

湖北省中尺度暴雨 诊断分析研究



吴翠红 王晓玲 等著

Hubeisheng Zhongchidu Baoyu
Zhenduan Fenxi Yanjiu

湖北省中尺度暴雨诊断 分析研究

吴翠红 王晓玲 等 著

内容简介

本书选取近几年 40 个中尺度暴雨典型个例,通过诊断与合成分析,总结了四类中尺度暴雨主要影响系统、结构配置及演变规律,提取了相应物理量参考阈值。内容共分四章,每章第一节为合成分析,第二节给出每个个例的动力、水汽、不稳定的中尺度天气条件分析和暴雨落区,并绘制了其影响系统三维结构图。

本书图文并茂,分析思路清晰,实用性强,可作为广大预报员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

湖北省中尺度暴雨诊断分析研究/吴翠红等著.—北京:气象出版社,
2013.3

ISBN 978-7-5029-5682-0

I. ①湖… II. ①吴… III. ①暴雨-分析-湖北省 IV. ①P458.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 040458 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:张 斌

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京天成印务责任公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:336 千字

版 次:2013 年 3 月第 1 版

定 价:68.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:汪勤模

责任技编:吴庭芳

印 张:13.25

印 次:2013 年 3 月第 1 次印刷

《湖北省中尺度暴雨诊断分析研究》

主 笔：吴翠红 王晓玲
参编人员：李银娥 钟 敏 谌 伟
 李武阶 龙利民 王珊珊
 王艳杰 王海燕 牛 奔
 郭英莲 舒 斯 陈 璇
 柳 草 韦惠红 祁海霞
 张萍萍 王 艳 金 琪
技术顾问：王仁乔

说 明

本书选取了 2007—2011 年干侵入、干混合、干锋生、暖干四类中尺度暴雨典型个例各 10 个。个例选取标准为单站连续 3 小时雨量达 50 mm 及其以上,且其中任一小时雨量达 30 mm 及其以上。所用资料为 GFS $0.5^{\circ}\times 0.5^{\circ}$ 再分析资料以及卫星、雷达、湖北省地面加密自动站等非常规观测资料,时间分辨率为 6 h。

为了更为客观、真实地反映个例之间的共同特征,我们采用合成分析法,分别将每型中尺度暴雨个例以暴雨中心为基准点,通过坐标平移统一到同一坐标系中,再对每类暴雨个例资料的基本要素场和物理量场分别求平均得到合成场。

本书从动力、水汽、不稳定三大条件出发,分别对每个个例暴雨发生前、发生中及发生后的合成要素场进行诊断分析,总结共有特征,凝练每类中尺度暴雨发生、发展的环境条件、动力机制、暴雨落区及其分析思路。

前 言

2012年,武汉中心气象台中尺度分析项目组成员根据相关专家的建议,在《湖北省中尺度暴雨分析图集》基础上,选取近几年40个中尺度暴雨典型个例,开展了中尺度暴雨诊断与合成分析,通过对中尺度暴雨发生机理、系统结构配置与演变规律等方面的深入研究,旨在将中尺度暴雨概念模型上升到物理模型,为进一步明确中尺度暴雨预报思路提供重要参考。

本书从水汽、不稳定、动力条件出发,重点分析了湖北省四类中尺度暴雨发生的动力机制,尤其是干线、涡度平流、温度平流以及湿度平流在中尺度暴雨发生、发展中的动力作用。分析总结了四类中尺度暴雨主要影响系统、结构配置以及演变规律,提取了相应物理量参考阈值,绘制了每个中尺度暴雨个例的主要影响系统三维结构图,给出了中尺度暴雨的可能落区。通过同类暴雨个例的合成分析,建立了干侵入、干混合、干锋生、江南暖干四类中尺度暴雨物理模型,归纳出了中尺度暴雨天气分析关注重点,即大尺度背景场、干线、平流因子、倾斜涡度、辐合线、显著气流、高层辐散、湿舌和干舌、低层水汽辐合、不稳定区分析。

本书由吴翠红负责总体技术设计及中尺度暴雨发生、发展分析诊断和物理模型总结等工作;王晓玲、李银娥、钟敏、湛伟、李武阶、龙利民等负责个例诊断分析及总结撰写等工作;王珊珊、王艳杰、王海燕、牛奔、郭英莲、舒斯、陈璇、柳草、韦惠红、祁海霞、张萍萍、王艳、金琪等负责资料整理、计算、绘图等处理工作。

本书得到中国气象局矫梅燕副局长、国家气象中心毕宝贵主任、北京大学陶祖钰教授、中国科学院大气物理研究所高守亭研究员、气象干部培训学院俞小鼎教授和国家气象中心魏丽副主任、章国材研究员、系统实验室张小玲主任以及北京市气象台廖晓农首席、上海市气象台邵玲玲首席、江西省气象台许爱华首席的精心指导,湖北省气象局崔讲学局长、王仁乔副局长给予了极大的关心和支持,在此一并表示衷心感谢。

作者

2012年11月于武汉

目 录

说明

前言

第一章 干侵入型中尺度暴雨分析	(1)
1.1 干侵入中尺度暴雨合成分析	(1)
1.2 干侵入中尺度暴雨典型个例诊断分析	(13)
1.2.1 2008 年 5 月 3 日(武汉)	(13)
1.2.2 2008 年 5 月 27 日(老河口)	(18)
1.2.3 2008 年 6 月 22 日(长阳)	(22)
1.2.4 2008 年 7 月 1 日(襄阳)	(26)
1.2.5 2008 年 7 月 2 日(红安)	(30)
1.2.6 2010 年 7 月 14 日(崇阳)	(34)
1.2.7 2011 年 6 月 9 日(通城)	(38)
1.2.8 2011 年 6 月 18 日(公安)	(42)
1.2.9 2011 年 6 月 24 日(潜江)	(46)
1.2.10 2011 年 7 月 7 日(恩施)	(50)
第二章 干混合型中尺度暴雨分析	(54)
2.1 干混合中尺度暴雨合成分析	(54)
2.2 干混合中尺度暴雨典型个例诊断分析	(65)
2.2.1 2007 年 7 月 8 日(钟祥)	(65)
2.2.2 2008 年 6 月 21 日(夷陵区)	(69)
2.2.3 2008 年 8 月 15 日(长阳)	(73)
2.2.4 2009 年 6 月 29 日(汉川)	(77)
2.2.5 2009 年 7 月 23 日(云梦)	(81)
2.2.6 2010 年 7 月 17 日(保康)	(85)
2.2.7 2010 年 7 月 20 日(京山)	(89)
2.2.8 2011 年 6 月 23 日(夷陵区)	(93)
2.2.9 2011 年 8 月 2 日(兴山)	(97)
2.2.10 2011 年 8 月 22 日(兴山)	(101)

第三章 干锋生型中尺度暴雨分析	(105)
3.1 干锋生中尺度暴雨合成分析	(105)
3.2 干锋生中尺度暴雨典型个例诊断分析	(115)
3.2.1 2008年7月22日(襄阳)	(115)
3.2.2 2008年8月16日(石首)	(119)
3.2.3 2008年8月16日(应城)	(123)
3.2.4 2008年8月28日(钟祥)	(127)
3.2.5 2008年8月29日(孝昌)	(131)
3.2.6 2009年6月29日(鹤峰)	(135)
3.2.7 2010年7月10日(孝感)	(139)
3.2.8 2010年7月21日(天门)	(143)
3.2.9 2011年6月14日(咸宁)	(147)
3.2.10 2011年6月18日(潜江)	(151)
第四章 暖干型中尺度暴雨分析	(155)
4.1 暖干中尺度暴雨合成分析	(155)
4.2 暖干中尺度暴雨典型个例诊断分析	(163)
4.2.1 2008年4月19日(恩施)	(163)
4.2.2 2008年6月6日(三峡)	(167)
4.2.3 2008年7月20日(长阳)	(171)
4.2.4 2009年6月17日(枝江)	(175)
4.2.5 2009年7月31日(钟祥)	(179)
4.2.6 2010年7月3日(长阳)	(183)
4.2.7 2010年7月16日(孝昌)	(187)
4.2.8 2010年7月22日(通山)	(191)
4.2.9 2010年8月18日(宜昌)	(195)
4.2.10 2011年8月10日(浠水)	(199)

第一章 干侵入型中尺度暴雨分析

1.1 干侵入中尺度暴雨合成分析

1.1.1 降水特征

对湖北省 2008—2011 年 10 个干侵入型中尺度暴雨个例的降水分析表明,该型为典型的移动性强降水,降水范围较大,24 小时暴雨范围在 20000~30000 km²,最大可达 50000 km²。降水过程持续时间 10~15 h,最长可达 20 h,对单点暴雨而言,20 mm/h 以上降水持续时间一般为 1~2 h,最长 5 h。1 小时最大雨量一般 40~60 mm,最大达 96 mm。总体来说,干侵入型中尺度暴雨为移动性强降水,持续时间短,降水强度大,具体统计见表 1.1。

表 1.1 干侵入型中尺度暴雨 10 个个例降水特征统计

过程时间	暴雨中心	单站 ≥ 20 mm/h 降水持续时间(h)	≥ 10 mm/h 过程 持续时间(h)	1 小时最大 雨量(mm)	3 小时最大 雨量(mm)
20080503	武汉	2	14	41	91
20080527	老河口	1	18	39	53
20080622	长阳	2	10	42	76
20080701	襄阳	1	12	49	71
20080702	红安	5	14	48	119
20100714	崇阳	2	12	61	104
20110609	通城	4	20	90	197
20110617	公安	3	15	96	153
20110624	潜江	2	16	33	82
20110707	恩施	2	10	35	82

1.1.2 大尺度环流背景

湖北省干侵入型中尺度暴雨发生在有利的大尺度背景中(图 1.1)。暴雨发生前 12 h, 500 hPa 中高纬为两槽一脊形势,副热带高压脊线位于暴雨区南侧 7~8 个纬距处,西风带低槽位于暴雨区西侧 6~8 个经距处,低槽往往有温度槽配合,且温度槽落后于高度槽。暴雨发生时,暴雨中心多位于 200 hPa 南亚高压北侧的分流辐散区中;500 hPa 低槽东移,副热带高压东

退;925~700 hPa 则对应有两种天气系统,一是西南风和偏北风之间的冷式切变线(7 例),二是低涡(3 例);地面多有冷锋活动。在 500 hPa 低槽东移过程中,槽后偏北气流带动干冷空气南下,与中低层暖湿气流交汇,形成对流不稳定层结并触发强烈上升运动,在暖湿区一侧产生暴雨。

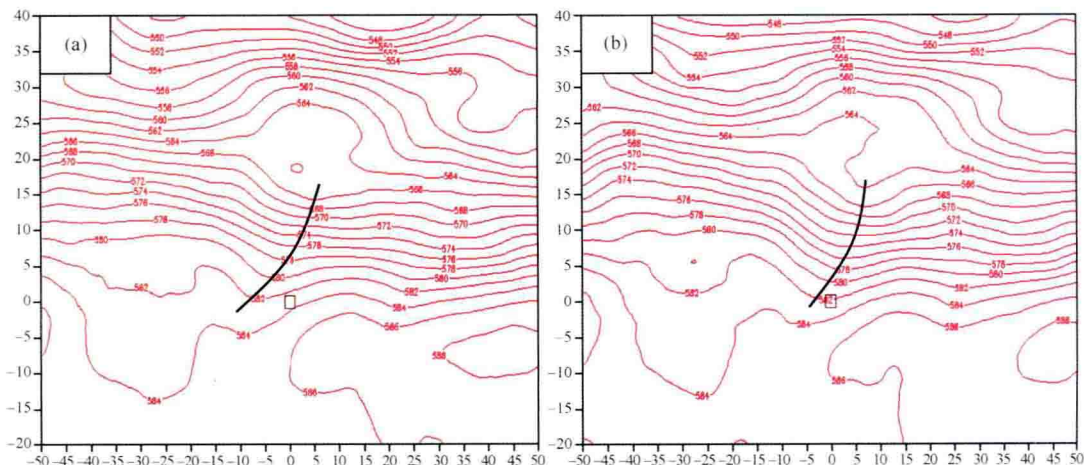


图 1.1 干侵入型中尺度暴雨 500 hPa 高度场合成图(单位:dagpm)

(a)暴雨发生前 12 h;(b)暴雨发生时(小黑色方框为暴雨区,下同)

1.1.3 中尺度分析

1.1.3.1 动力条件

(1)干线

分析发现,湖北省干侵入型中尺度暴雨干线具有如下特点:较为深厚,一般从 500 hPa 到 925 hPa 甚至地面;强度大,以 700 hPa 为例,其 T_d 梯度 $5\sim 12\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ km}$;移速较快,一般 6 h 移动 $120\sim 300\text{ km}$ 。

图 1.2 为 10 个个例 700 hPa 露点温度合成与风场合成的叠加图,从图中可以看出,暴雨发生前 12 h,干线位于暴雨区西北侧,呈东北—西南走向,随着时间推移,干线向暴雨区快速移动,其后部有与之垂直的偏北气流穿越干线,将干空气带入湿区,至暴雨发生时,干线逐渐逼近暴雨区西北侧边缘,随着干线进一步南压,暴雨区转受偏北气流控制,降水结束。

为了从空间上了解此类暴雨过程干空气入侵方式,这里给出相对湿度和流场沿暴雨中心经向剖面合成图(图 1.3),这里我们定义相对湿度 $\leq 70\%$ 为干区。从图中可以看出,在暴雨区北侧,500 hPa 高度附近有一支自北向南、自上而下的流场,引导着干空气向南、向下入侵,700 hPa 以上干空气表现为自上而下侵入,而在 800 hPa 以下,干空气主要表现为由北向南侵入。

通过干侵入型中尺度暴雨 10 个典型个例合成分析,干线所起的动力作用可能有以下两个方面:

其一,干线附近,干湿空气交汇形成局部露点锋锋生,锋生产生的扰动导致上升运动加强。

图 1.4 是 10 个个例 700 hPa T_d 平流和风场合成图,暴雨发生前 12 h,干湿平流零线位于暴雨

区西侧 2~3 个经距处,暴雨区南侧处在大片湿平流区中,湿平流中心达 $0.8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 。与此同时,北方偏北气流携带干空气快速南下,至暴雨发生时,干空气分为两支,分别在暴雨区西侧和东北侧与南方湿空气相遇,即图中所示 T_d 平流零线位置。平流零线北侧,干平流中心高达 $-2.0 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C/s}$,平流零线南侧,暴雨区上空湿平流不断加强,形成强度为 $1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 的湿平流中心。干空气一侧急剧变干,湿空气一侧不断增湿,于是在 T_d 平流零线附近形成局部露点锋锋生(图 1.5),700 hPa T_d 锋生函数从 $10 \text{ K} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-3}$ 增加到 $30 \text{ K} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-3}$ 。干湿两种气团在锋区附近产生强烈扰动,形成上升运动,因此,在湿平流中心即水汽最为充足又是水汽汇集处产生了暴雨。

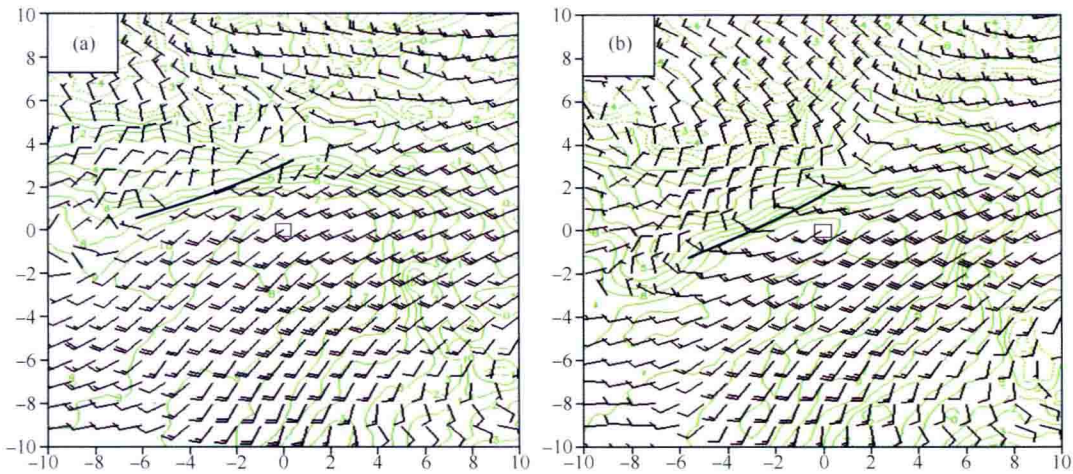


图 1.2 700 hPa 露点温度与风场合成分析图(露点温度单位: $^\circ\text{C}$)
(a)暴雨发生前 12 h,(b)暴雨发生时

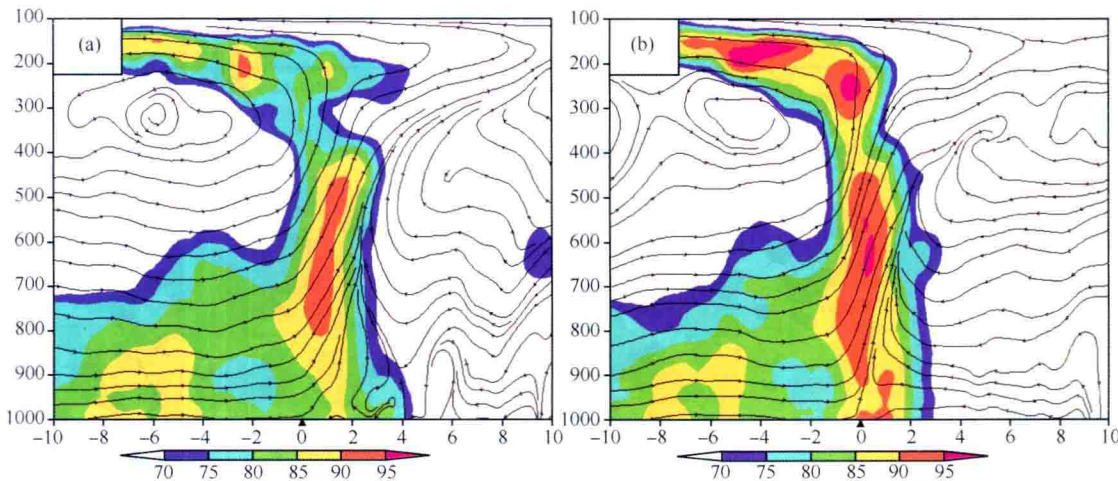


图 1.3 沿暴雨中心的相对湿度与流场经向垂直剖面合成图(相对湿度单位: %)
(a)暴雨发生前 6 h,(b)暴雨发生时(小黑三角为暴雨点,下同)

其二,南下的深厚干气团与湿气团相遇,迫使湿空气抬升。图 1.6 为 850 hPa T_d 平流和风场合成图,可见暴雨区上空 850 hPa T_d 平流与 700 hPa T_d 平流有明显不同。暴雨发生前 12 h,暴雨区南侧处在大片湿平流中,到暴雨发生时,暴雨区上空 850 hPa 干平流显著加强,达 $-1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 。这表明,在暴雨发生时,干空气已从低层 850 hPa 以下侵入。一方面,700 hPa 湿空气不断增湿;另一方面,深厚的干气团已在低层 850 hPa 以下形成干冷气垫,迫使湿空气爬升,形成上升运动。10 个个例中有 3 例干湿锋区十分陡直,与地面近乎垂直,干空气似一堵墙,伫立在湿空气一侧,迫使暖湿空气强烈上升,由于湿层十分深厚,产生的降水强度也更大,3 小时降水达 100 mm 以上。在此过程中,雷达回波表现为在干线南侧 50 km 以内发展明显加强。

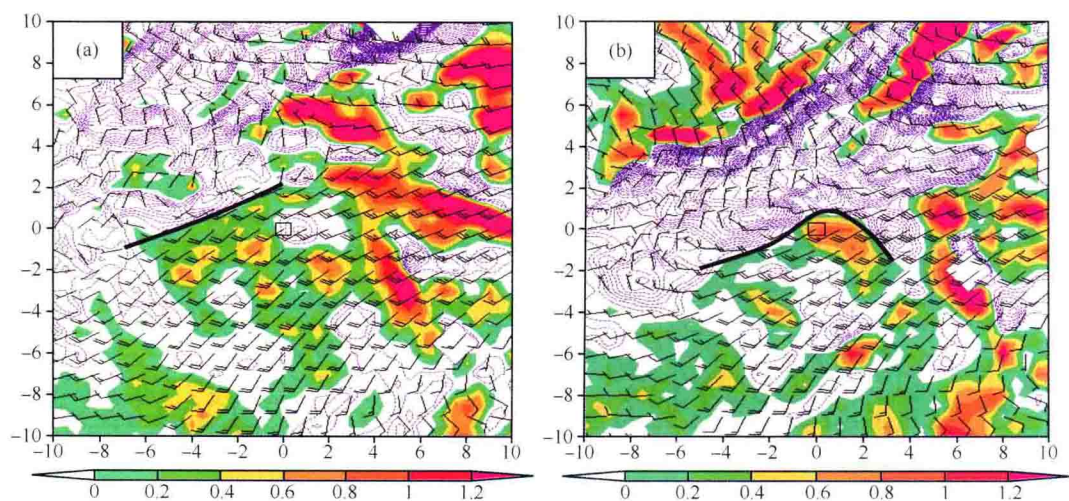


图 1.4 干侵入型中尺度暴雨 700 hPa 露点平流和风场合成图(露点平流单位: $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$)

(a)暴雨发生前 12 h, (b)暴雨发生时(黑色粗实线为平流零线)

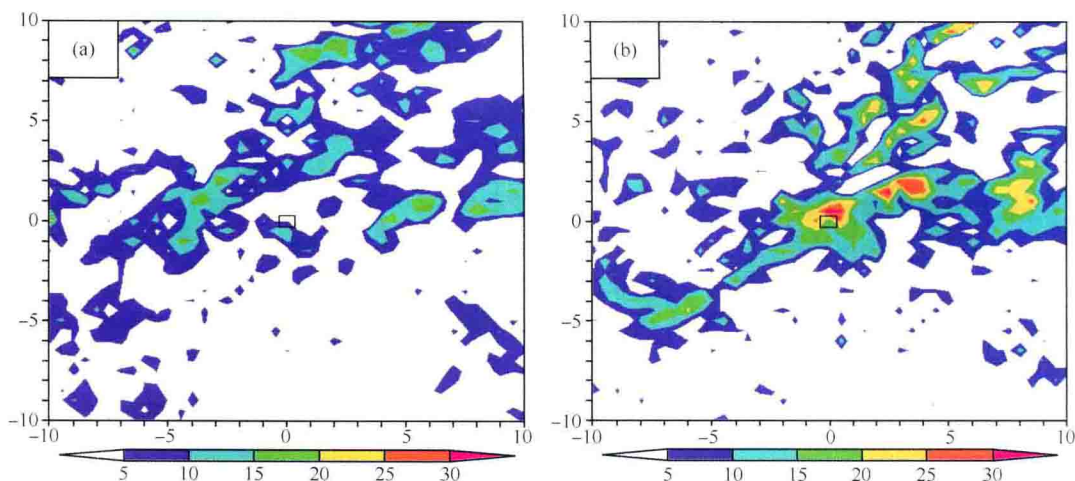


图 1.5 干侵入型中尺度暴雨 700 hPa 露点锋生函数合成图(单位: $\text{K} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$)

(a)暴雨发生前 12 h, (b)暴雨发生时

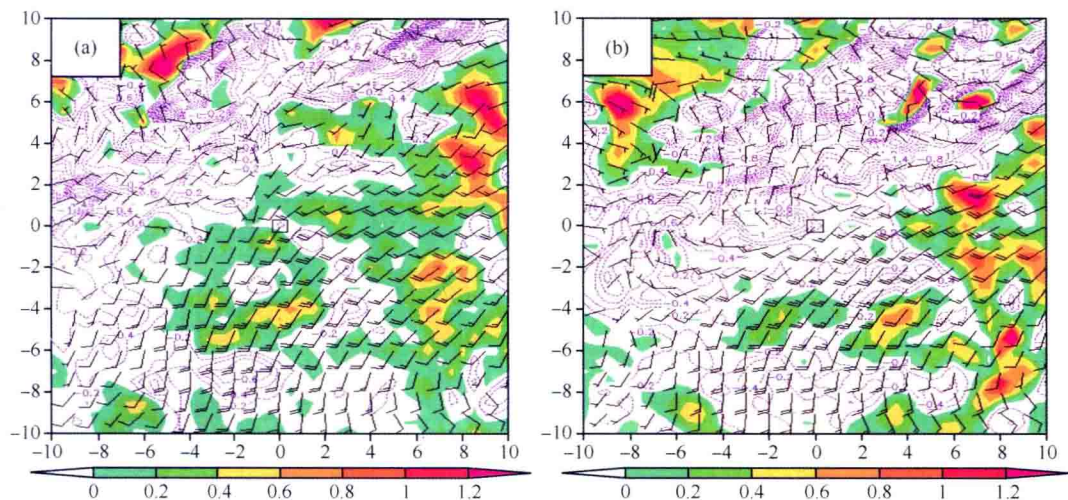


图 1.6 干侵入型中尺度暴雨 850 hPa 露点平流和风场合成图(露点平流单位: $10^{-5}^{\circ}\text{C/s}$)

(a)暴雨发生前 12 h, (b)暴雨发生时

(2) 涡度平流

统计发现,在 10 例干侵入型中尺度暴雨发展加强的过程中,暴雨区西侧 500 hPa 不断有带状正涡度平流区东移。图 1.7 为 500 hPa 涡度平流合成图,由图可见,在暴雨发生前 12 h,暴雨区上空西侧有一正涡度平流区,中心强度达 $3 \times 10^{-9} \text{s}^{-2}$,随着高空低槽东移,该正涡度平流区逐渐东移;暴雨发生前 6 h,暴雨区西侧又有多个带状正涡度平流区继续东移;暴雨发生时,正涡度平流区向暴雨区上空逼近,中心强度维持 $2 \times 10^{-9} \text{s}^{-2}$ 。在这一过程中,暴雨区上空 500 hPa 正涡度平流使得该层气旋性涡度增加,导致流场与气压场不相适应,在地转偏向力的作用下,气流向外辐散,而辐散的结果,使低层减压,导致低层流场与气压场不相适应,在气压梯度力的作用下,气流向负变压区辐合。

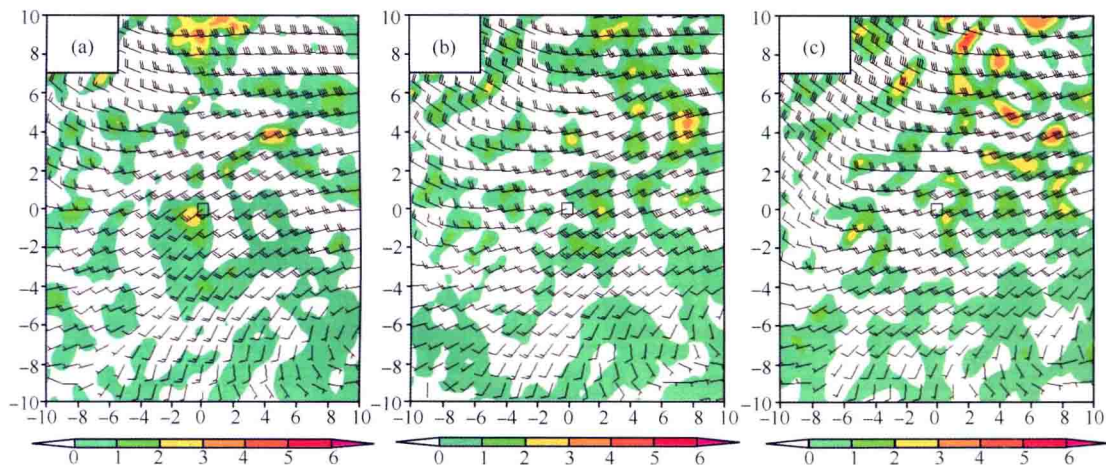


图 1.7 干侵入型中尺度暴雨 500 hPa 涡度平流与风场合成图(涡度平流单位: 10^{-9}s^{-2})

(a)暴雨发生前 12 h, (b)暴雨发生前 6 h, (c)暴雨发生时

为了验证这一事实,我们给出 925 hPa 散度与风场合成图(图 1.8)。暴雨发生前 12 h 至发生前 6 h,925 hPa 散度急剧增加,从 $-2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 增至 $-5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。之后,由于暴雨区上空不断受东移的正涡度平流影响,暴雨发生时,中心强度继续增至 $-6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,且强中心范围明显增大。这充分说明,高层正涡度平流对低层辐合增强起到了重要作用。

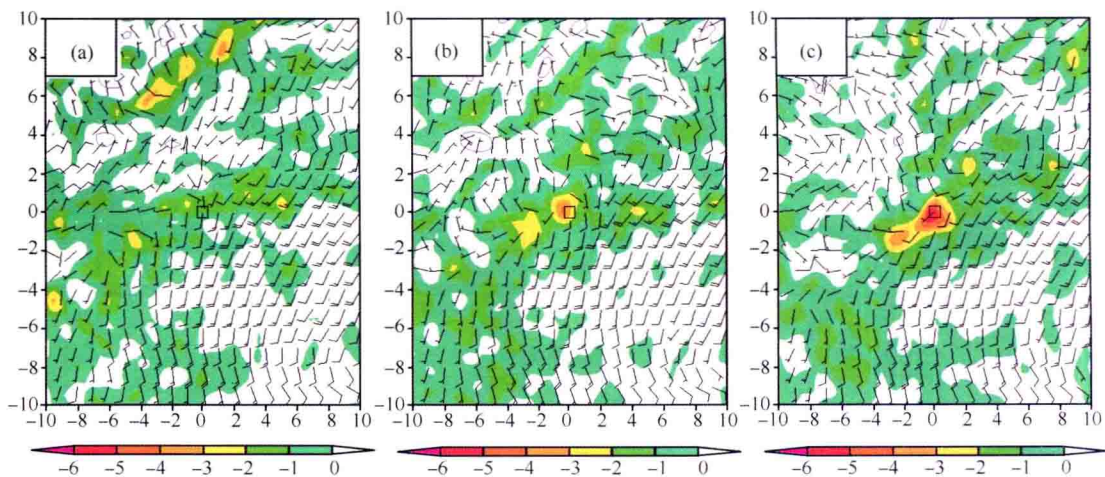


图 1.8 干侵入型中尺度暴雨 925 hPa 散度和风场合成图(散度单位: 10^{-5} s^{-1})

(a)暴雨发生前 12 h,(b).暴雨发生前 6 h,(c)暴雨发生时

图 1.9 为涡度平流与流场沿暴雨中心的经向剖面合成图,从图中可以看出,暴雨发生前 12 h 至暴雨发生期间,暴雨区上空存在正的差动涡度平流,差值从 $1 \times 10^{-9} \text{ s}^{-2}$ 增加到 $3 \times 10^{-9} \text{ s}^{-2}$ 。 ω 方程指出,当涡度平流随高度增加,有上升运动。从垂直速度合成图来看,暴雨区上空垂直速度明显增强,从暴雨发生前 12 h 小于 -0.4 Pa/s ,到暴雨发生时增长至 -1 Pa/s (图 1.10)。

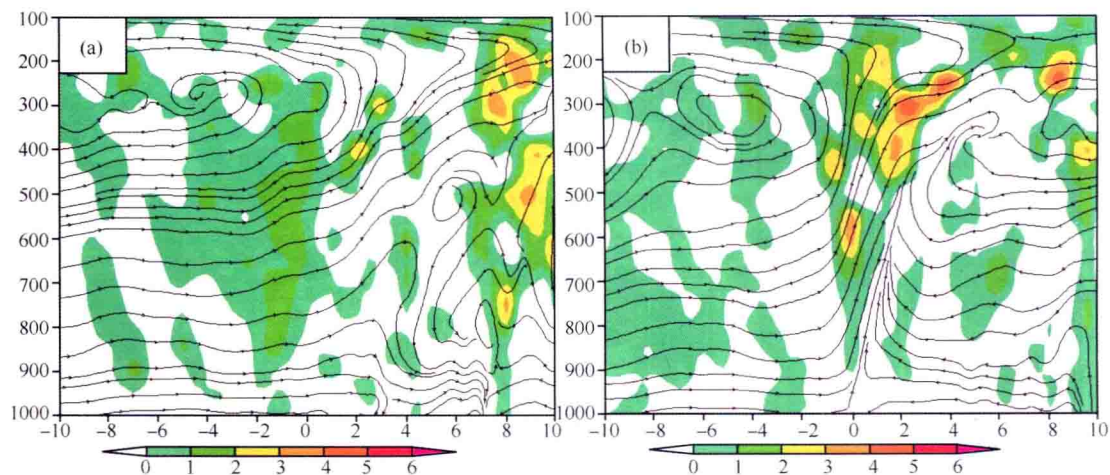


图 1.9 沿暴雨中心的涡度平流和流场经向剖面合成图(涡度平流单位: 10^{-9} s^{-2})

(a)暴雨发生前 12 h,(b)暴雨发生时

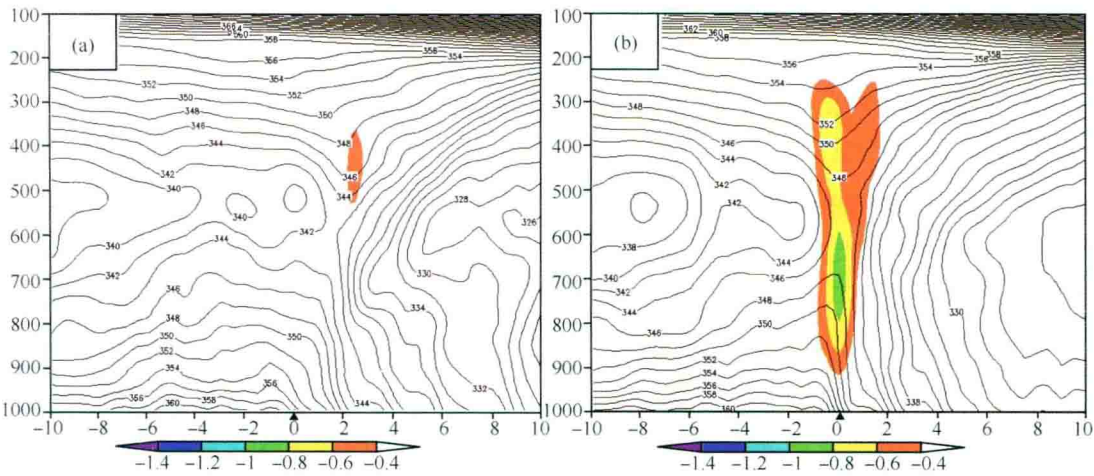


图 1.10 沿暴雨中心的垂直速度和假相当位温合成图(单位:Pa/s,K)

(a)暴雨发生前 12 h,(b)暴雨发生时

(3) 高位涡下传

分析发现,10 例干侵入型中尺度暴雨过程中都存在高位涡下传现象。暴雨发生前 12 h,高位涡一般位于对流层高层 300~400 hPa 附近,位涡中心值在 1.2 PVU 以上,最高可达 2.3 PVU。暴雨发生时,高位涡逐渐沿 θ_{se} 等值线密集带下传至低层暴雨区上空附近。图 1.11 是位涡和 θ_{se} 沿暴雨中心的经向剖面合成图。虽然合成后的高位涡中心值有所减小,但是在暴雨发生前 12 h,距暴雨中心北侧约 4 个纬距附近,300~400 hPa 仍有大于 0.9 PVU 的高值中心存在。暴雨发生时,位涡高值区(≥ 0.6 PVU)沿 θ_{se} 密集带下传至暴雨区上空 900 hPa 附近。从图中还可以看出, $\theta_{se}=346$ K 线上下贯通,高位涡就沿着其等熵面从对流层中高层向对流层低层下传的。

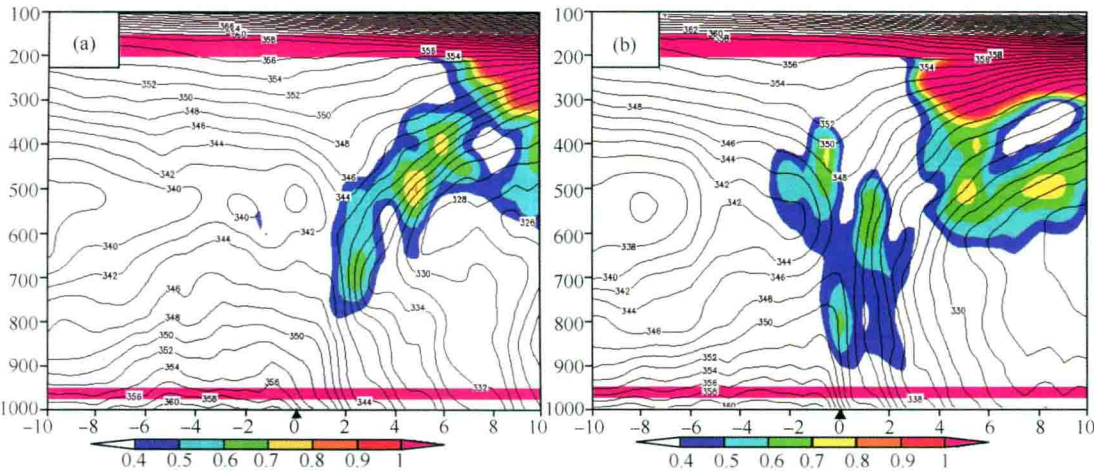


图 1.11 沿暴雨中心的位涡及假相当位温经向剖面合成图(单位:PVU,K)

(a)暴雨发生前 12 h,(b)暴雨发生时

进一步分析得知,沿等熵面在对流层高层 $\partial\theta_{se}/\partial p < 0$,为对流稳定层;在对流层中低层 $\partial\theta_{se}/\partial p > 0$,为对流不稳定层结,根据吴国雄等倾斜涡度发展理论,当气块从对流稳定性较高的环境,向对流稳定性较低的环境移动时,其绝对涡度增加,等熵面坡度越大,增加越快。因

此,当高位涡快速沿 θ_{se} 密集带下传时,有一极强的正涡度柱由 1000 hPa 沿 θ_{se} 锋区向上伸展(图 1.12),850 hPa 附近涡度从 $2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 增加到 $8 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,垂直涡柱表明低空有强烈的辐合入流,并伴有强上升运动。可见,高位涡下传直接导致中低层正涡度柱加强,有利于对流上升运动的发展和水汽垂直输送。

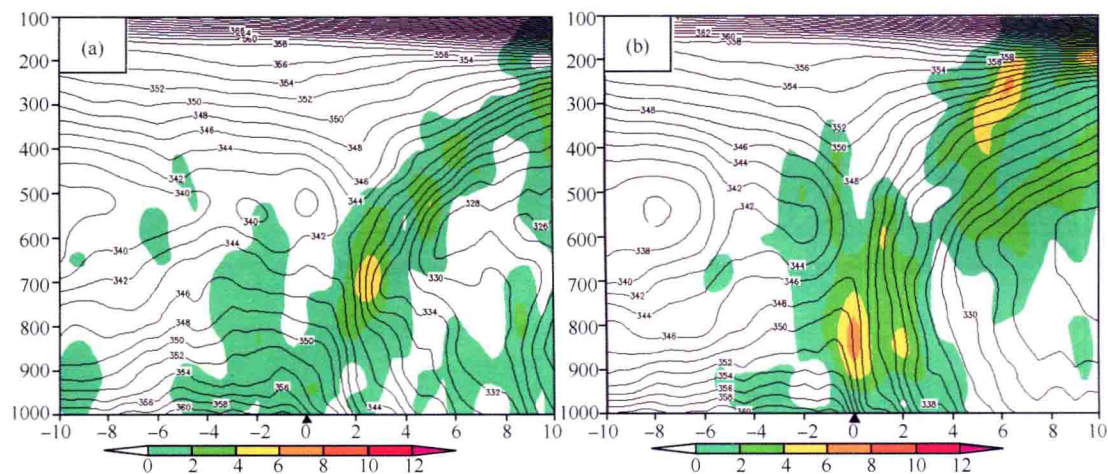


图 1.12 沿暴雨中心的涡度及假相当位温经向剖面合成图(单位: $10^{-5} \text{ s}^{-1}, \text{K}$)

(a)暴雨发生前 12 h, (b)暴雨发生时

(4) 冷锋

由于干侵入型中尺度暴雨是四类中尺度暴雨中唯一与冷锋相联系的,因此有必要对冷锋的作用进行分析。图 1.13 为温度平流和流场沿暴雨中心的经向剖面合成图,从图中可以看到,暴雨发生前 12 h,暴雨区上空 950 hPa 以上均为暖平流, $\leq -0.8 \times 10^{-5} \text{ s}^{-2}$ 的冷平流中心位于暴雨区北侧 6~7 个纬距处 500 hPa 附近,冷暖平流零线位于暴雨区北侧 3~4 个纬距附近。暴雨发生时,暴雨区北侧深厚冷空气在偏北气流的带动下快速南下,冷暖平流零线也随之整体南压,在 800 hPa 以下有 $\leq -0.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 的冷平流区向下呈楔状插入暖平流区,暴雨区上空 900 hPa

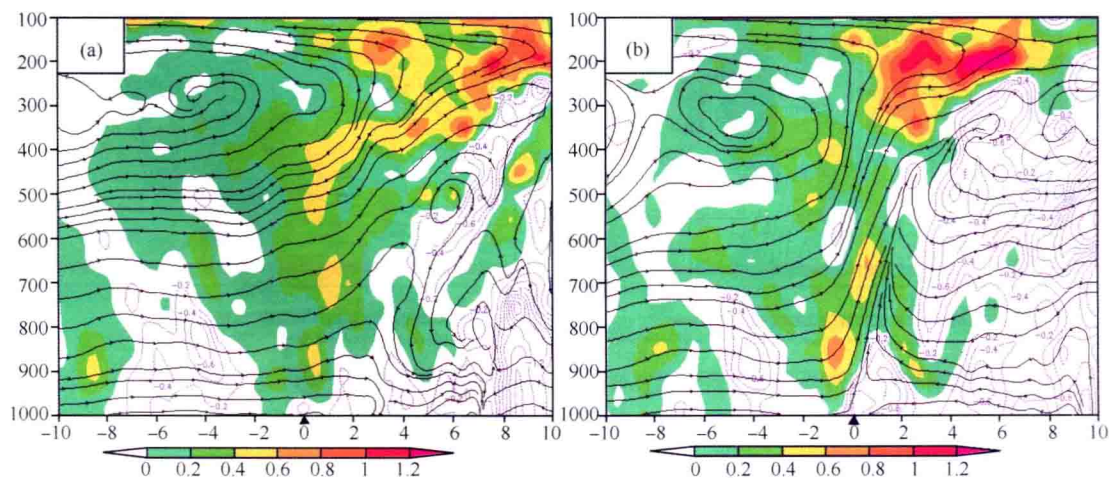


图 1.13 沿暴雨中心的温度平流和流场经向剖面图(温度平流单位: $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$)

(a)暴雨发生前 12 h, (b)暴雨发生时

以下均为冷平流,这表明该层以下已开始有冷空气入侵。 ω 方程指出,暖平流区有上升运动,冷平流区有下沉运动。由此可知,迅速向南推移的冷平流区向下插入暖平流区底部,必将迫使其前方的暖空气抬升,这与前面所提湿空气在干空气垫上被迫抬升作用机制相似。冷暖气团交汇最为剧烈的地区,也即温度平流零线附近,产生强烈抬升,这一作用叠加在干湿气团间的相互作用之上,进一步加强了锋区附近的上升运动。但两者略有不同的是,干空气向下侵入的层次稍高,在暴雨区上空 800 hPa 附近,冷空气向下侵入的层次较低,在暴雨区上空 900 hPa 附近。

(5)湿舌和干区

湿舌是指湿空气向较干的区域伸展,其等湿度线像舌状的部分,是湿空气向干空气输送水汽的明显标志。在 10 例干侵入型中尺度暴雨个例中,850 hPa 均出现了湿舌。图 1.14 为 850 hPa T_d 和风场的合成图,从图中可以看出,暴雨发生前 12 h,暴雨区处在 $T_d=17\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的湿舌中,湿舌北部是大片干区,干中心 $T_d=-1\text{ }^{\circ}\text{C}$,随着偏北气流加强,干区南压, $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ 湿舌也随之南压。暴雨发生时,暴雨区位于湿舌靠近干区一侧,随着干区进一步南压,湿舌南退,降水结束。这一过程充分说明,单纯的湿舌并不能直接产生暴雨,只有在干区向湿舌侵入的过程中,两种不同性质气团在局部产生充分交汇,引起锋生加强时,激发暴雨的发生。

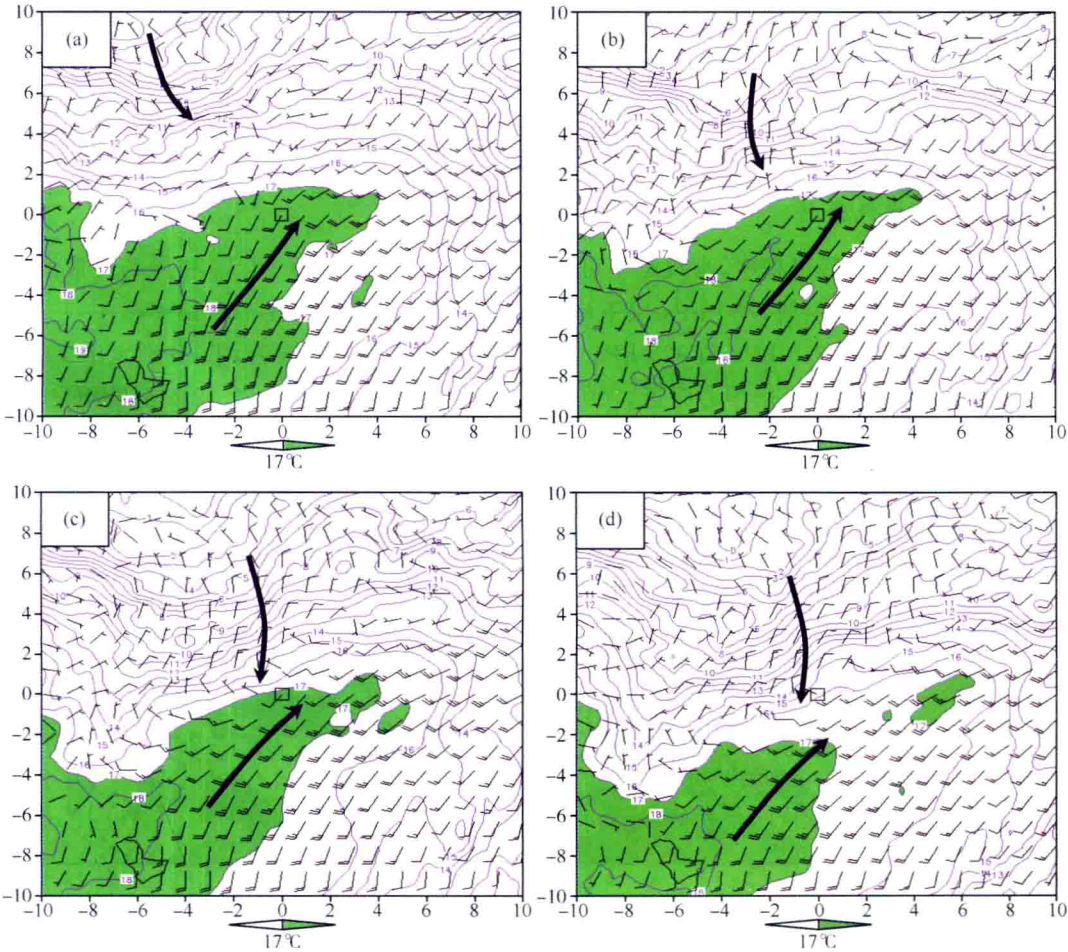


图 1.14 850 hPa 露点温度与风场合成分析图(露点温度单位: $^{\circ}\text{C}$;黑粗色箭头为显著气流,下同)
(a)暴雨发生前 12 h,(b)暴雨发生前 6 h,(c)暴雨发生时,(d)暴雨发生后 6 h