

文章编号：1004-4965 (2002) 03-0276-07

## 南海地区 OLR 变化与华南汛期降水的联系

丁伟钰<sup>1</sup>， 梁经萍<sup>2</sup>

(1. 广州热带海洋气象研究所, 广东 广州 510080; 2. 中山大学大气科学系, 广东 广州 510275)

**摘 要**：用奇异值分解的方法逐月分析了华南汛期（4~9 月）降水与南海地区 OLR 变化的关系，并用合成分析的方法对 OLR 异常年份的降水进行对比分析，结果表明两者确实有一定的相关关系，后汛期（特别是 7、8 月）两者的相关程度比前汛期大，但每个月的情况各有不同。

**关 键 词**：南海 OLR 场；华南汛期降水；奇异值分解

中图分类号：P426.6

文献标识码：B

### 1 引 言

华南地区位于我国最南部，汛期时间长且降水多。目前已有许多有关华南汛期降水的研究，郭其蕴等<sup>[1]</sup>指出，华南雨季的开始及持续与降水总量有很好的关系。吴尚森等<sup>[2,3]</sup>先后研究了华南前汛期降水时空分布特征和后汛期降水的年际变化，发现华南前、后汛期降水都存在准 3 年的振荡周期。由于受低纬度环流的影响，位于华南南部的南海地区热力学变化对华南气候的形成，起着十分重要的作用。梁建茵<sup>[4]</sup>研究发现，南海地区暖水年广东的雨量大于冷水年。林爱兰等<sup>[5]</sup>研究了 OLR 与广东降水的联系，指出广东前汛期降水主要受北方天气系统的影响，后汛期降水则以来自南方的热带系统为主。吴晓彤等<sup>[6]</sup>用数值模拟研究表明：南海海温增加则华南降水增加，并给出了这种影响的物理过程。然而以前的研究用到的站点资料比较少，而且对于华南汛期降水分布特征和南海地区热力学状况的联系研究不多。本文采用 OLR 资料表征南海地区的热力学特征及海气信息，对其与华南汛期降水的关系进行了探讨。

### 2 资料和处理方法

OLR 资料来源于 1979~1995 年 NCEP 的逐月资料，覆盖范围为 5~20°N，110~120°E，分辨率为 2.5×2.5 经纬度。降水资料取自 OLR 同时段的广东、广西和海南共 51 个站的逐月降水资料。

本文采用奇异值分解（SVD）的方法，逐月分析了华南 4~9 月降水与同期至超前 3 个月的南海 OLR 场的关系，资料都经过逐月标准化距平处理。对于相关系数的检验采用临界值检验方法（样本数 17 的信度  $\alpha=0.05$  的相关系数为 0.4555）。为了进一步验证南海 OLR 异常对华南汛期降水的影响，

收稿日期：2000-12-20；修订日期：2001-05-30

基金项目：国家“九·五”科技攻关项目（97-926-05-04）

作者简介：丁伟钰（1973-），男，浙江人，硕士，主要从事短期气候预测研究。

在分析了降水相关场的基础上，还采用了合成分析的方法，根据 OLR 时间系数选出 3 个最大正系数年和 3 个最小负系数年，代表 OLR 异常偏弱和偏强的年份，将它们对应月份的降水进行平均，合成场分别记为  $(\bar{R})_+$  和  $(\bar{R})_-$ ，合成场的差值场为  $\Delta(\bar{R}) = (\bar{R})_+ - (\bar{R})_-$ 。差值场可以反映 OLR 偏强和偏弱时对华南汛期降水的影响，差值场中的大值区对应的是华南降水受南海 OLR 影响较大的区域。

### 3 华南前汛期降水与南海 OLR 的关系

前汛期（4~6 月）华南地区受西风带环流系统和热带环流系统的相互作用，出现全年降水的第一个峰值。

#### 3.1 华南地区 4 月降水与南海 OLR 变化的关系

把华南地区 4 月降水和南海 OLR 资料进行 SVD 分解，OLR 从同期变化至超前 3 个月。第一、第二特征值如表 1 所示。

表 1 华南地区 4 月降水和南海 OLR 场 SVD 分解第一、第二模态特征值  
Table 1 Index of the first and second model of SVD with precipitation in April and OLR

| OLR 时段    | 第一模态        |          |              |                | 第二模态        |          |              |                |
|-----------|-------------|----------|--------------|----------------|-------------|----------|--------------|----------------|
|           | 协方差<br>比例/% | 相关<br>系数 | 降水方差<br>比例/% | OLR 方差<br>比例/% | 协方差<br>比例/% | 相关<br>系数 | 降水方差<br>比例/% | OLR 方差<br>比例/% |
| 同期        | 63.5        | 0.60     | 22.9         | 35.5           | 22.9        | 0.57     | 9.4          | 36.7           |
| 超前降水 1 个月 | 70.2        | 0.50     | 21.3         | 52.6           | 19.4        | 0.60     | 7.2          | 32.7           |
| 超前降水 2 个月 | 55.6        | 0.64     | 9.6          | 57.5           | 26.0        | 0.52     | 17.3         | 21.5           |
| 超前降水 3 个月 | 81.2        | 0.68     | 18.2         | 63.1           | 11.3        | 0.77     | 5.4          | 23.7           |

由表可见，第一模态的协方差比例都超过 50%，且远大于第二模态，可以认为南海地区 OLR 变化对华南 4 月降水的影响主要表现在第一模态中。对比第一模态，当 OLR 超前 3 个月时（即 1 月 OLR），降水和 OLR 两个场之间的协方差比例和相关系数都最大，所解释的降水协方差比例接近 2 成，OLR 的协方差比例超过了 6 成，可以认为 1 月南海地区 OLR 场和 4 月华南地区降水场的相关程度大于其它时段。第一模态降水的异性相关场中（图略），除珠江口东部沿岸、广东西部及广西南部部分区域外，其余都为正相关。其中广东河源、韶关，广西蒙山、河池，海南琼海等地附近的正相关系数和广西北海附近的负相关系数超过  $\alpha=0.05$  的信度检验。对应的南海地区 OLR 的空间分布场（图略）全为负值，负中心位于南海的中部偏南。根据 SVD 分解的 1 月 OLR 时间系数，选出 3 个最大正系数年（1981、1984、1986 年）和 3 个最小负系数年（1983、1992、1979 年），从 4 月华南降水合成场的差值场（图略）可以看出，正值区与降水相关场的正相关区对应，负值区与负相关区对应，其中绝对值超过 100 mm 的正负区域与相关场中超过信度检验的正负相关区基本一一对应，这进一步说明了当 1 月南海 OLR 场整体偏强（对流减弱）时，4 月广东河源、韶关；广西蒙山、河池；海南琼海等地附近的降水偏多，广西北海附近降水偏少，但达到信度检验的相关区域面积较小。

#### 3.2 华南地区 5 月降水与南海 OLR 变化的关系

将 5 月华南降水分别与同期、超前 1~3 个月的南海 OLR 资料进行 SVD 分解。两者同期时相关系数达 0.88，大于其它时段 SVD 分解的相关系数，并且两个场之间的协方差比例为 63.1%，可以认为两者同期时耦合程度达到最大。图 1a 给出同期降水的异性相关场，除广东西北部、广西东南部和北部以外，其余地区为正相关，其中广东沿海和海南省的东北部及南部的部分区域的负相关系数超过

$=0.05$  的信度检验, 其中汕头-0.71 mm、惠阳-0.70 mm、台山-0.75 mm、信宜-0.74 mm, 对应的南海 OLR 空间呈南北向水平分布(图 1b), 北高南低, 除南部小部分区域为负值外, 全场为正。根据第一模态 OLR 时间系数, 选出 3 个最大正系数年(1991、1987、1995 年)和 3 个最小负系数年(1984、1990、1986 年), 5 月华南地区降水合成场的差值场(图 1c)中的正负区域与相关场基本一致, 绝对值超过 150 mm 的区域如图 1c 中阴影面积所示, 在广东沿海和海南的东北部出现了负降水中心, 位置和降水的异性相关场(图 1a)的阴影区基本一致, 其中汕头-209.6 mm、惠阳-388.7 mm、台山-249.3 mm、信宜-220.7 mm。这进一步说明, 当 5 月南海地区的 OLR 偏高(对流弱)时, 华南东南部沿海降水偏少, 反之亦然。5 月华南降水与南海 OLR 相关程度和范围明显大于 4 月份。众所周知, 5 月西南季风爆发, 此时南海地区的水汽输送有可能通过西南季风, 影响到华南东部沿海。

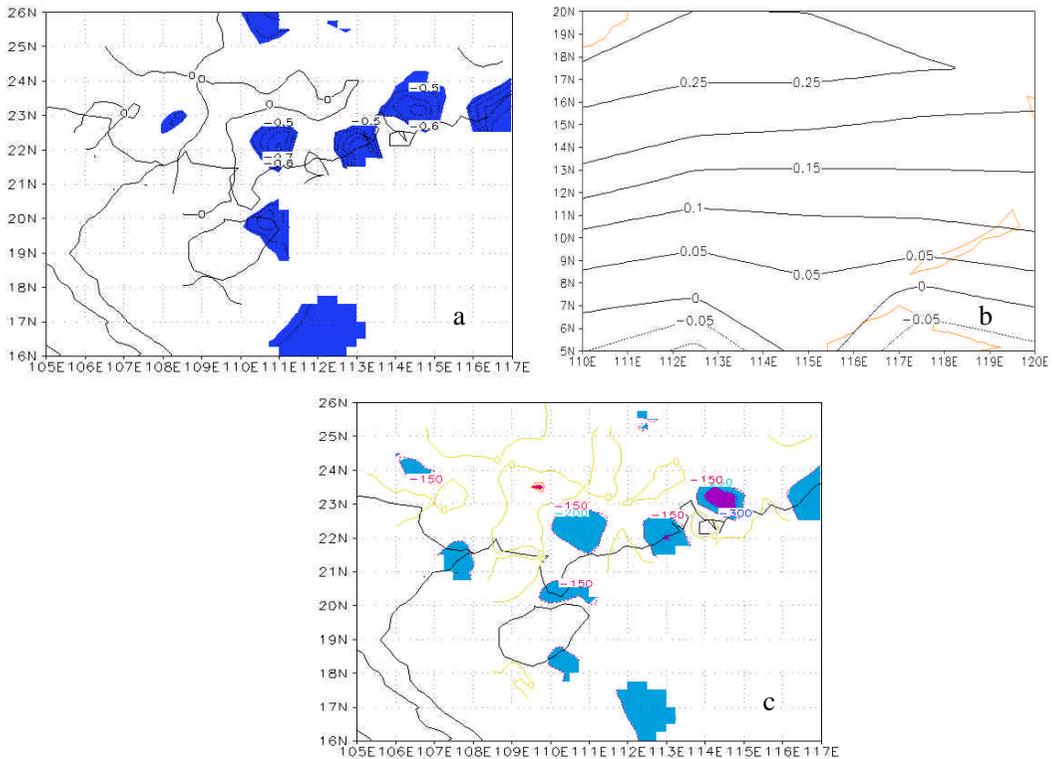


图 1 5 月 OLR 与 5 月降水 SVD 第一模态

a. 降水异性相关场; b. OLR 向量场; c. 异常 OLR 月降水差值场(3 年平均)。

Fig.1 The first coupling model of SVD with OLR and precipitation in May. a. heterogeneous correlation map of the precipitation eigenvector; b. eigenvector map of the anomalous OLR; c. composite precipitation of the anomalous OLR years in South China (3-year mean).

### 3.3 华南地区 6 月降水与南海 OLR 变化的关系

将 3~6 月南海地区 OLR 场分别与 6 月华南降水进行 SVD 分解。对比发现, 当 4 月南海 OLR 与 6 月华南降水耦合时, 两者第一模态的相关系数、协方差比例和降水的方差比例都是最大(分别为 0.67%、75.4%、22.2%), 可以认为 4 月南海 OLR 场对于 6 月华南地区降水的影响最大。第一模态降水的异性相关场(图略)除珠江口以东、广西北部以外, 全为正相关, 其中超过  $=0.05$  的信度检验的区域有: 珠江口东部(负相关, 中心位于汕尾-0.61)、海南岛南部(正相关, 中心位于三亚 0.62)、广西南部部分区域(正相关, 中心位于南宁 0.71)和广东东北部部分区域(正相关, 中心位于连平

0.60)。此时南海地区对应的 OLR 场全为正值(图略),形成西北高东南低的结构。根据第一模态 OLR 的时间系数挑出 3 个最大的正系数年(1983、1995、1987 年)和 3 个最小的负系数年(1982、1985、1988 年),在 6 月华南地区降水合成场的差值场(图略)中,正负区域与相关场一致,相关场中达到信度检验的区域在合成图中降水之差都超过 100 mm。由此可见,当 4 月南海地区 OLR 偏弱(对流偏强)时,6 月珠江口以东沿岸地区降水偏多,而海南南部、广西的西南部和广东的东北部部分区域降水偏少,反之亦然。

#### 4 华南后汛期降水与南海 OLR 的关系

后汛期(7~9 月),华南地区降水主要是受台风、ITCZ 等热带环流系统的影响,而且此时南海表面海温达到 28 以上,其热力学状况对大气环流系统将产生重大影响。

##### 4.1 华南地区 7 月降水与南海 OLR 变化的关系

将 4~7 月南海 OLR 场分别与 7 月华南地区降水进行 SVD 分解,第一、第二模态的特征值如表 2 所示。

表 2 华南地区 7 月降水和南海 OLR 场 SVD 分解第一、第二模态特征值  
Table 2 Index of the first and second model of SVD with precipitation in July and OLR

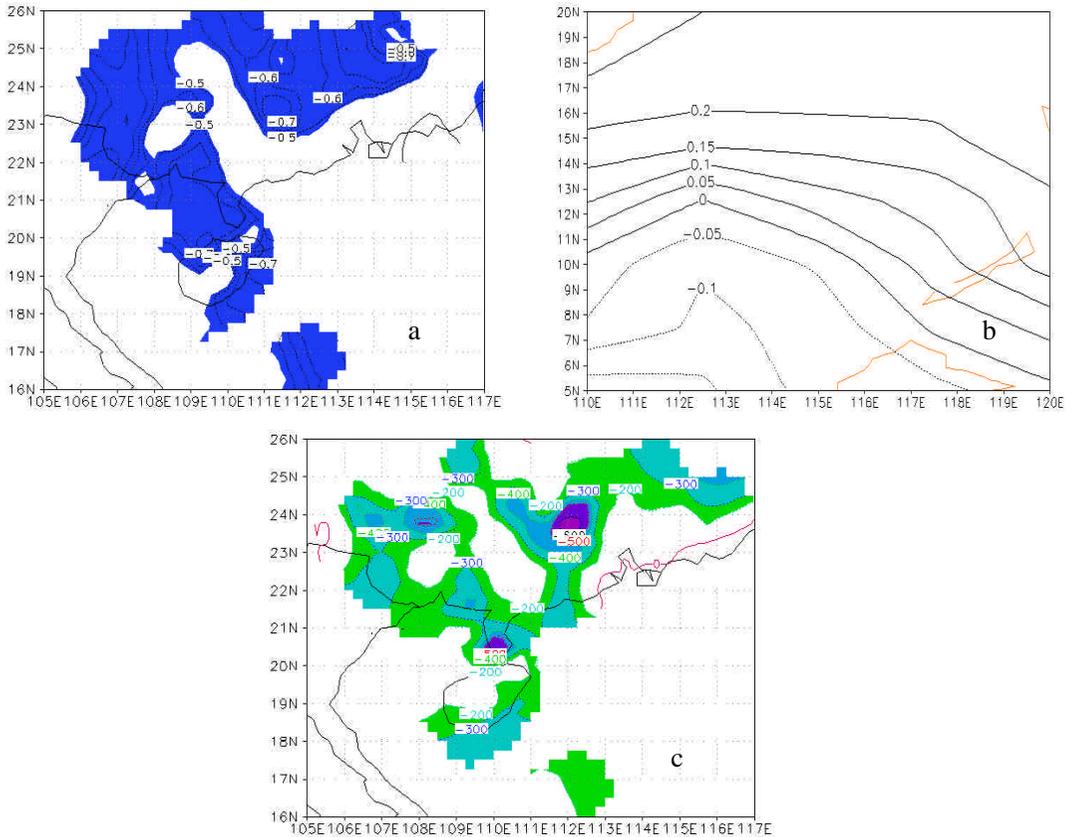
| OLR 时段    | 第一模态        |          |              |                | 第二模态        |          |              |                |
|-----------|-------------|----------|--------------|----------------|-------------|----------|--------------|----------------|
|           | 协方差<br>比例/% | 相关<br>系数 | 降水方差<br>比例/% | OLR 方差<br>比例/% | 协方差<br>比例/% | 相关<br>系数 | 降水方差<br>比例/% | OLR 方差<br>比例/% |
| 同期        | 86.0        | 0.81     | 35.8         | 42.9           | 7.5         | 0.79     | 5.7          | 25.5           |
| 超前降水 1 个月 | 64.3        | 0.48     | 29.4         | 41.8           | 15.3        | 0.80     | 4.5          | 22.7           |
| 超前降水 2 个月 | 42.8        | 0.51     | 16.4         | 34.3           | 32.8        | 0.59     | 6.9          | 44.2           |
| 超前降水 3 个月 | 66.2        | 0.49     | 25.9         | 47.1           | 21.8        | 0.55     | 11.3         | 27.7           |

不难看出,两者同期时相关系数和协方差比例都是最大,可以认为 7 月的南海地区 OLR 场对 7 月的华南地区降水影响最大。降水的异性相关场(图 2a)除珠江口东部小范围区域外,全为负,图中的阴影部分为相关系数达到  $\geq 0.05$  信度检验的区域,其中除了广东南部沿岸地区、广西东部和海南西部的部分地区以外,其余地区的相关系数都超过了-0.5。第一模态南海 OLR 场(图 2b)西南为负,其余地区为正。根据第一模态 OLR 的时间系数选出 3 个最大正系数年(1985、1984、1983 年)和 3 个最小负系数年(1987、1981、1994 年),两者 7 月降水平均值之差(图 2c)除珠江口东部沿岸外,全为负,绝对值超过 200 mm 的区域如图 2c 中的阴影所示,与图 2a 相比,相关系数达到  $\geq 0.05$  信度检验的区域降水之差几乎都超过了-200 mm。这进一步证明了当南海地区 OLR 场出现西南低(对流强)东北高(对流弱)的分布时,7 月华南地区除了广东南部沿海、广西东部和海南西部的部分地区外,其余地区降水偏少,反之亦然。OLR 场空间分布特征表明,此时副高位置偏南,华南处于副高控制,以至于降水偏少。

##### 4.2 华南地区 8 月降水与南海 OLR 变化的关系

8 月华南地区降水与 5~8 月南海地区 OLR 场进行 SVD 分解。经对比,当 OLR 与 8 月降水同期时,第一模态的相关系数达到最大(0.73),所能解释的协方差比例接近 6 成(58%),可以认为此时两者之间的相关程度大于其它时段。此时 OLR 场第一模态(图略)以 15°N 为界北面正,并且与纬度平行向

北递增,南面负,两个负中心位于 9~11 °N, 110~112 °E 之间,和 10~12 °N, 117~120 °E 之



a. 降水异性相关场; b. OLR 向量场; c. 异常 OLR 月降水差值场 (3 年平均)。

Fig.2 The first coupling model of SVD with OLR and precipitation in July. a. heterogeneous correlation map of the precipitation eigenvector; b. eigenvector map of the anomalous OLR; c. composite precipitation of the anomalous OLR years in South China (3-year mean).

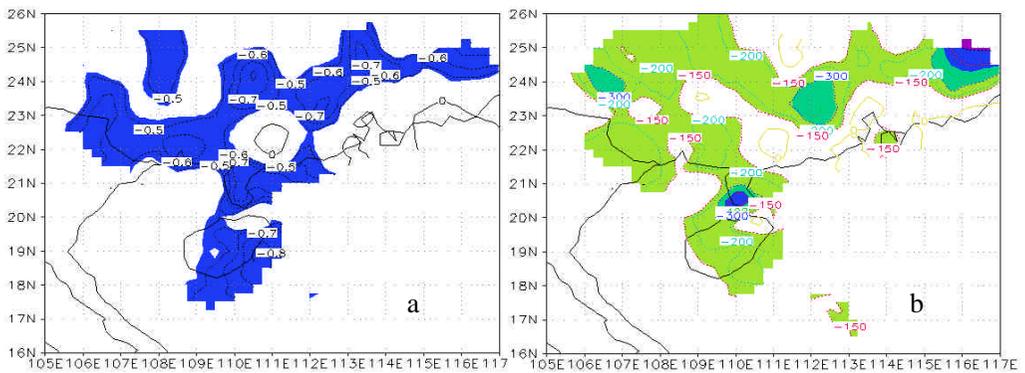


图3 8月 OLR 与 8月降水 SVD 第一模态 a. 降水异性相关场; b. 异常 OLR 月降水差值场 (3 年平均)。  
Fig.3 The first coupling model of SVD with OLR and precipitation in August. a. heterogeneous correlation map of the precipitation eigenvector; b. composite precipitation of the anomalous OLR years in South China (3-year mean).

间。第一模态降水的异性相关场(图 3a)除珠江口附近沿岸和广东信宜附近以外,全为负相关,超过  $\alpha=0.05$  信度检验的区域如图 3a 中阴影区所示,广东中部、雷州半岛及其以东、广西西南沿海、广西中、东部和海南岛东南部的相关系数都超过信度  $\alpha=0.05$  的检验,其中蒙山-0.81、湛江-0.77。根据第一模态 OLR 时间系数挑出 3 个最大正系数年(1992、1991、1980 年)和 3 个最小负系数年(1994、1988、1985 年),两者平均值之差的正负区域与相关场一致,相关场中达到信度检验的区域的降水之差的绝对值几乎都超过 150 mm(如图 3b 所示),其中最大值位于徐闻达-450 mm。以上表明,当 8 月南海地区 OLR 北高(对流弱)南低(对流强)分布时,8 月华南地区如图 3a 中的阴影区域降水将减少,反之亦然。

#### 4.3 华南地区 9 月降水与南海 OLR 变化的关系

9 月华南地区降水与 6~9 月南海地区 OLR 场进行 SVD 分解。当南海 OLR 超前 9 月华南降水 2 个月时,两者之间耦合的相关系数达到最大(0.81),所解释的协方差比例接近 6 成(56%)。可以认为 7 月南海地区 OLR 场对 9 月华南地区降水影响最大。第一模态 OLR 场(图略)以  $12^{\circ}\text{N}$  为界,北面为正,南面为负。降水的异性相关场中相关系数达到  $\alpha=0.05$  信度检验的区域如图 4 中阴影区域所示,广州附近为负相关(相关系数为-0.55),阳江(0.60)、贺县(0.70)、融安(0.82)、来宾(0.72)、钦州(0.74)、涠洲岛(0.70)等地附近为正相关。根据第一模态 OLR 时间系数选出 3 个最大正系数年(1985、1979、1993 年)和 3 个最小负系数年(1992、1982、1994 年),正系数年和负系数年 9 月华南降水平均值之差(图略)的大值区和图 4 中的位置基本一致。这进一步证明了当 7 月南海 OLR 场北面高(对流弱)南面低(对流强)时,9 月华南地区如图 4 中阴影区位置降水偏少,反之亦然。

## 5 结 论

南海 OLR 变化对华南汛期降水有一定的影响,后汛期(特别是 7、8 月)的相关程度和范围都大于前汛期,但每个月都不同。

(1) 4 月华南地区降水与 1 月南海 OLR 场有较好的耦合关系,当 1 月南海 OLR 场整体偏强(对流减弱)时,4 月广东河源、韶关;广西蒙山、河池;海南琼海等地附近的降水偏多,广西北海附近降水偏少,反之亦然。

(2) 当 5 月南海地区 OLR 场偏强(对流减弱)时,5 月广东沿海和海南省的东北部及南部海域降水偏少,反之亦然;而 4 月南海地区 OLR 偏强(对流偏弱)时,6 月珠江口以东沿岸地区降水偏少,海南南部、广西的西南部和广东的东北部部分区域降水偏多,反之亦然。

(3) 当 7 月南海地区 OLR 场出现东北高(对流弱)西南低(对流强)的分布时,7 月华南地区除了广东南部沿海、广西东部和海南西部的部分地区外,其余地区降水偏少,反之亦然。

(4) 当 8 月南海地区 OLR 北高(对流弱)南低(对流强)分布时,8 月广东中部、雷州半岛及其以东、广西西南沿海、广西中部、东部和海南岛东南部降水偏少,反之亦然;而 7 月南海 OLR 场北

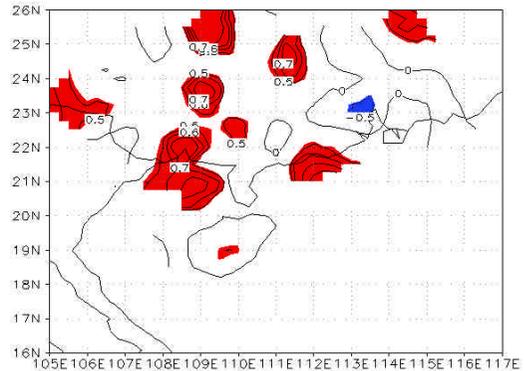


图 4 6 月 OLR 与 9 月降水 SVD 第一模态降水异性相关场

Fig.4 The heterogeneous correlation map of the precipitation eigenvector of the first-pair coupling model of SVD with OLR in June and precipitation in September.

面高(对流弱)南面低(对流强)时,9月广州附近降水偏少,阳江、贺县、融安、来宾、钦州、涠洲岛等地附近降水偏多,反之亦然。

### 参 考 文 献:

- [1] 郭其蕴,王继琴.近三十年我国夏季风盛行期降水的分析[J].地理学报,1981,2:187—195.
- [2] 吴尚森,梁建茵.华南前汛期旱涝时空分布特征[J].热带气象,1992,8:87—92.
- [3] 吴尚森,黄成昌.华南后汛期降水的年际变化[J].热带气象,1990,6:348—356.
- [4] 梁建茵.南海海温变化及其对广东雨量的影响[J].热带气象,1991,7:246—253.
- [5] 林爱兰,梁建茵.向外长波辐射(OLR)与广东降水[J].热带气象学报,1993,9:248—255.
- [6] 吴晓彤,梁必骐,王安宁.初夏南海海温对华南降水影响的数值模拟[J].海洋学报,1995,2:38—44.

## RELATIONSHIP BETWEEN THE VARIATIONS OF OLR OVER SOUTH CHINA SEA AND THE PRECIPITATION IN RAINY SEASONS IN SOUTH CHINA

DING Wei-yu<sup>1</sup>, LIANG Jing-ping<sup>2</sup>

(1.Guangzhou Institute of Tropical Oceanic and Meteorology, Guangzhou 510080, China;

2. Department of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** The relationship between the variations of OLR over South China sea and the precipitation in rainy seasons in South China are investigated by means of SVD(Singular Value Decomposition), and the precipitation in anomalous OLR months are compared. Results show that they do have relationship and they are more closely correlated in the second rainy season(especially in July and August), and the situations are different in every month.

**Key words:** OLR over South China sea; precipitation in rainy season in South China; SVD (singular value decomposition)