

## 东亚独特气候变化的特征和成因研究

### Detecting and Understanding the Special Change of East Asian Climate

全球变暖背景之下的中国气候变化特征及其成因,是一个众所关注的问题。监测气候变化需要准确的观测资料。我国较为系统的气象台站观测网络建立于 1950 年前后。围绕着过去约 60 年的气候变化特征,我国学者开展了大量工作,综合起来,这些研究发现,中国东部地区的气候变化表现出诸多比较特殊的特征<sup>[1-3]</sup>。以大家最为关心的温度和降水变化来表示,可以概括为两点:一是“冷对暖”的变化,二是“涝对旱”的变化。所谓“冷对暖”,如图 1 所示,是指中国的温度变化并非表现为均匀一致的增暖,而是存在一个以四川盆地为中⼼、东西带状分布的变冷带,在其南北两侧是变暖;四川盆地的冷中心全年存在,长江流域的变冷则以夏季最强。所谓“旱对涝”,如图 2 所示,尽管我国冷季的降水整体呈增多趋势,但是在主要

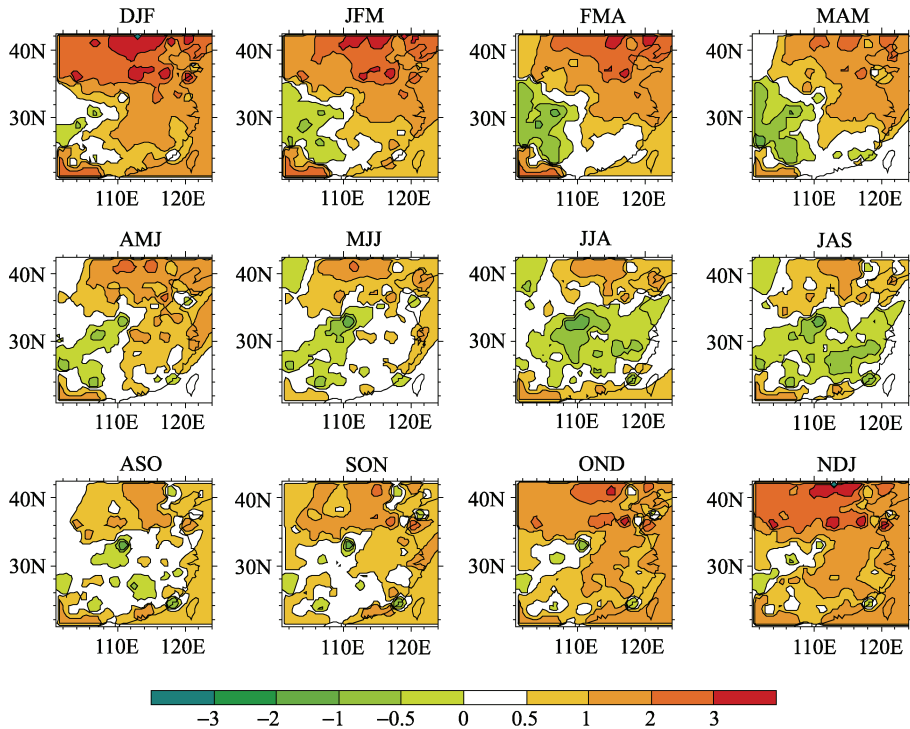


图 1 连续 3 个月平均的 1951~2000 年中国地表温度的变化趋势(单位:  $^{\circ}\text{C}/50\text{a}$ )  
(引自周天军等, 2008)

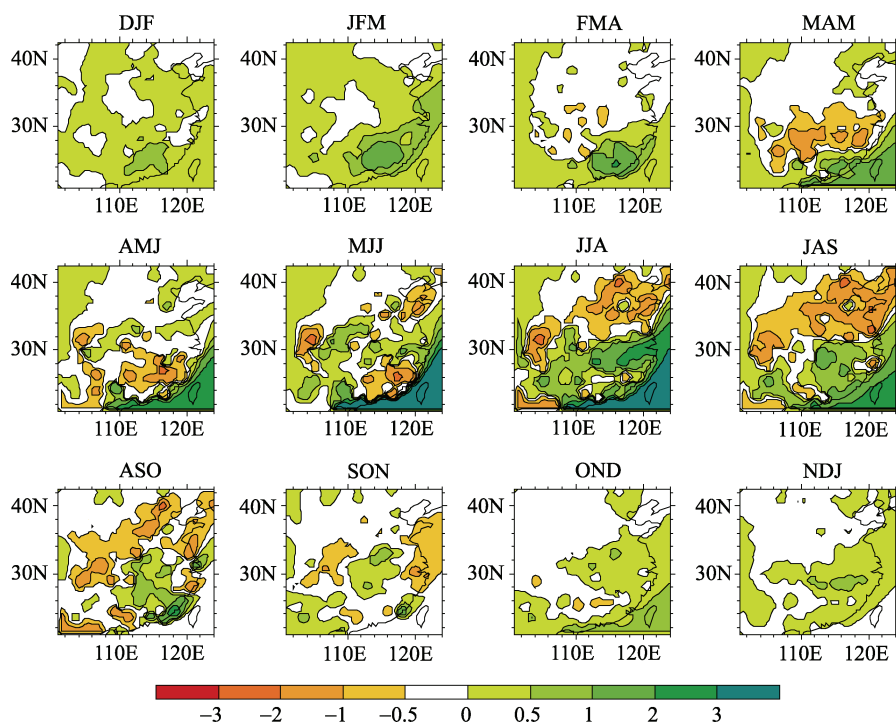


图2 连续3个月平均的1951~2000年中国降水的变化趋势[单位: mm/(d·50a)]  
(引自周天军等, 2008)

雨季即夏季降水的多雨带,自20世纪70年代末开始,从华北地区南移到长江中下游地区,形成“南涝北旱”的现象;进入21世纪以后,近期雨带有北移至淮河流域的趋势。

对东亚气候变化的观测事实分析,目前已经比较清楚。尚有待解决的是其成因,即机制问题。中外学者在这方面开展了大量工作,根据总结,目前提出来的东亚气候变化机制,涉及到热带海洋增暖的影响、青藏高原变暖的影响、人为气溶胶的排放问题、全球增暖的影响以及气候系统的自然变率等<sup>[3,4]</sup>。问题之所以如此复杂,与我国独特的地理位置和气候特征存在联系。我国位于欧亚大陆东南隅,纵跨高、中、低三个纬度带,西有世界最高的高原,东临世界最大的大洋,气候多变,控制系统复杂。由于影响我国气候异常的因子众多,在现有条件下,要准确地定量估算各种因子的相对贡献尚难以做到。

研究东亚气候变化的成因,既要依靠对观测资料的多角度分析,以揭示新的观测事实,又要靠利用气候模式来进行数值试验,通过对气候模式给定不同的强迫因子并考察其影响,来讨论不同因子的相对贡献。在上述两个方面,近年来我国学者都取得了显著成绩。

近年来的观测事实分析,指出东亚气候变化不是一个独立的现象,它是发生在20世纪70年代末的北半球气候年代际变化的一个局地体现,是全球陆地季风变化的一个组成部分<sup>[5]</sup>。东亚气候的变化具有其特定的三维结构特征,与地表的温度和降水要素的变化相对应,东亚对流层中上层温度存在年代际尺度的变冷,该冷中心在春夏两季最为显著,温度的变冷一方面通过其上层的气旋式环流异常,使得东亚急流轴以南的西风增强,一方面通过其下层的反气旋式环流异常,导致东亚夏季风减弱。西风急流增强通过改变对流层中上层的辐散强度,触发独特的云辐射反馈过程,对青藏高原下游地面气温变冷发挥重要作用;西风急流偏南和夏季风减弱,最终导致中国东部“南涝北旱”型降水异常<sup>[1,6]</sup>。

关于春季东亚对流层上层的变冷,研究发现它和近几十年来北大西洋涛动(NAO)的增强趋势存在显著联系。从3月到5月,冷中心逐渐南移并加强,5月移至35°N以南,导致中国东南部地区在过去50年出现干旱化趋势<sup>[7]</sup>。在7~8月的盛夏季节,对流层冷中心位于北纬40°、东经110°附近,造成中国东部的“南涝北旱”型降水异常<sup>[8]</sup>。

关于夏季东亚对流层中上层为何变冷这一问题,目前尚难以给出一个确凿的答案。基于大气环流模式的数值试验表明,当利用实际观测的海温变化、特别是热带海温变化来驱动气候模式的时候,能够部分地模拟再现季风环流的减弱趋势,但是模拟得到的东亚对流层中上层的温度变化很弱<sup>[9~11]</sup>。在气候模拟试验中,海洋-陆地热力差异变化的间接影响和对流层温度变化的直接影响,共同造成了季风环流的减弱。但是,受气候模式性能的影响,目前尚难以真实模拟再现实际的降水变化。此外,围绕着全球温室气体增加对季风减弱的影响问题,目前的气候模拟试验结果,多不支持这一观点<sup>[4]</sup>。

## 参 考 文 献

- [1] 宇如聪,周天军,李建,辛晓歌. 中国东部气候年代际变化三维特征的研究进展. 大气科学, 2008, 32(4): 893-905.
- [2] 周天军,李立娟,李红梅,包庆. 气候变化的归因与预估模拟研究. 大气科学, 2008, 32(4): 906-922.
- [3] Ding Y H, Ren G, Zhao Z, Xu Y, Luo Y, Li Q, Zhang J. Detection, causes and projection of climate change over China: an overview of recent progress. *Advan. Atmos. Sci.*, 2007, 6: 954-971.
- [4] Zhou T, Gong D Y, Li J, Li B. Detecting and understanding the multi-decadal variability of the East Asian Summer Monsoon—Recent progress and state of affairs. *Meteorologische Zeitschrift*, 2009, 18 (4): 455-467.
- [5] Zhou T, Zhang L, and Li H. Changes in global land monsoon area and total rainfall accumulation over the last half century. *Geophysical Research Letters*, 2008, 35: L16707, doi:10.1029/2008GL034881.

- [6] Yu R, Zhou T. Seasonality and three-dimensional structure of the interdecadal change in East Asian monsoon. *Journal of Climate*, 2007, 20: 5344–5355.
- [7] Xin X, Yu R, Zhou T, Wang B. Drought in late spring of South China in recent decades. *Journal of Climate*, 2006, 19(13): 3197–3206.
- [8] Yu R, Wang B, Zhou T. Tropospheric cooling and summer monsoon weakening trend over East Asia. *Geophysical Research Letters*, 2004, 31: L22212, doi:10.1029/2004GL021270.
- [9] Li H, Dai A, Zhou T, Lu J. Responses of East Asian summer monsoon to historical SST and atmospheric forcing during 1950-2000. *Climate Dynamics*, 2010, 34: 501–514.
- [10] Zhou T R, Yu T R, Zhang J, Drange H, et al. Why the western pacific subtropical high has extended westward since the late 1970s. *Journal of Climate*, 2009, 22: 2199–2215.
- [11] Zhou T J, Yu R, Zhang J, Drange H, et al. Why the western pacific subtropical high has extended since the late 1970s. *Journal of Climate*, 2009, 22: 2199–2215.

撰稿人：周天军

中国科学院大气物理研究所 LASG, zhoutj@lasg.iap.ac.cn