

### 第三章 自由大气中的平衡运动

- 11、考虑定常的水平圆涡旋运动，当  $r \leq R$  时空气以常角速度  $\omega$  逆时针旋转，当  $r \geq R$  时，空气的切向速度与  $r$  成反比，设空气运动满足梯度风关系和静力平衡关系，且风场是连续的，证明：通过涡旋中心高度为  $z_0$  的等压面方程为

$$z = \begin{cases} z_0 + \frac{\omega(f + \omega)}{2g} r^2, & r \leq R; \\ z_0 + \frac{\omega^2 R^2}{2g} \left(2 - \frac{R^2}{r^2}\right) + \frac{f\omega R^2}{g} \left(\frac{1}{2} + \ln \frac{r}{R}\right), & r \geq R. \end{cases}$$

- 12、一陆龙卷风以等角速度  $\omega$  逆时针旋转，设它满足旋转风方程，证明其中心的气压为

$$p = p_0 \exp\left(-\frac{\omega^2 r_0^2}{2RT}\right),$$

其中  $p_0$  是离中心距离为  $r_0$  处的气压， $T$  是气温，设为常数。若  $T=288\text{K}$ ,  $r_0 = 100\text{ m}$  米处的气压  $p_0 = 1000\text{hPa}$ ，风速为 100 米/秒。问龙卷风中心气压是多少？

- 13、在所谓的地转动量近似中，定常的圆形涡旋运动的梯度风的公式为

$$\frac{V V_g}{R} + fV = fV_g$$

式中  $V_g$  为地转风。比较由此式给出的梯度风和不采用地转动量的梯度风的值

- 14、根据以下资料，计算每一层上的垂直速度  $w$ 。假定大气为  $T=260\text{K}$  的等温大气，且 1000hPa 面上的  $W=0$ 。

气压 (kPa)	100	85	70	50	30	10
散度 $\times 10^{-5}$ / 秒	0.9	0.6	0.3	0.0	-0.6	-1.0

- 15、75-50 kPa 间的平均温度向东每 100 公里降低  $3^\circ\text{C}$ ，如果 75-kPa 面上的地转风是 20 米 / 秒的东南风，求 50kPa 面上的地转风的大小和方向。f 的值为  $10^{-4}$  / 秒。

- 16、写出  $w$  和  $\omega$  的近似关系。