

全球海温距平对月预报影响的数值试验*

骆美霞 纪立人 张道民 李金龙 游荣高

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

Arnaldo Longhetto

(Institute of Physics, University of Torino and Institute of Cosmogeofigica, CNR, Turin, Italy)

摘 要 对1992年7月19日个例,进行了有、无海温距平的对比数值试验,研究了海温距平对月预报的影响。个例试验结果表明,海温距平对月预报的影响是重要的。海温距平不仅对全球降水量的影响明显,而且对温度场预报的影响也很明显。大气(温度、降水和高度场)对异常海温强迫开始响应的的时间大约是10天。

关键词 月预报 海温距平 数值试验

1 引言

全球海温距平对季度预报有重要的作用,但对月预报是否有重要影响是一个国内外尚待解决的复杂问题。Fennessy 和 Shukla^[1]的研究指出,海温距平对热带地区预报有重要影响,但对温带预报的影响不重要。Kirtse 等^[2]进一步研究了海温距平对中高纬度纬向风(u)和流函数的影响,指出对 PNA 区域($30\sim 70^\circ\text{N}$, $160\sim 40^\circ\text{W}$)和 PSA 区域($30\sim 70^\circ\text{S}$, $160\sim 40^\circ\text{W}$)的影响明显,对其他地区的影响不明显。目前直接讨论海温对高度场影响的文章还不多见。本文的目的是通过有、无海温距平的对比数值试验,研究海温距平对全球降水、温度、高度场月预报的影响。

2 数值模式及试验方案

本文用中国科学院大气物理研究所大气环流部修改了的包含有地形、海温、辐射、积云对流、凝结作用等各种物理因子的 T42L9 全球谱模式^[3, 4],对1992年7月19日个例,进行了有、无海温距平的对比数值试验(分别称为方案2和方案1)。这两种方案的大气场初值相同,以1992年7月19日12时(世界时)的气象场(u, v, z, q)为初值。两种方案的差别在于海温初值不同,方案1的海温初值为多年7月平均海温(无海温距平,称它为气候海温),方案2的海温初值是1992年的7月平均海温(有海温距平,称为实际海温),与方案1的多年平均海温相比,有明显的海温距平。当海温初值给定后,在数值积分过程中保持不变,而陆面上的温度则按地面温度预报方程随积分时间而变。对预报方程进行逐日积分,两种方案都分别积分了30天。1992年7月的全球海温

1995-06-27收到,1995-10-16收到修改稿

* 国际理论物理中心和中国科学院重大项目“灾害性气候预测及其对农业年景和水资源调配的影响”资助课题

资料来自中国科学院大气物理研究所资料中心。

3 海温距平特征

1991~1992 年出现了一次 El Nino 过程, 这次过程开始于 1991 年 5 月, 11 月进入盛期, 到 1992 年 6 月开始减弱。图 1 给出了 1992 年 7 月全球海温距平分布。由图看出, 1992 年 7 月全球海温距平 (1992 年 7 月平均海温-多年 7 月平均海温) 的特点是北太平洋 (27°N 以北) 为负距平, 中心值接近-3°C, 位于 (37°N, 180°E) 附近。西太平洋为负距平, 黄海地区有负中心, 印度洋为正距平, 阿拉伯海和孟加拉湾地区有正中心。45°N 附近的北大西洋为负距平, 负中心位于 (45°N, 51°W), 中心值超过-3°C。29°S~24°N 的大西洋地区大部分为正距平, 52°S 附近的南大西洋为负距平。

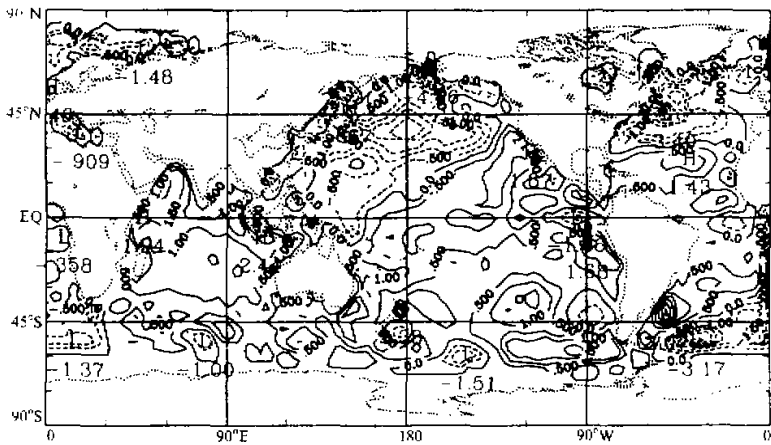


图 1 1992 年 7 月全球海温距平分布 (°C)

4 数值试验结果

4.1 海温距平对降水量的影响

图 2 给出了全球平均 (有降水的格点参加平均) 的 24 小时降水量的改变率 $(R_2 - R_1) / R_1$, R_2 和 R_1 分别为方案 2 和方案 1 的 24 小时降水量。由图看出, 海温距平 (方案 2) 对前 8 天预报的影响不大, 8 天后海温距平的影响开始表现出来, 到积分 21 天, 海温的影响达到最大, 24 小时降水量的改变率达 40%。

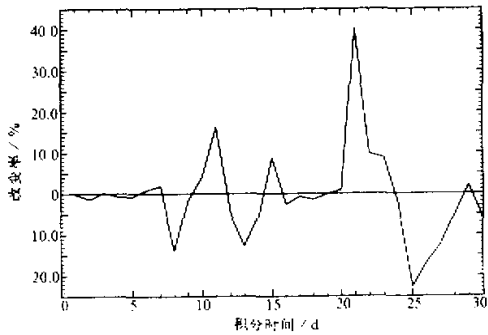


图 2 全球对降水区平均的 24 小时降水量的改变率 $(R_2 - R_1) / R_1$

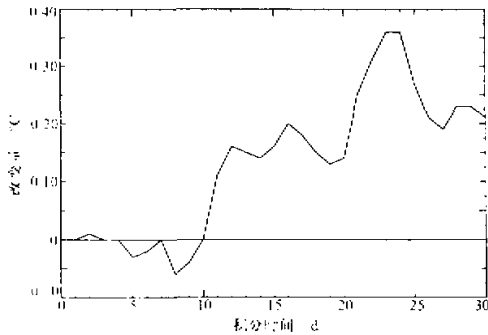


图3 全球模式整层平均温度的改变量(方案2-方案1)

天,降水量的最大改变率出现在积分21天,而温度场推迟了两天,最大改变量出现在23~24天。这似乎可以推论由降水变化引起的潜热变化对温度的变化起重要作用。

4.3 海温距平对高度场的影响

表1给出了北半球平均高度场距平相关系数的改变量。为了更直观起见,图4进一步给出了表1中部分层次的距平相关系数的改变量。图4中的MEAN 6表示对6个层次平均的结果。由表1和图4看出,方案2对500 hPa的改进最明显,例如对500 hPa 1~25天平均距平相关系数

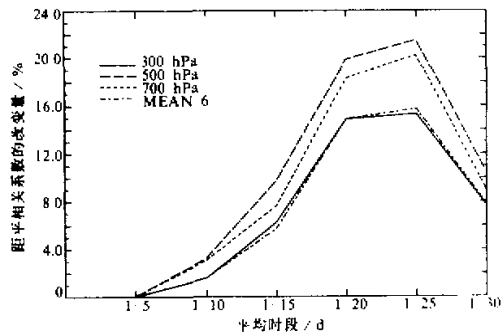


图4 北半球平均高度场距平相关系数的改变量(方案2-方案1)

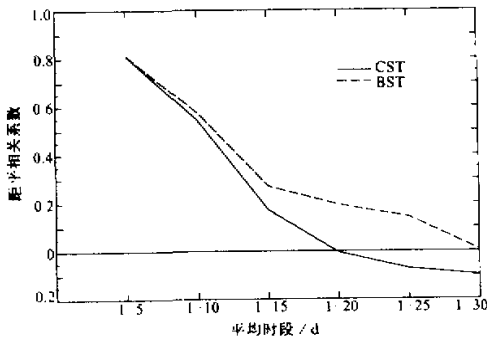


图5 北半球500 hPa平均高度场距平相关系数的变化
实线示方案1,气候海温CST;虚线示方案2,
实际海温BST

4.2 海温距平对温度场的影响

图3给出了全球模式整层平均温度的改变量(方案2-方案1)。由图3看出,海温距平(方案2)对前10天预报的影响不大,积分10天后,海温的影响开始表现出来,到积分23~24天,海温的影响达到最大,温度的改变量达0.36°C。

对比图2和图3,似乎可以看出,降水的变化先于温度的变化,例如降水开始响应的时间大约是8天,而温度开始响应的时间大约是10

提高了0.2148(见表1)。图5给出了北半球500 hPa距平相关系数的变化。由表1、图4和图5看出,海温距平对前10天高度场预报的影响甚小,积分10天后海温的影响开始表现出来,平均趋势是随着积分时间增加其影响也明显增加,到积分25天左右,海温的影响已十分明显了。方案2明显地优于方案1,对1~25天的平均预报水平有明显提高。

比较图2~4还可以看出,海温距平的影响首先表现在降水上,然后是温度和高度,降水对海温强迫开始

表 1 北半球 (20~90°N) 平均高度场距平相关系数的改变量 (方案 2-方案 1)

层 次	平均时段					
	1~5 d	1~10 d	1~15 d	1~20 d	1~25 d	1~30 d
100 hPa	0.0038	-0.0072	0.0213	0.0999	0.1025	0.0809
200 hPa	-0.0002	-0.0055	0.0323	0.1179	0.1242	0.0738
300 hPa	0.0004	0.0158	0.0627	0.1489	0.1529	0.0768
500 hPa	0.0008	0.0328	0.0976	0.1987	0.2148	0.1043
700 hPa	0.0009	0.0310	0.0766	0.1834	0.2019	0.0896
850 hPa	-0.0012	0.0297	0.0556	0.1452	0.1475	0.0431
6 层平均	0.0007	0.0161	0.0576	0.1490	0.1573	0.0781

响应的时间大约出现在第 8 天, 温度大约是 10 天, 高度场的响应时间在 10 天后。在积分 21~25 天的时段内, 大气的响应达到最大, 也就是说海温对预报改进最明显的时段是 21~25 天, 出现在预报的第三旬。一般来说, 模式对第三旬的预报能力较差, 远不如第一旬。而引入实际海温后, 恰好能明显地改进这个时段的预报, 这显示了实际海温对改进预报的重要性。

5 结 语

本文个例试验结果表明, 1992 年 7 月的海温距平不仅对降水量的预报有明显的影 响, 而且对高度场和温度场的影响也很明显, 其影响程度同积分时间有关。对前 10 天 预报的影响不大, 积分 10 天后海温距平的影响开始表现出来, 平均趋势是随积分时间 增加其影响也明显增加, 在积分第 21~25 天的时段内, 其影响达到最大。积分第 21 天 方案 2 对全球范围平均 (有降水的格点参加平均) 的 24 小时降水量的改变率达 40%。 方案 2 对 1~25 天的平均预报的改进最明显, 对 500 hPa 的距平相关系数提高了 0.2148。积分第 23 天方案 2 对全球整层平均温度提高了 0.36℃。以上数字都是十分可 观的, 表明了海温影响的重要性。

为何在大约积分 25 天后海温影响有所下降, 这有待于进一步讨论, 也可能同模式 对 25 天后的预报能力下降有关。总之, 本文个例试验结果表明, 海温距平的影响是重 要的, 在作月预报时应该考虑海温距平的影响。

本文的试验个例较少, 只计算了一个个例, 但从海温距平对月预报是否有影响这个 角度来看, 一个例子也可以说明问题。今后将尽可能多算一些例子, 并进一步分析海温 的影响机制。

参 考 文 献

1 Fennessy, M. J. and J. Shukla, 1991, Comparison of the impact of the 1982 / 1983 and 1986 / 1987 Pacific SST anomalies of time mean predictions of atmospheric circulation, *J. Climate*, **4**, 407~423.
2 Kingtse et al., 1994, Tropical and extratropical interaction and its impact on extended-range forecasting. Part I: The impact of sea surface temperature anomalies, *Mon. Wea. Rev.*, **12**, 274~290.
3 Zhang Daomin, Li Jinlong and Ji Liren et al., 1995, A global spectral model and test of its performance, *Advances in Atmospheric Sciences.*, **12**(1), 67~78.

- 4 纪立人、陈嘉滨、张道民、吴万里、沈如金、盛华、黄伯银、赵高祥, 1990, 一个包含非绝热物理过程的全球谱模式及其初步结果,“中期数值天气预报研究”成果汇编,北京:气象出版社,27~40.

A Numerical Experiment of the Effect of Sea Surface Temperature Anomalies on Monthly Forecasting

Luo Meixia, Ji Liren, Zhang Daomin, Li Jinlong and You Ronggao

(*Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080*)

Arnaldo Longhetto

(*Institute of Physics, University of Torino and Institute of Cosmogeofisica, CNR, Turin, Italy*)

Abstract In this paper, for the July 19, 1992 case the comparing numerical experiments with observed and climatological sea surface temperature (SST) has been performed by using the global spectral model. The effects of the SST anomalies (SSTA) on the monthly forecasting have been investigated by the comparing circulation changes in general circulation model generated with observed and climatological SST. The results of numerical experiments show that the impacts of the SSTA on the geopotential height, precipitation and temperature are obvious. The response time of the atmospheric circulation to the SSTA forcing is about 10 days.

Key words monthly forecasting sea surface temperature anomalies numerical experiment