

2009年盛夏湖南持续高温干旱 及同期大气环流异常分析

罗伯良, 彭莉莉, 张超

(湖南省气象科学研究所, 湖南 长沙 410007)

摘要:利用湖南省97个台站降水、气温资料、NCEP/NCAR再分析资料,分析了2009年8月湖南持续高温干旱的时空分布及同期大气环流的异常特征。结果表明:高温时段从8月中旬初开始一直持续到下旬后期,其中8月中旬到下旬高温范围和持续时间大部分地区为1959年以来最严重的时段。西太平洋副热带高压面积偏大、强度偏强、西伸脊点偏西,湖南地区在副高控制下,盛行下沉气流是引起持续高温干旱的直接原因。从南海到湖南地区存在经向水汽输送的负异常中心,这种水汽输送形势有利于持续高温干旱的发展。

关键词:持续高温;大气环流;水汽输送;异常

中图分类号:P468.0⁺21

文献标识码:A

引言

2009年8月,湖南遭受了有气象资料记录以来最严重的持续高温干旱。这次高温持续时间长、范围广,由于持续高温少雨以及农田蒸散剧烈,导致湘西、湘北旱情发展十分迅速,并扩散至全省,对湖南大部分地区造成了非常严重的经济损失。

湖南是盛夏持续高温干旱发生频率较高的地区之一,国内针对高温干旱研究已有很多。杨辉等^[1]对2003年夏季中国长江以南异常高温发生的直接原因及其可能机制进行了初步分析,指出西太平洋副热带高压的极度持续偏强和西伸是直接原因,而西太平洋副热带高压形势的持续异常是多系统综合作用的结果。牛宁等^[2]对2004年中国长江以南地区严重秋旱特征及其同期大气环流异常作了系统分析,指出长江以南地区发生的秋旱与同期的东亚大气环流持续异常密切相关。刘晓冉等^[3]对2006年川渝伏旱同期环流场和水汽场异常特征进行了分析,指出从中南半岛到西南地区经向水汽输送负异常和西太平洋副高持续异常与川渝地区持续伏旱灾害关系密切。一些研究^[4-5]对北京夏季持续高温天气进行了系统分析,

总结了高温过程天气系统的共同特征,探讨了河套高压的形成机理及其与北京高温天气的联系。卫捷等^[6]则对华北地区夏季高温和闷热天气的变化特点及其大气环流的统计特征进行了系统研究。史印山等^[7]对京津冀高温天气的时空分布及环流特征进行了统计分析,探讨了高温天气的年代际变化与大尺度环流特征。其他一些研究^[8-14]表明,干旱过程常常是某种状态的异常环流型持续发展和长期维持的结果。以上研究工作主要针对长江流域及华北等地高温干旱的分析,而对江南盛夏高温干旱的研究则比较少。本文主要对2009年8月发生在湖南的持续高温干旱特征、大气环流背景进行分析。

1 资料

所使用的资料包括1959~2008年8月逐月的NCEP/NCAR的 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 再分析资料(2009年8月为逐日资料),湖南省内97个气象台站逐日降水和最高气温资料,西太平洋副热带高压指数由国家气候中心气候系统诊断预测室提供。在本文中,气候平均态采用1971~2000年平均值。

收稿日期:2009-11-24;改回日期:2009-12-12

基金项目:湖南省重大科技专项“湖南省极端气象灾害预警评估技术体系研究与示范”(2008FJ1006)资助

作者简介:罗伯良(1965-),男,湖南邵阳人,高级工程师,从事气候诊断与预测. E-mail: luobailiang@163.com

2 2009年8月湖南降水与持续高温特征

2.1 降水空间分布

从2009年8月降水距平百分率(图1)可见,8月降水普遍偏少,湘东南和湘西北降水较常年偏少2~5成,湘北大部和湘西南较常年偏少超过6成,部分偏少超过8成,其中怀化的通道偏少9.6成。由于7月湖南的西北和北部大部分地区降水偏少2~7成,7、8月连续偏少,而且偏少的幅度较大,因此造成了湘西、湘北地区严重干旱的发生。

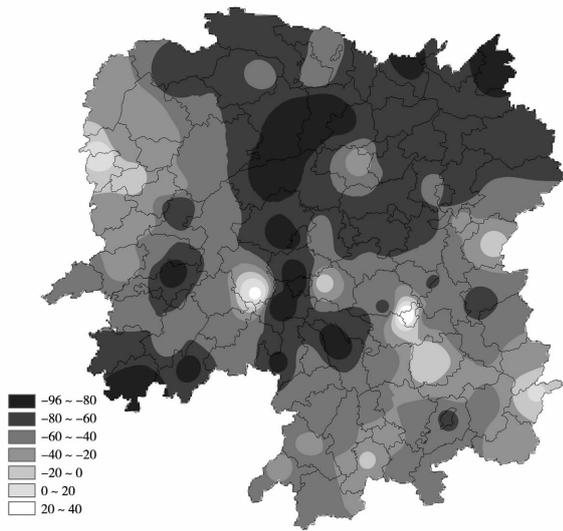


图1 2009年8月湖南省降水距平百分率空间分布

Fig.1 Spatial distribution of precipitation anomaly in Hu'nan in August 2009

2.2 高温特征

范围大、持续时间长。2009年8月10日开始在湘西北出现高温,尔后逐渐扩展,15~29日湖南出现了大范围、长时间的高温天气过程,29日晚受南下强冷空气影响,湖南自北向南气温骤降,高温过程结束。据统计,此次持续高温天气过程,全省有94县(市)出现高温日(日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$),高温站次累计达1126。与历史同期相比,全省高温总站次数仅次于1998年(1213站次),位于历史同期第2位。全省日高温范围超过60个县(市)的天数为12d,其中8月22日高温范围最大达93县(市)(图2)。过程高温日 ≥ 10 d有82个县(市),13个县(市)高温日 ≥ 15 d。高温持续时间空间分布总体上

呈湘西北向湘东南递减,全省高温持续时间 ≥ 5 d有88站,其中张家界、湘西自治州及怀化中北部在14~15d,永州的祁阳县持续时间最长达19d(图3)。与历史同期比较,桑植、张家界、慈利等31县(市)最长高温持续时间为历史最长,汨罗、桃江、安化等17县(市)最长高温持续时间排在第2位,洞口、临湘、新化等16县(市)最长高温持续时间位于第3位。过程极端最高气温为 40.7°C ,出现在26日的慈利县。持续高温少雨导致农田蒸散剧烈,湖库水位锐减,致使干旱迅速发展。

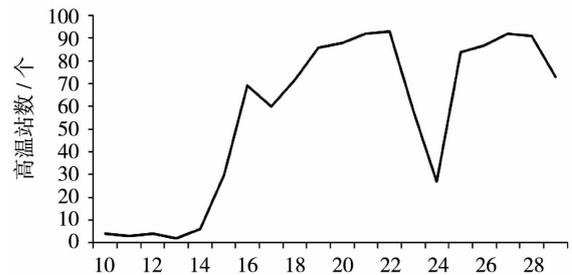


图2 2009年8月10~29日全省逐日高温站数变化

Fig.2 Temporal evolution of stations with high temperature in August 2009

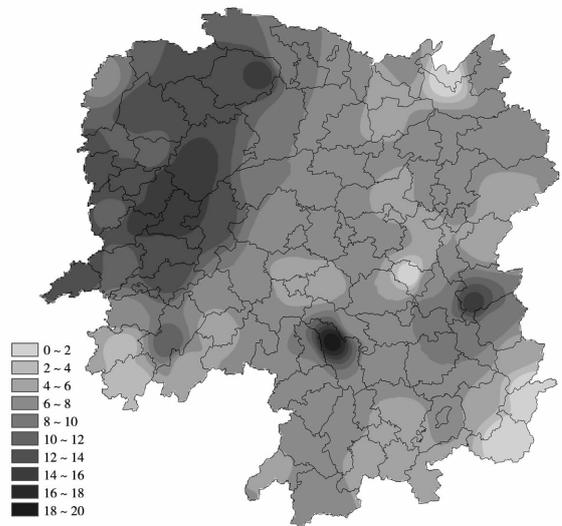


图3 2009年8月连续高温日数空间分布(单位:d)

Fig.3 Spatial distribution of persistent high temperature days in August 2009

3 2009 年 8 月东亚环流特征

持续高温干旱过程常常是不利于降水的异常环流持续发展和长期维持的结果。对于 2009 年 8 月湖南省持续高温干旱,必定与同期的大气环流形势持续异常有关,下面主要从中高纬度环流及西太平洋副热带高压、低层流场、垂直运动和水汽输送等几个方面进行分析讨论。

3.1 500 hPa 高度场异常特征

湖南盛夏 8 月高温、降水受西太平洋副热带高压(简称副高,下同)和中高纬环流系统影响较大。2009 年 8 月 500 hPa 位势高度及距平场(图 4)显示,中高纬环流比较平直,常年出现的孟加拉湾低压不明显,而伊朗高压明显增强,东亚地区盛行纬向环流,冷空气活动较少。西太平洋副高尽管脊线位置与常年无异,但范围偏大,588 线比常年偏西达 29 个经度,偏北 1 个纬度,并且其强度约为常年的 2 倍(表 1),由于西太平洋副高较常年明显偏强,面积偏

大,西伸明显,致使本月较少的冷空气无法到达长江以南。2009 年 8 月 500 hPa 高度距平场(图 4b)上,湖南为明显的正距平,说明湖南地区 8 月大部分时间在持续异常强大的副高控制之下,盛行下沉气流,酷热少雨。

表 1 2009 年 8 月西太平洋副热带高压特征指数与多年平均值比较

Tab. 1 Comparison of the characteristic index values of WPSH in August 2009 with their climatological means during 1971 - 2000

指数类型	多年平均	2009 年 8 月
面积指数	22	38
强度指数	38	73
北界指数	32°N	33°N
脊线指数	27°N	27°N
西伸脊点	124°E	95°E

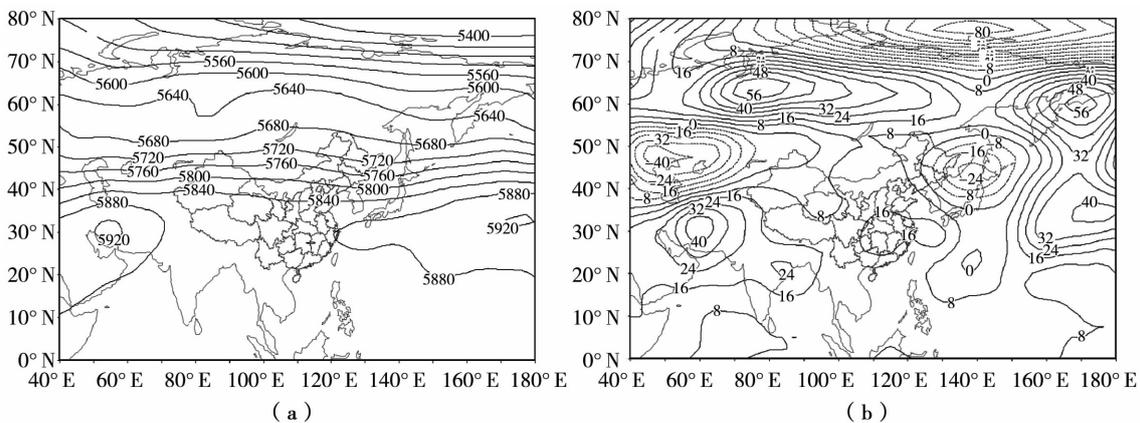


图 4 2009 年 8 月 500 hPa 位势高度场(a)及其距平(b)(单位:gpm)

Fig. 4 The 500 hPa geopotential height field (a) and it's anomalies(b) in August 2009 (unit:gpm)

3.2 850 hPa 风场特征

2009 年 8 月湖南地区气流主要来自越赤道气流经西太平洋从东海流入(图 5a),在距平图(图 5b)上,台湾以东海面上有一个异常的气旋式环流,湖南大部处于其西侧的异常偏北风控制之下,呈现偏北风异常,表明到达湖南的暖湿气流输送较常年偏弱。由此可见,2009 年 8 月低层环流形势不利于由南向北的暖湿空气的输送,与常年相比(图略),这种环流形势不利于冷暖空气在湖南地区相遇,而且水汽输送也大大减弱,因此降水较常年偏少。

3.3 850 hPa 垂直运动特征

从 850 hPa 多年平均垂直速度场(图 6a)和 2009 年 8 月垂直速度距平场(图 6b)可见,常年 8 月受青藏高原大地形及热力影响,青藏高原及西南大部为上升运动区,湖南为微弱的下沉运动,而 2009 年 8 月距平图上,在湖南地区至广西出现了一个正距平中心,表明湖南地区盛行下沉运动,或者说下沉运动较常年明显加强,特别是湖南西部地区,这有利于高温持续和干旱发展,是湖南西部高温持续异常的原因之一。

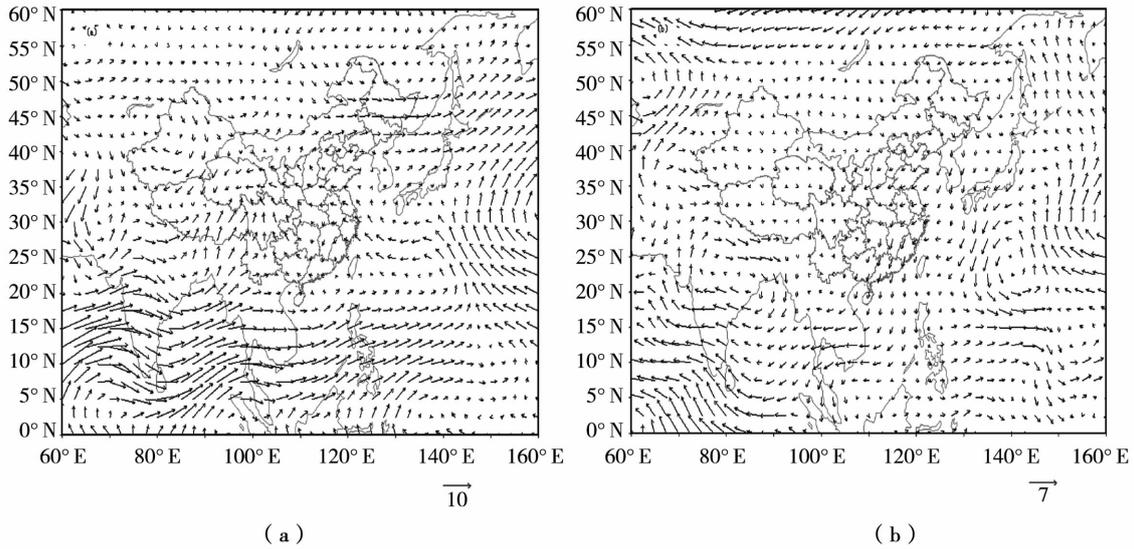


图 5 2009 年 8 月 850 hPa 风场(a) 及其距平(b) (单位:m/s)
 Fig. 5 The 850 hPa wind field(a) and it's anomalies(b) in August 2009 (unit:m/s)

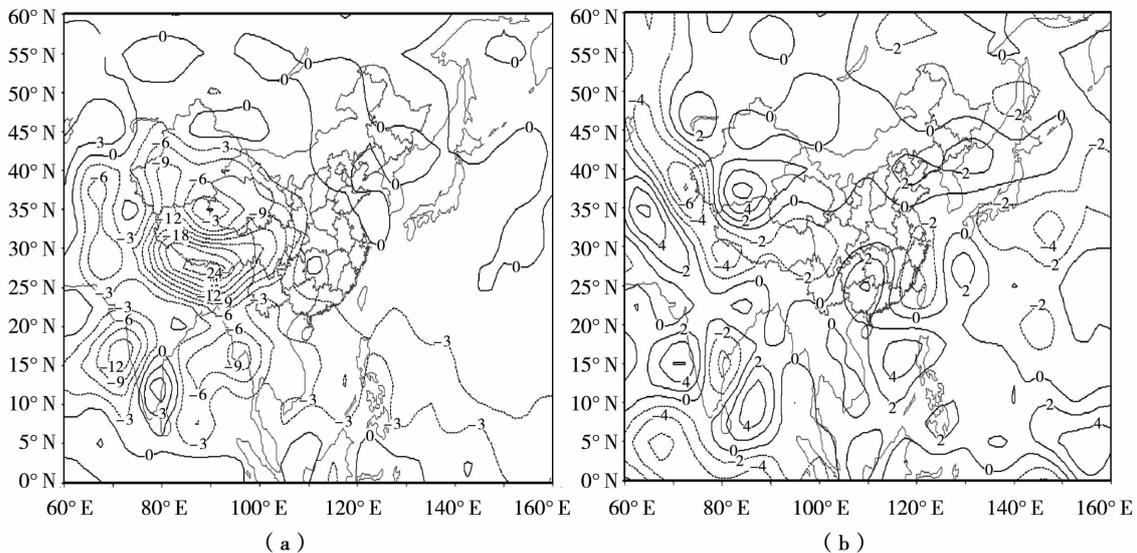


图 6 850 hPa 多年平均垂直速度场(a) 和 2009 年 8 月垂直速度距平场(b) (单位: 10^{-2} Pa/s)
 Fig. 6 The climatological average of 850 hPa vertical velocity field(a) and it's anomalies(b) in August 2009 (unit: 10^{-2} Pa/s)

3.4 水汽输送特征

从 8 月多年平均整层水汽输送通量矢量场(图 7a)可以看到,常年湖南地区的水汽主要来自于印度洋经中南半岛至南海形成南北向的水汽输送而到达。而 2009 年 8 月距平图(图 7b)上,湖南地区出现了较强的北—南向的矢量距平,表明与常年相比,来自南方的水汽输送明显减弱,从而造成湖南降水的水汽输送供应大大减弱。从图 7c 可知,常年 8

月,湖南及华南地区上空为从南向北的水汽输送,在南海上空存在着一个正的水汽输送中心。而由图 7d 可见,2009 年 8 月在南海上空出现了大的负异常中心,并且长江以南的大部分地区也在负的异常值的控制之下,由南向北的水汽输送强度明显减弱。黄荣辉等^[15]研究指出,东亚季风区的水汽输送以经向输送为主。因此,2009 年 8 月这种水汽输送形势对湖南少雨干旱事件具有一定的影响。

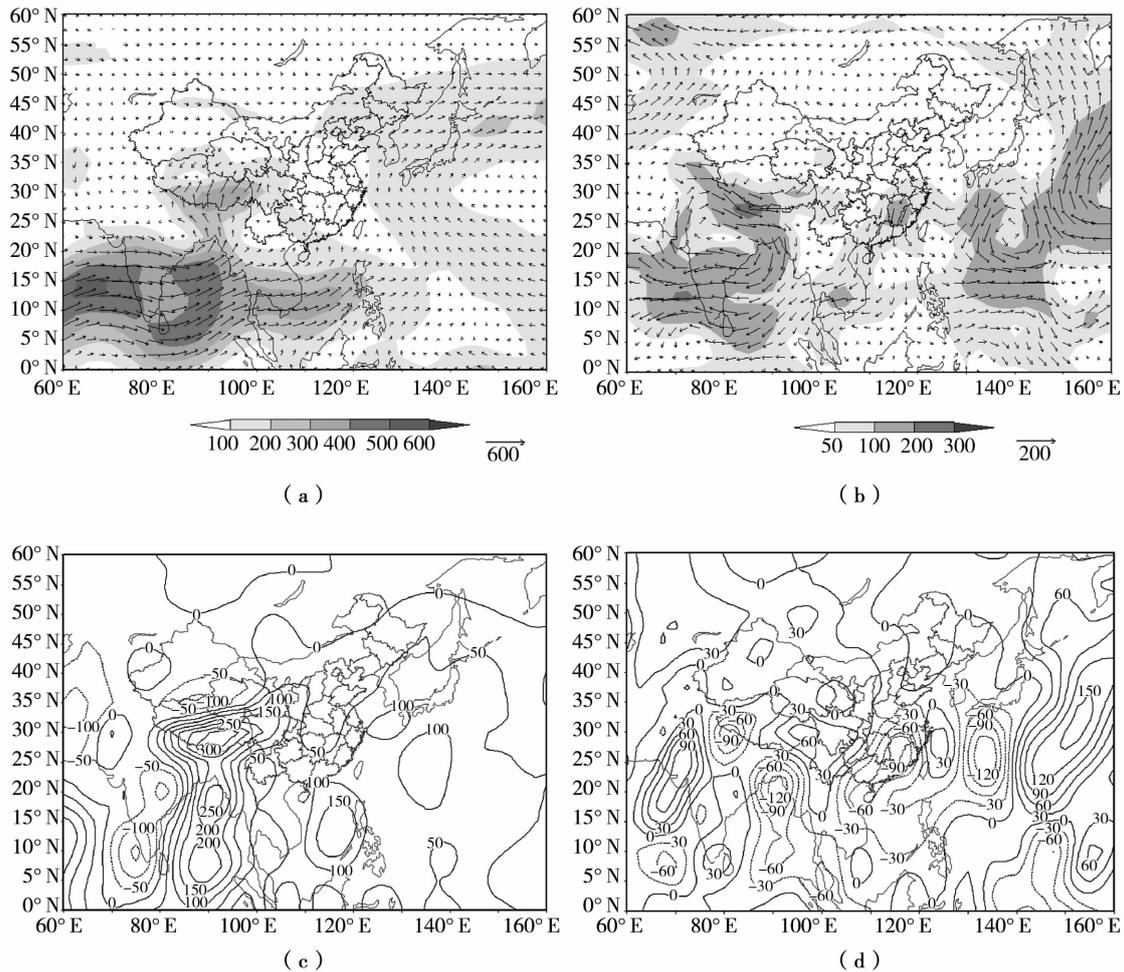


图7 多年平均整层水汽输送通量场与经向水汽输送(a,c)及其2009年8月距平场(b,d)(单位:kg/(m.s))

Fig. 7 Climatological entire layer moisture flux(a)/ meridional water vapor transport(c) and its anomalies (b/d) in August 2009 (unit: kg/(m.s))

4 结论和讨论

2009年8月湖南地区发生的持续高温干旱与同期的东亚大气环流持续异常都有着很大的关系。

(1)500 hPa 高度场上的西太平洋副高,作为影响湖南盛夏主要的大气活动中心,其强度、范围和位置变化决定着南方暖湿气流和北方冷空气交汇的位置和方式,也决定热带气旋的移动路径,2009年8月西太平洋副高面积偏大、强度偏强,且西伸脊点明显偏西,持续控制湖南,它无疑是造成这次持续高温干旱最直接的原因。

(2)持续高温干旱同期的850 hPa 风场,台湾以东海面上出现的气旋性环流异常,湖南大部处于其西侧的异常偏北风控制之下,呈现偏北风异常,影响

了湖南地区的水汽输送的路径改变,对2009年8月干旱具有一定影响。

(3)850 hPa 垂直速度场上,湖南地区上空下沉气流异常,使得南方暖湿空气和北方冷空气在湖南的交汇受到抑制,另外因为下沉绝热增温会引起相对湿度减小^[16],边界层副热带高压脊附近多为干燥晴好天气,因而造成了湖南持续高温干旱。

(4)2009年8月从南海到湖南存在负异常经向水汽输送中心,长江以南地区上空由南向北的整层经向水汽输送大大减弱,这种水汽输送形势有利于干旱形成和发展。

本文得到的结果只是初步的,且只对同期大气环流特征进行了初步分析,对于湖南盛夏持续高温干旱气候学特征,以及其他异常环流因子与湖南高

温干旱的可能联系值得进一步深入研究,同时找到具有预报意义的物理因子,为提高湖南盛夏持续高温干旱短期气候预测业务水平,这些作者将作进一步分析研究。

参考文献:

- [1] 杨辉,李崇银. 2003年夏季中国长江以南异常高温的分析研究[J]. 气候与环境研究,2005,10(1):80-85.
- [2] 牛宁,李建平. 2004年中国长江以南地区严重秋旱特征及其同期大气环流异常[J]. 大气科学,2007,31(2):254-264.
- [3] 刘晓冉,杨茜,程炳岩. 2006年川渝伏旱同期环流场和水汽场异常特征分析[J]. 气象,2009,35(8):27-34.
- [4] 王迎春,葛国庆,陶祖钰. 北京夏季高温闷热天气的气候特征和2008夏季奥运会[J]. 气象,2003,29(9):23-27.
- [5] 郑祚芳,王迎春. 北京夏季持续高温过程特征分析[J]. 气象,2005,31(10):16-20.
- [6] 卫捷,孙建华. 华北地区夏季高温闷热天气特征的分析[J]. 气候与环境研究,2007,12(3):453-463.
- [7] 史印山,谷永利,林艳. 京津冀高温天气的时空分布及环流特征分析[J]. 气象,2009,35(6):63-69.
- [8] 陶诗言,徐淑英. 夏季江淮流域持久性旱涝现象的环流特征[J]. 气象学报,1962,32(1):1-10.
- [9] 邹旭恺,高辉. 2006年夏季川渝高温干旱分析[J]. 气候变化研究进展,2007,3(3):149-153.
- [10] 王秋良,张立凤. 2006年夏季重庆高温伏旱环流特征分析[J]. 干旱气象,2008,26(1):1-7.
- [11] 彭京备,张庆云,布和朝鲁. 2006年川渝地区高温干旱特征及其成因分析[J]. 气候与环境研究,2007,12(3):464-474.
- [12] 李永华,徐海明,刘德. 2006年夏季西南地区东部特大干旱及其大气环流异常[J]. 气象学报,2009,67(1):122-132.
- [13] 任广成,王冰. 南疆夏季异常高温的气候背景分析[J]. 干旱气象,2007,25(1):25-31.
- [14] 刘新伟,赵庆云,孙国武. 青藏高原东北侧夏季异常高温的环流特征及诊断[J]. 干旱气象,2006,24(3):42-46.
- [15] 黄荣辉,张振洲,黄刚,等. 夏季东亚季风区水汽输送特征及其与南亚季风区水汽输送的差别[J]. 大气科学,1998,22(4):460-469.
- [16] 吴国雄,刘屹岷,任荣彩,等. 定常态副热带高压与垂直运动的关系[J]. 气象学报,2004,62(5):587-597.

Persistent High Temperature and Drought Feature and Anomalies of Atmospheric Circulation in August 2009 in Hu'nan Province

LUO Boliang, PENG Lili, ZHANG Chao

(Institute of Meteorological Sciences of Hu'nan Province, Changsha 410007, China)

Abstract: The spatial-temporal distribution of the persistent high temperature and drought occurred in Hu'nan in August 2009 and the anomalous atmospheric circulation are analyzed by using the daily precipitation and temperature data of 97 stations in Hu'nan and NCEP/NCAR reanalysis data. The results show that the persistent high temperature period started from early of the second ten days to late of the third ten days of August, and the coverage and duration of high temperature were strongest since 1959 in many parts of the province. The western Pacific subtropical high became stronger and west of normal position, and the downdraft prevailed over the area of Hu'nan under the control of western Pacific subtropical high were main causes. At the same time, a negative abnormal belt of the meridional water vapor transport from South China sea to Hu'nan was advantageous to the development of the persistent high temperature and drought.

Key words: persistent high temperature; atmospheric circulation; water vapor transportation; anomaly