

# 夏季北极海冰激发的 500hPa 遥相关型

方之芳

(成都气象学院)

谭友邦

(四川省内江气象台)

隋学海

(山东省德州气象台)

## 提 要

本文应用统计方法,分析7月、8月北极海冰与北半球 500hPa 位势高度场的相关场,7月、8月 500hPa 基点相关图,多冰年与少冰年的 1000—500hPa 厚度差图等,得到如下结论:

夏季极冰冷源的存在,可激发北半球大气产生遥相关型,这种遥相关型可以看成二维 Rossby 波列,具有相当正压结构,在西风带中沿着固定的波导自高纬向低纬分布,从而影响北美的环流和天气,表现为极冰偏多年份,极涡加强而偏心,加拿大高压脊和北美大槽亦同时加强;反之,极冰偏少年份,上述系统均减弱。

**关键词:** 极地海冰;冷源;遥相关型;二维 Rossby 波列;基点相关图。

## 一、引 言

近年来,遥相关现象受到气象界的普遍重视,在关于遥相关型的探索中,人们又提出遥响应现象。关于大气对海洋热源遥响应现象的研究,是近年来讨论年际气候变化的常见论题。Wallace 和 Gutzler<sup>[1]</sup>用大量统计相关事实说明,当赤道太平洋东部和中部地区有异常加热时(出现 ElNino),北半球冬季将会出现类似 PNA 型的环流型。Hoskins 和 Karoly<sup>[2]</sup>的大气环流模式试验结果表明:位于低纬地区的热源扰动,可以产生较强的遥响应,这种低纬热源激发生成的遥响应是沿着大圆路径传播的二维 Rossby 波列,波的能量沿着波射线路径扩散,在远离强迫源中心的位置上,产生新的扰动中心。但是关于大气对极区海冰低温热力作用的遥响应,目前研究尚少。

海冰异常对大气异常的作用要比低纬海面温度的作用小得多,但有许多观测资料的诊断分析表明,海冰的存在对大气环流和中高纬度及低纬的天气和气候有很大影响<sup>[3]</sup>,海冰覆盖范围的变化,会对全球热量平衡及世界气候有深远影响。

夏季,北极处于白夜阶段,大块浮冰反射掉 60—70% 的太阳入射辐射,海冰的存在,有效地阻止海洋与大气间的热力交换,阻止海洋得到热量;此外,夏季极地海冰的融化,还消耗大量能量,可以认为,夏季海冰面积的异常,剧烈改变着极区对流层下部与下垫面的能量收支,使高纬大气的非绝热加热产生异常,从而引起中低纬大气对低温热力作用的遥响应。

1988年8月18日收到,1989年5月21日收到再改稿。

\* 国家自然科学基金课题和国家气象局季风科研基金课题。

本文应用了 1953—1977 年逐年 7 月、8 月北极海冰覆盖面积资料<sup>[4]</sup>, 考虑  $50^{\circ}\text{N}$  以北的北冰洋, 北太平洋和北大西洋的海冰覆盖面积; 1951—1982 年 7 月、8 月月平均 500hPa 位势高度场资料<sup>[5]</sup>; 1951—1976 年北半球海平面气压距平资料<sup>[6]</sup>. 采用统计方法, 分析夏季极冰与 500hPa 位势高度场之间的遥相关型, 从而说明大气对极冰低温热力强迫作用的可能遥响应.

## 二、分析结果

### 1. 大气对北极海冰冷源的遥响应

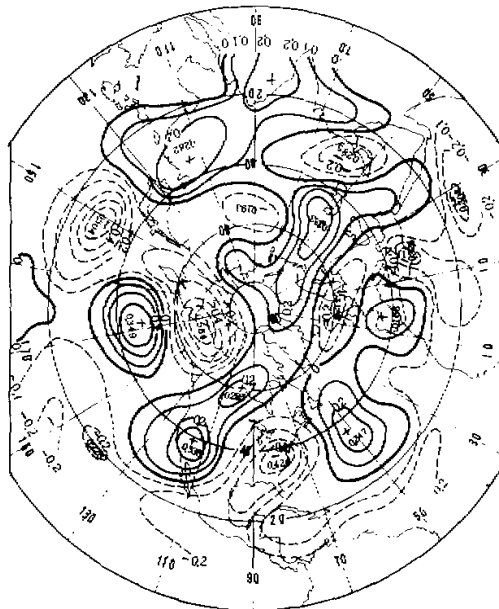


图 1 8 月极冰与 500hPa 高度场的相关场

夏季极地海冰的存在, 对大气起着冷源的作用, 夏季海冰面积的变化, 对大气状态有所影响.

首先, 分析 7 月、8 月北极海冰面积与同月 500hPa 位势高度场的相关场, 以 8 月为例说明之 (图 1). 由于应用 25 年资料, 所以当  $|R|=0.336$  时, 达  $\alpha=0.10$  信度; 当  $|R|=0.396$  时, 达  $\alpha=0.05$  信度; 当  $|R|=0.506$  时, 达  $\alpha=0.01$  信度.

图中可见, 极区附近, 存在与海冰面积相关密切的负相关区, 相关值达  $-0.554$ , 中心位于  $(170^{\circ}\text{W}, 70^{\circ}\text{N})$  附近.

如将图 1 与 8 月多年平均 500hPa 图相对照 (图略), 极区的负相关区位置正与极涡的偏心位置一致, 位于白令海峡和阿拉斯加半岛附近. 反映了在夏季极冰面积偏多年份, 由于极区反射辐射增大, 海冰又阻止海洋与大气的热量交换, 致使极区能量收入减少, 位

势高度场比常年偏低,极涡增强。

从图 1 中还可可见,在哈德森湾、加拿大及美国西部,有大范围的正相关区,中心值达 0.336;在美国东部及大西洋近岸地区,有大范围的负相关区,中心值为-0.426;但均小于极区的相关值。这三个区域的走向形如球面大气中的波列分布<sup>[2]</sup>,相关中心呈正负相间形式。

综上所述,可见极冰对大气的影晌,不仅在极区有所反映,而且在中低纬度也有响应,似乎构成某种遥相关型。对 7 月极冰与同月 500hPa 位势高度场的相关场分析,结果与 8 月相类似(图略)。

## 2. 极冰激发的遥相关型分析

### 2.1 极冰激发的大气遥相关型

在 7 月、8 月极冰与同月 500hPa 高度场的相关场中,取极地区域相关最大点作为基点,分析该基点与 500hPa 其余各格点的相关图<sup>[1]</sup>(称为基点相关图)。由于应用 1951—1982 年共 32 年资料,所以在基点相关图中,当相关系数 $|R|=0.296$ 时,达 $\alpha=0.10$ 信度水平,当 $|R|=0.349$ 时,达 $\alpha=0.05$ 信度水平,当 $|R|=0.449$ 时,达 $\alpha=0.01$ 信度水平。

以 8 月为例说明之。取 $(170^{\circ}\text{W}, 70^{\circ}\text{N})$ 为基点,作该点的 500hPa 相关图(图 2a)。在图中,存在 3 个正负相间的相关系数最大的中心,中心位置分别为 A $(170^{\circ}\text{W}, 70^{\circ}\text{N})$ 、B $(105^{\circ}\text{W}, 55^{\circ}\text{N})$ 和 C $(75^{\circ}\text{W}, 35^{\circ}\text{N})$ ,相关系数分别为 1, -0.589 和 0.542,均超过信度 $\alpha=0.01$ 的显著性水平。其中心走向形如球面大气中的波列结构。然后分别以 $(105^{\circ}\text{W}, 55^{\circ}\text{N})$ 和以 $(75^{\circ}\text{W}, 35^{\circ}\text{N})$ 为基点,作 500hPa 基点相关图(图 2b、2c),具有与图 2a 位置完全相同的 3 个相关中心,而且相关值均超过 $\alpha=0.01$ 信度水平。

将图 2 与图 1 比较,可见图 2 中的 3 个相关中心与图 1 中的相关中心基本上重合。我们认为,图 2 中的特征,可以看成极冰冷源激发的 500hPa 高度场上的遥相关型。

对 7 月也进行相应的基点相关图分析,情况与 8 月相仿,也存在三个正负相间的相关中心,中心位置分别为 $(160^{\circ}\text{W}, 80^{\circ}\text{N})$ 、 $(90^{\circ}\text{W}, 60^{\circ}\text{N})$ 和 $(75^{\circ}\text{W}, 35^{\circ}\text{N})$ ,也呈波列结构。

### 2.2 遥相关型的特征分析

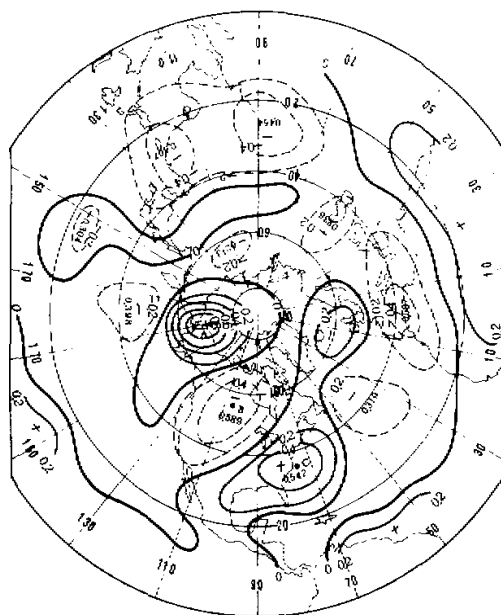
#### a) 遥相关型具有波列特征

分析图 2 中相关区的图型特征,发现极区相关中心 A 点至哈德森湾附近相关中心 B 点的距离与 B 点至佛罗里达附近相关中心 C 点的距离几乎相等,而且相关区呈正负相间,从高纬至低纬呈波列分布。这些特征与 Wallace 和 Gutzler<sup>[1]</sup>分析的由赤道太平洋海温异常所激发的冬季 PNA 型的特征相似。我们认为,由于夏季极冰的冷源作用,北极极冰面积的异常,激发极区位势高度场的振荡(这种振荡在中低纬度大气中有响应),激发了哈德森湾和佛罗里达半岛附近位势高度场的振荡,表现为该种定常波列特征。

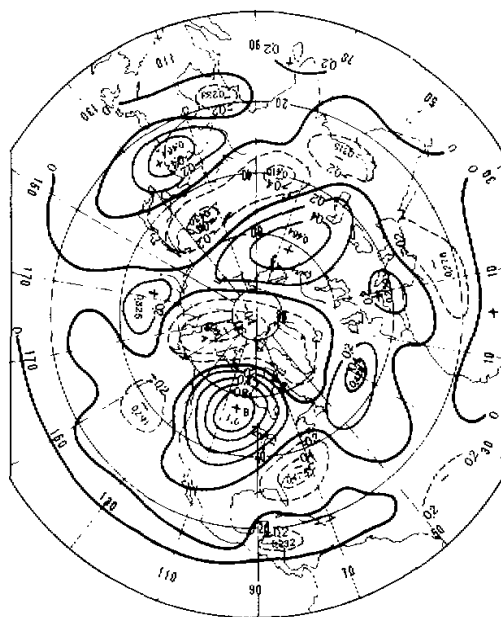
#### b) 波列仅在西风带中存在

在图 2 中,8 月波列的最南中心点 C 位于 $(75^{\circ}\text{W}, 35^{\circ}\text{N})$ 上,在多年平均 500hPa 8 月北美高压脊线 $25^{\circ}\text{N}$ 的北侧;而在 $25^{\circ}\text{N}$ 以南,即使在以 C 点为基点的相关图中,相关也不显著(图 2c)。我们认为,极地冷源所激发的这种遥相关型按波列特征沿波射线方向分布,它不能穿越东、西风之间的刚壁,仅在西风带中存在。Hoskins 指出<sup>[2]</sup>,在 $\bar{u}=0$ 的临界纬度处,波的群速度趋于零;我们所得结果与这一结论一致。

(a)



(b)



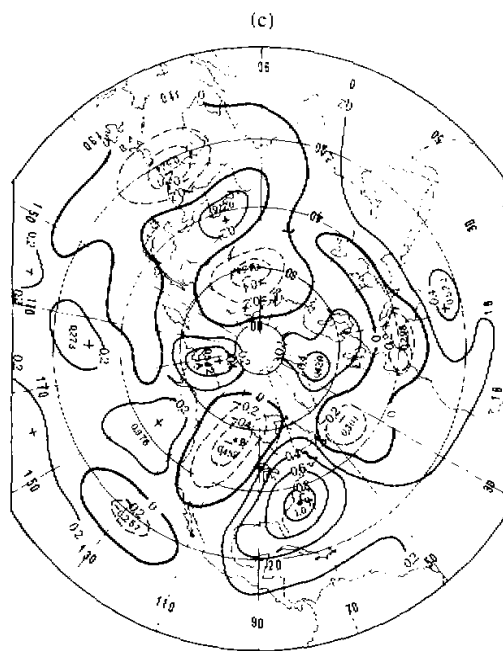


图2 8月500hPa高度场上的遥相关型

(a)A(170°W, 70°N)为基点, (b)B(105°W, 55°N)为基点, (c)C(75°W, 35°N)为基点.

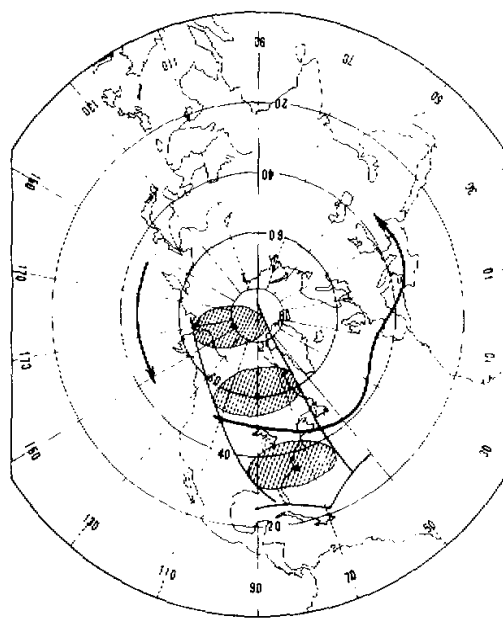


图3 7月500hPa急流与波列示意图

图中椭圆形阴影为波列作用区, 黑点为遥相关中心, 粗黑矢线为急流

## c) 波列与急流位置的对应

图 3 是 7 月 500hPa 急流位置与 7 月波列的示意图. 在 500hPa 高度场上, 在美国大湖区直至欧洲地中海存在急流, 7 月波列穿越急流入口处, 从高纬向低纬传播, 作用中心正位于急流的侧, Blackmon 等在 1984 年指出<sup>[7]</sup>, 遥相关型与急流位置之间存在两种型式, 其中之一是波列穿越急流入口处, 向下游传播, 上述分布, 正与此种型式相同.

## d) 波列具有相当正压结构

选取 1953—1977 年中 8 月极冰最多的 1967 年为冰多年, 极冰最少的 1968 年为冰少年, 分别计算该两年的 1000—500hPa 厚度场, 并求两者的厚度差值场. 在厚度场中, 冰多年在极区 A 点附近的厚度值明显比冰少年为小(图略). 在厚度差值场中(图 4), 8 月波列作用中心 A、B、C 点正与厚度差值场的三个中心相对应. 反映为 8 月波列结构不仅在 500hPa 场上有反映, 而且在厚度场(温度场)上也有反映, 并且中心位置基本一致, 说明 8 月波列具有正压结构. 这与由热源引起的波列具有正压特征是一致的<sup>[7]</sup>.

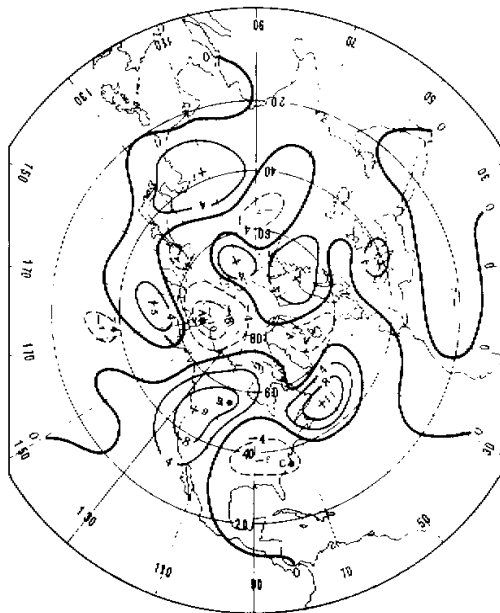


图 4 8 月冰多年与冰少年厚度差值场 (单位: 位势什米).

对 7 月遥相关型特征也曾进行相应研究, 结果相仿, 反映 7 月遥相关型也有波列特征, 具有相当正压结构, 也仅在西风带中传播等相应特征.

## 3. 遥相关型对北半球大气环流的影响

8 月波列三个作用中心位置正位于极涡、加拿大高压脊和北美槽上, 因而极冰面积的异常可能对这些区域的环流和天气有很大影响.

选择 1953—1977 年中 8 月极冰面积偏大的四年(1964, 1965, 1967, 1969)为冰多年,

极冰面积偏小的四年(1960、1968、1971、1977)为冰少年,分别计算冰多年与冰少年的 500hPa 平均高度距平场。在冰少年的高度距平场中(图 5),波列的 3 个作用中心区距平值分别为+5, -5, +3;即在白令海峡和阿拉斯加附近区域,为正距平;加拿大和美国中部及西部区域为负距平;美国东部沿岸和大西洋近岸一带为正距平。反映为冰少年,极涡在白令海峡处的偏心减弱,加拿大高压脊也弱,相应北美大槽也较弱。反之,在冰多年的高度距平场中,波列的三个作用中心距平值分别为负、正、负;反映为极涡加强,明显向白令海峡方向偏心,加拿大高压脊和北美大槽均相应加强(图略)。

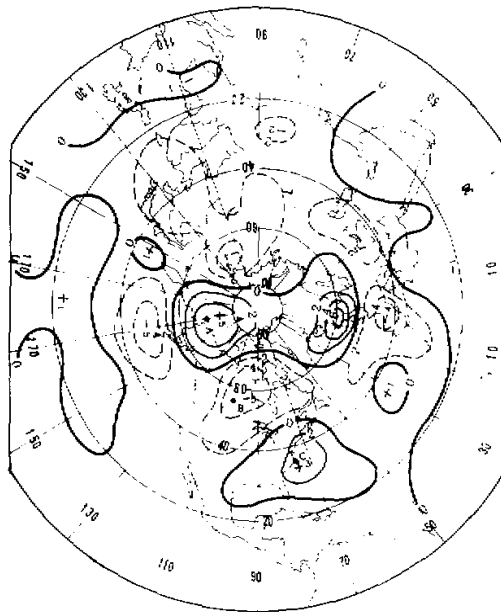


图 5 8 月冰少年 500hPa 平均高度距平场  
(1960、1968、1971、1977 年)(单位:位势什米)

对 7 月进行相同的距平场分析,结果类同。

### 三、结 论

综上所述,得到如下结论:

夏季极冰冷源的存在,可能激发北半球大气产生遥相关型,这种遥相关型呈二维 Rossby 波列,具有相当正压结构,在西风带中,沿着固定的波导从高纬向低纬分布,对北美的环流和天气具有一定的影响。表现为极冰偏多年份,极涡加强,加拿大高压脊和北美大槽亦同时加强;反之,极冰偏少年份,则上述系统均减弱。

## 参 考 文 献

- [1] J.M.Wallace and D · S · Gutzler, 1981, Teleconnection in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter, *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 784—812.
- [2] B.J.Hoskins and D · J · Karoly, 1981, The steady linear response of a spherical atmosphere to thermal and orographic forcing, *J. Atmos. Sci.*, **38**, 1179—1196.
- [3] A.J.佩里和 J.M.沃克, 1983, 海洋—大气系统, 科学出版社, 137—140.
- [4] 许健民等编, 1985, 北极逐月海面冰覆盖资料, 气象出版社.
- [5] 中央气象台, 1982, 北半球 500hPa 月平均高度及距平图, 气象出版社.
- [6] 东北低温冷害会战组, 1979, 北半球海平面气压、距平资料, 黑龙江省气象台.
- [7] M.L.Blackmon, Y.H.Lee and J.M.Wallace, 1984, Horizontal structure of 500mb height fluctuations with long, intermediate and short time scales, *J · Atmos. Sci.*, **41**, 961—979.

## TELECONNECTION PATTERN BETWEEN THE ARCTIC ICE AREA AND THE 500 hPa GEOPOTENTIAL HEIGHT FIELD DURING THE NORTHERN HEMISPHERIC SUMMER

Fang Zhifang

(Chengdu Institute of Meteorology)

Tan Youbang

(Sichuan Province, Neijiang Meteorological Observation)

Sui Xuehai

(Shandong Province, Dezhou Meteorological Observation)

### Abstract

In this paper, the correlation field between the Arctic ice area and 500 hPa geopotential height field, the one-point correlation maps at 500 hPa, and the 1000—500 hPa thickness difference chart between the strongest arctic ice year and the weakest year for July and August (etc.) are analyzed.

According to the foregoing statistical discussion, it may be noted: the arctic ice cold source in summer can be forcing the teleconnection pattern in the northern hemispheric atmosphere. The teleconnection pattern has two-dimensional Rossby wave train and equivalent barotropic structure. The centers of action in the teleconnection pattern can across the westerly jet and into the subtropics, but they only exist in the westerly belt.

The teleconnection pattern effects the atmospheric circulation and weather showing the polar ice being excessive, the polar low pressure being strengthened, the Canada ridge and the Northern American trough being strengthened too, and vice versa.

**Key words:** Arctic ice area; Cold source; Teleconnection pattern; Two-dimensional Rossby wave train; One-point correlation map.