

82525鄂北豫南强雹暴分析

孙士型

(湖北省宜都县气象站)

提 要

本文对1982年5月25日发生在鄂北豫南的强雹暴进行分析后得出：该强雹暴过程是由数个大体上自南向北移动的生消交替的Cb云系统组成的。和地面强南风风速轴相对应，江汉河谷平原有一个无对流活动带。准静止的低空偏南急流不断向北输送的暖湿空气，与下沉的干暖空气之间形成了露点锋。强雹暴就发生在 $(\frac{\partial \theta_{se}}{\partial Z})^{700}_{850}$ 的最大负值区，也就是700hPa和850hPa露点锋交叉汇合的位势不稳定区。从而为预报高后型强雹暴的发生时间和落区提供了有益的线索。

一、引言

1982年5月25日发生在鄂北豫南的强雹暴（以下简称82525强雹暴）是一次典型的高后型强对流天气。丁一汇等人^[1]把我国飑线发生的天气背景归纳为槽前、槽后、高后及东风波这四种类型，但高后型个例较少，对其天气特征和物理条件等需要做进一步的探讨。黄德江等人^{*}对湖北省的强雹暴做过系统的分析，但所分析的都属于和地面冷锋、西风带移动性低槽、高空锋区相联系的自北向南推移的个例，因而十分重视中空冷平流和高空锋区的作用。但82525强雹暴过程是由南向北移动的，分析中也未发现明显的冷平流、高空锋区、强风速垂直切变等，显然它具有与前者所不同的特点。全面地认识湖北省的雹暴过程，并初步提出高后型强雹暴的预报思路，这就是本文的目的和重点。

二、82525强雹暴过程分析

1982年5月25日13时至傍晚，鄂北豫南出现了大范围的强对流天气。保康、谷城、枣阳、随县、唐河、桐柏等县出现了10级以上的阵性大风，并伴有冰雹和对流性降水，大悟县出现了暴雨，给上述地区造成了严重的损失。

图1给出了82525强雹暴的分布概况。通过分析鄂北豫南35个气象站5月25日定时观测和自记记录以及郧阳雷达对Cb云系

统的连续观测，发现了如下事实：

(1) 强雹暴集中发生在所分析区域(110—114°30'E, 31—33°N)的西部(荆山山脉与汉江平原交界处)和东部，而和地面风速 $\geq 8m\cdot s^{-1}$ 强南风风速轴相对应，汉江

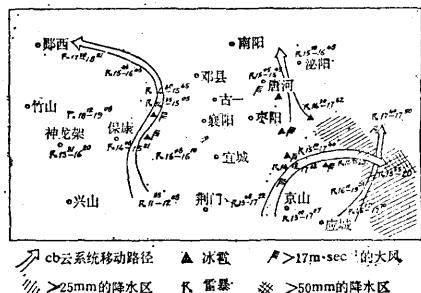


图1 82525鄂北豫南强雹暴分布图

河谷平原是一个无对流活动带。

(2) 分析雷暴活动等时线、气压跃升线、雷达回波资料后表明，它是由四个大体上自南向北推移生消交替的Cb云系统组成的，这同飑线规律传播的带状分布显然不同。

(3) 分析当日08至20时逐时压、温、

* 黄德江，一次强雹暴的个例分析，能量天气学研究文集，湖北省气象局科研所，1980。

邓秋华，79年3月29日湖北省雷雨大风及局部冰雹天气分析，冰雹预报材料汇编，湖北省气象局气象处，1980。

湿、风自记记录，除荆山山脉与汉江河谷平原交界处存在风的辐合外，强对流发生时无明显的风向不连续线，气压涌升均 ≤ 1.5 hPa/10s。

三、82525 强雹暴天气分析

陶诗言^[2]认为，在一定的大尺度形势下，有组织的强对流不是随机分布和发生的。本分析表明，该强雹暴发生在鄂北豫南绝不是偶然的，它同样是特定大尺度形势下天气尺度系统的产物，因而也是可以预报的。

分析5月19—26日亚欧500hPa天气图表明，该强雹暴过程不是发生在大尺度环流的调整期，而是发生在相对稳定期。高纬度维持偏北的两槽一脊，中蒙边境环流平直，锋区在50°N以北，冷空气活动路径偏北，这种形势显然有利于我国南方增温增湿。东亚中纬度的环流形势正好与高纬度相反，以强烈发展的经向环流为主。20日700hPa 105°E附近有一个316(10gpm)的高压脊，该高脊在110°E稳定3天后，24日20时移至115°E并一直维持到26日。24日20时

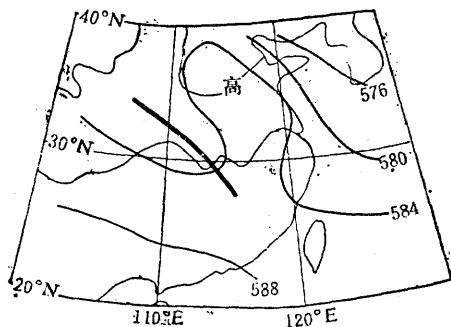


图2 1982年5月24日20时500hPa天气图

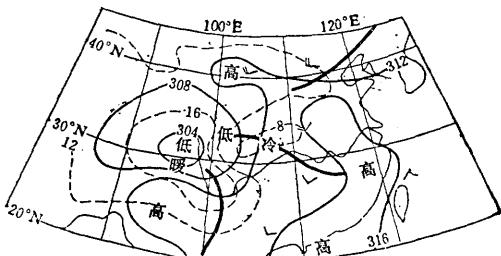


图3 1982年5月24日20时700hPa天气图

500hPa 华东相应出现了一个高压脊，郑州附近形成了闭合的高压环流。500hPa 西安至汉口有一负倾斜低压槽，700hPa 四川盆地有一暖低涡，武都至汉口有一条暖切变。中低层华中为一致的偏南气流（图2、3）。

上述环流特征说明该强雹暴是一次典型的高后型强对流天气，其主要特征如下：

(1) 由于高纬度维持偏北的两槽一脊，中纬度为准静止的高压脊控制，因而西风带移动性低槽、高空锋区、地面冷锋都不是该强雹暴的影响系统。

(2) 光化机场23—25日的探空资料表明，850hPa至200hPa各层都处于升温过程，纬向风垂直切变不强，25日08时仅为 $1.02 \times 10^{-3} \cdot s^{-1}$ 。说明对流层中高层冷平流不是该过程的成因。相反700hPa高原暖低压的东移，其前部暖平流造成陕南至鄂西北水平温度梯度增大，有利于扰动的产生。

(3) 700hPa准静止的高压脊连续4天控制华中，长江中上游出现大片晴空区，地面强烈增温。25日14时长江中游至河套为≥33℃的高温区，25日08时光化站从850hPa至500hPa处于深厚的条件不稳定。随着高压脊的东移，110°E附近从地面至400hPa高空盛行一致的偏南风，高压内的下沉气流使高空动量下传，从洞庭湖至汉江河谷到南阳盆地有一支地面偏南急流，风速≥8 m·s⁻¹。低空急流不断向北输送水汽，25日14时≥22℃的地面等露点线从四川盆地伸向南阳盆地，在鄂北豫南形成湿舌。综合温湿条件，分析25日14时地面总温度场，发现有一个轴线呈NE至SW向的Ω型高能系统，西安有57℃的低能舌伸向鄂西，两者之间有一条能量锋（图4）。强雹暴就发生

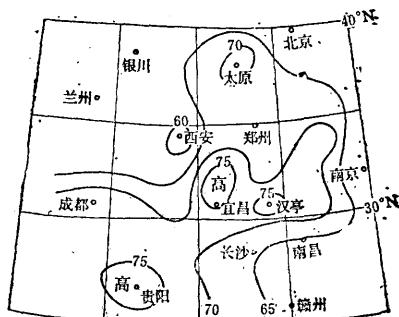


图4 1982年5月25日14时地面总温度场

在能量锋的暖区一侧，即Ω高能系统的左侧，这一事实同华北大范围雹暴能量会战结果一致。

(4) 分析 850hPa 和 700hPa θ_{se} 分布(图 5、6)发现，850hPa 的能量场上同样存在一个中间尺度的Ω型高能系统，338K 的高能舌从宜昌伸向南阳。但 700hPa 高度上，高能舌位置偏南，低能舌从郑州伸向宜昌。 θ_{se} 随高度呈反位相变化的最大区域正

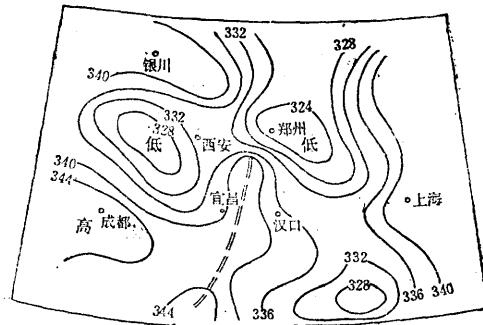


图 5 1982年5月25日08时850hPa θ_{se} 分布

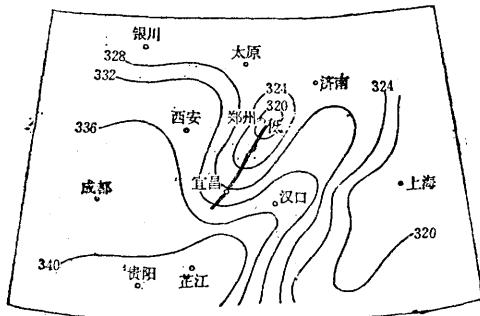


图 6 1982年5月25日08时700hPa θ_{se} 分布

是强对流活动区，实际上中层的干暖空气不仅加强了对流不稳定，而且使低层暖湿空气得以积累，起到了“干暖盖”的作用。

光化至南阳有 $-12^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 的 $\left(\frac{\partial \theta_{se}}{\partial Z}\right)_{850}^{700}$ 中心，有人曾对强对流天气的层结作过简单的分析，认为 $\frac{\partial \theta_{se}}{\partial Z}$ 达 $-6^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 有利于雷暴的产生，达到 $-12^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 会产生直径达 12 cm 以上的冰雹，达到 $-18^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 会出现龙

卷。由此可见产生这次雹暴的不稳定能量是足够充沛的。顺便指出，华南前汛期暴雨预报〔5〕使用理查逊数

$$Ri\theta_{se} = \frac{g}{\theta_{se}} \frac{\frac{\partial \theta_{se}}{\partial Z}}{\left(\frac{\partial u}{\partial Z}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^2}$$

作为落区指标， $Ri\theta_{se}$ 的负值中心常常是暴雨区。82525 鄂北豫南强雹暴同样发生在低空急流左前方风速切变小而 $\frac{\partial \theta_{se}}{\partial Z}$ 的最大负值区。

(5) 500hPa 上郑州附近的高压环流内不断下沉的高层干空气是干暖空气的主要来源，并在郑州附近形成干中心。25 日 14 时郑州地面 ($T - T_d$) 为 19°C ，08 时 850 hPa 和 700hPa ($T - T_d$) 分别为 27°C 和 24°C 。从而在郑州的干暖中心与南阳盆地的暖湿空气之间形成了露点锋，25 日 08 时 850hPa 和 700hPa 郑州与南阳间的露点梯度分别为 $9^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ 和 $11.4^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ 。如此强的露点梯度容易产生扰动。

不仅如此，我们还发现露点锋有随高度南倾的趋势。从图 7 可以看出，850hPa 露点锋位于光化至阜阳一线，700hPa 露点锋位于许昌至宜昌一线，两者在信阳附近相交。

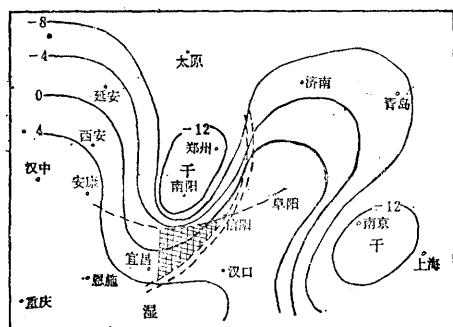


图 7 1982年5月25日08时700hPa Td分布

显然南阳、郑州中低层均处于干区；汉口至阜阳中低层均处于湿区；阜阳至徐州低层处

• 华北六省市区冰雹科研协作组，华北地区大范围雹暴的天气学研究，气象出版社。

于干区、中层处于湿区，因而它们都处于稳定或不太稳定的层结状态。唯有光化—宜昌—信阳这个三角形区域内，700hPa 干暖空气叠加在低空暖湿空气上，这种下湿上干的位势不稳定区正是强雹暴的发生区。由此我们认为，采用 850hPa 和 700hPa 露点锋交叉汇合找出位势不稳定区，并考虑 $\frac{\partial \theta_{se}}{\partial Z}$

的分布和强度作为预报高后型强对流落区指标是简单可行的。因为它比通常采用分析某一方向剖面图的方法更为简单明确，更能反映三度空间特征。

(6) MacDonald 在研究美国大陆的强雷暴时发现^[4]，500hPa 负倾斜槽经常同雷暴相联系。Mondodox 也注意到北美一些特大洪水和 500hPa 负倾斜槽的关系^[5]。这表明 500hPa 负倾斜槽有利于不稳定能量的释放。从图 2 可知，当西安至汉口一线的负倾斜槽和 700hPa 切变北抬至 31°N 时，鄂北豫南位势不稳定区正好处于正涡度曲率最大处，加之露点锋、日变化、地形作用等因素相结合，导致了 82525 鄂北豫南强雹暴的发生。

四、地形作用

如前所述，宜昌、光化、信阳这个三角形区域正处于位势不稳定区，就天气尺度而言，它们产生强对流的物理条件大体相同。但为什么强对流只产生于该区域的东西两侧，而和地面强南风风速轴相对应的中部无对流产生呢？可以初步认为这一分布特点与地形有关。

南阳盆地至汉江河谷平原，因其地势平坦历来是冷空气南下和暖湿空气北上的重要通道，25 日 110°E 正处于高压后部使其南风加大，分析 25 日 08 时至 20 时逐时自记风记录，该地始终存在一支风速 $\geq 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的强南风风速轴，考虑到 10 分钟平均风速比定时观测的 2 分钟平均风速小，订正后实际

上是风速 $> 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。这支强南风风速轴正是高后形势下上述特定地形的产物。它的作用有如下两方面：

其一，在理论上常把飑线看成一种重力内波，重力内波发展的条件是理查逊系数

$$Ri < \frac{1}{4},$$

即

$$Ri = \frac{g}{\theta} \frac{\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial Z}}{\left(\frac{\partial v}{\partial Z} \right)^2} < \frac{1}{4}$$

由于地面和低空为一支风速相近的偏南急流，强南风风速轴使 $\frac{\partial v}{\partial Z}$ 减小，Ri 增大，不利于对流的发展。

其二，南方的暖湿空气在向北输送的过程中因强南风风速轴的作用，在相同的时间内中部比两侧的水平输送量大，输送的位置更偏北一些，从而形成了 Ω 型高能系统。从本分析中可以看出，地面强南风风速轴和 Ω 型高能系统对称轴近于重合。华北大范围强雹暴的研究表明，强对流常常发生在 Ω 型系统两翼，中部为弱对流区，可以进一步说明和地面强南风风速轴相对应的中部无对流活动的原因。

参考文献

- [1] 丁一汇等，我国飑线发生条件的研究，大气科学，1982年第1期。
- [2] 陶诗言等，暴雨和强对流天气研究，大气科学，1979年第3期。
- [3] 王丙铭、罗会帮，暴雨天气动力学一些问题的探讨，中山大学学报，1978年第1期。
- [4] MacDonald, N. J., Mon. Wea. Rev., 104, (1976).
- [5] Mondodox, R. A. et al., Mon. Wea. Rev., 106 (1978).