

二、项目简介

项目简介（限1000字）

针对当前自然资源遥感调查监测应用中数据处理的定量化水平低、信息提取过多依赖于人机交互等问题，本项目研究了多源卫星遥感数据的智能化定量处理方法，构建了面向重庆市自然资源调查监测的定量遥感样本库，研发了自然资源特定要素和变化信息自动提取的深度学习模型，实现了城镇新增建设用地、城市绿地、农村居民点、水域等自然资源要素的遥感定量化、智能化提取与监测，为自然资源调查监测体系构建提供了技术支撑。

项目取得以下创新成果：

1. 提出了一种多源协同的光学遥感数据智能化大气校正方法

采用MODIS逐日大气参数产品创建了全球标准化的日值大气参数数据库，构建了常用卫星传感器的光谱响应函数库，并根据待校正影像的元数据研发了大气参数自动检索方法，最后结合辐射传输模型设计了多光谱遥感卫星数据的自动化大气校正方法，实现了多源中、高分辨率卫星影像的批量化、智能化大气校正。

2. 创建了一种长时序多源卫星遥感数据相对辐射归一化方法

构建了23期（16天分辨率）重庆地区的中分辨率标准化地表反射率数据库作为参考底图，并根据待处理影像的成像参数、传感器参数等建立参考底图自动匹配算法和影像空间光谱重采样算法，然后基于光谱矢量变化探测方法设计了相对辐射归一化模型，实现了长时序多源遥感数据的相对辐射归一化处理。

3. 基于长时序定量化遥感数据的城市绿地智能化提取与监测

基于遥感地表反射率数据，构建了城市绿地样本数据集，研发了城市绿地遥感指数模型，构建了城市生态绿地定量遥感探测方法，实现了基于时序定量化遥感数据的城市绿地智能化提取与监测。

4. 自然资源特定要素及其变化信息的智能化提取

基于定量化遥感数据，研发了一套面向重庆市自然资源调查监测业务的“影像、标注、特征”遥感样本库，构建了土地利用先验信息约束下的自然资源特定要素和变化信息自动提取深度学习模型，实现了新增建设用地、农村居民点、水域等自然资源特定要素的自动提取。

项目申请发明专利3项(已授权1项)，获软件著作权2项，发表论文10篇(其中SCI 3篇)，项目成果提高了重庆市自然资源遥感调查监测的定量化和智能化水平，推动了重庆市自然资源调查监测体系的构建，促进了国家自然科学基金等多个科研项目的立项与实施，社会效益和经济效益显著。

三、科技创新

科技创新（限5000字）

1. 立项背景

当前，遥感技术已广泛应用于国民经济的各行各业，其中自然资源管理领域应用最为广泛。但在当前的自然资源遥感应用中，遥感数据处理的定量化水平较低，遥感信息提取主要基于DN值影像，提取方法过多依赖于人机交互，存在定量化水平低、人力成本高、生产周期长的缺点，已逐渐不能满足自然资源全要素调查和动态监测的要求，同时这种人工交互解译方法也难以处理日益增多的遥感数据。针对以上问题，本项目开展了基于定量遥感的自然资源调查监测关键技术及应用研究，旨在提升多源遥感数据的定量化处理和应用水平，提高自然资源遥感信息提取效率，拓展定量遥感技术在自然资源领域的应用范围。

2. 科技含量

(1) 总体思路

针对当前自然资源遥感信息提取过多依赖于人机交互，遥感应用的定量化、自动化水平较低的现状，本项目主要开展了两大方面的研究：

一是遥感数据定量化处理，研发了一种多源协同的光学遥感数据智能化大气校正方法，通过建立全球逐日的大气参数数据库，并根据卫星影像元数据自动检索对应的大气参数，最后结合辐射传输模型实现多源遥感数据的自动化大气校正；构建了23期（16天分辨率）重庆地区的中分辨率标准化地表反射率数据库作为参考底图，并根据不变点提取算法建立了相对辐射归一化方法，实现了长时序多源遥感卫星数据的定量化处理。

二是自然资源特定要素遥感智能化提取，基于标准化的地表反射率数据，建立了城市绿地样本数据集，设计了一种城市绿地遥感指数模型，实现了城市绿地及其变化信息的自动提取；研发了一套面向重庆市自然资源调查监测业务的“影像、标注、特征”遥感样本库，构建了土地利用先验信息约束下的自然资源特定要素和变化信息自动提取的深度学习模型，实现了新增建设用地、灾毁耕地、水域等自然资源特定要素的自动提取。

(2) 技术方案与创新成果

①多源协同的光学遥感数据智能化大气校正方法

由于不同的太阳同步卫星过境时间差异较小，因此可采用多源协同的思想，将MODIS大气参数产品用于其他卫星数据进行大气校正处理。采用MODIS逐日大气参数产品，对无效值进行时空插值后，建立了全球日值大气参数数据库，然后根据卫星过境的时间、位置参数建立了大气参数自动检索方法，并结合辐射传输模型，设计了一种太阳同步轨道光学卫星遥感数据的逐象元大气校正方法，实现了多光谱光学遥感卫星数据的智能化大气校正处理。

②长时序卫星遥感数据相对辐射归一化方法

针对2000年之前的卫星数据，因缺乏同步的MODIS大气参数无法采用多源协同方式

进行大气校正的问题，研发了一种基于标准反射率参考底图的相对辐射归一化方法：利用多年的标准反射率数据，建立了23期（16天分辨率）覆盖重庆全市的无云参考底图，并根据待处理影像的成像参数、光谱响应函数等建立参考底图自动匹配与重采样算法，然后采用光谱矢量变化探测方法设计了待处理影像与参考底图之间的不变点提取方法，最后基于不变点建立了相对辐射归一化模型，实现了多源、多分辨率长时序遥感数据的相对辐射归一化处理。

③城市绿地长时间序列定量遥感监测

利用多期不同季相的地表反射率数据，结合同期的高分卫星影像建立了城市绿地样本数据集，提取了城市绿地遥感光谱特征，建立了城市绿地遥感概率指数，设计了城市绿地智能化提取流程和算法，并对重庆市主城区30余年的城市绿地及其变化进行了定量监测。

④基于深度学习的自然资源特定要素智能化提取

基于量化的多源遥感反射率数据，研发建立了一套面向重庆市自然资源调查监测业务的“影像、标注、特征”遥感样本库，并结合土地利用现状数据，构建了先验信息约束下的自然资源特定要素和变化信息自动提取深度学习模型，实现了新增建设用地、灾毁耕地、水域等自然资源特定要素的自动提取，总体精度达到85%以上。

（3）实施效果

①本项目形成的城镇新增建设用地智能化提取技术，已应用于重庆市主城区年度中期卫片执法遥感监测工作。利用每年6到8月份的卫星影像，首先对遥感数据进行量化处理，然后采用本项目研发的自然资源特定要素及其变化信息智能化提取技术，实现了新增建设用地的智能化提取，有力促进了违法建设用地的监测监管，提升了土地执法工作成效。

②利用重庆市主城区1986年到2019年的26景Landsat系列卫星数据，在数据量化处理基础上，采用本项目建立的城市绿地遥感概率指数和城市绿地提取算法，完成了重庆市主城区城市绿地的长时序遥感智能化监测，并对其时空变化进行了分析，该工作对重庆市城市绿地规划与评价具有积极促进作用。

③利用项目形成的自然资源特定要素智能化提取技术，开展了重庆市2019年第三、第四季度自然资源季度监测试点工作，为自然资源精细化管理提供了技术与数据支撑，推动了重庆市自然资源调查监测技术体系的构建。

3. 创新点

（1）多源协同的光学卫星遥感数据智能化大气校正方法

采用多源协同的思想，利用准同步的MODIS大气参数产品进行无效值时空插值后，建立了全球日值大气参数数据库，然后根据卫星过境的时间、位置参数建立了大气参数自动检索方法，最后结合6S(Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum)辐射传输模型，设计了一种太阳同步轨道光学卫星遥感数据的逐象元大气校正方法，实现了无地面同步大气资料情况下的宽波段、多光谱遥感卫星数据的智能化大气校正处理。

佐证材料：论文3篇，发明专利1项，软件著作权2项：

A Landsat5 Atmospheric Correction Based on MODIS Atmosphere Products and 6S Model. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2014, 7(5): 1609-1615 (SCI)

Development and validation of the Landsat8 surface reflectance products using a MODIS based per pixel atmospheric correction method. International Journal of Remote Sensing, 2016, 37(6): 1291-1314 (SCI)

采用MODIS大气产品的高分一号WFV数据大气校正. 遥感信息, 2018, 33(05): 35-40

一种遥感影像大气校正方法及装置（发明专利，申请号：201910028247.7）

国产高分光学遥感影像大气校正软件v1.0（软件著作权，授权号：2018SR127586）

山区遥感影像辐射校正软件v1.0（软件著作权，授权号：2017SR365909）

（2）自然资源特定要素的遥感智能化提取方法

针对传统自然资源遥感监测过多依赖于人机交互、效率低的问题，本成果在遥感数据定量化处理的基础上，利用多源、多分辨率的标准化遥感反射率数据建立典型自然资源要素的遥感样本库，并在此基础上构建了深度学习模型，实现了城镇新增建设用地、灾毁耕地、水域等要素的智能化提取。

佐证材料：论文2篇，发明专利2项

基于多层次模式子块划分的图像分类方法（发明专利，授权号：ZL201410045527.6）

一种基于多源时空数据的地质灾害灾毁耕地提取方法（发明专利，申请号：202010137417.8）

A SPECLib based operational classification approach: A preliminary test on China land cover mapping at 30 m. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2018, 71: 83-94 (SCI)

光谱特征扩展的时间序列Landsat数据地表覆盖分类. 遥感学报, 2015, 19, 648-656

4. 保密方面

本项目不涉密。

5. 国际比较

本成果的光学卫星数据大气校正自动处理方法达到国际先进水平。项目核心成员一直致力于光学卫星数据的自动化定量处理，针对缺少短波红外的卫星数据因难以反演气溶胶参数而无法进行自动化大气校正处理的问题，采用多源协同的思想建立了一种逐象元的智能化大气校正方法，已发表SCI论文2篇，申请专利1项，该方法达到国际先进水平。

在自然资源特定要素遥感智能化提取方面，目前的研究主要是采用原始影像（DN值）构建机器学习样本，但原始影像受成像条件（观测几何、大气状况等）影响较大且

多为非线性影响，因此训练出的规则普适性差，若目标影像的成像条件与学习样本影像差异较大时，识别精度将降低。本成果采用地表反射率影像构建机器学习样本，并在信息提取前先对目标影像进行定量化处理，提升了样本规则的普适性，提高了目标识别的精度。该方法已申请专利2项（已授权1项），达到国内先进水平。

随着高分对地观测系统的持续建设，遥感成像方式和遥感数据获取能力得到不断的发展和提升，遥感数据的多元化和海量特征逐渐增强，这意味着遥感大数据时代已经来临。此外，自然资源调查监测体系构建的逐步开展，对遥感数据的处理及应用提出了更多需求，本项目研究的遥感数据定量化处理方法和遥感信息提取方法，在未来将得到不断的深化和发展。

地理信息科技进步奖

四、推广应用情况

1、推广、应用情况及社会评价（限 2000字）

（1）推广、应用情况

“基于定量遥感的自然资源调查监测关键技术及应用”是针对当前人工交互解译提取遥感信息的方法难以满足自然资源精细化管理的需求，为探索遥感信息定量化、智能化提取技术在重庆市自然资源调查监测中的应用而开展的一项工作。该工作先后获得了住房和城乡建设部、遥感科学国家重点实验室开放基金、重庆市规划和自然资源科技项目等多个项目的资助，并在重庆市自然资源管理工作中得到了示范应用。

项目成果已用于重庆市主城区年度中期卫片执法遥感监测工作。为贯彻执行自然资源部土地执法工作“重心下移、关口前移”和“发现在初始、解决在萌芽”的精神，重庆市规划和自然资源局开展了主城区年度中期卫片执法工作，每年采用6到8月份的卫星影像监测主城区新增建设用地情况。该工作利用本项目研究成果，首先对遥感数据进行定量化处理，然后利用新增建设用地智能化提取技术，实现了新增建设用地的快速发现，有力促进了对违法建设用地的监测监管，提升土地执法工作成效，做到违法用地早发现、早完善、早查处，实现由被动管理向主动管理的转变。

项目成果已用于重庆市主城区城市绿地遥感调查监测工作。城市绿地是城市生态文明建设中的重要内容，为掌握重庆市主城区城市绿地的空间分布数据，并分析其时空变化规律，评价城市生态建设工程成效。重庆市利用主城区1986年到2019年的26期景Landsat系列卫星数据，在数据定量化处理基础上，采用本项目建立的城市绿地遥感概率指数和城市绿地提取算法，完成了重庆市主城区城市绿地的长时序遥感智能化监测，并对其时空变化进行了分析，该工作对重庆市城市绿地规划与评价具有积极促进作用。

项目成果也应用于重庆市自然资源季度监测试点工作。为进一步贯彻落实中央十九届四中全会关于加快建立自然资源统一调查、评价、监测制度，健全自然资源监管体制有关要求和习近平生态文明思想，加强自然资源变化情况的即时监测，建立自然资源变化监测预警机制，重庆市在2019年开展了自然资源季度监测试点工作。运用项目研发的自然资源特定要素及其变化信息的智能化提取技术，实现了新增建设用地、水域变化等自然资源专题要素的快速、自动化提取，为季度监测的顺利实施提供了技术支撑。

（2）社会评价

以中国土地勘测规划院戴建旺研究员为组长的专家组认为：项目研发了城市绿地遥感指数模型，构建了城市生态绿地定量遥感监测方法，并以重庆主城区为示范区开展了山地城市生态绿地定量遥感监测及其时空变化分析，对城市生态绿地规划与评价具有积极促进作用。

以重庆交通大学何锦峰教授为组长的专家组认为：项目开展了遥感影像定量化处理及国土资源定量化遥感应用试验，对国土资源管理具有重要推广价值。