

冬季极涡的长期预报

任广成

(二炮司令部气象室,北京,100085)

提 要

利用北半球 500hPa 高度场及北太平洋海温场资料,进行统计分析,重点讨论了对我国气温影响颇为显著的冬季 I 区极涡面积指数的预报问题。结果表明:前期 3 月北大西洋西风环流及 5 月北美大槽强度对冬季 I 区极涡强弱变化具有很好的指示性。I 区极涡异常强弱年份,北太平洋海温距平分布表现出截然相反的两种类型。北太平洋中南部地区海温经向差及北太平洋中西部地区海温纬向差对 I 区极涡面积具有显著影响。

1. 极涡与中、低纬度大气环流的联系

根据极涡面积指数的定义^[1], I 区(60°—150°E)极涡面积指数的大小,从总体上反映了亚洲中高纬度地区的大气环流的平均状况。张先恭等人^[2]曾从大气环流相互作用的观点,研究了极涡面积指数与太平洋副热带高压的关系问题。我们这里则从长期预报的角度出发,主要分析冬季 I 区极涡面积指数与前期(3—11 月)各月北半球中、低纬度大型环流的联系。以找出对冬季 I 区极涡强弱变化影响显著的大气环流因子。分析发现,前期 3 月北大西洋西风环流强度(用 30°N、10°—30°W3 格点 500hPa 平均高度与 50°N、10°—30°W3 格点 500hPa 平均高度之差表示)及前期 5 月北美大槽强度(用 45°N、75°—95°W, 50°N、80°—90°W5 格点 500hPa 高度距平和表示)与冬季 I 区极涡面积指数存在着较密切的负相关关系。其间的相关系数均为-0.57,超过 0.001 的信度水平。此外,前期 5 月亚洲中纬地区经向环流指数与冬季 I 区极涡面积指数也存在着较好的负相关关系,相关系数为-0.45,达到 0.01 的信度水平。前期各月尤其是夏季月份北半球副热带环流系统,也大多与冬季 I 区极涡面积指数表现为负相关关系。但相关程度较差,仅前期 9 月北美副高强度指数与冬季 I 区极涡面积指数相关系数较高($R = -0.31$, 达 0.05 的信度水平)外,其余的均不及 0.05 的信度要求。

2. 北太平洋海温对极涡强度变化的影响

鉴于 I 区极涡面积指数与同期太平洋副高关系密切的统计事实^[2]以及北太平洋海温对太平洋副高的重要影响^[3,4,5],在讨论极涡的预报问题时,应考虑到海温因子。

这里首先分析了冬季 I 区极涡异常年份(1968、1969、1985 年为异常偏强年, I 区极涡面积指数距平分别为 34、41、36; 1959、1960、1966 年为异常偏弱年, I 区极涡面积指数距平分别为 -29、-28、-36)及其前期北太平洋海温距平场的分布型式。结果发现,极涡异常偏强年与偏弱年海温距平分布基本相反,尤其在前期春季更为明显。其典型型式(图略)为:极涡偏强年北太平洋西部地区海温多为负距平,中部为正距平,西赤道洋流区为负距平。极涡偏弱年,则北太平洋西部地区海温多为正距平,中部为负距平,西赤道洋流区为正距平。那么,这种海温距平分布型式是否具有普遍意义? 对此,我们分别制作了沿 165°W 和 25°N I 区极涡面积指数与北太平洋海温的相关系数剖面图(图 1)。在沿 165°W 相关系数剖面图上,25°N 附近地区,自前期 3 月至同期 2 月均为正相关,其中春季(4—6 月)及秋季(10—12 月)相关更好。而在赤道太平洋地区,其前期与同期则基本全为负相关,以前期 4—8 月负相关关系更好。这种时空相关分布说明, I 区极涡偏强时,北太平洋中部地区海温偏高,为正距平分布,西赤道洋流区海温偏低,为负距平分布。相反, I 区极涡偏弱时,北太平洋中部地区海温偏低,为负距平分布,西赤道洋流区海温偏高,为正距平分布。在沿 25°N 相关系数剖面图上,165°W 附近地区,从前期 3 月至同期 2 月也为持续正相关,且春季 5 月,秋季与同期冬季均表现为较好的相关关系。而在 145°E 的北太平洋西部地区,除前期 4 月为较弱的正相关外,其余月份均为负相关。这也说明, I 区极涡偏强时,北太平洋中部地区海温偏高,为正距平分布。而北太平洋西部地区海温偏低,为负距平分布。 I 区极涡偏弱时,海温距平分布情况相反。

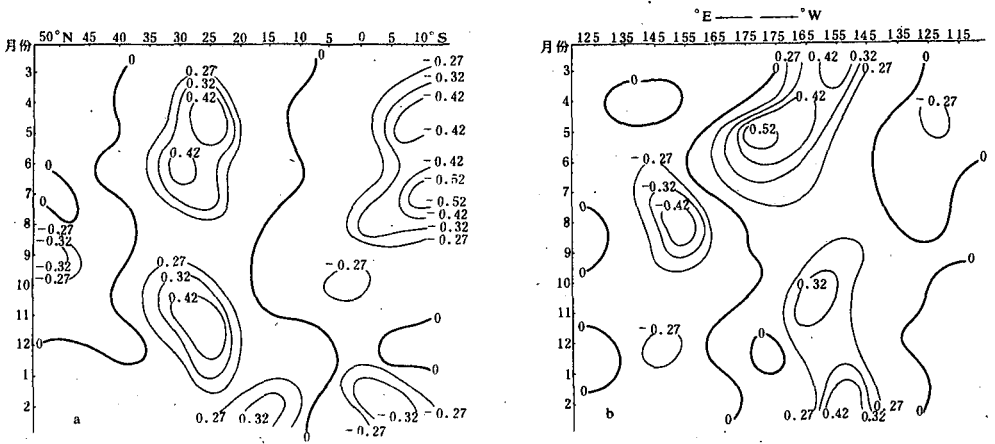


图 1 冬季 I 区极涡面积指数与北太平洋海温的相关系数剖面图
(a)沿 165°W (b)沿 25°N

根据上述 I 区极涡异常年份相对应的北太平洋海温距平的分布型式,如果从大范围海域的海温对 I 区极涡强度的影响考虑,则表明了北太平洋中南部地区的海温经向差(经向梯度)与北太平洋中西部地区的海温纬向差(纬向梯度)对 I 区极涡强度更具影响。图 2 是前期 5 月北太平洋中南部地区海温经向差(用 5°S、165°—170°W 两格点平均海温与 25°N、180°—175°E 两格点平均海温之差表示)与冬季 I 区极涡面积指数的历年演变情况。可以看出两者的演变趋势是明显相反的。其间的相关系数达 -0.716,远超过 0.001 的信度

水平。计算还表明,前期5月北太平洋中西部海温纬向差(用 25°N 、 135°E — 140°E 两格点平均海温与 25°N 、 180° — 175°E 两格点平均海温之差表示)与冬季I区极涡面积指数也存在较好的相关关系,相关系数为 -0.49 ,接近 0.001 的信度水平。如果用 10°S 、 165°W 与 25°N 、 165°W 海温之差作为北太平洋中南部地区的海温经向差,则前期4—5月及7—8月北太平洋中南部海温经向差分别与冬季I区极涡面积指数的相关系数分别为 -0.67 、 -0.61 ,也均远超过 0.001 的信度水平。可见,前期北太平洋中南部海温经向差与中西部海温纬向差对冬季I区极涡强度影响是十分显著的。

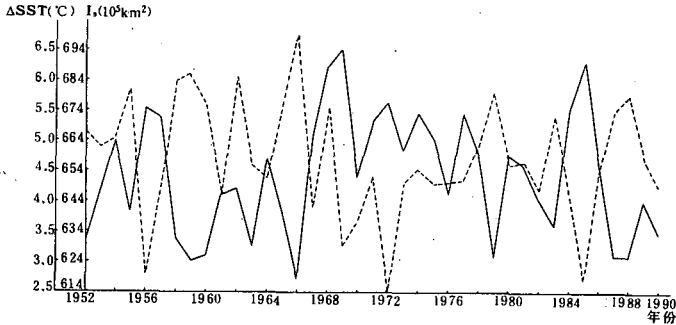


图2 前期5月北太平洋中南部地区海温经向差(ΔSST ,虚线)与冬季I区极涡面积指数(I ,实线)演变曲线

这里需要提及,北太平洋海温,尤其是赤道太平洋海温对I区极涡的影响,与对西太平洋副高的影响情况相反。一些研究^[6]表明,赤道太平洋海温对西太平洋副高的影响,主要是通过赤道太平洋的纬向和经向温度梯度的变化,在海洋上产生不均匀加热,引起沃克环流和哈得莱环流的相互作用,最终由西太平洋经圈垂直环流的强弱直接影响副高的强度变化。而赤道太平洋海温对I区极涡的影响,很可能是首先通过对西太平洋副高的影响,而后西太平洋副高又对I区极涡影响所致。即赤道太平洋海温对I区极涡的影响,首先是通过较低纬度的海气相互作用,而后再通过低纬地区与中高纬地区大气环流的相互作用来实现的。

3. 极涡面积指数预报

这里采取回归分析进行预报,根据前面的讨论,分别选取对冬季I区极涡指示性很好的两个环流因子和两个海温因子。即前期3月大西洋西风环流指数(x_1)、前期5月北美大槽强度指数(x_2)、前期5月北太平洋中南部海温经向差(x_3)及前期7—8月北太平洋中南部海温经向差(x_4)。因这些因子均为经过较细致分析得出的相关信度水平很高的因子,为不损失因子信息量,我们用1951—1985年共35年的资料建立全回归方程,并对1986—1989年共4年的冬季I区极涡面积指数作试报。

全回归方程为:

$$y = 725 - 0.23x_1 - 0.265x_2 - 8.896x_3 - 5.99x_4$$

图3是用全回归方法计算的拟合值和实况之比较,由图可见,其拟合情况还是比较好的,在35年中出现距平符号相反的只有4年,即1964、1970、1978、1981年,距平符号一致

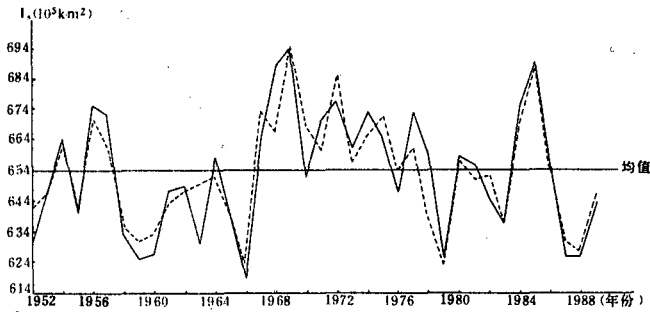


图3 冬季I区极涡面积指数回归分析拟合曲线

的共31年,占总年数的88.6%,如果从I区极涡年际变化趋势来看,在35年中趋势相反的也为4年(1963、1968、1971、1982年),或然率也为88.6%。从1986—1989年的试报情况(表1)看,距平符号与趋势也较为一致,且误差甚小。

表1 1986—1989年极涡面积指数试报情况

年份	预报值	距平符号	实况	距平符号	误差
1986	651	—	655	+	-4
1987	630	—	626	—	4
1988	627	—	626	—	1
1989	646	—	644	—	2

参 考 文 献

- [1] 极涡与气温长期预报课题协作组,描述极涡状态的物理参量及其气候特征的初步分析,长期天气预报论文集,“长期天气预报理论、方法和资料库建立”研究项目总课题组编,气象出版社,151—160,1990年。
- [2] 张先恭、魏凤英,北半球极涡与西太平洋副热带高压的相互关系,气象科学技术报告,第860004号,中国气象科学研究院,1986年。
- [3] 符凉斌、李克让、陈永申等,太平洋海面温度的长期变化及其对副热带高压的影响,地理集刊,第11号,科学出版社,146—157,1979年。
- [4] 李克让、陈永申、刘军风等,北太平洋海温距平经向差对副热带高压影响的若干事实,大气科学,3,2,150—157,1979。
- [5] 罗绍华、金祖辉,南海海温变化与初夏西太平洋副高活动及长江中、下游汛期降水关系的分析,大气科学,10,4,409—417,1986。
- [6] 沙万英、李克让、陈永申,西北太平洋加热场及其对副高变化的影响,1983年全国汛期长期天气预报会议文集,57—63,全国汛期长期天气预报会商会议技术组,1983年。

LONG-RANGE FORECAST FOR WINTER POLAR VORTEX

Ren Guangcheng

(*Meteorological Division, Second Artillery Headquarters, Beijing, 100085*)

Abstract

Using the Northern Hemisphere 500hPa altitude data and North Pacific sea temperature data, the forecasting of winter polar vortex area index for I area, which would affect air temperature of China significantly, is conducted. The results show that the intensities of North Atlantic west wind circulation in prior March and North American big trough in May are good indication of the winter polar vortex intensity change. When the polar vortex is anomalous strong or weak the North Pacific sea temperature anomaly patterns are opposited. And, the sea temperature meridional balance in the mid-South Pacific and sea temperature zonal balance in the mid-west of North Pacific would influence the polar vortex area index significantly.

下期要目

- 夏季青藏高原地面热源对黄河上游流量及径流的影响
- T42 后处理用谱方法进行水平插值的试验方案
- 大气臭氧垂直分布变化的模拟研究
- 对流层高层冷涡的不同结构对台风运动的影响
- 中尺度非均一边界层气候的数值研究:(I)夏季风的数值试验
- 晴空太阳直接辐射对我国中东部和热带西非夏季风雨量的影响
- 土壤水分对氮肥肥效影响的试验