

基于地球观测量化干热复合极端事件对农业和水资源的影响

在全球持续变暖背景下，热浪和干旱等水文气候极端事件的发生频率和强度不断增加。尤其是复合高温干旱极端事件在近几十年显著增加，对农业生产和水资源安全构成日益严峻的挑战。AgriWATER 项目基于地球观测（EO）数据与模型方法，致力于在欧洲和中国范围内识别此类复合极端事件并量化其影响。目前，项目在以下三个方面取得了阶段性进展。

首先，我们通过融合卫星观测、再分析数据和地面观测，构建了复合高温干旱极端事件的识别框架，实现了对过去二十年极端事件时空分布特征及主要驱动机制的一致性分析。相关研究同时表明，基于 EO 产品和模型的陆-气耦合仍存在较大不确定性，这直接影响对复合极端事件的识别能力。其次，我们定量评估了这些极端事件对主要农作区农业生产和水资源的影响。通过将土壤水分、蒸散发、植被指标等 EO 变量与机器学习方法及基于过程的水文和作物模型相结合，提高了对复合胁迫条件下作物减产和水分亏缺的估计精度。最新研究表明，在许多地区，土壤热极端增强速度快于大气热极端，反映出干旱条件下陆-气反馈的增强。此外，长期作物数据分析显示，气候因素，特别是降水亏缺，在作物产量变异中的作用不断增强，这与复合高温干旱极端风险上升的趋势一致。第三，项目探索了降低农业水系统脆弱性的适应策略。通过情景分析评估不同管理措施在气候变率增强背景下的潜在效果，为优化水资源配置和农业管理提供了支持。

项目的中欧合作紧密且富有成效，包括联合数据分析、模型开发以及持续的学术交流。青年学者在项目中发挥了重要作用，围绕核心科学问题开展研究，包括提升对陆-气耦合不确定性的认识、基于全球地面观测网络分析土壤热极端、量化气候驱动的作物产量变化机制，以及结合卫星观测约束地下热储变化。这些工作已在包括《Science Advances》在内的高水平期刊发表，并产出硕士论文，同时开展了在欧洲合作单位的联合博士培养。此外，中方团队赴 Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ 的交流访问也进一步促进了双方合作。