

# 北半球中纬地区平均纬向垂直环流的特征

杨广基

(中国科学院大气物理研究所)

## 一、引言

Reginald. E. Newell 等<sup>[1]</sup>曾计算了冬夏两季  $5^{\circ}\text{S}$  和  $5^{\circ}\text{N}$  的沃克环流(Walker Cell),给出了赤道地区纬向气流的特征。Krishnamurti<sup>[2]</sup>曾根据 200mb 位势流的计算结果,推论出北半球夏季  $0^{\circ}-30^{\circ}\text{N}$  和北半球冬季  $15^{\circ}\text{S}-15^{\circ}\text{N}$  的理想纬向垂直环流圈,给出了热带和副热带地区纬向垂直环流的特征。叶笃正等<sup>[3]</sup>指出青藏高原地形及其夏季的热源作用,使其与西半球、南半球和中、东太平洋的天气系统产生遥相关,给出了青藏高原地区和遥远地区天气系统之间的相互联系。陶诗言等<sup>[4]</sup>指出,北半球热带地区盛行经向环流期间,南半球也盛行经向环流,而且南半球(特别是澳大利亚地区)有较强的质量流入北半球,给出了南北半球热带地区环流之间的相互联系。

有关北半球中纬度地区一年内各个月平均纬向垂直环流的特征过去给出的不多。

本文所应用的多年平均风场资料取自中央气象局出版的《北半球高空气候图集》。应用连续方程求出北半球  $5^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$  地区 850—100 mb 各标准等压面 1—12 月的垂直速度分布,在青藏高原地区和落基山区考虑了地形的爬坡作用。具体计算方法可参看文献[3][5]。根据垂直速度和水平风场资料,绘制了  $25^{\circ}$ 、 $30^{\circ}$ 、 $35^{\circ}$ 、 $40^{\circ}\text{N}$  全年各月的平均纬向垂直环流图,它可代表通过青藏高原地区以南的南亚大陆、青藏高原地区和高原以北地区的纬向垂直环流特征和差异。

## 二、 $25^{\circ}\text{N}$ 平均纬向垂直环流的特征

$25^{\circ}\text{N}$  6—9 月平均纬向垂直环流的明显特征是在太平洋地区 700—200 mb 之间形成一个闭合的纬向垂直环流圈,环流圈的西侧上升,东侧下沉。6 月,这个纬向垂直环流圈的上升支位于南亚大陆及其两侧地区,而它的下沉支分为两支,一支在中、东太平洋副高区下沉,另一分支在北美大陆到大西洋和北非一带的副高区下沉(图 1)。7 月(图 2)在南亚和东南亚大陆上是一股强大的上升气流,而在太平洋地区( $150^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ )存在一个纬向垂直环流圈,它的下沉支在中、东太平洋副高区终止,这支下沉气流没有向东伸展到北美大陆及其以东地区。在强大的上升气流以西( $20^{\circ}-90^{\circ}\text{E}$ )地区上空,也存在一个纬向垂直环流圈,它的下沉支是在非洲东北部和西亚一带的副高区。

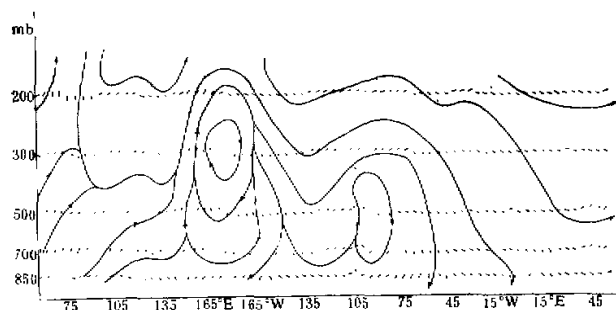


图 1 6 月 25°N 平均纬向垂直环流图(垂直速度扩大 500 倍)

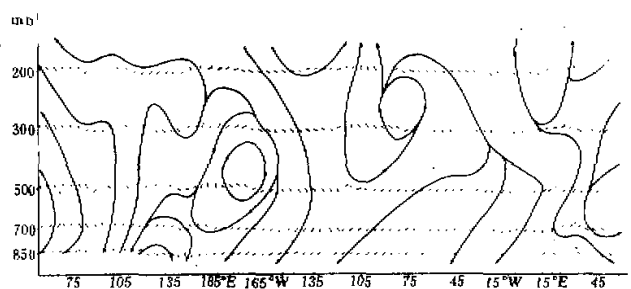


图 2 7 月 25°N 平均纬向垂直环流图(说明同图 1)

8、9 月南亚大陆盛行上升气流。在这支上升气流以西, 500 mb 以下仍存在一个纬向垂直环流圈。这个环流圈西侧的气流下沉到阿拉伯-大西洋一带的副高区(图略)。

6—9 月北美大陆上空的上升运动状况和南亚大陆上的情况不同, 由 6 月—9 月, 上升运动的层次逐渐转向高层, 而低层被下沉运动所代替。6 月下沉运动在 700 mb 以下, 7 月在 500 mb 以下, 8 月在 200 mb 以下, 9 月在 850—100 mb 之间皆为下沉运动区。这种垂直运动状况的不同, 可能是由于南亚大陆是在季风区, 墨西哥地区是在大西洋的副高区, 由于两个地区所处不同天气系统的影响, 所以导致垂直运动状况的不同。

### 三、30°N 平均纬向垂直环流的特征

在 30°N, 6 月由青藏高原东侧山区和陆地上升的气流向东一直持续到 170°E 附近。它在 700 mb 以下的部分下沉到西太平洋副高区。在 500 mb 以下的部分分别下沉到中太平洋和东太平洋副高区(图 3)。

就这股来自青藏高原东侧的上升气流的强度和所达到的高度来说, 7 月这支上升气流比 6 月强大, 而且所达到的高度也比 6 月为高(图 4)。7 月, 在这支上升气流以东的太平洋地区 (160°E—160°W) 存在一个纬向垂直环流圈, 它的下沉支气流范围是在中、东太平洋副高区到北美西岸一带。

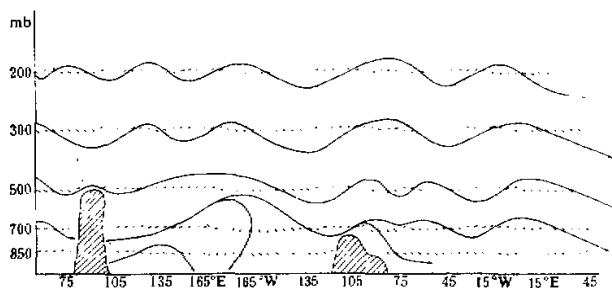


图3 6月30°N平均纬向垂直环流图(说明同图1)

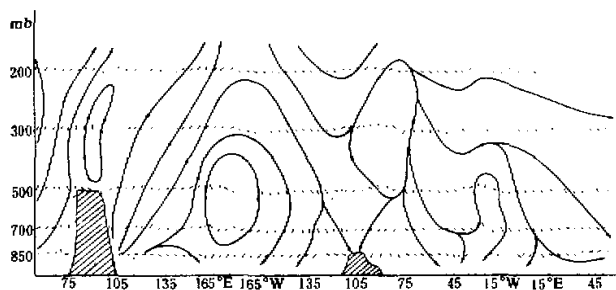


图4 7月30°N平均纬向垂直环流图(说明同图1)

在北美大陆的500—200 mb之间,也形成了一个纬向垂直环流圈.这个环流圈的上升支位于85°—100°W之间,但下沉支却相当宽广而深厚,差不多占据了大西洋和北非副高区的整个对流层.而在这支下沉气流以东的伊朗高原和青藏高原西侧上空则是上升气流区(图4).

值得注意的是,青藏高原地区皆为强大的上升气流区,而北美大陆西部和落基山区则是被来自太平洋纬向垂直环流圈的下沉支气流和来自北美中空纬向垂直环流圈向西的下沉支气流所控制.

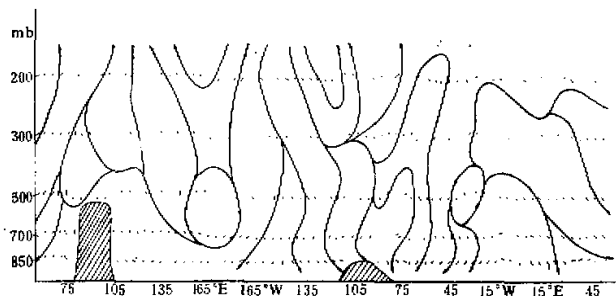


图5 8月30°N平均纬向垂直环流图(说明同图1)

8 月, 由太平洋及中国大陆上来的上升气流和由来自高原西面的气流在青藏高原地区辐合。北美大陆上空为来自中、东太平洋对流层高层的下沉气流所控制(图 5)。

从图 4 和图 5 看到, 在  $110^{\circ}\text{E}$ — $150^{\circ}\text{E}$  的范围内, 7 月和 8 月皆为上升气流区, 但 7 月这支上升气流是偏东的, 而 8 月却是偏西的。虽然这两个月都属于夏季, 但由于月际的变化, 在西太平洋和中国大陆东部上空上升气流的方向却发生了改变。

#### 四、 $35^{\circ}\text{N}$ 平均纬向垂直环流的特征

7 月(图 6),  $35^{\circ}\text{N}$  青藏高原东侧是一支强大的深厚的上升气流, 这支上升气流向东一直可以到达  $170^{\circ}\text{E}$  左右。在中、东太平洋副高区到北美大陆西岸是一支强大深厚的下沉气流。

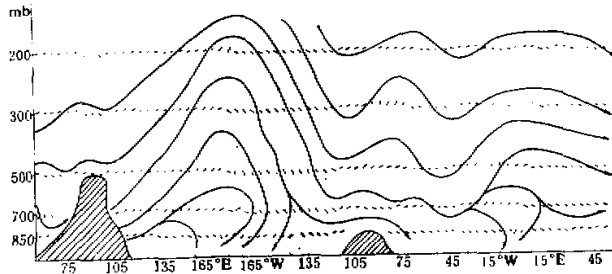


图 6

图 6 7 月  $35^{\circ}\text{N}$  平均纬向垂直环流图(说明同图 1)

比较图 4 和图 6 可以看到,  $30^{\circ}\text{N}$  和  $35^{\circ}\text{N}$  的 7 月, 在中、东太平洋副高区皆为下沉气流。  $30^{\circ}\text{N}$  这支下沉气流的一分支在对流层低空只能抵达北美西岸, 而在  $35^{\circ}\text{N}$  上它可以通过北美大陆下沉到大西洋副高区。

8 月,  $35^{\circ}\text{N}$  纬向垂直环流的特征不复出现闭合环流圈(图略)。在这里我们同样可以看到, 由于月际变化的原因, 高原东侧的气流特征以及在太平洋上波动的振幅 7 月和 8 月都有明显的差别。

#### 五、 $40^{\circ}\text{N}$ 平均纬向垂直环流的特征

在  $40^{\circ}\text{N}$  5、6、7 月由中国大陆上升的气流, 可以穿越太平洋而后抵达北美大陆对流层低空(图略)。

需要指出,  $30^{\circ}$ — $40^{\circ}\text{N}$  纬度带 1—12 月在西太平洋地区基本上是片上升气流区, 而中、东太平洋副热带高压区却是片下沉气流区。这是一个持续在全年各个月的环流特征。由 Isao Kubota<sup>[6]</sup> 所制做的热源热汇图看到, 在西太平洋全年各月是片大小不一的热源区, 而中、东太平洋地区是片热汇区。所以, 在太平洋大气中这个持续环流特征的出现可能是和该地区大气中的冷热源持续维持有关(图略)。

## 六、总结和讨论

1.  $25^{\circ}\text{N}$  的 6—9 月和  $30^{\circ}\text{N}$  7—9 月, 闭合的纬向垂直环流圈发展得比较强盛。而太平洋和北美大陆上空常常是闭合纬向垂直环流圈的出现区。 $25^{\circ}\text{N}$  的 1—5、10—12 月和  $30^{\circ}\text{N}$  的 1—6、10—12 月以及  $35^{\circ}$ 、 $40^{\circ}\text{N}$  的 1—12 月纬向垂直环流特征是西风波动气流。当然, 不同的纬度不同的月份波动的特征也是不同的。这里对这些细致的特征和差异就不再进行讨论(图略)。

2. 夏季青藏高原及其附近地区是上升气流的源区, 而中、东太平洋到北美西岸地区是下沉气流的汇区。这两者之间是由一个纬向垂直环流圈联系在一起。这种纬向垂直环流的特征, 可能是青藏高原及中国大陆与北美西部以外的中、东太平洋地区天气系统之间产生遥相关的一种重要机制。

3.  $30^{\circ}$ — $40^{\circ}\text{N}$ , 1—12 月西太平洋地区是上升气流区, 而中、东太平洋的副热带高压区是下沉气流区。这种持续在全年各个月中的纬向垂直环流特征可能和这些地区大气中冷热源持续维持有关。

## 参 考 文 献

- [1] Reginald, E. Newell et al., The general circulation of the tropical atmosphere and interconnections with extra tropical latitudes, Vol. 2, 1972.
- [2] Krishnamurti et al., Tropical East-west circulations during the Northern winter, *J. A. S.*, Vol. 30, No. 5, p. 780—787, 1973.
- [3] 叶笃正等, 东亚和太平洋地区上空平均垂直环流(一)夏季, *大气科学*, Vol. 3, No. 1, p. 1—11, 1979.
- [4] 陶诗言等, 夏季东亚热带和副热带地区径向和纬向环流的特征, *气象学报*, Vol. 32, No. 2, p. 91—108, 1962.
- [5] 叶笃正等, 北半球中低纬地区夏季平均垂直环流特征及其与大气中冷热源的关系, *气象学报*, Vol. 39, No. 1, p. 28—35, 1981.
- [6] Isao Kubota, Seasonal variation of energy sources in the earth surface layer and in the atmosphere over the Northern Hemisphere, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol. 48, No. 1, p. 30—45, 1969.

## THE CHARACTERISTICS OF MEAN ZONAL VERTICAL CIRCULATIONS IN MIDDLE LATITUDES OF THE NORTHERN HEMISPHERE

Yang Guangji

(Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica)

The mean zonal vertical circulation maps in middle latitudes of the Northern Hemisphere from January to December are analyzed. It is shown that there are closed zonal vertical circulation cells at  $25^{\circ}\text{N}$  during June, July, August and September and at  $30^{\circ}\text{N}$  during July, August and September. They often occur over the Pacific Ocean and North American continent. It is also shown that there are westerly waves for all months of the year at  $35^{\circ}$ — $40^{\circ}\text{N}$ , while at  $25^{\circ}\text{N}$  it is also the case except for June-September. And at  $30^{\circ}\text{N}$  the westerly waves appear in all months exclusive of the months from July to September.