

中国东部降水和风场的低频振荡特征

杨广基

(中国科学院大气物理研究所, 北京, 100080)

提 要

本文对中国东部台站4—9月多年日平均降水和1978年4—9月850 hPa每日东西风和南北风分量分别进行了谐波分析和带通时间滤波处理。研究结果指出: 内陆和东部沿海地区准90天和45天振荡的降水扰动传播方向是自南向北的, 而准60天振荡的扰动是从南北两个方向向中间地区传播。长江和珠江流域准90天和45天振荡的扰动具有相反的传播方向, 而它们准60天振荡的扰动具有相同的传播方向。此外, 在华南汛期、长江中下游梅雨期和华北雨季, 一些地区大雨期的出现常常和正降水扰动从不同方向传播到该地区有关。关于1978年4—9月中国东部风场 u 和 v 分量扰动的低频振荡特征, 本文也作了分析及讨论。

关键词: 扰动; 传播; 低频振荡。

一、引 言

对于赤道和热带地区的云量、海平面气压以及风场低频振荡及其传播的特征已有了广泛的研究, 同时对它的原因也进行了多方面的探讨^[1-5]。

中国地处东亚季风区, 而且地形分布也较复杂, 它的降水和风场具有什么主要型式的振荡, 不同地区的振荡和传播又有什么异同之处, 以及中国不同地区大雨期的形成和降水扰动的传播有何关系等, 正是本文要讨论的问题。

这里应用的降水资料是1961—1970年4—9月期间日平均资料, 风场资料是1978年4—9月期间每日850 hPa东西风和南北风资料。

在进行滤波之前, 先除去资料序列的平均值和其季节趋势, 这样分别得到了降水、东西风分量和南北风分量的扰动量。为了知道其在低频部分哪种周期振动的振幅大, 我们对扰动量分别进行了谐波分析, 对比了准180天、90天、60天、45天、37天和30天周期振荡的振幅大小发现准90天、60天和45天三种振荡在低频部分占有重要地位。而后对降水和风场的扰动量分别进行了带通时间滤波^[6]。最后把滤波结果按我们的研究目的做成不同的纬度—时间剖面图和经度—时间剖面图。

二、降水的低频振荡特征

(1) 高原东侧地区

云贵高原、青藏高原和黄土高原东侧, 在其4—9月降水扰动准90天、60天和45天低频滤波纬度—时间剖面图之中, 自南而北经过南宁、贵阳、重庆、西安、榆林和呼和浩特6站(大致从 23° — 41° N)。它的准90天、60天振荡的降水扰动从中间地区

1989年10月18日收到, 1990年2月23日收到修改稿。

(西安或重庆站)向南北两侧传播(图 1a、b), 而它的准 45 天振荡的降水扰动却从南北两个方向向中间地区(西安站)传播(图 1c)。

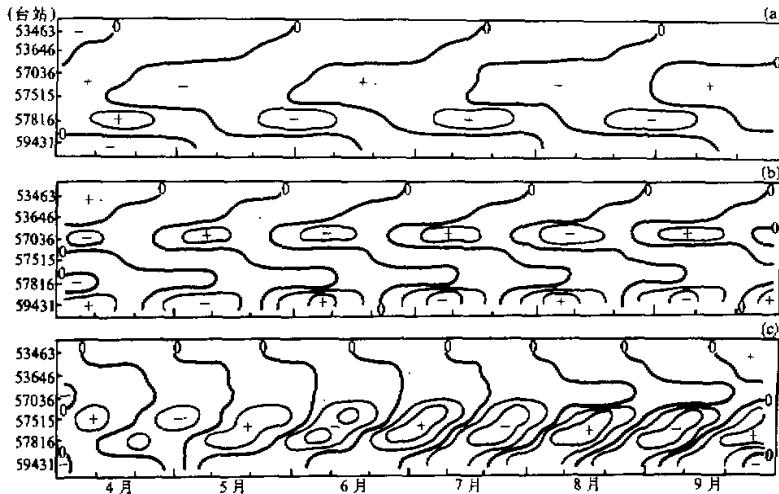


图 1 高原东侧 4—9 月降水的低频滤波纬度—时间剖面图

图中等值线为 0.3、0.6 mm, 其间隔为 0.3。a 为准 90 天振荡, b 为准 60 天振荡, c 为准 45 天振荡。

(2) 内陆地区

在中国内陆地区 4—9 月降水扰动准 90 天、60 天和 45 天低频滤波的纬度—时间剖面中, 自南而北经过广州、赣州、长沙、汉口、郑州、北京、赤峰和齐齐哈尔 8 站(大致从 23° — 47°N)。

它的准 90 天和 45 天振荡的降水扰动自南向北传播是其主要特征。准 90 天振荡的降水扰动可从广州北传到赤峰(即大致从 23° — 42°N)。准 45 天振荡的降水扰动自南向北传播分为两种情形, 一是从广州北传到北京(大致从 23° — 39°N)。二是从处于西风带的北京站向北传播(图 2a、c)。而其准 60 天振荡的降水扰动从南北两个方向向中间地区传播, 即北从齐齐哈尔南从广州向中间地区汉口站及其附近传播(图 2b)。

(3) 东部沿海地区

在东部沿海地区的南北剖面之中, 自南而北经过福州、杭州、青岛、大连、沈阳、长春和哈尔滨 7 站(大致从 26° — 46°N)。

它的准 90 天和 45 天振荡的降水扰动自南而北传播, 但北传的距离较内陆地区短, 只从福州北传到青岛附近(大致从 26° — 36°N)。再往北, 就没有降水扰动的传播现象(图 3a、c)。而它的准 60 天振荡的降水扰动和内陆地区一样也是从南北两方向中间地区传播, 即北从哈尔滨南从福州向大连站附近传播(图 3b)。

通过以上对比分析高原东侧、内陆地区和东部沿海地区上述三类降水扰动场的低频振荡特征, 我们看到内陆和东部沿海地区降水扰动的振荡特点比较相近。它们的准 90 天和 45 天振荡的扰动都从南向北传播, 而它们的准 60 天振荡的扰动都从南北两方向中间地区传播; 而高原东侧的准 90 天和 60 天振荡的降水扰动却从青藏高原东侧向南北两方

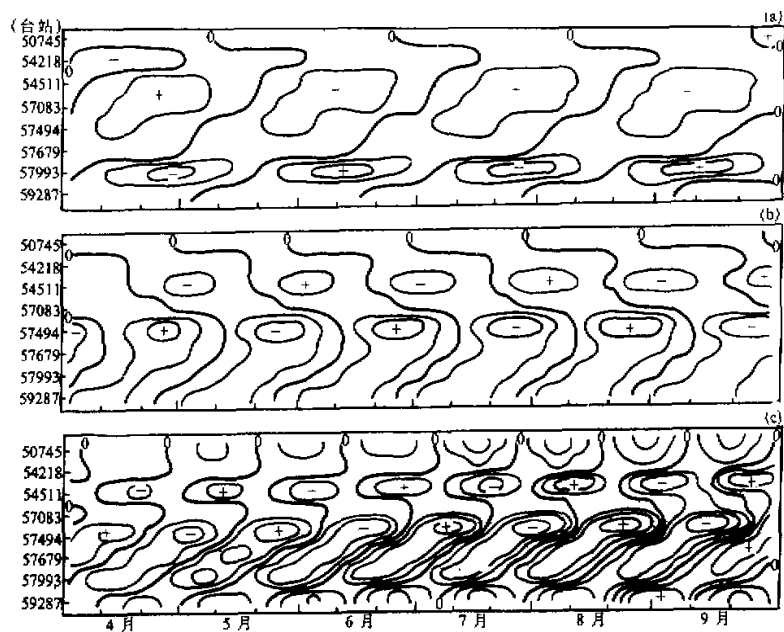


图2 中国内陆地区4—9月降水低频滤波的纬度—时间剖面图

说明同图1

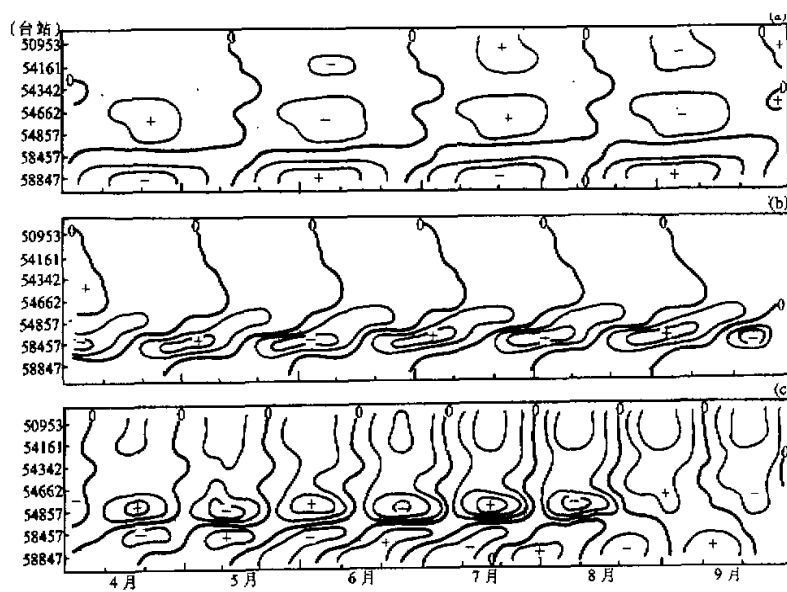


图3 中国东部沿海地区4—9月降水低频滤波的纬度—时间剖面图

说明同图1

传播。它的准 45 天振荡的降水扰动从南北两方向中间地区传播。这种不同可能和高原及地形的影响有关。

此外,我们还看到上述这三个地区的三类不同周期振荡中,每个地区只有一种周期的振荡其降水扰动自北向南传播。高原地区是准 45 天振荡,内陆和东部沿海地区是准 60 天振荡。

(4) 长江流域和珠江流域

长江流域大致位于 31°N 附近,在该流域降水扰动低频滤波经度-时间剖面图中,自西而东经过成都、重庆、宜昌、汉口、杭州和上海 6 站(大致从 104° — 122°E)。比较它的准 90 天、60 天和 45 天低频滤波剖面图,看到该流域准 90 天振荡的降水扰动自东向西传播,即从下游向上游地区传播,而其准 60 天振荡的扰动却从上游(重庆附近)向下游传播(图 4 a、b)。它的准 45 天振荡的扰动从上游和下游向中游地区传播(图 4 c)。

这表明长江流域以不同周期振荡的降水扰动具有不同的传播方向。

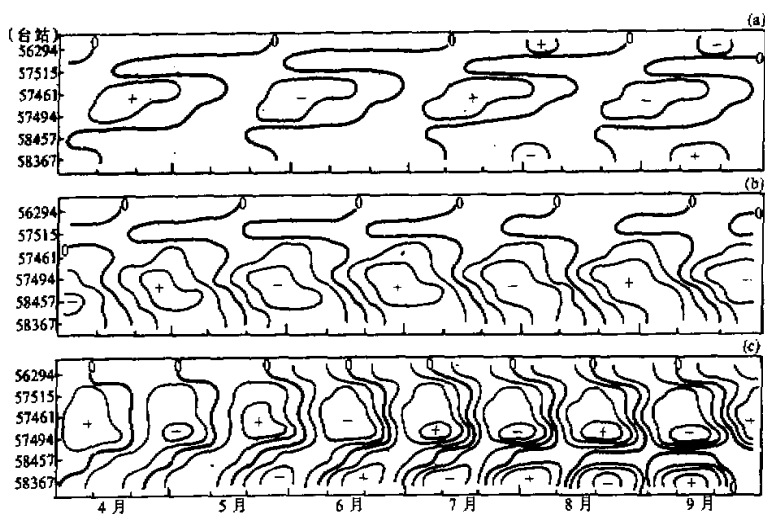


图 4 长江流域 4—9 月降水低频振荡的经度-时间剖面图

说明同图 1

珠江流域大致位于 23°N 附近,这里的经度-时间剖面图中自西而东经过昆明、南宁、梧州、广州和汕头 5 个站(大致从 103° — 117°E)。对比分析它的上述三类低频滤波剖面图,看到它的准 90 天和 60 天振荡的降水扰动在 4—9 月期间是自西而东传播,但前者较后者更明显一些(图略)。而它的准 45 天振荡的降水扰动从 5 月开始,由广州站分别向西和向东传播(图略)。通过以上对比分析不难看出,长江流域和珠江流域准 90 天和 45 天振荡的扰动具有相反的传播方向。准 90 天振荡的降水扰动,长江流域是自东向西的传播,珠江流域是自西向东的传播。对其准 45 天振荡的降水扰动来说,长江流域从下游和上游向中游传播,珠江流域从中间站(广州)向东、西两方传播。但是,它们的准 60 天振荡的降水扰动却具有自西向东相同的传播方向。这些特点反映出华中和华南地区降水低频振荡在东西方向上的异同点。

三、降水扰动的传播和雨区形成的关系

汉口站 4—9 月连续两旬降水量最大的是 6 月第 3 旬和 7 月第 1 旬, 其量分别为 72.9 mm 和 89.7 mm. 此时正值长江中下游地区的梅雨期.

汉口站这段时间大的降水形成是和正降水扰动向该区传播相联系的. 在内陆地区降水低频滤波的南北剖面中(图 2), 上述三类振荡的正降水扰动从 5 月开始自南向北移动, 准 60 天振荡的正降水扰动也从 5 月开始从北向南移动, 在 6 月第 3 旬和 7 月第 1 旬期间传到汉口站附近. 在长江流域降水的低频滤波东西剖面中(图 4), 准 90 天和 45 天振荡的正降水扰动从 6 月初由下游向西移动, 大致在 7 月上旬移到汉口站附近. 所以, 汉口站这段时间大雨期的出现是和南、北、东三个方向来的正降水扰动相关联.

在华南雨季, 汕头站 6 月份降水量为 314 mm, 是其 4—9 月期间雨量最大的一个月. 由图(略)看到, 上述三类低频振荡的正降水扰动从 5 月开始自西向东传播, 在 6 月份达到汕头站附近, 这里正是降水集中的汛期. 文献[7]指出, 夏季印度洋和西太平洋上有 OLR 的异常量向印度次大陆和华南地区传播. 据此推断, 可能也有正降水扰动自南向该地区传播.

7、8 月份是北方雨季, 7 月是青岛站 4—9 月降水量最大的一个月, 其值为 261.7 mm. 在东部沿海降水低频滤波的剖面上(图 3), 我们看到准 90 天、60 天和 45 天振荡的正降水扰动从 6 月开始自南向北移动, 7 月份移到青岛站附近. 所以, 7 月份青岛大雨的出现是和南来的正降水扰动相联系的. 通过以上分析看到, 在华南汛期、长江中下游梅雨期以及华北雨季中, 一些地区大雨期的形成是与准 90 天、60 天和 45 天振荡的正降水扰动从不同方向传播到该地区有关.

四、风场的低频振荡特征

我们研究了 1978 年 4—9 月中国东部台站风场 u 、 v 分量扰动的低频变化, 发现在其南北向的变化中准 60 天振荡的传播较有规律. 在其东西向的变化中准 90 天和准 45 天振荡的传播特征明显.

(1) 风场 u 分量的准 60 天振荡

对比分析 1978 年 4—9 月高原东侧、内陆和东部沿海地区 850 hPa 风场 u 扰动准 60 天低频变化的南北剖面, 看到它们传播方面的一些共同和不同的特征.

在高原东侧, u 扰动从银川向南北两个方向传播, 北到呼和浩特, 南到南宁(图 5a).

在内陆地区, u 扰动从北京向南北两向传播, 北到齐齐哈尔, 南到长沙一带. 另外, 在副热带地区(26°N 附近), 也有 u 扰动向南、向北的传播现象(图 5c).

在东部沿海地区, u 扰动从大连向南传播到福州, 这个特征一直持续在 4—9 月之中. 从大连向北传播只在 6—8 月中出现(图 5b).

从以上的研究中, 我们看到 u 扰动准 60 天振荡的一个共同特点, 即从 39°N 附近向南北两个方向传播出去, 而这个纬度及其附近地区正是月平均图上东亚西风槽和槽后的部位. 不同的是它们向南北传播的远近不一: 另外, 沿海地区在夏季才出现 u 扰动向北的传播, 而在内陆地区, 不仅在西风带而且在副热带也有 u 扰动向南向北的传播现象.

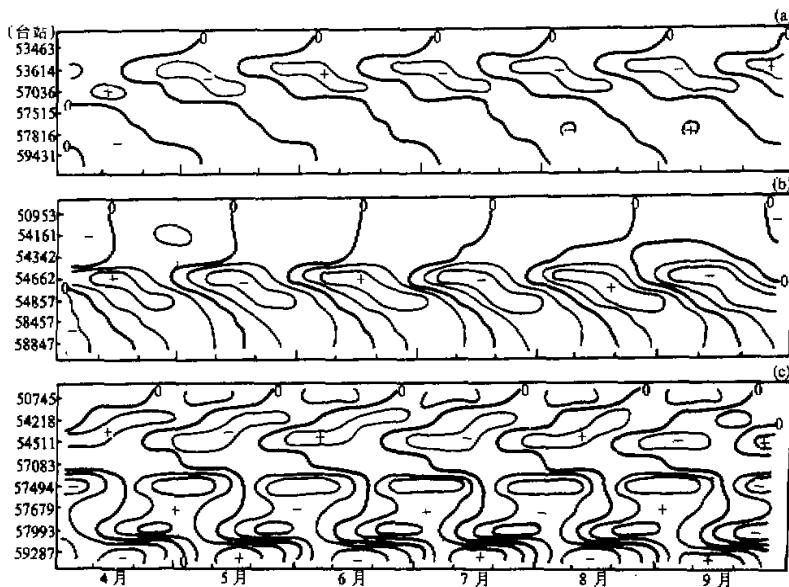


图5 中国东部1978年4—9月850 hPa u 扰动准60天振荡的纬度—时间剖面图

a. 高原东侧, b. 东部沿海地区, c. 内陆地区, 图中等值线为0.3、0.6 m/s等, 间隔为0.3 m/s.

(2) 风场 v 分量准60天的振荡

对比上述三个地区850 hPa风场 v 扰动准60天振荡的纬度—时间剖面图, 看到如下特征:

在高原东侧地区, 4—8月上旬 v 扰动从呼和浩特向南传播到重庆, 8月上旬以后仍有从银川向重庆的传播现象. 在4—6月上旬存在比较弱的自南而北的传播现象(图6a).

在内陆地区, 4—8月上旬盛行 v 扰动自南而北的传播, 即南从赣州向北京至赤峰一带传播, 从北向南的传播只在4—5月比较明显, 即北从齐齐哈尔向北京到赤峰一带传播, 5月以后 v 扰动南传的现象就不明显了(图6c).

在东部沿海地区, 4—8月上旬 v 扰动也从南北两个方向向中间地区传播, 即南从福州北从哈尔滨向大连到沈阳一带传播. 8月上旬以后, 盛行 v 扰动自北向南的传播, 而自南向北的传播减弱(图6b).

通过上面分析, 我们看到在4—8月上旬期间, 准60天振荡的 v 扰动在不同地区它的主要传播方向是不同的. 在高原东侧地区 v 扰动是自北向南的传播, 在内陆地区自南向北的传播是主要的; 而在东部沿海地区从南北两方向向中间地区的传播是明显的.

(3) 长江和珠江流域风场的低频变化

比较长江流域和珠江流域1978年4—9月的 u 、 v 扰动准90天、60天和45天振荡的三类低频滤波经度—时间剖面图, 看到长江流域准90天振荡的 u 、 v 扰动主要表现为自东而西的传播. u 扰动从杭州站向西传播到成都附近. v 扰动从杭州站向西传播到重庆附近(图略). 珠江流域准90天振荡的 u 、 v 扰动自广州向西传播, 而其准45天

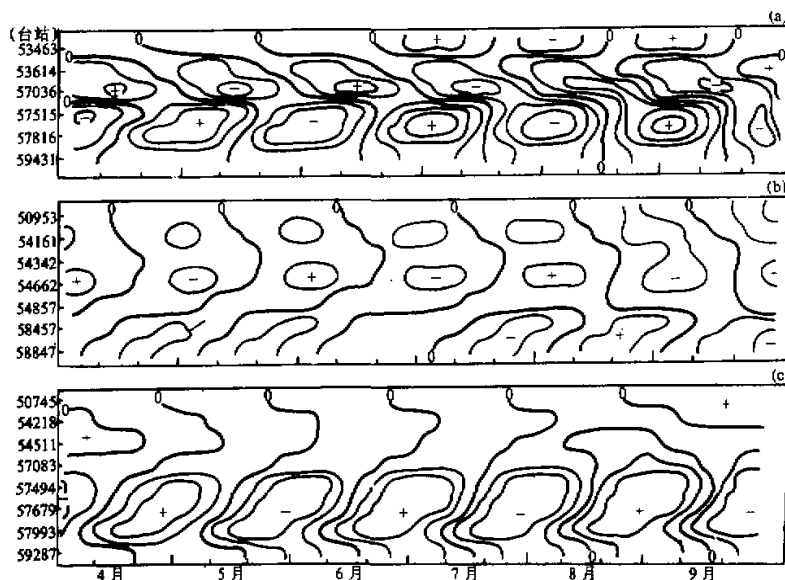


图6 中国东部1978年4—9月850 hPa风场 v 扰动准60天振荡的纬度—时间剖面图
说明同图5

振荡的 u 、 v 扰动自汕头向西传播(图略)。

综上所述,我们看到1978年4—9月准60天振荡的 u 扰动由东亚西风槽区向南北两方传播, v 扰动由南北两方向东亚西风槽传播(高原东侧地区除外)。长江流域准90天振荡的 u 、 v 扰动和珠江流域的准90天和45天振荡的 u 、 v 扰动都具有自东而西的传播特征。

五、总 结

通过对4—9月多年日平均资料和1978年4—9月850 hPa每日风场 u 、 v 分量资料低频滤波的研究,得出以下主要结果:

(1) 内陆地区和东部沿海地区准90天和45天振荡的降水扰动大致具有自南而北相同的传播方向,而它们准60天振荡的降水扰动具有从南北两个方向向中间地区传播的相同特征。而高原东侧的准90天和60天振荡的降水扰动从西藏高原东侧向南、北两方传播,它的准45天振荡的降水扰动从南北两方向中间地区传播。这种不同可能与高原和地形影响有关。

此外,在上述三个地区的三类不同周期振荡中,每个地区只有一种周期振荡,其降水扰动自北向南传播。高原地区是准45天振荡,内陆和东部沿海地区是准60天振荡。

(2) 就长江流域和珠江流域降水扰动的低频振荡传播而言,准90天和45天振荡的降水扰动大致具有相反的传播方向,而它们准60天振荡的降水扰动具有大致相同的传播方向。

(3) 在华南汛期长江中下游梅雨期和华北雨季中,一些地区大雨期的形成是和准90

天、60 天和 45 天振荡的正降水扰动从不同方向传播到该地区有关。

(4) 从 1978 年 4—9 月 850 hPa 风场的研究中看到, 中国东部 4—9 月特别是春夏季, 准 60 天振荡的 u 扰动从东亚西风槽区及其附近向南北两方传播, 而 v 扰动却从南北两方向东亚西风槽区传播。长江流域准 90 天和珠江流域准 90 天和 45 天振荡的 u 、 v 扰动具有自东向西的传播特征。

参 考 文 献

- [1] Yasuhari, T., 1980, A quasi-stationary appearance of 30—40 day period in the cloudiness fluctuations during the summer monsoon over India, *J. Meteor. Soc. Japan*, **58**, 225—229.
- [2] Krishnamurti, T. N. and D. Subramanyam, 1982, The 30—50 day mode at 850 mb during MONEX, *J. Atmos. Sci.*, **39**, 2088—2095.
- [3] Mukherjee, B. K. et al., 1985, Quasi-biennial oscillation in stratospheric zonal wind and India summer Monsoon, *Mon. wea. Rev.*, **113**, No. 8, 1421—1424.
- [4] Tetsuo Nakazawa, 1986, Mean feature of 30—60 day variations as inferred from 8-year OLR data, *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, No. 6, 777—786.
- [5] Madden, R. A. and P. R. Julian, 1971, Deflection of a 40—50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific, *J. Atmos. Sci.*, **28**, No. 5, 702—708.
- [6] Murakami, M., 1979, Large-scale aspects of deep convective activity over the GATE data, *Mon. Wea. Rev.*, **107**, No. 8, 994—1013.
- [7] Lau, K. M. and P. H. Chan, 1986, Aspects of the 40—50 day oscillation during the Northern summer as inferred from outgoing longwave radiation, *Mon. Wea. Rev.*, **114**, No. 7, 1354—1367.

The Characteristics of Low Frequency Oscillation about Rainfall and Wind Disturbances over Eastern China.

Yang Guangji

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080)

Abstract

Main results obtained by the harmonic analysis and band-pass filter analysis show that the propagation of mean rainfall disturbances with about 90-day and 45-day oscillation is from the south to the north over inland and eastern coastal regions, but the propagation of the quasi-60-day oscillation is from the North and the South to the middle region of China. Between the Yangtze River and the Zhujiang River Valleys, mean rainfall disturbances with quasi-90 or 45-day oscillation exhibit different propagating direction, but the quasi-60-day oscillation is the same direction. In the meantime, we can see that the appearance of the heavy rain period in the summer over some regions of the eastern China is associated with arrivals of positive rainfall disturbances. Besides, migration characteristics of u and v disturbances during April—September of 1978 are also discussed.

Key words: Low frequency oscillation; Disturbances; Eastern China.