

文章编号: 2096-1618(2016)04-0400-08

# 2013年长江中下游地区高温热浪及可能成因

魏挪巍, 巩远发, 苗青, 邓锐捷  
(成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都 610225)

**摘要:**利用1971~2013年中国800余站点的逐日温度资料和NCEP/NCAR再分析资料,采用气候诊断方法,初步分析了2013年夏季长江中下游地区异常高温热浪天气发生的可能原因。结果表明:2013年夏季7、8两月,105°E以东的长江流域大部分地区地面气温较常年平均偏高2℃~4℃;超过35℃的高温日数较气候平均多20 d以上。导致2013年夏季7、8两月长江中下游地区的异常高温热浪天气的一个特殊原因,是南亚季风区和东亚热带季风区异常强的对流活动,使对流层上层南亚高压偏东偏强、对流层中层西太平洋副热带高压偏北偏西偏强和长江流域异常的下沉运动;同时,西风带及中高纬环流系统配置不利于冷空气南下,是长江中下游地区发生持续的异常高温天气的另一个因子。

**关键词:**气象学;短期气候变化;长江中下游地区;高温热浪;大气环流;西太平洋副热带高压

**中图分类号:**P467

**文献标志码:**A

## 0 引言

近100 a来,中国气温有明显的上升趋势,最近50 a来,气温上升的现象变得更加显著。气候变暖使得极端气候事件越变越强、越变越多,而其中之一就是高温热浪事件,近年来更是屡见不鲜,对国民经济和社会生活都造成了很大的危害,引起了政府有关部门及广大科学家的普遍关注<sup>[1-4]</sup>。

目前,中国高温热浪气候研究方面已取得一些成果,如谭建国等<sup>[5]</sup>发现最近几十年来,中国主要省会城市的高温日数变化为从东往西、从南往北的“增-减-增”的趋势,但最近几年,大部分城市温度都有升高的趋势。史军等<sup>[6]</sup>研究发现,华东地区异常高温与夏季西太平洋副高面积和强度指数、上年下半年Nino4区海温和登陆中国的台风个数及城市化呈正相关。王秋良等<sup>[7]</sup>研究发现,重庆异常高温的主要原因是西太平洋副热带高压的异常,而造成西太平洋副热带高压异常的原因有南亚高压位置和强度的异常、极涡和副热带急流的变化、西太平洋暖池偏暖等因子。已有研究表明<sup>[8-9]</sup>,长江中下游夏季高温异常与副热带高压异常相关。纪忠萍等<sup>[10]</sup>研究发现,江南到华南的高温天气状况与西太平洋副热带高压强度偏强有关,而西太平洋副热带高压偏强则与乌拉尔山以西至鄂霍次克海附近的强大阻塞高压及前冬太平洋海温距平具有厄尔尼诺特征有关。史印山等<sup>[11]</sup>研究表明京津冀地区在高温天气多的年份与高温天气少的年份,500 hPa环

流特征有明显差异。

2013年的高温异常天气不仅极端温度高,强度高,极端性突出,并且高温的持续时间很长,受到高温影响的地域也非常广。其中中国的江南、江淮、江汉以及川渝地区高温现象异常显著。2013年夏季的高温日数、高温持续的最长时间、40℃以上高温范围均超过了1961年来历史的最高值。高温热浪天气加剧了长江中下游地区的伏旱,对人民的生产生活都造成了很大的影响。<sup>[12-13]</sup>

## 1 资料说明

研究使用的资料有国家气象信息中心提供的全国共800余站点的中国地面气候资料日值数据集、1960~2013年NCEP/NCAR的高度场、垂直速度场、风场等资料,文中使用的OLR资料为NOAA所提供的2013年月平均及1981~2010年的气候平均的 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 网格资料。

中国气象局规定最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 为高温日。沿用这一定义,将日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的记为一个高温日,结合日最高气温、位势高度场、低层流场等要素来分析2013年夏季长江中下游地区高温天气的特点及可能的形成原因。

## 2 高温的基本特征

### 2.1 异常最高气温的分布特征

图1是2013年夏季7月和8月最高气温月平均

收稿日期:2015-10-27

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41275080);公益性行业(气象)科研专项资助项目(GYHY201306022)

值相对于1971年到2013年7月和8月气候平均最高气温的距平分布图。从图1可以看出,7月四川东南、重庆、贵州北部、湖北西北、河南中部、安徽北部、江苏东北、上海、浙江大部等部分地区最高气温较常年偏高 $2\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,而东北、北部地区大范围较常年最高气温偏低,山西、青海、宁夏、河北、内蒙古等部分地区较常年最高气温偏低 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,华南南部地区也较常年偏低 $-1\text{ }^{\circ}\text{C}\sim -2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。8月比7月最高气温更为异常,范围更大,覆盖了中国大部分地区,从2013年8月中国月平均最高气温的距平(图1b)上可以看出,西藏东北、新疆南部少数地区、青海大部、四川大部、重庆、湖北、河南、贵州北部、湖南北部、江西北部、浙江、上海、江苏、福建北部、山东大部、山西南部、河北南部、山西南部、宁夏中部、甘肃南部等地区的最高气温较常年最高气温偏高 $2\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,其中青海、四川、重庆、陕西、河南、湖北、湖南、江西、浙江、上海等部分地区局部气温更是较常年偏高 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。然而东北地区的最高气温却比常年偏低,包括内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁等省,其中内蒙古东北部和黑龙江北部最高气温距平达到了 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。另外新疆北部和华南地区南部也有部分地区为最高气温负距平地区,较常年偏低 $-1\text{ }^{\circ}\text{C}\sim -2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

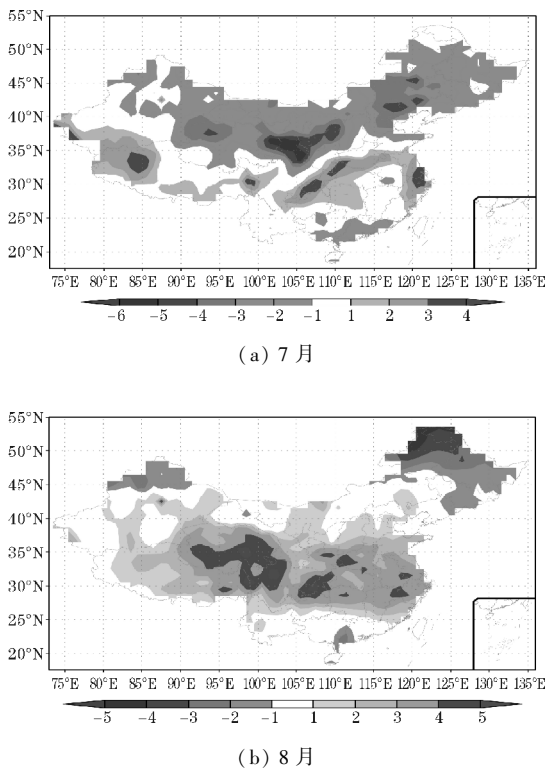


图1 2013年7月和8月中国月平均最高气温的距平

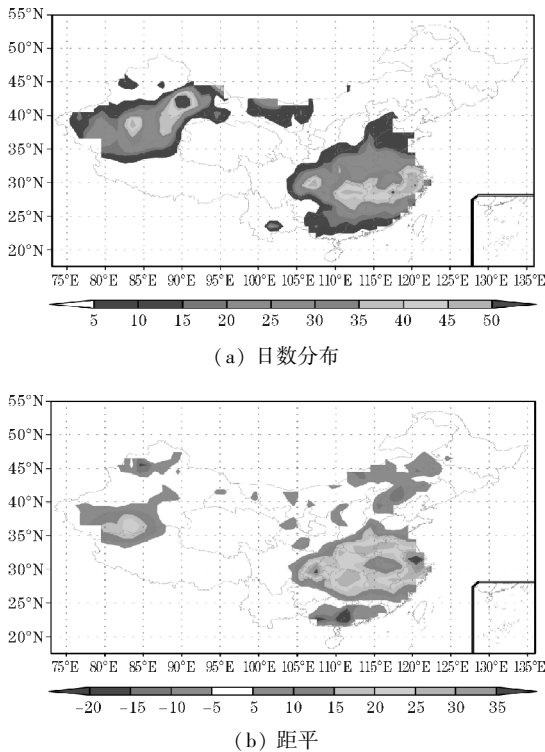


图2 2013年7~8月最高温度超过 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温日数分布及其距平

从2013年7~8月中国超过 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温日数分布(图2a)可以看出,除去新疆部分地区由于塔里木盆地和准噶尔盆地的沙漠下垫面特征及吐鲁番盆地的地形地貌特征引起的常年高温以外,黄淮地区南部,江淮、江汉、江南地区,重庆、四川东部地区都出现了高达20 d以上的高温天气,特别是在长江中下游及重庆地区,超过 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温日数更是超过了45 d。从7~8月中国超过 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温日数距平(图2b)可以看出,高温日数正距平 $>15\text{ d}$ 的区域与高温日数 $>20\text{ d}$ 的区域基本重合,主要为长江中下游及四川东部及重庆等地区,包括陕西、重庆、湖南、湖北、河南、安徽、江苏、上海、浙江、福建、江西、四川东部等十省市,其中重庆中部和江苏南部部分站点则较常年平均多35 d以上,占到总共统计天数的一半以上。这些地区人口密集,经济发展水平较高,异常高温对人民的生产和生活都造成了很大的影响。与最高气温正距平相对应的,内蒙古东部、河北北部、吉林西部、辽宁西部、新疆西北及广西、广东南部为超过 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温日数负距平区,其中广西、广东部分地区超过 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温日数负距平达到 $-15\text{ d}$ 以下。由此可见,2013年的高温异常天气不仅极端温度高,强度强,极端性突出,并且高温的持续时间很长,受到高温影响的地域也非常广。

根据图2最高温度超过 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的区域范围,选取 $25\text{ }^{\circ}\text{N}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{N}$ 、 $105\text{ }^{\circ}\text{E}$ 以东的长江中下游地区280余站,计算1970~2014年7~8月区域平均的最高气温、平均气温及最高气温和平均气温距平变化,如图3所示。从

图3可以看出,从1970到2014年,平均气温与最高气温的走势非常相似,最高气温的波动略大一些,1970~1979年气温变化比较平稳,气温最高与气温最低相差不超过2℃,1980年为这几十年的气温最小值,1981~1992年温度变化也比较平稳,最高气温的变化相较于前10年略微剧烈一些,在1993年为温度次低值,仅次于1980年,此后温度变化也较为平稳,直到2013年,达到最高气温极值,最高气温接近34℃,之前40余年最高气温只达到33℃,而平均气温也接近28℃,相较于之前年份的最高平均气温高出了近1℃左右。1970~2014年7~8月最高气温距平变化(图3b),可以看出,1990年之前,负距平年份时常连续出现,而正距平年份较为分散,1990年以后,正负距平年份时常交替出现,而从2006~2013年,则为连续的正距平年份,并且在2013年达到最大值。过去40余年中,最高气温正距平与负距平的年份基本相同,而在2013年以前,正距平最大的年份为1978年,正距平为1.4℃,而2013年最高气温正距平却达到2.1℃,比之前高出0.7℃。1970~2014年7~8月平均气温距平变化(图3c)与最高气温距平变化很相似,也是1990年以前负距平出现的年份多于正距平出现的年份,1990年以后正距平出现的年份多于负距平出现的年份。与最高气温距平不同的是,2013年以前,2006年为平均气温正距平最大的年份,正距平为0.9℃,而2013年的平均气温距平则达到1.8℃,比2006年高出一倍。由此可以看出,2013年长江中下游地区的高温热浪事件具有极端性异常突出的特点。

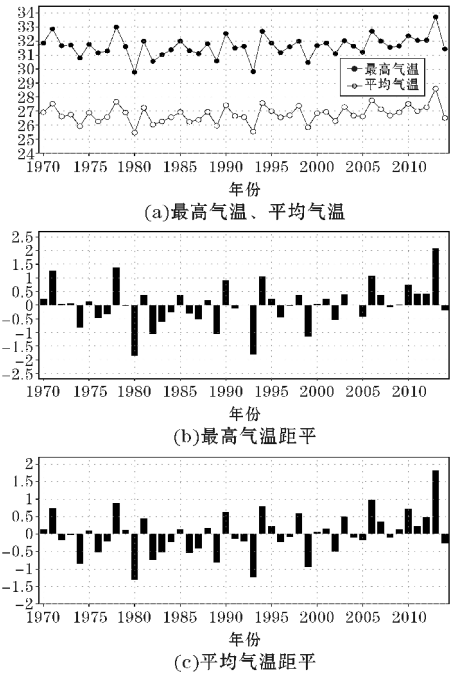


图3 1970~2014年7~8月最高气温、平均气温及最高气温距平、平均气温距平变化

2.2 对流层中气温异常特征

从2013年7月(图4a)及8月(图4b)对流层110°E~120°E平均气温异常的垂直剖面可以看出,7月份25°N~35°N有异常高温,向上延伸到200 hPa,高层大气大部分温度偏高3℃左右,在北部60°N附近存在一个高温异常中心,中心的最高异常温度达到了4℃。近地面的异常温度为1.5℃左右,与近地面异常高温相对应的,长江中下游地区有高温事件发生。8月在27°N~40°N,从近地面到200 hPa左右,温度都较常年偏高,在近地面存在一个高温异常中心,中心温度异常为3℃,比7月更高,与此对应的长江中下游地区有高温事件发生,并且较7月更加严重。在中高纬地区也有高温异常,只是异常程度偏低,与之对应的是全国大范围(图1b)的高温异常。由此可以看出,长江中下游的异常高温从近地面一直延伸到了高层大气中。

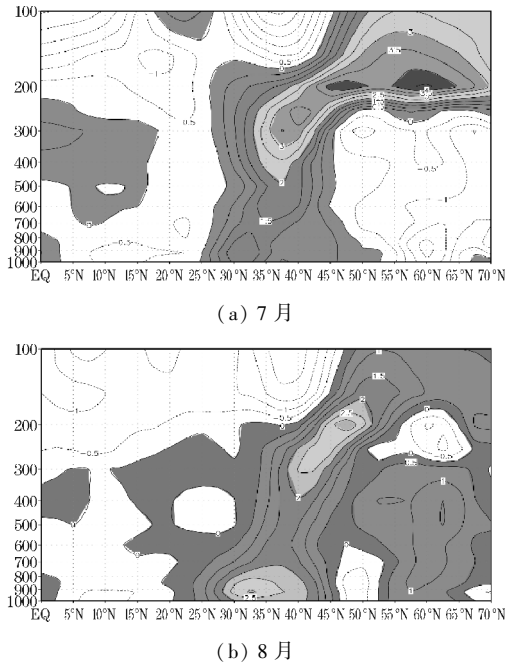


图4 2013年7月及8月对流层110°E~120°E平均气温异常的垂直剖面

3 异常高温的成因

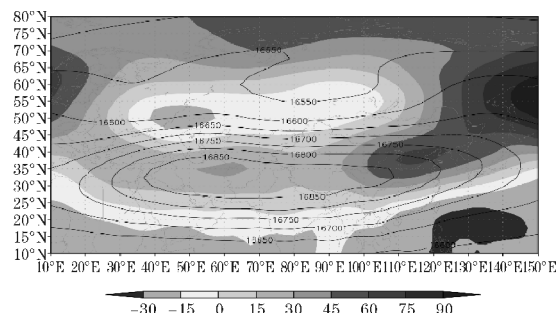
3.1 南亚高压

南亚高压是青藏高原上空对流层上部和平流层底部一个强大而稳定的反气旋系统。南亚高压的分布流型和500 hPa上的西太平洋副热带高压的进退有着密不可分的联系<sup>[14]</sup>。

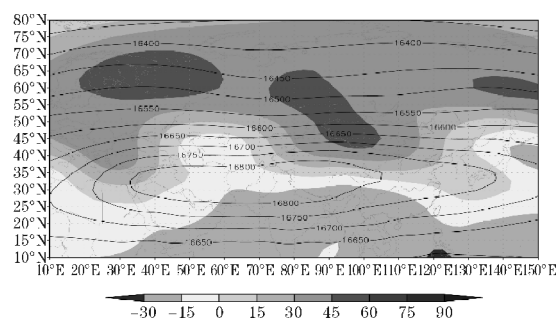
从2013年7月(图5a)、8月(图5b)100 hPa平均位势高度场及距平图可见,7月南亚高压东部与西部



明显偏强,中间略偏弱,脊线位于 $32^{\circ}\text{N}$ 附近,较常年偏北,整体强度偏强,面积偏大,正异常区域覆盖了中国 $25^{\circ}\text{N}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 的大部分区域,位置较常年偏东,控制了西亚及中国大部分地区。8月,100hPa高度上的南亚高压东北部偏强,西部明显偏弱,整体较常年偏弱。由于南亚高压的分布流型与500hPa的西太平洋副高有一定的制约关系,2013年夏季南亚高压位置偏北偏东也有利于西太平洋副热带高压偏北偏西,从而控制长江中下游地区。因此长江流域较常年少雨,而西北、东北地区较常年多雨。



(a) 7月



(b) 8月

图5 2013年7月及8月100 hPa平均位势高度及其异常

### 3.2 西太平洋副热带高压

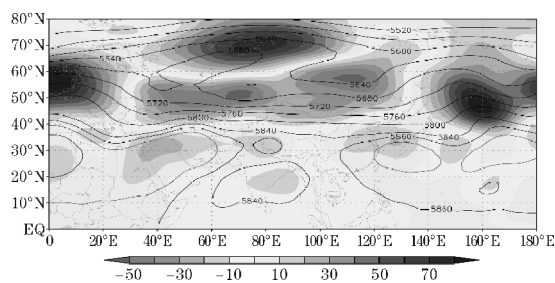
在夏季,中国东南部天气与西太平洋副热带高压的活动关系十分密切,是影响长江中下游地区夏季高温的重要因素。刘还珠等<sup>[15]</sup>研究发现2003年夏季长江以南高温少雨与西太平洋副热带高压偏强、位置异常偏西以及垂直结构呈现较强的动力型特征有关。

2013年7月(图6a)、8月(图6b)500 hPa的平均位势高度场和异常分布显示,7月乌拉尔山有阻塞形势,比常年位势偏高,中心高度距平 $>70$  gpm;贝加尔湖地区为一深槽,较常年位势更为偏低;鄂霍次克海地区存在一个高压脊,较常年位势更为偏高。西太平洋副热带高压位于 $120^{\circ}\text{E}$ 附近。8月乌拉尔山高脊和欧洲浅槽都随时间减弱,乌拉尔山高压脊较常年偏高,脊线与正异常中心都向西南偏移,欧洲浅槽较常年略微偏低,槽线与负异常中心都朝东南偏移;中纬度主要被较为平直西风带所控制;贝加尔湖的深槽减弱并东

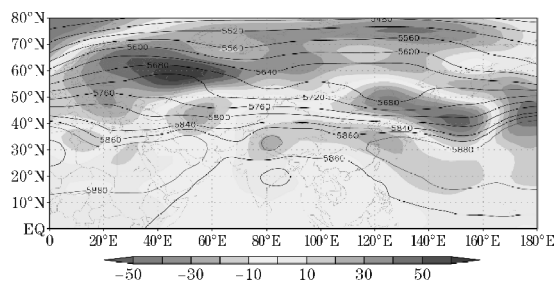
移至东北地区,鄂霍次克海地区从高脊变为低槽,副高西伸至 $115^{\circ}\text{E}$ 附近,较常年明显偏西。欧亚中高纬地区的低压槽都相对较为浅薄,不利于北方地区的冷空气深入南下影响长江中下游地区,从而造成长江中下游地区有持续的高温天气。

从2013年7月500 hPa平均位势高度及其异常(阴影部分为异常)(图6a)上看,7月,西太平洋副热带高压强度明显偏强,脊线位置偏北,西伸明显,从5860线来看,西面从阿拉伯半岛一直延伸到青藏高原西部,东面则西伸入中国大陆内部 $108^{\circ}\text{E}$ 附近。从2013年8月500 hPa平均位势高度及其异常(阴影部分为异常)(图6b)上看,8月,5860线在 $25^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 附近呈连续的带状,中国 $30^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 的地区均被5860线所覆盖,而5880线西伸入中国大陆 $115^{\circ}\text{E}$ 附近。 $30^{\circ}\text{N}$ 附近的 $70^{\circ}\text{E}\sim 140^{\circ}\text{E}$ 区域,一直被强的位势高度正距平所控制,正距平区域包括了我国西部、中部及东南地区,其中以长江中下游所在的东南地区正距平最强。对比7、8月的平均高度位势异常可以看出,8月的西太平洋副热带高压更为异常,强度更强、面积更大、位置更偏北。

陶诗言等<sup>[16]</sup>研究表明,在副热带高压西伸北跳的这段时期,在长江中下游地区容易发生高温天气。因此2013年盛夏异常环流形势持续期间,被副高控制的长江中下游地区发生了持续的异常高温天气事件。副高的这种较常年偏西的环流形势,在长江中下游长时间控制,使得空气下沉增温和晴空条件下的辐射加热,导致江南、江淮地区降水偏少,温度异常偏高。



(a) 7月



(b) 8月

图6 2013年7月及8月500 hPa平均位势高度及其异常

### 3.3 垂直速度

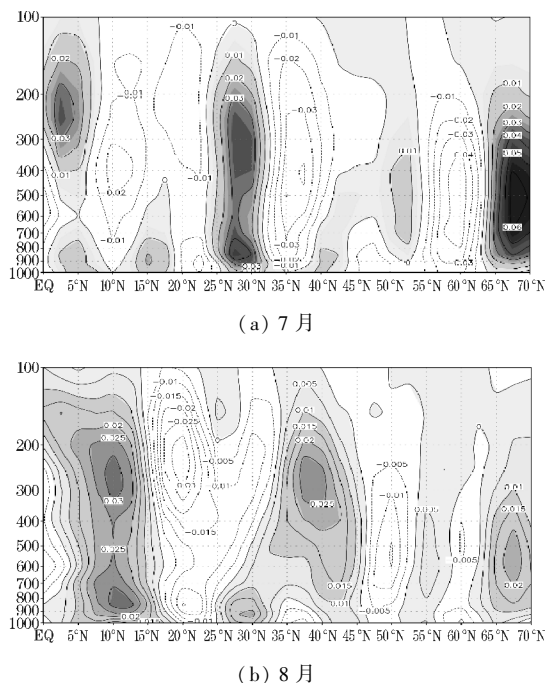


图7 2013年7月及8月垂直速度纬度-高度剖面异常

垂直速度小于零时为上升运动,垂直速度大于零时为下沉运动。上升运动强的地区对应降水量就多,而下沉运动强的地区对应着降水量少或者无降水。

从2013年7月、8月垂直速度纬度-高度剖面异常(图7)可以看出,7月30°N从近地面1000 hPa一直延伸到对流层顶都处于正异常区域;而35°N附近则恰好相反,是从近地面1000 hPa一直延伸到对流层顶都处于负异常区域,并且两处的异常程度相当。因此可以看出30°N附近的长江中下游地区处于深厚的异常下沉运动中,多晴朗少云天气,风力较弱,天气异常高温。40°~50°N附近,从近地面到对流层顶都处于较弱的正异常与负异常交替状态,与常年差异不大。8月,30°N附近,从近地面1000 hPa~700 hPa为正异常,往上延伸至对流层顶为负异常。在35°N~40°N的地区,一直延伸到对流层顶100 hPa都为异常下沉区域;40°N~50°N,该地区被深厚的下沉气流所控制。因此,长江中下游地区依然处于异常下沉运动控制中,降水异常偏低,气温异常偏高,高温天气持续发生;而东北地区处于异常下沉运动中,降水异常偏多,气温异常偏低,高温日数比常年少,与2013年7~8月中国超过35℃高温日数分布及其距平(图3)相对应。

上升下沉运动与西太平洋副热带高压有着密切的关系。8月,副高的西脊点位于30°N附近,副高的北侧应该为上升运动,南部为下沉运动,副高的中心控制区为上升运动区。因此,副高相较于常年同期的偏西,造成了对应的上升区、下沉区控制地区的降水量的差

异。即长江中下游降水异常偏少,而东北地区降水异常偏多。垂直速度场的配置结合高度场的配置,便形成了8月高温热浪天气发生时的降水分布。

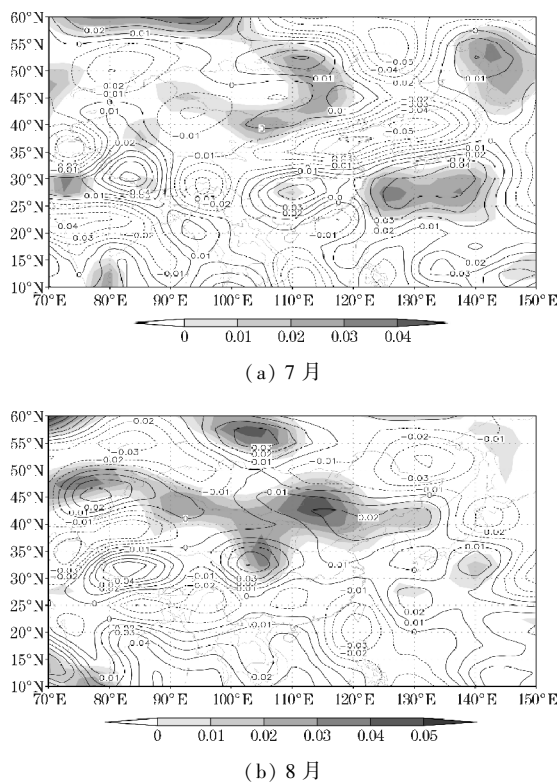


图8 2013年7月及8月500 hPa平均垂直速度异常

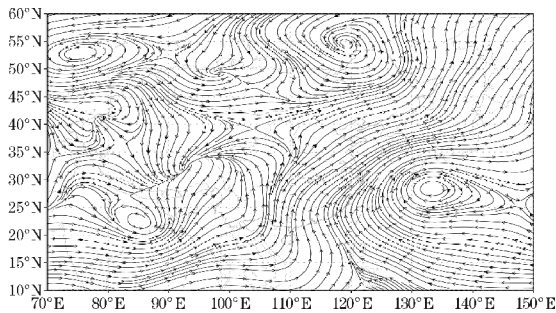
从2013年7月500 hPa平均垂直速度(图略)中可以看出,内蒙古大部、新疆北部及南部、重庆南部、贵州东北和湖北西部有下沉运动,其中内蒙古存在较强的下沉运动中心,其余地区下沉运动都较弱。从2013年7月500 hPa平均垂直速度异常(图8a)中可以看出,四川东南、重庆、湖南大部、贵州东部、湖北南部、安徽南部、上海、浙江、福建北部、广东西北部、广西、西藏西部、新疆西南部、内蒙古中部等省(市)的较往年垂直速度为正异常,而华中地区为负异常,山东存在负异常中心。

从2013年8月500 hPa平均垂直速度(图略)中可以看出内蒙古的中部地区,吉林大部,辽宁大部,山东大部,四川北部,宁夏大部,甘肃大部,新疆北部地区等都为下沉运动区域。其中内蒙古中部,甘肃南部,宁夏西南部,四川北部等地区为下沉运动的高值中心,有强烈的下沉运动。而在西藏西部地区,黑龙江北部地区,西藏东部地区,青海大部地区,江南大部分地区如广东、福建等地区都为上升运动区。2013年8月500 hPa平均垂直速度(图8b)中可以看到四川、重庆等地区的下沉运动较常年同期而言明显偏高,四川还存在垂直速度异常偏高的高值中心,伴随着强烈的下沉运动,这些地区的降水量较常年而言减少。而福建等沿海地

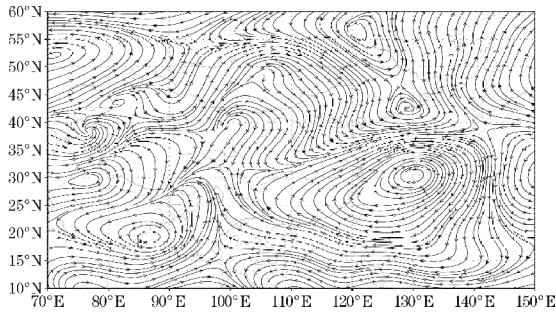


区,东北地区为负值覆盖地区,这些地区的上升运动较常年同期而言明显偏强,对应着较强的上升运动,降水量也会较常年偏多。

3.4 低层流场

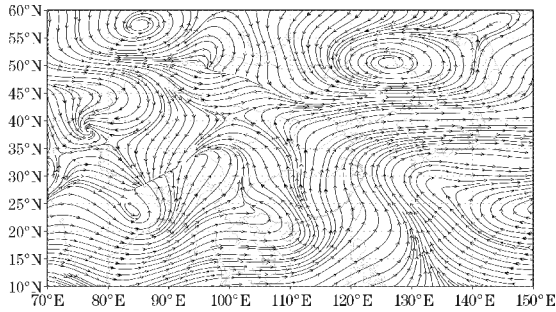


(a) 平均流场

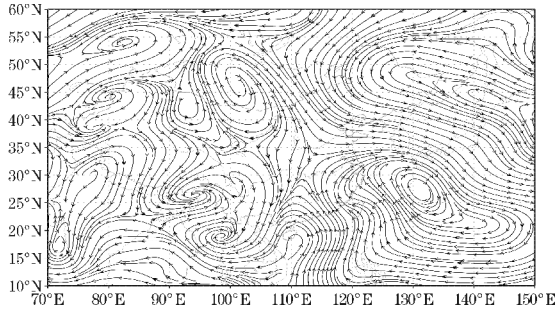


(b) 平均流场异常

图 9 2013 年 7 月 850 hPa 平均流场及异常



(a) 平均流场



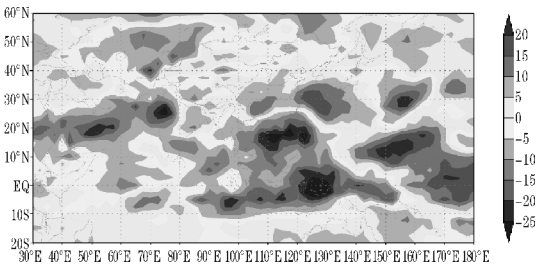
(b) 平均流场异常

图 10 2013 年 8 月 850 hPa 平均流场及异常

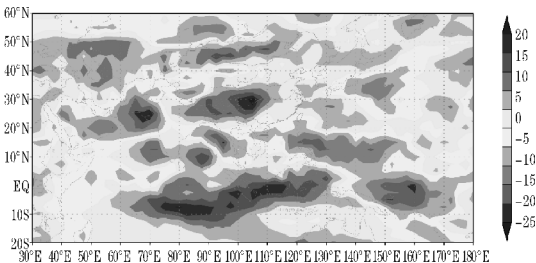
2013 年 7、8 月 850 hPa 平均流场形势相似(图 9a、图 10a),来自北印度洋的气流经孟加拉湾或中南

半岛、南海流入中国,汇合成一股近似为南-北方向的气流,分为两支,一支流向青藏高原地区,并在该地区辐合;另一支则流向东北地区,在那里形成一个气旋式环流。在 2013 年 7 月 850 hPa 平均流场异常图(图 9b)上,经过长江中下游地区的异常气流主要来自南海地区,在华南地区由东南-西北方向转为西南-东北方向经过长江中下游地区并在长江以北、黄河以南与来自北面西伯利亚异常气流汇合。在 2013 年 8 月 850 hPa 平均流场异常图(图 10b)上,来自南海的异常气流自南向北流入中国,在长江中下游分为两支,一支折向南,在中南半岛附近形成一个反气旋式异常环流;一支折向东,在山东半岛南面与来自北方的异常气流汇合流向东海。长江中下游地区在这些异常气流的共同控制之下,使北方的冷空气无法顺利南下,因此造成了该地区长时间的高温天气。

4 异常强对流活动



(a) 2013 年



(b) 2006 年

图 11 2013 年 7、8 月平均 OLR 分布及异常和 2006 年 7、8 月平均 OLR 分布及异常

从 2013 年 7、8 月平均 OLR 分布及异常(图 11a,气候平均采用是的 1981~2010 年的平均值,图中阴影为距平场)可以看出,从印度半岛到菲律宾一带都为负距平地区,其中异常最强可达到 $-30\text{ W/m}^2$ 以下。印度半岛至中南半岛(南亚季风区)OLR 的异常负距平表明这一地区对流异常活跃及上升运动加强,因此对流层上层辐散异常增强,从而导致南亚高压强度异常偏强,并且有向东亚加强和扩张的趋势(图 5)。而中国南海到菲律宾地区(东亚热带季风区)OLR 的异常负距平及对应的异常活跃的对流活动,造成该地区

Hadley 环流加强,使副热带急流加强并偏北,急流南侧的下沉区偏北偏西,因此西太平洋副热带高压位置偏北偏西,强度偏强(图6)。由此可见,在2013年7月到8月,当南亚季风区和东亚热带季风区的对流活动加强时,在对流层上层引起南亚高压偏东偏强,在对流层中层导致西太平洋副热带高压偏北偏西偏强,从而造成长江中下游地区异常高温天气的发生。

另外,从图3也可以看出,2006年也是一个长江中下游流域有异常高温的年份,对比分析2006年7、8月平均OLR的异常距平(图11b)与2013年的差异可以看出,在2006年,从印度半岛到菲律宾附近的OLR的异常负距平明显较2013年弱,说明2006年夏季南亚季风区和东亚热带季风区的对流活动明显较2013年弱。以上分析说明,2013年的OLR异常十分突出,可能是引起长江中下游地区异常高温的特殊因子之一。

## 5 结论

2013年中国的高温热浪天气在6、7、8月都有发生,主要集中在7、8月。对2013年夏季长江中下游地区高温热浪天气进行分析,指出2013年夏季是1961年以来最高气温及平均气温最高、最高气温距平与平均气温距平最大的年份,具有持续时间长、覆盖范围广、极端性突出的特点。2013年夏季7、8两月,长江流域大部分地区地面气温较常年平均偏高 $2^{\circ}\text{C}$ 以上,部分地区偏高 $4^{\circ}\text{C}$ 以上;同时长江中下游地区的整个对流层中温度也较气候平均偏高,其中对流层中上层300~200 hPa偏高 $3^{\circ}\text{C}$ 。两个月中最高温度超过 $35^{\circ}\text{C}$ 的天数持续时间非常长,江西和浙江个别站点达到50 d以上, $25^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 的 $105^{\circ}\text{E}$ 以东大部分地区的高温日数异常较气候平均多20 d以上,重庆中部和江苏南部部分站点则较常年平均多35 d以上。

2013年夏季7、8两月长江中下游地区高温热浪天气与大气环流的异常有很大联系,南亚高压、西太平洋副热带高压、对流层中的垂直运动及低层流场等都有持续性异常发生;最为典型的原因是由从印度半岛、经中南半岛和中国南海到菲律宾的对流活动非常活跃,其中印度半岛到中南半岛的异常对流导致对流层上层辐散增强,南亚高压位置偏强偏东,中国南海到菲律宾一带的异常对流活动导致其北侧的长江流域对流层中层下沉运动异常加强,因此西太平洋副热带高压持续异常偏强和西伸,长江中下游地区在副高的控制下,再加上西风带环流及欧亚中高纬地区的低压槽都相对浅薄,不利于冷空气南下,因此长江中下游地区发

生持续的异常高温天气事件。

## 参考文献:

- [1] 陈邦柱,秦大河.气候变化与生态环境研讨会文集[C].北京:气象出版社,2004:13-20.
- [2] 丁一汇,任国玉,石广玉,等.气候变化国家评估报告(I)[J]:2006,2(1):3-8.
- [3] Alexander L V, Zhang X, Peterson T C, et al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. J Geophys Res Atm 111;D05109[J]. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 2006, 111 ( D5 ): 1042 - 1063.
- [4] Karl T R, Easterling D R. Climate Extremes: Selected Review and Future Research Directions[J]. Climatic Change, 1999, 42(1):309-325.
- [5] 谭建国,郑有飞.我国主要城市高温热浪时空分布特征[J].气象科技,2013,41(2):347-351
- [6] 史军,丁一汇,崔林丽.华东极端高温气候特征及成因分析[J].大气科学,2009,33(2):347-358.
- [7] 王秋良,张丽凤.2006年夏季重庆高温伏旱环流特征分析[J].干旱气象,2008,22(1):2-7.
- [8] 彭海燕,周曾奎,赵永玲,等.2003年夏季长江中下游地区异常高温的分析[J].气象科学,2005,(4):355-361.
- [9] 杨辉,李崇银.2003年夏季中国江南异常高温的分析研究.气候与环境研究[J],2005,(1):80-85.
- [10] 纪忠萍,林钢,李晓娟,等.2003年广东省夏季的异常高温天气及气候背景[J].2005,21(2):207-216.
- [11] 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].2009,35(6):63-69.
- [12] 侯威,陈峪,李莹,等.2013年中国气候概况[J].气象,2014,40(4):482-493.
- [13] 龚志强,王艳娇,王遵娅,等.2013年夏季气候异常特征及成因简析[J].气象,2013,40(1):119-125.
- [14] 陶诗言,朱福康.夏季亚洲南部100毫巴流型的变化及其与西太平洋副热带高压进退的关系[J].气象学报,1964,34(4):385-396.
- [15] 刘还珠,赵声蓉,赵翠光,等.2003年夏季异常天气与西太副高和南亚高压演变特征的分析

- [J]. 高原气象, 2006, 25(2): 169–178.      的西伸北跳[J]. 应用气象学报, 2006, 17(5): 513–525.
- [16] 陶诗言, 卫捷. 再论夏季西太平洋副热带高压

## Analysis and Possible Cause of Heatwave over South China in 2013 Summer

WEI Nuo-wei, GONG Yuan-fa, MIAO Qing, DENG Rui-jie

(College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** Using the daily temperature data of more than 800 sites in China from 1971 to 2013 and the NCEP/NCAR re-analysis data, and the Climate diagnosis method, the possible cause of the heat wave anomalies are analyzed in the summer of 2013 in the middle and lower reaches of the Yangtze river. The results showed that: in July and August of 2013, the average surface temperature is more than 2 °C to 4 °C in most area of Yangtze river. In most regions of the east of 105°E and between 25°N to 35°N, the days abnormal with maximum temperatures of 35 °C or above which is more than climate average is 20 days. In July and August of 2013, the special reason of the extreme summer condition in the middle and lower reaches of the Yangtze river is the active convection in the south Asian monsoon region and the east Asian monsoon region. It made Tibetan high pressure more enhanced and expand eastward in higher troposphere, western Pacific subtropical high expand northward and westward and more enhanced, and the abnormal downward flow. At the same time, the system configuration of westerlies and middle high latitude condition against cold air down south is the another factor of the persistent extreme summer conditions in the middle and lower reaches of the Yangtze river region.

**Key words:** meteorology; short-term climate change; the middle and lower reaches of the Yangtze river region; heatwave, atmosphere circulation; western Pacific subtropical high