

**项目名称：**大洋性柔鱼类渔业生物学研究及应用

**推荐单位意见：**

本课题以信息储存丰富的大洋性柔鱼类耳石、内壳、角质颚和眼睛晶体等硬组织为载体，运用形态学、生物地球化学等技术，开展北太平洋柔鱼、东南太平洋茎柔鱼、西南大西洋阿根廷滑柔鱼和太平洋-印度洋鸢乌贼等大洋性柔鱼类的渔业基础生物学研究，获得了种群结构、年龄与生长、栖息与洄游、摄食生态、产卵与繁殖等一批基础性的重要成果，为合理开发和科学管理大洋性柔鱼类资源提供理论基础。同时，建立了系统科学、国际先进的基于硬组织的大洋性柔鱼类基础生物学研究技术体系，总体技术处于国际先进水平。

项目共获发明专利 5 项、实用新型专利 4 项、软件著作权 1 项；出版专著 18 本，其中外文专著 2 本；累计发表相关论文 189 篇，其中 SCI 收录 54 篇；培养博士研究生 6 名、硕士研究生 15 名。

研究成果被我国 8 个省市 60 多家企业从事北太平洋柔鱼、东南太平洋茎柔鱼、西南大西洋阿根廷滑柔鱼和太平洋-印度洋鸢乌贼生产企业应用，技术推广覆盖率达 100%。近 3 年（2017-2019 年）累计捕捞鱿鱼产量 130 多万吨，新增产值近 200 亿元，新增利润近 56 亿元，新增税收近 14 亿元。取得极为显著的经济效益和社会效益。

同意推荐中国水产学会范蠡科学技术奖的科技进步一等奖。

**项目简介：**

上世纪 70 年代以来，世界头足类资源的开发和利用引起了世界各国和地区的重视。在头足类渔业中，大洋性柔鱼类的产量占了 60%以上，其中北太平洋柔鱼、东南太平洋茎柔鱼、西南大西洋阿根廷滑柔鱼、太平洋-印度洋鸢乌贼等成为主要捕捞对象。然而国际上对上述主要种类的渔业基础生物学内容尚没有完全掌握，有些甚至是空白。种群组成、年龄生长、产卵洄游、繁殖特性等基础问题是开展渔业资源评估、合理开发和科学管理的基础。为此，本课题以信息储存丰富的耳石、内壳、角质颚和眼睛晶体等硬组织为载体，运用形态学、生物地球化学等技术，开展北太平洋柔鱼、东南太平洋茎柔鱼、西南大西洋阿根廷滑柔鱼和太平洋-印度洋鸢乌贼等大洋性柔鱼类的基础生物学研究，获得了种群结构、年龄与生长、栖息与洄游、摄食生态、产卵与繁殖等一批基础性的重要成果，为合理开发、科学管理大洋性柔鱼类资源提供理论基础。主要技术创新点如下：

(1)建立了可靠的大洋性柔鱼类种群判别技术体系。运用形态学、生物地球化学标记、分

子遗传学等技术，揭示了北太平洋柔鱼、东南太平洋茎柔鱼以及印度洋-太平洋鸢乌贼的种群结构，探讨了软硬组织形态、微量元素、碳氮稳定同位素在种群判别与种群溯源中的可行性，掌握了柔鱼、茎柔鱼、鸢乌贼和阿根廷滑柔鱼的遗传多样性及分子系统地理学，为科学开发和管理大洋性柔鱼类资源奠定了基础。

(2)开发了一套基于硬组织的大洋性柔鱼类日龄鉴定技术体系。揭示了耳石、角质颚和内壳等硬组织生长纹的周期性，估算了北太平洋柔鱼、东南太平洋茎柔鱼以及印度洋-太平洋鸢乌贼的年龄和生长，并逆推了其孵化日期，分析了不同产卵群体的生长差异，为大洋性柔鱼类资源评估提供了基础生物学参数。

(3)建立了一套科学实用的大洋性柔鱼类洄游分布研究方法。通过硬组织微量元素分析，揭示了硬组织微量元素组成与含量，建立了微量元素与水温等栖息环境因子的关系，重建了栖息环境，推测了洄游路线，为掌握大洋性柔鱼类资源时空分布提供了基础。

(4)构建了一套大洋性柔鱼类摄食生态研究技术体系。通过硬组织碳氮稳定同位素分析，揭示了硬组织间碳氮稳定同位素差异及其对柔鱼类摄食生态分析结果的影响，分析了个体、群体间摄食策略差异和营养生态位分化以及不同发育期的摄食习性转变等，探索了气候变化对柔鱼类摄食生态的影响，为理解大洋性柔鱼类资源分布对环境的响应提供了基础。

(5)提出了一套大洋性柔鱼类繁殖产卵策略研究方法。通过能量积累及生殖投入分配研究，建立一套适用于大洋性柔鱼类卵母细胞发育时相的划分标准和生殖系统性腺成熟度分期的组织学方法，揭示了阿根廷滑柔鱼、茎柔鱼、鸢乌贼的繁殖产卵策略、能量积累及其生殖投入分配模式，探讨分析了产卵策略、能量积累对海洋环境的选择适应性关系，为大洋性柔鱼类的生殖发育及其资源评估提供新途径。

累计获发明专利 5 项、实用新型专利 4 项、软件著作权 1 项；出版专著 18 本，其中外文专著 2 本；发表相关论文 189 篇，其中 SCI 收录 54 篇；培养博士研究生 6 名、硕士研究生 15 名。

研究成果在全国所有鱿钓渔业企业和行业协会中应用，为我国远洋鱿钓渔业的可持续发展，以及北太平洋柔鱼、东南太平洋茎柔鱼、西南大西洋阿根廷滑柔鱼、太平洋-印度洋鸢乌贼等资源的可持续开发和科学管理提供了强大的技术支撑。近 3 年来，我国远洋鱿钓年总产量稳定在 40-60 万吨间，年产值在 50-80 亿元，成为我国远洋渔业的重要组成部分。

#### **客观评价：**

课题组经过 17 年的持续研究，较为系统的开展了西北太平洋柔鱼、东南太平洋茎柔鱼、

西南大西洋阿根廷滑柔鱼、太平洋-印度洋鸢乌贼的渔业生物学研究，掌握了主要大洋性柔鱼类的种群与遗传、年龄与生长、栖息与洄游、营养与摄食、产卵与繁殖等特性，并建立了一套系列种群判别、日龄鉴定、洄游分布、摄食生态和繁殖产卵策略研究方法和体系。通过项目的实施，培养了 15 名硕士研究生和 6 名博士研究生；在国内外核心刊物上发表论文 243 篇，出版专著 18 本，获发明专利 5 项、实用新型专利 4 项、软件著作权 1 项。中国远洋渔业协会评价认为，团队在大洋性柔鱼类资源基础生物学方面做了大量卓有成效的研究工作，并取得了一系列的科学研究成果，这些成果不仅支撑着我国远洋鱿钓渔业的发展和壮大，而且在国际渔业组织谈判中返回了重要作用。南太平洋与北太平洋区域性渔业管理组织评价，团队在大洋性柔鱼类科学研究方面为本组织做出了杰出贡献，为制定科学合理的柔鱼类资源保护和管理措施提供基础，确保了东南太平洋茎柔鱼和西北太平洋柔鱼的可持续利用及其海洋生态系统保护。综合评价，项目成果填补了国内空白，综合技术处于国内领先，达到国际先进水平。

#### **推广应用情况：**

研究成果带动了全国 8 个省市 60 多家企业、600 多艘鱿钓船、灯光围网船在西北太平洋、东南太平洋、西南大西洋、西北印度洋等海域捕捞作业，提供就业人口超过 2 万人。远洋鱿钓渔业已经成为我国远洋渔业的重要组成部分。其捕捞产量和作业渔船数量均超过我国远洋渔业总量的 1/3。

研究成果为对外渔业谈判提供重要的技术支持，推动了远洋渔业的科技进步，40 多万吨的水产品大大丰富了国内水产品市场。

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
授权发明专利	一种利用内壳前甲研究鱿鱼类个体生长的方法	中国	ZL201710564698.3	2020-04-014	3753807	上海海洋大学	贡艺, 陈新军, 李云凯, 陈玲, 高小迪, 高春霞, 李建华, 王少琴, 张海亭.	有效
授权发明专利	一种利用内壳前甲研究鱿鱼类个体生长的方法	中国	ZL201710564698.3	2020-04-07	3745284	上海海洋大学	刘必林, 李建华, 林静远, 蒋瑞, 倪震宇, 陈新军	有效
授权发明专利	一种利用内壳鉴定柔鱼类日龄的方法	中国	ZL201710107533.3	2019-10-24	3645291	上海海洋大学	刘必林, 许巍, 蒋瑞, 陈新军, 林静远, 金岳, 李建华, 倪震宇	有效
授权发明专利	利用角质颞色素沉着的分级研究头足类生长的方法	中国	专 利 号 ZL201410620936.4	2018-08-31	3053809	上海海洋大学	方舟, 陈新军, 金岳, 陆化杰, 刘必林, 李建华	有效
授权发明专利	一种卵母细胞集聚器	中国	ZL201610528542.5	2018-02-16	2821915	上海海洋大学	林东明, 陈新军, 韦记朋, 方学燕, 陈子末	有效
授权发明专利	一种基于石蜡切片的封片装置	中国	ZL2019200445452.X	2019-10-18	9494919	上海海洋大学	连一霖, 吴旭干, 刘必林, 车杰, 蒋瑞	有效

授权实用新型	一种同位素测定样品痕量取样及包埋器具	中国	ZL201821583586.9	2019-07-09	9068794	上海海洋大学	林东明, 陈新军, 宣思鹏, 韩飞, 韦记朋.	有效
授权实用新型	一组用于冰冻切片组织预包埋的装置	中国	ZL201721324784.9	2018-04-13	7206752	上海海洋大学	林东明, 陈新军, 韦记朋, 宣思鹏.	有效
授权实用新型	一种鱼类耳石研磨用夹具	中国	ZL201120029201.6	2011-11-16	1999216	上海海洋大学	李建华, 刘必林, 陈新军, 方舟, 王雅丽, 丁丽丽, 林婷, 许文珊, 盛燕燕	有效
计算机软件著作权	头足类耳石年龄鉴定虚拟仿真教学项目软件 V1.0	中国	2019SR0749060	2019-07-19	04258565	上海海洋大学	刘必林	有效

主要完成人情况：

序号	姓 名	性别	出生年月	职 称	学 历	工作单位	对本项目做出的创造性贡献
1	刘必林	男	1980. 11	教授	博士研究生	上海海洋大学	项目第一完成人，组织团队对种群与遗传、年龄与生长、栖息与洄游、营养与摄食、产卵与繁殖等基础生物学特性进行了研究，占工作量的 70%。对第一、第二、第三和第四点创新成果做出突出贡献。发表论文 140 篇，出版专著 10 本，获专利 5 项，软件著作权 1 项。
2	陈新军	男	1967. 06	教授	博士研究生	上海海洋大学	项目负责人之一，负责项目的总体工作指导、任务分解，占工作量的 70%。对第一、第二、第三点创新成果做出突出贡献。发表论文 100 多篇，出版专著 10 多本，获专利 8 项。
3	林东明	男	1980. 10	高级工程师	博士研究生	上海海洋大学	项目主要完成之一，主要开展大洋性柔鱼类产卵策略及其选择适应性的研究，论证了这些种类的卵巢发育及其卵子发生模式和生殖投入方式，占工作量的 50%。对第五点创新成果做出突出贡献。发表论文 20 多篇，出版专著 1 本，获专利 3 项。
4	李云凯	男	1981. 11	教授	博士研究生	上海海洋大学	项目主要完成之一，主要开展基于稳定同位素、脂肪酸、微量元素等生物地球化学方法及分子生物学技术，研究东太平洋公海茎柔鱼和北太平洋柔鱼生长过程中的摄食特征、生态地位及对气候变化的生理生态水平上的响应机制等关键问题，占工作量的 50%。对第四点创新成果做出突出贡献。发表论文 13 篇，出版专著 2 本，获专利 1 项。

5	方舟	男	1988.02	讲师	博士研究生	上海海洋大学	项目主要完成之一，主要开展西北太平洋柔鱼种群结构、年龄生长、摄食生态以及栖息洄游的研究，占工作量的50%。对第一、第四点创新成果做出突出贡献。发表论文54篇，出版专著5本，获专利2项。
6	李建华	女	1987.01.21	工程师	硕士研究生	上海海洋大学	项目主要完成人，负责组织实施渔业基础生物学、年龄与生长、生活史过程等研究，占工作量的70%。对第二点创新成果作出突出贡献。发表论文7篇，获得专利6项。
7	贡艺	男	1990.01	讲师	博士研究生	上海海洋大学	项目完成之一，主要开展东南太平洋茎柔鱼摄食生态的研究，占工作量的30%。对第四点创新成果做出突出贡献。发表论文9篇，出版专著1本，获专利1项。
8	陆化杰	男	1980.05	副教授	博士研究生	上海海洋大学	项目完成之一，主要开展西南大西洋阿根廷滑柔鱼和太平洋-印度洋鸢乌贼的种群结构、年龄生长的研究，占工作量的30%。对第一、第二点创新成果做出突出贡献。发表论文40篇，出版专著3本，获专利1项。
9	李建华	女	1987.01	工程师	硕士研究生	上海海洋大学	项目完成之一，主要开展东南太平洋茎柔鱼的种群结构、年龄生长的研究，占工作量的30%。对第一、第二点创新成果做出突出贡献。发表论文35篇，出版专著4本，获专利5项。
10	刘金立	男	1975.11	副研究馆员	博士研究生	上海海洋大学	项目完成之一，主要开展太平洋-印度洋鸢乌贼的种群结构的研究，占工作量的20%。对第一点创新成果做出突出贡献。发表论文3篇。

**主要完成单位及创新推广贡献：**

项目主持单位上海海洋大学，组织实施项目课题的研究以及应用推广工作。较为系统的开展了西北太平洋柔鱼、东南太平洋茎柔鱼、西南大西洋阿根廷滑柔鱼、太平洋-印度洋鸢乌贼的渔业生物学研究，掌握了主要大洋性柔鱼类的种群与遗传、年龄与生长、栖息与洄游、营养与摄食、产卵与繁殖等特性，并建立了一套系列种群判别、日龄鉴定、洄游分布、摄食生态和繁殖产卵策略研究方法和体系。通过项目的实施，培养了 15 名硕士研究生和 6 名博士研究生；在国内外核心刊物上发表论文 243 篇，出版专著 18 本，获发明专利 5 项、实用新型专利 4 项、软件著作权 1 项。

**完成人合作关系说明：**

本项目成果由上海海洋大学刘必林，陈新军，林东明，李云凯，方舟，胡贯宇，贡艺，陆化杰，李建华，刘金立等人共同合作完成。刘必林、陈新军、方舟，胡贯宇，陆化杰，李建华，刘金立等合作开展了 40876090 智利外海茎柔鱼耳石微结构和微化学研究、41306127 基于角质颚的北太平洋柔鱼生态学研究、41306127 利用耳石信息重建东南太平洋茎柔鱼的迁徙过程、上海市优秀学科带头人计划，10DZ1207500 基于耳石信息研究东北太平洋公海茎柔鱼生长、种群和生活史过程；上海市浦江人才，18PJ1404100 基于角质颚信息的茎柔鱼种群特征研究；上海市自然科学基金，13ZR1419700 基于耳石信息的东太平洋茎柔鱼生活史的研究；刘必林，林东明，李建华，刘金立合作开展了 4187060055 头足类生殖投入及其与环境响应的研究；刘必林，陈新军，李云凯，贡艺等人合作开展了 41206124 基于稳定同位素技术的智利外海茎柔鱼摄食及洄游史研究、41541042 基于硬组织信息的东南太平洋茎柔鱼摄食生态学研究、31900333 热带东太平洋中上层头足类近缘种营养生态位分化及共存机制的研究。项目完成期间刘必林，陈新军，林东明，李云凯，方舟，胡贯宇，贡艺，陆化杰，李建华，刘金立等人合作发表论文 189 篇，其中 SCI 收录 54 篇；出版专著 18 本，其中外文专著 2 本；获发明专利 5 项、实用新型专利 4 项、软件著作权 1 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	刘必林/1	2003-2019	论文	论文 1	
2	合作专著论文	陈新军/2	2003-2019	论文著	论文 4	
3	合作专著论文	林东明/3	2012-2019	专利	专利 1	
4	合作专著论文	李云凯/4	2011-2019	论文	论文 2	
5	合作专著论文	方舟/5	2013-2019	专利	专利 2	
6	合作专著论文	胡贯宇/6	2015-2019	论文	论文 7	



7	合作专著论文	贡艺/7	2015-2019	论文	论文 2	
8	合作专著论文	陆化杰/8	2010-2019	专著	专著 2	
9	合作专著论文	李建华/9	2010-2019	专著	专著 1	
10	合作专著论文	刘金立/10	2006-2019	论文	论文 8	