

罗伯良,李易芝. 2013年夏季湖南严重高温干旱及其大气环流异常[J]. 干旱气象, 2014, 32(4): 593-598, [LUO Boliang, LI Yizhi. Characteristics of Serious High Temperature and Drought and Anomalies of Atmospheric Circulation in Summer of 2013 in Hu'nan Province[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(4): 593-598], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-04-0593

2013年夏季湖南严重高温干旱及其大气环流异常

罗伯良,李易芝

(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、气温资料和NECP/NCAR再分析资料以及NOAA卫星观测的OLR场资料,系统分析了2013年6月30日至8月14日湖南持续高温干旱的时空分布及同期大气环流异常特征。结果表明:2013年夏季是湖南1951年以来降水最少、高温干旱程度最严重的一年。西太平洋副热带高压强度偏强、西伸脊点偏西,湖南处在副高控制下,盛行下沉气流是发生持续高温干旱的直接原因;西太平洋副高内增强的下沉气流,致使多数县市高温日数和极端高温突破历史同期最高记录。位于菲律宾附近的OLR低值带中心偏西,致使副热带地区下沉区偏西,进而造成西太平洋副高偏强偏西。此外,湖南地区上空为水汽输送异常辐散中心,这在一定程度上促使了干旱的发生发展。

关键词:湖南;高温干旱;大气环流

文章编号:1006-7639(2014)-04-0593-06 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-04-0593

中图分类号:P434

文献标识码:A

引言

2013年7~8月,湖南大部分地区遭遇了1951年以来最为严重的高温干旱事件,这次高温干旱事件持续时间长、范围大、旱情严重,给湖南工农业生产和人民生活带来严重影响,造成很大的经济损失。因此,认识高温干旱事件的特征以及研究持续高温干旱成因,对于提高高温干旱预测水平,进而为防御高温干旱提供科学决策依据具有十分重要的现实意义。

在全球变暖背景下,高温干旱等极端天气气候事件更为频繁,因此持续高温干旱成因及预测研究近年来备受关注。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。周曾奎^[2]针对1994年江淮地区大范围高温干旱的异常天气研究指出,7月份西太平洋副热带高压过早地北越27°N控制长江下游地区,8月份台风路径的偏南西进和近海北上造成大陆高压稳定,出梅后西风急流急速

北抬,导致冷空气活动偏北,是江淮地区盛夏久旱不雨的原因。牛宁等^[3]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^[4]对2006年川渝伏旱同期环流场和水汽场异常特征分析指出,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关系密切。邹旭恺等^[5]分析指出,2006年盛夏西南地区东部的异常高温干旱事件可能是受全球变暖和天气扰动共同作用的结果,但以天气扰动的影响为主,大气环流异常,北方南下冷空气活动偏弱,西北太平洋副热带高压脊线偏北以及冬季青藏高原积雪偏少是导致该地区严重高温干旱的直接原因。张瑞萍等^[6]对2003年盛夏(北)极涡的位置进行了分析,发现2003年夏季极涡位置长期偏向西半球,导致影响我国的冷空气偏弱,是西北太平洋副热带高压异常强大和我国南方持续高温的重要原因。王金兰等^[7]对2009年6月下旬华北地区的持续性高温天气进行诊断分析,发现华北地区持续的高温天气是在稳定的大气层结下,高空受强西北气流控制,低空有强而持久的

暖中心配合,且地面为南风的情况下产生的,高空强烈的下沉运动是形成高温天气的重要因素。罗伯良等^[8]对2009年盛夏湖南持续高温干旱事件分析指出,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。本文拟对2013年发生在湖南地区严重高温干旱事件及其环流特征进行研究,进一步弄清湖南地区持续高温干旱发生成因,从而为准确地预测持续高温干旱事件寻找科学依据。

1 资料

使用的资料包括1981~2013年6~8月NCEP/NCAR全球逐日 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 再分析资料、NOAA提供的逐日 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ OLR资料以及湖南省97个气象站同期逐日降水和最高气温资料。其中,采用1981~2010年的平均值作为气候平均态。

2 2013年夏季湖南严重高温干旱特征

2.1 高温特征

2013年夏季,湖南遭遇范围大、持续时间长的严重高温干旱事件。6月29日,开始在湘中出现高温,尔后高温范围逐渐扩展,从6月30日至8月14日湖南出现了全省性大范围、长时间的高温天气过程。8月14日开始受台风“尤特”外围云系影响,湖南大部分地区高温自南向北逐渐缓解,至19日,湖南高温天气过程基本解除。据统计,此次持续高温天气过程,湖南省先后有94县市出现 35°C 以上的高温天气,有84县市极端最高气温 $\geq 39.0^{\circ}\text{C}$,57县市极端最高气温 $\geq 40.0^{\circ}\text{C}$ 。其中8月10日高温范围最广、强度最强,全省有41县市最高气温 $\geq 40.0^{\circ}\text{C}$,极端最高气温 $\geq 40.0^{\circ}\text{C}$ 范围、单日最高气温 $\geq 40.0^{\circ}\text{C}$ 范围均突破历史记录。全省平均高温日数达35.1 d,有58县市高温日数突破了历史同期最高记录。与历史同期比较,有39县市高温持续时间破当地历史最高记录,其中衡山、长沙高温持续时间达48 d(图1)。过程极端最高气温为 43.2°C ,出现在8月11日的慈利县。

2.2 干旱空间分布特征

2013年6月29日至8月19日湖南省降水距平百分率(图2)显示,湖南境内降水普遍偏少,全省平均降水量为84.4 mm,较常年偏少64.7%,位居历史同期第1低位(1972年103.9 mm),其中湘北北部和湘东南南部偏少2~6成,其他大部分地区偏少7成以上,湘中一带偏少超过9成;期间全省平均无

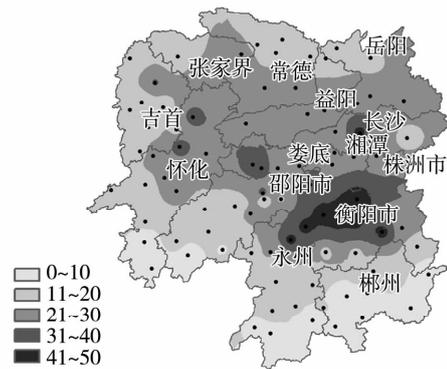


图1 2013年6月29日至8月19日湖南省高温持续时间(单位:d)

Fig. 1 The duration of high temperature in Hu'nan from June 29 to August 19, 2013 (Unit:d)

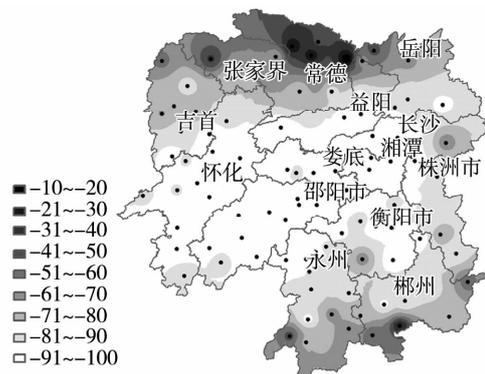


图2 2013年6月29日至8月19日湖南省降水距平(单位:%)

Fig. 2 The spatial distribution of precipitation anomaly in Hu'nan from June 29 to August 19, 2013 (Unit:%)

雨日达40.8 d,亦突破历史同期最高记录(2011年38.5 d)。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,由此造成了湖南大部分地区出现严重干旱。

3 2013年夏季湖南严重高温干旱事件成因

持续高温干旱过程常常不利于降水的异常环流持续发展 and 长期维持^[9-16]。2013年夏季湖南严重高温干旱事件,势必与同期的大气环流形势持续异常有关。

3.1 中纬度环流及西太平洋副热带高压特征

湖南夏季高温、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。图3给出了2013年6月30日至8月14日500 hPa高

度场及其距平。从图3a中可以看出,常年出现的乌拉尔山附近的脊较强,乌拉尔山以东至贝加尔湖有一横槽,中纬度环流平直,纬向环流较强,致使冷空气活动偏北,无法到达长江以南地区。西太平洋副高较常年明显偏强,副高脊线位于28°N,西伸脊点位于115°E附近(588 dagpm线),比气候平均位置偏西近15个经度。500 hPa高度距平场(图3b)上,80°N以北的极为负距平,东亚中高纬呈“- + - +”距平分布型,40°N~60°N的中纬度地区有一个负距平带,这种距平分布说明该时段极涡中心强度

异常偏强,中纬度地区乌拉尔山至贝加尔湖低槽偏强,且乌拉尔山低槽西部有阻塞高压稳定维持,阻碍着上游西风气流和天气系统的东移,同时也说明中纬度地区的冷空气活动较弱,不容易促使副高减弱和东退。上述中纬度环流特征也有利于异常偏强的西太平洋副高稳定维持在中国南部地区。湖南处在500 hPa高度正距平区内,说明湖南地区大部分时间受持续异常强大的副高控制之下,盛行下沉气流,致使湖南地区酷热少雨。与此同时,大陆高压异常偏强偏东,使西进的西太平洋副高维持更为稳定。

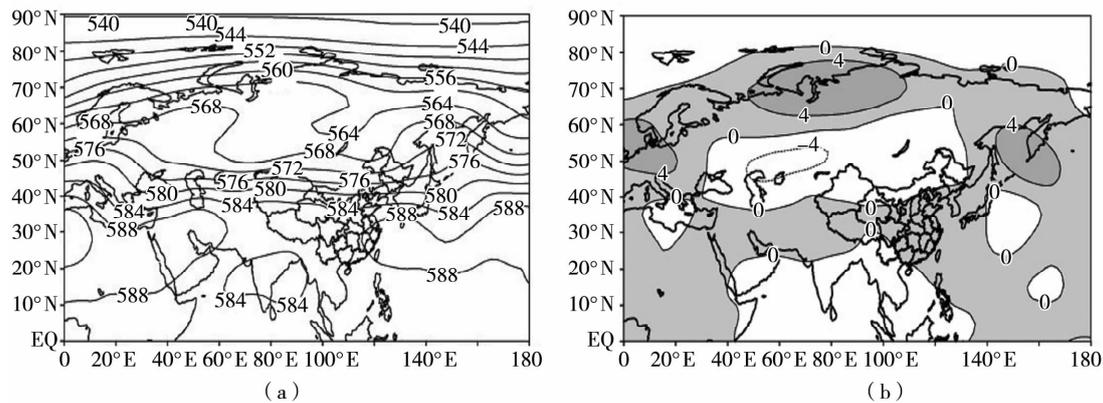


图3 2013年6月30日至8月14日500 hPa平均位势高度场(a)及距平(b)(单位:dagpm)
(阴影区表示正距平区)

Fig. 3 The 500 hPa mean geopotential height field(a)and its anomalies(b)from June 30 to August 14, 2013 (Unit: dagpm)
(Shaded areas are the positive anomalies)

图4a是2013年夏季西太平洋副高高度场的时间演变。可以看出,6月16日至8月副高脊线基本在21°N~26°N之间,但副高本身的强度、范围和北移南撤均有一定变化。6月30日副高北跳后,其脊线一直维持在25°N以北地区,这段时间湖南处于稳定副高控制,出现了持续高温干旱。

副高除了南北移动外,还存在东西方向的进退。从图4b可以看出,6月16日至8月副高有4次比较明显的西伸过程,每次西伸过程都超过110°E。其中8月上旬副高西伸最为明显,最西伸展到90°E以西,每次西伸都对湖南高温加强,范围增大,如8月10日,湖南省内高温范围最广、强度最强。说明2013年夏季高温天气过程与副高的西伸加强有较好的对应关系,在副高的控制下,湖南发生了严重的高温干旱事件;8月14日,受台风“尤特”环流影响,控制湖南的副高减弱东退,湘南高温天气趋于缓和,但湘中以北仍持续高温干旱天气;8月22日起,受台风“潭美”登陆后减弱的热带低压影响,副高进一步减弱东退,湖南大部出现了一次大范围强降水过

程,高温天气结束,干旱基本解除。

3.2 热带对流异常特征

热带辐合带(ITCZ)也称赤道辐合带,是南北半球2个副热带高压之间气流汇合的地带,是热带地区主要的、持久的大型天气系统。ITCZ在热带地区表现为对流发展旺盛,其间最有利于台风的发展。向外长波辐射(Outgoing Longwave Radiation,简称OLR)的大小主要取决于云顶温度和下垫面温度,在高原地区OLR主要反映高原的热力状况,而在低纬度的热带地区,OLR则主要表征对流活动的强弱。蒋尚城等^[17]研究认为在热带地区可以将OLR低于 $240 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 所包围的区域作为ITCZ区域。因此,这里利用OLR资料研究分析2013年夏季热带对流与副热带高压异常的关系。

从多年平均的6月30日至8月14日的OLR(图5a)分布来看,在15°N附近存在一条OLR的低值带,该低值带上存在2个明显的低值中心:一个位于孟加拉湾中东部,另一个位于南海至菲律宾以东。从2013年同期的OLR距平场分布(图5b)来看,

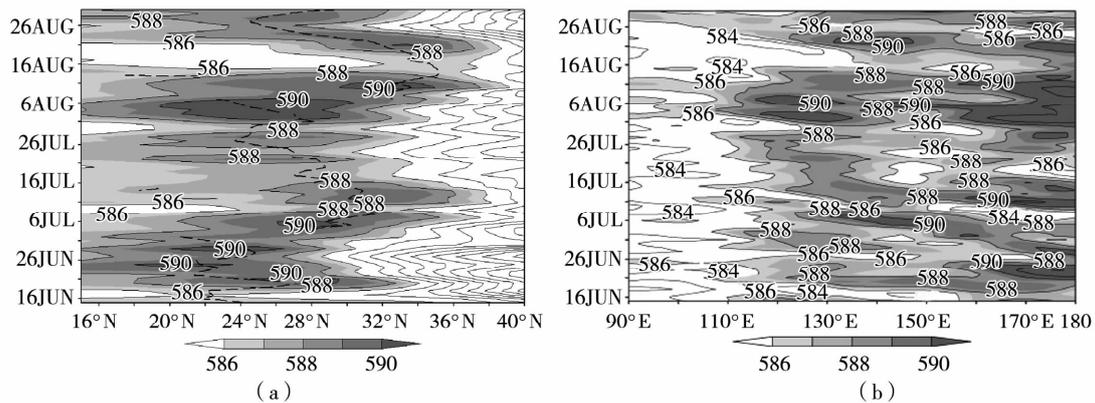


图4 2013年夏季500 hPa高度场沿110°E~160°E平均的纬向时间剖面(a)、沿15°N~35°N平均的经向时间剖面(b)(单位:dagpm)
(虚线为副高脊线,阴影区 ≥ 586 dagpm)

Fig. 4 The time-latitude cross section of the 500 hPa geopotential height along 110°E-160°E(a) and the time-longitude cross section of the 500 hPa geopotential height along 15°N-35°N(b) in summer of 2013 (Unit: dagpm)
(the dashed line denotes the ridge of subtropical high, the shaded areas are the geopotential height larger than 586 dagpm)

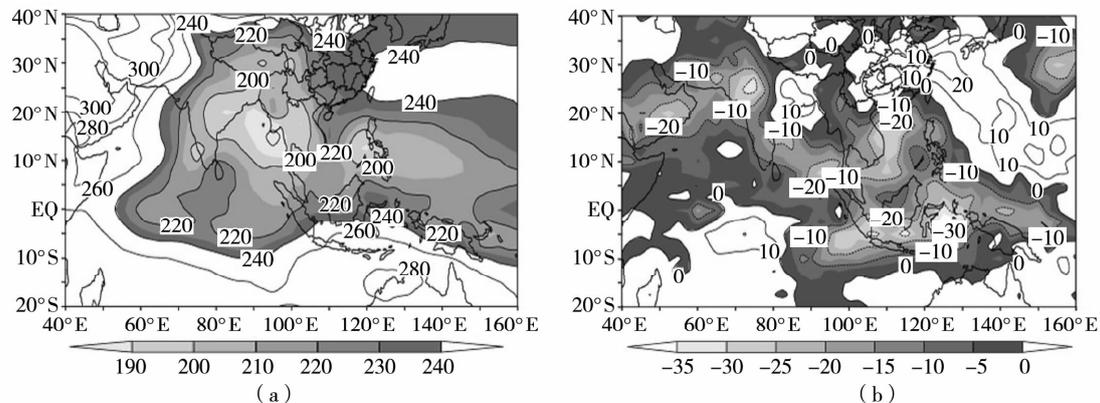


图5 1981~2010年6月30日至8月14日平均OLR场(a)及2013年距平(b)(单位: $W \cdot m^{-2}$)

Fig. 5 The average OLR field from June 30 to August 14 during 1981-2010 (a) and anomaly field in 2013 (b) (Unit: $W \cdot m^{-2}$)

OLR 距平值达 $-30 W \cdot m^{-2}$ 的区域主要位于印度尼西亚附近,说明此处热带对流活动异常偏强。另外,孟加拉湾和菲律宾也均为 OLR 的负距平,对流亦较常年偏强,其 OLR 值达到 $180 W \cdot m^{-2}$ (图略),南海为异常负距平区。与常年相比,位于菲律宾的 OLR 低值带中心偏西。可见,2013 年同期热带地区对流活动区较常年偏强、偏西,热带地区对流增强,从而使得 Hadley 环流增强,并且 OLR 低值带偏西,造成副热带地区下沉区偏西,进而造成西太平洋副高偏强偏西,且盘踞在长江流域及以南上空,正是 2013 年包括湖南在内的江南大部地区持续高温干

旱的主要原因。

3.3 水汽输送特征

水汽是形成降水的必要条件之一,水汽输送异常是一个地区干旱或洪涝发生的重要影响因子。从多年平均的 6 月 30 日至 8 月 14 日整层水汽通量散度场上看(图略),该时段为湖南水汽输送的汇合区,水汽的汇聚有利于湖南地区降水的产生。然而,2013 年 6 月 30 日至 8 月 14 日平均整层水汽通量散度距平场(图 6)上,湖南地区上空为 $6 \times 10^{-5} kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 水汽输送异常辐散中心,表明湖南地区水汽汇聚较常年偏少,不利于该时段降水的形成。

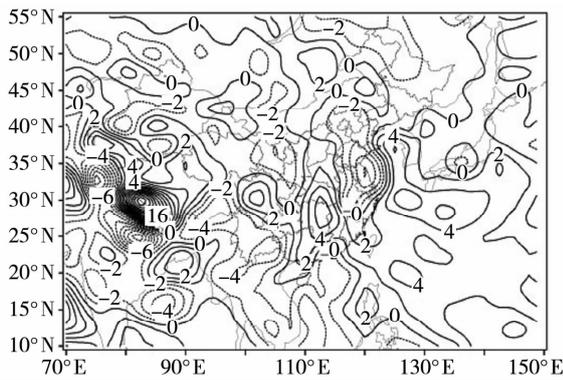


图6 2013年6月30日至8月14日
平均整层水汽通量散度距平
(单位: $10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 6 Anomalies of the average integrated moisture flux divergence from June 30 to August 14, 2013
(Unit: $10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

3.4 垂直运动特征

2013年6月30日至8月14日湖南出现持续异常高温干旱天气,8月14日后,先后受“尤特”和“潭美”热带气旋的影响,湖南高温干旱天气逐渐缓和并结束,因此根据图4选取副高稳定的6月30日至8月14日和副高北抬东撤减弱的8月15~30日2个时段,计算沿 $110^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$ 平均的垂直环流纬

度垂直剖面及经圈风矢量距平(图7)。从图7a可见,湖南大范围持续高温期间,赤道附近地区($10^{\circ}\text{S} \sim \text{EQ}$)从低层到高层均为一致的上升气流,在 $600 \sim 300 \text{ hPa}$ 高度上的垂直速度最大,说明赤道辐合带对流运动活跃;在中纬度地区($23^{\circ}\text{N} \sim 33^{\circ}\text{N}$)从低层到高层出现一致的异常下沉气流,强的下沉运动中心在 $900 \sim 700 \text{ hPa}$ 之间,其南北两侧为异常的上升运动,期间湖南长时间处于边界层副热带高压脊附近,因下沉绝热增温引起相对湿度减小^[18],多干燥晴好天气,从而造成了湖南持续异常高温干旱天气过程,多数县市高温日数和极端高温突破历史同期最高记录。在副高北抬东撤减弱的8月15~30日期间(图7b),下沉和上升运动区均对应北移, $5^{\circ}\text{S} \sim 5^{\circ}\text{N}$ 和 $15^{\circ}\text{N} \sim 32^{\circ}\text{N}$ 地区为一致的异常上升运动区, $5^{\circ}\text{N} \sim 13^{\circ}\text{N}$ 和 $33^{\circ}\text{N} \sim 50^{\circ}\text{N}$ 地区为上一致的异常下沉气流, 200 hPa 以上存在一致的北风。与图7a相比较,一是副高南侧的上升运动区明显北移,这与华南的降雨区8月15日后发展至江南一带一致;二是北侧的上升运动有所减弱。由此可见,副高稳定期间其中心区 250 hPa 以下的下沉气流是由副高北侧的上升运动所激发,也就是说,副高北侧的上升气流对于西太平洋副高的发展和维持起一定作用。

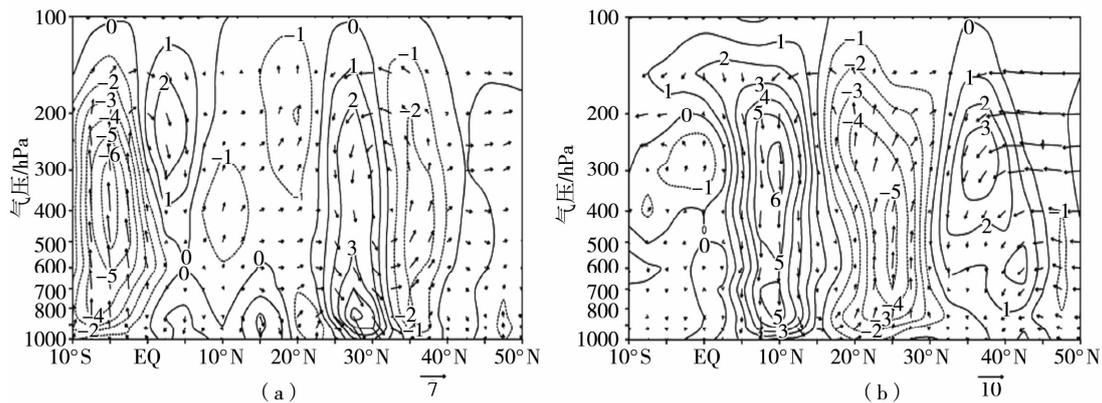


图7 2013年6月30日至8月14日(a)和8月15~30日(b)沿 $110^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$ 平均异常环流的纬向垂直剖面及经圈风矢量(单位: $10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 7 The average zonal vertical section of anomalous circulation field and meridional wind vectors along $110^{\circ}\text{E} - 120^{\circ}\text{E}$ from June 30 to August 14 (a) and from 15 to 31 August (b) 2013 (Units: $10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$)

4 结论

2013年夏季湖南地区发生的持续高温干旱与同期的大气环流持续异常有着很大的关系。

(1)2013年6月30日至8月14日, 500 hPa 高度场异常表现为中纬度地区乌拉尔山至贝加尔湖低

槽偏强,且低槽西部有阻塞高压稳定维持,阻碍着上游西风气流和天气系统的东移。同时,副高较常年明显偏强,副高脊线位于 28°N ,西伸脊点比常年偏西近15个经度。湖南地区大部分时间受持续异常强大的副高控制之下,盛行下沉气流,致使湖南地区高温少雨。

(2)位于菲律宾附近的 OLR 低值带中心偏西,致使副热带地区下沉区偏西,进而造成副高偏强、偏西,这是 2013 年夏季湖南大部分地区出现持续高温干旱事件的主要原因之一。

(3)2013 年 6 月 30 日至 8 月 14 日,湖南地区上空为水汽输送异常辐散中心,这种水汽输送形势有利于干旱的发生发展。

(4)副高内增强的下沉气流,造成了湖南持续异常高温干旱天气过程,致使湖南多数县市高温日数和极端高温突破历史同期最高记录。另外,副高北侧的上升气流对于西太平洋副高的发展和维持起一定作用。

本文的研究结果只是初步的,对于湖南夏季持续高温干旱的气候学特征,以及其他异常环流因子与此次高温干旱事件的可能联系仍需进一步深入研究,找到具有预报意义的前期物理因子,以期提高湖南夏季持续高温干旱事件短期气候预测业务水平。

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] 周曾奎. 1994 年江淮地区持续高温干旱的环流特征[J]. 气象,1996,22(7):40-42.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 邹旭旭,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.
- [6] 张瑞萍,周叶芳,郭可义. 2003 年夏季我国南方持续高温和极涡位置的关系[J]. 气象科学,2005,25(5):528-533.
- [7] 王金兰,张金平,孟祥翼,等. 2009 年 6 月下旬华北持续高温天气诊断分析[J]. 气象与环境科学,2010,33(4):38-42.
- [8] 罗伯良,彭莉莉,张超. 2009 年盛夏湖南持续高温干旱及同期大气环流异常分析[J]. 干旱气象,2010,28(1):20-25.
- [9] 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.
- [10] 毕慕莹. 近四十年来华北干旱的特点及其成因. 旱涝气候研究进展[M]. 北京:气象出版社,1990. 23-321.
- [11] 卫捷,张庆云,陶诗言. 1999 年及 2000 年夏季华北严重干旱的物理成因分析[J]. 大气科学,2004,28(1):125-137.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 郑广芬,冯建民,马宏永,等. 宁夏 7 月严重干旱事件的成因分析[J]. 干旱气象,2012,30(3):332-338.
- [16] 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.
- [17] 蒋尚城,张卫东. 全球 ITCZ 的气候特征研究[J]. 气象学报,1988,46(2):241-245.
- [18] 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.

Characteristics of Serious High Temperature and Drought and Anomalies of Atmospheric Circulation in Summer of 2013 in Hu'nan Province

LUO Boliang, LI Yizhi

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

Abstract: Based on daily precipitation and temperature data from 97 meteorological stations in Hu'nan, NCEP/NCAR reanalysis data and the outgoing long-wave radiation (OLR) data provided by NOAA satellite from June to August during 1981-2013, the temporal and spatial distribution of the persistent and serious high temperature and drought from June 30 to August 14, 2013 in Hu'nan and the atmospheric circulation anomalies were analyzed. The results showed that the precipitation in the summer of 2013 was least and high temperature and drought were most serious since 1951. The western Pacific subtropical high was stronger and the position was westward than normal, and the prevailing descending flow over Hu'nan under the control of the western Pacific subtropical high played an important role to produce the persistent high temperature and drought. The high temperature days and extreme maximum temperature in most counties and cities of Hu'nan broke through the highest record of the same period historically. The position of the low value center of OLR near the Philippines was westward, which caused the descending area of subtropical region toward west, and then resulted in the western Pacific subtropical high was stronger and its position was westward than normal. At the same time, the anomalous divergences of water vapor flux over Hu'nan prompted partly to the development of high temperature and drought.

Key words: Hu'nan; high temperature and drought; atmospheric circulation