



第三届

长三角科技论坛

The 3th Yangtze River Delta
Forum on Science & Technology

论文选辑

2006年11月·南京

江苏省科学技术协会
浙江省科学技术协会
上海市科学技术协会

编

第三届长三角科技论坛论文选辑

江苏省科学技术协会
浙江省科学技术协会 编
上海市科学技术协会

2006 年 11 月 · 南京

汇 编 说 明

长三角地区是我国人口稠密、经济发达、文化繁荣、人民生活富庶的经济区域,长三角区域经济的发展推动了整个长江流域的共同发展与共同繁荣,成为我国经济社会发展先导区。多年来,浙江省科协、上海市科协和江苏省科协及其所属学会往来密切,交流合作不断深入,已初步形成了资源共享、优势互补的良好传统,并取得了丰硕的成果。长三角科技论坛是由两省一市科协联合组织的高层次、多学科、综合性的学术交流活动,论坛的创办旨在贯彻落实科学发展观,进一步加强科技交流与合作,促进区域科技自主创新能力与经济社会全面协调可持续发展。

第三届长三角科技论坛由江苏省科协主办,以“科技自主创新与区域发展”为主题,由主论坛和气象、计算机、生态环境、地震、航空航天、纺织工程、汽车工程、造船、能源、测绘、农学、畜牧兽医、医药、营养、生物技术和科技期刊等 16 个分论坛组成,与会代表近 3800 人次,交流学术论文达 1200 余篇。

本次论坛征文已分别由各分论坛出版了论文集。《第三届长三角科技论坛论文选辑》是在论坛征文中,由各分论坛经专家评审、推荐汇编而成,共收集论文 147 篇,荟萃了江浙沪两省一市自然科学和工程技术界专家学者的最新科研成果。汇编出版本书旨在展现论坛学术成果,促进学科间的交叉渗透,为广大科技人员从事科研与技术工作提供参考。

由于本书编印时间仓促,难免有不妥和疏漏之处,敬请谅解与指正。

目 录

气象分论坛

登陆台风 Matsa(麦莎)大尺度特征的数值模拟	冀春晓,陈联寿,赵 放(1)
雷达短时临近预报系统研究	赵 放(6)
浙江省汛期旱涝趋势对气候变暖的响应	钟 元,顾骏强,滕卫平,雷 媛(12)
GPS 卫星广播星历轨道误差的探讨	高太长,余 鹏,孙学金(21)
CCM3 模拟极端降水的初步分析	黄丹青,钱永甫(25)
基于模糊聚类分型的江苏暴雨指标法预报研究	严明良,于 波,范淦清(29)
交通领域中灾害性天气的监测预报与应用	卞光辉(34)
Doppler 雷达积分 VAP 反演技术	梁旭东,王 斌(39)
椭圆雨滴群旋转轴呈正态分布情况时雷达反射率因子的修正	吴 莹,王振会,陈钟荣,胡方超(46)
一次江苏大暴雨发生发展和雨量增幅的数值试验研究	濮梅娟,沈树勤,夏 瑛,解令运,陆维松(53)
利用 GPS 反演的水汽资料诊断入梅时间的方法	曹晓岗,丁金才,叶其欣,汪 君,邱黎华(59)

计算机分论坛

基于消息邮箱的 $\mu C/OS-II$ 应用程序设计方法	胡俐蕊(70)
数字证据及取证	杨 松,左 明,胡 军(74)
基于 MPC8245 的嵌入式 Linux VPN 系统的研究与开发	王则林,罗永平,陆建德(77)
一种新的基于移动代理的 P2P 模型及资源定位算法研究	姜 波,王汝传,王 杨(82)
一种新的基于 P2P 的电信海量数据分析业务模式	徐小龙,王汝传,姜 波(89)
普适计算环境中的服务管理关键技术研究	李明禄(95)
普适计算系统结构模型的探讨	金 翊(118)
基于 BSMQ 消息中间件的交通监控与管理系统的研究与设计	覃明贵,崔中发(121)
网格环境下的车载导航信息服务系统	方 钰,蒋昌俊,陈 林,刘 磊(125)
VPN 技术对延伸校园网覆盖范围的应用	伏秋平,姚渺波(130)
基于 J2EE 的数字校园系统表示层的设计	杨学明,刘柏嵩(133)
无线网络在校园网中的应用	余 智,汤旭翔(137)
构建校外教育的信息化舞台	黄建明,陈 敬(140)

环境科学分论坛

北固湿地的生态修复与生态系统服务价值评估	刘继展,李萍萍,吴沿友,吴春笃(145)
长三角自然湿地的生态服务功能	王天慧,王 伟,刘振国,陆健健(150)
典型圩区面源污染控制的研究与思考	张毅敏(154)
关于建设江、浙、沪沿海休闲型景观防护林的思考	殷云龙,於朝广,熊 亮,张希何,陆 敏(157)
千岛湖水环境质量区划研究	严力蛟,全为民,谭萌佳(163)
长江三角洲地区农区生物多样性现状与对策	唐建军,王 寒,谢 坚,杨如意,陈 静,乔风云,蒋琦清,梅玲笑,杨贤燕,韩豪华,王兆骞,陈 欣(166)
社会主义新农村建设的生态环境问题与调控	黄磊昌,王 祥,陈红萍(169)

太湖富营养化治理与环保生态产业开发	冯忠民,张青峰,陈江斌(173)
浙江省水资源领域发展循环经济的对策措施	钟子建,闫彦,王亚萍(177)
镇江市金山湖湖滨带植物群落恢复的设计	叶镜中,阮宏华(180)

地震分论坛

浙江省及邻区地震学预报方法的优化	杨毅,谢富华(184)
碾压混凝土坝及坝后式厂房整体地震响应分析	武颖利,郭兴文,蔡新(188)
裂隙介质震电耦合效应的微观机理分析	苏巍,范小平,杨从杰,田韬,楚洪波(192)
基于 HHT 的线性多自由度结构参数识别	房冬梅,李鸿晶(198)
海潮对宁波地震台 VS 垂直摆的影响	夏超德(205)
分析地震预测指标独立性的粗集约简方法	林命遇,刘悦,梅素玉,王炜,吴耿锋,汪育新(210)
六合(冶山)体应变观测质量和映震效能研究	杨建军,李飞,郑海峰,汪立宇,刘戎(217)

航空航天分论坛

长三角地区发展水上飞机机型选择之我见	王晓春,郭泽弘,乔新,袁峰(224)
长三角经济圈航空物流发展战略探究	李琦(227)
抓住长三角通用航空的发展机遇	徐开碧(231)
飞机维修中的无损检测技术	查文吉(241)
基于遥感和 GIS 的城市绿地缓解热岛效应作用研究	葛伟强,周红妹,杨引明,丁金才(244)
临空经济区与区域经济发展的互动关系——以北京顺义临空经济区为例	曹江涛,苗建军(248)
论航空器材的索赔	赵群峙(254)
平流层平台及其在长三角地区的应用研究	毛黎明,张祥伟,林国华(257)
浅论长江中下游地区经济与航空运输发展关系	房玮(262)
空间技术对于城市信息化的贡献	孙建中(266)

汽车工程分论坛

都灵 V 侧拉门的开发研究	陈桂均(270)
汽车产品开发生命周期管理	张新权,周丽明,覃延科,徐建华(276)
基于车轮扭矩传感器的轮胎滚动阻力测试系统开发	闵永军,张为公,周木子,翟羽健(281)
基于故障信息流失的工程车辆可靠性评估方法	田晋跃(286)
南京市轻型车行驶工况排放的分析研究	陈旭东,钱裕尧,焦庆宏,赵剑英(290)
汽车产业自主创新现状、误区及路径突破	李显君(297)
汽车外观静态感知质量控制方法	杨宇光(300)
最速操纵问题的逆动力学研究	赵又群,张丽霞(305)

造船分论坛

“十一五”浙江省船舶工业发展的思考	张一青,马剑,方新康(310)
着力提高自主创新能力 变造船大国为造船强国	张圣坤(314)
船舶工业的新型工业化道路	应长春(321)
推动长三角地区船舶产业协同发展的几点实施建议	倪家俊(328)
关于长兴造船基地建立现代造船模式的一些思考	伍朝晖(332)
长三角船舶工业国际竞争力研究	何育静(337)
江苏与上海船舶工业发展比较研究	陈军,陶永宏(342)
我国船舶配套业的现状、问题 and 对策研究	陶佩佳,张光明(348)
长三角船舶产业集群发展战略研究	陶永宏(354)
提升浙江温州船舶及船用商品交易市场建设水平的思考	张一青,马剑,方新康(360)

纺织工程分论坛

- 创建我国纺织“绿色平台”的必要性及基本构想 刘今强(363)
- 综合自动化在印染企业的创新 杭州开源电脑技术有限公司(373)
- 牛奶蛋白纤维性能与染色关键技术的研究 董勤霞,潘玉明,杜奇峰(380)
- 聚乳酸纤维在超临界 CO₂ 中染色的研究 文会兵,杨一奇,戴瑾瑾(387)
- 辐射技术在印染废水处理中的应用 范雪荣,王 强,袁久刚,李 源(392)
- 论灯芯绒染整企业品种开发 唐沁宇(398)
- 提升染整装备自动化 实现印染产业数字化 顾 仁(407)
- 我国纺织工业形势和市场对纺织品质量的新要求 陈正明(412)
- 薰衣草纳米胶囊制备及其在彩棉针织物上的应用研究 纪俊玲,陈水林,汪 信(415)

能源分论坛

- 江苏省可再生能源发展情况介绍 魏启东(419)
- 太阳能点聚焦斯特林发电系统的分析 黄护林,高 瑶,韩 东(425)
- 一种能更好利用风能的新型风力发电装置——论国家专利“带自动阻风移门的框架结构
风能聚集增强风力发电装置” 陈渭清,吕启东,陈渭良,金 晶(430)
- 风电—抽水蓄能联合运行的可行性研究 刘德有,谭志忠,王 丰(436)
- 循环流化床秸秆燃烧技术的开发和应用 骆仲决,余春江,秦建光,方梦祥,王勤辉(441)
- 城市污泥流化床焚烧处置技术 陈晓平,赵长遂,毛伟坤,沈解忠(447)
- 沼气技术在浙江的规模化应用 马 驰(452)
- 垃圾焚烧飞灰无害化处理及资源化利用前景分析 李建新,王永川(456)
- 塔式太阳能热发电技术研究 张耀明,孙利国,张振远,张文进,刘晓晖(460)
- 沼气发酵原理及其作用 彭武厚,陆 鑫(466)

测绘分论坛

- 利用 CitoMap 实现 CAD 与 Geodatabase 的无损双向数据迁移 徐 昕,胡 丽(471)
- 海事 GIS 中空间数据库的组织与研究 徐建新,张成刚,王 勇,王媛媛(476)
- 海事地理信息系统综合基础平台 叶 引,唐力放,吴宇晓(481)
- 基于 ArcEngine 的水下地形插值模型研究 茆德柱,胥存华,何 江,许捍卫(484)
- 基于 VRS 技术的“上海 GPS 基准站数据发布与应用”系统研建 余美义(488)
- 基于全数字摄影测量立体采编系统的基础数据快速更新生产模式 楼燕敏(492)
- GIS 从政府走向公众的探索 徐狄军(496)
- 浙江省新颁标准 DB33/T 552—2005 的技术路线 杨一挺(501)
- 元数据在测绘生产管理中的应用 毛炜青,郭容寰(505)

农学分论坛

- 办好科技示范场 提高农业科技成果的转化率 徐建华(508)
- 宁波市农产品品牌建设的现状与对策 王方盛(512)
- 关于规避和处置农业生产事故风险的思考 文光明,董立国,吕文婧(515)
- 杭州都市农业园区建设中的科技依托 胡新光,徐培培,黄美英,冯 莉(519)
- 淮阴区农业产业化发展初探 高猛成,孙仕楼,王承东,王志春(523)
- 加快稻作技术集成创新 促进社会主义新农村建设 张洪程(525)
- 加快生产发展 促进农民增收——农业部门在建设社会主义新农村中的任务研究及
工作思路 邹家林(529)
- 南京市循环农业发展原则、目标、模式和保障体系探讨 季国军,施泽平,麻茂胜(533)
- 农产品质量安全管理新途径初探 赵明友(536)

浅析农业科技示范园区建设工作重点的阶段性和以镇江万山红遍农业园园区建设

工作实践为例	李国平(539)
农业全程技术创新的理论探索与实践思考	赵兴泉(542)
以农业外向化推动社会主义新农村建设	孙乃立(548)
国外农业旅游发展概况及其借鉴作用	曹林奎(552)
试论新农村建设中农业综合开发科技推广工作的创新	刘 建(557)
农业科技创新支撑社会主义新农村建设	巫建华(561)
发展现代循环农业 促进社会主义新农村建设——现代循环农业产业代模式的实践 与探索	严少华(565)
依靠科技进步,推进社会主义新郊区新农村建设	李林峰(570)
率先实现都市农业对全国农业现代化示范作用研究——以上海为例	方志权(574)

畜牧兽医分论坛

当前畜牧业生产形势调查分析与对策	史明基,张福宜(579)
都市生态畜牧业之典范——侧记吴中生态草鸡发展之路	李伟华(581)
加快养殖小区建设步伐 促进新区牧业科学发展	贾华敏,赵小娟,赵润德(584)
关爱动物健康 关爱人类健康——浅谈天然物饲料添加剂“强普素”	栾必荣(587)
兴化市奶牛结核病的检疫	史明基,张福宜(590)
中西医结合治疗波杂山羊毛首线虫与莫尼茨绦虫混合感染病例	尤俊奇,颜东平,赵庭军(594)

医药分论坛

新药引进规范化与多媒体技术应用	郭 辉(596)
中药复方 989 穴位注射对慢性乙型肝炎患者 T 细胞亚群及 NK 细胞的影响	王 坚,文 睿,吴引伟,曹 辉(598)
真菌感染诊治进展	张幸国(600)
3 种方案治疗慢性盆腔炎的药物经济学分析	赵建新,韩 杰,朱宝靖,卢家华(607)
医院药学面临问题与解决思路	黄仲义(611)

营养分论坛

科学饮食预防相关慢性病	马凤楼(614)
社区复合式营养干预与营养失调相关慢性病	翟成凯(621)
2002 年浙江省居民营养与健康状况调查研究	丁钢强(627)
江苏地区居民膳食结构与营养变迁研究	袁宝君,潘晓群,戴 月,史祖民(632)
营养知识、信念对居民选择食物种类及食用频率的影响	胡永康,沈纪元,高鲁平,周亚清(636)
营养宣教对高尿酸血症者行为改善的促进作用	莫宝庆,马凤楼,刘尧芬,孔三因,刘 华,丁 丽,顾 湘(640)
食物模式和贫血关系研究	史祖民,胡晓舒,袁宝君,潘晓群,戴 月,Gerd Holmboe-Ottesen(645)
硒对镉诱导肾细胞凋亡相关凋亡蛋白 bcl-2, p53 表达的影响	刘 艳,张世蘋,蔡云清(650)
苏南妇女贫血的影响因素分析	黄桥梁,胡晓抒,袁宝君,史祖民,戴 月,潘晓群(653)
三种壳聚糖对大鼠胃溃疡治疗作用的研究	徐广飞,吴金彪,赵健亚,仇梁林(659)

生物技术分论坛

江苏发展燃料酒精的历史机遇	毛忠贵(662)
生长抑素基因免疫对湖羊羔羊生长及 GH 和 ICF-I 的影响	薛春林,茆达干,程瑞禾,方永飞,杨利国(666)
自主创新是生物基因药物研究的必然选择	徐根兴(673)

不动杆菌及采用该菌种拆分制备手性环戊烯酮的方法	潘 江,许建和,陈 亚(676)
腺病毒载体疫苗的临床前安全性评价	卢觅佳,周国亮,李 峰,王 湛,周 玲,陈云祥,由振强,温 磊,宣尧仙(677)
实时荧光定量 PCR 检测戊型肝炎病毒的研究	沃恩康,陈 勇(679)

科技期刊分论坛

农业媒体经营思路的创新	吴荣富(681)
期刊资源整合与思路创新	刘明寿(688)
以社会需求为导向的学术期刊经营策略——《中国天然药物》创刊三年的策划与运作实践	郑晓楠(693)
浙江省报刊比较研究及对科技期刊发展的启示	沈惠云(698)
时代建筑与建筑时代——《时代建筑》杂志与当代中国建筑的互动发展	支文字(701)

登陆台风 Matsa(麦莎)大尺度特征的数值模拟^{*}冀春晓¹, 陈联寿², 赵放³(1 浙江省气象科学研究所; ² 中国气象科学研究院; ³ 浙江省温州气象局)

摘 要 本文使用新一代中尺度 WRF 模式对台风 Matsa(麦莎)登陆后的变化特征进行了数值模拟;对其登陆后强度持续维持的大尺度特征作了初步探讨。台风“麦莎”登陆后维持不消与以下因素密切相关。(1)持续的水汽输送通道。“麦莎”登陆后两条持续维持的水汽输送通道将暖湿空气源源不断地送入台风,为“麦莎”的维持提供了潜热能。(2)增强的高层辐散风场。200 hPa 附近的辐散风场随着时间的增加而增强,所产生的“抽吸”作用和“减压”作用,对“麦莎”环流和强度的维持起到了重要的作用。(3)长久剧烈的上升运动。“麦莎”登陆后一直保持着剧烈的上升运动,而中尺度对流系统所产生的上升速度与台风“麦莎”的强度呈正相关,强烈的上升运动把低层的暖湿空气向上输送,为“麦莎”的维持提供热能和动能。

关键词 登陆台风 强度变化 维持

1 引言

登陆台风的研究是气象工作者历来关注的热点之一,登陆后台风强度、风雨的变化是台风研究的难点,也是业务天气预报的难点。陈联寿^[1]指出,登陆台风在以下几种环流条件下将维持较长时间:(1)台风环流保持一定的水汽供给;(2)台风环流中存在活跃的中尺度对流活动;(3)弱冷空气侵入台风环流引起变性;(4)登陆台风环流移入一个高空辐散区之下。李英等^[2]在登陆热带气旋长久维持与迅速消亡的大尺度环流特征的分析中发现,登陆后长久维持的热带气旋在一个长波槽前有向偏北移动靠近中纬度斜压锋区的趋势,并与一支低空急流水汽输送通道连结。Thorncroft 等^[3]和 Hart 等^[4]的研究表明,登陆台风如能从中纬度获得斜压能量,则其低压能继续在陆上维持;Bosart 等^[5]的研究表明,高空强辐散加强了飓风中层上升运动,而上升运动又通过加强低层辐合使飓风强度增强;Rodgers 等^[6]和 West^[7]的研究表明,热带气旋中心附近降水释放潜热对其强度的变化有重要影响。李英

等^[8]在水汽输送影响登陆热带气旋维持和降水的数值试验中发现,外界持续的水汽输送有利于热带气旋气旋性环流在陆地上维持,减缓其登陆后的强度衰减。梁力等^[9]在研究 9012 台风登陆后维持不消的机制时也同样发现,西南风低空急流将大量潮湿空气卷入台风是其获得潜热长期不消的重要因素。这些研究均表明,登陆台风的变化与环境场变化、水汽输送等等都存在着非常密切的关系。2005 年 9 号台风“麦莎”登陆后在陆地上持续维持了近 75 h,沿途带来较大的灾害,造成了巨大的损失,分析研究台风“麦莎”登陆后维持期间的特征,这对业务天气预报具有重要意义。本文使用新一代数值模式 WRF(V2.1)对 2005 年 9 号台风“麦莎”登陆后的特征变化进行了数值模拟,并对其在陆上维持的大尺度特征进行了初步探讨。

2 模式简介与个例选择

2.1 模式简介

本文使用美国 NCAR 等研制开发的新一代中尺度数值模式 WRF(V2.1),网格格距为 15 km,模

^{*} 资助课题:由国家重点基础研究发展规划项目 01 课题(2004CB418301)、国家自然科学基金项目(40575018)和浙江省气象局重大项目(2004ZD02、2004ZD03)资助

式区域中心点为 29.3°N , 120.1°E , 格点数为 363×363 , 垂直方向 31 层 σ 坐标。微物理过程选取 Liu 等的方案; 陆面过程选取 Noah 方案, 积云对流参数化方案选取 Betts-Miller-Janjic 方案。初始时间选取 2005 年 8 月 6 日 00Z, 积分时间为 72 h, 初猜场和边界值选用 NCEP 的 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 再分析资料, 常规资料为气象信息综合分析处理系统 (MICAPS) 地面和高空资料, 采用 3DVAR 技术将初始时刻的地面、高空观测资料同化进入模式。侧边界为 6 h 时变边界。对台风未经任何人工处理。

2.2 个例选择

2005 年第 9 号台风“麦莎”于 8 月 5 日凌晨 19:40Z 在浙江省玉环县干江镇沿海登陆, 登陆时中心气压 950 hPa, 近中心最大风速 12 级以上 (45 m/s)。登陆后先向西北方向移动, 之后“麦莎”一路北上, 强度减弱缓慢, 给所经之地造成了重大的灾害。分析台风“麦莎”天气形势演变过程可以发现, 台风“麦莎”登陆前, 副热带高压势力很强, 脊线呈西北-东南走向; “麦莎”登陆后, 副热带高压减弱东退, 台风“麦莎”沿副高外围环流向西北方向移动。“麦莎”登陆后基本无明显的冷空气入侵。那么是什么原因造成了台风“麦莎”的持续维持? 所以, 探讨台风“麦莎”在登陆后强度继续维持的机理对业务天气预报具有指导意义。

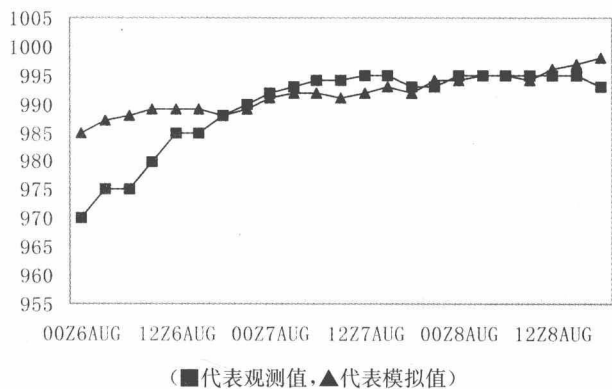


图 1 台风中心气压随时间演变图

3 台风强度的数值模拟

台风“麦莎”登陆后, 在陆地上持续维持了近 75 h, 基本上可分为两个阶段, 第一阶段为 5 日 18Z~6 日 18Z, 台风中心迅速被填塞, 中心气压从 950 hPa 快速上升到 985 hPa, 近中心风速从 45 m/s 快速下降到 28 m/s , 但强度仍保持较强; 第二阶段为 6 日 18Z~8 日 21 Z, 这一阶段里台风强度变化

很小, 之后“麦莎”减弱为温带气旋。从图 1 可以看到, 模式模拟的台风中心气压在开始的几个小时里与实际观测值相差比较大, 主要原因可能是由于所采用的 NCEP 资料水平分辨率还不够高, 对台风的强度达不到更精确的描述, 所以模拟的台风中心气压要明显高于实际值。随着时间的延续, 两者很快变得一致, 模式对“麦莎”强度缓慢变化过程进行了成功的模拟。另外, 模式对台风“麦莎”登陆后路径的模拟也是比较接近实况的, 其中包括“麦莎”登陆后先向西北方向移动, 而后转向偏北方向移动。

3 大尺度流场变化的数值模拟

3.1 模拟结果与实况的对比

从 2005 年 8 月 7 日 00Z850 hPa 实况风场(图略)和相应时刻(模式积分 24 h)的模拟风场(图略)对比分析可以看到, 台风实际中心位置在 118.4°E , 31.2°N , 模拟的台风中心位置与实况几乎重合。在 850 hPa 上都有一支偏南急流, 大风区环绕台风眼分布在台风眼的北侧, 实际最大风速为 27 m/s , 而模拟的最大风速为 32 m/s , 略大于实际风速。由此可见, 本文给出的数值模拟结果是合理的。由于篇幅有限, 其他物理量的对比分析此处不再讨论。

3.2 整层水汽输送变化特征

为了分析台风“麦莎”整层的水汽通量, 对模拟结果从地面到 300 hPa 进行垂直积分, 得到整层的水汽通量, 如图 2 所示。从图 2a 和图 2b 我们可以看到, 第一阶段台风“麦莎”存在两条水汽通道, 一条从南海经巴士海峡到台湾东部进入台风中心东侧; 另一条位于台风东部琉球群岛一带。在图 2a 上水汽通量的大值区位于台风中心的东北方, 最大值为 $20 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$; 到 6 日 18Z, 水汽通量的大值区仍然位于台风中心的东北方, 最大值虽然有所下降(为 $18 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)但变化不是很大。两支暖湿气流在台风中心东侧汇合呈气旋式旋转进入台风的东部, 为台风强度的维持提供了潜热能源。然而, 在台风向北移动的同时, 热带地区的扰动也在不断加强, 使两条水汽输送带逐渐发生变化。“麦莎”处于第二阶段时, 到 7 日 18Z(图 2c), 在 $10 \sim 20^{\circ}\text{N}$ 之间, 出现了两个气旋性涡旋, 使位于南海上空的水汽通道位置发生了变化, 从南海经巴士海峡到台湾西部进入台风中心; 另一

条水汽通道仍然位于台湾岛的东部,但水汽通量的最大值减小到 $12 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$,大值区也主要分布在台风中心的东侧,此时台风强度为热带风暴。到 8 日 18Z(图 2d),位于西部的气旋性

涡旋使南海上空的水汽输送通道明显加强,暖湿气流从广东沿海进入大陆,自南向北呈反气旋式旋转从台风西南部流入台风;而位于东部的气旋性涡旋即后来的 Sanvu(0510)

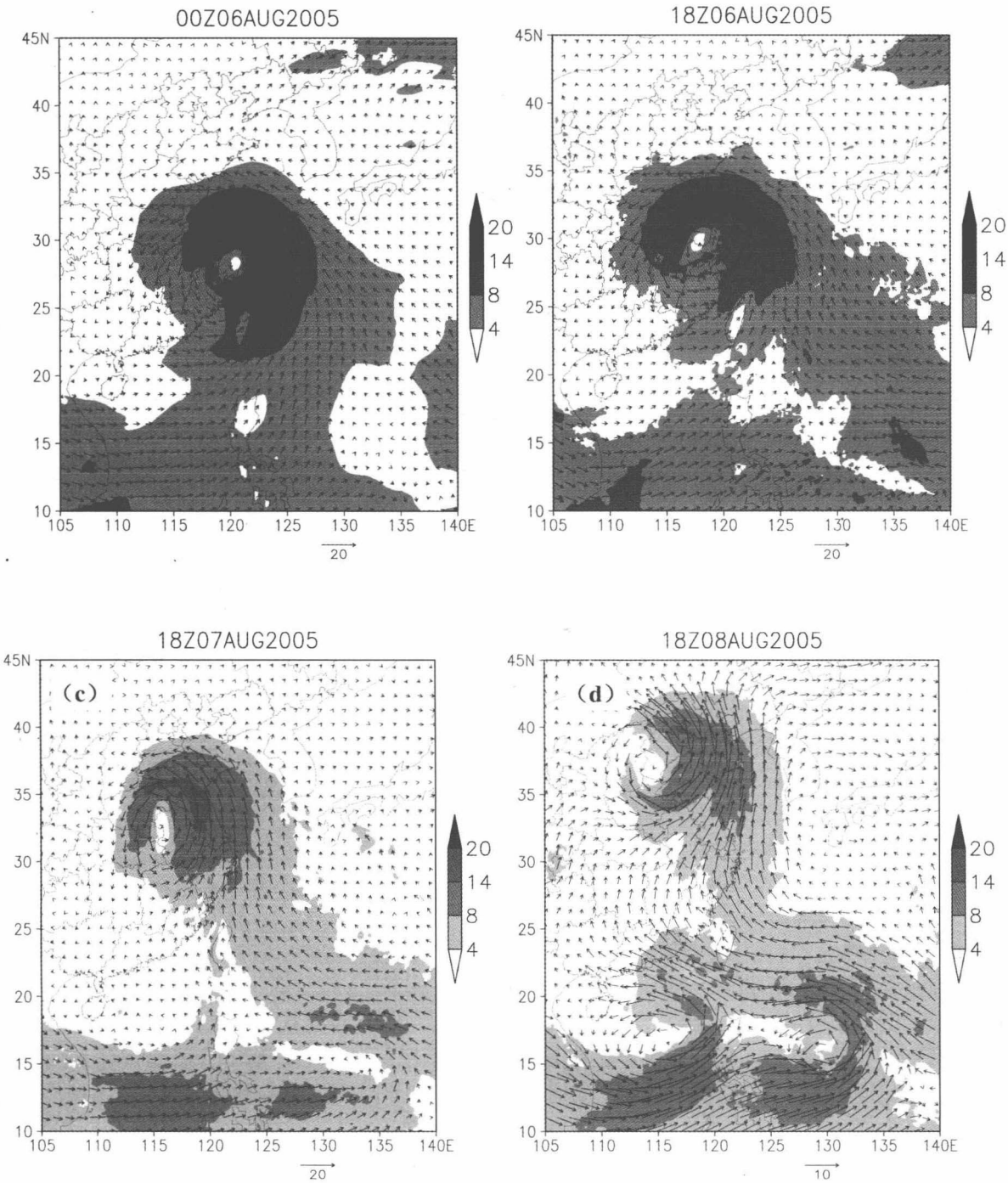


图 2 不同时刻地面至 300 hPa 垂直积分水汽通量图($\times 10^4 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$; 阴影区 $\geq 4 \times 10^4$)

台风,也使另一条水汽输送带中的水汽通量继续维持,并呈反气旋式旋转把暖湿气流从台风东部

送进台风,水汽通量的最大值继续减小到 $10 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。可见“麦莎”在陆地维持

的阶段中,自始至终存在两条水汽通道,它们把丰富的水汽送入台风,这对“麦莎”强度的维持起到了重要作用。由此可见,水汽通量的大小和“麦莎”强度有着密切的联系,水汽通量的减小是导致台风强度减弱的重要原因。

3.3 区域平均的散度、垂直速度、涡度、水平风速变化特征

本文区域平均是指“麦莎”主要影响范围内 $110^{\circ}\sim 125^{\circ}\text{E}$ 、 $20^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 的平均(下同)。从区域平均散度、区域平均垂直速度随时间演变图(图 3a)可以看到,区域平均垂直速度在随高度的变化上,“麦莎”在第一阶段初期(6 日 00~06Z),从地面直到 150 hPa 均存在着约为 $0.9\times 10^{-2}\text{ m/s}$ 的区域平均垂直上升气流,说明“麦莎”强度很强;之后(6 日 06~18Z)地面和高空的区域平均垂直上升气流迅速减弱,强的上升运动主要位于中高层即 500 hPa $\sim$ 200 hPa 之间,区域平均垂直速度极大值中心出现在 6 日 15Z 左右,在 250 hPa 附近,量值达到了 $1.0\times 10^{-2}\text{ m/s}$,对应着低层辐合的极大值。当“麦莎”由台风强度减弱为热带风暴强度时,对应着上升运动的减弱过程。在第二阶段里初期(6 日 18~7 日 09Z),区域平均垂直上升气流的量值虽然都明显减弱,其极大值所在高度也有所下降,但仍然持续维持着较强的上升运动;在 7 日 09~7 日 18Z 之间,区域平均垂直上升气流的量值达到了最小值;之后在 7 日 18~8 日 09Z 之间,区域平均垂直速度明显增加,极大值中心出现在 8 日 00Z 附近,量值达到了 $1.1\times 10^{-2}\text{ m/s}$,位于 300 hPa 附近,同样对应着低层辐合的极大值。8 日 12Z 期间的下沉运动与“麦莎”由热带风暴强度减弱为温带气旋的过程相对应。在 8 日 21Z 左右,又出现了区域平均垂直速度的极大值,量值达到了 $0.9\times 10^{-2}\text{ m/s}$,位于 400 hPa 附近。由此可见,在“麦莎”台风维持的不同阶段,区域平均垂直速度在不同时间出现了多个极大值中心,而且随着时间的增加,其极大值所在高度也有所下降。区域平均垂直速度之所以在不同时间出现了多个极大值中心,应该与“麦莎”台风中活跃着中尺度对流系统有着密切的关系。另外,从水汽通量区域平均值(图略)随时间演变上可知,水汽通量主要位于 300 hPa 以下,随着时间的延续,“麦莎”向北移动,直到 8 日 18Z,700 hPa 以下的水汽通量虽然有所减小,但变化较微弱,低层一直维持着充

沛的水汽。强烈的上升运动把低层的暖湿空气向上输送,为“麦莎”的维持提供热能和动能,所以,“麦莎”强度的维持与持续较强的上升运动有着密切的关系。

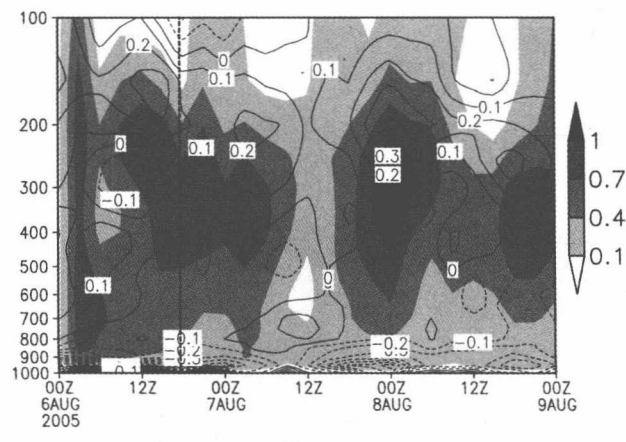


图 3a 区域平均散度($\times 10^{-5}\text{ s}^{-1}$,等值线)、区域平均垂直速度($\times 10^{-2}\text{ m/s}$,阴影区)随时间演变图,图中竖虚线为两个阶段的分界线(下同)

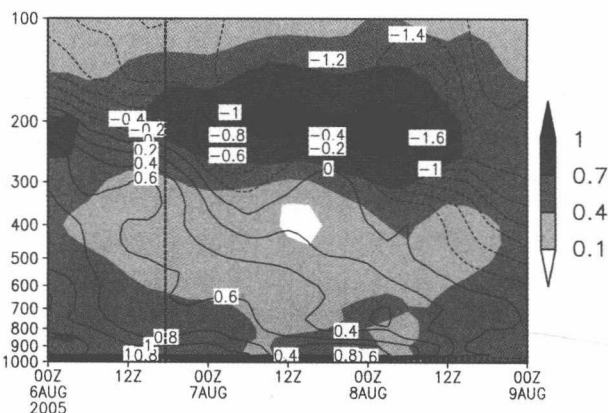


图 3b 同图 3a,但为区域平均涡度($\times 10^{-5}\text{ s}^{-1}$,等值线)、区域平均水平风速(m/s ,阴影区)

从图 3a 也可以发现,“麦莎”在不同阶段区域平均散度场分布存在较大的差别。在第一阶段,散度场上存在着辐合辐散的双层结构,但主要的辐合区在 700 hPa 以下,极小值为 $-0.9\times 10^{-5}\text{ s}^{-1}$ 左右;700 hPa $\sim$ 300 hPa 之间的辐合、辐散区都比较弱;主要的辐散区位于 200 hPa $\sim$ 100 hPa 之间,极大值为 $0.3\times 10^{-5}\text{ s}^{-1}$ 左右,低层的辐合大于高层的辐散,“麦莎”的强度迅速减弱,中心气压从 950 hPa 快速上升到 985 hPa 减弱(图 1);在区域平均涡度场上(图 3b),大约 200 hPa 以下为正涡度区,200 hPa 以

上为负涡度区,两者的量值基本一致,都是正负 $1.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 左右;在区域平均水平风场上(图 3b 阴影区),区域平均水平风速的垂直分布与区域平均散度场的分布相一致,极大值与极小值呈双层结构分布,极大值在低层与高层的量值基本相当,均为 11 m/s ,说明在这一阶段“麦莎”主要靠自身的环流来维持。

当“麦莎”减弱为热带风暴进入第二阶段时,涡散场结构发生了较大变化。首先,低层仍为辐合区,但无辐散层(0 线位置)随时间变化有明显的上移趋势;其次,在区域平均水平风速的垂直分布上,区域平均水平风速的极大值主要出现在高层 200 hPa 附近,低层为极小值,在极大值的量值上比第一阶段有所增加,为 14 m/s ,从而说明高层区域平均水平风速存在增大过程;第三,高空的强辐散区出现明显的下传趋势,辐散的极大值中心都在 200 hPa 附近或以下,量值也比第一阶段的明显增大,最大值出现在 8 日 00Z 左右为 $0.4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,这说明高层辐散风场也存在增大过程;第四,在区域平均涡度场上,350 hPa 以下为正涡度区,350 hPa 以上为负涡度区,高层的负涡度区缓慢下传,负涡度量值逐渐增大,低层的正涡度随时间增加缓慢减小。与图 1 相对应,台风“麦莎”的强度在这一阶段变化很小,维持着热带风暴的强度。所以,高层水平风速、高层辐散和反气旋性涡度的增强所产生的“抽吸”作用,对“麦莎”在第二阶段的维持起了重要作用。

4 小结与讨论

本文使用新一代中尺度 WRF 模式对台风“麦莎”登陆后的强度变化特征进行了较成功的数值模拟;对台风“麦莎”登陆后持续维持的大尺度特征进行了初步探讨。台风“麦莎”登陆后强度持续维持是由很多原因造成的,但是以下几方面的因素应该起到了极其重要的作用。

4.1 持续的水汽输送通道

“麦莎”登陆后两条持续维持的水汽输送通道将暖湿空气源源不断地送入台风,为“麦莎”的维持提供了潜热能。

4.2 增强的高层水平风速和辐散风场

200 hPa 附近的水平风速和辐散风场随着时间的增加而增加,所产生的“抽吸”作用和“减压”作用,对“麦莎”环流和强度的维持起到了非常重要的作用。

4.3 长久剧烈的上升运动

“麦莎”登陆后一直保持着剧烈的上升运动,而中尺度对流系统所产生的上升速度与台风“麦莎”的强度呈正相关,强烈的上升运动把低层的暖湿空气向上输送,为“麦莎”的维持提供热能和动能。

参考文献

- [1] Chen L. S. Decay after landfall. WMO/ TD, 1998, 875 : 1. 6. 1~1. 6. 7
- [2] 李英,陈联寿,王继志. 登陆热带气旋长久维持与迅速消亡的大尺度环流特征,气象学报,2004, 62(2): 167~179
- [3] Thorncroft C D, Jones S C. The extratropical transitions of Hurricane Felix and Iris. Mon Wea Rev, 2000, 12: 947~972
- [4] Hart R, Evans J L. Extratropical Transition : One Trajectory though Cyclone Phase Space. 25th Conf. on Hurricanes and Tropical Meteorology. San Diego CA, Amer Meteor Soc, 2002: 539~540
- [5] Bosart L F, Velden C S, Bracken W E, et al. Environmental influences on the rapid intensification stage Hurricane Opal (1995) over the Gulf of Mexico. Mon Wea Rev, 128, 322~352
- [6] Rodgers E B, Pierce H F. A satellite observational study of precipitation characteristics in western North Pacific tropical cyclones. Journal of Applied Meteorology, 1995, 34: 2587~2599
- [7] West D A. The use of SSMPI rainfall to predict eastern North Pacific tropical cyclone intensity change. Symposium on Tropical Cyclone Intensity Change, 78th AMS Annual Meeting, Phoenix, Arizona, January 11~16, Preprint, 1998, 49~50
- [8] 李英,陈联寿,徐祥德. 水汽输送影响登陆热带气旋维持和降水的数值试验,大气科学,2005, 29(1): 91~98
- [9] 梁力,吴志伟,严光华. 9012. 热带气旋登陆后维持不消的动力机制,热带气象学报,1995, 11(1): 26~34

雷达短时临近预报系统研究^{*}

赵 放

(温州市气象局)

摘 要 随着我省新一代天气雷达的建成、联网和投入使用,雷达短时临近预报预警工作是做好突发性、局地性天气预报的重要基础内容之一。在现有的雷达业务运行系统中尽快建立和开展以雷达为基础的临近预报方法研究十分重要。因此,我们利用新一代多普勒天气雷达探测的一些重要特征,在吸取美国 Auto-Nowcast System (ANC)系统、香港“小涡旋”系统中的基本理念基础上,将近年来的雷达资料进行试验研究,调整适合本地的参数,进行了一段时间的现场试验,设计了一套雷达回波的自动识别、跟踪、定量估测降水临近预警报系统。该方法用交叉相关法识别强对流回波团、用矩心跟踪法进行强对流回波团跟踪的基础上,再加上对整个中尺度对流系统移向的考虑,并根据浙江省自动雨量站实时数据,应用最佳概率窗求得最配合的 Z-I 关系后进行动态降水量估测,经过变分订正后,用线性外推方法做出 0—1 小时的降水临近预报。

关键词 雷达 临近预报 运行系统

1 引 言

在美国等发达国家,临近预报的经验已有 10 到 20 年,例如美国发展的基于雷达资料为主的 Auto-Nowcast System(ANC)系统。近年来,在我国临近预报的研究已逐步增多。2003 年由北京城市气象研究所、北京气象学会、美国国家大气研究中心共同举办了《中美强对流天气临近预报技术国际研讨会》。美国国家大气研究中心(NCAR)研究应用项目组主任布郎特,福特为首的 5 位科学家以及各省、市有关科技人员上百人参加了会议,在强对流天气临近预报技术等领域里开展了研讨交流。由北京市气象局牵头组织北京 2008 奥运会 FDP/RDP 项目(以下简称 B08 项目),B08 项目包含有短时临近预报示范和中尺度集合预报等内容。香港天文台研发了一套预测 1—3 小时内香港境内降雨的暴雨临近预报系统(简称小涡旋)。“小涡旋”系统利用气象雷达探测所得降雨分布情况,计算降雨区的移动速度,从而推算香港境内的雨量。武汉、广东等中心气象台开展了暴雨等灾害性天气的监测和临近预报方法研究。但当前,在我国对多普勒雷达资料的应用研究大多还处在探索研究阶段。

浙江地处我国东南沿海,境内山脉纵横,地形复杂,台风、局地暴雨是夏季汛期的主要气象灾害。台

风中的螺旋云带也是台风结构中的重要特征之一,其形成的回波带中常出现中尺度扰动,相应一些地区伴随出现强的对流活动,这些对流云降水在中尺度系统的组织下构成中尺度对流回波系统,产生暴雨甚至大暴雨,大部分局地性的、小流域灾害都和中尺度对流系统有关。随着我省新一代天气雷达的建成、联网和投入使用,可弥补东部海域(海洋、岛屿)气象资料的稀少问题。因此,在沿海开展基于以雷达资料为主的暴雨对流云回波追踪和预警研究,有望加强此类灾害性天气的监测和预警服务水平。

2005 年以来,我们在现有的雷达业务运行系统中初步建立和开展了以雷达为基础的临近预报方法研究,设计了一套雷达回波的自动识别、跟踪、定量估测降水与临近预警报系统。该方法在用交叉相关法识别强对流回波团、用矩心跟踪法进行强对流回波团跟踪的基础上,再加上对整个中尺度对流系统移向的考虑,并根据浙江省自动雨量站实时数据,应用最佳概率窗求得最配合的 Z-I 关系后进行动态降水量估测,经过变分订正后,用线性外推方法做 0—1 小时的降水临近预报,并将生成的雷达产品和自动站风场、流场等叠加输出,以便为预报员提供人机对话、作出强对流灾害性天气落区的准确定位提供便利,从而提高强对流灾害性天气的预警报服务质量。

^{*} 资助项目:中国气象局 CMATG2006Y09 浙江省气象局 2004ZD07

2 主要技术思路

2.1 雷达数据传输系统

每个单部雷达资料的探测范围、时间同步及探测精度有差异,不利于与多种先进的探测资料的集成、资料的共享,在提供中尺度数值模式所需要的区域性的初始背景场等方面也带来相当的难度。随着我省新一代天气雷达网工程项目和宽带通讯网的建设,我省雷达资源优势日益显现,为实时开展全省雷达联网基数据资料的时空同化和集成处理的条件基本成熟。各类探测数据的集成和共享,有利于进一步挖掘雷达巨大的潜在作用和价值、提高雷达建设项目的经济效益和社会效益。

多普勒天气雷达的一个体积扫描的数据量为 10 兆字节左右,如果从中提取出供使用的基本数据产品,并加以压缩后仅有 1—2K 的数据量,甚至小于目前用于拼图的图像产品的数据量。因此,在当前传输条件下,采用基本数据进行拼图的业务方案也是有效可行的,这样还可大大提高区域拼图产品的时间、空间分辨率。

数据传输采用方案:各雷达站基数据区域服务器之间采用主动发送方式,在基数据区域服务器以 FTP 方式将基数据压缩后用同步软件传到温州市局服务器(也可采用“服务请求”方式),解压缩后通过局域网传输至温州雷达系统服务器,以多台计算机对各雷达基数据并行作质量控制、格式转换、退模糊等预处理后,最后由系统主机对全省雷达联网基数据资料进行时空同化和集成处理,生成的产品由温州雷达站本地网向上传输至省气象台和温州气象业务网站等供各用户使用。

2.2 单部雷达资料处理

雷达探测是按一定的仰角以圆锥扫描方式进行扫描,获得不同仰角的在锥面上呈连续分布的回波强度、平均径向速度、速度谱宽等基数据资料,由于采用径向锥面极坐标方式,导致资料库空间分布代表性的不一致。单部雷达完成一个体扫为 6 分钟

左右,为满足资料时间尺度的一致性,我们采用两种方法对雷达资料做时间差分处理。一是以某一部雷达(本系统选取温州雷达)6 分钟体扫时间所获得的基数据为基准,截取其余雷达在此 6 分钟时间段内所生成的数据集成为区域范围的雷达体扫基数据;二是假设雷达反射率(或径向速度)为一气流内的追踪者,由此将每个单部雷达回波连续两个体扫数据作回波追踪,从而获得时间连续无间歇的雷达回波数据,进而取得任意时刻的多部雷达集成的区域范围内的雷达体扫基数据,集成为全省区域雷达体扫基数据。

2.3 雷达站网资料处理

在单部雷达资料处理的基础之上,雷达站网资料处理主要针对资料的物理属性、空间属性、时间属性等一致性问题展开。在对雷达单站资料基数据做坐标转换的基础上,建立了以基准雷达站(温州雷达)为中心的单部雷达三维直角坐标方式数据体,但由于地球曲率的影响,相对于地球表面而言,这种建立在与海平面相平行的平面并不是一个平面而是向上弯曲的曲面,对于雷达站网资料,仍需要对雷达资料做投影转换,使之投影到与地球相平行的平面上。对站网资料物理属性的一致性处理重点对站网雷达之间的探测误差进行调整,在取得资料空间一致性后,对站网雷达之间的误差订正利用相邻雷达在探测重叠区域数据进行统计对比分析,根据不同雷达测量参数精度,确定雷达探测数据的可靠性,对雷达站网资料进行调整,取得不同雷达对探测目标描述的一致性。

2.4 雷达回波追踪

在 TREC (Tracking Reflectivity Echoes by Correlation)的基础上,再加上对整个对流系统移向的考虑,跟踪整个回波区域的移动。交叉相关算法是研究较早的跟踪算法之一,通过追踪回波反射率和雷达径向风的特征获得单部(或多部)雷达回波视风场。具体方法是:求取第一时刻回波图像与第二时刻图像之间的最大交叉相关系数 R 。

$$R_{(p,q)} = \frac{\left\{ \sum_i \sum_j [m(i+p, j+q, t+\Delta t) - \bar{m}(t+\Delta t)][m(i, j, t) - \bar{m}(t)] \right\}}{\left\{ \sum_i \sum_j [m(i+p, j+q, t+\Delta t) - \bar{m}(t+\Delta t)]^2 \sum_i \sum_j [m(i, j, t) - \bar{m}(t)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}}$$

式中 $m(i, j, t)$ 为 t 时刻横坐标为 i , 纵坐标为 j 的网格上回波值。在 t 时刻回波的分布为 $m(i, j, t)$, 在 $t +$

Δt 时刻为 $m(i, j, t + \Delta t)$ 。以此外推 15 分钟、30 分钟、60 分钟的回波或暴雨位置及降水强度。

2.5 雷达联合雨量计降水估测

Wilson^[3]在 70 年代初就提出了平均校准方法,结果比较理想,但遗憾的是降水分布场被平滑了。戴铁丕等^[4]在此基础上又提出了“平均订正因子校准法”的新思路。这两种方法具有简便、校准后区域总降水量较准确等优点,但会使强、弱降水中心平滑,导致降水分布场失真。Sasaki^[5]把变分法引入气象领域后,Ninomiya 等^[6]运用变分法原理,使用雷达和雨量计观测资料做暴雨的客观分析,结果令人满意。台风等大面积降水往往范围广、强度大,这时利用常规密度的雨量计站网不仅无法准确测定区域降雨量,而且经常会漏掉暴雨的强中心,不能准确反映雨区中降雨强度分布、演变情况。为此,系统使用全省区域雷达集成体扫基数

探测资料和自动雨量站资料,对多普勒雷达探测到的不同仰角的基本反射率资料进行处理,以获取离地面最近的基本反射率资料。采用一种改进的最佳窗概率配对法求取 Z—R 关系中的 A、b 系数,从而可以得到多普勒雷达定量估测的台风小时降雨量。采用变分技术,对多普勒雷达估算的小时降雨量进行校准,并对其误差进行定量分析,在回波追踪的基础上,获得不同时间的降水落区和移动预报。

3 系统结构与作业流程

系统自动检测雷达资料集成数据与自动站最新数据,为节省时间采用并行计算方法对各个模块进行运算处理,系统结构如图 1 所示。

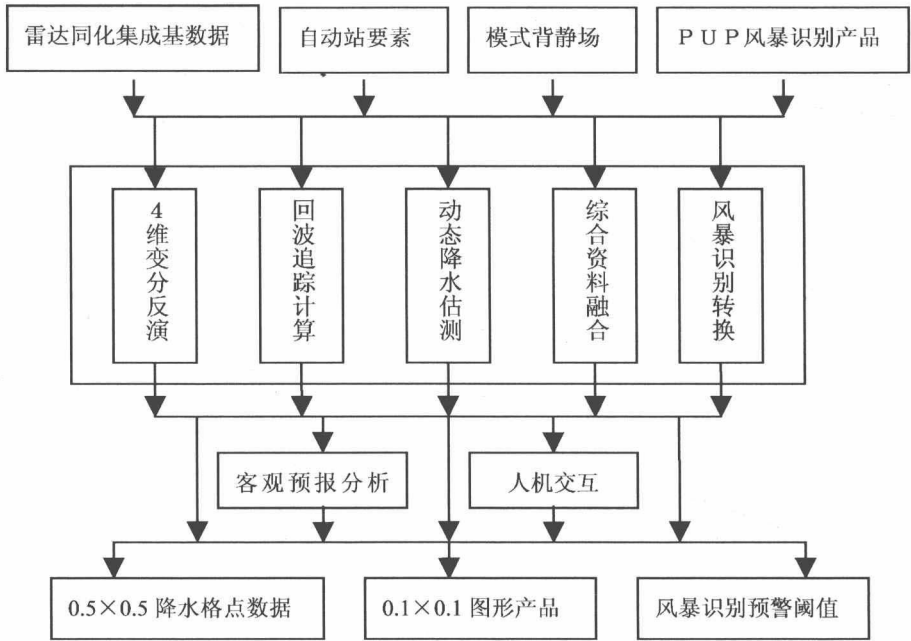


图 1 雷达短时临近预报系统结构

作业流程时序:

00:00—00:02 /接收本站雷达最新数据/系统数据处理自动运行启动/
00:02—00:04 /体扫 1 雷达基数据转换/
00:04—00:05 /体扫 1 褪速度模糊/
00:05—00:07 /体扫 1 格点坐标转换和质量控制/
00:07—00:09 /体扫 2 雷达基数据转换/
//接收、解压舟山…;金华;杭州体扫 1 数据
//本站体扫 2 基数据处理//
00:09—00:10 /体扫 2 褪速度模糊//舟山…;金华;杭州体扫 1 褪速度模糊//

00:10—00:12 /舟山…;金华;杭州体扫 1 格点坐标转换和质量控制/
00:12—00:13 /舟山…;金华;杭州体扫 2 接收处理//各雷达基数据时、空间同化处理/(选择温州雷达体扫为固定 4D-(XYZ-T)坐标)
00:13—00:14 /回波识别与跟踪/
00:14—00:15 /从省台数据库读入并处理自动站资料/奇异点剔除/
00:15—00:18 /动态计算 Z-I、雨强估测、客观预报分析处理/
00:18—00:19 /0.05*0.05(KM).DAT 数据产品输出/
00:19—00:20 /叠加自动站要素(风场等)/

00:20—00:21 /0.01 * 0.01(KM). GIF 图象产品输出/
00:21—00:22 /产品上传省台、业务网、入数据库等后处理/

4 产品与实例应用

4.1 20060610 对流天气过程

2006 年入汛以来,浙江省多次出现大范围的对流天气。受飑线影响,6 月 10 日上午,浙江省自西向东先后出现强对流天气过程,持续了 1 小时左右,雷雨大风、短时暴雨、冰雹等强对流天气迅速影响了杭州、金华、绍兴、宁波等地区,普遍出现 9—11 级大风,其中最大风速出现在余姚芝山达

32.8 米/秒,造成杭州、绍兴、金华、衢州、台州、丽水的 21 个县(市、区)受灾。图 1 所示为 2006 年 6 月 10 日 01:50UTC 到 05:56UTC 雷达回波演变情况及各时刻 30 分钟客观外推预报。图中可见,一条飑线以约 55 km/h 速度自西向东横越我省。从雷达短时临近预报系统客观外推预报产品与回波实际移动位置比较来看,系统的跟踪效果与实际情况具有很好的一致性。在这次过程中,我站提前 2 个多小时向有关单位和下游台站作出了较为详尽的短时强对流天气预警服务,取得了良好的服务效果。

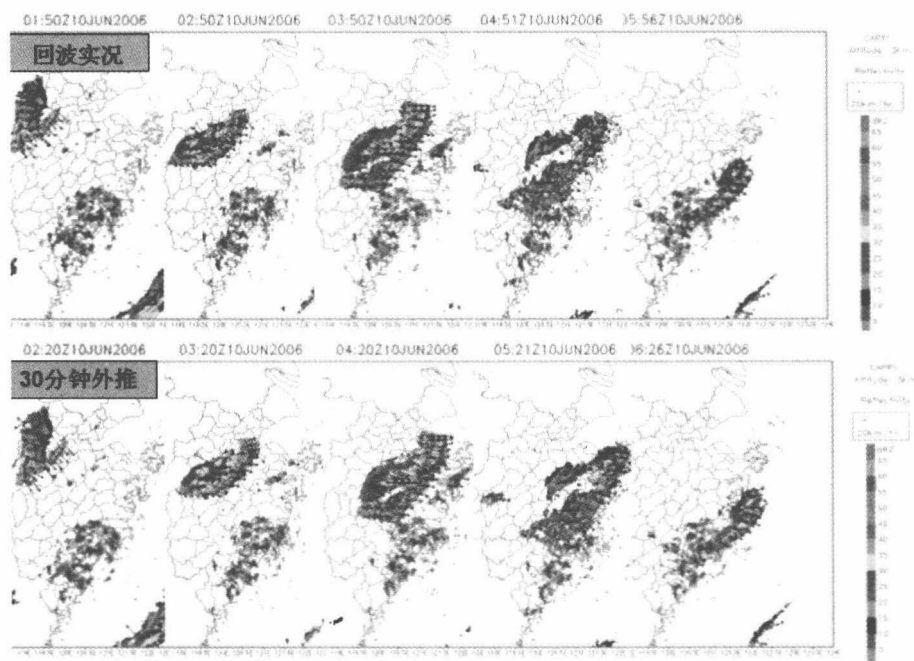


图 2 2006 年 6 月 10 日强对流天气强度回波演变

4.2 “麦莎”台风的雨量估测

图 3 阴影区为 Matsa(“麦莎”)台风在不同时刻的基本反射率,虚线为实况小时降雨量。在 2005 年 8 月 5 日 20 时 03 分(UTC)图 3(a)上,Matsa 台风云系围绕台风眼呈螺旋状分布,结构密实,40dBZ 以上的强回波区主要分布在台风眼的西北方。2005 年 8 月 5 日 23 时 05 分(UTC)图 3(b)上即 Matsa 台风登陆后 4 h,Matsa 台风的螺旋云带仍然很明显,回波强度变化很小,此时实况小时降雨量的最大值为 32 mm。这一点在 Z—R 关系中也可以看到,Matsa 台风的 A、b 系数随时间的改变呈基本稳定的状态。

图 4 给出了 Matsa 台风在 2005 年 8 月 5 日 20~21 时(UTC)的估测小时降雨量(阴影区)与实况(虚线)的对比图。在图 4(a)上与台风“麦莎”的螺旋云带相对应的是螺旋雨带,其中包含着多个中小尺度雨团。20 mm 以上的估测螺旋雨带分布在台风中心的西北侧。估测的小时降雨量值为 33 mm 左右,小于实况 37.2 mm 但其落区与实况基本吻合。经过变分校准后(图 4(b)上)估测的降雨量得到了很大改进。20 mm 以上的暴雨区与实况基本一致,暴雨中心的估测雨量由校准前的 33 mm 提高到 35 mm,与实况量值更接近,暴雨中心位置也与实况相重合。