

## 武汉数字化天气雷达回波特征和短时预报应用

项 经 魁

(武汉中心气象台)

## 提 要

利用武汉数字化天气雷达系统每10分钟一幅的连续动画回波资料,对探测区内几类主要暴雨和强对流回波的动态特征和发生、发展、运动规律进行了描述和分析,同时对有关短时预报因素进行了初步探讨。

强对流和强降水天气的发生、发展、运动,是不同尺度天气系统、地形和本身演变规律互相作用的综合结果。强功能的天气雷达系统为揭示各类中小尺度系统的演变特征和规律提供了有效手段。本文以武汉数字化天气雷达系统1986—1988年彩色显示器上每10分钟一幅的可连续动画显示的回波资料为主要依据,对有效探测区内几类强降水、强对流天气雷达回波特征、演变规律及分析预报进行简要分析归纳。

## 一、几类主要回波的特征和演变规律

武汉雷达探测区内出现的明显强对流、暴雨降水回波从形态上分主要有带状、涡旋絮状、集合强单体三大类。其中,带状回波按结构和运动特征又可分为单带、复合带和运动带、相对静止带等。

## 1. 运动回波带

这类回波在单体不断向东北或偏东移动的同时整带逐渐向东南压或向偏东方向推。带的走向主要为NE-SW向或近似S-N向,常与低槽或冷锋相联系,但强降水回波主要发生在锋前暖区,只有极少数发生在冷锋前沿。运动回波带大多数在雷达探测区内形成、发展或有一次调整再增强过程(图1)。

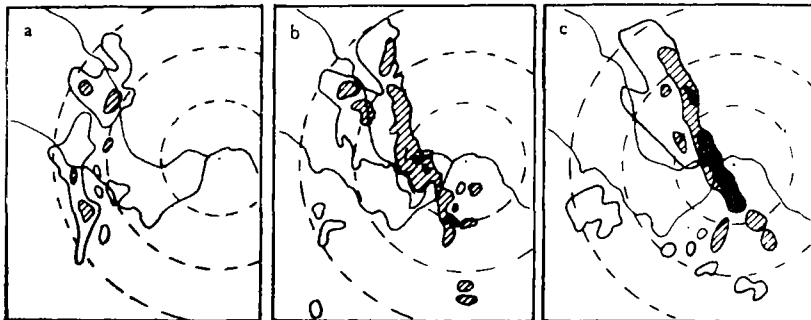


图1 运动回波带 每回100km, O  $30\text{dBz}$  ▨  $30-40\text{dBz}$  ●  $>40\text{dBz}$   
a, 1987年5月25日12时20分, b 15时30分, c, 17时00分

1)形成时期 在形成时期,降水回波常表现较弱、较宽的散带或不规则的离散回波群。中心强度多在30dBz左右,较强中心一般位于某些尺度较大的单体或组合片絮回波的中间。整体移速多在每小时20km上下,降水较弱。

2)发展加强方式及特征 从彩显屏幕上回波连续活动演变现象初步归纳,移动较明显的带状回波主要有三种发展加强方式。

(1)补充调整,这是回波增强的基本方式。降水回波在西南或西部移入单体的补充下,回波单体在引导气流作用下的自身运动和随整体缓慢移动中,通过单体的不断生成、代谢、调整和合并,有些逐步增强,并向回波区移动的前部聚集,形成一条强回波带。

(2)跳跃传播,在回波区移动前方几十km外,首先生成几小块对流单体并迅速发展,随后新单体不断产生发展,在较短的时间内形成一条与原带近于平行的强回波带。同时,原回波带在新带发展时逐渐减弱,以新带取代旧带的方式造成降水回波带的跳跃传播。

(3)卷入合并,在发展较强、移动速度较快的回波带前,常在回波区的近前方或前缘有对流单体生成,并随着主体回波的移动卷入回波带,使回波带进一步加强,加速移动,造成强烈天气。

系统性运动回波带从带状结构开始明显到比较强盛,一般要经过1—2小时以上的调整、发展时期。在发展时期强度逐步增强,主要表现在第三级(35—40dBz)以上强度回波范围扩大、聚集。移速一般为30—50km/h。

3)旺盛阶段 在旺盛阶段,回波已明显发展,中心强度在第四级(40—45dBz)以上的强回波已相对集中,并具有几十km以上尺度,第二级(30—35dBz)以上的较强回波已组成一条结构比较紧密的强回波带。前沿比较平整,有的还发生明显波动。初夏前,移动速度一般为每小时40—60km,常产生瞬时强降水,多伴有雷雨大风等剧烈天气。盛夏时,移速一般较初夏前慢。

4)减弱消散阶段 当回波带前部回波区结构变松,强度趋弱,回波带发生断裂、展宽、移速变缓时,可判断为回波开始减弱。在回波带开始出现减弱迹象到全带减弱消散约有2小时左右的过渡时期。

## 2. 相对静止回波带

相对静止带状降水回波一般与切变线、静止锋有关,走向主要为NE-SW或近于E-W向,其成因之一是受天气背景或地形影响,由移动性降水回波停滞变性而成。但大多数是先建立大、中尺度切变、辐合天气背景或在大范围的切变、辐合天气背景长时间维持的情况下,由特定的条件触发而成并发展。如梅雨期和副高边缘的切变天气。

这类回波带的显著特点是,带的位置相对稳定,回波带上的回波单体沿带自西南向东北移动或由西向东传,降水只影响回波带一线地区(图2)。在回波的建立阶段,往往在带的中南部首先生成几小点对流单体并沿一轴线方向移动。随后,在带的西南端不断有单体生成,形成一供应源,回波单体在移动中发展,使带的结构变实,长度扩展。单体移到某一地域后又逐渐减弱消散,形成静止带的末端。其后,回波单体一直在带的范围

内活动。当回波带南侧新单体产生过程变缓, 移动中无明显发展或减弱, 带上单体间距离加大, 结构松散时降水便随之减弱、结束, 有的情况下, 当静止带在外界影响下移动时, 也会随之变性减弱。

在这类降水回波中, 由于静止锋受西南涡活动的影响, 单体的移向与回波带的走向一致, 强回波单体常相继经过相同的地区, 因而在回波带中较强的回波段内易产生一次次强降水过程, 一般无明显大风等其它剧烈天气伴随。

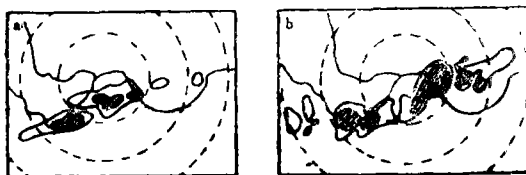


图2 相对静止回波带 a. 1987年7月5日23时50分, b. 1987年7月6日10时20分

### 3. 复带型回波

探测区内有时会出现由两种不同的天气或中尺度系统分别作用, 产生既互相独立又互相影响的两条回波带。按其结构和性质, 可分为西槽东线型和入字型两种。

1) 西槽东线型 这类回波由移动的低槽回波带和相对静止的切变回波构成。根据低槽和切变线回波的不同配置, 又可将其细分为竖槽横线和竖槽竖线型两种(图3)。

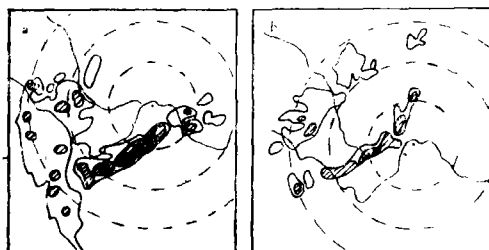


图3 西槽东线型回波 a. 1987年7月22日05时20分竖槽横线型, b. 1987年8月6日13时40分竖槽竖线型

在竖槽横线型中, 低槽回波与切变回波近于垂直或有很大交角; 竖槽竖线型中, 切变回波产生于低槽回波移动的前方, 两带近于平行, 都呈NE-SW向。总的特征是: 低槽回波具有运动回波带的特征, 切变线回波带具有相对静止回波带特征。切变回波在低槽回波逼近时逐步发展、加强, 强降水主要发生在切变回波的强段上, 最终切变线回波受运动回波的影响变性, 融为一体后移出或减弱消散。

2) 入字型 入字型回波带的产生主要有两种情况, 一是由快速移动的强运动回波带和前方不稳定区局地较强对流回波带交汇组成。强天气主要发生在运动主带和两带的交汇处, 尤其是在交汇处回波往往强烈发展, 产生冰雹、雷雨大风等剧烈天气(图4a)。

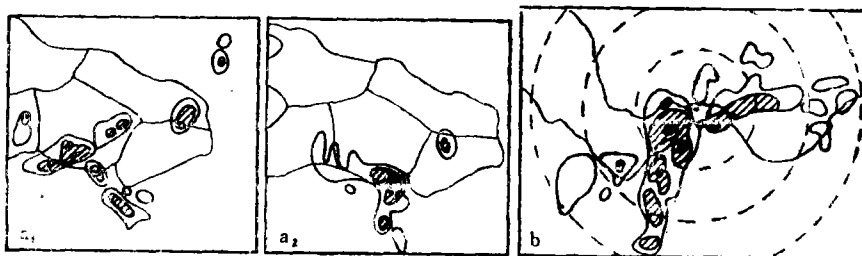


图4 入字型回波 a. 强对流入字型 (a<sub>1</sub>. 1986年8月15日18时00分, a<sub>2</sub>. 1986年8月15日20时00分), b. 入字型切变线 (1986年6月21日18时20分)

另一种人字型或拱状回波带的产生,多与中尺度人字型或拱状切变线、辐合线相联系,强降水往往发生在主带(西侧部分),尤以人字交汇处和拱顶回波处降水更强(图4b)。

#### 4. 涡旋絮状

涡旋絮状回波是造成探测区暴雨,特别是连续暴雨的主要系统之一,常与低涡、梅雨锋或较大范围的切变线天气背景相联系。整体结构主要为涡旋、宽絮带或絮团,主要从西南或西部移入,整体和单体移动的方向较为一致,多向东北或偏东移动。有些过程中,还可以在动画显示中观察到回波区带动单体作旋转运动的情况。回波的补充源主要来自回波的西南方。与带状回波相似,发展增强的主要表现方式也是强回波的聚集、扩充、变实。但其聚集部位不一定是在回波区移动的前方,而可能在回波区的中部或某一侧。

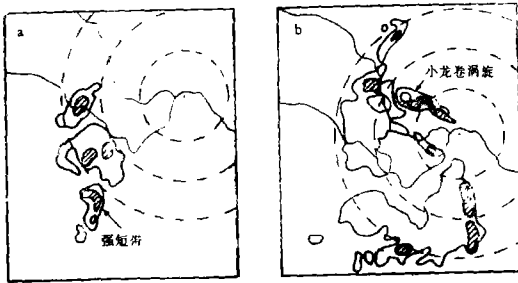


图5 低涡回波及中小尺度活动 a.1987年4月23日 22时50分, b.1987年4月24日04时10分

在探测和分析预报中,还应重点考虑涡旋絮状回波中一些发展比较强烈的小涡旋、短带、强回波区和强单体的活动,它们往往是产生剧烈天气和强降水的主要因素(图5)。

涡旋絮状回波相对比较稳定,多有明显系统配合。在大的天气背景下,有可能先后发生几次较强的中尺度低涡絮状回波影响,产生一次次强降水。

#### 5. 局地强对流、强降水

局地强对流、强降水回波主要表现为短带、小涡旋、强单体、集合强单体(多个强单体的汇合或彼此新陈代谢共同作用)等。多产生于弱降水系统或相对稳定背景中局地辐合比较强的条件下,除强烈发展时的传播作用外,移动一般不明显,影响范围较小,易产生瞬时集中强降水和维持累积强降水。

## 二、降水回波预报的综合因素

### 1. 回波发展、维持、减弱的一般征兆

降水回波的主要供应源在回波的西南部。当回波带或回波区的西南方不断有单体输送,且在移动中呈明显自身发展或与其它回波合并、加强的趋势时,会使回波区的整体结构更紧密,导致回波发展。对明显移动性回波,如出现强回波向前部聚集或其近前方不断有局地对流激发生成,并入主回波时,表明回波移动的前方存在明显不稳定,有利于回波的移入和加强。

反之,回波区西南方的回波供应变缓,移动中不再发展,单体间距加大,回波区发生明显断裂,强回波部位结构变松,强度趋弱,移速变缓,范围扩散时,则表明回波将减弱。

### 2. 强回波的结构与降水的关系

分析结果表明:强降水区和强回波区有着完全一致的对应关系。近年探测区的暴雨

天气都是由30dBz以上的回波造成的。当30dBz以上的较强回波和强回波相对集中,水平尺度达到几十千米量级时演变相对稳定,易产生较强降水,特别是当强回波逐渐汇集,移速缓慢和出现强单体的移向与回波带走向完全一致时,则更易产生强降水。从Column、Maximum产品的垂直分布上观察,当较强以上回波集中于中下层时,对产生强降水有利。

### 3. 超折射回波与降水回波的关系

根据传统观念,超折射回波预示天气稳定,短期内超折射区无降水发生。从武汉数字化雷达上经常可观测到降水回波与超折射回波并存,并互相影响的情形。一般说来,降水回波的后方、西南或移动的前方新生出超折射回波并发展时,常预示降水已无发展前途,将减弱消散。当降水回波移动的前方存在超折射回波时,可能出现两种情况,一是随着降水回波的移动,超折射回波不断减退,降水回波不断发展增强,在原超折射回波区产生强降水天气。另一种是超折射回波发展致使降水回波停滞、减弱、消散。

### 4. 地形对降水的影响

探测区内一些特殊地形对降水回波的形成、发展、维持等起重要作用。主要表现是宜昌以东到江汉平原西部的斜坡式地形过渡地带常使回波再次组织增强;西北移来的回波经过桐柏山等较小山脉时其南北支绕流会在背风坡汇集,产生局地更强降水;大别山西缘、幕阜山北侧不仅产生抬升阻挡作用而使回波加强、维持成为暴雨集中地,而且在条件适合时产生地形切变、辐合形成暴雨、局地强对流。

## FEATURES OF ECHOES DETECTED BY THE WUHAN DIGITIZED WEATHER RADAR SYSTEM AND ITS APPLICATION IN NOWCASTING

Xiang Jingkui

### ABSTRACT

By using the continuously moving image data obtained every 10 minutes by the Wuhan digitized weather radar system, the radar echo characteristics and the genesis, development and movement regularities of several main types of torrential rain and severe convective weather in the detecting area are described and analyzed. In addition, the factors relative to nowcasting are examined.

\*Affiliated with the Wuhan Central Meteorological Observatory