

大江截流期间历年强降水过程的天气系统分析

郭进修 杨克明 陈秀凤

(中央气象台,北京 100081)

提 要

该文利用历史天气图资料,统计了1961—1994年10月至次年1月逐次强降水过程,分析了强降水过程的影响天气系统特征及演变规律,其结果有助于实时预报业务和做好长江三峡工程大江截流的气象保障工作。

关键词: 大江截流 环流形势 天气系统

引 言

三峡库区的强降水天气过程是造成该区高水位、大流量之原因,会给大江截流工程施工带来许多困难,为了确保工程的顺利建设,探讨强降水的发生发展并从而做好其预报服务尤为重要。根据截流需要,我们选取了库区附近的奉节、万县、宜昌、绿葱坡、恩施和五峰6个站,并规定连续5天以上、单站日(08—08时)降水量为10—24.9mm或单站日降水量 ≥ 25 mm为一次单站强降水过程;1天有3站降水量 ≥ 25 mm或连续5天以上有任意3站降水量为10—24.9mm为一次区域性强降水过程。据此,我们普查了1961—1994年1、10、11和12月的历史天气图资料,对单站和区域性的强降水过程进行了分析。

1 强降水过程概况

在1961—1994年的34年中,1、10、11和12月库区共出现强降水过程53次,年平均1.56次,其中单站强降水过程有33次,占62%,区域性强降水过程20次,占38%(表略)。主要发生在10月,达46次,其次是11月,有5次,12月和1月各一次。强降水过程出现最多年份是1982年,为4次。1968、1969、1978、1979和1991年均未出现强降水过程。强降水过程维持2天的有17次,占

32%,维持3天的10次,占19%,4天的14次,占26%,5天、6天和7天各有5次、4次和3次,分别占9%、8%和6%。可见,强降水过程通常持续2—4天,占总数的77%。区域性强降水过程中,最大日降水量达到大雨标准的有10次、暴雨8次、大暴雨仅2次,两次大暴雨分别发生在1983年10月6日(112mm)和1989年10月26日(102mm)。单站强降雨过程中,最大日降水量达大雨标准的有29次,暴雨有4次。

2 强降水过程的影响天气系统

2.1 500hPa影响天气系统

500hPa上,强降水过程的影响天气系统主要是四川境内的西风低槽,它单独或与其它系统共同作用产生强降水过程共48次,占影响天气系统的91%。由单一西南气流中的扰动造成的强降水过程有3次,占6%;此外,有2次强降水发生在副热带高压边缘地区,占3%。48次西风槽的强降水有19次为区域性强降水过程,29次是单站强降水过程,而8次西南气流的强降水有5次是单站,3次是区域性强降水过程。副高边缘的强降水过程中,单站和区域性强降水过程各出现1次。

2.2 700hPa影响天气系统

700hPa 上,产生强降水过程的影响天气系统共 64 次,其中低涡切变线出现了 23 次,占总影响系统次数的 36%,其中 8 次为区域性,15 次是单站强降水过程。占总次数 25% 的 16 次切变线中,区域性和单站强降水过程为 7 次和 9 次。15 次西风槽(约占 24%)引起了 3 次区域性、12 次单站强降水过程,这三种影响系统占总数 85%,是 700hPa 图上的主要影响系统。西南气流和单独低涡仅有 6 次和 4 次,分别占 9% 和 6%,各造成 2 次区域性、4 次单站和 2 次区域性、2 次单站强降水过程。

2.3 850hPa 影响天气系统

850hPa 上的影响天气系统共出现 54 次,其中低涡切变线有 31 次,占总数的 58%,为最常见的影响系统。切变线 12 次,占 22%,为次多。西风槽和高压底部偏东气流各有 4 次,均占 7%。单独低涡 3 次,占 6%,为最少。

低涡切变线引起了 11 次区域性和 20 次单站强降水过程,切变线引起了 5 次区域性和 7 次单站强降水过程。受西风槽影响,区域性和单站强降水过程的各有 2 次。高压中心在 35°N 附近东移,库区处于高压底部偏东气流的 4 次强降水过程都是单站强降水过程。3 个单独低涡使之出现 1 次区域性、2 次单站强降水过程。

2.4 地面影响天气系统

冷锋是造成库区强降水过程最多的地面天气系统,共出现 44 次,占总数的 68%,其中 19 次出现了区域性强降水过程,25 次出现单站强降水过程。其次是 10 次静止锋,占总数的 16%,它引起了 3 次区域性、7 次单站强降水过程。西南倒槽控制库区也出现了 5 次区域性,4 次单站强降水过程,这 9 次西南倒槽占地面影响系统总数的 14%。另外还有 1 次是冷锋已移到库区以南,库区处于锋后高压底部偏东气流中出现的单站强降水过程。

3 主要影响天气系统的分析

在 1961—1994 年的 34 年中,造成库区强降水过程的影响天气系统在对流层中低层

主要是低涡切变线、切变线和西风槽。另外,1983 年 10 月 5—7 日出现了历年最强的一次降水过程,低涡切变线、低空西南急流是主要的影响系统。下面分析这些影响天气系统产生的环流条件、系统演变和降水的发生发展。

3.1 低涡切变型

3.1.1 环流形势特征

在亚洲西风带环流中,对流层中低层出现低涡切变线时,500hPa 有两种形势:

一种为两脊一槽型(图 1)。两个高压脊分别位于西西伯利亚平原西部以西和贝加尔湖以东地区,中西伯利亚南部到我国西北地区为长波槽区。在中低纬度上有两个槽,南支绕青藏高原以南,在孟加拉湾形成低槽,此槽与中西伯利亚南部的低槽同位相,另一个影响槽位于陇东到四川盆地一带。副热带高压呈带状分布在华南南部以南到中南半岛地区,或呈块状稳定在南海到中南半岛。

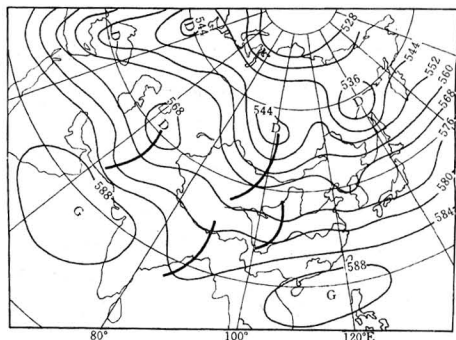


图 1 低涡切变线型 500hPa 二脊一槽环流形势

另一种为一脊两槽型(图 2)。此型高压脊位于中西伯利亚,两个低槽分别位于乌拉尔山到西西伯利亚和俄罗斯远东到我国东北地区。中低纬度上,孟加拉湾为低槽区,影响槽位于青海湖以东至四川盆地,副热带高压呈带状并分布在华南以南至中南半岛地区。

3.1.2 低涡切变线的形成

在上述两种环流形势下,库区强降水发生前 2—3 天,700hPa 上从西伯利亚低槽中分裂短波槽沿中纬度锋区向偏东方向移动。在东移过程中,因西风带风速的差异,短波槽北段移速快南段慢,逐步在西北地区东南部

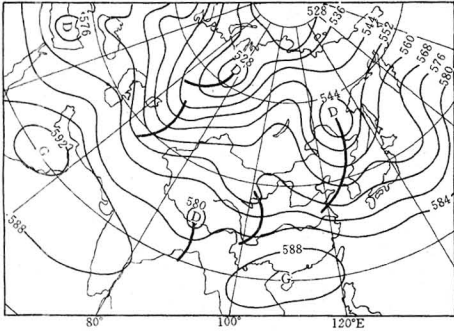


图2 低涡切变线型 500hPa 一脊二槽环流形势到四川盆地一带上空形成东北西南向或东西向的切变线与西南低涡相连,或在切变线上辐合最强的地方新生一个低涡,形成低涡切变形势。

3.1.3 降水的发生发展

当短波槽移到四川盆地时,槽后冷空气与副热带高压西北侧暖湿气流在川东、鄂西南一带地区交汇,库区开始出现降水,以小雨为主。当低涡切变线形成,降水加强发展,强降雨主要出现在冷暖切变线和低涡组成的交汇点的东南侧或冷切变线和低涡的东南侧,即 700hPa 低涡切变线南侧 2—3 个纬度内。冷空气沿小槽后部西北气流向东南方向移动侵入低涡,促使低涡东移。当系统移出鄂西,冷切变线一般逆转,暖切变加强,多在地面图上诱生出一个温带气旋。其后短波槽后偏北气流加强,低涡切变线东移南压,当 700hPa 冷切变线移出库区,降水减弱停止。

3.2 切变线型

3.2.1 环流形势特征

该型的亚欧中高纬度 500hPa 环流形势也可分为两种:

一种为二槽二脊型的环流特征(图 3),两个高压脊分别位于欧洲和贝加尔湖附近,两个低槽分别位于西西伯利亚和俄罗斯远东地区,中低纬度也有两个低槽,影响槽位于河西到川西高原东侧,另一低槽位于巴尔喀什湖西侧,副热带高压呈带状分布在华南和江南大部地区。

另一种为二槽一脊型的环流特征(图 4),该型中高纬度上的长波脊位于亚洲西部,

长波槽位于欧洲和亚洲东部。中低纬度上,西风带在伊朗、青藏高原分支,北支在新疆西部有一低槽,南支较弱,影响槽位于河套到川西高原,副热带高压呈纬向分布控制着淮河以南大部地区。

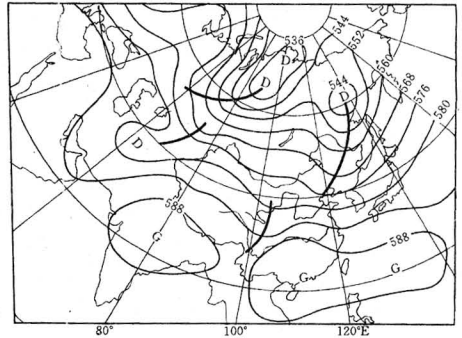


图3 切变线型 500hPa 二槽二脊环流形势

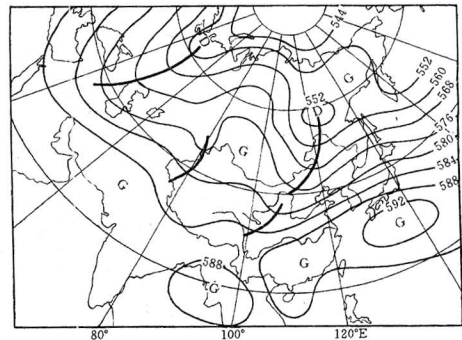


图4 切变线型 500hPa 二槽一脊环流形势

3.2.2 切变线的形成

在上述两种环流形势条件下,纬向副热带高压强而稳定,并控制着我国南方大部地区,当中高纬度长波形势发生调整、在亚洲中纬度有短波小槽携带冷空气东移时,因受副热带高压阻挡,小槽南段移速减慢,在淮河至四川盆地一带的对流层中低层顺转形成一条准东西向的冷切变线。在 700hPa 上,低槽后部常有小高压从河西走廊随低槽东移,高压南侧的偏东风与副热带高压西北侧的西南风在川东至鄂西一带形成一条暖切变线。当 500hPa 副热带高压和西风带环流形势稳定,700hPa 上的北方小高压东移缓慢或稳定少动时,则切变线维持。

3.2.3 降水的发生发展

切变线形成后,四川东部处在锋前倒槽内或高压底部,库区即开始降水,但这种只靠切变线两侧气流辐合上升形成的降水,在秋冬季节一般为小—中雨,强度不大。当中纬度短波小槽移到青藏高原东侧,携带新的冷空气影响,而此时副热带高压加强,对流层中低层切变线的辐合加强,地面图上北来的冷锋蜕变成静止锋位于库区时,降水强度加大,一般可达中—大雨,有时局部地区还可出现暴雨,雨区分布在切变线南侧和静止锋锋面附近。当亚洲中高纬度偏北气流加强,锋区南压,副高东退,地面锋面南移,切变线南移出库区时,降水也随之东移南压,库区降水停止。

3.3 低槽型

尽管500hPa的西风槽是造成强降水的主要天气系统,但由于500hPa的低槽向下伸展越来越不清楚。但当500hPa低槽较强时,对流层低层表现为低槽造成的强降水也占有相当比例,其演变特征如下:

分析对流层中低层的低槽引起库区强降水过程表明,该型亚洲500hPa高纬度主要是低压区,只是低压的位置偏北或偏南有所差异。但是中纬度的环流形势与前两型有根本不同,表现为槽脊的经向度较大。按中纬度环流和低槽演变特征可分为低槽东移和低槽补充替代型两种。

500hPa上,低槽东移型的影响槽位于河西至川西高原一带(图5),此槽是从新疆一带东移发展而来,槽前西南气流伸展到偏北位置,暖平流和槽后冷平流较为清楚。副热带高压控制着江南中部以南地区。在700hPa上(图略),华北中北部和东北中南部有低压生成发展,低槽从低压中心南伸到27°N附近。地面上有黄河气旋或东北低压生成发展。实际上这是我国出现大范围降水的形势,当低槽在新疆时,新疆北部就有降水相伴,随着低槽的东移发展,西北地区东部和我国东部地区出现降水并加强。三峡库区一般处于槽底附近,主要降水位于其以北地区,仍能出现大雨,有时暴雨。当低槽移到高原东部时,库

区处于西南气流之中,降水即开始,当低槽逼近时,降水加强。随着低槽继续东移,地面冷锋南压移出库区,降水停止。降水时段只维持2—3天。

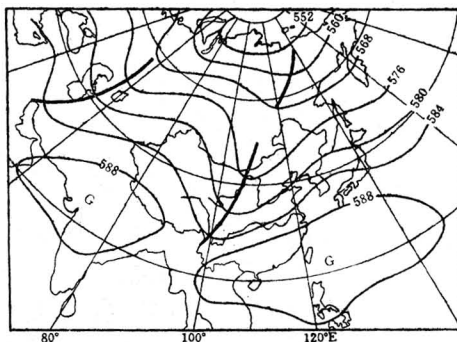


图5 中纬度低槽东移500hPa环流形势

从低槽补充替代型500hPa环流形势图(图6)中可见,我国西北地区到欧洲北部为一支西北气流,影响槽亦在河西至川西高原,槽前的西南气流伸展位置也同样偏北,副热带高压也控制着江南中部以南地区。由于亚洲北部低压旋转,使西伯利亚北部有低槽沿西北气流快速向东南方向移动,当移至华西地区时,替代了原川西高原的影响槽,此槽北缩减弱东移。

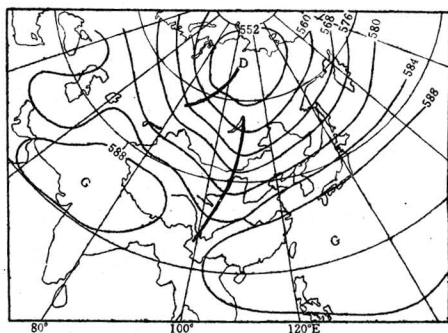


图6 低槽补充替代型500hPa环流形势

当第一个影响槽移到四川盆地西部时,库区出现降水,低槽逼近时,降水加强。由于此槽北缩减弱东移,且替代槽南下速度很快,当库区降水还在持续时,替代槽又给库区带来了降水,因此这种形势下库区降水时间较长。

3.4 个例分析

3.4.1 降水实况

1983年10月5—7日,三峡库区出现了历年秋冬季节罕见的一次强降水过程。4日08时—5日08时,库区处于秦岭至淮河流域主要雨带的南边界,出现小—中雨,5日08时—6日08时,主要雨带位于三峡库区至江淮一带,库区普遍下了暴雨,局部大暴雨,6日08时—7日08时,库区暴雨维持,7日降水南压移出库区。6站过程总降水量分别为:绿葱坡 202、宜昌 152、奉节 146、万县 133、恩施 115、五峰 94mm。

3.4.2 环流和主要影响系统

这次强降水过程发生在中高纬中西伯利亚为长波脊、鄂霍次克海和乌拉尔山一带为长波槽的一脊两槽形势下,中纬度低槽东移强烈发展,副热带高压较强、其西北侧的西南气流将水汽不断地输送到库区,对流层低层新生低涡切变和地面冷空气南下共同影响产生的。

过程前,500hPa上,巴尔喀什湖西侧有一分裂的小槽东移,4日当小槽移到新疆中部时,威海附近低槽西退,致使巴尔喀什湖到蒙古西部高原一带逐渐建立起高压脊,分裂小槽在脊前东移显著向南加深,使4日位于黄淮、秦岭、四川盆地西部一带的588线南退,6日已位于长江中下游以南地区。700hPa上,316线6日已南撤到江南北部,与此同时,东移加深的低槽与原在四川盆地的低涡

切变线相连接,在华西地区形成“人”字型低涡切变线,并在副热带高压西北侧的长江中游以南的大部地区相继出现了一支风速为 $12-18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西南急流。在地面图上,4—6日有一条静止锋维持在库区南侧,库区附近东风持续稳定。5—6日,当低槽后部偏北气流沿青藏高原东侧南下与西南急流交汇在库区及以东地区时,暴雨产生并出现在低空急流轴线左前方切变涡度最大的三峡库区、鄂东和皖南等地,7日,当700hPa冷切变线移到黄河下游、鄂东至黔南一带时,库区处于槽后偏北气流之中,降水东移南压。

4 小结

通过对大江截流期历年强降水过程的天气系统分析,可得到以下主要结果:

4.1 34年中大江截流期间三峡库区共出现53次强降水过程,年平均1.56次。强降水过程生命史一般2—4天。

4.2 造成三峡库区强降水过程的主要影响天气系统在500hPa上是西风槽,700和800hPa上是低涡切变线、切变线和西风槽,地面上是冷锋和静止锋。

4.3 强降水过程的影响天气系统主要是低涡切变、切变线和西风低槽,它们在有利的天气形势下发生发展。强降水主要出现在700hPa上冷暖切变线和低涡组成的交汇点的东南侧或冷切变线和低涡东南侧的2—3个纬度内或西风低槽附近。天气系统移出库区,降水东移南退,原地减弱的很少。

The Synoptic Systems during Heavy Rainfall from Oct. to Jan. between 1961 and 1994

Guo Jinxiu Yang Keming Chen Xiufeng

(National Meteorological Centre, Beijing 100081)

Abstract

The features and evolution regularities of synoptic systems during heavy rainfall were analysed statistically using weather data from Oct. to Jan. between 1961 and 1994. The results are helpful to operational weather forecast and meteorological guarantee for damming Changjiang in Sanxia Area.

Key Words: dam a river circulation types synoptic systems