

2023 年度自然资源科技进步奖提名项目公示

项目名称	高光谱激光雷达成像系统及核心关键技术
推荐单位	中国测绘学会摄影测量与遥感专业委员会
主要完成人	龚威、史硕、吴德成、廖梅松、刘正军、刘东、陈一铭、王天行、陈振威、杨健、杜霖、孙嘉、陈抗抗、李小路、斯林
主要完成单位	武汉大学、中国科学院合肥物质科学研究院、中国科学院上海光学精密机械研究所、中国测绘科学研究院、中国科学院精密测量科学与技术创新研究院、中国地质大学（武汉）、武汉安扬激光技术股份有限公司、北京航空航天大学、中国林业科学研究院资源信息研究所

成果基本情况：

项目面向“实景三维”乃至“实体三维”发展的现实性需求，针对现有测绘地理信息感知手段难以高效、高精度同步获取和处理实体三维几何与目标物性信息的瓶颈问题，在国际上率先提出了高光谱 - 高空间分辨一体化同步获取的主动式高光谱激光雷达技术方案，创建了高光谱激光雷达理论体系，突破激光主动探测的、地物光谱与三维一体化成像探测的关键技术，研发了地基、机载高光谱激光雷达成像系统，并首次实现了机载高光谱激光雷达系统的飞行验证，成功开展了测绘、农林业等示范应用，产生了良好的社会和经济效益，奠定了我国在该领域的国际领先地位。

推荐意见：

遥感测绘事关国家安全、国计民生，是欧美试图对我国“卡脖子”的技术领域。在现代空间信息的各种应用需求中，如战场环境监测、应急响应减灾、手机应用出行等场景，都亟需遥感测绘技术提供实时、高精度服务和响应。但目前的遥感测绘手段难以满足环境感知对于实时高精度服务的迫切需求。因此，项目组在国际上率先提出了三维成像高光谱激光雷达的构想，围绕“理论体系构建-关键技术攻克-系统集成应用”开展了“从无到有”全链路创新，在国际上率先成功研制了可直接扫描三维成像的地基多光谱激光雷达、地基/机载高光谱激光雷达，引领了该技术各个关键阶段的发展。完成全球首飞验证，并率先在测绘、农林业等领域开展了示范应用，引领了激光雷达技术从“单波长”到“高光谱”的飞跃，推动了遥感硬件技术由“跟跑”到“国际引领”的转变。

成果简介：

项目组在国家自然科学基金、国家 863 计划、973 计划、重点研发计划等重大项目支持下，围绕“理论体系构建-关键技术攻克-系统集成应用”开展了“从无到有”全链路创新，在国际上率先成功研制了可直接扫描三维成像的地基多光谱激光雷达、地基及机载高光谱激光雷达，引领了该技术各个关键阶段的发展。完成全球首飞验证，并率先开展了行业示范应用，奠定了我国在该领域的国际领先地位。主要技术内容：

(1) 攻克了可见光波段能量优化的超连续谱激光技术，实现了 400nm - 900nm 高能量、高稳定的宽谱激光输出，将单脉冲能量比现有国际同类技术指标提高了 10 倍，解决了高光谱激光雷达远距离探测激光能量弱及宽谱激光短波光谱覆盖不足难题。

(2) 突破了光纤阵列焦面分光高光谱三维成像探测、海量波形数据在线高速采集和传输存储等技术，提升了激光雷达光谱探测能力，解决了多通道高光谱、高空间分辨信息同步获取难题，实现了超连续光谱下 56 个谱段的高速同步全波形探测。

(3) 构建了多通道互联优化波形解译、空谱一体四维点云数据特征融合与重构方法，攻克了时空谱一体化激光点云数据表达、处理、建模与应用难题，提升了高光谱激光雷达对复杂场景下目标分类识别、参数垂直反演和几何建模的应用能力。

(4) 提出并发展了主动式激光光谱与空间四维高分辨一体化成像新机制，建立了超连续激光高光谱雷达成像探测技术理论体系，在国际上率先成功研制机载高光谱激光雷达样机，在谱段探测数量、探测距离等系统核心性能指标方面国际领先。

客观评价：

项目成功研制高光谱激光雷达，各项指标经国际认证第三方检测机构测试验证，光谱覆盖范围、光谱分辨率、探测距离、测距分辨率等核心指标经安徽省电子产品监督检验所检测。国家重点研发计划项目综合绩效评价专家组评价：“项目在国际上率先成功研制机载高光谱激光雷达，其光谱探测数量、探测距离核心性能指标国际领先”。中国测绘学会组织的由杨元喜、李建成等院士组成的鉴定委员会评价：“超连续激光高光谱雷达系统探测能力及性能指标处于国际领先水平”。

主要知识产权和标准规范等目录

知识产权(标准)类别	知识产权(标准)具体名称	国家(地区)	授权号(标准编号)	授权(标准发布)日期	证书编号(标准批准发布部门)	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)	发明专利(标准)有效状态
发明专利	一种植被探测多波长对地观测激光雷达系统的合波分波器	中国	ZL201310088378.7	2015年08月19日	1757611	武汉大学	龚威, 祝波, 宋沙磊, 史硕	有效专利
发明专利	基于近红外光全波形测距的高光谱三维激光雷达系统	中国	ZL201811598297.0	2023年04月18日	5887179	武汉大学	史硕, 陈必武, 龚威, 孙嘉, 宋沙磊, 陈博文, 郭矿辉	有效专利
发明专利	近景摄影测量彩色三维扫描激光雷达	中国	ZL201410217603.7	2016年08月31日	2215496	武汉大学	龚威, 宋沙磊, 祝波, 史硕, 李德仁	有效专利
发明专利	机载彩色三维扫描激光雷达	中国	ZL201410217364.5	2016年03月30日	2000383	武汉大学	宋沙磊, 龚威, 祝波, 史硕, 李德仁	有效专利
发明专利	一种机载高光谱成像激光雷达系统的辐射标定方法	中国	ZL201911187001.0	2022年02月08日	4924971	中国科学院合肥物质科学研究院	刘东, 钱立勇, 吴德成, 周晓军, 钟刘军, 魏巍, 王文举, 王英俭	有效专利
发明专利	实时测量机载高光谱成像激光雷达光谱的装置及方法	中国	ZL201911187168.7	2023年03月31日	5837367	中国科学院合肥物质科学研究院	刘东, 钱立勇, 吴德成, 周晓军, 钟刘军, 魏巍, 王文举, 王英俭	有效专利
发明专利	面向植被生化参数探测的多光谱激光雷达波长选择方法	中国	ZL201811482434.4	2023年07月21日	6159188	武汉大学	史硕, 孙嘉, 龚威, 杨健, 杜霖, 陈必武	有效专利
发明专利	基于高功率多模激光器和超多芯高非线性光纤的超连续谱光源	中国	ZL201910653228.2	2022年01月28日	4907671	中国科学院上海光学精密机械研究所	廖梅松, 王天行, 毕婉君, 李夏, 关珮雯, 刘垠垚, 于飞, 王龙飞	有效专利
发明专利	拥有同相位高功率单波长半导体激光的新型超连续谱光源系统	美国	US10277000B2	2019年04月30日	US010277000B2	武汉安扬激光技术股份有限公司	杨惟佳, 陈抗抗	有效专利
计算机软件著作权	高光谱激光雷达数据处理软件 V1.0	中国	2022SR0672194	2022年05月31日	9626393	中国测绘科学研究院	刘正军, 陈一铭	有效知识产权