

## 第 5 章 热带气旋强度分析 第 2 步: 测算

第 5 章至第 8 章将介绍 Dvorak 确定热带气旋强度的方法。其中第 5、6 两章介绍使用可见光和红外增强图像分析气旋强度的 Dvorak 技术及练习。第 7 章是在模拟业务运行的情况下,对热带气旋整个生命史进行分析的练习。第 8 章介绍使用红外数字资料的自动强度分析技术。

整个 Dvorak 技术包括 10 个步骤。工作单图 5-1 的最上面几行列出了这 10 步的内容。特别需要指出的是图 5-1 中的粗黑竖线将工作单分成了两个部分,左边是通过步骤 2 得到的测算结果,右边(第 3~6 步)为模式比较分析。使用步骤 7 到步骤 9 的规则,根据上述左右两部分独立的分析,得到最终的气旋强度分析结果。

本章所涉及的内容是 Dvorak 技术中步骤 2 的内容(见图 5-2)。

(见本书第 203 页,第 1 篇的图 7-3,此处略)

图 5-1 分析热带气旋强度时所要填写的工作单

Dvorak 1982.5

根据测量估计 T 指数  
(计算 DT 指数)

说明	2A·B				2C			2D	2E	DT 数计算			
	弯曲云带或切变				眼			ENO + EADJ = CF	CDO	嵌入中心		CF	BF
根据弯曲云带长度确定 DT 指数	1.5	2.5	3.5	4.5	根据 (VIS) 嵌入距离	根据 (EIR) 环境温度	根据 ENO 指数的值	根据 EADJ 调整	根据小定眼云中大小	根据中心蔽区	根据 (EIR) 环境温度	CF + BF = DT	
1.5	2.5	3.5	4.5	根据 (VIS) 嵌入距离	根据 (EIR) 环境温度	根据 ENO 指数的值	根据 EADJ 调整	根据小定眼云中大小	根据中心蔽区	根据 (EIR) 环境温度	CF	BF	DT

图 5-2 工作单(图 5-1)中与步骤 2 有关的部分

## 1. 确定资料 T 指数(DT 指数)

在步骤 2 中,对气旋强度的估计是通过测算得到的。这个基本客观的估计值称为资料 T 指数(DT 指数)。确定 DT 指数的过程如下:

- (1) 从模式中选出与所分析云系最相似的云型类别;
- (2) 通过对所选云型中与气旋强度有关的云特征进行测算,得到 DT 指数。
- (3) 如果模式中没有与所分析云系相似的云型,着手步骤 3。

步骤 2 中的云型类别为:

- 2A. 弯曲云带型;
- 2B. 切变型;
- 2C. 有限云型;
- 2D. 中心密蔽云区型(CDO);
- 2E. 嵌入中心型。

对于上述每一种云型,都需要对其与强度有关的特殊云特征进行测量。这种情况下确定的强度由 DT 指数表示。图 5-3a、b 是通过弯曲云带型或其他云型的测量确定 DT 指数的分析流程图。针对 Dvorak 方法中所涉及到的 5 种云型,图中分别给出了云特征测量值与 DT 指数之间的关系。例如,在图 5-3a 的 2A 行,与热带气旋的强度有关的特征是弯曲云带围绕气旋中心缠绕的度数。此图取自 1984 年 NOAA NESDIS 技术报告第 11 期。图 5-3a 和图 5-3b 这两张流程图在本书后半部简称为“VIS”和“EIR”分析流程图。本书附录给出了 Dvorak 方法 10 步完整的分析流程图。

对于弯曲云带型(2A)或切变型(2B),使用可见光(VIS)图和用增强红外图进行强度分析的过程基本上是相同的。不过,对于有限云型(2C),分析过程则很不相同(请看图 5-3 的 a、b)。另一个显著的不同点是中心密蔽云区型(2D)仅能用可见光云图来分析,而嵌入中心型(2E)仅能用增强红外云图来分析。不过,2D 型与 2E 型通常表现为同样的云型。

步骤 2 中的第一类云型是弯曲云带型(图 5-3a、b 中的 2A),这是在卫星图像上常见的一类热带气旋云型。对于这种类型,弯曲云带围绕云系中心的多少决定了 DT 指数的大小。图 5-4 和图 5-3a 和 b 给出了每种弯曲云带型对应的 DT 指数值。

进行弯曲云带弧距测量的第一步,是在云型上画出弯曲云带轴线。图 5-5 中,浓密云带环绕着位于 A 点的少云楔,以虚线表示的云带轴线就沿着这条浓密云带画出。这一轴线应大致与云带的内边界平行。云带中靠近 B 点的部分常常不那么密实或有断裂,在画轴线时不必考虑这一点。对于较复杂的云型,在画云带轴线之前先勾画出云带的浓密云区是一个有效的分析方法。

一旦确定了弯曲云带云型的类型,并画出了弯曲云带的轴线,就可以将其与工作单上的云型进行直观的比较,从而得到 DT 指数的估计值。如果所分析的云型介于两类相邻云型之间,则应选取它们的中间值。对于图 5-5 中的云型,我们看到它是与图 5-4 中 DT 指数为 3.5 的云型相似。

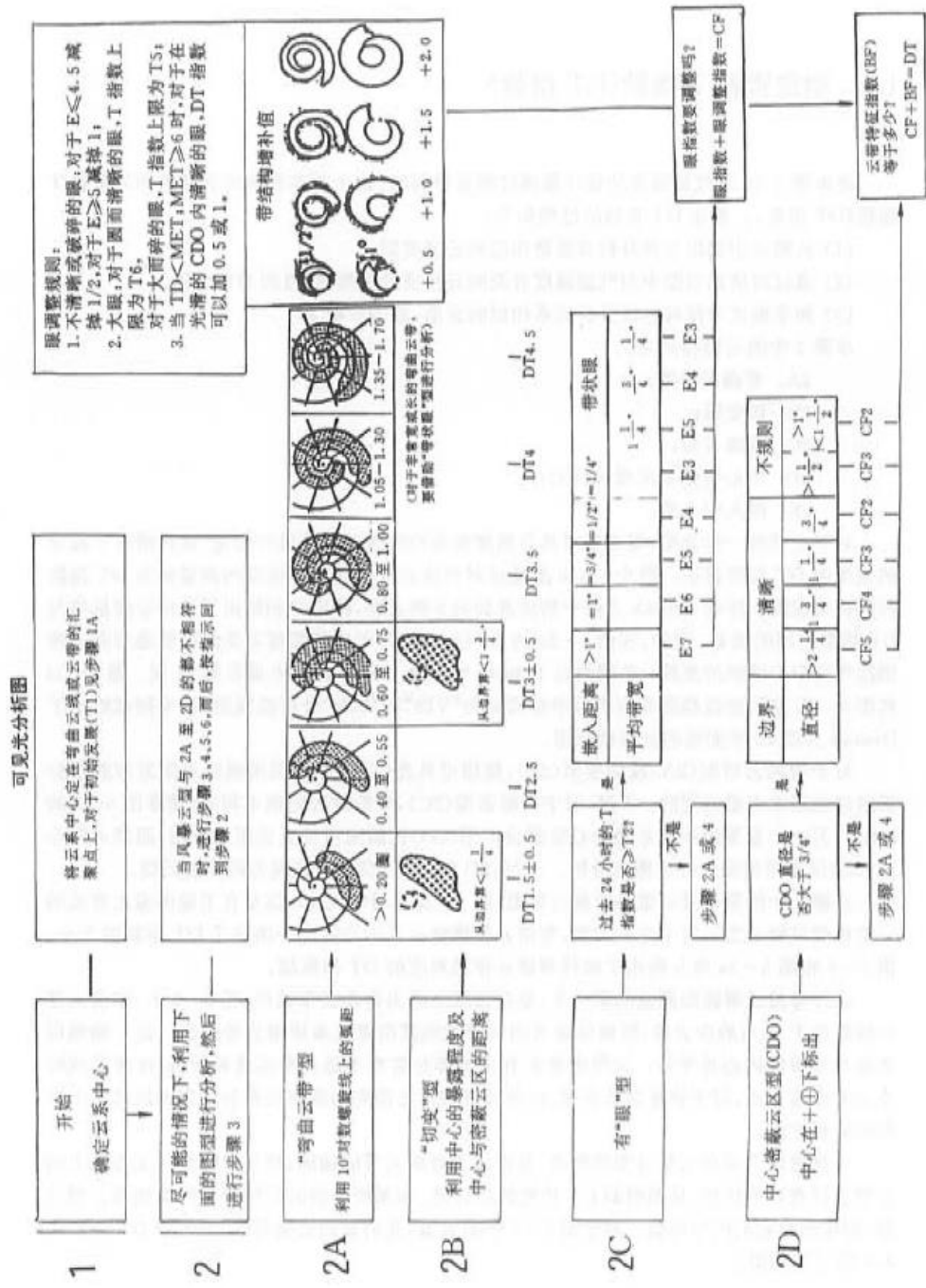


图 5-1-3 分析可见光图像时,步骤 1 和步骤 2 所用的可见光分析流程图

增强红外分析图

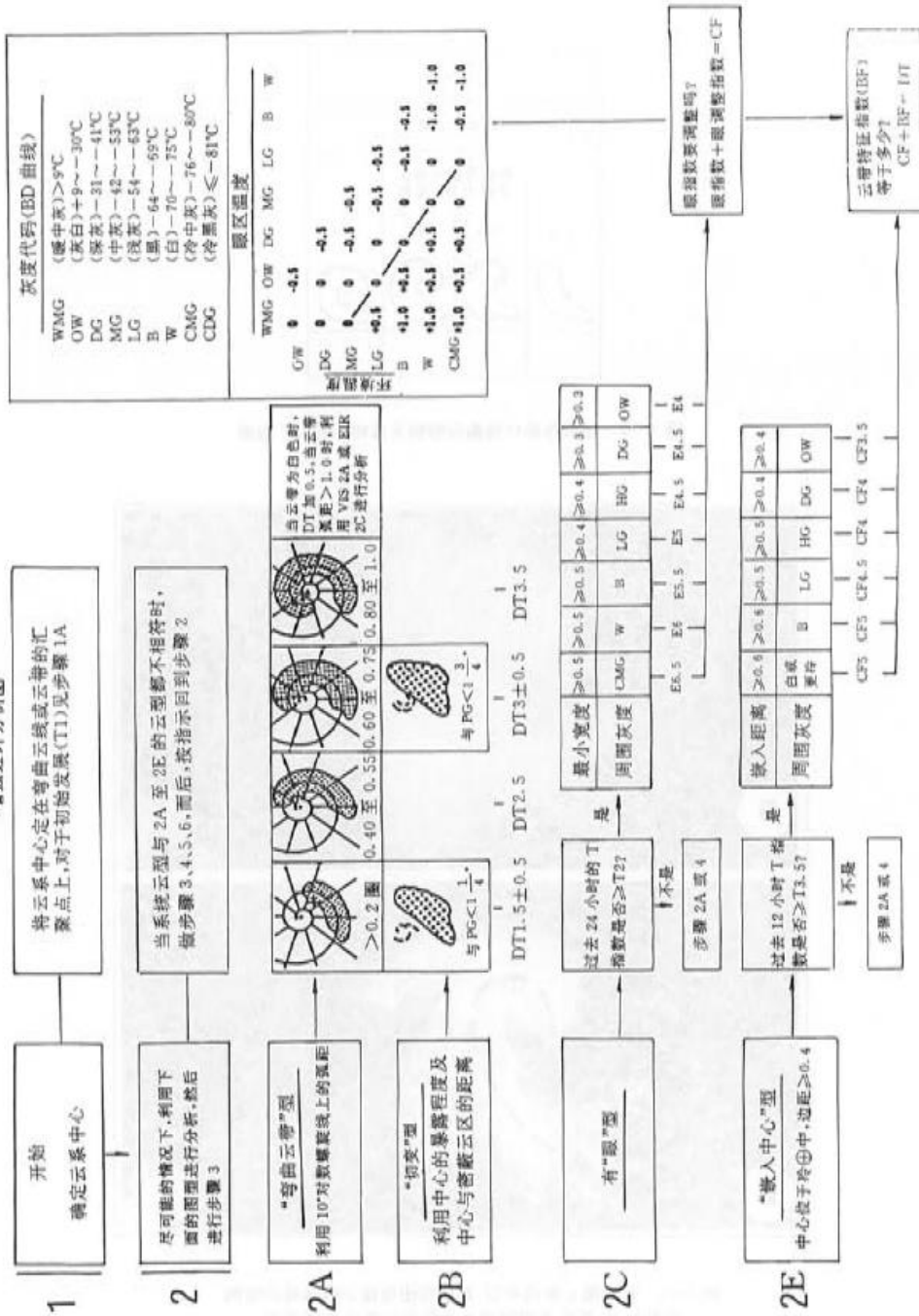


图 5-36 能分析增强红外图像时,步骤1和步骤2所用的增强红外分析流程图

2A · B			
弯曲云带			
根据弯曲云带长度确定 DT 指数			
1.5	2.5	3.5	4.5
			

图 5-4 在工作单中弯曲云带型及其相似的 DT 指数

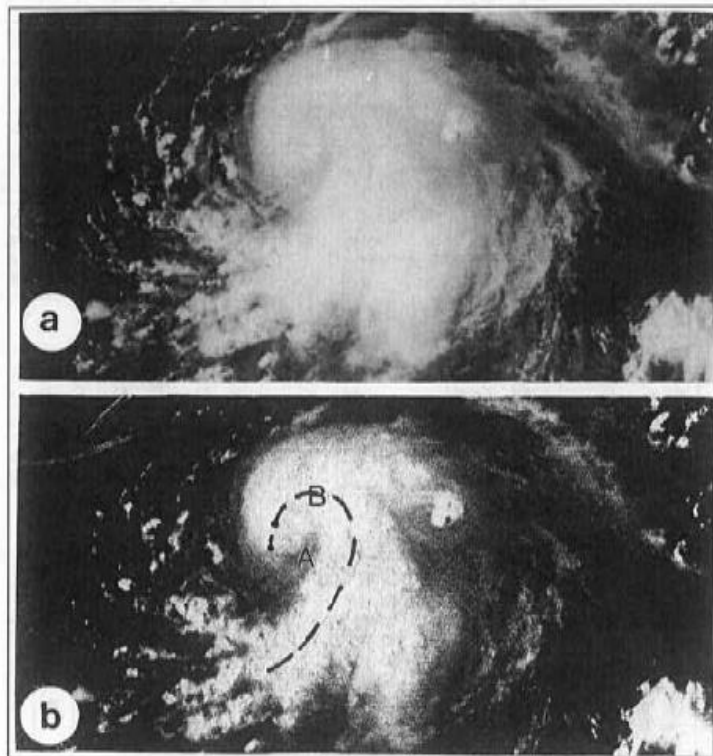


图 5-5 针对图 a 中的云型, 如何画出弯曲云带轴线的图例  
在图 b 上, 弯曲云带轴线为环绕少云楔区 A 的虚线

更准确地测量云带弯曲度的方法是将 10 度对数螺旋线套在已画出的弯曲云带轴线上,然后,根据图 5-3a 将以 1/10 环为单位的螺旋云带弧距转换成 DT 指数。图 5-6 的第 2A 行为分析流程图中我们所需要的有关弯曲云带型的部分。

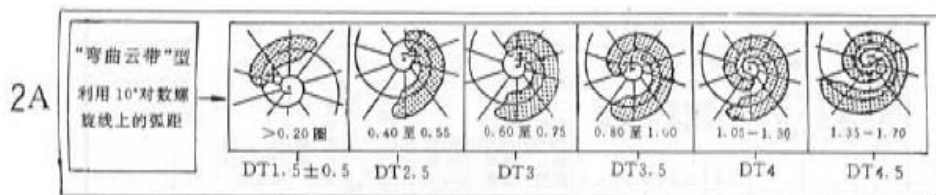


图 5-6 从可见光分析流程图中得出的有关弯曲云带型及其相应的 DT 指数(见图 5-3a)部分  
每个云型下面的数字是环绕气旋中心云带的弧距

图 5-7 是间隔 1 小时的可见光和增强红外图像。这是弯曲云带型的一个例子。在此例中,需对云带进行矫正,以便去掉由于透视效果而产生的云型扭曲,从而给出精确的云带测量。为了矫正图像,把云简略地重画在方形网格上。从图中可以看到,无论是可见光图像(图 5-7a)上的密蔽云区,或增强红外图像上的深灰色云区,还是比深灰色更冷的云区,它们的螺旋曲线的弧距都超过了 8/10 个圆周。在图 5-6 上螺旋弧距 0.8 对应着 DT 指数 3.5。2A 行给出了与不同弯曲云带弧距相对应的 DT 指数。请记住:DT 指数给出的并不一定是气旋的强度,在把它与气旋强度联系起来之前,必须对 DT 的估计值进行调整,使其处于气旋强度估计技术规则的限制范围之内。

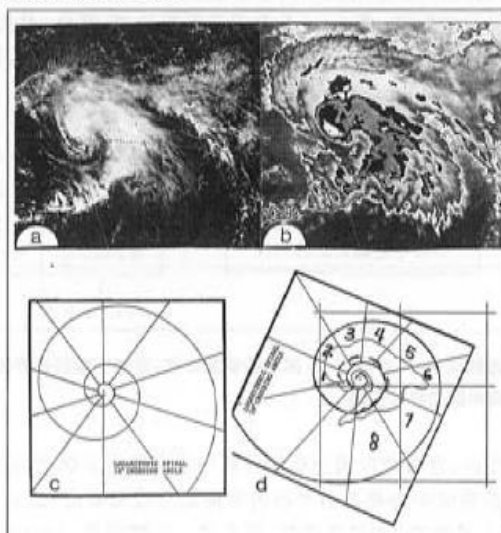


图 5-7 使用如图 c 所示的 10 度对数螺旋线对可见光(a)或增强红外(b)图像进行弯曲云带分析的实例  
在(d)中,先将螺旋线与矫正之后的弯曲云带轴线吻合,然后读出按 10 度划分的螺旋带的值,作为它的弧距值

现在回头再看图 5-8 中的工作单,将测量得到的值 0.8 填在类似模式云型下面合适的列中,即标有 DT3.5 的那一列。在手工分析操作时,得到的所有数值都以 0.5 为单位间隔取值。


步骤	1	2A·B				2C			2D	2E	DT 数计算			
说明	位置	弯曲云带或切变				眼			$E_{NO} + E_{ADJ} = CF$	CDO	嵌入中心	CF	BF	DT
规则	将云系中心 带在弯曲 带汇聚处	根据弯曲云带长 度确定 DT 指数				根据 (VIS) 嵌入 距离	根据 (EIR) 环境 温度	根据 规定 $E_{NO}$ 指数的 值	根据 大确 $E_{ADJ}$ 调整 值	根 据中 心密 云大 小	根 据中 心密 云区 (EIR)环 境温度	CF + BF = DT		
	纬度 经度	1.5	2.5	3.5	4.5							CF	BF	DT
时间														
				0.8										3.5

图 5-8 对图 5-7 上的云型,完成步骤 2 后所填写的工作单

在实际操作时,常把过去 6 小时内对几张图像测量结果的平均值当作 T 指数。这样就可以减少云型特征随时间变化对 T 指数的影响。当对间隔 24 小时的可见光图像进行分析时,会发现,把 DT 指数按最接近的 1/2 间隔取值是很简单而方便的事。

工作单上的另一类云型是切变型(工作单上第 2B 行)。这类云型只适用于未达到飓风强度的扰动。在分析这类云型时,有两个因子必须考虑:(1)已出现确定中心的低云线;(2)系统中心与云型密蔽云区的距离。图 5-9 为参考流程图的 2B 部分。从图中我们可以看到 DT 指数如何与上述两个因子相联系。气旋的中心越清晰,中心与浓密云区的距离越近,DT 指数就越大。

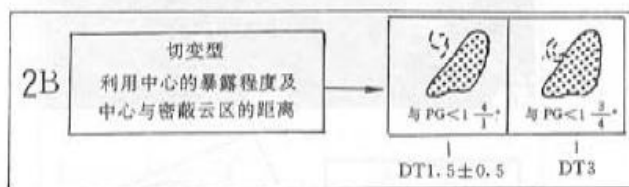


图 5-9 在参考流程图 5-3 中步骤 2B 部分的切变云型,云型下面的数字为以纬度为单位的系统中心与浓密云区边界的距离

在分析切变云型时,常常难以确定低层环流中心与浓密云区之间的距离,所以习惯上将这一过程简化成判断系统中心是否由平行的弯曲低云线来确定,以及系统中心与浓密云区的距离是否小于 3/4 个纬度。如果是这样,那么这一云型就是一个 DT 指数为  $3 \pm 0.5$  的热带风暴。当确定环绕中心的云线不够清晰,也不平行,或系统中心与浓密云区的距离大于 3/4 个纬度时,DT 指数取为  $1 \pm 0.5$ 。至于是把 DT 指数向上,还是向下调整 0.5,使其分别成为 1.5 或 3.0,主要由模式期望 T 指数(MET)来决定。

一般而言,用可见光图像分析切变型云系要比红外图像更容易些。从图 5-10 可以看出,图 a 中位于密蔽云区东北方的低云线,要比 30 分钟后增强红外图像(图 5-10b)上的低云线清楚得多。

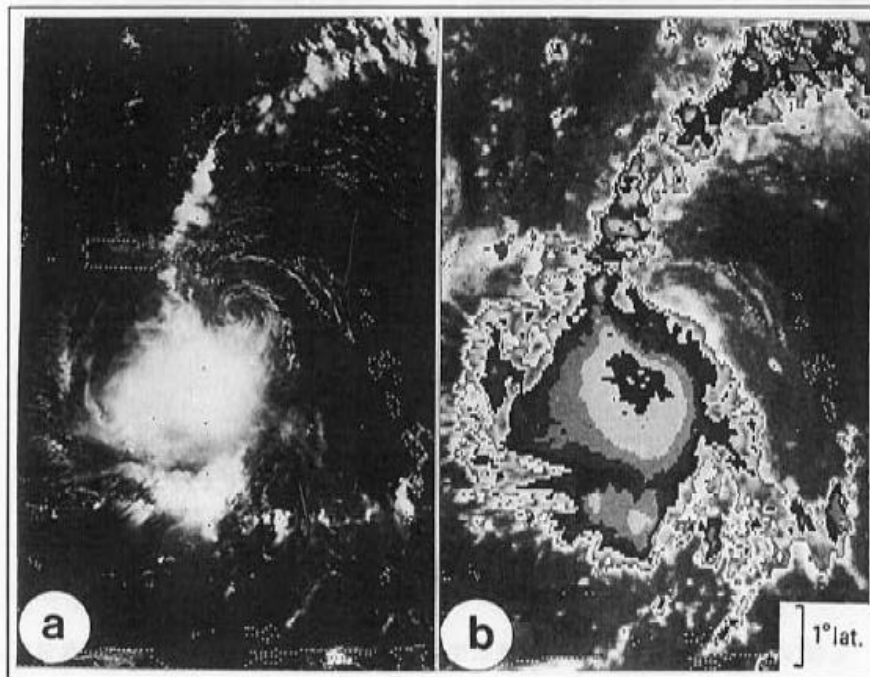


图 5-10 几乎同一时间的大西洋上的切变型热带风暴的可见光图像(a)和增强红外图像(b)

你认为图 5-10 中的云型是处在热带风暴期,还是风暴前期? 显然,这一系统具有热带风暴的特征(即  $DT3 \pm 0.5$ )。考察一下纬度指标,不难看出清晰的低层中心与密蔽云体边界的距离在  $3/4$  个纬度之内。

图 5-11 是 6 个切变云型的例子。请在阅读下述内容之前,根据上面提到的判据,判断一下其中哪些是风暴前期的云型,哪些属于热带风暴云型,为什么?

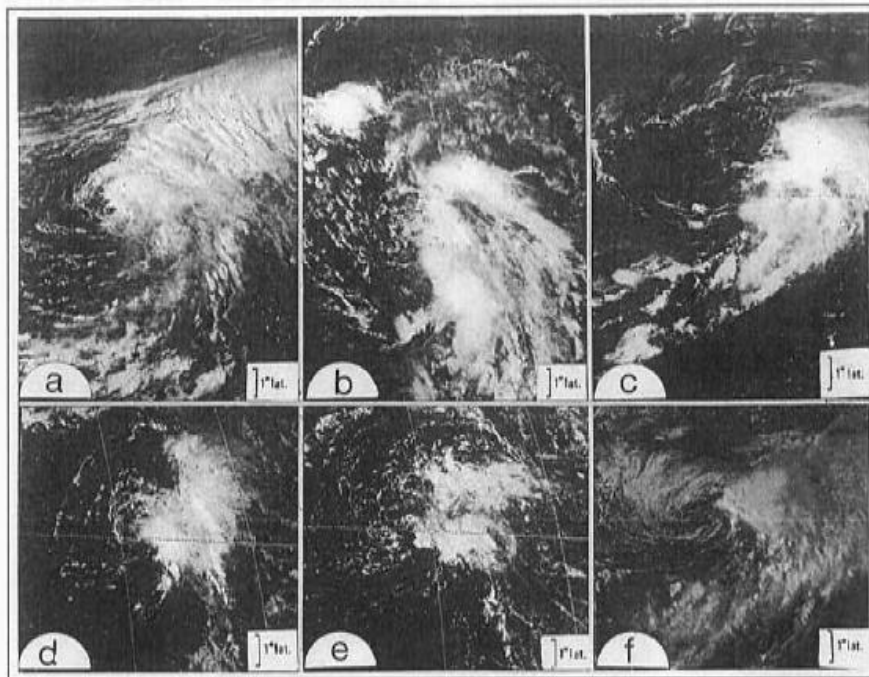


图 5-11 6 个热带风暴或风暴前期扰动的切变云型例子  
请判断其中哪些云型已达到了风暴的强度

云型(a)清楚地表明已达到热带风暴强度( $DT3 \pm 0.5$ )；(d)则刚好达到热带风暴强度，二者都具有环状弯曲的云线，云型(b)、(c)、(e)没有到达风暴强度。因为它们的低云线很弱，而且不止一个环流中心，不过(b)要比(c)和(e)强。云型(f)的情况比较复杂，考虑到它虽然有强的平行弯曲云线，但其中心与密蔽云区的距离较大(1.5个纬度)。所以该云系应该属于风暴前期阶段( $1.5 \pm 0.5$ )。请记住，对于如(f)这样正在减弱的云型，它的当前强度一般要大于DT指数所指示的强度。

接下来介绍有眼云型2C。这类云型是5种云型中最复杂的一种。在热带气旋分析工作单中，它占有6列(图5-12)。工作单中有一行模拟数字。其中第一列给出的数字为眼的嵌入距离，如3/4纬度。对照可见光分析流程图(图5-13)，这一数字相当于(眼指数)E为5.0。下一列考虑对不规则的或不清晰的眼区云型进行眼指数调整。这个例子的云型为典型的有眼云型，故不必作调整。就是说此时的E5+0就表明中心特征指数为5(即CF=5)，然后，这个数字需与云带特征指数BF相加。云带特征BF指数与云带绕中心的弯曲程度成正比。此例中， $CF5 + BF1 = DT6$ 。云带特征指数将在后面讨论。

现在,让我们使用分析方法中有眼云型的分析程序,来确定图 5-14 中的热带气旋的 DT 指数。

如分析流程图图 5-13 所示,把云系看作是有眼云型进行分析之前,我们首先要了解这一气旋云型的演变史。也就是要确信在作此分析之前 24 小时,这一扰动就已经达到了至少 T2 的强度。如果上述条件满足,就可以从测量眼嵌入扰动中的距离开始分析。测量眼的嵌入距离,就是测量从眼区中心穿过中心密蔽云区到最近的弯曲云带、阴影或断裂之间的最近距离。在图 5-13(2c)行中,我们注意到嵌入距离从 1/4 个纬度变化到 1 个纬距,相应的眼指数 E 从 3 变化到 6。对于图 5-14 所示的云型,嵌入距离是 3/4 个纬度,对应的眼指数 E 为 5。

2A·B				2C			2D	2E	DT 数计算			
弯曲云带或切变				眼	$E_{NO} + E_{ADJ} = CF$		CIX	嵌入中心				
根据弯曲云带长度确定 DT 指数				根据 (VIS) 嵌入距离	根据 (EIR) 环境温度	根据 E <sub>NO</sub> 指数的值	根据 E <sub>ADJ</sub> 调整值	根据中心密蔽云大小	根据 (EIR) 环境温度	CF + BF = DT		
1.5	2.5	3.5	4.5						CF	BF	DT	
				3/4	50	0			5.0	1	6.0	

图 5-12 在气旋分析工作中,对可见光图像上的有眼云型进行分析需要填的 6 个栏目

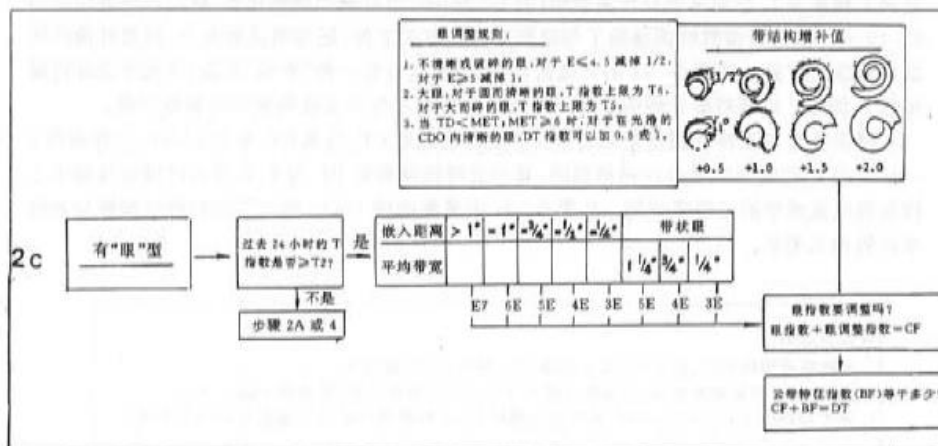


图 5-13 在分析有眼云型时用到的可见光分析流程图的步骤 2c 部分



图 5-14 有眼强热带气旋的可见光图像

根据眼形清晰与否,我们可以对眼特征指数(即眼指数  $E$ , 这里为 5)进行增减调整,调整最大幅度为 1。在可见光分析流程图(图 5-3a)中,可以查到调整规则,这一部分复印在图 5-15 上。眼特征指数的调整除了与眼形清晰度有关之外,还与眼区的大小,以及外推的气旋期望强度有关。就图 5-14 的云型而言,气旋眼区处在一中“平均”状态,因此不必进行眼指数  $E$  调整。后面将要介绍的增强红外图像分析技术可省去这些繁杂的调整过程。

眼指数  $E$  与眼特征调整量相加得到中心特征指数  $CF$ , 这里  $CF$  为  $5(5+0)$ 。工作单图 5-16 中所填写的数字就是这样得到的,其中云带特征指数  $BF$  为 2,它是通过测量环绕中心特征的或宽或窄的云带得到的。从图 5-3a 中截取的图 5-17 给出了云带特征指数与云带形状的相互关系。

**眼调整规则:**

1. 不清晰或破碎的眼;对于  $E \leq 4.5$  减掉  $1/2$ , 对于  $E \geq 5$  减掉 1;
2. 大眼;对于小而清晰的眼,  $T$  指数上限为  $T_6$ , 对于大而碎的眼,  $T$  指数上限为  $T_5$ ;
3. 对于  $DT < TET, MET \geq 6$  时, 对于在光滑的  $CDO$  内清晰的眼,  $DT$  指数可以加 0.5 或 1。

图 5-15 可见光分析流程图中的眼指数调整规则

切变	2C				2D	2E	DT 数计算		
	眼		E <sub>NO</sub> + E <sub>ADJ</sub> = CF		CDO	嵌入中心	CF	BF	DT
带长指数	根据 (VIS) 嵌入距离	根据 (EIR) 环境温度	根据 E <sub>NO</sub> 指数的值	规定 E <sub>ADJ</sub> 调整	根据小定 E <sub>ADJ</sub> 调整	根据中心 EIR) 环境温度			
5	4.5								
	3/4		5	C			5	2	7

图 5-16 图 5-14 云型的资料 T 指数分析结果



图 5-17 从可见光分析流程图中抽出的有关云带特征(BF)部分

由于图 5-14 的云型中有一条环绕中心一周的宽云带,所以云特征 BF 指数为+2。假如其云带是窄的(约 1/2 纬度宽),那么云特征 BF 指数就是 1 而不是 2(图 5-17)。其中的关系式很简单:绕中心的浓密云带越多,云带特征指数就越大。从图 5-16 可以看到,中心特征 CF 值 5 与云带特征指数 BF 值 2 相加得到的 DT 指数为 7。

眼指数 E 也适用于由弯曲云带所构成的有眼云型(Banding Eyes, 以下简称为带状眼型),其定义为所有的弯曲云带都环绕着一个少云的系统中心。对于这种云型,眼指数 E 只取决于云带的宽度(图 5-18, 2C),并且,云带越宽,眼指数 E 越大。例如,对于图 5-19 所示的具有带状眼的热带气旋,由于云带绕眼区 1 圈,并且云带的宽度大致为 1 个纬度,从图 5-18 的可见分析流程图中可以查到,其眼指数 E 为 4.5(箭头所示)。

这样,在填写带状眼的分析工作单(图 5-20)时,先将带状眼特征指数 BE=1 填在嵌入距离那一列中,而后通过查表得到 DT=4.5。这一数字也可利用从可见光分析流程图 2A 行,根据弯曲云带轴绕中心 1.25 环而查到(图 5-20 是后一种分析方法的结果)。

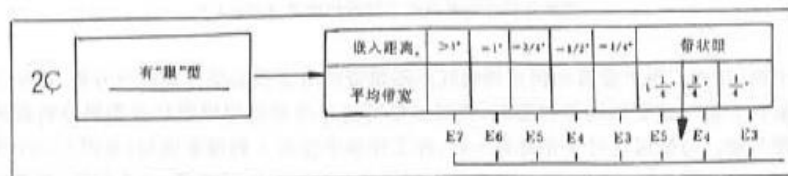


图 5-18 可见分析流程图中有关带状眼型的部分

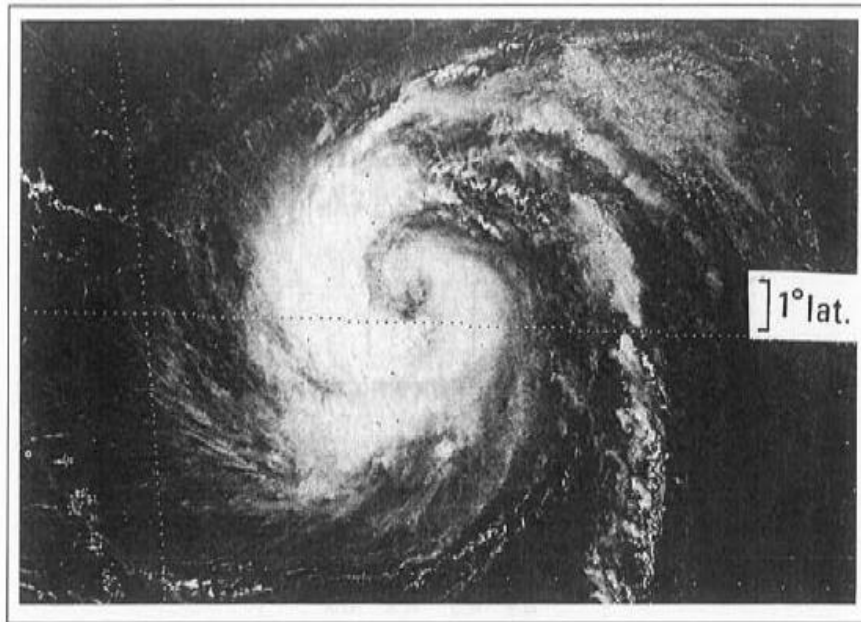


图 5-19 具有带状眼的强热带风暴的可见光云图像

Vernon F

Dvorok 1982.5

根据测量估计 T 指数

(计算 DT 指数)

步骤	1	2A · B				2C			2D	2E	DT 数计算			3		
说明	位置	弯曲云带或切变				眼			$E_{SO} + E_{ADJ} = CF$	CDO	嵌入中心	CF + BF = DT			CCC	
规则	将云系中心 带汇集处	根据弯曲云带长度 确定 DT 指数				根据 (VIS) 嵌入 距离	根据 (EIR) 环境 温度	根据 E <sub>SO</sub> 指数的 值	根据 E <sub>ADJ</sub> 调整 值	根据 小定 眼大小	根据 中心 蔽区	根据 (EIR) 环境 温度	CF	BF	DT	根据 中心 冷 云量区
时间	纬度 经度	1.5	2.5	3.5	4.5											
					X	BE1		4.5				4.5		4.5		
														4.5		

图 5-20 图 5-19 带状眼云型的两种同样有效的分析  
两种分析方法都得到了同样的结果,DT=4.5

下面,让我们再来看看如何用增强红外图像资料对有限云型气旋进行分析,由于用增强红外资料分析气旋更加简单和客观,所以如果可能应尽量使用增强红外资料分析飓风强度的热带气旋。与使用从可见光资料一样,在工作单中也有 6 列需要填写(见图 5-21 中的箭头),它们分别是:围绕中心的温度(它给出眼指数 E)、眼指数调整量、中心特征、云带特征和 DT 指数。

2C				2D	2E	DT 数计算		
眼		$E_{NO} + E_{ADJ} = CF$		CDO	嵌入中心	$CF + BF = DT$		
根据 (VIS) 嵌入 距离	根据 (EIR) 环境 温度	根据 规定 $E_{NO}$ 指数的 值	根据 规定 $E_{ADJ}$ 指数的 值	根据 中心 蔽区 大小	根据 (EIR) 环境 温度	CF	BF	DT
☉	☉			☉	☉			
		↑	↑			↑	↑	↑

图 5-21 增强红外分析流程图中与有眼热带气旋增强红外图像分析有关的 6 列

中心周围的温度是指包围着相对暖的系统中心(或眼区)的最冷灰阶(使用 BD 增强曲线)给出的温度。这一最冷云带要满足对其宽度的最小要求。例如,对于图 5-22 的增强红外图像,由于浅灰色区完全包围了眼区,且其宽度至少有 0.4 个纬度,所以中心周围的温度为浅灰色区(LG)的温度,眼指数 E 为 5。但是,对于更冷的黑色和白色云区,由于它们没有完全环绕眼区,因此,其温度不能作为围绕中心的温度。在增强红外流程图的 2C 行,即图 5-23,给出了各个灰阶所要求的最小带宽。然后把数 5 填在图 5-25 的工作单上。

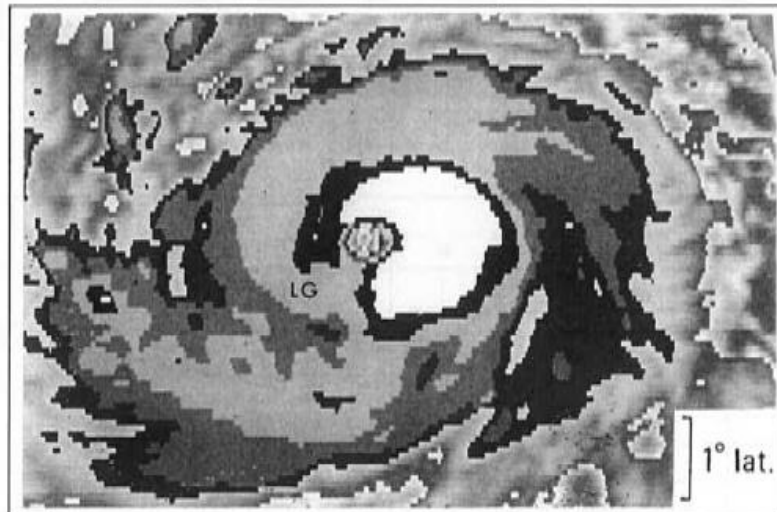


图 5-22 有眼云型的增强红外图像(BD 增强)



图 5-23 增强红外分析流程图中有关有眼云型的部分(步骤 2c)

下一个参量是眼区温度,它决定眼指数调整量( $E_{adj}$ )的大小。眼指数调整量是根据眼区温度、云带周围温度,用图 5-24 的图表确定的。图 5-22 表明,眼区最深处在暖中灰色(云带周围冷环)。不管云带宽度如何,云带周围温度定义为包围眼区的冷云带温度。在图 5-22 中,云带周围的温度也是浅灰。对于这个气旋,眼指数调整量可用图 5-24 确定,其大小为云带周围的冷环温度和与眼区温度暖中灰相交点的值,即+0.5。因为中心特征指数  $CF = \text{眼指数 } E + \text{眼指数调整量}$ ,所以在将眼指数调整量+0.5 填入分析工作单(图 5-25)之后,可将 5.5 填入  $CF$  列中。

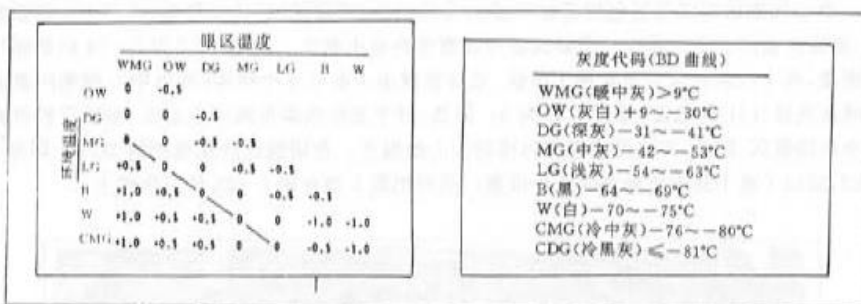


图 5-24 确定眼指数调整量的图表。此图适用于有限型气旋的增强红外图分析  
其中右半部分给出了 BD 增强曲线中不同灰阶的温度范围

步骤	1	2A·B				2C		2D	2E	DT 数计算			3			
说明	位置	弯曲云带或切变				眼		$E_{HO} + E_{ADJ} = CF$	CDO	嵌入中心				CCC		
规则	将云系中心 带汇集处	根据弯曲云带长度 确定 DT 指数				根据 (VIS) 嵌入 距离	根据 (EIR) 环境 温度	根据 规定 $E_{HO}$ 指数的 值	根据 大 小 调整	根据 小 大 调整	根据 中心 区 大小	根据 (EIR) 环 境 温度	$CF + BF = DT$			根据 规定 中心 云盖区
时间	纬度 经度	1.5	2.5	3.5	4.5							CF	BF	DT		
								LG	5	+0.5				5.5	-	5.5

图 5-25 对图 5-22 中的增强红外图像,用完整的工作单做出了 DT 指数

在图像中尽管可以看到云带特征 BF,但在工作单上并未加任何数值,这是因为在使用增强红外图像时,只有当不填云带特征指数 BF 所计算出的 DT 指数小于模式期望强度时,才考虑云带特征指数 BF。所以,在这个个例中,云带特征指数 BF 项没有填入任何数值。

利用上面所描述的有限型气旋分析方法,可对图 5-26 的飓风计算 DT 指数。注意, $DT=CF(E+E_{adj})+BF$ 。在图 5-26 中,包围着眼区的白色环带最窄为 0.4 个纬度,黑色调的宽度大于 0.5 个纬度。在阅读下段之前请定出一个值。

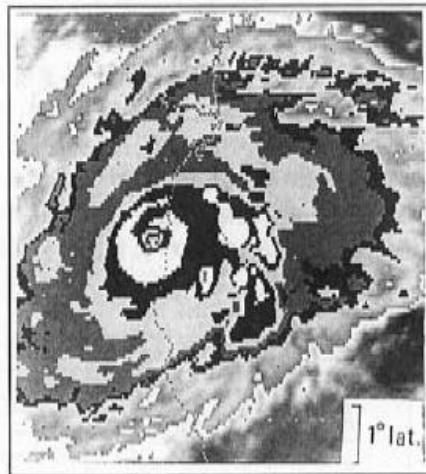


图 5-26 飓风的增强红外图像

根据测量估计 T 指数  
(计算 DT 指数)

2A · B				2C				2D	2E	DT 数计算			3	
弯曲云带或切变				眼				$E_{adj} + E_{adj} = CF$	CDO	嵌入中心				CCC
根据弯曲云带长度确定 DT 指数				根据 (VIS) 嵌入距离	根据 (EIR) 环境温度	根据 E <sub>adj</sub> 指数的值	根据 E <sub>adj</sub> 调整	根据小定	根据中心眼区	根据 (EIR) 环境温度	CF + BF = DT			根据规定中心冷云盖区
1.5	2.5	3.5	4.5							CF	BF	DT		
2	2	2	2	⊙	⊙			⊙	⊙					
					B	5.5	0.5			6.0	0	6.0		

图 5-27 对图 5-26 的增强红外图像进行 DT 指数分析  
“B”表示中心四周的温度灰阶为黑色

对于图 5-26, 满足最小宽度阈值要求的最冷的中心周围温度为黑色。根据图 5-23 可知, 其眼指数 E 为 5.5。因为眼区温度是灰白, 四周云带环的灰阶是白, 所以眼指数 E 调整量为 +0.5。由于不存在明显的云带特征, 所以  $CF = [E(5.5) + E \text{ 指数调整量}(+0.5)] + BF(0) = DT6.0$ 。图 5-27 给出了这一计算过程。如果读者对确定灰阶有困难, 请从最冷的白色开始分析, 经黑、浅灰、中灰、深灰一步步推进到灰白。

下面将介绍中心密蔽云区型, 即 CDO 型热带气旋的分析(步骤 2D)。这部分内容仅适用于可见光图像。中心密蔽云区是一整片覆盖系统中心的位于弯曲云带轴线弯曲处内部的浓密云区。图 5-28 是几种 CDO 云型。图 5-30 是这类云型的一个例子。



图 5-28 中心密蔽云区的模式图

CDO 的大小及其边界决定了中心特征指数 CF。如参考可见光图像概括出的图 5-29 所示, CDO 越大, 其边界越清晰, CF 指数就越大。环绕 CDO 的云带弯曲程度, 给出了弯曲云带特征指数 BF。使用与有限云型一样的公式计算得到 DT, 即  $CF + BF = DT$ 。这里所介绍的这类 CDO 型气旋, 往往可以通过画出弯曲云带轴线的方法按弯曲云带型分析, 所以, 在实际工作中很少使用。在阅读下面段落前, 请花上几分钟确定一下图 5-30 中气旋的 DT 指数。

图 5-30 中的飓风具有一个最小宽度大于 2 个纬距的大 CDO 云区, 其中心特征指数为 CF4.5, 半圆形宽云带(宽 1 个纬距)的云带特征指数 BF 为 1。这样  $CF4.5 + BF1 = DT5.5$ 。这与从弯曲云带角度分析的结果  $CF4.5 + BF1.0 = DT5.5$  相同。

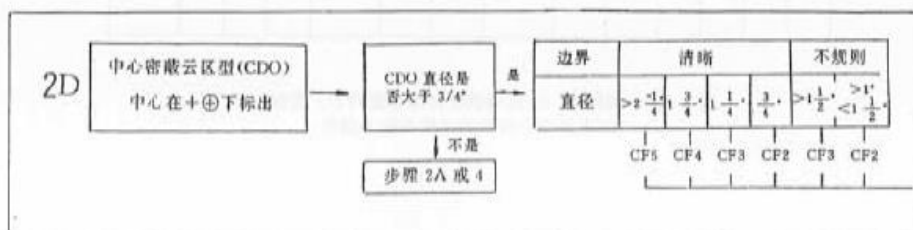


图 5-29 可见光分析流程图中有 CDO 云型分析的部分(步骤 2D)

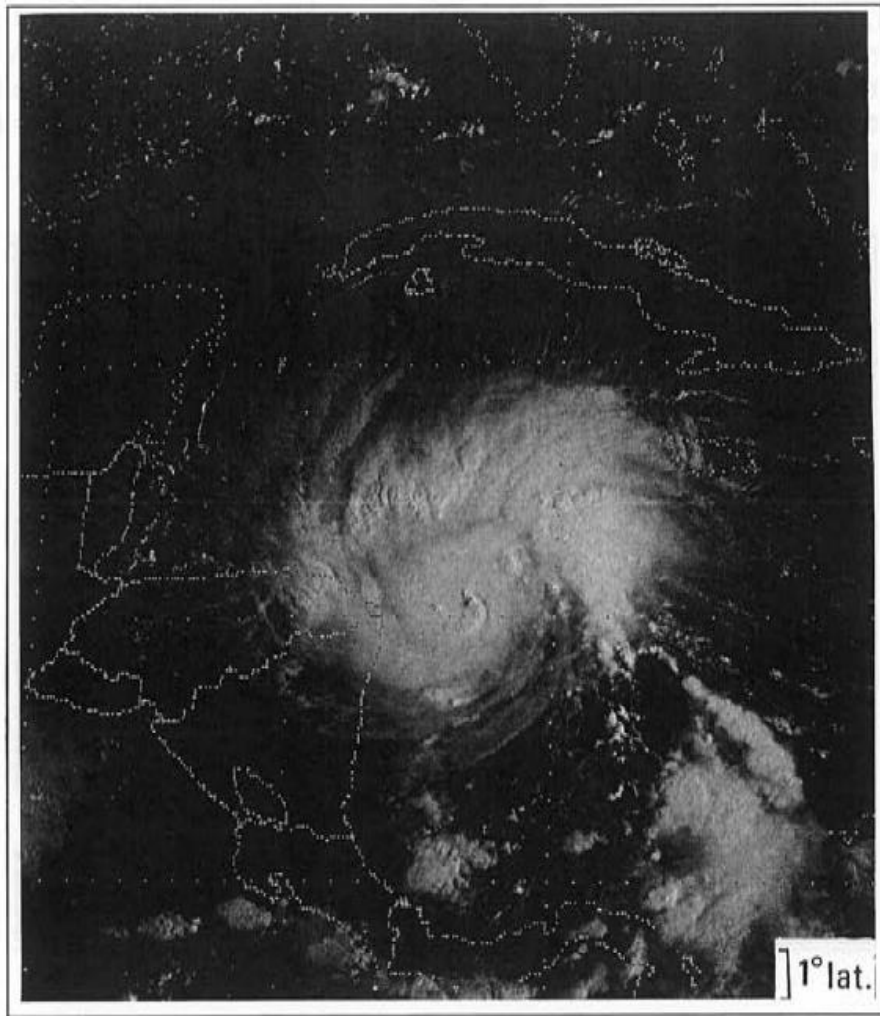


图 5-30 具有 CDO 型特征的飓风的可见光图像

模式中最后一类云型为嵌入中心型(步骤 2E)。仅在热带气旋的强度大于 T3.5,且中心落在中心密蔽云区之内时,才用增强红外图像进行这一类型分析。图 5-31b 就是这样一个例子。图 5-31a 是图 5-31b 3 小时前的图像。此时台风眼已出现。对嵌入中心型的分析,类似于有眼云型的分析,但不必进行眼指数调整处理。只要确定嵌入其中的最冷云区。如果台风是嵌入中心型的,那么中心特征指数 CF 值可以直接从增强红外分析图(步骤 2E)中读出。图 5-32 是对图 5-31b 中台风的分析过程。

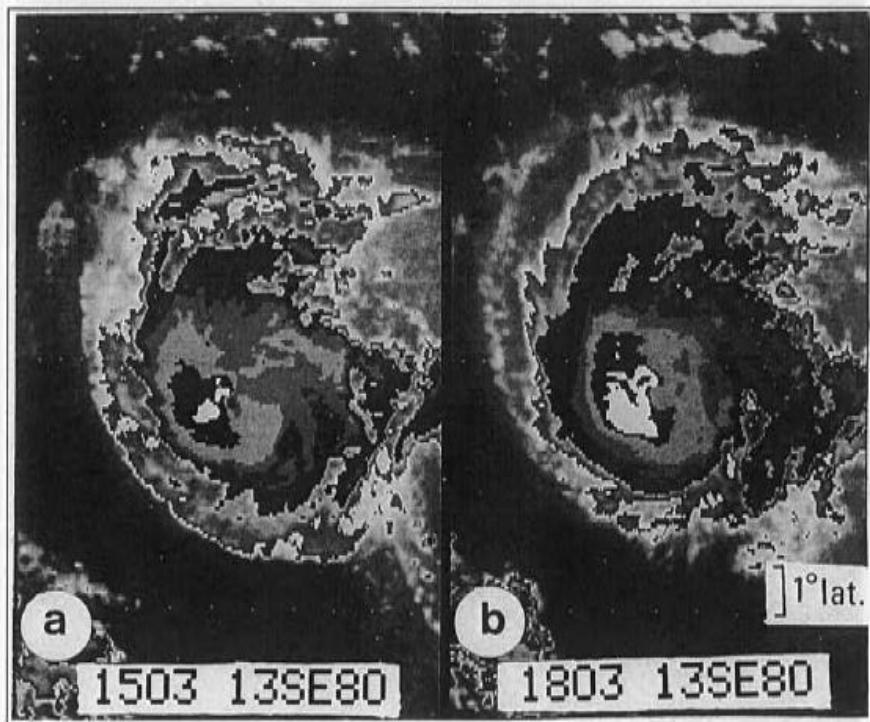


图 5-31 图 b 为嵌入中心型的增强红外图像个例(右图)  
图 a 是图 b 3 小时前的图像(左图),图 a 是作为有眼云型来分析的

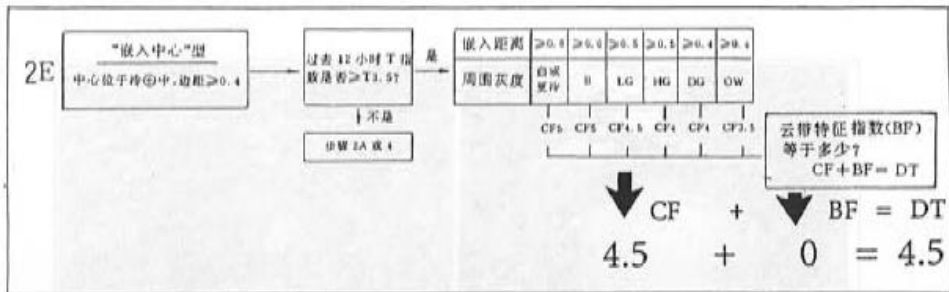


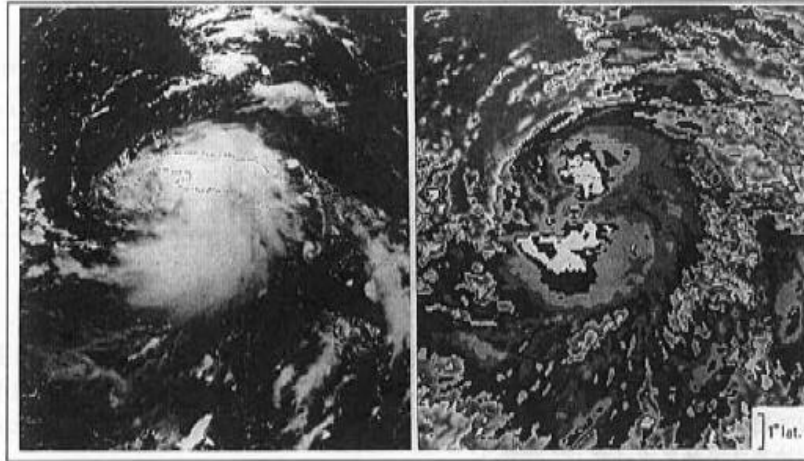
图 5-32 增强红外分析流程图中有关嵌入中心型分析的部分(步骤 2E)

在阅读第 6 章分析内容之前,让我们先来分析几例云型,从而确定你是否掌握了确定 DT 指数的步骤。请记住,DT 指数是由测量尽可能客观地确定,它在不参考扰动过去历史的情况下得到(某些缺乏眼结构和带状特征由计算求 DT 的情况除外)。这就是说,不应该带着对气旋强度的偏见来计算 DT 指数。

## 2. 练习

通过练习,读者将获得针对各种不同的云型确定 DT 指数的经验。接下来 9 个练习的图像,都要按步骤 2 的次序进行分析,首先是从工作单入手。练习中附有  $10^\circ$  对数螺旋线透明胶片,需要时可用它测量弯曲云带的弧距。

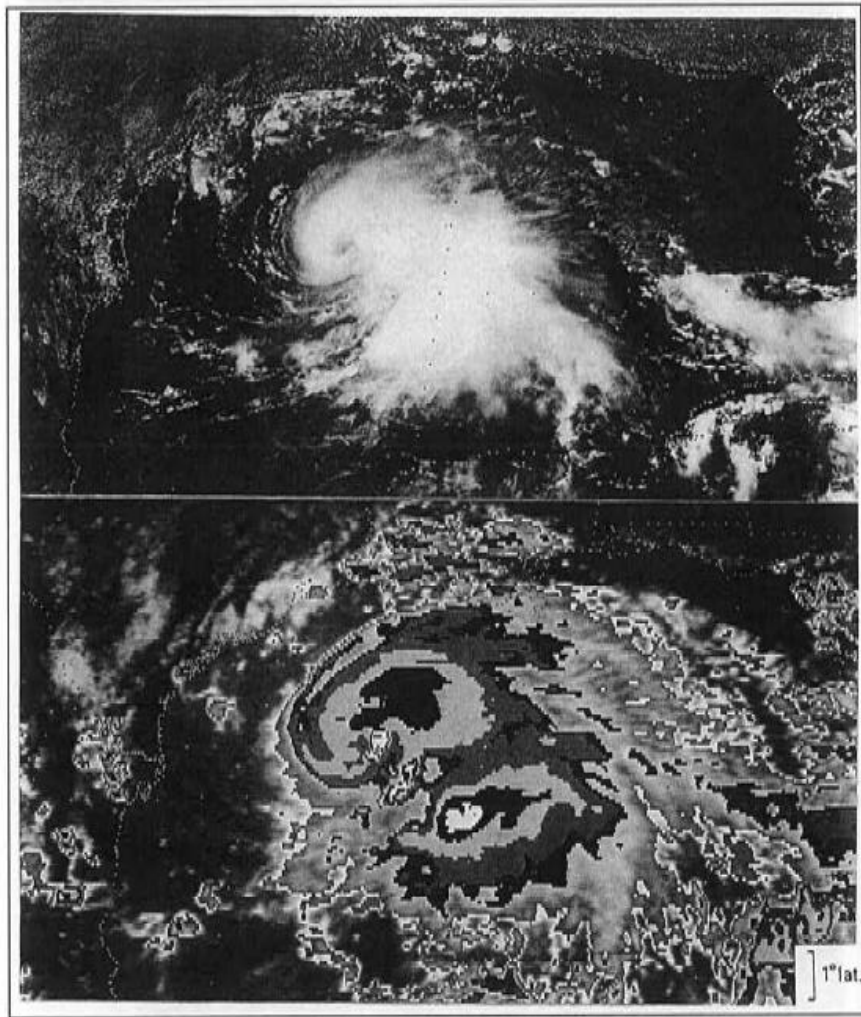
- 首先就练习 5-1 在云型上画出螺旋云带轴,然后判断云型属于哪一种类型(弯曲云带型、切变型、有眼型、CDO 型、带状眼型或嵌入中心型),按相应的类型进行分析。如使用多种方法分析时,请分别分析。
  - 根据 1 所确定的类型,填写工作单中相应的列。对于弯曲云带型,先通过“眼”估计 DT 指数,再使用螺旋线透明胶片确定弯曲云带的弧距。
  - 确定图像的 DT 指数,并将其填入相应的列。
  - 对于那些无法归类的云型,暂不填写工作单。对于它们的分析,将在步骤 3 进行(第 6 章的内容)。
  - 对练习 5-2 重复上述过程。
- 当完成练习之后,请在附录中(第 5 章)找出答案并对图像进行讨论。  
(此处略去空白的工作单,请参阅本书 P203 的工作单。)



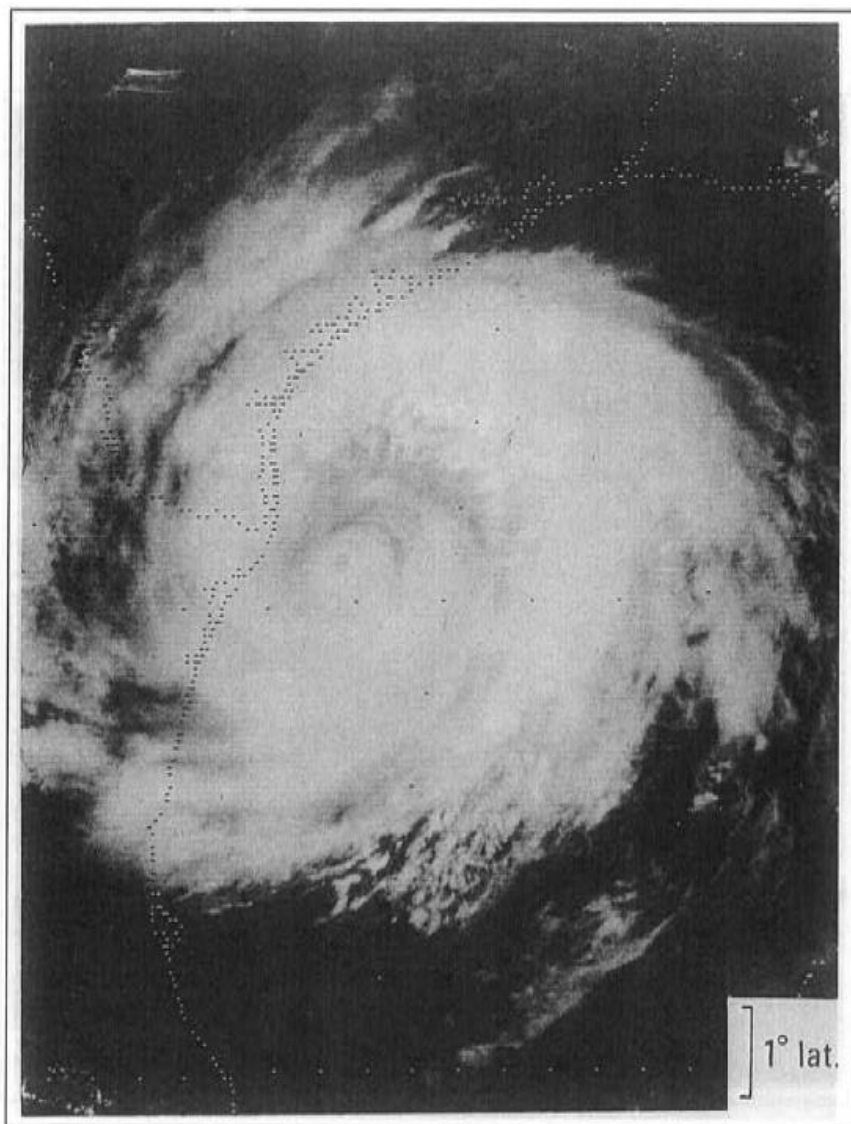
练习 5-1 可见光图像(左)和增强红外图像(右),其间隔为 30 分钟



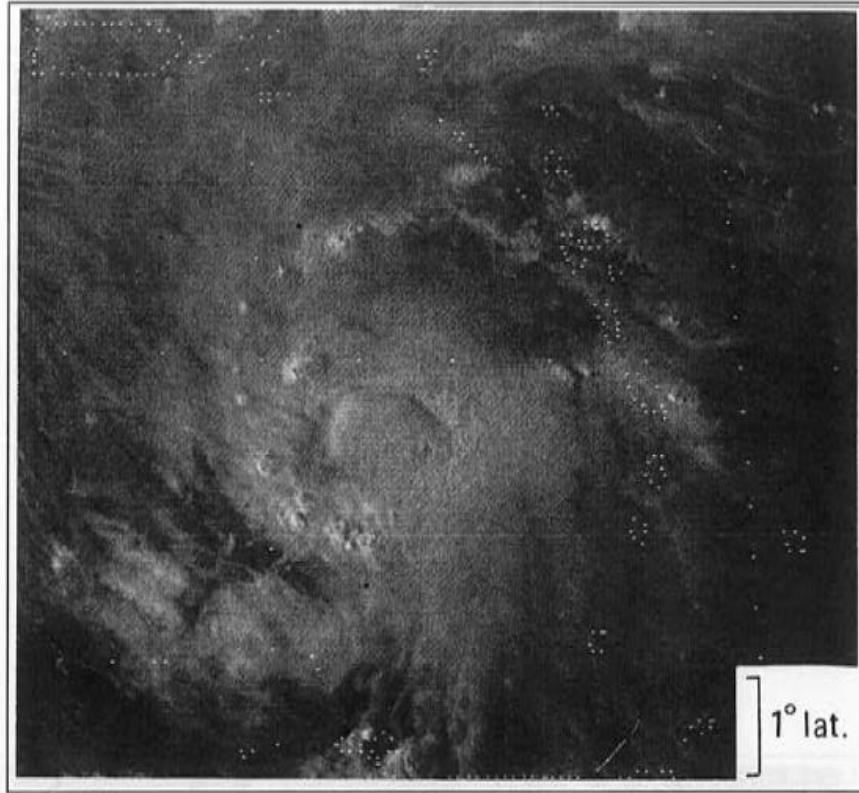
练习 5-2 增强红外图像



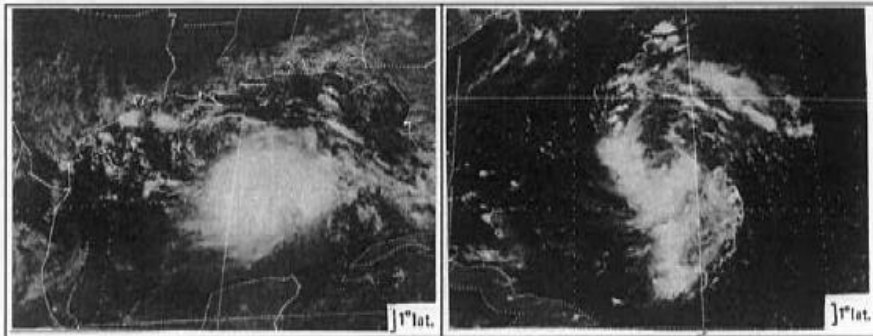
练习 5-3 几乎同时时间的可见光图像(上图)和增强红外图像(下图)



练习 5-4 图像上的网格点间距为 1 纬度

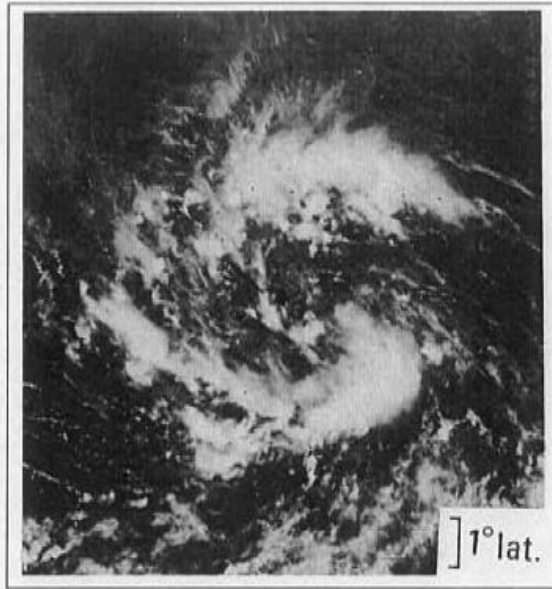


练习 5-5 中心附近的网格点的间距为 1 纬度



练习 5-6

练习 5-7



练习 5-8



练习 5-9

## 第 6 章 热带气旋强度分析

### 步骤 3 到步骤 9: 模式比较和规则

本章涉及 Dvorak 热带气旋强度分析技术第 3 步到第 9 步的内容。在第 5 章中,资料 T 指数是通过云特征测量客观地确定的。现在,我们来确定另外一类主观一些的程度估计值。把正在分析的云系及其时间演变过程与热带气旋发展模式相比较可以做到这一点。我们还将完成强度分析过程的最后一部分,即使用一些规则确定气旋的最终强度。

正如我们在第 5 章中所看到的那样,Dvorak 强度分析是用填写分析工作单的方式来完成的。工作单样式见图 6-1。分析的第 2 部分是从工作单上粗竖线右侧第 3 步开始的。

根据模式计算 T 指数和对 DT 指数的限制

	3	4	5	6	7,8	9	10	
D 指数	CCC	趋势	MET	PAT	FT	CI	24 小时预报	
CF 和 DT	根据规定中心云簇区	= 24 小时变化; D-加强 W-减弱 S-不变	模式 T 指数	云型 T 指数	使用规定 T 指数	当前强度指数	如果需要,调整模式预报	签名
中心 云簇区							列出所用规则	
							强度指数	

图 6-1 在完成强度分析的第 3 步到第 10 步时要填写的工作单

图 6-2a 和图 6-2b 分别是可见光和增强红外云图分析流程图。在完成强度分析的第 3 步到第 10 步的分析过程时,可以参考这些流程图。该图包括分析过程中处理每一步的流程和规则。这两张图连同第 5 章中的图 5-3,构成了附录中所给出的那套完整的分析流程图。图 6-2a 和图 6-2b 除了第 6 步的云型描述外基本上是一致的。

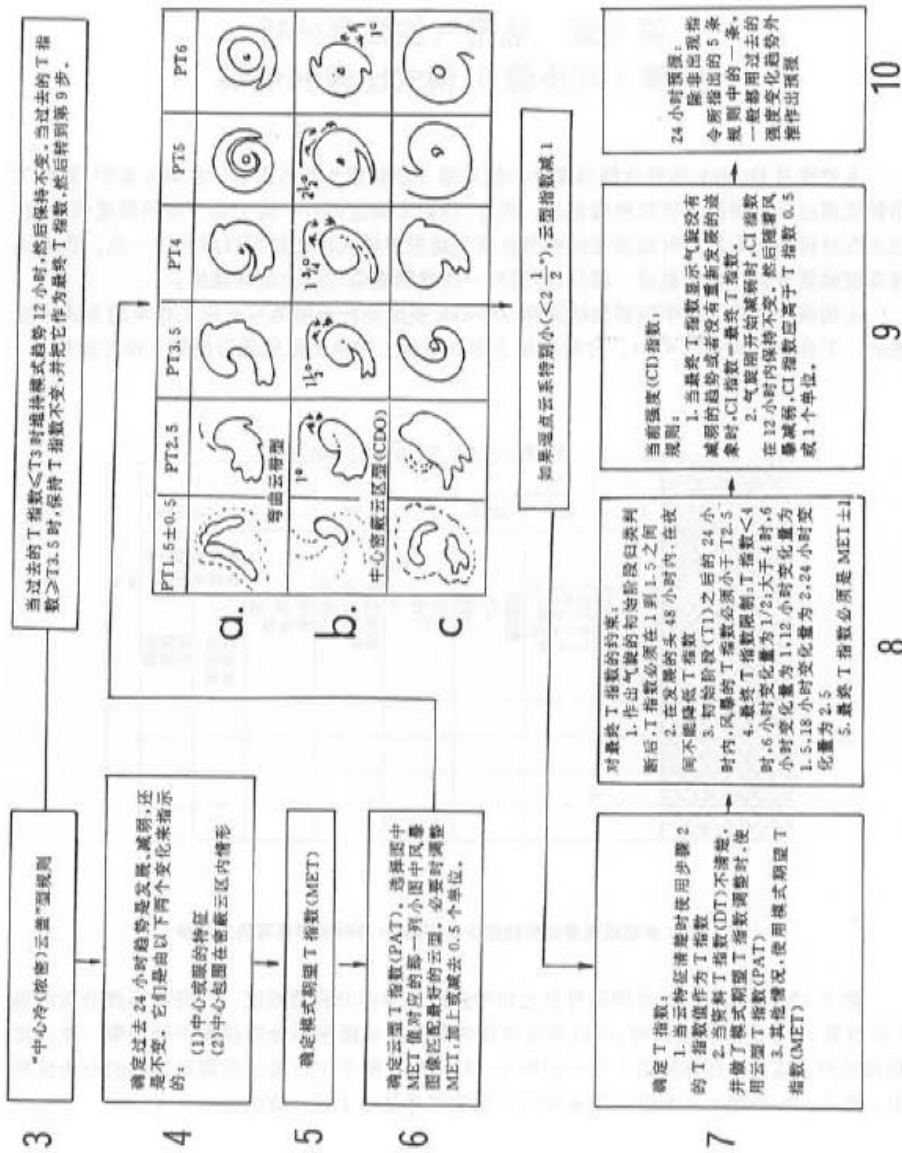


图 6-2a 使用可见光图像分析热带气旋强度时步骤3到步骤10的分析流程图



8

9

10

图 6-2b 使用增强红外云图分析热带气旋强度时,步骤3到步骤10的分析流程图

## 1. 步骤 3: 中心冷云盖分析

步骤 3 是判断所分析的云型是否是“中心冷云盖(CCC)”型(见图 6-3)。中心冷云盖这个概念主要用于红外图像,偶尔也用于可见光图像。中心冷云盖(CCC)是指靠近风暴中心的冷的圆形覆盖云区,当弯曲云带云型消散时,该云型迅速扩展。它与 CDO 不同。CDO 是冷卷云下面的更小的云体,出现在弯曲云带云型的弯曲部分中。CCC 云型可能在发展的任何阶段产生,并可能维持几小时甚至几天。当 CCC 云型持续存在时,就表示气旋发展已经受到抑制,在云特征再次表现出有发展或减弱的迹象之前,气旋的强度应维持不变。

图 6-2a 和图 6-2b 中的步骤 3 描述了在 EIR 图像上分析这种持续的 CCC 云型的规则。有 CCC 云型出现时,在第 3 列中打一个记号“X”。对于强度小于 T3.5 的风暴,保持其过去的发展趋势 12 小时,然后做出发展停止的判断;对于强度大于 T3.5 的风暴,保持过去的 T 指数不变。至此分析就完成了。

根据模式计算 T 指数和对 DT 指数的限制

3	4	5	6	7	8	9	10
CCC	趋势	MET	PAT	BT	CT	24 小时预报	
根据规定中心冷云盖区	24 小时变化: D-增强 W-减弱 S-不变	模式期望 T 指数	云型 T 指数	使用模式期望 T 指数	使用模式期望 T 指数	24 小时预报	如非模式调整预报模式
						列出观测	预报强度指数

图 6-3 步骤 3,填写工作单 CCC 列

## 2. 步骤 4 和步骤 5: 确定模式期望 T 指数(MET)

对于非 CCC 类的所有云型,我们将确定第二个强度估计值。在步骤 4 中,我们将比较当前图像和 24 小时前图像的云特征。当分析更短间隔的图像时,我们也总是把它们与 24 小时前的图像进行比较。这是为了避免在热带云型中常常观测到的强烈的日变化影响。通过比较,确定扰动在过去 24 小时内是发展的(D)、减弱的(W),还是维持不变的(S)。为做此判断,必须了解一些有关热带气旋的发展和减弱在卫星图像上的表现特征的知识。

发展(D),通常定义为云系中心附近浓密云区的增长,或在周围的浓密云区没有明显减少的情况下,风暴中心更清楚,云线或弯曲边界越紧密地环绕着中心,或者台风眼越清晰、越

暖,中心的清晰程度就越高。这可以用基本云型的发展过程图来加以说明(图6-4)。请注意,当云型增强时,每一类云型是如何在云系中心及其附近发展出更多的密蔽云区的。对于切变云型或有眼云型,随着强度的增加,中心变得更圆或更清楚。

发展的一般定义并不总是适用于发展的初始阶段。在这一阶段中,云型可能在发展的第一天表现过强,而在继续发展的第二天却变得弱一些。而且,对于某些有眼云型,当眼的清晰度增强时,环绕眼区的云区会在一定程度上变暖。

减弱(W)的云型表现是环绕云系中心的浓密云区随时间减少,或者中心的清晰度明显降低。通常表现为浓密云区伸长,暴露出低层云线中心;或云型结构解体;或中心密蔽云区出现非日变化性变暖。这些状况通常是云型演变向相反方向变化的标志。但依据分析规则,即使分析出正在减弱的信息(T指数降低),真正的强度估计(当前强度估计(CI)值)在12小时内也不应降低。使用这条规则的原因是强度的实际减弱有一滞后。本章后面还要更全面地解释“当前强度”这一概念。

稳定状态(S)在这里定义为在云型中出现了发展和减弱两种信号,或者没有观测到云型有明显的24小时变化。

一旦在第4步中确定了发展趋势;发展D、稳定S或减弱W,那么在第5步(见图6-5)中就可以确定模式期望T指数(MET)。通过对24小时前的T指数进行增减计算或取相同值,得到MET,其增减量的大小取决于过去的强度变率。对于稳定状态(S),增量为0;对发展状态(D),增量为+0.5到1.5;减弱状态(W)的增量为-0.5到-1.5。每天0.5~1.5的强度增量,分别对应于缓慢的、一般的和迅速演变3种情况。当变化趋势是从D向W(或从W向D)变化时,应从昨天的最终T指数中减去(或加上)一个强度单位来获得今天的模式期望T指数(MET)。



图6-4 模式中描述的基本云型  
 请注意,在演变过程中覆盖云如何进一步包围云系中心(T),或云系中心变得更清楚

图 5-2 工作单(图 5-1)中与步骤 2 有关的部分

根据模式计算 T 指数和对 DT 指数的限制

2D	2E	DT 数计算		3	4	5	6	7,8	9	10	备注	
CDU	输入中心	CF	BF	DT	CCC	趋势	MET	PAT	FT	CI		24 小时预报
根 中 密 云 区 大 小	根 据 (EIR)环 境 温 度	CF	BF	DT	根 据 规 定 中 心 云 盖 区	24 小 时 变 化: D-加 强 W-减 弱 S-不 变	模 式 期 望 T 指 数	云 型 T 指 数	使 用 最 终 指 数	规 定 T 指 数	当 前 强 度 指 数	如 果 需 要, 调 整 模 式 预 报
												可 用 预 报 强 度 指 数
							↑					

图 6-5 在第 4 步中确定了发展趋势(D,S 或 W)以后,把模式期望 T 指数(MET)填在第 5 列

例如,如果你看到的 24 小时云型变化与图 6-6 中的一幅情况相似,你应判断今天的气旋(右图)在 24 小时时段中已经发展了。判断的依据是风暴中心附近的弯曲云带轴上的云量已经增加了。图中的虚线为弯曲云带轴,用以说明云带弯曲度的增强。

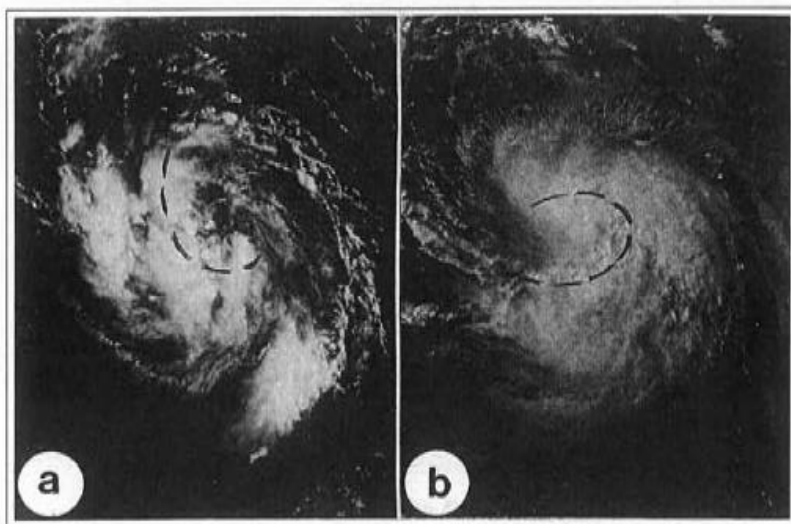


图 6-6 一个正在发展的热带气旋的 24 小时云型演变例子(从 a 到 b)

如果“昨天”的风暴强度指数为 4.0,并以一般的演变速度发展(每天增加一个 T 指数),那么,“今天”的风暴强度的模式期望指数应为 5.0。如果风暴原先的增强速度已经很快,例如每天增加 1.5 个 T 指数,那么“今天”的 MET 应为 5.5(4.0+1.5)。

应该记住,MET 并不是风暴的分析强度,它只是一个第一猜测估计值。真实的分析强度可能与 MET 相差一个 T 指数。

现在假设一个气旋的云型已经以一般的速度发展起来,即每天增长一个 T 指数。但是“今天”上午,低层云型中心从浓密云区中显露出来(图 6-7b)。因为观测到环绕中心的浓密云区正在减少,可以判定存在减弱(W)的趋势。“昨天”的 T 指数为 3,弯曲云带轴围绕云系中心弯绕了大半圈。

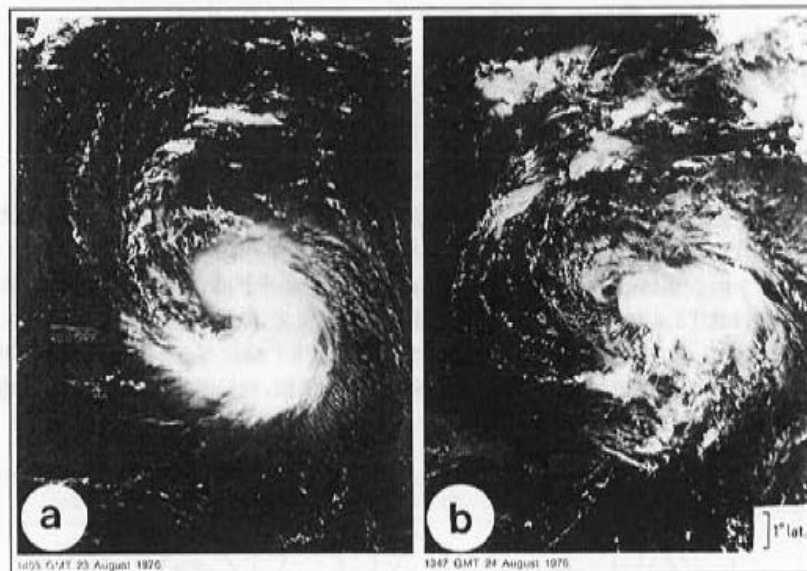


图 6-7 从昨天(a)到今天(b),24 小时内减弱云型的变化

因为中心很清楚,并且到浓密云区的距离小于  $3/4$  个纬度,所以“今天”云型的资料 T 指数(DT)应为  $3 \pm 0.5$ 。MET 指数为 2(即昨天 T 指数 3-1)。请看已填好的工作单(图 6-8)。如果风暴过去的趋势是一般性地减弱而不是发展的话,MET 指数也应为 2(3-1)。假若风暴的过去趋势是迅速减弱的话,那么 MET 指数又应该是多少呢?在迅速减弱的情况下,因为在迅速变化的云型中,24 小时期望变率是 1.5,所以 MET 指数应为 1.5。也就是“昨天”T 指数  $3 - 1.5 = 1.5$ (图 6-7b)。

2D	2E	DT 数计算			3	4	5	6	7,8	9	10	签名
CDO	嵌入中心	CF+BF=DT			CCC	趋势	MET	PAT	FT	CI	24 小时预报	
根据中心云大小	根据 EIR 环境温度	CF	BF	DT	根据规定中心云	24 小时变化： D-加强 W-减弱 S-不变	模式 T 指数	云型 T 指数	使用规定最终指数	当前强度指数	如果需要,调整模式预报	列出所用规则
YESTERDAY				3		D	3	3	T3			
TODAY				3+5		W	2					

图 6-8 对“今天”的云型(图 6-7b)完成步骤 5 的分析

### 3. 步骤 6: 云型 T 指数(PAT)(MET 的订正值)

第 6 步是选择云型 T 指数(PAT), PAT 指数可以等于 MET 指数或与之相差  $\pm 0.5$ 。当实际云型明显地比 MET 指数所暗示的云型更强或更弱时, PAT 指数不等于 MET 指数。例如, 如果 MET 指数是 3.5, 把所分析的云型与可见光分析流程图(见图 6-9)第 6 步中 PAT 指数为 3.5 的云型(标记为 PT 型)相比较, 如果云型看起来更像 PAT 4.0(或更强)的云型时, 就应把 MET 3.5 加上 0.5 得到 PAT 指数为 4.0。反之, 如果实际云型与 PAT 2.5(或更弱)的云型相似, 就应减去 0.5。如果没有调节的必要, PAT 指数与 MET 指数相等。如果资料 T 指数定得比较好, PAT 指数应等于资料 T 指数。例如: 对于图 6-7b 的云型, 应选择多大的 PAT 值? (正确的答案是 PAT 指数为 2.5)

	PT1.5±.5	PT2.5	PT3.5	PT4	PT5	PT6
a.						
b.						
c.						

图 6-9 可见光分析流程图中用于第六步分析的云型  
查看所分析的云型是否与第 5 步中模式所期望的云型相似

#### 4. 分析中使用的规则

步骤 7 和步骤 8 包括确定最终 T 指数的规则。图 6-10 和图 6-11 给出了在分析流程中所使用的规则。步骤 7 说明,当你所做的测量是清楚明确的时候,你应当首先选择 DT 指数;否则的话,如果 PAT 指数与 MET 指数不相等,就应选择 PAT 指数。在所有其他情况下,应选择 MET 指数作为“今天”风暴强度的最佳估计结果,并把它用于步骤 8。这条规则表明,有关强度方面的证据越是模糊不清或相互矛盾,估计值越应该以 MET 值为基准。在云型难以估价时,正是这种模式的指导作用才保证了不同分析人员所做分析的一致性。

但是,步骤 7 所选择的 T 指数还要受到步骤 8 的约束。步骤 8 的规则对于保证强度估计结果的可信性和一致性是非常重要的。这些规则强烈地限制了在气旋发展的头 24 小时对 T 指数所做出的选择。不管云型发展多么迅速,任何云型的初始归类强度必须在 1 到 1.5 之间。在第一次归类判识之后的 24 小时内,T 指数值必须不大于 2.5。还有一条规则防止了在气旋发展的头 48 小时内夜间过低地估计其 T 指数。当云型表现出与规则确定的 T 指数相对应的云型更强或更弱时,预报员往往有很强的忽视这几条规则的倾向。但是,多年的卫星观测与相应的飞机探测的地面中心气压相比较表明:(1)在一些例子中,云型的变化先于气压变化。(2)在发展气旋的初始阶段,往往在夜间云量很少。

7. **确定 T 指数:**

1. 当云特征清楚时使用步骤 2 的 T 指数值作为 T 指数
2. 当资料 T 指数(DT)不清楚,并做了模式期望 T 指数调整时,使用云型 T 指数(PAT)
3. 其他情况,使用模式期望 T 指数(MET)

图 6-10 步骤 7 中在 DT、PAT、MET 之间选择 T 指数的规则

8. **对最终 T 指数的约束:**

1. 作出气旋的初始阶段归类判断后,T 指数必须在 1 到 1.5 之间
2. 在发展的头 48 小时内,在夜间不能降低 T 指数
3. 初始阶段(T1)之后的 24 小时内,风暴的 T 指数必须小于 T2.5
4. 最终 T 指数限制:T 指数 < 4 时,6 小时变化量为 1/2;大于 4 时,6 小时变化量为 1,12 小时变化量为 1.5,18 小时变化量为 2,24 小时变化量为 2.5
5. 最终 T 指数必须是 MET ± 1。

图 6-11 步骤 8 中对最终 T 指数进行限制的规则

对所有初始阶段之后的云型来说,最终 T 指数与 MET 的差必须不大于 1 个 T 指数。另外一些限制则涉及到在给定的时间段内所允许的强度变化量。

步骤 9 是确定“当前强度(CI)指数的规则。每一次强度分析都产生一个 CI 指数和一个最终 T 指数。对于发展云型,二者的值是相同的。但是,对于大多数减弱的云型和气旋将重新发展的云型,CI 指数与最终 T 指数是不同的。当气旋开始减弱时,CI 指数在 12 小时内保持不变,尽管这时 T 指数正在变小。当风暴变弱时,头 12 个小时内 CI 指数应比 T 指数高 0.5 到 1。自从 NESDIS 技术报告第 11 期发表以来,各业务中心的实践表明,除快速减弱的风暴(这时 CI 指数应比 T 指数高 1 个 T 指数)而外,CI 指数都应高于 T 指数 0.5。当已有迹象表明气旋将重新发展时,CI 指数不应降低到 T 指数的水平,而应保持不变,直到 T 指数上

升到当前 CI 指数的大小。图 6-12 给出步骤 9 的规则。

**当前强度(CI)指数:**

规则:

1. 当最终 T 指数显示气旋没有减弱的趋势或者没有重新发展的迹象时, CI 指数 = 最终 T 指数。

2. 气旋刚开始减弱时, CI 指数在 12 小时内保持不变。然后随着风暴减弱, CI 指数应高于 T 指数 0.5 或 1 个单位。

9.

图 6-12. 步骤九中确定当前强度(CI)指数的规则

### 5. 如何分析热带气旋强度的例子

既然我们已经学习了确定最终 T 指数和当前强度(CI)指数的过程,(从步骤 4 到步骤 9),就让我们把它们应用于热带气旋强度分析。先请看图 6-13,这是两张间隔 24 小时的可见光图像。图像对比是主观分析的一个重要部分。对“昨天”的图(左图),最终 T 指数已知为 3.5,而且风暴正以每天增加 1 个 T 指数的速率发展。

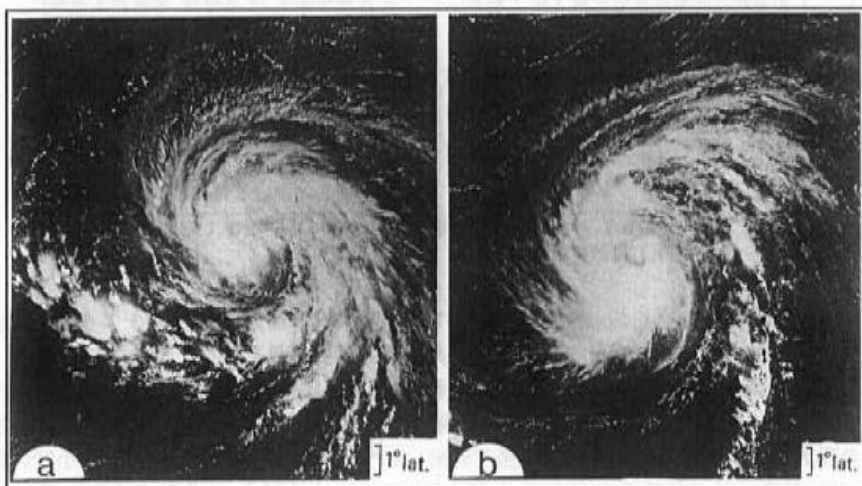


图 6-13 间隔 24 小时的可见光图像

如果“昨天”图像(a)上的气旋的 T 指数为 3.5,“今天”图像上(b)的 DT 数是多少?

当前图像(b)的DT指数是4.5。它显然是一个弯曲云带型。把云带轴线画出来,发现环绕云系中心云带的环数是12/10环。参看图6-4(T4.5)验证这一分析结果。

然后,转到分析步骤4至步骤9。你能填完工作单上这些栏目吗?你得到的最终T指数和CI指数为多少?在阅读下一段之前,请先花几分钟想一下分析的每个步骤。

答案应是T指数为4.5,CI指数也是4.5。但重要的是你得到这些值的思考过程。当我们进一步讨论更复杂的个例时,这一点尤其重要。

图6-14是比较好的分析结果。首先,在步骤4中,确定风暴是发展的(D)、减弱的(W)还是维持不变的(S)?因为弯曲云带的轴线围绕云系中心进一步卷曲,所以它是发展的。接着,在第5步中,MET指数是多少?因为这是个很典型的气旋,每天增加一个T指数,所以MET指数应为4.5(即 $3.5+1$ )。步骤6的问题是云型像不像所期望的强度为4.5的云型?或者它更像3.5或5.5的云型?答案是它像强度为4.5的云型。所以PAT指数应与MET指数相同,为4.5。因为我们的DT指数是通过很明确的测量确定的,并且与MET的差也在1个单位之内(在本例中是相等的),因而所有的规则都得到了遵守,所以最终T指数是4.5。而且,由于这是一个正在发展的气旋,CI指数应与最终T指数一样,也是4.5。

下面两张图像(图6-15)的差异相当大。在“昨天”的图上(左图)表现为弯曲云带型,在“今天”的图片(右图)上表现为正在变成切变的样子。“昨天”的最终T指数是3.0,“今天”的资料T指数(DT)是多少呢?我们还记得在第5章中,对于是使用 $DT3\pm 0.5$ ,还是使用 $DT1.5\pm 0.5$ 的选择是简单的。对于DT3云型,中心是由在密蔽云区 $3/4$ 个纬度之内紧密弯曲的低云线来确定的。如果相似的云型不能满足这个要求,就使用 $DT1.5\pm 0.5$ 。现在填写工作单。如果图6-15b的云型中心与密蔽云区之间的距离为1个纬度,最终T指数和CI指数又是多少呢?



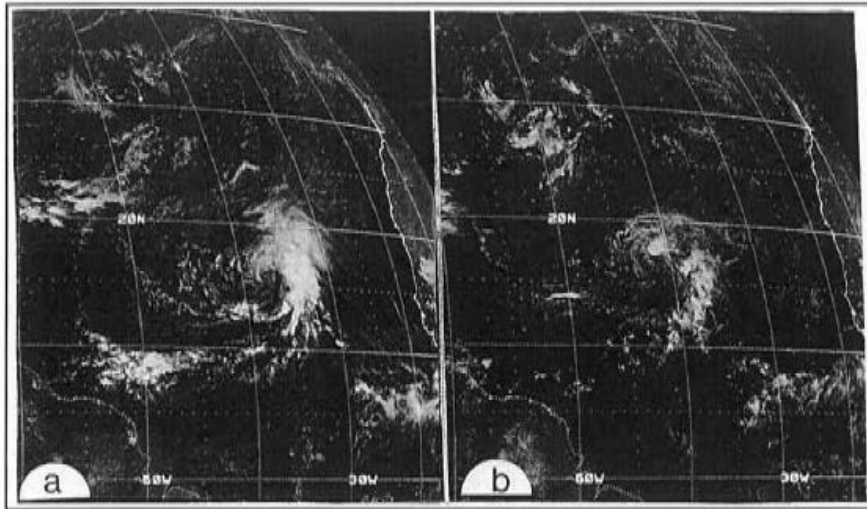


图 6-15 可见光图像,图 a 比图 b 晚 24 小时

答案请看图 6-16 的工作单。DT 指数为  $1.5 \pm 0.5$ , 气旋减弱(W), MET 指数为 2.0 (因为这是从发展到减弱的过程,所以“昨天”的最终 T 指数减 1。), PAT 指数为  $1.5 \pm 0.5$  (参见图 6-9), 最终 T 指数为 2.0, CI 指数为 3.0。对于切变云型, 最终 T 指数是 1.5 还是 2 取决于 MET 指数(除非强烈地指示出有其它情况发生)。即便这时 T 指数已经至少减少了 1 个 T 指数, CI 指数应比最终的 T 指数高 1。



图 6-17 是一对中心有眼的飓风云型的图片。左侧是“昨天”的图像。这是一个以一般速度发展的飓风。“昨天”的最终 T 指数为 5.5。这是根据嵌入云区的眼与云区边缘的间距为 1/2 个纬度计算得到的,给出的眼型指数为 E4。如果没有眼指数调整的话,它应等于中心特征指数(CF 指数),即值为 4。环绕中心特征的宽带缠绕了 3/4 圈,说明云带特征指数(BF 指数)应为 1.5。因此  $DT = CF + BF = 4 + 1.5 = 5.5$ 。

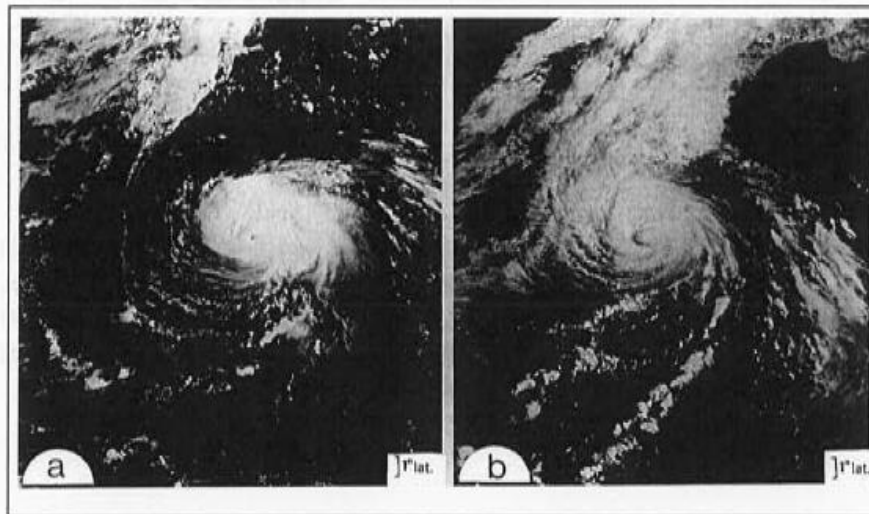


图 6-17 一个大西洋飓风的可见光图像。图 b 是在图 a 之后 24 小时获得的

对“今天”(图 6-17b)这样的云型,以及大多数不明显的切变云型或有眼云型的最佳分析方法是画出如图 6-18a 所示的弯曲云带的轴线。你可以看到轴线不止一次地旋入气旋中心;事实上螺旋云带缠绕了 12/10 圈,DT 指数为 4.5。如果注意到有一块宽度为 3/4 个纬度的中心密蔽云区 CDO(其 CF 指数为 2),以及一条完全环绕它的宽云带(其 BF 指数为 2)的话,应得到 DT 指数为 4(图 6-18)。像本例这样,当两种分析方法的结果不一致时,最好选择更确定或接近 MET 指数的那个 DT 指数作为最终 T 指数值。那么对“今天”这张云图上的气旋,最终 T 指数和 CI 指数到底应是多少呢?请通过系统地填写工作单的第 4 列到第 9 列来确定。

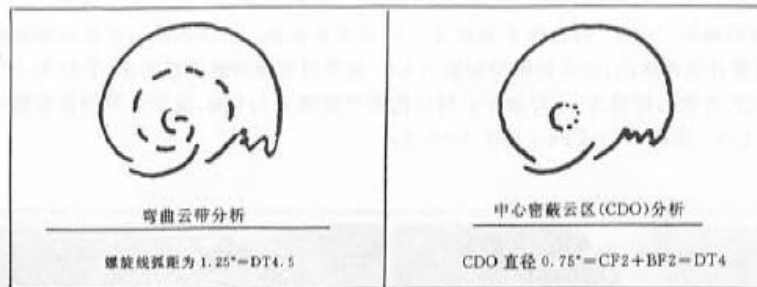


图 6-18 对图 6-17b 中的云型的两种可能的分析方法的示意图  
较好的分析是弯曲云带分析(a)

图 6-19 是已完成的工作单。发展趋势应是减弱的。当有眼云型减弱为弯曲云带云型时,中心清晰度降低,云型演变方向也相反。因为“昨天”的 T 指数为 5.5 并有变弱的趋势,所以 MET 指数应为 4.5(比“昨天”T 指数小 1 个 T 指数),PAT 指数也接近 4.5。因此最终 T 指数为 4.5;由于 DT 指数和 MET 指数相同,所有规则都满足。又因为云型正在减弱,所以 CI 指数应比 T 指数值高 1 个 T 指数,为 5.5。

## 6. 练习

练习 1-8 是对给出的几对图像进行分析。在填写工作单时仅对右边的图像(图像 b)进行第 2 步到第 9 步的分析。前一时次图像(图像 a)的分析结果已经在工作单上给出。应用图 5-3a 和 b 及第 5 章中的方法来确定 DT 指数。用第 5 章末尾的螺旋透明胶片确定弯曲云带的环绕数。参考图 6-2,并完成第 3 步到第 9 步的分析。把第 6 章的工作单印在下一页上,并填写每个练习的第二行。完成后请与附录中的答案对照,并理解云型的弯曲云带分析之过程。

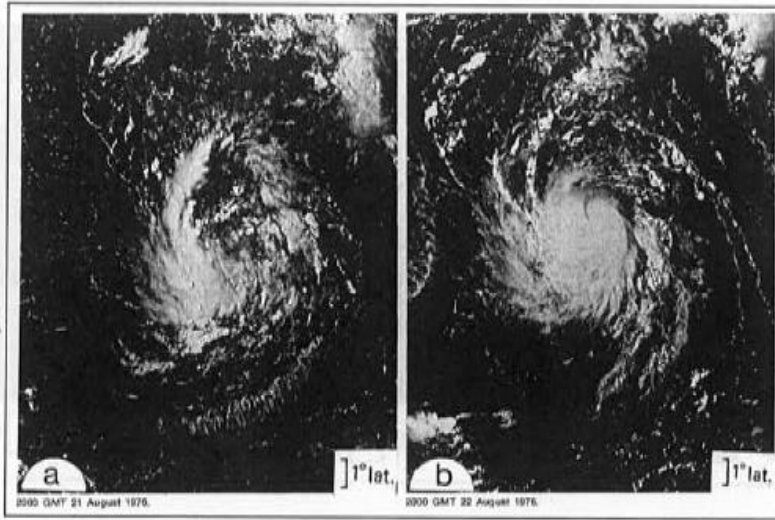


根据测量估计 T 指数  
(计算 DT 指数)

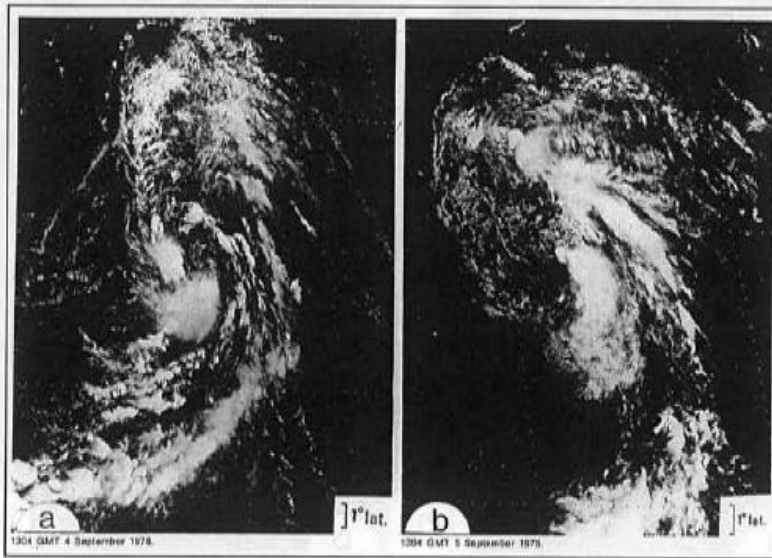
练习中使用的工作单

根据模式计算 T 指数和对 DT 指数的限制

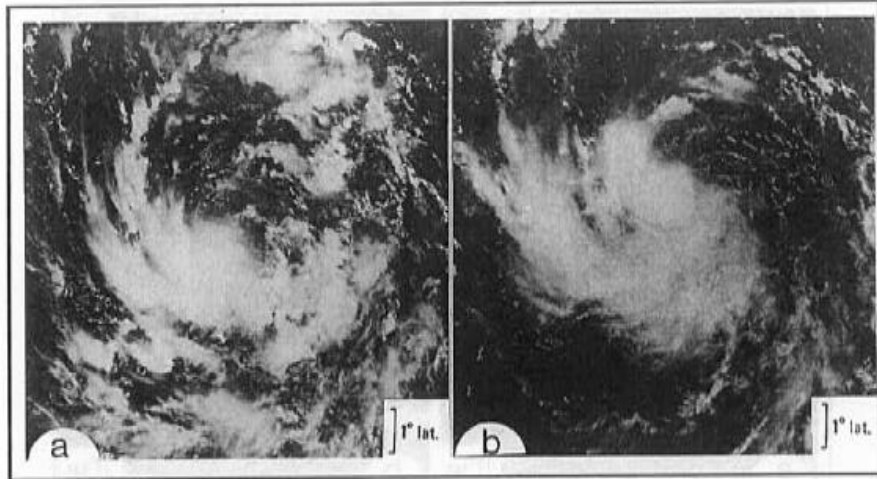
步骤	1	说明	2A • B		2C		2D	2E	DT 数计算		3	4	5	6	7.8	9	10
			弯曲云带或切变	根据 (VTS) 环境 根据 (VTS) 环境 根据 (VTS) 环境	根据 (VTS) 环境 根据 (VTS) 环境 根据 (VTS) 环境	E <sub>NO</sub> + E <sub>AN</sub> = CF			根据小尺度 根据小尺度 根据小尺度	根据大尺度 根据大尺度 根据大尺度							
		特云系中心 定在弯曲云 带汇聚处															
		纬度 经度															
时间																	
练习																	
练习 1	a		1.5	2.5	3.5	4.5						D	2	2 <sup>+</sup>	2	2	
练习 2	b											D	2	2	2	2	
练习 3	a											D	2	1.5 <sup>+</sup>	2	2	
练习 4	a											D	3.0	3.5	3.5	3.5	
练习 5	b											D	3	3 <sup>-</sup>	3	3	
练习 6	a						1°					D	2.5	3	3	3	
练习 7	a											D	2.5	3	3	3	
练习 8	a											D	4.5	5	5	5	
练习 9	a											D	3.5	3.5	3.5	3.5	
	b											D	3.5	3.5	3.5	3.5	



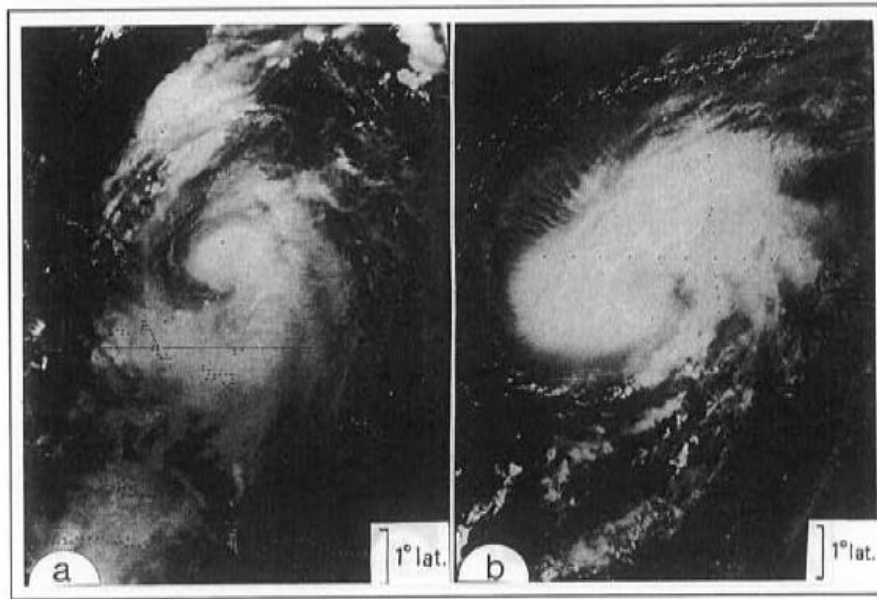
练习 6-1



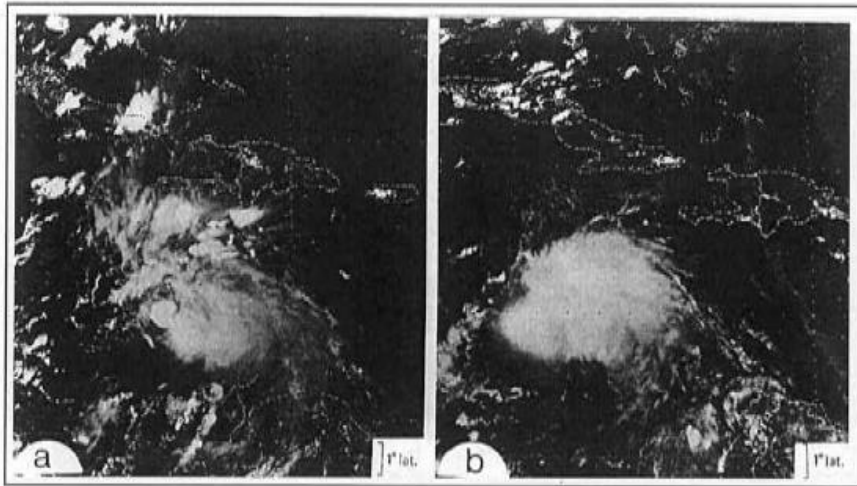
练习 6-2



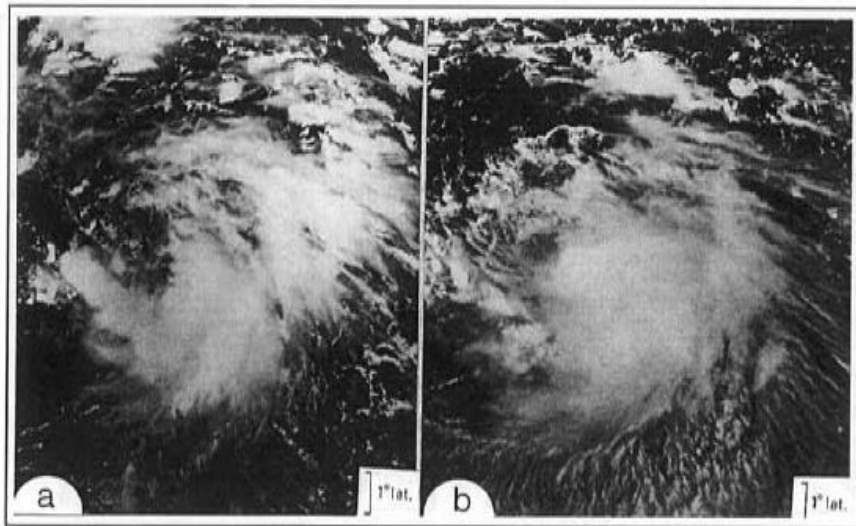
练习 6-3



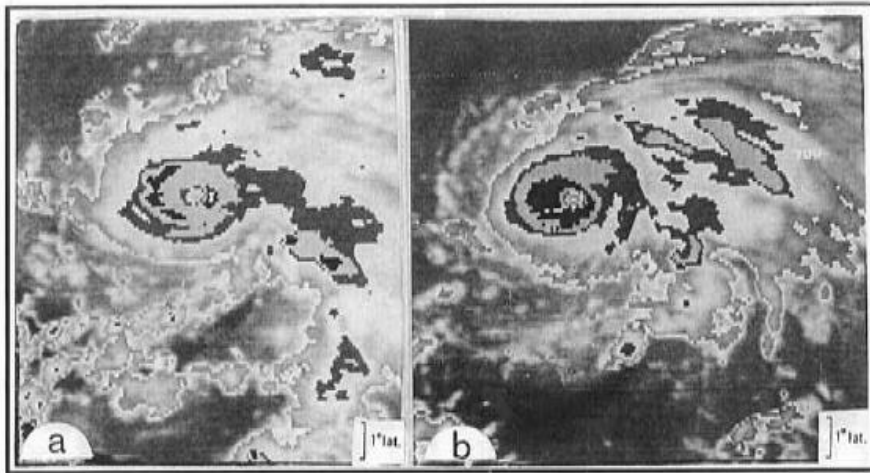
练习 6-4



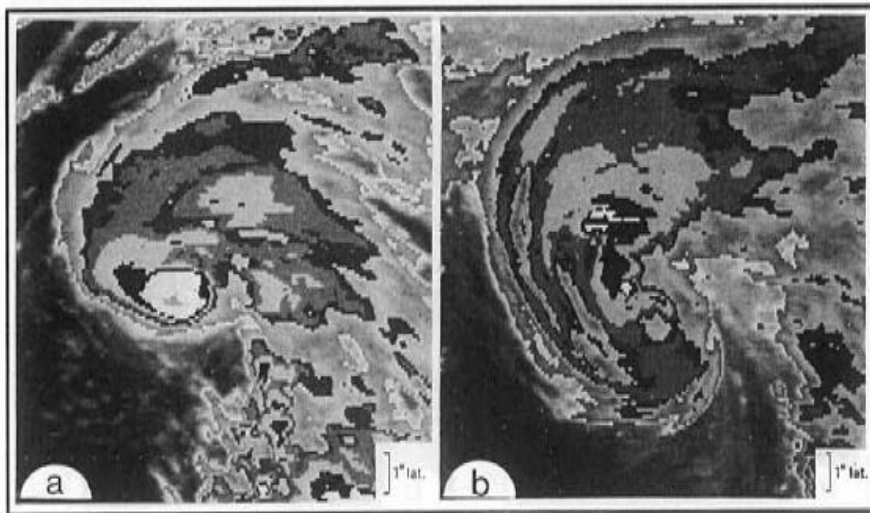
练习 6-5



练习 6-6



练习 6-7



练习 6-8