

## 初始化评估地面数据和辐射传输模型 (RTM) 以验证 VAL4VEG 项目框架中的植被生物物理变量

Jadu Dash<sup>1</sup>, 龚龔<sup>2</sup>, 张永军<sup>2</sup>, Harry Morris<sup>1</sup>, 唐虎<sup>2</sup>, 郭雪蕊<sup>1</sup>, Gareth Roberts<sup>1</sup>, Booker Ogutu<sup>1</sup>, Luke Brown<sup>1</sup>, 李彦胜<sup>2</sup>, Rosalinda Morrone<sup>3</sup>, Niall Origo<sup>3</sup>, 张洪艳<sup>4</sup>

<sup>1</sup>南安普敦大学地理与环境科学学院, 英国, 南安普顿

<sup>2</sup>武汉大学遥感信息工程学院, 中国, 武汉

<sup>3</sup>国家物理实验室地球观测气候与光学组, 英国, 特丁顿, 汉普顿路

<sup>4</sup>武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 中国, 武汉

植被冠层特征是植物生长状况的基本指标, 其中最常见的两个指标是叶面积指数 (LAI) 和叶绿素含量 (LCC)。它们决定了植被对于太阳辐射的拦截和吸收率, 从而意味着植物的生产力和产量。它们也是一些生态和作物模型的两个主要驱动变量, 可以为精准农业提供实际指导, 并帮助监测陆地环境的状态和功能。这种生物物理产品可以通过表面反射率从光学地球观测数据集中间接估算出来。然而, 来自不同卫星的无损估计具有不同的空间和光谱分辨率, 因此, 对于这些生物物理产品参数的验证以及改进植被生物物理特性的遥感表征, 对于确保它们满足特定应用的要求非常重要。UAV4VAL 项目的目标是评估无人机作为验证非计量表面反射率和植被生物物理产品 (如 LAI) 的参考数据来源的能力, 主要是针对欧洲的 Sentinel-2 和中国的高分 6 号任务。

在第一年, 我们的研究集中于从 Sentinel-2 和 GF6 数据中反演 LAI 产品, 并通过实地采集的 LAI 和无人机影像进行验证。我们于 2020 年 10 月 31 日在中国太子山 (30.916° N, 112.866° E) 收集了 17 个地面 LAI 测量值, 并收集了同期的 GF6 和 Sentinel-2 图像。本研究通过 LAI-2200C 植物冠层分析仪和数字半球形摄影来获取地面 LAI, 无人机影像是由多光谱相机收集而来, 包含 5 个波段。为了评估 UAV 影像是否能很好地弥补地面测量和卫星图像之间的尺度差距, 我们首先通过构建地面 LAI 和 UAV 植被指数 (VI) 之间的回归模型, 生成无人机 LAI 验证产品。其次, 我们使用 SNAP 生成了 Sentinel-2 卫星 LAI 产品, 并在 GF6 上应用了类似的混合 LAI 反演过程, 混合 LAI 反演方法结合了物理方法的准确性优势以及非参数回归算法的灵活性优势。最后, 我们在 Sentinel-2 影像上

比较了传统的利用地面 LAI 验证和使用无人机 LAI 产品的验证方法。

研究表明，大气阻抗植被指数（ARVI）是无人机 LAI 产品反演的最佳 VI， $R^2$  为 0.66，RMSE 为 1.00。使用无人机 LAI 影像对 Sentinel-2 LAI 产品的验证优于传统的地面验证。UAV 对于 Sentinel-2 的 LAI 产品验证的 RMSE 为 1.566，MAE 为 1.238，而基于地面 LAI 验证的 RMSE 和 MAE 更高，分别为 2.17 和 1.61。GF6 反演的 LAI 产品的地面验证结果也较差，和地面实测 LAI 之间的  $R^2$  较低，仅为 0.1-0.15，RMSE 较高，为 1.4-1.6。然而，研究地区的 GF6 影像受云的影响很大，由 GF6 反演而来的 LAI 是否准确仍需进一步探索。此外，本研究还基于 PROSAIL 模拟数据集对 NDVI、MTCI 和 MCARI 植被指数（VIs）进行了敏感性测试。结果表明，MTCI 与冠层叶绿素含量（CCC）的相关性最高，在无人机传感器上为 0.8577，在 GF6 传感器上为 0.8493。MTCI 将被用于后续的叶绿素反演。下一步将重点关注英国站点的生物物理参数和 UAV 图像采集，并比较 GF6 和 Sentinel-2 的 LAI 反演结果。