

基于中欧光学遥感数据的植被参数反演以及长势 和病虫害监测预测研究

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

在龙计划 5 的执行期内,本项目以农业生产优化和生态环境可持续发展为目标,完成了植被定量遥感监测技术构建和产品研发。主要研究成果包括植被理化参数的遥感反演、表层土壤属性的遥感评估、作物产量预测和农林草病虫害的遥感测报,所用到的遥感数据包括非成像高光谱数据和 Sentinel-2、GF-1/2/5、PRISMA 等卫星影像数据,项目的地面实验在意大利 Jolanda 和 Maccarese 农场、东非中部地区和中国河北、湖北、内蒙古等地区。

在农作物生物物理参数的反演研究中,我们利用了当前可用的高光谱卫星(即 PRISMA 和 ENMAP)。我们通过根据植被覆盖度的增加(基于 NDVI 类别)确定系数来实现 Ross-Li BRDF 校正。结果表明,由于高光谱影像幅宽较小(如 30km),即使采集几何形状影响反演质量,影响也很小,不需要进行 BRDF 校正。在反演算法优化方面,我们对在意大利 Jolanda 和 Maccarese 测试站点获取的 PRISMA 图像采用耦合多种方法以反演结构参数和色素,目前我们已经在 15 个主成分频段上实施了 GPR MLR 算法,用于正在进行的和进一步的高光谱卫星(即 PRISMA、ENMAP 和 CHIME)。此外,我们采用域适应技术来考虑数据中的非线性效应克服模拟 RTM 光谱的大数据集与真实 HYP 数据(即 PRISMA、ENMAP 和 GF-5)之间的差异。

农作物状况也取决于土壤肥力,我们以中国北方曲周县为研究区,采用不同机器学习算法研究了 PRISMA 和 Sentinel-2 卫星图像反演表层土壤特性的适用性,包括土壤有机质、氮、磷、钾等元素。结果表明,性能最佳的算法是用于估计氮含量的支持向量回归(RMSE=0.13, R²=0.58, RPD=1.56),用于估计可用磷含量的随机森林方法(RMSE=4.70, R²=0.60), RPD=1.58)和可用钾含量的方法(RMSE=24.59, R²=0.59, RPD=1.37)。该研究揭示了新型高光谱传感器在实际测试案例中预测土壤养分的潜力。

在中国,由于食品消费市场需求的不断增长和国际市场竞争的加剧,对小麦

籽粒蛋白质含量 (GPC) 准确和实时信息的需求变得越来越迫切。为了应对这一挑战和数据缺口, 本研究通过整合 ERA5/MODIS 多源数据和分层线性模型 (HLM), 研制了中国第一个 500 米空间分辨率的 GPC 数据集 (CNWheatGPC-500), 该数据集覆盖中国冬小麦的主要种植区, 时间范围跨越 2008-2019 年 12 个年度。CNWheatGPC-500 为提高小麦产量、加强质量控制和支持农业部门的决策提供了宝贵的数据支持。CNWheatGPC-500 产品可在 <https://doi.org/10.5281/zenodo.10066544> 免费获取。

在农作物病虫害遥感测报方面, 本项目基于 PRISMA 卫星影像建立了玉米和小麦锈病的监测模型。多个基于 PRISMA 卫星波段反演的植被指数 (NDVI、SIPI、PRI、PSRI、MSR) 被用来构建病害感染指数 Diseases Infection Index (DI)。对于沙漠蝗虫, 我们提出了一种在索马里-埃塞俄比亚-肯尼亚地区进行沙漠蝗虫出现风险动态预测的方法。我们持续开展了月度预测实验, 提取了研究区域沙漠蝗虫发生的高、中、低风险区域。结果表明, 模型的总体精度为 77.46%, 能够提前 16 天进行沙漠蝗虫风险的日常动态预测, 为沙漠蝗虫的预防控制提供了早期预警和决策支持。

此外, 本项目建立了松材线虫病和草原蝗虫的遥感监测和风险评估方法。对于松材线虫病监测, 我们提出了一种双时相变化检测方法以减少复杂观测场景下变色木识别中的误检。结果表明, 该方法可以有效地区分变色木和其他容易混淆的目标, 与单时相图像分类相比显着提高了用户精度。对于草原蝗虫, 以中国内蒙古自治区锡林郭勒盟的两种草原类型为研究对象, 建立了草原蝗虫潜在栖息地遥感监测模型。结果表明, 最适宜和适度适宜的地区主要分布在草地草原南部和典型草原的东部和南部, 卵期的土壤温度、植被类型、土壤类型以及若虫期的降水量在草地和典型草原中都是显著的影响因素。

综上, 截止到龙计划 5 期的最后一年, 项目的执行进度与计划一致, 大部分活动都取得了较好的成果。此外, 项目组的一些学者正在利用双方合作获得的数据进行科学研究。