

A world map showing a dense network of blue and yellow lines representing weather data or storm tracks across the globe. The lines are most concentrated in the tropical and subtropical regions, particularly in the Pacific and Atlantic Oceans.

# 台风预报及其灾害

国家气象中心 (中央气象台)

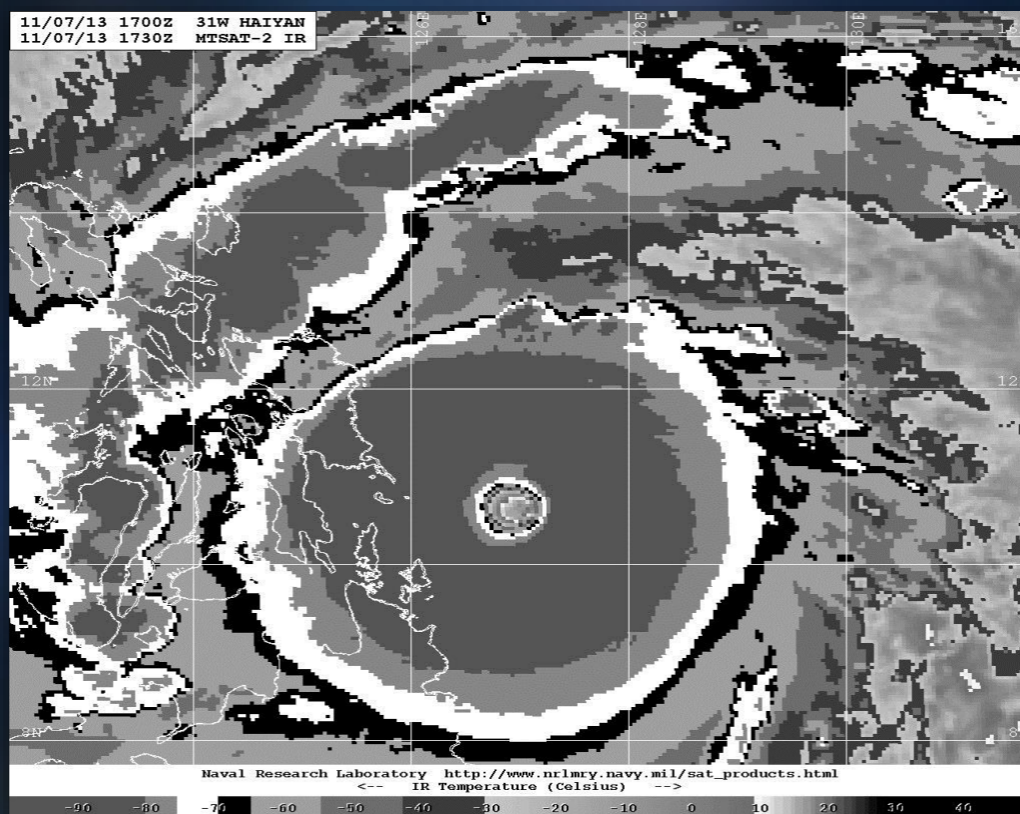
许映龙

Email : [xuyl@cma.cn](mailto:xuyl@cma.cn)

# 第四讲 台风定强分析



# 台风业务定强 Dvorak分析流程



## 主要内容

- 台风业务定强的主要依据
- Dvorak技术发展历程
- 什么是Dvorak技术
- Dvorak技术分析流程
- 台风风压关系应用
- Dvorak技术的局限性

## 4.1 台风业务定强的主要依据

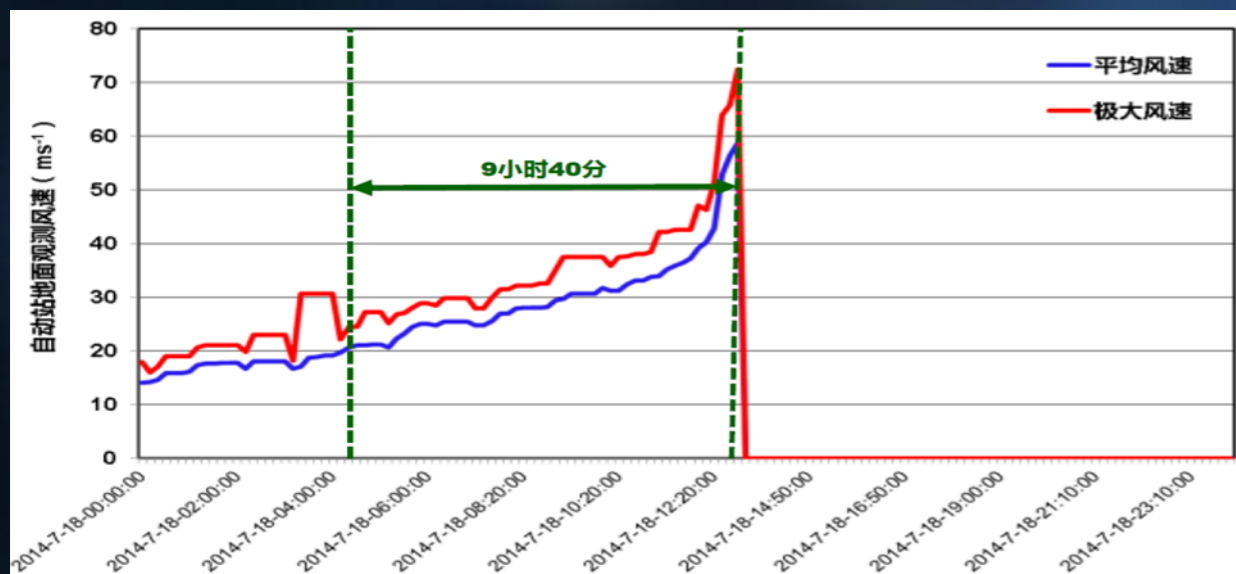


## ● 地面观测 —— 直接观测，最精确的观测手段

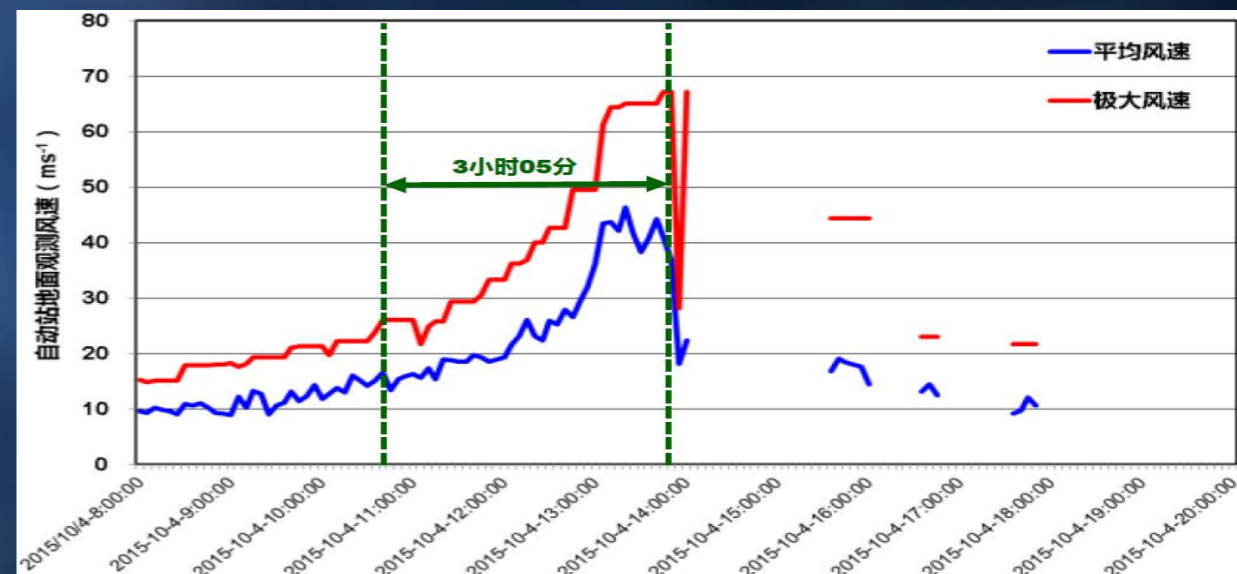
✓ 海洋资料稀缺

✓ 地面自动站、海岛站、浮标、石油平台、船舶等

✓ 台风临近登陆（登陆前几小时或更短）



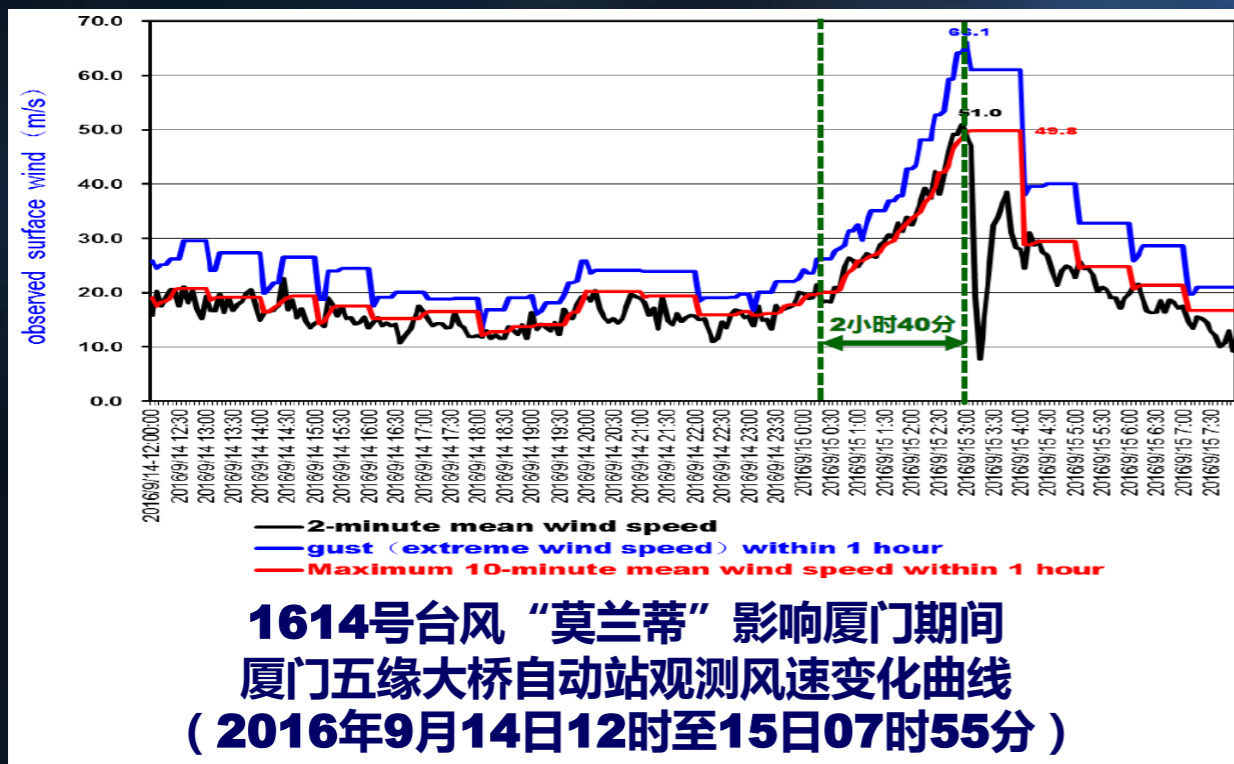
**1409号台风“威马逊”影响海南期间  
海南七洲列岛自动站观测风速变化曲线  
(2014年7月18日00时至19时)**



**1522号台风“彩虹”影响广东期间  
广东湛江三岭山自动站观测风速变化曲线  
(2015年10月4日08时至20时)**

# ● 地面观测 —— 直接观测，最精确的观测手段

- ✓ 海洋资料稀缺
- ✓ 地面自动站、海岛站、浮标、石油平台、船舶等
- ✓ 台风临近登陆（登陆前几小时或更短）



# ● 雷达观测 — 遥感观测

✓ 多普勒雷达径向速度 ( $V_r$ )

地面风速 =  $0.7 \times V_r$

✓ 台风临近登陆 (有效距离150公里以内)

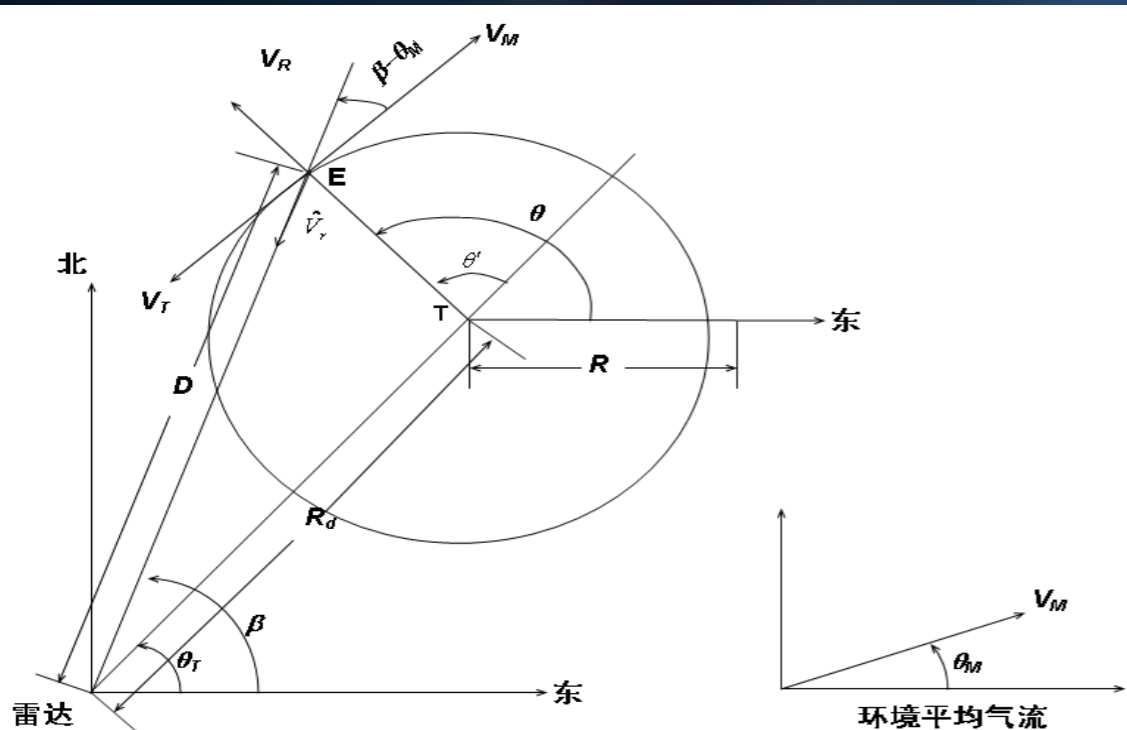


图 台风环流的切向速度分量 ( $V_T$ ) 和径向速度分量 ( $V_R$ )、环境平均气流 ( $V_M$ ) 与多普勒雷达径向速度分量 ( $V_r$ ) 的几何关系

由于假设台风环流的最大切向速度  $V_{Tmax}$  远大于其最大径向速度  $V_{Rmax}$ ，可以用台风环流的最大切向速度  $V_{Tmax}$  来近似表示台风的强度。由下式求出  $\hat{V}_r * D / R_d$  的极小值和极大值 ( $-A+B$ ) 和 ( $A+B$ )，进而计算得到 A、B 的值。

$$\hat{V}_r * D(R, \theta') = R_d [-A \sin(\theta' - \theta_0) + B]$$

$$(\hat{V}_r * D / R_d)_{min} = -A + B, \quad (\hat{V}_r * D / R_d)_{max} = A + B$$

$$A = \frac{(\hat{V}_r * D / R_d)_{max} - (\hat{V}_r * D / R_d)_{min}}{2}, \quad B = \frac{(\hat{V}_r * D / R_d)_{max} + (\hat{V}_r * D / R_d)_{min}}{2}$$

若平均环境风速和风向为已知，利用下式，可估计得到最大风速半径上的主环流速度  $V_{Tmax}$ 。

$$A = \sqrt{\left(V_T + \frac{R}{R_d} V_M \sin(\theta_T - \theta_M)\right)^2 + \left(V_R + \frac{R}{R_d} V_M \cos(\theta_T - \theta_M)\right)^2} \quad (a)$$

$$B = \frac{R}{R_d} V_R + V_M \cos(\theta_T - \theta_M) \quad (b)$$

A、B 分别代入(a)和(b)式中，可以得到台风环流的最大切向速度  $V_{Tmax}$  和最大径向速度  $V_{Rmax}$  如下：

$$V_{Rmax} = \frac{R_d}{R_{max}} [B - V_M \cos(\theta_T - \theta_M)]$$

$$V_{Tmax} = -\frac{R_{max}}{R_d} V_M \sin(\theta_T - \theta_M) \pm \sqrt{A^2 - \left[V_R + \left(\frac{R_{max}}{R_d} V_M \cos(\theta_T - \theta_M)\right)\right]^2}$$

## ● 雷达观测 —— 遥感观测

✓ 多普勒雷达径向速度 ( $V_r$ )

地面风速 =  $0.7 \times V_r$

✓ 台风临近登陆 (有效距离150公里以内)

**理想试验** 表 1 模拟测试强度估计误差分析表 (单位: 米/秒)

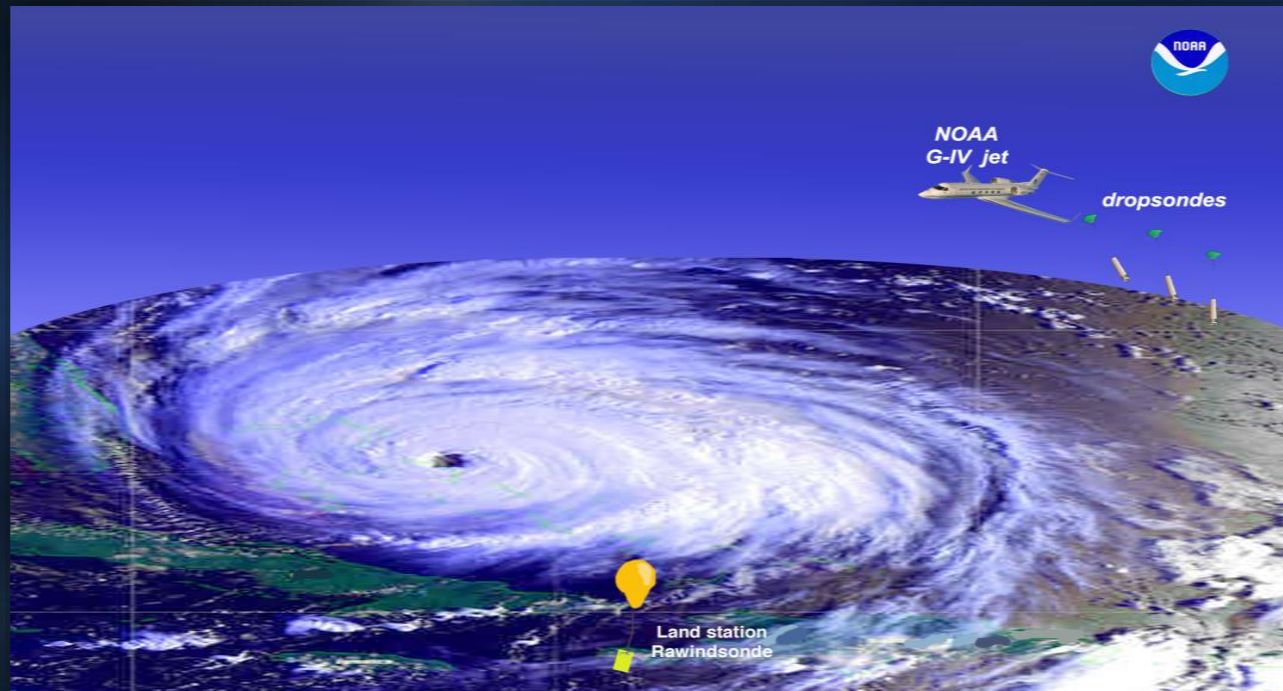
项目	$V_{Rmax}$ (m/s)	$V_{Tmax}$ (m/s)	$\Delta V_T = V_{Tmax} - V_{T0max}$ (m/s)
$V_M=0m/s$	0.000000E+00	39.596450	4.035454E-01
$V_M=10m/s$ (西风)	-1.619711E-02	40.378020	-3.780212E-01
$V_M=10m/s$ (东风)	5.508082E-02	39.537100	4.629021E-01
$V_M=10m/s$ (东南风)	-2.272842E-06	39.594010	4.059868E-01
$V_M=10m/s$ (西南风)	-1.801127	39.530980	4.690208E-01

**台风“桑美”** 表 2 0608号超强台风桑美强度估计误差(m/s)

时间 (北京时)	实际极端 负径向速度	实际极端 正径向速度	平均极端 径向速度	估计 强度	中央台 定位	美国 定位	日本 定位
2006年8月10日13时	-62.18	64.68	63.43	63.23	60		
8月10日14时	-62.68	53.18	57.93	64.89	60	67	44
8月10日15时	-63.18	55.18	59.18	58.80	60		
8月10日16时	-67.68	58.68	63.18	58.75	60		
8月10日17时	-66.18	65.18	65.68	59.97	60		
8月10日18时	-62.68	58.68	60.68	58.69	55		
8月10日19时	-56.18	55.18	55.68	53.11	50		
8月10日20时	-40.18	54.18	47.18	49.24	50	59	39

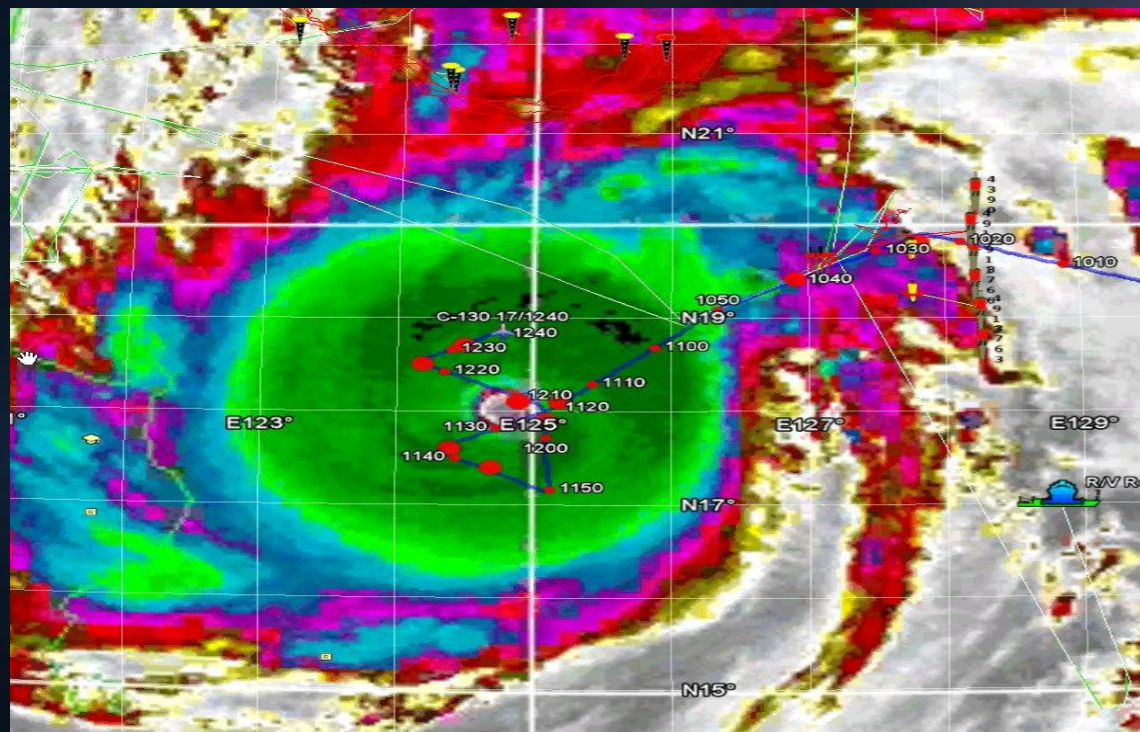
## ● 飞机观测 ( Aerial reconnaissance )

- ✓ 飓风探测高度：10000英尺 ( 700hPa )
- ✓ 热带风暴探测高度：5000英尺 ( 850hPa )
- ✓ 热带扰动探测高度：1500英尺 ( 457m )
- ✓ 探测时间：10 ~12小时



# ● 飞机观测 ( Aerial reconnaissance )

## ✓ 1013号超强台风 “鲇鱼”



美国空军USAF\_C130飞机观测  
2010年10月17日

URPA12 PGUA 171246  
VORTEX DATA MESSAGE

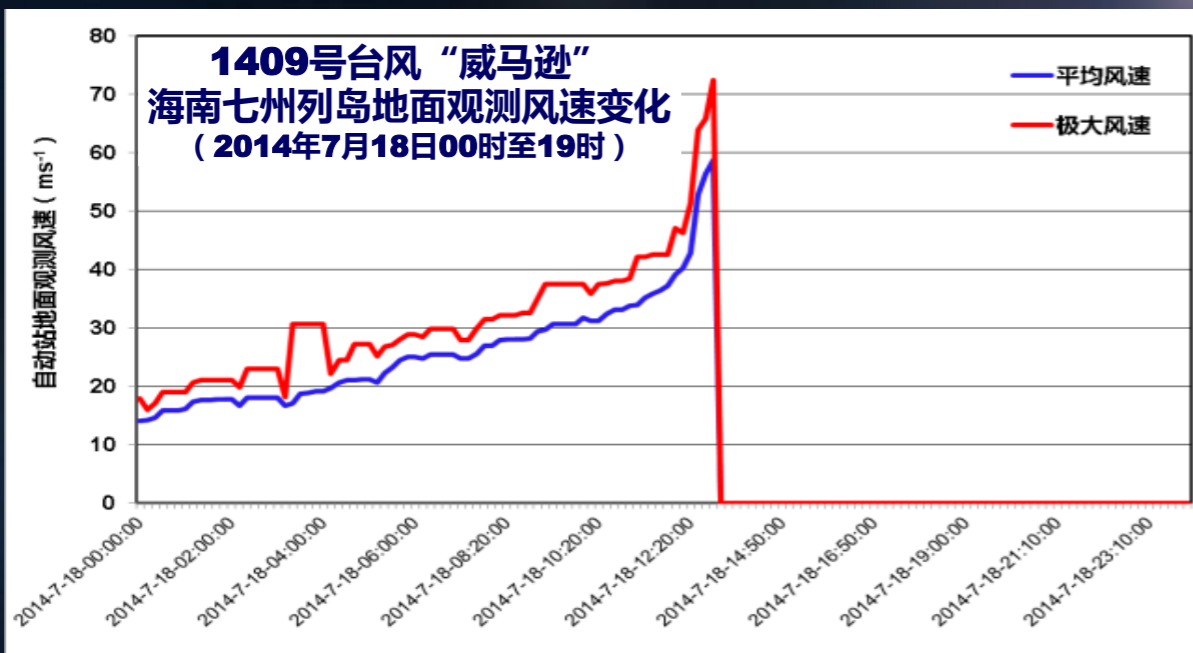
- A. 17/11:15:50Z
  - B. 18 deg 06 min N  
125 deg 14 min E
  - C. 700 mb 2159 m
  - D. 163 kt**
  - E. 049 deg 9 nm
  - F. 140 deg 170 kt
  - G. 049 deg 10 nm
  - H. 895 mb**
  - I. 8 C / 3054 m
  - J. 17 C / 3043 m
  - K. NA / NA
  - L. CLOSED WALL
  - M. C20
  - N. 12345 / 7
  - O. 0.02 / 2 nm
  - P. AF304 0830W MEGI      OB 08
- MAX FL WIND 170 KT NE QUAD 11:12:20Z  
MAX FL TEMP 19 C 250 / 4 NM FROM FL CNTR

URPA12 PGUA 171223  
VORTEX DATA MESSAGE

- A. 17/12:06:00Z
  - B. 18 deg 01 min N  
125 deg 05 min E
  - C. 700 mb 2151 m
  - D. 152 kt**
  - E. 178 deg 7 nm
  - F. 266 deg 152 kt
  - G. 178 deg 7 nm
  - H. 893 mb**
  - I. 9 C / 3048 m
  - J. 18 C / 3041 m
  - K. 16 C / NA
  - L. CLOSED WALL
  - M. C16
  - N. 12345 / 7
  - O. 0.02 / 1 nm
  - P. AF304 0830W MEGI      OB 15
- MAX OUTBOUND AND MAX FL WIND 190 KT  
NW QUAD 12:09:10Z  
MAX FL TEMP 19 C 325 / 5 NM FROM FL CNTR  
FREQUENT LIGHTNING IN THE EYEWALL

# ● 地面观测系统台风监测能力的局限性

## — 台风及时预警的重要性（有效性）

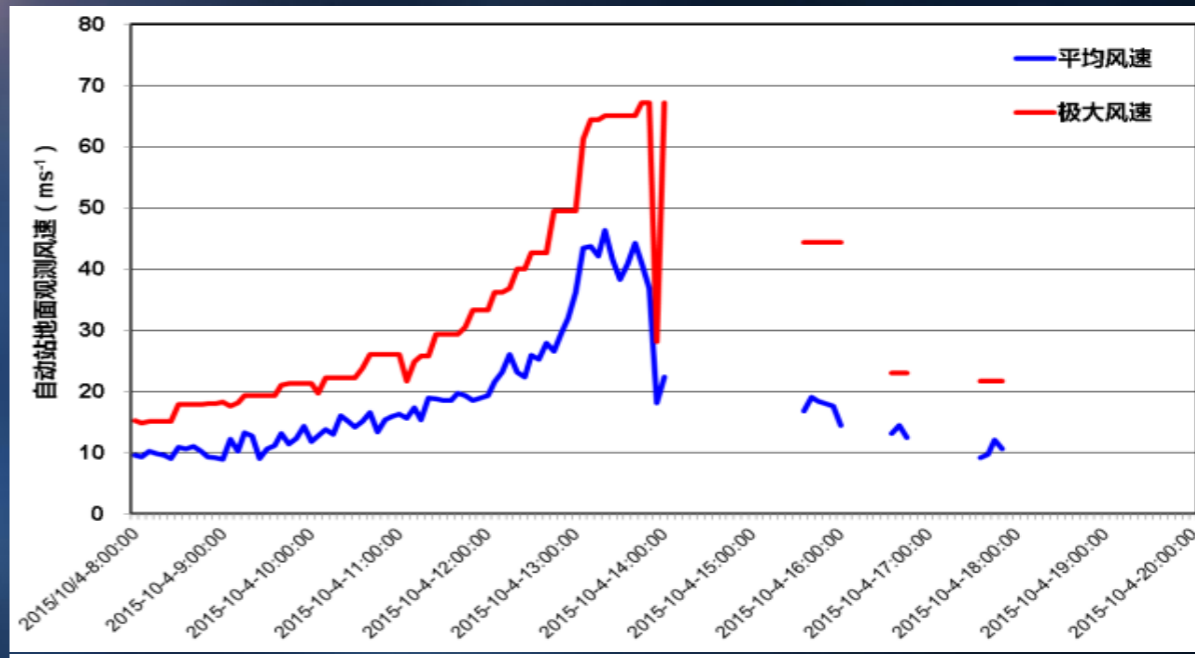


**最大平均风速 58.7m/s (2014年7月18日12:54)**

**瞬时极大风速 72.4m/s (2014年7月18日12:51)**

**本站最低气压：881.2hPa (2014年7月18日13:21)**

**最低海平面气压：899.2hPa**



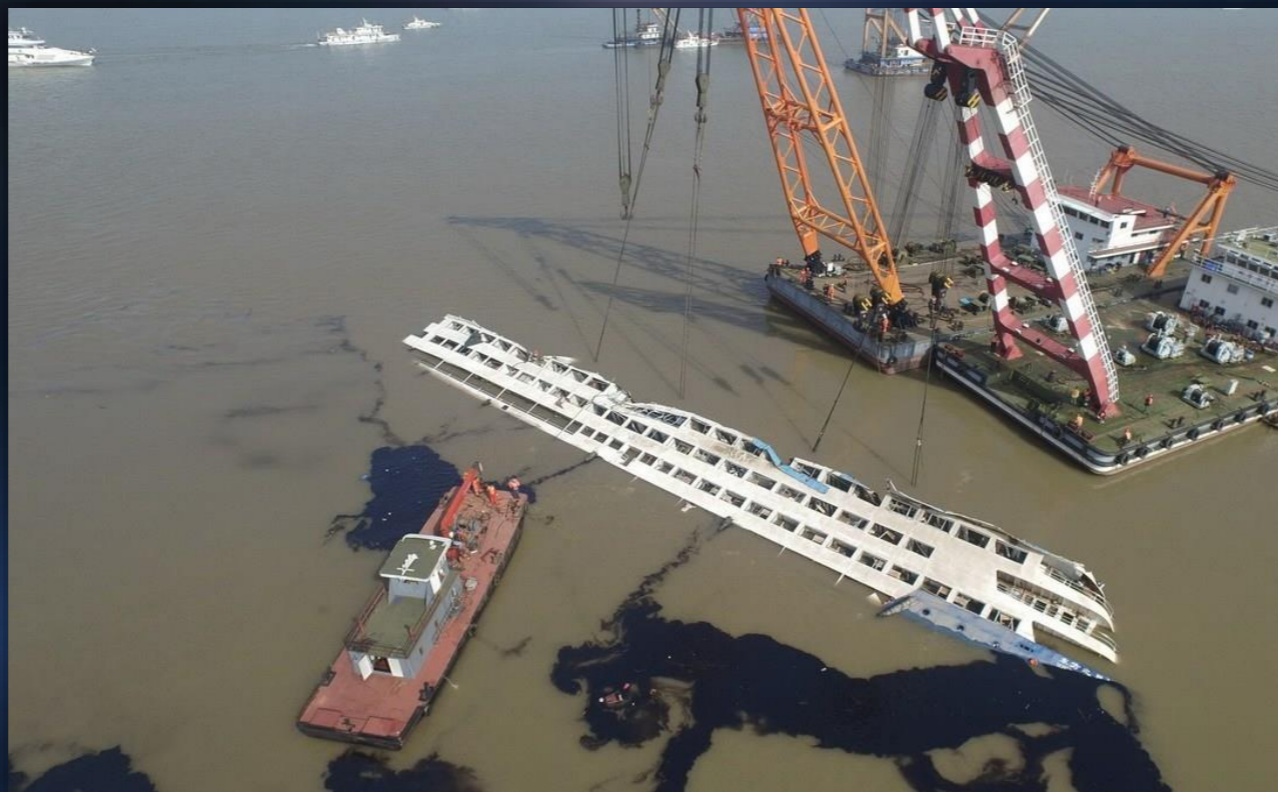
**1522号台风“彩虹”**

广东湛江三岭山地面风速变化  
(2015年10月4日08时至20时)

**最大平均风速 46.4 m/s (2015年10月4日13:20)**

**瞬时极大风速 67.2m/s (2015年10月4日13:50)**

- **地面观测系统台风监测能力的局限性**
  - 台风及时预警的重要性（有效性）

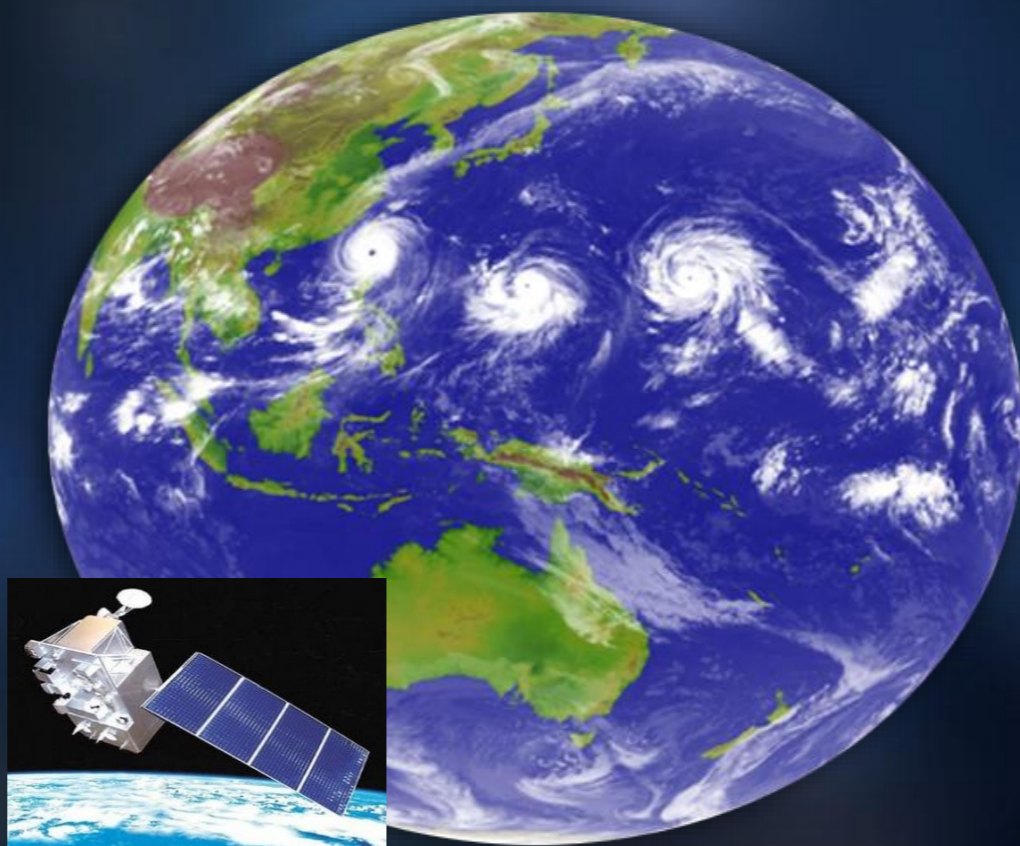


**东方之星沉船事件（2015）**

- **卫星观测 —— 遥感观测，最主要的观测手段**

- ✓ 极轨气象卫星（探测时间有限、分辨率低）

- ✓ 静止气象卫星（全天候）





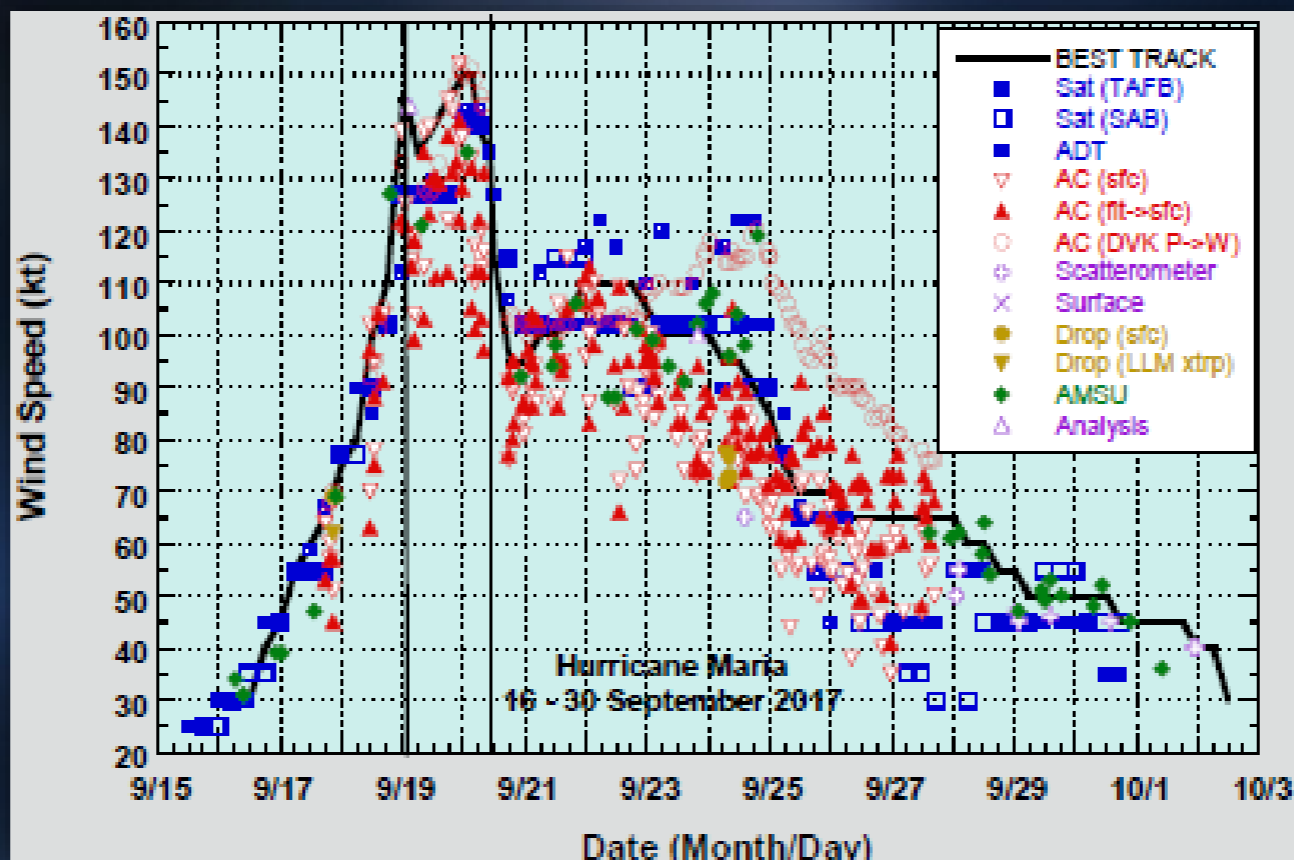
World Meteorological Organization  
Weather • Climate • Water

## Global Guide to Tropical Cyclone Forecasting

- ✓ An observed coastal, island, buoy or ship wind is often interpreted as the **"maximum maximum"** wind at that distance from the center (e.g., radius of maximum wind, or radius of  $15 \text{ ms}^{-1}$  wind). However, it should be interpreted as the **"minimum maximum" wind**. Why? Because there is very little chance that the sampled wind is located exactly at the point of the peak wind at that distance
- ✓ **Satellite techniques are now more accurate and render other techniques obsolete.**
- ✓ Techniques for operationally combining and weighting various types of data are covered by Powell

## ● 卫星观测 -- 遥感观测，最主要的观测手段

### ✓ 多源卫星资料的应用



## 4.2 Dvorak技术发展历程



## Dvorak技术发展历程

- **基于卫星云图特征与台风强度的关系而发展的台风强度定量估计技术**，初始版本于**1975年发布**
- **1984年**，从云型结构匹配和简单的发展和衰减模型转为注重分析台风云系统本身特征
  - ✓ 台风的弯曲云带特征
  - ✓ 低层环流中心偏离主体对流的距离
  - ✓ 中心密闭云区的大小和云顶温度
  - ✓ 眼区与其周围眼墙之间红外温差

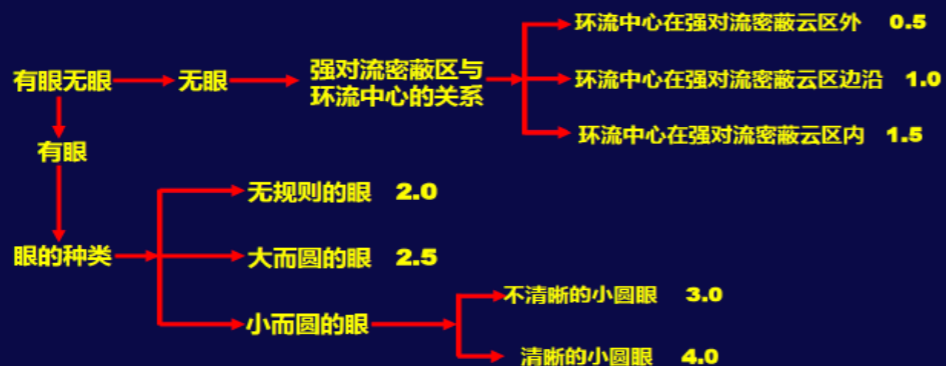
## **Dvorak**技术发展历程

- **1987年**，**WMO**推荐**1984年**版本为全球台风强度估计标准
- **1995年**，细化台风发展和消亡阶段最终强度指数确定的约束规则
- **1995年后**，**Dvorak**技术客观化(**ADT**)方向发展

# ● 简化的Dvorak技术 --- 中央气象台，1980-2011年

## 根据卫星云图云系特征确定台风强度流程

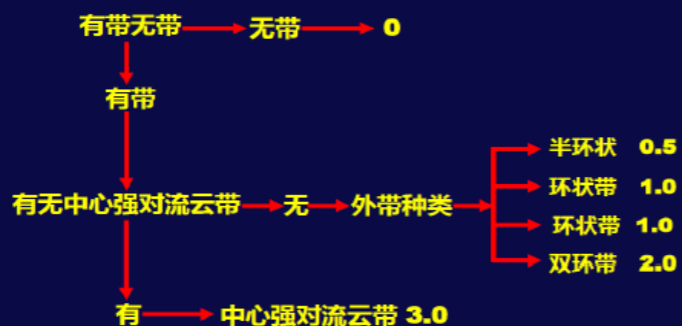
### □ 确定环流中心特征数



### □ 确定中心强对流云区特征数

中心强对流密蔽云区大小 → (东西平均距离+南北平均距离)/2 → 强对流密蔽云区大小数

### □ 确定云带的带状特征数

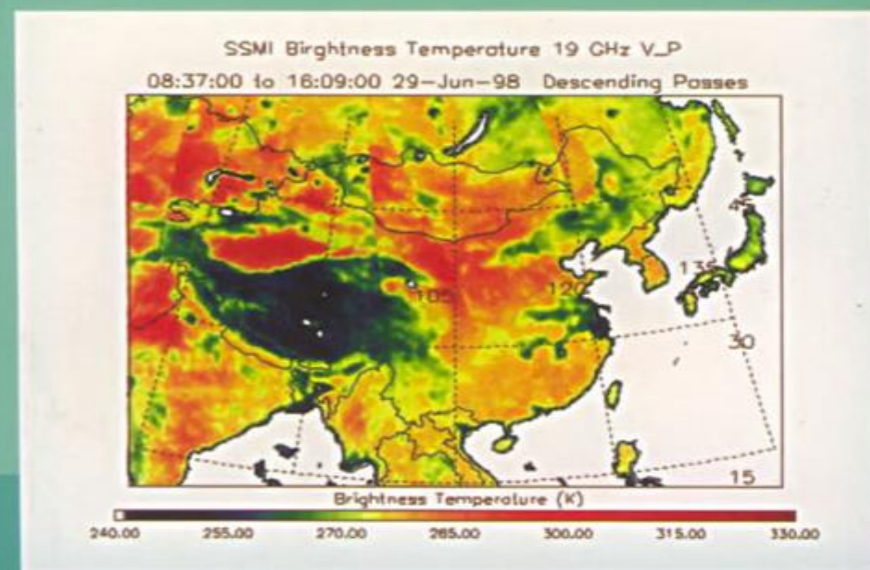


云带的带状特征数=外带特征数+中心强对流云带特征数

台风总强度指数(CI)=环流中心征数+中心强对流云区大小数+云带的带状征数

# 气象卫星业务产品 释用手册

主 编 董超华  
副主编 章国材 邢福源 冯玉蓉

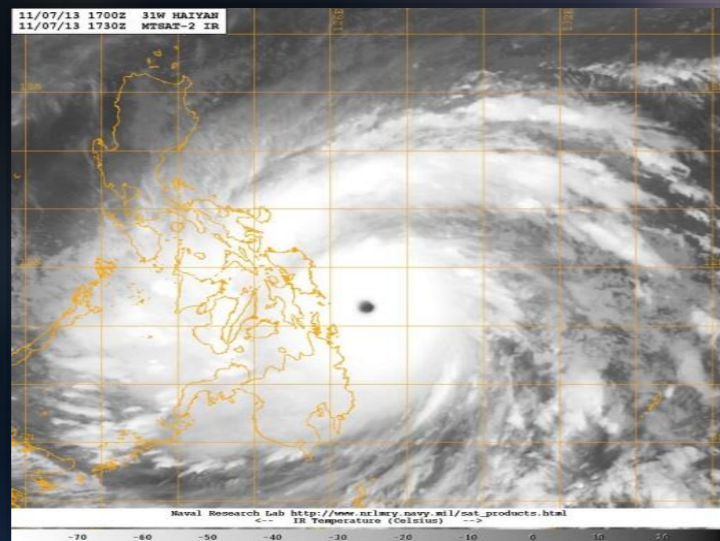


气象出版社

- **简化的Dvorak技术** --- 中央气象台, 1980-2011年

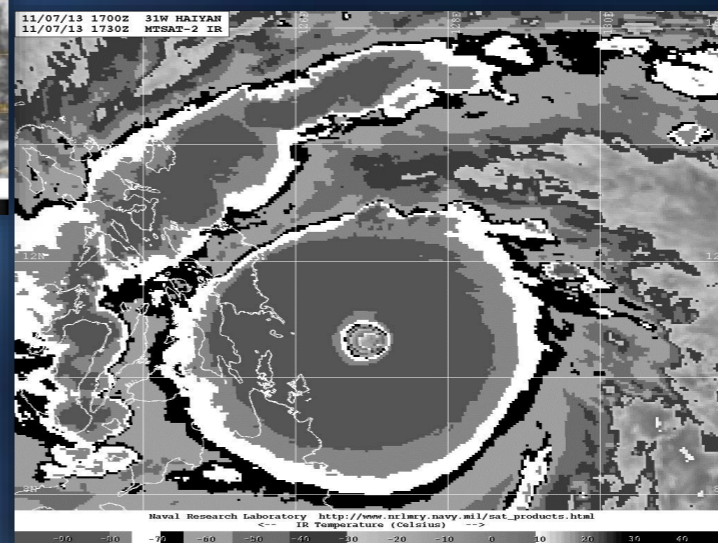
- ✓ 方法操作简单
- ✓ 适用于40米/秒以下的台风
- ✓ 40米/秒以上的台风只能定性地判定为40~60米/秒
- ✓ 分析精度低

● **简化的Dvorak技术** --- 中央气象台，1980-2011年



**简化的Dvorak技术**

**Dvorak ( 1984 )**



## ● Dvorak技术的业务应用



World Meteorological Organization  
Weather • Climate • Water  
(Velden et. al 2012)

- ✓ **Recommendations and Steps since the first WMO International Workshop on Satellite Analyses of Tropical Cyclones (IWSATC) in 2011**
  - A set of recommendations to start down a path towards **a global congruence on intensity estimation procedures ;**
  - **Dvorak (1984) should be main technique in global basins ;**
  - Sharing of agency knowledge and techniques.

## ● Dvorak技术的业务应用



World Meteorological Organization  
Weather • Climate • Water  
(Velden et. al 2012)

- ✓ Highlighted similarities and differences in the methodologies especially in the application of Dvorak technique

- **CMA: Simplified Dvorak => Dvorak 1984) in 2012**
- **JMA: Koba Dvorak scale**
- **IMD: Consider EIR Dvorak estimates too high for North of Indian Ocean (NI)**
- **Many agencies :**  
**adjustments to weakening rates**  
**allowed intensity rate rule**

- **ADT技术发展历程**

- ✓ **ODT – Objective Dvorak Technique**

1995 – 2001, Velden et al., 1998

- **First attempt to automate Dvorak Technique**
- **Only for strong and greater intensities**
- **Manual storm center**

- **ADT技术发展历程**

- ✓ **AODT – Advanced ODT**

2001 – 2004, Olander et al., 2002

- **Expanded entire storm lifecycle**
- **Automated storm centering**

- **ADT技术发展历程**

- ✓ **ADT – Advanced Dvorak Technique**

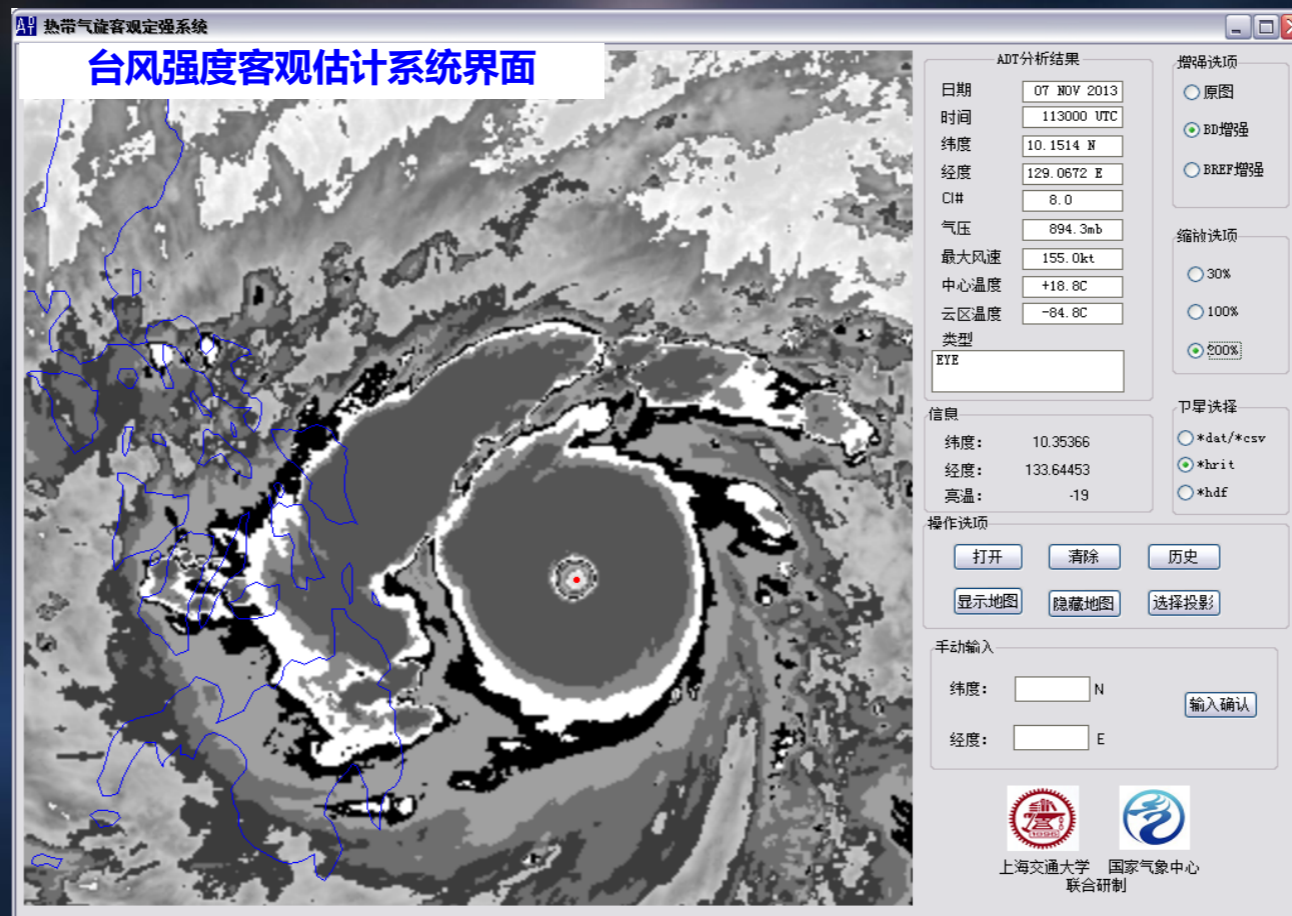
2004 - present, Olander et al., 2007

- **New image objective analysis approaches**
- **Passive microwave imagers (85-92 GHz)**

## ● **ADT在中国的业务应用效果**

- ✓ **基于FY2C/D/E/F/G/H和MTSAT卫星和威斯康星大学的ADT，建立了台风强度客观估计系统**
- ✓ **鼠标点击或手工输入中心位置后，可自动给出台风现时强度指数（CI）、中心最低气压和中心最大风速等强度信息**

# ● ADT在中国的業務应用效果

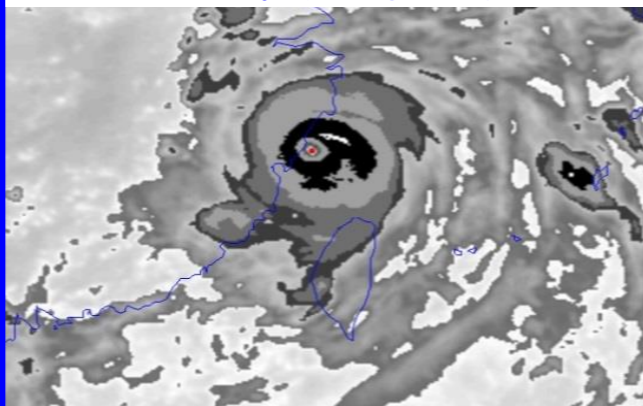


- **ADT在中国的业务应用效果**

- ✓ 业务应用强度估计平均精度为7-11hPa，基本与美国技术水平相当
- ✓ 针对极端台风，强度估计结果基本与飞机观测或地面观测一致

## ● ADT在中国的业务应用效果

0608号台风“桑美” BD增强图像  
(2006年8月10日17时)



“桑美”

客观估计结果

(2006年8月10日17时)

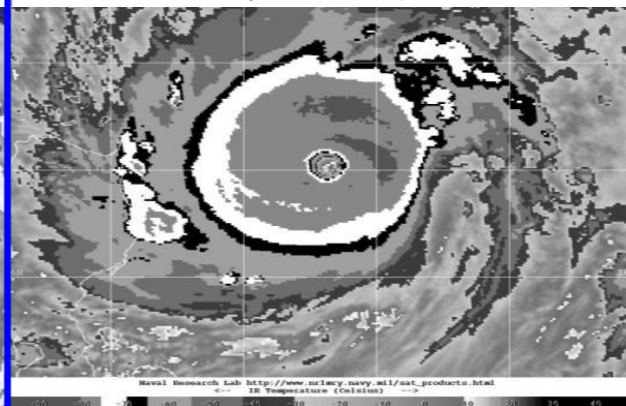
**937.3hPa** , **54m/s**

地面观测

(2006年8月10日17时)

**936.4hPa** , **42.1m/s**

1013号台风“鲇鱼” BD增强图像  
(2010年10月17日20时)



“鲇鱼”

客观估计结果

(2010年10月17日20时)

**896hPa** , **74m/s**

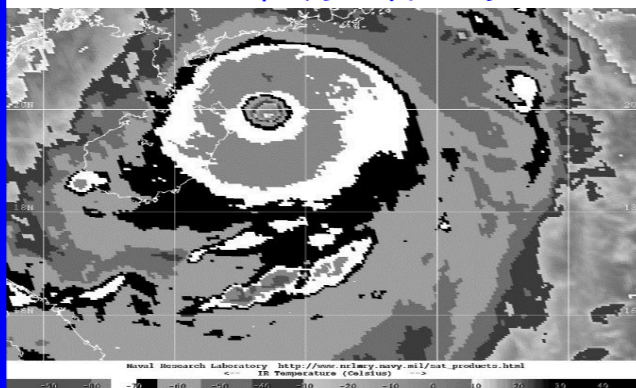
飞机观测

(2010年10月17日20时)

**893hPa** , **78.2m/s**

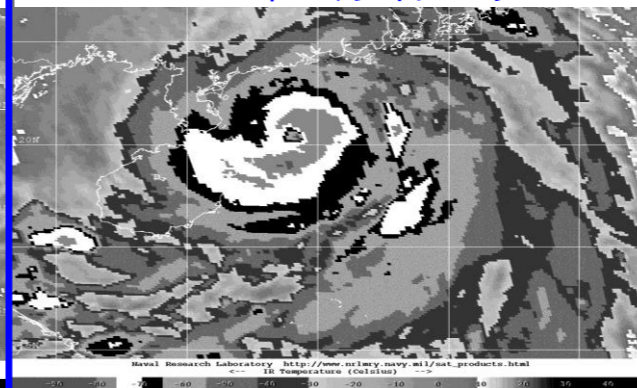
## ● ADT在中国的業務应用效果

1409号台风“威马逊”BD增强图像  
(2014年7月18日14时)



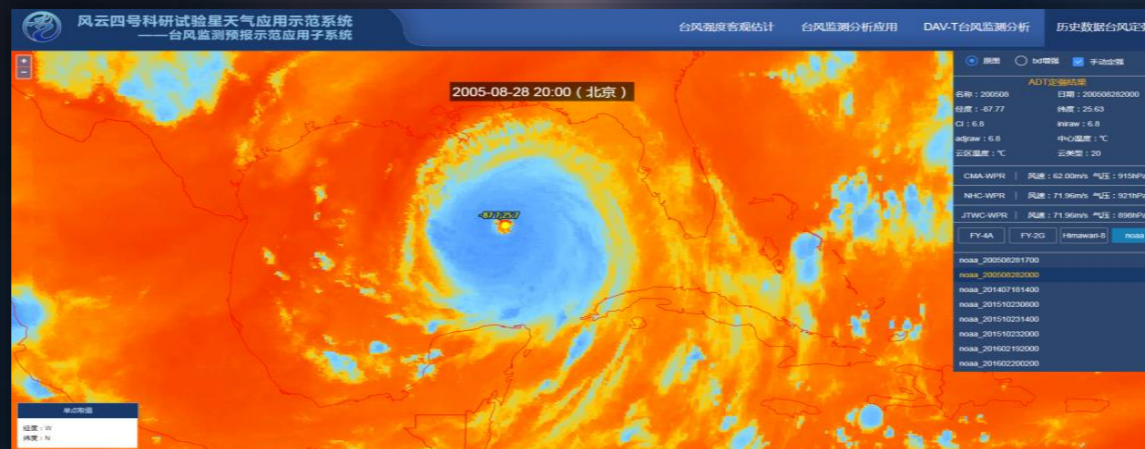
“威马逊”  
客观估计结果  
(2014年7月18日14时)  
**891.7hPa** , 75m/s  
地面观测  
(2014年7月18日13时50分)  
**899.2hPa** , 风速仪损毁

1522号台风“彩虹”BD增强图像  
(2015年10月4日06时)



“彩虹”  
客观估计结果  
(2015年10月4日06时)  
**943.2hPa** , 51m/s  
地面观测  
(2015年10月4日12时40分)  
**943.8hPa** , 46.4m/s

# ● ADT在中国的业务应用效果



## 客观定强结果：

大西洋五级飓风“卡特里娜” ( Katrina , 2005 )

时间：2005年8月28日20时

CI：6.8；中心气压：921hPa；中心风速：140kt

## 美国国家飓风中心最佳路径定强结果：

大西洋五级飓风“卡特里娜” ( Katrina , 2005 )

时间：2005年8月28日20时

中心气压：909hPa；中心风速：145kt

## 4.3 什么是Dvorak技术



## 什么是Dvorak技术？

- ✓ 基于卫星图像估计台风强度的统计方法
- ✓ 使用的资料为红外云图和可见光云图
- ✓ 基于台风云型和一系列规则估计强度
- ✓ 全球确定台风/飓风强度的通用方法
- ✓ 不是对台风风场、气压或其它气象要素的直接观测
- ✓ 台风现场观测的一种替代手段

## ● **Dvorak**技术分析的理论基础

**Dvorak**技术包含了台风强度发展的环境动力和热力因子

### ✓ **动力因子**

- 云带的弯曲程度反映了气旋涡度的大小
- 深对流偏离低层环流中心的距离反映了高低空环境风切变的大小及其影响

### ✓ **热力因子**

- 不同云型的分类反映了对流发展的强度
- 台风眼区的温度反映了台风内核的强度

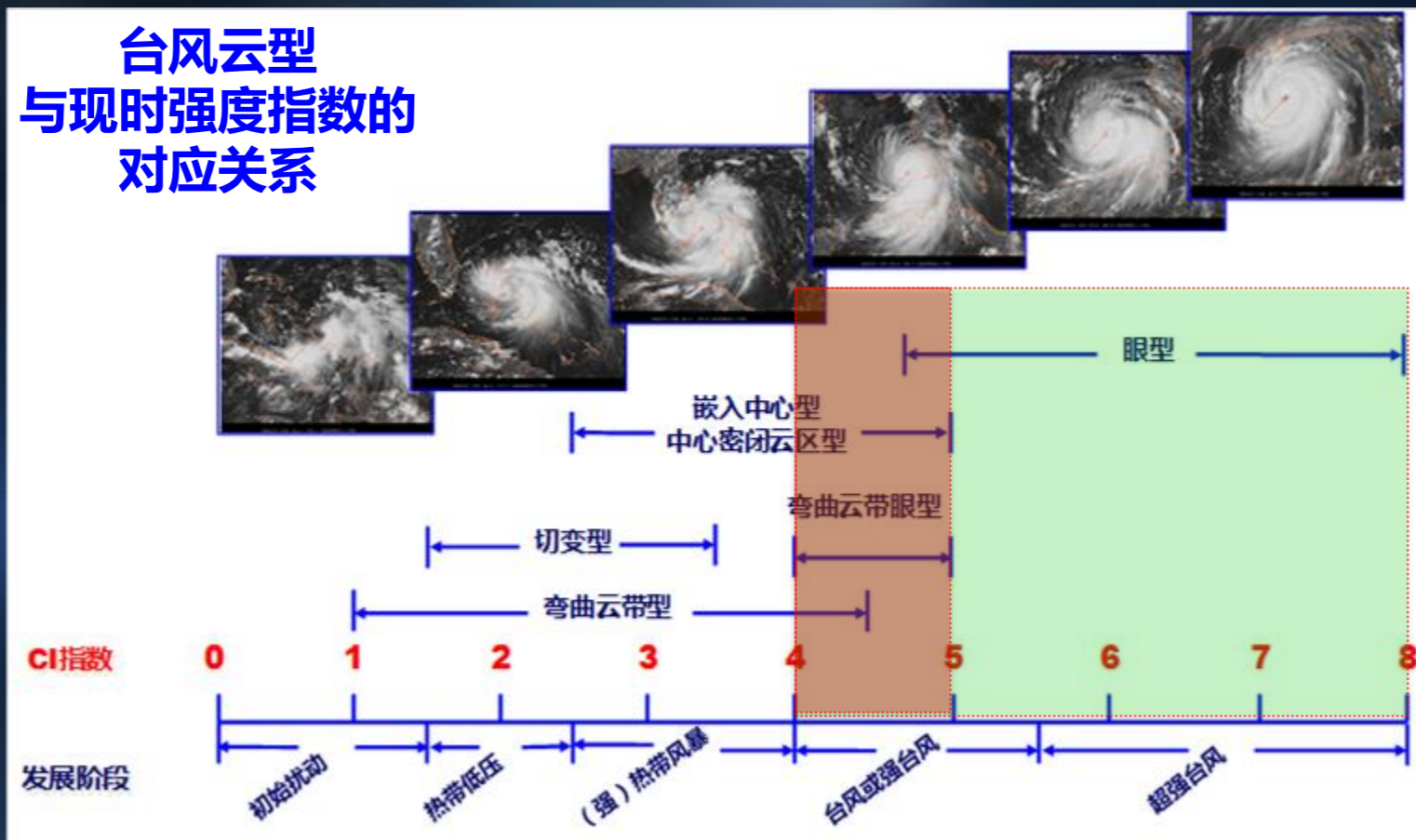
## 4.4 Dvorak技术分析流程



# Dvorak技术分析流程

- **Dvorak技术假定 ( Premise )**

- ✓ 台风云型的特征变化与台风的某一发展阶段和一定的强度相对应

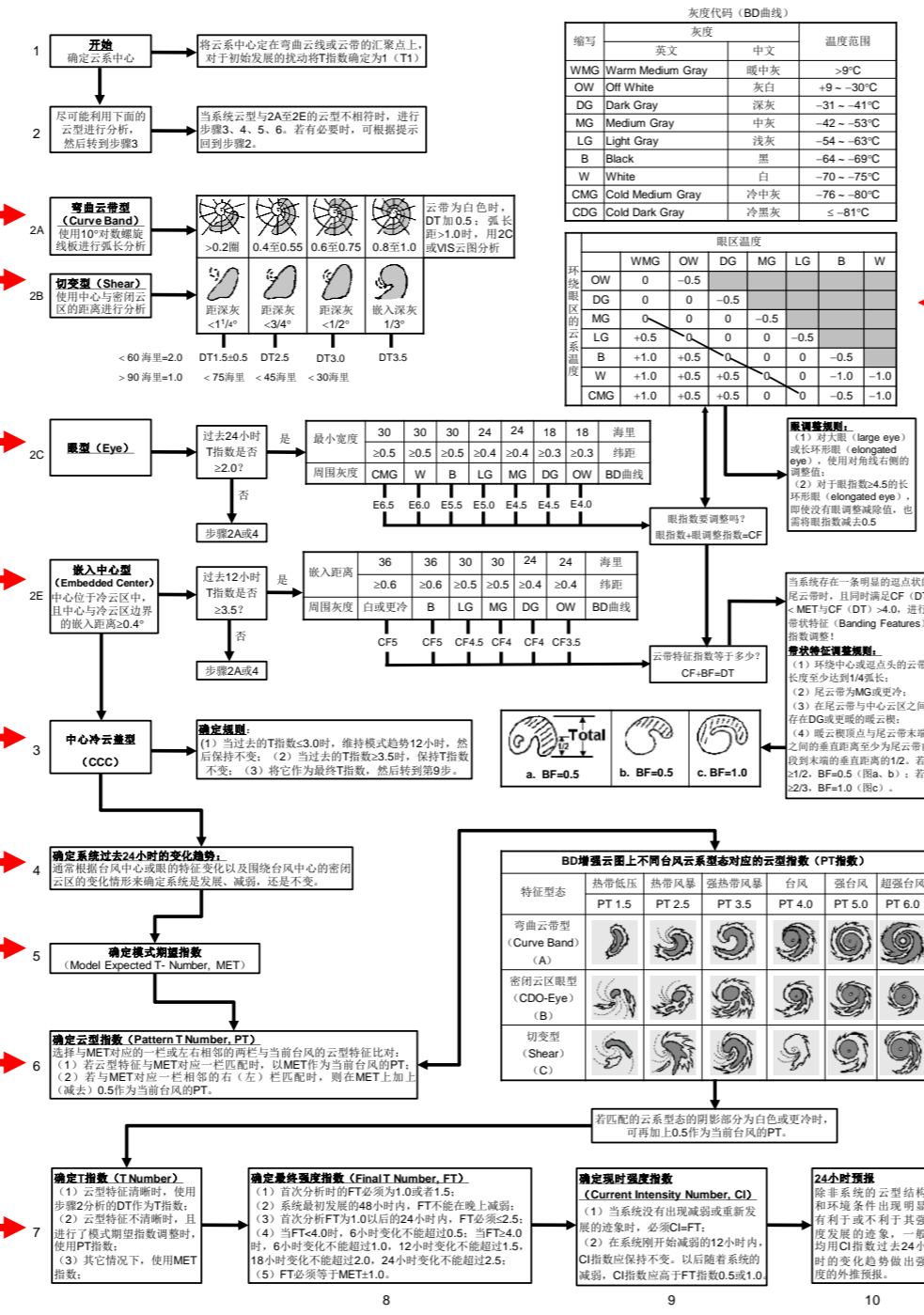


# Dvorak技术分析流程

- **Dvorak 云型分类**
  - ✓ **弯曲云带型 -- Curved Band**
  - ✓ **切变型 -- Shear**
  - ✓ **眼型 -- Eye**
  - ✓ **中心密闭云区型**
    - **Central Dense Overcast , CDO**
  - ✓ **嵌入中心型 -- Embedded Center**
  - ✓ **冷云盖型 -- Central Cold Cover , CCC**

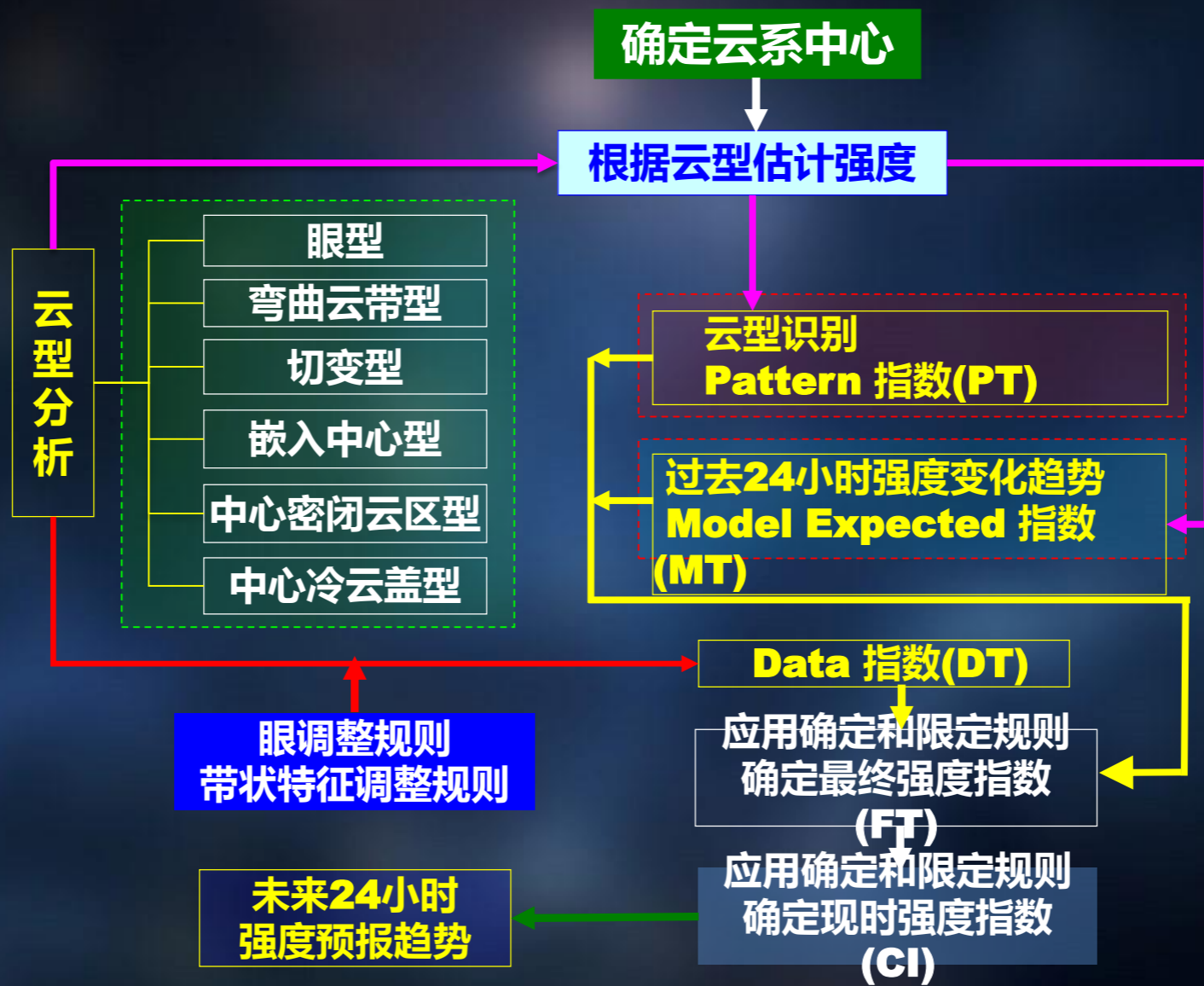
# Dvorak技术分析流程

弯曲云带型  
切变型  
眼型  
嵌入中心型  
中心冷云盖型  
过去24小时  
强度变化趋势  
云型  
识别  
最终强度  
指数  
限定规则



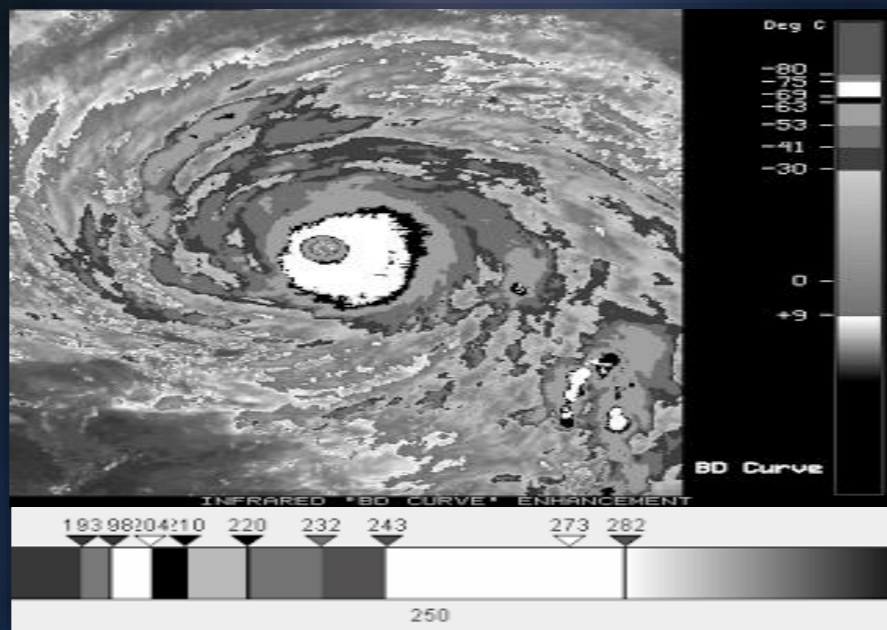
眼调整规则  
带状特征调整规则  
现时强度指数限定规则

# Dvorak技术分析流程



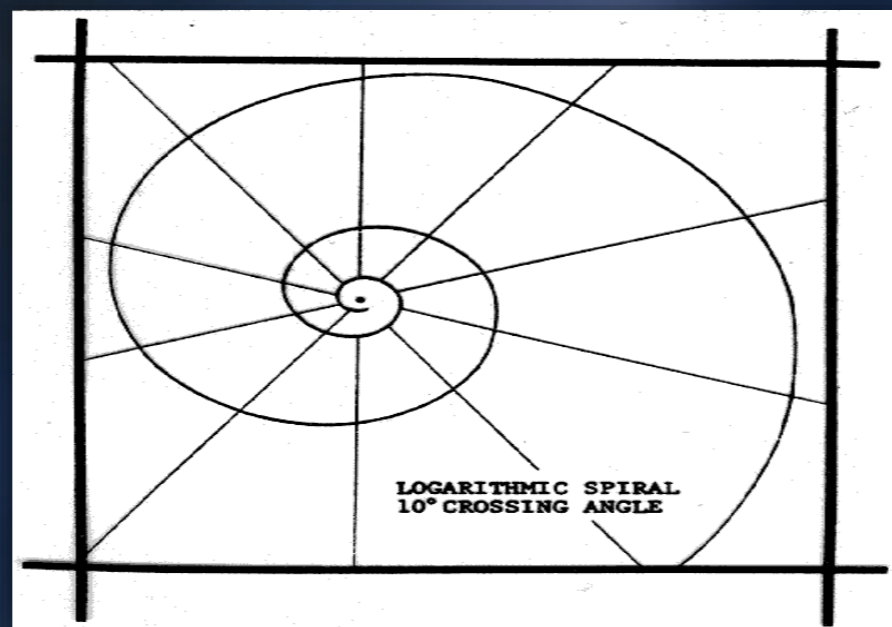
- **Dvorak分析工具**

- ✓ **BD增强显示红外云图**



- **Dvorak分析工具**

- ✓ **10°的对数螺旋线板**



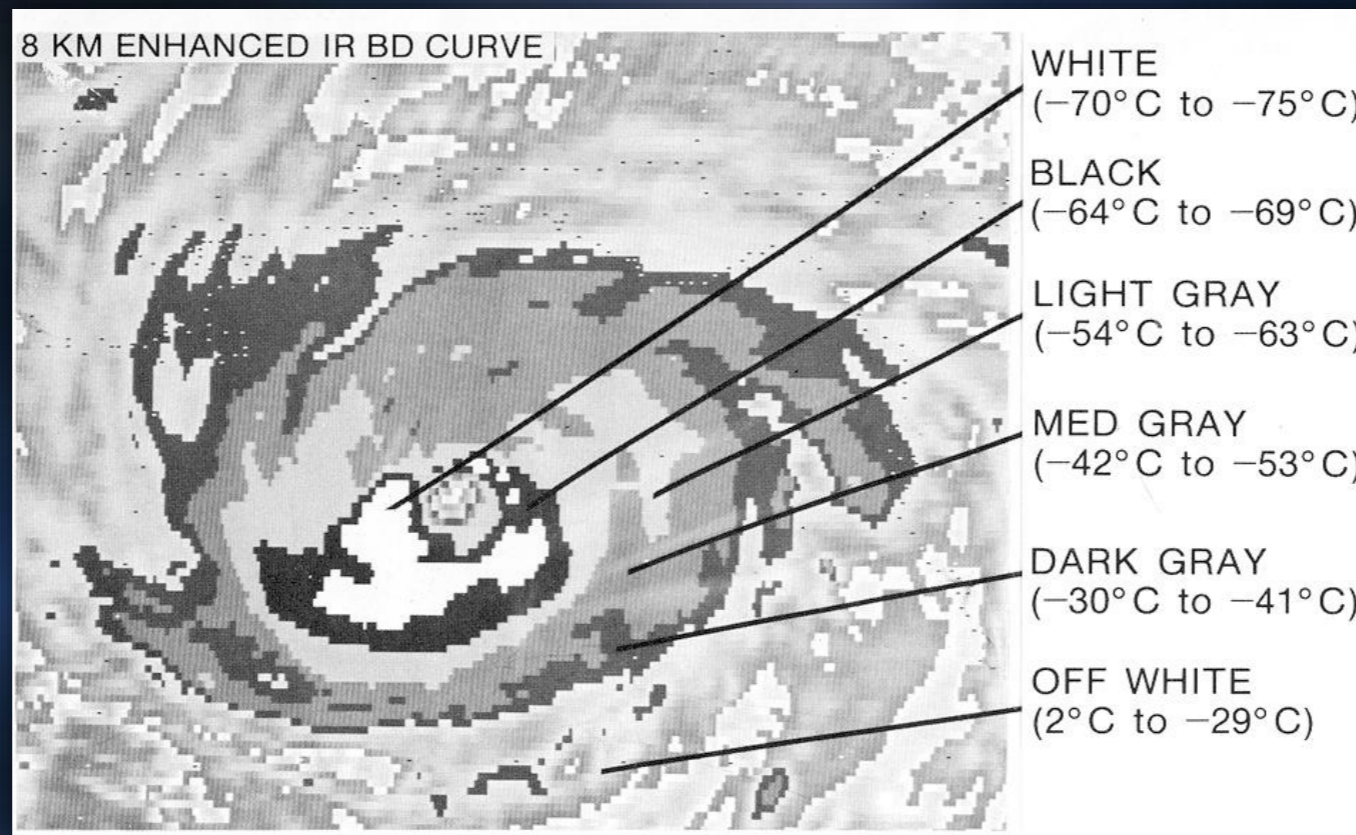
## ● Dvorak分析工具

### ✓ BD增强色彩显示范围及术语

Segment Number	Color Range	Cloud Top Temperature Range (°C)	Name/ Abbreviation
2	0-255	>9.0	Warm Medium Gray (WMG)
3	109-202	9.0 to -30	Off White (OW)
4	60-60	-31 to -41	Dark Gray (DG)
5	110-110	-42 to -53	Medium Gray (MG)
6	160-160	-54 to -63	Light Gray (LG)
7	0-0	-64 to -69	Black (B)
8	255-255	-70 to -75	White (W)
9	135-135	-76 to -80	Cold Medium Gray (CMG)
10	85-85	<-80	Cold Dark Gray (CDG)

## ● Dvorak分析工具

### ✓ BD增强色彩显示范围及术语



## ● Dvorak分析主要技术术语

序号	中文名称	简写	英文名称
1	云系中心	CSC	Cloud System Center
2	中心密闭云区	CDO	Central Dense Overcast
3	中心冷云盖	CCC	Central Cold Cover
4	眼指数	Eye#	Eye Number
5	眼调整指数	Eye <sub>adj.</sub>	Eye Adjustment Number
6	中心特征数	CF	Central Feature Number
7	带状特征数	BF	Banding Feature Number
8	现时强度指数	CI	Current Intensity Number
9	资料分析指数	DT	Data-T Number
10	模式期望指数	MET	Model Expected-T Number
11	云型指数	PT	Pattern-T Number
12	最终强度指数	FT	Final-T Number
13	强度预报指数	FI	Forecast Intensity Number

## ● **Dvorak分析步骤 -- 10 Steps**

**Step 1 - 确定云系中心**

**Step 2 - 选择适合的Dvorak 台风云型进行资料指数分析 (DT)**

- **Step 2A - 弯曲云带型**
- **Step 2B - 切变型**
- **Step 2C - 眼型**
- **Step 2D - 中心密闭云区型 (VIS)**
- **Step 2E - 嵌入中心型**

- ✓ **台风云型可能在几小时内发生较大变化**
- ✓ **选择合适的云型对强度确定至关重要**

- **Dvorak分析步骤 --- 10 Steps**

**Step 3 - 中心冷云盖 ( CCC )**

**Step 4 - 24小时台风强度变化趋势分析**

**Step 5 - 确定模式期望值数 ( MET )**

**Step 6 - 确定云型指数 ( PT )**

**Step 7 - 确定最终强度指数 ( FT )**

**Step 8 - 最终强度指数是否符合限制规则**

**Step 9 - 确定现时强度指数 ( CI )**

**Step 10 - 确定强度预报指数 ( FI )**



# 中央气象台台风业务定强工作表格

TC Num: 1409 TC Name: RAMMASUN 威马逊

UTC		Step 1		Step 2A 2B											Step 2C Eye or Embdd. Cntr											3hr avg.										
Date-Time		Position		Curved band				Shear Pattern			Surr. Gray	Embdd. Dist	Eye No.	Eye adj.	CF	BF	DT	Avg. MET			PAT		FT	CI	FCI	Sign.&Comm.										
mm/dd	hhmm	Lat	Lon	Spiral Dist	DT	Dist to Cntr.	DT	Data T.	D/S/W	MET								Type	PT	Use Rules	Use Rules	24hr Forec ast				IR/VI S	Sign.	comm.								
7/11	0000	11.7	148.3	0.4 DG	2.0												2.4	D	/			2.0	2.0	/	IR	ZGB	fair									
	0600	12.5	147.5	0.4 DG	2.0												2.8	D	/			2.0	2.0	/	IR	ZGB	fair									
	<del>0700</del>																2.8	D	/																	
	1200	12.6	146.7	0.3 DG	2.5												2.5	D	/			1.5	2.0		IR	Xiang	poor									
	1800																																			
7/12	0000	13.0	144.8	0.35 DG	2.0												2.2	S	2.0	B1-B2	2.0	2.0	2.0	2.0	IR	ZGB	fair									
	0600	13.4	142.8	0.4 DG	2.5												2.8	D	2.5	A2	2.5	2.5	2.5	2.5	IR	ZGB	fair									
	1200	13.2	141.4	0.4	2.5												2.6	D	3.0	C2	2.5	2.5	2.5	3.5	IR	Xiang	fair									
	1800	13.4	140.1	0.5 DG	2.5												3.1	D		A2	2.5	2.5	2.5	3.5	IR	LXY	fair									
7/13	0000	13.6	138.4	0.4 DG	2.5												3.1	D	3.0	C2	2.5	2.5	2.5	3.5	IR	LQZ	poor									
	0600	13.8	136.6	0.4 DG	2.5												3.0	D	3.0	B2-B3	3.0	3.0	3.0	4.0	IR	LQZ	poor									
	1200	13.2	134.2	0.5 DG	2.5												3.0	D	3.0	B2-B3	3.0	3.0	3.0	4.0	IR	HYW	fair									
	1800	13.5	131.8	0.5 DG	2.5												3.0	D	2.5	C2-C3	3.0	3.0	3.0	4.0	IR	NGZ	fair									
7/14	0000	13.3	130.7														3.7	S	3.0	B3	3.5	3.5	3.5	4.5	IR	LQZ	fair									
	0300	13.3	130.1	0.8 DG	3.5												3.8	D	3.5	B3	3.5	3.5	3.5	4.5	IR	LQZ	fair									
	0600	13.1	127.3	VIS 1.2	4.0												3.9	D	4.0	B4	4.0	4.0	4.0	5.0	IR	LQZ	fair									
	0900	12.8	128.8	VIS 1.4	4.5			LG	130								3.9	D	4.0	A4	4.0	4.0	4.5	4.5	IR	LQZ	fair									
	1200	12.7	128.2					B	66 km	5.5	0.0	5.5					4.4	D+	4.5	A4	4.0	4.5	4.5	3.5	IR	HYW	fair									
	1500	12.7	127.5	0.9 W	4.0												4.5	D+	4.5	A4	4.0	4.0	4.5	3.5	IR	HYW	poor									
	1800	12.8	126.8					B		5.5	-1.0	4.5					4.5	D+	5.0	A4-A5	4.5	4.5	4.5	3.5	IR	NGZ	fair									
	2100	12.8	126.3	1.0 W	4.0												4.7	D	4.5	C4	4.0	4.5	4.5	3.5	IR	NGZ	fair									
7/15	0000	12.8	125.7					W	90	5.0							4.9	D+	5.0	B4-B5	5.0	5.0	3.5	3.5	IR	GS	fair									
	0300	12.9	125.3					W	85	5.0	-1.0	5.0					5.0	D+	5.0	B5	5.0	5.0	5.0	3.5	IR	GS	fair									
	0600	13.0	124.7					B	80	5.5	0	5.5					5.7	D+	5.5	B5	5.5	5.5	5.5	3.5	IR	GS	fair									

Page No: 1

2014年第9号台风“威马逊” Dvorak技术分析表格

## ● **Dvorak主要技术指数**

✓ **资料分析指数 DT**

**Data-T number**

✓ **模式期望指数 MET**

**Model Expected-T number**

✓ **云型指数 PT**

**Pattern-T number**

✓ **最终强度指数 FT**

**Final-T number**

✓ **现时强度指数 CI**

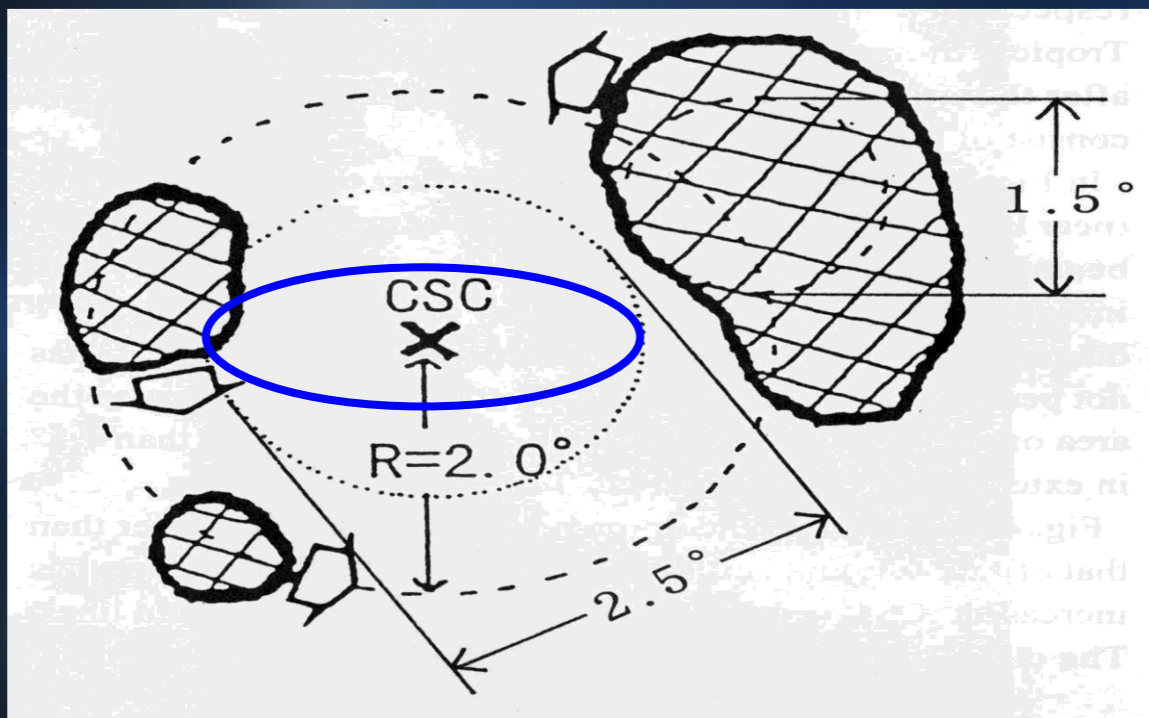
**Current Intensity number**

## Dvorak技术分析流程

- 热带扰动分析启动条件

- ✓ 系统持续了12小时以上

- ✓ 在直径小于等于2.5个纬距的范围内，云系中心已经存在6个小时以上

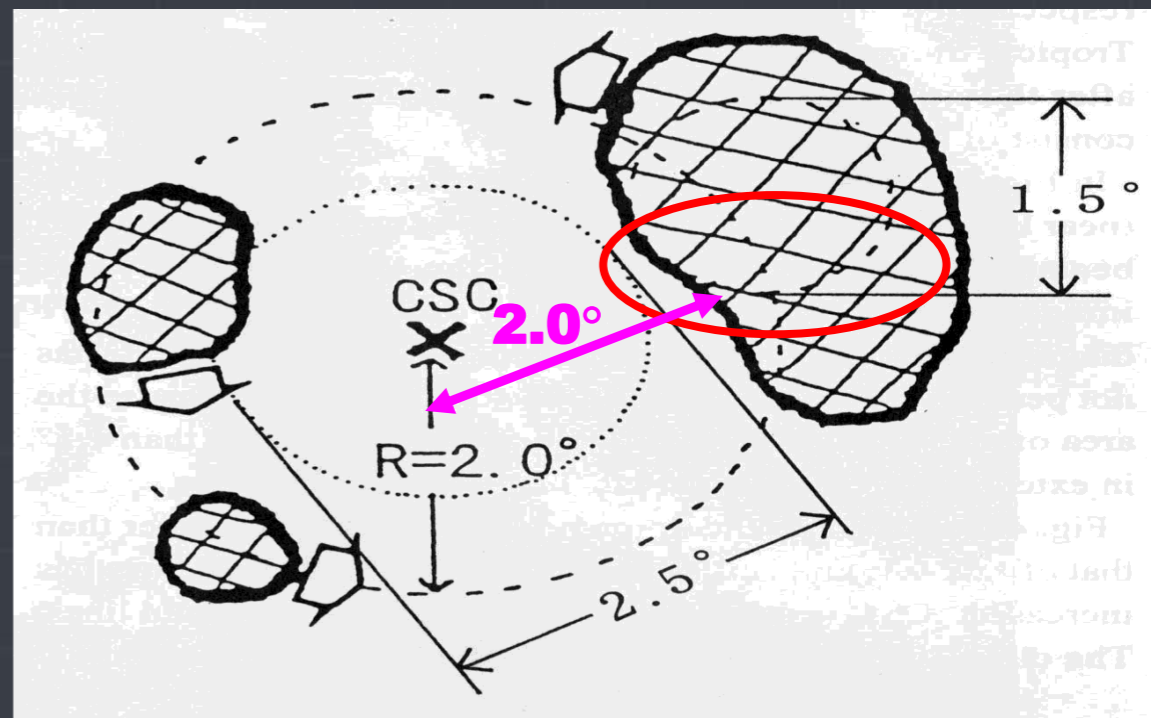


## Dvorak技术分析流程

### ● 热带扰动分析启动条件

- ✓ 存在一个宽度大于1.5个纬距的浓密而冷的（BD增强红外云图的亮温值低于  $-31^{\circ}\text{C}$ ）密闭云区，且与系统中心的距离不超过2个纬距

- 同时满足上述3个条件的热带扰动的初始T指数定义为1.0或1.5；
- 将保证初始热带扰动在未来有足够且稳定发展的深对流云团，在合适环境场条件下，未来24~36小时可发展为台风（即最终强度指数FT达到2.5以上）
- 若初始涡旋没有发展，则在初始T指数后加负号表示



## Dvorak技术分析流程

- **资料指数分析 DT ( Data-T number )**
  - ✓ 基于当前云图的台风云系特征，选择适合的**Dvorak**技术分析云型，按步骤分析而得到的指数
  - **弯曲云带型 --- Curved Band**
  - **切变型 --- Shear**
  - **眼型 --- Eye**
  - **中心密闭云区型**
    - **Central Dense Overcast, CDO**
  - **嵌入中心型 --- Embedded Center**
  - **中心冷云盖型**
    - **Central Cold Cover, CCC**

# Dvorak技术分析流程

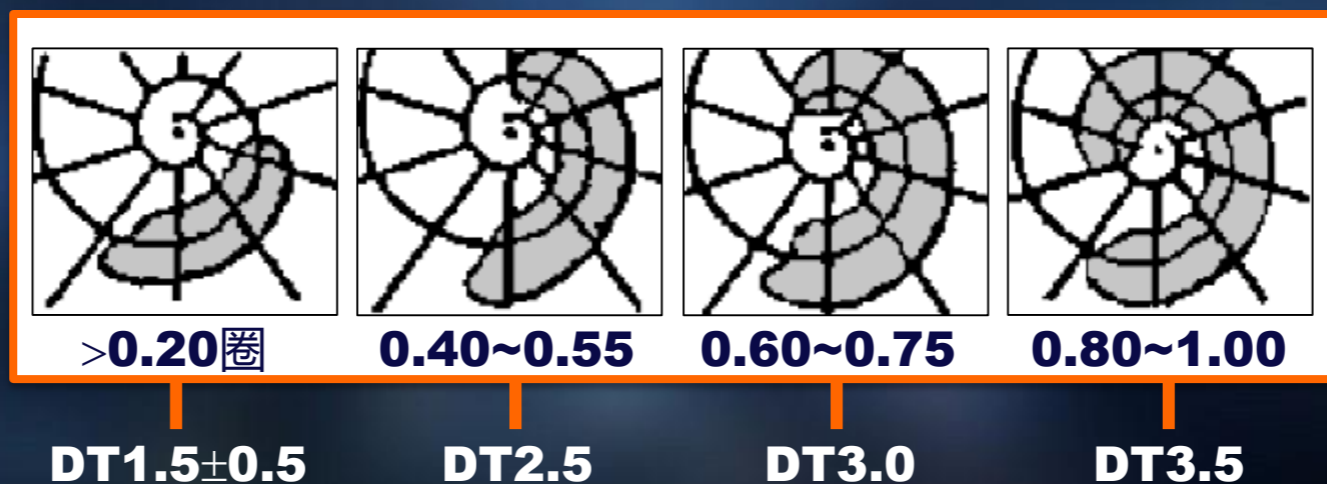
## ● Step 2A - 弯曲云带型 ( IR & VIS )

### ✓ 确定云系中心的方法

- 螺旋云带曲率中心  
--- **Spiral Band Curvature , SBC**
- 紧密弯曲云带 ( Banding Eye )  
--- **Tightly Curved Band**
- 动画法 --- **Animation , ANMTN**
- 最小云楔法  
--- **Cloud Minimum Wedge , CMW**
- 画圆法 --- **Circle Method**
- 保守定位法 --- **Conservative Features**

## Dvorak技术分析流程

- **Step 2A - 弯曲云带型 ( IR )**
  - ✓ 使用10°对数螺旋线板进行弧长分析
  - ✓ 云带为白色时，DT可加0.5
  - ✓ 弧长>1.0时，用EIR-2C或VIS分析
  - ✓ 主观性较强



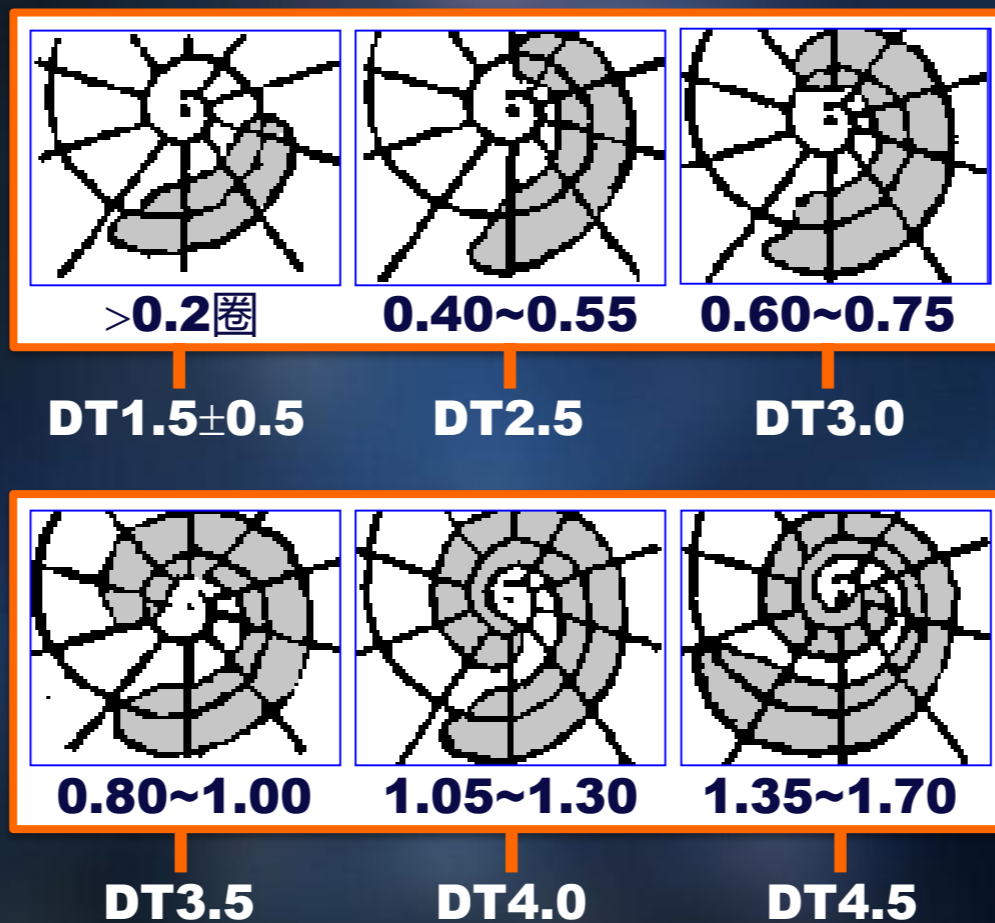
## Dvorak技术分析流程

- **Step 2A - 弯曲云带型 ( VIS )**

- ✓ 使用 $10^\circ$ 对数螺旋线板进行弧长分析
- ✓ **Banding Eye** : 弧长  $> 1.0$
- ✓ 主观性较强
- ✓ 弯曲云带型云系的台风可以是**TD、TS、STS和TY**

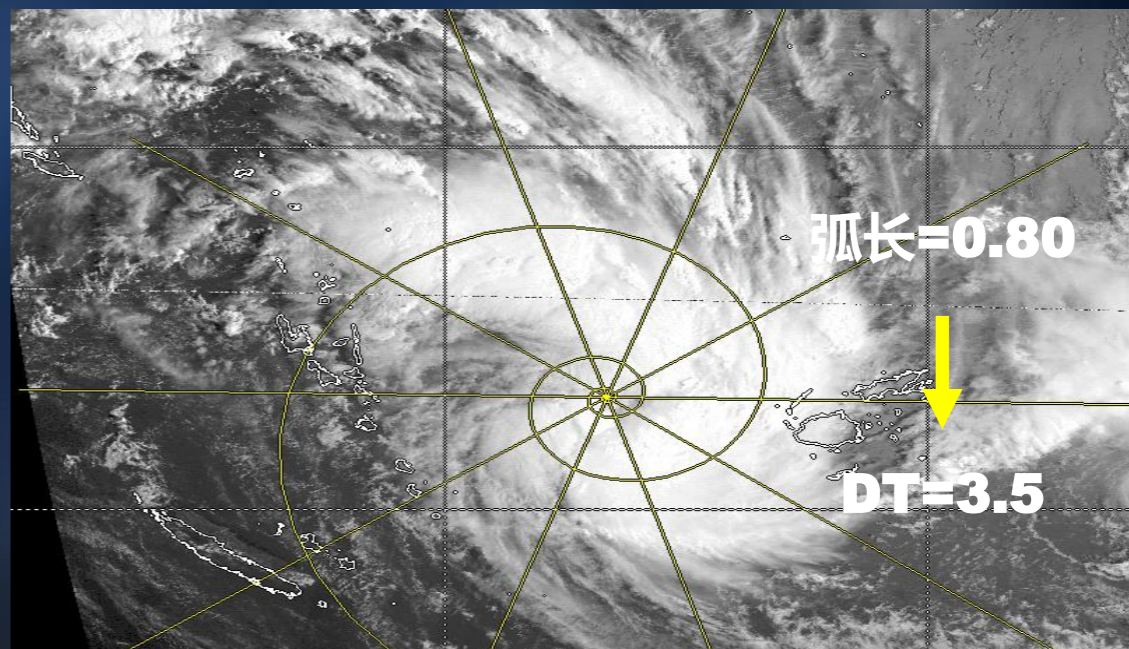
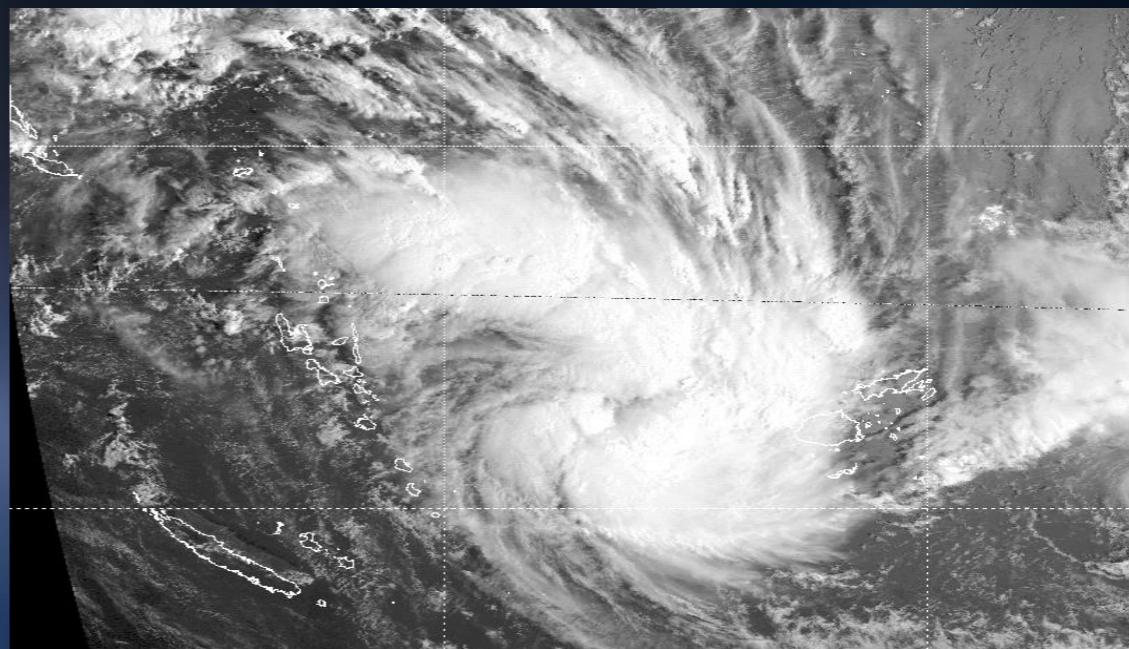
# Dvorak技术分析流程

- Step 2A - 弯曲云带型 ( VIS )



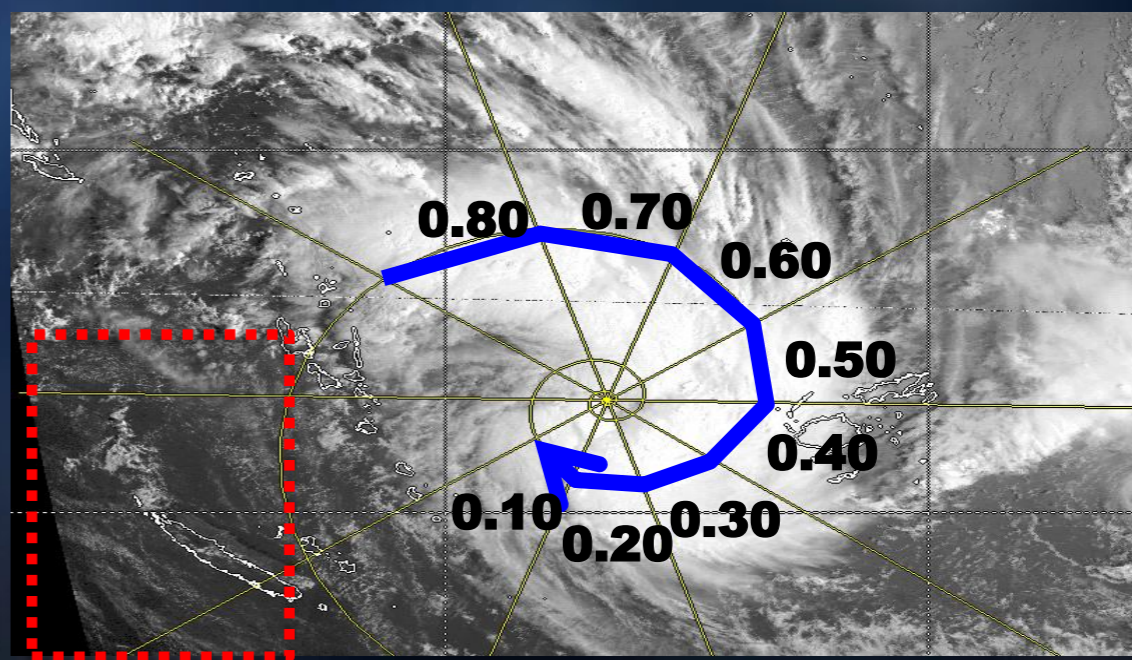
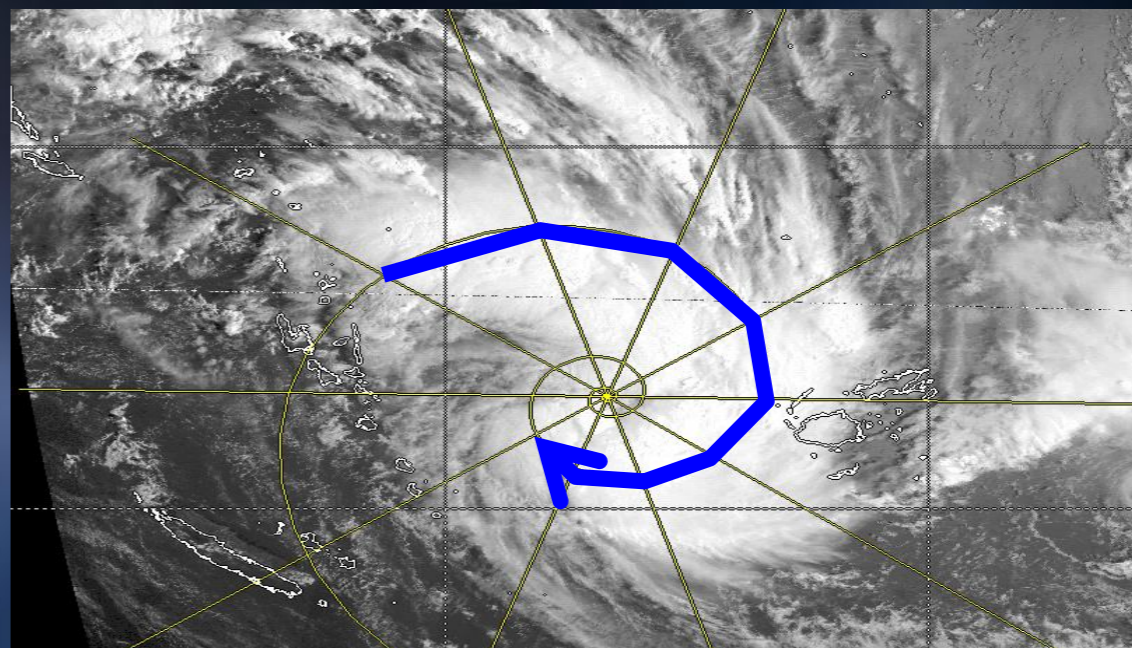
## ● Step 2A - 弯曲云带型 ( VIS )

- ✓ 将 $10^\circ$ 对数螺旋板的曲率中心放在确定的台风中心位置上
- ✓ 然后旋转对数螺旋板，找到合适的弯曲云带，**BD增强红外云图上必须是温度低于 $-31^\circ\text{C}$ 的连续云带，即DG颜色以上的连续云带**，由外向里画出弯曲云带曲线
- ✓ 最后度量弯曲云带的弧长，给出相应资料指数



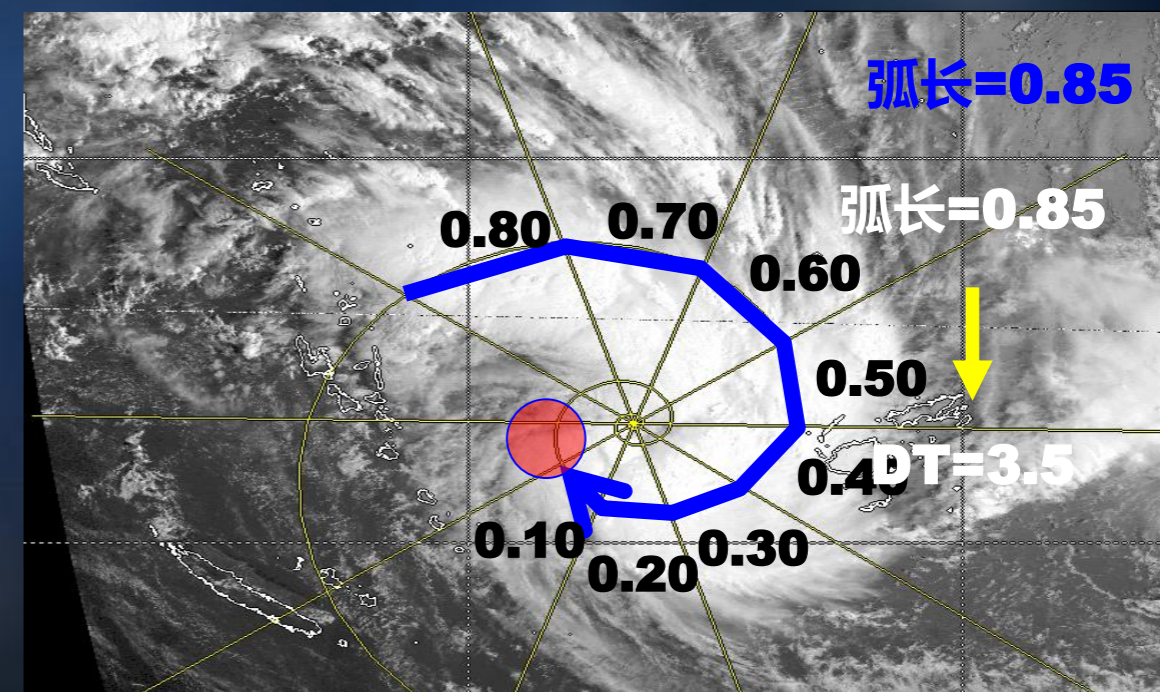
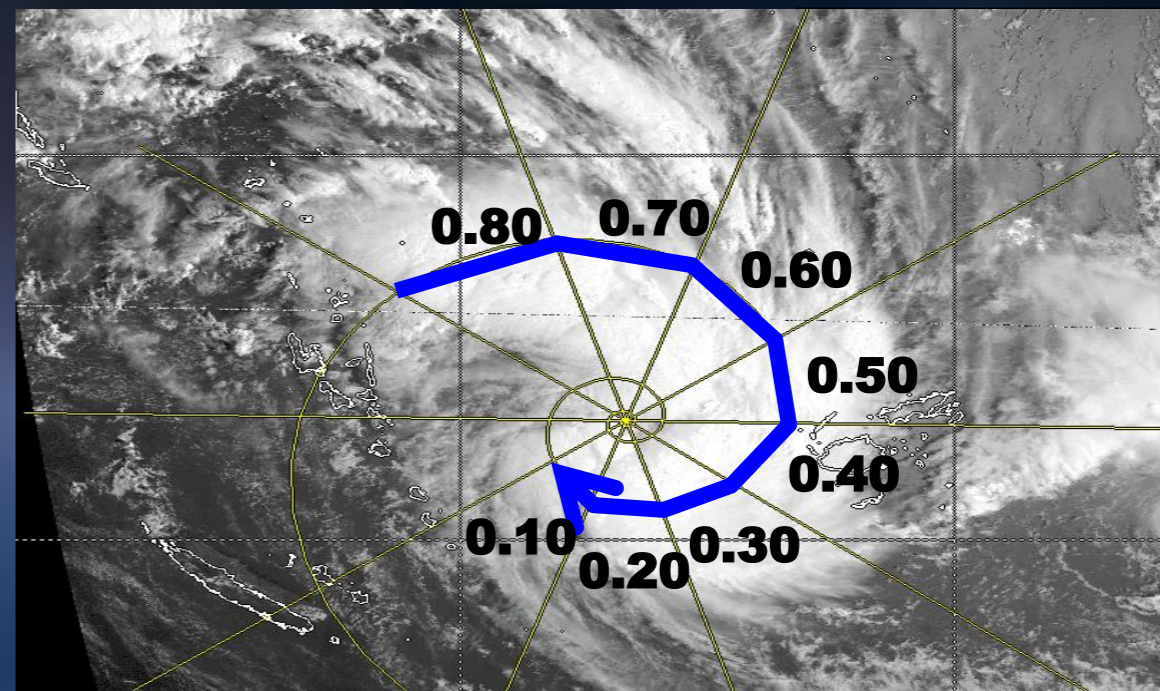
## ● Step 2A - 弯曲云带型 ( VIS )

- ✓ 将 $10^\circ$ 对数螺旋板的曲率中心放在确定的台风中心位置上
- ✓ 然后旋转对数螺旋板，找到合适的弯曲云带，**BD增强红外云图上必须是温度低于 $-31^\circ\text{C}$ 的连续云带，即DG颜色以上的连续云带**，由外向里画出弯曲云带曲线
- ✓ 最后度量弯曲云带的弧长，给出相应资料指数



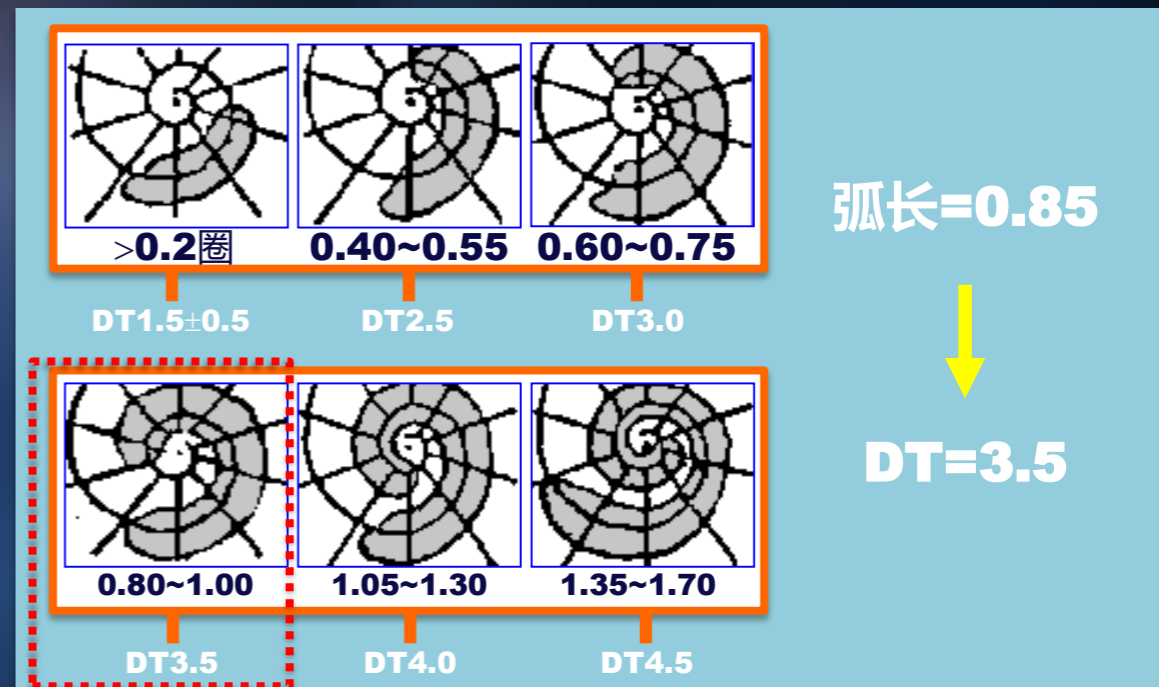
## ● Step 2A - 弯曲云带型 ( VIS )

- ✓ 将 $10^\circ$ 对数螺旋板的曲率中心放在确定的台风中心位置上
- ✓ 然后旋转对数螺旋板，找到合适的弯曲云带，**BD增强红外云图上必须是温度低于 $-31^\circ\text{C}$ 的连续云带，即DG颜色以上的连续云带**，由外向里画出弯曲云带曲线
- ✓ 最后度量弯曲云带的弧长，给出相应资料指数



## ● Step 2A - 弯曲云带型 ( VIS )

- ✓ 将 $10^\circ$ 对数螺旋板的曲率中心放在确定的台风中心位置上
- ✓ 然后旋转对数螺旋板，找到合适的弯曲云带，**BD增强红外云图上必须是温度低于 $-31^\circ\text{C}$ 的连续云带，即DG颜色以上的连续云带**，由外向里画出弯曲云带曲线
- ✓ 最后度量弯曲云带的弧长，给出相应资料指数



## ● Step 2B - 切变型 ( Shear )

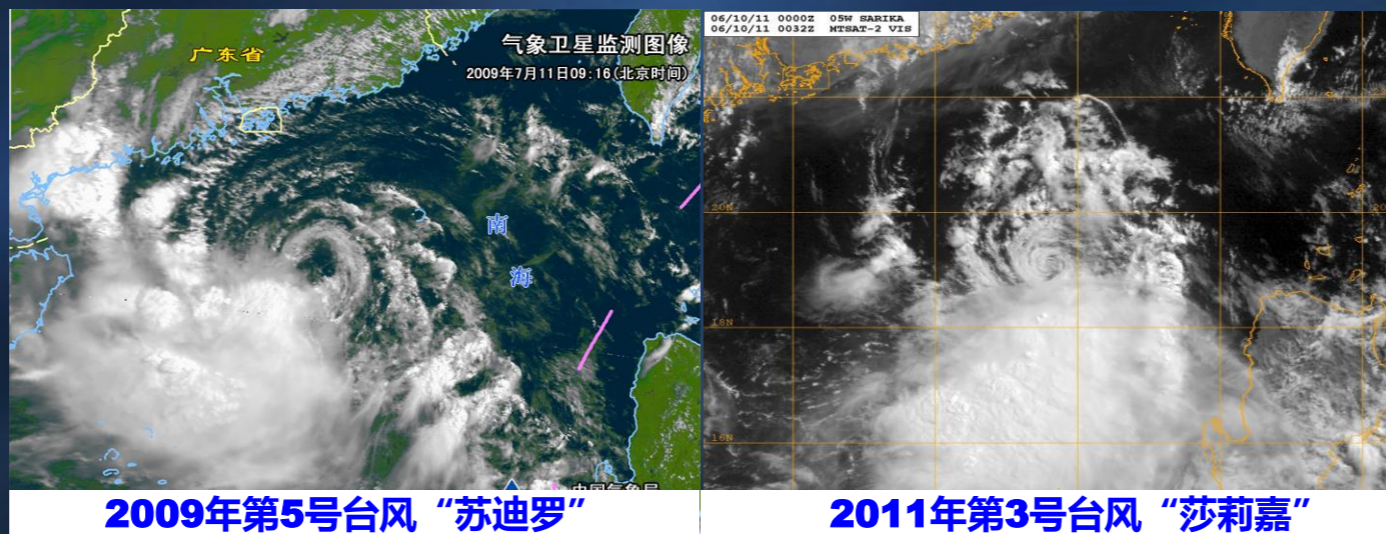
### ✓ 确定云系中心的方法 ( IR & VIS )

#### • 外露的低层环流中心

**Exposed Low Level Circulation Center  
( XPSD LLCC )**

#### • 部分外露的低层环流中心

**Partially Exposed Low Level Circulation  
Center ( PRTLX XPSD LLCC )**



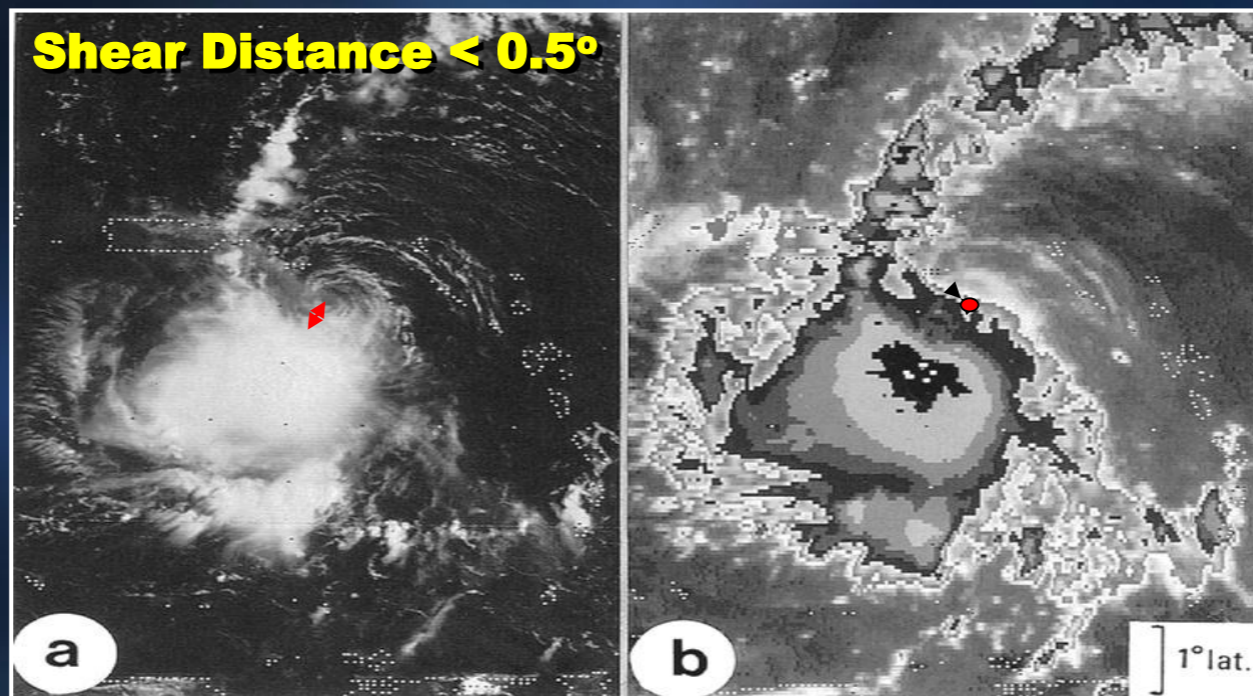
## ● Step 2B - 切变型 ( Shear )

- ✓ 根据台风中心与密闭云区的距离进行资料指数分析，适用于IR & VIS
- ✓ 这里的密闭云区必须是BD增强红外云图上温度低于-31°C的对流云区，即DG颜色以上的对流云区
- ✓ 切变型云系的台风可以是TD、TS 和STS



## ● Step 2B - 切变型 ( Shear )

- ✓ 根据台风中心与密闭云区的距离进行资料指数分析，适用于IR & VIS
- ✓ 这里的密闭云区必须是BD增强红外云图上温度低于 $-31^{\circ}\text{C}$ 的对流云区，即DG颜色以上的对流云区
- ✓ 切变型云系的台风可以是TD、TS 和STS



## ● Step 2B - 切变型 ( Shear )

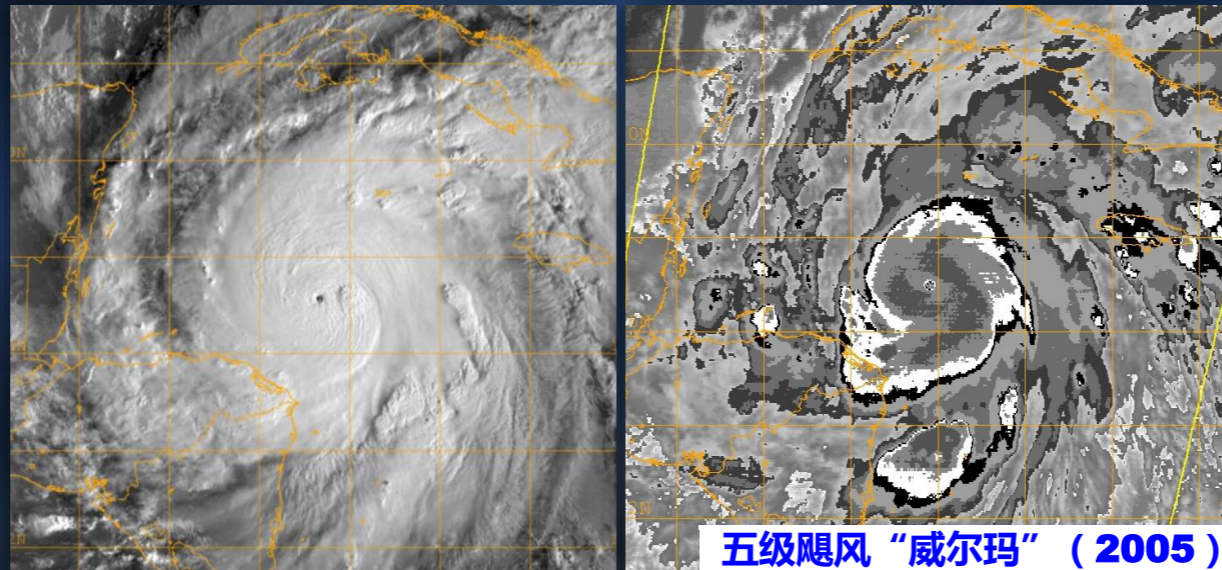
- ✓ 根据台风中心与密闭云区的距离进行资料指数分析，适用于IR & VIS
- ✓ 这里的密闭云区必须是BD增强红外云图上温度低于 $-31^{\circ}\text{C}$ 的对流云区，即DG颜色以上的对流云区
- ✓ 切变型云系的台风可以是TD、TS 和STS



## ● Step 2C - 眼型 ( IR & VIS )

### ✓ 确定云系中心的方法

- 眼型是指任何种类的台风眼
- 也包括：
  - 不规则眼 ( Ragged Eyes )
  - 弯曲云带眼型 ( Banding Eyes )

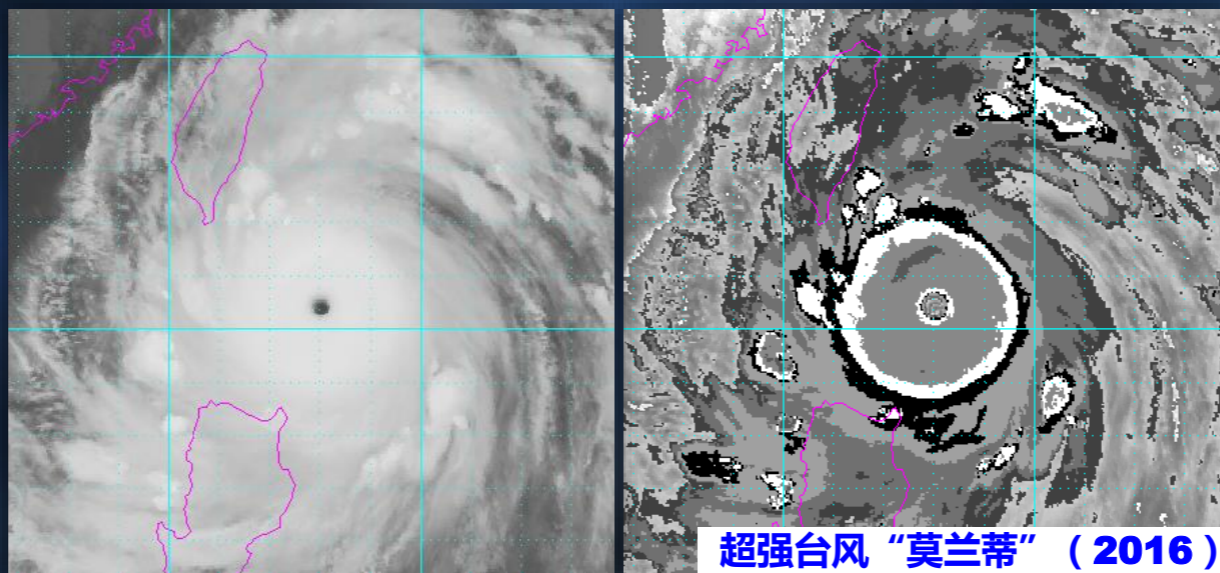


五级飓风“威尔玛” ( 2005 )

## ● Step 2C - 眼型 ( IR & VIS )

### ✓ 确定云系中心的方法

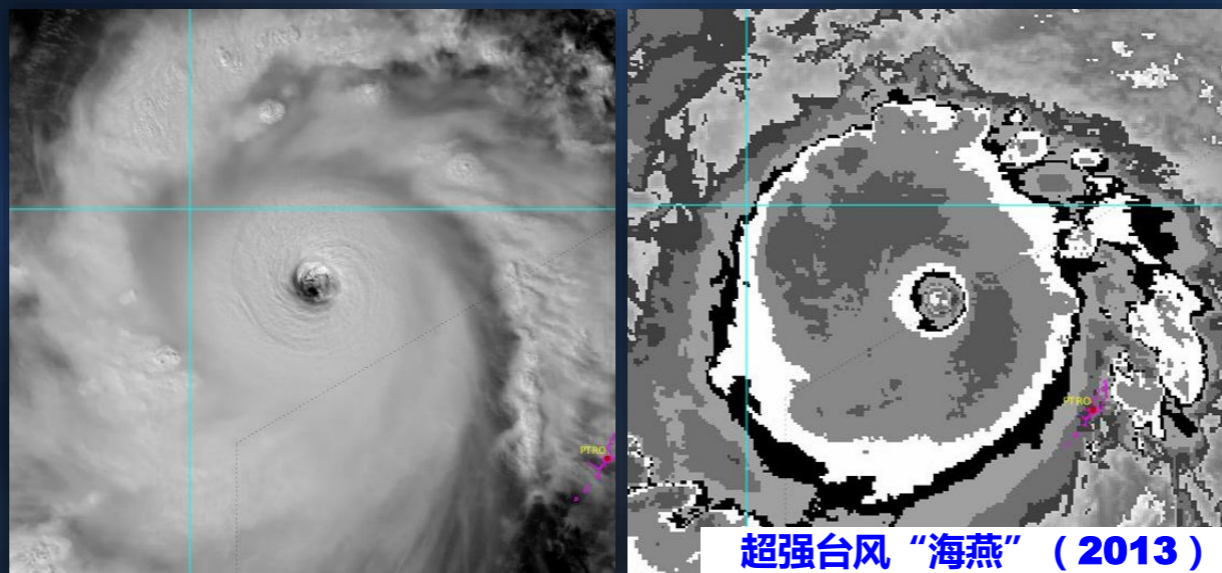
- 眼型是指任何种类的台风眼
- 也包括：
  - 不规则眼 ( Ragged Eyes )
  - 弯曲云带眼型 ( Banding Eyes )



## ● Step 2C - 眼型 ( IR & VIS )

### ✓ 确定云系中心的方法

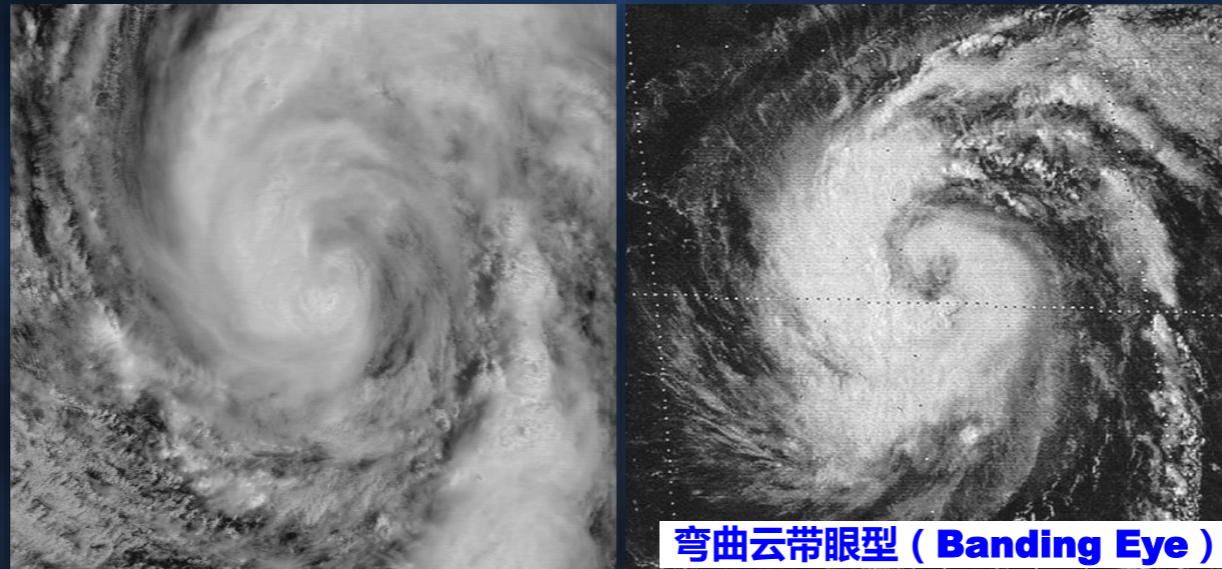
- 眼型是指任何种类的台风眼
- 也包括：
  - 不规则眼 ( Ragged Eyes )
  - 弯曲云带眼型 ( Banding Eyes )



## ● Step 2C - 眼型 ( IR & VIS )

### ✓ 确定云系中心的方法

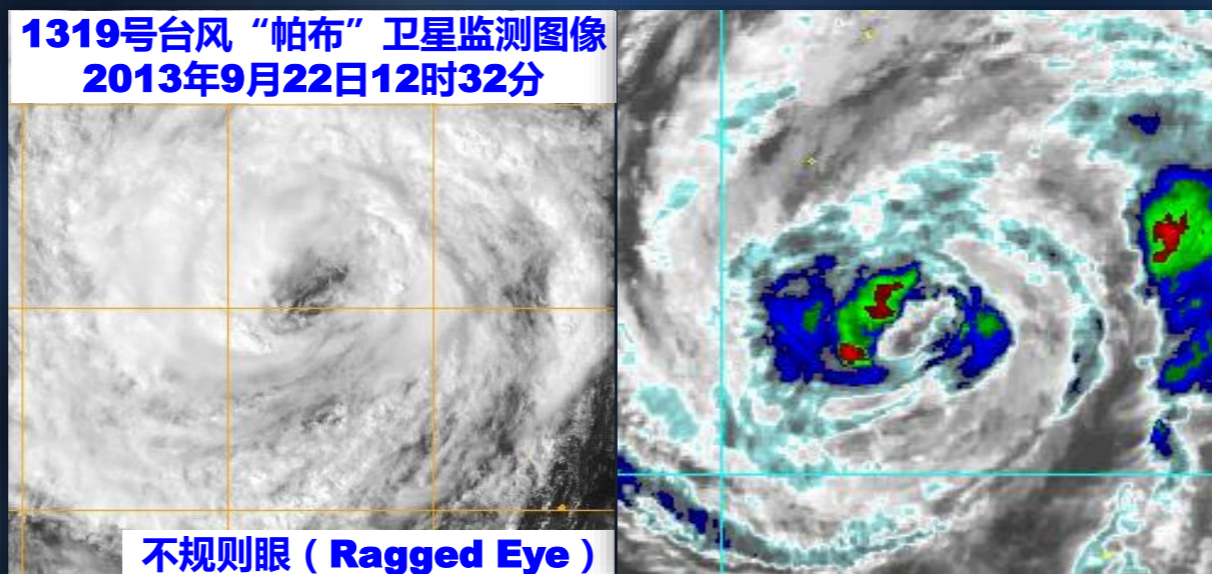
- 眼型是指任何种类的台风眼
- 也包括：
  - 不规则眼 ( Ragged Eyes )
  - 弯曲云带眼型 ( Banding Eyes )



## ● Step 2C - 眼型 ( IR & VIS )

### ✓ 确定云系中心的方法

- 眼型是指任何种类的台风眼
- 也包括：
  - 不规则眼 ( Ragged Eyes )
  - 弯曲云带眼型 ( Banding Eyes )



## ● Step 2C - 眼型 ( IR & VIS )

### ✓ 眼型强度分析流程

首先确定该系统过去24小时最终强度指数 ( FT ) 是否  $>2.0$  ? 如果不满足, 则返回Step2或Step4。

- 确定眼指数 -  $Eye_{\#}$
- 确定眼调整指数 -  $Eye_{adj.}$
- 确定中心特征指数 - CF

$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.}$$

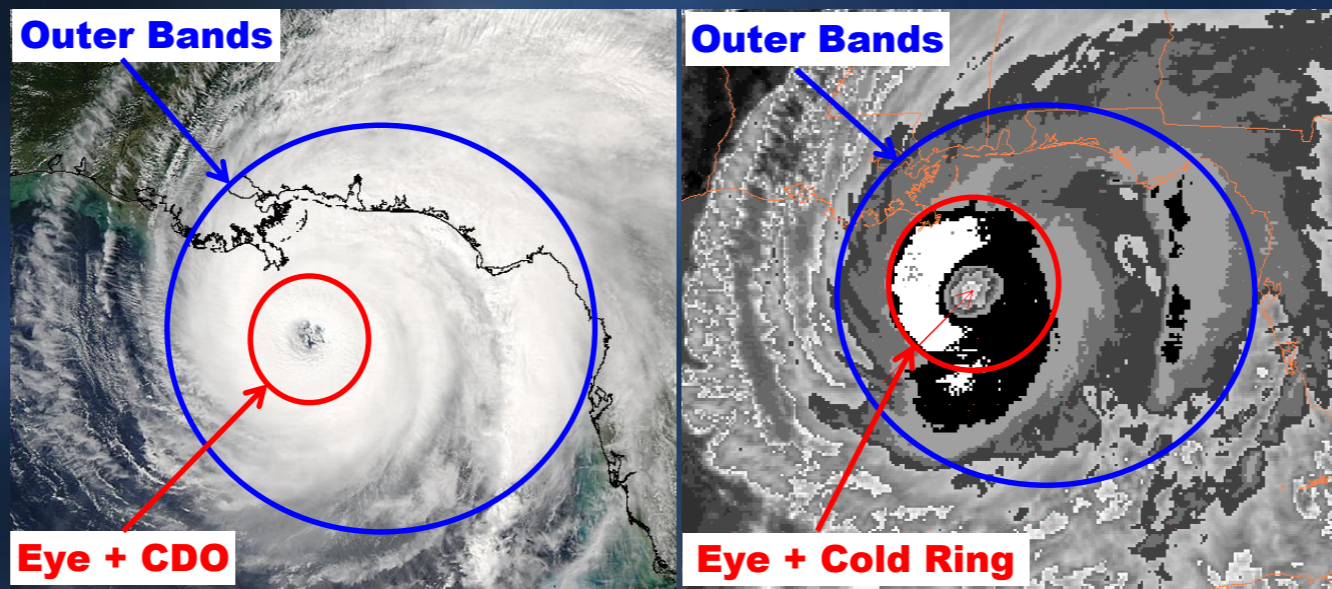
- 确定带状特征指数 - BF
- 确定资料分析指数 - DT

$$DT = CF + BF$$

## ● Step 2C - 眼型 ( IR & VIS )

### ✓ 眼型强度分析流程

- 针对红外云图 ( IR ) 和可见光云图 ( VIS ) 的眼型强度分析流程存在较大的差异, VIS主观性较强, 一般不采用



## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

- ✓ 首先确定该系统过去24小时FT是否>2.0? 如果不满足, 则返回Step2或Step4
- ✓ 确定该系统是弯曲云带眼型(Banding Eye), 还是其他眼型 ( CDO眼型 )

- 确定眼指数 -  $Eye_{\#}$
- 确定眼调整指数 -  $Eye_{adj.}$
- 确定中心特征指数 - **CF**

$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.}$$

- 确定带状特征指数 – **BF**
- 确定资料分析指数 - **DT**

$$DT = CF + BF$$

## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)

- 对弯曲云带眼型，仅测量眼区边缘周围的螺旋云带的平均宽度

- 对CDO眼型，测量台风眼区到CDO边缘的距离(嵌入距离)

① 若眼区直径 < 30海里(0.5纬距)，由眼区中心测量

② 若眼区直径 ≥ 30海里，由眼区边缘测量

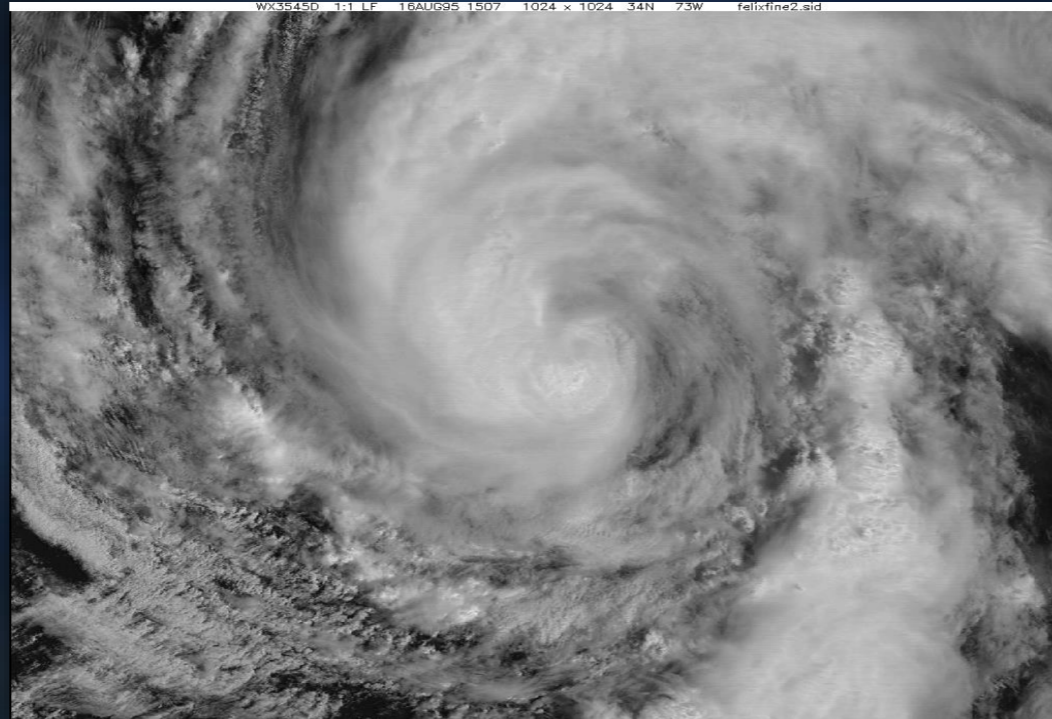
可见光眼型分析流程眼指数确定规则

嵌入距离	> 1°	= 1°	= 3/4°	= 1/2°	= 1/4°	弯曲云带眼型 Banding Eyes		
云带 平均宽度						1 1/4°	3/4°	1/4°
	E7	E6	E5	E4	E3	E5	E4	E3

## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 弯曲云带眼型眼指数的确定

- 选择环绕台风眼的云带平均宽度
- 不要使用最窄和最宽的云带宽度
- 云带宽度选择具有很强的主观性



## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 弯曲云带眼型眼指数的确定

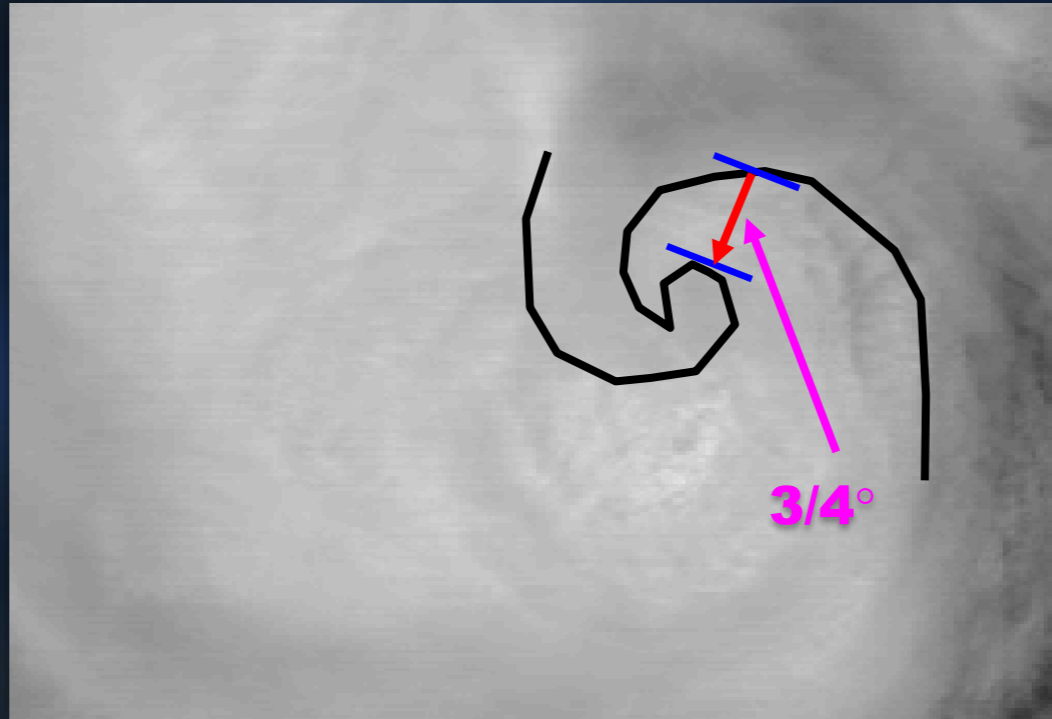
- 选择环绕台风眼的云带平均宽度
- 不要使用最窄和最宽的云带宽度
- 云带宽度选择具有很强的主观性



## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 弯曲云带眼型眼指数的确定

- 选择环绕台风眼的云带平均宽度
- 不要使用最窄和最宽的云带宽度
- 云带宽度选择具有很强的主观性



## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 弯曲云带眼型眼指数的确定

- 选择环绕台风眼的云带平均宽度
- 不要使用最窄和最宽的云带宽度
- 云带宽度选择具有很强的主观性

可见光眼型分析流程眼指数确定规则

嵌入距离	$> 1^\circ$	$= 1^\circ$	$= 3/4^\circ$	$= 1/2^\circ$	$= 1/4^\circ$	弯曲云带眼型 Banding Eyes		
云带 平均宽度						$1\ 1/4^\circ$	$3/4^\circ$	$1/4^\circ$
	E7	E6	E5	E4	E3	E5	E4	E3

弯曲云带眼型平均云带宽度= $3/4^\circ$

DT= Eye<sub>#</sub>=4.0

## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ CDO眼型眼指数的确定

- 测量台风眼区到中心密闭云区（CDO）边缘的距离（嵌入距离）

① 若眼区直径<30海里(0.5纬距)，由眼区中心测量

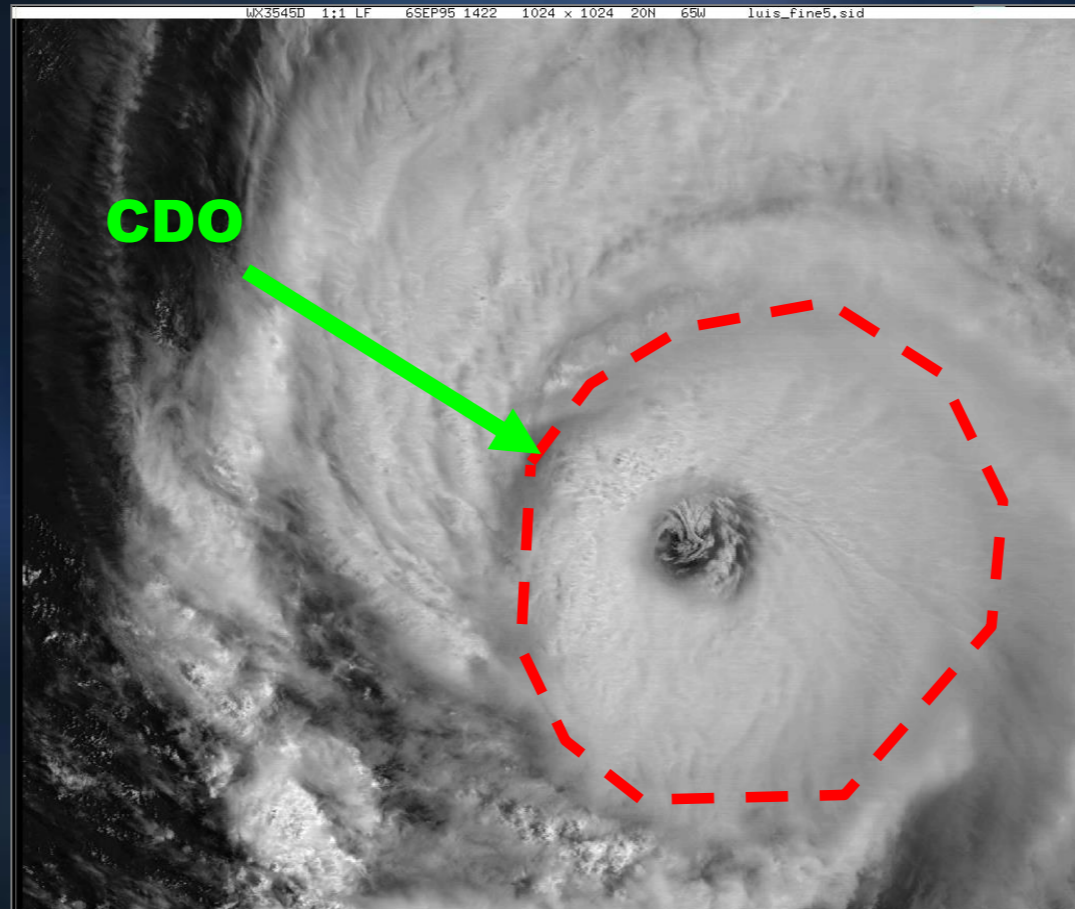


## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ CDO眼型眼指数的确定

- 测量台风眼区到中心密闭云区（CDO）边缘的距离（嵌入距离）

① 若眼区直径<30海里(0.5纬距)，由眼区中心测量

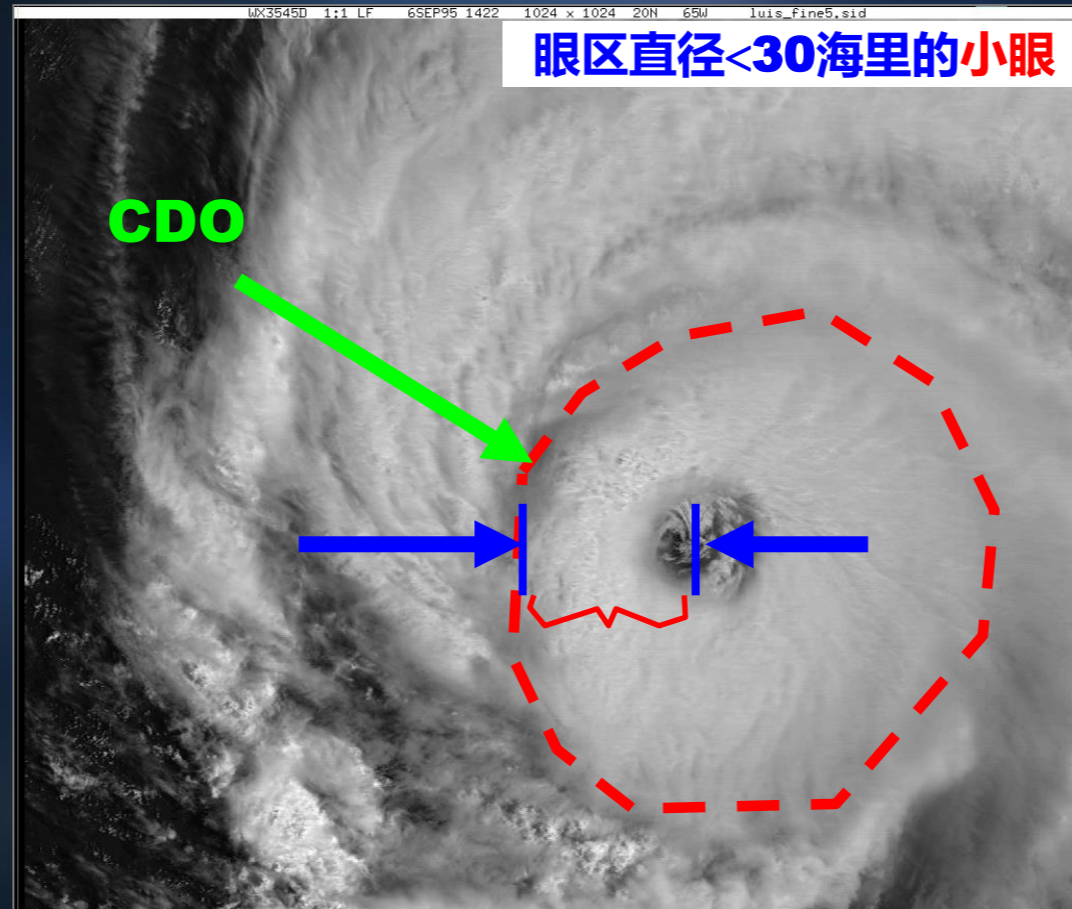


## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ CDO眼型眼指数的确定

- 测量台风眼区到中心密闭云区（CDO）边缘的距离（嵌入距离）

① 若眼区直径<30海里(0.5纬距)，由眼区中心测量

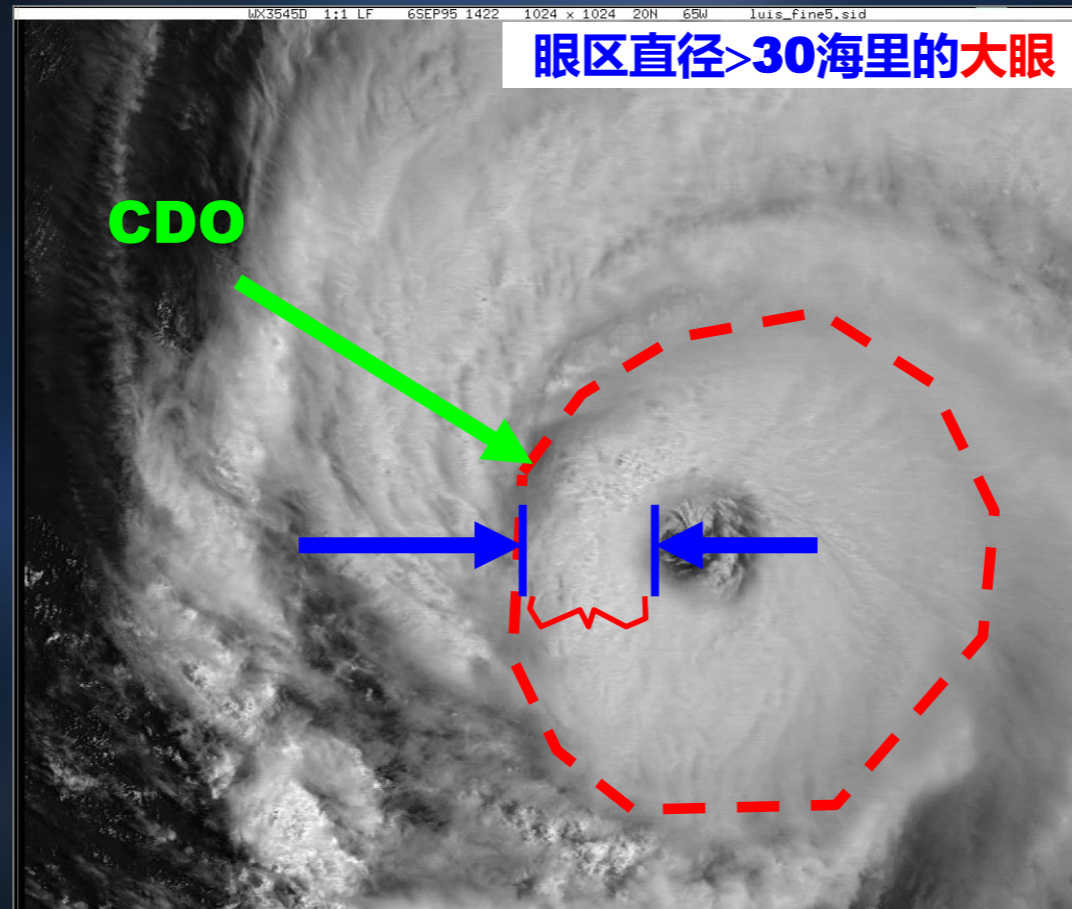


## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ CDO眼型眼指数的确定

- 测量台风眼区到中心密闭云区（CDO）边缘的距离（嵌入距离）

② 若眼区直径>30海里(0.5纬距)，由眼区边缘测量



## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )

- 根据眼区的大小和清晰度确定眼调整指数

#### ① 形状不清晰或不规则(**ragged**)的台风眼

- $Eye_{\#} \leq 4.5$ 时,  $Eye_{adj.} = -0.5$  ;
- $Eye_{\#} > 4.5$ 时,  $Eye_{adj.} = -1.0$ 。

#### ② 眼区直径 $\geq 30$ 海里(**56km**)的大眼

- 圆形清晰大眼,  $FT \leq 6.0$  ;
- 不规则大眼,  $FT \leq 5.0$ 。

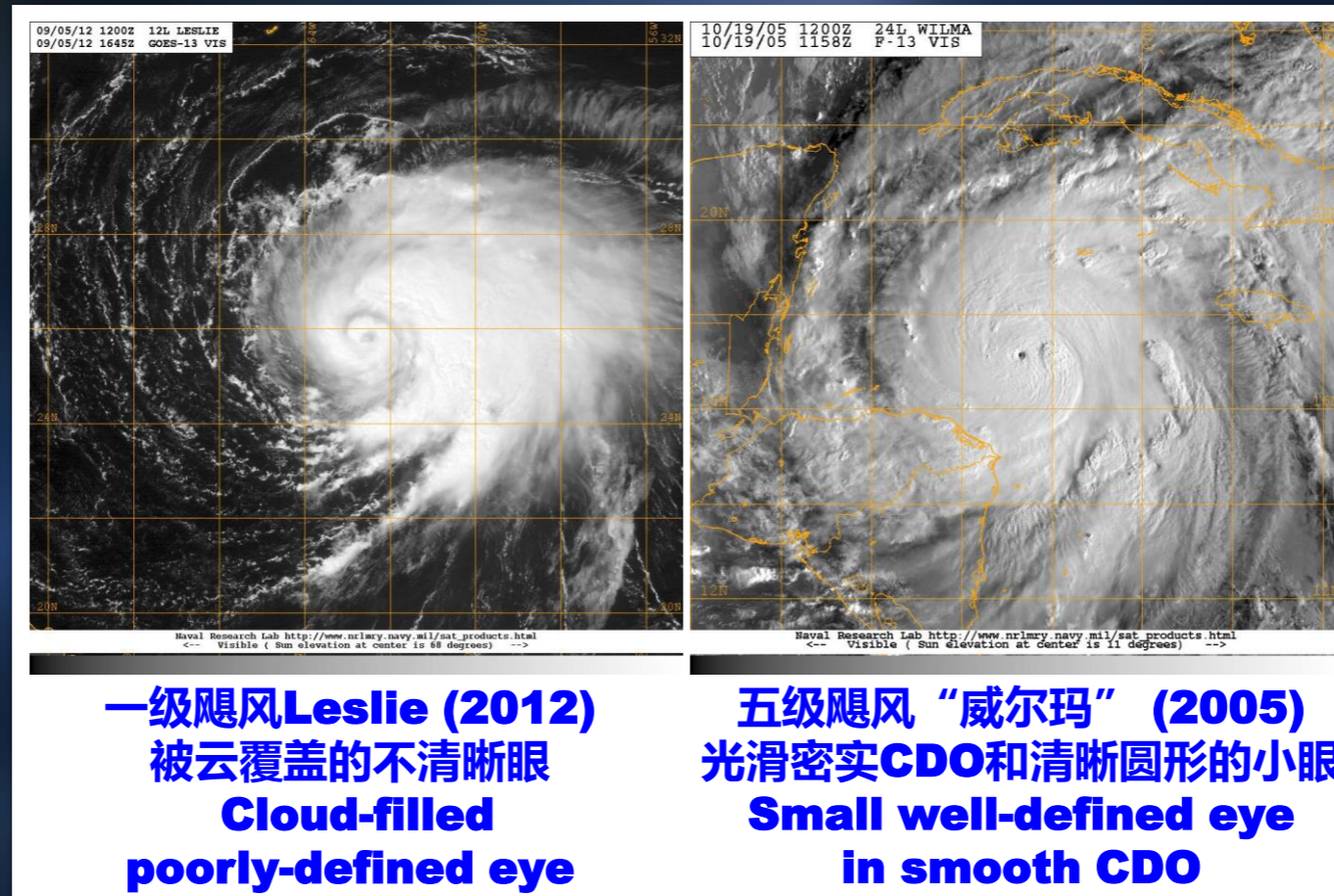
#### ③ 具有光滑密实**CDO**和清晰圆形的台风眼

- 当 $MET \geq 6.0$ , 且 $CF < MET$ 时,  
 $Eye_{adj.} = 0.5$ 或 $1.0$ 。

## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )

- 根据眼区的大小和清晰度确定眼调整指数



## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 确定中心特征指数 (CF)

$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.}$$

## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

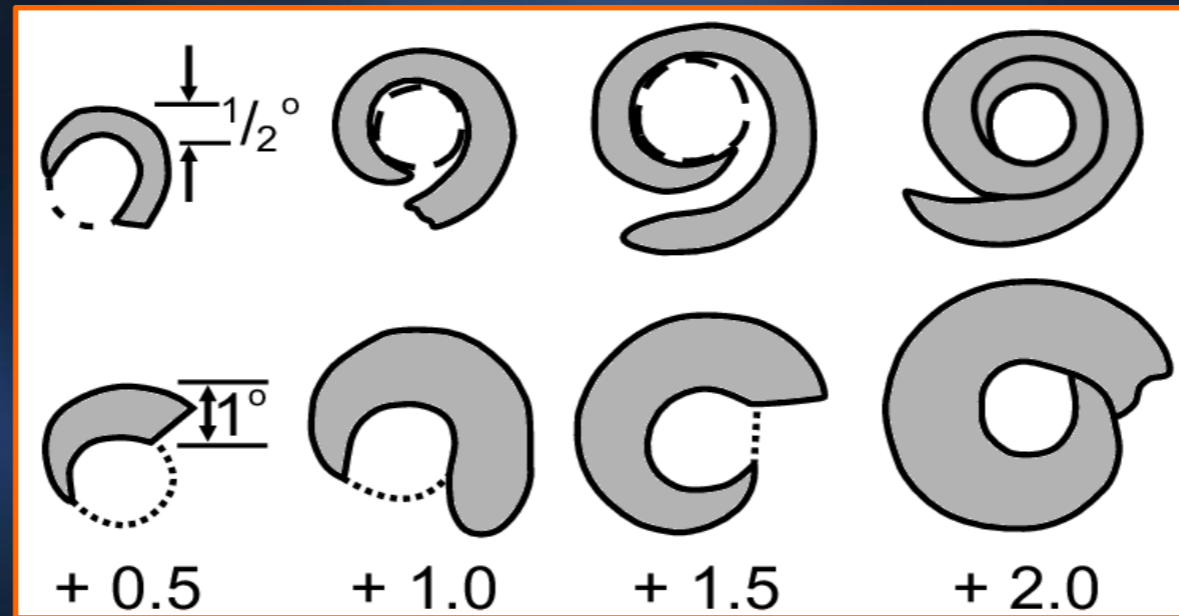
### ✓ 确定带状特征指数 (BF)

- 对弯曲云带眼型 (Banding eye), 不使用带状特征指数 (BF)
- 根据环绕CDO的对流外螺旋云带的长度和宽度确定BF
- 外围螺旋云带宽度必须  $>0.5^\circ$ , 才使用BF
- 只有当密实的对流螺旋云带至少环绕CDO达1/4的圆形区域时, 才使用BF
- 可使用多条外螺旋云带, 但BF最多加2.5
- 一般均应分析BF, 但当 $CF \geq 4.5$ 时, 很少使用BF

## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 确定带状特征指数 (BF)

- 根据环绕CDO的对流外螺旋云带的长度和宽度，对照下面规则，确定BF

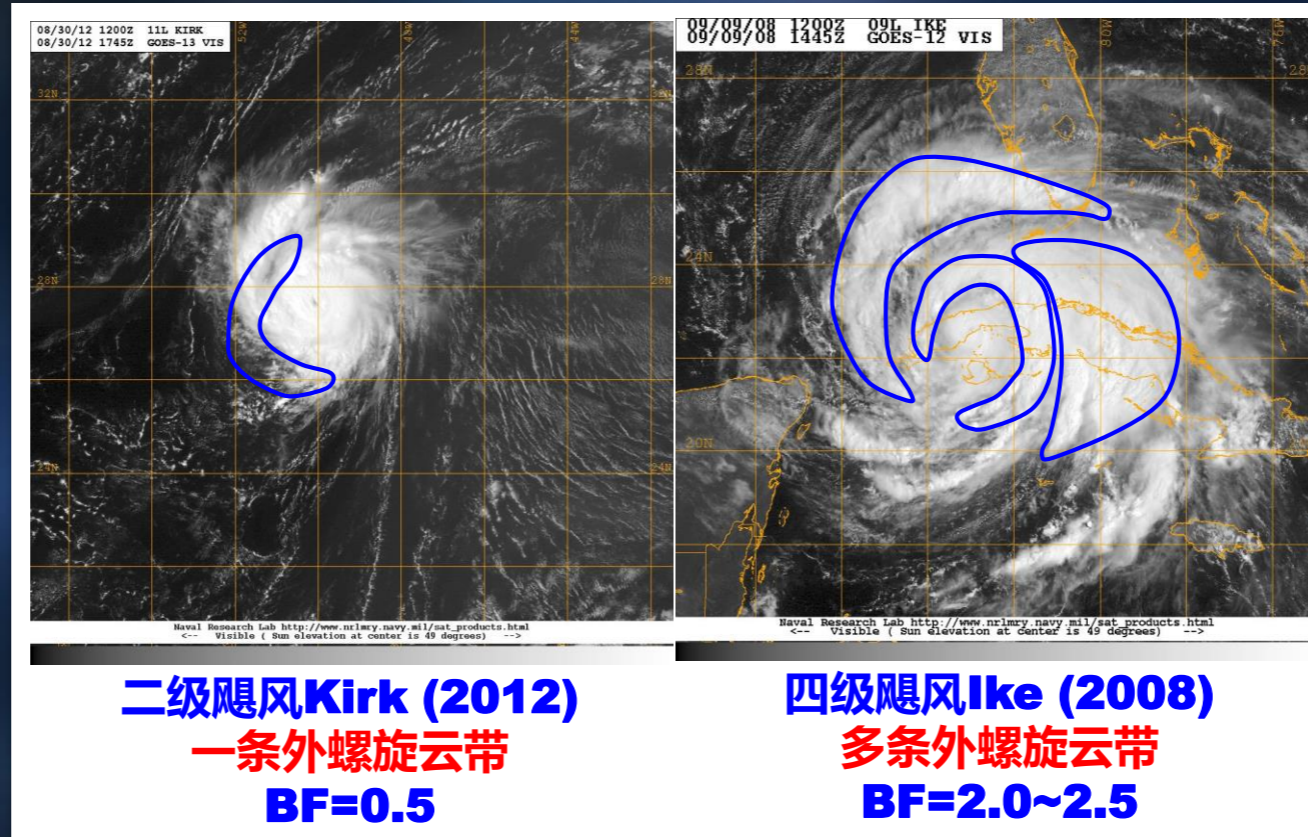


可见光眼型分析流程带状特征指数确定规则

## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 确定带状特征指数 (BF)

- 根据环绕CDO的对流外螺旋云带的长度和宽度，对照下面规则，确定BF

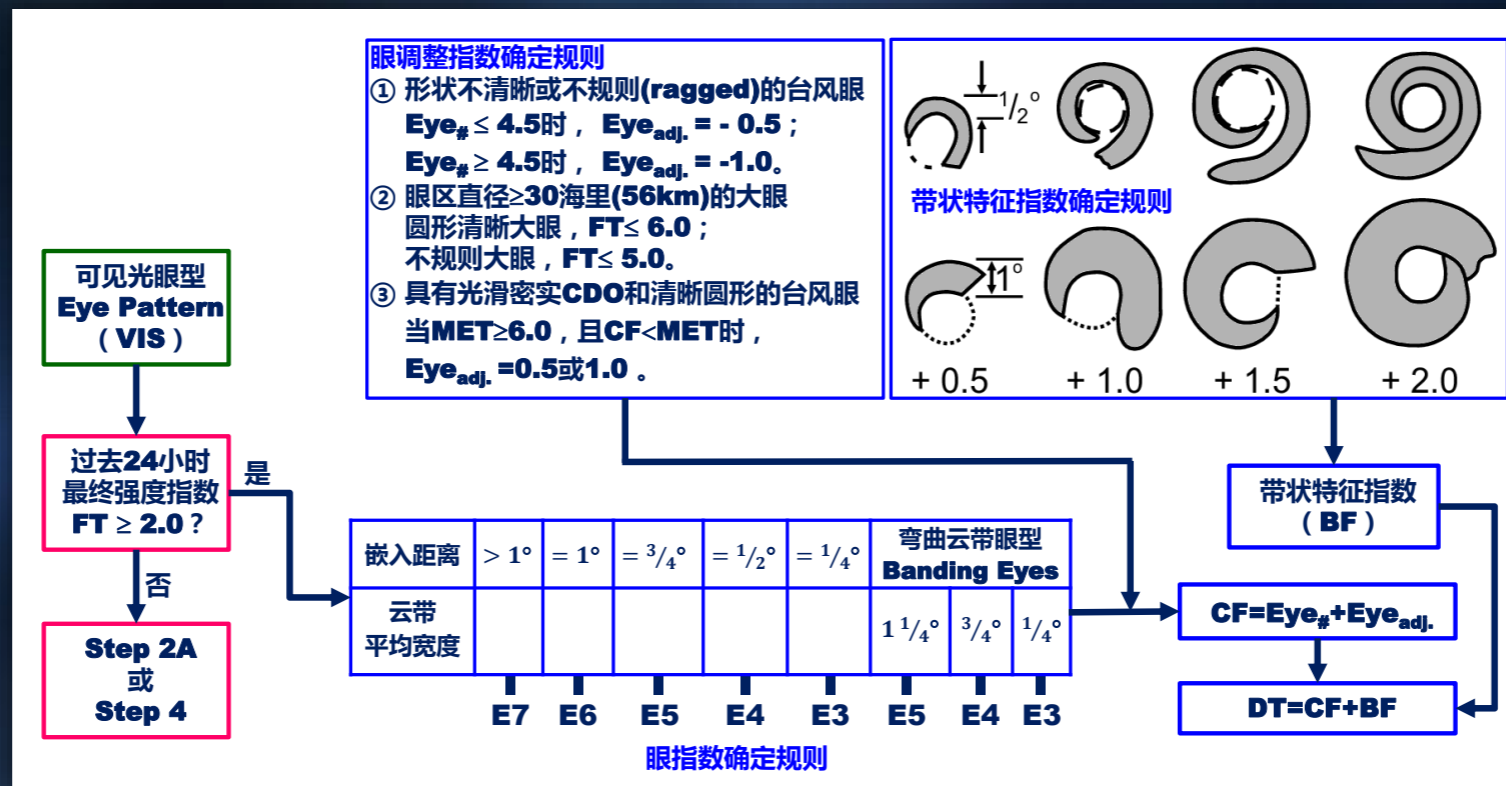


# ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

## ✓ 确定资料分析指数 (DT)

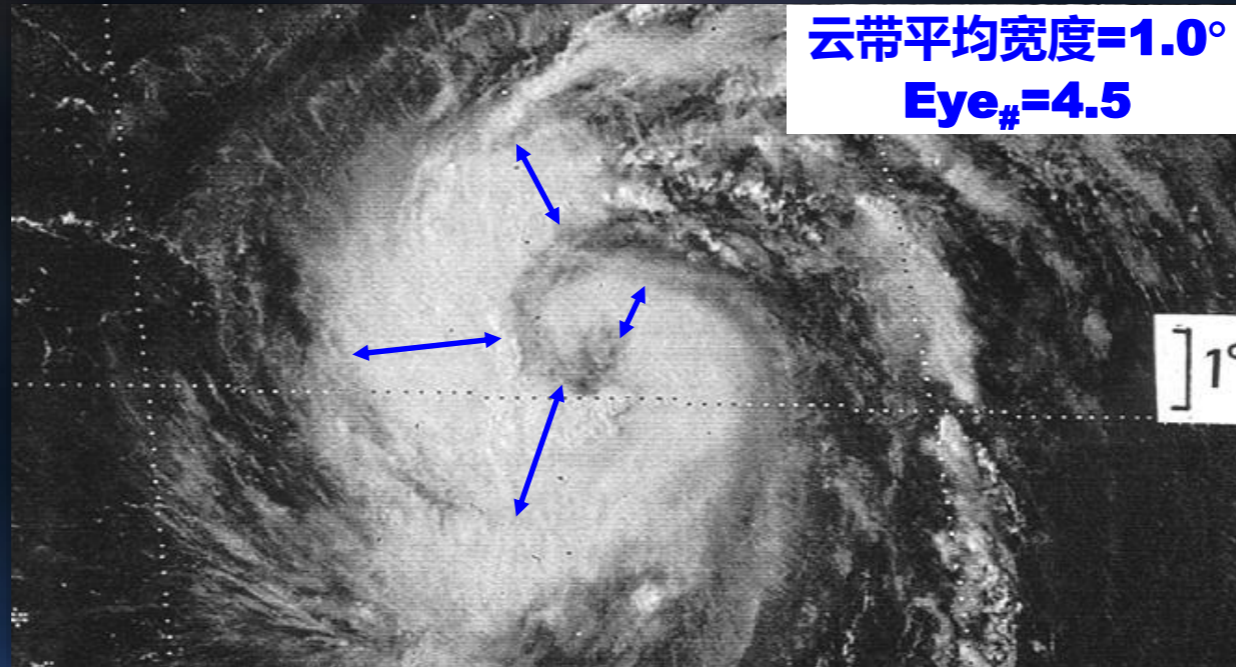
$$DT=CF+BF$$

## ✓ 可见光眼型分析流程图



## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 弯曲云带眼型(Banding eye)台风个例

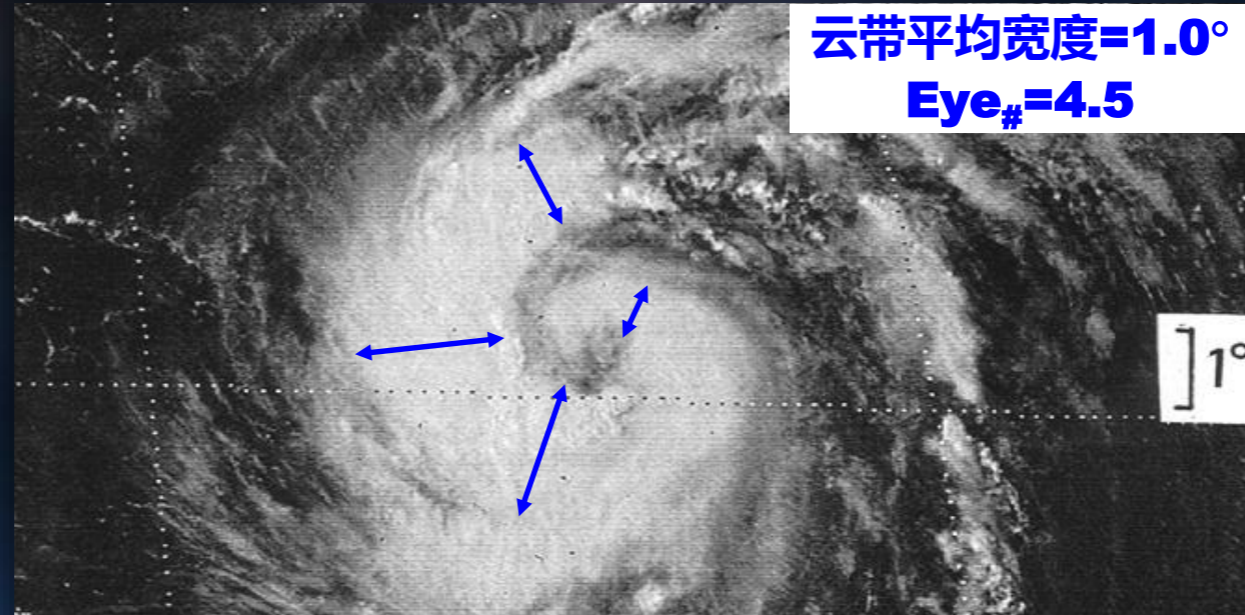


可见光眼型分析流程眼指数确定规则

嵌入距离	$> 1^\circ$	$= 1^\circ$	$= \frac{3}{4}^\circ$	$= \frac{1}{2}^\circ$	$= \frac{1}{4}^\circ$	弯曲云带眼型 Banding Eyes		
云带 平均宽度						$1\frac{1}{4}^\circ$	$\frac{3}{4}^\circ$	$\frac{1}{4}^\circ$
	E7	E6	E5	E4	E3	E5	E4	E3

## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ 弯曲云带眼型(Banding eye)台风个例



• 环绕台风眼的云带平均宽度为1.0°，Eye<sub>#</sub>=4.5

• 形状不清晰或不规则(ragged)的台风眼

Eye<sub>#</sub> ≤ 4.5时，Eye<sub>adj.</sub> = - 0.5；

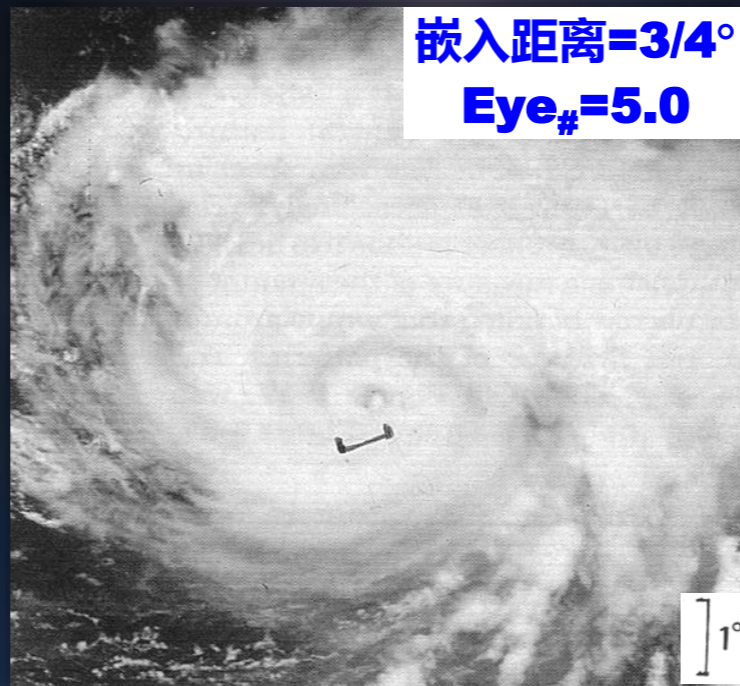
CF=Eye<sub>#</sub>+Eye<sub>adj.</sub>=4.5-0.5=4.0

BF=0.0

DT=CF+BF=4.0

## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ CDO眼型台风个例

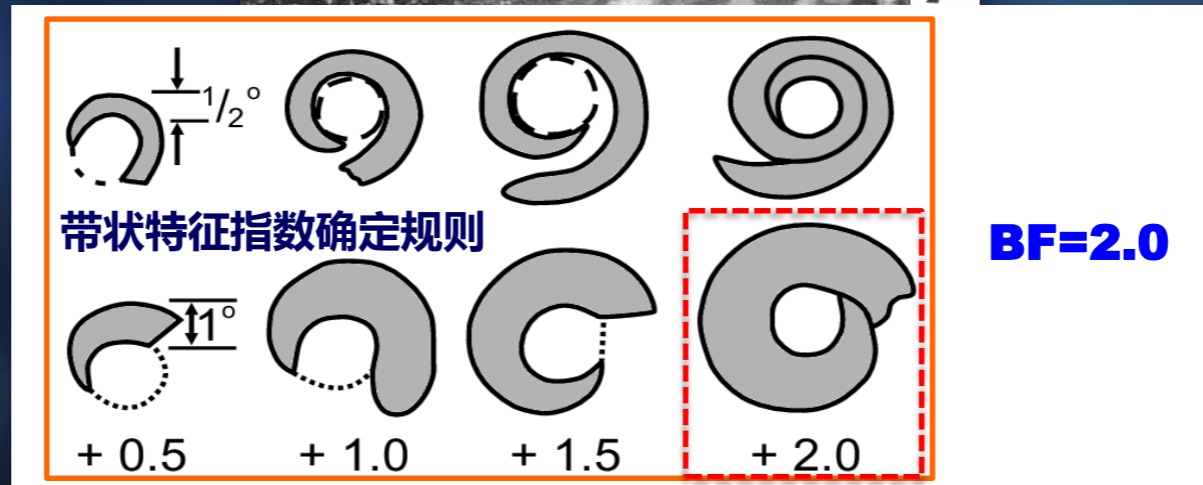
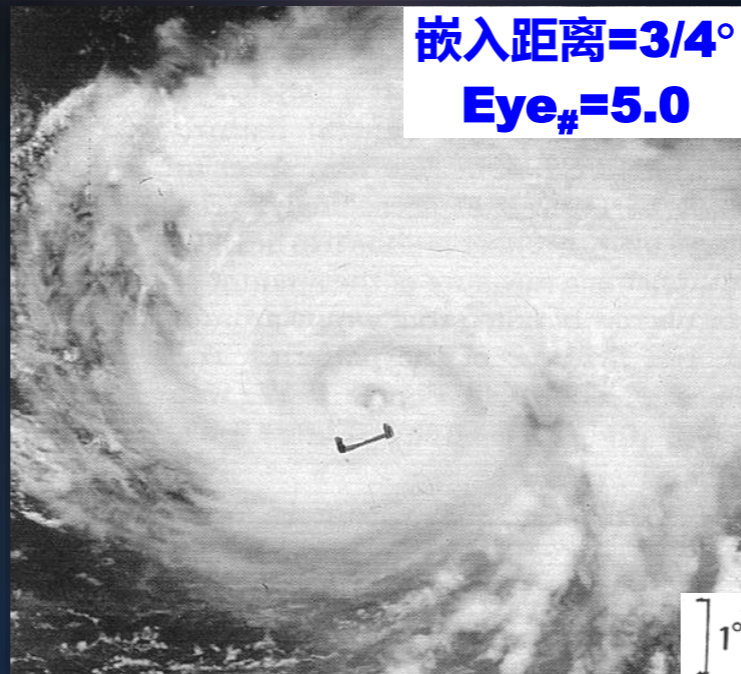


可见光眼型分析流程眼指数确定规则

嵌入距离	$> 1^\circ$	$= 1^\circ$	$= 3/4^\circ$	$= 1/2^\circ$	$= 1/4^\circ$	弯曲云带眼型 Banding Eyes		
云带 平均宽度						$1\ 1/4^\circ$	$3/4^\circ$	$1/4^\circ$
	E7	E6	E5	E4	E3	E5	E4	E3

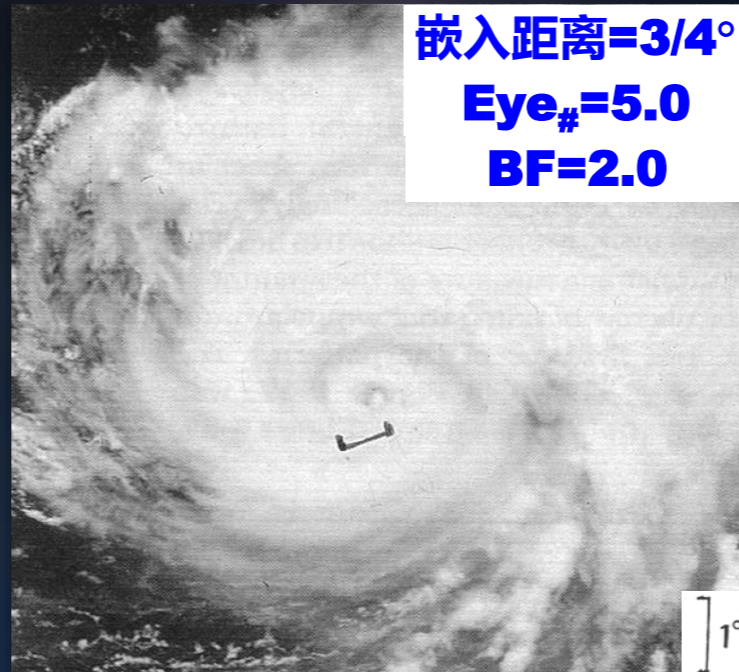
# ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

## ✓ CDO眼型台风个例



## ● Step 2C – 可见光眼型分析流程

### ✓ CDO眼型台风个例



测量台风眼区到**CDO**边缘的距离（嵌入距离）

眼区直径 < 30海里，由眼区中心测量

**嵌入距离=3/4° ⇒ Eye#=5.0 ; Eye<sub>adj.</sub>=0.0**

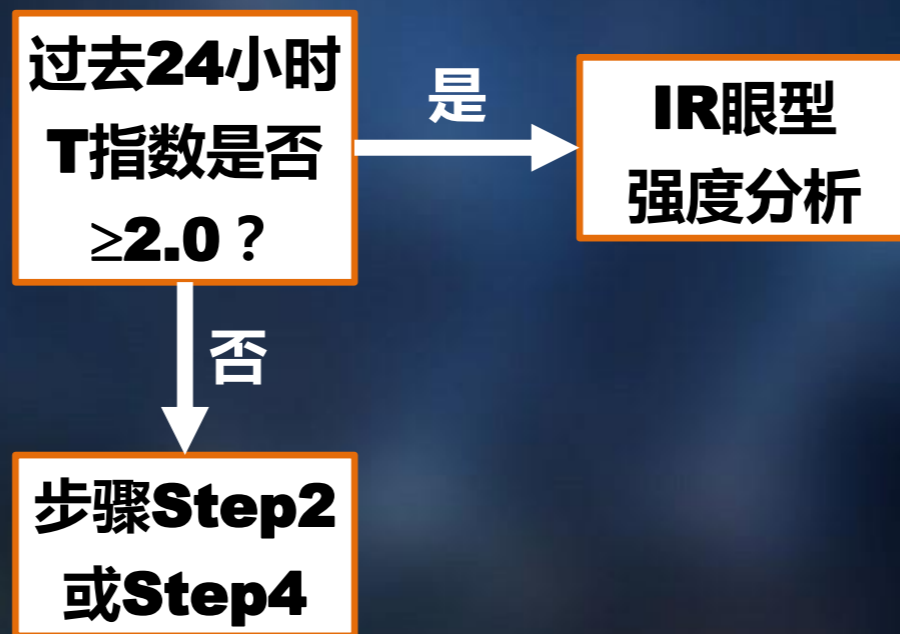
**CF=Eye<sub>#</sub>+Eye<sub>adj.</sub>=5.0+0.0=5.0**

**BF=2.0**

**DT=CF+BF=5.0+2.0=7.0**

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

- ✓ 首先确定该系统过去24小时最终强度指数（FT）是否  $>2.0$ ？如果不满足，则返回Step2或Step4
- ✓ 必须使用红外BD增强云图
- ✓ 不使用台风中心，而使用台风眼区



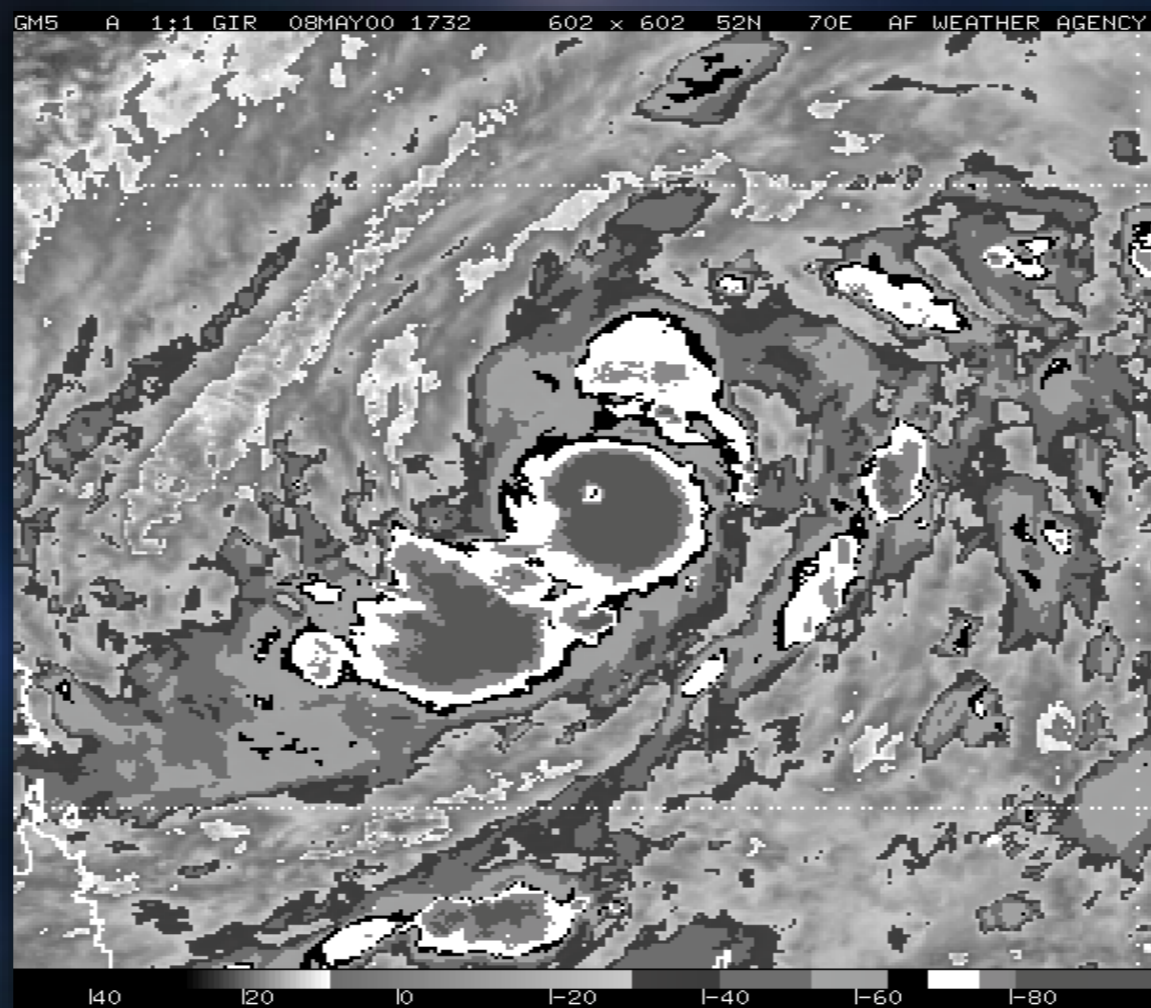
## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)

- 首先找出**完全包围台风眼区**的最冷云带 (色带)
- 测量最冷云带 (色带) 的内边缘与外边缘的宽度
- 检查最冷云带 (色带) 的宽度是否满足最小宽度限制
- 若最冷云带 (色带) 的最小宽度不满足最小宽度限制, 则测量**完全包围台风眼区**的次冷云带 (色带) 的宽度, 以此类推
- 根据满足最小宽度限制的**完全包围台风眼区**的云带颜色, 确定眼指数

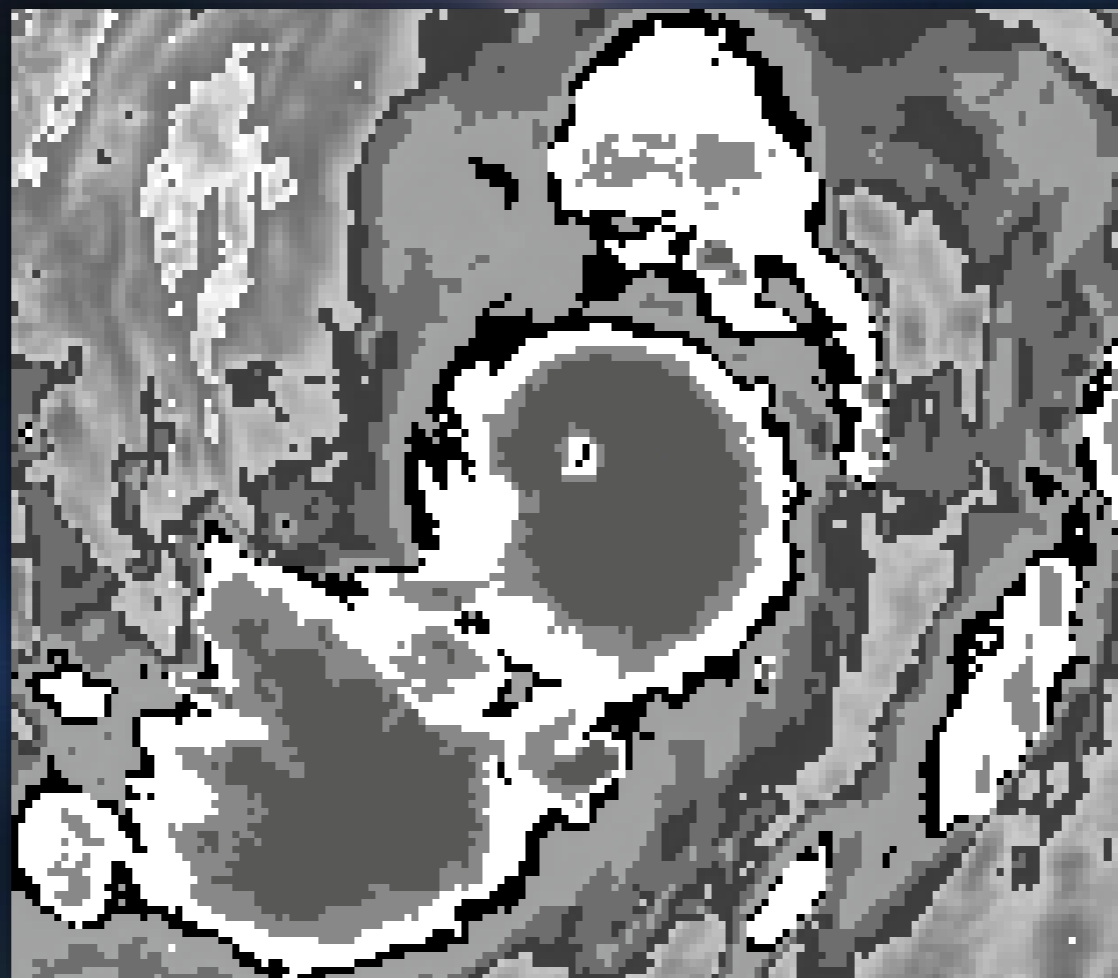
- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定眼指数 (Eye#)**



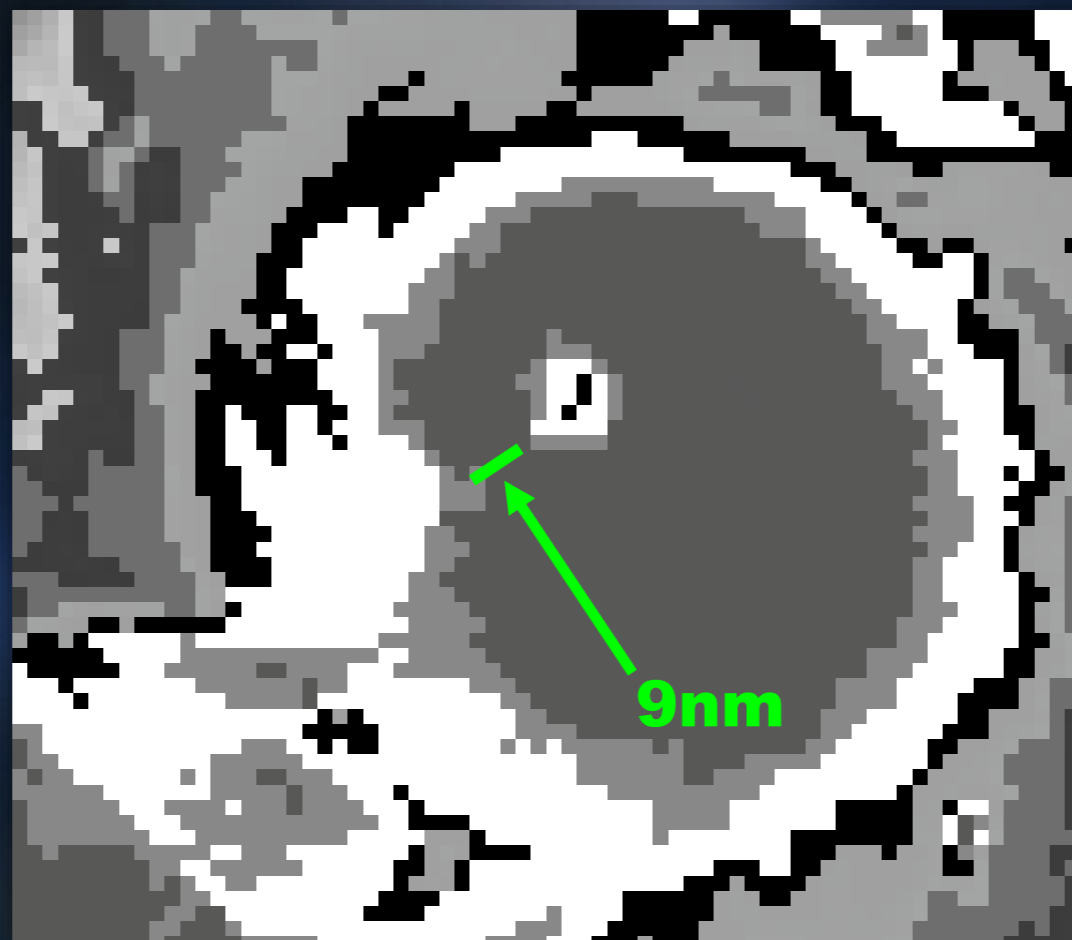
- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)**



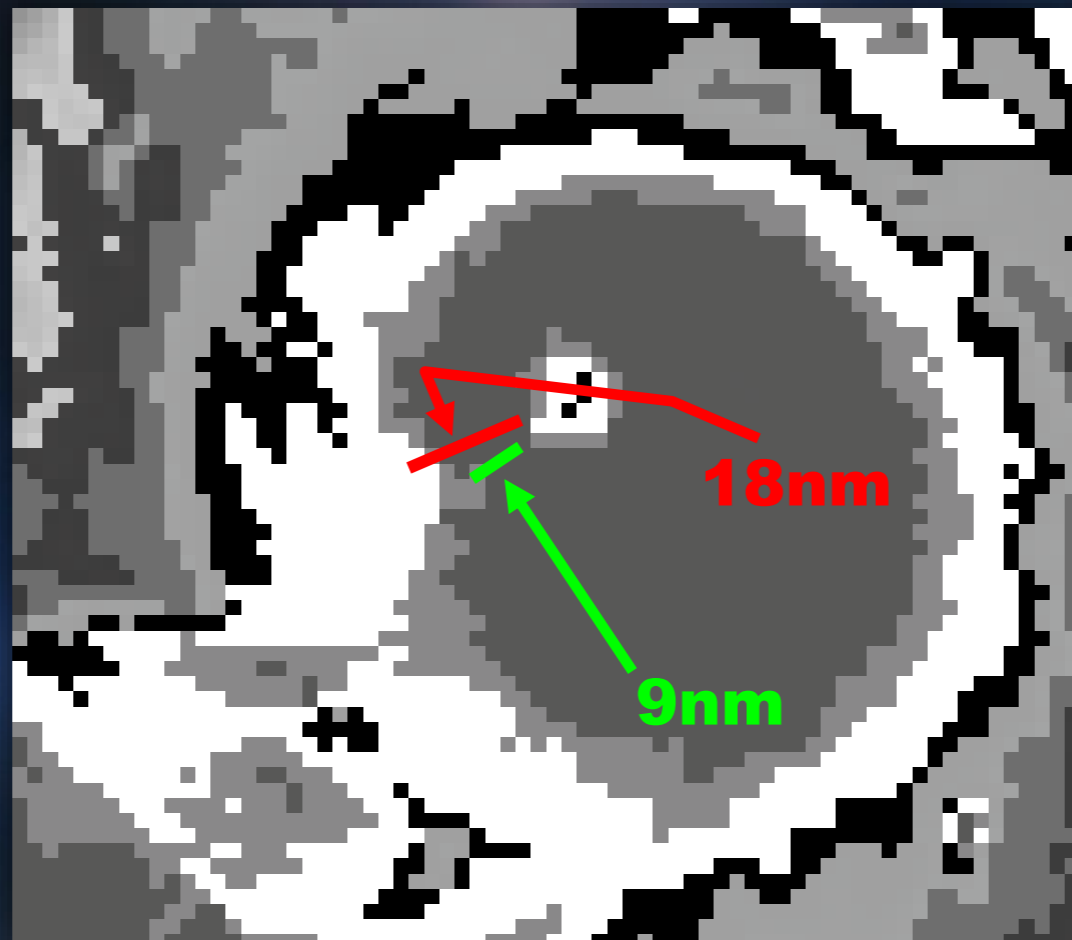
- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)**



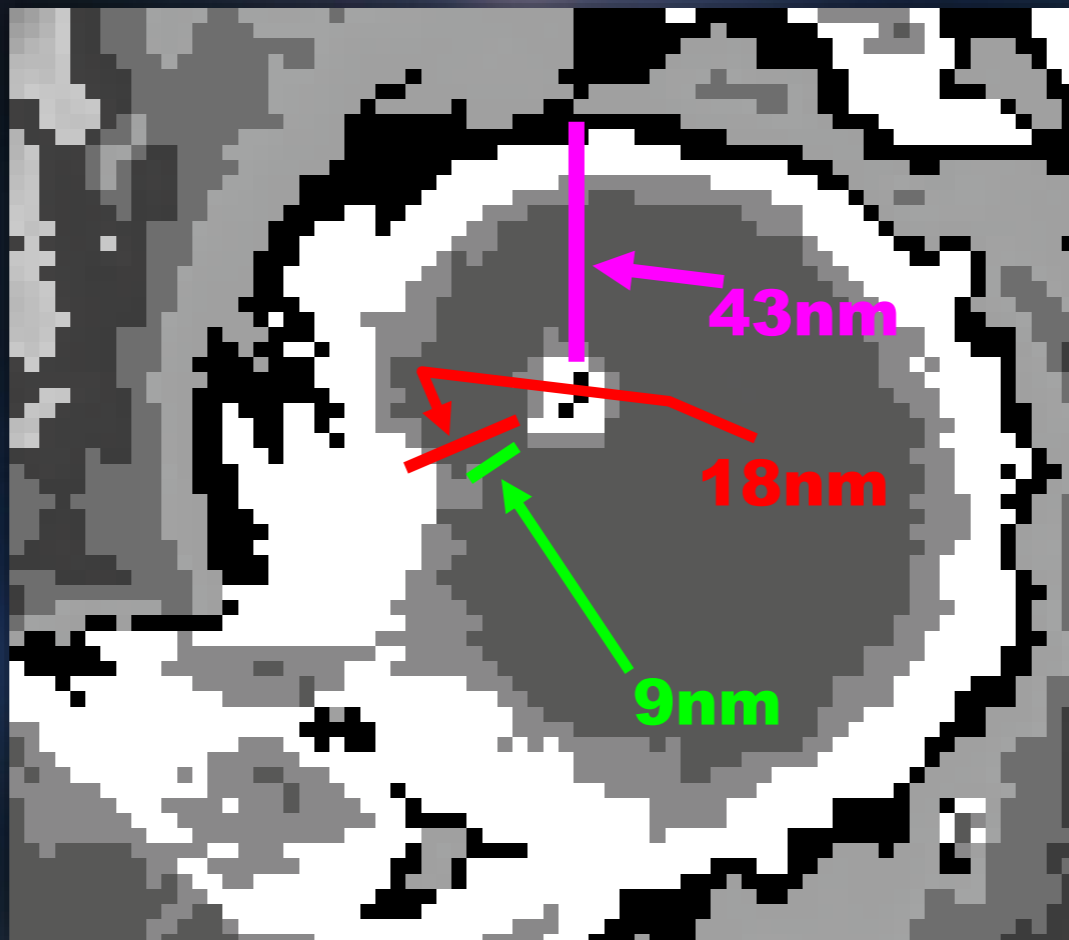
- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)**



- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

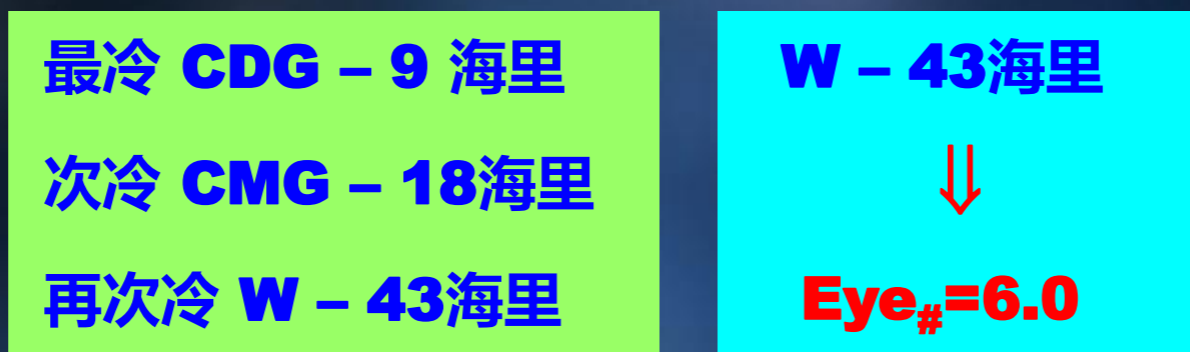
- ✓ **确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)**



## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)

- 完全包围台风眼区的最冷云带 (色带) 的最小宽度是否满足最小宽度限制



红外云图眼型分析流程眼指数 (Eye<sub>#</sub>) 确定规则

最小宽度	30	30	30	24	24	18	18	海里
	≥0.5	≥0.5	≥0.5	≥0.4	≥0.4	≥0.3	≥0.3	纬距
周围灰度	CMG	W	B	LG	MG	DG	OW	BD曲线
	E6.5	E6.0	E5.5	E5.0	E4.5	E4.5	E4.0	

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )

- 根据台风眼区的颜色 ( 最暖点或区域 ) 和完全包围台风眼区的最冷云带 ( 色带 ) 来确定  $Eye_{adj.}$
- 这里最冷云带不考虑最小宽度的限制
- 对于眼区直径  $\geq 45$  海里 ( 83.34公里 ) 的台风, 不使用眼调整指数
- 对于长环形眼 ( **elongated eye** ) , 即使没有眼调整减除值, 也需将眼指数减去0.5

## ✓ 确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )

环绕眼区的云系温度	眼区温度							
		WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5						
DG	0	0	-0.5					
MG	0	0	0	-0.5				
LG	+0.5	0	0	0	-0.5			
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5		
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0	
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0	

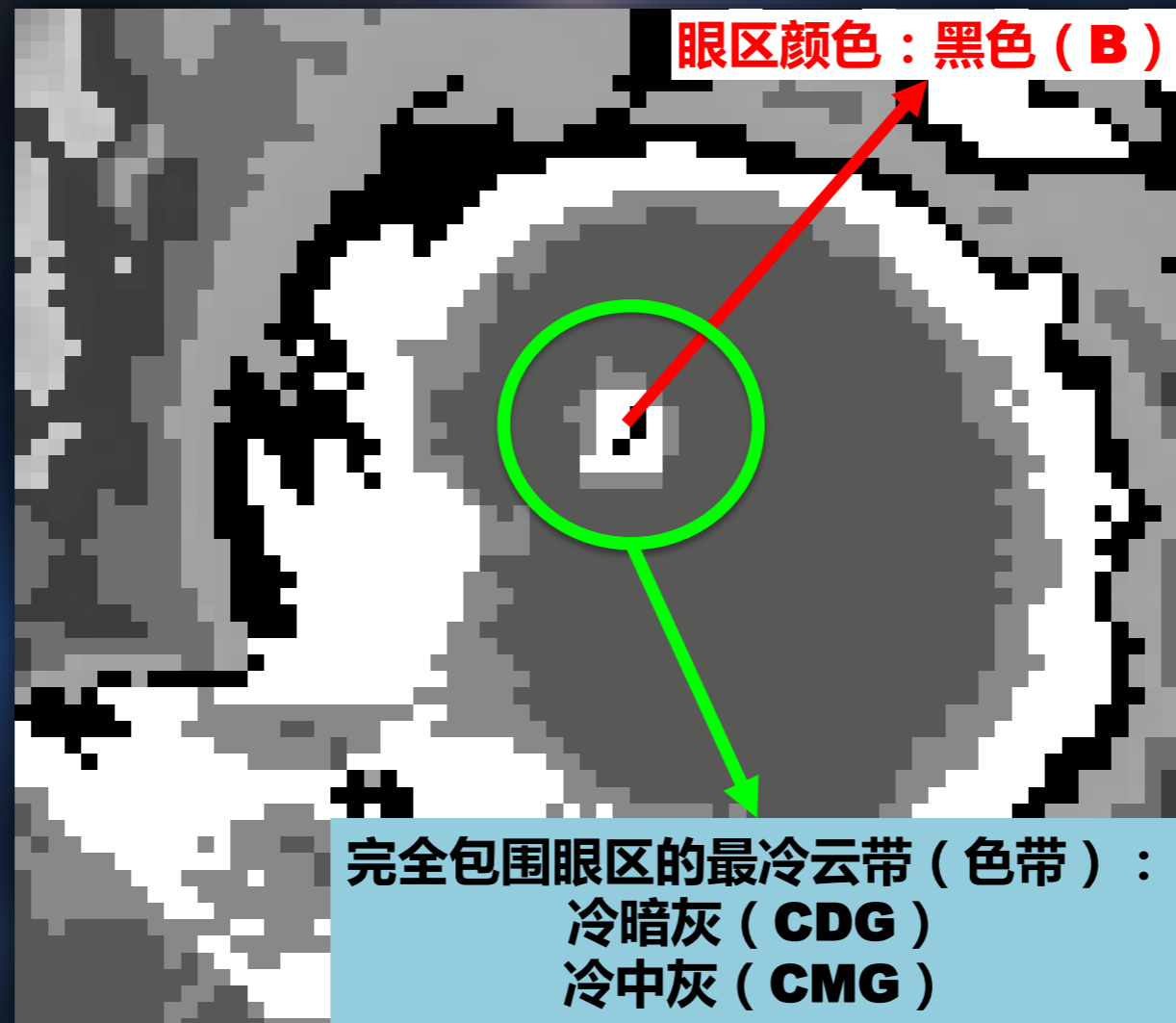
缩写	灰度代码英文	中文	温度范围
WMG	Warm Medium Gray	暖中灰	>9°C
OW	Off White	灰白	+9 ~ -30°C
DG	Dark Gray	深灰	-31 ~ -41°C
MG	Medium Gray	中灰	-42 ~ -53°C
LG	Light Gray	浅灰	-54 ~ -63°C
B	Black	黑	-64 ~ -69°C
W	White	白	-70 ~ -75°C
CMG	Cold Medium Gray	冷中灰	-76 ~ -80°C
CDG	Cold Dark Gray	冷暗灰	≤ -81°C

### 眼调整规则：

- 使用对角线右侧的调整值
- ① 大眼 large eye ; ② 长环形眼 elongated eye
- $Eye_{\#} \geq 4.5$  的长环形眼  
即使没有眼调整减除值，也需将眼指数减去0.5

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )**



## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )

环 绕 眼 区 的 云 系 温 度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )

环绕眼区的云系温度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

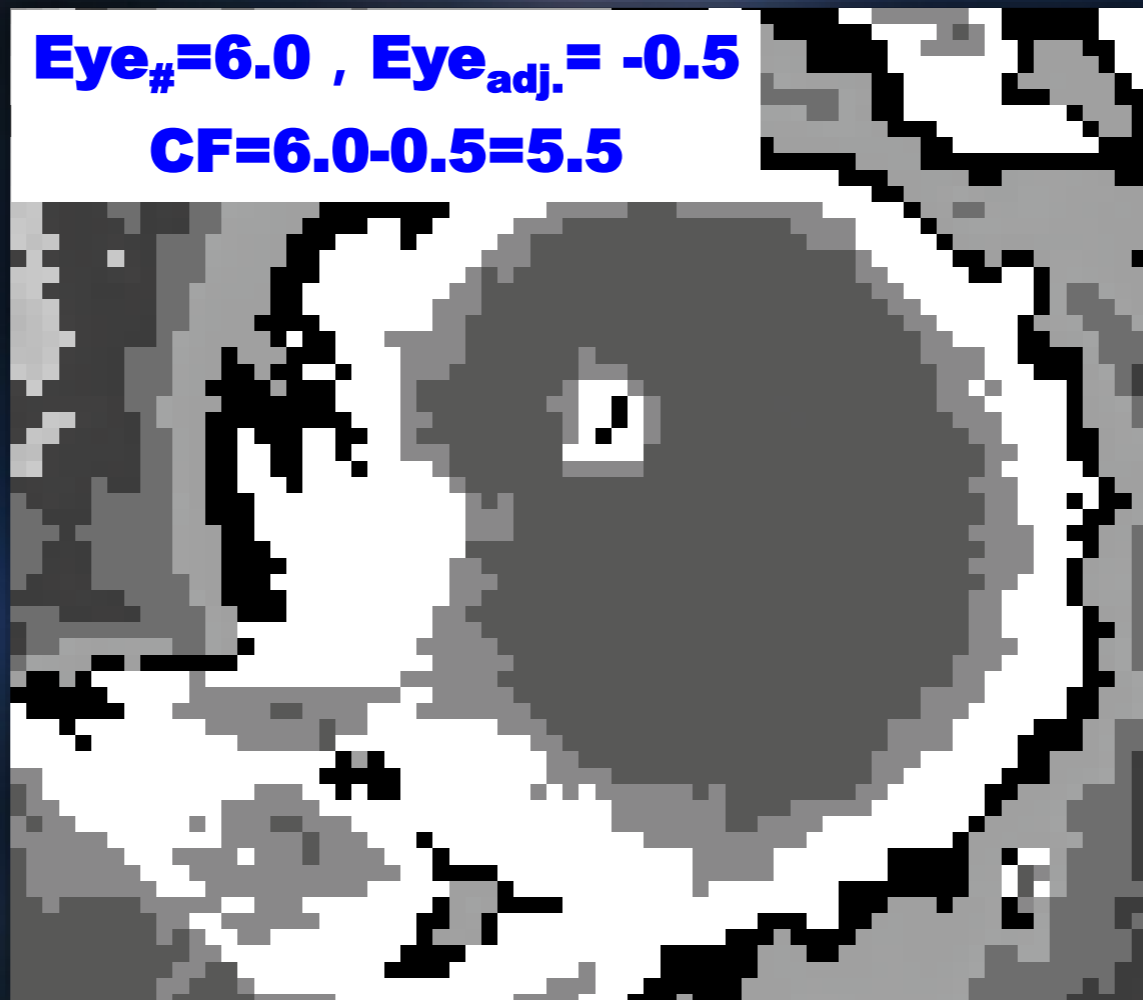
- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定中心特征指数 (CF)**

$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.}$$

$$Eye_{\#} = 6.0, Eye_{adj.} = -0.5$$

$$CF = 6.0 - 0.5 = 5.5$$



## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

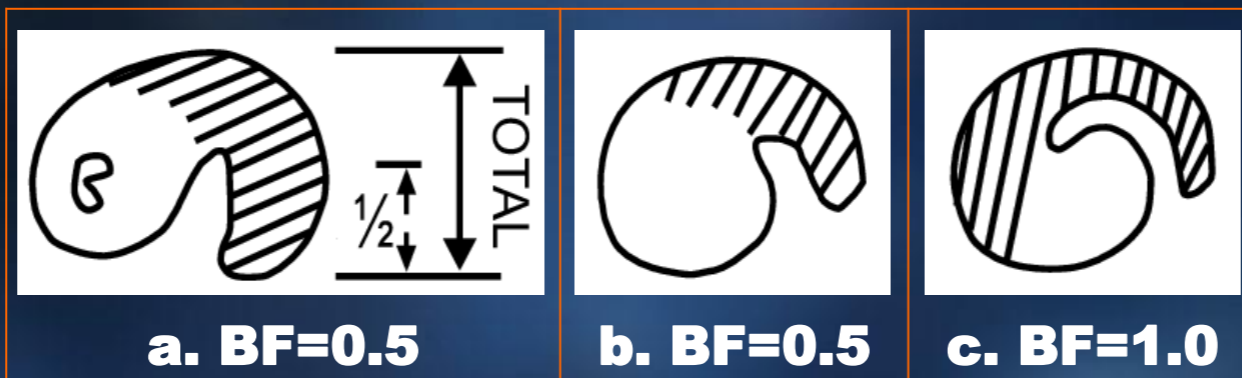
### ✓ 确定带状特征指数 (BF)

- 系统存在一条明显的逗点状尾云带时，同时满足 $CF < MET$ 与 $CF > 4.0$ ，进行BF调整
- 环绕中心或逗点状的云带至少达1/4弧长
- 尾云带为MG或更冷
- 尾云带与中心云区间存在DG或更暖的暖云楔
- 暖云楔顶点与尾云带末端之间的垂直距离至少为尾云带前端到末端的垂直距离的1/2。  
若  $\geq 1/2$  ,  $BF=0.5$  ; 若  $\geq 2/3$  ,  $BF=1.0$

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定带状特征指数 (BF)**

红外眼型分析流程带状特征指数 (BF) 确定规则



- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定带状特征指数 (BF)**



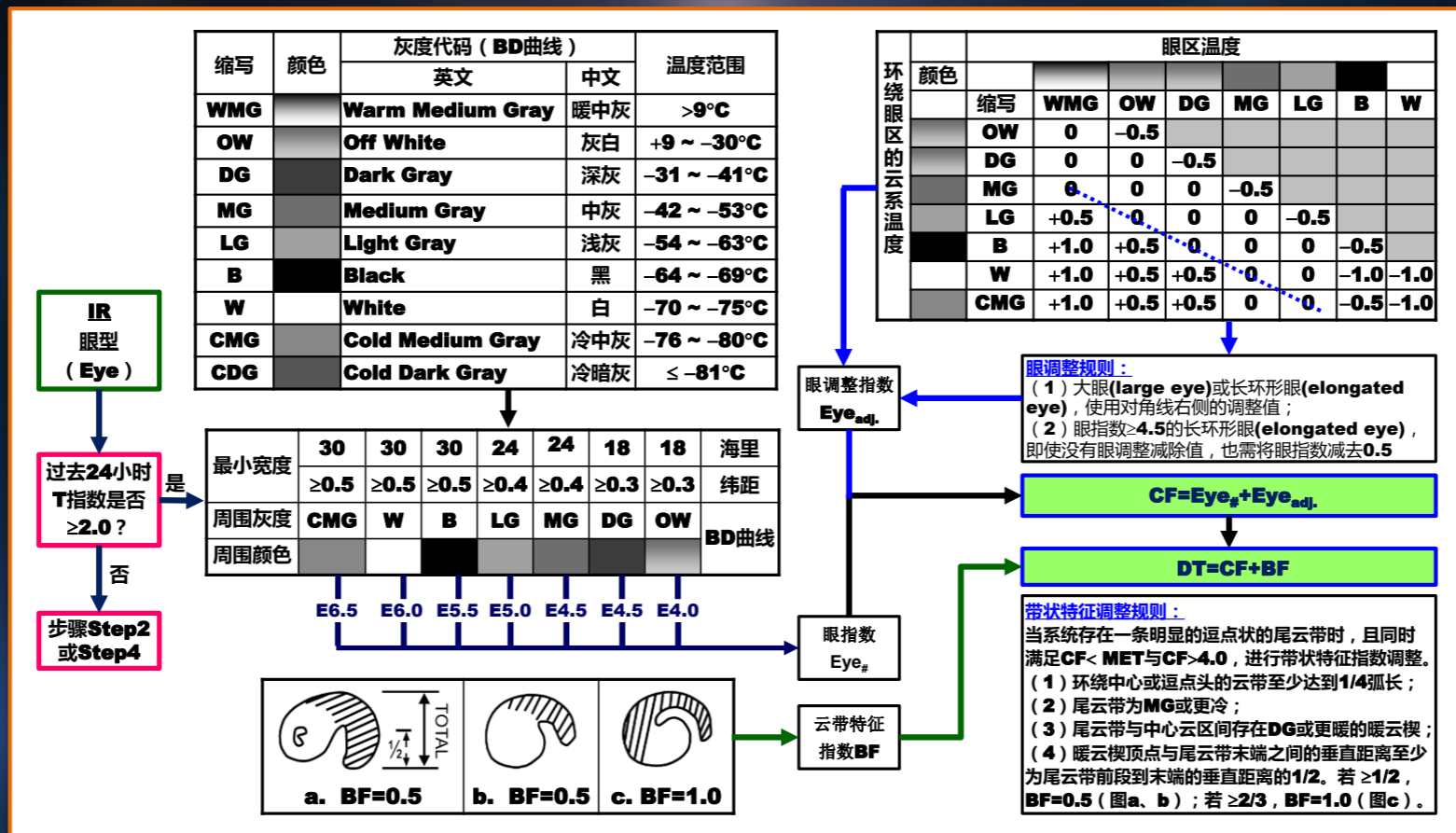
- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定资料分析指数 (DT)**

$$DT=CF+BF$$



# ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程



红外云图眼型分析流程图

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例（1）

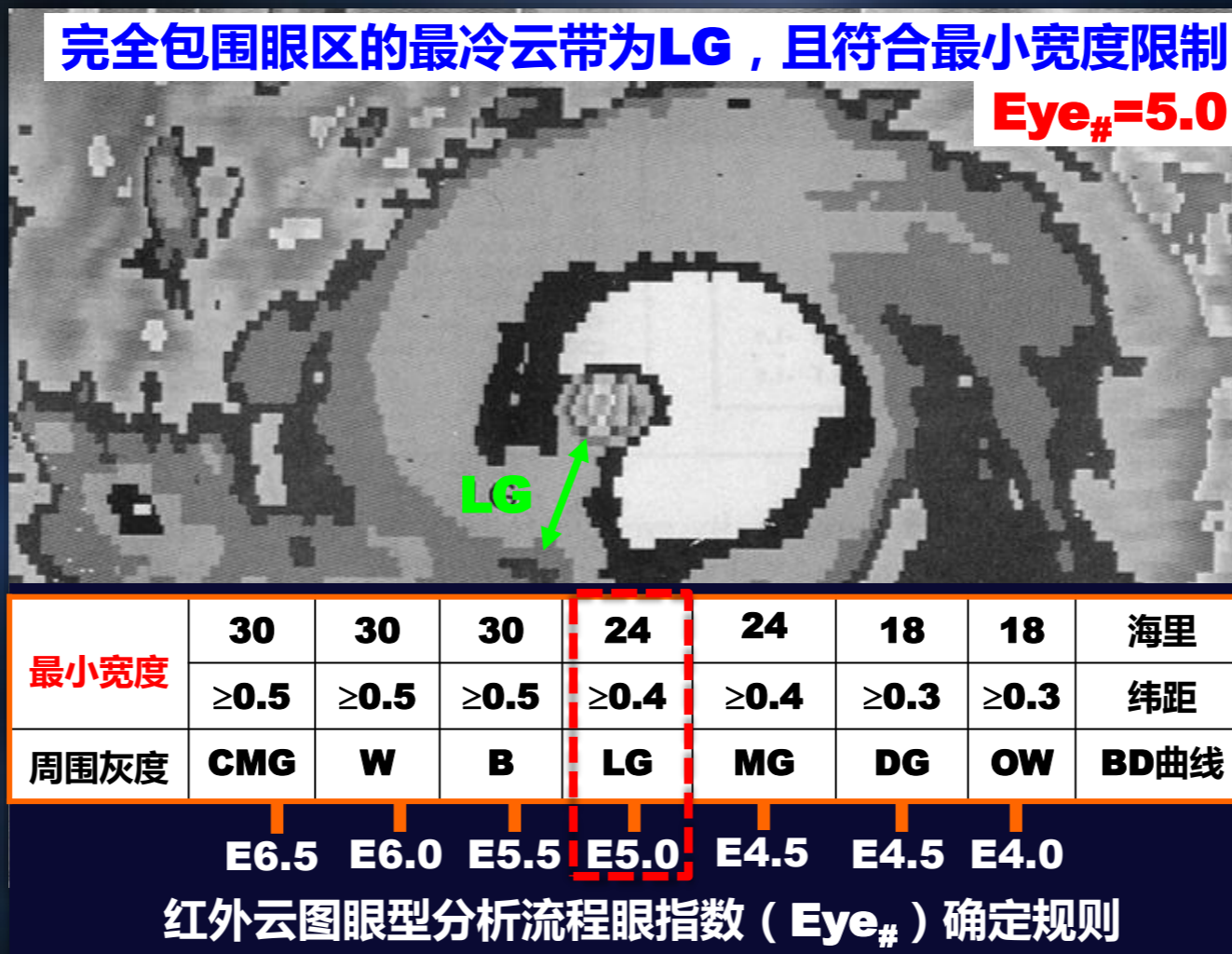
- **确定眼指数（Eye<sub>#</sub>）**



- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (1)

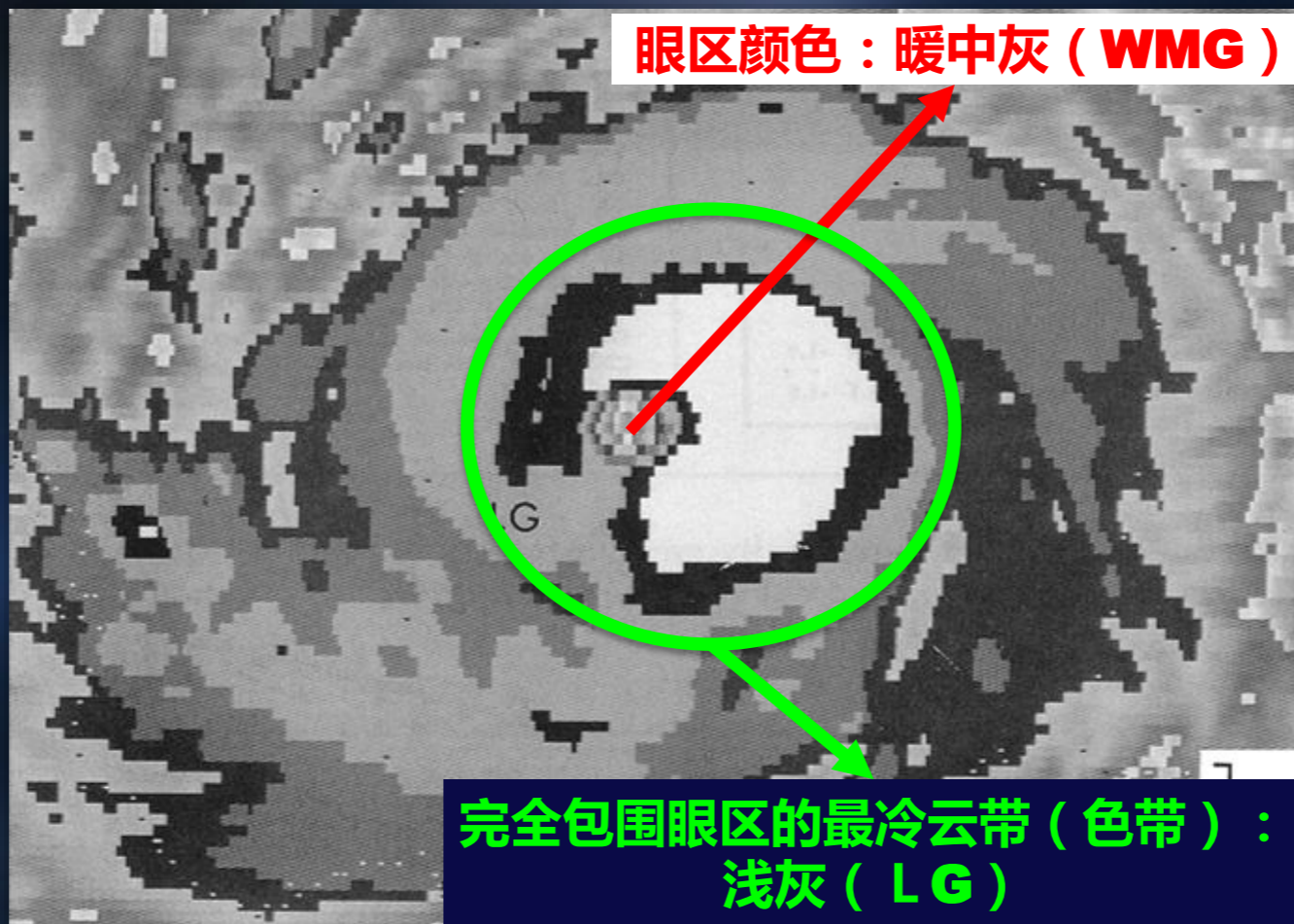
- **确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)**



- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例（1）

- 确定眼调整指数（**Eye<sub>adj.</sub>**）



- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (1)

- **确定眼调整指数 (  $Eye_{adj.}$  )**

环绕眼区的云系温度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (1)

- 确定眼调整指数 (**Eye<sub>adj.</sub>**)

环绕眼区的云系温度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	<b>+0.5</b>	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例（2）

- **确定资料分析指数（DT）**

$$\mathbf{CF=Eye_{\#}+Eye_{adj.}}$$

$$\mathbf{=5.0 + 0.5=5.5}$$

$$\mathbf{DT=CF+BF}$$

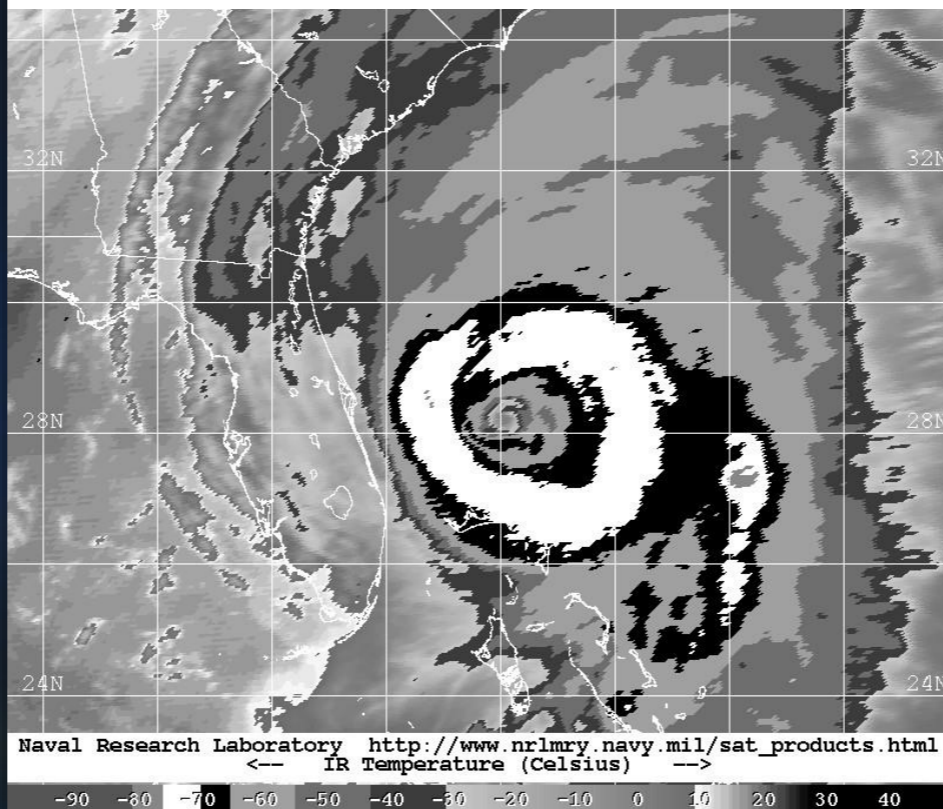
$$\mathbf{=5.5+0.0=5.5}$$

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例（2）

- **确定眼指数（Eye<sub>#</sub>）**

**完全包围眼区的最冷云带为黑色（B）  
符合最小宽度限制（60海里）**

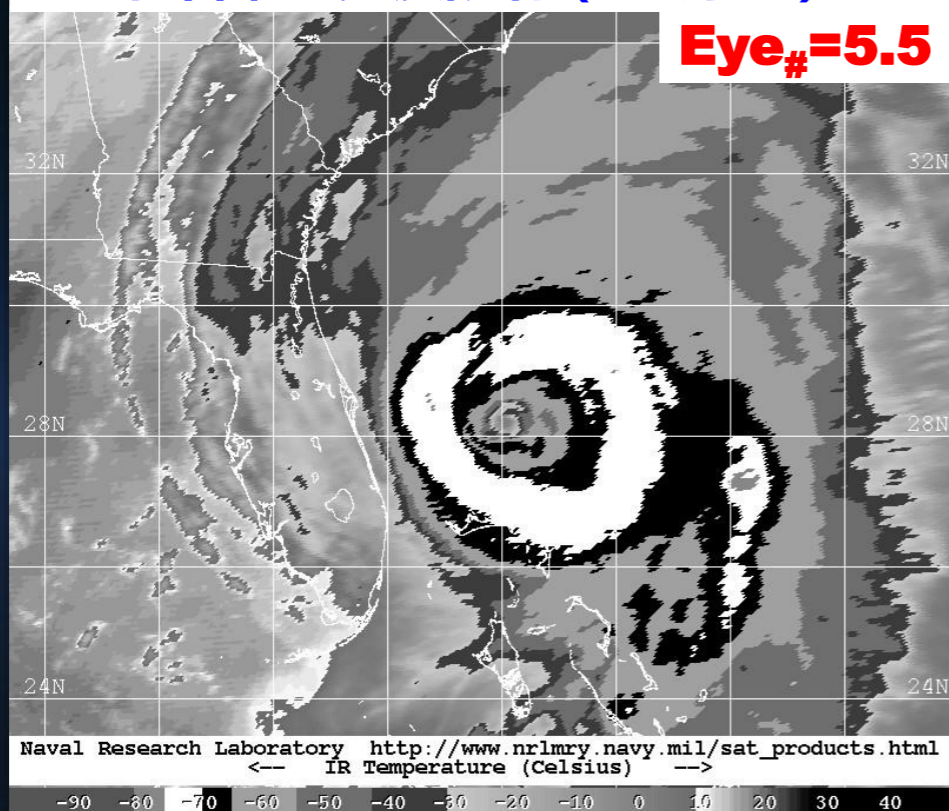


# ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

## ✓ 红外云图眼型台风个例 (2)

### ● 确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)

完全包围眼区的最冷云带为黑色 (B)  
符合最小宽度限制 (60海里)



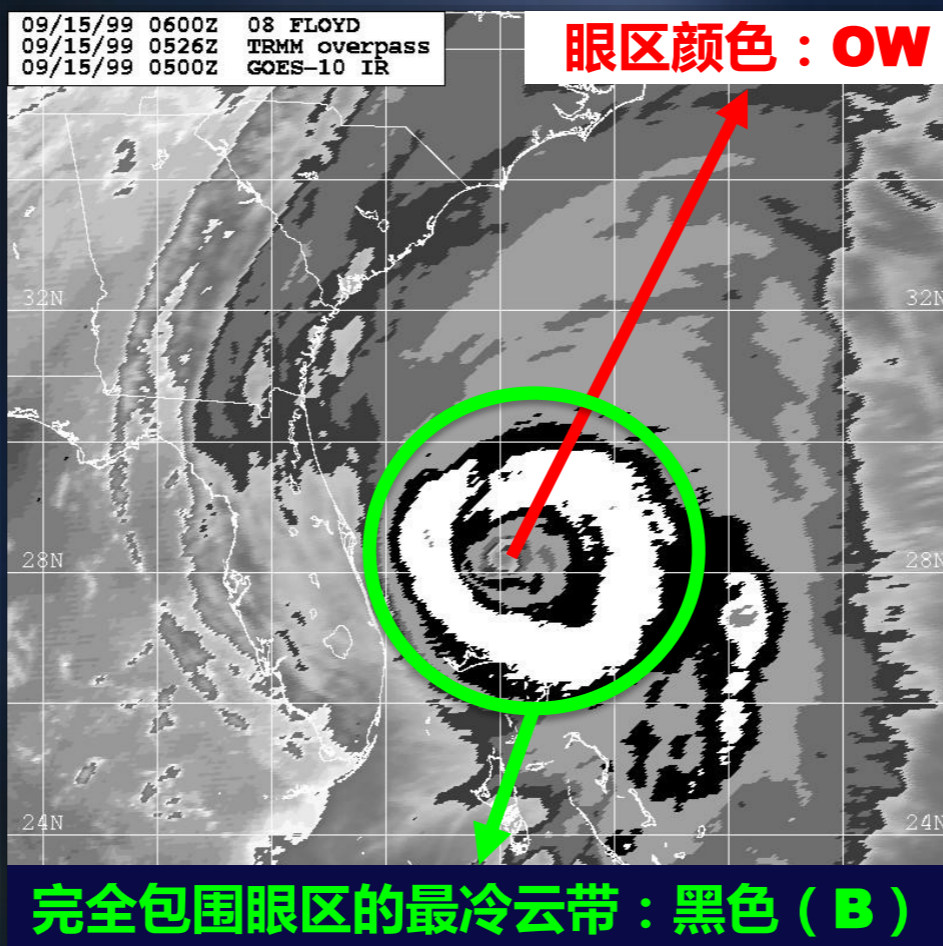
最小宽度	30	30	30	24	24	18	18	海里
	≥0.5	≥0.5	≥0.5	≥0.4	≥0.4	≥0.3	≥0.3	纬距
周围灰度	CMG	W	B	LG	MG	DG	OW	BD曲线
	E6.5	E6.0	E5.5	E5.0	E4.5	E4.5	E4.0	

红外云图眼型分析流程眼指数 (Eye<sub>#</sub>) 确定规则

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例（2）

- 确定眼调整指数（**Eye<sub>adj.</sub>**）



- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例（2）

- **确定眼调整指数 (  $Eye_{adj.}$  )**

环绕眼区的云系温度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (2)

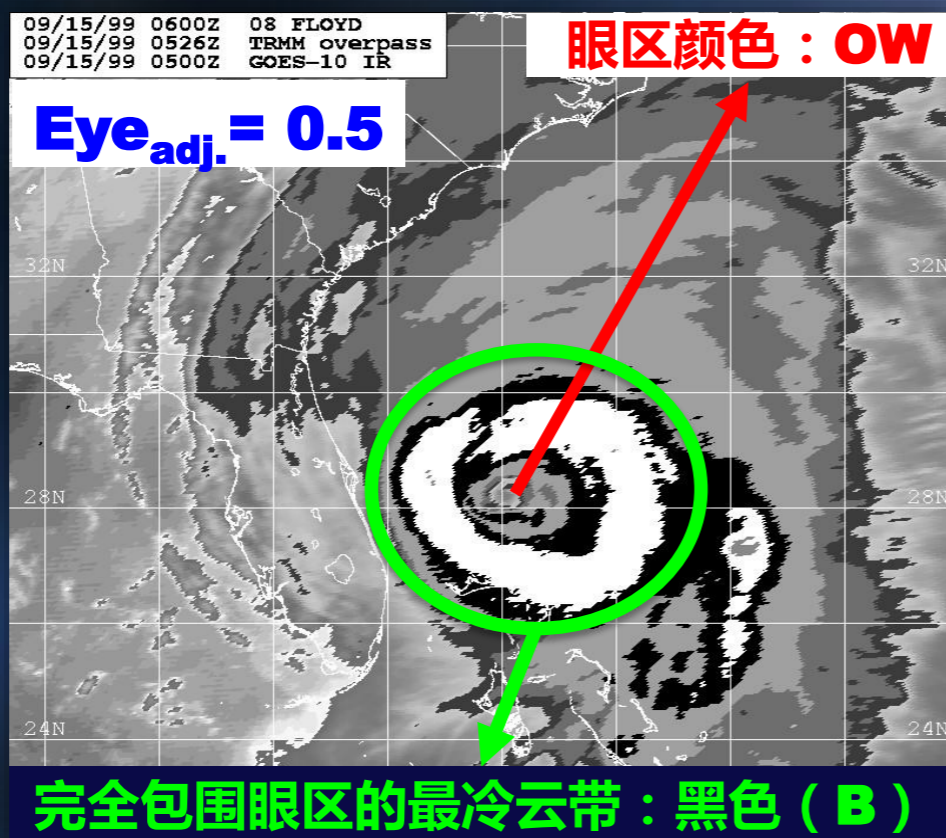
- **确定眼调整指数 (Eye<sub>adj.</sub>)**

环绕眼区的云系温度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例（2）

- **确定资料分析指数（DT）**



$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.}$$

$$= 5.5 + 0.5 = 6.0$$

$$DT = CF + BF$$

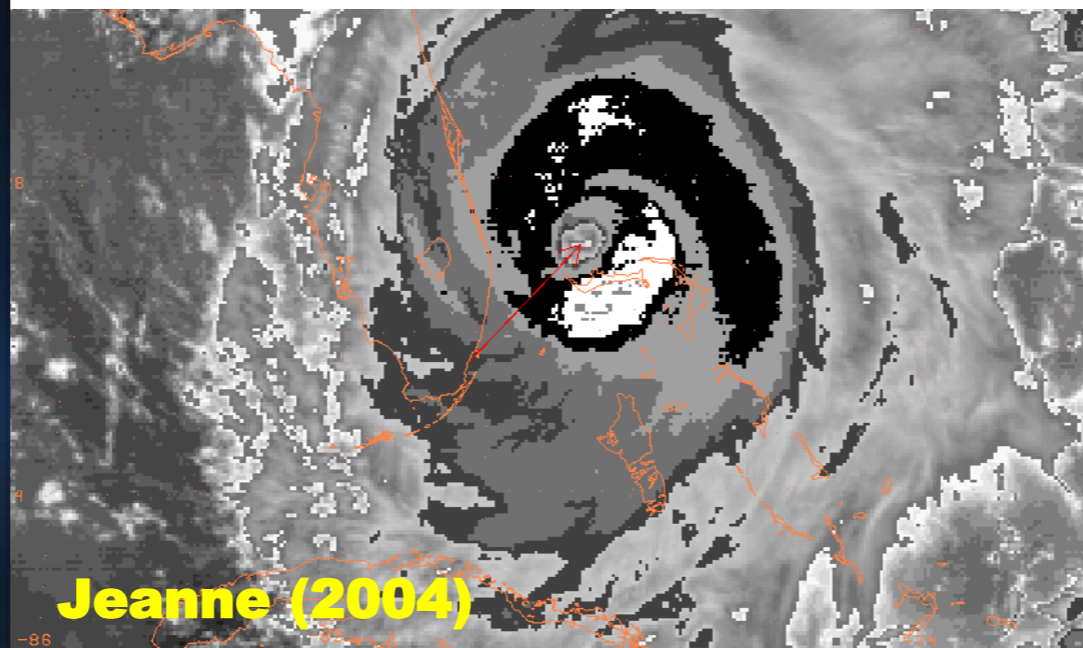
$$= 6.0 + 0.0 = 6.0$$

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (3)

- **确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)**

完全包围眼区的最冷云带为黑色 (B)  
但不符合最小宽度限制 ( $< 0.5^\circ$ )



Jeanne (2004)

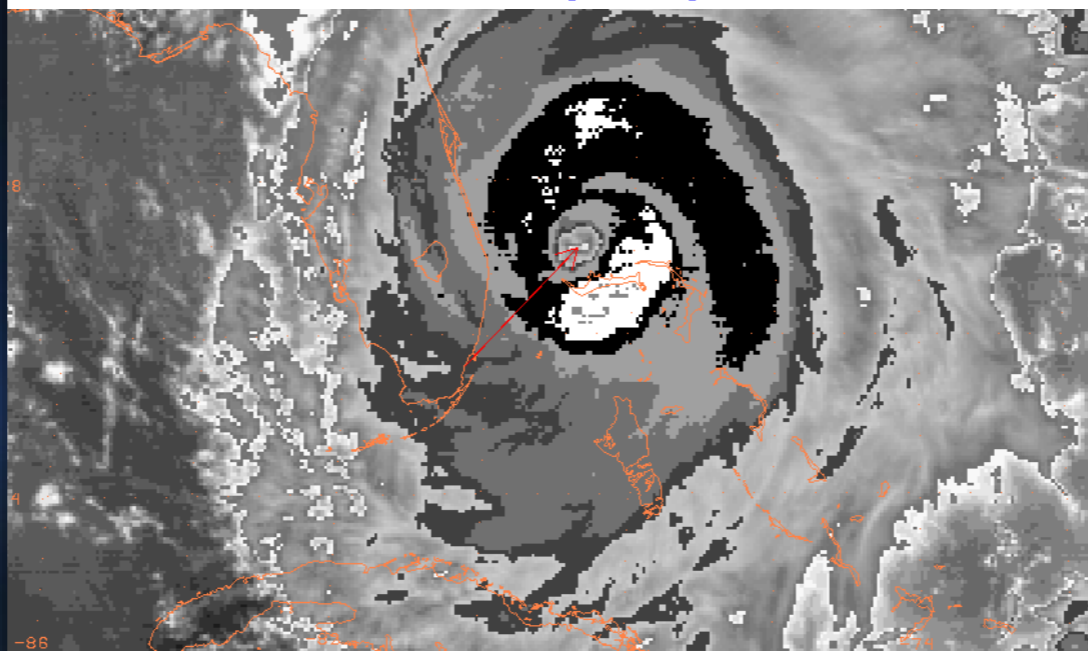
GOES12 IR 27.1 -78.8 20040925\_2045

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例（3）

- **确定眼指数（Eye<sub>#</sub>）**

完全包围眼区且符合最小宽度限制的最冷云带  
为浅灰（LG）



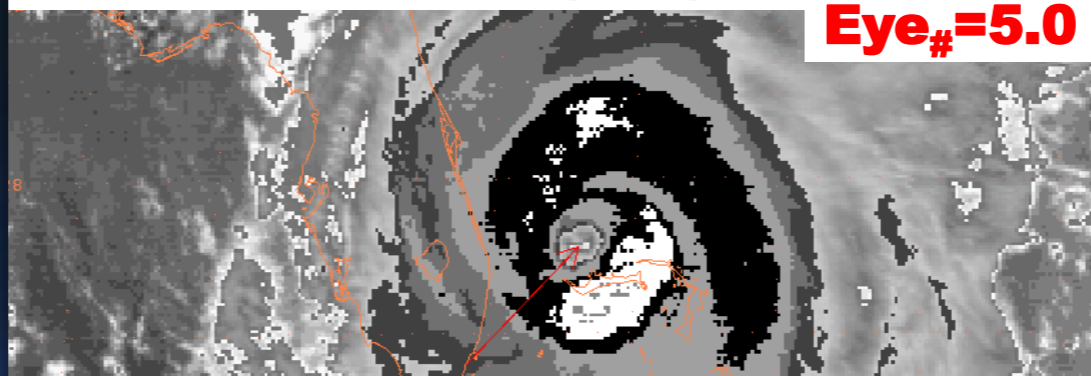
GOES12 IR 27.1 -78.8 20040925\_2045

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (3)

- **确定眼指数 (Eye<sub>#</sub>)**

完全包围眼区且符合最小宽度限制的最冷云带为浅灰 (LG)



最小宽度	30	30	30	24	24	18	18	海里
	≥0.5	≥0.5	≥0.5	≥0.4	≥0.4	≥0.3	≥0.3	纬距
周围灰度	CMG	W	B	LG	MG	DG	OW	BD曲线

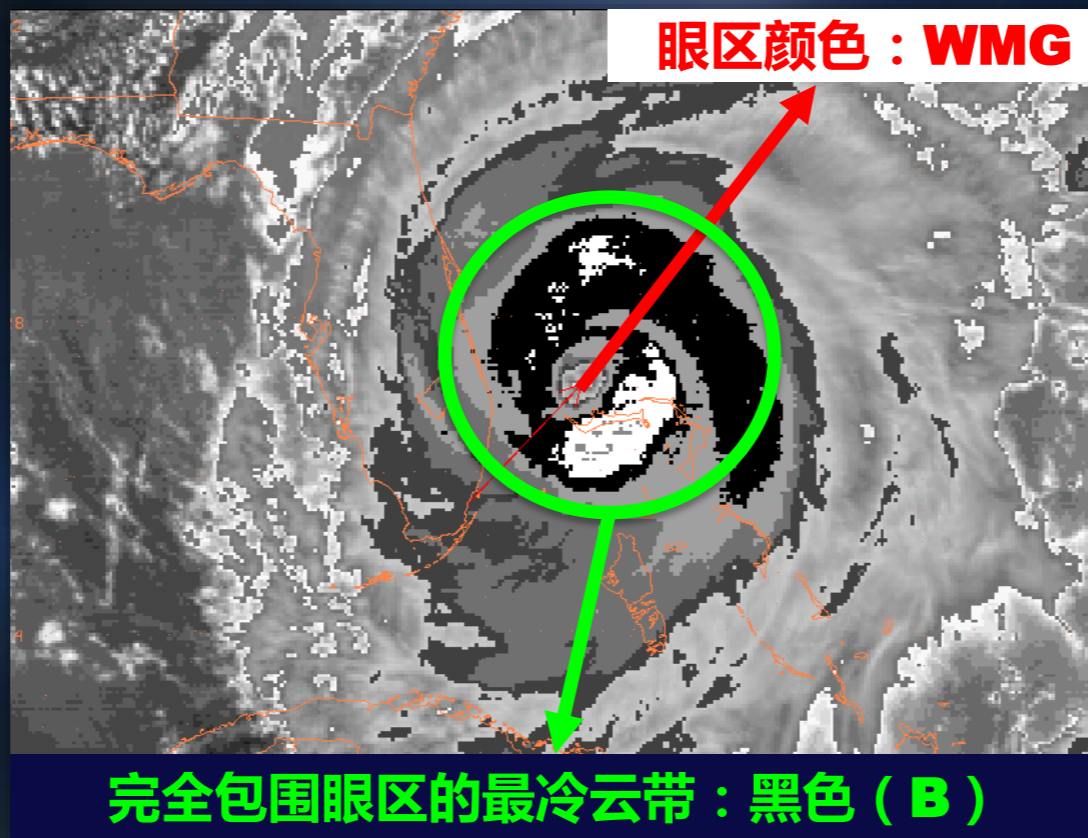
E6.5 E6.0 E5.5 E5.0 E4.5 E4.5 E4.0

红外云图眼型分析流程眼指数 (Eye<sub>#</sub>) 确定规则

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例（3）

- 确定眼调整指数（ $Eye_{adj.}$ ）



- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (3)

- **确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )**

环 绕 眼 区 的 云 系 温 度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (3)

- **确定眼调整指数 (Eye<sub>adj.</sub>)**

环 绕 眼 区 的 云 系 温 度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (3)

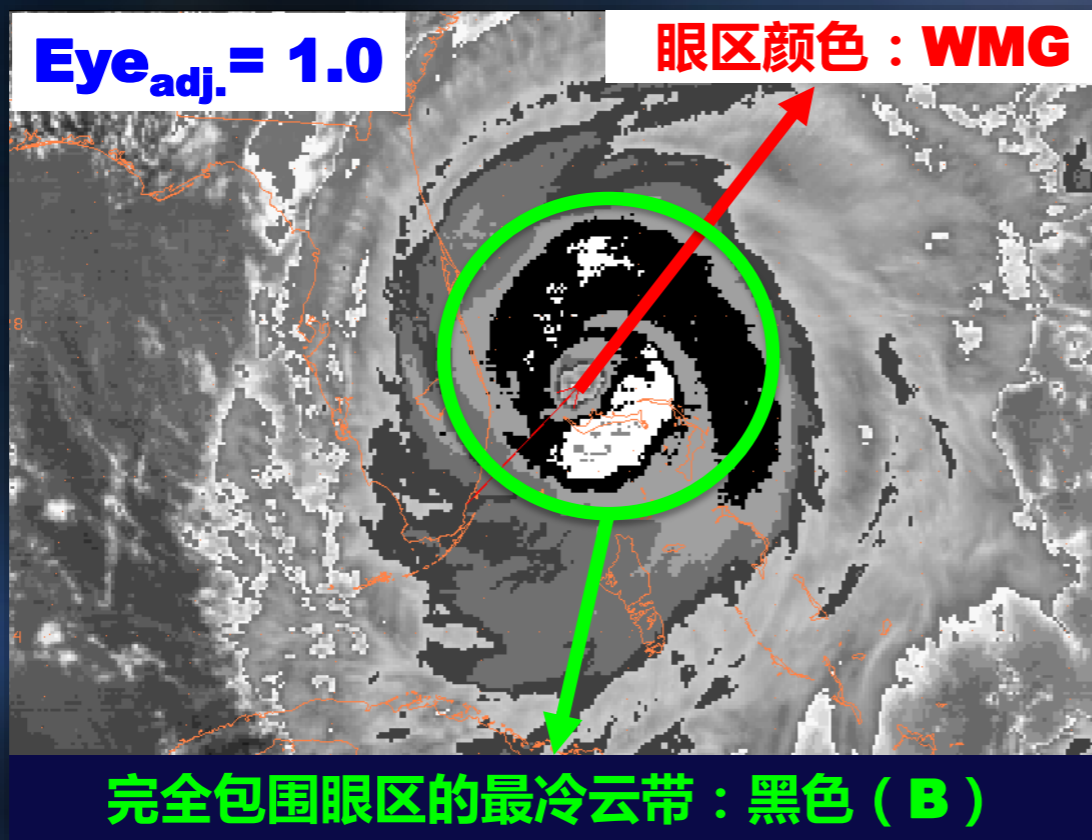
- **确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )**

环绕眼区的云系温度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型台风个例 (3)

- 确定资料分析指数 (DT)



$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.}$$

$$= 5.0 + 1.0 = 6.0$$

$$DT = CF + BF$$

$$= 6.0 + 0.0 = 6.0$$

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 红外云图眼型带状特征指数 (BF) 分析

- 红外云图眼型带状特征指数分析与可见光眼型带状指数分析存在根本的不同

#### • 红外云图眼型

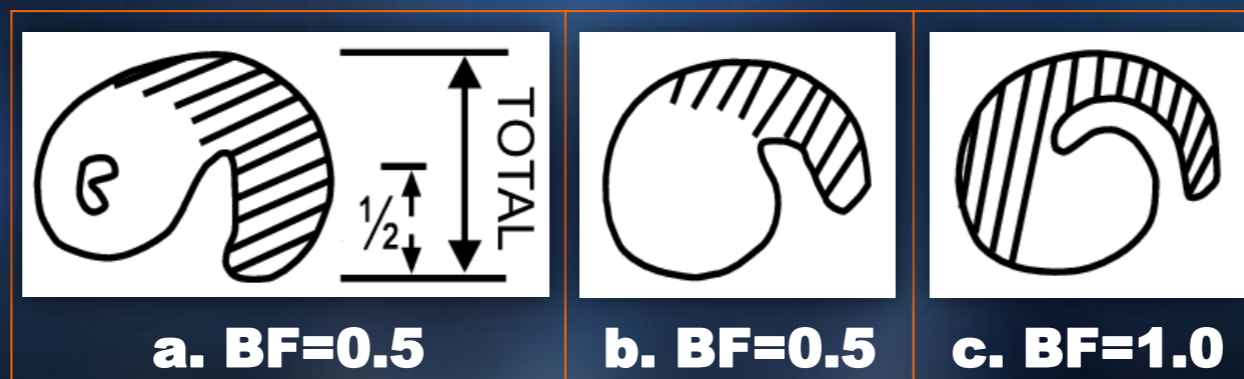
- 只有当系统存在一条明显的逗点状尾云带时，且同时满足 $CF < MET$ 与 $CF > 4.0$ ，才进行BF分析
  - 带状尾云带必须是MG或更冷的云带
  - 带状尾云带与中心云区之间必须存在DG或更暖的暖云楔
- 若没有带状特征指数分析，红外眼型的最大资料分析指数 (DT) 只能达到7.5，只有加上带状特征指数，DT才能达到8.0

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 红外云图眼型带状特征指数 (BF) 分析

#### • 红外云图眼型

- 根据环绕中心或逗点状的云带弧长分析
- 暖云楔顶点与尾云带末端之间的垂直距离至少为尾云带前端到末端的垂直距离的 $1/2$  ;  
若  $\geq 1/2$  ,  $BF=0.5$  ; 若  $\geq 2/3$  ,  $BF=1.0$



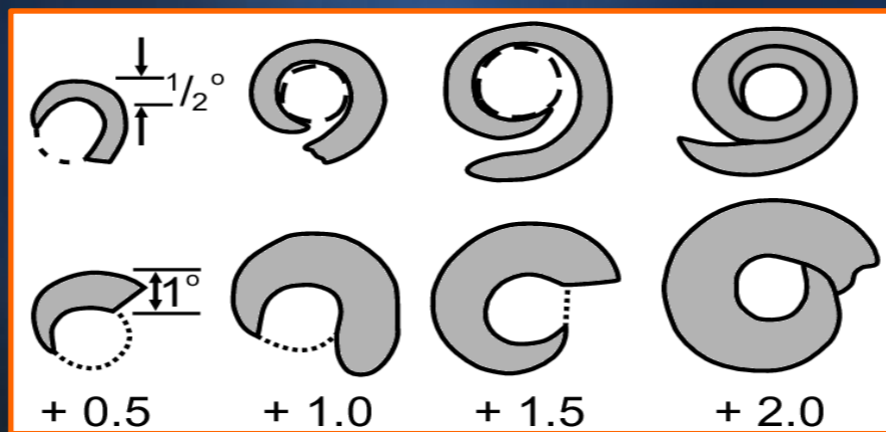
红外眼型带状特征指数 (BF) 确定规则

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 红外云图眼型带状特征指数 (BF) 分析

#### • 可见光云图眼型

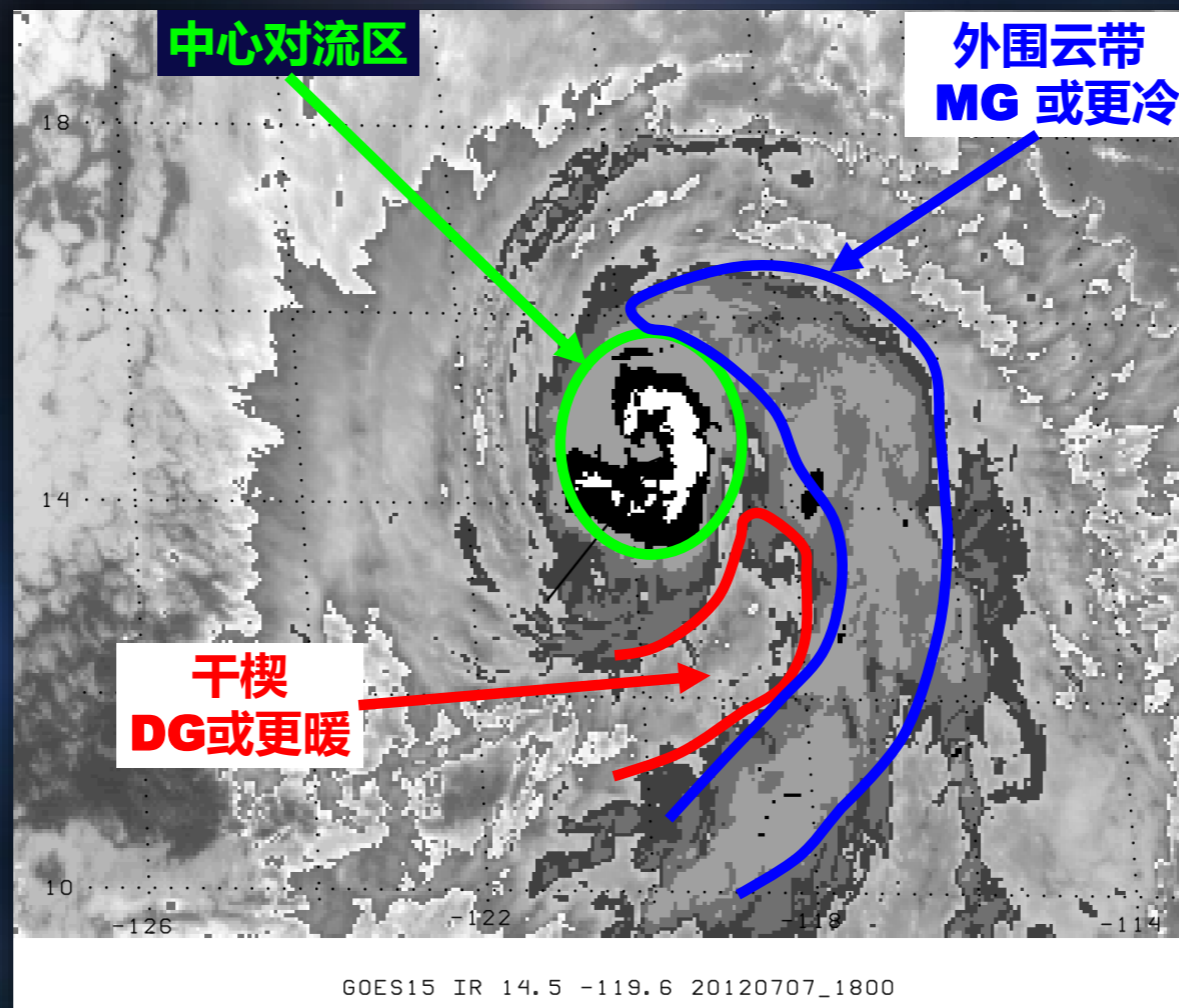
- 根据环绕CDO的对流外螺旋云带长度和宽度分析
- 一般均应分析BF，但当CF $\geq$ 4.5时，很少使用
- 对弯曲云带眼型 (Banding eye)，不使用带状特征指数 (BF)



可见光眼型带状特征指数 (BF) 确定规则

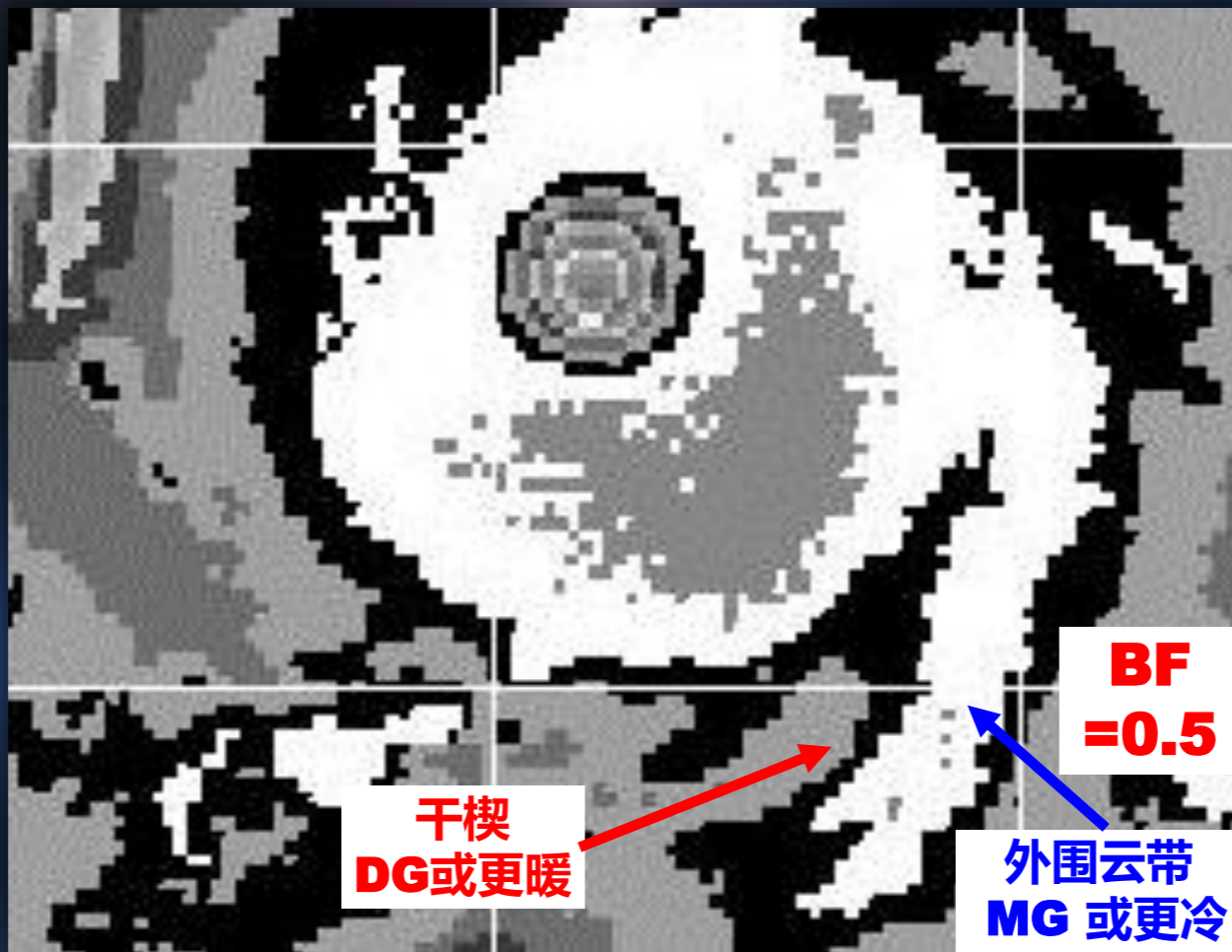
- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **红外云图眼型带状特征指数 (BF) 分析**



- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

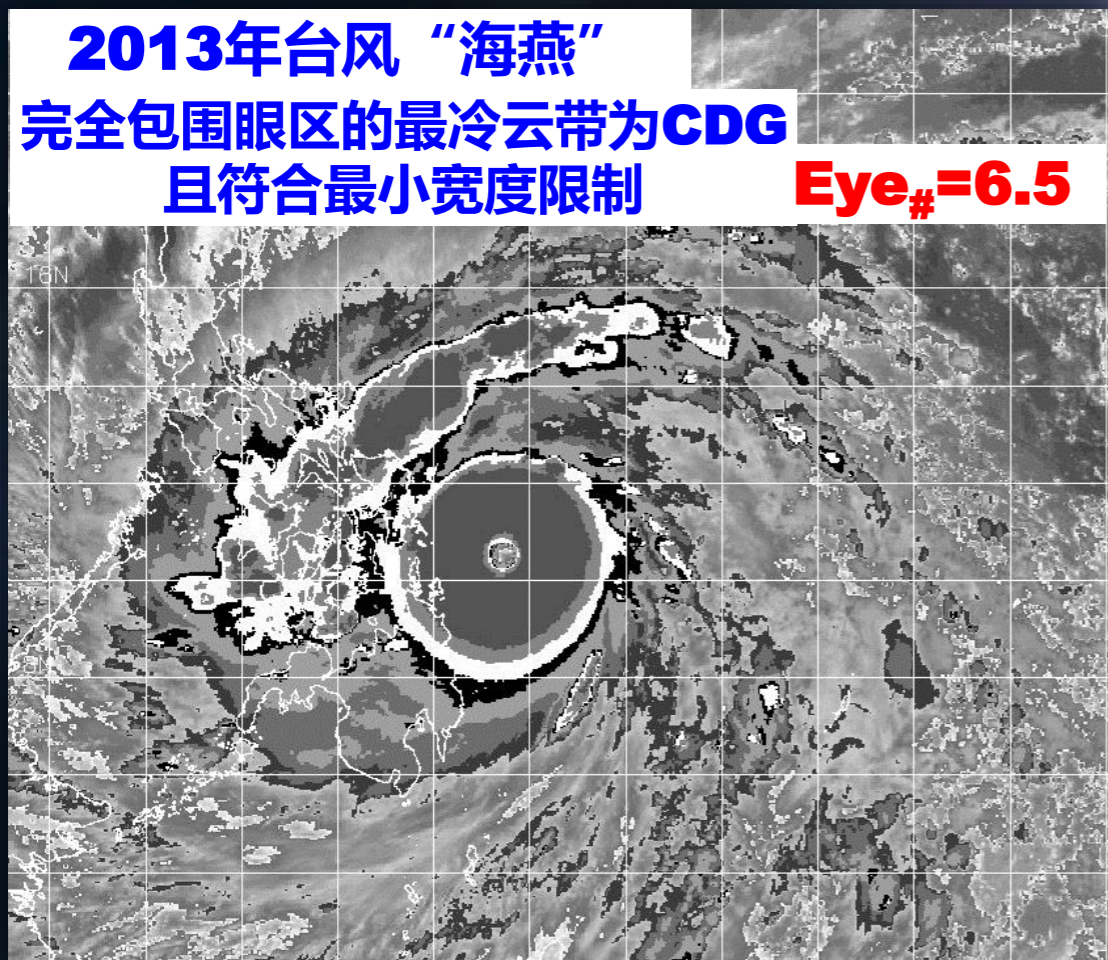
- ✓ 红外云图眼型带状特征指数 (**BF**) 分析



同时满足 $CF < MET$ 与 $CF > 4.0$ ，才分析BF

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 红外云图眼型带状特征指数 (BF) 分析

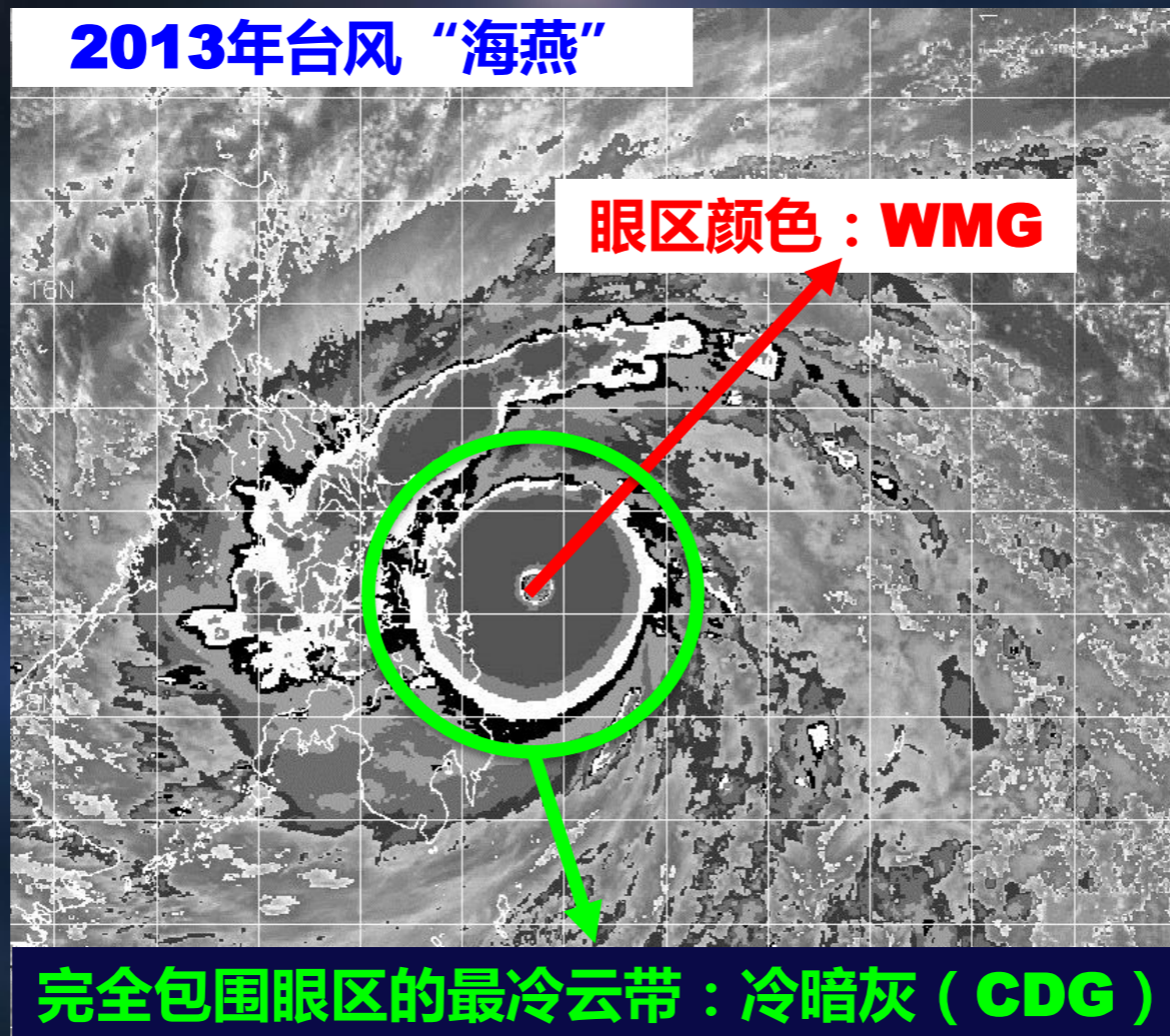


### 红外云图眼型分析流程眼指数 (Eye<sub>#</sub>) 确定规则

最小宽度	30	30	30	24	24	18	18	海里
	≥0.5	≥0.5	≥0.5	≥0.4	≥0.4	≥0.3	≥0.3	纬距
周围灰度	CMG	W	B	LG	MG	DG	OW	BD曲线
	E6.5	E6.0	E5.5	E5.0	E4.5	E4.5	E4.0	

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ 红外云图眼型带状特征指数 (BF) 分析



## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )

环绕眼区的云系温度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

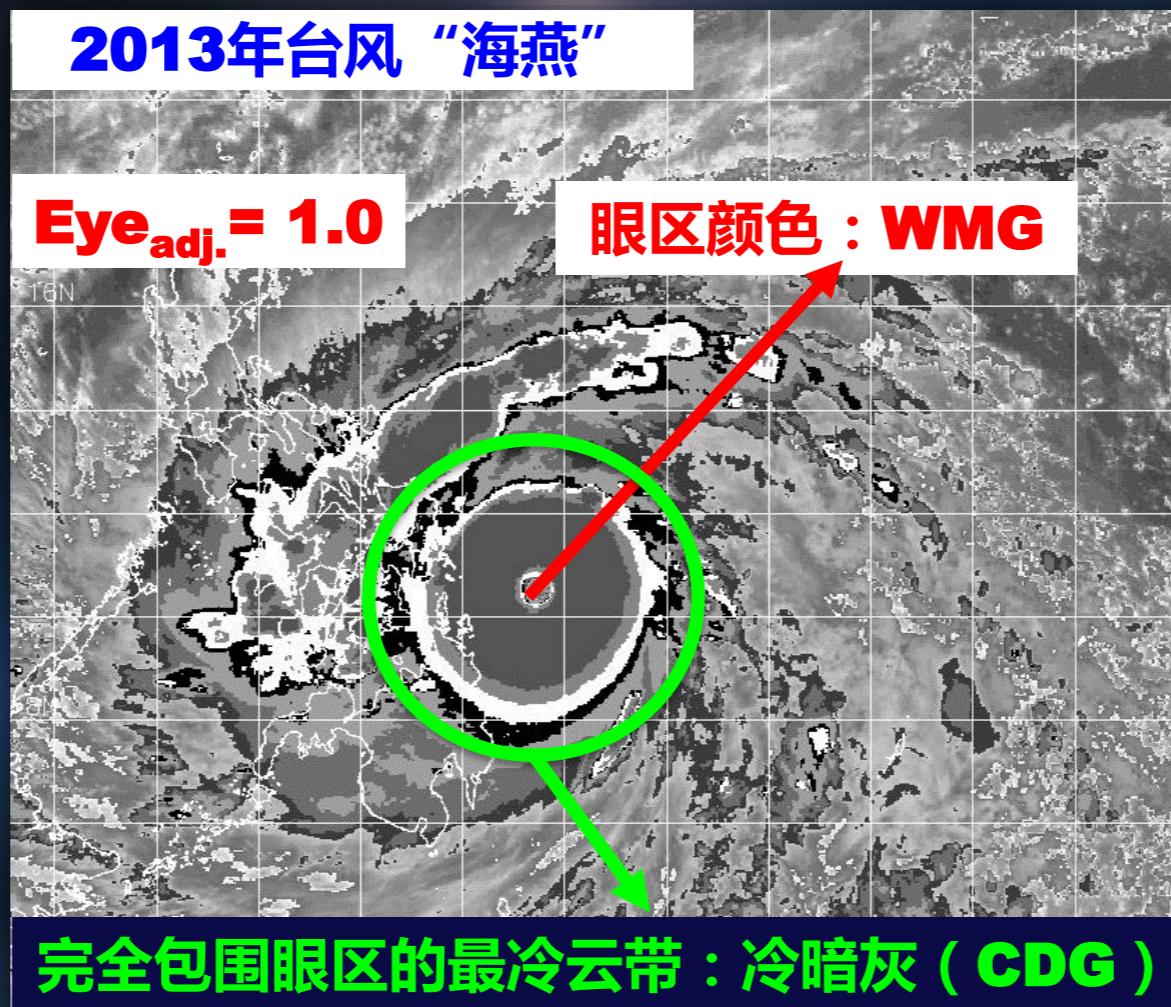
## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 确定眼调整指数 ( $Eye_{adj.}$ )

环 绕 眼 区 的 云 系 温 度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

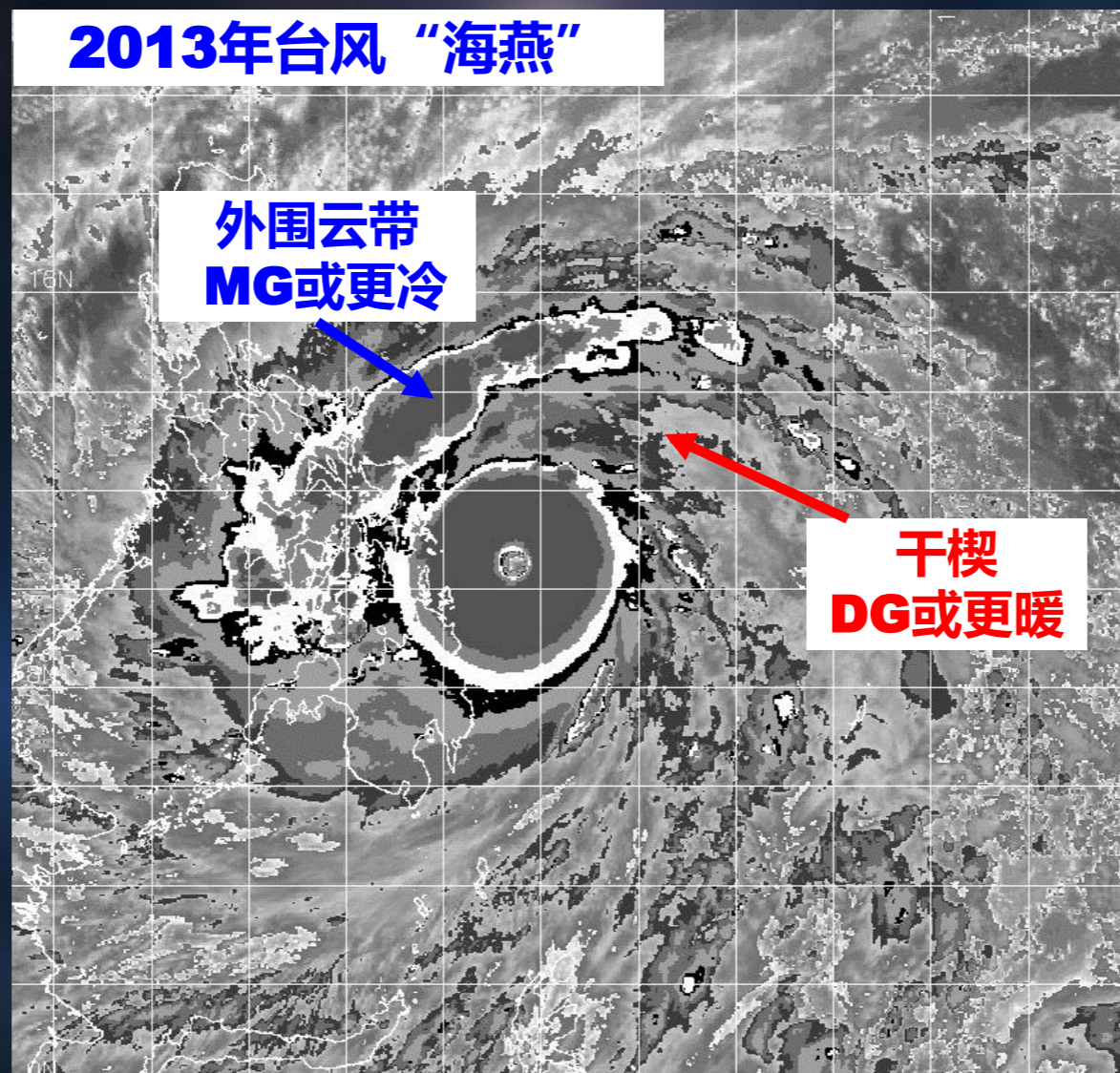
- ✓ 红外云图眼型台风个例（3）



$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.} = 6.5 + 1.0 = 7.5$$

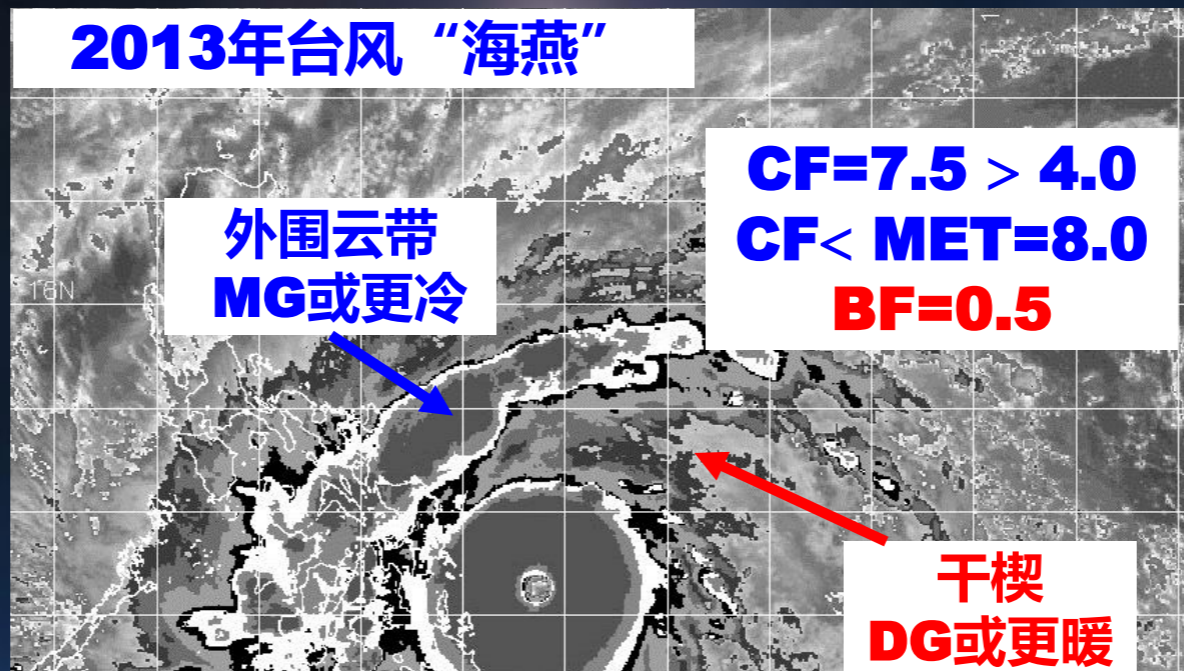
- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **红外云图眼型带状特征指数 (BF) 分析**

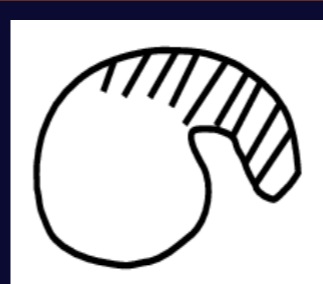


## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

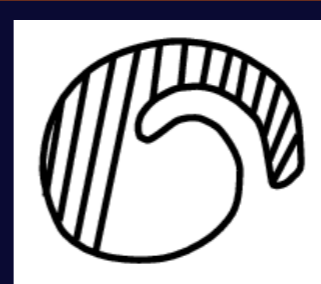
### ✓ 红外云图眼型带状特征指数 (BF) 分析



a. BF=0.5



b. BF=0.5

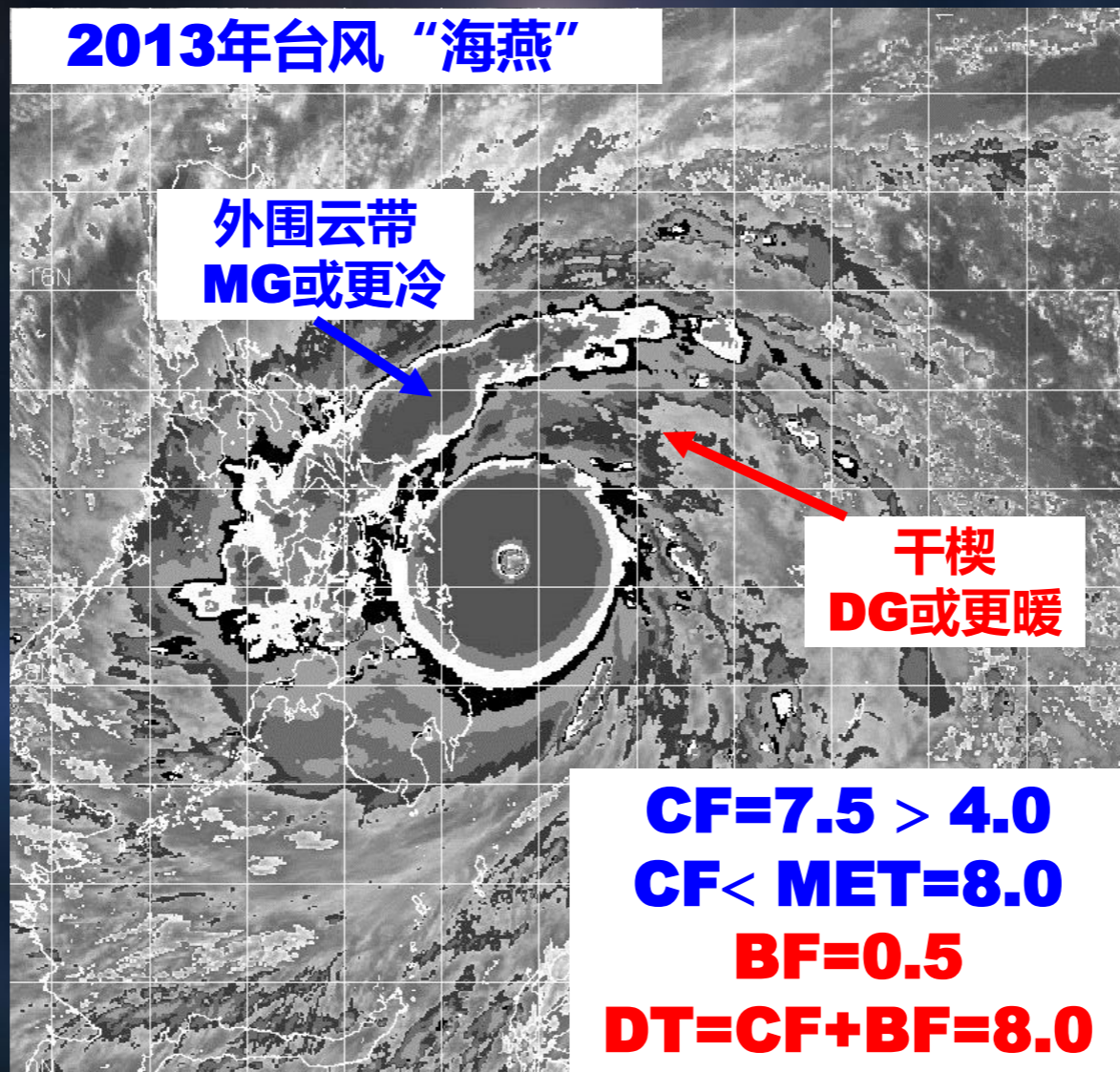


c. BF=1.0

红外眼型带状特征指数 (BF) 确定规则

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 红外云图眼型带状特征指数 (BF) 分析

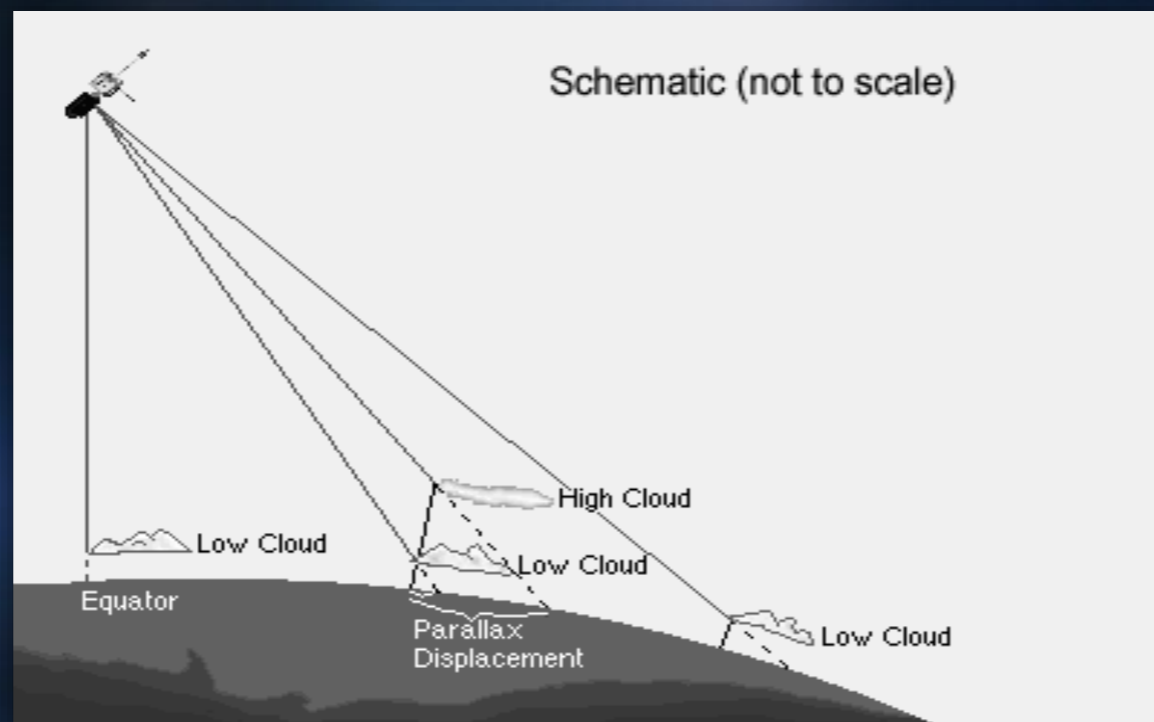


## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

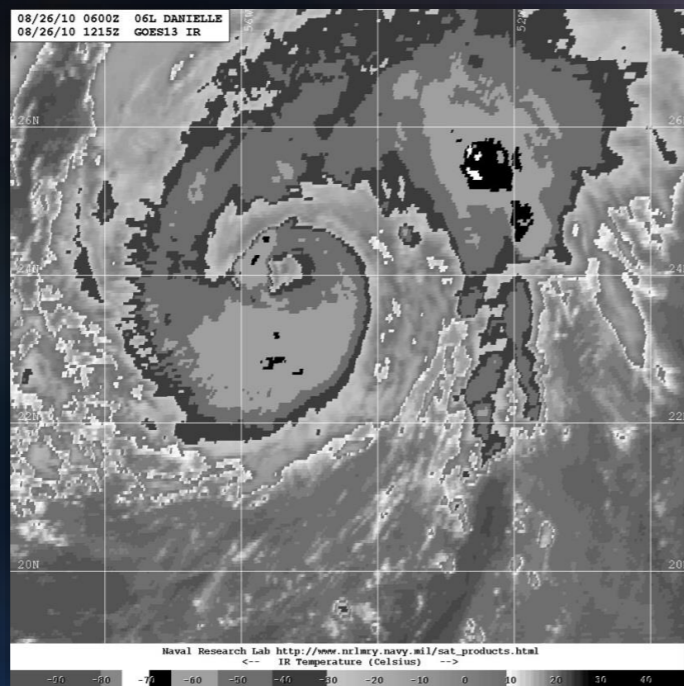
- ✓ 卫星天顶角（**Zenith/Viewing Angle**）对Dvorak强度分析的影响
  - 台风距卫星近，天顶角或视角小，对强度分析的影响小
  - 台风离卫星较远，如位于全圆盘图像的边缘，天顶角或视角较大，卫星观测的云顶亮温较低，且眼区也有可能被云所覆盖，眼区亮温也较低，因此进行Dvorak分析时，**应尽可能使用距台风较近的卫星**

- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

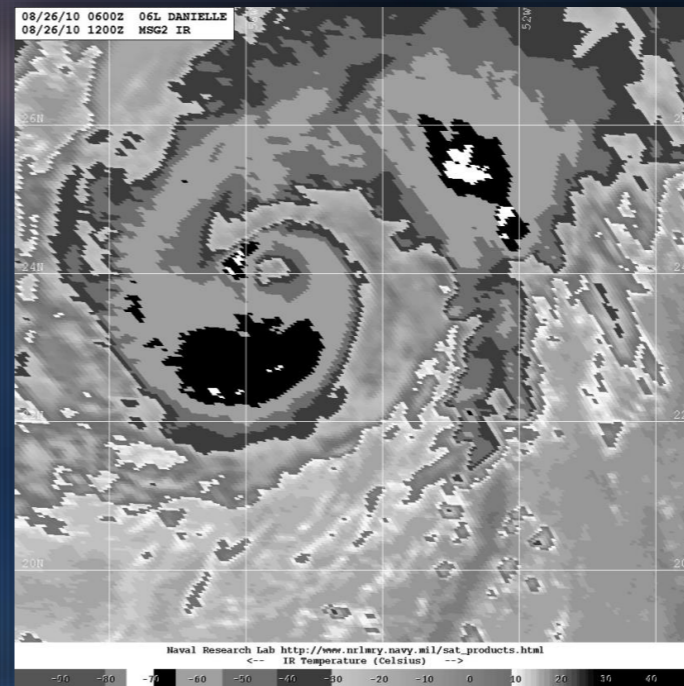
- ✓ **卫星天顶角 ( Zenith/Viewing Angle )  
对Dvorak强度分析的影响**



## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

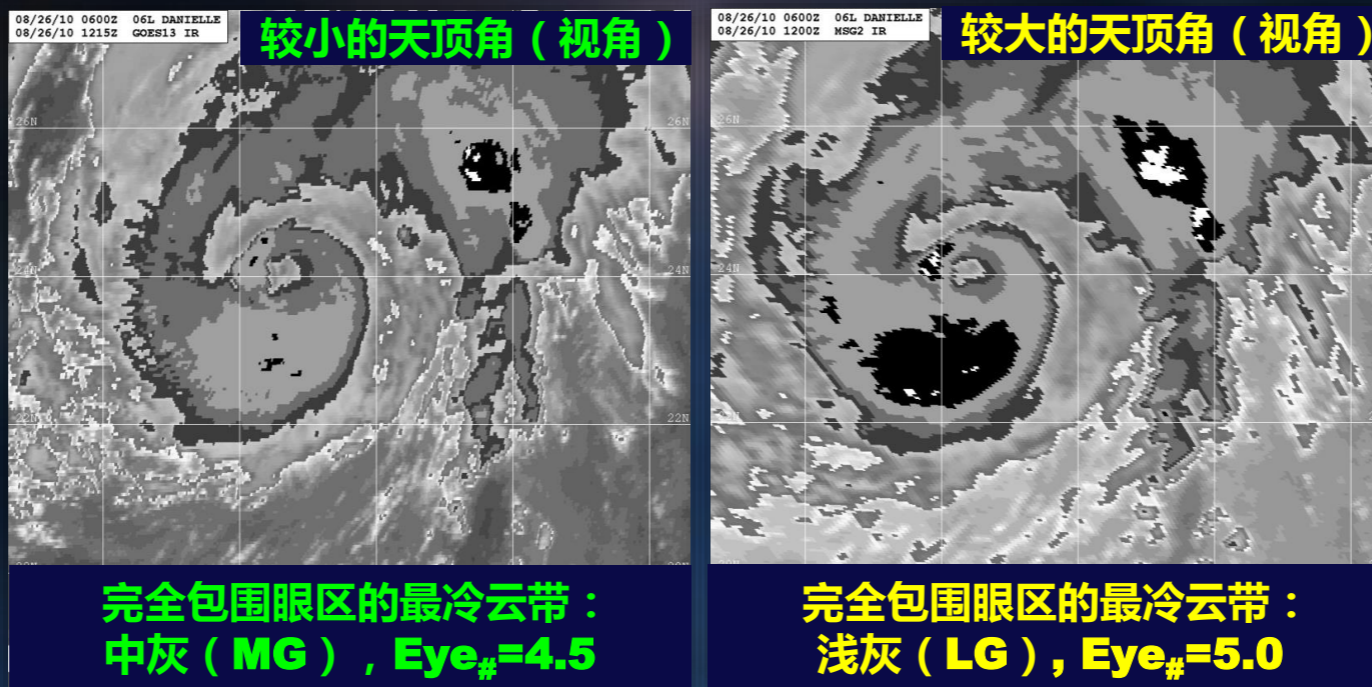


**飓风Danielle**  
**GOES-13卫星云图**  
**2010年8月26日20时15分**  
**中心位于24.0°N、55.4°E**  
**卫星位于75°W**  
**较小的天顶角（视角）**



**飓风Danielle**  
**METEOSAT-9卫星云图**  
**2010年8月26日20时00分**  
**中心位于24.0°N、55.4°E**  
**卫星位于0°W**  
**较大的天顶角（视角）**

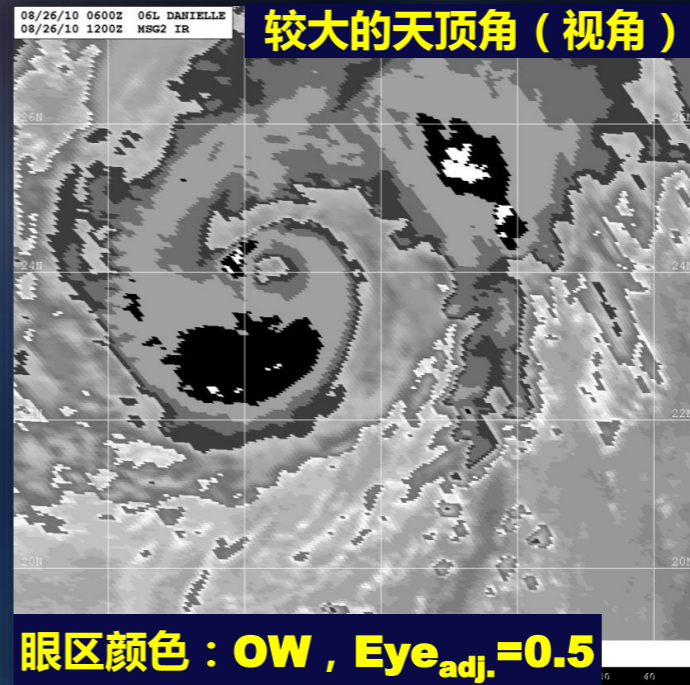
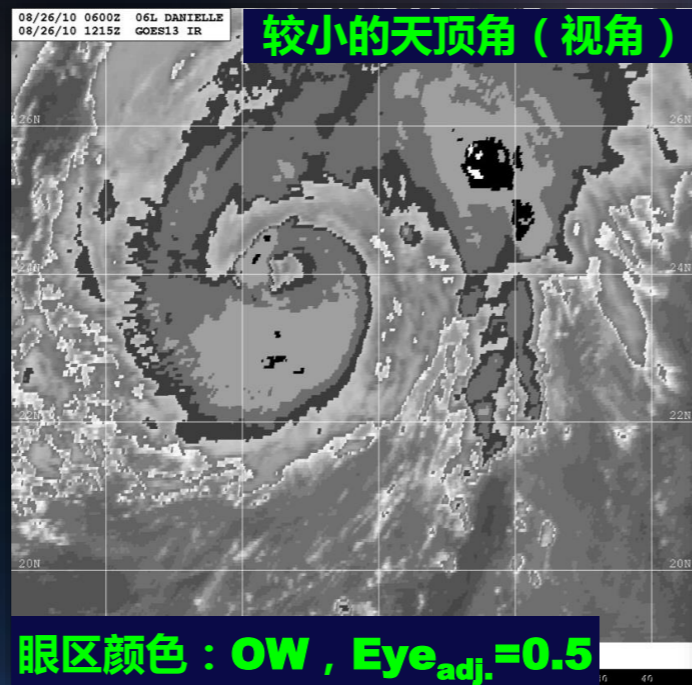
# ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程



<b>最小宽度</b>	30	30	30	24	24	18	18	海里
	≥0.5	≥0.5	≥0.5	≥0.4	≥0.4	≥0.3	≥0.3	纬距
<b>周围灰度</b>	CMG	W	B	LG	MG	DG	OW	BD曲线
	E6.5	E6.0	E5.5	E5.0	E4.5	E4.5	E4.0	

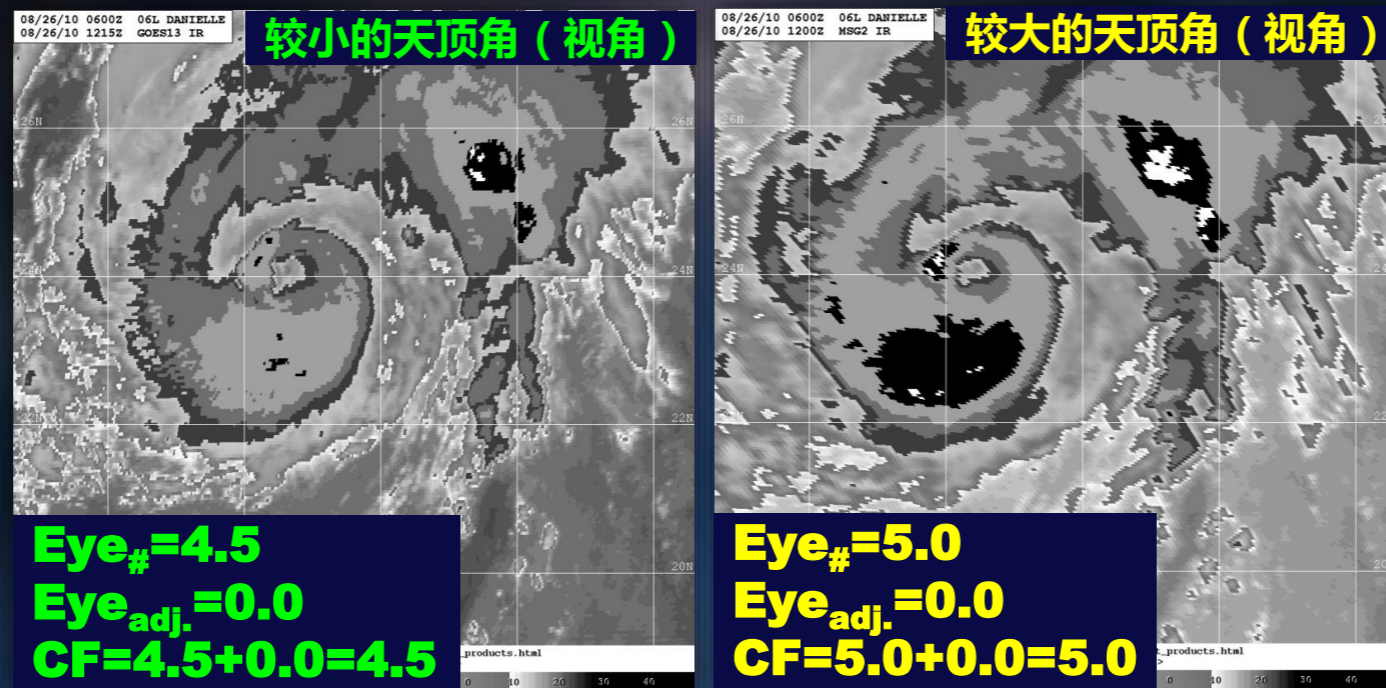
红外云图眼型分析流程眼指数（Eye<sub>#</sub>）确定规则

# ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程



环绕眼区的云系温度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

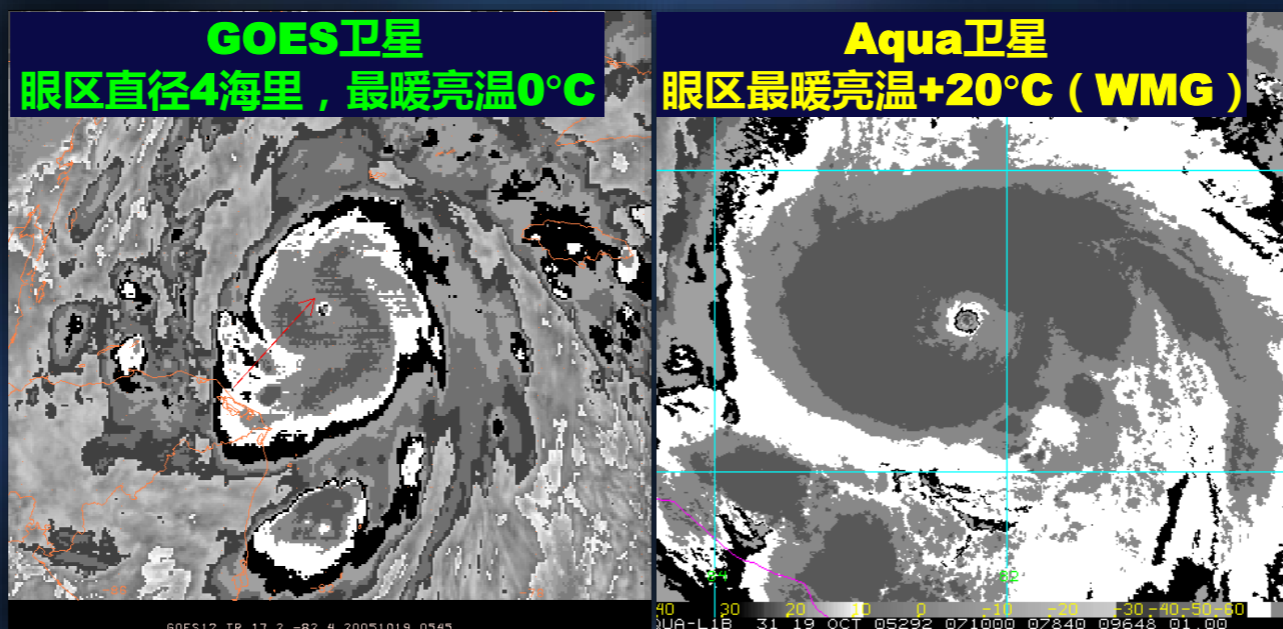


高估台风强度

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

### ✓ 卫星图像分辨率对Dvorak强度分析的影响

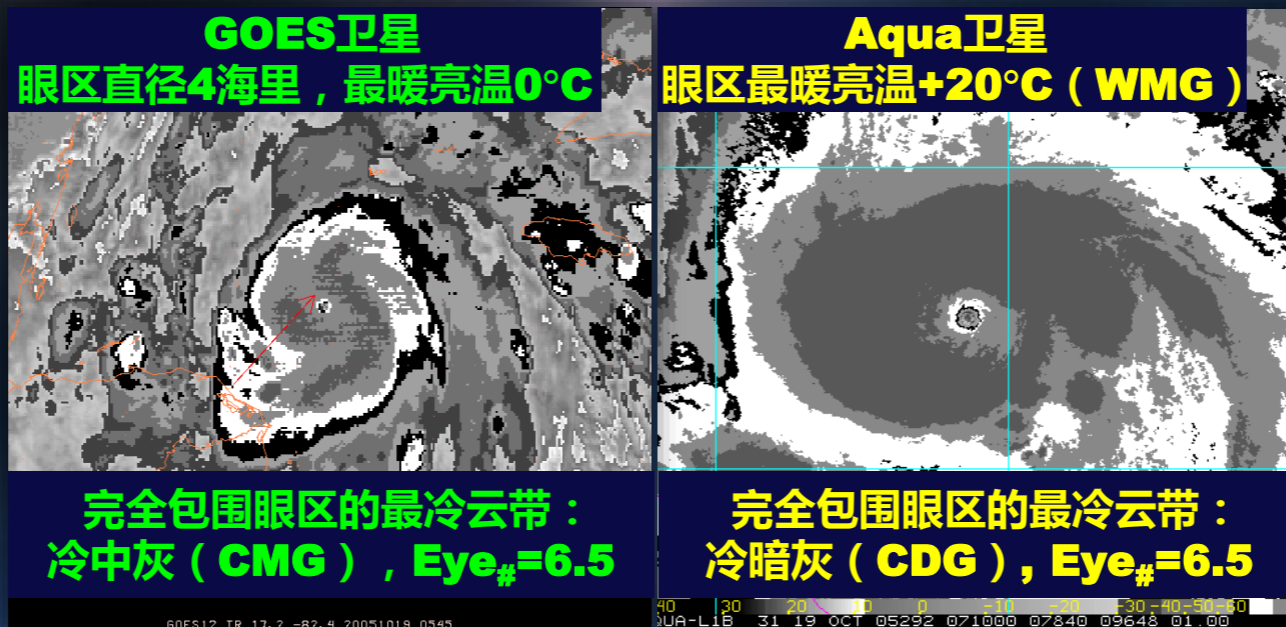
- 对一些具有小眼台风（直径 < 10海里），较粗分辨率的卫星图像可能看不到台风眼区的最暖亮温，往往会低估台风强度



五级飓风“威尔玛” (Wilma, 2005) 卫星图像

# ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

✓ 卫星图像分辨率对Dvorak强度分析的影响

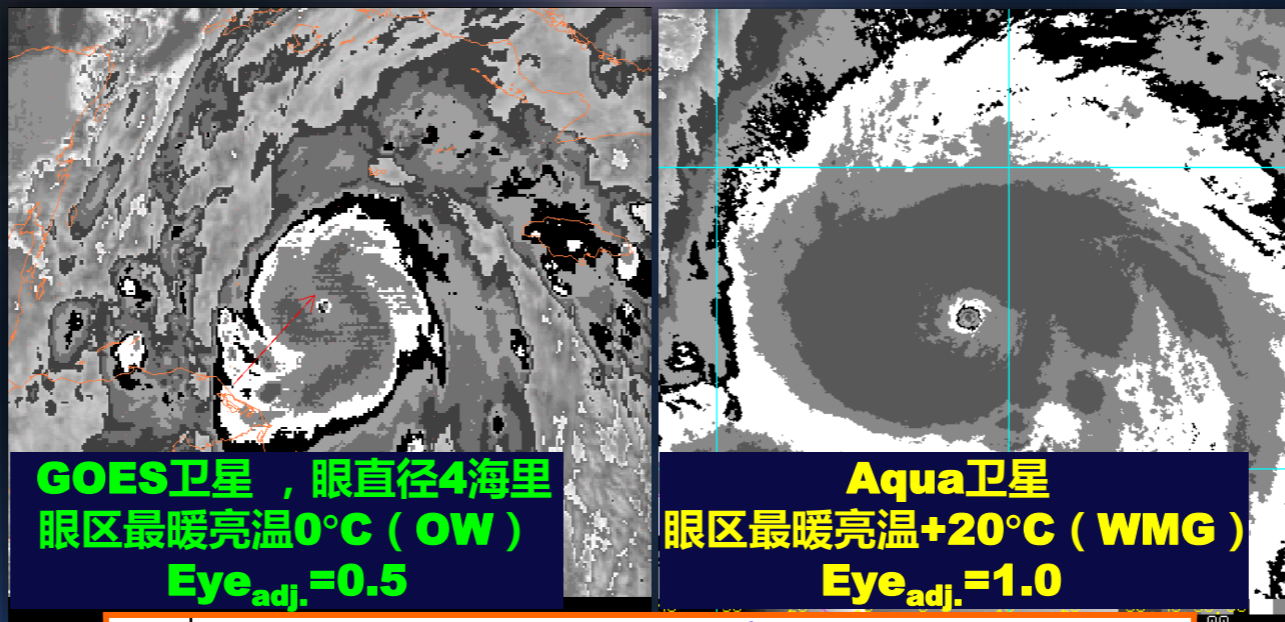


	30	30	30	24	24	18	18	海里
最小宽度	≥0.5	≥0.5	≥0.5	≥0.4	≥0.4	≥0.3	≥0.3	纬距
周围灰度	CMG	W	B	LG	MG	DG	OW	BD曲线
	E6.5	E6.0	E5.5	E5.0	E4.5	E4.5	E4.0	

红外云图眼型分析流程眼指数 (Eye<sub>#</sub>) 确定规则

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

- ✓ 卫星图像分辨率对Dvorak强度分析的影响



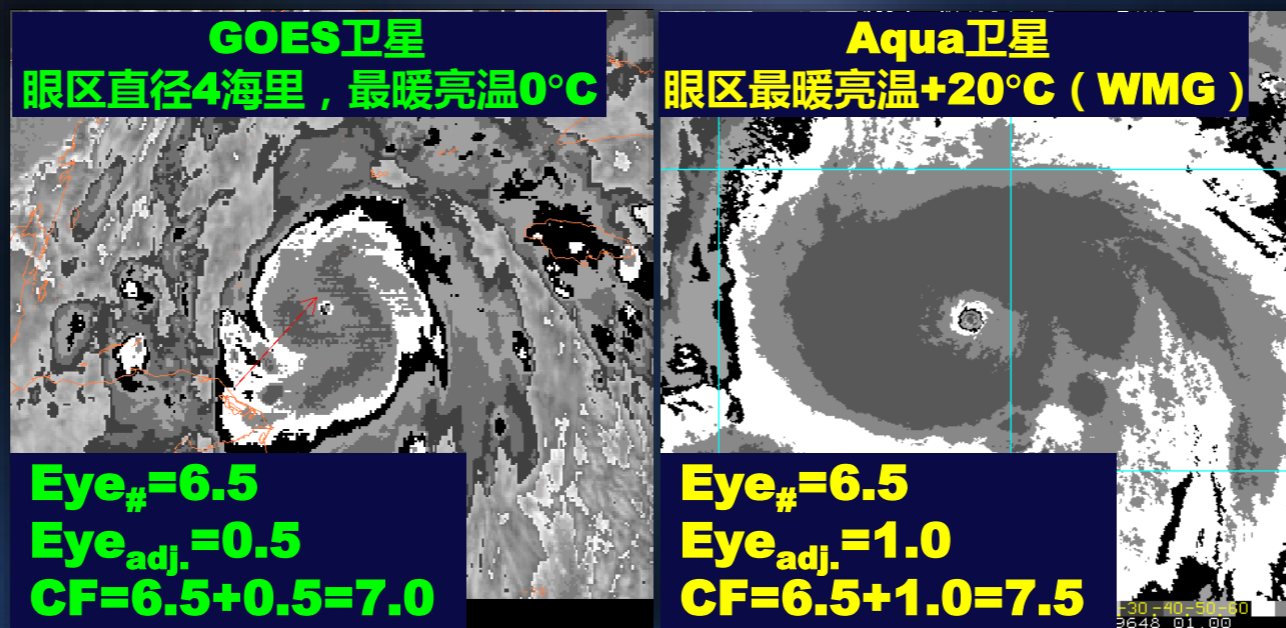
**GOES卫星**，眼直径4海里  
眼区最暖亮温0°C (OW)  
 $Eye_{adj.}=0.5$

**Aqua卫星**  
眼区最暖亮温+20°C (WMG)  
 $Eye_{adj.}=1.0$

环绕眼区的云系温度	眼区温度						
	WMG	OW	DG	MG	LG	B	W
OW	0	-0.5					
DG	0	0	-0.5				
MG	0	0	0	-0.5			
LG	+0.5	0	0	0	-0.5		
B	+1.0	+0.5	0	0	0	-0.5	
W	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
CMG	+1.0	-0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

## ● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

- ✓ 卫星图像分辨率对Dvorak强度分析的影响



低估台风强度

- **Step 2D - 中心密闭云区型 ( VIS )**

- 仅适用可见光 ( VIS ) 云图分析，夜间则返回**Step2A**或**Step2B**
- **LLCC**在深对流下，中心密闭云区(**CDO**)直径 $\geq 0.75^\circ$ (80公里)，否则返回**Step2A**或**Step2B**

## ● Step 2D - 中心密闭云区型 (VIS)

### ✓ 确定中心特征指数 (CF)

- 根据CDO边缘形状规整度和平均直径确定
- CDO边缘确定通常具有很强的主观性
- 椭圆形CDO直径是其长轴和短轴的平均值

CDO 边缘形状规整度		规则 ( Well-defined )				不规则 ( irregular )	
平均 直径	纬距 (°)	≥2.25	1.75	1.25	0.75	>1.5	1.0-1.5
	海里	135	105	75	45	90	60-90
中心特征指数 (CF)		5.0	4.0	3.0	2.0	3.0	2.0

中心密闭云区型中心特征指数 (CF) 确定规则

## ● **Step 2D - 中心密闭云区型 (VIS)**

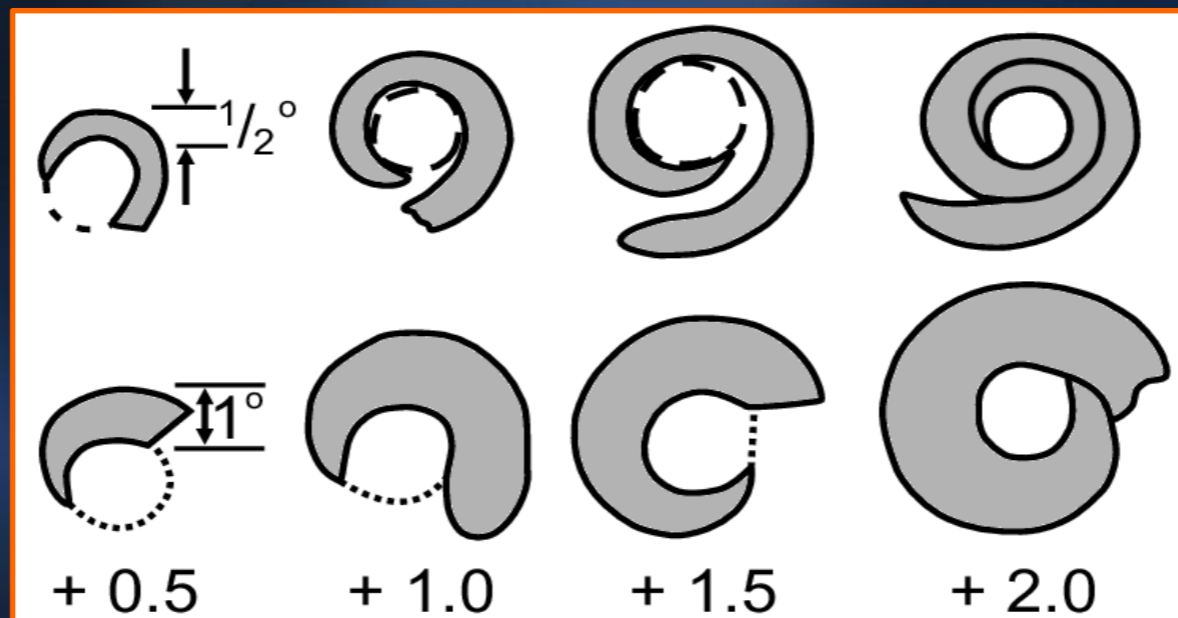
### ✓ **确定带状特征指数 (BF)**

- **CDO**一般伴有外围螺旋云带
- **根据Step-2C可见光眼型分析流程的方法确定BF**
- **根据环绕CDO的对流外螺旋云带的长度和宽度确定BF**
- **外围螺旋云带宽度必须  $>0.5^\circ$  , 才使用BF**
- **只有当密实的对流螺旋云带至少环绕CDO达1/4的圆形区域时, 才使用BF**
- **可使用多条外螺旋云带, 但BF最多加2.5**
- **一般均应分析BF, 但当 $CF \geq 4.5$ 时, 很少使用BF**

- **Step 2D - 中心密闭云区型 (VIS)**

- ✓ **确定带状特征指数 (BF)**

- 根据环绕CDO的对流外螺旋云带的长度和宽度，对照下面规则，确定BF



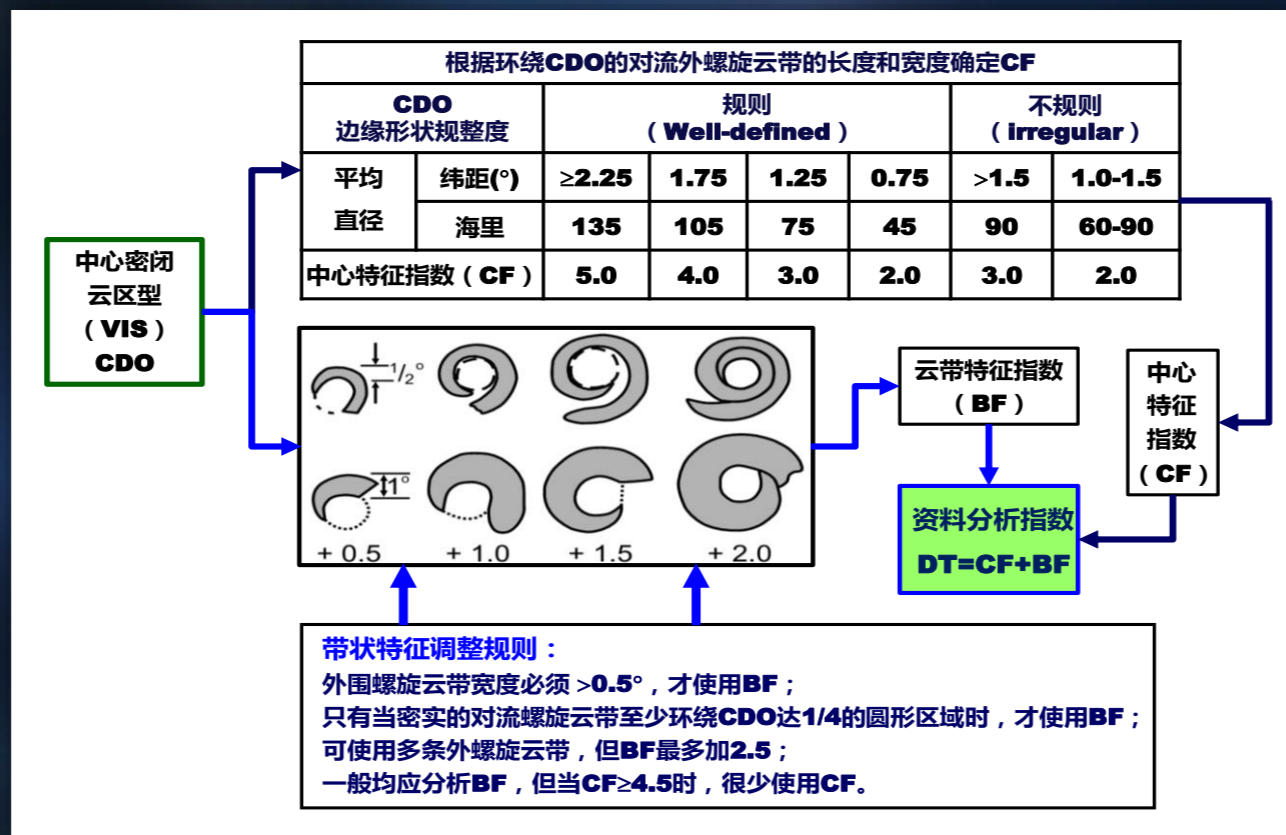
可见光眼型分析流程带状特征指数确定规则

## ● Step 2D - 中心密闭云区型 (VIS)

### ✓ 确定资料分析指数 (DT)

$$DT=CF+BF$$

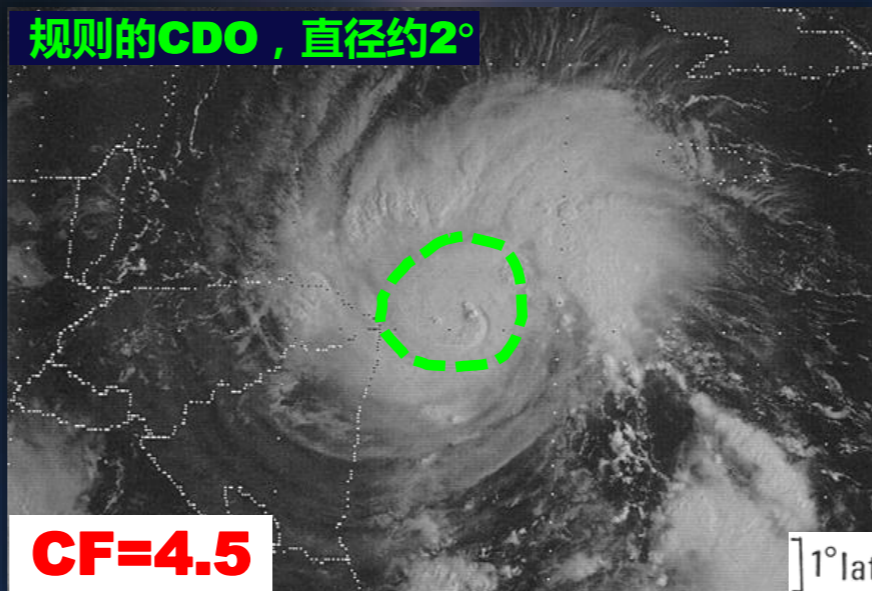
### ✓ 中心密闭云区型分析流程图



- **Step 2D - 中心密闭云区型 ( VIS )**

- ✓ 红外云图中心密闭云区型台风个例

- **确定中心特征指数 ( CF )**



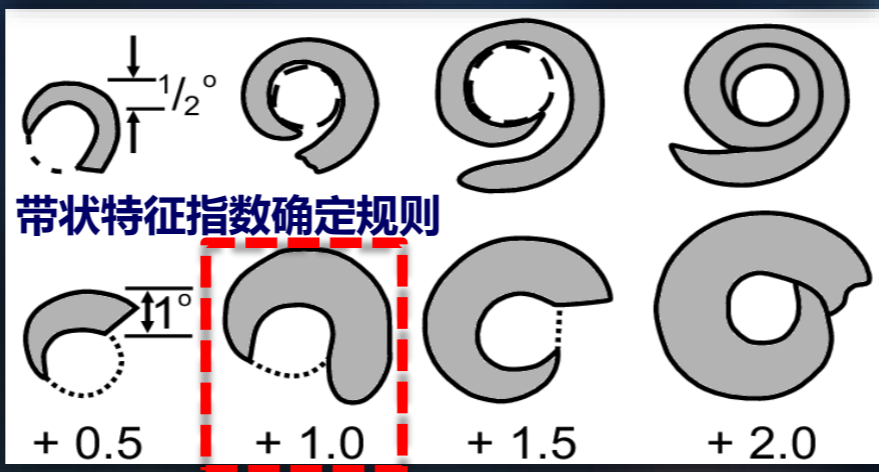
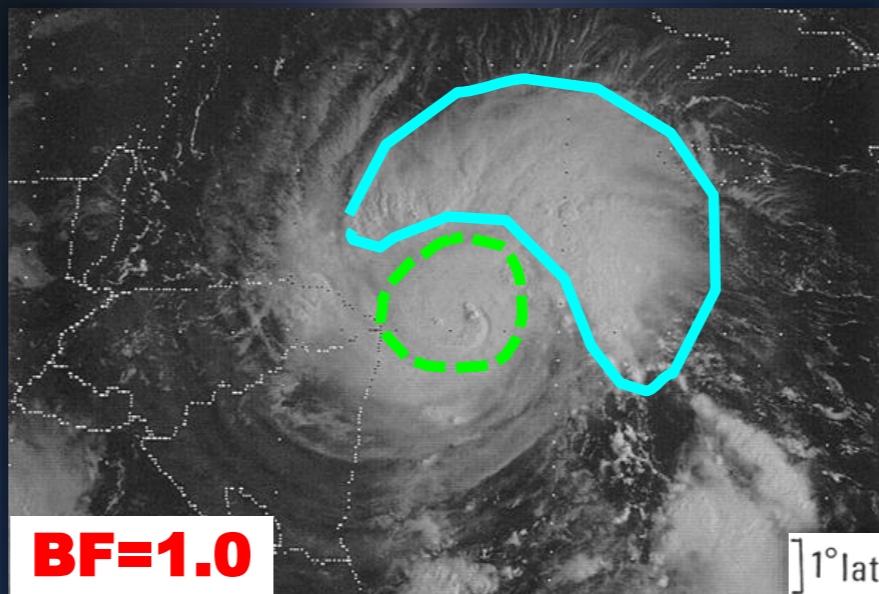
CDO 边缘形状规整度		规则 ( Well-defined )				不规则 ( irregular )	
平均 直径	纬距 ( ° )	≥2.25	1.75	1.25	0.75	>1.5	1.0-1.5
	海里	135	105	75	45	90	60-90
中心特征指数 ( CF )		5.0	4.0	3.0	2.0	3.0	2.0

中心密闭云区型中心特征指数 ( CF ) 确定规则

## ● Step 2D - 中心密闭云区型 (VIS)

✓ 红外云图中心密闭云区型台风个例

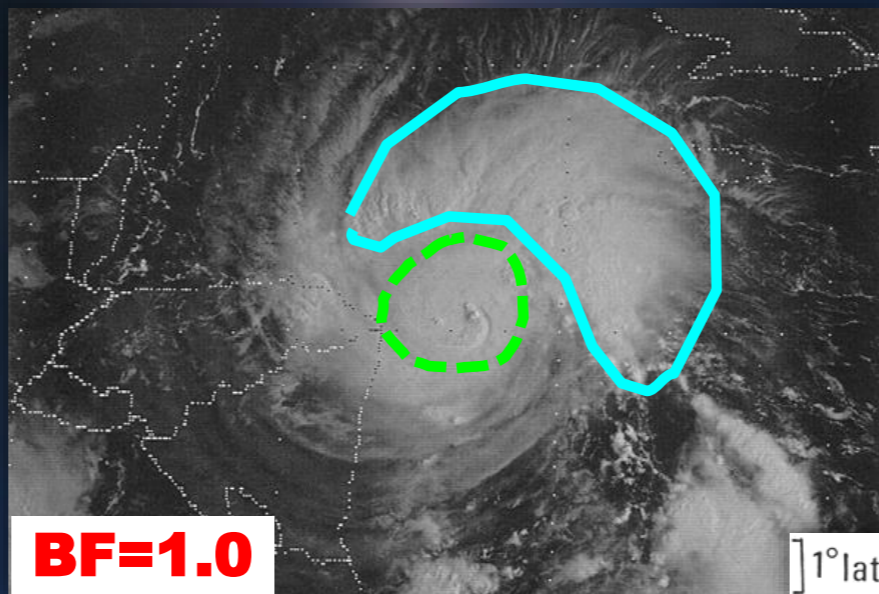
• 确定带状特征指数 (BF)



- **Step 2D - 中心密闭云区型 (VIS)**

- ✓ 红外云图中心密闭云区型台风个例

- **确定资料分析指数 (DT)**



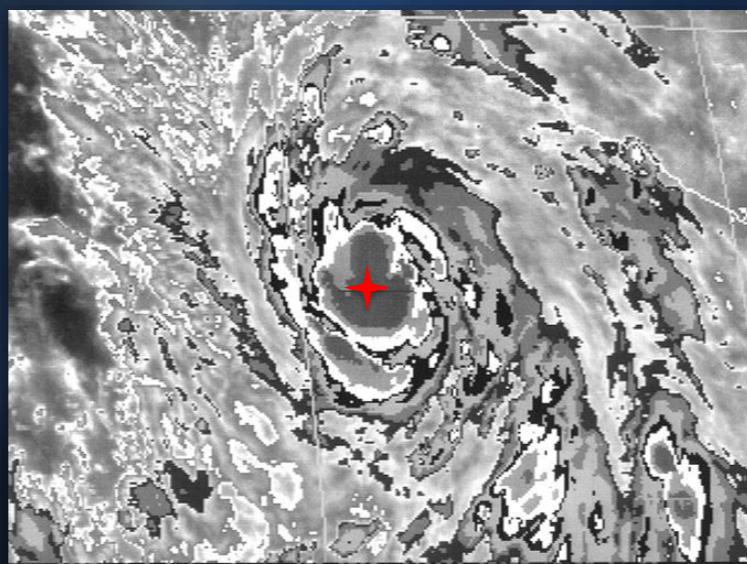
**CF=4.5**

**BF=1.0**

**DT=4.5+1.0=5.5**

- **Step 2E - 嵌入中心型 ( IR ) -- Embedded Center**

- ✓ 仅适用红外 ( IR ) 云图分析
- ✓ 中心位于冷云区中，且中心与冷云区边界的嵌入距离 $>0.4$
- ✓ 过去12小时T指数是否 $\geq 3.5$ ？，若是采用嵌入中心型进行分析，若否返回Step2A或Step4进行分析



- **Step 2E - 嵌入中心型 ( IR ) -- Embedded Center**

- ✓ **确定中心特征指数 ( CF )**

- 根据环绕台风中心的最冷云带环的最小宽度 ( 嵌入距离 , **Embedded distance** ) 确定  
中心特征指数**CF**
- 台风中心位置决定嵌入距离的大小 , 中心位置的差异导致分析精度不确定性较大

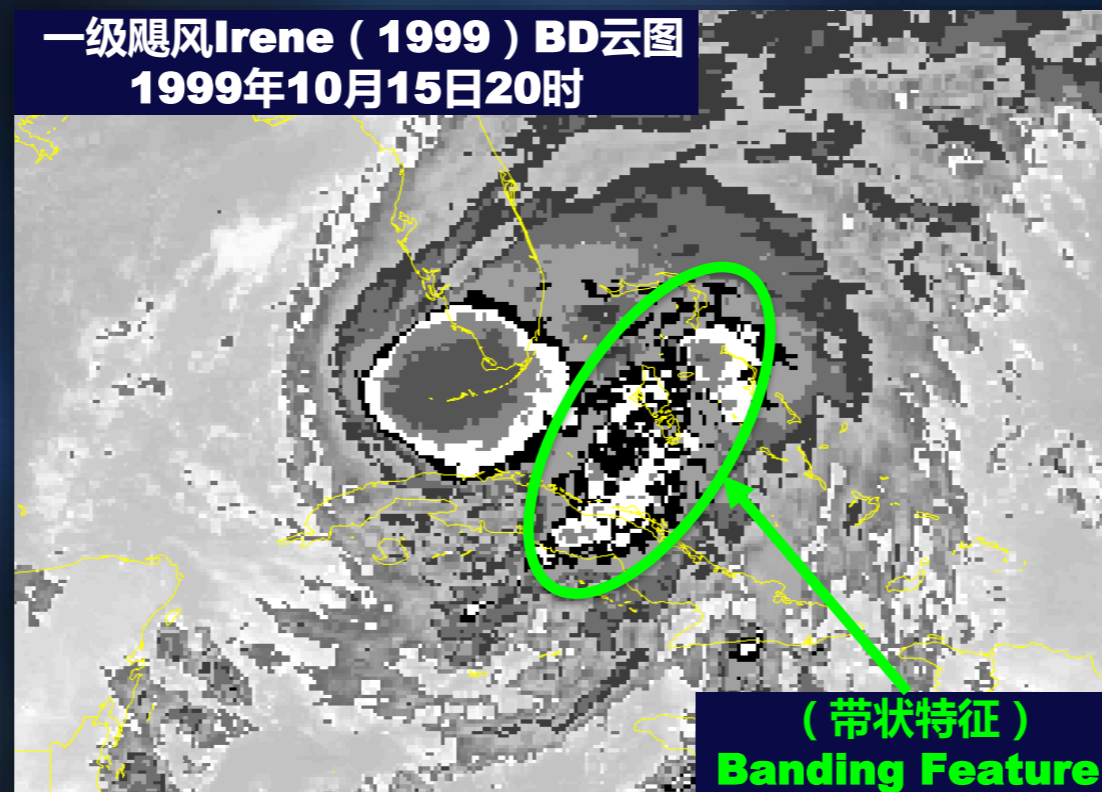
环绕中心的云带环颜色	<b>W 或更冷</b>	<b>B</b>	<b>LG</b>	<b>MG</b>	<b>DG</b>	<b>OW</b>
嵌入距离 ( ° ) ( 最小宽度 )	<b>≥0.6</b>	<b>≥0.6</b>	<b>≥0.5</b>	<b>≥0.5</b>	<b>≥0.4</b>	<b>≥0.4</b>
中心特征指数 ( <b>CF</b> )	<b>5.0</b>	<b>5.0</b>	<b>4.5</b>	<b>4.0</b>	<b>4.0</b>	<b>5.0</b>

嵌入中心型中心特征指数 ( **CF** ) 确定规则

## ● Step 2E - 嵌入中心型 ( IR ) -- Embedded Center

### ✓ 确定带状特征指数 ( BF )

- 嵌入中心型一般也伴有外围螺旋云带
- 根据Step-2C红外眼型分析流程的方法确定BF



- **Step 2E - 嵌入中心型 ( IR ) -- Embedded Center**

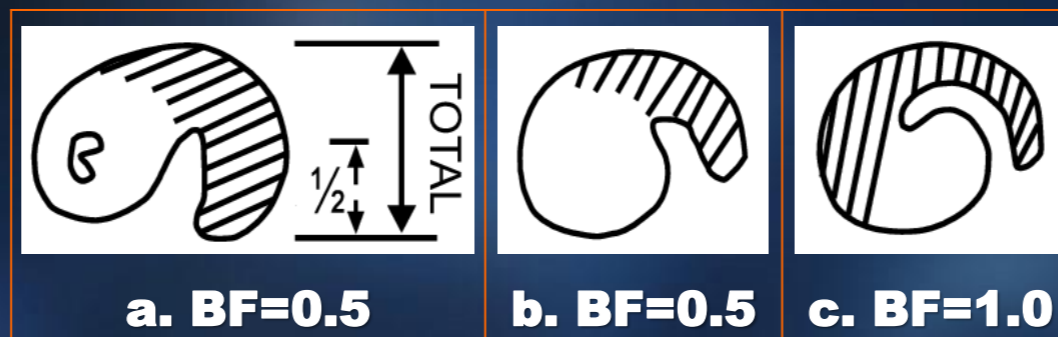
- ✓ **确定带状特征指数 ( BF )**

- **系统存在一条明显的逗点状尾云带时，同时满足 $CF < MET$ 与 $CF > 4.0$ ，进行BF调整**
- **环绕中心或逗点状的云带至少达1/4弧长**
- **尾云带为MG或更冷**
- **尾云带与中心云区间存在DG或更暖的暖云楔**

● **Step 2E - 嵌入中心型 ( IR ) -- Embedded Center**

✓ **确定带状特征指数 ( BF )**

- 暖云楔顶点与尾云带末端之间的垂直距离至少为尾云带前端到末端的垂直距离的**1/2**。  
若  $\geq 1/2$  , **BF=0.5** ; 若  $\geq 2/3$  , **BF=1.0**



红外眼型分析流程带状特征指数 ( BF ) 确定规则

- **Step 2E - 嵌入中心型 ( IR ) -- Embedded Center**

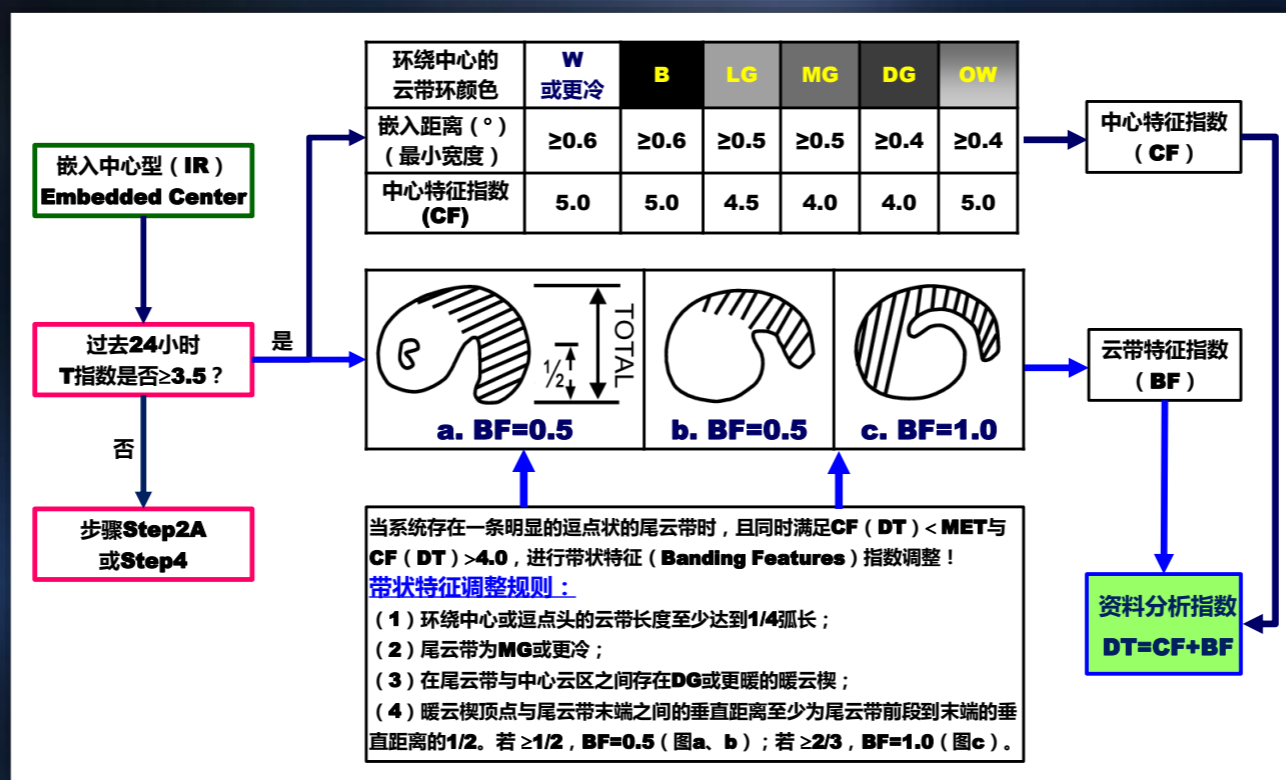
- ✓ **确定资料分析指数 ( DT )**

$$\mathbf{DT=CF+BF}$$

- **确定最终强度指数FT时，应更多参考模式期望指数MET**

# ● Step 2E - 嵌入中心型 ( IR ) -- Embedded Center

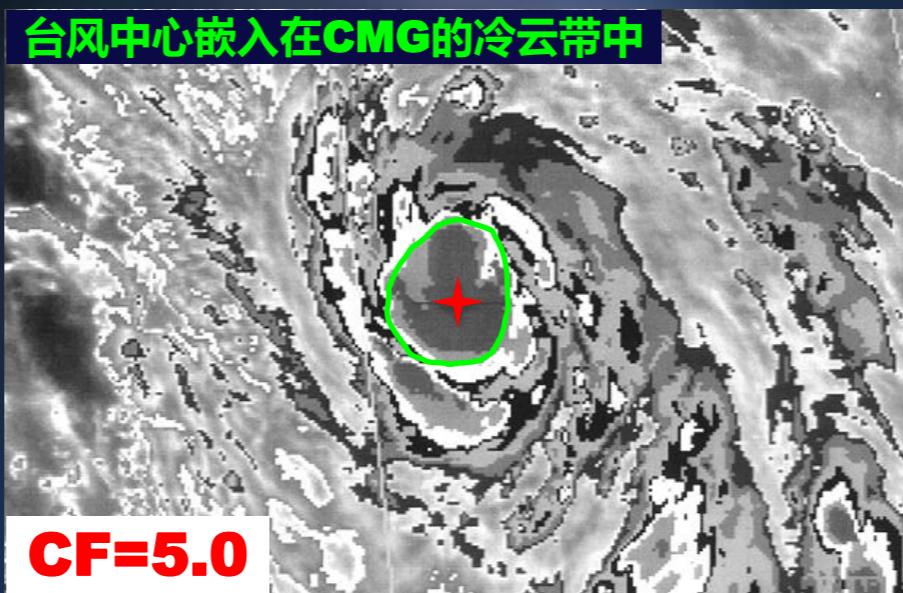
## ✓ 嵌入中心型分析流程图



- **Step 2E - 嵌入中心型 (IR)**

- ✓ 红外云图嵌入中心型 (IR) 台风个例

- **确定中心特征指数 (CF)**



环绕中心的云带环颜色	<b>W</b> 或更冷	<b>B</b>	<b>LG</b>	<b>MG</b>	<b>DG</b>	<b>OW</b>
嵌入距离 (°) (最小宽度)	≥0.6	≥0.6	≥0.5	≥0.5	≥0.4	≥0.4
中心特征指数 (CF)	<b>5.0</b>	<b>5.0</b>	<b>4.5</b>	<b>4.0</b>	<b>4.0</b>	<b>5.0</b>

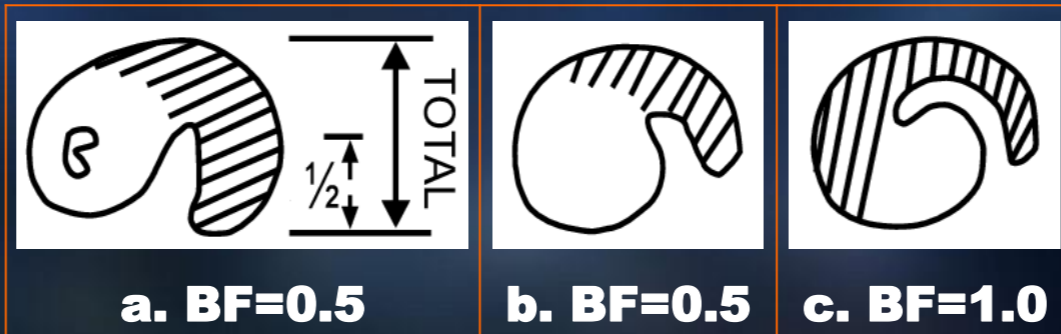
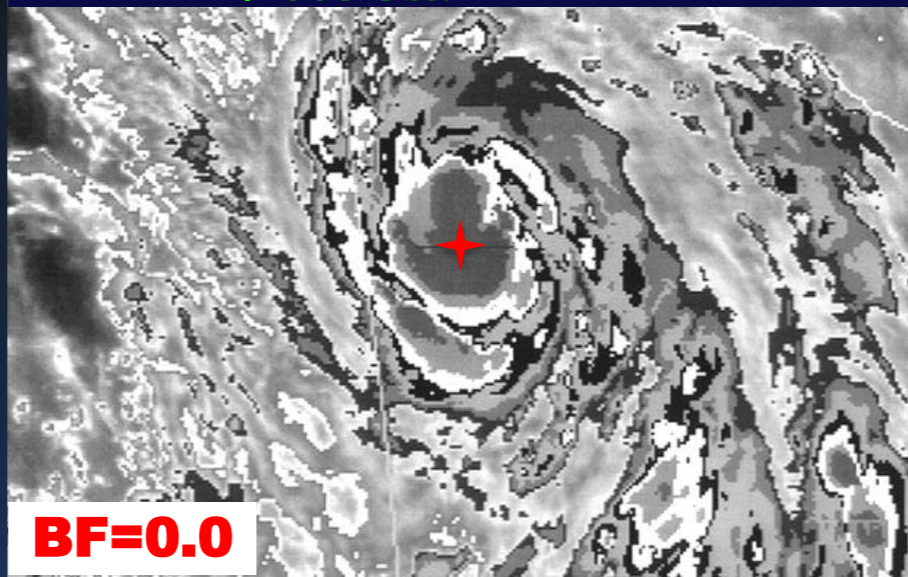
嵌入中心型中心特征指数 (CF) 确定规则

- **Step 2E - 嵌入中心型 (IR)**

- ✓ 红外云图嵌入中心型 (IR) 台风个例

- **确定带状特征指数 (BF)**

**CF > MET, 未同时满足 CF < MET 与 CF > 4.0**



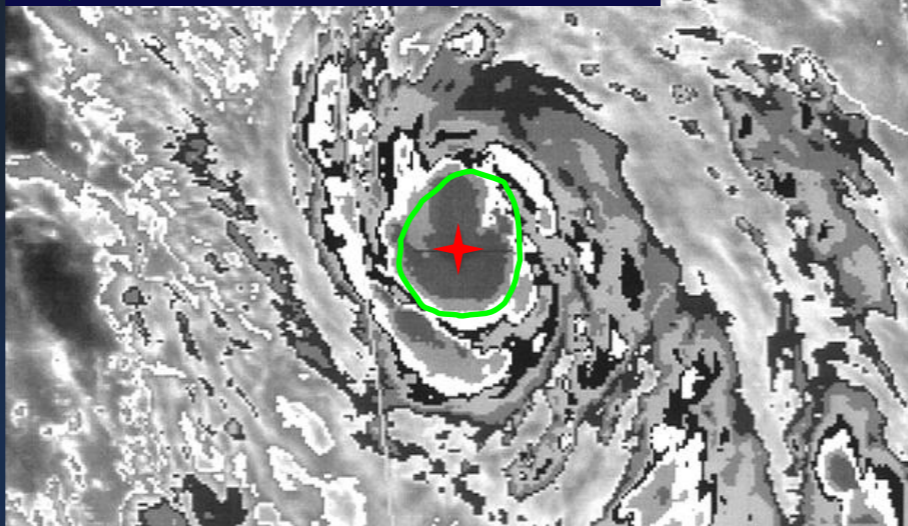
红外眼型分析流程带状特征指数 (BF) 确定规则

- **Step 2E - 嵌入中心型 (IR)**

- ✓ 红外云图嵌入中心型 (IR) 台风个例

- **确定资料分析指数 (DT)**

台风中心嵌入在CMG的冷云带中



**CF > MET, 未同时满足 CF < MET 与 CF > 4.0**

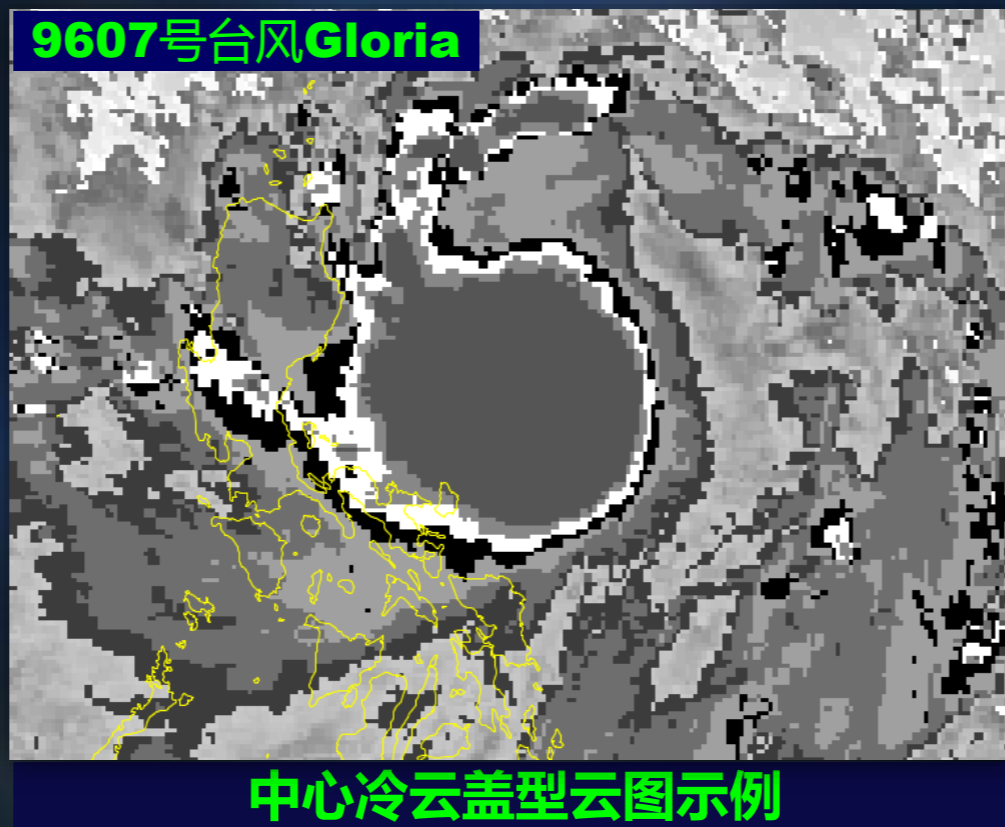
**CF=5.0**

**BF=0.0**

**DT=5.0+0.0=5.0**

- **Step 3 – 中心冷云盖型 ( CCC ) -- Central Cold Cover**

- ✓ 当台风中心附近有深层对流爆发性发展，而未能有效组织成中心密闭云区 ( CDO ) 时，为中心冷云盖
- ✓ 适用于VIS and IR云图

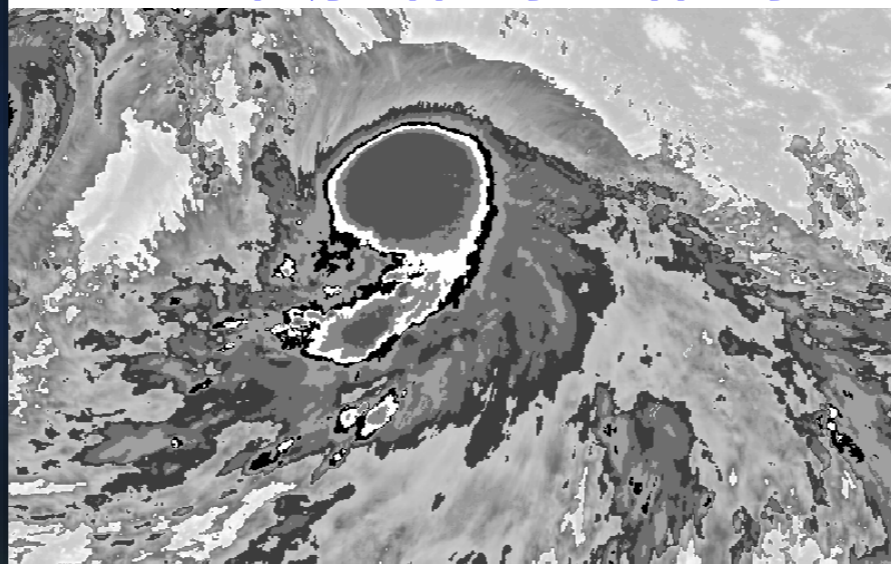


- **Step 3 – 中心冷云盖型 ( CCC ) -- Central Cold Cover**

- ✓ **中心冷云盖云型特征**

- 冷云盖中有大量冰晶形成，可激发重力波，减弱台风暖心结构、高空辐散及上升运动
- 中心冷云盖形成后通常代表台风在未来的12-24小时停止增强

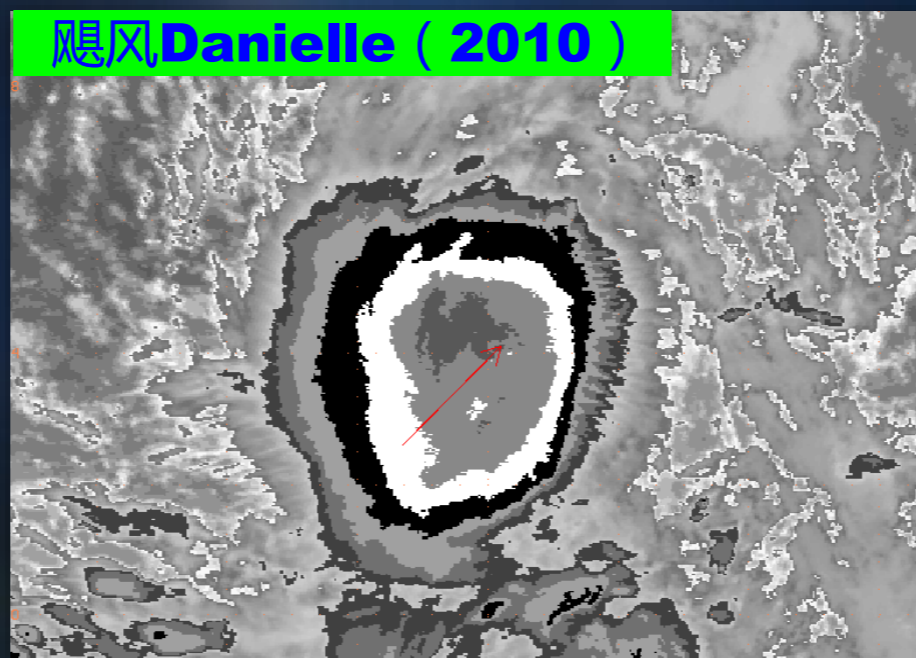
**1215号台风“布拉万”BD增强云图动画  
2012年8月22日20时至23日20时**



- **Step 3 – 中心冷云盖型 ( CCC ) -- Central Cold Cover**

- ✓ **中心冷云盖云型特征**

- 具有冷云盖云系的台风，台风精确定位非常困难
- 中心定位大多依据路径连续性原则确定
- 易与切变型、**CDO**型或嵌入中心型混淆

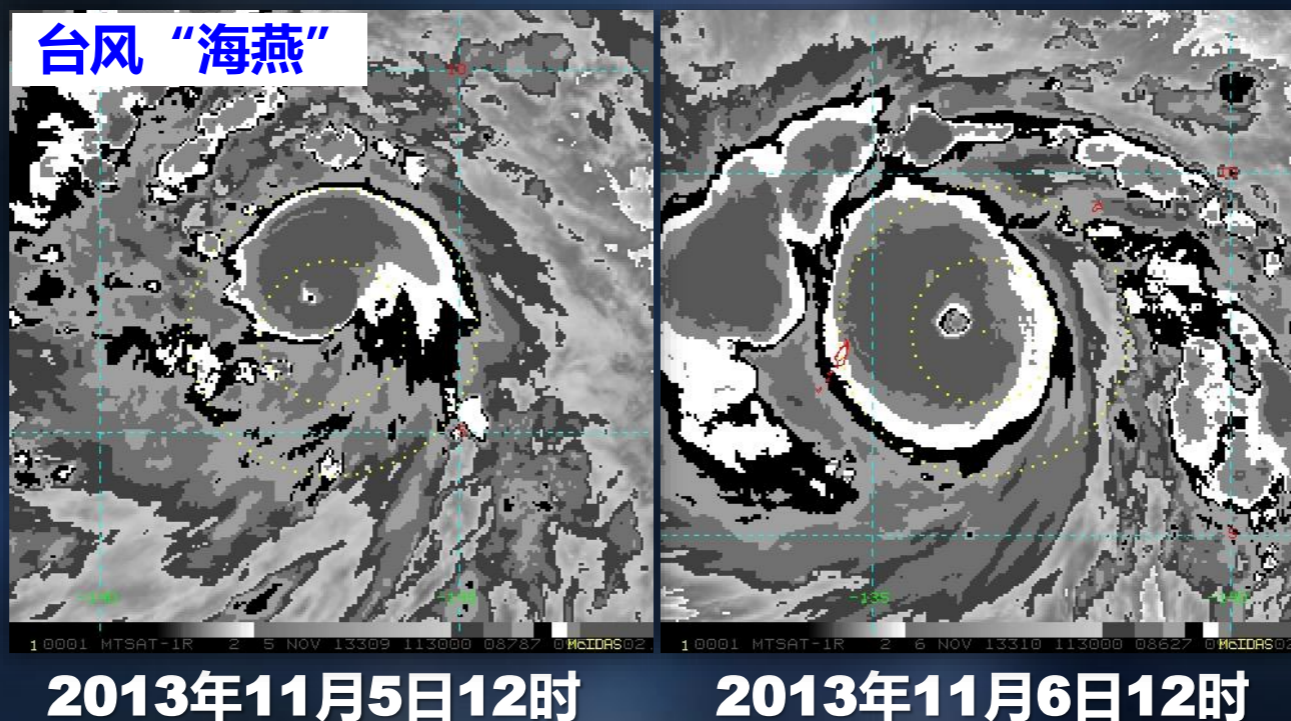


## ● **Step 3 – 中心冷云盖型 ( CCC ) -- Central Cold Cover**

### ✓ **资料分析指数 ( DT ) 的确定**

- **过去T指数 $\leq 3.0$ ，未来12小时内T指数可按照过去12小时趋势变化（增强、减弱或无变化），之后保持T指数不变，直到CCC消失**
- **过去T指数 $\geq 3.5$ ，T指数保持不变，直到CCC消失**
- **作为最终T指数，直接跳转到Step9**
- **不要因CCC范围缩小而估计其强度减弱；**
- **CCC型台风可以是TS或STS**

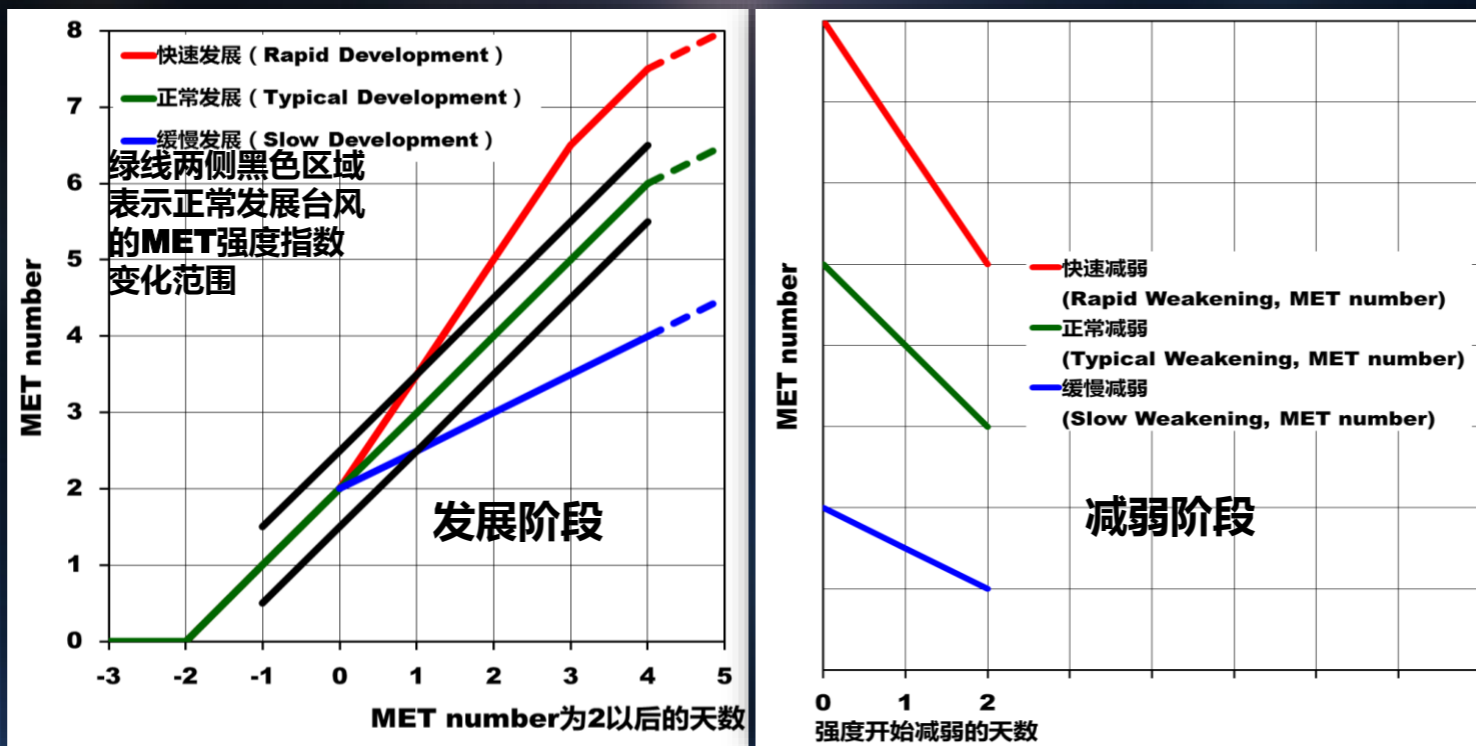
- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**
  - ✓ 通过将当前的卫星图像与24小时前的图像相比较而确定



- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ 台风强度变化趋势分为发展（**D**）、减弱（**W**）和无明显变化（**S**）3类
- ✓ 根据台风强度变化剧烈程度将发展和减弱趋势分为快速发展/减弱（**D+/W+**）、正常发展/减弱（**D/W**）和缓慢发展/减弱（**D-/W-**）和无明显变化（**S**）等7类

## ● Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势



Dvorak台风强度发展模式曲线

- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ 热带扰动分析启动时，最初的强度发展趋势定义为正常发展（D）
- ✓ 热带扰动分析启动后的18小时内，强度发展趋势也定义为正常发展（D）

- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **台风过去24小时强度变化趋势的卫星云图特征**

- 根据卫星云图上台风中心或眼区特征变化以及围绕台风中心的密闭云区和云带变化等确定系统是发展、减弱或不变；
- 24小时的卫星云图强度变化趋势比较可以有效避免对流日变化的影响，即白天云顶温度上升、夜间云顶温度下降。

● **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

✓ **24小时强度变化趋势的卫星云图特征**

<b>发展 ( Developing )</b>	<b>减弱 ( Weakening )</b>	<b>无明显变化 ( Steady )</b>
<b>CSC附近对流增强 CDO变大或变冷</b>	<b>CSC附近对流减弱 CDO变小或变暖</b>	<b>CSC附近对流无明显变化</b>
<b>系统主云带或环绕 CDO云带增大或增多</b>	<b>系统主云带或环绕 CDO云带减小或减少</b>	<b>发展和减弱特征同时出现</b>
<b>眼形成 眼区变暖 眼区变清晰</b>	<b>眼消失 眼区变冷 眼区清晰度减小</b>	<b>T指数≥3.5的系统出现中心冷云盖； 较弱系统出现中心冷云盖，且持续 12小时以上</b>
<b>外露的LLCC更靠近对流云区</b>	<b>外露的LLCC远离对流云区； 云区覆盖的LLCC变成外露</b>	
<b>CSC附近低云卷曲度增大</b>	<b>CSC附近低云卷曲度减小</b>	

- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **强度发展特征 ( D-Development )**

- **弯曲云带型**

- CSC附近低云卷曲度增大**

- **CDO型**

- CDO变大或者带状特征增强**

- **切变型**

- CSC更靠近强对流云区**

- 或者CSC变得更容易清晰和识别**

- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **强度发展特征 ( D-Development )**

- **眼型**

- 嵌入距离增大 ( 最冷云带宽度加大 )
- 眼区更清晰
- 眼区更暖
- 眼区不规则形态改善
- 环绕眼区云带更冷
- 环绕眼区的云带纹理更清晰光滑
- 环绕眼区的带状特征增强

- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **强度发展特征 ( D-Development )**

- 云顶亮温没有明显回升或云系没有变暗现象，值得注意的是，若上述现象发生在日落前后，且持续3小时，则需调低一定的T指数

## ● Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势

### ✓ 减弱特征 ( W-Weaken )

- 台风云型或云系持续出现与台风强度发展特征相反的变化特征
- 应特别留意以下两种情况
  - 台风云系切变特征增强
  - 夜间云顶亮温出现回升或云顶高度降低

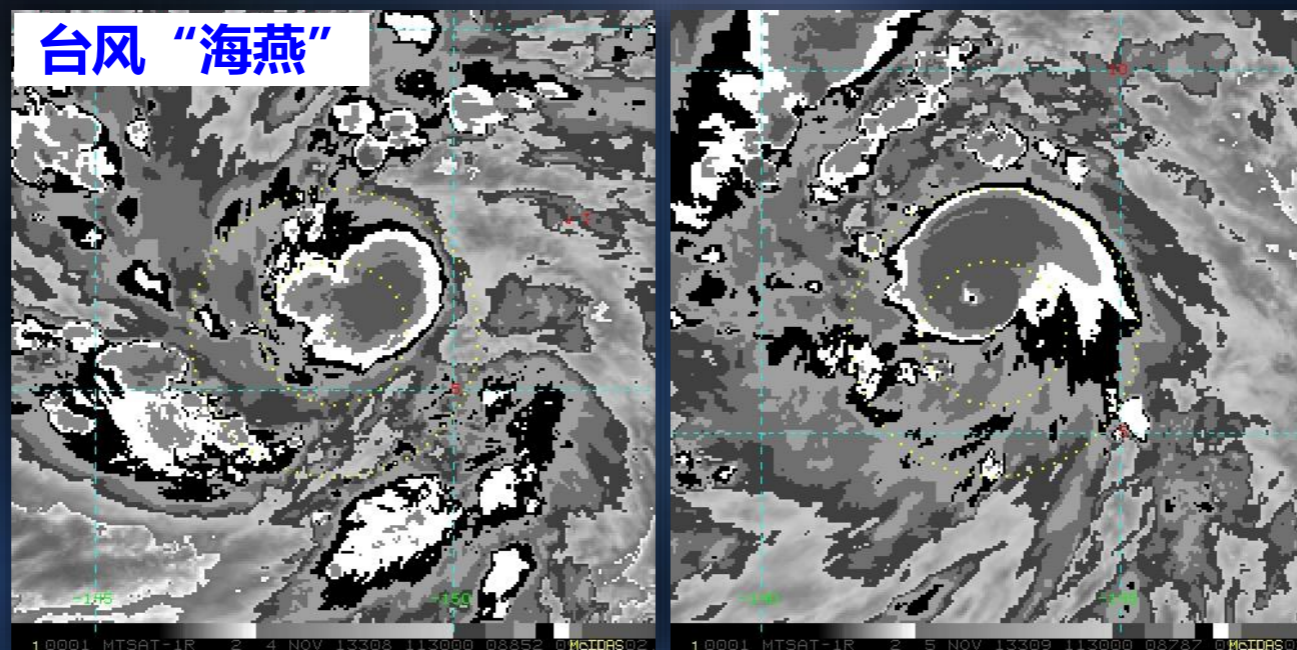
- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **强度无明显变化特征 ( S-Steady )**

- **T指数 $\geq 3.5$ 的系统出现中心冷云盖**
- **较弱系统出现中心冷云盖，且持续12小时以上**
- **与冷云带相关的CSC没有出现明显的变化**
- **发展和减弱特征同时出现**

- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **台风快速发展 (D+1.5) 个例1**

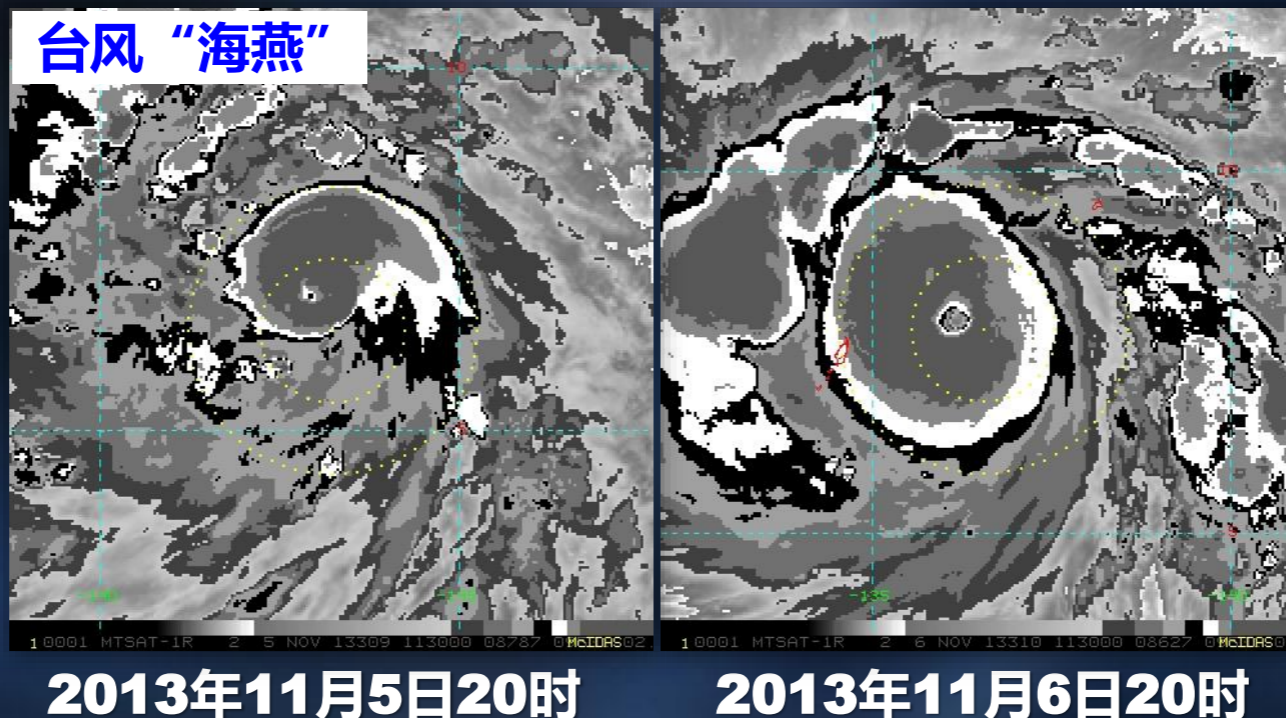


**2013年11月4日20时**

**2013年11月5日20时**

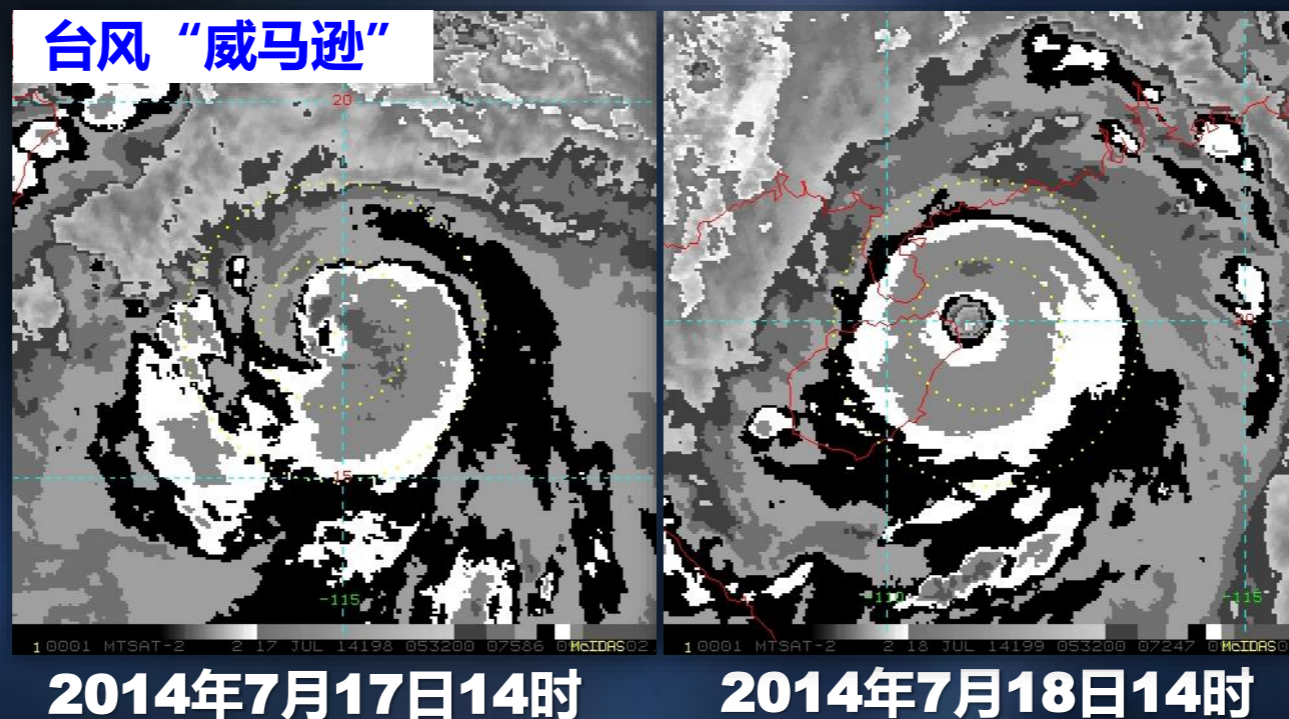
- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **台风快速发展 (D+1.5) 个例2**



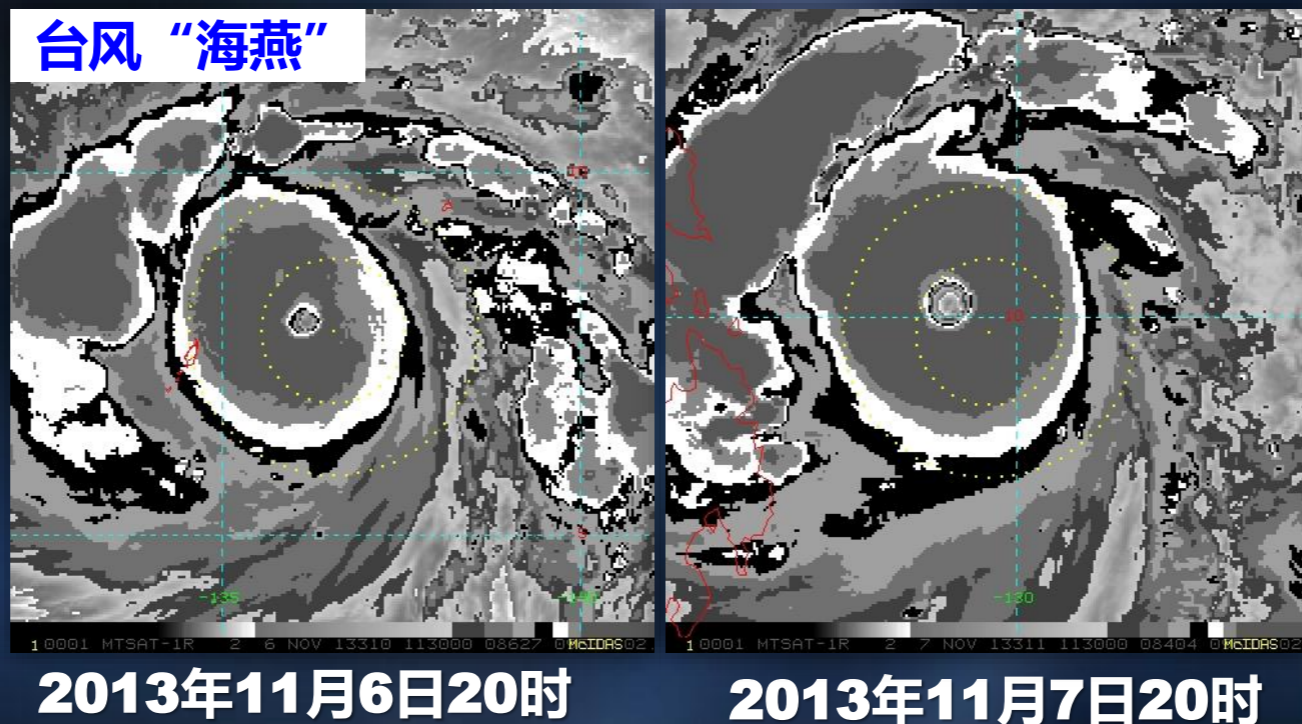
- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **台风快速发展 (D+1.5) 个例3**



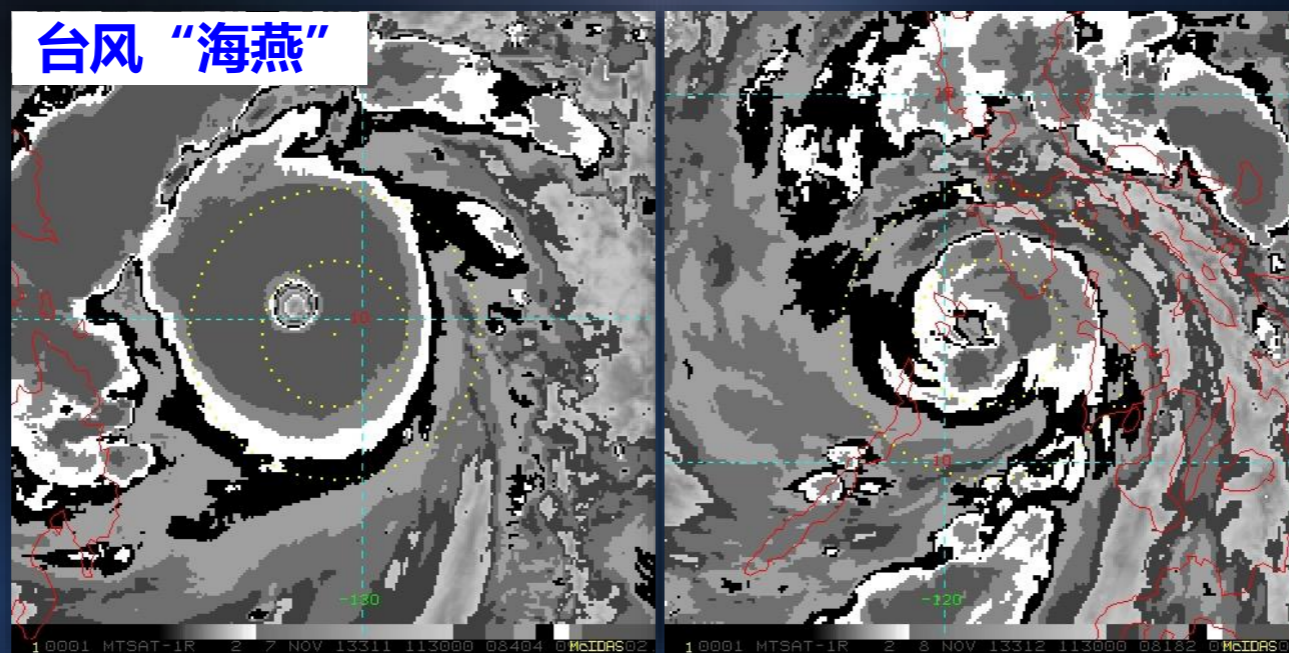
- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **台风正常发展 (D+1.0) 个例**



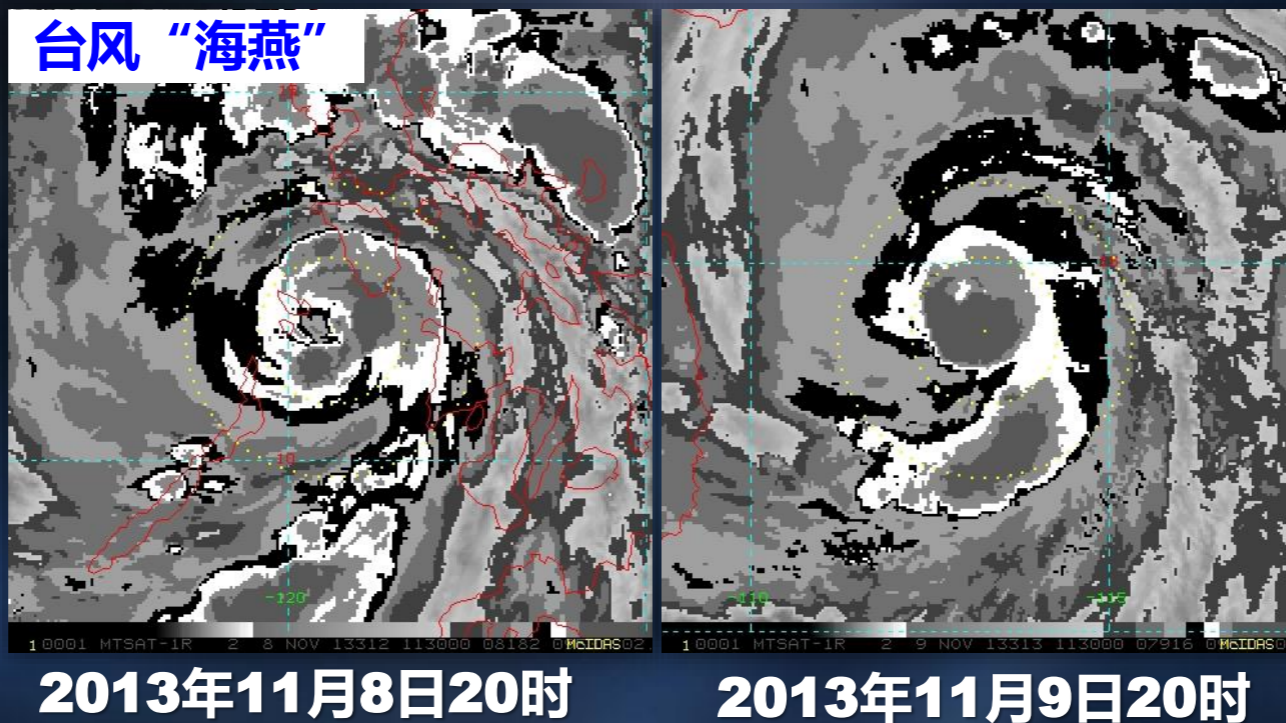
- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **台风快速减弱 (D-1.5) 个例1**



- **Step 4 – 确定系统过去24小时的强度变化趋势**

- ✓ **台风快速减弱 (D-1.5) 个例2**



● **Step 5 – 确定模式期望指数 -- Model Expected T- Number , MET**

✓ **MET定义为台风过去24小时强度变化趋势与该台风24小时前的最终强度指数 ( FT ) 之和**

① **快速发展/减弱 ( D+/W+ )**

$$\text{MET} = 24\text{h前FT} \pm 1.5$$

② **正常发展/减弱 ( D/W )**

$$\text{MET} = 24\text{h前FT} \pm 1.0$$

③ **缓慢发展/减弱 ( D-/W- )**

$$\text{MET} = 24\text{h前FT} \pm 0.5$$

④ **强度无明显变化 ( S )**

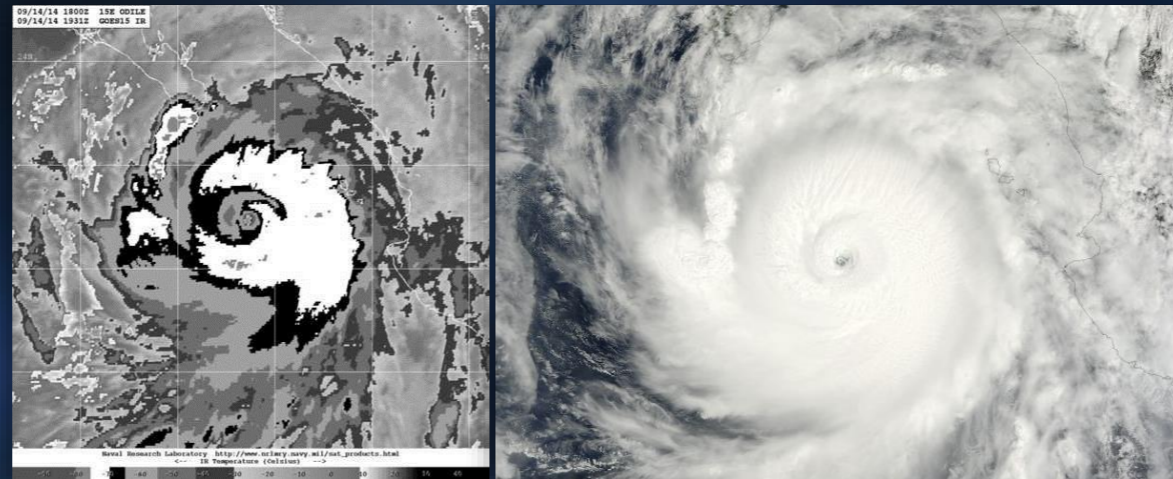
$$\text{MET} = 24\text{h前FT}$$

- **Step 5 – 确定模式期望指数 -- Model Expected T- Number , MET**

- ✓ **MET**可以视为是**T**指数的粗略估计值，也可以理解为台风强度变化的气候平均值（**Climatology Rate**）
- ✓ 热带扰动分析启动时，最初的**MET**定义为**1.0**
- ✓ 若是中心冷云盖型，直接跳转到**Step9**
- ✓ 不得参考实测的风场数据，修订**MET**

- **Step 5 – 确定模式期望指数 -- Model Expected T- Number , MET**

- ✓ 确定模式期望指数时，不考虑眼墙替换过程(Eyewall replacement cycles)，即眼墙替换过程并不是Dvorak概念模式的一部分



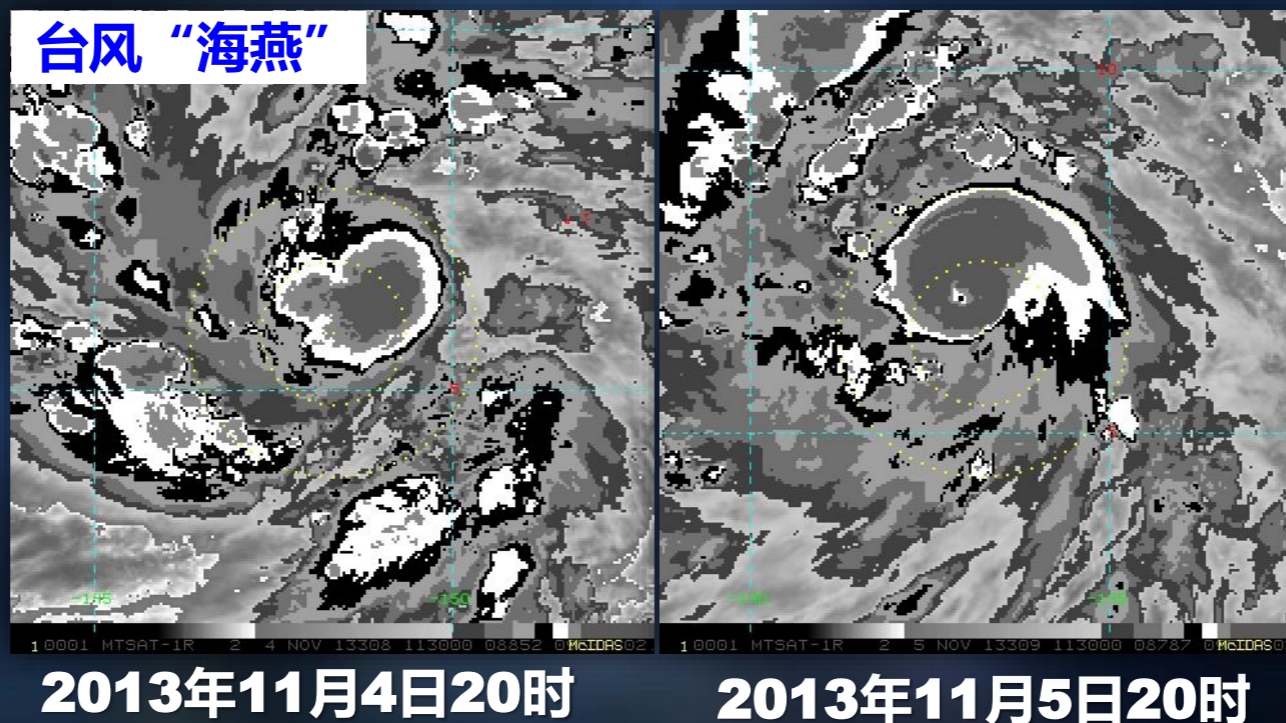
眼墙替换过程示例云图

● **Step 5 – 确定模式期望指数** -- Model Expected T- Number , MET

✓ **台风快速发展 (D+1.5) 个例**

过去24小时最终强度指数FT=3.0

**MET=3.0+1.5=4.5**

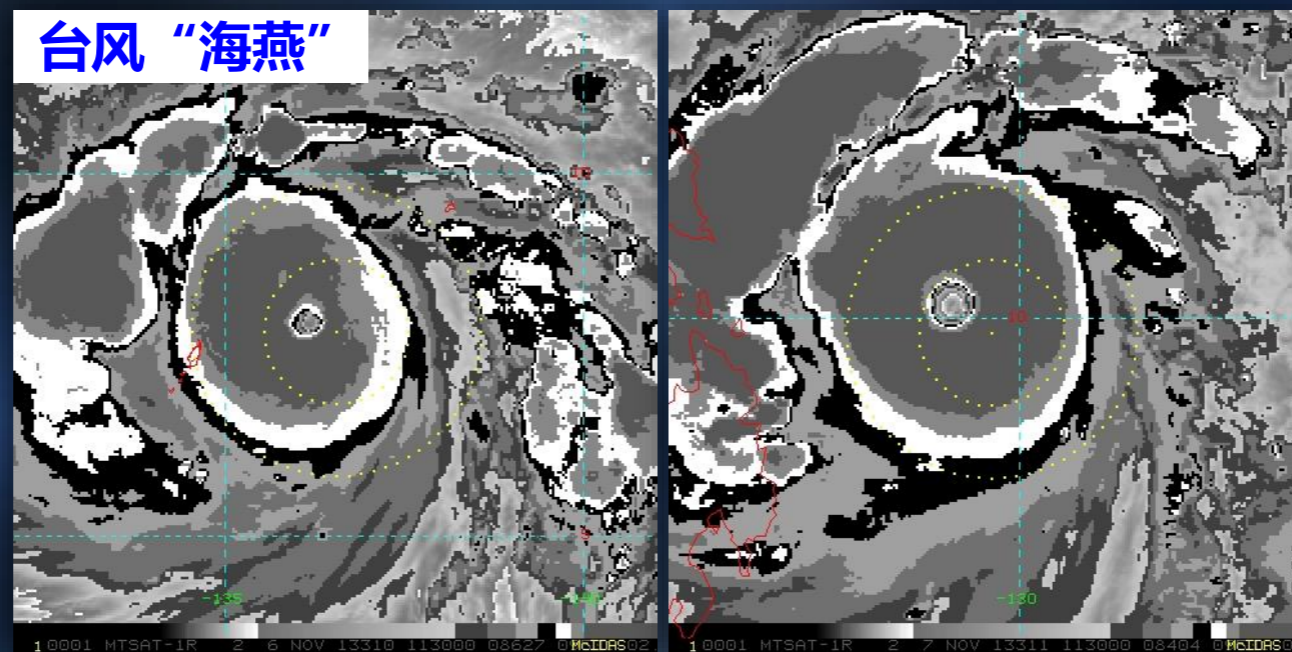


- **Step 5 – 确定模式期望指数** -- Model Expected T- Number , MET

- ✓ **台风正常发展 (D+1.0) 个例**

过去24小时最终强度指数FT=7.0

**MET=7.0+1.0=8.0**



**2013年11月6日20时**

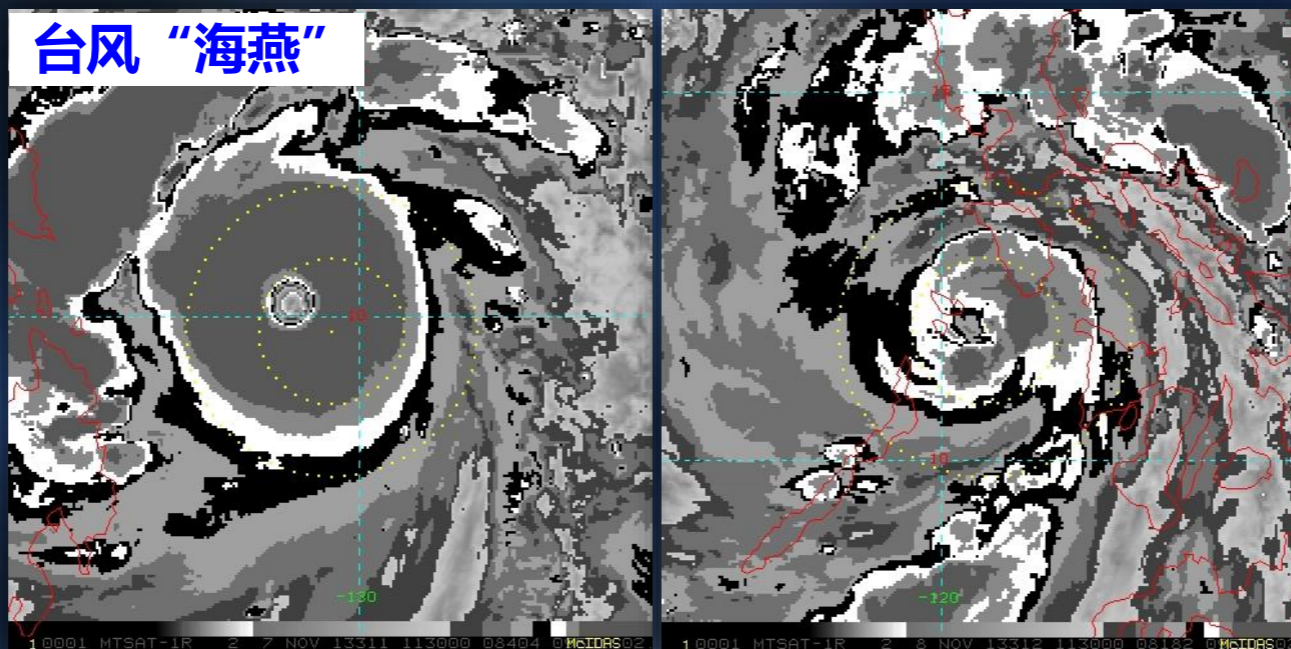
**2013年11月7日20时**

● **Step 5 – 确定模式期望指数** -- Model Expected T- Number , MET

✓ **台风快速减弱 (D-1.5) 个例**






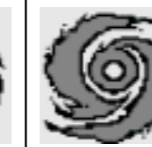











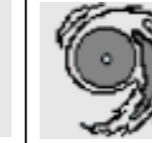
过去24小时最终强度指数FT=8.0

$$\text{MET} = 8.0 - 1.5 = 6.5$$















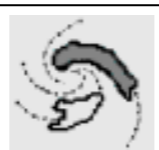





● **Step 6 – 确定云型指数 -- Pattern T Number ( PT )**

- ✓ 将当前台风的云型特征与Dvorak事先给定的台风云系形态进行比对得到
- ✓ 主要在需要对MET进行调整时使用
- ✓ 若是中心冷云盖型，直接跳转到Step9

BD增强云图上不同台风云系形态对应的云型指数 ( PT指数 )						
特征形态	热带低压	热带风暴	强热带风暴	台风	强台风	超强台风
	PT 1.5	PT 2.5	PT 3.5	PT 4.0	PT 5.0	PT 6.0
弯曲云带型 ( Curve Band ) ( A )						
密闭云区眼型 ( CDO-Eye ) ( B )						
切变型 ( Shear ) ( C )						



















● **Step 6 – 确定云型指数 -- Pattern T Number (PT)**

- ✓ 比对前，需根据分析的MET，选择与MET对应的一栏或左右相邻的两栏与当前台风云型特征比对，然后选择与其匹配最好的云系形态对应的云型指数作为当前台风的PT

BD增强云图上不同台风云系形态对应的云型指数 (PT指数)						
特征形态	热带低压	热带风暴	强热带风暴	台风	强台风	超强台风
	PT 1.5	PT 2.5	PT 3.5	PT 4.0	PT 5.0	PT 6.0
弯曲云带型 (Curve Band) (A)						
密闭云区眼型 (CDO-Eye) (B)						
切变型 (Shear) (C)						





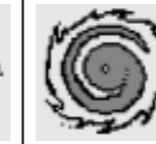
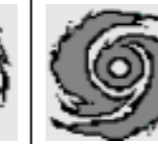











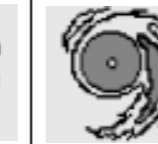
● **Step 6 – 确定云型指数 -- Pattern T Number (PT)**

- ✓ 若当前台风的云型特征与MET对应一栏相邻的右（左）栏的云系型态更为匹配时，则在MET加上（减去）0.5作为当前台风的PT

BD增强云图上不同台风云系型态对应的云型指数 (PT指数)						
特征型态	热带低压	热带风暴	强热带风暴	台风	强台风	超强台风
	PT 1.5	PT 2.5	PT 3.5	PT 4.0	PT 5.0	PT 6.0
弯曲云带型 (Curve Band) (A)						
密闭云区眼型 (CDO-Eye) (B)						
切变型 (Shear) (C)						



















● **Step 6 – 确定云型指数 -- Pattern T Number (PT)**

- ✓ 若当前台风云型特征与MET对应一栏相邻右（左）栏的云系型态更为匹配时，则在MET加上（减去）0.5作为当前台风的PT

BD增强云图上不同台风云系型态对应的云型指数（PT指数）						
特征型态	热带低压	热带风暴	强热带风暴	台风	强台风	超强台风
	PT 1.5	PT 2.5	PT 3.5	PT 4.0	PT 5.0	PT 6.0
弯曲云带型 (Curve Band) (A)						
密闭云区眼型 (CDO-Eye) (B)						
切变型 (Shear) (C)						

● **Step 6 – 确定云型指数 -- Pattern T Number (PT)**

✓ 若匹配的云系型态的阴影部分为白色或更冷时，可再加上0.5作为当前台风的PT

BD增强云图上不同台风云系型态对应的云型指数 (PT指数)						
特征型态	热带低压	热带风暴	强热带风暴	台风	强台风	超强台风
	PT 1.5	PT 2.5	PT 3.5	PT 4.0	PT 5.0	PT 6.0
弯曲云带型 (Curve Band) (A)						
密闭云区眼型 (CDO-Eye) (B)						
切变型 (Shear) (C)						

## ● **Step 6 – 确定云型指数 -- Pattern T Number ( PT )**

### ✓ **PT的取值规则**

- 理论上的取值范围

$$\mathbf{PT=MET}$$

$$\mathbf{\text{或 } PT=MET\pm 0.5}$$

- 若DT非常清晰，则PT=DT
- 仅当云系非常强或非常弱时， $\mathbf{PT \neq MET}$ ，否则PT=MET
- 当云系不清楚，强度确定非常困难时， $\mathbf{PT=MET}$
- 若 $\mathbf{PT \geq MET+1.0}$ ，表示分析错误

## ● **Step 7 – 确定最终强度指数 -- Final-T number ( FT )**

### ✓ **FT的确定规则**

- 云系特征 ( **DT** ) 清晰

$$\mathbf{FT=DT}$$

- 云系特征 ( **DT** ) 不清晰, 但云型 ( **PT** ) 可识别

$$\mathbf{FT=PT}$$

- 云系特征 ( **DT** ) 不清晰, 且云型 ( **PT** ) 难识别

$$\mathbf{FT=MET}$$

## ● **Step 8 – 最终强度指数限制规则**

### **-- Final-T number Constraints**

#### ✓ **FT的限制规则 ( 1 )**

- **原则上，初始的FT必须为1.0或者1.5**
- **台风发展的前48小时内，FT不能在晚上减弱**  
**业务操作中为晚20时至次日凌晨5时，即可看到可见光云图前**
- **FT=1.0后的24小时内，FT必须  $\leq 2.5$**

- **Step 8 – 最终强度指数限制规则**

- **Final-T number Constraints**

- ✓ **FT的限制规则 ( 2 )**

- **FT < 4.0时, 6小时变化量不能超过0.5**
    - **当FT ≥ 4.0时**
      - 6小时变化不能超过1.0**
      - 12小时变化不能超过1.5**
      - 18小时变化不能超过2.0**
      - 24小时变化不能超过2.5**
    - **MET-1.0 ≤ FT ≤ MET+1.0**

- **Step 9 – 确定台风现时强度指数**

- **Current Intensity number , CI**

- ✓ **Dvorak技术台风强度估计的最终产品**

- ✓ **基于分析的FT指数，根据CI确定原则和限定规则而得到的指数**

- **Step 9 – 确定台风现时强度指数**  
-- **Current Intensity number , CI**

- ✓ **CI的确定规则**

- 台风发展阶段，**CI=FT**
- 台风减弱阶段，**CI>FT**  
实际操作中，减弱的最初12小时，**CI保持不变**，然后**CI高于FT0.5或1.0**
- 台风再次发展时，在**FT未增至CI之前**，**CI保持不变**；之后，**CI=FT**
- 若**CI < FT**，表明分析错误

# 4.5 台风风压关系应用



- **台风风压关系应用**

- **台风中心风速和中心气压的确定**

- ✓ **通过CI指数与台风中心最大风速的经验关系，确定台风中心最大风速**
    - ✓ **基于台风风压关系，确定台风中心最低海平面气压**

# ● 台风风压关系应用

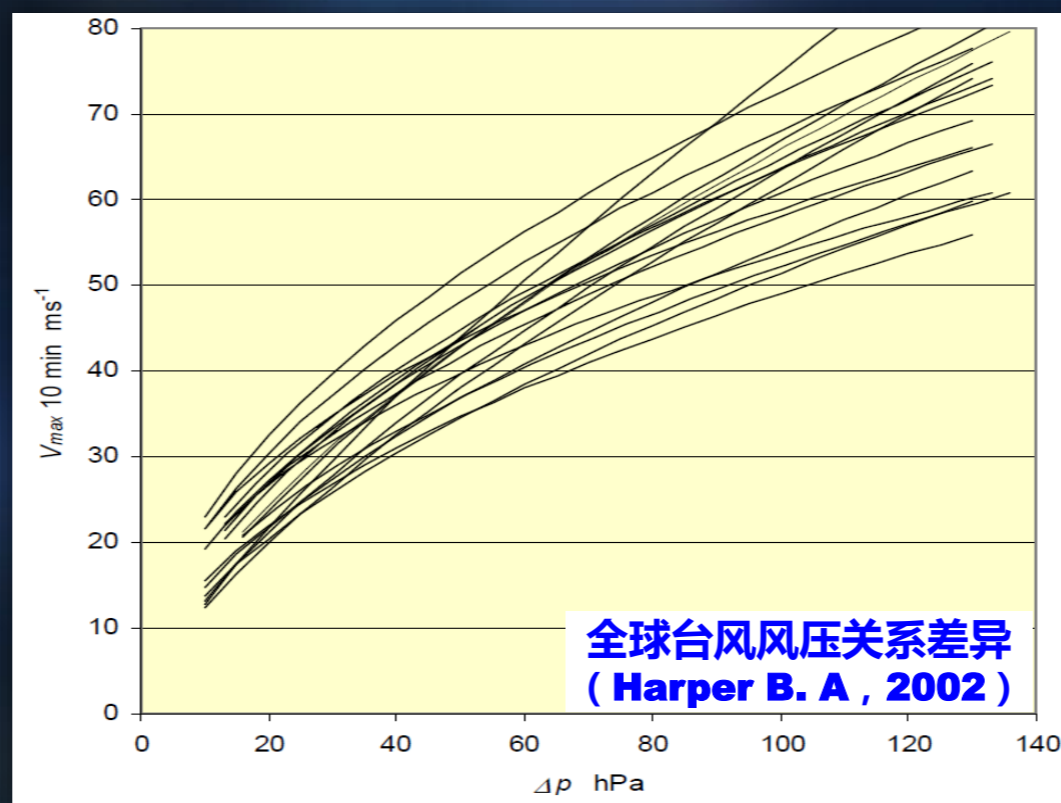
## — 台风中心风速和中心气压的确定

### CI指数与台风强度对应表

CI 指数	中心风速	中心气压可取值范围 ( hPa )
2.5	18	995~998~1000
	20	990~995
3.0	23	982~990
	25	980~985
3.5	28	975~982
	30	975~980
4.0	33	970~975
	35	965~970
4.5	38	960~965
	40	955~960
5.0	42	950~955
	45	945~950
5.5	48	940~945
	50	935~940
6.0	52	930~935
	55	925~930
6.5	58	920~925
	60	915~920
7.0	62	910~915
	65	905~910
7.5	68	900~905
	70	895~900
8.0	72	890~895
	75	885~890
	78	880~885
	80	875~880

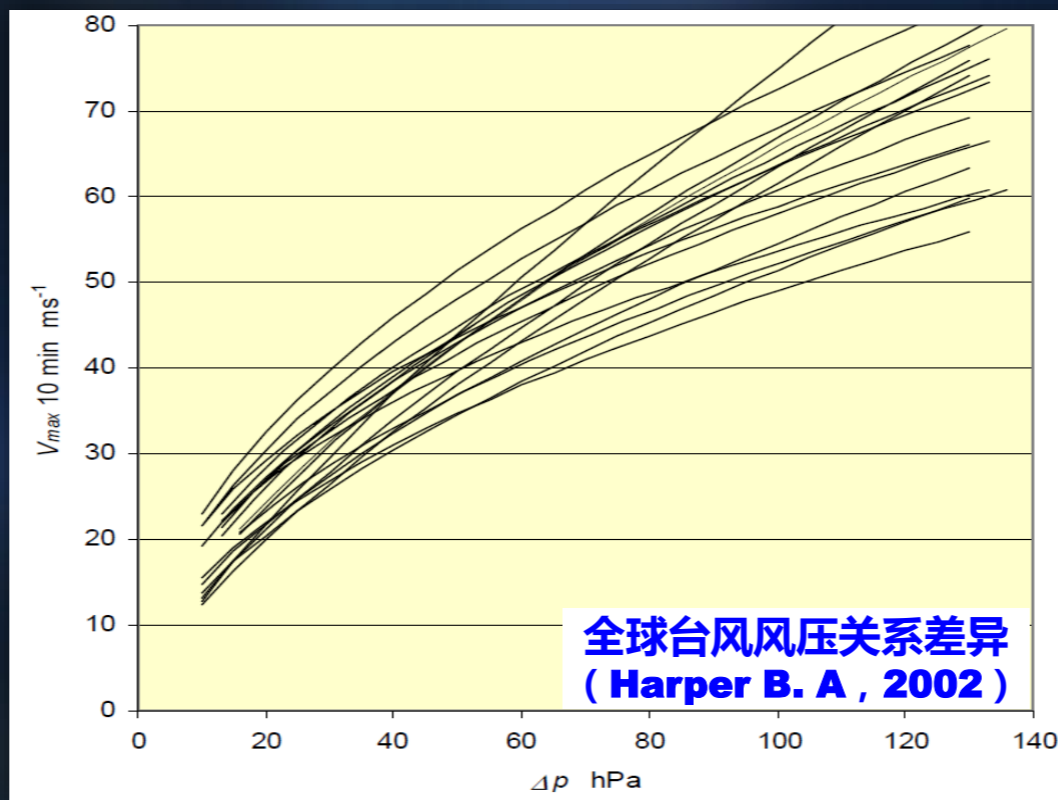
## ● 台风风压关系

- ✓ 台风风压关系是一种基于台风中心环流近似满足梯度风平衡以及历史实际观测资料得到的台风中心风速与气压之间的统计关系



## ● 台风风压关系

- ✓ 不同海域台风生成发展地理区域和环境条件不同，台风风压关系存在明显差异



## ● 台风风压关系理论

- ✓ 台风近中心环流近似满足梯度风平衡，台风中心最低海平面气压可由梯度风平衡方程给出：

$$fV_t + \frac{V_t^2}{r} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r}$$



$$MSLP = P_{env} - \int_{r=0}^{r_{env}} \rho \left( \frac{V_t^2}{r} + fV_t \right) dr$$

$$- \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} \quad \text{-- 气压梯度力}$$

$$- fV_t \quad \text{-- 科里奥利力}$$

$$- \frac{V_t^2}{r} \quad \text{-- 离心力}$$

## ● 台风风压关系理论

✓ 台风中心最低海平面气压由下列两个因素决定：

① 台风的大小 -- 环境气压 ( $P_{env}$ )  
-- 环境气压的半径 ( $r_{env}$ )

②  $[\rho(V_t^2/r + fV_t)]$  的积分，与台风

环流风场分布有关，取决于台风最大风速半径等因素，没有飞机观测很难精确获到  
式中

$V_t$  为台风环流的切向速度，

$\rho$  为流体密度

$f$  为科利奥利参数

## ● 台风风压关系理论

### ✓ 影响台风风压关系的四个基本因素

#### ① 台风的大小及所在纬度

决定  $\int_{r=0}^{r_{env}} \rho \left( \frac{V_t^2}{r} + fV_t \right) dr$  的大小

#### ② 环境气压

#### ③ 台风移速

影响台风最大风速，其它因素不变情况下，强台风移速较快

#### ④ 台风强度变化趋势

台风切向风可能与台风强度变化趋势有关

## ● 台风风压关系的估计方法

### ✓ 方法一

- 假设台风环流满足旋转风平衡，略去科氏力

$$fV_t + \frac{V_t^2}{r} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} \longrightarrow \frac{V_t^2}{r} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r}$$

$r$  为半径， $p$  为气压， $\rho$  为密度

## ● 台风风压关系的估计方法

### ✓ 方法二

- 假设台风环流满足松弛的近似旋转风平衡

$$V_{max} = C(P_{ref} - P_c)^n$$

式中， $P_{ref}$  为参考气压， $P_c$  为台风近中心海平面气压， $C$  为经验常数， $n$  为经验指数。 $n=0.5$  时代表旋转风平衡

- 一般利用历史资料进行统计分析，以确定**C**和**n**的值

## ● 业务常用的台风风压关系

✓ 我国尚未建立2分钟平均风速与海平面气压的台风风压关系

✓ 日本气象厅 ( JMA )

• Koba风压关系 ( 1990 )

10分钟平均风速与海平面气压的关系

$$V_{max} = 0.09CI^2 + 13.49CI + 8.38$$

$$P_c = 1.53CI^2 - 3.03CI + 1010.01$$

其中 ,  $V_{max}$  为10分钟最大持续风速(kt)

$P_c$  为台风中心最低海平面气压

CI 为台风现实强度指数

## ● 业务常用的台风风压关系

### ✓ 美国联合台风警报中心 (JTWC)

#### • Atkinson风压关系 (1977)

1分钟平均风速与海平面气压的关系

$$V_{max} = 6.7(1010 - P_c)^{0.644}$$

式中,  $V_{max}$  为1分钟最大持续风速(kt)

$P_c$  为台风中心最低海平面气压

Atkinson风压关系至今仍被列入联合国亚太经社会/世界气象组织(ESCAP/WMO)台风委员会的台风业务手册和我国的台风业务与服务规定中。

## ● 业务常用的台风风压关系

### ✓ 美国联合台风警报中心 (JTWC)

#### • 修订的Atkinson风压关系 (燕方杰, 1994)

1分钟平均风速与海平面气压的关系

$$V_{max} = 6.7(1010 - P_c)^{0.653} \quad 0-14^\circ\text{N}$$

$$V_{max} = 6.7(1010 - P_c)^{0.645} \quad 15-24^\circ\text{N}$$

$$V_{max} = 6.7(1010 - P_c)^{0.636} \quad \geq 25^\circ\text{N}$$

式中,  $V_{max}$  为1分钟最大持续风速(kt)

$P_c$  为台风中心最低海平面气压

- **业务常用的台风风压关系**

- ✓ **美国联合台风警报中心 ( JTWC )**

- **修订的Atkinson风压关系**

**( Guard & M.A. Lander , 1996 )**

**1分钟平均风速与海平面气压的关系**

$$V_{max} = 17.548(1010 - P_c)^{0.4345}$$

**针对微型台风 ( Midget Typhoon )**

式中 ,  $V_{max}$  为1分钟最大持续风速(kt)

$P_c$  为台风中心最低海平面气压

# ● 业务常用的台风风压关系

## ✓ 美国联合台风警报中心 (JTWC)

### ● Knaff-Zehr风压关系 (2007)

$$\phi < 18^\circ N$$

$$V_{max} = 6.466 - 5.238S - 0.515\Delta P + 8.984\sqrt{|\Delta P|} + 1.5C^{0.63}$$

$$MSLP = P_c = 5.962 - 0.267V_{srm} - \left(\frac{V_{srm}}{18.26}\right)^2 - 6.8S + P_{env}$$

$$\phi \geq 18^\circ N$$

$$V_{max} = 18.633 - 14.960S - 0.518\Delta P - 0.755|\phi| + 9.738\sqrt{|\Delta P|} + 1.5C^{0.63}$$

$$MSLP = P_c = 23.286 - 0.483V_{srm} - \left(\frac{V_{srm}}{24.254}\right)^2 - 12.587S - 0.483\phi + P_{env}$$

$$V_{srm} = V_{max} - 1.5C^{0.63} \quad x = 0.1147 + 0.0055V_{max} - 0.001(\phi - 25)$$

$$R_{max} = 66.785 - 0.09102V_{max} + 1.0619(\phi - 25)$$

$$S = \frac{V_{500}}{V_{500c}} \quad V_{500c} = V_{max} \left(\frac{R_{max}}{500}\right)^x \quad V_{500} = \frac{R_{34}}{9} - 3$$

$V_{max}$  1分钟最大持续风速(kt) ;

$P_c$  台风中心气压 ;  $P_{env}$  环境气压 ;

$C$  台风移速(kts) ;  $\phi$  台风所在纬度 ;

$x$  台风大小形态因子 ;

$S$  台风大小归一化参数 ;  $\Delta P = P_c - P_{env}$  ;

$R_{max}$  最大风速半径(km) ;

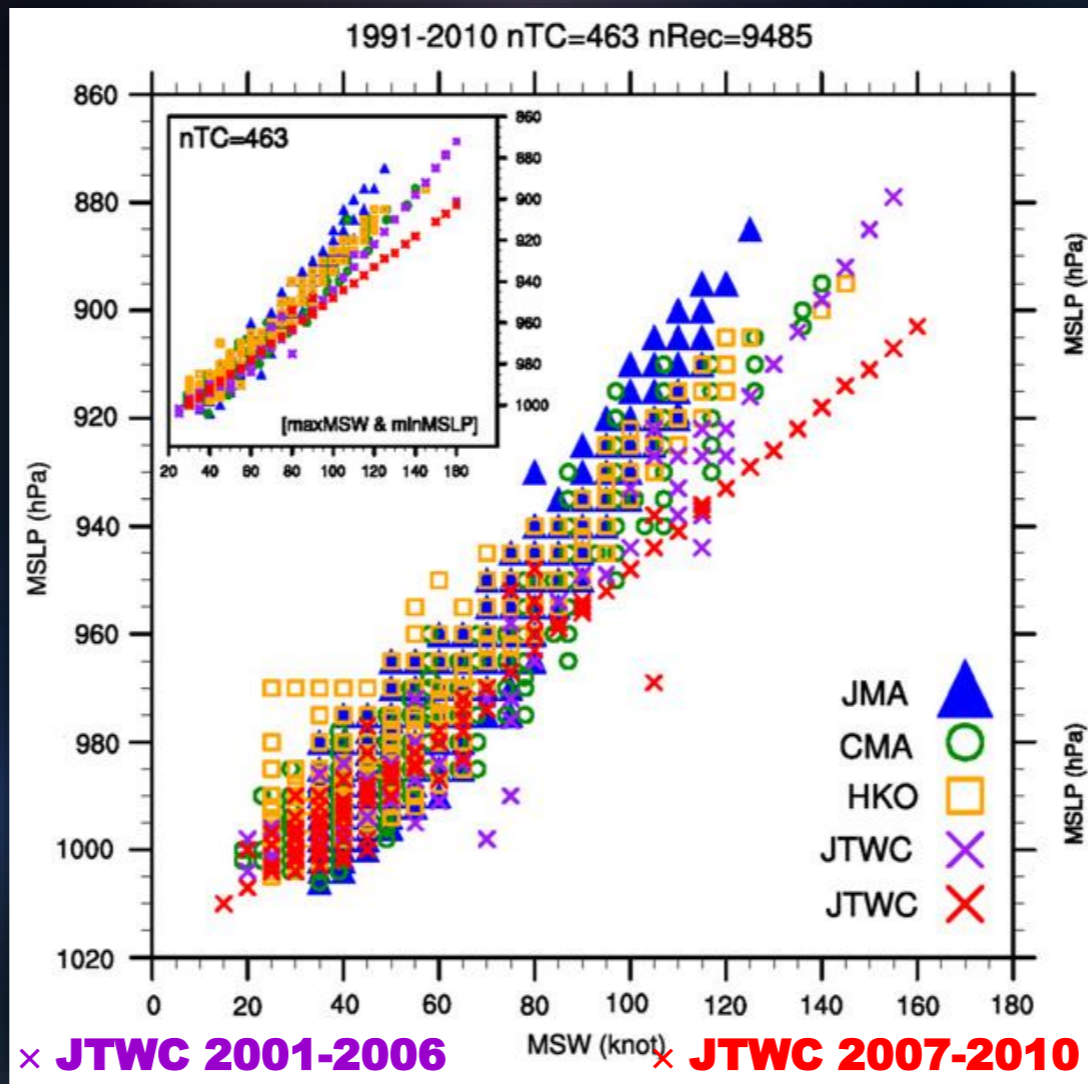
$V_{srm}$  去除移速的台风最大风速 ;

$V_{500}$  400-600km范围平均切向风速 ;

$V_{500c}$  400-600km范围平均切向风速气候值 ;

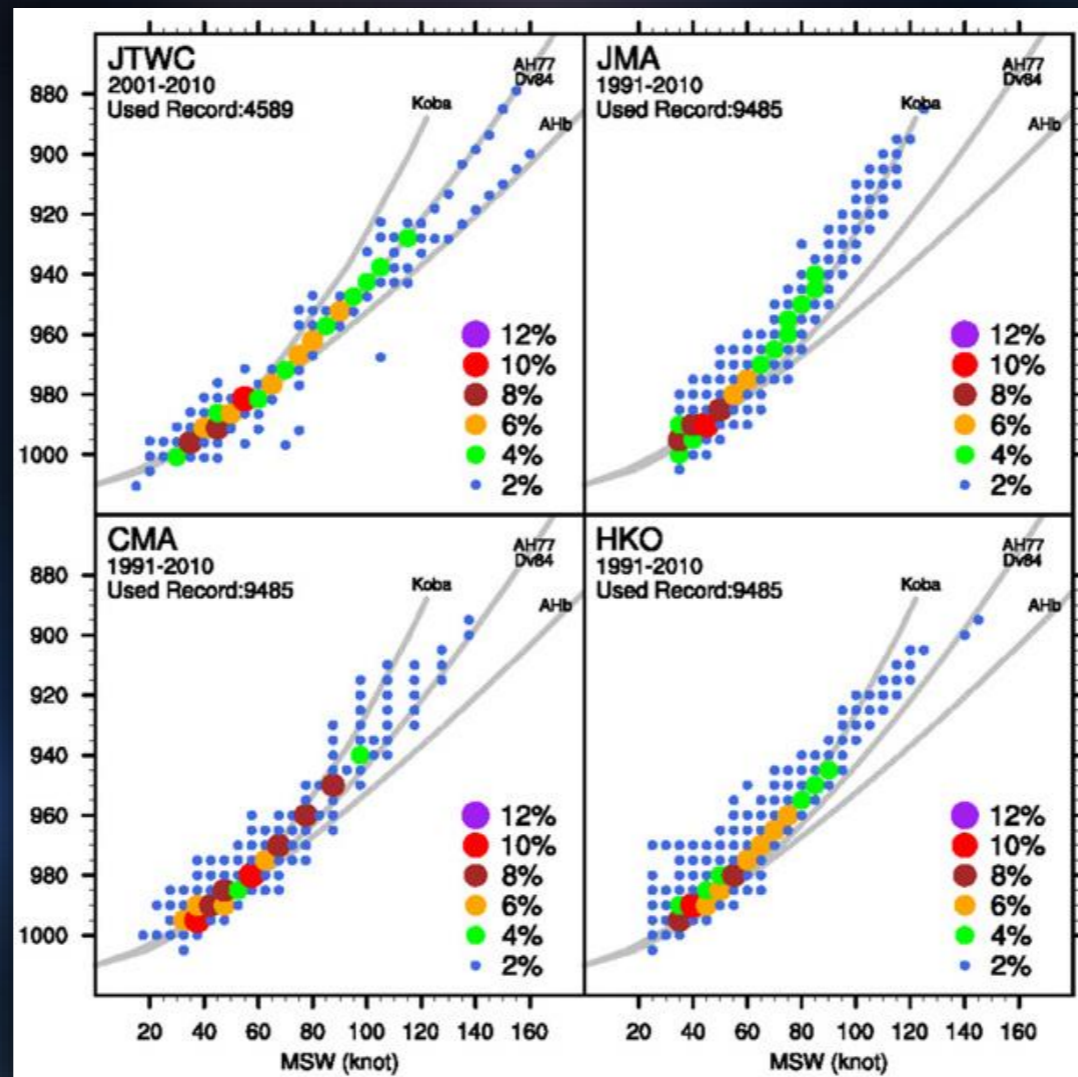
$R_{34}$  7级风圈半径平均值。

# ● 业务常用台风风压关系的差异



Mien-Tze Kueh, 2012

## ● 业务常用台风风压关系的差异



Mien-Tze Kueh, 2012

## ● 业务常用台风风压关系的差异

CI 指数	中央气象台 NMC/CMA		日本气象厅 JMA		美国联合 台风警报中心 JTWC		美国国家 飓风中心 NHC/NOAA	
	中心 气压	中心 风速	中心 气压	中心 风速	中心 气压	中心 风速	中心 气压	中心 风速
1.5	1002	13	1002	15	1004	13	1013	13
2.0	1000	15	998	18	1000	15	1009	15
2.5	998	18	993	22	997	18	1005	18
3.0	990	23	987	26	991	23	1000	23
3.5	982	28	981	30	984	28	994	28
4.0	975	33	973	33	976	33	987	33
4.5	965	38	965	37	966	39	979	39
5.0	955	42	956	40	954	46	970	46
5.5	945	48	947	44	941	52	960	52
6.0	935	52	937	48	927	59	948	59
6.5	925	58	926	52	914	65	935	65
7.0	915	62	914	55	898	72	921	72
7.5	905	68	901	60	879	79	906	79
8.0	890	75	888	63	858	87	890	87

# ● 不同风速定义之间的转换关系

不同风速定义之间的转换关系 ( WMO/TD-No. 1555 , 2010 )							
地表10米高度 Exposure at +10 m		参考时间 $T_o$ (s) Reference Period	阵风因子 Gust Factor $G_{\tau, T_o}$				
地表类型 Class	描述 Description		阵风持续时间 ( Gust Duration ) (s)				
			3	60	120	180	600
内陆 In-Land	粗糙开阔地形 Roughly open Terrain	3600	1.75	1.28	1.19	1.15	1.08
		600	1.66	1.21	1.12	1.09	1.00
		180	1.58	1.15	1.07	1.00	
		120	1.55	1.13	1.00		
		60	1.49	1.00			
近岸 Off-Land	海岸线陆地风 Offshore winds at a coastline	3600	1.60	1.22	1.15	1.12	1.06
		600	1.52	1.16	1.09	1.06	1.00
		180	1.44	1.10	1.04	1.00	
		120	1.42	1.08	1.00		
		60	1.36	1.00			
近海 Off-Sea	海岸线海上风 Onshore winds at a coastline	3600	1.45	1.17	1.11	1.09	1.05
		600	1.38	1.11	1.05	1.03	1.00
		180	1.31	1.05	1.00	1.00	
		120	1.28	1.03	1.00		
		60	1.23	1.00			
海上 At-Sea	离岸20公里的海面 > 20 km Offshore	3600	1.30	1.11	1.07	1.06	1.03
		600	1.23	1.05	1.02	1.00	1.00
		180	1.17	1.00	1.00	1.00	
		120	1.15	1.00	1.00		
		60	1.11	1.00			

- 不同机构台风强度风速之间的转换关系

<b>10分钟平均风速与1分钟平均风速之间的转换关系</b> ( WMO/TD-No. 1555 , 2010 )				
<b><math>V_{\max600} = K \times V_{\max60}</math></b>	<b>海上</b> <b>At-Sea</b>	<b>近海</b> <b>Off-Sea</b>	<b>近岸</b> <b>Off-land</b>	<b>内陆</b> <b>In-Land</b>
<b>转换系数 ( K )</b>	<b>0.93</b>	<b>0.90</b>	<b>0.87</b>	<b>0.84</b>

## ● 台风风压关系 -- 香港天文台

CI 指数	美国联合 台风警报中心 JTWC 1分钟平均风速 (海里/小时)	香港天文台		强度等级
		2013年前 0.90×JTWC 10分钟平均风速 (海里/小时)	2013年后 0.93×JTWC 10分钟平均风速 (海里/小时)	
1.0	25	23	23	热带低压
1.5	25	23	23	
2.0	30	27	28	
2.5	35	31	33	
3.0	45	41	42	热带风暴
3.5	55	49	51	强热带风暴
4.0	65	59	60	
4.5	77	69	72	台风
5.0	90	81	84	强台风
5.5	102	92	95	
6.0	115	103	107	超强台风
6.5	127	114	118	
7.0	140	126	130	
7.5	155	139	144	
8.0	170	153	158	

## 4.6 Dvorak技术的局限性

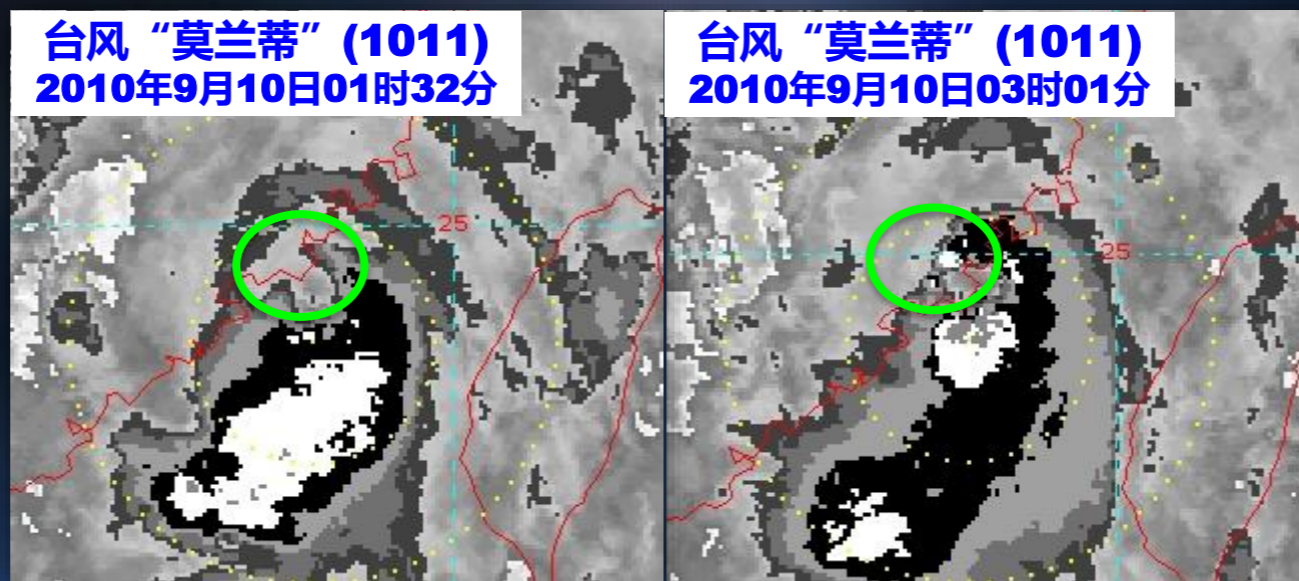


## ● **Dvorak技术的局限性**

- ✓ 假定台风特定的云型特征与台风强度发展的特定阶段存在对应关系
- ✓ 根据典型的台风通过统计得来的
- ✓ 不能完全反映所有台风强度变化的实际情况

## ● Dvorak技术的局限性

- ✓ 对一些尺度小或移速快的台风会产生较大的偏差



2010年9月10日2时各业务中心定强：

中央气象台：978百帕 33米/秒

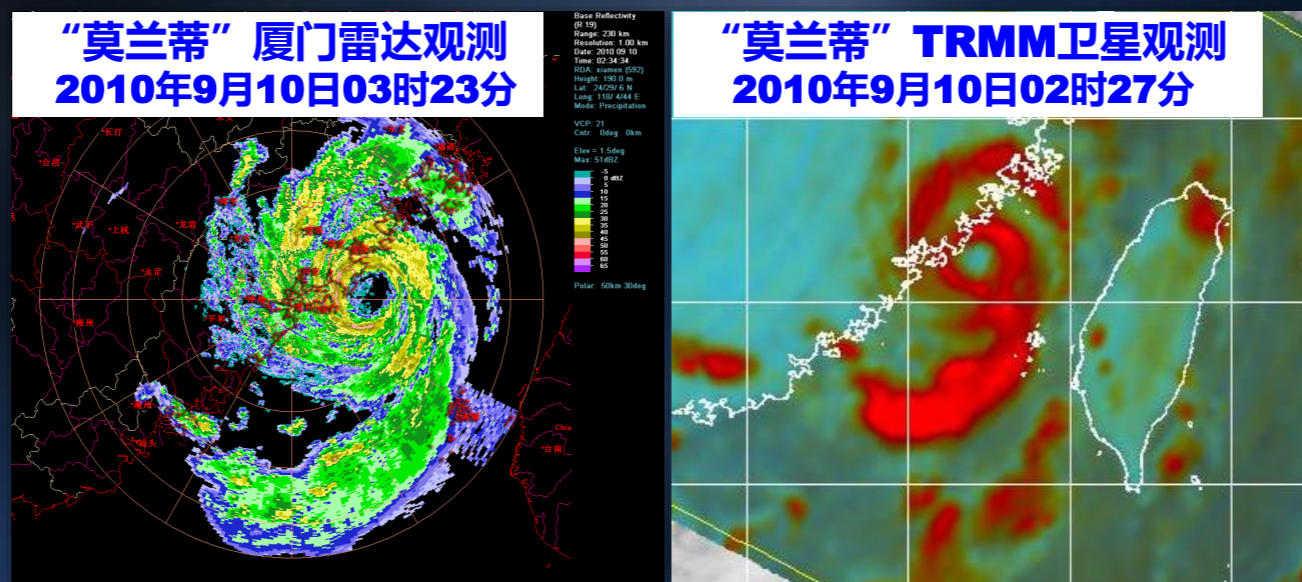
日本气象厅：990百帕 23米/秒

美国联合台风警报中心：33米/秒

中国台湾：990百帕 23米/秒

## ● Dvorak技术的局限性

- ✓ 对一些尺度小或移速快的台风会产生较大的偏差



## ● Dvorak技术的局限性

- ✓ 对一些尺度小或移速快的台风会产生较大的偏差



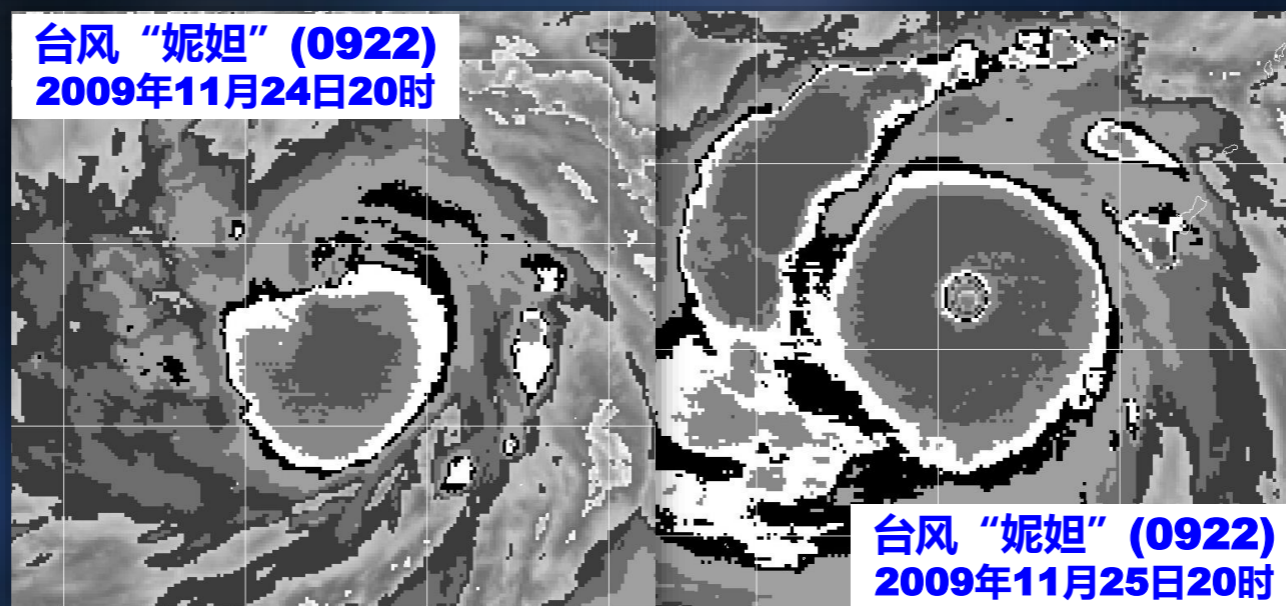
## ● Dvorak技术的局限性

- ✓ 对一些尺度小或移速快的台风会产生较大的偏差



## ● Dvorak技术的局限性

- ✓ 对快速加强台风，Dvorak限定规则不能真实反映台风强度的突变，操作中可不受限定规则的约束



CI 4.0

CMA 35m/s

JTWC 65KT

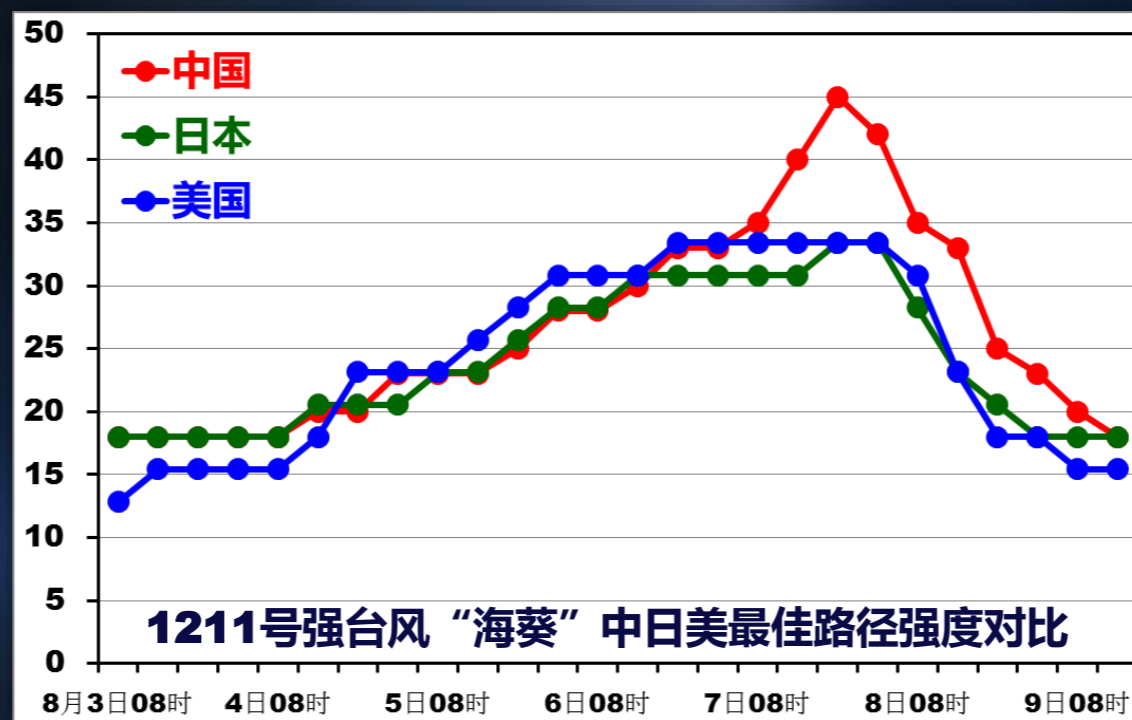
CI 7.5

CMA 65m/s

JTWC 155KT

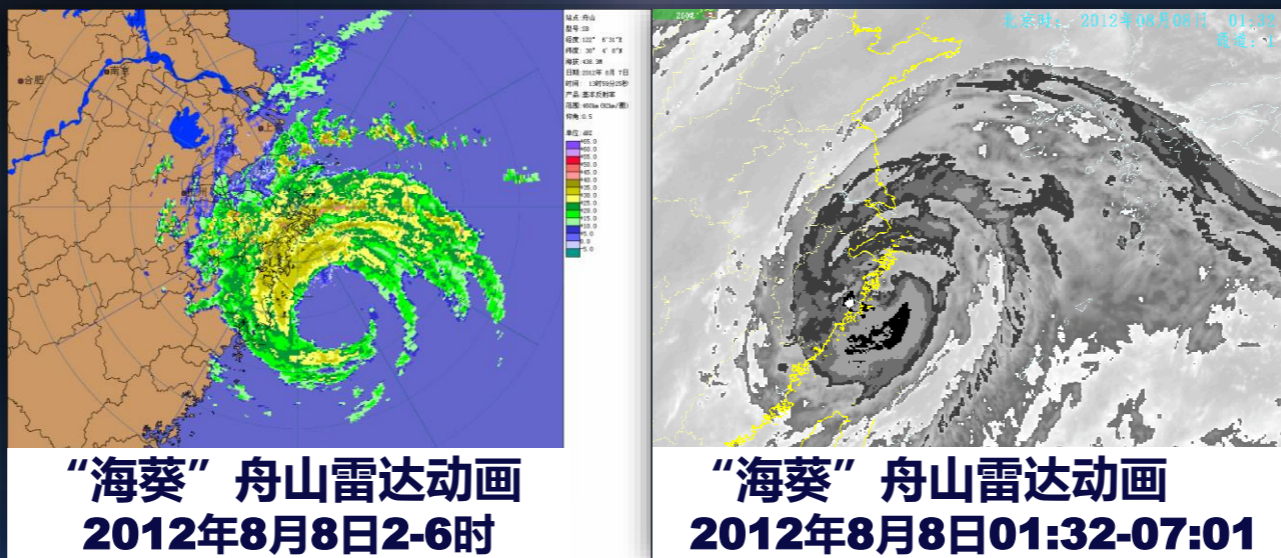
## ● Dvorak技术的局限性

- ✓ 对尺度大的台风，由于台风中心附近缺少深对流，Dvorak方法常会低估强度



## ● Dvorak技术的局限性

- ✓ 对尺度大的台风，由于台风中心附近缺少深对流，Dvorak方法常会低估强度



### 2012年8月7日中日美业务定强比较

	14时	20时
中央气象台：	42米/秒	48米/秒
日本气象厅：	30米/秒	33米/秒
美国联合台风警报中心：	33米/秒	30米/秒

## ● Dvorak技术的局限性

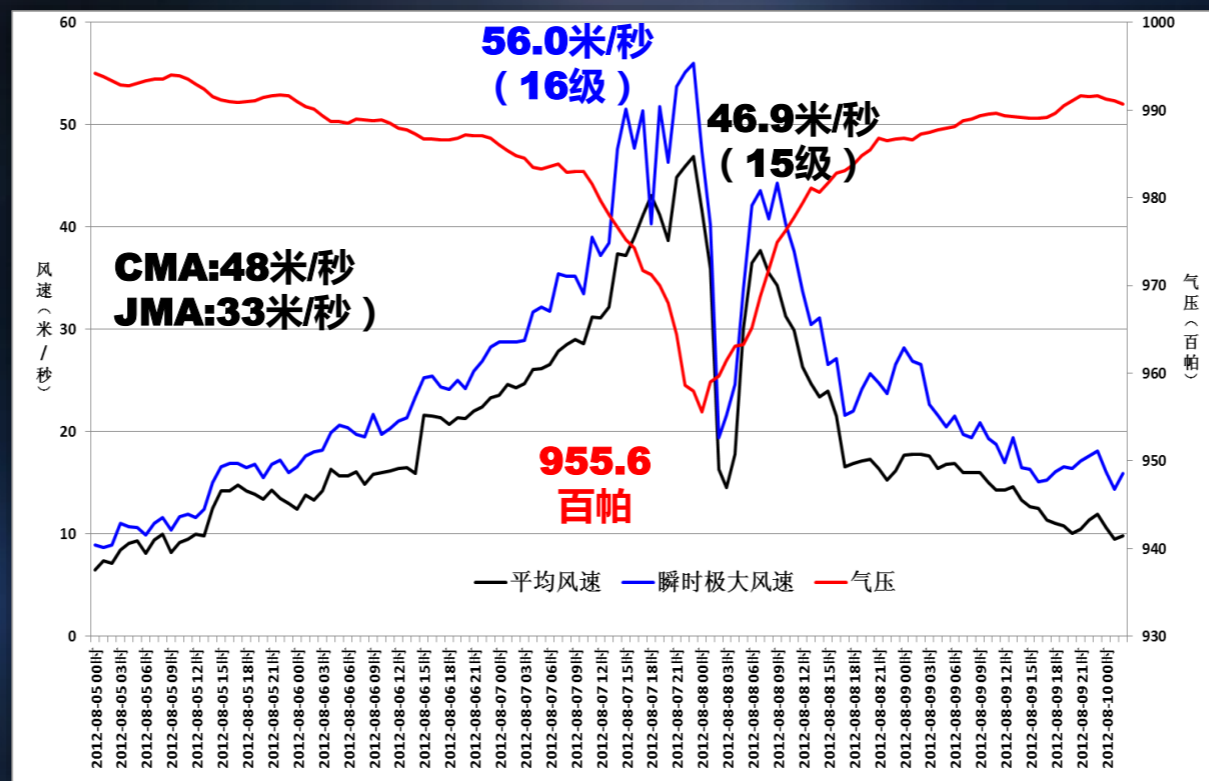
✓ 对尺度大的台风，由于台风中心附近缺少深对流，Dvorak方法常会低估强度

时间	平均最大风速 (m/s)	出现时间	极大风速 (m/s)	出现时间
14时	37.4	08/07 13:50	47.6	08/07 13:57
15时	37.2	08/07 14:32	51.5	08/07 14:26
16时	39.0	08/07 15:28	47.7	08/07 15:26
17时	41.1	08/07 16:40	51.4	08/07 16:32
18时	43.1	08/07 17:21	51.9	08/07 17:18
19时	41.2	08/07 18:31	51.8	08/07 18:24
20时	38.7	08/07 19:41	46.3	08/07 19:32
21时	44.9	08/07 20:56	53.7	08/07 20:55
22时	45.9	08/07 22:00	55.1	08/07 21:56
23时	46.9	08/07 22:07	56.0	08/07 22:32
24时	41.6	08/07 23:04	47.4	08/07 23:04

“海葵”影响期间东矾岛最大平均风速和极大风速观测（2012年8月7日14时至8日00时）

## ● Dvorak技术的局限性

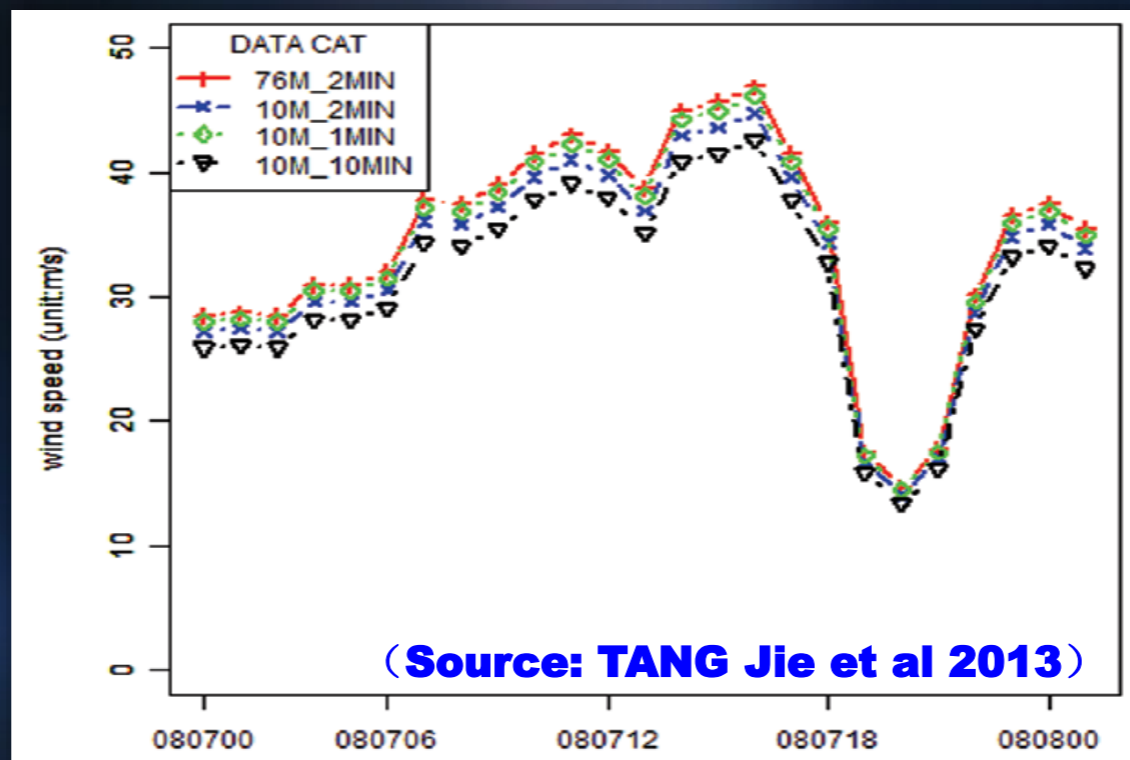
✓ 对尺度大的台风，由于台风中心附近缺少深对流，Dvorak方法常会低估强度



“海葵”期间东矶平均风速、极大风速和气压变化  
2012年8月5日00时至8月10日00时

## ● Dvorak技术的局限性

- ✓ 对尺度大的台风，由于台风中心附近缺少深对流，Dvorak方法常会低估强度

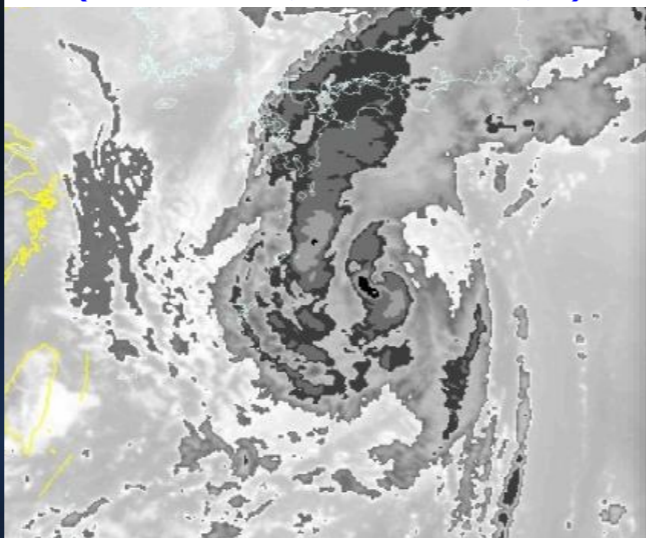


“海葵”期间东矾岛本站风速与10米风速换算  
2012年8月7日00时至8月8日00时

## ● Dvorak技术的局限性

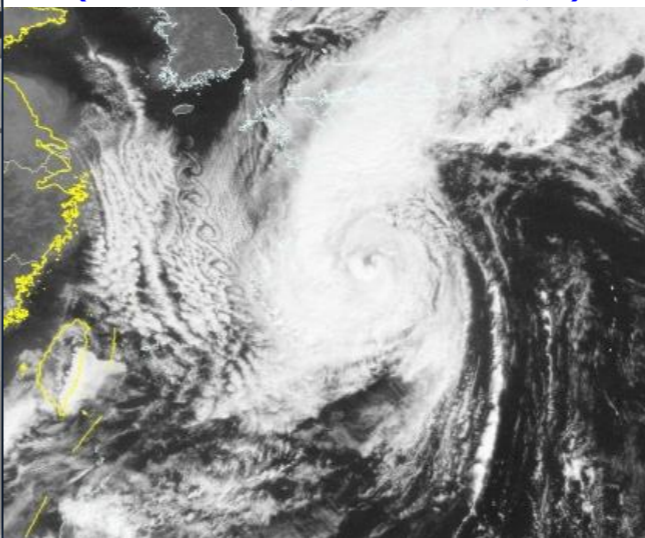
- ✓ 同时具有斜压性和正压性特征的温带气旋，尤其变性中/后台风，由于系统中心附近缺乏深对流，强度易低估

1221号台风“派比安” IR云图  
(2012年10月18日9时30分)



CI : 2.5  
红外云图  
深对流区减弱  
强度低估

1221号台风“派比安” VIS云图  
(2012年10月18日9时30分)



实况定强 : 23m/s  
可见光云图  
低层环流清晰  
结构完整

## ● **Dvorak技术的局限性**

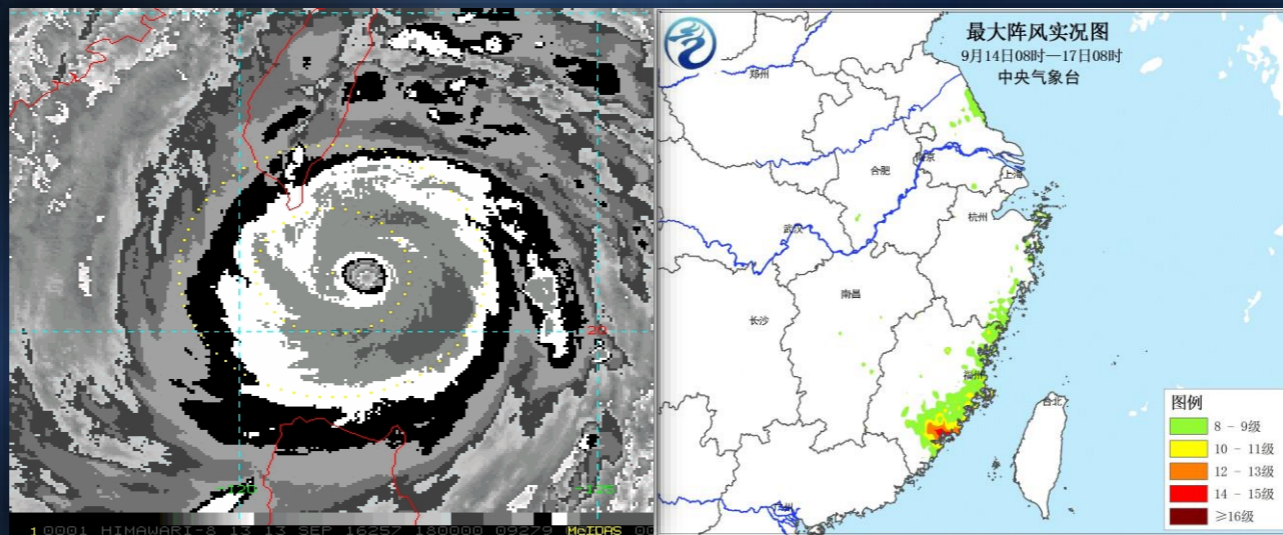
- ✓ 临近登陆台风，受到地形影响，台风中心附近对流云系减弱、形态松散，常会低估其强度，而在海岸地形向岸风的作用下，地面风速却非常大
- ✓ 临近登陆或靠近大型岛屿台风，**Dvorak**定强分析结果会出现较大偏差，需综合分析各种观测资料，靠近台风中心附近的地面、海岛及浮标资料，将是确定台风强度的主要依据

- **Dvorak技术的局限性**

- ✓ **多源观测资料的综合应用**

- **1614号台风“莫兰蒂”登陆前强度确定**

没有精准的台风业务定强分析，强度预报和有效预警无从谈起

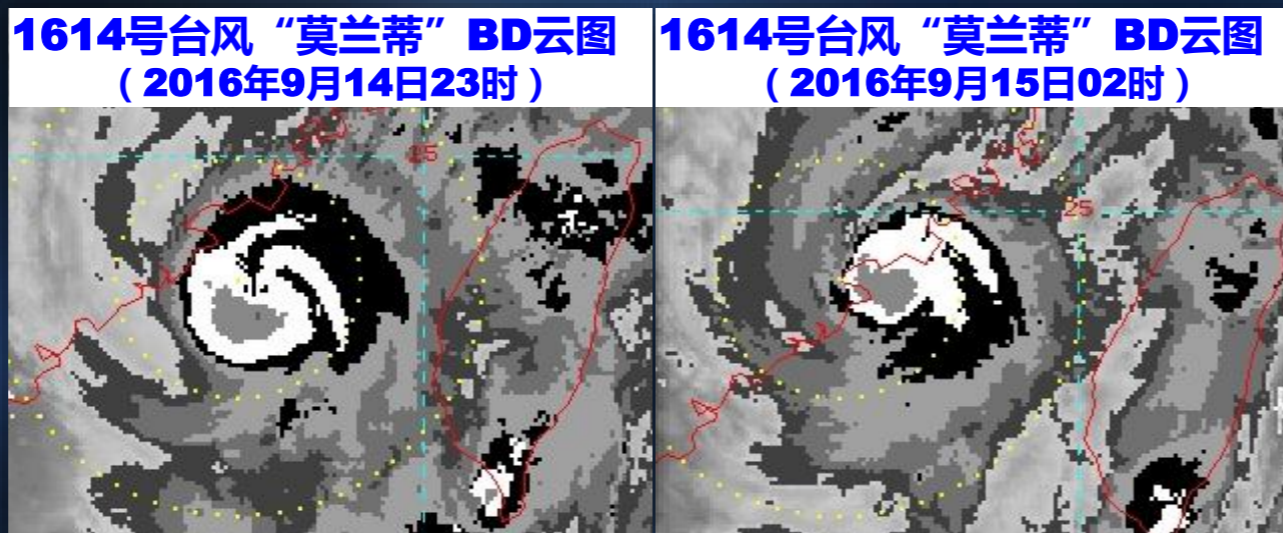


- **Dvorak技术的局限性**

- ✓ 多源观测资料的综合应用

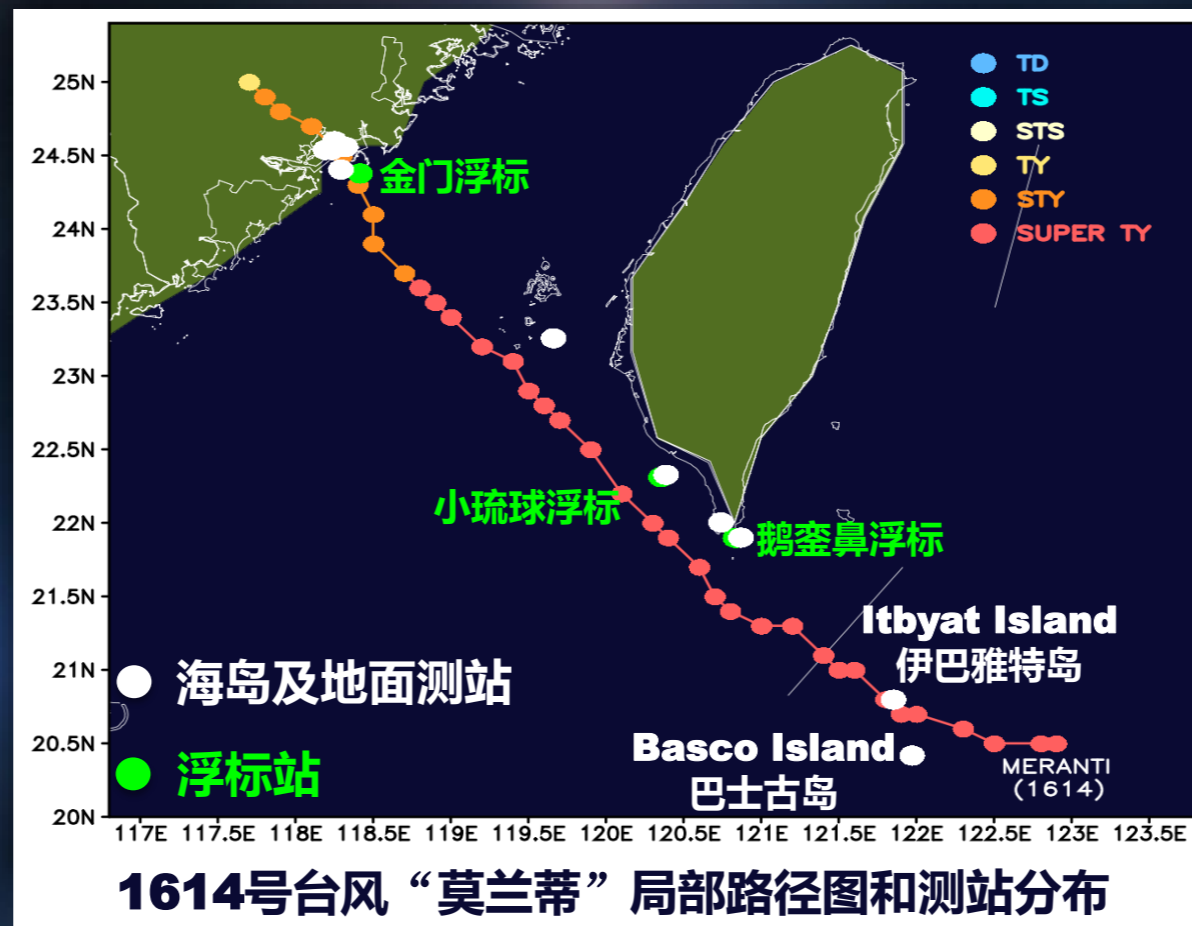
- **1614号台风“莫兰蒂”登陆前强度确定**

没有精准的台风业务定强分析，强度预报和有效预警无从谈起



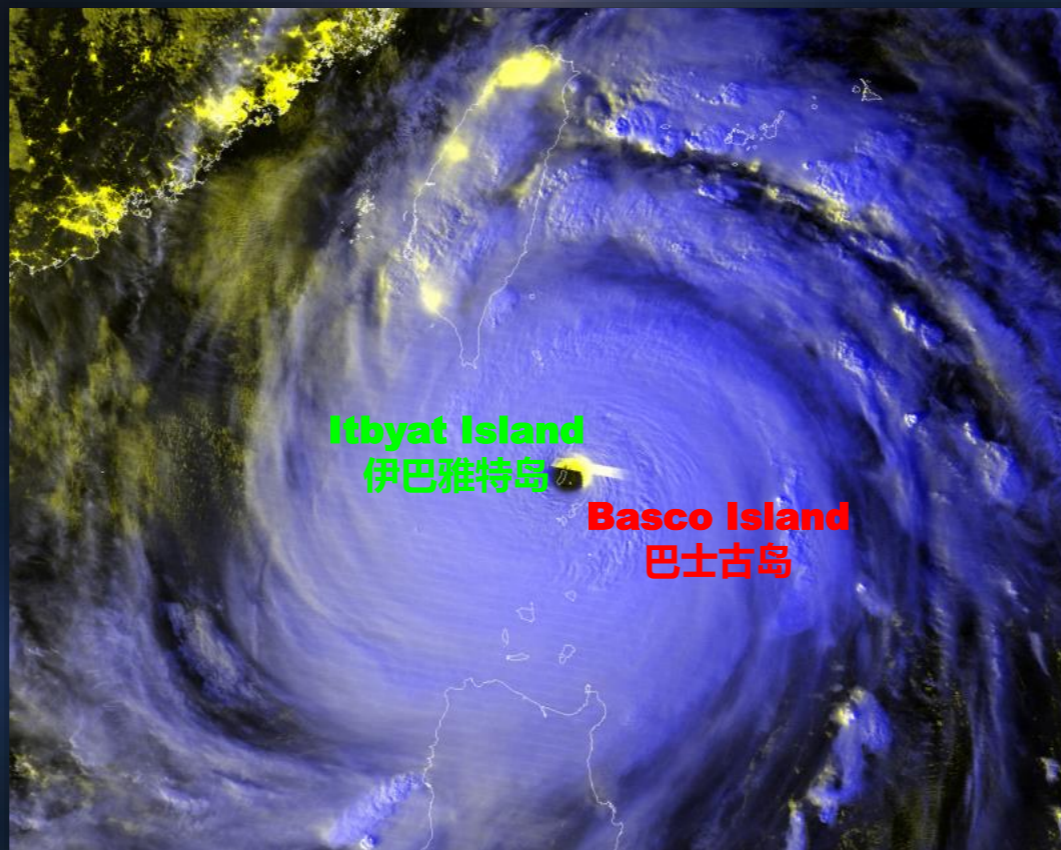
## ● Dvorak技术的局限性

### ✓ 多源观测资料的综合应用



- **Dvorak技术的局限性**

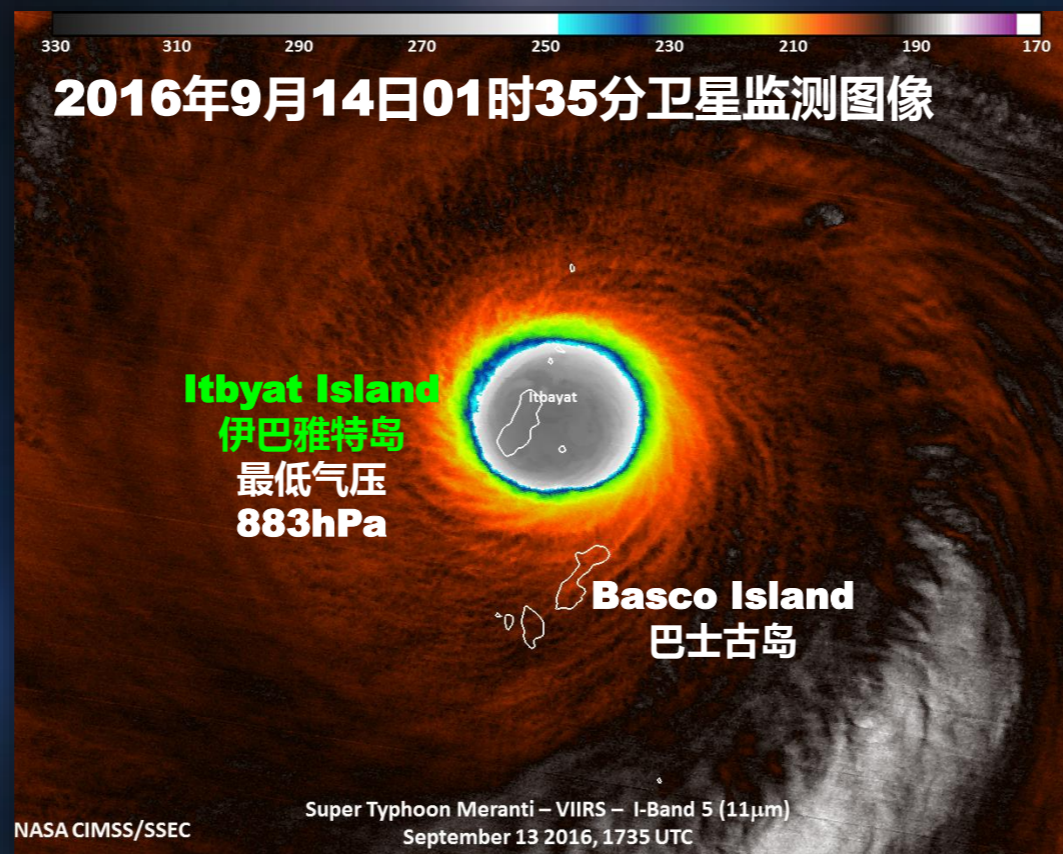
- ✓ 多源观测资料的综合应用



位于“莫兰蒂”风眼中的伊巴雅特岛

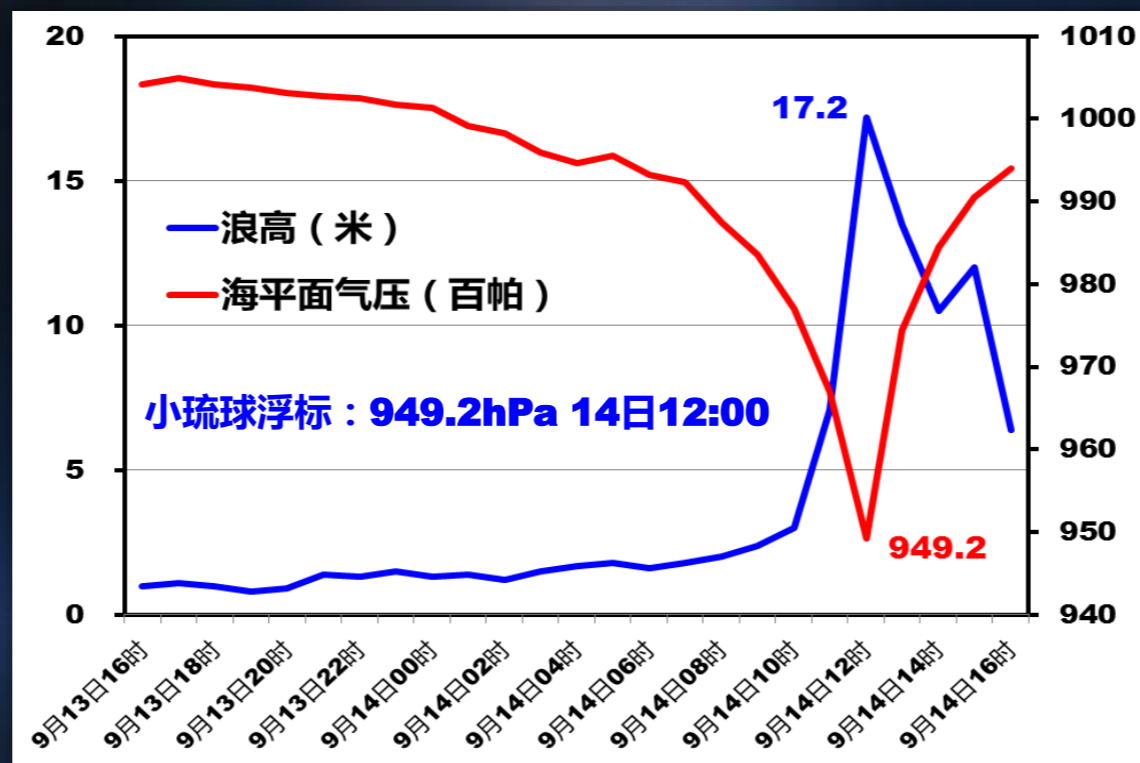
## ● Dvorak技术的局限性

- ✓ 多源观测资料的综合应用



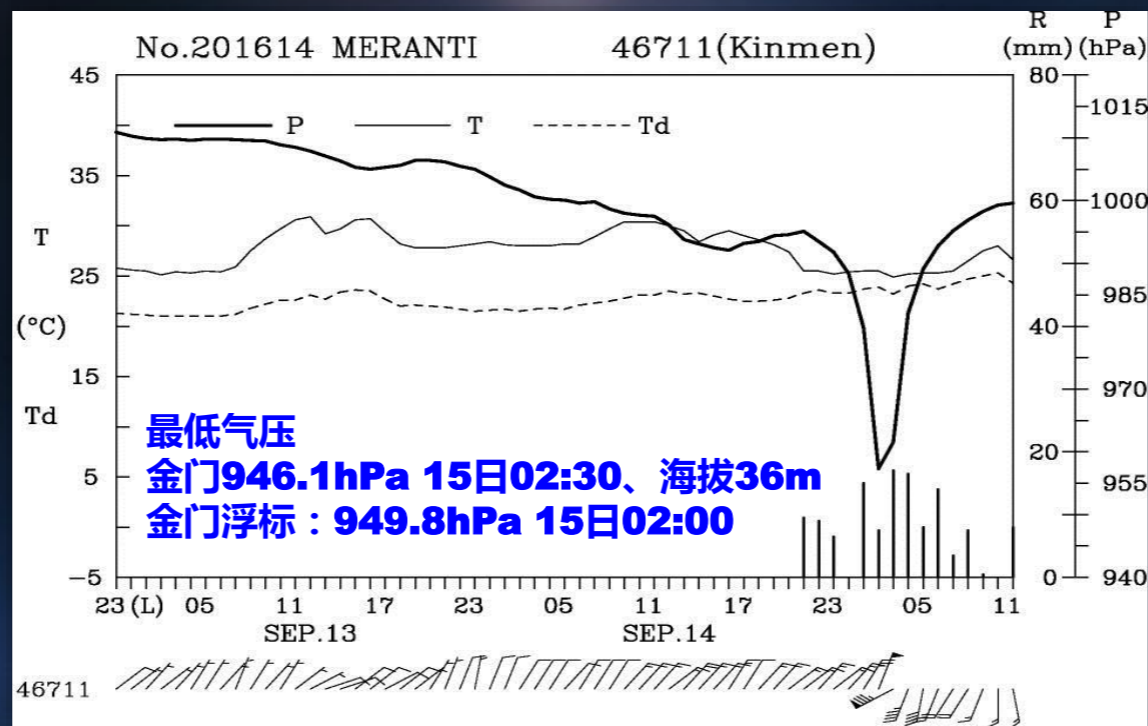
## ● Dvorak技术的局限性

### ✓ 多源观测资料的综合应用



## ● Dvorak技术的局限性

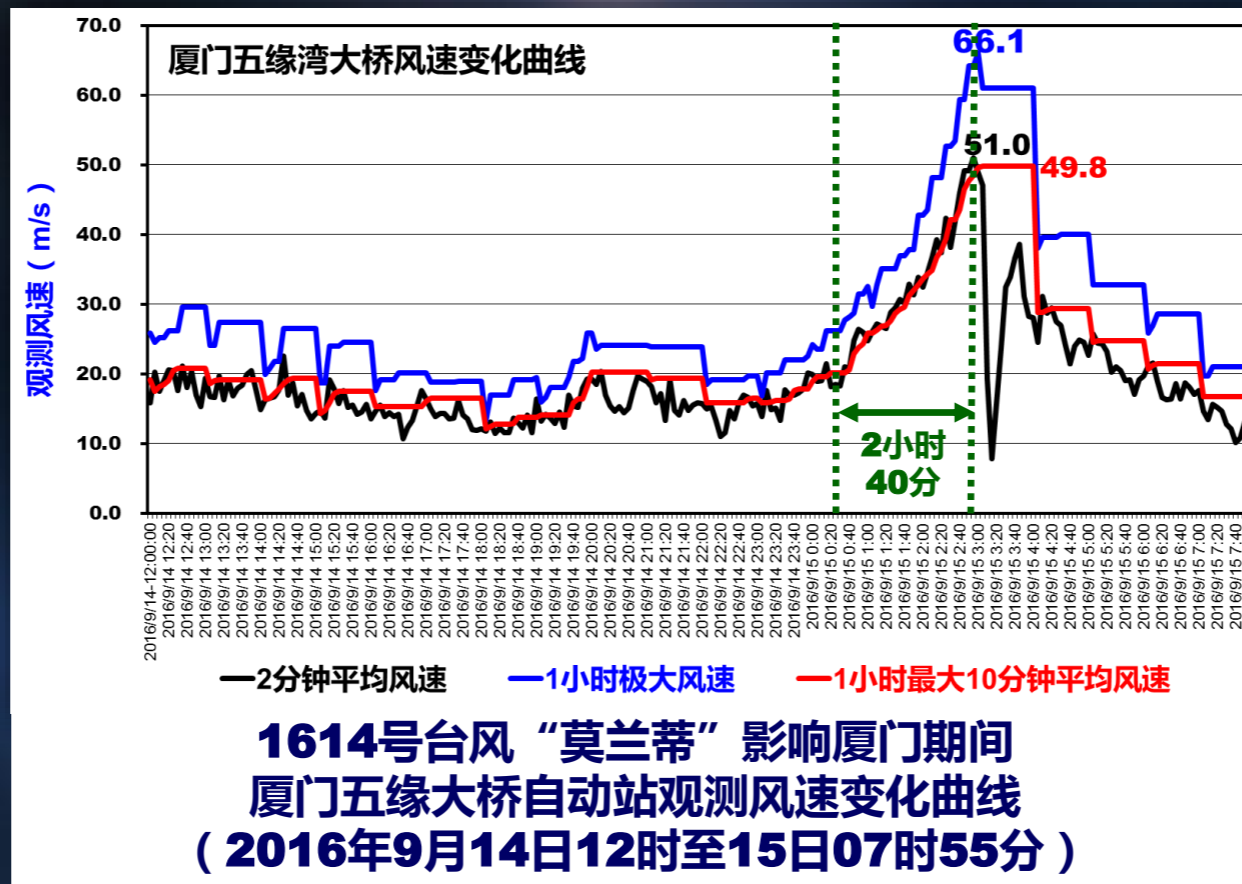
### ✓ 多源观测资料的综合应用



**1614号台风“莫兰蒂”影响期间  
金门地面观测要素变化曲线  
(2016年9月12日23时至15日11时)**

## ● Dvorak技术的局限性

### ✓ 多源观测资料的综合应用



## ● **Dvorak技术的局限性**

✓ **多源观测资料的综合应用**

✓ **9月15日02时强度确定**

- **CMA : 50米/秒 ( 15级 )**
- **JMA : 42米/秒 ( 14级 )**
- **JTWC : 45米/秒 ( 14级 )**
- **HKO : 45米/秒 ( 14级 )**
- **CWB : 40米/秒 ( 13级 )**

## ● **Dvorak技术的局限性**

✓ **多源观测资料的综合应用**

✓ **观测最大风速：**

**51.0米/秒（15级，2分钟平均）**

**15日2时55分，五缘大桥**

**49.8米/秒（15级，10分钟平均）**

**5日3时01分，五缘大桥**

✓ **中央气象台登陆信息（修订后）**

• **登陆时间：9月15日3时05分**

• **登陆强度：52米/秒（16级）**