

利用海温作山东半岛气温、降水预报的业务系统^{*}

王京太 徐芝莲

(威海市气象局,威海,264200)

刘厚赞

(山东省气象台,济南,250031)

摘要 通过分析太平洋海温与山东半岛气温和降水的相关性,找出了两者相关关系中的一些特点。用于制做月平均气温和月降水量的预报系统,在预报业务中取得了很好的预报效果和经济效益。

关键词 预报系统,相关性,显著性水平,相位差,滞后

分类号 P457

关于海温与我国天气的关系,已有很多研究和论著。文献[1,2]指出了厄尔尼诺现象与热带气旋和我国夏季降水、温度及东北低温的关系。文献[3]则指出南方涛动与我国温度相关性最好的季节是秋季,且全国大部分呈负相关。本文着重分析太平洋海温与山东半岛气温、降水的相关性,并应用于天气预报业务。

1 资 料

太平洋海面温度采用美国 KWBC 报提供的太平洋 $50^{\circ}\text{N}\sim 10^{\circ}\text{S}$ 资料,取 286 个格点值,从 1959 年 1 月~1991 年 12 月共 32 年。山东半岛气温、降水采用威海、烟台、青岛、石岛四站的平均值,也取 1959 年 1 月~1991 年 12 月的资料。

2 太平洋海温与山东半岛气温和降水的相关分析

2.1 相关系数计算

用当月海温的逐个格点分别与后延一个月的山东半岛气温计算相关系数,得出相关系数分布表。由表可以清楚地看出与气温相关性好和差的海域分布。同样,也可以得出海温与降水的相关系数分布表。用同样的方法计算当月海温与后延 2 个月直到 12 个月的山东半岛气温、降水的相关系数。这样,由当月的海温就可得出 24 张相关系数分布表。全年 12 个月的海温都按上述方法处理,就可反映全年海温与山东半岛气温、降水的相关性。

表 1 是 5 月份海温与 10 月份(后延 5 个月)山东半岛降水的相关系数分布表。其中虚线标出的部分是相关系数绝对值在 0.4 以上的区域。其统计检验显著性水平都达到 0.2 以上。

2.2 太平洋海温与山东半岛气温、降水相关性的几个特点

(1)正相关和负相关的分布存在区域性。大多数相关系数分布表中存在一个或几个高相关系数区。如表 1 中共有 3 个高相关系数区域。其中有 2 个是负的高相关系数区($5^{\circ}\text{S}\sim 10^{\circ}\text{S}$,

^{*} 山东省科委资助“洋壳、海水、大气间相互作用的应用研究”课题项目之一

收稿日期:1994-02-28;改回日期:1994-07-19

130°W~155°W;5°N~10°S,90°W~105°W),有 1 个是正的高相关系数区(35°N~45°N,140°W~160°W)。

表 1 5 月份海温与 10 月份山东半岛降水相关系数

Table 1 Correlation of May Pacific SST with October rainfall in Shandong Peninsula, with time lag of 5 months

经度	纬 度												
	50°N	45°N	40°N	35°N	30°N	25°N	20°N	15°N	10°N	5°N	0°	5°S	10°S
120							9						
125					21	5	-2	-11					
130					-7	6	-10	-17	-24				
135					-4	-3	-5	5	-3				
140				7	-6	14	22	-4	-3				
145			8	25	20	30	22	-9	-21				
150		20	0	33	16	-7	9	4	-28				
155		3	12	20	8	0	-16	-21	-17				
160	-30	14	18	21	2	-3	-6	-20	-4				
165	-27	10	32	23	0	11	-3	-24	-3				
170	-23	21	37	17	3	-21	-21	-31	-20				
175	-6	30	46	17	-17	-18	-20	-32	-21				
180	15	21	32	16	-7	-11	-21	-27	-28	1	0	-22	-7
175	14	33	26	24	3	-14	7	-2	13	41	2	-6	-7
170	5	26	27	13	-5	-9	-9	-4	-8	31	9	-14	-10
165	27	20	35	30	15	5	-1	6	11	9	-12	-32	-17
160	7	36	38	47	24	20	-26	13	15	-1	-23	-32	-24
155	23	50	45	47	15	12	6	1	36	15	-9	-49	-31
150	29	48	38	49	29	-8	-11	11	27	25	-17	-63	-37
145	20	41	53	30	12	-3	-19	10	20	1	-28	-61	-45
140	-7	23	46	22	6	-15	-17	24	-20	-11	-11	-66	-52
135	-22	39	25	-3	-12	-17	-16	2	-19	-18	-26	-74	-47
130	-24	-6	14	-45	-22	-19	-25	-3	9	-27	-30	-50	-23
125			-50	-24	-10	-30	-19	2	11	-27	-35	-39	-17
120					-21	-5	-18	2	11	-17	-20	-25	-13
115						-16	-28	5	11	-30	-3	-41	-31
110							-10	24	-2	-27	-16	-17	-28
105								-4	21	-19	-29	-7	-52
100								14	6	-12	-23	-11	-52
95										-13	-36	-40	-42
90										-20	-32	-26	-52
85											-50	-28	-34
80												-18	-14

(2)相关性明显的区域随月份变化,且存在相位差。不同月份的海温和气温、降水的高相关系数区分布各不相同,1~7 月和 11~12 月的海温与滞后 3 个月的山东半岛气温相关性最好;而 8~10 月则以滞后 5 个月最好;1~7 月的海温与滞后 6 个月的山东半岛降水的相关性最好,8 月份以滞后 2 个月最好,9~12 月份则以滞后 10 个月较好。

值得注意的是,表 1 中南部的两个高相关系数的负相关区正是厄尔尼诺现象活跃的地区。这个地区在其他表中也出现过不少高相关系数区,这也说明了厄尔尼诺现象对山东半岛气温、降水的指示性。

3 利用海温制做威海月平均温度和降水量的预报

由于不同月份海温与气温、降水相关明显的海域不同,因此,每个月的气温、降水都要寻找自己的相关海域,建立各自的预报方程。本文采用了一种用迭加进行筛选和组合因子的方法,以最大限度地利用因子场所提供的信息,把筛选因子、建立预报方程、计算预报量和拟合检验都统一在一个系统中,建立了一个威海月平均气温和降水量预报系统。

3.1 预报原理

设原始相关因子场为 $X(0)$, 其中与某预报量的最大相关系数设为 $R_j(0)$, 其相应的因子为 $X_j(0)$, 把 $X_j(0)$ 的值依次加到原始因子场 $X(0)$ 中以形成第一次的组合因子场 $X(1)$, 这样, 因子场 $X(1)$ 中的每个因子的值实际上是原始因子场 $X(0)$ 中每个因子的值加上 $X_j(0)$ 的值所形成的, 所以称为组合因子场。为防止正负相关因子的作用相互抵消, 在组合前应将原始因子场中所有因子都变为相关性一致的因子, 一般都变为正相关。对第一次组合的因子场重新求相关系数, 并取其最大值, 设为 $R_j(1)$, 重复第一次的作法, 把 $R_j(1)$ 对应的原始因子场 $X(0)$ 中的因子值再加入到组合因子场 $X(1)$ 中以形成第二次的组合因子场 $X(2)$ 。依次类推, 直到第 L 次组合后挑出的 $R_j(L)$ 小于前一次的 $R_j(L-1)$, 即 $R_j(L) \leq R_j(L-1)$ 时, 组合停止。所挑选的 $L-1$ 次组合的最大相关系数 $R_j(L-1)$ 所对应的组合因子即为筛选和组合出的最佳因子。

3.2 预报系统

预报系统由以下几部分组成

(1) 数据处理: 包括从数据文件中读取预报因子、预报量并进行预处理。

(2) 组合预报因子, 求出预报方程: 根据需要, 可以显示、打印参与组合的因子、组合的次数、计算的预报方程等。

(3) 处理当年的预报因子: 提取用于计算预报值的因子并进行处理。

(4) 计算、输出预报量和历年拟合值。

此系统不仅可以使海温做预报因子, 对其他大数量的因子群同样适用。如可用于环流指数, 也可用于 500hPa 高度场等。

整个系统已经过编译, 可以在 DOS 系统下直接运行。其中存放因子和预报量的文件是各自独立的, 使系统的改进和移植都较为方便。

3.3 预报效果

系统对每个预报量都建立预报方程, 给出预报结果和历史个例拟合情况。表 2 列出了威海 1992 年 8 月降水的预报和拟合结果(其他的从略)。用 1992 年 5 月海温预报 1992 年 8 月降水, 共挑选 10 个格点构成组合因子, 复相关系数为 0.945, 回归系数为 0.296; 统计检验显著性水平达到 0.01。

使用本系统预报 1992 年冬、春温度偏高, 夏、秋温度偏低, 春、夏降水偏少, 秋季降水偏多。预报 1992~1993 年冬季气温仍然偏高, 1993 年汛期气温偏低, 降水偏少。预报结果都是正确的。特别是特多、特少年份, 甚至极值年份的预报都基本是成功的。表 3 是 1992 年 1 月~1993 年 3 月的预报和实况对照表(其他从略), 从中可以看出系统的预报效果还是比较好的。

表 2 1992 年 8 月降水预报及历年预报、实况拟合表

Table 2 August rainfall measurements and fittings over 1959~1992 with the prediction for the month of 1992 (in brackets)

		年											
		1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
实况	距平	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
	数值	272.3	201.2	332.1	152.1	46.3	171.2	325.5	125.6	74.9	175.4	228.4	78.7
拟合	距平	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
	数值	312.0	198.7	359.9	170.2	0.0	125.5	298.5	130.9	61.2	134.1	211.3	76.6
		年											
		1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
实况	距平	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	数值	141.5	220.3	162.6	279.2	373.5	268.1	250.9	196.5	44.8	54.9	111.9	142.5
拟合	距平	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	数值	160.3	225.5	180.7	265.8	314.3	278.5	272.9	227.0	67.6	80.6	89.1	159.2
		年											
		1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992		
实况	距平	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-		
	数值	145.8	218.3	443.4	131.5	133.7	195.1	102.7	141.2	44.5	31.2		
拟合	距平	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-		
	数值	142.8	205.7	387.8	173.1	118.7	203.8	147.5	165.4	122.8	(33.5)		

* 历年平均值:187.9,括号内为 1992 年预报值

表 3 1992 年 1 月~1993 年 3 月气温、降水预报和实况表

Table 3 Monthly temperature/rainfall forecastings and measurements for January 1992 to March 1993

		降 水 (mm)					气 温 (℃)				
年	月	平均值	实 况		预 报		平均值	实 况		预 报	
			距平	数值	距平	数值		距平	数值	距平	数值
92	1	12.7	—	2.0	—	4.4	—1.5	+	0.8	+	—0.9
	2	11.1	+	18.0	+	20.1	—0.4	+	1.7	+	—0.2
	3	19.4	—	1.8	—	0	4.2	+	4.7	+	6.4
	4	40.5	—	5.7	—	0	10.7	+	12.0	+	11.5
	5	45.8	—	21.8	—	29.5	16.7	+	16.8	+	17.0
	6	70.8	—	14.1	—	56.3	20.9	—	20.1	—	20.4
	7	177.5	—	75.1	—	14.2	24.0	+	25.5	+	25.5
	8	187.9	—	31.2	—	33.5	24.6	—	23.6	—	24.4
	9	94.3	+	142.0	+	114.5	20.9	+	21.0	—	19.7
	10	38.8	+	66.9	+	79.3	15.5	—	14.5	—	15.0
	11	32.4	—	19.0	—	6.8	8.4	—	7.4	—	7.8
	12	18.9	+	82.4	+	20.8	1.6	+	3.3	+	3.5
93	1	12.7	—	8.8	—	0.0	1.5	+	—0.8	+	—1.0
	2	11.1	+	17.7	+	34.3	—0.4	+	1.8	+	0.7
	3	19.4	—	9.1	—	1.1	4.2	+	5.6	+	5.2

4 结 论

(1) 太平洋海温与山东半岛气温、降水有一定的遥相关关系,其相关程度和相关海域的分布随月份变化。

(2) 太平洋海温对山东半岛气温、降水的影响存在一定的相位差,并随季节变化。

(3) 几年来的实践证明,利用海温预报气温、降水是成功的,并取得了一定的效果和经济效益。

参 考 文 献

- 1 刘 聪等. 厄尔尼诺事件与登陆我国热带气旋关系的初步分析. 气象, 1992, (1): 13~17
- 2 史久恩. 厄尔尼诺现象与我国夏季(6~8月)降水、气温的关系. 气象, 1983, (4): 14~16
- 3 施 能. 南方涛动与我国大尺度季、月气温的关系. 气象, 1989, (12): 8~12

AN OPERATIONAL SYSTEM FOR SST PREDICTING TEMPERATURE AND RAINFALL OVER SHANDONG PENINSULA

Wang Jingtai Xü Zhilian

(Weihai Meteorological Station, 264200, Weihai, PRC)

Liu Houzan

(Shandong Weather Center, 250031, Jinan, PRC)

Abstract This article investigates the correlation of Pacific SST with temperature /rainfall of the study area, deriving some useful findings, which are employed in constructing a system for predicting monthly mean temperature and precipitation and has achieved good results in the context of economic benefits.

Keywords prediction system, correlation, significance level, phase difference, lag