

文章编号:1673-8411 (2016) 01-0038-05

## 2015 年 5 月桂北两次暴雨天气过程对比分析

刘桂华, 李永荣, 黄河, 廖明

(蒙山县气象局, 广西 蒙山 546700)

**摘要:**利用 micaps 常规观测资料,采用天气动力学分析方法,对 2015 年 5 月中旬在广西北部地区出现的两次暴雨天气过程进行分析,结果表明:(1)两次强降雨天气过程都受地面冷空气、低空切变线和高空波动东移影响,其中 15-16 日暴雨过程前期为暖区暴雨,后期为锋面暴雨;19-20 日暴雨过程为地面静止锋和低空切变线在桂北地区来回摆动引起的锋面暴雨;(2)15-16 日暴雨过程的动力条件和水汽条件较好,19-20 日暴雨过程的不稳定能量更加有利于暴雨天气的持续;(3)物理量场的大值中心及要素值的变化对两次暴雨预报有很好的参考意义。

**关键词:**桂北;暴雨;环流特征;物理量;分析

**中图分类号:**P458.1\*21

**文献标识码:**A

## Comparative analysis on twice torrential rain weather processes in May 2015 of northern Guangxi

Liu Gui-hua, Li Yong-rong, Huang He, Liao Ming

(Menshan County Meteorological Service, Mengshan Guangxi 546700)

**Abstract:** Based on micaps conventional observation data, the weather dynamics analysis method, twice torrential rain weather processes in May 2015 of northern Guangxi were analyzed. The results show that: (1) two heavy rain weather processes were affected by grounding cold air, low-level shear line and high-altitude volatility eastward, in which the early stage of torrential rain appearing on 15th-16th was warm-sector rainstorm and late stage rainstorm turned into frontal rainstorm while frontal torrential rain happening on 19th-20th caused by ground stationary front and the low-level shear line swinging in northern Guangxi. (2) The first rainstorm process have better dynamic condition and moisture condition while the unstable energy of second raining process is more conducive to the continuous heavy rain. (3) The center of large value and elements variation of physical quantity has very good reference for heavy rain forecast.

**Key Words:** northern Guangxi; torrential rain; circulation characteristic; physical quantity; analysis

### 1 引言

2015 年 5 月中旬广西北部地区出现了两次强降雨天气过程。其中 5 月 14 日 20 时到 16 日 08 时,全区降雨超过 200mm 的有 21 个乡镇,100-200mm 有 141 个乡镇,最大雨量出现在贺州市昭平县富罗镇砂子村 290mm,从该站降雨时序图(图 1)可以发

现,从 15 日 15 时开始出现 60.5mm 的小时雨量开始,降雨持续 8h,其中最强小时雨量达 92mm,本次降雨过程有突发性强,降雨时段集中,降水效率高等特点;5 月 18 日 20 时到 20 日 08 时,全区降雨超过 200mm 的有 17 个乡镇,100-200mm 有 128 个乡镇,最大降水出现在桂林市荔浦县大塘镇 418mm,3 小时雨强高达 217mm。从该站的降雨逐时演变(图 2)

收稿日期:2015-10-15

作者简介:刘桂华(1984—),广西梧州市蒙山县人,助理工程师,主要从事天气预报预警服务管理工作。

可以发现,本次过程降雨时段分为两段,18 日 21 时到 19 日 01 时为第一次降雨时段,最强小时雨量达 93.4mm,第二次降雨时段从 19 日 19 时开始到 20 日 01 时,最强小时雨量达 117.7mm,同样具有突发性的特点。为做好前汛期突发性暴雨天气过程的预报服务工作,对 5 月中旬这两次强降雨天气过程

的环流形势特征、物理量演变特征进行分析,提炼此类强降雨天气过程的预报着眼点。为方便研究,将 5 月 15-16 日暴雨过程定义为过程 I,将 5 月 19-20 日暴雨过程定义为过程 II。

2 环流形势特征分析

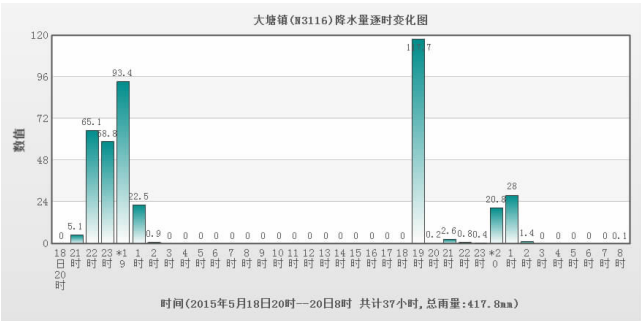


图 1 5 月 14 日 20 时至 16 日 08 时砂子村降雨时序图

2.1 过程 I 环流形势特征分析

14 日 20 时,我国中高纬地区 500hPa 为一槽一脊的形势,华北槽位于内蒙一带,并逐渐东移南压引导底层切变和地面弱冷空气南下影响低纬度地区。低纬度地区 500hPa 受高原槽东移影响,槽线位于 105°E 附近,广西北部地区处于槽前正涡度区,有利于上升运动的发展 (图 3)。14 日 20 时广西上空 700hPa 桂北地区存在湿舌,温度露点差小于 2℃,

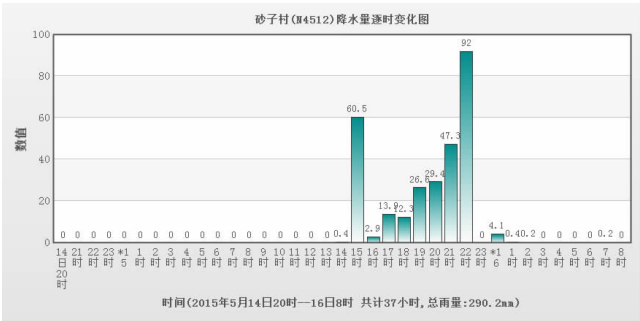


图 2 5 月 18 日 20 时至 20 日 08 时大塘镇降雨时序图

850hPa 桂北地区温度露点差小于 1℃,中低层水汽趋于饱和。700-850hPa 西南急流建立,850hPa 最大风速达  $14\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,中低层水汽和不稳定能量输送稳定,桂北地区处于低空急流左侧正涡度区,有利于底层不稳定能量的输送<sup>[1-4]</sup>。底层 925hPa 风速明显增大,桂林站风速为  $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,对低层水汽输送及底层能量辐合非常有利。分析 14 日 20 时地面形势可以发现,地面冷锋位于长江流域一带,并逐渐向南移

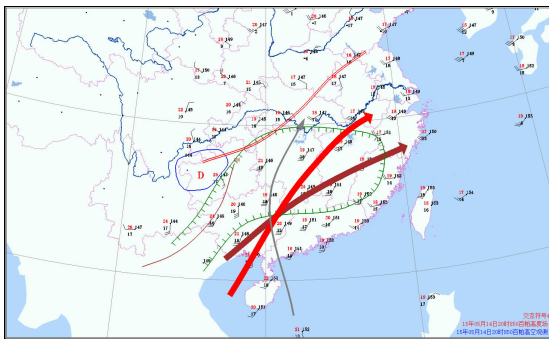


图 3 5 月 14 日 20 时高低空形势配置

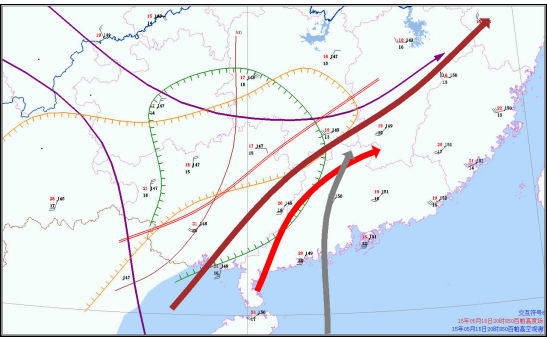


图 4 5 月 14 日 20 时高低空形势配置

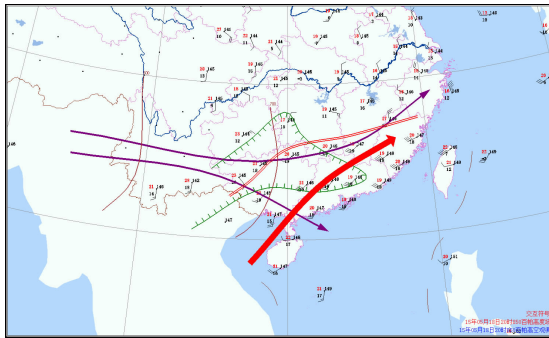


图 5 5 月 18 日 20 时高低空形势配置

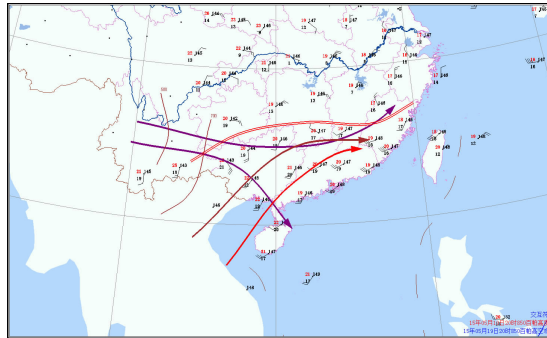


图 6 5 月 19 日 20 时高低空形势配置

动,桂北地区形成西南低压倒槽形势。随着华北槽继续东移,低层切变线逐渐南下影响广西北部地区。15日20时,850hPa低涡切变线南压到桂林市南部一带(图4),呈东北-西南走向。低涡切变线南侧急流旺盛,最大风速达到了 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,分析850hPa温度露点差可以发现,桂北低层露点温度达到了 $16^{\circ}\text{C}$ 以上,温度露点差小于 $2^{\circ}\text{C}$ ,说明低层水汽含量趋于饱和。15日白天地面天气图可以发现,15日白天地面锋面逐渐南压,11时开始影响桂北地区。综合以上分析可以发现,随着200hPa高空分流区的建立,高空槽东移,和850hPa切变线的南压配合地面冷锋的影响,15日白天桂北地区的降水有暖区暴雨向锋面暴雨转变,降雨持续时间更长。由于700hPa出现明显的露点锋,15日夜間对流发展更加强烈,造成了小时雨量92mm的强降雨天气。

## 2.2 过程Ⅱ环流形势特征分析

5月18日我国500hPa中高纬地区为两槽一脊的形势,华北槽逐渐东移南压,引导地面弱冷空气和低层切变线南下影响广西。分析过程Ⅱ的地面天气图可以发现,18日14时地面冷锋南移到桂北地区,受冷高压减弱和副热带高压的影响,锋面变成了准静止锋。18-19日锋面在桂北地区小幅摆动,激发对流云团的生成<sup>[5-7]</sup>。18日20时,850hPa切变线南压到桂北,呈东北-西南走向(图5)。切变线南侧急流建立,最大风速为 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,广西上空处于低空急流左侧正涡度区,低层辐合明显。700hPa上空低压槽东移到 $108^{\circ}\text{E}$ 附近,西南气流明显,对不稳定能量的输送有利。500hPa上空高原多波动东移,对上升运动的发展有利。200hPa高空西风带风速较大,在广西上空有分流区出现,形成抽吸作用,有利于对流上升运动的发展。19日20时(图6),底层切变线位于桂北地区,低层西南气流减弱,最大风速为 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,700hPa西南气流强度维持,水汽和不稳定能量输送条件稳定,700hPa有新的低压槽东移发展,对促进不稳定能量的再次爆发有利。500hPa高原持续多波动东移,200hPa高空分流区维持。

对比两次强降雨过程的形势配置可以发现,过程Ⅰ前期是在低层西南急流、水汽和不稳定能量输送条件非常有利的条件下,地面低压倒槽配合500hPa高空槽前正涡度的影响,触发了前期暖区暴雨的发生<sup>[8-11]</sup>,降雨强度强,持续时间短。过程后期是在地面冷锋、低空切变线、低空急流、高空槽和200hPa分流区的共同影响<sup>[12]</sup>,造成了一次锋面暴雨

的天气过程,具有降雨持续时间长,降雨量大的特点。过程Ⅱ主要是受地面准静止锋和低空切变线在桂北地区南北摆动的影响,配合500-700hPa多波动东移和高空辐散,不断在桂北地区激发对流云团的生成,造成了一次锋面暴雨天气过程。两次降雨天气过程的共同特征是都有冷空气和低空切变的南下影响,西南气流不稳定能量和水汽条件都十分有利,不同点在于过程Ⅰ前期有暖区暴雨的特征,后期锋面南下影响后,700hPa有露点锋的出现,激发了强烈的对流性降水的产生<sup>[13]</sup>。

## 3 物理量条件诊断分析

选取桂林站制作物理量的时间剖面图,分析桂北地区物理量时间、空间的演变特征,对两次强降雨天气过程的动力条件、水汽条件和不稳定能量条件进行对比分析,找出两次暴雨过程的物理量特征的异同点。

### 3.1 动力条件对比分析

分析涡度剖面图(图7)可以发现,14日20时开始,低层辐合逐渐加强,到了15日20时降水最强时段,低层850-700hPa逐渐建立了正涡度大值区,正涡度中心达 $3.5\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 以上,同时在300hPa上空逐渐建立负涡度大值区,负涡度大值区达 $-2.5\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 以上,上下层正负涡度中心的配置说明在暴雨发生的过程中动力上升条件十分有利。到了18日白天,桂北地区正涡度大值区逐渐建立,18日20时强降雨开始时,850hPa高层正涡度区出现大值中心,极值在 $2.5\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 以上,500hPa上空在过程Ⅱ中为一致的负涡度区,负涡度大值中心位于250hPa附近,这与250hPa西风带在广西上空产生分流有关。

分析垂直上升速度剖面图(图8)可以发现,从14日20时开始上升速度逐渐增大,在14时左右上升速度达到极大值,垂直上升速度达到了 $-24\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ ,这与昭平县富罗镇强降雨出现的时间一致,说明上升运动的强烈发展导致了暴雨天气的产生。垂直速度大值区从15日白天持续到夜间,从后半夜开始垂直速度开始减小,桂北地区降雨减弱。18日20时,桂北地区400hPa附近垂直上升速度出现正的大值区,对降雨的发生发展不利。从19日白天开始,桂北上空逐渐转为负的垂直速度,但是垂直速度发展不强烈。19日后半夜开始,垂直上升速度负值区逐渐加大,到了20日08时垂直上升运动达到了 $-68\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ ,上升运动的强烈发展激发了19日后半夜到



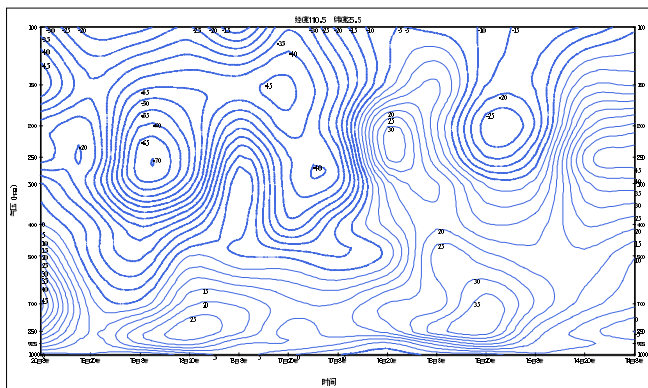


图7 5月14日08时至20日08时桂林上空涡度时间剖面图

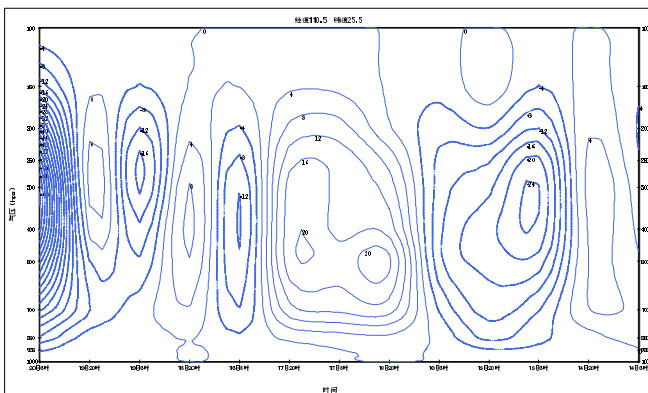


图8 5月14日08时至20日08时桂林上空垂直上升速度时间剖面图

20日上午对流云团的强烈发展,产生暴雨天气。

综合以上分析可以发现,过程Ⅰ的动力条件比过程Ⅱ更加有利于对流性暴雨天气的发生,这可能与过程Ⅰ的地面冷空气及低层风切变比过程Ⅱ更强有关。

### 3.2 水汽条件对比分析

分析比湿时间剖面图(图略)可以发现,14日20时至15日08时桂北上空的比湿维持在较高水平,其中850hPa比湿值都维持在 $15\text{gkg}^{-1}$ 以上,700hPa比湿在 $11\text{gkg}^{-1}$ 以上,中低层水汽含量充足。15日08时开始,在700hPa附近比湿明显降低,干区明显,低层水汽含量维持较高水平,这种上干下湿的配置有利于对流上升运动的强烈发展,造成短时强降雨天气。18日20时,桂北地区低层水汽有明显增大的过程,随着降雨的持续,水汽逐渐减弱,到了19日08时水汽含量减小到最低水平。19日白天,西南气流维持,低层水汽含量逐渐增大,19日20时低层925hPa比湿达到了 $17\text{gkg}^{-1}$ 以上,水汽条件的重新建立导致了19日夜间到20日上午对流云团的强烈

发展。

分析水汽通量散度(图略)可以发现,在过程Ⅰ中水汽通量散度在14日20时低层有 $-17\text{ghPa}^{-1}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的大值中心,在850hPa附近有 $13\text{ghPa}^{-1}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的大值中心,说明降水前期暖区暴雨的触发条件主要位于低层系统,而地面低压倒槽和地形增幅作用是过程Ⅰ前期暖区暴雨的触发因子。15日14时开始850hPa到925hPa水汽通量散度负的大值区逐渐获得发展,15日20时左右达到极值 $-15\text{ghPa}^{-1}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ,并且从低层到高层为一致的水汽辐合区,这与地面冷空气和低空切变线南下影响桂北地区有关。18日20时低层水汽通量散度值较小,但是由于低空切变线和地面静止锋的影响,水汽通量散度值逐渐加大,19日08时低层925hPa水汽通量散度出现极大值 $-11\text{ghPa}^{-1}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ,19日后半夜水汽通量散度再次加强,20日08时850-925hPa之间出现 $-19\text{ghPa}^{-1}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的水汽通量散度大值区,与19日后半夜到20日白天对流云团的强烈发展相对应。

综合以上分析可以发现,两次强降雨过程的水汽条件演变特征具有不同的特点。过程Ⅰ由于底层西南急流明显,水汽条件较好,前期降水具有暖区暴雨的特征,水汽辐合主要位于低层,后期地面冷锋和底层切变线的南下影响,在桂北地区水汽辐合明显。过程Ⅱ由于西南气流较弱,水汽条件较过程Ⅰ差,但是西南气流持续,水汽也能够及时的获得补充。过程Ⅱ主要是受地面静止锋和低空切变线的影响,水汽辐合条件也较过程Ⅰ差。

### 3.3 不稳定能量对比分析

分析这两次强降雨天气过程的K指数可以发现,14日20时至16日08时、18日20时至20日08时桂北地区K指数达到了 $36^{\circ}\text{C}$ 以上,部分时段K指数达到了 $40^{\circ}\text{C}$ ,说明本次强降雨天气过程的不稳定条件能量大,有利于强降雨天气的发生。

分析假相当位温时间剖面图(图略)可以发现,14日20时在桂北上空低层到700hPa附近 $\theta_{se}$ 都维持在 $70^{\circ}\text{C}$ 以上,并且 $\theta_{se}$ 随高度逐渐减小,400-500hPa出现 $\theta_{se}$ 小值中心,中心值为 $64^{\circ}\text{C}$ ,并且 $\partial\theta_{se}/\partial p > 0$ 的配置有利于大气不稳定对流的发展。随着降雨的发展,低层 $\theta_{se}$ 逐渐减小,15日20时在700hPa附近出现 $\theta_{se}$ 小值中心,不稳定能量减弱。18日20时开始到20日08时,整个降雨过程700hPa以下的假相当位温都大于 $70^{\circ}\text{C}$ ,其中18日

20 时和 19 日 20 时在 925hPa 附近出现  $82^{\circ}\text{C}$  的  $\theta_{se}$  大值中心,表明过程 II 的中低层不稳定能量充足,同时在 925hPa 到 500hPa 同样有  $\partial\theta_{se}/\partial p > 0$  的配置,对大气不稳定能量的爆发有利。

综合以上分析可以发现,在两次强降雨天气过程中不稳定能量条件十分有利暴雨天气的发生,但是从假相当位温分析可以发现,过程 II 的不稳定能量更加充足,对促进暴雨天气过程的持续更加有利。

## 4 小结

通过以上两次暴雨天气过程的对比分析,可见大范围、持续时间长的暴雨天气过程是在有利的天气尺度环流背景下,由不同的中尺度天气系统配置产生的:

(1)过程 I 前期主要是受高空槽、低空急流的影响,为广西上空提供充足的不稳定能量和水汽,在地面倒槽、地形增幅及槽前正涡度平流的影响下,触发了暖区暴雨。后期高空槽移动缓慢,低空急流维持,加上低空切变线、地面冷锋南压影响,造成了锋面暴雨的天气。后期受 700hPa 露点锋的影响,出现了对流性强降雨天气过程。

(2)过程 II 主要是受地面静止锋和低空切变线在桂北地区来回摆动的影响,低层水汽输送条件较好,配合 500–700hPa 多波动东移和 200hPa 高空辐散,不断的在桂北地区激发对流云团的生成,造成了一次持续时间较长的锋面暴雨天气过程。

(3)通过物理量对比分析可以发现,两次暴雨天气过程的动力条件、水汽条件及不稳定能量条件都符合典型暴雨形成条件,但过程 I 的动力条件和水汽条件更好,过程 II 的不稳定能量条件更加有利于暴雨天气的持续。在暴雨过程中物理量场的大值中心及要素值的变化过程可以为暴雨预报提供很好的参考。

## 参考文献

- [1] 黄士松.华南的汛期暴雨 [M].广东科技出版社, 1986, 227–228.
- [2] 王建捷,郭肖容.1996 年初次华南暴雨过程的数值模拟及其分析 [J].应用气象学报, 1997, 8 (3): 257–266.
- [3] 赵玉春,李泽椿,肖子牛.华南锋面与暖区暴雨个例对比分析 [J].气象科技, 2008, 36 (1): 47–54.
- [4] 罗建英,廖胜石,黄归兰,等.广西前汛期锋前暖区暴雨过程的模拟与分析 [J].气象, 2009, 35 (10): 50–57.
- [5] 陈见,高安宁,陈剑飞.广西超大范围锋面暴雨发生特征及预报方法研究 [J].气象研究与应用, 2013, 34 (1): 7–12.
- [6] 苏贵睦,蒙熠臻,陈向东,等.2009 年 7 月一次锋前暖区暴雨分析 [J].气象研究与应用, 2010, 32 (2): 26–30.
- [7] 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.
- [8] 廖慕科,唐乔义,伍静,等.2010 年 4 月桂东北一次暖区暴雨天气分析 [J].气象研究与应用, 2010, 31 (4): 21–22.
- [9] 胡勇林,洪展,陈利东.一次中尺度强降水天气过程分析 [J].气象研究与应用, 2012, 33 (1): 21–23.
- [10] 黄翠银,陈剑飞.2013 年 12 月广西一次暴雨落区变化原因分析 [J].气象研究与应用, 2014, 35 (1): 30–35.
- [11] 李箐,祁丽燕,黄治逢.广西大范围锋面暴雨概念模型 [J].气象研究与应用, 2010, 31 (4): 8–11.
- [12] 张劲梅,莫伟强,鄢俊一.西南季风爆发背景下东莞两轮强降水的特征分析 [J].广东气象, 2014, 36 (1): 38–46.
- [13] 罗律,谢太初,李翠华.一次暖区暴雨的诊断分析 [J].广东气象, 2013, 35 (2): 32–35.