

Typhoon “Kalmaegi” No. 15 of 2014 caused heavy rainfall in Wenshan Diagnostic analysis

Li Wang Fen Zheng

Wenshan Prefecture Meteorological Bureau, Wenshan, Yunnan, 663000, China

Abstract

Based on conventional observation data, NECP2.5° × 2.5° reanalysis data, radar echo data and typhoon track data of the Central Meteorological Station, the causes of the heavy to rainstorm weather process on September 16-18 in Wenshan Prefecture caused by the No. 15 typhoon “Kalmaegi” are diagnosed and analyzed. The results indicate that: 1 Typhoon “Kalmaegi” has the characteristics of strong intensity and fast movement speed; 2. The combined effect of the “Kalmaegi” circulation and the southwest monsoon has caused heavy rainfall in Wenshan Prefecture. The strengthening of the subtropical high pressure system and the strengthening of the low-level southeast jet stream have created favorable circulation conditions for sustained rainfall in Wenshan Prefecture on a large scale; 3. The water vapor transport from the Bay of Bengal and the South China Sea forms a strong water vapor convergence over Wenshan Prefecture, creating favorable conditions for the occurrence and development of heavy to rainstorm; During the process, the echo intensity is strong (with a maximum echo intensity of 48dBz), and the zero velocity line rotates clockwise in a quasi “S” shape. The maximum velocity is on the right side of the zero velocity line, reaching 37.6m/s, and there is significant wind speed shear in the upwind area and vertical direction.

Keywords

westbound typhoon; heavy precipitation; physical quantity; radar echo

2014 年第 15 号台风“海鸥”造成文山强降水天气的诊断分析

王娜 郑芬

文山州气象局, 中国·云南 文山 663000

摘 要

利用常规观测资料、NECP2.5° × 2.5° 再分析资料、雷达回波资料及中央气象台台风路径等资料, 对第15号台风“海鸥”造成文山州9月16—18日大到暴雨天气过程的成因进行了诊断分析。结果表明: 1. 台风“海鸥”具有强度强、移速快的特点; 2. “海鸥”环流和西南季风的共同作用造成了文山州的强降水天气, 副热带高压的加强西伸以及低空东南急流的加强为文山州大范围持续性降雨天气创造了有利的环流条件; 3. 来自孟加拉湾和南海的水汽输送在文山州上空形成强水汽辐合, 为大到暴雨的发生发展创造了有利条件; 4. 过程期间, 回波强度强(最大回波强度达48dBz), 零速度线近似为准“S”型顺时针旋转, 速度极值在零速度线的右侧, 达到37.6m/s, 逆风区和垂直方向上的风速切变较明显。

关键词

西行台风; 强降水; 物理量; 雷达回波

1 引言

云南省文山州地处云贵高原东南部, 登陆西行台风造成的大范围暴雨天气是文山的主要灾害性天气之一, 暴雨造成的洪涝、泥石流、农田被淹、耕地流失、城市内涝等灾害, 给人民的生命财产带来了严重损失。影响文山的台风主要出现在 7-9 月, 很多气象工作者对影响云南省的西行台风做过深入的研究, 研究表明: 西行台风在两广登陆后继续西行, 或穿过海南岛进入北部湾在越南北部登陆, 对云南会产生较

大的影响, 这是云南产生暴雨的主要天气系统之一^[1]; 台风登陆前后是其结构变化最为剧烈的阶段, 结构突变会引起强度、路径和风雨的突变。有的登陆台风触地即消, 有的登陆台风低压可在陆地上维持 3 ~ 5 天。如果切断水汽输送通道, 登陆台风很快减弱, 若能重新获得能量, 将可维持较长时间。近年来, 西行台风较少, 且位置多偏南, 对文山州的影响不大, 但 2014 年, 就有两次西行台风对文山造成影响, 一次是 7 月份的第 9 号台风“威马逊”, 另一次是第 15 号台风“海鸥”。“海鸥”的降雨强度较大, 对文山造成了较为严重的影响, 因此本文通过对台风的移动路径、大气环流背景、物理机制、雷达回波及造成的影响进行分析、总结, 为以后的预报预测提供预报参考。

【作者简介】王娜(1977—), 女, 壮族, 中国云南文山人, 本科, 高级工程师, 从事天气预报及气象服务研究。

2 台风路径及文山州降水概况

2014 年第 15 号台风“海鸥”（热带风暴级）于 9 月 12 日下午 2 时在菲律宾马尼拉东偏南方大约 1090 公里的西北太平洋洋面上生成，一路向西北偏西方向移动，14 日晚 7 时前后在菲律宾吕宋岛东北部沿海登陆后，于 15 日早晨进入南海东部海面。于 16 日早晨至中午在海南文昌到广东湛江一带沿海登陆，随后“海鸥”于 16 日下午移入北部湾海面，逐渐向中越边界到越南北部一带沿海靠近，16 日晚上在越南北部一带沿海再次登陆。登陆时中心气压 975hPa、风速 12 级、移动速度 30km/s。17 日下午 02 时在云南省金

平县境内减弱为热带低压，之后继续西行减弱，中央气象台于 17 日下午 17 时对其停止编号。

9 月 16 日傍晚“海鸥”开始影响文山，至 18 日 08 时文山降雨基本结束，对文山州的影响达 36 小时，具有强度高、移速快、风雨大等特点。过程平均雨量（8 县测站）129.7mm（表 1），在文山州 203 个测站中，有 4 站雨量超过 250 毫米，200 ~ 249.9mm4 站，150.0 ~ 199.9mm26 站，100 ~ 149.9mm77 站，50 ~ 99.9mm71 站。强降雨主要在文山州东部及南部地区，过程最大雨量 347.5mm，最大雨强 59.6mm/h（17 日 16 时广南八宝）。

表 1 “海鸥”西行过程中文山州 8 个测站降雨实况（单位：mm）

时间	文山	砚山	西畴	马关	麻栗坡	丘北	广南	富宁	平均
17 日	36	53.5	79.9	93.1	96.3	39.8	92	99.6	73.8
18 日夜間	80.2	45	83.4	52	117.3	36	19.6	13.7	55.9
合计	116.2	98.5	163.3	145.1	213.6	75.8	111.6	113.3	129.7

3 环流形式分析

3.1 500hPa 副高与台风路径关系

从 500hPa 高空图上看，9 月 16 日 20 时（图 1.a）台风低压中心位于北部湾北部 108° E，17° N 附近，副热带高压西伸脊点位于 106° E，29.5° N 附近，此时文山州处于台风低压西北侧，为东北气流影响；低压移动速度较快，16 日 20 时至 17 日 08 时（图 1.b），副热带高压加强西伸，脊点伸到 108° E 附近，台风低压中心已经从北部湾移到越南西北部与云南的交界处（104° E，22° N），文山州处于低压北侧偏东气流中，此时文山东部的富宁广南水汽输送较

好，雨势较大，其余水汽输送较弱，雨势不大，但降雨比较均匀；从 17 日 08 时到 17 日 20 时（图 1.c），副热带高压继续加强，西伸脊点已到 98° E 西侧，低压中心移到缅甸、老挝、泰国等三国交界处（中心位于 100° E，20° N 附近），文山州处于低压东侧等高线较为密集的强盛的偏南气流中，特别是文山南部地区，此时水汽充沛，雨势加强。17 日 20 时到 18 日 08 时（图 1.d），副热带高压西伸脊点已到 88° E，低压中心移到缅甸的滚弄，文山南部地区还处于低压外围云系中，水汽输送仍比较有利，因此南部地区雨势较强。

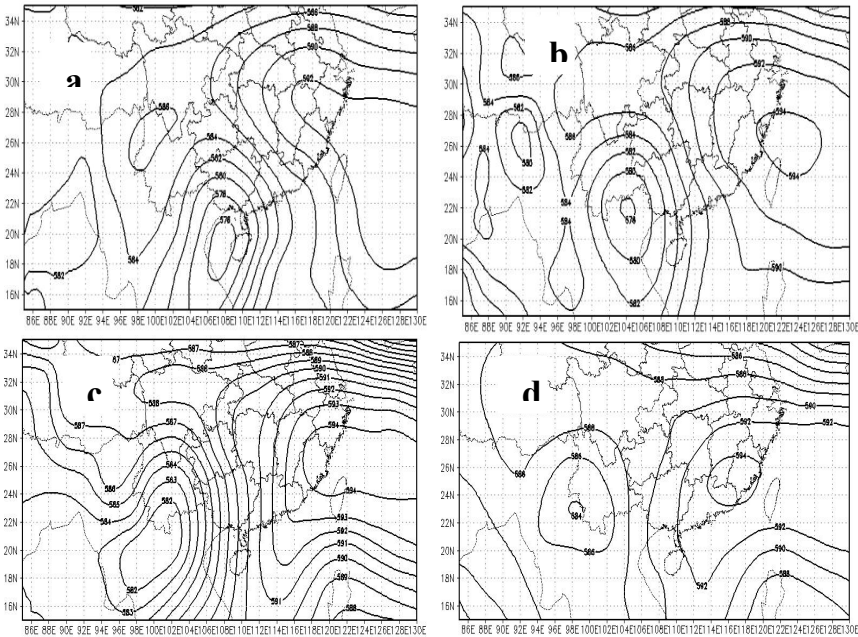


图 1 500hPa 高度场（a.16 日 20 时 b.17 日 08 时 c.17 日 20 时 d.18 日 08 时）

3.2 低层环流特征

从海平面气压场上看,16日14时台风低压中心位于雷州半岛与海南岛之间,中心气压889hPa;16日20时低压中心位于北部湾北部,接近越南,中心气压990hPa;17日02时低压中心移到越南河内附近,中心气压为992hPa,文山州全州均已受其影响;17日14时,气压中心位于云南部与越南的交界处,中心气压为1000hPa,文山州刚好处于强劲的偏南气流中,文山南部气压值为1002hPa,降雨较强;17日20时,低压中心移到老挝的孟乌与云南普洱的江城交界处,中心气压为1002hPa,文山州气压值处于1004~1006hPa之间。18日02时,文山州仍然处于较强的偏南气流中,特别是南部地区,降雨强度仍然较强,到18日08时,转为偏东气流,台风低压造成的连续降雨基本结束。

2014年9月17日14时及17日20时850hPa高度场(等值线,单位:degpm)和风场(矢量,单位:10-3hPa/s)

“海鸥”在广西与越南交界处登陆后强度逐渐减弱,但在西南季风和副热带高压南侧的偏东气流影响下,其在西移过程中,850hPa上空一直维持着较强的低空急流区,不断地把海上的水汽和不稳定能量向台风低压输送,为文山大范围强降水天气创造有利的环流条件^[2]。

4 台风登陆后的物理量场分析

4.1 散度场及涡度场

图2为16日20时和17日20时沿25°N散度经向垂直剖面图,16日20时,在99°E~110°E期间均为负值区,最大负值中心位于800hPa以下的102.5°E~106°E,中心值为 $-3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,而110°E以东及99°E以西地区均为散度正值区。而17日20时700hPa以下99°E~110°E均为负值区,最大负值为 $-4.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,700hPa以上为散度正值区,有两个正值中心,分别位于400hPa附近及200hPa附近,中心值均为 $1.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,即文山州及附近一带上空大气处于低层辐合、中高层辐散的配置,这十分有利于垂直上升运动的发展及维持,为强降雨的发生和维持提供了动力条件。而110°E以东及99°E以西地区低层为弱辐散,中层为辐合,动力条件不足,因而“海鸥”在17日白天及晚上这时段所产生的暴雨主要集中在文山州一带。

从沿25°N的涡度经向环流场上来看(图略),16日20时,400hPa以下107°E~114°E之间为正值区,最大正值中心位于700hPa附近,中心值为 $2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,400hPa以上为负值区,最大负值中心位于300hPa附近,中心值为 $-4.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$;而到了17日20时,最大正值中心西移,位于102°E~108°E之间的500hPa附近,中心值为 $7 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,300hPa以上为负值区,最大值为 $6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。文山州正好位于涡度的正值区内,正好与暴雨落区相对应,说

明“海鸥”登陆后的涡旋结构仍然比较完整且深厚,正涡度有利于中低层产生气旋性辐合上升运动及扰动,有利于强降雨的发生发展。

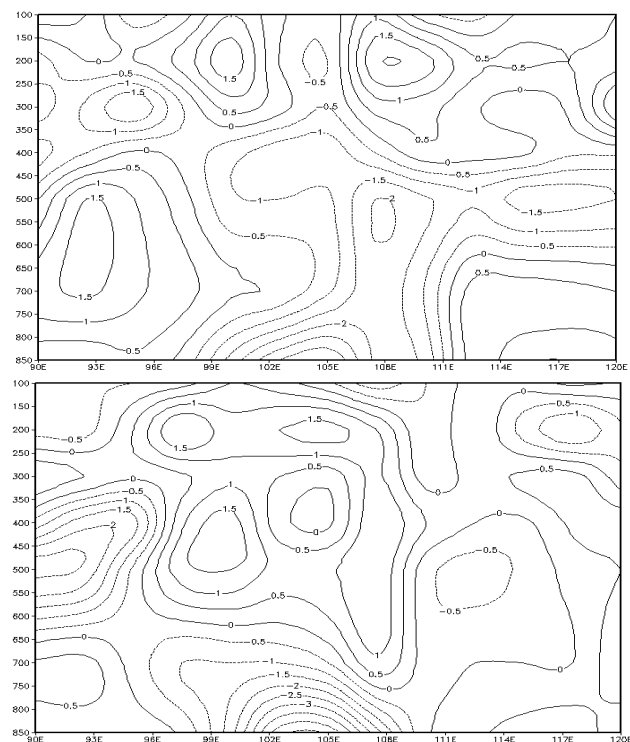


图2 9月16日20时(左)及17日20时(右)沿25°N散度场剖面图(单位: 10^{-5} s^{-1})

4.2 比湿和水汽通量散度

充分的水汽条件是暴雨产生的重要条件之一。在16日20时的比湿场中(图略),700hPa以下有两个湿中心,一个位于106°E~114°E,中心值为15g/kg,一个位于97°E~99°E,中心值为19g/kg,文山州上空比湿最大为13g/kg左右。17日20时,103°E以东的中低层湿度增大,中心值为15g/kg。表明产生强降水时文山州上空大气中的湿层较为深厚,水汽含量较为明显。

图3为16日20时至18日08时沿25°N水汽通量散度经向垂直剖面图。由图3可以看出,16日20时最大水汽辐合中心位于106°E~116°E附近,数值为 $-8 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,表明该区域为水汽汇。17日08时该水汽汇西移到了100°E~114°E,文山州刚好位于这个水汽汇中,这个辐合中心值仍然维持 $-8 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,且比较深厚,达400hPa,这个水汽汇的两侧都是正值区,东侧的中心值为 $8 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,西侧中心值为 $2 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,表明两侧均有水汽辐散;最大辐合区一直维持到18日凌晨02时,到18日08时才略西移,并有所减弱。在整个过程中,水汽最大辐合区都比较宽广且比较深厚,表明这次强降水过程发生于较强水汽辐合的环境中^[3]。

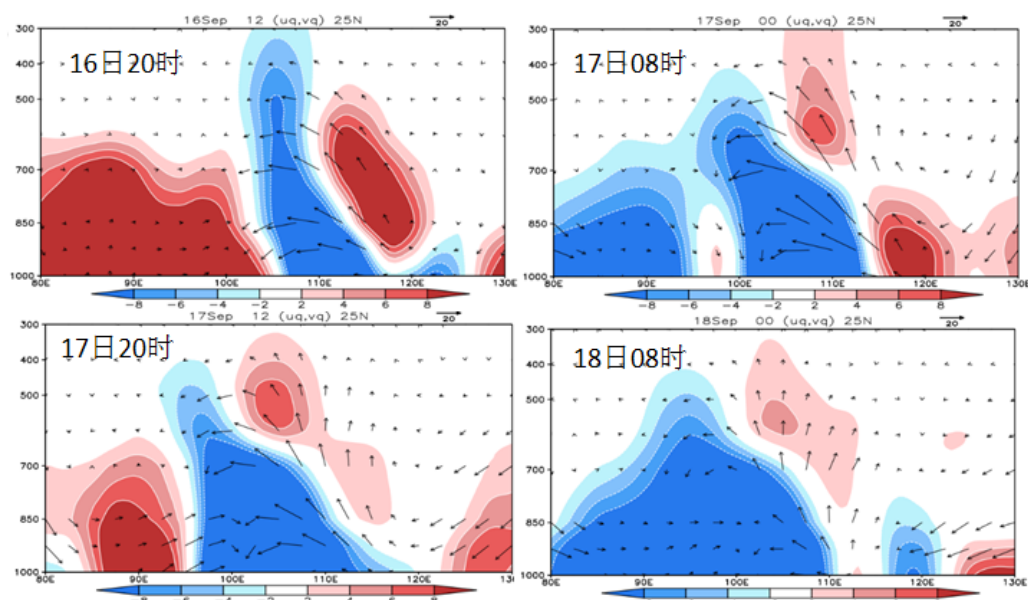


图3 沿25°N水汽通量散度经向垂直剖面图(单位: $10^{-6} \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

5 多普勒雷达回波

通过分析文山新一代天气雷达9月16日—9月18日的雷达回波演变过程看出,台风“海鸥”登陆后滇东南地区的降水云系主要以强度 $\leq 48 \text{ dBz}$ 的层状云为主,强度不大,但是降水持续时间长,造成文山大部分地区36小时累计降水超过150mm,部分地区超过220mm,强降水时段主要集中在9月17日上午、晚上及18日凌晨。在径向速度图上主要表现为过雷达中心的零速度线近似为准“S”型顺时针旋转,速度极值在零速度线的右侧,达到37.6m/s,逆风区和垂直方向上的风速切变明显,强降水回波主要集中在逆风区及切变区域。

9月16日下午,文山雷达探测范围内以弱降水回波为主,晚上23时后,0.5°径向速度图上风向在不同高度上变化很小,降水回波强度较小,最大强度值33dBz,大部分维持在16 dBz—23 dBz之间,小时降水量不到10mm。17日02时开始,整个雷达探测区内均有不同强度的降水回波,

回波强度局部增强。速度场上有过测站的南北向准“S”型零速度线,正负速度区基本对称,零速度线两侧均有明显的逆风区,其零速度线右侧即东南部的逆风区面积较大,对应强降水回波带分布在文山州南部、东南部及文山市境内,降雨量较大。此强降水时段持续到11时30分左右,之后径向速度场上逆风区消失,但局部仍然有风速的垂直切变,零速度线由南北向转为过测站的東西向,回波强度整体开始减弱。17时30分之后,文山州南部马关境内的回波向北发展加强,形成长约60km、宽40km过雷达测站南北向的强降水回波带,强度最大值达48 dBz,强回波覆盖地区的小时降雨量均超过25mm。20时30分后回波强度有所减弱,径向速度图上零速度线顺时针旋转,风速在垂直方向上的切变依然明显。9月18日凌晨,东部、东南部回波发展加强,麻栗坡、西畴、砚山东南部、广南西部进入第二次强降水时段。强降水持续到18日05时后慢慢减弱,08时以后观测范围内以阵性弱降水回波为主,台风的影响基本结束。

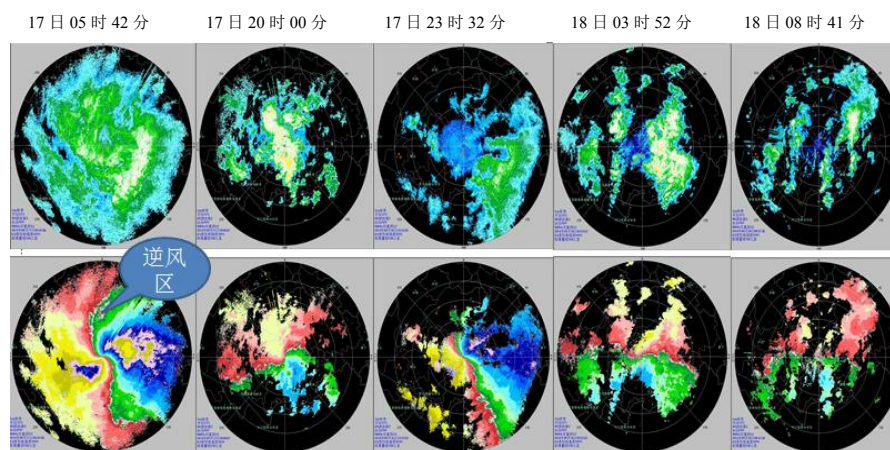


图4 2014年9月16日—9月18日台风“海鸥”0.5度仰角雷达回波(强度和速度)演变图

6 小结

通过对2014年第15号西行台风“海鸥”造成文山州9月16—18日大到暴雨降水过程的诊断分析,得到以下结论:

①台风“海鸥”具有强度强、移速快(对文山州的影响持续时间为36小时)、风雨大等特点。

②“海鸥”环流和西南季风的共同影响造成了文山州的强降雨天气。副热带高压的加强西伸以及低空东南急流的加强为文山州大范围持续性降雨天气创造了有利的环流条件。

③文山州暴雨的水汽来源于孟加拉湾和南海形成的明显水汽输送带,并在文山州低层大气中形成强水汽辐合。散

度场上低层辐合、高层辐散的配置,为文山州大范围的强降水提供了有利的动力条件。

④“海鸥”减弱成低压环流在西行影响文山州的过程中,最大回波强度达48dBz,零速度线近似为准“S”型顺时针旋转,速度极值在零速度线的右侧,达到37.6m/s,逆风区和垂直方向上的风速切变较明显。

参考文献

- [1] 郭荣芬,肖子牛,陈小华.两次西行热带气旋影响云南降水对比分析[J].应用气象学报,2010,21(3):317-327。
- [2] 严直慧,冯德花,孙瑞等.两次西行台风对文山降水影响比较.《贵州气象》2013年第37卷增刊,贵州省气象学会,2013年6月。
- [3] 秦剑,琚建华,解明恩等.低纬高原天气气候,北京:气象出版社,1979年。