

刘志雄,戴泽军,彭菊香,等.基于 LAPS 的一次局地强冰雹过程分析.暴雨灾害,2009,28(4):313-320.

## 基于 LAPS 的一次局地强冰雹过程分析

刘志雄<sup>1</sup>,戴泽军<sup>2</sup>,彭菊香<sup>3</sup>,许霖<sup>2</sup>

(1.湖南省娄底市气象局,娄底 417002;2.湖南省气象台,长沙 410007;

3.中国气象局武汉暴雨研究所,武汉 430074)

**摘要:**利用 LAPS 资料同化系统分析场及微波辐射计资料等,从热力、动力等方面分析 2008 年 6 月 3 日湖南常德澧县一次局地强冰雹事件,并对强冰雹形成的环境条件和机理进行研究。结果表明:同化了雷达资料的 LAPS 分析场能揭示该冰雹事件较精细的动力结构,但其刻画的热力参数无明显改善;强风暴出现在强的风垂直切变、位势不稳定和水汽含量较大的湿润环境中,水汽辐合中心位于 1 000—925 hPa,冰雹发生区南面存在一倾斜的、强度较大的水汽辐合区域;触发超级单体(冰雹)的主要系统为位于对流层中低层的中小尺度气旋,高层为反气旋辐散区,主要表现为对流层顶层等熵面上位势涡度向超级单体发生区(对流层中层)的发展,中层主要是干冷的西北气流;LAPS 输出的各种物理量场可用来诊断强对流运动发展,尤其对冰雹这类中小尺度天气系统结构有较强的解释应用能力。

**关键词:**LAPS;同化资料分析场;强冰雹;等熵面位势涡度

**中图分类号:**P458.1\*21.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-9045(2009)04-0313-08

### 1 引言

冰雹是局地范围的主要气象灾害之一,特别是强冰雹天气,造成灾害严重且预报难度大。多普勒天气雷达及其产品资料对揭示冰雹结构和形成机理具有重要作用,雷达回波强度大小及回波顶高、有界弱回波区或弱回波区大小与垂直累积液态水含量大值区等都是判断强对流潜势的指标<sup>[1]</sup>。雷达在追踪小尺度天气系统发生发展、探测强对流系统强度和结构上都有重要意义,迄今为止仍是开展暴雨等强对流天气临近预警预报业务的主要探测工具<sup>[2-3]</sup>。小尺度系统发生发展与大尺度环流背景形势息息相关,大尺度系统对中小尺度系统的热力和动力等强迫作用,直接影响小尺度系统强度变化。雷达资料作为一种非常规资料,与常规天气资料相比差异较大,无法完全准确描述大尺度天气场环流变化,也不便于对冰雹等强对流天气形成的环境条件和风场等动力结构进行更细致研究;而常规天气资料存在空间分辨率较低、观测时段不连续等缺点,也无法真实描述冰雹等小尺度天气系统特征。雷达资料作为一种连续观测资料,其时空分辨率均较高,通过雷达资料同化技术,其所生成的中尺度模式初始场对分析强对流天气非常有用。陈列等<sup>[4]</sup>通过应用单多普勒雷达资料反演风场作暴雨中尺度分析指出,有效利用多普勒雷达资料有助于研究细致的

中小尺度天气系统结构,也可为中小尺度数值预报模式提供准确初始场。李红莉等<sup>[5]</sup>利用变分方法反演单多普勒雷达资料,得到风矢量场;同时利用 MM5 伴随模式同化系统,结合一次暴雨过程,设计四种方案进行数值模拟试验,结果表明,通过变分方法反演的雷达资料的应用对暴雨分布预报有明显改善。

武汉暴雨研究所以美国(FSL)局地分析预报系统 LAPS(Local Analysis and Prediction System)<sup>[6]</sup>为基础,开发出适用于我国且能融合多种观测的资料同化系统,可同化 NCEP 再分析资料、S 波段多普勒雷达资料、云导风、探空及自动站等多种中尺度观测网资料,并实现利用 LAPS 为中尺度数值模式提供初始场,从而有效改善中尺度数值预报。崔春光等<sup>[7]</sup>利用实时运行的 LAPS 再分析场,结合高空、地面实况天气图资料以及湖北省自动气象站雨量资料等,对 2008 年 5 月末鄂东一次暴雨(局部大暴雨)天气过程的特点与成因进行诊断分析,结果显示 LAPS 分析资料可深刻揭示其暴雨成因,尤其是中尺度暴雨的物理量场分析对这次暴雨具有明显指示意义。李国静等<sup>[8]</sup>利用 WRF 中尺度模式、WRF-3DVAR 变分同化系统和 LAPS 雷达资料前处理模块建立试验平台,直接同化 S 波段多普勒雷达反射率因子和径向速度资料,结果显示,雷达反射率因子和径向速度资料同化均可改进强暴雨数值预报,而雷达反射率因子资料同化对降水雨带和中心

收稿日期:2009-11-26;定稿日期:2009-12-06

基金项目:科技部公益类行业专项(GYHY200706012)、湖南省气象局重点课题(200602)共同资助

作者简介:刘志雄,男,1969 年生,高级工程师,主要从事中尺度数值产品释用技术研究。E-mail: djdjy@21cn.com

预报的改进更为显著、重要。2008 年 6 月 3 日 20 时 30 分(北京时,下同),湖南常德市澧县遭遇强冰雹袭击,期间夹杂龙卷风、暴雨,持续时间达 30 min,为当地有气象记录以来所罕见。据初步统计,澧县共 30 万人受灾,倒塌房屋 1 223 间,经济损失达 1.08 亿元。本文基于上述 LAPS 资料同化系统的特点,利用 LAPS,以  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  NCEP 资料为背景场,同化湖南、湖北等地多部多普勒雷达资料,形成 4 km 高分辨率细网格资料,对这次局地强冰雹过程进行对比分析,力求揭示强冰雹形成的环境条件与触发机制,为预报员做好冰雹等强对流天气预报预警服务提供有益参考。

另外,微波辐射技术作为一种新技术,近年来在地球物理、大气和空间科学等领域得到较快发展。其资料在大气探测领域,对探测大气层温度轮廓、揭示大气中水汽变化特征等,都有重要指示意义。如何利用微波辐射计资料更好地分析天气变化,国内外专家做了很多有益工作<sup>[9-11]</sup>。刘红燕等<sup>[12]</sup>对比分析三种测量水汽技术(地基微波辐射计、探空、GPS)之间的差异,研究北京地区水汽四季日变化特征,并分析水汽与温度的相关性,分别得到四季各小时水汽与温度的相关系数,结果显示,各小时水汽与温度的相关性,除夏季从北京时间 09:00—22:00 为负相关外,其它时间段内均为正相关;各小时水汽与温度的相关系数均按秋、春、冬、夏顺序递减。袁招洪等<sup>[13]</sup>通过 GPS 观测资料应用

于中尺度数值预报模式初步试验,发现利用 GPS 测量的可降水量对模式初始湿度场的调整能明显改善模式初始场描述水汽分布的能力。为弥补常规探测资料不能满足对水汽精细化时空分布的了解,在上述资料分析基础上,将微波辐射计(WVR)资料用于分析此次过程中水汽、温度变化特征。该资料的使用可有效弥补常规观测手段对强对流大气中水汽测量之不足,并提高对中尺度灾害性天气的监测预报能力<sup>[14]</sup>。

## 2 敏感性试验及对比分析

为了描述雷达资料同化对本次冰雹天气的贡献,通过设计敏感性试验<sup>[15]</sup>,分析 LAPS 再分析资料输出结果,以揭示此次强冰雹过程的动力场和热力场特征。敏感性试验设计: EXP1 为在 LAPS 系统中对雷达资料进行同化;EXP2 为无雷达资料同化到 LAPS 系统。本文 LAPS 再分析资料范围以  $113.5^{\circ}\text{E}$ 、 $30^{\circ}\text{N}$  为中心,格距 10 km,东西方向 251 格点、南北方向 211 格点;同化的雷达资料包括重庆、江苏、江西、湖南、湖北、河南、安徽近 30 部多普勒雷达基数据资料,每天 3 h 一次输出分析场资料。

### 2.1 850 hPa 等压面涡度结构的差异

分析两个敏感性试验结果可知,在没有同化雷达资料的 LAPS 资料中,6 月 3 日 20 时 850 hPa 涡度分布图上(图 1b),澧县上空存在一中尺度气旋,最强涡度

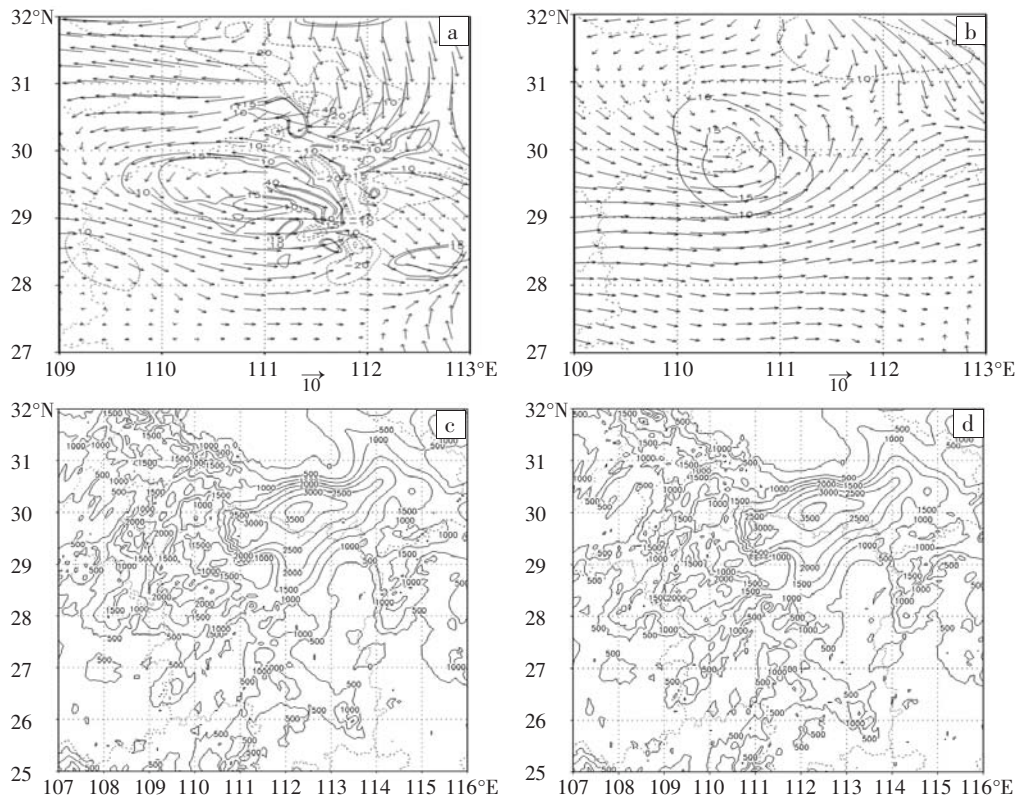


图 1 2008 年 6 月 3 日 20 时同化雷达资料(a)、未同化雷达资料(b)的 LAPS 850 hPa 涡度分布,以及同化雷达资料(c)、未同化雷达资料(d)的 LAPS 对流有效位能(单位: 涡度为  $10^{-5} \text{ s}^{-1}$ , 对流有效位能为  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ )

中心  $15 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。鄂赣交界处有一中尺度辐合带,辐合线中涡度分布不强,表明辐合线的辐合不强,只存在弱上升运动。从同时次同化了雷达资料的 LAPS 资料分析图上可见(图 1a),澧县上空中尺度气旋仍存在,但表现出动力结构变化明显。与未同化雷达资料的不同之处主要表现在湖南与湖北境内辐合线明显加强,沿辐合线涡度分布趋于复杂,并出现正负涡度中心耦合结构,涡度中心值增大且密度加深,涡度中心最大值达  $60 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ,伴随负涡度中心开始出现;鄂赣交界处存在的中尺度辐合带均明显增强,且伴随强烈对流上升运动;同时湖北境内出现一支扇状偏北气流,冰雹等对流单体就发生在中尺度气旋东侧与偏北扇状气流辐合区中。

### 2.2 诊断强对流的物理参数比较

对流有效位能是对流活动的主要能量来源,也是预报强对流天气的一个重要指标。6月3日20时,从没有同化雷达资料的 LAPS 资料计算得到的对流有效位能水平分布图上可见(图 1c),常德澧县冰雹发生期间,一直维持  $3\ 000 \sim 3\ 500 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$  对流有效位能,其大值区位于湘鄂交界处,这基本反映冰雹强对流天气发生位置。从同化雷达资料的 LAPS 资料计算得到的对流有效位能水平分布图上可见(图 1d),其量级大小、位

置分布基本与未同化雷达资料的 LAPS 计算出的一致。另外,  $K$  指数、沙氏指数等其它相关热力指数(图略)也表现出同样特点。

据上分析,同化了雷达资料比未同化雷达资料的 LAPS 系统,在对冰雹动力结构方面具有更精细的刻画能力,更能反映强对流发生时的动力触发条件。但同化雷达资料或不同化雷达资料的 LAPS 资料对冰雹的热力影响( $K$  指数、 $CAPE$  等)却无明显差别,这可能是因为雷达资料的同化主要侧重于速度场等动力条件订正上,而对于与温度相关的热力场变量没有一个有效的同化过程,导致对强对流热力场的变化不明显。

### 3 冰雹形成环境条件和机理分析

从上述敏感性试验结果可知,同化了雷达产品的 LAPS 分析场资料,相对于未同化雷达产品的 LAPS 资料,不论是在对风暴结构的细致刻画上,还是在深入揭示对流发生发展方面,都具有较大优势。因此,考虑了雷达资料同化的 LAPS 系统可用来分析本次强对流的发生发展。本节在同化雷达资料的 LAPS 分析场基础上,对冰雹形成环境条件和机理作进一步分析。

#### 3.1 对流不稳定层结

分析位温垂直分布发现,6月3日14时(图 2a),湘

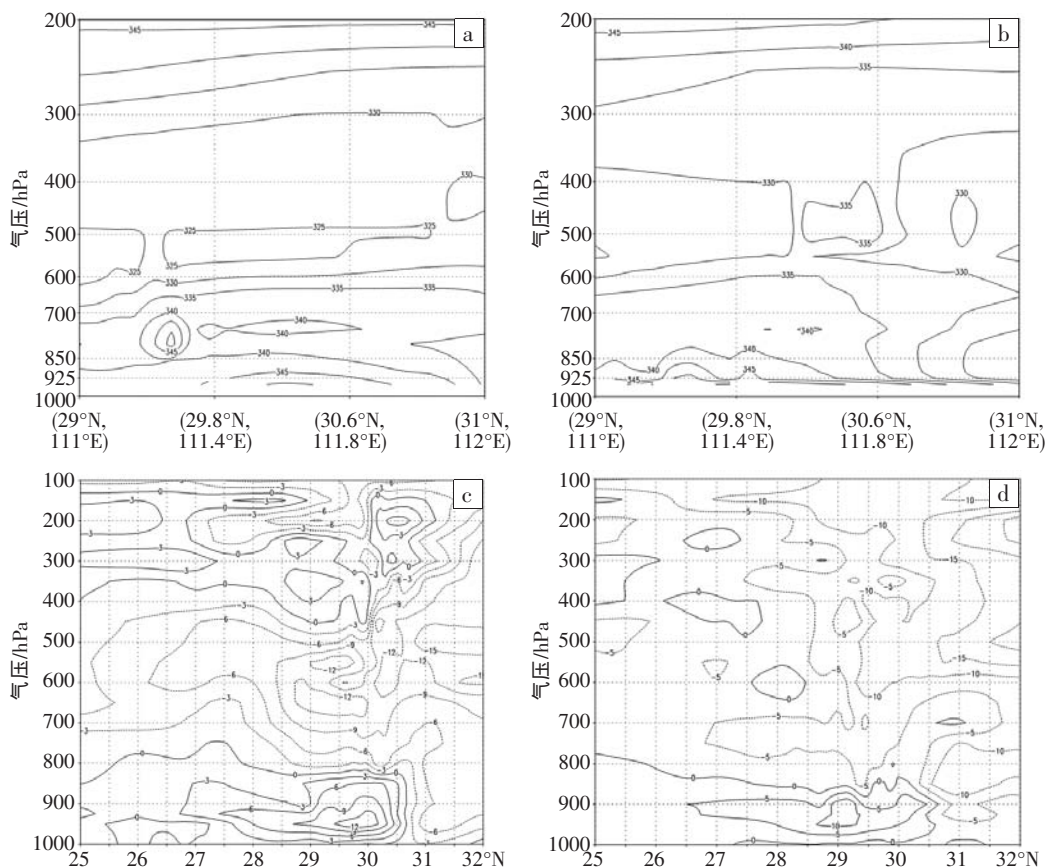


图 2 2008 年 6 月 3 日 14 时(a)、20 时(b)位温随等压面高度变化图(单位: K),以及同日 20 时(c)、23 时(d)经向风(单位:  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )随等压面高度变化

北的常德等地存在对流不稳定层结,整个对流层表现为上冷下热,具有明显热动力不稳定条件;当天 20 时(图 2b),对流层中层(500 hPa 左右),位温从 325 K 增至 337 K,其短时间(3 h)变化如此大,一方面表明热上升运动强烈,另一方面表明强对流运动产生大量潜热释放、对流层厚度进一步加深。

### 3.2 风垂直切变

从 6 月 3 日不同时刻经向风随等压面高度变化图上可见,17 时(图略),对流层顶层和低层有弱的偏南气流,北面对流层中上层有一偏北气流向南渗透,垂直切变不明显。到 20 时(图 2c),对流层中层存在一支西北气流,且西北气流强度较大,最大风速达  $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;上层为一支弱的西南气流,下层有一支较强的西南气流,三支气流之间存在明显的垂直切变。随低层和顶层偏南风分量加强,垂直切变明显加大,主要的垂直切变出现在对流层中低层。到 23 时(图 2d),垂直切变

明显减弱,整个风场表现为明显辐散,维持强对流的动能进一步消耗。综上可见,常德澧县冰雹期间,南北向风速分量大,垂直风切变十分明显,为强对流发展提供了有效动量;随强对流天气减弱,南北向风速分量和垂直风切变明显变弱,整个风场表现为辐散。

### 3.3 垂直环流和上升运动形成以及冰晶分布

从 6 月 3 日不同时刻流场与冰晶含量随等压面高度变化图上可见,17 时(图 3a),由于垂直切变的作用,对流层中低层产生一垂直方向的次级环流,次级环流的生成使其北侧形成一支强的斜上升运动气流;另外,由于槽前偏南气流下沉,进一步与上升气流合并,在充足的水汽条件下,凝结潜热并形成大量冰晶。到 20 时(图 3b),随次级环流进一步加强,其北侧斜上升运动气流不断发展。冰晶的产生和分布主要位于强的上升气流中,上升气流和冰晶的分布区域与常德澧县强冰雹位置吻合。

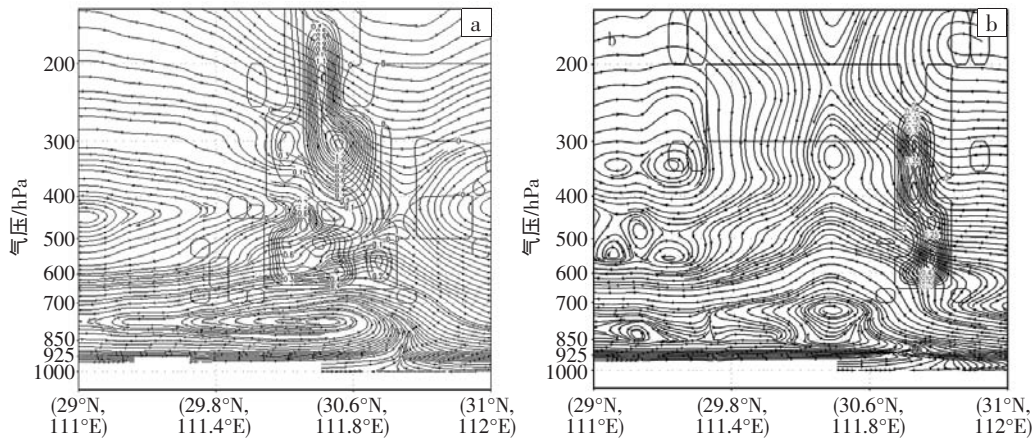


图 3 2008 年 6 月 3 日 17 时(a)、20 时(b)流场以及冰晶含量(单位:  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )随等压面高度变化图

### 3.4 热力和水汽变化

分析 6 月 3 日 20 时 LAPS 相对湿度剖面图发现(图 4a),500 hPa 以下为一湿区,湿度大于 60% 的区域

主要位于 600—700 hPa,500—300 hPa 是一相对湿度为 10% 的干区。由于干冷气流叠加在潮湿暖气流之上,这种配置易导致位势不稳定和强对流发展。同时,

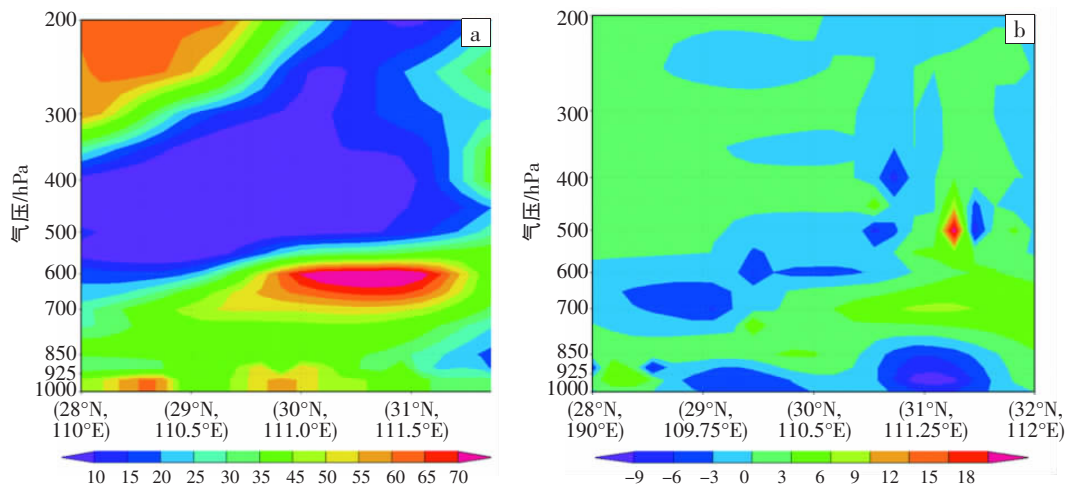


图 4 2008 年 6 月 3 日 20 时 LAPS 相对湿度剖面图(a,放大 100 倍,单位: %) 与水汽通量散度剖面图(b,单位:  $10^{-8} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ )

水汽辐合中心主要位于 1000—925 hPa(图 4b),在冰雹发生区南面存在一倾斜的、强度较大的水汽辐合区,这主要是由于超级单体在向南发展过程中入流气流形成的水汽辐合。

### 3.5 冰雹期间等熵面位涡和涡度

6月3日20时,在对流层顶层(100 hPa)存在一深厚东北冷涡,东北冷涡向东向南发展过程中,冷涡中心西侧有深厚冷空气扩散南下,对流层中层500 hPa为西北气流控制。通过作东北冷涡所形成的槽的垂直剖面图,对等熵面上位涡和涡度进一步分析如下。

从3日20时等熵面上位势涡度分布图上可见(图

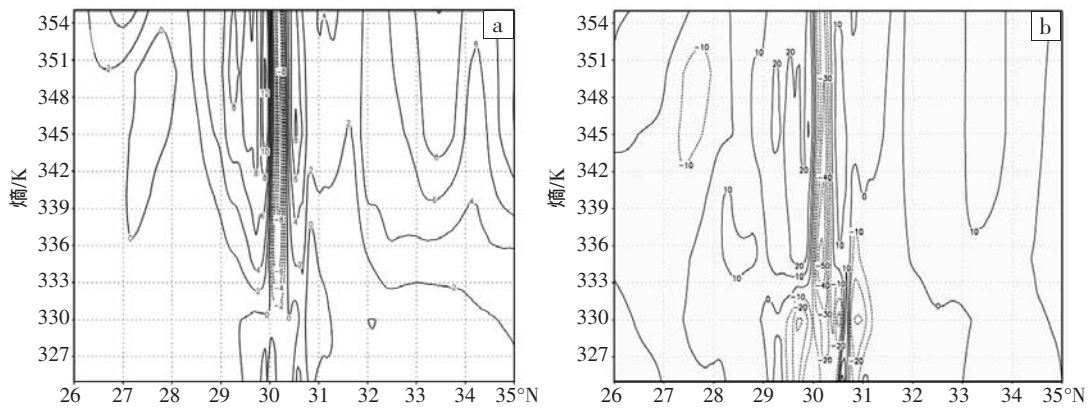


图5 2008年6月3日20时等熵面位涡(a,单位: PVU)与涡度(b,单位:  $10^{-5} \text{ s}^{-1}$ )垂直分布

### 3.6 不稳定条件

从6月3日20时K指数、沙氏指数、抬升指数与凝结高度的水平分布图上可见,湘北冰雹区附近K指数为35℃(图略),沙氏指数为-4℃(图略),表明此区域满足对流旺盛发展的热力条件。分析积云顶发展高度发现(图略),湘北冰雹区附近,对流的云发展到11 km,抬升凝结高度在1000 m附近(图略),抬升指数为-4,负的浮力能量为-300 J,正的浮力能为3500 J,属于强对流运动上升区域。这些不稳定物理量对澧县冰雹发生均具有较好的指示意义。

## 4 微波辐射计资料在风暴水汽和温度变化特征分析中的应用

### 4.1 温度变化

分析常德地区冰雹发生时刻的微波辐射计资料,根据其测量的地面以及1.7 km(1.7 km高度以下代表对流层中下层)、4.5 km(1.7~4.5 km代表对流层中层)、7.0 km(4.5~7.0 km代表对流层高层)高度温度场随时间变化(图6a—d),这里用到的微波资料样本为350个,从2008年6月3日08时开始,平均每8 min观测一次。在以下涉及的微波资料分析图形中横坐标为随时间变化的微波观测资料样本数,纵坐标为微波计

5a),强对流发生期间,在对流层顶由北向南存在一最大值为10 PVU的高位势涡度中心(位涡单位为PVU,即 $10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{kg}^{-1}$ ),且位势涡度中心区向对流层中层发展,位势差达7~8 PVU。这一时间正好对应对流层顶层(100 hPa)环流形势,即一深厚槽向东南方迅速发展。湖南北部常德到湖北上空,随对流层顶环流场大范围调整,存在位势涡度下传,由于位涡下传,导致这一带涡度急剧变化,同一时间涡度垂直剖面分布(图5b)也能说明这一变化。冰雹发生期间,涡度所表现出的动力特点反映对流层顶为强的上升和下沉运动,其相间出现且强度较大。

探测到的温度、相对湿度、水汽含量等物理量。当出现冰雹时,地面、对流层中低层温度存在明显变化。通过进一步作小波分析,(图6e—f),结果表明,地面温度变化出现在6月3日21时(微波观测资料样本数为100的位置)降雪前后,这段时间温度幅度变化最大;对流层中低层在该时段温度变化不明显,同时与之对应在对流层中高层却出现短暂增温现象,增温幅度在2.5~5.0℃之间,温度变化非常剧烈。由此可见,强风暴产生的冰雹系统在向南传播的过程中,温度从对流层中低层到高层出现明显变化,地面气温明显降低,高层出现明显增温现象,这一方面是热对流上升所致,另一方面可能与强对流产生的垂直上升运动所导致的潜热释放有关。

### 4.2 湿度变化

分析上述对流层中低层(1.7、4.5 km)相对湿度随时间变化结果可知:风暴系统向南移过程中,相对湿度出现急剧增大过程;1.7 km高度的相对湿度,从风暴发生前的40%增至90%以上(图7a),从4.5 km高度也能看到这一变化特点(图7b)。从其小波分析图上看(图7c),强冰雹过程发生前后,相对湿度出现跃增。由此可见,风暴系统在南移过程中导致相对湿度急剧增加,加剧了层结不稳定性。

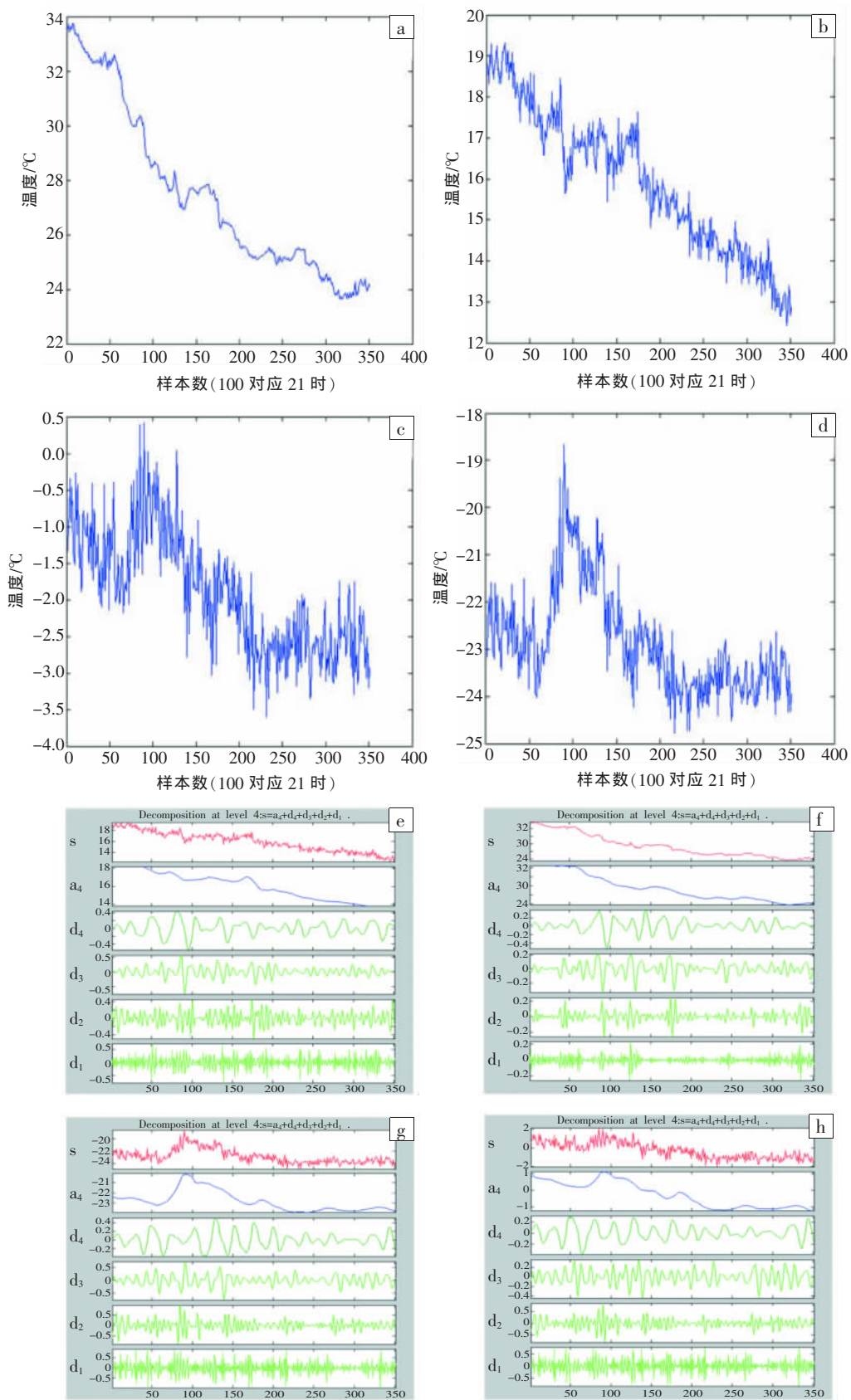


图 6 2008 年 6 月 3 日 21 时前后常德微波辐射计测量的不同高度的温度随时间变化及其小波分析

(a)、(b)、(c)、(d)分别为地面、1.7 km、4.5 km、7.0 km 高度的温度(单位: °C),  
(e)、(f)、(g)、(h)分别为相应高度的温度随时间变化的小波分析

### 4.3 水汽含量变化

从常德微波辐射计的地面以及 1.7、4.5 km 高度

水汽含量随时间变化图上可见(图 8),地面水汽含量变化主要出现在 2008 年 6 月 3 日 21 时强冰雹发生前

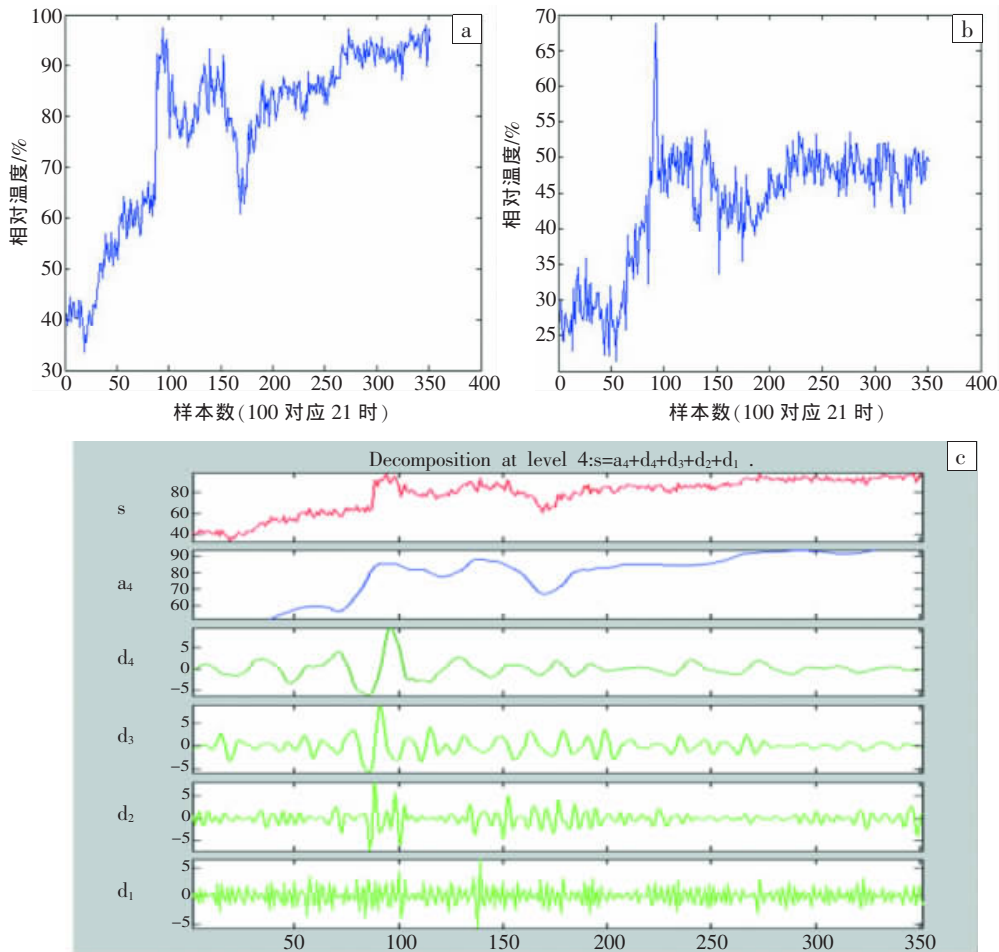


图 7 2008 年 6 月 3 日 21 时前后常德微波辐射计测量的不同高度的相对湿度随时间变化及其小波分析

(a),(b)分别 1.7 km,4.5 km 高度的相对湿度(单位: %), (c)为 1.7 km 高度的相对湿度随时间变化的小波分析

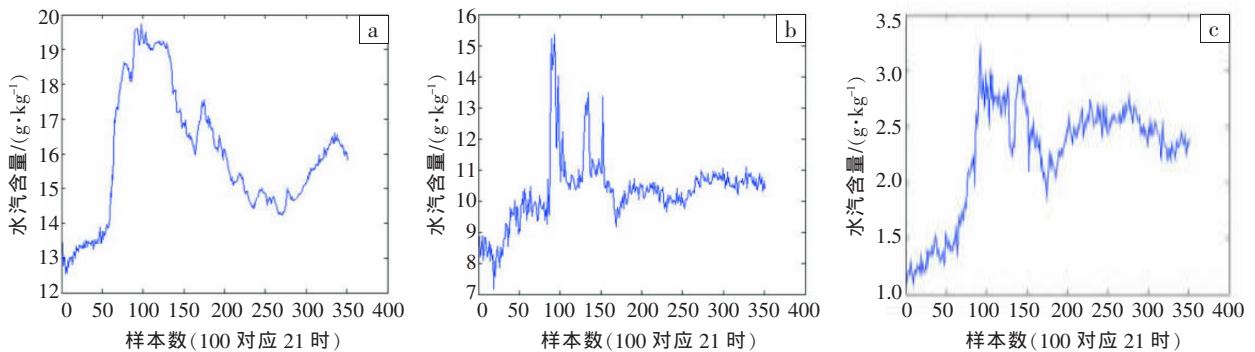


图 8 2008 年 6 月 3 日 21 时前后常德微波辐射计测量的地面(a)以及 1.7 km (b)、4.5 km (c)高度的水汽含量(单位: g·kg<sup>-1</sup>)随时间变化

后,其变化幅度最大,由14 g·kg<sup>-1</sup>增加到 20 g·kg<sup>-1</sup>,对流层中低层水汽含量也存在明显增幅。水汽含量变化结果进一步反映出本次强对流发生发展的特点:在强对流的发展的初期,由于充足的水汽条件,并伴随低层强烈的热增温,导致风暴中心剧烈的水汽辐合上升运动;强对流后期,随热能和动能释放,周围较冷空气不断补充进入,对流层高层由于凝结潜热释放,对流运动开始减弱。

### 5 结论及讨论

(1)同化了雷达资料的 LAPS 分析场对常德澧县冰雹的动力结构具有较精细的刻画能力,但计算出的热力参数无明显改善。

(2)对流不稳定层结的形成和强的垂直风切变是强对流产生的条件之一。垂直切变导致次级环流的形成是上升运动形成的基本原因。

(3)触发冰雹的主要系统位于对流层中低层和对流层上层,低层为中小尺度气旋发展,高层为反气旋辐散区,中层主要是干冷的西北气流,易触发对流。

(4)水汽辐合中心位于 1000—925 hPa,冰雹发生区南面存在一倾斜的、强度较大的水汽辐合区域。

LAPS 系统输出的各种物理量场能诊断强对流运动的发展,尤其对冰雹这类中小尺度天气系统结构有较强的解释应用能力。另外,强风暴系统在向南传播的过程中,微波辐射计温度从对流层中低层到高层出现明显变化,地面气温明显降低,中高层出现明显增暖。从地面到对流层中低层,微波辐射计水汽发生急剧增加和变化。这些现象可作为诊断强对流系统剧烈发展的参考依据。

衷心感谢常德市气象台郭蓉芳高工提供常德微波辐射计资料。

#### 参考文献:

- [1] 俞小鼎,姚秀萍,熊延南,等.多普勒天气雷达原理与业务应用[M].北京:气象出版社,2006.
- [2] Mueller C, Saxon T, Roberts R, et al. NCAR Auto-Nowcast System [J]. Weather and Forecasting, 2003, 18: 545-561.
- [3] Hand W H. An object-oriented technique for nowcasting heavy shower and thunderstorms [J]. Meteor Appl, 1996,3:31-41.
- [4] 陈列,寿绍文,林开平,等.应用单多普勒雷达资料反演风场作暴雨中尺度分析[J].南京气象学院学报,2003,26(3):358-363.
- [5] 李红莉,王叶红.单多普勒雷达资料在伴随模式同化系统中的应用研究[J].暴雨灾害,2007,26(3):211-216.
- [6] 李红莉,崔春光,王志斌.LAPS 的设计原理、模块功能与产品应用[J].暴雨灾害,2009,28(1):64-70.
- [7] 崔春光,李红莉,彭菊香,等.LAPS 资料在一次鄂东初夏暴雨分析中的应用[J].暴雨灾害,2008,27(4):307-312.
- [8] 李国静,徐幼平,成巍,等.一次大暴雨过程的多普勒雷达资料同化的敏感性试验[J].暴雨灾害,2009,28(2):97-103.
- [9] Bevis M, Businger S, Herring T A, et al. GPS Meteorology: Remote sensing of atmospheric water vapor using the global positioning system [J]. J Geophys Res, 1992, 97: 15787-15801.
- [10] Duan J P, Bevis M, Fang P. GPS Meteorology: Direct Estimation of the absolute value of precipitable water [J]. Journal of Applied Meteorology, 1996,35: 830-838.
- [11] 丁金才,黄炎,叶其欣,等.2002 年台风 Ramasun 影响华东沿海期间可降水量的 GPS 观测和分析[J].大气科学,2004,28(4):614-623.
- [12] 刘红燕,王迎春,王京丽,等.由地基微波辐射计测量得到的北京地区水汽特性的初步分析.大气科学,2009,33(2):388-396.
- [13] 袁招洪,丁金才,陈敏.GPS 观测资料应用于中尺度数值预报模式的初步研究[J].气象学报,2004,62(2): 200-211.
- [14] 叶其欣,杨露华,丁金才,等.GPS/Pwv 资料在强对流天气系统中的特征分析[J].暴雨灾害,2008,27(2):141-148.
- [15] 肖艳姣,李中华,张端禹,等.“07.7”鄂东南强对流天气的多普勒雷达资料分析[J].暴雨灾害,2008,27(3):213-218.

## Mechanism Analysis of a Local Strong Hail Based on LAPS

LIU Zhi-xiong<sup>1</sup>, DAI Ze-jun<sup>2</sup>, PENG Ju-xiang<sup>3</sup>, XU Lin<sup>2</sup>

(1.Loudi Meteorological Bureau of Hunan Province ,Loudi 417002;  
2.Hunan Provincial Meteorological Station, Changsha 410007;  
3.Wuhan Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074; )

**Abstract:** Based on LAPS data assimilation systems analysis fields and microwave radiometer data, etc., a local strong hail event taking place in Li County, Changde City of Hunan Province in June 3, 2008 was analyzed in terms of the thermal and dynamic condition. The environmental conditions and mechanism leading to the hail was analysed as well. The results show that assimilation of radar data LAPS analysis fields can reveal the accurate dynamic structure of hail events, while it has no significant improvement in describing the thermal parameters. Strong storms were in a humid environment with strong vertical wind shear, potential instability and abundant water vapor. The moisture convergence located at 1000-925 hPa, and there was a slope and stronger moisture convergence region in the south of severe storms. The main system arousing super monomer (hail) is small and medium-scale cyclones located in the lower-middle troposphere. High-level was anticyclone divergence zone. Middle-level was mainly dry and cold northwest air. The various physical fields of LAPS output can be used to diagnose the development of strong convection, and especially have a stronger interpretation and application capability to the structure of such small-scale weather systems leading to hail.

**Key words:** LAPS; Assimilation of data analysis fields; Strong hails; Isentropic surface potential vorticity