

陈豫英,陈楠,穆建华,等. 2013. 引发 2011 年 8 月宁夏持续高温天气的青藏高压结构分析. 气象, 39(8):988-994.

引发 2011 年 8 月宁夏持续高温天气的 青藏高压结构分析^{* 1}

陈豫英^{1,2} 陈楠^{1,2} 穆建华¹ 朱海斌² 何佳³

1 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 银川 750002

2 宁夏气象台, 银川 750002

3 宁夏石嘴山市气象台, 石嘴山 753000

提 要: 利用常规气象观测资料、中尺度区域自动站逐时地面资料及 NCEP/NCAR $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料等, 对引发 2011 年 8 月 6—10 日宁夏中北部连续 5 天出现 $\geq 35^\circ\text{C}$ 的高温天气的青藏高压水平和垂直结构进行了天气学分析。结果表明: 青藏高压是一个深厚的暖性负涡度系统, 它与西风带长波脊的同位相叠加使得高原上空的长波脊和暖高压稳定加强, 受其影响, 青藏高压外围 586 dagpm 线东移越过高原后稳定维持在 $85^\circ \sim 105^\circ\text{E}$ 附近, 高压脊线北界伸展到 $40^\circ \sim 42^\circ\text{N}$, 西北地区大范围长时间处在 584 dagpm 以上的青藏高压和 1000 hPa 以下的地面热低压控制区域内; 高压上空在中纬度极锋急流的作用下, 高原东部存在“高空辐合、低空辐散”的环流配置导致高原东部维持较强的下沉运动, 处在下沉区的宁夏上空晴朗少云, 湿度小, 风力相对较大, 地面增温和蒸发强烈, 地面感热远远大于潜热, 有利于出现以“干热”为主的持续高温天气。在此基础上, 文章提出了宁夏夏季高温的概念模型。

关键词: 高温天气, 青藏高压, 水平和垂直结构, 概念模型

中图分类号: P441

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2013.08.005

Analysis on Structure of Tibetan High in the Consecutive High Temperature Weather in Ningxia in August 2011

CHEN Yuyin^{1,2} CHEN Nan^{1,2} MU Jianhua¹ ZHU Haibin² HE Jia³

1 Ningxia Key Laboratory of Meteorological Disaster Prevention and Mitigation, Yinchuan 750002

2 Ningxia Meteorological Observatory, Yinchuan 750002

3 Shizuishan Meteorological Observatory of Ningxia, Shizuishan 753000

Abstract: A high temperature weather process occurred in central and northern part of Ningxia from August 6 to 10 in 2011. Using conventional observation data, hourly ground observation data of mesoscale regional automatical weather stations and NCEP/NCAR $1^\circ \times 1^\circ$ reanalysis data, this paper analyzes the horizontal and vertical structure of the Tibetan high which has close relationship with the high temperature weather process. The results show that: Tibetan high is a thick warm negative vorticity system, whose in-phase-superposition with the westerly long wave high pressure ridge strengthens the long wave high pressure ridge and warm high pressure over Tibetan plateau. The 586 dagpm line of the periphery of Tibetan high passes over Tibetan Plateau and maintains steadily near $85^\circ - 105^\circ\text{E}$, and the north boundary of Tibetan high extends to $40^\circ - 42^\circ\text{N}$. Most parts of Northwest China are under the control of Tibetan high over 584 dagpm and surface thermal low under 1000 hPa for a very long time. Polar front jet and upper level jet interact over Tibetan high, and the circulation converging in upper level and diverging in low level results

* 宁夏科技支撑计划项目(2012ZYS160)、宁夏自然科学基金项目(NZ12280)和宁夏气象防灾减灾重点实验室开放研究基金项目“宁夏高影响天气精细化预报关键技术研究”共同资助

2012 年 5 月 30 日收稿; 2013 年 1 月 27 日收修定稿

第一作者: 陈豫英, 主要从事天气预报及其方法研究. Email: chenyy@sina.com

in strong sinking motion over eastern Tibetan Plateau. It was cloudless in Ningxia where is located in that sinking motion region with low humidity, relatively high wind speed, strong warming and evaporating at ground and the surface sensible heat was much higher than latent heat. All these factors are beneficial for the occurrence of consistent high temperature weather. Finally, this paper proposes a conceptual model for summer high temperature weather in Ningxia.

Key words: high temperature weather, Tibetan high, horizontal and vertical structure, conceptual model

引 言

高温天气是指日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的天气,它是夏季常见的一种灾害性天气。2011 年宁夏共出现 21 d 129 站次高温天气,高温出现的频次、范围、持续时间创当地有气象资料以来的历史新高,尤其是 8 月 6—10 日宁夏中北部出现历史罕见的大范围持续高温天气,而降水量较常年同期偏少 9 成以上;高温期间,居民生活和工矿企业用水、用电量激增,一度电荒、水荒导致限电限水,给人民日常生活带来不便;而持续的高温少雨也加剧了旱情的发展,土壤墒情明显不足,农作物和林草生长受到抑制,工农业生产遭受巨大经济损失。

统计资料分析表明,近 10 年宁夏的高温日数是 20 世纪 60—80 年代的 2~3 倍,90 年代的 1.6 倍。夏季高温天气的频繁出现、日最高气温的显著升高已经引起社会各界的关心和重视,而高温预报也成为夏季天气预报中的一个重要部分。因此有必要研究造成宁夏高温天气的天气学成因。

对于高温的分析,许多学者作了很多有益的工作。王迎春等(2003),钱婷婷等(2006),尹东屏等(2006),张迎新等(2010),张天宇等(2010),程炳岩等(2011)和杨群等(2011)对华北和川渝地区的高温天气分析结果表明:西太平洋副热带高压(简称西太副高)和大陆(河套)高压控制的区域,高温主要是由暖平流所引起的,并认为高压中空气的下沉绝热增温是形成高温天气的主要物理机制。西北地区的高温分析多与南亚高压的研究有关,但对高温个例的分析所见文献不多。从白肇焯等(1988),钱永甫等(2002),谭晶等(2005),苏东玉等(2006),孙国武等(2007),刘梅等(2007),陈永仁等(2008)和郭准等(2009)对南亚高压的研究结果中得知:青藏高压又称南亚高压或大陆高压,作为一个行星尺度的环流背景,夏季长期活动于青藏高原(简称高原)上空,与高原发生强烈的陆气相互作用,对我国西北地区的

天气有着重要影响,在它的控制范围内,多是干热天气;西北地区高温热浪的形成与西风带长波脊和青藏高压的同位相叠加有关。张新荣等(2004),祁得兰等(2005)和陈磊等(2011)对西北五省(区)极端高温天气的环流特征总结出一些结论:西北地区的大范围高温与 100 hPa 青藏高压强度偏强、位置偏北、500 hPa 闭合高压单体控制着西北地区有关;出现高温时,西北地区上空存在“上层辐合、下层辐散、整层下沉运动”的环流结构,下沉运动中心和辐合中心在 300 hPa 左右。宁夏气象工作者陈楠等(2003)和周翠芳等(2011)对宁夏高温分析得出:夏季青藏高压比西太副高影响宁夏的次数多、强度强且范围广,是宁夏高温天气的主要影响系统;当 850~700 hPa 的相对湿度在 10%~15%、中低层温度露点差 $> 15^{\circ}\text{C}$ 、850 hPa 温度平流达 $80 \times 10^{-5}^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,宁夏易出现 35°C 以上高温天气。

从以往研究结果得知:西北地区高温天气与青藏高压密切联系,但对于青藏高压的结构和发生发展过程,以及它与宁夏高温之间内在的物理联系还没有专门的系统性的研究,尤其是还没有客观定量化的高温概念模型。为填补西北地区缺乏高温概念模型的不足,本文将在已有的一些定量指标基础上(张新荣等,2004;祁得兰等,2005;陈磊等,2011;陈楠等,2003;周翠芳等,2011)进一步补充完善和归纳总结,并以 2011 年 8 月 6—10 日宁夏中北部历史罕见大范围持续高温天气过程为例,利用常规气象观测资料、中尺度区域自动站逐时地面资料及 NCEP/NCAR $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 再分析资料等,使用天气学分析方法分析青藏高压的结构及其与西风带高压的同位相变化对宁夏高温的影响,综合给出宁夏夏季高温概念模型,为提高当地高温预报能力提供技术支撑。

1 2011 年 8 月上旬持续高温天气概况

2011 年 8 月 1 日从南疆盆地开始,高温区域逐

渐向东扩展,6日扩展到河套地区,持续到12日,西北地区高温天气结束,长江中下游地区转而受高温天气控制。从宁夏高温区域和强度变化看(图略):高温从8月6日开始,7日范围最大(15站高温),8日强度最强(11站高温,日最高气温极值达 38.1°C),10日最弱(3站高温),11日结束;高温主要集中在宁夏中北部,5d共有45站次出现 35°C 以上高温,8站次 37°C 以上。

对比2011年8月6—10日连续5d宁夏高温区域和同时段500 hPa高度场与每日14:00地面气压场变化:宁夏持续高温是由西北地区大范围长时间维持稳定的青藏高压和地面热低压造成的,高温天气出现在584 dagpm以上的青藏高压和1000 hPa以下的地面热低压控制区域内;高压登上高原后,586 dagpm东界位置维持在 $85^{\circ}\sim 105^{\circ}\text{E}$ 附近,高压脊线北界位置在 $40^{\circ}\sim 42^{\circ}\text{N}$;高原上空高压中心值越强、位置越偏东、地面气压值越低,高温越明显。

从2011年8月1—10日连续10d的500和300 hPa高度场(图略)看,与高温区相对应的青藏高压无论在对流层中部、还是上部都不是一个完整的闭合高压,而是作为行星尺度的西风带长波脊的一部分,它与西风带长波脊的同位相叠加使得高原上空的长波脊和暖高压稳定加强,造成宁夏长时间大范围高温天气。因此,下面分析青藏高压的水平和垂直结构及其对宁夏持续高温的影响。

2 青藏高压的结构特征

2.1 水平结构特征

为了解青藏高压和西风带高压的演变过程和水

平结构变化的特征,兼顾考虑宁夏及青藏高压和西风带高压脊线的南北界位置,分别沿 36°N (图1a)和 42°N (图1b)作2011年8月1—15日500 hPa高度场和风场的时间剖面图。图1反映,8月上旬主体在伊朗高原、中心强度为592 dagpm的高压一直稳定维持,青藏高压外围线586 dagpm和西风带高压外围线584 dagpm随时间演变向东扩展过程中受高原大地形对西风环流的阻挡与扰动,移动缓慢,在其控制范围内,高温区从新疆一路扩展至河西走廊、河套地区和华北北部;其中6—10日高原上空为大于586 dagpm青藏暖高压和大于584 dagpm西风带暖高压控制,宁夏出现持续高温天气,尤其是7日青藏高压和西风带高压覆盖范围同时达到最大(586 dagpm东边界在 103°E 附近,584 dagpm东边界在 105°E 附近),宁夏高温范围也最大,有超过60%的测站出现高温;8日在高原上空,青藏高压和西风带高压强度同时达到最强,青藏高压在 $87^{\circ}\sim 95^{\circ}\text{E}$ 分裂出一东西向闭合的587 dagpm小高压单体,西风带高压的585 dagpm线控制的范围达到最大(东边界从7日 90°E 东扩到8日 95°E),宁夏出现 38.1°C 的高温;9—10日青藏高压单体东移到 100°E 附近,转为东北—西南向,同时高原东部到西北地区东部($90^{\circ}\sim 105^{\circ}\text{E}$)为一闭合585 dagpm西风带高压单体控制,但此时受高空槽东移影响,高原上空由西北风逐渐转为西南风,青藏高压外围线586 dagpm和西风带高压外围线584 dagpm的控制范围缩小,主要影响区域在 $90^{\circ}\sim 105^{\circ}\text{E}$,宁夏高温天气逐渐减弱结束。由此可见,虽然8月6—10日青藏高压和西风带高压控制范围、强度和脊线位置随时间演变减弱东移,但从 $80^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$,即高原到西北地区东部一直有青藏高压和西风带暖高压的同时存在,并且两

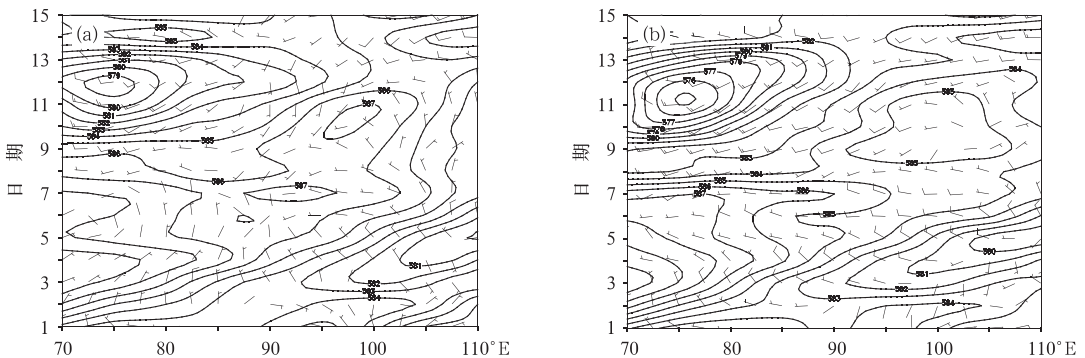


图1 2011年8月1—15日沿 36°N (a)和 42°N (b)500 hPa高度场(dagpm)和风场($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)的时间剖面
Fig. 1 Time cross-section of 500 hPa (unit: dagpm) height and wind (unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) along 36°N (a) and 42°N (b) from 1 to 15 August 2011

者呈同位相变化,而正是西风带高压与青藏高压在 $80^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$ 同位相水平叠加(图略),才使得 8 月 6—10 日高原到西北地区东部在中高纬始终处于稳定的暖高压控制之下,高温过程就是青藏高压和西风带高压同位相水平叠加后稳定维持的结果。

2.2 垂直结构特征

如果说水平同位相叠加仅能反映高压的宽广程度,那么垂直位相叠加则能反映高压的深厚程度。从 2011 年 8 月 6—10 日沿 36°N 和 42°N 平均温度、涡度、垂直速度和散度纬向剖面图(图 2)得

知:西风带暖高压脊与青藏高压对应的负涡度区、下沉运动区呈同位相分布,高原及以北地区在 600 hPa 及以上为一深厚的暖性负涡度高压(脊)所控制,负涡度中心都在 350 hPa 的 97°E 附近,且负涡度闭合中心区正好对应青藏高压 587 dagpm(图 1a)和西风带暖高压 585 dagpm(图 1b)包围的高压单体闭合中心区,但青藏高压对应的负涡度中心较西风带暖高压脊的更强;同时包括宁夏在内的西北地区东部($100^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$)都处于高原东侧辐散下沉区内,同样的青藏高压对应的下沉运动较西风带暖高压脊的更强,尤其在 400 hPa 及以下更为明显。由此可见,正

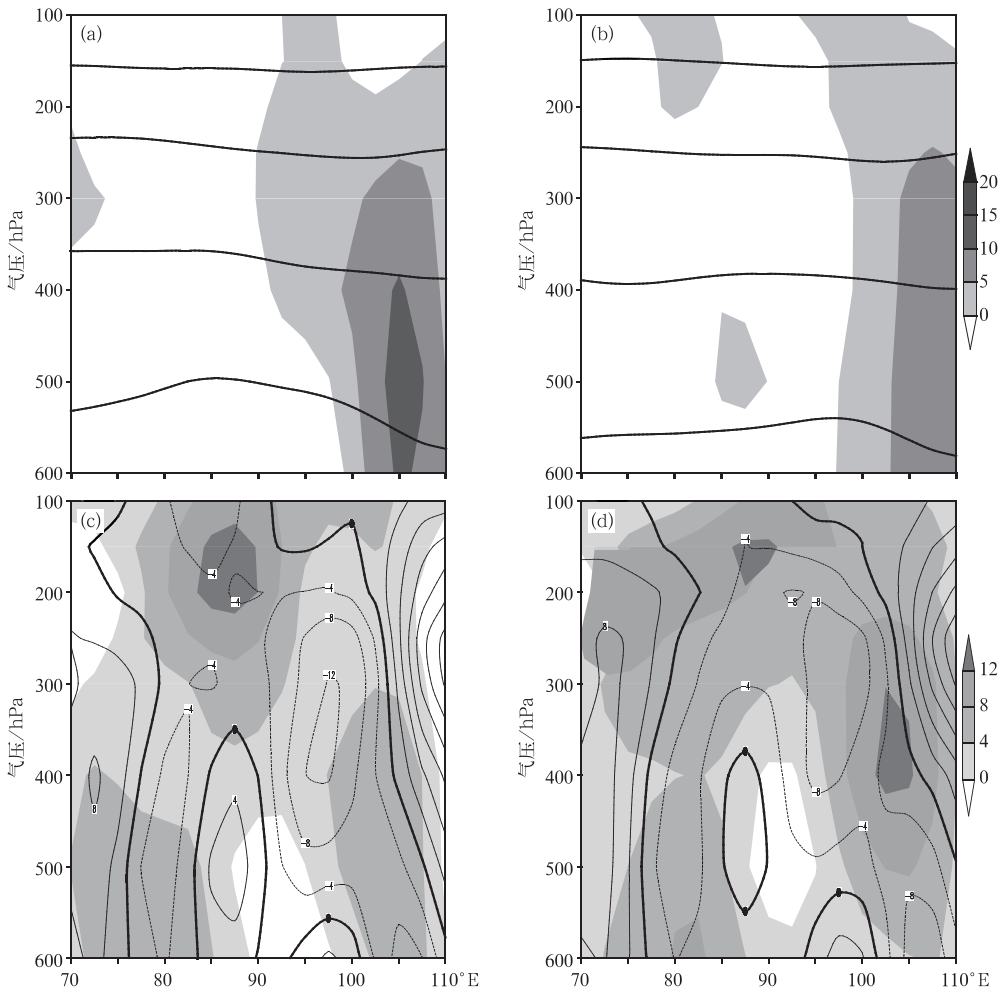


图 2 2011 年 8 月 6—10 日沿 36°N (a,c) 和 42°N (b,d) 平均剖面图

(a,b) 平均温度和垂直速度[实线为等温线、阴影区为下沉区(垂直速度 > 0)]; (c,d) 涡度和散度[实(虚)线为等涡度线、阴影区为辐散区(散度 > 0)]

(单位:温度: $^{\circ}\text{C}$; 垂直速度: $10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$; 涡度: 10^{-4} s^{-1} ; 散度: 10^{-4} s^{-1})

Fig. 2 The average cross-section along 36°N (a, c) and 42°N (b, d) in 6—10 August 2011 (a, b) thick lines: isotherms, shadowed area: sinking motion region (vertical velocity > 0); (c, d) the solid (dashed) lines vorticity isolines, shadowed area: divergence region (divergence > 0) (units: temperature: $^{\circ}\text{C}$, vertical velocity: $10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$, vorticity: 10^{-4} s^{-1} , divergence: 10^{-4} s^{-1})

是青藏高压和西风带高压的同位相垂直叠加,使得高原及以北地区在 600 hPa 及以上为一深厚的暖性负涡度高压所控制,所以包括宁夏在内的西北地区东部(100°~110°E)处于高原东侧辐散下沉区内。这与陶祖钰等(1989),孙国武(1989)和白虎志等(2004)的研究结果“夏季大多数时候,青藏高压中心附近的 400 hPa 以下是辐合上升区,以上为辐散下沉区”有所不同。所以,当高原上空对流层中上部青藏高压与西风带长波脊垂直叠加,出现“600 hPa 以上都为辐散下沉气流”的独特垂直高压结构时,宁夏出现大范围持续高温天气。

上述分析表明:虽然夏季的高原上空常为暖高压控制,但很多时候西北地区并不一定有高温天气,只有当青藏高压与西风带高压的同位相水平和垂直叠加时,才能使得高原上空的长波脊和暖高压稳定加强,这是造成宁夏持续性大范围高温天气的主要原因。

3 高温干热天气的成因

上一节的分析结果表明,宁夏出现持续高温天气是因为受高原东部下沉气流的影响。因此有必要分析造成下沉运动的原因。苏东玉等(2006)和张新荣等(2004)分析总结指出:极端最高气温出现在持续稳定的大气环流形势背景下,是 100 与 500 hPa 环流共同影响的结果。因此下面分析 100 和 500 hPa 风场及散度场分布及其对高原东部下沉气流的影响。

从图 3a 和 3b 所给出的 2011 年 8 月 6—10 日 100 和 500 hPa 风场及散度场可见:青藏高压上空在 100 和 500 hPa 上都是一个强辐散区,在其西北侧有一风速 $>16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的极锋急流中心,高压上空的辐散区正好位于极锋急流出口区的右下方。图 3c 是沿 105°E 的风速和散度经向垂直剖面图,从图中可以清楚看到高原东部的极锋急流和散度间的联系。高原东部中纬度极锋急流的大风速中心位于 200 hPa 上 45°~50°N 附近,其右侧高原东部上空在对流层上部为辐合区、对流层中下部为辐散区,其中辐散中心位于 700 hPa 上 35°N 附近,这种“高层辐合、低层辐散”的环流垂直配置正好位于 30°~40°N 之间的青藏高压范围内。

根据准地转 ω 方程(陶祖钰等,1989):

$$\left(\nabla^2 + \frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial^2}{\partial p^2}\right)\omega = \frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial}{\partial p} \left[\mathbf{v}_g \cdot \nabla \left(\frac{1}{f_0} \nabla^2 \phi + f \right) \right] + \frac{1}{\sigma} \nabla^2 \left[\mathbf{v}_g \cdot \nabla \left(\frac{\partial \phi}{\partial p} \right) \right]$$

上式中,左边为 ω 的二阶导数,右边第一项为微差绝对涡度平流项,第二项为温度平流项。根据准地转理论,对流层低层的气压上升是高空辐合的动力强迫作用所致,在准地转过程中与高层辐合相对应的次级环流为低层辐散下沉运动,辐散有利于反气

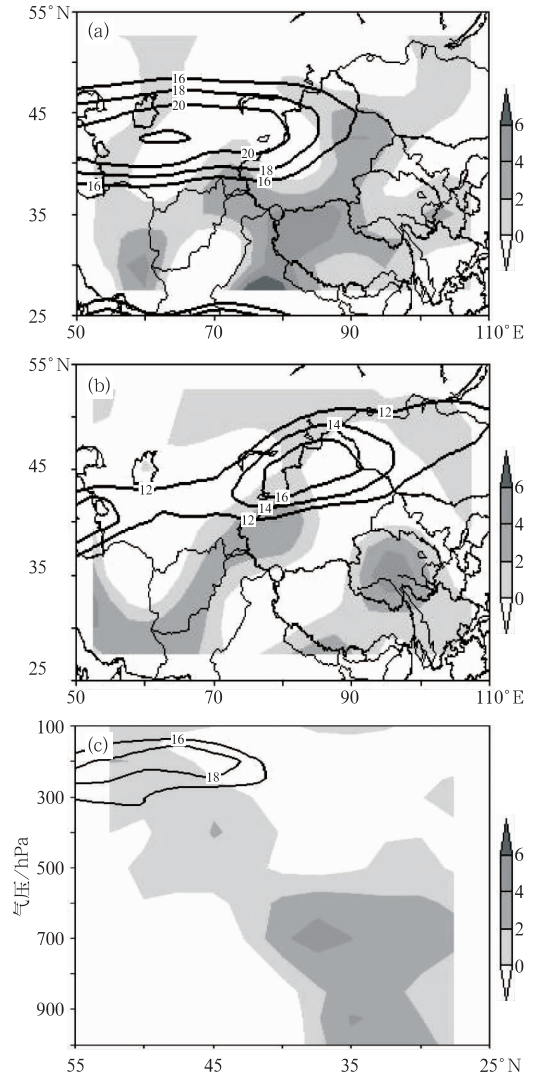


图 3 2011 年 8 月 6—10 日 100(a) 和 500 hPa(b) 风场(实线)和散度场(阴影)与沿 105°E 的经向垂直剖面图(c) (单位:风速: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 散度: 10^{-6} s^{-1})

Fig. 3 Meridional vertical cross section (c) of wind (the solid line) and divergence field (shaded area) at 100 hPa (a) and 500 hPa (b) along 105°E in 6—10 August 2011 (units: wind speed: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, divergence: 10^{-6} s^{-1})

旋负涡度高压的产生,而负涡度高压的稳定需要靠下沉运动来增温维持。由此可见,在青藏高压控制范围内出现的这种高原东部“高空辐合、低空辐散”的环流配置是导致高原东部下沉运动的主要原因,而中纬度极锋急流则是产生这种下沉运动的直接影响系统。这一结论与钱婷婷等(2006)对北京高温天气的分析结论“河套高压中的下沉运动是副热带高空急流和中纬度极锋急流共同作用的结果”有区别,主要是因为宁夏地处西北内陆,较难受西太副高的直接影响。

上述分析表明:在青藏高压这个暖性负涡度系统中,基本为下沉气流所控制。由于下沉增温作用,使得青藏高压控制下的西北干旱区高温天气呈现出不同于东部沿海地区受西太副高控制下的“闷热”高温天气的“干热”状态。究其原因,在上述大气环流系统影响下,大气垂直运动和地面潜热、感热都发生了相应的变化。从宁夏持续高温期间的地面垂直速度和地面感热、潜热分布(图 4)来看:高原西部有中心值 $< -15 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 的强上升运动区,中心区域在 90°E 附近,而高原东部存在中心值 $> 3 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 的下沉运动区,中心区域在宁夏中北部,这正好形成高原西部气流上升、高原东部气流下沉的纬向环流圈(钱正安等,2001),受其影响,宁夏处在高原东部的下沉气流控制区域内,造成持续高温天气;同时,对应宁夏中北部较强的下沉区域是中心值 $> 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的地面感热大值区和中心值

$< 20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的地面潜热小值区,地面感热是潜热的 5 倍。8 月 6—10 日宁夏各站地面气象要素逐时观测资料也反映:高温时段内宁夏上空总云量普遍不超过 5 成,低云量小于 2 成,相对湿度小于 25%,蒸发累积量达 4 mm,东北风 $4 \sim 9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由此可见,受青藏高压东部下沉气流影响,高温时段内宁夏上空晴朗少云,湿度小,风力相对较大,地面增温和蒸发强烈,地面感热远远大于潜热,因此青藏高压控制下的宁夏高温天气以“干热”为主。

4 青藏高压影响的宁夏持续高温概念模型

利用 1961—2011 年宁夏日最高气温观测资料,统计得到 22 次高温过程(连续 3 d、相邻两个地区超过 3 站以上日最高气温 $\geq 35^\circ \text{C}$ 为 1 次高温过程)。22 次高温过程中有 15 次是由青藏高压影响(占总数 68%),另有 7 次是西太副高影响(占总数 32%),可见宁夏的高温天气以青藏高压影响居多。在对这 15 次高温过程的青藏高压结构及其与西风带高压同位相变化分析的基础上,归纳出关键影响系统的定量指标,并结合张新荣等(2004),祁得兰等(2005),陈磊等(2011),陈楠等(2003)和周翠芳等(2011)对西北各省(区)高温过程总结出的环流特征的量化指标,综合得到青藏高压影响下的宁夏持续性高温概念模型如图 5 所示:青藏高压和西风带长波脊同位相叠加使得青藏高压外围 586 dagpm 线越过高原后形成闭合高压单体稳定维持在 $85^\circ \sim 105^\circ \text{E}$ 附近,高压脊线北界伸展到 $40^\circ \sim 42^\circ \text{N}$,西北地区大范围长时间处在 500 hPa 584 dagpm 以上的青藏高压、300 hPa 964 dagpm 以上的西风带高压脊和 1000 hPa 以下的地面热低压控制区域内;高压上空在极锋急流作用下,高原东部存在“高空辐合、低空辐散”的环流配置导致高原东部维持较强的下沉运动,下沉增温导致宁夏出现持续高温天气。与郑祚芳等(2005)总结的北京高温概念模型相比,宁夏高温的影响系统及其动力结构配置不同,北京的高温天气主要受河套高压影响,副热带西南风急流和极锋急流的有利配置使下沉运动进一步加强,下沉绝热增温、辐射增温和平流增温导致北京高温天气出现。

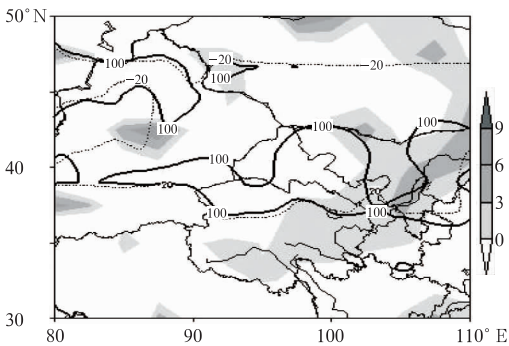


图 4 2011 年 8 月 6—10 日平均地面垂直速度(阴影)、感热(粗实线)、潜热(细断线)分布(单位:垂直速度: $10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$;感热与潜热: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

Fig. 4 Distribution of surface mean vertical velocity (shaded area, unit: $10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$), sensible heat (thick solid line, unit: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) and latent heat (thin broken line, unit: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) from 6 to 10 August 2011

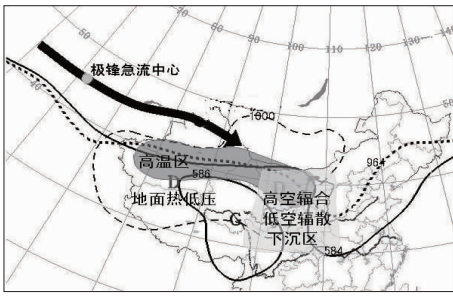


图 5 宁夏高温概念模型

[注: 断线为地面等压线; 实(虚)线为 500(300) hPa 等高线; 实粗矢线为极锋急流轴; D、G 分别为地面热低压和青藏高压中心位置; 深浅阴影区分别为高温和下沉运动区]

Fig. 5 Conceptual model of high temperature weather in Ningxia

[The broken line is surface isobar; the solid (dotted) line is contour at 500 (300) hPa; thick real vector line is polar front jet axis; D is the center of surface thermal low and G is the center of Tibetan high; thick shadowed region is high temperature region and light shadowed region is sinking motion region]

5 小 结

通过上述分析, 得到如下主要结论:

(1) 青藏高压稳定维持并与西风带高压脊同位相叠加, 使得高原上空的长波脊和暖高压稳定加强, 在这样的大尺度环流背景下, 西北地区东部始终处于高原东侧辐散下沉区内, 有利于宁夏出现持续高温天气。

(2) 青藏高压和地面热低压是宁夏持续高温天气的主要影响系统。宁夏高温天气出现在 584 dagpm 以上的青藏高压和 1000 hPa 以下的地面热低压控制区域内; 高压外围 586 dagpm 线东移越过高原后稳定维持在 $85^{\circ}\sim 105^{\circ}\text{E}$ 附近, 高压脊线北界伸展到 $40^{\circ}\sim 42^{\circ}\text{N}$, 此时高原上空高压中心值越强、位置越偏东、地面气压值越低, 越有利于宁夏高温天气出现。

(3) 在中纬度极锋急流的作用下, 高原东部存在“高空辐合、低空辐散”的环流配置是导致高原东部下沉运动的主要原因。受青藏高压东部下沉增温影响, 宁夏上空晴朗少云, 湿度小, 风力相对较大, 地面增温和蒸发强烈, 地面感热远远大于潜热, 因此青藏高压控制下的宁夏高温天气以“干热”为主。

参考文献

- 白虎志, 董文杰, 马振锋. 2004. 青藏高原及邻近地区的气候特征. 高原气象, 23(6): 890-897.
- 白肇焯, 徐国昌, 孙学筠, 等. 1988. 中国西北天气. 北京: 气象出版社: 128-149.
- 陈磊, 王式功, 尚可政, 等. 2011. 中国西北地区大范围极端高温事件的大气环流异常特征. 中国沙漠, 31(4): 1052-1058
- 陈楠, 陈豫英, 彭维耿. 2003. 宁夏高、低温天气及环流特征的初步分析. 高原气象, 22(4): 416-421.
- 陈永仁, 李跃清. 2008. 南亚高压活动特征及其天气气候影响研究进展. 气象科技, 36(2): 174-179.
- 程炳岩, 郭渠, 张一, 等. 2011. 三峡库区高温气候特征及其预测试验. 气象, 37(12): 1544-1552.
- 郭准, 郭品文, 茅懋. 2009. 南亚高压在高原建立的路径类型及其分析. 大气科学学报, 32(6): 815-823.
- 刘梅, 胡洛林, 濮梅娟, 等. 2007. 夏季南亚高压的演变及有关天气系统的响应研究. 气象科学, 27(3): 294-301.
- 祁得兰, 海星莲. 2005. 柴达木盆地南部夏季持续高温天气及环流背景分析. 青海气象, 3: 26-27.
- 钱婷婷, 王迎春, 郑祉芳, 等. 2006. 造成北京连续高温的河套高压结构分析. 应用气象学报, 16(2): 167-173.
- 钱永甫, 张琼, 张学洪. 2002. 南亚高压与我国盛夏气候异常. 南京大学学报(自然科学), 38(3): 295-307.
- 钱正安, 吴统文, 梁潇云. 2001. 青藏高原及周围地区的平均垂直运动. 大气科学, 25(4): 444-454.
- 苏东玉, 李跃清, 蒋兴文. 2006. 南亚高压的研究进展及展望. 干旱气象, 24(3): 68-74.
- 孙国武. 1989. 盛夏青藏高原上空高压形成和维持的动力机制. 气象, 15(2): 17-20.
- 孙国武, 汤绪, 刘新伟, 等. 2007. 亚欧典型热浪过程的大气环流对比分析. 高原气象, 26(3): 503-510.
- 陶祖钰, 谢安. 1989. 天气过程诊断分析原理和实践(第一版). 北京: 北京大学出版社: 76-85.
- 谭晶, 杨辉, 孙淑清, 等. 2005. 夏季南亚高压东西振荡特征研究. 南京气象学院学报, 28(4): 452-460.
- 王迎春, 葛国庆, 陶祖钰. 2003. 北京夏季高温闷热天气的气候特征和 2008 年夏季奥运. 气象, 29(9): 23-27.
- 尹东屏, 严明良, 裴海瑛, 等. 2006. 副热带高压控制下的高温天气特征分析. 气象科学, 26(5): 558-563.
- 杨群, 晏理华, 周长志, 等. 2011. 2009 年铜仁地区高温干旱特征及成因诊断分析. 高原气象, 30(4): 1018-1026.
- 张天宇, 程炳岩, 李永华, 等. 2010. 1961—2008 年三峡库区极端高温的变化及其与区域性增暖的关系. 气象, 36(12): 86-93
- 张新荣, 林纾, 杨民. 2004. 甘肃省夏季极端最高气温的气候特征. 干旱气象, 22(3): 44-48.
- 张迎新, 张守保. 2010. 2009 年华北平原大范围持续性高温过程的成因分析. 气象, 36(10): 8-13.
- 郑祚芳, 王迎春. 2005. 北京夏季持续高温过程特征分析. 气象, 31(10): 16-20.
- 周翠芳, 张广平, 杨海, 等. 2011. 宁夏北部高温天气特征及预报分析. 宁夏工程技术, 10(2): 106-108, 114.