

初夏北半球 500 hPa 遥相关型特征 及与我国降水的关系

陈 辉¹ 廖胜石²

(1. 南京气象学院大气科学系, 南京 210044; 2. 广西壮族自治区百色地区气象局, 百色 533000)

摘要: 对 1951~1998 年初夏 500 hPa 高度场作单点遥相关分析, 并重点分析 1991~1998 年我国初夏旱涝与遥相关型的关系。结果显示: 除 1992 年以外, 初夏的大涝 (1991、1996、1998 年) 和大旱 (1997 年) 都与东亚太平洋型、黄河东亚型的异常有关, 而 1998 年东北地区的涝还与异常强的 WA 型有关。

关键词: 单点相关; 遥相关型; 降水

中图分类号: P456.8

文献标识码: A

大气活动中心遥相关现象越来越受到气象界的重视, 一些气象学者通过同时遥相关分析得到了一些稳定的相关关系^[1~13], 例如世界三大涛动 NAO、NPO、SO。90 年代初, 人们更加注意研究夏季持续性旱涝与遥相关型的关系。Nitta^[5] 研究出了太平洋-日本遥相关型与日本夏季天气的关系。黄荣辉等^[7] 研究了东太平洋遥相关型与我国夏季旱涝的关系。朱乾根等^[10] 用 WG 方法研究了逐年夏季 (6~8 月) 遥相关强度与降水的关系。但是上述的研究工作均未涉及 1991 年以后的夏季旱涝特征。众所周知, 1991、1996、1998 年我国发生了大范围洪涝, 而 1992、1994、1997 年长江流域干旱。近几年的大旱、大涝是否还与遥相关型的异常有关值得探究。另外, 资料增加到 1998 年时, 遥相关型的形态是否有变化, 也值得进一步研究。本文拟从这两方面研究初夏 (6 月) 的特征。

1 资料和方法

高度场采用 1951~1998 年的 6 月北半球 500 hPa $5^\circ \times 10^\circ$ 经纬网格资料, 来源于长期天气预报资料库和历史天气图及气候监测公报。降水资料为 1951~1998 年全国 160 站 6 月降水量。

本文采用 WG 单点相关法, 取 $r_j = \min(r_{i,j})$; $i = 1, 2, \dots, 576; i \neq j$ 。利用该式定出遥相关型中心。相关强度指数定义为两遥相关中心 500 hPa 高度场标准化值之差。文中以长江中下游 5 站 (上海、南京、安庆、九江、汉口) 和东北 3 站 (嫩江、齐齐哈尔、哈尔滨) 平均 6 月降水量作为研究重点 (见表 1)。

收稿日期: 1999-02-07; 修订日期: 1999-07-07

基金项目: 国家自然科学基金项目 (498750194); 国家重中之重科技攻关项目 (96-90801011)

作者简介: 陈 辉, 男, 1954 年 12 月生, 讲师

表 1 1991~1998 年长江中下游 5 站和东北 3 站平均 6 月降水量

Table 1 1991~1998 June precipitation amount averaged over 5 stations in the middle-lower reaches of the Yangtze river and over 3 stations in Northeast China								mm
	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年
长江中下游	260	178	208	182	231	310	129	263
东北	109	92	128	75	92	110	42	136

2 北半球 500 hPa 遥相关型

采用 1951~1998 年高度场资料,应用单点相关法(共 576 个点)计算 500 hPa 初夏相关图,可以发现正负相关区间配置呈明显的波列分布。图 1 给出了基准点(20°N, 110°E)的 500 hPa 6 月一点相关。图中 30~60°N 纬带从东亚到太平洋地区呈波列分布,这种高度场的波列分布与我国天气有直接的关系。也说明南海地区(20°N, 110°E)高度场发生变化时,会导致其以北中纬度带的波列发生。

当基准点轮遍 576 个点,可综合得出 7 个分别为两两对应有较大负相关值的遥相关区。下面分别介绍各遥关型的含义。

(1) 西大西洋型(WA): 位于西大西洋上空,呈南北向跷跷板形式,即偶极子。其相关系数达-0.56,强度指数定义为

$$I_{WA} = \frac{1}{2} [H_A(60^{\circ}N, 60^{\circ}W) - H_B(35^{\circ}N, 45^{\circ}W)]。$$

(2) 欧亚型(EU): 位于欧亚大陆上空,呈东南-西北向跷跷板形式。其相关系数达-0.52,强度指数定义为

$$I_{EU} = \frac{1}{2} [H_C(50^{\circ}N, 80^{\circ}E) - H_D(65^{\circ}N, 35^{\circ}E)]。$$

(3) 东大西洋型(EA): 位于西欧-北非上空,呈南北向跷跷板形式。其相关系数达-0.44,强度指数定义为

$$I_{EA} = \frac{1}{2} [H_E(55^{\circ}N, 15^{\circ}E) - H_F(25^{\circ}N, 15^{\circ}E)]。$$

(4) 西太平洋型(WP): 位于太平洋西部上空,呈南北向跷跷板形式。其相关系数达-0.50,强度指数定义为

$$I_{WP} = \frac{1}{2} [H_I(65^{\circ}N, 175^{\circ}E) - H_J(30^{\circ}N, 170^{\circ}E)]。$$

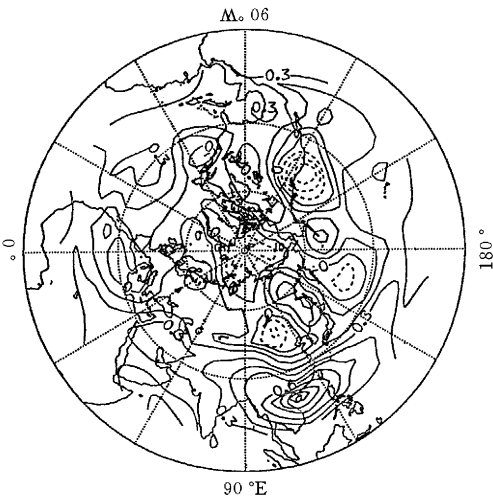


图 1 基准点(20°N, 110°E)的 6 月 500 hPa 一点相关(EAP 型)

Fig. 1 One-point correlation map of 500 hPa geopotential height field with the base-point at (20°N, 110°E) in June (EAP Pattern)

(5) 孟加拉湾北太平洋型(BNP): 呈东北—西南向。其相关系数达- 0. 63, 强度指数定义为

$$I_{BNP} = \frac{1}{2}[H_K(40\text{ }^{\circ}\text{N}, 170\text{ }^{\circ}\text{E}) - H_L(15\text{ }^{\circ}\text{N}, 85\text{ }^{\circ}\text{E})]。$$

(6) 黄河东亚型(HEA): 呈东北—西南向。其相关系数达- 0. 53, 强度指数定义为

$$I_{HEA} = \frac{1}{2}[H_M(60\text{ }^{\circ}\text{N}, 12\text{ }^{\circ}\text{E}) - H_N(40\text{ }^{\circ}\text{N}, 110\text{ }^{\circ}\text{E})]。$$

(7) 东亚太平洋型(EAP): 呈西南—东北向。其相关系数达- 0. 44, 强度指数定义为

$$I_{EAP} = \frac{1}{2}[H_O(45\text{ }^{\circ}\text{N}, 125\text{ }^{\circ}\text{W}) - H_P(20\text{ }^{\circ}\text{N}, 110\text{ }^{\circ}\text{E})]。$$

根据上面各遥相关型的定义, 计算得到 1991~1998 年初夏各遥相关型的强度指数变化(见表 2)。由表可见, 500 hPa 高度场遥相关型的两相关区的跷跷板式变化仍然清楚。

表 2 1991~1998 年初夏各遥相关型的强度指数变化

Table 2 The interannual variation of the intensity index for each teleconnection patterns in 1991~1998

年份	I_{WA}	I_{WP}	I_{EA}	I_{EU}	I_{BNP}	I_{HEA}	I_{EAP}
1991	0. 03	1. 33	- 1. 97	0. 07	- 0. 26	0. 39	- 0. 53
1992	0. 52	- 0. 40	0. 62	- 0. 64	- 0. 84	0. 82	0. 69
1993	0. 71	0. 33	- 0. 34	- 0. 38	- 1. 42	0. 32	- 0. 53
1994	- 0. 40	- 0. 18	0. 92	1. 38	0. 31	- 0. 41	0. 02
1995	- 0. 43	- 0. 20	- 0. 04	- 0. 71	- 1. 20	1. 19	- 0. 74
1996	- 0. 07	0. 98	0. 22	0. 52	0. 24	0. 54	- 0. 62
1997	1. 10	1. 05	0. 32	0. 9	- 1. 05	- 0. 91	0. 31
1998	1. 28	- 0. 78	- 0. 77	0. 6	- 0. 84	0. 17	- 0. 46

由 1951~1998 年各对遥相关区域中心点标准化高度距平年际变化曲线(图略)可以看出, 各个遥相关型中心值之间呈明显的负相关特征。各遥相关型的均方差, WA 型为 0. 90, WP 型为 0. 88, EA 型为 0. 85, EU 型为 0. 90, BNP 型为 0. 91, HEA 型为 0. 88, EAP 型为 0. 86。根据 48 年资料计算 7 个遥相关型的相关阵(略), 可见各遥相关型之间的线性相关系数均很小, 仅 WA 型与 EU 型、WP 型与 BNP 型稍大, 分别为 0. 29、- 0. 33。这说明各遥相关型之间相关并不大。

3 500 hPa 遥相关型与初夏降水的关系

3. 1 遥相关型与我国初夏降水的关系

限于篇幅, 仅给出 HEA 型、EAP 型、WA 型、WP 型与我国初夏降水的相关分布(图 2)。由黄河东亚型(HEA)的单体(40°N, 110°E)相关(图略)可见, 在 110°E 附近南北方向 40°N~60°N 区域有南北跷跷板形势, 强 HEA 型时我国上空 500 hPa 高度为负距平。图 2a 为 HEA 型强度指数与我国 160 个站初夏降水的相关。由图可见, 正相关站的比率为 124/160, 相关系数大于 0. 40 的站有 20 个。从相关系数大值区分布来看, HEA 型与长江流域、东北西部、黄河上中游旱涝关系密切。图 2b 为东亚太平洋型(EAP)与我国初夏 160 个站降水的相关。由图可见, 负相关站的比率为 120/160, 除西北和西南部分地区外其余均为负值。这说明强 EAP 型时南亚高度场为正距平, 利于副热带高压向西北伸展, 占据我国南部上空, 使长江流域降水偏少; 弱 EAP 型时南亚上空高度场为负距平, 利于长江中下游出现多雨天气。最强相关负值超过-

0.40, 绝对值最大的负值中心位于长江中下游和华北地区。图 2c 为西大西洋型(WA)与我国初夏 160 个站降水的相关。由图可见, 除河套和渤海两区域为负外, 其他区域基本呈正相关分布。正相关最大值位于四川、云南和浙江, 东北地区有一个值得注意的大于 0.20 的相关区。图 2d 为西太平洋型(WP)与我国初夏 160 个站降水的相关。由图可见, 河套以西的大西北为负相关, 绝对值最大的负值在乌鲁木齐, 为-0.40。其余地区基本为正相关, 最大正值在百色(0.41)、重庆(0.41)、宜宾(0.40)。

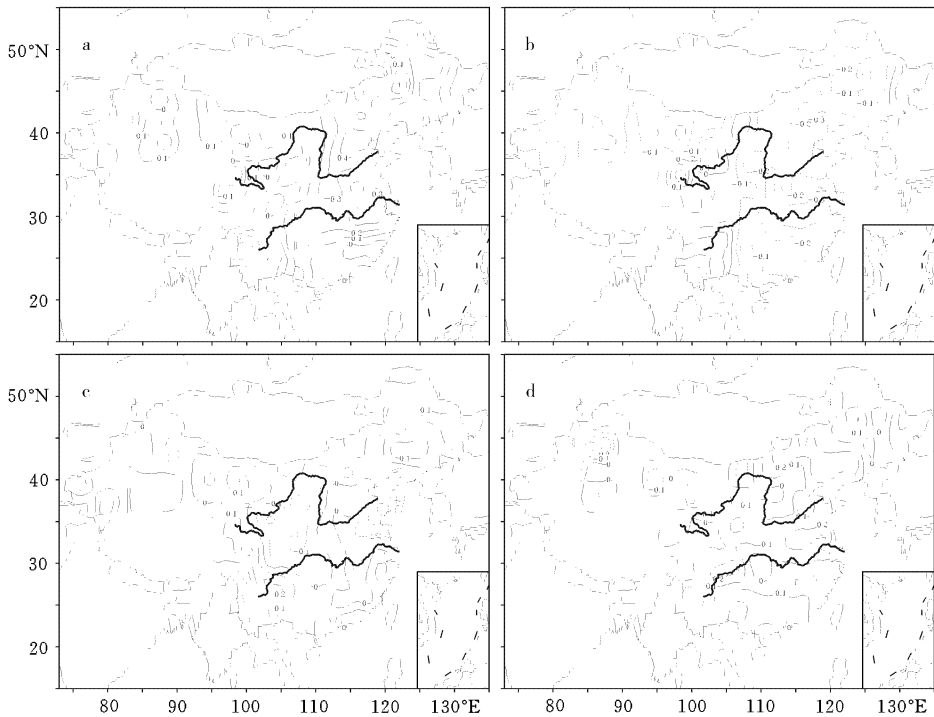


图 2 初夏遥相关型强度指数与降水场的相关系数分布
a. HEA 型; b. EAP 型; c. WA 型; d. WP 型

Fig. 2 The relationship between the teleconnection patterns intensity index and precipitation in early summer a. HEA; b. EAP; c. WA; d. WP

3.2 遥相关型与长江中下游、东北初夏降水的关系

表 3 给出了初夏遥相关型与长江中下游 5 站、东北 3 站平均 6 月降水的相关系数(r)。可以看出, 长江中下游初夏降水与 HEA 型、EAP 型关系密切, 而东北初夏降水则与 HEA、WA、EAP 型的关系较密切。

表 3 1951~1998 初夏遥相关型与长江中下游、东北地区 6 月降水的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between teleconnection patterns in early summer and June precipitation over the middle-lower reaches of the Yangtze river or northeast China in 1951~1998

	r_{WA}	r_{WP}	r_{EA}	r_{EU}	r_{BNP}	r_{HEA}	r_{EAP}
长江中下游	-0.09	0.21	-0.23	-0.14	-0.08	0.44	-0.55
东北	0.20	0.07	-0.01	-0.04	-0.15	0.27	-0.20

由表 3 可知, EAP 型强度指数负值越小, HEA 型强度指数正值越大, 长江中下游初夏降水量(R) 越大。将 R 分类: $R < 160 \text{ mm}$ 为干旱, 记号“1”; $160 \text{ mm} < R < 240 \text{ mm}$ 为正常, 记号“2”; $R > 240 \text{ mm}$ 为涝, 记号“3”。由此绘制离散点分布, 由图 3a 可看出, 无涝年和无旱年是明显可分的。

图 3b 表明, 联合考虑 EAP 型和 HEA 型强度指数, 则 1991 ~ 1998 年长江中下游初夏降水的旱涝是可分的。涝年特征为, EAP 型指数小于零、HEA 型指数大于零。由此可以说, 1991 ~ 1998 年长江流域初夏降水仍与 HEA 型和 EAP 型有很好的相关, 不失多年资料(1951 ~ 1998 年) 得出的一般特征(图 3a)。东北地区与 HEA 型、EAP 型和 WA 型有较大相关。1998 年东北大涝, WA 型强度指数为 1.28, 是近 20 多年来的最大值; EAP 强度指数达 -0.46。

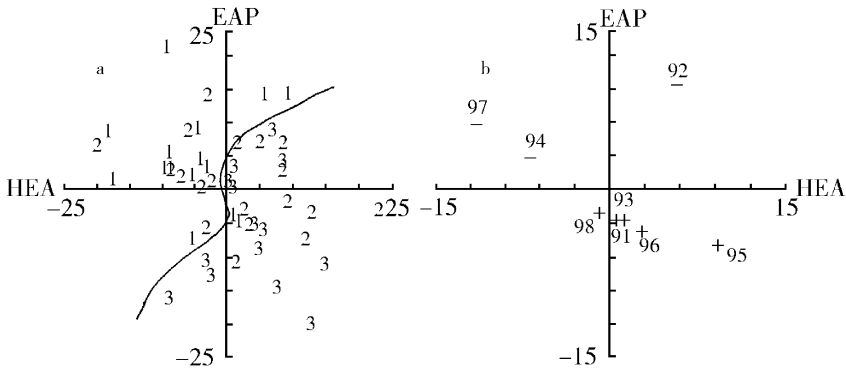


图 3 a. 1951 ~ 1998 年 6 月长江中下游降水散布图(“1”: 旱; “2”: 正常; “3”: 涝);
b. 1991 ~ 1998 年 6 月长江中下游降水距平散布图(“+”: 正距平; “-”: 负距平)

Fig. 3 a. Scatter map for June precipitation over 5 stations
in the middle-lower reaches of the Yangtze River in 1951 ~ 1998
(“1” for drought, “2” for normal, “3” for flood);
b. Scatter map for June precipitation anomaly over 5 stations
in the middle-lower reaches of the Yangtze river in 1991 ~ 1998

4 结 论

- (1) 北半球 500 hPa 初夏存在 7 个遥相关型(WA、EU、EA、WP、BNP、HEA、EAP), 其相关性检验达 99 % 以上的信度。
- (2) 强 HEA 型和弱 EAP 型时, 我国上空高度场负距平有利于 500 hPa 副高减弱东撤, 下层气旋活动频繁和南方暖湿气流向北输送。在这样的环流背景下, 初夏多雨偏涝, 尤其以长江中下游更显著; 反之亦然。
- (3) 遥相关型随资料长度增加, 其相关有所变化, 但仍保持很强的负相关。相关中心点随时间变化, 其地点漂移性不大。但是遥相关型强度与降水并不呈线性相关, 需要结合其他方法予以综合考虑。
- (4) 分析 1991 ~ 1998 年资料, 认为遥相关型仍有效地控制着大气环流, 影响我国夏季降水。长江流域降水与东亚太平洋型、黄河东亚型的强弱有关; 东北地区的旱涝与东亚太平洋型、黄河东亚型和西大西洋型的强弱有关。

致谢: 本文得到施能教授的热情指导和陈海山博士的帮助, 特此感谢。

参考文献:

- [1] WALLACE J M, GUTZLER D S. Teleconnections in the geopotential height field during the northern hemisphere winter[J]. *Mon Wea Rev*, 1981, 109(4): 784 ~ 812
- [2] SU K L A J, WALLACE J M. Numerical simulation of the atmospheric response to equatorial pacific sea surface temperature anomalies[J]. *J Atmos sci*, 1983, 40(7): 1613 ~ 1630
- [3] HOREL J D, WALLACE J M. Planetary-scale atmospheric phenomena associated with the southern oscillation[J]. *Mon Wea Rev*, 1981, 109(4): 813 ~ 829
- [4] TOKIOKA T, YAMAZAKI K, CHIBA M. Atmospheric response to the sea surface temperature anomalies observed in early summer of 1983 experiment[J]. *J Meteor Soc Japan*, 1985, 63(4): 565 ~ 588
- [5] NITTA T. Convective activities in the tropical western pacific and their impact on the northern hemisphere summer circulation[J]. *J Meteor Soc Japan*, 1987, 65(3): 373 ~ 390
- [6] 黄荣辉. 冬季低纬度热源异常对北半球大气环流影响的物理机制[J]. *中国科学(B 辑)*, 1986, (1): 91 ~ 103
- [7] 黄荣辉, 孙凤英. 北半球夏季遥相关型的年际变化及其数值模拟[J]. *大气科学*, 1992, 16(1): 52 ~ 61
- [8] 陈烈庭, 吴仁广. 北方涛动同北半球温带大气环流的遥相关(一)——基本结构[J]. *大气科学*, 1991, 15(4): 26 ~ 32
- [9] 吴仁广, 陈烈庭. 北方涛动同北半球温带大气环流的遥相关(二)——季节变化[J]. *大气科学*, 1991, 15(6): 36 ~ 45
- [10] 朱乾根, 施 能. 初夏北半球 500 hPa 遥相关型的强度和年际变化及其与我国降水的关系[J]. *热带气象学报*, 1993, 9(1): 1 ~ 11
- [11] 黎伟标, 纪立人. 亚洲夏季风活动激发的北半球大环流遥相关型[J]. *大气科学*, 1997, 21(3): 283 ~ 288
- [12] 施 能, 朱乾根, 倪东鸿. 初秋孟加拉湾-日本海遥相关的特征与大气环流和中国降水关系[J]. *热带气象学报*, 1994, 10(1): 19 ~ 27
- [13] 王盘兴, 高 智, 李长清. 北半球一月 500 hPa 高度场遥相关结构[J]. *南京气象学院学报*, 1986, 9(3): 217 ~ 227

500 hPa TELECONNECTION PATTERN FEATURES OF NORTHERN HEMISPHERE IN EARLY SUMMER AND THEIR RELATION TO CHINA RAINFALL

CHEN Hui¹, LIAO Sheng-shi²

(1. Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nanjing 210044;

2. Baise Meteorological Bureau, Baise 533000)

Abstract: One-point correlation analysis is undertaken for 500 hPa geopotential height field in early summer for 1951 ~ 1998, with focus on the relationship between teleconnection patterns and China early summer rainfall in 1991 ~ 1998. Results show that exceptional flood in 1991, 1996, 1998 and severe drought in 1997 bear connection with the anomaly of the east Asia pacific(EAP) pattern and the Huanghe-river east Asia(HEA) pattern with the exception of 1992, and that the flood in 1998 over northeast China is also linked to the anomalous powerful west Asia(WA) pattern.

Keywords: one-point correlation; teleconnection pattern; precipitation