

# 一次非区域性大暴雨的中尺度研究

袁恩国 廖移山

(武汉暴雨研究所)

## 提 要

利用武汉WSR—81S数字化雷达资料以及一小时一次的地面温、压、湿、风、降水资料,对1987年8月18日出现在江汉平原北部的非区域性大暴雨作了较详细的中尺度分析研究,对其发生、发展有了初步认识。

对长江中游区域性暴雨的中尺度分析研究已经作了一些工作,这对较深入地认识这类过程中中尺度系统的发生、发展规律,提高和改善预报质量无疑具有较大作用。但对长江中游非区域性暴雨和大暴雨的中尺度研究工作较少,而这种过程虽然影响的范围不大,但其强度却十分剧烈,因而造成的灾害也是十分严重的。为了对这类灾害过程有一个进一步的了解和认识,为预报提供一些思考方法和线索。分析、研究这类过程中某些中尺度系统的发生、发展的可能机制是有意义的。

### 一、大暴雨概况及天气尺度背景

江汉平原这次非区域性大暴雨产生在中尺度地形——大洪山的两侧。大暴雨首先在大洪山东北侧出现,随州40分钟内(18日16时30分—17时10分),降水达116.8毫米,并伴有10级大风,经过4—5小时,即21时以后大洪山西侧的钟祥和荆门先后出现了76.6毫米/72分钟的大暴雨和236.1毫米/150分钟的特大暴雨。暴雨中心呈准静止状态,持续时间短、强度大、范围小,是本次过程的一个特点。

这次非区域性大暴雨发生前12小时(即18日08时),长江中游500百帕处于副高西北边缘,河南南部到四川北部有一切变线,湖北省处于西南暖湿气流控制之下,700百帕也为副高边缘的西南气流,陕南有一暖性短波槽,850百帕川东到鄂西有一弱气旋性弯曲,地面无冷锋影响。

### 二、大洪山中尺度气旋的生成、移动和消亡

自18日08时起,长江中游地面都被天气尺度南风流场所控制,在武陵山和江汉平原交界处以及大洪山的东北侧,由于地形的机械作用出现了明显的地形性气旋式绕流,同时在汉江上游出现了一条NE—SW走向,长度约220千米的中尺度辐合线并缓慢向东南移动。该辐合线中段沿汉江河谷南下,使得大洪山西侧地面由南风转为北风;而东段受大洪山阻挡逐渐减弱消失,大洪山东侧仍呈现明显的偏南风气旋式绕流。由于大洪山东西两侧流场的不同演变,因而在16时围绕大洪山形成了一个直径约130千米的完整的中尺度气旋(图1),其中心偏于大洪山西侧。在武陵山和江汉平原的交界处,地形性气

旋式绕流区受上述辐合线西段的激发，而产生一个雨强为22.7毫米/时的暴雨团，从而在该地诱生一中心为25.5℃的中尺度冷堆；在大洪山东北侧的随州附近，由于辐合线东

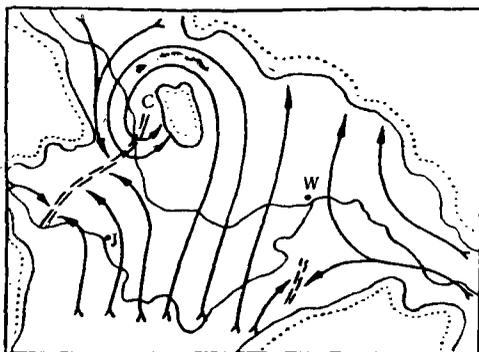


图1 1987年8月18日16时地面流场图

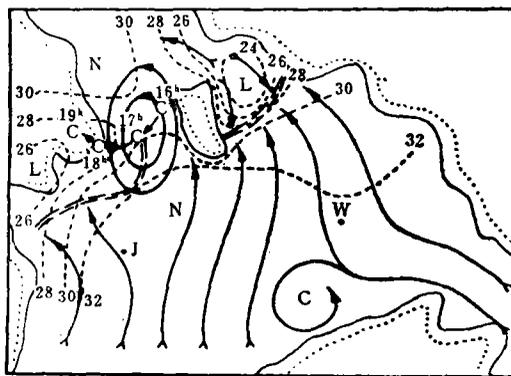


图2 1987年8月18日17时地面流场(矢线)及温度场(虚线) C表示气旋中心, A表示反气旋中心, N表示暖中心, L表示冷中心, W表示武汉, J表示荆州

段的逼近以及中尺度气旋形成后该地气旋式弯曲的加强，使该地回波迅速发展(图略)，16时30分至17时10分(40分钟)降水达116.8毫米，并诱生出一个中心为22.3℃的更强的中尺度冷堆，中尺度气旋就位于两冷堆之间的温度鞍型场的中性点上(图2)。该中尺度气旋形成后以大约30千米/时的速度向西移动，经过3小时，该中尺度气旋爬上荆山后即行消亡。

值得注意的是，在该中尺度气旋西移过程中，随州的强冷堆沿大洪山北侧不断向西扩展，从而使中尺度气旋一直位于温度鞍型场的中性点上(图略)，当这股冷空气沿汉江河谷冲下时，中尺度气旋即行消失。

### 三、大洪山背风侧中尺度次生气旋的发生、发展

随州附近的强冷堆一方面绕过大洪山北侧沿汉江河谷南下，另一方面则绕过大洪山

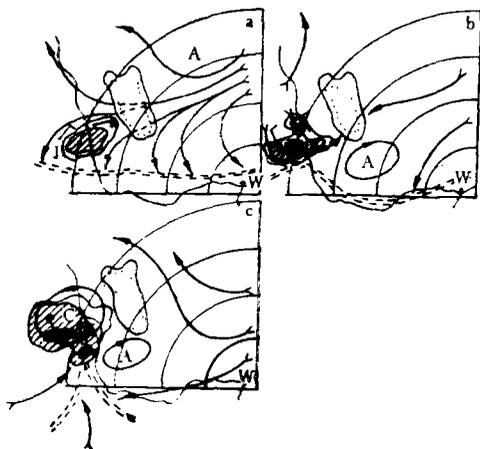


图3 大洪山附近流场和回波演变图 a.21时, b.22时, c.23时

南侧，20时两支绕山气流在大洪山西南侧的钟祥附近汇合(图略)。从武汉数字化雷达回波图上可以看到(图略)，16时30分大洪山东北侧出现两支回波带并向西呈开口的喇叭状，17时10分北面一支回波沿大洪山西侧折向南移，南面一支回波向南缓慢移动，19时30分该支回波在大洪山主峰南侧向西越过大洪山。21时钟祥地面由5.3米/秒的NNW风突然转为7.0米/秒的ENE风(这在该站是不常出现的)，同时荆门也由5.0米/秒的N风顺转为4.0米/秒的NE风(图3a)。结合上述现象，可以推断：大洪山东侧的强冷出流19时

以后开始在主峰南侧(平均高度约500米)翻越大洪山,并在西南背风侧下滑然后向西流散,21时下坡风到达钟祥并影响荆门。22时钟祥附近流场出现了明显的气旋式弯曲(图3b),并和大于40dBz顶高超过16千米的回波相结合。该回波在演变过程中其北部边缘向西北方向新射出一支回波并形成涡旋状,这说明在钟祥、荆门附近存在着一个中尺度气旋性环流,与它相配合在大洪山南侧有一个中尺度反气旋。23时荆门、钟祥间出现了完整的中尺度气旋(图3c),它仍有衰减40dBz顶高超过16千米的涡旋状回波与其配合,衰减34dBz的回波水平范围扩大到60千米,中尺度气旋南侧仍有一个中尺度反气旋。24时中尺度气旋维持少动,但回波开始减弱,19日01时中尺度气旋就地消亡。该中尺度气旋在大洪山背风侧生成到消亡为两小时,呈准静止状态,据地面流场估计它的直径约60千米,在其内部出现了暴雨和特大暴雨。

值得指出的是,通常由强降水造成的冷堆很快(一小时以内)就有反气旋式辐散流场与之相结合(本文随州的强冷堆即是一例),但是大洪山背风侧产生强降水以后,流场上并没有反气旋式辐散流场与之相结合;相反,与冷堆相结合的却是中尺度气旋,这一事实也说明了中尺度气旋的强烈。

#### 四、背风坡中尺度次生气旋发生、发展的一种可能机制

从18日19时的地面流场和总温度场的配置来看(图4),大洪山西侧正处于中尺度气旋前部的南风气流中,一条狭窄的总温度高能舌正好与它相配合。该高能舌是在前一小时(即18时)当中尺度气旋西移后其东部的南风气流控制该区域时建立起来的(图略),由于高空温湿条件变化很小,因此地面低层中尺度范围的增温增湿就为该区域内中尺度位势不稳定的强烈发展提供了十分有利的条件。

20时地面流场上,随州附近强冷出流的南北两支向西绕过大洪山的南北两侧,在背风侧钟祥附近出现明显的气流水平汇合;而越山气流在大洪山西南背风坡(坡度约为4/100)下滑并向西流散,这时风速在背风坡上最大,并不断向下方减弱,因而下方必然存在着风速的东西向辐合。在上述气流南北汇合和东西辐合的共同作用下,大洪山西南侧必定有着很强的气流水平辐合,使得那里的气旋式涡度得到发展。另一方面,这种强烈的水平辐合通过那里已建立起来的强烈的中尺度位势不稳定而使上升运动得到强烈的发展。

从地面流场的演变发展来看,20时以后,开始有越山气流出现;21时,22时荆门、钟祥附近出现气旋式弯曲;23时,24时完整的中尺度气旋维持了两小时。这说明了上述动力过程结合中尺度位势不稳定是形成中尺度气旋的一种可能机制。

由于上述过程只出现在大洪山背风侧约60千米范围内,因而由它所诱生的中尺度气旋直径也只有60千米左右,且呈准静止状态。加之这种动力过程的作用是短暂的,因而

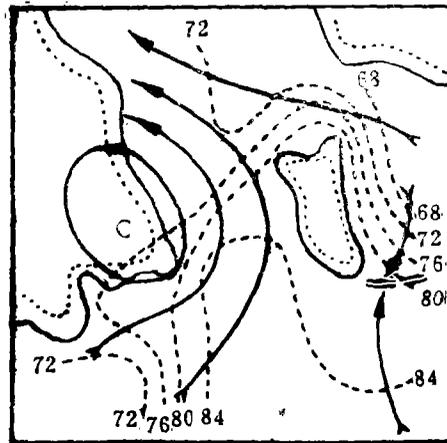


图4 1987年8月18日19时地面流场(实线)和总温度场(虚线)

中尺度气旋的生命史也是短暂的。

### 五、讨论与结论

江汉平原这次非区域性大暴雨和1983年7月3—4日区域性暴雨\*比较, 它们的天  
气尺度背景场是相似的。两次过程出现前12小时大气都处于位势不稳定状态中, 不过前  
者要比后者弱得多。但在暴雨出现的范围上它们有着很大的差别。因此对它们作较细致  
的中尺度分析是十分必要的。通过研究我们认为在大气位势不稳定度不很强的情况下,  
要十分注意中尺度范围内位势不稳定度的强烈发展。由于缺乏高空中尺度时空资料, 因  
此对地面加密的中尺度资料中小范围内的温湿变化需给以密切注意, 而这些变化是和某  
些中尺度过程有着紧密联系的, 如中尺度气旋东侧暖湿带的形成等。

具有中尺度性质的地形山脉——大洪山(平均高度约500米)是造成这场大暴雨的一  
个重要因子, 当地面为南风流场时, 大洪山东北侧的地形性气旋式绕流区常是造成暴雨  
的有利地区, 而该区域的强冷出流通过大洪山的南北两侧向西绕流和翻越过山所形成  
的大洪山背风侧中尺度次生气旋是导致后一场特大暴雨的直接触发系统。因而, 大洪山东  
西两侧暴雨的这种紧密联系为今后的暴雨预报提供了一个新的思考线索, 大洪山的作用  
在暴雨预报中必须加以认真考虑。

在这两场暴雨中共生成两个中尺度气旋, 第一个中气旋比第二个中气旋的直径要大  
一倍多, 它是在地面中尺度辐合线和地形的共同作用下围绕着大洪山形成的, 它处于温  
度鞍型场的中性点上, 并由强冷堆向弱冷堆一侧移动, 但在移动过程中没有发展; 第二  
个中气旋虽然直径小些, 但受越山气流和绕流的作用, 有明显地发展。由于这种动力作  
用只出现在背风侧的中尺度范围内, 因而由它激发出的中气旋也就呈现准静止状态, 从  
而造成了强烈的局地天气。

## A MESOSCALE STUDY OF THE OCCURRENCE OF A NON-REGIONAL HEAVY RAIN

Yuan Enguo\*\* Liao Yishan\*\*

### ABSTRACT

Using Wuhan WSR-81S digitized radar data and hourly ground tem-  
perature, pressure, humidity, wind and rainfall data, a detailed mesoscale  
analysis is conducted of the non-regional heavy rain that occurred in the  
Jiangnan Plain on August 18, 1987, with an acquirement of initial  
knowledge of its formation and development.

\*袁恩国等: 暖区暴雨中尺度系统发生、发展的研究

\*\*Affiliated with the Wuhan Research Institute of Heavy Rain