

北半球中低纬地区冬季平均垂直环流的 某些特征*

杨广基

(中国科学院大气物理研究所)

本文将继[1]之后,讨论北半球冬季中低纬地区的平均垂直环流。资料来源和计算方法与文献[2]相同,不过这里我们把计算区扩展到全北半球的中低纬地区。

1. 北半球中低纬地区冬季平均经向垂直环流的特征

在北非和南欧地区($10^{\circ}\text{W}-50^{\circ}\text{E}$)的平均经向垂直环流图上(图略), 30°N 以南是一个不很完整的 Hadley 环流,它的上界在 200 mb 以上。其北是来自高纬的偏北下沉气流,它在 30°N 以南和 Hadley 环流下沉支合为一起向低纬的低空下沉。

图 1 是亚洲大陆地区($55^{\circ}-120^{\circ}\text{E}$)的平均经向垂直环流图,在 35°N 以南是一个 Hadley 环流,它的上界达 200 mb 以上。

图 2 是北美大陆地区($110^{\circ}\text{W}-70^{\circ}\text{W}$)的平均经向垂直环流图。在 25°N 以南地区存在一个 Hadley 环流,其高度达 300 mb 以上。

西太平洋地区($125^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{E}$)的平均经向垂直环流的特点如图 3 所示,在低纬是一个较小的 Hadley 环流,而中纬地区盛行上升气流。在中、东太平洋地区($165^{\circ}\text{E}-$

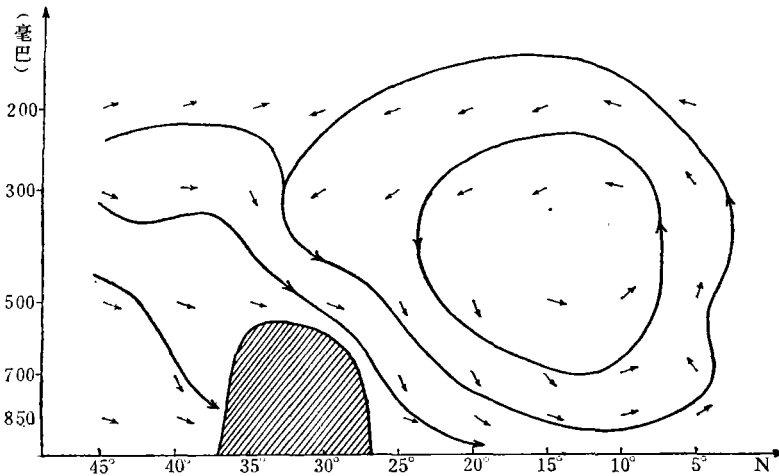


图 1 1月 $55^{\circ}\text{E}-120^{\circ}\text{E}$ 平均经向垂直环流图
(阴影区代表青藏高原,做图时垂直速度扩大了 200 倍)

* 该文于 1981 年 3 月 2 日收到, 1982 年 9 月 7 日收到修改稿。

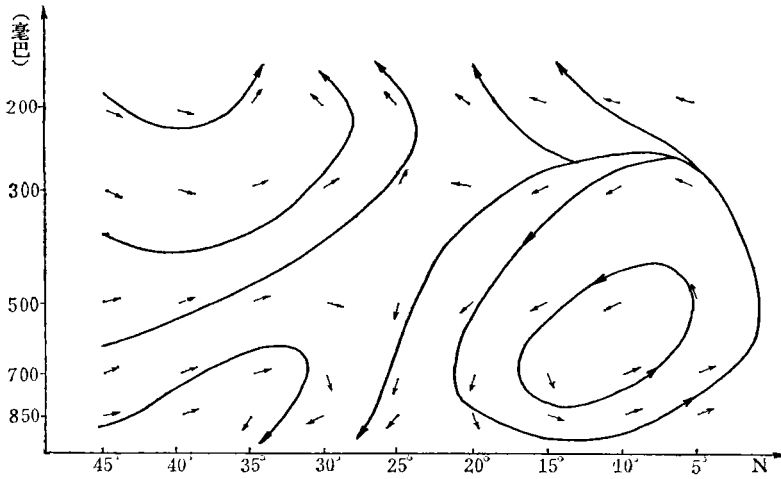


图 2 1月 110°W—70°W 平均经向垂直环流图
(说明同图 1)

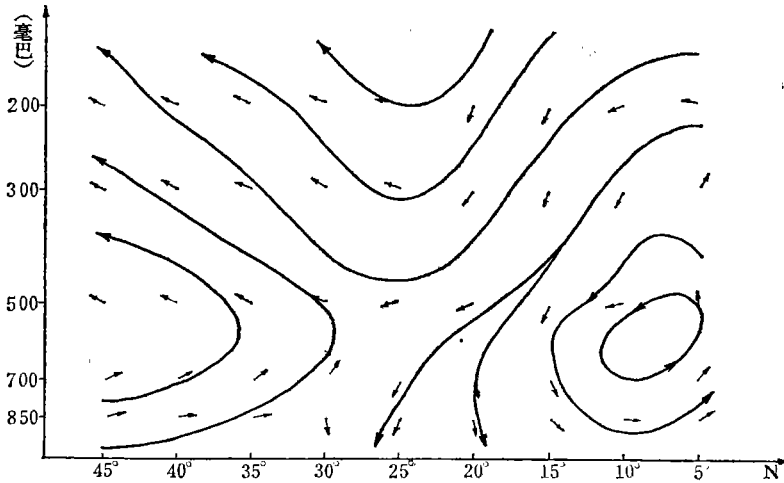


图 3 1月 125°E—160°E 平均经向垂直环流图
(说明同图 1)

135°W)^[3], 低纬地区的 Hadley 环流已萎缩于 400 mb 以下、15°N 以南的低空。大西洋地区(60°W—20°W)的 Hadley 环流也是弱的, 在 15°N 以南只看到 Hadley 环流的下沉支气流。但大西洋地区的中纬逆环流发展的相当强大, 是一个完整旺盛的逆环流圈(图 4)。

通过以上的分析, 我们看到北非大陆、亚洲大陆和北美大陆及其附近地区低纬的 Hadley 环流发展的异常强大, 而在太平洋和大西洋低纬地区的 Hadley 环流变得相当弱小。所以对冬季平均图上的 Hadley 环流的形成贡献最大的地区是三个大陆地区。这正和夏季情况相反, 对夏季平均 Hadley 环流贡献最大的地区则在两个大洋上^[1]。在冬季对中纬逆环流形成贡献最大的地区则是大西洋和中、东太平洋的中纬地区。

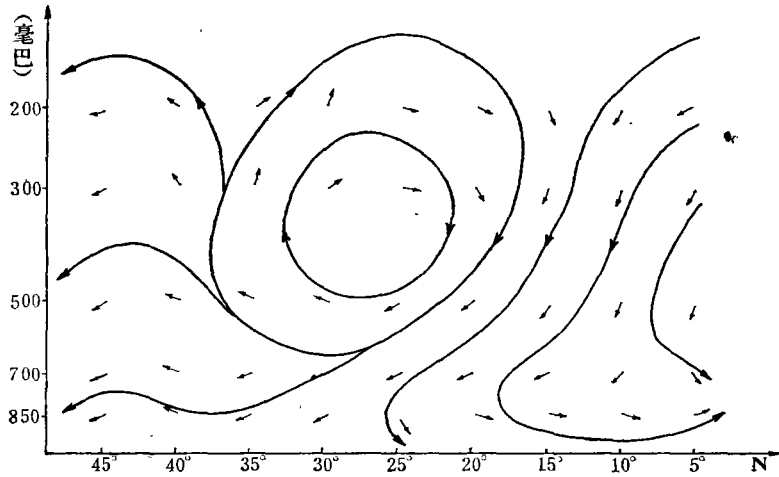


图 4 1月 60°W—20°W 平均经向垂直环流图
(说明同图 1)

上述冬季低纬 Hadley 环流和中纬逆环流分布的特点和这个季节中的大气冷热源分布^[4] (图 5) 是有关系的。冬季在北非、亚洲和北美大陆的低纬和赤道附近地区是热源区 (或较弱的热汇区), 而中纬的大陆地区 (15°—35°N) 则是较强的热汇区。这种冷热源分布特征有利于低纬和赤道地区上升运动的发展以及中纬地区下沉运动的出现, 所以有利于 Hadley 环流的形成。



图 5 北半球 1 月大气中的能源分布图
(单位: 100 LY/day)

(阴影区为热汇区, 该图引自 Isao Kubota 1969 年的工作)

在大西洋中, 30°N 以北是中纬逆环流的上升支, 它位于较强的热源区。在中、东太平洋地区, 这里具有强大的下沉气流 (特别在 10°—35°N 之间), 这是大气的热汇区, 特别是在对流层中下层^[5]。所以, 在大西洋和中、东太平洋地区, 大气中冷热源对这里的逆环流形成也是有利的。至于在西太平洋 (15°—25°N) 地区是热汇区或较弱的热源区, 而其南北两侧地区是较强的热源区。这种冷热源分布, 有利于在图 3 中所显示的低纬和中高纬出现上升气流, 在 15°—25°N 之间出现下沉运动。

现在我们对对比分析一下冬夏季平均经向垂直环流的不同及造成这种不同的大气冷热源分布的差异。夏季欧亚地区是个季风环流区, 冬季这里转变成 Hadley 环流。这种冬夏季经向垂直环流的转变和大气中冷热源转变有关。夏季大陆地区特别是青藏高原地区是热源区, 而这些地区以南的低纬地区是热汇区; 到了冬季, 大陆地区是强的热汇区, 而其以南

的低纬和赤道地区是热源区。另外,就整个北半球而言,夏季(7月)Hadley环流形成的主要贡献区是在中、东太平洋和大西洋上;冬季(1月)Hadley环流形成的主要贡献地区是大陆一带的地区。Hadley环流冬季和夏季强弱出现在不同地区,也是与大气中冷热源分布的转变有关。夏季大洋的低纬地区是热源地区,其北是热汇区;冬季大陆一带的低纬和赤道地区是热源区,其北的大陆地区转变为热汇区。显然,这些地区冬夏季冷热源分布均有利于那里的Hadley环流形成。此外,夏季热带和副热带有两种经向垂直环流型,即欧亚地区夏季是季风环流型,其它地区是Hadley环流区;但在冬季,北半球低纬地区都是Hadley环流型,它的分布以大陆为强,海洋为弱。

2. 北半球中低纬地区平均纬向垂直环流的特征

图6是1月 5° — 10° N平均纬向垂直环流图。我们看到在 5° — 10° N低纬地区存在三个闭合的纬向垂直环流圈,西边一个环流圈的范围是从中太平洋到东太平洋(约 180° — 155° W)。中间一个环流圈的范围是从北美西部到大西洋中部(约 120° — 40° W)。这两个纬向垂直环流圈下界在850 mb附近,上界在200 mb以上。第三个平均纬向垂直环流圈位于中非洲一带(约 0° — 40° E)。这个纬向垂直环流圈的下界在700 mb附近,上界在

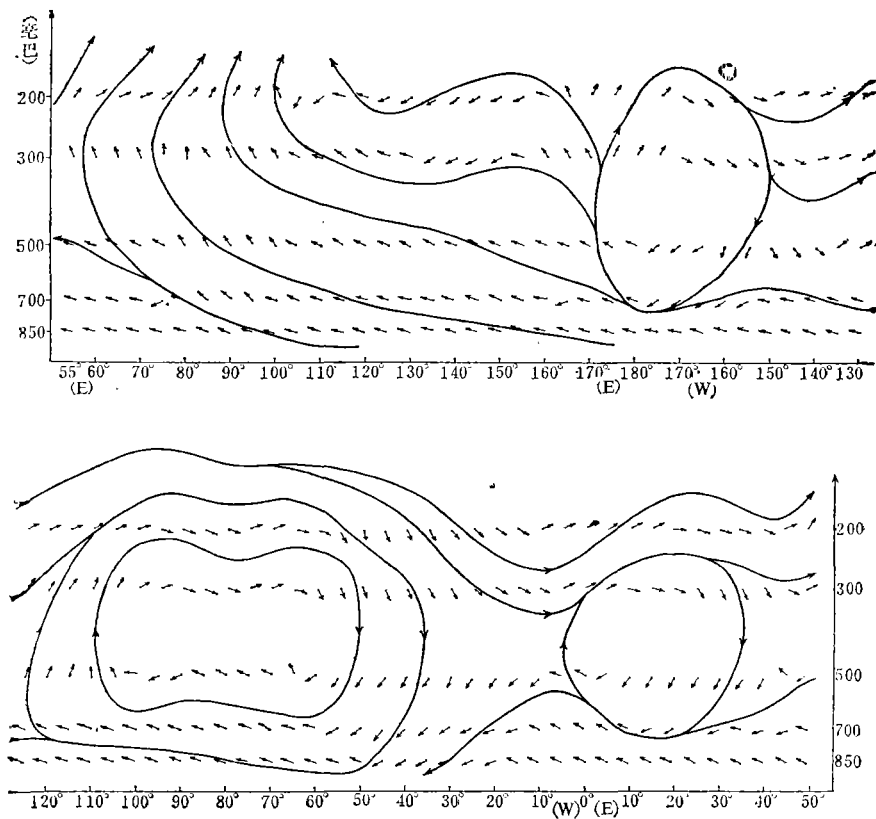


图 1月 5° — 10° N平均纬向垂直环流图
(做图时垂直距离扩大了500倍)

200 mb 以下。

冬季这些纬向垂直环流圈的上界是西风,下界是东风,西侧上升、东侧下沉。这与夏季平均纬向环流圈的结构正好相反,冬夏平均纬向垂直环流圈结构的不同是和冬夏低纬地区高低空气流方向的不同有关。由图 6 还可以看到,在西太平洋和印度洋的洋面上,自下而上基本上盛行上升气流。

如果将我们的环流圈的上界和 Sadler^[6] 的高层对流层环流图对应研究,将我们的环流圈的下界和 G. D. Atkinson^[7] 绘制的梯度风高度的流线图对应研究,可以发现环流圈上升支一般对应对流层下部的流线辐合区和对流层上部的流线辐散区;环流圈下沉支则一般对应对流层上部的流线辐合区和对流层下部的流线辐散区。这种流场结构显然有利于纬向垂直环流圈的形成。另外,我们也看到图 6 中太平洋和印度洋上空的大片上升气流区对应的正是海温异常暖区^[8]。

Krishnamurti^[9] 等指出,北半球冬季在印度尼西亚和婆罗洲及其附近地区,南美洲的西北部及其附近地区和赤道非洲是三个活跃的对流区。这些地区的云量多、对流性降水也多,印度尼西亚和南美西北部冬季降水超过了 100 英寸(254 厘米)。图 6 中三个纬向垂直环流圈的上升支正是位于上述这三个活跃的对流区附近。

由以上的讨论可看出,图 6 中的平均纬向垂直环流的形成不仅和天气系统的动力作用有关,而且也与大气的热力作用有关。

上述冬季纬向垂直环流情况和夏季情况^[1](图略)有相当的不同。夏季(7 月)和冬季(1 月)的 5°—10°N 地区,均在中、东太平洋上空有一个平均纬向垂直环流圈,但夏季比冬季的高度高。冬季在北美到大西洋之间和中非地区各有一个纬向环流圈;夏季这里自下而上是东风气流。夏季在印度洋地区存在一个巨大的纬向垂直环流圈,其范围约 70 个经度左右,其高度达 300 mb 以上;冬季这里自下而上是偏东的上升气流区。

3. 总结和讨论

通过以上对北半球中低纬地区冬季平均经纬向垂直环流的研究,我们看到:

(1) 冬季低纬地区是 Hadley 环流,其最强的地区是北非大陆、亚洲大陆和北美大陆及其附近地区。而大西洋和太平洋之中 Hadley 环流是弱的。平均经向垂直环流这样一个分布特点不仅与大气中的冷热源分布有关,而且还与南半球跨赤道气流的强弱有关。

(2) 从 Sadler 的全球热带对流层上部环流图看到,1 月南半球澳大利亚及其附近地区,南美及其附近地区和中非、南非及其附近地区的 300—200 mb 高压辐散气流跨过赤道以后,有较强的气流分别进入亚洲、北美和北非的低纬地区,这股跨赤道气流大大地增强了这些地区的 Hadley 环流。南半球跨赤道气流进入太平洋(特别是中、东太平洋)和大西洋的气流是很弱的,这里基本上是西风气流所占据,这些地区的 Hadley 环流表现得是弱的(图略)。

(3) 冬季纬向闭合垂直环流圈是热力性的环流,其发展盛旺的纬度带在 15°N 以南地区。夏季纬向闭合垂直环流圈南北范围要比冬季宽,但一般都出现在副热带高压脊线以南的东风气流里。

致谢: 本文是在叶笃正先生指导下完成的。陈烈庭同志也对本文提出宝贵意见。作者在此一并表

示衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1] 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, 39(1981), 28—35。
- [2] 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, 3(1979), 1—11。
- [3] 叶笃正等, 东亚和太平洋地区上空平均垂直环流 (二) 冬季, 大气科学, Vol.3 (1979), No.4, P299—305。
- [4] 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 (1970), No. 1, P 30—45.
- [5] 朱抱真, 大尺度热源热汇对西风带的常定扰动, 气象学报, 28(1957), P 122—140。
- [6] James C. Sadler, The upper Tropospheric circulation over the global Tropics, November 1975, Department of Meteorology university of Hawaii.
- [7] G. D. Atkinson, Forecasters' Guide to Tropical Meteorology, Published by (MAC) united States Air Force, 1971.
- [8] J. Bjerknes, Atmospheric teleconnections from the Equatorial pacific, Mon. Wea. Rev., Vol 97 (1969), No. 3, P 163—172.
- [9] T. N. Krishnamurti et al, Tropical East-West circulations during the Northern Witer, J. A. S., Vol. 30(1973), No. 5, P 780—787.