

成果名称:金枪鱼延绳钓渔业高效生态友好开发关键技术及应用

推荐单位意见:

本项目根据我国金枪鱼延绳钓渔业发展的迫切需要,对于主要金枪鱼类资源开展了生物学、栖息环境、数值模拟、高效生态渔具等方面的研究,突破了我国大洋性金枪鱼延绳钓渔业的技术瓶颈,增强了我国金枪鱼渔业研究水平和履行国际义务的能力。项目共发表论文 94 篇,其中 SCI 为 11 篇,获得专利 12 项,获软件著作权 6 项,出版专著 6 本。根据应用证明,近三年累计捕捞金枪鱼 3.496 万吨,产值 12.58 亿元。该项目达到国内先进水平,取得了明显的经济效益和社会效益。以上材料属实,同意申报范蠡科学技术奖二等奖。

成果简介:

项目属于海洋渔业和海洋科学技术领域。

目前,金枪鱼延绳钓渔业已经成为我国远洋渔业的重要组成部分。但是随着作业船数的增多、主要种类金枪鱼资源衰退和国际履约要求等因素,使得该渔业面临着多重压力,即渔获量下降和渔船数量增加等。因此,该渔业的生产风险增加,急需开发一批后备渔场,并减少非目标种类的兼捕率,以确保我国金枪鱼延绳钓渔业的可持续发展。

主要技术内容:(1)通过对印度洋和太平洋金枪鱼类资源与环境连续 7 年的调查,获取了一大批渔场资源、海洋环境和捕捞技术数据;应用区域海洋学、分位数回归等理论与方法,创建了不同金枪鱼渔场的三维环境特征模型及资源时空变动规律解析方法,为成功开发我国南印度洋和太平洋金枪鱼作业渔场奠定了技术基础。(2)以流体力学、工程力学、鱼类行为学理论为基础,建立了金枪鱼延绳钓动力学数值模拟模型,开发了可视化仿真软件,自主研发了高效生态型延绳钓钩具,显著提高了金枪鱼捕捞效率减少了鲨鱼和海龟的误捕。(3)利用万能实验机、数字图像相关系统全场分析方法和 ANSYS 有限元分析方法,分析了金枪鱼延绳钓钩(环形钩和圆形钩)的力学性能,为今后金枪鱼延绳钓渔业推广使用圆形钩提供了理论基础。

主要技术创新点:(1)通过 7 年多的资源及渔场环境的探捕调查,利用频度分析、多元回归等数理统计方法,系统开展了主要金枪鱼类的脂肪含量、耳石形态特征等方面的研究,为资源评估、可持续开发提供了基础数据。(2)丰富和发展了用于单位捕捞努力量渔获量(CPUE)标准化的理论和方法。建立了栖息地模型,用 CPUE 标准化,科学评价了名义 CPUE 和栖息地模型标准化的黄鳍金枪鱼 CPUE 的差异,以栖息地模型标准化的黄鳍金枪鱼 CPUE 能更真实地反映其资源丰度变化,可用来监测其资源变动。(3)创新性地研究了金枪鱼类渔场分布与三维海洋环境特征的关系,掌握了金枪鱼类渔场形成机制,丰富了渔场学研究的内容。(4)系统开展了环形钩和圆形钩的力学性能研究,掌握了金枪鱼延绳钓钩的应力、变形等力学性能,有利于改进钓钩设计和正确选用材料。(5)创新性地建立了金枪鱼延绳钓钩深度模型,对延绳钓渔具进行了动力学模拟,提升了我国渔具理论和数值模拟研究的水平,丰富了渔具柔索理论体系。(6)以鱼类行为学、渔具理论为基础,自主研发了金枪鱼延绳钓高效生态型渔具渔法,拓展了渔具渔法学的研究内容和方法。

技术经济指标:印度洋和太平洋金枪鱼渔场资源及环境综合调查共计 14 航次、650 多个调查站位,涵盖了二大洋 4 个作业渔场,收集获取了金枪鱼渔业 3 种主要捕捞对象的生物学数据;印度洋和太平洋大眼金枪鱼延绳钓的钓获率分别提高到 6.17 尾/千钩和 5.8 尾/千钩。太平洋长鳍金枪鱼延绳钓的钓获率从 10.78 尾/千钩,增加到 12.61 尾/千钩,同比增幅 17%;鲨鱼和海龟的误捕率从以前的平均 0.040 尾/千钩和 0.010 尾/千钩分别下降到 0.035 尾/千钩和 0.009 尾/千钩,同比减幅为 12.5%和 10%。

成果推广及应用:研究成果已被我国 4 家在印度洋和太平洋从事金枪鱼延绳钓生产的企

业应用。近三年累计捕捞产量 3.496 万吨，产值 12.58 亿元左右，取得了显著的经济效益和社会效益。金枪鱼延绳钓渔业已成为我国远洋金枪鱼渔业的重要组成部分，有力地支撑着我国远洋金枪鱼渔业的发展与壮大。

知识产权及专利：累计发表论文 94 篇，其中 SCI 为 11 篇，获得专利 12 项，获软件著作权 6 项，出版专著 6 本；为政府部门及有关企业提交调查总结报告 5 份、专题调查报告 10 份；培养 18 名硕士研究生。

客观评价：

2014 年 4 月 23 日农业部对《库克群岛海域金枪鱼资源探捕》进行了验收，验收意见如下：1) 项目技术总结材料齐全，符合年度总结验收要求。2) 该项目由深圳市华南渔业有限公司选派“华南渔 719”号金枪鱼延绳钓渔船为探捕船；由上海海洋大学选派相关科研人员随船调查，对库克群岛金枪鱼资源进行了探捕。3) 项目对库克群岛海域的水文、气象等环境条件和金枪鱼资源状况进行了综合调查，开展了金枪鱼渔场海况、渔获量及上钩率、生物学特性、钓钩深度、主要金枪鱼的栖息环境、渔场形成机制等专题研究，并进行渔具渔法的比较试验、提交 7 个专题研究报告，完成年度实施计划指标。4) 探捕结果表明，库克群岛海域具有较丰富的金枪鱼资源，具有较好的开发潜力。

2014 年 9 月 19 日上海市教委对《高效生态型长鳍金枪鱼延绳钓捕捞技术》进行了验收，验收意见如下：1) 项目承担人圆满完成了《项目申请书》约定的研究任务和考核指标。2) 项目在研究方法和取得的成果具有创新性。3) 项目在渔具理论与设计、渔场学方面具有理论价值，开发的高效生态型渔具渔法具有应用价值。

2016 年 5 月 20 日，863 计划海洋技术领域办公室对“大洋性金枪鱼围网捕捞与超低温保鲜关键技术研究(2012AA092302)”项目进行了验收，验收意见如下：1) 课题提交的验收材料和技术资料齐全，内容完整，符合验收要求。课题完成了合同规定的任务，达到了合同规定的考核目标和技术指标。2) 自主研发了高效生态型延绳钓渔具，建立了金枪鱼延绳钓渔具三维动力学模型。

推广应用情况：

项目以具有较高经济价值的印度洋和太平洋金枪鱼类资源为研究对象。项目组从 2009 年起，通过产、学、研相结合联合攻关，经过多年的金枪鱼渔场探捕和资源开发，开展了高效生态捕捞技术、栖息环境综合指数等方面的研究，成功开发了印度洋和太平洋 4 个金枪鱼作业渔场，使我国印度洋和太平洋金枪鱼渔业得到了长足的发展，对我国渔业实施“走出去”战略和维护公海渔业权益具有重大的战略意义。近三年来，累计捕捞金枪鱼 3.49 万吨，产值 12.58 亿元，实现利润 1.42 亿元。主要的应用推广途径为：

(1) 对企业技术进行培训。课题组利用中国远洋渔业协会金枪鱼技术组的身份，在年度的生产总结会上，对项目取得的成果进行交流，向企业推广。

(2) 在国际区域性金枪鱼渔业管理组织中的应用。金枪鱼是我国最重要的远洋捕捞品种之一。本研究提出的金枪鱼栖息地分布、不同海洋环境要素对栖息地影响和金枪鱼延绳钓高效生态型渔具渔法等研究成果，被区域性渔业管理组织所采纳，为保障我国的渔业权益和提高话语权发挥了极其重要的作用。

(3) 目前，研究成果已经在四家单位得到应用，主要有浙江大洋世家股份有限公司，2013 年 1 月开始，联系人郑道昌(057187230057)；深圳市联成远洋渔业有限公司，2011 年 1 月开始，联系人陈清白(075521513722)；深圳市华南渔业有限公司，2014 年 1 月开始，联系人黄富雄(075521513728)；浙江丰汇远洋渔业有限公司，2016 年 1 月开始，联系人朱义锋(057187758018)。应用本项目的技术，在印度洋、库克群岛海域、基里巴斯海域和法属波利

尼西亚海域进行作业，取得了非常好的经济效益。

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
实用新型专利	一种金枪鱼延绳钓钩的改良结构	中国	ZL201420143662.X	2014年8月13日	3741653	宋利明	宋利明, 贺波, 支交平, 马骏驰, 袁军亭	
计算机软件著作权	延绳钓动力学数值模拟软件 1.0	中国	2012SR092125	2012年9月26日	0460161	宋利明	宋利明	
计算机软件著作权	金枪鱼延绳钓渔业CPUE标准化系统 V1.0	中国	2020SR0130749	2020年2月12日	5009445	宋利明	宋利明	
实用新型专利	一种金枪鱼钓钩	中国	ZL201420608665.6	2015年4月1日	4206652	贺波	贺波, 卞正阳, 张国锐, 陈勇, 赵静, 赵小鹏, 陈海涌, 张小卿	
实用新型专利	一种收绳机液压控制系统	中国	ZL201320481497.4	2014年3月12日	3450159	贺波	贺波, 徐晓, 吴雪平, 陈华强, 陈勇, 祝小利, 张国锐, 干卓君, 支交平	
实用新型专利	一种压钓机	中国	ZL201220357288.4	2013年4月24日	2878563	贺波	贺波, 余家涛	
计算机软件著作权	延绳钓作业状态数值模拟仿真软件 V1.0	中国	2010SR007359	2010年2月9日	0195632	宋利明	宋利明	
计算机软件著作权	大洋次表层环境处理系统 V1.0	中国	2012SR098246	2012年10月18日	0466282	杨胜龙	杨胜龙	

计算机软件著作权	远洋金枪鱼渔场混合层月平均信息计算系统 V1.0	中国	2013SR122845	2012 年 11 月 9 日	0628607	杨胜龙	杨胜龙	
计算机软件著作权	远洋金枪鱼渔场温跃层月平均信息计算系统 V1.0	中国	2014SR080030	2014 年 6 月 18 日	0749274	杨胜龙	杨胜龙	

主要完成人情况：

- (1) 完成人：宋利明；排名：1；职称：教授；所在单位：上海海洋大学
主要贡献：项目总体设计，组织实施，为课题第一完成人。组织团队对生物学、CPUE 标准化、高效生态渔具等进行了研究，占工作量的 70%。研究成果达到国内先进水平，发表论文 20 篇，出版专著 4 本，获专利 1 项，获得软件著作权 2 项。
- (2) 完成人：杨胜龙；排名：2；职称：副研究员；所在单位：中国水产科学研究院东海水产研究所
主要贡献：为项目主要成员之一。对第 2 点和 3 点创新成果作出突出贡献。主要开展了采用 Argo 数据挖掘金枪鱼渔场区连续、大面积的次表层环境信息。明确影响金枪鱼垂直分布关键次表层环境因子并阐明了其变化规律。分析掌握次表层环境变量对主捕金枪鱼垂直活动的作用规律。从气候平均态角度分析温跃层等次表层环境对金枪鱼中心渔场分布的影响。评价了多种延绳钓 CPUE 标准化方法，明确支持向量机为最优的方法，并评估明确其最优参数选择方法。占工作量的 60%。研究成果达到国内领先。出版专著 1 部，发表论文 25 篇，软件著作权 3 项。
- (3) 完成人：李玉伟；排名：3；职称：讲师；所在单位：上海海洋大学
主要贡献：为项目主要成员之一。对第 3 点和 5 点创新成果作出突出贡献。主要开展了大眼金枪鱼资源渔场与环境关系的研究，获得了大眼金枪鱼的环境偏好，建立了大眼金枪鱼栖息环境综合指数，参与了延绳钓渔具数值模拟研究。占工作量的 60%。研究成果达到国内领先。共发表论文 2 篇。
- (4) 完成人：曹道梅；排名：4；职称：工程师；所在单位：上海海洋大学
主要贡献：为项目主要成员之一。对第 5 点创新成果作出突出贡献。主要开展了金枪鱼延绳钓渔具动力学行为研究，建立了金枪鱼延绳钓钩钩深度模型，对延绳钓渔具进行了动力学模拟，参与金枪鱼延绳钓高效渔具的研究。占工作量的 60%。研究成果达到国内先进水平，共发表论文 1 篇。
- (5) 完成人：袁军亭；排名：5；职称：副教授；所在单位：上海海洋大学
主要贡献：主要参与人员。对第 4 点创新成果作出突出贡献。主要系统性的开展了环形钩和圆形钩的力学性能研究，建立了金枪鱼延绳钓力学性能模型，分析了两种钓钩的捕捞效率，参与金枪鱼延绳钓渔具数值的研究。占工作量的 50%。研究成果达到国内先进水平，共发表论文 3 篇。
- (6) 完成人：郑道昌；排名：6；职称：教授；所在单位：浙江大洋世家股份有限公司
主要贡献：主要参与人员。对第 1、3 和 6 点创新成果作出贡献，负责组织实施海上试验和

调查。占工作量的 30%。

(7) 完成人：黄富雄；排名：7；职称：高级工程师；所在单位：深圳市华南渔业有限公司
主要贡献：主要参与人员。对第 1、3 和 6 点创新成果作出贡献，负责组织实施海上试验和调查。占工作量的 30%。

(8) 完成人：陈清白；排名：8；职称：无；所在单位：深圳市联成远洋渔业有限公司
主要贡献：主要参与人员。对第 1、3 和 6 点创新成果作出贡献，负责组织实施海上试验和调查。占工作量的 30%。

(9) 完成人：朱义锋；排名：9；职称：无；所在单位：浙江丰汇远洋渔业有限公司
主要贡献：主要参与人员。对第 1、3 和 6 点创新成果作出贡献，负责组织实施海上试验和调查。占工作量的 30%。

(10) 完成人：贺波；排名：10；职称：高级工程师；所在单位：捷胜海洋装备股份有限公司
主要贡献：主要参与人员。对第 6 点创新成果作出贡献，主要参与了金枪鱼延绳钓高效生态型渔具渔法的研究。占工作量的 30%。

主要完成单位：

(1) 单位名称：上海海洋大学；排名 1

主要贡献：项目主持单位，组织实施项目课题的研究及推广工作。发表论文 35 篇，出版专著 5 本，获得专利 1 项，软件著作权 3 项。培养了 18 名硕士研究生。对本项目具有不可替代的贡献。

(2) 单位名称：浙江大洋世家股份有限公司；排名 2

主要贡献：项目参与单位，组织实施印度洋公海区域的海上试验和大眼金枪鱼资源调查，陆续装备和应用本项目研发的渔具和技术。

(3) 单位名称：中国水产科学研究院东海水产研究所；排名 3

主要贡献：项目参与单位，基于 Argo 数据挖掘次表层水温、温跃层和垂直温差等次表层环境因子 6 千多万条，构建了我国次表层水温数据库；分析查明大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼垂直水层空间变动的环境驱动因素，确定其垂直分布对关键环境因子变动的响应关系。研究发展了渔场学理论，为海洋生物资源保护和可持续开发利用提供技术支撑。发表论文 25 篇，出版专著 1 本，软件著作权 3 项。

(4) 单位名称：深圳市华南渔业有限公司；排名 4

主要贡献：项目参与单位，组织实施库克群岛区域的海上试验和长鳍金枪鱼资源调查，陆续装备和应用本项目研发的渔具和技术。

(5) 单位名称：深圳市联成远洋渔业有限公司；排名 5

主要贡献：项目参与单位，组织实施南太平洋岛国(基里巴斯)区域的海上试验和大眼金枪鱼资源调查，陆续装备和应用本项目研发的渔具和技术。

(6) 单位名称：浙江丰汇远洋渔业有限公司；排名 6

主要贡献：项目参与单位，组织实施波利尼西亚附近公海区域的海上试验和长鳍金枪鱼资源调查，陆续装备和应用本项目研发的渔具和技术。

(7) 单位名称：捷胜海洋装备股份有限公司；排名 7

主要贡献：项目参与单位，负责研发金枪鱼延绳钓捕捞装备和参与金枪鱼延绳钓高效生态型渔具渔法的研究，获得专利授权 11 项。

完成人合作关系说明：

本项目完成人有 10 名，是上海海洋大学课题组成员或合作企业主要负责人。上海海洋大学宋利明、李玉伟、曹道梅和袁军亭、中国水产科学研究院东海水产研究所杨胜龙和捷胜海洋装备股份有限公司贺波合作参与了国家 863 计划大洋性金枪鱼围网捕捞与超低温保鲜关键技术研究、2009-2010 年南太平洋岛国冰鲜金枪鱼资源探捕调查、2012-2013 年库克群岛海域金枪鱼资源探捕调查、2015-2016 年以波利尼西亚为基地的公海长鳍金枪鱼资源探捕调查、高效生态型长鳍金枪鱼延绳钓捕捞技术研究和金枪鱼延绳钓作业状态数值模拟及可视化等项目。

浙江大洋世家股份有限公司郑道昌作为企业主要负责人参加了国家 863 计划大洋性金枪鱼围网捕捞与超低温保鲜关键技术研究。深圳市华南渔业有限公司黄富雄作为企业主要负责人参加了 2009-2010 年南太平洋岛国冰鲜金枪鱼资源探捕调查。深圳市联成远洋渔业有限公司陈清白作为企业主要负责人参加了 2012-2013 年库克群岛海域金枪鱼资源探捕调查。浙江丰汇远洋渔业有限公司朱义锋作为企业主要负责人参加了 2015-2016 年以波利尼西亚为基地的公海长鳍金枪鱼资源探捕调查。

项目合作期间宋利明、杨胜龙、李玉伟、曹道梅和袁军亭等人共计发表论文 94 篇，出版专著 6 本，获得专利 12 项，获得软件著作权 6 项。

序号	合作方式	合作者/ 成果排名	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	合作专著论文	宋利明/1	2009-2019	专著 1	见附件	
2	合作专著论文	杨胜龙/2	2009-2019	论文 10	见附件	
3	合作专著论文	李玉伟/3	2009-2019	论文 4	见附件	
4	合作专著论文	曹道梅/4	2009-2019	论文 2	见附件	
5	合作专著论文	袁军亭/5	2009-2019	论文 2、7	见附件	
6	合作项目 实施、成果推广 应用	郑道昌/6	2009-2019	项目实施、成果推广 应用	应用证明	
7	合作项目 实施、成果推广 应用	黄富雄/7	2009-2019	项目实施、成果推广 应用	应用证明	
8	合作项目 实施、成果推广 应用	陈清白/8	2009-2019	项目实施、成果推广 应用	应用证明	

9	合 作 项 目 实 施、成果推广 应用	朱义锋/9	2009-2019	项目实施、成果推 广应用	应用证明	
10	合作专利	贺波/10	2009-2019	专利	专利	