

渤海海冰变化与气象条件的关系

张 启 文

(国家海洋局海洋环境预报中心)

摘 要

本文对渤海海冰的变化与气象条件关系进行了分析研究,结果表明:气象条件对渤海海冰有重要影响,海冰变化存在十年左右的周期。这对于预报渤海海冰的长期变化有着十分重要的意义。

一、引 言

我国渤海位于北纬三十七至四十度之间,每年冬季都有不同程度的结冰现象,在一般的年份里,冰情并不严重,但在特殊的年份里,海冰对海上交通、海上资源开发作业的安全危害极大。据记载本世纪三十年代以来,渤海曾发生过四次严重的冰情(1936年、1947年、1957年和1969年)。1947年1月31日10时许,发现在 $39^{\circ}33'N$, $119^{\circ}23'E$ 处有高达10米,长200米,宽70米(目测)的冰山。1969年在秦皇岛以西的大薄河口,冰面上的冰块堆积高度达9米,上百艘客货轮中,有8艘被冰推移搁浅,19艘被冰夹住,随风漂移,有5艘万吨货轮,在航行中螺旋桨被冰碰坏。“海二井”平台有15根空心钢管桩,结构是由导管架固定成三个互不连接的平台底座,也于3月8日16时42分被流冰推倒。自1969年发生这次大冰封以后,有关部门加强了海上冰情调查,健全海洋观测站的冰情观测,增加了向有关单位及生产部门发布冰情预报。

但是,冰情的预报,特别是长期预报是一项比较困难的项目。为了能在几十天到数月之前就能够做出较准确的冰情预报,不但要研究冰情的变化规律,更重要的是要研究和了解冰情变化的原因。大家都知道,冰情变化不仅与海洋本身的条件有很大关系,例如,与海温、盐度、海流等有关,而且与气象条件也有密切联系。因此,为了改进冰情预报,就需要对渤海冰情变化的气象条件进行详细研究。同时,影响冰情的气象条件也不可能是局地的,必然是大尺度的,在某些情况下甚至可能是半球性的。本文对渤海冰情变化与大范围气象条件的关系进行了研究。

二、海冰与气温之间的关系

海冰的形成依赖于海水中一系列比较复杂的物理过程(2),除洋流、海浪、潮汐对海水温度有影响外,海水与大气的热量交换也对海温有重要作用,大气与海洋之间只要存在温度差,即有热量交换。每当入冬之后,大气温度急剧下降,这时海水的热量不断地输送于大气,当海水温度达到冰点时,海冰就形成。对于大气与海洋的相互作用,已有许多研究(3)(4),根据海水与大气之间的热量交换公式计算得出,气温与海表面温度差为 $10^{\circ}C$ 时,每天每平方厘

米的海表面将有270卡的热量传给大气，可使水深达2.7米的海水温度下降1°C，渤海仅有渤海海峡与黄海沟通，此外，四周全被大陆所包围。再加上水深较浅，因此，气温对渤海海冰的形成与变化起着重要作用。

大气压力场对气温的变化起着一定的控制作用。所以，为了分析气温与海冰之间的关系，首先让我们看一下气压与气温之间的关系。为了配合卫星云图的同步海冰资料，我们选取了七十年代的两个比较轻的和两个比较重的冰情年份，图1a、b分别是轻冰年1972—1973年和1975—1976年及重冰年1973—1974年和1976—1977年冬季(11—3月)大连站月平均气温和气压的平均变化过程曲线，由图1可以看出。每当入冬之后，气温逐渐下降，而气压上升。

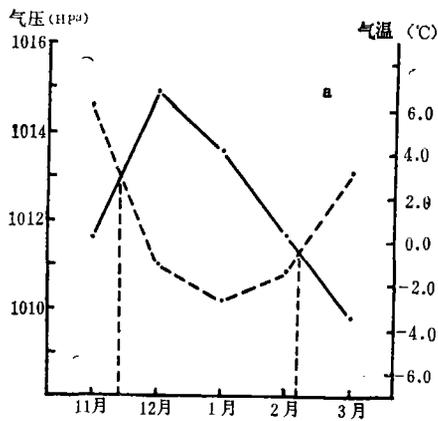


图1a 1972—1973年度和1975—1976年度大连月平均气压(实线)和气温(点线)平均变化曲线。

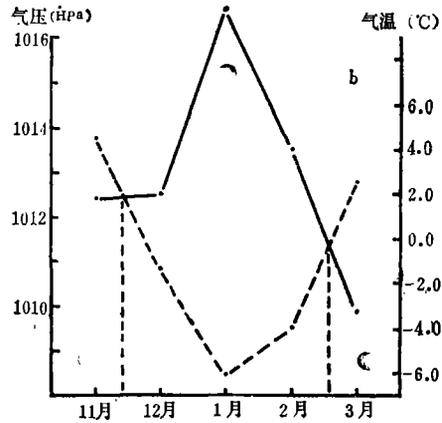


图1b 1973—1974年度和1976—1977年度大连月平均气压(实线)和气温(点线)平均变化曲线。

到了春季，天气回暖，气温增高，则气压下降，气压与气温正好为反相关。气温与气压曲线所围成的面积越大，则渤海的冰情越严重，浮冰面积就越大，与卫星云图分析的冰情结果也

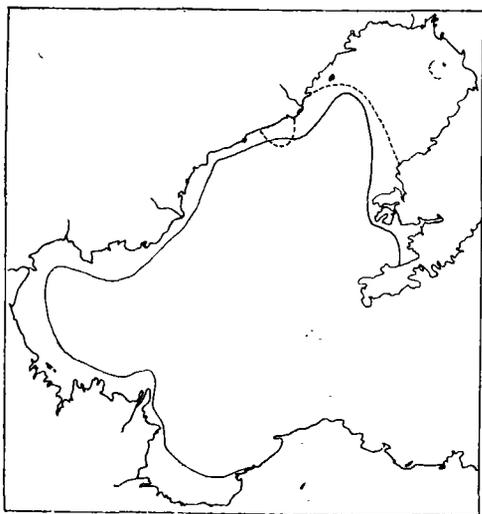


图2a 1973年和1976年流冰最大外缘线。
1973年1月27日流冰外缘线(点线)
1976年2月6日流冰外缘线(实线)

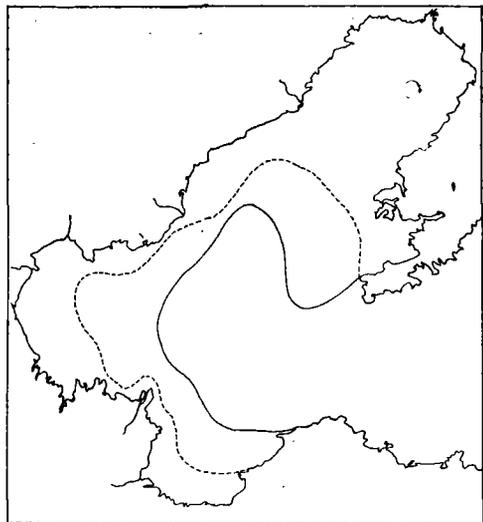


图2b 1974年和1977年流冰最大外缘线。
1974年2月13日流冰外缘线(点线)
1977年2月16日流冰外缘线(实线)

是一致的。(图 2a、b)。同时还可以发现,适当地调整两个坐标则可以使气温与气压的相交点,几乎与初、终冰日相近,两个重冰年比两个轻冰年的终冰日有明显的推后,从图 1a、b 中可看出大约推迟接近 10 天,这个趋势与海洋站观测资料是一致的。

气温的变化对渤海海冰的影响很大,为了说明这一点,作者选取了渤海沿岸天津的气温资料与渤海冰情轻重进行了分析。图 3 是天津站 1930—1983 年 1+2 月气温逐年变化和渤海冰级的变化曲线,由图 3 可见,气温的变化有明显的周期性,短周期为二年,其次就是四年,长周期为十年左右,从 1930—1950 年之间。两年周期最为显著。由于海冰无历史资料,所以冰情资料序列较短,但却有很好的代表性,从图中可清楚地看出,海冰冰级与气温变化一一对应,呈反相关。

为了进一步说明气温与海冰之间的关系,统计了 1951 年以后的四个指标站(大连、秦皇岛、塘沽、龙口)的负积温和渤海冰级做成点聚图,如图 4,横坐标为四站的负积温之和,纵坐标为渤海冰级,由图 4 可以看出,冰级与负积温基本成正比关系,即负积温越大,冰级越高。负积温在 $-70^{\circ}\sim-90^{\circ}\text{C}$ 之间,冰级都在 2.5 级以下;负积温在 $-95^{\circ}\sim-150^{\circ}\text{C}$ 之间,冰级在 3.0~3.5 级之间;负积温在 $-160^{\circ}\sim-210^{\circ}\text{C}$ 之间,冰级都在 4.5 级以上。由此可见,负积温与渤海冰级有密切的关系

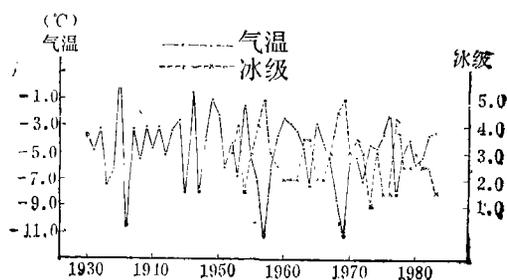


图 3 天津站 1930—1983 年 1+2 月气温逐年变化和渤海冰级变化曲线

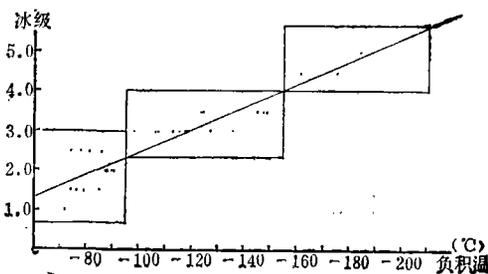


图 4 大连、秦皇岛、塘沽、龙口四站逐年负积温之和与渤海冰级的点聚图

三、海冰与副热带高压之间的关系

副热带高压(以下简称副高)是天气预报中的一个重要研究课题,许多学者的研究工作〔5〕〔6〕表明:副高的变化是影响气候异常的主要环流系统之一。因此,人们常常把副高的变化作为长期天气预报的主要依据。西北太平洋副高的活动对中高纬度的环流演变有很大的影响,同时与渤海的冰情也存在着密切关系。图 5 是西北太平洋副高面积指数距平和与渤海冰级的过程曲线,点线为副高每年月距平之和,实线是将副高面积指数每年月距平和与前三年进行四年滑动求和的过程曲线,折线是渤海的冰级。从图 5 可以看出,副高面积指数距平值偏高或偏低可达数年之久。例如,从 1957 年开始转高以后,一直持续到 1963 年,这足以说明副高是一个比较稳定的环流系统,当副高指数距平持续偏低(高)时,将会发生一次重冰情(轻冰情)。再看一下副高指数距平的四年滑动累积曲线。小的振动被滤掉之后,可以更清楚地看到,其周期性更为明显,当副高指数距平处于谷值时,渤海都有重冰情发生,如 1957 年、1968 年、1969 年和 1977 年。反之出现峰值时,渤海冰情是比较轻的,如 1960 年、1961 年、1962 年和 1973 年。从 1978 年以后至 1983 年,副高面积指数距平又是持续偏高,导致了 1983 年出现了历史有记载以来的第二个轻冰年。

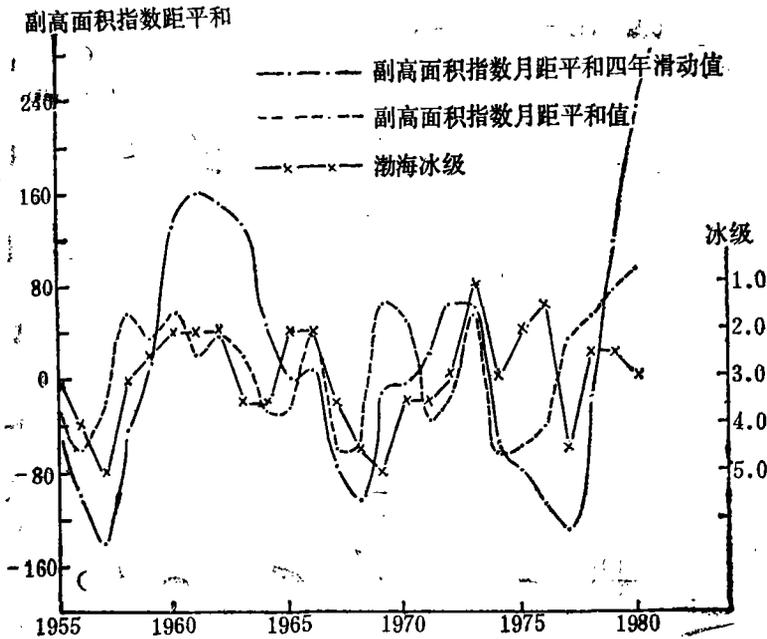


图5 西北太平洋副高面积指数距平与渤海冰级(1960—1961年度, 则为1961年)的变化曲线

四、海冰与北半球大气环流的关系

虽然副高与海冰有密切的关系,但是,它主要反映了副热带环流,实际上中高纬度的环流也有很大作用,通过分析发现^[1],北半球50度纬圈500百帕高度场的廓线,东亚大槽偏东槽浅,渤海地区处于高压脊控制,则该地区偏暖。反之,东亚大槽偏西槽深,则该地区偏冷。这种冷暖纬向波动特征是很有代表性的。

下面再研究一下渤海冰情与纬向环流的变化关系,我们仍然对两个特殊年份进行对比分析。图6是北半球120°E500百帕高度场距平和的廓线,实线为1969年1、2月500百帕高度距平和,点线为1973年1、2月500百帕高度距平和,从图6可以看出,这两条曲线基本对称、冷年大约在70°N以北为正距平,40°~70°N之间为负距平。暖年60°N以北为负距平,以南为正距平。所以可以得到结论,当气压距平场南高北低时,说明中纬度纬向环流强盛,冰情轻。反之,当气压距平分布是北高南低,说明经向环流盛行,冰情重。

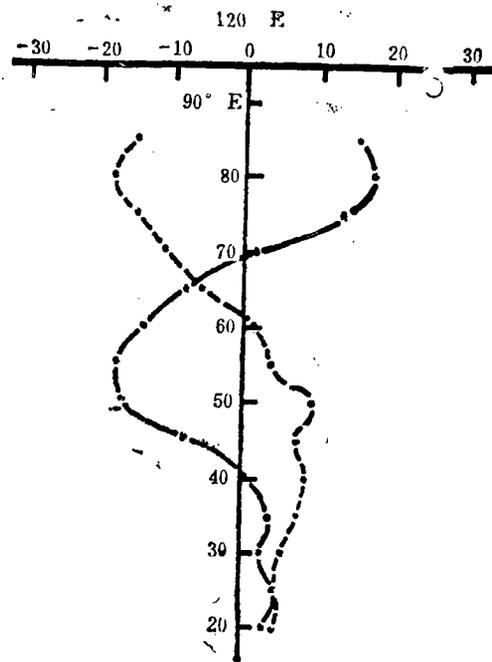


图6 1973年(点线)和1969年(实线) 1+2月500Hpa高度距平廓线

为了证明根据特殊年份的环流场分析得到的这个结论，我们又对1951年以后的高空环流场进行了分析，发现渤海的轻冰年或偏轻冰年均出现在每十年的前五年里，如，1954年、1965年、1973年和1983年。而重冰年或偏重冰年均出现在每十年的后五年里，如：1957年、1969年、1977年，曾有历史记载的还有1936年和1947年。同时还发现每十年里，前五年的冰情一般都此后五年的冰情轻。这里，我们只详细分析了1961年以后500百帕距平场的分布情况。图7a是120°E1961—1965年和1966—1970年500百帕1、2月高度场距平和廓线，这两条曲线很相似于图6，前五年很相似于1973年的暖年，后五年很相似于1969年的冷年。图7b是1971—1975年和1976—1980年120°E500百帕1、2月高度场距平和廓线。也相似于图6。1981—1984年1、2月500百帕高度场距平和廓线，也属于暖年型(图略)。如果未来这个每十年一个周期的趋势继续维持，则可以推断1986—1990年渤海地区的高空环流场可能也属于冷年型，并且在1986—1990年之间渤海也将有可能发生一次较重冰情。

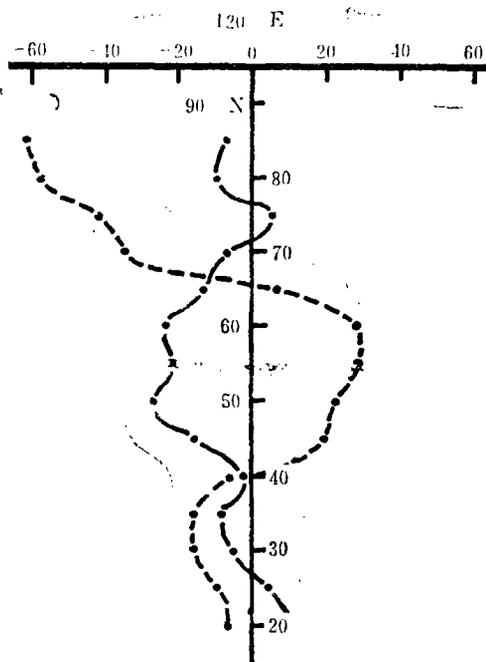


图7a 1961—1965年(点线)和1966—1970年(实线)1+2月500HPa高度距平和廓线

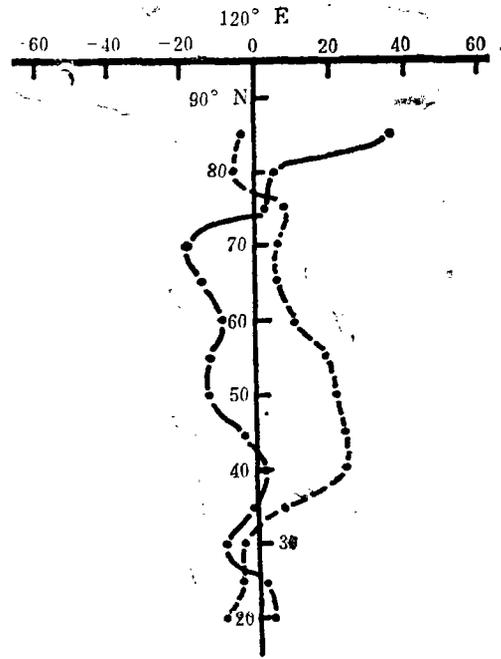


图7b 1971—1975年(点线)和1976—1980年(实线)1+2月500HPa高度距平和廓线

五、小 结

渤海海冰的变化与气象条件之间的关系极为密切，这与渤海深浅，受外海的影响小的这样一个半封闭的内陆海有关，在海冰预报中，气象条件是一个重要的影响因素[1]。但是，对于海洋场本身的复杂变化，如水温、盐度、潮汐、海浪等，也是不可忽视的，在做海冰预报时，必须全面考虑。

根据渤海海冰与气温、西北太平洋副高，以及北半球500百帕环流场的研究表明，存在十年左右的周期，每十年的后期均有一次较严重的冰情发生，轻冰年则大多发生在每十年的前期，

此文分析研究所获得的十年周期产生的原因,目前还不清楚,也可能这就是太阳—地球11年周期关系的一种体现。因此,在做海冰的长期趋势展望时,不仅需要考虑大气环流变化,可能也要考虑太阳活动这个因子。所以,海冰预报不仅仅是海洋水文学家所研究的,而是需要由天文学家、地球物理学家和气象学家共同来解决的课题。

本文承北京大学王绍武副教授提出宝贵的意见,在此深表谢意。

参 考 文 献

- [1] KONISHI, R, and M.SAITO, The relationship between ice and weather conditons on the eastern Bering sea, In *Oceangrphy of the Bering sea*, (D.Hoo Ded.)Institute of Marine science,University of Aeaska, 1974, 425—455.
- [2] LEE, O.S.and L.S.SIMPSNN, A Practical method of sea ice formation and growth.*Tech, Rep.4 U.S. Hydrngr.office*, 1954.
- [3] 王绍武、赵宋慈等, 冬半年海洋与大气的相互作用, 海洋学报, 1980, 第二卷, 第二期, 27—40.
- [4] C.Haworth, Some relationships between sea surface temperature anomalies and surface pressure anomalies, *Quart.J.R Met.Soc.*, 1978, 104, 131—146.
- [5] 黄土松等, 副热带高压结构及其同大气环流有关若干问题的研究, 1982, 气象学报, (2).
- [6] 苏炳凯, 符源斌, 北半球副高带长期变化的初步研究, 长期天气预报文集, 1981, 115—125.
- [7] 臧恒范, 张启文, 1982—1983年冬季渤海及黄海北部的冰情分析, 海洋预报服务, 1984, 第一卷, 第一期, 43—49.

THE RELATIONSHIP BETWEEN VARIATION IN THE BOHAI SEA ICE AND ITS METEOROLOGICAL CONDITIONS

Zhang Qiwen

(*Marine Environmental Forecasting Center of SOA*)

Abstract

In this paper the relationship between sea ice and climate is analysed. It is proven that the climatic variatons play an important role in the formation of sea ice and have a dominant period of about ten years. The above results are of great significance for pridicting the long-term variation of ice conditions on the Bohai Sea.