

文章编号:1673-8411 (2017) 02-0010-04

1415 号台风“海鸥”的卫星云图及雷达资料分析

赖珍权¹, 翟丽萍¹, 古文保²

(1.广西区气象台, 南宁, 530022; 2.广西气象减灾研究所, 南宁, 530022)

摘要:利用卫星、雷达资料对 1415 号台风“海鸥”强度变化和风雨特征进行分析,结果表明:活跃的西南季风为“海鸥”源源不断地输送大量的能量和水汽,是其长时间维持台风级别的重要原因之一;随“海鸥”台风的加强到减弱,从卫星及雷达资料上均可看到,台风眼区由清晰可辨到模糊消失,结构完整到结构松散的过程;通过列举一些台风影响广西期间沿海测站的极大风速与相近时间多普勒雷达在有效测距探测到的最大径向速度进行对比,发现雷达径向速度的极值能较好反映实况极大风速;广西南部、西部强降雨主要是由台风云墙强回波和螺旋云带产生。

关键字:台风;卫星;雷达;强降雨

中图分类号:P458

文献标识码:A

Analysis of typhoon Kalmaegi (1415) based on satellite images and radar data

Lai Zhenquan¹, Zhai Liping¹, Gu Wenbao²

(1.Guangxi Meteorological Observatory, Nanning, 530022; 2. Institute of Guangxi Meteorological Disaster Mitigation, Nanning, 530022)

Abstract: Based on the analysis of typhoon Kalmaegi (1415) by using satellite and radar data, it is found out that: the active southwest monsoon continually transported a large amount of energy and water, which was one of the most important reasons for Kalmaegi maintaining for a long time in the typhoon level; As typhoon " Kalmaegi" go through the process from strengthening to weakening, both satellite images and radar data showed that its eye area changed from clear and distinguishable to fuzzy and then disappearing, its structure changed from integrate statue to loosening one. According to comparisons between extreme wind speed of some coastal stations and the maximum radial velocity detected by Doppler radar, it is revealed that the maximum radar radial velocity could well reflect the reality of the extreme wind. Heavy rainfall in the southern and western of Guangxi was mainly caused by the strong echoes cloud wall and spiral bands of typhoon.

Keywords: typhoon; satellite; radar; heavy rainfall

台风由于其致灾严重性^[1-5],一直是大气学科的一个重点研究对象。近年来,利用卫星、雷达等非常规资料对台风进行分析已有一定成果。金巍等^[6]分析了辽宁省营口市小石棚乡特大暴雨过程是由不断有新的中尺度对流单体生成发展所致。薛根元等^[7]应用多普勒天气雷达资料,配合地面中尺度自动站加密观测资料,对台风云娜登陆前后的螺旋云带、台

风眼眼壁的变化特征、垂直累积含水量演变特征和台风内中尺度环流等进行了分析,并研究了登陆后台风强度和雷达径向速度的演变特征。陈善敏^[8]利用每小时一次的红外资料初步分析了 8305 和 8310 这两个双眼墙台风眼区附近云系的演变特征。韩丁等^[9]利用 2006-2010 年的 CloudSat 热带气旋过境数据集资料,依据风速大小划分为不同演变阶段,

收稿日期:2017-02-17

作者简介:赖珍权,女,工程师,硕士,主要从事灾害性天气预报研究。

对各阶段内东太平洋台风的云、降水和热力结构进行综合分析。朱雪松等^[10]利用 IMSS/MIMIC 微波、AMSU 微波、静止红外、TRMM 卫星资料,详细地叙述了“梅花”台风三次双眼墙生消的演变过程,定量分析了三次过程之间及其与以往研究的异同点,并提出了双眼墙生消的演变模型。

2014 年第 15 号台风“海鸥”于 9 月 12 日下午生成,13 日早晨加强为强热带风暴级,13 日 17 时加强为台风级强度,14 日 19 时前后在菲律宾吕宋岛东北部登陆,15 日早晨已进入南海,16 日上午 9 时 40 分前后在海南省文昌市翁田镇沿海登陆,登陆时中心气压为 960hPa,最大风速 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,12 时 45 分前后在广东徐闻南部沿海再次登陆,强度维持,16 日下午进入北部湾,16 日晚上 11 时前后在越南北部广宁省沿海登陆,“海鸥”登陆后强度快速减弱,17 日下午进入云南省境内,17 时中央气象台对其停止编号。台风“海鸥”具有移动速度快、路径稳定、风速强、雨量大的特点。“海鸥”进入南海后以每小时 30 公里的速度,一直以较稳定的西偏北路径移动,造成华南及沿海地区出现大到暴雨,局地特大暴雨,引发洪涝、大风等灾害。卫星、多普勒天气雷达具有时空分辨率高的优点,本文利用卫星、雷达非常规资料对 1415 号台风“海鸥”眼区演变特征及带来强降水等特征进行详细的分析。

1 “海鸥”造成广西的风雨实况及致灾情况

台风“海鸥”给广西带来较严重的风雨影响。16 日晚上开始,北海、防城港、钦州、南宁、百色、崇左、玉林、贵港等 8 个地市的 34 个县市出现 8–10 级、阵风 11–12 级以上大风,其中 16 日 14 时北部湾(斜阳岛)阵风达 14 级($46\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)。受“海鸥”影响,桂西、桂南出现了暴雨到大暴雨天气,局地出现特大暴雨,据广西全区自动站观测资料统计,16 日 08 时至 18 日 08 时,超过 400mm 有 6 个乡镇(钦州市钦北区大直镇 476mm,防城港市的上思县十万大山 471mm、防城区华石镇 470mm、上思县公正乡 415mm、防城区峒中镇 412mm、上思县那琴乡 403mm),300–400mm 有 8 个乡镇,200–300mm 有 51 个乡镇,100–200mm 有 282 个乡镇,50–100mm 有 301 个乡镇。17 日,德保、南宁、龙州和凭祥的降雨量打破当地建站以来 9 月份最大日降水量历史纪录;扶绥县的日降雨量 194.9mm,打破当地建站以来

最大日降水量历史纪录(189.0mm);那坡县降雨量 166.5mm,再现当地建站以来最大日降水量历史极值。

“海鸥”带来的强风和强降雨,给部分地区的农业、交通运输、电力、旅游等行业造成灾害或不利影响,并导致部分中、小河流出现超警戒水位,局地发生洪涝和地质灾害。据区民政厅 9 月 19 日 16 时发布的《灾情快报》:玉林、防城港、北海、南宁、钦州、崇左、百色、贵港等 8 市 50 个县(市、区)的 313.55 万人受灾,因灾死亡 5 人,紧急转移安置 13.03 万人,需紧急生活救助 3.46 万人;倒塌农房 2229 间,严重损坏农房 2270 间,一般损坏农房 24179 间;直接经济损失 27.93 亿元。

2 “海鸥”过程的卫星云图分析

2.1 不同阶段台风云系的演变

“海鸥”于 13 日在菲律宾以东海面生成,之后快速向西偏北方向移动,14 日 08 时(图 1a,见彩页),台风云系位于菲律宾东部洋面,此时台风主体云系呈圆形,云系紧密厚实,边界清晰,台风主体为密蔽云云区,无台风眼,外围螺旋云带浅薄,云系范围加大,大约有 15 个经度,其西南面螺旋云带范围较大,对流旺盛,西面西南季风活跃;15 日 08 时(图 1b,见彩页),活跃的西南季风与台风西南侧云系连接,为台风源源不断地提供了大量的水汽和能量,台风有所加强,由于与西南季风衔接,台风云系南侧云团发展旺盛,台风云系呈南强北弱,外围螺旋云带发展也有所加强;20 时(图 1c,见彩页),由于西南季风的作用,台风西侧活跃着大量的对流云团,台风涡旋结构更加明显,台风有所加强,中心风力达到 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,气压为 960hPa,外围螺旋云带紧密地围绕着台风本体,位于西侧的螺旋云带内对流旺盛,台风本体呈圆形,内部对流活跃,但眼区不明显;16 日 08 时(图 1d,见彩页),“海鸥”进一步加强,出现了明显的圆形台风眼,台风主体云系结构紧密,呈圆形,范围不大,外围螺旋云带紧密地围绕着台风本体,同时,活跃的西南季风给台风源源不断地输送大量的水汽和能量,在其下风方向、台风的西侧和南侧形成较大范围的白亮的冷云区,此时“海鸥”即将登陆海南岛;16 日下午“海鸥”进入北部湾海域,20 时(图 1e,见彩页),“海鸥”位于广西沿海南面海域上,其北部云系由于受广西陆地的摩擦消减而逐渐减弱,但由于西南季风的作用,其西南侧螺旋云带内仍不断地有对

流云团活动,此时台风眼区仍然清晰可见,位于广西和越南交界,“海鸥”仍保持台风级别;17日08时(图1f,见彩页),由于“海鸥”长时间深入内陆,受地形摩擦消耗较大,同时,此时西南季风有所减弱,台风得到的能量输送不足,台风本体逐渐减弱消散,仅剩外围螺旋云带,由于副高的西进与西南季风的作用,在广西西部形成气压梯度大值区和东南风与西南风的辐合线,因此外围螺旋云带在广西西南部重新生成并发展旺盛,给广西西南部带来了强降水。卫星云图显示,14日开始,活跃的西南季风为“海鸥”一直源源不断地输送大量的能量和水汽,是“海鸥”从14日14时至17日02时共60个小时一直保持在台风级别的重要原因之一。

2.2 台风眼区云系变化特征

台风眼的平均直径为45km,最小的为10–20km,大的可达100–150km。大多数情况下台风眼的大小呈随台风增强而逐渐缩小的趋势。利FY-2E卫星1小时一次的红外遥感图像分析“海鸥”移动发展过程中眼区云系的变化,可见,9月14日08时(图2a,见彩页),“海鸥”移近菲律宾岛北部,此时台风本体为密蔽云系,台风眼区表现为单一的整块准圆形强对流云团,台风眼位于对流云团内,眼墙和眼区混在一起而不能分辨;随着“海鸥”登陆菲律宾岛北部,强对流云团开始破碎分裂,14日20时(图2b,见彩页),台风眼区的对流云团块分裂成2块,呈东北西南分布,东北面云团由于陆地的摩擦消耗作用逐渐减弱,而西南面云团则由于获得了西南季风的能量和水汽输送以及地形的辐合抬升作用有所加强,两块云团中间间隙出现晴空或少云区,台风强度有所减弱;15日11时(图2c,见彩页),“海鸥”移出菲律宾进入南中国海,下垫面的水汽供应增大以及西南季风的作用,“海鸥”强度开始逐渐加强,分散的云团与卷入的台风螺旋云系一起组织形成环形云墙,但此时台风眼仍难以辨别;此后,“海鸥”进一步加强,16日05时(图2d,见彩页)出现明显的台风眼,眼区呈准圆形,范围较小,直径大约在35km,此时台风内中心海平面气压降至960hPa;16日14时(图2e,见彩页)“海鸥”擦过海南岛及雷州半岛进入北部湾北部海域,此时由于地形的摩擦和阻挡作用,台风眼墙区云带强度明显减弱,并出现断裂,北面眼墙逐渐消散,成半环形,但眼区仍然清晰可辨;之后,“海鸥”进一步减弱,眼墙开始塌陷,台风眼区消失,仅存外围螺旋云带(图2f,见彩页)。

2.3 外围螺旋云带对广西强降水的影响

9月16日和17日,“海鸥”给广西带来了大范围的强降水,从卫星云图上来看,造成这次大范围强降水的云系主要为“海鸥”的外围螺旋云带。16日07时左右(图3a,见彩页),“海鸥”的外围螺旋云带开始影响广西,但从云图上看,云带范围较窄,亮温较大,对流云团不活跃,对应雷达回波也表现为雷达反射率因子也仅在30dBz左右,雷达反射率因子较均匀,此时地面降水较弱,仅在0–10mm/h之间;之后,螺旋云带随着台风的快速移动影响广西南部,降水量不大,“海鸥”于16日夜间登陆越南北部后逐渐减弱消散,但由于副高的西进与西南季风的作用,外围螺旋云带在广西西南部不断地重新生成并发展旺盛,图3b(见彩页)为17日03时的红外云图,图上显示台风本体开始逐渐减弱消散,但其东侧螺旋云带却很明显,云带呈狭长长条状,上面镶嵌有白亮的对流云泡,此云带给广西带来了小时雨强在20–30mm左右的强降水;之后,该螺旋云带发生断裂,云带北端逐渐减弱消散,而南段由于西南季风的能量和水汽的输入以及地形的影响,在广西西南部发展成椭圆形的中 β 尺度的对流云团(图3c,见彩页),该对流云团发展旺盛,云顶仅有一个白亮的冷云中心,在该对流云团前端亮温梯度最大区域处对应着小时雨强很大的短时强降水,最大小时雨强达到81.7mm/h,正是该对流云团长时间的稳定维持以及较大的小时雨强,造成了广西西南部成为此次台风过程大范围降水的强降水中心。

3 “海鸥”过程的雷达分析

3.1 台风眼的结构特征

“海鸥”16日10时(图4a,见彩页)在海南文昌登陆后,台风眼清晰,为无回波区,呈圆形,直径约110km,边界光滑。台风登陆广东徐闻后,台风眼区范围逐渐减小,并由圆形变成椭圆形结构,13:12(图4b,见彩页),眼区长、宽约为90和76km,14时前后进入北部湾后(图4c,见彩页),台风眼呈不规则型,眼壁逐渐有弱回波向眼区填塞,眼区范围进一步减小,眼区结构逐渐松散。16日23时左右(图4d,见彩页)登陆越南北部时,台风眼区已不明显,台风云墙回波逐渐被螺旋云带回波所取代。

3.2 台风雷达径向速度特征

多普勒雷达能获得降水粒子相对雷达的平均径向速度,它与实际水平风有关但又有不同。台风的最

大风通常出现在眼区外围附近, 中心附近的低层气流为气旋性结构, 类似兰金中尺度气旋模式。受“海鸥”台风的影响, 广西南部及沿海地区大部出现 8–10 级、阵风 11–12 级以上大风, 其中北部湾(斜阳岛)阵风达 14 级($46\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)。多普勒雷达具有独特的探测径向速度能力, 本文列举了一些台风影响广西期间沿海测站的极大风速与相近时间多普勒雷达在有效测距探测到的最大径向速度的对比, 16 日 13:23(图 5a, 见彩页), 台风中心位于徐闻以西陆地上, 北海雷达径向速度上呈 S 型, 风向随高度顺时针方向旋转, 为暖平流, 北海位于台风西北象限, 径向速度极值中心分别出现在广东廉江与广西合浦之间、北海涠洲岛以西海面上, 均出现速度模糊, 退模糊后, 位于北海涠洲岛以西海面上的径向速度极值为 $47\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 高度在 2.4km 处, 14 时北海涠洲岛测站极大风速为 $39.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; 19:56(图 5b, 见彩页), 台风西偏北移至防城港以南洋面上, 径向速度极值为 $39\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 高度在 1.1km 处, 位于防城港以南, 而 20 时防城港白牛头岭极大风速实测为 $46\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。雷达观测到的最大径向速度与气象站观测记录的地点与空间不同, 但多普勒雷达观测到的最大径向速度与附近地面测站测到的极大风速非常接近, 但两种观测结果比较接近, 可见, 雷达径向速度的极值对实况极大风速有一定的指示意义。

3.3 台风降水雷达回波特征

“海鸥”台风广西南部、西部强降雨主要是由台风云墙强回波和螺旋云带产生, 回波顶高大多在 8–9km, 少数能达 11km。16 日 14 时开始北海受台风北侧螺旋云带以及云墙强回波影响, 强度在 30dBz 以上, 降水强度在 $10\text{mm}/\text{h}$ 以上, 局地可达 $30\text{--}40\text{mm}/\text{h}$ 。随台风西移, 降水开始影响防城港, 降水仍由台风云墙和螺旋云带造成, 其中云墙密蔽云区镶嵌有对流单体, 回波强度在 45–50dBz(图 6a, 见彩页), 16 日 20 时小时雨量最大达 56mm。16 日 22 时, 台风眼区不清晰, 云墙结构松散, 回波逐渐被螺旋云带回波取代, 21 时开始, 由于强盛西南气流作用, 台风东侧存在一条螺旋云带, 不断有回波生成发展, 并向西北方向移动, 形成列车效应, 长时间影响桂西一带, 回波带上镶嵌着对流单体, 强度达到 50–55dBz(图 6b、c, 见彩页), 受该螺旋云带上的强回波影响, 直至 17 日 10 时, 12 小时内桂西大部出现大暴雨天气, 局地特大暴雨, 最大为防城港防城区华石镇黄江村 361mm, 最大小时雨强防城港防城十万山乡达到

$81.7\text{mm}/\text{h}$ 。

4 结论

利用卫星、雷达资料对 1415 号台风“海鸥”进行分析, 可以得到以下结论:

(1) 卫星云图显示, 活跃的西南季风为“海鸥”源源不断地输送大量的能量和水汽, 是“海鸥”长时间维持台风级别的重要原因之一。

(2) 随“海鸥”台风的加强到减弱, 从卫星及雷达资料上均可看到, 台风眼区由清晰可辨到模糊消失, 结构完整到结构松散的过程。

(3) 通过列举一些台风影响广西期间沿海测站的极大风速与相近时间多普勒雷达在有效测距探测到的最大径向速度进行对比, 发现雷达径向速度的极值能较好反映实况极大风速。

(4) 广西南部、西部强降雨主要是由台风云墙强回波和螺旋云带产生。

参考文献:

- [1] 程正泉, 陈联寿, 徐祥德, 等. 近 10 年中国台风暴雨研究进展 [J]. 气象, 2005.31 (12): 3–9.
- [2] 洪展. 一次台风暴雨过程的水汽特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (04): 16–18.
- [3] 郑艳, 符式红, 赵付竹. 秋冬季远距离台风海南岛暴雨特征及概念模型 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (04): 11–15.
- [4] 黄翠银, 农孟松, 陈剑飞, 等. 台风“山神”和“海燕”对广西影响对比分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (02): 7–13.
- [5] 牛海燕, 刘敏, 陆敏, 等. 中国沿海地区台风灾害损失评估研究 [J]. 灾害学, 2011.26 (3): 61–64.
- [6] 薛根元, 赵放, 冀春晓, 等. 多普勒天气雷达探测揭示的台风云娜 (Rananim) 登陆前后特征演变研究 [J]. 第四纪研究, 2006, 26 (3): 370–383.
- [7] 金巍, 曲岩, 戴萍, 等. 台风梅花引发局地特大暴雨的多普勒雷达分析 [J]. 气象, 2013.39 (12): 1591–1599.
- [8] 陈善敏. 同心双眼墙台风眼区演变的云图分析 [J]. 气象, 1985, 11 (1): 9–10.
- [9] 韩丁, 严卫, 叶晶, 等. 基于 CloudSat 卫星资料分析东太平洋台风的云、降水和热力结构特征 [J]. 大气科学, 2013.37 (3): 691–704.
- [10] 朱雪松, 余晖, 尹球, 等. 台风“梅花”(1109) 双眼墙生消过程的卫星资料分析 [J]. 热带气象学报, 2014.30 (1): 34–44.