

2005年春末初夏云南异常干旱与中高纬度环流

刘瑜¹, 赵尔旭², 彭贵芬³, 杨淑群⁴(1. 云南省气候中心, 云南 昆明 650034; 2. 云南省气象科技服务中心, 云南 昆明 650034;
3. 云南省气象台, 云南 昆明 650034; 4. 四川省气候中心, 四川 成都 610072)

摘要:2005年初夏云南大部地区出现了50 a来最为严重的干旱天气,影响范围、程度及所造成的经济损失达历史之最。通过对比分析,造成此异常气候主要是南亚高压季节性北跳偏晚,极地冷空气偏弱,亚洲地区的经向环流造成西太平洋副高偏强、偏西、偏南,中高层大气环流季节转换滞后所致。

关键词:云南;干旱;南亚高压;副热带高压;西风急流
中图分类号:F463.2 **文献标识码:**A

引言

2004年入秋以来,赤道太平洋海温持续偏暖,大气环流异常。云南大部地区出现冬天不冷,春天不暖,暖冬(2004~2005年)现象突出。2005年春季出现严重倒春寒,春末初夏干旱严重。由于冬春冷空气活动偏少,降水天气过程偏少。春季(3月初)与全国大部地区一样出现了较为罕见的春季大雪,滇中及以北以东的大部地区出现了严重的倒春寒天气;2月气温全省偏高,3月气温全省偏低;春末夏初(4月1日至6月10日)全省大部地区气温异常偏高,干旱突出。众所周知,干旱是云南省乃至全国发生频率最高的气象灾害,干旱在云南几乎年年都会出现,只不过出现的时段和影响程度不同而已^[1-5]。2005年春末夏初云南大部地区出现了严重的干旱天气,特别是滇西的大理、楚雄、丽江、怒江、迪庆,滇中的昆明、玉溪、楚雄,滇东的曲靖、文山等干旱较为严重。干旱程度已达50 a来之最,此次干旱给云南省16个州市都造成了不同程度的经济损失。由于持续少雨,气温异常偏高,给全省大部地区的农业生产、生活带来了较大影响,抗旱形势十分严峻。因此,有必要对2005年春末夏初影响云南的大气环流、特别是中高纬环流系统作分析诊断,将会对云南的雨季开始期预测有一定的帮助。

1 资料

本文所用的资料主要包括:1961~2005年云南124县(市)4月1日至6月10日的逐日降水、气温资料;昆明市1951~2005年4月1日至6月10日的逐日降水、气温资料;国家气候中心及气象中心提供的2005年1月、5月100 hPa月平均格点资料、2005年4月1日至6月10日的100、200及500 hPa逐日格点资料。

2 干旱实况

2.1 降水

2005年4月1日至6月10日云南全省大部地区的降水总量为偏少至特少(图略)。偏少2成以上的有99县市(达轻旱标准),占全省的79.8%。其中偏少6成以上的有51县、市(达重旱标准),占全省的41.2%。降水偏少最多的是大理州,12县、市就有10县、市偏少了8成以上,而大理市几乎没有降水。全省有玉溪、大理、保山、香格里拉等30个县(市)的总降水量破历史同期最少记录。图1是全省1961~2005年4月1日至6月10日的总雨量距平图。可以看出,20世纪60年代、80年代后期至90年代前期属于云南比较干旱时期;70年代中期至80年代前期、90年代后期至21世纪初为相对多雨

收稿日期:2006-12-15;改回日期:2007-01-30

基金项目:中国气象局气象新技术推广项目(CMATG2006M45);中国气象局成都高原气象开放实验室基金项目(LPM2006015)共同资助

作者简介:刘瑜(1958-),女,云南人,高级工程师,主要从事短期气候预测和研究工作。E-mail:cqkly@163.com

期,年代际周期较为清楚。同时,由于昆明站资料年限较长,为了将全省降水序列延长分析,我们用昆明站与云南124县、市1961~2005年的4月1日至6月10日雨量作相关分析发现,相关系数达到0.701,并通过了99%的信度检验。因此昆明1960s降水变化趋势就可以代替全省同期降水变化趋势,而这段时期昆明处在一个明显的少雨时期,降水最少年也是1963年。分析图1发现,2005年初夏云南的降水距平是有记录以来最少的一年,比历史最早年(1963年,122.0 mm)还少近7 mm。同时,从昆明站逐日降水情况看,4月1日至5月30日的2个月内,>0.1 mm的日数仅有9 d,其中>10.0 mm的日数只有1 d,而<5.0 mm的日数多达6 d。云南2005年春末初夏干旱灾害从影响范围、强度及持续时间看,均破了历史记录,排55 a来的历史第一位。

因干旱全省农作物受灾面积达 $1\ 518.14 \times 10^3$ hm^2 ,成灾 965.9×10^3 hm^2 ,绝收 228×10^3 hm^2 。因旱造成619.5万人、386万头大牲畜饮水困难。全省已有近千座小型水库及塘坝干涸。2005年上半年因旱灾造成全省直接经济损失20.5亿元,此项损失是2004年云南全年各种灾害损失总和的1/3,受灾程度之重是历史上较为罕见的。

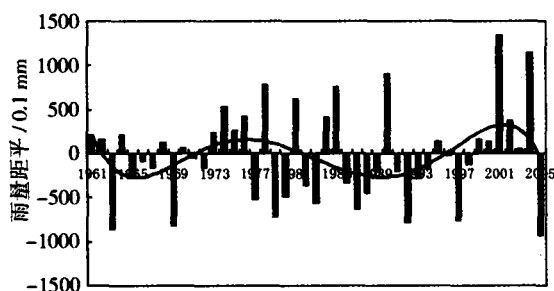


图1 云南124县(市)1961~2005年(4月1日至6月10日)春末初夏降水距平(单位:0.1 mm)(柱形为降水距平,曲线为趋势线)

Fig. 1 The rainfall anomalies from 124 stations of Yunnan Province in the late spring and early summer during 1961-2005 (Bars show rainfall anomalies; the curve shows trend line)

2.2 气温

2005年4月上旬至6月上旬全省的平均气温

较历年同期偏高至特高(图略),全省的平均气温距平>1.0℃以上的有73县(市),其中,平均气温>2.0℃以上的有昆明、石林、嵩明、富源、寻甸5县(市)。同时,破历史同期最高记录有24县(市)。特别是5月中旬以后,全省各地不断出现异常高温天气,5月元阳和元江2县的日极端最高气温>40℃的天数分别达到14 d和13 d。元阳17日43.2℃的高温,不仅破了当地的日极端最高气温记录,同时还破了由巧家县1969年创下的42.7℃云南省极端最高气温的历史记录。全省大部地区气温异常偏高时段分布在5月中旬至下旬,昆明5月下旬也有2 d极端最高温度>30℃。5月全省平均气温普遍偏高,月平均气温破历史最高值的有14县、市。

3 中高纬度环流

2004年7月开始,赤道太平洋中部海表温度升高并东传,9月Nino综合区(Ninol+2+3+4区)海温距平指数>0.5℃,12月达到峰值0.8℃。2005年初,赤道中、东太平洋异常暖水迅速减弱,赤道东太平洋出现负海温距平,2月份Nino综合区指数降至0.2℃,至此,2004年9月开始的暖过程结束。这次暖过程持续了5个月,是一次弱的暖过程*。在这种暖背景的影响下,大气环流异常也时常发生,特别是南亚高压、西太平洋副高、西风带环流等都易出现异常。一般在暖事件的影响年,云南初夏降水将会受到较大影响^[2],出现偏少或特少的状况较多。因此,2005年初夏云南气候将会受到这种异常大气环流的影响。

3.1 南亚高压

100 hPa的南亚高压与云南雨季有着十分密切的关系^[1]。众所周知,南亚高压的强度和位置都存在十分显著的季节变化,每年的冬季南亚高压主要位于太平洋中部洋面上,高压的范围不大,中心强度很弱。夏季南亚高压中心移到青藏高原西部,高压的范围较大,中心强度很强,9月回到6月份的平均位置附近。因此,过渡季节的4、5月南亚高压的中心位置,对季风雨季的云南来说,有着重要的影响。南亚高压的建立表示“高空季风”开始建立,同时标

* 国家气候中心, ENSO监测简报, 2005年。

志着我国大部地区进入雨季。主要是由于 100 hPa 高层高压系统的加强,有利于低层的低值系统发展,形成低层辐合,高层辐散,低纬高原上空的季风环流圈加强,同时吸引了低层西南季风和孟加拉湾的水汽进入云南地区,为云南由干季转入雨季提供了较好的背景条件。但是,在暖事件影响的当年,夏季南亚高压的面积指数比常年偏弱,脊线较常年偏南^[6],可能造成南亚高压的季节北抬推迟。因此从 2005 年 1 月的实况看,100 hPa 环流场出现了明显的异常(图略),极地附近的高度场较历年同期偏低 120 gpm,但负值强中心偏向西半球。而偏东半球的距平场为很强的正距平控制,中心值达 160 gpm,中心位于贝加尔湖附近,正距平覆盖了从乌拉尔山一直到北太平洋的整个中高纬地区,使整个西风急流带明显南压,低纬度的高度场较历史同期偏低,南亚

高压在太平洋没有出现闭合中心,强度很弱。与这种环流场相对应的 5 月环流场存在着正相关关系^[4]:即当年 5 月的 100 hPa 环流场也应是北高南低这种形势,那环流的季节转换将滞后,这对云南的雨季开始期预测有较好的指示性。2005 年 5 月 100 hPa 月平均图上,整个极地高度场明显偏高,范围比 1 月 100 hPa 的正距平区域更大,中心偏向东半球,中心值达 100 gpm,也显示出了北高南低的特征。同时,从 2005 年 5 月 100 hPa 平均环流场(图 2 右)看,1 664 gpm 的北界位置只达 20°~25°N 附近,较云南初夏多雨的 2004 年(图 2 左)明显偏南。图 2 还可看出,2005 年 5 月的南亚高压不论从中心强度或控制范围来说均比 2004 年 5 月的南亚高压偏弱、偏小,整个季节转换明显比 2004 年推迟。

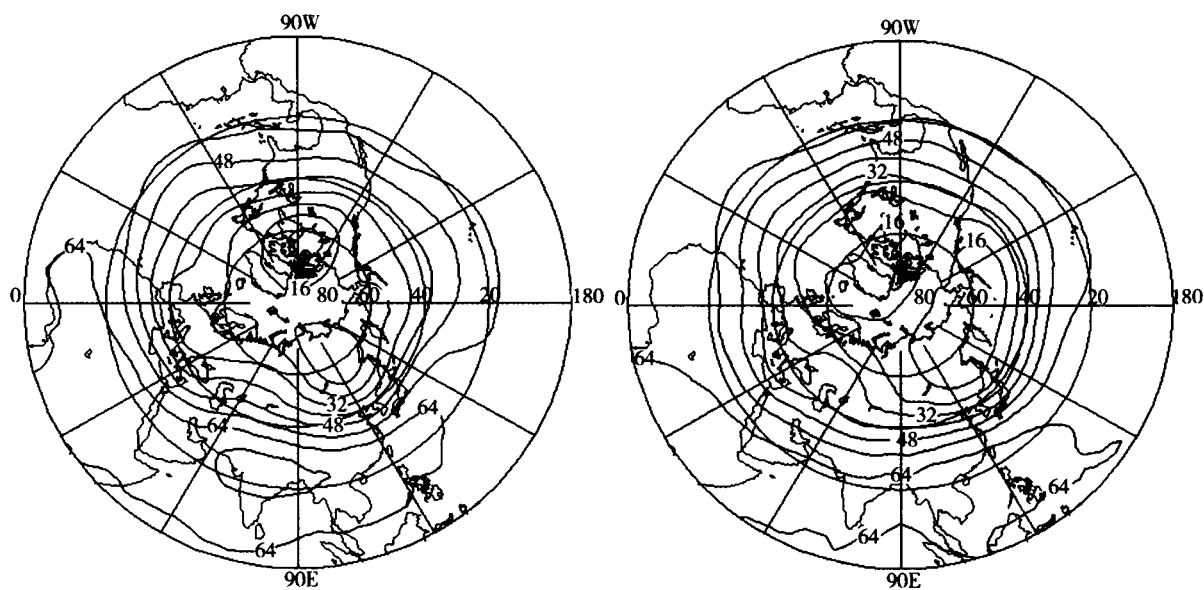


图 2 北半球 100 hPa 月平均位势高度:2004 年 5 月(左)及 2005 年 5 月(右)(单位:10 gpm)

Fig. 2 The monthly mean potential height at the level of 100 hPa in May 2004 (left) and 2005 (right) in the Northern Hemisphere (Unit:10 gpm)

为了更进一步说明南亚高压季节性北跳偏晚,我们制作了 2005 年 5 月 1 日~6 月 15 日 100 hPa 在 60°~100°E 区域平均的纬度时间剖面图(图 3)。由图可看出,表征南亚高压中心强度的 16 720 线在 6 月 2 日才开始在 20°N 左右建立,但强度较弱,8 日左右出现中断,11 日以后才稳定建立,并开始北抬。

同时,一直维持在 40°N 以南的 16 400 线也在 5 月下旬末开始北移,到 6 月 5 日左右越过 60°N,与南亚高压在高原上稳定建立的日期一致,表明此时的季节转换过程基本结束,而云南 2005 年第一场全省性强降水天气过程是在南亚高压中心跳到青藏高原,且中心值达 16 720 gpm 以后约 10 d 左右(6 月

14 日)后出现的,这与秦剑、据建华等人的分析意见是一致的^[1]。因此,2005 年云南初夏的严重干旱与整个环流季节性偏晚有很大关系。

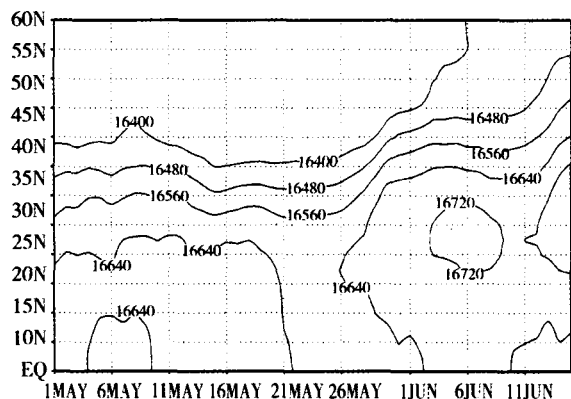


图3 2005 年5月1日至6月15日100 hPa在60°~100°E 区域平均的纬度—时间剖面图(单位:gpm)

Fig. 3 The latitude - time section at the level of 100 hPa averaged over 60° ~ 100°E from May 1 to June 15 in 2005 (Unit: :gpm)

3.2 副热带西风急流

副热带西风急流是低纬高原的云南区域上空对流层大气环流的重要影响系统,它的地理位置和强度都存在着明显的季节变化,同时这种变化与云南的季节变化存在着较好的对应关系^[1]。在冬季(12~3月)急流轴的位置最偏南,稳定在25°N,强度最强;7~8月位置最北,位于40°N附近,强度最弱。由冬季向夏季转换时急流轴出现明显的北跳,这就表征着季节转换的开始,一般5月的平均位置约跳到35°N附近^[6]。因此,监测西风急流的北抬就成为我们监测云南雨季开始的指标之一。从2005年4月1日监测200 hPa 60°~100°E附近的逐日西风急流发现(图4),4月中旬以前的西风急流位置稳定在30°N附近(接近历史同期),4月下旬急流轴突然南压10个纬度,出现明显异常。5月第1候急流轴开始北抬,从第2候开始,急流轴基本稳定在28°N左右,没有北抬趋势,第5候开始才出现北抬,但北抬的速度很慢,整个5月的平均位置基本维持在28°~29°N左右,与历史同期相比,偏南了6~7个纬度,季节转换明显推迟。6月第2候开始,西风急流的位置才跃到35°N附近,并维持了3个候,到6月第6候,突跃至40°N以北,整个季节转换完成。从西风急流轴的整个季节变化看,出现异常时段与云南出现严重干旱的时段完全吻合,因此,200 hPa

层西风急流轴的季节性北抬推迟,导致云南干季向雨季转换推迟,形成云南大部地区初夏的严重干旱。

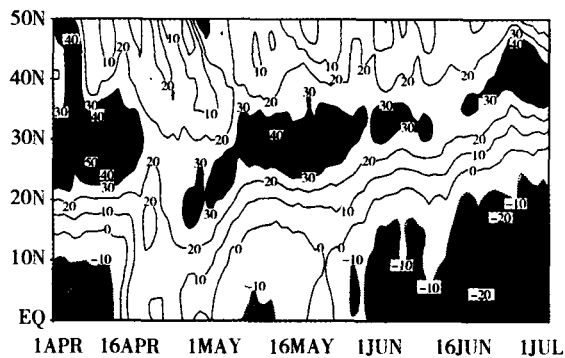


图4 2005 年4月1日至6月27日200 hPa纬向风在60°~100°E区域平均的纬度—时间剖面图(单位:m/s)

Fig. 4 The latitude - time section of 200 hPa zonal wind averaged over 60° ~ 100°E from April 1 to June 27 in 2005 (Unit: m/s)

另外,从低纬度东风层的建立时间(图4)看,一直到5月下旬末东风层才开始稳定,但纬度明显偏南,直到6月4候以后才达到20°N,它表明低纬度东风层的建立较历史同期明显偏晚近20 d左右^[4],同时也表明200 hPa层表征季节转换的南亚高压没有北上,季节转换推迟,这与前面分析的结论是一致的。

3.3 亚洲西风环流指数

图5是2005年4~6月亚洲地区逐候西风环流指数。从图中可以看到,4月6候以前以纬向环流为主,所以造成副高位置较历史同期偏北。但由于高层到低层环流没有出现明显的季节转换,因此,整个中高层仍维持冬季环流型。从5月1候开始到第4候,亚洲地区转为以经向环流为主(图5),但极地

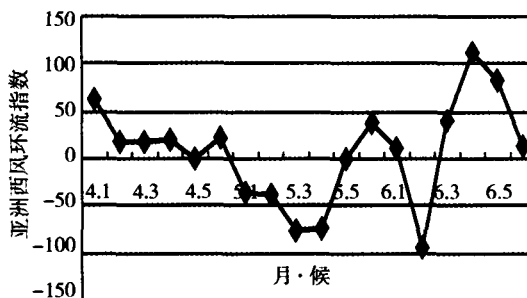


图5 2005 年4~6月亚洲地区逐候西风环流指数
Fig. 5 The five - day mean westerly circulation index from April to June in 2005 over Asian region

附近高度场明显偏高,冷空气活动较历年同期偏弱、偏北,因此这段时期的经向环流一直在亚洲地区北部维持,阻止了西太平洋副高的北抬,同时,使弱冷空气无法向南输送,使整个西风带系统(西风急流)明显偏南,这与5月100 hPa 南亚高压位置偏南,副高东退出南海偏晚,云南气候季节性转换推迟相对应。

3.4 西太平洋副热带高压

受2004~2005年弱暖事件的影响,西太平洋副热带高压(以下简称副高)冬春持续偏强、偏西(图6b,d),副高脊线位置2004年12月以前一直偏北(图6c),12月偏南,2005年1~3月与历史同期接近,4月偏北,而5月又明显偏南。从脊线位置看,前期属于正常状态,5月异常偏南;但从副高面积指数(图6a)和强度指数(图6b)看,近一年来一直偏大偏强;从副高西脊点位置(图6d)看,从2004年9月起就开始异常偏西(12月除外)。特别是云南干

旱的5月,500 hPa 月平均高度场上(图略),欧亚中高纬以经向环流为主,而低纬则以纬向环流为主,阻挡了副高的北抬,副高表现出明显的偏强偏西。因为西太平洋副高是造成云南地区旱涝的主要天气系统之一,而副高强度与云南的降水呈反相关趋势^[1],因此我们分析了5月逐候的500 hPa 平均环流场,发现5月第1候至第3候西太平洋副高与北非副高明显增强,青藏高原南侧西风急流加强,加之西太平洋副高显著西伸,对南部水汽输送起到了抑制作用。5月第4候,随着500 hPa 层北非副高和太平洋副高的打通,在低纬形成一条强大的带状高压体,彻底阻断了南方水汽输送和北方冷空气的南下;第5候,500 hPa 高压带断裂,低纬度高度场有所减弱,但仍较历年同期偏高;第6候,500 hPa 北非副高仍然偏强偏东,但西太平洋副高迅速减弱东退,较历史同期偏东了近20个经度,给南部的水汽北上创造了有利条件。6月1候,500 hPa 北非副高与太平洋

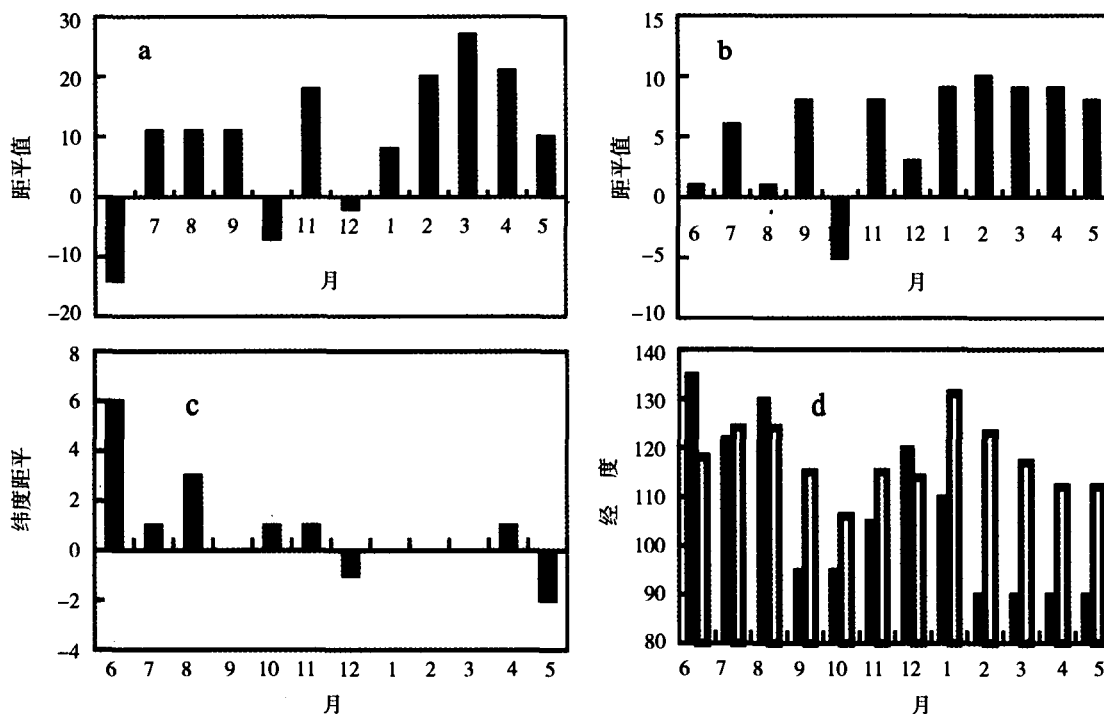


图6 2004年6月至2005年5月副高面积指数距平(a)、副高强度指数距平(b)、副高脊线位置(c)、副高西伸脊点:空心柱为多年平均值,虚线柱为实况值(d)

Fig.6 Anomalies of subtropical high area index (a), subtropical high intensity index(b), the location for ridge line of subtropical high (c) and the longitude for western extend of subtropical high (d) (The hollow bar shows long term mean; the other shows observed value) from June 2004 to May 2005

副高位置及强度与常年接近。因此,2005 年初夏云南严重干旱与副高持续偏强偏西控制云南,切断南方水汽来源有直接关系,这是影响云南初夏降水偏少的一个重要因子。

4 小结与讨论

(1)2005 年 4~5 月云南大部地区降水与历史同期相比为特少,干旱尤为突出。昆明市 2 个月内 ≥ 0.1 mm 降水日数仅有 9 d,其中 ≥ 10.0 mm 以上降水日数只有 1 d, ≤ 5.0 mm 降水日数多达 7 d。

(2)2005 年初夏云南出现了严重的干旱灾害,与对流层南亚高压季节性北跳偏晚,中心强度偏弱有着直接关系。

(3)2005 年 4~5 月副热带西风急流持续偏南,与对流层南亚高压的季节性偏南相对应,也是造成云南初夏干旱的一个主要原因。

(4)2005 年 5 月 1~4 候亚洲地区以经向环流为主,造成副高偏南、偏西,阻断了北方冷空气的南下及南方的水汽向北输送,造成云南初夏严重干旱。

(5)2005 年西太平洋副高出现明显异常,较常年偏强、偏西,5 月份异常偏南,控制云南大部地区,造成云南初夏持续气温偏高、干旱,旱情严重。

2005 年的春末夏初云南出现了 50 a 来最为严重的干旱灾害,所造成的经济损失达历史之最。而我们仅从中高纬环流特征来讨论分析了造成云南初夏干旱的一些原因,对以后作出云南初夏干旱预测有一定帮助,但这绝不是唯一的。我们认为,影响云南初夏降水的因素除了上述原因之外,还有很多物理强信号:印度洋及太平洋海温;高原积雪;对流的强弱;水汽输送路径;低层低纬度越赤道气流的建立;夏季风的建立等等诸多因素,将有待于我们做更深入更细致的研究。

参考文献:

- [1] 秦剑, 琚建华, 解明恩. 低纬高原天气气候[M]. 北京: 气象出版社, 1997. 14-60.
- [2] 刘瑜, 解明恩. 1997 年云南严重初夏干旱的诊断分析[J]. 气象, 1998, 24(8): 50-56.
- [3] 刘瑜. 云南雨季早迟的气候特征分析[J]. 气象, 2000, 26(7): 45-49.
- [4] 刘瑜, 马振峰, 陶云, 等. 云南 2002 年雨季偏早的环流特征分析[J]. 高原气象, 2003(增刊): 102-109.
- [5] 秦剑, 解明恩, 刘瑜, 等. 云南气象灾害总论[M]. 北京: 气象出版社, 2000. 16-64.
- [6] 赵振国. 中国夏季旱涝及环境场[M]. 北京: 气象出版社, 1999. 28-50.

Severe Drought in the Early Summer of 2005 in Yunnan and Middle - high Latitudes Circulation

LIU Yu¹, ZHAO Erxu², PENG Guifen³, YANG Shuqun⁴

(1. Climate Centre of Yunnan, Kunming 650034, China; 2. Meteorological Science and Technology Services Center of Yunnan, Kunming 650034, China; 3. Meteorological Observatory of Yunnan, Kunming 650034, China; 4. Climate Centre of Sichuan, Chengdu 610072, China)

Abstract: In the late spring and early summer of 2005, Yunnan encountered drought event, which was the severest in the recent 50 years. By comparative analysis, it was found that the main influence factors for this abnormal weather event were the delay of seasonal evolution of South Asia high, and relatively weak cold air in polar region, as well as relatively strong of the subtropical high over the western Pacific lying southwestwards resulted from meridional circulation over Asia, and lagging of the seasonal shift of circulation in middle - high levels.

Key words: Yunnan; drought; South Asia high; subtropical high; westerly jet