

2010 年夏季北半球气温异常偏高现象及其成因

赵庆云¹, 黄建平², 吕萍², 张武², 程鹏¹

1. 兰州中心气象台, 兰州 730020

2. 兰州大学 半干旱气候变化教育部重点实验室, 大气科学学院, 兰州 730000

摘要: 利用常规气象观测资料、NCEP/NCAR再分析资料, 对 2010 年夏季 6—8 月北半球异常高温现象进行了分析. 结果表明, 夏季北半球大部分地方地面气温偏高, 局部地区气温异常偏高, 地面气温距平值达 +6 °C; 北半球对流层平均气温正距平值达近 30 年以来最大值, 并且各月平均气温异常偏高的区域, 在对流层各层次都表现为一致的偏高; 北半球对流层平均高度也明显偏高, 都为正距平, 除 6 月的距平值为次高值外, 7 月和 8 月的距平值也是近 30 年来的最高值. 中国有三个大范围的高温时段, 7 月 30 日是高温范围最大的一天, 有 249 个站最高气温 $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$, 还有 10 个站 $T_{\max} \geq 40^{\circ}\text{C}$, 分别占总站数的 30% 和 1.2%, 最高气温 $T_{\max} \geq 40^{\circ}\text{C}$ 的站数要远远少于 $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 的站数; 7 月 27 日—8 月 2 日, 是中国西北地区高温持续时间最长, 影响范围最大的时段, 但 4 个省会城市的最高气温、最长持续时间没有突破历史极值. 进一步分析表明, 各月各层次平均高度距平场上, 正负高度距平的区域以及中心位置的分布与平均气温距平场正负距平的分布基本一致, 高度距平正值区域对应平均气温距平的正值区域. 气温场与高度场的这种分布特征导致异常高温的出现, 加剧了高温持续的时间.

关键词: 北半球; 异常高温; 环流特征

中图分类号: P458.2

文献标识码: A

Abnormal high temperature phenomena and causes in summer 2010 over the Northern Hemisphere

ZHAO Qing-yun¹, HUANG Jian-ping², LÜ Ping², ZHANG Wu², CHENG Peng¹

1. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China

2. Key Laboratory for Semi-Arid Climate Changes with the Ministry of Education, School of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

Abstract: Based on the ground routine observation and the NCEP/NCAR reanalysis data, the abnormal high temperature over Northern Hemisphere from June to August of 2010 were analyzed. The results show that, most areas over the Northern Hemisphere and some regions experienced high temperature departure above +6 °C. The positive temperature anomaly in the troposphere reached its maximum value on the record for the recent 30 years. There were 3 durations in China with the longest high temperature. There were 249 stations (about 30% of the total stations) on July 30 with $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$, 10 stations (1.2% of total station) with $T_{\max} \geq 40^{\circ}\text{C}$. The longest duration of high temperature over northwest China was from July 27 to the 2nd of Aug. The T_{\max} and duration over 4 provincial cities did not break the extreme record in history. It was consistent at all pressure levels in the troposphere in the region with anomalous high temperature. The potential heights were obviously higher than the positive departures. The departures in July and August were the highest in the recent 30 years, except in June with a sub-peak. The distribution and the centers of the positive/negative height departures were substantially consistent with those of the temperature departures in each level of the average height field, with a positive correlation. That might have resulted in the occurrence of the anomalous high temperature and enhanced the time of duration in temperature.

Key words: Northern Hemisphere; abnormal high temperature; feature of atmospheric circulation

收稿日期: 2010-10-14; 修回日期: 2011-01-22

基金项目: 教育部高等学校科技创新工程重大项目

作者简介: 赵庆云(1962—), 女, 甘肃兰州人, 高级工程师(正研级), e-mail: zhaoqy_gs@126.com, 研究方向为灾害性天气.

气候变化问题是当前国际社会普遍关注的热点问题. 中国地域辽阔, 气候条件复杂, 是易受气候变化影响的地区. 特别是那些生态环境较差且经济发展水平低的地区, 对气候变化更为敏感. 相关研究表明, 全球气候变暖已经是一个客观事实, 气温的异常变化及其可能带来的影响是关于气候变化研究中的重要问题.

2010 年夏季(6-8 月), 亚洲、欧洲、美洲以及南美洲的部分国家出现了异常高温天气, 中国大部分地方遭遇了高温袭击, 出现了大范围持续高温天气; 日本也遭遇了持续高温; 俄罗斯遭遇近 40 年来最严重的高温干旱, 并引发森林火灾. 持续的高温热浪, 导致了人员伤亡和巨大的经济损失.

本文利用地面和高空的常规气象观测资料、NCEP/NCAR 再分析网格点资料, 对 2010 年北半球的异常高温进行分析, 以深入了解不同地区对由气候变化带来的温度异常的响应.

1 资料及分析方法

全球地面气温距平资料来自中国气象局国家气候中心, 观测资料来自 MICAPS (气象信息人机交互处理系统)、NCEP/NCAR 再分析网格点资料. 历史平均值采用 1971-2000 年 30 年平均.

2 地面气温距平

图 1 引自中国气象局国家气候中心《气候系统监测公报》2010 年 21 卷第 7, 8 期, 给出了 2010 年 7, 8 月全球地面气温距平场. 夏季不同月份、不同地方出现了气温异常偏高的现象. 7 月(图 1a): 北半球大部分地方地面气温偏高, 异常偏高的中心位于欧洲, 中心值达 +6°C. 这个中心值以及气温异常偏高的区域范围都是北半球最大的; 另外一个气温异常偏高的中心位于中国西北地区, 距平值达到 +4°C. 8 月(图 1b): 北半球大部分地方地面气温仍然偏高, 但偏高幅度比 7 月小. 异常偏高的中心位于欧洲, 中心值达 +6°C.

图 2a 是中国 2010 年夏季逐日最高气温 $T_{\max} \geq 35^\circ\text{C}$ 站数的变化曲线. 从 6 月上旬末开始, 高温站数开始增多, 持续到 8 月下旬, 开始减少. 有三个时段高温站数相对较多, 即高温范围相对较大: 6 月 30 日-7 月 6 日, 7 月 28 日-8 月 5 日, 8 月 9 日-15 日. 7 月 30 日是高温范围最大的一天, 有 249 个站最高气温 $T_{\max} \geq 35^\circ\text{C}$, 还有 10 个站 $T_{\max} \geq 40^\circ\text{C}$, 分别占总站数 (824 站) 的 30% 和 1.2%. 随着高温站数的增多, $T_{\max} \geq 40^\circ\text{C}$ 的高温天气也开始出现, 但 $T_{\max} \geq 40^\circ\text{C}$ 的站数要远远少于 $T_{\max} \geq 35^\circ\text{C}$ 的站数, 即

$T_{\max} \geq 40^\circ\text{C}$ 的高温范围要比 $T_{\max} \geq 35^\circ\text{C}$ 的高温范围小得多. $T_{\max} \geq 40^\circ\text{C}$ 出现最多的一天是 8 月 5 日, 有 15 个站, 其次是 7 月 18 日, 有 14 个站.

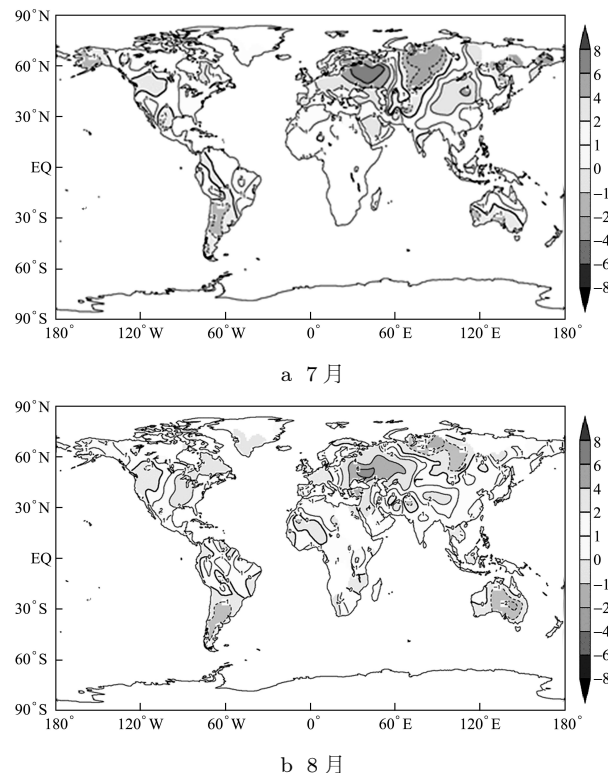


图 1 全球地面气温距平场

Figure 1 Global monthly mean temperature departures

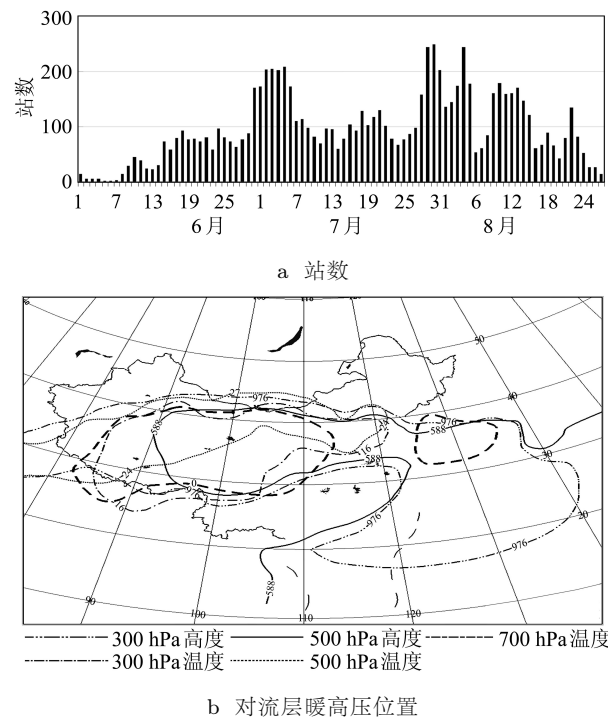


图 2 2010 年 6-8 月逐日高温站数和对流层暖高压位置
Figure 2 Numbers of stations with high temperature and the range of warm high pressure in troposphere from June to August of 2010

分析 7 月 30 日对流层不同层次高度场、温度场. 由图 2b 可以看到, 对流层中层 500 hPa 西太平洋副热带高压与大陆高压合为一体, 形成强大的副热带高压控制区. 即图 2b 中实线包围的区域, 对流层上层 300 hPa 也是一个强大的暖高压, 对流层下层为大范围的暖区, 对流层上下层形成一致的暖高压, 造成与其相对应区域大范围、持续性的异常高温天气. 这种天气系统的配置是中国大部分地方出现持续异常高温的环流特征^[1-3].

3 中国西北地区高温分析

选取中国西北地区的兰州、西宁、银川和西安四个省会城市为代表站, 分析西北地区高温天气. 表 1 是 2010 年 6—8 月四个城市最高气温、高温日数、高温持续日数、历史极值最高气温和极端高温日数. 2010 年 7 月 27 日—8 月 2 日, 是西北地区夏季高温持续时间最长, 影响范围最大的时段, 四个城市都出现了高温. 兰州有 9 天出现高温, 多于平均高温日数 (1.2 天), 但少于历史极值高温日数; 7 月 28 日最高气温达 39.8°C, 与历史极值持平 (出现在 2000 年 7 月 14 日). 西宁 7 月 28—30 日连续 3 天出现高温, 持续时间与历史极值 (2000 年 7 月) 持平, 多于历史平均值 (0.1 天), 高温值低于历史极值 (出现在 2000 年 7 月 24 日). 银川 7 月 28—30 日也连续 3 天出现高温, 持续时间多于历史平均日数 (0.6 天), 少于历史极值, 高温值也低于历史极值 (出现在 1953 年 7 月 8 日); 6 月银川也有 2 天出现了高温. 西安 7 月上旬及下旬、8 月上旬都出现了高温, 是西北地区省会城市出现高温最多的地方. 7 月共有 9 天高温, 多于历史平均值 (8.5 天), 低于历史极值 (22 天), 高温值 39.5°C 也低于历史极值 (出现在 1971 年 7 月 14 日). 8 月也有 7 天高温.

表 1 2010 年最高气温及历史极值

Table 1 Maximum of temperature in 2010 and historical extremes

城市	2010 年 6—8 月		历史极值	
	最高气温/ °C	高温日数/ 天	最高气温/ °C	高温日数/ 天
兰州	39.8	9	39.8	11
西宁	35.9	3	36.5	3
银川	37.4	5	39.3	7
西安	39.5	16	41.0	22

图 3 是兰州 2010 年 6—8 月逐日最高气温、历史平均最高气温、日降水量的观测值. 从最高气温的演变来看, 有三个时段最高气温高于历史平均值, 偏高幅度最大的时段在 7 月 27 日—8 月 2 日, 这也正是出现 $T_{\max} \geq 35^\circ\text{C}$ 的高温时段. 另一个偏高幅度大的时段在 6 月 12 日—27 日, 还有一个时段

在 8 月 21 日—29 日, 但这两个时段的最高气温都没有突破 35°C. 从降水的情况来看, 与历史平均值比较, 降水量偏少 40%~60%, 降水少也加剧了高温的持续时间.

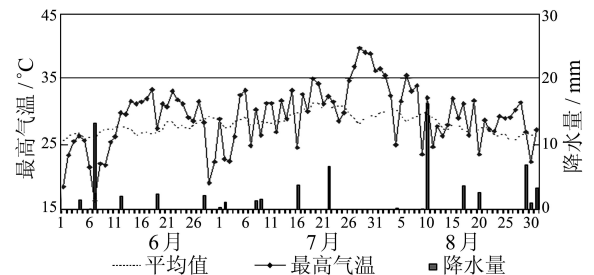


图 3 兰州 2010 年 6—8 月逐日最高气温

Figure 3 Daily maximum of temperature at Lanzhou from June to August of 2010

4 北半球对流层平均气温和高度距平

大气环流的平均状况及其变率影响着各地的天气气候及其变化, 气温变化受大尺度环流背景的影响, 气温异常也是大气环流异常的产物^[4], 因而通过对北半球大气环流进行分析, 了解持续高温天气的环流异常特征.

4.1 平均气温距平场特征

图 4a 是近 30 年的夏季 (6—8 月) 北半球 (20°~90°N) 对流层 (850~300 hPa) 平均气温距平变化趋势. 由平均气温距平演变来看, 2010 年夏季北半球对流层平均气温是近 30 年以来最高的一年, 距平都为正, 6 月比平均值高 0.8°C, 7 月和 8 月高 1.0°C, 都达近 30 年最大值. 表明在北半球对流层中, 平均气温偏高的范围大, 偏高的幅度也大. 从 30 年的变化情况来看, 北半球对流层平均气温 1992 年达最低, 低于平均值 0.7~0.8°C. 在此之前, 逐年平均气温距平值在 0 线附近波动, $-0.5 \leq \Delta T \leq 0.5$. 1992 年以后, 平均气温呈上升趋势, 正距平的年份多于负距平的年份, 最大值 (2010 年)、次大值 (1998 年) 都出现在这一时段.

对流层各层 (850, 700, 500, 300 hPa) 2010 年 6 月、7 月、8 月平均气温距平场的分布状况表明:

6 月: 从对流层低层 850 hPa 到高层 300 hPa, 各层平均气温距平正负区域分布基本呈纬向型分布. 以 500 hPa 为例 (图 4b), 中纬度大约 40°~60°N, 0°~180°E 为正距平区, 有两个大值中心, 一个中心值达 +4; 这个正距平区域包括了东北、内蒙古大部, 蒙古国大部, 中心值在对流层低层 850 hPa 达 +5, 高层 300 hPa 为 +4. 另一个大值中心在欧洲, 中心值达 +3, 在对流层低层 850 hPa 处达 +4, 高层 300 hPa 处为 +3. 从两个大值中心高低层的变化

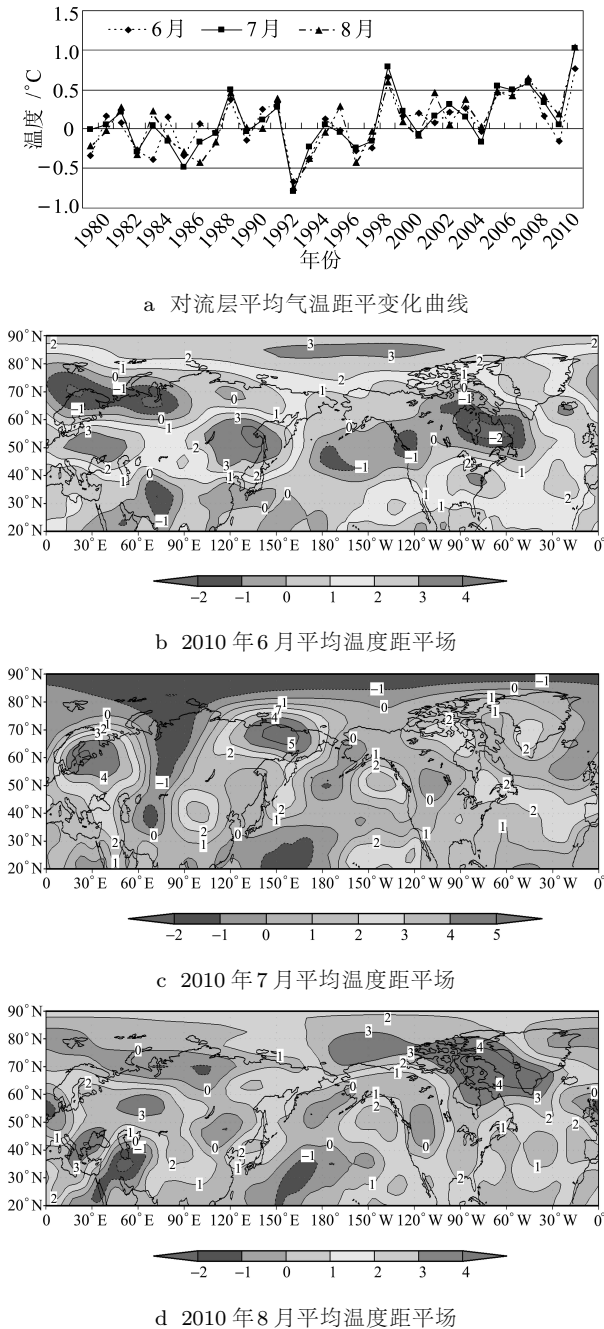


图 4 北半球对流层平均气温距平变化曲线和 500 hPa 平均温度距平场

Figure 4 Variations of monthly mean temperature departures in troposphere and monthly mean temperature departure over 500 hPa in the northern hemisphere

来看, 这个正距平区域在对流层整层都维持较强的正距平. 在该区域以北(即 60°N 以北)、区域以南(40°N 以南) 都有负距平区, 但负距平的中心值要小于正距平的中心值, 表明在中纬度平均气温偏高的幅度要大于高纬度和低纬度偏低的幅度. 中高纬度大约 40°~70°N, 180°~0°W 为负距平区, 中心值达 -3, 在这个区域以北、区域以南都是正距平区, 但正距平的中心值较小.

7 月: 与 6 月相比较, 北半球平均气温正距平的区域更大了, 从低层 850 hPa 到高层 300 hPa, 各层平均气温高低中心的分布位置基本一致, 只是中心强度和范围有差异. 以 500 hPa 为例(图 4c), 北半球呈现大范围正距平区域, 最大正距平中心位于 65°N, 150°E 附近, 中心值达 +5, 在对流层低层 850 hPa 达 +7, 高层 300 hPa 为 +4. 次大中心位于 60°N, 30°E 附近, 中心值达 +4, 在低层 850 hPa 达 +7, 高层 300 hPa 为 +5. 由中心值的变化来看, 这两个正距平区域在对流层整层都维持较强的正距平, 这种分布特征与 6 月平均气温在对流层的变化特征相同. 负距平区位于 30°N 以北, 60°~80°E 附近, 还有一片在 20°~30°N, 110°~180°E 附近, 中心值 -2, 低于正距平中心值.

8 月: 从低层 850 hPa 到高层 300 hPa, 各层平均气温高低中心的分布位置基本一致. 以 500 hPa 为例(图 4d), 与 7 月相比较, 欧洲与亚洲的正距平区在中纬度连成一片, 有两个大值中心, 距平值达 +3, 一个位于 40°N, 30°E 附近, 另一个位于 55°N, 60°E 附近. 在 850 hPa 两个中心合并为一个, 中心值达 +6, 高层 300 hPa 呈现三个中心, 最大中心值为 +4. 与 6 月和 7 月不同的是, 在 30°~180°W 的高纬度地区有一大范围正距平区域, 中心值达 +4.

各月平均气温异常偏高的区域, 在对流层各层次都表现为一致的偏高, 这种分布特征导致在平均气温正距平区域控制下, 地面气温出现持续的异常偏高. 例如: 欧洲连续 3 个月出现异常高温, 俄罗斯遭遇近 40 年来最严重高温干旱. 中国东部地区 6 月、8 月气温偏高幅度大, 中国西北地区 7 月气温偏高幅度大.

4.2 高度距平场特征

图 5 是近 30 年夏季北半球对流层平均高度距平变化趋势. 由平均高度距平演变来看, 2010 年夏季北半球对流层高度明显偏高, 都为正距平, 6 月高度距平值达 1.5×10 gpm, 7 月高度距平为 1.8×10 gpm, 8 月高度距平为 2.0×10 gpm. 从近 30 年来的高度距平演变来看, 除 6 月的距平值为次高值外, 7 月和 8 月的距平值都是最高值. 与图 2a 中北半球对流层平均气温距平变化趋势比较, 2010 年夏季平均高度距平最大值对应平均温度距平最大值, 表明对流层高度场与温度场变化的一致性.

对流层各层(850, 700, 500, 300 hPa) 2010 年 6 月、7 月和 8 月平均高度距平场的分布状况分析表明: 一方面, 平均高度正距平区域在对流层各层呈现一致的偏高状态; 另一方面, 与图 4 中相对应的

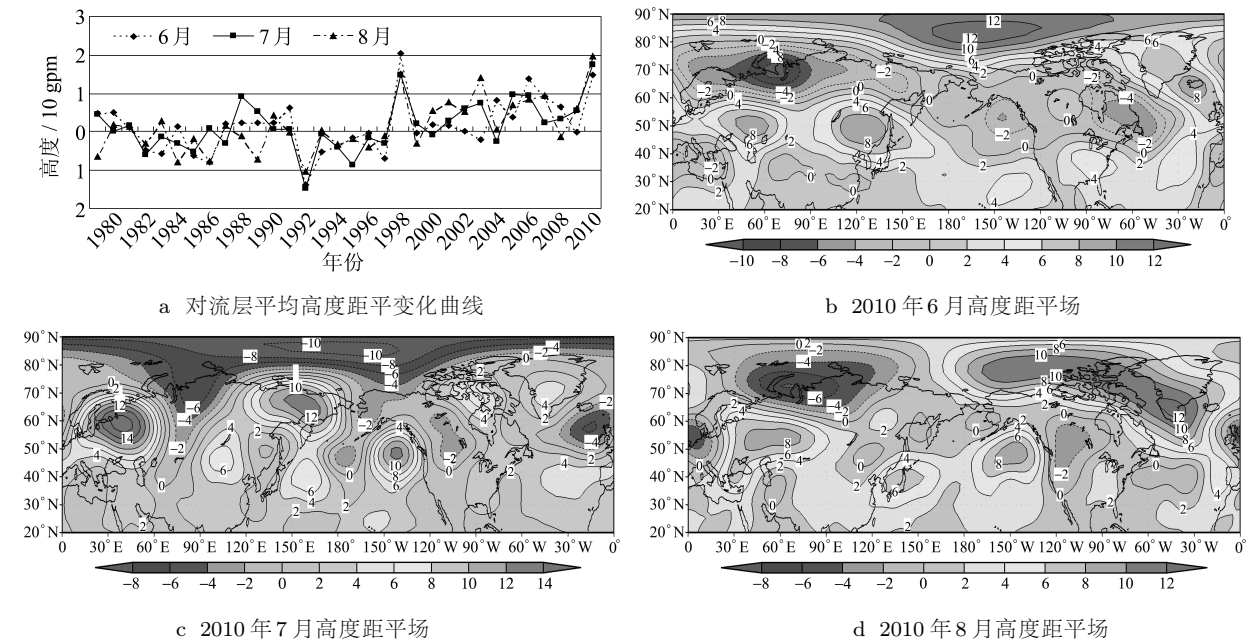


图 5 北半球对流层平均高度距平变化曲线和 500 hPa 高度距平场

Figure 5 Variations of monthly mean geopotential height departures in troposphere and monthly mean geopotential height departures at 500 hPa in the northern hemisphere

6月、7月和8月平均气温距平场比较,可以看到,各月平均高度距平场上,以500 hPa为例(图5b-d),正负高度距平的区域以及中心位置的分布与平均气温距平场正负距平的分布基本一致,高度距平的正值区域对应平均气温距平的正值区域,高度距平的负值区域对应气温距平的负值区域。气温场与高度场的这种分布特征导致稳定的行星尺度正压定常波的出现,抑制了斜压活动,从而出现大范围持续异常高温。

5 结论

2010年夏季北半球对流层平均气温是近30年以来最高的一年,且各月平均气温异常偏高的区域,在对流层各层次都表现为一致的偏高。

中国出现了三个大范围的高温时段,高温范围最大的一天,全国有30%的测站最高气温 $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$,还有1.2%的测站最高气温 $T_{\max} \geq 40^{\circ}\text{C}$, $T_{\max} \geq 40^{\circ}\text{C}$ 的站数远远少于 $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 的站数。

中国西北地区出现了最长连续7天的高温天气,但四个省会城市的最高气温、最长持续时间

没有突破历史极值。

2010年夏季北半球对流层高度也明显偏高,特别是7月和8月的距平值是近30年来的最高值。

各月各层次正负高度距平的区域以及中心位置的分布与平均气温距平场正负距平的分布基本一致,高度距平正值区域对应平均气温距平的正值区域。正是这种气温场与高度场的分布特征导致稳定的行星尺度正压定常波的出现,抑制了斜压活动,从而导致异常高温的出现,加剧了异常高温的持续时间。

参考文献

- [1] 赵庆云,赵红岩,王勇. 甘肃省夏季异常高温及其环流特征分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(4): 639-643.
- [2] 杨辉,李崇银. 2003年夏季中国江南异常高温的分析研究[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(1): 80-85.
- [3] 任福民,翟盘茂. 1951-1990年中国极端气温变化分析[J]. 大气科学, 1998, 22(3): 217-227.
- [4] 白肇烨,徐国昌. 中国西北天气[M]. 北京: 气象出版社, 1988: 117-128.

(责任编辑: 张 勇)