

1997年初夏云南严重干旱的诊断分析

刘瑜 解明恩

(云南省气象台,昆明 650034)

提 要

对1997年初夏云南发生的严重干旱灾害从大气环流和海气相互作用角度对其成因进行了详细的诊断研究,提出了一个考虑物理诊断与统计预测相结合的云南初夏降水综合预测方案,对作好该地区的气候预测有一定的参考价值。

关键词: 初夏干旱 夏季风 厄尔尼诺 诊断

引 言

云南干湿季分明,每年5~10月为雨季,11月到次年4月为干季,年雨量近90%集中在雨季。5月为干湿转换季节,其雨量多少,雨季开始迟早,与农业生产密切相关。一般而言,雨季开始偏早,雨量偏多,有利于大春作物的栽种,否则将推迟栽插节令,甚至水改旱作,严重影响大春作物的产量和质量。因此,5月雨量和雨季开始期预报是云南短期气候预测重点,也是各级政府部门安排大春生产的重要依据,其准确与否是气象部门为各级政府决策服务的关键。

有关云南雨季开始期和初夏(5~6月)干旱的研究甚多^[1~6],这里就不赘述。本文侧重对1997年云南初夏严重干旱气候特征及成因进行诊断分析,以期提高对云南初夏干旱成因的认识。

1 气候背景分析

1997年初夏(5月1日~6月13日),云南全省出现了大范围的干旱少雨天气,绝大部分站点的降雨量偏少~特少。整个5月,全省125个站中除大关站偏多,鲁甸、楚雄、兰坪、富宁4站雨量正常外,其余120个站雨量均为负距平,占全省的96%。其中有99个县(市)的雨量距平百分率低于-40%,最低-94%,为特

少,占全省的79%,旱象十分严重。图1是1997年5月云南雨量距平百分率分布图。由图可见全省大部地区低于-40%,曲靖、红河、文山、昆明、玉溪、楚雄、大理等地区则低于-60%。滇南的开远市降水最少,只有4mm;滇中的宜良也仅有8mm。全省大部地区月雨量不足多年平均值的一半。

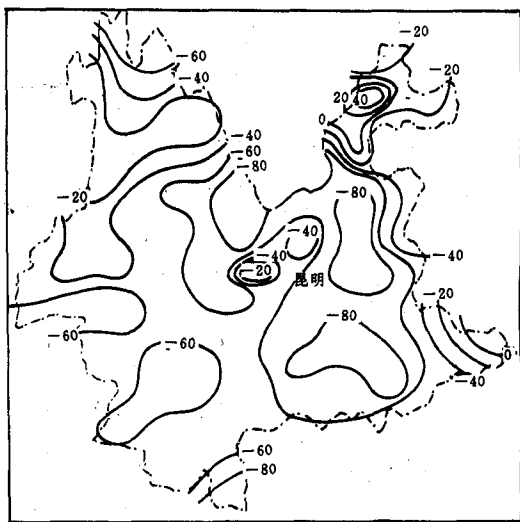


图1 1997年5月云南雨量距平百分率分布图

进入6月上旬,雨量持续偏少,除昭通、东川等部分站点降雨趋正常外,其它站点旬雨

量负距平十分突出,有100个站点低于-40%,其中59站低于-80%,旱象仍然持续。直到6月13日,全省雨季才陆续开始,是仅次于1977,1987,1988年的第4个雨季特晚年,与多年平均雨季开始期相比,全省大部地区偏晚20~40天。初夏持续40余天的高温干旱少雨天气,造成直接经济损失达数亿元,是云南近年来因干旱灾害损失最重的一年。

1.1 与40年云南5月雨量比较

将全省17个地、州、市各取一代表站,即:昆明、昭通、东川、沾益、文山、蒙自、景洪、思茅、玉溪、楚雄、大理、丽江、中甸、泸水、保山、芒市、临沧,将以上17站每年5月雨量平均值($\frac{1}{17} \sum_{i=1}^{17} R_i$)作为当年的云南5月雨量(R_{17})。计算结果表明,近40年来,全省较典型的初夏干旱年有1958、1963、1969、1979、1982、1983、1987年,其云南5月雨量距平百分率均在-40%以下,最低的是1963年为-64%,仅31.8mm。云南 R_{17} 的40年平均值为86.7mm,1997年云南5月雨量为39.7mm,大大低于平均值,其距平百分率为-54%,是40年中排名第6位的旱月,也是近10年中的最早月(图2)。

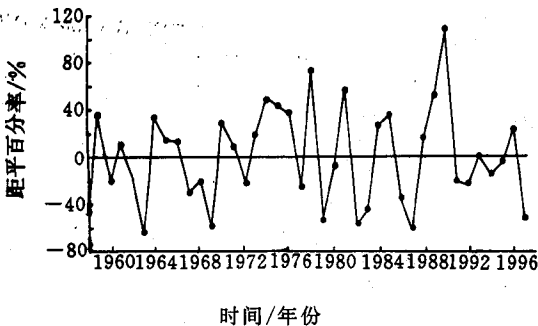


图2 云南历年5月雨量距平百分率曲线

1.2 与最涝5月的比较

由图2可见,5月雨量最大正距平出现在1990年,距平百分率为109%, R_{17} 为

181.4mm,超出多年平均值2倍,是1997年云南5月雨量的4.6倍,也是云南40年来的最大降水月。

为进一步比较1990、1997年5月雨量多少的成因,我们分析了两年的500hPa高度场,发现多雨的1990年5月欧亚中高纬维持一高脊,脊前从黑龙江经渤海湾、河南、湖北到四川盆地有一低槽,特别是在西南季风必经之地的阿拉伯海~印度半岛~孟加拉湾~中南半岛为低值区,副热带高压分别位于55°E以西和115°E以东洋面(图略)。这种流场十分有利于低纬热带系统北上,诱发西南季风提前增强爆发,将大量水汽输送入低纬高原地区。加之中高纬整个5月为一高脊控制,易引导冷空气南下。这种持续的南北气流交绥,是1990年5月我省多雨的重要条件,整个5月多大雨、暴雨天气,雨季开始期偏早。而1997年5月,整个中高纬为西北气流控制,脊前低槽位于大陆东部沿海一线,关键地区的阿拉伯海~印度半岛为强大的副高控制(图略),极不利于西南季风北上,致使我省雨季开始期推迟,5月少雨干旱。

图3是500hPa 15°N各经度高度距平值与35°N相应点的差值曲线。在关键期的55~95°E,多雨的1990年5月与少雨的1997年5月高度距平呈反位相变化。前者是有利于水汽

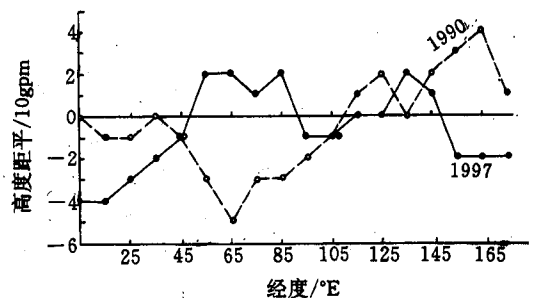


图3 500hPa各经度15°N减35°N的高度距平差

输送西南气流北上,后者切断水汽,不利于西

南季风爆发。前者反映出孟加拉湾附近地区热带低值系统活跃,后者则相反。

1.3 5月雨量最大变率分布

为了说明云南各地5月雨量的变化情况,我们制作了全省5月雨量1958~1997年40年的最大变率分布图(图略)。

设降水变率为 r ,则:

$$r = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{\bar{R}} \times 100\%$$

式中 R_{\max} 、 R_{\min} 为某站历年5月雨量中的最大值和最小值。结果发现云南各地5月的降水变率非常大。这也充分反映了低纬高原地区季风气候具有变率大的特征。云南5月雨量的最大值和最小值之差都超过平均值2倍以上。最大变率出现在滇东北的昭通和滇中的楚雄,分别为376%和337%。最小值分别位于滇南的思茅和文山,降水变率分别为161%和174%。分布特征为北部变率大,南部变率小。这种5月雨量最大变率的大振幅年际变化,充分说明了其预测的难度,也更加说明5月雨量对我省农业的重要性,表明云南5月雨量资源是十分脆弱的。

2 干旱成因的诊断分析

2.1 夏季风分析

云南雨季开始期与夏季风的建立有很好的对应关系,一般夏季风建立迟的年份,云南雨季开始晚。研究表明,夏季风的建立是云南雨季开始的必要条件之一。由于云南平均海拔2000m左右,700hPa以上层的气团属性才具有代表。因此我们用700hPa以上层的 θ_{se} 候平均值大于340K作为夏季风建立的标志,即表示低纬热带暖湿气团控制云南省。从昆明1997年初夏逐候的 θ_{se} 演变曲线(图略)看出,700和500hPa的 θ_{se} 稳定通过340K的时间在6月第2候,而第3候全省雨季陆续开始。昆明多年平均夏季风开始日期为5月21日(1968~1987年20年平均值)。显然,由于1997年夏季风建立偏弱偏迟,明显晚于1977年(5

月25日)和1987年(5月29日),严重影响了云南初夏雨季的开始。

作为比较,我们计算了1990年5月700、500hPa的逐日 θ_{se} 值。发现连续5天 θ_{se} 值 ≥ 340 K时间在19日,低纬热带海洋暖湿气团北上偏早,为雨季开始提供了大量水汽条件,加之当月冷空气活动频繁,因此5月雨量偏多, R_{17} 为181.4mm,雨量距平百分率高达109%。表明夏季风建立的迟早和强弱是影响云南初夏干旱的重要成员。

2.2 南亚高压活动

南亚高压是夏季南亚上空对流层上部的一个强大而稳定的行星尺度环流系统。初夏100hPa南亚高压位置,对云南的雨季开始期有明显的影 响,当100hPa层南亚高压中心发生明显的北跳或南亚高压稳定爬上青藏高原时,有利于西南季风的建立,云南雨季随之开始。研究发现,初夏南亚高压越过25°N的日期与云南初夏5~6月雨量有很好的对应关系。一般北跳早,雨季开始早,5~6月雨量大,反之亦然。由昆明站1997年5月100hPa层的逐日演变可以看出,昆明站100hPa层一直由较强的高度值控制,位于16700gpm附近,风向为偏西风。整个5月,南亚高压中心平均位于20°N、103°E附近。因此,1997年5月从高层到低层均不利于夏季风的建立。至6月7日,昆明站100hPa层开始转为东北风,连续3天的偏东风表明,南亚高压位置开始北跳过25°N,环流开始调整,夏季风建立,随之而来的是云南雨季的开始。与多年南亚高压北跳日期相比(平均为5月5候),1997年明显偏晚,晚于1977、1979、1987年3个偏晚年份。

2.3 海平面气压(SLP)场特征

海平面气压场是大气环流形势在地面的集中反映。研究表明5月SPL场与云南5月雨量有两个重要相关区域,它们分别位于20~30°N、60~90°E和40~50°N、105~120°E地区。前者呈反相关,表示孟加拉湾~青藏高原

南缘的SLP场越强(数值越大),云南5月雨量越少。后者为正相关,表示蒙古一带的SLP越强,云南5月雨量越多。图4是1997年5月SLP距平场。可以看到,该月孟加拉湾气压场为正距平,孟加拉湾低压偏弱,致使西南气流偏弱,不利于水汽输送,季节转换推迟。同时,在蒙古~我国东北一带有一负距平区,即蒙古一带气压值偏低,造成南北气压差不明显,影响了北方冷空气南下与暖湿气流交汇,这是造成5月云南干旱少雨的原因之一。SLP场对比分析表明,5月孟加拉湾和蒙古地区SLP的强弱配置,决定了孟加拉湾低压和蒙古高压的强弱,也可表示西南暖湿气流和冷空气的强度。两者越强,就增加了冷暖空气在云南相遇的降雨机会,雨季开始期就早,否则雨水少,雨季开始期偏迟。

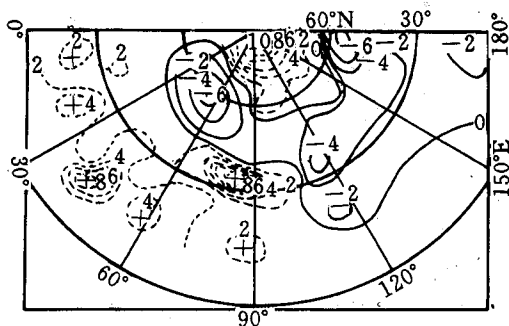


图4 1997年5月SLP距平场分布

2.4 降水10年周期规律

通过云南17站47年降水资料研究发现,云南5月雨量在逢“7”年份有较好的10年周期性,即1957,1967,1977,1987,1997均出现了不同程度的初夏干旱。表1给出了上述5年云南17个代表站的降水距平分布情况。从表1可见这些年份云南出现初夏干旱的频率极高(81%)。其10年周期可作为一个预测依据使用。

表1 云南逢“7”年份的5月雨量距平(单位:mm)

年份	1957	1967	1977	1987	1997	负距平率
昆明	-30	-72	-54	-56	-65	5/5
昭通	-3	-20	-44	-47	-18	5/5
东川	-21	-54	-27	+25	-59	4/5
沾益	-49	-45	-63	-44	-84	5/5
文山	+58	-33	-59	-29	-111	4/5
蒙自	-4	+2	-61	-55	-68	4/5
玉溪	0	-58	-28	-19	-66	4/5
楚雄	+40	-47	-3	-56	-19	4/5
大理	+42	-26	-16	-66	-39	4/5
丽江	+8	+17	-37	-52	-16	3/5
中甸	-	+8	-17	-24	-22	3/4
泸水	+141	+13	+40	-87	-17	2/5
保山	+56	+33	+15	-63	-19	2/5
路西	-31	-52	+20	-113	-96	4/5
思茅	-73	-93	-2	-108	-80	5/5
景洪	-55	-30	-62	-84	-42	5/5
临沧	-36	-52	-54	-86	-42	5/5
合计	9/17	12/17	14/17	16/17	17/17	68/84

2.5 印度洋海温分析

在整个气候系统中,海气相互作用是最重要的一个子系统。有关印度洋海温(SST)变化与云南旱涝的关系已有许多研究,认为印度洋SST变化与云南夏季风爆发有较好的对应关系,因而它是云南短期气候预测的重要依据。

从印度洋SST距平(SSTA)场1997年4~6月的变化情况看(图略),4月赤道印度洋中部维持正SSTA,孟加拉湾海域大部为很强的正变温区,但SSTA值<0.5℃,只在印度半岛东海岸有一小块区域的SSTA值>0.5℃。5月整个印度洋海域为正SSTA控制,范围有所增大,孟加拉湾海域SSTA值变化不大。直到6月份,从阿拉伯海~印度半岛~孟加拉湾和索马里东部沿海出现了大片的SSTA值>0.5℃的正值区,海温明显升

高。90年代以来的长 ENSO 期间,印度洋长达数年持续为冷位相特征。而1997年4~6月间,印度洋 SST 与赤道太平洋 SST 发生同步的异常增暖现象,出现了类似于1972/1973、1976/1977、1982/1983、1986/1987年厄尔尼诺期间的印度洋海温特征。而研究表明,印度洋海温偏暖和索马里沿岸冷水舌偏弱均不利于西南季风的爆发。因此,1997年4~6月印度洋海温变暖是造成云南初夏干旱少雨的一个重要原因。

3 厄尔尼诺的作用

1997年3月以来,热带太平洋海温逐步提高,5月正式形成强厄尔尼诺事件,这是本世纪以来最强的一次厄尔尼诺事件,强度超过1982/1983年。

ENSO 造成纬向 Walker 环流减弱,经向 Hadley 环流加强,热带辐合带(ITCZ)偏南偏弱,副高偏南,严重影响亚洲季风区的气候。夏季风爆发推迟强度减弱,1997年的 ENSO 事件已造成东南亚与南亚国家较严重的旱灾。云南是我国深受南亚和东亚两支季风交叉影响最显著的地区。由于 ENSO 造成季风环流减弱,必然影响云南初夏降水。因此,我们采用我国 ENSO 监测小组对厄尔尼诺事件的划分标准^[7],将1951年以来的14次厄尔尼诺事件与昆明5月雨量进行了比较。表2是厄尔尼诺出现后与昆明第一个5月雨量(基本可代表全省)的对应关系。可以看出,在14次厄尔尼诺事件中,昆明共发生少雨干旱月9次,雨量正常2次,雨量偏多3次。特别是70年代中后期以来,每次厄尔尼诺事件出现后的第一个5月雨量都严重偏少,干旱突出。1997年5月是14次厄尔尼诺事件中5月雨量最少的一年。

4 结语与讨论

4.1 短期气候预测是一个很复杂的问题,云南“九五”重中之重攻关项目——“云南短期气候预测系统的研究”课题就是为了解决这

个问题而设立的。每年的5月雨量预报,实际涉及了雨季开始期和夏季风建立两个内容,再加上云南5月是大春粮食播种的关键期,因此5月雨量预测是所有短期气候预测项目中最重要项目之一,不能简单的依赖某一种方法就希望得到好的结果。需考虑多种信息的综合分析,才能作出比较准确的预报。

表2 厄尔尼诺出现后的昆明第一个5月雨量及距平百分率

厄尔尼诺出现时间	5月雨量/mm	距平百分率/%
1951年8月	176	+89
1953年4月	94	+1
1957年4月	63	-32
1963年7月	163	+75
1965年5月	102	+9
1968年10月	30	-68
1972年6月	133	+43
1976年6月	39	-58
1982年9月	38	-59
1986年10月	37	-60
1991年6月	58	-38
1993年4月	65	-30
1994年6月	49	-47
1997年5月	28	-70

4.2 研究表明,云南5月雨量多少与高空欧亚中高纬高脊的强弱以及中低纬印度半岛~孟加拉湾低压的活跃与否有关;判别夏季风到来与否,最好将700hPa 与500hPa 的 θ_{se} 合起来分析,以准确分析具有一定厚度的气团属性,从而避免判别上的误差;SLP 场作为大气环流在地面上的反映,对气流运动具有较强的指示性,当蒙古地区5月 SLP 出现正(负)距平,孟加拉湾地区为负(正)距平时,将有(不)利于冷暖气流在云南交绥,雨水多(少),从而雨季开始早(迟);印度洋~孟加拉湾的 SST 值的高低,直接决定了西南季风爆

发的迟早和强弱。这是利用海气相互作用预测云南5月雨量多少的重要因子。

4.3 厄尔尼诺事件是当今海气耦合机制研究的重点,它与昆明5月雨量有较好的对应关系。50年代以来的14个厄尔尼诺年对应应有9年是5月少雨干旱,特别是70年代中后期以来的7个厄尔尼诺年后的第一个5月,昆明都出现了大旱。因此,我们认为厄尔尼诺事件是造成云南初夏干旱的一个非常重要的海洋强信

号。

4.4 在本文研究的基础上,我们设想未来云南5月雨量的预测方法可归纳为如图5所示的流程。重点考虑5月前期的海气系统强信号,如 SST、SLP、OLR 以及厄尔尼诺的变化等,并充分考虑高层大气环流的相似特征。只有将这些有着较强的物理意义的因子结合起来综合决策,才能避免单一纯统计方法的片面性。

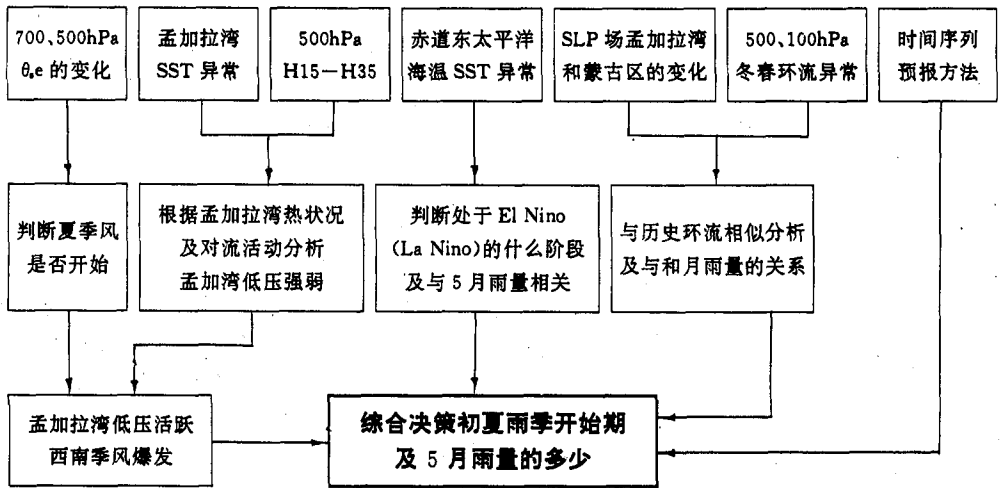


图5 一种物理诊断与统计方法相结合的5月雨量预测方案框图

参考文献

- 1 王裁云. 5月中低纬气压特征对云南5月雨量的影响及其预报. 低纬高原天气, 1989, 2: 90~95.
- 2 张云瑾, 秦剑. 夏季风的建立与云南雨季开始的关系. 低纬高原天气, 1993, 6: 41~46.
- 3 秦剑, 瑯建华, 解明恩. 低纬高原天气气候. 北京: 气象出版社, 1997, 7.
- 4 严华生等. 云南省5月份雨量的天气气候成因探讨. 应用气象学报, 1995, 6(1): 124~128.
- 5 王裁云. 影响云南5月雨季开始的天气原因分析. 全国热带季风学术会议文集(1981). 昆明: 云南人民出版社, 1983, 4: 189~197.
- 6 徐嘉行等. 夏季风与云南5月旱涝的探讨. 全国热带季风学术会议文集(1982). 昆明: 云南人民出版社, 1983, 6: 347~351.
- 7 ENSO 监测小组厄尔尼诺事件的划分标准和指数. 气象, 15(3): 37~38.

Diagnosis Analysis of Early Summer Server Drought in Yunnan in 1997

Liu Yu Xie Mingen

(Meteorological Observatory of Yunnan Province, Kunming 650034)

Abstract

The details of the cause of the early summer severe drought disaster in Yunnan Province in 1997 was diagnosed from two sides of general atmospheric circulation and air-sea interaction. As for the amount of early summer precipitation in Yunnan Province, a comprehensive forecast scheme which considers to combine physical diagnosis with statistical forecast was presented, the method has a reference value to make climate forecast in the area.

Key Words: early summer drought summer monsoon El Nino diagnosis