

多普勒天气雷达资料在 9806 号台风定位中的应用

杨露华

(上海中心气象台, 200030)

提 要

应用上海中心气象台 WSR-88D 多普勒天气雷达资料分析了 9806 号台风过程的回波强度图及径向速度图的特征,并结合这两种资料对 9806 号台风跟踪定位及实际应用作了探讨。

关键词: 台风定位 径向速度 零速度线

引 言

上海中心气象台从美国引进的天气雷达 WSR-88D,自 1998 年 3 月投入试运行以来,显示出在短时天气预报中的优势,在近海台风的跟踪监测及定位工作中,也发挥了极其重要的作用。特别是它每隔 6 分钟一次的体扫描资料,弥补了常规资料和卫星云图资料时间和空间密度的不足。本文就 9806 号台风过程的多普勒雷达资料在台风定位及风场分析应用方面作了些探讨,以供参考。

1 雷达定位路径与卫星定位路径的对比

9806 号台风 (TODD),自 9 月 16 日 14 时在 20.8°N 、 131.8°E 的西太平洋洋面上生成后,先是向东北偏北方向移动,然后又折向西北偏北,19 日 02 时到达 30°N 线附近后,开始转为西进。19 日 17 时起,从本雷达站的东南方进入多普勒雷达的有效探测范围,并以平均每小时 20km 的速度继续向偏西方向运动,22 时 15 分在浙江普陀附近登陆,登陆时气压 990hPa,风速为 $25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。20 日 02 时台风移至宁波附近,气压上升为 995hPa,风速减小到 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

图 1 为 9806 号台风的雷达定位与卫星定位路径对比图。图中的点划线为用卫星云

图的“四步定位法”^[1]所定的每小时定位路径,实线为用多普勒雷达的反射率资料及径向速度资料所定的台风路径。

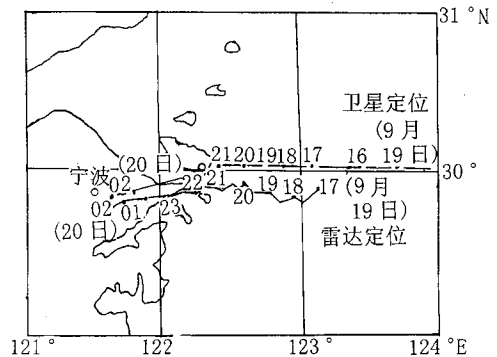


图 1 9806 号台风雷达定位与卫星定位路径对比图

从图 1 可见:①卫星的定位路径较为平滑,19 日 16~21 时移向大致为 270° ,19 日 21 时至 20 日 02 时之间,由于卫星云图资料的缺少,只能作出 5 小时的定位路径为西南西行。而雷达定位路径显示出台风在西行过程中呈蛇状的摆动。这是因为两者定位的时间间隔不同,雷达的定位是根据每 6 分钟一次的多普勒资料来定位的,而卫星的定位是根据 1 小时一次的卫星云图资料来定位的。

雷达探测密度的增大,使得台风运动过程中受各种因素的影响造成的不规则的摆动能较清楚地反映出来。

② 雷达定位路径要比卫星定位路径略偏南 0.1~0.2 纬度(约 10~20km),但两者路径的走向基本一致。由于台风眼壁的坡度是向外倾斜的,是一个漏斗形^[2],当台风旋转运动时产生的离心力和科氏力与气压梯度力不平衡时,台风云体将会出现倾斜,而雷达与卫星的扫描方式不同,卫星是从上往下的俯视扫描,雷达采用的是低仰角的水平方向扫描,从而造成了两者定位的差异。但是这

次过程两者的定位路径与台风年鉴的定位路径偏差不超过 20km,是在允许误差范围内的,因此可以认为,定位是可信的。

2 应用多普勒天气雷达资料进行定位的几种方法

2.1 用基本反射率资料进行定位

1998年9月19日17时,9806号台风进入 WSR-88D 多普勒天气雷达的有效探测范围之内,我们便开始了对其进行跟踪定位工作。图2为18时10分至18时45分每隔12分钟一张的回波强度序列图。

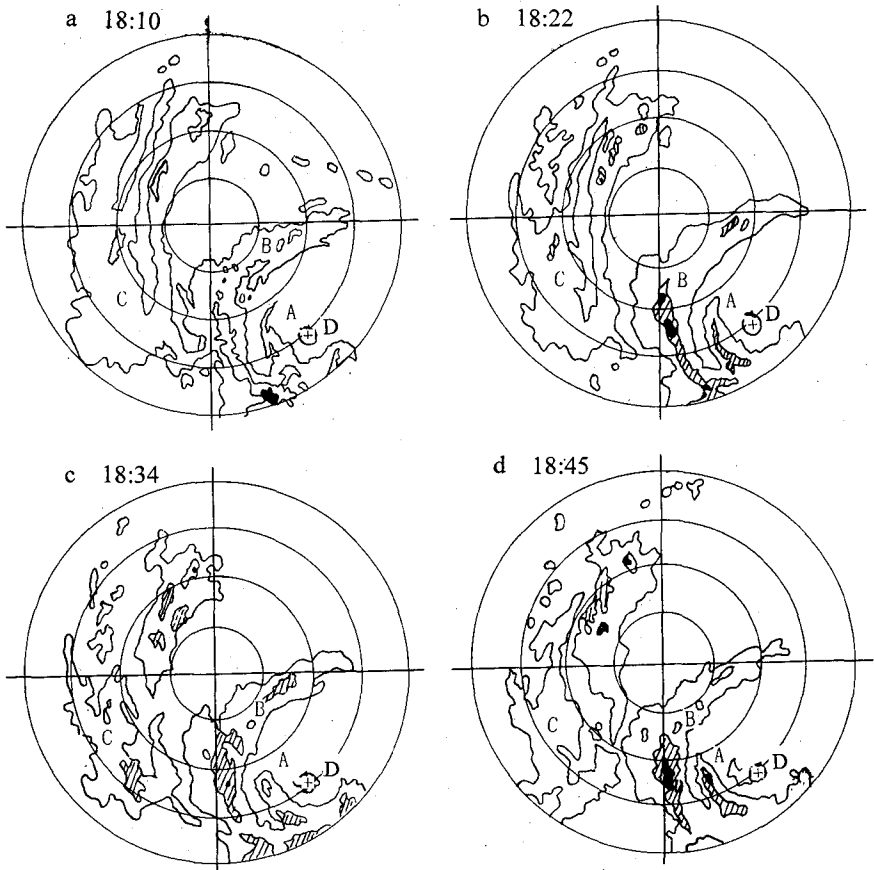


图2 回波强度序列图

从图2中可见,9806号台风强度较弱,最大强度约48dBz,回波结构也较松散,台风中心呈大眼的空洞区,无强的眼壁回波,只有几块小的低云回波,强度为10dBz左右。图中

A、B为台风的螺旋雨带,C为台风外围的雨屏。根据序列回波动画,我们可以清楚地看到图中的D云块有明显的反时针旋转特征(如图中箭头所示)。由此,我们找出台风的旋转

中心, 根据旋转中心定出台风的位置 (“+” 所标为台风中心位置)。

2.2 用径向速度资料进行定位

当回波强度图上, 台风中心眼区不清楚时, 还可通过分析径向速度资料来进行定位。我们知道, 径向速度图上, 零速度线的定义为速度为零或径向速度为零 (即只有切向速度分量, 无径向速度分量)^[3]。由于台风中心眼区为静风区, 风速为零, 且台风运动具有逆时针旋转的风场分布特征, 因此, 台风中心也必定落在径向速度为零的位置 (参见图 3)。我们可以根据径向速度图上的零速度线及逆时针旋转的风场分布特征来确定台风中心的位置。

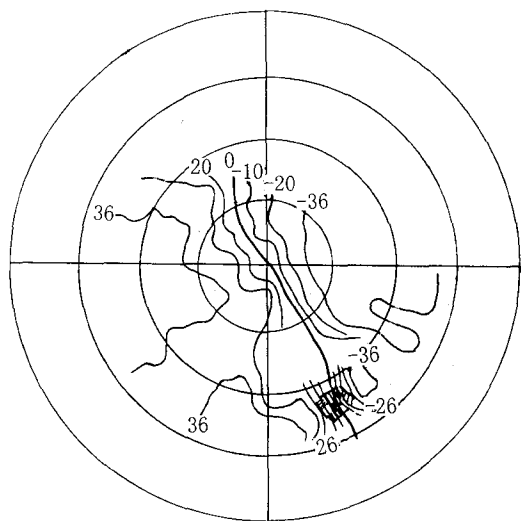


图 3 1998 年 9 月 19 日 20 时 42 分的径向速度图
仰角 0.5° , 距离每圈 60 km

从图 3 中可见, 零速度线穿过 RDA (雷达站) 基本上呈 NNE~SSW 走向, 与 30° 和 150° 方向上的向径基本重合。在方位 150° , 距离 75 NM (约 150 km) 处的零速度线两侧的梯度为最大, 表明在这周围的风向风速变化急剧。根据径向速度分析的规则, 图中的正速度区位于零速度线的左侧, 气流的径向分量为远离雷达, 风向为西北风; 负速度区位于零速度线的右侧, 气流的径向分量为朝向雷达, 风

向为东南风; 而在零速度线上, 风向为垂直于向径的东北风和西南风 (见示意图)。由此可以分析出在该处风场分布有一强的气旋性旋转特征, 台风中心可以定位在风场气旋性旋转中心的零速度线上, 即图中 “+” 处。

2.3 结合反射率资料和径向速度资料进行定位

在实际工作中, 我们可以结合多普勒雷达的反射率资料和径向速度资料来进行定位。

图 4a 为 9 月 19 日 21 时 58 分的回波强度图, 图中 “+” 为根据回波强度的序列动画确定的旋转中心区。图 4b 是同一时次的径向速度图。图中可见, 在方位 160° , 距离 120~160 km 之间的零速度线两边正、负速度区呈窄条状的对称分布。说明在这周围风向、风速变化急剧, 根据负值为朝向雷达, 正值为远离雷达的径向速度分析原理, 可以分析出此处周围的风场分布为气旋性旋转的特征。

在具体操作中, 我们首先根据序列回波动画确定出旋转中心区, 然后在对应的径向速度图上, 将位置进一步修正到零速度线上, 这样就可较快地确定出台风中心的位置。另外, 从图 4b 上可见, 这一时次的台风位置与正、负速度极值中心区的位置有密切的联系。台风中心位置大致落在正、负速度极值区的连线与零速度线的交点上。由于 9806 号台风为一中心密蔽云区直径较小的对称热带气旋, 且台风中心距离雷达站也较远, 因此径向速度图形变不大, 零速度线两边的正、负速度呈窄条状的对称分布。此时, 可以将零速度线与正、负速度极值区的连线的交点作为台风中心定位的参考值。但若台风直径较大, 或台风中心距雷达站较近时, 径向速度图将发生形变, 台风中心的位置将偏离正、负速度极值中心区的连线。这时就不能简单地根据正、负速度极值区的连线与零速度线的交点来定位了^[4]。

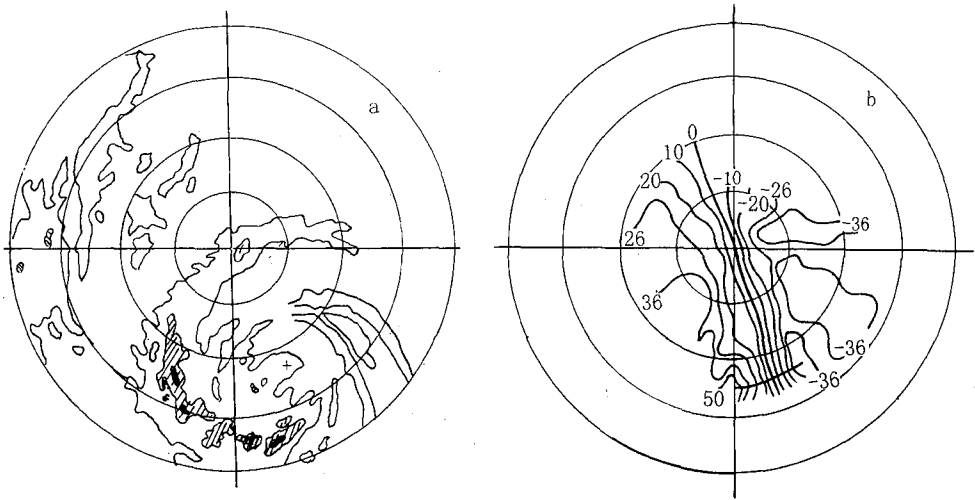


图4 1998年9月19日21时58分回波强度图(a)及径向速度图(b)
仰角 0.5° 每圈 60km

3 多普勒雷达资料的垂直风场信息分析

图5是WSR-88D多普勒天气雷达的VWP产品(垂直风廓线图)。它是根据VAD技术得到的南汇雷达站周围16NM范围内平均风向风速随时间变化的垂直分布图。

从图5中可见,在9月19日21时11分的VWP图上,从2千英尺(约600m)到8千英尺(约2400m)高度上均为东北气流,风速 $\geq 25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,对照图1,此时台风中心位于雷达站的东南方向浙江普陀附近的海面上。到23时31分的VWP图上,从2千英尺到8千英尺(608~2430m)高度上,气流转为偏东风。对照台风路径图上,此时台风已第二次登陆,中心位于雷达站的正南方的浙江三山附近。而到20日01时27分,VWP图上,从低层到高层转为一致的东南气流。此时台风已西进到浙江宁波的东面,台风中心位于雷达站的西南面。由此可见,根据多普勒雷达提供的VWP资料能够较好地反映出垂直风场的连续变化,同时也给台风定位工作提供了有价值的参考资料。

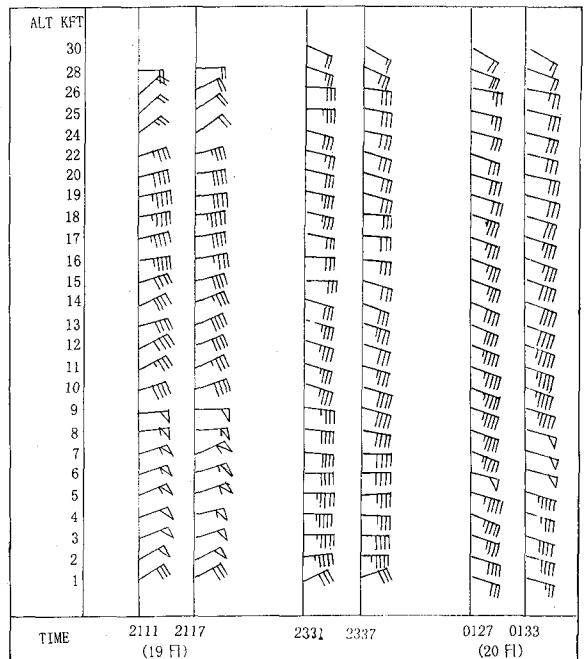


图5 9806号台风VWP产品对比图

4 结语

综上所述,应用多普勒雷达资料进行台

风定位的方法,除了以往的用雷达眼来确定及用螺旋带回波的曲率中心来确定外,还可根据序列动画的旋转中心进行定位,以及根据径向速度图风场分布信息来进行定位。另外,根据多普勒雷达的VWP资料也可了解风向风速的垂直分布情况及气流的演变情况。

多普勒天气雷达提供了一种新的探测手段,我们可以从中获得常规的天气资料及常规的天气雷达探测所不能得到的信息。同时,高时间密度和高空间密度的多普勒资料也给

预报员打开了新的视野,将有助于短时预报工作更准确更及时。

参考文献

- 1 姚祖庆等.热带气旋卫星云图四步定位法的计算机工作系统.大气科学研究与应用,1995,1.
- 2 张培昌等.雷达气象学.北京:气象出版社,1988.
- 3 WSR-88D Operation Training Branch Operational Support Facility, Doppler Velocity Interpretation, Norman, Oklahoma.
- 4 袁招洪等.利用多普勒天气雷达风场进行对称气旋定位的研究.待发表.

An Application of Doppler Radar Data in the Positioning of Typhoon 9806

Yang Luhua

(Shanghai Meteorological Center, 200030)

Abstract

By use of Shanghai WSR-88D Doppler radar data, the characters of typhoon 9806 on the base reflectivity map and radial velocity map were analyzed, and in combination with these two kinds of data, the research on tracking location and practical application of typhoon 9806 was also conducted.

Key Words: typhoon positioning radial velocity zero velocity line