

成果名称:大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼高性能饲料的关键技术研究与应用

推荐单位意见:

大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼是深受我国百姓喜爱的中高档鱼类，产业规模巨大，但直接投喂冰鲜幼杂鱼这种以鱼养鱼的传统投喂模式严重制约其产业的高质量发展。自 2006 年以来，本项目人员围绕上述鱼类的营养代谢、精准配方、饲料加工和加工装备等开展研究，获得了高效、低排放、低鱼粉且可替代杂鱼的高性能饲料成套关键技术的突破，研制出高效、低排放、低鱼粉和可完全替代杂鱼的高性能饲料产品，整体水平和主要技术经济指标达到国际先进水平，实现了上述肉食性鱼类以鱼养鱼的传统养殖模式向资源节约和环境友好的新模式转变。研发的相关技术自 2012 年起已相继在 7 家企业进行了生产应用，在全国 18 个省市及越南等“一带一路”国家进行推广，产生了显著的直接经济效益和广泛的社会效益。本成果的应用，不仅促进了大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼养殖业的绿色发展，引领了渔业科技创新，推动了渔业提质增效。

该项目研究内容真实可靠，应用前景广，对渔业科技进步或渔业经济社会发展具有重大作用，科技成果转化应用效果显著，单位和人员排序无异议，同意申报本年度中国水产学会范蠡科技进步奖一等奖。

成果简介:

(1) 发现了上述鱼类糖营养与代谢的先天性缺陷，创立了温水典型肉食性鱼类糖营养的新理论

研究发现，上述温水典型肉食性鱼类对饲料中可消化糖的有效利用和耐受能力均远低于其它肉食性鱼类。饲料中超过 10%的可消化糖便引起肝脏受损，死亡增高，生长减慢，饲料利用率降低。过量的糖摄入导致持续的高血糖和肝糖原累积；胰岛素基因的表达量虽有上调，但其受体基因的表达差异不显著；糖异生未受抑制。以上发现突破了温水典型肉食性鱼类糖营养的传统理念，揭开了传统配合饲料使用效果差的一大谜团，为高性能饲料的研发提供了重要的理论依据。

(2) 创立了高效、低排放、低鱼粉和完全替代杂鱼的饲料配方体系，建立了高性能饲料配方的关键技术

以上述鱼类糖营养的特性为切入点，在深入研究必需营养素需求量的基础上，系统集成了饲料原料间养分的互补、酶制剂对植物原料中抗营养因子的体外降解、免疫增强和促进摄食等技术，创立了高效、低排放、低鱼粉和完全替代杂鱼的饲料配方技术体系。结果表明：饲料利用率高（饲料系数均不超过 1.06）；对养殖水环境的氮和磷排放减少了 35%以上；鱼粉在饲料中的平均用量不超过 35%；完全以饲料喂养，鱼的长势、健康和风味均优于以杂鱼喂养的鱼。研发的高性能饲料实现了对杂鱼的全要素超越。

（3）攻克了基于低淀粉配方和鱼类摄食习性的饲料加工工艺和关键加工设备的制造技术，建立了低淀粉水产饲料加工的关键技术

采用双螺杆挤压机制粒，通过控制加工过程中物料的粉碎粒径、调质强度、膨化腔的压力和脂类物料的添加方式，形成了低淀粉配方的浮水性饲料（用于大口黑鲈和大黄鱼）和沉水性饲料（用于石斑鱼）的加工工艺。同时，研发出与工艺相配套的饲料油脂真空喷涂机，填补了国内空白。

客观评价：

2010年2月，上海海洋大学委托“中国科学院上海科技查新咨询中心”对本项目的研究成果与综合技术参数综合比较查新认为：“大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼高性能饲料的关键技术研究与应用”是上海海洋大学针对大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼高性能饲料的研制而开展的创新研究。该中心出具的科技查新报告显示：“未见国内外与项目方完全类似的报道，该项目具有新颖性”。该中心出具的“科技项目咨询报告”认为：该项目综合研究达到国际先进水平。

2020年5月，上海市海洋湖沼学会组织专家对本项目进行了科技成果评价，认为项目“大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼高性能饲料的关键技术研究与应用”对我国水产养殖业的名特优品种（大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼）配合饲料关键技术的研究取得了重大突破，所研发的系列化饲料产品的全程单独使用可完全替代传统的冰鲜杂鱼饲料，产生了显著的直接经济效益和广泛的社会效益，促进我国以鱼养鱼的传统模式向资源节约和环境友好的新模式转变。项目总体达到了国内领先、国际先进水平。

推广应用情况：

成果已在7家企业开展了推广应用：近两年累计生产10万多吨饲料，产值超10亿元，获利润6800多万元。产生的社会效益尤为可观：降低了用户的饲料成本和劳动强度，节约生产成本10%以上，为用户增收超过1亿元；在国家特色淡水鱼产业技术体系的助推下，大口黑鲈高性能饲料的关键技术在全国范围内得以推广应用，年减少杂鱼的消耗达到100万吨级，同时减少了6300多吨的氮和磷排放。项目成果的推广引领了该产业向资源节约和环境友好的新模式转型。获国家发明专利11项，实用新型专利6项。制定国家标准1项，企业标准3项。发表学术论文54篇，其中SCI论文18篇。

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	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	大口黑鲈无鱼粉浮性膨化饲料及其制备方法	中国	ZL201310044057.7	2014-04-02	1373833	上海农好饲料有限公司	潘明官, 陈乃松, 周恒永, 许培玉	有效专利
授权发明专利	一种水产诱食剂	中国	ZL201310751917.0	2015-05-27	1677277	佛山市信豚生物科技有限公司	朱旺明, 蓝汉冰, 朱志明, 黄永政, 汪福保, 罗祖征	有效专利
授权发明专利	真空喷涂机高密封插板阀	中国	ZL201310527454.X	2016-10-30	2002211	湛江市恒润机械有限公司	陈乃松, 乔高明, 吴千茂, 叶李军, 马建勇, 王艳	有效专利
授权发明专利	一种加州鲈膨化配合饲料及制备方法	中国	ZL200710027611.5	2010-06-09	636012	广东恒兴集团有限公司	刘兴旺, 梁海鸥, 王华朗, 黄智成, 赵丽梅, 张海涛, 姜永杰	有效专利
授权发明专利	一种加州鲈配合饲料及其制备方法	中国	ZL201110061926.8	2013-02-20	1139712	广东恒兴饲料实业股份有限公司	王华朗, 梁海鸥, 张海涛, 刘兴旺, 符应琳, 王卓铎, 姜永杰等	有效专利
授权发明专利	一种用于加州鲈的专用复合预混料	中国	ZL201010588925.4	2012-11-21	1084290	广州市信豚水产技术有限公司	周萌, 朱旺明, 谭永刚, 崔祥东, 苏传福, 罗祖征	有效专利
授权发明专利	大黄鱼无鱼粉浮性膨化饲料及其制备方法	中国	ZL201310044059.6	2014-04-02	1374511	上海农好饲料有限公司	潘明官, 陈乃松, 许培玉, 周恒永	有效专利
授权发明专利	一种石斑鱼无鱼粉沉性膨化饲料及其制备方法	中国	ZL201310046775.8	2014-03-19	1364781	上海农好饲料有限公司	潘明官, 陈乃松, 许培玉, 周恒永	有效专利
授权发明专利	一种抑制大黄鱼性腺发育的功能性饲料及其制备方法	中国	ZL201510928979.3	2019-06-04	3401516	上海农好饲料有限公司	潘明官, 周恒永, 卓正旭	有效专利

实用新型专利	立式真空喷涂机	中国	ZL201320679413.8	2014-05-14	3568771	湛江市恒润机械有限公司	陈乃松，叶李军，马建勇，陈祝琴，王艳，沈洋	有效专利
--------	---------	----	------------------	------------	---------	-------------	-----------------------	------

主要完成人情况：

（1）完成人：陈乃松；排名：1；职称：教授；所在单位：上海海洋大学

主要贡献：

项目总负责人，全面负责设计、实施方案制定及成果总结等；是关键技术创新点 1.1、1.2、1.3 和 1.4 的最主要的贡献者，授权发明专利 6 项，以第一或通讯作者发表核心论文 35 篇；科技成果转化的最主要贡献者。

（2）完成人：李松林；排名：2；职称：助理研究员；所在单位：上海海洋大学

主要贡献：

关键技术创新点 1.1 中糖类营养生理和代谢研究的关键贡献者，关键技术创新点 1.2 中鱼粉替代以及淀粉源筛选技术研究的关键贡献者；第一或通讯作者发表 SCI 论文 14 篇；参与大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼饲料的推广工作。

（3）完成人：潘明官；排名：3；职称：工程师；所在单位：上海农好饲料股份有限公司

主要贡献：

在大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼高性能饲料的研究项目实施过程中对分工任务的执行发挥了重要作用，授权发明专利 4 项（专利目录 1,7-9）；在关键创新点 1.2 和 1.3 中，低鱼粉饲料配方体系的构建和饲料加工工艺的研究做出了创造性的贡献；负责建成了项目所需的饲料生产线一条及三个试验基地，对本项目研制的石斑鱼和大黄鱼高效饲料产品的规模化推广应用做出重要贡献。

（4）完成人：朱旺明；排名：4；职称：副研究员；所在单位：广州市信豚水产技术有限公司

主要贡献：

在关键技术创新点 1.2 中，主持了大口黑鲈复合预混料和诱食剂的研究工作，授权发明专利 3 项，发表论文 5 篇，制定企业标准 3 项；主持上述专利技术的产业化应用，已创造出 2 亿多元的产值；主持了项目研发的大口黑鲈高性能饲料在珠三角气候条件下的生产性试验。

（5）完成人：张海涛；排名：5；职称：高级工程师；所在单位：广东恒兴饲料实业股份有限公司

主要贡献：

在关键技术创新点 1.2 中，参加了大黄鱼有关营养需求的研究及国家饲料标准的制定；在关键技术创新点 1.4 中，参加了大口黑鲈配合饲料制备方法的研究，授权专利 2 项；对本项目研制的大口黑鲈和大黄鱼高性能饲料技术的推广应用做出了重大贡献。

(6) 完成人：乔高明；排名：6；职称：工程师；所在单位：湛江市恒润机械有限公司

主要贡献：

在关键技术创新点 1.3 中，主要参与完成真空喷涂机及真空喷涂机关键部件开发，低淀粉水产饲料的加工工艺与调质器的改进，授权发明专利 1 项，实用新型专利 3 项；对本项目研制的真空油脂喷涂机等饲料加工关键设备的推广应用做出了重大贡献。

(7) 完成人：周恒永；排名：7；所在单位：浙江欣欣天恩水产饲料股份有限公司

主要贡献：

关键技术创新点 1.2 中，参与大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼有关的营养需求和饲料配方研究，发表论文 4 篇，授权专利 4 项；对本项目所研发的配合饲料的推广应用做出了较大贡献。

(8) 完成人：杨福刚；排名：8；所在单位：浙江欣欣天恩水产饲料股份有限公司

主要贡献：

在关键技术创新点 1.4 中，对本项目研究的大口黑鲈高性能饲料技术的产业化与推广应用做出突出贡献。

(9) 完成人：黄旭雄；排名：9；职称：教授；所在单位：上海海洋大学

主要贡献：

在关键技术创新点 1.2 中，参与大黄鱼植物油替代鱼油研究及大口黑鲈营养需求数据库的构建工作，通讯作者发表论文 2 篇。

(10) 完成人：冷向军；排名：10；职称：教授；所在单位：上海海洋大学

主要贡献：

在关键技术创新点 1.2.2 中，参与大口黑鲈营养需求数据库的构建及养殖模式对大黄鱼肌肉品质影响的研究，通讯作者发表 SCI 论文 2 篇。

(11) 完成人：华雪铭；排名：11；职称：教授；所在单位：上海海洋大学

主要贡献：

在关键技术创新点 1.2.2 中，参与大口黑鲈营养需求数据库的构建及大口黑鲈和大黄鱼饲料中鱼粉替代的研究，通讯作者发表核心论文 2 篇。

(12) 完成人：蓝汉冰；排名：12；职称：助理研究员；所在单位：广州市信豚水产技术有限公司

排名：12

主要贡献：

在关键技术创新点 1.2.2 中，参与大口黑鲈复合预混料和诱食剂的研究工作，授权发明专利 1 项，参与发表论文 4 篇；对项目成果的应用推广提供技术支持。

(13) 完成人：叶李军；排名：13；职称：工程师；所在单位：湛江市恒润机械有限公司

主要贡献：

在关键技术创新点 1.2.3 中，参与真空喷涂机及真空喷涂机关键部件的开发及推广应用工作；

授权发明专利 1 项，实用新型专利 2 项。

(14) 完成人：王卓铎；排名：14；职称：工程师；所在单位：广东恒兴饲料实业股份有限公司

主要贡献：

在关键技术创新点 1.2.3 中，参与大口黑鲈配合饲料制备方法的研究，作为完成人授权发明专利 1 项；对本项目研制的大口黑鲈和大黄鱼高性能饲料技术的推广应用做出了贡献。

(15) 完成人：许云英；排名：15；职称：工程师；所在单位：上海农好饲料股份有限公司

主要贡献：

在关键技术创新点 1.2.3 中，参与大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼高性能饲料加工工艺的研究；对本项目研制的石斑鱼和大黄鱼高效饲料产品的规模化推广应用做出了重要贡献。

主要完成单位：

(1) 单位名称：上海海洋大学；排名 1

主要贡献：

- ① 负责项目的总体设计、技术路线的制定和实施方案的确定执行；
- ② 开展大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼营养生理与代谢研究；
- ③ 构建了高效、低排放、低鱼粉且完全替代杂鱼的饲料配方体系；
- ④ 实现基于低淀粉配方和鱼类摄食习性的饲料加工工艺和关键加工设备制造技术的突破；
- ⑤ 参与大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼高性能饲料在其主养区的推广应用。

(2) 单位名称：上海农好饲料股份有限公司；排名 2

主要贡献：

- ① 作为协作单位参与了上海海洋大学主持的大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼高性能饲料的研究项目；
- ② 投资建设了大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼饲料生产流水线一条（其中的油脂喷涂机从丹麦引进），为本项目的饲料加工工艺研究和后续的产品推广应用提供了平台；
- ③ 投资建设了三个养殖场，为本项目所开发的饲料产品开展生产性试验提供了试验基地；
- ④ 对本项目的研究成果（特别是石斑鱼和大黄鱼高效饲料的关键技术）进行了规模化的推广应用，做出了突出贡献。

(3) 单位名称：广东恒兴饲料实业股份有限公司；排名 3

主要贡献：

- ① 研发了一种加州鲈膨化配合饲料及制备方法，获得专利，ZL200710027611.5；
- ② 研发了一种加州鲈配合饲料及其制备方法，获得专利 ZL201110061926.8；
- ③ 制定了国家饲料标准：GB/T 36206-2018 大黄鱼配合饲料；
- ④ 对项目研发的加州鲈和大黄鱼高性能配合饲料的关键技术进行了规模化的推广应用。

(4) 单位名称：广州市信豚水产技术有限公司；排名 4

主要贡献：

- ① 与本项目的主持单位共同合作，开展了大口黑鲈复合预混料和诱食剂的研制，获得大口黑鲈专用复合预混料和诱食剂产品的专利权（ZL20101588925.4，ZL201310751917.0）；
- ② 将上述成果产业化与推广应用，近 3 年累计创造产值 2 亿多元；
- ③ 对大口黑鲈部分维生素的需要量和原料的消化率等开展了研究，丰富了大口黑鲈营养需求和消化的数据库；
- ④ 受项目负责人的委托，开展了珠三角气候条件下的大口黑鲈饲料的生产性养殖试验，试验对于检验该产品在不同养殖模式和气候条件的效果提供了帮助。

(5) 单位名称：湛江市恒润机械有限公司；排名 5

主要贡献：

- ① 研制出低淀粉水产浮性饲料的加工工艺；
- ② 研制出低淀粉水产沉性饲料的加工工艺；
- ③ 研制出自动化控制的真空油脂喷涂机，填补了国内空白。

(6) 单位名称：浙江欣欣天恩水产饲料股份有限公司；排名 6

主要贡献：

- ① 为大口黑鲈高性能配合饲料研究成果的推广应用做出了突出贡献，所生产的“惠福牌”大口黑鲈专用配合饲料在国内市场享有很高的声誉；
- ② 为本项目的低淀粉水产饲料加工工艺的研究提供了生产性试验基地。

完成人合作关系说明：

在该项目的执行过程中，陈乃松（第 1）以上海海洋大学为依托单位主导大口黑鲈、石斑鱼和大黄鱼高性能饲料的关键技术研究的攻关，李松林（第 2）、潘明官（第 3）、周恒永（第 7）、黄旭雄（第 9）、冷向军（第 10）和华雪铭（第 11）等作为主要完成人参与“大黄鱼和石斑鱼高效生态配合饲料的研制”等项目工作。以上述研究工作为基础，李松林（第 2）申报并主持国家自然科学基金等国家级及省部级课题深入探究大口黑鲈和石斑鱼营养生理代谢的调控机制。在项目的推进中，上海农好饲料股份有限公司潘明官（第 3）和许云英（第 15）进行大黄鱼和石斑鱼配合饲料的规模化推广应用；广州市信豚水产技术有限公司朱旺明（第 4）和蓝汉冰（第 12）进行大口黑鲈专用功能性饲料添加剂和水产动物诱食剂的研发和成果推广应用；广东恒兴饲料实业股份有限公司张海涛（第 5）和王卓铎（第 14）共同进行大黄鱼和大口黑鲈配合高性能饲料的研发与推广工作；湛江市恒润机械有限公司乔高明（第 6）和叶李军（第 13）进行真空油脂喷涂机的研制；浙江欣欣天恩饲料有限公司周恒永（第 7）和杨福刚（第 8）进行大口黑鲈配合饲料的规模化推广应用工作。