

确定台风强度方法的改进*

范蕙君 李修芳 燕芳杰 胡治波

(国家气象中心)

提 要

本文叙述了用1983—1988年GMS增强红外云图资料,对中央气象台使用的原有《用地球静止气象卫星云图估计台风强度的方法》的改进。在改进时,重点运用增强红外云图能表达云顶温度和眼区温度这一特征。在确定台风强度的云指数时,增加了下列因子:①眼区温度和直径大小;②中心强对流云区顶部的最低温度;③螺旋云带顶部的最低温度。经曲线拟合,得到云强度指数与台风中心附近最大风速的关系。改进后的方法较前更为客观、定量,对中心风力大于 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的台风也可以客观地计算确定。

一、前 言

二、资料 and 主要改进

1972年, Dvorak, V.F.[1]提出了用卫星云图确定台风强度的方法,以后曾作修改[2][3]。1984年,提出用增强红外云图(以下简称EIR图片)确定台风强度的方法[4]。

为了适合于西北太平洋和南海台风云系的特征,1980年联合分析组[5][6]对上述方法作了改进,在台风实时分析和预报中发挥了积极的作用。然而,这个方法的某些云特征数的确定取决于气象员的经验,而且,对 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上的强台风的强度只能根据定性判据确定为 $40—60\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。特别要强调的是,1987年8月开始,关岛飞机探测停止进行,用卫星资料来确定台风强度成为唯一的手段。因此,必须对原方法加以改进,使其更加客观化,并适用于各种强度的台风,本文就此予以介绍,并举例说明改进方法的应用效果。

本文采用中央气象台使用的1983—1988年增强红外云图资料,每日4个时次(02、08、14、20北京时)EIR图片共1904张;上海台风研究所出版的《台风年鉴》。

首先,对中央气象台所用的EIR图片作简单介绍。红外云图实际上是一张云顶和地表温度的分布图,或是一张云顶相对高度分布图。对红外云图做增强显示处理,是根据不同的研究目的和业务使用要求,用对数、指数或线性等多种不同的增强方式,来突出所关心的那部分云区的云顶温度分布或地表热状况,用事先规定好的灰阶表示出来。从EIR图上,可以清楚地看到云区顶部的温度分布,云区顶部温度梯度,并可估计出云顶高度和对流发展的程度等。中央气象台自1983年开始对红外云图做增强显示处理,并在业务中使用,其效果比使用红外云图有了明显改进。

本文所用的EIR图片,采用的增强曲线

*为简便,本文沿用台风名称,指热带风暴、强热带风暴和台风。

如图1所示。即在云顶温度高于 -33°C 时,进行r增强,灰阶达到最白色调,而温度低于 -33°C 则做等级增强,即黑色($-33\sim-46^{\circ}\text{C}$)、深灰($-46\sim-57^{\circ}\text{C}$)、浅灰($-57\sim-74^{\circ}\text{C}$)和白色($<-74^{\circ}\text{C}$)。

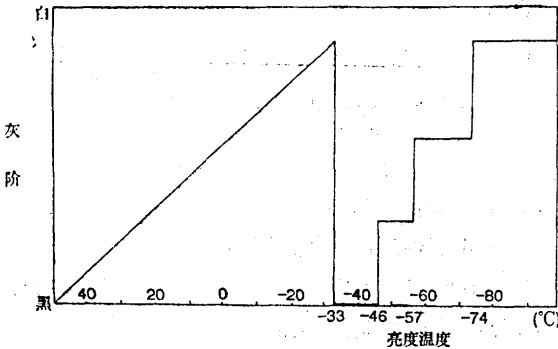


图 1 中央气象台1983—1988年所使用的增强曲线

针对文献[5]、[6]所提到的方法的不足,本文重点运用EIR图片能表达云顶温度和眼区温度这一特征。在确定台风强度的云指数时,主要改进有:①除了用眼的形状外,还以眼区的温度和直径大小来确定眼区指数;②除了用强对流云区面积外,还以其最冷云顶温度来表示中心浓密云区指数;③除了用螺旋云带长度外,还以它的最冷云顶温度来表示带状指数。并且,对强度达 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上的台风也能用云强度指数来确定它的强度。

三 用EIR图片确定台风强度的方法

这个方法共有6步,简要叙述如下:

(1) 确定眼指数(环流中心指数)

无台风眼时,根据台风环流中心与浓密云区的相对位置(见表1)来确定环流中心指数 A_1 值。

有台风眼时,分别根据台风眼的形状、直径和温度(见表2)来确定指数 E_1 、 E_2 和 E_3 。得到眼指数 $A_2 = E_1 + E_2 + E_3$ 。

(2) 确定中心密蔽云区指数

分别根据中心密蔽云区(简称CDO)

表 1 环流中心指数

环流中心与浓密云区的相对位置	指数 A_1
位于浓密云区之外	0.5
位于浓密云区边缘	1.0
位于浓密云区内部,距边缘 <1.0 纬距	3.5
位于浓密云区内部,距边缘 ≥ 1.0 纬距	4.0
位于浓密云区中心	5.0

表 2 眼指数

眼的形状	指数 E_1	眼的温度($^{\circ}\text{C}$)	指数 E_3
螺旋眼	2.5	>20	3.0
不规则	3.5	$20\sim12$	2.5
圆眼	4.5	$11\sim5$	2.0
直径(纬度)	指数 E_2		
0.0—0.3	1.0	$-33\sim-45$	1.0
0.4—0.7	0.5	$-46\sim-56$	0.7
>0.7	0.2	$-57\sim-74$	0.4

最低云顶温度和云顶温度 $<-57^{\circ}\text{C}$ 的面积(见表3)来确定指数 B_1 和 B_2 。得到CDO指数 $B = B_1 + B_2$ 。

表 3 CDO指数

CDO的最低云顶温度($^{\circ}\text{C}$)	指数 B_1	CDO的面积*	指数 B_2
$-46\sim-56$	1.0	1—5	0.5
$-57\sim-74$	1.5	6—10	1.0
<-74	2.0	11—15	1.5
$B = B_1 + B_2$		>15	2.0

* 指CDO的最低云顶温度 $<-64^{\circ}\text{C}$ 以下的面积,以 $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ (经纬度)为单位。

(3) 确定螺旋云带指数

分别根据螺旋云带的最低云顶温度和条数(见表4)来确定指数 C_1 和 C_2 。得到螺旋云带指数 $C = C_1 + C_2$ 。

(4) 确定台风强度云指数

台风强度云指数 $I = A_1 + A_2 + B + C$

(5) 确定台风中心附近最大风速

经拟合得到:

表 4 螺旋云带指数

螺旋云带的云顶温度(°C)	指数 C_1	螺旋云带长度	指数 C_2
-33—-45	1.0	半环	0.5
-46—-56	1.5	一环	2.0
-57—-74	2.0	一环半	3.0
<-74	2.5	二环	3.5
		三环*	4.0
		四环*	4.5

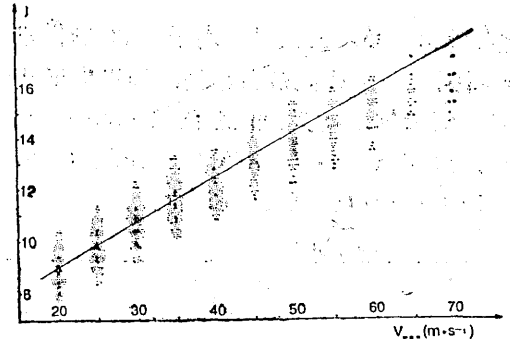
$$C = C_1 + C_2$$

* 指中心强对流云带的条数

台风中心最大风速 $V_{\max}$ 与 I 的线性关系式为

$$V_{\max} = 5.4268I - 26.9475 \quad (1)$$

图2给出1904组 $I-V_{\max}$ 值与拟合的线性关系式的分布。误差分析结果为: 平均误差

图 2 1904组 $I-V_{\max}$ 值与拟合的线性函数关系

图中每一三角表示20个重合点

3.25, 标准差4.16。

(6) 确定台风地面层最低气压

根据表5给出的经验关系, 由 $V_{\max}$ 求出台风地面最低气压值。

表 5 台风中心附近最大风速与地面最低气压关系

最大风速 ($m \cdot s^{-1}$)	20	25	30	36	43	49	55	61	68	75
最低气压 (hPa)	992	987	982	973	964	954	942	928	914	900

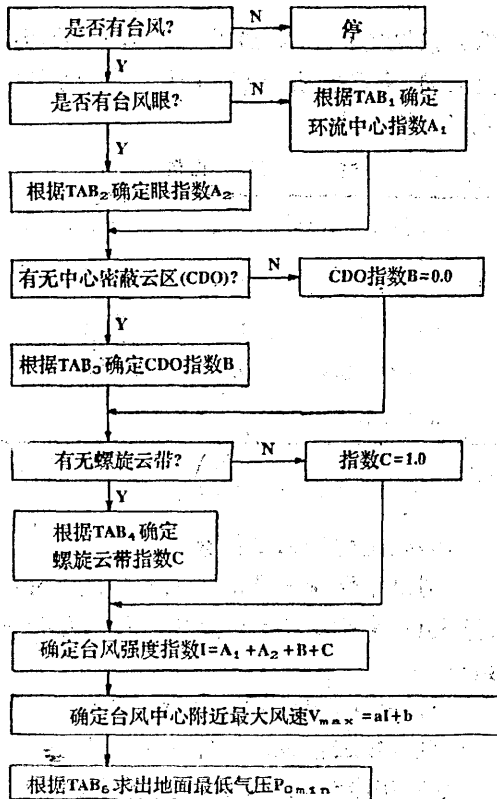


图 3 确定台风强度流程图

为了便于业务使用, 我们概括出“确定台风强度流程”(图3), 全部操作计算过程均在微机上通过人-机对话实现。其中, 实现这个方法的自动化过程将另文介绍。

四、检验和举例

取1989年7月底—9月的10个台风(11, 14—16, 19, 21—25号)共70个时次, 由本方法得到 I 值, 再由(1)式得出 $V_{\max}$ 拟合值, 与台风年鉴资料中的强度 $V_{\max}$ 值相比较, 平均绝对误差为 $3.20 m \cdot s^{-1}$, 标准差为 3.88 , 其中误差最小值为 $0.0 m \cdot s^{-1}$, 最大值为 $4.7 m \cdot s^{-1}$ 。结果是令人满意的。图4给出检验所取的70组 $I-V_{\max}$ 值及拟合曲线, 这些值均出现在拟合曲线两侧附近。

下面, 再举例说明。

图5给出8916号台风的EIR图片。

由图5和表1—4可得到:

(1) 眼区指数

$E_1 = 2.5$ (螺旋眼), $E_2 = 0.5$ (直径 $0.4-0.7$ 纬距), $E_3 = 1.5$ (眼区温度 $4-$

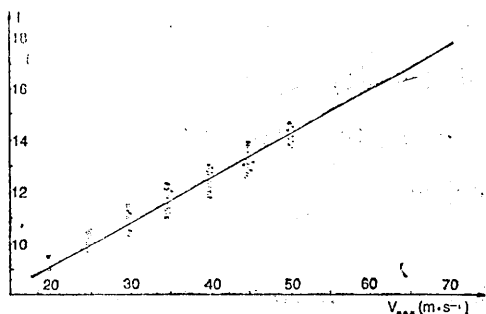


图 4 检验所取的70组 $I-V_{max}$ 值与拟合关系

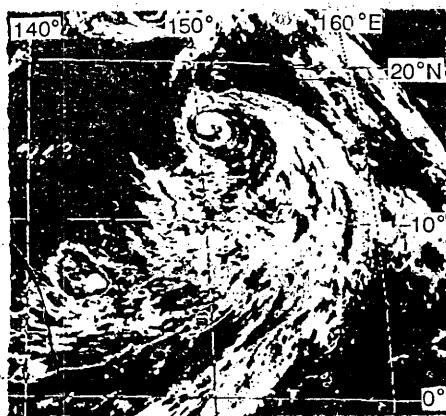


图 5 1989年8月14日20时32分
GMS-3 EIR图片

-32°C), $A_2 = E_1 + E_2 + E_3 = 4.5$ 。

(2) 中心密蔽云区指数

$B_1 = 2.0$ (最低云顶温度 $< -74^{\circ}\text{C}$),
 $B_2 = 0.5$ (面积1—5经×纬度), $B = B_1 + B_2 = 2.5$ 。

(3) 螺旋云带指数

$C_1 = 2.0$ (最低云顶温度 $-57 \sim -74^{\circ}\text{C}$), $C_2 = 3.5$ (双环), $C = C_1 + C_2 = 5.5$ 。

(4) 台风强度指数 I

$I = A_1 + A_2 + B + C = 12.5$ 。

(5) V_{max}

$V_{max} = 5.4268I - 26.9475 = 38.2 \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1})$

此值与台风年鉴所确定的该时刻强度 $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 十分接近。

五、结 语

由图2可以看到,对于强台风 ($55 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上) 多数 $I-V_{max}$ 值偏于拟合线之下,这是由于两个原因造成: ①这类强度的台风,其云顶最低温度达 -80°C 以下,而图1所给出的增强曲线在 -74°C 以下均为白色灰阶。尚不能准确表征其强度值; ②增强曲线(图1)在高于 -33°C 时,采用 r 增强,因此眼区温度确定误差较大,影响强度的确定。

我们将采用GMS展宽数字云图,克服上述不足,继续改进。本文的方法将在1990年台风季节投入业务使用。

参 考 文 献

- (1) Dvorak, V.F. A technique for the analysis and forecasting of tropical cyclone intensities from satellite pictures, NOAA Technical Memorandum NES 36, 1972.
- (2) Dvorak, V.F. Tropical cyclone intensity analysis and forecasting from satellite imagery, Mon. Wea. Rev., 103(5) 420—430, 1975.
- (3) Dvorak, V.F. Tropical cyclone intensity analysis using enhanced infrared or VIS imagery, Application Division Training Notes NOAA, 23pp, 1980.
- (4) Dvorak, V.F. Tropical cyclone intensity analysis using satellite data, NOAA Technical Report NESDES 11, U.S. Department of Commerce NOAA, 1984.
- (5) 卫星云图联合分析组, 用卫星云图分析预报台风的方法, 气象, 1980年第9、10期。
- (6) 方宗义等, 用地球同步气象卫星红外云图估计热带气旋的强度, 气象学报, Vol. 38, No. 2, 1980.

Improvements to the Technique of Determining Tropical Cyclone Intensity

Fan Huijun Li Xiufang Yan Fangjie Hu Zhibo

(National Meteorological Center)

Abstract

The Technique of Determining Tropical Cyclone Intensity in NMC is improved according to analyses of EIR imageries (1983—1988). In the determination of the cloud index for tropical cyclone intensity, some factors are incorporated, (a) the temperature and diameter of the eye area, (b) the lowest cloud-top temperature of CDO, (c) the lowest cloud-top temperature of spiral cloud band. The relationship between cloud intensity indices and maximum wind velocity near the center of tropical cyclone is also derived from curve fitting. The new technique is more objective and quantitative than anyone before.