**一、项目名称：**

中国近海中尺度海洋动力环境预报方法及其应用

**二、推荐单位意见**

中尺度海洋动力过程，是海洋环境变化研究中最重要的环节；中尺度海洋环境预报，在我国海上利益攸关区战略支点建设、国家海洋国土安全和海洋权益维护以及近海环境保障和防灾减灾等重大国家需求中，均发挥着重要的科技支撑作用。

该项目经过10余年的联合攻关，研发了海洋中尺度动力过程的“点-线-面/天-船-底”的高分辨率、长时序新型海洋立体观测系统，系统阐明了中国近海中尺度海洋动力过程特征和机理，构建了高分辨率中尺度过程预报系统和信息服务及可视化平台，提升了我国在国际海洋学和水声学的地位。项目成果被多个海洋业务化部门采用，在亚丁湾护航行动、海洋环境监测和保障、海上石油平台设计及科研教学中均发挥了重要的技术支撑作用，提升了我国海洋环境监测、预报和综合管控能力。

项目执行期间，自主研发水平短阵声学层析、船载X波段雷达遥测等多项观测新技术，打破国外对关键装备的技术封锁；引入非线性开展海洋环境变化的机理研究，新方法系统推进了中尺度过程产生、消亡机理及声学效应的认知水平；研发了原理先进的海洋资料同化新技术，构建了包括中国近海在内的关键海域高精度中尺度海洋动力过程预报模式和信息网络集成及动态传输可视化平台，模式空间网格密度达到1/24°，5天的海表温度预报误差小于0.5℃，达到国际先进水平。该项目发表论文125篇，其中SCI论文66篇，EI论文15篇，取得软件著作权8项，获得发明专利3项，部分研究成果已获2013年海洋工程科学技术奖一等奖。

该项目的实施填补了国内海洋动力学和水声学的诸多空白，全面提升了我国在“海洋立体观测、海洋过程识别和海洋信息服务”三个方面的技术水平，得到了广泛应用。我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科技奖励工作办公室的填写要求。

推荐该项目为国家科学技术进步奖一等奖。

**三、项目简介**

中尺度海洋动力过程的时间尺度从数天至数月、空间尺度从数公里到数百公里，主要包括中尺度涡、内波和锋面等。中尺度海洋动力过程在中国近海广泛分布且频繁发生，是中国近海海洋环境变化的主控因素，对中尺度海洋动力环境监测、预报及其信息服务在国土权益安全、海洋环境保障、资源的可持续利用和沿海防灾减灾等方面，都发挥着重要作用、具有重大国家需求。

本世纪初，美国在中国近海开展中尺度过程及其声学效应海上试验，并构建了海洋环境预报模式，在我国近海的网格密度达到1/16°（分辨率达到10公里以内），而我国尚未开展针对中尺度过程的系统研究，海洋环境预报水平远低于美国。在需求和威胁的双重压力下，中国科学院近百名科研人员通过近10年的联合攻关，围绕中尺度海洋动力环境预报与应用这一核心科学问题，在现场调查、遥感反演、声学研究、数值预报、信息系统等方面实现多项技术创新，打破国外对海洋装备的技术封锁，系统获得我国近海中尺度海洋动力过程的时空分布特征和生消规律认知，解决了中尺度过程监测预报中的关键机制，构建了关键海域中尺度海洋动力环境预报模式和海洋环境信息服务平台，全面提升我国对中国近海开展中尺度过程及其声学效应的认知水平和模拟、预报能力，满足了国家各部门在近海海洋活动保障、海上设施建设选址、石油平台开发建设等方面的需求。

该项目的主要技术和创新包括：

1、在国内首次系统构建针对中尺度海洋动力过程“点-线-面/天-船-底”的高分辨率、长时序新型海洋立体观测系统，包括：以潜标为核心的深海观测系统、以声学层析为核心的浅海观测系统和以遥感遥测为核心的大面同步观测系统，为中国近海海洋动力环境调查新方法和测报新技术提供了有力支撑。

2、创新性的将非线性方法引入中尺度海洋动力过程时空规律与演化机制研究中，在中尺度过程识别与信息提取、黑潮与中国近海水交换过程及演变机理等方面取得了许多原创性发现；实现了复杂海洋环境下的宽带声传播场的快速预报算法，极大提高了声环境的快速预报效率，系统推进了我们对中尺度海洋动力过程及其声学效应的认知水平。

3、系统研发了原理先进的海洋资料同化新技术，构建了包括中国近海在内的关键海域高精度中尺度海洋动力过程预报模式，空间网格密度达到1/24°（分辨率达到5公里，与美国同类产品相比提升约50%），5天的海表温度预报误差小于0.5℃，达到国际先进水平；构建了中国近海海洋动力环境信息网络集成及动态传输可视化平台，数据产品及预报服务得到了广泛应用。

该项目发表论文125篇，其中SCI论文66篇，EI论文15篇，高影响因子国际论文30余篇，取得软件著作权8项，获得发明专利3项，部分研究成果获2013年海洋工程科学技术奖一等奖。

**四、客观评价**

（一）项目验收意见：

2007年1月23日，专家组对该项目部分成果进行验收，验收意见指出：“在我国首次实现了定点长时间的南海海洋内波调查，并获得了有效的现场观测数据”，“研究成果已在南海东部番禺油田开发等方面获得初步应用”。2012年12月11日，以胡敦欣院士、穆穆院士和张仁和院士为首的专家组对该项目部分成果进行了验收，验收意见指出：“项目研究任务的完成，系统推进了对海洋中尺度过程产生、消亡以及演变机理及其声学效应的认知水平和模拟预报能力”；“成果在我国多个业务部门得到了移植和应用，并为相关部门提供服务并发挥了重要作用”；“项目在队伍建设和人才培养方面取得优异的成绩，培育和凝聚了中尺度物理海洋过程研究的团队……有利于今后长期发展。”

（二）国内外重要科技奖励：

该项目研究成果获2013年度海洋工程科学技术奖一等奖，还被评为“2013年度中国海洋与湖沼十大科技成果”之一。

（三）相关成果技术的比较评价：

该项目研发的三维变分同化系统经第三方部门使用测试，该系统显著提高了预报精度和计算效率，温度总体误差减小约0.6℃，盐度减小约0.4psu，海表温度预报误差小于0.7℃，计算时间减小约83%，计算内存减小约77%。第161届美国声学年会上，浅海水平阵声学层析方法引起国际知名海洋声学专家广泛关注和高度评价。加拿大维多利亚大学声学反演专家Ross Chapman教授会上指出，他们也正在做类似的工作，但尚未能进行相关的海上实验，该项目的研究已经先于他们。该项目对南海中尺度涡的特征研究相关成果受到国内外广泛关注，其中在Journal of Geophysical Research上发表的论文“Mesoscale eddies in the South China Sea：Mean properties，spatiotemporal variability，and impact on thermohaline structure”单篇引用率达104次。

（四）业务应用部门评价：

中国海洋石油公司认为该项目对南海北部内波的多模态结构描述和波致流在垂向上的多样化特征研究成果，“丰富了海洋内波理论，对海上工程建设具有重要的指导意义和应用价值”，并被作为工程设计条件应用于平台设计中。

相关业务应用部门在应用该项目研发的三维变分同化系统后认为，该技术“通过同化温盐实测数据和卫星遥感资料，大大改善了海洋预报初始条件中的温盐场信息，有效提高了模式系统的预报性能，达到了项目建设要求使系统能提供重点海区短期中尺度海气耦合预报产品，为促进海洋环境数值预报业务化应用发挥了重要作用”

相关部门在应用该项目开发的三维变分海洋资料同化系统后认为：“该系统突破了SST、SSH 等遥感资料和Argo、XBT 等器测资料的多变量协调同化技术瓶颈，解决了变分同化在高维海洋预报模式业务化应用中的难题，为发展相关部门新一代海洋环境数值预报业务系统提供了重要技术支撑，具有广泛的推广应用价值。”

该项目研发的海洋信息网络技术，经过国家海洋环境预报中心、环境保护部环境与经济政策研究中心等业务部门长期使用实践验证，具有实用、快速、高效和兼容的特点，在我国海洋环境预报信息系统和西北太数据中心网站系统的建立过程中发挥了重要的技术支撑作用。

**五、推广应用情况**

该项目成果已被环保部、海洋局、中海油等多个系统相关部门的代表性单位进行了长期应用。

南海北部内波多模态结构研究成果已被中国海洋石油总公司作为工程设计条件应用于南海番禺30-1平台设计中，指导了海上工程的建设；印度洋三维温盐流数值预报系统已在国家海洋环境预报中心业务化应用；海洋信息远程网络技术被国家海洋环境预报中心、环境保护部环境与经济政策研究中心应用于预报综合信息系统建设中。

**六、主要知识产权证明目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家（地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 | 发明专利有效状态 |
| 发明专利 | 水平方法 | 中国 | ZL 20061005 .8 | 2010年10月6日 | 国 号 | 中国科学院声学研究所 | 张仁和、李风华、李整林 | 有效 |
| 其他 | A newlocalizationimplementation scheme forensemble dataassimilation of non-localobservations | 美国 | Tellus | 2010年10月11日 | DOI: 10.1111/j.1600-0870.2010.00486. x | 中国科学院大气物理研究所 | 朱江、郑飞、李熙晨 | 有效 |
| 其他 | Mesoscale eddies in the South China Sea：Mean properties，spatiotemporal variability，and impact on thermohaline structure | 美国 | Journal of Geophysical Research | 2011年6月 | DOI: 10.1029/2010JC006716 | 中国科学院海洋研究所 | 陈更新、侯一筠、储小青 | 有效 |
| 其他 | Sound speed profile inversion using a horizontal line array in shallow water | 中国 | Science China | 2015年1月 | DOI: 10.1007/s11433-014-5526-x | 中国科学院声学研究所 | 李整林、何利等 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 海洋内孤立波信息提取示范系统 | 中国 | 2015SR067085 | 2015年4月23日 | 软著登字第0954171号 | 中国科学院海洋研究所 | 申辉、侯一筠 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 星载SAR提取海洋内孤立波示范系统 | 中国 | 2015SR150272 | 2015年8月4日 | 软著登字第1037358号 | 中国科学院海洋研究所 | 申辉、侯一筠 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 海洋信息网格多维操作分析系统 | 中国 | 2008SR04558 | 2008年02月29日 | 软著登字第091737号 | 中国科学院地理科学与资源研究所 | 周成虎、苏奋振、肖如林 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 海岸带遥感信息服务系统 | 中国 | 2010SR065789 | 2010年12月06日 | 软著登字第0264062号 | 中国科学院地理科学与资源研究所 | 周成虎、苏奋振、张涛 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 海洋信息网格门户系统 | 中国 | 2008SR04559 | 2008年2月29日 | 软著登字第091738号 | 中国科学院地理科学与资源研究所 | 周成虎、苏奋振、何亚文 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 海岸带时空演变遥感监测服务云平台 | 中国 | 2010SR065791 | 2010年12月06日 | 软著登字第0264064号 | 中国科学院地理科学与资源研究所 | 周成虎、苏奋振、张丹丹 | 有效 |

**七、主要完成人情况**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 侯一筠 | 排名 | 1 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：为项目3个支持计划的负责人，对项目创新点1、2做出了主要贡献。系统阐释了黑潮入侵中国海的具体形式及其变化规律、揭示了南海内波的多模态结构、系统研究了南海内孤立波时空演变规律及其与建筑物的相互作用，对跃层、锋面及其与大尺度波动的关系方面给出了理论解释。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 潘锋 | 排名 | 2 |
| 行政职务 | 副所长 | 技术职称 | 研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院信息工程研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院声学研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点1做出了贡献。作为中国科学院知识创新工程重大项目的首席技术专家，负责了“关键海域中尺度物理海洋过程的声学反演及其快速评估关键技术”的总体研究。指导并开展可在水下长期自主工作的声学与海洋一体化潜标设计研制工作，解决了中尺度海洋环境下声学观测所需的固定式声学发射和声学接收系统，具有高可靠性等特点，大大推动了我国海洋声学实验技术的发展。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 苏奋振 | 排名 | 3 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院地理科学与资源研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院地理科学与资源研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点3做出了贡献。发展了多源异构海洋网格体系，实现了海洋三维动态信息的网络发布、查找、分析、可视化以及下载等功能，在海洋信息组织、网络信息管理和远程动态可视化等方面具有创新性。在此基础上，构建了海洋信息动态服务网络平台，突破了当前海洋信息网络信息服务的静态方式，实现了网络动态信息服务和可视化。多项成果为业务应用部门服务。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 闫长香 | 排名 | 4 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 副研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院大气物理研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院大气物理研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点3做出了贡献。参与完成包括中国近海在内的关键海域三重嵌套高分辨率海洋模式的优化和检验，较好模拟了中尺度涡、锋面等海洋中尺度现象。采用集合同化方法，基于国际先进的HYCOM海洋模式，开发了适应于中国近海海域复杂地形和边界条件的先进海洋资料同化系统，实现了多观测变量如SLA、SST和温盐廓线等的协调同化，负责同化系统在海洋局业务化单位和相关部门的移植以及推广应用。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 申辉 | 排名 | 5 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 研究员 |
| 工作单位 | 南京信息工程大学 |
| 完成单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点1、2做出了贡献。设计了海洋内孤立波信息提取系统模块，建立了从合成孔径雷达SAR图像中提取南海海洋内孤立波信息的方法，并构建海洋内孤立波的三维遥感仿真流程，成果直接应用于国防服务。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 李整林 | 排名 | 6 |
| 行政职务 | 副主任 | 技术职称 | 研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院声学研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院声学研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点1、2做出了贡献。发展了声场快速计算模型和有内波条件下的三维声速场重构模型。揭示了孤立子内波引起的简正波到达时间起伏机理，成果对浅海声学层析声源频率、声源深度的选择具有重要指导意义，使得层析精度大大提高。发展了基于水平阵声学层析新方法，并在东海和南海进行了海上实验验证，能快速高精度地反演出声传播路径上平均海水声速剖面，解决了浅海声学层析系统的适装性问题。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 周成虎 | 排名 | 7 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院地理科学与资源研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院地理科学与资源研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点3做出了贡献。推进了海洋信息组织、网络信息管理和远程动态可视化等方面技术方法。在海洋信息组织中，将元数据描述的方法推进至语义本体描述的水平；在海洋现象描述方面，克服了GIS图层将海洋时空动态过程从空间和时间上割裂的限制；在海洋立体空间表达方面，克服将三维立体空间投影到二维空间的表达方式，实现了以三维立体的地球为空间参考标准的海洋三维空间表达。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 胡珀 | 排名 | 8 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 副研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点1、2做出了贡献。作为首席科学家和科考队长参加了项目2个航次的现场调查任务，成果组织布放回收了3套深水潜标系统，获得了10个月的连续观测资料。开展了吕宋海峡水交换和和南海北部中尺度涡旋特征研究，给出了吕宋海峡水交换特征和南海东北部涡旋的时空变化特征；构建1.5层浅水约化重力模式，给出了黑潮入侵南海多流态的非线性特征，并给出了中尺度涡旋与黑潮相互作用的机制。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 徐振华 | 排名 | 9 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点1、2做出了贡献。基于南海北部长时间海流观测发现半日内潮存在罕见的多模态结构且呈现季节性规律，并且多模态内潮主要是局地生成；发现该海域内潮呈强非平稳性，对“第一模态平稳内潮主导能量”的传统观点作了补充。发现内潮的不稳定性的主要产生途径，及其对大尺度环流维持起重要作用。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 郑飞 | 排名 | 10 |
| 行政职务 | 国际气候与环境科学中心副主任 | 技术职称 | 副研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院大气物理研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院大气物理研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点3做出了贡献。发展了集合同化新的局地化方法和提出多源观测资料的动力平衡约束等，使得发展的海洋资料同化系统一方面能够有效地利用不同类型观测资料的影响半径，避免了同化后产生虚假信息；另一方面能够协调地将海洋温度和高度计观测同时同化入海洋模式中，保证了两者间的动力平衡关系，进而提高了海洋资料同化系统的同化精度，为关键海域预报系统提供精确的初始场。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 尹宝树 | 排名 | 11 |
| 行政职务 | 实验室主任 | 技术职称 | 研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点1、2做出了贡献。揭示了南海西北部内孤立波的季节性变化特征及规律；在该海域首次现场观测发现了上凸型内孤立波；提供了该海域局地生成的内孤立波存在的证据；揭示了台风期间内孤立波的演化过程和机理。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 何利 | 排名 | 12 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 副研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院声学研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院声学研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点1、2做出了贡献。发展了基于垂直阵和水平阵的浅海并行化声学层析方法，实现了海水声速剖面的准实时声学层析。针对水平阵空间相关半径大导致的匹配场声学层析多值性问题，提出了改进的匹配处理器代价函数，并结合多维空间滤波技术使得声学层析结果更加稳定、可靠。反演方法在2009年的南海综合海上实验和2010年的海洋声学层析专题实验中得到了验证。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 刘泽 | 排名 | 13 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 副研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点1、2做出了贡献。作为潜标观测航次工作队长，成功组织系列海洋动力学潜标的布放与回收，获得关键海区海洋动力过程长时序观测资料；利用多源遥感数据，首次报道了东海黑潮水色锋的季节性变化规律，锋面引起的海洋动力过程，将有效驱动局地海洋生物环境变化。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 齐鹏 | 排名 | 14 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院海洋研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点1、2做出了贡献。开展了吕宋海峡水交换特征和南海东北部涡旋的时空变化特征研究，给出了黑潮吕宋海峡水交换的三维数值结构特征以及中尺度涡旋的特征。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 吴文周 | 排名 | 15 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 助理研究员 |
| 工作单位 | 中国科学院地理科学与资源研究所 |
| 完成单位 | 中国科学院地理科学与资源研究所 |
| 对本项目技术创造性贡献：对项目创新点3做出了贡献。参与研发多源异构海洋网格体系，实现了海洋三维动态信息的网络发布、查找、分析、可视化以及下载等功能，采用海洋立体空间表达方式，克服将三维立体空间投影到二维空间的表达方式，实现了以三维立体的地球为空间参考标准的海洋三维空间表达。作为主要参加人，参加了海洋信息动态服务网络平台研究，突破了当前海洋信息网络信息服务的静态方式，实现了网络动态信息服务和可视化。 |

**八、主要完成单位及创新推广贡献**

**1. 中国科学院海洋研究所 排名第1位**

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：中国科学院海洋研究所作为该项目支持计划（中国科学院知识创新工程重大项目、国家自然科学基金重点基金、中国海洋石油总公司与中国科学院合作重大项目课题）的主持单位，承担了项目的总体设计和协调组织。在现场观测实验、黑潮对中国近海动力环境的驱动作用、近海动力过程机理、海洋遥感技术等方面具有突破性研究成果：开展了海洋学-声学联合调查试验、实现了船载X波段雷达应用到现场海洋内波调查的新技术、揭示了黑潮地非线性演变机制、南海内波的多模态结构、建立了内波、海气通量等遥感新技术。该单位的船舶中心、分析测试中心、高性能计算中心、中国科学院近海观测网络等支撑部门和平台为项目的顺利实施提供了船只、航次、数据、高性能计算等方面的支持。该单位积极推动项目成果在总参相关业务部门、国家海洋预报中心、中国海洋石油总公司等部门的应用，为促进与发挥科研成果的业务服务职能提供了条件。项目多项成果被相关部门实际应用。

**2. 中国科学院声学研究所 排名第2位**

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：中国科学院声学研究所主要负责中国近海动力环境声学探测技术研究，在海洋中尺度过程对声场影响效应和机理及中尺度过程的声学反演两方面做出了创新性贡献。具体贡献有以下4点：（1）建立了适合我国近海海域的二维声场快速计算模型，在耦合简正波PE模型的基础上完成基于集群机的声场并行快速算法，速度提高1个数量级，精度小于2dB。可用于分析有海洋中尺度过程条件下的声场规律；（2）建立了孤立子内波和线性内波等海洋中尺度现象的声速场重构模型。可由内波特征参数重构出随时空变化的4维声速分布，并与声场模型进行集成，分析总结了我国南海和黄海等等关键海域声场时间相关半径随内波起伏、声波频率等的统计规律和经验关系式；（3）完成适合于我国关键海域的声纳性能评估算法及软件，可用于评估中尺度过程下声纳的探测性能。该软件系统已在国家“全球变化与海气相互作用专项”中研制12套，有力地推动了我国应用海洋学发展；（4）提出了基于水平短阵的海洋声学层析新方法，能快速高精度地反演出声传播路径上平均海水声速或温度剖面，解决了浅海声学层析系统的适装性问题。研制成功可用于声学层析的声学发射潜标和声学接收潜标，并在南海海域进行了2次综合性海上实验。声学层析方法和潜标技术已经推广应用到863重大项目“南海海底观测网试验系统”和国家“全球变化与海气相互作用专项”海洋声学调查中。

**3. 中国科学院地理科学与资源研究所 排名第3位**

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：构建了多源异构海洋网格体系，实现了海洋三维动态信息的网络发布、查找、分析、可视化以及下载等功能，在海洋信息组织、网络信息管理和远程动态可视化等方面具有创新性。其中，在海洋信息组织中，将元数据描述的方法推进至语义本体描述的水平；在海洋现象描述方面，面向海洋过程整体描述，克服了GIS图层将海洋时空动态过程从空间和时间上割裂的限制；在海洋立体空间表达方面，克服将三维立体空间投影到二维空间的表达方式，实现了以三维立体的地球为空间参考标准的海洋三维空间表达。在此基础上，构建了海洋信息动态服务网络平台，突破了当前海洋信息网络信息服务的静态方式，实现了网络动态信息服务和可视化。该技术方法目前在多个国家业务部门得到了推广应用，取得了重要的社会效益。

**4. 中国科学院大气物理研究所 排名第4位**

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：完成包括中国近海在内的关键海域三重嵌套高分辨率海洋模式的优化和模拟检验，较好模拟出了中尺度涡、跃层以及锋面。发展了一个可同化高度计、SST和Argo廓线等观测资料的原理先进的海洋资料同化系统，并通过富有创新的动态更新样本和新的局地化方案减小采样误差，提出了一个基于等密度面模式的Argo同化新方案和基于集合样本的观测稀疏化方案以及在包含潮汐过程的海洋环流模式中有效同化中尺度信息的同化方法。通过模式和资料同化的系统集成，完成了一个关键海域预报系统，该系统可较好克服由于我国近海海岸线复杂、陆架海和外海之间极为剧烈的地形梯度变化和强烈的盛行风的季节变化所造成的复杂（沿岸流、季风环流、黑潮、近岸淡水入流和潮流等）及其派生出的中尺度涡旋、跃层和锋面的剧烈时空变化。通过一年的逐日海洋预报试验检验，并与国内外近五年同类系统的结果进行了比较，对SST预报优于大部分同类系统，同时该系统在南海中尺度涡的预报方面展示了较好的预报技巧。该项目相关研究成果已在我国多个业务部门得到了移植和应用。其中该海洋资料同化系统构成了短期气候数值预报系统的关键分系统，移植到相关部门，为其提供保障，得到了相关部门的高度重视和赞赏。

**九、完成人合作关系说明**

该项目四个完成单位中国科学院海洋研究所与中国科学院声学研究所、中国科学院大气物理研究所、中国科学院地理科学与资源研究所一直保持着密切的合作，从2002年开始共同参与承担了863项目、中科院知识创新方向性项目等多个研究项目，2008年开始在中国科学院知识创新重大项目“关键海域中尺度物理海洋过程的预报模式及关键技术研究”（KZCX1-YW-12）资助下四个单位的所有完成人员围绕项目研究目标开展紧密合作。围绕着中国近海的中尺度海洋动力过程，在“海洋立体观测、海洋过程识别和海洋信息服务”三个方面取得了一系列创新性成果。

侯一筠和潘锋分别作为项目首席科学家和首席技术专家，在我国首次实现了定点长时间的南海海洋内波调查；通过顶层设计，共同组织了2008年和2009年2个航次的海洋-声学联合调查航次。在观测新技术研发方面，潘锋指导并开展可在水下长期自主工作的声学与海洋一体化潜标设计研制工作；李整林、何利等解决了浅海声学层析系统的适装性问题，发展了基于垂直阵和水平阵的浅海并行化声学层析方法，实现了海水声速剖面的准实时声学层析；申辉建立了从合成孔径雷达SAR图像中提取南海海洋内孤立波信息的方法，并构建海洋内孤立波的三维遥感仿真流程。在理论研究新方法方面，侯一筠、胡珀、徐振华、齐鹏等系统阐释了黑潮入侵中国海的具体形式及其变化规律、揭示了南海内波的多模态结构、系统研究了南海内孤立波时空演变规律及其与建筑物的相互作用，给出了黑潮入侵南海多流态的非线性特征，发现内潮的不稳定性的主要产生途径；尹宝树、刘泽等揭示了跃层、锋面与中国近海陆架环流的关系。在预报与信息服务新平台建设方面，闫长香、郑飞等开发了适应于中国近海海域复杂地形和边界条件的先进海洋资料同化系统，提高了海洋资料同化系统的同化精度，为关键海域预报系统提供精确的初始场；苏奋振、周成虎、吴文周等构建了海洋信息动态服务网络平台，突破了当前海洋信息网络信息服务的静态方式，实现了网络动态信息服务和可视化，创建了以三维立体的地球为空间参考标准的海洋三维空间表达。

项目组定期开展学术交流并实现多种渠道合作，取得了一系列研究成果，并在此基础上，侯一筠、潘锋、苏奋振、申辉、李整林、尹宝树、齐鹏作为项目主要完成人申报并获得了2013年海洋工程科学技术奖一等奖。

以上科研活动的开展，促进了本项目研究单位间及科研人员间的广泛合作与交流，项目研究成果的集成与示范应用系统推进了我国对海洋中尺度过程生消演变机理及其声学效应的认知水平，大幅提升了针对海洋环境保障的模拟预报能力。

项目第一完成人侯一筠承诺以上信息的真实性，并对其负责。