

热带气旋北冕暴雨多普勒雷达分析

魏锦成 吴陈锋 杨奇志

(福建省厦门市气象台, 361012)

提 要

分析热带气旋北冕在厦门地区造成的暴雨过程中主要降水时段多普勒雷达资料强度场和速度场的特点。分析表明,这次暴雨是多种天气系统相互作用的结果。第三阶段的短时大暴雨是停滞在厦门上空的强单体直接造成的,对应的速度场上有低层东南风和西南风辐合;单体的合并也起了一定的作用,而且单体的分离合并与低空急流的脉动有关。

关键词: 热带气旋 雷达回波 急流

引 言

热带气旋北冕于2002年8月4日05时在南海北部生成,5日06时15分在广东陆丰登陆后向偏北方向移动,6日20时在江西境内减弱为低气压。受其影响,广东东部及江西、福建等地出现强降水,多数测站降雨量达到200~400mm。由于这次强热带气旋所带来的降雨强度大且集中,给广东东北部及闽南等地部分地区造成较严重的灾害。

本次过程强降水主要集中在8月5日~8月8日。厦门站逐时雨量资料(图1)表明,雨强分布有明显的三峰结构,强降水主要集中在三个时段:8月5日05时~5日08时的阵性降水阶段,8月5日11时~6日05时的连续性降水阶段和8月6日16时~7日05时的短时大暴雨阶段。利用多普勒雷达资料

对强对流天气的研究已有许多^[1,2],我们也对本次强降水过程中8月6日17时~7日05时厦门地区出现的大暴雨进行分析,探讨其成因。

1 影响系统分析

暴雨是多种天气尺度天气系统相互作用的结果。西风槽、北冕减弱后形成的低槽以及副高的相互作用引发了强西南风急流,由此触发的中尺度系统是造成第三阶段短时大暴雨的直接原因。此次热带风暴形成后路径北上,主要原因是华北大副高明显减弱西退,西太平洋上副高西伸,使得热带风暴与副高之间的偏南风加强。当热带低压强度不强,但有弱冷空气侵入时,降水会明显加强。因此,在考虑台风降水预报时,弱冷空气是一个不可忽视的重要因素。高层辐散的加强,有利于热带低压降水加强^[3]。

图2为8月5~7日500hPa西风槽及副高演变情况。8月5日西风槽随副高的加强而西退,厦门地区主要受热带气旋外围云团影响;6日08时副高忽然东退,西风槽得以引导南面北冕减弱后形成的低槽东移,6日20时副高又一次加强西伸,与东移的低槽相互作用,引发强西南风急流(图3)。6日20时探空资料显示厦门站850~500hPa的风速均大于 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,另外250hPa存在另一支西南高空急流,风速也达 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。多普勒雷

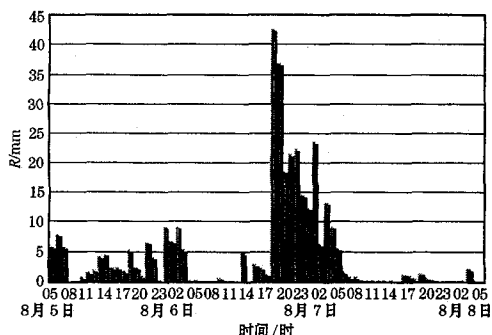


图1 厦门站逐时雨量图(2002年8月5日~8日)

达资料分析显示,这样的天气环流背景下触发的尺度仅为 15~30km 的中尺度系统,直接造成了 6 日 17~20 时 97.9mm 的短时大暴雨。

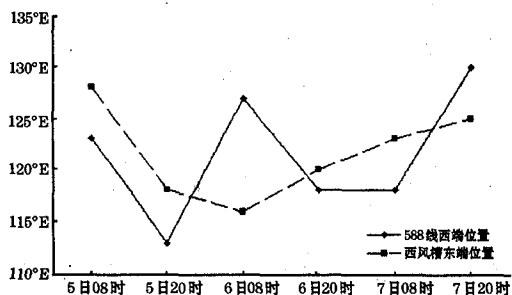


图2 8月5~7日 500hPa 西风槽及副高演变

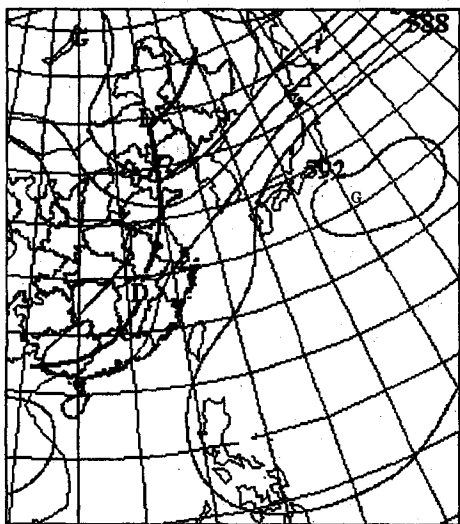


图3 8月6日20时 500hPa 天气形势

2 多普勒雷达回波及速度特征分析

多数暴雨是由中尺度系统直接造成的。理论和观测事实表明,中尺度系统以流场变化为主,这说明分析中尺度系统流场特征对于了解暴雨的发生、发展极为重要。以下分析第三阶段强降水雷达回波强度及速度场的特征。

第三阶段强降水出现在 8 月 6 日 16 时~7 日 05 时,该时段本站累计降水量达 225.9mm。6 日 18~20 时出现短时大暴雨,3 小时雨量就达 97.9mm。分析该时段雷达回波强度图(图 4,见封二)发现,一强度为 45~55dBz 的强回波单体(以下称 A 单体)长时间在厦门附近来回摆动,是造成本阶段的强

降水的直接原因。

6 日 16 时多普勒雷达速度图(图 5,见封二)显示风场为一致的西南风,一强度为 50dBz 的小回波单体(A 单体)移入测站西北部 15km 范围内,之后该区 0.5km 高度以下风场随高度由偏西风向西南风强烈逆转。该单体发展加强,向东南移至测站上空后强度稳定维持 45~55dBz,17 时 29 分长轴 30km、短轴 15km。有研究指出^[4]在风随高度有逆切变时,对流单体形成后移入某种“合适的环境场”时将得到强烈发展,并被“锁”在这里,这种“合适的环境场”可以是特殊的地形,也可以是准稳定的低层流场辐合中心。17 时 29 分平均径向速度图(图 5,见封二)表明,测站东南 15km 范围内零速度线有 V 型折角,说明该区 0.5km 高度以下存在东南风和西南风的辐合。表 1 为 V 型折角及 A 单体演变情况,A 单体维持在 V 型折角的左侧,强度随 V 型折角发生相应的变化。17~18 时和 20~22 时这两个时段 V 型折角向东南移动,A 单体跟着向东南移动;18~20 时 V 型折角向西北移动,A 单体跟着向西北移动;V 型折角增强,A 单体也增强,反之亦然。可见 V 型折角对应的低层东南风与西南风的辐合是 A 单体长时间停滞在厦门地区的主要原因。

此外,上风方单体的并入也是 A 单体在其下风方不断有小单体分裂移出的情况下强度得以维持的一个重要原因。17 时 29 分 A 单体结构紧密,呈带状,长轴 45km,短轴 20km,强度 55dBz,此时已有小单体从其中分裂并向东北方向移动(图 4,见封二)。分裂出的单体结构较松散,强度较弱,仅为 35dBz。17 时 45 分又有一小单体从该单体中分离,分离后 A 单体长轴为 30km,短轴仅为 15km,面积明显减小,强度减为 45dBz。在此过程中,测站西南方有一长轴为 45km,短轴为 15km,强度为 40dBz 的回波块向 A 单体移动,18 时 10 分两回波块合并,A 单体长轴 35km,短轴 20km,回波强度增为 50dBz。

另外,单体的分裂与合并都和急流有关。6 日 17 时在 A 单体的上风方 1.5~2.5km

表1 V型折角及A单体演变情况

时间	V型折角			A单体		
	活动区域	移向	趋势	活动区域	移向	强度演变
17:23~18:00	测站东南 12km范围内	向东南移动	发展	测站西北 8km至东南 11km范围内	向东南移动	45~55dBz 发展
18:00~20:00	测站东南 12km范围内	向西北移动	减弱	测站东南 8km至西北 10km范围内	向西北移动	55~35dBz 减弱
20:35~22:00	测站东南 18km范围内	向东南移动	先增强后减弱 21:43最强	测站西北 10km至东南 16km范围内	向东南移动	35~55~35dBz 先增强后减弱 21:22~21:43维持55dBz

高度有急流发展并向低层传播,急流中心风速 $20.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,17时38分 $20.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 等径向速度线下降至0.5km高度(图5,见封二)。在低层急流轴的左前方是正切变涡度区,有利于对流活动的发生^[5]。因此,在该急流发展的过程中,其左前方有对流单体(B回波块)发展,18时05分B回波呈块状,长轴60km,短轴25km,强度35~40dBz。18时10分B回波块与A单体合并。此两块回波合并后,低空急流开始减弱,并于19时26分消失。此次急流出现比回波合并提前1小时。另外,20~21时还有一次急流的脉动,其左

侧也有一回波块发展并与A单体合并,此次急流出现比回波合并提前30分钟(表2)。下风方急流尺度较小,最强时水平尺度不足15km,急流核风速 $20.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,多在A单体下风方一侧0.3~0.5km高度出现并向高层发展(图4,见封二)。每次急流发生时都有小单体从A单体分离,分离出的小单体强度仅为35~40dBz,维持时间不足1小时。A单体下风方急流出现时间比单体分离时间提前15~20分钟(表2)。因此,在上风方没有单体并入的情况下可以据下风方急流的脉动作出单体即将减弱的预报。

表2 急流脉动与单体合并分离

上风方单体		上风方急流脉动		下风方单体分离时间			下风方急流脉动		
合并时间	时间	高度/km	中心风速/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$						
18:10	17:00~19:26	2.5~0.5	>20.8	17:38	17:52	17:58	17:23	17:38	17:45
20:35	20:00~20:59	0.4~0.8	>20.9	18:52		19:05		18:29	18:44

3 小 结

(1) 暴雨是多种天气尺度天气系统相互作用的结果。西风槽、北冕减弱后形成的低槽以及副高的相互作用引发了强西南风急流,由此触发的中尺度系统是造成8月6日17时~7日05时短时大暴雨的直接原因,8月6日18~20时三小时内出现了97.9mm的短时大暴雨。

(2) 由雷达强度和速度图分析,一强度为45~55dBz的强回波单体长时间在厦门附近来回摆动,同时西南风上风方有不同强度对流单体的并入,以及V型折角对应的低层东南风与西南风的辐合,是造成本阶段的强降水的直接原因。

(3) 单体合并、分离都与急流有关,上风

方急流出现的时间比单体合并提前30~60分钟;下风方急流出现的时间比单体分离提前15~20分钟。因此,在上风方没有单体并入的情况下可以据下风方急流的脉动作出单体即将减弱的预报。

参考文献

- 1 郑媛媛,俞小鼎,方耕等.2003年7月8日安徽系列龙卷风新一代天气雷达分析.气象,2004,30(1):38~40.
- 2 王令,康玉霞,焦热光等.北京地区强对流天气雷达回波特征.气象,2004,30(7):31~35.
- 3 尹洁.12号热带风暴“北冕”造成江西暴雨的成因分析.江西气象科技,2002,25(40):24~26.
- 4 张培昌,戴铁丕,杜秉玉.雷达气象学,北京:气象出版社,2001:427~428.
- 5 陆汉城.中尺度天气原理和预报,北京:气象出版社,2000:61~62.

Analysis of Tropical Cyclone Beimian by Doppler Radar

Wei Jincheng Wu Chenfeng Yang Qizhi

(Xiamen Meteorological Observatory, 361012)

Abstract

By using Doppler Radar data, the characteristics of rainfall intensity and wind field in Xiamen caused by tropical cyclone "Beimian" are analyzed. The results show that the heavy rainfall is induced by the interaction of multi-synoptic systems, and by the convergence of southeast wind and southwest wind in low atmosphere as well as the cells' mergence. In addition, the cells' breakaway and mergence have a connection with the perturbation of the jet in low atmosphere.

Key Words: tropical cyclone radar echo jet

《热带气旋北冕暴雨多普勒雷达分析》附图

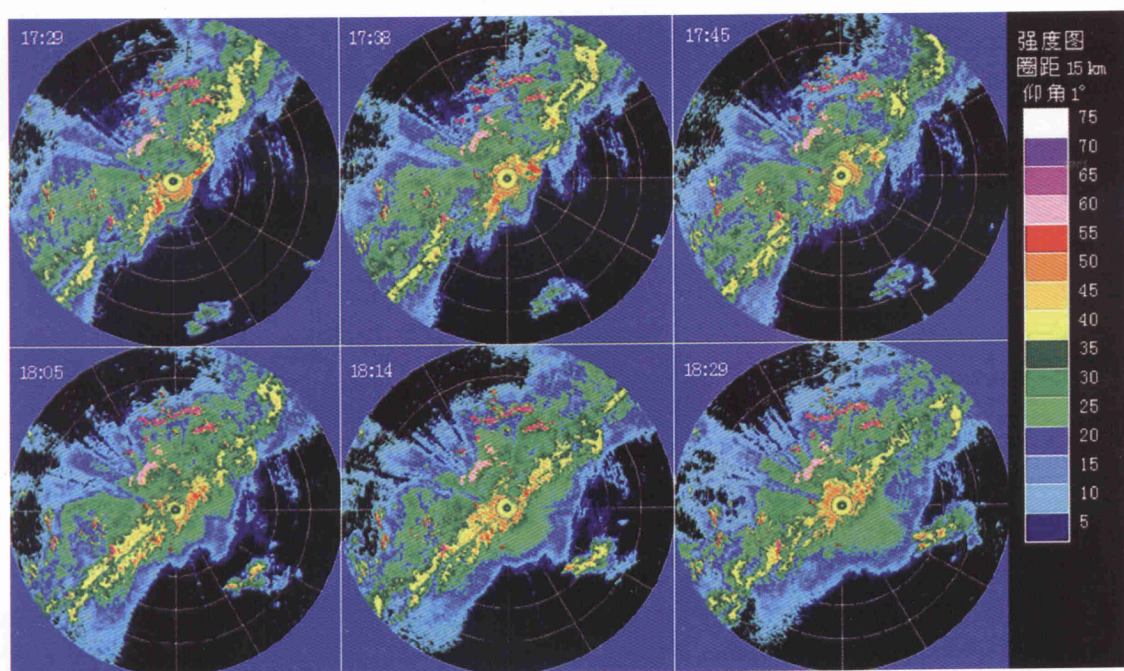


图4 2002年8月6日多普勒雷达回波强度图

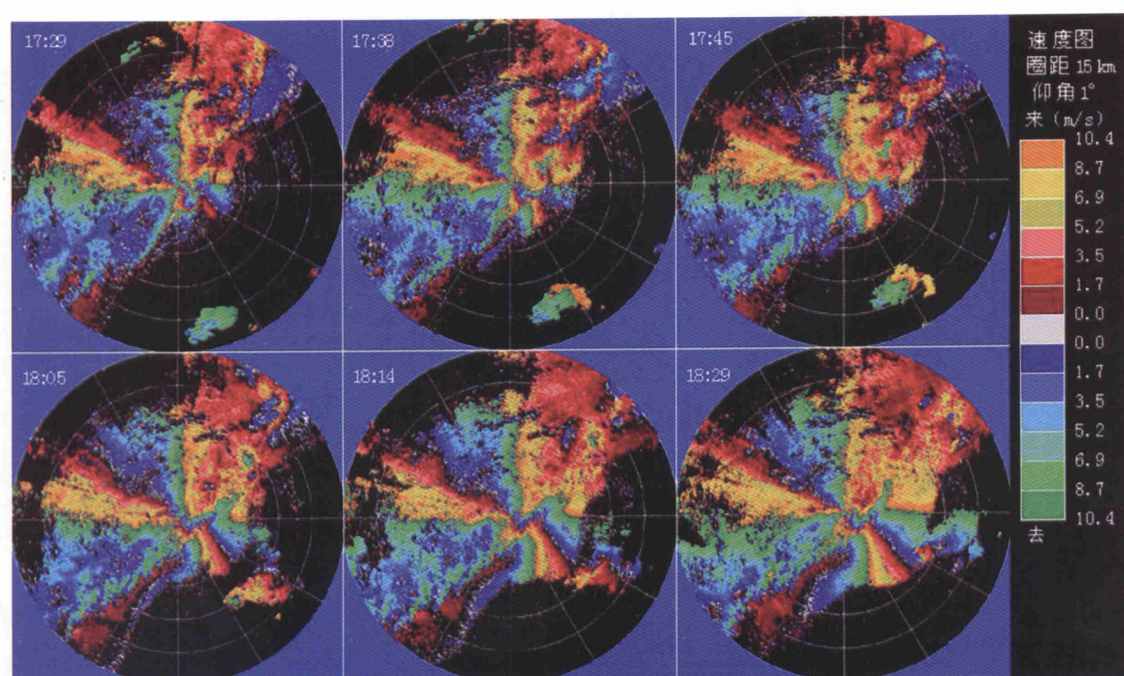


图5 2002年8月6日多普勒雷达速度图