

师锐,何光碧,2018. 移出高原后长生命史高原低涡在不同移动路径下的大尺度环流特征及差异[J]. 气象,44(2):213-221.

移出高原后长生命史高原低涡在不同移动路径下的大尺度环流特征及差异^{*}

师锐^{1,2,3} 何光碧¹

1 成都高原气象研究所,成都 610072

2 四川省气象台,成都 610072

3 高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室,成都 610072

提 要: 利用 NECP 再分析资料及高空观测资料,对 2000—2010 年移出青藏高原后生命史长达 3 天或以上的高原低涡进行统计,并根据移动路径的不同将其分为东移、东北移和东南移三类,统计结果表明:在不同时间段,不同移动路径的长生命史高原低涡具有不同的活跃度,盛夏 7 月,东移个例远远多于东北移和东南移个例,东南移个例多于东北移个例;而在夏末 8 月,东南移个例则远多于东北移和东移个例。选取不同移动路径的个例,进行对流层中上层环流背景特征分析,指出其 500 hPa 环流形势,温度平流及 200 hPa 环流形势的共同特征和差异。分析结果表明:500 hPa 环流形势,副热带高压的位置、走向分布对长生命史高原低涡的移动路径有显著影响。东移、东北移、东南移三种路径,副热带高压依次减弱。印缅地区,东南移路径为季风低压,而东移和东北移路径则为季风槽或印缅槽,即东南移路径 25°N 以南具有相对较低的位势高度,有利于高原低涡的向南移动;200 hPa 环流,东移、东北移、东南移三种路径,南亚高压 1252 dagpm 东伸脊点依次偏西。东移路径,南亚高压东伸脊点的明显偏东,使得高原低涡移出高原后受一致西风引导气流的影响,而对于东南移个例,相对北抬的南亚高压前及相对较深的 110°E 槽后的西北气流对高原低涡的东南移具有一定的引导作用。温度平流带随时间的走向与不同路径的移动方向有着较好的对应关系。移出高原后的长生命史高原低涡基本在平均冷平流带中移动,东南移的高原低涡个例具有相对较强的冷空气活动,使得高原低涡能够向相对较暖的南方移动。

关键词: 长生命史高原低涡,大尺度环流,温度平流,南亚高压

中图分类号: P445

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2018.02.001

Comparison Analysis of Circulation Features of Different Moving Tracks of Long-Life-Cycle Plateau Vortexes Moving out of the Plateau

SHI Rui^{1,2,3} HE Guangbi¹

1 Chengdu Institute of Plateau Meteorology, CMA, Chengdu 610072

2 Sichuan Meteorological Observatory, Chengdu 610072

3 Heavy Rain and Drought-Flood Disasters in Plateau and Basin Key Laboratory of Sichuan, Chengdu 610072

Abstract: Using the upper-air observation data and the corresponding daily average NCEP reanalysis data, this paper first statistically analyzed the plateau vortexes which could live 3 days or longer after moving out of Tibetan Plateau in summer from 2000 to 2010. According to their different moving track, the vortexes were divided into three groups which are moving eastward, northeastward and southeastward. The results show that in July long-life-cycle vortexes moving out of the plateau move eastward far more than

^{*} 国家自然科学基金重点项目(91337215)、国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2012CB417202)、国家自然科学基金面上项目(41275051)和中国气象局预报员专项(CMAYBY2017-063)共同资助

2017 年 1 月 7 日收稿; 2017 年 9 月 6 日收修定稿

第一作者:师锐,主要从事中短期天气预报工作及高原低值系统的研究. Email:shir_1998@163.com

northeastward and southeastward, and the vortexes moving southeastward are more than those moving northeastward. However, in August, the vortexes moving southeastward are far more than those moving northeastward and eastward. Then by selecting the cases of different moving tracks, we analyzed the general circulation in the mid-upper troposphere, pointing out the common features and differences of the general circulation and temperature advection at 500 hPa and the circulation at 200 hPa. The findings indicate that the position and shape of West Pacific subtropical high influence the long-life-cycle plateau vortex moving out of the plateau at 500 hPa significantly, and the strength of the subtropical high decreases in the order of the tracks moving eastward, northeastward and southeastward. The southeastward track over the Indian-Burma Region is affected by monsoon depression while the eastward and northeastward tracks are affected by the Indian monsoon trough, namely to south of 25°N of the southeastward track there is a relatively lower geopotential height which is favorable for the plateau vortex to move southward. Under the 200 hPa circulation background, the eastern end of the 1252 dagpm South Asia high is by west in the order of eastward, northeastward and southeastward tracks. For the eastward track cases, the eastern end of South Asia high is obviously by east, causing the westerly flow to guide the plateau vortex to move eastward. And for the southeastward track cases, the northern boundary of the South Asia high over the Tibetan Plateau and north-west flow after high trough at 110°E guide the plateau vortex to move southeastward. Cold air is also an important factor for the development of these long-life-cycle plateau vortexes. The corresponding relationship exists between the moving direction of the temperature advection zone and the moving tracks of long-life-cycle plateau vortexes moving out of the plateau.

Key words: long-life-cycle plateau vortex, large-scale circulation, temperature advection, South Asia high

引 言

关于高原低涡东移的研究,早已引起气象工作者的重视。如郁淑华等(2007;2015)、郁淑华和高文良(2006;2008)、高文良和郁淑华(2007)从高原低涡移出高原的观测事实、大尺度环流及对流层中层环流特征等多方面都进行了详实的研究分析,顾清源等(2010)分析了移出高原和未移出高原低涡的大尺度环流背景差异,刘富明和狄梅娟(1986)将东移的高原低涡分成高压后部的低涡、西风槽前部的低涡和切变线上的低涡三种类型,刘晓冉和李国平(2007)分析了非绝热加热对高原低涡生成、移动及高原低涡暖心结构的作用,宋敏红和钱正安(2002)指出高原中东部气柱平均厚度可指示高原低涡的移动,何光碧等(2009)就两次比较典型的低涡过高原影响高原天气的低涡东移过程,从动力学角度揭示两次低涡东移特征及维持发展机制。上述研究丰富了对高原低涡东移的认识。持续性高原低涡东移移出青藏高原主体,有时会使我国广大地区产生暴雨、大暴雨,造成严重洪涝灾害(郁淑华,2001;杨克明等,2001;张顺利等,2001;王晓芳等,2011;孙俊等,

2014;王伏村等,2014;Chen et al,2015;黄楚惠等,2015;师锐等,2015),这使得对持续性高原低涡的研究得到更进一步的关注,郁淑华和高文良(2008)指出持续强影响高原低涡移出高原时,对 40°N 以北的环流形势依赖性不强。主要受高原低涡周边的对流层中层西风带天气系统、副热带与热带天气系统的影响。肖递祥等(2016)等对不同影响系统下,移出高原后仍长时间维持的高原低涡个例进行了环境场和维持机制的分析。郁淑华等(2007)在研究高原低涡移出高原后的性质变化时,根据低涡中心区的温度场结构将高原低涡分为位于 500 hPa 温度脊区无冷空气侵入的暖性涡和位于 500 hPa 温度槽区或西风带低压槽前锋区内有明显冷空气入侵的斜压性涡;占夏季高原低涡绝大多数的是高原暖性涡(李国平等,2014)。暖性涡一旦移出高原东部便迅速消失,这说明它对高原特殊条件的依赖性(吕君宁和郑昌圣,1984),高原热力和边界层作用对高原低涡流场结构有不同的影响(陈功和李国平,2011)。当有冷空气侵入时,暖性涡变为斜压性涡,移出高原后多数为斜压性低涡,低涡加强、多数可产生强度较大的降水(郁淑华等,2008)。

由于移出高原并具有长生命史的高原低涡,往

往具有斜压性且较为强盛,会给我国大部分地方带来较持续的强降水,其次对长生命史不同移动路径的移出高原低涡的比较分析还较缺乏,因此对移出高原后仍然具有长生命史的高原低涡的不同活动过程的研究尤为重要。本文对影响我国不同地区大范围持续性降水,移出高原后仍然具有长生命史的高原低涡的不同活动过程,进行对流层中、高层环境场特征的比较分析。以探讨移出高原后具有较长生命史高原低涡的环境场共同特征,并分析东移出高原后不同活动路径的高层环境场差异。

1 移出高原后长生命史高原低涡定义、资料及研究方法

借鉴《高原低涡切变线年鉴》(李跃清等,2010)定义,高原低涡指 500 hPa 等压面上反映的生成于青藏高原,有闭合等高线的低压或有三个站风向呈气旋式环流的低涡,高原低涡移出高原是指低涡中心移出海拔 ≥ 3000 m 的青藏高原。从生成到消亡持续活动 60 h 或以上,移出高原后活动时间大于在高原上的活动时间,高原低涡移出高原后持续活动 2 d 以上的过程,算为 1 个移出高原后具有长生命史的高原低涡,本文中统计的高原低涡为此类高原低涡。

郁淑华和高文良(2006)的研究指出 6—8 月是高原低涡移出高原影响中国东部天气的主要时段。

使用 MICAPS 显示历史天气图,普查 2000—2010 年 4—10 月的高空观测资料,查找出移出高原后具有长生命史的高原低涡活动个例,然后根据其活动时间、移动路径的不同,选取生命史长达 3 d 或以上的移出高原低涡个例 6 例,采用 2000—2010 年 NCEP 日平均再分析资料,对 6 例高原低涡活动过程的 500、200 hPa 环流形势以及 500 hPa 温度平流等进行比较分析。对于一个移出高原并具有长生命史的高原低涡活动过程,给出该高原低涡整个活动时段内的平均场。

2 移出高原后长生命史高原低涡的活动情况

2.1 4—10 月各年、各月活动次数

表 1 给出了 2000—2010 年 4—10 月各年、月移出高原后具有长生命史的高原低涡活动次数,由表 1 看出:(1)在近 10 年中,2000、2007 年移出高原后长生命史高原低涡的活动次数最多,分别为 5、4 次。移出高原后长生命史高原低涡的次数最少的年份是 2006 及 2009 年,仅有 1 次。(2)6—8 月是高原低涡移出高原影响中国东部天气的主要时段,也是移出高原后的长生命史高原低涡活动频繁的月份,以 6 月夏初、7 月盛夏两个月份最为频繁,8 月夏末次之。

表 1 移出高原后长生命史高原低涡 4—10 月活动次数
Table 1 Occurrence times of long-life-cycle vortex moving out of Tibetan Plateau in each month from April to October

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	总次数
2000 年	0	0	1	4	0	0	0	5
2001 年	0	0	1	0	1	0	0	2
2002 年	0	0	0	2	1	0	0	3
2003 年	0	0	1	1	0	0	1	3
2004 年	2	0	0	0	1	0	0	3
2005 年	0	0	1	0	1	0	0	2
2006 年	0	0	0	0	0	1	0	1
2007 年	0	0	3	1	0	0	0	4
2008 年	0	0	1	1	1	0	0	3
2009 年	0	0	0	0	1	0	0	1
2010 年	0	0	1	1	0	0	0	2
总次数	2	0	9	10	6	1	1	29

2.2 路径分析及活动特征

根据移出高原后长生命史高原低涡的活动路径

情况,将其活动路径大致分为三类,分别为东移,东北移、东南移。(1)东北移,相对于涡源位置,东北移动至山西、河北一带甚至到达东北地区,终点明显比

起点偏北,终点和起点南北间相差 3 个纬距或以上;
(2)东移基本在一个纬度,终点在起点的东部,终点和起点南北间相差 2 个纬距以内,对于先东北移后南移和先南移后东北移的个例,如起点和终点基本在一个纬度也算作东移;(3)东南移,活动至云南、贵州一带,终点明显比起点偏南,终点和起点南北间相差 3 个纬距或以上。

2000—2010 年 4—10 月移出高原后长生命史高原低涡的移动路径统计为:东移 16 例,东北移 6 例,东南移 6 例,共 28 例。在 29 例个例中有 1 例高原低涡的活动路径为移出高原后绕着川渝呈现近似圆形的路径,依据 3 类路径的说明将这一个例剔除。可见在近 10 年中,移出高原后长生命史高原低涡的移动路径多数是向东移动,而高原低涡生成后移向

东北的频率最大(郁淑华和高文良,2006)。由对各月移出高原后长生命史高原低涡的移动路径分析(图 1),6、7 月,东移的高原低涡个例远多于东北移和东南移;而在 8 月东南移的高原低涡个例则多于东北移和东移。

根据季节和路径的不同,分别选取生命史长达 3 d 或以上的移出高原低涡个例。并为确保不同月份、不同路径个例数一致,分别选取 7、8 月两个月中东移、东北移、东南移个例共 6 个,图 2 显示了所选个例的活动路径图。表 2 为所选个例的特征,由表 2 可见,(1)涡源地基本位于青海境内或边界,(2)有的移出高原的长生命史高原低涡生命史长达 5 d 以上。

表 2 个例特征

Table 2 Characteristics of active movement periods of long-life-cycle vortex moving out of the plateau

路径类型	起止日期/ 年月日	生成时中心位势 高度/dagpm	生成经纬度/ °N、°E	移出高原时中心 位势高度/dagpm	在高原活动时 长活动时间/h	移出高原 活动时长/h
东移	20030712—14	578	37.9、99.4	577	0	48
	20080811—14	579	38.3、97.0	579	24	60
东北移	20000708—13	581	30.2、92.3	580	24	60
	20050804—07	584	35.0、94.0	580	36	72
东南移	20070729—0804	583	33.4、92.6	583	48	84
	20020812—21	579	38.0、98.1	579	12	216

3 大尺度环流背景分析

3.1 500 hPa 环流形势

对于不同移动路径的个例进行合成分析。已有的研究表明在欧亚中高纬度,两槽一脊的环流形势有利于高原低涡的产生和移出高原(郭绵钊,1986),由图 3 可见,东移和东南移个例环流背景中,中高纬同样也具有典型的两槽一脊的环流形势。比较两者差异,具体有以下几点:(1)在中高纬度,相对于东移个例环流背景,东南移个例的环流背景中具有经向度较大的东亚大槽,相应的位于贝加尔湖的高压脊经向度也较大,高压脊强。(2)在中纬,东移个例,是平直西风气流,青藏高原上多短波槽活动;而东南移个例,青藏高原处于高压脊的影响下,高压脊前的西北气流与西太平洋副热带高压(以下简称副高)西侧的西南气流在西南地区东部形成一风场切变,高

原低涡沿着高空槽形成的风场切变南下;东北移个例,则以纬向型环流为主。

比较三种不同移动路径下环流背景中低纬的两个天气系统,即副高和季风低压(或季风槽),也有较为明显的区别:(1)印缅地区,东南移路径为季风低压,而东移和东北移路径则为季风槽或印缅槽,即东

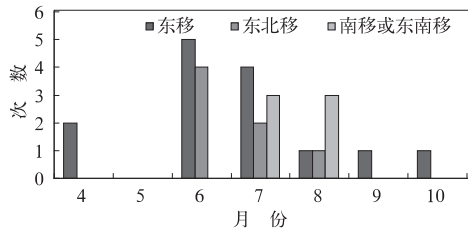


图 1 不同移动路径 4—10 月逐月次数比较

Fig. 1 Statistical moving tracks of long-life-cycle vortex moving out of the plateau each month from April to October

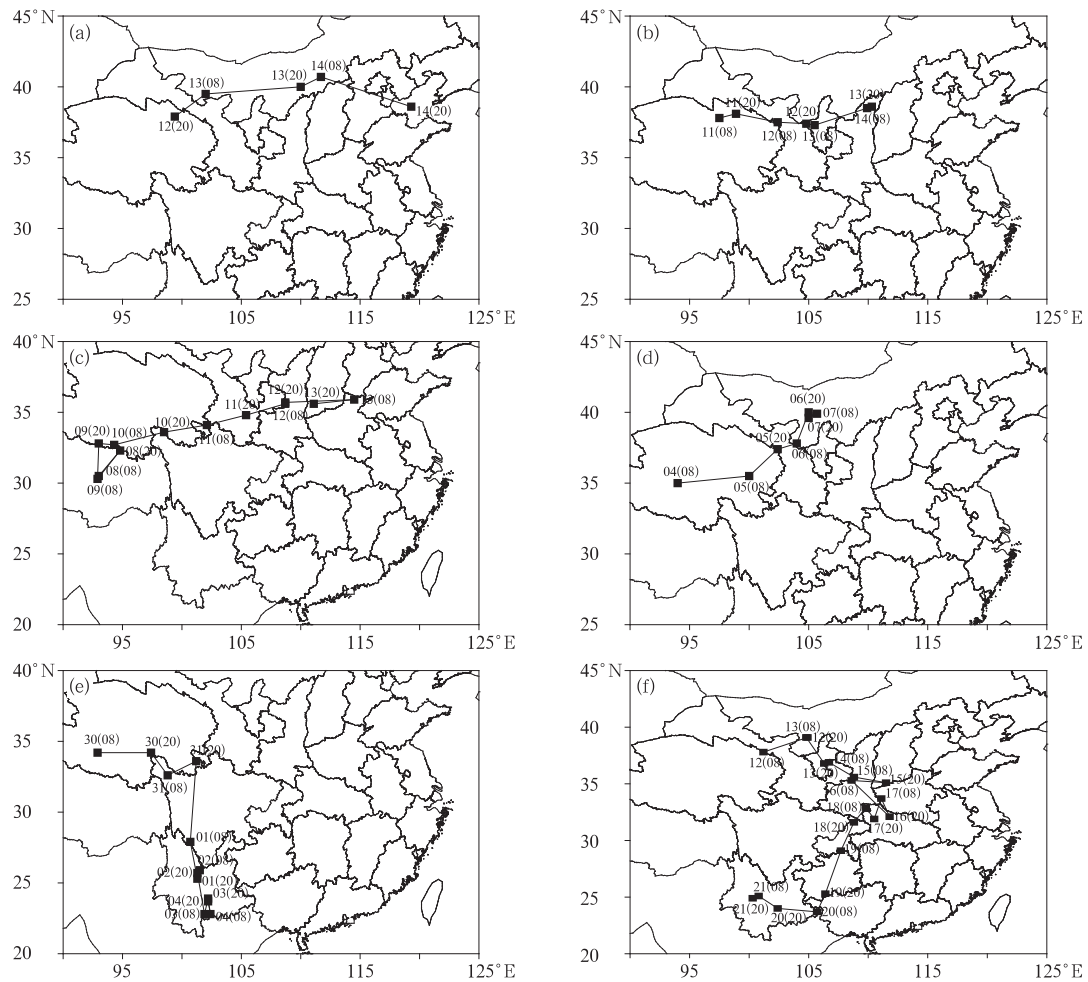


图2 移出高原后长生命史高原低涡活动路径

东移:(a)2003年7月12—14日,(b)2008年8月11—14日;东北移:(c)2000年7月8—13日,
(d)2005年8月4—7日;东南移:(e)2007年7月29日至8月4日,(f)2002年8月12—21日

Fig. 2 The moving tracks of long-life-cycle vortex moving out of the plateau

to east: (a) 12—14 July 2003, (b) 11—14 August 2008; to northeast: (c) 8—13 July 2000,
(d) 4—7 August 2005; to southeast: (e) 29 July to 4 August 2007, (f) 12—21 August 2002

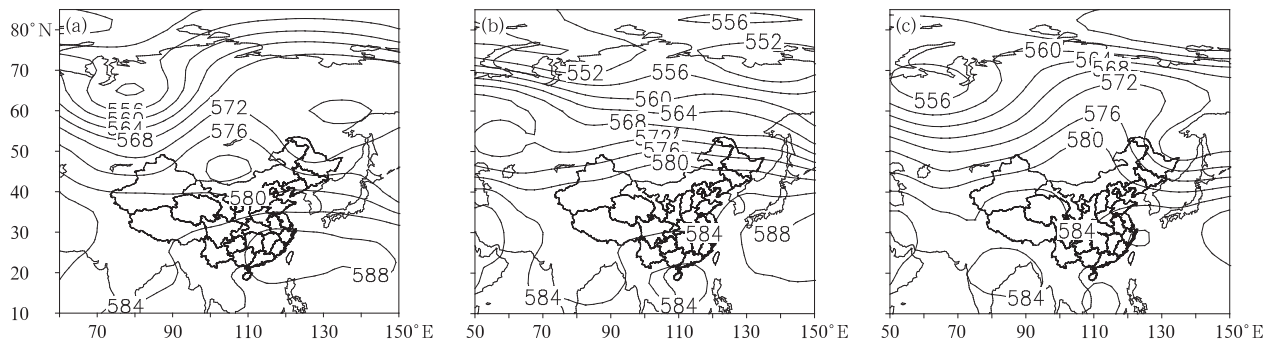


图3 500 hPa 平均环流形势(单位: dagpm)

(a)东移,(b)东北移,(c)东南移

Fig. 3 Average geopotential height field at 500 hPa (unit: dagpm)

(a) to east, (b) to northeast, (c) to southeast

南移路径 25°N 以南具有相对较低的位势高度,有利于高原低涡的向南移动;(2)东移、东北移、东南移三种路径,副高均呈纬向型带状分布,并依次减弱,588 dagpm 等高线西脊点伸至的经度依次偏东。东移路径 588 dagpm 等值线西伸脊点为 115°E ,东北移则为 131°E ,南移则退居 140°E 以东。东移路径,华南地区相对较强的副高,使得长江中下游地区处于纬向型副高北侧的平直西风气流影响下,有利于高原低涡的东移;东北移路径,副高北界偏北, $10^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 、 $125^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 区域即朝鲜半岛,日本岛及东海的位势高度相对偏高,不利于高原低涡继续向东移动。在东移和东北移路径中,由于东西带状副高的西伸脊点较西,高原低涡的移动路径将主要受西风带槽前西北或偏西气流的引导;东南移路径,高原低涡沿着上述两高之间形成的切变线移动。当副高强盛,显著西伸时,使高原低涡稳定少动,甚至折向西退,而当副高显著东退时,可使得高原低涡继续向东移动而非南折。可见,副高的位置、走向分布对高原低涡的移动路径有显著的影响。

综上所述,东移路径的 500 hPa 环流形势(图 3a),青藏高原上为平直西风气流,加之相对较强的西伸副高影响,副高西北侧较为明显的西南偏西气流引导高原低涡路径向东移动。而东北移的 500 hPa 环流形势(图 3b),虽青藏高原也为平直西风气流影响下,但副高北界的明显偏北,使得 $10^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 、 $125^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 区域具有相对较高的位势高度,不利于高原低涡继续东移。东南移路径的环流形势(图 3c),青藏高原处于高压脊的影响下,印缅地区由相对更强的季风低压代替了东移和东北移的季风槽,青藏高原高压脊前西北气流影响下,有利于引导高原低涡南移。

3.2 200 hPa 南亚高压

由图 4 可见,对于不同移动路径,移出高原后具有长生命史的高原低涡,其 200 hPa 南亚高压位置有差异,但有适度的南亚高压位置,即南亚高压中心区纬度在 $20^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{N}$,1248 dagpm 等值线东伸点位置在 135°E 以东。

不同点有:(1)从东伸脊点来看,东移、东北移、东南移的高原低涡活动个例,南亚高压 1252 dagpm 东伸脊点依次偏西,表明对于东北移和东南移个例,在 110°E 以东没有更利于高原低涡持续活动的高空辐散条件。(2)青藏高原,东南移个例,受南亚高压北拱的反气旋风场曲率的影响,而东移和东北移个例则为平直西风气流,表明对于东南移路径,青藏高原高空对流高层具有相对较好的辐散条件,有利于对流层中层高原低涡能够更长时间的维持或发展。(3) 110°E 附近的西风槽,东北移、东南移个例依次加深,东移路径为平直西风气流。对于东南移路径,对流层高层槽后的西北气流有利于高原低涡的南折。

综上所述,南亚高压东伸脊点明显偏东,1252 dagpm 东伸脊点达到 135°E ,使得高原低涡移出高原后 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 区域为一致的西风气流,引导高原低涡东移;南亚高压东伸脊点明显偏西,1252 dagpm 东伸脊点为 95°E ,且 110°E 附近西风带系统中有一经向度相对较大的高空槽,使得高原低涡移出高原后 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 、 $95^{\circ}\sim 115^{\circ}\text{E}$ 区域为相对北拱南亚高压前及相对较深的槽后的西北气流,引导高原低涡南折,可见 200 hPa 风场对于移出高原后长生命高原低涡的移动路径具有引导气流的作用。

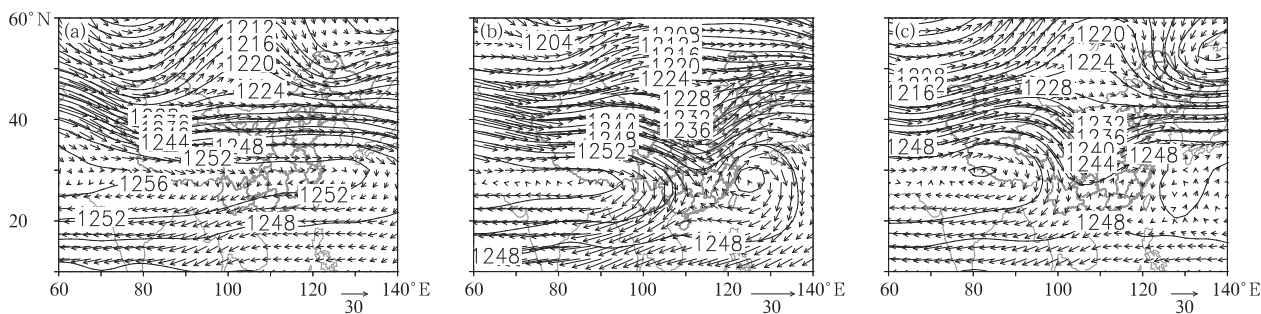


图 4 200 hPa 平均环流背景(线条,单位: dagpm)和风矢量(箭头,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

(a)东移,(b)东北移,(c)东南移

Fig. 4 Average geopotential height field at 200 hPa (contour, unit: dagpm) and wind vectors (arrow, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

(a) to east, (b) to northeast, (c) to southeast

4 温度平流

由图5不同移动路径的高原低涡在整个活动期

间的温度平流平均场,可见不同移动路径的高原低涡活动期间,温度平流带的空间分布,高原低涡基本在平均冷平流带中移动,这与郁淑华等(2007)在高原涡东移活动过程进行对流层中层冷空气对高原低

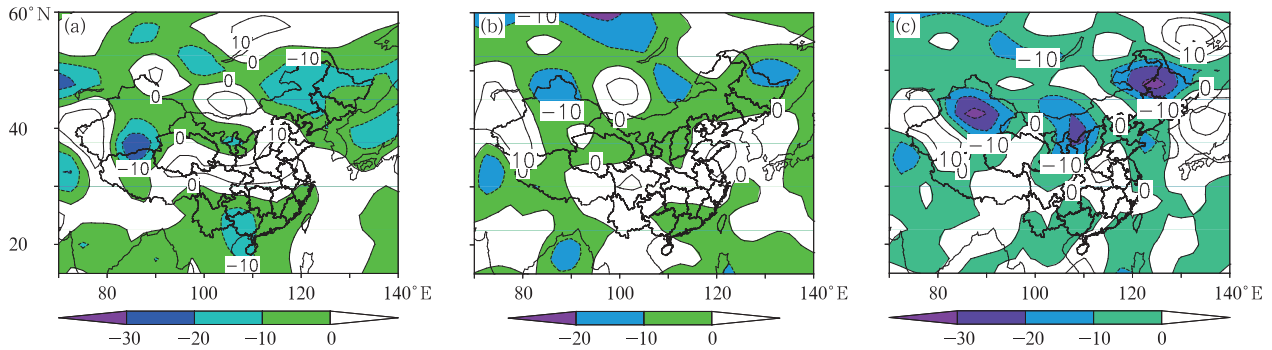


图5 500 hPa 平均温度平流(单位: $10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$)

(a)东移,(b)东北移,(c)东南移

Fig. 5 Average temperature advection at 500 hPa (unit: $10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$)

(a) to east, (b) to northeast, (c) to southeast

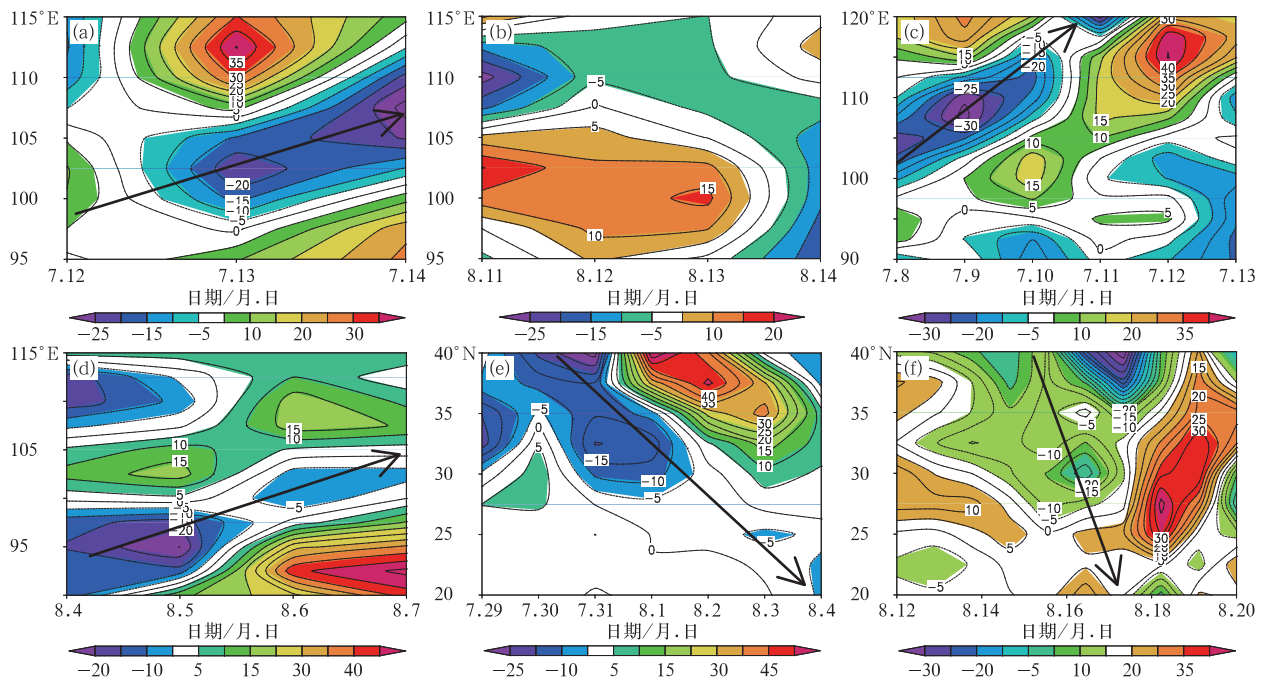


图6 不同移动路径个例500 hPa 温度平流时间剖面图(单位: $10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$)

东移:(a)沿 $38^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 平均,(b)沿 $37^{\circ}\sim 39^{\circ}\text{N}$ 平均;东北移:(c)沿 $31^{\circ}\sim 36^{\circ}\text{N}$ 平均,

(d)沿 $37^{\circ}\sim 39^{\circ}\text{N}$ 平均;东南移:(e)沿 $98^{\circ}\sim 102^{\circ}\text{E}$ 平均,(f)沿 $105^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$ 平均

(箭头表示不同移动路径的移动方向)

Fig. 6 The 500 hPa temperature advection time-section of long-life-cycle plateau vortex moving out of the Tibetan Plateau (unit: $10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$)

longitudinal time temperature advection profile: to east: (a) along average $38^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$, (b) along average $37^{\circ}\sim 39^{\circ}\text{N}$;

to northeast: (c) along average $31^{\circ}\sim 36^{\circ}\text{N}$, (d) along average $37^{\circ}\sim 39^{\circ}\text{N}$; latitudinal time temperature advection

profile: to southeast: (e) along average $98^{\circ}\sim 102^{\circ}\text{E}$, (f) along average $105^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$

(Arrow represents the moving direction of the plateau vortex)

涡移出高原影响的观测事实分析中指出的高原低涡移出高原的活动过程都有冷空气影响相吻合,郁淑华等(2008)指出高原低涡的活动与冷空气影响造成的斜压性强密切相关,东南移个例的冷平流带中心强度明显强于东移或东北移的高原低涡个例,并有3个冷中心,分别位于新疆、东北部和河套地区,新疆和我国东北部的冷平流中心强度达到了 $-30 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$,河套地区的冷平流中心为 $-20 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$;而东移和东北移的个例冷平流中心有2个,分别位于新疆和我国的东北部,比较河套区域附近的冷平流可见,东南移路径最强,北方冷空气伸入涡区,表明东南移的高原低涡个例具有相对较强的冷空气活动,使得高原低涡能够向相对较暖的南方移动,并使其具有相对更强的斜压性,使得东南移的两个个例持续时间 $\geq 6 \text{ d}$ 。

那么关注高原低涡在整个活动过程中,温度平流带随着时间推移的变化,根据低涡的移动路径(图2)做经向或纬向-时间剖面图(图6),可见在移动过程中均有较为明显的冷暖过渡带,说明对于长时间维持的高原低涡,冷空气的进入对它的维持起到明显的作用。并且温度平流带随时间的走向与不同路径的移动方向有着较好的对应关系,表明了这种冷暖结构对于高原低涡的维持和移动具有一定的引导作用。

5 结 论

移出高原,并具有长生命史的高原低涡具有的共同点:500 hPa具有两槽一脊的环流形势;即南亚高压中心区纬度在 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}\text{N}$,1248 dagpm等值线东伸点位置在 135°E 以东。高原低涡在整个活动期间基本上均在冷平流带中活动。不同移动路径的长生命史高原低涡具有以下不同点或特点。

(1) 6—8月是高原低涡移出高原影响中国东部天气的主要时段,也是移出高原的长生命史高原低涡活动频繁的月份,以7月盛夏、6月夏初两个月份最为频繁,8月夏末次之。

(2) 500 hPa环流,东移路径,青藏高原上为平直西风气流影响,加之相对较强的西伸副高影响,副高西北侧较为明显的西南偏西气流引导高原低涡路径向东移动。而东北移,虽青藏高原也为平直西风气流影响下,但副高北界的明显偏北,使得 $10^{\circ} \sim 40^{\circ}\text{N}$ 、 $125^{\circ} \sim 150^{\circ}\text{E}$ 区域相对较高的位势高度不利

于高原低涡的继续东移。东南移路径的环流形势,青藏高原处于高压脊的影响下,印缅地区由相对更强的季风低压代替了东移和东北移的季风槽,青藏高原高压脊前西北气流影响下,有利于引导高原低涡南移。

(3) 200 hPa环流,东移、东北移、东南移路径,南亚高压1252 dagpm东伸脊点依次偏西,东移路径,南亚高压东伸脊点的明显偏东,使得高原低涡移出高原后受一致西风引导气流的影响,而对于东北移和东南移个例,在 110°E 以东没有更利于高原低涡持续活动的高空辐散条件,并且相对北抬的南亚高压前及相对较深的 110°E 附近槽后西北气流对高原低涡的东南移具有一定的引导作用。

(4) 移出高原后仍具有长生命史的高原低涡基本在平均冷平流带中移动,东南移个例的冷平流带中心强度明显强于东移或东北移个例,相对较强的冷空气活动,使得高原低涡能够向相对较暖的南方移动。温度平流带随时间的走向与不同路径的移动方向有着较好的对应关系。

本文仅分析了7、8月不同移动路径下6次典型个例的大尺度环流背景差异,移出高原后仍具有长生命史高原低涡的活动规律及维持机制还与许多因素有关,如高原低涡作为主要影响系统引起的降水分布及强度等,还有待于更多个例研究进一步的完善。

参考文献

- 陈功,李国平,2011.夏季青藏高原低涡的切向流场及波动特征分析[J].气象学报,69(6):956-963.
- 高文良,郁淑华,2007.高原低涡东移出高原的平均环流场分析[J].高原气象,26(1):206-212.
- 顾清源,师锐,徐会明,2010.移出与未移出高原的两类低涡环流特征的对比分析[J].气象,36(4):7-15.
- 郭锦钊,1986.夏季青藏高原低涡东移的初步普查[J].高原气象,5(2):184-188.
- 何光碧,高文良,屠妮妮,2009.两次高原低涡东移特征及发展机制动力诊断[J].气象学报,67(4):599-612.
- 黄楚惠,李国平,牛金龙,等,2015.近30年夏季移出型高原低涡的气候特征及其对我国降雨的影响[J].热带气象学报,31(6):827-838.
- 李国平,赵福虎,黄楚惠,等,2014.基于NCEP资料的近30年夏季青藏高原低涡的气候特征[J].大气科学,38(4):756-769.
- 李跃清,郁淑华,彭骏,2010.青藏高原低涡切变线年鉴[M].北京:科学出版社:1-10.
- 刘富明,洪梅娟,1986.东移的青藏高原低涡的研究[J].高原气象,5(2):125-134.

- 刘晓冉,李国平,2007.热力强迫的非线性奇异惯性重力内波与高原低涡的联系[J].高原气象,26(2):225-232.
- 吕君宁,郑昌圣,1984.雨季前的青藏高原低涡的研究[M]//青藏高原气象科学实验文集(一).北京:科学出版社:218-228.
- 师锐,何光碧,龙柯吉,2015.一次四川盆地低涡型特大暴雨过程分析[J].干旱气象,33(5):845-855.
- 宋敏红,钱正安,2002.高原及冷空气对1998和1991年夏季西太副高及雨带的影响[J].高原气象,21(6):556-564.
- 孙俊,邓国卫,张渝杰,等,2014.“13·6·30”遂宁市特大暴雨成因的初探[J].气象,40(10):1174-1182.
- 王伏村,付双喜,张德玉,等,2014.一次引发河西走廊大暴雨的高原低涡的机制分析[J].气象,40(4):412-423.
- 王晓芳,黄华丽,黄治勇,2011.2010年5—6月南方持续性暴雨的成因分析[J].气象,37(10):1206-1215.
- 肖递祥,郁淑华,屠妮妮,2016.高原低涡移出高原后持续活动的典型个例分析[J].高原气象,35(1):43-54.
- 杨克明,毕宝贵,李月安,等,2001.1998年长江上游致洪暴雨的分析研究[J].气象,27(8):9-14.
- 郁淑华,2001.高原天气系统活动对1998年长江大洪峰影响的初步分析[M]//1998年长江嫩江流域特大暴雨的成因及预报应用研究.北京:气象出版社:359-364.
- 郁淑华,高文良,2006.高原低涡移出高原的观测事实分析[J].气象学报,64(3):392-399.
- 郁淑华,高文良,2008.青藏高原低涡移出高原的大尺度条件[J].高原气象,27(6):1276-1287.
- 郁淑华,高文良,顾清源,2007.近年来影响我国东部洪涝的高原东移涡环流场特征分析[J].高原气象,26(3):466-475.
- 郁淑华,高文良,肖玉华,2008.冷空气对两例高原低涡移出高原影响的分析[J].高原气象,27(1):96-103.
- 郁淑华,高文良,彭骏,2015.高原低涡移出高原后持续的对流层中层环流特征[J].高原气象,34(6):1540-1555.
- 张顺利,陶诗言,张庆云,等,2001.1998年夏季中国暴雨洪涝灾害的气象水文特征[J].应用气象学报,12(4):442-457.
- Chen Yongren, Li Yueqing, Zhao Tianliang, 2015. Cause analysis on eastward movement of Southwest China vortex and its induced heavy rainfall in South China[J]. Adv Meteor, 2015:481735.