

# 几种再分析地表气压资料在中国区域的适用性评估<sup>\* 1</sup>

赵天保<sup>1)</sup> 华丽娟<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(中国科学院大气物理研究所东亚气候-环境重点实验室, 北京 100029)

<sup>2)</sup>(中国科学院研究生院, 北京 100049)

## 摘 要

应用台站观测资料对 ERA-40, NCEP/NCAR 以及 NCEP/DOE 再分析地表气压产品在中国不同区域、不同年代和不同季节的适用性进行了评估。分析发现, 几种再分析产品虽然能在一定程度上反映出观测资料所具有的时空分布特征, 但它们之间的差异却具有明显的区域和季节变化特征, 即冬季小而夏季大、东部地区小而西部地区大; 同时还发现 ERA-40 和 NCEP/NCAR 再分析产品在 20 世纪 70 年代以前均与观测资料有相对较大的差别, 特别是 NCEP/NCAR 在 70 年代以前的夏季气压值过于偏低, 从而夸大了很多地区的年代际变化特征。相比而言, ERA-40 地表气压的长期变化趋势以及时空演变规律在中国大多数地区要优于 NCEP/NCAR 再分析产品, 特别是在中国西部地区。分析还表明, NCEP/DOE 虽与观测资料存在一定的系统性偏差, 却与另外两种再分析产品有着较为相似的年际变化特征及趋势。

**关键词:** 地表气压; 再分析资料; 观测资料; 适用性评估

## 引 言

全球气候变化研究需要大量的、各种类型与来源的、全球和区域的数据。有效地获取和处理气候资料, 重建高质量、长序列的气候资料集不仅是天气和气候变化研究及其相关业务发展的基础, 也是大气科学研究的根本保证。近年来, 美国、欧洲和日本等国家的相关部门和组织已相继实施了一系列全球大气再分析资料计划来恢复和重建气候变化的历史记录。这些研究计划主要包括: 美国国家环境预测中心(NCEP)和大气研究中心(NCAR)联合组织的 50 多年(1948 年至今)全球大气再分析资料计划(NCEP/NCAR)<sup>[1-2]</sup>以及 NCEP/NCAR 再分析资料的更新版——NCEP/DOE 再分析资料计划(1979 年至今)<sup>[3]</sup>; 美国国家航空和宇航局(NASA)的资料同化办公室(DAO)组织的 16 年(1980—1995 年)全球大气再分析资料计划(NASA/DAO, 也称 GEOS-1)<sup>[4]</sup>; 欧洲中期数值预报中心(ECMWF)组织的 15 年(1979—1993 年)全球大气再分析资料计划(ERA-15)<sup>[5]</sup>和 45 年(1957—2002 年)资料再分析计划(ERA-40)<sup>[6-7]</sup>; 日本气象厅(JMA)组织和发展的 20 多年(1979 年至今)全球大气再分析资料计划

(JRA-25)<sup>[8]</sup>等。

再分析资料问世为认识大气的运动方式、深入理解和研究气候变化的成因和规律提供了重要的信息来源和数据支持。然而, 作为一种利用资料同化方法把数值预报产品和观测资料融合起来的“产物”, 再分析资料必然包含着数值模式、同化方案和观测系统等所引入的误差, 特别是观测系统随时间的变更可能会引入虚假的气候变化信号和趋势<sup>[9-15]</sup>, 如 NCEP/NCAR 同化分析系统对观测数据解码出现错误, 结果导致其海平面气压产品在很多地区出现了系统性偏低的现象<sup>[16-18]</sup>。除此之外, 数值预报模式和同化方案所引入的误差也是影响再分析产品质量的主要因素, 特别是模式系统误差可能会放大由观测系统变更所引入的虚假变化信号。因此, 再分析资料质量的检验和可信度分析是其合理使用的必要前提, 也是减小气候变化研究结果不确定性的的重要手段之一。

地表气压是再分析资料所同化的主要观测资料之一, 其数据的数量、质量及其时空分布的不均一性等都会影响到再分析产品的可信度。因此, 再分析地表气压资料的质量检验与适用性评估不仅有助于提高东亚区域气候变化研究结果的可靠性, 而且对于资料同化技术的改进以及再分析产品质量的提高

\* 国家自然科学基金项目(40805032)和中国科学院知识创新工程项目(IAP07405)共同资助。

2008-03-03 收到, 2008-07-25 收到再改稿。

来说也具有十分重要的意义。目前已有一些关于再分析产品在东亚和中国区域的适用性评估研究<sup>[16-24]</sup>,但对于地表气压再分析产品,特别是几种不同地表气压再分析产品的可信度检验及其相互之间对比的研究却甚少,而且在这些研究中,也未能充分地利用现有观测数据资源。

本文主要应用中国区域 750 多个观测台站的地表气压资料,分别从不同年代、不同季节和不同区域来对 ERA-40、NCEP/NCAR 和 NCEP/DOE 等几种再分析数据集中的地表气压产品在中国区域所存在适用性问题进行深入、详细地分析和评估,以期为中国区域的气候变化研究,特别是在年际和年代际气候变化研究中再分析地表气压资料的选择和使用提供借鉴和帮助。

## 1 资料及处理

本文所用再分析资料主要包括 ERA-40、NCEP/NCAR(简称 NCEP-1)和 NCEP/DOE(简称 NCEP-2)等几种月平均地表气压产品及其所对应的地形资料。其中,包括 NCEP-1 和 NCEP-2 空间分辨率是  $192 \times 94$  高斯格点(约  $1.875^\circ \times 1.875^\circ$ ),ERA-40 的空间分辨率是  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$  经纬网格。关于这几种再分析资料同化系统的异同请参考本文所列相关参考文献。本文所用的观测资料是中国气象局国家气象信息中心提供的中国区域 752 个观测台站的日平均地表气压数据及其所对应的台站海拔高度数据。图 1 为台站分布及其地形。从图 1 可以看到,测站主要集中在东部地区,而在西部的沙漠和高海拔地区,特别是青藏高原西部地区分布较为稀疏。此外,本文还用到了国际卫星陆面气候计划 II(ISLCP-II)

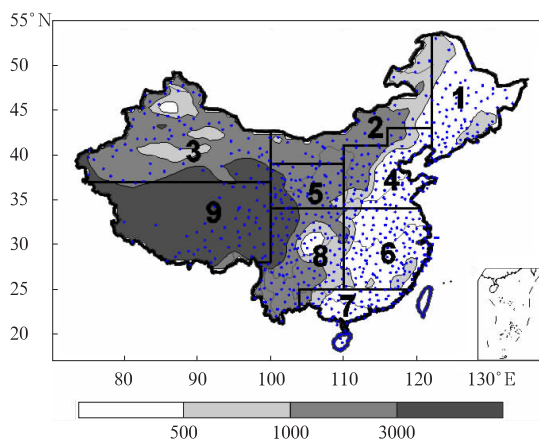


图 1 台站分布与地形(阴影区,单位:m)及分区  
Fig. 1 The distribution of observation stations with topography(shaded areas, unit: m) and sub-regions over China

所提供的  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  实际地形资料([http://islsnp2.sesda.com/ISLSCP2\\_1/data/hydrology\\_soils/hydro1k\\_elevation\\_xdeg/](http://islsnp2.sesda.com/ISLSCP2_1/data/hydrology_soils/hydro1k_elevation_xdeg/))。

本文首先对观测数据进行质量控制,将奇异值剔除,然后把观测和再分析数据均转化到  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  的 ISLCP-II 的空间格点上。其中,观测数据的转化采用的是 Kriging 插值方法<sup>[25]</sup>,而再分析资料的内插采用双线性插值方法。

对于内插后的地表气压进行了地形订正。具体方法是:先将台站观测地表气温(2 m)及其所对应的海拔高度采用同一内插方法转化为格点资料,然后把内插后的地形高度与该分辨率下实际的地形高度的差值与气温直减率求积后得到地形订正值,再将内插后的温度与地形订正值求和便可得到订正后的温度值,即

$$T = t_{\text{interped}} + \gamma \Delta Z \quad (1)$$

式(1)中, $T$  是订正后的地表温度, $t_{\text{interped}}$  为内插的地表气温, $\gamma$  为气温直减率( $-6.5 \text{ K} \cdot \text{km}^{-1}$ ), $\Delta Z$  为内插后的地形高度  $Z_{\text{interped}}$  与该空间分辨率下实际地形高度  $Z$  之差。由理想气体状态方程

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho RT \quad (2)$$

和

$$p = \rho RT \quad (3)$$

可得

$$\partial z = -\frac{RT}{g} \frac{\partial p}{p} \quad (4)$$

这里  $p$  是地表气压, $z$  是地形高度, $\rho$  是空气密度, $g$  是重力加速度, $R$  是气体常数。假设

$$\frac{1}{Z_{\text{interped}} - Z} \int T \partial Z \approx \frac{T + t_{\text{interped}}}{2} = T_{\text{mean}} \quad (5)$$

则

$$\Delta Z = \frac{RT_{\text{mean}}}{g} \ln\left(\frac{p_{\text{interped}}}{P}\right) \quad (6)$$

最后可以得到

$$P = \frac{p_{\text{interped}}}{\exp\left(\frac{g \Delta Z}{RT_{\text{mean}}}\right)} \quad (7)$$

$P$  即为订正后的地表气压值, $p_{\text{interped}}$  为内插的地表气压值。

## 2 平均偏差的空间分布特征

几种再分析产品与观测资料的气候平均态都具有相似的空间分布特征。图 2 是再分析与观测地表气压在 1958—1979 年和 1980—2001 年两个时段偏

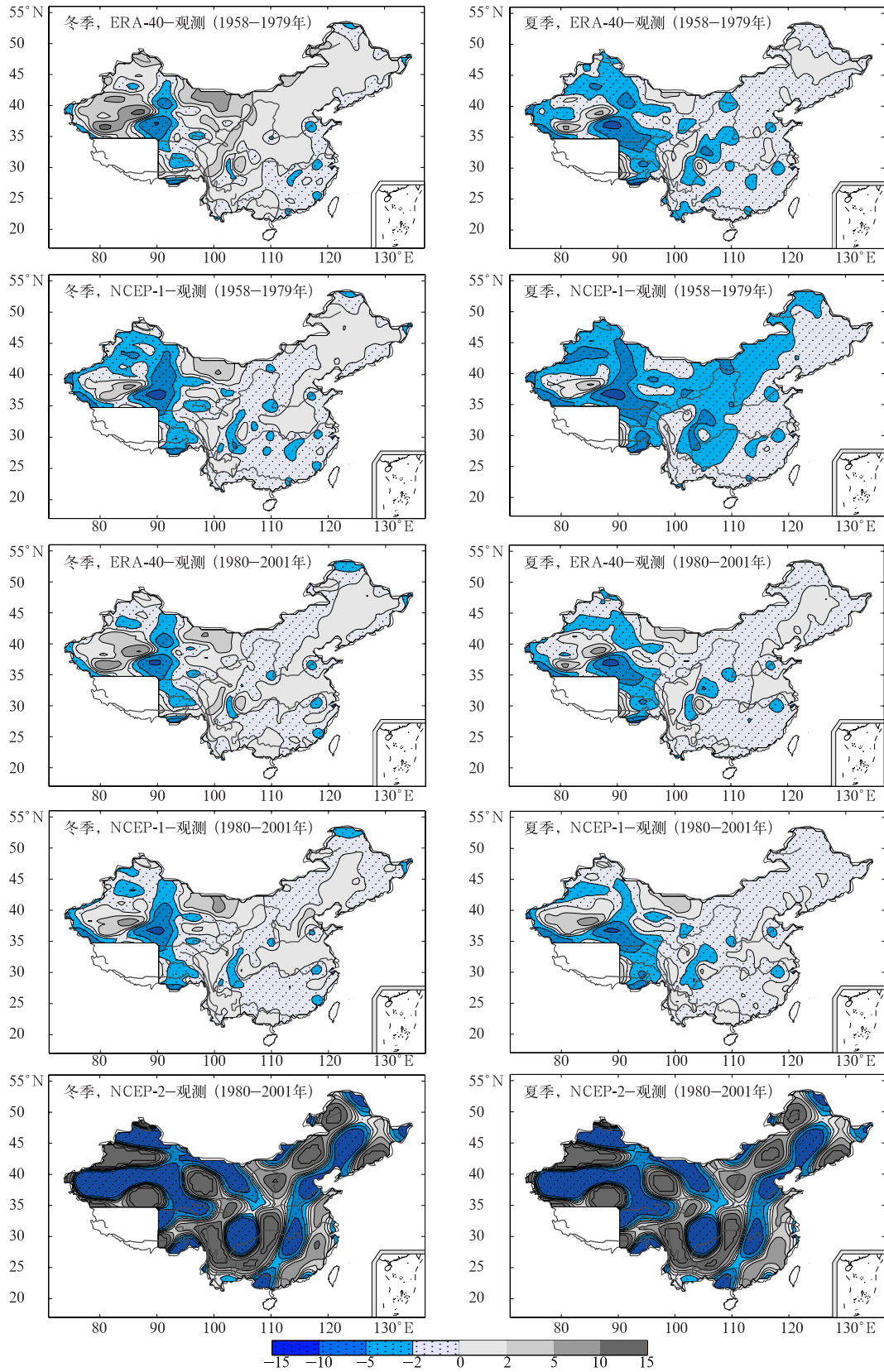


图2 冬季和夏季再分析资料与观测地表气压偏差的空间分布(单位:hPa)  
Fig. 2 The spatial distributions of surface pressure differences(unit:hPa) between the reanalysis and the observations in the winter and summer

差的空分布(NCEP-2 仅有后一时段),图中空白区域为缺测区。从整个中国区域来看,西部地区的差异要比东部大得多,特别是青藏高原、新疆和西南等地区的差别比较明显,而且这种差异在第一时段(1958—1979年)大于第二时段(1980—2001年),夏季比冬季更为明显。再分析值与观测结果的差异在东部大多数地区基本都在2 hPa 以内,而在西部很多地区的差异均超过了2 hPa,特别是青藏高原部分地区的最大差异甚至在10 hPa 以上。ERA-40 在北方地区第一时段冬季的再分析值要略高于观测结果,而夏季反之;这种差别到了第二时段则有所减小。与之类似,NCEP-1 第一时段冬季再分析值华北及东北地区比观测结果偏高,而夏季中部到西南一带地区则比观测结果偏低。无论是冬季还是夏季,再分析资料均以偏低为主,尤其在西部大多数地区较为明显,而且 NCEP-1 与观测值的差异相对更大一些。图2 还给出了 NCEP-2 与观测值在1980—2001年的平均差异分布,与上述分析最大的不同之处在于 NCEP-2 与观测结果的差异在中国大

多数地区呈现出带状分布特征,且冬、夏两季节的差异均在10 hPa左右或以上,明显大于上述两种再分析产品与观测结果的差别。可见,NCEP-2 与观测结果在中国大多数区域存在一定的系统性偏差。

表1 给出了它们的差值在中国9个不同气候特征的分区(见图1)的统计特征。从表1 可以看到,再分析值与观测结果在两个时段夏季的差异均强于冬季,且这两个时段最明显的特征就是 NCEP-1 在大多数地区都比观测值偏低,特别是在第一时段。从第一时段来看,ERA-40 和 NCEP-1 与观测值差别较大的地区主要分布在新疆、西北东部以及青藏高原等地区。从第二时段来看,差异较大的地区主要位于东北、新疆和青藏高原等区域。需要特别强调的是 ERA-40 与观测结果的偏差在大多数地区的绝对值都相对较小。此外,NCEP-2 与观测值的差异在大多数地区都较大,尤其在西部地区的差异超过了6 hPa,远大于其他两种再分析产品与观测结果之间的差异。

表1 中国9个分区再分析与观测地表气压偏差(单位:hPa)

Table 1 The differences of surface pressure between reanalysis and observations in 9 regions of China(unit: hPa)

区域	1958—1979年				1980—2001年					
	冬季		夏季		冬季		夏季			
	$\Delta P_1$	$\Delta P_2$	$\Delta P_1$	$\Delta P_2$	$\Delta P_1$	$\Delta P_2$	$\Delta P_3$	$\Delta P_1$	$\Delta P_2$	$\Delta P_3$
东北	0.1	0.2	-0.2	-1.4	-0.2	-0.6	-1.7	-0.2	-0.4	-1.5
北方半干旱区	2	0.4	-0.5	-3	0.1	0.5	2	-0.3	-0.1	1.4
新疆	1.2	-2	-2.2	-3.3	-0.1	-0.9	-7.6	-1.3	-0.6	-6.4
华北	0.3	-0.3	-0.9	-2	-0.1	0.2	0.1	-0.4	-0.4	-0.5
西北东部	1.5	-0.9	-1.6	-3.6	-0.1	-0.2	-0.4	-0.9	-1	-0.8
华东	-0.4	-0.7	-0.9	-1	-0.2	-0.3	-0.1	-0.5	-0.2	-0.1
华南	-0.2	-0.7	-0.8	-0.8	-0.01	-0.3	-1	-0.3	-0.1	-1
西南	0.3	-1	-1.6	-2.5	0.1	-0.4	0	-0.6	-0.8	-0.4
青藏高原	-0.6	-2.4	-3	-4.2	-1.2	-2.2	1.7	-2.7	-3.3	0.6

注: $\Delta P_1$  为 ERA-40—观测, $\Delta P_2$  为 NCEP-1—观测, $\Delta P_3$  为 NCEP-2—观测。

### 3 年际变化趋势及其空间分布特征

图3 是中国9个分区区域平均的1958—2001年地表气压相对于1979—2001年气候平均值的距平序列。从冬季来看,无论是 ERA-40 还是 NCEP-1 基本上都能较好描述出在20世纪70年代中期以后大多数地区观测结果的年际变化特征,而它们之间的差别主要出现在此前,特别是在北方半干旱区、新疆和西北东部地区的差别比较明显;其中,ERA-40 在北方半干旱区、新疆和西北东部地区较观测距

平偏强,而 NCEP-1 在上述地区及其华北地区则比观测结果偏小。从夏季来看,ERA-40 与观测结果的年际变化特征在大多数地区都有非常好的一致性;NCEP-1 虽能很好描述出大多数地区观测结果在20世纪60年代末期以后的年际变化特征,但在60年代末期以前反映出过于夸大“低压”特征,从而在长期变化趋势上明显要强于 ERA-40 和观测结果,也夸大了很多地区的年代际气候变化特征。NCEP-2 所反映的年际变化特征观测与结果和其他两种再分析产品所分析出来的结果基本没有太大差别。

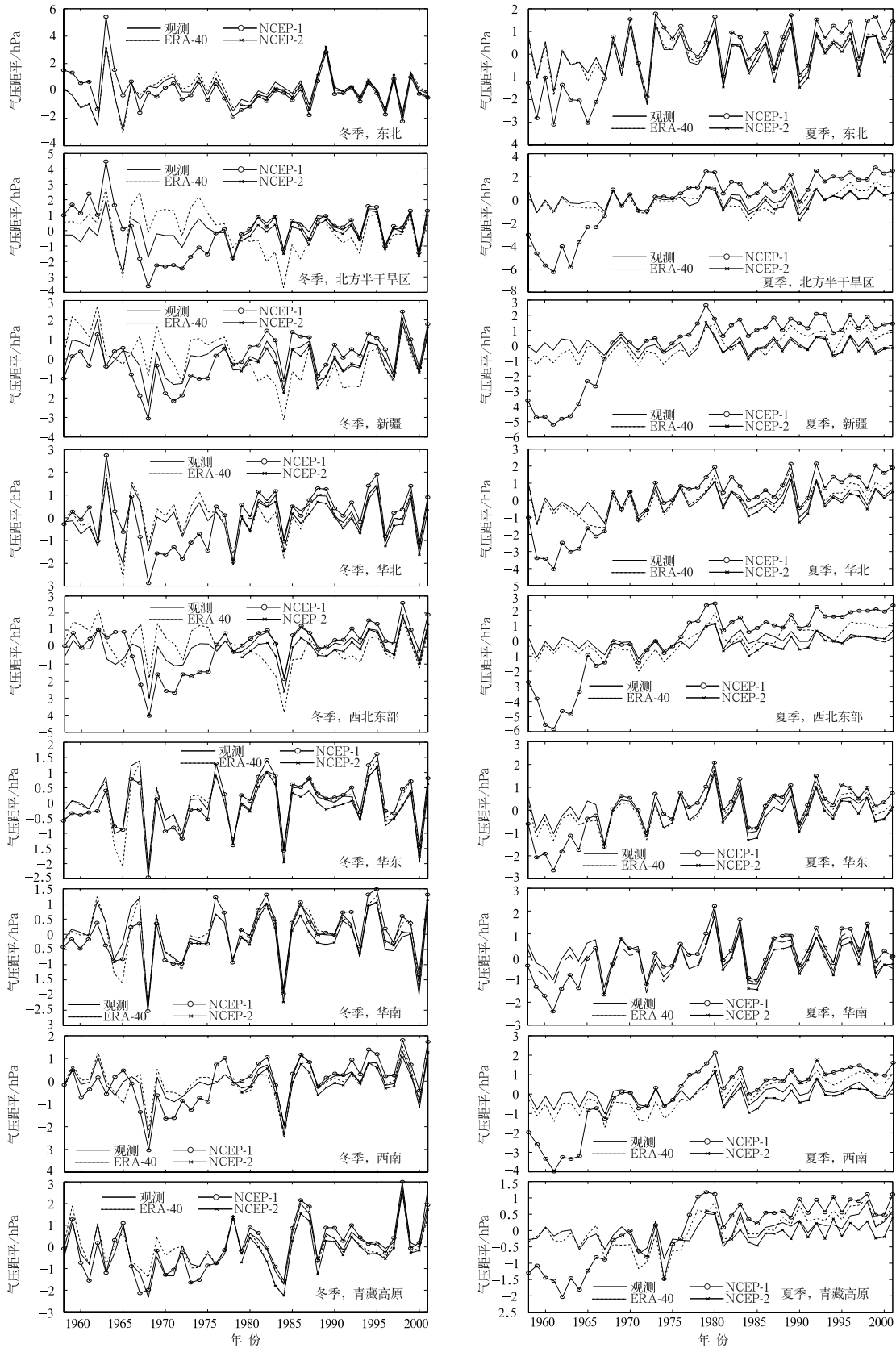


图3 冬季和夏季中国9个分区1958—2001年观测及再分析(NCEP-2,1979—2001年)地表气压相对于1979—2001年气候平均值的距平序列

Fig.3 The surface pressure anomaly, relative to the 1979—2001 base period, for the reanalysis and observations across 9 regions of China in the winter and summer



图 4 给出了中国区域 1958—2001 年及 1979—2001 年夏季地表气压距平线性变化趋势的空间分布。从 1958—2001 年来看,观测结果除了在新疆东部及中西部的小部分地区外,在全国大部分地区的地表气压均以升高趋势为主;ERA-40 在整个中国普遍呈现出升高的变化趋势,特别是反映在新疆、西北以及西南等部分地区;NCEP-1 在全国大多数地区所具有的上升趋势远远要强于观测和 ERA-40 的结果,

尤其在北方大多数地区的变化超过 1 hPa/10 a。从 1979—2001 年来看,观测结果的变化趋势与整个时段存在较明显的差别,主要特征是除华北、东北以及青藏高原等地区是上升趋势外,其他大部分地区均呈现出下降趋势,特别是新疆东北部、西南和华南部分地区较为明显;ERA-40 基本上能反映出观测结果自西北向东南逐渐减小的趋势变化,尤其在中国东南部地区与观测结果较为一致,但在新疆部分地

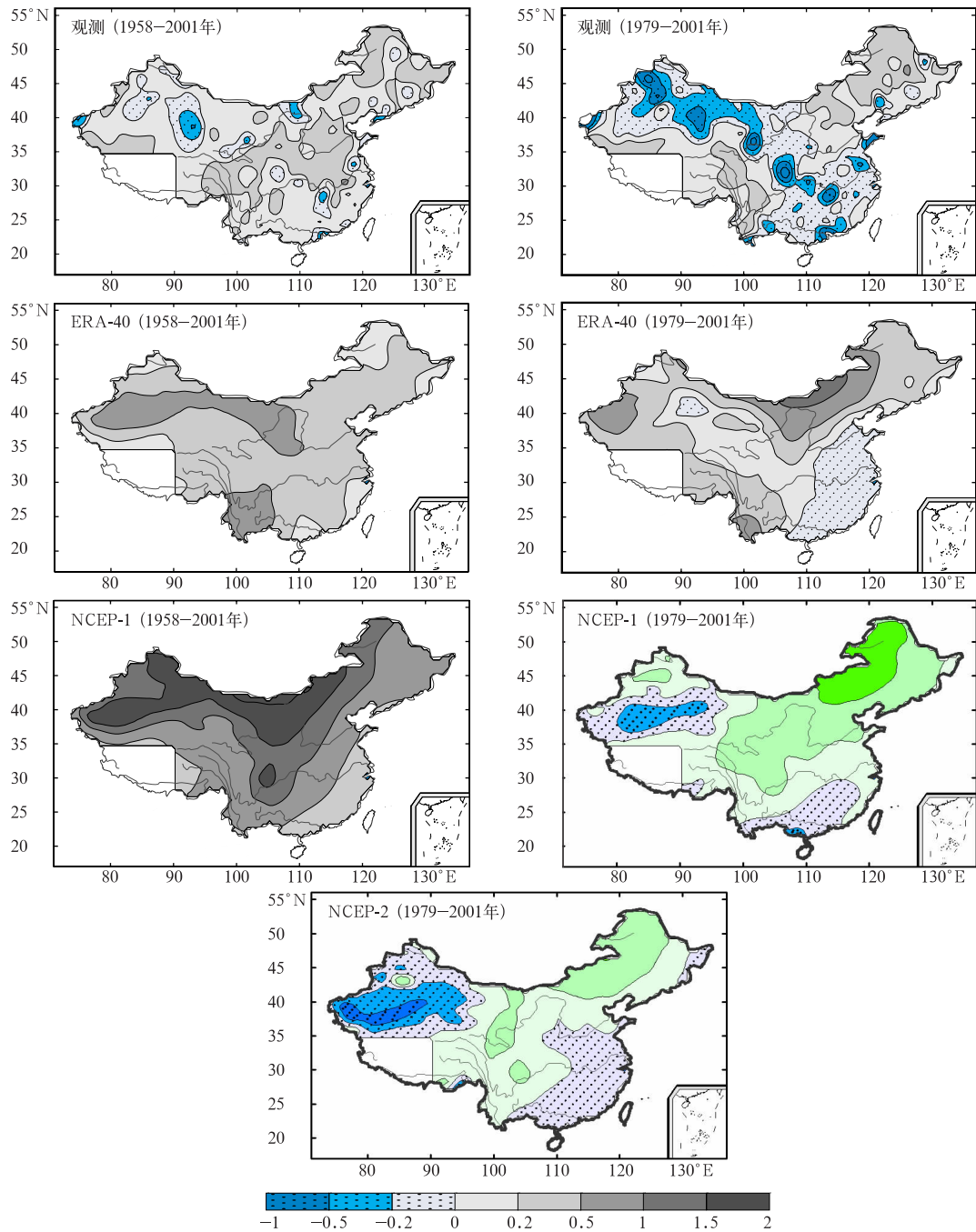


图 4 夏季地表气压距平线性变化趋势的空间分布(单位: hPa/10 a)

Fig. 4 The spatial distributions of linear trends of the surface pressure anomalies(unit: hPa/10 a) for reanalysis and observations

区以及内蒙古北部等地区要比观测结果明显偏强；NCEP-1 在东北、华北、新疆和华南部分地区基本上能反映出观测结果所具有的空间分布特征，但在其他地区仍存在较大差别；相比而言，NCEP-2 对观测结果的描述要略好于其他两种再分析产品的分析结果，尤其在新疆以及中国东南大多数地区所反映出的下降趋势与观测结果更为接近。

总的来看，在中国大多数区域，几种再分析产品基本都能反映出观测结果所具有的年际变化特征，但对于变化趋势的描述还存在一定差别，特别是 20 世纪 70 年代中期以前夏季 ERA-40 和 NCEP-1 均与观测结果之间存在比较大的差别。此外，中国东北和华北等地区是 3 种再分析产品对观测结果的年际变化特征及其趋势描述最好的区域。

#### 4 地表气压距平的 EOF 分析

为了能进一步考察中国区域观测结果与再分析产品在更长时期内的时空演变规律及其差异，本文就夏季地表气压距平对 ERA-40 和 NCEP-1 两种时间尺度较长的再分析产品与观测结果进行 EOF 分

析和比较。表 2 给出了 EOF 分析结果的前两个主分量的解释方差。可以看出，观测结果前两个主成分解释了总方差的 62.6%，ERA-40 前两个主成分的解释方差也占到总方差的 76% 以上，而 NCEP-1 前两个主成分的解释方差最高，仅第一主成分的解释方差就占总方差的 89.5%。可见，前两个主成分就可基本反映 3 种资料的时空变化特征。

表 2 前二主分量解释方差(单位:%)

Table 2 The percentage variances explained by the first two leading eigenvectors(unit: %)

	观测	ERA-40	NCEP-1
第一主分量	49	61.3	89.5
第二主分量	13.6	15.1	3.9
前二主分量	62.6	76.4	93.4

图 5 是 3 种资料地表气压距平 EOF 分解的第一和第二特征向量的空间模态及其对应模态的时间系数。观测值第一模态的空间分布型显示出中国区域地表气压以  $105^{\circ}\text{E}$  左右为界具有西东相反的变化趋势，该模态对应的时间系数则显示出这种反相分布型具有逐渐加强的态势。ERA-40 与 NCEP-1 的分析结果较为接近，但它们的空间分布型均与观测

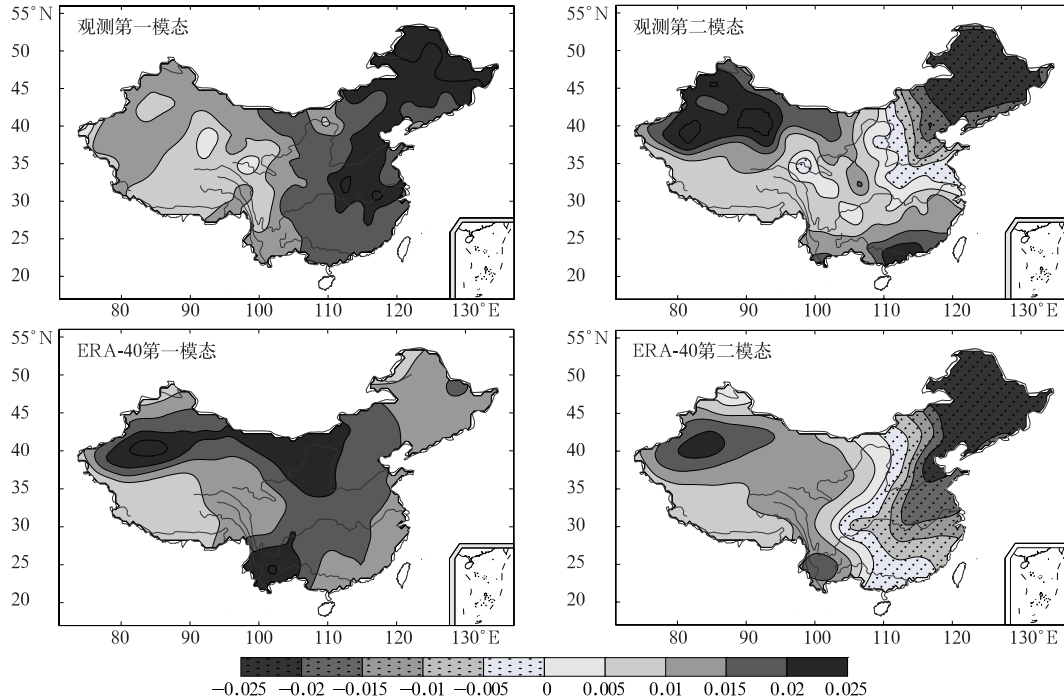
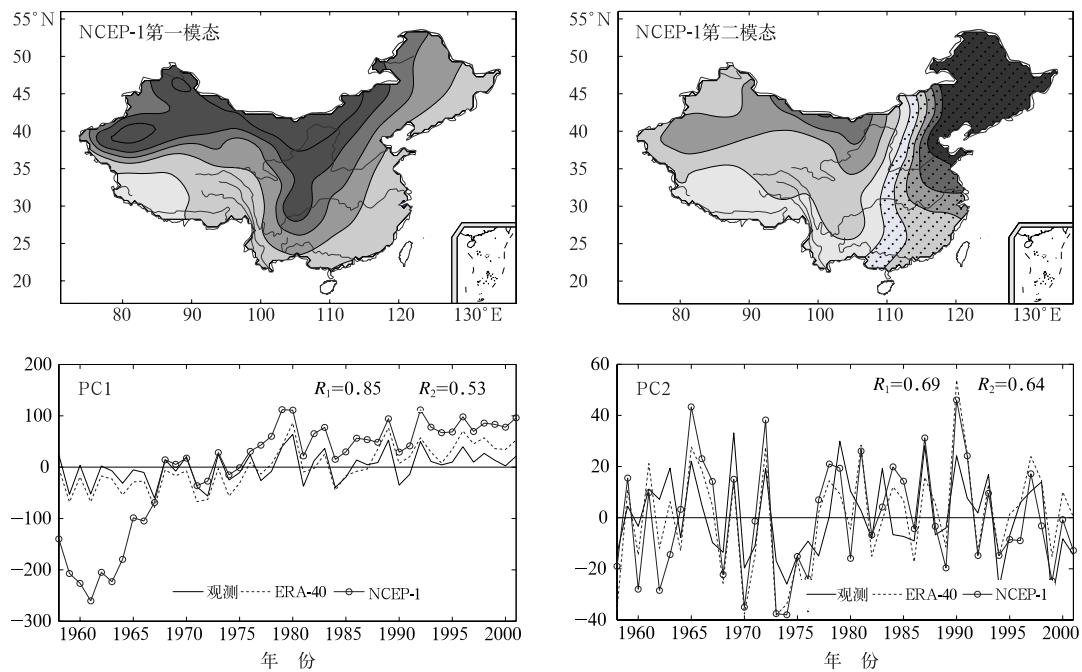


图 5 夏季地表气压距平 EOF 分解前两模态及其时间系数

( $R_1$  为 ERA-40 与观测结果 PC 的相关系数,  $R_2$  为 NCEP-1 与观测结果 PC 的相关系数)

Fig. 5 The first leading EOF eigenvectors and associated time series of the summer surface pressure (unit: hPa) anomaly(coefficients  $R_1$  and  $R_2$  are correlation coefficients of the PCs of ERA-40 and NCEP-1 with that of observations, respectively)



续图 5

结果存在较大的差异。这些差异主要出现在西北、东北以及华南地区。从其相应模态时间系数的变化来看,ERA-40 与观测结果所反映的年际变化特征及趋势具有较好的一致性,其相关系数达到了 0.85;而 NCEP-1 与观测结果的差别则相对较大,相关系数仅有 0.53。这种变化特征与前述分析结果非常相似。

观测资料第二模态的空间分布型在东北、华北与全国其他地区变化趋势呈相反的特征。这两种分布型的振荡中心分别位于东北全境以及西北和两广地区。而两种再分析模态在长江以南地区的分布特征与观测结果有较大的差异。此外,ERA-40 能较好地分析观测结果中位于新疆地区的正振荡中心。从相应模态时间系数的变化来看,观测与两种再分析模态的时间变化均存在明显的年际和年代际振荡特征,它们之间的相关系数分别是 0.69 和 0.64,二者非常接近。

以上分析表明,ERA-40 和 NCEP-1 两种再分析产品对中国西部地区的地表气压时空变化特征的描述比较差。因此,在该地区使用这些再分析资料时,特别是使用 NCEP-1 再分析资料时需更加谨慎。

## 5 总结与讨论

通过上述分析,得到以下几点结论:

1) 从与观测资料长期平均结果的偏差和相关性来看,几种再分析地表气压资料的适用性一般是东部地区要好于西部地区,冬季要好于夏季,20 世纪 70 年代后期要好于前期,而且在大多数地区再分析产品要比观测结果偏低;相比而言,ERA-40 要较 NCEP-1 和 NCEP-2 更为接近观测结果,而 NCEP-2 与观测结果在均值上存在着较大的系统性偏差。

2) 从年际变化特征及其趋势来看,中国西部地区,特别是青藏高原及其附近区域是再分析产品与观测结果差异相对较显著的区域,而中国东北部地区则是再分析产品对观测结果描述相对较好的区域;就大多数地区而言,ERA-40 与观测结果的年际变化具有相对较好的一致性,而 NCEP-1 的夏季地表气压在 20 世纪 70 年代以前存在着过于“偏低”的现象,从而夸大了年代际变化特征;NCEP-2 与另两种再分析产品有着较为相似的年际变化特征及趋势。

3) EOF 分析结果表明,ERA-40 与 NCEP-1 与观测资料在长期的时空演变规律上也存在一定的迥异,但 ERA-40 的空间模态及其随时间的变化特征更为接近观测的结果。

总的来看,ERA-40 再分析地表气压资料在中国大多数地区的气候变化研究中的适用性要好于 NCEP(NCEP-1 和 NCEP-2)再分析产品,特别是年



代际气候变化研究中的适用性要优于 NCEP-1 再分析产品。这可能主要是由于在资料同化过程中, ERA-40 同化系统同化了更多的气温、地表气压等地表观测资料, 而 NCEP 同化系统仅同化了地表观测风场资料的缘故。

### 参考文献

- [1] Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull Amer Meteor Soc*, 1996, 77: 437-471.
- [2] Kistler R, Kalnay E, Collins W, et al. The NCEP-NCAR 50-year reanalysis; Monthly means CD-ROM and documentation. *Bull Amer Meteor Soc*, 2001, 82: 247-267.
- [3] Kanamitsu M, Ebisuzake W, Woollen J, et al. NCEP-DOE AMIP-II Reanalysis (R-2). *Bull Amer Meteor Soc*, 2002, 83:1631-1643.
- [4] Schubert S D, Park C K, Wu C Y, et al. A Multi-year Assimilation with the GEOS-1 System: Overview and Results. NASA Technical Memorandum Memo, 104606, Goddard Space Flight Center, 1995:1-182.
- [5] Gibson J K, Kallberg P, Uppala S, et al. ERA Description. ECMWF Re-Analysis Project Report Series, 1, 1997.
- [6] Simmons A J, Gibson J K. The ERA-40 project plan. ERA-40 Proj Rep Ser, 1, 2000: 1-63.
- [7] Uppala S M, Källberg P W, Simmons A J, et al. The ERA-40 re-analysis. *Quart J R Meteorol Soc*, 2005, 131: 2961-3012.
- [8] Onogi K, Tsusui J, Koide H, et al. The JRA-25 Reanalysis. *J Meteor Soc Japan*, 2007, 85(3): 369-432.
- [9] Trenberth K E. Atmospheric circulation climate changes. *Climate Changes*, 1995, 31: 427-453.
- [10] Uppala S. Observing System Performance in ERA. ECMWF reanalysis Project Reports Series, 3, 1997: 1-261.
- [11] Bengtsson L, Shukla J. Integration of space and in situ observations to study global climate change. *Bull Amer Meteorol Soc*, 1998, 69: 1130-1143.
- [12] Fiorino M. The Impact of Observing System Changes on the Climate-scale Variability and Temperature in the ECMWF and NCEP Reanalyses. 2nd Intl Conf of Reanalyses, England, 23-27 Aug, 1999.
- [13] WCRP, Proceedings of 2nd WCRP International Conference on Reanalyses. WCRP-109, WMO/TD-No. 985, Geneva: WMO, 2000:1-452.
- [14] Bengtsson L, Hodges K I, Hagemann S. Sensitivity of the ERA-40 reanalysis to the observing system: Determination of the global atmospheric circulation from reduced observations. *Tellus*, 2004, 56A: 456-471.
- [15] Bengtsson L, Hagemann S, Hodges K I. Can climate trends be calculated from reanalysis data. *J Geophys Res*, 2004, 109, D11111, doi:10.1029/2004 JD004536.
- [16] Yang S, Lau K M, Kim K M. Variations of the East Asian jet stream and Asian-Pacific-American winter climate anomalies. *J Climate*, 2002, 15: 306-325.
- [17] Inoue T, Matsumoto J. A comparison of summer sea level pressure over east Eurasia between NCEP/NCAR reanalysis and ERA-40 for the period 1960-1999. *J Meteor Soc Japan*, 2004, 82: 951-958.
- [18] Wu R, Kinter J L, Kirtman B P. Discrepancy of interdecadal changes in the Asian region among the NCEP-NCAR reanalysis, objective analyses, and observations. *J Climate*, 2005, 15: 3048-3067.
- [19] 苏志侠, 吕世华, 罗思维. 美国 NCEP/NCAR 全球再分析资料及其初步分析. *高原气象*, 1999, 18: 209-218.
- [20] 徐影, 丁一汇, 赵宗慈. 美国 NCEP/NCAR 近 50 年全球再分析资料在我国气候变化研究中可信度的初步分析. *应用气象学报*, 2001, 12(3): 337-347.
- [21] 赵天保, 艾丽坤, 冯锦明. NCEP 再分析料和中国站点观测资料的分析比较. *气候与环境研究*, 2004, 9: 278-294.
- [22] 赵天保, 符淙斌. 中国区域 ERA-40、NCEP-2 再分析资料与观测资料的初步比较与分析. *气候与环境研究*, 2006, 11: 14-32.
- [23] 方之芳, 张丽. 夏季 NCEP 资料质量和 20 世纪 70 年代东亚热低压的突变. *高原气象*, 2006, 25(2): 179-189.
- [24] 黄刚. NCEP/NCAR 和 ERA-40 再分析资料以及探空观测资料分析中国北方地区年代际气候变化. *气候与环境研究*, 2006, 11(3): 310-320.
- [25] Goovaerts P. *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. New York: Oxford University Press, 1997:1-467.

## Applicability Evaluation of Surface Pressure for Several Reanalysis Datasets over China

Zhao Tianbao<sup>1)</sup> Hua Lijuan<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> (*Key Laboratory of Regional Climate-environment Research for the Temperate East Asia, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Science, Beijing 100029*)

<sup>2)</sup> (*Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049*)

### Abstract

The evaluation of applicability of the reanalysis datasets is crucial to their application. The reliability of surface pressure in China obtained respectively from the reanalysis datasets is focused on, i. e., ERA-40, NCEP/NCAR and NCEP/DOE. The analysis is carried out in different regions, different seasons and different periods with compared to the station observations over China.

The results indicate that mean values of the three reanalysis products could basically display spatio-temporal consistence with observation. However, the differences found among them are more obvious in the western China than in the eastern China, and is more significant in summer than in winter. At the same time, the differences among the ERA-40, NCEP/NCAR and the observations are stronger before 1970s, and the significant systematic bias could be detected from the mean value of NCEP/DOE and the observations, but the ERA-40 is closer than the NCEP/NCAR and NCEP/DOE to the observations over most parts of China, especially in the west of China.

The results also indicate that three reanalysis products all can represent the interannual variations and the linear climate trends displayed by the observations in most regions of China to a certain extent, but the discrepancies among them still has a certain regional and seasonal dependency. The most obvious differences among them can be detected in the west areas, especially the Tibet Plateau and the surrounding regions in summer. In terms of the agreement with the observations, the ERA-40 is more consistent with observations, but the NCEP/NCAR overestimate interdecadal variations for most areas of China in summer due to the tremendously "low" value before 1970s.

In conclusion, the reliability and applicability the surface pressure of ERA-40 are better than those of NCEP/NCAR and NCEP/DOE in most areas of China. The possible causes may be that more observing data, such as surface air temperature, surface pressure and so on, have been used in the ERA-40 assimilation systems, while the data used by the NCEP assimilation systems only include the observed wind field.

**Key words:** surface pressure; reanalysis; observations; applicability evaluation