

# 用数字云图确定热带气旋强度方法的检验和应用\*

范蕙君 李修芳 燕芳杰 胡治波

(国家气象中心,北京 100081)

## 提 要

以关岛飞机探测的热带气旋资料和登陆热带气旋的实测风资料为观测值,将用数字云图确定的热带气旋强度与观测值作比较,其平均绝对误差均不足  $3\text{ms}^{-1}$ . 文章还给出了 1994 年业务试用结果. 检验结果表明,此方法具有业务应用价值.

关键词:数字云图;热带气旋强度;检验和应用.

## 前 言

1993年,作者提出了用数字云图确定热带气旋强度的方法<sup>[1]</sup>(以下简称云图定强). 以中央气象台整理后的强度值作为最佳值,来检验云图定强确定的热带气旋强度(指热带气旋中心附近最大风速). 对 1993年 12个热带气旋而言,平均绝对误差为  $2.31\text{ms}^{-1}$ . 应当说,这样的误差值已经在观测误差范围之内,可以在业务预报中应用. 但是,需要指出的是,中央气象台整理的强度值作为所谓最佳值,并不是真正的观测值,它只是由现行的各种方法,包括云图方法估计的热带气旋强度的综合结果. 因此,数字云图定强与最佳值之间的差值,并不能真正反映这一方法与观测值之间的误差. 为保证业务应用,本文使用飞机探测资料和登陆热带气旋的实测风对云图定强方法作进一步的检验. 并给出 1994年台风季,我们对 26个热带气旋作实时定强的检验结果.

## 1 云图定强与飞机探测资料比较

将云图定强与飞机探测进行比较的主要困难是如何实现两种方法的时间同步.

首先,同时具有飞机探测和云图资料的时段内,只有增强红外云图,没有数字云图. 但是,根据作者的研究结果<sup>[1]</sup>,数字云图的方法已推广到增强红外云图资料. 因此,本文分析

\* 国家八五攻关项目 85-906-05 课题.

1994-11-10 收到,1995-01-13 收到修改稿.

的增强红外云图定强与飞机探测的比较结果,也适合于数字云图。

其二,由于GMS卫星观测是在正点前半小时内进行的,即06 UTC的卫星云图是在05:33~05:58 UTC卫星自北向南逐行扫描而来的。因此在作比较时,飞机探测的时间取卫星观测前后1h时间范围内的。例如:06 UTC的卫星云图,取04:30~06:30 UTC飞机探测资料,其余以此类推。

按照上述时间同步的定义,1983~1987年期间,共有212个时次的资料符合上述条件。将云图确定的热带气旋强度与飞机探测的热带气旋强度进行比较。按热带气旋强度国际等级标准,分成台风、强热带风暴、热带风暴三个等级。其中,热带风暴只有13次,样本较少,与强热带风暴合并。其结果列于表1。

表1 云图定强确定的热带气旋强度与飞机探测比较(单位:  $\text{ms}^{-1}$ )

热带气旋等级	次数	平均绝对误差	标准差	最大误差
台风	112	3.15	3.94	9.2
强热带风暴 (含热带风暴)	99	2.74	3.45	9.0
热带低压	1	2.20	2.20	2.20
总计	212	2.96	3.71	9.2

从表1可以看到:①212次总的平均绝对误差为  $2.96\text{ms}^{-1}$ ,标准差  $3.71\text{ms}^{-1}$ 。②最大误差为  $9.2\text{ms}^{-1}$ ,出现在台风FAYE(8522)。1985年10月31日00:20 UTC飞机探测地面最大风速  $35\text{ms}^{-1}$ ,位于西象限,距中心30km处。而由云图方法确定的热带气旋强度为  $25.8\text{ms}^{-1}$ 。为了解云图方法偏弱的原因,我们查阅分析了这一时段的云系演变过程,发现此时冷空气侵入,台风开始变性。其云系最明显的特征是结构松散,螺旋云带中的对流活动明显减弱,云顶最低温度仅  $-45^{\circ}\text{C}$ 。③台风的定强误差要大于热带风暴和强热带风暴。分析其原因是,由于1983~1987年期间是增强红外云图,在用云图方法确定热带气旋强度时,眼指数中的眼区温度高于  $-33^{\circ}\text{C}$ 时,温度值读数误差较大。这一点不足,在1990年以后的数字云图资料中已不存在。另外,云图方法拟合时,强度达  $55\text{ms}^{-1}$ 以上的强台风个例较少,所得的关系在强台风时统计意义代表性差些。

## 2 云图定强与登陆时实测风资料比较

热带气旋登陆期间,位于其中心附近的气象站的实测风报告无疑是确定热带气旋强度的又一类实测资料。

我们将云图方法确定的热带气旋强度与1994年登陆我国的热带气旋的实测风资料列于表2。

由表2可以看到:①两者都有记录的共12时次,平均绝对误差为  $2.48\text{ms}^{-1}$ 。②对9405、9406、9414、9417、9419和9422热带气旋,误差均不足  $2\text{ms}^{-1}$ ,与实况极为一致。③误差最大的是ELLTE(9415),发生在它第二次登陆辽宁省普兰店市皮口镇时,云图定强确定风速为  $15.3\text{ms}^{-1}$ ,而观测值为  $23.0\text{ms}^{-1}$ 。其原因是ELLTE已经进入中高纬度,冷空气侵入,呈空心结构。

表 2 1994 年登陆热带气旋实测风与云图定强

编号	名称	登 陆 实 况			云图方法确定强度值		备 注
		登陆地点	时间 (UTC)	风速 ( $\text{ms}^{-1}$ )	时间 (UTC)	风速 ( $\text{ms}^{-1}$ )	
9404	SHARON	广东阳江	6月25日 01:00	15			机器故障
9405	NAMELESS	广东阳西—电白	7月4日 10:30	23	4日 09:00	22.2	
9406	TIM	台湾新港	7月10日 12:00		10日 12:00	47.9	
		福建晋江	7月10日 22:00	30	11日 00:00	31.0	
9413	CAITLIN	台湾					
		福建龙海县	8月3日 20:00		3日 18:00	20.4	
9414	DOUG	台湾头城	8月7日 18:00	50	7日 12:00	51.7	18:00 机器故障
9415	ELLTE	山东文登市	8月15日 16:00	25	15日 12:00	24.7	
		辽宁普兰店					
		市皮口镇	8月16日 00:30	23	16日 00:00	15.3	
9417	FRED	浙江温州瑞安	8月21日 14:30	40	21日 12:00	40.4	
9418	GLADYS	台湾宜兰苏沃	9月1日 03:00	40	1日 06:00	45.4	
		福建福清	1日 13:30	35	1日 12:00	41.7	迅速减弱阶段
9419	HARRY	广东徐闻	8月27日 14:00	28	27日 12:00	28.5	
		越南	28日 14:30	28	28日 12:00	27.9	
9422	JOEL	海南三亚	9月6日 04:55	18	6日 00:00	19.7	
9424	LUKE	海南万宁	9月12日 15:00	25	12日 12:00	28.5	

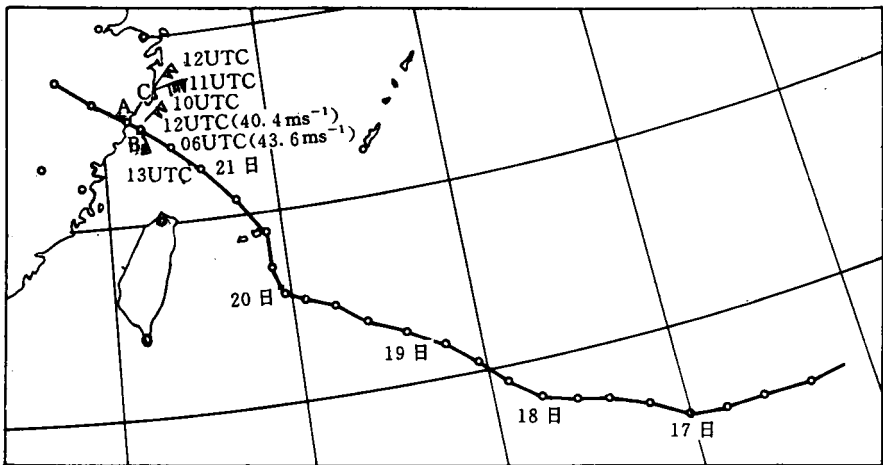


图 1 FRED(9417)台风 8 月 17 日 00 UTC 以后的路径和实测风速

图 1 为 FRED(9417)台风的路径。该台风于 8 月 21 日 14:30 UTC 在浙江温州瑞安 (A) 附近登陆, 该站测得台风中心附近风速为  $40 \text{ ms}^{-1}$ 。图上同时给出台风登陆前后加密观测的浙江北麂站(B)和玉环站(C)所测得的风速。其中, 台风中心于 8 月 21 日 12 UTC 左右经过北麂(距台风中心约 20km), 该站 10 UTC 和 13 UTC 实测风速均为  $40 \text{ ms}^{-1}$ ; 另一距台风中心约 60km 的玉环站, 10 UTC 测得风速  $32 \text{ ms}^{-1}$ , 12 UTC 为  $40 \text{ ms}^{-1}$ 。用云图定强确定的台风中心最大风速, 在 12 UTC 为  $40.4 \text{ ms}^{-1}$ , 14 UTC 为  $40.4 \text{ ms}^{-1}$ , 与台风中心经过的附近台站实测风相当接近。图 2 给出 1994 年 8 月 21 日 12 UTC GMS-4 云

图,按云图定强得到:环流中心指数  $A_1=4.5$ (环流中心位于浓密云区中心);CDO 指数  $B_1=2.0$ (CDO 最低云顶温度  $-74^{\circ}\text{C}$ )、 $B_2=0.5$ (CDO 云顶温度  $\leq -57^{\circ}\text{C}$ ,面积  $5^{\circ}\times 5^{\circ}$ 经纬距);螺旋云带指数  $C_1=2.0$ (螺旋云带云顶最低温度  $-57^{\circ}\text{C}$ )、 $C_2=1.5$ (两条螺旋云带);结构紧密度指数  $D=2.0$ (二圈); $I=12.5$ ,得到风速为  $40.4\text{ ms}^{-1}$ 。

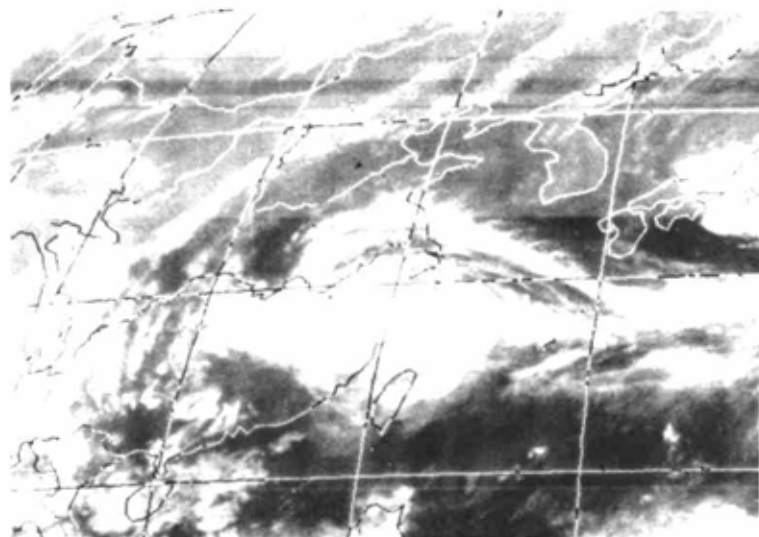


图2 1994-08-21-12 UTC GMS-4 红外云图

另外,用1990~1993年登陆热带气旋的实测风资料检验,云图定强的风力误差平均为  $2.28\text{ms}^{-1}$ 。

### 3 1994年台风季业务试用结果的评估

1994年台风季节,将云图定强方法在实时业务预报中进行应用试验。对9404至9430共26个热带气旋<sup>1)</sup>,一日3次(00、06和12UTC)共413时次,在正点后半小时内,实时用云图定强方法确定出热带气旋强度供中央气象台业务定强使用。

表3给出云图定强确定的热带气旋强度的误差,风速平均绝对误差为  $2.44\text{ ms}^{-1}$ ,满足台风业务的误差要求。还可以看到误差随热带气旋强度增强而有所增加的趋势。但是,

表3 1994年云图定强确定的热带气旋强度的误差\*(单位:  $\text{ms}^{-1}$ )

热带气旋等级	次数	平均绝对误差	标准差	最大误差
台风	133	3.08	3.96	9.6
强热带风暴	89	2.59	3.27	9.0
热带风暴	191	1.92	2.61	9.1
总计	413	2.44	3.24	9.6

\*以中央气象台整理强度为对比标准。

1) 9416(共编号6个时次)因无云图资料,未作实时定强。

各个强度等级的最大误差值较接近.几次大的误差均出现在冷空气侵入热带气旋,以及强度较弱的热带气旋(由定位误差引起环流中心指数的误差大)和大眼台风(当台风减弱时,眼区变大,眼温增高)的情况.

#### 4 结 语

以上分析和对 1994 年台风季业务应用的检验说明,我们提出的用数字云图确定热带气旋强度的方法具有业务应用价值,其平均误差小于  $3\text{ms}^{-1}$ .但是,在运用该方法时,应注意以下情况:①热带气旋进入北方海域,冷空气侵入,成为空心台风,或对流云明显减弱.②疑难的热带气旋定位.③强度在  $55\text{ms}^{-1}$  以上的台风,本方法拟合时样本较少,有时误差稍大.对情况①我们给予一定的修正值,将在明年台风季应用.对其它问题尚需继续改进.另外,某些指数值的确定需要一定的主观经验判断,特别是当云系结构不清楚或不甚典型时,不同的人所得的结果会有一定的差异.

#### 参 考 文 献

- 1 范蕙君,李修芳,燕芳杰,胡治波.用数字云图确定热带气旋强度的原理和方法(大气科学,1996,20(4)待刊).

## VALIDATION OF THE SCHEME TO ESTIMATE THE INTENSITY OF TROPICAL CYCLONE BASED ON DIGITIZED CLOUD IMAGERY AND ITS APPLICATION

Fan Huijun Li Xiufang Yan Fangjie Hu Zhibo  
(National Meteorological Center, Beijing 100081)

#### Abstract

The intensity of tropical cyclone (ITC) estimated by digitized cloud imagery is compared with that observed by aircraft weather reconnaissance from Guam and by the wind data from the landing tropical cyclones. It is shown that the mean absolute error of this scheme is less than  $3\text{ms}^{-1}$ . In the paper, the operational experiments in 1994 are given. The results show that the scheme can basically meet the needs in daily operations for analyzing and forecasting tropical cyclones.

**Key words:** Digitized cloud imagery; Intensity of tropical cyclone; Validation and application.