

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)

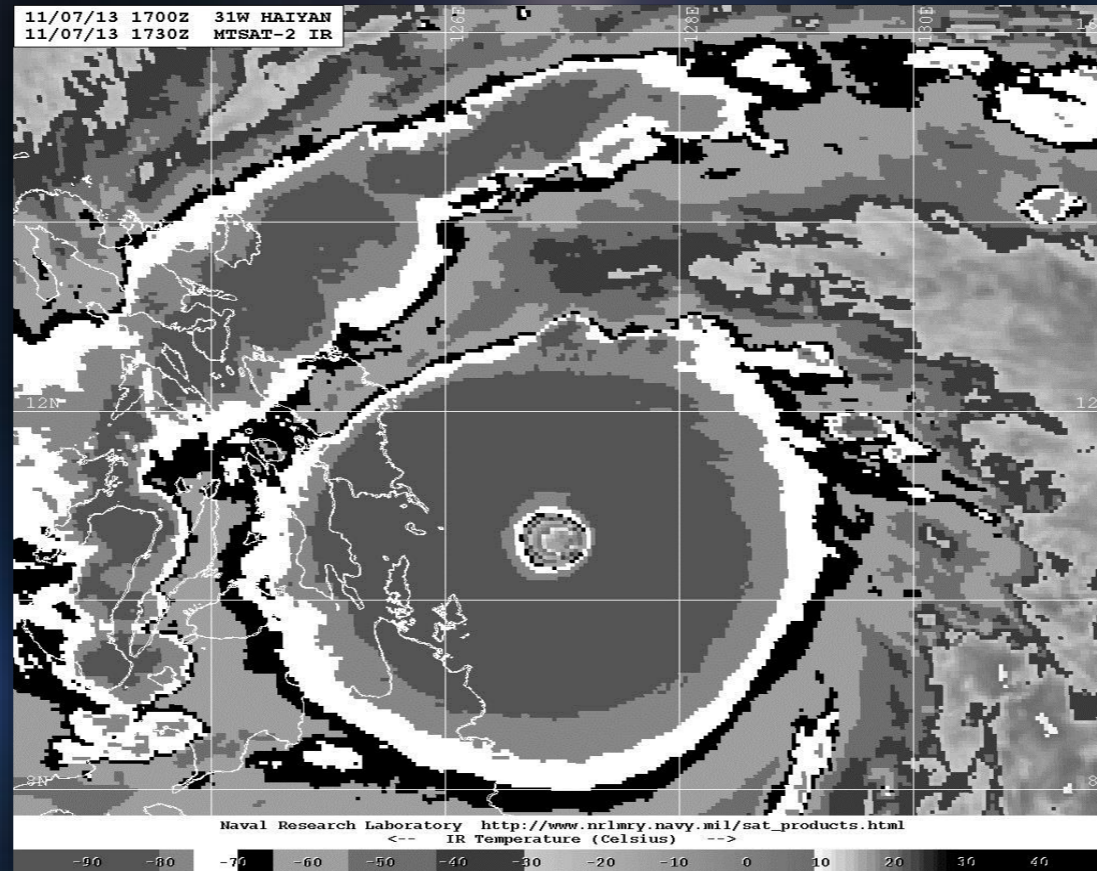
许映龙

Email : xuyl@cma.cn

台风业务定强流程实习



台风业务定强流程实习





主要内容

- Dvorak台风业务定强分析流程主要技术要点
- 台风个例分析

Dvorak主要技术要点

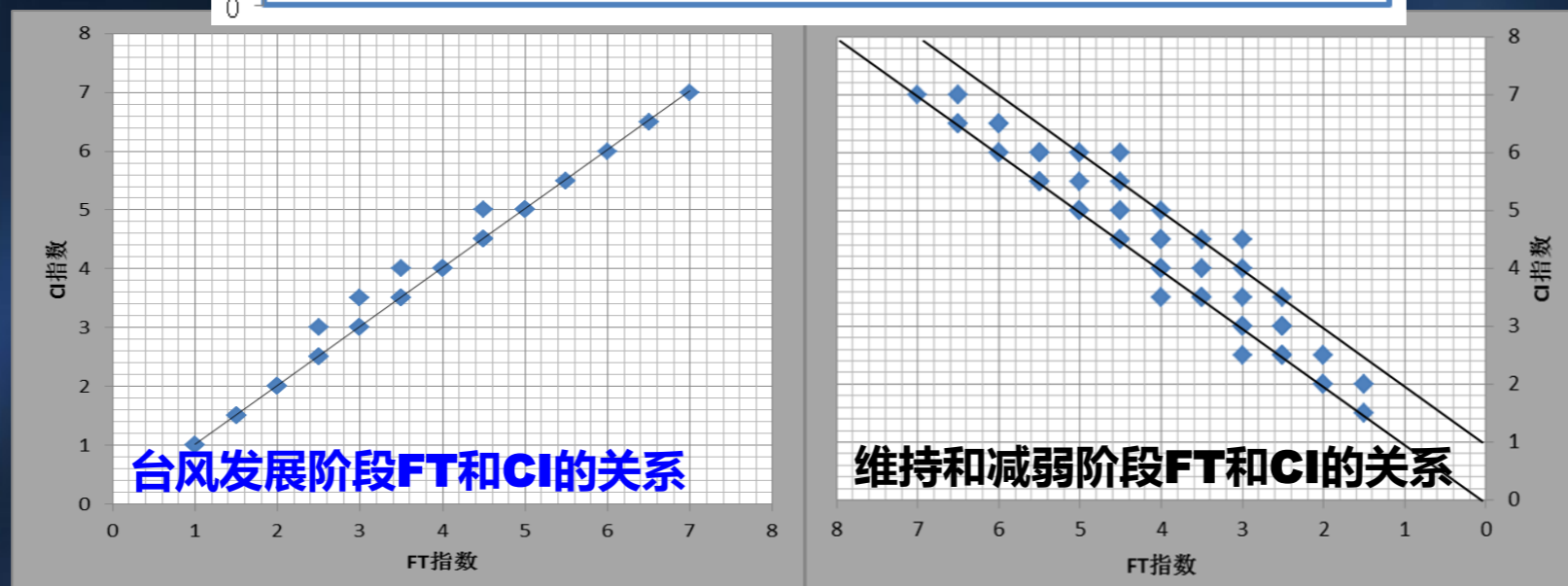
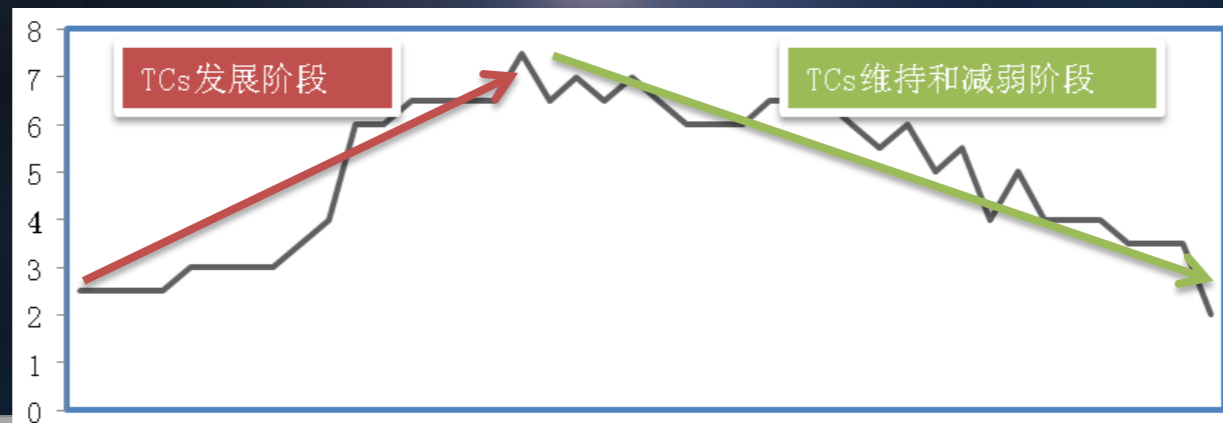


Dvorak技术分析流程



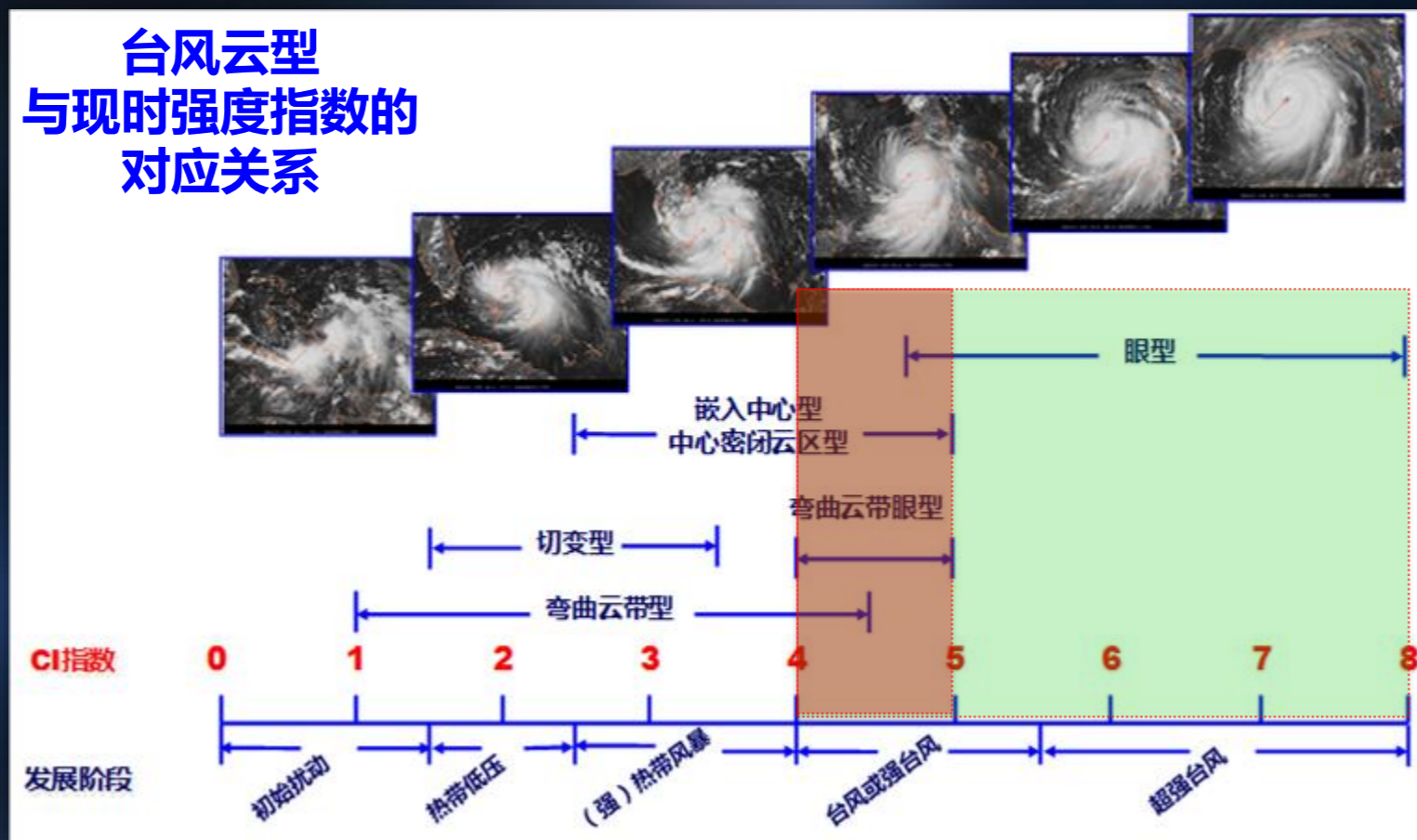
Dvorak技术分析流程

- ✓ 发展阶段：从编号到首次达到峰值
- ✓ 其余为维持和减弱阶段



● 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主要技术指数**

- ✓ **DT (Data-T number)**
- ✓ **PT (Pattern-T number)**
- ✓ **MET (Model Expected-T number)**
- ✓ **FT (Final-T number)**
- ✓ **CI (Current Intensity number)**

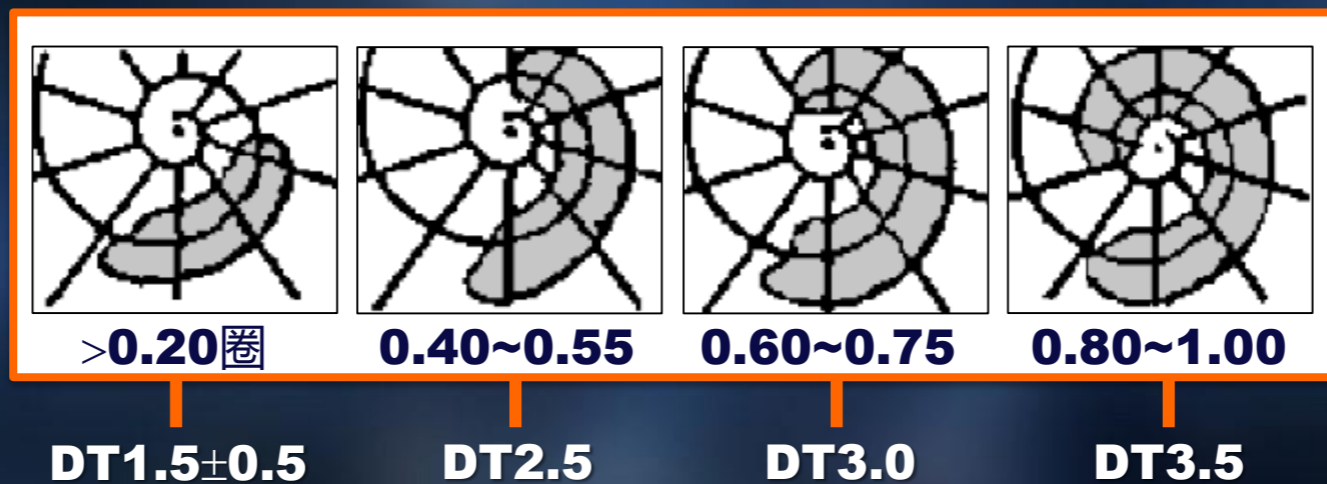
- **DT (Data-T number)**

基于当前云图的台风云系特征，选择适合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**)
- ✓ 冷云盖型 (**Central Cold Cover, CCC**)

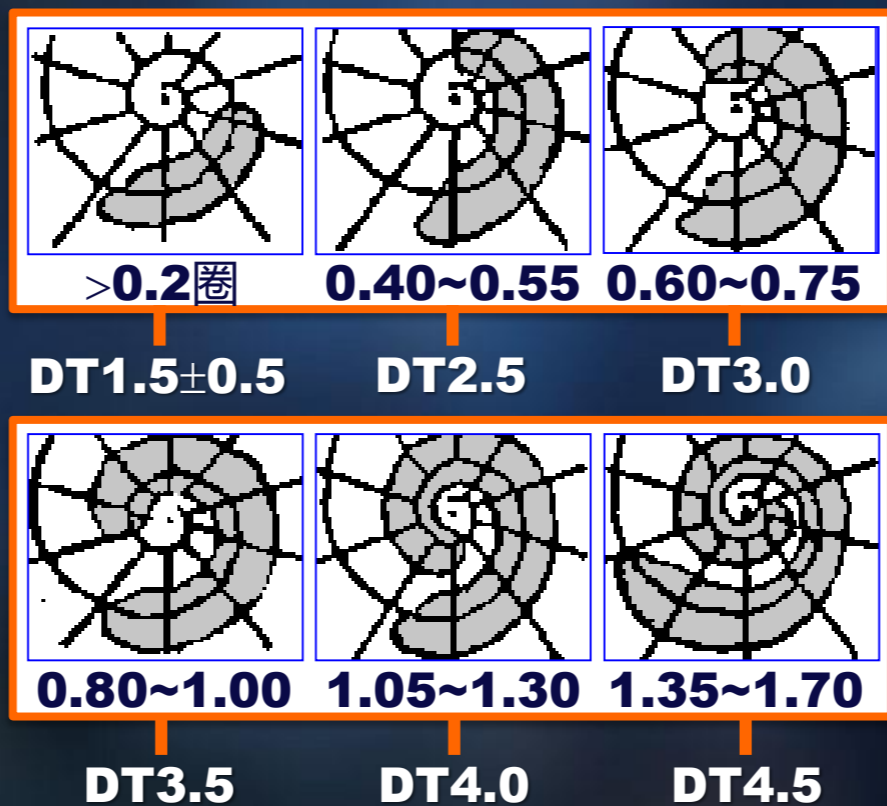
● Step 2A - 弯曲云带型 (IR)

- ✓ 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



● Step 2A - 弯曲云带型 (VIS)

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



● 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 2C - 眼型 (IR & VIS)

✓ 眼型强度分析流程

首先确定系统过去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

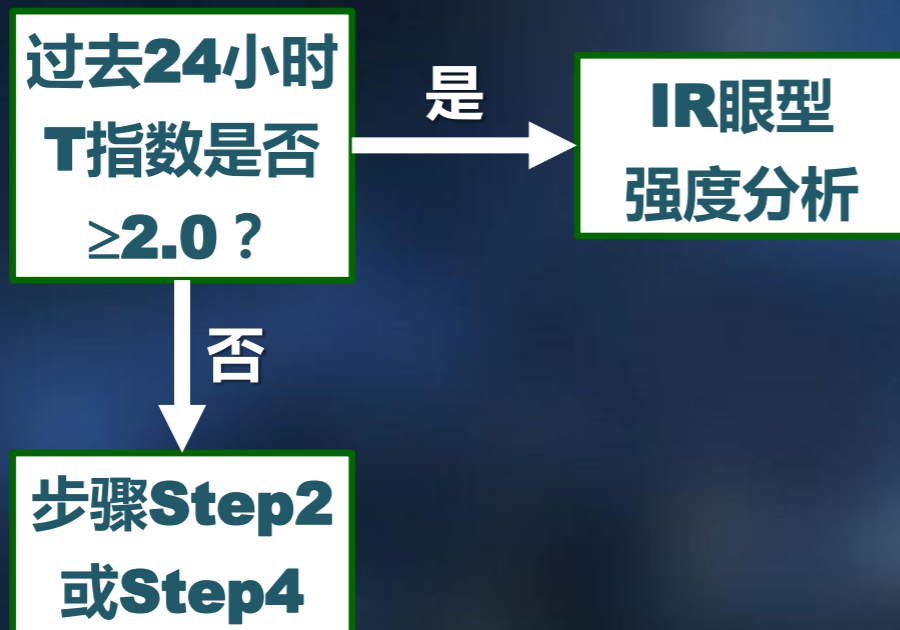
$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.}$$

- 确定带状特征指数 - BF
- 确定资料分析指数 - DT

$$DT = CF + BF$$

● Step 2C – 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 ？若不满足，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



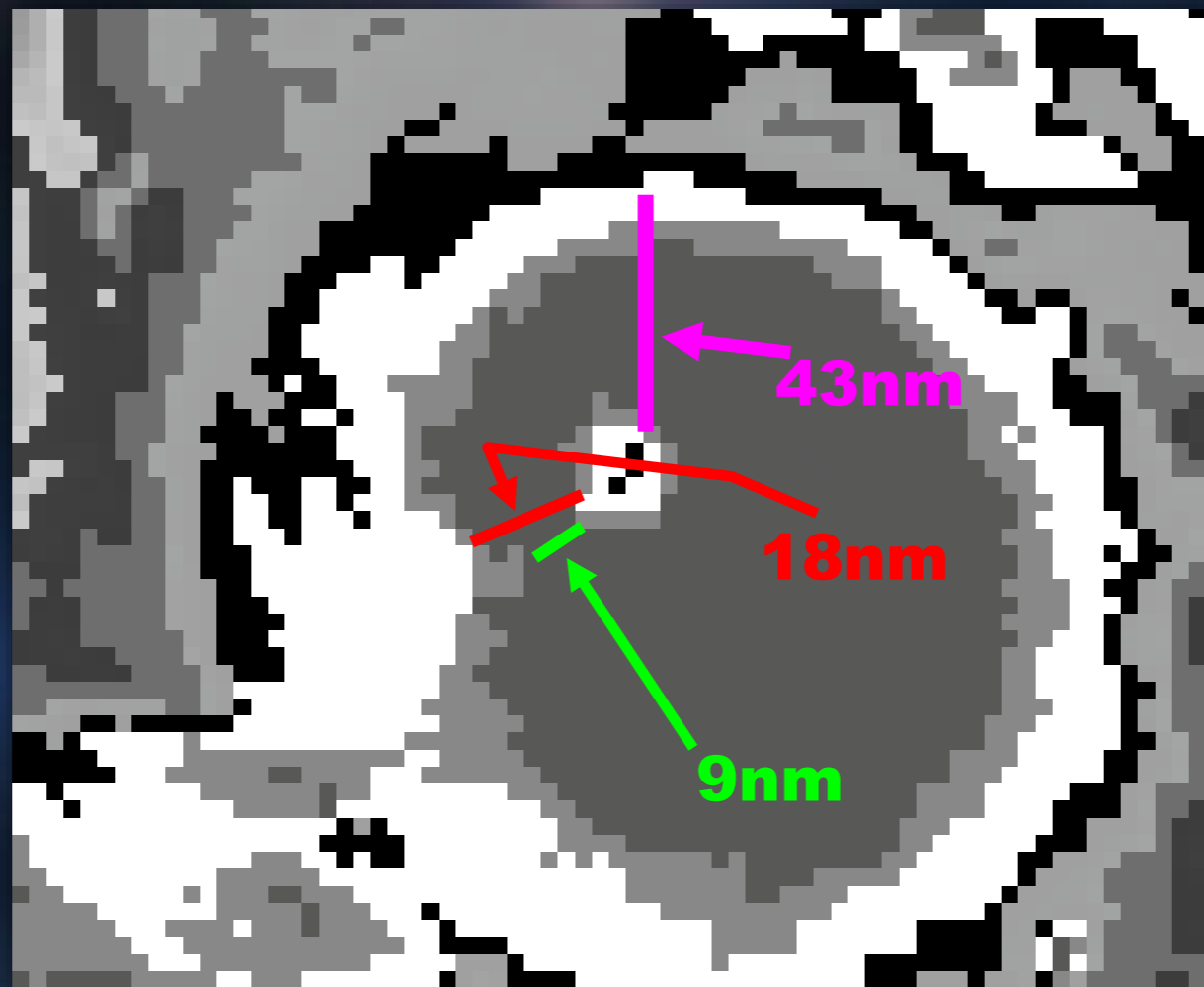
● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

✓ 确定眼指数 (Eye_#)

- 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**

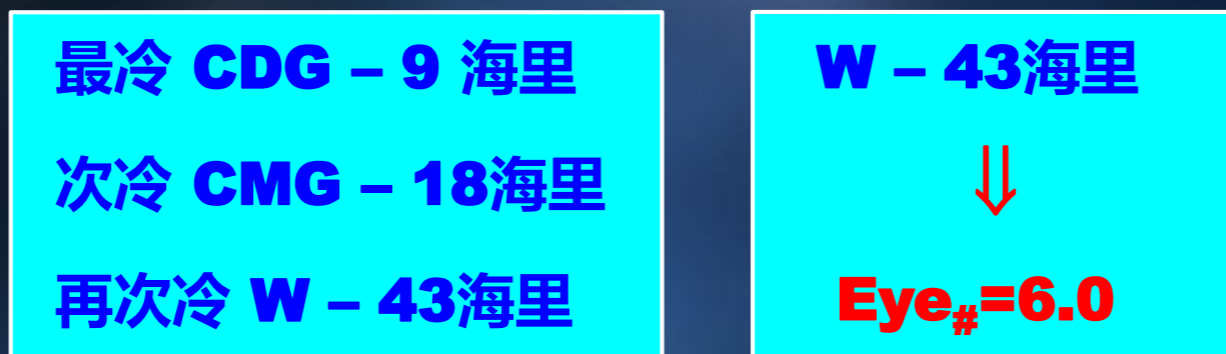
- ✓ **确定眼指数 (Eye_#)**



● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

✓ 确定眼指数 (Eye_#)

- 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_#) 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 ≥ 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

● 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

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：

- 使用对角线右侧调整值：

① 大眼

large eye ;

② 长环形眼

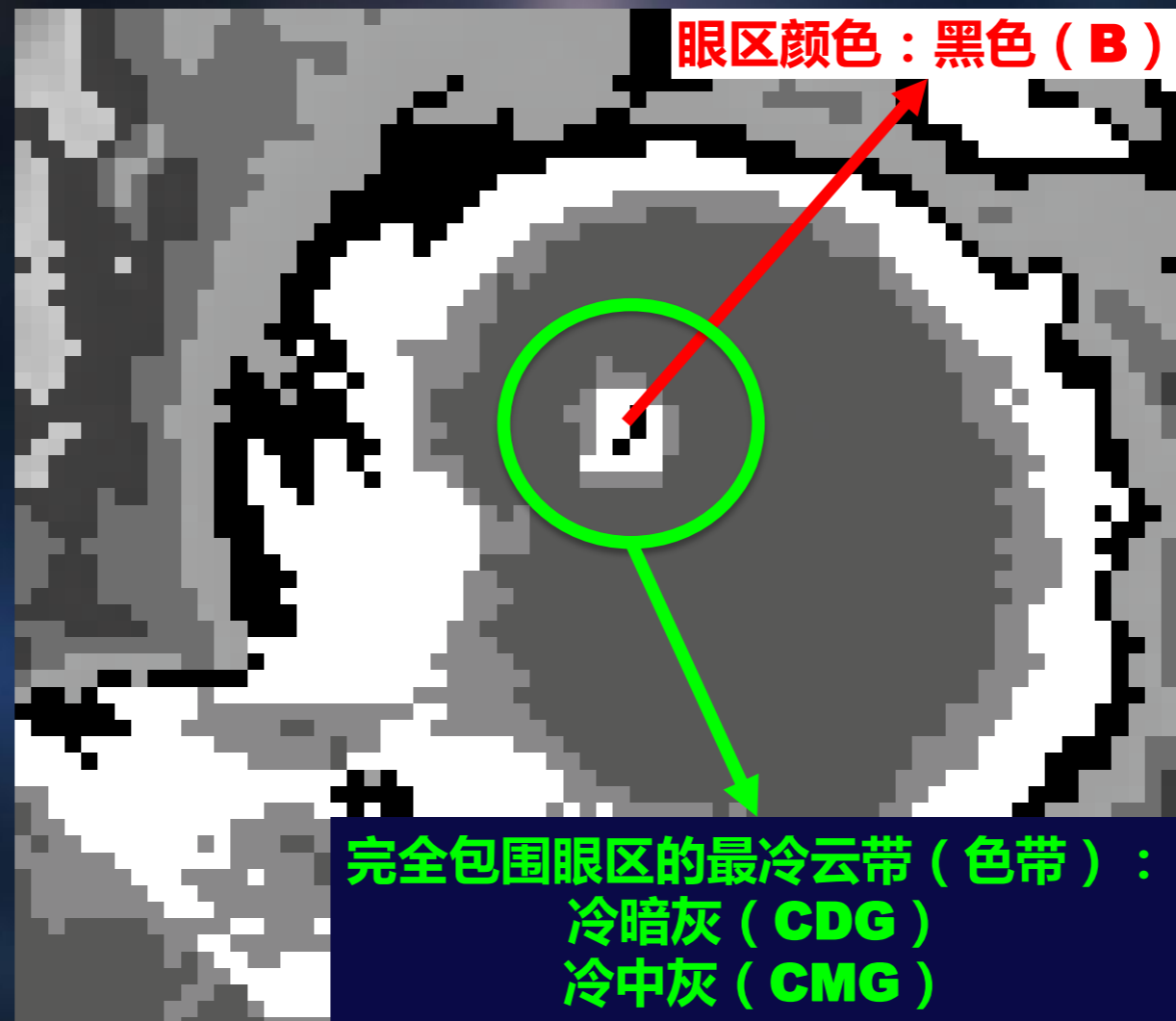
elongated eye

- Eye_# ≥ 4.5 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)

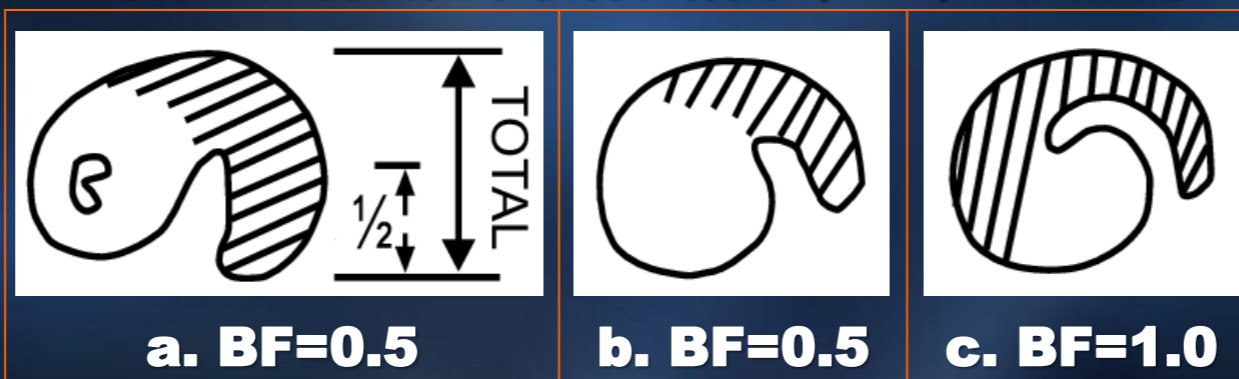
- 系统存在一条明显的逗点状尾云带时，同时满足 $CF < MET$ 与 $CF > 4.0$ ，进行BF调整
- 若没有带状特征指数分析，红外眼型的最大资料分析指数 (DT) 只能达到7.5，只有加上带状特征指数，DT才能达到8.0
- 尾云带为MG或更冷，环绕中心或逗点状的云带至少达1/4弧长
- 尾云带与中心云区间存在DG或更暖的暖云楔

● Step 2C – 红外云图眼型分析流程

✓ 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 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定带状特征指数 (BF)**



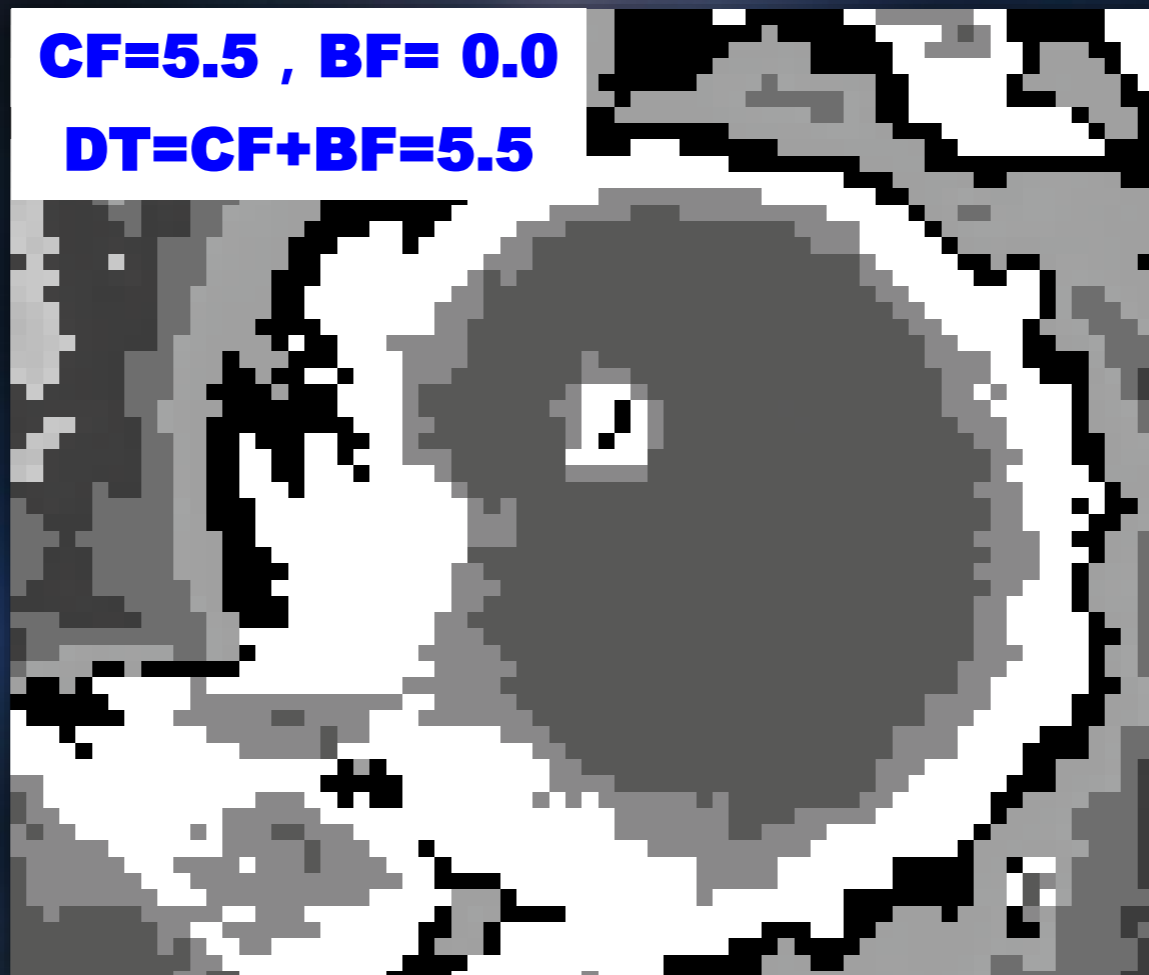
- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

- ✓ **确定资料分析指数 (DT)**

$$DT=CF+BF$$

$$CF=5.5, BF=0.0$$

$$DT=CF+BF=5.5$$



- **Step 2C – 红外云图眼型分析流程**

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

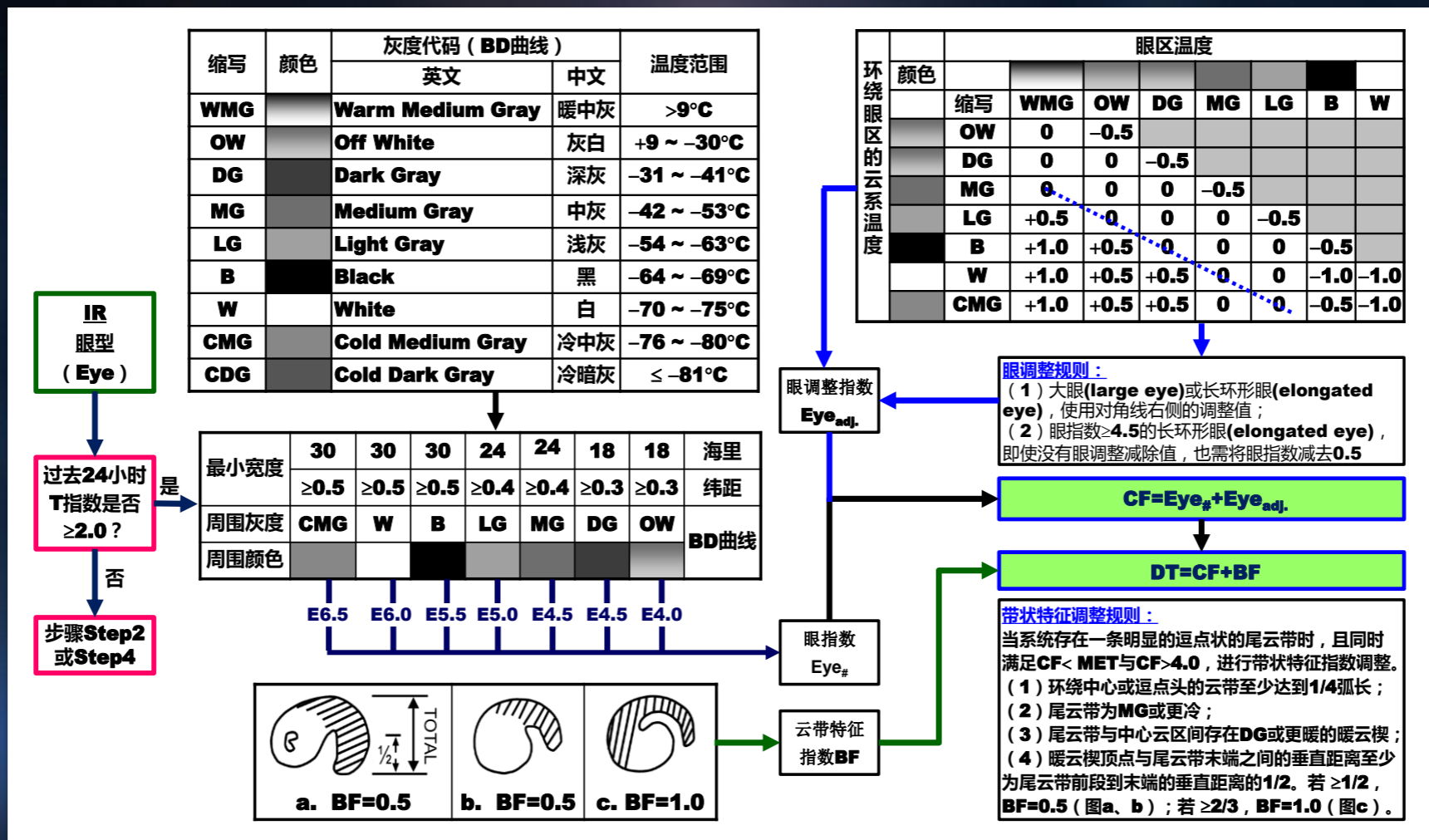
- 台风距卫星近，天顶角或视角小，对强度分析的影响小
- 台风离卫星较远，如位于全圆盘图像的边缘，天顶角或视角较大，卫星观测的云顶亮温较低，且眼区有可能被云所覆盖，眼区亮温也较低，因此进行Dvorak分析时，**应尽量可能使用距台风较近的卫星**

- **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

● Step 2C – 红外云图眼型分析流程



红外云图眼型分析流程图

- **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 ≥ 3.5 ？** 若是采用嵌入中心型分析，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

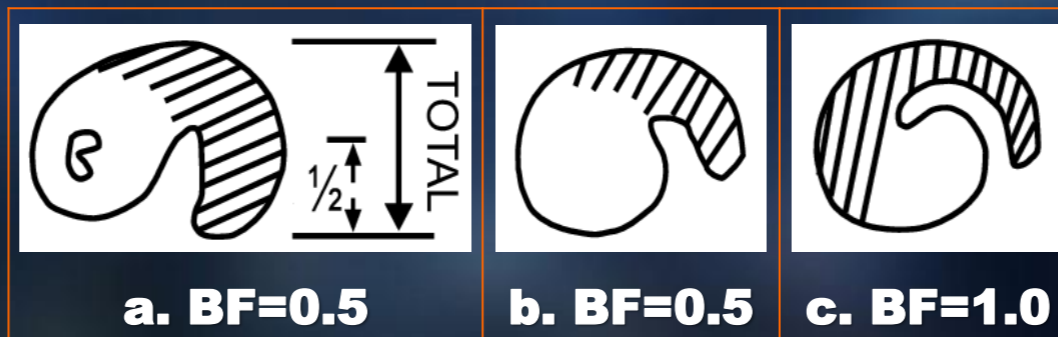
环绕中心的云带环颜色	W 或更冷	B	LG	MG	DG	OW
嵌入距离 (°) (最小宽度)	≥0.6	≥0.6	≥0.5	≥0.5	≥0.4	≥0.4
中心特征指数 (CF)	5.0	5.0	4.5	4.0	4.0	5.0

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)**

- 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**



红外眼型分析流程带状特征指数 (BF) 确定规则

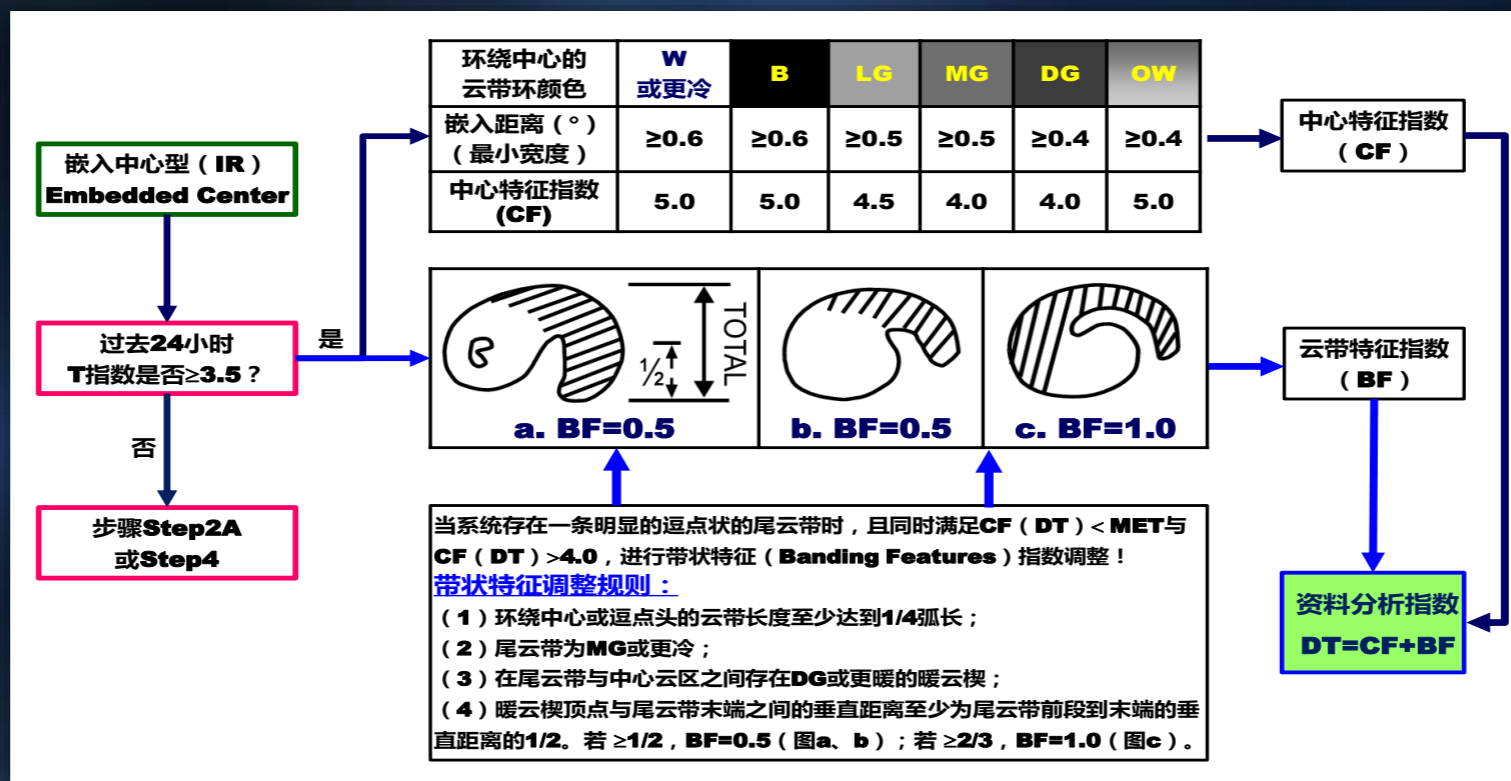
● Step 2E - 嵌入中心型 (IR) -- Embedded Center

✓ 确定资料分析指数 (DT)

$$DT=CF+BF$$

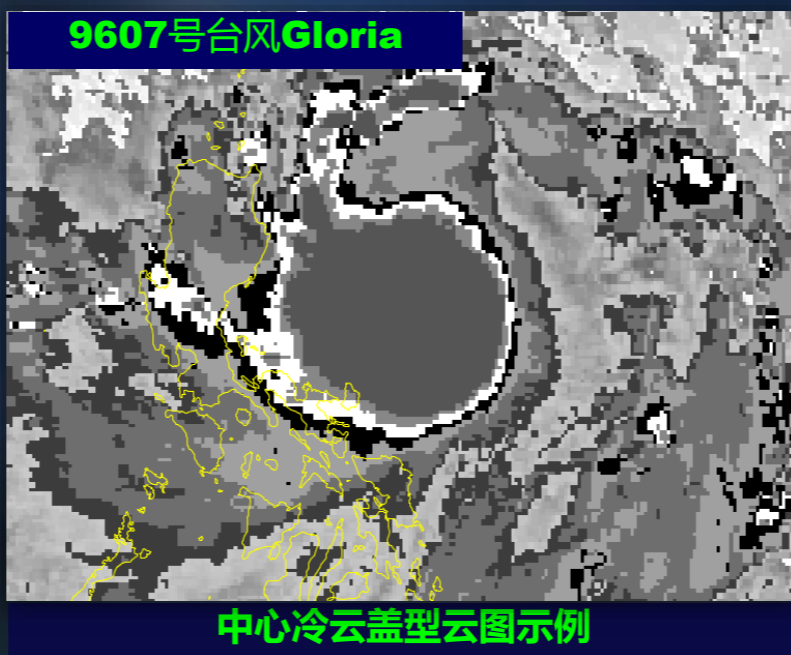
- 确定最终强度指数FT时，应更多参考模式期望指数MET

✓ 嵌入中心型分析流程图



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

- ✓ 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，为中心冷云盖型
- ✓ 适用于VIS and IR云图



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

- ✓ **中心冷云盖云型特征**

- 外形浑圆或逗号状的深层强对流云团
- 边缘清晰，外螺旋环流不明显
- 云顶亮温 ($< -70^{\circ}\text{C}$) 卷云区域范围大 ($> 60\%$)、呈不均匀分布，覆盖台风大部份区域
- 云盖内降雨剧烈，但不集中在中心附近

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

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

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

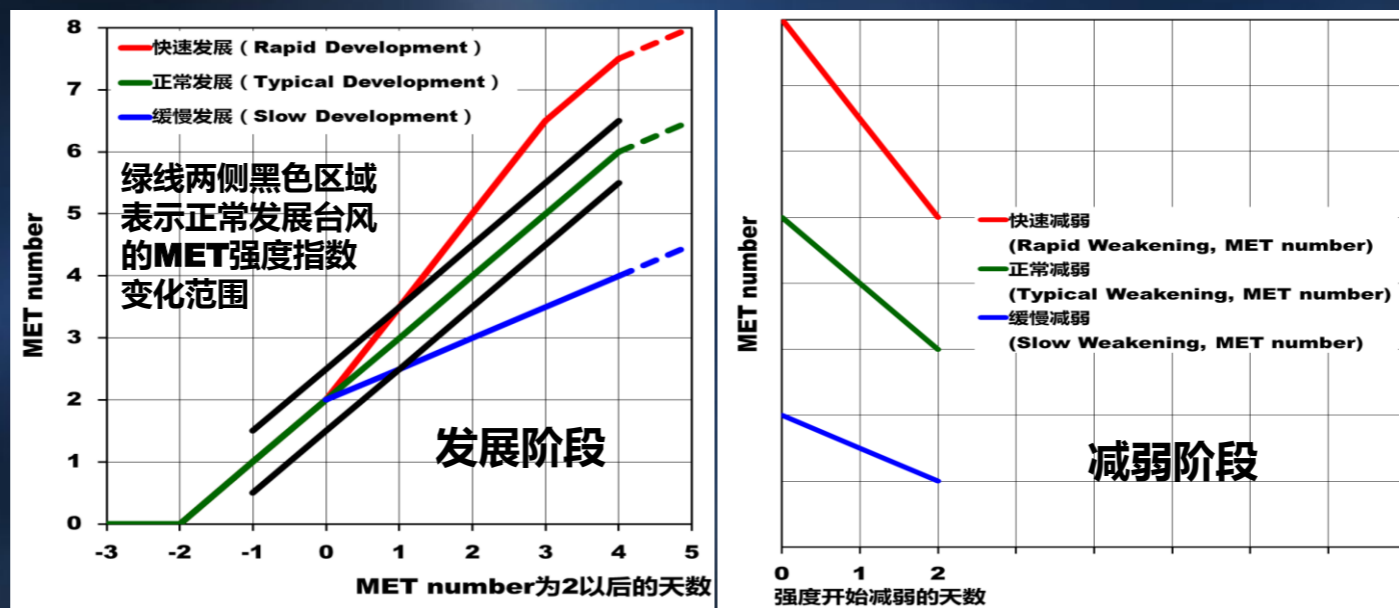
- ✓ **资料分析指数 (DT) 的确定**

- **过去T指数 ≤ 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 ≥ 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小时强度变化趋势

通过将当前卫星图像与24小时前图像相比较确定

- ✓ 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



Dvorak台风强度发展模式曲线

- **Step 4 – 确定系统过去24小时强度变化趋势**

通过将当前卫星图像与24小时前图像相比较确定

- ✓ **热带扰动分析启动时，最初强度发展趋势定义为正常发展（D）**
- ✓ **热带扰动分析启动后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**

- 台风中心或眼区特征变化以及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

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

- **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小时前最终强度指数(FT)之和**

- ① **快速发展/减弱 (D+/W+)**

- MET=24h前FT+/-1.5**

- ② **正常发展/减弱 (D/W)**

- MET=24h前FT+/-1.0**

- ③ **缓慢发展/减弱 (D-/W-)**

- MET=24h前FT+/-0.5**

- ④ **强度无明显变化 (S)**

- MET=24h前FT**

● **Step 5 – 确定模式期望指数**



















-- **Model Expected T- Number , MET**

- ✓ **MET**可视为是**T**指数粗略估计值，也可以理解为强度变化气候平均值（**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**
- ✓ 确定模式期望指数时，不考虑眼墙替换过程，**眼墙替换过程不是Dvorak概念模式一部分**

● Step 6 – 确定云型指数

-- Pattern T Number (PT)

- ✓ 将当前台风云型特征与Dvorak事先给定的台风云系形态比对得到
- ✓ 主要在需要对MET进行调整时使用

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，根据分析的MET，选择与MET对应一栏或左右相邻两栏与当前云型特征比对，然后选择与其匹配最好的型态对应的云型指数作为当前台风PT
- ✓ 若当前台风云型特征与MET对应一栏相邻右（左）栏型态更为匹配时，在MET加上（减去）0.5作为当前台风PT
- ✓ 若匹配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PT
- ✓ 若是中心冷云盖型，直接跳转到Step9

- **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

$$PT = MET \quad \text{或} \quad PT = MET \pm 0.5$$

- **DT非常清晰，则PT=DT**
- 仅当云系非常强或非常弱时，**PT ≠ MET**，否则**PT=MET**
- **当云系不清楚，强度确定非常困难时，PT=MET**
- **PT ≥ MET+1.0**，表示分析错误

- **Step 7 – 确定最终强度指数**

- **Final-T number (FT)**

- ✓ **FT确定规则**

- 云系特征 (DT) 清晰

- FT=DT**

- 云系特征 (DT) 不清晰，但云型 (PT) 可识别

- FT=PT**

- 云系特征 (DT) 不清晰，且云型 (PT) 难识别

- FT=MET**

- **Step 8 – 最终强度指数限制规则**

- **Final-T number Constraints**

- ✓ **FT限制规则**

- 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

● **Step 8 – 最终强度指数限制规则**

-- **Final-T number Constraints**

✓ **FT限制规则**

- **FT=1.0后的24小时内，FT必须 ≤ 2.5**
- **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 \leq FT \leq 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确定原则得到的指数**

- ✓ **CI确定规则**

- **台风发展阶段，CI=FT**

- **台风减弱阶段，CI>FT**

- 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**

● 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指数与中心最大风速经验关系，确定中心最大风速
- ✓ 基于台风风压关系，确定中心最低海平面气压

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

● **Dvorak技术的局限性**

假定台风特定云型特征与台风强度发展特定阶段存在对应关系，根据典型台风通过统计得来，不能完全反映所有台风强度变化的实际情况。

- ✓ **对一些尺度小或移速快的台风会产生较大偏差**
- ✓ **对快速加强台风，Dvorak限定规则不能真实反映台风强度突变，操作中可不受限定规则的约束**
- ✓ **对尺度大的台风，台风中心附近缺少深对流，Dvorak常低估强度**

● Dvorak技术的局限性

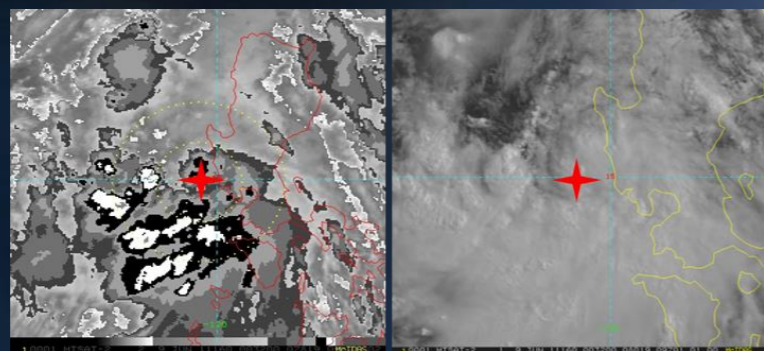
- ✓ 同时具有斜压性和正压性特征的温带气旋，尤其变性中/后台风，中心附近缺乏深对流，强度易低估
- ✓ 临近登陆台风，受地形影响，中心附近对流云系减弱、形态松散，常低估强度，而在海岸地形向岸风作用下，地面风速会非常大
- ✓ 临近登陆或靠近大型岛屿台风，Dvorak会出现较大偏差，这时需综合各种观测资料，靠近台风中心附近的地面、海岛及浮标资料，是确定台风强度的主要依据

台风个例分析



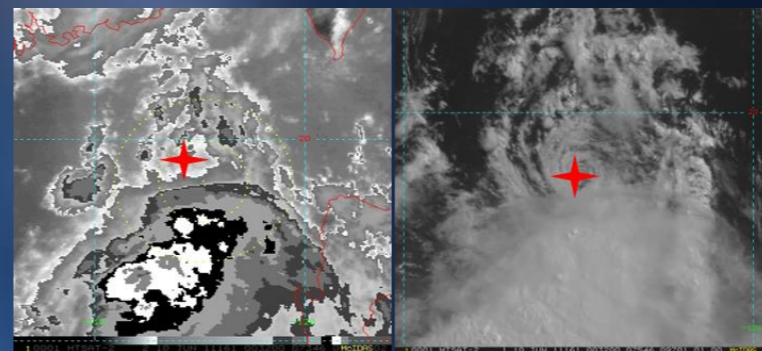
● 1103号台风“莎莉嘉”

✓ 2011年6月10日08时CI指数以及强度估计



2011年6月9日08时

FT指数 = 1.5

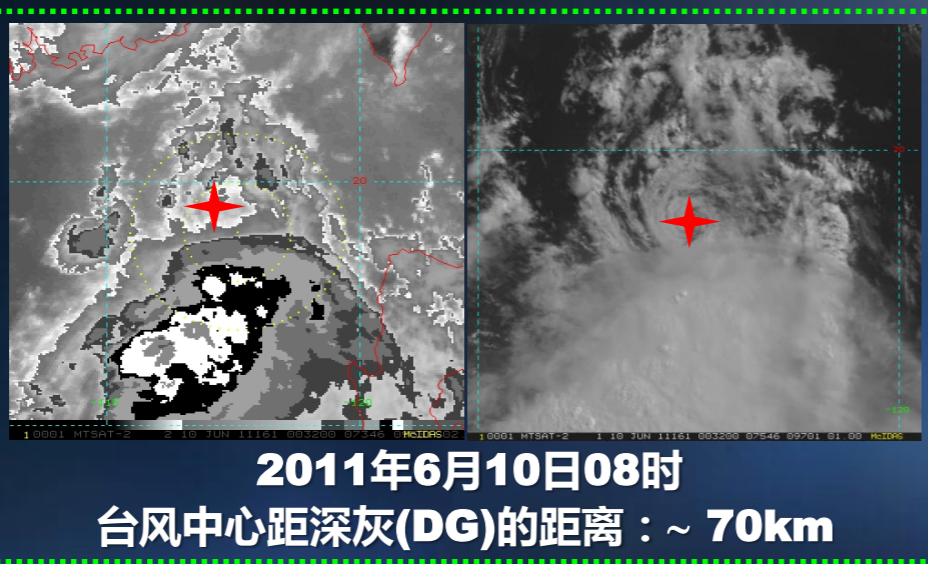


2011年6月10日08时

中心距深灰(DG)的距离：~ 70km

第一步：确定资料分析指数DT

确定台风云型特征 → 切变型 → 切变型分析流程

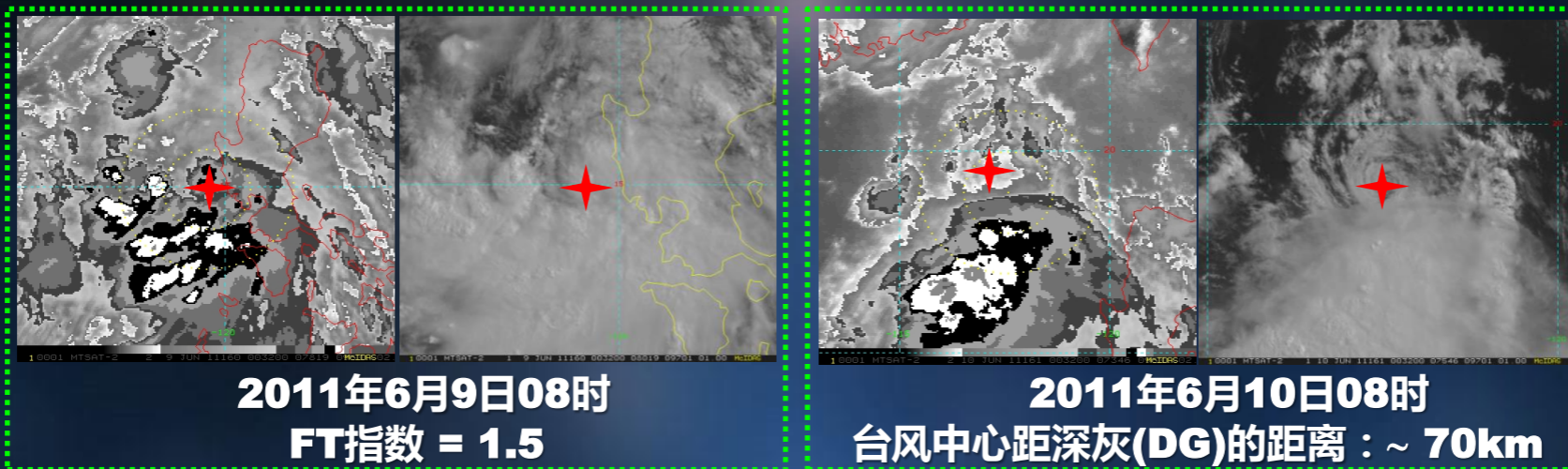


第二步：确定模式期望指数MET

- ✓ 确定台风过去24小时强度变化趋势

通过将当前的卫星图像与24小时前的图像相比较而确定

正常发展 D



- ✓ 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+

MET=24h前FT+/-1.5

② 正常发展/减弱

D/W

MET=24h前FT+/-1.0

③ 缓慢发展/减弱

D-/W-

MET=24h前FT+/-0.5

④ 强度无明显变化

S

MET=24h前FT

$$\text{MET} = 24\text{h前FT} + 1.0 = 1.5 + 1.0 = 2.5$$

第三步：确定云型指数PT

✓ 将当前台风云型特征与Dvorak事先给定云系形态比对得到

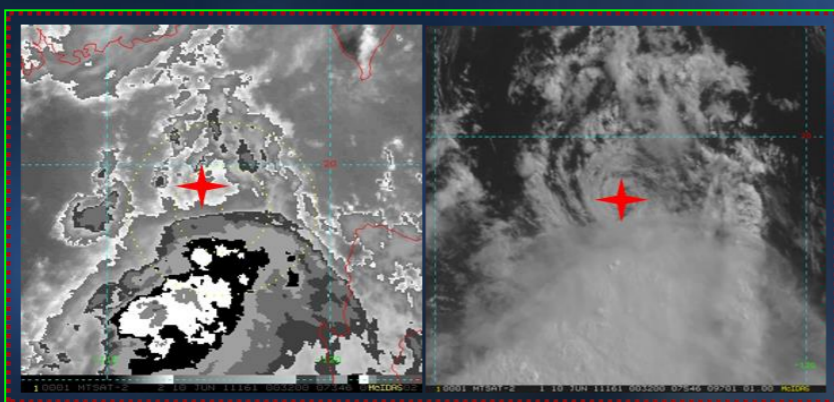
- 根据分析的MET，选择与MET对应一栏或左右相邻两栏与当前云型特征比对，选择与其匹配最好的云型对应的指数作为当前台风PT

• **PT的取值规则**

- ① 理论取值范围： $PT=MET$ 或 $PT=MET\pm 0.5$
- ② DT非常清晰，则 $PT=DT$
- ③ 仅当云系非常强或非常弱时， $PT\neq MET$ ，否则 $PT=MET$
- ④ 云系不清楚，强度确定非常困难时， $PT=MET$
- ⑤ $PT \geq MET+1.0$ ，表示分析错误

云型：C2

云型指数：PT=2.5



当前台风云图
2011年6月10日08时

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)						

第四步：确定最终强度指数FT

✓ FT确定规则

- 云系特征 (DT) 清晰, $FT=DT$
- 云系特征 (DT) 不清晰, 但云型 (PT) 可识别, $FT=PT$
- 云系特征 (DT) 不清晰, 且云型 (PT) 难识别, $FT=MET$

✓ FT限制规则

云系特征 (DT) 清晰

$FT=DT=2.5$

- 初始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 ≤ 2.5 ;
- $FT < 4.0$ 时, 6小时变化量不能超过0.5;
- 当 $FT \geq 4.0$ 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;
- $MET-1.0 \leq FT \leq MET+1.0$

第五步：确定台风现时强度指数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**确定原则得到的指数
- ✓ **CI**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**FT** 0.5或1.0
 - 台风再次发展时，**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

台风处于发展阶段

CI=FT=2.5

第六步：确定中心风速和气压（台风风压关系应用）

- ✓ 通过CI指数与中心最大风速经验关系，确定中心最大风速
- ✓ 基于台风风压关系，确定中心最低海平面气压

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

CI = 2.5

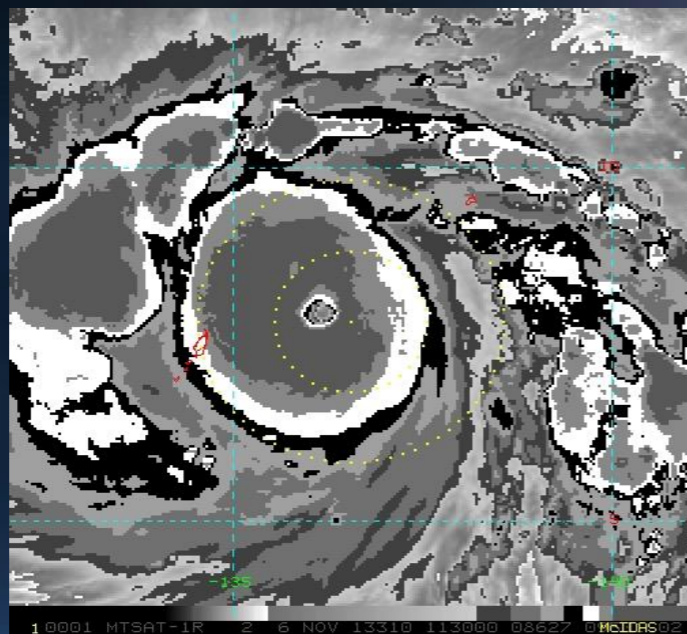
“莎莉嘉”

中心风速：18米/秒

中心气压：998百帕

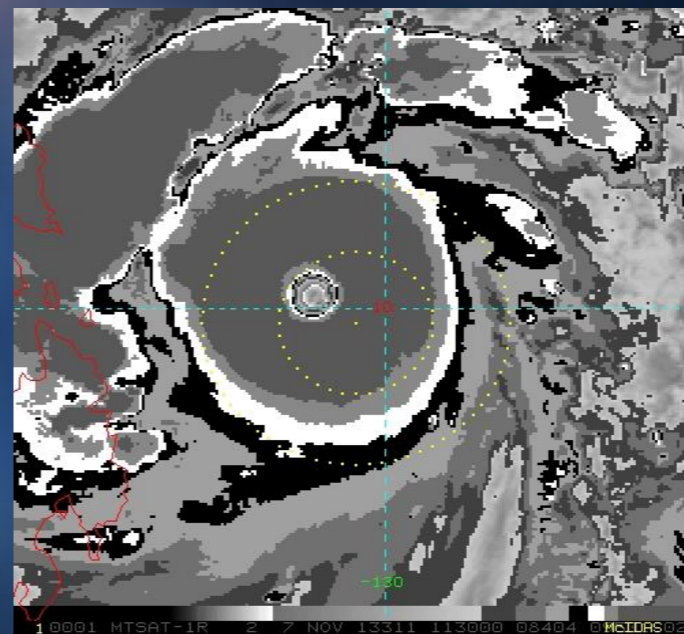
● 1330号台风“海燕”

✓ 2013年11月7日20时CI指数以及强度估计



2013年11月6日20时

FT指数 = 7.0



2013年11月7日20时

- ✓ 满足最小宽度限制的环绕台风眼的最冷色带
颜色为：CDG，且最小宽度为：~150km
- ✓ 台风眼的温度颜色为：WVG

第一步：确定资料分析指数DT

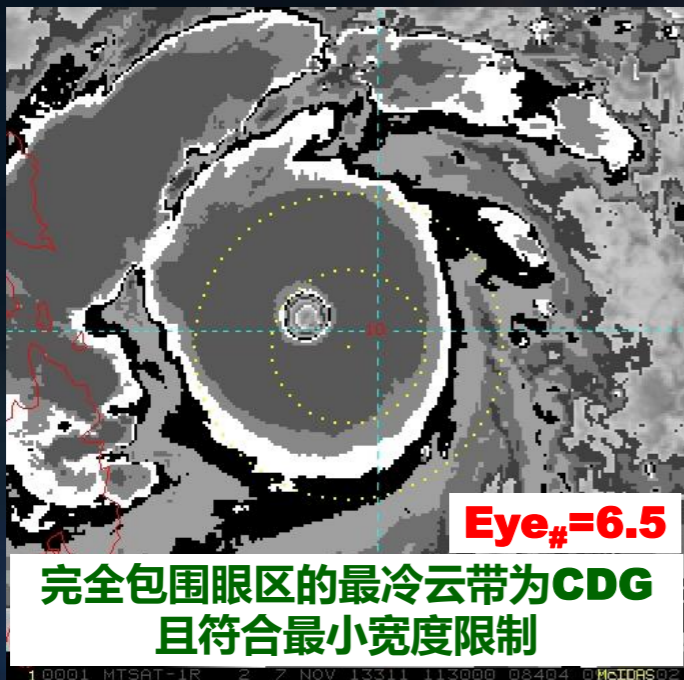
确定台风云型特征 → 眼型 → 眼型分析流程

- ✓ 首先确定该系统过去24小时最终强度指数（FT）是否 >2.0 ？若不满足，则返回，使用弯曲云带型、切变型分析流程或跳过确定系统过去24小时强度变化趋势
- ✓ 必须使用红外BD增强云图
- ✓ 不使用台风中心，而使用台风眼区分析



第一步：确定资料分析指数DT

(1) 确定眼指数 (Eye_#)



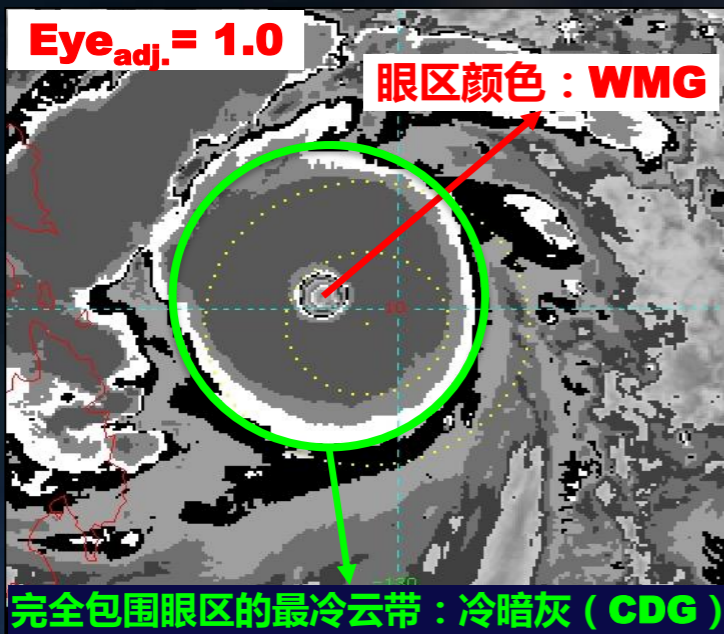
- 找出完全包围台风眼区的最冷云带 (色带)
- 测量最冷云带 (色带) 内边缘与外边缘的宽度
- 最冷云带 (色带) 宽度是否满足最小宽度限制
- 若最冷云带 (色带) 的最小宽度不满足最小宽度限制, 则测量完全包围台风眼区的次冷云带 (色带) 的宽度, 以此类推
- 根据满足最小宽度限制的完全包围台风眼区的云带颜色, 确定眼指数

红外云图眼型分析流程眼指数 (Eye_#) 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	

第一步：确定资料分析指数DT

(2) 确定确定眼调整指数($Eye_{adj.}$)



- 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)确定 $Eye_{adj.}$;
- 最冷云带不考虑最小宽度的限制
- 对于眼区直径 ≥ 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

(3) 确定中心特征指数(CF)

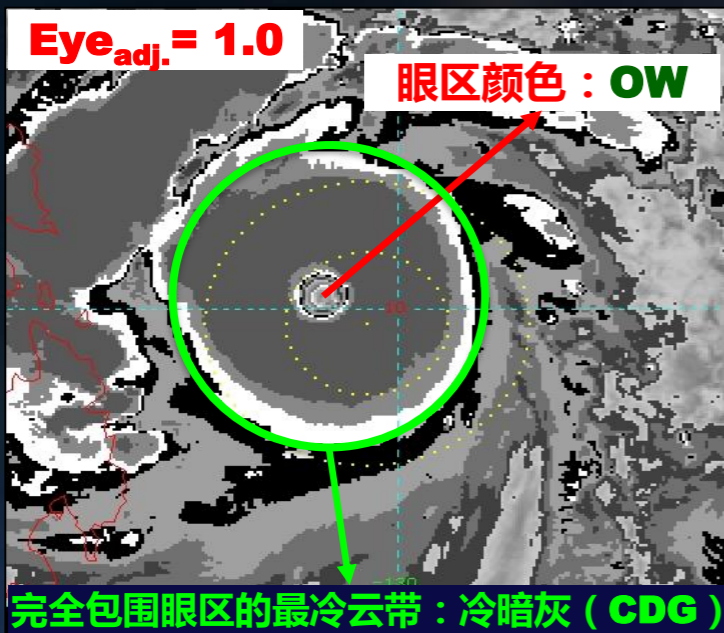
$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.}$$

$$= 6.5 + 1.0 = 7.5$$

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

第一步：确定资料分析指数DT

(2) 确定确定眼调整指数($Eye_{adj.}$)



- 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)确定 $Eye_{adj.}$;
- 最冷云带不考虑最小宽度的限制
- 对于眼区直径 ≥ 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

(3) 确定中心特征指数(CF)

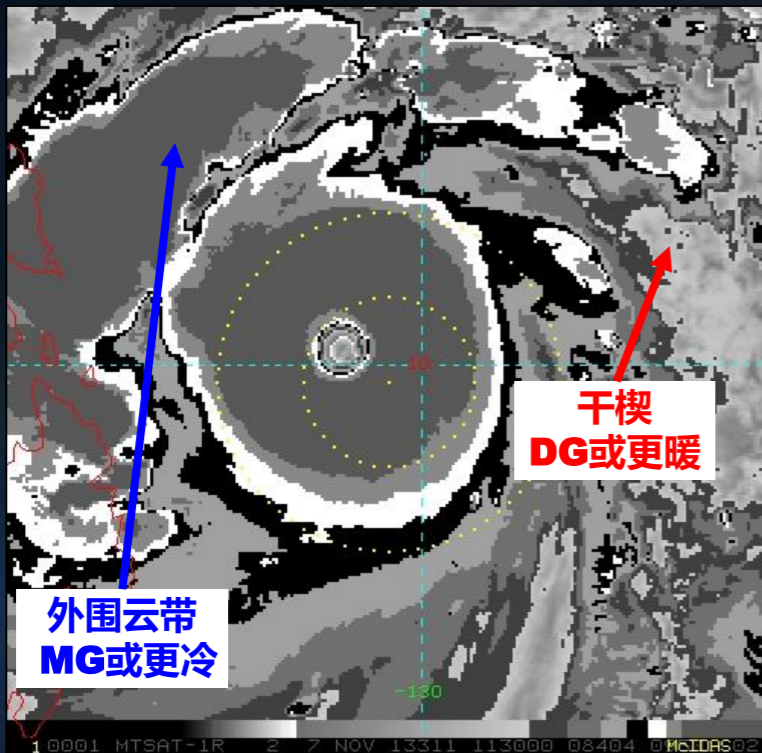
$$CF = Eye_{\#} + Eye_{adj.}$$

$$= 6.5 + 0.5 = 7.0$$

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	

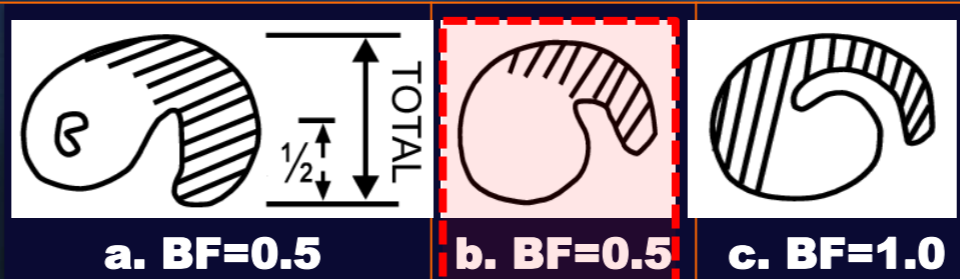
第一步：确定资料分析指数DT

(3) 确定带状特征指数 (BF)



CF=7.5 > 4.0
CF < MET=8.0
BF=0.5

- 系统存在一条明显的逗点状尾云带，同时满足**CF < MET**与**CF > 4.0**，进行**BF**调整；
- 若没有带状特征指数分析，眼型最大资料分析指数 (DT) 只能达到**7.5**，只有加上带状特征指数，DT才能达到**8.0**；
- 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；
- 环绕中心或逗点状的云带至少达**1/4**弧长；
- 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**。

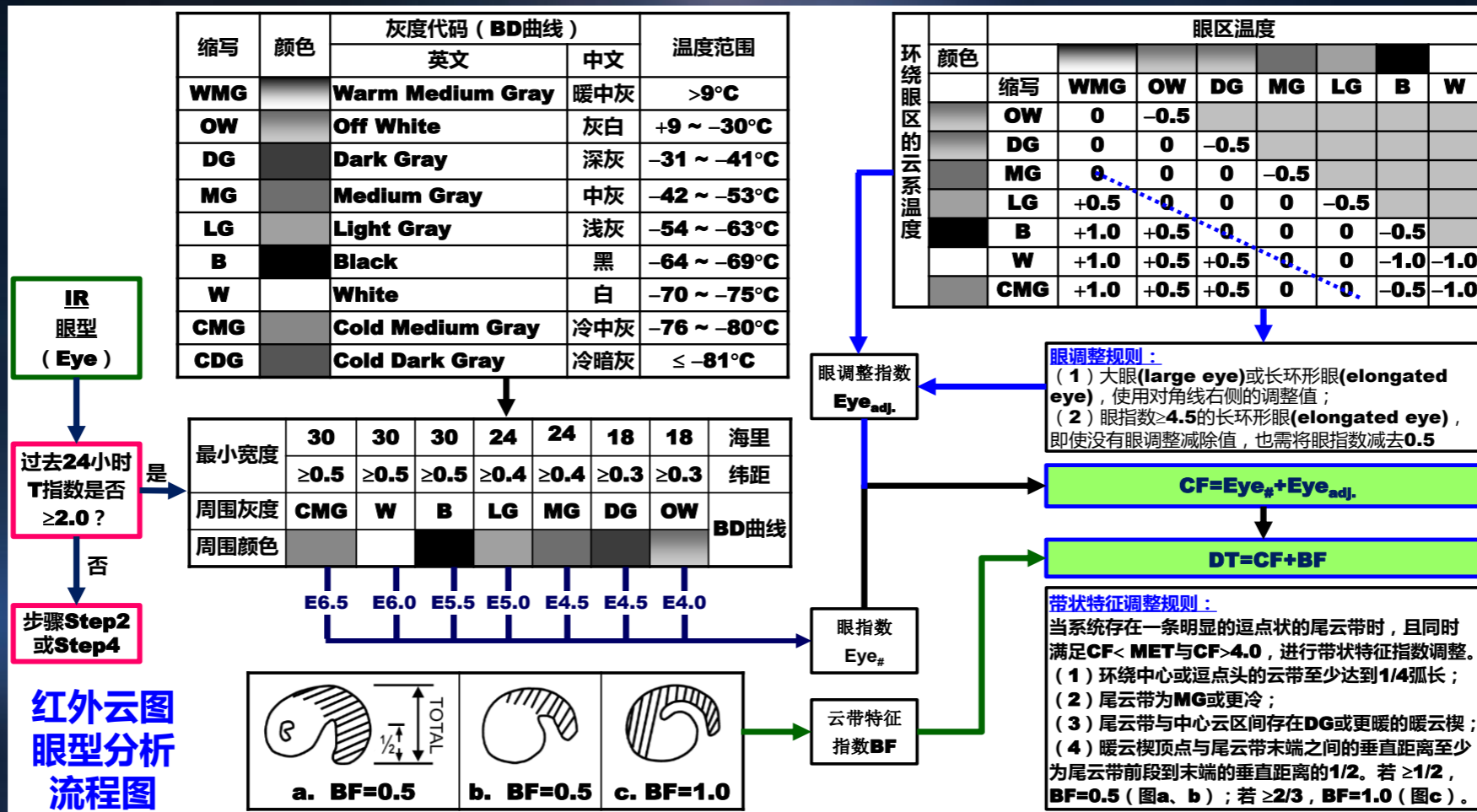


红外眼型带状特征指数 (BF) 确定规则

第一步：确定资料分析指数DT

(4) 确定资料分析指数DT

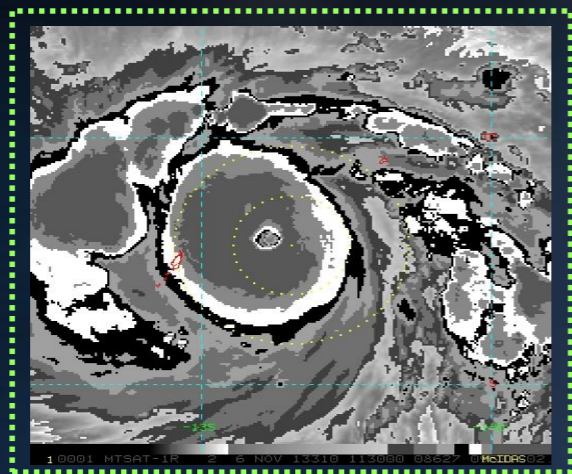
$$DT = CF + BF = \text{Eye}_{\#} + \text{Eye}_{\text{adj.}} + BF = 6.5 + 1.0 + 0.5 = 8.0$$



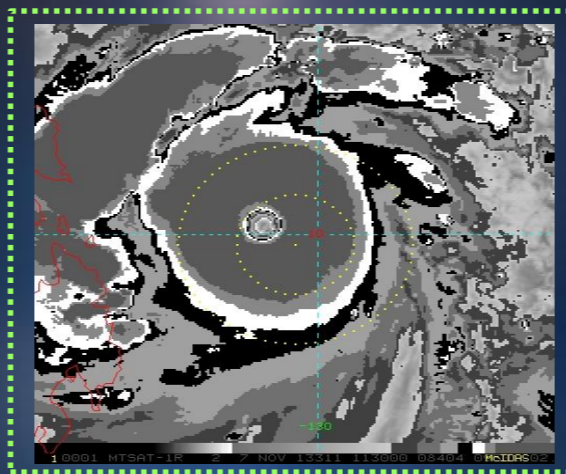
第二步：确定模式期望指数MET

✓ 确定台风过去24小时强度变化趋势

将当前卫星图像与24小时前图像相比较而确定



2013年11月6日20时, FT = 7.0



2013年11月7日20时

正常发展 D

✓ MET为过去24小时强度变化趋势与该台风24小时前最终强度指数 (FT) 之和

① 快速发展/减弱

D+/W+

MET=24h前FT+/-1.5

② 正常发展/减弱

D/W

MET=24h前FT+/-1.0

③ 缓慢发展/减弱

D-/W-

MET=24h前FT+/-0.5

④ 强度无明显变化

S

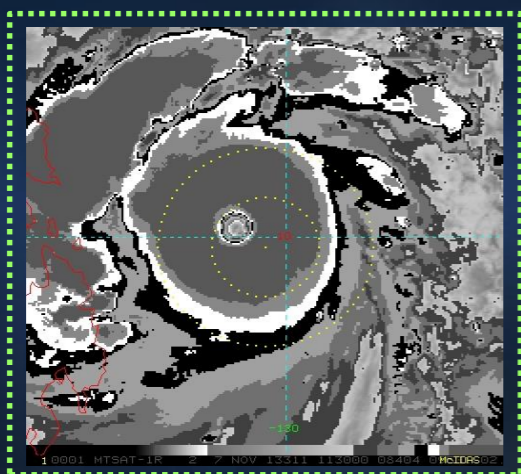
MET=24h前FT

$$\text{MET} = 24\text{h前FT} + 1.0 = 7.0 + 1.0 = 8.0$$

第三步：确定云型指数PT

- ✓ 将当前台风云型特征与Dvorak事先给定云系型态比对得到
 - 根据分析的MET，选择与MET对应一栏或左右相邻两栏与当前云型特征比对，选择与其匹配最好的云型对应的指数作为当前台风PT
 - **PT的取值规则**
 - ① 理论取值范围：PT=MET 或 PT=MET+/-0.5
 - ② DT非常清晰，则PT=DT
 - ③ 仅当云系非常强或非常弱时，PT≠MET，否则PT=MET
 - ④ 云系不清楚，强度确定非常困难时，PT=MET
 - ⑤ PT ≥ MET+1.0，表示分析错误

云型：C6
云型指数：PT=8.0



2013年11月7日20时

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)						

第四步：确定最终强度指数FT

✓ FT确定规则

- 云系特征 (DT) 清晰, $FT=DT$
- 云系特征 (DT) 不清晰, 但云型 (PT) 可识别, $FT=PT$
- 云系特征 (DT) 不清晰, 且云型 (PT) 难识别, $FT=MET$

✓ FT限制规则

- 初始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 ≤ 2.5 ;
- $FT < 4.0$ 时, 6小时变化量不能超过0.5;
- 当 $FT \geq 4.0$ 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;
- $MET-1.0 \leq FT \leq MET+1.0$

云系特征 (DT) 清晰

$FT=DT=8.0$

第五步：确定台风现时强度指数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**确定原则得到的指数
- ✓ **CI**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**FT** **0.5**或**1.0**
 - 台风再次发展时，**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

台风处于发展阶段

CI=FT=8.0

第六步：确定中心风速和气压（台风风压关系应用）

- ✓ 通过CI指数与中心最大风速经验关系，确定中心最大风速
- ✓ 基于台风风压关系，确定中心最低海平面气压

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
	72	890~895
8.0	75	885~890
	78	880~885
	80	875~880

CI = 8.0

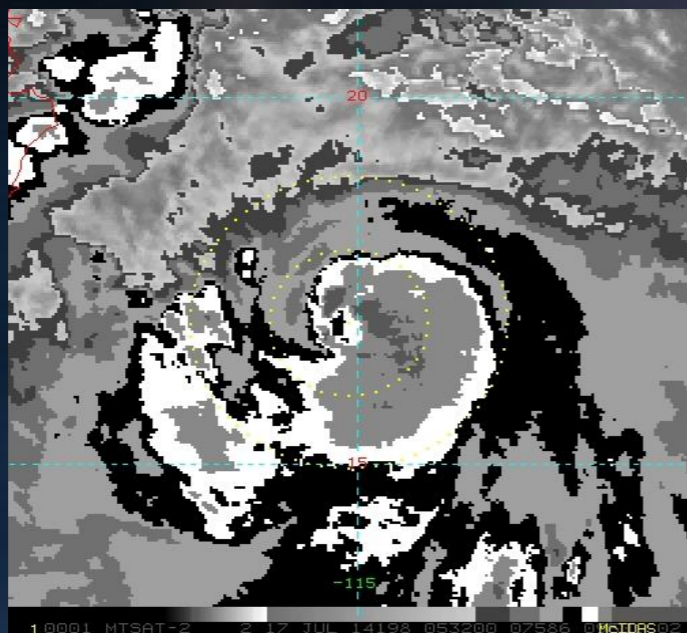
“海燕”

中心风速：75米/秒

中心气压：890百帕

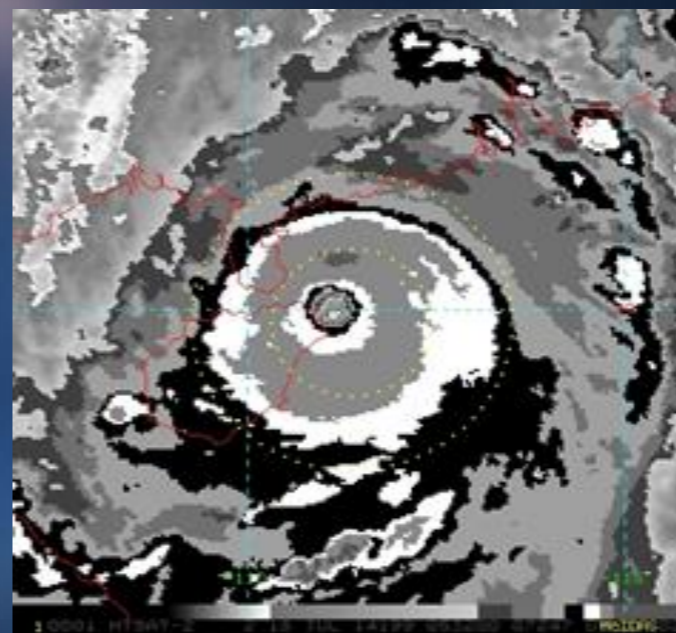
● 1409号台风“威马逊”

✓ 2014年7月18日14时CI指数以及强度估计



2014年7月17日14时

FT指数 = 4.5



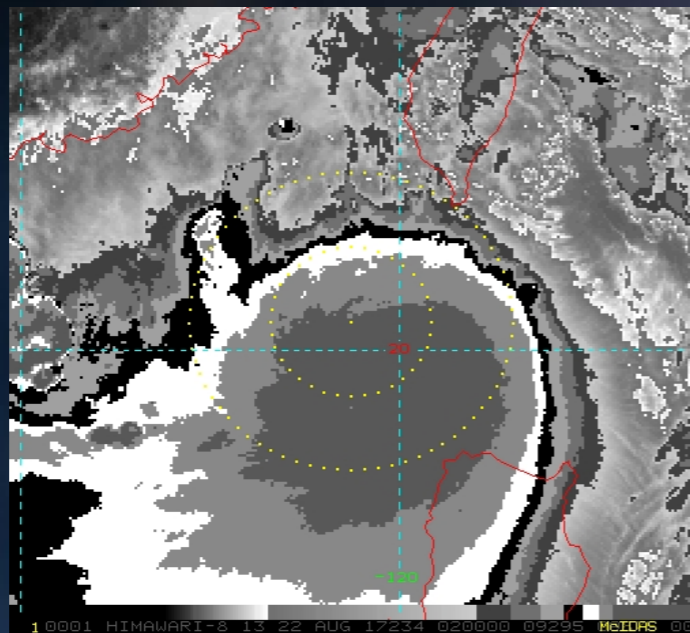
2014年7月18日14时

满足最小宽度限制的环绕台风眼的最冷色带
颜色为：**W**，且最小宽度为：**~ 90km**
台风眼的温度颜色为：**WMG**

快速发展 D+

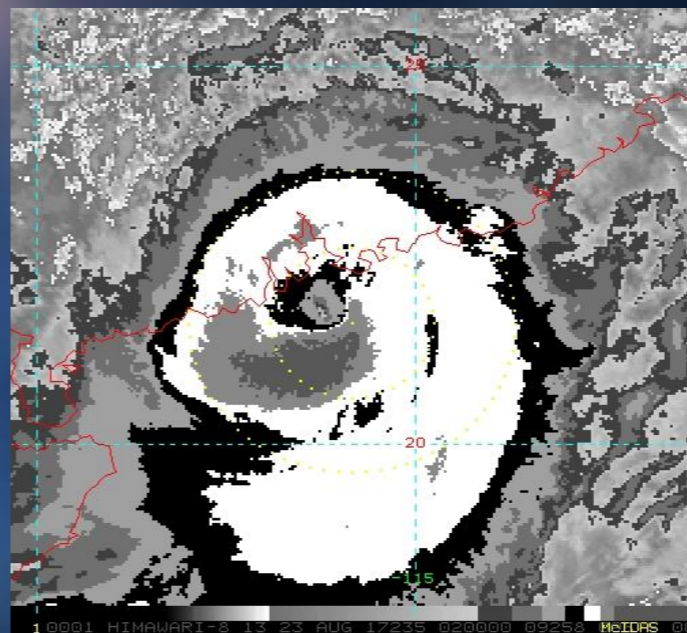
● 1713号台风“天鸽”

✓ 2017年8月23日10时CI指数以及强度估计



2017年8月22日10时

FT指数 = 3.5



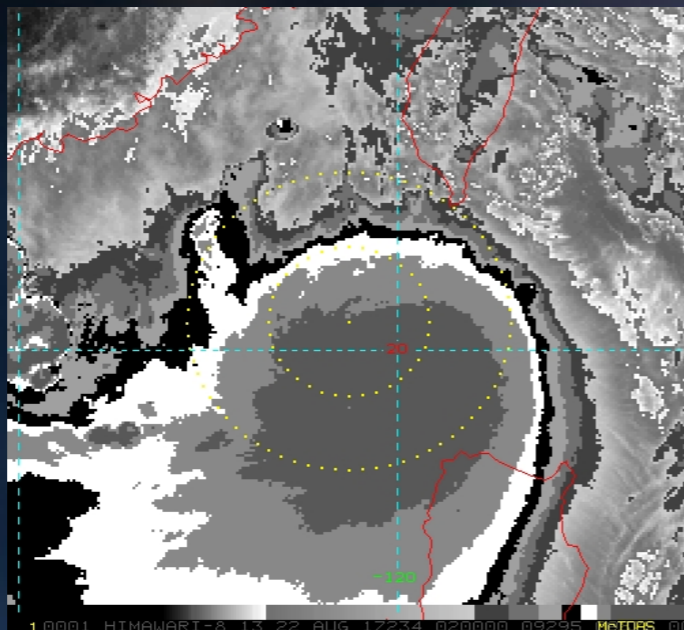
2017年8月23日10时

满足最小宽度限制的环绕台风眼的最冷色带
颜色为：**W**，且最小宽度为：**~ 85km**
台风眼的温度颜色为：**OW**

快速发展 **D+**

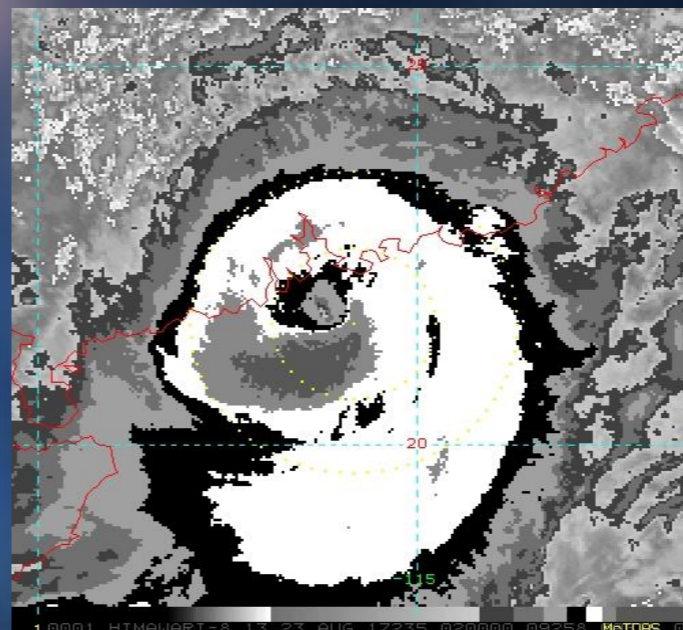
● **1713号台风“天鸽”**

✓ **2017年8月23日10时CI指数以及强度估计（眼温更高）**



2017年8月22日10时

FT指数 = 3.5



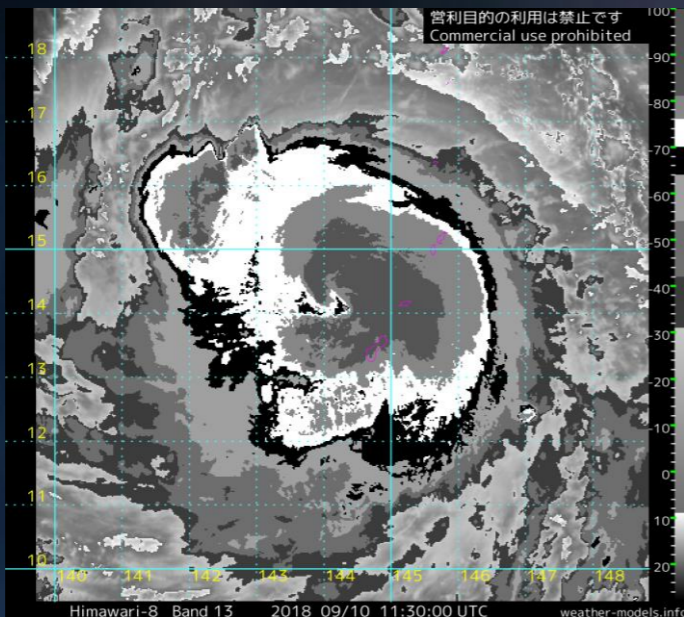
2017年8月23日10时

满足最小宽度限制的环绕台风眼的最冷色带
颜色为：**W**，且最小宽度为：**~ 85km**
如果台风眼的温度颜色为：**WMG**

快速发展 D+

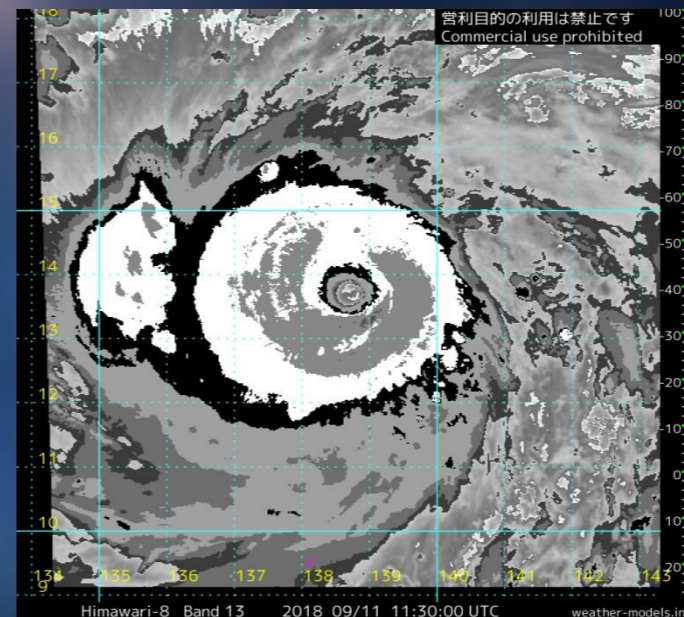
● 1822号台风“山竹”

✓ 2018年9月11日20时CI指数以及强度估计



2018年9月10日20时

FT指数 = 5.5



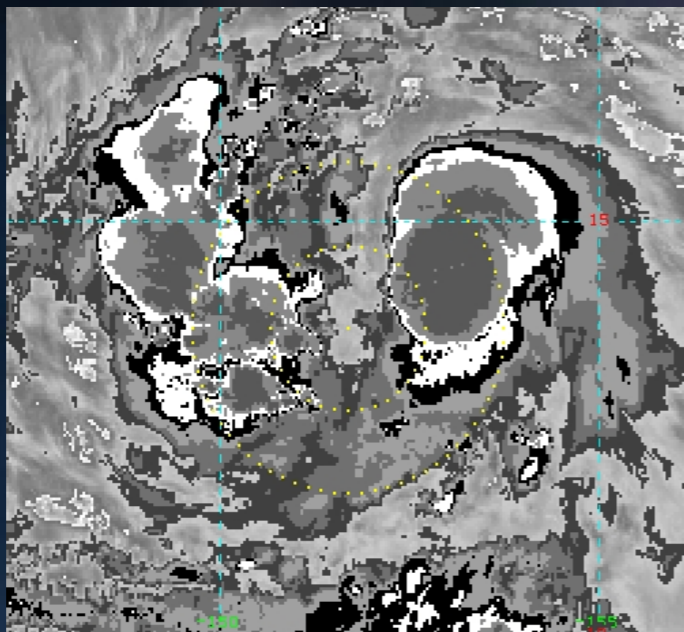
2018年9月11日20时

满足最小宽度限制的环绕台风眼的最冷色带
颜色为：**W**，且最小宽度为：**~ 125km**
台风眼的温度颜色为：**WMG**

快速发展 D+

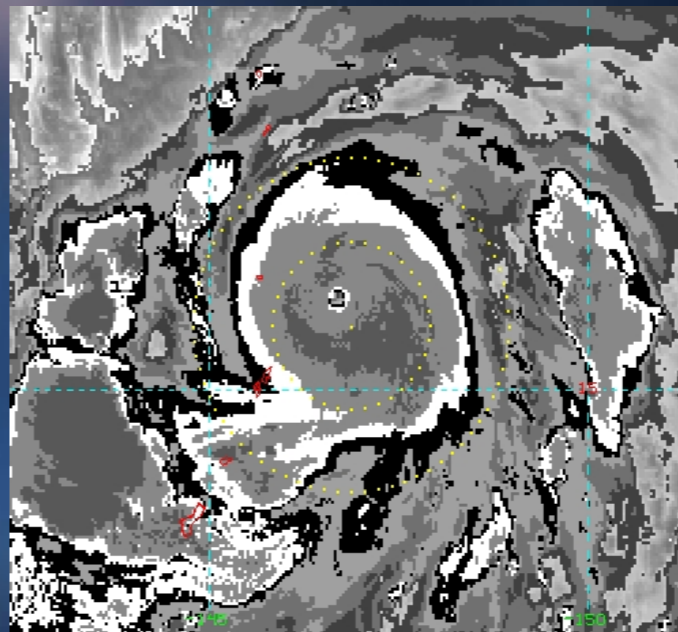
● 1919号台风“海贝斯”

✓ 2019年10月7日20时CI指数以及强度估计



2019年10月6日20时

FT指数 = 3.5



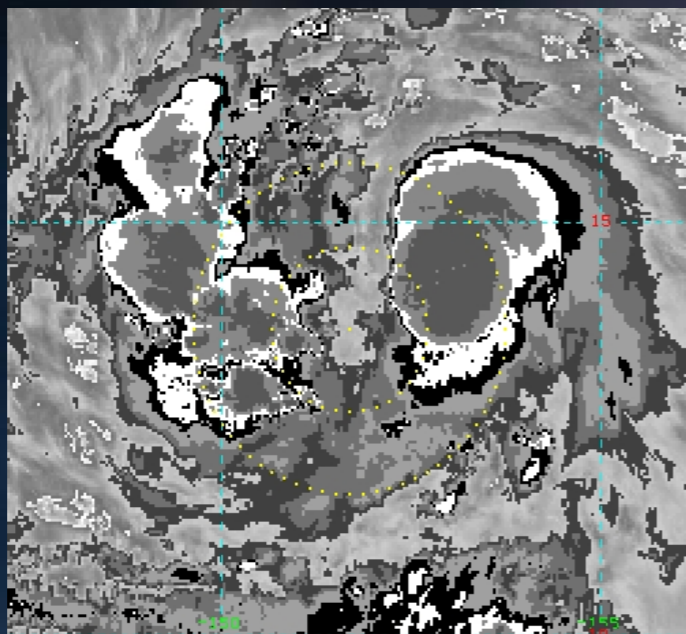
2019年10月7日20时

满足最小宽度限制的环绕台风眼的**最冷色带**
颜色为：**CMG**，且最小宽度为：**~ 150km**
台风眼的温度颜色为：**OW**

快速发展 D+

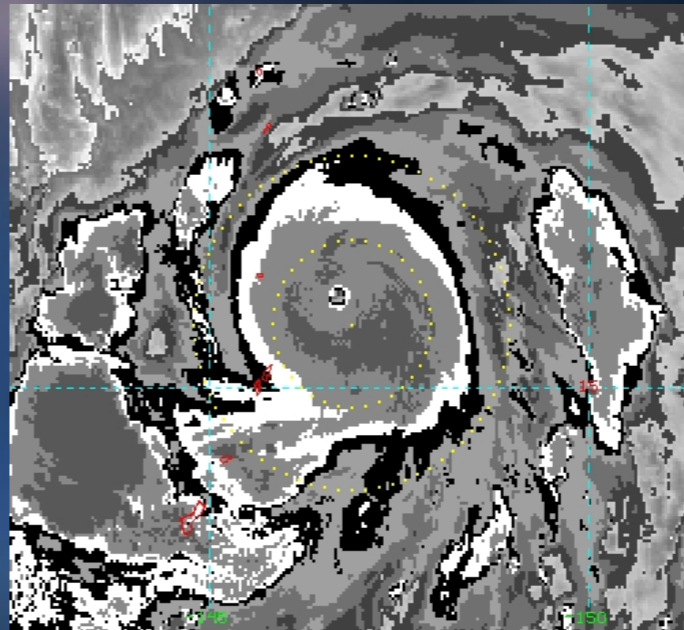
● **1919号台风“海贝斯”**

✓ **2019年10月7日20时CI指数以及强度估计（眼温更高）**



2019年10月6日20时

FT指数 = 3.5



2019年10月7日20时

满足最小宽度限制的环绕台风眼的**最冷色带**
颜色为：**CMG**，且最小宽度为：**~ 150km**
如果台风眼的温度颜色变为：**WMG**

快速发展 D+