

GDAS数据和NOAH陆面模式 在中国应用的精度检验

田静¹, 苏红波¹, 孙晓敏², 陈少辉¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所 陆地水循环及地表过程重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所 生态系统网络观测与模拟重点实验室, 北京 100101)

摘要:GDAS数据集中的大气强迫数据是目前使用最广的用于陆面模式模拟地表水热参数的输入数据集,除模型本身外,可以说这些输入数据决定了模型的模拟精度。虽然这类数据具有空间分辨率低、空间代表性和精度有限的缺点,但在没有更好办法的现实条件下,现阶段多数研究者还是以此为依据进行陆面过程的模拟分析。本文的目的就是对目前普遍使用的GDAS强迫数据和NOAH陆面模式在中国应用的模拟精度进行检验,是模型和数据不做任何改动条件下的检验结果,给出客观的评价,以作为数据和模型使用者的参考依据,引起研究者的重视。利用中国3种典型生态系统的地面实测数据进行检验的结果显示:①GDAS强迫数据中的短波净辐射数据和总净辐射数据质量非常好,可以作为重要的辐射数据源使用;②GDAS的降雨数据与地面雨量筒实测数据比较误差较大,但综合考虑降雨数据验证时的尺度效应问题和目前降雨空间数据资源十分有限,GDAS的降雨数据仍具有很高的实用价值;③NOAH模拟的地表潜热、显热通量和0-10cm表层土壤含水量数据在时间变化趋势上与地面观测结果较一致,说明模拟结果能够很好地反映地表真实的变化过程,但在具体量值上仍存在较大差异;④NOAH模拟对土壤热通量的模拟精度较差。

关键词:NOAH;GDAS数据;精度检验;中国

1 引言

随着气候变化研究的广泛开展,陆面过程模型/模式凭借其能够模拟区域尺度上地气交换过程的超强能力,包括水文物理过程、生物化学过程、植被动力过程、辐射传输过程、边界层湍流输送过程等^[1],已经成为全球水循环、碳循环和能量循环研究的最重要手段之一。现时阶段,陆面模型/模式研究主要是对土壤表层(土壤表面以下几米深度内)、大气近地面层(土壤表面以上几十米高度内)以及生长于其中的植物层所构成的土壤-植物-大气系统的模拟^[2]。模型运算中,大气强迫数据是基本环境条件,土壤、植被参数和土地利用数据是地表关键属性条件,具有坚实物理基础的陆面模型是核心,这3部分共同决定了最后的模拟精度。

目前陆面模式对地气相互作用的模拟应用中,大气强迫数据主要来源于2个渠道:①地面台站的直接观测,显然这类数据空间分布极不均匀,甚至

存在很多无观测区,数据的空间代表性也存在明显问题;②由气候模式得到的再分析数据,目前最广泛使用的是美国的NCEP/NCAR再分析数据,这类数据最大的不足就是空间分辨率较低,在陆面模式对高空间分辨率地气过程模拟时需要进行空间内插,这样精度就难以保证。

土壤、植被关键属性数据和土地利用数据通常来源于遥感数据反演产品以及国际上公开发布的土壤属性数据。不同土壤类型和植被类型,其物理属性存在较大差异,在陆面模式应用中通常是针对一种类型给定一套对应的、固定不变的属性参数,如土壤导水率、土壤水分扩散率、石英含量、凋萎系数等,显然这种根据类型套用参数的方法是非常粗略的,尤其是在目前土壤和植被分类数据也很粗的情况下,但由于这类属性参数在区域尺度范围内又难以准确获得,因此目前只能采取最简化的方法。虽然陆面模式应用中上述输入数据存在的问题是显而易见的,但这些问题确又是难以克服的,尤其

收稿日期:2010-10; 修订日期:2011-06.

基金项目:国家重点基础研究发展计划项目(2009CB421305);国家自然科学基金项目(40801141,40871170);中科院百人计划项目。

作者简介:田静(1979-),辽宁阜新人,助理研究员,研究方向为遥感水文。E-mail: tianj.04b@igsrr.ac.cn

是在区域尺度上准确的获取这类数据,因此在没有更好办法的情况下,现阶段多数研究者还是以国际上公开发表的这类数据为依据进行陆面过程的模拟分析^[3-4]。

本文的目的就是以国际上普遍采用的大气强迫数据和地表要素参数数据为基础,以NOAH陆面模式为核心,通过对华北农田区、长白山森林区和锡林浩特草原区3类下垫面地气相互过程的模拟,分别利用中国生态系统网络的禹城站、长白山站和锡林浩特站的观测数据对模拟精度进行评价,除模型本身对模拟结果的影响外,最后的模拟精度还主要反映了模型输入数据的可用性,为这些数据在中国的适用性提供客观依据。

2 NOAH陆面模式简介

NOAH陆面模式是由OSU-LSM(Oregon State University/Land Surface Model)发展而来,2000年正式定名,经过多年不断完善,已经被广泛用于陆面过程的综合模拟^[5-8]。其主要输入和输出变量如表1所示。

土壤热力学方法和土壤水动力学方法是整个模式的灵魂。前者采用的是普遍使用的土壤温度热扩散方程^[9]:

$$C(\Theta)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}[K_r(\Theta)\frac{\partial T}{\partial z}] \quad (1)$$

式中: C 是土壤容积热容量; K_r 是导热率,都是土壤容积含水量 Θ 的函数; T 是温度。后者采用的是广泛使用的Richard公式^[10],见式(2),它来源于Darcy定律,假设了一个各向同性的、均匀的、垂直一维

方向流动的土壤水,这也就决定了NOAH模式是一个一维的陆面模式,没有考虑水分的测向流动^[11]。

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}(D\frac{\partial \Theta}{\partial z}) + \frac{\partial K}{\partial z} + F_\phi \quad (2)$$

式中: D 是土壤水扩散率; K 是导水率,它们是土壤容积含水量 Θ 的函数; z 是深度; t 是时间; F_ϕ 是土壤水的源和汇(降水、蒸发和径流等)。

模式将公式(2)积分至4个土壤层进行计算,分别是表层至10 cm, 30 cm, 60 cm和1 m的深度,因此其输出包括4层土壤的温度和湿度。径流采用简单的水量平衡法(Simple Water Balance, SWB)获得,定义为降雨与最大渗透量的差值^[12]。总蒸发 E 的计算主要考虑了3种类型,包括土壤表层的直接蒸发 E_s , 植被截留的蒸发 E_c 和植被及其根系的蒸腾 E_v 。这里,土壤直接蒸发被认为与潜在蒸发间存在较好的线性关系,潜在蒸发采用经典的Penman公式计算而得。植被蒸腾的计算则采用的是传统的阻抗法。具体如式(3)-(6)所示^[5,13-14]:

$$E = E_s + E_c + E_v \quad (3)$$

$$E_s = (1-f)\beta E_p \quad (4)$$

$$E_c = fE_p\left(\frac{W_c}{S}\right)^n, \quad \frac{\partial W_c}{\partial t} = fP - D - E_c \quad (5)$$

$$E_v = fE_p B_c [1 - \left(\frac{W_c}{S}\right)^n] \quad (6)$$

式中: f 是地表覆盖率; β 是相对土壤水分含量; W_c 是植被截留的水量; S 是最大的植被截水量; P 是总降水量; D 是到达地面的降水量; B_c 是植被阻抗的相关函数。另外,地表能量平衡方程,式(7),也是模式的关键组成部分:

$$R_n = S_0(1-\alpha) + R_{ld} - \sigma \varepsilon T_s^4 = H + LE + G \quad (7)$$

式中: R_n 是净辐射; S_0 是太阳总辐射; α 是地表反照率; R_{ld} 是下行辐射; σ 是玻尔兹曼常数; ε 是地表发射率; T_s 是地表温度; H 是显热通量; LE 是潜热通量; G 是土壤热通量。这些共同组成了NOAH模式的核心方法。

3 NOAH模式应用的数据准备

如表1所示,NOAH模式运行需要两类最基本的输入数据,一类是气象强迫数据,另一类是地表参数数据。本文使用的具体数据介绍如下,这些数据都是国际上公开发布,且目前被广泛使用的,具有普适性。

表1 NOAH陆面模式关键输入输出变量

Tab.1 key input and output parameters in the NOAH land surface model

气象强迫数据		地表要素		输出要素	
空气温度	各土壤层的液体水体积含水量	最大土壤体积分水量	地表粗糙度	潜在蒸发	
空气湿度	各土壤层温度	土壤水分胁迫植被蒸腾阈值	最小气孔阻力	各层土壤水分	
地表气压	陆表温度	凋萎系数	叶面积指数	各层土壤温度	
风速	冠层水分含量	土壤水分胁迫土壤蒸发阈值	辐射胁迫参数	地表径流	
向下长波辐射	雪深	饱和土壤导水率	100%雪覆盖时的雪水当量	植被蒸腾	
向下短波辐射	雪水当量	饱和土壤基质势		土壤蒸发	
降雨		导水系数 b		净辐射	
		饱和土壤水分扩散率		地表显热通量	
		石英含量		净短波辐射	
				净长波辐射	
				土壤热通量	
				地表反照率	

3.1 气象强迫数据

本文使用的气象强迫数据来源于美国国家环境预报中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)的大气同化产品和模型再分析资料,是经过全球资料同化系统(Global Data Assimilation System, GDAS)同化多种常规资料和卫星观测资料而得,应用非常广泛^[15]。该数据集包括空气温度、湿度、近地表风速、近地表气压、可降水量、土壤湿度,地表温度等,时间分辨率为3小时,空间分辨率为50 km。由于这套数据的空间分辨率较低,难以满足陆面模型运算尺度的需要,因此应用时采用双线性内插法将其空间重采样至1 km分辨率上进行运算,这也是目前对气象强迫数据进行降尺度处理使用的普遍方法之一^[16]。

3.2 地表参数数据

NOAH模式运算需要的地表参数数据分为如下7类:①来自马里兰大学(UMD)的海陆掩膜数据,1 km空间分辨率;②马里兰大学(UMD)由NOAA-AVHRR数据制备而成的全球1 km陆地覆盖分类数据,UMD陆地覆盖分类包括11种植被,加上水体、裸地和城建用地共有14种覆盖类型^[17-18];③土壤参数,包括土壤颜色、土壤中粘土所占比例和沙土所占的比例,它们来自于世界粮农组织(Food and Agriculture Organization, FAO)公布的全球土壤数据库;④稳定的植被属性参数,包括根系层数、最小气孔阻抗、粗糙度等;⑤稳定的土壤属性参数,包括模型定义的土壤各层深度、最大土壤体积含水量、饱和土壤水分扩散率、凋萎系数、土壤中石英含量等。这两类参数来源于GSWP-2(Global Soil Wetness Project)项目的发布;⑥季度平均的无雪情况下的地表反照率和月平均的地表植被覆盖率,来自MODIS地表反照率数据产品;⑦叶面积指数(Leaf Area Index, LAI)和茎干面积指数(Stem Area Index, SAI),也来自MODIS数据产品。

在这些输入数据的驱动下,本文基于NOAH陆面模式对中国华北和东北地区地表能量收支和水量收支状况进行模拟。输出要素如表1所示,时间分辨率为3 h,空间分辨率为1 km。这两大区域涵盖了最典型的农田、草地和森林生态系统,因此更有益于检验不同生态条件下的模拟结果。

4 验证数据

测站,禹城站(116.60° E, 36.95° N)、长白山站(127.09°E, 42.40°N)和锡林浩特站(117.45°E, 43.50° N),分别代表农田生态系统、森林生态系统和草地生态系统,一方面对几个重要的气象强迫数据项,包括降雨、净辐射、空气温湿度进行精度检验,另一方面对NOAH模式输出结果,包括地表显热通量、地表潜热通量、土壤热通量和表层土壤水分进行精度检验^[19]。验证数据为2003-2005年每年4-7月的观测资料,这一时段为植被生长旺季。在3个时间尺度上进行检验,即3小时值、日值和月值。需要指出的是由于地面观测数据的空间代表性与模型模拟空间尺度存在差异,因此难免会影响检验结果,这是目前大多验证和检验过程中都无法克服的,尤其是对降雨、土壤热通量和表层土壤水分这些空间异质性大的变量。

禹城农田实验站位于山东省禹城市,地处黄河中下游冲积平原,地势低平,属大陆季风气候暖温带,6-8月为雨季。近30年的平均气温、降水量和太阳总辐射分别为13.1°C、528 mm和5225 MJ·m⁻²。土壤母质为黄河冲积物,根层土壤质地为砂壤土。作物种植3-6月为冬小麦,7-10月为夏玉米。地表通量和地表气象数据分别来源于涡度相关系统和小气候系统的观测,系统位于大片均匀农田中心,观测距地表约2 m。表层土壤热通量板埋设于距地表5 cm处,表层土壤水分观测探头埋设地表20 cm处^[20]。锡林浩特通量观测站位于内蒙古锡林郭勒盟锡林河流域,地势平坦开阔。这里发育了欧亚大陆典型草原中最具代表性的羊草草原,气候属大陆性半干旱温带草原气候,年均气温-0.4°C,年降水量为350~450 mm,年蒸发量为1665.2 mm。草层高度可达50~60 cm,盖度80%以上,牧草在4月中旬返青,10月初枯黄,生长期在150~160 d。地带性土壤为栗钙土,有典型栗钙土和暗栗钙土两亚类。涡度相关系统主要测量离地面2.5 m高,常规气象要素测定系统包括安装在离地面1.5 m,表层土壤热通量板埋设于地表5 cm处,表层土壤水分观测探头埋设于地表5 cm处^[21]。

5 结果分析

5.1 关键气象强迫数据的精度

气象条件是决定地气相互作用强弱的关键,尤其是辐射和降雨条件,前者与地表能量过程密切相

关,后者则与地表水循环过程密不可分。利用气象台站的长短波净辐射和降雨数据本文对来源于GDAS的数据进行了精度检验,由于锡林浩特站从2004年才开始正式观测,因此2003年数据缺失。相关系数及均方根误差(RMSE)如表2所示。

由表2可见,各站的长波净辐射精度都明显低于短波净辐射,短波净辐射的数据质量非常好,由长短波辐射综合得到的总净辐射精度也较好。3个台站相比,长白山站的数据精度最差,尤其是2003年,且长波净辐射质量存在较明显的问题,而锡林

表2 GDAS3小时分辨率辐射数据与台站观测数据的比较

Tab.2 comparisons of radiation data between GDAS dataset and in-situ measurements with 3-hour temporal resolution

台站名	2003年			2004年			2005年			
	短波净辐射	长波净辐射	总净辐射	短波净辐射	长波净辐射	总净辐射	短波净辐射	长波净辐射	总净辐射	
禹城站	相关系数	0.86	0.64	0.86	0.87	0.66	0.87	0.89	0.57	0.89
	RMSE	11.02	7.50	9.10	10.36	6.92	8.83	10.38	8.81	8.49
长白山站	相关系数	0.57	0.41	0.48	0.85	0.42	0.86	0.80	0.39	0.81
	RMSE	13.55	1.20	2.33	10.09	6.31	9.16	10.53	6.53	9.79
锡林浩特站	相关系数				0.89	0.68	0.89	0.88	0.65	0.89
	RMSE				9.54	6.26	9.35	9.68	6.26	8.87

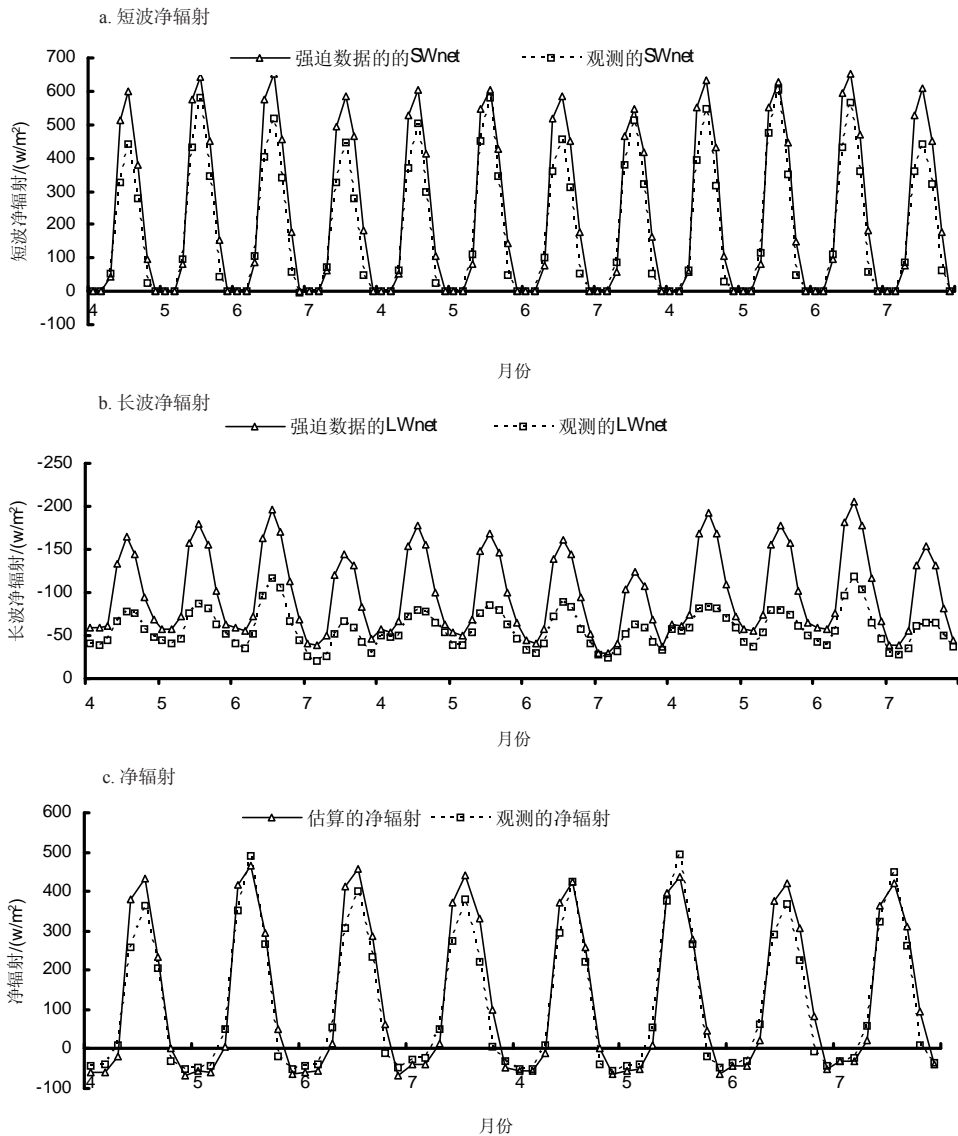


图1 禹城站GDAS辐射数据和实地观测数据月平均的日变化曲线对比

浩特站和禹城站相比之下精度较高。图1显示了禹城站GDAS辐射数据和实地观测数据月平均的日变化曲线。由此可见, GDAS的短波辐射数据都略高于实际观测值, 长波辐射数据远低于实际观测值, 而二者之和正负抵消得到的总净辐射与实际观测值非常接近。长白山站和锡林浩特站的结果与禹城站相似, 因此这里没有给出它们的曲线。

从相关系数角度看(表3), 月尺度的相关系数大大好于3小时尺度, 这是由月平均作用抵消了部分误差所致。除长白山站的长波辐射精度较差外其余数据精度都十分高。

除辐射数据外, 降雨是陆面模式应用时又一重要的驱动数据。图2显示了GDAS的月降雨总量与台站观测数据的比较结果。整体来看, GDAS的降雨数据在3个台站都有较大偏差, 且没有统一的规律可言, 说明降雨空间分布数据仍是众多气象数

据中不确定性最大的, 这对土壤水分及径流等对降雨非常敏感的水文要素的模拟影响较大。

5.2 关键输出要素的精度

在文中第2节中NOAH陆面模式各基本方程的基础上模拟得到了地表水热参数各要素3小时的模拟结果。同样, 利用上述3个观测站点的观测数据对模拟结果进行了验证, 表4给出了地表显热通量, 潜热通量, 土壤热通量的相关系数和均方根误差(RMSE)。

从表4可以看出, 土壤热通量和表层土壤水分

表3 2003-2005年4-7月月尺度GDAS辐射数据与台站观测数据的相关系数

台站名	短波净辐射	长波净辐射	总净辐射
禹城站	0.96	0.88	0.95
长白山站	0.94	0.42	0.93
锡林浩特站	0.97	0.95	0.97

表4 3小时时间分辨率时各变量的绝对偏差和RMSE

Tab.4 Absolute bias and RMSE of surface fluxes with 3-hour temporal resolution

台站名		2003年			2004年			2005年		
		潜热通量	显热通量	土壤热通量	潜热通量	显热通量	土壤热通量	潜热通量	显热通量	土壤热通量
禹城站	相关系数	0.300	0.710	0.610	0.590	0.630	0.700	0.400	0.200	0.410
	RMSE	6.806	8.939	1.021	1.054	1.181	0.979	8.901	10.730	1.157
长白山站	相关系数	0.690	0.750	0.080	0.680	0.740	0.030	0.470	0.670	0.130
	RMSE	1.468	2.203	2.530	7.573	9.096	7.534	8.310	7.268	7.505
锡林浩特站	相关系数				0.640	0.740	0.410	0.440	0.750	0.440
	RMSE				5.764	8.615	7.259	6.369	8.082	7.387

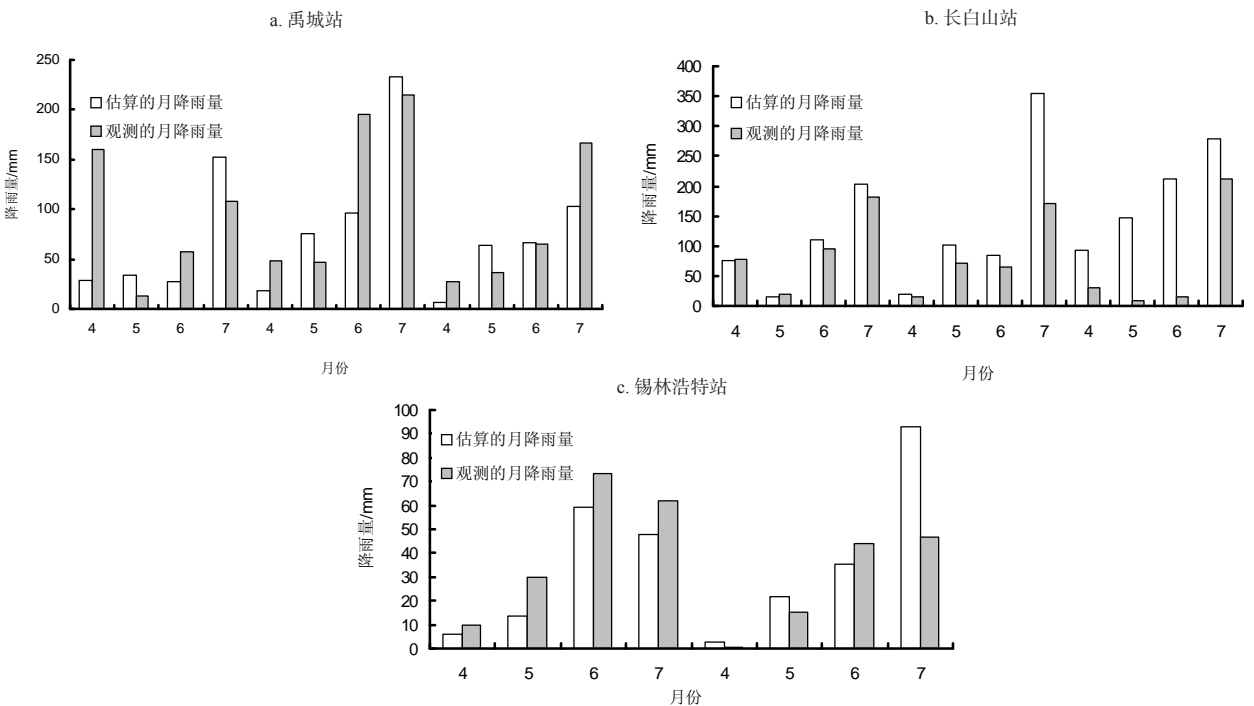


图2 GDAS的月降雨量与台站观测月降雨量的比较

的模拟结果都存在较大偏差。NOAH陆面模式中土壤热通量是通过地表温度和第一层土壤温度的温差,及土壤导热率的乘积计算得到的。土壤导热率是由土壤质地图确定的,即根据土壤质地图判断土壤类型,从而分配这种类型土壤的一系列物理参数,其中就包括土壤导热率。由于目前土壤质地制图的精度十分有限,因此导热率值的不确定性非常大。由于GDAS降雨数据存在较明显的误差,因此直接导致表层土壤水分的模拟误差。这是土壤热

通量和表层土壤水分模拟的主要误差来源。对于地表潜热和显热通量,显热通量的模拟结果明显好于潜热,其影响因素较多,包括气象强迫数据的误差,土壤和植被属性数据的误差,模型本身的假设和近似算法误差等,因此很难确定更具体的原因。

从月尺度的日变化结果来看,禹城农田生态系统白天模型估算的潜热通量低于实际观测值,而长白山的森林生态系统和锡林浩特草地生态系统是高于观测值;3种生态系统白天显热通量和地表

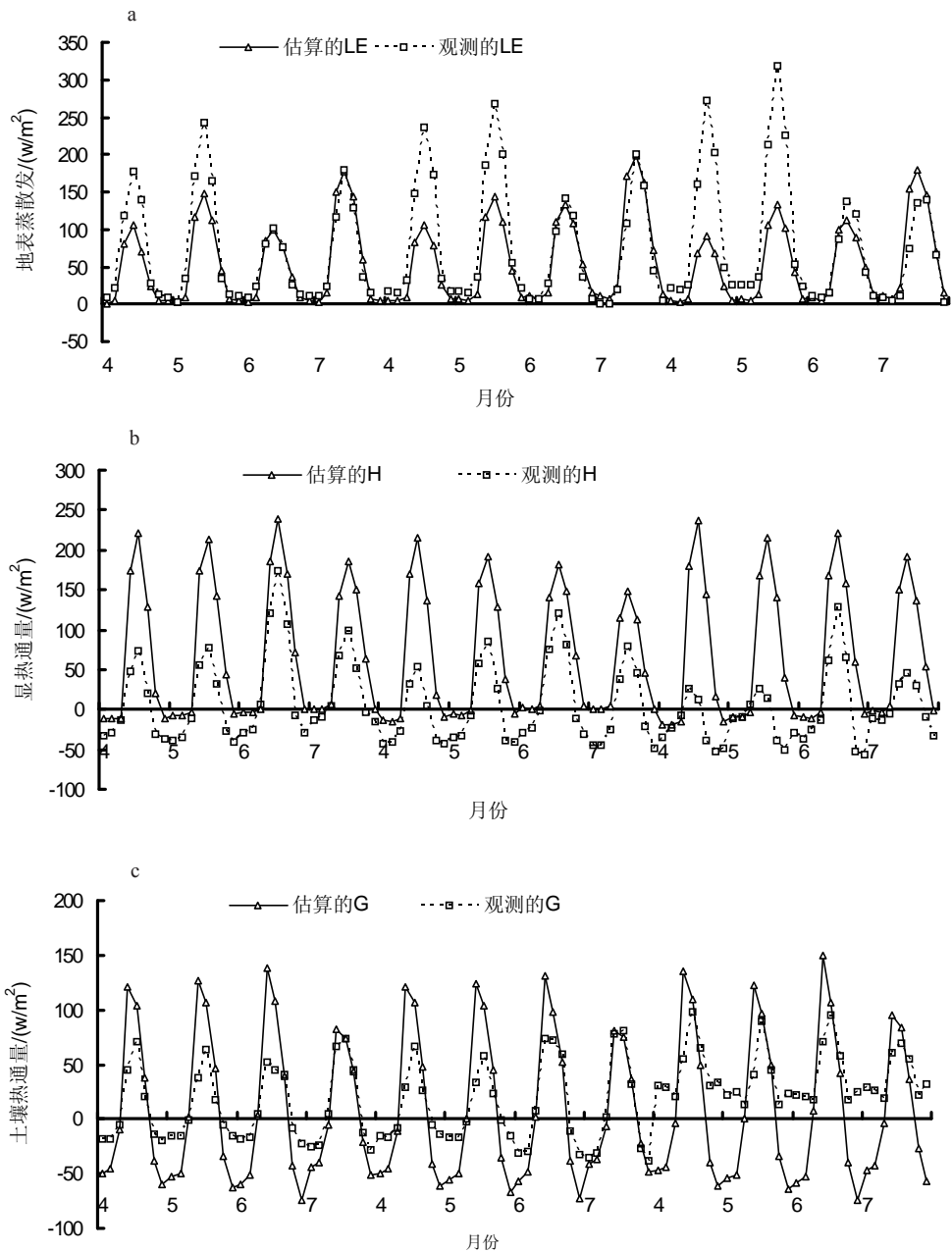


图3 禹城站地表蒸散发、显热通量和土壤热通量模型模拟值与观测值的月平均日变化曲线

热通量的模拟结果都高于实际观测值。图3以禹城站为例给出了3个变量的月平均日变化曲线。表5是月尺度日时刻地表通量模拟值与观测值的相关系数,与3小时的结果相比有显著提高,潜热和显热通量的结果比较理想。

对模型估算的0-10 cm表层土壤水分的精度检验,受观测数据限制,文中采用禹城站0-20 cm,长

白山站0-5 cm和锡林浩特站0-5 cm的土壤体积含水量进行比较验证。图4显示了土壤体积含水量

表5 月平均日时刻地表通量模拟值与观测值的相关系数
Tab.5 Correlation coefficient of monthly latent heat flux, sensible heat flux and soil heat flux

台站名	潜热通量	显热通量	土壤热通量
禹城站	0.68	0.68	0.63
长白山站	0.91	0.92	0.11
锡林浩特站	0.91	0.93	0.46

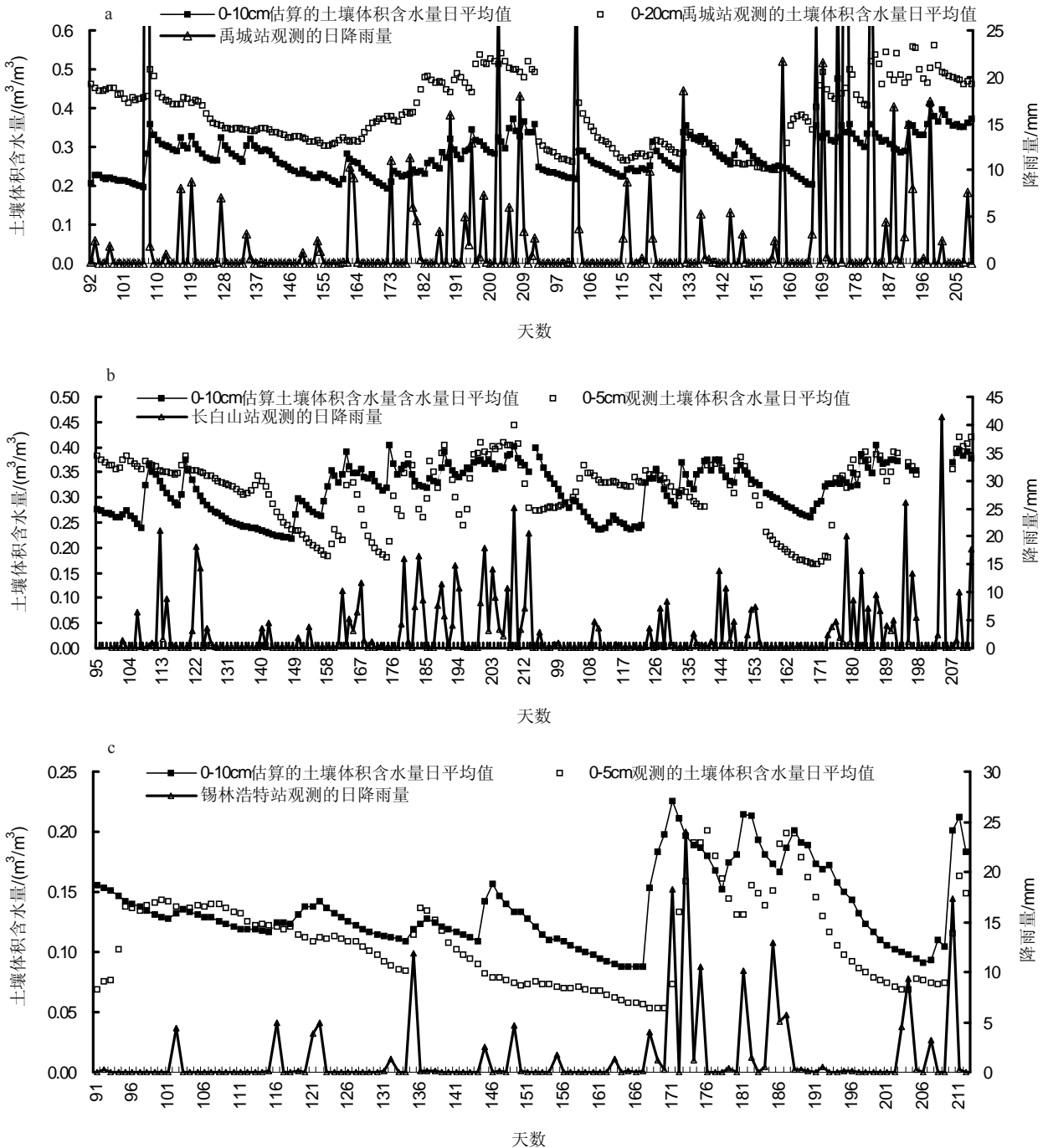


图4 观测与模拟的表层土壤体积含水量时间过程曲线及台站观测的降雨发生曲线

日平均值的时间过程曲线,并配以台站观测的日降雨量时间曲线。整体来看,NOAH模拟的0-10 cm表层土壤含水量的变化趋势与台站观测的结果吻合度较高,说明模拟结果能够反映真实土壤水分的变化过程。

6 结论与讨论

本文的宗旨是对目前普遍使用的GDAS强迫数据和NOAH陆面模式在中国应用的模拟精度进行检验,是模型和数据不做任何改动条件下的检验结果,给出客观的评价,以作为数据和模型使用者的参考依据,引起研究者的重视。文中利用中国3种典型生态系统(禹城站农田生态系统,锡林浩特草地生态系统,长白山森林生态系统)地面实测数据对NOAH模型模拟结果进行验证,结果表明:

(1) GDAS强迫数据中的长波净辐射精度明显低于短波净辐射,短波净辐射的数据质量非常好,由长短波辐射综合得到的总净辐射精度也非常好,因此短波净辐射和总净辐射数据可以作为重要的辐射数据使用,很有价值。

(2) GDAS强迫数据中的降雨数据有较大误差,但由于降雨数据的时空变化非常大,且受台站观测手段的限制台站数据只能代表非常小的点降雨信息,因此验证结果受尺度问题影响非常大。又因为目前降雨的空间数据源十分有限,综合考虑,GDAS的降雨数据仍具有很高的实用价值。

(3) NOAH模拟的地表潜热和显热通量数据在月尺度上表现出了很高的精度,在3小时的时间分辨率上也具有可应用的精度,但对土壤热通量的模拟精度较差。

(4) NOAH模拟的0-10 cm表层土壤含水量的变化趋势与台站观测的结果吻合度较高,说明模拟结果能够反映真实土壤水分的变化过程。

致谢:在此十分感谢中国陆地生态系统通量观测研究网络为本研究提供的地表通量观测数据。

参考文献

[1] 雍斌,张万昌,刘传胜. 水文模型与陆面模式耦合研究进展. 冰川冻土, 2006, 28(6): 269-079.

[2] 黄洪峰. 土壤植物大气相互作用原理及模拟研究. 北京: 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

京: 气象出版社, 1997.

[3] 李润奎, 朱阿兴, 李宝林, 等. 流域水文模型对土壤数据响应的多尺度分析. 地理科学进展, 2011, 30(1): 80-86.

[4] 陈腊娇, 朱阿兴, 秦承志, 等. 流域生态水文模型研究进展. 地理科学进展, 2011, 30(5): 535-544.

[5] Chen F, Mitchell K E, Schaake J, et al. Modeling of land-surface evaporation by four schemes and comparison with FIFE observations. *Journal of Geophysical Research*, 1996, 101(D3): 7251-7268.

[6] Chen F, Janic Z, Mitchell K E. Impact of atmospheric surface layer parameterizations in the new land-surface scheme of the NCEP mesoscale Eta model. *Bound-Layer Meteorology*, 1997, 85(3): 391-421.

[7] Chen F, Mitchell K E. Using the GEWEX/ISLSCP forcing data to simulate global soil moisture fields and hydrological cycle for 1987-1988. *Journal of Meteorological Society of Japan*, 1999, 77(1B): 167-182.

[8] Wood E F, Lettenmaier D P, Liang X, et al. The project for intercomparison of land-surface parameterization schemes (PILPS) phase 2(c) Red-Arkanss river basin experiment: 1. Experiment description and summary inter-comparisons. *Global and Planetary Change*, 1998, 19 (1-4): 115-135.

[9] Mahrt L, and Michael E K. The influence of atmospheric stability on potential evaporation. *Journal of Climate Applied Meteorology*, 1984, 23(2): 222-234.

[10] Pan H L. A two-layer model of soil hydrology. *Bound-Layer Meteorology*, 1984, 29(1): 1-20.

[11] Richard E, Mascart P. The influence of soil and vegetation on the development of mesoscale circulations. *Journal of Climate Applied Meteorology*, 1987, 26(11): 1483-1495.

[12] 高艳红, 程国栋, 崔文瑞, 等. 陆面水文过程与大气模式的耦合及其在黑河流域的应用. *地球科学进展*, 2006, 21(12): 1283-1292.

[13] Schaake J C, Koren V I, Duan Q Y, et al. A simple water balance model (SWB) for estimating runoff at different spatial and temporal scales. *Journal of Geophysical Research*, 1996, 101(D3): 7461-7475.

[14] Betts A K, Chen F, Mitchell K E, et al. Assessment of the land-surface and boundary-layer models in two operational versions of the NCEP Eta model using FIFE data. *Monthly Weather Review*, 1997, 125(11): 2896-2916.

[15] 陈莹莹, 施建成, 杜今阳, 等. 基于GLDAS的中国区地表能量平衡数值试验. *水科学进展*, 2009, 20(1): 25-31.

[16] 褚健婷, 夏军, 许崇育. 气候变化条件下海河流域日降水统计降尺度研究. *自然资源学报*, 2008, 23(6):

1068-1077.

- [17] Gutman G, Ignatov A. The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models. *International Journal of Remote Sensing*, 1998, 19(8): 1533-1543.
- [18] Hansen M C, Defries R S, Townshend R G, et al. Global land cover classification at 1km spatial resolution using a classification tree approach. *International Journal of Remote Sensing*, 2000, 21(6-7): 1331-1364.
- [19] 孙晓敏, 袁国富, 朱治林, 等. 生态水文过程观测与模拟的发展与展望. *地理科学进展*, 2010, 29(11): 1293-1300.
- [20] 李俊, 于强, 孙晓敏, 等. 华北平原农田生态系统碳交换及其环境调控机制. *中国科学: D辑*, 2006, 36(增刊 I): 210-223.
- [21] 伏玉玲, 于贵瑞, 王艳芬, 等. 水分胁迫对内蒙古羊草草原生态系统光合和呼吸作用的影响. *中国科学: D辑*, 2006, 36(增刊 I): 183-193.

Accuracy Test for the Application of GDAS Data and NOAH Land Surface Model to China

TIAN Jing¹, SHU Hongbo¹, SUN Xiaomin², CHEN Shaohui¹

(1. Key Laboratory of Water Cycle & Related Land Surface processes, CAS, Beijing 100101, China;

2. Key Laboratory of Ecosystem Network Observation and Modeling, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: At present, GDAS atmospheric forcing data is widely used as the inputs in the simulation of water and energy cycles. Besides the problem of the model itself, these forcing data determine the accuracy of the simulation. Although there are obvious uncertainties and low spatial resolution for these data, most of researches still used them to perform the simulation of land surface process because no better way can be used. The purpose of this paper is to test the accuracy of the results simulated by NOAH land surface model taking GDAS atmospheric forcing data as the inputs and gives the objective evaluations, which has important reference value for the users of the data and the model. The test results obtained on the basis of the observation data from Yucheng, Xilinhaote and Changbaishan ecological observation sites showed that the accuracy of shortwave net radiation and total net radiation in GDAS dataset are very good. It is reliable in the applications. Large differences were found between precipitation data in GDAS dataset and those from the three sites; however, there is good consistence between their precipitation times. Considering the effect of scale difference between GDAS and measurement on the validation, and the lack of the spatial precipitation data, this data is also worth of application. In addition, there are also good consistence between the change trend of latent heat flux, sensible heat flux and the top soil water content simulated by NOAH and that by measurements, and the simulated results can truly reflect the change process of surface situation although there are large difference between their absolute values. Poor accuracy was found in simulated soil heat flux.

Key words: NOAH; GDAS data; accuracy test; China

本文引用格式:

田静, 苏红波, 孙晓敏, 等. GDAS数据和NOAH陆面模式在中国应用的精度检验. *地理科学进展*, 2011, 30(11): 1422-1430.