

中国科学院成都山地所 2024 年度四川省科学技术奖候选项目公示内容

一、项目名称：

复杂山地环境遥感机理模型与反演适用方法

二、提名奖种：

自然科学奖

三、提名者

中国科学院成都分院

四、提名意见

我单位认真审阅了该项目的提名材料，确认全部真实有效，符合四川省自然科学奖的提名要求。

山地在维持生物多样性、调节区域气候和涵养水源等方面具有重要的生态服务功能，是社会发展的资源基地和重要的生态屏障。山地生态系统精准监测是践行习近平总书记“两山”理念，服务山地高质量发展的重大科技需求。然而，与平地相比，山地环境复杂多变，难以抵近观测，遥感定量监测面临更多瓶颈，理论模型表征欠定，缺乏适用方法，亟待系统解决。该项目针对复杂山地环境遥感机理模型与反演适用方法所需解决的系列科学问题，历经 10 余年研究，取得突破。项目创新了山地植被冠层辐射传输模型和地形辐射校正模型，革新了山地遥感定量化的理论基础，构建了多云雨山区高分辨率光学遥感影像重建适用方法和地表反射率反演时空融合模型，率先创建了协同山地几何特征和特殊生态/地表过程的系列反演适用模型，引领了山地遥感基础理论与方法体系研究新方向。

研究成果的 5 篇代表性论文总被引 767 次，创建了复杂山地环境遥感机理模型与反演适用方法，被评价为山地遥感领域的里程碑和系统性的山地遥感杰作，填补了复杂山地遥感观测试验领域空白。项目组多名骨干成员入选了国家级人才计划。这些创新成果推动了山地遥感进步，丰富了山地科学体系，为我国作为山地大国在这一研究领域攀登世界领先地位做出突出贡献。

提名该项目为 2024 年度四川省自然科学奖。

五、项目简介：

山地是陆地表层空间的重要组成部分（约占全球 24%、中国 65%），是生态安全的重要屏障和水源涵养的关键依托，也是生态脆弱区、干扰敏感区和灾害频发区。从遥感监测中快速、准确反演复杂山地地表时空信息，是践行习近平总书记“两山”理念，服务山地高质量发展的国家重大科技需求。相比平坦地表，山地地形及其特殊的环境梯度导致原有内蕴平坦场景假设的定量遥感研究范式在山地失效，山地遥感科学及参数反演方法发展面临“理不明、图不清、算不准”的关键科学挑战。本项目针对复杂山地环境遥感机理模型与反演适用方法，基于中国科学院人才计划、国家自然科学基金重点项目等重点科研任务，历经 10 余年，围绕山地定量遥感“理论突破-时空重建-反演建模”研究链路开展系统研究，取得了突破性理论和方法创新：

1. 定量描述了地形对辐射传输过程的特殊调置机制，破解了原辐射传输模型内蕴平坦场景假设山地失效的科学难题。对地形效应的机制分析-数学表征-物理建模进行系统研究，阐明了引起遥感观测地形效应的辐射传输路径长度地形依赖性关键机制，构建了系列山地植被冠层辐射传输物理模型和地形辐射校正机理模型，开辟了山地定量遥感理论研究新方向。

2. 建立了综合多源遥感时-空-谱互补信息和山地地表时空变异信息的时-空-谱-角统一量化校正新方法，发展了山地遥感影像时间序列滤波重构模型。协同多源、多时相、多波段、多尺度遥感观测，创新了时空自适应山地地表反射率反演融合模型，解决了山地多云雾、多阴影光学遥感影像数据缺陷重构科学难题，有效提升了遥感监测对山地地表的时空谱表征能力。

3. 基于机器学习精准刻画了山地地表参量间关联机制，研发了协同山地几何特征和特殊生态/地表过程的系列反演适用模型，创建了山地地表多参量反演方法体系。揭示了遥感产品不确定性与机理模型参量关联，创新了反演参量与地形因子非线性关系参数化方案，构建了多模态遥感数据驱动范式下定量反演理论模型，引领了山地地表参量遥感监测+过程表征的定量反演新范式。

该项目 5 篇代表性论文发表在遥感领域国际顶级期刊 *Remote Sensing of Environment* 等，总被引 767 次，他引 721 次，单篇最高他引 276 次，主要依托项目国家自然科学基金重点项目经基金委组织结题验收评估为优秀。项目出版了山地遥感领域首部学术专著《山地遥感》，被国内外专家评价为山地遥感领域的里程碑和系统性的山地遥感杰作，引领了山地遥感领域发展新方向；创建了王朗山地遥感四川省野外科学观测研究站，填补了复杂山地遥感观测试验与验证领域空白。项目完成人入选国家级高层次领军人才（李爱农）、国家优青（赵伟）、国家级青年人才（尹高飞、段四波）、欧盟玛丽居里学者（尹高飞）、四川省青年科技人才（赵伟、边金虎），荣获爱思唯尔国际擎天神奖（边金虎、李爱农、张正

健)。

六、代表性论文专著目录：

序号	论文（专著） 名称/刊名 /作者	年卷页码 (xx年xx 卷 xx页)	发表时间 (年月 日)	通讯作者 (含共同)	第一作 者(含共 同)	国内作 者	他引 总次 数	检索数据 库	论文 署名 单位 是否 包含 国外 单位
1	PLC: A simple and semiphysical topographic correction method for vegetation canopies based on path length correction / Remote Sensing of Environment/ Gaofei Yin, Ainong Li, Shengbiao Wu, Weiliang Fan, Yelu Zeng, Kai Yan, Baodong Xu, Jing Li, Qinhuo Liu	2018年卷 215-198 198页	2018-06-19	尹高飞 (Gaofei Yin), 李 爱农 (Ainong Li)	尹高飞 (Gaofei Yin)	尹高飞, 高李 爱农, 吴彪, 范亮, 曾鲁, 闫凯, 徐东, 李静, 柳钦火	51	ISI web of Science	否
2	MODIS植被指数时间序列Savitzky-Golay滤波算法重构 / 遥感学报 / 边金虎, 李爱农, 宋孟强, 马利群, 蒋锦刚	2010年14 卷第4期 725-741 页	2010-07-25	李爱农	边金虎	边金虎, 金爱孟利 李农, 宋强, 马群, 蒋锦刚	276	中国知网 (CNKI)	是

3	An Enhanced Spatial and Temporal Data Fusion Model for Fusing Landsat and MODIS Surface Reflectance to Generate High Temporal Landsat-Like Data/ Remote Sensing/ Wei Zhang, Ainong Li, Huaan Jin, Jinhu Bian, Zhengjian Zhang, Guangbin Lei, Zhihao Qin, Chengquan Huang	2013 年第 5 卷 5346-5368 页	2013-10-22	李爱农 (Ainong Li)	张伟 (Wei Zhang)	张伟, 李农, 靳安, 边虎, 张健, 雷斌, 覃志豪	126	ISI web of Science	是
4	A spatial downscaling approach for the SMAP passive surface soil moisture product using random forest regression/ Journal of Hydrology/ Wei Zhao, Nilda Sánchez, Hui Lu, Ainong Li	2018 年 563 卷 1009-1024 页	2018-06-30	李爱农 (Ainong Li)	赵伟 (Wei Zhao)	赵伟, 卢麾, 李农,	164	ISI web of Science	是
5	A practical method for reducing terrain effect on land surface temperature using random forest regression/Remote Sensing of Environment/Wei Zhao, Si-Bo Duan, Ainong Li, Gaofei Yin	2019 年 221 卷 635-649 页	2018-12-12	赵伟 (Wei Zhao), 段四波 (Si-Bo Duan)	赵伟 (Wei Zhao)	赵伟, 段四波, 李爱农, 尹高飞	104	ISI web of Science	否

七、主要完成人：

李爱农, 赵伟, 边金虎, 尹高飞, 段四波, 张正健

八、主要完成单位：

中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所

西南交通大学

中国农业科学院农业资源与农业区划研究所