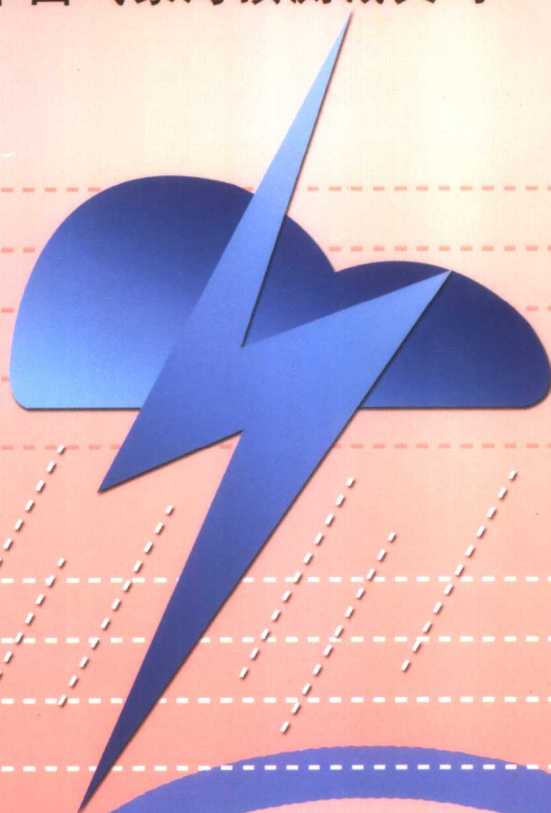


天气预报 技术文集 (2002)

中国气象局预测减灾司 编



气象出版社

天气预报技术文集 (2002)

中国气象局预测减灾司 编

气象出版社

内容提要

本书收入了 2002 年在安徽合肥召开的“2002 年全国重大灾害性天气过程总结和预报技术经验交流会”上交流的文章 78 篇,内容除涉及到台风、暴雨、冰雹等灾害性天气过程的个例分析和总结,数值分析产品解释和应用、卫星资料应用等外,还新增了新一代多普勒雷达资料的分析应用和面雨量计算方法等内容。

本书可供气象、水利、航空等部门从事天气预报的科技人员和高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

天气预报技术文集. 2002/中国气象局预测减灾司编.

北京:气象出版社,2002. 11

ISBN 7-5029-3489-8

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(2002)第 090940 号

天气预报技术文集(2002)

中国气象局预测减灾司 编

责任编辑:俞卫平 袁信轩 终审:纪乃晋

封面设计:王 伟 责任校对:杨波平 责任技编:吴庭芳

气象出版社 出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081)

北京市燕南印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:18.375 字数:450 千字

2002 年 11 月第一版 2002 年 11 月第一次印刷

印数:1~800 册

ISBN 7-5029-3489-8/P·1236

定价:40.00 元

编者的话

中国气象局预测减灾司和国家气象中心联合组织于 2002 年 2 月 22~24 日在安徽合肥召开了“2002 年全国重大灾害性天气过程总结和预报技术经验交流会”。会议共收到论文和总结 210 篇。本书收入会议上交流的论文 78 篇,其中,全文刊登的 59 篇,摘要刊登的 19 篇。由于水平有限,错漏之处还请读者提出宝贵意见。

预测减灾司

2002 年 11 月

2002/12/14

目 录

第一部分 获优秀报告奖的论文和总结

- “百合”台风近海加强成因分析..... 林 毅 刘爱鸣 刘 铭(1)
淮河流域雨季多普勒雷达定量降水估测研究..... 郑媛媛 谢亦峰 吴林林等(5)
2001年8月一次区域性暴雨的分析 黄 阁(9)
“9.18”川西北暴雨过程的数值预报与数值试验 何光碧 肖玉华 顾清源(14)
山西省暴雨落点落区集成预报业务系统研究 苗爱梅 李馥峰 贾利冬等(19)
白莲河水库面雨量计算及洪水预报 南阳春 李国华(26)
上海“0185”特大暴雨的综合分析 曹晓岗 姚祖庆 漆梁波等(32)
江西省夏季高温的 500 hPa 副高形势特征统计分析 尹 洁 刘献耀(38)
阿克苏地区“10.12”特大暴雨成因分析..... 李 霞(43)

第二部分 热带气旋与强对流天气分析

- OLR 与南海热带气旋发展的关系 罗秋红 何夏江 李天然(47)
台风“榴莲”引发的邕江流域致洪暴雨诊断分析 林开平 凌 颖(51)
2001年桃芝台风对辽宁的影响及天气过程预报(摘要)
..... 孙 欣 曲晓波 马福全(55)
山东地区一次强风暴过程分析(摘要) 迟竹萍 冯桂力 刘诗军(57)
台风“榴莲”路径与致洪暴雨成因分析 陈 见 郑凤琴(58)
一次强对流天气影响个例分析(摘要) 廖玉芳 郭 庆 李德华(61)
2001年两次强对流天气过程对比分析 匡晓燕 席世平 汤志亚(62)
一次城区冰雹天气的多普勒雷达资料分析 焦热光 王 令(67)
京津冀强对流天气的分析和预报 李云川 赵亚民 范 皓(71)
2001年8月23~24日山东强对流天气成因分析 杨晓霞 张善君 李 峰(75)
登陆福建省热带气旋强降水的诊断分析(摘要) 林 毅 刘爱鸣 蔡义勇(80)
一次西南气流型强对流天气过程的中尺度分析(摘要) 牛淑贞 张一平 张素芬(81)
宁夏一次强降水过程的物理量演变特征分析 沈跃琴 周 虎 王惠琴(82)
一次秋季局地强降水过程分析(摘要) 覃昌柳 黎惠金(87)
珠江三角洲地区一次强对流过程的多普勒特征分析 伍志方 胡东明 胡 胜(88)
河北省一次大范围冰雹天气的积云动力学特征分析和数值模拟(摘要)
..... 王 宏 王福霞 张江涛等(92)
内蒙古低涡转竖中的一次飑线天气过程分析 王 军 杜滨鹤 孙日丁等(93)
中尺度对流复合体的云地闪电特征的个例分析 冯桂力 刘诗军 李玉华(99)

第三部分 暴雨天气总结和分析

- 2001年汛期暴雨分析 杨克明 王文东 张守峰等(106)
云南初夏罕见暴雨天气的中尺度特征..... 许美玲 段 旭 孙绩华(110)
2001年8月19日北京暴雨的环流成因分析 葛国庆 陶祖钰(113)

辽宁省 2001 年夏季暴雨环流形势特征(摘要)	李祥云 李长青 韩江文(117)
突发性暴雨的气候、降水和环境场特征分析	杜继稳 张 弘 孙 伟等(118)
“01.7.27”临汾区域性暴雨天气过程分析	戴有学 史海平 张临平等(123)
2001 年 6 月 8~13 日连续性暴雨过程分析(摘要)	曾志云(128)
以雷达回波特征分析探讨 8.5 特大暴雨的成因和特点	邵玲玲 黄 炎(129)
成都地区“7.26”区域性暴雨、大暴雨诊断分析(摘要)	吴 娟(133)
“2001.7”青海东部大到暴雨成因的中尺度分析(摘要)	徐 亮 保广裕(134)
2001 年初夏云南连续暴雨的中尺度对流系统分析	张腾飞 李 英(136)
一次移动型大暴雨天气过程扰动及物理量场结构和特征	高青云(141)
哈密地区“01.10”降水天气过程分析	屠月青(145)
“突然爆发”系统造成的一次暴雨过程分析	赵福华 周雨华 胡爱军等(149)
2001 年 7 月 21 日天津区域暴雨分析(摘要)	吴彬贵 贾惠珍 张桂荣(154)
德宏 2001 年“10.25”大暴雨天气分析	寸灿琼 李 娟 段丽华(155)
2001 年 9 月一次诱发泥石流灾害的四川盆地北、西部大暴雨过程的分析(摘要)	郁淑华(159)
β 中尺度对流系统造成的“2001.6.25”大暴雨过程分析 ...	周亦平 董加斌 李秀莉(160)
广州白云机场“4.30”大暴雨过程卫星和雷达资料分析	钟加杰 刘 峰(165)

第四部分 预报方法研究和业务系统介绍

人工神经网络方法在利用天气雷达识别强对流天气中的应用研究	蒋义芳 曾明剑 王凌震等(169)
郁江南宁 17 场洪水之合成面雨量特征分析	吴兴国 苏荣在(175)
“09.02”宁夏区域性大降水天气特征分析(摘要)	纪晓玲 刘庆军(179)
利用 T106 产品制作白城市降水滚动预报的方法研究	王成山 王铁岩 袁芝华等(180)
欧洲中心数值预报产品在中期预报中的一种释用法	姚叶青 王兴荣 尚 瑜(185)
分县要素预报技术的进一步研究	张 弘 陈卫东 杜继稳(189)
V-3 θ 图在重庆高温预报中的运用	王 中(194)
2001 年主汛期国家气象中心主客观降水预报对比检验评价	李延香 王 雨(198)
多普勒速度应用技术	薛秋芳 葛润生 朱小燕(204)
GMS TBB 对 2001 年亚洲夏季风活动的监测(摘要)	马 岚 吴晓京 江吉喜等(208)
内蒙古寒潮客观预报方法研究	孟雪峰 孙永刚 杨武杰等(209)
HLAFS 产品在淮河流域面雨量预报中的释用(摘要)	罗爱文 王东勇 刘孝昌(214)
江苏省环境气象指数系列开发与研究	沈树勤 严明良 尹东屏等(215)
合肥市空气质量预报方法	朱红芳 王东勇(221)
重庆市山体滑坡气象条件等级预报业务系统	周国兵 马 力 廖代强(225)
吉林省主要江河流域面雨量预报方法的研制	王 宁 王晓明 陈长胜(229)

第五部分 其它灾害性天气成因分析

西宁地区沙尘暴天气的环流特征及其预报	保广裕 高顺年 戴 升等(233)
西双版纳州低温寒害基本特征及减灾对策	谭应中 高锡帅 黄文龙等(239)

黑龙江省大(暴)雪与 2001 年春季大(暴)雪分析	袁美英(244)
吐鲁番地区 2001 年 4 月 7~8 日强沙尘暴天气分析(摘要)	
..... 郑乐娟 张慧琴 伽帕尔·阿不都热合曼	(249)
长江中下游二度梅雨成因分析.....	赵勤炳 黄治勇(250)
新世纪第一场沙尘暴初探(摘要).....	杨 民 王式功 陶健红等(255)
哈尔滨市雾的历史分布规律及预报指标研究.....	张雪梅 景学义(256)
2001 年春季沙尘天气分析	吴晓京 郑新江 陆均天(260)
“4.8”西北地区强沙尘暴天气成因分析	殷雪莲 付有智 曹 玲等(264)
2001 年湖北省夏季大旱的成因分析(摘要)	贺懿华 王 丽 金 琪(268)
陕西沙尘暴源地、路径初探(摘要)	李润强 刘国生 雷 斌(269)
阿勒泰冬季短期大-暴雪落区的分析和预报	晋绿生 赵俊荣(270)
哈尔滨市罕见扬沙天气分析及预报对策.....	刘 辉 张雪梅 景学义等(275)
2001 年 4 月 6 日宁夏大风扬沙区域沙尘暴过程卫星图像分析(摘要)	胡文东(281)
白城市 2001 年 4 月 7 日一次罕见的沙尘暴天气过程分析.....	
..... 王宝霞 袁芝华 张凤林等	(282)
2001 年沙尘暴天气气候特征和成因分析(摘要)	李延香 周自江 高拴柱(286)

第一部分 获优秀报告奖的论文和总结

“百合”台风近海加强成因分析

林毅 刘爱鸣 刘铭

(福建省气象台, 福州 350001)

提 要

利用卫星云图、常规观测资料对“百合”台风减弱为低压后在台湾海峡南部海面强度再次加强,又发展成热带风暴的过程分析诊断表明:“百合”台风近海加强的主要原因是台风上层强辐散流场的叠加,加强了台风环流的垂直上升运动;台湾海峡南部的暖洋区的增暖增湿、中低层辐合流场的加强和低层适度冷空气的侵入对台风的加强也起了一定的作用。

关键词: 台风 近海 加强

1 引言

2001年第16号台风“百合”是一个近年少见的路径特殊、强度多变的台风,从生成到消亡,历时15天。在整个过程中,经历了3次加强为台风,3次减弱为热带风暴的过程。特别是“百合”台风在台湾岛徘徊44小时后强度明显减弱,入海后于9月19日02时在台湾南部海面减弱为热带低压,中央气象台停止编号,而后该低压西行,强度逐渐加强,在南海北部海面又发展成热带风暴,20日02时中央气象台再次编号,随之“百合”风暴西行加速,20日10时30分在广东潮阳到惠来一带登陆,广东和福建南部出现暴雨和大暴雨天气。本文主要对“百合”台风在南海北部海面强度再次加强,又发展成热带风暴的过程进行分析,探寻造成“百合”台风近海加强的主要原因。由于“百合”台风在整个过程中,经历了台风、热带风暴、热带低压不同强度的多次变化,为叙述简便起见,以下统称“百合”台风。

2 环流背景诊断分析

2.1 高层辐散场的叠加

在“百合”台风由低压再次发展为热带风暴的这一过程中,其所处的环境场最显著的变化是台风环流上方有高空辐散场叠加加强的过程。分析9月17日20时到9月19日20时200 hPa流场,200 hPa高空的反气旋中心17日位于 $28^{\circ}\text{N}, 120^{\circ}\text{E}$,18日明显南落,19日反气旋

中心南落到 23°N , 116°E 。随着高层反气旋中心的南落,反气旋中心与西太平洋低值区之间形成较强的东北气流,这支风速达 14 m/s 的高层东北急流的出口辐散区正好叠加在“百合”台风环流的上方的偏西侧,这支气流明显加强了“百合”台风的高空的辐散流场,引发台风环流中心的抽吸作用,为台风环流的加强提供了有利的动力条件。

2.2 低层辐合流场的加强

“百合”台风在进入台湾海峡时, 500 hPa 东亚一带环流较为平直,低槽在东移过程中北缩减弱,台风处于均压场中,由于台风在台湾岛上停滞多时,受地形摩擦等因素作用使其强度减弱。19日08时,随着低槽的东移,大陆高压区东移,台风北侧的高压加强,19日20时高压中心由 588 dagpm 加强到 591 dagpm ,台风东北侧的偏东气流明显加强,花莲风速由 10 m/s 增强到 14 m/s 。在低层的 850 hPa 流场上,“百合”台风入海后,台风中心东侧的偏南气流明显加强,19日08时随着台风中心西移,台风东南侧的出现一支强劲的西南流入气流,这支低层的西南气流和中层的偏东气流加强了台风环流的中低层的气流辐合,为“百合”台风的再次发展加强提供了充足的水汽和能量的来源。

2.3 暖湿下垫面的作用

在“百合”台风下海西行到加强登陆的时段内,地面和海面温度图上(图1)大陆和台湾岛为温度低值区,地面温度在 19°C 左右,但在台湾海峡南部海区始终维持大片的 28°C 暖水区,暖中心达 29°C 以上,海陆间的温差高达 10°C 左右。当台风从台湾岛下海后,台风中心从冷干的地

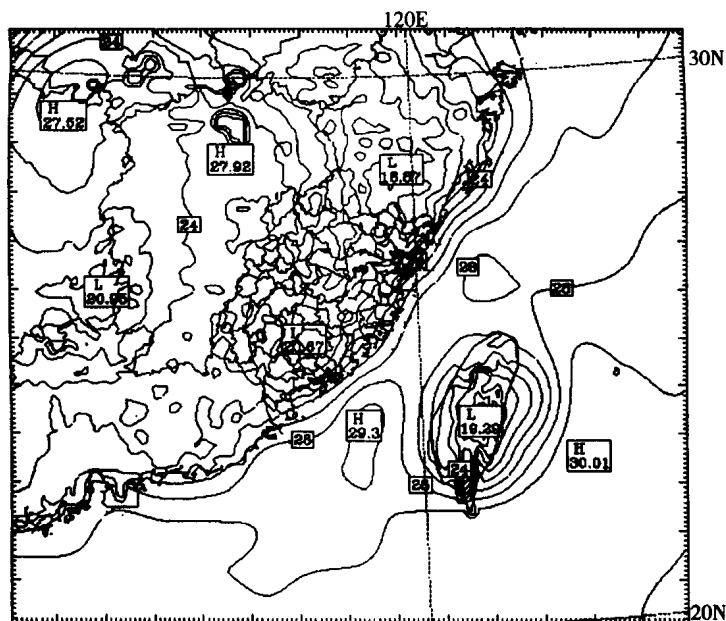


图1 2001年9月19日08时地面/海温温度图($^{\circ}\text{C}$)

面移入暖湿的洋面,一则下垫面的摩擦力减少,使台风能量摩擦损耗的外在因素减弱,二则暖湿的洋面提供了有利台风发展的大量的暖而湿的空气,台风在下海后西移经过暖水区的过程中强度不断加强,当台风中心移到暖水区及西侧时强度达最强,可见暖洋区的增温效应对台风强度的加强起了明显的作用。

2.4 低层适度冷空气的激发作用

“百合”台风停滞台湾岛时,东亚地区为两槽两脊型,17日后东部槽引导冷空气从东路南下,以地面24小时负变温线表征地面冷空气的活动,18日地面24小时变温零线到达福建沿海,19日20时冷空气继续南下东移,从福建沿海扩散到台湾海峡南部,沿海及台湾海峡南部海区24小时变温达 $-2\sim-4^{\circ}\text{C}$,由于弱冷空气的侵入,加强了台风低层扰动的辐合作用,在一定程度上也促使台风加强。

3 卫星云图分析

卫星云图能直观地反映台风云系的结构变化,通过分析台风云系特征的变化,发现并揭示台风所处环境场的变化。

“百合”台风16日登陆台湾岛后,在岛上缓慢南行了44小时,台风强度逐渐减弱。在此阶段,卫星云图上“百合”台风的云系结构松散,螺旋云带已不清晰,台风云区呈偏心状,主云区偏向台风中心的西侧。到18日台风入海时,台风强度明显减弱。台风云系高空外流的卷云特征不明显,台风云系表现为没有螺旋云带的孤立云团,18日22时台风云顶亮温低于 -70°C 的云区面积不到2万 km^2 ,从云图上台风云型变化反映的信息表明,此时台风所处的环境场对台风的发展并不有利。但台风从台湾岛下海后,台风云系发生了变化,显示出台风环流进入了有利其发展的环境流场的特征。

台风刚下海,在台风中心西侧有对流云团发展,云团发展位置正位于海峡南部的暖水区。而后随着台风西行,台风东侧低层西南和东南气流的辐合加强,台风中心东南侧对流云团也迅速发展加强。水汽云图分析发现,从19日10时起,台风云系的西侧及南侧出现较为明显的高空水汽云的外流特征。呈辐散状的外流的水汽云区向西南方向扩展,云型的变化表明了台风环流上空高空辐散流场的加强。在出现高层外流云后,红外云图上台风的螺旋云带也逐渐显现,特别是19日20时后,由于冷空气入海侵入台风环流,台风中心附近对流云团获得发展,台风环流云顶亮温附近低于 -70°C 的云区面积在逐渐扩大。19日23时 -70°C 的云区面积达2.3万 km^2 ,20日03时达5.4万 km^2 。这一时段台风云型的演变表明,随着台风环流所处的环境场的变化,原先较弱的孤立、松散的低压云团再次发展为螺旋云带清晰、中心云区发展的台风环流系统。

4 物理量诊断分析

4.1 高层辐散场的加强

分析18~19日散度场,在台湾海峡南部海区,随着海峡上方东北气流的加强,200 hPa出现明显的辐散场加强过程。18日20时以前该区域辐合辐散分布很弱,19日02时才出现 $1.6\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 弱辐散区,以后逐渐加强,19日14时达 $5.95\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$,19日20时达 $7.41\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$,散度场上的辐散区与高空东北急流出口区相一致,并随着急流的加强而加强。由此可见高层辐散场的加强主要是由高层偏东气流的加强而产生的。

4.2 垂直运动的加强

随着高层辐散场的加强,台风环流中心的垂直上升运动也随之加强,在“百合”台风减弱为低压时,19日02时其中心的附近的垂直上升气流较弱,中心大值区仅9.52 cm/s,并主要集中在高层,以后垂直上升运动加强,19日14时中心值达21.49 cm/s,上升运动的高值区向下发展,形成深厚的上升运动区,由图2可见,这支上升气流低层对应偏东风的流入气流,高层对应向西的流出气流,高层的偏东气流流出明显大于低层的流入气流。这表明台风下海后加强的高层东北急流加强了台风上方的辐散场,引发深厚的上升运动,对台风环流的加强起了主要的作用,中低层偏东气流的辐合流入也对台风环流的加强起了一定的作用。

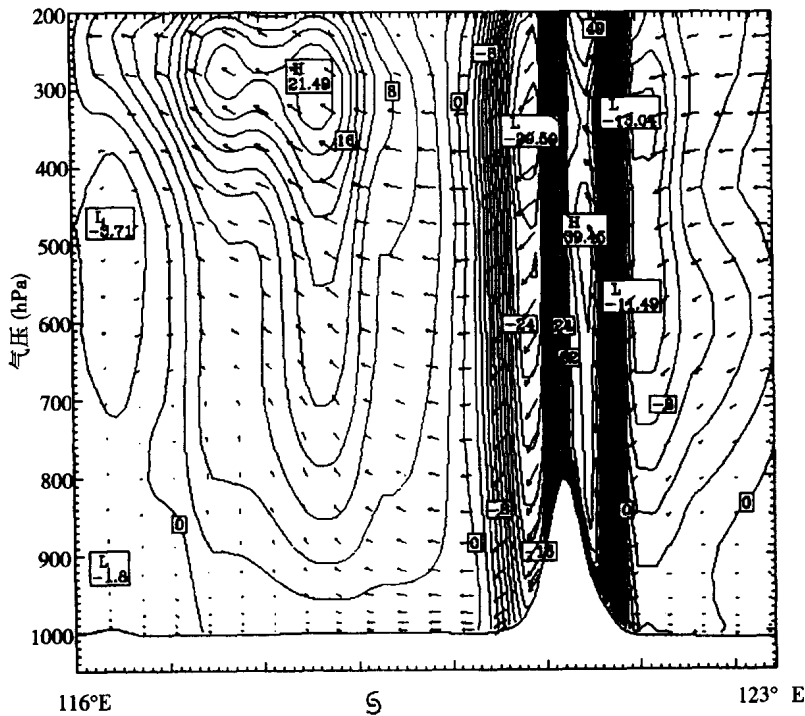


图2 2001年9月19日14时垂直运动场(cm/s)

5 结语

(1)台风环流上方高层东北气流中的辐散区的叠加,加强了台风环流上层的辐散流场,通过抽吸作用加强了台风环流的垂直上升运动,为“百合”台风环流的加强提供了有利的动力条件,对台风再次获得发展起了主要作用。

(2)台湾海峡南部的暖洋区为台风强度的加强提供了有利的水汽和热能来源。

(3)低层的西南气流和中层的偏东气流加强了台风环流的中低层的气流辐合,为“百合”台风的再次发展加强提供了充足的水汽和能量的来源。

(4)低层适度弱冷空气的侵入,加强了台风低层扰动的辐合作用,在一定程度上也促使台风加强。

参考文献

[1] 朱乾根等. 天气学原理和方法. 气象出版社, 1981

淮河流域雨季多普勒雷达定量降水估测研究

郑媛媛 谢亦峰 吴林林 王东勇 朱红芳

(安徽省气象台, 合肥 230061)

提 要

本文利用多普勒雷达体扫资料及气象台站自记雨量资料,在淮河流域雨季进行定量降水估测试验。使用最优化方法根据不同气候特点分区域采用不同仰角反射率因子 Z 进行降水估测,得到不同区域的 $Z-I$ 关系,并对降水估测误差进行分析。

关键词:分区域 $Z-I$ 关系 淮河流域 降水估测

1 引言

合肥的 CINRAD 是第一部中美合资生产的 S 波段多普勒天气雷达,由于合肥地处江淮之间,北有淮河,南有长江,防汛抗洪任务十分艰巨,而 CINRAD 目前估计降水应用的 $Z-I$ 关系为 $Z=300I^{1.4}$,所有降水估算产品也是应用该 $Z-I$ 关系,与实际雨量有很大差异,由于 $Z-I$ 关系随季节和地区不同有所变化,急需本地化,为此我们利用 2000 年 6~7 月雷达体扫资料,自记雨量资料,利用最优化方法根据气候特点对影响淮河流域的大别山区、江淮北部和沿淮淮北地区分别建立 $Z-I$ 关系。

2 资料说明和处理

本工作应用 2000 年 6~7 月淮河流域 28 个气象台站 6 分钟自记雨量资料,6 分钟一次的雷达体扫资料并对雷达基本反射率数据进行质量控制,具体包括:

- (1)设计了 $3\text{ km} \times 3\text{ km}$ 网格邻域滤波方法,消除孤立回波和噪声。
- (2)通过不断调整反射率阈值最后定义最低为 18 dBz,最高反射率阈值为 65 dBz。
- (3)通过比较不同仰角雷达回波反射率因子 Z 值大小,消除超折射。

3 用最优化处理法建立 $Z-I$ 关系

雷达定量测量降水的关键是建立适合本地区各季节的 $Z-I$ 关系。

G_i 代表每小时实测雨量, I_i 为事先假定的 $Z-I$ 关系 $Z=AI^B$ 由雷达观测的 Z 值转换成雨强 I_i ,再把 I_i 值对时间进行累计以获得每小时降雨量的雷达估算值 H_i ,分别选定判别函数 $CTF1$ 和 $CTF2$,不断调整 A 和 B ,直到判别函数 $CTF1$ 和 $CTF2$ 达到最小值为止,这时的参数 A 和 B 所确定的 $Z-I$ 关系算是最优的。

$$CTF1 = \min\left\{\sum_i (H_i - G_i)^2\right\}, \quad CTF2 = \min\left\{\sum_i (H_i - G_i)^2 + (H_i - G_i)\right\}$$

由于雷达波束高度随距离增加而增加,雷达脉冲体积也随距离增加而增加,可能出现波束未充塞,因此,雷达反射率因子随距离增加一般情况下是递减的,为此,对影响淮河流域的区域

按气候特点分为江淮之间北部(20~50 km、50~80 km、80~110 km)、沿淮淮北(110~140 km、140~170 km、170~200 km)、大别山区(见图 1)。

为了消除近距离地物干扰,同时使不同距离处的抽样体积高度尽可能相同,20~50 km 用 2.4 度仰角 Z 值,50~80 km 用 1.5 度仰角 Z 值,80~200 km 用 0.5 度仰角 Z 值资料。我们分别对 Z 值采用 1 km×1 km、2 km×2 km、3 km×3 km 分辨率进行降水估算,3 km×3 km 效果最好。 $CTF2$ 判别函数得到的 $Z-I$ 关系优于 $CTF1$ 判别函数。从表 1 中可见:相关系数随距离增加由 0.8 降低到 0.6,另外在 20~110 km 即江淮之间北部气候均匀区内, A 值随距离增加减小, B 值变化不大。在 110~200 km 沿淮淮北地区,同样 A 值随距离增加变小, B 值变化不大,但在江淮分水岭与淮河交界处,即 80~110 km 和 110~140 km 之间 A 值随距离增加并没有减小,反而增大,可以说明气候特征不同,其 $Z-I$ 关系也有所不同。

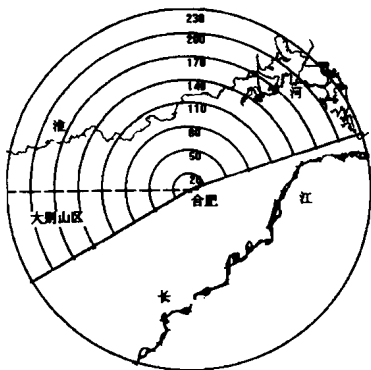


图 1 图中有距离圈地区为估测区域

表 1 不同距离段不同仰角 PPI 资料的降水相关及误差情况

距 离 (km)	A	B	相关系数	过程平均绝对误差 (%)	过程平均相对误差 (%)
20~50	193.6	1.83	0.80	24.76	-5.77
50~80	151.45	1.99	0.73	27.94	-16.97
80~110	120.67	2.10	0.69	33.18	-21.87
110~140	163.7	2.25	0.66	31.69	-5.14
140~170	121.6	2.40	0.65	41.14	-14.86
170~200	97.6	2.48	0.60	44.28	-20.24
大别山区 (60~135)	118.56	2.03	0.73	29.6	4.41

4 误差分析

4.1 相对误差和绝对误差计算

1 小时雨量用梯形求和公式计算:

$$H = \frac{1}{2} \times \Delta t \times \sum_{i=0}^{10} (I_i + I_{i+1})$$

$\Delta t = 6 \text{ min} = \frac{1}{10} \text{ h}$, 相对误差 = $\frac{\Sigma(H-G)}{\Sigma G} \times 100\%$, 绝对误差 = $\frac{\Sigma|H-G|}{\Sigma G} \times 100\%$, G 代表每小时实测雨量, H 代表每小时雷达估测雨量。先对每个站点上 1 小时雨量进行时间累计,得到过程降雨量,把各点上过程雨量的雷达估算值与雨量计观测值比较,得到各站点的误差情况,再对所有点求平均,得到过程平均误差。

4.2 误差分析

用 CTF2 判别函数得到的 $Z-I$ 关系估算降水优于 CTF1 判别函数(表略)。

由于用最优化方法估算降水量总体上比实况偏小,所以过程相对平均误差基本为负值。从表 1 中可见,在 20~140 km 范围内,过程平均绝对误差小于 35%,140~200 km 范围过程平均绝对误差在 40%~45%之间。由于近距离采用 2.4 度、1.5 度仰角雷达体积扫描资料,减少了地物影响,同时使不同距离处的抽样体积高度尽可能相同,抬高了观测高度,效果很好,而有些地方采用 0 度仰角资料建立 $Z-I$ 关系,由于受近距离地物杂波影响,误差很大。

随距离增加降水估算误差增大,主要原因是以合肥多普勒雷达降水模式(VCP21)最低 0.5 度仰角观测在 140 km 处探测高度已达 2.7 km,170 km 处探测高度已达到 3.5 km,反射率因子 Z 与降水强度 I 的相关系数明显降低所致。

由表 2 可见用 CINRAD 目前应用的 $Z-I$ 关系 $Z=300 \times I^{1.4}$ 估测降水,其 1 小时绝对误差在近距离较小,与最优化方法估算降水误差相当,但在远距离其误差明显大于分区域 $Z-I$ 关系,可见采用不同仰角按距离和气候特点用最优化方法建立 $Z-I$ 关系估测降水比用统一 $Z-I$ 关系好。

表 2 最优化方法 $Z-I$ 关系与 $Z=300 \times I^{1.4}$ 估算 1 小时降水误差结果

距离(km)		20~50	50~80	80~110	110~140	140~170	170~200	大别山区
1 小时绝对误差 (%)	最优化 $Z-I$ 关系	36.76	33.06	33.18	36.91	54.18	42.86	23.87
	$Z=300 \times I^{1.4}$	37.21	46.55	37.5	107.59	116.18	68.89	24.01
1 小时相对误差 (%)	最优化 $Z-I$ 关系	7.09	-18.38	-21.87	15.89	22.55	-8.6	6.87
	$Z=300 \times I^{1.4}$	-6.75	-25.13	-10.46	101.39	104.48	53.22	-8.87

5 2001 年用分区 $Z-I$ 关系估测降水试验

利用得到的分区域 $Z-I$ 关系和今年合肥雷达站周围 70 km 范围 17 个自记雨量站雨量资料,我们对 2001 年 6 月 12 日 14 时 15 分到 6 月 13 日 04 时 15 分 14 小时降水过程雨量进行

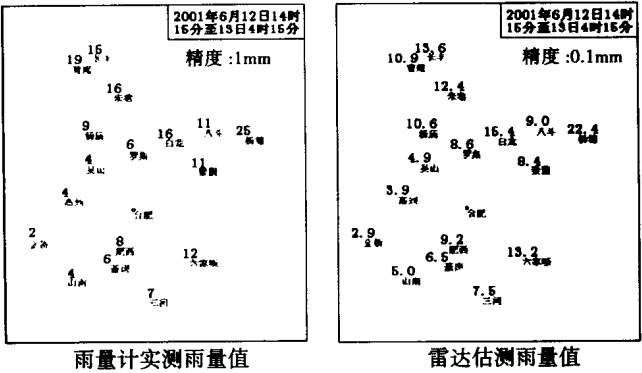


图 2 2001 年 6 月 12 日 14 时 15 分到
6 月 13 日 04 时 15 分 14 小时估测雨量与实际雨量图

估测分析,如图 2 所示,降水中心基本重合,实况雨量在 10 mm 以下其雷达估测值比实况偏

大,实况雨量在 10 mm 以上其雷达估测值比实况偏小。

6 结论

(1)由于近距离采用 2.4 度、1.5 度仰角雷达资料,减少了地物干扰,同时使不同距离处的抽样体积高度尽可能相同,效果很好。

(2)不同分辨率比较 $3\text{ km}\times 3\text{ km}$ 效果最好。从误差结果看,最优化方法估算降水量总体平均比实况偏小,过程平均相对误差基本为负值,过程平均绝对误差随距离增加而增加,20~140 km 范围过程平均降水绝对误差在 35% 以下。

(3)用 CINRAD 目前估计降水应用的 $Z-I$ 关系 $Z=300\times I^{1.4}$ 估测降水,其 1 小时绝对误差在远距离明显大于分区域 $Z-I$ 关系。

(4)采用不同仰角按距离和气候特点用最优化方法分别建立 $Z-I$ 关系估测降水,实践证明比用统一 $Z-I$ 关系好。

本工作受到中国气象局重点课题和科技部“基于 CINRAD 雷达和卫星的淮河流域致洪暴雨研究”课题资助。

参考文献

- [1]张培昌等. 雷达气象学. 北京:气象出版社,2001
- [2]刘娟等. 分组 $Z-I$ 关系及其在淮河流域雷达测雨中应用. 气象科学,1999,6

2001年8月一次区域性暴雨的分析

黄 阁

(沈阳市气象局, 沈阳 110016)

提 要

针对2001年8月初辽宁省出现的一次区域性暴雨天气,就大尺度环流背景、水汽条件、急流、云图等方面进行了分析,并通过对整层大气饱和程度的计算,分析局地水汽条件,定量的估计降水量级。结果表明这次暴雨的产生与500 hPa副热带高压的位置、高低空急流及中尺度系统的演变、发展有着密切的关系。另外,人工增雨对这次暴雨中单站的降水量起到了一定的影响作用。

关键词:副热带高压 高、低空急流 整层大气饱和程度 辐合 人工增雨

1 引言

7月30日8号台风(桃芝)变成热带风暴,于31日在福建沿海登陆,减弱为热低压后北上。由此开始,我国东部特别是沿海地区,由南向北陆续出现了一次降水量较大的阴雨天气。低压在北行过程中,8月1日夜间到2日白天,在辽宁省境内形成了一次区域性暴雨、局地大暴雨的天气。

表1 2001年8月1日20时到2日20时各站各时段的降水量R (单位为mm)

(日·时)	灯塔	沈阳	本溪县	草河口	抚顺	辽阳县	辽中	清原	新城子	辽阳	绥中	鞍山	铁岭	本溪	海城	熊岳	西丰
1.20~2.08	88	84	90	83	78	83	83	57	53	66	42	61	49	58	54	53	39
2.08~2.20	15	18	3	10	10	4	0.2	21	18	3	23	3	12	2	0	0	13
过程量	103	102	93	93	88	87	83	78	71	69	65	64	61	60	54	53	52

这次降雨范围大,但降水量分布不均,局部地区雨量偏大。其中,沈阳、灯塔两站出现了大暴雨;辽阳、熊岳、绥中等15个站出现了暴雨。就沈阳单站而言,这是2001年降水量最大的一场雨。表1为辽宁省内一部分观测站在这次过程中不同时间段的降水量统计。

本文对这次暴雨的形成原因及条件做了初步分析。

2 天气形式

2.1 大尺度环流

7月30日副热带高压偏北偏西,基本呈纬向型,是有利于暴雨发生的前期大尺度环流背景。31日,台风桃芝在福建沿海登陆之后减弱成热低压;同时,大陆高压加强东进。8月1日08时副高加强,并由纬向型演变成为经向型,500 hPa上588线到达39°N。20时副高北进并再次加强,592线也进入了38°N;与之相呼应,大陆高压明显向北运动(见图1)。700 hPa,大陆高压

和副高在 45°N 处汇合,形成一个高压盖,使低压不能很快北移。低压在副高后部的西南气流引导下,沿大陆高压和副高之间的低压区向北移动,经过渤海湾时携带大量水汽。由于北方高压盖的阻挡作用,低压移动缓慢,与从东北向西南倒灌的冷空气相遇,在地面发展为锋面气旋。其前方的云系在经过本省向吉林省移动的过程中降水,形成了这次区域性暴雨。大量降水消耗了系统内的水汽和能量,在没有水汽、能量补充的情况下,系统逐渐消亡。

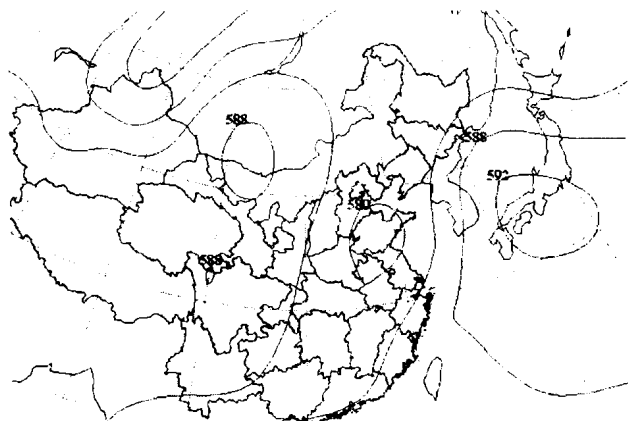


图 1 2001 年 8 月 1 日 20 时 500 hPa 高度场

2.2 中尺度辐合线

8 月 1 日 20 时,辽宁西南部地区的高空风沿西南急流轴方向风速渐小,急流轴南部西南风风速为 $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,北部风速仅为 $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,形成了南、南方向上风速的辐合。辽宁北部的偏南风与蒙古境内的偏北风形成了南北方向上风矢量的辐合。辽宁省大部分地区均处于辐合区内,铁岭、沈阳、营口一线为中尺度辐合线。雨区与辐合区配置较好,辐合线上雨量偏大。

3 水汽条件

充沛的水汽是产生暴雨的最主要的条件之一。暴雨发生不但要求有很好的局地水汽条件,还要有源源不断的水汽输送进行补充。大量水汽在暴雨区辐合,暴雨才有可能发生。

3.1 局地水汽条件

整层大气的饱和程度(BH)可以用 500 hPa、700 hPa、850 hPa 三层的温度露点差之和 ($\sum_{850}^{500} (T - T_d)$) 表示。据暴雨个例分析,辽宁省大暴雨开始时 850 hPa、700 hPa 的 $(T - T_d) \leq 5^\circ\text{C}$,暴雨区大都在 ($\sum_{850}^{500} (T - T_d) \leq 15^\circ\text{C}$) 的湿区中,其中区域性暴雨要求更高,多在 ($\sum_{850}^{500} (T - T_d) \leq 10^\circ\text{C}$) 的湿区中^[1]。

所以,整层大气的饱和程度可以作为降水量级预报的一个重要依据。通过对暴雨前后沈阳及其西南方向上若干观测站整层大气饱和程度的计算,可以得到表 2。

可见,这次降水的局地水汽条件较好。暴雨开始前,其西南方向上几个站的 BH 都小于 15°C ,其中 3 个站小于 10°C ,有利于区域性暴雨的产生。700、850 hPa 的水汽条件较好,大多站的 $(T - T_d)$ 都小于 5°C ,是产生大暴雨的有利水汽条件。暴雨开始后随着水汽的消耗,500 hPa