

高正旭,王晓玲,李维京.西南低涡的统计特征及其对湖北降水的影响.暴雨灾害,2009,28(4):302-305.

西南低涡的统计特征及其对湖北降水的影响

高正旭¹,王晓玲²,李维京³

(1.武汉区域气候中心,武汉 430074;2.武汉中心气象台,武汉 430074;3.国家气候中心,北京 100081)

摘要:在较长时间序列的基础上,利用客观分析统计的结果,阐述了西南低涡的气候特征。对近 60 年西南低涡个例的分析表明:利用再分析资料进行西南低涡的历史统计是可行的,能够反映出西南低涡的气候态特征,并且与实际观测事实相符,当西南低涡发生异常时,高空西风急流的位置会发生明显变化,西南低涡偏多时所对应的西风急流偏南明显,偏少时则北偏明显;通过其与降水的分析表明,西南低涡与湖北省降水相关较好,全省大部地区相关系数达到了 0.35 以上,尤其对极端降水的指示意义较为明显。此外,西南低涡与海温场也具有较好的相关性。

关键词:西南低涡;西风急流;异常降水

中图分类号:P468.0*2 文献标识码:A 文章编号:1004-9045(2009)04-0302-05

1 引言

西南低涡是在青藏高原特殊地形影响和一定环流形势下,产生于我国西南地区对流层低层的一种中- α 尺度低压系统,主要表现为 700 hPa 等压面上的气旋性环流,其水平尺度在 300 到 500 km 之间,向上到 500—300 hPa 等压面时已成为反气旋环流^[1],常出现在青藏高原东南侧的德钦、九龙、巴塘一带 700 hPa 上空,以初夏出现并移出四川盆地的机会为多^[2]。夏季,由于热带系统北上,行星西风北撤,涡源一带易受偏南暖湿气流和偏北冷空气的共同影响,加之横断山脉的地形强迫作用,极易产生西南涡^[3,4]。西南低涡是我国最强烈的暴雨系统之一,其强度仅次于台风及残余低压^[5]。在我国,关于西南低涡造成的洪涝灾害,一直是一个重要的研究课题,现已取得大量的研究成果。例如,2008 年 7 月 22 日襄樊罕见特大暴雨就是由于低涡不断的东移影响造成的^[6],1998 年夏季长江流域发生的洪涝灾害也无不与西南低涡的活动密切相关^[7],2005 年 6 月 25—26 日,长江中游地区出现大范围暴雨、局部大暴雨天气,过程最大降水量为 211 mm,也是由于 850 hPa 上由川东东移发展的西南低涡造成的^[8]。由此可见,在影响长江流域的众多重大暴雨洪涝过程中,西南低涡都起到重要作用。

在以往对西南低涡活动的诸多研究成果中,利用完整的、较长连续时间的观测资料对西南低涡活动的年际变化特征进行统计分析研究的还不多见,现有的分析工作所使用的资料年代都比较短,分析统计标准也各不相同。因此,在公认的西南低涡活动统计标准

的基础上,利用长时间的逐日历史资料,对西南低涡活动的气候特征进行统计分析,揭示其气候规律,仍然是一项值得继续深化的基础性工作。本文旨在在较长时间序列的基础上,利用客观分析统计的结果,阐述西南低涡的气候特征,以推进对西南低涡的持续深入研究。

2 资料来源

西南低涡一年四季均有发生,但常发生于春末至秋初这段季节^[2],本文选取 5—10 月作为西南低涡的统计时段,利用 NCEP 提供的北半球 700 hPa 1948—2007 年共 60 年 5—10 月一天四个时次逐日再分析资料进行分析,资料分辨率为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 。湖北省内 15 个台站降水资料来自于湖北省气象档案馆,其完整资料开始年份为 1958 年。

3 西南低涡的统计分析

3.1 西南低涡的判别

目前大气科学界对西南低涡结构的认识存在一定的差异,其主要原因是西南低涡个例不同,加之观测资料时空分辨率不高,所分析得出的结果可能是不同发展阶段或不同类型西南低涡的结构,可比性较差。为了明确标准,本文采用了文献[2]的定义和统计,规定在 700 hPa 等压面上,生成于 $100^\circ-108^\circ\text{E}, 26^\circ-33^\circ\text{N}$ 范围内且至少有一条闭合等高线的气旋环流被称为西南低涡。判别方法为在 700 hPa 高度场上位于 $100^\circ-108^\circ\text{E}, 26^\circ-33^\circ\text{N}$ 的范围内寻找格点场的最低值,然后与其正东正南正西正北的 4 个格点比较,如

收稿日期:2009-09-20;定稿日期:2009-11-20

基金项目:国家科技支撑计划项目“南方冰雪灾害天气预测预警评估技术研究”(2008BAC48B04)资助

作者简介:高正旭,男,1980 年生,硕士,主要从事短期气候监测、预测、诊断研究。E-mail: gaozhengxu@gmail.com

果格点值低于其四周的数值,则判定在定义范围内(100°—108°E,26°—33°N)的这一时次出现了西南低涡,将同一气旋环流持续 12 h 以上作为一次西南低涡过程统计。这种判别方法有可能将西北地区南下的冷槽判别为西南低涡,因此若程序判断某一天出现了西南低涡,则计算发生时次的前 6 h,在 90°—110°E、33°—45°N 的范围内,是否也存在一个低值涡旋系统,若存在,则表示选中的低涡系统是由西北路冷槽南下造成的,并非西南地区自身产生的低涡系统。

3.2 西南低涡的合成

经统计,1948—2007 年 60 年间,在统计区域内维持 12 h 以上的西南低涡共 2 322 个,其中有 18 个低涡系统是由西北冷槽南下造成的,排除这 18 个个例后,符合条件的西南低涡为 2 304 个。将符合条件的各时次的 700 hPa 高度场进行合成(图 1),由图可见,在 99°—104°E、29°—32°N 范围内有较明显的低值系统存在,符合文献[2]对西南低涡的定义,说明采取这种方法是可行的。

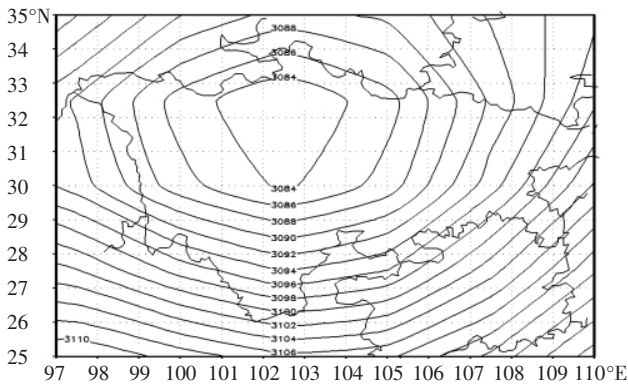


图 1 1948—2007 年符合条件所有个例的 700 hPa 西南低涡合成图(单位:gpm)

3.3 西南低涡年季变化及其生消特征

图 2 是 1948—2007 年西南低涡个数年变化图,60 年来能够维持 12 h 以上西南低涡的个数总共为 2 304 个,平均每年约 38.4 个,1998 年发生最多,为 57 个,1961 年最少,仅 6 个。从图中可以看出,上世纪

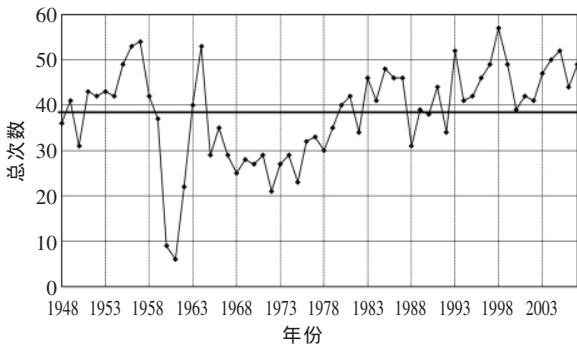


图 2 1948—2007 年 5—10 月西南低涡个数年际变化图(实黑线为多年平均西南低涡个数)

50 年代末期至 70 年代末期是西南低涡生成较少的时期,平均每年 28.5 个,其中仅 1963 和 1964 年的数量超过多年平均值;上世纪 70 年代末期开始至今,西南低涡进入多发期,年平均增加为 43.9 个,1993—2007 年连续 15 年间,西南低涡生成数量均在多年平均值之上。

图 3 是 2 304 个西南低涡生成时间统计图。由图可见,5—7 月是西南低涡生成的集中期,占 5—10 月生成总数的 59.2%,其中 5 月和 6 月生成的西南低涡总数相同,均为 457 个,7 月次之,为 449 个,9 月最少,为 293 个。图 4 为西南低涡在 100°—108°E、26°—33°N 范围内生命史的统计,其中维持时间在 12~18 h 的个例为 1 184 个,占 51.4%;维持时间在 18~24 h 的个例为 638 个,占 27.7%;介于 24~36 h 的个例为 334 个,占 14.5%;介于 36~48 h 的个例为 118 个,占 5.1%;大于 48 h 的仅为 30 个,占 1.3%。在 100°—108°E、26°—33°N 范围西南低涡最长维持了 4.5 d,最短的不足半天,2 304 个个例的平均维持时间为 18 h。分月统计,5 月生成的西南低涡平均维持最长,为 19.2 h,6 月为 18.5 h,7 月为 18.1 h,8 月为 16.2 h,9 月最短,仅为 15.6 h,10 月维持 17.4 h。

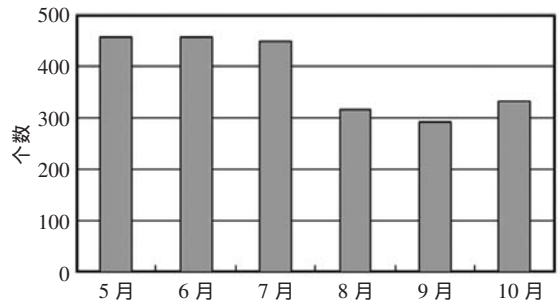


图 3 西南低涡月生成频数图

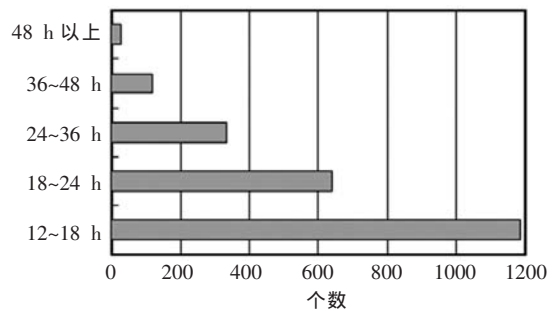


图 4 西南低涡生命史统计图

3.4 西南低涡与湖北降水的关系

为研究西南低涡的多少与湖北省降水的关系,将历年西南低涡发生个数与湖北省内均匀分布的 15 个站点降水量进行相关分析,相关系数分布见图 5。从图中可见,与西南低涡相关最好的地区在鄂西南和江汉平原区域,相关系数均在 0.39 以上,最高达到 0.45,而

这里也正是西南低涡沿长江流域东移影响最频繁的区域，其次是鄂北和鄂东南的南部区域相关系数在 0.27~0.39 之间，黄冈地区相关性最差，其相关系数不足 0.23。

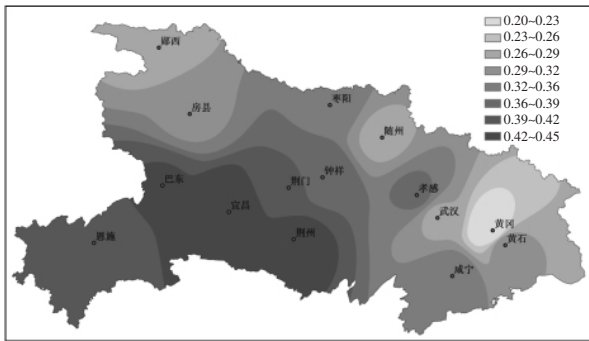


图 5 1958—2007 年 5—10 月西南低涡个数与同期湖北省 15 个站点降水量相关系数分布图

从逐年的对应关系上来看(图 6),在西南低涡发生次数较常年平均多出 20% 的年份,湖北省的降水均以偏多为主,特别是在降水偏多前几位的年份里,如 1964、1983、1996 和 1998 年,西南低涡也较常年明显偏多,但在降水偏少较明显的年份,西南低涡却没有明显的变化规律,如 1966 年为湖北省降水偏少最多的一年,同期西南低涡个数却接近常年,降水偏少第二位的 2001 年,同期西南低涡个数反而较常年略偏多。这说明西南低涡对湖北省降水的影响主要体现在

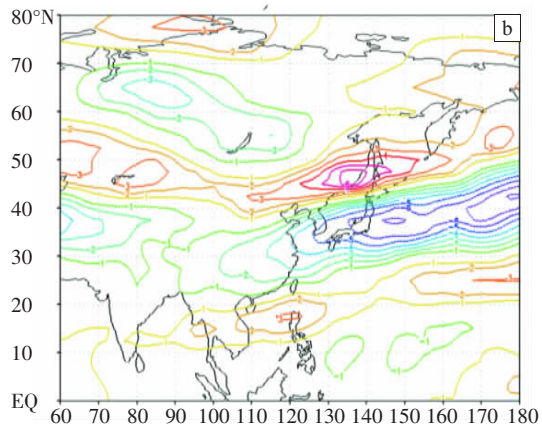
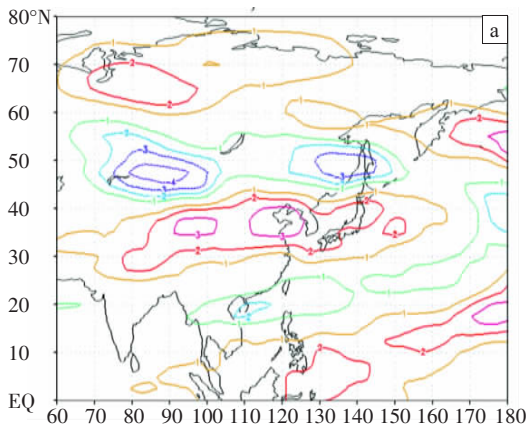


图 7 5—10 月西南低涡偏多年(a)和偏少年(b)对应同期 200 hPa 纬向风场距平图

图 8 是 5—10 月西南低涡个数与前期及同期海温相关图。从秋冬季海温相关图(图 8a)看,高相关区主要位于赤道东太平洋地区,其分布模态与 ENSO 分布模态相近,春季(图 8b)高相关区已从赤道东太平洋开始向西太平洋以及印度洋转移,而 5—10 月(图 8c)同期相关区域则主要位于赤道东太平洋与印度洋地区,说明西南低涡的异常与海温关系较为密切。这可能由于秋冬季赤道东太平洋海温发生异常后,东亚冬季风往往偏弱,青藏高原积雪容易偏多,进而使春季

极端降水上,对降水偏少年的指示意义相对较弱。

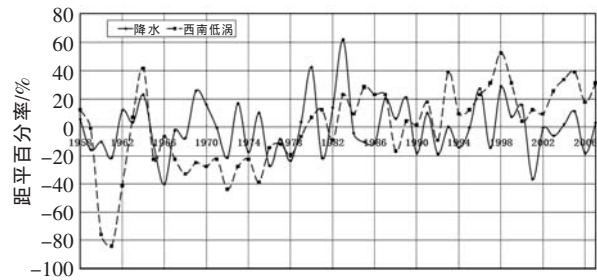


图 6 1958—2007 年 5—10 月西南低涡个数与同期湖北省 15 个站点平均降水量变化图

4 西南低涡的环流背景特征

任何天气系统都是在特定的大气环流背景下生成和发展的,为了分析西南低涡发生时的大气环流特点,制作西南低涡偏多年和偏少年所对应的风场合成图。

图 7 是西南低涡偏多和偏少年 5—10 月的 200 hPa 纬向风场的距平合成图。一般情况下,在正常年份,青藏高原西北侧 42°N 的位置有一个较明显的西风急流区(图略),但在西南低涡偏多的年份,西风急流区明显偏南,中心位置位于 35°N 附近(图 7a);西南低涡偏少年份,西风急流区明显偏北,中心位置位于 48°N 附近(图 7b),这种西风急流区的南北偏移同样出现在 500 hPa 的纬向风场上(图略)。

高原高度场偏低,而在春季和同期 5—10 月的海温场上,印度洋地区的高相关区逐渐开始明显,这可能与印度洋海温影响南亚高压后进而影响高空急流的南北偏移有关^[9]。

5 结论及讨论

(1)利用再分析资料进行西南低涡的历史统计是可行的,能够反映出西南低涡的气候态特征,并且与实际观测事实相符。

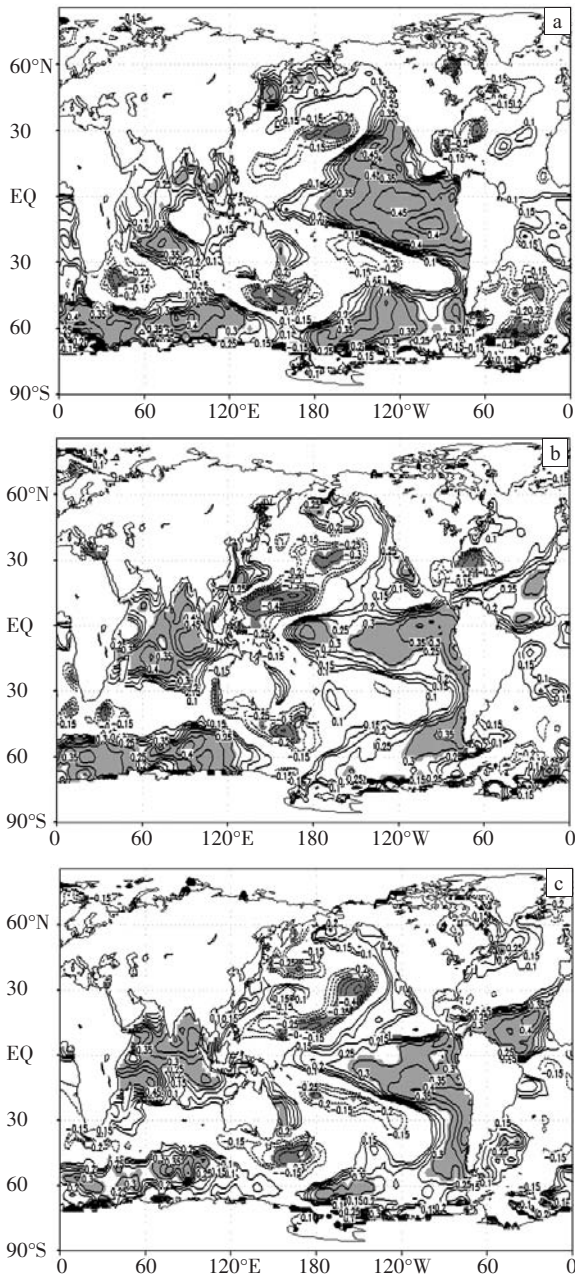


图 8 5—10 月西南低涡个数与海温相关图

(阴影部分为超过显著性水平 5% 区域, a、b、c 三幅图分别是 5—10 月西南低涡与秋冬季海温、春季海温以及 5—10 月海温的相关图)

(2)60 年的统计结果显示,西南低涡在上世纪 50 年代末期至 70 年代末期处于偏少的时期,70 年代末期至今,西南低涡发生数有所增加;60 年共出现低涡 2 304 个,平均每年约 38.4 个;5—10 月是西南低涡生成的集中期,5 月和 6 月最多,7 月次之,9 月最少。大部分西南低涡的生命史小于 24 h,能够维持 48 h 以上的西南低涡仅占 11.0%。

(3)西南低涡与湖北省降水相关较好,湖北省大部地区相关系数达到了 0.35 以上,尤其对极端降水的指示意义较为明显。

(4)当西南低涡发生异常时,高空的西风急流的位置会发生明显变化,西南低涡偏多时所对应的西风急流偏南明显,偏少时则偏北明显,这种西风急流区的南北偏移同样出现在 500 hPa。

(5)西南低涡与海温场的相关较好,表现在前冬与春季时,赤道东太平洋区域是一块显著的正相关区,在春末及同期 5—10 月的海温场上,印度洋地区的高相关区逐渐开始明显,这可能与印度洋海温影响南亚高压后进而影响高空急流的南北偏移有关,这也是有待今后进一步深入研究的方向之一。

由于再分析资料在高原地区的精度、西南涡统计定义与范围等局限,本文未区别东移西南涡对湖北降水的影响,有关结论需进一步检验和深入分析。

参考文献:

- [1] 陈忠明, 闵文彬, 崔春光. 西南低涡研究的一些新进展[J]. 高原气象, 2004, 23(增刊): 1-5.
- [2] 陈忠明, 闵文彬. 西南低涡的统计研究[G]//第二次青藏高原大气科学试验理论研究进展(二). 北京: 气象出版社, 2000: 368-378.
- [3] 王赛西. 西南低涡形成的气候特征与角动量输送的关系[J]. 高原气象, 1992, 11(2): 144-151.
- [4] 解明恩, 据建华, 玉康. 西南低涡 Ekman 层流场特征分析[J]. 高原气象, 1992, 11(1): 31-38.
- [5] 肖红茹, 顾清源, 何光碧, 等. 一次大暴雨过程中高原低涡与西南低涡相互作用机制探讨[J]. 暴雨灾害, 2009, 28: 14-20.
- [6] 王芹, 喻威, 王成, 等. “08.7” 襄樊罕见特大暴雨的中尺度观测特征与物理机制分析[J]. 暴雨灾害, 2009, 48(4): 43-50.
- [7] 陈忠明, 徐茂良, 闵文彬, 等. 1998 年夏季西南低涡活动与长江上游暴雨[J]. 高原气象, 2003, 22(2): 162-167.
- [8] 王晓芳, 廖移山, 闵爱荣, 等. 影响“05.06.25” 长江流域暴雨的西南低涡特征[J]. 高原气象, 2007, 26(1): 197-199.
- [9] 方晓洁, 曾晓枚, 陈雪芹. 东亚夏季 200 hPa 西风急流时空分布特征与我国夏季降水关系的初步分析[J]. 气象与环境科学, 2009(2), 32: 12-19.

(下转第 312 页)

Analysis of Bow Echo in Early Summer of 2008 in the Eastern Part of Hubei

WU Tao¹, ZHANG Huo-ping², WU Cui-hong¹

(1. Wuhan Central Meteorological Observatory, Wuhan 430074;

2. Ezhou Meteorological Bureau of Hubei Province, Ezhou 436000)

Abstract: Bow echo of a severe weather event in the eastern part of Hubei on 3 MAY 2008 is analyzed with Wuhan CINRAD data and the observation data from upper-air and surface. The results show that 500 hPa trough, low-level shear line and surface cold-front formed the primary effective weather system. Unstable air and low-level vertical wind shear were favorable for bow echo occurrence. Radar data analyses showed that there were three different scale bow echoes which caused the severe convective weather. The first two were made by a merger of echo blocks and short echo line, then combined into echo line which evolved into the last larger-scale bow echo and comma echo. Bow echo has the 60 dBz, 14 km top height, 55 kg/m² vil, RIN, intensive reflectivity in the leading edge and WER. On velocity image, bow echo has RIJ corresponding to the cyclonic and anticyclonic wind field, low-level meso- γ -scale vortexes. Severe wind and rainstorm occurred in each stage of bow echo. The interaction of cold front and cyclonic stream field caused meso-scale low-pressure which makes the north of bow echo to move cyclonic and played a primary role in comma echo occurrence.

Key words: Bow echo; RIJ; Meso-scale low pressure; Severe convection

(上接第 305 页)

The Statistic Characteristics of Southwest China Vortex and its Effect on Precipitation of Hubei Province

GAO Zheng-xu¹, WANG Xiao-ling², LI Wei-jing³

(1. Wuhan Regional Climate Center, Wuhan 430074; 2. Wuhan Central Meteorological Observatory, Wuhan 430074;

3. National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract: Use the objective analysis and statistical result based on a long time series data, southwest vortex's climate character has been revealed. Southwest vortex's analysis shows that using reanalysis data to analyse southwest vortex's statistic character is feasible, which can reflect the climate state character of the southwest vortex, and consistent with the observed fact. When an exception occurs on southwest vortex, upper westerly jet's location will be changed obviously, when southwest vortex generated more than normal the corresponding westerly jet drifts to the northern side, the reverse is also true. The analysis on the relation between the precipitation and southwest vortex's counts shows that they have a high correlation, and the correlation coefficient in most parts of the province has reached 0.35, especially has the indication to anomaly precipitation. Besides, the southwest vortex and SST have a high correlation.

Key words: Southwest China Vortex; Westerly jet; Anomaly precipitation