

丘陵山地土壤水-氮耦合优化模拟研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8074.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！

东南丘陵山地农业综合开发导致土地利用/覆被变化剧烈，从而改变了土壤水文过程，加剧了面源氮素的排放，成为流域水体富营养化的重要诱因之一。精确模拟不同土地利用覆被类型面源氮素输移循环过程并计算其排放通量，是评估土地利用/覆被变化生态环境效应的重要基础。众所周知，模型参数和模型结构不确定性是模拟误差的重要来源；而面源氮素输移循环受土壤水文与生物地球化学的共同作用。因此，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员朱青课题组基于土壤水文的视角，从模型参数和结构两个方面，在丘陵山地土壤水-氮耦合优化模拟中取得进展：

(1) 开发了一系列土壤水力参数提取方法，提升了土壤水、氮输移循环模拟的精度。土壤水力性质（如导水率、田间持水量、凋萎系数等）是氮素输移循环模型中对土壤水文过程的概化，也是最为敏感的参数之一。但其获取困难，不确定性大，严重制约了模拟精度。土壤水力参数一般通过土壤水分特征曲线或土壤转换函数来提取。在土壤水分特征曲线优化方面，针对东南丘陵区土壤砾石含量高的特点，引入多峰持水函数，分别描述土壤和砾石持水性，构建适用于高砾石土壤的水分特征曲线函数（图1）；同时，针对传统土壤水分特征曲线函数难以完整刻画“湿润-干旱”过程且忽略入渗过程滞后效应的特点，通过耦合适用于湿润状况的Van Genuchten模型与干旱状况的Wang模型而构建完整描述土壤水分特征曲线函数，并改进Jensen函数以刻画从干到湿的滞后过程，显著提升了导水率提取的精度。在土壤转换函数方面，针对现有土壤转换函数繁多且区域适用性不同的问题，引入集合预报方法，集成不同类型的土壤转换函数，提升了土壤水力参数的预测精度。将这一系列土壤水力参数的优化提取方法集成到现有的土壤水文（Hydrus）和生物地球化学模型（如DNDC和DayCent）中，显著降低了模型的误差。

(2) 发展了土壤水文与生物地球化学的耦合模拟方法。氮素输移循环受土壤水文与生物地球化学的共同作用。但主流土壤水文模型的生物地球化学过程薄弱，而生物地球化学模型则相反，限制了模拟的精度。研究基于氮素淋失公式，构建了Hydrus-3D和DNDC的耦合模拟平台（图2）。该耦合模型将Hydrus-3D的土壤水文输出模块替换掉DNDC模型中原本的土壤水文模块，更加精确地刻画土壤水分运动通量（四个验证样点壤中流通量模拟的RMSE降为原来的25%-70%）。相较于新模型的开发，更加经济、简便地解决了传统生物地球化学模型中土壤水文过程薄弱的问题，极大增强了模型模拟结果的可靠性。此外，研究在耦合模型中改进氮素流失的土壤含水量阈值。传统模型中壤中流和氮素流失在土壤达到饱和或田间持水量时发生。通过长期野外定位监测发现，坡面氮素流失的土壤含水量阈值（如茶园坡面为17%）并不是饱和含水量或田间持水量，而是土壤水分特征曲线的拐点（如图1中实测数据的拐点）。基于该发现，改进了耦合模型中壤中产流的计算方法，提升了壤中产流和氮素迁移通量的模拟精度。

该研究成果近年来在*Journal of Hydrology*、*European Journal of Soil Science*、*Journal of Geophysical Research* 等期刊发表。

论文链接：[123456789](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234567)

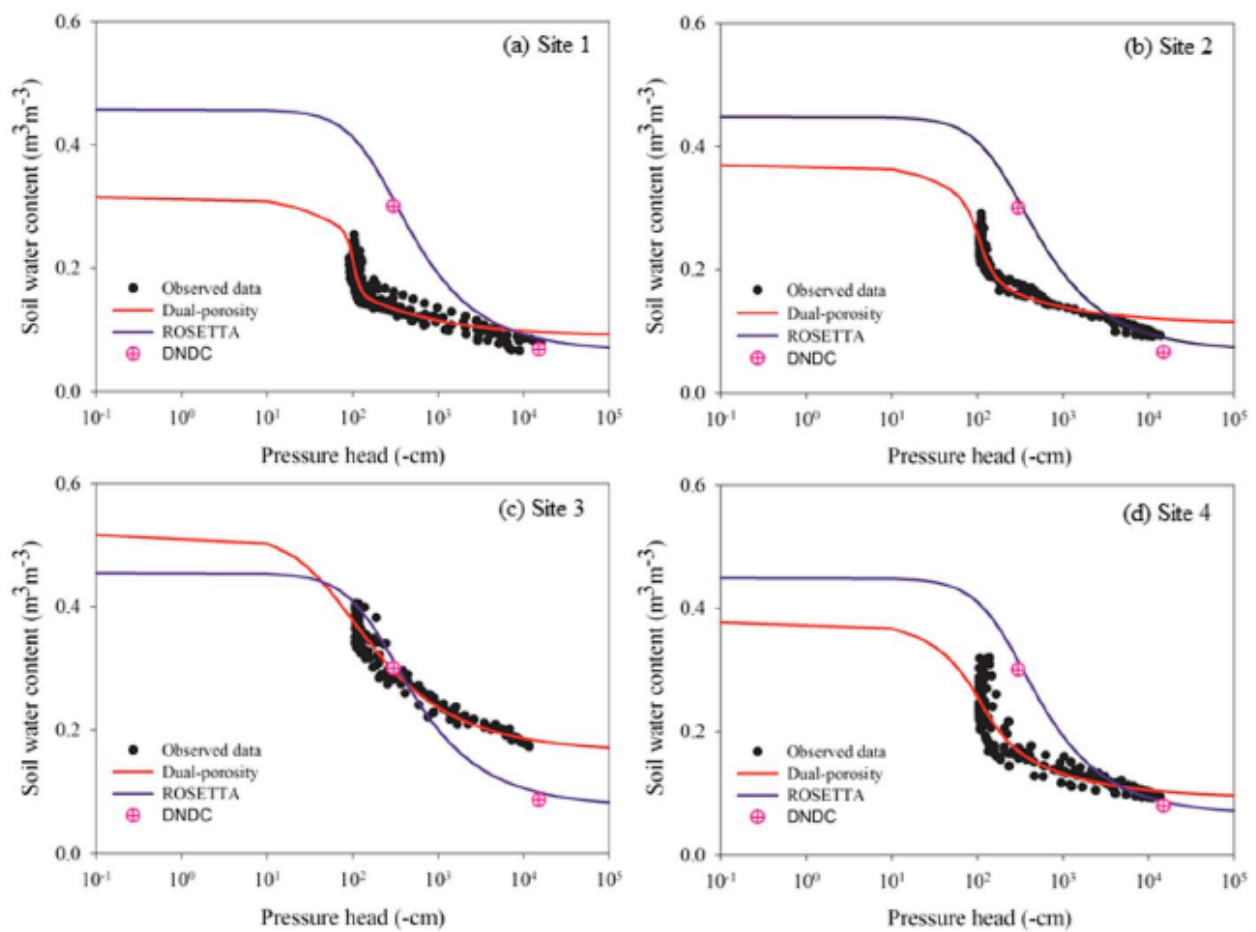


图1 实测土壤水分-基质势与多峰持水函数 (Dual-porosity)、ROSETTA土壤转换函数和DNDC模型自带土壤转换函数拟合结果的对比

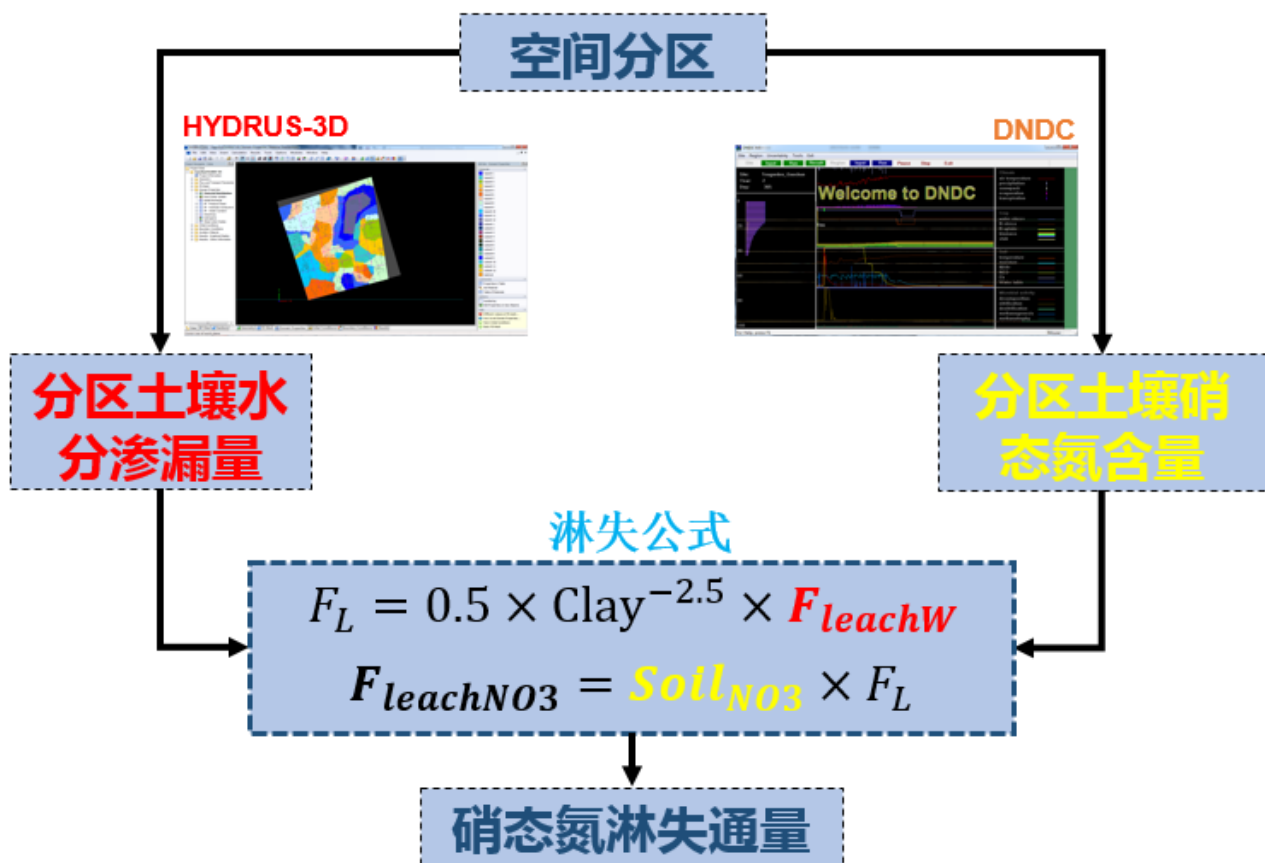


图2 坡面土壤水文与氮生物地球化学模型耦合方案

研究团队单位：南京地理与湖泊研究所

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](https://www.iikx.com)转发