

# 四川省自然科学奖公示材料

## 一、拟报奖励名称

2023年度四川省科学技术奖（自然科学奖）

## 二、项目名称

复杂山地环境遥感机理模型与反演适用方法

## 三、主要完成人及排序

李爱农，赵伟，边金虎，尹高飞，段四波，张正健

## 四、主要完成单位及排序

1. 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所，2. 西南交通大学，3. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

## 五、项目简介

山地是陆地表层空间的重要组成部分（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。如何从遥感影像中快速、准确反演复杂山地环境时空信息，既是遥感科学领域的一个重要科学问题，也是山区监测、评估、管理等重大科技需求。然而，相比于平坦地表，山地地形及其特殊的环境梯度重新调置了电磁波与地表的相互作用，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，是遥感科学及参数反演方法发展的关键理论短板。针对复杂山地环境遥感机理模型与反演适用方法问题，在中科院“百人计划”引进海外杰出人才择优支持项目、国家自然科学基金重点项目等的支持下，项目组创新相关理论体系，围绕“机理建模理论创新-时空融合模型构建-反演适用方法发展”研究链路开展了系统性研究，在2010-2021年期间，取得一系列重要理论和方法突破。主要创新性成果包括：

1. 量化地形对辐射传输过程的特殊调置机制，创新了复杂山地环境植被冠层辐射传输机理模型，完善了山地遥感量化的理论基础。

2. 综合多源遥感时空谱互补信息，构建了多云多雾山区高分辨率遥感影像地表反射率时空融合与重建适用方法。

3. 准确刻画了山地土壤水分和地表温度参数与地表各要素关联机制,建立了综合考虑地表多要素的山地土壤水分降尺度模型和地表温度估算模型。

项目代表性论文发表在Remote Sensing of Environment, Journal of Hydrology, 遥感学报等国内外顶级遥感期刊上,研究成果的原创性和重要性得到国际学术界高度认可。团队出版了山地遥感领域首部学术专著《山地遥感》,被国内外专家誉为山地遥感领域的里程碑和系统性的山地遥感杰作;创建了国际首个专门面向山地遥感机理与适用方法研究的王朗山地遥感四川省野外科学观测研究站,入选四川省首批野外科学观测研究重点台站,填补了领域空白。5篇代表性论文总被引447次(ESI Web of Sciences),单篇最高引用117次。第一完成人李爱农入选国家“WR计划”科技创新领军人才,第二完成人赵伟获得国家自然科学基金优秀青年项目资助,第三完成人边金虎入选中国科学院青年创新促进会会员,荣获Elsevier Atlas国际奖项(遥感领域第一次获奖),第四完成人尹高飞入选欧盟玛丽居里学者、国家“WR计划”青年拔尖人才,第五完成人段四波入选国家“WR计划”青年拔尖人才。主持的国家自然科学基金重点项目中期、结题均被评为优秀。

## 六、代表性论文和专著

**Zhao, W., Sánchez, N., Lu, H., Li, A\*.** (2018). A spatial downscaling approach for the SMAP passive surface soil moisture product using random forest regression. *Journal of Hydrology*, 563: 1009-1024.

Zhang, W., **Li, A\***, Jin, H., **Bian, J., Zhang, Z.**, Lei, G., Qin, Z., Huang, C. (2013). An Enhanced Spatial and Temporal Data Fusion Model for Fusing Landsat and MODIS Surface Reflectance to Generate High Temporal Landsat-Like Data. *Remote sensing*, 5(10): 5346-5368.

**Zhao, W\*, Duan, S.-B\*, Li, A., Yin, G.** (2019). A practical method for reducing terrain effect on land surface temperature using random forest regression. *Remote Sensing of Environment*, 221: 635-649.

**Yin G\*, Li A\*,** Wu S., Fan W., Zeng Y., Yan K., Xu B., Li J., Liu Q. (2018). PLC: A simple and semi-physical topographic correction method for vegetation canopies based on path length correction. *Remote Sensing of Environment*, 215:

184-198.

边金虎, 李爱农\*, 宋孟强, 马利群, 蒋锦刚 (2010). MODIS 植被指数时间序列 Savitzky-Golay 滤波算法重构. 遥感学报,(4): 725-741.

## 七、提各单位及提名意见

**提各单位:** 中国科学院成都分院

**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。然而, 山地环境特有的地形复杂性以及由此引起的生态系统的复杂性和气候环境的多变性, 致使定量遥感研究面临更多理论和技术难题, 机理模型研究不足, 缺乏适用方法, 严重阻碍了遥感科学的发展, 亟待系统解决。该项目选取山地典型生态系统为研究对象, 剖析复杂山地环境遥感机理模型与反演适用方法所需解决的科学问题, 历经10余年研究, 取得一系列理论和方法突破。项目创新了山地植被冠层辐射传输模型, 完善了山地遥感定量化的理论基础; 构建了多云多雾山区高分辨率遥感影像时空融合和重建算法; 建立了综合考虑地表多要素的山地土壤水分降尺度模型和地表温度估算模型等, 形成了复杂山地定量遥感研究新范式, 推动了遥感科学基础理论与技术体系的创新发展。

成果的5篇代表性论文总被引447次, 被国内外同行广泛引用和积极评价, 成果被誉为山地遥感领域的里程碑和系统性的山地遥感杰作, 填补了山地遥感观测与验证领域的空白, 多名项目骨干人才入选了国家级人才计划, 这些创新成果推动了山地遥感科学发展, 为我国作为山地大国在这一研究领域占据世界领先地位做出突出贡献, 也为山地生态环境保护和可持续发展提供了重要的科技支撑。

提名该项目为四川省自然科学奖。