

# 华北夏季降水地域特征的旋转主分量

## 研究及其相关分析\*

P426 A

孙淑清 应明\*\* 马淑杰

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

**摘要** 用旋转主分量(RPC)方法, 研究华北降水的空间分布特征。给出了华北降水空间分布的RPC的前10个模态。它们概括了华北地区降水的基本特征及历史上的大旱和大涝年的地域分布。每一种降水模态的时间系数都表现出了长周期的年代际变化的规律。华北发生大旱与大涝的最可能的分布是模态3、4与模态10。如1965、1968和1983年的大旱; 1963和1973年的大涝年等。分析了各个模态与太平洋副热带高压强度、东亚环流指数、前冬赤道东太平洋海温, 以及江淮流域降水的相关表明: 它们之间的相关都有各自的最佳模态。如对赤道东太平洋海温与太平洋副热带高压强度而言, 最佳模态的特征是: 当海温呈El Niño型和西太副高偏强时, 华北降水的最可能分布是东部沿海为强的干旱区, 其余地区降水皆偏多。与江淮流域降水和EAP流型的相关则主要以1954、1980及1991年为代表的第1和第9模态为主要形态。它们与华北降水有极好的反相关。

**关键词:** 降水; 旋转主分量; 东亚环流; 海温异常

## 1 引言

我国华北地区基本上是一个半干旱地区, 但由于处在夏季风区的北缘, 因此它也有明显的旱涝过程。尤其是20世纪70年代以后, 该地区进入了较为持续的干旱时段, 对工农业生产造成了严重的影响, 因此引起气象工作者更广泛的注意和重视。针对华北干旱现象的研究已有很多, 人们利用不同长度的资料对它的基本特征进行综合分析<sup>[1~3]</sup>, 也初步探讨了旱涝发生的成因<sup>[4~6]</sup>, 这些工作为系统研究华北地区降水提供了很好的基础。在我们前面的工作中<sup>[7]</sup>, 已对华北近45年的降水资料进行了时空分析, 研究了华北地区水资源丰、枯的变迁及丰、枯水期全球大气环流与海温的差异, 发现, 华北地区降水及早涝的分布是十分复杂的, 它同样受大气环流及外部因子的影响, 因此有必要做更细的分析。本文将在上述工作的基础上, 运用旋转主分量(Rotated Principal Component Analysis, RPC)分析方法研究降水分布的几种主要模态, 及它与大尺度环流系统、海温异常分布等的关系。以求较深入地了解各种因子对华北降水影响的具体过程。

本文所用的资料为中国气象局提供的1951~1995年160个站的月降水资料, 取其中的华北部分。用26个站的平均作代表, 这26个站为承德、北京、天津、石家庄、德

2000-08-21收到, 2001-01-12收到再改稿

\* 国家重点基础研究发展规划项目G1998040900第一部分资助

\*\* 现在工作单位: 上海台风研究所, 上海, 200030

州、邢台、安阳、烟台、青岛、潍坊、济南、临沂、菏泽、郑州、长治、太原、临汾、朝阳、赤峰、张家口、呼和浩特、榆林、延安、徐州、新浦和西安。这是一个包括部分陕西和山东地区的“大华北”。夏季降水用 6、7、8 月 (JJA) 的平均代表。

## 2 华北降水地域分布的 RPC 分析

### 2.1 降水地域分布的平均特征

华北地区降水的气候变化有很强的地域差异, 不同地区它的变化趋势也有很大差别。首先来考察该地区多年平均降水量分布, 图 1 为 45 年中枯水期和丰水期的降水分布 (关于丰、枯水期的划分, 参见文献[7])。可以看出, 不论是枯水期或是丰水期, 其分布都是东南偏多, 西北偏少; 且有两个强中心, 一个在东南沿海至山东半岛以南, 另一个则在北侧, 大体为燕山山脉的南麓; 而最小值则位于太行山脉以西。我们知道华北地区夏季降水很大程度上决定于夏季风及南来系统的影响, 对于这些系统, 燕山与太行山脉正处于迎风坡, 它使降水增幅, 因此出现了平均值的极大值区; 而在背风坡地区, 则为极小值区。这个特征不论是丰水期还是枯水期都是一致的。由此可见, 地形特别是大尺度地形走向对降水的分布影响很大。图 1b 上各站的值都比图 1a 上的要高, 最大值可差 20 mm 以上。由此可见, 华北地区降水有很大的不均匀性, 不同地域降水的年代际变化趋势也不同。

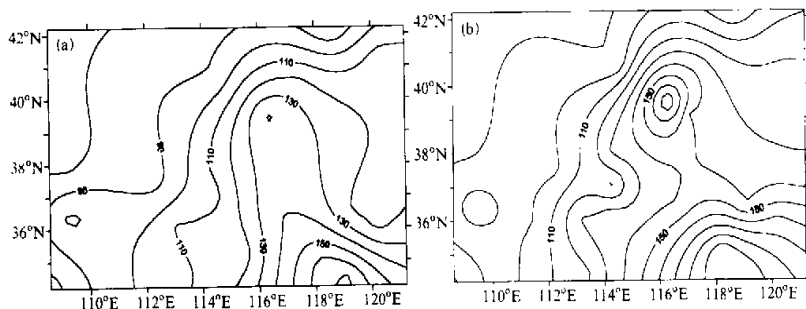


图 1 华北地区夏季 (JJA) 多年平均降水量分布 (单位: mm)  
(a) 枯水期 (1973~1992 年); (b) 丰水期 (1952~1972 年)

### 2.2 降水分布的 RPC 空间型

图 1 给出的是华北降水的平均状况, 实际上各年降水的分布是十分复杂的, 它受各种因子的影响, 因此有必要对它作细致的分析。用 RPC 来研究降水的分布特征及它与其他因子的关系是十分合适的。

近几年来, 主分量分析 (EOF 又称经验正交函数) 常用来分析气象要素场, 研究它随时间变化的空间特征模式, 用此得到的空间模式能较好地反映它们的空间特征。但是它的分布常常与实际场有很大的差异。人们在原来主分量分析的基础上, 对原坐标轴作旋转, 得到 RPC。这种方法受到气象工作者普遍采用, 具有较 EOF 分析更大的优越

性,这是由于RPC得出的时间序列很大程度上反映了它的空间型异常的时间演变特征。而且如果RPC的方差贡献集中在一些特别显著的区域,则这些区域上的实际距平异常的空间分布特征与这一空间型十分相似,且它不依赖于RPC分析所取的空间范围。本文在标准化的华北降水资料基础上,采用文献[8]的方法。初始旋转的主分量取EOF的前15个主分量,给出华北降水空间分布的RPC的前10个模态,它们的方差和占总方差的70.8%,华北地区降水的基本特征及历史上的大旱和大涝年的地域分布基本由此10个模态所概括。下面介绍几种主要的模态。

图2为模态1的形态及其时间序列。它的基本特征是华北的降水与江淮流域呈反相关,当江淮流域多雨时,华北则为全区域性偏旱。从时间曲线看,这种分布的典型年出现在江淮地区全流域性的大旱和大涝年,如1954、1980和1991年的大涝年,以及1966年的大旱年。图3给出了1980年和1991年实际降水距平百分率分布,图中的分

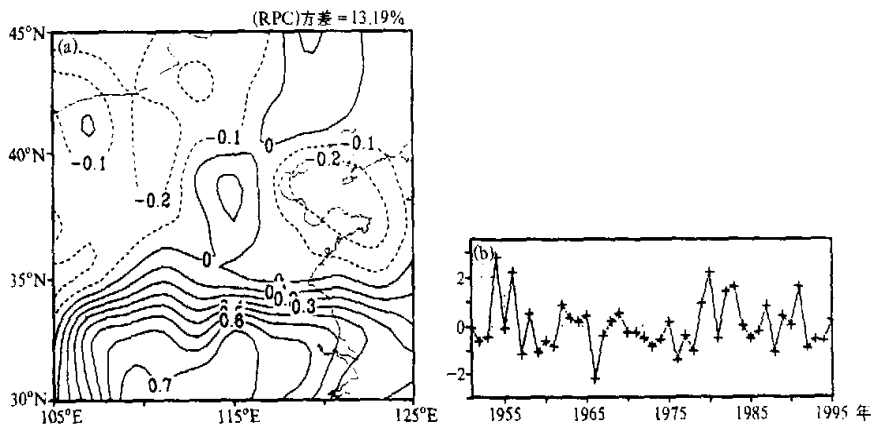


图2 华北降水RPC分析的第1模态(a),时间系数(b)

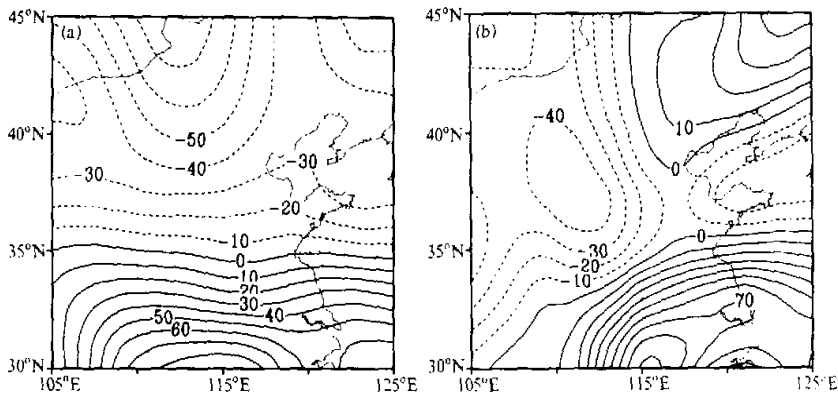


图3 模态1的典型年1980年(a)和1991年(b)的情况

图中细线为降水距平百分率

布几乎与模态 1 的特征完全一致。图 4 和图 5 为模态 3 的情况。当时间系数为正时, 出现全域性干旱, 最典型的是图中所示的 1972 年, (+, 旱) 和 1994 年 (-, 涝), 这是华北地区典型的旱涝年, 主要的旱 (涝) 出现在华北的东北部。图 6 和图 7 则为模态 4 的情况。华北中部有强烈的旱涝过程, 强距平中心位于黄河以北地区。最具代表性的年份就是 1963 年, 该年夏季华北出现历史上最大的持续性暴雨, 从图 7 中该年的分布看, 与模态 4 的形态几乎完全一致; 1973 年的降水分布也是类似; 而 1983 年时间系数则为负值, 这时华北降水为负距平, 其分布特征与模态 4 正好相反, 但位置略为偏南。其他有关模态的特征将在下面的讨论中介绍。

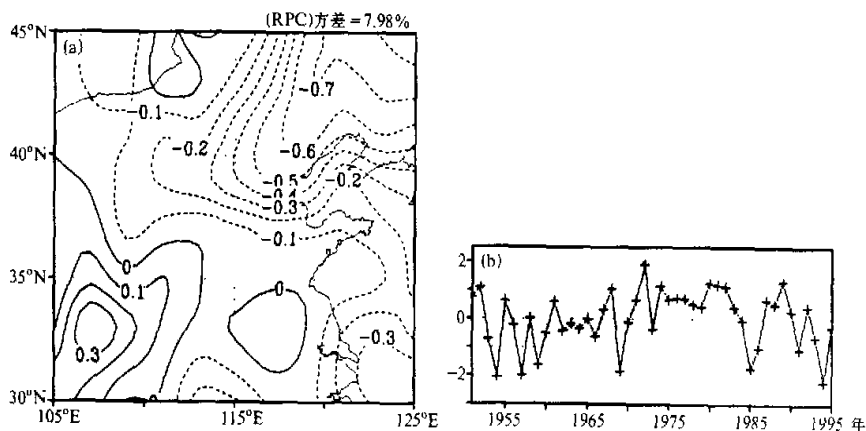


图 4 同图 2, 但为第 3 模态

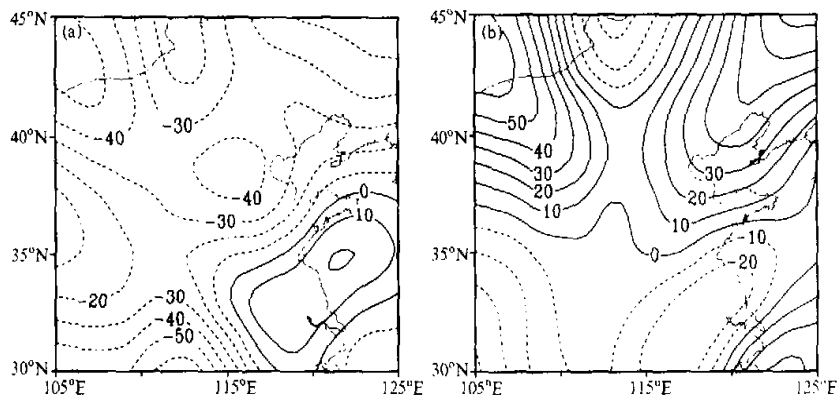


图 5 模态 3 的典型年 1972 年 (a) 和 1994 年 (b) 的情况

图中细线为降水距平百分率

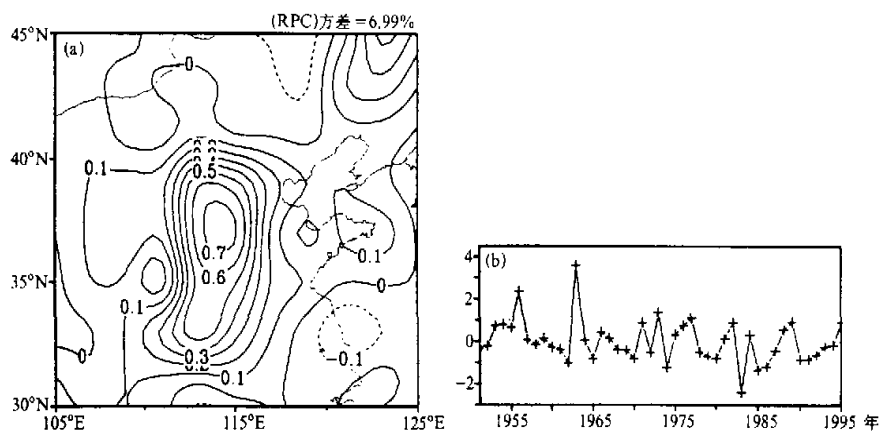


图6 同图2, 但为第4模态

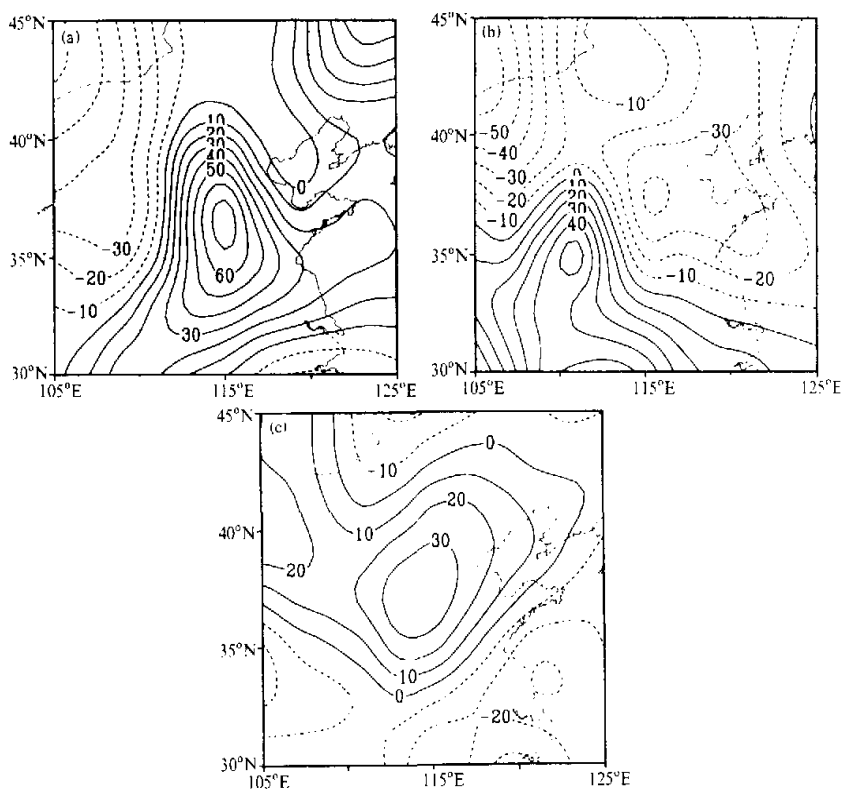


图7 模态4的典型年1963年(a), 1983年(b)和1973年(c)的情况  
图中细线为降水距平百分率

### 3 华北降水时间序列的研究

在文献[7]中, 我们给出了华北 26 个站逐年平均的 6、7、8 月降水标准化值的年际变化, 指出, 降水具有清晰的年代际变化。约在 20 世纪 70 年代以前为正距平, 降水偏多; 70~90 年代为负距平, 降水偏少; 而 90 年代以后又转为正距平。也就是说华北地区降水有大约 20 年左右的旱涝交替, 这个结果与施雅风等<sup>[1]</sup>的工作比较一致。如果仔细分析曲线的变化, 也可以认为有 10 年期的枯(水期)丰(水期)交替, 即在 1965~1972 年的干旱期和 1973~1978 年的丰水期, 这与张庆云<sup>[9]</sup>用长资料分析的结果也是一致的。实际上如果我们用 8 阶多项式拟合, 即可看出这种双峰型的特征。

我们对降水 RPC 各模态的时间曲线进行分析后发现, 对每一种模态而言, 它的时间演变是不同的, 即各种降水模态的时间系数的变化是不同的。这说明在一个历史时期中, 某一种降水模态出现的频率和时段有很大的差异, 这一点从图 2、4 和 6 的时间曲线的差异上可以看得很清楚。但从总体来看, 它们都表现出了长周期的年代际变化的规律。为此我们首先对华北地区平均降水序列分别与 RPC 分析的前 10 个模态的时间系数求相关, 相关系数的高低可以反映华北全域性旱涝时出现某种分布的可能性。由表 1 第 1 行可以看到只有模态 3、4 和 10 达到信度 0.05 的要求 (0.2875), 模态 8 则接近该临界值, 这说明, 华北地区降水异常的分布常常以这 3 种形式为主。上一节我们介绍过模态 3 和 4 的主要特征, 它包含了华北地区历史上几个最重要的旱涝年份。图 8 和图 9 是模态 10 的特征。这时华北降水异常主要集中在山东半岛及其以北地区, 从时间曲线看, 1965 和 1968 年的标准值已小于 -2.0, 它们的分布都表明, 上述地区出现了负距平, 这两年都为华北的典型旱年。以上分析为我们研究华北地区降水的分型以及降水异常的预报提供了重要的依据。

但是考察上述 3 种模态的时间曲线就可发现, 它们的时间演变规律与华北区域降水的年际变化趋势有很大的差异。图 10 给出这 3 条时间曲线及它们的多项式拟合线, 并

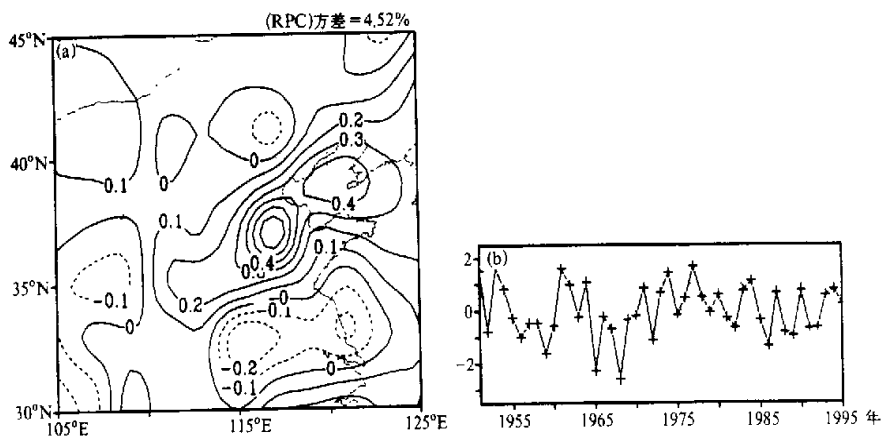


图 8 同图 2, 但为第 10 模态

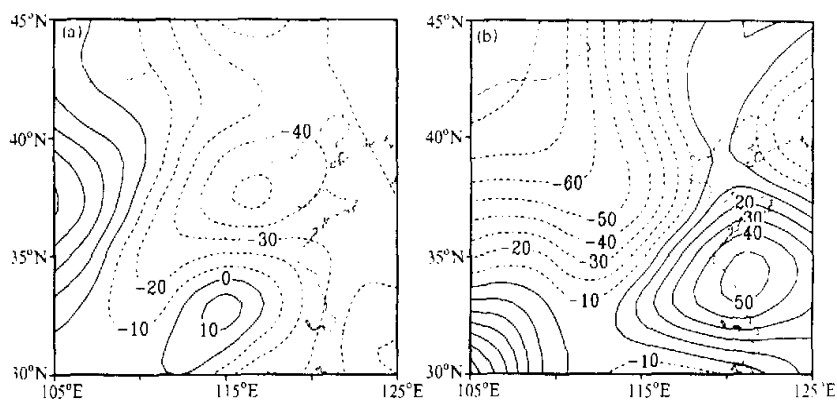


图9 模态10的典型年1968年(a)和1965年(b)的情况  
图中细线为降水距平百分率

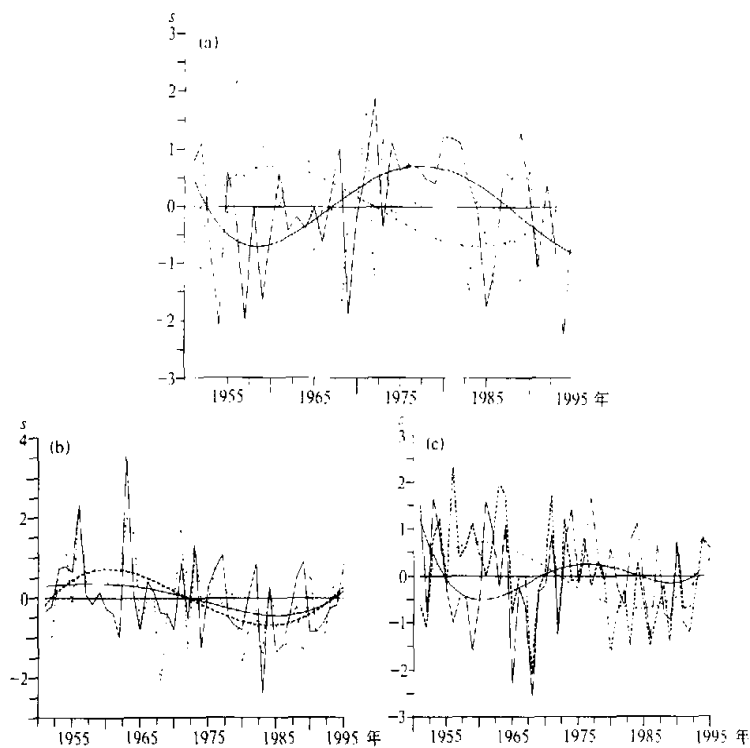


图10 模态3(a)、4(b)和10(c)的时间系数(实线)与区域平均曲线(虚线)的比较  
横坐标为年, 纵坐标RPC时间系数

表 1 华北降水 RPC 模态与各因子的相关系数  
(黑体表示超过 0.05 信度水平)

|   | 模态<br>因子        | 1             | 2      | 3             | 4            | 5      | 6            | 7      | 8      | 9             | 10           |
|---|-----------------|---------------|--------|---------------|--------------|--------|--------------|--------|--------|---------------|--------------|
|   |                 | 1             | 2      | 3             | 4            | 5      | 6            | 7      | 8      | 9             | 10           |
| 1 | 与华北区域<br>平均降水   | 0.020         | 0.223  | <b>-0.366</b> | <b>0.542</b> | -0.170 | -0.291       | -0.221 | -0.281 | 0.111         | <b>0.337</b> |
| 2 | 与东亚太平洋<br>指数    | <b>-0.369</b> | 0.160  | 0.249         | 0.232        | 0.111  | -0.275       | -0.088 | 0.142  | <b>0.356</b>  | 0.208        |
| 3 | 与西太平洋副高<br>强度指数 | 0.025         | -0.033 | -0.086        | -0.117       | -0.041 | <b>0.373</b> | -0.022 | 0.100  | 0             | 0.036        |
| 4 | 与赤道东<br>太平洋海温   | 0.042         | 0.017  | -0.141        | -0.232       | -0.179 | <b>0.517</b> | 0.085  | 0.054  | 0.210         | 0.176        |
| 5 | 与江淮流域<br>夏季降水   | <b>0.823</b>  | -0.274 | -0.135        | 0.116        | 0.105  | 0.099        | 0.127  | -0.006 | <b>-0.428</b> | 0.068        |

与区域平均的曲线进行比较。对于模态 3（图 10a），由于是负相关，所以它的走向基本与区域平均呈反位相，但它的第一个转折点在 20 世纪 60 年代末期，而非区域平均时的 70 年代初期；第二个转折点则在 80 年代末，而非 90 年代初。模态 4（图 10b）的曲线走向则与区域平均曲线基本一致，因此相关系数也最高，达 0.542。模态 10（图 10c）所表示的是 50 年代偏多，70 年代又偏多，呈双峰型。我们在文献[7]中已指出，华北区域平均降水的年代际变化如果用 8 次多项式逼近也是呈双峰型的，即有 10 年左右的丰、枯交替，这与模态 10 的情况也是比较一致的。

从以上的分析可知，对每一种模态所反映的降水分布，它的年际变化都不完全相同，笼统地用全域性降水来讨论是不够准确的。

4 亚洲太平洋地区环流异常与华北降水

在前面的工作中，我们研究了水资源的丰、枯变化与大气环流条件的关系<sup>[7]</sup>。对比丰水期和枯水期的环流状态发现：华北地区 20 年左右旱涝的交替是大气环流异常的结果，这种异常不仅表现在对华北降水有直接关联的天气系统（如西风带长波槽脊、副热带高压等）上，而且表现为全北半球大气环流系统的异常。在平均距平图上从低纬至中高纬出现正负距平中心相间的波列，它自西南向东北延伸至北美大陆。对于丰水期和枯水期，波列的距平中心符号正好相反。这说明，华北地区降水异常的年代际变化是大气环流气候性变化和调整的结果。

我们选取了与华北降水有密切关系的影响系统，与华北降水 RPC 各模态的时间系数求相关。共分两个方面：其一为表征东亚-太平洋遥相关型的东亚太平洋（EAP）指数<sup>[10]</sup>；其二为西太平洋副热带高压的强度指数。

4.1 华北降水与东亚-太平洋型环流的相关

Huang 等<sup>[11]</sup>曾指出，西太平洋暖池区热状态的异常可以波列的形式影响东亚及太平洋东岸和北美地区。当 500 hPa 高度上热带西太平洋为负距平时，日本、朝鲜半岛及



我国华北、东北地区为正距平区。以此建立的遥相关称之为 EAP 型, 即东亚-太平洋型。该型对东亚地区夏季风有很大的影响。黄刚<sup>[10]</sup>则为此型建立了一个强度指数, 以便于对它进行定量研究。他以 (125°E, 40°N) 为中心, 对北半球夏季 500 hPa 高度场求相关, 选取其邻近的正负高相关区中心, 对它们的标准化值进行组合, 建立 EAP 指数。很显然, 该指数反映了东亚太平洋地区环流异常的特征。我们用该指数对华北降水 10 个 RPC 模态的时间系数求相关, 以考察该相关型对华北降水的影响。

表 1 中的第 2 行即为它们的相关系数。可以看出, 只有模态 1 和 9 具有较高的相关性, 相关系数分别达到 -0.369 和 0.356, 超过或基本达到 0.01 信度的要求。其余各模态与 EAP 相关型的关系均较差。对第一模态而言, 当 EAP 指数为正值时, 相应的形势是: 副热带高压偏北偏强, 东亚大槽则向北缩; 从图 2 和图 3 可见, 长江流域降水偏少, 而华北降水偏多 (负相关)。当 EAP 指数为负值时, 则相反。图 11 和图 12 为模态 9 的分布。由于两者为正相关, 所以当 EAP 指数为正 (负) 时, 江淮偏旱 (涝), 而华北偏涝 (旱), 两个区域基本呈反相关。这是 EAP 流型影响下我国东部降水异常分布的基本特征。

#### 4.2 与西太平洋副高强度度的关系

西太平洋副高的活动对于我国东部地区降水有很大的关系, 它的位置、强度对江淮流域和华北降水都会产生很大的影响。我们用夏季 6、7、8 月西太平洋副高强度指数与上述 10 个模态求相关。副高指数应用文献[12]中的定义。表 1 中的第 3 行值表明: 除了模态 6 以外, 他们之间几乎没有明显的相关, 而模态 6 的相关系数 0.373, 达到 0.01 的信度要求。从图 13 和图 14 中我们可以了解到它的分布特征, 华北降水异常主要集中在渤海湾和山东半岛, 而西部则呈相反的趋势。1992 年华北是一个大旱年, 模态 6 代表了它的典型分布。而 1964 年则是它在时间系数为负值时的情况。

这个结果告诉我们, 西太平洋副高的强度对我国华北地区降水是有影响的, 但是它的影响主要在华北的东部。当夏季副高偏强时, 山东半岛至华北平原及渤海湾皆偏旱, 而西部则为正常偏多。当副高弱时, 则相反。

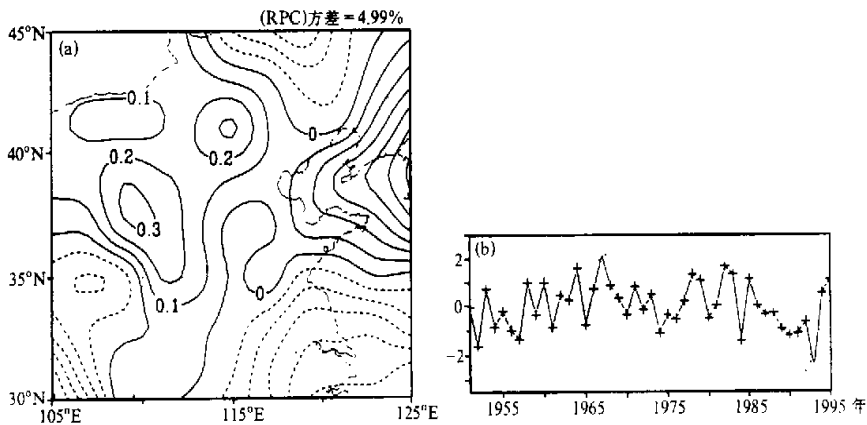


图 11 同图 2, 但为第 9 模态

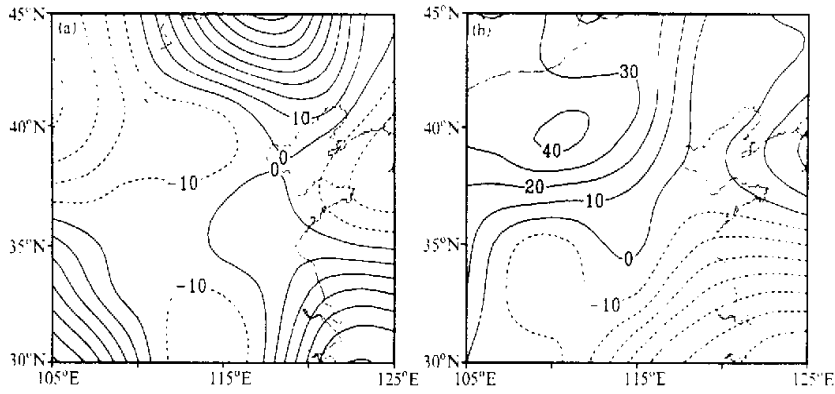


图 12 模态 9 的典型年 1993 年 (a) 和 1967 年 (b) 的情况

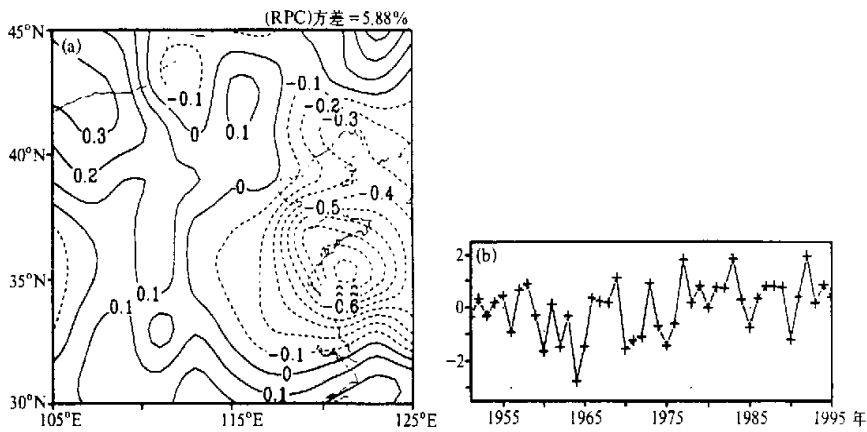


图 13 同图 2, 但为第 6 模态

## 5 华北降水与热带海温的关系

海温异常特别是 El Niño 对降水的影响已有不少研究, 但还较难找到一种明确的关系。如果我们在 RPC 分析的基础上, 对各个模态进行分别的研究, 就会发现, 在特定的模态上, 华北降水与 El Niño 现象有十分好的关系。把冬半年 (10 月至次年 3 月) Niño3 区的海温距平值标准化, 它与各模态的相关值列于表 1。有意思的是, 只有模态 6 的相关系数达到信度, 为 0.517。说明赤道东太平洋海温与华北降水的第 6 模态有很高的正相关。当该地区海温为正距平时, 华北地区多雨, 但主要集中在东部, 负距平时则相反。从图 13 的时间曲线中即可看出, 绝对值大于 1 的年份包括了历史上著名的 El Niño 年 (正值), 如 1968~1969 年, 1976~1977 年, 1982~1983 年以及 1991 年

等; 和 La Niña 年 (负值), 如 1964 年。

对比表 1 中第 3 和第 4 行可以发现, 它们的最大值都为模态 6。图 15a 给出这两组相关系数的曲线。十分有趣的是, 不仅在模态 6 处两者都达到最大值, 而且对其他各模态都有很好的一致性。这表明, 赤道东太平洋海温异常与西太平洋副高强度之间有非常好的相关性。它们对华北地区降水的影响主要集中在偏东地区。我们在海温对副高影响的研究中曾指出<sup>[12]</sup>, 西太平洋副高强度和面积异常受热带海温的影响极大, 尤以东太平洋为最强烈。本文的研究进一步证实了这一点, 而且更进一步说明, 海温异常通过对副热带高压的变化而影响降水。

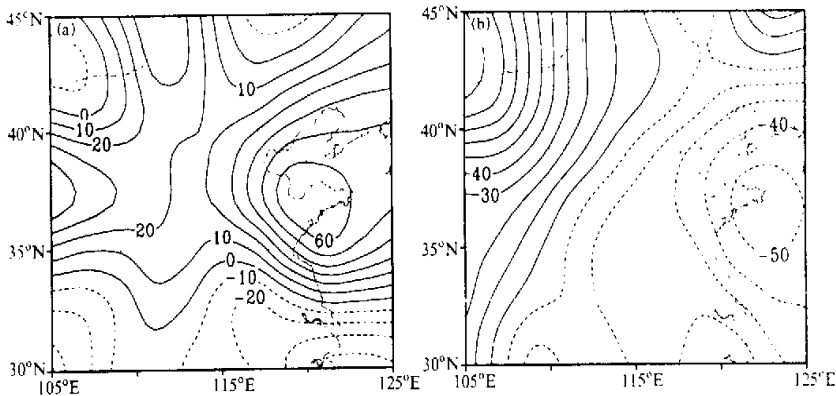


图 14 模态 6 的典型年 1964 年 (a) 和 1992 年 (b) 的情况

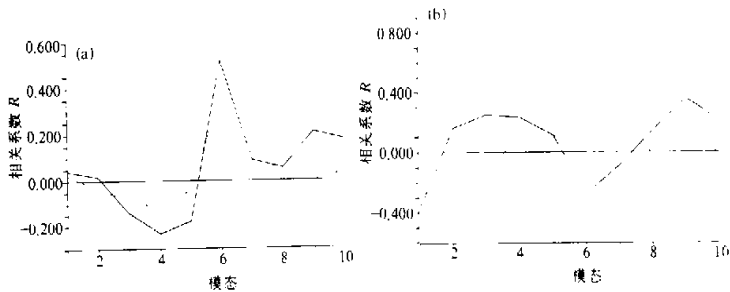


图 15 华北降水各模态相关系数曲线

(a) 海温 (实线) 及副高 (虚线) 与降水的相关;

(b) EAP 指数 (实线) 及江淮降水 (虚线) 与华北降水的相关

## 6 华北旱涝与江淮流域降水

人们从以往工作和预报经验中已知华北地区降水异常与江淮流域降水有反相的趋势。为此我们同样对两者求相关, 列于表 1 中第 5 行, 并与第 2 行相比较。可以看出如

下两个方面的特点:

首先, 大的相关系数只出现在模态 1 与 9, 它们分别达到 0.823 和 -0.428, 其余皆为很小的值。也就是说, 只有在这两个模态时, 该两个地区的降水才有明显的相关。参见图 2、3 和图 11、12 可见, 此两类分布的主要特点就是两个地区的降水异常呈反相关。即当江淮流域降水偏多时, 华北降水即偏少, 反之亦然。在模态 1 中, 江淮流域著名的大涝年, 如 1954、1991 年都列入该模态的强时间系数中, 并与华北的偏旱(负距平)相对应。

其次, 华北与江淮两地降水的反相关与 EAP 指数的关系十分一致。图 15b 给出这两组曲线。它们的极值都在模态 1 与 9, 且两者呈明显的反相关。同样这也说明 EAP 指数所描述的东亚-太平洋流型与江淮流域夏季降水有极好的关系。黄刚<sup>[11]</sup>就是用该指数代表东亚季风的强度指数, 并计算出该指数与江淮降水的相关系数为 -0.58。本节的研究则进一步指出, 无论是 EAP 指数, 或是江淮流域降水, 它们与华北降水的高相关, 主要表现为模态 1 与模态 9 的分布形式。

## 7 总结

(1) 用 RPC 方法研究华北降水的空间分布特征。给出了华北降水空间分布的 RPC 的前 10 个模态, 它们的方差和占总方差的 70.8%。华北地区降水的基本特征及历史上的大旱和大涝年的地域分布, 基本由以上 10 个模态所概括。

(2) 每一种降水模态的时间系数的变化是不同的。某一种降水模态出现的频率和时段是不同的, 但是它们都表现出了长周期的年代际变化的规律。华北地区的旱涝并不与每一种模态都有最好的关系, 而是经常与某一种模态有最大的相关。华北发生大旱与大涝最可能的分布是模态 3、4 与模态 10, 如 1965、1968 和 1983 年的大旱, 1963 和 1973 年的大涝等。

(3) 分析各个模态与太平洋副热带高压强度、东亚环流指数、前冬赤道东太平洋海温以及江淮流域降水的相关表明, 它们之间的相关都有各自的最佳模态。如对赤道东太平洋海温与太平洋副热带高压强度而言, 模态 6 有极大的相关系数, 即当海温呈 El Niño 型和西太平洋副高偏强时, 华北降水的最可能分布是东部沿海为强的干旱区, 其余地区降水皆偏多; 而与其他模态的相关极小。与江淮流域降水和 EAP 东亚-太平洋流型的相关则主要以 1954、1980 及 1991 年为代表的第 1 和第 9 模态为主要形态。它们与华北降水有极好的反相关。

(4) 以上的分析为更合理地进行降水区划, 进一步研究华北旱涝成因及预测提供了很好的依据。

但是我们从表 1 中可以看到: 各个因子与表征华北特大旱涝的模态 3、4 和 10 的相关系数并没有达到信度的要求。而只有海温与 EAP 指数的相关系数较大。作者也曾分别对各个因子与模态 3、4 和 10 的代表年份进行过对比研究, 结果与表 1 中所示大体相同。这说明, 影响华北降水的因素是十分复杂的, 用单一的因子去讨论往往达不到理想的结果, 而海温与环流的综合因子与华北降水的关系更好些。这为我们进一步研究华北降水的成因提供了一个参考。

## 参 考 文 献

- 1 陈烈庭, 中国旱涝研究进展, 旱涝气候研究进展, 北京: 气象出版社, 1990, 10~18.
- 2 梁平德, 华北平原夏季干旱的大气气候分析, 北方人文文集 (6), 北京: 北京大学出版社, 1987.
- 3 施雅风, 刘春羲, 气候变化对西北、华北水资源的影响, 济南: 山东科学技术出版社, 1995, 178~206.
- 4 叶笃正, 黄荣辉, 长江、黄河流域旱涝规律和成因研究, 济南: 山东科学技术出版社, 1996, 1~587.
- 5 毕慕莹, 近40年来华北干旱的特点及其成因, 旱涝气候研究进展, 北京: 气象出版社, 1990, 23~32.
- 6 梁平德, 印度夏季风与我国华北夏季降水, 气象学报, 1988, 46(1), 75~81.
- 7 孙淑清, 近五十年来华北地区旱涝特征与全球变化的研究及对未来趋势的探讨, 高原气象, 1999, 18(4), 541~551.
- 8 Horel, J. D., A rotated principal component analysis of the interannual variability of the Northern Hemisphere 500 mb height field, *Mon. Wea. Rev.*, 1981, 2080~2092.
- 9 张庆云, 1880年以来华北降水及水资源的变化, 高原气象, 1999, 18(4), 486~495.
- 10 黄刚, 从区域和全球观点来看东亚夏季风的南北异常活动, 中国科学院大气物理所博士学位论文, 1999.
- 11 Huang Ronghui and Sun Fengying, Impacts of the tropical western Pacific on the East Asia summer monsoon, *J. Meteor. Soc. Japan*, 1992, 2, 243~256.
- 12 Sun Shuqing and Ying Ming, Subtropical high anomalies over the west Pacific and its relations to the Asian monsoon and SST anomaly, *Advances in Atmospheric Sciences*, 1999, 16, 559~568.

## The Rotated Principal Component Analysis on the Regional Features of Summer Precipitation in North China and Their Correlation Analysis

Sun Shuqing, Ying Ming and Ma Shujie

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

**Abstract** Using the rotated principal component (RPC) analysis method, the distribution features of summer precipitation in North China is studied. Ten leading modes are given which involve the main severe cases of flooding and drought in the history. The most possible distributions for the major flooding (drought) in North China is mainly featured by modes 3, 4 and 10, as 1965, 1968 and 1983 for drought, and 1963, 1973 for flooding. Correlation analysis between the modes and the strength of the Pacific subtropical high, index of the eastern Asia circulation, SST of preceding winter at the equatorial eastern Pacific and the precipitation at the Yangtze-Huaihe River valleys shows that there exists respective optimal mode for them. With respect to the SST at the equatorial eastern Pacific and strength of the Pacific subtropical high, mode 6 bears the highest correlation. This implies that when there appear an El Niño type SST and a stronger western Pacific subtropical high, a severe drought at the eastern coastal area of North China, with more precipitation at the rest areas is likely. As for the precipitation at the Yangtze-Huaihe River valley and EAP flow pattern, Nos. 1 and 9 are the main correlated modes typical of 1954, 1980 and 1991. Normally, they are inversely correlated with the precipitation in North China.

**Key words:** precipitation; rotated principal component analysis; flow pattern in the eastern Asia; SST anomaly