

二、项目简介

项目简介（限1000字）

针对地理国情监测工作中地表覆盖信息提取的实际需求，围绕遥感影像分割、地表覆盖信息提取、地表覆盖变化检测等方面，研究了面向对象的高分遥感影像地表覆盖信息提取技术方法，研制了高分遥感影像地表覆盖信息提取软件系统，开展了一系列应用示范。

1. 主要内容

在理论研究上，提出了影像尺度集、像斑异质度等理论概念，为后续地表覆盖信息提取奠定理论基础；在技术攻关上，提出了基于尺度集的无约束影像分割、基于标记分水岭的带约束影像分割、基于尺度集的地表覆盖信息提取、融合多特征的时序遥感影像变化检测、基于像斑异质度的矢量数据与遥感影像变化检测等关键技术；在系统研制上，研制了高分遥感影像地表覆盖信息提取软件系统，包含遥感影像分割、地表覆盖信息提取、地表覆盖变化检测3个子系统。

2. 特点

首次提出基于标记分水岭的带约束影像分割技术，改进了传统的标记分水岭算法，丰富了带约束影像分割技术体系，实现了先验边缘知识的高效利用。

创新提出影像尺度集的理论概念，解决了多尺度影像分割结果难以高效存储的问题，显著提高了影像分割效率；首次提出了基于尺度集的地表覆盖信息提取技术，大幅提升了信息提取精度，突破了跨尺度样本选择的技术瓶颈。

首次提出像斑异质度的理论概念，设计了像斑异质度的表达模型；创新提出了基于像斑异质度的矢量数据与遥感影像变化检测技术，突破了矢量数据与遥感影像的变化检测难题，满足了地理国情数据动态更新的需求。

研制了1套具有自主知识产权的高分遥感影像地表覆盖信息提取软件系统，实现了遥感影像分割、地表覆盖信息提取、地表覆盖变化检测提取等系列功能，支持大数据量遥感数据的处理，首次研发基于矢量数据与遥感影像的变化检测子系统，为地理国情监测工作提供软件支撑。

3. 应用推广情况

研究成果在地理国情监测、第三次全国国土调查等领域推广，及时响应并满足了地理国情监测数据获取与更新的需求，有力支撑了地理国情监测工作，产生直接经济效益共计5930.54万元。其中，变化检测技术已在四川、广西、西藏共21个市（地区、州）93万平方公里的基础性地理国情监测工作中得到了大规模应用。

4. 项目成果

受理国家专利9项（其中授权实用新型专利5项、发明专利1项），论文24篇（其中SCI/EI 10篇），专著3部，计算机软件著作权7项，省级创新平台1个，国际会议特邀报告5次，自然资源部科技成果登记1项。

三、科技创新

科技创新（限5000字）

1. 立项背景

地表覆盖信息提取是地理国情监测的重要工作。面向对象影像分析法是高分遥感影像地表覆盖信息提取中的常用方法，国内外已有较多相关研究，但仍然存在以下问题：

一是多尺度影像分割效率低。影像分割是面向对象分析法的基础，多尺度影像分割是一种重要的影像分割方法，易康等软件均实现了多尺度影像分割，然而影像分割的效率较低。对于一幅大小为10000像元×10000像元大小的遥感影像，影像分割耗时约20分钟。另外，现有多尺度分割方法虽名为多尺度，但是每次尺度调整后均需重新分割，实际上是“一次运行，一个尺度”，不能快速的进行尺度变换。

二是影像分类精度不高。受限于当前的多尺度影像分割技术，现有的面向对象影像分类方法均在单一尺度下获取影像分类结果，无法综合利用多个尺度的影像分类结果，限制了影像分类精度的提高。在地理国情监测工作实践中，采用易康进行面向对象影像分类的平均精度为80%。

三是变化检测体系不完善。现有研究聚焦时序遥感影像的变化检测，较少研究矢量数据与遥感影像的变化检测。在少量已有的矢量数据与遥感影像变化检测研究中，对于整体变化像斑的检测精度较高，对于局部变化像斑的检测精度较低。然而在地理国情监测工作实践中，通常需要利用旧时期地表覆盖分类矢量数据与新时期遥感影像进行变化检测。

针对面向对象影像分析法的不足，围绕地理国情监测工作的实际需求，开展面向对象的高分遥感影像地表覆盖信息提取研究，提出影像尺度集与像斑异质度的理论模型，攻关基于尺度集的多尺度影像分割、矢量数据约束的标记分水岭分割、跨尺度面向对象影像分类、融合多特征的时序遥感影像变化检测、基于像斑异质度的矢量数据与遥感影像变化检测等关键技术，提升多尺度影像分割效率，实现多尺度影像分类，解决矢量数据与遥感影像变化检测，研发高分遥感影像地表覆盖信息提取软件系统，提升地表覆盖信息提取效率，服务地理国情监测生产实践。

2. 科技含量

2.1 总体思路

为提升地表覆盖信息提取效率，设计了一整套基于“遥感影像分割~地表覆盖信息提取~地表覆盖变化检测”的面向对象信息提取解决方案，开展了带约束及无约束遥感影像分割、面向对象地表覆盖信息提取、面向对象地表覆盖变化检测等技术研究，提出了影像尺度集与像斑异质度等理论概念，解决了基于尺度集的无约束影像分割、基于标记分水岭的带约束影像分割、跨尺度面向对象影像分类、融合多特征的时序遥感影像变化检测、基于像斑异质度的矢量数据与遥感影像变化检测等技术难题，研制了包含遥感影像分割、地表覆盖信息提取、地表覆盖变化检测3个子系统的高分遥感影像地表覆盖信息提取软件系统。

2.2 技术方案与创新成果

2.2.1 技术方案

本项目采用面向对象的信息提取技术，按照“遥感影像分割~地表覆盖信息提取~地表覆盖变化检测”的思路开展研究。利用二叉树构建尺度集模型，实现基于尺度集的无约束影像分割；采用带约束标记分水岭算法实现矢量数据约束下的影像分割。采用尺度集影像分割算法获取影像对象，跨尺度选择训练样本，利用支撑向量机算法进行影像分类，提取地表覆盖信息。采用尺度集影像分割算法获取影像对象，利用多特征融合方法实现时序遥感影像的地表覆盖变化检测；采用带约束标记分水岭算法获取影像对象，基于像斑异质度实现基于矢量数据与遥感影像的地表覆盖变化检测。

(1) 带约束和无约束遥感影像分割

研究基于尺度集的无约束影像分割技术，设计基于二叉树的尺度集模型，解决初始影像分割、区域合并、尺度索引、尺度解析等技术难题，实现基于尺度集的快速无约束影像分割。研究矢量数据约束条件下的标记分水岭算法，解决标记区域自动提取、标记区域快速泛洪、边缘像元自动标号等关键技术，实现矢量数据约束下的遥感影像分割。

关键技术：

a. 基于尺度集的无约束影像分割

采用基于图论的影像分割技术快速获取初始影像分割结果，构建区域邻接图，设计区域合并代价判别准则，优先合并区域合并代价最小的邻接区域，利用区域合并代价的累计值度量尺度值，依据二叉树存储不同尺度的分割结果。

b. 矢量数据约束的标记分水岭分割

采用栅矢套合技术，将矢量数据边缘映射到遥感影像上形成先验分水岭，依据自适应标记提取算法提取标记区域，基于标记区域利用优先级队列数组进行区域泛洪，在此基础上获取影像分割结果。

(2) 面向对象地表覆盖信息提取

研究基于尺度集的面向对象地表覆盖信息提取技术，解决尺度集构建、多特征提取、跨尺度样本选择等技术，实现基于尺度集的地表覆盖信息提取。

关键技术：

跨尺度的面向对象影像分类。采用尺度集影像分割技术获取像斑，提取像斑的光谱特征与纹理特征，在不同尺度下选择训练样本像斑，采用支撑向量机算法获取不同尺度下的影像分类结果，综合各尺度下影像分类结果得到最终的影像分类结果。

(3) 面向对象地表覆盖变化检测

研究基于时序遥感影像的变化检测技术，解决多特征提取与组合、特征距离度量等关键技术，实现时序遥感影像的变化检测。研究基于矢量数据与遥感影像的变化检测技术，解决带约束影像分割、像斑异质度构建等关键技术，实现基于矢量数据与遥感影像的变化检测。

关键技术：

a. 多特征融合的时序遥感影像变化检测

采用尺度集影像分割技术获取像斑，利用灰度直方图和局部二值模式(Local bina

ry patterns, LBP)直方图表达像斑光谱特征与纹理特征,依据像斑的灰度分布自适应确定光谱特征与纹理特征的权重,加权组合光谱距离与纹理距离构建像斑特征距离,基于最小错误率原则进行变化判别。

b. 基于像斑异质度的矢量数据与遥感影像变化检测

采用矢量数据约束的标记分水岭分割算法获取像斑,通过灰度直方图提取像斑的光谱特征,依据直方图相交距离度量像斑特征距离,利用当前像斑与同类别其他像斑特征的平均值构建像斑异质度,分析同类别地物的像斑异质度分布规律,按类别进行变化判别。

2.2.2 创新成果

首次提出了影像尺度集与像斑异质度的理论概念,创新实现了支持快速尺度变换的尺度集分割、基于标记分水岭的带约束影像分割、跨尺度面向对象影像分类、基于像斑异质度的矢量数据与遥感影像变化检测等技术,研发了具有自主知识产权的高分遥感影像地表覆盖信息提取软件系统,首次实现了矢量数据与遥感影像的变化检测功能。

2.3 实施效果

研究成果响应并满足了地理国情监测数据获取与更新的需求,有力支撑了地理国情监测工作,产生直接经济效益共计5930.54万元。项目成果已在四川、广西、西藏共21个市(地区、州)93万平方千米的基础性地理国情监测工作中得到了大规模应用;此外,项目成果还在第三次全国国土调查、自然保护区监测等领域推广应用,产生了良好的经济社会效益。

佐证材料:其他附件(4.经济效益证明;5.社会效益证明)

3. 创新点

1. 构建了影像尺度集模型,提出了矢量数据约束的标记分水岭影像分割技术,解决了影像分割效率低、多尺度影像分割结果难以表达、先验知识难以利用等问题,为面向对象影像分析法的影像对象获取奠定基础。

主要创新:

(1) 构建了便于快速尺度变换的尺度集模型

设计了相邻区域合并代价准则,提出了基于图论的快速区域合并算法,构建了基于二叉树的尺度集模型,实现了多尺度影像分割结果的高效存储与快速尺度变换。

(2) 提出了基于标记分水岭的带约束影像分割技术

改进了传统的标记分水岭影像分割算法,实现了矢量数据约束的影像分割,解决了矢量数据边界先验知识难以利用的问题。

佐证材料:知识产权情况(发明专利2项:1、4);技术评价证明附件(1.评价意见;3.科技查新报告:P16~P19);其他附件(1.论文成果:1~5)

2. 突破了跨尺度面向对象影像分类难题,提出了基于像斑异质度的变化检测技术,解决了基于尺度集的地表覆盖信息提取、矢量数据与遥感影像变化检测的难题,为地表覆盖信息提取与变化检测提供支撑。

主要创新:

(1) 突破了跨尺度面向对象影像分类方法

提出了基于尺度集的跨尺度训练样本选择方法，设计了多尺度影像分类结果综合算法，实现了跨尺度的样本像斑选择和多尺度影像分类结果集成。

佐证材料：知识产权情况(发明专利1项：3；软件著作权3项：2、3、6；实用新型专利2项：3、4)；技术评价证明附件(1. 评价意见；3. 科技查新报告：P16~P19)；其他附件(1. 论文成果：6~13；2. 专著：1；3. 自然资源部科技成果登记)

(2) 提出了基于像斑异质度的矢量数据与遥感影像变化检测技术

设计了衡量变化程度的像斑异质度概念，提出了像斑异质度计算方法，实现了矢量数据与遥感影像的变化检测。

佐证材料：知识产权情况(发明专利1项：2；软件著作权4项：1、4、5、7；实用新型专利2项：2、5)；技术评价证明附件(1. 评价意见；3. 科技查新报告：P16~P19)；其他附件(1. 论文成果：14~24；2. 专著：2、3)

3. 研制了具有自主知识产权的高分遥感影像地表覆盖信息提取系统，实现了遥感影像分割、地表覆盖信息提取、地表覆盖变化检测等功能，为地理国情监测、第三次全国国土调查等重大工程提供了平台支撑。

主要创新：

(1) 建立了大数据量遥感数据的双层尺度集模型

构建了双层尺度集模型，提出了影像分块、最优连接尺度选择等技术，实现了大数据量遥感影像的快速影像分割。

(2) 提出了结合游程编码与边缘追踪的栅格矢量化技术

设计了游程编码规则与边缘追踪规则，提出了适合不同连通类型的栅格矢量化算法，实现了大数据量影像分割数据的快速矢量化。

佐证材料：知识产权情况(实用新型专利1项：1；软件著作权7项：1~7)；技术评价证明附件(1. 评价意见；4. 软件测试报告)

4. 保密方面

本项目无需要保密的技术内容。

5. 国际比较

在遥感影像分割中，现有多尺度影像分割方法虽然名为多尺度，但是一次只能获取一个尺度的分割结果。本项目中提出的基于尺度集的影像分割方法属于一种多尺度影像分割方法，实现了真正的多尺度影像分割，实现了一次运行获得多个尺度分割结果的效果。分割效率较传统易康分割方法提升约2倍，支持30000像元×30000像元大幅面影像的分割，且只需耗时15分钟。

在地表覆盖信息提取中，本项目通过尺度集获取像斑，然后提取像斑多特征，最后利用支持向量机方法进行影像分类。与传统方法相比，该方法可以依托尺度集实时切换到不同尺度的影像分割结果，实现在不同尺度下的训练样本选择，且能综合多个尺度的影像分类结果，从而提高地表覆盖信息提取精度。在利用国产高分影像的地表覆盖信息提取实验中，该方法中耕地、林地、水体的平均提取精度分别达到了82%、89%、80%，较传统的地表覆盖提取方法精度提升约10%。

在地表覆盖变化检测中，本项目提出了一种基于像斑异质度的矢量数据与遥感影像变化检测方法。该方法属于非监督方法，通过挖掘同类别像斑的特征分布规律，构建了衡量像斑变化程度的像斑异质度指标，无需人工干预，能够自动发现变化。该方法变化检测正确率、漏检率、虚检率分别达到95%、31%、23%，与传统方法相比，正确率提升3%，漏检率、虚检率分别降低7%、8%。

在软件系统上，目前还没有支持矢量数据与遥感影像变化检测的软件系统，部分商业软件虽然有变化检测功能，但也仅支持时序遥感影像的变化检测。本项目研发了具有自主知识产权的基于矢量数据与遥感影像的变化检测系统，填补了矢量数据与遥感影像变化检测系统的空白。

佐证材料：工作报告P13~P17，技术报告P8~P46、P56~P99

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）

研究成果在地理国情监测、第三次全国国土调查、资源环境承载力监测、全球地理信息资源建设与维护更新、保护性区域人类活动监测等领域推广应用，及时响应并满足了地理国情监测数据获取与更新的需求，有力支撑了地理国情监测工作，产生直接经济效益共计5930.54万元。其中，信息提取技术已在四川、广西、西藏共21个市（地区、州）93万平方公里的基础性地理国情监测工作中得到了大规模应用；信息提取系列软件在全省广泛推广，大幅提升了我省遥感影像解译效率。

1. 项目应用

（1）地理国情监测

项目成果成功指导了各省的地理国情监测工作，提升地理国情监测数据获取与动态更新的效率。软件系统已经成功应用在四川、广西、西藏等省（自治区）的基础性地理国情监测中，提升了地理国情监测数据生产效率，保障了上述省（自治区）基础性地理国情监测工作的顺利完成。

项目成果还应用在成都、天津、武汉等区域的城市专题性地理国情监测中，提升了建设用地、不透水面、城镇边界等要素提取的工作效率。

（2）第三次全国国土调查

项目成果应用于省内南充、广元等城市的第三次国土调查工作中，提升了土地利用数据的提取效率，有力推动了我省第三次国土调查工作的顺利实施。

（3）全球地理信息资源建设与维护更新

项目成果应用于全球地理信息资源建设与维护更新项目中，辅助生产10米地表覆盖数据，提高了10米地表覆盖数据生产效率，在泰国东北部、缅甸中部等区域的地表覆盖数据生产中应用。

（4）资源环境承载力监测

项目成果应用于四川省资源环境承载力试评价工作中，有力支撑了资源环境承载力评价本底数据库的建设，在绵竹市、内江市、昭觉市、南充市等区域的资源环境承载力监测评价中发挥了重要作用。

（5）保护性区域人类活动监测

项目成果应用于各类保护性区域的人类活动监测中，在川滇区域生态环境状况监测、长江经济带省级及以下有关自然保护地人类活动遥感监测、大熊猫国家公园人类活动遥感监测中，提升了各类保护性区域的监管水平。

2. 项目推广

项目推广单位及应用情况如下：

①四川省第一测绘工程院（张伟 18628307070）：应用在2018年四川省基础性地理国情监测工作中。

②四川省第二测绘地理信息工程院（李永鑫 1592800603）：应用在西藏自治区基础性地理国情监测工作中。

③四川测绘地理信息局测绘技术服务中心（张恒伟 15928090511）：应用在西藏

自治区专题地理信息数据采集工作中。

④福建省测绘院厦门分院（吴生通 15960332869）：应用在厦门市2018年基础性地理国情监测中。

⑤南充市规划信息管理中心（李先锋 15881773066）：应用在南充市城市规划集中发展区地理国情监测中。

⑥武汉市测绘研究院（谭仁春 13871027272）：应用在武汉市城市地理国情监测中。

⑦贵州省第二测绘工程院（任成冕 13116329799）：应用在贵州省2018年基础性地理国情监测中。

⑧中国科学院·水利部成都山地灾害与环境研究所（余慧 18980769271）：应用在乐山市土地资源环境承载力监测项目中。

⑨四川省生态环境保护科学研究院（杨渺 13558893518）：应用在长江经济带省级及以下有关自然保护地人类活动遥感监测项目遥感解译中。

⑩成都市规划信息中心（徐万明 18982113331）：应用在成都市的海绵城市建设中。

⑪西昌市邛海庐山风景名胜区管理局（杨林 13981597599）：应用在邛海湿地遥感监测的地表覆盖监测中。

⑫邛海国家湿地公园保护中心（杨军 13330976005）：应用在邛海流域湿地地表覆盖现状监测中。

⑬湖北省地震局（李雪 13807178106）：应用在地震应急地表遥感解译、地震易损性遥感调查等应用领域。

⑭天津市测绘院海洋分院（王建营 13602090836）：应用在天津市1:2000地形图修测中。

⑮四川永鸿测绘有限公司（黄伟 13880118199）：应用在四川省第三次全国国土调查中。

⑯黄河勘测规划设计有限公司（郭海波 13403712877）：应用在黄河沿岸生态环境遥感监测项目中。

⑰福建省地质测绘院厦门分院（林建 13950195408）：应用在福建省部分城市2018年基础性地理国情监测工作中。

3. 预期应用前景

项目研究成果满足了地理国情常态化监测数据更新的实际需求，未来可拓展到各行业领域，为自然地理要素快速提取、动态监测和智能解译提供了强有力的技术支撑，在自然资源调查监测、生态环境监测与保护、灾害监测与应急救援等领域具有广阔的应用前景，能产生良好的社会效益。

佐证材料：应用证明附件