
黄土高原人工植树造林和植被自然恢复小流域对比观测研究获系列进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4098.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！

黄土高原人工植树造林和植被自然恢复小流域对比观测研究获系列进展。人工植树造林和植被自然恢复是黄土高原坡面生态治理最主要的措施。近年来，大量的研究表明，黄土高原自1999年以来大规模的植被恢复措施显著改变了地表的物质和能量平衡，如侵蚀泥沙显著减少，流域产水量降低，土壤干燥化加剧，地表反照率和区域气候发生改变。当前，多种证据表明，黄河的水沙情势和黄土高原的生态条件进入一个全新的时期，表现为四大特征：(1)黄河输沙量降低至历史低值水平；(2)黄土高原植被覆盖度急剧增加；(3)黄土高原水资源可持续利用趋近植被恢复的极限；(4)人类活动的贡献率达到前所未有的高度。以上四大特征和历史上任何一个时期都不相同。因此，从科学机理上清晰认识黄土高原长期植被恢复背景下物质和能量平衡的未来变化趋势，辨识自然和人为因素的影响，对于制定科学合理的生态恢复政策和可持续发展模式至关重要。

基于这一重大科学问题和国家需求，近5年来，中国科学院地球环境研究所研究员金钊与黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站合作，以南小河口人工植树造林(杨家沟)和植被自然恢复(董庄沟)对比小流域为研究对象，建设了“中国科学院地球环境研究所南小河口水土保持和生态恢复试验基地”，对长期自然和人为植被恢复模式下小流域的物质和能量平衡进行了连续观测研究，获得系统性进展。两条小流域从1954年开始设置对比，至今已超过60年时间；其中董庄沟进行植被自然恢复(1954)，目前已形成自然草地小流域；杨家沟进行人工植树造林(1954-1958)，目前已形成人工森林小流域。前人研究表明，和天然草地小流域相比，人工造林小流域在前20年(1956-1980)径流量减少了32%；根据最新的观测结果(2016-2018年)，人工造林小流域径流量减少现今已超过90%(图1)，即使在强降雨条件下也很难产生明显的径流。因此，该研究得出结论认为，黄土高原人工造林小流域在长远背景下，将可能彻底抑制地表径流的产生，导致小流域无法形成径流输出，这对黄土高原可持续性的水资源利用将产生较大的负面影响。

由于人工造林极大地改变了小流域的水文过程和水文环境，使得小流域的物质迁移、能量平衡和侵蚀热点也发生了显著改变，包括碳氮循环、土壤水分、温度、蒸散发、地表反照率、侵蚀泥沙等。研究表明，和人工造林小流域相比，草地小流域由于具有更好的水文环境和更高的径流输出，类似于“大浪淘沙”，不断淋洗流域表层可溶性物质，包括碳氮元素等(图2, Jin et al., 2014; Jin et al., 2016)，使得草地小流域发生了更多的横向物质迁移和流动。这一认识拓展了传统生态学(主要关注垂直界面)的学科范畴，将生态-水文-地貌-生物地球化学循环更好地耦合在一起。

有关能量平衡的研究结果表明，人工造林小流域通过改变地表反照率(albedo)和蒸散发(ET)，显著改变了流域地表的能量平衡，但局部地形对能量平衡的影响不可忽视(Jin et al., 2019)。在冬春季节，地形对地表能量的影响起主导作用；夏季，ET增强，植树造林的影响超过地形起主导作用；

秋季，植被的影响减弱，地形的影响逐步增强(图3)。因此，在一年之中，植被和地形对地表能量平衡的影响随着季节的变化此消彼长，互为耦合，这为遥感反演和模型模拟区域尺度地表能量平衡的变化提供了更为精细的认识。

有关长期植被恢复背景下土壤水分补给阈值和补给机制问题，通过高精度降雨-土壤水分观测(10分钟观测一次)，精细分析了每一场降雨入渗到土壤的过程(图4)。研究表明，自然草地小流域，单次或连续降雨量达到9 mm才能入渗到表层土壤(10 cm);而对于高植被覆盖的沟谷森林，降雨量达到14 mm才能有效补给到表层土壤。该研究对清晰认识黄土高原在长期植被恢复背景下，多大的降雨才能入渗到土壤的问题具有重要的指示意义。

有关长期植被恢复背景下小流域产流阈值和控制因素问题，通过降雨、土壤水分和流域产流的长期定位观测和对比分析(图5)，发现小流域产流存在三种模式：(1)高降雨强度和中等的表层土壤含水量;(2)低降雨强度、中等降雨量和较高的深层土壤含水量;(3)土壤含水量较低但降雨量足够大(Jin et al., 2019, prepared)。同时发现，除降雨强度和降雨总量外，前期土壤含水量在流域产流中起着至关重要的作用。研究结果对清晰认识黄土高原长期植被恢复背景下小流域的产流条件和受控因素具有重要的指示意义。

图1 2016-2018年人工植树造林和植被自然恢复小流域径流量的差异

图3 人工植树造林和植被自然恢复小流域不同季节(春、夏、秋、冬)和不同地形(坡面和沟谷)条件下土壤温度的变化

图4 人工植树造林和植被自然恢复小流域不同地形(坡面和沟谷)条件下高精度降雨-土壤水分响应分析

图5 人工植树造林和植被自然恢复小流域降雨、土壤水分和流域产流对比分析

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