

CEFO（中国-欧空局森林观测）项目第一年进展

庞勇^{1,2}，英文^{1,2}，Jacqueline Rosette³，Juan Suárez⁴，李增元^{1,2}，梁晓军^{1,2}，余涛^{1,2}，蒙诗栋^{1,2}，闫明^{1,2}

1. 中国林业科学研究院资源信息研究所，北京 100091；

2. 国家林业和草原局林业遥感与信息技术重点实验室，北京 100091；

3 Global Environmental Modelling and Earth Observation, Department of Geography, Swansea University, Swansea SA2 8PP, UK

4 Forest Research, Northern Research Station, Roslin, Midlothian EH25 9SY, Scotland, UK

摘要：

该合作项目结合中国和英国的地面调查和航空遥感数据，对中国空间局、欧空局和美国航天局的新型卫星传感器产品进行验证和校准，并在两国分别开展相应地森林清查、评估和监测等林业应用工作。

中国实验区位于云南省普洱市的亚热带林区，对应的普洱航空遥感实验于2020年12月开展。普洱航空遥感实验采用中国林业科学研究院的两套航空遥感观测系统（Chinese Academy of Forestry's Airborne Observation Systems, CAF-AOS），获取了约900 km²的多传感器航空遥感数据集。具体数据和指标为：激光雷达的平均点云密度为1.5 pts/m²；高光谱数据的光谱覆盖范围400-990 nm，具有125个波段，空间分辨率为2 m；； CCD影像的空间分辨率为0.5 m；中波红外和长波红外影像的空间分辨率分别为1.87 m和0.85 m。此外，在飞行期间还进行了100个森林样地调查及其他类型的地面调查，包括：土地利用/土地覆盖（LULC）类型地面点、叶面积指数（LAI）、土壤湿度和叶绿素含量等。这些高质量的机载和地面观测数据将有力支撑高分辨率卫星遥感产品的验证工作。

英国实验区位于Scotland的Aberfoyle科研实验林、Loch Lomond以及Trossachs国家公园。实验于2019年10月至11月分别开展，主要进行了森林样地、结构调查和无人机遥感观测，更多的野外数据采集工作计划将于2021年夏季开展。所选研究区的森林主要为人工针叶林，也有一些本地的阔叶树种，其中针叶人工林中西卡云杉（60%）、苏格兰松、日本落叶松和挪威云杉占多数。利用手持激光雷达扫描仪对产量评估和风倒风险建模的监测样地做了扫描观测，以更好地计算冠层结构和株数密度。采用无人机RGB相机对研究区样地进行数据采集，并利用运动结构（SfM）分析算法三维重建森林冠层。此外，于2021年4月在Aberfoyle科研实验林航空采集了机载激光雷达数据，与2002、2006和2012年的数据一同构建了该研究区的多时序数据集。所有采集的地面和航空调查数据构成了一套基准实验数据集，持续地用于卫星影像的校准和验证。Scotland实验的主要目标：创造更优质、更密集的森林资源清查产品；改进森林生长模型、获得更准确的产量预估系统。

米级空间分辨率的机载高光谱影像和厘米级的无人机多光谱数据可以通过窄波段信息反映森林的冠层结构、监测森林生理状况，在森林健康监测、森林类型/树种识别等应用方面具有很大的潜力。首先，将机载高光谱影像反射率产品与高分1/2/6和Sentinel-2卫星遥感产品进行定量比较；然后，利用Google earth Engine(GEE)平台生产的空间分辨率为10 m或20 m的Sentinel-2合成影像对森林类型/树种进行分类，训练样本数据则是基于目前已公布的几个土地覆盖产品自动拾取；利用随机森林分类器对合成影像进行森林类型/树种的分类。最后，森林类型/树种的分类结果将使用LULC的地面真实数据和地块信息进行验证、评估和进一步分析。

同时，结合机载激光雷达数据和无人机SfM数据，从地形和森林参数角度评估利用高分-7、GEDI和ICESat-2等星载激光雷达数据提取森林垂直结构信息的算法潜力。