

融合多源数据哥白尼-中国对地观测数据分析

全球粮食安全的驱动因素

Wenjiang Huang, Stefano Pignatti, Giovanni Laneve, Raffaele Casa, Rossi Francesco, Guijun Yang, Hao Yang, Zhenhai Li and Biyao Zhang

气候变化与人类活动日益威胁粮食安全与质量，亟需先进的监测与分析手段。“龙计划”6期项目（编号95250）旨在评估中欧对地观测数据协同应用在获取土壤与作物关键参数中的有效性，并围绕农业生产优化与生态可持续发展，构建了植被定量遥感监测技术体系。主要成果包括植被理化参数反演、土壤属性遥感评估、作物产量预测及农林草病虫害遥感测报。

在土壤研究方面，项目评估了可见光与热红外数据协同反演土壤质地与属性的效果，面向未来ESA（CHIME、LSTM）及NASA（SBG、SBG-TIR）任务开展方法预研。当前PRISMA、EnMAP等卫星虽具备土壤监测能力，但热红外（TIR）谱段利用不足，且按需成像与机载数据（HYTES）覆盖有限，难以实现可见光与热红外的同步观测。而未来CHIME（幅宽130 km，重访11天）与LSTM（幅宽670 km，重访2天）将显著提升联合观测能力。

研究以意大利波河谷约兰达迪萨沃亚（44.87° N, 11.97° E）为示范区，该地土壤因古河道等历史演变呈现高度异质性。整合2020—2025年PRISMA、EnMAP时间序列及2023年HYTES机载数据，结合野外实测与VSWIR（0.4 - 2.5 μm ）、LWIR（7.5 - 11.6 μm ）光谱，采用高斯过程回归（GPR）和偏最小二乘回归（PLSR）等机器学习方法，构建土壤属性反演模型。结果表明：基于VSWIR时序预测土壤有机碳（SOC）的RMSE为2.79， $R^2=0.54$ ，RPD=1.47；基于LWIR的RMSE为1.22， $R^2=0.54$ ，RPD=1.42。后续将聚焦VSWIR与LWIR联合，模拟CHIME-LSTM串联应用。

中国方面，针对小麦籽粒蛋白质含量（GPC）信息需求迫切、数据缺乏的问题，研究整合ERA5/MODIS多源数据与分层线性模型（HLM），研制了首个500米分辨率、覆盖中国冬小麦主产区的长时序GPC数据集CNWheatGPC-500（2008—2019年），可免费获取（<https://doi.org/10.5281/zenodo.10066544>），为小麦生产与质量控制提供支撑。

作物病虫害测报方面，基于 PRISMA 高光谱影像构建了玉米和小麦锈病监测模型，利用 NDVI、SIPI、PRI、PSRI、MSRI 等植被指数建立病害感染指数(DI)。沙漠蝗虫方面，提出了索马里—埃塞俄比亚—肯尼亚地区的动态风险预测方法，开展月度预测实验，提取高、中、低风险区，总体精度达 77.46%，可提前 16 天实现逐日动态预警，支持地面预防决策。

此外，建立了松材线虫病与草原蝗虫的遥感监测与风险评估方法。松材线虫病监测中，提出了双时相变化检测方法，有效减少复杂景观下的变色木误判，显著提升用户精度。草原蝗虫研究以内蒙古锡林郭勒盟两种草原类型为对象，建立潜在栖息地遥感监测模型，发现最适宜区分布于草甸草原南部及典型草原东部和南部；卵期土壤温度、植被类型、土壤类型及若虫期降水量均为显著影响因子。