

北大西洋表层海温影响渤海 海冰长期过程的探讨

臧恒范

王绍武

(国家海洋局海洋环境预报中心)

(北京大学地球物理系)

提 要

本文分析了北大西洋表层海温对冬季渤海海冰的影响,其影响时间为9个月左右。同时,指出了海温的韵律造成了北大西洋春季海温与冬季渤海海冰之间的关系,这个关系可做如下解释:北大西洋海温通过韵律活动在冬季出现与春季类似的热力特征。冬季的海温加热大气,从而影响冬季的大气环流。最后,通过不同地区之间的海气相互作用,海温的影响从北大西洋传到东亚。所以,应该认为是海温韵律造成了北大西洋春季海温与渤海冬季海冰之间的关系。

一、引 言

在我国的长期预报工作中,分析相隔半年多的韵律关系是重要的方法之一^[1]。为了提高预报准确率,关键是要逐步深入地了解这些关系形成的物理过程,否则在预报时,尽管有较高的相关也不能保证有较高的预报成功率。目前国内外已有不少研究^[2]证实了韵律的形成与大气和下垫面(包括海温、冰雪等)的相互作用有着密切关系。作者过去曾讨论过夏季北太平洋海温与冬季渤海海冰的韵律关系^[3],最近又发现大西洋海温也同渤海海冰有某种韵律关系,不过,表现形式与北太平洋有所不同。在长期预报中考虑大西洋海温不仅带来了新的信息,也可以增进对长期天气过程形成的了解。本文所用的海冰序列^[4],大西洋海温资料的分析及整理情况^[5],一般采用了1951~1980年的资料,但为了计算前期海温与后期高度及渤海海冰的关系,又加用了1950年的资料。

二、北大西洋海温对冬季渤海海冰的影响

为了探讨北大西洋海温异常对我国渤海海冰的影响,我们研究了北大西洋(1950—1980年)月平均表层海温与冬季(12—2月)渤海海冰级别(1级为最轻,5级为最重)的相关,计算了前期第14个月(上年10月)到前期第1个月(11月)海温与海冰的相关系数,为了节约篇幅,

图1仅给出12个月前(上年12月)以及10、8、6个月前(2月、4月、6月)北大西洋月平均表层海温与冰级之间的相关分布,由图1可看出,明显的正相关主要出现在北大西洋暖流区,此相关自上年12月起就已经比较明显,以后几个月一直维持较强;而出现在墨西哥湾流区负相关最为显著,相关系数在4月达到 -0.52 ,相关信度大于95%的区域范围相关大,负相关的时间也很长,一直维持到6月;但是究竟什么时候的海温与海冰关系最大呢?为了弄清这个问题,首先统计了北大西洋暖流区及墨西哥湾流区海域内逐月海温场与冰级(相关系数达到95%信度)的相关点数,绘成曲线图2,从曲线可以看出:在上年末相关较少,自1月到4月相关点数逐月增加,在4月达到最高。这就说明,4月海温与其后冬季渤海海冰有显著的相关且范围达到最大。所以我们将4月两个相关较显著海域的海温作为指标,用它来做冬季海冰预报。北大西洋暖流区取 47.5°N , 32.5°W 、 27.5°W ; 42.5°N , 37.5°W 、 32.5°W 四点海温距平和,墨西哥湾流区取 27.5°N , 77.5°W 、 72.5°W 、 67.5°W 、 62.5°W 、 22.5°N , 82.5°W 、 77.5°W 、 72.5°W 、 67.5°W 、 62.5°W 、 57.5°W 十点海温距平和。

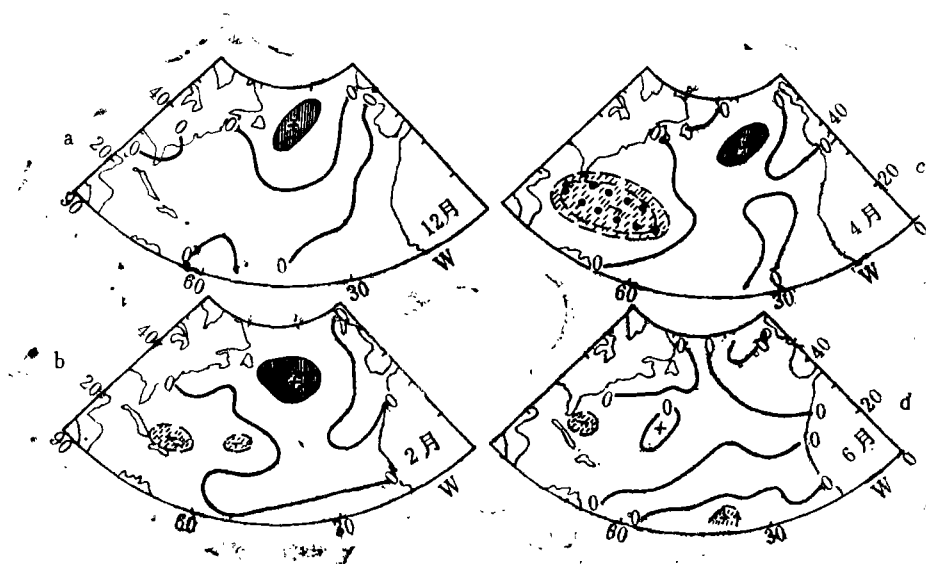


图1 前期12月、2月、4月、6月北大西洋表层海温与冬季(12月~2月)渤海海冰级别相关分布

图中粗线为零线;实线为正相关系数等于0.35和0.45的线(即:95%, 99%的信度线);虚线为相应的负相关。

在图1c中用黑点标出,图3a、b为两个区海温距平曲线,图3c为渤海冰级距平曲线,由于海冰级别1级为冰少对应暖冬,5级为冰多对应冷冬,所以冰级距平的纵坐标向下为正,即向上为暖,向下为冷。北大西洋暖流区海温与冰级为正相关,故纵坐标向下也为正,墨西哥湾流区为负相关,纵坐标向上为正,这样使曲线变化保持一致。由图3可以看出,三条曲线的趋势基本一致,特别是像1956、1967、1968、1976年度*的冰情偏重年,在两个区的海温上都有明显的反映。这说明前期北大西洋海温的异常与我国冬季海冰之间的确存在着一定的联系,但4月北大西洋海温对大约8~10个月以后的渤海海冰存在什么影响呢?下面仅从北大西洋暖流的影响过程进行探讨。

*这里的年度是指当年12月至次年2月,例如1976年度即为1976年12月到1977年2月。

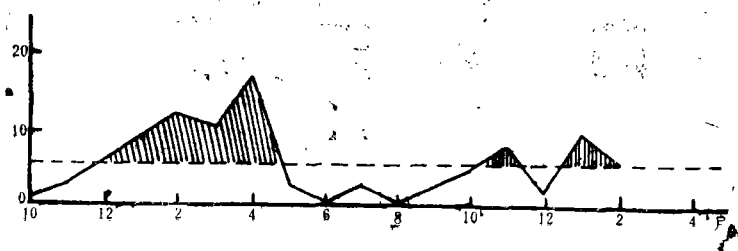


图2 前期逐月海温与冰级的相关

纵坐标为达到 95% 信度相关点数

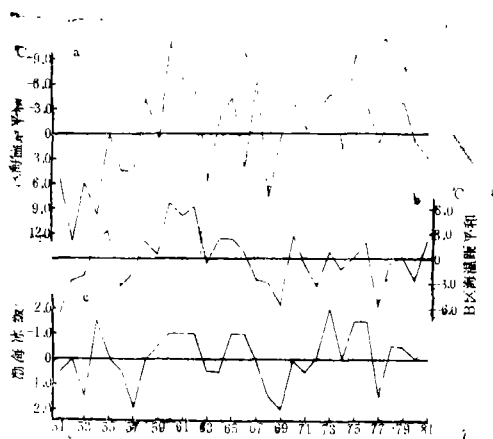


图3 4月北大西洋暖流区海温(a)、墨西哥湾流区海温(b)及渤海冰级(c)距平年际变化曲线

三、北大西洋暖流区海温的影响过程

文献^[3]在讨论前期太平洋西风漂流区海温与冬季海冰的关系时发现, 7 月份太平洋西风漂流区的海温通过韵律过程影响了冬季 2 月份的海温, 2 月份海温的异常导致了 2 月份大气环流的变化, 而大气环流的变化又影响了渤海海冰。这里我们发现北大西洋暖流区海温也有类似的变化, 图 4 给出了 4 月该区海温与同期 4 月到来年 2 月北大西洋海温场的相关系数分布图, 由图可以看出, 正相关随着时间的推移逐渐减小, 但到 12 月, 特别是到 1 月时相关又明显加强, 3 月以后

相关再次减弱(图从略)。为了进一步了解这一相关场的连续变化, 图 5 给出了 4 月北大西洋暖流区海温与其后 12 个月北大西洋暖流海域内正相关点数变化曲线(相关系数达到 95% 信度的相关点数), 由该曲线图可看出, 滞后 0—4 个月的正相关(超过 95% 信度)点数大于平均值, 而落后 5—8 个月时达到 95% 信度的点数很少, 可是落后 9—10 个月达到 95% 信度的点数又突然增加, 上一节的结果表明 4 月海温与后期冬季海冰关系最大, 这里又可看到, 4 月海温与冬季海温有较好的关系。但是其它各月海温与其后海温是否也有这样的关系呢? 图 6 给出 1 月到 5 月各月海温与其后 18 个月海温的自相关分布, 可以看出, 1 月到 5 月海温均有一定的持续性, 但是持续性随时间的增加而减弱, 但到 9—14 个月以后又有明显的相关。不过正相关重新增加的落后时间是不固定的, 例如: 1 月落后 12 个月开始又有正相关达到 95% 信度, 4 月则落后 9 个月就有较大的正相关, 可是这恰好都是对应于 1 月。由此说明, 自 1 月到 5 月无论哪一个月都是与 1、2 月有较大的正相关, 故图中从略, 这种海温的相关变化, 可能正是文献^[3]所述的韵律现象。即春、夏季的增温时期, 海洋吸收了大量太阳辐射热存储在较深层海水中, 到了冬季通过垂直混合输送给表层海水, 然后再将热量输送给大气。自然, 春夏季存储的热量越多, 冬季表层海水温度也就越高。但是同样是对应冬季海

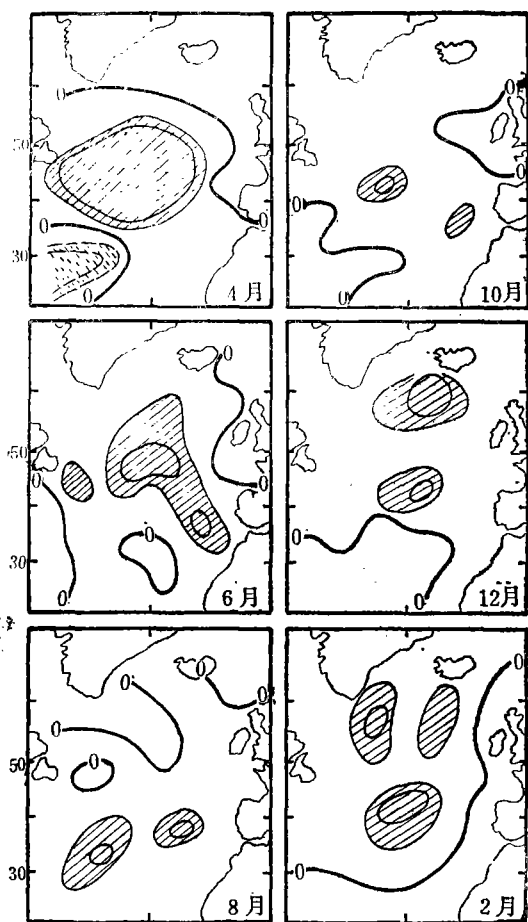


图4 4月北大西洋暖流区海温与4、6、8、10、12、2月北大西洋暖流海域内海温的相关系数分布 说明同图1

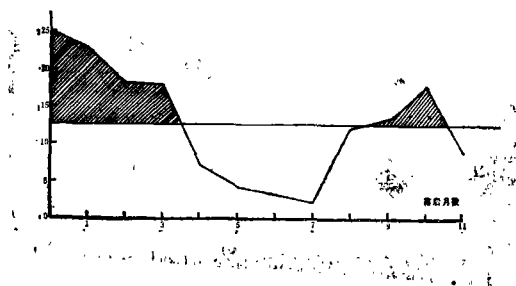


图5 4月北大西洋暖流区海温与其后12个月海温正相关点数变化曲线

横线为平均值线；纵坐标为达到95%信度相关点数

温，太平洋是夏季海温与冬季海温有关，因而相隔6个月左右，而大西洋却是春季海温与冬季海温相关最大，因此时间间隔约9个月。为什么两大洋的漂流区都有这种现象，而落后的时间又有不同，这也许和两大洋暖流的特点有关。

以上分析说明了前期4月北大西洋暖流区的海温可能通过韵律过程影响了1月海温，但大西洋海温的变化如何越过宽广的欧亚大陆影响渤海海冰呢？这是一个很有趣的遥相关关系。图7a给出了前一年4月北大西洋暖流区海温与1月500毫巴高度之间的相关系数分布，图中乌拉尔山北部为一明显的正相关区，而贝加尔湖以南及渤海上空为一明显的负相关区，即4月份海温高时，其后的1月份乌拉尔山北部高度偏高，而贝加尔湖及渤海地区高度偏低，很显然，这种形势有利于渤海地区的气温偏低，冰情偏重，但这只是一种预报关系，因为4月海温不能直接影响1月高度场，上面已经说过它是通过1月海温来起作用的，为了分析此问题有必要对1月海温与高度场的关系做一些分析。

图7b为1月北大西洋暖流区的海温与同期500毫巴高度相关系数分布图，从上可以看出，在北大西洋有一片很大的正相关区，相关系数高达0.56。而大西洋500毫巴高度的异常又是如何影响渤海的海冰呢？这就是所谓的遥相关了，为此，我们从图7b中选出相关最显著的北大西洋区域的5个点（图中用黑点标出），用这5点1月份的500毫巴高度值做为指标，与同期500毫巴高度求相关。绘制成遥相关图8，由图可以看出，北大西洋到渤海地区的相关分布为正、负相间，这说明：当北大西洋500毫巴高度偏高，即大西洋高压脊加强时，欧洲

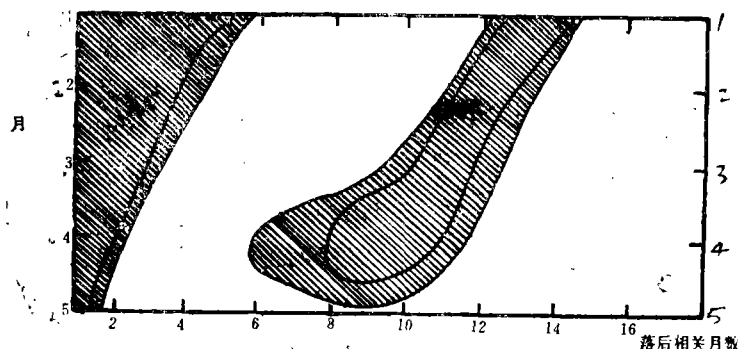


图6 各月北大西洋暖流区海温与其后 18 个月内海温的自相关

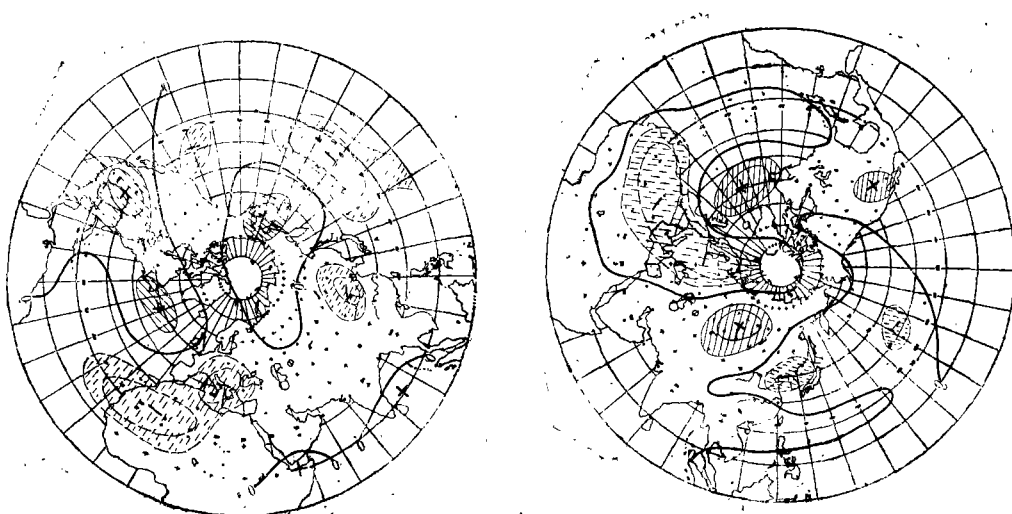


图7 4月(a)及1月(b)北大西洋暖流区海温与1月500毫巴高度相关系数分布 图例说明同图1

西岸就会出现低压槽；而欧洲低压槽的加深，将导致乌拉尔山高压脊的加强，从而使东亚大槽加深。在上述环流形势的控制下，来自西伯利亚的寒流使渤海地区出现持续寒冷的天气，导致渤海海冰偏重，反之亦然。这一系列的关系均可以从天气学的上游效应得到解释。

从以上的讨论不难看出：4月北大西洋暖流区的海温通过韵律过程影响了1月的海温，而1月海温影响了同期北大西洋大气环流，1月北大西洋环流又通过遥相关影响了渤海地区上空的大气环流，最后又影响了渤海的冰情。

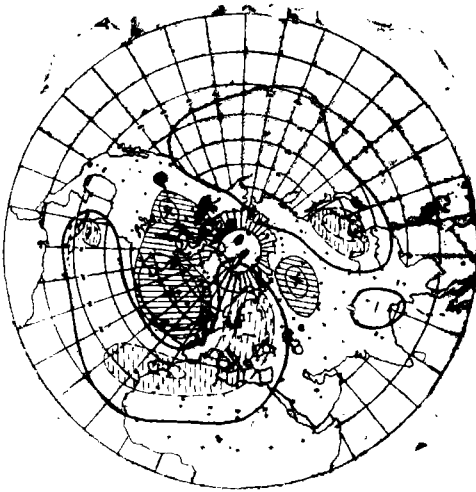


图 8 1 月 500 毫巴高度遥
相关系数分布 图例
说明同图 1

四、结 论

通过以上分析可以得出如下结论:

1. 北大西洋海温异常对我国冬季渤海海冰有一定的影响,特别是近 30 年来出现的重冰年及轻冰年,在北大西洋前期海温场的分布中均有明显的反映,前期 4 月北大西洋暖流区及墨西哥湾流区的海温与冰级呈现出明显的正负相关区,其影响时间为 9 个月左右。

2. 北大西洋暖流区指标形成的机制可能是 4 月北大西洋暖流区海温通过韵律过程影响了 1 月海温,1 月海温又影响了同期大气环流,大气环流通过遥相关影响了渤海海冰。

以上的结果只是根据近 30 年海温与大气环流的变化,对北大西洋暖流区的海温可能影响

渤海海冰的长期过程做了初步的探讨,对墨西哥湾流区海温的影响过程有待于进一步分析和研究。我们希望能从不同的角度研究长期天气过程的形成与机制,将有助于提高天气统计方法对长期预报的准确率,并且有助于建立长期预报的数值模式。

参 考 文 献

- [1] 赵宗慈、王绍武、陈振华,气象学报,1982,40,465—474.
- [2] 王绍武、赵宗慈,气象科技,1982,第6期,1—7.
- [3] 臧恒范、王绍武,海洋学报,5(1983),2,163—171.
- [4] 臧恒范、张宝珍,海洋学报,2(1980),4,47—57.
- [5] 王绍武、臧恒范,大西洋海温的大尺度时空特征(即将发表).

THE VARIATIONS OF NORTH ATLANTIC SST AND ITS INFLUENCE ON THE BOHAI SEA SEA-ICE LONG-TERM WEATHER PROCESS

Zang Hengfan

(Marine Environmental Forecasting Center of NBO)

Wang Shaowu

(Department of Geophysics, Peking University)

Abstract

In this paper, the variations of the North Atlantic SST and its

influence on the Bohai Sea sea-ice in winter months are analysed. The affecting period is about nine months. It is also pointed out that the SST rhythm links the spring SST in the North Atlantic with the winter sea-ice of the Bohai Sea. This relationship may be explained as follows: Through rhythm activity the SST of the North Atlantic in winter repeats the main thermal characteristics formed in spring. Then, the winter SST exerts a deep influence on the simultaneous circulation over the ocean by heating the atmosphere. Finally, under the active interactions between air currents in the different parts of the earth the influence of SST can propagate in the atmosphere from the North Atlantic to East Asia. Therefore, the SST rhythm should be thought to link the spring SST in the North Atlantic with the winter sea-ice in the Bohai Sea.