

# 气象学与气候学

## 第五章 天气系统



授课老师：杨静 教授

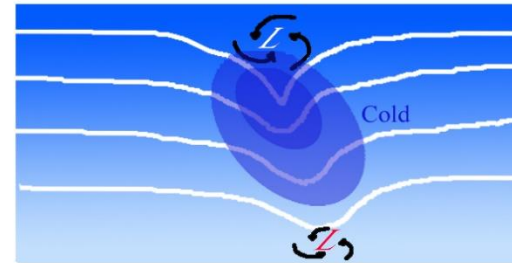
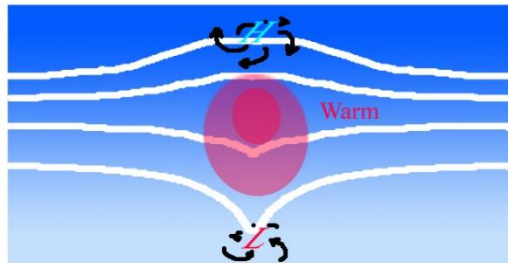
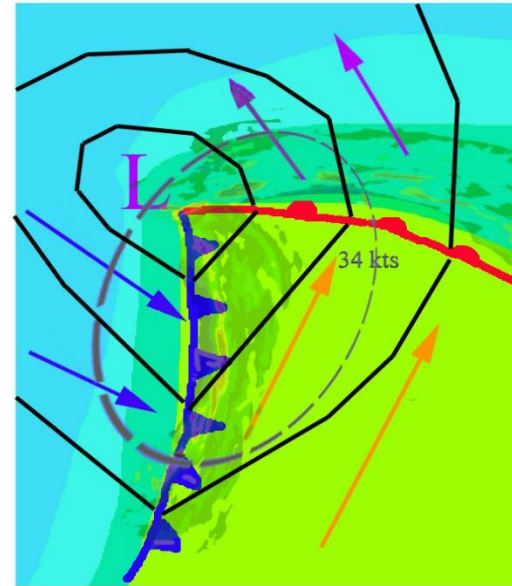
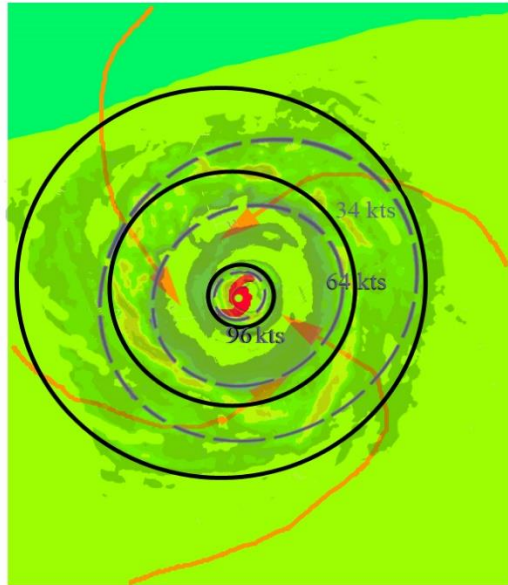
13426150125

yangjing@bnu.edu.cn

京师科技大厦B909

# 热带气旋

# 温带气旋（锋面气旋）



Tropical Cyclone

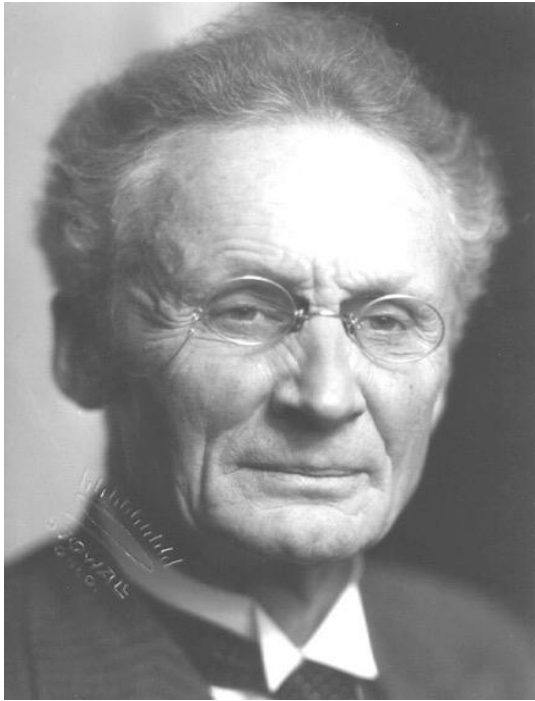
Extratropical Cyclone

Merrill 1993

<https://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/A7.html>

# 第五章 天气系统

## 中纬度天气系统：温带气旋（锋面气旋）



- 以Vilhelm Bjerknes (1862-1951)为首的挪威学派提出锋面理论和温带气旋的发展思想
- 锋面和气团理论以及锋面不稳定理论的提出对天气预报有重要的作用

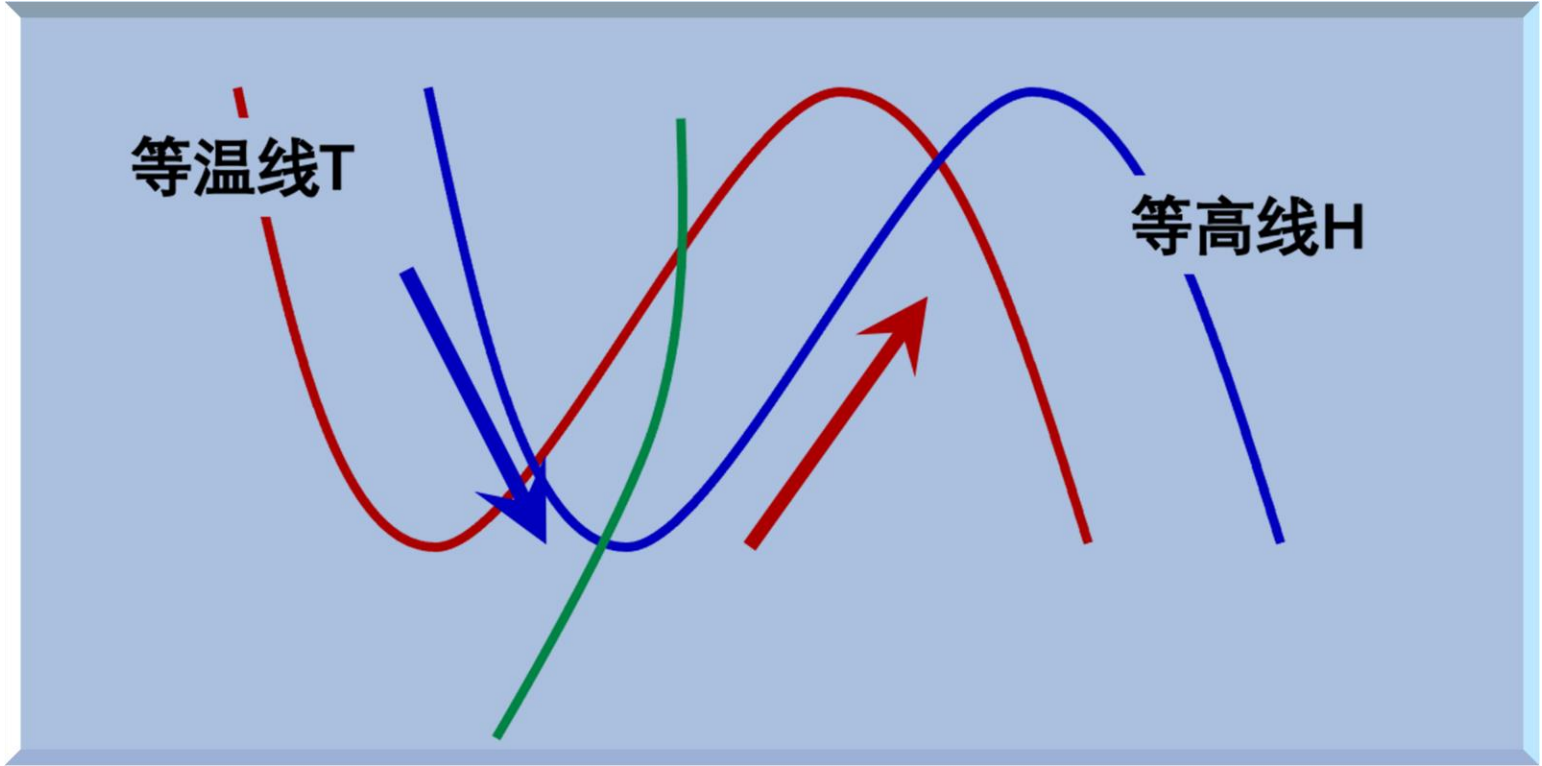
**A Norwegian scientist who was one of the founders of modern meteorology and scientific weather forecasting**

# 第五章 天气系统

## 中纬度天气系统：温带气旋（锋面气旋）

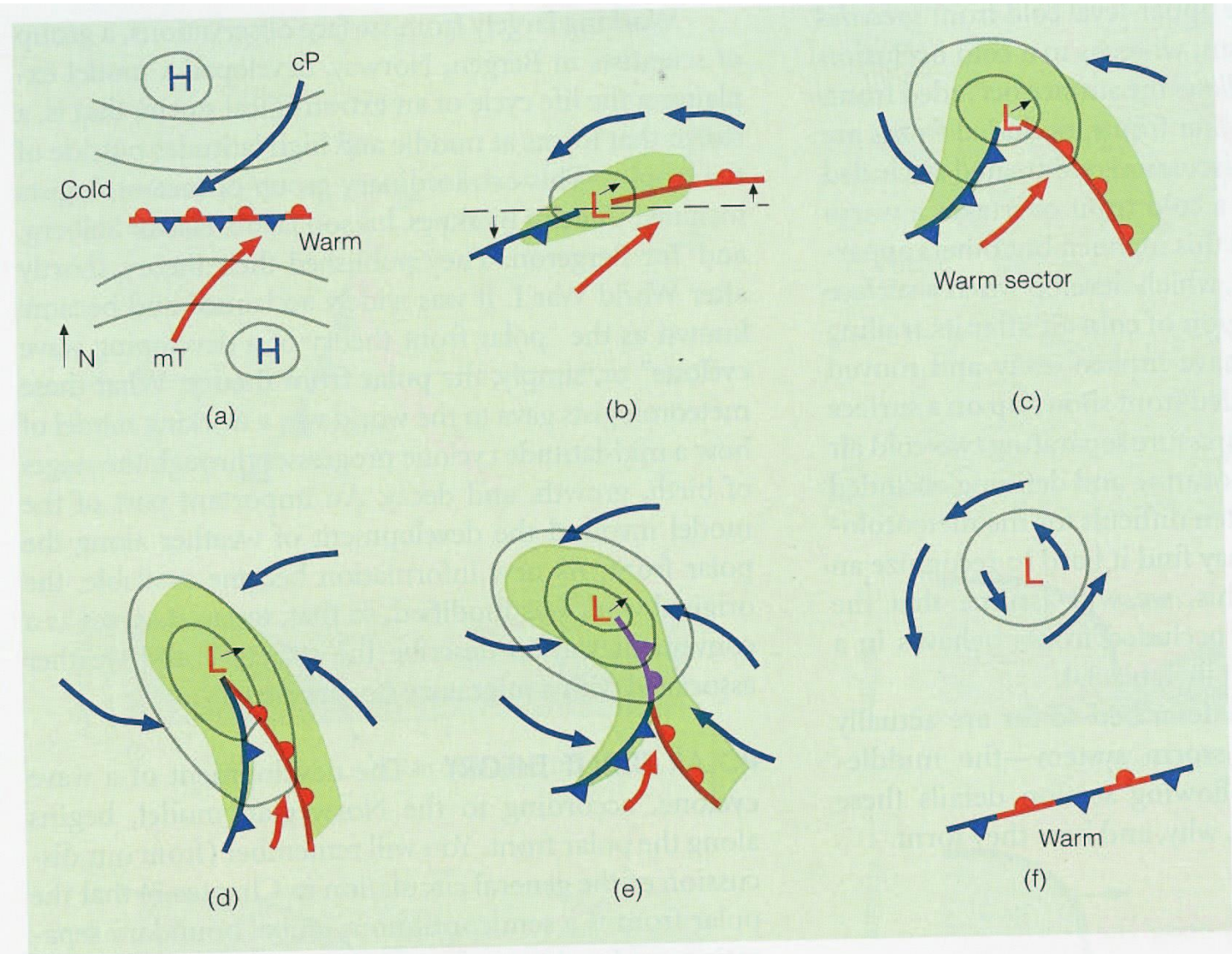
- 呈逆时针方向旋转的涡旋
- 自中心向前方伸展出一条暖锋，向后方伸展出一条冷锋
- 冷、暖锋以南为暖空气，以北为冷空气。





# 第五章 天气系统

## 中纬度天气系统：温带气旋（锋面气旋）

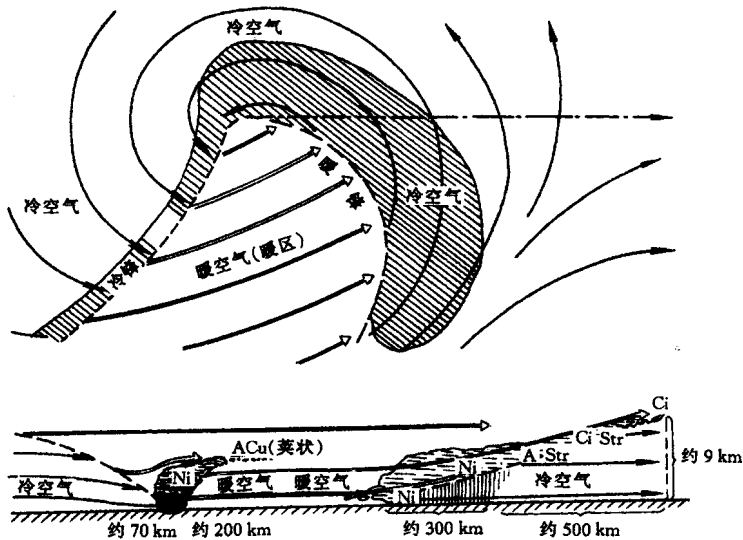


# 第五章 天气系统

## 中纬度天气系统：温带气旋（锋面气旋）

### □成熟气旋的天气模式：

- ❖ 气旋前方是暖锋云系和连续性降水；
- ❖ 气旋后方是狭窄的冷锋云系和降水
- ❖ 气旋中间是暖气团天气，若水汽充足会有层云和毛毛雨/雾，若干燥，薄云无降水



# 第五章 天气系统

## 中纬度天气系统：温带反气旋（冷性反气旋）

- 产生于寒冷的中高纬度地区
- 冬季多见
- 出现在近地面，中心气压非常高（1020-1040hPa）
- 水平范围广
- 受高空脊线引导而移动，南移造成**寒潮**

# 第五章 天气系统

## 中纬度天气系统：温带反气旋（冷性反气旋）

- 冷性反气旋南移，造成的强冷空气袭击，给流经地区造成距离降温（达10度以上）、霜冻、大风、雨雪等灾害性天气
- 经向环流向纬向环流形势的调整
- 前缘伴有冷锋



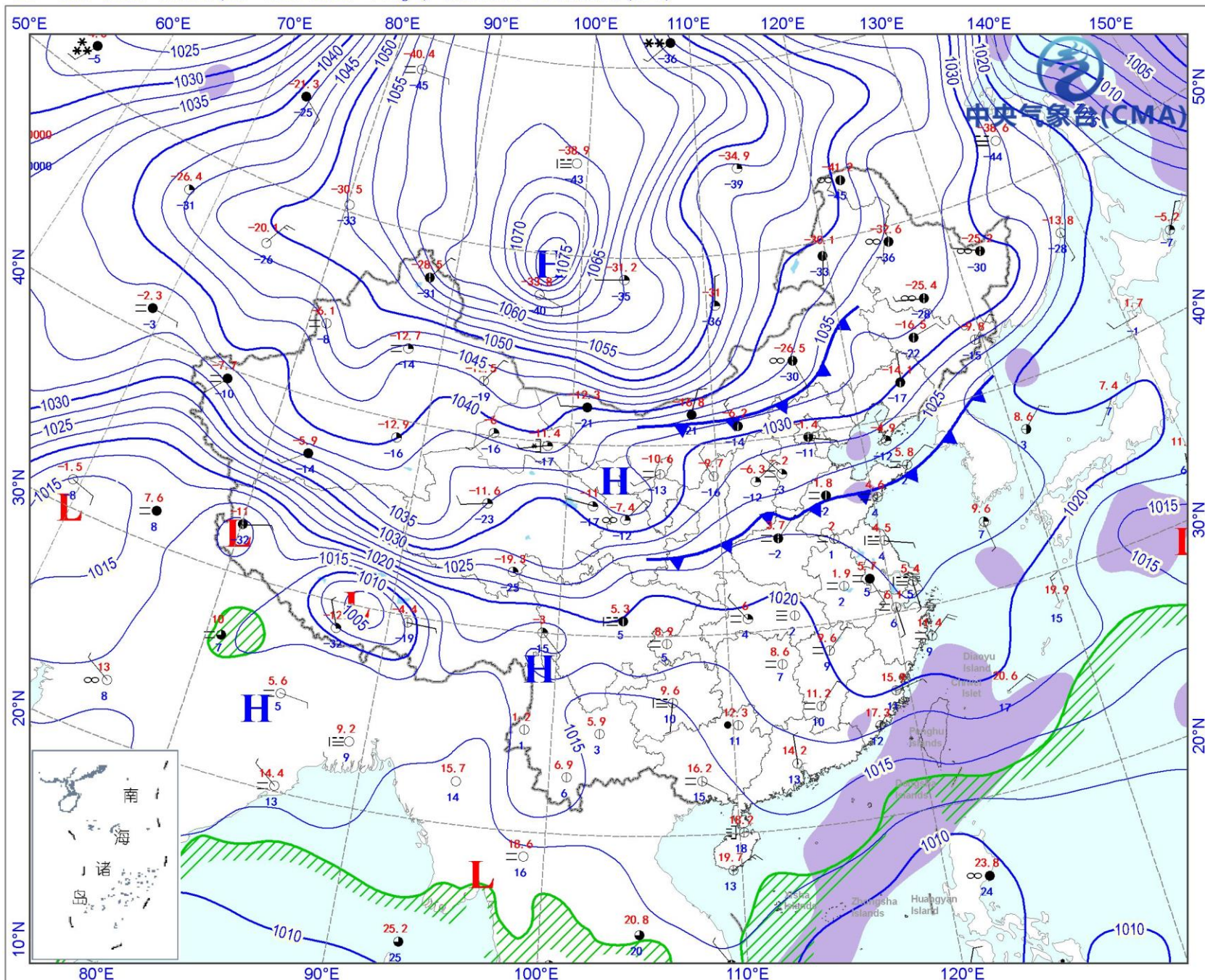
## 第五章 天气系统

### 中纬度天气系统：温带反气旋（冷性反气旋）

□反气旋向低纬度移动后，冷气团性质变弱，最后前面锋面消失，并入副热带高压中。

气团变性

28 DEC 2020 00UTC(28 DEC 2020 08BJT) Surface Pressure(hPa)

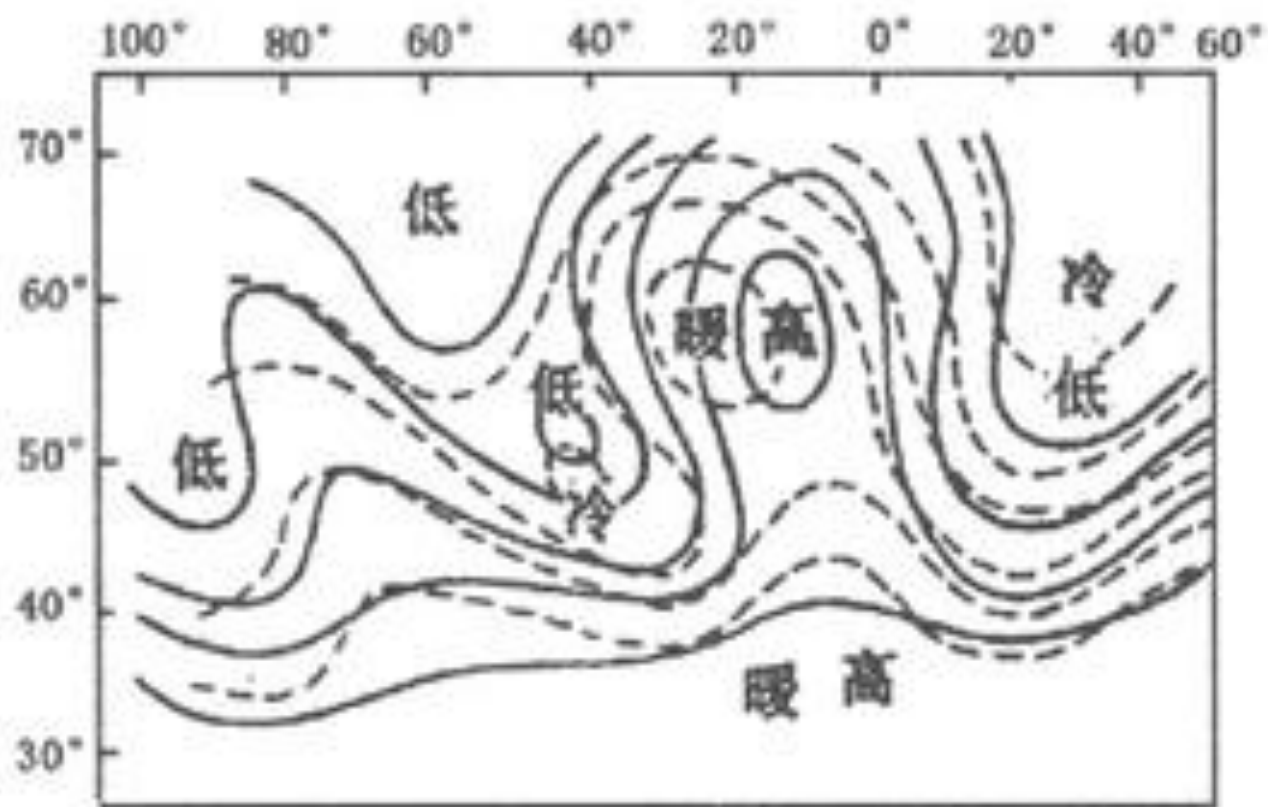


## 第五章 天气系统

### 中纬度天气系统：阻塞高压（Blocking）

□在西风带长波槽脊的演变过程中，高压脊不断北伸，致使脊的北部暖空气与母体脱离，在脊的北边出现闭合环流，形成暖高压中心，因其有阻挡上游波动向下游传播的功能，故称为阻塞高压

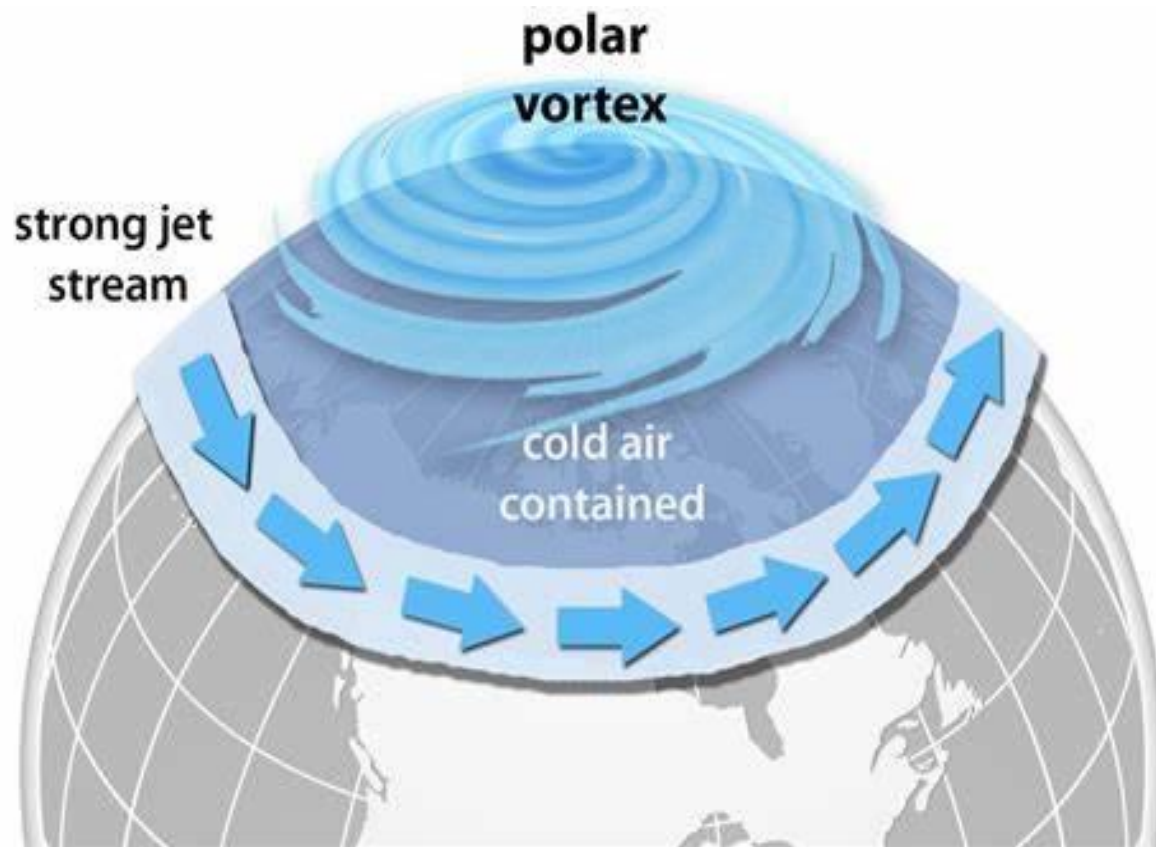
**常常导致极端灾害！**



# 第五章 天气系统

## 高纬度天气系统：极涡 (Polar Vortex)

- 绕极的持续性气旋性环流，位于**对流层中上层和平流层的冷低压**，是由强劲的冷空气和快速旋转的风构成。
- 极涡在对流层中上层对应的旋转气流就是前面提到的极锋急流。冬季，由于极夜的存在，经向温度梯度很大，急流加强，极涡最为强劲。极涡夏季较弱。
- 极涡中心偏向的地区气温偏冷，常常出现极端冷事件。

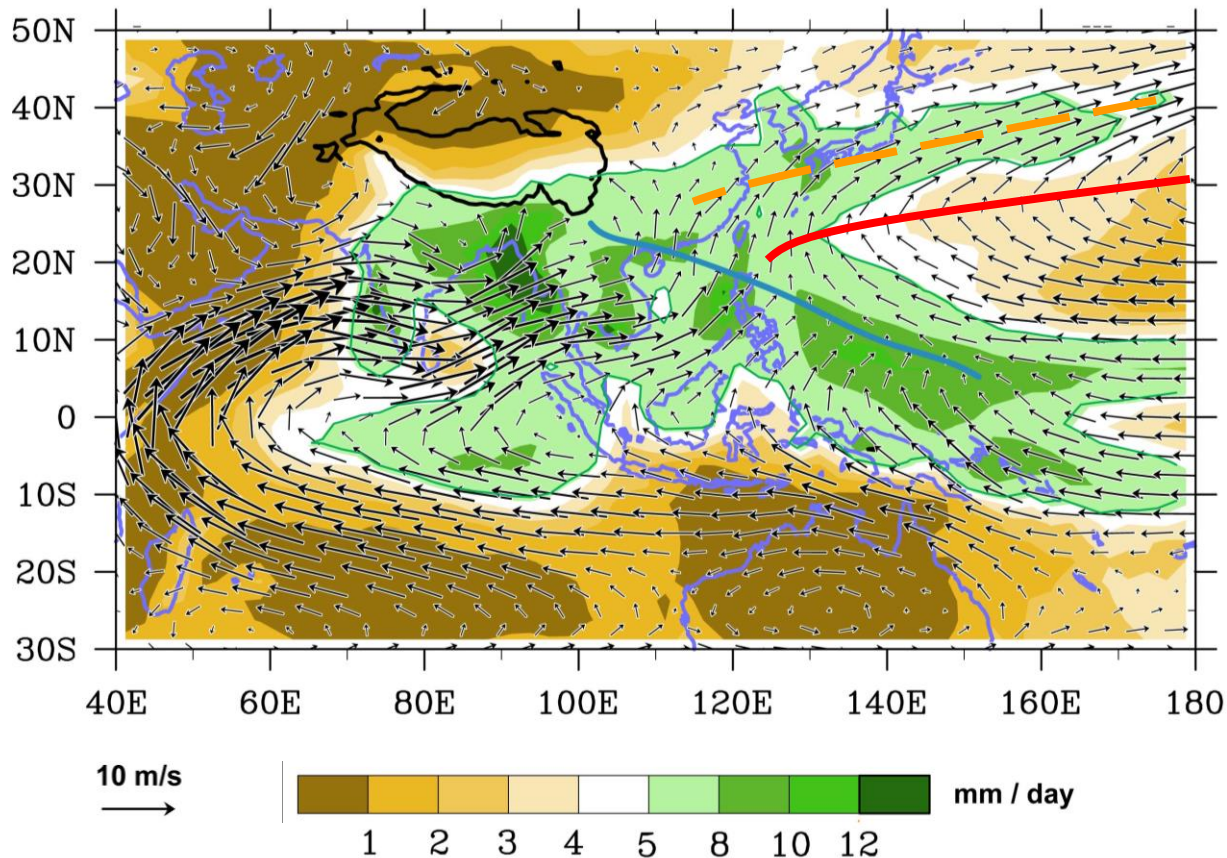


# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：西北太平洋副热带高压

●冬季位置偏南(15°N)

●夏季，三次北跳；南退

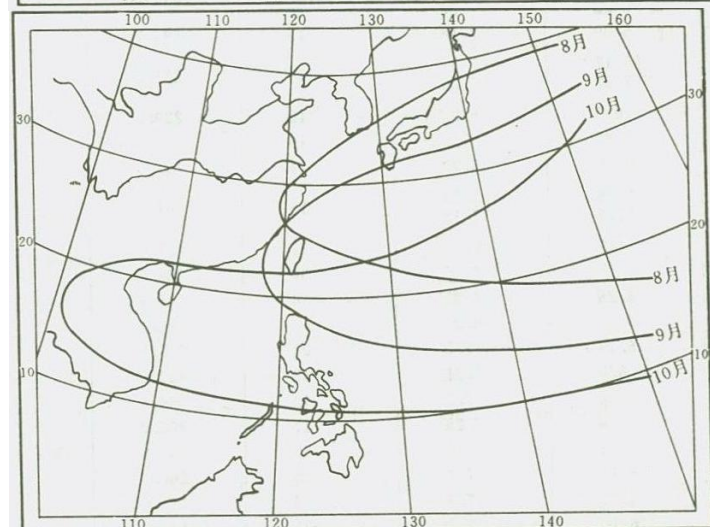
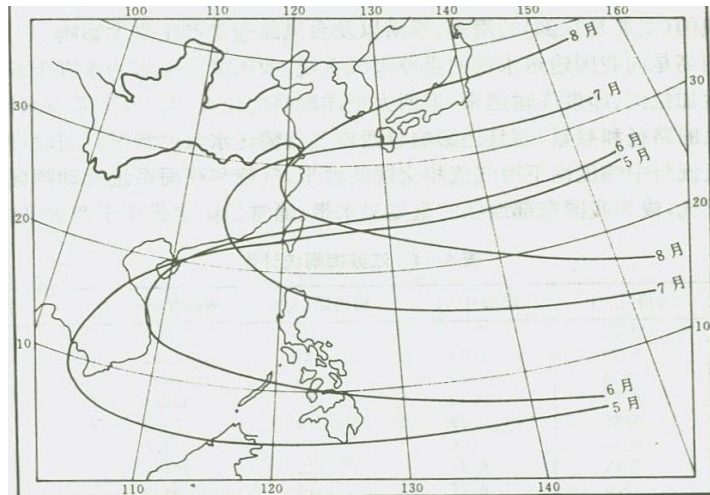


# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：西北太平洋副热带高压

### 副高的移动

- 冬季位置偏南( $15^{\circ}\text{N}$ )
- 夏季，三次北跳；南退



# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：西北太平洋副热带高压

### 副高与天气

- 副高**西北侧**西南/东南气流，输送水汽
- 副高**北部**气旋和锋面活动频繁，是重要降水带
- 副高**脊线**附近晴空干旱
- 副高**西南、西侧**气流是台风的引导流

# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：西北太平洋副热带高压

### 副高与天气

- 三次北跳对应华南雨季、江淮梅雨和华北雨季
- 副高移动异常会造成旱涝灾害

# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：热带气旋（台风/飓风）

### ■生成条件

❖热带洋面上（ $26-27^{\circ}\text{C}$ 以上，非赤道）

❖气旋性水平切变

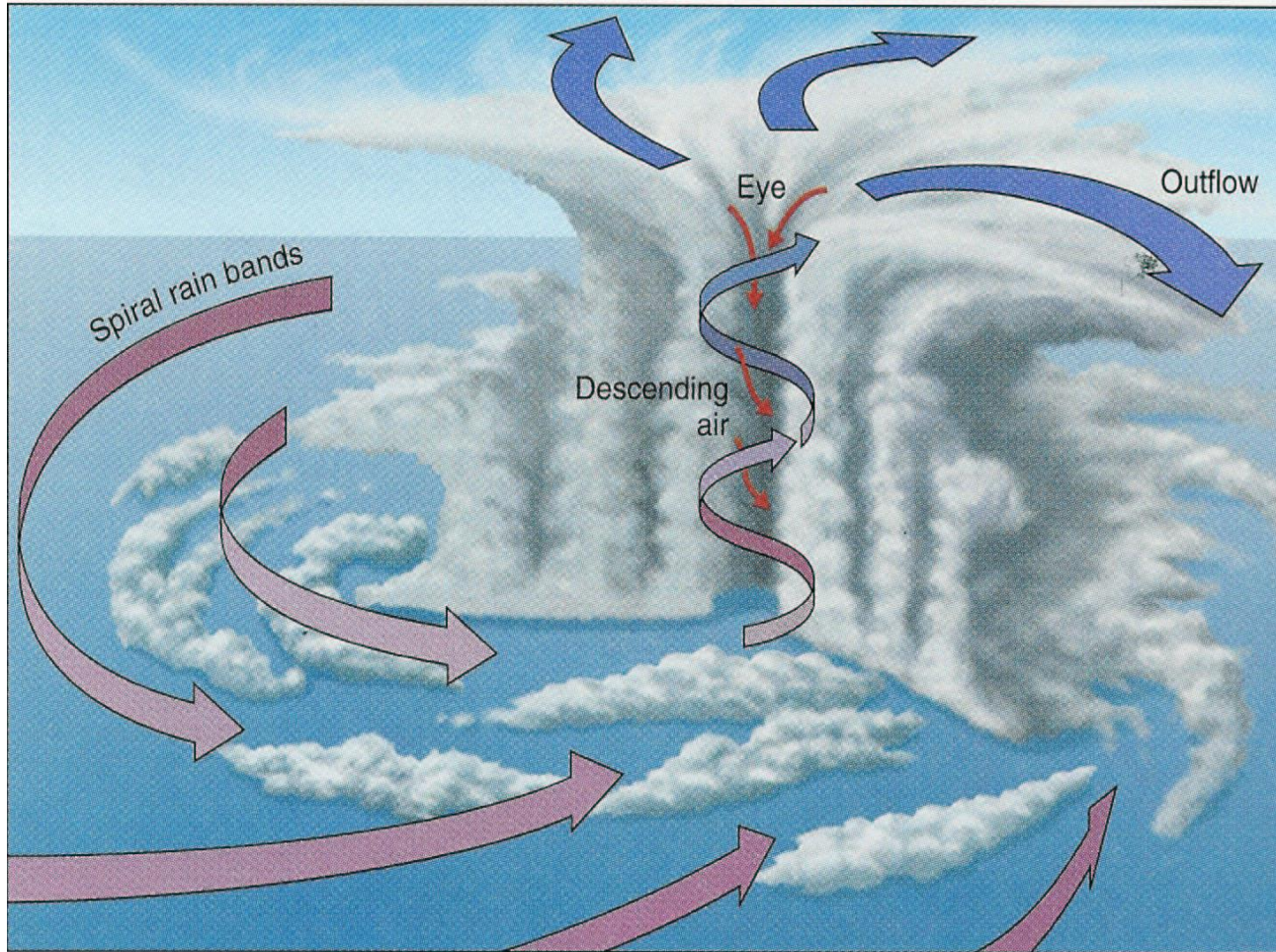
❖垂直切变小

■具有暖心结构的强低压

■移动：受控于引导气流

# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：热带气旋（台风/飓风）



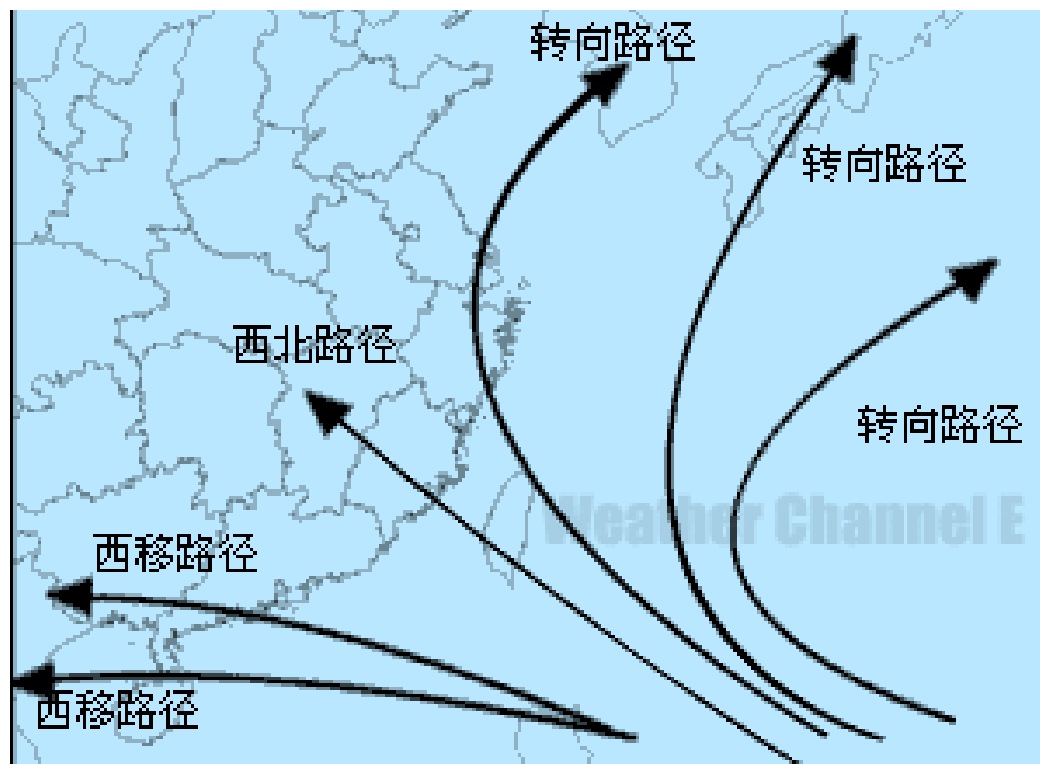
回忆受力？

# 第五章 天气系统

低纬度天气系统：热带气旋（台风/飓风）

主要移动路径：

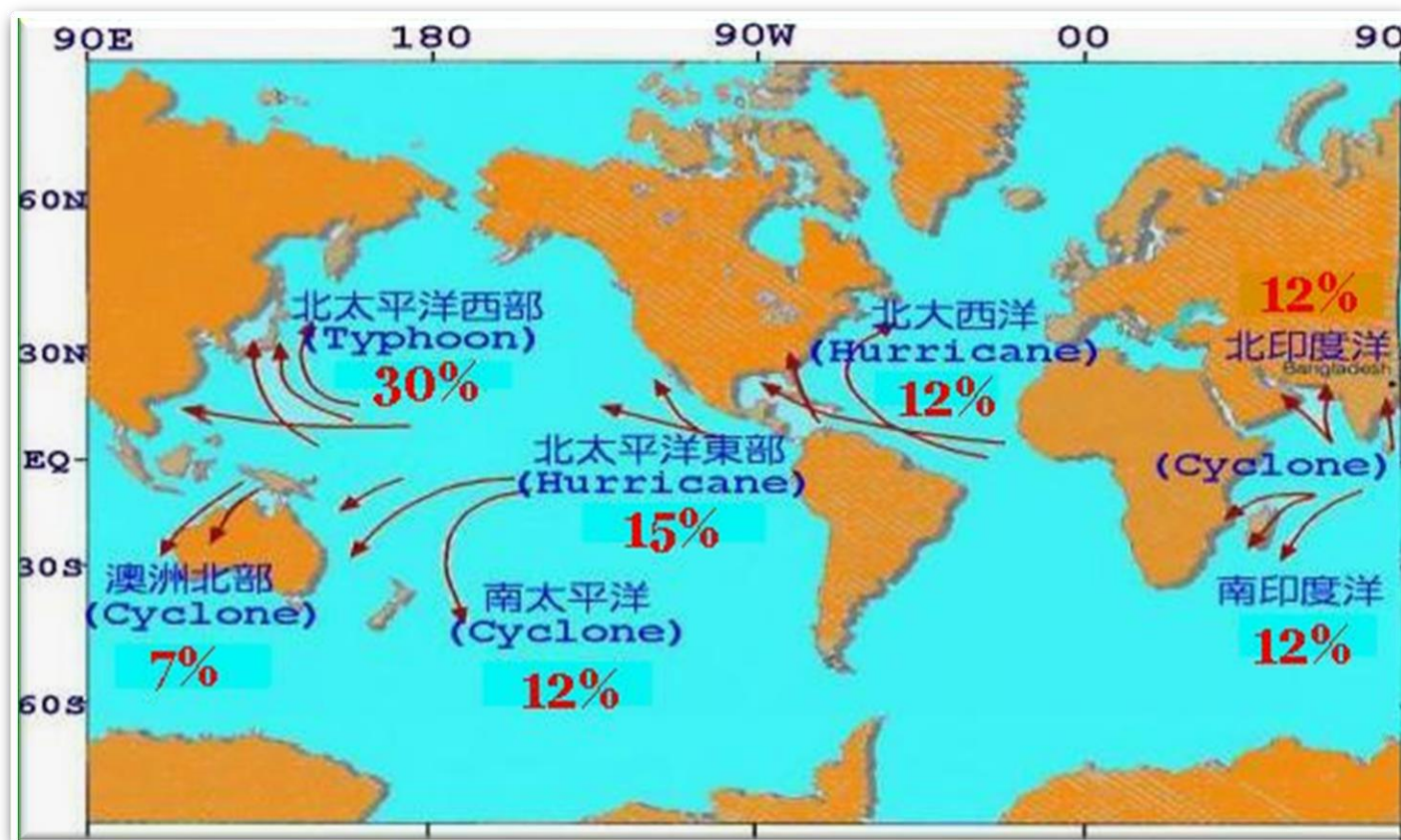
- 西移
- 西北移
- 转向



# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：热带气旋（台风/飓风）

### 主要发生区域



# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：热带气旋（台风/飓风）

■ TC intensity (**wind speed & pressure** around TC center):

热带低压 (TD) : 10.8—17.1 m/s (6—7级)

热带风暴 (TS) : 17.2—24.4 m/s (8—9级)

强热带风暴 (STS) : 24.5—32.6 m/s (10—11级)

台风 (TY) : 32.7—36.9 m/s (12级), 37.0—41.4 m/s (13级)

强台风 (STY) : 41.5—46.1 m/s (14级), 46.2—50.9 m/s (15级)

超强台风 (SUPERTY) : 51.0—56.0 m/s (16级),  $\geq 56.1$  m/s (17级)

国家气象局 2006

# 低纬度天气系统：热带气旋（台风/飓风）



**NATIONAL HURRICANE CENTER**  
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION

[ANALYSES & FORECASTS](#) ▾

[DATA & TOOLS](#) ▾

[EDUCATIONAL RESOURCES](#) ▾

[ARCHIVES](#) ▾

[ABOUT NHC](#) ▾

[SEARCH](#) ▾

## Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale

[Climatology](#) | [Names](#) | [Wind Scale](#) | [Extremes](#) | [Models](#) | [Breakpoints](#)

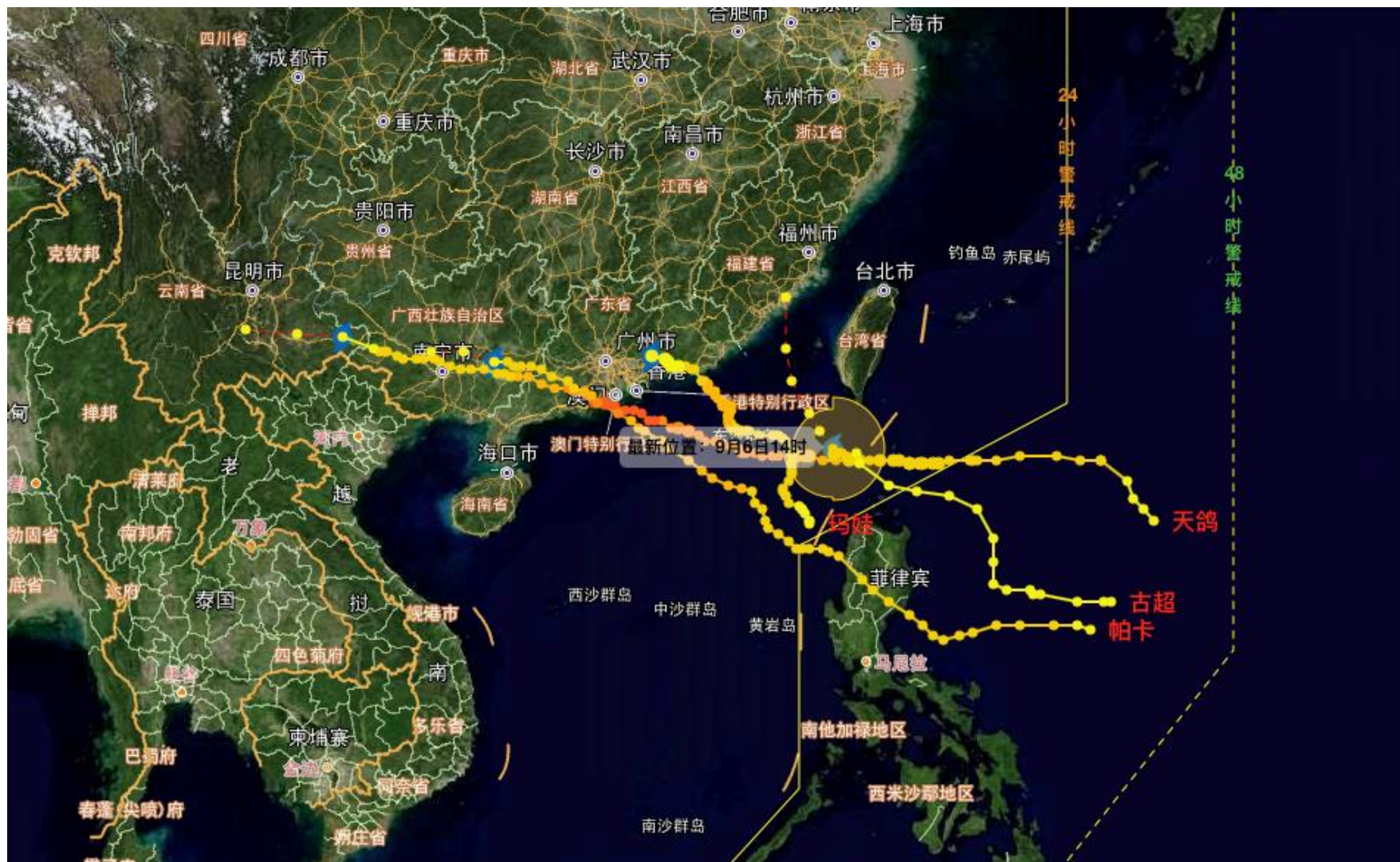
The Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale is a 1 to 5 rating based on a hurricane's sustained wind speed. This scale estimates potential property damage. Hurricanes reaching Category 3 and higher are considered major hurricanes because of their potential for significant loss of life and damage. Category 1 and 2 storms are still dangerous, however, and require preventative measures. In the western North Pacific, the term "super typhoon" is used for tropical cyclones with sustained winds exceeding 150 mph.

### Category Sustained Winds

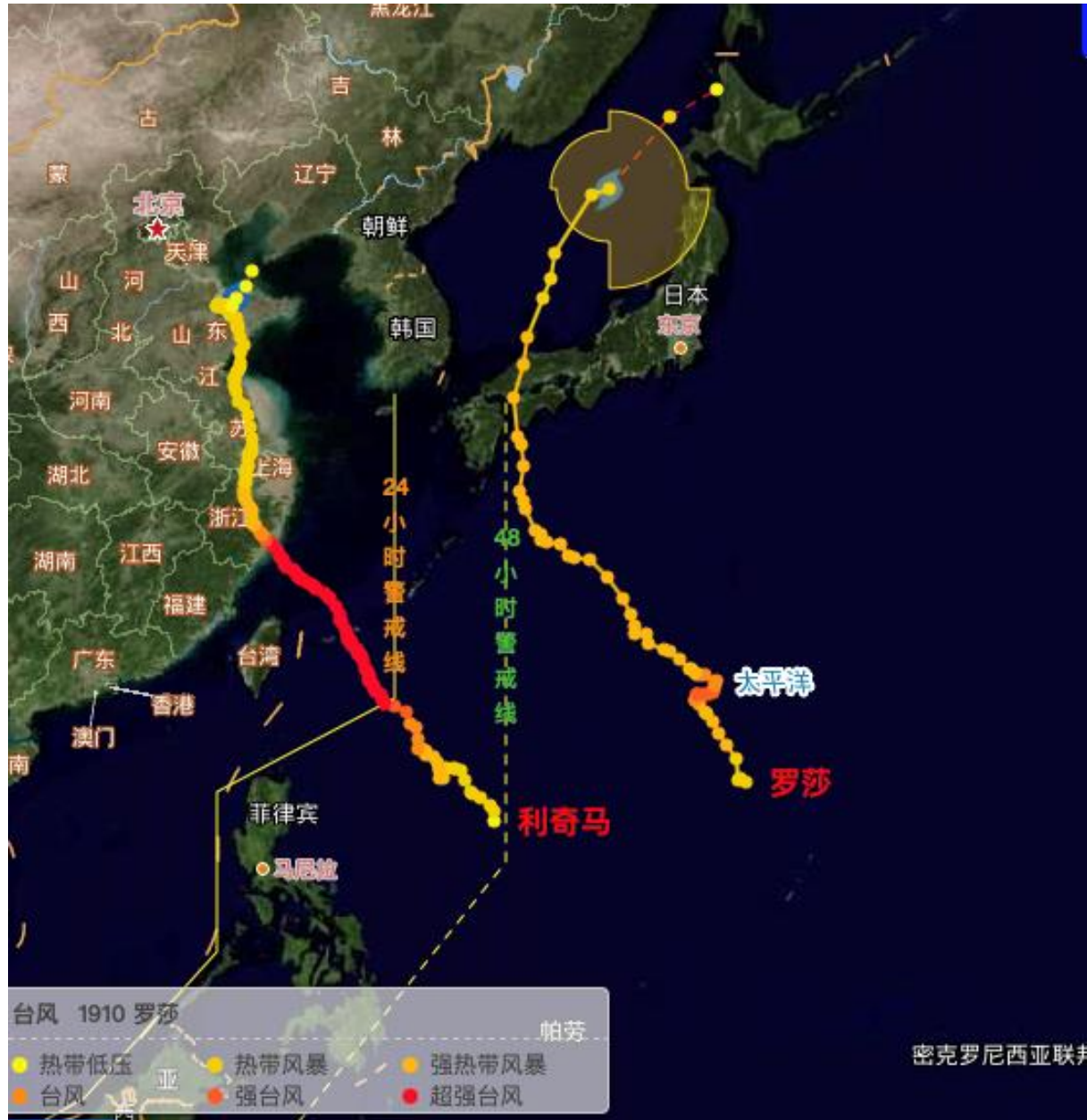
### Types of Damage Due to Hurricane Winds

1	74-95 mph 64-82 kt 119-153 km/h	<b>Very dangerous winds will produce some damage:</b> Well-constructed frame homes could have damage to roof, shingles, vinyl siding and gutters. Large branches of trees will snap and shallowly rooted trees may be toppled. Extensive damage to power lines and poles likely will result in power outages that could last a few to several days.
2	96-110 mph 83-95 kt 154-177 km/h	<b>Extremely dangerous winds will cause extensive damage:</b> Well-constructed frame homes could sustain major roof and siding damage. Many shallowly rooted trees will be snapped or uprooted and block numerous roads. Near-total power loss is expected with outages that could last from several days to weeks.
3 (major)	111-129 mph 96-112 kt 178-208 km/h	<b>Devastating damage will occur:</b> Well-built framed homes may incur major damage or removal of roof decking and gable ends. Many trees will be snapped or uprooted, blocking numerous roads. Electricity and water will be unavailable for several days to weeks after the storm passes.
4 (major)	130-156 mph 113-136 kt 209-251 km/h	<b>Catastrophic damage will occur:</b> Well-built framed homes can sustain severe damage with loss of most of the roof structure and/or some exterior walls. Most trees will be snapped or uprooted and power poles downed. Fallen trees and power poles will isolate residential areas. Power outages will last weeks to possibly months. Most of the area will be uninhabitable for weeks or months.
5 (major)	157 mph or higher 137 kt or higher 252 km/h or higher	<b>Catastrophic damage will occur:</b> A high percentage of framed homes will be destroyed, with total roof failure and wall collapse. Fallen trees and power poles will isolate residential areas. Power outages will last for weeks to possibly months. Most of the area will be uninhabitable for weeks or months.

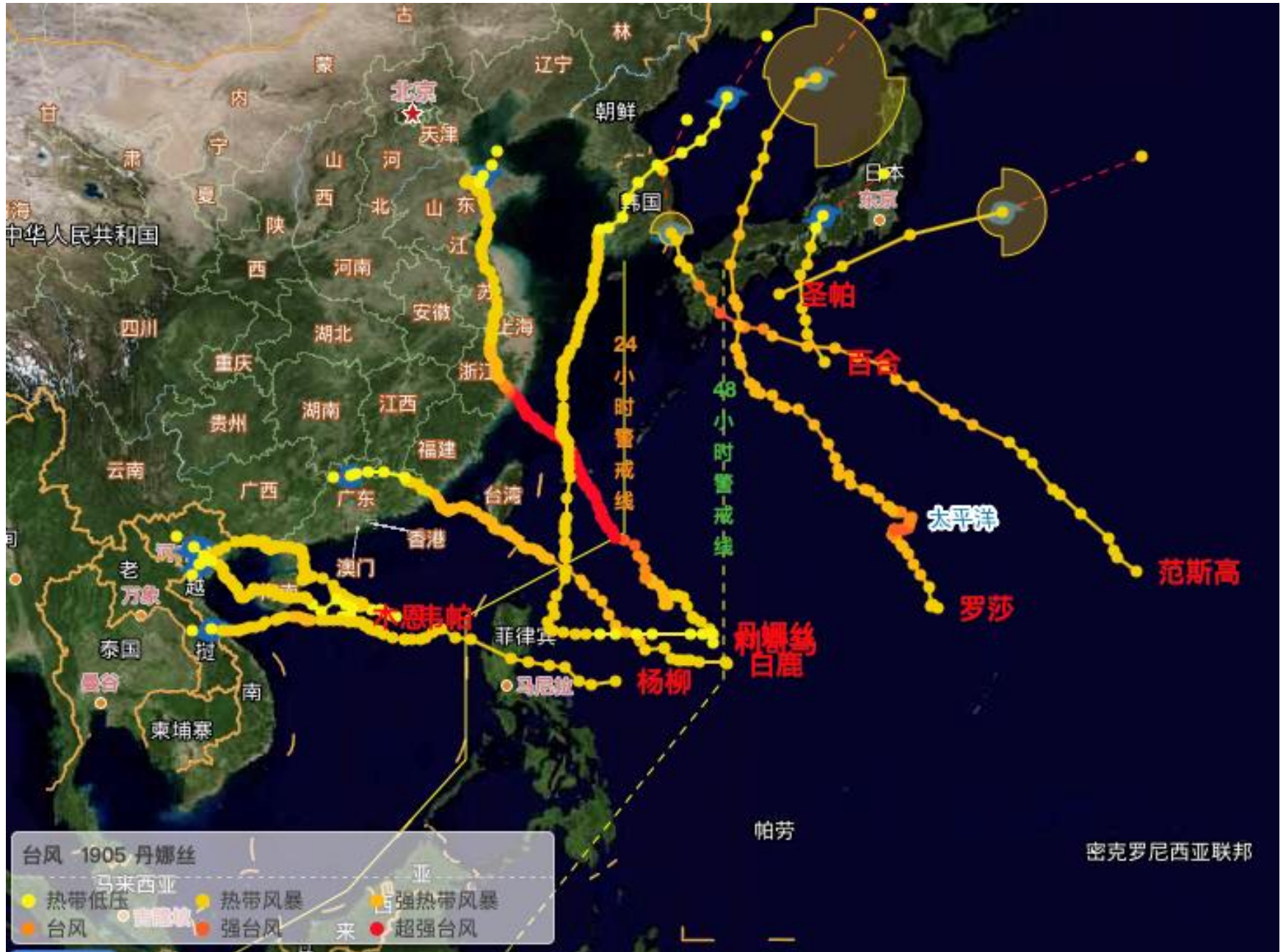
# 2017年8月24日-9月7日，4个台风登陆华南，均为西移路径



# 2018夏年 台风西北和转向路径

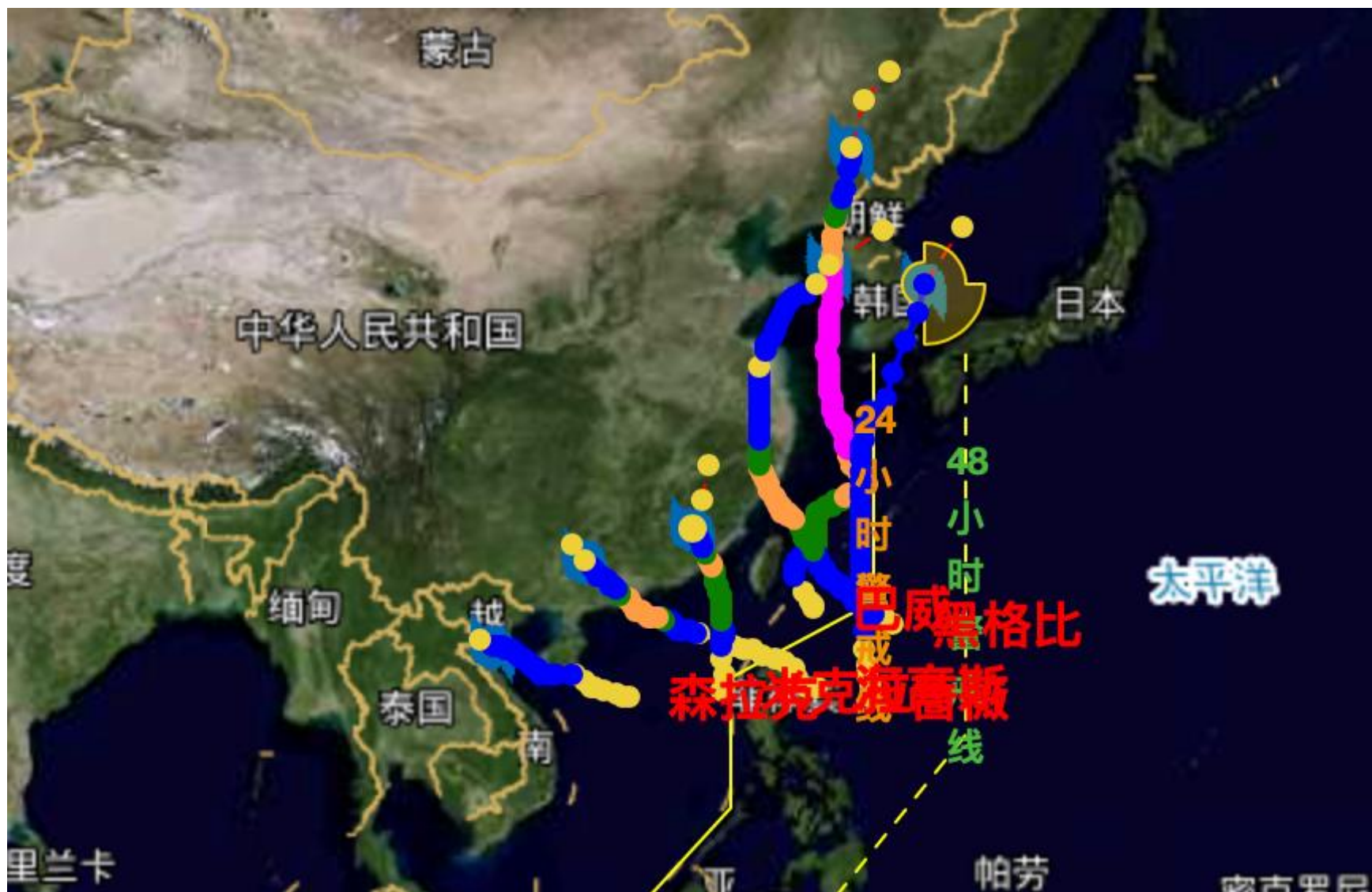


# 2019夏年 台风西和转向路径 数目偏少 why?

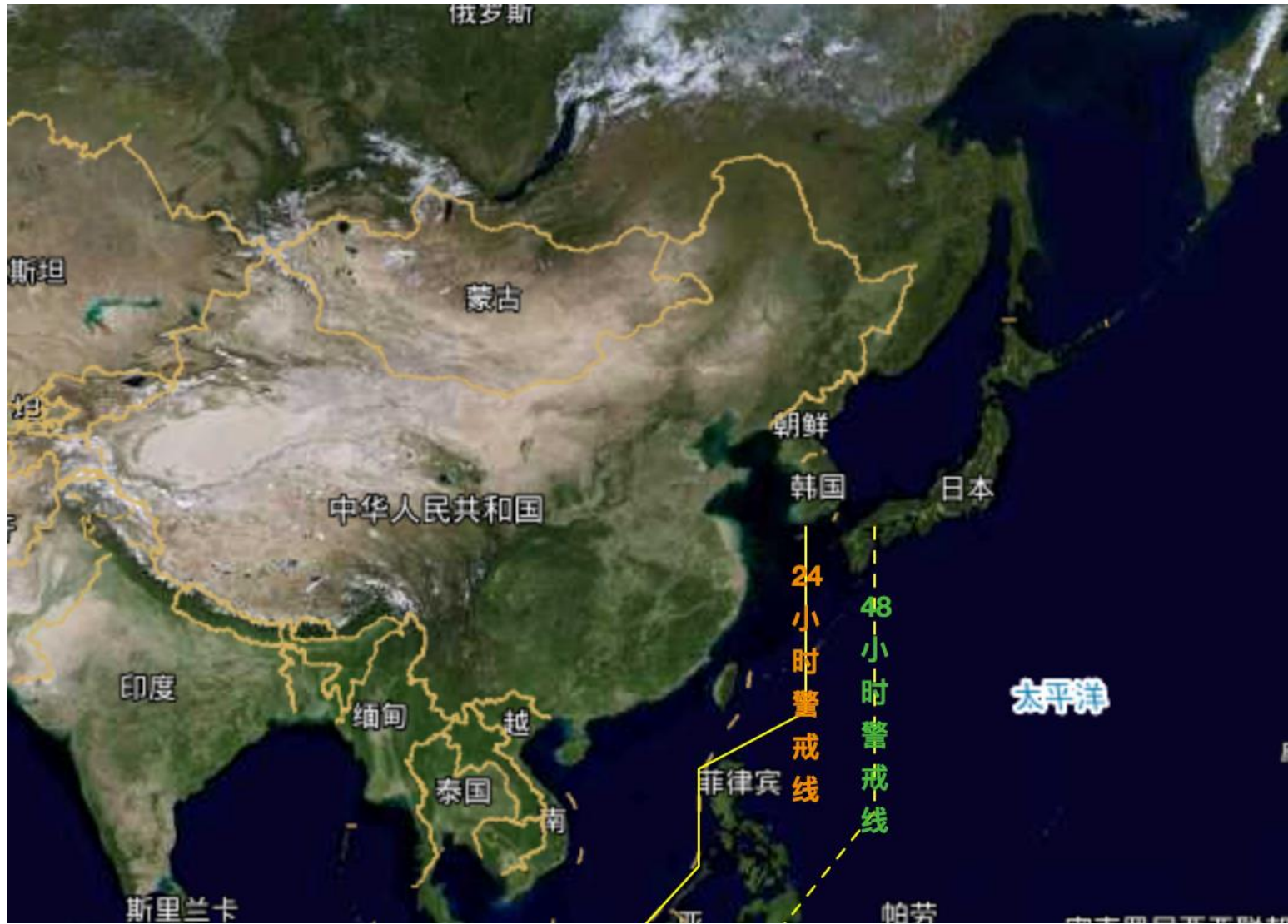




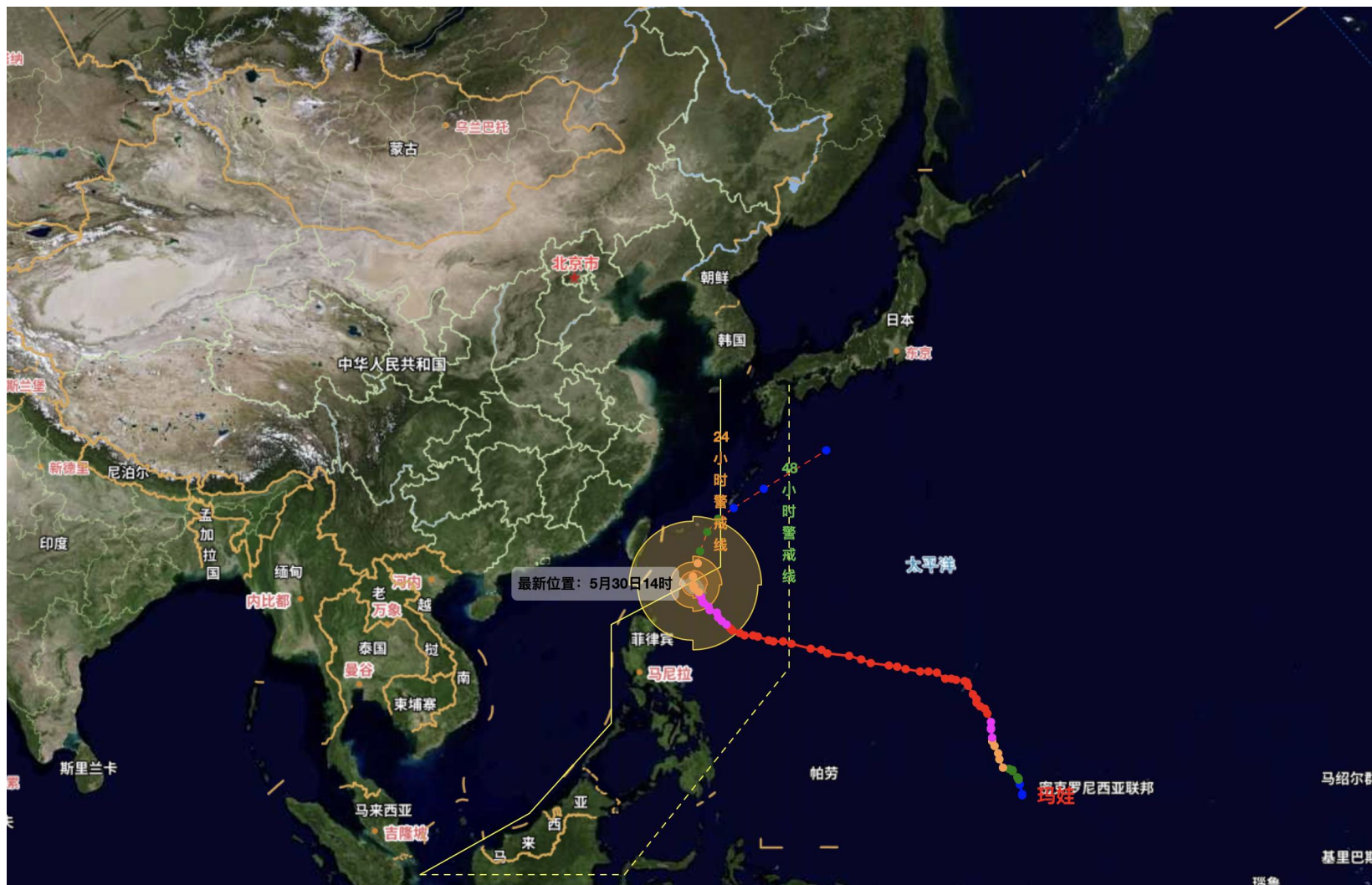
# 2020年8月 南海台风多



# 2020年6-7月 无台风！！



2023年 5月27日



# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：热带气旋（台风/飓风）

### ■生成条件

❖热带洋面上（ $26-27^{\circ}\text{C}$ 以上，非赤道）

❖气旋性水平切变

❖垂直切变小

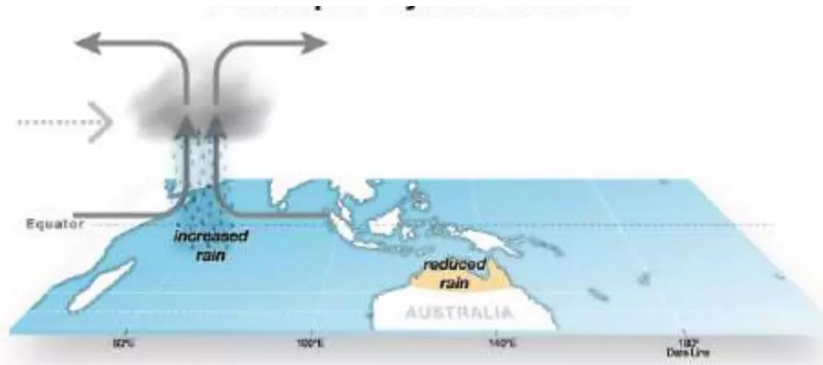
■具有暖心结构的强低压

■移动：受控于引导气流

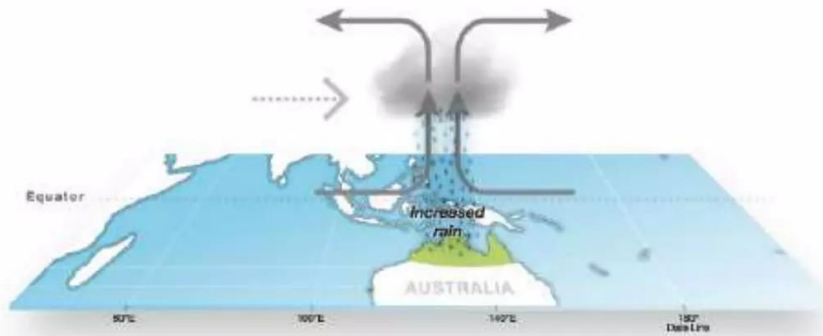
# 第五章 天气系统

## 低纬度天气系统：热带季节内振荡（MJO）

- 马德逊-朱利安振荡（简称MJO）是一种大尺度的热带大气环流异常，主要影响赤道地区的风、云和降水。它以大范围的对流形式出现，垂直方向贯穿整个对流层，水平尺度达数千公里，沿着赤道向东传播，生命周期是30-60天。通常起源于印度洋西岸，沿着赤道穿过印度尼西亚和赤道太平洋，在日界线附近减弱或消亡（进入冷海区）。
- MJO在冬季最为显著，在夏季因为大气环流背景的变化，在亚洲季风区会有北传现象。
- MJO对全球气候系统有重要影响，在它的传播过程中，能够影响季风雨量、热带气旋的发生以及中高纬度甚至极地地区的天气和气候变化。



**Example cycle: Week 2-3**



**Example cycle: Week 4-5**



# 第五章 天气系统

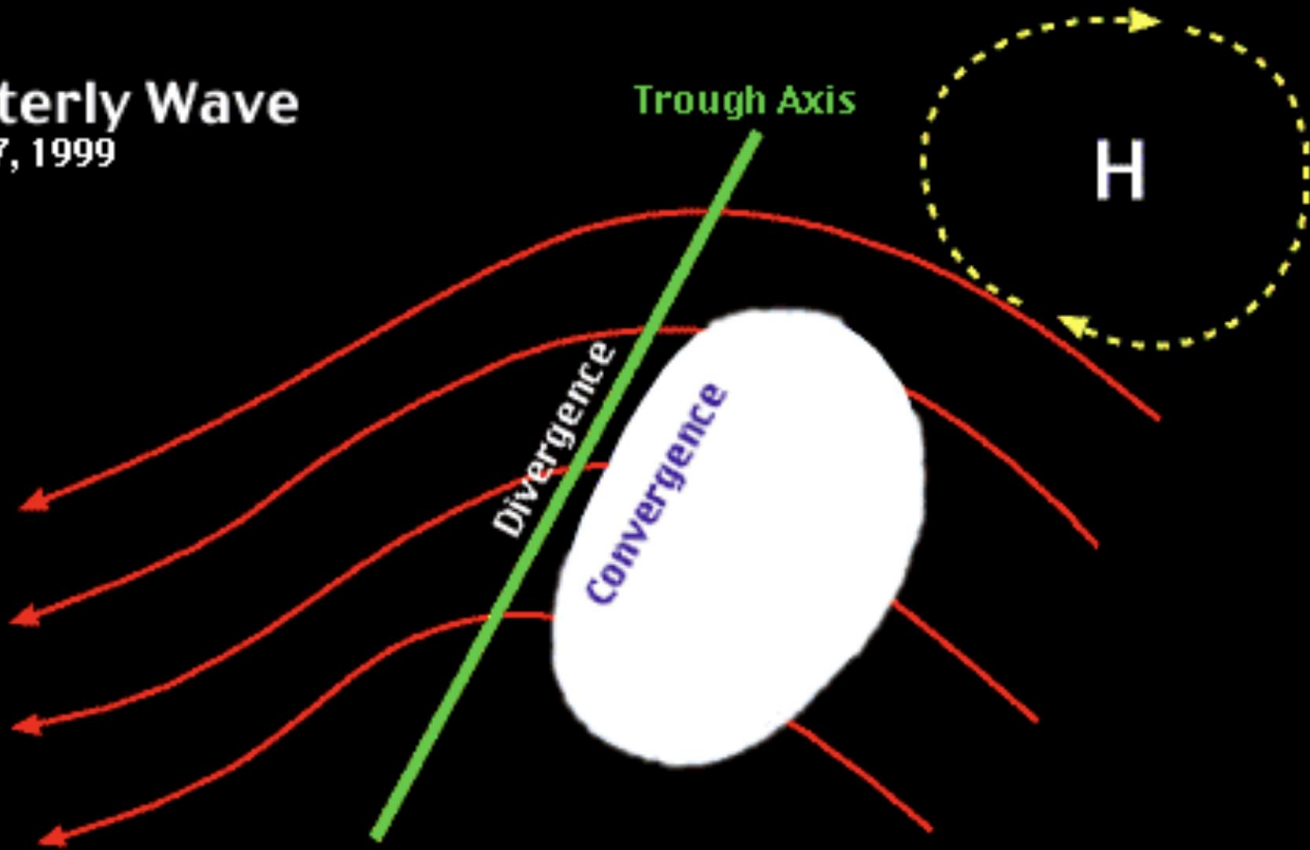
## 低纬度天气系统：赤道东风波

- 赤道东风波（Equatorial Easterly Waves）又称为热带东风波，是一种在热带地区常见的大气波动。它们主要在赤道附近的东风带（东北信风和东南信风）中发展，并**以东到西的方向移动**。
- 赤道东风波的波长通常在2000到3000公里之间，**周期大约为2到5天**。它们以每天约10到20公里的速度向西移动。在垂直方向上，这些波动可延伸至对流层中层，高度约为5到10公里。
- 赤道东风波在移动过程中可以**触发雷暴和降雨**，对热带天气产生重要影响。还可以发展成为热带气旋。

● Satellite   ● Overlay   ● Diagram

# Easterly Wave

July 7, 1999



# Homework 5

■ 阅读查找资料，思考主要天气系统与极端气象事件的关联（如，河南暴雨，重庆野火等）

