

# 一次连续暴雨过程的数字化雷达回波分析

徐双柱

(武汉中心气象台)

## 提 要

本文利用武汉WSR-81S数字化雷达的Column Maximum图象产品资料,分析了1987年8月18日至21日发生在长江中游地区的一场连续暴雨过程。把这次过程分为局地暴雨和区域暴雨两个阶段。分析它们的发生、发展的雷达演变特征及形成的原因。

### 一、引言

天气雷达是探测和监视暴雨的一种有效工具。武汉数字化雷达的成功引进,增强了对长江中游地区灾害性天气尤其是暴雨的探测和预报能力。

1987年8月18—21日,长江中游地区发生了一次连续暴雨过程。通过中尺度地面观测网每小时降水量的分析发现,强降水分布在三个时段:18日16时—19日01时;19日16时—20日08时;20日12时—21日08时。本文根据武汉数字化雷达所收集的Column Maximum产品资料,将该过程划分为两个阶段:局地暴雨阶段和区域暴雨阶段,分析它们的回波特征、降水特点以及形成的原因。

### 二、局地暴雨回波的演变

从过程的第一天(8月18日)下午到第二天凌晨,在暖区中生成两个强单体(用M和N表示),造成了湖北省随州市飏线和大暴雨,以及荆门市的特大暴雨。

#### 1. 强单体M的生成与发展

18日13时10分武汉数字化雷达发现在枣阳附近出现了一条南北向回波单体M,尺度为 $60 \times 30 \text{ km}^2$ (图1a),回波发生在桐柏山的南侧。M强中心的强度达到第四层(相当于35dBz)。离地面4—5km,最高回波顶高14km。M的西南侧有一条由多个单体组成的不连续弧状带L。M单体向东移动,它的

东南侧不断有新的单体出现,图象中的分层显示可分辨出几个明显的强中心。从连续的每10分钟一张回波图的分析可以发现,回波的强中心呈气旋性转动。M的移动方向为东偏南方向,移速约为30km/hr。有回波不断地逆时针朝强中心并入(图1b)。16时10分雷达回波图上(图1c)可看出M单体分成两部分,即强中心与后面的弱回波分开。16时30分,随州市发生了飏线天气,最大风速达10级,随后发生了大暴雨天气,16时30分至17时10分降水达116.8mm。尔后M单体减弱、东移,至20时左右基本消亡。

应该指出的是,当雷达发现M单体生成时,当地并没有出现强烈天气,只是有些地方听到雷声。3小时后当M发生强回波中心分离并发展最强时才开始出现强烈天气。

#### 2. 强单体N的生成和发展

N单体形成于L与M的交接处。N形成后,M迅速减弱东移。事实上,与地面中尺度辐合线对应的宽回波带 $L_1$ 在18时24分就已经形成,强度不强但宽度有近100km(图2a)。从20时开始, $L_1$ 渐渐变窄。N南压与L西端单体合并使N加强,到21时40分,N单体才发展成成熟(图2b)。它造成了钟祥县的大暴雨,72分钟降水76.6mm。尔后N单体在荆门附近停滞(图2c),时间长达3小时。N单体长时间停滞可能与回波带 $L_1$ 对应的地

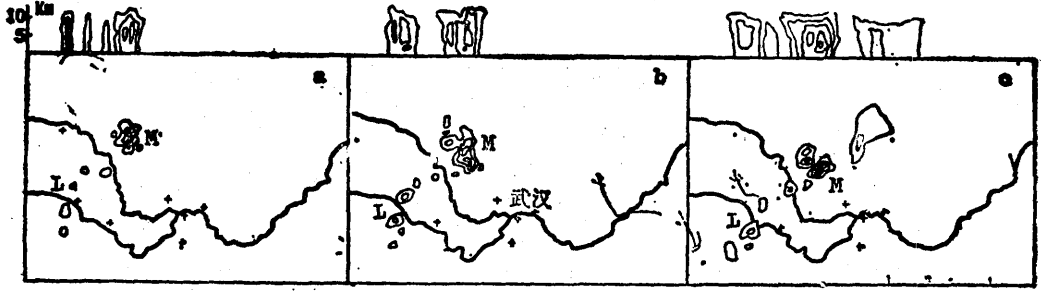


图1 18日雷达回波图  
a. 13时10分; b. 14时00分; c. 16时10分

面偏北风与偏南风的辐合线少变、少动有关。  
L<sub>1</sub>的停滞加上从L的西端不断有回波单体的

加入, 使得N维持。N的稳定维持造成了荆门市的特大暴雨。荆门市 8月18日22时19分

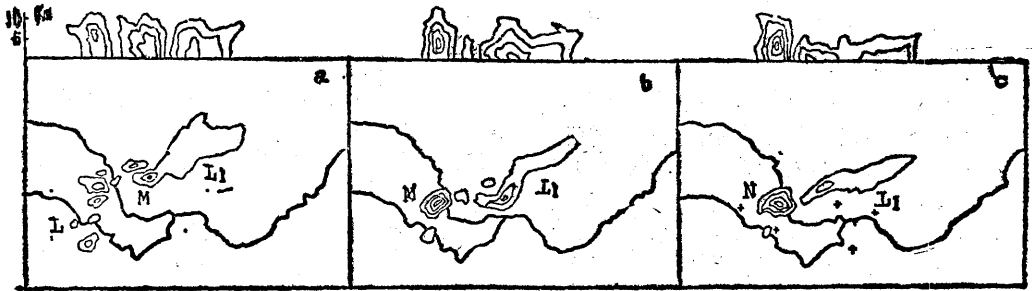


图2 18日雷达回波图  
a. 18时24分; b. 21时20分; c. 22时20分

至19日00时30分, 140分钟降水236.1mm。

### 三、区域暴雨回波的演变

在8月18日晚至19日凌晨的局地暴雨后, 19日16时首先在鄂东山地出现了局地性对流降水。从18时开始形成了系统性的区域暴雨, 一直维持到20日05时, 属于线性带状回波降水。间隙一段时间后, 从20日16时降水再度加强, 一直维持到21日上午。这段时间属于“人”字形回波带的降水。

#### 1. 线性带状回波的形成演变过程

19日13时在宜昌、沅安、钟祥附近分别存在着对流回波单体 (B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>)。15时30分宜昌的西南方开始有新生的回波单体出现, 与此同时在大别山区也开始有零散的弱回波出现 (图3a), B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>都是向东北方向运动的。由于西南方初生回波单体不断

出现, 新老单体在不断运动中, 于18时30分形成了一条回波带L<sub>2</sub> (图3b)。大别山区的零散回波由于中尺度的涡旋的组织化发生逆时针转动, 它与回波带L<sub>2</sub>打通, 阻止了L<sub>2</sub>前沿单体的运动, 使后续单体沿带运动与前面单体合并, 回波加强, 强回波对应强降水。整个回波带L<sub>2</sub>向东移动, 移速小于30km/hr, 在回波带上的纵向存在着相对强回波的集中区, 其间距100—200km。

带状回波减弱消亡阶段开始的象征是, 回波带开始出现断裂, 强度开始减弱。19日23时回波带开始变窄 (图3c), 到20日00时回波带出现断裂而后回波减弱, 对应的降水强度明显减小。

#### 2. “人”字形回波带的形成、演变过程

##### a. 初生阶段

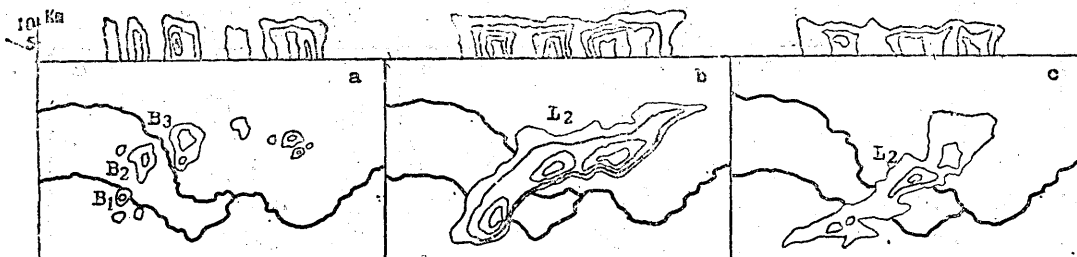


图3 19日雷达回波图

a. 15时30分; b. 18时30分; c. 23时00分

8月20日16时50分, 数字化雷达观测在大别山的南侧、洞庭湖区以及幕阜山区存在零散的回波, 最强的单体强度达第四层。19时40分, 整个回波的外界成“人”字形, 但人字里面仍存在回波单体(图4a)。

#### b. 成熟发展阶段

“人”字里面的单体不断向“人”字上辐合, “人”字形带状逐渐明朗化。到23时已形成了一个完整的“人”字形回波带(图4b), 强中心位于“人”字形的结合处, “人”字的右部回波较强一些, 对应的强降水就发

生在这阶段。位于“人”字形结合处的黄冈22—23时有61.3mm的强降水。该阶段, 回波的垂直发展最强, 但值得注意的是, 强回波的顶高并不高, 厚度仅7.8km。整个成熟、发展阶段约3—4小时。

#### c. 减弱消亡阶段

“人”字形回波减弱消亡阶段开始的特征是首先在平显上表现为强回波中心强度开始减弱, 其次在垂直结构上表现柱状强中心开始松散(图4c)。

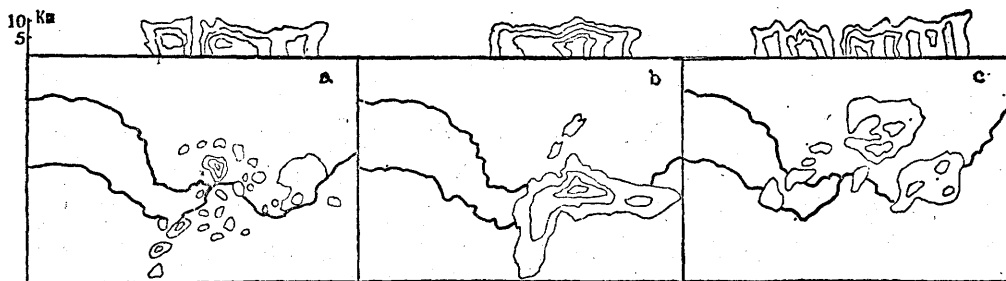


图4 “人”字形回波演变

a. 20日19时40分; b. 20日23时00分; c. 21日03时10分

#### 四、局地暴雨与区域暴雨的回波特征的比较

局地暴雨回波与区域暴雨回波的特征表现不同。局地暴雨回波的特征是, 单体结构明显, 单体呈孤立状, 单体回波强度基本呈均匀分布, 即南北侧强度差别不显著。单体东移, 单体的生命史约4个小时左右。

区域暴雨回波与一定的回波带相联系。

在线性带状回波上存在相对强回波集中区, 它与中尺度涡旋相对应, 带上的强回波单体

基本上是沿着回波带向东北方向传播的, 回波带的横向强度梯度南侧大于北侧, 但整个回波带是沿引导气流向东移动的, 移速在30km/hr以下。

从垂直结构看, 区域暴雨回波的强回波底比局地暴雨的强回波底要低些, 整个回波高度局地暴雨比区域暴雨要高得多。

#### 五、中尺度系统在暴雨回波的触发和组织中的作用

暴雨是在有利的大尺度背景形势下产生的，然而暴雨产生的具体时间和地点，则取决于暴雨的触发机制。分析发现中尺度系统在触发、组织暴雨回波的过程中起到了重要作用。

### 1. 准静止的中尺度系统

每小时的地面中尺度风场分析发现，从18日08时开始在枣阳、宣城、远安存在着一条偏北风与偏南风的辐合线，一直静止不动维持到15时（图5）。在监利、沔阳、应城、安陆、应山。从08时一直到16时维持着一条西南气流的极大风速轴，它与天气尺度的西南急流对应。风速轴上存在两个中尺度涡旋 $C_1$ 、 $C_2$ （图6），16时后涡旋加强。这些准静止的中尺度系统可能触发和组织了局地暴雨回波，18日的局地强单体M、N的生成和发展与它们相关联。准静止中尺度系统的位置基本上是准常定的。统计分析发现，准静止中尺度辐合线存在于两地：大别山与幕阜山之间，大别山与大洪山之间（图5）。准静止的中尺度涡旋常形成于两个地方，一是大别山的南侧，另一个是鄂西山区与江汉平原之间的斜坡式过度带（图6）。准静止中尺度系统是由于穿谷流、盛行风西南急流和山地共同作用产生的。

### 2. 移动性的中尺度系统

分析发现，暴雨发生后有时伴有中尺度涡旋的移动。雷达回波分析发现，在回波带上存在着相对强回波的集中区，它们之间相距100—200km左右。事实上，当两个相对

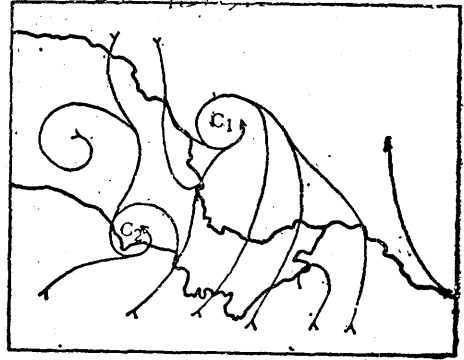


图6 1987年8月18日16时地面流场

强回波集中区生成后，都对有一个中尺度暴雨区，这些暴雨区由于下沉气流的作用在近地面存在一个辐散出流，在两个中尺度暴雨区之间产生一个新的辐合区，加上盛行风的作用，便产生了新的中尺度涡旋。19日18时的地面流场可分析出三个中尺度涡旋（图7a），对应的雷达回波存在三个相对强回波集中区（图7b）。在19时这些中尺度涡旋之间产生了新的中尺度涡旋（图略），雷达回波图上有相应的相对强回波集中区与其对应。强回波对应强降水。因此，这一过程可概括为：中尺度涡旋→相对强回波集中区→产生暴雨→相对强回波集中区之间产生新的中尺度涡旋→产生新的相对强回波集中区→新的暴雨区。由于回波带朝东移动，而相对强回波集中区沿着带运动，所以中尺度涡旋的运动是两种运动的合成。

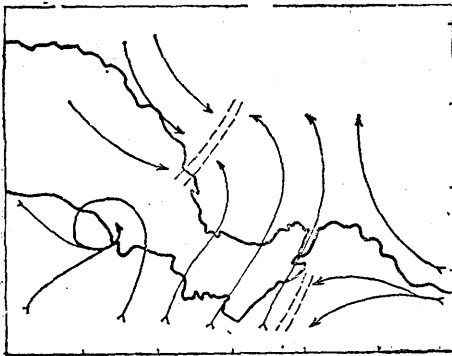


图5 1987年8月18日15时地面流场

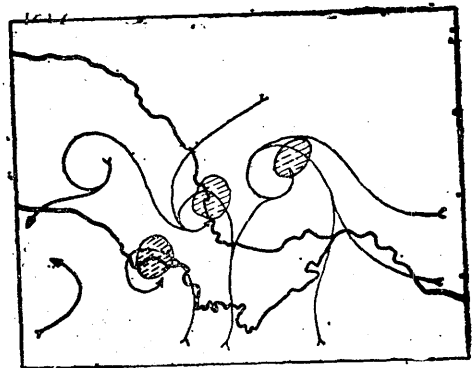


图7a 1987年8月19日18时地面流场  
阴影区为18—19时， $R > 10\text{mm}$ 降水区

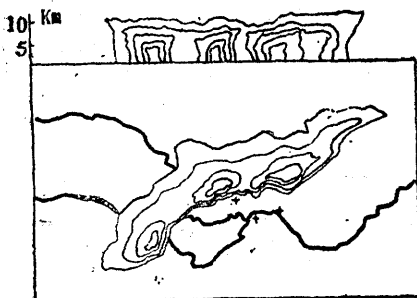


图7b 1987年8月19日18时30分雷达回波图

## 六、小结

1. 局地暴雨是由暖区中的强单体造成的。剧烈天气的发生及暴雨的产生都发生在回波发展到最强至减弱阶段。强单体的生命史在4小时左右，强降水集中在1—2小时。

2. 区域暴雨与一定回波带相联系，回波带上存在相对强回波集中区，它们与地面中尺度涡旋相对应。回波带在发展、成熟阶段移动缓慢。整个发展成 熟阶段约4小时左右。

3. 局地暴雨回波与区域暴雨回波的特征表现不同。如局地暴雨回波呈单体状，而区域暴雨回波则呈明显的带状等。

4. 中尺度系统在触发、组织、加强暴雨回波中有着重要的作用。准静止的中尺度系统与局地暴雨相关联。暴雨发生后伴有中尺度涡旋移动，中尺度涡旋与相对强回波集中区相对应，强回波对应强降水。

参考文献(略)

# An analysis on digitized radar echoes of a continuous heavy rain process

Xu Shuangzhu

(Wuhan Central Meteorological Observatory)

## Abstract

In this paper, a continuous heavy rain process, which occurred over the middle reaches of Changjiang River between 18—21, August, 1987, is analysed using Column Maximum Pictures of WSR-81S digital radar data in Wuhan City. It is divided into two stages: local heavy rain and areal heavy rain. Their features during the initial and developing periods are described and the reasons are discussed.