8月1日累计降水量及降水距平图

2.2 时间序列分布

图2(a)为2020年6月1日-8月1日江淮地区日平均降水演变序列。根据持续降水定义,6月18日-7月8日为一次持续降水过程,持续时间总时长为21天,其间有19天日平均降水量超过10 mm,有2天间隔降水量未达到10 mm,分别为6月25日和7月1日。可将这次持续性降水过程分为3个强降水时间段(图2b):6月18-24日为第一阶段,时长为7天,期间6月20日-22日降水量较大,降水量维持在30 mm左右,其中日均降水量最高值出现在6月21日,达到32.5 mm;6月26-30日为第二时段,时长5天,其间日均降水量最高值出现在6月27日,达到38 mm;第三时段则为7月2-8日,时长7天,期间降水量值前3天波动较大,后4天降水量值较大,维持在40 mm左右,其中日均降水量最高值出现在7月5日,达到49 mm。



(a) 6月1日-8月1日



(b) 6月18日-7月8日

图2 2020年6月1日-8月1日及6月18日-7月8日江淮地区逐日降水量

2.3 全过程及各降水阶段空间分布

图3为6月18日-7月8日整个连续性降水过程江淮地区降水总量和降水累计距平空间分布。图3(a)

中,江淮流域降水几乎全达到200 mm以上,降水中心在安徽六安,降水总量达到962.3 mm。雨带大致呈现东西走向,其中降水量超过600 mm的区域位于湖北东南角、安徽南部、江西北部 and 浙江西北部少数地区。图3(b)与图3(a)基本对应,除六安降水异常偏大外,湖北、安徽和江西交界小块区域出现异常偏多降水距平。同样地,降水异常最大的地区为六安,达到670.3 mm。

图3(c)中,第一阶段6月18–24日,降水大值区呈现带状分布,降水大于200 mm的区域位于安徽安庆(安徽靠近湖北的地区)和湖北东部少数地区、安徽东南部和浙江中北部(杭州附近),最大累计降水量为268 mm,位于安徽西南部及湖北东部。图3(d)中,情况与图3(c)类似,但也有细微区别:降水异常在150 mm以上的地区位于安徽西南部及湖北东部、浙江中北部。最大累计降水距平为206.5 mm,同样位于安

徽西南部及湖北东部。

图3(e)中,第二阶段6月26–30日,降水大值区呈现双雨带分布特点,降水大于200 mm的区域位于浙江西部和湖北中部少数地区,最大累计降水量为220.7 mm,位于浙江西部(衢州附近)。图3(f)情况相似,降水异常大于150 mm的区域位于浙江西部、湖北中部和西南部。最大累计降水距平为183.3 mm,位于浙江西部。

图3(g)中,第三阶段7月2–8日,降水集中度和强度都有所提高,降水量大于400 mm的地区主要位于安徽南部、江西北部以及湖北东南角。最大累计降水量达到606.8 mm,远大于前两个阶段,最大降水地区位于安徽东南部的六安。图3(h)中,降水异常的情况与图3(g)相似度很高,最大降水距平高达524.6 mm,位于浙江西部。

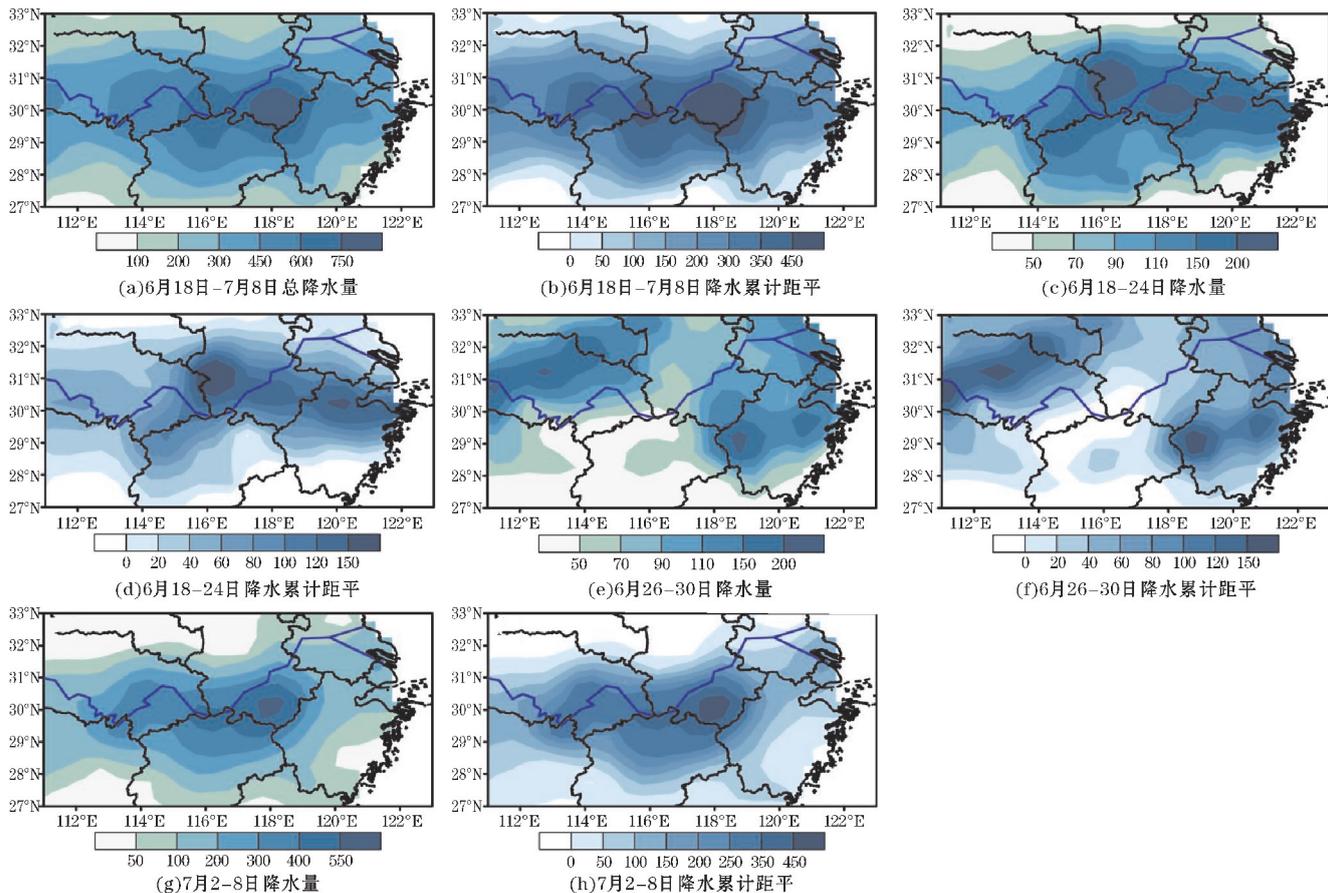


图3 2020年6月18–7月8日江淮地区降水总量和降水累计距平分布

3 大尺度环流特征

为进一步探讨此次持续降水过程的机理,接下来分析其大尺度环流特征。主要是从整层大气的水汽通量、垂直速度与经向风异常及温度距平场、700 hPa风

场及经向风、500 hPa高度场、300 hPa 温度场、200 hPa 风场等方面进行分析。

3.1 水汽通量

图4(a)为6月18–24日的垂直积分水汽输送图。由于是整层的水汽积分存在大气斜压的特性,水汽输

送带的位置相对其直接影响的降水区域会向南偏移,因此江淮地区位于副高西北侧北上的暖湿气流与南下冷空气交汇处。降水第一阶段,主要水汽源是孟加拉湾,水汽从孟加拉湾经由缅甸进入中国西南,再向东北输送到江淮地区,为这次降水带来了充沛水汽条件。

图4(b)为6月26-30日的垂直积分水汽输送图。降水第二阶段,孟加拉湾水汽输送很弱了,水汽主要由南海先向西北进入中国西南,再转向东北进入江淮。

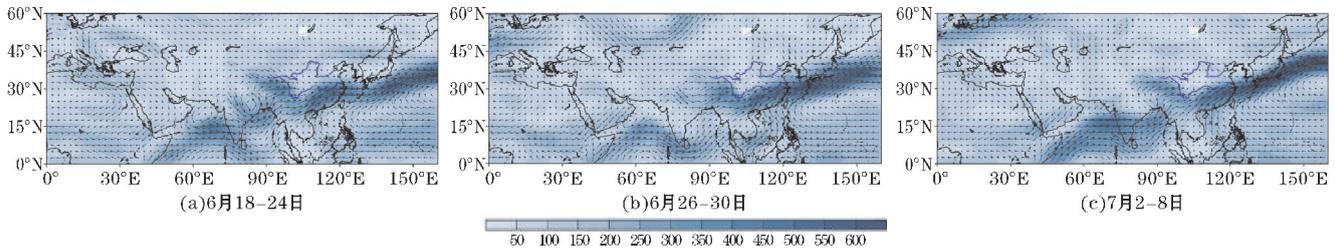


图4 2020年6月18-7月8日整层垂直积分水汽输送图

3.2 温度、垂直速度及经向风距平场

图5给出了各降水阶段对应的 $114^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$ 平均温度、水平风经向分量与垂直速度距平场合成矢量的高度-纬度剖面。

图5(a)为6月18-24日降水阶段对应的垂直剖面图。副热带下沉气流较强,表明副高强度较强,江淮地区($28^{\circ}\text{N} \sim 32^{\circ}\text{N}$)上空上升气流较强,对流活动较强,北方南下冷空气非常微弱。该阶段的降水主要是强烈上升运动对应的对流性降水,该对流稳定发展,逐日降水量呈现逐渐增多再减小的演变过程。

图5(b)为6月26-30日降水阶段对应的垂直剖面

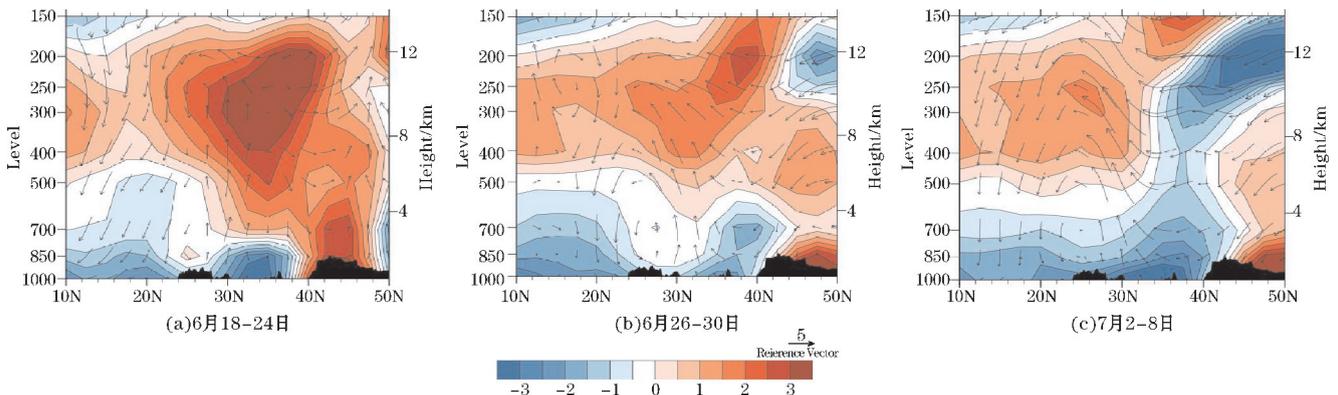


图5 2020年6月18-7月8日 $114^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$ 平均的温度、水平风分量与垂直速度距平场合成矢量的高度-纬度剖面图

3.3 700 hPa 风场与经向风

图6(a)、(b)分别为6月18-24日700 hPa平均风场和平均经向风。图6(a),江淮北侧有一较弱气

南海而来的水汽输送弥补了从孟加拉湾过来的西南水汽输送的缺失,江淮地区的水汽条件较第一阶段变化不大。

图4(c)为7月2-8日的垂直积分水汽输送图。降水第三阶段,来自孟加拉湾的西南水汽输送增强,来自南海的水汽输送未减弱,两处的水汽都先进入中国西南再一同向东北进入江淮,使得江淮水汽非常充沛,有利于强降水发生。

面图。副热带区域下沉运动明显减弱,表明此时副高强度较弱,江淮地区上空上升气流较第一阶段有所减弱,北方南下冷空气显著增强,冷暖交汇锋面位于华北,仍然有冷空气南下江淮。该阶段对流有所减弱,但冷空气的南下与北上的暖湿空气交汇叠加对流效应易导致极强降水发生,表现为不稳定的逐日降水量。

图5(c)为7月2-8日降水阶段对应的垂直剖面图。副热带区域下沉运动显著增强,范围扩大,表明副高较强,江淮上空上升气流有所加强,北方有大量冷空气南下江淮,冷暖交汇锋面位于江淮上空,说明北上的暖湿空气与从高纬南下的干冷空气在江淮上空大量的交汇对流,为超强降水的发展提供了有利环流条件。

旋,低层辐合上升较弱。副高西北侧的低空急流轴入口远在日本南部,水汽输送较弱,南海水汽输送不足,但存在索马里急流、西南水汽输送较强,总的水汽输送充足。图6(b),江淮地区上空等风速线较稀疏,有一

定的辐合效应,江淮地区南部由南风控制,北部有较弱的局地北风,基本无从高纬度南下的冷空气活动,江淮地区的辐合上升运动与北上暖湿气流提供的充足水汽有利于对流产生强降水。

图6(c)、(d)分别为6月26–30日700 hPa平均风场和平均经向风。图6(c),急流轴入口就在江淮以东,水汽输送较强,但无索马里急流、西南水汽输送较弱,水汽主要来自南海,因此总的水汽输送较降水第一阶段变化不大。图6(d),江淮地区等风速线依旧稀疏,辐合效应一般,江淮南部由南风控制,北部有较弱

的高纬度北风南下,两股不同性质的气流在江淮汇聚形成了强降水。

图6(e)、6(f)分别为7月2–8日700 hPa平均风场和平均经向风。低空急流入口依然在江淮东边,水汽输送较强,且索马里急流和西南水汽输送较强,南海水汽输送也较强,因而总的水汽输送十分强劲。图6(f),江淮地区上空等风速线较密集,气流辐合较好,南部由南风控制,北部北风也较强,对流效果显著,造成高纬冷空气南下与低纬暖湿气流北上,在江淮流域聚集,进而产生比前两个阶段更强的降水。

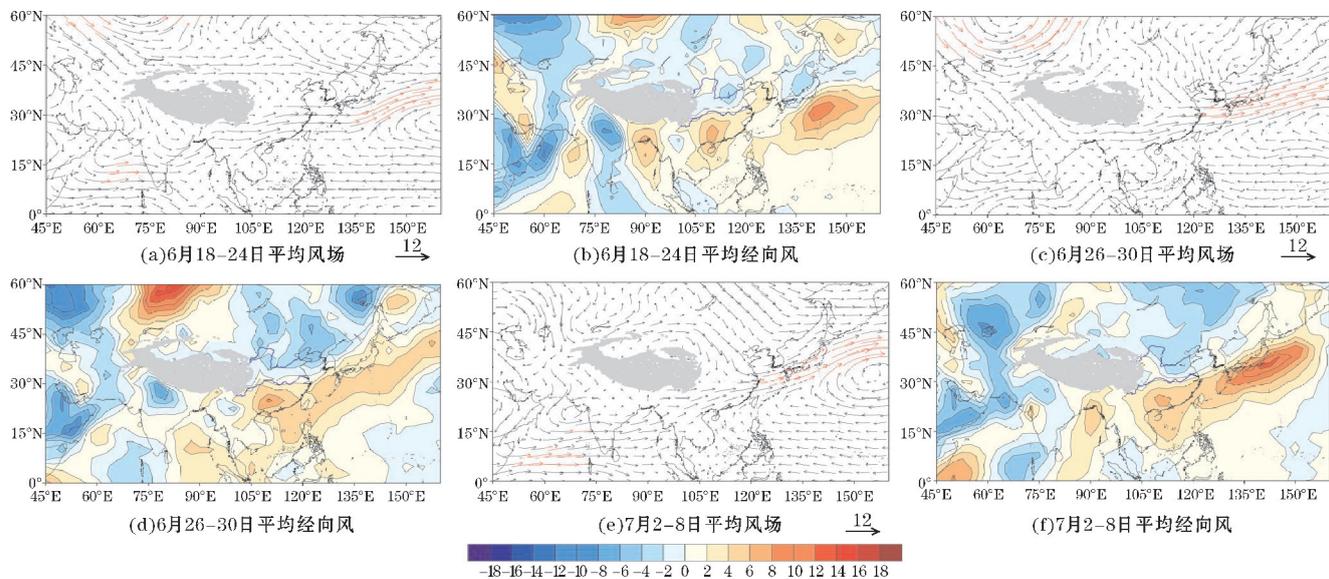


图6 2020年6月18–7月8日700 hPa平均风场及平均经向风

3.4 500 hPa 高度场

图7(a)为6月16–17日500 hPa位势高度场和其距平分布图。亚欧大陆中高纬度槽脊多波动,乌拉尔山到斯堪的纳维亚半岛有一个明显的脊存在,且与往年相比偏高120 gpm以上。而在新地岛和巴伦支海有一极涡,在脊后及极涡南部分裂出一个低槽向南延伸到中亚和新疆,另一短波槽延伸至贝加尔湖北部,而在中国东北有一低涡。此时,西太副高脊线位于20°N附近。

图7(b)为6月18–24日500 hPa位势高度场和其距平图。此时对应降水的第一阶段,乌拉尔山到斯堪的纳维亚半岛有较强阻高(位势高度为5580 gpm),东西伯利亚亦有一较强阻高,西西伯利亚有一较强低槽,槽后有冷空气南下至中国新疆。巴尔喀什湖附近的长波槽存在冷空气沿中纬度锋区东移南下。此时,西太平洋副高脊线稳定在20°N~25°N,西伸脊点位于100°E附近,副高北界5840 gpm线稳定在25°N~30°N附近。

图7(c)为6月25日500 hPa高度场和其距平图。此日为第一、二阶段之间的降水量低于10 mm的分隔日,与第一阶段类似,高纬地区为“两高一低”分布,只是阻高低槽都有所减弱。巴尔喀什湖低槽分裂出短波槽从新疆–河西走廊东移南下,直到黄淮流域。副高脊点东撤到115°E。

图7(d)为6月26–30日500 hPa高度场和其距平图。降水第二阶段,乌拉尔山的阻高奔溃,西西伯利亚地区存在一个大槽,勘察加半岛有一低槽,一直延伸到鄂霍次克海和日本海。受中西伯利亚阻高的影响,沿着勘察加半岛–鄂霍次克海–日本海,槽后冷空气一路南下到江淮。西太副高脊线位于20°N,西伸脊点位于100°E附近,副高北界5840 gpm线仍稳定在30°N。

图7(e)为7月1日500 hPa高度场和其距平图。此日为第二、三阶段之间的降水量低于10 mm的分隔日,中高纬地区呈现多槽脊波动,西西伯利亚大槽减弱,中西伯利亚阻高有所加强并进入极区,鄂霍次克海的低槽则加强了。副高脊点东撤到125°E。

图7(f)为7月2-8日500 hPa高度场和其距平图。降水第三阶段,西西伯利亚的槽减弱南下到中亚,中西伯利亚阻高加强北移到极区形成极地高压,勘察加半岛的槽发展成东西伯利亚大槽,形成“两槽一脊”的形式,东西伯利亚大槽槽后大量冷空气南下,影响江淮流域。副高加强西伸,脊线稳定在20°N,脊点西伸到105°E,副高北界5840 gpm线仍稳定在30°N附近。

图7(g)为7月9-10日500 hPa高度场和其距平图。乌拉尔山的脊增强并与极地高压相连,极地高压减弱,东西伯利亚大槽减弱趋于消亡,中西伯利亚形成切断低压,低压中心为5430 gpm,切断低压分裂出低槽延伸到中国内蒙,冷空气沿着切断低压延伸的低槽南下中国腹地。副高减弱东撤,脊线位于25°N~30°N,脊点东撤到120°E。

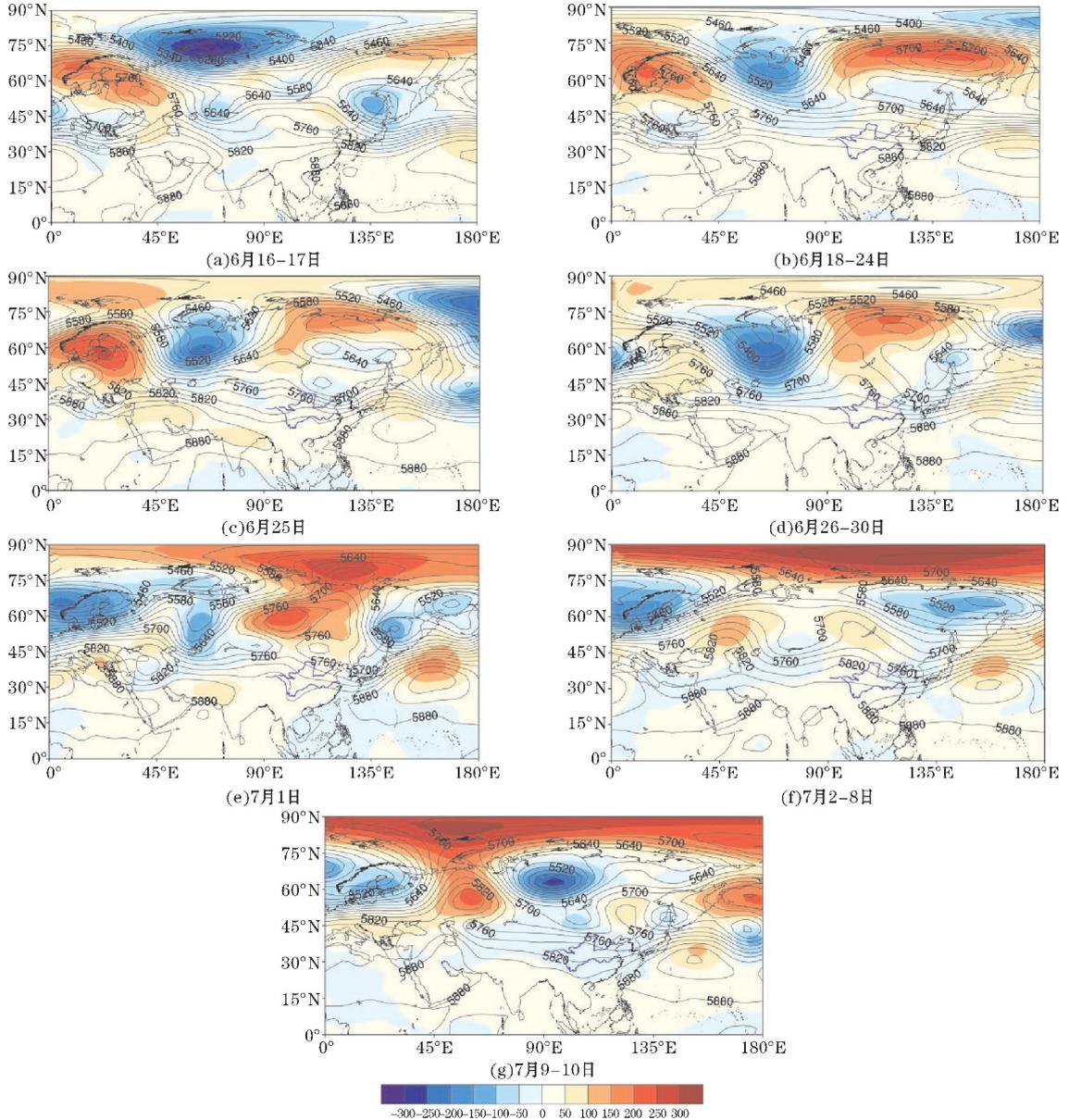


图7 2020年6月16-7月10日持续性降水500 hPa高度场和距平场的空间分布演变图

3.5 300 hPa 温度场

图8(a)为6月18-24日300 hPa温度场和距平图,降水第一阶段,中亚和东西伯利亚南部等中高纬度地区存在大量冷空气,由于华北和东北被暖气团控制,冷空气则止步河套地区和东北。江淮上空为暖中心,

表明上升气流较强,南亚上空暖中心范围较大,西北太平洋冷中心范围较小,对应较强南亚高压和较弱的西太副高,因而有利于对流层中层来自孟加拉湾的西南气流输送,但不利于来自南海的水汽输送。

图8(b)为6月26-30日300 hPa温度场和距平图,降水第二阶段,东北亚的冷空气南下辽东和渤海,

为江淮地区带来了冷暖对流降水。南亚上空暖中心较弱,西北太平洋冷中心则较强,对应较弱的南亚高压和较强的西太副高,因此不利于来自孟加拉湾的西南水汽输送,但有利于来自南海的水汽输送。

图8(c)为7月2-8日300 hPa温度场和距平图,降水第三阶段,从东西伯利亚分裂而下的冷气团笼罩

中国东北、朝鲜半岛和黄渤海,其西南部与从中国南方而来的暖湿空气在江淮交汇,产生强劲降水。南亚的暖中心范围较大、西太冷中心也较强,对应南亚高压和西太副高都较强,因而来自孟加拉湾和南海的水汽输送都会有所加强,江淮的水汽也就十分充沛。

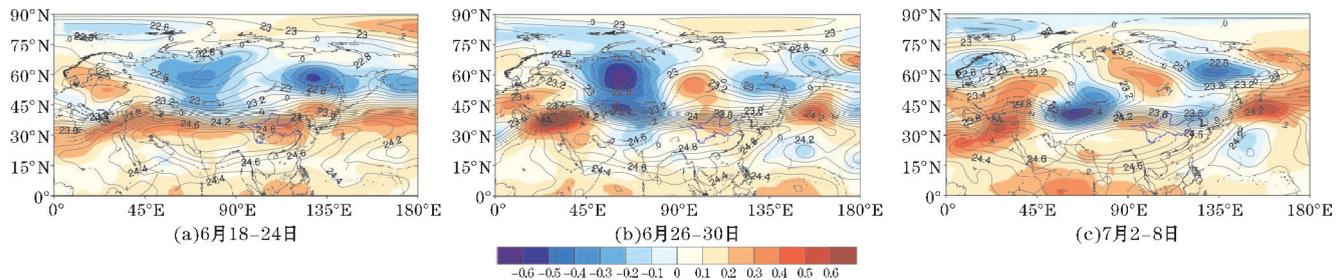


图8 2020年6月18-7月8日300hPa平均温度场和距平场分布图

3.6 200 hPa 风场

图9分别为6月18-24日、6月26-30日、7月2-8日200 hPa平均风场。图9(a),高空急流位于江淮地区北部,急流在朝鲜半岛中断,气流辐合下沉,朝鲜半岛低层为反气旋控制,江淮又位于朝鲜半岛西南方,江淮地区冷空气来源的主要路径东北路径被堵住,冷空

气难以南下。图9(b),高空急流一直连续到日本,位于江淮北部,由于急流在东亚下凹不明显,冷空气不易大规模南下,因此在第二阶段一旦有冷空气南下,降水强度会骤增,反应在逐日降水量分布上差异较大。图9(c),高空急流在东亚向南发展,江淮地区位于急流向南凹陷处南部,有利于引导冷空气南下,从而与北上而来的暖湿空气聚集形成较前两阶段更强的降水。

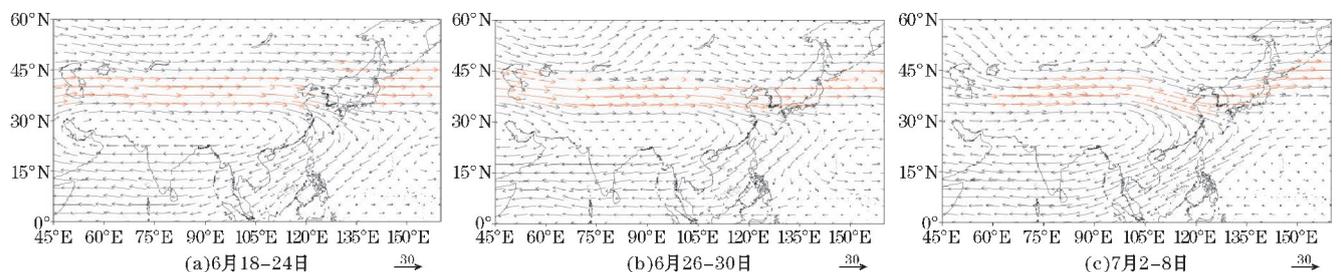


图9 2020年6月18-7月8日200 hPa平均风场分布图(红色部分为风速 $\geq 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的高空急流)

4 结束语

此次降水具有雨量大,持续时间长,各阶段降水差异大的特点。综上分析结论如下:

(1)整个过程分为三个阶段:6月18-24日,6月26-30日和7月2-8日。第一阶段最大累计降水量为268 mm,位于安徽安庆附近;第二阶段最大累计降水量为220.7 mm,位于浙江衢州附近;第三阶段最大累计降水量达到了606.8 mm,位于安徽六安附近。

(2)水汽输送上,第一阶段水汽主要来自孟加拉湾的西南气流,第二阶段主要来自南海的水汽输送,第三阶段水汽输送既有来自孟加拉湾的西南水汽输送也有来自南海的水汽输送。

(3)冷空气的入侵路径和强度也有区别,西北路径上的冷空气大多只到达中国西北地区,江淮地区的冷空气来自东北路径。第一阶段江淮地区上空被暖气团控制不受冷空气影响;第二阶段和第三阶段冷空气均来自东西伯利亚低槽,且第三阶段冷空气比第二阶段更强,冷暖交汇所产生的降水更强。

(3)南亚高压的强度上,三个阶段分别为强弱强,与西南水汽输送强度相对应。西太副高在第一阶段强度较弱,范围较大;在第二阶段强度较强,范围较小;第三阶段副高强度和范围都较大。南海的水汽输送强弱主要与副高强度有关,与副高范围则关系不大。

(4)第一阶段日本南部低空急流较弱、存在索马里低空急流,高空急流在东北亚有中断;第二阶段日本南部低空急流较强、无索马里急流,高空急流连续;第

三阶段日本南部低空急流较强、索马里急流较强,高空急流连续且在东北亚下凹。

综上所述,第一阶段降水属于局地对流性降水,水汽主要源自孟加拉湾,水汽较为充沛,夏季江淮地区地面升温产生对流,产生持续性降水,不受冷空气南下影响,雨带呈现带状分布,表现为无降水中心或多降水中心(六安、安庆等);第二阶段降水局地对流性降水和冷暖气流汇聚型降水都有,水汽主要源自南海,水汽较为充沛,既有局地热对流,也受到少量南下冷空气的影响,雨带呈现分散的两条带状分布;第三阶段降水属于冷暖气流汇聚型降水,来自孟加拉湾和南海的水汽充沛的暖湿气流与来自北方的冷空气在江淮地区汇聚,产生强降水,雨带呈现纺锤形,降水中心明显位于安庆,且第三阶段降水也明显强于强两个阶段。本次降水不同阶段大尺度环流在对流层各层均有差异,属于典型的梅雨型降水。中高纬冷空气、暖湿水汽的输送、有利的环流条件都具备,为这次持续性的强降水提供了有利的对流环境。

参考文献:

- [1] 王小玲,丁一汇,张庆云. 中国东部夏季持续强降水发生的主要环流模态和水汽输送研究[J]. 气候与环境研究,2017,22(2):221-230.
- [2] 方欢,原韦华,徐幼平. 长江中下游地区夏季强降水前期的三维环流结构特征分析[J]. 大气科学,2020,44(4):761-775.
- [3] Li, Xinyu Lu, Riyu. Subseasonal Change in the Seesaw Pattern of Precipitation between the Yangtze River Basin and the Tropical Western North Pacific during Summer[J]. Advances in Atmospheric Sciences,2018,35(10):1231-1242.
- [4] 罗亚丽,孙继松,李英,等. 中国暴雨的科学和预报:改革开放40年研究成果[J]. 气象学报,2020,78(3):419-450.
- [5] 王伟,李建平,丁瑞强. 时-空二维波传播分解方法及其在季节内振荡分析中的应用[J]. 气象学报,2011,69(4):555-569.
- [6] 丁一汇. 高等天气学[M]. 2版,北京:气象出版社,2005:138-150.
- [7] 张丽霞,周天军. 夏季亚洲对流层中上层温度年际变率的预测水平评估及其在我国东部降水预测中的应用[J]. 大气科学,2020,44(1):150-167.
- [8] Xinyu LI, Riyu LU. Seesaw Pattern of Rainfall Anomalies between the Tropical Western North Pacific and Central Southern China during Late Summer[J]. Advances in Atmospheric Sciences,2019,36(3):261-270.
- [9] 况雪源,张耀存. 东亚副热带西风急流位置异常对长江中下游夏季降水的影响[J]. 高原气象,2006,25(3):382-389.
- [10] 张梦珂,金大超. 2015年夏季东亚和南亚降水异常与热带太平洋海温异常的联系及机理[J]. 大气科学学报,2019,42(5):745-754.
- [11] 刘芸芸,丁一汇. 西北太平洋夏季风对中国长江流域夏季降水的影响[J]. 大气科学,2009,33(6):1225-1237.
- [12] 任晓玥,王伟,周可. 1979-2017年江淮梅雨降水变化及一次典型事件特征分析[J]. 成都信息工程大学学报,2019,24(6):632-639.
- [13] 吴晶璐,惠品宏,刘建勇,等. 江淮流域极端降水时空变化特征:站点观测和再分析的对比[J]. 大气科学学报,2019,42(2):207-220.
- [14] 龚敬瑜,王谦谦. 江淮梅雨期降水不同尺度异常与SSTA的关系[J]. 南京气象学院学报,2006,29(5):656-661.
- [15] 赵勇,钱永甫. 青藏高原地表热力异常与我国江淮地区夏季降水的关系[J]. 大气科学,2007,31(1):145-154.
- [16] 陶丽,于国强,王学兵. PJ遥相关型对长江中下游夏季降水影响的不对称性[J]. 大气科学学报,2020,43(2):299-309.
- [17] 鲍名. 近50年我国持续性暴雨的统计分析及其大尺度环流背景[J]. 大气科学,2007,31(5):779-792.
- [18] 王晓春,吴国雄. 中国夏季降水异常空间模与副热带高压的关系[J]. 大气科学,1997,21(2):34-42.
- [19] 周可,王伟,任晓玥. 2010年夏季长江中下游持续性异常降水低频特征分析[J]. 成都信息工程大学学报,2018,33(4):448-455.
- [20] 郭品文,沈沉,董丽娜,等. 亚洲季风区海陆热力变化的观测分析及模拟评估[J]. 大气科学学报,2017,40(2):215-223.

Analysis of Persistent Heavy Rainfall Process in Jianghuai Region in 2020 Summer

FU Jiangyun, WANG Wei, Hu Jiajie

(College of Atmospheric Science, Chengdu University of Information Technology, and Plateau Atmospheric and Environment Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610225, China)

Abstract: In the summer of 2020, persistent heavy rainfall occurred in the Yangtze Huaihe River Basin in China. In order to study the mechanism of the persistent heavy rainfall, the daily reanalysis data and average daily reanalysis data from 1981 to 2010 provided by the National Environmental Prediction Center (NCEP / NCAR) were used to analyze the precipitation process and circulation situation of the heavy rainfall in the Yangtze Huaihe River Basin. The results show: (1) the persistent rainfall can be divided into three stages: The first stage is from June 18 to June 24, the distribution of rain belt is zonal, and it is characterized by no precipitation center or multi precipitation center. And the maximum accumulated precipitation is 268 mm, which occurred in Liuan, Anhui Province. The second stage is from June 26 to June 30, the rain belt is distributed in two belts, and the maximum accumulated precipitation is 220.7 mm, which occurred in Quzhou, Zhejiang Province. The third stage is from July 2 to July 8, rain belt is spindle shaped, the maximum accumulated precipitation is 606.8 mm, and which is larger than the first and second stages. The maximum precipitation area is occurred in Liuan, Anhui Province. (2) The cold air come from the Northeast path. In the first stage, the upper part of Jianghuai area is controlled by warm air mass, and is not affected by cold air; The cold air in the second and third stages come from the East Siberian trough, and the cold air in the third stage was stronger than that in the first two stages. (3) In terms of the intensity of the South Asia high, the three stages are strong, weak and strong. It corresponds to the southwest water vapor transport intensity. In the first stage, the intensity of the West Pacific subtropical high is weak and the range is large; in the second stage, the intensity is strong and the range is small; in the third stage, the intensity and range of the Western Pacific subtropical high are large. The Western Pacific subtropical high, in the first stage, which is weak in intensity and large in scope; in the second stage, which is strong in intensity and small in scope; in the third stage, the intensity and range of the Western Pacific subtropical high are large. The water vapor transport in the South China Sea is mainly controlled by the Western Pacific subtropical high. Therefore, the influence of South Asia high and the Western Pacific subtropical high is different. In terms of the southwest water vapor transport from the Bay of Bengal, the three stages are strong, weak and strong. In terms of the southwest water vapor transport from the South China Sea, the three stages are weak, strong and strong. In the third stage, the water vapor condition is better than the first two stages. (4) In the first stage, the low-level jet in southern Japan is weak. Low-level jet found in Somalia and the Upper jet is interrupted in Northeast Asia. In the second stage, the low-level jet in southern Japan is strong, low-level jet was not found in Somalia, and the Upper jet is continuous. In the third stage, the low-level jet in southern Japan is strong, and the Somali jet is strong, and the Upper jet is continuous and concave in Northeast Asia. In each stage, the configuration of high and low level flow is consistent with the transportation of water vapor and cold air, which promotes the occurrence and development of the persistent heavy rainfall.

Keywords: meteorology; climate and climate change; Jianghuai; persistent heavy precipitation; water vapor transport; western pacific subtropical high; South Asia high; Jet