

## 第六章 中纬度天气尺度系统动力学：准地转理论

23. 对涡旋系统（例如，气旋反气旋系统）和波动系统（例如，大气长波）进行尺度分析时，他们的水平特征长度尺度、速度尺度和时间尺度分别是怎样选取的？为什么？

24. 木星大气的大红斑（反气旋涡旋），中心位于南纬 22 度，南北跨越 12 个纬度，东西向跨越 25 个经度。大红斑的特征风速 100 米/秒，木星的赤道半径为 71400 公里，旋转的角速度为  $1.763 \times 10^{-4}$  /秒。大红斑受木星旋转的影响吗？

25. 锋面可看成由西向东运动系统，其南北向的特征长度尺度和特征速度尺度分别为  $L$  和  $v$ ，而东西向的特征长度尺度和速度尺度分别为  $l$  和  $u$ 。实际观测表明， $L \gg l, u \gg v, l \sim 200$  公里， $v \sim 20$  米/秒。时间尺度取  $l/u$ 。试利用  $P$  坐标系下的水平运动方程（略去垂直对流项）对锋面进行尺度分析并分析其特征。

26. 在讨论大气静力稳定度时，在大气质点受到扰动移到新的高度的过程中，我们对大气质点的压力和位温作了什么假设？可压缩和不可压缩流体的 Brunt-Väisälä 频率的表达式有何不同？

27. 在  $f$ -平面上的大气质点，受到扰动后在南北方向发生一位移，这时层结对流体没有影响，但科氏力对质点却有影响。在科氏力的作用下，大气质点若返回初始位置，则称大气是惯性稳定的；若大气质点继续远离初始位置，则称大气是惯性不稳定的。设大气初始时为纬向流且满足地转平衡，大气质点的运动不破坏初始气压场的分布，大气摩擦可忽略，试推导出描写大气质点在南北向振荡的方程为：

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d^2(\delta y)}{dt^2} = -f \left( f - \frac{\partial u_g}{\partial y} \right) \delta y$$

式中  $u_g$  为  $x$  向的地转风。并对惯性不稳定的判据进行讨论。

28. 在 500hPa 面上，在北纬 45 度的某地，其相对涡度以  $3 \times 10^{-6}$  秒<sup>-1</sup>/3 小时的速度增加，此处风为 20 米/秒的西南风，而相对涡度以  $4 \times 10^{-6}$  /100 公里秒的速率向东北方向减少，试采用  $\beta$  平面的准地转涡度方程估算出此地的水平散度。

29. 假定位势高度场由如下函数给出

$$\varphi = \varphi_0(p) + cf_0 \left[ y \left( \cos \frac{\pi p}{p_{00}} - 1 \right) + k^{-1} \sin k(x - ct) \right]$$

这里  $\varphi_0$  仅为  $p$  的函数,  $c$  为常速度,  $k$  为纬向波数,  $p_{00} = 1000hPa$ 。(a) 用准地转涡度方程求出与此位势场相一致的水平散度场 (设  $\frac{df}{dy} = 0$ )。(b) 假定  $\varpi(p_{00}) = 0$ , 利用连续性方程求出  $\varpi(x, y, p, t)$  的表达式。

29、利用上题给出的位势场和绝热的热力学方程 (设  $\sigma = \text{常数}$ ) 求出  $\varpi$ 。当  $k$  取何值时, 此两题得到的  $\varpi$  相等。