

青藏高原所揭示全球气候模式对中国雪深模拟的主要误差来源

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19773.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

积雪是内陆高山地区农业灌溉的重要水源。气候变暖影响下的积雪变化可能给相关区域农业水资源安全带来风险。全球气候模式是预测和评估未来积雪变化的有效手段。近年来，多项研究表明，第六次国际耦合模式比较计划（CMIP6）中多个气候模式模拟的积雪深度在极地和北半球中高纬区存在较大误差，与观测相比，模拟的雪深存在明显峰值滞后现象。目前，对于造成这种较大雪深模拟误差的原因尚不清楚，且现有研究在评价CMIP6模型模拟雪深变化趋势及高山积雪方面仍存在不足。近期，中国科学院青藏高原研究所环境变化与多圈层过程团队综合使用长时间序列站点观测、再分析资料（MERRA2）和遥感雪深产品（Che）等多源数据，系统评价了31种CMIP6模式对中国雪深的模拟性能，并通过构建不同时期误差影响的误差回归模型，探究了雪深模拟的主要误差来源。此外，针对传统评价指标不足，该研究提出了可更有效评估模型模拟显著积雪变化趋势能力的新指标（命名为“热点分数”，Hotspot score）。

研究表明，

所有CMIP6模型的雪深均方根误差

（RMSE）和时间相关性（ R_t

）均显著低于MERRA2再分析资料和Che遥感数据集，而且与最优CMIP6模型相比，多种CMIP6模型的集合平均未能降低RMSE（图1a-c）。热点分数可有效区分不同模型和数据集在模拟显著雪深变化趋势方面的性能差异，所有CMIP6模型的热点分数均显著低于MERRA2再分析资料（图1d-f）。此外，CMIP6模型在青藏高原的雪深误差（RMSE）明显高于中国其他地区，而这一现象在MERRA2和Che数据集的区域对比结果中并不存在（图2a）。降水和气温误差是导致CMIP6模型在中国雪深误差较大的主要因素，且前期累积误差具有重要影响：同时考虑了当前月和前期累积降水与气温误差的雪深误差回归模型（M1）的调整后 R^2 （adjusted R-squared）显著高于只考虑当前月降水和气温误差的回归模型（M2），且前者对CMIP6中国雪深误差的网格平均解释度超过了65%（图3a-b）。据此，CMIP6模型在青藏高原地区雪深误差（RMSE）异常偏大的主要原因是CMIP6模型在青藏高原的湿偏差（模拟降水过多）和冷偏差（模拟气温偏低）问题较其他地区（如新疆和东北）更为严重（图2b）。前人在北极地区发现的CMIP6模型模拟雪深峰值较观测延后的现象也存在于中国平均雪深最大的两个地区（即新疆和东北）（图3c-d）：前期累积的降水和气温误差是导致这一问题的主要原因（图3e），即前期较大的湿偏差、冷偏差及其交互作用可能会导致雪深高估、逐月累积、最终使模拟的雪深峰值延后。

上述研究成果于近期以Why do CMIP6 models fail to simulate snow depth in terms of temporal change and high mountain snow of China skillfully?为题发表在Geophysical Research

Letters上。研究工作获得山东省自然科学基金和国家自然科学基金等项目的资助。 [论文链接](#)



图1 31个CMIP6模型、再分析和遥感数据集在均方根误差 (a)、时间相关性 (b)、总体趋势 (d)、一致性指数 (e) 和热点分数 (f) 等方面的精度比较；子图 (c) 对比了31种CMIP6模型组合的集合均值的均方根误差，其X轴按照各模型的均方根误差由小及大、逐一加入到模型组合中。

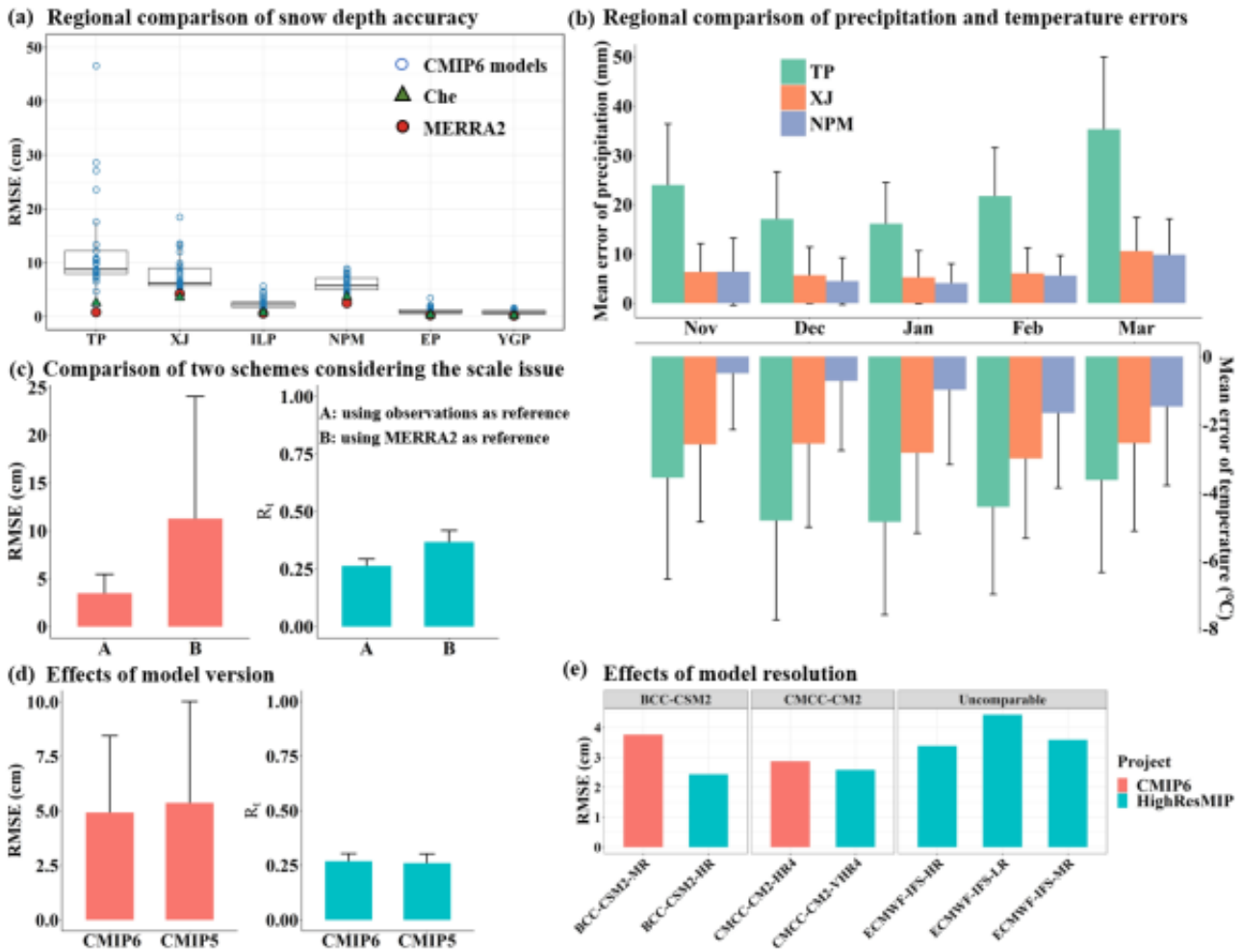


图2 雪深精度的区域对比 (a) 以及其他因素对评价结果的影响, 如降水和气温误差 (b)、尺度效应 (c)、模型版本 (d) 和模型分辨率 (e)。TP: 青藏高原; XJ: 新疆; ILP: 内蒙古和黄土高原; NPM: 东北平原和山地; EP: 东部平原; YGP: 云贵高原。

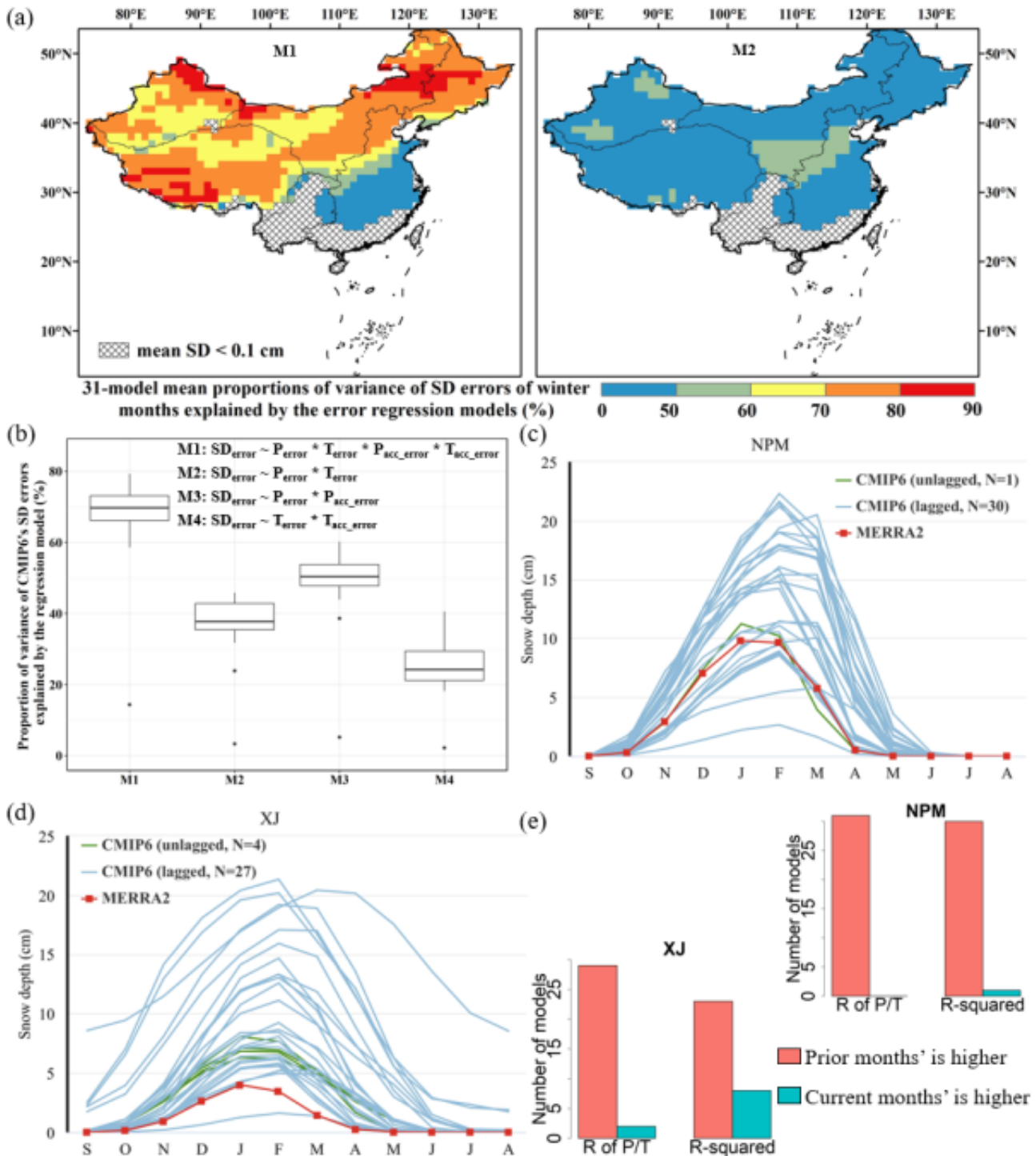


图3 CMIP6模型在模拟雪深时间变化方面精度偏低的误差归因。子图 (a) 对比了两种冬季雪深误差回归模型 (M1和M2) 调整后 R^2 的空间分布, 其中每个网格值均是31个CMIP6模型的平均; 子图 (b) 对比了考虑不同时期误差来源的四种误差回归模型的调整后 R^2 , 其中P为降水, T为气温; 子图 (c) 和 (d) 分别显示了东北 (NPM) 和新疆 (XJ) 雪深峰值月份的滞后现象。子图 (e) 对比了前期 (prior months) 累计误差和当前月 (current month) 误差对峰值月份雪深误差的影响, 其中“R of P/T”表示雪深误差与相应时期降水/温度误差的相关性, “R-squared”表示相应误差回归模型的调整后 R^2 。

研究团队单位: 青藏高原研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发