

1996年8月3—5日晋冀特大暴雨 中尺度分析与预报

苗爱梅 吴晓荃 薛碧清

(山西省气象台,太原 030006)

提 要

运用高空和地面常规资料,雨量自记资料以及卫星资料,分析1996年8月3—5日受9608号台风低压影响而导致的晋冀地区一场罕见特大暴雨的中尺度降水系统演变过程,揭示了北方台风暴雨形成与结束的某些基本特点。

关键词: 晋冀地区 特大暴雨 中尺度分析

引 言

1996年8月3—5日,晋冀地区受9608号台风低压影响发生了一场特大暴雨,大范围的洪涝灾害使晋冀两省人民的生命和财产遭到巨大损失。本文利用自记资料,GMS-5的每小时增强红外云图和每0.1经纬度 T_{BB} 资料、常规气象资料以及山西地面汛图,分析了这场特大暴雨期间的中尺度天气过程演变特征和由此得到的台风暴雨预报着眼点。

1 过程雨量及环境场

1.1 过程雨量分析

3日08时(北京时,下同)—5日08时,晋冀地区出现大范围降水,最大雨量中心为473mm,发生在河北省井陘县,山西省最大降水量为460mm,出现在昔阳县泉口(水文站),另一个314mm的降水中心在太原市梅洞沟(水文站)。

1.2 雨量特点

(1)降水时段集中。主要出现在3日20时—4日20时。

(2)面雨量大,降水强度特强。山西中南部的东部和河北中南部的西部,120个站中有107个站24小时雨量达暴雨或大暴雨,19个县市雨量达特大暴雨,河北的井陘和山西昔阳的泉口日雨量超过400mm,井陘1小时

雨量达80mm。

1.3 环境场特征

8月1日上午,9608号台风在福建沿海登陆,此时西太平洋高压中心强度达5950gpm,在115—120°E之间,副热带高压脊线位于35°N。3日08时700hPa上,位于河套北部的大陆高压与副热带高压打通,使副热带高压轴向转为西北—东南向。与此同时,9608号台风低压正移至30°N、113°E。在台风登陆46小时后,即进入第二关键区(直接影响区,即30°N以北、114°E以西),这标志24小时内台风低压北侧2—4个纬距(山西和河北境内)将有中或特大暴雨发生。另外,700hPa台风低压东北侧与副热带高压南侧建立起一支风速 $>16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的东南中尺度气旋式强风带,这支强风带运载着暴雨发生所需的充足水汽和能量直达晋冀地区。

2 中- α 天气过程特征

这次特大暴雨由两次降水过程组成。第一次过程由一个尺度约600km左右的中- α 系统引发,第二次过程由一个尺度约900km左右的中- α 系统引发。第一次过程起于3日14时止于4日18时,从第一个胚胎云核初生到消亡经历约28个小时。第二次过程由4日11时起,5日04时止,经历约17个小时。

严重影响山西晋东南地区的主要是第一次过程,山西北中部和河北中西部则是两次过程共同影响的结果。

2.1 中- α 系统形成阶段特点

从每小时的 T_{BB} 演变看,这两个中- α 系统的形成阶段存在明显差异。

第一个中- α 系统的第一个胚胎云核源于黄河中下游,与这个胚胎云核相伴出现的另外两个中- β 云核源于山西南部,它们各自发展并迅速合并,尔后东南急流中共有6个新的云核发生北涌,并与这个较大的对流组合系统合并、扩展,这是第一个中- α 系统形成的特点(图1)。3日15时33分的 T_{BB} 上(图1a),在 35°N 、 114°E 、 36.3°N 、 111.4°E 和 36°

N 、 112.5°E 附近分别有 A、B、C 3 个云核新生。16 时 33 分在 A、B、C 三云核发展的同时, A 云核的两侧和东南侧又有 D、E、F 云核新生(图 1b)。17 时 33 分, A、C、D、E、F 云核发展、合并形成一个较大的对流系统,在 B 云核发展靠近这一对流系统的同时,东南急流中有 G、H 云核新生(图 1c)。18 时 26 分, G、H 云核北涌与较大的对流系统合并,此时东南急流中再生 I 云核(图 1d)。19 时 33 分,发展的 B 云核及 I 云核同时并入较大的对流系统中。至此,一个近似圆球状的中- α 系统形成(图 1e)。从发现第一个胚胎云核到中- α 形成,仅经历 4 个小时。

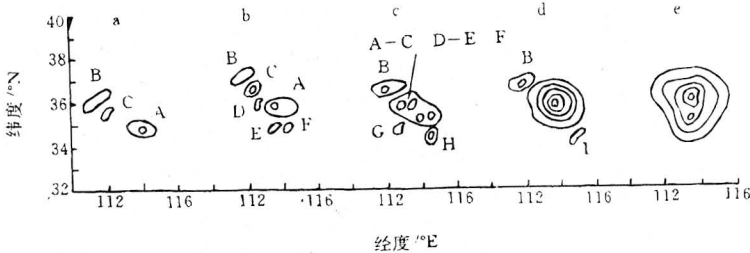


图1 第一个中- α 系统形成过程 T_{BB} 云图演变特征

a: 3日15时33分; b、c、d、e 分别为后推一个小时;

等值线由外往内分别为 -42 、 -48 、 -53 、 -63 、 -69 、 -76 、 -79°C

第二个中- α 系统的第一个胚胎云核 A' 在第一个中- α 系统北抬后,4日11时33分源于 35.5°N 、 113.7°E (图略)。12时26分 A' 云核明显发展并略向北移(图 2a),13时32分, 35.5°N 、 114.3°E 又有 B' 云核诞生(图 2b)。14时33分, A'、B' 云核融为一体(图 2c)。15时33分,在 A'、B' 云核迅速发展并向东北扩展的同时,东南急流中有 C' 云核、副高边缘有 D' 和 E' 云核新生(图 2d)。16时32分, C'、D' 云核迅速并入 A'、B' 云核。此时,由 A'、B'、C'、D' 云核组成的强对流体系已发展为西北-东南轴向的椭圆形中- α 系统。在副高边缘 E' 云核迅速发展的同时,椭圆形中- α 系统后部东南急流中又有 F'、G' 云核生成(图 2e)。这一过程从发现第一个胚胎云核到中- α

系统的形成,约经历 5 个小时。因此,单个云核迅速发展北扩,东南急流和副高边缘强对流云核同时并入,是第二个中- α 系统形成的特点。

2.2 中- α 系统的维持与发展

仔细观察、分析、研究这场特大暴雨时段两个中- α 系统的维持、发展情况发现,其特点差异甚大。

第一个中- α 系统形成以后,3日22时32分开始,东南急流中有 J、K 云核新生(图 3a),23时33分,在 J、K 云核并入中- α 的同时,东南急流中又有 M、L 云核生成,此时中- α 的云顶温度达 -76°C (图 3b)。4日00时33分 M、L 云核北涌并入中- α (图 3c)。尔后,此中- α 系统不断北扩、发展。06时25分,空间

尺度达 600km 左右(图 3d), 这样的空间尺度 足足维持 7 小时之久。

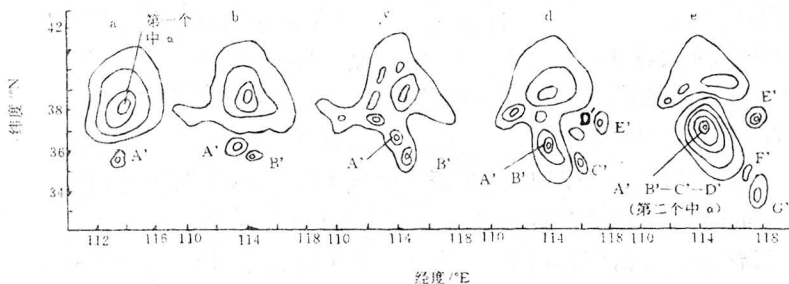


图2 第二个中- α 系统形成过程 T_{BB} 云图演变特征

a: 4日 12时 26分; b: 13时 32分; c: 14时 33分; d: 15时 33分; e: 16时 32分

说明同图1

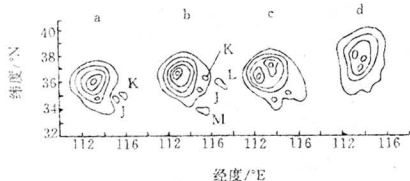


图3 第一个中- α 系统维持阶段 T_{BB} 云图演变特征

a: 3日 22时 32分; b: 23时 33分; c: 4日 00时 33分; d: 06时 25分; 说明同图1

图4是第二个中- α 系统维持、发展(中- β 云核在系统的左侧、右侧及后部新生发展)的数字化云图演变特征。由图4可见,4日17时33分,在中- α 系统的后部东南急流中有F'、G'云核北涌并入,左侧有H'云核新生,右侧有E'云核发展。18时33分,右侧有E'云核向中- α 系统靠近,后部有I'、J'、K'三云核新生。此时中- α 系统的强度发展到鼎盛,云顶温度达 -79°C 。19时33分,右侧的E'云核、后部的I'、J'云核同时并入中- α 系统,左侧又有L'、M'云核新生。20时33分,L'云核并入中- α 系统。21时M'云核东移,K'云核北涌同时并入中- α 系统。

综上所述,第一个中- α 系统维持阶段其后部只有4个中- β 云核随东南急流北涌并入,第二个中- α 系统维持阶段则有8个中- β 云核从其后部、左侧、右侧不断并入。因此,第

二个中- α 系统无论是强度还是范围都大于第一个中- α 系统。第一个中- α 系统形成后9个小时,空间尺度由形成时的300km左右扩展到600km左右,而第二个中- α 系统形成后,在短短的3个小时内,其空间尺度就由300km扩展到900km左右。由于两个中- α 系统在维持阶段存在的差异,使其带来的降水一个以雨强强(1小时最大降水量为58.6mm)、持续时间长、影响范围广为特征,另一个则以雨强特强(1小时最大降水量为80.0mm)、持续时间短、影响范围广为特征。

2.3 中- α 系统的消亡

第一个中- α 系统,主体北移消散过程中,在其尾部又有新生云核发展,这些云核虽排列散乱,但它的存在却造成了局地强降水(如太原梅洞沟的强降水)。第二个中- α 系统,主要由于西部冷空气侵入,副高东退,致使其减弱、解体而消散。

3 中- β 对流系统及其与地面流场的关系

3.1 源地与路径

从每小时的 T_{BB} 统计云顶温度 $\leq -53^{\circ}\text{C}$ 的中- β 系统发现,中- β 云团生成源地大致有四。其一是,东南急流带中生成的中- β 云团,这类云团沿东南急流方向北涌。中- α 系统的形成与维持以及晋冀特大暴雨的发生主要是这类云团。其二是,副高边缘生成的强对流中

- β 云团。这类云团一般向偏西方向移动并入中- α 系统,主要影响晋冀的中部地区。其三是,台风低压左前方生成的中- β 系统。这类系统一般随东北气流并入中- α 系统或并入另外一个中- β 系统,对中- α 系统的形成、扩展具有一定的作用。最后一个是台风低压左后部偏北气流中形成的中- β 云团,这类云团在中- α 系统形成前不出现,中- α 系统维持阶

段生成并进入中- α 系统。进一步的观察发现,正是由于此类云团进入中- α 系统,3个小时后,发展旺盛的中- α 系统突然开始瓦解,9个小时后即消散,暴雨结束。这一观察事实表明:台风低压直接影响时,中- α 系统左后部若有中- β 系统并入,标志着台风暴雨过程在6—9小时内即将结束。

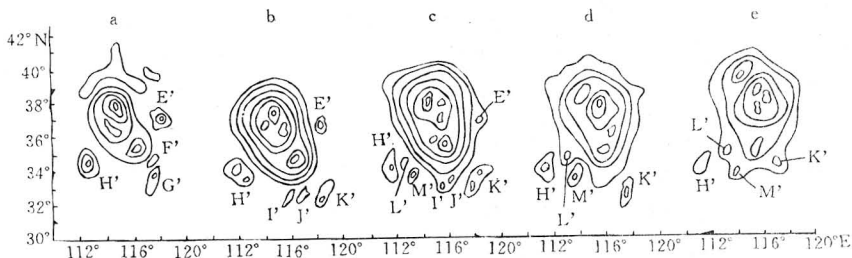


图4 第二个中- α 系统维持阶段 T_{BB} 演变特征

a:4日17时33分;b,c,d,e分别后推一小时,说明同图1

3.2 中- β 生命史及移向移速

统计发现,暴雨期间共有30个中- β 活动,其空间尺度在60—230km之间。40%的中- β 生命时间 ≥ 5 小时,最长的达15个小时。

在中、低空东南急流引导下,83%的中- β 向偏北方向移动,7%的中- β 向偏西方向移动,10%的中- β 向偏东方向移动。大部分的中- β 移速在40—50km·h⁻¹,有10%移速 ≥ 100 km·h⁻¹。

3.3 中- β 与地面中尺度系统的关系

从3日08时地面流场(图略)可知,隰县与蒲县之间有偏北风与偏南风形成的中切变线,6个小时后,这一中切变线附近有B云核新生。同一时间,35—36°N、112—114°E区域内是偏北风与偏东风形成的中切变线。14—16时,在该切变线附近相继有5个中- β 形成,它们相互作用、发展、合并,对形成第一个中- α 系统的及晋东南地区的大暴雨起了决定性作用。4日08时的地面流场(图略),在35.2—36°N,112—114°E区域内,有偏北风与偏东风形成的中切变线。11—13时,这一

区域内相继生成两个中- β (A'、B'云核),这两个中- β 的形成与合并,对第二个中- α 系统的诞生起了至关重要的作用。同一时刻,在昔阳、和顺、邢台、石家庄、平山、阳泉区域为一气旋式辐合区。这一椭圆形辐合区的形成,使得中- β 不断向该区涌动,8个小时后,第二个中- α 系统形成。两个小时,该中- α 系统发展成为以该辐合区为中心、云顶温度达-79℃、空间尺度达900km左右的西北—东南向椭圆云体。位于该辐合区内及其右前方的井陘、昔阳泉口、元氏、平山、石家庄12小时雨量分别达到260、260、213、275、294mm,18时,井陘1小时雨量达80mm。位于该辐合区后部的昔阳、和顺、阳泉12小时降水量达100mm或以上。另外,4日08时,地面流场还显示(图略),太原地区有东北风与西北风形成的中、小尺度辐合线,14时,流场转为偏北风与偏东风的切变。与每小时 T_{BB} 对应,第一个中- α 系统北移减弱时尾部又有新生云核发展。因此,太原梅洞沟314mm局地特大暴雨是由第一个中- α 系统的发展与维持以及在其消散时新生云核又发展、再加上后来

第二个中- α 系统的西北向发展三者共同影响所致。

综上所述,地面中、小尺度切变线及气旋性辐合区是中- β 新生源地和中- β 集中流入发展区。分析地面流场及地面流场的变化,可提前6—12小时预测中- β 的形成和移动,和提前12—24小时预报出大暴雨及特大暴雨的落区。

3.4 中- β 与每小时雨团的关系

用山西中、南部的东部和河北中、南部的西部所有气象站及部分水文站的每小时雨量资料与每小时 T_{BB} 资料进行对比分析,发现大多数每小时 $>10\text{mm}$ 以上的雨团出现在强对流云核等 T_{BB} 线密集区内。有的雨团能在某地持续5—8个小时,且是由几个中- β 系统先后经过共同影响所致。因此,单从每小时雨团跟踪中- β 系统有很大缺陷。

4 结 语

4.1 在有利的环境流场条件下,地面中小尺度切变线及气旋性辐合区是中- β 系统新生源地和集中流入发展区。当台风低压进入第

二关键区(30°N 以北、 114°E 以西)后,若地面流场有中小尺度切变线和气旋性辐合区形成,12—24小时内,气旋性辐合区内及右前方将有特大暴雨产生,气旋性辐合区后部或中切变线附近将有暴雨发生。

4.2 台风低压直接影响时,在中- α 系统发展鼎盛阶段,若其左后部有中- β 形成并入中- α ,标志着3—6小时中- α 即将瓦解,6—9小时台风暴雨即将结束。

4.3 台风低压直接影响时,中- α 系统在维持、发展阶段若其左后部没有中- β 形成并入,中- α 北移消散时,在地面中小尺度切变线附近易再生中- β ,发生局地强降水。

4.4 1996年8月3—5日的特大暴雨过程,先后有两次长生命史的中- α 对流系统活动,这两个中- α 系统在形成、维持与消散阶段均存在较大差异。

4.5 有分析地应用各类数值产品及各类科研成果,严密监视中- β 的形成、发展、合并以及中- β 与地面流场的关系,是作好台风暴雨预报的保证。

Mesoscale Analysis and Forecast of Heavy Torrential Rain in Shanxi and Hebei from 3 to 5 August in 1996

Miao Aimei Wu Xiaoquan Xue Biqing

(Shanxi Meteorological Observatory, Taiyuan 030006)

Abstract

Using the routine synoptic maps, autographic precipitation data and satellite cloud picture, the evolution of a mesoscale system was analysed, which caused a rarely heavy torrential rain in Shanxi and Hebei from 3 to 5 August in 1996 under the influence of 9608 typhoon. Some features of typhoon torrential rain in North China were revealed.

Key Words: Jinji region heavy torrential rain mesoscale analysis