

文章编号: 1000-2022(2003) 03-0317-07

近 50 a 春季东亚温带气旋活动频数的气候特征及其变化

姚素香¹, 张耀存¹, 周天军²

(1. 南京大学 大气科学系, 江苏 南京 210093;

2. 中国科学院 大气物理研究所 大气科学与地球流体力学数值模拟国家重点实验室, 北京 100029)

摘要: 根据 1948—2000 年共 53 a 的 NCEP/NCAR 逐日海平面气压再分析资料, 分析了春季(3、4、5 月)东亚内陆和沿海地区气旋活动频数、气旋移动路径等气候特征及其年际、年代际变化, 结果表明在春季的 3、4、5 月份中, 内陆存在三个明显的气旋活动频数较大的地区, 分别位于 101°E、45°N 附近的蒙古高压南缘、贝加尔湖以东的 115°E、53°N 附近地区和 126°E、53°N 我国东北北部附近地区。蒙古地区春季气旋活动频数存在明显的年代际变化, 50 年代气旋活动频数较少, 60 年代开始到 70 年代后期气旋活动频数较多, 从 70 年代末至今又进入一个气旋活动频数较少的时期。贝加尔湖东部地区在 50 年代初气旋活动频数较多, 50 年代中期到 60 年代中期气旋活动频数较少, 而 60 年代后期到 70 年代后期气旋活动频数又较多, 此后气旋活动频数逐渐减少。我国东北地区春季各月气旋活动频数没有明显的年代际变化, 只有 80 年代以来气旋活动频数的振幅较大。东亚沿海春季气旋活动频数较高的地区主要位于我国东北到俄罗斯远东和我国长江中下游到日本一带。从气旋活动路径来看, 我国长江中下游到日本一带气旋活动路径在各个年代基本相同, 没有明显的年代际变化, 而我国东北到俄罗斯远东地区气旋活动路径在不同年代略有差异。进一步分析发现, 气旋活动频数与北方地区春季降水量及沙尘暴发生次数具有一定关系。

关键词: 东亚温带气旋; 气旋活动频数; 气候特征

中图分类号: P461 **文献标识码:** A

中高纬度地区大气中各种尺度的气旋与反气旋是大气环流系统的重要组成部分, 在气旋与反气旋的发生、发展和移动过程中往往带来复杂天气变化, 因而对中高纬地区天气气候形成和变化有重要影响。近年来我国北方地区干旱化趋势日益明显, 春季沙尘暴的发生愈发频繁, 所以研究中高纬度地区气旋反气旋的发生、发展和活动规律具有重要的实际意义。

早在 20 世纪 50 年代末, 吴伯雄等^[1]、张淮等^[2]利用当时有限的资料对东亚气旋和反气旋的活动规律进行了统计研究。王荣华^[3]在 60 年代研究了东亚温带气旋的移动路径。这些研究成果被气候学教科书引用至今^[4-5]。文献[6]曾对我国东部沿海及海域的气旋频数及路径进行

收稿日期: 2002-11-16; 改回日期: 2003-03-26

基金项目: 中国科学院创新工程项目(KZCX2-108)

作者简介: 姚素香(1978-), 女, 辽宁盖州人, 硕士生, 研究方向: 区域气候。

了分析,但所用资料也仅仅是 1951—1976 年之间的。近年来随着大气资料的日益丰富,尤其是 NCEP/NCAR 提供的再分析逐日海平面气压场资料,有必要也有可能对影响我国的气旋和反气旋活动规律做进一步深入的分析。国外利用 NCEP/NCAR 和 ECMWF 的再分析海平面气压场资料详细地研究了地中海地区的气旋活动规律^[7-8],因而从再分析海平面气压场资料的研究中所得结果也是可信的。

春季作为冬季和夏季的转折期,大陆内部地面气压逐渐由高压(蒙古高压)转变成低压,成为我国气旋发生频数最高的季节。本文利用 1948—2000 年共 53 a 的 NCEP/NCAR 再分析逐日海平面气压场资料,分析研究春季大陆内部和沿海地区的气旋活动频数、气旋移动路径等气候特征及其年际、年代际变化,加深人们对于气旋活动规律的认识。

1 资料和计算方法

(1) 资料: 本文所用资料为 1948—2000 年共 53 a 的 NCEP/NCAR 再分析逐日海平面气压场资料,水平分辨率为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 。为了分析春季东亚气旋活动频数与我国东北地区降水的关系,本文从全国 1950—2000 年 160 站月平均降水资料中选取了位于我国东北地区($118^\circ \sim 134^\circ \text{E}$, $40^\circ \sim 56^\circ \text{N}$) 的 22 站作为东北地区春季降水的代表。此外,本文还利用了二连浩特、乌拉特后旗和山西五寨三个台站的沙尘暴次数资料,分析东亚气旋活动频数和沙尘暴次数之间的联系,沙尘暴次数观测的年限为 1960—2000 年。

(2) 气旋的识别方法: 由于气旋定义为气压低于四周气压的大气涡旋,因此本文利用 NCEP/NCAR 网格点资料判断气旋的方法为: 如果一个网格点的气压值小于与其相邻的 8 个网格点上的气压值(图 1),并且小于某一个临界值,就认为在此点上出现一个气旋。该临界值的取值随月份变化,根据月平均海平面气压场上的气候值确定的气旋气压临界值为: 3 月 1 010 hPa、4 月 1 006 hPa、5 月 1 002 hPa。

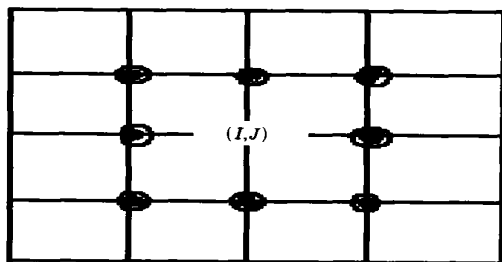


图 1 气旋判断方法示意

Fig. 1 Schematic for identifying a cyclone

2 结果分析

2.1 春季海平面气压场的平均状况

图 2 给出了 1949—2000 年共 53 a 东亚及沿海地区春季(3、4、5 月)各月的月平均海平面气压场分布。从图 2a 可以看到,3 月份影响我国大部份地区的气压系统主要是蒙古高压及其伸向东南方向的高压脊,蒙古高压的中心气压值在 3 月为 1 032 hPa,中心位于 90°E 、 50°N 附近。而在同一纬度的海洋上则为阿留申低压的控制范围,其中阿留申低压的中心气压值为 1 005 hPa,在同一纬度上海陆之间的气压差值可以达到 20~30 hPa。从 4 月份的月平均海平面气压场分布(图 2b)上可以发现,4 月份蒙古高压强度明显减弱,中心气压只有 1 022 hPa,中心位于 90°E 、 52°N 附近地区,与 3 月份相比位置北移,影响的范围也比 3 月份小。同时原来位于海上的低压系统也明显减弱,等压线变得稀疏,气压值也比 3 月份同纬度的气压值高。此时我国东北地区为一个比较弱的低压控制,中心气压值为 1 010 hPa,海洋上存在一个范围很大的高压系统,脊线位于 30°N 左右,等压线外围延伸到陆地上。分析 5 月份的月平均海平面气压场分布(图 2c)发现,此时蒙古高压已经接近消亡,陆地上大部分地区开始转为由低压系统

控制, 而海洋上则几乎全部为高压系统所控制。

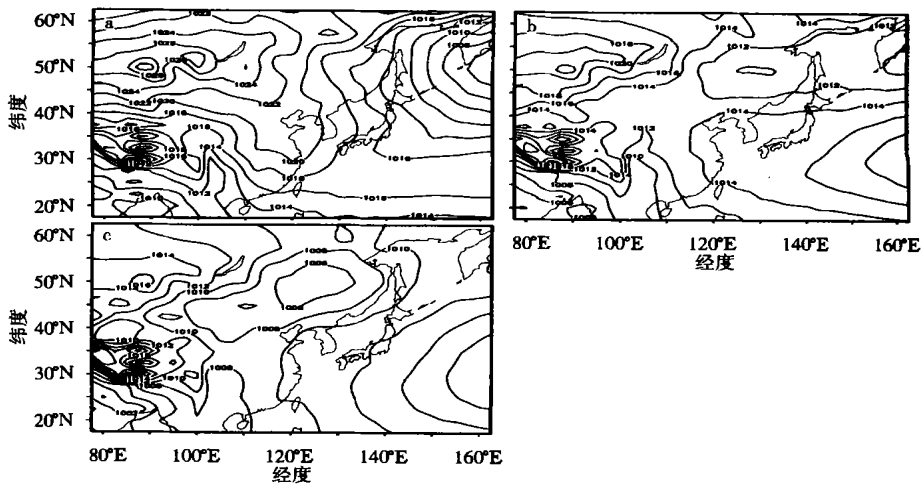


图2 东亚及沿海地区春季各月海平面气压分布 a. 3月; b. 4月; c. 5月

Fig. 2 Sea level pressures over east Asia and coastal area in spring a. March; b. April; c. May

从上面分析可以看到, 东亚大陆内部和沿海地区在春季气压系统存在显著差异, 为了分析东亚地区温带气旋活动频数的气候特征及其变化, 下面的讨论将主要针对两个地区: 一为大陆内部(95~130 E、35~60 N), 为了避开青藏高原地区由于NCEP/NCAR再分析资料插值所产生的不真实天气系统, 不考虑高原附近地形复杂地区; 二为大陆东部沿海地区(110~160 E、25~60 N)。

2.2 内陆气旋发生频数及其变化

图3给出了1948—2000年3月、4月、5月气旋活动频数地理分布。从图3a可以看到3月气旋频数较大地区分别位于101 E、45 N附近的蒙古高压南缘、贝加尔湖以东的115 E、53 N附近地区和126 E、53 N我国东北北部附近地区, 平均每月2~3次。从4月的气旋频数分布(图3b)上可以看到, 气旋频数出现最多的地区与3月相同, 但位于101 E、45 N附近的蒙古高压南缘地区的频数增加到4次。到了5月(图3c), 各气旋频数中心附近的气旋发生次数都有所增加, 蒙古中部地区的气旋频数达到5次, 我国东北地区的气旋频数达到3次, 相对于3月和4月气旋频数明显增加。在春季气旋总频数分布(图3d)上可以看到, 位于蒙古高压南缘、贝加尔湖以东和我国东北北部附近地区三个气旋活动中心十分明显。

从以上分析可以看到, 在东亚内陆地区存在3个明显气旋频数大值中心, 这3个中心在整个春季都存在。由于这些地区位于大陆内部, 气候干燥, 地表植被覆盖稀疏, 春季常常会由于气旋经过引起沙尘暴等灾害性天气, 所以下面重点研究这三个地区气旋频数年际和年代际变化。

图4给出了3个气旋频数大值中心地区1948—2000年春季气旋频数的年际变化。从图中可以发现, 蒙古地区春季气旋活动频数存在明显的年代际变化, 50年代气旋活动频数较少, 60年代开始到70年代后期气旋活动频数较多, 从70年代末至今又进入一个气旋活动频数较少的时期。贝加尔湖东部地区在50年代初气旋活动频数较多, 50年代中期到60年代中期气旋活动频数较少, 60年代后期到70年代后期气旋活动频数较多, 此后气旋活动频数逐渐减少。而我国东北地区气旋频数年代际变化并不十分明显, 只是气旋活动频数在80年代以后年际变化幅度略大。3个中心区春季气旋频数总和的年代际变化趋势与蒙古附近地区非常相似, 50年

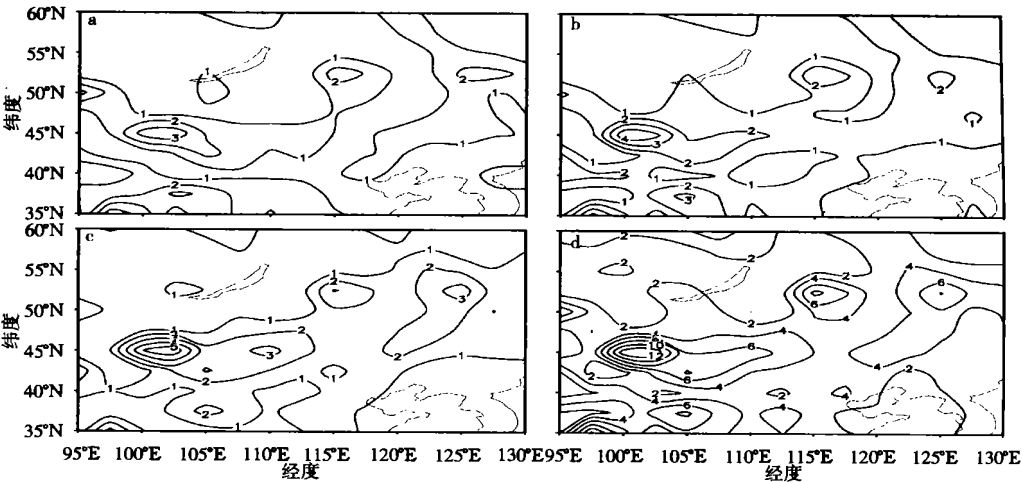


图 3 东亚内陆地区春季气旋频数地理分布 a. 3 月; b. 4 月; c. 5 月; d. 春季

Fig. 3 Frequencies of cyclone activities in the interior of the east Asia continent in spring

a. March; b. April; c. May; d. total in spring

代气旋活动频数较少, 60 年代开始到 70 年代后期气旋活动频数较多, 从 70 年代末至今又进入一个气旋活动频数较少的时期。

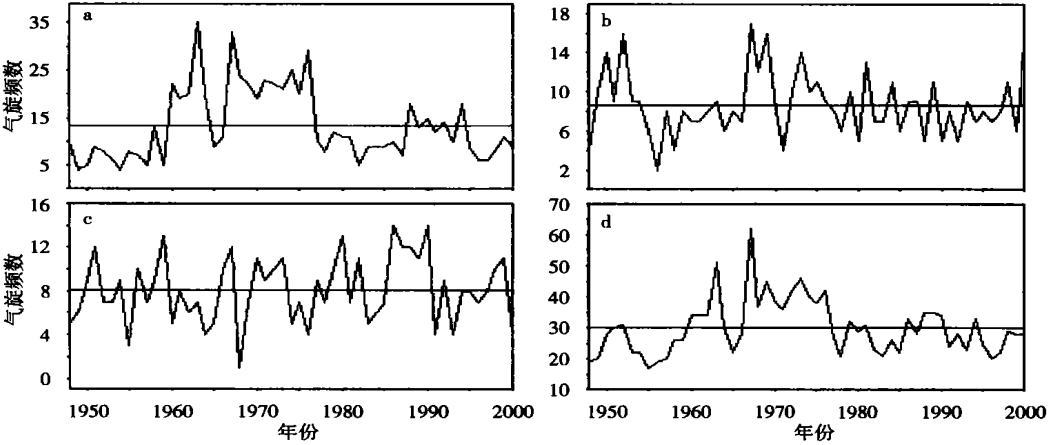


图 4 东亚内陆地区春季气旋频数年际变化

a. 蒙古; b. 贝加尔湖东部; c. 我国东北; d. 3 个区域总频数

Fig. 4 Interannual variations of cyclone occurrences in the interior of the east Asia continent in spring

a. Mongolia; b. Baikal Lake; c. Northeast China; d. total in 3 regions

为了进一步分析春季东亚气旋活动频数与我国东北地区降水和我国北方沙尘暴次数之间的关系, 图 5 给出了东北地区春季降水量和二连浩特、乌拉特后旗及山西五寨三个站沙尘暴次数总和的年际变化。从图 5a 中可以看到东北地区春季降水量变化在 70 年代末左右发生明显转折, 70 年代末之前春季降水较少, 变化幅度较小, 此后春季降水增多, 变化幅度也增大。与东北地区气旋活动频数变化(图 4c)相对照可以发现, 春季气旋活动次数多的年份里我国东北地区春季降水量也较多, 两者基本是一致的。

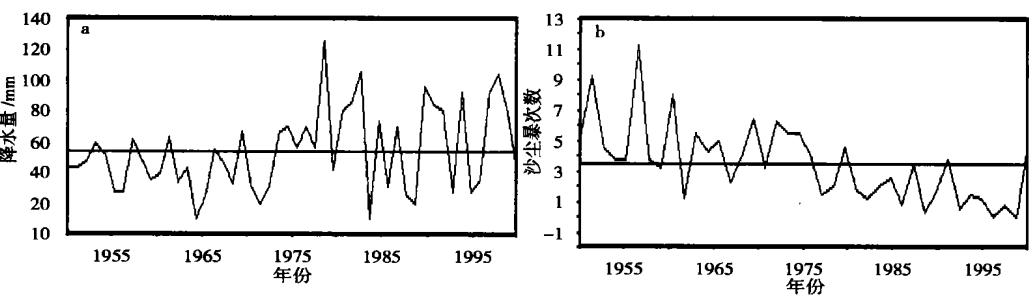


图5 东北地区春季降水量和二连浩特、乌拉特后旗及山西五寨三个站点的沙尘暴次数年际变化
a. 降水量; b. 沙尘暴

Fig. 5 Interannual variations of rainfall in northeast China and frequencies of sandstorm in spring
a. rainfall; b. sandstorm

从二连浩特、乌拉特后旗及山西五寨 3 个站点的沙尘暴次数年际变化上(图 5b) 可以看到, 沙尘暴在 80 年代以前发生频率较高, 80 年代之后沙尘暴发生次数明显减少, 因此沙尘暴发生频数在总体上呈现下降趋势。与蒙古地区气旋活动频数变化(图 4a) 相对照可以发现, 春季蒙古地区气旋活动次数在 60 年代和 70 年代较多, 我国北方地区的沙尘暴次数在此期间也较多, 80 年代以后春季蒙古地区气旋活动次数减少, 相应的春季沙尘暴次数也减少, 两者的变化趋势基本是一致的。

2.3 大陆东部沿海地区气旋活动频数及其变化

气旋的移动路径受到很多因素的影响, 比如气旋发生地带的不同、地形的作用等都会影响气旋移动的路径, 但从总体来说移动方向与对流层中部(500 hPa 或 700 hPa) 气流的方向基本一致。由于高空气流的方向一般是由西向东, 因此气旋的移动路径一般也是从大陆东部入海。如果将大陆东岸气旋活动频数图上的脊线连接起来, 就可得到气旋活动路径, 它反映了该地区气旋发生或者经过相对比较。下面主要分析近 50 a 来大陆东部沿海地区气旋活动频数、路径的变化情况。

图 6 给出了东亚沿海地区多年平均和各个年代的春季气旋活动频数及其路径图。由图 6a 可以看到东亚沿海地区春季气旋活动频数较高的地区主要位于我国东北到俄罗斯远东地区 and 我国长江中下游到日本一带, 黄河中游地区也存在一个频数较高的气旋活动中心。将气旋活动频数较高的点连接起来就形成气旋活动的路径, 从图 6a 中可以看到在大陆东部沿海地区存在两条明显的气旋活动集中的路径, 一条为长江中下游—日本南部, 另一条为我国东北到俄罗斯远东及其沿海地区, 这与仅从 1954—1976 年资料分析所得结果基本一致^[6]。分析不同年代东亚沿海地区春季气旋活动频数及其路径的变化发现(图 6b-f), 气旋频数变化具有年代际特征, 我国东北到俄罗斯远东地区在 80 年代气旋活动频繁, 达到每年 7 次左右, 50 年代气旋活动频数较少, 每年只有 3~5 次。我国长江中下游到日本一带在 90 年代气旋活动频繁, 每年可达 9 次左右, 60 年代气旋活动频数较少, 每年 5~7 次。从气旋活动路径来看, 我国长江中下游到日本一带气旋活动路径在各个年代基本相同, 没有明显的年代际变化, 而我国东北到俄罗斯远东地区气旋活动路径在 80 年代略偏北, 其他各个年代基本相同。

3 结 论

本文利用 1948—2000 年共 53 a 的 NCEP/NCAR 再分析逐日海平面气压场资料, 分析了

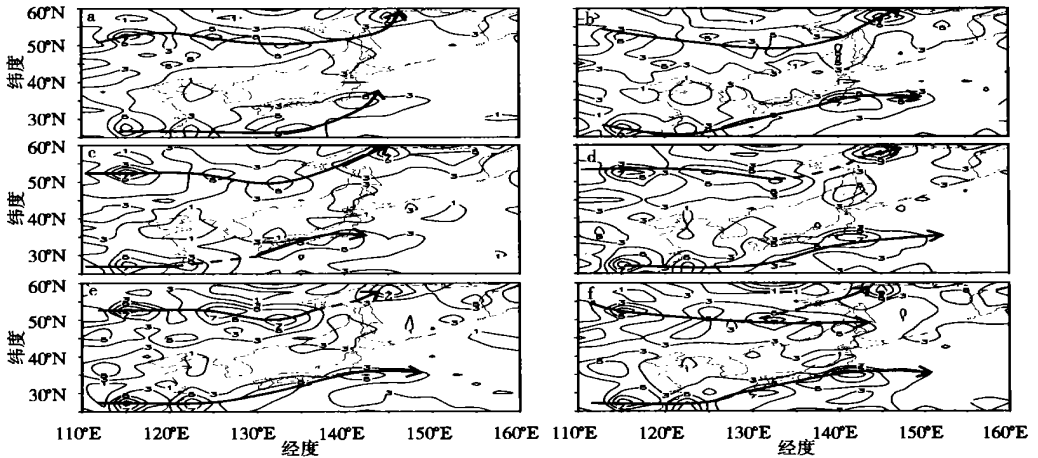


图 6 东亚沿海地区气旋活动频数及其路径

a. 53 a 平均频数; b. 50 年代; c. 60 年代; d. 70 年代; e. 80 年代; f. 90 年代

Fig.6 Frequencies and the routes of cyclone activities in the coastal area of east Asia

a. total in 53 years; b. 1950s; c. 1960s; d. 1970s; e. 1980s; f. 1990s

春季大陆内部和沿海地区的气旋活动频数、气旋移动路径等气候特征及其年际、年代际变化,得到的主要结论如下:

(1) 3、4、5 月中东亚内陆地区存在 3 个明显的气旋活动频数较大地区, 分别位于 101 E、45 N 附近的蒙古高压南缘、贝加尔湖以东的 115 E、53 N 附近地区和 126 E、53 N 我国东北部附近地区。蒙古地区春季气旋活动频数存在明显的年代际变化, 50 年代气旋活动频数较少, 60 年代开始到 70 年代后期气旋活动频数较多, 从 70 年代末至今又进入一个气旋活动频数较少的时期。贝加尔湖东部地区在 50 年代初气旋活动频数较多, 50 年代中期到 60 年代中期气旋活动频数较少, 60 年代后期到 70 年代后期气旋活动频数较多, 此后气旋活动频数逐渐减少。而我国东北地区气旋频数年代际变化并不十分明显, 只是气旋活动频数在 80 年代以后年际变化幅度略大。

(2) 东亚沿海春季气旋活动频数较高的地区主要位于我国东北到俄罗斯远东和我国长江中下游到日本一带, 存在两条明显的气旋活动集中路径, 一条为长江中下游—日本南部, 另一条为我国东北到俄罗斯远东及其沿海地区。气旋频数变化具有年代际特征, 我国东北到俄罗斯远东地区在 80 年代气旋活动频繁, 我国长江中下游到日本一带在 90 年代气旋活动频繁, 60 年代气旋活动频数较少。从气旋活动路径来看, 我国长江中下游到日本一带气旋活动路径在各个年代基本相同, 没有明显的年代际变化, 而我国东北到俄罗斯远东地区气旋活动路径在 80 年代略偏北, 其他各个年代基本相同。

(3) 春季气旋发生频数与我国北方地区春季降水以及沙尘暴等天气具有较好的对应关系, 一般来说, 春季气旋发生频数高的时段, 我国北方地区春季沙尘暴次数较多, 降水量也偏多。

致谢: 本文资料由南京大气资料服务中心提供, 谨致谢!

参考文献:

[1] 吴伯雄, 刘长盛. 东亚气旋活动的统计研究[J]. 南京大学学报, 1958, 4(2): 1-20.

- [2] 张 淮, 史久恩. 东亚的反气旋活动[J]. 气象学报, 1957, 28(3): 167-174.
- [3] 王荣华. 东亚温带气旋路径[J]. 气象学报, 1963, 33(1): 15-24.
- [4] 盛承禹, 陆渝蓉, 高国栋, 等. 中国气候总论[M]. 北京: 科学出版社, 1986: 123-131.
- [5] 高国栋, 陆渝蓉. 气候学[M]. 北京: 气象出版社, 1988: 206-209.
- [6] 李克让. 中国近海及西北太平洋气候[M]. 北京: 海洋出版社, 1993: 215-220.
- [7] Maheras P, Flocas H A, Patricas I, et al. A 40-year objective climatology of surface cyclones in the Mediterranean region: spatial and temporal distribution[J]. Int J Climatol, 2001, 21(1): 109-130.
- [8] Trigo I F, Davies T D, Bigg G R. Objective climatology of cyclones in the Mediterranean region[J]. J Climate, 1999, 12(6): 1 685-1 696.

Climatic Characteristics of Extratropical Cyclone Frequency and Its Variations over East Asia during Recent 50 Years in Spring

YAO Su-xiang¹, ZHANG Yao-cun¹, ZHOU Tian-jun²

(1. Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. State Key Laboratory of Numerical Modeling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract: Based on the NCEP/NCAR sea level pressure (SLP) data from 1948 to 2000, the frequencies, routes, interannual and decadal variations of extratropical cyclone activities in both inland and coast areas over East Asia in spring have been analyzed. It is found that in spring (March, April, May), there are three areas where the cyclones occur frequently, in which one area locates to the south of Mongolia High(101°E, 45°N), one to the east of Baikal Lake(115°E, 53°N) and the other in northeastern China(126°E, 53°N). During spring, there are obvious decadal variations of cyclone activity frequencies at the Mongolian cyclone activity center, with less cyclones in 1950s, more cyclones from 1960s to 1970s and less again from late 1970s. To the east of Baikal Lake, cyclones occur frequently in the beginning of 1950s, sluggish from middle 1950s to middle 1960s, more cyclones occur from late 1960s to late 1970s, and then less cyclones occur. In northeastern of China, no clear decadal variations have been found, except that the variation amplitude of the cyclone activity frequencies increases after 1980s. In the eastern coastal area of east Asia, cyclones occur frequently over the regions from the northeast China to far east of Russia and from the Yangtze River to Japan in spring. As for the routes of cyclone activity, only in the area from northeast China to far east of Russia a little difference is found in different periods. Further analysis shows that frequencies of cyclones in north China correlate to the frequencies of sandstorms and rainfall in spring to some extent.

Key words: extratropical cyclone; frequency of cyclone occurrence; climatic characteristics