

文章编号:1673-8411 (2017) 02-0018-04

2017年4月广西北部一次强对流天气中尺度分析

陆秋霖¹, 黄荣², 农孟松², 翟丽萍², 刘日胜²

(1.玉林市气象局, 玉林, 537000; 2.广西区气象台, 南宁, 530022)

摘要:利用常规探测资料、多普勒天气雷达资料等对2017年4月20—21日发生在广西北部的一次强对流天气进行中尺度分析,对其雷达特征及强对流形成的原因进行分析和研究。结果表明:此次强对流天气是受南支槽、切变线和地面冷空气的共同影响产生的,存在上干冷、下暖湿的不稳定层结,地面辐合线配合西南气流的加强触发不稳定能量,在雷达图像上有中层径向辐合、“列车效应”等信息,对强对流监测有较好的指示意义。

关键词:大风;短时强降水;中层径向辐合;列车效应

中图分类号:P458.2

文献标识码:A

Mesoscale analysis of a strong convective weather in northern Guangxi in April 2017

Lu Qiulin¹, Huang Rong², Nong Mengsong², Zhai Liping², Liu Risheng²

(1.Yulin Municipal Meteorological Service Yulin 537000; 2.Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022)

Abstract: Based on the mesoscale analysis of a strong convective weather in northern Guangxi during 20th–21th April 2017 by using conventional observation detection data and Doppler radar data, the characteristics of radar echo and the causes of this convection were analyzed. The results show that: the strong convective weather is caused by the combination of south trough, shear line and ground cold air, which has the indicating information, like: the unstable layer of dry–and–cold upper layer and warm–and–wet lower layer, the strengthened surface convergence line and the southwest airflow triggering instability energy, middle – level radial convergence (MARC) and "train effect" in the radar images, which are good indication for the monitoring of strong convection.

Keywords: strong winds; short-term heavy rainfall; middle – level radial convergence (MARC); train effect

强对流天气包括冰雹、雷暴、大风、短时强降水等,是广西主要气象灾害之一,它对人们生命财产安全造成了严重的威胁。由于强对流天气具有生命史短、局地性强等特点,故其预报难度很大。国内许多学者^[1-7]通过常规高空、地面观测资料等对强对流天气进行了中尺度分析,对其环流背景及形成原因进

行了分析和研究。农孟松^[8]等对广西一次飕线大风天气进行跟踪及监测预警,发现雷达图上中层径向辐合、反射率因子核心和中层风速大值区降低对地面大风有较好的指示意义。本文利用常规高空、地面观测资料及雷达资料等,对2017年4月20日20时—21日20时广西北部的一次强对流天气进行中

收稿日期:2016-12-28

作者简介:陆秋霖(1990-),女,广西玉林人,大学本科,助理工程师,从事短期天气预报工作。

尺度分析, 探讨强对流天气雷达回波演变特征及其发生发展的环境场和触发条件, 以期今后此类天气过程的短临预警工作提供一些有益的帮助。

1 强对流的天气实况

2017 年 4 月 20 日 20 时—21 日 20 时, 受南支槽、切变线和地面冷空气的共同影响, 广西北部出现了一次短时强降水, 同时伴有雷暴大风、局地小冰雹等强对流天气, 造成了树木倒伏、局地内涝、山体滑坡等次生灾害。此次过程具有雨强大、历时短、区域集中等特点。实况表明, 广西北部出现了大到暴雨、局部大暴雨天气, 强降水集中在 21 日 2—10 时, 最大雨量为河池环江大才乡下庙水库 163.8mm, 小时雨强最大在 2—3 时为河池环江大才乡 104.3mm; 有 26 个站出现 8 级以上的大风(包括冷空气大风), 最大瞬时风速为河池南丹 26.3m·s⁻¹。

2 强对流的雷达演变特征

如图 1(见彩页)所示, 20 日 21 时左右, 有回波从广西西北角移入, 并逐渐增强向东移动, 回波最强可达 60 dBZ, 其南侧的暖湿气流中有零散的小回波发展, 向东北方向移动。根据风暴追踪信息可发现在 22 时左右, 隆林强回波中心的垂直液态水含量在两个体扫里从 10kg/m² 跃升到 40kg/m², 然后再减小到 30kg/m², 这是有利于冰雹出现的一个特征; 同时出现冰雹的概率 POH 达到了 100%, 回波顶高与质心高度也有一个升高, 说明此时对流单体有一个发展, 实况监测到在隆林局地产生了小冰雹。23 时, 随着切变线的东移南压, 强回波发展成南—北向的带状回波并向偏东方向移动, 其西南侧不断有新的小单体汇入, 到 21 日 0 时强回波带开始进入广西。随着冷空气从西北部不断侵入, 强回波带后侧的入流明显增大, 强回波带呈向前凸起的弓形回波, 并与其南侧向东北移的回波不断合并, 形成了一条“人”字型的回波带。在弓形回波与其南侧单体合并处有一个入流缺口, 其后对应着入流大风区, 同时在速度图(图 2b, 见彩页)上可以看出在 A、B 两处出现了逆风区, 说明有中小尺度的扰动, 对流发展旺盛, 这些特征对强降水、地面大风的产生非常有利。对 00:53 通过强回波区沿雷达径向 280°方向做垂直剖面图, 发现在径向速度垂直剖面图上强回波前有上升气流, 低层辐合高层辐散, 中层有中尺度径向辐合, 后

侧有 $\geq 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的入流大风区下降, 同时反射率因子垂直剖面图上有高值核心区的下降, 中层的偏西气流在短时间内下冲到地面, 能很好的预示地面大风的出现。2 时, “人”字型回波带开始溃散, 强回波带北段继续快速向东偏南方向移动, 对南丹、环江等地造成了雷暴大风天气, 南段向南压移速略减慢。

和沿雷达径向 280°的反射率因子(c)、径向速度(d)垂直剖面图

另外, 在强回波带前东南方向上河池一带的对流单体发展迅速, 范围不断扩大, 强度不断增强, 最大回波达到了 65dBZ, 其后侧不断有新的对流单体生成发展, 由向东北方向移动逐渐转为向偏东方向移动(图 2, 见彩页)。对 02:29 经过大才乡沿雷达径向 110°方向做反射率因子的垂直剖面图, 可以看出回波顶高在 9km 左右, 对流伸展高度不高, 并且回波的质心高度较低均在 6km 以下, 基本处于大气 0℃层 4732 m 高度以下, 而 -20℃层高度在 7972 m, 融化层高度较高, 冰晶在下降过程中完全融化, 而降水粒子在下降过程中又较少的被蒸发, 同时在速度图上(图 2b, 见彩页)表现出了中尺度辐合区, 表明低层有强烈的辐合, 有利于高效率的降水, 多个对流单体在 2—4 时期间不断经过环江大才乡等强降水中心, 正是这种低质心、高效率的“列车效应”, 造成了该区域的大暴雨天气。

4 时, 强回波带南段的回波减弱, 北段回波追上环江一带的回波, 并合并形成一条新的东—西向飑线继续东南移, 给桂中、桂东等地造成了短时强降水、雷暴大风等强对流天气, 并于 21 日上午从桂东移出广西。

3 强对流产生的原因

3.1 强对流发生的环流背景

2017 年 4 月 20 日白天广西为西南暖低压制, 气温较高, 百色最高温度达 33.8℃, 为此次过程积聚大量的地面不稳定能量。20 时, 200hPa 高空风在桂林一带加强成急流, 高空急流入口区右侧高层辐散造成的“抽吸作用”促进上升运动发展, 有利于低层辐合产生暴雨天气; 500hPa 鄂霍次克海有高空槽东移转竖, 引导地面冷空气南下影响到桂东北, 四川盆地东部有高原小波动东移, 云南广西交界处有南支槽东移, 广西为槽前西南气流影响, 河池、百色处于槽前 24h 负变温区域中, 中层有干冷空气, 这是

由于前一个冷温槽残留所致,这种形势配置有利于产生强的对流不稳定,是广西春季强对流发生的一种典型形势。850hPa切变线在黔桂交界南压,与地面锋面位置较接近,有利于切变线南侧的桂北产生强降水;桂西为偏南气流并在百色、河池一带有气旋式弯曲,桂东为西南气流,在桂中、桂东南有气流的辐散,不利于强对流天气的发生;但广西西部850~500hPa温差达25℃以上,温度直减率很大,形成了上干冷、下暖湿的不稳定层结,有利于强对流天气的发生。

21日08时,500hPa南支槽东移进入广西中部并减弱;850hPa切变线南压至桂中,桂南西南气流加强成急流;地面冷锋压至桂中,由于前期西南暖低压的强盛发展,冷空气移动缓慢,强对流天气持续发展,但强度和范围有所减弱。20时,500hPa南支槽移出广西,850hPa广西大部为偏北气流控制,地面冷锋移至海面上,此次过程结束。

3.2 热力条件和不稳定层结

假相当位温是把温度、气压、湿度包括在一起的一个综合物理量,它能反映出大气的稳定度。沿108°E经河池对20日20时假相当位温场做垂直剖面图(图略),发现有高能舌从广西南部向北向上伸展,中心最大在850hPa有74~78℃,之后假相当位温值随高度的增加而递减,在500hPa河池上空出现54℃的低值中心,表明中层有干冷空气的侵入,河池附近850~500hPa的假相当位温差达到21℃,层结不稳定度增加,易于强对流天气的发生发展。

20日21时左右,对流从百色隆林移入并在河池加强发展。从20日20时河池的T-lop图(图3)可以看出,河池上空CAPE值很大,达到了1328.1

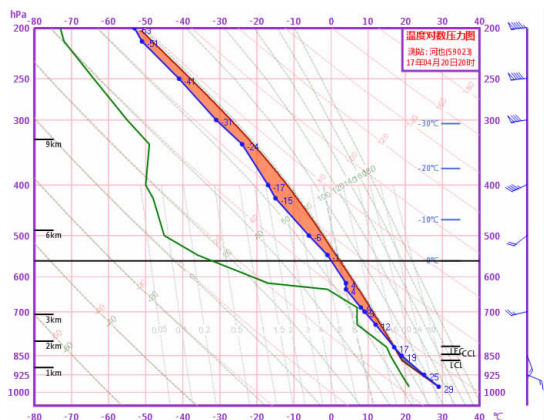


图3 2017年4月20日20时河池探空图

J/kg,低层温湿廓线较接近,湿度大,700hPa以上有明显干层,有干冷空气入侵,850hPa以下温湿廓线呈倒“V”字型开口,有利于雷暴大风的发生。0~3 km垂直风切变为10m.s⁻¹,0~6km垂直风切变为8 m.s⁻¹,垂直风切变不大,有利于强降水的发展。同时,K指数为39℃,SI指数为-1.84,层结不稳定条件较好,对强对流的发生发展有较好的指示意义。

3.3 强对流的触发条件

以上分析可见,桂北上空具备了较高的能量和较好的大气不稳定度,但要产生强对流天气还需要一个触发条件。分析地面资料场(图4)发现,20日20时地面辐合线东段已进入桂东北,西段在贵州南部,桂西北还处于锋前,但在滇桂黔三省交界处存在一条干线,随着辐合线南移,21时左右地面辐合线和干线在贵州西南部相交,触发对流不稳定能量,在辐合线附近不断产生对流并移入广西,造成短时强降水。

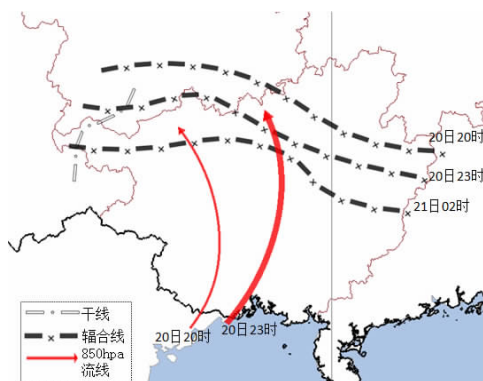


图4 2017年4月20—21日地面辐合线和850hPa流线演变图

降水并伴有雷暴大风、局地小冰雹等强对流天气。

相比贵州西南部发展起来的对流天气,百色、河池一带自身发展起来的对流略有不同。从850 hPa雷达反演风场演变来看,20日20时广西上空的急流还没有建立,百色、河池处于锋前的暖湿气旋式弯曲气流中,在暖湿气流弯曲曲率大的地方有弱对流生成。21时,西南急流建立,向北输送大量的水汽和能量,百色、河池一带处于风速辐合区,弱对流开始发展,范围、强度不断增大,造成大范围的短时强降水、雷暴等强对流天气。

4 结论

(1)此次强对流天气过程是由南支槽东移、低层

切变线和地面冷空气南下共同影响的。在雷达图像上表现为弓形回波、“人”字型回波等特征,回波强度高,在速度图上有逆风区、中层径向辐合、近地面的人流大风区等信息,对大风有很好的预示作用。另外回波合并和低质心、高效率的“列车效应”造成环江一带的大暴雨天气。

(2)根据假相当位温垂直分布显示,此次过程存在“上干冷、下暖湿”的不稳定层结,且层结不稳定性增大,CAPE 值、K 指数等对强对流的发生发展有较好的指示意义。

(3)地面辐合线与干线的相交触发了不稳定能量,在辐合线附近不断产生对流,随着辐合线南移配合西南急流的加强,对桂北造成了短时强降水并伴有雷暴大风、局地小冰雹等强对流天气。

参考文献:

- [1] 翟丽萍, 农孟松, 屈梅芳, 等.相同大尺度环流背景下不同类型强对流天气个例分析 [J].暴雨灾害, 2013, 32 (4): 346-353.
- [2] 王金兰, 陈红霞, 段中夏, 等.河南省一次致灾强对流天气的中尺度分析 [J].气象与环境科学, 2014, 37 (3): 14-20.
- [3] 王艳兰, 唐桥义.桂林市 2011 年 5 月 1 日雷电等强对流天气分析 [J].气象研究与应用, 2012, 33 (S1): 305-306.
- [4] 蓝春灵, 韦春霞.春季一次强对流天气过程分析 [J].气象研究与应用, 2007, 28 (S1): 106-107.
- [5] 乔琪, 汤俊.春季两次强对流天气过程多普勒雷达回波中尺度特征分析 [J].气象研究与应用, 2011, 32 (3): 42-45.
- [6] 吴小芳, 伍志方, 叶爱芬.广东一次强对流天气过程分析 [J].广东气象, 2011, 33 (1): 5-7.
- [7] 陈芳丽, 窦新英, 李明华等.一次强对流天气过程中尺度对流系统特征分析 [J].广东气象, 2012, 34 (2): 10-15.
- [8] 农孟松, 翟丽萍, 屈梅芳等.广西一次飑线大风天气的成因和预警分析 [J].气象, 2014, 40 (12): 1491-1499.
- [9] 陈鲍发, 魏鸣, 柳守煜.逆风区的回波演变与强对流天气的结构分析 [J].暴雨灾害, 2008, 27 (2): 127-134.
- [10] 李明, 高维英, 李萍云.陕西关中西北部一次短时强降水过程的成因分析 [J].气象科学, 2016, 36 (5): 689-696.
- [11] 王丛梅, 俞小鼎.2013 年 7 月 1 日河北宁晋极端短时强降水成因研究 [J].暴雨灾害, 2015, 34 (2): 105-116.
- [12] 陈伟斌, 陈见, 赵金彪, 等.一次飑线大风天气过程成因分析 [J].气象研究与应用, 2015, 36 (1): 14-19.
- [13] 覃靖, 潘海, 苏小玲.2016 年 5 月桂北地区一次对流性暴雨过程诊断分析 [J].气象研究与应用, 2016, 37 (4): 22-26.
- [14] 卢丽莉, 吴量.河池市一次暴雨过程诊断分析 [J].气象研究与应用, 2016, 37 (S1): 43-44.
- [15] 胡勇林, 洪展.一次中尺度强降水天气过程分析 [J].气象研究与应用, 2011, 32 (3): 1-3.
- [16] 黄耀怀, 郑艳, 林建兴.海南一次飑线过程的多普勒雷达回波分析 [J].气象研究与应用, 2007, 28 (S1): 53-55.
- [17] 叶爱芬, 肖伟军.最不稳定层的确定及应用 [J].气象研究与应用, 2007, 28 (1): 29-31.
- [18] 李勇, 覃武, 钟利华.广西 2012 年前汛期 3 次暴雨过程环流和中尺度特征 [J].气象研究与应用, 2013, 34 (2): 31-35.
- [19] 曾雅靖, 曾昌军.从化一次短时暴雨过程的雷达回波演变特征 [J].广东气象, 2008, 30 (4): 36-38.
- [20] 叶爱芬.多普勒雷达 VWP 产品在一次大暴雨过程中的特征 [J].广东气象, 2007, 29 (1): 19-21.