

一九六三年八月上旬河北省西南部地區

特大暴雨過程的中小天气過程的初步分析

河北省邢台專区气象台

一九六四年二月

1963年8月上旬河北省西南部地 区特大暴雨过程的中小天气过程 的初步分析

河北省邢台专区气象台*

八月上旬，河北省沿太行山东麓出现了一次历史上罕见的特大暴雨，石家庄、邢台、邯郸三专区沿京广铁路及其以西地区。总雨量普遍都达800毫米以上，最大降雨中心在邢台西北郊山区水利部门辉松公社雨量站过程总雨量为2052毫米。3~8日每日都有大于200毫米的降雨中心出现，最大一日降雨量辉松公社达865毫米。为了更好地认识这次暴雨过程中的雨量变化情况 and 降水系统的条件，利用现有的测站密度和观测资料进行了比较细致的分析，企图对中小尺度天气系统活动在这次特大暴雨过程中的影响和作用有所了解。

一、暴雨的一些特征：

1. 逐日暴雨中心除大体向北移动外，还有東西摆动的现象：如7日08~20时暴雨中心在铁路东部，而7日20~8日08时暴雨中心则西移至铁路西侧。5、8日连日出现了特大暴雨，但以4日雨量强度最大；暴雨中心在邢台，最大中心为辉松的865毫米。其次是3日，暴雨中心为邯郸的467毫米。

2. 降水强度变化大，有明显的阵性；这次特大暴雨并非连续不断的均匀性降水，而是时大时小，甚至常有间隔，从几个测站的雨量日记来看，多为极密集纵线间隔以平滑的横线，

* 係河北省气象局组织邯郸、石家庄、邢台三专区集中资料，参加讨论而由邢台专区气象台负责分析整理的。省气象台及省研究所也参加了意见。

如邯郸4日0—6点共下了305毫米，其中3⁰⁵—4⁵就下了107毫米。而7—14点仅下2毫米，15—18点又下120毫米。类似现象各站均有，同时天空状况变化也大，据当时目测：每当偏东风加大，浓厚的直展云或积雨云像一座墙或海中浪峰直湧而来，云到后便是大雨倾盆。风大时雨也大，增大过程常在数分钟之内，大雨过后，云层变薄，透过云层可见蓝天及星光而破云，夜間可见星々月亮。

3. 邢台站有明显的夜雨现象，如4—9日邢台夜雨尤其是后半夜的雨量大，而白天的雨量小，但石、邯这一现象不如邢台明显（附图2）

4. 雷雨日数南部多于北部，前期多于后期，8月上旬邢、邯、二专除7日及10日外共有8天雷雨。而石专仅1日2月4日这三天有雷雨。

二、造成暴雨过程的大天气形势背景：

1963年8月1—10日再稳定而持续的中东环流型①型，这十天内，欧洲有阻塞高压，乌拉尔山至巴尔喀什湖有深厚的低气压槽。5日前60°N以北东西伯利亚地区有高压，60°N以南，从勘察加半岛伸向贝加尔湖一横槽。以上系统之南为，从黑海到日本有斜向环流。太平洋高压北抬至日本形成稳定的日本海高压，河北南部处在日本海高压后下水汽充沛的偏南气流里。这期间，从东西伯利亚有小高压东移加入到日本海高压中，从新疆西部低气压底部有小槽分裂沿斜向气流东移加入到从四川北上的低涡中，入侵河北南部造成太行山东麓特大暴雨。5日后，东西伯利亚高压西退到贝加尔湖西侧，建立起一个南北向的长波脊，脊前的偏NE气流直伸到河套东部。这个长脊脊与日本海高压之间出现南北切变，维持在山西河北两省之间。此外，9日还有小低压从河南经河北南部向NE移去。以

上系统造成了 6—9 日太行山以东，燕山以南，大范围的特大暴雨天气过程。

和上述高空形势对应，地面华北区域图上从蒙古经东北到渤海沿岸维持一高压带，我区处于高压带底部的偏东风流里，自河南有浅倒槽伸向河北南部，河套附近亦有一倒槽，后来东移与其南部浅倒槽合併成为一体，在整个暴雨期间河北南部始终处在倒槽的控制下，虽有间合低气压自河南北移，4 日移到晋冀交界的南端后，便趋于消失。此外从高空和地面结合来看 4 日、7 日、8 日分别有冷空气自山西高原入侵河北西部。

三、中小系统分析：

仅从上述高空形势来看，还不能说明此次暴雨的特征。因此有必要利用中小尺度系统分析来了解一下这次暴雨天气特征成因。

(一) 分析方法

我们这次分析是利用目前台站网和日常观测资料（大部分站是一日三次观测）主要是用风场风速进行流场分析，兼来使用气压场的分析，根据这种分析方法结合其他辅助工具也得到了一定效果。

(二) 分析中小尺度系统的工具：

1. 8 月上旬每天 08 时、14 时、20 时的小天气图，小图面积约 9 万平方公里，测站密度为 30—50 公里。包括河北省石家庄、邢台、邯郸三专区及与河北接壤的山西、山东、河南等省的边缘地区，共 46 个测站。（附图 3。）

小图的分析内容含有：

a. 流场分析

b. ΔP_{24} 场分析

c. ΔT_{24} 场分析

2. 接近暴雨中心的四个车站（石家庄、鸭嘴营、邢台、

邯郸) 一小時間隔的溫、壓、風、雨量等要素時間演變圖。

3、邢台站三年日平均氣壓曲線及平均1小時變壓圖，用以考察氣壓變化時消除日變化因子的影響。附圖4。

4、雷暴路徑圖。

5、六小時、12小時、24小時雨量分佈圖。

6、邢台日轉的氣壓、雨量、溫度、濕度等自記記錄。

(三) 在这次过程中的中小尺度天气系统：

在3—9日的小圖上看云：08—20英一般中有流綫系統20个，並分別从單站要素演變圖上找出它們所对应的要素演變特徵。然后再使用單站要素時間演變的特徵，反过来在它們的單站要素時間演變圖上又找出系統4个，共有系統24个，显然这个数目是不够完整的。中小系統出現情况如下表：

(表見附頁)

以上系統表現成以下几种形势：

1. 辐合中心
2. 东来辐合綫
3. 西来辐合綫
4. 北来风速辐合綫
5. 东西摆动的辐合綫

另外还有辐散中心和辐散軸綫兩类系統，由於它們和天气的表現关系不太明显，这里先不作更多讨论。

通过分析这五种系統都引起了雨强加大，这五种系統的特徵分述如下：

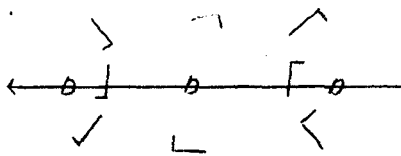
1. 辐合中心

①定义：小圖上表現有流綫同一英外聚合。

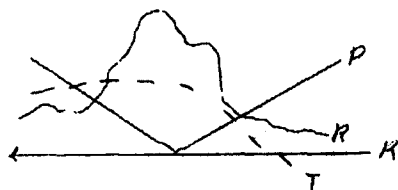


② 辐合中心通过地区的车站要素变化：

a. 风有明显的转变；风向按照测站所处相对于辐合中心的不同部位作不同方式的转换。如辐合中心自东向西通过时其北部测站，风向顺转由 $N \rightarrow NE \rightarrow E \rightarrow SE$ 。南部测站的风向逆转，由 $N \rightarrow NW \rightarrow W \rightarrow SW \rightarrow S$ 。辐合中心离附近通过测站时，测站为静风或风速很小。



b. 气压有降后升。



c. 气温变化一般和气压变化相反有升后降

d. 辐合中心影响的区域内雨量极大，是整个特大暴雨过程中引起降雨强度增大最强的系统。如4月14日邢台站附近的辐合中心造成邢台西北部山区6小时雨量达250毫米以上，邢台站1小时雨量突增47.3毫米。

③ 出现次数及日期：本次特大暴雨中共发生此类系统5个：(附图5~8) $3_8^{204} - 4_8^{084}$ 为一个，(它可以追踪到中天气图上，即华北区域图上西南低压的本身。)

4日14点—4日20点有二个。

7日08点上有二个。

④生命史：以在一张小圈上出现为6小时左右，连续二张圈上出现为6—12小时，连续三张圈上出现为大于12小时（因小圈为6小时间隔一张，又无东西侧的1小时间隔的要素时间剖面图，故以小圈出现的张数来判断，以下系统生命史计称公此）联合中心的生命史有3个为6—12小时，有一个不明（因附近无车站1小时间隔要素时间剖面图）有一个3日20点为大尺度系统，可追踪到区域图上，生命史为24小时以上。

⑤尺度：以联合点作中心，以四周流场图中心联合的最大范围，量取其径，最长为60 KM，最短为35 KM。

⑥移动速度：一般为5 KM/小时，个别联合中心玩地生消，如4日14点邯郸附近的联合中心就是玩地生消的。

⑦举例，8月7日08点小圈上（附图9）

石家庄到鸭鸽营的西部和阳泉附近各有一个联合中心存在，现以石家庄，鸭鸽营西侧的联合中心为例进行说明：根据石家庄、鸭鸽营的车站要素时间剖面图（图10）可以看出联合中心自西向东移动，在0—8点左右通过这两个站，气压和气温出现了与日变化相反的波动，而且气压有较大幅度的下降，从0点到8点，石家庄气压共下降了4 mb，08点石家庄气压降至最低点，以后逐渐上升，风向由N—NE—SE呈顺时针转向，气温在00—08点间明显上升，石家庄升了2—3℃，而08点后，开始下降。雨量有显著的加大，02^h—08^h6小时雨量达104毫米。鸭鸽营0—3点有北风，3点后转S风，5—7点气压达最低值，02^h—08^h6小时雨量达132.7毫米。

2. 东风联合线：

①定义：偏东流场上自东向西移动的风向联合线，一般

为 NE 和 E 风或 E 风与 SE 风的辐合线。

② 东风辐合线过境时车站要素的表现：

- a. 风向作顺时针转变，风速一般是辐合线后（东侧）加大。
- b. 气压下降，
- c. 温度变化无明显的规律。
- d. 东风辐合线过境后雨强有明显的加大如附图 1 所示。

③ 出现次数及日期：本类系统共出现了 7 次：

3 日 08 时——20 时前有二个

3 日 14 时——20 时后

4 日 08 时——14 时

5 日 08 时——20 时

5 日 08 时——14 时

6 日 08 时——20 时

④ 生命史：一般为 6—12 小时。

⑤ 尺度：以有风向的距离为准，最短为 50 KM，最长为 60 KM。

⑥ 移动速度为 10 公里 / 小时沿 700 mb 以下近地层气流方向移动

⑦ 举例：如 3 日 08 时图上（附图 11）蒙城至颍上，南召至大名。

一条东风辐合线 A₁ 及 A₂，从邢、邯二站要素反应云（附图 12）：

A₂ 是 13—14 时过邢，12—13 时过邯的，各站反应有风向顺转，气压下降，并有雨量增大等现象。A₁ 过石、鸭时也有同样反应，但雨量强度比 A₂ 弱得多。14 时小图上这两个辐合线均移

到铁路沿线及其西部，20点向西移到山区丘陵地后便消失了。

3. 西来辐合线：

①定义：从西部山区向平原东部移动的辐合线，辐合线前（东侧）为E或SE风，辐合线后（西侧）为N至NW风。

②过车站时要素反应：

a、风向逆转

b、气压上升

c、气温下降

d、雨量加大，有时在辐合线入境前加大，有时在辐合线过境后加大。

③出现次数及日期：本类系统共出现3次：

7日20时—8日20时即大圈上的冷锋

8日14—16时

9日08时—14时，（可能还是7日20时~8日20时的冷锋系统。）

④生命史：除冷锋外生命史为6小时左右。

⑤尺度：生命史长的冷锋尺度大于200公里，生命史短的辐合线尺度为60KM。

⑥移动：沿700以下近低层气流移动，移速为10公里/小时。

⑦举例：在8日14时小圈上（附图13），冷锋A已到达平原东部，在铁路西侧，邯郸西北方、鸭鸽营南部各有一辐合线B及C。在邯郸车站要素记录图上，（附图14）可见冷锋A是11—12时、B辐合线是14—15时、C辐合线是20⁴—21⁴过邯郸的，这些系统过邯郸时表现出风向逆转，雨量加大，气压消除日变化因子后有上升趋势，气温下降。

4. 北来的辐合线:

① 定义: 自北向南移动的辐合线这类中尺度系统多表现为风速的辐合线, 但也有风场的辐合如上面所举 8 月 14 日小图上 C 辐合线。

② 过站时的要素变化:

- a. 风速加大, 或转北风。
- b. 气压略有上升。
- c. 雨量加大。

③ 出现次数及日期: 共出现了 6 次

4 日 08 时附近

4 日 20 时附近

5 日 1—3 时

5 日 5—6 时

5 日 7—8 时

8 日 14—20 时

④ 生命长: 是这次过程中生命史最短的一类系统, 通常小于 6 小时。

⑤ 尺度: 也是这次过程中尺度较小的一类中尺度系统, 一般尺度为 60 公里左右。

⑥ 移动: 受 700mb 以下近地层气流操纵。移动是这次过程中最快的一类中尺度系统, 一般为 20 公里/小时

⑦ 举例: a 见附图 13 的辐合线 C。

b 4 日 20 时小图上 (附图 8) 石家庄北有一风速辐合线存在, 附图 15 上可见它是 4 日 20—21 时过境, 表现有风速加大, 气压上升, 雨量加大等特点。

5. 复合型: 有些中尺度系统具有二类中系统的性质, 如有些南北向辐合线, 原来是属于东来辐合线一类的, 但它移到

西部后复又回摆向东移动，变成西来辐合线，见附图16，这种情况在本次过程中有2次，出现在6日及4日14-20点，8日20至9日08可能也有这样的过程，因资料限制，不敢肯定。

此外在辐合中心的外围常附着有一个个东来辐合线，如4日辐合中心在邢台附近，但它外围的东风辐合线曾影响石家庄专区西部也有较强的降水发生。这种附着于辐合中心上的东来辐合线比一般东来辐合线降水强度大。

(四) 中尺度系统与大规模形势，小图 ΔP_{24} 场， ΔT_{24} 场及地形作用的综合分析：

1. 与大规模形势之间的关系：中尺度系统与大规模形势有着内在的联系，如辐合中心常出现在高空低压移动的右前方，或地面倒槽，南北切变气旋性曲率最大的地方。又如东风辐合线在平原东部降水不大，当它投入到大尺度降水影响系统地区上时，雨势强度便有明显的加大。

2. 中尺度系统与 ΔP_{24} 的关系：辐合中心出现在 ΔP_{24} 绝对值最大处；如3日20点邯郸以南有-6mb的 ΔP_{24} 中心相应这里出现了辐合中心，又如4日08点及14点邢台与邯郸一带出现-5--6mb的 ΔP_{24} 中心，相应这里也出现了二个辐合中心。7日08点阳泉及鸭鸽营附近有-7.7mb的 ΔP_{24} 中心出现，同样这里也产生了两个辐合中心。

相反，8月上旬的其它日期内没有这样明显的 $-\Delta P_{24}$ 中心出现和发展，且反应为大片的 $+\Delta P_{24}$ 区，这时没有发现有辐合中心产生，因此 $-\Delta P_{24}$ 绝对值最大中心的出现和辐合中心的出现应有一定的密切关系。

3. 与 $-\Delta T_{24}$ 场的关系：在这次过程中，辐合中心产生前6-12小时，从小图上可以看到西部山区有 $-\Delta T_{24}$ 出现，西来辐合线后亦有 $-\Delta T_{24}$ 出现。根据大中形势判断， $-\Delta T_{24}$ 的

出現是有弱冷空气从西方或西北北活动的結果。

4. 地形与中尺度系統的關係：在这次过程中，各类中尺度系統不仅有形态上的区别，而且它們出現的地区也各不同。如辐合中心多产生在河谷出口处附近。东风辐合綫产生在冀魯交界外，西来辐合綫产生在山区，北来辐合綫多活动在石家庄专区西部。这些現象和地形可能有关係：如，东风辐合綫所以产生在冀魯交界外的原因可能是：8月上旬我区均处在太平洋高后的SE气流控制下，SE气流在泰山沂蒙山区的背风坡产生地形槽，但这种槽是没有降水天气意义的，当它随E风移到大形势的降水影响系統下，就会加强降水天气。又如辐合中心常生成在河谷的出口附近可能是因为冷空气順河谷东移，4日、5日夜间-7日确有冷空气侵入山西高原，然后减弱东移，沿山谷下来影响我区使这一带的风向转成偏西风，从而将场村倒槽北部曲率最大的地方切下来形成了辐合中心，而其他地方则无产生转西风的有利地形条件。

(五) 雷暴路径图的分析：

雷暴路径图是将各站所观测到的雷暴方位、时间填在小图上，然后根据各站雷暴发生的方位及时间分析各雷暴单体的活动范围，移动方向，生消时间等，发现这次暴雨过程中雷暴单体有以下特点：

1. 生命史不长，一般小於2个小时，有的只有几分钟。
2. 发生地点規律性不强，而是散佈在全区，但南部多於北部。

3. 移动方向不固定。有的沿低层风向移动，有的逆风向移动，还有的作反气旋性环状移动。

4. 从整个暴雨期间看，前期多於后期。

四、小 結：

1. 这次特大暴雨过程中(3-9日),在石家庄邢台邯郸三个专区中利用扩大范围的小天气图共分析出24个中尺度系统,其中包括辐合中心5个,东风辐合线7个,西来辐合线3个,北来的辐合线7个,东西来回摆动的辐合线2个。这些系统都造成雨势强度的变化,这些系统在大图上是分析不出来的。

2. 这些系统的生命史一般为6-12小时,它们的尺度,辐合中心直径最小为35KM,最大为60KM。辐合线长度一般为50-150公里。以北来的辐合线尺度最小一般长度为50公里左右。移动速度以辐合中心最小为5公里/小时左右。北来的辐合线最快为20公里/小时。辐合线一般速度为10公里/小时。由此可见尺度愈大生命史愈长,反之生命史短。

3. 上述中尺度系统过境时,表现为降水强度加大,气压和风向有明显规律的变化,而温度变化则规律不十分明显。

4. 以上中尺度系统以辐合中心伴随的降水强度最大,而辐合中心一般产生在高空低压的右前方,地面气旋曲率及 $-\Delta P$ 24绝对值最大之处。

5. 上述系统的生消可能与地形,冷空气活动有较密切的关系。

6. 以上中尺度系统在远离大尺度降水影响系统时,伴随的雨势并不大,只当投入大尺度降雨影响系统时,才会造成大暴雨的降水。

五、几个问题的看法:

1. 西南低压和南北向切变造成这次特大暴雨过程,但暴雨特征与小天气图分析出来的中小尺度系统密切关连;要掌握雨势强度变化和短期内暴雨中心的位置,就必须掌握这类系统的生消、移动、变化等规律。

2. 中小系统的存在不是杂乱无章的,它的存在与大尺度

系統有着內在的聯繫，例如這次過程分析出的五個輻合中心均出現或生成在：①高空低壓的前方，②地面氣旋性曲率最大的地方，③地面 $-\Delta P_{24}$ 絕對值最大的地方，④輻合中心西方有一 ΔT_{24} 出現。西來輻合綫都發生在有弱冷空氣入侵時，東來輻合綫多發生於穩定的偏東氣流下風速加大時。等。

3. 我們分析出來的中尺度系統可能與地形有關：如輻合中心多產生在河谷出口地區附近，東風輻合綫生成在SE流場下，泰山背風坡地形槽正渦度輸送區附近，然後隨低層偏E氣流向西移動。

4. 這次過程的中小系統的移動較700mb以下，尤其是近低層的氣流操縱，它的速度小於地面風的速度。

5. 當中小系統位置偏東時，伴隨雨勢並不大，而在鐵路綫附近時雨勢就比較大，如5日08點在南宮，鴨綠營各有一個中尺度系統，但南宮附近6小時雨勢不足20mm，而鴨綠營西部雨勢在50mm以上。可見中小系統只有和大尺度系統結合時，才能形成較大的雨勢。

6. 從這次暴雨過程的大形勢背景來看，付熱帶高壓穩定在日本海上，高壓南方的太平洋面上是一個東西向的台風槽，河北南部處在這個付熱帶高壓底部台風槽西北方（但還有一些距離）的偏E氣流里。當時目測的天氣現象是每當風轉E風或E風加大時，雲便像一座牆似的直湧而上，隨之大雨傾盆，過程中很少有氣壓湧升綫，或偏北大風。因此，我們認為這次暴雨過程的東來輻合綫具有一些熱帶天氣的性質。

7. 關於夜間雨大的問題：在3—9日共7日中從邢台，邯鄲、石家莊等站每6小時雨勢來看，夜雨大的日數邢台有6天；而且以02點—08點為最大，邯鄲有3天；石家莊有4天，后兩站的夜雨現象並不突出，經與日氣壓曲綫及邢台站三

年日平均气压曲线对照考虑除去日变化因子影响，发现气压的低谷与雨势的高峰基本上——对应。因此，我们认为邢台的降雨现象不是某种固定因子引起的日变化。见附图2。

8、关于雷雨南部多北部少的问题：我们曾计算了8月上旬北京、太原、济南、郑州等四站沙瓦特指数，发现一般南部不稳定指数大于北部的不稳定指数，见附图17。

所以雷雨天气和大形势的连结稳定度有关，而和中小尺度系统的活动关系并不十分密切。

9、关于大中国上3—4日西南低压是否北上的问题，曾有不同看法，这次我们通过流场分析及单站要素时间演变图分析认为西南低压没有北上，3日20点这个低压移到邯郸西侧，后向西北部山区移去，在太行山南部邢邯交界处消失。因为3—7日小图的全都几乎全是偏东流场。4日及7日出现的辐合中心，生命史很短是当地生成的中尺度系统。

10、除了上述尺度的系统外，还有尺度更小的系统存在，这些可以从气压自记及雷暴路径图上反应出来。如：邢台气压自记日1155左右气压突升了1mb 155—200又降了0.5mb相应下1.40—1.55mm的雨这种急骤的变化表明还有许多尺度更小的小系统存在。雷暴路径图上也表现有一个个小小尺度的雷暴单体存在。

11、通过这次特大暴雨过程的中小尺度系统分析，我们认为中小分析为专区分片预报开辟了道路，为了小天气图的分析使用提供了方法。这次暴雨中的中尺度系统的生命史一般为6—12小时左右，移速仅有10公里/小时左右尺度为50—150公里，所以各专台仅凭每天一张14点本专10多个站的小天气图来作分片预报，确实存在困难，如将小图范围向四周扩大60KM，发报次数增加一两次，并在预报改革中利用现有资料结合大天

气过程及单站要素时间演变图，全面的普查小天气图上出现的各种形势的中尺度系统建立模式，这样不仅能使专区分片预报得以提高，同时也给县站结合中台广播利用单站要素曲线作好补充订正预报提供了更充实的依据。此外目前测站密度平原，为30-50公里基本够得上日常工作中作分片预报用，仅山区测站尚须考虑充实。

12. 中尺度系统的生命史过短，不便直接作一定时效上的预报，而从这次分析来看，中尺度系统的发生和大尺度系统有着某种联系，因此在预报业务中，可从大尺度系统的征兆中，找中尺度系统的发生规律，来考虑中尺度系统的预报问题。

所有本文中提出的看法都是仅就这一次暴雨过程而言的，还没有在历史过程中进行类似验证。又由于时间和资料的情况，以及水平的限制，工作还很粗糙，错误之处在所难免，都有待于今后补充修订。

老
行
作