

# 奏响气象科学的华章

## ——《中尺度气象学研究——寿绍文学术论文选》评介

姚秀萍 王巍巍

本书荟集了寿绍文教授及其研究生和合作者的部分研究成果，包括对台风、飏线、雷暴、冰雹、暴雨、强降雪、中尺度气旋、龙卷等典型中尺度天气系统和过程的成因、结构特点、演变规律以及预报、诊断分析方法等进行的系统分析和研究。



气象出版社，2017年

20世纪20年代初和40年代，由挪威学派和芝加哥学派相继分别建立的锋面气旋理论和大气长波理论是现代天气学发展的两个重要里程碑。经过长期研究，天气学已经逐渐发展为理论成熟的现代学科。它主要研究大气中的大尺度（天气尺度）天气系统及其时空演变规律，它是短期（0~3 d）和中期（3~7 d）天气预报主要的理论基础。然而自20世纪50、60年代起，特别是到了70、80年代以后，气象学家们通过对大量的雷达、卫星、自动气象站网等现代大气探测资料的细致分析和研究，愈来愈深入认识到大气中的中小尺度天气系统的存在及其作为许多严重灾害天气的直接制造者和载体的重要作用。“大尺度环流搭台，中尺度系统打造了各种激烈天气”越来越成为共识，作为天气学的一个重要分支的“中尺度气象学”应运而生，并迅速发展成为一门内容丰富、理论创新、体系臻善、具有一定独立性的现代学科。

中尺度气象学（Mesoscale Meteorology）是研究中尺度天气系统及其相联系的严重灾害性天气（如雷暴、暴雨、冰雹、龙卷、下击暴流等）特征及发生发展规律的学科，它是各种强烈灾害天气和高影响天气的短期预报、甚短期预报（0~12 h）和临近预报（0~2 h）的理论基础，它是当今大气科学中最具重

要意义和最有生机和活力的研究领域之一。

寿绍文教授长期从事国内外有关中尺度气象学的研究和教学，取得了大量成果。《中尺度气象学研究——寿绍文学术论文选》这本书荟集了寿绍文教授及其研究生和合作者的部分研究成果，包括对台风、飏线、雷暴、冰雹、暴雨、强降雪、中尺度气旋、龙卷等典型中尺度天气系统和过程的成因、结构特点、演变规律以及预报、诊断分析方法等进行的系统分析和研究。

该书内容包括三大部分，第一部分为中尺度灾害天气过程的观测及机理研究，主要是通过常规地面、高空观测、卫星和雷达资料、加密观测资料等数据，分析暴雨、飏线、雷暴、台风及外围暴雨等中尺度系统发生前大尺度天气背景特征，捕捉中尺度系统发展过程特点，研究大尺度环境对中小尺度系统发展的激发作用。在这一部分中着重研究的问题有：登陆台风与其外围暴雨的相互作用；登陆台风维持和暴雨增幅的能量学机制；爆发性发展台风的环境场结构；中尺度系统与台风降水增幅的关系；梅雨锋中尺度切变线雨带的动力结构分析；江淮暴雨过程的 $\beta$ 中尺度分析；1991年梅雨期江淮地区持续性暴雨降水强度的变化及其成因；雨暴的结构；暴雨低涡结构、成因及移动；强飏线过程的成因；强飏线过程的时间演变分析；“超级单体”雹云的成因及结构；淮北冰雹过程；强对流天气前期的层结特征；广西雷暴分布特征及灾害成因分析；龙卷风暴的成因等。根据观测事实深入探讨了各种严重灾害天气的发生发展规律。

第二部分为中尺度天气的数值模拟及诊断分析，主要包括位涡扰动、对称不稳定、Q矢量、干侵入、CAPE、螺旋度、次级环流、重力波等的相关理论和分析方法以及它们在中尺度天气分析和预报中的应用研究。在这一部分中着重研究的问题有：江淮暴雨过

程中的湿位涡和对称不稳定性；暴雨中尺度气旋发展与等熵面位涡分布的关系；条件性对称不稳定与梅雨锋暴雨；高低空位涡扰动、非绝热加热与气旋的发生发展的关系；暴雨中尺度低涡的数值模拟；Q-矢量的改进；非地转湿Q-矢量的应用；CAPE在强对流天气分析中的应用；梅雨锋生次级环流对暴雨的作用；冰雹过程的惯性重力波观测及数值模拟研究；一次强降雪过程的中尺度特征；一次暴风雪过程中的中尺度重力波特征及其影响等。主要结论有：低层位涡扰动的增强、高层位涡的下传有利于地面气旋的发展。湿Q-矢量散度对暴雨落区有较好的指示作用。螺旋度和有效位能分析有助于监测预警强对流天气的发生发展。锋生次级环流是梅雨锋暴雨增幅的重要动力机制，地转项在暴雨初期占主导作用，触发不稳定能量的释放，非地转项对暴雨无明显增幅作用，非绝热项中的对流凝结潜热项对暴雨增幅起了决定性作用。

第三部分为中尺度数值模式及卫星、雷达等非常规资料的分析和在天气预报中的应用研究。在这一部分中着重研究的问题有：复杂地形对中尺度降水系统的影响的数值试验；边界层参数化方案对暴雨数值模拟的影响；渤海对辽东半岛大暴雨影响的数值试验；

与登陆台风相联系的水汽、云系和降水量；卫星云纹理对云团结构识别及应用；卫星反演的干侵入强度在暴雨强对流天气分析中的应用；对流层顶干侵入与中纬度风暴的关系；应用单多普勒雷达资料反演风场作暴雨中尺度分析；强对流天气的多普勒雷达特征；利用中尺度数值模式产品建立暴雨落区潜势预报等。主要结论有：通过敏感性试验发现，不同的边界层方案、下垫面性质对暴雨的落区、强度、垂直速度、涡度等物理量场的分布都有一定影响，选择合适的模式、模式方案对于中尺度的模拟尤为重要。此外，基于卫星资料的纹理分析和干侵入分析方法、基于准四维变分分析方法的多普勒雷达资料反演、暴雨落区潜势预报、集合交叉相关方法等新方法的研究和应用，有利于提高临近预报、精细化预报水平，目前这些方法已应用于实际业务中，并取得了明显的效果。

该书是目前针对中尺度气象研究不多的研究成果汇编，于2017年9月由气象出版社出版。该书将为今后中尺度气象的深入研究奠定基础。

(作者单位：姚秀萍，中国气象局气象干部培训学院；  
王巍巍，南京信息工程大学)

(上接302页)

## 5 会议启示

本次会议虽然局限于数值预报领域，内容复杂和前沿，但关系到气象发展的未来方向。本文从会议报告中略拾一二并分类进行介绍，试图让读者了解会议的框架信息。会上不仅很多报告还涉及了前述问题更多层面，一些主题报告，例如，针对地形、区域模式和不确定性问题，限于篇幅并未在文中介绍。

ECMWF组织的这次会议，类似会议名称，有些灰色和低调，但是3天时间里数十位与会专家研讨的问题，却是数值模式（包括天气和气候模式）发展最核心的内容，也是气象学科内部必须直接面对的难点问题。换句话说，气象科学未来更大的突破，首先需要更多地照亮目前的灰色地带。而主办方的办会目的也是十分明确的：为落实ECMWF未来十年战略中研

发5 km全球模式出谋划策。ECMWF要保持全球数值预报排头兵的地位，这样的战略设想固然十分关键，而面对制约模式发展的灰色地带，即这些在数值模拟领域尚没有有效手段进行解析的“他乡”，如何转变成学者们可以充分掌控的领地，需要从战略、战术和新理念、技术突破等多角度审视，从而找到一条可行之路。参会的学者各自诠释了他们对灰色地带的独特理解，让这一概念瞄准了更多的未知但关键的领域和模式改进细节。可以说，参会专家是未来天气气候模式重要改进的工匠中的代表，正是要靠这些工匠们的不懈努力，目前模式中用灰色地带代表的“他乡”，或许在以后不再是“异乡”，而这样的谜底揭开之时，将是天气气候模式模拟技术真正实现换代的开始。

(作者单位：中国气象局气象干部培训学院)