前期高度场和海温场变化对我国汛期降水的影响*

严华生 严小冬

（云南大学大气科学系，昆明 650091）

摘 要 利用1952～2001年我国160个测站汛期降水和前期500 hPa高度场和太平洋海温场资料以及三因子最佳子集回归求最大复相关系数的方法，把前期不同时间步长、不同时段的高度场和海温场同时作为预报因子与汛期降水求相关。结果发现：前期两个场共同作为预报因子比把其中某场单独作为预报因子的相关要好。并且存在着较好的“隔多季度相关”现象。预报因子具有实际预报意义的最佳时段为上一年的6～9月。影响我国汛期降水的最佳预报因子主要集中于高度场和海温场具有重要天气气候意义的关键区域。汛期降水可预报性在北方和长江以南均较好。

关键词：500 hPa高度场；海温场；汛期降水；最佳子集回归

文章编号 1006-9895（2004）03-0405-10 **中图分类号** P461^{+}.2 **文献标识码** A

1 引言

大气环流异常与旱涝有密切关系，过去在分析500 hPa高度场异常对中国夏季降水的影响方面已经做了大量的工作，并取得了一定的研究成果。例如：陈兴芳和赵振国[1]的研究指出500 hPa高度场上的长波系统演变对中国夏季降水具有很大的影响；尤其是青藏高原和西太平洋暖池上空高度场变化影响作用最明显。陈兴芳[2]指出，从降水异常形成机制出发，大气环流的异常是导致降水异常的一个最直接的原因。通过雨型所对应的同期和前期500 hPa环流型关系的研究发现，不同雨型所对应同期和前期环流型与该雨型之间关系较为密切，且不同雨型对应的环流型之间的差别在统计上是显著的。因此，可以利用前期环流建立预报指标，从大气环流角度对夏季降水进行预测①。赵振国②根据500 hPa高度场上的极涡及欧亚经向环流指数来预测中国夏季雨带类型，且多年应用取得较好效果。在每年的短期气候预测业务中，500 hPa高度场都是主要考虑的因子场之一。

2002-11-25 收到，2003-03-21 收到修改稿

* 国家重点基础研究发展规划项目G1998040905、国家自然科学基金资助项目40065001和中国科学院知识创新工程项目KZCX2-203共同资助

①王绍武、慕巧珍、朱锦红，根据东亚500 hPa冬季环流形势作2000年夏季降水型预报，汛期旱涝预测方法的研究和2000年预测试验，96-908-04-04专题文集，2～4.

②赵振国，汛期旱涝预测概念模型对1998-2001年夏季（6-8月）雨型及降水预报意见，气候预测评论，国家气候中心，1998（60-64），1999（39-42），2000（25-27），2001（26-29）.

另一方面，人们很早就注意到海洋表面温度与降水的重要关系，把它视为影响长期天气过程不可缺少的因子。李超[3]的研究表明，赤道东太平洋海温异常与我国黄河流域、长江下游及以南地区的降水有明显正相关关系。陈烈庭等[4]的研究表明，西北太平洋和热带太平洋各种海温距平不同配置的共同影响是导致中国东部各种雨带分布类型的一个重要因素，几个海温关键区对我国降水的影响还具有区域性。李麦村等[5]指出，长江流域的降水与赤道东太平洋和西北太平洋黑潮区海温关系密切。陆日宇和黄荣辉[6]的研究表明，热带西太平洋海温异常引起的东亚—太平洋遥相关是夏季东北亚阻高与江淮地区夏季降水之间关系密切的一个重要原因。陆端军等[7]指出，我国降水对ENSO事件的响应具有最明显的区域在华北区和长江中下游及江南区。刘颖等[8]认为，ENSO 对中国夏季降水影响最显著的区域在江淮流域。黄荣辉等[9]研究了 ENSO 对华北地区降雨年代际变化的影响。

根据前期 500 hPa 高度场和太平洋海温场的演变来制作汛期降水的气候预报，是目前气候预报业务中的主要方法。有不少学者对此进行过研究[10~12]。严华生等[13]通过讨论我国 160 个测站月降水与前期太平洋海温的关系，研究了海温对月降水可预报性的时空分布特征。严华生等[14]同时也研究了用前期 500 hPa 高度场预报后期我国 160 个站月降水量所提供的可预报性时空分布特征。并且指出将 500 hPa 高度场作为对我国降水进行月长期预报的唯一因子，会受到时间和空间上的种种限制，为了提高预报效果，还需要考虑海洋等其他预报因子。总之，影响我国汛期降水变化的因素是多个因子场序列演变的相互作用造成的共同影响，绝不会仅受海温场的影响，或仅受高度场的影响。如何将汛期降水场的预报与多个因子场的影响相联系起来，是一个值得深入研究的重要问题。

汛期降水预报的另一个重要问题是，总结回顾过去多年来汛期降水预测及研究工作得出，不同的人所选取的前期预报因子在时段上也不尽相同，有的认为当年春季大气环流和海温变化对汛期降水影响大，有的认为冬季大气环流和海温变化对汛期降水影响大，有的认为头年秋季大气环流和海温变化对汛期降水影响大。至今为止，对前期预报因子究竟选取哪一时段最好，也没有定论。本文的研究目的就在于针对目前气候业务预报中汛期雨量预报中的这两个重要问题，通过大量的计算分析结果来说明，以 500 hPa 高度场和海温场同时作为预报因子究竟能提供多大程度的预报信息？预报因子场提供的预报信息是否存在时段和时间步长差异？是不是比单独将某场作为预报因子提供的预报信息要好？汛期降雨量可预报性是否存在时间和空间分布规律？本文重点是研究预报因子在因子场上的分布特征和在对象场上的分布特征。

2 资料与分析方法

文中将 1951～2001 年共 51 年（即样本数 $n=51$）的北半球 500 hPa 逐月高度场[(10～85°N，0～360°E)，36×16，共 576 个格点变量]和北太平洋海温场[(10°S～50°N，120°E～80°W)，共 286 个格点变量]连续 4 个单位时间的资料作为预报因子，预报因子集共有 (576+286)×4 = 3448 个预报因子。将我国 160 个测站 50 年（1952～2001）6～8 月降水实测资料作为预报对象。

为了获取把高度场和海温场同时作为预报因子对我国汛期降水最大程度贡献的信息，使得各个测站可以在同一条件下进行比较，同时也为了避免样本拟合好而外推预报差的现象出现，并考虑到实际计算速度，采用三因子最佳子集回归求最大复相关系数的方法。具体步骤如下：

（1）就每个站而言，任取 3 个因子建立回归方程，计算复相关系数 R。

（2）穷尽一切可能的因子组合，对每个测站可建立约 $C_{3448}^{3}=6.83\times10^{9}$ 个方程，从中挑选复相关系数最大者，它表示了把高度场和海温场同时作为预报因子共同提供的最大可能拟合预报能力，复相关系数的平方是回归平方和占总平方和的比率，即用高度场变化加海温场变化一起说明降水变化的最大百分比程度，称之为解释方差。所以可看作高度场变化加海温场变化对汛期降水的最大可预报性。“回归方程复相关系数高”表明了资料拟合好，根据统计推断理论，即根据样本推断总体特征。查统计显著性检验，50 年样本，3 因子回归方程复相关系数达到 0.6 以上，已通过 99％的显著性水平。我们这里是根据统计推断理论用回归方程复相关系数来推断我国汛期降水可预报性，当然这种推断不是严格的和绝对准确的，但仍然具有一定的参考意义。

（3）为了比较预报因子是以月平均场作为预报因子效果好还是以季平均场作为预报因子效果好？是提前 1 个月预报效果好还是提前 K 个月预报效果好？我们把预报因子进行 2 个月滑动平均、3 个月滑动平均的不同尺度、不同时段组合（表 1），具体取法为：单月滑动，即以 1 个月为 1 个计量单位，分别取前期 1～4 个月、2～5 个月、…、13～16 个月各时段为预报因子；2 个月滑动，即以 2 个月为 1 个计量单位，分别取前期 1～5 个月、2～6 个月、…、12～16 个月各时段为预报因子；3 个月滑动，即以 3 个月为 1 个计量单位，分别取前期 1～6 个月、2～7 个月、…、11～16 个月各时段为预报因子。

（4）分别对表 1 中的每一种预报因子尺度时段组合重复第（1）步到第（2）步，可得到不同时段、不同时间步长对应 160 个测站各站的最大复相关系数。

（5）对不同时间步长、不同时段对应 160 个测站的复相关系数进行对比分析，总结

表 1　预报因子尺度时段组合

单月滑动	2 个月滑动	3 个月滑动
2、3、4、5	2＋3、3＋4、4＋5、5＋6	2＋3＋4、3＋4＋5、4＋5＋6、5＋6＋7
3、4、5、6	3＋4、4＋5、5＋6、6＋7	3＋4＋5、4＋5＋6、5＋6＋7、6＋7＋8
4、5、6、7	4＋5、5＋6、6＋7、7＋8	4＋5＋6、5＋6＋7、6＋7＋8、7＋8＋9
5、6、7、8	5＋6、6＋7、7＋8、8＋9	5＋6＋7、6＋7＋8、7＋8＋9、8＋9＋10
6、7、8、9	6＋7、7＋8、8＋9、9＋10	6＋7＋8、7＋8＋9、8＋9＋10、9＋10＋11
7、8、9、10	7＋8、8＋9、9＋10、10＋11	7＋8＋9、8＋9＋10、9＋10＋11、10＋11＋12
8、9、10、11	8＋9、9＋10、10＋11、11＋12	8＋9＋10、9＋10＋11、10＋11＋12、11＋12＋同年 1
9、10、11、12	9＋10、10＋11、11＋12、12＋同年 1	9＋10＋11、10＋11＋12、11＋12＋同年 1、12＋1＋2
10、11、12、同年 1	10＋11、11＋12、12＋同年 1、1＋2	10＋11＋12、11＋12＋同年 1、12＋1＋2、1＋2＋3
11、12、同年 1、2	11＋12、12＋同年 1、1＋2、2＋3	11＋12＋同年 1、12＋1＋2、1＋2＋3、2＋3＋4
12、同年 1、2、3	12＋同年 1、1＋2、2＋3、3＋4	12＋同年 1＋2、1＋2＋3、2＋3＋4、3＋4＋5
同年 1、2、3、4	同年 1＋2、2＋3、3＋4、4＋5	——
2、3、4、5	——	——

注：第 2～14 行数字表示“月”。各行各列中，如果没有“同年”字样则表示都为上一年；如果有，则“同年”前为上一年，“同年”后为同年。

出高度场和降水场对汛期降水可预报性的空间分布和时间变化特征。并将可预报较好的几片区域对应的最佳预报因子进行简要分析。

3 结果分析

3.1 不同预报因子集提供最大预报能力比较

通常情况下，不同的预报因子集提供给同一预报对象的预报信息是有差异的。以前，我们曾分别用前期同一时段的高度场、海温场与汛期降水进行最佳子集回归分析，结果已在文献［13，14］中详细论述。现在，我们再用把高度场加海温场同时作为预报因子与汛期降水进行最佳子集回归分析，把分析结果与仅用高度场或仅用海温场做预报因子的分析结果进行对比（表2）。

表2 不同时段不同因子集对应复相关系数部分统计结果

上一年6～9月作为预报因子集	平均复相关系数	最大复相关系数	最小复相关系数	复相关系数超过0.75的站数
仅用高度场	0.731	0.784	0.658	47
仅用海温场	0.721	0.776	0.632	39
把高度场和海温场同时作为预报因子	0.759	0.828	0.692	103
上一年10月～同年1月作为预报因子集	平均复相关系数	最大复相关系数	最小复相关系数	复相关系数超过0.75的站数
仅用高度场	0.709	0.764	0.621	39
仅用海温场	0.701	0.759	0.612	28
把高度场和海温场同时作为预报因子	0.752	0.840	0.670	85
同年2～5月作为预报因子集	平均复相关系数	最大复相关系数	最小复相关系数	复相关系数超过0.75的站数
仅用高度场	0.728	0.789	0.643	44
仅用海温场	0.719	0.782	0.624	35
把高度场和海温场同时作为预报因子	0.756	0.845	0.682	87

从表2分析得出，当我们把高度场和海温场同时作为预报因子对我国汛期降水进行预测时，其提供的预报信息比单独把其中某一场作为预报因子时所提供的预报信息要多（平均复相关值高及复相关系数超过0.75的站数较多）。无论提前多长时间作预报，都是如此。所以，将高度场和海温场同时作为预报因子，有利于提高汛期降水的预测水平。通过这一比较也可说明我们选用的3因子最佳子集回归方程必定包含前期高度场和海温场因子，因为仅用其中某一场作为预报因子时所得的复相关没有高度场和海温场同时作为预报因子所得的复相关高。

顺便指出，之前我们曾做过取1个月、连续2个月、连续3个月因子的分析，后来由于改进了计算条件，把因子扩展到连续4个时段，计算得出的复相关值比取1个月、连续2个月、连续3个月的值均要高，所以取连续4个时段作为预报因子。当然还可以取连续5个时段，甚至更多个时段作为预报因子和4因子、5因子等更多的变量回归，但是计算量太大。所得复相关我们在用3个变量建立回归方程的情况下，回归方程包

含的预报信息已达到 80%左右，已能说明一些预报问题。另外，若选用更多的变量，后面增加的变量对预报方程的贡献影响作用越来越小，且自由度增大，预报效果不稳定，还有可能出现样本拟合好而外推预报差的现象。为了抓住关键时段的前几个主要预报因子进行分析，所以我们只取到 4 个时段和 3 因子。

3.2　预报因子时间尺度及时段分析

为了寻求预报因子的最佳时段，我们将上一年 2 月到当年 5 月的预报因子集，采用单月滑动（连续 4 个月）、2 个月滑动（连续 5 个月）和 3 个月滑动（连续 6 个月），三种不同时间步长逐时段作为预报因子（见表 1 所示），即分别建立从提前 1 个月到提前 16 个月作我国汛期各站降水预报的回归方程，然后对 160 个站的复相关系数求平均，将不同时间步长对应不同时段平均复相关系数演变绘于图（图 1）上，再对不同时间尺度、不同时段所对应汛期 160 个测站复相关系数超过 0.75 的站数进行统计（图 2）。从图 1 和图 2 中可以清楚地看出，预报因子取不同时间步长对应不同时段提供给预报对象的预报信息存在较大差异。具体表现为随着滑动月数增加，提供的预报信息却呈下降趋势。以月平均作为预报因子和以季平均作为预报因子进行比较，预报因子的时间尺度取月平均（连续 4 个月）复相关系数最高，拟合预报效果最好。

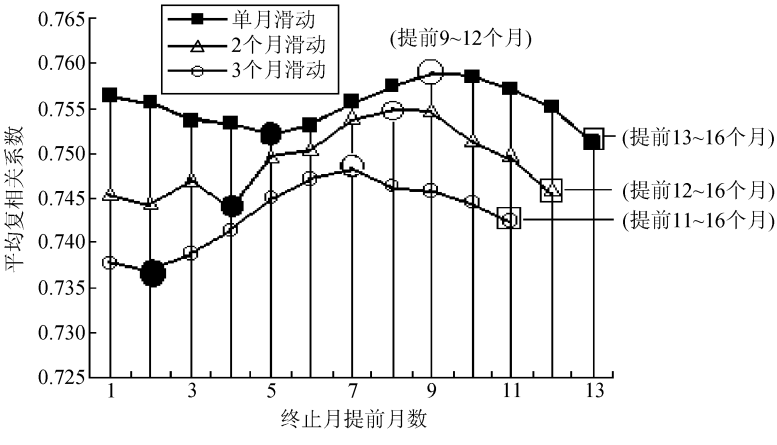

图 1　不同时间步长对应不同时段平均复相关系数

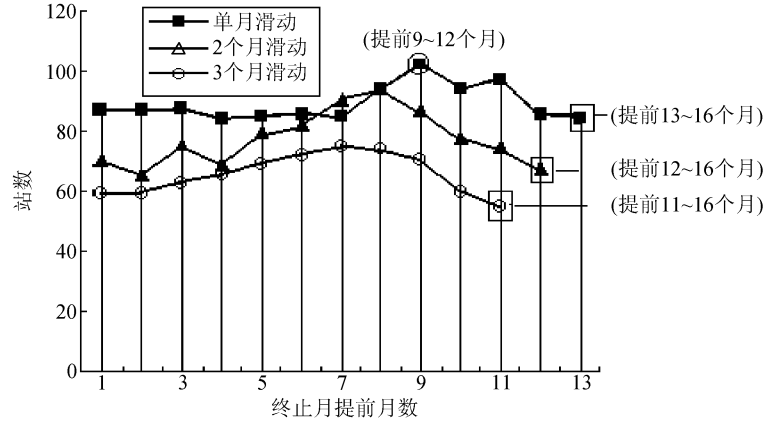

图 2　不同时间步长不同时段对应复相关系数超过 0.75 的站数

分析提前1个月到提前16个月作汛期各站降水预报的回归方程的复相关系数后，不难发现，三个不同时间步长，同时将上一年6月作为预报因子的起始月时，其平均复相关系数均为极大值（见图1中的空心大圆圈）。其值甚至超过最临近时段（即将汛期前最临近的5月作为预报因子的结束月）的值；从图2中也可看出，复相关系数大于0.75的站数也是最多的。但如果将上一年10月或11月作为预报因子的起始月，其平均复相关系数均为极小值（见图1中的实心圆圈）。表明不同时段的预报因子对我国汛期降水所提供的预报信息存在差异，即有的时段最大可预报拟合度高，有的时段最大可预报拟合度低。尽管越临近汛期的时段，其可预报性拟合度越高。但对预报有实际意义的最佳时段为上一年6～9月（即前期9～12个月），这可能与海洋和大气中存在9～12个月振荡及韵律现象有关。对此，孙照渤等[15]和王绍武等[16]曾作过研究。

以上分析结果说明：用前期高度场和海温场共同作为预报因子对我国汛期降水进行预报，其预报因子的最佳时间尺度为单月滑动，最佳时段为提前9～12个月。这在短期气候预报中有很重要的意义，因为它揭示了提高短期气候预测时效的可能性，即发展到了隔多季度预报。

3.3 预报关系的空间分布

3.3.1 预报对象场的分布特征

为了更清楚地体现出前期把高度场和海温场同时作为预报因子对汛期降水可预报性的空间分布特征，将前期9～12个月对应的160个测站的最大复相关系数标注在地图上，并绘出等值线（图3）。

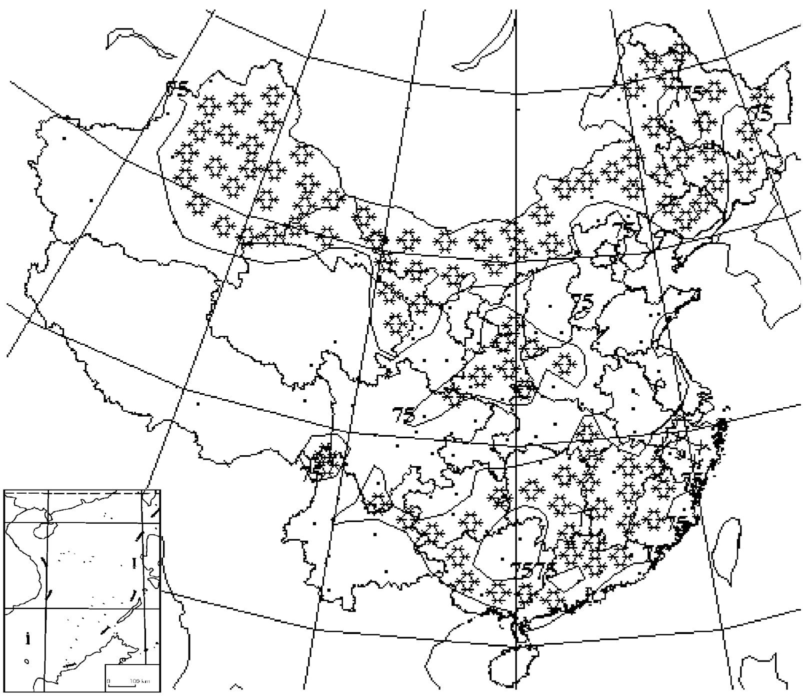

图3 汛期降水复相关系数分布图

带“*”的区域为复相关值在0.75～0.828，其他为0.692～0.75

据图 3 可知，我国汛期降水可预报性空间分布表现为北方地区和长江以南地区可预报性拟合度高，而长江与黄河之间的大部分地区可预报性拟合度相对较低。上述表明，前期 500 hPa 高度场和海温场变化极大地影响着我国汛期降水可预报性空间分布。

3.3.2　预报因子场的分布特征

为了进一步分析提前 9～12 个月的高度场、海温场变化对我国汛期降水可预报的影响，我们选取预报拟合度相对较高的高纬度兴安岭区（呼玛、博克图、海拉尔、图里河、嫩江、齐齐哈尔、乌兰浩特、海伦）8 个测站和低纬度华南区（厦门、梅县、汕头、曲江、河源、广州、阳江、湛江、海口、桂林、柳州、梧州、南宁、北海、百色）15 个测站对应的最佳高度场因子和最佳海温场因子进行简要分析。把最佳子集回归所筛选到的预报因子点绘于图（图 4、5）上，看其是否位于具有重要天气气候学意义的关键区域上。

图 4a 表明，对我国兴安岭地区翌年汛期降水影响较大的上一年 6～9 月对应最佳海温影响因子主要集中在中高纬洋流区，即上一年 6～9 月主要洋流区（如黑潮、黑潮和

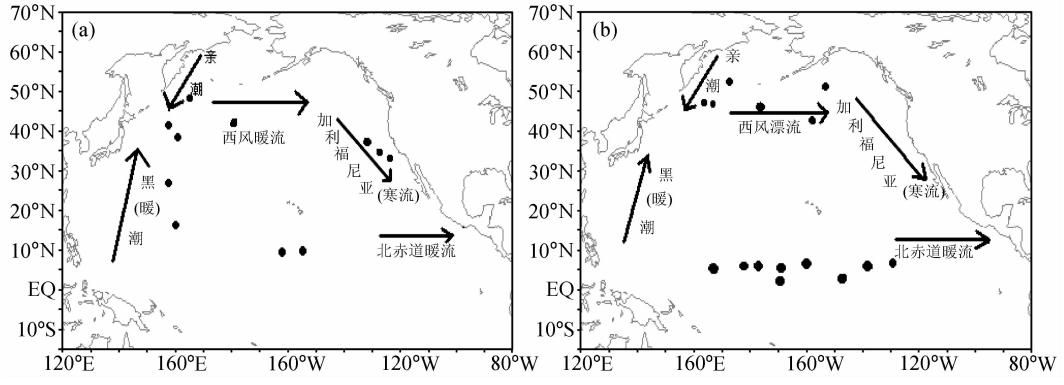

图 4　（a）兴安岭区对应最佳海温因子分布；（b）华南区对应最佳海温因子分布

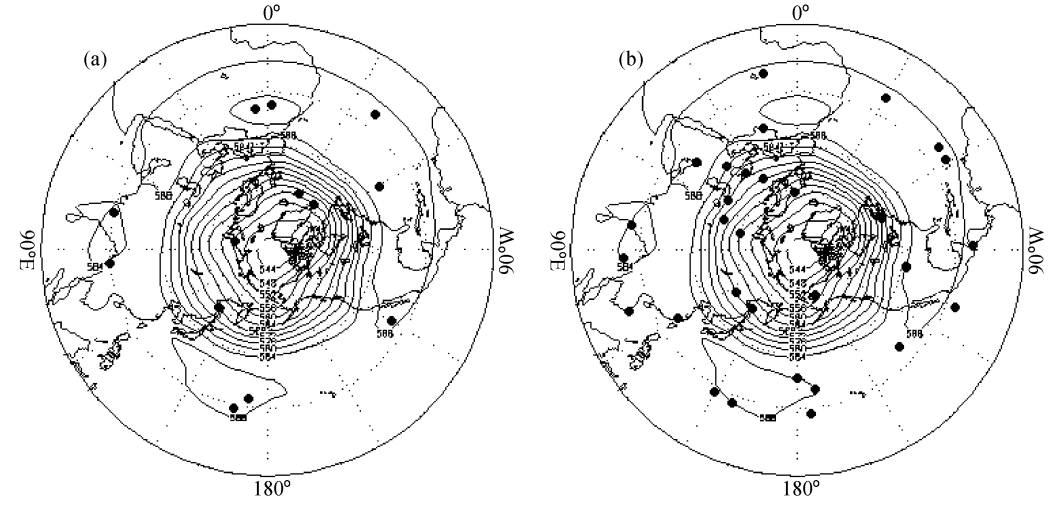

图 5　（a）兴安岭区对应最佳高度场因子分布；（b）华南区对应最佳高度场因子分布

亲潮交汇处、加里福尼亚寒流区等）的海温变化，对我国兴安岭地区翌年汛期降水影响较大。

从图5a可以看出，对我国兴安岭地区翌年汛期降水影响较大的上一年6～9月500 hPa高度场最佳因子主要集中分布在西风带大槽（如西太平洋大槽和西欧大槽）、副热带高压带和韵律关系较明显的区域（如北大西洋和我国南方）。上述表明，提前9～12个月的500 hPa位势高度场对兴安岭区汛期降水的影响具有全球性，是中高纬西风带超长波和低纬副热带高压带相互作用的结果。

图4b表明，对我国华南区翌年汛期降水影响较大的上一年6～9月对应最佳海温影响因子主要集中在热带太平洋和高纬洋流区，即上一年6～9月主要洋流区（如亲潮、北太平洋暖流和赤道太平洋关键区）的海温的变化，对我国华南地区翌年汛期降水影响较大。特别是赤道太平洋关键区所选中的预报因子明显要比兴安岭区多，说明赤道太平洋对我国汛期降水的影响，南方比北方大。

图5b表明，对我国华南地区翌年汛期降水影响较大的上一年6～9月500 hPa高度场因子主要集中分布在西风带大槽（如亚洲中部）和韵律关系较为明显的区域（如北太平洋和西太平洋）。其影响同样具有全球性，是中高纬西风带超长波和低纬副热带高压带相互作用的结果，但其分布要比兴安岭区对应最佳高度场因子分布复杂。

上述分析表明：最佳海温因子主要集中分布在重要洋流区，以及大气对海洋最敏感的强信号区域（如赤道太平洋关键区）；最佳高度场因子主要集中分布在大气活动中心、副热带高压中心和西风急流及超长波大槽大脊位置上，过去的研究表明，这些区域是存在明显韵律关系的区域[15，16]。

4 小结

本文通过大量计算前期500 hPa高度场和太平洋海温场对我国汛期降水的贡献，对预报因子和预报对象进行大量统计分析，得到以下结论：

（1）同时把高度场加海温场作为预报因子比单独把其中某场作为预报因子，对我国汛期降水提供的预报信息要多。

（2）前期不同时段、不同时间步长的高度场和海温场因子提供给汛期降水的预报信息有差异，单月滑动比多月滑动提供的信息要多，上一年6～9月提供的预报信息比其他时段提供的预报信息要多（可能同期除外）。这为提前几个季度预报我国汛期降水提供了一种有用的参考，或者说为年度预报提供了一种更为有效的方法，这在短期气候时段预报中具有十分重要的意义。

（3）最佳海温因子主要集中分布在重要洋流区，以及大气对海洋最敏感的强信号区域（如赤道太平洋关键区）；最佳高度场因子主要集中分布在大气活动中心、副热带高压中心和西风急流及超长波大槽大脊位置上。过去的研究表明，这些区域是存在明显韵律关系的区域。

（4）当把上一年6～9月高度场和海温场作为预报因子时，对我国汛期降水提供预报信息较好的区域主要集中于北方地区、长江以南及沿海地区。同时分析得出赤道太平洋对我国汛期降水的影响，南方比北方大。

综上所述，前期 500 hPa 高度场和太平洋海温场与我国汛期降水的关系非常复杂。本文的分析仅是用统计学方法对实际观测资料进行分析，给出了前期 500 hPa 高度场加太平洋海温场共同对我国汛期降水分布的影响，这对提高我国汛期降水的预测水平是重要的。但是，在文中还没有提到前期高度场和太平洋海温场影响的物理过程，这些将是我们下一步研究的重点。

参 考 文 献

1　陈兴芳、赵振国，夏季降水气候分析，中国汛期降水预测研究及应用，北京：气象出版社，2000，1～20.

2　陈兴芳，汛期旱涝预测有关物理因子概念模型的研究，国家“九五”重中之重 96-908 科技项目“我国短期气候预测系统的研究”之四：短期气候监测、预测、服务综合业务系统的研制，北京：气象出版社，2000，161～168.

3　李超，厄尔尼诺对我国汛期降水的影响，海洋学报，1992，**14**（5），45～51.

4　陈烈庭、吴仁广，太平洋各区海温异常对中国东部夏季雨带类型的共同影响，大气科学，1998，**22**（5），718～726.

5　李麦村、吴仪芳、黄嘉佑，中国东部季风降水与赤道东太平洋海温的关系，大气科学 1987，**11**（4），365～372.

6　陆日宇、黄荣辉，东亚—太平洋遥相关型波列对夏季东北阻塞高压年际变化的影响，大气科学，1998，**22**（5），727～734.

7　陆端军、张先恭，中国降水和温度对 ENSO 响应的特征，应用气象学报，1995，**6**（1），118～123.

8　刘颖、倪允琪，ENSO 对亚洲夏季风环流和中国夏季降水影响的诊断研究，气象学报，1998，**56**（6），618～691.

9　黄荣辉、徐予红、周连童等，我国夏季降水的年代际变化及华北干旱化趋势，高原气象，1999，**18**（4），465～476.

10　M. 肯德尔，多元分析，中国科学院计算机中心概率统计组译，北京：科学出版社，1983，76～89.

11　严华生、王学仁，多因变量及要素场统计预报，北京：气象出版社，1991，239pp.

12　谢炯光、秦冰冰、王静渊，奇异值分解法在季降水预报中的应用，气象学报，1997，**55**（1），117～123.

13　严华生、王会军、严小冬等，太平洋海温变化对我国降水可预报性的时空分析，高原气象，2003，**22**（2），155～161.

14　严华生、严小冬、王会军，用 500hPa 高度场作月降水预报所提供的可预报性时空分布，热带气象学报，2003，**19**（4），389～396.

15　孙照渤、章基嘉，大气中准 9 个月振荡的统计特征及其与海表温度的关系，长期天气预报论文集，北京：气象出版社，1990，11～20.

16　王绍武、赵宗慈，海气相互作用与长期预报，长期天气预报基础，上海：科学技术出版社，1987，61～77.

Impact of the Preceding Northern Hemisphere 500 hPa Geopotential Height and Pacific SST Variation on the Flood Season Precipitation over China

Yan Huasheng, and Yan Xiaodong

(*Department of Atmospheric Sciences, Yunnan University, Kunming* 650091)

Abstract Based on the 160-station rainfall over China in flood season from 1952 to 2001, the preceding height field of 500 hPa, the SST field of the Pacific Ocean, and the three factors optimum subset regression, the correlation between preceding predictors fields of different time steps and different time intervals which are composed by 500 hPa height field and Pacific SST field, and rainfall field in flood season is studied. The results indicate clearly that: (1) The correlation between preceding 500 hPa height-Pacific SST field and rainfall field is better than that of between 500 hPa height and rainfall or between Pacific SST and rainfall field over China. (2) There is an apparent phenomenon that correlation of multi-seasons interval is good. (3) In general, as far as predictors are concerned, the optimum time interval of being possessed of practical prodiction significance is from preceding June to preceding September. (4) The early predictors of affecting rainfall in flood season over China mainly focus on key regions that have an importance significance of the weather-climate. (5) The predictability of precipitation in flood season over the northern China and in the south of Yangtze River is better than that of the rest areas in China.

Key words: 500 hPa geopotential height field; Pacific SST field; rainfall in flood season; optimum subset regression