

江淮地区 33 a 持续性异常降水过程的天气学特征分析

李婉¹, 肖天贵¹, 金荣花²

(1. 成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都 610225; 2. 国家气象中心, 北京 100081)

摘要:针对 1981–2013 年在江淮地区发生的 24 次持续性异常降水过程, 使用江淮地区 388 个观测站逐日降水观测资料和 NCEP/NCAR 逐日的再分析资料, 采用统计和合成方法, 得出 33 a 江淮区域发生异常降水事件前后的天气学特征。结果表明: 江淮流域 33 a 异常降水过程平均可维持 4 d 或 5 d, 异常降水初日降水量可达 33.02 mm。异常降水过程前后, 逐日降水量有一个非常显著的增长且与环流的异常调整有紧密的关系。西太副高的纬向移动现象比较明显, 584 线维持在江淮地区。江淮地区处于温暖潮湿的偏西风及来自印度洋的热带季风气流两者的共同控制中, 受到从印度洋传输来的暖湿西南气流的影响面积逐渐增大, 给予充足的水汽和能量, 南北经向风在江淮流域上空出现交汇。南亚高压继续向东发展到 130 °E 以东, 1252 dagpm 等值线向北发生位移及 200 hPa 散度场江淮流域上空辐散中心的加强均对异常降水过程具有预警提示意义。

关键词: 大气科学; 天气学分析; 持续性降水; 异常降水; 江淮地区

中图分类号: P458.1+21.1

文献标志码: A

doi: 10.16836/j.cnki.jcui.2017.01.010

0 引言

江淮流域是中国著名的鱼米之乡, 但由于该地区处于中国南北气候的过渡带, 冷暖气团交绥频繁, 也是发生旱涝灾害最严重的地区^[1-2]。近几十年来, 在中国东部地区, 包括江南地区、长江中下游地区和江淮流域地区, 夏半年的持续性强降水是造成洪涝灾害的主要原因, 1991 年、1998 年江淮流域共发生 5 段持续性强降水过程^[3-4], 1999 年由于梅雨锋的稳定维持, 还出现持续长达 10 d 的暴雨天气^[5], 2003 年夏季和 2007 年夏季江淮地区发生罕见的暴雨洪涝, 有 3800 多万亩受灾面积, 造成该地区重大的经济损失^[6]。

区域性持续性强降水同时满足强度、时间和规模 3 个要素, 是大规模强降雨带长期影响江淮流域的过程, 对中国的影响一直很大。由于江淮流域涝情非常严重, 文中将研究江淮流域出现的持续性异常降水过程的天气学特征。大部分都是对强降水个例进行诊断分析或者数值模拟, 总结出区域性持续性强降水的气候分布特征^[7], 江淮流域的持续性异常降水过程大部分可以维持 3~5 d, 个别能够维持 13 d^[8-10]。大尺度背景^[11-12]对江淮流域持续性强降水的影响也很大。强降水与东亚阻塞形势的建立、西太副高和西风带北移及东亚季风的维持相联系^[13-15]。低频降水是江淮地区总降水中的重要组成部分。Chen 等^[16-17]证实梅雨

存在 10~24 d 振荡。王遵娅等^[18]发现长江中下游地区的降水存在 10~30 d 振荡。长江中下游强的降水有准双周的振荡特征^[19], 其中最大值为 15 d、24 d^[20]。关于若干个例的合成研究, 也有很多学者做过相关的分析^[21-22], 在前述研究工作中, 针对江淮流域的持续性强降水过程的合成分析、强降水过程发生前后的环流特征等天气学特征的分析还比较薄弱。因此, 利用 1981–2013 年 33 年的 24 个持续性强降水案例的合成, 系统研究了江淮流域持续性强降水期间及前后的环流特征, 将为江淮持续性暴雨的天气学预报模型的建立提供天气背景的基础支撑, 具有重要的业务指导意义。积极做好降水异常预测工作, 对于降低洪涝灾害对国民经济的影响程度, 减少灾害带来的损失, 具有重要的社会意义^[23]。

1 使用资料

所用资料有 1981–2013 年中国 2479 个气象观测站的逐日降水资料; 1981–2013 年 NCEP/NCAR 逐日的再分析资料数据集, 垂直方向为: 700 hPa、500 hPa 和 200 hPa, U 风场、V 风场及位势高度场等资料, 网格分辨率为 1°×1°; 文中所确定的江淮地区研究区域为 110°E~125°E, 28°N~34°N。

2 持续性异常降水的统计特征

根据陈官军^[24]对区域性持续性强降水的定义, 在 0.5°×0.5°经纬网格下, 不超过 120 个网格的矩形区

收稿日期: 2016-06-29

基金项目: 国家科技支撑资助项目(2015BAC03B05); 国家自然科学基金资助项目(91337215, 41575066); 国家重点基础研究发展计划资助项目(2013CB733206, 2012CB417202)

域内,相同时间上至少有 N 个网格点满足连续 3 日总降水量 ≥ 100 mm,且每日该区域内至少有 N 个网格点的日降水量 ≥ 25 mm,阈值 N 在 26°N 以北设定为 28。以 $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 经纬网格下,不超过 30 个网格的矩形区域内,相同时间上至少有 N 个网格点满足连续 3 日总降水量 ≥ 100 mm,且每日该区域内至少有 N 个网格点的日降水量 ≥ 25 mm,阈值 N 在 26°N 以北设定为 7 为标准,将 1981–2013 年 33 年间发生的共 24 次持续性异常降水过程当作研究对象(表 1)。同时根据界定标准,统计 1981–2013 年在江淮流域出现的持续性异常降水事件发生及持续时间状况。从表 1 中可以看出,最早发生持续性异常降水过程出现在 6 月(1984 年 6 月 12 日),最晚发生持续性异常降水过程在 10 月(1983 年 10 月 4 日),24 个持续性异常降水过程中,最短降水过程 3 d,最长降水过程 13 d,平均降水为过程 4.5 d 左右,主要的降水过程持续时间为 4 d 或 5 d。

表 1 1981–2013 年江淮地区持续性异常降水过程时间统计表					
降水过程	开始日期	持续日期	降水过程	开始日期	持续日期
1	1982.6.18	7	13	1996.7.14	5
2	1982.7.19	5	14	1998.6.28	4
3	1983.6.29	4	15	2000.6.24	5
4	1983.7.20	5	16	2002.7.22	4
5	1983.10.4	4	17	2003.6.29	4
6	1984.6.21	4	18	2003.7.8	4
7	1986.6.21	4	19	2005.7.7	3
8	1986.7.16	4	20	2006.6.30	3
9	1987.7.2	5	21	2007.7.5	4
10	1990.7.17	4	22	2008.8.14	4
11	1991.6.12	5	23	2010.7.10	5
12	1991.6.30	13	24	2013.7.5	4

表 2 统计了 6–10 月持续性异常降水的次数,其中 6 月和 7 月是异常降水事件集中出现的时间段,分别占到所有降水过程的 42 % 和 50 %,共发生 22 次异常降水,占比为 22/24,达 90 % 以上;异常降水没有出现在 9 月但有且只有一次持续性异常降水过程出现在 10 月。6 月和 7 月发生过很多异常降水过程,且时间也比较集中。为更清楚地分析江淮地区 24 个降雨过程发生的确切时段,图 1 给出江淮地区发生异常降水事件的初日出现的时间,可以看出,异常降水事件主要出现在 6 月 15 日–7 月 27 日,这表明从 6 月下旬开始一直到 7 月末大约 40 天左右是江淮地区持续性异常降水事件开始出现的集中时间段,与江淮梅雨时段相一致,其结果也与之前的研究结果一致^[9]。持续性异常降水过程发生的时间分布特征表明,异常降水与江淮地区在该时段的环流形势及梅雨时段的异常环流形

势存在重要的关联性。

表 2 1981–2013 年持续性异常降水过程统计表					
月份	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
次数	10	12	1	0	1

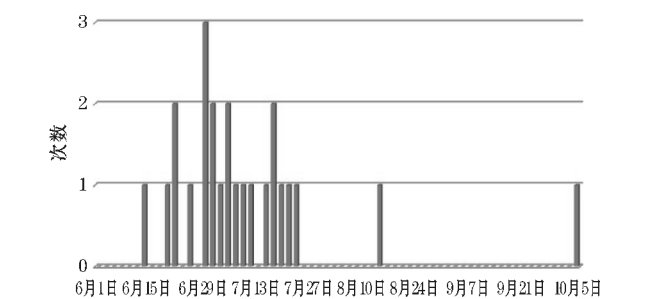


图 1 1981–2013 年持续性异常降水时间表

3 江淮地区持续性降水异常过程的合成特征

3.1 江淮地区持续性降水异常过程的时空分布特征

通过处理 1981–2013 年江淮区域 388 个观测站的站点资料,把 24 个异常降水过程发生初日等同于文中提及的第 0 d,逐个计算得出江淮地区持续性降水发生前后共 8 d 的降水量。异常过程初日,逐日降水量已经达到 33.02 mm,而江淮区域异常过程发生前的平均降水量虽然不到 20 mm,但是降水量有逐渐增长的趋势。异常降水事件发生后 1~3 d 日降水量均超过 30 mm,第 1 天(持续性异常降水过程的第 2 天)日降水量最大,达到 42.43 mm,第 2 天有所降低但仍维持在 38.26 mm,比降水过程初日降水量要大。江淮地区异常过程发生后累计总量达到 113.71 mm。第 3 天降水量仍有 26.6 mm,第 4 天降水量仅有 11.31 mm。异常降水过程前后,逐日降水量有显著的增长和减少。

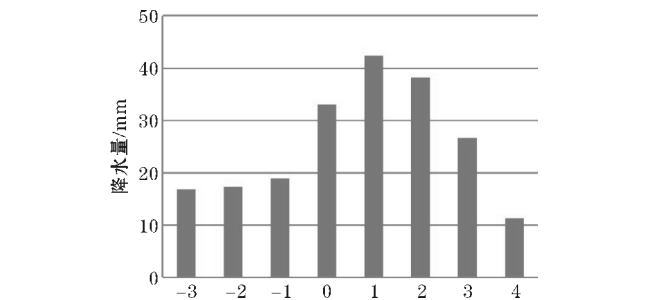


图 2 1981–2013 年持续性异常降水降水量统计表

对过去在江淮地区发生的共 24 次异常降水事件发生前后共 8 d 的空间降水量进行合成(图 3),其中有 2 个过程只可维持 3 天,13 个过程只可维持 4 天。每个降水过程从降水初日开始,每隔 24 h 进行一次降

水量的平均累计空间分布,明显看出这段时期内江淮流域的绝大部分区域都发生了较严重的降水情况,平均降水量都超过10 mm。降水爆发前,江淮流域累积降水量逐渐增多,位置偏南。降水初日,在安徽省与湖北省的交接区域存在一个降水量大值中心,中心降水量已经达到80 mm。大值区还存在空间上的移动与加强,24 h后,移动到安徽省的南部区域,累积降水量已

经达到90 mm。24 h累计超过50 mm的区域大幅度增长,形势进一步加强。江苏的北部区域也出现了又一个闭合的降水量大值中心,最大值同样也达到90 mm。24 h后,有且只有一个降水量大值中心北移到达安徽省的西北部地区,江淮地区的降水强度及范围有明显的减弱缩小现象。大值中心将继续减弱北移出江淮地区。

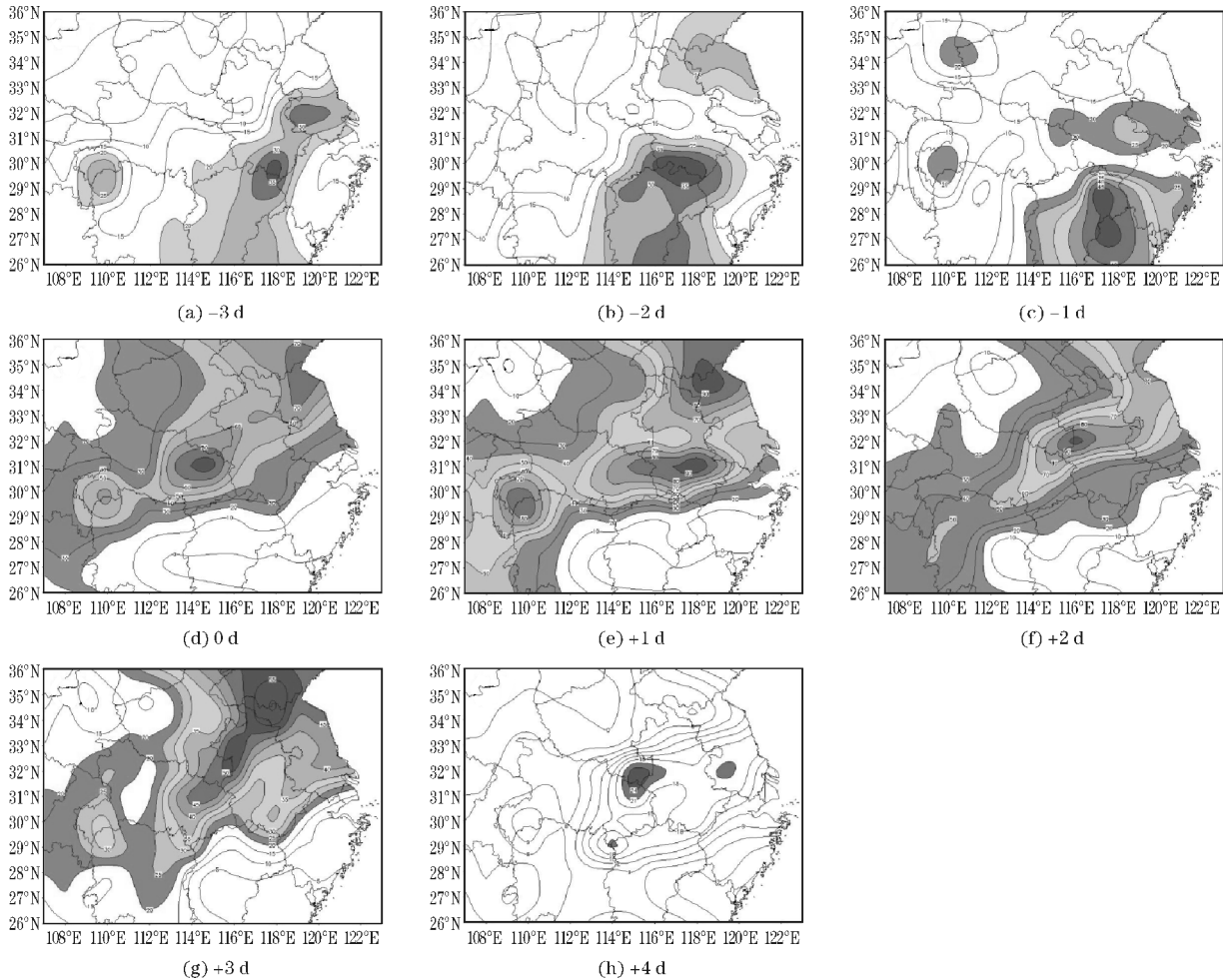


图3 1981-2013年江淮地区持续性异常降水事件发生前后8天逐日降水合成成分布图,阴影区为降水量大于20 mm的区域(单位:mm)

3.2 江淮地区持续性降水异常降水过程的天气学分析

3.2.1 高度场特征

首先来看江淮流域异常过程发生前后,高度场较一般情况存在哪些调整。逐日合成24个异常过程中-3 d~+2 d共6个阶段的500 hPa高度场,但是由于降水过程持续时间的局限,+3 d的合成只存在22个降水过程,+4 d时仅剩9个降水过程。从降水发生前3天到发生后5天即文中所提到的-3 d、-2 d、-1 d、0 d(初日)、+1 d、+2 d、+3 d、+4 d。西太平洋副热带高压呈带状,-3 d~0 d,印度一直有低压槽存在,逐渐演

变为低压中心直至消散。江淮流域盛行西南风,遇到北下的气流。在江淮流域持续性异常降水事件出现之前的-3 d~-2 d,西太副高维持在靠东的区域。110 °E以东588 dagpm稳定维持。持续性降水异常现象产生前24 h内,588 dagpm逐渐移动到110 °E。异常降水初日,西风带环流型类似于双阻型梅雨形势。588 dagpm将一直维持到异常产生后的+2 d,接下来的2天有逐渐向东移动减弱的趋势。500 hPa高度场的特征可以总结为西太平洋副高的纬向移动现象比较明显,584 dagpm线维持在江淮流域^[10]。也就是说,西太副高西伸脊点的地理位置与维持状况,与江淮流域的异常过程的产生与持续有一定的联系。

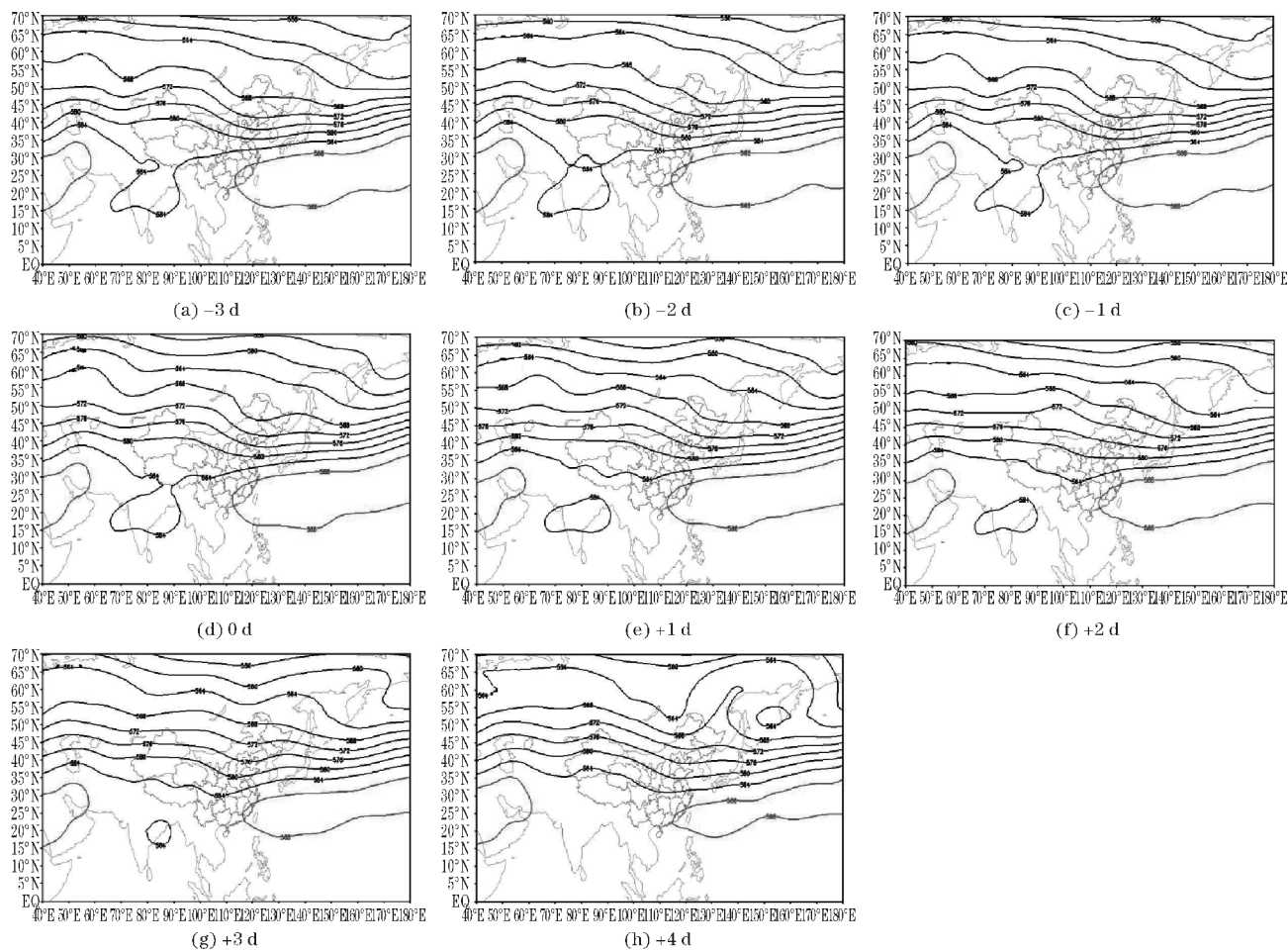


图 4 江淮区域持续性异常降水过程发生前后 8 天 500 hPa 高度场的合成图(单位:dagpm)

3.2.2 风场特征

众所周知,异常降水过程产生时,水汽通常一般位于对流层下层。依然将异常过程产生初日作为图中的第 0 天时次,合成江淮区域的持续性异常过程爆发前 3 天到爆发后 5 天内即文中所提到的 -3 d、-2 d、-1 d、0 d(初日)、+1 d、+2 d、+3 d、+4 d 的 700 hPa 风场特征,如图 5 所示。副热带高压的发展与移动,和图 6 中的 500 hPa 合成高度场情形很相似,异常降水现象还未曾爆发之前,西太平洋副热带高压虽然逐渐向西移动,但是仍然处于洋面上。这一阶段,充足的水汽被大量地传输到中国南方区域上空,来自于印度洋的偏南气流对我国的影响范围逐渐增大,且逐渐转变为西南风。自异常降水爆发初日开始,西南风逐渐转变为偏西风,西太副高的西伸脊点稳定维持在 110°E,江淮地区处于温暖潮湿的偏西风及来自印度洋的热带季风气流两者的共同控制中,共同为江淮区域的异常过程的爆发给予相当优越的前提。

合成江淮流域-3 d、-2 d、-1 d、0 d(初日)、+1 d、

+2 d、+3 d、+4 d 的 700 hPa 经向风场,如图 6 所示。异常爆发前 3 天内,江淮以南有且只有一个范围强度大的南风中心逐渐向西移动,且范围仍然继续扩大。异常爆发当日,江淮流域位于强南风中心的控制下,700 hPa 的最大风速中心已经达到 8 m/s 且影响范围达到最大。控制了中国南方绝大部分区域,不仅如此,来自北方的冷空气仍将继续南下移动到 35°N。干冷空气北下至该区域上空与西南暖湿气流聚集,引发大规模的降水过程。北风大值中心继续向东移动到达中国东北地区,同时南风大值中心继续加强。+2 天时,北风骤减,但交汇区域北上扩展到中国华北地域,虽然中国江淮地区仍受上空存在的南风中心影响,可是强度已经大不如前。+3 天时,东北地区都受到一定的影响。+4 天时,南风中心基本消散。700 hPa 高度冷空气北下与暖空气南上在江淮上空聚集且南风中心急剧增强对大范围强降水过程的出现具有一定的指导作用。

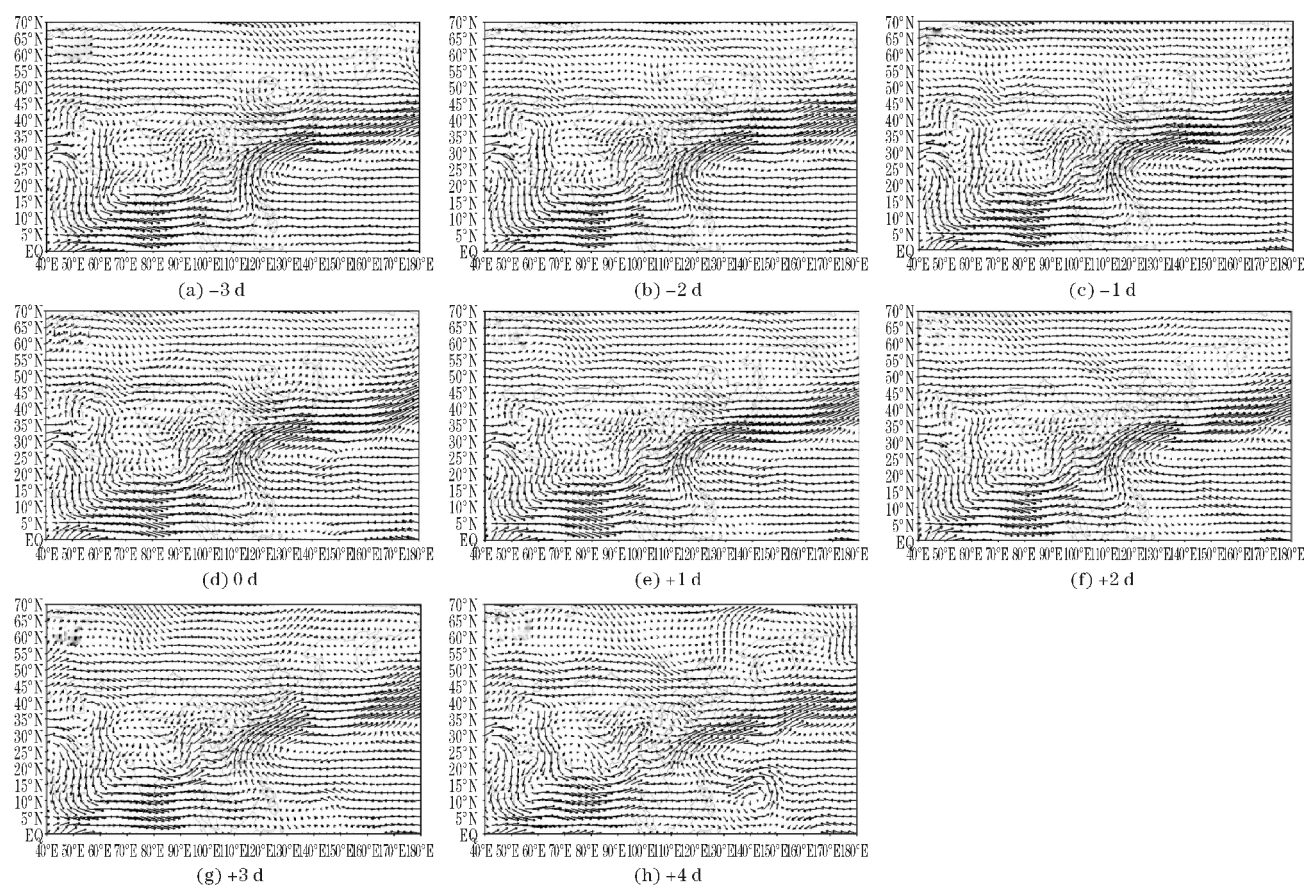


图 5 江淮区域持续性异常降水事件发生后 8 天 700 hPa 高度上的风场合成图 (单位: m/s)

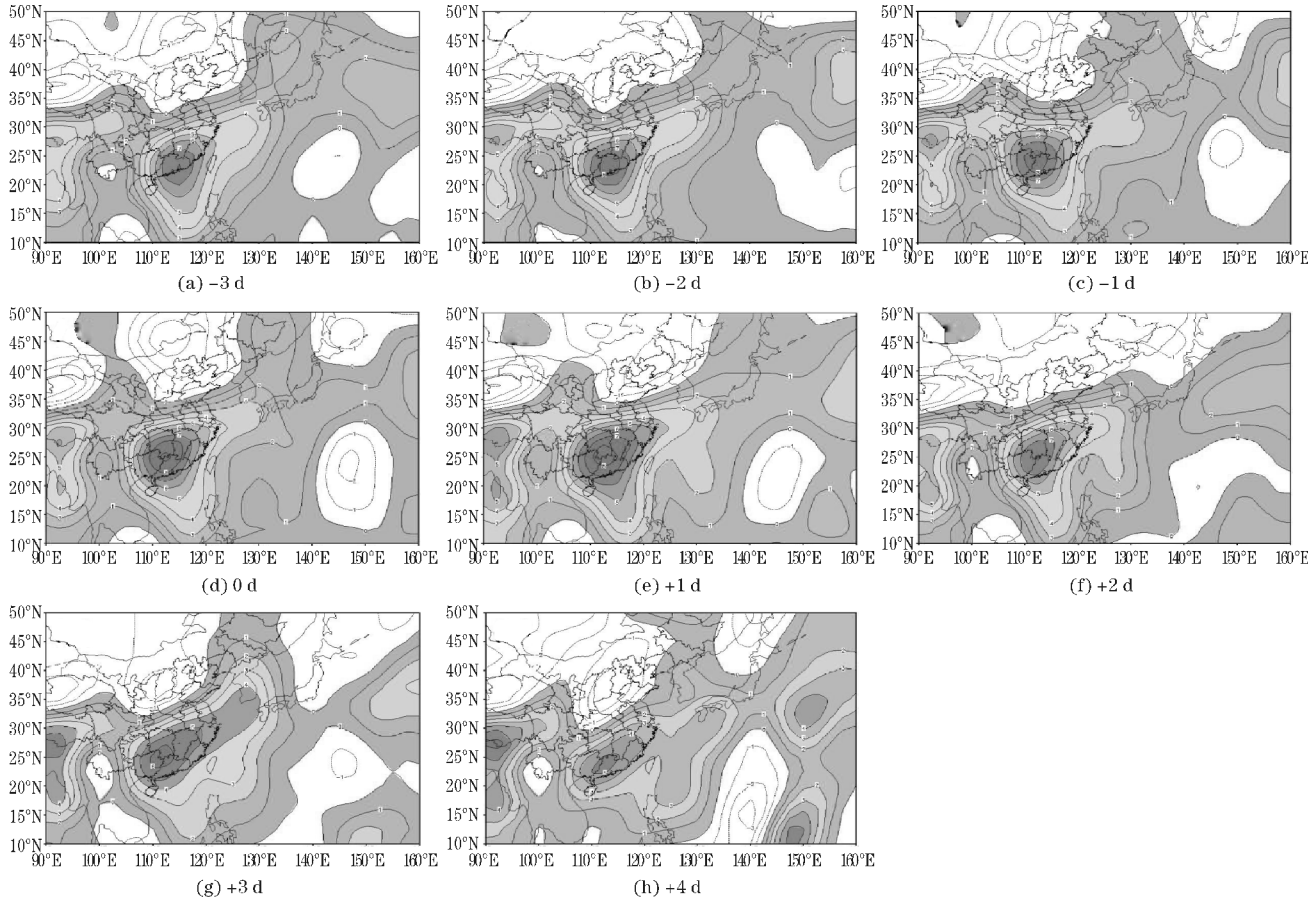


图 6 江淮区域持续性异常降水事件发生后 8 天 700 hPa 高度上的经向风合成图 (单位: m/s, 阴影显示其中经向风大于 0 的范围)

由于了解到部分专家的结论^[26-27],即南亚高压与江淮流域降水有联系。文中运用200 hPa高度场上的1252 dagpm等值线作为南亚高压的特征线进行客观定量地研究南亚高压在异常降水爆发前后的发展变化状况。把南亚高压与江淮区域异常过程爆发阶段200 hPa高度场上的风场矢量图进行叠加,如图 7 所示。江淮上空维持一个反气旋,北侧的西风急流和南侧的东风急流也较强。与-3 天时,南亚高压的最东侧处于127 °E附近,-2 天时,南亚高压东伸至130 °E。-1 天,南亚高压脊点向西移动到127 °E附近,这一时段内江淮流域的风速显著变大。持续性异常降水过程爆发当天,即图 7 中所示的第 0 天的时候,江淮流域的风向发生了偏移,由原来的西北风逐渐转变为北风。南亚高压继续向东发展到130 °E以东,但此时风速有所减小。南亚高压东伸的脊点位置与江淮流域异常降水过程的产生可能有一定的联系。此外,1252 线也存在经向位移。持续性异常降水爆发前偏南,江淮区域上

空风向顺转,爆发后偏北。对持续性异常过程具有一定预警提示作用。

3.2.3 200 hPa 散度场特征

强烈的抬升活动一直都是强降水形成不可或缺的前提,可以通过200 hPa高度的散度场形势判断出江淮流域抬升活动产生的位置与强度。图 8 中发现爆发前的日本上空有且只有一个向西发展移动的辐散中心。而此时段内的江淮大部分区域上空只维持了较弱的辐散情形。第 0 天,该辐散中心增强,位于江淮流域东部上空。江淮东部处于日本南部海面的强辐散中心的控制下,江淮流域上空成了强辐散区域,此时的状况表明上空有强烈的上升运动,满足了强降水产生的必要条件。该辐散中心稳定维持于此区域上空持续到第 3 天,第 4 天才有所减弱东退回洋面。辐散中心的加强对江淮流域持续性异常降水过程的形成与持续起到一定的预警效果。

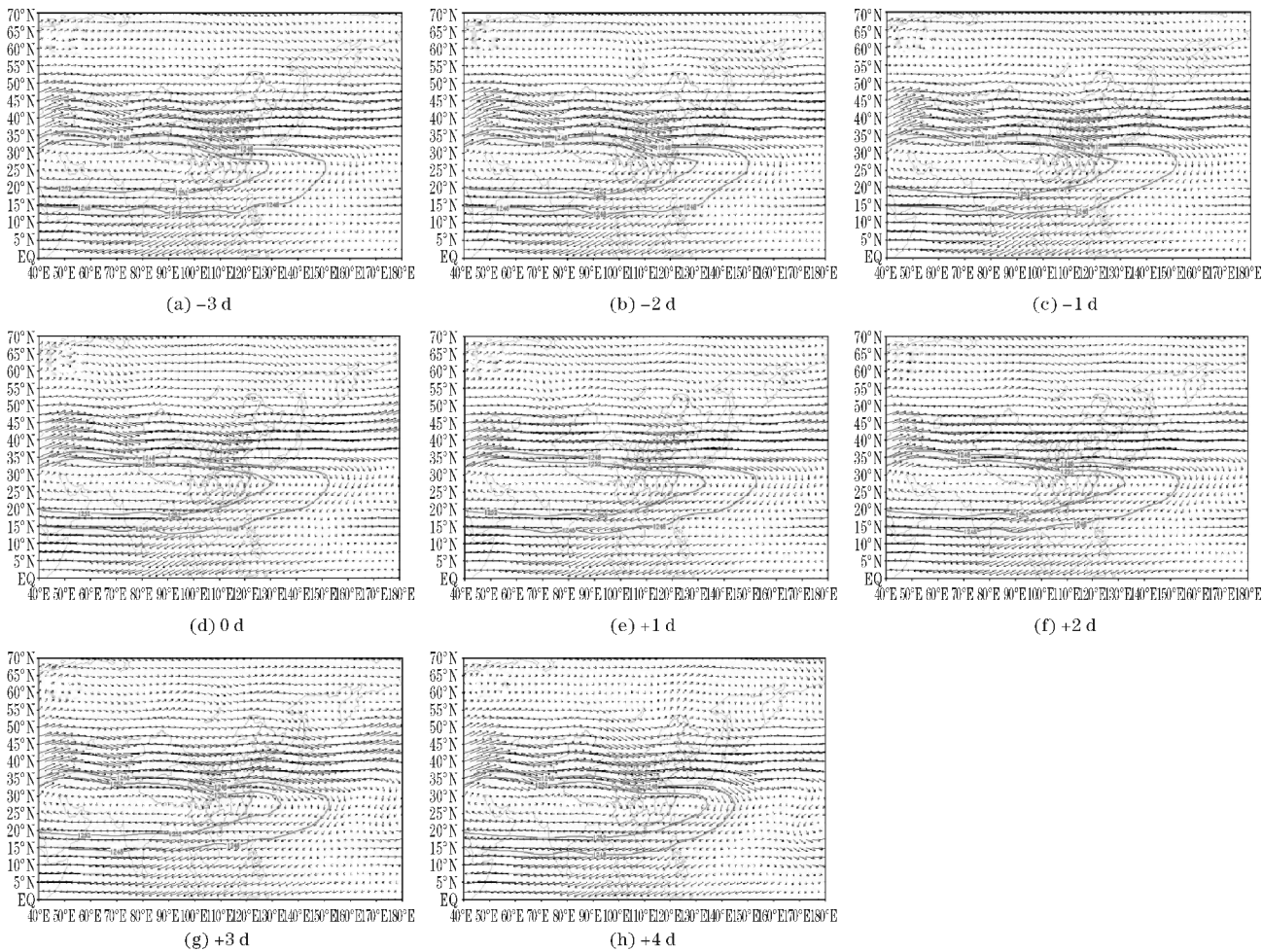


图 7 江淮区域持续性异常降水事件发生前后 8 天 200 hPa 高度上的风场与南亚高压高度场的叠合成图(单位:dagpm, m/s)

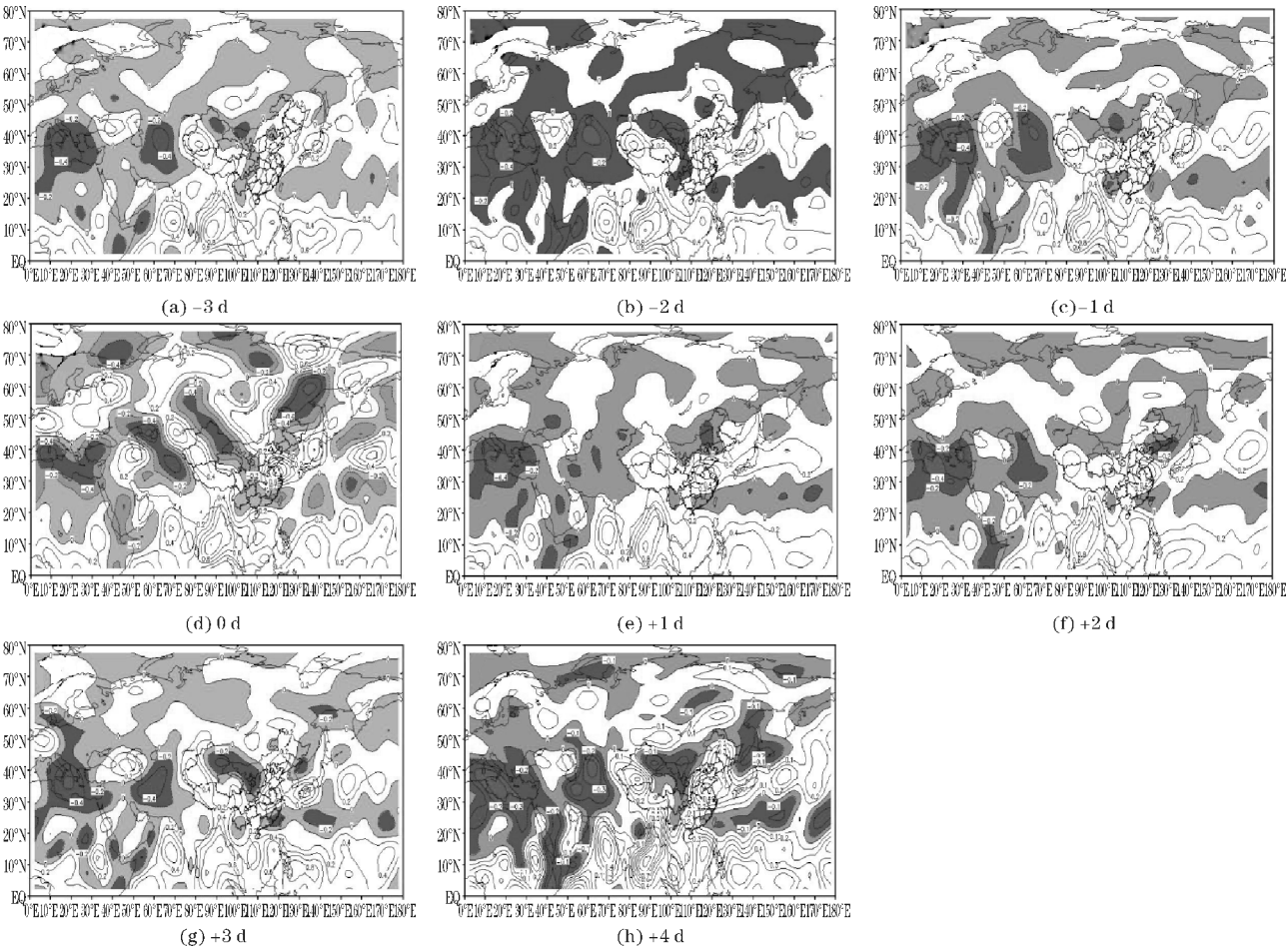


图8 江淮区域持续性异常降水事件发生前后8天200 hPa高度上的散度场合成图,阴影显示散度小于0的范围(单位: 10^{-6}s^{-1})

4 江淮地区“6.30”持续性降水异常过程分析

1991年6月30日江淮地区发生了一次持续13 d的持续性异常降水过程,一直持续到7月12日,远远超过大部分持续性异常降水过程的持续时间,并且这次持续性异常降水与该年江淮梅雨结束时间都保持一致。选取该个例进行研究且与文中的24个持续性异常降水过程的合成分析结果进行对比。

4.1 500 hPa 高度场特征

选取1991年6月30日持续了13 d(持续时间最长)的降水异常过程进行分析,并与合成结果进行对比。对比图9与图4中对应时次的高度场特征,发现-4 d个例图中高纬存在2个闭合低压中心,588位势高度线刚刚抵达福建地区,合成图中588位势高度线要偏西些。第0 d个例图中中高纬为两槽一脊环流形势,588位势高度线要更偏西些,降水初日时已经位于广西中部。+4 d个例图中高纬低压中心加强南下,588位势高度线较合成图偏西。+8 d低压中心继续加强南

下,588位势高度线抵达江淮流域。降水过程结束时,低压中心减弱东移,588位势高度线移出江淮流域。图9个例图中中高纬度一直存在2个及以上闭合的低压中心,合成图则较为平直,无闭合中心存在。

4.2 700 hPa 风场特征

图10个例中西太副高范围更大,但副高北侧风速较小。江淮流域上空为西南风,而合成图中为南风,且风速更大。此次过程中风向风速均较平均水平有所差距。

图11中-4 d时,个例图中南风中心位于福建等地,但中心强度非常强。合成图中南风中心主要位于广东省,强度弱于个例。第0 d时,南风中心位于湖南、江西南部,广东、广西大部分区域,而且强度仍保持非常强且位置偏南,合成图南风中心已经抵达江淮流域中部,南北风聚集于江淮流域上空。个例图中东北大部分地区也存在一个同样强度的南风中心,合成图则不存在。+4 d时,个例图中南风中心不但发展为3个且强度更强范围更大,合成图中南风强度减弱,呈东北-西南走向。+8 d时,有2个南风中心合并位于湖南南部。降水结束时,南风中心虽强度增强但是已经南移出江淮流域。

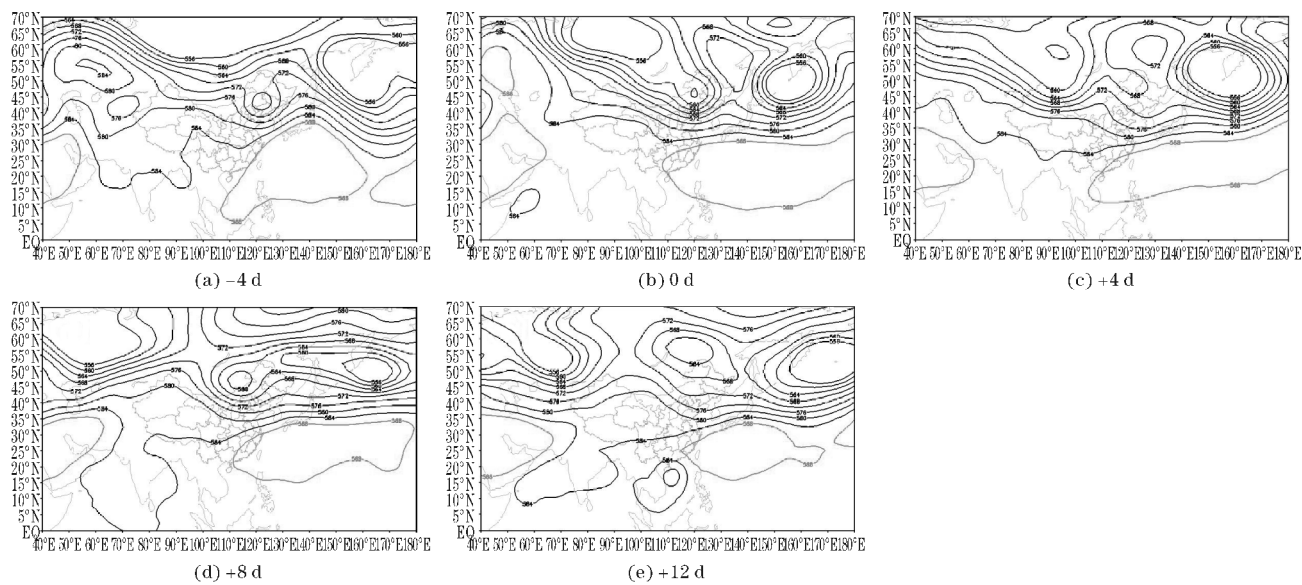


图 9 500 hPa 高度场特征(单位:dagpm)

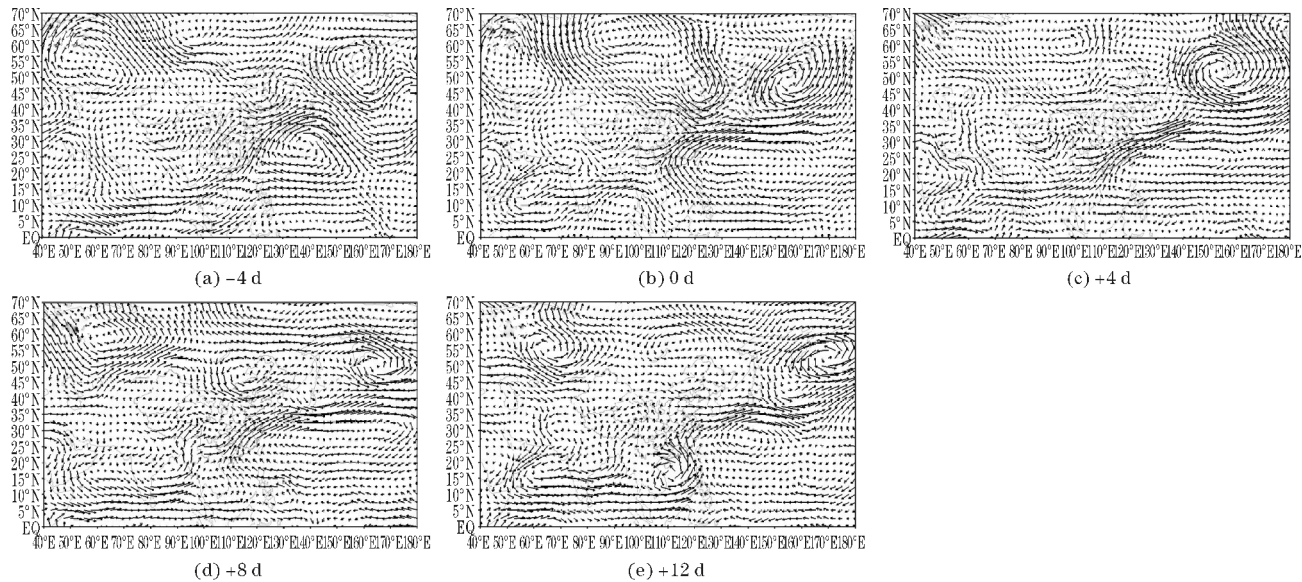


图 10 700 hPa 风场特征(风速单位:m/s)

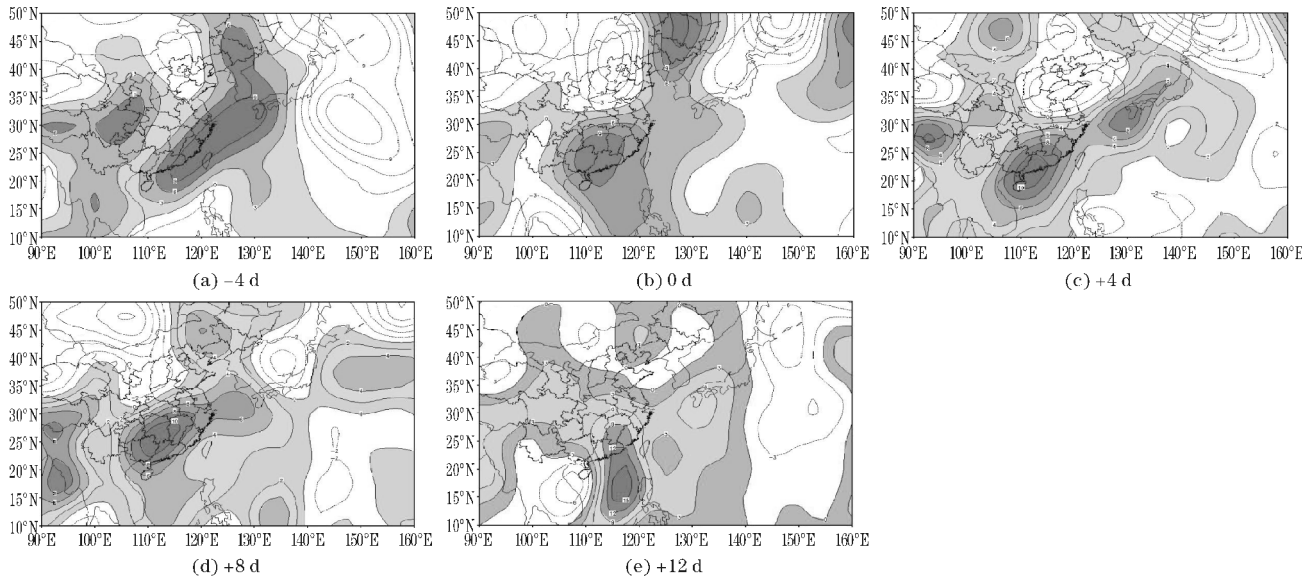


图 11 700 hPa 经向风特征(单位:m/s)

图 12 中个例图中南亚高压位置偏北,江淮流域受南亚高压的影响范围更大,影响程度更深。除+4 d脊线东脊点偏西外,个例图中较合成图中位置均偏东。

4.3 200 hPa 散度场特征

图 13 中-4 d时,江淮地区处于辐合中心控制下,发展到降水爆发初日,处于辐合辐散中心交界处。该

区域在降水过程发展中则一直被高层辐散中心影响,一直持续到降水过程结束。合成图江淮流域上空辐散中心强度非常强,且江淮流域绝大部分都处于辐散中心的影响下。综合图 10 中 700 hPa 存在的气旋,此时的状况表明上空有强烈的上升运动,这种形势有利于该地区降水的产生。

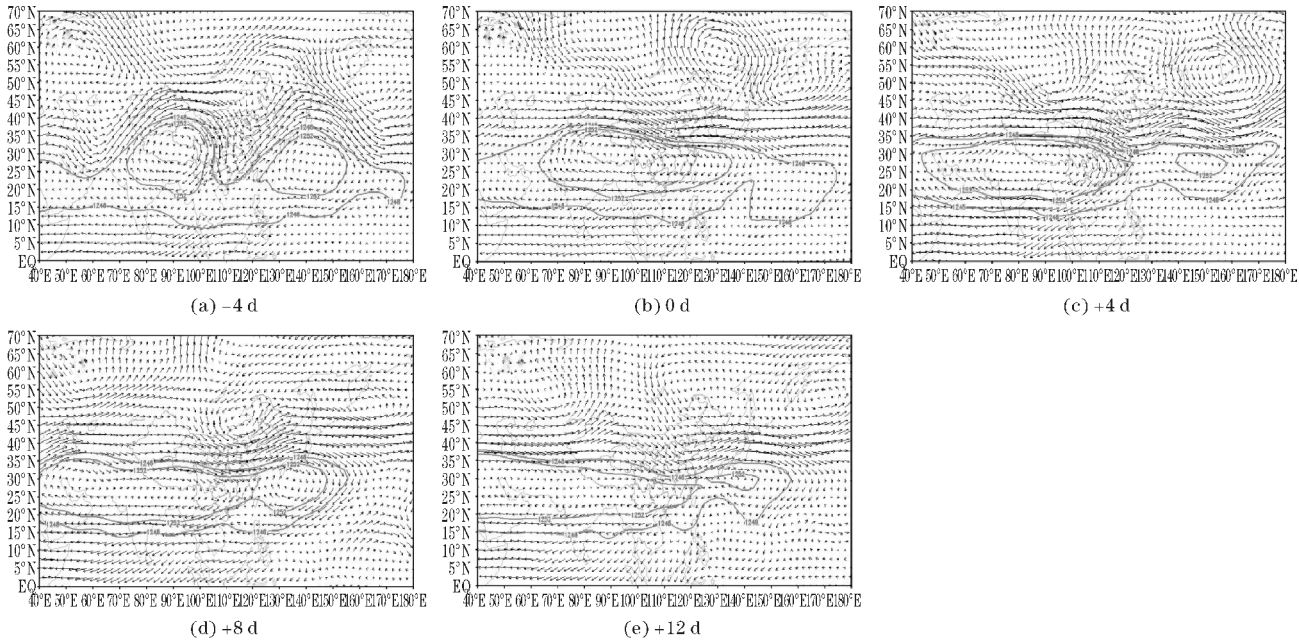


图 12 200 hPa 风场与南亚高压的位势高度叠加图(单位: dagpm, 风速单位: m/s)

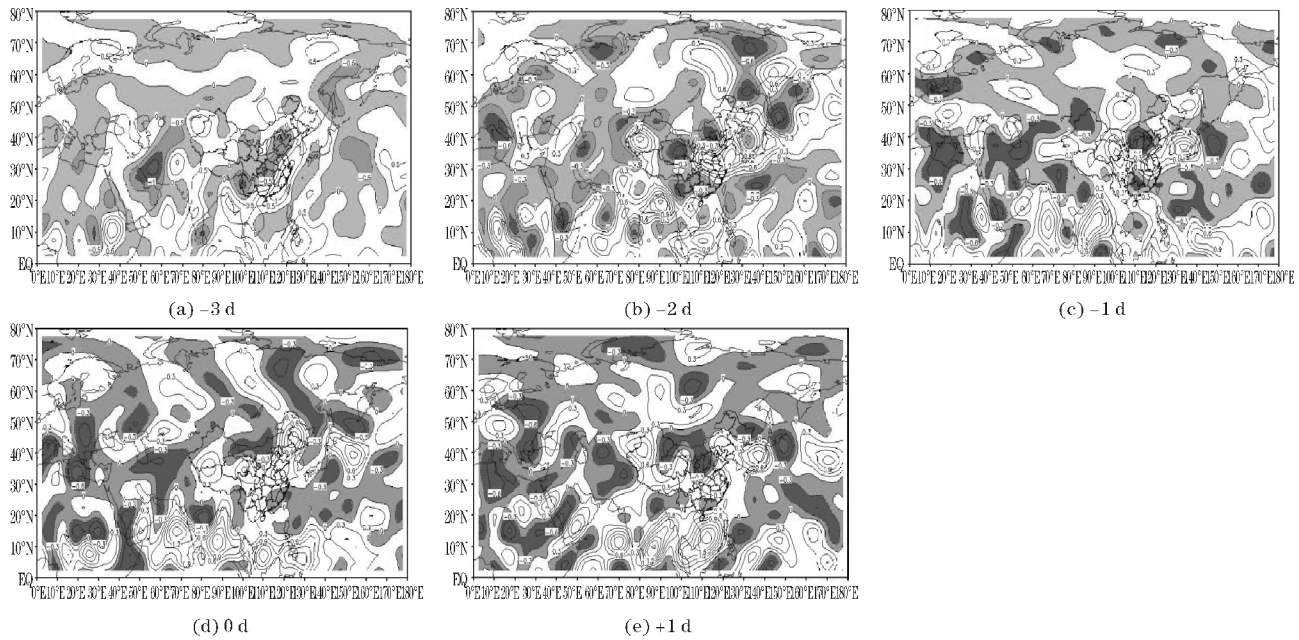


图 13 200 hPa 散度场特征(单位: $10^{-6} s^{-1}$)

5 结论

分析 1981–2013 年 24 个江淮区域持续性异常降

水事件爆发前后 8 天的环流形势,得出以下结论:
(1)统计结果显示江淮流域33 a持续性异常降水平均可维持4 d或5 d,异常降水初日平均降水量可达 33.02 mm。异常降水过程前后,逐日降水量有显著的

增长。持续性异常降水过程中安徽省与湖北省位于降水量大值中心位置。

(2)从天气学特征方面可总结为:500 hPa高度场的特征可以总结为西太平洋副高的纬向移动现象比较明显,584 dagpm线维持在江淮地区。

(3)江淮地区处于温暖潮湿的偏西风及来自印度洋的热带季风气流两者的共同控制中,受到从印度洋传输来的暖湿西南气流的影响面积逐渐增大,给予了充足的水汽和能量,南北经向风在江淮流域上空出现交汇。南亚高压继续向东发展到130°E以东、1252 dagpm等值线向北发生位移以及200 hPa散度场江淮流域上空辐散中心的加强均对异常降水过程具有一定预警提示作用。

(4)6.30持续性异常降水个例过程中高纬度一直存在2个闭合的低压中心,合成图则较为平直,无闭合中心存在。风向风速均较平均水平有所差距。个例中南风中心强度更强但位置偏东,江淮流域受南亚高压的影响范围更大,影响程度更深。

主要着手于江淮流域持续性异常降水的天气学分析,对于该类异常现象的成因分析以及低频震荡方面的研究尚有不足之处,将于接下来的工作中继续研究。

参考文献:

[1] 李吉顺,王秀英.我国农作物受旱面积的统计分析[J].中国减灾,1996,(3):28-31.

[2] 卢明,谈桂荣,陈海山.江淮夏季降水异常与西印度洋地区大气环流异常的关系[J].气象科学,2013,33(5):510-518.

[3] 黄小燕,郁家成,王华.江淮地区涝渍灾害特点、成因和防范对策[J].中国农学通报,2008,24(10):546-548.

[4] 王黎娟,庞玥,于波,等.江淮流域梅雨期持续性强降水及其10~30d低频环流特征[J].热带气象学报,2014,30(5):851-860.

[5] 张雁,丁一汇,马强.持续性梅雨锋暴雨的环流特征分析[J].气候与环境研究,2001,6(2):161-167.

[6] WANG L J, HUANG Q L, DAI A G, et al. Inhomogeneous distributions of Meiyu rainfall in the Jiang-Huai basin, and associated circulation patterns[J]. Climate Res, 2011, 50:203-214.

[7] 鲍名,黄荣辉.近40年我国暴雨的年代际变化特征[J].大气科学,2006,30(6):1057-1067.

[8] 叶笃正,黄荣辉.长江黄河流域旱涝规律和成因

研究[M].济南:山东科学技术出版社,1996:387.

[9] 杨静,钱永甫.121a梅雨序列及其时变特征分析[J].气象科学,2009,29(3):285-290.

[10] 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.

[11] 钱维宏.气候变化与中国极端事件图集[M].北京:气象出版社,2011:147-151.

[12] 杨扬,周国良,戚建国,黄嘉佑.长江中游地区暴雨过程的气候背景分析[J].水科学进展,2005,16(4):546-551.

[13] 胡娅敏,丁一汇,廖菲.江淮地区梅雨的新定义及其气候特征[J].大气科学,2008,32(1):101-112.

[14] 胡娅敏,丁一汇,廖菲.近52年江淮梅雨的降水分型[J].气象学报,2010,68(2):235-247.

[15] 张国宏,李智才,宋燕,等.中国降水量变化的空间分布特征与东亚夏季风[J].干旱区地理,2011,34(1):34-42.

[16] 王楠,李栋梁,张杰.黄河中上游流域夏季异常降水的变化特征及环流分析[J].干旱区地理,2012,35(5):754-763.

[17] CHen T C, CHen J M. The 12~24-day mode of global precipitation[J]. Mon Wea Rev, 1995, 123(1):140-152.

[18] CHen T C, Yen M C. Interaction between the summer monsoons in East Asia and the South China Sea: Intraseasonal monsoon modes[J]. J Atmos Sci, 2000, 57(9):1373-1392.

[19] 王遵亲,丁一汇.中国雨季的气候学特征[J].大气科学,2008,32(1):1-13.

[20] Liu H B, ZHANG D L, Wang B. Daily to submonthly weather and climate characteristics of the summer 1998 extreme rainfall over the Yangtze River Basin[J]. J Geophys Res, 2008, 113, D22101.

[21] Yang J, Wang B, Bao Q, et al. Biweekly and 21~30-day variations of the subtropical summer monsoon rainfall over the Lower Reach of the Yangtze River Basin[J]. J Climate, 2010, 23(5):1146-1159.

[22] 杨慧娟.长江中下游持续性降水及其与大气低频活动的关系[D].南京:南京信息工程大学,2011.

[23] 韩世茹,王黎娟,于波.淮河流域夏季持续性降

水与 15-30 天低频振荡的联系及前期信号 [J]. 气象与环境科学, 2015, 38(5): 22-32.

[24] 范亮, 肖天贵. 长江中下游持续性异常降水的天气学特征分析[J]. 成都信息工程学院学报, 2014, (3): 297-303.

[25] 陈官军. 中国南方夏季区域持续性强降水与大气季节内震荡[D]. 北京: 中国气象科学研究院, 2014.

[26] 李永华. 西南地区东部夏季旱涝变化规律及其成因研究[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2010.

[27] 何金海. 利用卫星资料对青藏高原 MCSs 及我国南方天气尺度波的研究[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2007.

In the Last 33 Years ,the Synoptic Analysis of Continuous Abnormal Precipitation in the Region of Jianghuai

LI Wan¹, XIAO Tian-gui¹, JIN Rong-hua²

(1. Chengdu University of Information Technology Atmospheric Sciences Academy, Chengdu 610225, China; 2. The National Meteorological Center, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on 24 continuous abnormal precipitation process happened in jianghuai during daily observed precipitation data of the 388 stations and NCEP/NCAR daily reanalysis data, with the methods of statistic and synthetic analysis, the sustainability the synoptic characteristics during the rain period. The results show that the persistent abnormal precipitation can maintain 4 d or 5 d, and the accumulative rainfall reached 33.02 mm at the beginning of the anomalous precipitation. The daily rainfall has a very significant growth after the abnormal precipitation process tak place and have close relationship with the exception of circulation adjustment. The latitudinal translation of western Pacific subtropical high obviously, 584 dagpm maintains at jianghuai. ianghuai is under the control of warm and humid westerly and tropical monsoon airflow from the Indian Oceanhe influence of transmission from the Indian Ocean to the southwest increases gradually, giv sufficient moisture and energy, the meridional wind intersects over jianghuai. South Asia high moves to the east of 130 °E, 1252 dagpm contour moves to the north, as well as the strengthen of 200 hPa divergence center over jianghuai have prompt early warning for continuous abnormal precipitation process.

Keywords: atmospheric sciences; persistent precipitation; abnormal precipitation; synopticanalysis; jianghuai region