

Project 59199

User ID: 1094

亚洲高山高海拔冰川水产量的冰川动态分析与理解

Massimo Menenti^{1,2*}, Francesca Pellicciotti⁴, Pascal Buri⁴, Achille Jourberon, Stefan Fugger, Evan Miles, Thomas Shaw, Mike McCarthy, Yubao Qiu¹, Junru Jia¹, Shaoting Ren^{1,3}, Cong Shen¹, Jing Zhang¹ and Li Jia¹,

¹ State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; jjali@aircas.ac.cn

² Delft University of Technology, 2600 GA Delft, The Netherlands; m.menenti@tudelft.nl

³ Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; lliu@itpcas.ac.cn

⁴ Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, 8903 Birmensdorf, Switzerland; francesca.pellicciotti@wsl.ch

* Correspondence: m.menenti@tudelft.nl

pascal.buri@wsl.ch

michael.mccarthy@wsl.ch

evan.miles@wsl.ch

thomas.shaw@wsl.ch

achille.jourberon@wsl.ch

marin.kneib@wsl.ch

stefan.fugger@wsl.ch

摘要:

来自亚洲高山 (HMA) 积雪和冰川的融水贡献已经有了相当详细的文献记载, 冰川的面积和体积变化也有所了解。然而, 尚未深入探索高山水循环的整体动态以及冰雪动态和植被动态相互作用对于塑造 HMA 集水区天气、气候及其水量的响应。

这正是我们项目的目标, 我们在几个方面已取得了进展, 将遥感技术与先进的地表建模联系起来, 以推进 HMA 水循环的模拟。使用冰川、云和陆地高程卫星 (ICESat) 数据和航天雷达地形任务 (SRTM) 数字高程模型 (DEM) 数据研究了 2003 年至 2020 年期间 HMA 地区冰川的年际和年内高程变化。2003—2020 年, HMA 地区冰川高程的年际变化表现出明显的空间异质性。冰川高程降低主要发生在高原边缘地区, 其中念青唐古拉地区冰川高程下降幅度最大, 而高原内陆地区西昆仑冰川高程却有所升高。2019 年和 2020 年 HMA 冰川高程的年内变化表现出明显的时空异质性, 冰川增厚期逐渐从 HMA 边缘地区推迟到内部地区。

在 2000 年至 2020 年期间, 研究了塔里木盆地积雪的年内和年际变化, 以了解与积雪累积相关的冰川面积变化。我们评估了塔里木盆地五个次区域内冰川面积的观测趋势与雪盖面积之间的关联。此外, 还研究了不同时间尺度上积雪覆盖的时间变化。通过对月度雪盖的分析, 我们发现在 7 月至 9 月中能够可靠地划分出永久积雪。冰川和积雪面积的交叉相关函数分析表明, 冰川面积在同一年内对温度、降水和积雪有响应。

冰川表面反照率是确定净短波辐射最重要的参数之一, 从而影响冰川的能量和质量平衡, 进而影响冰川表面流动, 尤其是其时空变化。结果显示, 整个 HMA 的冰川反照率都有所下降, 但存在明显的空间和季节差异。在受西风主导的地区, 兴都库什和西喜马拉雅的冰川反照率略有下降甚至上升, 而在受季风主导的过渡地区, 冰川反照率大幅下降, 其中变化最快的是青藏高原内部。

帕隆藏布盆地(PZB)温带冰川的冰川表面速度模式及其季节和年际变化仍不明确。根据 2013 年至 2020 年获取的卫星图像, 绘制了冰川表面时均速度图, 并对 PZB 内的 4 个典型冰川(雅弄冰川、帕隆 4 号冰川、雪尤古冰川和阿扎冰川)进行了考察。接下来, 我们探讨了冰川表面速度及其变化的驱动因素。结果表明, 2017-2020 年冰川中心线速度略有增加。2017-2020 年期间, 累积的冰块可能导致了冰川表面速度的季节性变化, 以应对 2017-2020 年的冰川质量失衡。冰川上部地区在冬春季明显加速 40%, 而冰川舌部的加速则出现在夏季。由于水圈和生物圈之间山区水循环的相互作用仍然难以捉摸, HMA 源头水流及其下游水流的生成尚不完全清楚。了解积雪和冰川的蓝色融水如何影响植被的总水蒸气通量, 无论是在高海拔集水区还是在更下游地区, 都是一个紧迫且具有挑战性的研究问题。我们将最先进的陆表模型(Tethys&Chloris)应用于尼泊尔喜马拉雅山脉 Langtang 流域的冰川地区, 以展示使用高分辨率地球观测数据(如冰川减薄和地表流量、冰川反照率和积雪)来约束气象不确定性, 并验证了模型结果的优势。

关键词: 亚洲高山; 多光谱遥感; 地表反照率; 雪和冰; 冰川质量平衡; 冰川流动; 大气边界层