

## 数值预报：气象事业的主战场

——第33届中国气象学会年会“数值模式产品应用与评估”分会场评介

■ 黄哲 贾朋群

2016年11月2—4日，第33届中国气象学会年会在陕西西安举办。本届年会主题是“加强学科融合，助力气象事业发展”，年会共设立22个分会会场和3个专题学术活动，15个学科委员会根据学科特点分别组织了交叉学科交流，与会代表在会议主会场和分会会场，完成了近2000场次的口头报告或墙报交流，高密度的气象科技交流活动在今年秋末，再一次在中原古城被诠释。

在大会报告结束后，数值模式产品应用与评估分会场（S8分会会场）率先于11月2日下午和3日上午进行了两个场次的学术交流。来自国家气象中心、中国气象局数值预报中心、中国人民解放军空军气象中心、中国科学院大气物理研究所、中国科学技术大学等多家单位的科研人员参加了分会场的交流活动。

从学科发展史来看，数值天气预报（NWP）是气象科学较新的领域。从20世纪50年代科研人员利用计算机进行NWP研究取得成功，随后陆续在各国气象预报中心投入业务化运行，至今还不到一个甲子。然而，目前NWP对于整个气象科学和气象预报业务的发展已经起到举足轻重的作用。一方面，NWP已经成为连接动力气象乃至地球系统等基础研究的前沿领域；另一方面，NWP作为提高气象业务预报能力的主要工具，成为决定气象服务能力和服务水平高低的关键要素。因此，NWP日渐成为各国气象事业发展的主战场，并受到广泛关注。本届气象年会，S8分会会场共收录论文98篇，其中29篇做口头报告，另外多篇文章以墙报方式交流，其内容涉及全球中期模式、区域中尺度模式、集合预报系统的预报性能及



一方面，NWP已经成为连接动力气象乃至地球系统等基础研究的前沿领域；另一方面，NWP作为提高气象业务预报能力的主要工具，成为决定气象服务能力和服务水平高低的关键要素。

产品应用评估等目前NWP领域最前沿的科学问题。可以说，S8分会会场的交流活动基本显示了我国当前NWP研究，特别是业务预报应用方面的发展情况。

从交流内容上看，与会学者大多围绕我国自主研发，并于2004年投入业务化运行的全球/区域同化预报系统（GRAPES）展开。学者们或者讨论其存在的问题和改进方法，或者提出应用该系统进行特别预报时遇到的具体问题和解决方案。如来自中科院大气物理研究所的学者就GRAPES全球模式对台风登陆前72h的路径预报能力和提升问题做特邀报告，报告指出，预报误差主要来源于GRAPES全球模式的模式误差，而初始误差也有一定的贡献，其中模式误差主要来源于具有周期性的模式倾向误差（图1），而初始误差则主要来

源于初始台风的强度误差。此外，“地基GPS/PWV资料在GRAPES区域模式中的应用”、“循环分析方法在GRAPES-TYM中的初步应用”、“人工订正位涡改进模式预报技术”、“广东风廓线雷达资料对华南区域模式预报的影响”等报告，也引发了参会人员的热烈讨论。

从选题来源上看，虽然与会学者的着眼点主要在于国内NWP，但同时也表现出较好的国际视野：无论是模式性能还是NWP产品，很多研究都与国际领先的预报中心，特别是欧洲中期数值预报中心（ECMWF）的模式、方法和数据进行对比，为NWP理论研究和国内业务改进提供了有意义的参考。此外，来自中国气象局气象干部培训学院的教师还以欧洲31国气象合作组织（EUMETNET）开发的培训项

周期性的模式误差对预报误差的影响有多大？

订正模式误差，校正预报结果：

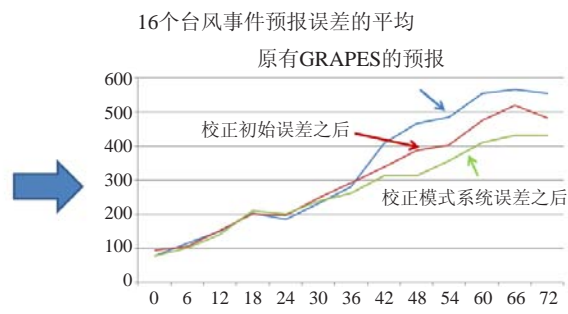


图1 周期性模式倾向误差是GRAPES全球模式台风预报模式误差的主要来源，校正模式误差比校正初始误差对台风36h及其以后的预报技巧的改善作用更为明显（来源：中国科学院大气物理研究所 周非凡 提供）

目EUMETCAL为例，向与会人员介绍了欧美NWP应用培训进展情况和国内气象部门NWP教育培训情况（图2）。正如主持人——中国气象



图2 Eumetcal第十届国际交流工作坊海报：预报员在数值预报时代的危机和挑战——天气预报技术进步、预报员角色转变、社会及相关行业需求的变化、气象及水文模式变革、未来业务人员的胜任力和岗位技能等（来源：中国气象局气象干部培训学院 叶梦姝 提供）

学会数值预报委员会主任委员、中国气象局数值预报中心副主任沈学顺——所说，NWP教育培训并非是有可无而是非常重要的，NWP及其产品的相关教育培训在世界各国都受到普遍重视。在有效应用数值预报时代新挑战方面，教育培训将发挥更为重要的作用。

从选题上看，S8分会场报告大多针对某个具体问题展开，而这些问题大多来自业务预报实践。如果把NWP作为现代气象科学的一种研究和预报业务范式，随着信息技术和人类社会的发展，它必将面临更深层次的挑战。因此，除了预报业务的具体技术问题之外，对NWP学科原理性的思考、预报服务方式的变革等基本问题的深入讨论，对于NWP作为一个独立学科长远发展是至关重要的。

从参加学术交流活动的年轻学者年龄上看，30~40岁的年轻学者是主力军。在交流讨论环节，不少专家学者对年轻的报告人是否进行了更

多试验或深入研究大多很感兴趣，如提问中很多问题围绕作者是否采用了更完整的数据库进行平行试验或验证从而克服一些局限，是否采用其他模拟系统进行类似的试验等展开。然而，遗憾的是从报告人与其他学者的现场互动情况看，回答大多是有想法但还没有类似工作开展。这表明，目前国内NWP年轻学者虽然创新能力较强，但在结合自身研究，把握国内和世界同领域的发展态势、借助先进研究成果阐述自己研究的意义和作用的能力方面，尚有提升的空间。相信通过本次分会场的学术活动，会增强这批年轻NWP学者了解前沿，全面把握所做研究的能力，以及他们的学术交流能力，为NWP学科和业务发展发挥更大的作用。总体看来，为期两天的S8分会场学术交流成果颇丰，这样的交流为参会人员后续开展更深入的NWP研究和业务工作起到了极大的推进作用。

（作者机构：中国气象局气象干部培训学院）

（上接64页）

设：中生代初期，现在地球上的所有大陆和岛屿是连接在一起的一个庞大的联合古陆，周围是泛大洋，从中生代开始，这个泛大陆逐渐分离、漂移、旋转，到达了现代的位置，这就是《海陆的起源》一书的核心思想。为了证实这一假设，魏格纳首次从“地球物理学”的视角出发，综合了地质学、气候学、航海学和古生物学等各学科的研究成果。他从H.波托尼关于煤形成于热带沼泽的理论出发，从煤的分布推断出了赤道多雨带的移位，从岩盐和石膏的沉积层可以反映出干燥地带的移位，又从柯本关于气候与植被分布的研究中推断了沉积层中的古气候，提供了多个角度的证明。正如他的密友、天文学家冯特所说，魏格纳并不是天赋异禀的神童，对于数学、物理学等的研究并没有什么过人的天赋，但是他善于

充分利用已有的知识，把每一件事情正确地组合起来，依照严谨的逻辑判断能力，得到最终的结论。

### 五、魏格纳的遗憾与遗产

“大陆漂移理论”远非完美无缺。例如魏格纳认为，大陆是由较轻的刚性硅铝质组成，它漂浮在较重的黏性硅镁层上，并认为是地球旋转的离心力使得大陆发生离极漂移。现在看来，这位大气热动力学教师的“大陆动力学”学说是错误的，这也是大陆漂移理论遭到了固定论者强烈反对的原因之一。20世纪60年代后，由于海洋科学和地球物理学的进展，大陆漂移理论才得以在新的动力学框架下复活。

18—19世纪，地球物理学只是物理学中一个不起眼的领域，20世纪初，这个古老的领域突然大放异彩：1914年古登堡发现了地幔与地核的分界面，1915年魏格纳提出

大陆漂移理论，1919年挪威气象学家J.皮叶克尼斯提出了锋面气旋理论，从不同的视角开创了20世纪地球物理学的新时代。随后，固体地球物理学、地球动力学、地震学、大地测量学、地热学、地磁学、水文学、海洋学、大气科学、地核构造学和勘探学等各个领域逐渐独立出来，自成体系，成果斐然。21世纪，随着科学研究的不断深入，地球物理学各领域的专家又重新意识到了陆地、海洋和大气是一个有机的整体：热带海洋是大气中重要的水汽和能量来源，地形地貌及植被的分布和气候有着极大的关联，广袤的海底深藏着众多地质学上的重大发现。此时重温魏格纳100年前的视野和角度，使我们有理由期待，未来地球物理学大家庭更多的合作，必将迎来更惊喜的科学发现。

（作者单位：中国气象局气象干部培训学院）