

# 2003年云南夏季罕见高温干旱的诊断研究<sup>①</sup>

解明恩<sup>1</sup> 程建刚<sup>1</sup> 范 菠<sup>2</sup> 高锡帅<sup>1</sup>

(1. 云南省气象局, 昆明 650034; 2. 云南省思茅市气象局)

## 提 要

2003年夏季云南出现了历史上罕见的大范围异常高温干旱天气,是自1961年以来云南最严重的夏季高温干旱天气之一,影响范围、持续时间及危害程度仅次于1983年。是20世纪80年代中期云南进入气温偏暖期后的一次夏季极端气候事件,打破多项历史纪录。利用高度、OLR、TBB等资料对此次气候灾害过程进行了诊断分析。发现西太平洋副热带高压持续稳定且偏强偏西,季风低压偏弱偏西,云南TBB值偏高,降水云系较少,OLR值偏高,对流活动抑制,云南正好处于东、西两个垂直环流圈的下沉气流控制区是形成高温干旱的主要原因。

**关键词:** 高温 干旱 西太平洋副高 OLR 极端事件

## 引 言

2003年夏季我国南方大部地区出现了罕见的高温干旱天气,酷热天气持续时间之长、强度之大、范围之广是中国近几十年来最强的。在异常大气环流影响下,很少出现高温天气,素有“四季如春,避暑圣地”之称的云南在6月下旬至8月下旬也出现了大范围持续高温干旱天气,尤以7月中旬和8月上旬最为严重。7月中旬有38个县(市)破旬气温最高纪录,5个县(市)平历史纪录。7月有8个县(市)破极端最高气温纪录,6个县(市)平历史纪录。8月上旬有102个县(市)旬气温破历史纪录,25个县(市)破极端最高气温纪录,15个县(市)破旬降水量最少纪录。7月~8月中旬大部分县(市)降水量为偏少至特少,6月下旬至8月下旬全省出现严重的夏旱高温天气。干旱造成农作物受灾 $86.4 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,成灾 $66.3 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,456万人、257万头大牲畜饮水困难,全省库塘蓄水比2002年减少 $8.3 \times 10^8 \text{m}^3$ 。2003年夏旱高温是自1961年来云南最严重的夏季高温干旱之一,其影响范围、持续时间及危害程度仅次于

1983年。为了深入了解低纬高原地区发生的夏季高温干旱过程,提高云南夏季异常气候预测能力,利用相关资料对其成因进行了初步探讨。

## 1 2003年云南夏季高温干旱事件

云南地处低纬高原地区,平均海拔为2000m左右,夏季气温较同纬度的东部地区低 $8 \sim 12^\circ\text{C}$ ,云南极端最高气温一般出现在雨季开始前的4~6月,主汛期6~8月除低海拔河谷地区和南部北热带地区外,大部地区最高气温不超过 $30^\circ\text{C}$ ,一般为 $24 \sim 26^\circ\text{C}$ 左右,大部地区最高气温极少超过 $35^\circ\text{C}$ ,云南大部地区夏季极少出现酷暑天气。图1是2003年6月1日~8月31日云南逐日 $T_{\text{max}} \geq 30^\circ\text{C}$ 和 $T_{\text{max}} \geq 35^\circ\text{C}$ 演变情况。从图1看出,自6月中旬至8月下旬云南出现了 $T_{\text{max}} \geq 30^\circ\text{C}$ 的高温天气,主要高温时段集中在7月中下旬、8月上旬和8月下旬。其中7月17日、18日、8月5日、6日、25日 $T_{\text{max}} \geq 30^\circ\text{C}$ 的高温站数分别为57、70、73、78、62(分别占全省站数的46%、56%、58%、62%、

<sup>①</sup> 云南省自然科学基金重点项目“云南重大气候灾害形成机理研究”(2003D0014Z)资助。

50%),  $T_{max} \geq 35^{\circ}\text{C}$  特高温站数分别为 10、10、11、6、7。7月31日、8月1日  $T_{max} \geq 35^{\circ}\text{C}$  站数为 9 和 11 站。8月上旬是 2003 年夏季高温最强盛期。

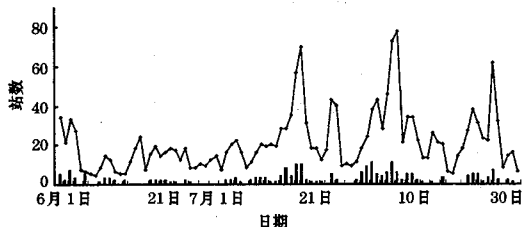


图1 2003年6月1日~8月31日云南逐日  $T_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$  (实线) 和  $T_{max} \geq 35^{\circ}\text{C}$  (柱线) 演变

图2是2003年6月1日~8月31日云南逐日无雨站数演变情况。从图2看出,无雨时段主要出现在6月下旬、7月中旬、8月上旬和8月中旬末期,其中8月5日有111站无雨(占全省89%)。7月下旬和8月下旬由于受“伊布都”和“科罗旺”登陆台风低压西移影响,云南形成较大范围的强降水天气过程,持续的干旱过程出现中断现象。

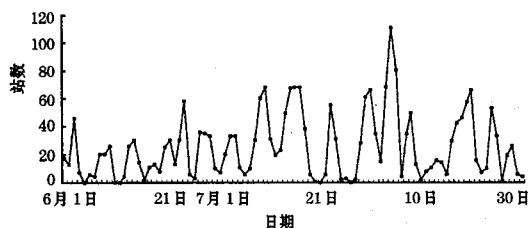


图2 2003年6月1日~8月31日云南逐日无雨站数演变

2003年7月云南大部地区气温较历年偏高  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ , 富源、通海、昆明、石林、华宁、牟定、禄劝、广南等8站月平均气温突破历史最高纪录。7月有8县(市)极端最高气温突破历史纪录, 华宁站17~18日连创极端最高气温纪录。7月大部地区降水较历年偏少30%~50%, 洱源、大姚、永仁、景洪、沧源、潞西等6站雨量突破历史最少值。8月大部地区气温偏高  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ , 55县(市)月平均气温突破历史最高纪录, 占全省的44%, 主要分布在滇中、滇东、滇西等地; 8县(市)极端最高气温突破历史最高纪录, 其中晋宁3次创极

端最高气温纪录。8月上旬全省有102个县(市)旬平均气温突破历史同期最高纪录, 占全省的82%。2003年7~8月有3天(7月18日、8月5日、8月6日)全省50%以上县(市)的日极端最高气温超过  $30^{\circ}\text{C}$ , 其中8月6日有78县(市)日极端最高气温超过  $30^{\circ}\text{C}$ , 是2003年云南最热的一天; 全省接近或超过50%县(市)的日极端最高气温  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  的日数达11天; 7~8月有2天2站日极端最高气温超过  $40^{\circ}\text{C}$  (元阳  $41.3^{\circ}\text{C}$ , 出现在7月18日, 巧家  $40.0^{\circ}\text{C}$ , 出现在8月6日)。宣威、大姚、元谋、镇雄、弥勒、沾益、潞西等7站8月雨量突破历史极小值。

与多年平均值比较, 2003年6~8月全省大雨~暴雨偏少396站次, 与2002年比, 偏少次数更明显, 是近10年来云南汛期强降水站次最少的一年。强降水影响天气系统偏少是形成2003年云南夏季干旱的主要天气原因。

## 2 云南夏季气温降水的历史演变特征

从云南1961~2003年7~8月气温演变图(略)看出: 20世纪60~70年代云南7月气温处于低温期, 80年代前期达到一个暖期, 80年代中期到90年代前期处于一个冷期, 90年代后期到2003年处于一个强暖期, 2003年是除1983年外的气温最高值。1980年以前云南8月气温处于冷期位相, 1980年以后到2003年气温处于暖期, 2003年为最高值。表明2003年云南高温是发生在气候暖背景下的极端气候事件。

从云南1961~2003年7~8月降水量演变图(略)看出: 20世纪60年代后期到90年代前期云南7月降水量总体处于减少期(1986和1990年异常), 1994年后到2002年7月降水量处于偏多期, 2003年是云南近43年来降水最少的一年。60年代到90年代前期云南8月降水量总体趋势处于减少期, 1993年以后8月降水量处于偏多期, 2003年处于平均值附近。表明2003年云南夏季干旱是发生在气候丰水背景下的极端气候事件。

图3是云南2001~2003年6~8月逐日气温演变图。从图中得出:2003年云南气温除6月中旬稍低外,自6月下旬开始气温明显高于前两年,尤其是进入7月中旬后,超过2℃以上,偏高时间持续14天;进入8月,高温继续加强,差值超过4℃,持续17天;8月下旬,高温幅度有所下降,偏高达2℃,持续11天。2003年与2002、2001年的夏季气温差别主要发生在7月下旬到8月,2002年8月云南出现了80年代以来最严重的夏季低温冷害。

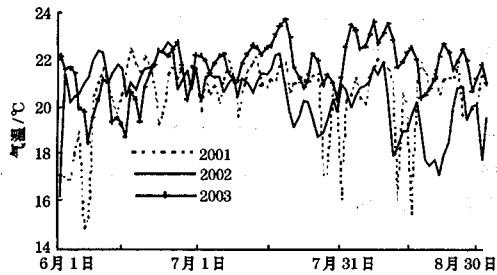


图3 2001~2003年云南夏季逐日平均气温演变(单位:℃)

### 3 2003年7~8月云南气温与降水分布特征

与常年相比,2003年7月云南省大部地区气温偏高1~2℃,主要集中在滇中及以东地区。8月全省大部地区气温仍偏高1~2℃,但范围较7月扩大。8月上旬是2003年云南高温干旱最为严重的时段,图4是

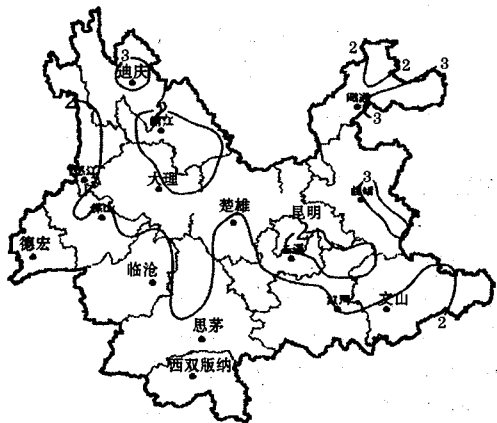


图4 2003年8月上旬云南气温距平分布(单位:℃)

2003年8月上旬气温距平分布情况。全省大部地区气温偏高1~3℃,滇中及以北地区偏高2~3℃,全省有102个县(市)旬平均气温突破历史同期最高纪录,有3县(市)平历史最高纪录。高温异常区域分布范围广,增温幅度大。

从7~8月全国气温距平分布图(略)看出,云南的气温正距平区是与南方的强偏暖区连成一片的。与2002年相比,7月长江以南地区为正值区(偏暖区),最大中心在福建、江西、湖南等省,云南处于偏暖区的西部边缘,滇中以东地区偏高1℃。8月正值区范围向北扩大,淮河以南为偏暖区,强增暖区(2℃以上)呈带状分布,最强中心(3℃)在云南北部和贵州,云南为强增暖区控制。表明2003年高温的最大变异中心在云贵高原而不是在江南地区。

与常年相比,7月雨量除昭通市北部及滇中局部地区为正常至偏多外(主要受“伊布都”台风低压影响),其他地区降水偏少30%~50%。8月雨量除思茅市大部、红河州南部(主要受“科罗旺”台风低压影响)以及滇西北的部分地区正常至偏多外,其他地区降水偏少30%~60%。

为了客观表述云南125站异常高温与降水的关系,根据相关系数公式,计算得到两者的相关系数为-0.21,通过了5%的显著性水平检验。由此可见,云南气温距平与降水量距平之间存在明显的负相关,即降水量越少,气温越高(图略)。因此,大范围的严重干旱少雨是造成2003年云南夏季异常高温的重要原因。

### 4 2003年云南夏季高温干旱成因

#### 4.1 副高持续偏强偏西

大范围持续的极端气候事件常与大气环流的异常直接相关,云南持续高温干旱与西太平洋副热带高压的持续稳定和偏强偏西有关。

2003年7月西太平洋副热带高压偏西、偏北,范围大,强度偏强。常年7月西北太平洋副热带高压呈东西带状分布,南北跨10~

15个纬距,西伸脊点位于115°E,脊线在25°N附近。而2003年7月副高西脊点西伸到107°E附近,脊线稳定在28°N附近,位置明显偏西、偏北,这是华南、江南及云南酷热少雨的主要原因。7月亚洲中纬度环流平直,特别是从巴尔喀什湖到日本为一宽阔槽区。一方面,由于高纬度环流经向度大,从高纬下来的冷空气只能沿着中纬度宽槽纬向传播,很难到达南方的广大地区,处于强盛的副热带高压的控制之下,盛行下沉气流,这是江南、华南高温酷热的原因之一;另一方面,冷暖空气长时间交汇于江淮地区,为7月江淮出现连续性暴雨提供了环流条件。

8月极涡位置接近常年,强度偏强,有40gpm的负距平中心。亚洲中高纬环流经向度较大,500hPa平均高度场上亚欧为两槽一脊型。西部槽位于30°E附近,东部槽位于125°E附近,两槽之间的脊位于巴尔喀什湖以北的西西伯利亚地区。亚洲中高纬槽脊较常年偏强,环流经向度较大。8月副高明显偏西,常年8月副高西脊点在120°E,5880gpm北界在35°N。2003年副高西脊点在105°E附近,较常年偏西15个经度,北界

比常年略偏南,这种形势为8月下旬淮河流域强降水和江南及云南高温少雨提供了有利条件,也是影响台风西移的主要因素。

2003年7月1日~8月31日08时500hPa高空图统计分析,发现在62天中,只有11天在孟加拉湾北部地区出现了季风低压系统,其中7天副高西伸明显,青藏高原与副高合并,季风低压系统处于高压南部,没有构成低纬高原的水汽源。4天低压系统与高原低槽相接,构成低纬高原水汽源。大部分时间孟加拉湾北部到滇缅交界地区高度场为5840~5880gpm,维持一个高压环流,印度半岛为一低压中心。由于副高持续稳定,切断了孟加拉湾暖湿气流向云南境内的输送通道。

#### 4.2 云南 TBB 值偏高

对2003年7~8月62天FY-2气象卫星云图进行逐日TBB平均处理,再用逐日平均图合成候平均图,同时对云图进行4色灰度处理。图5是2003年7月第3~4候和8月第1~2候TBB值经灰度处理的增强显示云图。发现云南均为TBB高值区,云系较少。从7月第3候到8月第6候,云南大部及缅

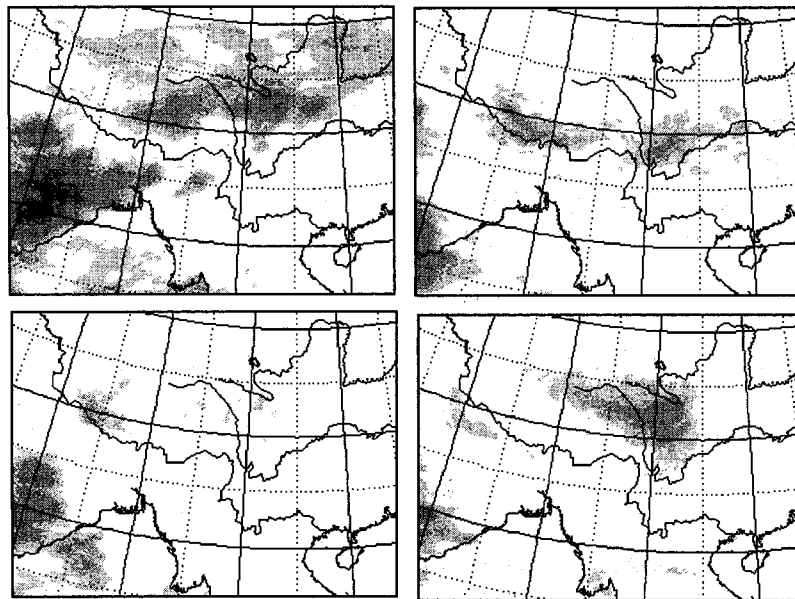


图5 2003年7月第3~4候(上)和8月第1~2候(下)FY-2卫星增强显示图

甸到孟加拉湾北部均为少云区,即为副高控制区,没有云带从孟加拉湾伸向云贵高原地区,表明西南季风活动被副高阻断,水汽输送以西风气流为主。

#### 4.3 云南 OLR 值偏高

向外长波辐射(OLR)是揭示热带低纬地区对流活动较好的物理参数,从2003年7~8月 OLR 距平分布图(略)可看出,7月 OLR 距平场西太平洋、南海、江南、华南、云南、中南半岛、青藏高原为正距平区,最大正距平区位于南海北部到华南一带,数值为  $30W \cdot m^{-2}$ ,云南为  $15W \cdot m^{-2}$ ,表明该区域对流活动受到抑制,降水较少。7月 OLR 距平场江南、华南、云南、中南半岛、青藏高原、孟加拉湾中北部为正距平区,最大正距平区位于孟加拉国到缅甸北部一带,数值为  $15W \cdot m^{-2}$ ,表明该区域西南季风偏弱,对流活动继续受到抑制,降水偏少。

#### 4.4 云南处于下沉气流区

图6是沿  $25^{\circ}N$  8月平均垂直环流剖面图。可以看到从  $120^{\circ}E$  及其以东区域上升,在  $100^{\circ}E \sim 115^{\circ}E$  附近下沉的极强纬向环流圈(即西太平洋海域上升,低纬大陆下沉)。这一纬向环流下沉支范围包括了江南、华南及云南,与常年相比,垂直环流偏强。云南正好处于东、西两个垂直环流圈下沉支的交界处(分别代表西太平洋副高和滇缅高压),强度较东部地区弱。

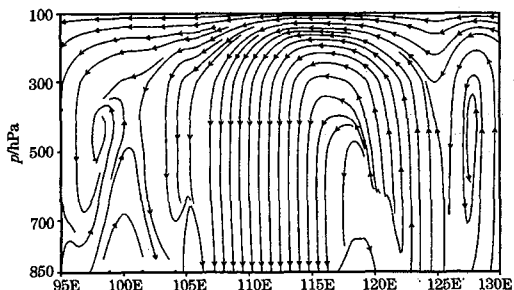


图6 2003年8月沿  $25^{\circ}N$  的月平均垂直环流剖面

### 5 结语

(1)2003年云南夏季高温干旱是自1961年来最严重的夏季高温干旱之一,其影响范围、持续时间及危害程度仅次于1983年。

2003年云南夏季高温时段集中在7月中旬、7月下旬、8月上旬和8月下旬。

(2)全省超过或接近50%县(市)的日极端最高气温  $T_{max} \geq 30^{\circ}C$  的日数达11天。2003年夏季是近10年来云南汛期强降水站次最少的一年。7~8月有63站破月气温最高纪录,7~8月有13站破月雨量最少纪录。8月上旬是2003年夏季高温最强盛期,有102站旬平均气温突破历史同期最高纪录。

(3)2003年云南高温是发生在气候暖背景下的极端气候事件。夏季干旱是发生在丰水气候背景下的极端气候事件。7月降水大部地区偏少30%~50%,8月偏少30%~60%。7月气温大部地区偏高  $1 \sim 2^{\circ}C$ ,集中在滇中及以东地区。8月气温大部地区偏高  $1 \sim 2^{\circ}C$ ,范围较7月扩大。

(4)2003年云南夏季高温干旱的主要形成原因是西太平洋副热带高压持续稳定且偏强偏西,季风低压偏弱偏西,云南TBB值偏高,降水云系较少,OLR值偏高,对流活动抑制,云南正好处于东、西两个垂直环流圈的下沉气流控制下。

### 参考文献

- 秦剑, 裴建华, 解明恩. 低纬高原天气气候. 北京: 气象出版社, 1997: 51~97.
- 秦剑, 解明恩, 刘瑜等. 云南气象灾害总论. 北京: 气象出版社, 2000: 16~43.
- 丁一汇. 高等天气学. 北京: 气象出版社, 1991: 251~391.
- 刘瑜, 解明恩. 1997年云南严重初夏干旱的诊断分析. 气象, 1998, 24(8): 50~56.
- 冷春香, 陈菊英. 西太平洋副高在1998年和2001年梅汛期长江大涝大旱中的作用. 气象, 2003, 29(6): 7~11.
- 杨义文, 许力, 龚振淦. 2003年北半球大气环流及中国气候异常特征. 气象, 2004, 30(4): 20~24.
- 顾润源, 汤子东. 2002年夏季山东干旱成因分析. 气象, 2004, 30(8): 22~26.
- 朱筱英, 吴志伟. 江苏省夏季气温异常的海气背景. 气象, 2002, 28(5): 32~36.
- 陆丹. 1998年秋到1999年春华南特大干旱气候成因. 气象, 2001, 27(1): 48~52.
- 邹燕, 周信禹, 林毅等. 福建省夏季高温成因分析. 气象, 2001, 27(9): 26~30.

# Diagnosis of High Temperature and Drought Event in Summer 2003 in Yunnan

Xie Mingen<sup>1</sup> Cheng Jiangang<sup>1</sup> Fan Bo<sup>2</sup> Gao Xishuai<sup>1</sup>

(1. Meteorological Bureau of Yunnan Province, Kunming 650034; 2. Simao Meteorological Office, Yunnan Province)

## Abstract

There was a heavy high temperature and drought event and disasters in a large area of Yunnan Province in the summer of 2003, it is one of the heaviest ones in Yunnan since 1961, its influencing area, sustaining duration and harm extent, is the second place except 1983. It is a summer extreme climate event since the mid 1980s during which Yunnan entered a warming phase. The summer drought disaster has been diagnosed by using data of height fields at 500hPa, Outgoing Longwave Radiation (OLR) and Temperature of Black Body(TBB) at cloud top. The main causes that lead to the persisting high temperature and drought event in Yunnan are found that the position and intensity of the Western Pacific subtropical high at 500hPa consistently located to the west and stronger than average and the monsoon depression also located to the west and weaker than average respectively. TBB and OLR values over Yunnan are greater than the average. Rainfall cloud system is seldom, and the convective activities is inhibition.

**Key Words:** high temperature drought western Pacific subtropical high outgoing long-wave radiation extreme climate event