

短论

副高强度短时期演变的诊断分析

党人庆*

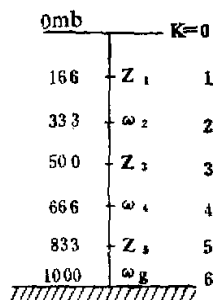
(南京大学气象系)

一、前言

西太平洋副热带高压(以下简称副高)是影响我国夏季天气的主要天气系统之一。六十年代以来,我国气象工作者探索了它的活动规律,取得了许多研究成果^[1-6]。本文是对于具有一定特点的两次副高个例作的诊断分析。这两次不同日期的副高,它们在500毫巴图上看起来很相类似,似乎都强盛,但是它们的短时期演变却显然不同。其中1971年5月26日的一次是强副高,与它有密切联系的1971年6号台风沿着它南侧的东风气流向西移行(图略)。而另一次日期为1970年8月16日的是弱副高,它的短期演变是在130°E与140°E之间,副高断裂,1970年7号台风穿过其间而向北移行(图略)。对于这两次具有这种特点的个例,大气物理所和中央气象台曾首先用卫星云图进行过研究^[7],而本文是从诊断分析方面对这两次个例作一些初步的探讨。

二、方法和计算结果

由于在海上缺少测风和湿度资料,本文采用准地转三层模式,由等压面高度场计算垂



直速度。考虑涡度平流随高度变化和温度平流作用,采用如图1所示的垂直分层,以 $\omega = dp/dt$ 表示 p 坐标中的垂直速度, $\sigma = -(1/\rho)(\partial \ln \theta / \partial p)$ 表示静力稳定度参数, v 表示水平风速矢, η 为绝对涡度, z 为等压面高度,将 ω 方程写成差分形式^[8],在 $k=2$ 即333毫巴位面上为

$$V^2 \omega_2 - \left(\frac{f^2 d^2}{2 \sigma_2 m^2 (\Delta p)^2} \right) \omega_2 = \left(\frac{g}{8 \sigma_2 \Delta p} \right) \times [J(z_3, \eta_3) - J(z_1, \eta_1)] + \left(\frac{g^2 m^2}{8 \sigma_2 d^2 \Delta p} \right) V^2 [J(z_3, z_1)] - \left(\frac{f^2 d^2}{4 m^2 \sigma_2 (\Delta p)^2} \right) \omega_4 \quad (1)$$

图1 在 $k=4$ 即666毫巴位面上为

1980年1月28日收到修改稿。

* 戴国珍同志参加了本文的计算工作,插图由石宗祥同志绘制。

$$\begin{aligned} V^2 \omega_4 - \left(\frac{f^2 d^2}{2\sigma_4 m^2 (\Delta p)^2} \right) \omega_4 = & \left(\frac{g}{8\sigma_4 \Delta p} \right) [J(z_5, \eta_5) - J(z_3, \eta_3)] \\ & + \left(\frac{g^2 m^2}{8\sigma_4 d^2 \bar{f} \Delta p} \right) V^2 [J(z_5, z_3)] - \left(\frac{\bar{f}^2 d^2}{4m^2 \sigma_4 (\Delta p)^2} \right) (\omega_6 + \omega_2) \end{aligned} \quad (2)$$

其中, 附标 2 表示在 333 毫巴位面的量, 附标 4 表示在 666 毫巴位面的量, 其他附标可参看图 1 标出的意义。在(1)式与(2)式中, d 是水平网格距, 本文取每五个纬距或经距等分为三个格点, 即格距为 $5/3$ 纬距或经距。(2)式内的 ω_6 即图 1 的 ω_g , 是表示由地面附近的摩擦与地形作用产生的垂直速度, 由于主要是分析海上的副高, 因此仅计算摩擦引起的垂直速度, 即

$$\omega_6 = -\rho_0 g \sqrt{K/2f} (\sin 2\nu) \zeta_{850}$$

其中 ρ 是空气密度, K 是湍流系数, 取为 $15 \text{ 米}^2 \text{秒}^{-1}$ 。 ν 是摩擦层中等压线与实际风的夹角, 在海上取为 15° , ζ_{850} 用 850 毫巴的地转涡度。

计算时, 将(1)式与(2)式组合作线性变换后, 用 Liebmman 张弛法算数值解。计算区域由 100°E 至 145°E , 15°N 至 40°N , 共有 $16 \times 28 = 448$ 个格点。取 $\Delta p = 333$ 毫巴。输入的等压面高度场为 850、500 以及 100 毫巴, 其中 500 与 100 毫巴高度资料用中央气象台出版的历史天气图, 850 毫巴用南京气象台的历史天气图。由拉格朗日插值公式得到 833 毫巴与 166 毫巴高度场。采用上述计算方案, 是考虑计算工作量小一些, 而又能初步解释两次副高有显著的区别。计算得到的结果如下。

图 2 与图 3 分别为 1970 年 8 月 16 日 12 时的 ω_4 与 ω_2 。由图中可看出, 在副高范围内, 大约沿 28°N 附近, 盛行上升运动 ($\omega < 0$), 尤其是对流层上部, 即在 333 毫巴位面处, 更为明显地呈现出旺盛的上升运动, 在该层, 北纬 30 度以南差不多全是上升运动。

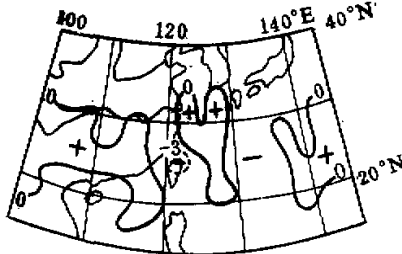


图 2 ω_4 (10^{-3} 毫巴/秒) 666 mb 位面
1970 年 8 月 16 日 12 时

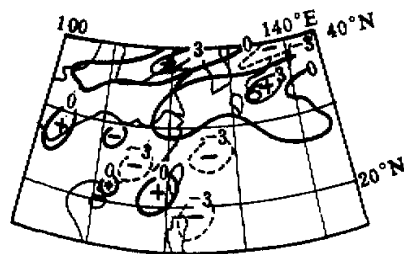


图 3 ω_2 (10^{-3} 毫巴/秒) 333 mb 位面
1970 年 8 月 16 日 12 时

图 4 与图 5 分别是 1971 年 5 月 26 日 12 时的 ω_4 与 ω_2 。图中在副高范围内, 大约沿 21°N 附近下沉运动 ($\omega > 0$) 很显著, 尤其是 666 毫巴位面上。而且, 图 4 与图 2 的 ω_4 分布也有不同, 前者(弱副高情形)呈南北方向条状分布, 而后者(强副高情形)呈东西方向带状分布, 这也是这两次个例有明显区别的特征之一, 这种特征是否仅是个别现象, 还需今后进一步研究。

以上对于两次副高个例的诊断分析表明,这两次副高的一些结构和它们要发生的演变是存在着明显的区别。

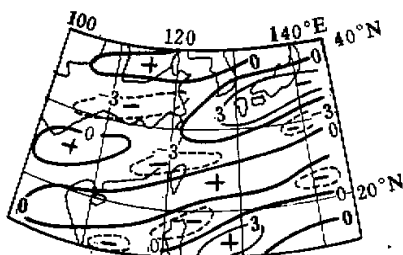


图 4 ω_1 (10^{-3} 毫巴/秒) 666 mb 位面
1971 年 5 月 26 日 12 时

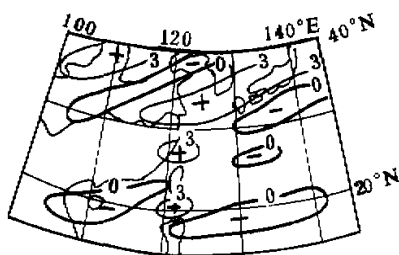


图 5 ω_2 (10^{-3} 毫巴/秒) 333 位面
1971 年 5 月 26 日 12 时

前面已提到,大气物理所和中央气象台曾用卫星云图分析这两次个例,指出它们在卫星云图上有不同的特征,并由此可看出副高的强度。将本文中算得的垂直速度场与邻近时间的卫星云图(图 6 与图 7)作比较,可以看出,有大片云系的地区是上升运动区,而大范围无云区是盛行下沉运动的地区。因此,垂直运动场与大范围云系分布是配合一致的。此外,本文的分析也可能初步解释了卫星云图上表现出的特征,它既反映出两次副高的结构有不同,也预示着演变的差别。



图 6 1971 年 5 月 26 日卫星云图



图 7 1970 年 8 月 16 日卫星云图

三、小 结

由以上所作的两次西太平洋副高个例的诊断分析表明:

- 1) 强副高范围内,盛行下沉运动;弱副高范围内,盛行上升运动。
- 2) 卫星云图上的云区和无云区与计算得到的垂直运动分布是配合一致的。如果卫星云图上副高内部少云或无云,意味着盛行下沉气流,为强副高;如果副高内部有大片云

系,意味着上升运动占优势,为弱副高。

由本文所作的分析,可以认为,对于象副高这一类天气系统,除了以天气图为主要工具之外,如果配合以某些具有动力学意义的物理量以及卫星云图,将有助于判断副高的强度并作出短期预报。至于有关物理量和卫星云图对于天气发展的具体关系,还需今后作更多的实例分析研究。

致谢: 本文承蒙黄土松和陶诗言教授指正,谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 陶诗言等,中国夏季副热带天气系统若干问题的研究,科学出版社,1963.
- [2] 黄土松等,气象学报,31, 339—359, 1962.
- [3] 黄土松等,南京大学学报(自然科学版),1978年第1期.
- [4] 汪国瓊,天气月刊,1960年第4期.
- [5] 中国科学院大气物理研究所热带气象研究组,大气科学,1977年第2期.
- [6] 陈秋士等,气象学报,34, 51—61, 1964.
- [7] 中国科学院大气物理研究所、中央气象台,台风会议文集,上海人民出版社,1972.
- [8] Haltiner G. J., Numerical Weather Prediction, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1971.
- [9] Pak, K. S., J. Appl. Meteor., 521—529, 1970.
- [10] Rao K. S. and Rajamani, S. Indian J. Met. Geophy., 247—248, 1972.