

刘刚,王宁,秦玉琳,等. 5—6 月东北冷涡持续活动及强度特征. 应用气象学报,2016,27(1):47-55.
doi:10.11898/1001-7313.20160105

5—6 月东北冷涡持续活动及强度特征

刘 刚¹⁾²⁾³⁾ 王 宁⁴⁾ 秦玉琳⁴⁾ 曹 玲⁵⁾ 褚曲成⁶⁾ 姚 瑶⁴⁾

¹⁾(吉林省气象科学研究所,长春 130062)

²⁾(中高纬度环流系统与东亚季风研究开放实验室,长春 130062)

³⁾(兰州大学大气科学学院,兰州 730000) ⁴⁾(吉林省气象台,长春 130062)

⁵⁾(吉林省气象服务中心,长春 130062) ⁶⁾(扬州大学物理科学与技术学院,扬州 225002)

摘 要

利用 1960—2012 年 5—6 月 NCEP/NCAR 逐日再分析资料,基于冷涡经典定义,采取客观识别方法检索东北冷涡活动过程,根据东北冷涡活动时空变化特征给出东北冷涡持续活动过程标准,通过冷涡强度指数进行定量分析,该指数对冷涡持续活动过程具有较好表征意义。冷涡活动强对应 5 月乌拉尔山阻塞高压、贝加尔湖阻塞高压和 6 月鄂霍次克海阻塞高压活动频繁。通过强弱指数年合成,得到 6 月强指数年冷涡系统较深厚,集中于对流层中高层,冷心结构明显,具有一定大气斜压特征;高层存在冷中心,低层有冷空气活动,中高层西风带呈明显的上游分流和下游汇合特征,分汇流之间呈东北高、西南低的偶极子阻塞形势;弱指数年冷涡系统较浅薄,主要集中在对流层中低层,冷心结构不明显,不存在阻塞形势。

关键词: 东北冷涡; 持续活动; 冷涡指数; 强度特征

引 言

东北冷涡(NECV)是我国东北地区特有的重要天气系统^[1],东北冷涡多寡是造成东北地区洪涝、干旱和低温冷害的重要原因^[2-7]。东北冷涡一年四季均可出现,但主要集中在夏季,尤以 6 月最多,同时东北冷涡活动具有群发性、持续性等特征^[8]。频繁的东北冷涡活动,能引起明显的降水和气温异常,具有显著的气候效应^[9-10]。

陶诗言^[11]较早指出,东北冷涡是造成我国东北地区、华北地区雷阵雨的主要环流形势。5 月和 6—8 月,东亚东北冷涡持续性活动与前期、同期和后期北半球的大气环流异常密切相关,同时也是北半球大气环流异常持续或调整的重要表征^[1,12-13]。廉毅等^[14]指出,初夏东北冷涡活动显著异常与上游乌拉尔山附近和下游日本附近的持续性异常环流相对

应,通过典型个例分析,揭示了 5—6 月东北冷涡活动异常与北半球环流的低频变化特征。沈柏竹等^[15]利用谐波分析方法,探讨大气环流低频变化与阻塞流型对初夏东北冷涡持续活动的影响,发现东北地区降水年际变化对应的环流异常在 5—6 月和 7—8 月特征明显不同,并指出 5—6 月降水异常以冷涡活动影响为主。何金海等^[9]对东亚地区 1000 hPa 梅雨期平均气温进行旋转 EOF 分解,定义了梅雨期东北冷涡强度指数,分析东北冷涡气候效应对梅雨的影响。杨涵洧等^[16]通过计算东北冷涡 500 hPa 距平百分率平均值定义了东北冷涡偏离指数。乔枫雪等^[17]对 2005 年 7 月 25—29 日引发较大范围持续性暴雨的东北低涡的结构、涡度和水汽收支进行研究,认为对流层高层位涡大值区在低涡东部向下传播,有利于低涡的发展加强,与低涡暴雨的落区位置较为接近。

综上所述,东北冷涡是在特定的大尺度环流背

2015-07-17 收到,2015-09-25 收到再改稿。

资助项目:国家自然科学基金项目(41375078,41405094,41175083,41275096),吉林省科技发展计划项目(20150204023SF)

* email: loverdream1999lg@126.com

景下发生发展的,其持续性活动同样反映了北半球大气环流的持续性特征。5—6 月东北冷涡活动频繁^[8],即在此期间东北亚区域大气环流处于较有利于东北冷涡活动的环流特征背景下,前人多以环流异常刻画东北冷涡的活动特点,关于冷涡的定量化表征亦是通过与东北冷涡活动相关的气象要素特征间接反映冷涡的强度变化。对于东北地区,5—6 月正处于东北冷涡雨季,本文拟从东北冷涡活动特征入手,考虑多次冷涡活动累计或叠加形成的持续性特征,确定东北冷涡持续活动过程定义标准,考虑东北冷涡活动高频和低频特征,给出能够定量刻画东北冷涡持续活动特征的综合强度指数。在此基础上,进一步分析东北冷涡持续性活动的大气环流特征,为 5—6 月东北地区短期气候预测定量化指标选取提供参考。

1 资料与方法

本文采用美国国家环境预报中心(NCEP)和国家大气研究中心(NCAR)(简称 NCEP/NCAR)提供的逐日 20:00(北京时,下同)500 hPa 高度场、850 hPa 温度场再分析资料(水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$),通过客观自动识别方法完成 1960—2012 年

5—6 月东北冷涡过程提取工作。关于东北冷涡提取采用传统东北冷涡定义^[18],即符合下述条件为一次冷涡天气过程:①在 500 hPa 天气图上至少能分析出 1 条闭合等高线,并有冷中心或明显冷槽配合的低压环流系统;②冷涡出现在($35^{\circ} \sim 60^{\circ} \text{N}$, $115^{\circ} \sim 145^{\circ} \text{E}$)范围内;③冷涡在上述区域内的生命史至少为 3 d。

基于东北冷涡过程的东北地区降水量资料采用 1960—2012 年国家气象信息中心提供的 753 个站中所属东北区域日降水量资料,剔除日降水量资料年平均缺测 2 d 及以上的站,对年平均缺测 1 d 的站采用前后 2 d 的资料进行线性插值,由于选用的资料为 5—6 月,资料缺测较少,因此,剔除及插补数据对结果影响较小。经处理后最终挑选出东北区域 94 个站(图略)。

以上资料研究时段为 5—6 月,即 5 月 1 日—6 月 30 日,共 61 d。

2 东北冷涡活动特征

基于传统东北冷涡定义标准^[18],依据刘刚等^[19]对东北冷涡的自动识别方法,得出 1960—2012 年 5—6 月东北冷涡过程统计结果(表 1),期间发生

表 1 1960—2012 年 5—6 月东北冷涡活动统计特征

Table 1 Statistical characteristics of the northeast cold vortex(NECV) during May and June from 1960 to 2012

时段	日数/d	频次	所占比例%	平均频次	平均日数/d	冷涡平均维持日数/d
5—6 月	1710	388	52.9	7.32	32.3	4.58
5 月	757	181	46.1	3.42	14.3	4.18
6 月	953	207	59.9	3.91	18.0	4.60

东北冷涡 388 次,共 1710 d,占总日数的 52.9% (1710/3233);年平均发生东北冷涡 7.32 次,年平均发生日数为 32.3 d,每次冷涡过程平均持续时间为 4.58 d。

1960—2012 年逐年 5—6 月东北冷涡发生频次和活动日数变化呈线性趋势(图 1)。由图 1 可知,东北冷涡具有明显年际变化特征。由活动日数变化可知,活动日数呈增长趋势,2012,2008 年和 2010 年东北冷涡活动最多,分别为 48,47 d 和 47 d,2003,1987 年和 1961 年最少,分别为 16,17 d 和 20 d。由发生频次变化可知,其随年际变化呈现总体趋势不明显、阶段变率较大的特征,20 世纪 70 年代前期

呈增长趋势,20 世纪 70 年代至 21 世纪初发生频次逐步递减,进入 21 世纪后,发生频次呈增多趋势,其中,1971,2008 年和 2010 年最多,均为 11 次,2003 年和 1961 年最少,分别为 3 次和 4 次。从发生频次和活动日数极值年分布可知,东北冷涡活动变化具有较好的同步变化特征。1960—2012 年逐年 5—6 月东北冷涡发生频次与活动日数相关系数为 0.78,达到 0.001 显著性水平,说明逐年东北冷涡的过程平均维持时间变化较小。东北冷涡发生频次年际增长趋势不明显,冷涡活动日数存在一定增长趋势,其年际增长趋势达到 0.02 显著性水平,发生频次与活动日数的年际变化特征说明,东北冷涡过程平均持

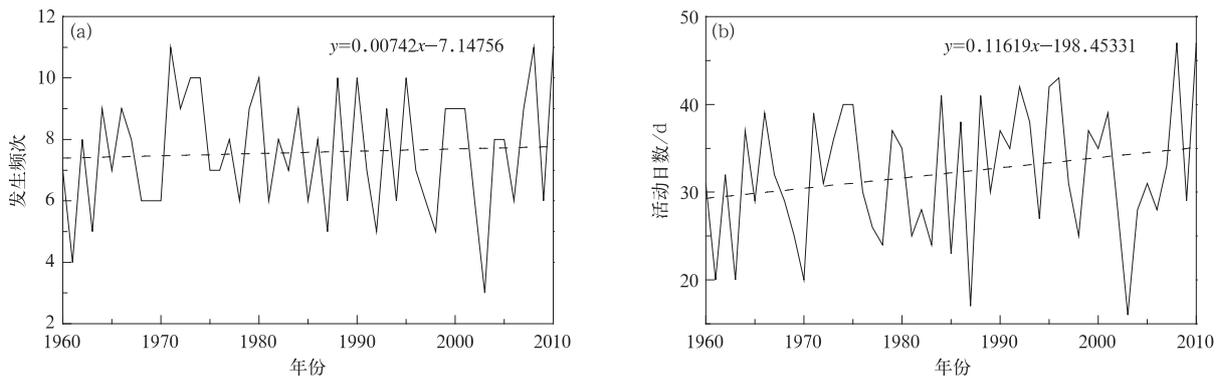


图 1 1960—2012 年 5—6 月东北冷涡活动年际变化特征

(a)发生频次,(b)活动日数

Fig. 1 Annual variation of NECV activity during May and June from 1960 to 2012

(a)occurrence frequency,(b)the number of activity days

续期(活动日数,发生频次)呈逐步增长的年际变化趋势(达到 0.1 显著性水平)。

东北冷涡作为东北地区重要天气尺度系统,其发生频次和活动日数亦呈高频特征,图 2 给出 1960—2012 年 5—6 月东北冷涡累计发生频次与活动日数随冷涡过程维持日数的关系。由图 2 可知,东北冷涡

发生频次和活动日数随过程维持时间的增长迅速减少,冷涡维持以生命期为 3~6 d 的过程居多,累计发生 1356 d(346 次),占总日数的 79.3%(占总次数的 89.2%)。维持日数为 3 d 和 4 d 的东北冷涡过程最明显,充分体现了东北冷涡系统的高频特征。

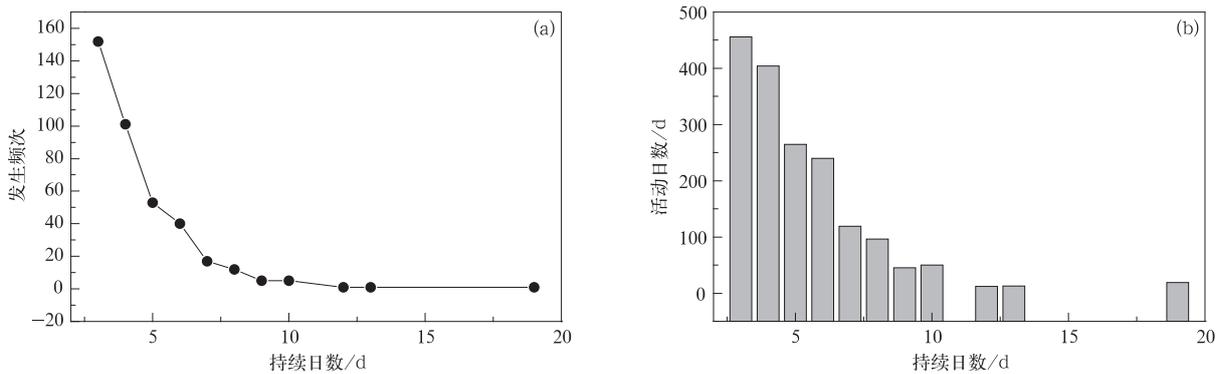


图 2 1960—2012 年 5—6 月东北冷涡活动随冷涡过程持续时间变化

(a)发生频次,(b)活动日数

Fig. 2 The variation of persistence time of NECV activity with different variables during May and

June from 1960 to 2012 (a)occurrence frequency,(b)the number of activity days

在不同经度和纬度位置上,冷涡发生频次和活动日数呈一致的变化趋势(图 3),5 月、6 月冷涡日数与频次相关系数分别为 0.953,0.979,达到 0.001 显著性水平。东北冷涡活动日数(发生频次)在各经度上(图 3a)集中区位于 123°~133°E,占总活动日数的 54.3%(占总发生频次的 50.3%),且 128°E 冷涡活动日数(发生频次)达到最大值,为 135 d(31 次)。在各纬度上(图 3b),分布集中区位于 43°~

53°N,占总活动日数的 66.3%(占总活动频次的 65.2%),且在 48°N 位置,东北冷涡活动日数(发生频次)达到最大值,为 145 d(31 次)。

3 东北冷涡持续活动及特征

为分析东北冷涡持续性活动特征,从低频角度考虑冷涡活动特点。一次东北冷涡过程时间尺度为

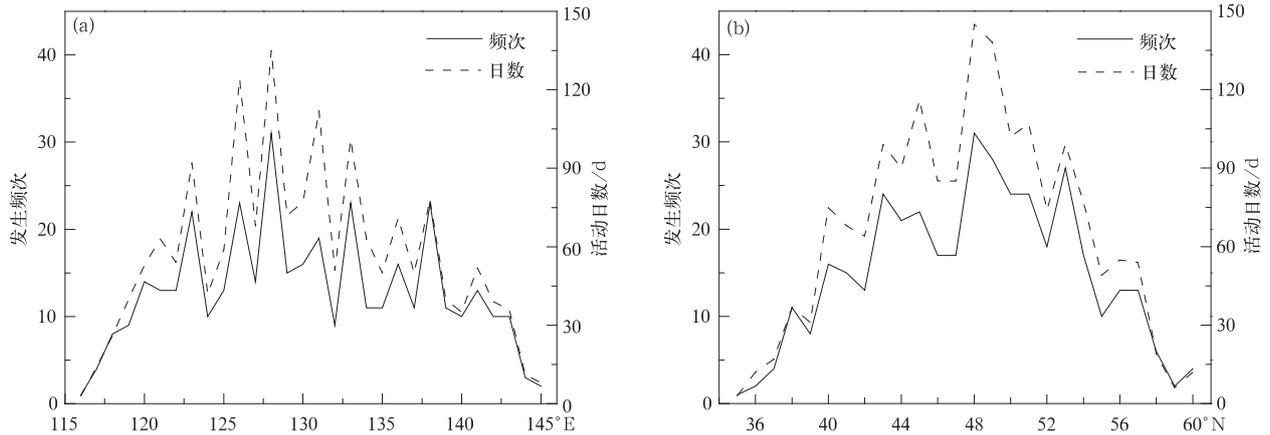


图3 5—6月东北冷涡活动空间分布特征

(a)随经度变化,(b)随纬度变化

Fig. 3 The spatial distribution of NECV activity during May and June

(a)variation with longitude,(b)variation with latitude

3 d或3 d以上,两次冷涡过程至少维持6 d,且东北冷涡过程持续时间以3~6 d为主,在3 d(不含3 d)以内无法构成一次完整的冷涡过程。据此,给出东北冷涡持续活动过程定义标准,即相邻冷涡活动间隔不超过2 d的冷涡天气过程认为是一个连续过程,并将不少于6 d的连续过程定义为一次东北冷涡持续活动过程,冷涡持续活动过程有效剔除了5 d及5 d以内孤立的东北冷涡过程。

根据定义,对1960—2012年5—6月东北冷涡持续活动进行提取,得到183次冷涡持续活动过程,共计1849 d(含冷涡日数为1453 d)。图4给出冷涡持续活动过程与冷涡过程日数对比情况。由图4可知,二者在发生日数年际变化趋势呈一致特征,相关系数为0.92,达到0.001显著性水平;同时也表现出部分差异特征,具体表现在个别年份活动日数的明显差异,如1967年和1987年冷涡持续活动过程日数分别为32 d和17 d,而冷涡持续活动过程日数仅为15 d和0。从总日数看,冷涡持续活动过程日数较东北冷涡过程日数少259 d,占15.1%。由此可知,通过东北冷涡持续活动过程的提取,剔除不连续孤立的5 d以内冷涡过程,形成冷涡持续活动过程序列,平均每次持续活动过程日数达到8 d。虽然冷涡持续活动过程序列与原冷涡活动过程在冷涡活动日数年际变化上呈相似演变特征,但新序列从冷涡频发角度对冷涡过程进行重新梳理,环流异常可能导致天气异常,而天气异常也常反映环流异常特征。因此,新序列可通过冷涡持续活动进一步反映

引起该持续活动的持续环流特征。

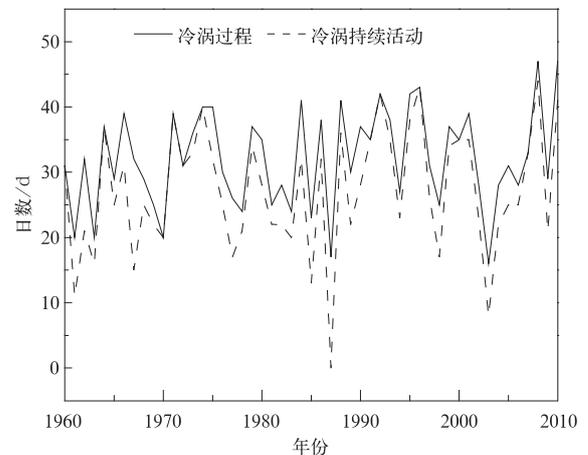


图4 5—6月东北冷涡持续活动过程与东北冷涡过程日数对比

Fig. 4 Comparison between the number of NECV persistent activity days and the number of NECV activity days during May and June

4 东北冷涡持续活动强度指数

4.1 冷涡强度指数的定义

为进一步反映冷涡持续活动过程特点,冷涡中心强度、冷涡面积亦是冷涡重要特征。这里定义能够综合反映冷涡持续活动过程日数、中心强度和冷涡面积等特征的东北冷涡持续活动强度指数,以定量描述冷涡持续活动的强弱及特征变化。

针对 1960—2012 年 5—6 月 183 次冷涡持续活动过程中的 1453 d 冷涡日数分 5 月和 6 月两个时间段考虑。在冷涡识别区内,将每个冷涡日的 500 hPa 高度场取平均值,得到 5 月和 6 月东北冷涡在 500 hPa

的平均态特征(图 5)。选取合成高度场最外围闭合圈高度值(5 月为 $A_1 = 5510$ gpm, 6 月为 $A_2 = 5630$ gpm)作为阈值点,所选最外围闭合圈内网格点区域作为选定区域面积。

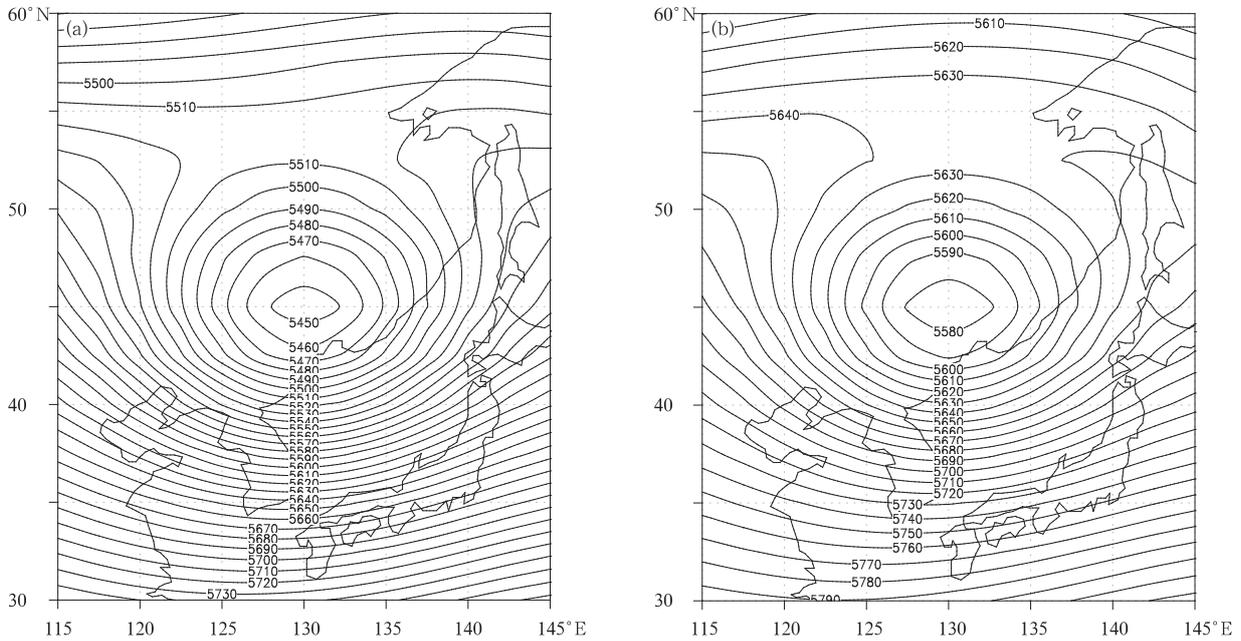


图 5 1960—2012 年东北冷涡持续活动过程期间 500 hPa 高度场合成(单位:gpm)

(a)5 月合成,(b)6 月合成

Fig. 5 Composition of 500 hPa geopotential field of NECV persistent activities from 1960 to 2012(unit:gpm)

(a)in May,(b)in June

以每个冷涡日冷涡低值中心作为选定区域面积的中心点,在所选定区域面积(不超过东北冷涡识别区范围)内,低于阈值的格点数累加,得到 1960—2012 年 5 月和 6 月各年格点数,将得到累计格点数进行标准化处理,即为 1960—2012 年 5 月、6 月和 5—6 月东北冷涡持续活动过程强度指数 φ (以下简称冷涡指数)。

4.2 冷涡强度指数的表征意义

首先选取冷涡 3 个不同特征指标,持续日数 (L_d),中心平均气压强度 (A_p),东北区域平均降水百分率 (R_s):

$$L_d = \sum_{r=1}^m L_r, r = 1, 2, \dots, m; \quad (1)$$

$$A_p = \sum_{r=1}^m A_r / \sum_{r=1}^m L_r; \quad (2)$$

$$R_s = \left(\sum_{w=1}^{L_d} \bar{R}_w / \sum_{r=1}^m \bar{R}_r \right) \times 100\%. \quad (3)$$

其中, m 为时段内冷涡持续活动过程总日数,如 5—

6 月 $m = 61$, 5 月 $m = 30$; 当满足第 r 日存在冷涡, $L_r = 1$, 否则 $L_r = 0$; 持续日数 L_d 为时段内冷涡日数; A_r 为第 r 日冷涡中心气压值; A_p 为某时间尺度(如 5 月)内,冷涡日中心气压平均值。 \bar{R}_w 和 \bar{R}_r 分别代表第 w 冷涡日和第 r 日东北区域平均降水量; R_s 为某时间尺度(如 5 月)内,冷涡日降水量与时段内总降水量比值,即时段内冷涡日东北区域平均降水百分率。

通过式(1)~(3)计算,得到 5—6 月、5 月和 6 月冷涡不同特征指标,冷涡指数与 3 个指标之间相关系数(表 1)绝对值均超过 0.5,与 A_p 为负相关关系,达到 0.001 显著性水平,以 5—6 月为例,相关系数分别为 0.612, -0.597, 0.575。由此可知,冷涡强度指数能够较好表征冷涡不同特征,指数越大,冷涡持续活动日数越多,中心气压值越低,冷涡日的平均降水百分率越高,冷涡活动越强;反之,指数越小,冷涡持续活动日数越少,中心气压值越高,冷涡日的平均降水百分率越低,冷涡活动越弱。

通过冷涡指数与不同指标对比分析,较好反映该指标对冷涡特征的表征意义,该指数能否同样反映相关气象要素场特征,对1960—2012年5月和6月冷涡指数与同期500 hPa高度场和温度场进行相关分析(图6)。由图6可知,在东北冷涡识别区内($35^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{N}$, $115^{\circ}\sim 145^{\circ}\text{E}$),500 hPa高度场与温度场呈一致负相关,中心区域达到0.001显著性水平。5月该负相关区域强中心延伸至东亚低纬度地区,负相关区中心下游的北太平洋至白令海峡区域为相对较弱负距平区,而其上游贝加尔湖以西至乌拉尔山以东的中高纬度地区为一致正相关区,相关区域达到0.05显著性水平。因此,5月冷涡指数越强,冷涡识别区内500 hPa高度值和温度值越低,北太

平洋呈一致低值系统,而乌拉尔山至贝加尔湖阻塞形势盛行;反之亦然。6月冷涡识别区负相关中心下游的北太平洋区域($30^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$, $165^{\circ}\text{E}\sim 175^{\circ}\text{W}$)亦呈现一致负相关区,该负相关区较5月更强,且位置偏南,5月冷涡识别区上游的正相关区在6月不复存在,而在冷涡中心负相关区的东北方向($55^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{N}$, $130^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}$)呈很强的正相关区域,且高度场所呈现特征更加明显,达到0.05显著性水平。由此可知,6月冷涡指数越强,冷涡识别区及下游北太平洋区域易呈现两个具有低值中心的负距平区域,且在该负相关区域带以北为明显正相关区,即鄂霍次克海区域阻塞形势明显。

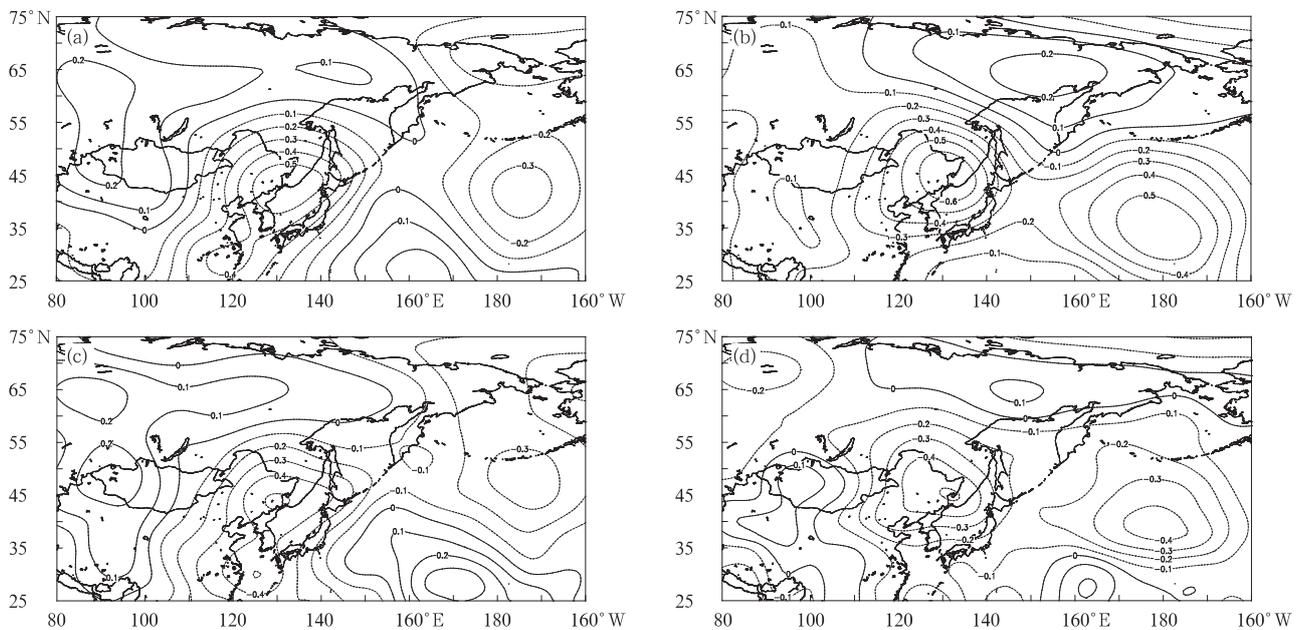


图6 东北冷涡指数与500 hPa 5月高度场(a)、6月高度场(b)、5月温度场(c)、6月温度场(d)相关分布
Fig. 6 Correlation coefficients between NECV intensity index and 500 hPa geopotential height in May(a), 500 hPa geopotential height in June(b), 500 hPa temperature in May(c), 500 hPa temperature in June(d)

5 强弱冷涡指数年环流特征

为进一步分析冷涡指数反映的环流特征,以6月为例,选取指数最强5年(1964, 1974, 2009, 1972, 1960年)和最弱5年(1987, 1982, 2005, 2010, 1986年)进行气象要素场合成分析,合成要素分别选取4个层次(200, 500, 850, 1000 hPa)的高度场、温度场和风场(图7仅给出500, 850 hPa)。由图7可见,强冷涡指数年和弱指数年相比,在各高度层上冷涡识

别区域内呈不同形势特征。

强冷涡指数年,在对流层中高层及以上(200, 500 hPa)中高纬度西风带表现出明显分支特征,由图7a可知,西风带的分支点(115°E)与汇合点(165°E)之间纬向距离达50个经度,达到汤懋苍^[20]定义的东亚阻塞形势中关于西风带分支的条件标准,即分支点与汇合点间距至少30个经度。冷涡识别区内受高空槽控制,以东区域为一明显冷中心,中心温度达 -64°C ;高空槽东西两侧的贝加尔湖和鄂霍次克海区域均受高压脊控制,且以鄂霍次克海区域高

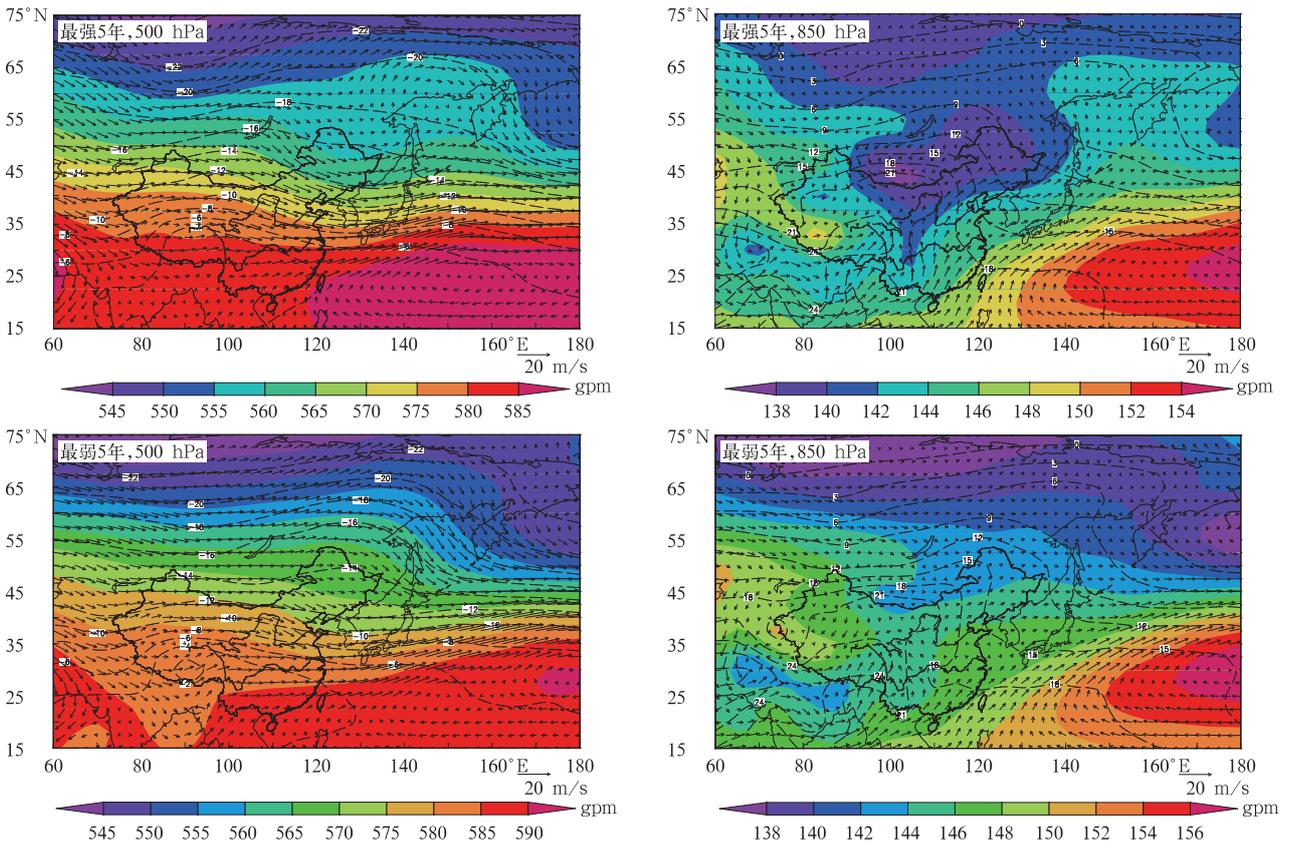


图 7 1960—2012 年 6 月强弱冷涡指数年高度场(阴影)、温度场(虚线,单位:°C)和风向(矢量)合成
 Fig. 7 Composition of height(the shaded), temperature(the dotted,unit:°C) and wind(the vector) fields of NECV in different strength in June from 1960 to 2012

压脊更为明显,与高空槽区呈西南低、东北高的偶极子阻塞形势特征,与图 6b 给出的高度场特征形成一致的对应关系。在对流层低层(850,1000 hPa),冷涡识别区内低值特征明显,形成覆盖整个识别区的低压中心,850 hPa 更为显著,且随高度降低,低值中心位置向西倾斜,呈较好大气斜压特征;纬向环流特征与对流层中高层一致,东西两侧为高压脊形势,且以鄂霍次克海阻塞形势更加明显,西南—东北向偶极子形态在 850 hPa 更加显著,在 1000 hPa 层上冷涡识别区同样受低压系统控制,对流层低层低值系统有冷空气活动,这种高低空温压结构配置有利于冷涡系统维持与发展。因此,强冷涡指数年合成反映东北冷涡斜压且较为深厚的环流系统特征,最高可伸展至 200 hPa 甚至以上,且在高层呈冷中心特征。乔枫雪等^[17]亦指出:东北冷涡系统较为深厚,集中于对流层中高层,且冷心结构明显为东北冷涡的一种典型类型。通过强冷涡指数年合成揭示冷涡的这种深厚系统结构及其中高层的冷性中心结构

特征。

弱冷涡指数年,高层至低层西风带均未出现明显分支,即未形成明显阻塞形势。在冷涡识别区内对流层中高层(200,500 hPa)无高空槽出现,低层(850,1000 hPa)为低值区。由温度场可知,仅在 200 hPa 高度冷涡识别区出现冷中心,中心温度为 -56°C,远高于强冷涡指数年该区域中心温度,而在其他层均表现为东北西南向暖脊特征。因此,弱冷涡指数年合成表现的冷涡特征主要体现在 500 hPa 以下高度,系统较浅薄,无明显冷中心配合,较好呈现乔枫雪等^[17]提出的另一类冷涡特征,即冷涡系统较为浅薄,主要集中于对流层中低层,冷心结构不明显。

6 小 结

应用 NCEP/NCAR 再分析资料,依据东北冷涡传统定义,采用客观识别方法,分析 1960—2012

年5—6月东北冷涡活动过程,基于其活动特征给出东北冷涡持续活动过程标准,得出以下主要结论:

1) 5—6月东北冷涡活动具有明显时空变化特征,发生频次和活动日数年际变化同步特征明显;5月和6月东北冷涡平均发生日数为14 d和18 d,其纬向活动集中于 $120^{\circ}\sim 133^{\circ}\text{E}$,占总活动日数的64.2%,经向活动集中于 $43^{\circ}\sim 53^{\circ}\text{N}$,占总活动日数的66.3%。

2) 东北冷涡指数与冷涡持续活动过程具有一致年代际变化特征,该指数可反映高度场、温度场和冷涡不同特征;冷涡指数越强,5月乌拉尔山至贝加尔湖阻塞形势越明显,6月的鄂霍次克海阻塞形势越明显。

3) 强冷涡指数年6月冷涡系统表现为深厚低值且具有大气斜压特征,对流层中高层中高纬度地区形成东北高、西南低的典型偶极子阻塞形势,具有冷心结构,有利于冷涡的维持和发展。弱冷涡指数年,冷涡系统表现为浅薄且冷中心不明显的特征,不利于东北冷涡的维持和发展。

本文仅从冷涡特征出发,给出冷涡持续活动过程定义标准,表征冷涡持续活动特征的强度指数。关于该指数如何反映东北地区降水机理并未涉及,还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 刘宗秀,廉毅,高枫亭,等.东北冷涡持续活动时期的北半球500 hPa环流特征分析.大气科学,2002,26(3):361-372.
- [2] 孙力,安刚.1998年松嫩流域东北冷涡大暴雨过程的诊断分析.大气科学,2001,25(3):342-354.
- [3] 孙力,安刚,高枫亭,等.1998年夏季嫩江和松花江流域东北冷涡暴雨的成因分析.应用气象学报,2002,13(2):156-162.
- [4] 刘刚,沈柏竹,廉毅,等.亚洲阻塞高压分类及其与东北冷涡活动和东北夏季低温的联系.地理科学,2012,32(10):1269-1274.
- [5] 姜学恭,孙永刚,沈建国.98.8松嫩流域一次东北冷涡暴雨的数值模拟初步分析.应用气象学报,2001,12(1):176-187.
- [6] 陈文选,王俊,刘文.一次冷涡过程降水的微物理机制分析.应用气象学报,1999,10(2):190-198.
- [7] 孙力,安刚,唐晓玲.东北地区旱涝的OLR特征分析.应用气象学报,2000,11(2):228-235.
- [8] 孙力.东北冷涡持续活动的分析研究.大气科学,1997,21(3):297-307.
- [9] 何金海,吴志伟,江志红,等.东北冷涡的“气候效应”及其对梅雨的影响.科学通报,2006,51(23):2803-2809.
- [10] 刘慧斌,温敏,何金海,等.东北冷涡活动的季节内振荡特征及其影响.大气科学,2012,36(5):959-973.
- [11] 陶诗言.中国之暴雨.北京:科学出版社,1980.
- [12] 孙力.两例爆发性东北低压的对比诊断分析.应用气象学报,1995,6(4):468-477.
- [13] 王宁,王婷婷,张硕,等.东北冷涡背景下一次龙卷过程的观测分析.应用气象学报,2014,25(4):463-469.
- [14] 廉毅,布和朝鲁,谢作威,等.初夏东北冷涡活动异常与北半球环流低频变化.大气科学,2010,34(2):429-439.
- [15] 沈柏竹,林中达,陆日宇,等.影响东北初夏和盛夏降水年际变化的环流特征分析.中国科学:地球科学,2011,41(3):402-413.
- [16] 杨涵涌,封国林,沈柏竹,等.中国夏季东北冷涡强度的定量分析.大气科学,2012,36(3):487-494.
- [17] 乔枫雪,赵思雄,孙建华.一次引发暴雨的东北低涡的涡度和水汽收支分析.气候与环境研究,2007,12(3):397-412.
- [18] 孙力,郑秀雅,王琪.东北冷涡的时空分布特征及其与东亚大型环流系统之间的关系.应用气象学报,1994,5(3):297-303.
- [19] 刘刚,廉毅,颜鹏程,等.5—8月东北冷涡客观识别分类及北半球大气环流特征分析.地理科学,2015,35(8):1042-1050.
- [20] 汤懋苍.亚洲东部的阻塞形势及其对天气气候的影响.气象学报,1957,28(4):282-293.

Characteristics of Persistent Activity and Strength of Cold Vortex During May and June in Northeast China

Liu Gang¹⁾²⁾³⁾ Wang Ning⁴⁾ Qin Yulin⁴⁾ Cao Ling⁵⁾ Chu Qucheng⁶⁾ Yao Yao⁴⁾

¹⁾ (*Jilin Institute of Meteorological Science, Changchun 130062*)

²⁾ (*Laboratory of Research for Middle-high Latitude Circulation System and East Asian Monsoon, Changchun 130062*)

³⁾ (*College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000*)

⁴⁾ (*Jilin Meteorological Observatory, Changchun 130062*)

⁵⁾ (*Jilin Provincial Meteorological Service Center, Changchun 130062*)

⁶⁾ (*Department of Physics, Yangzhou University, Yangzhou 225002*)

Abstract

Using the NCEP/NCAR daily reanalysis data from 1960 to 2012, processes of the northeast cold vortex (NECV) are identified objectively. Combined with the characteristic of precipitation, a process standard of NECV persistent activities is proposed, and quantitative analysis is done using the NECV intensity index which has great significance on its persistence. If the NECV is stronger, the activity of the blocking situation over the Ural Mountains and the Lake Baikal in May, and blocking situation over the Okhotsk Sea in June is more frequent. The composition of high and low index year circulation is calculated including the geopotential height, temperature and wind between 1000 hPa and 200 hPa, and two features in the identification zone of NECV are revealed. First, the NECV converge in middle to upper troposphere (from 500 hPa to 200 hPa), having a deep and cold structure. The low pressure system exists from lower troposphere (1000 hPa) to upper troposphere (200 hPa) and a strong baroclinic component exists in geopotential height field. There is cold center in upper troposphere and thermal trough in lower troposphere. In middle to upper troposphere, westerlies have obvious shunt and confluent, and the blocking situation between them shows higher in northeast and lower in southwest. Second, the NECV converge in middle to lower troposphere (from 850 hPa to 1000 hPa), the cold center is shallow and the structure is not obvious. It is straight in the westerlies in middle to upper troposphere (from 500 hPa to 200 hPa) and the blocking situation has vanished. The weak cold center only exists in upper level, and the lower troposphere is controlled by low pressure and warm ridge. This definition of cold vortex persistent activities provides basis and reference for further study on its climate effect and short-term climate prediction.

Key words: northeast cold vortex; persistent activities; index of cold vortex; circulation characteristics