

## ID. 59257: 服务于森林可持续经营的基于卫星数据融合的森林参数与毁林制图

欧洲 PI: Johan Fransson 博士, 瑞典农业科学大学森林资源管理系

中国 PI: 张晓丽 教授, 北京林业大学, 中国

森林在地球生态系统中起着至关重要的作用, 并对环境产生强烈的影响。在全球气候变化的威胁下, 遥感技术为更好地了解森林生态系统、早期发现森林疾病以及快速和持续监测森林灾害提供了信息。本项目涉及生态系统专题, 并涵盖子专题森林质量参数的协同估计和森林灾害监测。目的是研究和探索遥感技术在森林的应用, 特别是在卫星图像、激光扫描和高光谱无人机图像的数据融合。研究内容主要包括树种分类、森林参数估计和森林虫害检测。

### 1. 本年度开展的工作:

#### (1) 卫星数据:

申请并获取了 ESA、哥白尼哨兵和中国 EO 数据, 例如 RADARSAT-2, SPOT, WorldView, 哨兵和高分系列数据, 同时结合高光谱数据、ALS 数据开展相关研究。中国研究区域的卫星图像为:

- RADARSAT-2, 总共两景数据。分别覆盖辽宁抚顺县和清源县。
- SPOT, 总共两景数据。一景覆盖内蒙古旺业甸, 一景覆盖广西高峰林场。
- Sentinel-1, 2019 - 2020 年覆盖内蒙古旺业甸的时间序列数据。
- Sentinel-2, 2019 - 2020 年覆盖内蒙古旺业甸的无云时间序列数据。
- 高分 2 号, 2020 年覆盖广西高峰的两景数据。

瑞典研究区域的卫星图像为:

- Sentinel-2, 2018 - 2021 年覆盖瑞典雷姆宁斯托普的时间序列无云数据。
- RADARSAT-2, 覆盖瑞典雷姆宁斯托普的 2020 年一景, 2021 年夏天的一景。

- Pleiades, 一景覆盖瑞典雷宁斯托普的影像(2021 年 4 月 29 日)。

#### (2) 调查数据:

- 在中国广西南宁进行了一次森林参数的野外调查, 获得了胸径(大于 5cm)、树高、枝下高、环境参数和样地坐标等参数。

- 对辽宁省抚顺市松材线虫受害森林进行了野外调查, 采集了不同阶段的

受害木和健康树木的光谱信息。

- 更新了雷宁斯托普研究区样地的森林信息，注意到林分水平的森林经营信息。之前使用了相同的 Sentinel-1 和 Sentinel-2 数据的样地进行树种分析。

- 2021 年在雷宁斯托普进行了控制实验。在 24 个地块上放置了费洛蒙分发器，预计树皮甲虫会攻击大约 180 棵树。将记录 2021 年 4 月至 2021 年 6 月期间的虫害过程。

### (3) 技术进展：

- 树种分类部分，利用无人机高光谱数据，提出了一种改进的原型网络 (IPrNet) 和一种新的原型网络结合注意力机制的 CBAM-P-Net 模型两个深度学习模型，在中国南方地区对八个主要树种得到较好的分类结果。

- 对于高度、生物量等森林参数，结合 ZY-3 立体图像和 DEM 自动提取高分辨率空间连续的树高产品。此外，利用获得的树高产品结合 Sentinel-2 数据，得到森林地上生物量分布图。

- 在森林生物干扰检测部分，研究了松树线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*)、油松毛虫(*D. tabulaeformis*)和欧洲云杉树皮甲虫(*Ips typographus* [L.]) 3 种森林昆虫危害检测方法。

针对油松毛虫，提出了一种基于无人机高光谱图像与数字图像相结合的光谱空间分类框架，以实现更详细的分类和受害木树冠的自动提取；对于松材线虫，分析了山东威海和辽宁抚顺 3 种乔木(油松、红松和油松)在不同敏感阶段的光谱特征，探讨了植物在胁迫下的光谱响应特征；对于云杉树皮甲虫，我们在 2018 年和 2019 年一直在开发利用 Sentinel-2 图像检测虫害的算法。

## 2. 下一年度计划：

### (1) 数据获取：

计划申请覆盖中国旺业甸和威海的 TanDEM 数据，以及覆盖安徽、抚顺和旺业甸的 WorldView-3 数据。

2021 年 5 月订购了覆盖雷宁斯托普 WorldView-2 和 WorldView-3 的数据各一景。计划还将在 9 月获得一景 RADARSAT-2 图像，并在 2021-2022 年冬季获得一到两幅 RADARSAT-2 图像。

### (2) 研究内容：

- 在树种分类方面, 将获取 WorldView-3 和 Sentinel-2 图像在中国南方进行重复实验, 并进一步分析基于深度学习模型的树种分类。在雷宁斯托普研究区域, 由于 WorldView-3 图像的分辨率更高, 计划针对单个树木进行分析。

- 在森林参数部分, 结合 Sentinel-1 SAR 数据进行生物量估算, 结合卫星图像和 LiDAR 数据进行树冠提取。

- 使用 RADARSAT-2 图像开发森林生物量变化检测方法。

- 对于森林昆虫危害检测, 将研究基于不同阶段光谱特征结合遥感数据对松材线虫的早期检测。对于云杉树皮甲虫, 将获取 WorldView-3 图像和 2021 年对照实验的现场数据, 并将研究使用 WorldView-3 图像的早期检测。

### (3) 合作计划:

BJU 和 SLU 两个团队在森林遥感方面有着相似的兴趣, 开展了相似的项目, 并计划未来在科研方面进行更多的交流和合作。项目年度研讨会计划于 2021 年 6 月至 2024 年 6 月举行, 并将在联合研究和出版方面进行合作。北京林业大学的李霓雯博士将于 2021 年 8 月至 2022 年 7 月赴瑞典农业大学进行研究交流。我们正在考虑来年增加博士生交流。此外, 双方研究人员每月进行科学交流和讨论。