

新疆夏季异常高温的气候背景分析

任广成, 王 冰

(二炮气象中心, 北京 102208)

摘 要:利用1951~2005年若羌、且末及和田3个代表站55 a气温和北半球500 hPa高度及北太平洋海温资料,分析了新疆地区夏季高温年的气候变化,并对其形成进行海温场背景分析。发现新疆地区夏季高温的形成与北半球大气环流和北太平洋海温异常变化相联系。前期10月和2月相关的北半球副高特征指数对新疆地区夏季温度有很好的指示性;新疆地区夏季高温年发生的前期1月份开始,即在北太平洋建立西南海区高东北海区低的海温距平分布型,这种分布型持续到5月份结束。但这2个海区前期海温的异常变化不同,表现为:1~2月份西南海区海温变化幅度小,东北海区海温变化幅度大。3~5月份则西南海区海温变化幅度大,东北海区海温变化幅度小。

关键词:新疆;夏季高温;气候分析

中图分类号:P461.2

文献标识码:A

引 言

新疆为我国最大的塔里木盆地沙漠地带,南侧有青藏高原,水汽条件差,夏季气温高,降水量少是其主要气候特点^[1]。尤其是自20世纪90年代后期以来,新疆地区夏季高温频繁发生,给人民生活 and 军事行动带来很大困难。探索新疆夏季异常高温的气候变化和形成原因,找出其预测依据,具有一定的实际意义。

1 新疆夏季异常高温年的确定及气候变化

选取若羌、且末及和田3个代表站,用其夏季(6~8月)温度距平和,确定高温年。凡3个代表站夏季温度距平和 $>6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 则定为高温年。自1951~2005年的55 a中,新疆地区高温年共出现9 a,分别是1953、1956、1978、1994、1998、1999、2001、2002和2004年。平均约6 a出现1次。但其高温年的分布极不均匀。图1给出若羌、且末、和田3个代表站6~8月温度距平和及9 a滑动平均演变曲线。可看出高温年的分布和其年代际变化。20世纪50年代共出现2个高温年,其气温距平累积值为 $8.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,属新疆地区夏季高温时期。60年代没有出现高温年,

其气温距平累积值低达 $-32.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,明显是新疆地区夏季低温时期。70年代出现1个高温年,气温距平累积值为 $-13.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。80年代也没出现高温年,气温距平累积值为 $-11.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。显然,20世纪70和80年代新疆仍属于较弱的夏季低温时期。进入20世纪90年代,高温年明显增多,共出现3 a,其气温距平累积值也由60、70、80年代的负值上升为 $8.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,新疆夏季又开始进入高温时期。进入本世纪后,新疆夏季气温再度明显升高,5 a中竟出现3个高温年。

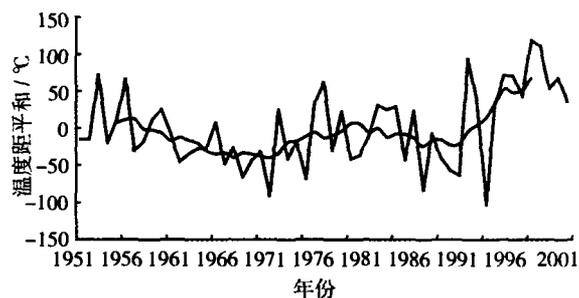


图1 若羌、且末、和田3个代表站6~8月温度距平和及9 a滑动平均演变曲线

Fig. 1 Evolution curve of June-August temperature departure sum and 9-year moving average at Ruoqiang, Qiemo and Hetian stations

收稿日期:2006-09-26;改回日期:2007-01-29

基金项目:二炮武器装备内科研项目(装科105号)资助

作者简介:任广成(1954-),男,山东单县人,高级工程师,主要从事短期气候预测工作。

其气温距平累积值高达 38.8 °C。从图 1 还可看出,自 20 世纪 90 年代后期以来,是高温年频繁发生时期,1998~2005 年的 8 a 中,竟出现 5 个高温年。南疆地区夏季气温的这种异常变化,可能与近些年海温异常导致全球大气环流异常频繁发生有关^[2],这也正是本文只所以从海气方面探索南疆夏季异常高

温的原因。

2 南疆夏季异常高温年的 500 hPa 高度场特征

图 2 给出南疆地区 1953、1956、1978、1994、1998、1999、2001、2002 和 2004 年 9 个夏季(6~8 月)

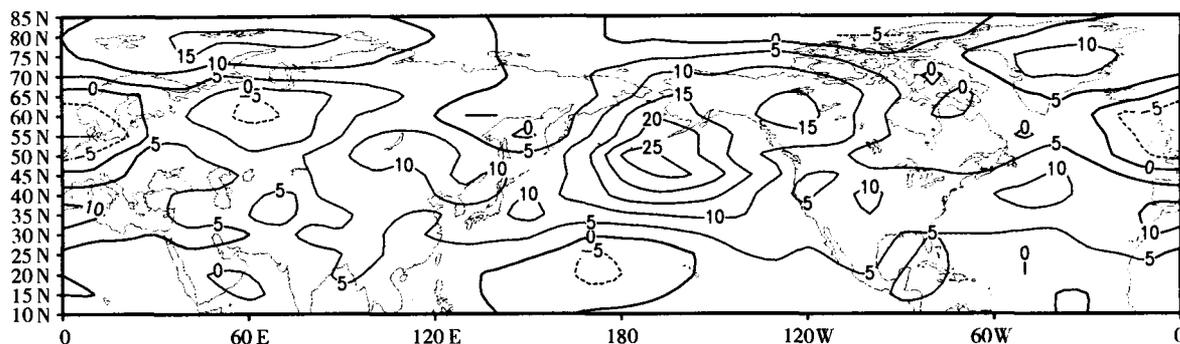


图 2 南疆 9 个夏季高温年 500 hPa 高度累积距平合成图(单位:gpm)

Fig. 2 Composite diagram of cumulative height departure at 500 hPa in Southern Xinjiang in 9 high - summer - temperature years

高温年 500 hPa 高度累积距平合成图。从图 2 可看出,整个北半球以正距平分布占优势。比较强的正距平中心一个位于阿留申地区,强度达 26 gpm。一个位于高纬度的巴伦支海地区,强度为 16 gpm。南疆地区为相对较弱的正距平中心区,中心强度为 9 gpm。此外,贝加尔湖地区和北大西洋西部的纽芬兰岛也均为弱的正距平区。30°~50°N 的中纬度地区形成绕极的正距平带。负距平区仅有 3 个,且范围小、强度弱。分别位于中太平洋的副热带地区、北欧至北大西洋中部地区和西半球的极区。对于高纬度地区的这种距平分布表现形式,说明南疆地区夏季高温年北半球极涡面积小、强度弱,冷空气势力弱。加之中纬度地区为绕极的正距平带,纬向环流盛行,高纬度地区的冷空气不易南下。中纬度地区绕极的正距平带还表明,南疆地区夏季高温年北半球副高北界位置偏北。这是由于北半球副高北界夏季平均位置约在 35°N 附近所致。表 1 给出南疆地区夏季高温年各月北半球极涡面积指数距平和北半球副高北界位置距平统计结果。可以看出,南疆地区夏季高温年,北半球极涡面积指数多为负距平,即北半球极涡面积较常年偏小。而北半球副高北界位置指数则多为正距平,即北半球副高北界较常年偏北。为说明问题,分析中还根据所选若羌、且末和田 3 个代表站夏季(6~8 月)温度距平和,把小于

-6.0 °C 的年份,作为低温年,55 a 中共出现 5 a。分别是 1969、1976、1989、1993 和 1996 年。并制作其 500 hPa 高度累积距平合成图(图略)。与高温年进行比较分析,发现其距平场分布几乎与高温年相反,北半球主要以负距平分布为主,南疆地区为较强的负距平控制,中心强度为 -4 gpm。总之,从上述分析说明,南疆地区夏季高温年的形成,不是一个局地现象,而是与北半球大范围的环流形势相联系。

表 1 南疆夏季高温年北半球极涡面积指数距平和北半球副高北界位置距平统计

Tab. 1 Statistics of the departure of polar vortex acreage index and the departure of north boundary of subtropical high in the Northern Hemisphere in high - summer - temperature years in Southern Xinjiang

年份	北半球极涡面积指数距平			北半球副高北界位置距平		
	6月	7月	8月	6月	7月	8月
1953	-27	-25	-14	2	3	3
1956	-2	47	40	2	1	0
1978	-3	21	47	2	2	-1
1994	-23	-6	-11	1	-1	2
1998	-42	-83	-84	1	1	3
1999	-31	-83	6	1	1	0
2001	6	-32	-47	1	1	2
2002	10	-74	-39	2	1	1
2004	-28	-30	18	2	0	1

3 南疆夏季异常高温年的前期 500 hPa 高度场特征

分析南疆地区夏季异常高温年前期各月北半球 500 hPa 高度距平场和相应的遥相关场分布,发现前期 10 月和 2 月北半球 500 hPa 高度对南疆地区夏季高温具有较好的指示性。图 3 是南疆地区 9 个夏季高温年前期 10 月 500 hPa 高度累积距平合成图。从图 3 可看出,在北半球中高纬度地区,北亚至北太平洋中部和北欧地区为负距平。北美至大西洋和亚洲西北部地区均为正距平,南疆地区为较强的正距平区,中心强度为 20 gpm。低纬地区也全为正距平

区。尤其是在低纬地区累积距平值均在十几和二十几以上。表明北半球各副高单体强度高、面积大、脊线位置偏北。这里仅给出相关系数信度水平超过 0.001 或 0.01 的副高环流特征指数(表 2)。从表 2 可看出,不少副高特征指数与南疆地区夏季温度存在很好的相关关系。尤其是印度副高脊线位置和北界位置、北非大西洋北美副高面积、北非副高面积和强度等特征指数的相关系数信度水平均达到 0.001。分析还发现,青藏高原高度和在我国登陆台风数与南疆地区夏季温度也存在着很好的相关关系。其信度水平也均达到 0.001。其计算结果也一并列于表 2。

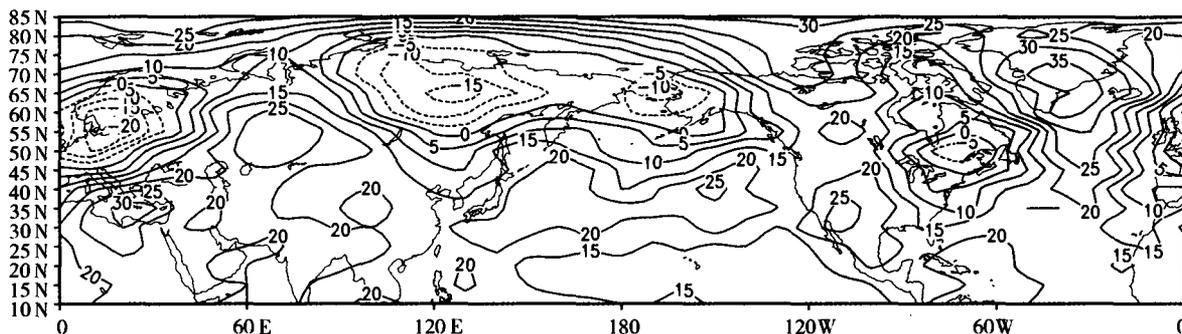


图 3 南疆 9 个夏季高温年前期 10 月 500 hPa 高度累积距平合成图(单位:gpm)

Fig. 3 Composite diagram of cumulative height departure at 500 hPa in

Southern Xinjiang in the preceding October of 9 high - summer - temperature years

表 2 前期 10 月有关环流特征指数
与南疆夏季温度相关统计

Tab.2 Correlation coefficients of related
circumfluence character indices in the preceding October
and summer temperature in Southern Xinjiang

环流特征量	相关系数
北半球副高面积	0.40 *
北非副高面积	0.44 * *
北非大西洋北美副高面积	0.45 * *
北美副高面积	0.39 *
南海副高面积	0.38 *
北非副高强度	0.43 * *
北非大西洋北美副高强度	0.41 *
印度副高脊线	0.49 * *
北美副高脊线	0.36 *
大西洋副高脊线	0.38 *
北美大西洋副高脊线	0.40 *
印度副高北界	0.45 * *
青藏高原高度	0.45 * *
登陆台风	-0.48 * *

注: * 信度水平达到 0.01; * * 信度水平达到 0.001

图 4 给出南疆地区夏季温度与前期 2 月北半球 500 hPa 高度的相关分布。从图 4 可看出,北欧地区表现为负相关区,而其南侧的低纬地区则为正相关区。太平洋地区也类同,在其较高纬度地区为负相关区,其南侧的低纬地区为正相关区。对于东亚大陆地区,其西侧为正相关区,东侧为负相关区。对于美洲西部地区,则在其西侧为负相关区,东侧为正相关区。这种相关分布可说明区域性的经、纬向环流分布情况。即欧洲和太平洋中纬度地区盛行纬向环流。而在东亚大陆和美洲西部地区则盛行经向环流。为说明问题,这里还给出太平洋中纬度地区纬向环流与南疆地区夏季温度相关情况。为简便起见,用 25°N、165°E ~ 165°W 500 hPa 高度距平和与 45°N、165°E ~ 165°W 500 hPa 高度距平和之差作为太平洋中纬度地区纬向环流指数。其与南疆地区夏季温度的相关系数为 0.43,达到 0.001 的信度水平。

图 5 是南疆地区 9 个夏季高温年前期 2 月北半

球 500 hPa 高度累积距平合成图。从图中可以看出,距平场的分布在低纬地区也是以正距平分布为主。说明前期 2 月北半球有关副高单体的特征指数也与南疆地区夏季温度存在着好的正相关关系。表 3 列出相关关系较好的部分副高环流特征指数。可以看出,相关关系最好的是西太平洋副高面积和强度指数,其次是太平洋副高面积和强度及北半球副高面积特征指数。计算还发现印缅槽指数与南疆地区夏季温度也存在着很好的相关关系,相关系数为 0.43,达到 0.001 的信度水平。距平场的分布在北半球中高纬地区,沿纬圈则表现为负、正、负、正的距平分布。欧洲地区为较强的负距平区,中心强度为 -29 gpm。亚洲地区为弱的正距平区。太平洋地区则又为强的负距平区,中心强度达 -36 gpm。北美地区也为正距平区,中心强度为 25 gpm。北半球中高纬度地区这种正负距平场的分布恰好与上述的正负相关场的分布相吻合。

表 3 前期 2 月有关环流特征量与南疆夏季温度相关统计

Tab. 3 Correlation coefficients of related circumfluence character indices in the preceding February and summer temperature in Southern Xinjiang

环流特征量	相关系数
北半球副高面积	0.44 **
北非副高面积	0.35 *
北非大西洋北美副高面积	0.35 *
西太平洋副高面积	0.46 **
南海副高面积	0.35 *
太平洋副高面积	0.45 **
北半球副高强度	0.42 *
西太平洋副高强度	0.46 **
南海副高强度	0.37 *
太平洋副高强度	0.44 **
太平洋副高脊线	0.37 *
北半球副高北界	0.36 *
太平洋副高北界	0.43 **
西太平洋副高西伸脊点	-0.36 *
印缅槽	0.43 **

注: * 信度水平达到 0.01; ** 信度水平达到 0.001

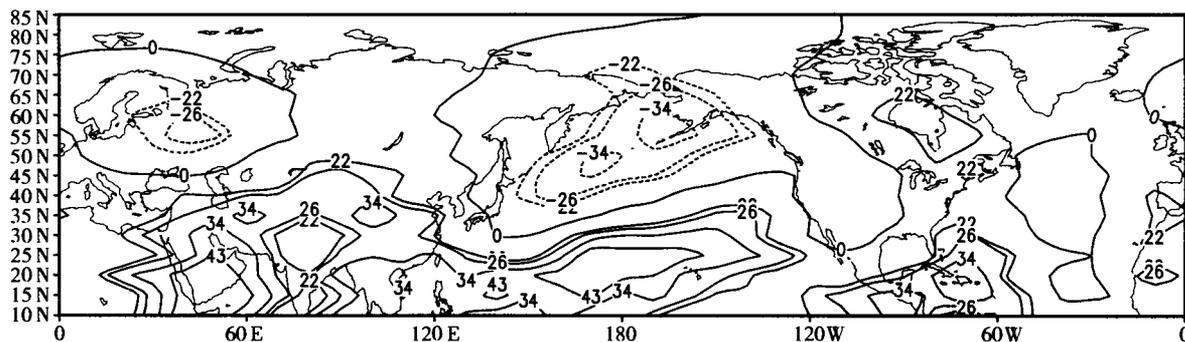


图 4 前期 2 月北半球 500 hPa 高度与南疆地区夏季温度相关分布(相关系数扩大 100 倍)

Fig. 4 Correlation distribution between 500 hPa height in the Northern Hemisphere in the preceding February and summer temperature in Southern Xinjiang

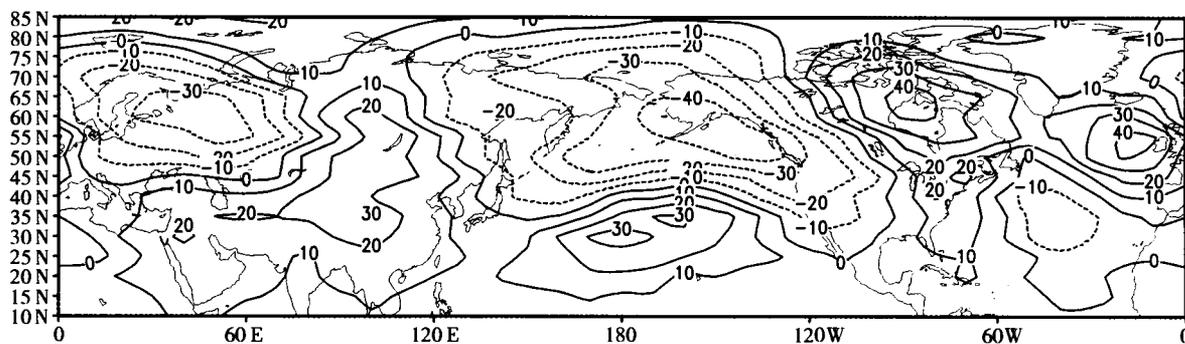


图 5 南疆 9 个夏季高温年前期 2 月 500 hPa 高度累积距平合成图(单位:gpm)

Fig. 5 Composite diagram of cumulative height departure at 500 hPa in Southern Xinjiang in the preceding February in 9 high - summer - temperature years

4 新疆夏季异常高温年的海温场特征

图 6 是新疆地区 9 个夏季高温年北太平洋海温平均距平合成图。从图 6 可看出,西太平洋基本全为正距平,尤其是 25°~40°N 范围,正距平数值较大,最大正距平中心出现在黑潮区,中心强度高达 10 °C。东北太平洋的加利福尼亚海流区为弱的负距平区。表现为西高东低的海温距平分布型。此

外,在赤道东太平洋也为一弱的负距平区。为便于比较,同样也做了新疆地区 5 个低温年北太平洋海温场平均距平合成图(略)。其距平场的分布与高温年几乎完全相反。高温年的这种距平场分布和北太平洋海温与新疆地区夏季温度的相关分布场(图 7)一致。表现为高相关区出现在西太平洋,高相关中心集中在黑潮区。其中有 4 个格点的相关系数分别高达 0.59、0.56、0.57 和 0.48,均远超过 0.001 的信度水平。东北太平洋的加利福尼亚海流区和赤道

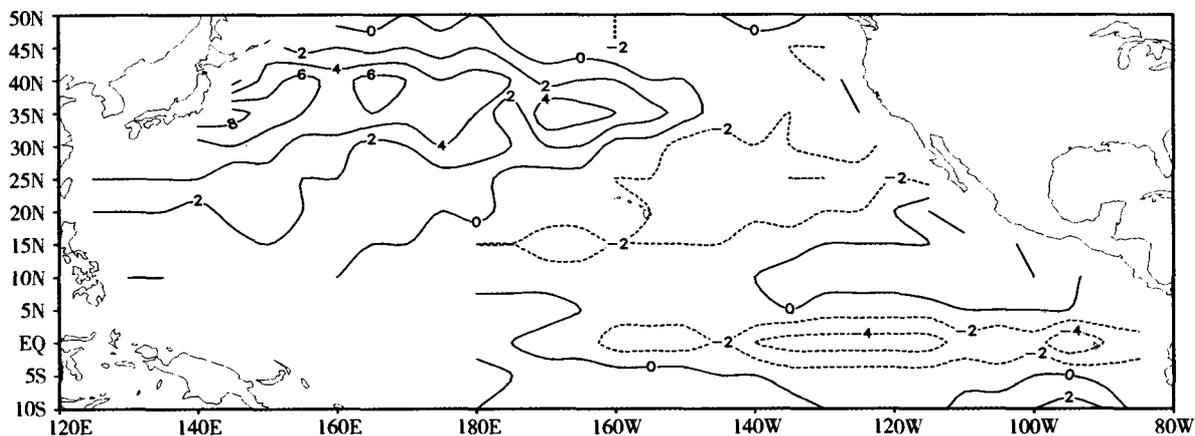


图 6 新疆 9 个夏季高温年北太平洋海温平均距平合成图(单位:°C)

Fig. 6 Composite diagram of average departure of sea temperature over the north Pacific in 9 high-summer-temperature years

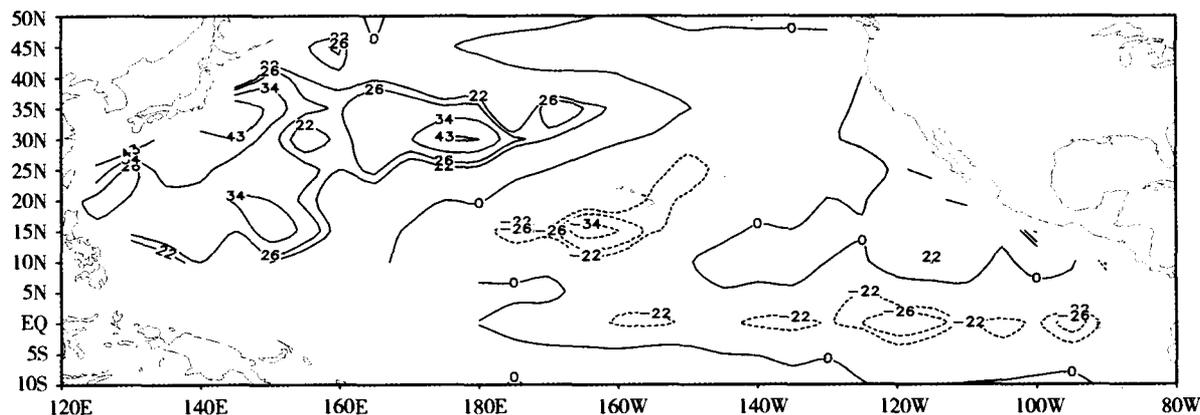


图 7 北太平洋海温与新疆夏季温度的相关分布(相关系数扩大 100 倍)

Fig. 7 Correlation distribution of sea temperature of the north Pacific and summer temperature of Southern Xinjiang

东太平洋表现为弱的负相关区。众所周知,赤道太平洋,尤其是赤道东太平洋冷水区和赤道西太平洋暖池区是海气相互作用最为明显的海区^[3]。这些

海区海温的异常变化会引起全球大气环流的改变,从而导致一些地区天气气候的异常^[4-5]。一些研究表明^[6-7],我国东部某些地区夏季温度的异常变化

与赤道太平洋海温的变化密切相关。那么南疆地区夏季温度的异常变化则主要与西太平洋的黑潮区及其附近海域的海温变化密切相关,而与赤道太平洋海温关系不大,这可能和南疆地区所处的特殊地理位置有关。

5 南疆夏季异常高温年的前期海温场特征

分析南疆夏季异常高温年前期各月北太平洋海温距平场,发现有一种典型的距平分布型,对南疆地区夏季高温有指示意义。此距平型表现为西南海区海温高,东北海区海温低。即西南海区海温为正距平分布,东北海区海温为负距平分布。在相应的相关分布上,西南海区表现为正相关,东北海区表现为负相关。西南海区主要包括 180° 以西, $10^{\circ} \sim 35^{\circ} \text{N}$ 的广大海域。东北海区主要包括 180° 以东, $35^{\circ} \sim 50^{\circ} \text{N}$ 的广大海域。该距平型从前期 1 月份建立,一直持续到 5 月份。根据 2 海区海温异常变化的程

度,此种类型又可分为 2 种副型。一种副型表现为西南海区海温变化幅度小,东北海区海温变化幅度大。即西南海区海温距平绝对值小,东北海区海温距平绝对值大。在相应的相关分布上表现为,西南海区正相关程度不及东北海区负相关程度好。此种副型 1 月份建立,2 月份结束,持续 2 个月。另一种副型恰恰相反,表现为西南海区海温变化幅度大,东北海区海温变化幅度小。即西南海区海温距平绝对值大,东北海区海温距平绝对值小。在相应的相关分布上表现为,西南海区正相关程度比东北海区负相关程度好。此种副型 3 月份建立,持续到 5 月份结束。对第一种副型出现的 1、2 月份制作海温距平合成图(略),发现西南海区只有黑潮区正距平数值较大,强度在 $5 \sim 7^{\circ} \text{C}$ 。而在东北海区则出现了大范围的强度在 $-5 \sim -7^{\circ} \text{C}$ 的负距平中心区。在相应的前期 1~2 月份北太平洋海温与南疆地区夏季温度相关分布图(图 8)上可清楚地看出,东北海区的负相关程度要比西南海区的正相关程度好。东北海

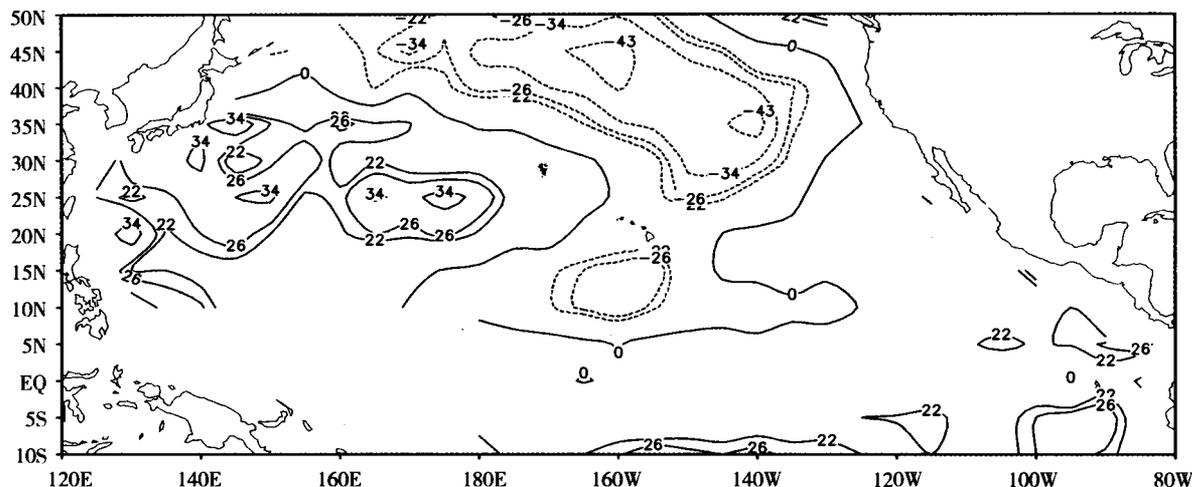


图 8 前期 1~2 月北太平洋海温与南疆夏季温度相关分布(相关系数扩大 100 倍)

Fig. 8 Correlation distribution between sea temperature of the north Pacific in the preceding January and February and summer temperature of Southern Xinjiang

区有 5 个格点的负相关系数的信度水平达到了 0.001。而西南海区正相关系数信度水平最高仅达到 0.01。考虑到实际业务的需要,对第二种副型,只做了 3~4 月海温距平合成图(图略),发现西南海区正距平数值较大,出现了 7°C 的强度中心。而在东北海区仅有 1 个格点强度达到了 -6°C 。在相应的 3~4 月份海温场相关分布图上(图略),西南海区的正相关程度要比东北海区的负相关程度好。西南海

区有 7 个格点的正相关系数的信度水平达到了 0.001,最大相关系数竟高达 0.56。而东北海区负相关系数信度水平只有 2 个格点达到 0.001。因此,在实际对南疆地区夏季高温预测时,既要考虑前期海温距平场的分布类型,又应根据 2 种副型分布,分别在西南海区和东北海区选取一个海温场关键区,作为预测因子。甚至可以用 2 个关键区海温距平差作为预测因子,效果可能会更好。如根据前期 3~4

月海温距平场的第二种副型进行因子选取,首先可把相关系数较高且分布集中的区域作为关键区。这里用 $20^{\circ}\text{N}, 140^{\circ} \sim 160^{\circ}\text{E}$ 作为西南海区的键区。用 $45^{\circ}\text{N}, 160^{\circ} \sim 175^{\circ}\text{W}$ 作为东北海区的键区。把西南海区键区海温距平和与东北海区键区海温距平和之差作为键区综合海温指数。计算得出,前期 3~4 月西南海区键区海温、东北海区键区海温和键区综合海温指数与南疆地区夏季温度的相关系数分别为 0.51、-0.43 和 0.54。相关系数均很高,尤其是键区综合海温指数的相关系数更高,远超过 0.001 的信度水平,具有很好的预测指示意义。但这仅是统计事实,众所周知,海温不可能直接影响气温,海温对气温的影响主要是通过海气相互作用对大气环流的影响来实现的,至于北太平洋海温如何对远离海洋的南疆地区大气环流产生影响?进而对气温产生影响,是一个复杂的问题,有待进一步探讨。

6 结论

(1)南疆地区夏季高温年具有明显的年代际变化特征,尤其是自 20 世纪 90 年代后期以来,高温年频繁发生,1998~2005 年的 8 a 中,竟出现 5 个高温年。

(2)南疆地区夏季高温年的形成,不是一个局地现象,而是与北半球大气环流相联系。表现为北半球极涡面积小、强度弱。北半球副高北界位置偏北。

(3)前期 10 月有关副高特征指数和前期 2 月有关副高特征指数及太平洋中纬度地区纬向环流指数对南疆地区夏季温度均具有很好的预测指示性。

(4)南疆夏季高温年,北太平洋海温场表现出

西高东低的海温距平分布型。黑潮区为正距平中心区,加利福尼亚为弱的负距平区。

(5)南疆地区夏季高温年发生的前期 1 月份开始,即在北太平洋建立西南海区高,东北海区低的海温距平分布型。这种分布型持续到 5 月份结束。但这 2 个海区海温的异常变化不同,表现为:1~2 月份西南海区海温变化幅度小,东北海区海温变化幅度大。3~5 月份则西南海区海温变化幅度大,东北海区海温变化幅度小。

(6)北太平洋海温与南疆夏季气温的关系,主要给出的是统计事实,至于海温如何影响大气环流,其间的海气相互作用关系如何?有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 李江风. 新疆气候[M]. 北京:气象出版社,1991. 5-12.
- [2] 罗伯良,段德寅. 湖南汛期旱涝及其预测[M]. 北京:气象出版社,2001. 41-42.
- [3] 李麦村,黄嘉佑. 北太平洋海温场的因子分析[A]. 长期天气过程的研究,中国科学院大气物理研究所集刊,第 13 号[C]. 北京:科学出版社,1985. 111-119.
- [4] 赵永平,陈永利,白学志. 西太平洋暖池的跃变及其气候效应[A]. 翟盘茂,江吉喜,张人禾. ENSO 监测和预测研究[M]. 北京:气象出版社,2000. 78-85.
- [5] 刘永强,丁一汇. ENSO 事件对我国季节降水和温度的影响[J]. 大气科学,1995. 19(2):200-208.
- [6] 许致远,白人海,魏松林. 黑龙江省夏季低温与北太平洋海温异常的联系及其长期预报[A]. 《东北夏季低温长期预报文集》编辑组. 东北夏季低温长期预报文集[M]. 北京:气象出版社,1983. 219-223.
- [7] 朱筱英,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.

Climatic Background Analysis of Abnormal Summer High Temperature in Southern Xinjiang

REN Guangcheng, WANG Bing

(Meteorological Center of the Second Artillery, Beijing 102208, China)

Abstract: Based on the data of sea temperature of North Pacific, 500 hPa geopotential height over the North Hemisphere and air temperature of Ruqiang, Qiemu and Hetian stations during 1951-2005, the climatic variation of summer high temperature years in Southern Xinjiang and its climatic background were analyzed. Results show that the emergence of summer high temperature in this region is closely connected with the abnormal variations of atmospheric circulation over the North Hemisphere and sea temperature of North Pacific. It is also showed that the character indices of the subtropical high over the Northern Hemisphere in the preceding October and February have indication for summer temperature in the region. Namely, since January of each high-summer-temperature year of Southern Xinjiang, the departure distribution of sea temperature which is high in the southwest sea area and low in the northeast has appeared in North Pacific, and often lasted until May. However, sea temperature variations of the two sea areas were different, in January and February, the variation is smaller in southwest sea area while bigger in the northeast, on the contrary, it's bigger in the southwest and smaller in the northeast from March to May.

Key words: Southern Xinjiang; summer high temperature; climatic analysis