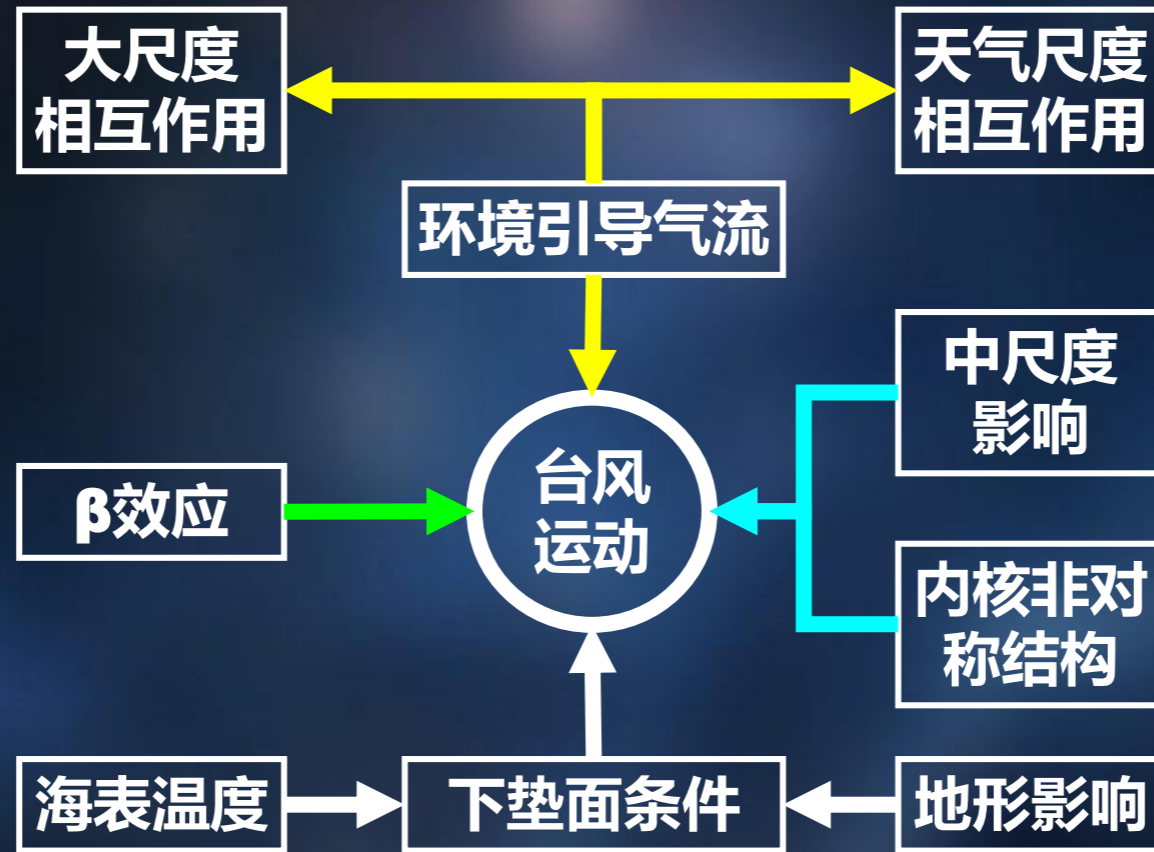


5.3 影响台风运动的主要因子



影响台风运动的主要因子



影响台风运动的主要因子

● 环境引导气流

-- Environmental steering flow

- ✓ 观测及理论均显示台风运动与大尺度流场关系密切，牵引运动是台风最主要的运动
- ✓ 大型气压场分布及大范围深厚的基本气流是台风路径预报最重要的依据，一旦大尺度流场发生调整，台风移动也会急剧变化
- ✓ 台风周围大尺度背景流场的改变，可以看成是西风带、副热带和热带辐合带三带环流形势调整的综合结果

影响台风运动的主要因子

- **环境引导气流**

- **Environmental steering flow**

- ✓ **台风路径预报的中心问题**

西风带、副热带和热带辐合带三带环流未来的变化趋势预报，以对台风路径的未来趋向做出合理判断

- **西风带、副热带环流的调整结果，可归结为西太平洋副热带高压的消长变化和进退，从而使牵引台风的引导气流发生变化，并导致台风移动路径的变化**

影响台风运动的主要因子

- **环境引导气流**

- **Environmental steering flow**

- ✓ **台风路径预报的中心问题**

西风带、副热带和热带辐合带三带环流未来的变化趋势预报，以对台风路径的未来趋向做出合理判断

- **台风向赤道一侧是赤道缓冲带和赤道高压的活跃区，台风运动还受到赤道缓冲带气流和赤道高压进退的影响**

影响台风运动的主要因子

- **环境引导气流**

- **Environmental steering flow**

- ✓ **台风路径预报的中心问题**

西风带、副热带和热带辐合带三带环流未来的变化趋势预报，以对台风路径的未来趋向做出合理判断

- **赤道高压向北挺进，缓冲带西风加强，或副热带高压与赤道高压打通时，环流调整将会造成台风突然转向东北方向移去**

● 环境引导气流的计算

- ✓ 超过70%的台风移动与环境引导气流有关
- ✓ 引导气流是准地转的，与台风实际移动方向有一定偏差

● 环境引导气流的计算

✓ 计算引导气流的难点在于如何分离台风本身的影响以及确定合适的层次或整层平均

- 单层引导气流 --- 500hPa

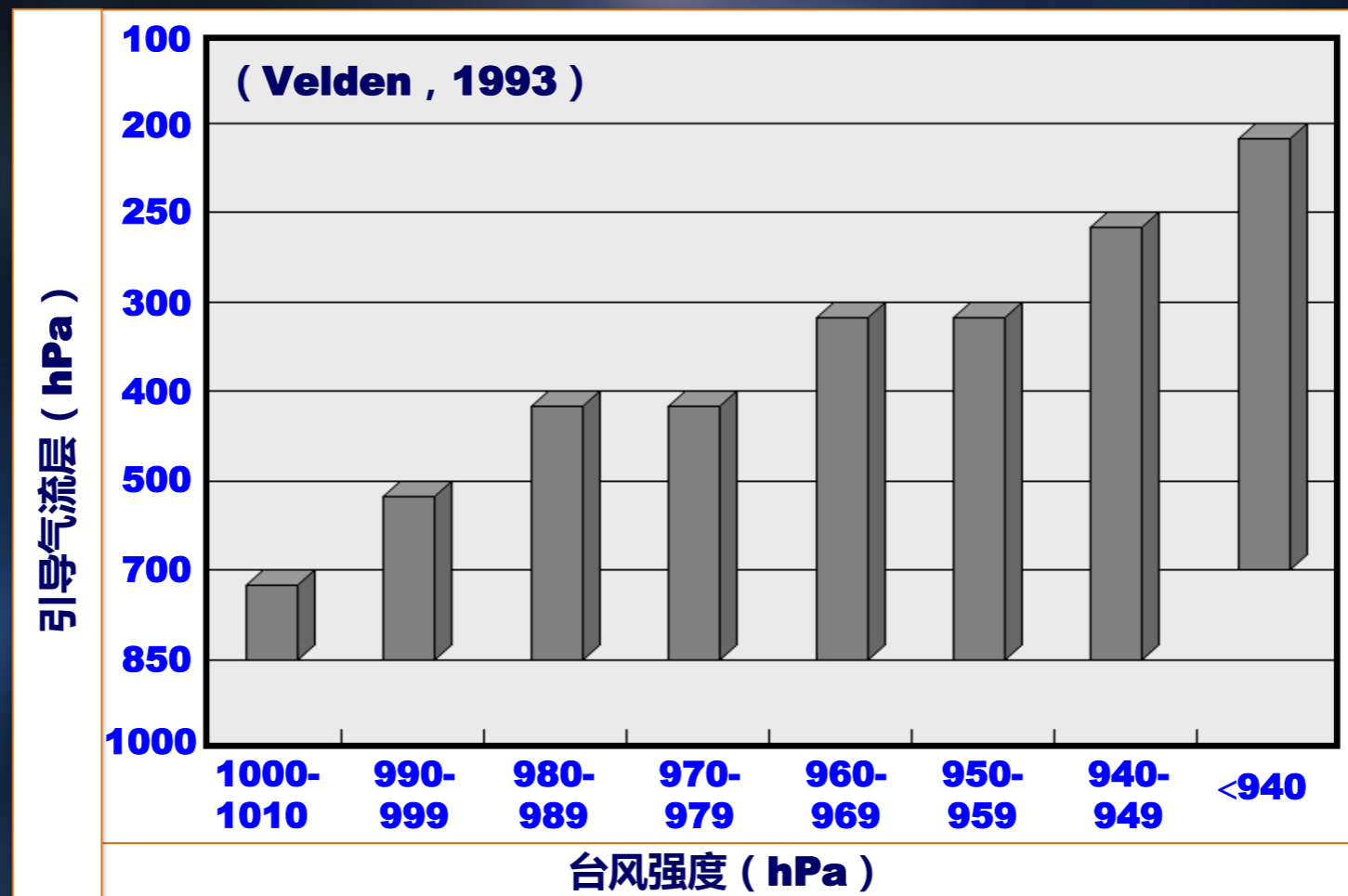
- 整层引导气流

$$\int_{100}^{1000} \vec{V} dp / \int_{100}^{1000} dp \quad \mathbf{100-1000hPa}$$

$$\int_{300}^{925} \vec{V} dp / \int_{300}^{925} dp \quad \mathbf{300-925hPa}$$

● 环境引导气流的计算

✓ 台风强度与环境引导气流的关系



● 环境引导气流的计算

✓ 位涡反演技术的应用（全部位涡反演）

位涡可表示为：

$$q = \frac{gk\pi}{p} \left[(f + \nabla^2\psi) \frac{\partial^2\Phi}{\partial\pi^2} - \frac{1}{a^2 \cos^2\phi} \frac{\partial^2\Psi}{\partial\lambda\partial\pi} \frac{\partial^2\Phi}{\partial\lambda\partial\pi} - \frac{1}{a^2} \frac{\partial^2\Psi}{\partial\phi\partial\pi} \frac{\partial^2\Phi}{\partial\phi\partial\pi} \right]$$

$$k = R_d / C_p$$

$$\pi = C_p \left(\frac{p}{p_0} \right)^k$$

● 环境引导气流的计算

- ✓ 位涡反演技术的应用（全部位涡反演）

非线性动力平衡方程：

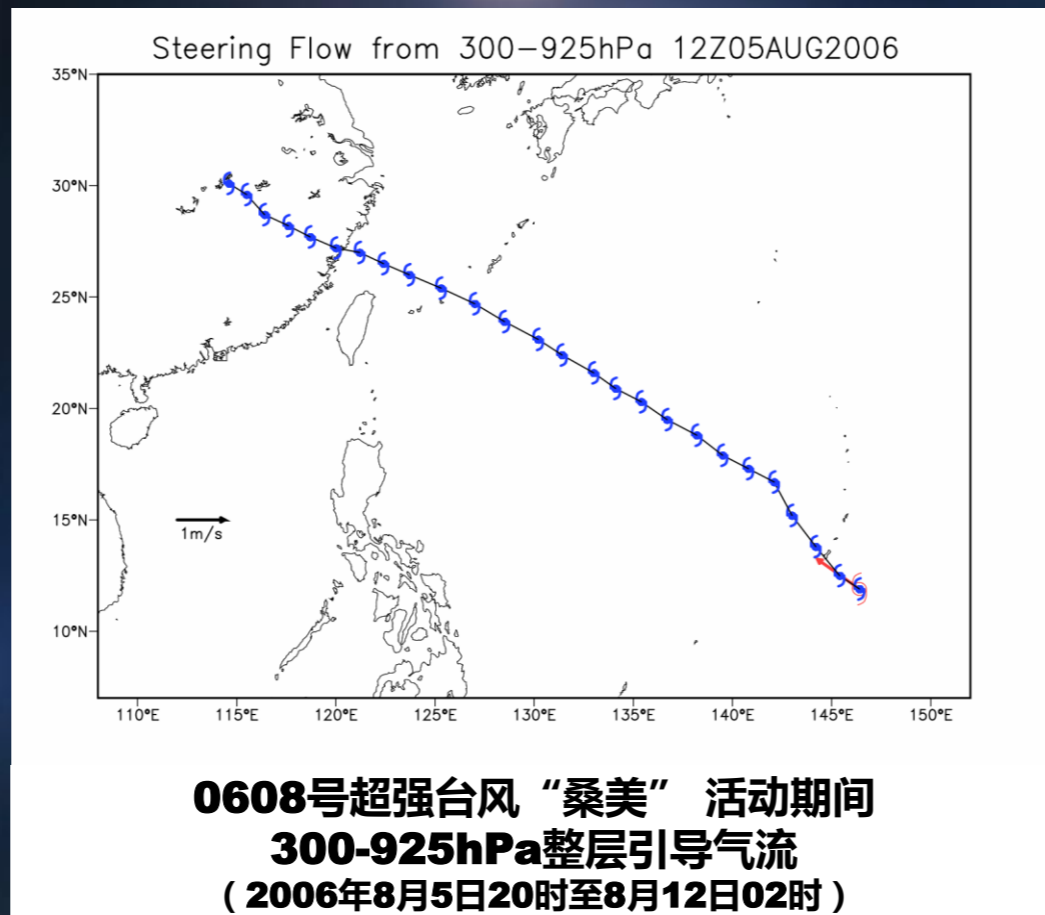
$$\nabla^2 \Phi = \nabla \cdot (f \cdot \nabla \Psi) + \frac{2}{a^4 \cos^2 \phi} \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial \lambda^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \phi^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \lambda \partial \phi} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \lambda \partial \phi} \right)$$

p ：气压， Φ ：高度场， Ψ ：流函数， a ：地球半径， ϕ ：纬度， λ ：经度

- ✓ 给定三维位涡（ q ）分布和垂直及水平边界条件
- ✓ 由位涡和非线性动力平衡方程得到相对于位涡（ q ）的满足非线性平衡的高度场（ Φ ）和流函数（ Ψ ）
- ✓ 由 Φ 和 Ψ 得到温度场（ θ ）以及风场（ V ）

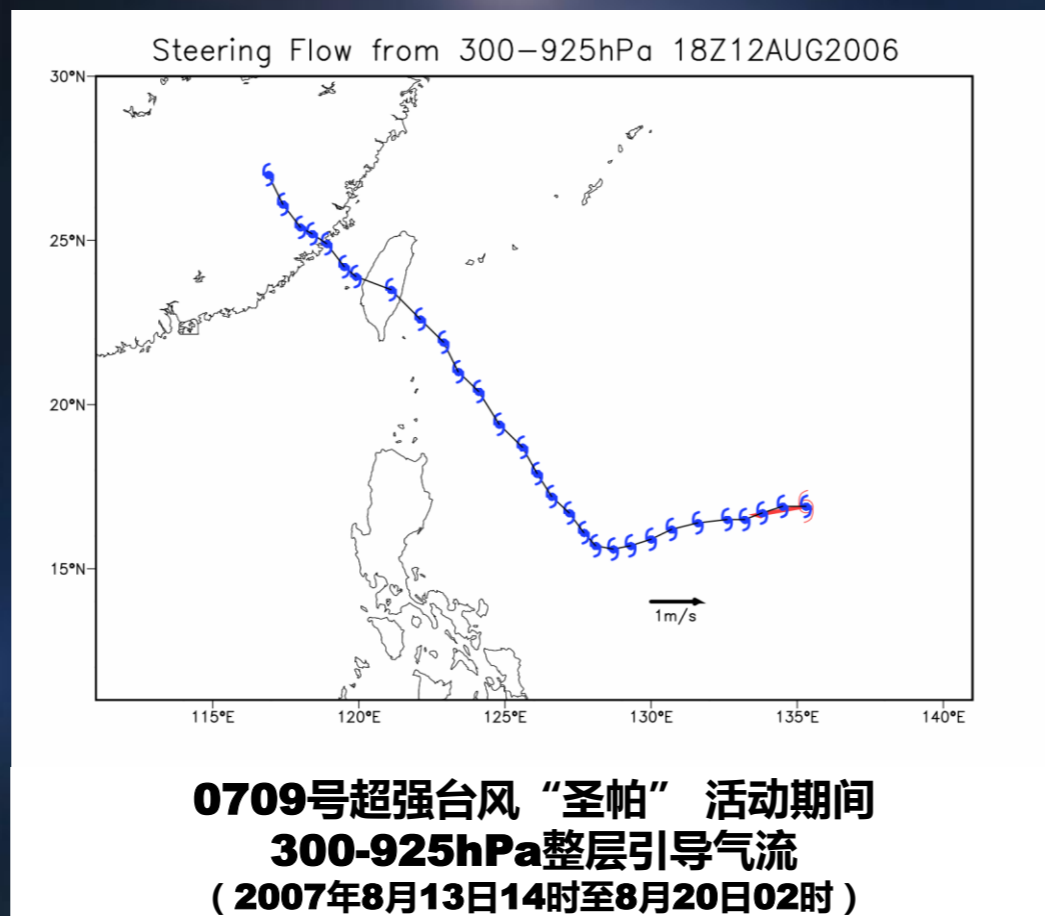
● 环境引导气流的计算

✓ 位涡反演技术的应用（全部位涡反演）



● 环境引导气流的计算

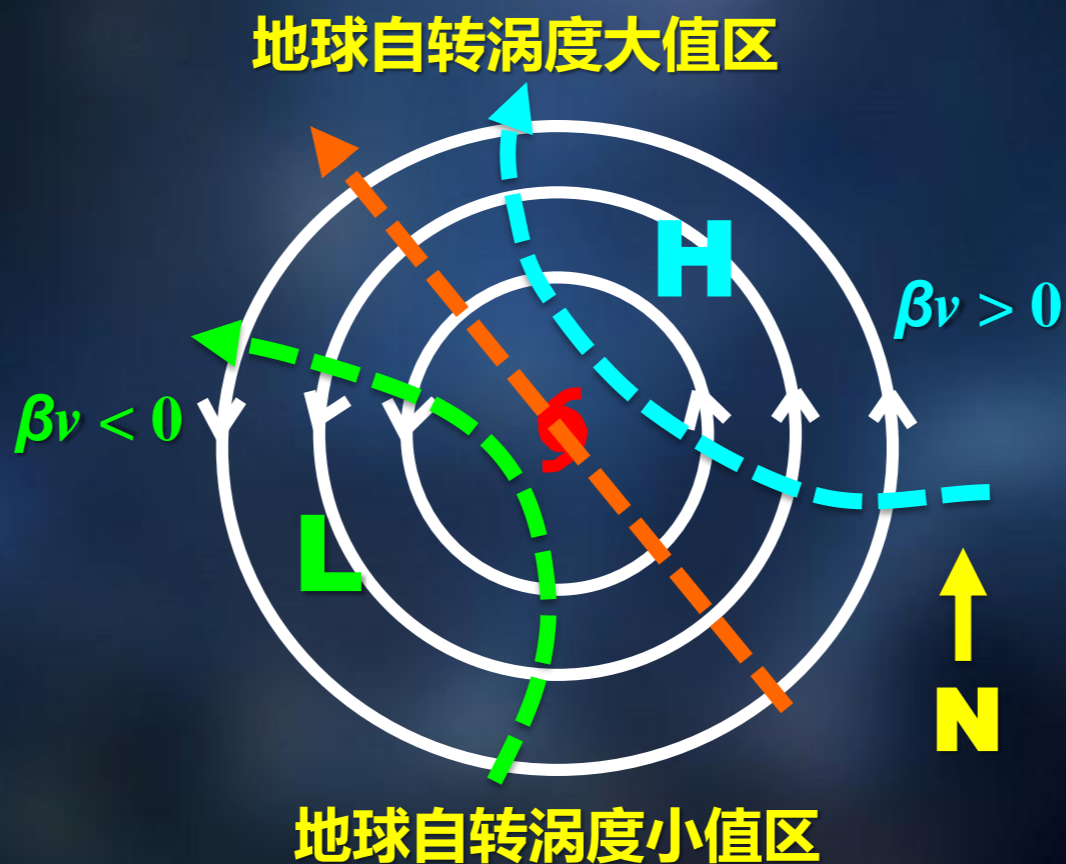
✓ 位涡反演技术的应用（全部位涡反演）



影响台风运动的主要因子

- β 效应

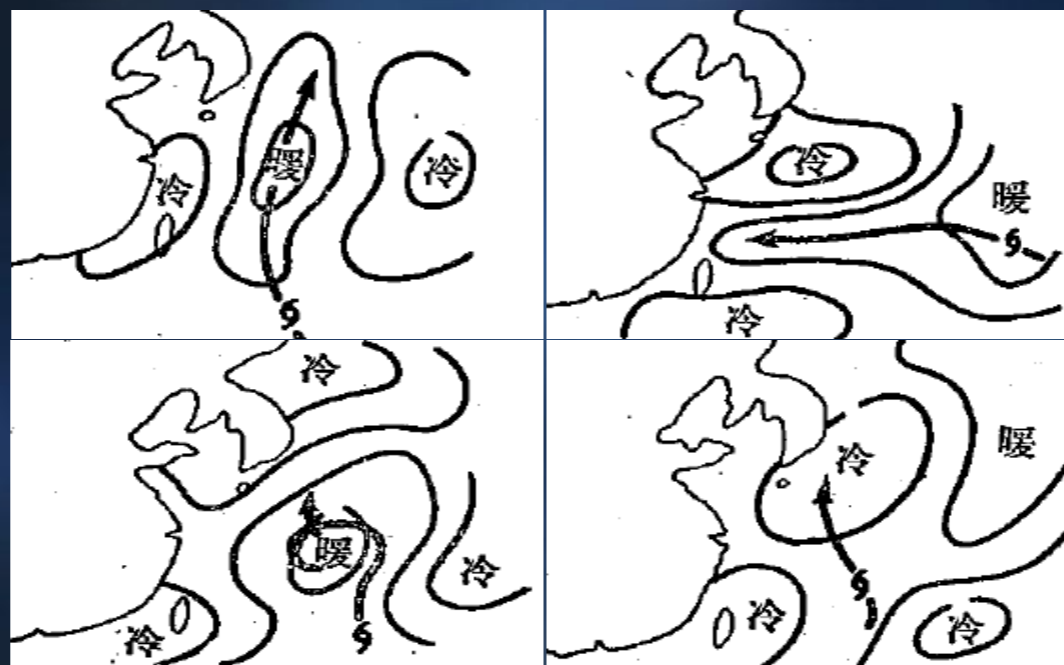
- β 效应可导致 2-4 Kt (3.7-7.4km/h) 向西北方向移动的引导气流



影响台风运动的主要因子

● 下垫面条件 -- 海面

- 台风在下垫面上向一定方向移动，下垫面状况对它的运动同样造成影响
- 台风有一种趋暖运动，在弱引导环境中，往往有移向暖海面的趋势



四种海温分布型与台风路径的关系

影响台风运动的主要因子

● 下垫面条件 -- 岛屿和陆地

✓ 诱生低压 (**induced low**) 现象，常使路径预报变得复杂

- 西北太平洋三个岛屿会产生诱生低压，即我国台湾岛、日本本岛和吕宋岛
- 台湾岛是诱生低压产生的高频岛屿，诱生率达**24%**左右
- 台风靠近或穿过菲律宾和日本，偶尔也会产生诱生低压
- 台风经过海南岛，基本不产生诱生低压

影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件** -- 岛屿和陆地

- ✓ 诱生低压 (**induced low**) 现象 , 常使路径预报变得复杂

- 诱生低压生成后 , 台风和诱生低压表现为两种情况 :

- ① 原中心消亡 , 诱生低压中心加强成为新的台风中心 , 台风中心发生了跳跃

- ② 两个中心都移动或先后登陆

影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件 -- 岛屿和陆地**

- ✓ **台湾岛诱生低压对路径的影响**

- **登陆台湾岛或由南海进入台湾海峡东侧的台风，有时产生诱生低压（环流副中心），副中心取代主中心，路径发生转折或跳跃**

- ① **副中心位于主中心西北侧，台风路径北折，出现较多**

- ② **副中心位于主中心西南侧，台风路径南折，出现较少**

- ③ **副中心位于主中心北侧或东北侧，路径发生明显跳跃，极少出现**

影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件 -- 岛屿和陆地**

- ✓ **台湾岛诱生低压的出现位置**

- 花莲以南登陆，副中心多出现在主中心西北侧，新竹、台中附近居多，少数出现在主中心西南侧的马功附近
- 花莲以北登陆，副中心多出现在主中心东南侧，使主中心发生短暂左折，副中心维持时间较短

影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件 -- 岛屿和陆地**

- ✓ 台湾岛诱生低压的出现位置

- 台湾岛南部海面经过或由巴士海峡进入福建南部沿海，或由南海向东北方向移动进入台湾海峡南部，或台湾岛西侧登陆台风，副中心可能出现在主中心北侧或东北侧

影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件** -- 岛屿和陆地

- ✓ 侵台台风“自由”过山与“分裂”过山之条件

A.以台风移向与中央山脉长轴方向的夹角 (β) 表示：

a.自由过山： $70^\circ \leq \beta \leq 110^\circ$ ，与台风强度无关。

b.分裂过山： $110^\circ < \beta \leq 170^\circ$ ，与台风强度无关。

B.以台风气流方向与中央山脉长轴方向的夹角 (α) 表示：

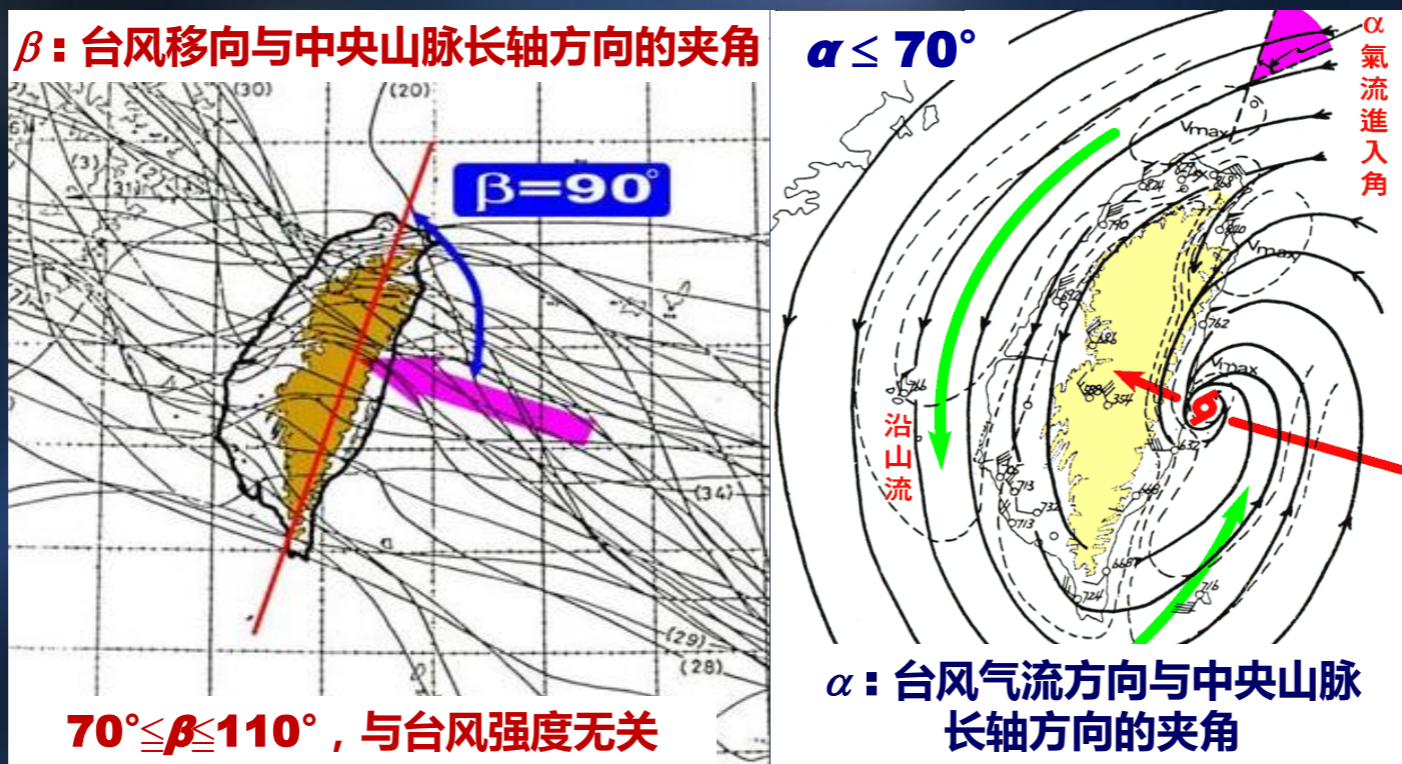
a.自由过山： $\alpha \leq 70^\circ$

b.分裂过山： $\alpha > 70^\circ$

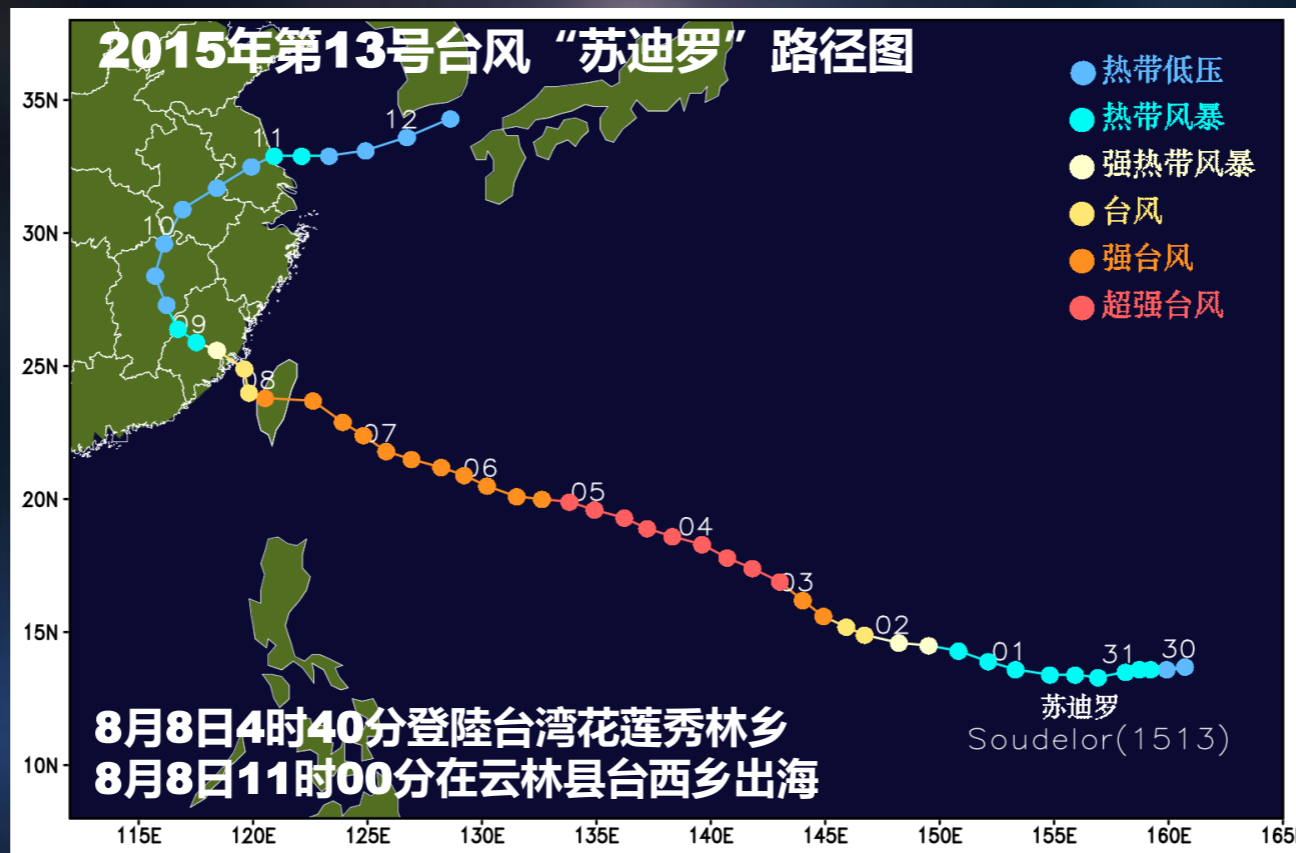
注：**A**为必要条件，**B**为辅助条件。

影响台风运动的主要因子

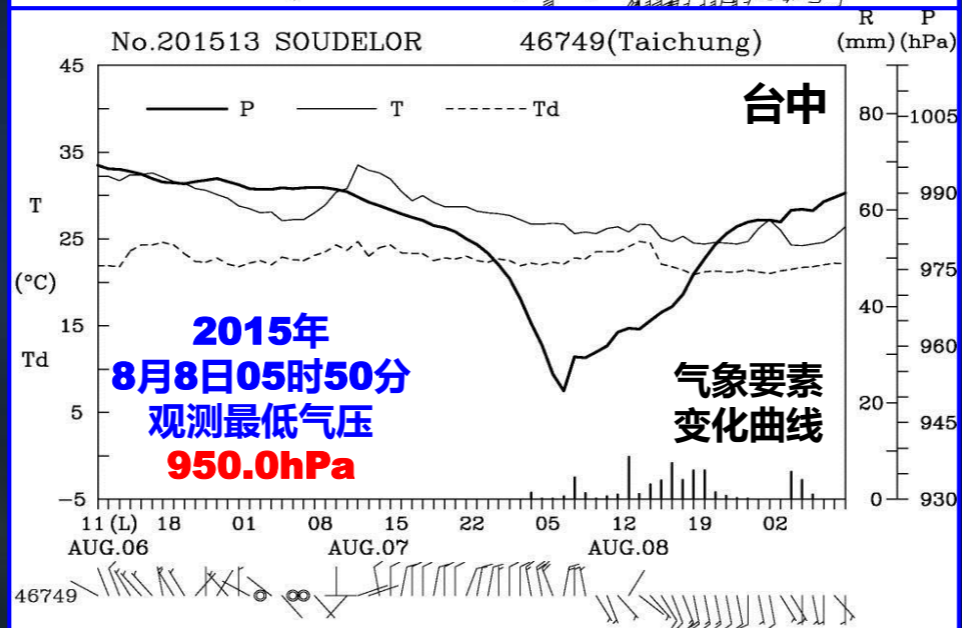
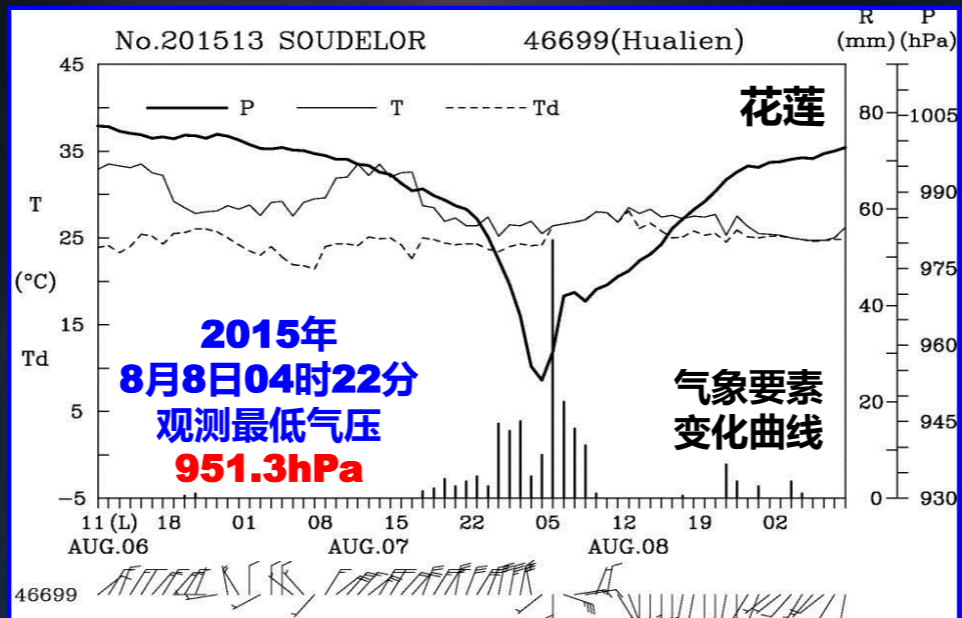
- 下垫面条件 -- 岛屿和陆地
 - ✓ 侵台台风“自由”过山的条件



● 诱生低压个例 (1)

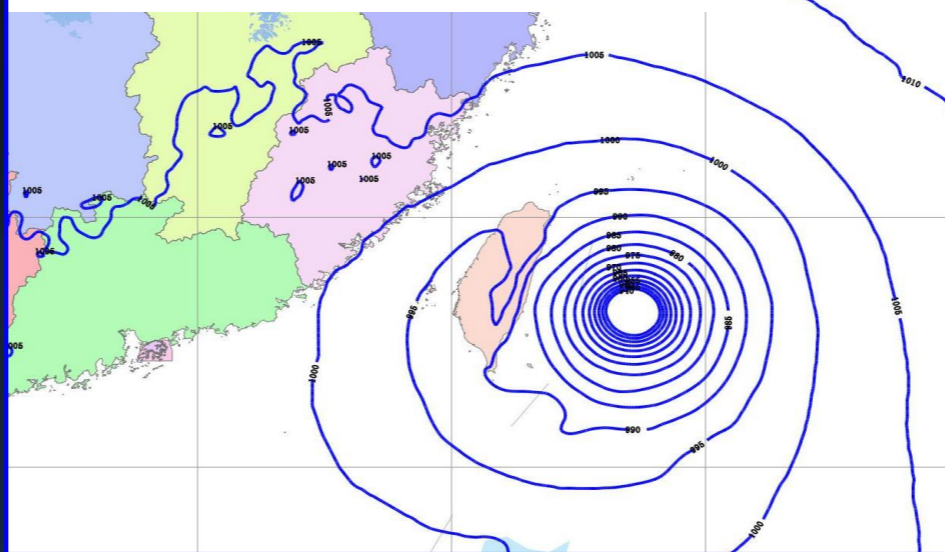


● 诱生低压个例 (1)

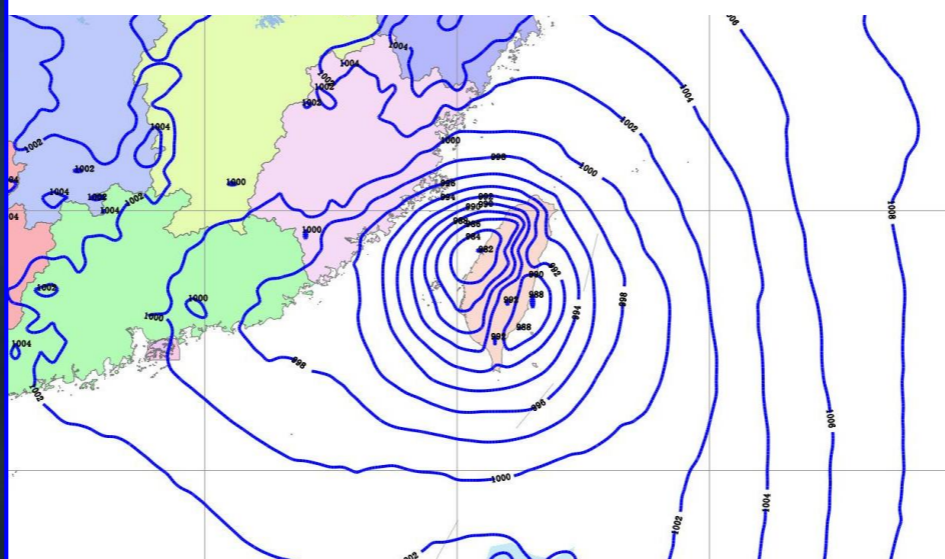


● 诱生低压个例 (1)

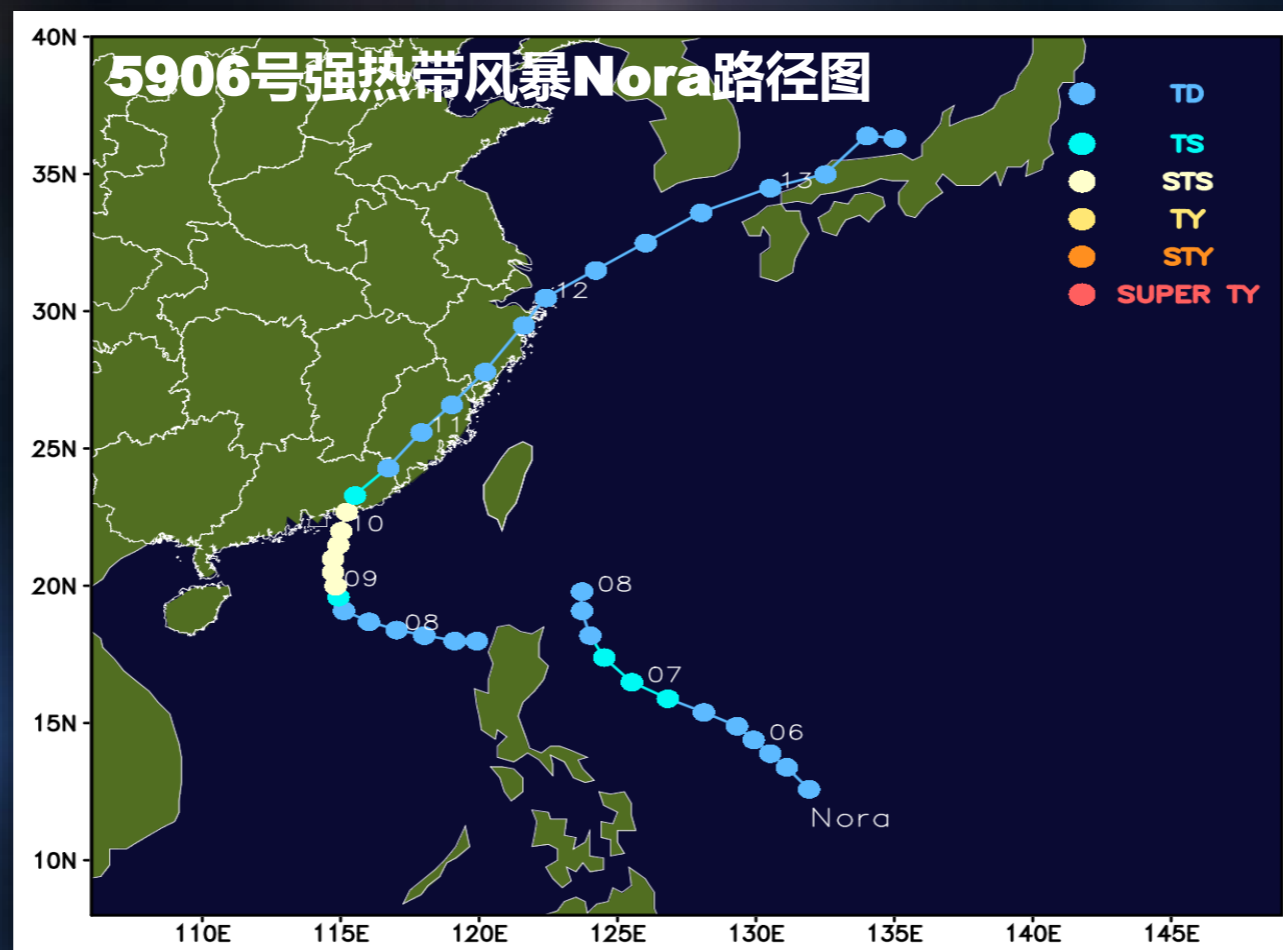
2015年8月7日20时海平面气压分析场



2015年8月7日20时海平面气压6小时预报场



● 诱生低压个例 (2)



影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件** -- 岛屿和陆地

- ✓ 西北或西偏北行台风靠近台湾岛时：**北折**

- ① 中心进入 $21-23^{\circ}\text{N}$ ， $125-128^{\circ}\text{E}$ 区域，路径可能北折

因为台风西侧外围环流的北风受台湾岛地形摩擦影响减弱，东侧南风风速维持，产生向北合成风速矢，台风北折

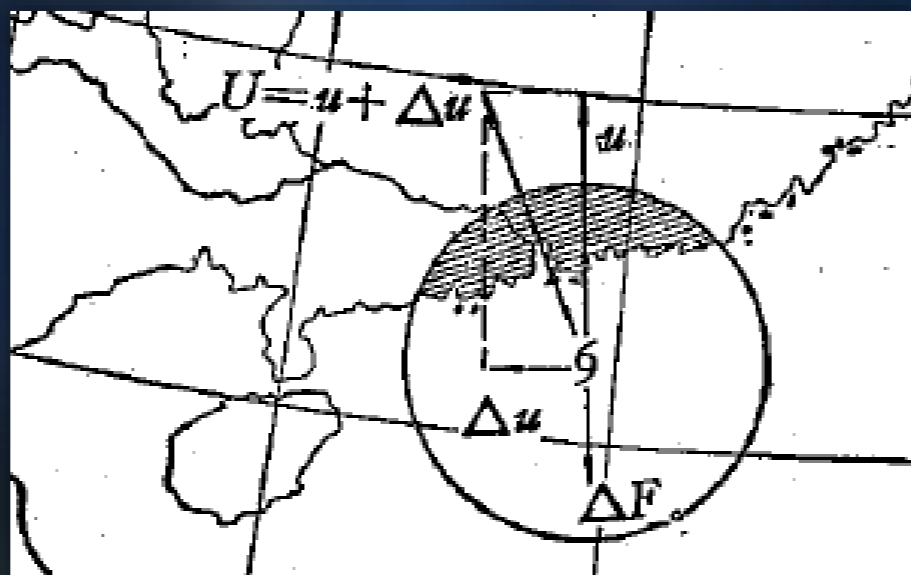
- ② 台风西侧环流进入台湾海峡后，西侧外围环流风速增强，整个台风风场调整，台风则可能会继续沿着北折前移动方向移动

影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件** -- 岛屿和陆地

- ✓ 正面登陆的台风，陆地或大型岛屿的加速作用有两部分组成：**左折和加速**，前提是登陆前后基本流场稳定

- ① 登陆华南台风 -- 左折和加速

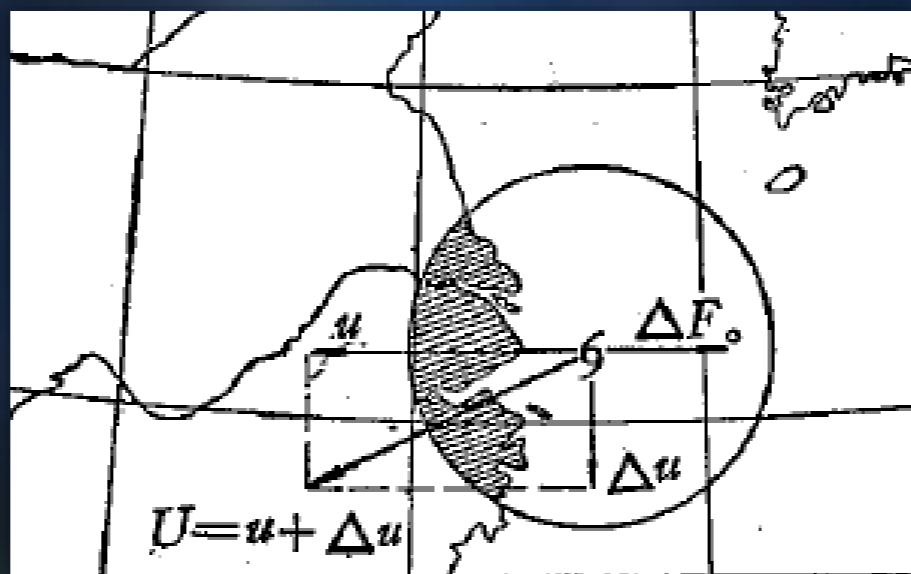


影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件** -- 岛屿和陆地

- ✓ 正面登陆的台风，陆地或大型岛屿的加速作用有两部分组成：**左折和加速**，前提是登陆前后基本流场稳定

- ② 登陆华东台风

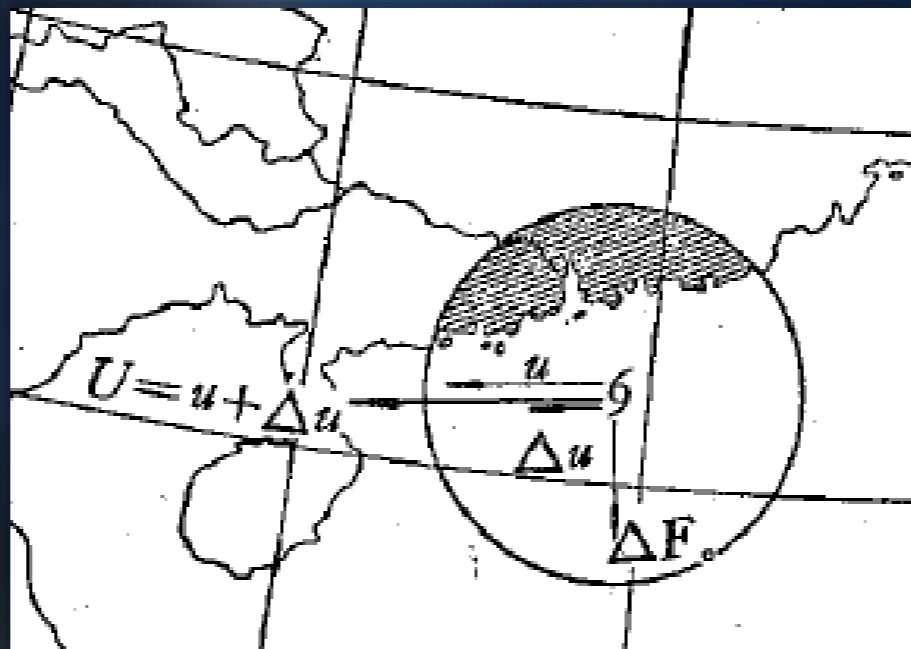


影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件** -- 岛屿和陆地

- ✓ 沿海岸移动的台风，陆地或岛屿的作用则可能是**减速或加速**

- ① 沿华南沿岸西行台风 -- 加速

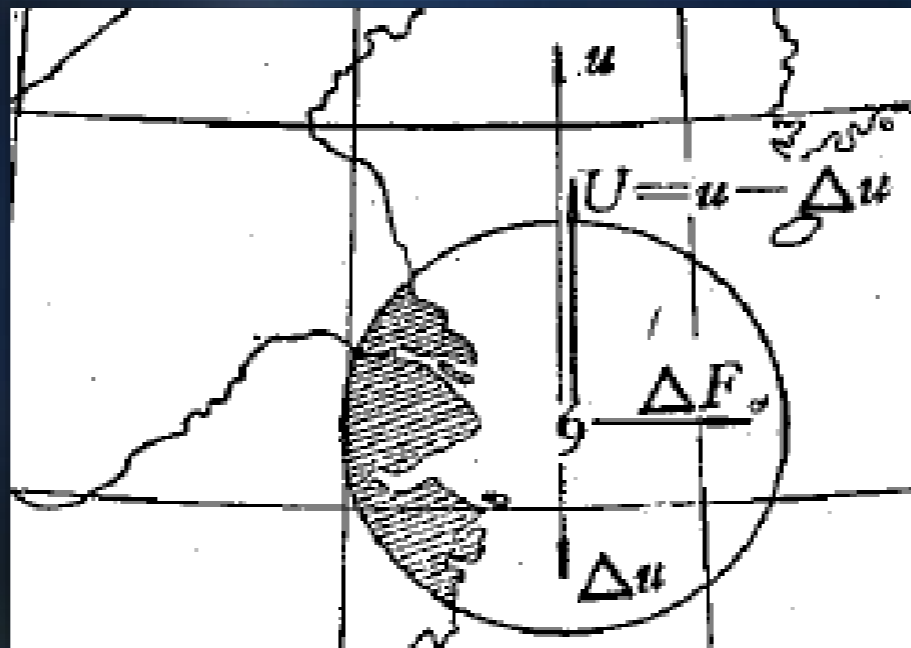


影响台风运动的主要因子

- **下垫面条件** -- 岛屿和陆地

- ✓ 沿海岸移动的台风，陆地或岛屿的作用则可能是**减速或加速**

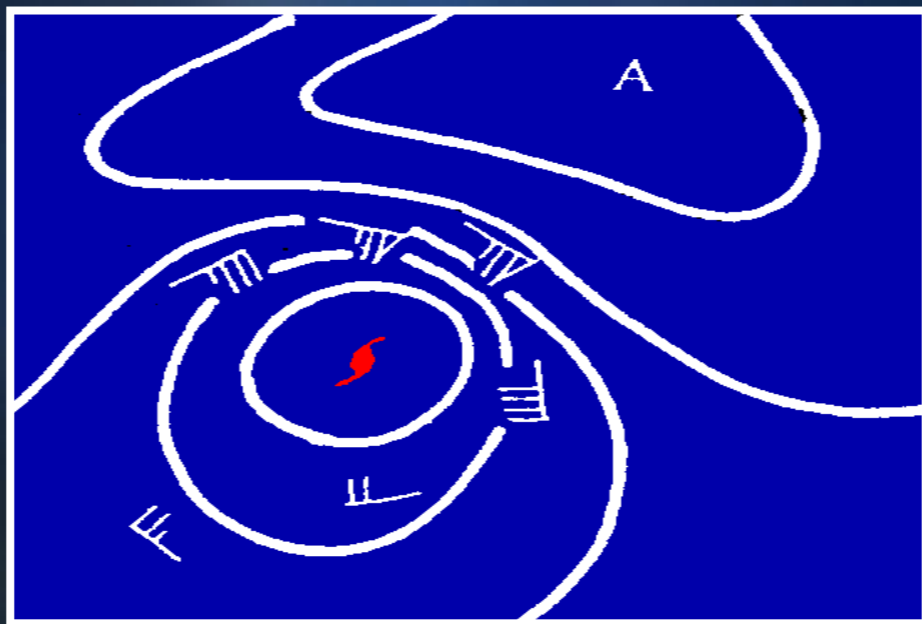
- ② 沿华东沿岸北上台风 -- 减速



影响台风运动的主要因子

- **非对称结构**

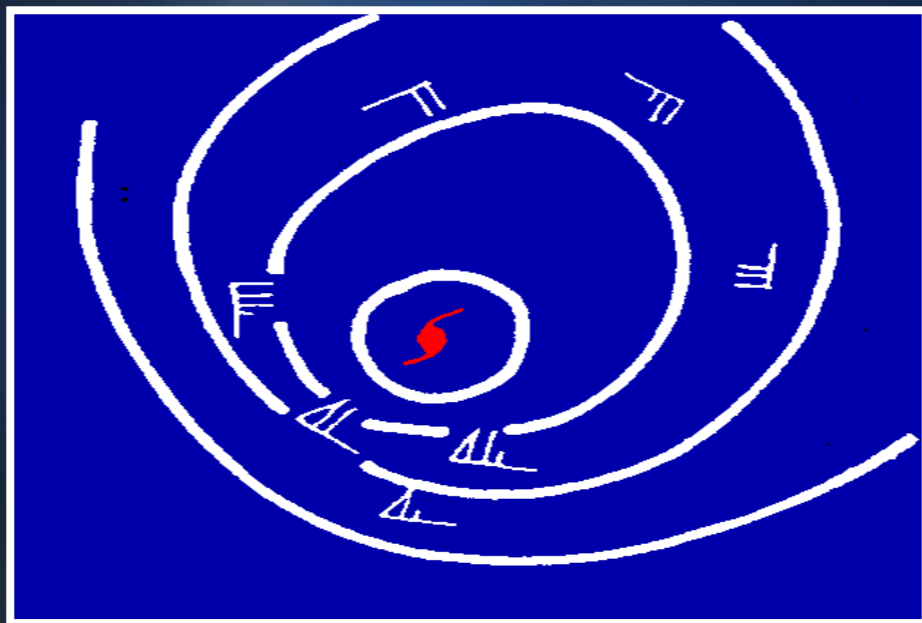
- ✓ 台风内部等高线和风场的非对称分布也会影响台风运动，尤其在弱引导气流环境中
- ① 等高线稠密区或强风区出现在东北象限，台风向偏西或西北方向快速移动，一般不会转向



影响台风运动的主要因子

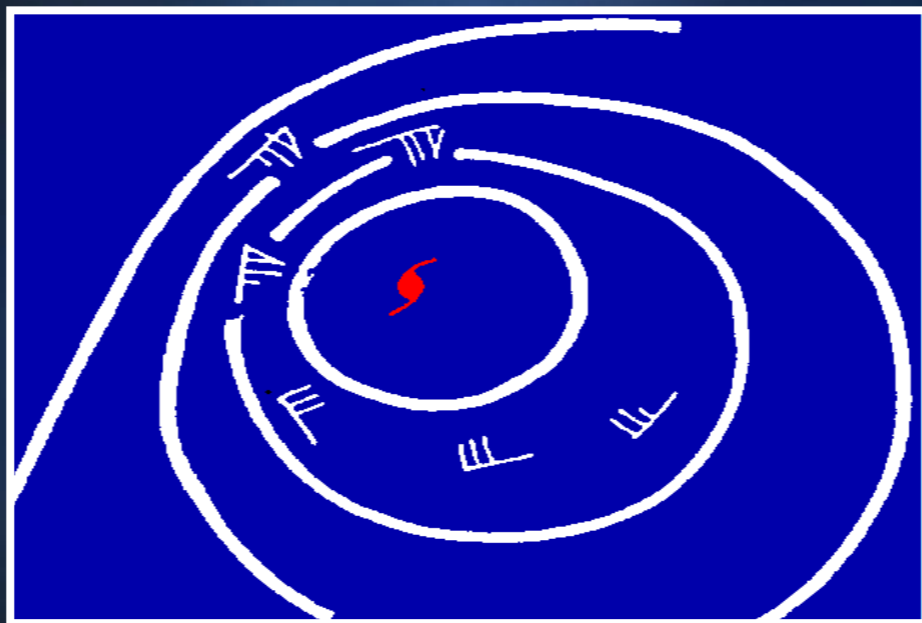
- **非对称结构**

- ② 等高线密集区或强风区出现在西南象限（由东北象限逆时针旋转至西南象限），台风向偏西方向移动速度将显著减慢，较大可能出现转向；



影响台风运动的主要因子

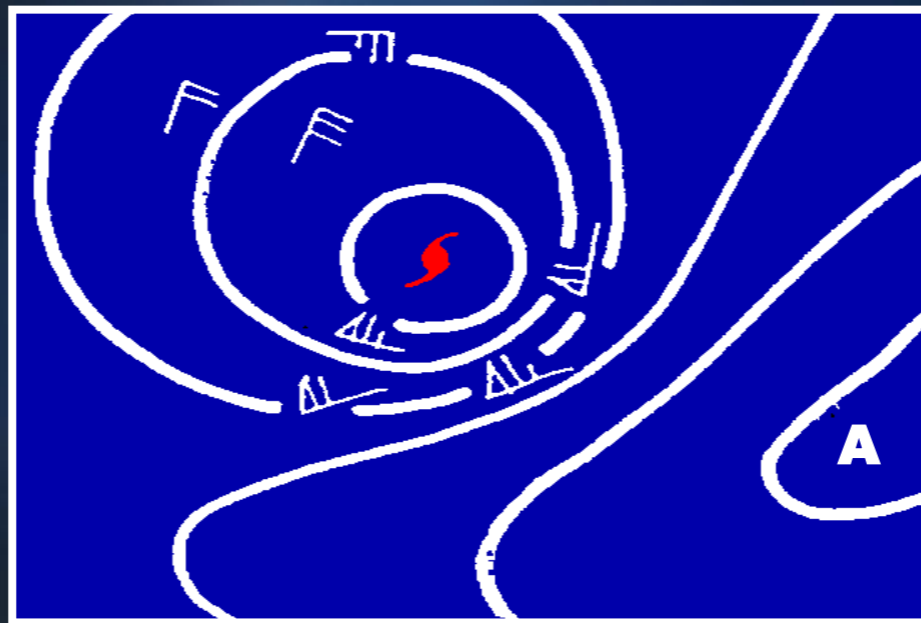
- 非对称结构
- ③ 等高线稠密区或强风区出现在西北象限，台风有可能出现打转或向西南方向转折



影响台风运动的主要因子

- 非对称结构

- ④ 等高线密集区或强风区出现在东南象限，一般台风已转向到副热带高压西北侧，台风将向东北快速移去



影响台风运动的主要因子

● 中尺度系统

- ✓ 台风运动不仅受周围天气尺度系统的影响，中尺度对流系统也会对台风运动产生影响
- ① 中尺度系统出现在台风环流的东北方，会使台风路径向西偏折
- ② 位于台风环流东南方向的中尺度系统也会使台风略向西偏折
- ③ 台风西南和西北象限的中尺度系统会使台风比原来的路径偏东一些

影响台风运动的主要因子

● 中尺度系统

- ✓ 台风运动不仅受周围天气尺度系统的影响，中尺度对流系统也会对台风运动产生影响
- ④ 台风东北方近距离的环流系统对其运动的影响尤其应注意
 - 台风东北方的中尺度系统会造成台风向西偏折
 - 台风东北方的次天气尺度东风波（**Easterly wave**）和另一个台风会造成台风更为明显的向西偏折