

---

# 气候影响下，喜马拉雅河流从“华尔兹”舞向“探戈”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39848.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！*

气候影响下，喜马拉雅河流从“华尔兹”舞向“探戈”。提到河流，不同人脑海中会出现不同的画面，或小河弯弯，或大河通天，或百川入海……除去河流规模外，不同河流的形态各异，在给世界增添诸多风景等同时，也成为塑造地表景观最普遍且活跃的力量之一。

但是，这些河流千姿百态的自然弯曲与河型是怎样形成，其形成过程又与自然界有着怎样的联系？

近日，由中国科学院院士、中国地质大学（北京）教授王成善团队牵头，联合国内外多家科研机构共同完成的研究，首次系统揭示了气候变暖正在显著加速喜马拉雅地区河流形态的演变，相关成果已经在线发表于《科学》。

## 气候变暖能否突破自组织

长期以来，国际学界普遍认为河流形态演化是一个典型的自组织过程。

也就是说，河流的河道摆动、曲流发育、截弯取直等，均主要源于水流、泥沙、河床物质与河岸地形的相互作用。王成善表示，至于外部的环境变化，尤其是气候变化，则被认为很难在河流形态中留下可量化的印记。

河流形状与河型的改变是一个缓慢的过程。最终，它们会逐渐找到自身形态与内外部环境之间的平衡。王成善说，在这个过程中，河流的摆动和迁移缓慢而稳定，就像跳着一支舒缓而又优雅的华尔兹。

然而，随着工业革命以来，全球气候变暖趋势的加速，气候变化已经深深影响了很多自然现象；与此同时，很多自然现象也足以印证全球气候的巨变，比如珊瑚礁的大面积白化、两极冰盖的迅速消融……

在此背景下，作为地球系统科学领域的研究者，我们也会思考，气候变暖是否足以突破河流的自组织过程，直接驱动河道形态发生系统性、加速性演变？论文共同通讯作者、中国地质大学（北京）副研究员韩中鹏说，事实上，这已经成为了地表过程与全球变化研究领域的一个关键科学问题。

---

这个问题并不好解决，研究人员首先面对的难题是如何提取河流中的气候信号。

河流系统受地形、地质、构造、植被、人类活动等多重因素的叠加影响，传统分析往往只能得到相关性结果，无法锁定气候驱动的因果关系。韩中鹏坦言，过去他们向学术期刊投稿时，审稿人最尖锐的质疑就是——如何证明你观测到的河道变化不是河流自身调整，而是由气候变化导致？

要解答这一问题，就要找到一个气候变化最明显的区域。研究团队将目光投向了喜马拉雅高海拔地区。

### 关键的中间环节

喜马拉雅及其周边地区是雅鲁藏布江、恒河和印度河三大河流的共同发源地。特殊的自然环境导致该地区的气温变暖速率是全球平均水平的两倍。同时，其河流演化又极少受到人类活动的干扰。这使得该地区成为了研究河型演变对气候变暖响应的天然实验室。

在研究中，研究团队利用1980年~2020年间的卫星遥感数据与大量野外实测资料，对超过1500公里河段开展了系统的河型演变特征分析，并构建了能定量表征河流形态动力学的河型活化指数（RPMI），形成了迄今最系统的喜马拉雅高海拔地区河流演化数据集。

研究发现，2000年~2020年间，未受地形约束的自由河曲RPMI较1980年~2000年整体提高了109%。这意味着许多河段的迁移速度接近翻倍。韩中鹏说，如果将此前河流的舞动节奏比作跳华尔兹的话，现在它们开始跳起了越来越快的探戈。

在与全球近80万条河流对比中，研究团队发现喜马拉雅河流对气温变化的响应强度高达全球平均水平的8倍。该结果为长期以来，关于气候信号能否突破河流自组织过程的问题提供了关键证据，说明在一个原本被认为不太敏感的系统里，河流对气候变化表现出异常强烈的反应。王成善说。

至于产生如此强烈演变的内部机理，韩中鹏提到了一个中间量——冰冻圈。

冰冻圈主要包括冰川和冻土。他解释说，在诸如喜马拉雅这样高海拔地区，河流水源主要依靠冰川补给，尤其在上游区域，冰川是最重要的补给水源。

然而，随着气温的升高，冰川开始加速融化，并给河流带来更大的水量。同时，河流周边的冻土也在逐渐退化，这些导致河岸出现不稳定，更多泥沙也会进入河道，使河流更容易侵蚀河岸、改变路径，从而表现出更快、更频繁的活动。

也就是说，冰冻圈的退化成为了连接气候变化与河道动力学响应的关键中间环节。韩中鹏直言，这进一步明确了冰冻圈—河流动力学的耦合关系，也是对气候变暖影响地表过程理论体系的完善。

### 长期的气候变化前哨

除了基础理论方面的突破外，这一发现更具有直接的现实意义与应用价值。

王成善告诉《中国科学报》，大型河流往往是流域内人口的主要水源地，其河流路径和行为的改

---

变，不仅关乎人类栖息地的安全与可持续发展，也影响着水沙资源分布、物质循环过程、河岸稳定性以及生态系统安全。

此外，河道的快速变迁将直接影响沿线岸坡的稳定、洪水风险与下游泥沙淤积。我们的研究成果可为高原铁路、公路，跨境流域水利设施等重大工程提供长期风险评估与规划依据。他说。

更重要的是，河流的变化可作为长期、稳定的气候变化前哨。

韩中鹏解释说，河流变化是一个长期、可持续的过程。比如，珊瑚的白化虽然可以体现气候变暖的趋势，但当气温升高到一定程度，珊瑚全部白化后，其预警作用也就消失了。然而，河道的演变却是不间断的，可以持续记录气候信号，并为全球变化的预测提供新的依据。

气候变暖是一个缓慢的过程，但通过蝴蝶效应的不断传导，其影响却可能十倍、百倍的放大，这也是我们最担心的事情。他说，如果我们要对这些影响进行准确预测，就要结合人工智能，对过去的底层数据进行合乎科学规律的模拟。

我们研究过去40年的变化，最终是为了预判未来。喜马拉雅河流加速演变不是遥远的科学问题，而是关系区域安全与可持续发展的现实挑战。韩中鹏强调。（来源：中国科学报 陈彬）

相关论文信息：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aeh5488>

作者：王成善等 来源：《科学》

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](https://www.iikx.com)转发