

文章编号:1004-9045(2008)04-0295-06

湖北省特大暴雨形成的物理图像和机理

王登炎,周小兰,马文彦

(武汉中心气象台,武汉 430074)

摘要:利用静止卫星云图和天气图,分析了 1981—2004 年 6—8 月发生在湖北省的 14 场特大暴雨过程。分析结果表明:在这些特大暴雨过程发生、发展中,不仅存在着大量的水汽输送,而且还存在着大量的液态水输送,表现为特大暴雨区的上游方向,在 850 hPa 和 700 hPa 存在一个或几个中尺度的水汽(近饱和)和液态水(饱和)源,在这些暴雨过程的形成过程中,这些源持续向暴雨区输送水汽和液态水。特大暴雨的触发系统对应的云系多为中尺度涡旋云系和准纬向斜压叶云系。文章还分析总结了湖北省特大暴雨过程的若干卫星云图环境云场特点和形成过程的物理图像特征,进而讨论了特大暴雨的形成机理,认为特大暴雨是由中尺度涡旋或高空急流东移叠置在“露点锋”上或暖湿空气上触发而成,CISK 是其主要作用机理,“露点锋”在特大暴雨的触发中起到了重要作用。

关键词:特大暴雨;静止卫星云图;降水机理;中尺度系统降水模型

中图分类号:P458.1*21.1 文献标识码:A

1 引言

特大暴雨的预报是一个世界性的难题,1980 年美国大气科学委员会降水过程研究组在总结降水预报和研究工作后,就曾对降水预报的现状、进展及所存在的问题,以及今后的发展和改进途径进行过很好的分析^[1]。目前,尽管在有关降水监测和数值预报上有了极大进步,但有关降水预报中的诸多问题仍未得以解决,降水预报尤其是特大暴雨预报仍是天气预报中最为困难的问题之一。李麦村^[2]、王登炎^[3]对特大暴雨的发生进行过个例分析和合成分析,作过一些描述,然而对于特大暴雨的预报,特别是长江中游的特大暴雨,虽然有现代化的雷达联防进行探测及高分辨率的数值预报结果作参考,但这些先进技术在用于长江中游的特大暴雨预报上仍存在不足,因此需积极探索进一步提高长江中游特大暴雨的预报方法,减轻或缓解气象灾害可能造成的重大经济损失,为配合我国中部地区经济崛起,提供更好的气象服务保障。

卫星云图是美国自 20 世纪 60 年代开始用于台风监测并进而用于大系统降水临近预报的重要监测资料,我国也在上世纪七十年代后期积极开拓这方面的应用研究^[4]。由于卫星云图资料具有持续监测和监测范围广的特点,因此在 973 国家重点项目“华南暴雨研究”课题中,已成为监测中- β 暴雨云团的得力工

具。20 世纪 80 年代初,我国老一辈气象工作者就对卫星云图上的暴雨云团作过研究^[5],本文利用卫星云图,结合天气图,对发生在湖北省的 14 个特大暴雨过程进行了分析,同时,根据长江中游特大暴雨过程的实际预报经验,对湖北省特大暴雨发生发展特征进行归类总结,旨在进一步提高这类天气的预报水平。

2 个例的选取

文中定义的一个特大暴雨日是指 24 h 内一个测站降水大于等于 200 mm,相邻两测站降水大于等于 100 mm。1981—2004 年,湖北省长江中游地段共发生特大暴雨 22 个,除台风深入内陆造成的特大暴雨和局地特大暴雨 8 个外,还有 14 个,其过程发生的时间、地点见表 1。

3 特大暴雨与一般暴雨在卫星云图上的共性

王登炎^[3]通过合成分析等手段,总结了暴雨过程发生前的卫星云图模型及各云系出现的关键区^[6]。本文通过分析长江中游这 14 个特大暴雨天气过程的卫星云图发现,特大暴雨过程出现的云系及云系出现的关键区与一般暴雨十分相似,特大暴雨发生前,在几个关键区中,存在着几支云系,如小槽云系、低涡云系、西南云涌、切变云带等。由此推断,湖北省特大暴雨天气过程的发生,与这几个关键区中云系的配置有

收稿日期:2008-01-28;定稿日期:2008-03-14

基金项目:中国气象局“长江中游气象水文预报服务系统研究”(CMATG2006Z08)、湖北省气象局“湖北省 77 个站 1-5 天暴雨、1-3 天灾害性暴雨预报方法研究”课题、三峡大坝建设部和武汉中心气象台联合的“长江三峡 135 梯级水库调度中长期气象预报业务系统设计”课题共同资助

作者简介:王登炎,男,1961 年生,正研级高级工程师,主要从事卫星气象和天气预报研究。Email:cnhbrs@sohu.com

着密切的关系。14 个过程云团形状及与周围天气系统配置见表 1。

表 1 14 个特大暴雨过程发生的时间、地点、云系的配置概况

编号	发生时间	发生地点	云系的配置
1	1982-06-20	江汉平原、武汉市	切变线、高原涡、云涌
2	1983-07-03	江汉平原、鄂东北、东南	准纬向斜压叶、云涌
3	1986-06-28	鄂东北	低槽、切变线、云涌
4	1986-06-30	鄂东北	东北槽
5	1986-07-15	江汉平原、鄂东北、西南	准纬向斜压叶、云涌
6	1990-07-01	鄂东北	西北槽、云涌
7	1991-07-02	鄂东北	切变线、中尺度斜压叶
8	1991-07-08	江汉平原、鄂东北	高原涡、切变线、云涌
9	1996-06-06	江汉平原	高原涡、云涌
10	1997-07-01	鄂东北	高原涡
11	1998-07-21	武汉市、鄂东南	高原涡、切变线、云涌
12	1999-06-28	鄂东南	切变线、西北槽
13	2003-07-09	江汉平原	西北槽、云涌
14	2004-07-18	江汉平原	切变线

4 特大暴雨的水汽和液态水输送

在特大暴雨过程发生前, GMS 静止卫星云图上常可看到: 在特大暴雨区的上游方向, 通常存在着一个或几个组织完好的, 发展并不是很旺盛的密集积云区。这些密集积云区有时组织成团, 有时呈涡旋状。随着 700 hPa 低空西南急流或整体或部分向暴雨区移动。当移至合适环境场时, 会触发特大暴雨的形成。

湖北省特大暴雨天气过程中, 上游方向出现的中尺度积云密集区与一般暴雨天气过程中出现的西南云涌有明显的不同。长江中游一般暴雨天气过程中出现的西南云涌常常是由一串尺度很小的积云组成的积云串, 与低空西南急流一致, 或位于西南急流左侧。长江中游特大暴雨的西南云涌是由一个或几个尺度为 100~400 km 的密集积云区组成, 这些密集积云区对应的地面降水并不大, 常与 700 hPa 和 850 hPa 的水汽饱和区相对应。这说明, 该密集积云区内含有大量的水汽, 是湖北省特大暴雨的水汽源。同时也说明, 密集积云区内还含有大量的液态水。因此, 在湖北省特大暴雨过程中, 不仅存在着大量的水汽输送, 而且存在着大量的液态水输送, 大量的水汽在湖北省特大暴雨区的上游方向就凝结成液态水, 然后直接向特大暴雨区输送。这也许是湖北省特大暴雨维持的一个重要原因。这一过程, 通过对静止卫星云图的分析可以看到, 而在天气图分析中难以发现。雷达由于仅对降水粒子有反射, 而且对流场空间尺度探测的限制, 也难以勾画出湖北省特大暴雨区上游方向的流场和水汽配置情况^[6]。

分析此密集积云区的成因, 发现其常常位于两支水汽通道汇合处, 一支为孟加拉湾水汽通道, 一支为南海和中南半岛水汽通道。因此, 这一密集积云区的形成, 可能与这两支水汽同时加强有关。

5 特大暴雨的触发系统

特大暴雨发生前, 在特大暴雨区的西北方向或西方的关键区^[7]中, 常有二类云系生成或移近, 一类是准纬向斜压叶云系, 一类是涡旋云系。因此可以把这两种云系看成长江中游特大暴雨的触发系统。

5.1 准纬向斜压叶云系

斜压叶云系是陈渭民^[8]定义过的一种与高空急流相伴随的 S 卷云或多层云。这里提到的准纬向斜压叶云系只是借用了这个词, 与斜压叶云系略有不同, 准纬向斜压叶云系是一种近东西向的, 平直的卷云或多层云, 其北边界整齐, 略向北突出, 有时带有明显的锯齿状, 有卷云羽向前或向南发散, 是一种与极强的平直、深厚、狭窄的高空急流相伴的叶状云系(图 1), 其尺度从 200 km 到近 2 000 km 不等。它的出现对长江中游特大暴雨有很强的指示意义。

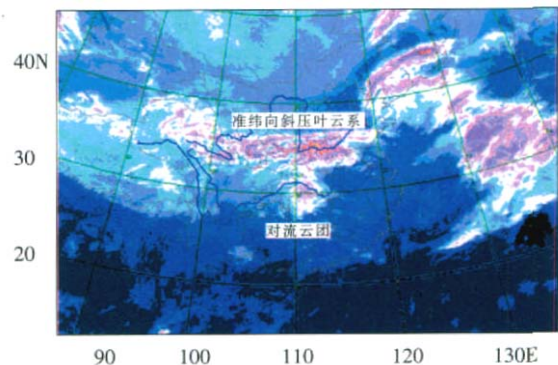


图 1 湖北省特大暴雨中典型的准纬向斜压叶云系

这一特征云系在天气图上很难通过气压场、切变线和变温场的分析发现, 在静止卫星云图上却一目了然。天气图上的高空急流经常出现, 但近东西向、平直、深厚、狭窄这些特点的高空急流却不多见。高空急流对暴雨的触发作用俞樟孝曾有论述^[9], 即高空急流的右后方为辐散, 抽气作用造成气柱中质量的流失, 低层为副变高, 副变高和正变高之间的变压梯度造成梯度风, 当变压风叠在梯度风上时, 形成低空急流, 进一步触发暴雨。可见准纬向斜压叶云系的触发作用是非常明显的。

5.2 涡旋云系

本文的涡旋云系是一种尺度为 300~500 km, 或 500~700 km, 甚至达 1 000 km, 由密集积云或多层云等混合组成的, 呈涡旋状的云系, 有时与 500 hPa、700 hPa 或 850 hPa 的深厚低涡系统对应, 有时在天气图上表

现为不明显的低涡。

卫星云图上的涡旋云系经常出现。但这里所说的涡旋云系,是在青藏高原上生成的云系,其生命史一般较长,常常可以追踪到青藏高原西部,是100 hPa南亚高压脊线周围的中尺度强辐散中心组织起来的,或是孟加拉湾的强烈对流云团涌上青藏高原后与高原西部槽汇合形成的云系(图2)。其尺度有严格的限制,尺度太大或太小都大大影响其对特大暴雨的触发能力。低涡是暴雨的重要触发系统之一,这已是长江中游天气预报分析中预报员的业务常识。

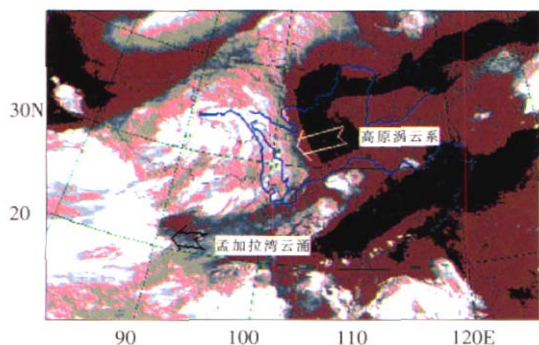


图2 湖北省特大暴雨中典型的高原涡云系

6 特大暴雨的环境云场

6.1 长江流域切变云带

湖北省特大暴雨发生前,在长江流域常常存在一条近东西向的切变云带。切变云带的宽度适中,为100~300 km。云带由中低云组成,其中还存在着一个个尺度很小的对流云团。云带的宽度适中,说明850 hPa和700 hPa的切变接近垂直。云带的南侧,是带状副高,在云图上表现为带状晴空区。云带的北侧也为一片晴空区,常与黄淮的一片干空气对应,说明在长江流域和黄淮之间,存在着明显的“露点锋”,这种“露点锋”的存在,对强降水的发生是非常有利的。

6.2 高原西侧的低槽云系

湖北省特大暴雨发生前,高原西北部的巴尔克什湖常存在一支天气尺度的低槽云系。这支低槽云系的存在,说明青藏高原西侧为一天气尺度的低槽。这样,青藏高原上空处于西南气流控制之下,有较强的暖平流,再加上青藏高原的热源作用,使得青藏高原的低层为一强大的暖低压。当有小槽从青藏高原上空或高原北侧东移时,青藏高原暖低压移出部分,此小低涡或正涡度中心可沿长江流域穿出,造成强烈降水。这种部分移出的低涡或正涡度中心常常比青藏高原暖低压的整体移出能造成更强的降水。

6.3 孟加拉湾云涌

湖北省特大暴雨发生前3~5 d,孟加拉湾常有较强的、尺度较大的对流云团生成。当青藏高原西部为

天气尺度低槽云系时,这些对流云团极易越过青藏高原或向东北方向从横断山脉穿出。越过高原时,或与高原西部槽汇合形成涡旋云系,或在青藏高原形成东西向的云带,其中有些对流云团尺度较大,消散后的残留云系有可能成为特大暴雨的触发系统。从横断山脉穿出的云涌,含有大量的水汽和液态水,在进入西南关键区域时,有可能组织起来,成为湖北省特大暴雨的水汽和液态水的来源之一。

7 特大暴雨过程中的中尺度系统特征

湖北省特大暴雨发生时,一般有尺度较大的(中- α 或中- β 尺度)的暴雨云团出现。这些暴雨云团有其显著的发生、移动特征。

7.1 准静止或向上游传播

湖北省特大暴雨的暴雨云团的移速一般很慢,或准静止,有时甚至向上游方向传播。14次特大暴雨云团移动特征及与环境场的关系见表2(除1990年7月1日的那场过程外,其它13场均属于上述类型)。

表2 14次特大暴雨云团移动特征及与环境场的关系

移动特征	发生时间	与环境场的关系
向上游传播	1982-06-20	云团汇合
移速慢	1983-07-03	云团汇合
移速慢	1986-06-28	高温高湿
向上游传播	1986-06-30	高温高湿
移速慢	1986-07-15	高温高湿
移速慢	1991-07-02	云团汇合
向上游传播	1991-07-08	云团汇合
移速慢	1996-06-06	高温高湿
移速慢	1997-07-01	高温高湿
向上游传播	1998-07-21	高温高湿
移速慢	1999-06-28	高温高湿
移速慢	2003-07-09	高温高湿
移速慢	2004-07-18	云团汇合
	1990-07-01	暖云顶

7.2 在暴雨云团的尾部不断有云团新生

当湖北省特大暴雨发生时,暴雨云团尾部常有尺度较小的云团新生,或并入暴雨云团母体,形成“指状云团”,或强烈发展,取代暴雨云团母体,使暴雨云团看起来向上游传播,占特大暴雨总数的7/14。

7.3 暴雨云团稳定或向后传播的几种天气形势

(1)湖北省暴雨云团位于低层暖切变上,其北侧的东风急流较强,且稳定,使得暴雨云团稳定或向后传播(模型I,图3a)。

生成了一个暴雨云团后,在云团的西部又有新的云团形成,当新的云团汇合到东部云团中的时候,云团向西部传播。1982年6月20日、1991年7月8日、

1998 年 7 月 21 日这三次过程属于这种类型。

(2)位于低层暖切变上的暴雨云团强烈发展,以至于产生旋转气流,湖北省暴雨云团西北侧形成一微弱的东北风(模型 II,图 3b),该东北风与低空西南急流形成新的辐合中心,生成新的对流云团。由于东北风的偏北分量较微弱,因此所形成的冷切变并不南压,而是稳定少动,使云团不断生成。

(3)位于静止锋上的长江中游暴雨云团强烈发展,

其雷暴出流在向外推的过程中,与云团西南方的静止锋交汇,产生辐合和锋生^[8-9],生成新的云团(模型 III,图 3c)。

(4)西南大涡在四川东部,涡中有小涡或正涡度中心东移。湖北省东部为高压坝(在低涡和切变线的东部北部有高压脊,高压脊中有高压中心,称为高压坝),切变线在湖北省中部。小涡或正涡度中心产生的云团受高压坝阻挡,稳定少动(模型 IV,图 3d)。

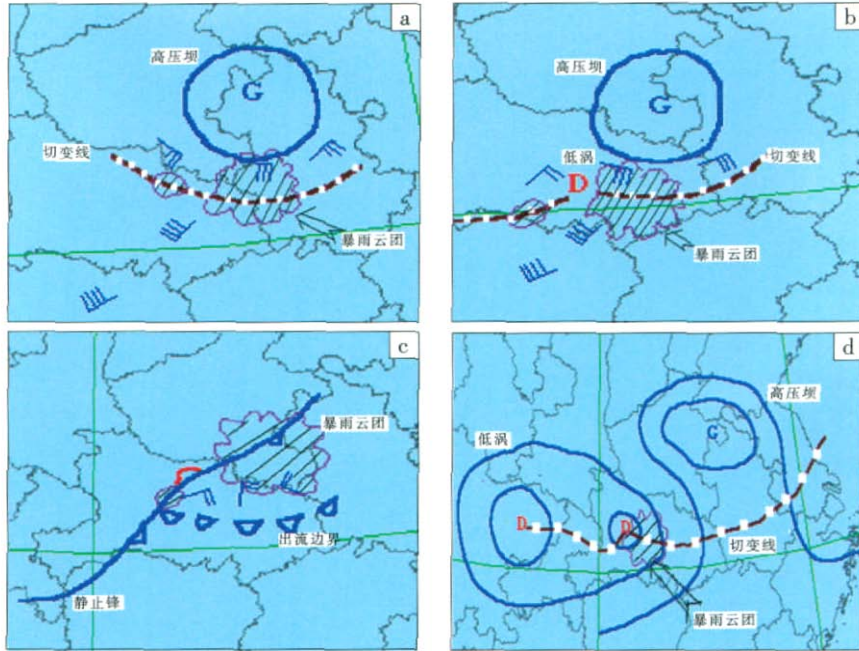


图 3 湖北省特大暴雨云团稳定或向后传播的几种天气形势图(a、b、c、d 分别代表模型 I、II、III、IV)

8 湖北特大暴雨触发和维持的机理

8.1 青藏高原触发系统与切变线和能量锋的耦合

青藏高原触发系统移出时,可造成较强的正温度平流和正涡度平流。根据准地转 ω 方程^[10],这两种平流都是造成强迫抬升的强迫源。而低层的能量锋又可分为温度锋与露点锋。当青藏高原触发系统叠置在能量锋上时,有三种可能的情况。

(1)正涡度平流叠置在露点锋上。当青藏高原触发系统中的涡度平流东移与露点锋共同作用时,其作用机理见文献[8],主要是 WAVE—CISK 作用,可形成低层的切变线和中尺度涡旋,切变线和中尺度涡是正压的、范围不大,是湖北省特大暴雨的一种组合,常见于梅雨后期,有利于湖北省特大暴雨的维持。

(2)温度平流和温度锋。当青藏高原触发系统中的正温度平流东移叠置在温度锋上时,正温度平流和温度锋共同作用,是一种斜压作用,其形成的涡也是斜压的,易形成气旋波,可造成特大暴雨。其触发机理尚不明确,这种情况多见于梅雨初期。

(3)混合作用。当青藏高原触发系统既具有正涡度平流,又具有正温度平流,能量锋既含有温度锋,又含有露点锋时,如果触发系统东移与能量锋共同作用时,其作用关系较复杂,形成的中尺度涡为斜压的,可形成特大暴雨。其触发机理也不明确,这种情况多见于梅雨中期。

8.2 特大暴雨过程中的地面感热

当暴雨发生后,因降水的拖曳和雷暴出流的作用,地面气温降低,气层较为稳定。此时若触发系统东移,即便切变线完整,触发的降水也较弱。如此时切变线南压,未来的暴雨落点暴露在阳光下,地面气温升高,气层变得不稳定,这时如果触发系统东移,会在地面感热作用下,触发湖北省特大暴雨。

8.3 特大暴雨过程中的降水效率

湖北省特大暴雨往往在 6~12 h 内完成,其中大多数出现每小时大于 30~50 mm 的强降水。研究发现,大于 50 mm/h 的极强降水与降水天气过程中的云团合并现象相关联、或者与低层高温高湿的强不稳定有联系、或者与暖云顶、上冲云顶有联系、或者与极强

的辐合联系。几次特大暴雨与环境场的关系见表 2。以下为几种极强降水效率的形势:

(1)切变线南侧的西南气流中,风场为辐合式风场,即西南气流存在风速与风向的辐合。当湖北省特大暴雨发生前,切变线南侧即有对流形成,该对流随西南气流汇合到切变线的降水区中时,强的降水效率便发生了,如 1983 年 7 月 3 日的降水过程。

(2)低涡或切变线附近有高温高湿空气和极强的辐合,且辐合中存在中- γ 尺度的辐合强中心,形成上冲云顶。当上升气流托不住云塔时,云塔塌陷形成极强的降水效率,如 1983 年 7 月 3 日的降水过程。

(3)地面雷暴边界出流与原来已存在的雷暴边界出流或锋面交汇,形成强辐合中心,在原云团后部(西南方)形成新的对流,与原云团汇合,出现极强的降水效率,如 1986 年 6 月 28 日的降水过程。

(4)暖切变上西南风与东南风形成强辐合,水汽凝结造成强的凝结潜热释放,形成涡旋。涡旋后部的弱东北风分量与强西南风造成强辐合,辐合造成的云顶不高,但可造成极强的降水效率,是一种暖云顶特大暴雨。如 1982 年 6 月 20 日和 1991 年 7 月 08 日、1998 年 7 月 21 日这三次过程。

9 形成区域性特大暴雨的卫星云图模型

9.1 模型 1(中尺度斜压叶+切变线+中尺度云涌)

长江流域为切变云带,副高呈带状,黄淮为晴空区或卷云,西南云涌中有尺度较大的稠密积云区。这时西北上游关键区域中的触发云系可为小槽云系、低涡云系、准纬向斜压叶云系、中尺度涡度中心云系中的任一种。高原西部的天气尺度低槽云系可以没有。这种模型出现频次较高(图 4),如 1991 年 7 月 2 日和 1991 年 7 月 9 日这两次过程属于这种模型。

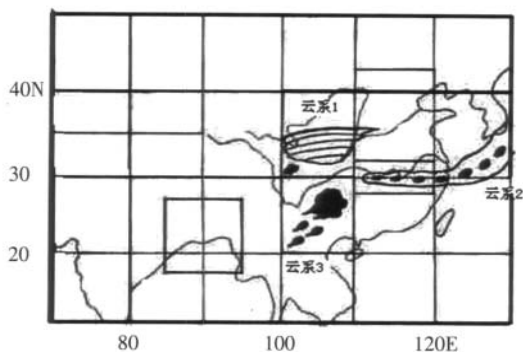


图 4 特大暴雨云图模型 1

(云系 1 为中尺度准纬向斜压叶,云系 2 为切变线,云系 3 为云涌)

9.2 模型 2(西北槽+云涌+切变线)

当西南云涌中无尺度较大的稠密积云区,甚至无西南云涌时,长江流域为切变云带,副高晴空区呈带

状,黄淮为晴空区或卷云。高原西部有天气尺度低槽云系,甚至孟加拉湾有云团涌上高原。西北关键区域为涡旋云系或准纬向斜压叶云系或低槽云系。这种模型较常出现(图 5)。如 1983 年 7 月 3 日和 1996 年 6 月 6 日这两次过程属于这种模型。

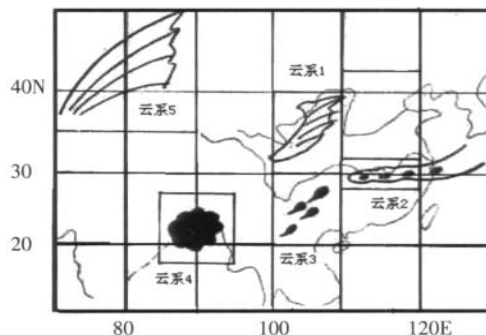


图 5 特大暴雨云图模型 2

(云系 1 为西北槽,云系 2 为切变线,云系 3 为云涌,云系 4 为中尺度云涌,云系 5 为新疆槽)

9.3 模型 3(西北槽+中尺度云涌)

长江流域无切变云带,则西北关键区域中有触发云系,西南云涌中有组织完好的云团代替,副高呈带状,黄淮为晴空区或卷云。高原西部有天气尺度低槽云系,孟加拉湾有云团涌上高原或东移到横断山脉(图 6),1991 年 7 月 9 日、1997 年 7 月 1 日和 1998 年 7 月 21 日这 3 次过程属于这种模型。

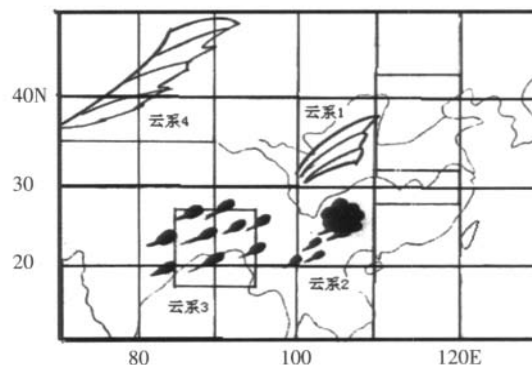


图 6 特大暴雨云图模型 3

(云系 1 为西北槽,云系 2 为中尺度云涌,云系 3 为云涌,云系 4 为新疆槽)

9.4 模型 4(涡旋云系+切变线)

长江流域有切变云带,但副高仍呈带状晴空区,黄淮为晴空区或卷云,西南区域中无云涌或大尺度的积云稠密云区,西北关键区中出现准纬向斜压叶云系、或涡旋云系或小槽云系,孟加拉湾无云团涌上高原或东移到横断山脉(图 7)。1982 年 6 月 20 日和 1997 年 7 月 1 日这两次过程属于这种模型。

当出现上述 4 类模型时,可预报湖北省未来 12~36 h 有区域性特大暴雨发生。少数例子的预报时效为 6~30 h,当出现上述模型时,特别当 08 时出现上述模

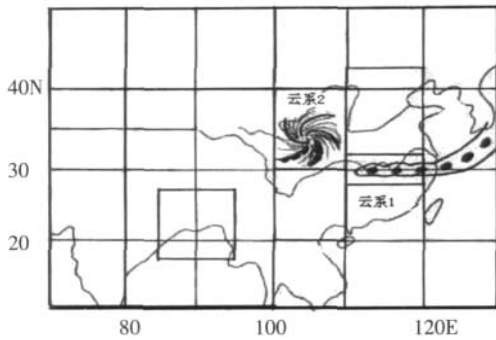


图 7 特大暴雨云图模型 4
(云系 1 为切变线,云系 2 为涡旋云系)

型时,可预报当天 20 时到第二天上午有特大暴雨。

10 结论

(1)静止卫星云图具有时空分辨率高的特点,可以判识常规天气图上难以判识的暴雨云团发生发展移动及其环境场配置的特征,是对长江中游特大暴雨进行监测和预报的有力工具。

(2)对发生在湖北省的 14 次特大暴雨过程分析表明,湖北省特大暴雨过程中,不仅存在大量的水汽输送,而且存在大量的液态水输送,这为长江中游特大暴雨的预报和研究提供了较好的指导性意见。

(3)湖北省特大暴雨的触发系统对应的云系多为中尺度涡旋云系和准纬向斜压叶云系。分析认为湖北省特大暴雨是由高原涡旋云系或准纬向斜压叶云系东移叠置在“露点锋”上或暖湿空气上触发而成,CISK

是其主要作用机理,“露点锋”在特大暴雨的触发中起到了重要作用,但不是特大暴雨发生的必要条件。

(4)通过静止卫星云图和天气图,分析了 1981—2004 年 6—8 月发生在湖北省的 14 场特大暴雨过程,对湖北省特大暴雨的若干卫星云图环境云场进行了分类讨论,分析了这类特大暴雨过程维持的机理,讨论了湖北省特大暴雨过程触发、发展和维持的概念模型。

参考文献:

- [1] 美国大气科学委员会降水过程研究组.大气降水的预报和研究问题[M]. 殷显曦译.北京:气象出版社,1983:1-65.
- [2] 李麦村.重力波对特大暴雨的触发作用[J].大气科学,1978,2(3):201-209.
- [3] 王登炎.湖北省特大暴雨的卫星云图特征[J].湖北气象,2004(1):17-19.
- [4] 陈渭民.卫星气象学[M].北京:气象出版社,2003:11-26.
- [5] 俞樟孝,李法然,杨厥正,等.一次高空急流中心引起的梅雨锋暴雨分析[J].杭州大学学报,1981,8(1):12-15.
- [6] 俞小鼎.多普勒天气雷达原理与业务应用[M].北京:气象出版社,2006:26-65.
- [7] 王登炎,周小兰.对梅雨锋上一个暴雨云团生命史的初步分析[G]//暴雨及其预报文集.北京:气象出版社,1989:144-150.
- [8] 王登炎.湖北省暴雨分级卫星云图特征和模式识别[J].热带气象学报,2001,17(3):242-250.
- [9] 胡伯威.与低层“经度锋”耦合的带状 CISK 和暖切变型梅雨锋的产生[J].大气科学,1997,21(6):679-686.
- [10] 杨大升.动力气象学[M].北京:气象出版社,1980.

The Physical Images and Mechanisms of Severe Rain in Hubei Province

WANG Deng-yan, ZHOU Xiao-lan, MA Wen-yan

(Wuhan central meteorological observatory, Wuhan 430074)

Abstract: The geostationary satellite images and synoptic maps of 14 cases of excessive heavy rain occurred in Hubei Province from 1981 to 2003 were analyzed carefully. Not only water vapor but also liquid water transfer had been found in these cases. It was found that the triggering precipitation cloud systems of excessive heavy rain were quasi-zonal baroclinic leaf cloud system and mesoscale vortex cloud system. Ambient cloud fields characteristics of satellite cloud image and four image types of excessive heavy rain were deduced. The mechanism of excessive heavy rain was that the excessive heavy rain was triggered by mesoscale eddy or upper level jet stream moving eastward and covering the “dew point front” and warm moisture air mass. The “CISK” was the main mechanism. The “dew point front” played a key role in triggering and keeping the excessive heavy rain.

Key words: Excessive heavy rain; Geostationary satellite image; Rainfall mechanism; Mesoscale system rainfall type