

二、项目简介

项目简介（限1000字）

我国海岛海岸带区域具有范围大、不易达、条带状分布、区域综合性、地物破碎性和开发利用动态性等显著特点，海岛海岸带遥感影像数据处理存在海上实测困难区定位精度低、批量处理效率低的问题。又由于缺乏长时序、大范围、高频度海岛海岸带遥感数据，遥感监测能力无法支撑对高强度海洋开发活动的监管。亟待突破长时序、多源、海量海岛海岸带遥感影像处理和信息提取的技术瓶颈，实现快速、高频、广域、多目标的海岛海岸带遥感监测，有力支撑我国海洋监管。项目紧密围绕国家海洋监管的迫切需求，自2003年以来，依托海域海岛业务工作和国家重大专项任务中的海洋遥感调查工作，历经十余年的技术攻关，取得了丰硕成果：

1. 关键技术研发：突破了多类型立体像对的无地面控制点、高精度海岸带影像正射校正技术，攻克了海上实测困难区影像定位精度低的难题；突破了长时序、多源海岛海岸带遥感影像批量自动化处理技术，解决了影像色彩难以统一、处理效率低的问题；突破了基于集成学习方法的海岛海岸带影像智能分类技术，破解了面向海洋监管的影像自动分类精度低、变化提取效率低的难题。

2. 业务模式创新：首次构建了海洋领域国产卫星资料“多星联合调度、实时无缝推送、自动分类管理”的高速网络通道，创新了“实时接收、批量处理、快速应用”的业务模式，建立运行了15天一周期的全国海岸带遥感影像采集处理、信息提取业务化工作机制和应用服务平台，为落实国家严管严控围填海政策提供了强有力的支撑保障。

3. 监管应用推广：建立了我国时间序列最长、更新频率最高、数据类型最丰富的海岛海岸带遥感数据仓库，首次编制了基于遥感的系列比例尺海洋基础地理信息更新技术规范及海洋专项遥感资料整编规范，研发设计了海洋监管专题信息解译方法和海洋遥感专题成果符号库，填补了国内该领域的空白。

项目技术成果服务于海洋监管诸多方面，在军地15家单位得到推广应用，为27家单位提供遥感资料及专题产品服务46批。利用长时序多源海岛海岸带遥感影像，更新海洋基础地理数据12批，编制海洋底图28套并提供服务36批。相关工作受到部领导的高度认可。项目申请专利3项、软件著作权7项，编制国家行业标准及技术规范6项，发表论文22篇，编制图集专著4部。评价委员一致认为，项目在海岛海岸带遥感数据处理与业务化应用等方面取得突出创新成果，总体技术达到了国内领先水平。

三、科技创新

科技创新（限5000字）

1、立项背景

党的十八大以来，中央将围填海管控纳入生态文明体制改革总体部署。2018年7月国务院印发《关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24号），海洋监管工作呈现出对高频次、高精度、全覆盖、常态化遥感监测的迫切需求。然而，长期以来，我国缺乏长时序、大范围海岛海岸带遥感数据基础，且由于我国海岛海岸带区域具有范围大、不易达、条带状分布、区域综合性、地物破碎性和开发利用动态性等显著特点，遥感影像数据处理存在海上实测困难区定位精度低、处理效率低等问题，这些技术瓶颈严重制约了海洋遥感数据和分析产品的可用性，海岛海岸带遥感监测能力无法满足国家对高强度海洋开发利用活动的监管需求。亟待突破大批量遥感影像快速处理和信息提取等关键技术瓶颈，建立一套“实时接收、批量处理、快速应用”的一体化业务体系，实现快速、高频、广域、多目标的海洋遥感监测，有力支撑我国海洋监管。

本项目来源于我中心承担的国家海域使用动态监视监测管理系统、国家海岛监视监测系统、国家海域海岛监管体系、海岸带保护修复工程等国家级业务化运行任务，以及全球变化与海气相互作用专项、908专项、海岛礁测绘专项中的多个海洋遥感任务。项目旨在建立我国自主的长时序多源海岛海岸带遥感数据仓库，为自然资源部开展海洋监管提供坚实的数据基础；攻关解决海岛海岸带遥感数据批量自动化正射校正、无地面控制点几何校正、批量调色拼接和遥感影像自动分类等多项关键技术，形成高频次、大批量海岛海岸带遥感影像数据快速处理对比分析能力，创新15天一周期的全国海岸带区域遥感影像采集处理、信息提取与服务支撑的业务化工作模式，为实施全国大范围、短周期、高频次围填海监管提供技术保障；建立海洋遥感专题信息更新标准和整编规范，形成海岛海岸带遥感专题信息应用与共享的标准体系。项目成果为我国海域海岛管理、海洋生态保护、海洋维权执法和海洋国防建设等国家海洋监管工作提供标准化、规模化和体系化的遥感技术支持保障。

2、科技含量

1) 总体思路

该项目的总体思路是“聚焦业务需求、夯实数据基础、攻关核心技术、拓展成果应用”。聚焦我国在围填海管控、海岛监视监测、海洋生态保护、海洋维权执法和海洋军事国防建设等方面的业务需求，依托海洋基础业务工作、专项调查任务、军民共享交换等不断夯实海岛海岸带遥感数据库；围绕遥感资料的批量快速处理、远岸岛礁无地面控制点校正、海量影像调色拼接、海洋专题信息智能分类等关键技术开展攻关，提升海洋遥感业务化工作的自动化水平和支撑保障能力；挖掘海岛海岸带遥感专题产品类型，拓展成果应用广度和深度，为我国海洋监管工作提供精准、及时的遥感专题产品服务和技術支撐。

2) 技术方案与创新成果

(1) 总体技术方案

依托海洋监管业务工作、专项遥感调查任务和军民共享交换等渠道获取系列分辨率卫星影像、航空影像和多类型海洋专题资料，构建长时序多源海岛海岸带遥感基础数据库；围绕我国海岛海岸带遥感影像快速获取、无控批量校正、批量调色拼接、集成学习分类、专题信息提取与标准化等方面开展技术攻关，提升海洋遥感业务工作核心技术水平；聚焦海洋监管业务需求，开展海岸线、潮间带、河口、红树林、海洋开发利用和海洋基础地理等专题信息提取，夯实海洋监管专题数据库；为我国海域海岛管理、海洋生态保护监测、海洋维权、海洋执法和海洋军事国防等提供遥感专题产品和服务和技术支撑。

(2) 关键技术攻关情况

第一：针对海岛海岸带区域范围大、不易达的特点，突破了多类型立体像对的无地面控制点、高精度海岸带影像正射校正技术，解决了海上实测困难区影像定位精度低的问题。（见项目成果证明材料的软件著作权[1]）。

在无地面控制点的情况下，以WorldView2/3、ZY3和GF7等多类型立体像对为基础，采用独立模型法进行区域网平差处理，通过密集匹配生成DEM。以SRTM和生成的DEM作为控制，对多个DEM进行独立模型法区域网平差，获得每个DEM的定向参数，基于定向参数重新计算对应光学影像的定向参数，重算RPC参数并进行正射校正。经验证，在实测困难的远岸岛礁，空间分辨率优于2米的光学遥感影像，无地面控制点的定位精度达到优于10米，满足1:5万专题产品制作要求。

第二：针对我国海岸带区域环境复杂、变化速度快、条带状分布、全覆盖影像数据量大等特点，突破了海量、多源、多传感器海岸带遥感影像批量、自动化处理技术，解决了影像色彩难以统一、处理效率低的问题。（见成果证明材料的软件著作权[2][3]和图集专著[1][2][3][4]）。

针对我国海岸带区域全覆盖影像数据量大的特点，基于SIFT模型和FSC模型相结合的算法实现海量、多源遥感影像控制点的自动化采集，应用快速傅里叶相位变换匹配算法完成影像的自动配准；基于仿射变换方法，通过同名点搜索策略、搜索半径、残差大小和数量的灵活设置，以及多景影像海域区域的松耦合关联设置，完成海量海岸带遥感影像的RPC区域网平差；基于平差优化后的RPC参数和DEM数据，用多项式模型自动批量生成全色正射影像的同时将多光谱影像与校正好的全色影像进行配准，生成以景为单位的数字正射影像成果；利用最小二乘法找到多光谱波段和全色波段之间的最佳拟合信息并调节影像处理参数，完成影像的锐化融合。

针对海岛海岸带区域影像南北海域和不同季节色差明显的特点，构建了“单景调色”、“联合调色”和“调色拼接”相结合的一体化遥感影像调色拼接技术。在多光谱与全色影像融合过程中，通过可定量调制的色彩校正器来纠正偏色和过饱和现象，通过色彩母板对多景影像进行色彩匹配，通过相邻景影像进行色彩协同调制消除色调差异，通过基于模板的羽化方法来消除相邻景之间的接边线，形成色彩一致的拼接影像成果。

第三：针对海岛海岸带区域综合性、地物破碎性、开发利用动态性的特点，突破了基于集成学习方法的海岛海岸带影像智能分类技术，解决了面向海洋监管的影像自动分

类精度低、变化图斑提取效率低的问题。（见成果证明材料的专利[1]和[2]）。

针对多分类器集成性能差，在地物破碎性强的海岛海岸带区域分类效率低的问题，研制基于类别权重矢量的集成学习遥感影像分类方法，通过样本训练与测试得到使类别自适应于不同分类器的类别权重向量，形成集成分类器，使用AdaBoost迭代方法对集成分类器进行训练提升，在集成不同分类算法的过程中增强基分类器的多样性。针对单一算法生成基分类器多样性差，在地物综合性强的海岛海岸带区域分类精度低的问题，研制增强型集成遥感影像分类方法，在增强基分类器多样性的基础上，实现RandomForest, Bagging和随机子空间的有效集成。所有的基分类器输出同一待分类实体的分类结果，通过多数投票得到更加精确的分类结果。以上算法都有效提升了海岸带遥感影像的分类精度和效率。

3) 实施效果

该项目设计的基于多类型立体像对的无地面控制点、高精度海岸带正射校正技术，解决了远岸岛礁、权益敏感岛礁等难以开展实地测量区域高分光学影像校正精度低的问题，在军地双方多家单位的海洋遥感专项调查任务中都得到了实际应用；该项目研发的海量、多源、多传感器海岸带遥感影像批量、自动化处理技术，解决了我国海岸带区域因条带状分布、变化速度快等特点造成全覆盖高分辨率影像校正精度和效率低、调色拼接困难的问题，为我国海洋监管提供了技术支撑；该项目研究提出的基于集成学习方法的海岛海岸带影像智能分类技术，解决了我国海岛海岸带区域因综合性、破碎性和动态变化的特点而造成影像自动化分类精度低和变化图斑提取效率低的问题，为快速识别围填海区域，及时发现违法用海苗头倾向提供了重要的技术保障。

3、创新点

1) 研制出基于类别权重矢量的集成学习与增强型集成遥感影像分类方法，构建了基于集成学习的海岛海岸带遥感影像智能分类技术，解决了影像自动分类精度低、变化图斑提取效率低的难题。（见成果证明材料的专利[1][2]）

针对多分类器集成性能差，在地物破碎性强的海岛海岸带区域分类效率低的问题，研制基于类别权重矢量的集成学习遥感影像分类方法，通过样本训练与测试得到使类别自适应于不同分类器的类别权重向量，形成集成分类器，使用AdaBoost迭代方法对集成分类器进行训练提升，在集成不同分类算法的过程中增强基分类器的多样性。针对单一算法生成基分类器多样性差，在地物综合性强的海岛海岸带区域分类精度低的问题，研制增强型集成遥感影像分类方法，在增强基分类器多样性的基础上，实现RandomForest, Bagging和随机子空间的有效集成。所有的基分类器输出同一待分类实体的分类结果，通过多数投票得到更加精确的分类结果。以上算法都有效提升了海岸带遥感影像的分类精度和效率。

2) 攻克了海岸线、潮间带、河口、红树林、海洋开发利用、近海地理信息等海洋遥感专题信息提取与更新技术，研制了海洋遥感专题信息更新标准、整编规范和制图系统，构建了海岛海岸带遥感专题信息应用与共享的技术标准体系。（见《成果证明材料》的行业标准规范[1]-[6]和论文[6]）

首次建立了基于遥感的海洋基础地理数据业务化更新机制，编写了《1:50000 1:

250000 1:1000000海洋基础地理信息更新技术规范》行业标准以及《全球变化与海气相互作用专项海洋遥感和光学资料整编技术规程》等5项重大专项技术规范，研发设计了海洋遥感专题信息解译方法和海洋遥感专题成果符号库。上述标准规范是国内首次对海洋遥感专题信息更新和整编进行系统、完善的规范，充分体现了该领域的最新水平和发展需求，有力推动了我国海岛海岸带遥感数据专题成果编制标准化和规范化。

3) 首次构建了“实时接收、批量处理、快速应用”的海岛海岸带遥感业务化技术体系，形成高频次、大批量海岛海岸带遥感影像数据快速处理对比分析能力。（见《成果证明材料》的软件著作权[2][3],以及[应用服务证明][《国家海域海岛监管体系试运行工作方案》]和[媒体报道]）

建立了“多星联合调度、实时无缝推送、自动分类管理”的高速网络通道，采用分块并行传输技术开展多通道数据推送，实现TB级海量遥感影像“当日达”，运行效率处于国内领先水平。建立了全国海岛海岸带遥感影像采集处理、信息提取业务化工作机制和应用服务平台，利用多源、高精度卫星影像对我国36万平方公里近岸海域开展15天一周期遥感监测，及时发现违法用海的苗头倾向，为落实国家严管严控围填海政策、推进生态文明体制改革提供了强有力的支撑保障。此外，在海岛管理、海洋保护地监管、海洋维权执法中也得到了广泛的应用。

4、保密方面

本项目严格按照中心有关保密管理规定开展工作，项目中所涉及的涉密数据严格按照国家保密制度执行。根据项目需要，按照国家保密制度对项目成果进行脱密处理。项目中所涉及都是产品级公开数据，不涉及具体保密信息。

5、国内、国际比较

综上所述，项目在海洋遥感数据处理与业务化应用等方面取得突出创新成果，总体技术达到了国内领先水平。基于遥感技术的海洋监管业务运行体系和支撑保障能力已处于国内领先，海岛海岸带遥感专题信息更新标准、整编规范的建立健全填补了国内在该领域的空白，长时序、多源海岛海岸带遥感数据仓库以其长覆盖周期、高覆盖频次、产品类型丰富及紧密聚焦海洋监管需求拓展服务产品类型的突出特点，已达到国内领先水平。因此，通过该项目的实施，极大提升了我国海洋遥感业务的支撑保障能力。今后将继续围绕海洋遥感专题信息智能分类提取、长时序多源海岛海岸带遥感资料综合分析产品研发和海量遥感影像自动化处理等方面开展深入研究，不断提升核心竞争力和海洋监管业务的支撑服务水平。

四、推广应用情况

1、推广、应用情况及社会评价（限 2000字）

依托长时序多源海岛海岸带遥感影像和专题信息成果，面向自然资源部及其直属单位、沿海省市海洋管理机构、涉海高校、科研院所与军方等单位推广应用，为27家单位提供海洋遥感资料及专题产品服务46批。利用长时序多源海岛海岸带遥感影像，更新海洋基础地理数据12批次并应用于国家重大海洋专项工作底图和成果底图编制，更新完成28套底图资料，为34家单位提供36批底图服务。

1) 海域海岛管理及自然保护地监测服务

自2007年开始逐步建立长时序、多源、海量海洋遥感数据获取、处理与共享服务机制，为各沿海省市开展海域海岛动态监视监测提供有力保障。2007年至2012年，实现低分影像每年1覆盖，高分影像每3年1覆盖。2013年至2018年，实现低分影像每季度1覆盖，高分影像每年1覆盖。自2019年3月起，实现全国海域36万平方公里监管范围高分影像每15天1覆盖，配套完成海量遥感数据快速处理和专题信息提取。截至2020年3月累计完成24期影像覆盖，提取变化图斑9259个。为国家海域海岛动态监视监测、围填海监管、海岛四项基本要素监视监测、海洋自然保护地科学监管和生态修复工程等提供了数据支撑。

证明材料：

用户使用情况报告：“1. 项目技术成果用户应用证明”和成果证明材料：“8媒体报道”。

2) 海洋维权执法服务

建立的长时序多源海岛海岸带遥感数据库在无居民海岛专项执法行动、海砂执法、海洋保护区执法和海域使用执法等任务中得到广泛应用。基于多期航空遥感影像和卫星遥感影像，通过与确权信息、规划信息、整治修复信息等进行空间分析，为发现执法线索和调查取证提供了强有力证据。相关工作得到了自然资源部执法局、原中国海监等部门的高度认可。

证明材料：

用户使用情况报告：“1. 项目技术成果应用服务证明”和成果证明材料：“5. 图集专著”《中国海监第二支队海洋行政执法监管遥感图集》。

3) 海洋军事国防建设服务

依托长时序多源海岛海岸带遥感数据仓库在境外海峡通道区域的影像数据和遥感专题信息提取成果的积累，开展海洋军事国防建设服务应用。编制《琉球群岛地理环境与资源》专著，实现了对第一岛链内重要海岛和海上通道的地理区位、分布态势、自然环境、军事设施情况的全面准确把握；同时，应用GIS空间分析技术，对岛链内10余条海上通道的战略价值进行了定量评价，为突破岛链封锁、打通出海通道提供了科学依据。

证明材料：

成果证明材料：“5. 图集专著”《琉球群岛地理环境与资源》和“4. 发表论文”杨晓彤,焦红波,李艳雯,王力彦. 两种浅海水深快速反演方法对比研究[J]. 测绘科学,2

017,42(11):177~183。

4) 海岛海岸带遥感影像数据产品服务

构建的长时序多源海岛海岸带遥感数据仓库，覆盖范围以我国近岸区域为重点，辐射西北太平洋、东印度洋和南海，资料时间范围长、更新频率高、资料类型丰富，先后为国内27家单位提供海洋遥感资料及专题产品服务46批次。服务内容包括原始影像、融合校正影像、专题信息产品等，服务单位除了自然资源部直属业务中心与科研机构，还包括沿海省市海洋管理机构、涉海高校与科研院所和军方单位等。为海洋调查专项、海洋综合管理、海洋军事国防等提供了大量支撑服务。

证明材料：用户使用情况报告：“2. 数据资料成果用户应用证明”。

5) 海洋基础地理数据更新产品与底图服务

利用长时序多源海岛海岸带遥感影像，更新1:5万海洋基础地理数据4批次，更新系列比例尺海洋基础地理数据各8批次，为国家海域使用动态监视监测系统提供了现势性强的基础地理数据。海洋基础地理更新数据也在重大海洋专项任务的工作底图和成果底图编制中得到很好的应用，已累计更新28套底图资料，为国内34家涉海用户提供底图服务36批次。我中心作为海洋基础地理数据更新和底图编制的业务支撑单位，其核心地位得到广泛认可。

证明材料：用户使用情况报告：“3. 项目底图成果用户应用证明”。

6) 技术成果推广服务

项目组长期积累的关键技术在相关涉海单位中得到了很好的推广应用。研究建立的长时序、多源、海量海岛海岸带遥感数据获取、处理与共享服务机制在自然资源部海岛研究中心、国家海洋环境监测中心和沿海省市的动管中心等得到推广应用；提出的高分光学影像无地面控制点几何校正技术和批量遥感影像调色方案，以及项目研发的遥感专题成果符号库和批量制图技术在国防科技大学、92556部队、35基地等军方单位的遥感调查任务实施中得到了很好的应用；研制的海洋遥感专题数据产品提取技术，得到自然资源部东海局、南海局和南京信息工程大学等单位相关专家的认可和推广。

证明材料：用户使用情况报告：“1. 项目技术成果用户应用证明”。