



2014~2016 年超强厄尔尼诺事件研究及其预测 给予我们的启示

厄尔尼诺指的是热带中东太平洋海表温度(SST)持续异常偏高的著名气候现象,其名称起源于西班牙语,意为“圣婴或小男孩”。反之,SST异常偏低的现象叫做拉尼娜,意为“小女孩”。大范围SST的异常变化通常会伴随着热带太平洋地区大气质量的東西向振荡,形成南方涛动现象。鉴于厄尔尼诺和南方涛动是同一现象在海洋和大气中的不同展现形式,习惯上将二者合称为ENSO,它是海气耦合系统中时间尺度在2~7年的准周期性振荡现象,是年际气候变率的主导模态。

ENSO的影响是全球范围的:热带中东太平洋海水大范围地显著升温(厄尔尼诺位相)或降温(拉尼娜位相)可以释放或吸收巨大的热量,由此驱动的热带-热带外大气环流异常变化可以影响到全球范围的天气和气候。这也使得在过去三十余年里,ENSO现象始终是国际上广泛关注的焦点。有关ENSO的典型时空特征、物理机制、气候影响以及预测问题已经取得了显著进展。目前,ENSO被公认为是认知程度、理论层次和预测水平最高的气候现象。

但是,过去十几年的大量研究发现,ENSO的行为特征愈发变得复杂。传统意义上ENSO的SST异常活动中心通常位于热带东太平洋(冷舌)区域,而在1980年以后,活动中心倾向于向西移动。这种被称为中部型(也称中太平洋型或暖池型)的ENSO事件越来越频繁地出现在中太平洋(暖池边缘)区域。有关中部型ENSO的研究日益活跃,国际上大量文章对其特征、机制、影响以及未来变化等进行了全方位研究,从而开启了新一轮的ENSO研究热潮(Yeh等,2014)。

刚刚过去的2014~2016厄尔尼诺事件,已被广泛认为是继1982/1983和1997/1998两次超强事件以后的又一次超强事件,按照我国刚发布的国家标准,该事件已被认定为1950年以来峰值强度最强的事件(任宏利等,2017)。该事件早期信号开始于2014年初,在经历了2014年中和2015年初的两次波折后,最终于2015年底达到峰值成为一次超强事件。此次事件给包括中国在内的众多国家带来了严重洪涝或干旱灾害,导致多国粮食产量严重下降、人民生命财产遭受重大损失。

然而,与过去的历次ENSO事件相比,此次超强事件所展现出来的独特性和复杂性,深刻影响了人们对于ENSO典型特征和发展机制的诸多固有认识。例如,此次事件赤道太平洋SST异常东传明显,但中心位置介于传统东部型和中部型之间,事件持续时间漫长,但发展过程一波三折。这不仅使得该事件不同阶段的监测与预测遇到很大考验,而且对ENSO传统认知和理论机制形成了不同程度的挑战。正是由于此次事件所具有的独特性,推动了这一轮ENSO研究热潮的持续升温。

本专题遴选的4篇文章,分别就2014~2016厄尔尼诺事件的发展演变过程、动力学机制、次表层影响

中文引用格式: 穆穆, 任宏利. 2017. 2014~2016 年超强厄尔尼诺事件研究及其预测给予我们的启示. 中国科学: 地球科学, 47: 993~995, doi: 10.1360/N072017-00245
英文引用格式: Mu M, Ren H L. 2017. Enlightenments from researches and predictions of 2014~2016 super El Niño event. Science China Earth Sciences, 60: 1569~1571, doi: 10.1007/s11430-017-9094-5

和春季预报障碍等问题加以研究。这些工作尚不能使我们完全理解此次超强厄尔尼诺事件的独特特征和复杂性,其发展演变的观测分析和机制诊断,以及数值模式模拟和预测等,也还需要继续开展深入研究。但是,ENSO是全球高影响海气环境事件中迄今为止受到人们关注最多的气候现象,编者期望本专题的论文,不仅能为ENSO的研究与预测提供有益的借鉴,也能带给我们有益的启示与思考。

1 2014~2016 超强事件的独特特征

基于国际上多套海洋再分析资料集(包括SST、海表风场、长波辐射及次表层海温等数据)的诊断分析表明,2014~2016厄尔尼诺事件始于2014年秋季,NINO3.4区SST异常于2015年11月达到峰值。此次事件的发展过程中有大量的下沉开尔文波动发生,这些波动贡献于赤道中东太平洋SST快速增暖,而中太平洋增暖幅度达到历史新高,与此相应的对流增强区域明显偏西(Xue和Kumar, 2017),此次事件的迅速消亡可能与2015年11月出现的上升开尔文波动密切相关。

此次事件在2014年和2015年经历了两个有明显差别的发展阶段,即2014年秋冬季的弱厄尔尼诺阶段和2015年下半年的强发展阶段。对比这两个阶段的动力机制表明,热带西太平洋地区的西风爆发(WWB)事件的多寡,可能是造成这两个阶段增温强度具有明显差异的主要原因。除此之外,基于一套海洋再分析资料的诊断显示,中太平洋表层海水的东向热输送和东太平洋的垂直热输送对于此次超强事件的形成也有直接贡献(连涛等, 2017)。

在2014~2015年事件发展期间,赤道中东太平洋次表层海温正异常呈现出显著的马蹄型结构。张荣华和高川(2017)结合观测资料和一个中等复杂程度的海洋模式,对这一显著特征进行了模拟研究。他们重点探讨了两种影响SST异常演变的主要过程:2015年海洋边界处赤道波动的传播和反射相关的遥影响作用,以及次表层正热力异常的局地效应。结果表明,上述持续性的次表层热力正异常对赤道太平洋SST暖异常的维持起到了重要作用,从而加深了对此次超强事件的认知。

通过考察一个中等复杂程度预报模式的误差增长特征,发现该模式在预报此次强厄尔尼诺事件时发生显著的春季预报障碍(SPB)现象,该SPB主要由模式误差引起(齐倩倩等, 2017)。引起该SPB的模式误差可以由在赤道太平洋呈现西负东正的偶极型结构的SST倾向误差所刻画,而且该倾向误差与最敏感的非线性强迫奇异向量型倾向误差结构类似。这种类似的倾向误差也导致了前两次超强事件预报发生SPB现象及较大的预报误差。因此,有可能通过非线性强迫奇异向量型倾向误差订正该模式,提高该模式对强事件的预报技巧。

2 启示与思考

毫无疑问,不同类型ENSO事件呈现出的复杂多变特征和这次超强厄尔尼诺事件所展现的独特性,对我们的ENSO研究与预测提出了新的问题和挑战。若期望本专题的论文可以完全解决我们所面临的问题和挑战,可能只是一种奢望。但这次超强事件及其相关研究带给我们的启示与思考,却是值得重视的。

(1) 海洋的目标观测研究与实施。观测是认识现象与研究机制的基础。随着数值模式成为预报与预测的主要工具,观测又承担起了为数值模式提供初始条件与边界条件的功能。尽管过去三十余年随着多项全球海洋观测计划的开展,已经积累了日益丰富的海洋观测,但关于ENSO的研究与预测表明,这些资料是远远不够的(Xue和Kumar, 2017)。大量理论和数值模式研究成果显示,针对研究或预报对象开展有的放矢的海洋目标观测,是大幅度节约人力物力、有效改进高影响海洋-大气环境事件预报水平的可行之

路(Mu等, 2015). 因此, 应该借鉴台风的目标观测研究与实践, 大力开展海洋-大气的综合目标观测研究和实施. 特别是, 除了改进完善像TAO/TRITON这样的常规观测网外, 对于如2014~2016这种超强厄尔尼诺事件, 也应该像台风的业务目标观测一样, 开展额外的加密目标观测, 为这种事件的预报提供更好的初、边值条件, 进而提高其预测技巧. 当然, 与此同时, 也要大力开展海气耦合模式的资料同化方法与理论研究, 方能利用好常规观测与目标观测资料, 使资料真正发挥出作用.

(2) 未来ENSO机理研究与预测需要完备的海气耦合模式. 与前两次超强ENSO事件相比, 此次事件中海洋-大气的主要特征和机制表现出了明显的独特性和复杂性(连涛等, 2017; 齐倩倩等, 2017; Ren等, 2017), 这显然无法完全用经典的ENSO线性动力学理论加以解释, 海洋-大气系统中的非线性过程可能是形成这些独特和复杂特征的重要原因. 此外, 与以往同类事件相比, 此次事件呈现出了独特的海洋次表层和物理过程变化特征. 而且, 此次事件中大量WWB事件的集中发生和对ENSO信号的激发作用, 充分说明了大气信号的重要性. 所有这些都清晰地告诉我们, 只有通过不断完善海气耦合气候模式, 才可能模拟好这些复杂的非线性物理过程, 而现有简化或中等复杂模式的研究成果, 将为其提供重要依据. 从长远来看, 发展完备的海气耦合模式, 是开展ENSO机理研究与预测的必然选择.

参考文献

- 连涛, 陈大可, Tang Y M. 2017. 2014~2016厄尔尼诺事件的机制分析. 中国科学: 地球科学, 47: 1014-1026
- 齐倩倩, 段晚锁, 郑飞, 唐佑民. 2017. 超强厄尔尼诺事件“春季可预报性障碍”及其误差增长动力学分析. 中国科学: 地球科学, 47: 1040-1057
- 任宏利, 孙丞虎, 任福民, 袁媛, 陆波, 田奔, 左金清, 刘颖, 曹璐, 韩荣青, 贾小龙, 刘长征. 2017. 厄尔尼诺/拉尼娜事件判别方法. 中华人民共和国国家标准GB/T 33666—2017, 2017年5月. 北京: 中国标准出版社. 1-6
- 张荣华, 高川. 2017. 关于2015年厄尔尼诺事件的二次变暖过程: 一个基于中等复杂程度海洋模式的诊断分析. 中国科学: 地球科学, 47: 1027-1039
- Mu M, Duan W S, Chen D K, Yu W D. 2015. Target observations for improving initialization of high-impact ocean-atmospheric environmental events forecasting. *Nat Sci Rev*, 2: 226-236
- Ren H L, Wang R, Zhai P M, Ding Y H, Lu B. 2017. Upper-ocean dynamical features and prediction of the super El Niño in 2015/16: A comparison with 1982/83 and 1997/98. *J Meteor Res*, 31: 278-294
- Xue Y, Kumar A. 2017. 2015/2016厄尔尼诺事件的演变过程及与1979年来历次厄尔尼诺事件的比较. 中国科学: 地球科学, 47: 996-1013
- Yeh S, Kug J, An S. 2014. Recent progress on two types of El Niño: Observations, dynamics, and future changes. *Asia-Pac J Atmos Sci*, 50: 69-81

穆穆

复旦大学大气科学研究院
E-mail: mumu@fudan.edu.cn

任宏利

国家气候中心中国气象局气候研究开放实验室
E-mail: renhl@cma.gov.cn