

北半球中低纬地区春秋季节平均垂直环流特征及其与气候的关系

杨广基

(中国科学院大气物理研究所)

一、引言

春秋季节是冬夏季之间的过渡季节。春季,亚洲南部西风急流的强度逐渐减弱,位置也北移^[1]。长江中下游地区常常出现连阴雨天气^[2]。秋季,中国大陆东部的一些地区出现了秋高气爽天气^[3]。北美大陆东部的一些地区也出现了所谓“Indian Summer”天气^[1,3]。

北半球中低纬不同地区春秋季节这样一个气候分布特点,和这两个季节本身大气环流有着密切的联系。春、秋季的环流,过去专门研究得不多。对春、秋季平均垂直环流过去一般多给出全球或北半球的平均结果^[4-6],至于北半球不同地区的平均垂直环流的特征过去揭示得更少,我们在研究了东亚和太平洋地区春秋季节环流的基础上*,补充了资料,把计算区扩展到整个北半球中低纬地区,分析了这个纬度带内不同地区平均经向垂直环流及平均纬向垂直环流的特征,及其和不同气候区形成的关系。

这里所应用的资料和计算方法仍与文献[7]相同。

二、北半球中低纬地区春秋季节平均垂直环流的特征

图1和图2分别是北非、阿拉伯半岛及其附近地区(0° — 50° E)4月、10月的平均经向垂直环流图。它表明春秋季节在低纬地区皆为一个Hadley环流,秋季Hadley环流的范围要比春季大10个纬距左右。在中纬地区,春季盛行上升气流,而秋季盛行下沉气流。但春秋两季在 10° — 30° N之间都是较强的下沉气流区。

在大西洋地区(70° — 20° W),春

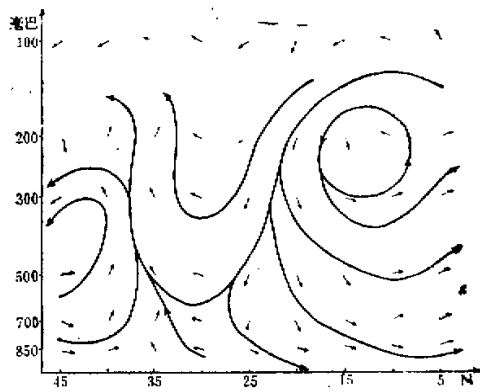


图1 4月 0° — 50° E地区平均经向垂直环流图。
(作图时垂直速度扩大200倍)

1981年5月3日收到初稿,10月24日收到修改稿。

* 本工作由青藏高原协作会议论文集选用,尚未发表。

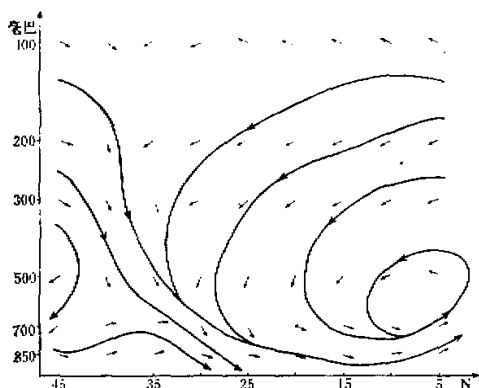


图2 10月0°—50°E地区平均经向垂直环流图。
(说明同图1)

的4月、10月70°—20°W地区平均经向垂直环流图看到, 这些地区春季和秋季平均盛行下沉气流, 冬季和夏季这里同样盛行下沉气流(图略)。由于这种垂直环流的特征, 造成该地区雨量稀少、气候干燥, 形成热带沙漠气候。

图3和图4分别是中国大陆东部地区(105°—120°E)春秋季平均经向垂直环流图。春季在低纬是弱Hadley环流, 而在15°—30°N之间是中纬逆环流区。低纬和中纬的气流在30°N附近地区辐合, 这股上升气流正位于长江中下游地区。春季它对应的是一片降水量在200—400mm之间的大雨区^[4], 这正是众所周知的长江中下游连阴雨季节。秋季, 20°N以南地区是一个季风环流区, 其北——特别在27°—40°N之间是偏北下沉气流区。这股偏北下沉气流基本上对应着中国大陆东部的那块秋高气爽区^[3]。

图5是北美大陆东部地区(70°—90°W)秋季的平均经向垂直环流图。25°N以南地区存在一个Hadley环流。而30°N以北的地区自高层到低层是下沉气流区。这种平均经向垂直环流的特征也有利于造成北美大陆东部30°N以北地区出现秋高气爽的“Indian Summer”天气^[2]。

在西太平洋地区(120°—150°E), 春季(4月)在10°—25°N之间是低纬的Hadley环流下沉支和中纬逆环流下沉支的汇合区, 而25°N以北是上升气流区(图略)。秋季平均经向垂直环流除低纬有一弱小的季风环流外, 最显著的特点是从低纬到中高纬自下而

上和秋季其低纬的Hadley环流很弱, 中纬逆环流相当强大、完整, 逆环流的中心在400mb、25°N附近。在10°—30°N之间是较强的下沉气流区(图略)。

由文献[4]中降水量分布图(图略)看到, 在10°—30°N之间的大西洋、北非一直到阿拉伯半岛是一个少雨带, 春、夏、秋、冬四季的雨量一般在25mm左右。如埃及, 在地中海沿岸的地区是属于地中海式气候, 年降水量为50—100mm, 其余广大地区, 年降水量不足30mm。沙特阿拉伯境内一半土地为沙漠区。由图1、2和略去

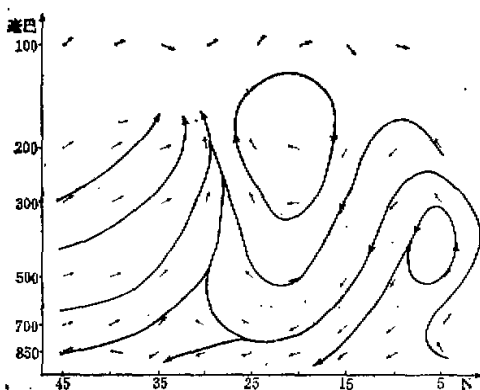


图3 4月105°—120°E地区平均经向垂直环流图。
(说明同图1)

上皆为一片上升气流区(图略)。

由文献[4]可知,春季在西太平洋 15° — 30°N 之间基本是较少雨区,而 30°N 以北地区是多雨区。秋季,这里从低纬到中高纬皆为一片大雨区,降水量一般平均在 200—400 mm 之间。显然这样一个降水带的分布特征和上述西太平洋地区的环流特征是紧密相联的。

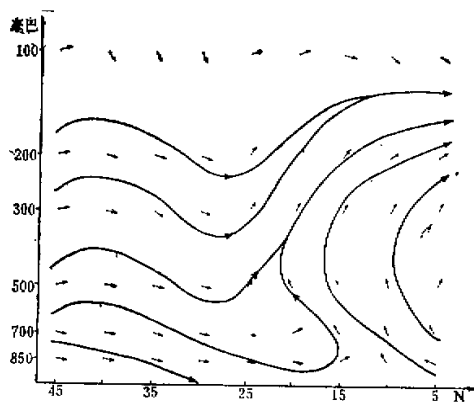


图 4 10 月 105°E — 120°E 地区平均经向垂直环流图。
(说明同图 1)

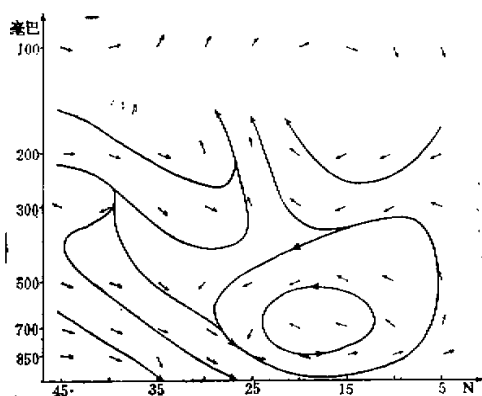


图 5 10 月 70°W — 90°W 地区平均经向垂直环流图。
(说明同图 1)

在中、东太平洋地区 (165°E — 135°W), 春秋季节在 15° — 35°N 之间是低纬 Hadley 环流和中纬逆环流的下沉气流区。而这支下沉气流区对应春秋季节雨量图中的一个较小雨带区^[4]。特别是在 20° — 30°N 之间, 春秋季节的雨量子一般都在 50—100 mm 左右(图略)。

三、北半球中低纬地区春秋季节平均纬向垂直环流的特征

春季(4月)在 5° — 15° N 纬度带内,太平洋到大西洋之间存在闭合的纬向垂直环流圈。这类纬向垂直环流圈以 5° N 上的最强大(图6),它西侧的上升支在 155° — 175° E 及其附近一个宽广的经度带地区,东侧的下沉支在 100° — 80° W 及其附近的一个宽广经度带地区。这个平均纬向垂直环流圈东西跨越约110个经距,其垂直厚度在850—150mb 之间。随着纬度的北移,平均纬向环流圈的范围缩小、高度降低,在 10° N 剖面上,平均纬向闭合垂直环流圈的范围约为95个经距,其垂直厚度约在850—300mb 之间(图略),在 15° N 剖面上,平均纬向垂直环流圈的东西范围约为20个经距左右,其垂直厚度在600—300mb 之间(图略)。

在西太平洋和印度洋上空,在 5° N 的剖面上呈现出一片上升气流区(图6)。而在 10° N、 15° N 剖面上,这里形成一个大型的闭合纬向垂直环流圈。在 10° N 剖面上,这个环流圈的东西范围约为70个经距,垂直厚度在700—200mb 之间(图略),在 15° N 剖面上,它的东西范围为30个经距,垂直厚度在600—300mb 之间(图略)。

在 20° N 以北,平均纬向垂直环流转变成波动,这里不再有闭合的纬向环流圈存在。在青藏高原和落基山上空,对流层中高层一般为波脊区,其两侧为波谷区。在对流层中低层有沿地形爬越的趋势(图略)。这可能是大气冷热源及地形动力作用共同影响的结果。

秋季(10月)在 5° — 25° N 纬度带内,太平洋到大西洋地区存在闭合的纬向垂直环流圈。在 5° N 的剖面上,这里有两个小型中空的纬向环流圈,一个在 130° — 100° W 之间的500—250mb 高空,一个在 70° — 40° W 之间的700—300mb 中空,其情形可由图7看

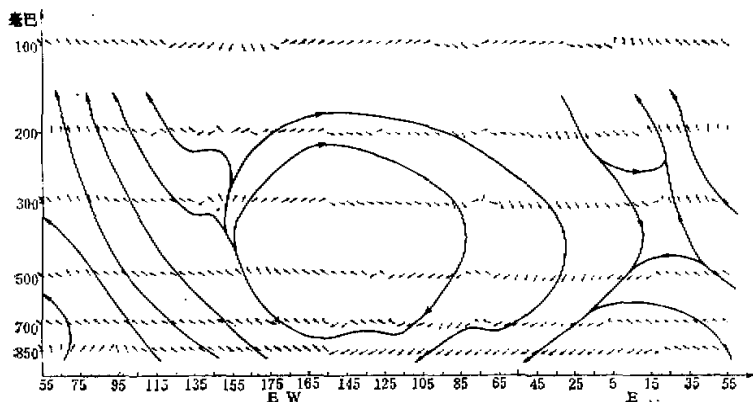


图6 4月 5° N 平均纬向垂直环流图。

(作图时垂直速度扩大500倍)

出。在 10° N、 15° N 的剖面上,该地区只呈现出一个平均纬向垂直环流圈,但它的范围却比 5° N 剖面上的环流圈大(图略)。到 20° N,平均纬向垂直环流圈发展得最为旺盛。一个环流圈出现在 95° — 55° W 的850—250mb 之间,另一个环流圈出现在 120° E— 170° W

的 850—200mb 之间。前者的东西范围约为 40 个经距左右, 后者的东西范围约为 60 个经距左右(图略)。到 25°N, 平均纬向垂直环流圈大为减弱, 美洲到大西洋之间的环流圈消失, 只在太平洋 140°—155°E 的 850—500mb 之间残存一个小型纬向环流圈(图略)。

在 5°—15°N 纬度带内, 约在 60°—150°E 的西太平洋到印度洋上空, 不再有闭合的纬向垂直环流圈的出现。这里从低空到高空是一片上升气流区。在 20°N 剖面上, 该地区 300mb 以上是上升气流区, 以下为下沉气流区。

30°N 以北地区, 东西环流呈现为波动气流型。青藏高原和落基山区的迎风面是波谷

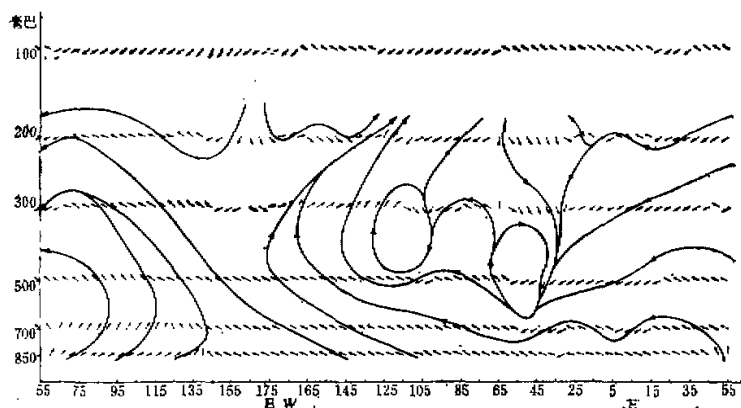


图 7 10 月 5°N 平均纬向垂直环流图。

(说明同图 6)。

区, 在山区或山区与大陆上空为波脊区(图略)。

通过以上分析, 看到春秋两季闭合的纬向垂直环流也出现在低纬地区。并且属于热力学环流。秋季的范围要比春季宽 10 个经距左右。另外, 春季在 10°—15°N 纬度带内印度洋上空存在闭合的纬向环流圈; 而秋季在这里却未形成此类闭合圈。这是春秋两季平均纬向垂直环流的又一个重要差异。

四、总结和讨论

通过以上对北半球中低纬地区春秋两季平均垂直环流的分析, 并结合以前对冬夏两季平均垂直环流的研究^[6,7], 现对北半球中低纬地区的平均垂直环流做如下的讨论:

(1) 春季, Hadley 环流以北非大陆及其附近地区为最强, 而中纬逆环流在太平洋和大西洋发展得最好, 尤其在大西洋地区中纬逆环流发展得既强大又完整。

(2) 秋季, Hadley 环流以亚洲和北非地区的最为强大, 而中纬逆环流在中、东太平洋和大西洋地区发展得最强大, 尤以在大西洋地区的逆环流发展得最佳。

(3) 中国长江中下游地区的春季连阴雨天气、中国大陆东部一些地区的秋高气爽天气和北美大陆东部一些地区的“Indian Summer”天气, 以及北非和阿拉伯境内广大地区

的热带沙漠气候等,均和该地区平均垂直环流的特征有关。环流的上升支一般对应多雨区,环流的下沉支一般对应少雨区。

(4) 闭合的纬向平均垂直环流圈所占据的纬距四季有所差异。夏季(7月)、秋季(10月)、冬季(1月)和春季(4月)闭合纬向环流圈南北宽度分别为:25个纬距、20个纬距、10个纬距、10个纬距。其各季范围的不同是和副热带高压位置的变动相联系的。另外,由春秋季节冷热源图^[40]看到,低纬环流的上升支一般对应大气的热源区,下沉支一般对应热汇区。所以低纬地区纬向环流圈的形成是和大气中的热力作用有关。而中高纬地区波脊和波谷的分布不仅和大气中冷热源分布有关,而且也地形的动力作用有关。

(5) 就北半球中低纬地区春、夏、秋、冬四季平均垂直经向环流而言,都是低纬的 Hadley 环流和中纬逆环流并存。但不同的季节环流强弱有所不同。Hadley 环流以冬、秋两季为最强大,而中纬逆环流以春季为最强大。夏季 Hadley 环流和中纬逆环流的范围相差不多,但夏季 Hadley 环流上升支气流在北半球低纬地区的宽度比其它三季都宽。

致谢:本文曾得到叶笃正先生和杨鉴初先生的指导和帮助。李麦村和王作述同志也对本文提出了宝贵的修改意见,作者在此一并表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1] 叶笃正、陶诗言、李麦村,在六月和十月大气环流的突变现象,气象学报, Vol. 29, No. 4, p.248—263, 1958.
- [2] 中国科学院大气物理研究所二室,春季连续低温阴雨天气的预报方法,科学出版社,1977.
- [3] 高由禧,东亚的秋高气爽,气象学报, Vol. 29, No. 2, p.83—91, 1958.
- [4] Newell, R. E. et al., The general circulation of the Tropical Atmosphere and Interactions with extra-tropical latitudes, Vol. 2.
- [5] Richard T. Wethraid et al., Response of the joint Ocean-Atmosphere model to the Seasonal Variation of the Solar Radiation, M. W. R, Vol. 100, No. 1—6, p.42—59, 1972.
- [6] Oort, A. H., Rasmussen, E. H., Atmospheric Circulation Statistics, NoAA professional paper 5, 1971, 9.
- [7] 叶笃正等,东亚和太平洋地区平均垂直环流(一)夏季,大气科学, Vol. 3, No. 1, p. 1—11, 1979.
- [8] 叶笃正等,北半球中低纬地区夏季平均垂直环流和大气中冷热源的关系,气象学报, Vol. 39, No. 1, p. 28—35, 1981.
- [9] 杨广基,北半球中低纬地区冬季平均垂直环流和大气中冷热源的关系(待发表).
- [10] Isao Kubota, Seasonal Variation of Energy Sources in the Earth Surface Layer and in the Atmosphere over the Northern Hemisphere, Journal of Meteorological Society of Japan, Vol. 48, No. 1, p. 30—46, 1970.