

影响华南地区西南低涡及致洪低涡活动的统计研究

刘国忠^{1,2} 丁治英¹ 贾显锋³ 莫 蕊²

(1. 南京信息工程大学大气科学系, 210044; 2. 广西百色市气象局;
3. 广西柳州市气象局)

提 要: 利用 1996—2005 年近 10 年的 MICAPS 和 NCEP $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 再分析资料, 对影响华南地区的西南低涡以及致洪低涡活动进行系统性的统计研究, 给出影响低涡活动的频率、集中生成地、移动路径、生成和移动过程中的强度、影响时的生命史、平均环流场、降雨特点等气候特征, 建立影响低涡致洪暴雨天气系统配置及其模式图, 为华南地区低涡及其致洪暴雨预报提供依据。

关键词: 西南低涡 致洪低涡 暴雨

The Statistical Research on Activity of Southwest Vortex and Flood-producing Vortex Influencing South China

Liu Guozhong^{1,2} Ding Zhiying¹ Jia Xianfeng³ Mo Rui²

(1. Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University of Information Science & Technology, 210044;
2. Baise Meteorological Office of Guangxi; 3. Liuzhou Meteorological Office of Guangxi)

Abstract: MICAPS data and NCEP $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ reanalysis data during the period of 1996—2005 are used to make statistical research on the activity of southwest vortex and flood-producing vortex influencing South China. The climatic features such as frequency of vortex activity, genesis, movement track, and intensity during the genesis and moving process, and its lifetime, average circulation field, and precipitation features are investigated. And the allocation of influencing flood-producing synoptic system and its model graph are offered to provide basis for forecasting vortex and flood-producing heavy rainfall in South China.

Key Words: southwest vortex flood-producing vortex heavy rainfall

本文受国家基础研究发展项目规划“973”(No. 2004CB418303, No. 2004CB418304)资助

收稿日期: 2006年9月11日; 修定稿日期: 2006年11月24日

引 言

西南低涡是我国最强烈的暴雨系统之一,就它所造成的暴雨天气的强度、频数和范围而言,仅次于台风及残余低压,是重要性位居第二的暴雨系统^[1-4]。由于西南低涡在暴雨形成中的重要作用,气象工作者十分重视对西南低涡的研究^[5]。陈忠明^[6,7]等对西南低涡的活动进行了统计分析,揭示了西南低涡活动的主要气候特征。高守亭等^[8]从环流与地形的相互作用方面对西南低涡活动的气候特征进行了动力学研究,较好地解释了初夏低涡发生频繁的气候特征。多数研究主要侧重于西南低涡的成因、结构及特殊天气个例方面,对影响华南地区的西南低涡(简称影响低涡)的气候特征和机理缺乏系统性的分析。因此,有必要对影响低涡进行系统性的

研究,提高对影响低涡及其强降水的预报能力。

1 影响低涡活动的特征

采用文献^[6]的定义,规定在 700hPa 生成于 $26^{\circ}\sim 33^{\circ}\text{N}$ 、 $100^{\circ}\sim 108^{\circ}\text{E}$ 范围内至少有一根闭合等高线的气旋环流称为西南低涡,同一气旋环流连续出现在两个观测时次以上作为低涡过程统计。将移入 $20^{\circ}\sim 29^{\circ}\text{N}$ 、 $105^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 范围内西南低涡或由于西南地区切变线移入该区域加强而形成的低涡定义为影响低涡。

1.1 影响低涡活动频率

利用 1996—2005 年 4—9 月的 MICAPS 资料,对 700hPa 天气图进行了普查统计,将影响低涡统计于表 1。

表 1 历年 4—9 月影响华南地区的西南低涡个数

	4	5	6	7	8	9	合计
1996	1	0	0	0	0	0	1
1997	2	1	1	1	0	0	5
1998	2	0	2	2	1	0	7
1999	1	1	1	4	0	0	7
2000	0	0	1	1	1	0	3
2001	0	1	1	1	1	0	4
2002	0	0	5	3	0	0	8
2003	0	0	2	0	0	0	2
2004	0	0	1	3	0	0	4
2005	2	2	6	1	0	0	11
合计(%)	8(15%)	5(10%)	20(38%)	16(31%)	3(6%)	0(0.0%)	52

从表 1 中可以看出,影响低涡共 52 个,平均每年 5.2 个。最多年份出现 11 个(2005 年),最少年 1 个(1996 年)。华南地区在影响低涡多发年前汛期出现了大范围的洪涝灾害,在影响低涡少发年前汛期出现了高温干旱。由此可见影响低涡的活动频度与前汛期旱涝灾害有一定的相关性。52 个样本按月统计,以 6 月最多,7 月为其次,4 月也相对较多,此 3 个月占总数的 84%,9 月份没有影响

低涡。

1.2 影响低涡生成地和移动路径

为了弄清影响低涡活动规律,点绘了历次个例从生成到消失的路径图,并统计了发生地,给出集中生成地和平均路径图(图 1)。如图 1 所示,主要源地有川西南、川西及西北、川中东及重庆、川黔渝交界等四个原生成地;滇黔桂交界和湘黔桂交界等两个切变线

移入加强生成区。其中川西南发生频率最高,一共发生了 19 次,占总数的 37%,川中东及重庆最少为 2 次。移动路径有较为集中的三条:一条是经由贵州东部至湖南、江西的东南偏东路径;一条是经由贵州中部至广西东部至广东中部的东南路径;一条是经由贵州西部至广西西部至广西沿海的东南偏南路径。其中以东南偏东路径和东南偏南路径最多,各为 17 次,其次为东南路径 9 次,其余为原地生消和不规则路径共为 9 次,有规律移动低涡共 43 例,占到了总数的 83%。由此可见,影响低涡以有规律的移动型低涡为主。三条主要路径的低涡源地都以川西南为最多。

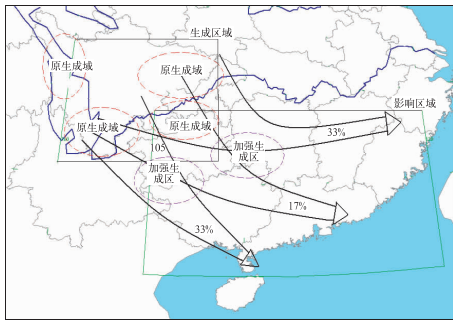


图 1 影响低涡源地及移动路径图

2 影响低涡的环流背景

为了弄清影响低涡活动时的大气环流特点,从 52 例中选出具有强降水的东南偏东、东南和东南偏南路径各 3 例,利用分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ NCEP 资料,分别制作出各路径的 500hPa、700hPa 高度场平均合成图,图 2 给出了东南偏东路径 500hPa 和 700hPa 高度场合成图。

影响低涡活动时,三种路径的 500hPa 和 700hPa 平均环流形势有诸多共同的特征。西太平洋副热带高压中心均位于日本以南偏东南洋面上,西伸脊线位于 15°N 附近,5880gpm 线西段位于 22°N 以南。亚欧大陆北部为一宽广的低槽区控制。东亚地区环流

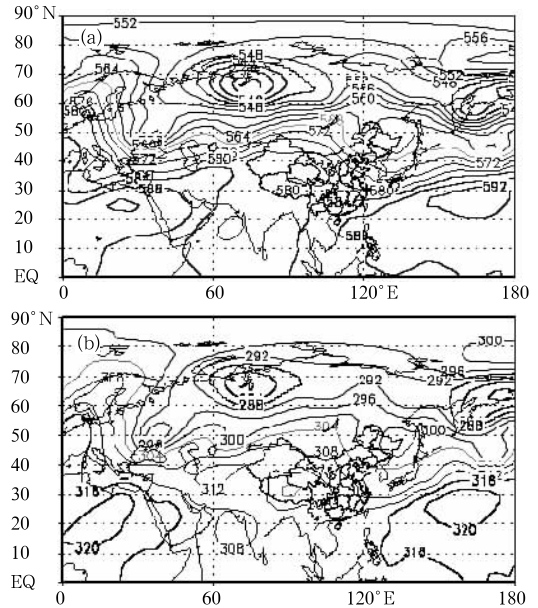


图 2 东南偏东路径 500hPa(a)和 700hPa(b)高度场合成图

较为平直,西风带有小槽。平均槽区在我国东北至朝鲜半岛、孟加拉湾、中亚南部至四川盆地等。这一环流背景下,西南低涡容易频繁生成,东移影响华南地区,而且副热带高压西北侧的西南气流和低纬槽前的西南气流结合,为华南地区大范围的强降水创造有利的水汽条件。

各路径低涡活动时的平均环流的差异也是相当明显的。如图 2,东南偏东路径的低涡活动时,日本以东的中高纬度地区的环流较为平直,在日本以东洋面上呈现出较弱的高压脊,西太平洋副热带高压虽然位置偏南,但控制的范围广,5880gpm 线西伸至中南半岛中北部上空,副高中心强度强。500hPa 和 700hPa 的低槽区主要位于高原至四川盆地一带。东南路径的低涡活动时(图略),日本以东的洋面上呈现出较强的隆起的高压脊,起到对上游天气系统的阻挡作用,西太平洋副热带高压西段位置偏南,西伸的 5880gpm 线处于中南半岛以南,副高中心强度偏弱。500hPa 和 700hPa 的低槽区主要位于中亚南

部至四川盆地一带。东南偏南路径的低涡活动时(图略),日本以东的洋面上也呈现出较强的隆起的高压脊,与东南路径比位置稍偏南,西太平洋副热带高压西段位置更为偏南,西伸的 5880gpm 线处于菲律宾南部一带。500hPa 和 700hPa 的低槽区主要位于高原至四川盆地一带,孟加拉湾为较深的低槽区。

由以上分析可见西太平洋副热带高压的西段偏南,易导致西南涡南移,西段偏北则低涡易东南或东移。另外孟加拉湾的低槽对低涡的南移也有较大的影响。

3 影响低涡与降雨的关系

为研究低涡移动与降水走向的关系,点绘了历次个例的移动路径和降水图,绘制出雨区走向以及强降水中心的分布图(图 3)。如图 3 所示,与三条主要低涡影响路径相对应,有三条明显的雨带存在。一条雨带与东南偏东移低涡路径一致,雨带出现在贵州东部、广西东北部、广东东部和北部以及湖南、江西、福建的中南部一带,强降雨中心主要出现在粤桂湘、粤桂交界、江西和福建南部一带,该条雨带的范围最大,出现的频率最高,影响地区最广。另一条雨带与东南移低涡路径一致,雨带出现在贵州、广西中东部及广东境内,强降雨中心主要出现在粤桂交界、广东阳江至珠江口,也可在滇黔桂交界造成强降雨。第三条雨带与东南偏南移低涡路径一

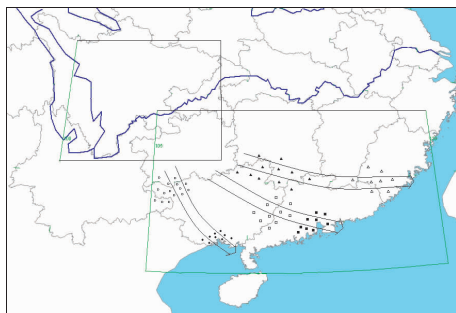


图 3 雨区走向和强降雨中心图

致,雨带出现在贵州、广西中西部和南部及海南岛一带,强降雨中心主要出现在滇黔桂交界、广西沿海。后两条雨带的范围较小,出现的频率较低,影响的地区较小,尤以第三条路径雨带范围最小,出现的频率最低。

4 致洪低涡暴雨

利用 MICAPS 资料将带来致洪暴雨的低涡统计于表 2。如表 2 所示,52 例中产生致洪暴雨的低涡有 13 例。东南偏东路径 5 例,东南路径 4 例,东南偏南和特殊路径各 2 例,其中东南偏东和东南路径占 70%,是产生低涡致洪暴雨的主要路径。7 月出现 6 例,6 月出现 5 例,4 月和 5 月各出现 1 例,其中 6 月和 7 月占 84%,是产生低涡致洪暴雨的主要月份。为了弄清低涡致洪暴雨的特征,对各路径的致洪低涡暴雨分别进行综合分析,得出了各路径致洪低涡暴雨产生时的模式图(图 4、5、6)。

表 2 致洪暴雨的低涡统计

月份	东南偏东	东南	东南偏南	特殊路径	合计
4		1			1(8%)
5	1				1(8%)
6	1	2	2		5(38%)
7	3	1		2	6(46%)
合计	5(38%)	4(32%)	2(15%)	2(15%)	13

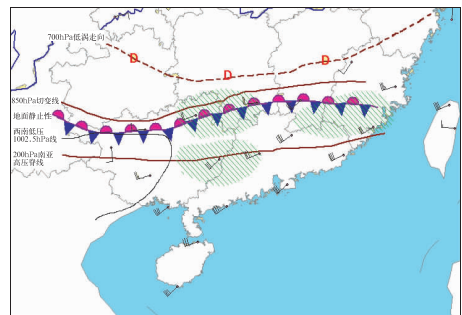


图 4 东南偏东路径致洪低涡暴雨模式图

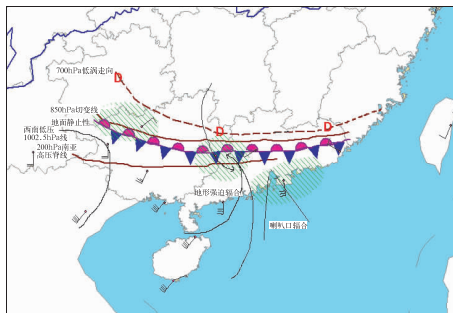


图 5 东南路径致洪低涡暴雨模式图

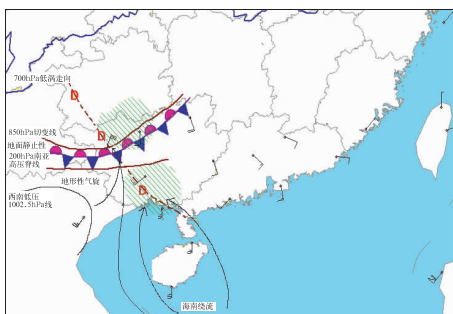


图 6 东南偏南路径致洪低涡暴雨模式图

4.1 东南偏东路径致洪低涡暴雨

东南偏东路径 5 例致洪低涡中,生命史为 60h、96h、108h 各一例,72h 为 2 例,生命史均较长。5 例低涡均给华南中北部带来了大范围区域性致洪暴雨。如图 4 示,当 700hPa 的低涡取东南偏东路径时,华南中东部处于 500hPa 高空槽前。西南低压(夏半年在我国西南部和中南半岛北部交界一带,经常会出现一个地面浅薄的暖性低压系统,俗称之)东北扩至广西中西部一带稳定维持,在带来能量的同时阻挡南下的天气系统使其主要维持在华南中东部一带。200hPa 南亚高压脊线由高原东伸南移并从西到东贯穿整个华南上空,高层的辐散叠加在低层低涡和西南季风活跃区的辐合之上,由于上下层的耦合作用,维持了大范围上升运动。850hPa 的切变线和在切变线稍南面的地面静止锋或冷锋从华南北部一带缓慢南移,有“穿心”型

锋面低涡结构,低涡、切变线和静止锋或冷锋经过华南北部的南岭山脉和武夷山脉下坡得到进一步加强。850~500hPa 在华南南部一带出现西南风急流区,急流输送的暖湿气流遇到北部的山脉受到阻挡而迅速抬升。由于山脉的地形作用,当粤桂湘交界、江西和福建南部、粤桂交界等地处于低涡的南侧和急流轴左侧时,会在该地区产生突发性的大范围强降水,从而导致华南北部和中东部洪涝灾害。

4.2 东南路径致洪低涡暴雨

东南路径 4 例致洪低涡中,生命史为 24h 和 84h 各一例,48h 为 2 例。其中生命史为 24h 的低涡在广西中部产生了局地性的致洪暴雨,1 例生命史为 48h 的低涡在贵州与广西西部交界产生了局地性的致洪暴雨,其余 2 例给华南地区的中东部带来了区域性致洪暴雨,产生区域性致洪暴雨生命史长于 48h。如图 5 所示,当 700hPa 的低涡取东南路径时,华南大部处于 500hPa 槽前。西南低压控制广西西南部。200hPa 华南中西部上空处于反气旋曲率较大位置。850hPa 也存在“穿心”型锋面低涡结构,低涡、切变线和静止锋或冷锋从华南中部的丘陵地带向珠江平原下坡得到进一步加强。850~500hPa 在华南南部一带出现西南偏南风急流区,急流输送的暖湿气流沿着珠江口的喇叭型地形北上辐合,从而导致华南中东部洪涝灾害。

4.3 东南偏南路径致洪低涡暴雨

东南偏南路径 2 例致洪低涡中,生命史为 72h 和 132h 各一例,其中生命史为 132h 的低涡在华南西部产生了局地性的致洪暴雨,生命史为 72h 的给华南地区的中西部带来了大范围区域性致洪暴雨。如图 6 所示,当低涡取东南偏南路径时,华南中西部处于 500hPa 槽前。西南低压退至中南半岛北

部,南下的天气系统可以移过整个华南地区。200hPa 南亚高压脊线东南移至华南西部,华南西部上空处于反气旋曲率较大位置。地面静止锋或冷锋从华南西北部一带缓慢东南移,850hPa 低涡与锋面、切变线也构成“穿心”型锋面低涡结构,低涡、切变线和静止锋或冷锋从云贵高原下坡得到进一步加强。由于滇黔桂交界的地形性小涡旋和广西沿海为海南岛绕流辐合处^[9],当滇黔桂交界、广西沿海位于低涡的东侧和南侧时,会产生突发性的的大范围的强降水,从而导致华南中西部和沿海洪涝灾害。

5 结 论

从以上对低涡的统计分析,得到如下主要结论:

(1) 影响低涡主要出现在华南地区前汛期的 6—7 月份,尤其以 6 月份最多。低涡活动的频率与前汛期旱涝有一定的相关性。

(2) 影响低涡生成地有较为集中的 6 个地域,以川西南为最多,川中东及重庆最少。影响低涡以规律性移动低涡为主,有三条主要的移动路径,与移动路径相一致有三条雨区。由于受低涡移出、锋面扰动等外部移入型中尺度系统和特殊地形产生的中尺度系统影响,有较为集中的 6 个强降雨中心。

(3) 在移动过程中维持和发展的低涡,

才会带来大范围的致洪暴雨。低涡致洪暴雨以东南偏东和东南路径为主,发生于 6—7 月,西南涡维持时间大于 48 小时。致洪雨区位于高空槽前,200hPa 南亚高压脊线的附近或反气旋曲率中,雨区偏南时西南低压南压;850hPa、地面各有“穿心”型锋面低涡结构和西南风急流,各路径暴雨对应不同的华南复杂地形的影响。

参考文献

- [1] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理及方法[M]. 北京:气象出版社,2000:366-372.
- [2] 卢栖华. 西南低涡概论[M]. 北京:气象出版社,1986:1-270.
- [3] 陶诗言主编. 中国之暴雨[M]. 北京:科学出版社,1980:196-199.
- [4] 王作述,汪迎辉,梁益国. 一次西南低涡暴雨的数值试验研究[C]. 暴雨科学、业务试验和天气动力学理论的研究. 北京:气象出版社,1996:257-267.
- [5] 陈忠明,闵文彬,崔春光,等. 西南低涡研究的一些新进展[J]. 高原气象,2004,23(增刊):13-19.
- [6] 陈忠明,缪强. 长江上游区域性暴雨发生前的中尺度特征[J]. 气象,2000,26:15-18.
- [7] 陈忠明,闵文彬. 西南低涡的统计研究[M]. 见:陶诗言,陈联寿,徐祥德等主编. 第二次青藏高原大气科学试验理论研究进展. 北京:气象出版社,2000:368-378.
- [8] 徐祥德,高守亭. 外源强迫与波流作用动力学原理[M]. 北京:海洋出版社,2002:172-183.
- [9] 吴恒强,高安宁,梁隽玫.“98.6”广西特大致洪暴雨过程的中尺度系统概述[J]. 广西气象,2001,3:10-16.