

文章编号: 1000-2022(2005) 06-0855-07

江西 2003 年夏季罕见高温气候诊断分析

尹 洁, 张传江, 张超美

(江西省气象台, 江西南昌 330046)

摘 要: 500 hPa 环流特征分析表明, 副高异常强盛是造成 2003 年江西夏季罕见高温的主要原因。利用 1959—2002 年资料对江西夏季高温与同期和前期 500 hPa 高度场、海温场进行相关普查以及高、低温年合成对比分析发现, 上年 10 月赤道太平洋中东部海温偏高、当年 1 月 500 hPa 高度场新地岛附近为负距平; 10 月海温与次年夏季副高关系较好。用海温对夏季高温进行了预测试验, 效果较好。

关键词: 罕见高温; 诊断分析; 大气环流; 海温

中图分类号: P467 **文献标识码:** A

2003 年夏季江西省出现历史罕见的高温干旱天气, 持续高温酷热使多项气温指标突破历史记录, 给工农业生产造成了一定的损失, 也给人民生活带来很大的影响。

天气气候异常是大气环流异常的结果, 研究也表明大气环流异常与海温异常有关。目前国内对 6—8 月旱涝、雨带类型及大气环流与海温的关系研究较多, 陈兴芳等^[1]对夏季副高与海温关系的研究得出两者有较好关系。施能等^[2]研究表明, 浙江夏季旱涝与前冬 500 hPa 环流有较好关系。朱晓英等^[3]研究表明, 江苏夏季异常气温与同期和前期环流和海温有较好关系。侯伟芬等^[4]研究表明, 江南地区夏季气温异常与上年 10 月到当年 2 月热带大西洋中部的海温存在较高的相关区。袁佳双等^[5]模拟研究表明, 北太平洋海温持续偏暖有利于初夏西太平洋副高加强北抬。陈海山等^[6]研究表明, 江苏冬季冷暖期的大气环流和 SSTa 背景场存在显著差异。谭桂容等^[7]研究表明, 华北旱涝年北半球同期的 500 hPa 环流从高纬到低纬都存在显著异常, 亚洲地区由高纬到低纬, 涝年环流异常表现为“+ - +”分布; 旱年为“- + -”分布。且有研究^[1, 8]表明热带海温对环流的影响较其他地区海温更明显。但对盛夏异常高温与环流和海温关系的研究不多见。2003 年夏我国南方的罕见高温干旱对人类影响来说是一大气候灾害, 但从气候异常角度, 它是一个难得的个例。本文通过这次高温成因并利用历史样本分析揭示高温与环流和海温的关系, 为夏季高温的短期气候预测提供依据。

1 2003 年夏季江西高温概况

2003 年夏季 (指 7—8 月, 下同), 受强盛副高控制, 江西出现历史罕见的高温干旱天气。表 1 显示 (T_g 为日最高气温, T_{pj} 为平均气温), 各项高温指标不仅远大于历年均值 (1959—2003

收稿日期: 2004-02-16 改回日期: 2005-06-29

作者简介: 尹 洁 (1958-), 女, 辽宁大连人, 高级工程师, 学士, 从事气候分析和预测工作。E-mail Y in jiej@ sohu . com.

年),且均超过 1959 年以来极值(注:总站次指 7—8 月共 62 d 中省内每天大于某气温值的站数的总累加值)。

表 1 2003 年高温与历史对比

Table 1 Comparison of 2003 and historical years of high temperatures

	夏季全省平均 /℃		夏季全省总站次			夏季总降水 /mm
	T_g	T_{pj}	$\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\geq 38\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$	
2003 年	35.7	30.2	3 649	1 304	299	147
历史平均	33.0	28.5	1 940	208	13	328
历史极值	35.3	29.6	3 422	706	54	148

2 2003 年夏季异常高温与环流异常的关系

2.1 副高特征

江西夏季高温日的 75%~77% 是由副高控制引起^[9]。2003 年夏季高温也是由异常强盛的副高控制所致。副高范围、强度、西伸脊点均明显强于多年平均场(图 1、2)。

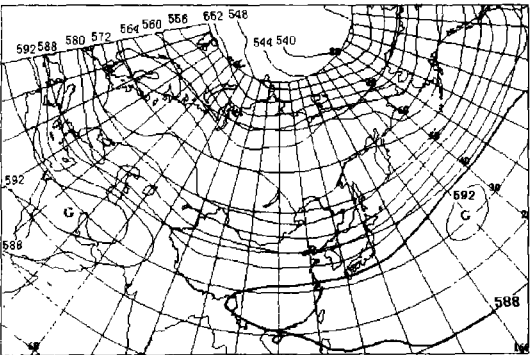


图 1 2003 年 7—8 月
500 hPa 平均高度场(单位:dagpm)
Fig. 1 Averaged height field
at 500 hPa over July to August 2003

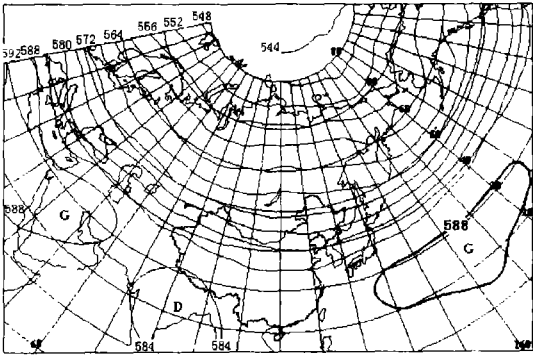


图 2 1971—2000 年 7—8 月
500 hPa 高度多年平均场(单位:dagpm)
Fig. 2 Averaged 500 hPa height field
of July to August over 1971—2000

表 2 显示, 2003 年夏西太平洋副高强度指数、面积指数、西伸脊点均排 1951 年来第 1 或第 2 位(本文资料均来源于国家气候中心下发资料), 并远大于历史均值(1951—2003 年)。故副高强度创记录是江西 2003 年夏季高温创记录的主要原因。

计算 1959—2002 年夏季江西省高温与同期 500 hPa 高度场的相关系数发现: 长江中下游有高相关区, 相关系数达 0.37~0.57(显著性水平 0.01~0.001), 而西太平洋上并无明显正相关区, 表明江西高温与副高是否西伸进我国东部大陆有关。此结果与文献[10]“副高对我国的影响主要是伸向我国大陆的副高脊, 而

表 2 副高指数历史前 3 名

Table 2 The first three subtropical high indices in history

副高指数	排名			历史平均
	1	2	3	
7 月面积指数	41	36 ¹⁾	32	20
8 月面积指数	44	38 ¹⁾	31	20
7 月强度指数	81 ¹⁾	73	72	36
8 月强度指数	106 ¹⁾	94	69	34
7 月西伸指数	95 ¹⁾	100	105	121
8 月西伸指数	90	95 ¹⁾	100	121

注: 上角标 1) 表示 2003 年值。

不是西太平洋副高主体”的观点相一致。

2 2 中高纬环流特征

选取江西历史上典型夏季高温年和低温年各 7 a 高温年取夏季 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 总站次最多的前 7 a (1966、1967、1971、1978、1988、1991、2003 年), 低温年取 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 总站次最少的前 7 a (1974、1975、1996、1993、1997、1999、2002 年)。分别计算 7 个高温年和 7 个低温年的夏季 500 hPa 高度距平合成 (图 3), 结果发现: 高低温年的合成沿经向距平分布恰好相反。高温年为“正负正”分布, 低温年为“负正负”分布。高温年在 $20\sim 40^{\circ}\text{N}$ 为正距平, 表明副高偏强; 在 $40\sim 60^{\circ}\text{N}$ 为负距平, 表明东亚中纬度低槽或低涡发展频繁; 在 $60\sim 80^{\circ}\text{N}$ 为正距平, 表明高纬阻高偏强。低温年则反之。图 3a 显示, 2003 年夏季的距平分布与历史高温年非常一致, 表明 2003 年夏的环流特征符合江西典型高温年特征。

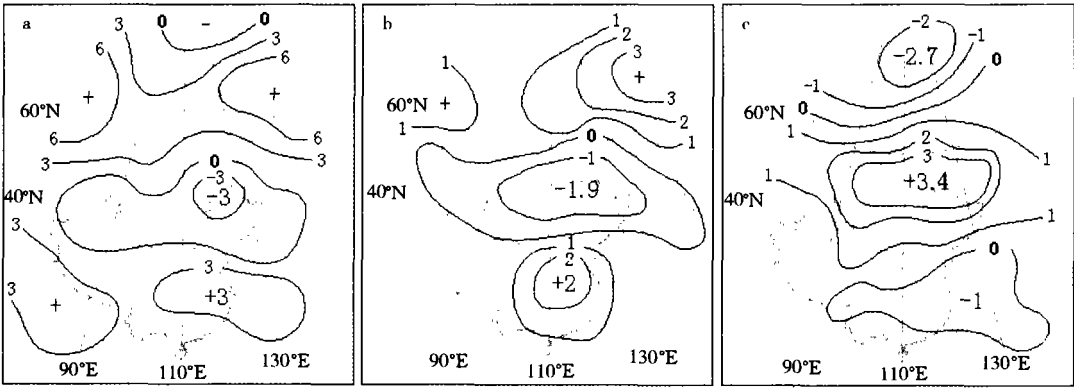


图 3 夏季 500 hPa 高度距平合成 (单位: dagpm)

a 2003 年; h 高温年; c 低温年

Fig 3 Composite 500 hPa height anomalies in summer (units dagpm)

a in 2003 h in high temperature years c in low temperature years

3 夏季高温诊断分析

天气气候异常是大气环流异常的产物, 而大气环流异常与前期环流和海温异常有关, 尤其与海温关系密切^[8 11]。

3 1 高温与前期 500 hPa 环流的关系

普查 1959—2002 年夏季江西高温 (取每年夏季全省 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 的总站次) 与 500 hPa 前期 (上年 10 月—当年 6 月) 各月的月平均高度场 (格距 $5^{\circ} \times 10^{\circ}$) 的相关系数 (图 4) 发现: 1 月, $20\sim 130^{\circ}\text{E}$, $70\sim 80^{\circ}\text{N}$ (新地岛附近) 有一负相关区, 相关系数达 $-0.3\sim -0.41$ (显著性水平 0.01); 3 月, $10\sim 30^{\circ}\text{E}$, 60°N 区为 $-0.3\sim -0.37$ 的相关区 (显著性水平 0.05), 5 月相关区东移到 $90\sim 20^{\circ}\text{W}$, 相关系数为 $-0.3\sim -0.35$ 。以上表明, 江西省夏季高温在前冬及当年春季的 500 hPa 场上有前期征兆, 且相关最好在 1 月, 这与“旱涝年的前期征兆在 1 月最明显”、“大气环流存在准半年周期震荡”的研究结果相一致^[8]。

2003 年 1 月, 500 hPa 高度场也具有上述特征 (图略), 新地岛附近有大片负距平, 中心值达 -13 dagpm, 表明 2003 年的高温在前期环流上有前兆。

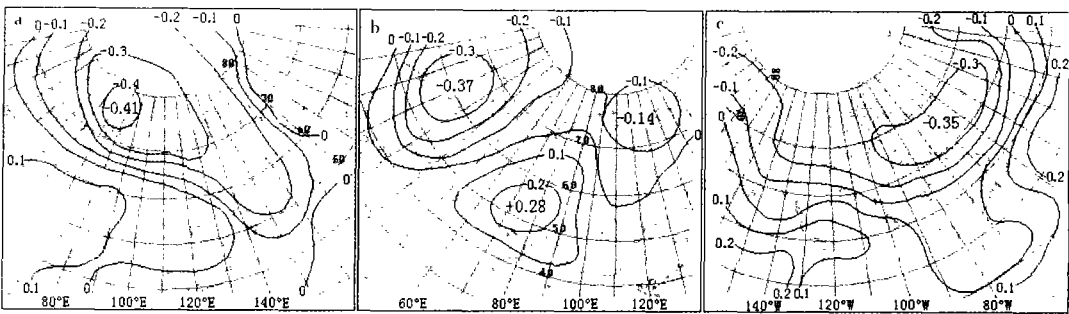


图 4 高温与 1 月 (a)、3 月 (b)、5 月 (c) 500 hPa 高度相关系数

Fig 4 Correlation coefficients between summer high temperature and 500 hPa height in the same year January(a), March(b), and May(c)

3 2 高温与前期海温的关系

海洋热源异常是长期天气异常的重要原因,而热带海洋的变化对大气环流和长期天气气候的变化具有突出贡献^[8],且大气环流的异常相对海温有滞后性^[18]。通过普查 1959—2002 年江西省夏季高温与前期 (上 年 9 月—当 年 6 月) 海 温 距 平 场 (格 距 5° × 5°) 的相关系数发现 (图 5 表 3):

(1) 高温与上年 9—11 月的月海温距平场在 170~ 125°W, 5°S~ 5°N (赤道太平洋中部略偏东) 处有一持续正相关, 相关系数在 10 月最高, 中心值达 0.42 (显著性水平 0.01), 12 月—次年 3 月正相关区范围和相值减小。4—6 月在 85~ 115°W, 5°S 附近为负相关, 相关系数为 - 0.32 ~ - 0.49

(2) 相关系数通过显著性水平的格点数最多的是上年 10 月, 即相关最好在 10 月。此结果与陈兴芳等^[1]“西太平洋副高异常变化滞后于赤道太平洋海温异常变化约 8—9 月”的研究结果较一致。

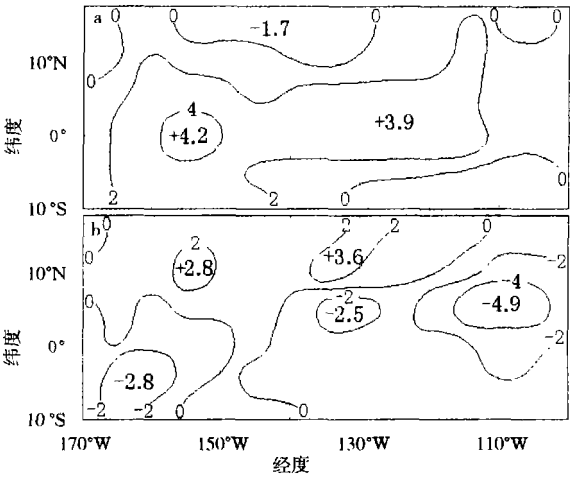


图 5 高温与 10 月 (a)、6 月 (b) 海温相关系数

Fig 5 Correlation coefficients between summer high temperature and SSTs in the previous October(a) and the same year June(b)

表 3 高温与赤道太平洋中东部海温相关系数

Table 3 Correlation coefficients of summer high temperature and SST in the equatorial central-east Pacific

	上年				次年					
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
格点数 ($\alpha = 0.05$)	5	14	6	1	1	1	1	3	4	5
格点数 ($\alpha = 0.01$)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2
相关系数中心值	0.42	0.42	0.38	0.31	0.31	0.32	0.32	- 0.35	- 0.32	- 0.49
中心值位置 (°W)	160	155	165	145	145	145	165	85	110	115

综上所述, 当上年 9 月到当年 3 月赤道太平洋中部偏东处海温有一持续正距平 (尤其 10 月正距平明显), 且当年 4—6 月转为负距平时, 当年夏季出现高温的可能性较大。

将历年高温和海温距平格点值做分级和平滑处理后, 相关系数可明显提高。将预报对象分 4 级编码: 夏季全省大于 38℃ 的总站次为 0~180 的编为 Q 181~500 编为 1, 501~1 000 编为 2, $\geq 1\,000$ 编为 3。取赤道处 180°~115°W 共 14 个格点的海温距平值, 对每一相连的 6 个格点的值求和, 可得到 9 个值, 然后选出这 9 个值中的最大值, 将其分级编码: $\leq 3.1\text{℃}$ 为 Q 3 2~5 5℃ 为 1, 5 6~9 9℃ 为 2, $\geq 10\text{℃}$ 为 3。该因子与高温编码的相关系数由原来 0.42 明显提高至 0.58 (显著性水平 0.001)。以上表明: 海温因子选一个片比选一个点效果更好。本文简称该因子为“海温 6 点和”。

进一步用海温距平合成做分析 (高、低温年选取同第 2 节)。由图 6a、b 发现: 高、低温年距平分布几乎相反, 赤道处差异尤其明显。高温年赤道太平洋中东部为强的正距平, 中心值达 1.7℃, 中纬度地区是弱负距平区。而低温年正相反, 赤道太平洋中东部为强负距平, 中心值达 -1.4℃, 中纬度地区为弱正距平区。这表明, 上年 10 月海温异常对夏季高温或低温有较好的预示意义。

研究^[8]表明, 海洋加热是通过影响副高活动而影响天气变化的。选取 7 月强副高年和弱副高年各 8 a。强副高年是指 1951 年以来 7 月面积指数 ≥ 29 且强度指数 ≥ 56 的所有样本 (1966、1979、1983、1987、1988、1991、1998、2003 年), 弱副高年是指 7 月面积指数 ≤ 11 且强度指数 ≤ 16 的所有样本 (1967、1972、1974、1976、1978、1984、1999、2000 年)。分别计算强、弱副高年的上年 10 月海温距平合成 (图 6c、d) 发现: 两者距平分布相反更明显。强副高年在赤道太平洋中东部为强正距平, 中心值达 1.64℃, 西北太平洋是弱负距平区。而弱副高年相反, 太平洋赤道中东部为强负距平, 中心值达 -1.33℃, 西北太平洋是弱正距平区。采取同样方法分析 8 月副高与上年 10 月海温的关系可得出同样结果 (图略): 强副高年在赤道太平洋中东部为正距平, 中心值为 0.95℃ (比 7 月值略小), 北太平洋是弱负距平区; 弱副高年相反, 太平洋赤道中东部为强负距平, 中心值达 -1.38℃ (与 7 月值相当), 西北太平洋是正距平区。以上分析表明夏季副高异常与前期 10 月海温异常有较好关系, 且比海温与高温的关系更好。

2002 年 10 月海温距平场也呈上述特征, 在赤道 180°~130°W 区有一 1.0~2.7℃ 的明显正距平区。另外, 2003 年 4—6 月, 海温也表现出赤道东太平洋有负距平西伸扩大。这表明 2003 年夏高温的前期海温场已出现典型高温年的前期征兆。

用海温因子进行预测实验。将历年夏季全省 $\geq 38\text{℃}$ 的总站次分两类: ≥ 500 站次定为高温年, 否则为无高温年。将“海温 6 点和”因子分为 3 级: $\leq 5.5\text{℃}$ 为 Q 5 6~9 9℃ 为 1, $\geq 10\text{℃}$ 为 2。1959—2002 年 (44 a) 拟合结果见表 4。

若规定海温为 0~1 级时预报次年无高温, 为 2 级时预报次年有高温, 则拟合正确率为 86% (38/44)。按以上规则, 2002 年 10 月海温为 2 级, 预测次年有高温, 预报正确。因此该因子有一定参考意义。

表 4 高温与海温拟合表		
Table 4 Contingency table of summer high temperature and SST in the previous year		
海温级别 (次数)	无高温年次数	高温年次数
0(29)	28	1
1(9)	7	2
2(6)	3	3
总计 (44)	38	6

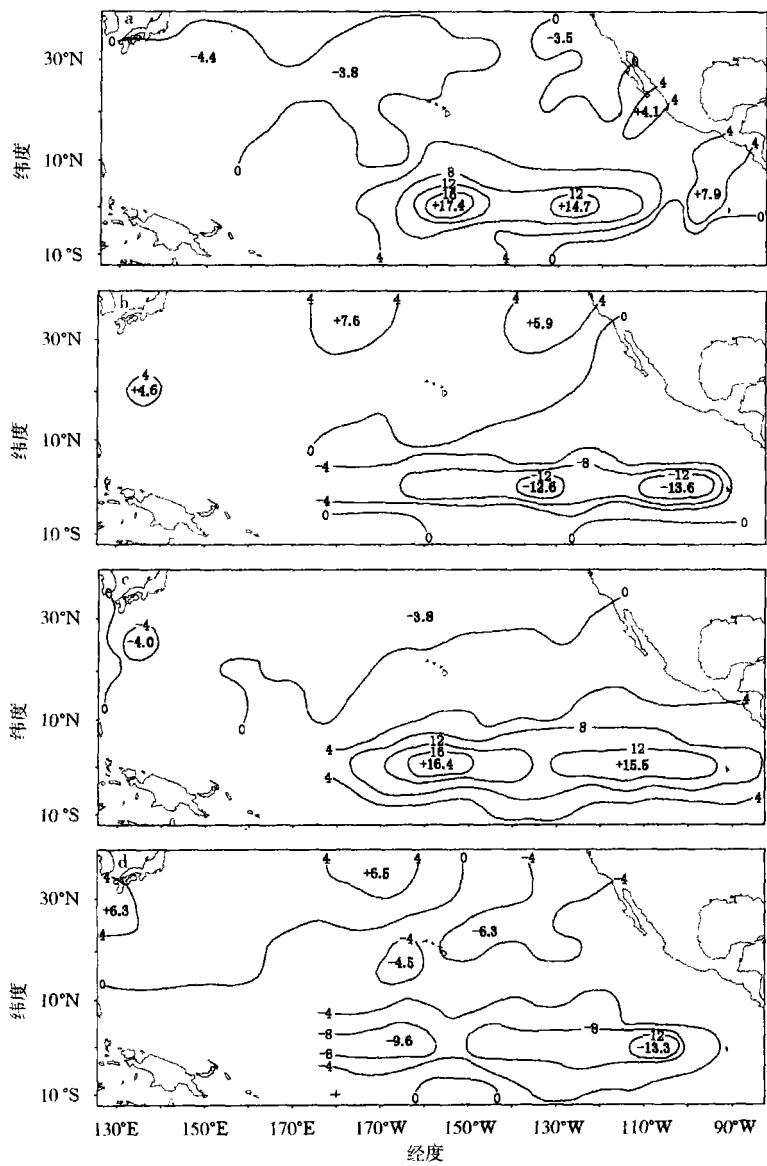


图 6 10 月海温距平合成 (单位: 0.1°C)
a 高温年; h 低温年; c 强副高年; d 弱副高年
Fig 6 Composites of SSTA s in October (units 0.1°C)
a high temperature years; h low temperature years
c strong subtropical high years; d weak subtropical high years

4 结 语

- (1) 2003 年夏季副高异常强盛稳定 (各项副高指数排 1959 年来的第 1 或第 2 位)、西伸脊点明显偏西、东亚 500 hPa 环流异常型呈“正负正”分布是江西夏季罕见高温的主要环流背景。
- (2) 江西夏季高温与当年 1 月 500 hPa 月高度场在新地岛附近有负相关。
- (3) 上年 9 月至当年 3 月, 赤道太平洋中东部 SST 为正距平 (尤以 10 月最显著), 且 4—6

月赤道太平洋东部有负距平西伸扩大时, 江西夏季出现高温的可能性较大。

(4) 10 月赤道太平洋中东部 SST 为正距平时, 次年夏季西太平洋副高易偏强。

(5) 2003 年的前秋冬季, 500 hPa 高度场和海温场上均具有次年高温前兆特征。

(6) 用 10 月“海温 6 点和”因子做次年夏季高温预测效果较好。

参考文献:

- [1] 陈兴芳, 赵振国. 中国汛期降水预测研究及应用 [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 48-53; 60-61.
- [2] 施 能, 袁晓玉, 陈绿文, 等. 浙江省夏季旱涝年及前期异常特征 [J]. 南京气象学院学报, 2001, 24(4): 498-504
- [3] 朱晓英, 吴志伟. 江苏省夏季气温异常的海气背景 [J]. 气象, 2002, 28(5): 32-36
- [4] 侯伟芬, 王谦谦, 刘 燕. 江南地区夏季气温异常与全球海温异常的相关关系 [J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(4): 539-544.
- [5] 袁佳双, 郑庆林, 宋青丽. 北太平洋持续 SSTA 影响东亚初夏大气环流的数值实验 [J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(5): 623-631
- [6] 陈海山, 朱伟军, 邓自旺, 等. 江苏冬季气温的年代际变化及其背景场分析 [J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(4): 433-442
- [7] 谭桂容, 孙照渤. 华北夏季旱涝与同期 500 hPa 高度异常 [J]. 南京气象学院学报, 2003, 26(4): 532-537.
- [8] 邓贤峰, 曾文华, 孔玉寿. 中长期天气预报 [M]. 北京: 气象出版社, 1996: 98-100; 83; 103-120.
- [9] 尹 洁, 刘献耀. 江西夏季高温 500 hPa 副高特征分析 [C]. 天气预报技术文集. 北京: 气象出版社, 2002: 38-42
- [10] 伍荣生. 现代天气学原理 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 189
- [11] 蒋尚城. 气象卫星资料应用培训班讲义汇编 [M]. 北京: 中国气象局培训中心培训部, 2000: 1-10; 19-21.

Climatic Diagnostic Analysis of the Exceptional High Temperature in Summer 2003 in Jiangxi Province

YIN Jie, ZHANG Chuan-jiang, ZHANG Chao-mei

(Jiangxi Meteorological Observatory, Nanchang 330046 China)

Abstract The diagnostic analysis of 500 hPa circulation features of the exceptional high temperature in summer 2003 in Jiangxi Province shows that the exceptionally strong subtropical high was the main cause responsible for the high temperature. After generally investigating the correlation of summer high temperature in Jiangxi with the 500 hPa height fields and SST fields from 1959 to 2002, and comparing the composites of 500 hPa height and SSTA of high and low summer temperature years, it is found that the positive SSTA in the equatorial central-east Pacific in the previous October and the negative height anomaly around Novaya Zemlya in January have a close relation to summer high temperature, especially the SSTA in the previous October has a good relationship with the subtropical high in the subsequent summer.

Key words exceptional high temperature; diagnosis analysis; general circulation; SST