

CG-LTDR 地表覆盖数据对 BCC_AVIM 1.0 陆面温度模拟的影响研究

史学丽, 张 芳, 周文艳, 张艳武

(国家气候中心, 北京 100081)

摘要 本文将CG-LTDR数据集中的地表覆盖数据产品应用于北京气候中心陆面模式(BCC_AVIM 1.0)中,并通过数值模拟分析不同覆盖类型的数据(冰川、湿地、湖泊、植被PFT)更新对模拟结果的影响。结果表明,新数据对不同地表类型的基本分布特征都有合理描述,但与模式中原有数据的差异明显,表现为冰川比例在格陵兰岛西部地区增加,湿地在大部分地区都减少,湖泊在北美和欧亚大陆中高纬地区的比例减少,但青藏高原及周边地区小幅增加,植被PFT的差异最明显。与采用模式原地表覆盖数据的控制试验相比,新数据引入所致的改变,主要局限于地表覆盖数据改变的区域。冰川数据更新使高纬冰川积雪区和青藏高原的温度降低,湿地数据提高了欧洲和北美主要水区的温度,湖泊数据有效降低了亚洲地区的温度,更新植被PFT的影响最广泛,使得南美、南非、东北亚、北美和澳洲大部分地区的温度升高,而中国华南江南地区以及南亚地区的温度降低,但在一些地区的模拟效果降低。数据全部更新引起的温度改变最明显,但并不是所有类型的简单叠加,尤其在地表复杂区域。不同的覆盖类型数据更新,可在一定程度上减少模式对于地表温度的模拟偏差(如格陵兰岛西部和青藏高原地区、欧洲内陆湖区温度偏高),因此需适当选用更新的数据。

关键词 地表覆盖;BCC_AVIM;冰川;湿地;湖泊;PFT;地面温度

DOI:10.3724/SP.J.1047.2015.01294

1 引言

不同下垫面覆盖类型,如冰川、水体(湿地和湖泊)和植被,通常作为全球变化研究中的主要体现和参与者而得到持续的关注。例如,IPCC AR5第一工作组报告指出,在水循环变化、冰冻圈退缩等方面也检测到了人类活动影响的信号,更加确信人类活动对20世纪中叶以来气候变暖的主导作用^[1]。在数值模式中,地表覆盖作为一个重要的基础输入数据,其质量不仅决定了模式对于地表特征描述的合理性,而且通过相关的参数及复杂的生物地球物理和化学过程以影响陆面过程,并通过耦合过程影响大气、气候(系统)模式^[2-3]。随着卫星数据和遥感技术的飞速发展,国际上已有多套全球地表覆盖数据产品,近几年中国也陆续发布了几套全球高分辨率的地表覆盖数据(如FROM-GLC, GlobeLand30)^[4-5]。

中国科学院地理科学与资源研究所与国家卫星气象中心等单位联合研制的卫星气候数据集(CG-LTDR)也包含全球地表覆盖数据产品,这些都为更新数值模式中的下垫面信息提供了良好的数据基础。

在大多数数值模式中,通常有一个基本地表覆盖数据信息,它在模式的整个积分过程中与其他信息(如地形高度)一样保持不变^[6];即使在某些具有动态植被功能的模式中,其动态变化也仅限于特定类型(如自然植被中的森林、灌木和草地)在设定时间(如1年)的覆盖比例变化。这一点与遥感数据产品的严格时效和准确性不同。

地表覆盖信息大多通过陆面过程引入到大气、气候(系统)模式中,因此,地表覆盖遥感数据的模式应用均通过陆面过程模式予以实现。本文选用北京气候中心气候(系统)模式(BCC_CSM 1.0)的陆面分量过程模式,首次进行CG-LTDR地表覆盖

收稿日期 2015-05-09;修回日期:2015-09-07.

基金项目 气象行业专项(GYHY2011060114-3、201306020、201506023)。

作者简介 史学丽(1972-),山东乳山人,正研级高工,主要从事陆面过程与气候模式发展、遥感数据的模式应用等方面研究。E-mail: shixl@cma.gov.cn

数据的应用试验,并通过多组模拟试验多方位了解不同覆盖类型的数据更新对模拟结果的影响。

2 模式、数据和试验方案

2.1 BCC_AVIM 1.0 陆面模式

北京气候中心大气-植被相互作用模式(BCC_AVIM 1.0)是在美国 NCAR/CLM3^[7]的物理模块和框架结构基础上,融合中国科学院大气物理研究所的大气-植被相互作用动态植被模式(AVIM2)生物化学模块^[8-9],并改进不同生物地球物理和化学过程中的参数或方案(如积雪覆盖率^[10])发展而来的。该模式不仅较细致地刻画了陆地表面及土壤的能量和水循环过程,而且可描述植被光合作用固定 CO₂、植被生长/凋落、土壤呼吸释放 CO₂ 返回大气等陆地碳循环过程。BCC_AVIM 可单独运行,也可与大气模式耦合或通过耦合器与气候系统其他过程耦合,进行气候与气候变化研究(如 CMIP5)^[11]。

BCC_AVIM 1.0 对地表覆盖采用逐级分层的结构,以次网格的方式提高模式对下垫面信息及其影响的描述。模式格点陆面部分分为冰川、湿地、湖泊和植被 4 类(column)。

2.2 地表覆盖数据

陆面(生态)及大气(气候)模式通常有一套相对较高分辨率的原始地表覆盖数据(rawdata),通过插值方法可得到不同分辨率模式网格点及次网格尺度上不同地表类型及其比例。BCC_AVIM 1.0 中的原始基础数据包括冰川、湖泊、湿地、植被 PFT 类型及相关参数,其中,冰川资料取自 IGBP DISCover^[12],分辨率为 0.5°×0.5°;湖泊和湿地资料源于 GGHYDRO,分辨率为 1°×1°^[13],PFT 及其覆盖百分比数据源自 1 km 遥感数据^[14],可看出模式中的原有地表覆盖信息来自不同时间和研制者。植被部分根据其功能类型(PFT)进一步划分为不同种类,其中,0 为裸土,森林有 8 个类型:1-温带针叶常绿林、2-北方针叶常绿林、3-北方针叶落叶林、4-热带阔叶常绿林、5-温带落叶常绿林、6-热带阔叶落叶林、7-温带阔叶落叶林、8-北方阔叶落叶林;灌木类型有 3 种:温带阔叶常绿林、温带阔叶落叶林和北方阔叶落叶林;草地则有极地 C3、非极地 C3 和 C4 草;作物 1 类^[7]。植被数据的总体统计精度为 78.3%。

CG-LTDR 中的全球地表覆盖数据产品,将下

垫面分为 15 个地表类型:1-水(湖泊),2-冰雪,3-荒地(barren),4-稀疏植被区(Sparse),5-城市,6-湿地,7-常绿针叶林,8-落叶针叶林;9-常绿阔叶林,10-落叶阔叶林,11-灌木,12-作物耕地,13-草地,14-草地/林地混合型,15-苔藓地衣(Moss),该数据的详细信息可参考刘荣高等研究资料。本文将该地表覆盖数据与参考数据进行了对比分析,表明 CG-LTDR 地表覆盖数据在中国地区具有与其他同类数据(IGBP DisCover、UMD、GLC2000 和 MODIS Land Cover 等)相当乃至有更高的分类精度,其总体分类精度达 65.57%。

BCC_AVIM 1.0 模式中的地表覆盖类型与 CG-LTDR 地表覆盖数据有较大差别,尤其是植被部分。与其他遥感产品相比,尽管新数据中已详细区分了针叶林、阔叶林和落叶林、常绿林,但要满足 BCC_AVIM 1.0 中的分类方式,还需进一步根据气候带与生态属性进行类型细化。对于非植被类型,如冰川、湿地、湖泊等,可直接应用;对植被 PFT 类型,本文参考 Lawrence 和 Chase^[6]的办法,用 MODIS 和 CRU 气候数据进行 PFT 的类型细分和融合。从高分辨率遥感数据产品(5 km)到原始基础数据(0.5~1°)的尺度转换采用基于面积比例的升尺度方法^[15]得到不同类型的覆盖百分比数据。CG-LTDR 数据的冰雪类型在南半球 60°S 以外的地区没有赋值,本文沿用模式原数据中的相应部分来补充,因此,本文的分析中不考虑南极大陆。

2.3 试验方案设计

对于地表覆盖数据更新对模式结果的影响研究,大多数采用全部更新^[6,16],也有针对某一类型(如耕地)的方式^[17]。由于模式结构和资料等的限制,几种不同覆盖类型对模式结果的影响研究并不多见,通过该工作详细了解不同覆盖类型数据对模式的不同效应。借助 BCC_AVIM 1.0 模式的结构特点,本文分别考察冰川、湿地、湖泊等非植被类型和植被 PFT 对模式的影响。详细的试验名称和设计见表 1,除了 BCC_AVIM 1.0 模式采用原有地表覆盖数据进行的模拟试验外,分别进行了单独更新冰川、湿地、湖泊和植被 PFT 4 种地表覆盖类型,以及所有数据都更新的试验。为尽量保持与原有数据在时间上的接近,本文选用 1999 年的 CG-LTDR 地表覆盖数据进行试验。除地表覆盖数据不同外,模拟试验的其他设置完全相同,大气强迫场采用普林斯顿大学发布的数据^[18],积分时间为 1980-2008 年。

表1 针对地表覆盖类型数据的BCC_AVIM 1.0
模拟试验列表

Tab. 1 BCC_AVIM 1.0 simulation experiments with
different land cover type datasets

试验名称	试验方案设计
CTL	用模式原始数据生成T106格点上的地表覆盖数据
rGlacier	同CTL,但更新冰川类型覆盖比例数据
rWetland	同CTL,但更新湿地覆盖比例数据
rLake	同CTL,但更新湖泊覆盖比例数据
rPFT	同CTL,但更新植被不同PFT覆盖比例数据
rALL	同CTL,但更新全部覆盖类型数据

2.4 CG-LTDR与模式原地表覆盖数据的差异

图1给出CG-LTDR数据中的3个非植被覆盖类型百分比及其与原数据的差值分布。图1可看出,冰川积雪主要分布于60°N以北的高纬地区(格陵兰岛及其周边地区)和青藏高原及周边地区(图1(a));湿地广泛分布在南北美洲、欧洲、非洲和亚洲等内陆水体区(图1(b));湖泊主要位于美洲、欧洲和非洲部分地区以及我国的长江流域一带,在其他地区的比例较小(图1(c))。因此,新数据对这3种地表类型的基本特征都有较合理的描述。

与CTL地表覆盖数据相比,新的冰川覆盖比例,在格陵兰以西部分和高原周边等地区增加(10%~20%),而格陵兰岛东北边缘有10%左右的减少(图1(d))。湿地的覆盖比例在几乎所有分布区都表现为偏小,在欧洲和北美等地的局部差别可高达30%~40%(图1(e))。2个湖泊数据的覆盖比例差异主要出现在北半球的内陆湖区,CG-LTDR数据在北美湖区的比例比原数据减少10%左右,欧亚大陆高纬地区也有小幅减少,但在青藏高原附近地区有小幅增加(图1(f))。2个水体类型的差别,可能与各遥感产品中判别的标准和定义不同有关。

图2给出CG-LTDR数据不同植被类型分布状况及其与原模式数据的差别。新数据中的森林(图2(a))主要分布在北半球中高纬地区、南美、低纬非洲和亚洲地区等,进一步分析发现其中针叶林主要分布在45°N以北和青藏高原东南部地区,常绿阔叶林分布于热带地区,落叶阔叶林的分布遍布全球,但其通常都小于20%。灌木的分布也比较广泛,大值区主要位于30°N以北的北美和欧亚大陆,覆盖比例可高达70%~80%(图2(b))。草地主要分布于两半球的中纬度地区和澳大利亚(图2(c)),其

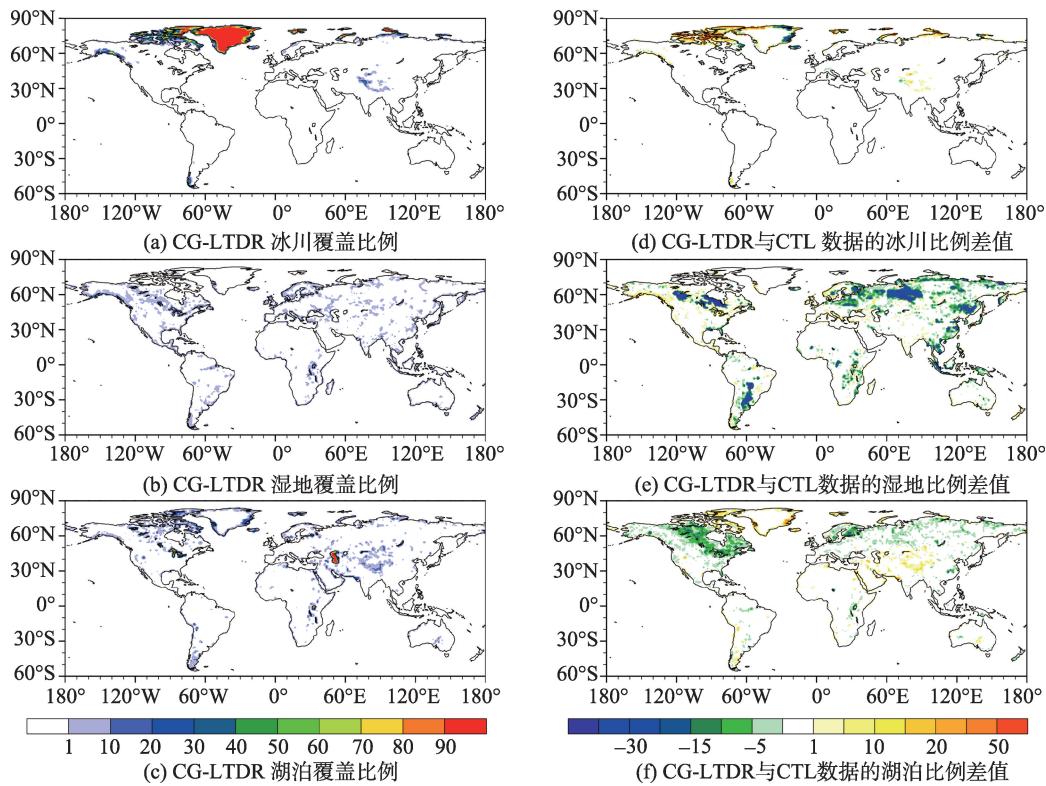


图1 CG-LTDR数据中不同非植被类覆盖类型百分比(左)及其与CTL原有数据的差值(右)(%)
Fig. 1 Fractions of the non-vegetation types in CG-LTDR dataset (left) and their differences with the original data in CTL (right)

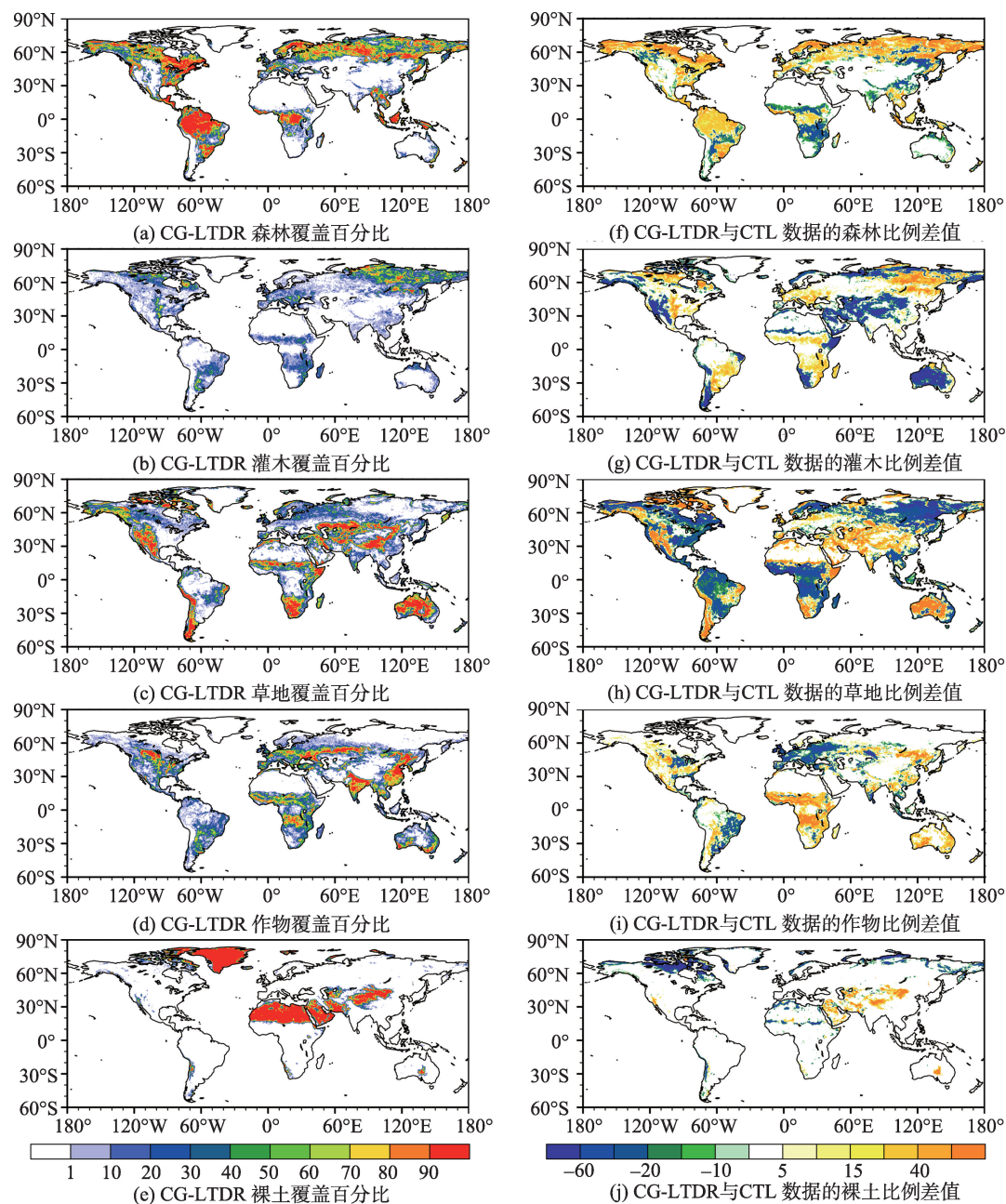


图2 CG-LTDR 数据中不同植被PFT覆盖类型百分比及其与CTL原有数据的差值

Fig. 2 Fractions of various PFTs in CG-LTDR and their differences with the original data in CTL

中,C3草主要分布在南北半球30°纬度之外的地区,C4草主要位于南半球。作物耕地的大值区包括亚洲、欧洲和美洲大陆、澳大利亚东南部,以及南美部分地区(图2(d))。裸土主要分布在格陵兰半岛、非洲到中亚一带的沙漠区,以及澳大利亚中西部、南美西部和非洲西南角的沙漠地带(图2(e))。

CG-LTDR与CTL中的数据相比覆盖百分比差异非常明显,在北方寒带林区(欧亚和北美)与南美林区的百分比偏高,非洲和北半球中纬度的林区覆

盖比例减少(图2(f))。灌木的分布在北半球中高纬地区的覆盖比例高于CTL,而在美洲西海岸地区、中西亚和澳大利亚等地区的比例都偏低(图2(g)),草地的差异分布总体与灌木的相反(图2(h)),这可能与不同数据中对于植被类型的定义方式不同有关。耕地的比例在欧洲西北部、南美东部和美国中部表现为偏低,而在其他地区大多偏高(图2(i))。裸土百分比在非洲到中亚一带偏高,而高寒地区的比例偏低(图2(j))。

3 BCC_AVIM1.0控制试验

在研究新数据对模拟结果的影响之前,先了解控制试验(CTL)对地面温度的模拟效果,本文用ERA-Interim资料作为“观测”数据^[19]。从图3可看出,CTL模拟与观测的地面温度平均分布特征非常一致(图3(a)–(b)),但差值结果显示CTL模拟在许多地区存在偏差,最明显的是青藏高原、落基山脉等大地形区的温度偏高,局地偏高甚至超过4℃,在东南亚地区、非洲和南美大陆部分地区的温度也偏高(<4℃);高纬格陵兰岛附近地区的温度比观测偏低2~4℃(图3(c))。

从逐月的时间变化来看,BCC_AVIM 1.0模式对于不同地区的温度年变化特征,都有较好的模拟;在几个偏差较大的地区,CTL模拟与观测的地面温

度偏差也有不同。在格陵兰西部地区(70°~80°N, 60°~90°W)和欧洲湿地湖泊区(55°~60°N, 90°~100°E)的偏差有季节性,表现为夏季偏高、冬季偏低(图4(a)–(b)),而在青藏高原地区(25°~40°N, 60°~90°E),CTL模拟值一直都高于ERA-Interim,存在系统偏差(图4(c))。

因此,BCC_AVIM 1.0模式可合理再现全球和局地的地面温度变化特征,但在一些典型(如冰川、大地形区)区域等存在明显的温度偏差,这与模式的地表覆盖等基础数据有关,尤其与模式的物理过程方案有关^[20],故需进一步改进。

4 CG-LTDR 数据更新对地面温度模拟的影响

采用CG-LTDR数据更新的所有试验结果,都与CTL模拟的地温时空变化特征总体一致,但量值上存在一定差异。为突显这种差别,本文主要分析5个引入新数据的试验与CTL的差值,以研究不同地表类型覆盖数据更新对陆面模式结果的影响。

4.1 空间分布

图5给出的地表温度水平分布差值,表明不同的数据更新对地面温度的影响不尽相同。采用新的冰川资料(rGlacier)后主要引起地面温度的降低,尤其是北半球高纬度格陵兰岛西部和欧洲部分地区,这与图2(a)中的冰川覆盖比例增加有关。值得注意的是,其在一些较高的山脉区(如青藏高原、落基山脉、南美和南非部分地区),尽管覆盖比例的差异不明显,但模拟的温度有0.3~0.6℃的差别,大多也表现为温度降低,有利于减少模式的偏差。因为在这些地区,模式网格点中非植被类型覆盖所占比例较大,在网格点温度计算中的权重较大;再加上冰雪类的显著反照率和效应比其他类型都显著,所以,对温度的影响比较显著(图5(a))。湿地数据更新(rWetland)的影响区域比冰川的广,表现为在北半球中高纬主要水体区的模拟温度升高,尤其是北美湖区,这不利于减少模式偏差(图5(b))。更新湖泊数据引起的地面温度变化主要出现在青藏高原周边地区,表现为模拟温度比CTL偏低(最大约0.5℃),有助于减少该地区的模拟误差(图5(c))。最大的温度变化出现在植被数据更新的rPFT试验中,差异的范围最广而且差值最大,东北亚地区、南

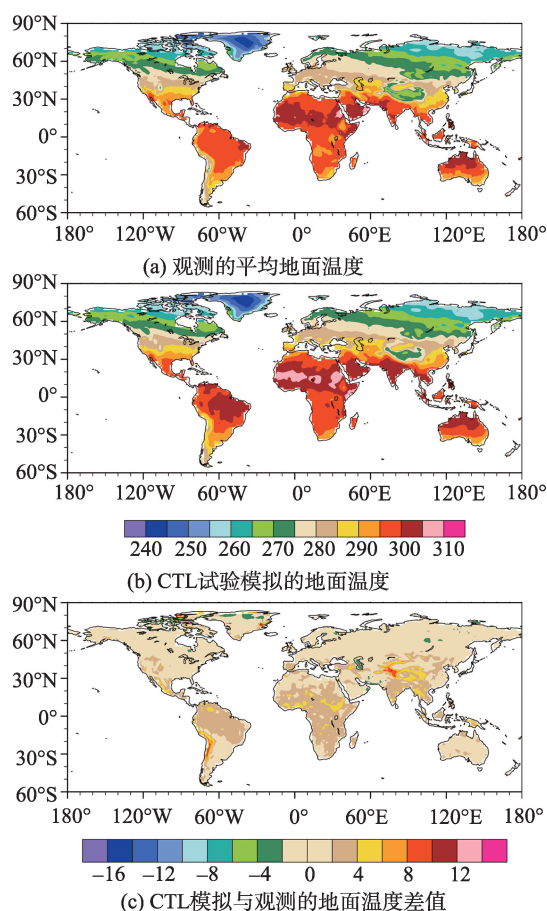
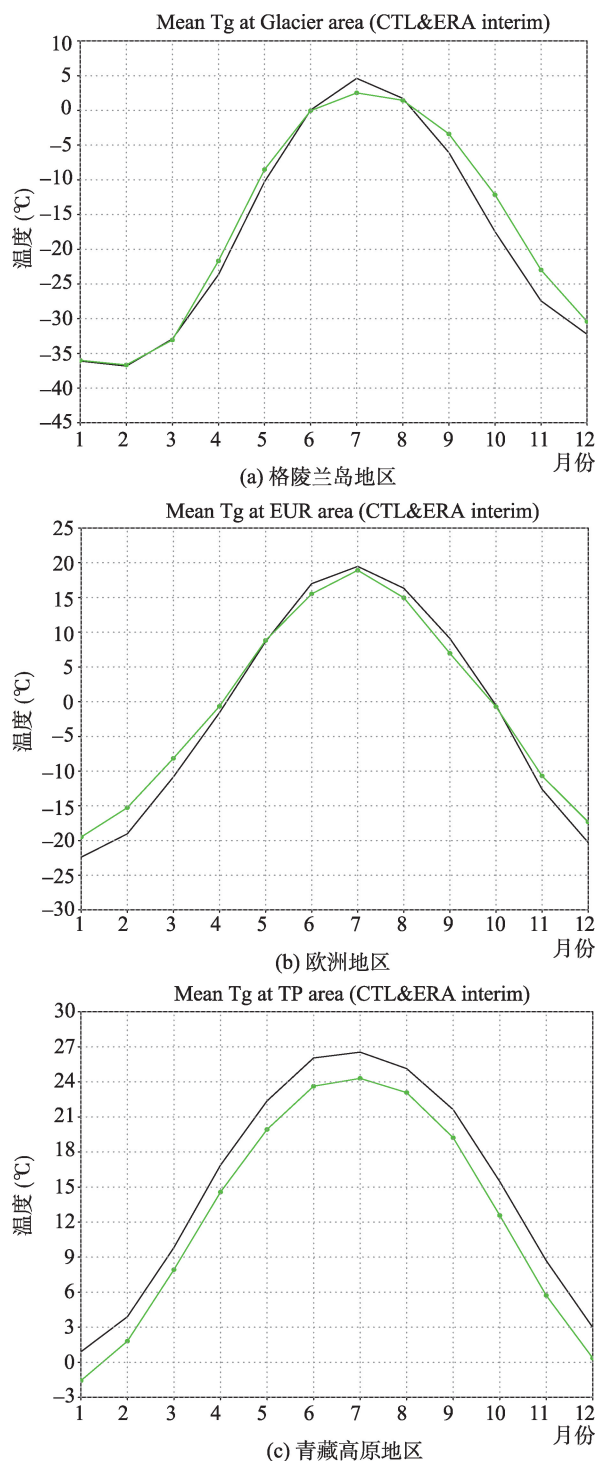


图3 ERA-interim观测、CTL模拟,以及CTL与观测的地面温度差(K)

Fig. 3 ERA-interim observation (a), CTL simulation (b) and the differences between CTL and ERA-interim data (c) for ground temperature

美和非洲林区温度升高(最大差值超过 1°C), 中国南方及印度等地的温度降低, 对比图3可发现, 该试



注: 图4中黑色线为CTL模拟结果, 绿色点线为ERA-interim观测

图4 CTL模拟与ERA-interim观测的不同区域平均的地面温度年变化图

Fig. 4 CTL simulated and ERA-Interim observed temporal evolution of ground temperature

验仅在东南亚和赤道非洲地区减少模式偏差, 而在其他地区都加剧了偏差(图5(d))。从图5(e)可看出, 更新所有地表覆盖数据后温度的变化范围最广, 且基本反映出各下垫面类型的显著影响, 但在一些多类型共存的区域(如南北半球的中高纬地区), 新数据更新的影响并非几种覆盖类型的简单累加表征。

4.2 时间变化

从不同区域平均地面温度差值的时间变化看, 所有更新试验与CTL的差值都小于 1°C , 而且不同覆盖类型数据更新的贡献有明显差异。在格陵兰岛以西的部分地区, rGlacier起到降温的作用(尤其是夏季), 有助于减少CTL模拟的偏差, 而其他试验中都表现为升温, 尤其是rPFT试验(图6(a))。欧洲湿地湖泊区, 引起地面温度变化最大的是rPFT和rALL试验, 在春季降温高达 0.7°C , 在秋冬季则为小幅增温, rLake和rWetland引起的温度变化在 0.1° 范围内(图6(b))。在青藏高原地区, 与CTL差值最大的依然是rPFT, 其在暖季的增温可超过 0.6°C , rALL次之, rLake在暖季可降低地面温度($<0.2^{\circ}\text{C}$), rGlacier试验也可小幅降低模拟的地面温度, rWetland几乎无影响(图6(c)), 因此, 对该地区而言, 非植被类的数据更新有利于减少模式的偏差。

因此, 不同类型数据对温度的影响并不都是正面的, 部分引入不同地表类型的新数据可在一定程度上减少BCC_AVIM 1.0模拟与观测之间的偏差。

4.3 地表覆盖数据对其他陆面变量的影响

地表数据改变引起BCC_AVIM 1.0模拟的地表温度变化与如下过程有关: 新数据对下垫面类型的描述变化(类型和覆盖百分比)通过模式中的相关特征参数(如反照率、气动阻抗、表面粗糙度等), 以及模式中的不同过程参数化过程影响表面的辐射收支及能量平衡、植被冠层的蒸散发和截流水等变量, 影响陆面感热和潜热通量, 最终影响温度。

从上述分析可见, 更新所有地表覆盖数据(rALL)引起的地面温度变化, 在冰川、湖泊、湿地和PFT典型(覆盖比例较大)地区的表现, 基本与各类型数据单独更新试验一致。作为垂直一维模式, 试验结果合理。由图7给出的rALL试验与CTL模拟的感热和潜热通量差值空间分布可看出, 植被与非植被类下垫面, 对热通量的主要影响区域不同, 且

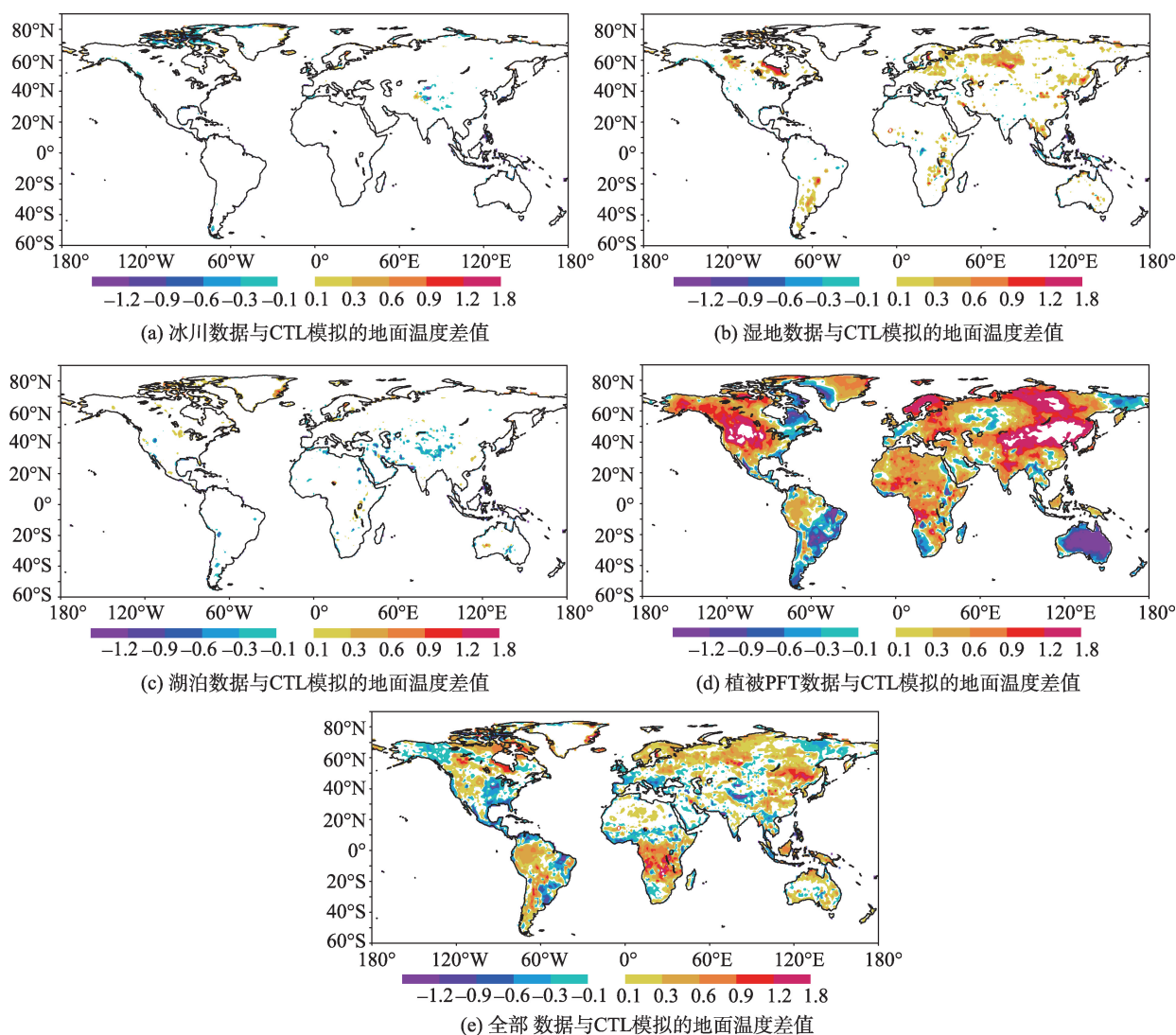


图5 更新下垫面覆盖数据试验与CTL模拟的地面温度差值

Fig. 5 Ground temperature differences between the land cover data revision experiments
rGlacier, rWetland, rLake, rPFT, rALL and CTL

效果相反。植被PFT在陆地表面的覆盖范围在4种下垫面类型中最大,因而其影响最为显著。

本文以地面温度为主要分析对象,探讨不同类型地表覆盖数据更新对模式结果的影响,发现遥感反演的地表覆盖数据产品及其在数值模式中的应用都较为复杂。遥感数据产品在模式中的合理应用,需做好“协调”工作,在准确合理的数据信息原则上,可通过改变模式下垫面信息提高模拟效果,但事实上因为模式系统不完善、输入数据不匹配等问题,地表数据的更新不一定会对模式结果产生正面影响。NCAR/CLM 3.5中曾经更新了湿地资料,但因为对土壤湿度等水循环变量的不利影响,后来的CLM4版本又沿用以前的数据^[16]。CG-LTDR地表覆盖数据在BCC_AVIM 1.0模式中的应用,

也需甄选可用数据方能提高对地面温度的模拟效果。

5 结论与讨论

本文利用CG-LTDR中的地表覆盖产品,首次对陆面过程模式BCC_AVIM 1.0的应用进行了试验,并通过单独更新冰川、湿地、湖泊和植被PFT数据,以及全部更新数据的方式,全面比较新数据对陆面温度模拟的影响范围及程度。主要结论如下:

(1)与模式中的原覆盖数据相比,CG-LTDR数据中的冰川百分比数据在格陵兰岛以西地区有明显增加,湿地与湖泊等内陆水体大多减小,但高原附近地区的比例增加,植被PFT类型的差别最大。

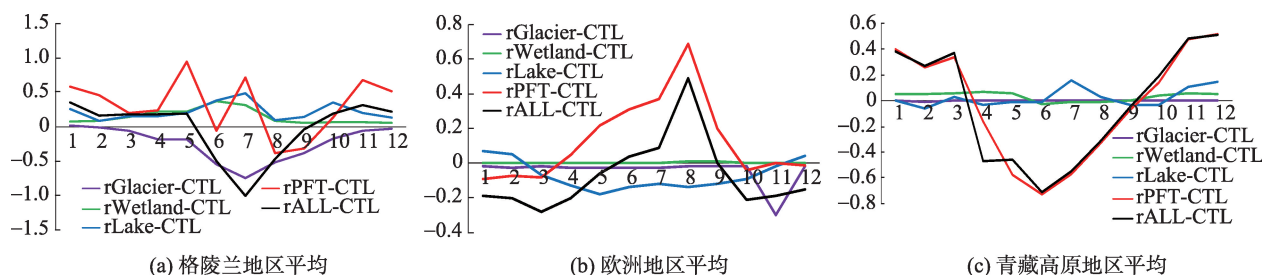


图6 地表数据更新数据试验与CTL模拟的区域平均地面温度差值时间变化

Fig. 6 The regional mean ground temperature differences between land cover data revision and CTL experiments.

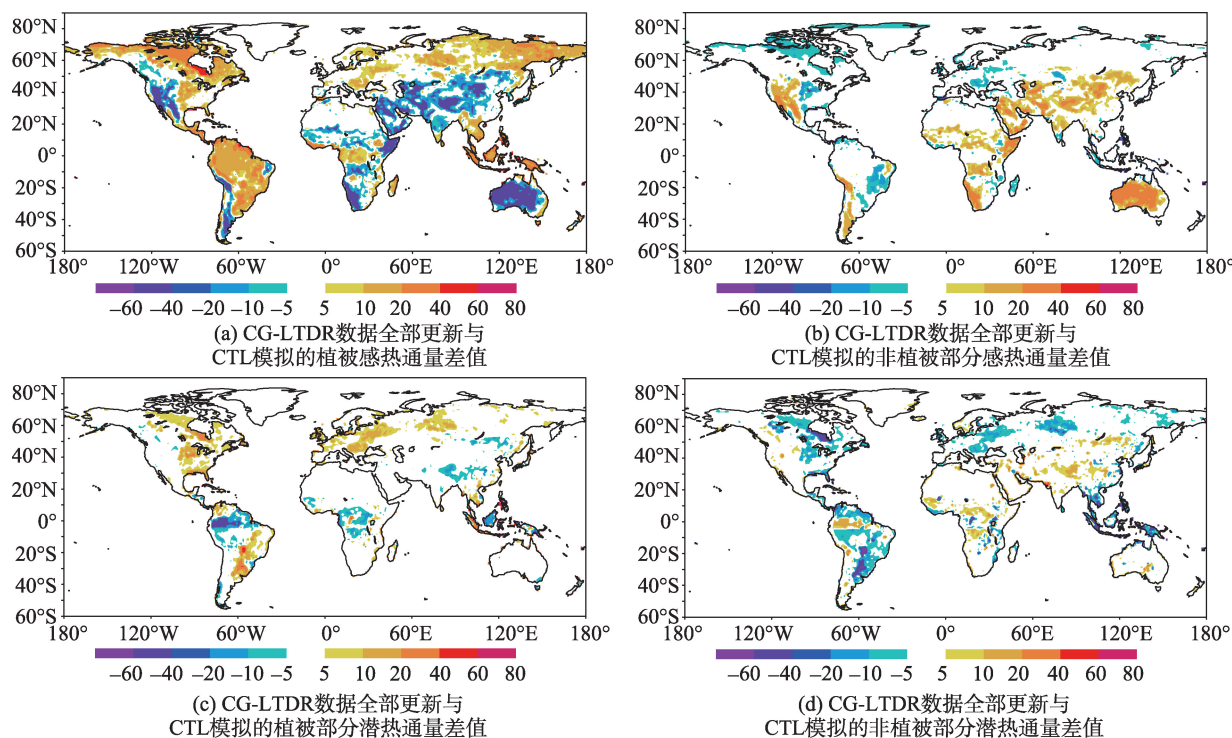


图7 rALL 试验与CTL 模拟的感热与潜热通量差值

Fig. 7 The vegetation's and bare soil's sensible and latent heat fluxes differences

这主要与各遥感数据对覆盖类型的定义分类和标准不同有关。

(2)更新冰川、湿地、湖泊和植被等类型的地表覆盖数据,对BCC_AVIM 1.0模拟地表温度的影响,大多仅局限于地表覆盖百分比发生改变的地区。其中,更新冰川数据可降低格陵兰岛以西及青藏高原等大地形区的地面温度,水体数据主要引起内陆水区的温度变化,植被PFT数据更新引起的变化范围广、量值大。最大的改变出现在所有数据都更新的试验中,但其影响并不是各类型单独更新的简单线性叠加,尤其是覆盖类型较复杂的区域。地表数据更新引起的温度改变在有些区域可减少模拟的偏差。地表数据更新对地表温度模拟的改变,是通

过影响陆面的热量和水份及通量实现的,其在植被与非植被部分的影响区域和幅度有明显差异。

本工作仅进行了CG-LTDR地表覆盖数据产品,在BCC_AVIM 1.0陆面模式中的应用试验,未来还要进行大气环流模式的耦合试验,为数据在其他模式中的应用提供必要参考。此外,基于长时间序列(1982–2012年)的地表覆盖数据产品,未来可考虑把这些变化信息引入到模式以提高模式对下垫面地表覆盖及其变化的描述能力。

致谢:作者感谢行业专项项目成员在地表覆盖数据方面给予的大力支持,感谢屈新原、俞乐博士在地表覆盖数据的格式转换、类型融合归并等方面的帮助。

参考文献:

- [1] 秦大河, T. Stocker, 259名作者和TSU(驻伯尔尼和北京). IPCC第五次评估报告第一工作组报告的两点结论[J]. 气候变化研究进展, 2014, 10(1): 1-6.
- [2] 孙菽芬. 陆面过程的物理、生化机理和参数化模型[M]. 北京: 气象出版社, 2005.
- [3] Pitman P J. Review: The evolution of, and revolution in, land surface schemes designed for climate models[J]. International Journal of Climatology, 2003, 23: 479-510.
- [4] Lawrence P J, Chase T N. Representing a new MODIS consistent land surface in the Community Land Model (CLM 3.0)[J]. Journal of Geophysical Research, 2007, 112 (G1), G01023, doi:10.1029/2006JG000168.
- [5] Gong P, Wang J, Yu L, *et al.* Finer resolution observation and monitoring of global land cover: First mapping results with Landsat TM and ETM+ data[J]. International Journal of Remote Sensing, 2013, 34(7): 2607-2654.
- [6] Chen J, Chen J, Cao X, *et al.* Global land cover mapping at 30m resolution: A POK-based operational approach[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2015(103): 7-27.
- [7] Oleson K W, Dai Y J, Bonan G, *et al.* Technical description of the Community Land Model (CLM) [M]. Boulder: NCAR/TN-461+STR, 2004.
- [8] Ji J J. A climate-vegetation interaction model-simulating the physical and biological process at the surface[J]. Journal of Biogeography, 1995, 22(2-3): 445-451.
- [9] Ji J J, Huang M, Li K. Prediction of carbon exchange between China terrestrial ecosystem and atmosphere in 21st century[J]. Science China Earth Sciences, 2008, 51(6): 885-898.
- [10] 李伟平, 刘新, 聂肃平, 等. 气候模式中积雪覆盖率参数化方案的对比研究[J]. 地球科学进展, 2009, 24(5): 512-522.
- [11] 吴统文, 宋连春, 李伟平, 等. 北京气候中心气候系统模式研发进展——在气候变化研究中的应用[J]. 气象学报, 2014, 71(1): 12-29.
- [12] Loveland T R, Reed B C, Brown J F, *et al.* Development of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1km AVHRR data[J]. International Journal of Remote Sensing, 2000, 21(6-7): 1303-1330.
- [13] Cogley J G. GGHYDRO —— Global Hydrographic Data Release 2.0[R]. Trent Climate Note 91-1, Department of Geography, Trent University, Peterborough, Ontario, 1991.
- [14] Bonan G B, S Levis, L Kergoat, *et al.* Landscapes as patches of plant functional types: An integrating concept for climate and ecosystem models[J]. Global Biogeochemistry Cycles, 2002, 16(2): 5.1-5.23.
- [15] Yu L, Wang J, Li X C, *et al.* A multi-resolution global land cover dataset through multisource data aggregation[J]. Science China Earth Sciences, 2014, 57(10): 2317-2329.
- [16] Lawrence D M, Oleson K W, Flanner M G, *et al.* Parameterization improvements and functional and structural advances in version 4 of the Community Land Model[J]. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 2011, 3 (1): M03001, doi:10.1029/2011MS000045.
- [17] Lobell D B, Bala G, Duffy P B. Biogeophysical impacts of cropland management changes on climate[J]. Geophysical Research Letter, 2006, 33(6): L06708, doi:10.1029/2005GL025492.
- [18] Sheffield J, Goteti G, Wood E F. Development of a 50-yr high-resolution global dataset of meteorological forcings for land surface modeling[J]. Journal of Climate, 2006, 19 (13): 3088-3111.
- [19] Dee D P, Uppala S M, Simmons A J, *et al.* The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system[J]. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 137(656): 553-597.
- [20] 陈海山, 熊明明, 沙文钰. CLM3.0对中国区域陆面过程的模拟试验及评估 I: 土壤温度[J]. 气象科学, 2010, 30(5): 621-630.

Impacts of CG-LTDR Land Cover Dataset Updates on the Ground Temperature Simulation with BCC_AVIM 1.0

SHI Xueli*, ZHANG Fang, ZHOU Wenyan and ZHANG Yanwu

(National Climate Center, Beijing, 100081 China)

Abstract: The land cover (LC) datasets of CG-LTDR was applied in the Beijing Climate Center Land Model (BCC_AVIM 1.0). The impacts of different LC type updates on the ground temperature (Tg) were investigated through several numerical simulations. The results show that the CG-LTDR can reasonably describe the LC features. Compared with the original LC rawdata, the glacier fraction of the new CG-LTDR datasets were extensively increased in the high-latitude regions of the Greenland Island and Europe, as well as the Tibetan Plateau; the fraction of wetland was decreased in the major water body areas of North America and Europe; and the percentage of lake was also majorly decreased in the North American inland water area, but slightly increased around the Tibetan Plateau. The PFT present the largest differences between the new and original datasets. Besides the control runs with the original LC dataset (CTL), five simulations were conducted to compare different impacts of LC types (the glacier, wetland, lake, PFT and all types) on Tg. The changes of Tg due to LC dataset updates majorly constrained in the areas where the LC types (fraction) were modified. With the individual updates of glacier (rGlacier), the simulated Tg was lowered in the high-latitude areas. The simulated Tg with new wetland (rWetland) was increased, while the simulated Tg with the new lake (rLake) datasets were effectively decreased in the Tibetan Plateau. These changes were helpful to improve the model performances on Tg simulations. The most significant and extensive changes among the 4 LC types occurred when updating the PFT (rPFT), which were helpful for reducing the errors in the south and east Asian areas, but enlarged the biases in the other regions. The LC dataset updates of all types (rALL) show the most significant impacts on the Tg simulations, which was not simply the linear sum of the individual updates of LC types, especially in the areas having complex types. Therefore, proper introductions of new CG-LTDR land cover datasets were useful to improve the model performance in Tg simulations.

Key words: land cover; BCC_AVIM 1.0; glacier; wetland; lake; PFT; ground temperature

*Corresponding author: SHI Xueli, E-mail: shixl@cma.gov.cn