

2001年5月云南罕见强降水天气过程的成因

普贵明 鲁亚斌 海云莎

(云南省气象台,昆明 650034)

提 要

导致2001年5月云南5次强降水和5月降水特多的原因,主要是由于500hPa青藏高原东南侧多次生成的横切变与副高外围西南暖湿气流和地面弱冷空气影响所致。伊朗高压快速东移上青藏高原,促使500hPa和700hPa高压环流长时间盘踞在青藏高原上,冷空气和高原横切变不断影响云南,是云南雨季特早和强降水形成的主要原因。

关键词: 高原横切变 西南急流 雨季 洪涝

引 言

云南省5月降水多寡,雨季早迟,直接关系到全省粮食产量的丰歉和城市供水等关键性问题。云南的第一场全省性大雨一般在5月20日前后出现,而在5月中旬前连续出现3场全省范围的大雨、暴雨实属少见,且在5月出现5场全省性强降水过程更是打破1949年有气象资料以来的历史纪录。本文通过对天气形势、涡度、散度、水汽通量散度等物理量的分析研究,得出了一些结论,对提高短期天气预报能力有一定的指导意义。

1 2001年5月云南降水概况

2001年5月云南除东北部的昭通地区外,先后出现了1949年以来罕见的大雨、暴雨和连阴雨天气过程,以20时的日雨量为标准,5次大范围降水天气过程分别出现在5月10日、13日、14日、28日、31日,其中13~14日、31日的全省强降水天气过程,持续时间长,降水范围广,31日的强降水天气到6月2日才结束,出现了连续3天全省性暴雨过程。5月全省共出现大雨251县次,暴雨48县次,大暴雨2县次(分别是5月26日马关县101.7mm、5月27日河口129.2mm),

其中大雨次数突破了云南历史纪录(1990年202县次),大暴雨及暴雨县次分别仅次于1994年5月的4县次及1990年5月的61县次,均排历史第二位。

5月除昭通地区降雨量较历年同期偏少外,大部地区偏多至特多(详情见图1),其中大理州、楚雄州、丽江地区南部的降水量比历年5月偏多3倍,大理州的宾川县较历年同期多5倍以上,昆明地区也偏多1~2倍。全省达特涝标准的有80个县(市),达洪涝标准的有89个县(市),是云南近500年来最早出现洪涝灾害的年份之一^[1],与清朝同治十年(公元1871年5月下旬)的初夏大洪灾出现

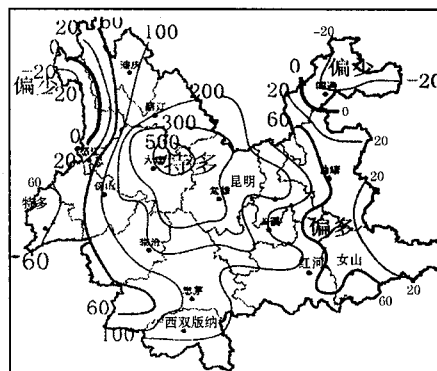


图1 云南2001年5月降水距平百分率

时间相近。

强降水最频繁的地区在滇西南、滇西,滇中以东次之,降水分布自西向东,这与云南5月降水分布为自东向西,雨季开始期自东南向西北逐渐开始的平均情况相反。

2 环流背景异常

研究认为^[2],干季和雨季相互转换是大气环流调整突变的结果,有利的西风带环流形势的配合是雨季开始不可缺少的因素。当欧亚西风带环流形势调整为两槽一脊时,乌拉尔山以东至新疆、柴达木盆地一带有高压脊建立,脊前部低槽向南加深,槽后冷平流从高原东部或四川盆地进入云南与热带季风相互作用,从而导致云南大雨、暴雨的出现和雨季开始。而且影响云南5月大雨、暴雨的主要天气系统80%为冷锋与700hPa切变线的有机配合(简称冷锋切变),切变为川滇切变线,强降雨大多从滇东北开始逐渐影响滇中以南地区^[3]。而2001年5月的主要环流背景是欧亚中高纬地区槽脊形势较历年偏弱,东亚大槽长时间(5月8~31日)维持在120°E附近,新疆、蒙古的高压偏弱,巴尔喀什湖75°E附近的低槽在东移过程中北收减弱,形成40°N以北为平直西风气流,使得欧亚中高纬很少形成强槽脊系统南下,没有形成两槽一脊形势。而是从5月9日开始伊朗高压爆发性跃踞印度北部,形成强大的青藏高原高压,并东移长时间盘踞青藏高原,高压脊轴线为东西向,随着高压脊东移,脊前冷平流加强东南移。在500hPa图上,青藏高原东南侧到川滇间多次形成横切变,持续时间都达72小时。横切变与副热带高压西侧的西南暖湿气流有机结合是云南自西向东多次出现强降水的主要天气学原因。

2.1 环流特征分析

2.1.1 500hPa环流特征

5月9日08时500hPa图上欧亚中高纬地区为较弱的两槽一脊形势,槽区分别位于120°E和85°E;脊区位于中西伯利亚到新疆,新疆盆地有5760gpm的高压环流,表明高压很弱。伊朗高压东移,中心位于30°N、85°E,中心强度5760gpm,印度季风低压位于25°N、88°E附近,有低槽。5月10日伊朗高压加强,中心为5840gpm。5月11日伊朗高压加强东伸,在拉萨、托托河形成明显的高压环流,中心强度5880gpm,5840gpm的高压环流控制柴达木盆地;高哈堤有一5800gpm低压环流,横切变位于宜宾、巴塘、林芝一线。5月12日欧亚中高纬以纬向环流为主,青藏高压快速加强东伸,5840gpm高压环流的脊点位于95°E,高压中心强度为5880gpm;印度季风低压在高哈堤附近,强度略有减弱,另在巴塘有一5800gpm低压,横切变位于成都、巴塘、林芝。5月13日伊朗高压东伸后盘踞青藏高原东南侧,5840gpm的高压中心在拉萨附近,使得青藏高原中部到南部为一完整的高压区,横切变位于恩施、宜宾、丽江、高哈堤一带,印度季风低压中心位于达卡附近。副热带高压588线的西脊点位于113°E附近,云南的西部和中部为一致的西南气流控制,腾冲、蒙自、昆明吹强西南风,风速达 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (图2)。

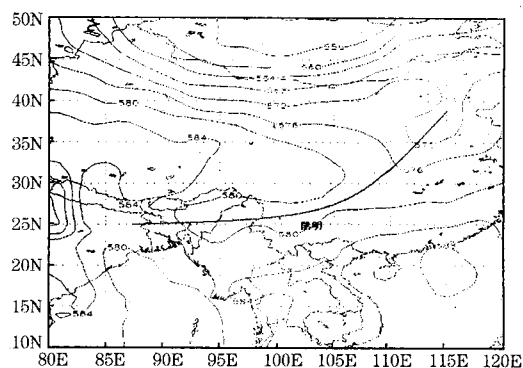


图2 2001年5月13日500hPa形势图

5月14日高压东移,5840gpm的中心位

于黑河、玉树附近,横切变位于恩施、宜宾、丽江、加尔各答,副热带高压维持。

5月15日的横切变位于恩施、威宁、丽江。随着高原上高压强度减弱,横切变在东南移过程中也明显减弱,强降水过程也随之结束。后两次(5月28日、31日)强降水出现前,在500hPa、700hPa图上的大形势和横切变位置基本同前所述。

2.1.2 700hPa 环流特征

进一步分析5月7~15日700hPa 08时高空图,发现从5月7日伊朗高压进入青藏高原,高原上一一直维持一高压环流,它的强度最强为3160gpm,最弱为3130gpm,同时在高哈堤、加尔各答一直维持一3080gpm的低压环流,切变线位于恩施、宜宾、腾冲、高哈堤,低压环流中心大多与切变线西部相连。为了更好地说明青藏高原上长时间维持的高压系统,我们对云南的5次强降水过程发生前三天700hPa 格尔木和昆明的高度进行统计(表略),可见全省强降水过程来临前三天,700hPa 高空形成明显北高南低形势,只有5月10日例外,南北最大高差达50gpm(5月7日)。在同一等压面上两地存在如此大的高差,有利于切变线南移影响云南,这是云南连降大雨的主要原因。

2.1.3 地面冷空气分析

普查5月1~31日的地面08时天气图,分析发现5月31天中有24天云南有冷空气活动,从锋面的属性和位置可定性为昆明准静止锋活动,从中高层的环流分析,我们初步认为长时间活动于元江流域的静止锋除与云南特殊的地形有关外,还与青藏高原前的西北或东北风带来源源不断的冷空气有关。

为讨论冷空气路径,我们选取了强降水前一天宜宾、西昌、昆明为代表站,统计这三站的 ΔP_{24} 的活动情况(见表1)。结果表明,

锋面在5次强降水中都在同一位置上发挥重要作用。而锋后24小时正负变压有以下规律,当锋后为正变压时西昌站数值大于宜宾站,也大于昆明站,当锋后为负变压控制时,宜宾负变压数值大于昆明、西昌,5次强降水过程中锋后西昌、昆明站3次出现较强正变压区,而宜宾的正变压弱于西昌、昆明,这也充分说明强降水发生时冷空气的路径不是从四川盆地经昭通进入云南省,而是从青藏高原东南部沿横断山脉进入滇中。这也是昭通地区降水特少的原因之一。

表1 强降水前一天锋面位置和24小时变压

日期	锋面位置	24小时变压/hPa		
		宜宾	西昌	昆明
5月9日	大理、楚雄、蒙自、那坡	+3	+6	+2
5月12日	大理、楚雄、蒙自、那坡	-1	-1	0
5月13日	大理、楚雄、蒙自、那坡	-6	-1	-2
5月27日	大理、楚雄、蒙自、南宁	+1	+2	+3
5月30日	楚雄、蒙自、南宁	-1	+1	+3

2.2 水汽通量散度、涡度分析

通过对5次强降水前一天700hPa的散度、涡度分析,我们发现在强降水发生前一天水汽通量散度的大值中心位于 $20\sim 30^{\circ}\text{N}$ 、 $90\sim 100^{\circ}\text{E}$,中心强度在 $-10\sim -30(\times 10^{-9}\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$ 左右,正好与高空图上的印度季风低压相对应,能较好的预示过程来临时的水汽含量。在对涡度场的分析中也发现在过程前一天500hPa都有 $20\sim 60(\times 10^{-6}\cdot\text{s}^{-1})$ (13、14日达到80)的正涡度区在 30°N 、 $90\sim 100^{\circ}\text{E}$ 以南和滇中地区,表明云南处于辐合上升运动区域,图3、图4是5月12日08时的水汽通量散度和涡度图。

从图可见强降水过程前一天在云南西部和西南部有水汽中心和强烈的辐合区发展。二者都是发生强降水不可少的物理条件,它在云南5月的5次强降水过程中起到了重要作用。

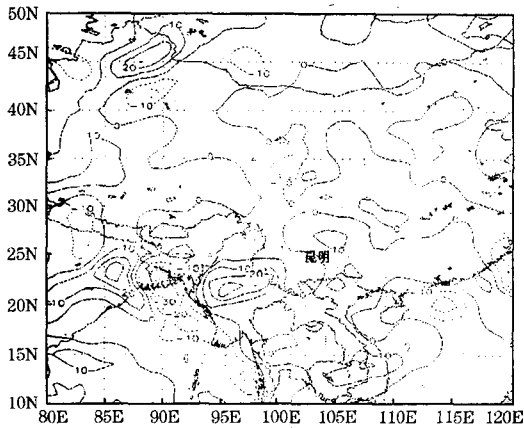


图3 2001年5月12日700hPa水汽通量散度场
(单位 $1 \times 10^{-9} \text{g/cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}$)

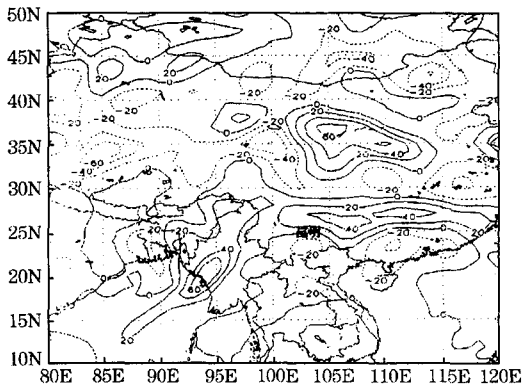


图4 2001年5月13日500hPa涡度场
(单位 $1 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$)

3 结 语

(1) 伊朗高压东伸快速跃上青藏高原而发展为青藏高压, 当它东南移时在高压东南侧形成一东北-西南向的横切变, 横切变与副热带高压外围西南暖湿气流相互配合, 并不断加强持续, 从而在云南初夏5月产生了连续性的大雨、暴雨, 并出现特早的洪涝灾害。

(2) 水汽通量散度场和涡度场计算结果表明最大中心在云南西部长期维持是云南持续强降水的原因之一。

(3) 昆明准静止锋长期维持在元江流域, 并在卫星云图上能看到一西北-东南走向的强云带(在文章中卫星云图分析我们未涉及, 将另文研究), 这也是5月5次强降水得以产生的原因。

参考文献

- 1 秦剑, 解明恩, 刘瑜等. 云南气象灾害总论. 北京: 气象出版社, 2000: 60~62.
- 2 普贵明, 鲁亚斌, 马联翔. “98.6”云南强降水的环流特征分析. 云南气象, 1999.1: 27~32.
- 3 尤丽钰, 陈隆勋, 霍义强. 云南雨季开始和大气环流季节变化的关系. 云南气象文选, 昆明: 云南人民出版社, 1980: 136~162.

Analysis of the Reason for Rarely Severe Rainfall of Yunnan in May 2001

Pu Guiming Lu Yabin Hai Yunsha

(Yunan Meteorological Observatory, Kunming 650034)

Abstract

The reasons for five severe rain events and unusually great rainfall in May 2001 in Yunnan area are mainly caused by transversal shear produced at the southeastern side of the Qinghai-Xizang high on 500hPa, the warm wet southwest air current in the periphery of subtropical high and weakly surface cold air. Furthermore, Iran high moves eastward quickly to Qinghai-Xizang Plateau impelling high circulation on 500hPa and 700hPa settled in the Plateau for a long time, cold air and plateau transversal shear affects Yunnan area conscantly, which are main reasons of unusually early rainy season and formation of severe rainfall.

Key Words: plateau transversal shear southwstly jet rainy season flooding