

5.2 涡度方程



涡度方程的尺度分析

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -V \cdot \nabla \zeta - \omega \frac{\partial \zeta}{\partial P} - \beta v - (\zeta + f)\delta - k \cdot \nabla \omega \times \frac{\partial V}{\partial P}$$

右端各项意义：

- ✓ 第一项为相对涡度平流项
- ✓ 第二项为相对涡度的铅直输送项
- ✓ 第三项为 β 效应项
- ✓ 第四项为散度项
- ✓ 第五项为扭转项

涡度方程的尺度分析

- ✓ 由于内核变化对台风路径影响不大，因此台风移动主要受台风外围环流影响
- ✓ 对台风外围风场，可用如下无量纲化处理

$$L \sim 500 \text{ km}, \quad \Delta P \sim 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{旋转风 } V \sim 10 \text{ ms}^{-1}, \quad \text{辐散风 } U \sim 1 \text{ ms}^{-1}$$

$$T \sim \frac{L}{V} \sim 5 \times 10^4 \text{ sec}, \quad \zeta \sim \frac{V}{L} \sim 2 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$$

$$\delta \sim \frac{U}{L} \sim 2 \times 10^{-6} \text{ sec}^{-1}, \quad \omega \sim \delta \Delta P \sim 0.2 \text{ Pa} \cdot \text{sec}^{-1}$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -V \cdot \nabla \zeta - \omega \frac{\partial \zeta}{\partial P} - \beta v - (\zeta + f)\delta - k \cdot \nabla \omega \times \frac{\partial V}{\partial P}$$

$$\text{(1)} \\ 4 \times 10^{-10}$$

$$\text{(1)} \\ 4 \times 10^{-10}$$

$$\text{(4)} \\ 4 \times 10^{-11}$$

$$\text{(2)} \\ 2 \times 10^{-10}$$

$$\text{(3)} \\ 2 \times 10^{-10}$$

$$\text{(4)} \\ 4 \times 10^{-11}$$

涡度方程的尺度分析

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -V \cdot \nabla \zeta - \omega \frac{\partial \zeta}{\partial P} - \beta v - (\zeta + f)\delta - k \cdot \nabla \omega \times \frac{\partial V}{\partial P}$$

(1) 4×10^{-10}	(1) 4×10^{-10}	(2) 2×10^{-10}
----------------------------	----------------------------	----------------------------

✓ 一级近似

- 相对涡度平流项，为保持相对涡度的守恒，台风移动主要受大尺度环境引导气流控制

✓ 二级近似

- β 效应项，为保持绝对涡度的守恒，台风有向西北移动的趋势

涡度方程的尺度分析

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -V \cdot \nabla \zeta - \omega \frac{\partial \zeta}{\partial P} - \beta v - (\zeta + f)\delta - k \cdot \nabla \omega \times \frac{\partial V}{\partial P}$$

(1) 4×10⁻¹⁰	(1) 4×10⁻¹⁰	(4) 4×10⁻¹¹	(2) 2×10⁻¹⁰	(3) 2×10⁻¹⁰	(4) 4×10⁻¹¹
---	---	---	---	---	---

✓ 三级近似

- 散度项，对流的1波非对称特征，主要与地形、摩擦的相互作用有关

✓ 四级近似

- 相对涡度的铅直输送项
- 扭转项
- 主要与垂直运动和大气斜压性有关，但小一个量级