

南海地区对流活动的时空变化特征^{*}

戴彩悌, 梁必骐

(中山大学大气科学系, 广东 广州 510275)

摘 要: 利用美国 NCEP1958—1998 年高斯网格月平均再分析资料, 分析了南海地区 ($0^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$, $100^{\circ}-125^{\circ}\text{E}$) 对流活动 (OLR) 的时空变化, 结果表明: 南海地区对流活动具有明显的季节转换特征, 南海地区对流活动主要呈一致性的分布形势, 且具有多时间尺度的变化特征, 不同时间尺度的振动, 其周期显著性和强度存在明显的年际差异。

关键词: 南海地区; 对流活动; 时空变化

中图分类号: P412.292 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) 06-0116-04

由于 OLR 主要决定于云顶及下垫面的温度, OLR 值的大小可以较好地反映低纬地区的对流强度。OLR 小, 对流发展旺盛, 在对流云中凝结释放的潜热量也大。而对流凝结释放的潜热量, 对热带大气热源热汇的分布和变化起重要作用^[1]。热带大气热源的变化, 又会引起中高纬地区环流的变化, 因此可以从 OLR 的异常反映出大气环流及重大的气候异常。南海地区是东亚大气环流的热量和水汽的重要源地之一, 其上空的大气热源的强弱和位置的变化可直接影响到南海季风的强弱变化, 对东亚大气环流有巨大的影响。一些作者^[2-5]认为中国长江中下游夏季旱涝及华南地区的气候异常均与该地区的热力场异常分布有关。为了进一步研究南海地区热力场分布对长期天气过程的影响, 有必要对南海地区对流活动的时空分布做更深入的分析。

1 资料和方法

本文采用美国 NCEP 高斯网格再分析资料中 1958—1998 年月平均的向外长波辐射 (OLR) 资料, 使用 EOF 方法和小波变换方法, 讨论了南海地区 ($0^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$, $100^{\circ}-125^{\circ}\text{E}$) 的向外长波辐射 (OLR) 的时空变化特征。

2 南海地区对流活动的时空变化

2.1 南海地区对流活动的季节变化特征

图 1 是南海地区冬季 (1 月)、春季 (4 月)、夏季 (7 月)、秋季 (10 月) 多年平均的 OLR 分布

图。由图 1 (a) 可以看出, 冬季南海北部横跨中南半岛是一带状 OLR 高值区, 中心值高达 $280\text{ W}\cdot\text{M}^{-2}$ 以上, 说明这一区域是大规模的下沉气流区。在研究海域由北向南, OLR 值逐渐减小, 在南海南部赤道附近达最小, 中心值降到 $200\text{ W}\cdot\text{M}^{-2}$ 以下, 说明冬季对流活动仅局限于近赤道地区。

随着季节的过渡, 春季中南半岛的 OLR 值迅速减小, 形成一个小于 $230\text{ W}\cdot\text{M}^{-2}$ 的闭合中心, 而东北部高值区的 OLR 值也减小, 但变化不如中南半岛明显, 这可能是因为海陆分布的影响。南海南部仍旧是 OLR 低值区, 但对流活动稍弱于冬季。

图 1 (c) 表明随着南海夏季风的爆发, 西太平洋副热带高压突然撤出南海, 深对流活动区从赤道附近和中南半岛扩展到整个南海, 并在南海中部形成一闭合 OLR 低值区, 中心值降到 $210\text{ W}\cdot\text{M}^{-2}$ 以下, 说明此时南海中部的对流非常旺盛, 对流云的潜热加热和洋面加热共同促使对流的进一步发展, 于是在南海形成新的 ITCZ, 相当于 ITCZ 自赤道附近北跳到南海。而中南半岛的 OLR 值再次减小, 达 $200\text{ W}\cdot\text{M}^{-2}$ 以下, 说明对流达到极盛期, 南部海域 OLR 值仍较小, 对流仍旧旺盛。

秋季 (图 1d) 呈现出对流活动由夏季向冬季的过渡型。南海中部的低值中心消失, 北部的 OLR 值逐渐增大, 中南半岛的低值中心也减弱, 只在中南半岛的南端出现一个 $210\text{ W}\cdot\text{M}^{-2}$ 以下的低值中心。

^{*} 收稿日期: 2002-12-09

基金项目: 国家“九·五”科技攻关资助项目 (97-926-05-04)

作者简介: 戴彩悌 (1974 年生), 女, 讲师, 现在解放军理工大学气象学院工作; 通讯联系人: 梁必骐;

E-mail: eeslbq@zsu.edu.cn

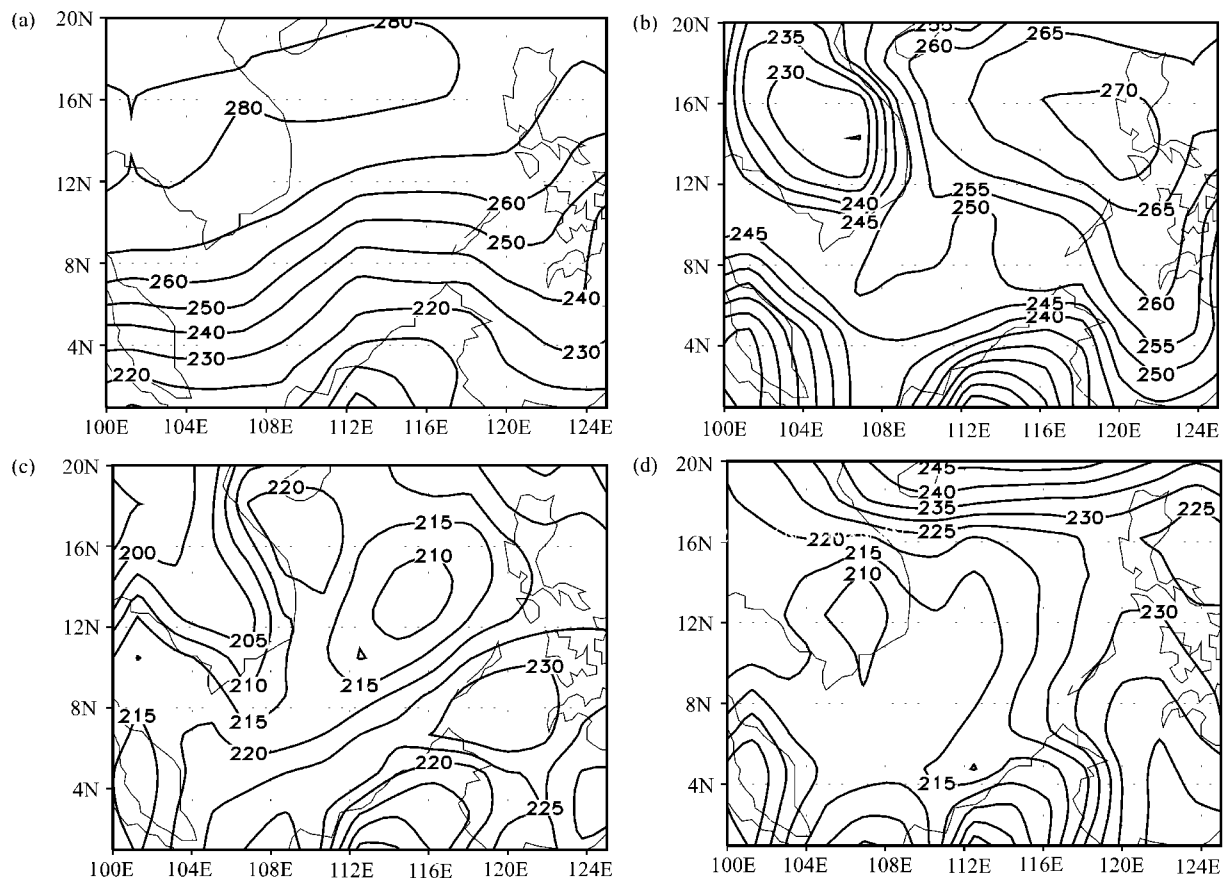


图 1 南海地区多年平均 OLR(对流活动) 的分布
(a) 冬季(1 月); (b) 春季(4 月); (c) 夏季(7 月); (d) 秋季(10 月);
Fig. 1 The annual mean distribution of OLR over South China Sea Area
(a) Winter(Jan.); (b) Spring(Apr.); (c) Summer(Jul.); (d) Autumn(Oct.)

可见, 南海地区对流活动冬夏季节转换非常明显, 冬季对流活动仅限于赤道附近, 夏季则扩展到整个南海, 且对流更加旺盛, 伴随着深对流的发展, ITCZ 自赤道北跳到南海。南海中部海区是对流活动季节变化最剧烈的海区。在该区的南北两侧对流活动的季节变化相对较小。春夏季大陆上对流活跃, 秋冬季海上对流活跃, 且变化的幅度都很大, 这主要体现了海陆热力对比的影响。

2.2 南海地区对流活动的空间分布型

利用南海地区 OLR 1958—1998 年的连月标准化序列进行 EOF 分解, 得到空间分布型。图 2 分别给出南海地区 OLR 的 EOF 分解第一、二、三、四特征向量分布。前四个特征向量解释了总方差的 71.26%, 说明已较好地反映了 OLR 场的特征。第一特征向量对总方差的贡献是 34.82%, 在所展开的区域内处处为正值, 说明在空间分布上具有显著的一致性, 大值中心在南海中部。第二特征向量反映的是南海北部和南部反位相的变化趋势, 负值中心和正值中心分别在南海北部和加里曼丹岛附近,

该特征向量解释了总方差的 17.51%。图 2 (c) 是南海地区 OLR 的第三分布型, 反映的是大致东西反位相分布, 负值中心和正值中心分别在菲律宾群岛附近和中南半岛, 它解释了总方差的 10.26%。第四特征向量呈现的是西南—东北走向的分布型, 它解释了总方差的 8.66%。

可见, 南海中部是 OLR 分布变率最大的地方, 在第一分布型具有显著一致性的情况下, 叠加在它上面的是南北反位相分布型。

2.3 南海地区对流活动的年际变化

为了研究南海地区对流活动的年际变化特征, 我们对南海地区 OLR 进行小波变换, 作出小波变换系数模和实部的等值线分布图 (图 3), 图中左边的纵坐标表示尺度, 右边表示该尺度对应的周期, 单位均为年, 横坐标表示时间, 单位为年。图 3 (a) 中阴影部分表示模值较大, 图 3 (b) 图中阴影部分表示正位相。小波变换系数模可以把各种时间尺度周期变化在时间域中的分布情况显示出来, 小波变换系数模越大, 其所对应的时段和尺度

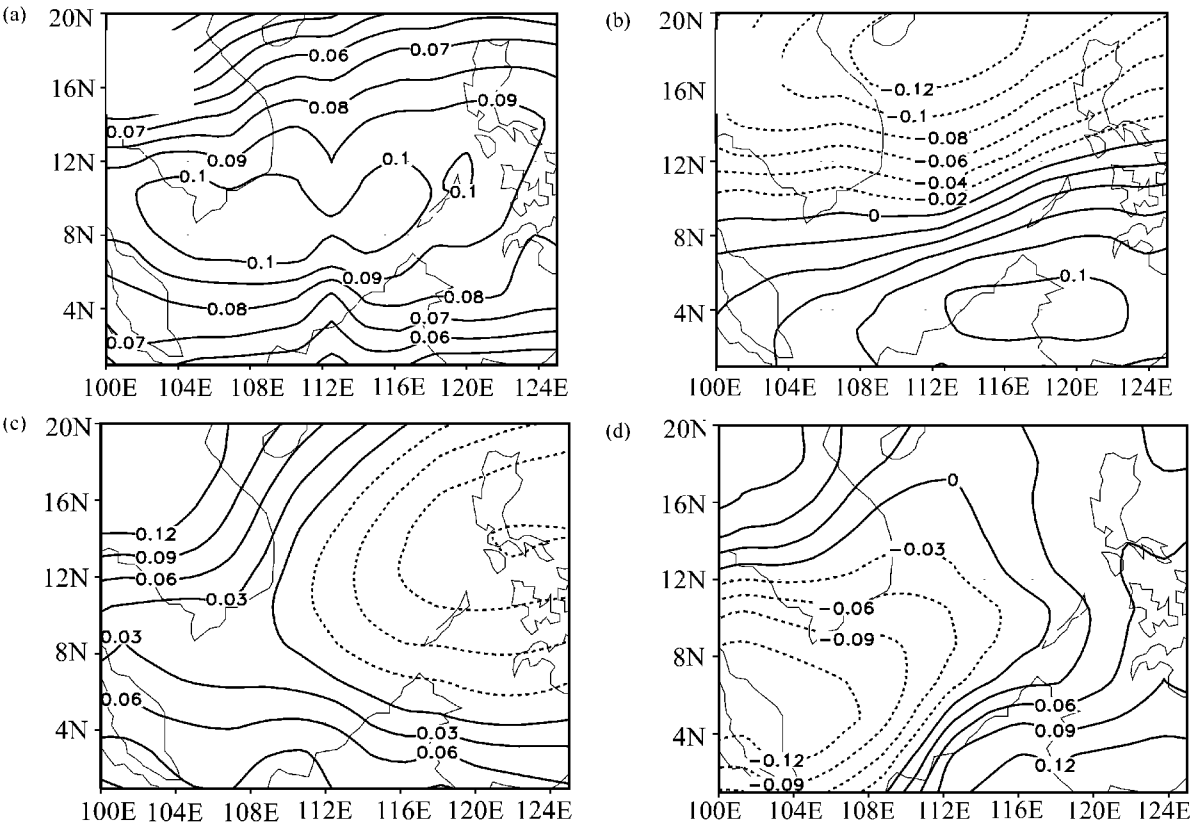


图 2 南海地区 OLR EOF 分解的特征向量分布
a 为第一特征向量; b 为第二特征向量; c 为第三特征向量; b 为第四特征向量
Fig. 2 Eigenvector distribution of OLR over South China Sea Area from the EOF analysis
(a) the first eigenvector; (b) the second eigenvector; (c) the third eigenvector and (d) the fourth eigenvector

的周期性越明显。小波变换的实部包含给定时间和尺度信号相对于其它时间和尺度信号的强度和位相两方面的信息。

图 3 是南海地区 OLR 小波变换系数的模和实部等值线图。由图 3 (a) 可见, 南海地区 OLR 的变化具有约 10 a、5 a、2 a、8 个月至 1.5 a 以及 3 个月至半年的周期性变化, 其中以约 10 a、5 a 的周期变化最明显, 特别是 1973 年以前 4~5 a、1971—1981 年的 9 a、1989—1994 年的 7 a 以及 1979—1988 年的 4 a 的周期变化最显著, 这些尺度范围的周期变化在整个时域中都存在, 无局部化特征。2 年左右的周期变化在 1981—1987 年以及 1991—1998 年信号较强。8 个月~1.5 a 的周期变化在 1963 年以前、1965—1967 年、1977—1979 年信号较强, 其余时段均较弱。13~20 a 左右时间尺度范围在整个时域中是一较低值带, 说明该尺度范围的周期性信号在整个时域中都很弱。从小波变换的实部图 3 (b) 可知, 对于 10 a 左右的周期变化共有 5 次正值区和 4 次负值区组成了 4 次完整的振荡, 而对于 5 a 左右时间尺度的周期变化在整个时域中经历了 8 次完整的振荡。并且它们的小波变换系数值

也较大, 说明这两种时间尺度的周期变化很明显, 其它短周期时间尺度的周期变化在整个时域中比较零乱, 局部化特征明显。

3 结 论

本文利用 1958—1998 年南海地区 (0°—20°N, 100°—125°E) 的 NCEP 高斯网格再分析资料, 分析了南海地区对流活动 (OLR) 时空变化特征, 主要结论如下:

- (1) 南海地区对流活动具有明显的季节转换特征。南海中部海区是对流活动季节变化最剧烈的海区, 季风对对流活动有一定的影响, 南海北部海区是对流活动季节变化较显著的另一区。在区域分布上, 南海对流活动大小与海洋地形分布有关。
- (2) EOF 分析表明, 南海对流活动分布在南海中部变率最大, 在第一分布型具有显著一致性的情况下, 叠加在它们上面的是南北反位相分布型。
- (3) 南海地区对流活动 (OLR) 具有多时间尺度的变化特征, 不同时间尺度振动其周期显著性和强度存在明显的年际差异。对流活动 (OLR) 存在 10 a 左右、5 a 左右、2 a 左右以及 1 a 以下的短周

期振动，且以 5 年左右的周期振动最明显。

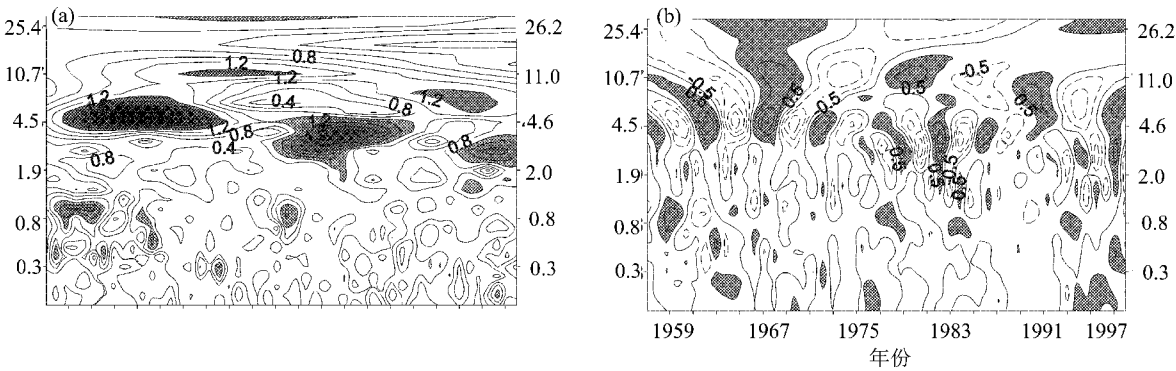


图 3 南海地区 1958—1998 年月 OLR 小波变换的模 (a) 和实部 (b)

Fig 3 The wavelet transform mode (a) and real part (b) of monthly OLR over South China Sea Area from 1958 to 1998

参考文献：

[1] 梁必骐. 热带气象学[M] . 广州: 中山大学出版社, 1990.

[2] 黄荣辉, 孙凤英. 热带西太平洋暖池上空对流活动对东亚夏季风季节内变化的影响[J] . 大气科学, 1994, 18 (4): 456—464.

[3] 蒋尚城. 卫星观测对长江流域旱涝的诊断研究[J] . 科学通报, 1992, 37(9): 1779—1781.

[4] 王建德, 唐东升. 夏季南海对流活动对北半球中低纬大气环流的影响及其可能途径[J] . 热带气象学报, 1994, 10(1): 79—83.

[5] 吴晓彤, 梁必骐, 王安宇. 初夏南海海温对华南降水影响的数值模拟[J] . 海洋学报, 1995, 17(2), 36—43.

[6] 蒋尚城, 朱亚芬. OLR 的应用和图集[M] . 北京: 北京大学出版社, 1990.

The Spatial temporal Variation of OLR over South China Sea Area

DAI Cai ti, LIANG Bi qi

(Department of Atmospheric Science, Sun Yat Sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: With NCEP's monthly re analysis data (1958—1998) , the spatial temporal variation of the OLR over South China Sea Area (SCSA) (0°—20°N, 100°—125°E) were analyzed. The results show that the OLR in SCSA is characterized by obvious seasonal reversal. The EOF analysis suggests a consistent pattern in OLR distribution. Different time scales can be identified in the analysis of the OLR in SCSA. There also exists annual variation in the periodic significance of oscillations and the intensity.

Key words: South China Sea area; convective activity; the spatial temporal variation