

张云惠,杨莲梅,肖开提·多莱特,等. 1971—2010年中亚低涡活动特征. 应用气象学报,2012,23(3):312-321.

## 1971—2010年中亚低涡活动特征

张云惠<sup>1)</sup> 杨莲梅<sup>2)3)\*</sup> 肖开提·多莱特<sup>1)</sup> 秦贺<sup>1)</sup> 李圆圆<sup>1)</sup> 杨霞<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>(新疆维吾尔自治区气象台,乌鲁木齐 830002)

<sup>2)</sup>(南京信息工程大学,南京 210044)

<sup>3)</sup>(中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所,乌鲁木齐 830002)

### 摘 要

利用1971—2010年NCEP/NCAR逐日再分析资料,对中亚低涡的活动规律及不同移动路径对新疆天气的影响进行分析。结果表明:40年共出现305次中亚低涡过程,低涡成熟期维持日数共1166d;中亚低涡随纬度分布有两个高频活动区域:47.5°~55°N(北涡)和35°~47.5°N(南涡),北涡表现出明显的季节变化,夏季所占比例最大为52%,而南涡活动四季差别不明显。中亚低涡的成熟期生命史2~3d占56%,4~5d占27.5%,5d以上占16.5%。低涡活动具有明显的月、季节、年际和年代际变化,且呈显著的年代际增加趋势。南、北涡均出现东北、偏东和东南向移动路径,并影响新疆不同区域的天气。中亚低涡可造成新疆出现低温大风天气(干涡)和强降水天气(湿涡),干涡占60%,且季节分布比较均匀;湿涡占40%,季节分布差异大,其中,夏季最多占57%,秋、春季次之。

**关键词:** 中亚低涡; 时空分布; 干涡; 湿涡; 移动路径

### 引 言

威海以东到新疆常出现与乌拉尔脊联系的天气尺度的冷性涡旋系统,称之为中亚低涡。中亚低涡是自对流层上部向下延伸的中期时间尺度(4d以上)的深厚切断低压系统,是造成新疆暴雨(雪)、持续低温天气的重要影响系统之一<sup>[1-2]</sup>。如1996年7月5—25日的中亚低涡系统造成7月15—16日新疆西部、17—21日新疆全境和24—28日新疆东南部3次大范围暴雨过程,引发建国以来新疆最严重的洪水灾害<sup>[3]</sup>。2007年7月新疆出现了3次由中亚低涡系统影响引发的大范围暴雨过程,2007年7月为1961年以来同期降水最多的月份,2008年1月中亚低涡维持20多天造成新疆持续低温严寒天气。江远安等<sup>[4]</sup>统计了1970—1999年新疆西南部116次强降水天气过程,对其影响系统进行了分类,指出其中61%强降水天气和72%中强降水过程是

由中亚低涡系统造成的,最强的两次暴雨过程也是中亚低涡造成的。中亚低涡活动异常对我国东部地区天气气候也有重要影响,如2008年1月中亚低涡维持20多天,至少有4次冷空气从中亚低涡分裂东移,是我国南方罕见低温雨雪冰冻灾害形成过程中的一个关键系统<sup>[5-9]</sup>。中亚低涡是有地域特色的天气系统,其形成与所处的地理位置、高中低纬度环流和中亚地形有很大关系,目前气象工作者对中亚低涡的认识多停留于天气学特征方面,因此,对中亚低涡进行细致深入的研究很有必要。

大气中的气旋性涡旋(北半球为逆时针环流),诸如台风、季风低压、温带气旋、梅雨锋上的中尺度低压、东北冷涡、西南低涡等,常与降水天气甚至暴雨关系密切,气象学者已进行了较多的研究,在理论研究和预报技术方面均取得了长足进步,其中东北冷涡和西南涡是具有明显地域特色的天气系统,目前已有大量研究<sup>[10-14]</sup>,极大提高了人们对低涡系统及其影响天气的认识。而对中亚低涡仅就其影响的

2011-06-15收到,2012-02-02收到再改稿。

资助项目:国家自然科学基金项目(41075049),国家重点基础研究发展计划(2010CB951001),科技部公益性行业科研专项(GYHY201006012),中央级科研院所基本科研业务费专项(IDM200802),新疆气象局科技研究项目(201101)

\* 通信作者, E-mail: yanglm@idm.cn

天气个例进行了初步的天气学分析<sup>[15-17]</sup>,对于中亚低涡的认识集中体现在1986年和1987年出版的《新疆降水概论》<sup>[2]</sup>和《新疆短期天气预报指导手册》<sup>[1]</sup>中,这两本专著中利用1971—1980年500 hPa探空资料进行统计得出了一些初步结果,由于所用资料时间短,中亚和新疆探空站点稀疏、主观判断等方面的限制,对其定义还需要进一步完善、量化和细化,制定一个大家共同接受的中亚低涡活动统计标准。利用30年以上逐日历史资料,对中亚低涡活动的频次、产生源地、生命史及移动情况等特征进行统计分析,揭示中亚低涡的活动规律,仍是值得进行的基础性工作。本文利用NCEP/NCAR逐日再分析资料,通过计算机编程客观、自动识别追踪中亚低涡,得到40年中亚低涡活动数据集,对1971—2010年中亚低涡活动的时空分布、持续时间、移动路径进行分析,并给出其对新疆天气影响分类等特征。

## 1 中亚低涡的定义与资料

低涡的生命史分为形成、成熟和衰退3个阶段,低槽发展并形成切断低涡过程为形成期,低涡闭合稳定过程为成熟期,低涡减弱成槽东移过程为衰退期。《新疆降水概论》定义中亚低涡为500 hPa高度场上低值中心位于 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{N}$ , $60^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{E}$ 范围内出现两条以上闭合等高线(80 gpm),时间维持48 h以上的低压环流天气尺度系统,即这里描述的是低涡的成熟期。考虑到 $60^{\circ}\text{N}$ 已经包含了西伯利亚低压系统,而 $40^{\circ}\text{N}$ 会忽略一些造成南疆西部天气的中亚偏南低涡。本文所定义的中亚低涡为符合下列条件的一次过程:① 500 hPa高度场低压中心位置位于 $35^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$ , $60^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{E}$ ,低压中心至少能分析出两条以上闭合等值线,并且有冷中心或明显冷槽配合的低压环流系统;② 低涡在上述区域内的生命史至少维持2 d或以上。

本文所用资料为1971—2010年NCEP/NCAR逐日再分析资料,垂直方向为100~1000 hPa共12层,水平方向为 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 经纬度网格;1971—2010年新疆105个气象观测站经过整编的逐日降水量资料。根据上述中亚低涡的定义通过计算机编程,客观、自动识别追踪中亚低涡过程,得到40年中亚低涡活动数据集,统计中亚低涡的中心位置、维持时间、移动路径等反映其活动的特征量。据此对其时

空分布及其季节变化、维持时间等进行分析。

## 2 中亚低涡活动的时空分布特征

### 2.1 空间分布特征

1971—2010年共出现305次中亚低涡过程,中亚低涡成熟期的日数为1166 d,分析1166 d中亚低涡低值中心活动的经纬度位置,可以看出其空间分布随纬度存在两个高频次活动区域(图1):一是在 $47.5^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$ 范围内活动的低涡,本文定义为北涡,活动日数共664 d,占中亚低涡总日数的57%,并且有两个明显的活动中心,分别位于哈萨克丘陵地区和萨彦岭一带;二是在 $35^{\circ}\sim 47.5^{\circ}\text{N}$ 范围内活动的低涡,定义为南涡,活动日数共502 d,占中亚低涡总日数的43%,有两个高中心,分别位于咸海东部地区和塔什干地区。由图1可以看出,成熟期的中亚低涡大部分活动在中亚地区,统计表明:有90%的中亚低涡减弱成低槽时进入新疆造成明显的降水天气过程,而10%的低涡进入新疆后再逐渐减弱成槽。

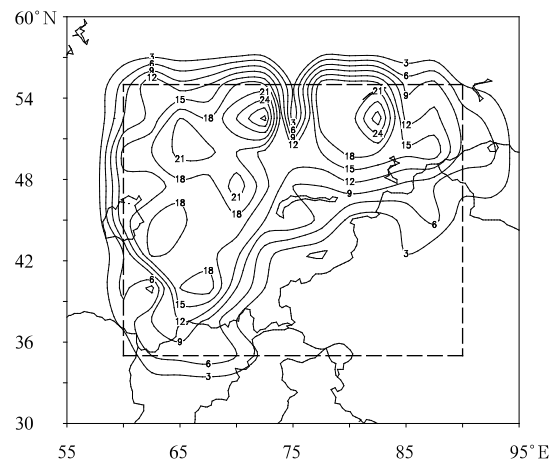


图1 1971—2010年中亚低涡活动空间分布(实线,单位:d)及其定义范围(虚线)

Fig. 1 Spatial distribution(solid line, unit: d) and definition area(dashed line) of the central Asian vortices

中亚低涡活动空间分布也表现出明显的季节变化,南、北涡活动中心分布随季节变化而不同,春季南涡活动124 d,北涡活动74 d,低涡多活动于咸海至巴尔喀什湖一带的中亚地区,春季南涡活跃与副热带锋区北抬有关;夏季北涡活动345 d,较南涡

的113 d明显偏多,主要活动于哈萨克丘陵地区至萨彦岭一带,同时巴尔喀什湖以东的中亚地区是南涡的一个活动中心,这与夏季副热带西风急流位于 $42.5^{\circ}\text{N}$ 和极锋锋区偏南有关;秋季和冬季南、北涡活动次数相当,北涡多活动于哈萨克丘陵地区至萨彦岭一带,南涡多活动于威海至巴尔喀什湖之间的中亚地区。

## 2.2 月、季节分布特征

图2a为中亚低涡活动频次的月分布特征可以看出,中亚低涡活动的月际变化明显。中亚低涡出现最多的月份为7月,共43次,平均达1.08次,其次为6月和8月,平均分别为0.975次和0.825次,这与新疆月降水量的分布特点是一致的,最少的4月平均为0.25次,3月和9月平均分别为0.70次和0.75次,其他月份平均为0.425~0.55次。

由中亚低涡出现频次的季节分布(图2b)可以看出,40年来,夏季(6—8月)出现中亚低涡的频次最高,共发生115次,占38%,平均达2.875次,与夏季降水量最多一致;其次是秋季(9—11月)共发生74次,占24%,平均达1.85次;春季(3—5月)共发生60次,约占20%,平均达1.5次;冬季最少,共发生56次,约占18%,平均达1.4次。这种季节分

布特征与以往的结论<sup>[1-2]</sup>有一定差异,主要是秋季出现频次比例有所增加,已有结论基于1971—1980年500 hPa高度场探空资料和预报员手工分析天气图,本文统计时间为40年,采用NCEP/NCAR逐日再分析资料和计算机客观统计分析方法,且统计区域范围偏南5个纬度。

中亚低涡活动的季节分布与北半球大气环流背景季节变化密切联系,夏季北半球中高纬度地区为四槽四脊型,乌拉尔山地区为平均脊,中亚地区由冬季平均脊转为平均槽, $60^{\circ}\text{N}$ 以北平均槽线在 $90^{\circ}\text{E}$ 附近, $60^{\circ}\text{N}$ 以南平均槽线则趋近于 $80^{\circ}\text{E}$ (巴尔喀什湖),造成有利于中亚低涡活动的环流背景。此外,副热带西风急流夏季维持在 $40^{\circ}\text{N}$ 附近,低涡常生成于急流的左侧,由于急流左侧有明显的水平风速的气旋性切变,有利于正涡度的发展和低涡的生成。冬季北半球中高纬度地区为三槽三脊型,东欧至乌拉尔山为平均槽,极锋急流偏北、副热带西风急流偏南,中亚地区为平均脊控制,因此造成不利于中亚低涡生成的环流背景。中亚低涡活动夏季频次最多和冬季频次最少,这与新疆夏季降水最多和冬季降水最少一致。

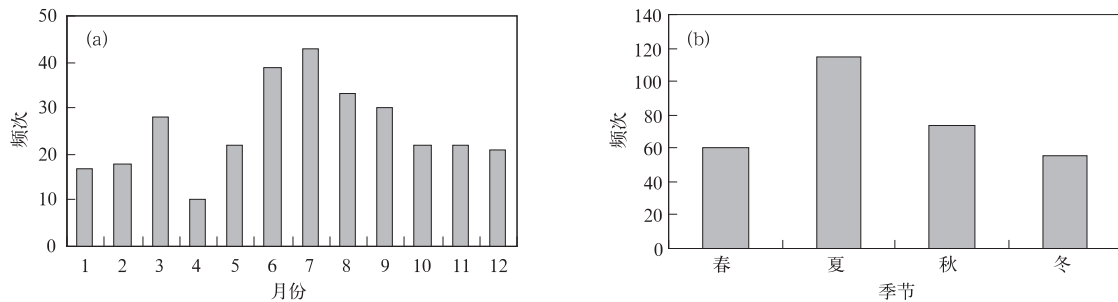


图2 1970—2010年中亚低涡活动频次(a)月分布,(b)季节分布

Fig. 2 Variations of the central Asian vortices frequency during 1971—2010

(a) monthly variation, (b) seasonal variation

## 2.3 中亚低涡活动的持续时间

中亚低涡维持时间的长短及其发展对天气演变有重要影响,305次中亚低涡过程成熟期共1166 d,平均每次中亚低涡成熟期维持时间为3.83 d。图3为低涡成熟期维持时间与出现频次的关系。由图3a可知,随着中亚低涡维持时间的增加其出现频次迅速减少。在统计范围内低涡成熟期维持时间为2~3 d的中亚低涡活动有172次,占56%,由于这里

持续时间为两条等值线闭合低压过程,如果考虑其形成和消亡过程,中亚低涡生命史至少为4 d以上;持续时间在4~5 d的中亚低涡共有84次,占27.5%;持续时间在5 d以上的中亚低涡共有50次,占16.5%,这些中亚低涡基本都是准静止活动后逐渐减弱东移,其中持续12 d的有2次,持续17 d的只有1次,此类长时间维持的中亚低涡常造成新疆的大范围、多次强降水或持续低温天气。

中亚低涡持续时间的季节分布差异较大。由图 3b 可看出,春、秋季和冬季中亚低涡成熟期持续时间以 2 d 为最多,随着持续时间增加,频次迅速减少。中亚低涡活动在春、秋、冬季 4~5 d 中期时间尺度活动偏多,而夏季以持续 3 d 频次最多。210 次持续时间为 3~8 d 的中亚低涡过程,夏季最多有 90

次,占 43%;秋季有 52 次,占 25%;春、冬季相对较少,共 68 次,占 32%。而持续时间 9 d 以上的 10 次中亚低涡在四季均出现,其中维持 10 d 的 2 次,春、夏季各出现 1 次,12 d 的 2 次出现在冬季,17 d 的 1 次出现在 7 月。

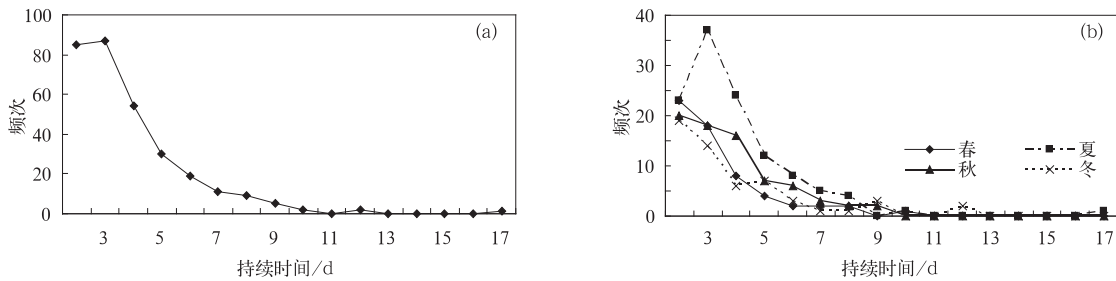


图 3 中亚低涡出现频次与持续时间关系的年(a)及季节(b)变化  
 Fig. 3 The annual(a) and seasonal(b) relationships between lifecycle and frequency of the central Asian vortices

2.4 年际和年代际变化

1971—2010 年共出现 305 次中亚低涡过程,平均每年出现 7.6 次,中亚低涡频次的年标准差为 2.79 次,可见中亚低涡活动年际变率很大。中亚低涡成熟期共 1166 d,平均每年 29 d。由图 4 可知,近 40 年中亚低涡活动频次存在显著的年际变化,异常偏多的有 6 年,1972 年、1989 年、1994 年和 2005 年均均为 13 次,1996 年和 2009 年均均为 11 次;而异常偏少的有 5 年,1978 年和 1983 年各为 4 次,1971 年和 1975 年各为 3 次,最少的 2002 年仅有 2 次。40 年来,中亚低涡活动频次呈显著增加趋势,达到 0.1 显著性水平,线性增加趋势率为 0.7 次/10 a。分析中

亚低涡成熟期发生天数与次数的关系,两者的演变具有很好的 consistency,相关系数为 0.94。

图 5 为 1971—2010 年各季节中亚低涡出现频次的情况,春季年际变化较大,且无明显的变化趋势,这与春季降水无明显变化趋势一致,其中 1989 年最多为 6 次,春季未出现中亚低涡活动有 8 年,大多数年份出现 1~3 次;夏季大部分年份出现 2~4 次,1972 年和 2009 年最多为 8 次,1978 年和 1986 年没有出现中亚低涡活动,其活动频次多的夏季降水量也偏多,活动频次少的夏季降水量也偏少;秋季大多年份出现 1~3 次,1992 年最多为 5 次,未出现中亚低涡活动有 6 年,未呈显著变化趋势,与秋季降水量变化一致;冬季中亚低涡活动年际变化较大,1980 年、2005 年和 2008 年发生频次最多均为 4 次,未出现中亚低涡活动有 14 年,其他年份出现 1~3 次。上述分析表明,冬、春、秋季的中亚低涡出现频次的年际变化比较大,未出现中亚低涡活动的年份较多,而夏季中亚低涡活动频次的变化相对小,这与季降水量变差系数变化是一致的。

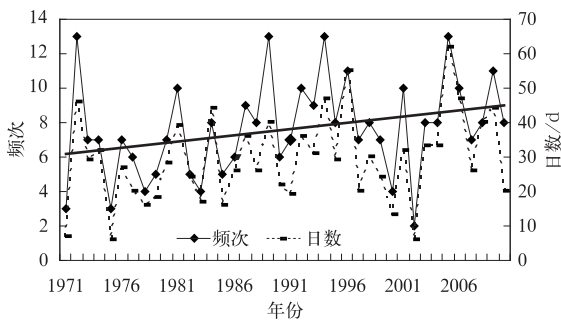


图 4 1971—2010 年中亚低涡出现频次和日数  
 Fig. 4 Interannual frequency and number of days of the central Asian vortices during 1971—2010

图 6 给出了中亚低涡发生次数和发生日数的年代际变化曲线。可以看出,中亚低涡具有显著的年代际变化特征,呈增加趋势。20 世纪 70 年代有 62 次中亚低涡活动,80 年代增至 74 次,90 年代增至 84 次,2001—2010 年出现 85 次,这与一些研究<sup>[18-21]</sup>得出的新疆降水自 1987 年有年代际增多现象相一致。

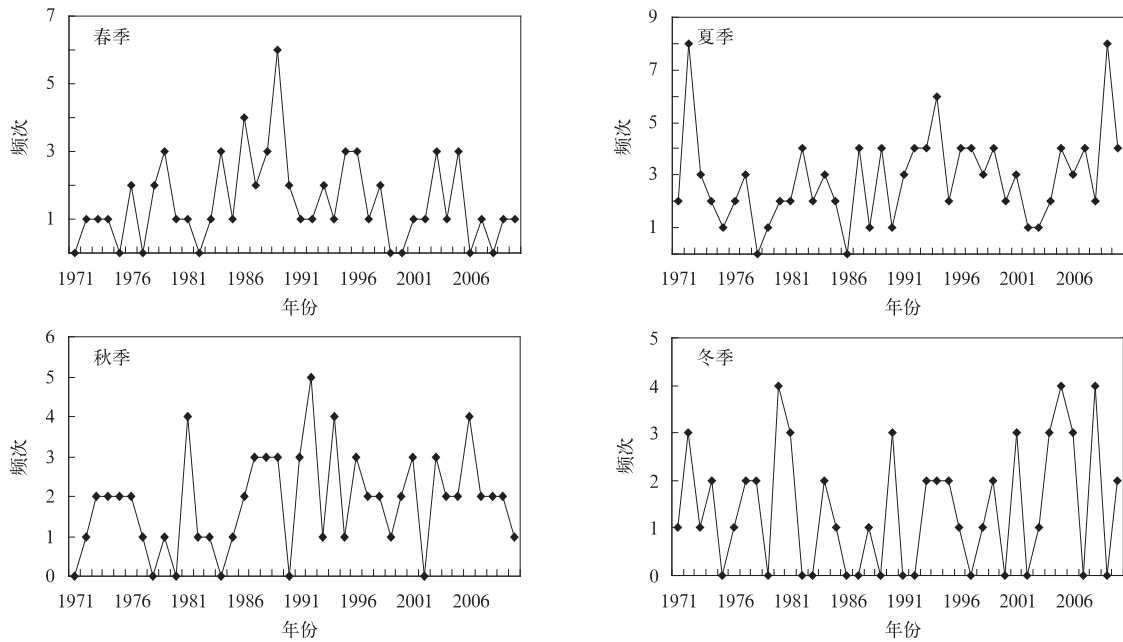


图 5 1971—2010 年不同季节中亚低涡活动频次

Fig. 5 Interannual frequency variation of the central Asian vortices in different seasons during 1971—2010

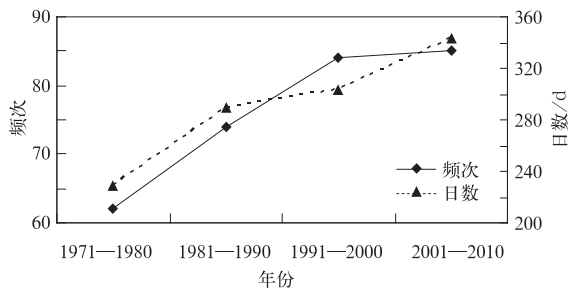


图 6 中亚低涡活动频次和日数的年代际变化

Fig. 6 Interdecadal variations of frequency and number of days of the central Asian vortices

### 3 中亚低涡的移动路径及其影响

#### 3.1 中亚低涡分类

中亚低涡有两类<sup>[1-2]</sup>,一类造成新疆明显降水天气过程,称之为湿涡;另一类造成大风降温 and 长时间低温天气,降水较弱,有时对新疆天气没有明显影响,称之为干涡。根据新疆气象业务对降水过程强弱及降水量级的规定,本文定义 24 h 新疆区域至少有 6 个站以上降水量达中量(新疆短期天气业务中定义的中度降水天气过程)为湿涡,否则为干涡。按照上述规定,普查统计 305 次中亚低涡对应的新疆 105 个站日降水量分布情况,结果见表 1。湿涡有

122 次,占 40%;干涡有 183 次,占 60%。其季节分布差异很大,夏季出现湿涡 70 次、干涡 45 次。中亚低涡系统在夏季造成降水过程比例较高,秋、春、冬季干涡较湿涡过程明显偏多,冬季湿涡仅占总低涡过程的 5.3%。夏季湿涡过程四季中最多,占总湿涡过程的 57%;秋、春季次之,分别占 23%和 18%;冬季最少,仅占 2%。湿涡的季节分布特点与新疆降水季节分布特点一致,而干涡的季节分布比较均匀。由此可见,虽然存在强的中亚低涡天气尺度系统,但造成新疆较强降水过程的只占 40%,这与新疆干旱与半干旱气候背景有关,虽然低涡系统能提供有利于降水产生的动力条件和冷空气,但由于干旱区水汽缺乏,如果没有水汽条件配合,则强低涡系统也不能造成强降水,但新疆出现持续性大范围暴雨过程往往由中亚低涡系统造成。通过上述分析可知,中亚低涡中干涡所占比例较大,在实际预报业务中经常出现空报现象,因此对干、湿涡深入研究有利

表 1 中亚低涡湿涡和干涡频次的季节分布

Table 1 Seasonal distribution of the dry and wet of the central Asian vortices

时间	湿涡	干涡	合计
春季	21	39	60
夏季	70	45	115
秋季	28	46	74
冬季	3	53	56
全年	122	183	305

于提高新疆天气预报水平。

### 3.2 中亚低涡的移动路径及其影响

中亚低涡形成后,将每天低涡中心位置连线,作为这次中亚低涡过程的移动路径,并统计中亚低涡影响新疆天气现象时段,结果表明:不同移动路径造成天气明显不同,这与环流配置及新疆特殊的地理位置有很大关系。

#### 3.2.1 北涡移动路径及其影响

1971—2010年北涡共197次,占65%,其中湿涡过程91次,干涡过程106次。北涡的季节差异较大,夏季出现最多,为93次,其次是秋季,为46次,春季和冬季分别为26次和32次。按照其移动方向可分为东北、偏东和东南路径3类。

**东北路径:**中亚低涡移动路径与纬圈夹角在东北方向大于 $45^\circ$ ,共28次,湿涡5次,仅占18%,干涡23次,占82%。由于此移动路径中亚低涡向东北方向北缩明显,低涡主体未进入新疆,仅低涡底部对新疆北部有弱影响,主要影响新疆偏北地区降水,对其他地区降水影响最弱且概率最小。如2008年1月12—16日的中亚低涡过程,500 hPa高度场欧亚范围中高纬度地区为二脊二槽的经向环流(图略),欧洲为高压脊,中亚低涡位于威海附近,西西伯利亚为阻塞高压且与新疆脊同位相叠加形成强盛的长波脊,受其阻挡作用,中亚低涡减弱东移北上造成新疆偏北地区出现弱降雪。

**偏东路径:**中亚低涡移动路径与纬圈基本平行,共78次,湿涡24次占31%,干涡54次占69%。此路径中亚低涡主体偏北,低涡底部位于天山山区,主要造成天山及其两侧降水。如2006年6月22—28日的中亚低涡过程,500 hPa高度场中高纬度环流为二脊一槽的经向环流(图略),欧洲和贝加尔湖为长波脊,中亚低涡生成于乌拉尔山南端,随着欧洲脊发展东移推动中亚低涡东移并减弱成槽进入新疆造成天山山区及其北侧弱的降水过程。

**东南路径:**中亚低涡移动路径在东南向与纬圈夹角呈 $45^\circ$ 左右,共91次,湿涡62次,占68%,干涡29次,占32%。中亚低涡在向东南移动过程中主体逐渐进入新疆,移动路径见图7。由于所用资料为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 经纬网格距,中亚低涡移动路径有很多重复,图7为大多数中亚低涡的移动路径。统计表明,有90%的中亚低涡在减弱成低槽时进入新疆,

10%的中亚低涡进入新疆后再减弱成低槽,因此低涡中心进入新疆区域的路径较少。东南移动路径中亚低涡对新疆降水影响最明显,范围广和强度大,往往造成新疆自西北向东南出现大范围强降水,尤其是天山山区及其两侧降水过程最强。如1996年7月5—25日的中亚低涡过程是40年来持续时间最长的低涡过程,造成7月15—16日、17—21日和24—28日3次大范围暴雨过程,出现了建国以来新疆最严重洪水灾害。低涡生成时,500 hPa高度场高纬度环流为欧洲脊—乌拉尔槽—贝加尔湖脊的经向环流(图8),低涡切断于乌拉尔山南部,同时副热带锋区很强,随后地中海高压脊和新疆脊强盛发展,中亚低涡发展,向东南移动到中亚地区形成强盛的中亚低涡,7月15日达到强盛时期,造成新疆偏西地区暴雨过程,此后中亚低涡减弱向东南移动至巴尔喀什湖—新疆地区,造成17—21日新疆范围暴雨过程,其中天山及其两侧为大暴雨,24—28日低涡减弱为槽,向东南移动造成新疆东南地区暴雨过程。

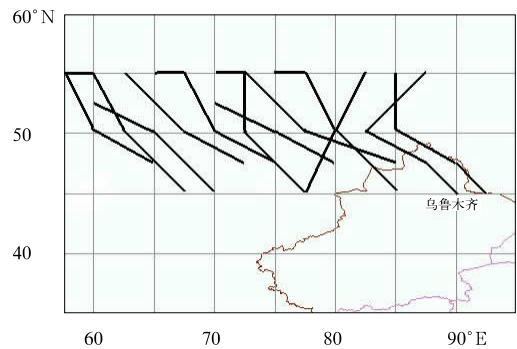


图7 北涡东南路径

Fig. 7 Southeast path of north vortex

#### 3.2.2 南涡移动路径及其影响

南涡自 $60^\circ\text{E}$ 或以东东移,40年来共88次,占29%,其中湿涡23次,干涡65次。此路径的季节差异相对较小,春、秋季出现最多,冬季次之。按照其东移方向可分为东北、偏东和东南路径3类。

**东北路径:**中亚低涡移动路径与纬圈夹角在东北方向大于 $45^\circ$ ,共23次,湿涡7次占30%,干涡16次占70%。此路径中亚低涡主体虽然在 $47.5^\circ\text{N}$ 以南,但在移动过程中向东北方向收缩,主要造成北疆地区降水。如1988年9月24—29日中亚低涡过程,500 hPa高度场中高纬度地区为两脊一槽的经向环流

(图略),乌拉尔山和贝加尔湖为高压脊,西西伯利亚槽南端切涡于咸海与巴尔喀什湖之间,随着欧洲脊减弱东移和贝加尔湖脊发展东移,中亚低涡东北移进入

新疆,并打转减弱北上,27—29 日造成天山两侧大到暴雨过程。

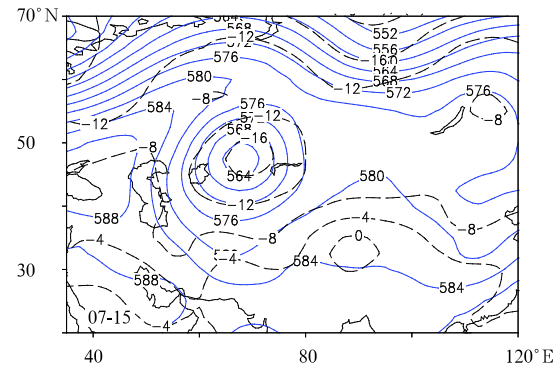
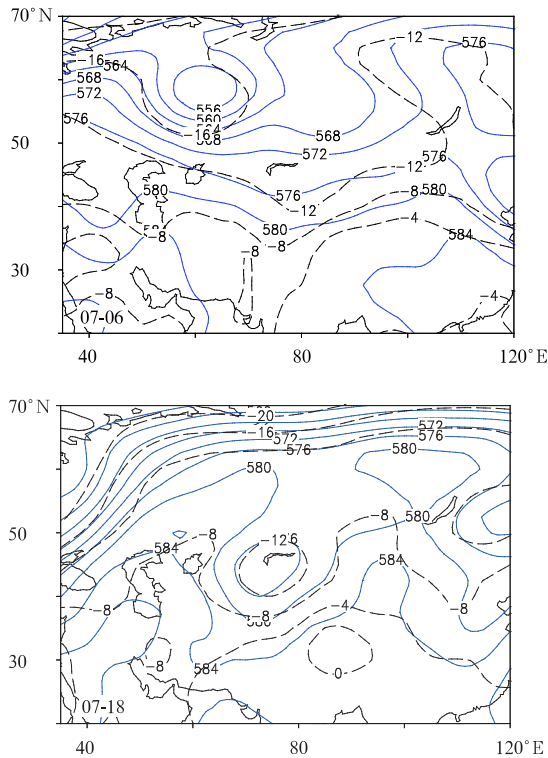


图 8 1996 年 7 月 500 hPa 高度场(实线, 单位:dagpm)和温度场(虚线,单位:℃)  
Fig. 8 500 hPa geopotential height(solid line, unit:dagpm) and temperature(dashed line, unit:℃) in July 1996

偏东路径:中亚低涡移动路径与纬圈基本平行,共 38 次,湿涡 12 次,占 32%,干涡 26 次,占 68%。此路径中亚低涡主体在 47.5°N 以南并逐渐东移,因此可以影响新疆全境(图 9),对新疆降水影响相对较强,主要造成南疆西部及天山两侧降水。如 1982 年 6 月 30—7 月 2 日,500 hPa 高度场中亚低涡在副热带锋区上形成(图 10),随着里海脊发展推

动中亚低涡东移,7 月 2—3 日造成伊犁河谷小雨及南疆西部中雨天气。

东南路径:中亚低涡移动路径在东南方向与纬圈夹角为 45°左右,共 27 次,湿涡仅 4 次,占 15%,干涡 23 次,占 85%。由于此路径中亚低涡在向东南移动过程中其主体位于新疆西南部,且受帕米尔高原和青藏高原阻挡作用减弱明显,对新疆大部地区基本无影响,主要造成新疆西南部的强降水。如 2005 年 5 月 18—20 日,500 hPa 高度场中高纬度欧洲至贝加尔湖为宽广的长波脊,中亚低涡在副热带锋区上切出,中亚低涡位于咸海与巴尔喀什湖南部,由于乌拉尔山高压脊的强盛维持,使得中亚低涡东南移后减弱成槽进入南疆西部,造成 20 日、22 日南疆西部大到暴雨过程。

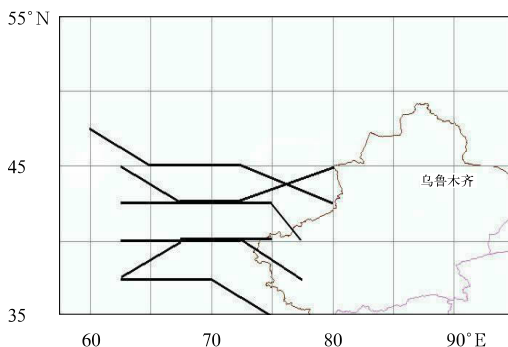


图 9 南涡偏东路径图  
Fig. 9 Eastward path of south vortex

### 3. 2. 3 原地少动或打转

极锋区或副热带锋区上的低槽切涡于中亚地区,中亚低涡常表现为孤立活动,原地少动或打转后减弱,此类最少,共 20 次,占 6%,湿涡 8 次,占 40%,干涡 12 次,占 60%。此类路径中亚低涡的季节差异

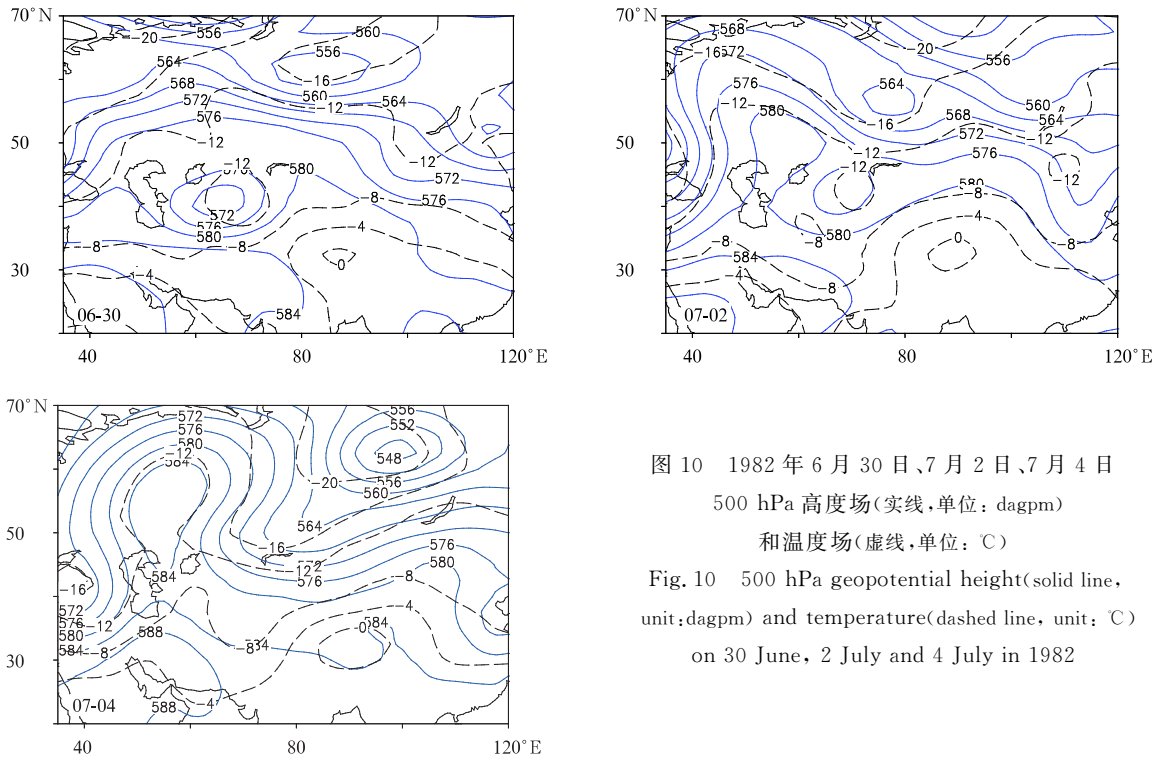


图 10 1982 年 6 月 30 日、7 月 2 日、7 月 4 日  
500 hPa 高度场(实线,单位: dagpm)  
和温度场(虚线,单位: °C)  
Fig. 10 500 hPa geopotential height(solid line,  
unit:dagpm) and temperature(dashed line, unit: °C)  
on 30 June, 2 July and 4 July in 1982

也较明显,春、夏季较多,秋、冬季次之。此类中亚低涡出现少,低涡位置随锋区低槽切涡而定,因此,降水区域分布并没有明显规律,中亚低涡造成的天气预报也比较难把握。

#### 4 小 结

本文利用 1971—2010 年 NCEP/NCAR 逐日再分析资料,对中亚低涡的活动规律及不同移动路径对新疆的影响等进行了细致分析,得到以下初步结论:

- 1) 中亚低涡空间分布存在两个高频活动区域:一是在 47.5°~55°N 活动的低涡(北涡),占 57%,二是在 35°~47.5°N 活动的低涡(南涡),占 37%。北涡活动呈明显的季节变化,夏季所占比例最大为 52%;而南涡季节变化差异不大,秋、春两季出现较多。
- 2) 中亚低涡成熟期持续时间平均为 3.8 d,其活动频次随持续时间增加迅速减小,强盛期维持时间为 2~3 d 的中亚低涡占 56%,维持时间为 4~5 d 的中亚低涡占 27.5%,持续时间为 5 d 以上的中亚低涡占 16.5%。
- 3) 中亚低涡活动具有明显的月、季节变化,最

多出现在 7 月,平均达 1.08 次,其次为 6 月和 8 月,分别为 0.975 次和 0.825 次,最少在 4 月为 0.25 次。夏季出现的频次最多,平均达 2.875 次,秋、春、冬季分别为 1.85 次、1.5 次、1.4 次;中亚低涡发生频次具有明显的年际和年代际变化特征,并呈年代际递增的趋势。

4) 根据中亚低涡对新疆降水的影响,可将其分为干涡和湿涡,干涡占 60%,且季节分布比较均匀;湿涡占 40%,季节分布差异大,其中,夏季最多为 57%,且湿涡较干涡过程明显偏多,秋、春和冬季湿涡分别为 23%,18%和 2%,这 3 个季节干涡过程较湿涡明显偏多,湿涡的季节分布特征与新疆降水季节分布相一致。

5) 北涡和南涡均可分为东北、偏东和东南移动路径。北涡东北路径对新疆天气影响很弱;偏东路径中 31%为湿涡,造成新疆明显降水天气;东南路径中湿涡占 68%,造成新疆大范围强降水天气过程。南涡中东北和偏东路径约 30%造成新疆明显降水天气;东南路径则主要影响新疆西南区域降水。还有一类低涡少动或打转并减弱占低涡总数的 6%,对新疆天气影响无规律。

关于中亚低涡系统的三维结构和发生、发展物理过程,与水汽输送的配合等问题,尤其对湿涡和干



涡之间的差异及对降水落区、强度和发生时段影响需进一步研究。

### 参考文献

- [1] 张家宝, 苏起元, 孙沈清. 新疆短期天气预报指导手册. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1986: 1-456.
- [2] 张家宝, 邓子凤. 新疆降水概论. 北京: 气象出版社, 1987: 1-400.
- [3] 陆帼英. 96·7 新疆特大暴雨洪水预报服务总结. 新疆气象, 1997, 20(1): 31-33.
- [4] 江远安, 包斌, 王旭. 南疆西部大降水天气过程的统计分析. 新疆气象, 2001, 24(5): 19-20.
- [5] Ding Yihui, Wang Zunya, Song Yafang, et al. The unprecedented freezing disaster in January 2008 in Southern China and its possible association with the global warming. *Acta Meteorologica Sinica*, 2008, 22(4): 538-558.
- [6] 杨贵名, 孔期, 毛冬艳, 等. 2008 年初“低温雨雪冰冻”灾害天气的持续性原因分析. 气象学报, 2008, 66(5): 836-849.
- [7] 布和朝鲁, 纪立人, 施宁. 2008 年初我国南方雨雪低温天气的中期过程分析 I: 亚非副热带急流低频波. 气候与环境研究, 2008, 13(4): 419-433.
- [8] 纪立人, 布和朝鲁, 施宁, 等. 2008 年初我国南方雨雪低温天气的中期过程分析 III: 青藏高原—孟加拉湾气压槽. 气候与环境研究, 2008, 13(4): 446-458.
- [9] 施宁, 布和朝鲁, 纪立人. 2008 年初我国南方雨雪低温天气的中期过程分析 II: 西太平洋副热带高压的特征. 气候与环境研究, 2008, 13(4): 434-445.
- [10] 孙力, 郑秀雅. 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.
- [11] 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.
- [12] 杨引明, 谷文龙, 赵锐磊, 等. 长江下游梅雨期低涡统计分析. 应用气象学报, 2010, 21(1): 11-18.
- [13] 郁淑华, 肖玉华, 高文良. 冷空气对高原低涡移出青藏高原的影响. 应用气象学报, 2007, 18(6): 737-747.
- [14] 陈忠明, 缪强, 闵文彬. 一次强烈发展西南低涡的中尺度结构分析. 应用气象学报, 1998, 9(3): 273-282.
- [15] 张云惠, 王勇. 哈密南部暴雨成因分析. 气象, 2004, 30(7): 41-43.
- [16] 王磊, 李欣荣, 江远安, 等. “96.7”南疆西部大降水分析. 新疆气象, 1997, 20(1): 28-30.
- [17] 孔期, 郑永光, 陈春艳. 乌鲁木齐 7·17 暴雨的天气尺度与中尺度特征. 应用气象学报, 2011, 22(1): 12-22.
- [18] 杨莲梅, 张庆云. 新疆北部汛期降水年际和年代际异常的环流特征. 地球物理学报, 2007, 50(2): 412-419.
- [19] 史玉光, 孙照渤, 杨青. 新疆区域雨量分布特征及其变化规律. 应用气象学报, 2008, 19(3): 326-332.
- [20] 辛渝, 陈洪武, 张光兴, 等. 新疆年降水量的时空变化特征. 高原气象, 2008, 27(5): 993-1003.
- [21] 施雅风, 沈永平, 李栋梁, 等. 中国西北气候由暖干向暖湿型的特征和趋势探讨. 第四纪研究, 2003, 23(2): 152-164.

## The Central Asian Vortexes Activity During 1971—2010

Zhang Yunhui<sup>1)</sup> Yang Lianmei<sup>2)3)</sup> Xiaokaiti Duolaite<sup>1)</sup> Qin He<sup>1)</sup> Li Yuanyuan<sup>1)</sup> Yang Xia<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> (*Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002*)

<sup>2)</sup> (*Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044*)

<sup>3)</sup> (*Institute of Desert Meteorology, CMA, Urumqi 830002*)

### Abstract

The synoptic scale system of cold vortex (the central Asian vortex) which occurs from east of Aral Sea to Xinjiang are frequently associated with Urals ridge, and its abnormal activity may cause many disasters such as rainstorm (snowstorm), low temperature and drought in Xinjiang, even affecting the weather and climate in east China. Using NCEP/NCAR reanalysis daily datasets from 1971 to 2010, the activity patterns, different moving tracks of the central Asian vortex and its influences on Xinjiang are analyzed. The result indicates that the central Asian vortex processes occur 305 times and 1166 days altogether during its strong period in the past 40 years. There are two high-frequency activity center along with the latitude: One distributes from 47.5°N to 55°N (north vortex) with 57% of the vortexes, and the other one distributes from 35°N to 47.5°N (south vortex), where 37% of the vortexes occurs. Northern vortexes change greatly in different seasons, accounting for 52% in summer. But southern vortexes occur evenly in different seasons, maybe a little more in autumn and spring. The mature period of the central Asian vortexes is 3.8 days on average, the frequency decreases rapidly with the mature period increasing: 56% vortexes sustain between 2 to 3 days, 27.5% maintain for 4 to 5 days and only 16.5% can last for more than 5 days. The vortexes show obvious monthly, seasonal, annual and interannual variation characteristics. It occurs the most in July and summer, and the least in April and winter, and the decadal increasing trend is significant. As to moving tracks, most of them move northeastward, eastward, southeastward and about 6% move little or move without obvious rules. Different moving track causes different weather in Xinjiang. About 68% of southeastward moving north vortexes and 30% of eastward and northeastward moving south vortexes have caused heavy precipitation in Xinjiang. The central Asian vortex has two types of influences on the weather in Xinjiang: One type brings heavy precipitation in Xinjiang, which is called wet vortex, and the other type causes cool wind and a long period of cold weather with little precipitation, which is called dry vortex. Dry vortexes account for 60% of the total and occur evenly in different seasons. However, the wet vortex occupies 40% of the total and is significantly different in different seasons. 57% wet vortexes occurs in summer and at this time there are more wet vortexes than dry vortexes, but for autumn, spring and winter, there are more dry vortexes than wet vortexes, and only 2% wet vortexes occur in winter. The seasonal variation patterns of wet vortexes are consistent with that of precipitation in Xinjiang.

**Key words:** the central Asian vortex; spatial-temporal distribution; dry vortex; wet vortex; moving track