

次季节-季节预测的应用前景与展望

——“次季节-季节预测 (S2S)”会议评述

■ 齐艳军 容新尧

由WMO的世界天气研究计划(WWRP)/全球观测系统研究与可预报性试验(THORPEX)和世界气候研究计划(WCRP)联合举办的次季节-季节(Sub-seasonal to Seasonal, S2S)预测研究项目国际研讨会, 2014年2月10—14日在美国国家环境预报中心(NCEP)召开(详细信息见<http://www.emc.ncep.noaa.gov/gmb/ens/s2s/>), 来自美国、英国、加拿大、法国、日本、澳大利亚、中国、德国、印度、韩国等多个国家的约150位学者与会, 就5个会议主题: (1) S2S预测和可预报性以及与之相关的现象, (2) 极端事件预测, (3) 模式初始化与扰动预报方法, (4) 动力-统计预报系统的设计、偏差订正、检验和量化的不确定性, (5) S2S从预报到业务应用的集成方法, 进行了交流。

一、S2S预测项目的科学意义和研究内容

从天气到气候的多时间尺度预报预测中, 次季节-季节尺度的预测起着关键的接口作用, 尤其是次季节尺度预测业务的开展将在数值天气

次季节时间尺度上有多种重要的潜在可预测性来源, 例如MJO、平流层初始条件、陆面的土壤湿度/冰/雪的初始条件以及海表面温度等, 其中MJO被认为是预测全球次季节时间尺度的主要来源。

预报与短期气候预测之间建立起一座桥梁, 来填补中长期天气预报到季节预测之间的缝隙(图1)。无论从天气-气候尺度的无缝隙预报的专业发展还是从社会需求角度, 次季节-季节气候预测的开展和实施都具有重要的科学意义和广泛的社会应用价值。对于许多管理决策层来说, 次季节尺度预测是主动减灾的一个关键, 例如农业, 最终的需求是月时间尺度以内(小于30天)的预报, 所以发展介于天气-气候之间的无缝隙预报将具有潜在的社会和经济价值。WWRP和WCRP联合天气和气候研究团队, 将S2S预测视为近5年的首要任务, 组织制定了“S2S预测计划”。

S2S项目主要围绕以下3方面的内容展开研究: (1) 针对社会服务为导向的研究——与WWRP/SERA

(社会和经济研究与应用) 协力开展基于极端天气气候事件的示范性项目的研究和校验; (2) 基础研究——可预报性来源问题, 包括来自热带大气季节内振荡(MJO)、季风、平流层、积雪/海冰/土壤湿度等陆面因子的影响以及遥相关响应; (3) 模式模拟——模式分辨率、初值条件、多模式集合、海气耦合与模式的系统误差等问题。

二、S2S的研究进展和面临的科学问题

次季节尺度的气候预测介于较为完善的常规天气预报和正在发展中的季节预测之间的时间尺度范围内。对于日常的天气预报业务, 虽然海洋和陆面条件对其有一定影响, 但影响短期数值天气预报准确性的最主要问题还是大气初始条件; 在季节到年际尺度上的预测则更强烈依赖于像海表面温度这样缓慢变化的强迫源要素, 介于这两个时间尺度之间的是次季节尺度的变率。目前为止, 对次季节尺度的预测与中期天气预报和季节预测相比, 受到的关注程度要少得多, 因此一直以来人们都认为次季节尺度的气候预测是一个“预测沙漠”。

次季节尺度的预测目前仍处于发展初期, 在能够实现对次季节尺度进行较准确的预测之前, 仍有许多科学问题和模式物理过程需要解决和改进。最近的研究结果指出, 次季节时间尺度上有多种重要的潜

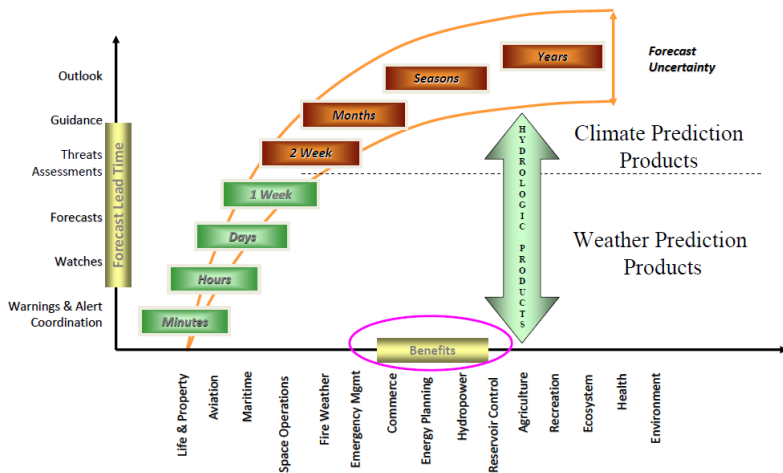


图1 天气-气候无缝隙预报示意图(引自Yuejian Zhu在S2S会议上的报告)

在可预测性来源,例如MJO、平流层初始条件、陆面的土壤湿度/冰/雪的初始条件以及海表面温度等。在这些潜在的S2S可预测性来源中,作为热带大气季节内变率的主要模态,MJO被认为是预测全球次季节时间尺度的主要来源。研讨会上诸多学术报告,展示了各国最先进的研究模式和业务模式对MJO模拟和预测的最新研究结果和进展。

近十年来,动力模式对MJO的预报技巧有了大幅度的提高。例如,美国JPL的Duane Waliser基于大气季节内变率的回报试验(ISVHE)得出北半球冬季的MJO信号可提前20~30天预测;ECMWF的模式回报试验显示MJO的预报技巧已经超过了30天,同时ECMWF的实时业务月预报也有较高的准确率,对北半球热带外预测技巧的提高在很大程度上可以归因于其对MJO预测水平的提高;MJO任务组(MJOTF)的负责人之一Eric Maloney分别从模式的物理过程、MJO的垂直结构和非绝热加热过程、热带大气季节内变率的实时预测评估、CMIP5模式对季节内变率的实时模拟能力、海气相互作用等方面,对MJOTF的主要研究内容进行了阐述;英国气象局的大气模式通过耦合边界层海洋模式(GA3.0-KPP),并在修改控制深对流夹卷过程的参数后,对MJO的振幅及传播方向和速度的模拟能力有显著的提高,显示出海气相互作用是模式能够对MJO成功模拟及预测首先需要考虑的重要环节。

MJO的活动异常不仅仅对热带地区,同时对中高纬地区的天气气候异常也有显著的影响,加拿大环境部的林海致力于热带MJO异常信号对热带外动力过程的非线性响应的模式研究,并取得一定进展。英国和德国的科学家在平流层的爆发性增温影响对流层的次季节时间尺

度预测方面指出,能够提前多长时间可以预测平流层中的动力影响因素,模式中平流层的关键物理过程如何更好地描述可预测性信息等都将是需要重点关注和研究的问题。在陆一气相互作用中,土壤湿度控制着地表水分和能量平衡,通过比较CFS的再回报资料和模式预报结果,美国GMU的Dirmeyer得出改善包含土壤湿度等信息的初始场条件,改进模式物理过程对土壤湿度的描述,将有助于提高CFS的预报水平。中国科学家从欧亚大陆北极海冰的减少对东亚冬季天气气候的影响,中国东部地区夏季降水的季节内振荡,大西洋海温异常对亚洲夏季风和ENSO关系的影响,以及中国冬季气温的季节预报等方面在会议期间做了交流。

在对阻塞高压、热带气旋、高温和干旱等极端事件进行模拟研究时,所用模式主要来自美国的NCEP、GFDL、ESRL,欧洲的ECMWF以及澳大利亚的BoM等。虽然在次季节尺度预测方面取得了令人鼓舞的初步成果,但是在业务预测过程中仍存在很多的科学问题没有得到很好的理解和解决。为了提高数值预报的准确度,以及目前的模式发展水平和不足,S2S科学指导建议当前的首要任务是建立一个基于现有次季节尺度业务预测产品的数据库,类似于TIGGE为中期天气预报和CHFP为季节预报所建立的数据库,数据库的建立能够促进应用部门对这些预测结果的使用并对预测的不确定性进行评估,使用这一数据库也有助于评估多模式组合在次季节时间尺度预测上的优势。

三、东亚地区次季节尺度预测的展望

从本次研讨会上科学家们的学术报告中,认识到现阶段以及未来的很长一段时间对次季节尺度的

预测是一项具有挑战性的艰巨任务,虽然代表热带大气季节内变率的MJO模态在某些模式中有良好的表现,但是对模式的关键物理过程及初值条件仍需要深入的诊断分析,以进一步提高MJO在气候模式中的代表性,同时也为模式预测热带外的大气季节内变率提供参考依据。在研究不同的极端事件时,更重要的是需要了解各种不同可预测性来源的相对重要性,这些可预测性来源的组合可能是非线性的,不同来源之间如何相互作用还不是很清楚。

针对我国对季节内预测产品的需求,未来应更多关注东亚季风区S2S可预报性来源及相关的物理过程,并研究建立适用于东亚天气气候的S2S动力预报系统。这需要研究东亚区域高影响天气如热带气旋、高温热浪以及强降水等事件的次季节尺度特征,加强对这些事件中某一个或几个变量和气候发生变化的物理过程的理解。对于东亚区域季节内尺度的模拟和预报,提高大气模式分辨率以及改进模式的关键物理过程是提高对东亚地区短期气候动力预测技巧的有效途径,因此,对目前我国数值模式中分辨率的提高和物理参数化过程的改进仍是亟需解决的重要问题。

致谢:感谢武炳义研究员的宝贵建议,感谢评审专家对本文提出的诚恳意见及建议。本文由国家重点基础研究发展计划项目(2012CB417205)和中国气象科学研究院基本科研业务(2009Y006,2010Z003)共同资助。

(作者单位:中国气象科学研究院)