

一种NCEP/NCAR再分析气温数据的统计降尺度方法

荆文龙, 冯 敏, 杨雅萍

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 近地表气温是影响陆表过程的一项重要因素, 中高分辨率的栅格化气温数据是生态环境、水文、水循环等模拟和分析的重要参数, 获得准确和较高空间分辨率的栅格化气温数据对更好地理解陆地表面过程和全球变化等有着非常重要的意义。本文提出一种基于气温与地形、植被等环境因子, 以及地理位置的统计降尺度方法, 以回归树模型建立气温与NDVI、DEM及地理位置之间的定量关系, 将NCEP/NCAR近地表气温数据降尺度到公里级分辨率, 并利用该方法得到2000年1月至2010年12月全国陆地范围1km分辨率逐月月平均气温数据。最后, 采用全国380个气象站点的观测数据对结果进行对比分析, 结果表明: 该方法得到的气温数据可以有效地反映全国陆地范围气温空间分布特点和月际变化趋势, 验证结果的 R^2 范围在0.861~0.95之间, RMSE范围在1.88~2.68℃之间。

关键词: 统计降尺度; 月平均气温; NCEP/NCAR; NDVI; DEM

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2014.00819

1 引言

近地表气温是描述陆地表面环境条件和热量特征的重要指标, 也是气象观测资料中最重要的观测数据之一^[1-2]。栅格化的气温数据能提供区域范围内气温的连续分布情况, 是各种植物生理、水文、气象、环境等模式或模型中的关键的输入参数^[1]。因此, 获得准确和较高空间分辨率的栅格化气温分布数据对更好地理解陆地表面过程和全球变化等具有重要意义^[1-4]。

近地表气温数据的获取途径主要有两种: 气象站点观测和遥感反演。气象站点观测数据是点数据, 其观测仅代表站点周围一定范围的气温状况, 但在许多水文、环境、生态模型中需要栅格化的近地表气温数据。虽然可以通过空间插值将气象站点的气温数据栅格化^[5-6], 但是, 直接内插的方法强调气温在二维空间的分布规律, 容易忽略地形、植被等因素对气温的影响, 难以获得高精度的插值结果。一些研究者将海拔高程引入, 建立DEM的空

间插值方法, 与传统简单内插方法相比, 精度有所提高^[5-8]。但是, 由于每个站点仅代表附近有限范围的气候状况^[1], 插值方法严重依赖于气象观测站点的分布。实际工作中, 气象观测站点的分布并不是均匀的, 分布密度有限, 特别是在中国西部等偏远地区, 气象观测站分布非常稀疏, 导致气温数据的空间内插精度低下。

NCEP/NCAR全球气候再分析资料来自美国国家环境预报中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)和国家大气中心(National Center for Atmospheric Research, NCAR)的全球再分析计划, 是由美国国家环境预报中心和国家大气研究中心协作, 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^[9-11]。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^[11-15]。NCEP/NCAR再分析资料能够提供覆

收稿日期: 2013-05-31; 修回日期: 2013-06-25。

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(41101364); 全国生态环境10年(2000-2010年)变化遥感调查与评估项目(STSN-04-08); 中国科学院地理科学与资源研究所“一三五”战略科技计划项目(2012ZD010); 资源与环境信息系国家重点实验室自主部署创新研究计划资助项目(O88RA900KA)。

作者简介: 荆文龙(1988-), 男, 河南开封人, 硕士生, 研究方向为地理信息系统研究与应用。E-mail: wenlong_jing@foxmail.com

*通信作者: 冯 敏(1981-), 男, 甘肃庆阳人, 博士, 研究方向为地学模型共享与集成计算。E-mail: fengm@igsrr.ac.cn

盖全球的栅格化气候数据,但空间分辨率较低(约0.5度),难以满足区域高精度研究和模拟的实际需要。降尺度方法是解决由低分辨率气候资料到中高分辨率资料转换的有效手段,其原理是采用统计经验的方法建立大尺度气象变量与区域尺度变量之间的线性或非线性联系^[16-20]。本文提取平均气温与地形、植被等环境因子与地理位置的关系,建立月平均气温、地表植被状况和地形要素之间的回归树模型,形成NCEP/NCAR月平均气温的统计降尺度方法,并最终得到了2000年1月至2010年12月中国陆地范围1km分辨率逐月月平均气温数据。

2 研究区地理背景与数据预处理

2.1 地理背景

中国位于亚洲大陆东南部,西太平洋边缘,北纬 $3^{\circ}51' \sim 53^{\circ}34'$,东经 $73^{\circ} \sim 135^{\circ}05'$,面积约960万 km^2 。中国地势西高东低,呈阶梯状分布(图1);东半部属于大陆东岸的季风气候,西北部深入大陆腹地,属于干旱气候;西南部为海拔超过3000m的青藏高原,具有高原气候的特点。中国陆地范围上气候类型十分多样,不仅地处温带、亚热带、热带等各

种气候带,而且由于地形崎岖,往往在不同范围内形成不同尺度的气候差异。中国从赤道带,经热带、亚热带和暖温带、中温带,直到寒温带,具有纬度地带性差别,特别是东部表现更为明显,温度基本上自南向北降低。季风的更替使这种温度变化表现更为复杂。中国冬季气温低,南北温度差异大,夏季气温普遍升高,南北之间的温差远小于冬季,除青藏高原地区外,全国各地极端气温都在 35°C 以上。研究区气象站点总体分布不均匀,呈现东密西疏的特点,特别是在青藏高原西部,气象站点极少。本研究选取全国范围内380个气象站点数据用以结果验证(站点分布见图1)。

2.2 数据来源及预处理

本研究所采用的NCEP/NCAR全球气候再分析资料为NCEP/NCAR逐时(6h)全球最终分析资料中的近地表气温,数据集时间范围为2000–2010年。根据我国气象部门现行的气象观测规定及目前我国气象和科研业务中普遍采用的平均气温计算方法,日平均气温根据北京时间02:00、08:00、14:00、20:00共4次定时观测的温度记录计算平均值^[21],所以,在研究中逐月平均温度通过计算每月

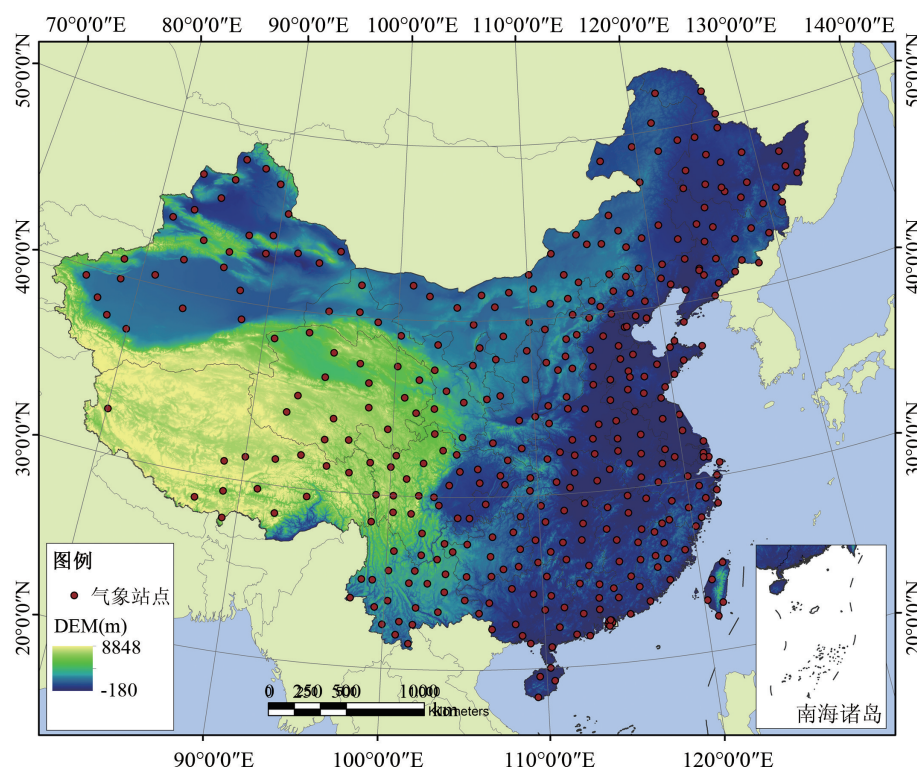


图1 全国陆地范围DEM和气象站点分布图

Fig.1 DEM and meteorological stations in China land area

每日各个时刻平均值求得。

植被对气候要素非常敏感,其能在一定程度上反映区域内的降水、温度等气候要素的分布和变化。归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)对植物的健康状况和生物量有很强的指示作用,是植被生长状况及植被覆盖度的有效指示因子^[22],研究表明:NDVI与近地表气温之间存在显著的相关性^[23-27]。本文采用了MODIS月合成NDVI产品(MOD13A3,来源:<http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data>),资料空间分辨率为1km,时间范围为2000年1月到2010年12月。NDVI的有效值域范围为[-0.1, 1],考虑到MODIS NDVI数据产品在一些NDVI极低值区域有明显的规则条带,这些条带会对预测结果产生影响,在中国陆地范围内,出现条带的主要区域在塔里木盆地,该地区的土地覆被类型以荒漠为主,植被极少,NDVI值与气温的分布的关系可以忽略,所以,本文不考虑NDVI小于0.1的变化,在计算过程中将NDVI小于0.1的NDVI统一设定为0.1。

DEM数据来自全球陆地调查数字高程模型(Global Land Survey Digital Elevation Model, GLS DEM),是美国航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)和美国地质调查局(United States Geological Survey, USGS)的最新全球影像产品中的一个重要的空间数据集。该数据集最初是为用于对全球陆地调查(GLS)数据进行正射校正而被集成于GLSDEM产品之中。GLS-DEM产品发布于2008年,空间分辨率为90m(来源:<http://glcf.umd.edu/data/glsdem>)。本研究中的DEM数据是以GLSDEM数据为基础,经过空间综合计算,空间分辨率为1km。

3 回归树气温降尺度方法与预测分析

3.1 回归树气温降尺度算法

对于气温和NDVI、地形之间的密切关系,首先,建立50km尺度上的逐月NCEP/NCAR月平均气温和月合成NDVI、DEM、地理坐标之间的回归树模型,再将建立的模型应用到1km尺度的DEM和月合成NDVI数据,得到1km尺度的全国逐月平均气温。具体的降尺度算法描述如下:(1)对分辨率为1km的DEM和月合成NDVI数据进行空间综合计算,得到分辨率为50km的DEM和NDVI数据,

综合方法为求取每一个50km栅格内的所有1km像元值的算术平均值;(2)读取每一个50km栅格像元相对应的NDVI、DEM、平均气温和地理坐标信息,建立NCEP/NCAR月平均气温与DEM、月合成NDVI,以及地理位置之间的回归树模型;(3)将(2)中建立的模型应用于1km分辨率的DEM、NDVI数据,得到1km分辨率的月平均气温数据;(4)将(3)中得到1km分辨率气温数据综合到50km分辨率,计算方法同(1),然后,求得与NCEP/NCAR月平均气温的差值,得到模型计算的残差;(5)利用样条插值方法将50km分辨率的残差插值到1km分辨率;(6)将(5)中得到的1km分辨率的残差与(3)中得到的1km尺度平均气温相加,得到最终的1km分辨率全国陆地范围月平均气温降尺度预测结果。技术路线如图2所示。

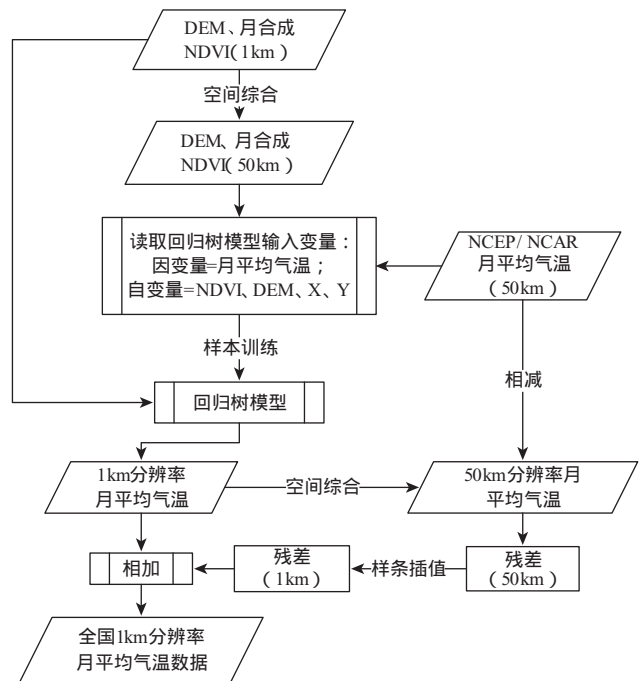


图2 回归树气温降尺度算法流程图

Fig.2 Flow chart of regression tree downscaling of temperature

3.2 降尺度算法预测结果与分析

3.2.1 预测结果

由于回归树模型得到的各个月的回归结果不同,难以完全列举所有回归树模型的表达式,故以2010年5月份模型表达式为例展示,式(1)为降尺度回归树模型在50km尺度上得到的2010年5月份回归树模型。

Temp = 45.157-0.00537 DEM -0.38

Lat-0.086 Lon-1.9 NDVI

(1)

其中,回归方程中的DEM的系数为-0.00537,这与气温的垂直变化规律相符,在对流层范围内,近地表气温随着海拔的升高而降低,且一般规律为海拔每升高100m,气温平均降低0.65℃,这一气温的垂直递减规律随着地点、季节的不同也有所不同^[5]。Lat和Lon的系数分别为-0.38和-0.086,与中国陆地范围内近地表气温的时空分布特点一致,中国陆地范围内,平均气温呈现纬度地带性规律,温度基本随纬度升高而降低,东部表现更为明显。

表1为2000年1月至2010年12月的各月份回归树模型的R²,图3中的散点图为2010年1月到12月份的50km分辨率NCEP/NCAR月平均气温数据和50km分辨率模型预测的平均气温数据之间的对比。由表1可以看出,回归树模型各个月份的R²在0.884和0.952之间,各个年份的模型R²呈现相似的月际变化规律,4-8月份的R²稍小,总体呈现冬季大于夏季的趋势,预测结果与NCEP/NCAR月平均气温对比的R²均大于0.998(图3),说明在50km尺度上建立的回归树模型,可准确地反映中国陆地范围的月平均气温的分布情况和与高程、植被指数,以及地理位置之间的定量关系。

图4(a)为建立的回归树模型应用于对应的分

辨率为1km的NDVI和DEM数据后得到的全国陆地范围月平均气温数据(以2010年5月为例展示,下同)。将得到的数据进行空间综合计算,得到50km分辨率平均气温数据(图4(b)),求得与对应的NCEP/NCAR月平均数据的差值,得到50km分辨率的预测模型的残差(图4(c))。然后通过样条插值,得到1km分辨率的残差分布(图4(d)),与对应的1km尺度预测结果求和,得到最终的1km分辨率全国陆地范围月平均气温数据(图5)。

3.2.2 验证与分析

(1)精度验证

利用全国陆地范围内的380个气象观测站点的实地观测数据,对降尺度预测结果进行验证,验证结果如表2所示,R²范围为0.865-0.95,均方根误差(RMSE)为1.88~2.68℃,1-4月之间误差数值稍高于其他月份。总体来说,降尺度结果可准确地反映全国月平均气温的分布及数值变化。

(2)降尺度结果与台站逐月平均气温比较

为了将降尺度的结果与台站实测结果进行比较,选取全国陆地范围内的8个台站(哈尔滨、玉门、莎车、贵南、郑州、南昌、昆明、儋州)的实测值与站点所在位置的预测值进行比较,各站点所在地经纬度和海拔高程如表3所示,对比结果如图6所示(以2010年为例展示)。比较结果表明,降尺度得到的

表1 2000至2010年各月份回归树模型的R²
Tab.1 R² of regression tree model from 2000 to 2010

时间	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2000	0.941	0.941	0.922	0.922	0.903	0.885	0.884	0.884	0.922	0.922	0.941	0.941
2001	0.922	0.922	0.922	0.903	0.903	0.903	0.884	0.903	0.922	0.941	0.941	0.941
2002	0.941	0.941	0.922	0.903	0.903	0.884	0.884	0.903	0.922	0.922	0.922	0.941
2003	0.922	0.922	0.903	0.903	0.903	0.903	0.884	0.903	0.922	0.922	0.941	0.941
2004	0.941	0.941	0.922	0.903	0.922	0.903	0.903	0.922	0.922	0.941	0.941	0.941
2005	0.922	0.916	0.903	0.920	0.903	0.895	0.897	0.903	0.922	0.944	0.952	0.941
2006	0.941	0.922	0.922	0.903	0.903	0.885	0.884	0.884	0.922	0.922	0.922	0.938
2007	0.922	0.941	0.922	0.903	0.884	0.884	0.903	0.903	0.922	0.922	0.922	0.941
2008	0.922	0.922	0.922	0.887	0.885	0.903	0.903	0.922	0.922	0.941	0.941	0.941
2009	0.922	0.922	0.922	0.902	0.884	0.903	0.903	0.922	0.922	0.941	0.941	0.941
2010	0.922	0.940	0.938	0.918	0.921	0.911	0.894	0.912	0.943	0.932	0.941	0.938

表2 预测数据精度验证结果
Tab.2 Validation results for downscaled temperature at meteorological stations

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
R ²	0.941	0.938	0.922	0.902	0.890	0.865	0.861	0.869	0.886	0.925	0.948	0.950
RMSE	2.681	2.660	2.411	2.219	2.021	1.979	1.973	1.880	1.964	1.938	2.033	2.415

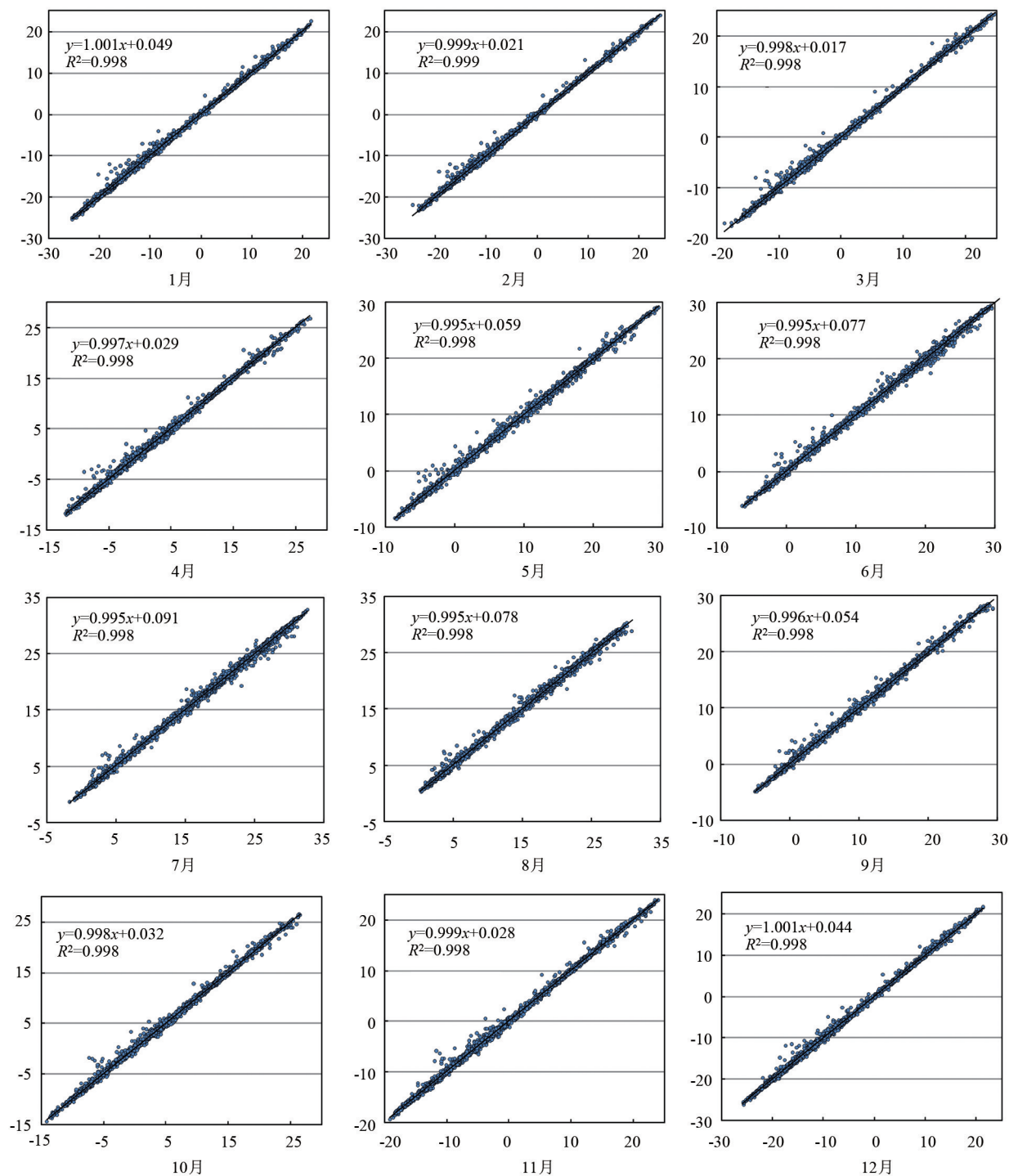


图3 2010年各月NCEP/NCAR数据与50km分辨率降尺度预测值关系散点图

Fig.3 Scatter diagram between temperature derived from NCEP/NCAR and predicted temperature at resolution of 50km (2010)

逐月平均气温数据与气象站的观测数据吻合较好,抓住了平均气温的最大和最小值,并能够准确地反映月平均气温的年内变化趋势。其中,莎车、贵南1-5月份预测结果比站点观测值稍低,昆明、南昌各月份预测结果比站点观测值稍低,且昆明1-2

月份误差略高于其他月份,郑州和儋州6-9月份预测结果比站点观测值稍高。

(3) 误差分析

为了进一步分析降尺度结果的误差空间分布,计算出各个站点的年平均偏差(Mean Bias Error,

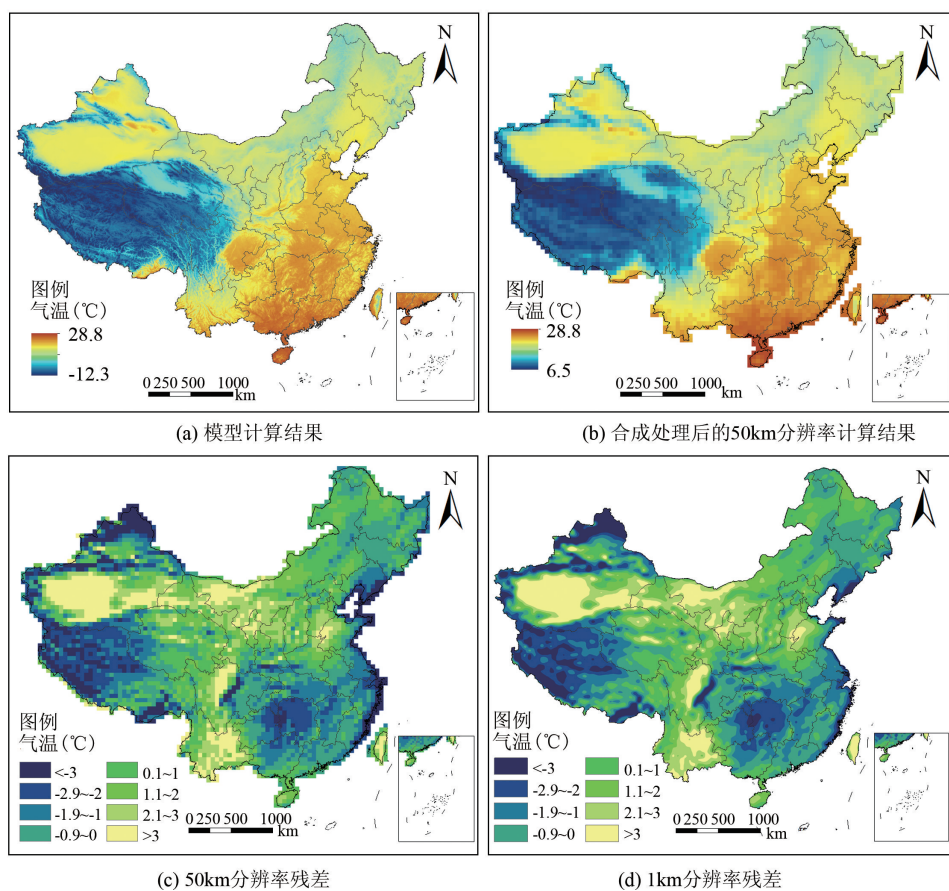


图4 2010年5月模型计算结果和残差

Fig.4 Predicted temperature and residuals at resolution of 1km and 50km (May 2010)

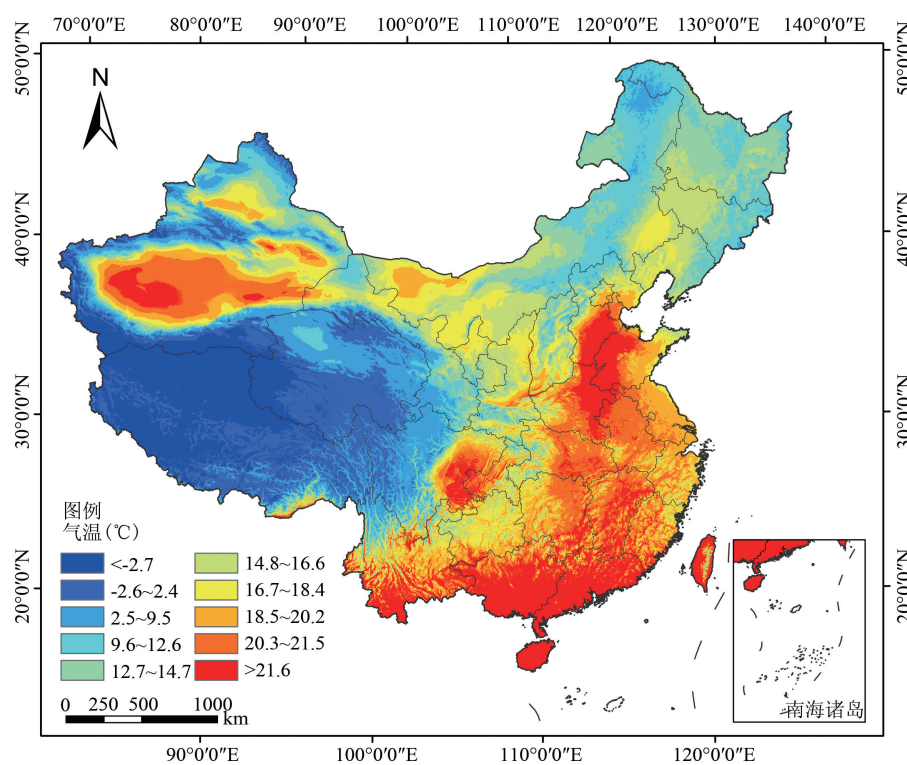


图5 2010年5月全国陆地范围1km分辨率月平均气温数据

Fig.5 Monthly mean temperature of China land area (May 2010)

表3 所选站点经纬度及高程

Fig.3 Latitude/longitude and altitude of selected stations

站点所在地	纬度	经度	海拔(m)
哈尔滨	45°45'	126°46'	143
玉门	40°16'	97°02'	1527
莎车	38°26'	77°16'	1232
贵南	35°35'	100°45'	3123
郑州	34°43'	113°39'	111
南昌	28°36'	115°55'	50
昆明	25°01'	102°41'	1892
儋州	19°31'	109°35'	169

MBE), 计算公式为:

$$MBE = N^{-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i) \quad (2)$$

其中, y_i 表示第 i 个气象站点的实测月平均气

温; \hat{y}_i 表示第 i 个气象站点对应位置的降尺度预测月平均气温值; i 是站点序号; N 为月份。计算结果如表4所示。

由表4可知, 大部分站点 MBE 为正值, 表明这些站点的实地观测数据略高于降尺度预测数据,

表4 年平均偏差计算结果

Tab.4 Inter-month MBE of predicted temperature for the observed records of meteorological stations

误差范围	℃ <-4	-4~-3	-3~-2	-2~-1	-1~1	1~2	2~3	3~4	4~6	>6
站点个数	1	1	6	28	217	72	26	17	12	4
所占百分比(%)	0.3	0.3	1.6	7.3	56.5	18.8	6.8	4.4	3.1	1.0

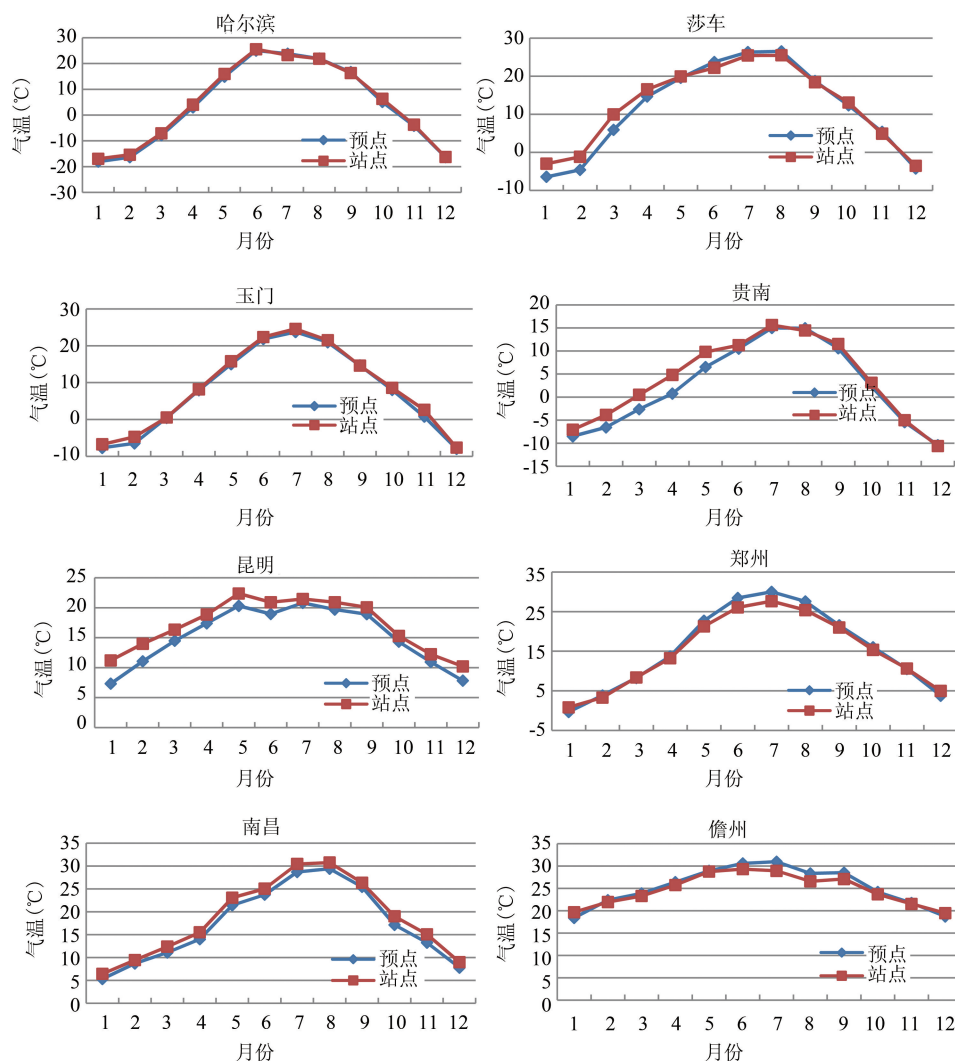


图6 2010年气象站点观测数据与降尺度预测数据对比结果

Fig.6 Comparison of temperature derived from downscaled data and observed records from meteorological stations (2010)

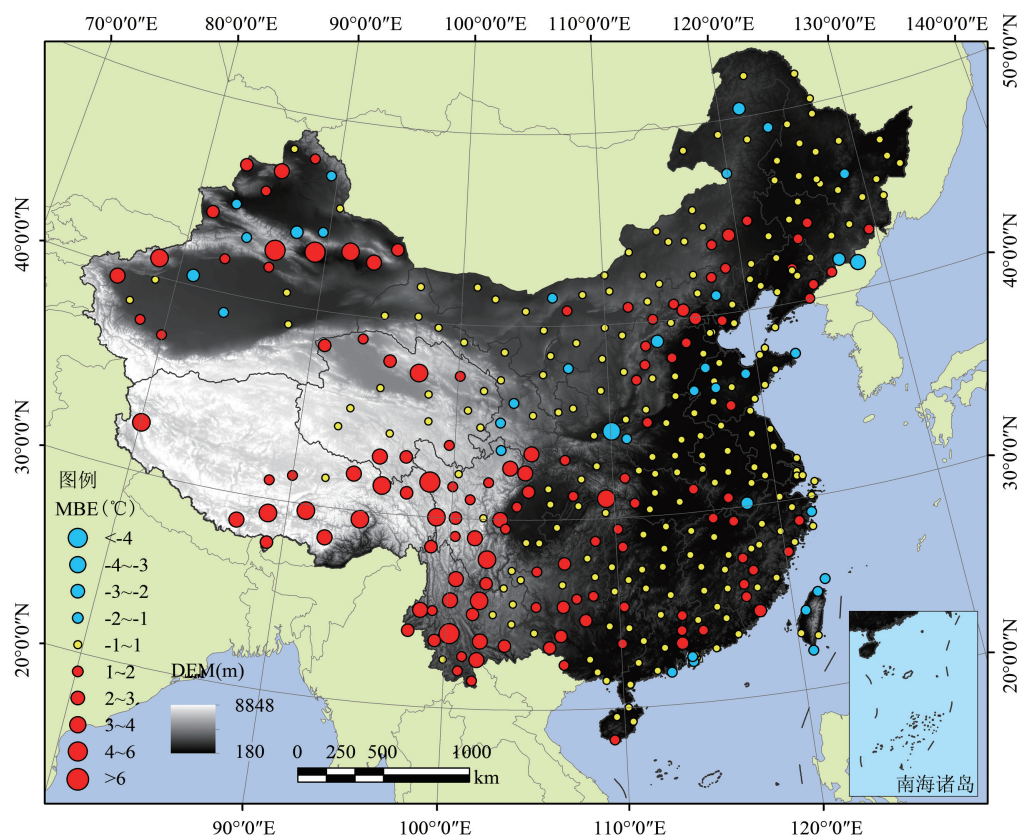


图7 平均偏差的空间分布

Fig.7 Spatial distribution of MBE

80%以上站点的实地观测数据与降尺度预测值之间的绝对误差在 2°C 以内,其中,56%左右站点的年平均偏差在 $-1\sim 1^{\circ}\text{C}$ 之间,误差大于 3°C 的站点集中分布在西部地区(图7),这些区域基本上处于高原地带,海拔较高,地形起伏较大,这与预测结果与8个站点对比的结果相符。地势复杂、地形、站点稀少等原因均可能影响降尺度结果,故在这些地区存在一定的不确定性:

① 气象站点的观测数据为点数据,其可以代表的区域范围有限,特别是在地形起伏大、景观较为破碎的区域。降尺度预测的气温数据为栅格数据,表示的是 1km 尺度上的区域内的平均气温情况,与气象站点的观测数据存在差异,因此,与站点观测的对比,虽然能够在一定程度上检验降尺度结果,但并不能完全准确地反映其精度。

② 由于NCEP/NCAR是结合多种数据的气候资料再分析,其数据源不可避免地存在一定的内在误差,而这些误差也会进而影响最终降尺度结果精度^[28-29]。此外,NDVI和DEM的精度也在一定程度上影响了降尺度结果的精度。

4 结论

以拟合月平均气温与地形、植被环境因子、地理位置的关系为基础,在 50km 尺度上建立了NCEP/NCAR月平均气温数据与NDVI和DEM数据的回归树模型,最终得到了2000–2010年全国 1km 分辨率的逐月月平均气温数据,并利用全国380个气象站点数据进行了验证,结果表明,本研究获得的空间统计降尺度结果能有效地反映全国陆地范围内的平均气温月变化趋势,降尺度结果的误差较小,与站点的验证结果的 R^2 范围为 $0.861\sim 0.950$,RMSE范围为 $1.88\sim 2.68^{\circ}\text{C}$ 。

栅格形式的平均气温数据代表的是栅格区域内的气温平均值,与气象站点的观测数据有着很大的区别,研究中所用到的多源多尺度数据的精确度都会影响到降尺度的精度。气候要素的降尺度是一个复杂的问题,本研究只是气候要素降尺度研究的开始,需要不断完善和发展,引入各种尺度的小地形参数、将多种数据源引进到模型中都是提高降尺度预测精度的途径,有待今后进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 祝善友,张桂欣.近地表气温遥感反演研究进展[J].地球科学进展,2011,26(7):724-730.
- [2] 齐述华,王军邦,张庆员,等.利用MODIS遥感影像获取近地层气温的方法研究[J].遥感学报,2005,9(5):570-575.
- [3] Cresswell M P, Morse A P, *et al.* Estimating surface air temperature from meteosat land surface temperature using an empirical solar zenith angle model[J]. International Journal of Remote Sensing, 1990,20(6):1125-1132.
- [4] Mao K B, Tang H J, Wang X F, *et al.* Near-surface air temperature estimation from ASTER data based on neural network algorithm[J]. International Journal of Remote Sensing, 2008,29(20):6021-6028.
- [5] 廖顺宝,李泽辉,游松财.气温数据栅格化的方法及其比较[J].资源科学,2003,25(6):83-88.
- [6] 廖顺宝,李泽辉.气温数据栅格化中的几个具体问题[J].气象科技,2004,32(5):352-356.
- [7] 蔡迪花,郭妮,李崇伟.基于DEM的气温插值方法研究[J].干旱气象,2009,27(1):10-17.
- [8] 李军,游松财,黄敬峰.中国1961-2000年月平均气温空间插值方法与空间分布[J].生态环境,2006,15(1):109-114.
- [9] Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, *et al.* The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project[J]. Bulletin of American Meteorological Society, 1996,77(3):437-471.
- [10] 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[J].气候与环境研究,2006,11(1):14-32.
- [11] 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[J].气候与环境研究,2006,11(3):310-320.
- [12] 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.
- [13] 周青,赵凤生,高文华.NCEP/NCAR逐时分析与中国实测地表温度和地面气温对比分析[J].气象,2008,34(2):83-91.
- [14] 苏志侠,吕世华,罗四维.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):84-93.
- [15] 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.
- [16] 梁顺林.定量遥感[M].北京:科学出版社,2009,337-338.
- [17] 刘永和,郭维栋,冯锦明,等.气象资料的统计降尺度方法综述[J].地球科学进展,2011,26(8):837-847.
- [18] Immerzeel W W, Rutten M M, Droogers P. Spatial down-scaling of TRMM precipitation using vegetative response on the Iberian Peninsula[J]. Remote Sensing of Environment, 2009(113):362-370.
- [19] Carone G J, Bramante P D. Translating monthly temperature from regional to local scale in the southeastern United States[J]. Climate Research, 1995(5):229-242.
- [20] Wigley T M L, Jones P D, Briffa K R, *et al.* Obtaining sub-grid-scale information from coarse-resolution general circulation model output[J]. Journal of Geophysical Research, 1990,95(D2):1943-1953.
- [21] 唐国利,丁一汇.由最高最低气温求算的平均气温对我国年平均气温序列影响[J].应用气象学报,2007,18(2):187-192.
- [22] 范娜,谢高地,张昌顺,等.2001年至2010年澜沧江流域植被覆盖动态变化分析[J].资源科学,2012,34(7):1222-1231.
- [23] 罗玲,王宗明,宋开山,等.1982-2003年中国东北地区不同类型植被NDVI与气候因子的关系研究[J].西北植物学报,2009,29(4):800-808.
- [24] 王宗明,国志兴,宋开山,等.中国东北地区植被NDVI对气候变化的响应[J].生态学杂志,2009,28(6):1041-1048.
- [25] 崔林丽,史军,杨引明,等.中国东部植被NDVI对气温和降水的旬响应特征[J].地理学报,2009,64(7):850-860.
- [26] 王永立,范广洲,周定文,等.我国东部地区NDVI与气温、降水的关系研究[J].热带气象学报,2009,25(6):725-732.
- [27] 戴声佩,张勃,王海军.中国西北地区植被NDVI的时空变化及其影响因子分析[J].地球信息科学学报,2010,12(3):315-321.
- [28] 钞振华.三种再分析气温资料在中国西部地区的可信度评价[J].大气科学报,2011,34(2):162-169.
- [29] 李川,张廷军,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(S1):97-103.

A Statistical Downscaling Approach of NCEP/NCAR Reanalysis Temperature Data

JING Wenlong, FENG Min* and YANG Yaping

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Near-surface air temperature is an important controlling parameter for land surface processes, and is critical to ecological, environmental and hydrological modeling. Temperature records observed at meteorological stations have been widely used, but there has been an increasing need for temperature data in grid for modeling purposes. Although grid temperature can be estimated from in-situ temperature records using interpolation algorithm, low accuracy have been reported due to limited ground stations and their clustering distribution, especially when there were insufficient sites to represent all land cover types and terrain conditions in the area. NCEP/NCAR reanalysis project uses a frozen state-of-art global data assimilation system and a database as complete as possible. Although the NCEP/NCAR data has a coarse resolution (0.5 degree), it provides global, consistent, and long term estimation of climate variables. This paper presents a downscaling approach to derive monthly temperature at 1km resolution from the NCEP/NCAR by utilizing derived relationships between monthly aggregated NCEP/NCAR temperature and other ground elements, i.e., terrain, vegetation and geographic locations. Regression tree model was chosen to detect the possible relationships. Monthly temperature with 1km resolution for China land area from 2000 to 2010 has been produced using the approach. The final predicted temperatures were compared with observed records at 380 meteorological stations in China. The results indicate that the down-scaled estimations can represent spatial distribution and trends and the magnitude of inter-month temperature with R^2 ranging from 0.861 to 0.95, and RMSE from 1.88°C to 2.681°C.

Key words: statistical downscaling; mean monthly temperature; NCEP/NCAR; NDVI; DEM

*Corresponding author: FENG Min, E-mail: fengm@igsnrr.ac.cn