

# 巢湖“5.21”降雹成因分析

张克杰 刘汉武 王玉红 金社军 赵青松

(安徽省巢湖市气象台, 238000)

## 提 要

利用常规气象资料和合肥多普勒雷达回波,分析了2004年5月21日巢湖市降雹的环流背景、回波发展演变过程。结果表明,烱场至巢湖市沿湖一线短时间内连续两次遭受冰雹袭击可能与湖陆交界的特点有关,是湖陆风与天气系统叠加和共同作用的结果。

**关键词:** 冰雹 回波特征 湖陆风

2004年5月21日21~24时(北京时,下同),受冷空气影响,巢湖市遭受了冰雹袭击,油菜平均减产4~5成,直接经济损失超过亿元。冰雹直径一般为2cm,最大直径达6cm。冰雹之密集,强度之大,实属罕见。降雹在较短时间内造成如此大的灾害,其发生、发展演变情况值得分析研究。

## 1 影响系统分析

2004年5月21日08时(图略),高空东北冷涡逐渐东移南压,华北冷空气加强南下,高空500hPa降温明显,20日20时~21日20时,24小时南京站降温3℃。与850hPa有低槽移入形成的低涡相配合,形成风场中局地强辐合区,21日08~20时,12小时阜南站增温1℃。高空降温、低空增温辐合导致大气层结不稳定,易于形成局地强对流天气。

## 2 降雹成因和降雹特点

这次降雹过程是由局地对流产生的,其特点是降雹局地性强,烱场至巢湖市沿湖一线短时间内连续两次遭受了冰雹袭击,根据其回波发生源地、降雹时段和特点可划分为两段降雹过程。

### 2.1 第一阶段冰雹回波分析

#### 2.1.1 雹云回波的演变特征

21日19时58分开始,在合肥以东约20km处有对流回波初生,12分钟后迅速发展加强成为强对流回波,并缓慢东移南下。

图1是用间隔6分钟的雷达资料跟踪雹云回波的演变过程,可以看到,20时53分形成的雹云回波分裂为南北两块,北边的一块快速东移,所经之地电闪雷鸣,出现雷雨大风等强对流天气,后东移减弱消散。南边的一块随高空引导气流南移至巢湖北岸烱场一带,移速减慢,强烈发展,最大回波强度达71dBz。20时59分~21时17分,烱场—庙集—中埠—巢湖市沿湖一线自北向南遭受了冰雹袭击。随后冰雹回波沿着高空引导气流向东南

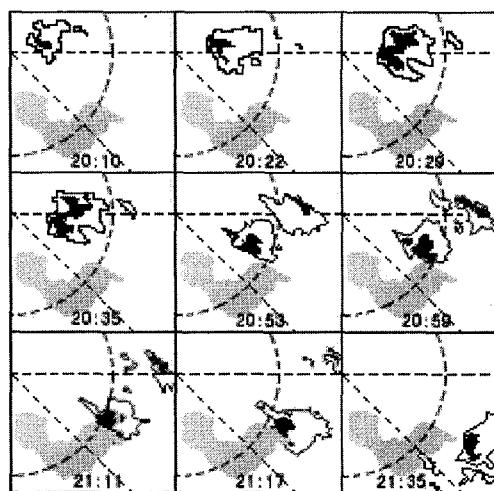


图1 2004年5月21日19:58~21:35

冰雹回波演变图

回波白色区强度 $\geq 35$ dBz,黑色区 $\geq 55$ dBz,  
阴影区为巢湖,下同

方快速移动,沿途在运漕镇等地降雹。越过长江后成为雷雨回波减弱消散。

### 2.1.2 径向速度图上的多普勒特征

从21时5分的径向速度图(图略)可以看出,巢湖的西南面有大片负速度区,  $-13\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  的区域相当大;东北面有大片  $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  的正速度区,表明巢湖地区低层盛行西南气流(暖平流),高层为冷平流。这种低层暖平流,高层冷平流的叠置是巢湖地区强风暴环境场的基本特征之一。零速度线呈西北—东南走向,较长时间维持在烔炀至巢湖市沿湖一线,表明此处低层风向发生了明显的变化,产生了风向切变,具有明显的风向风速辐合特征。这也是烔炀至巢湖市沿湖一线第一次遭受冰雹袭击的原因。

### 2.1.3 “V”型缺口回波特征

由图1可见,20时29分前后是雹云发展的旺盛阶段,强回波核出现了较明显的“V”型缺口特征。与缺口部位相对应,栏杆乡成为降雹区。这是由于云中冰雹对雷达波的强衰减作用,造成雷达探测时电磁波不能穿透冰雹区,以至于在冰雹区的后半部形成“V”型缺口。

## 2.2 第二阶段冰雹回波分析

### 2.2.1 回波发生源地与烔炀至巢湖市沿湖一线第二次遭受冰雹袭击过程

从22时47分起,烔炀至巢湖市沿湖一线再一次遭受了冰雹袭击。受偏北湖陆风与地面盛行偏东气流共同影响,22时05分沿巢湖北岸激发生成新的对流回波带。由图2可以看到巢湖北岸不断有新的对流单体生成,类似一个回波发生源地。分析22时05分~23时18分的回波演变图可以发现,这一阶段降雹过程的一大特点是西边新生对流单体发展增强后东移,且不断并入东边的强回波中,连续的并入使其面积明显增大,回波带的东段逐渐发展成为块状雹云回波,缓慢西移南压靠近湖岸,稳定在烔炀至巢湖市沿湖一线并迅速发展,最大回波强度达70dBz。导致烔炀至巢湖市沿湖一线第二次遭受冰雹袭击。23时28分巢湖市本站出现降雹,冰

雹直径为1.3cm。这说明作为湿热源的午夜巢湖水体对雹云有明显的影响,它往往会引导对流风暴西移靠近自己,以获得更多的能量,而不是随高空引导气流东移。

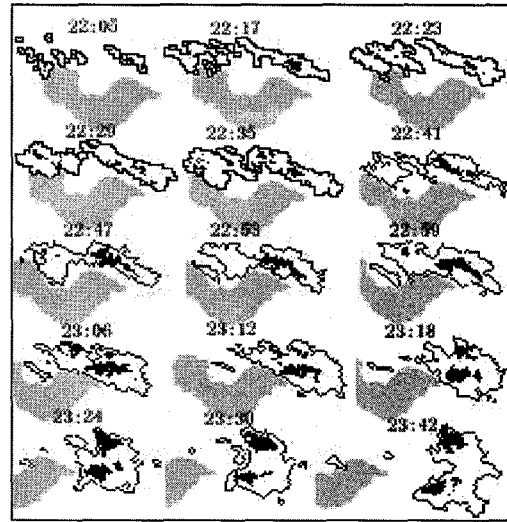


图2 2004年5月21日22:05~23:42 冰雹回波演变图

### 2.2.2 雹云回波的移动和发展

在巢湖市本站降雹前后,随着对流回波源地消失,对流回波带发展成为块状雹云回波,接着分裂成为南北两块。南边的一块随高空引导气流沿裕溪河以  $50\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  的速度向东南方移动,一路上雷电交加,含山和无为交界处的好几个乡镇遭受了雷雨大风和冰雹袭击。22日00时13分,雹云越过长江后成为雷雨回波逐渐减弱消散。而北边的一块却向偏东方向快速移动,23时24分强回波核出现明显的指状特征,与雹云指状部位相对应,含山站附近成为冰雹落区。雹云回波移入和县境内仍保持明显的指状特征,并迅速发展,最大回波强度高达73dBz。和县以西乡镇遭受了冰雹大风的袭击,冰雹最大直径达6cm,造成重大经济损失。22日00时13分,冰雹云越过长江明显减弱,范围减小,强中心逐渐消失。

### 2.2.3 逆风区

分析多普勒雷达径向速度场,21日20时29分,巢湖、含山一带的对流已发展成为

强对流回波团,有多个强对流单体镶嵌其中,对流单体不断发展并以正速度为主,回波强度达68dBz。20时47分,巢湖、含山一带出现正速度区包围着小的负速度区,但低层零速度线散乱,对流云内扰动强烈,出现正负速度过渡带,根据逆风区的定义<sup>[1]</sup>,属于逆风区雏形。21时17分到21时47分,和县、含山一带生成的正速度区包围的负速度区范围扩大,低层两者间有较清晰的零速度线,属明显的逆风区。图3为21日21时17分(仰角为 $6.0^\circ$ )的径向速度图,可以看出,在1个多小时后,导致和县以西乡镇短时间内强强烈降雹的雹云回波不仅伴有速度最大值,而且还出现了逆风区,即在大片正速度为 $19\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的区域中,出现了一块封闭的负速度为 $19\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的区域,水平尺度 $10\sim 30\text{km}$ ,最大径向速度差超过 $38\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。逆风区的出现表明此处的风向发生了剧烈的变化,产生了强烈的风向切变,中高层具有明显的辐散特征。逆风区的位置刚好和灾害性天气发生区对应。当雹云回波进入逆风区时,发展更加强盛,不仅造成了雷雨大风,还产生了短时集中强烈降雹。因此逆风区的出现可以作为短时强对流天气预报的一种指标。

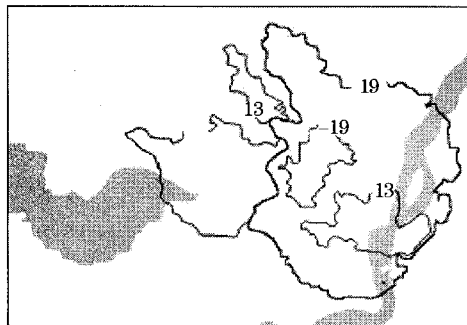


图3 21日21:17合肥多普勒雷达(仰角为 $6.0^\circ$ )探测的径向速度图(逆风区)

### 3 巢湖水体对降雹的影响及单站气象要素分析

观测资料表明,整个江淮大地地面盛行偏东气流,而春末夏初夜间的巢湖水体是一个热源,在巢湖北岸形成的偏北湖陆风(湖陆风系统本身具有充沛的水汽条件)与盛行偏

东气流之间在北岸形成较强的风向风速辐合区,流场的辐合上升导致对流回波迅速发展。同时巢湖水体更是一个湿源,对流回波可以从水体中得到水汽补充而进一步加强。这一点可由垂直积分液态含水量(VIL)有明显跃增得到证明。20时53分~21时23分,位于巢湖沿岸的雹云VIL值平均跃增了 $13\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ,最大值达到 $71\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。雹云随高空引导气流离开巢湖岸边时,雹云VIL减少恢复到原来值。其跃增值反映雹云得到了巢湖水体中的水汽和能量。分析巢湖市单站气象要素资料可以看到(图4),本站气压的日变化特征被打破,18时以后气压和水汽压出现跃升。本站21时出现雷暴、23时28分降雹与气压和水汽压跃升有很好的对应关系。只不过水汽压对降雹过程反映更为明显,19~24时水汽压两次跃升与本站两次遭受强对流天气影响对应非常一致。根据本站气压和水汽压变化实况,结合雷达回波可以推断有两次强对流天气过境。何况本站早在16~18时就存在一个明显的气压和水汽压低值区。地面的低气压一方面诱导冰雹回波移向该地,另一方面低压区的辐合上升导致对流回波不断发展加强。

### 4 结论

通过对2004年5月21日降雹过程的环流背景,天气雷达资料的强度场、速度场及其它产品的分析,得到了一些有意义的结果。

(1)这次降雹过程主要是冷空气在华北加强南下,850hPa有低涡配合,高层冷平流和低层暖平流的叠置是巢湖地区强风暴环境场的基本特征之一。

(2)烱场至巢湖市沿湖一线短时间内连续两次遭受冰雹袭击与其地面业已存在的低压系统,巢湖春末夏初夜间定常存在的湖陆风触发抬升以及作为湿热源的巢湖水体向雹云提供足够的水汽和能量有关。

(3)本次过程出现了“逆风区”,当雹云回波进入逆风区,发展会更加旺盛,使降雹持续并增强。逆风区的出现可以作为短时强对流

天气预报的一种指标。

(4)雹云旺盛阶段可出现“V”型缺口和指状回波特征,其相对应的地面会出现冰雹、雷雨大风天气。

#### 参考文献

- 1 刘洪恩.单多普勒天气雷达在暴雨临近预报中的应用.气象,2001,27(12):17~22.
- 2 邵玲玲,黄炎.上海“8.5”特大暴雨的成因和特点.气象,2002,28(8):47~50.
- 3 项素清,徐燕峰.浙北地区一次强对流天气过程分析.气象,2003,29(5):46~50.

## Characteristics of Hail in Chaohu, Anhui Province on 21 May 2004

Zhang Kejie Liu Hanwu Wang Yuhong Jin Shejun Zhao Qingsong

(Chaohu Meteorological Observatory, Anhui Province, 238000)

#### Abstract

Based on the meteorological data and the Doppler radar data of Hefei, general circulation background, echo's development and evolution of the hail during 21 May 2004 in Chaohu, Anhui Province are analyzed. The results show that continued hail along the Chaohu lake in the short time period is closely related to its position between land and lake and caused by the superposition of mesosystem and the land and lake breeze.

**Key Words:** hail echo land-lake breeze