

国家重点研发计划项目  
全球变暖背景下热带关键区海气相互作用及其对东亚夏季风气候的影响研究  
(项目编号: 2016YFA0600600)

# 工作简报

2018年第2期/总第5期

项目办公室 中国科学院大气物理研究所

2018年12月15日

## 提要: (一) 项目和课题活动

★项目顺利通过科技部中期检查

★第四课题邀请国家气候中心孙颖研究员开展学术交流

## (二) 研究进展

★研究揭示大气准双周振荡对青藏高原低涡强度的调制作用

★研究揭示青藏高原低涡移出高原后的演变东移机理

★研究揭示热带西北太平洋地区季节内振荡对季节平均海温的反馈作用

★研究揭示 CMIP5 模式对东亚夏季主要遥相关型模拟差异的原因

## (一) 项目和课题活动

### 项目顺利通过科技部中期检查

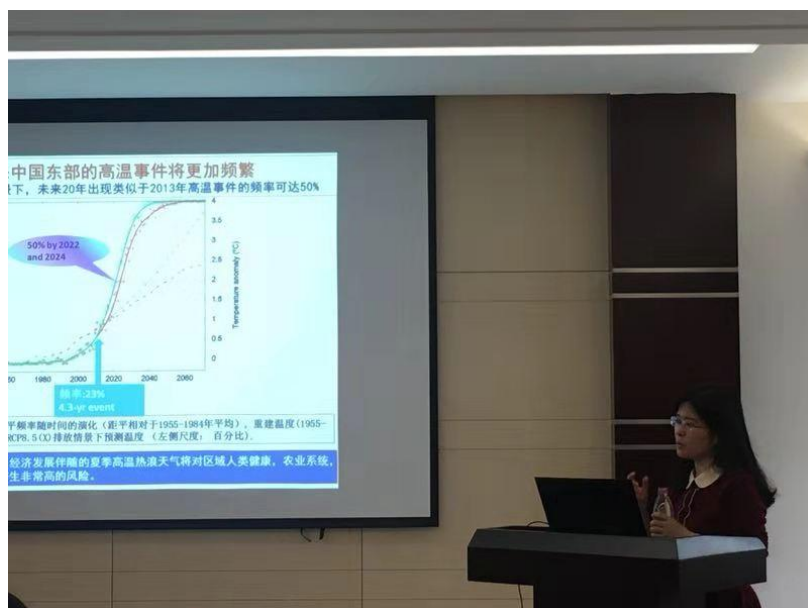
2018年9月2日-3日,科技部高技术研究发展中心在北京组织召开了国家重点研发计划项目“全球变化及应对”专项中期检查会。陈文研究员代表项目向中期检查专家汇报了项目两年来的进展情况。专家组充分肯定了项目两年来所取得的成果,指出:“项目围绕厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)对全球变暖的响应机制、ENSO对东亚夏季风系统的影响过程以及东亚夏季风系统的未来预估三个方面开展了研究,圆满完成项目中期目标任务和考核指标,在ENSO对全球变暖响应的概念模型、ENSO影响我国重大旱涝灾害的物理过程、东亚夏季风北界气候过渡带地区气候的年代际变异特征和成因及该区域气候未来变化趋势预估方面取得了重要进展。项目各课题之间密切协作,管理有序,围绕项目总体目标开展了卓有成效的合作,并取得了高水平合作研究成果,人才培养取得重要进展。建立了完善的经费使用制度,经费的拨付和使用符合相关规定要

求。通过技术和财务检查”。同时，专家组还建议项目在未来几年中“进一步完善 ENSO 对全球变暖响应的物理概念模型的研究”。

#### 第四课题邀请国家气候中心孙颖研究员开展学术交流

2018年11月26日，第四课题邀请国家气候中心孙颖研究员就“全球不同增暖水平下中国高温热浪变化的未来预估”进行了学术交流。孙颖研究员首先从 IPCC 第五次评估报告 (AR5) 中的未来气候变化预估谈起，从气候变化对人体健康影响的角度，介绍了基于模式大样本试验和偏差订正技术的未来高温热浪变化预估。随着全球变暖加剧，中国的热浪天数会进一步增多，热浪季节会延长，人类活动的影响将使得未来区域性高温事件迅速增加，对人类健康、农业系统、电力生产和分配系统造成更高的风险。报告结束后，与会人员踊跃提问，就感兴趣的问题与孙研究员进行了热烈的讨论。第四课题相关人员共四十余人参加了此次学术交流活动。

孙颖研究员长期从事气候归因和预估相关研究，对全球变暖情景下中国和全球极端事件、降水特征和亚洲季风等的变化及相关物理机制等问题有较深入的研究。作为整个项目的出口，第四课题在未来三年中需要就人为和自然变化对东亚夏季风系统变化的影响及未来趋势预估进行重点攻关。为了更好地开展这方面的科研工作，项目首席科学家、第四课题负责人陈文研究员此次特邀孙颖研究员介绍了该领域国际上最新的研究进展。此次活动的开展，将会进一步推动第四课题相关科研工作的开展，更好地完成课题研究任务。



学术报告现场

## (二) 研究进展

### 研究揭示大气准双周振荡对青藏高原低涡强度的调制作用

青藏高原低涡的强度和其能否存活有密切关系，因而，针对其强度的研究对降水预测有重要作用。第二课题的研究人员基于 NCEP 的 FNL 资料对大气准双周振荡对青藏高原低涡强度的调制作用做了分析。指出高原低涡的强度在时间和空间分布上都存在显著的 10-20 天的准双周振荡特征（图 1）。平均强度和强高原低涡的数目在正位相期间比在负位相期间大，强高原低涡的个数的最大值出现在第三位相。同时高原低涡强度的大值中心在正位相期间（1-4 位相）向东移动，说明强高原低涡的生成位置存在准双周变化特征。进一步对环流场和加热场进行了分析，发现在正位相时，500 hPa 异常辐合中心，200hPa 异常辐散中心，水汽的辐合中心以及不稳定层结都逐渐东移。相应地，正位相时的加热中心也逐渐东移。可见，正位相时的热力条件为正位相时强高原低涡的生成和生成位置的东移提供了有利条件。

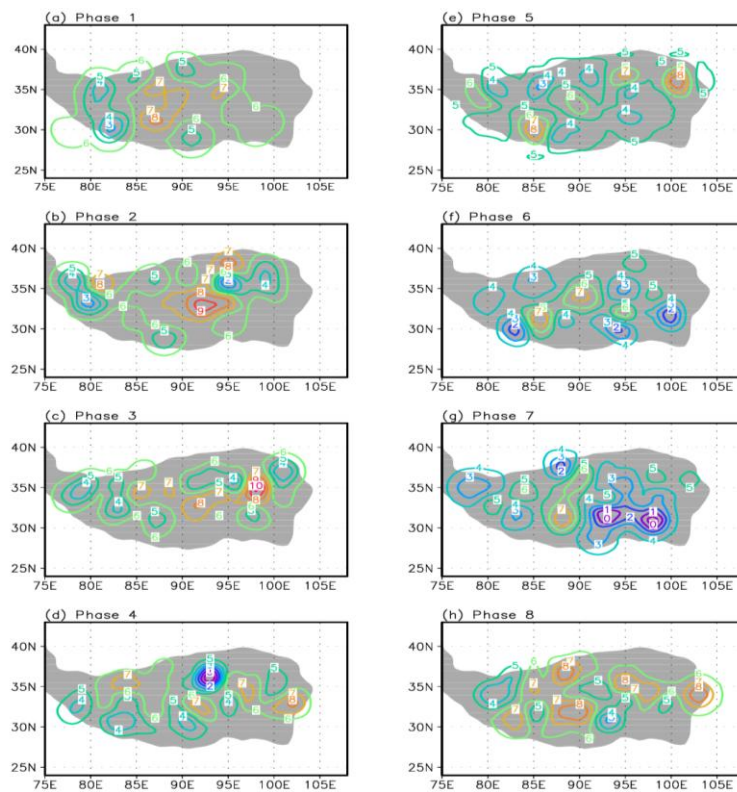


图 1、青藏高原低涡的强度在八个位相的空间分布（单位： $10^{-6} \text{ s}^{-1}$ ）。灰色阴影表示青藏高原地区。

#### 参考文献：

Li Lun, Zhang Renhe, Wen Min, Duan Jianping, 2018: Modulation of the Intensity of Nascent Tibetan Plateau Vortices by Atmospheric Quasi-Biweekly Oscillation, *Advances in Atmospheric Sciences*, **35**, 1347-1361, doi: 10.1007/s00376-018-8057-y

## 研究揭示青藏高原低涡移出高原后的演变东移机理

青藏高原低涡是夏季青藏高原的主要降水系统，其在一定条件下能够移出高原，移出高原后的高原涡对我国西南和长江中下游地区的降水有重要影响。因此，对青藏高原低涡移出高原后的演变东移机理的研究对我国降水预测有重要意义。第二课题研究人员通过分析 1998-2015 年的 15 个移出高原后维持时间超过 24 小时的高原低涡发现，和高原低涡在高原上的演变东移主要依靠凝结潜热加热不同，高原低涡移出高原后的发展和东移主要靠风场在低涡东侧的辐合（图 2）。当高原低涡东侧的风场辐合强时，高原低涡发展东移，否则，减弱消亡。

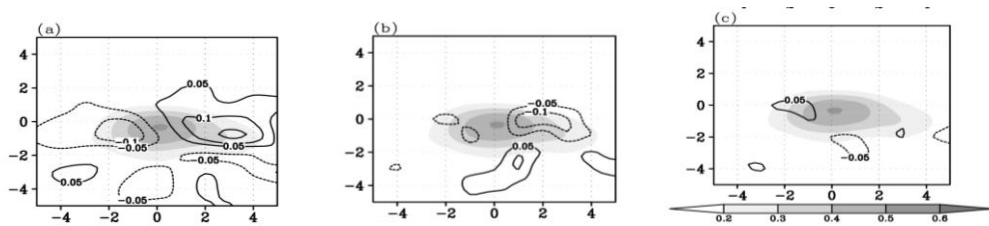


图 2、500hPa 位势涡度 (阴影; 单位: PVU,  $1\text{PVU}=10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ K kg}^{-1}$ )和位势涡收支 (等值线; 单位: PVU  $(6\text{h})^{-1}$ )。(a)水平位势涡通量散度,(b)垂直位势涡通量散度,(c)大气热源的作用。坐标中心代表动态合成后的低涡中心的位置。

### 参考文献:

Li Lun, Zhang Renhe, Wen Min, 2018: Development and eastward movement mechanisms of the Tibetan Plateau vortices moving off the Tibetan Plateau. *Climate Dynamics*, online, doi: 10.1007/s00382-018-4420-z

## 研究揭示热带西北太平洋地区季节内振荡对季节平均海温的反馈作用

第三课题的研究人员发现，热带西北太平洋地区季节内尺度和年际变化之间存在着显著相互作用。一方面，热带西北太平洋地区季节内振荡强度的年际变化受到环境场年际变化的影响，特别是 ENSO 通过调制纬向风的垂直切变、低层水汽和上升运动而影响热带西北太平洋地区 10-20 天季节内振荡强度的变化。由于 ENSO 引起的背景场变化依赖于其位相，使得季节内振荡强度受 ENSO 的影响不同季节出现在不同地区。另一方面，季节内振荡强度对季节平均海温存在明显的反馈作用。局地相关分析揭示出 10-20 天季节内振荡强度和季节平均海温变化趋势之间存在负相关，说明季节内振荡强度对季节平均海温变化可能存在负反馈。通过将海表面潜热异常分解成不同时间分量，说明了季节内振荡引起的潜热异常能累积而克服与季节平均变化有关的年际异常，从而对季节平均海温的变化有反馈作用。因此，季节内振荡引起的表面热通量变化在热带西北太平洋地区季节平均海表面温度的变化中有重要作用（图 3）。

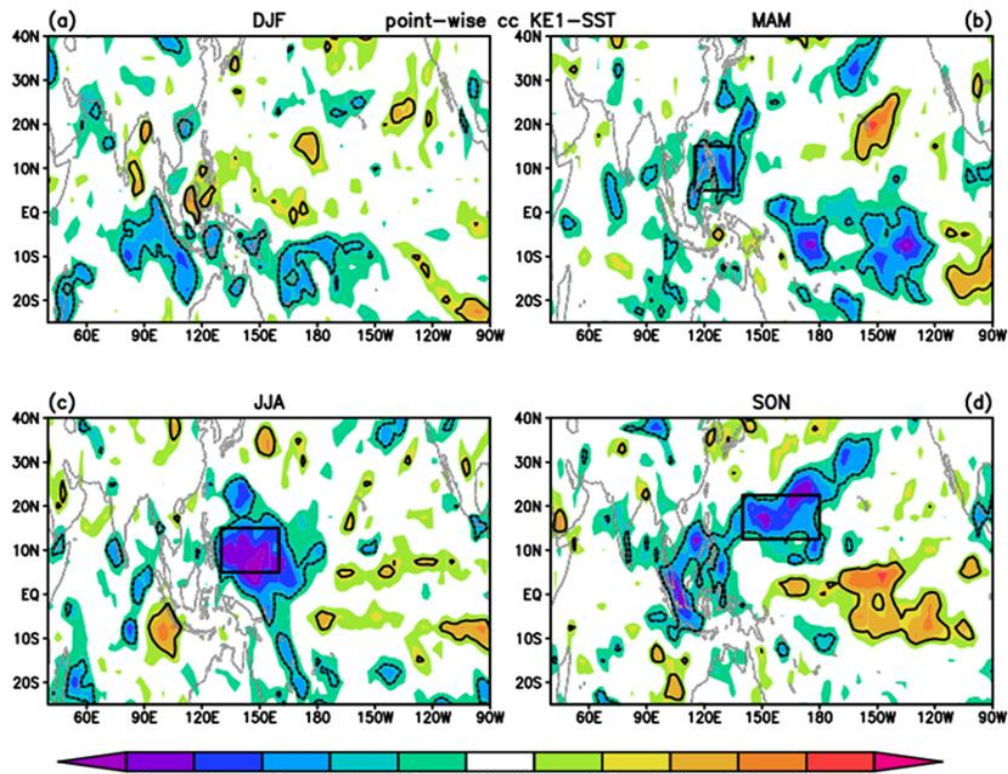


图 3、10-20 天季节内振荡强度和海表面温度变化趋势的单点同时相关。(a) 冬季, (b) 春季, (c) 夏季, (d) 秋季。

#### 参考文献:

Wu, Renguang, 2018: Feedback of 10-20-day intraseasonal oscillations on seasonal mean SST in the tropical Western North Pacific during boreal spring through fall, *Climate Dynamics*, **51**,4169-4184, doi: 10.1007/s00382-016-3362-6

### 研究揭示 CMIP5 模式对东亚夏季主要遥相关型模拟差异的原因

太平洋-日本 (PJ) 型遥相关又称东亚-太平洋 (EAP) 型遥相关, 是夏季西北太平洋至东亚地区最主要的环流异常模态, 对东亚地区夏季的旱涝异常气候有着至关重要的影响。气候模式能否正确模拟出 PJ/EAP 型遥相关不仅是衡量模式性能的一个重要指标, 而且也是选择和利用气候模式预估 PJ/EAP 型遥相关及其相联系的气候异常在未来可能变化的基础。

第四课题的研究人员利用 CMIP5 历史情景模式试验 (historical run) 的多模式输出数据, 对 PJ/EAP 型遥相关基本特征的模拟能力进行了评估, 指出当前不同气候模式对 PJ/EAP 型遥相关的模拟存在很大的差异, 并从海温场以及基本流场角度出发, 揭示了导致模式模拟差异的可能原因。他们的研究发现, 一方面, 模式对前冬 ENSO 海温型的模拟能力直接决定了次年夏季 PJ/EAP 型环流场空间形态的模拟能力 (图 4); 另一方面, 模式中西北太平洋关键区的局地

海气相互作用以及东亚地区经向基本气流的气候态强度则决定了模式中 PJ/EAP 型中心强度的模拟能力（图 5）。

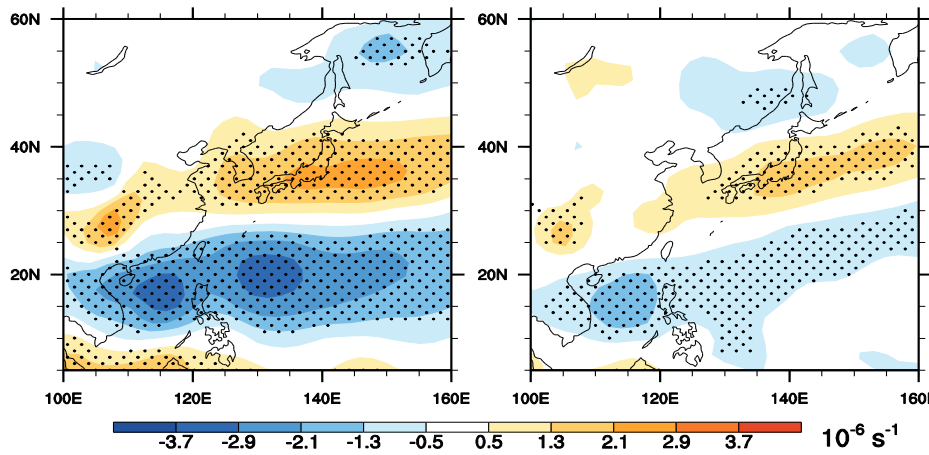


图 4、前冬 ENSO 空间型模拟较好（左图）和较差（右图）的两组模式对次年夏季 PJ/EAP 型的模拟情况。

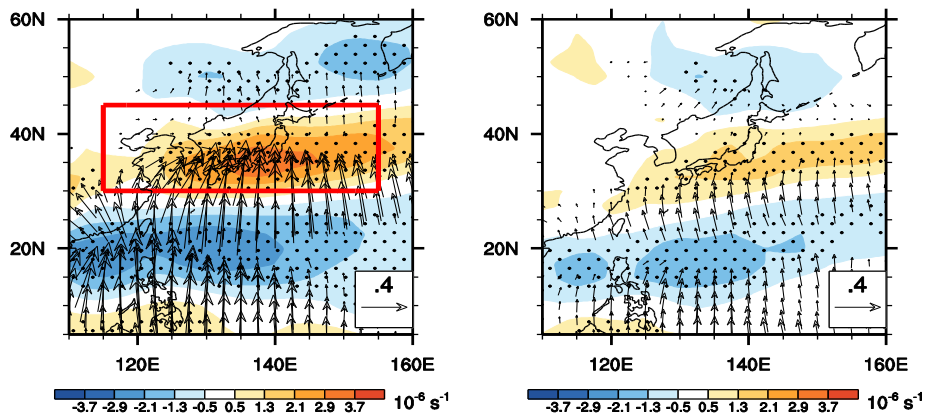


图 5、东亚地区夏季气候态经向风较强（左图）和较弱（右图）的两组模式对 PJ/EAP 型及其对应的波活动通量的模拟情况。

**参考文献：**

Gong Hainan, Wang Lin, Chen Wen, Wu Renguang, Huang Gang, Debashis Nath, 2018: Diversity of the Pacific-Japan pattern among CMIP5 models: Role of SST anomalies and atmospheric mean flow, *Journal of Climate*, **31**, 6857-6877, doi:10.1175/jcli-d-17-0541.1

报：科学技术部高技术研究发展中心，中国科学院前沿科学与教育局，国家自然科学基金委员会地学部，项目专家组，中国科学院大气物理研究所科技处  
发：各课题负责人及项目骨干

通讯地址：北京市中关村北二条 6 号 2718 信箱，中国科学院大气物理研究所 213 房间（项目办公室）  
邮编：100190

E-mail: [wanglin@mail.iap.ac.cn](mailto:wanglin@mail.iap.ac.cn), [tanghongmei@mail.iap.ac.cn](mailto:tanghongmei@mail.iap.ac.cn)