

淮河洪涝年7月上旬环流特征与 近10年平均环流特征差异分析

王东勇 张 娇 朱红芳 郑媛媛

(安徽省气象台,合肥 230031)

提 要: 利用 NCEP 1998—2007 年分析资料,分析了 2007 年、2005 年和 2003 年 3 个淮河大洪水年 7 月上旬逐日各层的位势高度、温度、水汽和风场等资料。分析结果表明:这 3 个洪水年和近 10 年平均场的大尺度环流背景、高低空急流、水汽输送特征等存在显著差异。东亚夏季风异常是这 3 年淮河流域洪涝出现的主要原因。同时,这 3 年西北太平洋副热带高压均较历史同期偏强,西伸脊点偏西;华北南部到黄淮距平风场上有较常年明显的偏北气流,副热带高压西北侧 850hPa 低空急流较常年平均偏强 $6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,南北两支气流交汇区正好位于淮河流域;在 200hPa 上淮河流域处于异常的高空急流入口南侧或受较常年偏强的反气旋环流控制之下;从整层水汽通量距平分析,南海是这 3 个淮河洪涝年的主要水汽源地。

关键词: 洪涝 环流特征 副热带高压 水汽输送

Circulation Characteristics over Huaihe River Basin During the First 10 Days in July Between Recent Flooding Years and Average of Last 10 Years

Wang Dongyong Zhang Jiao Zhu Hongfang Zheng Yuanyuan

(Anhui Meteorology Observatory, Hefei 230031)

Abstract: By using the NCEP data of the first 10 days in July from 1998 to 2007, three heavy flooding cases in 2003, 2005 and 2007 are analyzed and compared. It is found that there is an obvious difference in the atmospheric circulation background, the high/low level jets and the water vapor transportation between the flooding years and average of ten years. The abnormal feature of the East Asian summer monsoon is the main reason of the floods. During the first 10 days in July of the three flooding years, the west pacific subtropical high is stronger and its west ridge point is more western than the ten-year average. There is obviously north wind from the south of north

China to the Huanghe and Huaihe basin. The low jets of 850hPa surpassed 6m/s larger than the ten-year mean. The connection of the north and the south strong air current exactly lied in Huaihe River basin. At 200hPa, Huaihe River basin was under the south of the jets entrance or under the anticyclone. Through the analysis of abnormal water vapor transportation on the whole layer, it is found that the South China Sea was the main water vapor source area.

Key Words: rainy season of Huaihe river basin atmospheric circulation characteristic west pacific subtropical high water vapor transportation

引 言

对我国夏季降水的研究一直是气象工作者关注的重点。竺可桢 1934 年提出中国降水与东亚季风有密切关系;谢义炳、陶诗言和陈隆勋等也系统地研究了水汽输送和东亚季风的环流特征;江淮梅雨作为东亚夏季特殊天气也有大量研究。针对 1991 年江淮流域持续性大暴雨,丁一汇做了专门的研究^[1];针对 1998 年长江流域大洪水,国家气象中心组织科学家对雨情和天气形势进行了分析^[2],陶诗言对 1998 年长江流域洪涝灾害的天气气候背景、大尺度环流条件以及暴雨形成的机理进行了研究^[3-4];黄荣辉和赵思雄也对 1998 年长江流域洪水期间暴雨的特征及成因进行了探讨^[5-6];丁一汇系统地研究了东亚季风和降水的特点^[7]。对于 2003 年淮河流域强降水,章国材、刘还珠和金荣花分别从大尺度环流特征、西北太平洋副高特征和南亚高压演变等方面进行了研究^[8-10]。另外针对 2003 年 6 月到 7 月上旬淮河流域的强降水过程,王东生^[11]、薛建军^[12]、徐晶^[13]也分别做了过程分析,康志明^[14]从水汽条件对 2003 年淮河洪涝进行了分析,得出南海为淮河洪涝重要源地;鲍媛媛^[15]分析了 2003 年淮河洪涝过程低纬度环流形势;龚振淞^[16]分析了中高纬度环流形势与淮河流域洪水的关系。而针对淮河流域集中降水的系统性研究分析仍显不足。2007 年淮河流域再次出现了

1949 年以来仅次于 1954 年的全流域性大洪水,其中 2007 年 7 月上旬降水集中,强度异常偏强,暴雨和大暴雨日数超过 2003 年,日雨量极值也远超过 2003 年。

近年来汛期大气环流较上世纪末有显著差异,长江流域 1998 年和 1999 年持续出现洪涝后,2000—2007 年长江中下游梅雨总量连续偏少;与此相反,2003 年、2005 年、2007 年淮河流域连续出现了 3 次大洪水,其降水主要发生的位置和时间与传统的江淮梅雨有显著差异,降水集中期主要发生在 6 月下旬末到 7 月上旬,晚于传统梅雨期约两周左右,位置主要在沿淮和淮河以北地区,较传统梅雨区位置偏北 1~2 个纬距。为区别它与江淮梅雨的差异,下文称这一时段为淮河雨季暴雨集中期。这种 5 年 3 次出现的淮河雨季暴雨集中期是否在未来几年或几十年反复重现,有必要深入地研究形成这种降水特点的气候原因。本文重点分析了这 3 年 7 月上旬淮河雨季暴雨集中期环流特征及其与多年平均环流的差异。

本文使用美国国家环境预报中心(NCEP)1998—2007 年 7 月上旬每天 4 时次标准等压面分析资料,分辨率为 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 。多年平均是首先求每年 7 月上旬平均,2000—2007 年每年 40 个样本;因为资料不完整 1998 年和 1999 年每年仅用 08 时 10 个样本平均,10 年的平均值为每年平均值的平均值。

1 降水的时空分布特征

2007年6月19日安徽省进入梅汛期,其中6月30日到7月上旬淮河流域连续出现9天暴雨、大暴雨,7月4、5和8日分别有45、38和39个县市暴雨,尤其是8日出现了23个县市大暴雨,干流中游的颍上、凤台出现大于200mm以上的特大暴雨,7日20时至8日20时临泉县迎仙镇日雨量甚至达到518.1mm,为安徽省有气象记录以来日最大降水纪录。这次强降水过程直接导致了淮河王家坝开闸分洪。

7月上旬雨量分布(图略),总降水量流域内50mm以上降水覆盖110县市,100mm以上降水覆盖97个县市。淮河中部和南部较常年均值偏多1~3倍;其中淮河干流上游河南段和淮干中下游安徽段和江苏洪泽湖区地区达到400~500mm,安徽淮南最大为525mm,较常年均值偏多6~7倍(图略)。受持续强降水影响,7月1日王家坝水文站水位开始上涨,2—3日水位涨幅达到4.99m,3日20时超警戒水位0.01m,7月10日12时28分淮河干流王家坝29.48m,超保证水位0.18m,王家坝开闸泄洪。7月11日04时,淮河干流王家坝水文站出现洪峰,水位29.59m。

与2007年降水相类似,2003年6月21日入梅,其中6月29日到7月3日出现了5天连续暴雨,强降水出现从时间上看略早于2007年,仅7月1日流域内53个县市出现暴雨,暴雨范围超过2007年。7月8—10日流域南部出现了3天连续暴雨。6月29日到7月10日期间的两次降水过程总降水量,仅7月上旬淮河流域就有81个县市超过100mm,强降水中心位于大别山区北侧水库区和淮河中游干流和江苏洪泽湖区地区超过300mm,安徽太和最大350mm。与2007年

相比,降水中心强度小。

2005年和2003年、2007年相比,降水表现为单一强过程型,6月底到7月3日淮河流域已经出现晴热高温天气,主要降水出现在7月4日20时至10日20时,淮河流域连续6天出现暴雨、大暴雨;平均每天均有20个县市以上出现大暴雨,降水强度大。上旬总降水量,淮河流域内84个县市超过100mm,18个县市降水超过300mm。最大降水出现在安徽省淮北中西部,涡阳545mm、太和529mm、蒙城507mm。

总之2003、2005和2007年7月上旬淮河流域均出现了连续强降水,强降水中心位于33°N附近,雨带位置相近,强降水出现时间相当。图1给出了3次洪水期间6月20日到7月15日淮河王家坝水位变化。从图1中可见,3次大洪水王家坝水文站最高水位均接近或超过保证水位29.3m,出现时间在7月上旬或中旬前期。

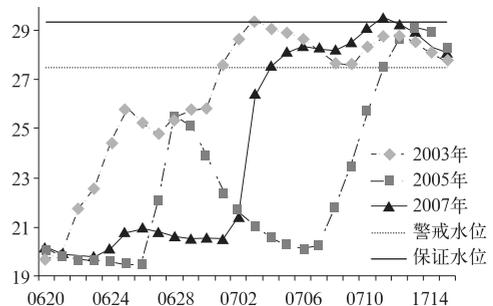


图1 三个洪水年6月20日到7月15日淮河王家坝水位变化(单位:m)

2 大尺度环流特征分析

2.1 中高纬度形势的异同

图2为2003年、2005年和2007年以及近10年7月上旬500hPa高度平均场。从图2a可见,2003年7月上旬欧亚上空高纬度地区为双阻型,乌拉尔山和鄂霍次克海分别为一高压,贝加尔湖以东到我国东北地区为一

低槽区;由图 2b 可见,2005 年 7 月上旬欧亚上空高纬度地区为两槽一脊型,新疆北部到贝加尔湖以西地区为一高压脊,高压脊两侧分别是两个长波槽区,东部槽底偏南;由图 2c 可见,2007 年 7 月上旬欧亚上空高纬度地区为一单阻型,高压中心位于 65°N 、 65°E 附近,我国东北地区到日本海为一低槽区。与常年平均(图 2d)相比,高纬度形势差异较大,3 个大洪水年之间形势也有较大不同;但

从 2003 年、2005 年、2007 年 3 年 7 月上旬平均图(图略),可见我国东北地区和日本海附近为一低槽区,东部冷空气较常年偏强。1998—2007 年 10 年中,淮河流域较常年少雨有 2 年,其 7 月上旬高空形势与 3 个大水年有明显差异,但 2 个少雨年之间却也差异很大。1999 年 7 月上旬 500hPa 环流形势,东北到日本海为一高压脊;2001 年 7 月上旬,中高纬度环流平直,东北地区有一弱脊。

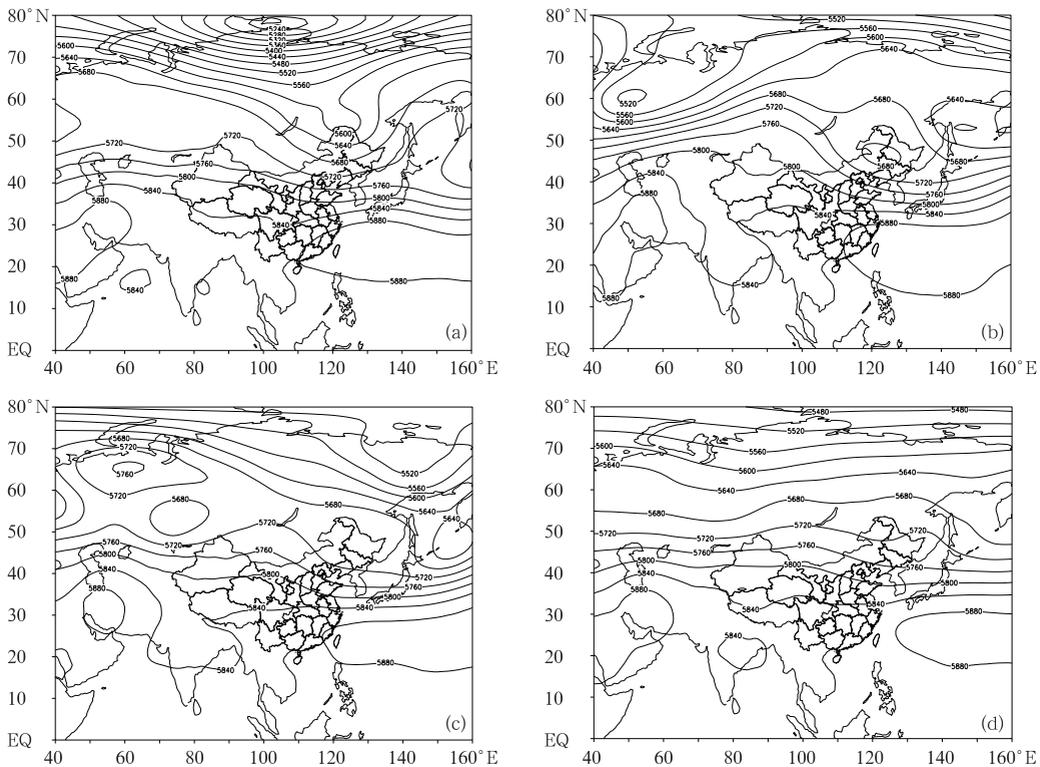


图 2 2003 年(a)、2005 年(b)和 2007 年(c)以及近 10 年(d)7 月上旬 500hPa 高度平均场(单位:dgpm)

2.2 副热带高压的特征

从图 2 可见,在中低纬度 3 个洪水年以及多年平均场形态相似,印缅地区为一季风槽区,其东西两方分别为西北太平洋副热带高压和伊朗高压; 120°E 和 130°E 副高脊线位置基本位于 25°N 附近,与多年平均场之间差异不大。但 3 个洪水年的西太平洋副高

较常年偏强,且西脊点较常年显著偏西,2003 年达到 111°E 、2005 年为 112°E 、2007 年在 116°E 附近,而多年平均在 126°E 附近。从 3 个洪水年 7 月上旬 500hPa 平均图上可见,副高明显偏强,西伸脊点达到 114°E ,比多年平均位置偏西 12 个经度。另外,从 120°E 584dgpm 北界看,2003 年在 32°N 附近,与多年平均相近;2005 年在 32.5°N 附近,略高于

多年均值;2007 年在 31.5°N 附近,略低于多年均值;主要降水主要发生在 584dgpm 等值线附近及其以北地区。对比两个干旱年,1999 年 7 月上旬副热带高压较常年偏东,强度偏弱;副高西脊点在 140°E ;华东沿海为一浅槽区, 584dgpm 等值线在 30°N 附近。而 2001 年 7 月上旬副热带高压较常年偏强, 120°E 附近副高脊线达 30°N 附近, 584dgpm 等值线在 38°N 附近,大大超过常年。可见大水年副高强度、位置相近;而旱年形势则不尽相同。

2.3 高低空风场特征的异常

众所周知,东亚夏季风强弱和进退的早晚与我国东部地区降水有密切的对应关系。图 3 是 3 个洪水年 850hPa 7 月上旬风场与多年平均场的距平偏差风。由图 3 可见,3 年的距平图有类似特点,即 850hPa 副高西北侧低空急流均较多年平均偏强,急流轴呈东北—西南向,急流出口位于淮河中下游地区,期间强降水区恰好位于急流左侧出口区。3 个洪水年低层急流强度相近,西南风较常年偏大 $6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,三者位置略有差异,2003 年位置稍偏南,其对应的强降雨带也较 2005 年和 2007 年略偏南,2005 年雨带位置最偏北。另外 3 年中西北到华北地区有一异常的反气旋中心,三者南北位置有一定差异,但在淮河流域的北部都有异常的偏北气流,显示淮河流域北部冷空气较常年略强,这也是发生持续强降水的重要条件。

图 4 是 3 个洪水年高层 200hPa 上 7 月上旬风场与多年平均场的距平偏差风。由图 4 可见,三者共同特点是淮河流域北部均有异常强的高空急流,2003 年淮河流域处于异常的高空急流入口南侧,2005 年和 2007 年高空风场异常的特征更相近,淮河流域处于异常庞大的反气旋的东北部的辐散场中。这种高空辐散、低空辐合的配置,是淮河流域暴

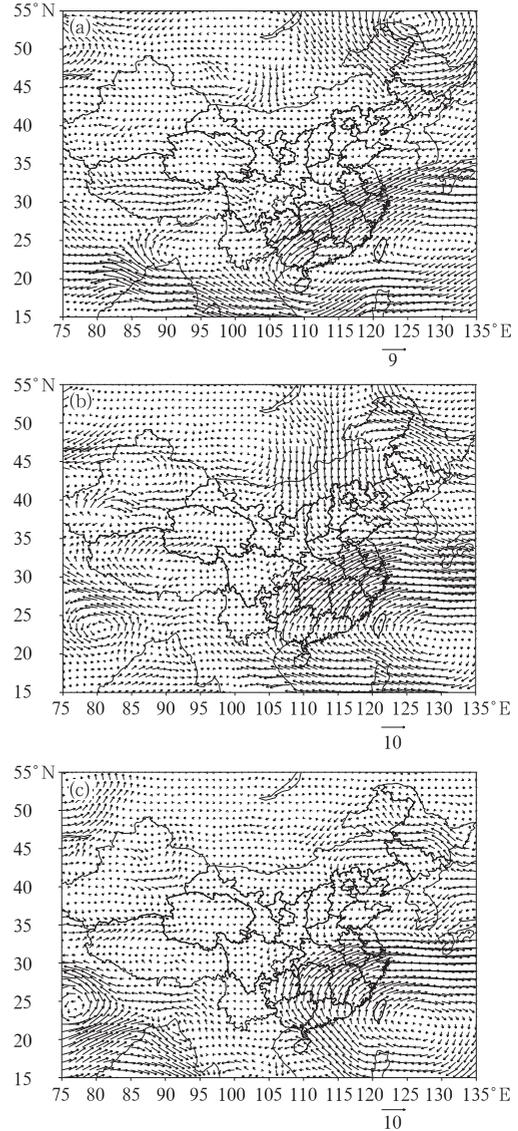


图 3 2003 年(a)、2005 年(b)和 2007 年(c)与近 10 年 7 月上旬 850hPa 风场距平图

雨、大暴雨形成和持续的重要动力条件。

2.4 水汽通量场的异常特征

图 5 是 2003 年、2005 年和 2007 年与近 10 年 7 月上旬整层水汽通量的距平图。由图 5 可见,淮河流域洪水年一个显著特征是,整层水汽通量在副高西侧均有异常。将图 5 与图 2~4 对比分析可见,大水年副高偏强,

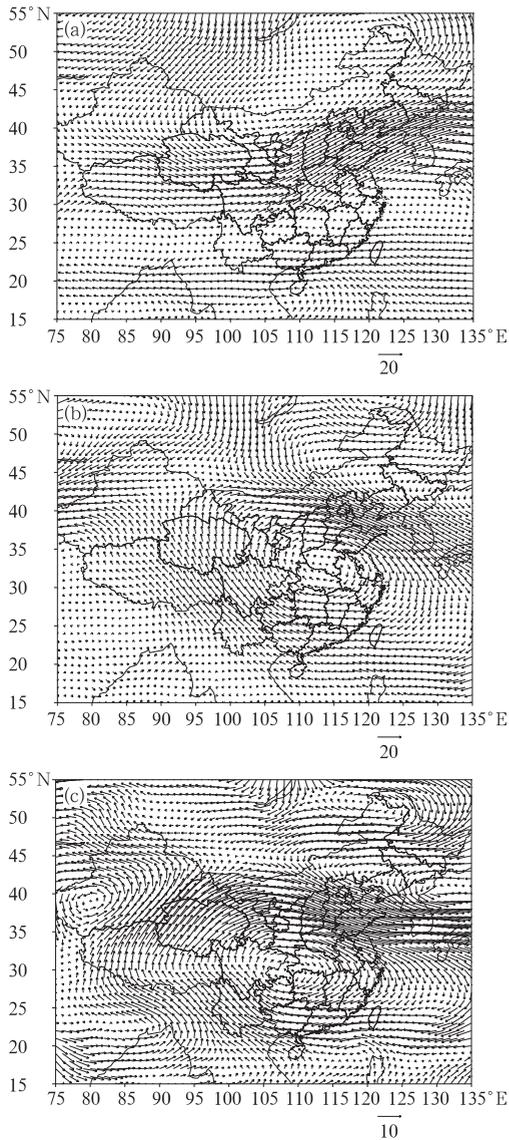


图 4 2003 年(a)、2005 年(b)和 2007 年(c)与近 10 年 7 月上旬 200hPa 风场的距平图
(单位:m/s)

西脊点偏西,副高南侧有异常的偏东气流,在其西侧和西北侧转为偏南和西南气流,并形成强劲的水汽输送带,追根溯源淮河流域雨季降水集中期水汽主要来源于南海和西北太平洋。

为进一步分析水汽来源,将 3 个洪水年分别在 20~30°N、105°E 做经向水汽总输送

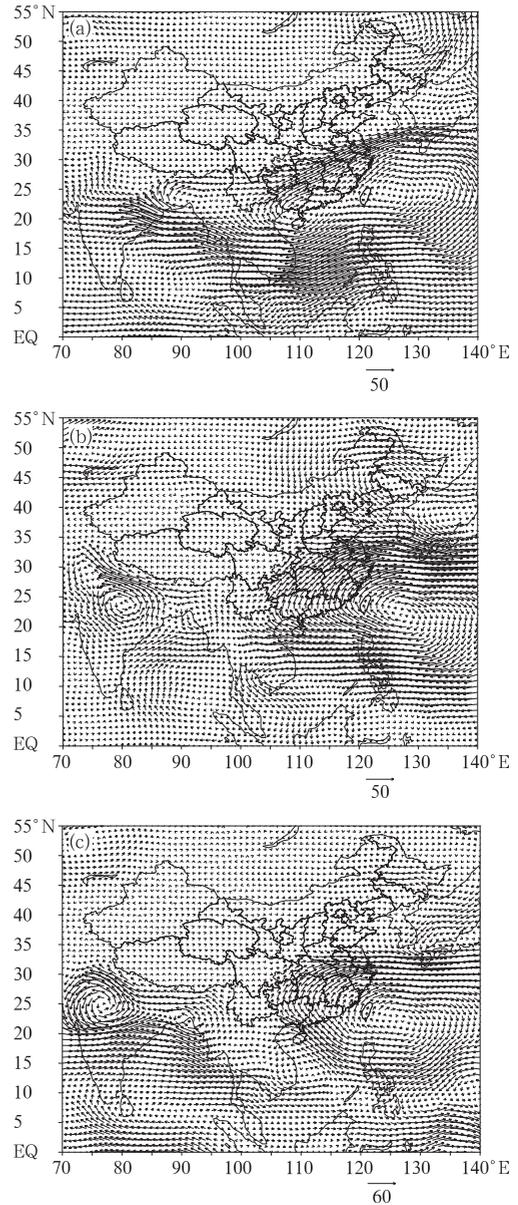


图 5 2003 年(a)、2005 年(b)和 2007 年(c)与近 10 年 7 月上旬整层水汽通量距平图
(单位: $10^2 \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)

均值 7 月上旬演变和 105~120°E、20°N 纬向水汽总输送均值 7 月上旬演变(图略)。对比可见,纬向的水汽输送显著强于经向水汽输送。从 105°E 以西地区来源的水汽输送偏小,均值接近于 0。从 20°N 以南地区来源的

水汽虽然3个洪水年略有差异,但总体均值在 $7500\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ 左右。可见,淮河流域雨季降水集中期水汽主要来源于南海,与文献[14]的结论相吻合。

3 结论与讨论

(1) 3个大洪水年7月上旬西太平洋副热带高压均较历史同期偏强,西伸脊点偏西,使得梅雨期降雨带较常年同期也偏北。

(2) 华北南部到黄淮地区距平风场上有较常年明显的偏北气流,副热带高压西北侧850hPa低空急流较常年平均偏强 $6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,南北两支暖湿和干冷气流交汇区正好位于淮河流域,有利于强降水在该地区持续和徘徊。

(3) 淮河流域处于异常的高空急流入口南侧或较常年偏强的反气旋环流控制下的辐散区;高低空急流的有利配置是淮河流域强降水产生和持续的有利的动力条件。

(4) 从整层水汽通量距平分析看,南海是淮河流域持续强降水的主要水汽源地。

参考文献

- [1] 丁一汇. 1991年江淮流域持续性大暴雨研究[M]. 北京:气象出版社,1993:1-30.
- [2] 国家气象中心. 98中国大洪水与天气预报[M]. 北京:气象出版社,1999:1-34.
- [3] 陶诗言,张庆云,张顺利. 1998年长江流域洪涝灾害的气候背景和大尺度环流条件[J]. 气候与环境研究,1998,3(4):290-299.
- [4] 陶诗言,倪允琪,赵思雄,等. 1998年夏季中国暴雨的形成机理与预报研究[M]. 北京:气象出版社,2001:1-156.
- [5] 黄荣辉,徐予红,王鹏飞,等. 1998年长江流域特大洪涝特征及其成因探讨[J]. 气候与环境研究,1998,3(4):300-313.
- [6] 赵思雄,孙建华,陈红,等. 1998年7月长江流域特大洪水期间暴雨特征的分析研究[J]. 气候与环境研究,1998,3(4):368-381.
- [7] 丁一汇. 高等天气学[M]. 北京:气象出版社,2005:236-249.
- [8] 章国材,毕宝贵,鲍媛媛,等. 2003年淮河流域强降水大尺度环流特征及成因分析[J]. 地理研究,2004,23(6):795-804.
- [9] 刘环珠,赵声蓉,赵翠光,等. 2003年夏季异常天气与西太副高和南压高压演变特征的分析[J]. 高原气象,2006,25(2):169-178.
- [10] 金荣花,矫梅燕,徐晶,等. 2003年淮河多雨期西太平洋副高活动特征及其成因分析. 热带气象学报,2006,22(1):60-66.
- [11] 王东生,康志明,杨克明. 2003年淮河流域梅汛期首场大暴雨成因分析[M]. 气象,2004,30(1):16-21.
- [12] 薛建军,康志明,张芳华. 2003年6月29日至7月2日淮河梅雨锋大暴雨过程诊断分析[J]. 气象,2004,30(1):22-27.
- [13] 徐晶,王东生,杨克明. 2003年7月4~7日淮河流域特大暴雨等熵位涡分析[J]. 气象,2004,30(1):33-37.
- [14] 康志明. 2003年淮河流域持续性大暴雨的水汽输送分析[J]. 气象,2004,30(2):20-24.
- [15] 鲍媛媛,李锋,矫梅燕. 2003年淮河流域特大暴雨期间低纬环流分析. 气象,2004,30(2):25-29.
- [16] 龚振淞,王永光,许力. 2003年夏季中高纬度环流与淮河流域降水[J]. 气象,2004,30(2):30-33.