

增强显示和伪彩色数字化红外云 图在台风降水预报中的应用

吕晋文

(广州中心气象台)

提 要

本文应用增强显示红外云图资料,主要考虑台风增强云系温度等级、云系范围、螺旋结构、台风眼情况、台风西南方卷入云带等,结合台风所对应位置组成经验公式,作出华南台风的降水量级预报。在采用伪彩色数字化云图时,除了考虑上述台风云系数字化数值外,还结合台风移向移速,有无其他天气系统共同作用等,组成计算公式,所作出华南台风降水量预报与实况相近。关于强降水落区,则用物理量计算分布的极值区来决定。

一、引 言

从广东台风观测资料统计表明,台风云系造成华南的暴雨强度,跟云系直展高度关系密切。产生暴雨的云系绝大多数直展高度在11000米以上。日雨量在80毫米以上时,云的直展高度在13000米以上。而云的直展高度达15000米以上时,则往往日降水量可达100毫米以上。由盛夏华南探空资料可见,上述高度的温度分别是在 -48°C 、 -54°C 、 -68°C 左右。该温度相当于增强显示云图上表示的1级、2级和3级。在伪彩色数字化云图上该温度相当于数字10、12和14。台风云系范围大小、螺旋结构、云的紧密程度、眼区位置及其清晰度对台风风力及降水亦有贡献。台风西南方卷入云带的情况,基本上可以代表对水汽输送有明显作用的西南气流的强度。综合上述因子,组成用增强显示云图预报台风降水的经验公式,对预报华南台风降水的量级是有效的。

在伪彩色数字化云图中,根据华南台风云系发展高的特点,选取较低温度部分的增强曲线,及考虑了在增强显示云图中云系的各种因子与台风移向、移速对降水的作用。由以上因子组成计算公式,以计算预报台风降水量数值。

台风强降水的落区与700hPa物理量计算的极值区相对应,故用700hPa物理量分布来预报台风强降水的落区问题。

二、基本术语和规定

1、台风云系指台风眼区、中心附近浓密云区和外围螺旋云带三部份

表1 台风进Ⅲ防一段云系特征值和x值表

分层云区等级	x ₁ 值	分层云区直径 (1°=1纬度长)	x ₂ 值	卷入螺旋云带	x ₃ 值	台风云系结构	x ₄ 值	台风眼在云区情况	x ₅ 值
1级	0.5	≤ 4°	0	无	0	松散	0	在云区外	0
2级	1	5°	0.5	1条	1	不对称	1	云区边缘	0.5
3级	1.5	6—7° ≥ 8°	1 1.5	≥ 2条	1.5	紧密且对称	1.5	云区内 眼明显	1 1.5

为C级降水。

2、台风从Ⅲ防第二段进防的降水量判别公式如下:

$$R_2 = x_1 + x_2 + x_4 + x_6$$

这里x₁、x₂、x₄的意义同一段, x₆为副高晴空区西脊点经度值参数, 该参数与台风登陆方向有一定关系。

具体x参数值取法如表2。

当R₂ ≥ 4时, 判别台风为A级降水, R₂ = 2—3时为B级降水, R₂ = 1或0时我省为C级降水。

表2 台风进Ⅲ防二段云系特征值和x值表

分层云区等级	x ₁ 值	分层云区直径 (1°=1纬度长)	x ₂ 值	台风云系结构	x ₄ 值	副高西脊点位置(°E)	x ₆ 值
1级	0	≤ 2°	0	松散	0	< 90°或> 125°	0
2级	1	3—6°	1	不对称	1	90—100°	1
3级	1.5	≥ 7°	2	紧密且对称	1.5	101—125°	1.5

表3 台风进Ⅲ防三段云系特征值和x值表

分层云区等级	x ₁ 值	分层云区直径 (1°=1纬度长)	x ₂ 值	卷入螺旋云带	x ₃ 值
1级	0	≤ 4°	0	≤ 1条	0
2级	1	5—6°	1	≥ 2条	1
3级	1.5	≥ 7°	2		

3、台风从Ⅲ防第三段进防的降水量

判别公式如下:

$$R_3 = x_1 + x_2 + x_3$$

这里x₁、x₂、x₃的意义同一段。

具体x参数值取法如表3。

当R₃ ≥ 3时, 台风对我省产生A降水; R₃ = 2时为B级降水; R₃ = 0或1时, 我

省为C级降水。

例如8607号强台风, 7月10日14时进Ⅲ防第二段, 分层云区等级为4级, 分层云区直径> 7°, 台风云系结构不对称, 副高西脊点在101—125°E之间, 则R₂ = 6, 判别本省有A级降水, 与实况相符。

四、用伪彩色数字化云图作台风降水预报

根据伪彩色数字化云图台风云系特征与台风降水关系, 组成下面台风降水量计算公式:

$$RR_{24} = \frac{D}{V} \times \cos \alpha \times A \times B \times C \times R$$

$$RR_{MAX} = 4RR_{24} \text{ (包括水文站雨量记录)}$$

$$RR_{气MAX} = 3RR_{24} \text{ (气象站雨量记录)}$$

这里 RR_{24} 为 24 小时降水量, V 为台风移速(单位为 $\text{km}/\text{小时}$), α 为台风移向与预报地区交角, 如台风不在本省登陆, 则为台风与我省相邻地区交角。A 为影响台风云系结构系数, 共分四级。特别明显(有螺旋状、卷入云带, 云系结构紧密), 系数为 3; 明显(有螺旋状, 云系结构较紧密), 系数为 2; 一般(略呈螺旋状, 云系结构不够紧密), 系数为 1.5; 不明显(不呈螺旋状, 云系松散), 系数为 1。B 为台风眼系数, 标准圆形或椭圆形眼, 系数为 2。不规则眼或模糊眼, 系数为 1.5。看不到台风眼, 系数为 1。C 为台风影响或登陆时有无其他系统共同影响系数(它要依当时天气影响来预报); 若有系统共同影响, 系数为 1.5; 无其他系统影响时, 系数为 1。R 是降水量单位, 即 $\text{mm}/\text{小时}$ 。

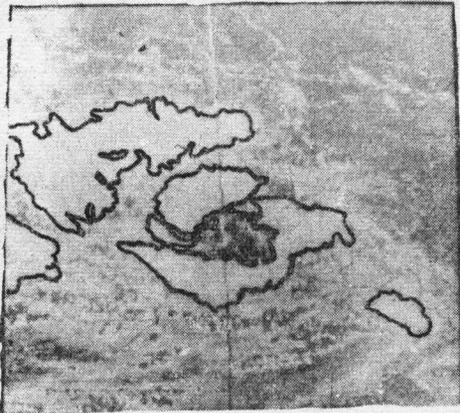


图3 1986年7月10日17时伪彩色数字红外云图

D 为数字达到 14 时的台风云系宽度, 以 km 为单位; 若只有数字为 11—13 的台风云系, 则以 11 乘以 0.3 作为云系宽度。台风 24 小时降水量的范围, 是以台风云系为 12 时的平均直径乘 0.3 求得。

当台风进入 III 防, 以正点时次或辅助时次云图资料进行查算, 并把系数代入公式即可求得。图 3 是 8607 号强台风进 III 防后 17 时的伪彩色数字化云图。可见到台风螺旋结构明显, 云系较为紧密, 故定 A 系数为 2; 有台风眼但不标准, 故定 B 系数为 1.5; 无其他系统影响, 取 C 为 1; 台

风数字为 14 的云区宽度约 600 km , 台风移向与我省中部的交角约 10 度(余弦 10 度约为 0.9)。台风移速为每小时 15 km 。

把有关的系数代入公式得:

$$RR_{24} = \frac{600 \text{ km}}{15 \text{ km/小时}} \times 2 \times 1.5 \times 0.9 \times 1 \text{ mm/小时} = 108 \text{ mm}$$

$$RR_{MAX} = RR_{24} \times 4 = 432 \text{ mm}$$

$$RR_{气MAX} = RR_{24} \times 3 = 324 \text{ mm}$$

从上述计算可知本次过程有一定范围的暴雨, 局部有特大暴雨。与实况(水文站最大雨量 530 mm 、气象站最大雨量 344 mm) 相比误差在 20% 左右。

从图 3 可见台风云系数字为 12 的直径约 800 km , 估算降水量达 108 mm 的直径为:

$$d_{108} = 0.3 \times 800 \text{ km} = 240 \text{ km}$$

与实况(100 mm 以上降水区直径为 250 km 左右) 相比十分接近。

五、强降水落区分布问题

由分析和物理量计算可见,降水中心与700hPa的水汽散度负中心基本一致。如图4a为8607号台风7月11日的雨量,图4b为7月10日700hPa散度场分布,通过比较可见,三个水汽散度中心恰好与三个强降水中心对应。

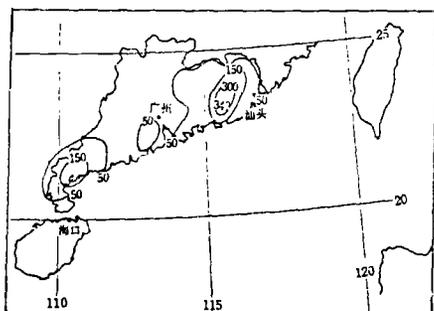


图4a 8607号台风在7月11日的雨量

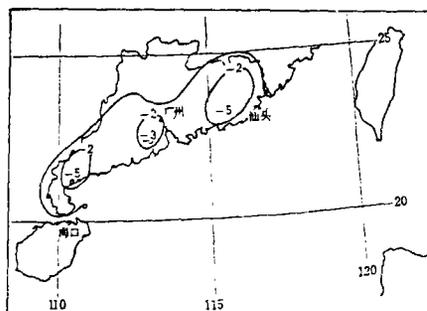


图4b 7月10日700hPa水汽散度

六、小 结

1、鉴于台风云系多数在短期内比较稳定,故可以利用增强显示云图中台风云系特征预报台风未来1到2天内的降水。

选取台风眼结构、分层云区情况、卷入螺旋云带、云系结构等,基本上能反映出台风的强度、云系高度、水汽输送、温度结构等情况,所组成的经验公式,有一定预报意义。

2、伪彩色数字化云图是在增强显示云图基础上的发展。可以根据观察事实,选取与台风降水关系密切的云层,通过明确的数字表示,从而使预报台风降水的具体量级和范围,初步迈向量化。

经验公式中因子既有物理意义,又与降水因素密切相关,从而保证了计算公式的可用性。

3、本方法在盛夏时使用,由于影响台风云系突然变化的因子较少,效果较好。过渡季节西风带影响多,台风云系易变化,使用时效果较盛夏略差。对进防后,路径复杂,或又转出防线的台风,预报效果较差。

APPLICATION OF ENHANCED AND PSEUDO-COLOR DIGITAL
INFRARED SATELLITE IMAGES IN THE PREDICTION
OF TYPHOON PRECIPITATION

Lu Jinwen

(Guangzhou Central meteorological Observatory)

Abstract

Enhanced infrared cloud charts is introduced in South China's typhoon rainfall forecasting by considering the temperature scales of typhoon cloud clusters, their horizontal scales, spirality structures, eye features and entraining clouds from southwest section as well. Some experimental rainfall prediction formula are shown including these factors and typhoon locations. In the case of using pseudo-color digital images, however, some more factors such as the movements of typhoon and the coupling effects of environmental stream fields, must be considered and the heavy rain areas are coincided with the quantitative distribution of some physical factors. Some primarily results are also presented.