

NCEP/NCAR 逐时分析与中国实测 地表温度和地面气温对比分析

周 青¹ 赵凤生² 高文华³

(1. 中国气象科学研究院, 北京, 100081; 2. 国家卫星气象中心;
3. 山西省运城市气象局)

提 要: 美国国家环境预报中心(NCEP) 和国家大气中心(NCAR) 的全球分析资料, 不仅应用于气候模拟和预测研究中而且也可作为卫星遥感云检测的初始场资料。通过对 2005 年 NCEP 逐 6 小时全球最终分析资料(FNL) 与中国 753 个台站实测资料的地表温度和地面 1.5m 高气温进行 Cressman 插值, 从时次变化和空间变化等方面系统地分析和比较了这一年间 NCEP 分析值与中国区域内观测值之间的差异, 得到结果: NCEP 分析地表温度较观测值普遍偏低, 而地面气温 NCEP 分析值的空间分布大致表现为在北部地区大于观测值、而南部地区小于观测值; 就 2005 年季节变化而言, NCEP 分析值在夏季比冬季符合得好, 而在我国东南部比东北、西北符合得好; 从时次上看, 地温和气温都呈现出随着时次推进(从 2 时到 20 时), 正值区(NCEP 分析值—实测值 > 0) 减弱、负值区(NCEP 分析值—实测值 < 0) 加强的趋势; 而通过标准化均方根误差的分析, 可以知道气温的 NCEP 分析资料在我国可行性比地温要好。

关键词: NCEP 逐时 FNL 分析资料 标准化均方根误差 时次比较分析 季节比较分析

Comparison and Analysis Between NCEP/NCAR Every-6-hours Analysis Land Surface and Air Temperature and 753 Chinese Stations' Observation in 2005

Zhou Qing¹ Zhao Fengsheng² Gao Wenhua³

(1. Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081;
2. National Satellite Meteorological Center; 3. Yuncheng Meteorological Office, Shanxi Province)

Abstract: The NCEP/NCAR analysis data is widely used not only in climate change simulation and prediction research but also in cloud detection of remote sensing area as initial data. An systematic

资助项目: 国家 973“我国南方致洪暴雨监测与预期的理论和方法研究”项目《探测中尺度暴雨系统参数三维结构的定量遥感理论和方法及其在中尺度资料同化中的应用研究》2004CB418305

收稿日期: 2007 年 3 月 29 日; 修定稿日期: 2007 年 11 月 20 日

inter-comparison and analysis by Cressman interpolation is made between the NCEP Global Final Analysis (FNL) dataset and 753 station observed land surface temperature and 1.5 m-above air temperature data over China in 2005 in terms of time, season and geographical position. Through this comparison, some differences existed between the NCEP and the observed data can be identified. Comparison with the observed data, land surface temperature of the NCEP data is lower than the observed data in general, while 1.5m-above air temperature is overestimated in the north of China and is generally underestimated in the south. In terms of season and geographical position variation, the reliability of the NCEP dataset is better in summer than in winter and is better in the southeast than in the northeast and northwest. From the point of diurnal variation (from 2:00 to 20:00 in local time) in land and air temperatures there is a tendency that the positive value areas (NCEP analysis > observations) shrink and the negative-value areas expand. The normalized RMSE shows that the practicability of air temperature NCEP re-analysis for China is better than the land temperature NCEP re-analysis.

Key Words: CEP Global Final Analysis (FNL) data normalized RMSE data inter-comparison and analysis in terms of time and season

引 言

本文所介绍和讨论的全球分析资料,是由美国国家环境预报中心(NCEP)和国家大气研究中心(NCAR)协作,对来源于地面、船舶、无线电探空、探空气球,飞机、卫星等的气象观测资料进行同化处理后,研制的全球气象资料数据库。NCEP-NCAR 月平均再分析资料可靠性强,作为目前用于气候分析时间序列最长的分析资料,广泛应用于气候诊断分析、东亚季风、热通量水分循环等各方面的研究中,并且在一些全球、区域气候变化的模拟和预测中,作为气候模式的初始场和驱动场资料,用来检验模拟结果^[1,2,6-9]; NCEP-NCAR 逐时(6h)全球最终分析资料为研究天气尺度和中尺度系统变化过程提供了条件,并能为中尺度数值模式提供初始场和侧边界条件,而在卫星遥感领域,用该分析资料代替实测资料作云检测是很有意义的,做云检测需要地表温度作为初始参数,如果能计算出这两者之间的系统误差,那么将

NCEP 分析资料经过误差订正后可以拿来直接应用,这将为云检测工作提供许多便利。

对于 NCEP-NCAR 月平均再分析资料可信度和质量问题,很多国家的气象工作者在不同地区,用不同方法从不同角度对不同的参变量进行了分析和比较,对资料的可信度予以检验和评价^[3-16]。Kalnay 等^[1]详细介绍了 NCEP-NCAR 再分析计划的意义背景、组织流程以及数据同化系统,并总结了过去对再分析资料的检验工作,指出 1985—1989 年全球大气顶部向上及向下的短波辐射和长波逸出辐射都和其他气候学估计值非常接近,同时指出再分析资料的短波向太空辐射比气候估算值多了 $11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。在地面的辐射平衡及热平衡中,各量也与气候估算值很接近,但大气在地面多损失了 $5.5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,大气在其顶部及地面有能量损失,与 NCEP 模式给出的第一猜测场的温度值略为偏冷是一致的。纬向平均和区域的地表通量与气候估计一致。对于再分析资料在中国区域的可信度问题,苏志侠等^[9]对中国青藏高原及其附近地区再分析资料的可信度进行了分析和

检验,指出温、压、风、湿和降水等再分析资料与气候分析基本相似,认为再分析资料基本合理。但除降水资料外,其他所用的再分析资料和观测资料皆为不同期的。通过将 NCEP 近 50 年(1951—1998)的月平均资料线性插值到我国 160 个台站,徐影等^[2]对再分析资料在中国气候变化研究中可信度进行了初步分析和检验,指出,NCEP 资料在气候变化长期趋势变化研究中,存在着较大的不确定性;台站 NCEP 平均温度值大部分低于观测值,NCEP 资料在我国东部和低纬的可信度比我国西部和高纬的高,1980 年代的再分析资料比 1950 年代可信度要高;温度的可靠性比气压好,但没有对其他资料的可信度进行检验。赵天保等^[8]通过将 NCEP 与中国 160 个台站观测资料的月平均气温和月降水总量进行相互插值,发现 NCEP 再分析资料的月平均温度较观测值普遍偏低,而月降水总量较观测值则偏高;就季节变化而言,NCEP 再分析值在夏季和年平均模拟较好,冬季较差。

采用多元统计方法插补延长气象观测记录早在 1950 年代即已流行。20 世纪末,主分量分析(PC—CCA)和自然正交函数分析 EOF)等一系列方法也被应用于资料序列的延长和缺测值的插补中^[7,17-19]。施晓晖等^[6]将中国区域内 147 个探空站点和 160 个地面站点的月平均观测资料(风速和地面气温)插值到 NCEP 再分析资料格点,并采用计算标准化均方根误差、相关分析和 EOF 分解等多种统计方法分析和比较了 NCEP 与实测资料之间的差异,检验和评价 NCEP 再分析风速、表面气温资料在中国区域内的可信度,重点讨论了各要素距平值的可信度问题,指出:NCEP 再分析风速资料在春、夏、秋季具有一定的可信度,冬季的可信度较差;表面气温则是冬季的可信度最好,夏季的可信度较差;就区域而言,东部地区的可

信度高于西部;三种不同方法得到的结果有着一定的一致性和对应关系;地形对 NCEP 再分析资料的准确度具有很大的影响。魏凤英等^[21]用逐步搜索逼近法的客观分析技术计算出了 1951—1992 年中国月降水量和月平均气温的格点资料,并利用图像识别原理对格点值和站点观测值进行了比较,指出格点值与站点观测值不能视为等同,并且格点值与测站值的误差主要表现在异常值上。

综上所述,目前人们认为利用 NCEP 月平均再分析资料研究中国区域气候的长期变化是基本可信的,但由于受各个时期资料来源的限制,NCEP 资料各个时期同化所选用的资料不同,这就使不同时期的 NCEP 资料相对于实测值的误差不一致,并且月平均数据将一天的时次差异都平滑掉,因此利用逐时分析资料,选取特定时期进一步来讨论两者之间的差异是很有必要和意义的;另外,前述研究所用再分析系统模式的分辨率 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 较低,160 个台站分布不够紧密,从而在我国区域进行插值的精度就不够高,得到的结果就不够准确。因此本文运用资料的常规客观分析方法,对 2005 年 6 月至 2006 年 5 月我国区域内 NCEP-NCAR 逐时(6h) FNL 全球最终分析资料($1^{\circ} \times 1^{\circ}$)和 753 个台站(包括基本站和基准站)的观测资料(地表温度和地面 1.5m 高气温)进行插值,根据得出的结果比较该年间 NCEP 分析资料与实测数据的接近程度,分析不同气象要素的误差随空间以及在一天 24 时次内的变化,揭示出 2 种资料之间存在的差异,检验和评价 NCEP 分析资料在中国区域内的可信度。通过这种分析和比较,使我们能够对 NCEP 分析资料有一个更加客观、合理的认识和评价,以在今后作卫星遥感云检测时对 NCEP 的利用价值有充分了解,并且分时次、分季节地合理利用,以提高云检测的精度和效率。

1 数据来源

本文所采用的资料是美国国家环境预报中心(NCEP)和国家大气研究中心(NCAR)的 NCEP-NCAR 逐 6 个小时全球范围 $1.0^\circ \times 1.0^\circ$ 的 FNL 全球最终分析地表温度和地面 1.5m 处气温资料,由中国科学院大气物理研究所 FTP 下载得到,为高斯格点资料,全球共有 360×181 个格点,每隔 1° 有一个值(即分析系统模式的分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$),中国的格点范围在 $16.19 \sim 54.28^\circ \text{N}$ 、 $71.25 \sim 135^\circ \text{E}$ 。本文选取了中国区域内 753 个台站(包括基本站和基准站)2005 年 6 月—2006 年 5 月每天 4 个时次(02、08、14、20 时)的地表温度和地面 1.5m 高气温实测资料,由国家气象信息中心资料服务网下载得到。

2 方法说明

这里采用 Cressman 客观分析函数方法^[8,20-21]将台站观测值插值到 NCEP 分析值所在的高斯格点。Cressman 客观分析函数是一种将离散点内插到规则格点引起误差较小的一种逐步订正内插方法,是 Cressman 等在 1959 年提出的。先给定第一猜测场,然后用实际观测场逐步修正第一猜测场,直到订正后的场逼近观测记录为止。

$$\alpha' = \alpha_0 + \Delta\alpha_{ij} \quad (1)$$

$$\Delta\alpha_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K (\omega_{ijk}^2 \Delta\alpha_k)}{\sum_{k=1}^K \omega_{ijk}} \quad (2)$$

式中, α 为任意一气象要素 u 、 v 、 T 等; α_0 是变量 α 在格点 (i, j) 上的第一猜测值; α' 是变量 α 在格点 (i, j) 上的订正值; $\Delta\alpha_k$ 是观测点 k 上的观测值与第一猜测值之差; W_{ijk} 是权重因子,分别由香蕉形、椭圆形和圆形权重函数决定,在 $0.0 \sim 1.0$ 之间变化; K 是影响半径

R 内的台站数。Cressman 客观分析方法最重要的是权重函数 W_{ijk} 的确定,其一般形式为:

$$W_{ijk} = \begin{cases} \frac{R^2 - d_{ijk}^2}{R^2 + d_{ijk}^2} & \text{当 } d_{ijk} < R \\ 0 & \text{当 } d_{ijk} \geq R \end{cases} \quad (3)$$

其一般取为 1、2、4、7 和 10 几个常数。 d_{ijk} 是格点 (i, j) 到观测点 k 的距离。

3 结果比较与分析

3.1 地表温度

3.1.1 绝对误差分析

我们把包括中国区域的 NCEP 格点值内插到站点后得到 753 个台站一年(2005 年 6 月至 2006 年 5 月)每天 4 个时次(02、08、14、20 时)的平均地表温度与观测值($T_{\text{NCEP}} - T_{\text{OBS}}$)的差值,用 GRADS 得到该差值在我国区域的空间分布。另外做了 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)4 个时次的平均地表温度与观测值($T_{\text{NCEP}} - T_{\text{OBS}}$)差值的空间分布图,如图 1 所示(只给出 08 时的图,其他 3 个时次略去)。整体来看,除了青藏高原、内蒙古东部、四川盆地出现正值外,我国大部分地区为负值,也就是说, NCEP 值较台站观测值普遍偏低。

1 月: 02 和 08、14 时的情况相似,内蒙古地区、青藏高原、四川盆地及华北地区差值在 1°C 以内,云贵高原西部出现比较大的负值中心: -7°C ,这里的绝对误差等值线也较密集、其他大范围地区较稀疏。20 时与前面相比,四川盆地、内蒙古东部的正值中心减弱,其中青藏高原的正值中心转变为 -5°C 的负值中心,而华中新出现 -4°C 的负值中心,云贵高原西部和南部的负值区域加强,由 -5°C 到 -7°C 变为 -8°C 到 -10°C ,东南部差值依然在 1°C 以内。

4 月: 02 和 08 时的情况相似,青藏高

原、新疆东部为正值区,中心值为 3°C ,云贵高原西部的负值区中心值变为 -9°C ,黑龙江北部地区出现约 -6°C 的负值区,我国中部、东部误差值均在 0°C 左右。14时的云贵高原西部负值区加强,中心值变为 -15°C ,青藏高原的正值中心转变为 -5°C 的负值中心,东北、东南大部分地区差值依然在 0°C 以内。

7月:02时与1月相比正值区不明显,除新疆西南出现低于 -10°C 的负值,我国大范围地区NCEP分析值与台站观测值的差值在

-3°C 以内。08时新疆东北部和青藏高原地区正值中心约为 3°C ,云贵高原仍为 -9°C 的负值中心,其他地区变化不大。14时的正值区减弱,福建东南区新出现 -6°C 的负值区。

10月:08时青藏高原、华北地区约为 2°C 的正值区,云贵高原西部、新疆北部、黑龙江地区为负值区,中心值最高达 -6°C ,20时正值区基本消失,青藏高原西部、云贵高原西部以及新疆北部负值中心较强(-9°C),我国其他地区基本处于 -3°C 的差值范围内。

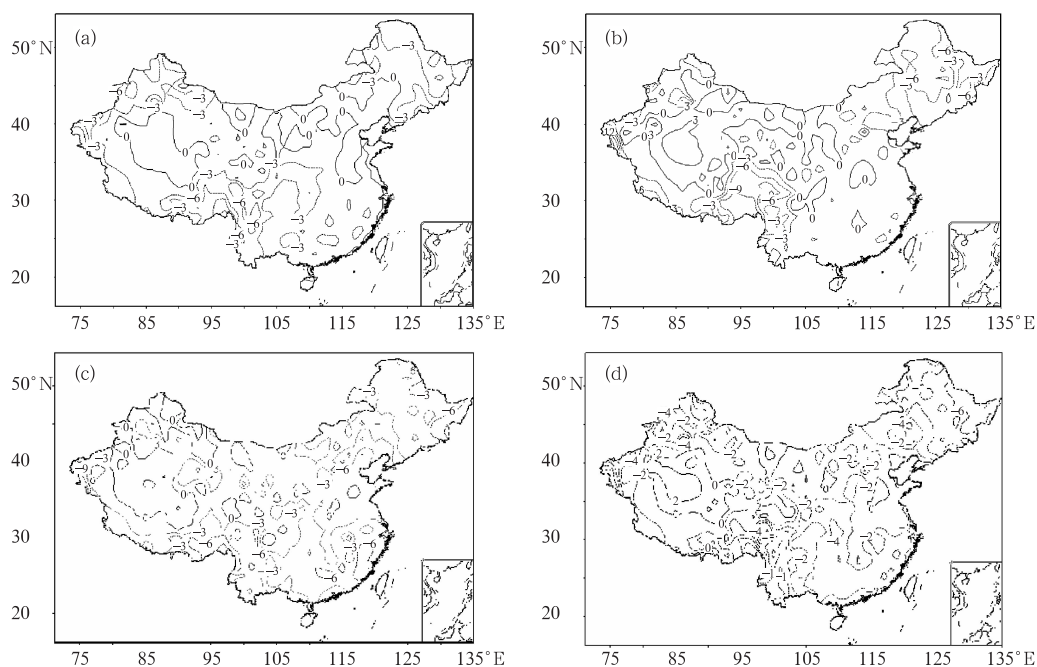


图1 NCEP与观测(OBS)08时平均地温差值(单位: $^{\circ}\text{C}$)

(a) 1月 (b) 4月 (c) 7月 (d) 10月

3.1.2 标准化均方根误差的分析

分析这一年地表温度NCEP分析值与观测值的均方根误差空间分布(图略)可以发现,总体上来说,四个季节4个时次的均方根误差均不小。且均方根误差的时空分布与绝对误差的时空分布情况大体一致,也表现出14时(图略)的误差比其他时次要大得多,14时冬季西部青藏高原地区均方根误差高达

25以上,内蒙古和东南沿海地区均方根误差也高达12,其他地区误差范围在4到6之间,夏季全国地区的均方根误差均大于9,因此可以看出14时的NCEP资料在我国使用的可行性很低。

1月:02和08时的情况相似,东北黑龙江地区、青藏高原南部、新疆北部地区误差值较大,中心值超过10,此外我国大范围地区

误差值在 2 到 4 范围,在这两个时刻华北、东南部的误差相对来说小(约为 2),其他地区都大于 5。20 时与 02 和 08 时变化不大,只是青藏高原西部的正值中心略微加强。

7 月:02 时与 1 月相比东北黑龙江地区误差高值区消失、新疆北部地区高值区减弱,而青藏高原高值区略微加强,其他地区均方根误差值在 2 到 4 范围内,与夏季相差不大。08 时除了东北和东南地区均方根误差有略微增加外(5 到 6),与 02 时的误差分布大体一致。20 时,新疆北部的误差高值区比 02 时增强,最大值超过 12,除东北和华北地区误差值在 2 到 4,其他地区都介于 5 到 12 之间。

3.2 地面 1.5m 处气温

3.2.1 绝对误差的分析

如前所述对地面 1.5m 高处气温也进行了类似的分析。把包括中国区域的 NCEP 格点值内插到站点后得到 753 个台站在一年

(2005 年 6 月至 2006 年 5 月)时间段里 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)每天 4 个时次(02、08、14、20 时)的地面 1.5m 高处气温与观测值($T_{\text{NCEP}} - T_{\text{OBV}}$)的差值,用 GRADS 得到该差值在我国区域的空间分布,如图 2 所示。

整体来看,冬季 4 个时次分布规律接近,相差不大,正值区主要集中在东北黑龙江地区 and 新疆西北地区($6 \sim 7^{\circ}\text{C}$),负值区主要出现在云贵高原西部和南部(-6°C),其他地区介于 0°C 到 -3°C 。夏季除了青藏高原南部、云贵高原西部仍然是负值区外,全国其他地区绝对误差相差不大(3 到 -3°C)。

1 月:4 个时次误差分布差别不大,均表现为:正值区主要集中在东北黑龙江地区 and 新疆西北地区,02 和 08 时正值中心为 $6 \sim 7^{\circ}\text{C}$,14 和 20 时这些地区的正中心值有所减弱,减为 $3 \sim 4^{\circ}\text{C}$;负值区主要出现在云贵高原西部和青藏高原南部,02、08、14 时负中心值为 -6 到 -9°C ,20 时负中心值变为 -12°C ,此

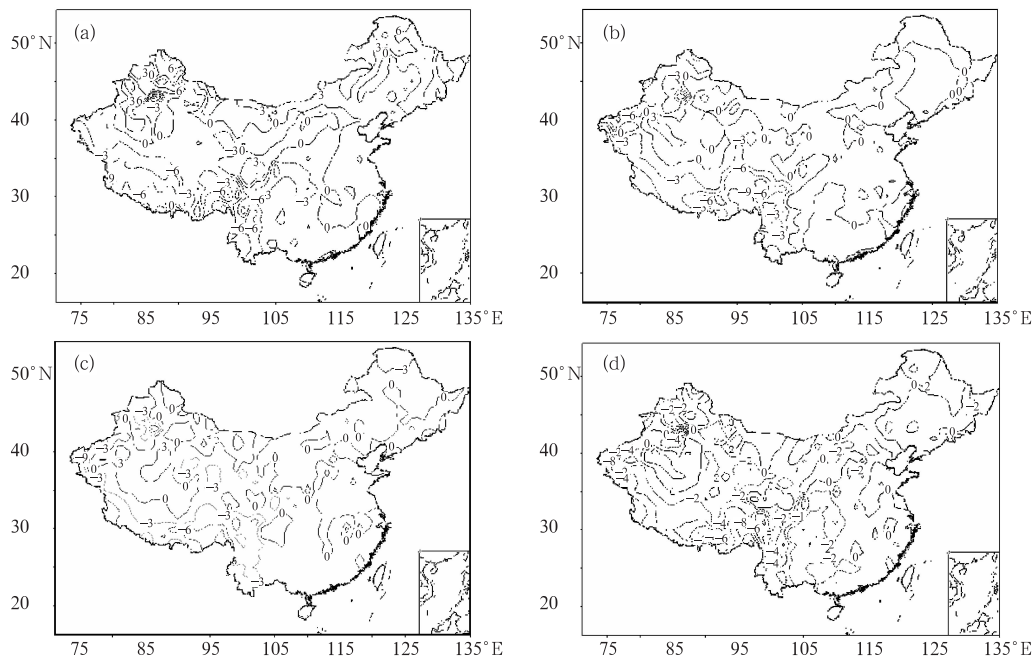


图 2 NCEP 与观测(OBV)的 08 时平均气温差值(单位: $^{\circ}\text{C}$)

(a) 1 月 (b) 4 月 (c) 7 月 (d) 10 月

外我国其他大范围地区差值在 -3°C 到 0°C 范围内变化。总体上说,我国东南、中部地区NCEP和观测值比较接近,误差绝对值小。

4月:与1月相比分布相似,负值区也集中在青藏高原南、云贵高原西部(02时和08时的中心值为 -9°C ,14时和20时中心值为 -12°C),正值区不明显,全国地区的绝对误差值在 -3 到 0°C 之间。

7月:最突出的特点就是除了青藏高原南部、云贵高原西部依然是较高的负值区外,其他地区的误差分布较均匀,相差不大(3 到 -2°C)。02和08时黑龙江最北部和青藏高原地区是正值的集中区,08时比02时略增加 1 到 2°C ,到了14时正值区往南移,扩展到东北,华北和四川盆地地区,不过中心值也不高,约 1 到 3°C ,到了20时正值区又北退到08时的情形。与冬季相比NCEP值和观测值接近的程度要好,夏季大范围地区还是NCEP值低于观测值,即为负值区。

10月:等值线相比春、夏、冬三个季节要密。负值区仍集中在青藏高原南、云贵高原西部,中心值约为 -6 到 -8°C ,黑龙江最北部出现了 2°C 的弱正值区,全国其他地区绝对误差值在 -4 到 0°C 之间。

3.2.1 标准化均方根误差的分析

类似地,从分析这一年气温的NCEP分析值与观测值的均方根误差空间分布(图略)可以知道,除了青藏高原南部、西部和新疆北部均方根误差高值区外(中心值为 7 到 9)其他地区误差值都在 2 到 4 范围内,四个时次的均方根误差随时次空间分布变化不大。夏季与冬季相比差别也不是很大,只是东北黑龙江地区的正值区减弱或消失。

1月:02和08时的情况相似,东北黑龙江地区、青藏高原南部和西部、新疆北部地区均方根误差值较大,中心值 8 到 9 ,此外我国大范围地区误差值在 2 到 4 范围,在这两个时刻华北、东南部的误差相对来说小(约为

2)。14时(图略)与02时和08时相比变化不大,只是东北黑龙江地区的正值中心略微减弱,其他地区的误差值都有所降低(1 到 2)。20时的青藏高原正值区有所增强(超过 10),四川盆地和新疆东南部新出现值为 5 到 6 的正值区,依然是华北和东南部的均方根误差值相对小,值约为 2 到 3 。

7月:02时与1月相比东北黑龙江地区和青藏高原南部地区误差高值区减弱,其他地区均方根误差值在 2 到 4 范围内,与夏季相差不大。08时除了青藏高原南部和新疆地区地区均方根误差有略微减弱外(4 到 6),与02时的误差分布大体一致。14时的东北黑龙江地区正值区消失(图略),东南地区正值区有所加强(4),甘肃地区出现 5 的正值区,20时,青藏高原东南部的正值区扩展到四川盆地附近,东南部的正值区继续增强到 5 ,其他地区同前面时刻,变化不大。

3.2.2 与160个台站插值到 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 高斯格点所得结果的对比

施晓晖等将160个台站月平均资料插值到 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ NCEP再分析资料格点,分析了1961—2000年4个季节NCEP再分析资料地表气温和实测地面气温的标准化均方根误差空间分布,得出结论:NCEP再分析表面气温在4个季节的误差都比较大,其中冬季的误差相对小一些;从空间上看,青藏高原地区的误差最大,而东北、华北、东南地区的误差较小,与本文结论一致;而与本文所得均方根误差高值中心小于 15 的结论不同,其误差高值中心超过 15 ,甚至高达 30 。具体来看:冬季,本文得出东北和西南四川盆地地区的误差并不小,而在施晓晖的结果中,这些地区的均方根误差却小于 1.0 ,而夏季,本文的均方根误差值分布相对均匀,差值东西方向梯度不大,而施晓晖的结果则表现为东西梯度加大,尤其青藏高原地区的误差值高达 30 。

施晓晖等进一步采用相关分析揭示

NCEP 再分析表面气温和站点实测地面气温年际变化趋势的一致性,发现中国西部尤其是高原区域的相关性稍差,而夏季的相关性在四个季节中是最差的,冬季则是最好的;并且 NCEP 再分析表面气温资料在数值上与站点实测地面气温存在较大的差异,但两者距平值的差异则小得多,即年际变化趋势较为一致,尤其在中国东部地区。由于我们是做一年的资料,在分析年际变化趋势上有着很大的不确定性,因此在本文工作的基础上做气候变化长期趋势变化是很有必要的。

4 结 论

由上述分析和比较可以得到以下结论:

(1) NCEP 分析地表温度与我国实测地温相比,除了青藏高原、内蒙古东部、四川盆地 NCEP 分析值比观测值高外,大部分地区都较观测值偏低;NCEP 分析值在中国的东南部地区与观测值较为接近,误差在 2°C 以内,在东北、西北尤其是青藏高原和云贵高原西南部地区差异较大。

随着时次的推进,从 2 时到 20 时,表现出正值区(NCEP 分析值—实测值 >0)减弱、负值区(NCEP 分析值—实测值 <0)加强的趋势,02 时和 08 时分布规律相似。

通过均方根误差分析,可以看到无论冬季还是夏季,4 个时次的均方根误差均不小。尤其 14 时冬季西部青藏高原地区均方根误差高达 25 以上,内蒙古和东南沿海地区均方根误差也高达 12,其他地区误差值范围在 4 到 6 之间,夏季全国地区的均方根误差均大于 9,因此 NCEP 地面温度分析资料在我国使用的可行性很低。

(2) NCEP 分析气温与我国实测 1.5m 高处气温相比,冬季 4 个时次分布规律接近,相差不大,正值区主要集中在东北黑龙江地区 and 新疆西北地区($6\sim 7^{\circ}\text{C}$),负值区主要出现在云贵高原西部和南部(-6°C),其他地区

介于 0°C 到 -3°C 。夏季除了青藏高原南部、云贵高原西部仍然是负值区外,全国其他地区绝对误差相差不大(3 到 -3°C)。

与地温的时次变化规律相同,随着时次的推进,从 02 时、08 时到 14 时、20 时呈现出正值区减弱、负值区稍加强的趋势,NCEP 分析气温值的空间分布大致表现为在北部地区大于观测值、而南部地区小于观测值。总体上说,仍然是我国东南地区 NCEP 和观测值比较接近。夏季 NCEP 值和观测值接近的程度要比冬季好,大范围地区 NCEP 分析值低于观测值,即为负值区。

除了青藏高原南部、西部和新疆北部均方根误差高值区外(中心值为 7 到 9)其他地区都在 2 到 4 范围内,比起地表温度均方根误差要小得多,气温的 NCEP 分析资料在我国可行性比地温要好些。无论冬季还是夏季,四个时次的均方根误差随时次空间分布变化不大。夏季与冬季相比差别也不是很大,只是东北黑龙江地区的正值区减弱或消失。

(3) 造成青藏高原、云贵高原、东北、西北西部地区差异大的原因,除了与这里特殊的地形和站点稀疏有关外,所用的插值方法也有一定的影响。观测数据的疏密在很大程度上能影响内插的结果,这必然会造成 NCEP 分析资料和观测资料比较时出现较大的差异。有相关分析表明:NCEP 全球分析模式地形高度与地面气象站海拔高度的差异是造成气温分析值与实测值偏差的主要原因,另外,冬季积雪区地表反照率分析值偏大是造成冬季地面净辐射偏小的因素,并加剧了冬季气温分析值的偏差;所用的 Cressman 插值方法所用的影响半径也是影响结果的因素之一。

本文在前人的工作基础上增加了观测台站的密度(由 160 个台站增加到 753 个台站),且 NCEP 分析系统模式的分辨率也由 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 提高到 $1^{\circ}\times 1^{\circ}$,分析了地温和气温的误差随季节、空间的变化以及在一天 24

时次内的变化,揭示出 NCEP 与实测资料之间存在的差异,也与前人的结果进行了比较,在得到一致结果的同时又有新的结论,认为 NCEP 逐时 FNL 全球最终分析资料在中国还是有一定的可信度和利用价值,但本工作在做两种资料的比较和分析时并没有考虑到地形的影响,而中国的地形错综复杂,必然会对温度产生很大的影响,因此今后在利用 NCEP 分析资料时,若能把地形因素考虑进去,寻求多种方法来比较和分析 NCEP 分析资料和台站观测资料,并在本文工作的基础上做气候变化长期趋势变化,可能会对 NCEP 分析资料提出更为客观的评价,另外注意分时段、分季节地妥善利用 NCEP 分析资料是很有现实意义的。

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] 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[J]. 应用气象学报, 2001, 12(3):337-347.
- [3] Wu Renguang, and Xie Shangping, On equatorial pacific surface wind changes around 1997: NCEP-NCAR reanalysis versus COADS observation[J]. J. Climate, 2003, 16(1):167-173.
- [4] Zhang Yi, Sperber K R and Boyle J S, Climatology and interannual variation of the East Asian winter monsoon: results from the 1979-95 NCEP/NCAR reanalysis[J]. Mon. Wea. Rev., 1997, 125 (10): 2605-2619.
- [5] Annamalai H, Slingo J M, Sperber K R, et al. The mean evolution and variability of the Asian summer monsoon: Comparison of ECMWF and NCEP-NCAR reanalysis[J]. Mon. Wea. Rev., 1999, 127:1157-1186.
- [6] 施晓晖,徐祥德,谢立安. NCEP/NCAR 再分析风速、表面气温距平在中国区域气候变化研究中的可信度分析[J]. 气象学报, 2006, 64(6):709-722.
- [7] 李兆芹,姚益平,姚克敏. NCEP/NCAR 再分析温度资料在农业气象中的应用可行性[J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(3):420-427.
- [8] 赵天保,艾丽坤,冯锦明. NCEP 再分析资料和中国站点观测资料的分析与比较[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(2):278-294.
- [9] 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[J]. 高原气象, 1999, 18(2):209~218.
- [10] 李川,张延军,陈静. 近 40 年青藏高原地区的气候变化-NCEP 和 ECMWF 地面气温及降水再分析和实测资料对比分析[J]. 高原气象, 2004, 23(增刊):97-103.
- [11] 魏丽,李栋梁. 青藏高原地区 NCEP 新再分析地面通量资料的检验[J]. 高原气象, 2003, 22(5):478-487.
- [12] 宋敏红,吴统文,钱正安. 高原地区 NCEP 热通量再分析资料的检验及在夏季降水预测中的应用[J]. 高原气象, 2000, 19(4):467-475.
- [13] Reid P A, Jones P D, Brown O, et al, Assessments of the reliability of NCEP circulation data and relationship with surface by direct comparison with station based data[J]. Climate Research, 2001, 17(3):247-261.
- [14] Poccarr I, Janicot S and Camberlin P, Comparison of rainfall structure between NCEP/NCAR reanalysis and observed data over tropical Africa[J]. Climate Dynamics, 2000, 16 (12):897-915.
- [15] Shen S S P, Dzikowski P, Li Guilong, et al., Interpolation of 1961-97 daily temperature and precipitation data onto Alberta polygons of ecodistrict and soil landscapes of Canada[J]. J. Appl. Meteor., 2001, 40 (12):2162-2177.
- [16] Josey, S A, A comparison of ECMWF, NCEP-NCAR, and SOC surface heat fluxes with moored buoy measurements in the subduction region of the Northeast Atlantic[J]. J. Climate., 2001, 14(8):1780-1789.
- [17] 封志明,杨艳昭,丁晓强,等. 气象要素空间插值方法优化[J]. 地理研究, 2004, 23(3):357-364.
- [18] 杨晓霞,沈桐立,徐文金,等. 最优插值客观分析方法[J]. 南京气象学院学报, 1991, 14(4):566-574.
- [19] 苏志侠,程麟生. 两种客观分析方法的比较—逐步订正和最优内插[J]. 高原气象, 1994, 13 (2):194-205.
- [20] 蔡秀华,曹鸿兴. 资料插值的进展[J]. 气象, 2005, (8):3-7.
- [21] 魏凤英,曹鸿兴. 我国月降水和气温网格点资料的处理和分析[J]. 气象, 1994, 20(10):26-30.