

河南“75.8”特大暴雨成因的初步分析（一）

“75.8”暴雨会战组*

1975年8月5—7日，在河南南部洪汝河、沙颍河和唐白河流域上游的丘陵区发生了历史上罕见的特大暴雨（下称“75.8”暴雨）。中心测站3天最大降水量达1606毫米（4—8日共1631毫米），1天最大降水量为1005毫米，6小时最大降水量685毫米，3小时最大降水量495毫米，1小时最大降水量189.5毫米，大多打破了国内的历史纪录，有的项接近世界雨强极值。由于暴雨雨量大、猛、集中，因而造成了严重的水灾。

这次特大暴雨持续时间长，由5、6、7日3场大雨组成，分布地区5日与7日基本相同（见表1）。

降雨强度特大是这次暴雨的一个特点。1小时最大雨强189.5毫米已破国内纪录。有不少测点1小时雨强超出100毫米，而且有一个站点上连续出现4小时之久。华北气象记录中最大雨强以往一般只是1小时达70—80毫米。

表1

日期	地 区	中心站日雨量
5日	洪河、汝河上游丘陵区	672毫米
6日	汝河、颍河中游间的平原（在铁路东）	514毫米
7日	汝河、洪河、沙河上游丘陵区	1005毫米

据现场调查，群众普遍反映，这样3天的暴雨七、八十岁的老人不仅没有见过，也没有听说过。大雨时，风大，雷不停，有的地方发现龙卷风，不少屋顶被刮走。群众对雨强的描述：倾盆大雨，几步路外不见人。屋檐上的雨水流不及，屋上积水有四指深，山坡上的流水有脚脖子深。原来乌鸦满山坡的地方，雨后绝迹。从历史文献中查考，这样的暴雨也是罕见的。

造成这次暴雨的主要原因，7503号台风过长江以后经久不消。这台风4日02时在福建登陆减弱为热带低压，经赣南、湖北，6日02时过长江后转向东北东，6日14时又转向北，而且移动很慢，6日20时到达桐柏山区。7日08时到达河南泌阳县附近，此后第二次转向，折向西南，到8日14时才消失于大巴山南部。所以台风低压在河南南部停滞20多小时未消，有一段时间而且略有加深。

所以这次特大暴雨的成因分析有两大问题：台风为什么停滞久，以致发生三次大暴雨；暴雨雨强为什么这样强。这都是7503号台风在解放以来在长江以北

消失的9个台风中所独有的特点。总的说来，这次暴雨出现的条件十分复杂，是西风带环流和热带环流及各种天气系统相互作用的结果。下面我们分四个方面说明“75.8”暴雨形成的原因。

行星尺度环流的调整

大范围的特大暴雨与特定的环流形势有关，在特定的环流背景下，冷暖空气在某一地区不断交绥，造成暴雨的天气系统可重复多次出现，或长期停滞不消，使同一地区接连造成几场暴雨，酿成特大暴雨。例如1954年6—7月江淮流域的特大暴雨和洪水，是由11个高空槽东移造成；1963年8月2—10日河北特大暴雨和洪水，是由三次从西南向东北方向移动的低涡造成的；1975年8月中旬皖东的特大暴雨则是7503号台风的停滞、打转造成的。这么多的天气系统能够集中出现在同一地区或长期停滞少动，主要是由行星尺度环流特殊的演变情形所造成的，这种环流对暴雨天气系统的形成和移动，以及暴雨区水汽的输送都起着控制作用。在“75.8”暴雨期间，行星尺度的环流发生明显的调整，使7503号台风深入内陆后，在河南停滞打转而不消失，三天接连出现了三场大暴雨。

7503号台风所以能深入内陆而长期维持不消，从当时北半球西风带环流的演变来看，西风带长波由5个演变成6个，亚洲到西太平洋地区的经向度明显加强。8月2—4日，巴尔喀什湖低槽加深南伸，由于上游频散效应，使西太平洋地区的长波槽出现一次不连续后退过程，即原来在太平洋中部的长波槽变成短波槽东移减弱，同时在鄂霍次克海上空新建立一个长波槽，并逐日加强南伸。由于在80°E和135°E处西风带分别建立长波槽，使贝加尔湖东侧的长波脊发展，并形成稳定的阻塞高压。这个长波脊的发展对台风移动路径起着关键作用。它一方面使西风槽东移受阻并减弱，从而不能引导台风北上转向，另一方面使得在我国东部大陆上建立起一个高压单体，阻挡了台风北上的去路。后来从河西移来的小高压和东部高压区形成高压坝，最终使台风在河南南部停滞和徘徊长达20多小时之久（见图1）。这种大形势的调整时间，正好与台风移入内陆的时间相合。这种情况一般不常见，它对台风移动很不利，在预报中往往不易掌握。

台风登陆后3—4天内，强度不变，甚至略有增强，这主要是由三个方面的原因造成的：（1）弱冷空气的激发作用。7503号台风在深入内陆后，由于

*本文是根据“75.8”暴雨会战组的小结改写的，由丁一汇同志执笔。

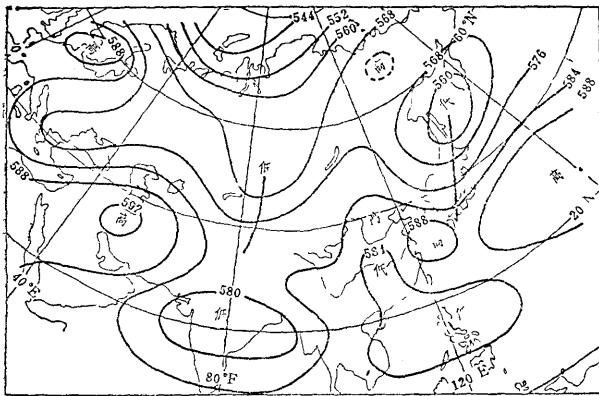


图1 1975年8月4—7日500毫巴平均图

其北侧的高压坝，使台风与西风带环流隔开，因而强冷空气不能直接侵入台风以破坏台风的暖心结构，而从中低层侵入台风的弱冷空气一般有使台风强度维持或再生的作用。这种现象在春、秋季南海台风的发展中时常见到，进入北方的台风也可见到这种现象。(2)水汽来源不断。7503号台风，从4日02时登陆后一直保持着很丰富的水汽来源。水汽来自南海和东海，由低空偏南和偏东气流输入，这两支气流都达到低空急流的强度（大于12米/秒）。偏东急流最大风速常在20米/秒左右（最大输送高度在0.5—1公里），它对整个暴雨特别是后期暴雨的水汽输送起着主要作用，台风的暴雨和环流也就是依靠这条强而稳定的水汽通道得以维持的。这种水汽通道的形成与强盛而不断北推的热带辐合区有关。在热带辐合区中常有几个台风或热带低压并存，它们与北面副高间形成强偏东气流（见图2）。当西面的一个台风已在陆上时，后一个低压使深厚的湿层通过偏东急流继续把水汽和能量输入台

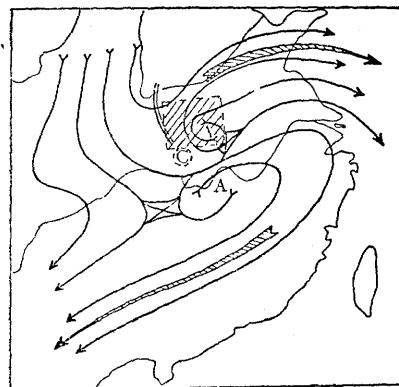


图3 1975年8月7日08时150毫巴流场
斜线区为暴雨区，影箭为急流轴

气旋环流（图3）。气流从暴雨区上空明显散开。这种高层反气旋可能是凝结潜热反馈的结果，它一旦产生，反过来又维持了台风的强度和暴雨。

由上可见“75.8”暴雨是发生在热带与副热带环流系统（副高），热带与西风带系统以及副热带与西风带系统相互作用的情况下，不少特大暴雨都有这个基本特点。在中纬度地区发生的特大暴雨多需要有热带系统或热带空气的加入，同样，较低纬度地区发生特大暴雨要有中纬度系统的加入和作用。这种相互作用大多出现在中纬、低纬大范围的环流同时发生调整的时期。由于中纬度环流经向度明显增大，使低纬度系统有可能北上，中纬系统也有可能南下，两者在一定地区发生强烈的相互作用，便能产生特大暴雨。因此根据环流形势演变的分析，确定中低纬度天气系统相遇的地点和时间，这对于做好暴雨预报是十分重要的。

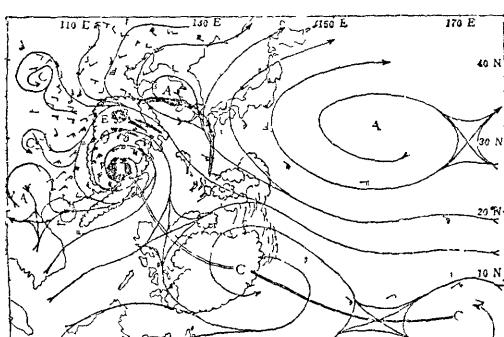


图2 1975年8月4日850毫巴流场（附素描卫星云图）

风，因此可以把台风不脱离热带辐合带看做是台风登陆后维持不消的一个条件。(3)台风高层有明显的辐散场。高空辐散场是台风发生、发展和维持的重要条件。7503号台风登陆后，上空一直存在着明显的辐散场。前期位于高空反气旋下方或西风槽槽前正涡度平流区。8月6日晚以后，由于暴雨区大量降水的凝结潜热释放，高层增暖，在250—150毫巴之间产生一反

天气尺度系统的相互作用

天气尺度系统对暴雨一般有三个作用。(1)提供深厚的湿对流条件；(2)引起上升运动（一般是几厘米/秒的量级）；(3)触发中尺度天气系统的生成与发展。在“75.8”暴雨期间，各种不同尺度天气系统的有利配置及其强烈的相互作用，使上升运动、水汽供应和位势不稳定都极为强盛。每一场暴雨过程都是由各种天气系统共同作用的结果（表2），既有热带和中纬度天气系统的相互作用，又有高低空系统的相互作用，还有不同尺度天气系统之间的相互作用。

表2 8月5、6、7日的天气系统

5日20时	6日20时	7日20时
东风扰动	台风	台风
低层东风急流	西风槽(1)、(2)	低层东风急流(强)
中层偏南急流	低层东风急流(弱)	低层东北冷空气(强)
西风槽(1)	中低层偏南急流(强)	偏南急流(弱)
暖锋	低层东北冷空气(弱)	高层小反气旋
		西风槽(弱)

8月5日台风中心离暴雨区还很远，对这次暴雨台风没有直接影响。暴雨的形成主要有4个天气尺度系统在起作用：东风扰动、低层东风急流、西风槽和暖锋等（见图4）。850毫巴东风扰动的轴线在5日20时已移到郑州—江陵一线，东风扰动的雨区和西风槽前雨区相合并，雨区成南北向的雨带（图2中E处的云团就是东风波的云团，在5日移到洪、汝河上游丘陵地带）。300毫巴西风槽线位于111°E附近。东风气流和北面中纬度干空气之间的弱暖锋位于驻马店—青岛一线。低层偏东风急流轴线，从上海伸展到郑州；500毫巴偏南强风速轴线从汉口伸展到驻马店附近。

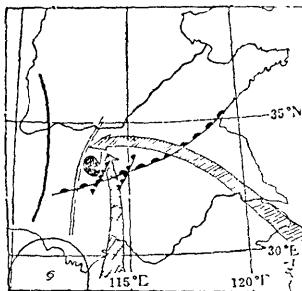


图4 5日参与活动的天气系统示意图

图中粗实线 300毫巴槽线

双线 东风扰动轴线

齿线 中尺度辐合线

影箭 850毫巴急流轴

网影箭 500毫巴急流轴

白箭 低层冷空气(下图同)

地面产生两条中尺度的切变线。由于：(1)东风扰动的轴线和暖锋以及暖锋在南阳和驻马店之间相交，在交点附近有强烈的低层辐合和对流活动；(2)高空西风槽与低层东风扰动上下叠加相互作用，使低层辐合进一步加强；(3)中低层急流的相互作用，风向向上顺转，使低空到中空风的垂直切变有利于强对流发生。因此中尺度系统和最强烈的降水发生在这个区域内，各种特征线的交点附近。

造成6日暴雨的主要天气系统是台风、西风槽和中、低空急流，其中台风环流起着重要的作用（见图5）。由于台风和西风槽相连接，形成北槽南涡的形势，使大面积的天气区和降水明显扩大和加强。在垂直方向上，台风东北侧位于高空槽前，这里低空是辐合，高层是辐散，是上升运动区，有利于暴雨的发生。在中低空急流的左侧也是对中尺度系统和暴雨发生最有利的地区。暴雨区上空中、低层风的垂直切变也很明显。在低层偏东急流和低层偏南急流或低层偏东急流与低层东北急流之间形成的中尺度切变线和辐合区，是强烈暴雨出现的地区。

8月7日的形势基本上与6日相似。台风低层偏东急流和低层东北冷空气是造成这次暴雨的主要天气系统（见图6）。由于：(1)在7日许多天气系统都比6日有明显加强，尤其是低层偏东急流再度加强，中层风速迅速加大，这对水汽输送和产生正涡度更为有利，而同时低层来自高纬较冷的东北气流也很强，因而在东北风和偏东气流之间发生强烈的辐合作用；(2)7日08时以后，在暴雨区上空250—150毫巴产生一个反气旋环流，使高层辐散得到增强，在垂直方向上组成了独立的深厚对流系统，这不但对台风尺度的气旋性环流维持有利，而且在低空强位势不稳定的情况下，导致许多中小尺度强烈对流系统的发展；(3)7日冷

空气从中低层明显侵入台风环流内（主要在西部和北部），强迫抬升暖湿空气，成为暴雨的一个触发机制，使台风在中低层具有斜压结构，产生正环流，增强动能，使垂直上升运动进一步增强。此外，从中层侵入台风的冷空气位于低层偏东暖湿气流之上，由这两支性质完全不同的气流造成了上下层不同平流，因而从800毫巴到地面气层的位势不稳定很强，这对对流活动的发生发展非常有利。可见冷空气的入侵对产生8月7日大暴雨的作用很大。总之7日的环流条件对强烈对流天气的发生最为有利。这一天晚上的卫星云图上云系的分布也证明了这一点，这时台风的螺旋云系已近于破坏，出现一些明亮的积雨云云团，其中最大的一个就在板桥地区，这表示最强烈、最集中的暴雨出现在这里。

天气尺度系统的相互作用造成非常充分的水汽供应条件。

5日20时台风位于常德附近，并与热带辐合区相连，在长江以北黄河以南出现了一条强低空水汽通道。水汽从东海洋面输入到暴雨区。这是台风或热带辐合区与北面副高相互作用的结果。6日20时，台风已移入河南境内。除了从东面继续有水汽输送外，从南面也有水汽输入。7日20时台风停滞在河南境内，这时有一个热带低压沿热带辐合区移入台湾海峡，同时在华北和东北地区有一个冷高压区建立并向东南方移动，使低空偏东急流再度加强，造成了从东海到河南暴雨区一条很强的东风水汽通道。这个水汽通道持续时间长，水汽供应源源不断。根据水汽通量计算，在整个暴雨期间，总水汽量的95%是从暴雨区东边输送来的，这正是偏东急流输送的结果。计算还表明：几乎全部水汽都是由低空(850—1000毫巴)输入暴雨区的。7日20时以前总净通量逐日增加，7日20时的水汽净通量比6日20时和5日20时要大得多，这对造成7日特强暴雨具有重要作用。一般认为地面比湿大于18—20克/千克，就有利于暴雨的发生，而在75.8暴雨区内，地面露点在25°C左右，比湿在20—21克/千克，暴雨区上风方的露点温度达26—27°C，比湿为21—23克/千克，远远超过了有利于产生暴雨的一般条件。暴雨区和暴雨上游区单站探空分析表明：

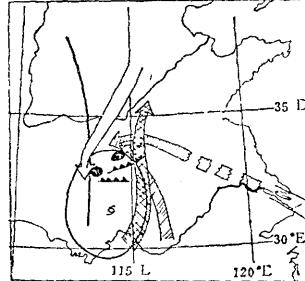


图5 6日参与活动的天气系统示意图

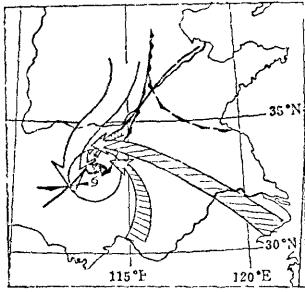


图6 7日参与活动的天气系统示意图

整个对流层中都非常潮湿，水汽含量比多年平均值都偏高很多，阜阳地面比湿偏高3.6克/千克，850毫巴偏

高0.9克/千克，700毫巴偏高2克/千克。这种深厚的湿层是一般暴雨所少有的，它是持续的水汽输送和天气尺度上升运动作用的结果。

在75.8暴雨期间，对流活动异常活跃和强烈。根据位势不稳定 ($\Delta\theta_{se}^{600}$) 的计算，在暴雨区及其上风方存在着明显的位势不稳定区，最大中心位于暴雨区的上风方。天气尺度系统的持续相互作用，不但形成暴雨区及其上风方位势不稳定区，而且使它们能在释放之后不断重建，以维持频繁的对流活动。另一方面，用风场、温度场和湿度场根据垂直运动方程计算的结果说明，造成天气尺度的上升运动中，凝结潜热的释放居首要的地位。也就是说，天气过程中不断造成云雨时放出的潜热反过来又对系统中上升运动的产生作出重要贡献（反馈作用），从而也利于系统的维持。

由上可见，由于各种天气尺度系统的相互作用使得暴雨发生所必需的丰富水汽供应、强上升运动、不断重建的位势不稳定得以形成和维持，结果造成了三场持续时间较长的强暴雨。三场大暴雨各自都是由很复杂交错的相互作用造成的，下面以8月7日的大暴

雨为例，用一种表示各种作用之间关系的“流程图”来说明大暴雨产生过程。

