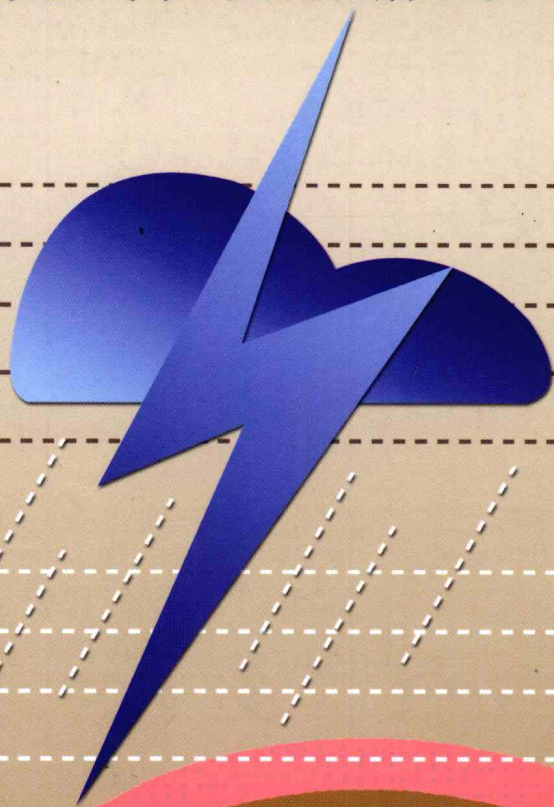


天气预报 技术文集 (2004)

中国气象局预测减灾司 编



气象出版社

天气预报技术文集 (2004)

中国气象局预测减灾司 编

气象出版社

内容简介

本书收入了 2004 年在北京召开的“2004 年全国重大天气过程总结和预报技术经验交流会”上交流的文章 72 篇,内容涉及到台风、暴雨、冰雹等灾害性天气过程的个例分析和总结,数值产品的解释和应用、卫星资料产品的应用。另外,本书还增加了各地新增的新一代多普勒天气雷达资料的分析应用、突发性泥石流灾害预警预报等新增业务的内容。

该书可供气象、水文、水利、航空等部门从事天气预报的科技人员和相关院校及科研单位的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

天气预报技术文集. 2004/中国气象局预测减灾司编.

北京:气象出版社,2004. 12

ISBN 7-5029-3886-9

I. 天… II. 中… III. 天气预报-文集

IV. P45-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 128186 号

出版者:气象出版社

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑:张锐锐 俞卫平

封面设计:王 伟

责任校对:石 仁

印刷者:北京金瀑印刷有限责任公司

装订者:三河市海龙装订厂

发行者:气象出版社

开 本: 787×1019 1/16 印 张: 19.5 字 数: 500 千字

版 次: 2004 年 12 月第一版 2004 年 12 月第一次印刷

书 号: ISBN 7-5029-3886-9/P·1375

印 数: 1~1000

定 价: 50.00 元

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮 编: 100081

电 话: 总编室: 010-68407112 发行部: 010-62175925

终 审: 周诗健

版式设计: 吴庭芳

编者的话

中国气象局预测减灾司和国家气象中心于 2004 年 3 月 3~5 日在北京联合组织召开了“2004 年全国重大天气过程总结和预报技术经验交流会”。会议共收到各种来稿共计 291 篇,本书共收入会议上交流的论文 72 篇,其中全文刊登的 58 篇,摘要刊登 14 篇。

由于水平有限,难免疏漏,请读者指正并提出宝贵意见。

中国气象局预测减灾司

2004 年 11 月

目 录

编者的话

第一部分 获优秀报告奖的论文和总结

两个不同类型的中尺度复合体分析	李云川 段 英 赵利品等(1)
郑州 714CD 天气雷达资料在数值模式 MM5 中的应用试验	杨艳蓉(6)
上海地区雾的诊断分析及其数值产品的释用	黄宁立 杨露华(10)
浙江省暴雨预报系统研究	杜惠良 钮学新 曾欣欣等(17)
2003 年 10 月 9~12 日山东罕见的秋季大暴雨天气环境场分析	 杨晓霞 刁秀广 李玉华(23)
登陆热带风暴较强与较弱降水环境场实例的对比分析	凌 艺 黄明政 梁卫芳(28)
一次 β 中尺度低涡引起的特大暴雨过程数值模拟与分析 ...	叶成志 刘志雄 陈江民等(33)
利用 EPP 法制作梅雨期降水分县分级预报试验	邓兴旺 蔡静菲 程 鹏等(39)
南宁市“9.10”大暴雨天气过程预报失误总结分析	陈 阳 杨宇红(43)

第二部分 热带气旋、强对流天气分析和总结

北京地区一次罕见的秋季大降水天气成因分析	郭金兰 王 华 孙继松(49)
2003 年 6 月 19、20 日河南省两次强风暴天气分析	张一平 席世平 康文璞(56)
环高热带风暴登陆后路径分析及其对辽宁 822 区域性暴雨的贡献	孙 欣 陈传雷(60)
一次强风暴的雷达回波特征分析	王凤娇 王立静 吴书君(65)
强垂直温度梯度下江西省强对流天气分析与预报	许爱华 刘晓辉 王 欢(70)
2003 年江西省强对流天气过程的多普勒天气雷达产品特征及分析	应冬梅 郭 艳(74)
0308 号强热带风暴“天鹅”云系对路径和降水的影响	许向春 郝丽清 翁小芳(79)
2003 年主汛期及淮河强降水过程中外数值模式降水预报检验	王 雨(85)
QuikSCAT 卫星洋面风场资料的处理与应用(摘要)	咸 迪 方 翔(91)
台风“科罗旺”中一次小尺度强对流天气浅析	郑 艳 周芝锋(92)

第三部分 暴雨天气分析和预报

2003 年江淮梅雨的中尺度数值预报检验及对“0374”大暴雨的初步诊断分析(摘要)	 周 斌 王建捷(96)
2003 年 7 月 27 日大暴雨过程诊断分析	卢焕珍 余文韬(97)
临汾“8.26”区域性大暴雨过程分析	张临平 王智娟 史海平等(102)
邢台致灾暴雨的天气模型及物理特性	刘玉平 王丛梅(106)
一次秋季罕见暴雨天气形成机制初探	阎 琦(110)

辽南局地大暴雨中尺度分析·····	薄北海 宋 煜 何玉科(112)
“6.23”大连地区暴雨过程雷达回波分析·····	何玉科 王荣基(117)
T213 数值预报产品在 2003 年暴雨预报中的应用(摘要)·····	田忠臣 王奎云(121)
青岛地区 2003 年“6.23”暴雨成因分析 ·····	耿 敏 黄明政 凌 艺等(122)
2000 年 5 月 31 日、2003 年 6 月 24 日两次相似大暴雨过程的技术总结·····	何丽萍(127)
2003 年江苏梅汛期暴雨日和非暴雨日天气合成对比分析 ···	尹东屏 曾明剑 沈树勤(131)
2003 年 5 月一次大暴雨过程的中尺度分析 ·····	夏丽花 陈德花 冯晋勤(138)
2003 年 9 月 20 日福建省突发性暴雨成因分析 ·····	林 毅 刘 铭 蔡义勇(143)
一次春季黄河下游 MCC 暴雨的综合分析 ·····	卓 鸿 姚秀萍 刘爱梅等(147)
2003 年 6 月 25 日南昌特大暴雨成因分析及模拟研究 ·····	毛连海 郭达峰 刘 芳(151)
“7.8”梅雨锋鄂中大暴雨中尺度系统观测分析 ·····	肖艳姣 李中华(157)
春季暴雨落区、落点数值预报模型和指标 ·····	施望芝 金 琪 刘 静等(162)
冷平流在 2003 年“0828”四川盆地大暴雨过程中的触发作用 ·····	汪 丽(168)
陕西省暴雨洪水灾害等级预报·····	杜继稳 梁生俊 宁志谦等(173)
2000~2003 年三场洪灾暴雨天气对比分析和灾害回顾 ·····	段桂兰 陶建玲(176)
一次晋、陕、蒙交界地带大暴雨过程的湿位涡诊断分析·····	井 喜(180)
数值预报产品在湖北 2003 年 6 月 22~24 日区域暴雨过程中的检验 ·····	
·····	王 丽 施望芝 金 琪等(184)
2003 年 6 月 9 日朝阳区域性暴雨天气过程分析 ·····	王晓霞 初少霞 邓 卓等(189)

第四部分 预报技术方法的应用和研究

黄河小花间致洪暴雨预报模型的建立及在 2003 年秋汛中的应用·····	
·····	梁 钰 布亚林 王 蕊等(193)
城市渍涝决策气象服务系统·····	肖 刚 胡燕平 殷广亚等(198)
对江苏省冰雹预测中几个技术问题的探讨·····	沈树勤 尹东屏 姜 麟(203)
现代天气预报智能业务平台的设计及应用·····	濮梅娟 卞光辉 秦铭荣等(209)
数值预报产品释用方法及业务系统的研究(摘要)·····	严明良 曾明剑 濮梅娟(215)
GRAPES 3D-VAR1.8 在河北省区域中尺度模式中的应用检验 ·····	
·····	张迎新 胡 欣 王福侠(216)
淮河流域面雨量预报方法的探讨和应用·····	陈 焱 朱红芳 王东勇(221)
“7.8”鄂东暴雨 β 中尺度低涡的数值模拟和分析(摘要) ···	李 俊 崔春光 李武阶等(225)
2002 年台风 Ramasun 影响华东沿海期间可降水量的 GPS 观测和分析(摘要) ·····	
·····	丁金才 黄 炎 叶其欣等(226)
三峡库区流域面雨量预报模糊检验·····	周国兵(228)
2003 年汛期利用 EOS/MODIS 资料的水灾与水情监测(摘要)·····	
·····	刘 诚 张晔萍 李三妹等(234)
近 4 年日本 24 小时降水预报产品对吉林省 50 站降水预报能力的检验分析 ·····	
·····	孙鸿雁 张智勇(236)
MM5 模式在湖南省强降水预报中的能力检验(摘要) ·····	周传喜 潘志祥 李象玉等(241)

第五部分 其他灾害性天气的分析和总结

全国地质灾害气象预报警报方法研究(摘要).....	徐 晶 姚学祥 薛建军等(242)
两次强灾害性天气的多普勒雷达回波对比分析.....	赵玉洁 余文韬 徐灵芝(243)
2003 年秋季一次大暴雨及风暴潮过程成因分析	胡 欣 王福侠 景 华(247)
内蒙古干旱持续期预报技术研究.....	孙永刚 孟雪峰 娜 林(254)
北方一次强降雪过程的中尺度数值模拟分析(摘要).....	姜学恭 李彰俊 康 玲等(256)
T213 数值预报产品在 12 小时降雪预报中的释用.....	王 军 周官辉 赵伟华等(257)
连阴雨天气中的几个次级降水过程的对比分析及暴雨预报.....	何晓东(263)
多普勒天气雷达产品——中气旋在强风预报中的应用研究	邵玲玲 孙 婷 郭 锐等(267)
江苏城市雾的时空分布特征及预报方法探讨(摘要).....	魏建苏 刘 梅 姜爱军等(273)
多普勒雷达产品在淠水流域特大山洪预报中的应用研究	廖玉芳 胡振菊 何炳文等(274)
2003 年 7 月上旬张家界特大暴雨山洪分析(摘要)	周雨华 黄培斌 刘 兵等(280)
ETA 数值预报模式产品释用四川盆地泥石流滑坡预报系统(摘要).....	郁淑华 徐会明 何光碧等(281)
云南地质灾害与降水的关系.....	彭贵芬(283)
一次热低压沙尘天气的成因初探.....	邓小丽 赵 荣(288)
河西走廊春季大风、沙尘暴的成因差异初探(摘要)	曹 玲 董安祥 张德玉等(292)
乌鲁木齐市 2003 年初秋暴雪天气分析	蒋 军 陈春艳(293)
新一代天气雷达产品在天山南麓大降水预报中的分析及应用	张俊岚 张 莉 曹立新等(299)

第一部分 获优秀报告奖的论文和总结

两个不同类型的中尺度复合体分析*

李云川 段 英 赵利品

范军红

(河北省人工影响天气办公室, 石家庄 050021; 河北省气象台, 石家庄 050021)

摘 要

本文应用卫星云图、雷达回波及常规天气资料对 1998 年 6 月 21 日、2003 年 7 月 27 日发生在河北省境内的两次中尺度对流复合体进行了分析, 揭示出在不同天气形势下, 中尺度对流复合体过程虽然在卫星云图上的强度、形状、大小上基本相同, 但对应的灾害性天气却不尽相同; 雷达回波结构图上和物理量场的配置也有着明显的差异。两次过程分析在提前做出中尺度复合体将会产生天气类型可能性的预报会有一定的启示。

关键词: 中尺度对流复合体 暴雨 冰雹

1 引言

中尺度对流复合体(MCC)是发生在中纬度地区的一种活跃的中尺度对流系统。可引起多种多样的对流天气现象, 包括龙卷、冰雹、大风和闪电。但通常的特征是引起广阔地区的暴雨天气, 甚至产生暴洪^[1]。本文选取 1998 年 6 月 21 日和 2003 年 7 月 27 日(以下分别简称为 MCC98 和 MCC03)两例灾害性天气不同的 MCC 天气过程, 运用卫星云图和雷达资料, 进行分析研究, 以期对预报该类型天气有一定的帮助。

MCC98 过程: 1998 年 6 月 21 日 15 时 24 分开始在河北中南部地区自东北向西南先后在河北省中南部地区出现大范围的降雹、大风、扬沙、暴雨天气。其降雹地域涉及了 31 个县 137 个乡镇, 最大冰雹直径 50 mm(献县、广宗、巨鹿、武安等); 最大暴雨为磁县 98.3 mm、安阳 160 mm; 最大风速一般为 20 m/s, 局部大于 30 m/s(故城、清河、任县、安阳等), 风暴共经历了 9 h。此次风暴造成 15 人死亡, 494 人受伤, 农田受灾面积 $34.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 经济损失约 35 亿元^[2]。

MCC03 过程: 2003 年 7 月 27 日 15 时 30 分开始, 在河北省中南部地区上空的云团已基本形成了 Moddox^[3]定义的 MCC, 此刻暴雨天气已经开始, 且 MCC 的覆盖面积快速膨胀, 暴雨自西北向东南方向推进, 风暴生命期仅达 6 h。河北中南部地区 26 个县市过程降水量达暴雨, 其中最大为 149.5 mm(滦南)。

从天气灾害可看出, 同是 MCC, 但所造成的天气灾害却有很大的差异, MCC98 过程除暴

* 本文受河北省自然科学基金项目(编号 401485)资助

雨外,还伴有大范围冰雹、大风天气。MCC03 过程则是以大雨范围的暴雨天气为主。

2 资料

雷达资料采用邢台气象台 711 雷达数字化资料和河北省局气象台 713 雷达数字化资料,卫星云图资料为 GMS 和 FY-2 云图资料,诊断资料为中国气象局下发的 MICAPS 物理量场的分析。

3 天气系统分析

MCC98 过程:21 日 08 时和 20 时 500 hPa 上贝加尔湖以东的赤塔上空为冷性低涡,冷涡东、西两侧各有一个弱高压脊,急流轴位于 46°N 以北,不直接影响 40°N 以南的华北地区,华北平原为平直西风控制,300、500 hPa 为负涡度区,数值为 $-6.3\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 、 $-3.5\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$;700 hPa 的垂直速度为 $+5\sim +7\text{ hPa}\cdot\text{h}^{-1}$,可见强风暴需要有强有力的上升气流支持;850 hPa 锋区在 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 之间,近似呈东—西向,从河套到东部沿海为暖区,京津冀地区的等温线呈疏散结构,偏南风与暖平流将使华北平原出现明显的升温。925 hPa 为热低压控制,偏南气流达 12 m/s 。这种环流形势的演变也大大增大了大气层结趋向于不稳定状态^[4~5],对风暴的形成十分有利。

MCC03 过程:27 日 08 时 500 hPa 巴尔喀什湖以北到东北平原西北部为低值系统, $50^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 之间为偏西气流控制,河北省中南部地区受副热带高压外围的西南气流控制,副热带高压呈块状结构,其主体位于我国华北南部到华东一带,副高轴线呈北北东—南南西方向,5880 位势米线经秦皇岛—天津到邯郸一线,MCC 是在西风槽尾部与副高外围西南气流中形成。在同一时间 300、500 hPa 为负涡度区,数值为 $-4\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 、 $-1\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$;700 hPa 的垂直速度为 $-2\sim -3\text{ hPa}\cdot\text{h}^{-1}$,值得指出的是 925~300 hPa 均为负值区。在 850 hPa 全风速图上(图略),从南海经四川、河南、河北东部到辽宁是一宽度为 500 km 的 10 m/s 以上的风速带,中心最大值为 15 m/s ,可见这支气流为 MCC 的形成不仅提供了充沛的水汽,而且还为其提供了很好的热力条件。这与文献^[1]的 MCC 发展前环境的重要特征相一致^[1]。另外,850 hPa 图上从河北西北部经山西到西安的小槽有冷空气渗入,增加了斜压不稳定,对暴雨的产生起到了至关重要的作用。

4 MCC98 和 MCC03 卫星云图比较

4.1 两次过程的共同点

从图 1 和图 2 分析,我们发现有一共同点,在卫星云图中均出现新旧云团合并后停滞少动,使云团加强、范围不断扩大的特点。

4.2 两次过程的不同点

图 1a 中箭头指对流云团是在晴空区中产生的,即中、高空为强冷平流控制,而低层由于午后太阳辐射加热,使雨后的近地面层急剧增温、增湿,位势不稳定能量增大。15 时 30 分云团初步形成,同时河北中南部多处出现了降雹,云团快速发展成为 MCC,从图中还可以看到,云团在猛烈发展的过程中,不断将四周的对流云团“吸入”,使其得到迅速“膨胀”,南部边缘以每小时 $30\sim 40\text{ km}$ 的速度向豫、鲁涌进。

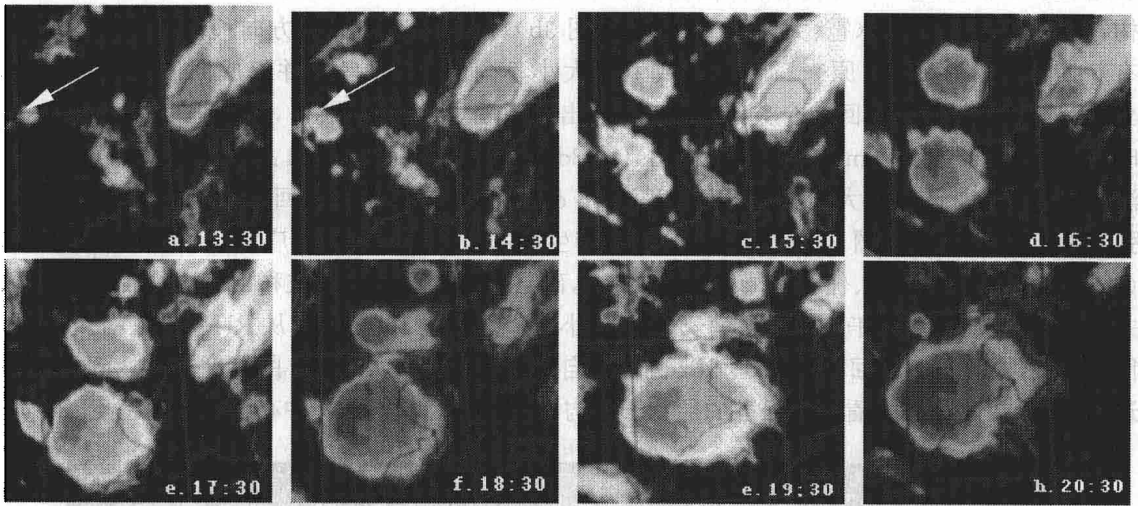


图 1 MCC98 过程的卫星云图

从图 2a 可看到,该云团是在地面冷锋云系的尾部再生而成,由于该云团处于低层暖湿输送带的左侧及副热带高压外围的西南气流中,当冷锋云系开始减弱时,该云团则得到迅速发展,雨量也随之加大;15 时 30 分(图 2a)云团发展为 MCC;17 时 30 分(图 2c)MCC 东部边缘与冷锋云系尾部相接,使 MCC 再次发展,范围扩大,降水量达最大,由于副热带高压较强,水汽来源充沛,云团移动缓慢,移向为西—东;20 时 30 分(图 2g)MCC 与冷锋云系合并后,MCC 长轴增长,故 MCC 定义不再满足。24 时 30 分该云团西部又一次再生一对流云团,这说明了中尺度对流系统有不断更替生消并有向后传递的特征,这也是一地强降水维持出现的主要原因。

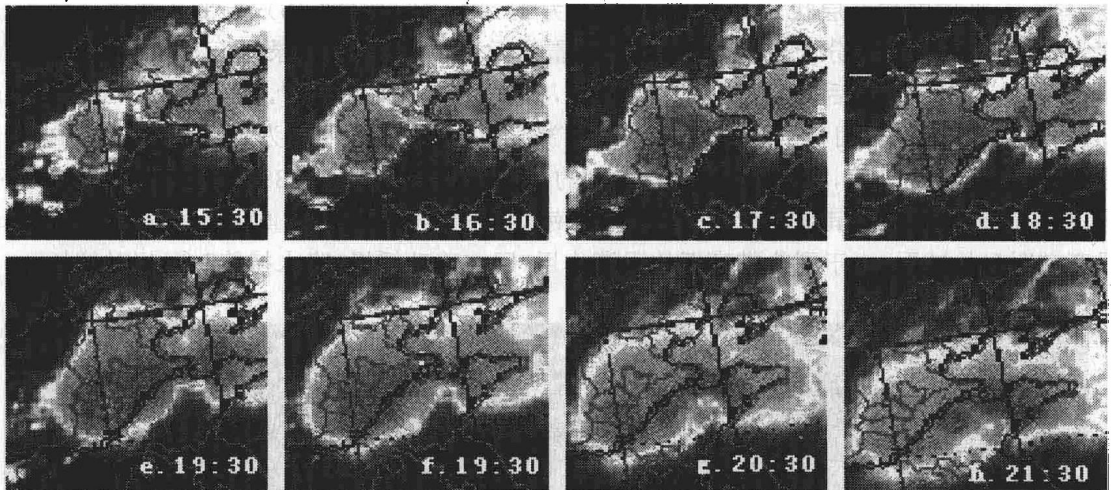


图 2 MCC03 过程的卫星云图

5 MCC98 和 MCC03 雷达回波分析

图 3 为邢台测站观测的 MCC98 雷达回波图(PPI),图中显示,这是一次典型强冰雹云发

展过程。17:33(图 3a),回波出现在该测站东北方向,回波尺度比较小,呈孤立紧密的块状结构,此时已出现雷雨、冰雹、大风天气;18:05(图 3b),回波快速向西南方向移动的过程中,不断有新回波单体生成,由原来三个演变成六个大小不同的回波单体,并组成回波群,其强度为 40 dBz;19:49(图 3c),回波合并连成片状,且出现了明显的 V 形缺口,回波强度达 60 dBz,此时南宫冰雹直径达 50 mm(19:37);20:36(图 3d),回波呈带状结构;21:22(图 3e),回波已接近测站,回波范围迅速增大增强,回波强度达 65 dBz,特别是位于带状回波西北部的回波单体,强度由原来 40 dBz(图 3c)增强到 65 dBz,产生冰雹(50 mm,献县、广宗、巨鹿、武安)、大风(>30 m/s,故城、清河、任县)、暴雨(98.3 mm,磁县)强对流天气。回波移出该测站后,回波强度并没有出现减弱趋势,午夜到达河南安阳时,1 小时降雨量达 160 mm。从 RHI(图略)上可看到,回波顶高达 19 km,强回波区为 50 dBz 的高度自地面达 15 km,65 dBz 的高度达 13 km。综上所述,冰雹云在 PPI 图上看不到松散的层状云结构,且边缘光滑紧密,其中心强度强的特点。

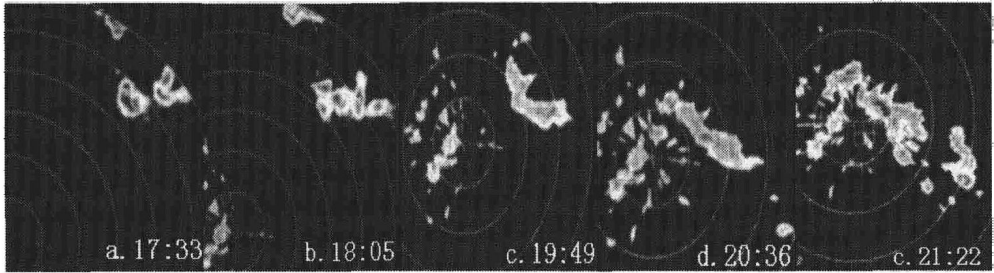


图 3 MCC98 过程的雷达回波

图 4 为河北省局气象台 713 雷达观测的 MCC03 雷达回波图,11:57(图 4a),回波位于石家庄测站西北方向,回波结构松散,并由四块大小不同不连续的积云团组成东北—西南向中尺度云带,云带周围均有层状云相伴,中心强度为 45 dBz;13:43(图 4b),云带合并成一飢线,强度为 50 dBz;14 时 15 分云带到达本站上空(雷达无法观测,没有记录),石家庄市整个城市漆黑一片,有如黑夜,随后大雨倾盆,狂风骤至,省城顿时一片汪洋^[6],黑夜持续了近 20 min。15:43(图 4c),暴雨云团移过测站,强度仍没有减弱,但飢线云系演变为团状云团,50 dBz 的范围扩大,但其边缘破碎,有层状云伴随,此刻的降水量逐渐增大;16:38(图 4d),回波呈片状结构,在东南象限的回波其强度为 30 dBz,而正南方向的回波中嵌套有 40 dBz 的对流回波,降水强度有明显的减弱,由于副热带高压的阻滞作用,回波移动缓慢,降水持续时间相对较长。

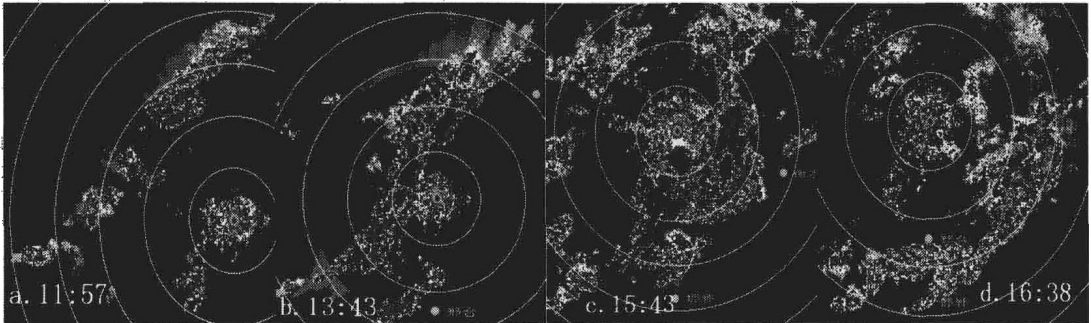


图 4 MCC03 过程的雷达回波

6 小结

(1)雷达回波形状不同。雷达回波呈团状结构产生的降水比带状和片状结构回波降水要大的多;

(2)雷达回波强度不同。冰雹云与暴雨云团在雷达回波结构上有明显的区别,前者结构紧密,边缘光滑,中心强度强(65 dBz),后者结构松散,强回波中心回波(50 dBz)嵌套在大面积的层云中;

(3)云团形成过程相近。在卫星云图中两次过程均出现新旧云团合并后停滞少动,云团加强、范围不断扩大的特点。

参考文献

- [1] 杨国祥等. 1991. 中尺度气象学. 北京:气象出版社. 122~123
- [2] 段英等. 华北平原对流风暴的个例分析. 气象,11(25):25~26
- [3] Maddox R A. 1980. Mesoecale convective complexes. *Bull. Amer. Meteor. Soc*,61:1374—1387
- [4] 李云川等. 2000. 京津冀强对流天气的分析和预报. 河北气象,1
- [5] 胡欣等. 1999. 东蒙冷涡形势下冰雹天气的云图演变特征. 河北气象,3
- [6] 河北日报,河北,2003-07-28

郑州 714CD 天气雷达资料在 数值模式 MM5 中的应用试验

杨艳蓉

(河南省气象局, 郑州 450003)

摘 要

如何提供更准确、精密的初始场,是数值模式模拟和预报的关键所在。本文利用郑州 714CD 天气雷达 PPI 观测资料与中尺度数值模式 MM5 相结合,把得到的 PPI 资料放入 MM5 中,改变数值模式的初始场,模拟出河南的一次暴雨过程。通过模拟试验可以看出,因为改变了数值模式初始场中的水汽条件,从而对模拟结果的雨区范围及强度和实况更加接近。

关键词: 天气雷达 MM5 数值模式 初始场

1 引 言

暴雨具有明显的中尺度特征。对暴雨的模拟和研究主要是采用中尺度数值模式。我国当前的数值天气预报仍以常规探空资料作为初始场。但是由于常规气象观测站点较为稀疏,站与站之间距离上百千米。所以由此提供的数值模式初始场既不能提高降水预报的精度,又不能很好地反映出中尺度特征。如何提供更准确、精密的气象初始条件,是数值模式预报和模拟的关键所在。

多普勒天气雷达是以多普勒效应为基础,通过相干发射和接收定量估算回波强度、径向速度、谱宽等信息的雷达系统。是灾害性天气监测、预警的有力工具。它能有效的获取云体内部风场分布和结构的有关信息。中国气象局正在建设新一代天气雷达网,即多普勒天气雷达网,预计将于 2005 年完成。河南省明年将在全省布置六部多普勒雷达,分布在郑州、三门峡、濮阳、商丘、南阳、驻马店,其资料的时、空分辨率比常规探空资料要高的多。如何有效利用这些非常规观测资料,提高预报的精细化程度,是提高数值预报准确性的一个重要环节。

众所周知,水汽是形成暴雨的重要条件,而多普勒雷达回波强度资料能直接提供各种降水粒子的信息,其径向速度资料经过反演可以得到风暴云体风场信息。这些资料的空间分辨率比常规探空资料高得多。将这些资料加入数值模式中,必定会对暴雨过程做出更加客观的预报。

郭霞、党人庆等在江淮暴雨流域的数值模式中进行雷达资料的应用试验,根据回波强度改变初始湿度场,结果表明,加入雷达资料后的数值模拟预报,由于增强了暴雨区及其邻近区域对流层中低层水汽和辐合上升运动,雨区位置和雨量中心值更接近实况;徐慧、葛文忠将雷达、卫星资料放入 MM4 中尺度数值模式,对淮河流域暴雨过程进行了敏感试验,模拟结果比控制试验有较好的改进;徐玉貌等人将“713”测雨雷达和 GMS 卫星云图资料引入 PSU/NCAR 中尺度模型,改变初始湿度场,对两个不同类型的江淮暴雨过程进行了数值模拟敏感试验,结果表明,加入雷达和卫星资料,能通过水汽和辐合上升运动调整有效降水过程;另外,徐枝芳等将雷达、卫星资料加入 MM5 中尺度模式改变水汽场,结果表明,由于修正了暴雨区及其邻近区域对流层中低层水汽场,雨区位置和雨量中心更接近实况。下面介绍一下具体做法。

2 用回波强度资料改变数值模式 MM5 的初始场

2.1 回波强度—相对湿度—露点温度

天气雷达观测降水云体,假定云中为雨滴或过冷水滴,降水云内达到饱和,同时雨滴在下降过程中可能蒸发,因此可以将多雷达观测的 PPI 图上回波强度达到一定 dBz 处的相对湿度视为 100%。另外,根据模式中 Little_r 模块的资料要求,还需要把这个相对湿度值转换为模式本身的需要量,即露点温度。

利用回波强度资料改变湿度场,把回波强度与相对湿度的关系做如下处理,如图 1 所示:

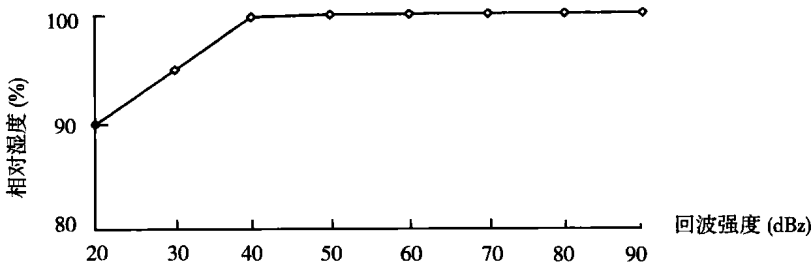


图 1 相对湿度与回波强度的关系处理

图 1 中,横坐标表示回波强度 Z ,单位为 dBz,纵坐标表示相对湿度 rh ,单位为 %。在 PPI 图中,回波强度 ≥ 40 dBz 的区域对应的相对湿度为 100%,回波强度等于 20 dBz 的区域对应的相对湿度为 90%,而在此之间的对应关系为线性变化。

然后再做从相对湿度到露点温度的变量转换。如下图 2 的迭代过程。由图 2 可见,要求出回波强度图上对应点的露点温度值,需要知道该点对应的、同时间的温度值。而常规探空资料稀疏,很多有回波的点无实测温度值,为了解决这一矛盾,可以将 MM5 控制试验得出的对应点的温度值做为该点的温度值。

其中 RH, T, P 等表示相对湿度、温度、气压。 e_s, e 分别表示饱和水汽压和水汽压值, T_d 为露点温度。 a, b 为常数,且有:

在水面上, $a=17.2693882; b=35.86$,

在冰面上, $a=21.8745584; b=7.66$ 。

迭代过程中露点温度的增量也可以选择为 -0.05°C 。

2.2 PPI 图上对应点的空间位置

在 PPI 回波强度图上,一个回波强度观测点所对应的高度 H 由下式给出^[1]:

$$H = h + L \sin \theta + \frac{L^2 \cos^2 \theta}{17000}$$

其中 h 表示雷达天线的海拔高度, L 为径向距离, θ 表示仰角,该式的单位为 km。

给出观测点的高度后需将其转换为气压值。其转化关系用标准大气压高公式^[2]。即:

$$11 \text{ km 以下: } p = p_0 [1 - \gamma / T_0 (z - z_0)]^{g/R} = 1013.250 \times (1 - 2.26 \times 10^{-5} H)^{5.26}$$

γ 为铅直温度递减率。

$$11 \sim 20 \text{ km: } p = 226.66 e^{-1.58 \times 10^{-4} (z - 11 \times 10^3)}.$$

对应该位置的经纬度可以由业务用的多普勒雷达 PPI 图上直接得到。

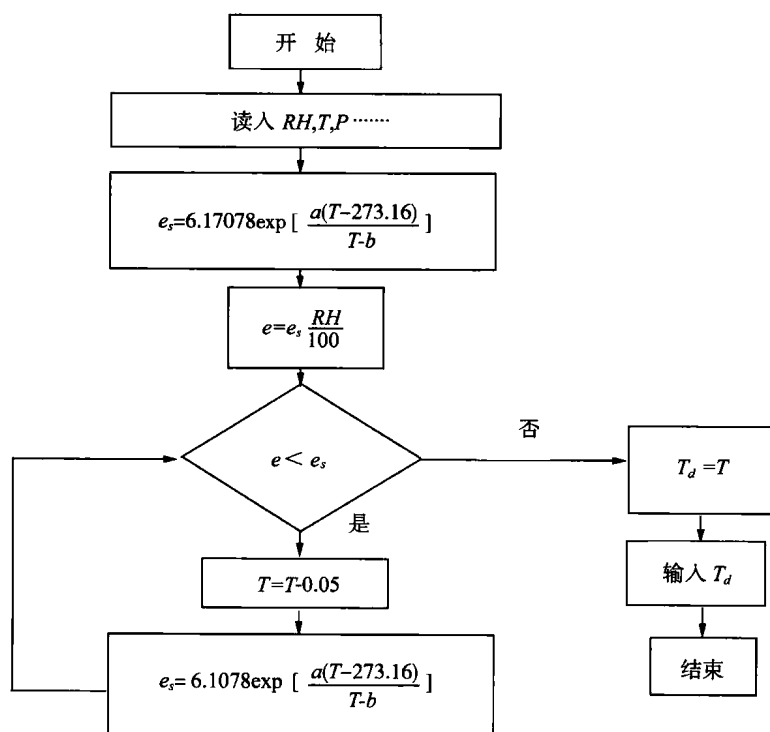


图 2 从相对湿度到露点温度的迭代关系图

通过以上处理,对应 PPI 图上有回波的空间位置就确定了。同时经过回波强度—相对湿度—露点温度的转换过程,就可以将多普勒雷达回波强度图上对应点信息经过空间插值,放入模式中。

3 模拟试验及结果

3.1 试验设计

试验选择河南省 2003 年 6 月 22~23 日的一次暴雨过程相应积分 24 小时。所用的背景场资料为同时间的 T213 资料,加上此时的常规探空、地面资料和 SST 资料进行分析,形成控制试验的初始场。再用这些资料,通过第一节中的转换和计算,将郑州 714 雷达所得到的同时间的 PPI 雷达资料加入 MM5 中,形成敏感试验初始场。试验取两重嵌套,格距分别为 60 km 和 20 km。

3.2 试验结果

下面是对 24 小时降水的控制试验、敏感试验和实况的对比结果分析。由图 3 可见,加入了雷达资料改变初始场湿度条件之后,对于雨区中心和强度的模拟都和实况更加接近。

由图可见,6 月 22 日 08 时~23 日 08 时,实况雨量分布主要在东部、南部,敏感试验的结果比控制试验要好。雨量的单位是 mm。

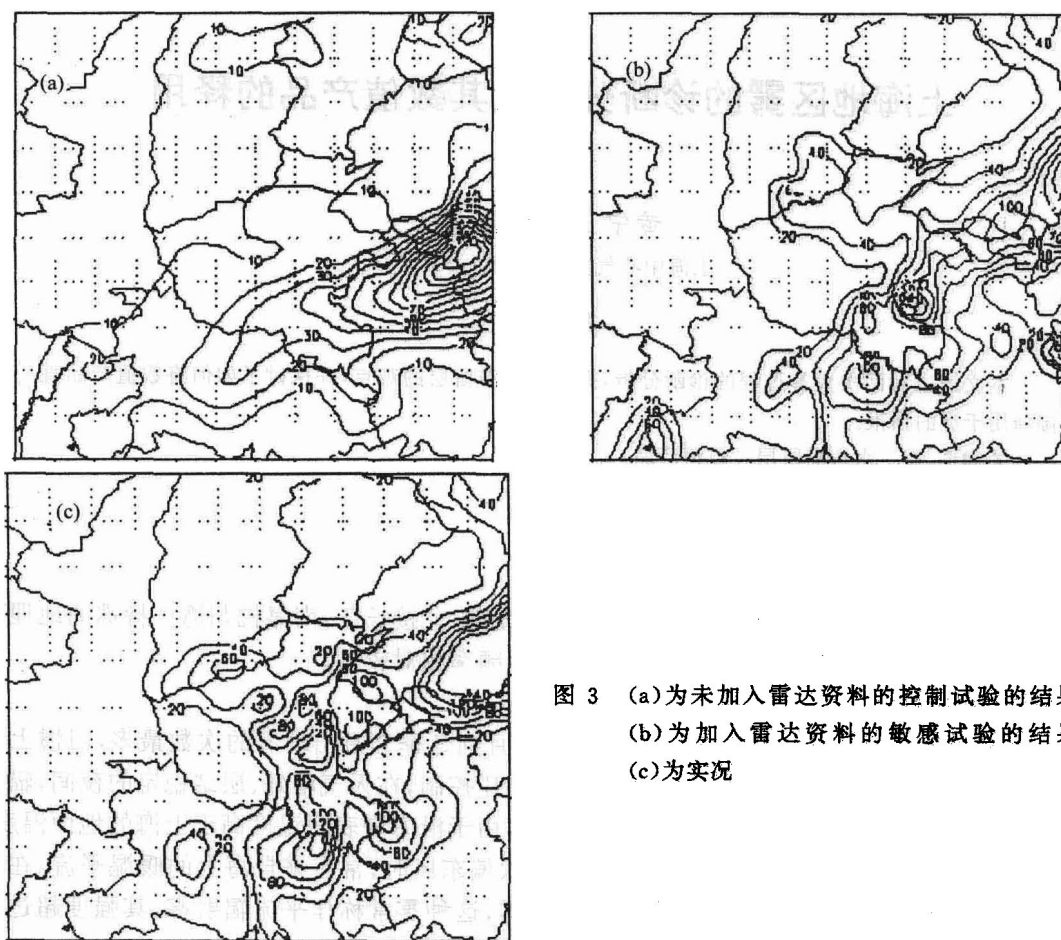


图 3 (a)为未加入雷达资料的控制试验的结果;
(b)为加入雷达资料的敏感试验的结果;
(c)为实况

4 小 结

由以上的理论和试验可以看出:①加入回波强度资料后,对于降水模拟的强度和中心都与实况更加接近;②本文加入雷达资料的方法是直接进行空间插值;③这些方法和模拟是比较初步的,但具有雷达资料四维同化的探索意义。要更有效的利用高分辨率的、各种时次的天气雷达观测资料,应采用伴随模式做同化,提高预报效果,这也是今后的重要研究方向。雷达资料四维变分同化的发展应该从以下几个方面着手:(a)发展更适合对流尺度系统的四维同化技术;(b)在同化中不仅要考虑雷达资料还要联合其他可利用的观测资料;(c)研究雷达资料对中尺度过程的影响;(d)数据的质量控制和误差估计。

参考文献

- [1] 张沛源,周海光,胡绍萍. 2002. 双多普勒天气雷达风场探测的可靠性研究. 应用气象学报,13(4):485~496
- [2] 赵鸣,苗曼倩,王彦昌. 1991. 边界层气象学教程. 北京:气象出版社. 258~280

上海地区雾的诊断分析及其数值产品的释用

黄宁立 杨露华

(上海中心气象台, 上海 200030)

摘 要

本文通过对两次大雾过程的诊断分析, 提出水汽滞留层的观点, 并探讨了如何将数值产品直接释用于雾的预报。

关键词: 雾 水汽滞留层 数值产品

1 上海地区雾的特点

上海位于长江三角洲平原, 她东临大海, 西连太湖, 北接长江, 南靠杭州湾。特殊的地理环境使其与大雾多发的内陆山地地形不同, 雾的发生频率相对较低。

1.1 秋冬季的雾

上海地区全年都有可能出现雾, 但以晚秋 11 月到冬季 2 月出现雾的次数最多, 习惯上称这段时期为雾季。在雾季, 冬季风盛行, 受大陆冷高压控制, 在天气晴好、层结稳定的夜间, 辐射降温的增湿作用明显, 早晨经常出现辐射雾。此外, 由于沿海海表面温度高于上海的地面温度, 近地面始终存在着指向陆地的温度梯度, 当低层吹偏东风时, 常有来自海上的暖湿平流, 在冷的地面及夜间辐射冷却作用下, 达到饱和凝结成雾, 这种雾常称作平流辐射雾, 其强度超过了一般的辐射雾, 所以危害较大。

1.2 春季的雾

春季, 随着陆地气温的快速上升, 海陆间的温度梯度逐渐转为指向海洋, 上海地区的雾与雾季里通常发生的情况有所不同, 需要指出的是, 早春的一段时间, 夜间陆地温度与海温相当, 海陆为同一个冷垫面, 此时, 在夜间容易形成从海面到陆地大范围的雾。海雾是平流雾的一种, 它是途径台湾暖流的暖湿空气在沿海冷流上形成的, 每年 4~5 月份, 是长江口外的海雾季节, 除崇明岛, 海雾很少能影响到包括黄浦江在内的上海市区, 这是由于陆地及浅水区域的温度已经明显高于海水温度, 海雾在向陆地平流时不断消散并被抬升为平流低云。

1.3 夏季的雾

夏季, 层结往往不稳定, 大气静稳过程减少, 雾的发生次数也相应减少。但统计表明, 夏季出现短时间雾的频率还是较高的, 这与夏季降水多有关。降水带来地面积水及雨滴的蒸发使空气中水汽含量增加, 同时蒸发消耗热量而使气温降低, 在有利的流场下, 增湿和冷却的结果可能使空气中水汽达到饱和凝结成雨雾。初夏, 暖锋前后及静止锋附近容易出现锋面雾。

各种类型的雾, 其实都是在地面附近, 水汽达到饱和并出现凝结的一种大气状态, 因此, 对雾的分析和预报也就是对近地面大气冷却和增湿过程的分析和预报。