高 技 术 船 舶 科 研 项 目

建 议 书

项目名称：

申报单位：

参研单位

项目负责人：

研制周期：

编制日期：

**工业和信息化部 财政部**

**填写说明**

1.项目名称：应体现项目关键技术的特点及研究重点，简洁、明了。

2.申报单位：填写申报牵头责任单位的工商注册全称并加盖公章。

3.参研单位：填写各参研单位的工商注册全称并加盖公章。

4.项目负责人：填写牵头责任单位的项目负责人姓名及联系电话。

5.研制周期：是指开展实质性研究工作至项目完成结题验收的时间。若批复后才能开始实质性研究的项目，应填写相对时间，并以月为单位计算，如36个月；若由于市场、任务等原因有明确完成时限要求的项目，应填写具体的开始和完成时间，如：2009年1月—2011年1月。

6.编制日期：填写建议书编制完成的时间，如：2009年1月1日。

7.正文为3号仿宋，一级标题加粗，首行缩进2字符，固定行距28磅。

**1.研究目的及国内外技术发展现状**

1.1项目背景

近年来由于智能船舶概念的兴起以及智能船舶技术的日益发展，船舶智能化航行已经成为全球航运的发展趋势。船舶航行环境信息感知技术是船舶实现智能航行的关键技术之一，是实现船舶智能化的首要待突破问题，也是保障海上交通安全的关键技术之一。船舶航行环境信息包括周围船舶和障碍物信息、周围气象条件、波高、视频/音频监控信息、水流信息、可航行区域等。目前主要依靠AIS、船载雷达、激光传感器、激光雷达传感器、风速/风向传感器、水深仪、航行数据记录仪（VDR）、电子海图（电子航道图）以及船岸交互信息等传统手段来获取，对于以GNSS-R为代表的新型海事传感器研究较少。在航行环境信息感知过程中涉及的信号种类繁多、数据量巨大、信息间存在冗余和冲突等一系列问题，亟需对船舶航行环境信息进行综合集成与空间分析的相关研究，为船舶智能航行提供带有空间矢量和属性的的航行环境信息数据。

1.2市场需求分析

对市场需求进行细化分析，包括市场定位、需求量、基本技术要求、竞争环境等情况。

航行环境信息感知与识别是智能船舶实现智能航行的前提和先决条件，通过船载雷达、船载热成像传感器和GNSS-R新型传感器对航行环境信息的采集，并在空间分析平台下构建航行环境数据的集成与服务平台。空间分析平台下的船舶航行环境信息集成与处理方法，具有处理速度快，远程更新和智能交互的特点。可为船舶在夜间、恶劣海况和靠离泊运动方面提供必要的环境基础数据，实现感知信息与船舶控制之间的协同交互，为船舶在拥挤航道下直线段、转向段、多障碍物环境的智能识别与航行控制提供技术支撑。

1.3研究目的

总体阐述开展项目研究的目的、意义，及对国内外相关技术领域的影响等。

通过研究GNSS-R新型传感技术和多源航行环境信息集成融合技术，在空间分析平台下开展空间数据转换与空间信息解析技术的研究，融合与集成航行环境信息，为船舶智能航行和复杂海况下船舶运动控制提供科技支撑，同时也为海上交通安全提供技术保障。

1.4国内外发展现状

1.4.1国外发展现状

分析国外相关技术领域的总体发展水平、发展趋势，列出国外相关技术的研究单位及现有水平、技术优势等。

GNSS-R技术是从20世纪80年代发展起来的一个分支，相比其他传感器，GNSS-R具有全天时、全天候、覆盖范围广、信号多源、重量体积和功耗小、成本低、时空分辨率高等优势，迅速成为海洋遥感技术发展的新兴手段，目前，国外很多机构开展了很多岸基、机载和星载的观测实验，反演方法及算法也得到了一定的完善和改进，为进一步应用奠定了基础。其中比较有代表性的有：Starlab公司等单位在有效波高测量研究方面，基于岸基平台开展了大量实验；西班牙加泰罗尼亚理工大学和加拿大纪念大学则研究了星载平台下的海上浮油信息反演理论；并进行了机载平台下船舶目标识别方面进行了尝试。目前，国外很多国家都投入了很多精力研究GNSS-R海洋遥感，应用领域也逐步扩大，NASA、NOAA等机构研制的机载系统已进入业务化运行。

空间分析技术是将带有空间位置、分布、形态、距离、方位、拓扑关系的地理信息大数据通过叠加、分割、拓展、统一形成新的数据形式，提取其潜在信息的技术手段。目前，国外如欧盟“MUNIN”、英国Rolls-Royce公司等机构开展了针对智能船舶的航行环境信息感知技术的研究，航行环境信息的感知能力得到一定的发展。而在感知信息的空间分析技术研究方面，针对空间信息提取、空间数据分析、空间模型构建等领域比较有代表性的有：美国ESRI公司的Nautical模型提供了电子海图数据生产、转换、空间分析和服务发布的研究方案；美国MapInfo公司在电子海图平台与AIS船舶导航系统上进行数据空间分析尝试；意大利海洋科学院研究了雷达数据与其他数据的数据融合技术。综上，虽然国外很多国家相继投入到船舶航行环境感知与识别技术的研究，但较少有机构进行航行环境信息的空间转换与集成、感知信息与船舶运动协同交互和服务于船舶的空间分析通用模型的研究。

1.4.2国内发展现状

分析国内相关技术领域的总体发展水平、发展趋势，列出国内相关技术的研究单位及现有水平、技术优势等。

国内在GNSS-R方面的研究工作起步比较晚，目前，在航行环境信息感知方面，中科院大气物理研究所、北京航空航天大学等单位开展了一定的岸基GNSS-R实验，并研究了星载平台下的信息提取理论；大连海事大学则通过实船测试验证了船载平台下GNSS-R信息感知的可行性；上海航天电子技术研究所等单位针对GNSS-R接收机做了相关研究工作；目前国内在GNSS-R海洋遥感理论、技术和数据反演等方面虽逐步尝试并完善，但相较国外，在常规海洋航行环境参数的反演方法、模型研究以及长期稳定累积观测试验数据方面仍需进行更为深入的研究。

国内在航行环境信息感知识别与空间分析方面的研究起步较晚，目前，大连海事大学开展了多源海上空间信息传感与识别技术的研究，研发了天-空-船-岸多平台的海上空间信息感知与监测系统装备；大连海事大学同时开展了多源多尺度的环境信息与船舶运动控制协同交互技术的研究，结合空间分析技术与空间转换模型，为船舶航行以及在夜间、恶劣海况和拥挤航道等多种环境下船舶通航环境提供航行态势信息，提升了感知信息与船舶控制的协同交互能力。

1.5必要性分析

结合本项目拟开展的研究内容和目的，详细论述开展项目研究的必要性。

船舶智能航行只有在获取周围环境信息和自身状态信息前提下，才能做出航行决策，保证船舶安全并执行航行任务，因而航行环境感知是船舶智能航行的重中之重。目前国内外的研究工作主要集中在船载雷达和AIS的识别和跟踪，但依旧无法实现较高的准确率，以GNSS-R为代表的新型海事传感器的航行环境感知与识别技术研究，在一定程度上可提高目前传统的航行环境感知技术的不足。将多源传感器感知信息集成和融合分析，在高效通用平台上与船舶智能航行协同交互是目前有待突破的一个难题，在空间分析平台下进行航行环境数据融合和空间分析，可实现感知信息的快速处理、高效分析，并且能够与船舶控制之间实现智能交互，为船舶提供周围目标信息、障碍物信息、波高等环境信息以及船舶自身信息等必要且可靠的信息支持，做出最优航行决策。

**2.研究目标及主要研究内容**

2.1研究目标

提出项目研究的具体目标，可根据研究内容和进度要求提出总目标及分阶段的研究目标。

* **GNSS-R新型传感器的航行环境感知与识别技术**

针对GNSS-R新型传感器的独特优势，以及海上探测传感技术体系在智能船载平台的创新性需求，开展基于全球导航卫星系统反射信号（GNSS-R）的航行环境感知与识别技术研究，弥补其他遥感探测平台在时空延展上的不足,保障智能船舶航行安全。

* **空间信息平台下航行环境数据融合与空间分析**

通过对空间数据转换与空间信息解析技术的研究，研发空间信息综合处理分析平台，为船舶智能航行、安全航行提供技术支撑。

2.2主要研究内容

应针对拟开展的研究内容、拟解决的技术问题对具体研究工作及技术进行分解，开展论述说明，并对拟解决的技术难点和可能的创新点进行分析说明。

* **GNSS-R新型传感器的航行环境感知与识别技术**

1、构建船载GNSS-R航行波高感知系统，获取累积观测试验数据，实现智能船舶航行环境传感识别应用；

2、构建船载GNSS-R海面环境目标延迟多普勒成像模型，推动新型传感器船载平台反演方法和模型研究，服务北极航行环境安全；

* **空间信息平台下航行环境数据融合与空间分析**

研究航行环境数据的分层转换与集成技术；

研究航行数据空间解析与关联分析技术；

研究空间信息综合处理分析平台。

**3.初步研究方案、关键技术及解决途径**

3.1初步研究方案

针对拟解决的技术问题提出初步的研究方案，应论述清楚解决方法、研究路线及主要研究工作等。

* **GNSS-R新型传感器的航行环境感知与识别技术**

开展基于GNSS-R新型传感器的航行环境感知与识别技术研究，研究基于干涉复数场相关时间算法的波高反演算法，利用大连海事大学教学实习船育鲲轮开展实船测量实验，构建船载GNSS-R航行波高感知系统，获取累积观测试验数据，并进一步探究有效波高与船舶态势之间的关系；构建船载GNSS-R海面双基散射几何模型，研究延迟多普勒图像（DDM）成像技术，生成船载平台下环境目标信息DDM，为船载GNSS-R新型传感器海上环境目标信息反演和识别奠定基础。技术路线如图所示。



**空间信息平台下航行环境数据融合与空间分析**

通过对空间数据转换与空间信息解析技术的研究，研发空间信息综合处理分析平台，构建航行环境数据分层转换与集成模型，通过集成船载雷达、船载热红外、GNSS-R等航行环境信息，对航行条件进行深度解析工作，为船舶智能航行、安全航行提供技术支撑。技术路线图如下图所示：



3.2关键技术及解决途径

对影响项目研究成败的关键技术及相应的解决途径进行分析，并有针对性地提出较细化的研究方案。

* **GNSS-R新型传感器的航行环境感知与识别技术**

（一）船载GNSS-R航行波高感知系统

研究基于海浪谱模型的干涉复数场相关时间算法，利用育鲲轮开展船载GNSS-R有效波高测量实验，提高波高反演精度，通过改变船舶航行状态（在航、系泊、系岸等），分析有效波高与船舶态势之间的关系，构建船载GNSS-R航行波高感知系统，实现船载GNSS-R传感识别应用。

（二）船载GNSS-R环境目标延迟多普勒成像模型

开展船载GNSS-R双基散射机理研究，通过构建船载GNSS-R海面双基散射几何模型，探究海面油膜均方坡度模型和双基雷达截面计算方法, 以及二者与海面散射系数之间的耦合关系；实现油膜等环境目标信息的延迟多普勒成像，进一步用于DDM反演环境目标信息。

* **空间信息平台下航行环境数据融合与空间分析**

（1）航行数据的分层转换和集成技术

通过采集与处理船载雷达、船载热红外、GNSS-R等多源传感信息，基于空间数据建模、数据重映射与通用空间平台的数据转换技术，通过包含地理空间实体图形、空间索引与属性的数据存储方式，对数据空间模式进行分析，在空间数据平台下整合至电子海图为底层的图像栅格数据、环境目标矢量数据等多源航行环境数据；

（2）航行数据空间解析与关联分析技术

根据航行环境信息的大数据基础，采用空间分析方法对航行数据的空间位置关系、空间拓扑关系进行叠加、分割等空间分析形成新的数据形式，进行海上航行数据的深入解析与关联分析，提取其潜在的信息，同时利用拓扑结构检查，提高数据质量控制，减少空间分析时错误干扰，构建智能航行的空间数据基础。

（3）空间信息综合处理分析平台

统一在空间信息平台下的航行环境数据，通过缓冲区分析、叠置分析等空间分析方法，实现对船位周围海域内航行环境数据如狭窄水道、多障碍物等空间特征点的感知与解析，构建空间信息综合处理分析模块，为船舶智能航行以及船舶智能避障、智能靠泊等特殊通航环境提供态势感知的空间解析结果。

**4.主要技术指标、研究成果及应用方向**

4.1主要技术指标

应针对每一项拟解决的技术问题或主要研究工作提出相应的技术指标和量化的考核指标。

（1）建立集成图像栅格数据、矢量数据、海图数据三种数据格式的空间处理分析平台。

4.2研究成果及成果形式

应对项目研究取得的成果进行论述，并提出相应的成果形式，如研究工作应提供的样品样机、技术报告、试验数据、规范规程、软件、研究报告等的名称、数量及质量要求。

（1）船舶航行环境信息空间分析系统，获得软件著作权；

（2）船载GNSS-R航行波高感知系统；船载GNSS-R环境目标延迟多普勒成像模型。

（2） 课题研究报告1份、课题工作报告1份；

**5.项目的知识产权可行性分析报告**

论述项目研究所涉及的知识产权情况，提出可能形成的知识产权，分析所形成的知识产权的性质、影响等。

**6.技术基础、配套条件及措施分析**

6.1技术基础

论述说明申报单位基本情况、开展项目研究已具备的技术基础和已开展相关技术研究（包括已承担的船型或课题研究任务）的情况以及承担项目研究的优势等。

研究团队依托大连海事大学航海学院交通运输工程“双一流”学科，形成了海上交通安全与空间信息技术创新团队，在船舶航行环境感知、空间信息分析与应用方面进行了20多年的潜心研究，承担“海事测绘数据库模型及共享方法研究”项目的研究，实现了海图数据与通用空间数据平台的转换与共享，并参与撰写《S-100通用海道测量数据模型》专著等。在海上目标信息采集与海上交通安全保障方面承担“深远海调查与海洋环境服务保障研究“、“恶劣海况下搜救和撤离应急保障技术集成与应用示范”、“水上溢油与目标遥感识别与监测技术”、“海上溢油目标X波段雷达预警与应急监测关键技术及集成”、“海上搜寻目标光谱探测追踪研究”等多项国家、省部级项目，研究的天-空-船-岸海上油膜探测传感识别技术及应用获得国家科技发明二等奖，基于无人平台的遥感定标传感识别与应急保障技术获得航海学会科技一等奖并且进入2018年度国家技术发明一等奖的会评答辩。研究了以光学遥感、激光荧光、航海雷达、GNSS-R等为核心的传感器感知技术和海上空间信息识别方法，团队已经建立了小尺度、特殊环境和特定区域需求的航海气象精细化保障系统。并获得基于2D脉冲式激光雷达和三维激光探测的智能船舶靠泊装备及方法、基于量子密钥技术的智能船舶通信协议的多项专利和软件著作权。

6.2软硬件条件

论述说明申报单位开展项目研究已具备的和未具备的软硬件条件，对于未具备条件的还应提出改进措施。

大连海事大学以本项目研究团队为核心建有海上交通安全与空间信息技术创新团队、水上智能交通行业重点实验室、国家船舶导航系统工程研究中心和船舶污染监测与检测信息化辽宁省重点实验室。学校拥有的6000 吨“育鲲”轮专用教学科研实习船和3 万吨“育鹏”轮实习船，以及与黄海相连的的校属港池，可为本项目的实施提供应用平台与实验场地，为本项目的研究提供良好的软硬件条件。研究团队从九十年代初开始进行了大量的海上目标遥感识别与空间信息分析技术的研究，建立了海上溢油与目标的光谱数据库，具有丰富的海上实验经验。并且团队由多名船长、大副等人员构成，拥有实际的船舶远洋航行经验，可为航行环境感知与识别技术的相关实验与应用提供技术支撑。

6.3研究队伍

论述说明项目负责人及主要参研人员在该技术领域承担过的研究任务及取得的成绩，包括主要研究成果、专利、获奖以及发表论文的情况；论述说明项目负责人及主要参研人员在本项目中承担的具体研究任务及责任等。

团队负责人主持国家重大研发计划，科技支撑，国家海洋公益，国家自然科学基金等国家、省部级项目20余项，入选国家有突出贡献中青年专家、国家百千万人才工程、交通运输部首批领军人才及航海学会特殊贡献奖，海上交通安全与空间信息技术创新团队负责人，以第一完成人获2013年国家技术发明二等奖，是当年获得国家技术发明奖的最年轻团队，并作为技术发明奖获奖者唯一代表出席了国家科技奖的新闻发布会。担任航海遥感专业委员会副主任委员、中国海洋遥感和空间遥感专业委员会常务委员等职务。在海上空间信息感知与识别技术方面获得核心发明专利30余项，多篇研究成果连续被传感器领域中一区SCI期刊SENSORS收录。针对国家海上交通安全保障与船舶航行环境感知技术的紧迫需求，历时近20年研发多项海上空间信息感知与监测系统装备，突破了海上目标遥感信息识别的瓶颈问题，在国家、行业和国际应急中起到了科技支撑作用。

6.4分工与协作

论述说明研究任务牵头单位和参研单位的任务分工，组织实施的具体方式（如合同制、合作制等）。若需外协的，还应说明外协单位基本情况、具体承担任务及相关理由等。

**7.研究周期及初步的实施计划安排**

论述说明项目研究进度安排，包括时间节点、研究工作或内容、主要成果及考核方式等。若研究周期为相对时间周期的，从开始实质性研究起按相对时间进行计划安排，如：第一月—第六月；研究周期有明确完成时限要求的，按具体时间进行计划安排，如：2009年1月—2009年6月。

**8.总经费测算**

8.1总经费及其构成

论述说明项目研究需要投入的总经费及测算依据，提出国拨资金与自筹资金的分配建议比例，自筹资金应说明来源及相应的证明材料。

8.2经费测算

申报单位根据开展研究的实际需要，按财防[2008]11号文的相关规定，对研究经费进行逐项分解测算。

表1 经费预算明细表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | |  | |  | | 单位：万元 | |
| 序号 | 费用类别 | 明细费用类别 | 年度金额 | | | | | | | |
| 2009年 | 2010年 | | 2011年 | | … | | 合计 |
| 1 | 设计费 | 论证费 |  |  | |  | |  | |  |
| 计算费 |  |  | |  | |  | |  |
| 分析费 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 2 | 专用费 | 专用仪器设备 |  |  | |  | |  | |  |
| 专用工艺装备 |  |  | |  | |  | |  |
| 样品样机 |  |  | |  | |  | |  |
| 专用软件 |  |  | |  | |  | |  |
| 零星技术措施 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 3 | 材料费 | 原材料 |  |  | |  | |  | |  |
| 辅助材料 |  |  | |  | |  | |  |
| 外购产品 |  |  | |  | |  | |  |
| 专用新材料 |  |  | |  | |  | |  |
| 元器件 |  |  | |  | |  | |  |
| 低值易耗品 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 4 | 外协费 | 检测费 |  |  | |  | |  | |  |
| 加工费 |  |  | |  | |  | |  |
| 设计费 |  |  | |  | |  | |  |
| 试验费 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 5 | 燃料动力费 | 水 |  |  | |  | |  | |  |
| 电 |  |  | |  | |  | |  |
| 气 |  |  | |  | |  | |  |
| 燃料 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 6 | 固定资产使用费 | 科研用仪器设备使用费 |  |  | |  | |  | |  |
| 科研用房屋使用费 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 7 | 工资及劳务费 | 工资 |  |  | |  | |  | |  |
| 劳务费 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 8 | 差旅费 | 科学考察 |  |  | |  | |  | |  |
| 科学实验 |  |  | |  | |  | |  |
| 学术交流 |  |  | |  | |  | |  |
| 业务调研 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 9 | 会议费 | 学术研讨 |  |  | |  | |  | |  |
| 咨询 |  |  | |  | |  | |  |
| 评审 |  |  | |  | |  | |  |
| 项目协调 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 10 | 事务费 | 出版费 |  |  | |  | |  | |  |
| 资料购置费 |  |  | |  | |  | |  |
| 计量费 |  |  | |  | |  | |  |
| 标准费 |  |  | |  | |  | |  |
| 文献检索费 |  |  | |  | |  | |  |
| 专业通信费 |  |  | |  | |  | |  |
| 专利申请费 |  |  | |  | |  | |  |
| 取证申请费 |  |  | |  | |  | |  |
| 其他知识产权费 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 11 | 专家咨询费 | **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 12 | 管理费 | 水 |  |  | |  | |  | |  |
| 电 |  |  | |  | |  | |  |
| 气 |  |  | |  | |  | |  |
| 取暖 |  |  | |  | |  | |  |
| 科研办公修缮 |  |  | |  | |  | |  |
| 专用设备仪器维修 |  |  | |  | |  | |  |
| 科技培训 |  |  | |  | |  | |  |
| 保险费 |  |  | |  | |  | |  |
| 审计费 |  |  | |  | |  | |  |
| 业务招待费 |  |  | |  | |  | |  |
| **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| 13 | 不可预见费 | **小计** |  |  | |  | |  | |  |
| **合计** | | |  |  | |  | |  | |  |
|  | | | | | | | | | | |

8.3研究内容经费分解

表2 按研究内容的经费分解表

单位：万元

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **研究内容** | **经费** | **备注** |
| 内容一 |  |  |
| 内容二 |  |  |
| …… |  |  |
| 合计 |  |  |

8.4承研单位经费分解

若为多家单位共同承担研究任务，应按承研单位进行经费分解。

表3 研究经费承研单位分解表

单位：万元

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **承研单位** | **经费** | **备注** |
| 单位一 |  |  |
| 单位二 |  |  |
| …… |  |  |
| 合计 |  |  |

**9.风险及应用前景分析**

对研究项目在技术、管理、市场等方面存在的风险因素进行论述分析，根据对项目的影响提出相应的应对措施。

分析研究成果在国内外应用前景(包括潜在的用户及市场占有分析)，以及所产生的经济效益等。