

河南“75.8”特大暴雨成因的初步分析(二)

“75.8”暴雨会战组*

中小尺度天气系统的活动

1小时达几十毫米的雨强，已经不是高低气压等这类天气尺度的系统所能解释，所以必须尽可能进行中、小尺度系统的分析。首先收集河南南部全部气象站和水文站的每小时雨量记录，详细分析这几天降雨的分布及雨区的时间演变情形；同时也分析全部县气象站的压、温、湿、风资料，绘制每小时天气图，分析中尺度天气系统，研究暴雨与中尺度天气系统的关系，以及中尺度与天气尺度系统间的关系。

(一) 中尺度雨团活动

分析逐时降水量图，将1小时雨强为10毫米的等雨量线内的雨区作为中尺度雨团，研究雨团的移动及其中心强度变化，发现暴雨区内有中尺度雨团的频繁活动。分析的结果雨团活动与雷暴活动基本一致。每个雨团其实就是一个或几个贴近的强烈发展的积雨云，这些积雨云群随着中尺度系统发生、发展和移动。一个地点的暴雨就是由这样的若干个中尺度雨团经过本地的结果。

从而雨团活动的情况看，可将整个暴雨进程分成三个时段：

5日：5日14时—6日08时

6日：6日08时—7日12时

7日：7日12时—8日08时

5日在板桥水库和薄山水库附近先后产生4个雨

团，尔后向北西北方向移动。6日有8个雨团先后产生在京广线两侧，它们在自南向北移动的进程中，形成“弯月形”的雨带。7日的9个雨团的活动形成两个雨带(图1、2)。第一雨带在北部，由1—4号、8号、9号六个雨团造成，其中有一部分是由铁路东边6日的雨团向西移入的；7日14时后，这一雨带分裂，与在33°N以南段压地区新发展的9号、7号雨团合并，才出现第二个雨带。以7日16时为例说，这时同时有5个雨团存在(见图3)。

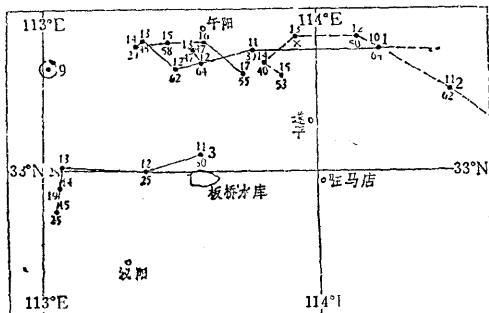


图1 1975年8月7日雨团路径

粗体字为雨团编号，黑点为雨团中心，点上数字为时间，点下数字为雨强(毫米/小时)，图2同。

*本文根据“75.8”暴雨会战组的部份成果改写，由杨国祥、丁一汇同志执笔。

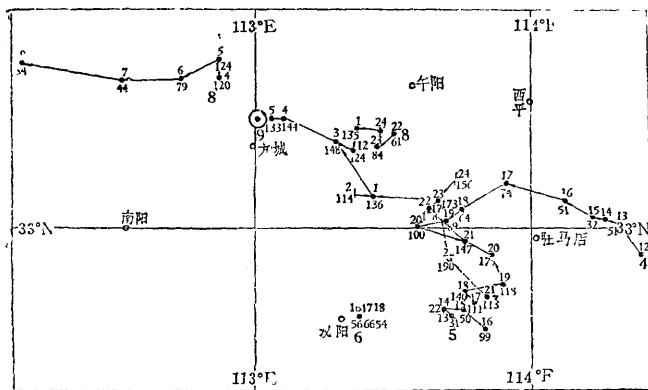


图2 1975年8月7日雨团路径

根据雨团移动的情况，可将雨团分为两大类。一类是移动性雨团，这是大多数。它们的移动与500毫巴风向基本上一致或略偏右侧。但雨团平均移速只有500毫巴风速的33%。另一类是准静止雨团。如7日的9号雨团，从7日09时至7日24时曾停留了16个小时。

雨团一般都要经历生成、发展以至消亡的过程。它的生命史最短的4小时，最长的16小时。雨团的合并往往导致雨团中心强度的增强。例如，7日19—21时有4、5、7号三个雨团在板桥水库以南先后两次合并成一个雨团，雨强由40毫米/小时猛增至143毫米/小时，以后该雨团又继续发展，强度达189.5毫米/小时。几个强烈雨团经过，造成板桥水库附近的特大暴雨。雨团合并的情况，在6日和7日屡有发

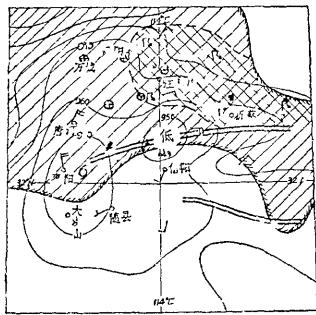


图3 1975年8月7日16时地面天气图

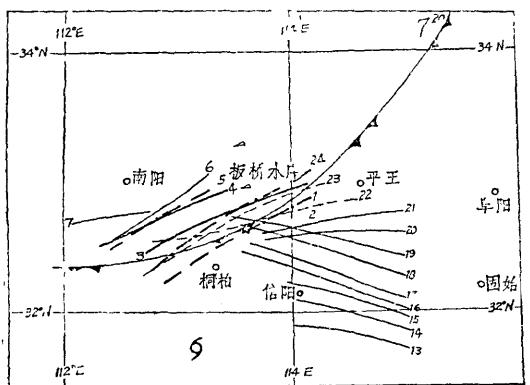


图4 1975年8月7—8日辐合线动态图

生，合并后的雨团至少比原先的其中一个雨团雨量要大。

(二) 中尺度天气系统及其与暴雨的关系

影响“75.8”暴雨的中尺度天气系统，总起来说，在气压场上表现比较微弱（图3），流场上较为清晰。在台风或台风槽的附近，经常出现同中尺度辐合区相联系的风的辐合线，有的出现在东南与偏南气流里，也有的出现在东北与偏东气流里。其中，生命史较长，与各时段暴雨关系较密切的，5日台风北边的偏东气流里，在115°E附近和32—33.5°N的范围内，先后有3条南北走向的辐合线自东向西移动。

6日台风中心以东50—150公里范围内，先后出现三条辐合线，随着台风气流作气旋性旋转，它们一般维持5—6小时。7日13时，在信阳西南的东南与偏南气流出现气流辐合线（图4），生成后自南向北移动，20时后这条辐合线出现在东北与偏东气流里，同时作逆时针旋转，向西北方向移动，8日晨移至南阳的东南消失。风的辐合线上空为中尺度辐合区，存在于雨团中心的上风方，这个低空辐合区为雨团的发生、发展提供了触发条件。

在气压场上，7日出现过2个中低压，一个是16时在风的辐合线上产生的中心强度为994.9毫巴的中低压（流场上反映为旋涡，见图3）。另一个是19时在驻马店附近产生的中心强度为993.9毫巴的中低压。第一个中低压生成以后向北移，强度有所增强，21时到达驻马店以南，然后折向西北方向移动，并逐渐减弱。24时蜕变为中低槽，槽线长60—80公里，自东向西移动。8日04时到达平顶山、叶县、方城一线，以后中尺度槽继续西移并逐渐减弱，06时后消失。暴雨中心始终出现在这个中低压的西北侧；低压中心平均距暴雨中心33公里，开始是40公里，以后两者靠近，23时只相距23公里，当中低压转变为中低槽时，暴雨在槽西侧10公里范围内。第二个中低压以后自东向西移动，23时社旗附近有一中低压，当时该站出现了10分钟的28米/秒东北大风，可能是这个中低压移去的反映。至于5日和6日虽然在暴雨区的东南方也有中低压（或旋涡）出现，但它们离暴雨区远，一般有70—80公里，而且象5日的雨团，与低压相向而行，距离越远，低压强度减弱，雨强反而增大，因而认为这两天的中低压（旋涡）同暴雨关系不大。

这次暴雨尽管伴有雷暴活动，但由于一般云底高度低，雷暴高压不明显，只在6日14时前后的地面气压场图上，在驻马店和确山之间能分析出弱的雷暴高压。

(三) 暴雨落点

分析暴雨的落点（落在什么部位）时，我们考虑以下几方面的中尺度条件：

1. 出现中尺度的位势不稳定区

分析逐时地面总静力能量场，发现暴雨有明显的中尺度分布，表示有中尺度的位势不稳定区存在。普查5日14时—8日05时地面总静力能量分布和后一

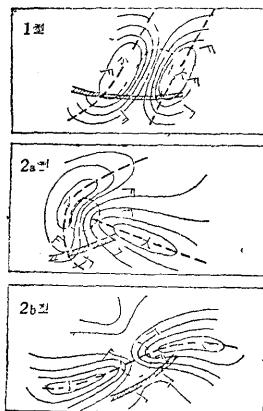


图 5 雨团落点模式

实线为总温度线，粗虚线为轴线，细虚线包的区域为雨团落点，影线为辐合线。

度触发机制有：(1) 在一定天气尺度系统背景下产生的辐合线、中低压或中尺度旋涡。(2) 向东开口的喇叭口地形，在东风流场中造成准定常的迎风面辐合区。东西向的桐柏山脉背风坡有利于涡旋和中低压产生。此外，水库附近下垫面性质的差异，也可能是这些地方往往是雨团源地的一个原因。(3) 天气尺度的辐合线(区)和中尺度辐合线的碰头处，往往是雨团强烈发展的地方。

3. 水汽辐合

对5、7日若干强雨团出现前后各时次地面水汽通量的中尺度散度场的计算表明。(1) 具有大雨强的雨团落点在水汽通量辐合的强中心下风方；(2) 水汽通量散度场($\nabla \cdot q \vec{V}$)的分布基本和散度场一致，也就是对 $\nabla \cdot q \vec{V}$ 分布起主要作用的是风场分布。

中尺度(以及这里未能进一步分析的各个积雨云代表的小尺度对流系统)的活动是在天气尺度系统的触发和制约下发生、发展的。但在中小尺度系统中发生的强对流暴雨上空释放的大量凝结潜热，使高层增暖，使暴雨区上空的空气浮力加大，上升速度加大，这种反馈作用进一步使天气尺度环流维持，从而使暴雨增强，形成持久的暴雨。

有利的地形作用

伏牛山脉东端的舞阳县以南的一连串丘陵向南一直连接到河南、湖北两省交界的桐柏山脉，形成一个弧状地形，这对台风外围宽广的东风转东北东风的气流，是有迫使辐合的作用的。所以雨区总的看来是西北—南东南走向的。

雨团的活动也明显地受着地形的影响。雨团雷暴初始都不是发生在台风低压中心部分，一大部分发生在上述弧状地形东面的南端平原上，这正是偏东北气流受地形影响(当然还有整个流场的作用)向北回折的所在。这里也正是有许多中尺度系统产生的低空偏东风气流左侧的气旋性涡度区。所以有许多雨团的

小时雨团落点的关系，发现可以归纳为两种型式：一种(图5.1型)是高能轴和低能轴基本平行，中间有一明显的能量锋区(60公里内 $\Delta T \geq 8^{\circ}\text{C}$)，未来1小时雨团往往落在能量锋区上或略偏下风方一侧。另一种(图5.2a、2b型)是高能轴和低能轴出现汇合的趋势，未来1小时雨团往往落在汇合区能量梯度较大的地方。

2. 中尺度触发机制

逐时分析地面气压场、流场和散度场，发现“75.8”暴雨的中尺度触发机制：

初始雷暴是在信阳东罗山、息县一带出现的，后来向北移动，到丘陵地区更加发展。另一部分雨团最初发生在丘陵地区，在这些丘陵地形附近，常出现气流辐合区，易发生积雨云群和雨团，尤其在三面环山，向东开口的马蹄形地形容易产生雨团。午后出现的雨团源地大多在水库附近。如7日雨团产生在段庄、瓦岗

(薄山水库15公里范围内)、石漫滩水库、宋家场水库及郭林水库等地。水库同雨团的产生之所以有这样关系，可能是午后水库的冷水面与周围山地之间造成的地方性环流，对于位势不稳定能量的释放起触发作用，在水库周围的山地上，有利于雨团的发生、发展。山地对雨团的移动也有影响，雨团进入山区后，大多沿低洼地区或谷地移动，很少穿越高地。另外，雨团还沿着河道移动，如7日从京广线以东向西移的雨团，就是分别沿着洪河和汝河河道进入的(见图6)。

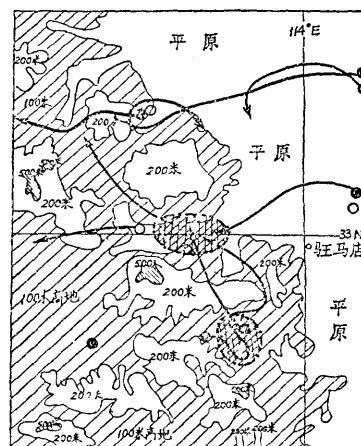


图 6 雨团移动与地形的关系示意图

黑圈为雨团，网格区为雨团活动区，箭头线表示雨团移动路径

上面分别分析了“75.8”特大暴雨的成因的四个方面。现在把它们联系起来，试作一概括说明。在7503号台风登陆前后，由于东亚环流形势的调整，使台风在登陆后得以深入内陆，而且在河南境内停滞少动。由于热带辐合带活跃，7503号台风没有脱离辐合带的情形下，在台风东侧外围形成了一条强水汽通道，使台风环流得以维持不消。这样才有可能与其它天气系统发生持续的相互作用，从而造成持续的强上升运动，丰富的水汽供应，不断重建的气层位势不稳定条件。同时在天气尺度系统的相互作用和地形作用下，低层得到不断水汽输送的热带空气中产生了一条条中尺度切变线，引起了频繁的强烈对流活动，形成很强的暴雨雨团。由于这种天气尺度条件能够长时期维持，接连产生21个雨团，它们在有利的地形或环流条件下又经历合并或增强过程，构成这次特大暴雨过程。应该指出，上述一些条件在其它暴雨中也可以存在，但它们都不象“75.8”暴雨这样，有如此多的有利条件都碰在一起。