

总云量资料所揭示的东亚经度上季风 之进退及低频振荡特征*

朱乾根¹⁾ 杨松¹⁾ 肖稳安²⁾

(1)南京气象学院气象学系,2)南京气象学院大气物理学系,南京,210044)

摘要 由于总云量带可以指示季风的前缘,因此利用日本气象厅出版的卫星总云量资料研究东亚季风之进退,得到了用常规资料难以获得的重要结果。分析表明,作为季风前缘的低纬和北半球中纬两条总云量带的活动可以用来表示1988年3月~1989年2月东亚经度上全年南北半球冬夏季风之进退。据此,揭示了全年东亚经度上季风进退的年循环过程,特别揭示了南海—西太平洋和印尼—北澳热带季风的进退规律。此外还指出,总云量低频波由中纬向低纬传播,并可越过赤道进入另一半球的中纬地区。在其传播的过程中,在季风区获得加强,在非季风区减弱。

关键词 总云量,东亚季风,低频振荡

分类号 P44

近10多年来,东亚季风的研究有了较大进展,陈隆勋等^[1]指出东亚夏季风与印度夏季风是相对独立的两个亚洲季风子系统。朱乾根等^[2]进一步指出东亚夏季风又可划分为南海—西太平洋热带夏季风和东亚大陆—日本副热带夏季风两个相对独立的季风子系统。喻世华等^[3]提出了类似的观点。人们对于印度夏季风和东亚大陆副热带夏季风的进退已进行了大量的分析研究^[4~7]确定了它们的运动规律。然而由于海上常规资料的不足,对于东亚热带夏季风的进退尚不清楚,以致常把5月中旬华南沿海副热带夏季风的建立当做南海热带夏季风的建立,把东亚大陆副热带夏季风的北进南退笼统地看做东亚夏季风的进退。此外,对于东亚冬季风来说是否也存在副热带冬季风?如果存在,它的进退规律如何?这些问题尚需进一步研究。还有作者^[8]已经指出,南半球印尼—北澳季风与东亚季风有密切的联系,北半球冬季东北季风可以越过赤道转为印尼—北澳夏季西北季风,反之,北半球夏季澳大利亚冷空气爆发可以向北传播影响南海夏季风。因此,在讨论东亚季风之进退时必须与印尼—北澳季风一起考虑,才能得到整体的概念。

由于在季风的前沿通常具有急剧的风向转变,因而常形成强烈的低层辐合带,并有雨量大值带及相应的云量大值带相伴随。为了克服常规资料的不足,本文利用卫星观测的总云量带作为季风的前沿,以此来探讨东亚经度上季风的季节进退及低频振荡特征。

本文选取日本气象厅出版的1988年3月~1989年2月共73候 $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 经纬网格卫星总云量资料,区域为 $48^{\circ}\text{S} \sim 48^{\circ}\text{N}$ 、 $90^{\circ} \sim 140^{\circ}\text{E}$,分析中发现云量具有显著的低频振荡周期,故在讨

* 中国气象局中日季风科研基金资助项目
收稿日期:1993-10-28;改回日期:1993-12-22

论云量的低频振荡活动特征时,对原始资料进行了带通滤波,宽度为 30~60 天。

必须说明,总云量并不能区别云的类型(层云或对流云),因而不能反映降水的强度,但本文目的是讨论全年季风的进退,主要是了解季风云带的位移,而不是季风降水的强度变化,分析表明,这样做是可行的。

1 总云量大值带的季节变化与季风进退

图 1 显示了 1988 年 3 月~1989 年 2 月几个月的平均总云量分布。由图可见,在 90~148°E 的南北半球中纬之间,全年大致存在有 3 条主要的东西向月平均总云量带,分别位于低纬和南北半球中纬。本节着重分析低纬和北半球中纬两云带的季节变化,它们反映了东南亚、东亚及印尼—北澳冬夏季风的进退和转换。

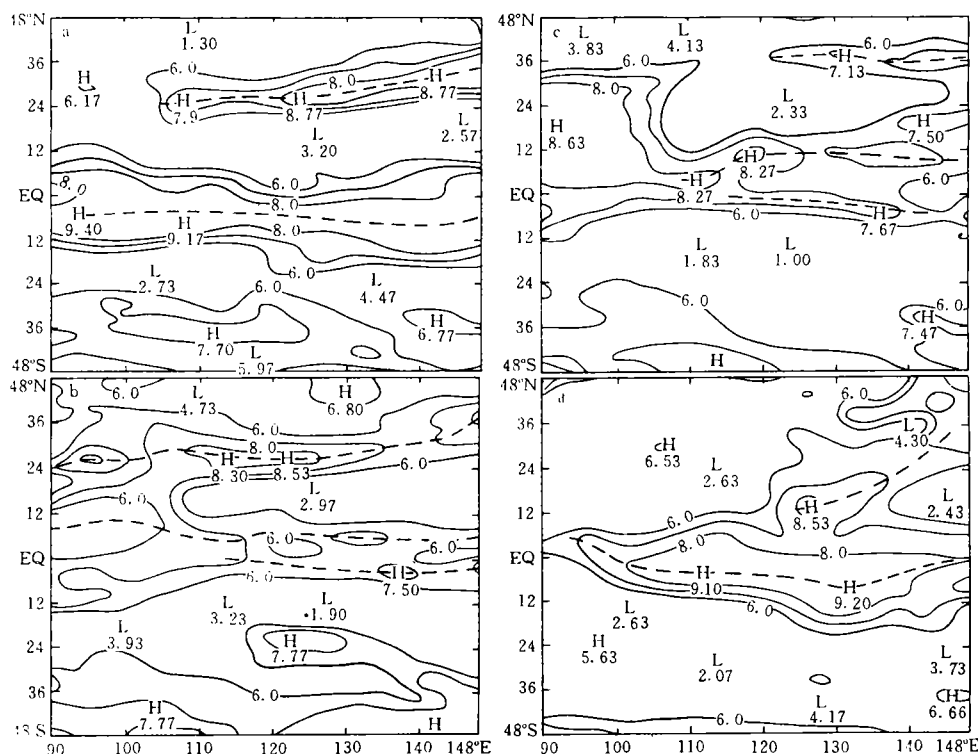


图 1 1988 年 3(a)、5(b)、7(c)及 12(d)月平均总云量的水平分布

3 月份(图 1a)低纬云带偏于南半球,中心轴线位于 6°S 附近,与印尼—北澳夏季风前沿相对应;北半球中纬云带主要位于 105°E 以东沿 25°N 一带,与东亚大陆副热带冬季风前沿相对应。在这两条云带之间为少云区,与西太平洋副高和南海高压相对应。4 月份(图略)低纬云带变窄北移,105°E 以西部分越过赤道进入北半球,中纬云带变化不大。5 月份(图 1b)低纬云带东段在北移过程中分裂为南北两支,分别位于赤道两侧,北支进入南海和西太平洋地区,它反映了南海—西太平洋热带夏季风的建立;低纬云带西段北移较快,中心轴线达 8°N 附近,同时云带显著增强范围扩大,有与中纬云带合并的趋势,这反映了东南亚夏季风的建立;北半球中纬云带仍稳定维持并与东南亚向东北延伸的云带相联结,表明有暖湿气流向华南输送,致使华南云带加强,降水增大(图略),标志着东亚大陆—日本副热带夏季风建立或副热带冬季风开始

撤退。从图中还可以清楚地看到,南海南部云带与华南沿海云带之间相隔一少云区,从而再次证实,南海—西太平洋热带夏季风与东亚大陆—日本副热带夏季风是两个相对独立的东亚季风子系统。6月份(图略)东南亚云带继续北移;南海—西太平洋云带北移至 10°N 附近,表明东亚热带夏季风北进;华南云带北移到 30°N 附近,反映了江淮梅雨的建立。7月份(图1c)东南亚地区的云带继续增强扩大,中心轴线北移到 18°N 附近,但60%以上的多云区被限制在高原以南地区,显示了高原的影响。低纬云带的南支仍维持,北支进一步移到 12°N 附近,中纬云带进一步北移至 38°N ,并向东收缩,反映了1988年夏季的干旱。8月份(图略)东南亚云带达到最强,南海云带已北移到华南沿海,中纬云带北移减弱。这时东南亚、南海—西太平洋热带夏季风及东亚副热带夏季风均到达最北的位置,处于极盛阶段。9月份(图略)东南亚云带、南海云带开始南移;中纬云带又回到 30°N 附近,标志着副热带西南季风南退或东亚东北季风开始建立。10月份(图略)中、低纬云带继续南退。11月份(图略)低纬南北两支云带重新合并位于赤道附近。12月份(图1d)中纬云带转为东北—西南向,其西端与低纬云带相连接。这表明东亚东北季风已南下进入南海—西太平洋。与此同时,低纬云带东段进入南半球,表明东北季风已越过赤道转变为印尼—北澳夏季西北季风。1989年1~2月(图略)低纬云带中心轴线全部进入南半球,北半球中纬云带在 28°N 处重新建立,反映东亚东北季风前沿在此滞留,这条云带即为东亚副热带冬季风云带。

由上可见,总云量图可以清晰地揭示东亚经度上南北半球所有冬夏季风的进退和转换,从而给出了东亚经度上南北半球季风进退的总体特征,其中最有趣的特征,可以归纳为:

(1)总云量大值带清楚地揭示了东亚热带夏季风的进退规律,进一步证实它与东亚副热带夏季风是两个相对独立又相互联系的东亚夏季风子系统。并进一步揭示,北半球冬季同样存在副热带冬季风,但其云带不像副热带夏季风那样持久地存在,通常位于华南一带。

(2)从作为季风前沿的总云量大值带看,东亚经度上南北半球全年冬夏季风的进退实际上是云量带的经向季节位移。夏季风的进退也就是冬季风的退进,夏(冬)季风的建立过程也就是冬(夏)季风的撤退过程。1988年3~5月南半球夏季风北退(或冬季风北进),5月越过赤道转为东亚夏季热带季风。与此同时,受东南亚季风的影响,华南副热带冬季风转为副热带夏季风。5~8月热带和副热带夏季风同步北进,分别达到各自的最北位置(华北与华南)。9~11月两季风同步南退(或冬季风南进),12月越过赤道转为南半球夏季风,2月达到最南的位置。

(3)5~10月,东亚经度赤道附近的云量大值带常分裂为南北两支中心轴线,分别位于赤道两侧,北支较强,与东亚热带夏季风前沿相对应,南支较弱,可能是南半球冬季风前沿的反映,但在候平均图上(参见图2)不明显,有待进一步证实。

(4)夏季东南亚季风受高原限制,季风云带中心轴线不超过 18°N ,它的进退时间与东亚季风的进退时间基本一致,但其宽度和强度远大于东亚夏季风云带。

2 云量的低频振荡特征

图2是 $110\sim 120^{\circ}\text{E}$ 候平均总云量的经度—时间剖面。此图更细致地显示了东亚经度两云量大值带的经向季节进退过程,其中低纬云带在 $6^{\circ}\text{S}\sim 24^{\circ}\text{N}$ 间变动,最大振幅达30个纬度;而北半球中纬云带在 $24\sim 48^{\circ}\text{N}$ 之间变动,最大振幅仅24个纬度。两条云带几乎是同步位移,只不过前者位移大于后者。此外,低纬云带的宽度和强度均大于中纬云带,显示了热带季风比副热带季风更为显著和活跃。特别是在其南移过程中(9月到次年3月)的云量带宽度和强度又比其在北进过程中(3~8月)的大。

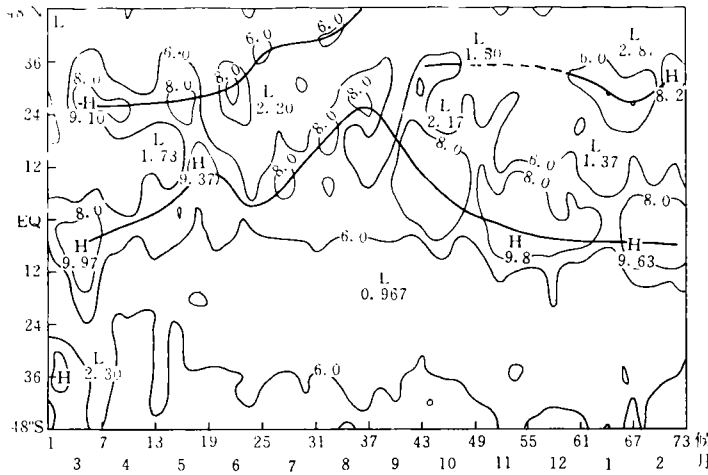


图2 110~120°E 候平均总云量距平经度-时间剖面

值得注意的是在两云量带的季节变化过程中出现了许多云量中心,时间间隔大约 30~60 天,可见云量带不仅存在明显的季节变化,且具有显著的低频振荡特征。为此,我们分析了 90~148°E 低频振荡的相对方差分布(图 3),图中显示南北半球存在几个明显的带状大值区,分别位于 32~40°N、16~24°N、4°S~4°N、12~24°S 以及 36°S 附近。其中以 16~24°N 的东亚地区最为显著,相对方差超过 61.3%。对比图 2 可见,这里正是热带季风平均云带与副热带季风平均云带之间的地区,受两条云带季节进退的影响,其低频振荡最明显。

图 4 为 110~120°E 平均云量低频振荡经向时间演变。从这张图上也可以看出,在 12~24°N 之间有几个低频云量大值中心,说明在这里低频云量活动最显著。从图中还可以看到,3~8 月北半球中纬云量的低频波向南传播,并可越过赤道到达 30°S 附近。8~12 月云量低频波从 30°S 附近向北传播到赤道附近,然后再向北传播到 40°N 附近。12 月至次年 2 月南半球中纬低频波向北传播,与此同时北半球中纬低频波向南传播,两者在赤道附近汇合。由此可见,云量低频波主要来自两半球的中纬,在其向低纬传播过程中在季风区获得加强。在非季风区则减弱。

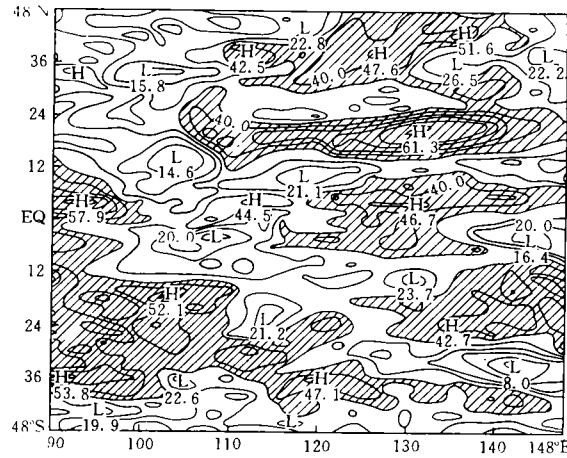


图3 总云量 30~60 天振荡的相对方差分布
阴影区为大于 35% 的地区

3 结 论

在东亚经度上全年整个季风的进退可以用作季风前沿的低纬和北半球中纬两条总云量大值带的活动来表示。两条云带的季节位移几乎是同步的,5~9 月位移幅度较大,10 月以后位

移幅度较小。

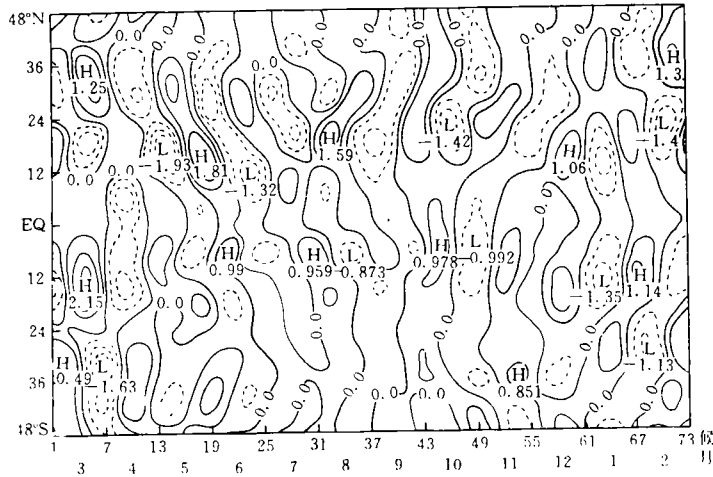


图4 110~120°E 候平均总云量低频振荡的经向传播

低纬季风云带大致在 6°S~24°N 之间摆动,反映了热带季风的季节进退,5~11 月活动于北半球,反映了东南亚季风,南海—西太平洋热带季风的的活动;11 月以后活动于南半球,反映了印尼—北澳季风的的活动。北半球中纬云带大致在 24~48°N 及其以北地区摆动,反映了东亚副热带季风的进退。5~8 月北移,9~10 月南移,其余月份活动于华南一带。

以上结果与用常规资料进行的分析结果基本一致,说明用总云量大值带作为季风的前沿是合适的。据此本文还揭露了一些用常规资料未能得到的结果,其中最主要的是获得了东亚经度上全年季风活动的整体运动规律,揭示了南海—西太平洋热带季风的进退特征;提出了副热带冬季风的概念;并指出北半球夏季在东亚经度的赤道附近存在双云量大值中心轴线,分别位于赤道两侧,可能反映了南北半球冬夏季风辐合带在赤道附近并存的特征。

总云量低频振荡显著,相对方差最大的地区位于 16~24°N 的东亚地区。低频波发生于两半球的中纬地区,向低纬传播并可越过赤道进入另一半球的中纬地区,3~8 月南传,8~12 月北传,12~2 月在赤道汇合。在其传播过程中于季风区获得加强,在非季风区则减弱。

本文是用一年资料进行分析的,其普遍性尚待用更多的资料进一步证实。

参 考 文 献

- 1 陈隆勋. 夏季亚洲地区热带环流的中期振荡. 海洋学报, 1983, 2(4): 349~354
- 2 朱乾根, 何金海. 亚洲季风建立及其中期振荡的高空环流特征. 热带气象, 1985, 1(1): 9~18
- 3 喻世华, 茅卫平. 1979 年东亚地区的夏季风环流特征及其与降水的关系. 热带气象, 1986, 2(4): 349~354
- 4 涂长望, 黄士松. 中国夏季风之进退. 气象学报, 1944, 18: 81~92
- 5 高由禧, 徐淑英. 东亚季风若干问题. 北京: 科学出版社, 1962. 78~87
- 6 陈隆勋, 高志成, 冯国柱. 1979 年夏季风在我国的推进过程. 见: 会议文集编辑组主编. 全国热带夏季风学术会议文集. 昆明: 云南人民出版社, 1983. 241~252
- 7 汤明敏, 黄士松. 1979 年中国东部夏季风的进退. 见: 会议文集编辑组主编. 全国热带夏季风学术会议文集. 昆明: 云南人民出版社, 1983. 15~30
- 8 陈隆勋, 朱乾根, 罗会邦等. 东亚季风. 北京: 气象出版社, 1991. 34~43, 310~314

ADVANCE/RETREAT OF MONSOON AT EAST ASIAN LONGITUDES AND ITS LFO CHARACTERS DISCOVERED BY SATELLITE TOTAL CLOUD COVER DATA

Zhu Qiangen Yang Song

(Department of Meteorology, NIM, 210044, Nanjing, PRC)

Xiao Wenan

(Department of Atmospheric Physics, NIM, 210044, Nanjing, PRC)

Abstract The total cloud band is known to be an indicator of the frontal edge of monsoon and hence Japan Meteorological Agency satellite total cloudiness is applied for the advance/retreat of monsoon. Substantial results which would had hardly been derived by conventional data are obtained. The seasonal advance/retreat of the monsoon over East Asian longitudinal scope could be displayed by the activities of two cloud bands, one at low latitudes and the other at Northern Hemisphere midlatitudes on a yearly basis from March 1988 to February 1989. Accordingly, the annual cycle of the feature over the study area, particularly those that play the role over the South-China Sea to western Pacific and Indonesia/North Australia. Also, the results show that the low-frequency wave of the total cloud cover will propagate from mid into low latitudes and farther into midlatitudes of the other hemisphere. During the propagation, the wave is intensified (weakened) in the monsoon (non-monsoon) region.

Keywords total cloud band, East Asian monsoon, LFO (low frequency oscillation)