

# 夏季西太平洋副热带高压的年代际变化 及其与南半球环流的联系\*

薛峰<sup>1\*\*</sup> 苏同华<sup>1,2</sup>

1 中国科学院大气物理研究所, 北京 100029; 2 中国科学院研究生院, 北京 100039

**摘要** 根据 1958—2002 年的再分析资料, 研究了夏季西太平洋副高的年代际变化及其与南半球环流变化的联系. 20 世纪 70 年代末之后, 副高偏向西南, 强度增强, 但这种变化趋势在 6—8 月间逐渐趋弱. 从全球范围看, 最显著的变化发生在南半球, 南极涛动趋于正位相, 索马里急流偏强, 致使副高偏向西南, 强度增强. 同时, 由于副高在夏季期间向北移动, 南半球环流变化对副高的影响在 6—8 月间逐渐减弱, 这与副高的变化趋势相吻合.

**关键词** 西太平洋副高 年代际变化 南半球环流 南极涛动

西太平洋副热带高压(副高)是东亚夏季风环流系统的重要成员, 其变动对我国夏季降水分布有重要影响. 例如, 副高在 6 月中旬和 7 月中旬的两次北跳分别对应于长江流域的入梅和出梅. 有研究表明<sup>[1-5]</sup>, 副高具有多种时间尺度的变化, 除季节内和年际等短期时间尺度的变化外, 副高还有显著的年代际变化. 特别是 20 世纪 70 年代末期, 全球海气耦合系统发生了一次显著的年代际变化, 东亚夏季风环流减弱, 副高增强并明显偏南<sup>[6-11]</sup>. 对东亚夏季风环流和副高的这次年代际变化成因有多种解释, 包括全球变暖, 太平洋年代际振荡(PDO)的位相转变, 印度洋变暖以及东亚大陆春季地表的变冷等<sup>[7-11]</sup>. 但最近的数值试验表明, 即使在考虑了上述因子之后, 模式仍然难以模拟出东亚夏季风和副高的年代际变化, 这说明还有其他因子能够影响到副高的年代际变化<sup>[12]</sup>.

另一方面, 近年来的研究还表明, 副高的变化不仅受其两侧的高纬度环流和热带环流的影响, 同时还与南半球环流的变化有关, 当南极涛动处于正位相时, 连接两半球环流之间的索马里急流偏强,

并导致副高偏西偏强, 东亚夏季风偏弱<sup>[4, 13, 14]</sup>. 但上述这种年际之间的相关关系在年代际时间尺度上是否成立, 南半球环流变化如何影响到副高的年代际变化并进而导致东亚夏季风变弱, 尚须进一步研究.

本文所用资料为 ERA 的 1958—2002 年共 45 a 的再分析资料<sup>[15]</sup>, 资料的水平分辨率为  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ , 包括海平面气压, 850 hPa 水平风场和 500 hPa 高度场. 需要说明的是, 由于 NCAR/NCEP 的再分析资料在亚洲地区有虚假的年代际变化<sup>[16]</sup>, 较 ERA 再分析资料所显示的年代际变化明显偏大(图略), 故本文不予采用.

## 1 结果分析

有研究表明年代际变化发生在 70 年代末期<sup>[6-8]</sup>, 据此将 1958—2002 年划分为两个时段即 1958—1977 年(20 a)和 1978—2002 年(25 a). 图 1 为两个时段 6—8 月的 500 hPa 副高, 在年代际变化之后, 副高偏向西南, 强度明显增强. 但我们同时注意到, 副高这种偏向西南的趋势在 6—8 月间

2008-07-15 收稿, 2008-10-22 收修改稿

\* 国家自然科学基金(批准号: 40821092)和中国科学院知识创新工程(批准号: KZCX2-YW-217)资助项目

\*\* E-mail: fxue@lasg.iap.ac.cn

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

有减弱的趋势，6月最为显著，而8月则变化不大，这种减弱趋势在150°E以西地区尤为明显。以前的研究多取6—8月平均来表示副高的变化，但图1的结果表明，副高在6—8月间的变化趋势并不完全一致。此外，副高北侧边界基本保持不变，显示造成副高变化的主要原因来自热带和南半球，而北半球高纬度环流的变化影响可能并不显著，这与副高季节内的变化有所不同<sup>[1-4]</sup>。

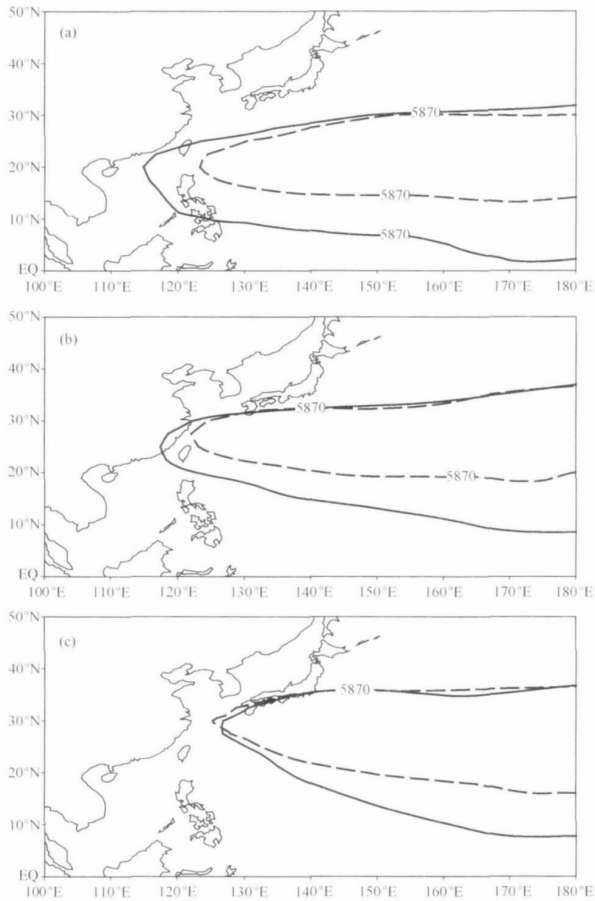


图1 1958—1977年（虚线）和1978—2002年（实线）的西太平洋副高（单位：gpm）  
(a) 6月；(b) 7月；(c) 8月。为清晰起见，仅给出5870等值线

图2为上述两个时段北半球夏季（6—8月）平均的海平面气压差，最显著的变化发生在南半球，高纬度地区气压下降，而副热带地区气压升高，南极涛动为正的异常模态。与年际变化的关系类似，Mascarene高压和澳大利亚高压均为正异常<sup>[13,14]</sup>。此外，东亚大陆气压升高，而北半球高纬度环流变

化较弱，这与图1中副高北侧边界变化较小相对应，表明在年代际尺度上，北半球高纬度环流变化对副高的影响较弱。需要说明的是，同夏季类似，南极涛动在其他各季节均呈现正异常的变化趋势，但不如夏季明显（图略）。

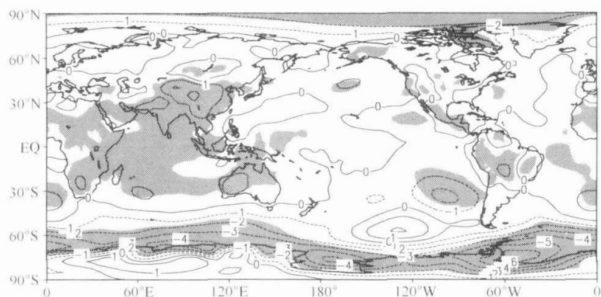


图2 1978—2002年与1958—1977年6—8月平均的海平面气压差（单位：hPa）  
阴影区为置信水平超过0.05显著性的区域

对应于上述海平面气压场的年代际变化，850hPa风场也出现明显的变化（图3）。6月份（图3（a）），最显著的变化仍位于南半球，对应于南极涛动和

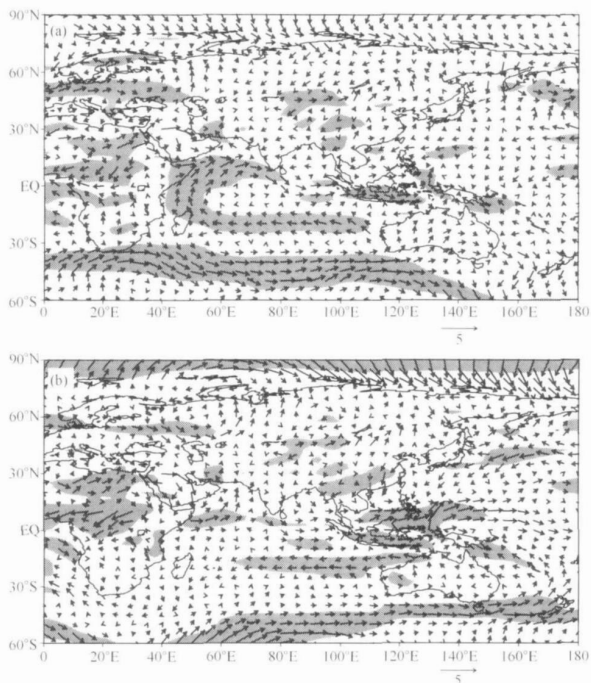


图3 1978—2002年与1958—1977年的850hPa水平风场之差（单位：hPa）  
(a) 6月，(b) 8月。阴影区为置信水平超过0.05显著性的区域

Mascarene 高压的增强, 中纬度西风和索马里急流显著增强, 南亚低纬度地区为西南风异常. 根据位势倾向方程, 由于西南偏暖异常平流的作用, 副高将偏向西南, 强度增强 (图 1 (a)). 但到 8 月份, 虽然索马里急流也偏强, 但此时副高处于较高纬度, 平均脊线越过  $30^{\circ}\text{N}$  (图 1 (c)), 因此来自南半球环流的影响较弱<sup>[4]</sup>, 所以副高不如 6—7 月间偏向西南, 但热带西太平洋地区的偏西风异常所引起的暖平流异常仍使副高强度增强 (图 3 (b)). 此外, 亚洲副热带地区气压升高, 中国东部为偏北风异常, 这对 8 月副高略微偏东可能也起到一定作用. 因此, 南半球环流变化主要影响到 6—7 月间的副高变化, 而 8 月的影响不大, 这与副高形态变化的结果相符合 (图 1).

## 2 结论与讨论

采用 ERA 再分析资料, 划分为 1958—1977 年和 1978—2002 年两个时段, 发现夏季西太平洋副高有显著的年代际变化, 但这种年代际变化随夏季季节进程有减弱趋势, 6 月最为明显. 从全球范围来看, 南半球环流的年代际变化最为显著, 南极涛动呈现正的异常模态, Mascarene 高压及索马里急流偏强, 使副高偏向西南, 强度增强, 但其影响在 6—8 月间逐渐减弱, 这与年际变化的情况类似. 已有研究揭示了 PDO 等因子对东亚夏季风环流和副高年代际变化的影响<sup>[10]</sup>, 但本文的结果表明, 副高的北部边界基本不变, 而且与南半球环流相比, 北半球高纬度环流变化较弱, 因此它对副高的影响很可能是间接的, 即通过影响热带东太平洋海表温度的变化来实现的. 此外, 其影响也可能较弱, 因为根据观测海表温度强迫的大气环流模式难以真实再现副高的年代际变化<sup>[12]</sup>.

近年来的研究表明, 南半球环流变化尤其是南极涛动的位相转变与南极平流层臭氧的损耗有关<sup>[17]</sup>, 数值试验的结果还显示<sup>[18]</sup>, 温室气体含量的增加和臭氧损耗均可使南极涛动增强, 但其中以臭氧损耗的影响最大. 此外, Zhou 等利用观测的 SST 强迫大气环流模式<sup>[19]</sup>, 也发现模式模拟的南极涛动在南半球夏季要明显好于冬季, 这可能与臭氧损耗在南半球冬季多于夏季有关. 因此, 东亚夏季风环流和副高的年代际变化很可能与南极臭氧损耗

有关, 这也部分解释了利用观测海温强迫的大气环流模式不能模拟出副高年代际变化的原因. 实际上, 国内早期的一些数值试验已初步揭示了南极臭氧损耗与中国气候变化的可能联系<sup>[20]</sup>, 但由于准确模拟臭氧的影响需要模式在平流层有很高的垂直分辨率, 国内现有的模式很难满足要求, 有待将来进一步研究.

## 参 考 文 献

- 1 黄士松. 有关副热带高压活动及其预报问题的研究. 大气科学, 1978, 2: 159—168
- 2 张 韧, 罗来成, 喻世华. 夏季东亚上空副热带高压中期变化物理机制讨论. 气象科学, 1993, 13: 417—426
- 3 陶诗言, 张庆云, 张顺利. 夏季北太平洋副热带高压系统的活动. 气象学报, 2001, 59: 747—758
- 4 薛 峰, 何卷雄. 南半球环流变化对西太平洋副高东西振荡的影响. 科学通报, 2005, 50: 1660—1662
- 5 陆日宇, 李 颖, Ryu C. 夏季西太平洋副热带高压的东西偏移和对流层低层环流变化的主要模态的关系. 自然科学进展, 2007, 17: 546—550
- 6 Wang H. The weakening of the Asian monsoon circulation after the end of 1970s. Adv Atmos Sci, 2001, 18: 376—386
- 7 Xue F. Interannual and interdecadal variation of East Asian summer monsoon and its association with the global atmospheric circulation and sea surface temperature. Adv Atmos Sci, 2001, 18: 567—575
- 8 龚道溢, 何学兆. 西太平洋副热带高压的年代际变化及其气候影响. 地理学报, 2002, 57: 185—193
- 9 Hu Z, Yang S, Wu R. Long-term climate variations in China and global warming signals. J Geophys Res, 2003, 108(D19): 4614, doi: 10. 1029/2003JD003651
- 10 朱益民, 杨修群. 太平洋年代际振荡与中国气候变率的联系. 气象学报, 2003, 61: 641—654
- 11 Xu X, Shi X, Xie L, et al. Consistence of interdecadal variation in the summer monsoon over eastern China and heterogeneity in springtime surface air temperatures. J Meteor Soc Japan, 2007, 85A: 311—323
- 12 Han J, Wang H. Interdecadal variability of the East Asian summer monsoon in an AGCM. Adv Atmos Sci, 2007, 24: 808—818
- 13 Xue F, Wang H, He J. Interannual variability of Mascarene high and Australian high and their influences on East Asian summer monsoon. J Meteor Soc Japan, 2004, 82: 1173—1186
- 14 高 辉, 薛 峰, 王会军. 南极涛动年际变化对江淮梅雨的影响及预报意义. 科学通报, 2003, 48(增刊 2): 87—92
- 15 Uppala SM, Kalberg PW, Simmons AJ, et al. The ERA-40 re-analysis. Quart J R Meteorol Soc, 2005, 131: 2961—3012

- 16 Wu R, Kinter JL, Kirtman BP. Discrepancy of interdecadal changes in the Asian monsoon region among the NCEP-NCAR reanalysis, objective analyses and observations. *J Climate*, 2005, 18: 3048—3067
- 17 Thompson DWJ, Solomon S. Interpretation of recent Southern Hemisphere climate change. *Science*, 2002, 296: 895—899
- 18 Gillett NP, Thompson DWJ. Simulation of recent Southern Hemisphere climate change. *Science*, 2003, 302: 273—275
- 19 Zhou T, Yu R. Sea-surface temperature induced variability of the Southern annular mode in an atmospheric general circulation model. *Geophys Res Lett*, 2004, 31: L24206, doi: 10.1029/2004GL021473
- 20 徐海明, 何金海. 南半球臭氧变化气候效应的数值模拟. *南京气象学院学报*, 1999, 22: 1—8

## 国家自然科学基金委员会新设“外国青年学者研究基金”

近日, 国家自然科学基金委员会(以下简称基金委)委务会议审议通过了“外国青年学者研究基金”实施方案(试行), 这标志着该基金的实施工作正式启动。据悉, 该基金旨在延揽外国优秀青年学者到我国开展基础研究, 为中外青年学者在日益开放的自然科学基础研究环境中搭建学术联系的桥梁和纽带。

随着中国经济的发展, 国家对基础研究的投入力度不断加大, 基础研究条件不断改善并日趋成熟, 科学研究机构和高等院校与国际学术界的交往也日趋紧密, 已经具备了接纳国外学者长期来华进行学术研究的能力。“外国青年学者研究基金”的设立, 无疑顺应了当前科学研究国际化的趋势和国内科技界的需求。

基金委相关负责人指出, 鼓励国外青年学者来华参与国内学术研究, 不仅可以让他们加深对中国科研状况的了解, 推进学术研究的进程, 并与国内研究人员形成长期稳定的合作关系, 而且有利于外国年青科研人员对中国社会和文化的接触和深入了解, 对于培养未来与我国密切开展科技合作的骨干力量具有十分重要的意义, 是一项着眼于未来的战略举措。

根据该基金的实施方案, 由依托单位提供外国青年学者的研究条件和生活保障等, 而自然科学基金将资助其在华6个月或12个月的研究经费。据了解, 项目的评审遴选将着重外国青年学者的受教育背景、从事基础研究的经历和能力、以往取得的研究成果等。对于来华开展的研究课题, 按要求应属于当前学科前沿和研究热点领域。

据悉, 由于尚处于试行阶段, 该基金在2009年将采取中国科学院和教育部推荐人选、个人申请、基金委组织评审的方式予以实施。该基金拟资助50位外国青年学者, 资助总经费为1000万元人民币, 具体实施方案与申请通告近期将公布。

(供稿: 陈 晨)