

黔西南东南部一次低空急流暴雨分析与预报

陈习伦 (贵州省望谟县气象局, 贵州望谟 552300)

摘要 利用望谟县区域自动站资料、Micaps 常规资料、望谟县国家基本气象站资料, 应用天气学原理和方法对 2011 年 5 月 10 日 20:00 ~ 11 日 20:00 发生在望谟县境内的暴雨过程进行综合分析。结果表明, 西南低空急流、低层切变辐合是形成此次暴雨的直接影响系统; 低空急流向县境内暴雨区提供了大量的水汽、能量和垂直上升运动, 是此次暴雨过程的重要影响系统。

关键词 暴雨; 低空急流; 过程分析; 预报; 黔西南东南部

中图分类号 S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)28-11458-03

Analysis and Forecasting of a Low Level Jet Rainstorm in Southeast of Southwest Guizhou

CHEN Xi-lun (Bureau of Meteorology in Wangmo County of Guizhou Province, Wangmo, Guizhou 552300)

Abstract Using the regional automatic weather station data of Wangmo County, conventional micaps information and the weather station data of Wangmo County, a comprehensive analysis of torrential rain which happened in Wangmo County from 8p. m. on May 10, 2011 to 8p. m. of the 11th was carried out. The results showed that the low level jet of southwest and the lower shear convergence were the formation of having a direct effect on the rainstorm. The low level jet provided a lot of water vapor, energy and vertical upward motion for the Rainstorm area, which was an important influence system on the rainstorm.

Key words Rainstorm; Low level jet; Process analysis; Forecasting; Southeast of Southwest Guizhou

望谟县位于贵州省南部边缘 (24°54' ~ 25°37' N、105°49' ~ 106°32' E), 东与罗甸县接壤, 南与广西壮族自治区乐业县隔红水河相望, 西隔北盘江与贞丰、册亨两县为邻, 北与紫云、镇宁两县相接, 海拔 275 ~ 1 718 m, 东西宽 70.0 km, 南北长 79.5 km, 全县国土面积 3 005.5 km², 是黔西南州国土面积最大的一个县。

暴雨是贵州省望谟县严重的灾害性天气之一, 常对国民经济和人民生命财产造成重大损失。长期以来暴雨一直是气象工作者研究的重要课题之一^[1-3]。陶诗言等认为暴雨是各种尺度天气系统相互作用的产物, 而低空急流与暴雨紧密相关、相伴出现, 暴雨区位于低空急流北侧的 100 ~ 200 km 范围内^[1]。近年来许多专家学者对低空急流与贵州暴雨的关系也作了大量研究, 这对了解和认识低空急流与贵州暴雨的关系具有重要的指导意义^[4-6], 如万雪丽等研究指出贵州夏季暴雨的产生与低空急流关系密切, 41 次暴雨过程中有 40 次均伴有低空急流的出现^[4]。所有的在西南风急流背景下产生的暴雨与 700、850 hPa 的低涡切变活动关系密切^[7-9]。贵州省气象台对贵州暴雨类型做了统计分析, 将贵州暴雨分为两高切变型、南支槽型、冷锋低槽型和低涡切变型^[10]。许美玲等分析指出低空急流对于水汽和能量的输送起非常重要的作用, 它一方面为暴雨的产生提供了所需的大量水汽, 另一方面又使得暴雨区低层大气增湿增暖, 从而引起对流不稳定加强, 为暴雨的发生提供大量的不稳定能量^[11]。笔者在前人研究的基础上, 根据望谟县七要素自动气象站雨量资料、区域自动气象站雨量资料、Micaps 常规资料, 尝试应用天气学原理和方法^[12-13], 对望谟县 2011 年 5 月 10 日 20:00 ~ 11 日 20:00 的暴雨天气过程的影响系统、物理量场的演变特征进行初步分析, 以期提高对这类暴雨天气成

因的认识, 寻找低空急流与低涡切变配合导致望谟暴雨天气过程的共性, 对今后的暴雨分析与预报提供参考。

1 暴雨天气实况

2011 年 5 月 10 日 20:00 ~ 11 日 20:00, 望谟县出现了入汛以来全县范围的暴雨、局地大暴雨天气过程, 全县 17 个乡镇除昂武乡降大雨外其余 16 个乡镇均普降暴雨 (图 1), 其中岜饶乡、新屯镇、纳夜镇、大观乡、蔗香乡等 5 个乡镇降大暴雨, 以蔗香乡的降雨量 114.3 mm 为最大, 望谟县降雨量为 73.6 mm。

2 天气影响系统分析

2.1 500 hPa 环流形势 10 日 08:00, 孟加拉湾为一低压大槽控制、四川至河套有一高空槽, 贵州上空为南支槽前西南气流影响; 副高 588 dagpm 线位于海南岛以南 18° ~ 19°N、西伸至 108°E 附近, 脊线位于 11°N 附近。

2.2 低空急流 10 日 08:00 700 hPa (图 2a), 低空急流中心位于广西北部至东北部的百色—河池—桂林一线, 风速在 14 ~ 18 m/s, 中心最大风速为河池站的 18 m/s。10 日 08:00 850 hPa (图 2b), 在贵州西南部与广西西北部区域到湖南东北部维持一支强盛的西南低空急流, 风速 > 12 m/s, 最大风速出现在广西桂林, 达 22 m/s, 湖南怀化站、长沙站风速均为 20 m/s。

2.3 低涡切变 10 日 08:00 850 hPa, 在四川东部有低涡, 并有“人”字形切变配合, 低涡切变位于川东至贵州西北部一线, 20:00 低涡切变东南移, 低涡中心位于贵州中部一线。

2.4 地面形势 10 日 05:00、08:00、14:00 热低压控制整个贵州省, 全省维持晴热天气 (图 3); 10 日 08:00 贵州中部以北有一中尺度辐合线, 14:00 稍向南移, 20:00 移至贵州中部以南, 此中尺度辐合线可能是造成望谟县暴雨的直接影响系统。

分析认为造成此次望谟县暴雨的主要天气系统是地面热低压、中尺度辐合线、850 hPa 低涡切变与西南低空急流。暴雨产生前望谟县处于西南低空急流西北侧与 850 hPa 低涡切变南侧的范围内。

作者简介 陈习伦 (1962 -), 男, 工程师, 从事应用气象、天气气候分析及农业经济情报采集工作, E-mail: 371097279@qq.com。

收稿日期 2013-08-28

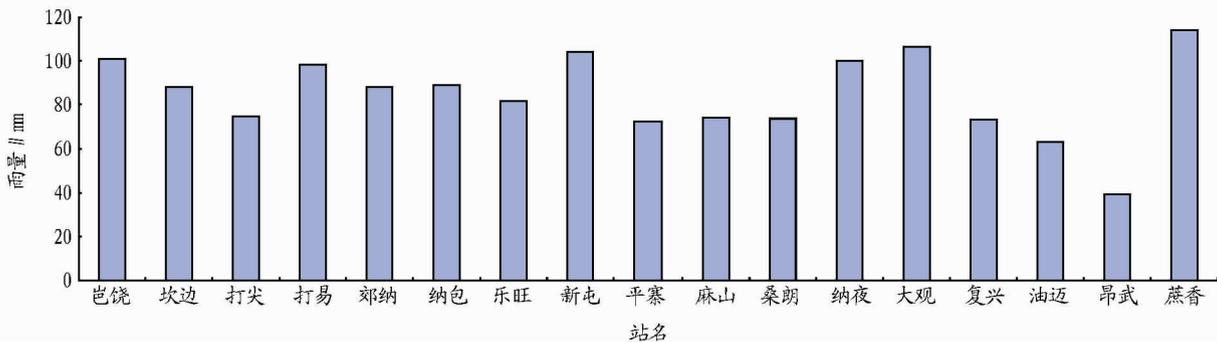


图1 2011年5月11日望谟区域自动站雨量分布

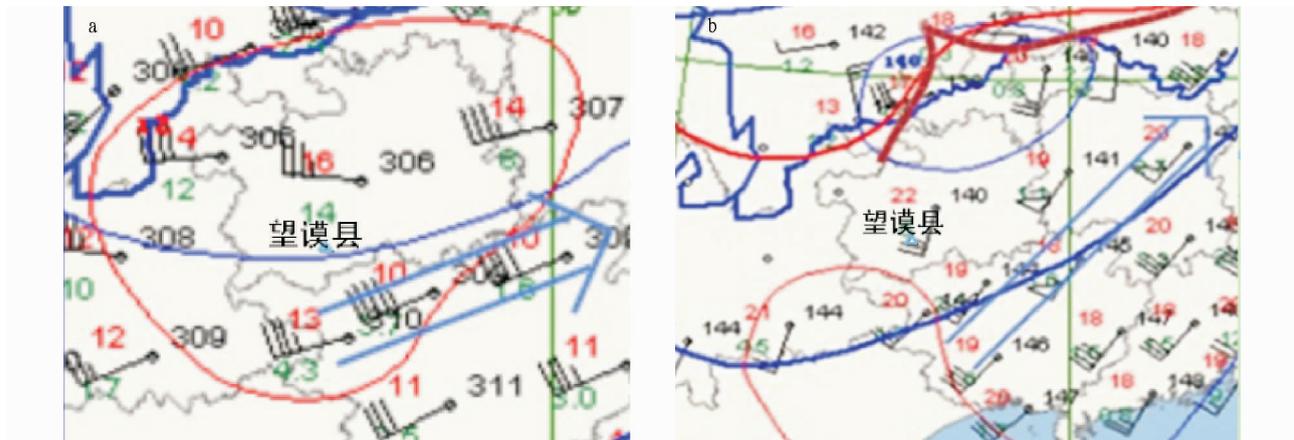


图2 2011年5月10日08:00 700 hPa(a)和850 hPa(b)环流形势

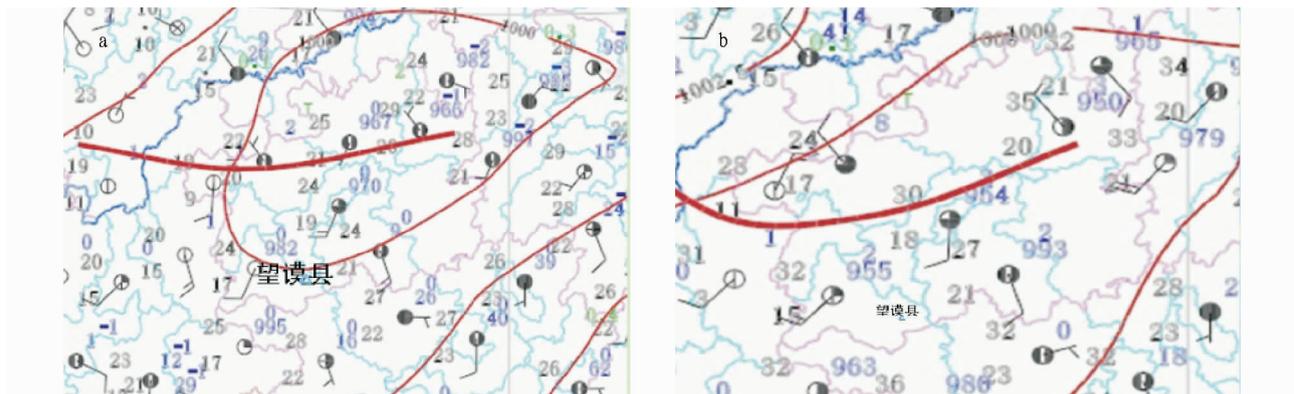


图3 2011年5月10日08:00(a)和14:00(b)地面天气图

3 物理量诊断分析

3.1 水汽条件

3.1.1 水汽通量。分析5月9日08:00、10日08:00、11日08:00 850 hPa水汽通量场可见,贵州省大部分地区水汽通量在10~28 g/(cm·hPa·s),最大值中心位于贵州东南部以东的湖南、广西之间,最大水汽通量≥30 g/(cm·hPa·s);9日20:00 700 hPa水汽通量场(图略)上贵州东部地区水汽通量在14~18 g/(cm·hPa·s),最大中心值≥18 g/(cm·hPa·s)。表明贵州、两广、湖南、湖北、江西有一水汽通量高值区,使得南海水汽不断地向黔西南东南部的望谟县输送。

3.1.2 水汽通量散度。5月9日20:00 850 hPa水汽通量散度场(图略)显示,贵州中部以西滇西及川南有一水汽辐合中

心,贵州境内水汽通量散度在 $-10 \times 10^{-7} \sim -50 \times 10^{-7} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$,中心位于贵州省毕节地区西南部至云南东北部之间,中心值 $\leq -60 \times 10^{-7} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$;10日20:00(图4a),贵州大部水汽通量散度均在 $-20 \times 10^{-7} \sim -30 \times 10^{-7} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$,水汽通量散度中心位于贵州省中部一线到湖南中部以北,中心值 $\leq -50 \times 10^{-7} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$,表明有强的水汽辐合,此水汽辐合中心位于850 hPa西风急流左侧前方及850 hPa低涡切变东南部的地区,与卫星云图上贵州省中部一线到湖南中部以北的对流云线、全国雷达拼图上贵州省东南部的强回波中心及暴雨区相吻合,与9日08:00、10日08:00 850 hPa水汽通量场大值区配合较好。说明产生暴雨前有源源不断地水汽向贵州大部等地区辐合。

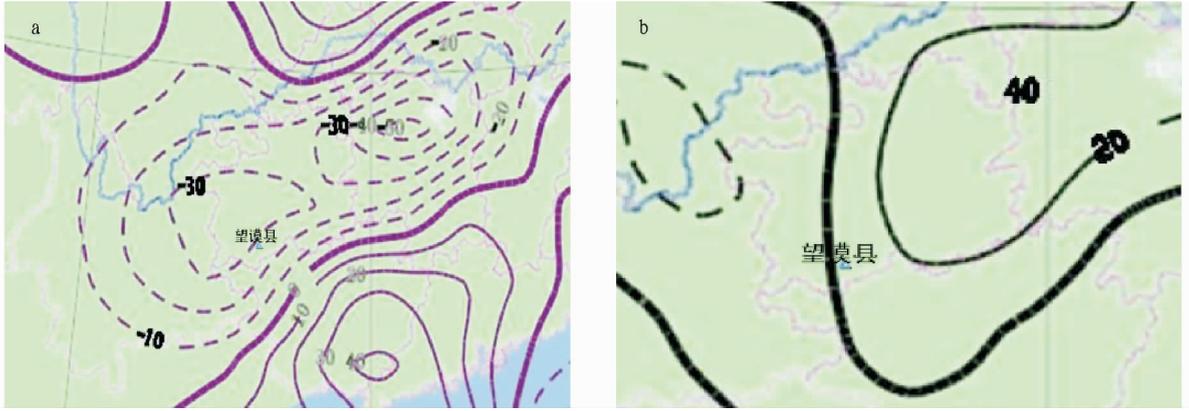


图4 2011年5月10日20:00 850 hPa 水气通量散度场(a)和涡度场(b)

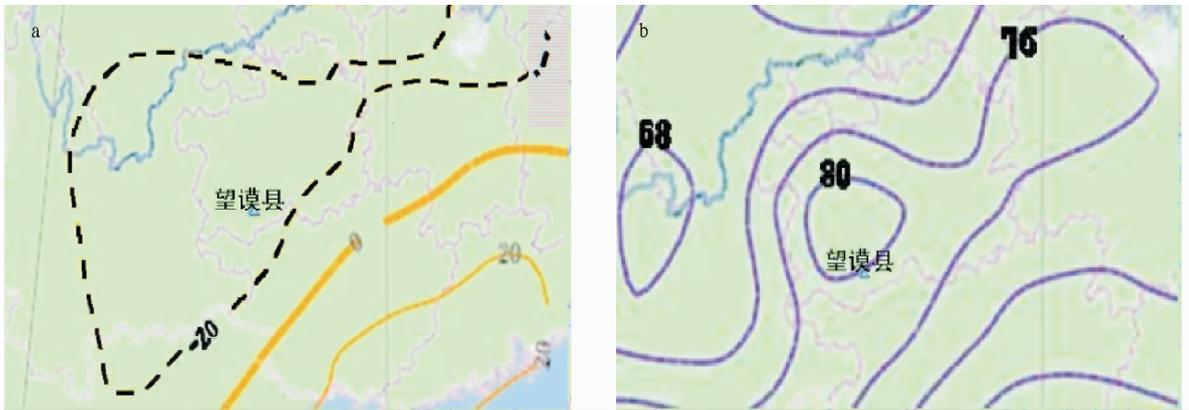


图5 2011年5月10日20:00 700 hPa 垂直速度场(a)和假相当位温场(b)

3.2 动力条件

3.2.1 垂直速度。9日20:00 700 hPa 垂直速度场,贵州省以西垂直速度 $< -20 \times 10^{-3} \text{ hPa/s}$,存在上升运动,中心位于贵州省西北部及四川南部;到10日20:00,700 hPa(图5a)及500 hPa 垂直速度场贵州大部垂直速度 $< -20 \times 10^{-3} \text{ hPa/s}$,表明贵州上空中低层维持较强的上升运动。

3.2.2 散度。在850 hPa 散度场上,9日08:00、20:00 贵州中部以西地区散度值在 $-10 \times 10^{-5} \sim -40 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$;10日20:00 贵州大部散度值在 $-20 \times 10^{-5} \sim -30 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,表明贵州大部低层处在辐合区内,有利于降水系统的发展。

3.2.3 涡度。850 hPa 涡度场上,9日08:00、20:00 贵州大部为正涡度,其值为 $20 \times 10^{-5} \sim 40 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,10日08:00、20:00(图4b)贵州中部以东为正涡度,其值 $> 20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,11日08:00 贵州省的东南部为正涡度,其值 $> 20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。700 hPa 涡度场上,10日20:00 贵州省的东南部为正涡度,其值 $> 20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。从涡度场上看,产生暴雨前一日即5月10日08:00、20:00、11日08:00 贵州省的东南部为正涡度控制,有利于气旋发展。

3.3 热量条件 10日20:00 850 hPa 假相当位温场上贵州大部 $\theta_{se} > 68 \text{ }^\circ\text{C}$,东南部处于高能区, $\theta_{se} > 76 \text{ }^\circ\text{C}$,且等 θ_{se} 线分布密集;10日20:00 700 hPa 假相当位温场上(图5b),贵州大部位于高能舌内, $\theta_{se} > 68 \text{ }^\circ\text{C}$,中部以南 $> 76 \text{ }^\circ\text{C}$,高能中心位于中部以西, $\theta_{se} > 80 \text{ }^\circ\text{C}$;10日20:00 500 hPa 假相当位温场上,贵州大部处于高能舌内, $\theta_{se} > 68 \text{ }^\circ\text{C}$,中部以南 $\theta_{se} >$

$72 \text{ }^\circ\text{C}$;贵州的中部以南以东地区 $\theta_{se} 500 - \theta_{se} 850 < 0$ 说明存在位势不稳定。表明贵州省的中部以南以东地区850~500 hPa 均是处于高温高湿区域,湿层很厚,同时存在位势不稳定。高温高湿位势不稳区域与暴雨落区十分吻合。

4 当地气象要素演变及预报

根据望谟县国家基本气象站资料显示,4~10日连续7 d 无降水,气压下降、气温、水气压上升(图6)。7~10日连续4 d 最高气温 $\geq 35.0 \text{ }^\circ\text{C}$,10日高达 $37.2 \text{ }^\circ\text{C}$ 。当地处于高温高湿的热低压控制下。7日14:00~10日14:00 望谟自动站气压、气温、水气压三要素的配置为高温、高湿、低压,根据台站

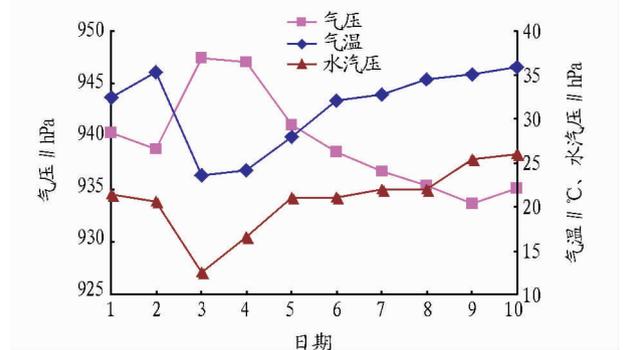


图6 2011年5月1~10日14:00 望谟自动站气压、气温、水汽压演变
 预报经验这样的压、温、湿演变预示未来24 h内测站有发生暴雨天气的可能。5月10日根据中央气象台、省台气象、州
 (下转第11500页)

和相对标准偏差见表2。

表2 各元素的回收率和精密度试验

| 元素 | RSD//% | | 回收率//% | |
|----|--------|-------|--------|-------|
| | 淘洗前 | 1次淘洗后 | 淘洗前 | 1次淘洗后 |
| Ca | 2.6 | 2.1 | 96.6 | 102.1 |
| Fe | 2.8 | 2.9 | 96.8 | 101.6 |
| K | 3.1 | 2.4 | 95.6 | 102.6 |
| Na | 2.5 | 1.9 | 97.8 | 98.2 |
| Mg | 3.9 | 3.5 | 93.6 | 92.8 |
| P | 2.8 | 2.0 | 98.1 | 101.3 |
| Zn | 3.6 | 3.8 | 102.8 | 96.6 |

2.5 清洗次数对微量元素含量的影响 稻谷在加工过程中,上述7种元素均有明显的流失(表3),为了比较和分析稻谷在加工过程中微量元素流失变化的规律,把大米清洗前后微量元素流失率相比较,见表4。

表3 不同清洗次数微量元素含量 mg/kg

| 处理 | Ca | Fe | Zn | K | Na | Mg | P |
|-------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| 清洗前大米 | 123.0 | 16.6 | 5.2 | 1 260 | 30.0 | 548 | 1 180 |
| 1次清洗米 | 62.3 | 11.1 | 3.7 | 1 190 | 23.8 | 489 | 1 110 |
| 2次清洗米 | 59.0 | 10.1 | 2.0 | 878 | 21.1 | 373 | 992 |
| 3次清洗米 | 55.5 | 10.0 | 1.8 | 827 | 18.9 | 370 | 902 |

表4 不同清洗次数微量元素的流失率 %

| 处理 | Ca | Fe | Zn | K | Na | Mg | P |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1次清洗米 | 49.3 | 33.1 | 28.8 | 5.6 | 20.7 | 10.8 | 5.9 |
| 2次清洗米 | 52.0 | 39.2 | 61.5 | 30.3 | 29.7 | 31.9 | 15.9 |
| 3次清洗米 | 54.9 | 39.8 | 65.4 | 34.4 | 37.0 | 32.5 | 23.6 |

结果表明,大米在淘洗中各种微量元素均有损失,清洗次数越多,损失越大。经过3次淘洗后,微量元素损失约5%~65%。同样的清洗过程导致的流失率随元素而异,这是由于各种微量元素在稻谷中的分布不一致的原因。

3 讨论

大米在淘洗过程中各种营养元素均有不同程度的损失,从食品、营养与健康的角度来说,是一个极大的浪费,尤其K

和P在大米中的含量非常丰富,是对人体十分有益的成分。目前在人们追求精细食物的同时,往往忽略了对营养元素的需求,导致各种疾病的发生。因此,改进大米的加工过程,生产清洁米,让人们在食用前可不经淘洗,尽量减少营养元素的流失是大米加工工艺的一个重要研究课题,对于有效地保留大米中营养元素具有重要意义。

参考文献

- [1] 王瑞元,朱永义,谢健,等.我国稻谷加工业现状与展望[J].粮食与饲料工业,2011(3):1-5.
- [2] 南京中医药大学.中药大辞典[K].上海:上海科技出版社,2006.
- [3] 刘化,王辉.稻谷的生产和加工技术[J].粮食与饲料工业,2011(5):28-30.
- [4] 姚惠源.粮食加工科学与技术发展研究[J].粮食与饲料工业,2011(5):1-6.
- [5] 符文英,陈俊.稻米营养品质研究综述[J].海南大学学报:自然科学版,1997(15):70-71.
- [6] 陆勤丰.大米营养强化工艺研究[J].粮食加工,2007,32(6):40-43.
- [7] 应波.微波消解 ICP-MS 测定粮食、蔬菜中 8 种元素[J].卫生研究,2007,36(4):495-497.
- [8] 杨丽君,刘敏,贾树松.微波消解与 ICP-AES 联用测定果汁中 8 种元素[J].预防科学论坛,2007,9(13):823-825.
- [10] 陈国友.微波消解 ICP-MS 法同时测定蔬菜中 14 种元素[J].分析测试学报,2007,26(5):742-745.
- [11] MEI E W,JIANG Z C,LIAO Z H. Determination of trace amounts of rare earth and other elements in rice samples by ICP-AES with sample introduction by tungsten-coil electrothermal vaporization[J]. Fresenius' J Analytical Chemistry,1992,344(1/2):54-58.
- [12] 诸堃,王君.微波消解-ICP-AES/ICP-MS 测定大米中微量元素[J].光谱实验,2010,36(1):54-56.
- [13] 文国英,苏效东.建立饮用水痕量汞和砷的微波消解 ICP-AES 测定法[J].青海医学院学报,2010,31(1):56-58.
- [14] 孙建刚,何松涛.微波消解 ICP-AES 法测定测定铁矿 P 和 S[J].光谱实验室,2002,19(5):654-657.
- [15] LI Y F,HE Y,ZOU Z H. Bioinformatics analysis on B cell epitopes of Rice Allergen RAG1[J]. Agricultural Science & Technology,2012,13(2):304-306.
- [16] 林静,孙宝霞,方先文,等.富含抗性淀粉稻米淀粉特性研究[J].华北农学报,2013(1):58-61.
- [17] 盛志佳,林亲禄,肖华西.大米淀粉的提取及纯化方法研究[J].湖南农业科学,2011(7):80-84.

(上接第11460页)

气象台的指导预报以及综合分析,结合当地的气象要素演变,作出望谟未来24h多云转阴有雷阵雨、雨量大到暴雨、部分乡镇有暴雨的预报。并于17:30前制作暴雨专题预报报送县委、县政府等有关部门和领导,同时通过手机短信、传真等方式向公众及相关部门发布。天气实况是望谟县国家基本气象站10日20:00~11日20:00降雨量73.6mm;全县17个乡镇除昂武乡降大雨外其余16个乡镇均普降暴雨,其中有5个乡镇降大雨,以蔗香乡的降雨量114.3mm为最大。此次暴雨预报准确及时服务到位,预报与服务均很成功。

5 小结

(1)这次暴雨天气过程主要是由于850hPa低涡切变及地面辐合线与西南低空急流共同影响造成的。

(2)暴雨产生前望谟处于西南低空急流西北侧与850hPa低涡切变南部的范围内,这对预报望谟暴雨具有指示性。

(3)在西南低空急流与贵州西北面的低涡切变的影响系统配置下各种物理量场指标与望谟暴雨的关系如何有待进

一步研究。

参考文献

- [1] 陶诗言.中国之暴雨[M].北京:科学出版社,1980:51-64.
- [2] 陈晓燕,李莉群,张辉,等.黔西南州“6.25”大暴雨天气分析[J].广西气象,2006,27(S3):20-33.
- [3] 金巍,曲岩,姚秀萍,等.一次大暴雨过程中低空急流演变与强降水的关系[J].气象,2007,33(12):31-38.
- [4] 万雪丽,杨静.低空急流对贵州夏季暴雨的作用分析[J].贵州气象,2007,31(3):16-18.
- [5] 池再香,白慧,黄红,等.夏季黔东南州局地暴雨与西太副高环流的关系[J].高原气象,2008,27(1):176-182.
- [6] 孙旭东,杨静,万雪丽.与低空急流相伴的一次暴雨天气过程诊断分析[J].广西气象,2006,27(S3):7-8.
- [7] 陈习伦,何依遥,谭猛,等.贵州省2011年5月11日暴雨天气过程分析[J].贵州气象,2012,36(3):19-23.
- [8] 凌燕,蒙涛,顾欣,等.高低空急流对黔东南地区一次强对流天气作用分析[J].贵州气象,2007,31(5):6-9.
- [9] 张文龙,董剑希,王昂生,等.中国西南低空急流和西南低层大风对比分析[J].气候与环境研究,2007,12(12):199-210.
- [10] 李登文,杨静,乔琪.2006-06-13贵州省望谟县大暴雨的诊断分析[J].南京气象学院学报,2008,31(4):511-519.
- [11] 许美玲,段旭,孙绩华,等.与低空急流相伴的暴雨天气诊断分析[J].云南大学学报:自然科学版,2004,26(4):320-324.
- [12] 成秋影.天气诊断分析[M].北京:北京气象学院,1987:33-132.
- [13] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法[M].北京:气象出版社,2000:420-638.