

9914 号台风多普勒雷达资料分析

钟卓约 帅方红

(福建省厦门市气象台, 361012)

提 要

利用多普勒天气雷达资料分析和探讨 1999 年 14 号台风在近海及登陆过程中强度场、多普勒速度场的分布特点和演变规律。分析结果表明,多普勒天气雷达在探测台风过程中比一般天气雷达更具有优越性。

关键词: 多普勒天气雷达 强度场 速度场 台风

引 言

9914 号台风正面袭击厦门市,它强度高,且在近海进一步加强,眼区明显,为多普勒雷达完整观测整个台风加强及北上登陆过程提供了难得的机会。本文旨在利用多普勒雷达资料分析台风登陆过程中强度场、多普勒速度场的分布特点和演变规律,同时也探讨与短时预报有关的信息,以期提高多普勒雷达在台风监测及短时预报中的作用。

1 过程概况及探测资料

9914 号台风于 10 月 3 日在菲律宾以东洋面上生成后稳定地向偏西方向移动,强度不断加强,于 5 日 02 时发展为台风。7 日 17 时台风开始转向正北方向移动。8 日 20 时台风在近海处(厦门正南方 220km 附近的海上)进一步增强,中心风速达 $38\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。9 日上午 10 时台风在厦门偏南方约 30km 的龙海县港尾镇登陆,登陆时中心风速 $33\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,风力 12 级。台风登陆后缓慢向偏北方向移动,穿过厦门、泉州二地区,强度逐渐减弱。10 日 02 时台风在三门市东部减弱为低气压(见图 1)。

9914 号台风是近 40 年来登陆福建省造成风雨影响较大的台风之一。受其影响全省沿海普降暴雨到大暴雨,局部县市出现特大暴雨,观测到最大过程雨量 519mm。沿海县市风力达到 10 级到 11 级,阵风 12 级以上,其中厦门市阵风达 $47.1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。是近 40 年

来福建省出现的最大阵风,而且厦门站 12 级以上大风持续了 10~11 小时。持续时间之长为历史上罕见。

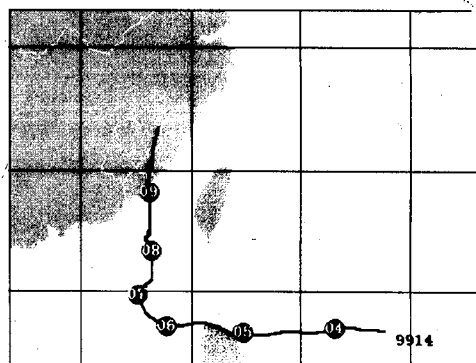


图 1 9914 号台风路径示意图

在这次台风过程中,厦门多普勒天气雷达充分发挥了其在台风监测及短时预报中的重要作用。7 日 08 时起就开始跟踪加密和连续观测。8 日 08 时当台风在测站正南方 300km 处时,雷达开始定位,直到 9 日 18 时定位结束。这次台风登陆过程中,厦门多普勒天气雷达共连续观测 55 个小时,其中定位时数长达 31 小时(除二次全市停电约 4 小时外),能观测到清晰台风眼的时数至少 18 小时。这不仅为台风预报服务提供宝贵的信息,也为日后研究分析台风加强及登陆过程提供

了难得的资料。

2 台风强度的回波特征

雷达观测的实践表明,不同强度的台风的回波特征有所不同,尤其是台风的眼、眼壁回波、螺旋雨带结构、螺线角等。现分别分析如下。

2.1 台风眼回波特征及演变

综观 9914 号台风的台风眼的演变过程是由开眼向闭合眼,由大眼到不完整双眼,最后到小眼的发展过程。8 日 19 日 39 分,当台

风北上进入距测站约 230km 范围内时出现了清晰的台风眼,眼的形状呈圆型,直径约 50~60km。9 日 02 时眼区内出现半圆形的回波环,以后在这回波环上逐渐形成新的云墙。9 日 04~05 时当台风位于测站正南方约 100km 处,离登陆还有 5 小时,台风眼明显收缩,眼径在一小时内减小约 10km,直到 30~40km,并一直维持到登陆后(参见图 2a)。根据以往雷达探测的实践,这次台风眼的收缩显然与台风强度的增强有密切关系。

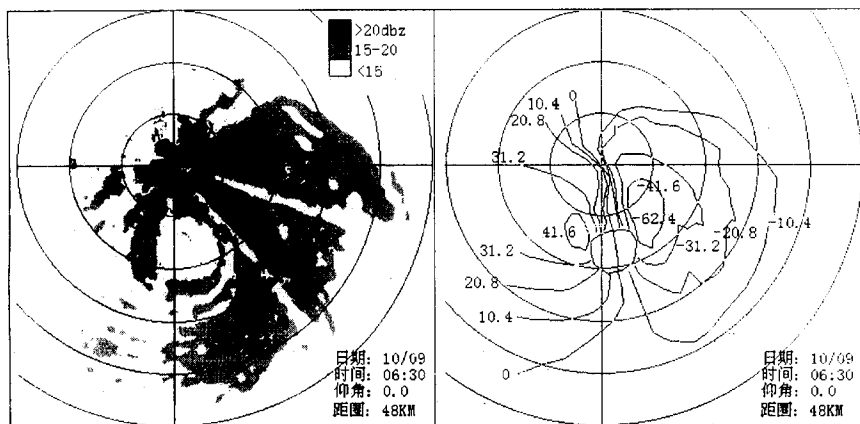


图 2 9914 号台风雷达回波图

a. 9914 号台风回波强度图, b. 9914 号台风多普勒速度等值线图(负值为来向, 正值为去向)

台风登陆后以 $12\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的速度缓慢向偏北方向移动。台风眼从低层开始填塞,但填塞过程缓慢,登陆 2 小时后抬高仰角到 2° 仍能观测到清晰的台风眼。由于台风登陆后移动速度和填塞过程缓慢,因此造成登陆后大风持续时间很长,台风登陆后厦门阵风不小于 $33\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (12 级)的时间长达 5 小时以上。

2.2 眼壁的特征及天气

9914 号台风眼壁宽度在 20~25km 范围。眼壁回波的高度约 8km,眼壁回波的强度一般是 20~25dBz,局部达 35dBz,眼壁回波最强区是在台风前进方向的正前方处。这进一步验证以往总结的观测事实,即台风中心总是移向雷达眼壁上回波最强的区域所在的方向。

眼壁处是狂风暴雨区在这次过程中在本

站得到充分体现。9 日 12~14 时当测站位于台风的右眼壁,雨量猛增一倍,达 53mm,是本次过程中厦门站出现的最大降水时段,并出现 $47.1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的 SSE 风,创下 40 年来福建省历史记录。

2.3 螺旋雨带和降水特征

雷达分析表明,内螺旋雨带是造成这次台风暴雨天气的主要系统之一。9914 号台风的内螺旋雨带范围 240~300km,主要由三条螺旋雨带组成,其结构密实,层次清晰,雨带往台风中心卷入,强度一般为 20~25dBz,强区达 35~40dBz,高度 7~8km。

螺旋雨带的回波强度分布是不均匀的,即台风右前方的回波强度比左前方强,因此位于台风右侧的厦门、泉州、莆田等地市的降水明显大于位于台风左侧的漳州地区的降水。根据统计,台风行进右侧有 12 个站过程

雨量大于 100mm,其中有 6 个站超过 200mm,泉州市崇武站高达 519mm,而其左侧除两个站因靠近台风中心雨量超过 100mm 外,大部分测站降水量小于 50mm。

由于受台风的内螺旋雨带影响,强降水主要集中在台风登陆前后 10 小时内,即 9 日 06~16 时。在同一条螺旋雨带上强度也有明显不同,造成降水的差异很大。如 9 日 08~09 时虽受同一条螺旋雨带影响,位于厦门东北方 60km 处的晋江上空的回波强度是 40dBz,雨强达 $40\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$,而厦门上空的回波强度是 30dBz,雨强仅 $16\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$,这说明螺旋雨带呈明显的中尺度性质。

值得指出的是,伴随 9 日 04~05 时雷达眼明显收缩,位于台风行进前方靠近海岸线的螺旋雨带呈加强趋势,表现为雨带结构紧密,带状更加清楚,这究竟是台风加强的结果还是与海陆相互作用有关值得进一步探讨。

3 台风的多普勒速度场特征

台风强度是根据其中心附近最大风力来衡量的,因此准确了解台风风场是做好台风预报的关键。以往由于条件限制,人们只能根据云图或雷达回波特征间接地判断台风强度,多普勒天气雷达使气象工作者有可能直接了解台风风场的分布及其演变,这不仅有利于台风预报服务,而且能帮助人们加深对台风的认识。9914 号台风多普勒速度场是本站使用多普勒天气雷达探测台风以来最典型性的(见图 2b),其主要特点是:(1)由于台风位于测站的正南方,零速度线从测站向正南方伸向眼壁,零线左右两侧分别是去向和来向的多普勒速度区,这表明台风气流是

围绕眼区做逆时针切向运动为主。观测中还发现零速度线并非总是直线,常出现向多普勒速度来向区弯曲的现象,这一特征在观测其他台风时也时有发生,这可能与径向入流有关。(2)在台风前进方零线的左右两侧有闭合的强风中心,这符合台风一般的水平流场分布特点,即外围风速向内增大,中圈为一个围绕台风眼的最大风速区,内圈风速向中心迅速减小。对照回波图发现强风中心并非总是位于眼壁处,有时会向外延伸到眼壁与螺旋雨带的结合处。(3)台风两侧的风速分布是不对称的,右侧的来向风速中心值比左侧去向风速中心值明显大 $5 \sim 15\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。这不仅表明台风右前象限风速大于左前象限,而且可以推断在台风行进前方存在切向风辐合,这与前面分析中提到的台风行进前方存在眼壁回波强区和螺旋雨带加强有较好的对应关系。当台风眼收缩后,9 日 05~07 时两侧风速差达到最大($15\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),此时也正是台风行进前方螺旋雨带发展旺盛期。(4)当台风近海加强时,与风速直接相关的多普勒速度也有明显加强。以变化幅度较大的来向中心值为例:8 日 16 时以前强风值小于 $40\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;16 时以后强风速值开始增强,于午夜前后突破 $50\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;当台风眼明显收缩后,多普勒速度增幅也开始加大,9 日 05 时至 06 时多普勒速度值由 $52\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 增强到 $62\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,并一直维持到 07 时;登陆前两小时起,多普勒速度值开始回落。位于台风左前侧的去向中心虽然也有类似的变化趋势,但其强度及变化幅度明显不及前者。另外,两侧强风值有时有 $3 \sim 5\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的脉动。

表 1 多普勒强风速中心演变过程 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

	8 日			9 日			
	8~16 时	16~19 时	19~24 时	0~5 时	5~7 时	7~10 时	10~11 时
来向	35→38	38→47	47→50	50→52	52→62	60→47	42→36
去向	31→35	37→42	42→43	43→45	45	42	37→28

和其它用于判断台风强度的回波特征(台风眼、眼壁、螺旋雨带等)相比较,多普勒

速度资料有以下几点优点:

①表现直接、准确

利用多普勒速度场可以了解与台风强度直接相关的是涡旋流场强度变化,而其它回波特征仅仅间接反映台风强度的变化,缺乏量的概念,并且具有一定的不确定性。

②时间超前

根据多普勒速度变化可以判定台风风速于8日16时以后开始加强,而从回波特征变化推断,最早只能根据9日2时不完全双眼结构的出现判断台风加强,落后约10个小时。

③变化灵敏

在台风近海增强过程中,回波特征与多普勒速度比较变化不灵敏,如回波强度几乎很少变化。另外,登陆前二小时多普勒风速开始减弱过程在回波特征上没有明显反映。

4 多普勒风速值与阵风的比较

利用零度仰角雷达观测数据,从计算机上读取测站附近10km范围内最大风速,并定义它为测站近地面多普勒风速。

表2 9日厦门附近多普勒风速与
最大阵风风速比较

风速单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$					
时间	多普勒风	阵风	时间	多普勒风	阵风
2~3时	26	24	11~12时	35	33
3~4时	24	24	12~13时	缺	47
4~5时	31	29	13~14时	缺	46
5~6时	31	31	14~15时	缺	46
6~7时	33	33	15~16时	31	35
7~8时	36	37	16~17时	26	29
8~9时	缺	37	17~18时	23	22
9~10时	41	39	18~19时	19	18
10~11时	45	42			

对比测站近地面多普勒风速和实测阵

风,发现不仅根据多普勒风场判读的风向与实测风向基本一致,而且多普勒风速与测站最大阵风误差一般不超过 $3\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (见表2)。因此,用低仰角取得的测站多普勒速度场资料可以为本站预报短时最大阵风提供参考。

5 小结

本文分析了台风增强和登陆过程中回波强度及多普勒速度场的特征及其变化。对比分析中发现:与其它回波特征(台风眼、眼壁、螺旋雨带回波、螺旋角等)相比,利用多普勒速度资料监测台风强度变化具有表现直接、准确,时间超前,变化灵敏等优点;多普勒速度资料与回波强度结合考虑能更加准确的确定眼壁及螺旋雨带强区位置及其变化,有利于做好台风暴雨的落区和强度的短时预报;雷达低仰角观测测站附近的多普勒速度资料可以做为当地最大阵风短时预报的参考。虽然上述结论有待在今后观测实践中丰富、完善,但它们表明:在近海台风监测预报中,多普勒雷达比一般天气雷达的作用更优越。因此,提高分析应用多普勒速度资料的水平有十分重要的意义。

参考文献

- 1 张培昌等. 雷达气象学. 北京:气象出版社,1988.
- 2 陈良栋. 天气雷达资料的分析与应用. 北京:气象出版社,1991.
- 3 喻世华,陆胜元等. 热带天气学概论. 北京:气象出版社,1986.

Analysis of Doppler-Radar Data for Typhoon 9914

Zhong Zhuoyue Shuai Fanghong

(Xiamen Meteorological Observatory, Fujian 361012)

Abstract

With the observation data of Doppler Radar at Xiamen, the intensity of radar echo and Doppler velocity, as well as their variation were analyzed, focused on the data when typhoon 9914 was approaching and landing on Xiamen. The results showed that Doppler radar is superior in monitoring typhoon to general one.

Key Words: doppler radar typhoon velocity