

# 基于中欧光学遥感数据的作物参数反演和病虫害测报研究

Huang W., Yang G., Yang H., Pignatti S., Casa R., Laneve G.

本项目执行期的前三年主要聚焦于植被理化参数的遥感反演、表层土壤属性的遥感评估、作物产量预测和作物病虫害的遥感测报，所用到的遥感数据包括非成像高光谱数据和 Sentinel-2、GF-1、PRISMA 等卫星影像数据，项目的地面实验在意大利中部的 Maccarese 农场、东非中部地区和中国曲周县的实验农场开展，主要科研成果如下。

在植被理化参数反演方面，本项目主要在意大利中部和东部地区获取了地面植被理化参数观测数据，尝试利用 PRISMA 和 ENMAP EO 等高光谱遥感数据反演与等效水厚度(EWT)有关的生物物理参数。具体来说，项目尝试通过应用 Beer-Lambert 定律在 940-1100nm 范围内的约束最小化程序来推导出以厘米为单位的光学叶片活性水层，进而反演 EWT。最后将使用约束最小化程序反演到的 EWT 与使用混合方法（即辐射模拟和机器学习回归）反演得到的 EWT 进行对比分析。

对于表层土壤属性的反演，本项目以河北省邯郸市和中国东北地区的调查数据为基础，利用不同的机器学习算法和光谱预处理方法，探索了 PRISMA 和 Sentinel-2 影像在土壤有机质、氮、磷、钾和 pH 等属性方面的反演效果。结果表明使用 PRISMA 数据反演得到的土壤属性相比使用 Sentinel-2 数据拥有更高的精度。

在作物产量预测方面，本项目基于半机械模型（分层线性模型，HLM）生产了 2016-2021 年空间分辨率为 30 米的中国冬小麦主产省产量预测数据集（ChinaWheatYield30m）。研究主要基于小麦生长状况和气象因素构建产量预测模型，使用的数据为 Google Earth Engine (GEE) 平台的 Landsat 8、Sentinel-2 和 ERA5 数据，基于地面调查数据的验证结果显示 HLM 模型性能稳定， $r$  为 0.81\*\*，nRMSE 为 12.59%。ChinaWheatYield30m 数据集与现场测量数据和普查数据高度一致， $r$  (nRMSE) 为 0.72\*\* (15.34%) 和 0.73\*\* (19.41%)。由于具有较高的空间分辨率和精度，ChinaWheatYield30m 是一个有价值的数据集，可以支持许多应用，包括作物生产模型构建和区域气候评估。

在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)。DI 在实际应用中被分为四个等级，包括健康 ( $DI \leq 5\%$ )、轻微感染 ( $5 < DI \leq 20\%$ )、中度感染 ( $20 < DI \leq 50\%$ ) 和严重感染 ( $DI > 50\%$ )。

此外，本项目建立了草原蝗虫和沙漠蝗虫的遥感风险评估方法。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，采用 MaxEnt 和多源遥感数据相结合的方法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。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。我们进行了从 2020 年 2 月到 12 月的每月预测实验，并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。

综上，截止到龙计划 5 的第三年，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。